

SRREN

ipcc

気候変動に関する政府間パネル
第3作業部会 - 気候変動の緩和（策）

再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する特別報告書
最終版

政策、ファイナンス、及び実施（仮訳）

政策、ファイナンス、及び実施（仮訳）

統括執筆責任者:

Catherine Mitchell (United Kingdom), Janet Sawin (USA), Govind R. Pokharel (Nepal), Daniel Kammen (USA), Zhongying Wang (China)

執筆責任者:

Solomone Fifita (Fiji/Tonga), Mark Jaccard (Canada), Ole Langniss (Germany), Hugo Lucas (United Arab Emirates/Spain), Alain Nadai (France), Ramiro Trujillo Blanco (Bolivia), Eric Usher (Sweden/Canada), Aviel Verbruggen (Belgium), Rolf Wüstenhagen (Switzerland/Germany), Kaoru Yamaguchi (Japan)

執筆協力者:

Douglas Arent (USA), Greg Arrowsmith (Belgium/United Kingdom), Morgan Bazilian (Austria/USA), Lori Bird (USA), Thomas Boermans (Germany), Alex Bowen (United Kingdom), Sylvia Breukers (The Netherlands), Thomas Bruckner (Germany), Sebastian Busch (Austria/Germany), Elisabeth Clemens (Norway), Peter Connor (United Kingdom), Felix Creutzig (Germany), Peter Droege (Liechtenstein/Germany), Karin Ericsson (Sweden), Chris Greacen (USA), Renata Grisoli (Brazil), Kirsty Hamilton (United Kingdom), Jochen Harnisch (Germany), Cameron Hepburn (United Kingdom), Suzanne Hunt (USA), Matthias Kalkuhl (Germany), Patrick Lamers (Germany), Birger Madsen (Denmark), Gregory Nemet (USA), Lars J. Nilsson (Sweden), Supachai Panitchpakdi (Switzerland/Thailand), David Popp (USA), Anis Radzi (Liechtenstein/Australia), Gustav Resch (Austria), Tormod Schei (Norway), Sven Schimschar (Germany), Kristin Seyboth (Germany/USA), Sergio Trindade (USA/Brazil and USA), Bernhard Truffer (Switzerland), Sarah Truitt (USA), Dan van der Horst (United Kingdom/The Netherlands), Saskia Vermeylen (United Kingdom), Charles Wilson (United Kingdom), Ryan Wiser (USA)

査読編集者:

David de Jager (The Netherlands), Antonina Ivanova Boncheva (Mexico/Bulgaria)

本章の引用時の表記方法:

Mitchell, C., J. Sawin, G. R. Pokharel, D. Kammen, Z. Wang, S. Fifita, M. Jaccard, O. Langniss, H. Lucas, A. Nadai, R. Trujillo Blanco, E. Usher, A. Verbruggen, R. W. Stenhagen, K. Yamaguchi, 2011: 政策、財政支援、及び実施。再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する IPCC 特別報告書において [O. Edenhofer, R. Pichs - Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schl. mer, C. von Stechow (eds)], ケンブリッジ大学出版局 (Cambridge University Press)、イギリス、ケンブリッジ (Cambridge, United Kingdom) 及びアメリカ、ニューヨーク州、ニューヨーク (New York, NY, USA)。

注意

本報告書は、IPCC 「Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation」 Final Release を翻訳したものです。この翻訳は、IPCC ホームページに掲載されている報告書 <http://srren.ipcc-wg3.de/>

を元に行っています。また、翻訳は 2011 年 5 月 9 日リリースの初版に基づいて行っており、その後 IPCC によって行われた修正、追加、削除等の変更には対応しておりませんので、ご注意ください。

本報告書「再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する特別報告書」は上記報告書の仮訳であり、IPCC の公式訳ではありません。正本は英文のみで提供されており、本日本語仮訳を引用して問題が生じて責任を負いかねますのでご了承ください。

第 11 章 政策、ファイナンス、及び実施

目次

目次	2
要約	4
11.1 序論	5
11.1.1 再生可能エネルギー政策の論理的根拠	6
11.1.2 政策のタイミングと強み	8
11.1.3 本章のロードマップ	8
11.2 現在の動向: 政策、ファイナンス及び投資	9
11.2.1 再生可能エネルギー政策の動向	10
11.2.2 再生可能エネルギーの財政における動向	12
11.2.2.1 継続的なファイナンスの動向	13
11.2.2.2 技術の研究開発へのファイナンス	13
11.2.2.3 技術の商業化へのファイナンス	14
11.2.2.4 製造及び販売へのファイナンス	14
11.2.2.5 建設へのファイナンス	14
11.2.2.6 企業の借り換え及び売却	15
11.2.3 世界の投資の移行	15
11.3 主たる動因、機会及び便益	15
11.3.1 気候変動緩和及び環境と健康への影響の低減	16
11.3.2 エネルギーへのアクセス	16
11.3.3 エネルギー安全保障	17
11.3.4 社会及び経済の発展	17
11.4 再生可能エネルギーの政策立案、実行、及びファイナンスに対する障壁	17
11.4.1 再生可能エネルギーの政策立案の障壁	18
11.4.2 再生可能エネルギー政策の実施の障壁	19
11.4.3 再生可能エネルギーへのファイナンスの障壁	19
11.5 政策オプションの経験とその評価	20
11.5.1 政策評価基準	21
11.5.2 再生可能エネルギーの研究、開発、及び普及に関する政策	22
11.5.2.1 公的な研究開発が必要な理由及び時期	22
11.5.2.2 公的な研究開発の措置	23
11.5.2.3 得られた教訓	26
11.5.2.4 研究開発政策及び普及政策の組み合わせから生ずるプラスのフィードバック	27
11.5.3 再生可能エネルギー普及に関する政策オプション	28
11.5.3.1 財政上のインセンティブ	30
11.5.3.2 公的ファイナンス	32
11.5.3.3 規制	34
11.5.4 普及に対する政策 - 電力	35
11.5.4.1 財政上のインセンティブ	36
11.5.4.2 公的ファイナンス	36
11.5.4.3 規制	36
11.5.5 普及のための政策 - 冷暖房	48
11.5.5.1 財政上のインセンティブ	49
11.5.5.2 公的ファイナンス	51
11.5.5.3 規制	51
11.5.5.4 冷房の利用可能エネルギー源に関する政策	53
11.5.6 普及のための政策 - 運輸	53
11.5.6.1 財政上のインセンティブ	54
11.5.6.2 公的ファイナンス	55
11.5.6.3 規制	55
11.5.7 総合	56
11.5.7.1 再生可能エネルギー政策の評価	56
11.5.7.2 マクロ経済的影響及び費用対効果分析	59
11.5.7.3 再生可能エネルギーと気候政策の相互作用及び潜在的な意図しない結果	60

11.6 促進的環境と地域問題.....	61
11.6.1 エネルギーシステムにおけるイノベーション	63
11.6.2 再生可能エネルギー政策及び非再生可能エネルギー政策の補完.....	64
11.6.3 金融リスクと投資リスクの削減.....	64
11.6.4 地方における計画及び許可	65
11.6.4.1 ステークホルダーの予想及び利害の調整.....	65
11.6.4.2 再生可能エネルギーの普及における背景の重要性に関する学習	65
11.6.4.3 利益共有メカニズムの採用.....	65
11.6.4.4 タイミング: 率先的な国家及び地方政府.....	67
11.6.4.5 協調ネットワークの構築.....	67
11.6.4.6 論争の明瞭化と交渉のメカニズム.....	68
11.6.5 再生可能エネルギー向けのインフラ、ネットワーク、及び市場の提供.....	68
11.6.5.1 インフラの建設及びネットワークへの接続	68
11.6.5.2 再生可能エネルギーのネットワークへのアクセスとその組み込み	69
11.6.5.3 ネットワーク基準.....	69
11.6.5.4 システムの弾性の強化.....	70
11.6.6 技術移転及び能力開発	70
11.6.6.1 技術移転及び知的所有権	71
11.6.6.2 技術移転及び国際機関.....	71
11.6.6.3 技術移転及びエネルギー・アクセス	71
11.6.7 制度学習	73
11.6.8 都市及びコミュニティの役割.....	73
11.6.8.1 コミュニティ及び個別の結び付き	74
11.6.8.2 市民社会の一部としての個人の役割.....	74
11.7 構造的変化.....	74
11.7.1 シナリオと政策の関係	74
11.7.2 技術と行動の変化の組み合わせから生じる構造的変化.....	75
11.7.3 長期的なエネルギー移行の調整に関する課題への対応.....	75
11.7.4 「ブリコラージュ」と「ブレイクスルー」の共進化.....	76
11.7.5 再生可能エネルギーの割合が高い世界への移行を促進する具体的な政策オプション	76
REFERENCES	78

地図に関する免責条項: 本章の地図上に表示された国境と名称、及び使用された記号は、国連から公式に承認または承諾を得たものではない。SRREN 用に作成された地図において、ジャンムー及びカシミールにある点線はインド及びパキスタンが合意したおおまかな停戦ラインを示す。ジャンムーとカシミールの最終的な状況に関しては、いまだ両国による合意に至っていない。

要約

再生可能エネルギーは、社会に多くの便益をもたらす。二酸化炭素排出量削減に加えて、地域の環境的及び健康上の便益の構築、(特に農村への)エネルギーアクセスの促進、エネルギー技術及びエネルギー資源のポートフォリオを多様化することによるエネルギー安全保障目標の進展、潜在的な雇用機会による社会的及び経済発展の向上など、多くの目標を達成するために、政府は再生可能エネルギー (RE) 政策を制定してきた。エネルギーアクセスや社会的及び経済的発展は、発展途上国において主な動因であったが、一方で、安定したエネルギー供給の確保や環境的懸念が先進国においては最も重要であった。

様々な要因によって刺激を受け、ますます増加し、多様化した再生可能エネルギー政策によって、近年、再生可能エネルギー技術の大幅な成長が促進された。政府の政策は再生可能エネルギー技術の普及加速に重要な役割を果たしてきた。同時に、すべての再生可能エネルギー政策が、再生可能エネルギーの急速な、あるいは大規模な普及拡大に効果的かつ効率的であると証明されたわけではない。政策の重点は、再生可能エネルギーの冷暖房及び運輸を含むために、再生可能エネルギー電力へのほぼ完全な集中から広がりつつある。

再生可能エネルギー政策は、様々な障壁の克服を支援することによって、再生可能エネルギーの導入量の増加を促してきた。再生可能エネルギー特有の政策立案の障壁 (情報・意識啓発上の欠如など)、実施の障壁 (開発中の再生可能エネルギー技術に適合するための教育及び研修を受けた労働力の欠如など)、及びファイナンスの障壁 (市場の失敗など) は、再生可能エネルギーの普及をさらに妨げる可能性がある。再生可能エネルギーの広範な応用により、政策がこれらの障壁に対処し、既存のシステムへの再生可能エネルギーの統合に必要なインフラの欠如などの課題の克服に役立つことが必要となる。

特に再生可能エネルギーを促進するために、制定された政策メカニズムは多様化し、すべてのエネルギー部門への応用が可能である。それらには、税控除や払い戻しなど財政上のインセンティブ、低利融資など公共ファイナンス政策、クォータ制のような量主導の政策、電力の固定価格買取制度、熱利用義務 (heat obligation)、バイオ燃料の混合要件など、価格主導の政策などの規制が含まれる。政策は部門特有である可能性があり、地方、州・県、国レベル (一部の事例では地域レベル) で実施され、両国間、地域的及び国際的な協力によって補完される。

公的な研究開発 (R&D) への投資は、その他の政策手段、特に新しい再生可能エネルギー技術への需要を同時に強化する再生可能エネルギー普及政策によって補完される場合、最も効果的である。また、研究開発及び普及政策はどちらも、研究開発における民間部門の投資などを誘発し、正のフィードバックサイクルを作り出す。特定の技術の発展における早期の普及政策の制定は、民間の研究開発を生じさせることにより、学習を加速することが出来る。そして、次にコストをさらに削減し、技術使用に対するさらなるインセンティブを提供する。

一部の政策要素は、再生可能エネルギー普及の急速な拡大において、より効果的及び効率的であることが示されてきたが、全ての政策に合う難形的政策はなく、政策の組み合わせ、その設計や実施もまた重要である。効果と効率を確実にする主要な政策要素には、コストを相殺し、社会的便益を生む適切な値、ネットワーク及び市場へのアクセスの保証、リスク低減のための長期的協定、管理の包括性や簡便性が含まれる。

- いくつかの研究によって、主に長期的な固定価格または割り増し金支払いの組み合わせ、ネットワーク接続、及びすべての生成した再生可能エネルギー発電の買取保証のために、再生可能エネルギー電力の促進において一部の固定価格買取制が効果的及び効率的であることが結論付けられた。クォータ政策は、たとえば長期的な契約など、リスク低減を目的とした場合、効果的かつ効率的であり得る。
- まanus多くの政府が、再生可能エネルギーの冷暖房への財政上のインセンティブを採用しつつある。再生可能エネルギーによる熱使用の義務は、公的ファイナンスに依存せず、成長を促進する潜在性で注目を集めている。
- 運輸部門では、再生可能エネルギー燃料義務化と混合要件は、ほとんどの近代的バイオ燃料産業の発展における主要な動因である。その他の政策には、直接政府支払い、または減税が含まれる。政策は国際的なバイオ燃料取引の発展に影響を与えている。

技術、市場、及びその他の要因が発展する中で順応出来る柔軟性が重要である。設計及び実施の詳細は、政策の効果や効率を決定する際に不可欠である。明白で持続的な政策の枠組みにより、投資リスクの低減が可能になり、再生可能エネルギーの普及や低コストでの活用の発展を促進することも出来る。

政策の混合は一般に、再生可能エネルギーへの様々な障壁に対処するために必要とされる。さらに、実例から、様々な政策や、政策の組み合わせは、技術的成熟度、手ごろな資金の利用可能性、そして地域的及び国家的な再生可能エネルギー資源の主原料のような要因次第で、より効果的かつ効率的になり得ることがわかる。

この後数十年にわたってエネルギー部門を 1 つの低炭素燃料及び技術を基盤としたものに変換することが目的であるなら、短期的だけではなく、この期間中すべてにわたって、コストを最低限に抑えることが重要である。その計算に、すべての社会的コスト及び便益を含むことも重要である。再生可能エネルギーに関連するコストと便益の統合的分析を行うには、非常に大きな努力が必要である。なぜなら、正味の影響を判断するには、あまりにも多くの要素がかかわっているため、そのような取り組みは相当な制限と不確実性に直面するからである。国及び地域の経済へのそのような影響を調査した研究はほとんどないが、実施されてきた研究は、一般的に、正味のプラスの経済的影響を見つけてきた。

2 つの別々の市場の失敗により、もし排出市場（あるいは一般的に温室効果ガス価格政策）が存在したとしても、技術的發展への高い潜在性を有する革新的な再生可能エネルギー技術の追加的支援の根拠が生まれる。最初の市場の失敗は温室効果ガス排出量の外部コストを指し、2 つ目の市場の失敗は、イノベーションの分野においてである。つまり、企業が再生可能エネルギー技術の習得に対する投資の将来への便益を過小評価している場合、また企業がこれらの便益を十分に割り当てられない場合、企業はマクロ経済的視点から見て最適と考えられるよりも少ない額の投資を行う。温室効果ガス価格政策に加えて、技術的發展の関連した機会が用意される予定の場合（または、気候緩和を超えるその他の目的を達成しようとする場合）、再生可能エネルギー特有の政策は、経済的観点から適切である可能性がある。ロックイン効果、炭素リーケージ、リバウンド効果のような潜在的な逆方向の影響は、政策のポートフォリオ設計において考慮されなければならない。

再生可能エネルギー技術は、「促進的」政策と併せて実施された場合、気候変動緩和においてますます大きな役割を担う可能性がある。再生可能エネルギーに関して好ましいまたは促進的環境は、エネルギーシステムにおけるイノベーションを促すことによって生み出されることが可能である。たとえば、特定の政策とその他の再生可能エネルギー政策、またその他のエネルギー政策及び非エネルギー政策（農業、輸送、水管理、都市計画などを対象としたものなど）との可能な相互作用に対処すること、プロジェクトの構築や立地決定のための資金及び建築許可を取得する再生可能エネルギー開発事業者の能力を理解すること、再生可能エネルギーの導入及び出力のためのネットワーク及び市場へのアクセスに対する障壁を除去すること、技術移転を可能にすること、そして教育や意識啓発を向上することによってである。同様に、「促進的」環境の存在によって、再生可能エネルギーを促進するための政策の効率及び効果を拡大することが出来る。

再生可能エネルギーの長期的な目的と経験から学ぶ柔軟性は、高い費用対効果と再生可能エネルギーの高い浸透性を達成するには不可欠であることを、文献は示している。第 10 章で分析されたエネルギーのシナリオは、導入率次第で、2050 年までに一次エネルギーにおける再生可能エネルギーの割合が最高 77%まで浸透することを示している。再生可能エネルギーの高い割合と共に温室効果ガス濃度安定化レベルを到達するには、今後数十年にわたって、今日のエネルギーシステムにおける構造的な転換が必要となる。低炭素エネルギーへのこのような移行は、（たとえば、木材から石炭へ、または石炭から石油へといった）以前の移行とは違っている。というのも、移行期間として利用可能な期間は数十年に限られており、また再生可能エネルギーは、さらに再生可能エネルギーが浸透した将来において必要とされるだろうエネルギー構造とは全く異なる既存のエネルギー構造において構築されたシステムへと発展及び統合しなければならないからである。

構造的な転換には、リスクを低減し、再生可能エネルギーや関連するインフラへの投資に関する時間枠にわたって、安定性を提供する魅力的なリターンを可能にする政策の枠組みの組織的發展が必要となる。適切で信頼性の高い手段の組み合わせは、エネルギーのインフラが依然として開発途上であり、エネルギー需要が将来において増加すると推測される場合にはさらに重要である。

11.1 序論

これまでの章で議論されたように、再生可能エネルギーが気候変動緩和において果たす役割の可能性は重大である。再生可能エネルギーの容量は世界中で急増しており、再生可能技術への政府の関心は、気候緩和、エネルギーへのアクセス、安定したエネルギー供給、雇用創出やその他の様々な要因によって促進される。しかし、多くの障壁は、再生可能エネルギーのさらなる発展を阻み続けてきた。

第 10 章でのシナリオは、再生可能エネルギーが気候変動緩和において果たすことの出来る役割は、再生可能エネルギーの普及率に応じて、比較的小さいものから非常に大規模なものまで多岐にわたる可能性があることを示している。同時に、この普及率は、エネルギーアクセスまたはエネルギー安全保障も含むいくつかのエネルギー関連の課題の 1 つとして、気候変動に対処する最良の方法に関しての社会及び政府の選択に左右される。再生可能エネルギーが、気候変動緩和に多大に且つ急速に貢献する可能性がある場合、様々な形の経済支援政策や促進的環境を作り出す政策が必要とされる可能性が高い。

再生可能エネルギーの政策は部門別に設定可能である。また、すべての政府レベルで、つまり地域、州・県、国家

単位での実施や、二国間、地域間、国家間の協調によって補完することも可能である。国際エネルギー機関 (IEA) のような国際機関は、加盟国に対してエネルギー資源や政策についての助言を行うことができ、欧州委員会のように、指令 (Directive) を制定出来る組織もあれば、理解や意識啓発を主に強化し、情報の分配を行う組織もある (21世紀のための再生可能エネルギー政策ネットワーク (REN21) や国際再生可能エネルギー機関 (IRENA) など)。国家政府は法律を制定し、様々な政策を決定し、規制やその他の権能的な環境的側面を適合させ、あるいは構築する。国家、州または地域、市または区のイニシアティブが、地元の政策の有力な支援となる可能性がある。一部の国では、規制機関や公益事業が責任を与えられているか、または独自のイニシアティブで再生可能エネルギーのメカニズムの支援を計画し、実行する。あらゆるレベルの政府が、その他の政府、組織、企業、コミュニティ、また個人からであれ、「学ぶ」 (Thelen, 1999; Breukers and Wolsink, 2007a) ことが出来、過去の政策を柔軟で反射的に評価出来るかということが、実験し最良の政策を捜し求める上で (Smith et al., 2005)、また有用である。本章では、これらのあらゆる主体の役割を分析するが、主として政府及び政策立案者に焦点を当てる。

再生可能エネルギー政策は、技術開発の基本的な研究開発から、再生可能エネルギーシステムの普及やそれによって生産された電力、熱または燃料を支援することにまで及ぶ。普及政策には、財政上のインセンティブ (税務政策、リベート、補助金など)、公的ファイナンスメカニズム (融資や保証など)、及び規制 (固定価格買取制度、クォータ制、建築物への導入義務化、バイオ燃料混合義務化など) が含まれる。

政策の対象となっている再生可能エネルギーのプロジェクト及び生産は、再生可能エネルギー源 (タイプ、場所、流量またはストックの特徴、ばらつき、密度)、技術 (タイプ、何年製か、成熟度、プロジェクトの規模)、所有者 (世帯、共同組合、独立企業、電気公益事業)、及び何らかの方法で測定可能なその他の特質によって限定される可能性がある (Jacobsson and Lauber, 2006; Mendonca, 2007; Verbruggen and Lauber, 2009)。再生可能エネルギーは、配電 (利用可能性) の時間や信頼性、再生可能エネルギーのネットワークへの統合に関するその他の測定基準といった、新たな評価因子によって評価される (Klessmann et al., 2008; Langniß et al., 2009)。また、再生可能エネルギー普及を促す環境を作り出すために、政府やその他の主体が出来ることもたくさんある。本章では、政策立案者に利用可能なオプション、及び再生可能エネルギーの発展における政策の役割を調査する。政策は技術を促進し、市場を刺激することが可能であるが、補完的な非再生可能エネルギー政策は投資家たちに安心をもたらすため、さらなる普及を可能にする。よって、本章では、政策の役割やファイナンスを、利用可能で手頃にする権能的な環境について取り上げ、また、効果、効率、平等性、制度的な実現可能性など多くの基準に基づき、政策を評価する。本章では、政策立案者に再生可能エネルギーの普及や浸透の望ましいレベルを達成するための様々なオプションを提供し、特定の各部門における以下の疑問について答えることを目的とする。

- ・ 再生可能エネルギー特有の政策支援は、なぜ、そしてどのような状況の下で必要とされるのか (11.1 節) ?
- ・ 再生可能エネルギー政策、財政、及び投資における世界的な現在の傾向はどのようなものか (11.2 節) ?
- ・ 気候変動緩和に加えて、再生可能エネルギーを促進する政策を制定するよう政策立案者に促す要因は何か? これらの動因は、発展途上国及び先進国ではどのように違っているか (11.3 節) ?
- ・ 再生可能エネルギーの政策立案、実施、財政における障壁は何か (11.4 節) ? また、政策は、再生可能エネルギーに対する様々な障壁を克服するのにどのように役立つか (11.5 節、11.6 節、及び 11.7 節) ?
- ・ 様々な最終消費部門において再生可能エネルギーを促進するためには、どのような政策オプションが利用可能であるか (11.5 節) ?
- ・ これまでのこれらの政策オプションを有する実例がどのようなものであったか、またどれが最もうまくいったか、そしてそれはどのような状況の下であったか (11.5 節及び 11.6 節) ?
- ・ 再生可能エネルギー政策は、気候政策 (11.5 節) 及びその他の種類の政策 (11.6 節) とどのように相互作用するか?
- ・ 気候変動緩和を目的とした、再生可能エネルギー浸透の様々な段階を達成するのに必要な関連政策のどのような組み合わせによって、障壁を克服出来るか (11.7 節) ?

本章の残りの部分では、上記の疑問の一部を取り上げ始めるが、まずは、気候変動を緩和するために、気候政策 (炭素価格設定) と共に再生可能エネルギー特有の政策を必要なものとする状況に基づく文献の概要から始める。

11.1.1 再生可能エネルギー政策の論理的根拠

再生可能エネルギーは、社会に多くの便益をもたらす。二酸化炭素排出量削減に加えて、再生可能エネルギー技術は、地域の環境的便益や健康上の便益と関連し (11.3.1 節及び 9.3.4 節)、特に地方におけるエネルギーアクセス

を促進することが可能であり（11.3.2 節及び 9.3.2 節）、エネルギー技術や資源のポートフォリオを拡大することによってエネルギー安全保障を向上させることができ（11.3.3 節及び 9.3.3 節）、雇用機会や経済成長を作り出すことによって社会的及び経済的発展を改善する（11.3.4 節及び 9.3.1 節）。

一部の再生可能エネルギー技術は現在の市場エネルギーの価格と広範囲にわたり競合している。広範囲にわたる競合をしていない別の再生可能エネルギーの多くも、一定の状況下（有利な資源状態を有する地域、またはその他の低コストのエネルギー供給用のインフラが不足している地域など）では競合するエネルギーサービスを提供している。しかし世界の大部分の地域においては、いまだに再生可能エネルギーの普及拡大の促進には政策措置が必要とされている（10.5 節）。

マクロ経済的視点から考えると、市場の歪みが存在する場合、政府の介入は正当化され得る。特に再生可能エネルギーに関する 2 つの市場の失敗がある¹。

- 1) イノベーションによる便益の不完全な占有可能性。具体的には、新たな低炭素技術の研究開発（R&D）、イノベーション、普及及び導入は、多くの場合、イノベーターによって得られた便益よりも、社会に対して広範囲の便益を生み出す（Jaffe, 1986; Griliches, 1992; Jaffe et al., 2003, 2005; Edenhofer et al., 2005; Popp, 2006b）。技術習得への投資の（将来的）便益について、企業が過小評価している場合、あるいは企業がこうした便益を使用出来ない場合、マクロ経済的視点から見て最適と思われるより少ない額の投資を行う。よって、特定の再生可能エネルギー政策（固定価格買取制度、またはクォータ制など）は、技術的習得及び波及効果に関連する市場の失敗に対処するために、正当化され得る。
- 2) 化石燃料燃焼の外部コスト。地球温暖化や地域的な汚染からの損害は通常、関連する外部コストが意図的に内部化されない限り、企業によって考慮されない（Pigou, 1920; Cropper and Oates, 1992）。結果として、エネルギー効率の向上及び再生可能エネルギーを含む低炭素技術への過少投資につながる。実施された場合、炭素価格（炭素税、排出権取引計画により、または暗黙的に規制を通して）は、費用効率の高い緩和措置の組み合わせを生み出すと推測される。いかなる追加的な市場の失敗もさらなる歪みを導入する新たな市場の失敗にはならない（Stern, 2007）。

2 つの市場の失敗が存在する場合、社会的に最適な結果を獲得するためには、2 種類の政策が必要となる可能性がある。再生可能エネルギーに関連した 2 つの市場の失敗に関して、炭素価格、及び新技術の研究、発展、普及の支援が必要となるだろう。そうでなければ、2 つの目的（温室効果ガス（GHG）排出コストの内部化と低炭素技術のイノベーションと普及の促進）は、おそらくある程度、目的の 1 つを犠牲にし、お互いにトレードオフしなければならない。たとえば、炭素価格設定はそれ自身、新たな低炭素技術に対して研究開発の投資を少なく供給するだろう（Rosendahl, 2004; Rivers and Jaccard, 2006; Stern, 2007, Ch. 16; Fischer, 2008; Fischer and Newell, 2008; Otto et al., 2008）。

寡占、不完全競争、既存の補助金、ネットワーク経済、情報障害、労働市場の失敗と気候変動の影響を超えた非内在的環境効果及び健康効果など、再生可能エネルギー技術を妨げる障壁はさらにある（Sorell and Sijm, 2003; Sjögren, 2009; 1.4.2 節, 9.5.1 節と 9.5.2.1 節も参照）。規模の経済から便益を受けているだろう技術が義務としてかかってくるエネルギー公共事業は、低炭素の競争相手の参入に抵抗する可能性がある。炭素集約型インフラへの過去の投資、及びそのインフラに基づく工学的な知見は、関連する技術への固定化を生み出す可能性があり、再生可能エネルギーのイノベーションと統合を妨げる（Unruh 2000; Acemoglu et al., 2009）

エネルギーシステムの変換は、大規模な投資が必要であり、数十年間にわたり資本を潜在的に結びつける。よって、そのような目的に対して、投資家には、明確で安定した構成の規制条件と、投資リスクを分散させるための発達した資本、保険料、将来の市場が必要となる。資本市場に関しての情報の非対称（技術のイノベーション、学習、及び潜在的普及などに関して）は、認識されたリスクを増加させるため、投資のコストもまた増加する。これは特に高い資本コストに悩まされる資本集約型技術としての一部の再生可能エネルギー技術に関連性がある（11.4.3 節）。

実際に、政府は「理想的な」炭素価格設定、または低炭素研究開発の「理想的な」支援をまだ実施していないため、気候の外部不経済に対して効果的に取り組むための、より強力な再生可能エネルギー普及政策など、追加的な「2 番目に良い」政府介入の役割が存在する可能性がある。炭素価格は多くの場合、存在しないか、あるいは関連する社会的なコストの推定値よりも低く（Stern, 2007; Tol, 2009）、低炭素投資への大規模な移行に対して十分信用性のある基礎を提供してこなかった（例として、イギリスに関する気候変動委員会 2010（CCC, 2010）などを参照）。その上、政府は、事前に長期間に渡る約束をすることが出来ないため、長期的な炭素価格設定に関する政府の政策には世間一般の信頼に欠ける（Ulph and Ulph, 2009）。将来の規制に関する不確実性、またエネルギーの組み合わせにおける再生可能エネルギーの将来の役割に関する不確実性は、資本集約的な長期的投資を妨げる。それは、実

¹ 両方の市場の失敗は、研究開発や技術習得によるコスト削減につながりやすいそれらの再生可能エネルギー技術に関して、同時に考慮されなければならない。

際の世界における政策立案者は、ロビー活動やレントシーキング、またそうした政策の行政のコストなどを含めた政策コストや便益に関する不確実性にさらされているということを思い起こさせる有益なものである。

コストの不確実性や、再生可能エネルギーに特有な市場の失敗と障壁との複雑な関連性によって、再生可能エネルギーの動因及び相乗便益各々に対する再生可能エネルギーの最適な普及レベルを決定することが難しくなる。本章の残りの部分では、意思決定者は、多数の社会的な目的のどんなものでも達成する手段として、再生可能エネルギーの普及拡大を意図している、つまり気候変動緩和は、多くの目的のうちの一つと考えられている、と仮定している。それにもかかわらず、再生可能エネルギー政策と気候政策はお互いに影響を与え合い、予期せぬ結果につながる可能性があるため、この2つの政策の複雑な相互作用は、考察のための重要な構成要素として、本章の後半で再検討する(11.5.7.3節参照)。

11.1.2 政策のタイミングと強み

展開政策に対する研究開発政策の調整のタイミング、強み、レベルは、その政策の効率と効果、社会に対する総コストに対し、次の3つの方法で影響を与える。

- (1) 国が再生可能エネルギーを直ちに促進するか、あるいはコストがさらに下がるまで待つか。多くの再生可能エネルギー技術は、エネルギー市場価格と現在のところまだ競合していないが、再生可能エネルギーの生成コストの均等化発電原価は過去において大幅に下がった。これらの技術の多くはいまだにそれぞれの開発チェーンの初期段階にあるため、特にこれらの技術が、研究、開発、実証、及び普及プログラム(RDD&D)によって適切にサポートされている場合、さらなるコスト削減が将来期待される(IEA, 2008b, 2010a)。第10章では、化石燃料技術との完全な競合性を獲得するために、損益分岐点に到達するまで、大規模な先行投資が必要とされると結論付けており、それらの投資がなされるべき時期は、目的に依る。国際社会の目的が、平均的な世界の気温増加を2°Cで安定することであるなら、低炭素技術への投資を直ちに開始しなければならない。あまり厳しくないレベルが選択された場合、もう少し時間の猶予があるだろう。
- (2) 国が再生可能エネルギーを支援すると決断した場合、その後の研究開発政策が普及政策に移行するタイミング、強さ、及びコーディネート(Nemet, 2006; Junginger et al., 2010)。これについては11.5.2節において議論されている。
- (3) 加速させる「市場需要」政策と緩やかな「市場需要」政策の実施のコストと便益の比較についての重要な議論。この議論には2つの目的が関連する。1つめは、市場の成長を「活性化」するためにクリーンなエネルギー技術を急速に普及させることであり、通常高い先行投資を費やすが、温室効果ガス削減のためにコスト曲線(Langniß and Neij, 2004)に沿って技術を発展させる重大な能力を有する。それに対して、2つめは、同様の急速な気候便益は無いが、先行投資や政策コストのあまりかからないゆっくりとした普及である。

11.1.3 本章のロードマップ

世界中のますます多くの政府は、気候変動に対処するため、そしてその他の様々な理由のために再生可能エネルギーへの投資を行い、再生可能エネルギー関連の政策を制定している。序論で説明されたように、本章の目的は、今日までの政策ニーズや実例についての多くの疑問に答えることである。次の(11.2節)は、普及を促進するため再生可能エネルギー政策における最近の傾向に重点を当てることによって始まり、次に財政支援及び研究開発資金における傾向を議論する。11.3節では、再生可能エネルギー政策の様々な動因について調査し、11.4節では、再生可能エネルギーの政策決定と実施を妨げる障壁、及び財政支援への障壁を簡単に検討する。

11.5節では、再生可能エネルギー技術の開発及び普及を促進するために利用可能な様々な再生可能エネルギー特有の政策オプションを示す。節の冒頭で示された表11.1及び11.2では、特に再生可能エネルギーを促進するために現在使用される様々な政策が一覧表にされ、定義されており、また表11.2では、どの政策がどの最終消費部門(電力、冷暖房、輸送)に適用されてきたかを示している。本節は、様々な政策オプションがさまざまな基準、何よりも効果や効率に対してどのように有効であるかといういくつかの評価を提供し、また、再生可能エネルギー政策を選択、設計する際に考慮すべき主な要素についての議論を提供する。

11.6節では、授権的環境が定義、説明される。授権的環境には、熟練した労働力、技術移転の能力、手の届く財政支援へのアクセス、ネットワーク及び市場へのアクセス、許可を取得するプロセスにおける透明性などが含まれる。再生可能エネルギー普及が上手くいくために授権的環境の全ての要素を整った状態にすることは、不可欠な前提条件ではない一方で、再生可能エネルギー・プロジェクトが容易にこれらの側面と相互作用することは、再生可能エネルギーを容易に普及することに結びつく。

本章は、持続可能な、低炭素エネルギー経済、特に再生可能エネルギー及びエネルギー効率に基づくそれへの構造的移行に対する幅広い考慮や要件に焦点を当てる 11.7 節で締めくくる。

多くの事例研究は、11.5 節及び 11.6 節のテキストボックスに表示されている。これらの目的は、本章の主要メッセージを目立たせ、その他の地域または国に教訓を与える特定の政策経験についての見識を提供することである。

財政と再生可能エネルギーの問題は、以下のいくつかの方法で調査できる。再生可能エネルギー財政における現在の傾向の評価 (11.2.2 節)、再生可能エネルギーのファイナンスに対する既存の障壁の検討 (11.4.3 節)、政府が利用可能な政策オプションとしての国家財政措置の検討 (11.5.3 節)、及び再生可能エネルギー・プロジェクトへのファイナンスとプロジェクトの成功に貢献する可能性のある広範な金融市場の状況との関係の議論 (11.6.3 節)。財政の横断的性質のために、再生可能エネルギーが関連する側面は、本章のほとんどの節において取り上げられている。

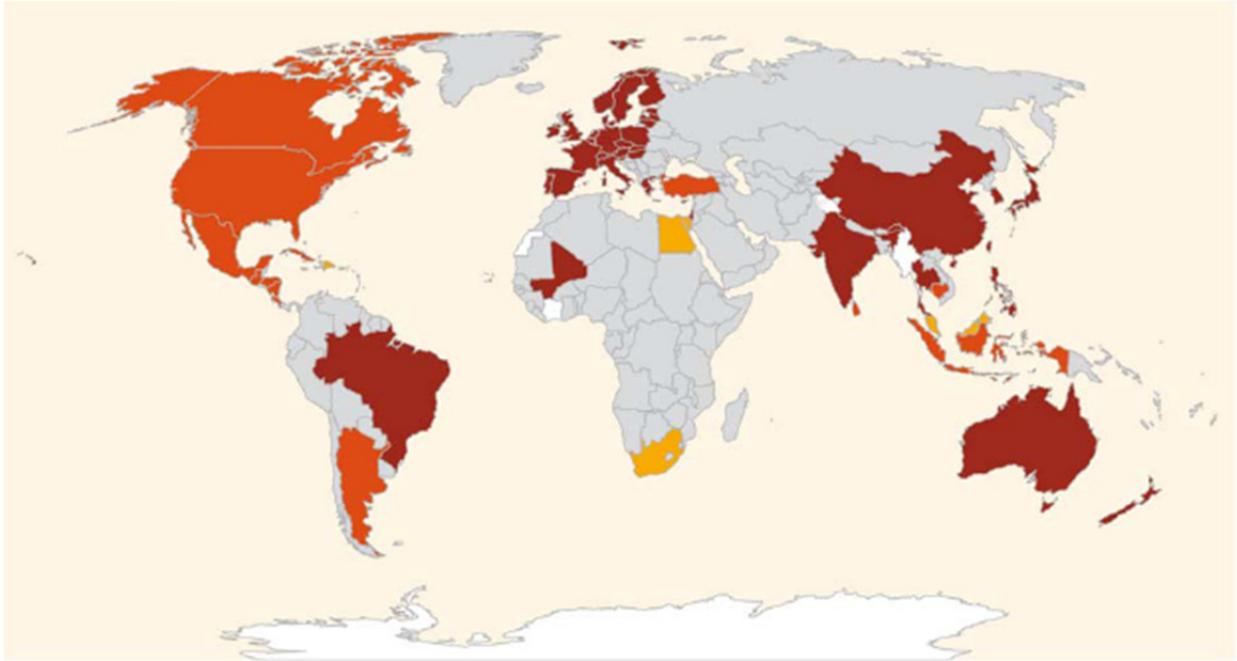
利用可能な再生可能エネルギー資源は、場所によってそれぞれ違い、成熟度は様々な再生可能エネルギー技術間で違っている。さらに、政策的、経済的、社会的、財政上、生態上、また文化的ニーズ及び状況は、1 つの市、州、地域、国ごとにそれぞれ違っており、それゆえ、異なるオプションや制約につながる。よって、万能な雛型的政策はなく、再生可能エネルギー政策の最適な組み合わせは、隣り合わせの場所であっても異なる。明らかに、1 つの章においてすべてを取り上げるのは不可能である。しかし、今日までの体験から習得されるべき有益で転写可能な教訓があり、本章の目的はそれらを解明することである。

概して、本章には、技術特有の政策ニーズ及び関連する経験は含まれていない。

11.2 現在の動向: 政策、ファイナンス及び投資

政府が制定及び実施した再生可能エネルギーに特化した政策の数及び再生可能エネルギー政策を行っている国の数は、世界中で急速に増加している (図 11.1)。再生可能エネルギー政策の焦点は、ほぼ電力に完全に集中していた状況から、暖房/冷房及び運輸部門を含む方向に移行してきている。これらの動向は、幅広い再生可能エネルギー技術の開発及びその製造と実施 (第 2 章から第 7 章を参照) における成果の上昇に加え、再生可能エネルギーへの年間投資の急激な増加及び金融機関の多様化に一致している。本節は、研究開発 (R&D) から借り換え及び再生可能エネルギー会社の売却までの、再生可能エネルギー政策と、国家財政と公的投資、及び民間財政と民間投資の最近の動向の特徴を述べる。

2005 年



2011 年初頭

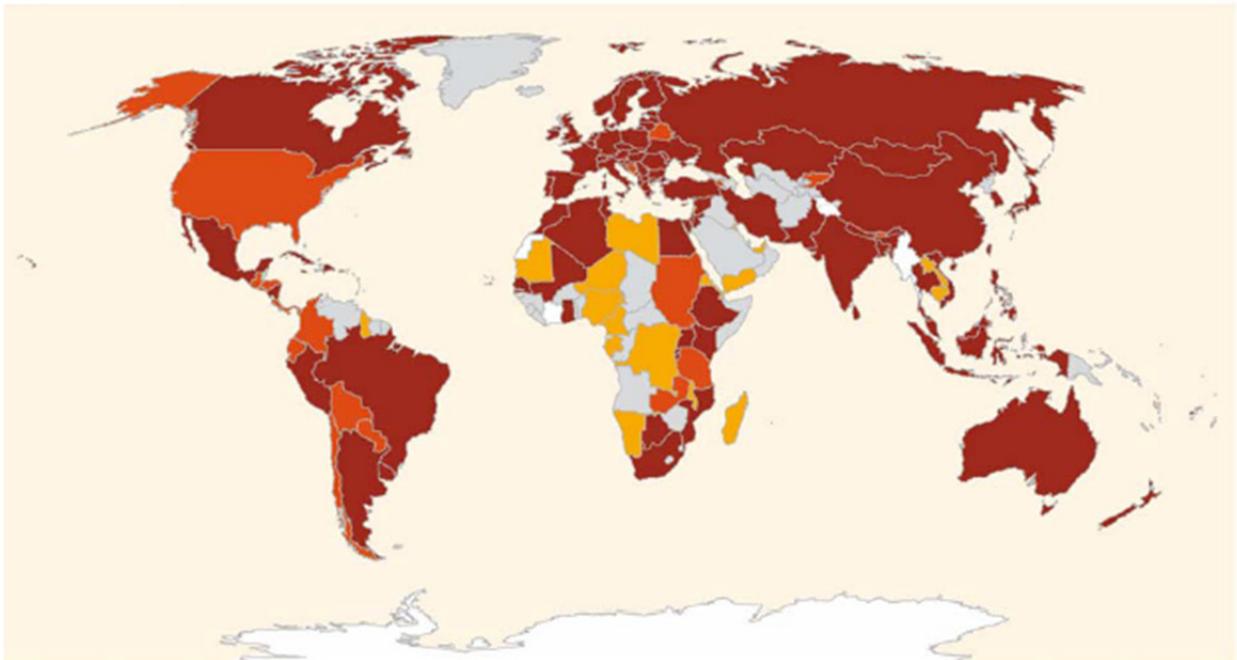


図 11.1: 2005 年中頃及び 2011 年初頭における少なくとも 1 つ以上の再生可能エネルギーに特化した普及目標や普及政策を持つ国。この図は、国家レベルの目標や政策を持つ場合に限られ（地方自治体や州/県レベルを含まない）、必ずしも包括的なものではない（RECIPES, 2005; REN21, 2005, 2010, 2011; CIPORE, 2011; Austrian Energy Agency, 2011; IEA, 2011; REEGLE, 2011; DSIRE, 2011）。

11.2.1 再生可能エネルギー政策の動向

再生可能エネルギー市場を急速に成長させている要因はいくつかあるが、政府による政策がこれまでの再生可能エネルギー技術の普及を加速させる重要な役割を果たしている（Sawin, 2001, 2004; Meyer, 2003; Renewables 2004, 2004; Rickerson et al., 2007; REN21, 2009b; IEA, 2010d）。

1990年代初頭までは、再生可能エネルギーの利用を促進する政策を制定する国はわずかであった。その後、特に2000年代初頭から中頃以降は、だんだん多くの国の地方自治体、州・/県並びに国家レベル、また国際レベルにおいて政策が制定され始めている (REN21, 2005, 2009b)。当初導入された政策の多くは先進国におけるものであったが、1990年代後半から2000年代初頭以降は、再生可能エネルギーの利用を促進する政策の枠組みを政府の様々なレベルで制定する発展途上国も増えてきている (Wiser and Pickle, 2000; Martinot et al., 2002; REN21, 2010)。

世界規模で包括的に、毎年再生可能エネルギー政策を追跡している唯一の情報源とされている Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) によれば²、何かしら再生可能エネルギーの目標や再生可能エネルギーに関係した普及政策を持つ国の数は、2005年初頭の推定55か国から2010年初頭には100か国以上となり、ほぼ2倍になっている (REN21, 2010)。2010年初頭までに、EU加盟国27か国すべてを含め、少なくとも85か国が国家レベルで、特定の電力の割合、または再生可能エネルギーからの一次または最終エネルギーの割合に対する再生可能エネルギーの目標を導入した。それらの国以外でも、自治体レベルでの目標を持つ国は多い (REN21, 2010)。これは、国家目標を持つ国が43か国 (さらに2か国が州/地方レベルの目標) であった2005年中頃から増加している (REN21, 2006)。2010年初頭までに再生可能エネルギー政策を制定した国は推定83か国である。

これら2つのカテゴリー (政策を持つ国と目標を持つ国) には重複しているものも多い。目標を達成するために具体的に政策を導入した国があれば、政策は制定したものの国家レベルの正式な目標を持たない国もある。さらに、多くの発展途上国が目標を導入しているが、国家の再生可能エネルギー政策を制定してはいない。再生可能エネルギー政策を持つほとんどの国が、複数の種類の政策を制定しており、既存の政策及び目標の多くは次第に強化されてきている (REN21, 2010)。

既存の再生可能エネルギー政策は、すべての最終消費部門 (電力、暖房、及び輸送) を対象としている (再生可能エネルギー政策オプションの詳細については、11.5節、表11.1、及び表11.2を参照)。しかし、今日まで (この論文が発表される日まで) は、ほとんどの再生可能エネルギー普及政策は電力部門に焦点を当てている。2010年初頭までに、少なくとも83か国が再生可能エネルギー発電を推進する何かしらの政策を導入しており (IEA, 2010c; REN21, 2010)、これは2005年中頃の推定48か国から増加している (REN21, 2006)。これらの政策は、投資補助金や税控除などの財政上のインセンティブ、低金利ローンなどの政府系ファイナンス、及び固定価格買取制度 (FIT)、クォータ制、ネットメーターなどの規則が含まれる。これらの再生可能エネルギーの電力政策を持つ国のうち、約半数が世界各地の発展途上国である (REN21, 2010)。

政府は再生可能エネルギー電力を推進するために様々な政策を活用しているが、この論文の発表時点で最も一般的に利用されているのは固定価格買取制度とクォータ制、または再生可能エネルギー利用割当基準 (RPS) であった。2010年初頭までに、(ヨーロッパの大部分を含む) 少なくとも45か国が、国家レベルで固定価格買取制度を導入しており、他にも4か国が州/地方/地域や地方自治体レベルで同制度を活用している (Mendonça, 2007; Rickerson et al., 2007, 2008; REN21, 2010)。RPSやクォータ制も広く利用されており、2010年初頭までに、国家レベルで施工した国は推定10か国であり、州、地方、または地域レベルで成功しているのは少なくとも4か国で、アメリカの29州、インドの少なくとも12州、そしてカナダとベルギーの一部の州及び地域を含む (REN21, 2010)。

再生可能輸送燃料及び再生可能暖房技術を進歩させるため、インセンティブ及び義務を導入する政府は増えてきている (IEA, 2007b; Rickerson et al., 2009)。たとえば、国際エネルギー機関が分析した12か国では、再生可能な暖房を直接的または間接的に支援するために導入された政策の数は、1990年には5例だったのが2007年5月までには55例まで増えている (IEA, 2007b; REN21, 2009b)。

2010年初頭、少なくとも41の州及び24か国 (国家レベル) が、バイオ燃料とガソリンまたはディーゼル燃料のブレンドに関する義務を導入しており、他にも生産目標または利用目標を設定したところもある (REN21, 2009b)。ほとんどの義務において、要求されるのは、輸送用の石油系燃料と比較的少ない割合 (10%以下など) エタノールまたはバイオディーゼルのブレンドである。ブラジルは、例外的に20~25%のエタノールのブレンドを求めているが、ブラジルの車両の多くは100%エタノール (すでに容易に利用可能) で運転している (Goldemberg, 2009)。先進国及び発展途上国の双方でバイオ燃料の生産補助金及び税額控除が利用される例も増えてきている (REN21, 2010)。特に他のバイオエネルギー及びバイオ燃料に見られる政策動向の1つに、アメリカの再生可能燃料基準 (U.S. Renewable Fuel Standard) やEUの再生可能エネルギー指令 (EU Renewable Energy Directive) における義務的な持続可能性基準など、関連ライフサイクル二酸化炭素排出量に対する規制を含めた、環境及びその他の持続可能性基準の導入がある (European Commission, 2009b; USEPA, 2010b) (持続可能性基準の詳細については、2.4.5.2節を参照のこと)。

² 国際エネルギー機関のデータベースは、情報を提供している経済協力開発機構 (OECD)、BRICS (ブラジル、ロシア、インド、中国、及び南アフリカ)、及びその他の国に重点を置いているが、(IEAのデータベース及びその他の情報源に頼っている) REN21ほど包括的ではない点に注意する必要がある。

国家の政策を超えて、国際政策や協定も増えている。EU 再生可能エネルギー指令 (EU Renewables Directive) は、2009 年 6 月に発効し、2020 年までに EU の最終エネルギー消費の 20% を再生可能エネルギーから調達するという拘束力のある目標を設定した。すなわち、すべての加盟国に対し、2020 年に向けた、国家レベルの再生可能エネルギー政策を推進する目標が割り当てられた (European Commission, 2009a; REN21, 2009b)。たとえば地中海ソーラー・プランも、2020 年までに 20GW の再生可能エネルギーの研究及び普及を行うために同地域の国々の間で結ばれた協定の 1 種である (Resources and Logistics, 2010)。

世界中の数百に及ぶ都市や地方政府も、目標の確立、または再生可能エネルギー普及政策や地方の再生可能エネルギー開発を促進するためのその他の機構の制定を行っている (Droege, 2009; REN21, 2009b)。このレベルでは、Property-Assessed Clean Energy (PACE) などの画期的な政策が登場し始めている (Fuller et al., 2009a) (Box 11.3 を参照)。実際、化石燃料から再生可能エネルギー・ベース・システムへの急速な変化の一部は、デンマークのサムセー、オーストリアのギュッシングなど、コミュニティ及び都市全体を巻き込み、地方レベルで発生しており (Box 11.14 を参照)、再生可能エネルギーに出資する画期的な方法を立案し、100%再生可能エネルギーシステムへの移行を促している (Droege, 2009; Sawin and Moomaw, 2009)。

IEA (IEA et al., 2010) は、2009 年における補助金、再生可能エネルギーのポートフォリオの基準/クォータ制、固定価格買取制度、グリーン証書、多くの財政上のインセンティブ (ただし研究開発支援を除く) などの政府による再生可能エネルギー普及の支援は、計 490 億 US ドル (2005 年) (570 億 US ドル (2009 年)) に達すると推定している。これは、2008 年の政府支援の 380 億 US ドル (2005 年) (440 億 US ドル (2008 年)) 及び 2007 年の 350 億 US ドル (2005 年) (410 億 US ドル (2007 年)) と肩を並べている。

ほとんどの再生可能エネルギー技術に関する生産能力または発電の大部分は、まだ比較的少数の国に集中している。しかし、再生可能エネルギー政策を制定する政府が増えてきているため、再生可能エネルギーの製造と導入の重要な役割を担う国及び地域が新たに登場してきている (GWEC, 2008, 2010; REN21, 2010)。

11.2.2 再生可能エネルギーの財政における動向

支持的な政策環境の拡大に呼応して、2004~2005 年以降、世界的に再生可能エネルギー部門全体の投資レベルが大幅に増加している。国連環境計画とブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンス (BNEF) によれば、2009 年には、1011 億 US ドル (2005 年) が再生可能エネルギー電力 (水力発電プラントを除く) 及びバイオ燃料技術に新たに投資されている。これは 2004 年の 169 億 US ドル (2005 年) から増加しているが (UNEP and BNEF, 2010)、資金面の停滞により 2008 年の 1107 億 US ドル (2005 年) からは減少している (図 11.2)。様々な方法論を用いて³、REN21 (2010) が確認した 2009 年の総投資額は、UNEP 及び BNEF (2010) の結果よりもかなり高い。

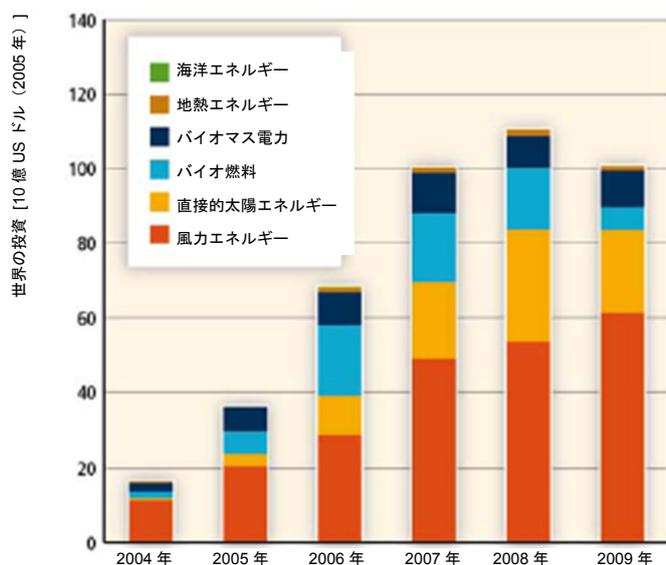


図 11.2: 2004 年から 2009 年における技術ごとの再生可能エネルギー電力 (水力除く) 及びバイオ燃料への世界の投資 (UNEP and NEF, 2009)。

³ REN21 の推定値は、以下の 2 つの理由により BNEF/UNEP の推定値よりも高くなっている。その理由は、小規模プロジェクトの REN21 データは (1) 世界の太陽熱温水への投資 (120 億 US ドル (2005 年)) 及び (2) 分散型系統連系太陽光発電 (PV) (200kW 未満) のバランス・オブ・プラントのコストを含んでいるのに対し、BNEF/UNEP は太陽光発電 (PV) モジュール・コストしか含んでいないことである (REN21, 2010)。

それと同時に、水力施設への世界の投資は、2004年の62億USドル(2005年)から2009年の585億USドル(2005年)まで増加した(IJHD, 2009)(図11.3)。

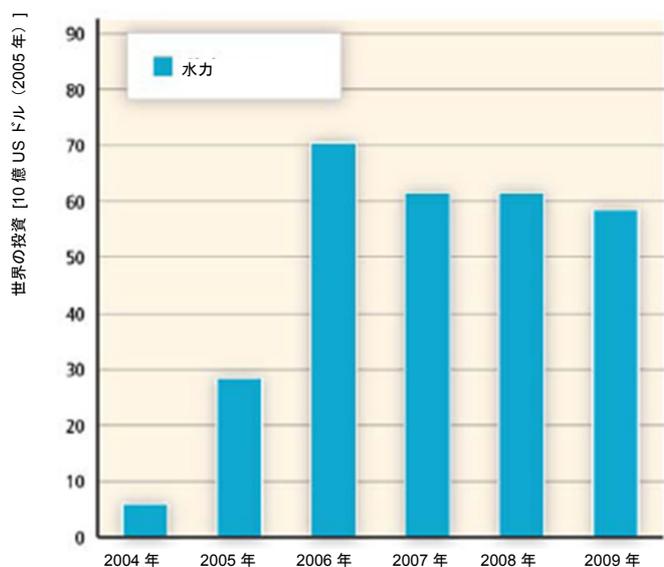


図 11.3: 2004年から2009年における水力発電プラントへの世界の投資 (IJHD, 2009)。

11.2.2.1 継続的なファイナンスの動向

ファイナンスは、「一連の」技術開発またはその個々の段階に対して行われる。一連の技術開発には、i) 研究開発、ii) 技術開発及び商業化、iii) 設備製造及び販売、iv) プロジェクトの建設、及びv) 主に合併及び買収を通じた借り換え及び企業の売却、の5つの区分がある。バイオ燃料、及び水力を除くすべての再生可能エネルギー電力技術におけるこの連続型に沿ったファイナンスを検討した文献が利用可能である。以下に示すように、これらの技術では、この連続型を通してファイナンスが増えてきている。この動向は、イノベーション・プロセスにおける連続的段階を表しており、以下の通り、再生可能エネルギー部門の現在の成長及び予想される成長の指標となっている。

- ・ (i) 研究開発のファイナンスと (ii) 技術開発及び商業化 (11.2.2.2 節及び 11.2.2.3 節) の動向は、その部門の中長期的予想の指標となる。通常、数年後に技術が完全に商業化されて初めて利益が上がり始める形の投資が行われている。
- ・ (iii) 製造販売の投資 (11.2.2.4 節) の動向は、その部門 (特に市場需要の増加が続く場合) の短期的予想の指標となる。
- ・ (iv) 建設投資 (11.2.2.5 節) の動向は、温室効果ガスに関連するコストの内部化が再生可能エネルギー・プロジェクトへの新しい資金の流れにつながる可能性の程度を含め、現在の部門の活動の指標となる。
- ・ (v) 産業の合併・買収 (11.2.2.6 節) の動向は、その部門の成熟度全体を反映し、時間とともに広がる借り換え活動の動きは、従来の大口投資家が初期段階の成功した投資を先行者から買収しつつ、さらにその部門に参入することを意味する。

これらの動向はそれぞれ以下の小節で解説されている。各区分 (バイオ燃料及び再生可能エネルギー電力 (水力除く)) に投資された資金の合計は、図 11.2 に含まれる技術に関して示す量と一致する。11.5 節で解説するように、この連続型の区分の一部では、収入の確実性を与える公的ファイナンス (政府からの財政支援) 及び法的支援機構も、重要な補助的役割を果たす。

連続型の概念は、関係する様々な形のファイナンス間のスムーズな移行を推測したものであるが、現実には、資金提供者はそれぞれ独自のリスク及びリターンの予想を行っており、商業投資における連続型の様々な区分の魅力を増減させる様々な外部動因を持っている。

11.2.2.2 技術の研究開発へのファイナンス

政府が資金提供する基礎研究の大部分は、基本原理の理解を推進することを目的としていて、直接的または即効性のある商業利益は上がらないことが多い。特定の商業目的または顧客の需要による目的のための応用研究開発の大部分は、大企業の資金によるものである。世界の再生可能エネルギー研究開発の公的投資は、1974年からピークを迎える1980年において最も急速に成長したが、その後、1980年代を通して低下し、1990年代には低い水準に留まった。2000年以降、着実に増加を続け、2008年時点では18.1億USドル(2005年) (20億USドル(2008年)) 近くまで上昇したが(IEA, 2010b)、この水準は1978~1982年の投資額よりは低い。民間部門の投資は、同様の道筋を辿っている(Nemet and Kammen, 2007)。政府が支援する非水力再生可能エネルギー研究開発に関してより高い値を報告している資料もあり、そこでは2004年の9億USドル(2005年)から2009年の23億USドル(2005年)まで年平均成長率19%となっている(UNEP and BNEF, 2010) (10.5.5節も参照のこと)。

11.2.2.3 技術の商業化へのファイナンス

ベンチャー・キャピタルは、一般的に、企業の仲間取引または公開証券取引における最終的な上場を通じた投資利益の獲得を目的として、初期市場展開段階において高ポテンシャル技術系企業へ提供される民間自己資本の形態である。ベンチャー投資家は、研究室から初期市場展開段階へ技術の移行準備が出来てから役割を担い、政府による官民実証プログラム及び商業化プログラムと連携して、またはそれを通じて活動することが多い。

Moore and Wüstenhagenによれば、元々、ベンチャー投資家はエネルギー技術部門の新しい機会を捉えることに関しては緩慢であり(Moore and Wüstenhagen, 2004)、ほとんどの国において2000年代初頭のベンチャー・キャピタル投資における再生可能エネルギーが占める割合は1~3%に過ぎない。

しかし、2002~2009年までの間、再生可能エネルギー技術系企業に対するベンチャー・キャピタル投資は著しく増加した。再生可能エネルギー電力(水力除く)及びバイオ燃料企業に対するベンチャー・キャピタルは、2004年の3億9200万USドル(2005年)から2009年の14億1000万USドル(2005年)まで年平均成長率29%で増加した(UNEP and BNEF, 2010)。現在、この技術投資における成長傾向は、金融コミュニティが、再生可能エネルギー部門が大幅な成長を続けると予想していることの先行指標と考えられる。2008年/2009年に実際に起こったような減少傾向は、短期的にはこの傾向を遅らせるか逆転させる可能性があるが(図11.2に示すように)、長期的には、再生可能エネルギー開発における投資家の関与は増加すると予想されている(UNEP and NEF, 2009)。

11.2.2.4 製造及び販売へのファイナンス

技術が実証段階を抜けると、製造及び販売用施設を設置するために必要となる資本は通常、まず未公開株式投資家から供給され(つまり、非上場企業の投資家)、次に公開株式市場に上場した企業の株式を買う公開株式投資家から供給される。未公開株式投資は、投資家によって提供される資本であり、民間企業への直接的な財政支援となる。その目的は、製造作業またはその他の事業活動の確立であることが多い。それに対し、公開株式投資は公開上場企業に対する投資家によって提供される資本である。これらの資本の形態は、企業の運転資本要件を満たすためにも利用され、残りは銀行ローンによって補われる。

再生可能エネルギー電力(水力除く)及びバイオ燃料に対する未公開及び公開株式は、2004年の6億9100万USドル(2005年)から2009年の135億USドル(2005年)まで年平均成長率81%で増加した(UNEP and NEF, 2009)。製造業投資がこれだけ急速に増加したにもかかわらず、2008年の初頭においては供給上のボトルネックを抱える技術がいくつかあり、それによって部門の成長が滞り、価格も高止まりしていた。2008年には、全体的に株式市場が急激に下降したが、エネルギー価格が崩壊し、投資家が何かしらの技術または執行リスクを伴う株式、特に資本要件の高いものを避けたため、再生可能エネルギー株式のパフォーマンスは特に悪かった(UNEP and NEF, 2009)。製造施設へのファイナンスは、長期的な生産計画を困難にする、政策に起因する好況と不況のサイクルによっても悪影響を受けてきた(例についてはBox 11.5を参照)。

11.2.2.5 建設へのファイナンス

再生可能エネルギー発電施設へのファイナンスには、プロジェクト所有者からの株式投資と銀行からのローン(「民間負債」)または資本市場からのローン(債券発行によって調達された「公共負債」)を組み合わせたものが含まれる。これらの金融の形態は両方合わせて、(内部資金、デット・ファイナンス、エクイティ・ファイナンス問わず)再生可能エネルギー・プロジェクト用に確保されたあらゆる形のファイナンスを指す「資産金融」という用語で表される。再生可能エネルギーへの割り当てを作るまたは特定の価格を保証する法的再生可能エネルギー政策(11.5節を参照)は、重要かつ補完的な要因となる可能性がある。

再生可能エネルギー電力(水力除く)及びバイオ燃料の資産金融は、2004年の153億USドル(2005年)から2009年の887億USドル(2005年)まで年平均成長率42%で増加した(UNEP and NEF, 2009)。

2007年までに、再生可能エネルギー・プロジェクトに利用可能な資本移動はより主流になり、幅広くなった。これは、この産業が2004年/2005年辺りと比べて、かなり広い範囲の財源及び生産物へのアクセスを獲得したということの意味する(UNEP and NEF, 2008)。たとえば、2009年までの再生可能エネルギー資本移動全体において最も大きな割合を占める要素は、インフラに対する民間部門投資の大きな流れを促進するアプローチであるプロジェクト資金投資によるものである(DBCCA, 2010)。

消費者金融、小規模融資、及びリースは、銀行が家庭及びその他の最終消費者が小規模な技術を購入するための融資を勧める手段である。しかし、そのようなシステムへの投資のほとんどは、最終消費者自身によるものであり、一般的に現金ベースでの購入によるものである。世界における住宅用の再生可能エネルギー・プロジェクトへの投資総額は、2009年には164.3億USドル(2005年)になっており(UNEP and NEF, 2008)、これは再生可能エネルギー・プロジェクトの投資総額の約14%を占めている。しかし、REN21では、太陽光発電(PV)及び小規模太陽熱温水システムのバランス・オブ・システム・コストを含めたより広範な方法論を用いて、さらに大きい数値(2009年において460億USドル(2005年))が報告されている(REN21, 2010)。

国際開発金融機関による支援は近年、大幅に増加しており、再生可能エネルギーへの貸付けは、2007年の61億USドル(2005年)から2009年には192億USドル(2005年)になっている。de Jager et al. (2010)によれば、2008年中頃から、国際金融機関は、金融危機によって発生したプロジェクト金融市場の空白を満たそうという狙いを持っている。

11.2.2.6 企業の借り換え及び売却

2009年には、再生可能エネルギー企業とプロジェクト(50MW以上の水力を除く)の借り換え及び売却を含め、531億USドル(2005年)相当の合併買収(M&A)が行われており、これは2004年の93億USドル(2005年)から増加している(年平均成長率42%)(UNEP and NEF, 2009)。合併買収の執行は通常、生成資本またはプロジェクト・パイプラインの売却、または技術及びサービスの開発または製造を行う企業の売却を伴う。大規模な企業がより小規模かつ自己資本がそれほど充実していないライバル企業を買収するため、短期的な合併買収活動の増加は業界の整理統合のサインである。大規模な新規参入者は再生可能エネルギー事業を土台から発展させるよりも資金力で産業に参入することを好むため、長期的には、合併買収活動の増加は、部門が社会の主流としての存在感を高めてきていることを示している。

11.2.3 世界の投資の移行

再生可能エネルギー政策及び金融における最近の動向は、全体的には再生可能エネルギー部門に対して好ましいものである。金融の低迷にもかかわらず、2年連続して、新しい再生可能エネルギー生産能力に対する2009年の投資総額は、電力部門における新しい化石燃料生産能力に対する投資よりも大きかった(UNEP and BNEF, 2010)。この動向の主な要因は、世界の国の半分以上が再生可能エネルギーを対象とした何かしらの政策目標または推進政策を持っていることである(REN21, 2010)。これらの互いに結びついた動向によって、再生可能エネルギーが不幸な信用ブーム(Credit boom)の副産物ではなく、時間とともに強くなる可能性が高い世界の投資の移行の一部であるということが強調されている(UNEP and BNEF, 2010)。次の節では、この移行に関連する動因、機会と便益について検討する。

11.3 主たる動因、機会及び便益

第1章及び第9章で、再生可能エネルギーによってもたらされる環境的、経済的、社会的、及び安全保障上の様々な機会は、解説している。政策面においては、それらは、政府に再生可能エネルギーの開発及び普及のための政策の採用を促す動因または要因と考えられる。

政策立案者が再生可能エネルギーを推進する動機は、説明に役立つ理由から特定の国の具体的な例によって説明される。再生可能エネルギーにおける動因の相対的重要性は国によって異なり、時間が経つにつれ変化する。以下に、再生可能エネルギーを推進するための政策における主な動因を示している(順位付けはしていない)。

一般的に、国内でエネルギー・アクセスを提供する上で再生可能エネルギーが金銭的に唯一入手可能な手段の場合がある発展途上国の大多数(ボリビア(REN21, 2009b)、バングラディッシュ(Urmee et al., 2009)、ブラジル(Lucena et al., 2009)、中国(Standing Committee of the National People's Congress, 2005)、インド(Hiremath et al., 2009)、パキスタン(Government of Pakistan, 2006)、トンガ(Government of the Kingdom of Tonga, 2010)、南アフリカ(Department of Minerals and Energy, 2003)、ザンビア(Haanyika, 2008)など)において、経済的機会が政策の決定要因となる(Domac et al., 2005)。そのため、関係する世界の人口の割合という点では、この動因が最も重要となる。ほとんどの先進国(オーストラリア、アメリカのカリフォルニア、EU、カナダのケベックなど(Domac et al., 2005))においては、気候変動緩和を含むエネルギー供給の環境的影響の低減及びエネルギー輸入への依存度の低

下に対する要望が、再生可能エネルギー推進の主な動因となっている。そのため、1990～2010年に世界で追加された再生可能エネルギー生産能力においては、これらの動因が最も重要となっている。さらに、一部の国においては、関連する雇用を伴う新しい産業が発展する可能性が、機会として捉えられている。多くの新興国及び発展途上国においても、このような動機の重要性が増してきている。

11.3.1 気候変動緩和及び環境と健康への影響の低減

再生可能エネルギーは、気候変動緩和の主要な手段となり得るが（9.3.4節）、再生可能エネルギーがどの程度気候変動を緩和させるかは多くの要因によって左右される（10.2節及び10.2節）。

すべてのEU加盟国（BMU, 2006; European Parliament and of the Council, 2009など）や、カルフォルニア（CEC and CPUC, 2008）、ワシントン（CTED, 2009）を含む多くのアメリカの州などを含め、多くの国において、再生可能エネルギーは、二酸化炭素（及びその他）の排出量を削減するための政府戦略に不可欠な要素である。発展途上国も、目的の中でも特に気候変動に対応するために再生可能エネルギー政策を制定している。2008年に立ち上げられたインドの気候変動に関する国家行動計画（National Action Plan on Climate Change）は、具体的に再生可能エネルギーに言及しており、同国の国家太陽エネルギー目標（National Solar Mission）は気候変動の課題を達成するための世界的な取り組みにおいてインドが大きく貢献することを狙いとしている（JNNSM, 2009）。太平洋・島サミット（Leaders of Pacific Island Countries）の2009年度集会では、再生可能エネルギーは、農村の家庭に対する費用対効果及び信頼性の高いエネルギーのサービスの可能性を提供するだけでなく、世界の温室効果ガス緩和の取り組みにも貢献するということが確認された（PIFS, 2009a）。

アメリカのシカゴ（Parzen, 2009）及びマイアミ（City of Miami, 2008）から中国の日照及びニュージーランドのワイタケレに到るまで含む多くの都市で（IEA, 2009a）、再生可能エネルギーは気候緩和戦略における重要な役割を担っている。2010年3月までに、1,300以上のヨーロッパの自治体がEU市長誓約（the Covenant of Mayors）に参加しており、特に再生可能エネルギー普及の力で2020年までにEUの目標20%を超える二酸化炭素排出量削減の実現を誓っている（European Commission, 2010）。

より幅広い環境及び健康に対する再生可能エネルギーの便益（9.3.4節）もまた、政府が再生可能エネルギー政策を制定する動因となっている。同時に、再生可能エネルギーシステムの製造、建設、及び廃棄は、自然環境に対し、直接的な気候変動に起因しない直接的な影響（土地の利用及び景観や製造などに必要となる化学物質に伴う問題など）を与える可能性がある。政策立案者は、機会及び便益を享受しながら、これらの悪影響を最小化するプロセスを実施することが出来る。第9章はこれらの問題を詳細に解説しており、第2章から第7章では技術固有の影響を検討している。

たとえば、中国では、再生可能エネルギーなどのクリーン・エネルギー技術推進の主な動因は、エネルギーに関連する地域環境への悪影響の低減または回避目標である（Standing Committee of the National People's Congress, 2005; Gan and Yu, 2008）。パキスタン政府は、持続不可能かつ非効率的な伝統的バイオマス燃料と化石燃料を使用した発電の地方における環境及び健康に対する影響を避けるために、再生可能エネルギーを開発しようとしている（Government of Pakistan, 2006）。南アフリカ政府は、国内の大部分において生活条件及びインフラが不十分であるため、数百万人が日常的に化石燃料の燃焼からの有毒なガス及び粒子に曝されていると認識している。大気環境改善の必要性が、再生可能エネルギー技術を普及させるための政府計画の動機付けの要因となっている（Department of Minerals and Energy, 2003）。水危機に関する懸念の増加を鑑みて、多くの政府がエネルギー生産に伴う水消費を削減するため、再生可能エネルギーに移行してきている（Inhaber, 2004）。

植物や動物の種の生物多様性に対する燃料抽出の有害な影響の一部を回避する再生可能エネルギーのポテンシャルに関する意識の高まりにより（IPCC, 2002）、一部の政府は再生可能エネルギーの普及促進のために目標を設定し、その他の政策も導入している。たとえば、バハマ連邦は脆弱な生態系サービスを持続させる手段として再生可能エネルギー技術に特に着目している（National Energy Policy Committee, 2008）。ネパールの村では、バイオマスの持続不可能な利用から生じる森林破壊や生物多様性に対する悪影響を緩和するために、近代的再生可能エネルギーシステムが普及している（Zahnd and Kimber, 2009）。

11.3.2 エネルギーへのアクセス

再生可能エネルギーによって、信頼性が高く、手頃な値段でかつクリーンな近代的エネルギーのサービスへのアクセスを強化出来る（DBCCA, 2009）。特にへき地の農村の住民に適しており、多くの事例でエネルギーアクセスの最も安価なオプションを提供出来る（Lucena et al., 2009; Mahapatra et al., 2009; 9.3.2節）。

ボリビア（REN21, 2009b）、バングラディッシュ（Urmee et al., 2009）、ブラジル（Lucena et al., 2009）、中国（Standing Committee of the National People's Congress, 2005）、インド（Hiremath et al., 2009）、パキスタン（Government of Pakistan,

2006)、トンガ (Government of the Kingdom of Tonga, 2010)、南アフリカ (Department of Minerals and Energy, 2003)、及びザンビア (Haanyika, 2008) などの多くの発展途上国が、農村にエネルギーサービスへのアクセスを提供するため、接続目標や補助金などの再生可能エネルギー政策を採用している。

11.3.3 エネルギー安全保障

再生可能エネルギーによって、輸入燃料への依存度の軽減、供給の多様化の援助、国家貿易収支の強化、価格変動への脆弱性の低減など (9.3.3 節)、様々な形でエネルギー供給の安全保障を向上させることが出来る。これらの様々な便益が、世界中で多くの政府が再生可能エネルギーを推進する政策を導入する動因となっている。

1970 年代初頭から、ブラジルは、輸入燃料への依存度を下げるため、サトウキビ由来のエタノールを化石輸送燃料の代替として推進してきた (Pousa et al., 2007; see Box 11.10)。中国は、エネルギー供給の多様化及び安全なエネルギー供給の保護を目的の一部として 2005 Renewable Energy Law を制定した (Standing Committee of the National People's Congress, 2005; Box 11.11 を参照)。ジャマイカ政府は、混合エネルギーへ再生可能エネルギーを統合し、輸入石油への依存度を低下させることで、エネルギー・ポートフォリオの多様化を図っている (Government of Jamaica, 2006)。カナダ各地 (St. Denis and Parker, 2009) から、オーストリアのギュッシング (Box 11.14 を参照) などを含む多くの自治体及びコミュニティが、エネルギー自給率を高めるために再生可能エネルギー計画を導入している。多くの政府が、再生可能エネルギー (特にバイオ燃料) を、輸入燃料を国産再生可能エネルギー燃料で代替することで国家貿易収支を強化する手段とみなしている (National Greenhouse Strategy, 1998; Department of Minerals and Energy, 2003; DTI, 2007; Smitherman, 2009)。

公的な再生可能エネルギー研究開発への融資と石油価格の動向の関係は、供給の安全保障に関わる懸念が再生可能エネルギーなどの代替エネルギー源の研究への融資に関する政府の決定に対して果たす重要な役割を描いている。IEA (2008c) が集めた数値は、再生可能エネルギーへの支出は 1981 年にピークを迎えており、1908 年代に石油価格が下落するにつれ、再生可能エネルギー研究開発への支出は 3 分の 2 以上減少し、1989 年に底を迎えた。11.2.2.2 節で述べたように、それ以降、再生可能エネルギー研究開発への資金提供は次第に増加してきているものの、依然の水準までは戻っていない。IEA (2008 a) は、政府は国内で最も豊富な天然資源を活用出来る技術に関心を持つと指摘している。非 IEA 諸国も、インド (JNNISM, 2009) 及びシンガポール (SERIS, 2009) の太陽熱エネルギーなど、特定地域における資源が比較的豊富なことを指摘し、特定のエネルギー資源に注力することを正当化している。しかし、重要な例外もある。たとえば、ドイツはヨーロッパのどの国よりも太陽光発電 (PV) の研究開発に予算を割いているが (European Commission, 2009a)、それは競争力のある輸出産業を育てるという展望の下で行っている (IEA, 2008c)。

11.3.4 社会及び経済の発展

多くの国の政策立案者は、経済発展や雇用創出の促進を目的として再生可能エネルギー政策を制定している (再生可能エネルギーと社会及び経済の発展との関係の詳細な議論については 9.3.1 節を参照)。たとえば、EU は、特に農村や隔離された地域において新しい雇用を創出する再生可能エネルギーのポテンシャルを強調している

(European Parliament and of the Council, 2009)。雇用機会の創出は、2000 年のドイツ再生可能エネルギー法 (German Renewable Energy Act) の制定における重要な動因となった (Jacobsson and Lauber, 2006)。また、ドイツの再生可能エネルギー産業の急速な成長は、その政策立案者が強力な推進政策を維持する動機付けとなっている。ギリシャ政府の再生可能エネルギー推進政策の主な目標は、雇用の強化である (Tsoutsos et al., 2008)。

再生可能エネルギーの国内市場の発展は、今度は国際市場に供給を行い、競争優位を得られる可能性がある新しい産業を引き付ける手段としても認識されている (Lewis, 2007; Lund, 2008)。日本 (Box 11.2 を参照) や日本の太陽光発電 (PV) 産業のケースはその 1 例である。しかし、国内/現地の内容のみを向上させ、国内産業を保護する補助金を提供する政策と併用された場合、国際貿易規則を巡って紛争が発生する可能性がある (International Center for Trade and Sustainable Development, 2010)。

発展途上国、先進国を問わず、農村の発展は、再生可能エネルギーの普及と結び付いている場合が多い。オランダ開発機構 (SNV) の連携の下でネパールの代替エネルギー促進センター (Alternative Energy Promotion Center) が実行しているバイオガス・プログラムは、再生可能エネルギーの普及とその社会経済的開発プログラムを結び付けている (Mendis and van Nes, 1999)。バングラディッシュは、公的機関及び非政府組織と農村の再生可能エネルギー・プロジェクトの開発において協力しながら、農村における支援としての再生可能エネルギーのポテンシャルを模索している (Mondal et al., 2010)。インドにおいては、バイオ燃料に対する国家支援などと同様に農村の開発も、再生可能エネルギー政策の主動因である (Bansal, 2009)。

11.4 再生可能エネルギーの政策立案、実行、及びファイナンスに対する障壁

再生可能エネルギーに関連した動因、機会、及び便益は多いが、再生可能エネルギーの開発及び普及には多くの障壁もある。気候変動の緩和において再生可能エネルギーが重要な役割を担う場合、これらの障壁に対応することが重要となる。本報告書の第1章は、再生可能エネルギーの開発及び普及の障壁の概要を説明しており、第2章から第7章では技術固有の課題、第8章では大規模な再生可能エネルギーの統合、そして第9章では持続可能な開発という面における再生可能エネルギーの障壁について解説している。本節は、再生可能エネルギーの開発及び普及も妨げる可能性がある、政策立案、実施、及びファイナンスの成功に対する数ある障壁の一部をまとめている。

11.4.1 再生可能エネルギーの政策立案の障壁

政策の策定及び制定の障壁には、再生可能エネルギー資源、技術、政策オプションに関する情報及び意識の不足、「ベストな」政策設計またはエネルギーの移行を実行する方法に関する理解の不足、外部コストと便益の定量化及び内部化に伴う困難性、既存の技術、政策にロックインされてしまうことなどがある。

情報と意識の不足は、設計及び制定段階の政策立案に影響する可能性がある。多くの政策立案者は、再生可能エネルギー政策に必要な知識及び経験を欠いている。それらは、どのような利用可能な政策オプションがあるのか、その政策がどのように機能し、どのように実施すべきであるか、どの程度のコストがかかるのか、その政策の便益及び困難性は何かといった知識、及びその他の国におけるこれまでの経験である。持続可能な技術イノベーションの明確な目標設定及びステークホルダーとの意思疎通など、再生可能エネルギー政策の成功のための最良の経験は、政策立案者の間で効果的には共有されていない可能性がある (IEA, 2006; van den Bergh and Bruinsma, 2008)。さらに、政策の効果に関する情報の欠如は、実施された後に、既存の政策の再設計及び改善、または潜在的な新しい政策の設計を妨げる可能性がある。過去の政策の失敗も、再生可能エネルギーを推進する新しい政策に対する阻害要因となる可能性がある (Sawin, 2001)。

これに加えて、再生可能エネルギーの技術開発は、不確かで、動的で、体系的、かつ漸増的である (Grubler, 1998; Fri, 2003; Foxon and Pearson, 2008)。再生可能エネルギー源は、地域に固有かつ状況に依存しており、資源ポテンシャル及び開発の可能性を網羅するためには、学際的な専門知識が必要となる (Twiddell and Weir, 2006)。つまり、たとえ政策立案者が再生可能エネルギーに関する一般的な理解を持っていたとしても、地域の状況を理解し、関連技術者及び科学コミュニティとのコネクションを作るために、時間と努力が必要とされる。

さらに、再生可能エネルギー、エネルギー効率改善、炭素回収・貯留の早期着工式開発、原子力など、低炭素エネルギーを中心とした未来を追い求めたいと願う政策立案者が利用出来る技術オプションは多く存在しており、透明性の高い基準に基づく様々なポートフォリオ・オプションの評価が全体的に不足している (IEA, 2006, 2008a)。オプションのポートフォリオが選択された後ですら、多くの政策立案者は他の低炭素オプション及び政策目標 (貧困の軽減、空間計画など) と同時に、そして相互に結び付いた異なる部門 (農業、住宅、教育、健康、水、輸送など) にわたって、積極的かつ効果的に再生可能エネルギーの供給を統合出来る政策の設計に必要な知識及び専門性を欠く (11.6.2 節)。気候政策 (税またはキャップ・アンド・トレードを通じた炭素価格設定) と再生可能エネルギー政策 (11.5.7.3 節) の間の連携及び相互作用に関しては、未だに意見の相違がある。

数世紀前にエネルギー移行がどのように起こったかはある程度理解されているが (R. Fouquet, 2008)、移行への明確なロードマップは存在しない。それにもかかわらず、再生可能エネルギーへの移行に取り組む方法についての分析は増加している (van den Bergh and Bruinsma, 2008 など)。この新世代のガバナンス・アプローチは、審議、実験、及び学習によって社会技術的变化の複雑なプロセスを誘発及び誘導することを狙いとしている。政策設計はより長期的に、柔軟性、適応性、及び反映性を持った形で行うべきであるとする主張もある (Voß et al., 2009)。他に、低炭素エネルギーシステムへの転換は、複数の利益団体の間の相互作用に加え、より広範な制度的及び社会的支持基盤によってのみ実現出来るという主張もある (Smith et al., 2005; Verbong and Geels, 2007)。

これらの要因の一部またはすべてによって、政策設計が困難になる可能性がある。また、それらによってコンセンサスの獲得及び特定の政策の制定も困難になる可能性がある (C. Mitchell, 2010)。さらに、行政当局及び政策立案者は、確立された技術と比較的新しい技術の間における情報の非対称性に直面しており、さらには、社会福祉を最適化しないエネルギー政策の制定へと導く現在の技術の利益団体に圧力を受ける可能性がある (Laffont and Tirole, 1998; Helm, 2010)。

エネルギーの生産及び利用に伴う再生可能エネルギーのコスト及び外部性に関係する経済的障壁も存在する。政策立案者は、多くの再生可能エネルギー技術のコストが現在のエネルギー市場価格よりも高いために、再生可能エネルギーの価値を認識できていない可能性がある。さらに、エネルギー利用の社会的費用及びリスクはエネルギー価格に織り込まれるべきであるという考えが次第に受け入れられてきているが (Stern, 2007)、これらのコストを定量化及び内部化することは困難である (Stirling, 1994)。社会がどの程度の追加コストを支払う準備があるかという点や再生可能エネルギー源から獲得するエネルギーの具体的な割合の点から見て、再生可能エネルギーがどの程度社会的に望ましいかについて、社会が政策上のコンセンサスを得られれば、この社会的コンセンサスを反映する

ために公共政策が実施される可能性がある。しかし、社会が完全な情報なしに技術に関する合理的な選択を行うことは困難である。

さらに、既存のエネルギーシステムは、そのシステム継続に対して強い推進力を働かせており (Hughes, 1987)、それによって既存の技術及び政策 (大部分は化石燃料系 (IEA, 2009d)) を現在の地位に留め、新しい技術や仕事のやり方が締め出されてしまっている (Unruh, 2000)。これによって、既存のエネルギーシステム内で政策が実施されてしまうため、新しい政策に対する推進力が削がれ、その政策を実行に移すこともより困難になる。さらに、既存のエネルギーシステムで現職にある者は、より大きな組織力、より影響力のあるネットワーク、そして以降の新しい再生可能エネルギー技術に対する強大なロビー活動力を持っているため (Hughes, 1986)、政策の設計及び制定に影響を与えるポテンシャルがより大きい。

11.4.2 再生可能エネルギー政策の実施の障壁

政策が制定された後は、実施に関する課題が出てくる可能性がある。これには、既存の規制との競合、熟練した作業員の不足や再生可能エネルギー政策を実施する制度的能力の不足がある。

既存のエネルギーシステムを補助及び維持するために確立された既存の基準及びライセンス付与の実施などの市場及びネットワークの規制が、再生可能エネルギーに対する障壁を築く場合がある (Beck and Martinot, 2004; P. Baker et al., 2009; M. Baker, 2010)。既存の行政手続きでは、再生可能エネルギー技術を適応させるための経済的規制の範囲または適用可能性の変更は、大変長く難しいプロセスとなっていることが多い (P. Baker et al., 2009; C. Mitchell, 2010)。

さらに、従業員教育及び研修は一般的に、現職者達を既存の技術で強化するため、新しい技術の登場に遅れをとり、再生可能エネルギーの普及率及び保守を阻害する要因となる。プログラムが正しい場所にある場合でも、技術の向上には時間を要する。そして、この教育及び技術の基礎の欠如によって今度は、新たに登場したオプションに関する知識が制限され、それによって官庁、企業と国民の意識、及び受容度がさらに低く悪化してしまう (IEEE PES, 2009; Bird and Institute for Public Policy Research, 2009; Energy Skills Queensland, 2009; MERC Partners, 2009; European Centre for Development of Vocational Training, 2010)。

制度的障壁も、政府のあらゆるレベルにおいて再生可能エネルギーの政策立案及び実施を遅滞させる。再生可能エネルギー政策のための計画枠組み及び制度的調整は初期段階であることが多く、場合によってはまだ存在しない可能性もある (ECLAC, 2009)。さらに、再生可能エネルギー設備のための用地に関する空間計画の面などで、重複する国家及び地方当局間の調整の不足によって、必要な許可を得るプロセスが長くなる可能性がある (Ragwitz et al., 2007)。それに加えて、一部の自治体、州、または国では、再生可能エネルギー政策を管理するために必要な制度が整っていない場合がある (de Jager and Rathmann, 2008)。

11.4.3 再生可能エネルギーへのファイナンスの障壁

11.2.2 節で解説しているように、ファイナンスは、技術開発のどの段階においても重要である。しかし、ファイナンスの利用可能性に影響を与える障壁も多い。

1つ目の、そして最も重要な障壁は、再生可能エネルギー技術の多くは、現在のエネルギー市場価格に対して経済的競争力を持っていないため、様々な形の政策支援なしでは投資家にとって金融的収益性がなく、それゆえ投資資本が限定されていることである。

2つ目は、情報の不足である。効果的な運用のため、市場は、タイムリーで適切かつ真実に基づく情報を頼みにしている。しかし、エネルギー市場は完璧とは程遠い。これは、特に、再生可能エネルギー市場などの技術的及び構造的移行期にある市場において当てはまる。情報が不十分であるため、内在するプロジェクト・リスクが過大評価される傾向にあり、従来の化石燃料技術と比較して取引コストが大きくなる可能性がある (Sonntag-O'Brien and Usher, 2004)。

この情報の不足は、財政構造の問題から構成されたものである。一般的に、再生可能エネルギー・プロジェクトは、化石燃料技術よりも投資コストが高く、運用コストが低い。そのため、その財政構造は、プロジェクトの寿命を通して償却しなければならないより高い水準のファイナンスを必要とする。これによって、再生可能エネルギーへの投資のリスクは、投資コストが低いことが多い火力発電所が抱える問題よりも長期的な課題に晒される (Sonntag-O'Brien and Usher, 2004)。

投資コストが相対的に高いこと以外にも、資金提供者は、再生可能エネルギーに関する他の問題に直面することになる。資産をより長い期間リスクに曝すということに加え、他のリスク要素も関わっている。de Jager et al. (2010) によれば、一般の投資家は、新しい形の出資者、ビジネス・モデル、市場、技術などが関わる (上流部門の) 技術

面に関する経験を欠いている。(下流部門の)プロジェクト面に関しては、出資者の懸念は、導入のパフォーマンス、開発事業者または所有者の経験と信頼性、営業許可証の取得や買電契約 (PPA) 及びその他の行政上のハードルにおける困難性に関するものであることが多い (de Jager et al., 2010)。

プロジェクト規模の問題も、再生可能エネルギーへのファイナンスの障壁となり得る。再生可能エネルギーは一般的に、伝統的な化石または原子力プロジェクトよりも小規模であるため、取引コストは不釣り合いに高い。あらゆる投資は、初期実現可能性及び適性評価手続きを必要とし、その作業のためのコストは、プロジェクトの大きさによってそれほど変化するものではない。そのため、弁護士料、技術料、コンサルタント、及び認可コストなどの投資前コストは、再生可能エネルギー・プロジェクトの取引コストに対し、比例してより大きな影響を与える。さらに、利益率は、魅力的な投資とみなされる市場基準内に十分収まる可能性はあるものの、一般的に再生可能エネルギー・プロジェクトの規模が小さいので総収益は小さくなる (Sonntag-O'Brien and Usher, 2004)。

再生可能エネルギー・プロジェクトの開発事業者は、資金不足に陥っていることが多く、実績が限られている。そのため、資金提供者は、そのプロジェクトはリスクが高いと判断し、その特定のプロジェクトの資産及び収益の価値を超えてローンを回収することが出来ない無償還のプロジェクト資金を提供することを嫌がる。貸し手は、より経験のある建設業者、実証された設備を持つ供給業者、及び経験のある運用者を求めている。適性評価手続き中に資金不足の開発事業者に対して資金提供者が貸した追加的な開発コストによって、プロジェクトは大きな危機にさらされる可能性がある (Sonntag-O'Brien and Usher, 2004)。

さらに、不完全な資本市場及び余裕のあるファイナンスへの不十分なアクセスなどの制度上の弱点は、再生可能エネルギー・プロジェクトの財政に対する民間部門の関与を抑制する可能性がある。多くの国において、金融部門は、再生可能エネルギー及び関連するインフラ・プロジェクトが必要とする長期的債務の形式を提供出来るほど十分には発達していない (UNEP, 2008)。これは、多くの発展途上国において際立った問題である。発展途上国の最終消費者が利用出来る適切なファイナンス・メカニズムの欠如も、再生可能エネルギーの組み込みの大きな障壁である (Derrick, 1998)。新しい技術に対する民間部門の投資を、特にオフグリッドや地方市場において開放するため、より強力な介入が必要となるだろう (UNEP Finance Initiative, 2009)。

11.5 政策オプションの経験とその評価

本節では、再生可能エネルギー技術を支える現在利用可能な政策及び各国で導入されている政策について説明する。ここでは、初期段階、実証、商業化の前段階から成熟及び広範囲の普及までの段階に到る技術を対象とする。この目的は、1.4 節で概要を示した既存の障壁と 11.4 節で示した障壁の多くに取り組み、再生可能エネルギーが気候変動緩和で大きな役割を果たせるようにすることにある。これらの政策には、再生可能エネルギー技術を促進させるための政府の研究開発政策 (供給プッシュ)、再生可能エネルギー技術の市場を生み出す目的の普及政策 (需要プル) が含まれる。本節は、政策立案者がその選択の駆動要因に基づき再生可能エネルギーのレベル上昇を目指しているとの想定のもと、再生可能エネルギーを直接支援する政策に注目する。11.5.7.3 節では、気候変動緩和の目標を対象とするこれらの政策立案者向けに、再生可能エネルギー及び気候政策の相互作用を論じる。

政策は様々な方法で分類され得るが、世界的に認められた再生可能エネルギーの政策オプションまたは分類のリストは存在しない。本章では簡略化するために、以下の分類によって研究開発や普及政策を体系化した。

- ・ **財政的インセンティブ**：個人、家庭、企業などのアクターが、所得税やその他の税を介して、国庫への負担を減額される、あるいは払い戻しまたは助成金という形で国庫から支払いを受けていること。
- ・ **公的ファイナンス**：財務リターンが期待出来る公的支援 (ローン、株式) や、金融負債の負担 (保障)。
- ・ **規制**：適用される者の行為を指導または制御する規則。

再生可能エネルギー政策は、国または地域の目標と関連することが多い。たとえば、EU の再生可能エネルギー指令は、2020 年までに EU で使用されるエネルギーの 20% を再生可能エネルギーで提供するように求めている。論文は義務化または導入政策のない目標は再生可能エネルギー政策をエネルギーシステム内でより効率良くまたは効果的に出来るかに関して、証拠を欠いている。目標は政策の中心的要素ではあるが、実施中の政策を成功させるのに特定の目標が必要なわけではない。さらに、目標を設定しても、それを遂行する政策がない場合、その目標は達成されない可能性が高い。太平洋島嶼国がこの例であり、これらの国の再生可能エネルギーの目標及びファイナンスは、適切な再生可能エネルギー政策を伴わず、再生可能エネルギーの大幅な進歩の達成には不十分となっている (Box 11.1 参照)。

Box 11.1: 太平洋島嶼国の教訓: 再生可能エネルギーの目標設定

150 万人以上の居住者を抱える太平洋島嶼国は、気候変動の影響に対して世界で最も脆弱である。世界規模の温室効果ガス排出に対する貢献はごくわずかだが、これらの島々は再生可能エネルギー源に大いに恵まれ、再生可能エネルギーに特化した多額の援助供与を受けている。地球環境ファシリティ (GEF) は、2000~2009 年の間、約 3,000 万 US ドルを寄付し (SIS, 2009)、2010~2015 年の間、開発パートナーはさらに推定で 3 億 US ドルの資金を割り当てている (SPC, 2010)⁴。再生可能エネルギーは、アクセスのしやすさ、値ごろ感、生産性、及びクリーンなエネルギーを支え、エネルギー安全保障の達成手段と見なされることが増えている (SPC, 2010)。

これらの要因に対応し、太平洋島嶼国は、再生可能エネルギーの国家目標を採択し、再生可能エネルギー開発の道筋を追求すると公約している。たとえば、フィジーは 2011 年までに自国のエネルギーのニーズの最低 90% を再生可能エネルギーで賄うことを目指し、ナウルは 2015 年までに自国のエネルギーの 50% を再生可能エネルギー由来にする目標を設定している。バヌアツの電力会社は 2012 年までに発電の 25% を再生可能エネルギーにする予定である (PEMM, 2009)。トンガとツバルの両国は、再生可能エネルギーの目標を国のエネルギー戦略に盛り込んでいる (PIFS, 2009a)。トンガは当初、3 年で再生可能エネルギーを 50% にする目標を設定していたが、トンガ・エネルギー・ロードマップ (TERM) を採択し、そのアプローチを方向転換している。このロードマップのは、エネルギー効率の向上や化石系の発電から再生可能エネルギーへの移行に伴う最小コストの導入計画を発見することを目標とする (Government of the Kingdom of Tonga, 2010)。2010 年の太平洋諸島首脳会議 (PIL) で、加盟国の首脳は、「多数のパートナー、1 つのチーム 1 つの計画 (Many Partners One Team One Plan)」の前提に基づき、太平洋地域のエネルギー安全保障 (Energy Security in the Pacific) に向けた地域の枠組みを採択した (PEMM, 2009; PIFS, 2010)。

しかしながら、再生可能エネルギーの目標コミットメントは意欲的で、再生可能エネルギーの資源ポテンシャル、再生可能エネルギーの投資コスト、その技術的、経済的実行可能性を完全に理解する必要がある。それゆえ今までのところ、再生可能エネルギーの目標に向けた一般的な進展は緩やかである。再生可能エネルギーの進展において、再生可能エネルギーの目標設定と多額のファイナンスの確保は両方とも重要な要因であるが、これらが不十分であることが経験によって示唆されている。どちらも、適切な政策に支えられる必要があり、現実的かつ実用的でなければならない (PIFS, 2009b, 2010)。

本節では、政策の評価基準の議論を行った後 (11.5.1 節)、研究開発の政策オプション及び研究開発政策と普及政策の重要な相互関係について、最初に概要を示す (11.5.2 節)。次いで、本節の大部分では、再生可能エネルギー普及に関する政策に注目しつつ、政策オプションの一般的な概要 (11.5.3 節)、部門別評価 (電力は 11.5.4 節; 冷暖房は 11.5.5 節; 運輸は 11.5.6 節) と今日までの経験に基づき得られた教訓も示す。本節は、いくつかの一般的な結果、再生可能エネルギー政策のマクロ経済的な影響に関する議論、及び再生可能エネルギー政策と炭素政策の間に生じ得るプラスまたはマイナスの相互関係のレビューを提示し、締めくくられる。本節では、再生可能エネルギーの進歩を特に対象としたこれらの政策のみを扱う。再生可能エネルギーの権能的な環境を創出するために必要な政策については、11.6 節で本格的に議論を行う。

11.5.1 政策評価基準

政策手段の成功は、様々な目的や基準をどの程度達成可能かという点で決まる。本節では、文献が手に入る範囲で、政策手段の評価に使用されてきた様々な基準に基づき、政策の評価を行う (特に、Bohm and Russell, 1985; Hanley et al., 1997; Aldy et al., 2003; Hanley et al., 2004; Huber et al., 2004; Sawin, 2004; Gupta et al., 2007; Bergek and Jacobsson, 2010; European Commission, 2010; Verbruggen, 2010;)。これらの基準には、以下のものが含まれる。

- ・ **効果:** 意図した目的が達成された度合。たとえば、特定の期間における、再生可能エネルギー発電量またはエネルギー供給全体における再生可能エネルギーの割合の実際の増加。定量的目標を超え、要因には技術多様性の達成度 (さまざまな再生可能エネルギー技術の推進) または空間的な多様性 (再生可能エネルギー供給の地理的分布) が含まれるだろう。この達成度は、動態的効率性 (イノベーション及び製造基盤の開発を可能にする長期的に持続的な成長) にとって極めて重要な要因と考えられている。
- ・ **効率:** 投入資本 (インプット) に対する結果の比率、つまり経済的資源の消費に対して、実現した再生可能エネルギーの目標の比率。大半はある時点で測定される (静態的効率性)。または、費用対効果とも言う。動態的効率性は、どの程度の技術開発及びイノベーションが政策手段により引き起こされたかを取り込み、将来の時間的次元を加える。投資家のリスク軽減は、ファイナンス・コストを最小化するために極めて重要であり、結局はプロジェクトのコスト低下につながる。

⁴ US ドル (2005 年) への換算は、研究独自の想定範囲においては、不可能である。

- ・ **エクイティ (株式の出資持ち分)** : 政策の負担と配当の結果。これには、公正・公平性や先住民の権利の尊重といった側面を含む。エクイティは、政策のコスト及び便益の分配に注目することで (たとえば、汚染者負担の原則が一般的に公平と見なされることに従う政策 (Heyward, 2007))、また様々な幅広いステークホルダーの参加をどの程度認めているかの評価を行うことで (たとえば、独立系発電事業者と現在の公益企業に対する平等な権利)、部分的に評価可能である。超過利潤は、次善の政策設計により創出され、公共料金支払者が納税者から主に現在の発電事業者へ資金を移転し、エクイティを弱体化させる (Verbruggen, 2009; Bergek and Jacobsson, 2010)。
- ・ **制度の実現可能性**: 政策手段が合理的だとされ、賛同を得、採用され、実行される可能性の度合。政策が既存の制度上の制約に十分適用される場合、制度の実現可能性は高い。経済学者は従来、想像上の理論条件に基づき環境政策の手段を評価する。ただし、これらの条件が実際に満たされていることはまれで、手段の設計及び実施は政治の現実を考慮しなければならない。実際には、政治的選択は、幅広いステークホルダーが満足出来るもので、機関からも支持されなければならない。市場経済では、手段は市場に適合する必要がある。制度の実現可能性の重要な局面は、ひとたび設計され、採用された政策を実施する能力に着目する。

文献では、先述の4つのサブカテゴリなど、その他の基準も検証されている。しかし、文献の大半は政策の効果及び効率性に重点を置いている。このため、これらが11.5節の議論の一部の基礎の役割を為す主要な基準となる。しかしながら、結局のところ、政策がどの程度機能するかを判断する基準は、これらの政策を発効、実施する管轄地の政策目標によって異なる。

11.5.2 再生可能エネルギーの研究、開発、及び普及に関する政策

11.5.2.1 公的な研究開発が必要な理由及び時期

民間部門の研究開発プロセスへの関与は不可欠であり、最終的に投資の大部分を占めるものの、政府はいくつかの理由において再生可能エネルギーの研究開発の財政支援に極めて重要な役割を果たす。第一に、民間企業が一部の研究開発活動に対してすべての投資を充当することは難しい。これは特に、初期の段階の活動 (Nelson, 1959) に当てはまり、投資へのインセンティブを低下させる (Jaffe et al., 2005)。第二に、企業は、最終的に成功しないかもしれない新たな技術への投資に付随するリスクを取ろうとしないだろう (Siddiqui et al., 2007; Popp, 2010)。第三に、技術が研究開発の段階から市場に適用されて投資回収に到るまでの時間は、一般の投資家が要求する時間を超えているだろう (Meijer et al., 2007a,b; Kenney, 2010)。第四に、将来に見返りが期待されても、民間部門の研究開発を刺激しないだろう。これは、再生可能エネルギー技術の将来の市場はあまりにも不確実と見なされたり、また特に、再生可能エネルギー市場は一般に政策決定の影響を大きく受けることから、市場は変動しやすく、不安定でリスクになったりする可能性があるためである (Yang et al., 2008; Blyth et al., 2009; Nemet, 2010b)。最も効率的に気候変動に対応するために、炭素価格設定を超えた政策介入の必要性を理由付ける重要な要因として、研究開発及びイノベーションの市場の失敗が先述されたのは、これらの理由による。

全ての国が公的資金で研究開発を支える余裕があるわけではないが、一定のレベルの支援が可能な大多数の国では、再生可能エネルギーの公的研究がその初期技術の性能を高めることで初期の採用者の要求を満たすことが出来、既に商業環境で機能する既存の技術も改良している。研究開発の題目で行われる投資は、再生可能エネルギーの資源マッピングから、商用の再生可能エネルギー技術の改良に到るまで、技術開発のライフサイクルに沿った幅広い活動にまたがっている。各段階で要する投資規模は、大幅に異なる。重要なのは、コストは一般に、次の段階への移行時に増加する点である (NSB, 2010)。多くの研究で、再生可能エネルギーの研究開発に対する現在の公的投資 (及び民間投資) のレベルは、気候変動を含めたエネルギー関連の懸念を解決するには低すぎると主張されている (Schock et al., 1999; Holdren and Baldwin, 2001; Davis and Owens, 2003; Nemet and Kammen, 2007; Weiss and Bonvillian, 2009)。

どのような新たな技術でも同じように、ある時点の再生可能エネルギー技術は、技術自体を立証し、幅広い普及の準備が出来るちょうど前の時点を超えて往左する。いわゆる「死の谷 (valley of death)」は、(普及) 需要サイド (または普及) の政策と研究開発との統合に関連する特有の問題である (Murphy and Edwards, 2003; Weyant, 2010)。この開発段階の特徴は、必要な投資規模の大幅な拡大、立証されていない技術の信頼性、不確実な市場の受容性、投資を行った企業ではなくその他の企業に高い収益をもたらす可能性が高いという結果の、厄介な組み合わせである。別の言い方をすると、この段階の投資に対する社会的リターン (social returns) は私的リターン (private returns) を大幅に上回る。公的部門及び民間部門双方の投資不足が、典型的な結果である。

技術イノベーションプロセスのこの段階は、政府及び民間企業間、または日本の太陽光発電 (PV) の例のように、産業コンソーシアム間の費用分担の影響を特に受けやすい (Watanabe et al., 2004)。アメリカ及びヨーロッパでは、

(政府の共同出資を受け、産業主導のプロジェクトで新たな技術を実証する形の) 実証に向けた官民のパートナーシップがこの「谷」を越える適切な手段と考えられることが増えている (Strategic Energy Technology Plan, 2007; House of Commons, 2008; US DOE, 2009)。

研究開発は、技術が商業的展開に到った後でも、継続的に必要である。普及段階では、規模の経済及び実践的学習がイノベーションより優位に立つだろうが、経験に由来する変化の成文化、製造プロセスの改善、信頼性の向上、及びイノベーション支援の構築は全て、普及期間の研究開発が持続されることで利益を受けるだろう。研究開発支援の継続により、コスト削減及び性能向上を加速させる機会が多く得られる (Neuhoff, 2005)。普及後の重要な研究開発プログラムの例としては、ドイツ及びデンマークの風力発電 (Langniß and Neij, 2004) (Box 11.6 及び 11.12 参照)、1980年代のカルフォルニアの集光型太陽熱発電 (Lotker, 1991; Cohen et al., 1999)、及び1990年代、2000年代のアメリカの太陽光発電 (PV) 製造プログラム (R. Mitchell et al., 2002; Jayanthi et al., 2009) が挙げられる。

再生可能エネルギー研究開発への投資は一般に、新たな知識の蓄積と関連する一方、研究開発を通じて開発された技術的ノウハウは時の経過とともにその価値を失う可能性がある。従業員が離職したり、研究者の頭脳における暗黙知 (tacit knowledge) が失われたりすれば、知識の価値は下がる。既存の知識が陳腐化すれば、更新されたプロセス及び技術の評価への適用にはもはや向かない (Argote et al., 1990)。研究開発資産の価値の下落は、太陽光発電 (PV) のように財政支援レベルが変動し、技術の変化が急速な場合、再生可能エネルギーでは特に問題になるだろう (Watanabe et al., 2000)。安定的な財政支援レベル、人材の保持、技術と実験結果の成文化を行えば、研究開発投資の価値低下は防げ、こうした低下による無駄を回避可能である。

研究開発プロジェクトの本質的な要素は、結果の確率的性質である。研究開発投資の結果は、本質的には事前に行うことが出来ない。さらに、過去のエネルギー研究開発投資の分析では、少数の成功プロジェクトに帰属する便益は、商用利用には到らなかったプロジェクトへの投資を補って余りあることが示されている (NRC, 2001)。さらに、再生可能エネルギー投資の社会的価値は、どの位早く市場に採用されるかを重要な決定要因とする (Moore et al., 2007)。再生可能エネルギー研究開発の評価は、「保険」 (Schock et al., 1999)、「ヘッジ」 (E. Baker et al., 2003)、「オプション価値」保有 (Davis and Owens, 2003; Siddiqui et al., 2007) として投資を検討する際に最適である技術的結果及び市場の結果を示唆する。将来を見越して、研究開発に対する本質的に不確実なリターンに取り組む重要な方法は、期待される将来の技術の結果に関して専門家の総体的な意見を利用することである (NRC, 2007)。結局のところ、再生可能エネルギー研究開発のこうした特徴が、投資ポートフォリオとして再生可能エネルギー開発を検討する際に特に影響を受けやすくさせている (Frenken et al., 2004; Richels and Blanford, 2008; Blanford, 2009)。ポートフォリオ設計において、リスク許容度のレベル、多様化を支援する時期と選択肢を取り除く時期、投資の特徴が最低臨界尺度 (critical minimal scale) または収益消滅のいずれになるか、及び、成功する結果の確率を書き込む方法を考慮することは重要である (Nemet, 2009; Sovacool, 2009b)。

再生可能エネルギーの研究開発に対する公的投資に批判的な者は、公共支出が民間投資をクラウドディングアウトする可能性 (Goolsbee, 1998; David et al., 2000)、過去の投資の成功履歴がまちまちである点 (Cohen and Noll, 1991)、技術的知識から科学的理解が切り離される傾向 (Stokes, 1997) を指摘している。しかしながら、再生可能エネルギーに関する最近の研究では、クラウドディングアウトの証拠は限定的にしか見つかっていない (Popp and Newell, 2009)。

11.5.2.2 公的な研究開発の措置

表 11.1 は、研究開発を対象とした再生可能エネルギー政策の一覧及びその定義を示している。政府が潜在的な大投資家、投資家、及びイノベーターから資金援助を引き出す新たな手段を模索するなか、研究開発実証の範囲において政策措置がより協調的で革新的になりつつある傾向が一般に見られる。協調は、技術開発の面であるべく早くパートナーの「積極的な参加」を促し、可能な限り効果的で効率的に公的資金を使用することを目的としている。

表 11.1: 既存の研究開発政策のメカニズムの定義

政策	定義
公的な研究開発政策	
財政上のインセンティブ	
学術的研究開発への財政支援	特定分野の知識ストックの増加を図るクリエイティブな取り組みを実施するための、学者に対する投資資金。知識ストックは、新たな用途の開発に使用される。
助成金	研究開発及び実証に要する財政支援で、返済の義務はない。チャレンジグラント (challenge grant) は、産業のコミットメントと並行して提供され、製品のイノベーションまたは初期の製造施設を対象とすることが多い。偶発無償資金 (contingent grant) は、技術及び知的財産の活用に成するまで、もしくは成功しなければ、返済義務のない融資である。
インキュベーション支援	企業家に対する支援。事業開発及びファイナンスを含む。
国家、国際的な公営研究センター	地域、国家、国際の政府機関、または公的資金を受けた組織が資金を供与する研究施設。
官民パートナーシップ	官民の協働を典型とする取り決め。政策、サービス、技術、及びインフラの提供も対象にすることが出来る。
賞	勝利した競争者に褒賞を与え、民間の研究開発コストの財源確保を支援する。一般にイノベーションの段階で用いられる。
税控除	再生可能エネルギーの研究開発への投資の全額または一部を、納税義務または所得から控除することを認める。
バウチャー制	研究実施の目的上、企業に研究開発センターへのアクセスを提供する。
国家財政	
ベンチャー・キャピタル	有望な研究の新たな製品化またはサービス化を目指すファイナンス。一般の投資家とは別個に投資するか、マッチングした一般の投資家と共同で投資する。
軟化借款、転換権付き貸し付け	商用前の段階で利用可能なファイナンス手段。再生可能エネルギー技術の推進または商用化を目的とする。技術が商用化に到った場合のみ、融資返済を求められる場合が多い。

政策担当者が利用可能な財政上のインセンティブは、以下を含み、表 11.1 の概要に示したとおり、さらにある。

偶発危険準備補給金 は、最もリスクの高い開発段階で要するコストの一部をカバーするために使用可能であり、一部の場合では必要性の高い危険投下資本にレベレッジを導入することで投資家の信頼を高めることで出来る。

技術インキュベータ (Technology incubator) は、運用コスト調達という形で開発事業者を支援したり、事業開発と資金集めに対する助言を与えたり、経営陣の形成と指導を支援したり、エネルギー関連の市場調査を行ったりすることが可能である。この例はイギリスのカーボントラスト・インキュベータ・プログラム (UK Carbon Trust Incubator Programme) で、新たな持続可能なエネルギー及び「低炭素」技術の商用化への足掛かりを提供する (UNEP, 2005)。

公営研究センター は、「オープン・イノベーション」の手段を提供する。これは、企業が 1 つ以上の研究開発センターと共同契約することで、知的所有権を獲得しつつ、イノベーションに付随するコスト及び便益の双方を保証する。現在、ベルギーでシリコン太陽光発電 (PV) セルの開発が行われ、インド政府も同様の事業計画の調査を望んでいる (IMEC, 2009a,b; JNNISM, 2009)。

研究における官民パートナーシップ は、共同出資の研究を含む。様々な部門 (学術、産業)、規律、または場所で直接の研究ネットワークを形成出来る便益がある。パートナーは、より大きなリスクテイク、常識的なやり方からの逸脱、サプライチェーンの構築、及び製品、プロセスかビジネスモデルの最終的な実現化が可能である。研究ネットワークは、技術性能及びコストに関する短期、中期、長期の目標を実現するため、共同の行動計画を立案出来る (IEA, 2008a)。それを受け、政府はこれらの計画を精査し、採用する。ロードマップ政策は、共同研究開発の一例で、日本の太陽光発電技術 (Box 11.2 参照)、ヨーロッパ地域で概要が示されている (Strategic Energy Technology Plan, 2007; NEDO, 2009)。

賞与 は、技術開発の発展を目指して使用されることがある。研究開発のリスクは競合者の肩に掛かる一方で、競合者がイノベーションに取り組む方法は自由であり、競争プロセスは時に公的助成金の申請 (契約、報告、管理)

に比べて容易なこともある (Peretz and Acs, 2011)。

Box 11.2: 日本から得た教訓: 太陽光発電における供給プッシュとデマンドプルの併用

日本は、第一次石油ショックで同国の経済が深刻な影響を受けたことから、エネルギーの安全保障及び安定的供給を求め、再生可能エネルギーに目を向けるようになった (Sugiyama, 2008)。1974 年より、通商産業省 (現経済産業省、(MITI)) は新たなエネルギー技術の技術的進展を目指した「サンシャイン計画」を展開し、多額の資金が太陽光の研究開発に投じられた。主要な長期的目標は、高効率で低コストの太陽電池の開発である (Takahashi, 1989)。

旧通商産業省は、太陽光発電プロジェクトと日本の産業開発を結び付けるべく取り組んだ。主要な目標は太陽エネルギー技術の開発だったが、技術的進歩でエネルギー分野を大きく超えて便益を得られると期待していた。太陽光発電の研究開発に対する国の投資で、大規模な発電と国内のエネルギー供給の実現だけでなく、太陽光電源付き電卓やその他の電化製品の新たな国際市場にもつながると期待された (Watanabe et al., 2000)。

電化製品の需要が世界的に高まり、コンピュータ「チップ」の半導体市場が拡大するにつれ、投資は実を結んだ。旧通商産業省が太陽光開発の研究開発コンソーシアム (太陽光発電技術研究組合) を設立した 1990 年までに、三洋やシャープなどの電機企業が主役になった。結果的に、太陽電池の価格は劇的に低下し、1974 年の 26,120 円/W (38,580 円 (2005 年) /W (350US ドル (2005 年)) から、1994 年には 650 円/W (5.4US ドル (2005 年)) になった (Watanabe et al., 2000)。この成果に基づき、日本の電力企業は 1992 年に、余剰の太陽光発電を自発的に購入し始め、系統接続の太陽熱システムの市場拡大を支援し、国内の電力ニーズに対応する太陽光のポテンシャルを実証した。

1993 年、再生可能エネルギーへの支援は、二酸化炭素削減を含めた持続可能性をその目的として追加拡大し、日本は「ニューサンシャイン計画」に移行した。日本は、研究開発の取り組みと並行して、規模の経済及び製造者間の商業上の競争を通じた太陽光発電コストの低下を目的として、運用データと引き換えに太陽光発電の目標を定め、住宅用屋上向けに遞減する補助金を用意した。市場の認識を形成するためには、政府は (テレビ及び新聞などを含む) 様々な方法で太陽光発電の推進を開始した (IEA, 2003a)。

この結果、設置された最大出力量は劇的に増加し、それに伴い太陽光のコストも低下した。日本は小さな参加者から 10 年も経たないうちに世界最大の太陽光発電製造国になった。1994~2004 年の間、システムコストは 3 分の 2 低下し、1994 年の 18US ドル (2005 年) (1.2US ドル (2005 年) /kWh;⁵ 2,000 円/W に基づく) から、2004 年には 6US ドル (2005 年) (0.4US ドル (2005 年) /kWh; 660 円/W に基づく) になった (NEDO, 2009)。同期間に、年間設置は 1,000 倍に増加し、1994 年の 1.8MW から 2004 年には 2,002MW になった (Ito, 2003; Kobayashi, 2003; NEPC, 2009)。これらの進歩にもかかわらず、市場の成長は、2005 年の補助金プログラム終了後に鈍化し (図 11.4 参照)、世界規模の太陽光製造における日本の役割は、中国が太陽光発電製造部門で優位になり始めたこともあり、次第に低下している。

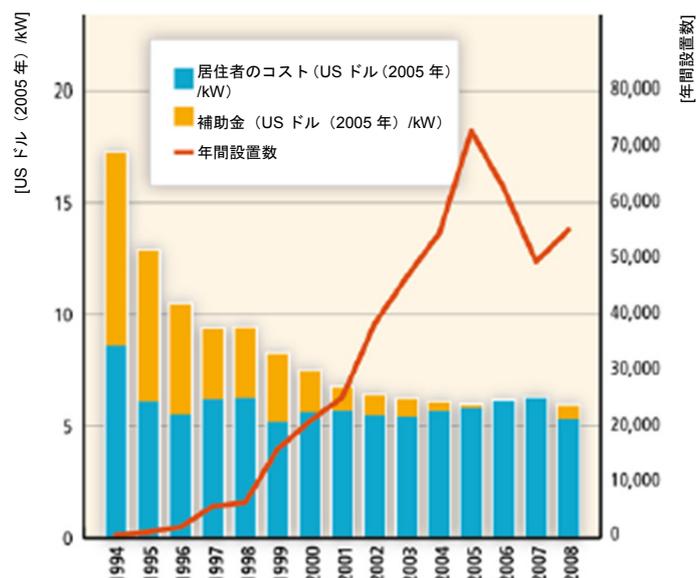


図 11.4: 日本の太陽光発電 (屋根) : 1994~2008 年の年間コスト、補助金、及び年間設置数 (Ito, 2003; Kobayashi, 2003; NEPC, 2009)

⁵ 均等化原価は、以下の想定に基づき推定された。期間 20 年、設備利用率 12%、割引率や利率 4%。想定は、日本政府の慣行に基づく。

2009年には、雇用創出及び国際市場での競争力強化を目的として、政府は住宅用屋上太陽光発電の買取制度（住宅の発電者は、小売価格の2倍で余剰電力を電力会社に売却可能）を立ち上げた。この目的は、太陽光発電の導入をさらに加速させるとともに、電力会社への太陽光発電からの電力売却量を最大にするために、消費者が電力使用を最小限にするインセンティブを提供することにあった（METI, 2009）。2010年4月には、改正された補助金システムが再開され、国内の太陽光発電市場をさらに後押しした。

過去30年の大半、日本は効果的で一貫した政策を成立させて太陽光発電を推進し、大きな予算危機の際でもこれらの政策を維持している。この経験からは、長期目標と計画の重要性、再生可能エネルギー開発をその他の用途及び産業と結び付ける可能性だけでなく、コスト低下、技術進歩や、供給プッシュ（研究開発）と市場形成政策の組み合わせによる普及拡大から得られるプラスのフィードバックが示されている。

商品開発の段階から商用化に向けた技術イノベーションを支えるためには、研究開発の支援に加え、公的資金の提供も必要である。開発事業者は、投資家を納得させるために、自己の技術が実際の市場の条件で機能でき、商用的に実行可能性があることを証明しなければならない（UNEP, 2005）。また、政府は、市場に向けイノベーションを促し、再生可能エネルギー部門で商業投資に関与するため、公的な源が資金拠出した新たなファイナンスメカニズム（転換権付き貸し付け及び公的支援を受けたベンチャー・キャピタルなど）の実施を開始している（UNEP, 2005）。

アメリカ、オーストラリア、及びイギリスの様々な政府機関は、有望な研究の新たな製品化及びサービス化を目指す全体的な産業経済開発政策の一環として、ベンチャー・キャピタルのメカニズムを試している（SEF Alliance, 2008）。同時に複数のメカニズムが使用可能であり、たとえば、アメリカのコネチカット州では、実証プロジェクトへの助成金支援と、技術が商用化に到った場合に返済すべき軟化借款を組み合わせている。

11.5.2.3 得られた教訓

補助金が成功すれば、技術の導入者を商業化へ導き、投資家が高リスクと長引く投資ホライズンと見なすために利用できなかったであろう初期及び後期のリスクキャピタル投資を、誘引しやすくする。さらに、経験によって、研究開発（及びそれ以降の段階）への補助金は「売却戦略」として設計し、これにより技術の商用化に伴い補助金を段階的に撤廃し、機能を果たし、持続可能な部門を現状維持させることが重要であることが分かっている（ICCEPT, 2003）。補助金政策は、依存性（技術を普及させるのではなく、研究開発及び初期の実証段階に留めておく傾向）を回避し、代わりに新たな技術分野を成長させつつ市場の歪みを最小化するよう設計することも可能である。たとえば、実行に結びつく助成金支援モデルでは、開発事業者は実績を構築可能である。これは、従来の先行投資助成金のみを使用する場合は、不可能である。

研究開発プログラムの結果の成功は、割り当てられた資金総額だけに関係するのではなく、毎年の財政支援の一貫性にも関係がある。研究開発が運用されたりされなかったりすると、技術の学習には悪影響が出る。また、学習とコスト削減は、継続性、コミットメントと取り組みの組織化、資金の管理場所と管理方法に左右され、また同様に取り組みの規模にも依存する（Grubler, 1998; Sawin, 2001）。Karnøe (1990) は、アメリカ及びデンマークの初期の風力エネルギー研究開発プログラムを比較した結果、アメリカでは財政支援にデンマークよりも多大な投資を行ったが、信頼性ではなく規模とその他の要因に注力したため、タービン開発ではデンマークよりも成功しなかったことが分かった（Karnøe, 1990; Sawin, 2001）。Garud and Karnøe (2003) は、「ブレイクスルーではなくブリコラージュ（寄せ集め）」、つまり急進的な技術進歩ではなく、漸増的な改善を目指す研究を通じた進展が研究開発政策にとってより成功するアプローチであると論じている。Nemet (2009) も、漸増的なアプローチと非漸増的なアプローチの価値を比較し、分析している（長い議論については、11.7.4 節参照）。漸増的なアプローチから生ずる技術開発の成功は、ヨーロッパの再生可能エネルギー技術開発の詳細な研究（Jacobsson and Johnson, 2000）、日本とタイの経験によって立証されている（Box 11.2 及び 11.7 参照）。しかしながら、双方のアプローチが同時に必要とする議論もある（O'Reilly and Tushman, 2004; Hockerts and Wüstenhagen, 2010）。

さらに、再生可能エネルギーの将来の研究開発投資の効果を改善するうえで、重要な検討事項が存在する。研究開発の投資結果を図る方法及び文書化の改善は継続的に必要で、将来の決定に関する情報を提供可能である。研究開発に対する公的投資を最適化する有望なアプローチには、オプション価値、ポートフォリオ分析、専門家の意見収集による情報提供などがある（NRC, 2007）。個別の投資ではなくポートフォリオ全体の結果に基づきプログラムの評価を行えば、現存しているものに比べ、多様なインセンティブにつながるだろう。過去の投資結果は、政府の再生可能エネルギー研究開発プログラムの管理及び予算配分を大幅に向上させるポテンシャルを持つ。依然として、様々な種類の決定は重要である。これにはたとえば、研究開発の投資規模に対する収益増加を考慮した場合における最適な多様化の程度、公的なマネージャが民間部門の受容意思以上に初期段階の技術的リスクを引き受けるインセンティブを有するかを検討、支援を忍耐強く継続する時期、成功の見込みの低いプログラムを終了させる時期、研究開発重視から需要サイドの支援重視に移行する時期などがある（Nemet, 2010a）。

11.5.2.4 研究開発政策及び普及政策の組み合わせから生ずるプラスのフィードバック

研究開発政策は、そのタイミングだけでなく、普及政策とのバランスも重要である (Langniß and Neij, 2004; Neij, 2008)。理論的な文献と技術的なケーススタディの両者から得られた最も確実な研究成果の1つによれば、研究開発投資は、他の政策手段で補完される場合に最も効果的である。限定的ではないが、特に、新たな再生可能エネルギー技術の需要を同時並行で強化する政策が、これに当てはまる。技術開発において、比較的初期の普及政策は、たとえば日本やデンマークのように (Box 11.2 及び 11.12 参照)、研究開発を通じたものか (製造の結果としての) 活用を通じたものかを問わず、その学習を促進させる (Neij, 2008)。研究開発に対する公的支出及びコスト削減に対する規模の経済の貢献を解明するのは、特に、技術の商用化が民間部門の研究開発投資を刺激していることからして、難しい (Schaeffer et al., 2004)。それにもかかわらず、既存の文献では、研究開発及び普及政策を同時に使用すれば最もイノベーションを誘起することが可能であると示唆している (Mowery and Rosenberg, 1979; Johnstone et al., 2010)。イノベーションの成功は、技術的な機会と市場の機会をつなぐことが出来る、つまり「対にする」ことが出来ることを示しており (Freeman, 1974; Grubb, 2004)、再生可能エネルギーの技術的政策の効果に関する研究は、双方が必要であるというこの全体的な合意を支持している (Grubler et al., 1999b; Norberg-Bohm, 1999; Requate, 2005; Horbach, 2007)。

双方の要因は貢献するだけではない。これらは、研究開発及び普及の間にはプラスのフィードバックが存在するため、相互に作用もしている (Watanabe et al., 2000) (図 11.5 参照)。このようなプラスのフィードバックのサイクルとそれによる便益は、(より)意欲的な政策に対する受容を高めつつ、(アジェンダと目標設定から、政策実施と評価に至るまでの) 政策のサイクルに対してもプラスのフィードバックを起こすことが可能である。中国及びドイツといった国々で見られるこのダイナミックなメカニズム (Box 11.11 及び 11.6 参照) は、政策担当者により厳格な再生可能エネルギーの目標を導入するよう奨励している (Jacobsson and Lauber, 2006; Jänicke, 2010)。実社会の普及の経験からも、克服に研究開発への投資を要する新たな課題が判明する可能性がある。また経験は消費者が次の研究開発の決定に対して実際に望むことについて、市場のフィードバックを取り込みやすく出来る。そして、商用化は一般に、その発明から利益を得る企業の能力を高め、民間部門の研究開発投資に対するインセンティブを強化する (Nordhaus, 2010)。この二者間の配分を検討した重要な結果からは、イノベーションプロセスの初期段階における投資では一般に研究開発が優位を占め、普及メカニズムはそれ以降の段階でより重要になることが示されている (Dosi, 1988; Freeman and Perez, 1988)。さらに、どちらの種類政策も必要になるだけでなく、研究開発プログラムの商用化にあたり、多くの様々な関係者が必要とされる可能性が高い (Mowery et al., 2010)。

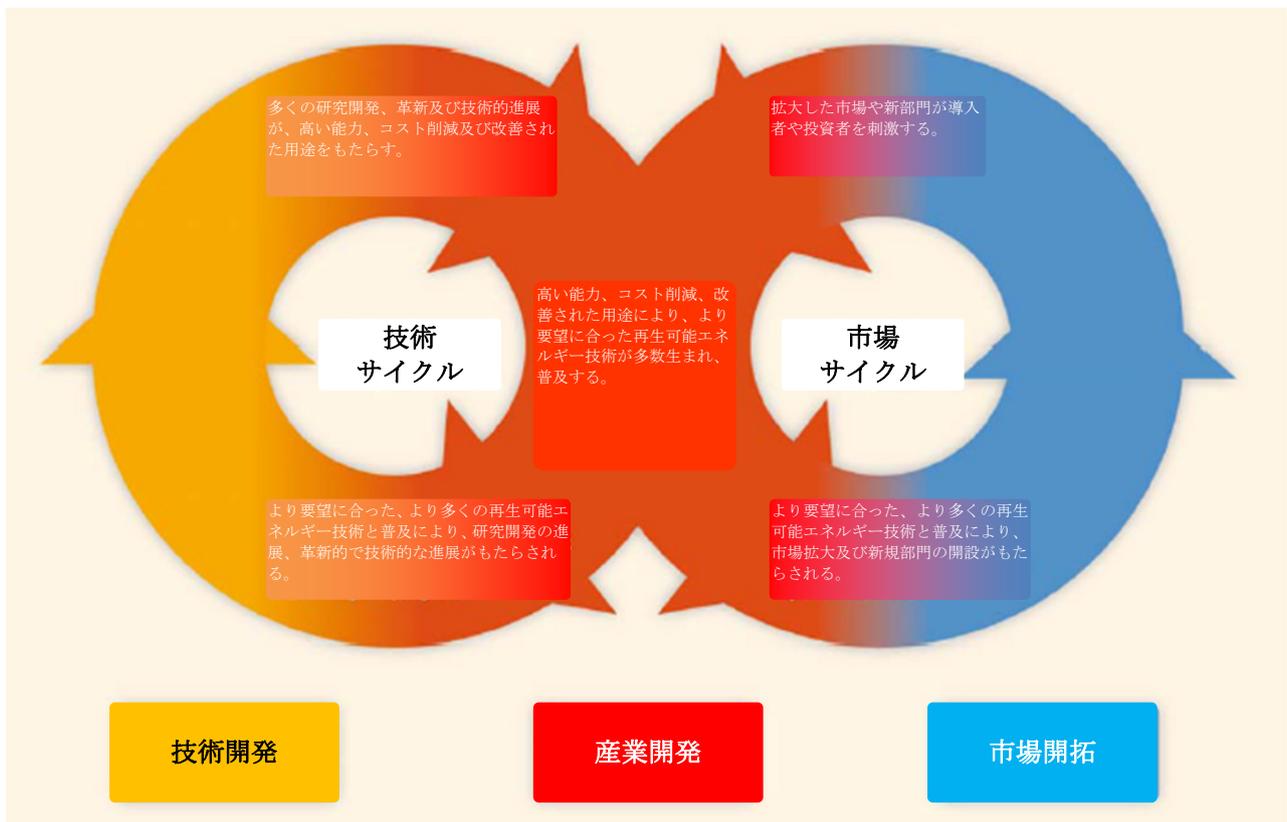


図 11.5: 技術コストを下げる技術開発と市場展開の相互強化サイクル (IEA, 2003b に基づく)

11.5.3 再生可能エネルギー普及に関する政策オプション

本節では、再生可能エネルギー普及に関する再生可能エネルギー独自の政策オプション、すなわち需要プル政策についての概論を提供する。この政策は表 11.2 に示されているように、市場において再生可能エネルギー技術への需要を創出する。本節では主に、一般に全ての最終消費部門に適用される財政上のインセンティブ及び公的な財務のツールに重点を置くが、規制政策に関しても若干の議論を提示する。効果及び効率性に主に着目し、可能な限り、これらの政策オプションの分析を、11.5 節の冒頭で設定した評価基準に関連して提示する。部門特有の経験及び分析とともに、規制政策を取り巻く議論の大半は、最終消費部門に注目した 11.5.4 節（電力）、11.5.5（発熱）、及び 11.5.6（運輸）で参照可能である。

表 11.2: 既存の再生可能エネルギー特有の普及政策の定義及び部門別の使用

電力 (E)、発熱 (H)、及び輸送 (T)				
政策	定義	E	H	T
普及政策				
財政上のインセンティブ				
助成金	特定の目的で適格な対象者に対して政府が贈与する、返済義務のない資金援助。通常は、使用、特定の標準の維持、または助成金の対象者または授与者による比例的な寄付といった特定の資格を条件とする。助成金（及びリベート）は、再生可能エネルギー機器または関連インフラの準備、購入か建設に関連するシステム投資コストの軽減に役立つ。一部の事例では、助成金は譲与的条件融資の形成に使用される（たとえば、銀行による再生可能エネルギー向けの低金利融資の承認）。	X	X	X
エネルギー生産報酬	再生可能エネルギーの生産ユニット当たりに対する政府からの直接支払い。	X	X	X
リベート	政府から民間当事者に対する一回限りの直接支払い。再生可能エネルギーのシステムまたはサービスへの投資コストの一定割合または一定額を対象とする。一般的に、竣工後の適格なプロジェクトに自動的に提供され、細かい申請手続きは必要ない。	X	X	X
税控除（生産または投資）	年間の所得税控除を受ける資格に関わる資産の投資家または所有者に対し、エネルギー施設に対する投資額またはその施設の当該年の生産エネルギー量に基づき、提供される。再生可能エネルギーへの投資の全額または一部を、納税義務または所得から控除することを認める。	X	X	X
税減免	再生可能エネルギーの購入（または生産）または再生可能エネルギー技術に当てはまる税の軽減。売上税、付加価値税、エネルギー税、または炭素税などがあるが、これらに限らない。	X	X	X
可変減価償却または加速減価償却	再生可能エネルギー機器が運用される最初の数年間、所得税負担の軽減を認める。一般に、営利事業体に適用される。	X	X	X
国家財政				
投資	再生可能エネルギーの企業またはプロジェクトの持分保有割合と引き換えに提供されるファイナンス。通常、プロジェクト及び企業への持分に直接投資を行う政府運営ファンドとして、あるいは、民間運営ファンドの資金提供者（ファンド・オブ・ファンズ）として、実施される。	X	X	X
保証	信用リスク（返済リスク）が高いと認識される再生可能エネルギーの企業及びプロジェクトに対し、商業銀行からの国内融資を促す目的を持つ、リスク共有メカニズム。一般に、保証は部分的で、すなわち未済貸付金の元本の一部が対象になり、50～80%が一般的である。	X	X	X
貸付	再生可能エネルギーの企業またはプロジェクトに対し、債務（つまり返済）義務と引き換えに提供されるファイナンス。政府、開発銀行、または投資当局が、通常は譲与的条件（低金利または緩い担保要件など）に基づき提供する。	X	X	X
公共調達	公的事業体が、再生可能エネルギーのサービス（電力など）や機器を優先的に購入する。	X	X	X
規制				
量主導型				
再生可能ポートフォリオ標準や割り当てまたは義務化	指定当事者（発電者、供給者、消費者）に対し、再生可能エネルギーの最低限の（多くの場合は次第に増える）目標の達成を義務付ける。この目標は一般に、総供給量の割合として、または再生可能エネルギー容量として示され、コストは消費者が負担する。再生可能エネルギーの発熱装置または発電技術を要求する建築基準または建築義務で、効率的な投資と組み合わせることが多い。再生可能エネルギー発熱の購入が義務付けられる。バイオ燃料を輸送燃料全体のパーセントか一定の量で混合を義務付ける。	X	X	X

入札・競売	公共団体が、再生可能エネルギーの供給または供給能力の一定割合を入札にかけ、大半は標準的な市場レベルを超える価格での落札に報酬を出す。	X		
価格主導型				
固定価格買取制度 (FIT)	再生可能エネルギーの供給において、優先アクセス及び優先送電を保証し、固定価格を設定する。この価格は、特定の数年間に提供されたユニット当たりの技術により異なる。	X	X	
割り増し金支払いを提供する固定価格買取制度	再生可能エネルギーの供給に対し、そのエネルギー市場価格または最終消費価格の上限で追加的な支払いを保証する。	X	X	
質主導型				
グリーン・エネルギー購入	既存の再生可能エネルギー義務を超え、再生可能エネルギーの消費者による自発的購入の供給を規制する。	X	X	X
エコ表示	政府主催の表示付け（民間部門のものも一部存在）。エネルギー製品が一定の持続可能性の基準に対応していることを保証し、自発的なグリーン・エネルギー購入を促す。一部の政府は、消費者への請求書にエネルギー構成（または再生可能エネルギーの割合）の完全な内容開示を表示するよう義務付けている。	X	X	X
ネットメーター（売電システムとも）	電力送電網及び自家発電可能な消費者の間で、双方向の電力の流れを可能にする。電力が送電システムにフィードされるとメーターが戻り、「売電」サイクル中は小売価格で電力が補給される。これは、消費者側の発電が瞬間的に消費者の需要を超えるかは、関係ない。	X		
ネットワークへの優先アクセスまたはアクセスの保証	既存のエネルギー・ネットワークへのアクセスを阻害されずに、再生可能エネルギーの供給を行う。	X	X	
優先送電	他の源から供給を受ける前に、再生可能エネルギー供給をエネルギーシステムに統合することを義務付ける。	X	X	

注: 運輸は液体燃料系、熱は非電力に限定する想定。電力系の運輸または熱は、電力カテゴリで扱う。

11.5.3.1 財政上のインセンティブ

様々な形態の財政上のインセンティブは投資または生産に基づき、税の控除、軽減と免除、投資支出の可変減価償却か加速減価償却、リベートと助成金を含む（表 11.2 に全て掲載）。これらのインセンティブは、設置関連の先行投資コストの低減、生産コストの低下、または再生可能エネルギー発電で受け取る支払いの増加により、再生可能エネルギー投資のコスト及びリスクを軽減することが出来る。財政上のインセンティブはまた、エネルギー市場価格に比べて再生可能エネルギーが競争的に不利な立場のままになっている様々な市場の失敗を補償し（1.4.2 節）、再生可能エネルギー投資の財政的負担を減らす手助けとなる（IEA, 2007a）。過剰な公的負担を伴わずに拡大を保証するため、正しいインセンティブのレベルに注意を要する。

助成金及びリベート

日本及び幾つかのアメリカの州など一部の国では、助成金またはリベートを通じて投資に補助金を出すことにより、再生可能エネルギー普及を推進している（Sawin, 2004）。助成金は、投資の財源確保を支援するために先行して提供される資金であり、リベートは投資後の備え付けの返金である。

資本の助成金及びリベートは、プラントの先行投資コスト軽減を直接支援し、政府は一般に一定レベルの財政支援を行う。たとえば、設置容量のメガワット当たりまたは総投資額のパーセンテージごとに、限度額まで返金することが考えられる。これらは、家庭用の太陽熱または太陽光発電システムといった小規模なものから、バイオマスのコージェネレーション（CHP）プラントなどの大規模な発電所に至るまで、適用可能である。

助成金及びリベートは、各プロジェクト独自の長期的政策及び財政上の責任を必要としない。特に新たな再生可能エネルギー技術を対象とした小規模な消費者用地のプロジェクト（small, consumer-sited project）の普及拡大に大きな役割を果たす可能性がある（Wiser and Pickle, 1997）。ただし、市場の成長促進に必要な安定的条件を提供出来ないことも多いため、再生可能エネルギーの幅広い適用を牽引するには有効とは言えないだろう（Lantz and Doris, 2009）。これは、German Market Incentive Program (Nast et al., 2007) 及び UK's Low Carbon Building Programme (BERR, 2008) の場合と同様に、安定的な需要成長を損なう可能性のある、予算変動に対して脆弱であることにもよる。

リベートプログラムは、リベート額が現在の市場及び政策の条件に沿っている場合、明確な目標群と一致している場合として、試作段階から大量生産に至る先進的な技術を使用する場合、うまく機能する (Lantz and Doris, 2009)。適格なプロジェクトに対して自動的なリベートを行えば、投資コストの障壁に直面している小規模な再生可能エネルギー施設や、競争して授与される助成金やその他の政策アプローチがインセンティブ運営の処理コストのためにあまり適切ではないと思われる場合において、特に有効だろう。

資本の助成金には、メリットもデメリットもある (DEFRA/BERR, 2007; Connor et al., 2009)。受領者側の視点からは、支払いが将来の政策の変動に左右されないという意味で、非常に低リスクである。支払い側からは、助成金の価値が知られていて、少なくとも原則的に将来の債務は発生しない。しかし、助成金は施設建設を容易にするだろうが、設置後のフォローアップがない限り、プロジェクトの運用や効率的な運用は確実ではない。助成金は一般に、一定の事前条件へ適合していること、新規の発電容量の質が少なくとも最低基準を満たしていること、そして設置システムの効率運用が達成されたことを確かめるため、監視を行う必要がある。これは、追加的な運用コストが生ずることを示唆している (DEFRA/BERR, 2007; Connor et al., 2009)。

プロジェクトが失敗した場合、建設中かその後のいずれであっても、一般的に譲与者はほとんど償還請求権を持たない。このため、助成金は、大幅な投資コストを要するが運用コストは比較的安い施設にとって、最も魅力的である。助成金は成熟度の劣る技術に最適なのか、という議論がある。助成金は、投資を刺激し、潜在的に新たな投資家を誘引する簡単な方法を提供する。助成金の譲与者は、競争的な褒賞を通じて助成金の効率を向上可能だが、この結果、運営コストが増加する可能性がある。このため、入札準備の経験との関連から、大規模な開発により有効だろう (van Dijk et al., 2003; Bürger et al., 2008; Connor et al., 2009)。

再生可能エネルギー普及の牽引において、資金量や助成金もしくはリベートが継続的に利用可能かどうかはその効率性に大きく影響を与える可能性がある。たとえば、もしプログラムの初期に資金が尽きた場合、消費者は助成金が無かった場合に行われたら投資を遅らせ、これが潜在的に投資を減少させ、公的資金利用の経済効率を低下させるという証拠がいくつかある。資金の早期枯渇は、ぎりぎりの状況ではない一部のプロジェクトが資金を受け取ったという示唆から、助成金またはリベートのレベルが高く設定されすぎている事を示す傾向もある (van Dijk et al., 2003; Bürger et al., 2008; Connor et al., 2009)。

租税政策

税の控除、軽減、または免除は、過去の政府歳入に関する税控除額の総計に達し、この額はあらかじめ定義された固定金額または設置に対する投資総額が配送エネルギーの基盤への投資総額のパーセンテージとして計算される。租税のインセンティブは、理論上は少なくとも柔軟なツールであり、技術及びサプライチェーンの発展や市場の進化に合わせて徐々に増やしたり減らしたりすることが出来る。特定の技術や特定の市場において目標にされることがあり、より幅広く適用可能である (de Jager et al., 2010)。

租税政策は、需要と供給サイドに影響を与える可能性がある。たとえば、生産税控除により生産増を促し、再生可能エネルギーの電力、発熱、または燃料の使用に対する税の控除または免除は、需要サイドに影響を与える。投資の税控除は初期の投資コストに着目し、生産の税控除は運用生産コストに対応する。税の軽減及び免除は、財産税、売上税、エネルギー税、炭素税、及び付加価値税も対象になり、課税額全体に直接影響を与えるだろう。このように税の規模を縮減させることで、開発に伴うコスト総額を軽減させることに繋がる (Connor et al., 2009)。

IEA Renewable Energy Technology Deployment 実施協定のための研究では、(エネルギー税、炭素税、またはその他の税などからの) 税の軽減または免除といった財政上のインセンティブは適用税率に左右されることを断定した (de Jager and Rathmann, 2008)。北ヨーロッパ諸国では、比較的高率のエネルギー税が適用されており、こうした税免除は再生可能電力使用を充分刺激出来る。しかしながら、エネルギー税の率が比較的低い国々では、その他の方法と組み合わせなければならない (European Commission, 2005)。現在のアメリカでは、投資及び生産に対する連邦税控除 (kWh または MJ 当たりの発電に対する所得税控除) が同国の風力市場及び太陽熱市場を強力に成長させているが、控除が複数年にわたり適用される場合に限り、プロジェクトのプランニングから竣工まで十分な時間をかけることが出来る (Sawin, 2004; Wiser et al., 2007)。

可変減価償却または加速減価償却は、投資の初期における課税所得を軽減し、その投資の経済性を向上させる手段として使用可能である。この償却は特に、スウェーデン及びデンマークで小規模な風力開発の促進において成功を収めている。デンマークでは、この政策のおかげで、1990年代半ばに農家の保有する風力タービンが大幅に増加した (Buen, 2005; Barry and Chapman, 2009)。可変減価償却も、アメリカの大半の再生可能エネルギー技術及びインドの風力エネルギーに対して広く使用されている。オランダの任意償却環境投資 (Willekeurige Afschrijving Milieu-Investeren (VAMIL))、カナダの加速資本コスト控除 (Accelerated Capital Cost Allowance)、及びイギリスの資本控除拡大事業計画 (Enhanced Capital Allowance Scheme) は、再生可能エネルギーの暖房部門で成功したプログラムの例である (Worrell and Graus, 2005; IEA, 2007b)。

財政上のインセンティブの評価

投資の助成金、リベートと租税政策といった、生産と投資を支える手段の影響は、これらが一般に補完的な政策ツールとして使用されることから、測定することが難しい (European Commission, 2005; Klein et al., 2008a)。たとえば、EUでは、2008年の時点で主な支援公共計画として税制上のインセンティブ及び投資助成金を用いていたのは、フィンランドとマルタのみだった (Klein et al., 2008a)。アメリカでは、財政上のインセンティブが連邦レベルで第一の支援手段として同じく使用されているが、大半の州では再生可能エネルギーの追加的なインセンティブまたは義務を設けている (DSIRE, 2001)。

これらの影響を測定するのは難しいにもかかわらず、一部の研究では、財政上のインセンティブはその他の政策メカニズムと組み合わせると最も効果的である傾向が示されている (IEA, 2008a)。日本では、1990年代及び2000年代初頭に屋上の太陽光発電プログラムがリベートと併用され、ネットメーター、低金利の融資、及び公教育の普及とともにリベートは減少した。この組み合わせで容量が拡大し、システムコストの低減につながったことから、日本は少なくとも一時的に、太陽光発電の世界の主要製造国になった (Watanabe et al., 2000) (Box 11.2 参照)。

一般に、租税ベースのインセンティブに大きく依存してきた国は、たとえば風力発電またはバイオガスに関する不安定な市場や不十分な市場に苦戦させられていることが多い (Lewis and Wiser, 2005)。アメリカでは、Box 11.5に示されたように、利用可能な税控除が頻繁に失効することも原因の一部である。税控除の直接的なメリットを享受するだけの課税額を持つ参加者はごく少数という事実に起因する可能性もあるだろう。つまり、控除の価値は法的地位、所得レベル、または税率によって異なる (Metcalf, 2008)。この課題は、租税政策をより包括的にするか、幅広い参加を促すその他の政策を見出すかにより、対処可能である (Mendonça et al., 2009)。一般に、税控除は、これらを利用する立場にある黒字の納税民間企業が多数存在する国で、最も効果が高い。

風力エネルギー政策の経験からは、現金支払いが税控除に比べて好まれる場合があることが示されている。なぜなら、支払い及びリベートの便益は、あらゆる所得レベルの人に平等であるため、幅広い投資及び使用を促進するからである。また、通常、購入時または生産時、あるいはそれに近い時点で提供されるため、(課税期間の終了に向けて大半の容量に投資される傾向よりもむしろ) 時が経つにつれて更に増加しさえする (Sawin, 2001)。国連環境プログラムの2009年の報告によると、2008~2009年に見られた世界的な経済低迷で、税控除の主導する市場は一般に低迷時に有効ではないことが明らかになった (UNEP and NEF, 2009)。経済危機時に投資家が連邦税控除を利用出来ないことを受け、アメリカ政府は一時的に代替策として現金の助成金を支給した (Wiser and Bolinger, 2010) (Box 11.5 参照)。

一般に、生産に助成金を出すインセンティブは、望ましい結果、即ちエネルギーの発生 (Sawin, 2001) を促進するため、投資助成金に比べ好まれる。またそれは、市場展開を奨励し、と同時に効率性の向上も促進する (Neuhoff, 2004)。しかし政策は、特定の技術や成熟の段階に合わせなければならず、投資の助成金は、ある技術が依然として比較的割高な場合か、その技術の適用規模が小さい場合 (小規模な屋上の太陽熱システムなど) に役立つものになり得る (Sawin, 2001)。特に、技術の基準とシステム及び設備の最低限の質を保証する証明が組み合わせられている場合に当てはまる。たとえば、1980年代のカリフォルニアの風力発電は、リスク及び投資コストが高かったため、投資控除がなければ成功しなかったであろうという声が多い。別の方法として、生産インセンティブは、ファイナンスコストの低下につながる他の政策と組み合わせ可能である (Sawin, 2001)。

11.5.3.2 公的ファイナンス

公的ファイナンスの提供も、再生可能エネルギーの理解を支える非常に重要な要素となり得る。再生可能エネルギー・プロジェクトは一般に、従来の化石燃料系のエネルギー・プロジェクトに適用されるファイナンス構造と同一の形態で運用される。関連する資金の主な形態には、特定のプロジェクトのニーズにより、プロジェクトオーナーのエクイティ投資、銀行融資、リスクの一部を補償する保険、及び場合によってはその他の形態のファイナンスなどがある。

多くの再生可能エネルギー・プロジェクトにとって、商業上のファイナンスは依然として限定的で、この状況は特に、高いリスク及び制度上の能力の低さのために民間部門の関与が妨げられている発展途上国に見られる。こうしたギャップは、公的ファイナンスメカニズムの支援を通じて形成された金融商品でのみ、埋めることが可能な場合が多い。このメカニズムでは、民間部門がそもそも単独で行動を望まないか、それが不可能な場合、商業投資家が国家的な政策の枠組み内で活動しやすくなり、その結果、ギャップを埋め、リスクを共有することにつながる (UNEP, 2008)。

公的ファイナンスのメカニズムには2つの目的がある。1つは再生可能エネルギー・プロジェクトへの商業的な投資を直接集めたり実施すること、もう1つはこれらの技術を対象にした大規模で商業的に持続可能な市場を間接的に創り出すことである。直接の短期的便益により、持続可能で長期的な市場の成長を間接的に阻害する市場の歪みを作らないような政策を設計することが、重要である (UNEP and BNEF, 2010)。

投資

公的ファイナンスメカニズムは、民間取引のエクイティに投資する目的の政府ファンドの形態を取ることが出来る。いわゆるプライベートエクイティである。プライベートエクイティ・ファンド運用における公的機関の役割は、プロジェクトまたは企業に直接投資を行うファンドマネージャか、民間部門の運営ファンドにおいて他の投資家とともに資金をプールするファンドオブファンズのいずれかになり得る。いずれにせよ、ファンドは、新たな技術開発を行うベンチャー・キャピタルから、プロジェクト開発活動の初期段階のエクイティ、既に完全に許可を得て建設準備の整ったプロジェクトの後期段階のエクイティに到るまで、様々な金融商品を提供できるよう構築可能である (UNEP, 2008)。

保証

保証は、信用リスクを共有し、一部の再生可能プロジェクトと関連した地域銀行が高い信用リスクと見なすようなこと（返済リスク）を減らすことで、国内の融資を流通させることが可能である。11.4.3 節で論じたように、保証により銀行は再生可能エネルギー融資のポートフォリオを管理し、真のプロジェクトリスクの評価をしやすい立場に置かれることで、再生可能エネルギー・プロジェクトに関連する異常に高いリスクの認識に取り組む経験を得やすくなる (UNEP, 2008)。

融資

再生可能エネルギー・プロジェクトに必要なファイナンスの大半は、融資（公債によるファイナンス）が占める (London School of Economics, 2009)。この公債を流通させることの課題は、アクセス及びリスクに関連している。11.4.3 節で述べたとおり、多くの国の金融部門は、再生可能エネルギー・プロジェクト及び関連のインフラ・プロジェクトに必要な長期公債を十分に提供出来るほど発達していない。国家財政メカニズムは、プロジェクトに直接資金を提供する形か、地域を拠点とした商業金融機関を通じてファイナンスを行う融資枠として使用可能である。

一般には融資枠が好まれるのは、再生可能エネルギーのファイナンスを行う地域の能力育成につながるためである (UNEP, 2008)。たとえば、世界銀行、復興金融公庫 (KfW, Reconstruction Credit Institute)、及びアジア開発銀行 (ADB) の融資枠はインド再生可能エネルギー開発公社 (IREDA) がインドの再生可能エネルギーの重要な融資者となるのを助け、その成功の立役者になっている。インド再生可能エネルギー開発公社は 1987 年に設立され、主にシニアレンダーとして投資を行い、最長で 10 年間、プロジェクトの投資コストの最大 80%を対象とした公債によるファイナンスを提供する。この資金の 3 分の 1 は現在、銀行融資及び非課税債券の発行を通じ、国内で調達されている。インド再生可能エネルギー開発公社は現在、インドの州政府と協働し、州のエネルギー保全ファンドを通じてその能力を移植している (UNEP, 2008)。

公的ファイナンスは一般に、譲許的レートで提供され、つまり「軟化され」、管理は容易である (IEA, 2007b)。軟化借款は、ドイツの再生可能エネルギー技術支援の取り組みで見られる特徴である。ノルウェー及びスペインも、再生可能エネルギー発熱に関連して融資プログラムを展開し、日本及びスウェーデンは過去に再生エネルギーを対象に軟化借款を行っている (IEA, 2007b)。別の方法として、劣後ローンなどのアプローチは、商業金融をさらに高いレベルでレバレッジを導入することが出来る。劣後ローンは、財政構造においてより高いリスクポジションを取る（シニアレンダーへの返済後のみ、支払いを受けられる） (London School of Economics, 2009)。

公的ファイナンスは金利の頭金返済にも使用可能であり、商業金融機関はファイナンスの大部分を供与する。この仕組みで、借り手の利率は軽減され、ファイナンスコストが効果的に減少する。このアプローチは、インドの家庭用の太陽熱と太陽光発電システム、チュニジアの太陽熱、及びドイツの様々な再生可能エネルギー技術への適用に成功している (UNEP, 2008)。

他の革新的な融資メカニズムが、地方自治体レベルを含め、様々なレベルの政府で登場しつつある。たとえば、アメリカで初めて登場した不動産クリーンエネルギー債券 (Property Assessed Clean Energy; PACE プログラム) は、手頃なファイナンスへのアクセスを提供しつつ、インセンティブ分割の市場の失敗を克服する一助になるポテンシャルを有する (1.4.2 節及び Box 11.3 参照)。こうしたメカニズムがあれば、住宅所有者などの小規模な投資家であっても、そのシステムの耐用年数の間に融資を返済可能であり、返済は本質的にエネルギー節約に一致する (Fuller et al., 2009a)。

Box 11.3: 革新的なファイナンス: バークレー市の持続可能なエネルギー金融地区 (Berkeley Sustainable Energy Financing District)

2007 年、アメリカのカリフォルニア州のバークレー市は、持続可能なエネルギー金融地区（または不動産クリー

ンエネルギー債券 (Property Assessed Clean Energy, PACE)) を設定した。債券を発行し、その利子を用い、太陽光のエネルギー効率改善や設置を行う不動産所有者に融資を提供した。不動産所有者への融資は一般に 20 年間で、返済とエネルギー節約を一致させることが出来る。このため、コストは前払いではなく、使用期間中に支払われ、購入の決断は速やかな元金回収の必要性には依らない。既存の提案されたプログラムでは、この構造によって、地域に適したコスト効率の良い技術の選択が可能になる (Fuller et al., 2009a)。市は融資の信用リスクを負うが、不動産税の請求で融資返済を回収する。課税評価は、不動産が売却された場合でも、個々の最終使用者ではなく不動産に対して行われる。投資がエネルギー節約の形態で回収される前に自宅を売却する場合、再生可能エネルギーの購入者は損失から守られる。

その他の複数のアメリカの市及び郡で PACE 地区が実施され、20 を超えるアメリカの州で PACE プログラムを開始する授權法規が発行している。ドイツ、イタリア、及びポルトガルでも取り組みが検討中である (Fuller et al., 2009b)。

ただし、2010 年後半まで、PACE プログラムはアメリカ全土で保留となっていた。アメリカの深刻な景気後退が原因で、記録的な数の不動産が差し押さえられた。この結果、財務省は、債務負担を増大させる政策を少なくとも一時的に回避すると決め、不動産の売却または融資借り換え前に PACE の融資全額を返済することが義務付けられた。アメリカの現在の状況は別として、PACE プログラムは景気が安定しているか成長中には、プラスの力になると考えられている (Kammen, 2009)。

公共調達

再生可能エネルギー技術及びエネルギー供給の公共調達は、再生可能エネルギー市場を刺激するメカニズムと言及されることが多いが、実際にはそれほど活用されているわけではない。政府は、自己の保有施設用に再生可能エネルギーを購入する公約を行うか、消費者に対しクリーン・エネルギーのオプションを推奨することによって、再生可能エネルギー開発を支援することが出来る。この枠組みのポテンシャルは大きい。多くの国、州、及び国家において、エネルギー購入は公的支出の最も大きい割合を示し、政府が最大のエネルギー消費者である (IEA, 2009c)。

公的ファイナンスの評価

公的ファイナンスは、商業の金融部門が一般に未成熟なために再生可能エネルギー企業とプロジェクトに必要な様々な種類のファイナンスを提供出来ない発展途上国で、現在最も一般的に採用されている (UNEP, 2008)。開発途上国では、開発機関と金融機関が政府、及び民間部門と提携し、再生可能エネルギー投資を主導する枠組みの開発を行っている。革新的な技術の実証、部門投資計画への軟化借款の提供、市場導入への地固めを行う。また、京都議定書のクリーン開発メカニズム (CDM) の利用を刺激するなどにより、国際的な炭素ファイナンスの方法を用いた技術開発も推進する。これらの取り組みは、制度的な能力を構築する。また、金融リスク及び投資リスクを軽減するうえで重要である。

開発機関及び金融機関には、世界銀行や国際的な開発銀行などの多国間の開発銀行と個々の先進国が監督する二国間の開発銀行が含まれる。これらの 2 つのグループが主に、一部の発展途上国の再生可能エネルギー普及を牽引している (SEI, 2009)。国際的な開発金融機関は、発展途上国の国営の開発銀行と緊密に協働することが多い。政府の開発機関及び国際的な環境プログラムは、最良の方法の公布、戦略と政策の開発支援、意思決定者を対象とした訓練プログラムの設定、及びクリーン開発メカニズムに基づく指定国家機関などの組織の強化で、重要な役割を果たしている (UNEP, 2008)。

財政支援イニシアチブの数の増加に伴い、公的ファイナンスメカニズムの協調の重要性は高まっている。分散的な活動が多数なためである。パリ宣言及びアクラ行動計画 (OECD, 2008) はいずれも、国際的な開発協力の効果を高めるための原則の実施を正式化、支援し、とりわけ気候変動分野での国際的な開発協力をより良好な協調へ導く。しかしながら、国際的な援助協調及び提携を通じて再生可能エネルギー及び開発途上の国家的枠組みにファイナンスを行うことは依然として課題である。このため、分散モデル及び集中モデル (Reed et al., 2009; Müller, 2010 など) は、新設の制度に完全に合致した形で既存の開発及び金融機関の能力と経験を最大限に活用するべく、国際的な気候の交渉レベルで議論中である。

研究の関心の高まる議題は、公的ファイナンスを方法として民間の国際的な投資フローのレベレッジを導入することである。公的ファイナンスは開発金融機関を経由して提供される (UNEP, 2008)。結果及びレベレッジの要因は、技術、国の状況、及び提供される手段により異なる (UNEP, 2008)。

11.5.3.3 規制

表 11.2 に示したとおり、規制政策には、量主導型政策と価格主導型政策がある。これには、クォータ制、固定価

格買取制度、質的側面と質的インセンティブ、及びネットメーターなどのアクセス手段などが含まれる。以下に、各政策の種類を端的に説明する。ここでは、11.5.4 節～11.5.6 節では取り上げられていない質的インセンティブの説明のみ詳細に行う。

量主導型政策及び価格主導型政策

量主導型政策は、達成すべき量を定め、市場が価格を決定出来るようにする。一方、価格主導型政策は、価格を定め、市場が量を決定出来るようにする。量主導型政策は、義務または命令の形式をとることで最終消費部門の3部門全てに利用可能である。今日までのところ、価格主導型政策の最適な例は、固定価格買取制度 (FIT) である。11.5.4 節、11.5.5 節、及び 11.5.6 節では、これらの選択肢を詳細に論じている。

質的インセンティブ

質的インセンティブには、グリーン・エネルギー購入及びグリーン表示プログラムなどがある（政府により義務づけられることがあるが、常時ではない）。このプログラムは、消費者にエネルギー製品の質に関する情報を提供し、自発的に決定出来るようにし、再生可能エネルギーの需要を牽引する。

アメリカの一部の州では、公共事業体に対し、消費者にグリーン・エネルギーの選択肢を提供するよう義務付けている（多くの場所で、こうした選択肢も公共事業体の自主性に委ねられている）。このようにすることで、消費者及び組織は、エネルギーのニーズの一部またはすべてのための再生可能エネルギーを調達可能になる。これまでのところ、こうしたプログラムの大半は電力部門で見られる。グリーン・エネルギーは一般に、公共事業体、小売競争のある市場の小売供給者、または電力（または発熱や燃料）とは別個に販売される再生可能エネルギー認証の形態 (REC) から購入可能である。グリーン発電製品の売掛金は様々だが、最近は一般的には低下している (Bird and Sumner, 2010)。

再生可能エネルギー購入の自発的コミットメントにより、再生可能エネルギーを支援し、その重要性の認識を与えることを助けることが出来るものの、新たな再生可能エネルギー開発を牽引するには、直接的な財政上のインセンティブまたは規制政策ほどの有効性はないだろう。というのも、購入する事業者の自発的で、しばしば短期的なコミットメントに依存するからである (Gillenwater, 2008)。しかしながら、自発的な市場は、追加的な租税収入の流れや、開発事業者のリスクを軽減する生産活動の代替的な市場を提供するだろう (Bird and Lokey, 2007)。新規の開発に対する影響も、購入が、クォータ制などの追加的な規制上の義務なのかどうかにより、異なる。

製品のグリーン表示は、質的インセンティブまたは規制の別の例である。たとえば EU の電力源証明書 (GO) は、エネルギー量の一定割合が再生可能源で生産された旨を最終消費者に証明する唯一の機能を備えた電子文書である。これらは自発的な参加に基づくシステムであるので、電力源証明書は、グリーン電力製品及び品質表示に使用されている。しかしながら、これらの表示及び製品は、再生可能エネルギーの需要を超えて、また既に生産された異常の量に基づくため、追加性を実証するための監査が可能な、完全に一貫し透明なシステムの導入を要する可能性が高い (Vrolijk et al., 2004)。

アクセス政策

再生可能エネルギー・プロジェクトは、電力、熱、または暖房、調理、輸送のための燃料を売却するため、ネットワークに接続する必要がある。これをどのくらい容易に実現出来るかや、実現するコストもまた、プロジェクト開発事業者がファイナンスを向上させる能力の鍵となる。接続が実現すれば、発電は売却かネットワークに「押収」されなければならない。発電の接続及びその後の売却は、2つの異なる要件で、双方に対する障壁克服が重要である。市場へのアクセスは、物理的接続や発電の売却または生産された燃料の売却の双方を指すが、各最終消費部門における様々な政策メカニズム（電力のアクセスルール (11.5.4 節)、暖房の第三者アクセス (TPA) (11.5.5 節)、バイオ燃料の混合義務 (11.5.6 節)) を通じて提供される。

11.5.4 普及に対する政策 - 電力

今日まで、冷暖房や輸送よりも発電に対して再生可能エネルギーの利用を促進する政策はるかに多く制定されてきた。これは、再生可能エネルギー電力政策に関する利用可能な膨大な文献に反映されている。しかしながら、これらの手段を説明し比較する文献の多くは、文献にかかった費用も含め、ヨーロッパのものであり、どっちつかずで、再生可能エネルギー指令の要件を 2020 年までに満たすために EU 諸国の必要性に主に刺激されている (Haas et al., 2011 など)。

本節では、財政上のインセンティブ及び公的ファイナンスを簡潔に説明後、量主導型の規制手段（割当義務、入札や競売の規制など）と価格主導型の規制政策を説明する。次いで、11.5 節の冒頭で設定した基準に関連し、特に有効性及び効率性についてこれらの規制オプションを評価する。本節の最後で、アクセス政策を簡単に引き上げる。

11.5.4.1 財政上のインセンティブ

表 11.2 に示された財政上のインセンティブの範囲は、電力部門の再生可能エネルギー推進に使用されている。政策オプション及び影響の評価は、11.5.3.1 節で行っている。

11.5.4.2 公的ファイナンス

融資及びその他の公的ファイナンス政策は、スペインの太陽光発電 (Box 11.8 参照) や再生可能エネルギー発電技術の普及と 11.5.3 節で述べたような多くの自治体で展開される革新的なファイナンスを進めるために使用されている。譲与的条件貸し付け、保証、そしてエクイティ投資でさえ、発展途上国を含む、その他の背景においても同様に頻繁に使用される。政府調達も、アメリカなどの一部の国で重要性の高まる選択肢である。たとえば、アメリカの 2005 年エネルギー政策法 (US Energy Policy Act of 2005) では、連邦機関に対し、2013 年以降は電力必要量の 7.5% を再生可能源で達成することを義務付けている (US DOE, 2008b)。これに加えて、多くのアメリカの州政府及び地方政府は、公的施設での再生可能電力購入を自発的に公約している (USEPA, 2010a)。

11.5.4.3 規制

量的主導型の政策

クォータ制 (固定枠制、割当義務)

クォータ制は、(特に) アメリカでは再生可能エネルギー利用割合基準 (RPS)、インドでは再生可能電力基準 (Renewable Electricity Standards) (RES)、イギリスでは再生可能エネルギー義務 (RO)、オーストラリアでは再生可能エネルギー目標 (Renewable Energy Targets) としても知られる (Lewis and Wiser, 2005)。クォータ制は 2010 年前半までに、アメリカの半数以上の州を含め、56 の州、県、または郡で導入された (REN21, 2009b)。

政府はクォータ制に基づき、一般に、容量、発電、販売の最低量または最低割合を再生可能源由来にするよう義務化する。クォータ制は購買を受け持つ公共事業機関に課される傾向があり、再生可能エネルギーの追加コストは一般に電力消費者が負担する。アメリカ (Wiser et al., 2007) 及びインド (MNRE, 2010) の様々な州レベルの政策であっても、公共事業計画ごとに設計は大幅に異なる (Verbruggen, 2009; Bergek and Jacobsson, 2010 など)。

クォータ制は、ヨーロッパの「グリーン電力証書 (TGCs)」、アメリカの「再生可能エネルギー証書 (RECs)」と結び付けることが可能である (Sawin, 2004; C. Mitchell et al., 2006; Ford et al., 2007; Fouquet and Johansson, 2008)。一般に、証書は、発電した再生可能エネルギーの生産者に与えられ、もし市場に十分な流動性があれば、クォータ制を課された関係者がその義務を履行するために証書を取り引きしたり売買したりする権利を与えることで、柔軟性が加わる (Sawin, 2004)。電力供給者または電力部門のその他のエージェントは、規制当局 (またはその他の執行機関) に対して自己の義務に相当する証書数を提示し、義務を達成したことを「証明する」。大半のクォータ制は、クォータ制を順守しない関係者に対して罰則を設けている (C. Mitchell, 2008)。

再生可能エネルギーの均一なクォータ制に備わる固有の影響の 1 つに、たとえばスウェーデンでは最低コストの再生可能エネルギーの選択肢のみが顕著な普及レベルを実現しているということがある。これは、こうした政策が「現在も依然として割高な (再生可能エネルギー) 技術の速やかな普及、強化、及びコスト削減を引き起こす」ことがないためである (Resch et al., 2009)。この欠点を克服するため、技術特有の支援を、バンディング・アプローチ (イギリス及びイタリアなど) または特定の技術が保有する副クォータ制である「カーブアウト」 (アメリカの多くの州で普及) のいずれかを通じて、導入可能である。

バンディングを伴うクォータ制の事業計画では、未成熟な再生可能エネルギー技術や割高な再生可能エネルギー技術が発電 MWh 当たりでより多くの証書を受け取り可能であることから (イギリスの風力発電では、1 つの ROC/MWh ではなく、2 つの ROC/MWh)、発電者にとっての再生可能エネルギーの価値は高まる (ASIF, 2009)。カーブアウトを伴うクォータ制では、目標全体のうちの規定部分は、再生可能エネルギーの特定のタイプのみまたは複数のタイプで達成可能である。実際、これは市場の分割につながり、各副クォータ制内の取引可能量は狭まる。

スウェーデン (Box 11.4 参照)、アメリカ (Box 11.5 参照)、及びオーストラリアの経験から、再生可能エネルギー証書が十分設計された政策に基づき提供され、価格変動 (をもし除外しない場合は) の影響を消音化し、リスクを軽減する長期的な契約を伴う場合、クォータ制事業計画の効果は高い可能性があり、順守レベルも達成可能であることが実証されている (Lauber, 2004; van der Linden et al., 2005; Agnolucci, 2007; Rickerson et al., 2007; Toke, 2007; Wiser et al., 2007)。2001~2006 年に追加されたアメリカの風力発電容量全体の 50% 以上の少なくとも一部は、再生可能エネルギーの利用割合基準に関する州法に牽引された (Wiser et al., 2007)。Box 11.5 で議論するように、アメリカの経験からは、再生可能エネルギー普及の様々な障壁に取り組む安定して一貫とした財政上のインセン

タイプと組み合わせた、再生可能エネルギーの利用割合基準に関する法律で提供される長期的な確実性の便益が示されている。

Box 11.4: スウェーデンの教訓: 再生可能エネルギー証書とバイオエネルギーの成功

スウェーデンでは、再生可能エネルギー証書 (TRECs) を組み合わせたクォータ制の公共事業計画が 2003 年 5 月に発効した。その目的は、再生可能エネルギー発電を 2010 年までに 2002 年の水準よりも 10TWh (36PJ) 増加させることだった。その後、頻繁に改定、数度にわたり拡大され、2009 年には成長目標を、2020 年までに 2002 年の水準よりも 25TWh (90PJ) 増加させると設定した。再生可能エネルギー証書に適合した発電は、1.5MW を超える水力と 2004 年以降にコジェネレーション発電で使用された泥炭を除き、すべての再生可能エネルギーを対象とする。この政策の導入以前に稼動したプラントは、2012 年の間は証書を受け取る資格を有するが、その他のプラントは 15 年間または 2035 年末のいずれか短い期間を対象に、証書を受け取れる。

再生可能エネルギー電力は、市場の電力価格で売却される。しかしながら、再生可能エネルギー事業者は、電力売却による収入に加え、別個に取引される再生可能エネルギー証書の売却収入も受け取る。電力供給者は、その売却電力の一定の割合 (法定クォータ) に応じ、再生可能エネルギー証書を購入する義務を負う。電力集約的な産業の製造プロセスで使用される電力のみが、必須クォータから除外されている。供給者は年に一度、事業計画の担当機関 2 つうちの 1 つである Swedish Energy Agency に再生可能電力証書の必須量を申告する。もう 1 つの担当機関である Svenska Kraftnät は、国の送電系統を管理運営する公営企業である。供給者は、従わない場合、再生可能エネルギー証書の年間平均価格の 150% に相当する罰金を支払わなければならない。

再生可能エネルギー証書の公共事業計画で、適格な再生化のエネルギー発電は 7 年で 2 倍を超え、2002 年の 6.5TWh (24.3PJ) から、2009 年には 14.7TWh (52.9PJ)、または泥炭を含む場合は 15.6TWh (56.2PJ) になった (Swedish Energy Agency, 2010a)。コジェネレーションプラントにおけるバイオマス系の発電は公共事業計画の下で順調に発展し、2009 年には再生可能エネルギー証書の 63% を占めた。バイオマスコジェネレーション電力の約半分は、地域暖房システム (Box 11.9 参照) で、残りの半分は紙パルプ産業で生産される。

風力発電への投資は当初、公共事業計画の短期的な枠組みで制約されていたが、条件は 2006 年に改善され、以降は公共事業計画が拡大され 15 年間の支援期間が設定された。風力への投資はそれ以降は解禁されたが、許可手続き及び計画手続きにより遅れている。風力発電の許可手続きは 2009 年に簡略化され、2 つの類似した手続きが 1 つの手続きに置き換えられた。ただし、それと同時に、地域政府は、自己の自治体における風力発電投資を否決する法的権利を付与された。これは風力発電投資の重要な障害と化している。2009 年には、風力発電事業者は再生可能電力証書の 16% を受け取った (Swedish Energy Agency, 2010a)。

再生可能電力証書の年間平均価格は、22~41US ドル (2005 年) /MWh (約 6.1~11.4US ドル (2005 年) /GJ) で変動している。2009 年、公共事業計画は再生可能エネルギー発電事業者の収益 5 億 7,300 万 US ドル (2005 年) を創出したものの、消費者の平均発電コストは 6.6US ドル (2005 年) /MWh (約 1.83US ドル (2005 年) /GJ) 増加した (Swedish Energy Agency, 2010a)。

2006 年以降、再生可能エネルギー証書の公共事業計画は、安定的な投資条件を提供することで、再生可能エネルギー電力の目標を達成している。しかしながら、かなり成熟した技術であるバイオマスコジェネレーションに過剰に補償を行う反面、初期段階の技術への追加的支援を要する技術開発を牽引していないとして、批判されている (Bergek and Jacobsson, 2010)。これまでのところ、再生可能電力証書の価格は、より割高な再生可能エネルギー技術への投資を引き起こすには低すぎる。たとえば、太陽熱発電は再生可能電力証書のごくわずかな額しか受け取っていない。

再生可能エネルギー証書の公共事業計画で得られたスウェーデンの経験は、この手段は適切に設計されれば (つまり長期の時間枠においては)、安定的な投資条件を提供し、再生可能エネルギー電力の目標を達成可能であることを示している。公共事業計画は最も割安な再生可能エネルギー技術への投資を刺激するため、特に技術開発を牽引するために設計されたのでない限りは、開発を牽引しない。風力発電の経験からは、非経済的障壁に取り組む追加的政策 (より明確な許可手続きの適用など) も再生可能エネルギー技術の普及には重要であることが示されている。

アメリカの一部の州 (Wiser et al., 2007) 及びイギリスなどを含む一部の例では、クォータ制の公共事業計画の目標が未達成である。たとえば、イギリスの再生可能エネルギー義務 (Renewables Obligation) に基づき、適格な源は、2005 年の電力の 4.0% から 2008 年には 5.4% に増加したが、義務は 5.5% から 9.1% に増加した。2005~2008 年の間、年間の各義務の 59~73% しか達成されず、年平均の達成率は 65% だった (DUKES, 2009)。アメリカでは、セットアサイド (またはカーブアウト) の達成における経験はまちまちで、2008 年に太陽熱または送電のセットアサイド義務を設定した 9 つの州のうち、目標を達成できたのはわずか 3 州のみだった。1 つの理由に、公共事業体の負

担するだろうコストの上限設定が既存の目標達成に必要な額を下回ることがあった事があげられる。こうした課題にもかかわらず、再生可能エネルギーの利用割合基準に関する州のプログラムは、2009 年末に新規の太陽熱容量の 250MW を超えた (Wiser et al., 2010)。

カナダのブリティッシュ・コロンビア州の電力政策は、もし割当が十分多く、信頼可能な政策及び法規定に支えられるのであれば、クォータ制システムは非常に多額の再生可能エネルギー投資を達成可能であることを証明している (Jaccard et al., 2011)。2007 年、同州は 93%のクリーンエネルギーを必要条件に導入し、現在は法制化している (GBC, 2010)。このステップを取った結果、石炭火力プラントの 2 つの提案は廃案になり (BC Hydro, 2006-2008)、再生可能エネルギー普及が加速した。2010 年後半の時点で、電力に対する新規投資すべて (2,260MW) が再生可能エネルギーの能力に対するもので (BC Hydro, 2007-2010)、可能な限り低コストで取得された。これは、部外秘の封入札制度や、BC ハイδρο社が最低入札額を選択出来る自由を有するためである (Jaccard et al., 2011)。

Box 11.5: アメリカの教訓: 風力開発の安定的かつ一貫した政策の併用

アメリカでは、風力エネルギーの設置容量は、2000 年は 2.6GW だったが、2010 年には 40GW を超えるまでになった (Wiser and Bolinger, 2010; AWEA, 2011)。連邦税のインセンティブ、州の再生可能エネルギーの利用割合基準、その他の再生可能エネルギーのインセンティブ、及び風力の経済性の向上がこの発展を牽引し、これらの大半がこの 10 年の終わりにかけて発生した (Menz and Vachon, 2006; Wiser et al., 2007; Adelaja et al., 2010)。

1999~2004 年の間、運用開始から 10 年間、風力施設の生産キロワット時に対し約 2 セントの控除を認める連邦の生産税控除 (PTC) を継続的に更新できなかったため、風力開発には好況と不況の波があった (Bird et al., 2005)。

図 11.6 では、1999 年、2001 年、及び 2003 年末時点で生産税控除の失効を許した影響を示している。設置が失効前にピークに達し、その後の年に落ち込んだことが分かる。

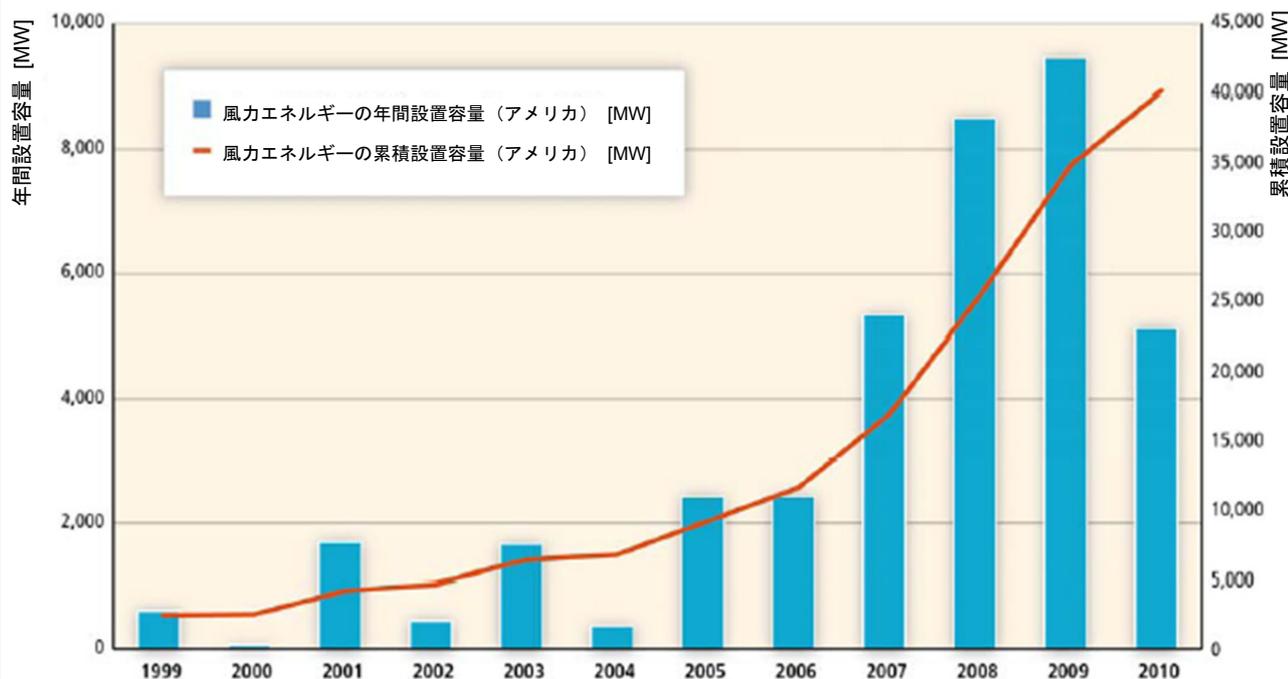


図 11.6: 1999~2010 年間のアメリカの風力エネルギーの年間設置容量及び累積設置容量 (Wiser and Bolinger, 2010; AWEA, 2011)

しかしながら、2005~2009 年の間、年間設置率は徐々に上昇した。連邦税控除が失効前に再承認され、より多くの州が再生可能エネルギーの利用割合基準に関する法律を採択し、多くの州が以前からあった再生可能エネルギーの利用割合基準の目標を強化したことを受けたものである。2010 年 6 月時点で、29 の州が再生可能エネルギーの利用割合基準を採択し、さらに 7 州が再生可能エネルギーに関して拘束力のない目標を設定した。多くの州が電力事業者に対し、2020 年までに自己の負荷対応に必要な電力の 20%以上を再生可能エネルギーから取得することを義務付けている。これらの州の再生可能エネルギーの利用割合基準政策では、2020 年までに新規の再生可能エネルギーを合計で 65GW 以上にすることを求めている (Wiser and Barbose, 2008)。

一部の州では、これらの政策を通じて再生可能エネルギーが急速に成長しており、テキサス州では、2015 年に再

生可能の設置容量 5GW を実現するという再生可能エネルギーの利用割合基準目標を 6 年前倒しで達成した (ERCOT, 2010)。しかしながら、社会政治的な背景及び立地の障壁のために、他の州では開発が妨げられている (Fischlein et al., 2010)。このことから、目標設定や財政上のインセンティブに加え、立地や送電といった障壁に取り組む必要性が実証されている。

拘束力があり長期的な再生可能エネルギーの州の義務を課す政策、連邦と州の財政上のインセンティブ、そして立地と金融の障壁に取り組む努力と組み合わせることで、総合的に、市場の確実性が高まり、規制リスクも低下する。これが、製造能力への投資に貢献している。企業も、輸送コストと為替リスクを低下させるために、現地製造を求めている (Wiser and Bolinger, 2009, 2010)。2004~2009 年の間、風力タービンとその構成部品のアメリカ国内の製造は 12 倍に増加し、2009 年時点で、16 のタービン製造者がアメリカ国内の工場を開設するか、工場立ち上げの計画を発表している。2004 年は、わずか 1 業者のみだった (AWEA, 2010)。

連邦政府は 2008 年から、燃料の経済回復を後押しする取り組みの一環として、再生可能エネルギーの支援を開始した。景気後退時は投資家が租税インセンティブを活用出来ないことに対応し、政府はプロジェクト開発事業者に対して、連邦税控除の代わりに現金の助成金を受け取るという短期的な選択肢を提供し、風力の税控除を 2012 年まで延長した。この政策は、風力開発の財政的な障壁に対する重要な返答となり、2009 年の記録的な数の新規風力設置に貢献した (Wiser and Bolinger, 2010)。しかしながら、2010 年には、設置はかなり鈍化した (AWEA, 2011)。これは、天然ガス価格の下落及び電力消費の低迷と、前年に供給開始となった風力が大量だったために、一部の州では再生可能エネルギーの利用割合基準の目標を一時的に上回った (Wiser and Bolinger, 2010) ことによる再生可能エネルギー需要の鈍化が響き、電力市場の卸売価格が下落した結果である。

全般的に、アメリカの風力産業の過去 10 年の経験は、安定的で一貫していて敏感な長期的政策を組み合わせることの重要性を示している。これらの政策では、投資家及び開発事業者の信頼感を形成するため、経済的障壁とその他の障壁に取り組む、再生可能の製造において堅実な市場及び安定的成長につなげる。州の再生可能エネルギーの利用割合基準の要件は、高い市場の確実性を生み出し、開発の場所に影響を与えている一方、連邦税のインセンティブは風力及びその他の再生可能技術のコスト効率改善につながっている。

再生可能エネルギーの入札または競売

クォータ制メカニズムまたは価格主導型のメカニズムに代わるものとして、競争入札制がある。たとえば、1990~1998 年の間にイギリスで実施された非化石燃料使用義務 (NFFO) などである (C. Mitchell, 1995, 2000)。非化石燃料使用義務に基づき、発電者は、特定の技術により電力の一定量を一定の価格で生産するため、入札を行う。政府は、所定の最大レベルまでで最低価格の入札を承認する。発電者は契約の権利を失うまで、承認されたプロジェクトを設置するのに 5 年与えられる。非化石燃料使用義務の契約では、(固定価格買取制度のようなものではなく) 発電者に一定の年数の固定価格を提示し、発電すべてを購入する契約を保証する。これは、ファイナンスの基盤となり得るだろう。非化石燃料使用義務に関する問題には、(固定価格買取制度とは異なり) 利用可能な資金が限定的なことによる激しい競争、契約不履行の際の罰則の欠如などがあり、結局のところ達成不可能な低価格での入札につながっていた。結果的に、非化石燃料使用義務は大幅な普及をもたらさなかった (C. Mitchell, 2000)。

大規模な陸上風力発電プラントを対象とした競売手続き、また後には風力タービンと洋上風力発電プラントを対象とした競売手続きは、2003 年以降の風力発電プラント設置増加を牽引する重要な 2 つの政策の 1 つとして、中国でも一般的になっている (もう 1 つの政策は、地域ごとに異なる価格の固定価格買取制度である。Yu et al. (2009); Liu and Kokko (2010); 及び Box 11.11 参照)。イギリスと同様に、陸上及び洋上双方の風力発電プラントの入札では、価格競争とそれによるプラント所有者の低利益性について懸念が生じている (Han et al., 2009; Yu et al., 2009; Liao et al., 2010)。しかしながら、プログラムの成果として風力発電プラントの多数が電力供給を開始し、競売も固定価格買取制度の価格設定に使用されている一定レベルの価格の透明性確保につながっている (Yu et al., 2009; Wang et al., 2010)。ごく最近では、いくらか類似した入札手続きが中国の太陽光発電及び集光型太陽熱 (CSP) の双方に関する太陽熱プラントにまで拡張されている。

教訓

最も効果的で効率的な量主導型メカニズムは、以下の要素の全てでは無いとしても、大半を含む。特に、リスクを最小化する要素がそうである (Sawin, 2004; van der Linden et al., 2005; Wiser et al., 2005)。

- 市場の大部分への適用 (クォータ制のみ)
- 適切な資源及び関係者などの明確に定義された適性ルール (クォータ制及び入札・競売に該当)
- 新たな能力に対し明確な焦点を当てたバランスのとれた需給状態。クォータ制は現時点での供給を上回るべきだが、合理的なコストで達成可能 (クォータ制のみ)
- 長期契約・特定購買義務と終了日。あるクォータ制とその次のクォータ制の間には時間の空白はない (ク

オータ制のみ)。

- ・ 規制違反に対する適切な罰則と適切な執行 (クォータ制と入札・競売に該当)
- ・ 最低 10 年間の長期目標 (クォータ制のみ)
- ・ 差別化支援を行う技術特有のグループ分け (バンディング) とカーブアウト (クォータ制と入札・競売に該当)
- ・ 適切なリターン及びファイナンスを可能にするための最低支払い金 (クォータ制と入札・競売に該当)

価格主導型の政策

価格主導型の政策は再生可能エネルギー電力の価格を設定し、市場が供給量を決定するよう導く (スペインの太陽光発電など、容量上限を伴う制度は除く)。これらは、固定価格買取制度 (FIT)、割り増し金支払い、標準提供契約 (standard offer contract)、最低価格支払い、再生可能エネルギー支払い、及び前払いの再生可能請求方式 (advanced renewable tariff) と呼ばれる (Couture and Gagnon, 2009; Couture et al., 2010)。価格主導型の手段は一般に、ネットワークへの接続及びアクセスを保証するが、それらは常に保証されるわけではない。その設計の詳細によって、投資家の確実性と支払い、公共料金納付者の支払い、普及の速度、及びシステムの透明性と複雑性に対して様々な影響を与える (Couture, 2009)。

固定価格買取制度の間には最も重要な差異があり、それは、電力市場価格とは別個に固定価格が設定される制度 (ドイツ (Box 11.6 参照) 及びギリシャなど) と、電力市場価格を上限に定額の割り増しを支払う制度 (デンマーク、オランダ、及びタイ (Box 11.7 参照)) との差異である。固定価格支払いを用いる方法は主に 4 つある。再生可能エネルギー発電の均等化原価、再生可能エネルギー発電の価値、発電原価と価値概念のいずれにも基づかない単純な固定価格のインセンティブ、そして競売に基づくメカニズムである (Couture et al., 2010)。

固定価格買取制度の固定価格は一般に、事前合意した価格でネットワークへの接続を確保し、全発電の購入も保証するが、一定の例外を設けることもある。これらの 3 つの要因 (電力価格に影響されない設定価格、ネットワーク接続、及び購入保証) は、発電者側からは、ほぼリスクのない契約につながる (Couture et al., 2010)。ヨーロッパの固定価格買取制度の政策は一般に、投資を行えるすべての人に資格を拡大している (Couture et al., 2010)。接続コストに関する規制は、発電に対する購入保証の有無と同様、様々な固定価格買取制度の枠組み間で異なる (たとえば、デンマーク、ドイツ、及びスペインでは、これらのコストは上限が設定されている)。

Box 11.6: ドイツの教訓: 単一の政策から包括的な手法へ

ドイツは 1970 年代以降、石油危機及び原発反対運動に動かされ、再生可能エネルギー技術の開発及び市場展開に大幅な資源を投入している (Jacobsson and Lauber, 2006)。公的な研究開発での取り組みの結果、1980 年代半ばまでに、コスト競争力は伴わなかったが、多くの技術で導入の準備が整った (IEA, 2004a)。しかし、1980 年代及びそれ以降のドイツでは、再生可能エネルギーは非常に冷淡な政治経済構造に直面した。1980 年代後半に、石油価格が低下し、電力容量が余剰になった結果、再生可能エネルギーは市場での競争が難しくなった。それと同時に電力供給システムでは、小規模で分散的な発電形態すべてを不経済でありシステムに異質なものとして反対する大規模な公共事業体が優勢だった (Jacobsson and Lauber, 2006)。

1989 年、政府は、ドイツの風力発電の最初の 100MW に対して補助金を設定した (€0.031/kWh, 0.053US ドル (2005 年) /kWh)。または、約 8.6/GJ, 14.7US ドル (2005 年) /GJ)。受益者は、共通の知識ベースを確立するため、性能を報告する義務を負った。1990 年、ドイツ初の固定価格買取制度が発効し、公共事業体は再生可能エネルギー発電プラントを系統連系し、発電を購入し、小売相場の一定のパーセンテージで電力を購入する義務を負った。風力エネルギー及び太陽熱エネルギーの場合、これは最終消費者に対する平均請求額の 90%に相当した (Lauber and Mez, 2004)。

固定価格買取制度は改定され、2000 年に再生可能エネルギー法 (Erneuerbare Energien Gesetz - EEG) の枠組みに拡大され、地熱発電プラント及び大規模なバイオマス発電プラントを追加するとともに、最低 20 年間、再生可能エネルギー発電者すべてに保証を行うコストベースのタリフ (エネルギーの売り渡し価格) が導入された (Lipp, 2007)。新規プラントの場合、報酬は所定の年間レートで減少する (Langniß et al., 2009)。系統運用者及び電力供給者は、再生可能エネルギー電力を購入する義務を負う (Langniß et al., 2009)。

再生可能エネルギー法は、2020 年までにドイツの発電の 30%を再生可能エネルギー由来にする目標を設定している (Büsgen and Dürrschmidt, 2009)。同法は 2 回修正され、技術開発の進展及び再生可能エネルギー統合の厳格な要件を反映している (Büsgen and Dürrschmidt, 2009)。

設置の増加、特により割高な太陽光発電の増加に伴い、再生可能エネルギー法のファイナンスを行う消費者の負担の増加が幅広く議論されるようになってきている。太陽光支援のみの追加コスト総額は、2000~2008 年の間、同法を

通じて助成され、推定で 350 億€ (2007 年) (416 億 US ドル (2005 年)) だった (Frondel et al., 2010)。2007 年、追加の年間コストは 43 億€ (2007 年) (51 億 2,000 万 US ドル (2005 年)) だった (Büsgen and Dürrschmidt, 2009)。便益には、二酸化炭素排出回避、化石燃料節減、雇用 (Lehr et al., 2008)、及びメリット・オーダー効果 (merit-order) (Sensfuß et al., 2008) などがある。

再生可能エネルギー電力の普及促進、研究開発のさらなる支援、公平な競争の場のレベル均等化のため、その他にも複数の政策が使用されている (Laird and Stefes, 2009)。連邦銀行は、有利な返済条件で低金利融資を提供し、資本へのアクセスを緩和している。ドイツの建築基準法の変更で、再生可能エネルギーにその他の発電技術と同一の法的地位を与え、地方自治体は、その土地開発計画において風力発電施設に可能性のある場所を割り当てることを義務付けられた (IEA, 2004b)。

この結果、ドイツでは再生可能エネルギー発電が急速に成長し、再生可能エネルギー電力の割合は、1991 年は 3.1% だったが、2002 年には 7.8% に、2009 年末には再び 2 倍以上の 16.9% になった (Wüstenhagen and Bilharz, 2006; BMU, 2009)。最も増加しているのは風力エネルギーだが、バイオエネルギー及び太陽光発電もこの政策の下で大幅に成長している (風力発電の電力量は、年間平均風力が下回ったことを受け、この期間の終わりに向かって減少しているが、設置容量は引き続き増加している点に注意を要する (BWE, 2011)。) (図 11.7 参照)。

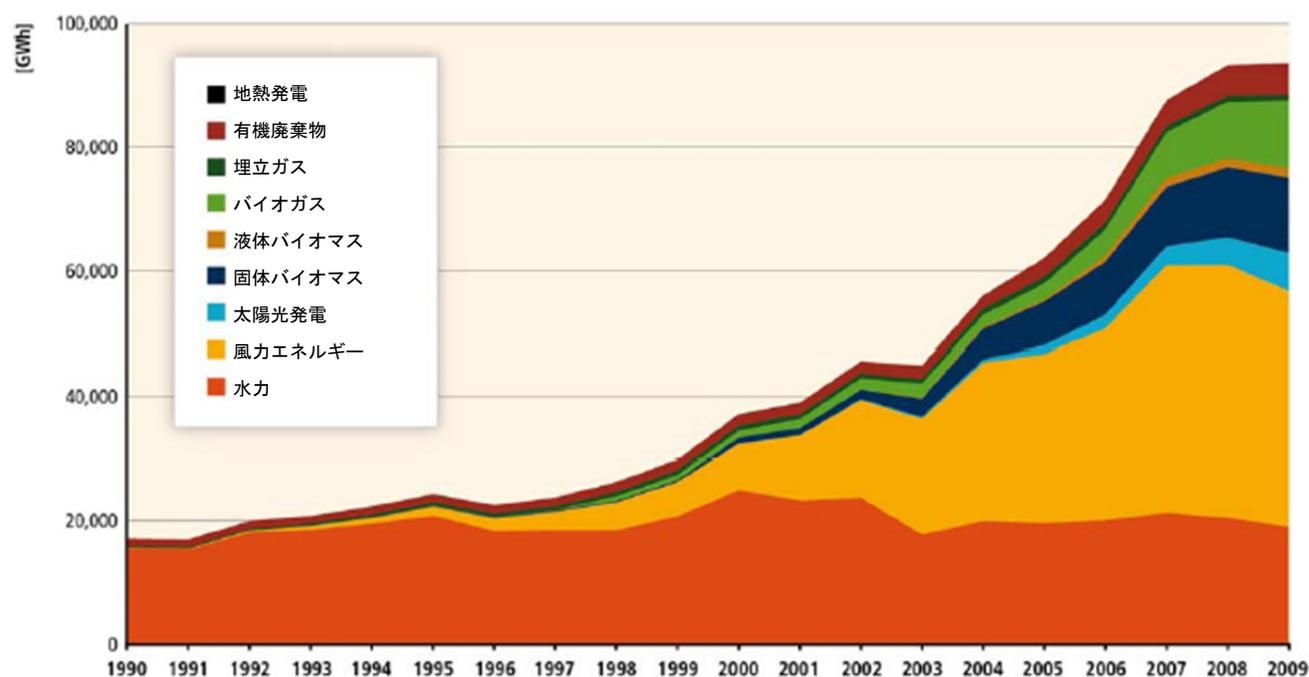


図 11.7: 1990~2009 年のドイツにおける再生可能エネルギー発電 (BMU, 2010)

2000 年以降、ドイツの再生可能エネルギー推進政策の重点は拡大され、熱及び輸送燃料市場も対象にされた。再生可能エネルギー熱システムに対する投資助成金及び軟化借款を授与するために導入された包括的な「市場加速プログラム」は 2009 年、新築の建物で再生可能エネルギー冷暖房を最低割合で導入する義務を補足した。再生可能エネルギー輸送燃料は当初、税免除を通じて推進されたが (Bomb et al., 2007)、現在は燃料供給者に対し、混合のクォータを通じて義務を課している。

再生可能エネルギー開発に対する政府の全般的な枠組みは、個々の部門及び経済全体で再生可能エネルギー使用に対する意欲的な目標を形成している。一次エネルギー供給全体における再生可能エネルギーの割合は着実に増加し、1990 年の 1.3% から 2009 年には 8.9% に達した⁶ (BMU, 2010; BWE, 2011)。

ドイツの例は、明確で一貫した合図を送り、技術的变化及び市場の変化に適応する意欲的な政策に支えられた場合、再生可能エネルギーがいかに急速に進歩可能かを示している。再生可能エネルギー普及政策は、単純なインセンティブでスタートし、再生可能エネルギーを開発して既存のエネルギーシステムに統合する長期的な性質に取り組む安定的で予測可能な政策及び枠組みに向けて、進化させることが出来る。しかしながら、近年のドイツの電力ネットワークが暗に示す再生可能エネルギーの割合上昇を (市場が) 消化することの限界が、再生可能エネルギー統合にとって依然として課題として残っている。また、ドイツのプログラムから推定されるコストも、懸念を生みつ

⁶ BMU の報告は一次エネルギー変換の物理量法に依存した統計に基づくデータである一方、本報告書は直接等価法を使用している点に、留意を要する。

つある。

割り増し金支払い制度は近年、一定の支持を得ている。この制度が主な支援形態である国もあれば、固定価格を提供する固定価格買取制度と並行で運営を行う国（スペイン及びチェコ共和国など）もある。割り増し金は、電力価格の発展へと繋げることが出来（下限または上限の設定など）、あるいは上乘せ価格の設定も可能である。前者の場合、確実性は高まり、過剰補償のリスクは低下する。これらのシステムは、発電者に安定的な追加のリターンを提供するが、固定価格を提供する固定価格買取制度に比べ、投資家にとっての確実性は劣る。発電者が電力価格のリスクに晒されるためである。これは結局のところ、より高いリスクプレミアム及びより高い資本コストを示唆する。割り増し金のメリットは、発電者が市場価格のシグナルに応じて発電を調整することを促す点である（de Jager et al., 2010）。

固定価格買取制度は、たとえば風力など、1つの技術に対してのみの場合、非常に単純で利用しやすいものもあれば、非常に複雑なものもある。たとえば、固定支払い金は、開発の状況や発電コストに従い、技術によって異なる可能性がある。固定価格買取制度は随時の調整に適し、支払いは、政策目標の達成または技術的進歩や市場の変化への対応の必要に応じて、増減可能である。固定価格買取制度のコストは、エネルギー税、炭素割当量の競売といった補完的な手段、もしくはよく取られる方法として電力消費者全体で負担するキロワット時ごとの追加課金（ドイツの大手電力消費者などの例外が設けられる場合あり）などで賄える（BMU, 2010）。

固定価格買取制度関連の支出を制限するため、また便益を最大化する箇所に支援を行うためには、「段階的」な料金を設定することが可能で、そうすることで支払い水準が利用可能な資源、場所、発電日時に結びつく（Mendonça, 2007; Couture and Gagnon, 2009; BMU, 2010; Couture et al., 2010）。大半の価格主導型政策では、定期的なタリフ逡減（新規の適格な再生可能エネルギープラントに適用されるタリフの削減）を行っている。

適正な価格を設定し、過剰支払い及び市場の過剰刺激を避けると同時に、より割高な再生可能エネルギー技術の大幅な設置を支援することから生じかねない高コストも避けることが重要である。結局のところ、一部の国（スペインなど）では、年間の支払額の上限を設けたり、支払いに適格となり得る容量を制限したりしている。上限設定のマイナス面は、投資の安定性を低下させ、市場の反応がしばしば鈍くなる点である。このため、一部の国（ドイツの太陽光発電など）では、「成長回廊」を設け、タリフを継続的に自動調整している（BMU, 2010）。上述の回廊を超える市場成長を達成すると、段階的なタリフは逡減する。成長が望ましいレベルを下回る場合、タリフの低減率は減少する。調整頻度が頻繁で（年間ではなく四半期ごとなど）オーバーシュート時の低減率が大きいほど、支援コストの制御は大きくなるが、投資家に対する安定性は低下する。この選択肢は、上限設定に比べて投資安定性の程度は高く保つが、支援の支出増加を制限する点では有効性は劣るだろう（de Jager et al., 2010）。

固定価格を提供する固定価格買取制度のメリットは、固定支払いを受け取れる確実性が長期的に保証される点であり、これが投資リスクを低下させる。ネットワーク接続及び優先アクセスの保証により、さらに投資家のリスクは軽減される。投資家は、自己が発電した電力に対し市場を保証されるためである。割り増し金支払いのメリットは、再生可能エネルギー発電者の電力市場に対する参画度が大きくなる点、燃料コストの発生する場合、市場のニーズのピーク時に発電インセンティブを受け取れる点である。

制度を発効した国すべてで成功しているわけではないが、いくつかの国では、価格主導型の政策は、再生可能エネルギー容量の急速な成長及び強力な国内産業につながっている。もっとも顕著な例は、ドイツ（Box 11.6 参照）及びスペイン（Box 11.8）であるが、最近では中国やその他の国も同様である。また、ヨーロッパ全体、世界にも急速に普及している（REN21, 2006, 2009b; Mendonça, 2007; Rickerson et al., 2007; Girardet and Mendonca, 2009）（Box 11.7, 11.11 及び 11.12 参照）。

固定価格買取制度政策の成功はその内容次第である。最も効果的かつ効率的な政策は、以下の要素の大部分またはすべてを含んでいる（Sawin, 2004; Mendonça, 2007; Klein et al., 2008a; Couture, 2009）。

- ・ ユーティリティへの購入義務
- ・ 優先アクセスと優先給電
- ・ 発電コストをベースに、技術タイプやプロジェクトの規模によって区分された、綿密に算出した開始値を持つタリフ
- ・ 法に付記されている追加調整を伴う、長期の定期的な設計の評価と、短期の支払基準の調整。これは技術や市場の変化を反映させ、イノベーションや技術の変更を促し、コストを制御するためのものである。
- ・ ユーティリティを含む、ポテンシャルのある全ての発電機に関するタリフ
- ・ 適正利率を確保するための十分な期間にわたって保証されるタリフ
- ・ コストのレートベースへの統合と国や地域全体での均等な分配
- ・ 明確な接続標準と、送配電コストを割り振る手順
- ・ 合理化された管理と申請プロセス

- ・ 適用除外が好ましいグループへの注意。たとえば競争の観点からの大口利用者、または低収入その他社会的に弱い立場の顧客など。

Box 11.7: タイの教訓: 再生可能エネルギー政策の漸増

分散型の系統連帯型再生可能エネルギーがタイの電力供給に対して果たす貢献は、大幅に急拡大している。2010年3月時点で、民間部門の再生可能エネルギー1,364MWが稼働中で、さらに電力販売契約(PPA)締結された4,104MWが準備中だった。この容量のうち、大半がバイオマスであり、1,292MW(稼働中)及び2,119MW(電力販売契約のみ)だった。太陽熱電力は第二位だが、急速に追い上げており、78MWが稼働中で、さらに1,759MWの電力販売契約が締結されている(EPPO, 2010b,c)。力強い市場の成長は、豊富な農業残渣、包括的な政策群(合理化された系統連系のアクセス、割り増し金支払い制度をベースにした固定価格買取制度、税控除、及び低コストのファイナンスなど)が背景として挙げられる(Amranand, 2009; Fox, 2010)。

1992年、消費者所有の再生可能エネルギーの系統連系を認める政策が、小規模発電事業者(SSP)プログラムとともに導入された。ここでは、最大で90MWの発電者を対象にした標準的な配線及び電力販売契約が、盛り込まれている(Greacen and Greacen, 2004)。2007年までに、同プログラムは53の再生可能エネルギー事業者(大半はバガスのコジェネレーション)で飽和状態になり、定格容量(nameplate capacity)は合計で967MWになる(EPPO, 2007b)。

2002年、タイは、アメリカのネットメーターをモデルに極小規模発電事業者(VSPP)法制を採択し、最大1MWの発電事業者のユーティリティ配線の要件をさらに合理化した(Greacen et al., 2003)。この政策とその他の政策が、サトウキビ及びコメの統合バイオリファイナリーの開発促進を助け、食料、エタノール、熱、及び電力の同時生産が可能になり、肥料価値もいくらか回復した。2008年までに、送電網に売却された発電の場合、42のプロジェクトが様々なバイオマス残渣を用いたバイオマスの極小規模発電事業者によるもので、31のプロジェクトがバガスやもみ殻などのバイオマス系の小規模発電事業者によるものだった。これらのプロジェクトの発電容量合計は、1,689MWだった。このうち約半分が系統向けの電力を発電した(Amranand, 2009; Jenvanitpanjakul and Bhandhubanyong, 2009)。

2006年、タイ政府は固定価格買取制度で割り増し金支払いを始めた。ユーティリティ回避コストの上限で上乗せ価格を支払うもので、額は技術の種類及び発電事業者の規模によって異なり、7~10年の支払い期間が保証される。キロワット時あたりの追加補助金が遠隔地域の(ミニグリッドシステムの)ディーゼル使用を相殺するプロジェクトに支給され、公共事業体は極小規模発電事業者に対応するインセンティブをさらに受け取り、追加コストは消費者に転嫁される。しかしながら、小規模な消費者(150kWh/月未満または540MJ/月未満)に対しては、支払額が限界費用以下になり固定価格買取制度の影響を受けないように、電力の補助金が支給される(Amranand, 2008)。2010年、固定価格買取制度に関連する追加負担は、0.001USドル(2005年)⁷/kWhまたは約2.78USドル/GJだった(ERC, 2010)。タイ政府は、固定価格買取制度の上乗せ価格は2022年までにほぼ倍増すると推測している。この上乗せ価格に対応し、再生可能エネルギーの稼働中の容量は急増、2007年2月の992MWから、2010年3月までに1,364MWになった(EPPO, 2007a, 2010c)。

政府が固定価格買取制度の割り増し金支払いの採用を決定した動機は、輸入石油燃料への依存度増大に対する懸念、新規の石炭プラント及び天然ガスプラントの設置の困難さ、温室効果ガス排出削減への関心、タイの再生可能エネルギー産業からの後押し、2011年までの再生可能エネルギーの国家目標8%だった(Prommin Lertsuriyadej, 2003; Thai Ministry of Energy, 2003; Amranand, 2008)。再生可能エネルギーに対するその他の重要なインセンティブには、8年間の法人税免除期間、輸入関税の減免、技術支援、及び低金利融資と政府のエクイティ出資などがある(Yoohoon, 2009)。

さらに、政府は顕在化した課題に取り組むべく、努力している。たとえば、電力購入契約を開発事業者に売却する目的のみで契約を申請する企業に対処して、100kWを超えるプロジェクトを対象に返済可能な入札保証金を義務化し、プロジェクトは補助金を受領する委託の予定日から1年以内に発電を行わなければならない(Tongsopit, 2010)。再生可能エネルギー及び個々の小規模な発電者の変動性については、従来のプランニング方法で対応は難しい(Greacen, 2007)。これは、電力開発計画の2010年の改訂で確認され、部分的に取り組まれている(EPPO, 2010a)。

タイの経験から、十分に設計され効果的に実施された政策は、発展途上国の再生可能エネルギーの大幅普及につながる実証されている。固定価格買取制度の上乗せ価格は、再生可能エネルギー容量の増加及び再生可能エネルギー源多様化の推進を図る手段である。タイの公共事業体にとって、極小規模発電事業者の発電を購入する明確な財政上のインセンティブは、送電に伴って生ずる可能性のある配線、系統運用、及び課金の課題への対応に消極

⁷ 2010年のデータがまだ入手できなかったため、2010年の金額は、2009~2005年を対象にUSドル(2005年)に収縮されている。このため、この数字はあくまで概算である。

的な姿勢を克服することに役立つことである。配線の政策に始まり、固定価格買取制度の適用に至る一連の規制は、公共事業体が再生可能エネルギー送電に対応するプログラムを強化するなか、これらの事業体が「実践で学べる」ようになっている。

量主導型政策及び価格主導型政策の評価

本節では、クォータ制及び固定価格買取制度に重点を置きつつ、量主導型政策及び価格主導型政策の評価を行う文献を検討する。世界の100を超える国、州、及び県、さらに各国の一部の地方自治体でさえ、これらのメカニズムの片方または両方に経験を有する (REN21, 2010)。数年間、特にヨーロッパ、またヨーロッパには及ばないがアメリカでも、クォータ制と固定価格買取制度の効率性及び有効性を比較した議論が行われている (Rickerson et al., 2007; Commission of the European Communities, 2008; Cory et al., 2009)。この結果、これらの政策オプションを評価した文献が豊富に存在する。その大半は、有効性及び効率性に重点を置いて分析を行っている。

有効性

上記の定義のとおり、有効性は、意図された政策目標の達成度であり、再生可能エネルギー発電の量または割合や、設置容量の技術的多様性や地理的多様性の程度も含まれる可能性がある。

アメリカの多くの州では、自州の再生可能エネルギーの利用割合基準の目標を達成できているが、過剰に強引な目標設定、不十分な施行や長期契約の欠如が響き、目標を未達成の州もある (van der Linden et al., 2005; Wisser et al., 2007)。Ragwitz et al. (2009) 及び Resch et al. (2009) は、ヨーロッパの政策を検討した結果、固定価格買取制度を導入した国は一般に、一般的な中程度の支援レベルより有効性が高かった。フランスは例外で、急速な風力開発が管理上の障壁に妨げられていたことが分かった。

IEA は、ドイツ、スペイン、及びデンマークといった国々の秘訣は、投資の高い安全性だけでなく、管理上の障壁と規制上の障壁が低いことにあるとしている (IEA, 2008c)。IPCC 第4次評価報告書 (AR4) は、量主導型のメカニズムと固定価格買取制度を比較し、「理論上、この差異は存在しないはずである。固定価格買取制度と同一レベルに設定された競売価格は、理論的には、設置中容量と同等に上昇するはずであるからだ。この相違は、現在の固定価格買取制度の高い確実性及び価格保証のより強いインセンティブ効果によって説明可能である」と指摘している (Sims et al., 2007)。同様に、Stern (2007) は、「固定価格メカニズムは、低コストで [再生可能エネルギーの] 大規模な普及を実現する。この核は、[固定価格買取制度に伴う] 長期的な価格保証行われる点にある。... (中略) ...不確実性は、投資への意欲を損ない、資本コストの増大を招く。不確実な収益に関連するリスクはより大きな収益を要するためである」との結論を出している。Bürer and Wüstenhagen (2009) では、固定価格買取制度が効果的にリスクを軽減することから、ベンチャー・キャピタル及びプライベートエクイティの投資家は、再生可能エネルギー技術への投資を刺激するには、この制度が最も効果的な政策と認識していることが示された (Bürer and Wüstenhagen, 2009)。

技術の多様化に関しては、量主導型メカニズムは再生可能エネルギーの選択肢間での差別化または他のインセンティブとの併用がなされるのであれば、これに対応可能である (de Jager et al., 2010) が、量主導型システムは、最も成熟した、最低コストの技術に役立つことが分かっている (Espey, 2001; Sawin, 2004; Jacobsson et al., 2009)。スウェーデン (Box 11.4 で示すとおり)、イギリスとフランドルでは、グリーン電力証書システムが主にバイオマス発電と一部の風力発電を促進しているが、その他の再生可能エネルギーの進展にはほぼ役に立っていない (Jacobsson et al., 2009)。アメリカでは、1998～2007年の間、再生可能エネルギーの利用割合基準に関する州法に基づく非水力の追加のうち、93%が風力、4%がバイオマス、わずか2%が太陽熱、1%が地熱によるものだった (Wisser and Barbose, 2008)。これを受け、多数の州が様々な形態のセットアサイドを設け、多様化を推進している (DSIRE, 2011)。固定価格買取制度は、技術的多様化 (Huber et al., 2004) 及び地理的多様化 (Sawin, 2004) の双方を推進し、様々な規模のプロジェクト推進により適切であることが分かっている (Mitchell and Connor, 2004; van Alphen et al., 2008)。

効率性

11.5 節の前段で示したとおり、静態的効率性は、費用対効果として、または発電コストに関連して受け取った支援全体の比較として測定可能である。動態的効率性は、政策で誘起される将来の技術開発を説明する。

多数の研究では、固定価格買取制度は、代替的なメカニズム (クォータ制など) に比べより効率的に低コストで様々な技術からの新規の供給を絶えず産出していると結論付けているが、制度発効したすべての国で成功しているわけではない (Ragwitz et al., 2005; Stern, 2007; de Jager and Rathmann, 2008)。

ヨーロッパのクォータ制に関する最近の研究 (Resch et al., 2009; de Jager et al., 2010) によると、イタリア、イギリス、ポーランド、及びベルギーでは、投資リスクの高さと低成長率のために事業者の利益が高くなっていて、その

他の研究でも同様の結論に達している (D. Fouquet et al., 2005; New Energy Finance Limited, 2007; Jacobsson et al., 2009; Verbruggen and Lauber, 2009)。こうした利益は主に、現在の関係者及び比較的成熟した低コストの技術にメリットがあり、消費者にはコスト高になる可能性がある (Jacobsson et al., 2009)。クォータ制を導入しているヨーロッパ諸国の例外はスウェーデンで、再生可能エネルギーの成長率は高いが、事業者の利益は比較的低い。これは、クォータ制が最低コストの再生可能エネルギーを支援する傾向があること、スウェーデンはバイオマスが豊富なことが理由だった (Box 11.4 参照)。

クォータ制に基づく高いリスクには、価格リスク (電力価格及び証書価格の変動)、量のリスク (購入保証なし)、及びバランシングのリスクがある。これらのリスクは3つとも、資本コストを増加させる (C. Mitchell et al., 2006)。クォータ制及び入札制度は理論的には市場の力を最適活用するものの、政府の入札制度は特に、安定的な投資条件につながらない鈍鈍とした性質を有することが多い。民間の投資関連のリスクに加え、低落札のプロジェクトは実施されない場合があるというリスクもある (European Commission, 2005)。

しかしながら、アメリカの経験は、再生可能エネルギー証書が十分設計された政策に基づき提供され、(価格変動がなくなるのであれば) 価格変動の影響を無音化しリスクを軽減する長期的な契約を伴う場合、クォータ制の効果と効率は高い可能性があり、合理的なコストで、事業者の利益も低い状態で順守レベルも達成可能であることを実証している (Lauber, 2004; van der Linden et al., 2005; Agnolucci, 2007; Rickerson et al., 2007; Toke, 2007; Wisser et al., 2007)。その他の人達も、より困難な目標及びより良い施行で、グリーン証書取引制度の結果を改善でき (Mitchell and Connor, 2004; C. Mitchell et al., 2006; Fouquet and Johansson, 2008)、多くの州及び国のクォータ制は依然として設立から日が浅いため、過渡期にあると結論付けている (Wisser et al., 2007; Commission of the European Communities, 2008)。

スペインは普及という意味では非常に成功しているものの、最近の経験からは、固定価格買取制度にさえ不確実性をもたらし、予測不可能な政策調整が頻繁に行われることに伴い、ユニット当たりのコストも一時的に高くなる可能性がある (Box 11.8 参照)。これらは太陽熱産業に短期的に大きな影響を与える一方、すべての固定価格買取制度の政治的リスクを増大させている (CITI, 2010) ことが実証されている。

アメリカでは、クォータ制に関連して電力コストに大きな影響が生じているという証拠はほぼないが、コストの影響は州によって様々であり、再生可能エネルギー証書の価格変動が大幅になる可能性もあることから、開発が妨げられている (Wisser et al., 2007)。Toke (2007) は、アメリカの各州 (テキサスなど) の再生可能エネルギーの利用割合の成功とそれらのコスト効率良く目標を達成する能力は連邦の生産税控除に依るところが大きいとしている (Toke, 2007) (Box 11.5 参照)。

Box 11.8: スペインの教訓: 太陽光発電開発に関する政策の課題

民間の投資を誘引するため、予測可能で透明な枠組みを提供しようと、スペイン政府は 1998 年に固定価格買取制度を発効させ、2000~2010 年における再生可能エネルギー推進計画 (Plan to Promote Renewable Energies 2000-2010) で設置容量に関する 2010 年の指標目標を公表した (MIyE, 1998; IDAE, 2009)。

市場が成熟していなかったことから、スペインは太陽熱資源に恵まれているにもかかわらず、固定価格買取制度は当初、太陽光発電部門を開発するには十分でなかった。2001 年には、投資助成金及び低金利融資の組み合わせが設定された。これらは 2005 年まで実施され、この期間中の太陽光発電に対する直接の助成金は、総額で 6,460 万 US ドル (2005 年) になった (IDAE, 2009)。

固定価格買取制度は 2004 年 4 月に改正され (Ministerio de Economía, 2004)、2007 年 5 月にも再度改正が行われた (MITyC, 2007)。太陽光発電のタリフが上昇したことに加え、2 度の改定で、高額なタリフを受け取れるプロジェクトの最大容量が増加し (2007 年 5 月より、最大 100kW から 10MW に)、25 年の固定価格契約を受領するプロジェクトの資格も最大 50MW に増加した。大規模なプロジェクトの規模の経済と関連したコスト便益は、2007 年の政策変更と相まって、10MW の複数の新規地表設置プロジェクト開発を促した。新規の設置容量は、2005 年には 21MW、2006 年には 107MW、2007 年には 555MW に増加した (IDAE, 2008)。

2007 年 9 月には、スペインの再生可能エネルギー目標の達成率は 85%になり、政府が新たな目標及びタリフを公表し、開発事業者が既存の体制の下でプロジェクトを完了させるまで期限が一年であると警鐘を鳴らした。この期間は、比較的リードタイムが長く、既に開発中の再生可能エネルギー・プロジェクトの大半には、良かった。しかし、太陽光発電プロジェクトは非常に早く開発可能である。この一年という通告のために、既存制度の失効前に太陽光発電システムを設置しようと、駆け込み現象が起きた。この結果、2008 年には太陽光発電で 2,575MW が追加され、過去最高の記録を超すとともに、スペインはこの年、太陽光発電設置で世界最大となった (IDAE, 2009; MITyC, 2009)。

スペインでは2010年の目標を超えたことから、2008年9月、政府は将来の設置を対象にした新たな経済的体制を設立した(MITyC, 2008)。このとき初めて、建材一体型太陽光発電(BIPV)に対して別立てのタリフが採用された。加えて、新規容量にも年間の上限が設定され、地表設置(最大10MW)、屋上(20kW以下。及び20kW~2MW)の太陽光発電に対して個別の上限が定められた。この上限は、前年の設置によって自動調整され、地表設置のプロジェクトのタリフは時の経過とともに減少し続けている。この新たな体制の目的は、長期的な予測可能性の提供、固定価格買取制度のコスト管理の改善、統制市場により適した利益保証、投資コスト低下推進、競争の増加、建材一体型太陽光発電を通じた送電の推進である。政策の変更で、分散型屋根設置プロジェクトは大幅に増加した(IDAE, 2010)。

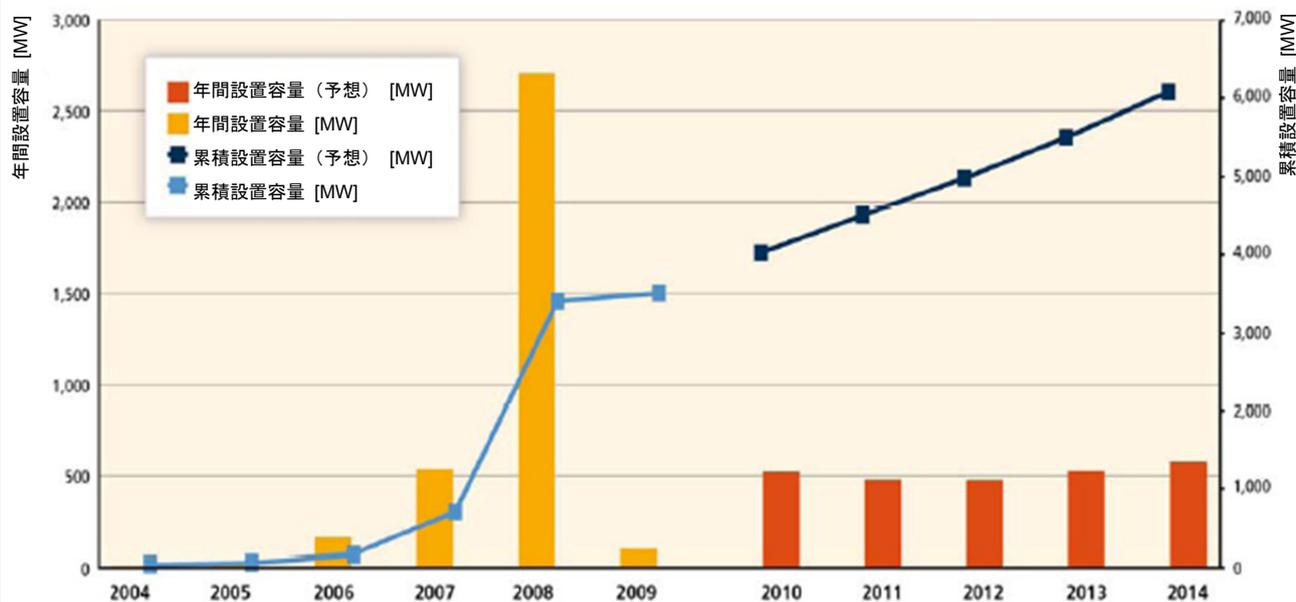


図 11.8: スペインの太陽光発電の年間設置及び累積容量。実数(2004~2009年)及び予測(2010~2014年)を示す(IDAE, 2010)

同時に、2008年後半に適用予定の新たな枠組みの設計に関する不確実性、地表設置システムの上限設定による市場規模の縮小、そして新たな管理手続きの経験不足から、新規の設置容量は大幅に減少した(MITyC, 2008)(図 11.8 参照)。

スペインの実例は、経験から得られる教訓の重要性、頻繁な規制の変更を行わずに済む、将来を見据えた政策の柔軟性を確立する重要性を強調している。全般的に、スペインの経験から得られる教訓は、次のようなものがある。再生可能エネルギー技術を促進するため、特に市場が未成熟な場合は、支援体制の組み合わせが重要である可能性がある。また、安定的で予測可能な政策としての意欲的な長期目標は、非常に重要である。そして、時の経過に伴う技術開発の内部化を減少させ、各新規プロジェクトのリターン率の内部レートを合理的に一貫させる過渡期のインセンティブが、技術的イノベーションを発展させ、コスト総額を抑制する可能性がある。

競争力に関しては、別の効率性の要素として、2008年の分析では、ドイツの固定価格買取制度の下では、イギリスのクォータ制に比べて、風力タービンの事業者及び建設者間で市場の競争(競争者数)が激しかったことが分かっている(Butler and Neuhoff, 2008)。割り増し金の選択肢がほぼ現在の発電事業者を誘引しているスペインの事例を除き、固定価格買取制度は、市場に新規参入をもたらすという点では、より成功している(Verbruggen and Lauber, 2009)。固定価格買取制度は、投資家間ではなく製造者間での競争を促す(Held et al., 2007)。また多数の企業参入による競争につながる国内の製造業の開発を推進することが分かっている(Sawin, 2004)。固定価格買取制度は、電力価格から機器の価格への競争に移行し、一部のアナリストは、資本集約的な再生可能エネルギー技術にはより適切な競合であると論じている(Wagner, 1999; Hvelplund, 2001)。

Verbruggen and Lauber (2009)によると、十分に設計された固定価格買取制度は、様々な再生可能エネルギー技術の長期的な限界費用を低下させる動的なインセンティブを提供する。固定価格買取制度に応じて投資資金が投資家に割り当てられること、より効率の良い事業者がコストを下げることによって高い賃料を受け取ること、固定価格買取制度の支払い率は過剰な賃料を回避するために定期的に調整されていることが、その理由である。

衡平性

再生可能エネルギー政策が貧困層の消費者に与える分配の影響に関する懸念は(11.5.7.2 節参照)、固定価格買取制度で再生可能エネルギーの容量が大幅に増加した国々で、特に太陽光発電などの比較的高コストな技術で、最も頻繁に高まっている。これは、電力のコスト全体が増大する結果になるためであり、再生可能エネルギー政策の総コスト増加に伴い、より大きな問題と化している(Frondel et al., 2010)。しかし、こうした影響に取り組む方法は存在する。たとえばタイでは、小規模な電力消費者は助成金付きの電力を使用し、割り増し金支払いを提供する国家的な固定価格買取制度の影響を受けない(Box 11.7 参照)。

同様に、クォータ制の電力料金体系の影響に関する懸念も、特に再生可能エネルギーの利用割合基準要件を導入したアメリカの州の敏感な産業消費者の間で高まっている。再生可能エネルギーの利用割合基準要件が一般に、平均的な小売電力料金に対しては穏やかな影響力を持つと予測されているにもかかわらずである。結果として、いくつかの州の再生可能エネルギーの利用割合基準プログラムでは、特定の産業に与える負荷を特に免除するか、これらの消費者に課される可能性のある追加コストに下限を設けている(van der Linden et al., 2005)。たとえば、アメリカ及びスウェーデンにおけるそのような免除は、公平性の懸念の原因になりかねないが、一般にはクォータ制が受け入れられるために必要とされている(van der Linden et al., 2005)。

エクイティ関連の別の懸念は、参入に関してである。たとえば、アメリカでは、公営事業者は再生可能エネルギーの利用割合基準要件の適用除外になることがあり、他の事業者の間で公平性の懸念が持ち上がっている(van der Linden et al., 2005)。同時に、企業がクォータ制から得たものを詳細に分析した結果、新規の市場から継続的に恩恵を受けているのは主に現在の関係者であることが示唆されている(Girardet and Mendonça, 2009; Jacobsson et al., 2009; Verbruggen and Lauber, 2009)。再生可能エネルギー証書システムの取引及び管理コストは、固定価格買取制度を伴うものに比べ高く、小規模な新規参入者の参加を難しくして、そのため参加は限定的となっている(C. Mitchell et al., 2006)。

対照的に、固定価格買取制度は参入の容易さ、現地所有権、及び再生可能エネルギーシステムの統制を好む傾向があることから(Sawin, 2004; Lipp, 2007; Farrell, 2009)、再生可能エネルギーのより幅広い公的支援につながる可能性がある(Damborg and Krohn, 1998; Sawin, 2001, 2004; Hvelplund, 2006; Mendonça et al., 2009)。こうした参入の容易さは、再生可能エネルギー・プロジェクトの開発に資本を流入させる強力な手段にもなっている(Couture et al., 2010)。Mendonça et al. (2009) では、再生可能エネルギーの安定的で持続可能な成長には、再生可能エネルギーの様々な所有構造及び幅広い支援を確実に実行する政策が必要とされるとし、再生可能エネルギー技術が規模及び数の双方で継続的に成長するのに伴い、地域の受容の重要性が高まるだろうと提示している(Mendonça et al., 2009)。これは、ニュージーランドやその他の研究でも支持されている(Barry and Chapman, 2009)。

制度上の実現可能性

固定価格買取制度は一般に、クォータ制の政策に比べ管理コストが低く(Haas et al., 2011)、実施し易いと考えられている(van der Linden et al., 2005)、特に(近年の太陽光発電のように)非常に動的なコストの開発がある場合、タリフの設定が難しくなる可能性がある。クォータ制は、取引可能な証書で運用される場合は特に、罰則の価格及び量の双方を設定する必要があるため、複雑化するように思われる。取引コストも一般に、こうしたクォータ制のほうが高い。取引可能な証書を伴うクォータ制に基づく取引のプラットフォームが必要になることから複雑性は生じ、入札スキームには、入札プロセスに対処する管理能力を必要とする(Sawin, 2004; de Jager et al., 2010)。

市場の互換性に関しては、政策は非常に異なっている。固定の支払いまたはタリフを提供する固定価格買取制度では、単一の購入者が発電された全量を電力市場に売却する。その他のすべてのシステム(固定価格買取制度に基づく割り増し金支払いも含む)では、発電者が電力市場に売却しなければならない。電力の市場価格は、固定支払いの固定価格買取制度では発電者の報酬に影響を与えないため、市場の需要に沿って発電したり価格シグナルに対して対応したりするインセンティブが、一般に全くない(de Jager et al., 2010)。

要するに、欧州委員会向けに実施されたものを含む、多くの過去の研究は、適切に設計され適切に実施された固定価格買取制度が、再生可能エネルギー電力を促進するのに最も効率的(受け取るトータル・サポートと発電コストの比較で定義)かつ効果的(消費される再生可能エネルギー電力の割合を増加させる能力)な支援政策であると結論付けている(Ragwitz et al., 2005; de Jager et al., 2010; Sawin, 2004; European Commission, 2005; Stern, 2007; Mendonça, 2007; Ernst & Young, 2008; Klein et al., 2008b; Couture and Gagnon, 2009; Held et al., 2010; Ragwitz et al., 2011)。固定価格買取制度でも、非常に有効なものもあれば、そうでないものもある点、クォータ制は有効かつ効率的であるが、そうでないものも一部あることに留意することが重要である(Sawin, 2004)。政策の設計及び導入は、これらの政策オプションが多様な基準に対してどの程度達するのかを決めるのに重要な役割を果たし、政府は引き続き詳細を調整することで、どうやってこれらの政策オプションが変化するニーズに対応し得るかを学んでいく。

アクセスの手段

ネットメーター

ネットメーターまたは売電システムでは、指定した売電期間の別の時間に、小規模生産者が送電網に対し、顧客の超過負荷がその余剰発電で相殺される場合に限り、彼らの全需要量を超えて発電した再生可能エネルギー電力のすべてを小売価格にてリアルタイムで「売却」出来るようにしている。本質的に、消費者にとっては発電が需要を超えた際に電力メーターを逆回転させることで、売電期間に（異時点点の移動を通じて）自家発電で消費を相殺するための手段である。一般に、消費者は、逆方向に回転する2つの一方向メーターか、双方向に回転可能な1つの双方向メーターのいずれかを所有し、ネットメーターの消費者が売電期間全体で系統から引いた電力の正味量のみを支払う（Klein et al., 2008a）。特定の期間（一般に一月または一年）の正味の出力が、仮に小売価格を下回るものがあつたとしても一般に補償される（DSIRE, 2011）。

ネットメーターは、アメリカの政策として最もよく使用され、大半の州で発効しているが（DSIRE, 2011）、そのメカニズムはヨーロッパや世界中の他の地域でも使用されている（Klein et al., 2008b; REN21, 2010）。

ネットメーターは、顧客に小規模の分散型電源に対する投資を促し、系統に電力を流れ込ませる動機を与えるための管理しやすい手段と考えられており、また、需要がピークとなる時間帯に再生可能エネルギー電力が生産される場合、ロードファクターを改善することで提供者に利益をもたらす（US DOE, 2008a）。一部の国（イタリアなど）では、系統の負荷を軽減し、支援の支出を制限する目的で導入されている（Ragwitz et al., 2010）。Rose et al. (2008)によると、制度が最も高い成果を出すのは、ネットメーターの法律が制度の規模または全体の容量を制限せず、余剰電力にクレジットを設定し（つまり特定月に発電が使用に比べ多い場合、余剰電力の課金は翌月に繰り越せる）、消費者が自己の再生可能エネルギーのクレジットを維持可能で、再生可能の全技術及び全消費者の等級の参加が許可されていて、消費者が不要な官僚的形式主義から保護されている場合である（Rose et al., 2008）。これに加えて、ネットメーターの政策は、市場の拡大及び変化に伴い進化する点も重要である（IREC, 2010）。

しかしながら、Klein et al. (2010)によれば、少なくともアメリカでは、太陽光発電のような競争力の低い技術の著しい成長を促す刺激としては、発電コストが小売価格よりも高額となるため、ほとんどの場合で不十分であることが分かっている（Klein et al., 2010）。代わりに、アメリカでは、連邦の租税政策、州のリバートとパフォーマンス・インセンティブ、州の再生可能エネルギーの利用割合基準プログラム、及びネットメーターを組み合わせることで、分散型太陽光発電が推進されている（Sherwood, 2010）。アメリカの小規模な風力システムで見られた影響に基づき、Forsyth et al. (2002)は、ネットメーターのみでは、消費者が再生可能エネルギーシステムへ投資するための最低限のインセンティブしか提供しないと見た。これは特に、住民がゾーニングや配線という扱いにくい課題に対処しなければならない場合に該当する。しかしながら、公的教育やその他の財政上のインセンティブと組み合わせれば、ネットメーターは更なる参加を促すだろう（Forsyth et al., 2002）。

ネットワークへの優先アクセスと優先給電

EUでは、再生可能エネルギー源による発電の推進に関するEU指令2001/77/ECで、EU加盟国に対して、確実に送配電システムの事業者が「再生可能エネルギー発電の系統のアクセスを保証する」ようにしなければならないとしている（European Parliament and of the Council, 2009）。これは、ネットワーク及び導管（系統への出力）の双方の接続を指している。EU指令の結果、一部のヨーロッパ諸国、特に固定価格買取制度を導入している国々は、ネットワークへのアクセスを保証する接続規制を導入した。これらの国の「優先的な」発生した電力へのアクセスとは、再生可能エネルギー・プロジェクトの発電がネットワークへの優先的アクセスを与えられ、またその全量が系統に取り込まれるという意味である。

しかしながら、電力統合の見地からは、優先アクセスは給電とは異なる。発生した電力は、ネットワークにアクセス可能であっても、必ずしも給電されるという意味ではない。また、再生可能エネルギー発電者が給電された、もしくは給電されなかった発生電力に対して報酬を受け取るかは、実施中の政策、ネットワーク、市場のルールによる。スペインの固定価格買取制度は、供給の安全性及び質が保証される制約の場合には、優先給電を認めている。優先アクセス及び給電は、11.6.5節でより詳細に検討する（8.2.1節も参照）。

11.5.5 普及のための政策 - 冷暖房

2008年において、伝統的バイオマス、近代的バイオマス、太陽熱、及び地熱は、合わせて世界の暖房需要の内27%に対する供給を担っていたが（伝統的バイオマスが大部分を占める）（IEA, 2010d）、再生可能エネルギーを利用した冷房技術による供給が世界の冷房需要に占める割合は、それより遥かに小さかった。現代の再生可能エネルギーが総需要に占める割合を増加させるためには、政策による支援によって再生可能エネルギー冷暖房（RE H/C）の障壁（たとえばシステム購入に対する初期資本の障壁など）を乗り越えることが必要である。

再生可能エネルギーを利用した冷暖房への支援を行うに当たっては、政策立案者は分散になりがちな冷暖房技術に伴う特有の課題に取り組む必要がある。冷暖房サービスは一軒の住宅に行われる小・中規模の設備設置により提供

される。或いは、地域暖房⁸ (DH) /冷房を提供する大規模な装置を備えることが可能である (IEA RETD, 2010)。再生可能エネルギーを利用した暖房 (RE-H) と冷房 (RE-C) 両方に対する政策手法は特に、規模の大きさ、様々な温度にする調整能力、広範囲にわたる需要、熱負荷との関係、利用の変動性、及び中心となる供給または取引のメカニズムの欠如などの、より雑多な資源の特性に特に取り組む必要がある (IEA, 2007b; Seyboth et al., 2008; Connor et al., 2009)。

再生可能エネルギーによる発電及び再生可能エネルギーによる輸送と同様に、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の政策は、設計段階において特定の技術、現在の市場及び現在のサプライチェーンの成熟状態を考慮した場合、特定の条件や場所により適したものになる (Haas et al., 2004)。再生可能エネルギーを利用した冷暖房技術は、その成熟度によって異なっており (図 1.2 を参照)、特定の技術の市場及びインフラの成熟度は地域によって (たとえば、ヨーロッパよりも中国またはイスラエルにおいて競争力をつけ始めている太陽熱温水暖房システムがある (Xiao et al., 2004)) またサプライ・チェーンの面 (製造、統合、インフラ、保守) において異なる可能性がある。一部の地域では、再生可能エネルギーを利用した冷暖房技術の開発及び導入を支援するインフラがまだ全く存在していない場合もあるが、その他の地域においては十分発達している。十分に発達した再生可能エネルギーを利用した暖房インフラの例には、中国の太陽熱温水暖房、アイスランドの地熱エネルギーなどがあり、アイスランドでは 1930 年に商業規模での空間暖房用地熱エネルギーが利用され始めており、2005 年には空間暖房の 89% を供給していた (Lund and Freeston, 2001; IEA, 2007b)。

冷暖房の再生可能エネルギー源の利用を支援する政策の数は、ここ数年増えており、その結果、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の発電 (IEA, 2007b) が増加している。しかし、支援体制の多くは再生可能エネルギーを利用した暖房に焦点を当ててきた。現在の再生可能エネルギーを利用した暖房を促進する政策はリベートや助成金、減税及び税控除のような財政上のインセンティブ (11.5.5.1 節)、財政支援のような公的ファイナンス政策 (11.5.5.2 節)、利用義務のような規則 (11.5.5.3 節)、及び教育努力を含む (11.6 節)。これまで、財政上のインセンティブが広く利用されている政策であったが (DEFRA/BERR, 2007; Bürger et al., 2008; Seyboth et al., 2008; Connor et al., 2009)、規制メカニズムへの関心も高まっている。

本節は、上述の政策が再生可能エネルギーを利用した冷暖房に関係するという点を厳密に説明する。メカニズムそのもののより一般的な説明については、11.5.3 節を参照のこと。本節は、再生可能エネルギーを利用した冷房のみに関係する問題についての簡潔な議論で締めくくっている。

11.5.5.1 財政上のインセンティブ

助成金、リベート、及び生産インセンティブ

リベート及び助成金は、再生可能エネルギーを利用した暖房 (暖房には劣るが再生可能エネルギーを利用した冷房も) を対象とした、最も一般的に適用されている政策であり、オーストリア、カナダ、ギリシャ、ドイツ、アイスランド、日本、オランダ、ポーランド、イギリスなどの国々と地域で様々な応用がされている (IEA, 2007b; Bürger et al., 2008; Connor et al., 2009)。生産に基づくインセンティブも、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の生産の支援に利用することが出来る。しかし、冷暖房に関しては、生産に基づくインセンティブは、費用対効果の高い計測または監視手順が少ない熱供給の分散しがちな性質のために複雑になることが多い (IEA, 2007b)。そのため、生産インセンティブは、地域暖房グリッドなどのより大規模な冷暖房システムにおいて最も効果を発揮すると思われる。

金銭的インセンティブは、どのように設計されたものであれ、公共予算に対して影響を与えかねないので、慎重に検討しなくてはならない。不安定な変動 (すなわち、のろのろと進む財政支援) は、結果としてもたらされる再生可能エネルギーを利用した冷暖房技術の普及に対して直接的な影響を与えることが示されている (IEA, 2007b; IEA RETD, 2010)。たとえば、ドイツの市場インセンティブプログラム (German Market Incentive Program (MAP)) は、ドイツにおける太陽熱技術の普及の拡大には成功したものの、インセンティブに対する需要が利用可能性を超えた際、また財政支援が年度ごとに変動したために、困難な状況を経験した。

租税政策

税上のインセンティブは、再生可能エネルギー電力技術の支援と平行して再生可能エネルギーを利用した暖房を支援するために実施される (IEA, 2007b)。環境税の控除、暖房に利用される化石燃料に課す炭素及びエネルギー使用料など、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の間接的な支援によって、スウェーデンなどにおいて再生可能エネルギーを利用した暖房を推進する事に成功している (Box 11.9 を参照)。

⁸ 地域暖房は、1 つまたは少数の中心となる生産ユニットで生成された熱をパイプラインのネットワークを通して、空間暖房と温水暖房を利用する住宅用及び商用建築物に分散したものである (8.2.2 節を参照)。地域暖房ネットワークは、単一の居住者が複数いる建築物から都市規模の設備まで、規模において異なっている。

再生可能エネルギーを利用した冷暖房に関しては、投資及び生産税控除の両方を実施可能である。生産税控除は実際に生産された再生可能エネルギーを利用した冷暖房の量に対するインセンティブを生むため、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の電力発生及び設備の質の向上を保証する上で有用であると思われる (IEA, 2007b)。しかし、金銭的インセンティブと同様に、分散型暖房の発生電力に対する生産税控除の活用は、費用対効果の高い計測または監視手順が存在しないために複雑となっている。

再生可能エネルギーを利用した暖房システムの導入後に利用可能な税額控除（つまり事後）は、導入前に事前承認が必要となる助成金などと比較して事業計画上の利点がある。たとえば、フランスの 2005 年の財政法 (Finance Law) には、所得税申告を通して所有者がコストを回収出来る税額払い戻し制度が含まれているが、これは管理しやすいシンプルかつ直接的な推進制度である (IEA, 2007b; Roulleau and Lloyd, 2008; Walker, 2008; Gillingham, 2009)。この法律によって、それまで直接投資インセンティブ（助成金など）に大きく依存していたフランスの制度は、税額払い戻し制度へと事実上移行した。この移行の後、太陽熱市場は大きく成長し、その要因は手続きの簡易化の結果の可能性が高い (IEA, 2007b)。

Box 11.9: スウェーデンからのさらなる教訓: バイオマス地域暖房及びインフラの価値

スウェーデンにおける地域暖房の経験は、再生可能エネルギーを利用した暖房に対する財政上のインセンティブ及び促進的インフラの存在によって、どのように暖房における再生可能エネルギー源への移行を促進することが出来るかを示している。1980 年から 2007 年にかけて、地域暖房生産におけるバイオマスの割合は、0%から 44% (90PJ) まで増加した (IEA, 2009b)。

スウェーデンにおけるバイオマスを利用した熱の大幅なシェアへの移行は、2つのインフラ・システムの存在によって促進された (IEA, 2007b)。1つはスウェーデンの豊かなバイオマス資源（領土の約 52%が有用森林）と、長い歴史を持ち十分に確立したインフラを有する林業である (IEA, 2007b)。2つ目は、2008 年時点で住宅及びサービス部門における暖房の 56%を占めていた地域暖房システムである (Swedish Energy Agency, 2009a)。

このシステムが最も拡大したのは、自治体政府及び企業は、スウェーデンの地域暖房システムを建築、所有、及び運用した 1965～1985 年である。この移行は、1980 年代に、高い石油価格及び石油製品に対する税金によって推進された。コージェネレーション (CHP) 生産、燃料の柔軟性、経済効率、及び個別のボイラーよりも良好な汚染抑制の機会も、また地域暖房インフラの開発の動機となった。しっかりとした地方の計画力及び公共部門による解決策の高い受容度も、拡大を促進した要因であった (Ericsson and Svenningsson, 2009)。

1991 年に、スウェーデン政府は、二酸化炭素 1 トンあたり 41US ドル (2005 年) の炭素税を課した（税額は徐々に引き上げられ、2007 年には 1 トンあたり 130US ドル (2005 年) に達した）。バイオマスは、この税が免除されているため、地域暖房システムにおける最も安価燃料となっている。その結果、図 11.9 に示すようにバイオマスの利用は急速に拡大し、1990 年の 14PJ から 1996 年の 60PJ まで増加した (Ericsson and Svenningsson, 2009)。スウェーデンの炭素税も、個別の建築物の暖房向けの石油の段階的廃止を加速させ、地域暖房、地中熱源ヒートポンプ及び木材ペレットの普及を促進した (Ericsson and Svenningsson, 2009)。

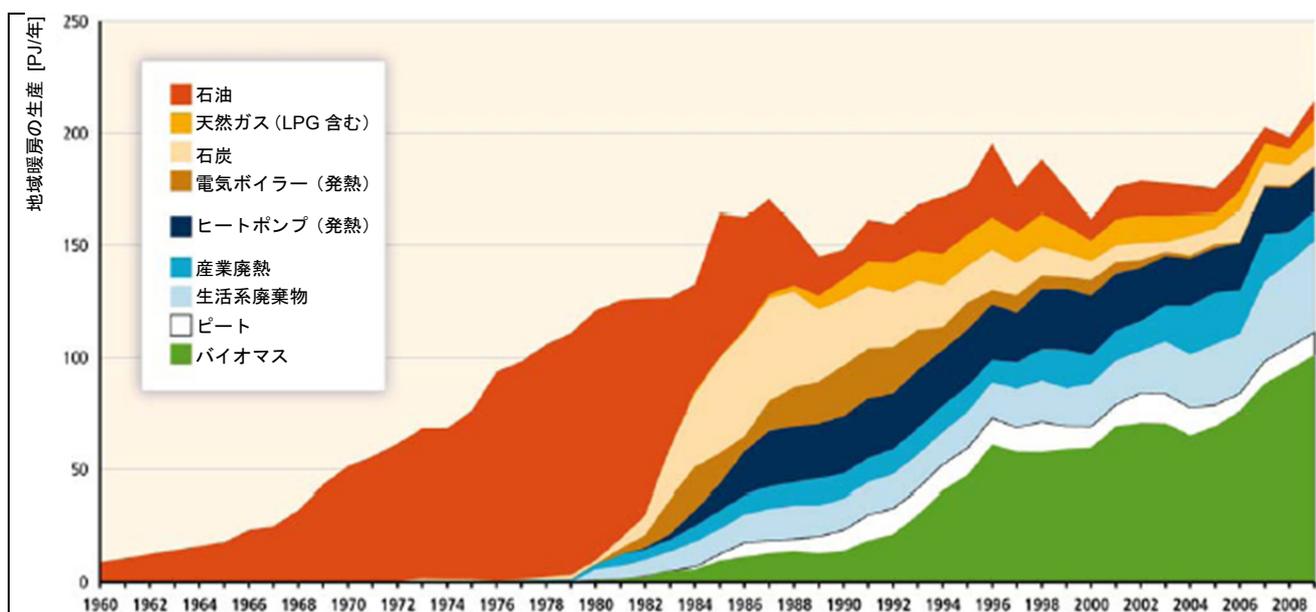


図 11.9: 1960～2009 年の燃料及びエネルギー源ごとのスウェーデンにおける地域暖房生産

注: 曲線は、屋外温度変化に対して補正されていない (Swedish District Heating Association, 2001; Ericsson and Svenningsson, 2009; Swedish Energy Agency, 2009b, 2010b)。

バイオマスに関する税額控除に加え、1991 年から 2002 年にかけてバイオマス由来のコジェネレーションに対する投資助成金が利用可能となり、燃料利用の増加が促進された。2003 年には、原子力の代替の需要による強い要望を受け、政府はグリーン証書制度と併用した電力クォータ制を導入した。これにより、バイオマス由来のコジェネレーションによる熱（及び電力）生産がさらに大きく増加した。これらの政策を受けて、コジェネレーションによる地域暖房は、1990 年の 22PJ から 2007 年の 71PJ まで (SCB, 2009)、コジェネレーションによる電力は 1990 年の 2TWh (7.2PJ) から 2007 年の 7.5TWh (27 PJ) まで増加し、この内 41%がバイオマスによるものである (IEA, 2009b; Bergek and Jacobsson, 2010) (Box 11.4 を参照)。

11.5.5.2 公的ファイナンス

再生可能エネルギーを利用した暖房を推進するための保証、融資、公共調達などの公的ファイナンス政策は、上述の財政上のインセンティブと比べると利用されている頻度は遥かに低いものの、実施されたケースもある。たとえば、フランスの省エネルギー及び再生可能エネルギーの投資基金 (Crediting System in Favour of Energy Management (FOGIME 基金)) では、再生可能エネルギー (再生可能エネルギーを利用した暖房含む) 及びエネルギー効率プロジェクトのために利用した銀行ローンで投資総額の最大 70%の保証が始められた (IEA, 2007b)。より発展の遅れている国において、近代的バイオマス、住宅用太陽熱暖房、及びその他の近代的再生可能エネルギー技術の利用を支援するため、様々な種類の公的ファイナンスプログラムも利用されている。

11.5.5.3 規制

これまでの再生可能エネルギーを利用した冷暖房技術のための支援政策のほとんどは財政上のインセンティブであったが、利用義務、クォータ制などの規制政策によって、再生可能エネルギーを利用した冷暖房の成長を公共予算から独立して、促進するポテンシャルに対する関心が高まってきた (Bürger et al., 2008; Seyboth et al., 2008)。

利用義務

利用義務 (建築法規) は、新しい建築または大幅な改築を行っている建築物における再生可能エネルギーシステムの導入を求めるものである。利用義務は、最も費用対効果が高く導入出来る建設の時点での再生可能エネルギー暖房技術及び関連インフラの導入を支援するという点において有用である。また、インセンティブの分断による市場の失敗にも対処する (1.4.2 節)。利用義務がなければ、建築業者または所有者が建築物の暖房コストを払いたくない場合に、市場の失敗は再生可能エネルギーを利用した暖房への投資を抑制しかねない (CCC, 2009)。

初めはスペイン、ドイツ (Nast, 2010)、イタリア、アイルランド、ポルトガル、及びイギリスの様々な自治体で採用された利用義務は、現在、スペイン及びドイツにおいて国家レベルで実施されている。対象となる技術及びエ

エネルギーが現地になければならないか、どこか他の場所に位置していてもいいかという点については、多様性がある (Bürger et al., 2008; Puig, 2008)。利用義務は、地域暖房及び家庭用システムのガバナンスの様々なレベルにおいて活用可能である。

しかし、この政策には多くの問題が伴う。たとえば、義務水準が漸増する場合、初期の利用義務に準拠した建築ストックを将来のより厳しい利用義務を満たすために、後から改修する必要が出てくることを示唆する。また、先に義務化に対応した者が相対的に高いコストを払い、後から義務化に対応した者の方が、量受容及びより高い技術能力によるコスト削減の便益を享受できる可能性があるために、社会におけるコストの不公平性が発生する。また、建築物の所有者が、義務の施行及び要件の明確化を待ったり (Connor et al., 2009)、コンプライアンスの追加コストを避けるために大幅な改修を遅らせたりするため、この政策が効率の悪い技術の置き換えを遅らせる原因となる可能性もある。

強制的な改修に経済的脆弱性に対する防護策も含まれていれば理想的である (Bürger et al., 2008; Connor et al., 2009)。再生可能エネルギーを利用した冷暖房を後から統合することを可能にするために、新しい建築物に基本的な接続技術を含めることを義務化することは、1つのシンプルかつ比較的負担の少ない方法である。後から地域暖房または冷房に接続するための技術の統合は、後に行われる投資と合致する可能性がある潜在的な方法の1つである (Connor et al., 2009)。

再生可能エネルギーを利用した暖房に関する利用義務を実施する際に最低限のハードウェア、導入、及び設計計画の質を保証する基準の制度の応用は、適切なコンプライアンスを保証する上で必須となる可能性が高い。設備の定期的な検査や最低品質基準を含む監視システムが賢明であるが、これによって管理費は増加するだろう (Connor et al., 2009)。高い水準のコンプライアンスは、利用義務の成功に不可欠である (Bürger et al., 2008)。

ボーナス制度

ボーナス制度は、発熱の単位ごとに定額の支払いを行う立法措置であり、技術によって異なる水準の支払い額を設定する場合もある (Bürger et al., 2008)。支払いは、計測された出力または何らかの出力の推定に基づいて実行可能である。それらは、一定の期間または一定の出力で上限を設けたり、エネルギー保存の取り組みを補完する技術や建築物の規模によって変動したりするように設計可能である。政府予算に対する影響を緩和するため、年度ごとに逓減が適用される場合もある。

ボーナス制度は、固定価格買取制度 (11.5.4.3 節を参照) などの電力向けの価格指導型的手段に似ているが、以下の2つの点において根本的に異なっている。それは、潜在的な範囲 (発電機よりも再生可能エネルギー暖房が結果的に多くなるのが期待される) と熱が発生した場所で利用される可能性である。これらの要因は、大規模な計測及び管理を必要とするため、ボーナスプログラムが相対的に複雑かつコストのかかる手段になる可能性がある。合併は、潜在的な解決策を示す。たとえば、第三者組織は、ボーナス支払の便益を集め、人数の多いその成員に分配することで、公益事業体または政府行政の負担を削減出来るだろう。さらに、ボーナス基金は、限られた機会にのみ支払われ (導入された技術の寿命中におそらく2~3回) (Bürger et al., 2008)、管理コストを削減出来る可能性がある。

これまでのボーナス制度に関する経験はわずかしかない。しかし、(政府よりむしろ) 公共事業の供給業者によって支払いが行われる場合、公共预算に与える影響が限定的であるため、関心が高まってきている。たとえば、イギリスは、2011年4月の導入を決定して再生可能エネルギーを利用した暖房のボーナス制度のための法律制定を可決した。その主な要因となったのは、他の政策オプションよりも公共预算への影響が低いことである (BERR/NERA, 2008; DECC, 2009)。

クォータ制

再生可能エネルギー使用基準としても知られるクォータ制は、再生可能エネルギー電力の支援において大規模に展開されてきた (11.5.4.3 節を参照)。そのようなケースの一部 (オーストラリアの再生可能エネルギー法定目標 (Mandatory Renewable Energy Target; MRET) など (Buckman and Diesendorf, 2010)) や、日本の電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法 (Law on Special Measure for the Utilization of New Energy (IEA, 2007b))、及びアメリカの一部の州 (DSIRE, 2011) において、再生可能エネルギー技術の適格性には、太陽熱温水器などの再生可能エネルギーを利用した暖房技術も含まれている。

ドイツ、イギリスなどでは議論されてきたものの、具体的に再生可能エネルギーを利用した暖房を対象としたクォータ制に関する経験は非常に限られている (IEA, 2007b)。電力に対するクォータ制には、生産した再生可能エネルギーに応じて生産者に与えられる取引可能な証書制度が含まれることが多い。分熱生産及び利用の分散しがちな性質のため (地域冷暖房システムの場合を除く)、そのような再生可能エネルギーを利用した暖房のための証書制度には追加的な課題が伴うが、理論的には、再生可能エネルギー暖房サプライチェーンにおける、再生可能エネル

ギーを利用した暖房の利用者、指定代理業者、または企業は、再生可能エネルギー暖房利用の証拠を提示した場合に取引可能な証書を受け取る権利を有する。市場参加者は、コストを相殺するための収入を得るため、供給者に証書を売る場合がある (Radov et al., 2008)。

地域暖房のネットワーク・アクセス

地域暖房システムへの第三者によるアクセス (TPA) によって、コストを引き下げる競合の水準を高め、市場へのアクセスを拡大出来る可能性がある (8.2.2 節)。これまで地域暖房システムに対する第三者のアクセスに関してはわずかな経験しかないが、いくつかの国 (スウェーデンなど (Ericsson and Svenningsson, 2009)) で実施が検討されている。しかし、第三者のアクセスの拡大によって、管理コスト及び価格の不確実性と変動性が増加した結果、地域暖房提供者が負担するコストが大きくなる可能性も懸念されている (SOU, 2005; Wårell and Sundqvist, 2009)。

Wårell and Sundqvist (2009) は、地域暖房における第三者のアクセスの 3 つの潜在的な形態を示している。それは、1) 規制された第三者のアクセスは、新しい企業が特定の条件 (電力部門の一般的な規定) を満たした場合にシステムにアクセス出来ることを一般的に意味する。2) 交渉による第三者のアクセスは、ネットワーク所有者と熱提供者の間の事後契約を含む。そして、3) 単一買い手モデルでは、単一の統合業者がすべての供給者と交渉し、一定基準ですべての消費者に販売を行う (料金は、システム・コスト及び許可された特定の利益率から成る)。

以下に示すような変化する地域の条件によって、第三者のアクセス規制の最適な形態が決定される。

- ・ 暖房ネットワークの規模及びその拡大ポテンシャル。たとえば、リトアニアは、年間 10GWh (36TJ) 以上を供給するシステムを規制している (Gatautis et al., 2009)。
- ・ 様々な熱源の利用可能性
- ・ 潜在的な管理コスト
- ・ 市場の開放に関する政治的見通しや公的見通し

11.5.5.4 冷房の利用可能エネルギー源に関する政策

再生可能エネルギーを利用した冷房には、パッシブ冷房策、太陽熱アシスト、アクティブ冷房システムを駆動する集光型太陽熱発電、浅部地熱技術 (吸収冷却によるものなど)、バイオマス吸着または吸収冷房 (ただし、まだ開発は初期段階である)、再生可能エネルギー電力を利用したアクティブ圧縮冷房及び冷却が含まれる (DG TREN, 2007; IEA, 2007b)。

再生可能エネルギーを利用した冷房技術を支援する政策は数例あるが、一般的に、再生可能エネルギーを利用した冷房の展開の促進のみを目的とした政策は、再生可能エネルギーを利用した暖房に対する政策と比べると、遥かに成熟度において劣っている。

本節で上述したメカニズムの多くは、再生可能エネルギーを利用した冷房にも応用でき、通常、同様の利点及び欠点を伴う。今日までの再生可能エネルギーを利用した冷房に対する政策支援は、再生可能エネルギーを利用した暖房を含むその他の再生可能エネルギー技術を支援するプログラムに統合されてきた (IEA, 2007b)。統合は、ほぼ例外なく財政上のインセンティブである。スペインは、2005~2010 年の再生可能エネルギー計画 (Renewable Energy Plan) の一部として太陽熱冷房設備に対して、直接助成金を与えていた (IDAE, 2006)。同様に、ドイツは、Solarthermie 2000 Plus program において、太陽熱空調設備に加え太陽熱地域暖房設備及び太陽熱アシスト地域暖房設備に対して助成金を与えていた (IEA, 2007b)。

再生可能エネルギーを利用した冷房に対する普及政策での経験不足は、多くの再生可能エネルギーを利用した冷房技術の技術開発が初期段階にあることと関係している可能性が高い。初期市場及びサプライチェーンを発達させるための研究開発支援及び政策支援は、近い将来における再生可能エネルギーを利用した冷房技術の普及を促進する上で特に重要となるかもしれない。

11.5.6 普及のための政策 - 運輸

世界中で、運輸用の再生可能エネルギーの普及を支援するために、様々な政策が実施されてきた。これらの政策のほとんどがバイオ燃料に関係しているため、本節は主にバイオ燃料政策に焦点を当てる。バイオ燃料政策は過去 3~4 年間に施行されたものが多いが、それでも文献における有効性、効率、公平性、及び制度的実行可能性の評価のギャップは存在する。

アルゼンチン、EU 加盟国、インド、インドネシア、メキシコ、タイ、アメリカなど、最近、国家レベルのバイオ燃料戦略を実施する国が増えてきている (Altenburg et al., 2008; Felix-Saul, 2008)。ペルー (USDA/FAS, 2009b)、

グアテマラ (USDA/FAS, 2009a) など、サトウキビに対して好ましい気候条件を持つ国の多く (特に南アメリカ) は、燃料エタノールに関するブラジルの成功に続くことを目標としている (Box 11.10 を参照)。

バイオ燃料の支援政策は財政上のインセンティブ (バイオ燃料くみ上げ時の税控除など) 又は規則 (混合義務など) による国内消費の促進、生産設備に対する公的ファイナンス (融資など) や原材料の支援または政策減税 (消費税免除など) による国内生産の促進を目的とする。さらに、貿易関連の措置も、保護措置によって地方の生産を保護したり (輸入関税、基準など) または輸出関税の導入によって輸出を防いだりするために適用される可能性がある (Junginger et al., 2011; Lamers et al., 2011) (貿易の問題の詳細については、2.4.4 及び 2.4.6 を参照のこと)。

Box 11.10: ブラジルからの教訓: 競争力のある再生可能エネルギー燃料源を実現する政策の漸増

ブラジルは、1970 年代半ばに、第 1 次世界石油危機によって大きな打撃を受けた。1975 年には、主要な砂糖生産国としての利点を生かしつつ、同政府は国家アルコール計画 (Brazilian Alcohol Program (PROALCOOL)) を立ち上げ、生産目標及び生産者助成金によってガソリンの代替燃料としてサトウキビ・エタノールを推進した (Goldemberg, 2009)。

この政策の一部として、ブラジル政府は、エタノールを 20~25% の割合でガソリンに混ぜることを義務化した。生産は、助成金、低金利融資、及び国有石油会社 (Petrobras) による購入保証によって支援され、同時に純粋なエタノールで運転可能なエンジン開発のための研究も進められた (Dias de Moraes and Rodrigues, 2006)。

1980 年代半ばから始まった変動の大きいエタノールの供給及び価格に関する懸念による政府の圧力に呼応して、自動車製造業者は 2003 年にフレックス燃料車を導入した (Goldemberg, 2009)。その他の初期段階における課題には、政府の活動によって取り組みが始められ、最終的に民間部門に委ねられた生産及び利用のためのネットワークの必要性などがある (Goldemberg, 2006; Walter, 2006) (統合の詳細については 8.2.4.6 節を参照)。

エタノール生産の増加によって生じる社会及び環境の持続可能性の問題に取り組むため、連邦及び州レベルでいくつかの措置が実施された。それには、サトウキビ及びエタノール生産を行うことが出来る場所及び水利用を管理する規制を規定した生態的都市計画法 (AgroEcological Zoning for sugarcane or seed oil plants; 2.2.3 節を参照) や経済的都市計画法などがある (Goldemberg et al., 2008)。

バガス (サトウキビの繊維残渣) は、サトウキビをエタノール及び砂糖に精製する工程において、熱及び電力生産に利用されており、それによって関連炭素排出量が削減され、生産の経済性も向上している (Cerri et al., 2007)。製造所は、内部におけるエネルギー需要を満たし、余剰電力を系統に売っており、それが他の収入源となっている (2.2.3 節)。初期の生産は、インセンティブによって刺激された。現在、製造所の所有者は、契約または入札によって系統に直接的に売却を行っているが、系統へのアクセスの欠如が未だに障壁となっている例もある (Azevedo and Galiana, 2009)。

エタノール生産は助成金の多いプログラムとして開始されたが、サトウキビとエタノール生産技術、及び規模の経済性の向上によって生産コストが下がった (2.7.2 節)。エタノールの助成金は 1990 年代に廃止され、2004 年までにブラジルのエタノールは助成金なしでもガソリンと経済的に競争出来るまでになった (Goldemberg et al., 2004)。2010 年まで残った唯一の関連インセンティブは、フレックス燃料車に対する税額控除であった。研究によって、ここ数年のブラジルのエタノール政策の経済的コストは、それによって回避されたであろう輸入石油に関連する支出よりも十二分に下回っていることが分かっている (Moreira and Goldemberg, 1999; Goldemberg et al., 2004)。ブラジルは、2010 年までに、アメリカに次いで世界で第 2 位のエタノール生産国となった (2.4.4 節; REN21, 2010; UNICA, 2010)。

ブラジルの経験は、経済的障壁及びその他の障壁に取り組むために、バイオ燃料の混合義務を他の政策と併用して行うことの重要性を示唆している。

11.5.6.1 財政上のインセンティブ

租税政策

税上のインセンティブは一般にバイオ燃料の支援のため使用され、それによって化石燃料に対するバイオ燃料の費用競争力が変動する。この政策はバイオ燃料のバリュー・チェーン全体に沿って導入されるが、通常、この政策が最も対象となるのは、バイオ燃料生産者 (消費税免除・控除など) と、最終消費者 (バイオ燃料くみ上げ時の税控除など) のいずれか、またはその両方である。

たとえば、アメリカでは、2004年から米国雇用創出法の下でバイオ燃料生産者に対して燃料エタノール及びバイオディーゼルのブレンドに関する容量エタノール物品税控除 (Volumetric Excise Tax Credits) が与えられた (US Congress, 2004)。EUにおいては、エネルギー税指令 (the Energy Taxation Directive) によって、バイオ燃料に対するエネルギー課税の免除または引き下げが認められた (Directive 2003/96/EC)。現在、フィンランドとオランダを除くすべてのEU加盟国が、何かしらの税額控除または減税を行っており、そのほとんどが最終消費を対象としている (European Commission (2011)などを参照)。バイオ燃料を対象とした税額の部分控除または全控除は、過去のEUにおけるバイオ燃料の推進において重要な役割を果たしたことが分かっている (Wiesenthal et al., 2009)。バイオ燃料に対する税額控除は化石燃料税率を超えてはいけないため、この手段は、化石燃料税率が高く、化石燃料よりも大きいバイオ燃料の生産コストを補うことが出来るこれらのEU加盟国において最も有効であることが分かった (Wiesenthal et al., 2009)。

ドイツ及びイギリスの経験は、物品税控除によって、特にバイオ燃料市場発達の初期段階におけるバイオ燃料への投資を刺激することが出来ることを実証している (Bomb et al., 2007)。しかし、ドイツに見られるように、優遇税制措置の廃止によって意図しない影響が生じる場合もある。2006年8月以前のドイツでは、バイオディーゼル (純粋植物油含む) は物品税を控除されており、同産業は非常に成長しており、2005年には520,000メートルトンのバイオディーゼルが販売されていた (Hogan, 2007)。2006年までに、ドイツは世界最大のバイオディーゼルの生産国であり、消費者であった (REN21, 2007; Eurostat, 2010)。しかし、同年、ドイツ政府は徐々にバイオディーゼルの税額控除を撤廃していき、2007年時点ではバイオ燃料義務を導入していた。これによって、バイオディーゼル (特に純粋植物油) の消費が急激に落ち込んだ。2009年後半までに、ドイツにおけるバイオディーゼルの売り上げは、推定200,000トンにまで減少した (Hogan, 2009)。この政策の移行により国内燃料消費におけるバイオ燃料の割合は2007年の7.2%から2009年の5.9%まで下がったと推定される (BMU, 2009)。

その他のヨーロッパ諸国及びG8+5諸国の中にもいくつか、バイオ燃料に対する優遇税制措置の利用から混合義務に徐々に移行し始めた国がある (FAO/GBEP, 2007)。この移行の要因となっているのは、義務の潜在的な利点及び課税政策の利用に伴う不利益である (11.5.3.1節を参照)。

財政上のインセンティブ及び公的ファイナンス (以下を参照) も、バイオ燃料生産施設に対する民間部門の投資を刺激する上で有用である。同時に、注意深く設計し、化石燃料及びバイオ燃料生産コストの発達に合わせて定期的に調整された財政上のインセンティブは、過剰補償を避けつつ市場を刺激出来る可能性が比較的高い。

アメリカなどで行われた、既存の税額控除と組み合わせた完全な義務の導入は、エタノールに代わってガソリンの消費が増加するなど、好ましくない影響を及ぼす可能性がある点に注意する必要がある。義務の下では、ブレンド業者のエタノール投入物価格及びエタノール生産の水準は下がらない可能性が高いが、ブレンド業者は、燃料の小売価格を下げて、市場シェアを獲得し、ブレンド燃料の消費者が払うインプリシット価格を減らすことで利益を増やすことが可能である (de Gorter and Just, 2010)。これによって、完全な義務の下でエタノール消費が横ばい状態であっても、燃料総消費量は増加する可能性がある (de Gorter and Just, 2010)。石油価格及びバイオ燃料生産における市場の発達に合わせて自動的に調整される税構造は、部分的な解決策となる可能性がある。いわゆる価格カーラーは、再生可能エネルギー燃料の価格の上限及び下限を定め、競合となる石油系燃料の市場価格変動性の影響に対応し、供給者と消費者両方に対する保証となる。

11.5.6.2 公的ファイナンス

中国 (IISD, 2008)、インドネシア (Dillon et al., 2008)などの多くの国が、公的ファイナンスを通してバイオ燃料を直接的に支援している。直接的な財政的支援は、定量的な結果を容易に得やすいという利点があるが、その成果は、個別のプロジェクトに限定されがちである。これらの支援は、一般的に政府予算から直接支払われる (FAO/GBEP, 2007)。

電力部門と同様、公共調達も、市場の成長を促すオプションの1つである。たとえば、タイ政府は、全車両、全航空機、全船舶の燃料にガソリン (ガソリンに最大20%のエタノールを混合したもの) を使用することを求めている (Milbrandt and Overend, 2008)。

11.5.6.3 規制

再生可能燃料義務及び目標

再生可能燃料義務は、最も近代的なバイオ燃料産業の開発及び成長を促す主な動因である。この義務は、少なくとも41州/地方及び24か国において国家レベルで制定されている (REN21, 2010)。ロシアは、運輸バイオ燃料目標を持たない唯一のG8+5国である (FAO/GBEP, 2007; REN21, 2010)。ブラジルは、1970年代に初めてガソリンとエタノールのブレンドを義務化した。ほとんどの国はブレンド再生可能燃料に対して自発的目標しか持っていない

かった。しかし、法的メカニズムで制度化出来る強制的な混合義務の活用は、特に EU 及びアメリカで増加してきており、その効果も高まっている (Canadian Food Grains Bank, 2008)。

自発的目標は効果を発揮する可能性はあるものの、法的な拘束力を持つ義務としての効果はないため、自発と強制的の違いは決定的である。当初の EU のバイオ燃料戦略 (2003/30 指令における) は、すべての加盟国に対し指標となる目標を発表していたものの、強制的なものではなかった。自発的目標はほとんどの EU の国において有効ではなく、2005 年の目標を満たしたのはわずか 3 か国 (ドイツ、オーストリア、及びスウェーデン) であった (FAO/GBEP, 2007)。現在の EU の燃料品質指令 (Fuel Quality Directive (FQD)) の下では、すべての加盟国が、2020 年までに運輸部門における最終エネルギー需要に占める再生可能エネルギーの割合を 10%以上にするを求められている (European Commission, 2009a)。欧州連合の各加盟国は、エタノール及びバイオディーゼルに関して独自の混合義務を持っており、そのほとんどが、義務を達成する方法について柔軟性を認めている (Flach et al., 2009)。一般的に、混合義務は、政府の財政支援を必要とせず、理想的なマーケット・シグナルを与えることが出来る。

EU における最近のバイオ燃料政策の発展が示すように、輸送燃料消費におけるバイオ燃料の割合が高い国は、義務 (罰則を含む) と財政上のインセンティブ (主要な税控除) を組み合わせた複合的なシステムを持っている。しかし、一般的にこれらの義務が暗示する価格は公にされない (電力部門などとは対照的) ため、バイオ燃料義務の下で支援の水準を評価することは難しい (Held et al., 2010)。

一般的に義務は、バイオ燃料の推進における効果的な手段であることは分かっているが、燃料供給者が低コストのバイオ燃料をブレンドしがちなため、それは特定のバイオ燃料の種類を推進する際にはあまり適切でない

(Wiesenthal et al. 2009)。ヨーロッパの背景においては、このことが (安価な) 国際 (原材料) 輸入 (Lamers et al., 2011) へのより良いアクセスを享受出来る港湾内または戦略的内陸水路に沿った大規模な生産センターの構築を招き、小規模分散型の地域バイオ燃料生産施設が無くなっていった (Pimentel et al., 2009)。さらに、世界の食物安全保障への悪影響 (Searchinger et al., 2008; Creutzig and Kammen, 2009; Hertel et al., 2010; Lapola et al., 2010)、市場に起因する森林伐採、温室効果ガス排出量削減における効果の欠如などの土地利用による間接的効果、そして水質に対する悪影響 (Vitousek et al., 1997) の点で義務は批判されてきた (2.5.3 節)。

そのような影響は、追加的な基準を義務化することで、緩和または回避することが出来る。たとえば、アメリカの再生可能燃料基準 2 は、様々なバイオ燃料に関して、温室効果ガス排出量の最大閾値を規定している (USEPA, 2010b)。EU の FQD 及び RED は、バイオ燃料に関する温室効果ガス削減の最低要件を設定し、持続可能性基準をまとめている (2.5.7.1 節)。すべての政策は、特定のライフサイクル計算方法、前提、及び初期値も定義している。それは、第 2 章で解説したように、間接的土地利用変化を考慮した場合は特に、バイオ燃料の温室効果ガス排出量推定値はばらつきが大きいためである (Plevin et al., 2010)。

バイオ燃料生産や混合義務 (エネルギーまたは含有率) は、急速に増加している国内バイオ燃料生産及び消費において効果的であることが分かっている (Wiesenthal et al., 2009; European Commission, 2011)。それらは、有効性及び制度的実行可能性に関して評価された最も重要な政策オプションである。しかし、性質上、より幅広い分配の公平性を実現するために、それらは注意深く設計し、さらに要件を追加する必要がある。これは、温室効果ガス排出量削減 (2.5.4 節) や土地利用 (2.5.3 節及び 2.5.7 節) などの持続可能性基準という点で、特にバイオ燃料に当てはまる。

電力及び冷暖房部門と同様に、政府は政策オプションを組み合わせることで制定することが一般的である。上述の通り、ブラジルは、長年にわたって義務と助成金を同時に施行してきた代表例である。アメリカは、税額控除及びその他の政策と共に義務を導入している。もう 1 つの例はタイで、政府が物品税控除及び燃料価格インセンティブを通して様々なエタノール・ブレンドに対してインセンティブを与え、配給用インフラの建設、ヤシ作物を育てる農家への軟化借款の提供、及びジャトロファ属などの新しい作物の研究開発支援が行われている (Johansson et al., 2004; Milbrandt and Overend, 2008; Nilkuha, 2009)。

11.5.7 総合

11.5.7.1 再生可能エネルギー政策の評価

再生可能エネルギーの推進に特化して制定された政策メカニズムは多岐にわたり、すべての電力部門に応用可能である。それには、税控除、助成金、リベートなどの財政上のインセンティブ、保証、融資などの政府のファイナンス政策、クォータ制のような量主導型政策、電力の固定価格買取制度などの価格政策、暖房及びバイオ燃料の混合要件の義務などの規制が含まれる。政策は、地方、州、国家、及び国際機関によって制定される。

表 11.3: 再生可能エネルギー普及の障壁及びそれに対応する政策

障壁の種類	潜在的な政策手段
市場の失敗及び経済的障壁 (1.4.2.1 節) ・コストの障壁 ・財政上のリスク ・政府による財政支援の割り当て ・貿易の障壁	再生可能エネルギーの研究開発に対する公的支援。財政上のインセンティブ、公的ファイナンス、規制メカニズムなどの民間投資を支援する普及政策（固定価格買取制度、クォータ制、利用基準など）
情報及び意識の障壁 (1.4.2.2 節) ・天然資源に関するデータの不足 ・熟練した人材（能力） ・公共の意識及び社会事業の意識	資源評価、エネルギー基準、エコ表示、公共調達、情報キャンペーン、教育、訓練、及び能力開発。
制度及び政策の障壁 (1.4.2.3 節) ・既存のインフラ及びエネルギー市場の規制 ・知的財産権 ・産業構造	イノベーション促進の環境。ネットワーク及び市場へのアクセス、及びインフラへの投資を可能にする経済的規制。技術規制の改定。技術移転の国際的支援（気候変動枠組条約に基づくものなど）。小規模金融。技術研修。
政策に関係する問題 (1.4.3 節) ・社会的受容	情報キャンペーン。コミュニティ・プロジェクト。公共調達。政治上の（国家と地方の）政策協調。土地利用計画のプロセスの改善。

再生可能エネルギーの研究開発及び普及政策は、再生可能エネルギーの技術開発及び普及を妨げる様々な障壁を取り除く支援をすることで、再生可能エネルギーの割合の増加を促進してきた。表 11.3 では、第 1 章で触れた様々な再生可能エネルギーの障壁への取り組みのための潜在的な政策オプションをいくつか挙げています。

経験から、公的な研究開発投資は、その他の政策手段（特に新しい再生可能エネルギー技術の需要の強化と着実に成長する市場の創出を同時に行う再生可能エネルギー普及政策）によって補完された場合に最も大きな効果を発揮することが分かっている。さらに、研究開発及び普及政策は、正のフィードバック・サイクルを生み出し、研究開発への民間部門投資を促す。特定の技術開発の初期段階において普及政策を制定することで、民間の研究開発を促進し、学習を加速することが出来る。それによって、日本の太陽光発電及びデンマークの風力に見られるように、コストがさらに下がり、技術を利用する更なるインセンティブを生む。

急速に再生可能エネルギーの普及を拡大し、政府/社会が特定の目標を達成出来るようにするためには、一部の政策要素が他よりも効果的かつ効率的であることが示されている。制度的実行可能性及び公平性も重要であるが、これらの基準はまだ十分には分析されていない。上述の節をまとめると、これらの基準を満たす可能性が最も高まる政策の主要な要素は以下の通りである。

- ・ 投資家が、リスクに見合ったリターンで投資を回収出来るようにコストをカバーする固定価格買取制度などの助成金による適切な価格
- ・ ネットワーク及び市場へのアクセスの保証、もしくは最低でも保証された明確に定義されたアクセスの除外規定
- ・ リスクを緩和することによりファイナンス・コストを下げる長期契約

注：これら 3 つの項目はすべて、主なリスクを緩和し、より多くの民間投資を促進する上で重要である。リスクの緩和によって、ファイナンスへのアクセスの改善及びファイナンスのコストの低減（予想される収益率が低いため（Haas et al., 2011））を助けることができ、それによってプロジェクト・コストと同様に消費者が支払う、供給されたエネルギーの最終コストも下げることが出来る。

- ・ 技術及び用途の多様性を織り込んだ規定。再生可能エネルギー技術の成熟度及び特徴は様々であり、それに伴う障壁も大きく異なっていることが多い。気候変動を緩和するためには、複数の再生可能エネルギー源及び技術が必要となる可能性があり、現在は他のものより成熟度が低かったり、コストが高かったりする技術も、将来的にエネルギー需要の充足及び温室効果ガス排出量削減において重要な役割を果たす可能性がある。
- ・ デンマークの風力向けの通減助成金（Box 11.12 を参照）、ドイツの通減タリフ制（Box 11.6 を参照）など、技術や市場が進歩するにつれて時間とともに減少すると予想されるインセンティブ。
- ・ 透明性が高く、容易にアクセス出来るため、関係者が政策及びその機能に加え市場への参入やコンプライアンスに必要なものを理解出来る政策。中長期的政策目標のような透明性も含まれる。
- ・ 1) 供給側（伝統的生産者、技術またはエネルギー供給の販売業者（電力、熱、燃料の別なく））及び 2) 需要側（事業、家庭など）両方における参入のポテンシャルを可能な限り広くすることを意味する包括性。

これは分散型再生可能エネルギーとともに「自発的に発生」し、より多くの資本の投資を促してより幅広い再生可能エネルギー向け公的支援の構築を助け（デンマーク及びドイツのように）、競争を強化する、より広範な参入を可能にする。

- ・ 優遇された免除グループ、たとえば競争的地盤での主要な利用者や低収入及び脆弱な消費者への、公平性と分配面における配慮。

また、全ての政策に合う雛型的政策は存在せず、政策立案者は経験から学び、必要に応じてプログラムを調整する能力を発揮することが有効な事を認識することも重要である。政策は、地方の政治的、経済的、社会的、生態的、文化的、そして財政上の需要及び条件に加え、技術の成熟度、手の届く資本の利用可能性、地方及び国家の再生可能エネルギー資源材料などの要因に対応する必要がある。さらに、中国の経験ではっきりとわかるように、再生可能エネルギーの様々な障壁を克服するためには一般的に政策の組み合わせが必要となる（Box 11.11 を参照）。本節及び以下の節のケース・スタディで示すように、再生可能エネルギーを発達させるために1つ以上の政策（固定価格買取制度、低金利融資、助成金、クォータ制と組み合わせた税控除など）が利用されてきた。

最後に、適切な普及率及び低コスト用途の進化を可能にするために投資のリスクを十分に緩和する上で、透明性が高く、持続的かつ一貫したシグナル（特定の政策の予測可能性から炭素及びその他の外部性の価格設定、再生可能エネルギーの長期目標まで）が重要であることが分かっている。

Box 11.11: 中国からの教訓: エネルギー・アクセス及び大規模再生可能エネルギーへの混合政策アプローチ

中国では、エネルギー需要の増加への対応、エネルギー構造の改善、環境汚染の軽減、経済成長への刺激、及び雇用の創出のために再生可能エネルギーへの依存度が上昇してきている（Zhang et al., 2009）。中国は、2009年において他の国と比較して最も大きい風力容量を導入した国であり、同年末までに再生可能エネルギー発電容量において世界第1位となり、非水力再生可能エネルギー容量において第3位となった（REN21, 2010）。中国は、これまでのところ太陽熱温水システムの世界最大の市場であり、2009年にはエタノールの生産量で第3位になっている（REN21, 2010）。さらに、技術の普及とともに産業の発展を促す政策が実施されたこともあり、風力、太陽光発電、及び太陽熱収集器の強い国内製造業が登場した（Han et al., 2010; Liu et al., 2010; Q. Wang, 2010）。

中国政府は、ここ数十年、地方のエネルギー・アクセスと大規模系統連系プロジェクトの両方において、再生可能エネルギー開発に大変な関心を示してきた。中国は、農村への電力の供給を最大の目的として、1970年代前半に風力の開発を始めた（Changliang and Zhanfeng, 2009）。系統連系風力は、1980年代に小規模な実証プロジェクトから始められ、2003年までに主要な電力供給源の1つとなった。2003年には、風力発電特許権プログラム（Wind Farm Concession Program）が立ち上げられ、より大規模な風力発電プラントを開発するために入札手続きが利用された（Q. Wang, 2010）。太陽熱温水器は、1970年代から利用されており（Han et al., 2010）、バイオガス消化槽は1980年代から推進されている（Peidong et al., 2009）。

「送電到郷」プロジェクト（Township Electrification Programme）の下、9つの西部の地区において、1,000以上の村落がわずか20か月の間に電化され、約100万人の農村の中国人に電力が提供された（NREL, 2004）。中国の農村の電化の取り組みにおける成功で最も重要であったのは、地方及び国家の意思決定者の教育、訓練と能力開発、技術と実施基準、及び回転クレジットへのコミュニティーのアクセスである（Wallace et al., 1998; NREL, 2004; Ku et al., 2005）。

系統連系再生可能エネルギーに関しては、中国国家の再生可能エネルギー法（Renewable Energy Law）が2006年に施行され、再生可能エネルギーを支援し、義務的系統連系基準、再生可能エネルギー計画、推進のための財政支援などのいくつかの支援政策を制度化するための国家的枠組みが作られた（Zhang et al., 2009）。この法律に続いて、風力、太陽熱、及びバイオマス供給源の開発を支援するため、多くの具体的な規制及び措置が施行された。たとえば、2007年に発表された中長期的再生可能エネルギー促進計画（Medium and Long-term Renewable Energy Development Plan）では、再生可能エネルギーに固有の目標も設定しつつ、再生可能エネルギーがエネルギー消費全体に示す割合を2010年までに10%、2020年までに15%にするという国家目標（後者の15%という目標は、すべての非化石エネルギー源をカバーするために変更された）が設定された（Q. Wang, 2010）。2008年に再生可能エネルギー発展第11次5ヵ年計画（11th Five Year Plan for Renewable Energy）で指定された、2020年までに30GWという風力発電の目標は、予定よりも十年早く達成された（B. Wang, 2010）。

再生可能エネルギー法（Renewable Energy Law）及びその施行規則案の下、再生可能エネルギー電力の継続的な成長を支援するために様々な促進政策が実施された（Yu et al., 2009; Liao et al., 2010; Wang et al., 2010; Zhao et al., 2011など）。固定価格買取制度が風力及びバイオマス発電プラント向けに立ち上げられた。中国の7つの計画段階にある大規模洋上風力基盤のための風力タービン購入を目的として、洋上風力発電プラントには入札手続きが利用されており、太陽熱発電プラント向けの利用も増えている。系統連系（及びオフグリッド）太陽光発電システムも、助成金による補助を受けている。これらのプログラムの多くに対する財政的支援には、国家電力料金及び結果として

得られる再生可能エネルギー資金が結果として利用されており、プロジェクトの収益性の向上には京都議定書のクリーン開発メカニズム (CDM) も影響している (Lewis, 2010)。

これらの政策及び国家再生可能エネルギー目標に加え、同国最大の電力会社は、その容量全体にしめる再生可能エネルギー容量の割合を 2010 年までに 3%、2020 年までに少なくとも 8%まで増加させることを求められている。中国は、政策目標を達成するためのメカニズムの多様性を活用している国の明確な 1 例である。

中国は、再生可能エネルギー政策と措置の開発及び改正によって、課題が生じるごとにそれに対応し続けている。その政策及び措置には、技術力の強化、研究開発の発展を支援する機関及び国家再生可能エネルギー研究機関の設立、新しい再生可能エネルギー容量を効果的に稼働出来るようにするための送電の拡大、需要を刺激し、海外市場への過度な依存を避けるための国内市場の創出、開発を統合し、正式に産業と政策立案プロセスを結び付ける国家レベルの再生可能エネルギー産業組織の設立などがある (Martinot and Junfeng, 2007; REN21, 2009a)。一貫して長期的に多くの政策の組み合わせで様々な再生可能エネルギー技術及び用途に取り組むことで、中国は、再生可能エネルギーを大規模なエネルギー・キャリアとして確立することができた。これは、再生可能エネルギー技術の開発及び製造におけるさらなる成長の見通しで明るい要素の 1 つと言える。

11.5.7.2 マクロ経済的影響及び費用対効果分析

供給プッシュ (つまり研究開発) 型再生可能エネルギー利用促進への支払金は公共予算 (多国間、国、地方)、つまりは納税者からの出費となる傾向にあり、一方、需要プッシュ型 (つまり普及) 政策のコストは大抵、エネルギーの最終消費者が負担する。たとえば、財政上のインセンティブが電力に対して与えられた場合、このインセンティブの新たなコストは消費者が負担するが、免除または再割り当てにより、産業顧客または社会的に立場の弱い顧客に対するコストは必要に応じて、または公平性、その他の理由で削減出来る (Jacobsson et al., 2009)。

目的がこの先数十年にわたってエネルギー部門を変革することである場合、短期的にはなく、この期間全体でのコストを最小限に抑えることが重要であり、この計算に社会に対するコスト及び便益をすべて含めることも重要である。さらに、上述のように、普及政策を取るか研究開発政策を取るか、そしてその政策の調整のタイミング、強さ、及び水準も、この計算に影響するだろう。

再生可能エネルギーに伴うコスト及び便益の統合分析の実行は、正味の影響を見極めるにはとても多くの要素が含まれるため、非常に骨の折れる作業である。少なくとも部分的には (外部コストの概念が環境面において行っているように) コストと便益のバランスを保とうとする概念は、実質的な限界に直面しており、大きな不確実性が突きつけられている (10.6 節を参照)。Breitschopf et al. (2010, ドイツ環境省の翻訳によるドイツ語のみ (BMU (2010))) は、影響は 3 つのカテゴリーに収まると結論付けている。そのカテゴリーとは、システムの直接及び間接コストと再生可能エネルギー拡大の便益、分配効果 (どの経済関係者または集団が再生可能エネルギー支援から便益または負担を受けるか)、そして国内総生産または雇用に対する影響などのマクロ経済的側面である。たとえば、潜在的な経済成長及び雇用創出は再生可能エネルギー政策における主な動因であるが (11.3.4 節を参照)、再生可能エネルギー支援の追加的なコストが経済に対する分配及び予算効果を生むため、正味の効果の測定は複雑かつ不確実である。

この複雑性のために、国または地域の経済に関してこの方法で経済的影響を検討している研究は少ない。Ragwitz et al. (2009) は、2 つの起こり得るシナリオに関して好ましい影響及び好ましくない影響を計算し、EU におけるこれらの影響を分析した。そのシナリオは、2020 年までに最終エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合が 14%になる平常運転のシナリオと、2020 年までに EU の 20%の目標を達成する「促進普及政策」シナリオである。彼らは再生可能エネルギー支援政策は、国内総生産 (GDP) 及び雇用に対してわずかにプラスの影響があり、その便益は再生可能エネルギーの割合が高いほど大きくなることを発見した。Houser et al. (2010) は、エネルギー安全保障、環境的影響、及び雇用への影響の基準から、アメリカにおける米国発電法案 (Proposed American Power Act) の潜在的な影響を分析した。GDP のマクロ経済的観点では概して中立であったこれらの観点すべてにおいて全体として好ましい結果となったが、これらの研究は、特定の地理的地域に焦点を当てており、その所見は地域ごとに、また条件の変化によって異なる可能性があることには注意しなければならない。このような研究のほとんどは、1 つの経済部門に対する再生可能エネルギー政策の正味の影響に重点を置いている。たとえば、Lehr et al. (2008) は、ドイツ及び正味の雇用に焦点を当てており、同様に好ましい経済的影響も見つけている。

これらのマクロ経済的研究は、社会全体にわたる分配の影響の理解を得る上で重要である。補助金のコストは経済全体に広く分散されることが多いが、経済的便益はより集中しがちである (IPCC, 2007)。そのため、支援メカニズムは、社会におけるある集団から別の集団へ経済的な豊かさを移行させる可能性がある。そのような影響は、有効性、効率、及び公平性の懸念に同時に直面するか、これらの懸念の間における葛藤を生じさせる可能性がある。

たとえば、エネルギー・アクセスの提供は一般的に公平性を高めると期待されている (Casillas and Kammen, 2010) (有効性、効率、及び公平性の詳細については 11.5.1 節を参照)。

再生可能エネルギー政策のコストを、同額を使用する政府の代替案と比較した場合、または個人による先行支出に関して評価した場合 (Frondel et al., 2010)、もしくは社会の様々な部分に対する政策の影響に関して評価した場合 (Bergek and Jacobsson, 2010)、分配の影響はより不明瞭となる。政策のコストが消費者すべてに分散する場合、貧困層の人々は、影響を緩和する政策が施行されていない限り、他人よりも収入の比較的高い割合を再生可能エネルギーの支援に支払うことになる (Boardman, 2009)。

11.5.7.3 再生可能エネルギーと気候政策の相互作用及び潜在的な意図しない結果

再生可能エネルギー普及の外部性及び市場の失敗が、それぞれ「理想的な」最良の手段 (たとえば気候外部性に対する炭素価格、イノベーションの波及のための研究開発及び普及補助金、好ましくない投資リスクを軽減するための財政的手段など) によって解消された場合、結果として、低炭素技術が経済的に最適な形で普及するだろう。しかし、実際には、再生可能エネルギー普及の動因と論拠 (11.3 節)、及び権力範囲が (地方、国家、国際レベルの間で) 重複するため、政策間で激しい相互作用が発生し、意図しない結果につながる可能性がある。11.4 節で部分的に触れた政策開発の障壁 (情報及び政策の制約など (Benneer and Stavins, 2007)) が存在するため、政策立案者は、「理想的な」方法における市場の失敗に取り組む政策を実施しないことが多い。政策間の相互作用及び複数の政策の累積効果を明確に理解することが、直観に反するまたは意図しない結果に対応する上で重要である。本節は、炭素価格設定などの気候変動政策と再生可能エネルギー政策の相互作用について扱っている。再生可能エネルギー政策と気候変動政策の範囲を超えた非再生可能エネルギー政策 (農業政策など) の相互作用については、11.6.2 節で扱っている。

初めに、効果的及び効率的にするためには、炭素価格設定と再生可能エネルギーに特化した政策の両方を長期間にわたって適用しなければならない。そのため、動的なインセンティブ効果を注意深く考慮する必要がある (特に化石燃料資源の供給に関しては)。世界規模で包括的に適用されない場合、炭素価格設定と再生可能エネルギー政策の両方が「炭素漏損 (リーケージ)」のリスクを生む。1つの管轄区域または部門における再生可能エネルギー政策は、その管轄区域または部門における化石燃料エネルギーの需要を縮小させる。他の条件が等しければ、それによって世界規模で化石燃料価格が低下するため、他の管轄区域または部門における化石エネルギー需要が押し上げられる。同様に、1つの管轄区域における気候変動政策は、その管轄区域における排出の相対的コストを上昇させ、それによって企業が炭素価格または規制を受けたプラントから気候変動政策がそれほど厳しくない国のプラントに生産を移転させるインセンティブが生まれる (Ritz, 2009)。そのため、排出量削減に対する炭素価格設定及び再生可能エネルギー政策の影響は、滞在的に小さくなるか、全く無くなる可能性すらある。炭素キャップ・アンド・トレード制度 (京都議定書のクリーン開発メカニズム、共同実施など) におけるオフセット規定の範囲も、企業に国内排出量削減に対する代替案を与えることで政策が適用された国における再生可能エネルギー技術普及のインセンティブを縮小させ、再生可能エネルギーの目的に影響する可能性がある (del Rio González et al., 2005)。

世界規模で実施されたとしても、次善の炭素価格及び再生可能エネルギー政策は、炭素排出量を増やしてしまう可能性がある (Sinn, 2008; Gerlagh, 2010; Grafton et al., 2010; Van der Ploeg and Withagen, 2010)。たとえば、再生可能エネルギー政策によって再生可能エネルギーが市場において化石燃料技術と競争を始めてすぐに、化石燃料価格が下がって、再生可能エネルギーの普及が抑制され、化石燃料の競争力が回復するという潜在的な危険性がある。化石燃料資源の所有者が長期的により強力な再生可能エネルギー普及支援政策を恐れている場合、再生可能エネルギー支援が穏やかな限り、その所有者は資源抽出を増加させる可能性がある。同様に、将来の炭素価格の上昇見通しは、油田やガス井の所有者が炭素税の低い内に資源をより早く抽出する動機づけとなり、気候及び再生可能エネルギー技術の普及の両方についての、政策立案者の目標を弱体化させる。このような「グリーン・パラドックス」の状況はかなり特異的であり、炭素価格設定は低い水準から始め、急速に上昇させる必要がある (Sinn, 2008; Hoel, 2010; Edenhofer and Kalkuhl, 2011)。同時に補助金付きの再生可能エネルギーは化石燃料を基盤とする技術よりも、価格が高いままでなければならない (Van der Ploeg and Withagen, 2010)。炭素価格と再生可能エネルギーの補助金が最初から高水準で開始する場合、このようなグリーン・パラドックスは起こる可能性は低い。さらに、排出量取引制度及びグリーン・クォータ制 (green quota) のような量的手段は、(世界規模で適用された場合) グリーン・パラドックスのリスクも解消する。

2つ目に、同時に施行された炭素価格設定及び再生可能エネルギー政策は、エネルギー技術普及のインセンティブに複雑な変化をもたらす (de Miera et al., 2008; de Jonghe et al., 2009; Fischer and Preonas, 2010)。再生可能エネルギーの補助金を伴う炭素税のような、固定の炭素価格を設定する混合政策の累積的な影響は、大部分は付加的である。言い換えると、再生可能エネルギーの補助金を伴う炭素税の増額は、排出量を抑え、再生可能エネルギーの展開を促進する。

しかし、排出量取引や再生可能エネルギーのクォータ制のような内因性価格政策を組み合わせたエネルギーシステムへの影響は、一般的にそれほど直接的ではない。これは、幾つかのフィードバック・メカニズムは、化石及び低炭素技術において結果として生じる価格のシグナルに対して影響するためである。排出量取引制度にさらに再生可能エネルギー政策を追加すると、通常、炭素価格を低下させ (Amundsen and Mortensen, 2001; Fankhauser et al., 2010)、次に、炭素強度 (石炭エネルギーなど) の技術を、天然ガス、原子力やエネルギー効率改善などの他の非再生可能エネルギー減少オプションと比較してより魅力的なものにする (Blyth et al., 2009; Bhringer and Rosendahl, 2010; Fischer and Preonas, 2010)。この場合、排出量全体は上限までに固定されたままだが、再生可能エネルギー技術が、他のエネルギー技術よりも規模の大きな特定の外部性及び市場障壁に遭遇している場合にのみ、再生可能エネルギー政策は法的順守のコストを減少させ、社会福祉を改善する。これが当てはまらない場合、気候政策面単独では再生可能エネルギーを支援することを経済的に正当化出来ない。

しかし、もし再生可能エネルギーに固有の市場の失敗を対象とした、上手く設計された再生可能エネルギー普及政策 (固定価格買取制度、財政上のインセンティブ、及びその他の政策の別を問わず) の貢献を見越して排出量キャップが選択された場合、再生可能エネルギー支援は、これらの市場の失敗を解消する上で役割を果たす可能性がある (Fischer and Preonas, 2010)。さらに、クォータ制などの量的手段は、他の手段が非常に厳しい場合、拘束力を持たなくなる可能性がある (価格がゼロになることを暗に意味する)。たとえば、もし強力な再生可能エネルギー政策 (高い再生可能エネルギークォータ制または補助金に関して) が施行されている場合、排出量取引制度内における二酸化炭素許容価格はゼロまで低下する可能性がある。同様に、炭素価格が意欲的な排出量キャップまたは高い炭素税のために非常に高くなっている場合、取引可能な再生可能エネルギー証書の価格もゼロまで低下する可能性がある (Unger and Ahlgren, 2005; de Jonghe et al., 2009)。

最後に、再生可能エネルギー政策単独 (つまり炭素価格は含まない) では、非再生可能エネルギーの低炭素技術及びエネルギー効率の改善を含む利用可能な最小コストの緩和オプションを全て利用するのに十分なインセンティブを提供しないため、必ずしも炭素排出量を削減する効率的な手法とはならない (Fischer and Newell, 2008)。政策立案者の目標が炭素排出量の効率的な削減である場合、適切な炭素価格設定スキームの実施は依然として重要となる (Stern 2007, p. xviii, Ch. 14; IPCC 2007, p. 19)。

結論としては、再生可能エネルギー政策で再生可能エネルギー固有の市場の失敗に対応し、炭素価格設定政策が気候の外部性に対応する場合、炭素価格設定と再生可能エネルギー政策の併用が、気候変動緩和目標の達成において最も効率的である。炭素価格設定は、炭素排出量を削減する上で最も重要な政策であると予想する人は多い。特に炭素価格設定政策がない場合において、上手く設計されていない再生可能エネルギー政策は、緩和コストを上昇させ、極端な場合には炭素排出量を逆に増加させてしまう可能性がある。同時に、注意深く設計された場合、再生可能エネルギー政策は、炭素価格設定を効果的に補完して、関連する市場の失敗を取り除き、緩和コストを低下させる可能性がある。

11.6 促進的環境と地域問題

再生可能エネルギーに特化した政策の「促進的」な環境は、表 11.4 で示す分野横断的な領域から成る。促進的環境は、組織、インフラ (ネットワークなど)、政治的成果 (国際協定/協調、気候変動戦略など) などの様々な要因及び様々な関係者または参加者 (金融業界、経済界、市民社会、政府など) を含んでおり、それぞれが様々な構造で相互作用しながら再生可能エネルギーに特化した政策の成功に影響している。たとえば、これらの要因は、ある国においてどのように変化が発生し得るか、再生可能エネルギーの投資にどれほどリスクがあるか、経済的規制がどのように再生可能エネルギーの普及を促進するか (しないか)、及びコミュニティがどのように再生可能エネルギーに反応するかに影響する可能性がある。これらの様々な構造は、国とその開発の状態及び地方の需要と条件によって、再生可能エネルギー普及における様々な課題が生じる。本節は、政府の活動を強化し、それを超える可能性がある再生可能エネルギーのガバナンスに対する個別の要因及び参加者の潜在的な寄与に焦点を当てる。

表 11.4: 再生可能エネルギーの管理体制を成功させる要因及び参加者

促進的環境の特徴→ 再生可能エネルギー政策を成功させる要因及び関係者↓	11.6.2 節 統合政策（国の政策、超国家的政策）	11.6.3 節 金融と投資リスクの削減	11.6.4 節 地方における計画及び許可	11.6.5 節 再生可能エネルギー技術のインフラ、ネットワークと市場の提供	11.6.6 節 技術移転と人材育成	11.6.7 節 政府の域を超える関係者からの学習
制度	設計段階で再生可能エネルギー政策を他の政策と統合させることにより、政府の政策同士の不一致の可能性を減少させる。	融資を行う制度及び機関の開発により、国同士の協力を促進し、軟化借款又は国際的な炭素ファイナンス（クリーン開発メカニズム（CDM））を提供出来る。 長期公約はリスクに対する認知を低減する。	計画及び許可プロセスにより、地方において、再生可能エネルギー政策が非再生可能エネルギー政策と統合出来るようになる。	政策立案者及び事業監査人は、安全基準や利用規則などのネットワークや市場に対するインセンティブ及び規則を制定することが出来る。	再生可能エネルギー技術の信頼性は証書により保証される。 制度協定は技術移転を可能にする。	他の関係者から自由に学ぶことにより政策の設計を補完でき、現在の社会状況において機能することにより政策の効果を高めることが出来る。
市民社会（個人、世帯、非政府組織、共同体など）	市町村または都市は地方における国の政策の統合についての決定的役割を担う。	コミュニティ投資は投資リスクを共有し、削減出来る。 投資及びプロジェクト開発における官民パートナーシップは政策手段に関するリスクの低減に貢献する。 適切な国際制度により、資金の公平な分配が可能。	地方の計画及び許可プロセスへの市民社会の参加により、多くの社会的に関連する再生可能エネルギー・プロジェクトの選択が可能になることがある。	市民社会はエネルギーの共同生産及び新たな分散型モデルを通じて、電力供給網の一部となることが出来る。	地方の関係者及び非政府組織は、多国籍企業、非政府組織、中小企業をまとめる新たなビジネスモデルを用いて、技術移転に関与することが出来る。	公開政策プロセスへの市民社会参加により、新たな知識が創造され、制度変更が促される。 市町村及び都市は地方レベルでも可能な再生可能エネルギーの技術開発を行うソリューションを開発する。 人々（個人または集団）は政策の意図及び背景の制約に整合性がある場合、発展するエネルギーに関連した活動をする可能性がある。
金融業界と経済界		投資及びプロジェクト開発における官民パートナーシップは政策手段に関するリスクの低減に貢献する。	再生可能エネルギー・プロジェクトの開発事業者は、(1) 計画及び許可要件を伴うプロジェクト開発の調整 (2) 地方におけるニーズと条件に対する、計画及び許可プロセスの適合について、ノウハウと業務用ネットワークを提供する。 経済界は一貫して統合された政策に対し、積極的にロビー活動を行う可能性が	ネットワーク及び市場規則が明確であると、投資家の信頼性が増す。	融資機関及び政府機関は政府と提携し、長期低利融資またはクリーン開発メカニズム（CDM）を提供出来る。	多国籍企業は地方の非政府組織または中小企業を新しい技術開発（新たなビジネスモデル）に関与させることが出来る。 法人及び国際機関の整備は投資リスクを低減させる。

			ある。			
インフラ	ネットワーク規則・市場規則に政策を統合することで、低炭素経済に適したインフラ整備が可能になる。	ネットワーク及び市場規則が明確であると、投資家のリスクが低下し、投資家の自信が増す。		明確で透明性の高いネットワーク規則及び市場規則は、将来の低炭素社会を補完するインフラをもたらし可能性が一段と高い。		都市及びコミュニティの、長期にわたるインフラ及びネットワーク開発の枠組みにより、政策の開発への地方の関係者の関与を持続させることが可能である。
政策（国際協定・協力、気候変動戦略、技術移転など）	超国家的ガイドライン（「合理化」、海洋計画、影響研究におけるEUなど）は、再生可能エネルギー政策を他の政策と統合するのに貢献する。	再生可能エネルギー政策の長期にわたる政策公約は、再生可能エネルギー・プロジェクトにおける投資リスクを軽減する。	超国家的ガイドラインは計画の進展とプロセスの許可に貢献する可能性がある。	開発法人はインフラ整備の持続を支援し、低炭素技術を利用しやすくする。	クリーン開発メカニズム、知的財産権（IPR）及び特許契約は技術移転に貢献出来る。	非政府機関からの適切な情報（インプット）は、社会的に関連するより多くの合意を促す。 技術移転に関する専門家グループ（EGTT）、地球環境ファシリティ（GEF）、クリーン開発メカニズム（CDM）及び共同実施（JM）などの気候変動枠組条約のプロセスの枠組みは再生可能エネルギー政策決定における非国家関係者の関与を促進するガイドラインを示す。

11.6.1 エネルギーシステムにおけるイノベーション

再生可能エネルギーが気候変動緩和において大きな役割を担う場合、包括的及び並行したステップは、エネルギーシステム内で変化が起こるようにする政策の実施である。多くの研究によって、現在は当たり前となっている社会技術システムの歴史的な発生及び形成が再構築されてきた（馬から内部燃焼型エンジンへの移行（Geels, 2005）；都市衛生における汚水溜めから下水システムへの移行（Geels, 2004）など）。普及している技術は、その技術に対してより適した制度環境を発達させてきたため、確立された社会技術システムはイノベーションの多様性を狭める傾向にあるという結論が一般に受け入れられている（David, 1985）。この環境は、技術を開発し普及するために、あるいはエネルギーシステムの深い移行を必要としない技術を開発するために、その技術をより容易かつ安価にすることで、技術を支援する（Grubler et al., 1999a; Unruh, 2000）。関係者、組織、及び経済の根本的な構造までも、ある程度、既存の社会技術システムに依存してきている。このことは強力な経路依存性を発生させ、競合するよりよい代替候補を除外（またはロック・アウト）する可能性がある（Nelson and Winter, 1982）。

以上の理由より、社会技術システムの変化には時間がかかり、その変化には段階的ではなくむしろ体系的な変化が含まれる。最近の研究は、社会技術システムの急進的な変革が発生する可能性がある前提条件を理解するために、現在進行中のイノベーション・プロセスに重点を置いている（Carlsson et al., 2002; Jacobsson and Bergek, 2004; Hekkert et al., 2007; Markard and Truffer, 2008）。これらの研究は、既存の制度的背景と技術開発の相互作用が、再生可能エネルギー政策など、特定の推進政策の有効性（または失敗）を説明する上で重要であることを強調している。

再生可能エネルギー技術は、世界の大部分で、現存するエネルギー供給構成の便益となるために構築されるエネルギーシステムに統合されつつある。その結果、インフラは現在の主要な燃料に有利に働き、考慮する必要のあるロビー活動や利害関係も存在する（Verbong and Geels, 2007 など）。この状況に照らすと、再生可能エネルギー普及政策は、それを取り巻く環境がより変化に対して貢献するようになった場合に、より効率的かつ効果的になり得る。

技術変化は複雑なため、全レベルの政府（地方から世界まで）が政策を通じて再生可能エネルギー開発を促すこと、非政府関係者も政策の策定や実施に関与することが重要である。最近、官民パートナーシップ、市民社会、及び事業関係者が、政策の策定及び実施において果たす役割の影響力が増してきている（Rotmans et al., 2001; van den Bergh

and Bruinsma, 2008)。それに呼応して、政策科学文献の焦点は、「政府」から「ガバナンス」関連の研究に移行してきており (Rosenau and Czempiel, 1992; Rhodes, 1996; Newig and Fritsch, 2009)、政府とその他の社会的関係者の相互作用及び政策実施の成功に対する影響を理解することに重点を置くようになってきている。政策アクションは、見通しを立てる際と公共政策を策定及び実施する際に非政府関係者、ネットワーク、及び組織が含まれる場合に、より効果的かつ効率的になると主張する者もいる (Rotmans et al., 2001; van den Bergh and Bruinsma, 2008)。

11.6.2 再生可能エネルギー政策及び非再生可能エネルギー政策の補完

政府の政策は、互いに補完し合う場合に効果的及び効率的となる可能性がより高くなる (Peters, 1998)。さらに、個別の再生可能エネルギー政策の設計も、他の政策 (他の再生可能エネルギーに特化した政策やその他の部門を対象とした政策のどちらか) との協調に影響を与えるだろう。そのような協調は持続可能な開発の実施または実現における要所であるとされているが (Jordan and Lenschow, 2000; Lenschow, 2002)、それは未だにどちらかと言えば様々な解釈が可能な、定義が難しい原理である (Jordan and Lenschow, 2000; Persson, 2004)。部門別の政策間の食い違い及び競合を解消し、複数のガバナンスのレベルにおいて同時にアクションを協調させるために強力な中央集権的協調が必要であることは明らかである (Jordan and Lenschow, 2000)。しかし、国際レベルで容易に共有出来る協調の「最良の方法」は少ない (Jordan and Lenschow, 2000)。

政策 (農業政策、エネルギー政策など) の補完性をそれぞれの独立した目的を考慮しながら、積極的に推進する試みは容易な仕事ではなく、たとえば再生可能エネルギー輸送などに関して見られるように、潜在的な競合 (経済対環境、長期対短期など) とともに勝つか負けるかという状況や双方が得をする状況が発生する可能性がある (Lenschow, 2002; Resch et al., 2009)。

運輸部門における再生可能エネルギーの推進を直接的な目的としない多くの政策は、再生可能エネルギーに特化した政策の有効性及び効率に対して影響を与える可能性がある。「負」の側面で言えば、ほぼすべての輸送用液体バイオ燃料は現在、従来型の農業作物から生産されているため、農作物の補助金の撤廃は、輸送用液体バイオ燃料の開発に対して直接的に影響する可能性がある (11.5.5 節、2.4.5 節、2.5.7 節、及び 2.8.4 節を参照)。逆に、価格シグナル (駐車料金、渋滞税など) による運輸需要の規制を目的とした都市運輸政策も、料金の控除による代替燃料車への移行を促し、それによって再生可能エネルギー運輸の普及を促進する可能性がある (Prud'homme and Bocajero, 2005; Creutzig and He, 2009)。さらに、炭素原単位燃料基準 (カリフォルニア州低炭素燃料基準法 (California Low Carbon Fuels Standard) など) 及び欧州排出量取引制度は、機会の均等化を助け、低炭素再生可能エネルギー運輸燃料のインセンティブを生む可能性がある (Sperling and Yeh, 2009; Creutzig et al., 2010)。

1.2.5 節及び 11.7 節で解説するように、再生可能エネルギー政策及び需要側措置は、再生可能エネルギーとエネルギー効率の相乗作用を活かして、互いに補完する可能性がある。たとえば、スマートメータ、時間帯別価格設定、及び反応需要の利用によって、システム運用の利益となり、再生可能エネルギー供給に対して需要を一致させることが出来る需要負荷の移行が可能になる場合がある (Sioshansi and Short, 2010; 11.6.5 節及び 8.2.1)。

11.6.3 金融リスクと投資リスクの削減

広範囲の促進的環境には、再生可能エネルギー技術またはプロジェクトの特定のリスク・リターン・プロファイルを反映する条件にて、ファイナンスへのアクセスを提供出来る金融部門が含まれる。ファイナンスやそのアクセス・コストは、投資時に普及している広範囲の金融市場の状況、プロジェクトや技術及び関与する関係者の特定のリスクに左右される。広範囲にわたる状況は再生可能エネルギー特有の政策の域を超え、政治的リスクや通貨リスク、エネルギー部門の他の部分からの投資をめぐる競争などのエネルギー関連問題、エネルギー部門の規則または改革の状態を含む (ADB, 2007)。近代的な世界的資本市場の基本的原理は、民間資本は、投資を支配する規制枠組み及び政策が透明で、熟慮されかつ一貫しており、投資のライフサイクルに相当する期間において投資家が確信を持てる国または市場に流れるということである (ADB, 2007)。

金融へのアクセスの改善は必要であるが、特に発展途上国の場合は、この改善が常に再生可能エネルギー・プロジェクトの普及を十二分に推進するわけではない。一般的に、成功した公的ファイナンスメカニズムは、投資のプロジェクトの準備を助け、関係する様々な関係者の能力を開発するために設計された技術支援プログラムと、金融へのアクセスを組み合わせている。設立されたが、ファイナンスの需要を見つけることも創出することもできず、実際には一度も資金を提供していない金融ファシリティの例は多い (UNEP, 2008)。太平洋諸島に見られるように、ファイナンスへのアクセス、さらには目標へのアクセスでさえ、必ずしも十分とは言えず、再生可能エネルギーを支援する具体的な政策を持つことも必要である (Box 11.1 を参照)。

政府の再生可能エネルギー政策は、投資を促す環境を作る上で重要な役割を果たす可能性がある。11.5 節で述べたように、長期的なコミットメントは、再生可能エネルギー・プロジェクトへの投資からの予想されるリターンに関する不確実性を軽減するため、再生可能エネルギー政策の有効性及び効率に寄与する。しかし、再生可能エネルギー

一政策を、再生可能エネルギー・プロジェクト向けの許可政策（11.6.4 節）、ネットワーク及び市場の経済的規制（11.6.5 節）、技術移転を促し、可能にする政策（11.6.6 節）、及び政府を超えた再生可能エネルギーに対する姿勢（11.6.7 節）と結び付けることにより、投資家のリスクに対する警戒心を減らし、より多くの投資を促すことが出来る。具体的な例としてはネパールがあり、そこでは地方の能力の開発が、発展途上国におけるプライベート・ファイナンスの誘致において大きな役割を果たす可能性があるということが示されている（UNDP and AEPC, 2010; Box 11.13 を参照）。

11.6.4 地方における計画及び許可

再生可能エネルギー技術の普及は、現存する伝統的な資源利用、保存価値、または商業的利益と干渉する可能性がある。再生可能エネルギー政策と他（環境、景観、農業など）の政策との統合、地方レベルでの潜在的な対立の解消、及び再生可能エネルギー技術の持続可能な普及の保証のためには、規則が必要となる（詳細については第 9 章を参照）。本節では、公的監視及び環境保護も保証しながら再生可能エネルギー普及を支援する計画規制のバランス維持の課題について扱い、これまでの経験からの一般的な教訓を示す。技術特有の計画上の問題は、該当する技術の章で触れる。

空間計画（土地/海洋空間、景観）の推移は、社会の推移である（Ellis et al., 2009）。再生可能エネルギーかどうかにかかわらず、視点、予想、及び利益の違いが明確になるのは、特定のプロジェクトの準備、設計、計画、決定、及び実施の過程においてであることが多い。空間計画のシステムは、対立する利益及び価値に対応し、調停する枠組み（一連の法律に基づく正式な規則及び手続き）を提供する（Owens and Driffill, 2008; Ellis et al., 2009）。適切な計画枠組みは、プロジェクト・レベルにおけるハードルを下げ、再生可能エネルギー開発事業者、コミュニティー、または家庭による再生可能エネルギー資源へのアクセス及びそのプロジェクトでの成功を容易にする。また、それによって、地方のコミュニティーまたは環境に有利に働かない可能性がある開発を防ぐことが出来る。

この枠組みは、国家または地方の政治文化と合致し、地方の土地利用に関する意思決定をある程度地方政府の自治に任せた政府のレベル間の管理的調整の伝統など、歴史的に培われた「やり方」を反映する必要がある（Kahn, 2003; Söderholm et al., 2007; Bergek and Jacobsson, 2010 など）。

プロジェクトの立地に関する対立が発生するかどうかは、特定の背景及び検討中のプロジェクトの種類に大きく依存している可能性が高い。たとえば、潜在的な風力エネルギー・プロジェクトは、景観の魅力が文化歴史的価値を持つ場所では大きな障壁にぶつかる可能性があるが（Cowell, 2010; Nadai and Labussière, 2010）、これが当てはまらない場所では受容の獲得においてそれほど大きな問題はない（Toke et al., 2008）。

これまでの成功した再生可能エネルギー技術の普及では、国家及び地方両方における好ましい手続きの併用に依存していた。利用の許可の「簡素化」などの普遍的な手続き調整は、場所固有の、及び規模特有の条件を無視してしまうと思われるため、プロジェクト普及のレベルにおけるステークホルダー間の対立を解消する可能性は低い

（Breukers and Wolsink, 2007b; Agterbosch et al., 2009; Ellis et al., 2009）。再生可能エネルギーの立地及び計画に関する最近の証拠は、予防的かつ積極的な場所及び規模に合わせたシステムが必要であることを示している。そのような計画システムに含まれる可能性がある要素を以下に示す。

11.6.4.1 ステークホルダーの予想及び利害の調整

再生可能エネルギー計画プロセスにおけるいくつかのケーススタディは、様々なステークホルダー間における利害の調整の重要性を示している（Devine-Wright, 2005; Warren and McFadyen, 2010）。この調整は、違う関係者によって公平に判断されたプロジェクト開発の手続きの採用（Gross, 2007）、「前処理プロセス」における再生可能エネルギー・プロジェクトが様々なステークホルダーにもたらす可能性がある複数の便益の特定（創出、交渉）など、様々な方法で行うことが出来る（Heiskanen et al., 2008a; Ellis et al., 2009）。

11.6.4.2 再生可能エネルギーの普及における背景の重要性に関する学習

プロジェクトに反対する人は、非常に豊富な知識を持っていることが多く（Ellis et al., 2007）、単純な無知または誤解として片づけることは出来ない。地方の社会における再生可能エネルギーの背景を理解することで、再生可能エネルギー計画プロセスにおける障壁が克服しやすくなる可能性がある（Breukers and Wolsink, 2007a; Raven et al., 2008）。

11.6.4.3 利益共有メカニズムの採用

再生可能エネルギー・プロジェクトに伴う利益（社会的、環境的、または金融的/経済的利益など（Madlener, 2007; J. Rogers et al., 2008; Walker, 2008））の大部分は、プロジェクト開発事業者及びより広い社会（特定のプロジェクトに直接影響される地域を超えて）に帰する（D. Bell et al., 2005 など）。

利益、コスト、及びリスクが不公平に分配されていることを認識し、より公平な利益共有を目指した取り組みを行うことは有用である。特定のプロジェクトの開発によって発生した利益における地域コミュニティの関与には、デンマーク（Box 11.12 を参照）に見られるような共同所有（Deepchand, 2002; Meyer, 2007; Walker, 2008; Warren and McFadyen, 2010）、地方の請負業者及びサービスの利用/立ち上げによる地方の雇用（Faulin et al., 2006; Agterbosch and Breukers, 2008; Heiskanen et al., 2008a）、地方コミュニティのインフラに対する開発事業者の直接再投資（Upreti and Van Der Horst, 2004; Aitken, 2010）、地方のコミュニティへの一括払いまたは事業税を通じた利益の移転（Faulin et al., 2006; Nádai, 2007）、エネルギー価格引き下げ（Deepchand, 2002）、または環境代償（Cowell, 2007）が含まれる可能性がある。幾つかの研究は、地方の経済的関与が再生可能エネルギー・プロジェクトの受容の向上に有利に働くことを示している（Jobert et al., 2007; Maruyama et al., 2007）。

Box 11.12: デンマークからの教訓: 包括的アプローチ及び個人所有とコミュニティ所有の価値

1970年代以降、風力はデンマークのエネルギーシステムにおける主流の技術へと発展し、2009年までにデンマークの電力の20%を供給している。2009年には、デンマークの風力産業は、同国の最大の製造産業で、約24,000人の雇用を生み出し（Danish Wind Industry Association, 2010）、世界の市場の20%を占めている（BTM Consult ApS, 2010）。

第一次石油危機は、エネルギーの安全供給に関する懸念をもたらし、エネルギー効率及び再生可能エネルギーが最も重要な政治的優先事項となった。1980年代以降、エネルギー安全保障、国内雇用の創出、及び輸出市場は、デンマークのエネルギー部門の変換の主な動因であった（Danish Ministry of Energy, 1981）。

長期的目標を伴う国家エネルギー計画に基づく政策メカニズムの組み合わせによって、再生可能エネルギーの開発が促進されてきた。公的資金による研究開発プログラムは、メガワット規模のタービンの設計及び試験を目的に1976年に始まった。小規模タービン試験場が、リソ国立研究所に設立され、タービン設計に関する基本的知識を改善するため、試験場と製造業の小企業の協調により、経験が現場にフィードバックされた（Sawin, 2001; Madsen, 2009）。

1979年に、政府は、「システム認定」風力タービンの購入者に対する30%の投資助成金に基づき、初めての最も重要な市場刺激政策を導入した。この10年プログラムでは、技術改善と規模の経済によってコストが減るにつれ、助成金の額が定期的に引き下げられた。最終消費者（一般の投資家）に対する投資助成金によって、1980年代前半までに小規模ではあるが強靱な産業が形成された（Madsen, 2009）。1985年には、政府は、系統に組み込まれたすべての風力を対象としたキロワット時当たりの補助金を制定した。その資金の一部は、二酸化炭素に対する税によるものである。風力生産者に対して公共事業体が支払う自発的な固定価格買取制度（小売価格の85%相当）は、1992年に法律で定められた（Sawin, 2001; Madsen, 2009）。

一般の投資家（小規模な協同組合を形成していることが多い）は、1990年代を通して、設備された容量全体の80%以上を占めている。その大きな原因は、多くの政府による政策（特別優遇税制から所有制限まで）が地方の個人及び共同所有を推進していることである（Madsen, 2009）。開拓期間の間は、個人及び協同組合に対するインセンティブによって、自治体によるタービン専用地域の確保が促された。1992年には、デンマークの地域計画局（Danish Planning Agency）が、デンマークのすべての州において許可プロセスを加速し、容量目標を立てるガイドラインを始動し、コミュニティにプロジェクトが位置する場所の管理権を与えつつ、立地に関する不確実性を解消した（Danish Ministry of the Environment, 1993; Sawin, 2001）。

また、公益企業に風力開発への参加を求めるエネルギー省の「契約政策」も重要であった。初めの契約は1985年に開始され、公益企業は5年間にわたって、100MWの風力容量を建設することが求められた。公益企業義務は、2度延長され、洋上の容量に関する初めての要求は1990年に出された（Sawin, 2001）。

この約30年間の一貫した政策は、指導者が変わった2000年代前半によって中断されて、キロワット時当たりの補助金が大幅に削減され、電力部門の規制緩和によって不確実性が生まれた（図11.10を参照）。ほとんどのプロジェクトは経済的に実行可能ではなく、計画構造の変化によってより大型のタービンの立地及び設置が遅れたため、2008年までに追加された容量はわずかである（Madsen, 2009）。

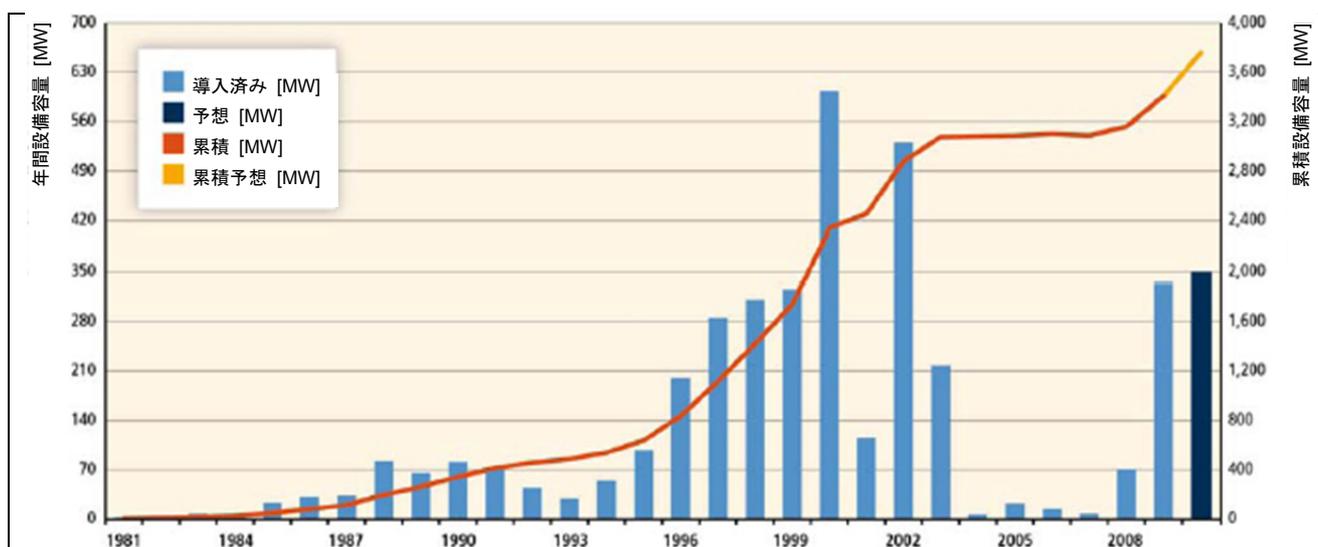


図 11.10: 1981~2010 年のデンマークの年間及び累積風力設備容量 (BTM Consult ApS, 2010)

それゆえ、政府は方針を変え、2050年までに「100%化石エネルギーを利用しない」エネルギーシステムの実現を政治目標として掲げた。2009年時点で、デンマークは2012年までに再生可能エネルギーからエネルギー全体の約20%、2020年までに約30%を得ることを目標としており、その中で風力が主な役割を担っている (European Union, 2009)。その結果、開発はまた持ち直した。

デンマークにおける公的な研究開発に対する一貫した支援は、風力技術の進歩、技術者の教育、及び製造基盤の開発において重要な役割を果たした。直接助成金、及び後には投資家のリスクを減らした固定価格買取制度の形での市場の刺激は、普及の拡大、コストの削減と幅広い支援、及び強靱な国内産業の確立において必要不可欠であるが、大幅な政策の変化及び不確実性によって数年にわたって開発が滞った。最後に、デンマークの経験は、風力発電プラントの地方所有によって市場の発達を促すことが出来ることを実証した。

11.6.4.4 タイミング: 率先的な国家及び地方政府

明確な手続き規則 (許可の要件、控訴の論拠、責任の割り当て、プロセスのタイミングなど) は、開発事業者のリスクを軽減し、その他のステークホルダーの法的安全性を確保する上で重要である。

国家計画政策は、革新的な技術を普及させようとする者のイニシアチブに対して遅れる場合があるため、そのようなイノベーションを妨げる可能性がある。技術及び規模に特有の課題に対応する法規制の変更または状況に応じたアプローチが必要となると考えられる。たとえば、初期商業化段階にある海洋エネルギー計画は、既存の許可制度において、一時的な権限が認められた場合にのみ作成可能なプロジェクトの影響データが求められる「動きが取れない矛盾」状態に陥る場合がある (IEA, 2009a)。そのような場合、対応策として、プロジェクト・ライセンス貸与、試験的開発地域、または特定の場所に対する承諾などが実施される。

地方政府も、プロジェクト開発事業者が提出した再生可能エネルギー・プロジェクトの提案に驚かされることは多い (Breukers and Wolsink, 2007a; Nadaï and Labussière, 2010)。デンマークの例に見られるように、包括的な計画の開発やプロジェクト計画前の主要な立地地域の特定における地方の参画によって、オープンで偏りのない議論を行うことが容易になる (Sussman, 2008)。

最後に、国家レベルでの再生可能エネルギーに対する明確な政府支援によって、再生可能エネルギー及び関連する影響を民間の問題ではなく公的な問題であることを認識させ、地方における偏りを解消することが出来る (Bergek and Jacobsson, 2010)。

11.6.4.5 協調ネットワークの構築

関係するステークホルダーが再生可能エネルギー・プロジェクトのプロセスに参加し、再生可能エネルギー普及のための協調の一部になった場合、長期的受容及びプロジェクトへの永続的なコミットメントは、そうでない場合に比べてより実現しやすくなる。さらに、結果として得られるネットワークは、経験及び知識の交換における重要な「媒体」となり得る。これは、再生可能エネルギーの開発をさらに助ける政策や制度などの変化を促す学習プロセスの支援につながる (Breukers and Wolsink, 2007b; Mallett, 2007; Negro et al., 2007; Dinica, 2008; Heiskanen et al.,

2008b; Suurs and Hekkert, 2009)。また、協調は、景観価値の再生、風力に関する鳥類の保護の画期的な方法の発見など、「やり方」の急激なイノベーションにつながる可能性もある (Ellis et al., 2007; Nadež and Labussière, 2009, 2010 など)。

11.6.4.6 論争の明瞭化と交渉のメカニズム

再生可能エネルギー・プロジェクトの普及が、すべてのステークホルダーの利益となることは少ないだろう。しかし、既存の正式な異議申し立ての手段では、既存のプロジェクト案に対して反対する機会しか与えられていない場合が多い (Wolsink, 2000)。そのため、偏りや生産性の低下が発生する可能性がある (Healey, 1997)。関係者が建設的な審議を通して結果として解決及び妥協に到ることを可能にするために、異なる視点を明確に示す機会を設けることは有用である (Cuppen et al., 2010)。たとえば、2005 年のエネルギー政策法の制定後、アメリカ・エネルギー省及び内務省は、西部の 6 つの州において大規模太陽エネルギー開発向けに 24 の土地区画を特定し、公的なスコーピング会議、ドラフト・プログラム環境的影響評価に対する市民意見提出制度 (パブリック・コメント)、及び包括的なプロジェクトのウェブサイトを通してそれらの地域の研究への国民参加を促した (US Department of the Interior, 2008; ANL, 2010)。

11.6.5 再生可能エネルギー向けのインフラ、ネットワーク、及び市場の提供

再生可能エネルギー・プロジェクトが計画承認を受領したのちは、以下の場合に再生可能エネルギー・プロジェクトの構築に対する投資が行われる。(1) ネットワークへの経済的連携が合意された後 (2) プロジェクトがネットワークとの再生可能エネルギー生産の「買入れ」についての契約を結ぶ時 (3) 通常は市場経由で行うエネルギーの販売が補償される時。これらの要件を満足させる能力、そのゆとり及びコストは再生可能エネルギー・プロジェクトが実現出来るかどうかの中核をなす。さらに、再生可能エネルギーがエネルギーシステムに統合される方法は、再生可能エネルギーの統合全体のシステムのコスト (第 8 章を参照) や様々なシナリオの道筋のコスト (第 10 章を参照) に影響を及ぼす。本章は、統合について促進的政策及び利用可能な解決策に関連して解説している。ほとんどの経験は電力部門におけるものであるため、本章の内容も電力に大きく偏っている。電力は、再生可能エネルギー電力による冷媒温水冷暖房及び空間冷暖房、そして再生可能エネルギー電力輸送にも関連している (技術的統合に関する詳細については 8.2.1 節を参照のこと)。

これらの分野を司る経済的規制は、技術及び燃料に対して「盲目的な」ことが多い。つまり、技術または燃料の間における区別がなされていないということである。しかし、そうだとすると、ネットワークとの再生可能エネルギーの接続及び市場へのアクセスを促し、再生可能エネルギーに特有のインフラ要件が時宜を得て、費用対効果の高い形で構築されるように、政策を実施することは可能である。

11.6.5.1 インフラの建設及びネットワークへの接続

ネットワーク・インフラに関する計画及び投資は、ネットワーク投資における規模の経済性が大きく (伝達の「鈍重」)、ネットワーク拡張の影響及び受益者が幅広いため、多くの課題を抱えている (Keller and Wild, 2004)。この問題は、発電、送電、及び電力消費者への電力の分配が階層的に分離されている国及び地域において、特に大きな課題となっている。たとえば、発電が送電から階層的に分離されている北アメリカ及びヨーロッパ全域において、ネットワーク投資に関して重要な議論及び様々な政策が行われている (Joskow, 2005; Buijs et al., 2010 を参照)。

ネットワーク・インフラ投資に関する重要な政策議論の 1 つが、コスト割り当てに関するものである。一般的に、ほとんどの政策が、1) すべてのネットワーク利用者があらゆるネットワーク拡張のコストをカバーする負担を共有する、社会化されたコストの割り当て及び 2) 特定のネットワーク更新による恩恵を受けたネットワーク利用者のみがそのネットワーク投資コストを払う「受益者負担」の 2 つの極端なカテゴリーに入る (Krapels, 2010)。

再生可能エネルギーのネットワークへの接続及び再生可能エネルギー発電と需要の間の電力潮流の増加に対応するためのネットワークの拡張は、より広い枠組み内で行われ、再生可能エネルギーの特有の特徴のため、一部の問題をより悪化させる可能性がある。たとえば、再生可能エネルギー資源は、既存の電力ネットワークが追加的な電力の輸送において限定的な余剰容量しかない地域に集中していることが多い。これらの地域は、エネルギー需要の中心から遠く離れている可能性もある (8.2.1.2 節を参照)。再生可能エネルギーに関して、「受益者負担」型メカニズムの支持者は、社会化されたネットワーク拡張コストにおいて、個々のプロジェクトがネットワーク拡張のコストをまったく負わない場合、再生可能エネルギー・プロジェクトの非効率的な立地につながる可能性があると主張している。再生可能エネルギー・プロジェクトは、最も品質の高い資源がある地域に位置することもあるが、追加的なネットワーク・コストのため、需要中心地や既存のネットワーク容量に距離的に近い、資源品質の低い地域における再生可能エネルギー資源よりもこれらの地域が常に経済効率が良いとは限らない (e.g., Hoppcock and Patiño-Echeverri, 2010)。

社会化されたコスト型のメカニズムの支持者は、ネットワーク投資は長期的なインフラ投資であり、システムが進化するにつれ変化する幅広いネットワーク利用者の便益となることを指摘している。また、ネットワーク拡張に伴う大きな規模の経済性と個別の再生可能エネルギー・プロジェクトに関連した大規模の再生可能エネルギー資源は、個別の再生可能エネルギー・プロジェクトが必要とする規模を遥かに上回る最も費用対効果の高いネットワーク拡張を導くことが多い。そのため、個別の再生可能エネルギー・プロジェクトにネットワーク拡張に対するファイナンスを求める政策は、適切な規模の送電投資の効率的な発展を妨げる可能性がある (Puga and Lesser, 2009)。さらに、個別の再生可能エネルギー・プロジェクトがより大きく効率の高い規模のネットワーク拡張のコストをすべて負担しなければならないとすれば、本来、経済効率が高いと思われたプロジェクトが経済的に実行不可能になる可能性がある (Access Reform Options Development Group, 2006)。

送電インフラの計画、立地決め、及び建設にかかる時間が、特定の再生可能エネルギー施設の計画、立地決め、及び建設にかかる時間を時折り大きく超えることも、課題の1つである。ネットワークの経済的調整の大部分が「事前」コスト調整に基づくため、この困難性はより深刻となる可能性がある (Baldwin and Black, 2010)。つまり、ネットワーク事業者は、ネットワークの強化を試みる前にしばしば規制認可を得なければならないということである。しかし、個別のネットワーク強化の認可の前に、規制者は、ネットワークへの接続及びネットワーク資産の活用に対する電力会社または消費者の意思に対する明確な資金面でのコミットメントを求める可能性がある。しかし、潜在的な再生可能エネルギー電力会社が、計画の承認なしにネットワーク強化に対して資金的にコミット出来る可能性は少なく、接続のコストを知らないまま計画の承認を得るために資金を使うことを嫌うだろう。これによって、「動きが取れない矛盾」状態に陥ってしまう上に、それは再生可能エネルギー・プロジェクトとネットワーク強化認可の時間スケールの相違によってさらに複雑化することが多い (Locke Lord Bissell & Liddell, 2007)。

再生可能エネルギー・プロジェクトのインフラ及び接続を時宜に応じて拡張及び強化するため、経済的規制者が、「先行」または「事前」ネットワーク投資や本格的なインフラ強化に先立つプロジェクト接続を認めなければならない可能性がある (Araneda et al., 2010) (実際に適用されている政策の例については 8.2.1.3 節を参照)。伝統的に、経済的規制の枠内では、先行投資を認めることは、過剰投資資産 (stranded assets) のリスクを高めると考えられている。そのような投資決定の付加リスクを補うため、投資のリターン率引き上げの許可 (Ofgem, 2008) などによって、ネットワーク事業者に対してインセンティブを提供する政策が実施される場合がある。もしそうでなければ、最終消費者が必要な送電更新のコストを負担することを求められる。

11.6.5.2 再生可能エネルギーのネットワークへのアクセスとその組み込み

エネルギーをネットワークへどうやって組み込むかという点、システム事業者が再生可能エネルギーを拒否する権限を持つかどうかという点、そしてネットワークへのアクセスが拒否された場合に再生可能エネルギー・プロジェクトに対して支払いが行われるかどうかという点に関する規則及びコストはすべて、発電プラントの経済性及びその投資を獲得する能力に対して大きな影響を与える (Strbac, 2007)。

再生可能エネルギーに特化した政策は、これらの複雑な交渉を回避出来る場合がある。ヨーロッパでは、再生可能エネルギー源から得た電力の推進に関する 2001/77/EC 指令で、EU 加盟国は、送電及び配電システムの事業者が再生可能エネルギーによって得られた電力へのネットワーク・アクセスを補償するようにしなければならないとしている (European Commission, 2009a)。これは、接続と導管 (系統への組み込み) 両方を含んでいる。一般的に、常にそうとは限らないが、固定価格買取制度の基本的な設計上の特徴は、定義されたプロセス及び報酬に基づいたネットワークへのプロジェクトの接続及び電力の導管である。EU 指令の結果、ヨーロッパ諸国の一部、特に固定価格買取制度を持つ国は、ネットワークへのアクセスを保証する系統連系規制を施行した。

その他の地域では、新しい再生可能エネルギー発電へのアクセスが認められている可能性はあるが、再生可能エネルギーによって得られた電力は、経済性または信頼性の理由により削減されている。風力の削減に関する最近の経験によって、制約条件下でネットワークへの風力の組み込みを制限したり、または削減されている時間における風力発電を補償したりする多様な政策が機能していることが実証されている (Fink et al., 2009)。

11.6.5.3 ネットワーク基準

歴史的に、ネットワーク設計基準は、特定のネットワーク安全保障水準を達成するため、ネットワークへのエネルギー・プラントの接続を契機に、強化要件を特定している。再生可能エネルギーの技術的特徴を考慮し、システム安全保障を維持するため、前もってネットワーク基準を修正することで、接続及びシステム運用上の懸念を解消することが出来る。たとえば、イギリスは 2001 年から、潜在的な懸念を事前に解消する方法を説明及び推奨することを役割とする複数の Work Group を持っている (DTI/Ofgem Embedded Generation Working Group, 2001; National Grid, 2008 を参照)。ネットワーク要件の基準に加えて、ネットワーク事業者は、プラントの接続を許可するに当たって、電力会社に対して最低性能要件または最低設備要件を課す可能性がある。これらの要件は、「グリッドコード」または「系統連系標準」と呼ばれることが多い (7.5.2.2 節及び 8.2.1.1 節を参照)。

11.6.5.4 システムの弾性の強化

特に電力部門への再生可能エネルギーの統合における重要な課題の1つが、一部の再生可能エネルギー資源の変動性及び不確実性への対応である。再生可能エネルギーの割合が増加するにつれ、エネルギーシステム内における弾性の要件が大きくなる (P. Baker et al., 2009)。その要件は、エネルギー需要を満たしながら可変エネルギー出力を統合するシステムの能力によって決まる。政策によってそのような統合を促すことが出来る。

政策は、まず再生可能エネルギー生産における多様性の変動する平滑化効果を認めると考えられる (集約により予想される統合の問題が軽減される (IEA, 2008a))。同様に、新たなメカニズムを作成または規則を修正し、電力市場操作への (実際及び予想の) 集約した再生可能エネルギー生産データの統合を保証するだろう。たとえば、スペインは、再生可能エネルギー・コントロールセンター (National Renewable Energy Control Centre) とのオンライン通信を用いて、すべての風力発電プラントのデータを委任コントロールセンター (Delegated Control Centres) に集約することを義務付け、再生可能エネルギーを推進するという方法を選択した (Morales et al., 2008; Rodriguez, et al., 2008)。

同様に、風力などの不定の出力再生可能エネルギーは、他のエネルギー資源ほど正確に遙か前には予想出来ないため、再生可能エネルギーは、3時間前や1日前などではなく1時間前など可能な限りリアルタイムに近く電力の「バランスを取る」ことによって、調節することが出来る。柔軟な電力取引規則によって、電力市場操作に対する予想の誤りの影響を軽減することが出来る (IEA, 2008a)。変動性及び不確実性が高い再生可能エネルギー発電を管理するシステムの能力を向上させることの出来る電力システムの変更もいくつか存在している。これらの変更は、既存の政策の改正を必要とする場合が多いだろう。上述の例に加えて、システム内の配線能力の向上、リアルタイム価格設定を含む需要側の管理措置の採用 (Sioshansi and Short, 2010 など)、貯蔵容量の拡張、より柔軟性の高い火力発電の利用、及び計画方法の改善はすべて、変動性のある再生可能エネルギーの統合を助ける措置の例である (Alonso et al., 2008) (詳細については 8.2.1.3 節を参照)。

11.6.6 技術移転及び能力開発

再生可能エネルギー及びその他の低炭素技術における技術移転の障壁は、制度的、経済的、情動的、技術的、及び社会的であるとみなされてきた (UNFCCC, 1998; IPCC, 2000; Wilkins, 2002; Kline et al., 2004)。多くの発展途上国は、比較的発展した経済国において開発されたクリーン技術へのアクセスなしに産業発展の汚染が激しい段階を「リープフロッグ」することが出来る可能性が低いと言われている (Gallagher, 2006; Sauter and Watson, 2008)。現実には、再生可能エネルギー技術を含め、ほとんどの低炭素技術が、ごく少数の国において開発され、そこに集中している。特定の再生可能エネルギーの特許に関する最近の研究 (UNEP et al., 2010) で、6か国 (日本、アメリカ、ドイツ、韓国、イギリス、及びフランス) が全ての特許出願の約 80% を占めていることが分かった。これらの技術へのアクセス、適応及び発展途上国 (及びその他の先進国) へのその拡散は、気候変動の緩和に対して貢献する能力を大きく向上させる可能性がある。

技術移転は、特定の関係者の独占領域ではなく、技術は、先進世界から発展途上世界に対してだけでなく、先進国からその他の先進国または発展途上国にまで移転することが出来る。また、受け取る側の国における環境政策が採用に対するインセンティブを示さない限り、クリーン技術は一般的に国境を越えないという点も重要である (Jha, 2009; Lovely and Popp, 2011 など)。

過去 30 年間における技術の進化及びイノベーションに関する重要な見識 (Mytelka, 2007; Roffe and Tesfachew、日付なし) は、技術移転はそれ自体が目的であるだけでなく、より大きな技術能力開発戦略を実現する手段でもあるという認識である。技術移転はプロセスであり、一度限りのやり取りではない。それはまず、現地企業が共同事業契約及び外国直接投資のため、または特定の技術を組み込んだ製品またはサービスの消費のため、あるいは、そのような生産物の生産能力に対するライセンス供与のために (Kim, 1991, 1997; UNCTAD, 2010c)、市場を介して企業間で発生する。

また、技術移転は、ある国から別の国への単なるハードウェアの移転と考えるべきではない (Dosi, 1982)。技術移転は国内 (都市から農村など)、産業間、学究的世界、及び非政府組織間においても発生する可能性がある。ほとんどの場合、技術移転は、技能及びノウハウに加え、技術に伴う知識及び専門性の移転 (M. Bell, 1990, 2007; IPCC, 2000; Ockwell et al., 2010)、つまり「ハードウェア、ソフトウェア、及びオルグウェア」の複合体も含む (Fodella, 1989)。図 11.11 は、国家間の技術移転の技術的内容の様々な形を示している。

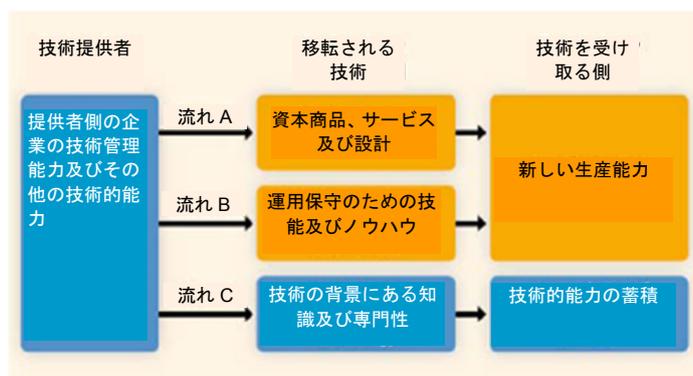


図 11.11: 国家間の技術移転における技術的内容の様々な形 (Ockwell et al., 2010; M. Bell, 1990 に基づく)

11.6.6.1 技術移転及び知的所有権

技術移転プロセスにおける知的所有権 (IPR) の役割は、国際的な気候変動交渉の文脈における多くの議論及び論争の源となっている。一部の経験的研究 (Ockwell et al., 2010) は、知的財産保護は、低炭素技術移転の成功における必要条件であるが十分条件ではないことを示唆している。国連環境計画、貿易及び持続可能な開発に関する国際センター (International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD))、欧州特許庁によって行われた最も新しい経験的研究 (UNEP et al., 2010) では、企業は、ライセンス供与の決定においてわずかではあるが、知的所有権よりも科学インフラ、人的資本、好ましい市場状況、及び投資環境を重視する傾向にあることが分かっている。同研究によって、回答の 70%が、貧困な発展途上国に対して柔軟なライセンス供与契約を提供する準備があることも明らかになった。しかし、関税が高く、知的所有権の概念が厳密でない国においては、技術移転が停滞していることも分かっている。

11.6.6.2 技術移転及び国際機関

多くの発展途上国が、低炭素技術への容易なアクセスが無く、資金や技術の不足による化石燃料技術への固定化につながる可能性がある大規模な経済及びインフラの開発を行っているので、開発協力は、発展途上国における再生可能エネルギーの採用を推進する上で大きな役割を果たす (IPCC, 2007)。国連気候変動枠組み条約 (UNFCCC) のプロセスにおいて確立された、クリーン技術の開発及び移転を促進するためのメカニズムには、技術移転に関する専門家グループ (EGTT)、地球環境ファシリティ (GEF)、クリーン開発メカニズム (CDM)、及び共同実施 (JI) などがある (UNFCCC, 2007b)。開発機関及び金融機関は、革新的な技術の実証、部門投資計画向けの軟化借款の提供、及びすべてが投資を促すために利用される国際炭素基金による市場導入の道筋の調整または技術開発の推進を行っている。

現在、京都議定書に基づくメカニズムに含まれている技術移転のインセンティブは、クリーン開発メカニズムを含む。クリーン開発メカニズムは、先進国が、発展途上国における排出量削減プロジェクトに対するファイナンスにより、京都議定書のコミットメントを達成することを可能にする。2004年まで初めのプロジェクトが登録されることはなかったが、1988～2007年の100か国をカバーする風力技術の国際移転の分析によって、クリーン開発メカニズムが大きな効果を持っていることが分かっている (Haščić and Johnstone, 2009)。

クリーン開発メカニズム・プロジェクトに関連する技術移転を分析した研究がいくつかあり (Haïtes et al., 2006; de Coninck et al., 2007; UNFCCC, 2007a, 2008, 2010; Dechezleprêtre et al., 2008; Schneider et al., 2008; Seres et al., 2009)、そこでは、プロジェクトの約 40% (2009年までの排出量削減の約 60%を占める) が技術移転を伴うとされている。時間に伴うクリーン開発メカニズム・プロジェクトのための技術移転の割合の低下は、緩和技術が貿易、外国直接投資、ライセンス供与などの従来型の経路で受け入れ国において開発または移転が行われていることを示唆している (Hoekman et al., 2004; UNFCCC, 2010)。

11.6.6.3 技術移転及びエネルギー・アクセス

下位国家的レベルで見れば、近代的エネルギーのサービスにアクセス出来ない発展途上国の農村の貧困層は、日増しに技術移転の議論から置いていかれてしまっている。必要となる革新的な能力の種類は、技術生産者として技術の最先端でのイノベーションを起こすことではなく、地方の状況及び需要に合致した技術の採用及び適応またはサプライ・チェーン管理を含む傾向がある。都会から離れた農村のコミュニティにおいて再生可能エネルギーに関する適応、導入、保守、修理、及び改善の能力を得るためには、技術移転への投資を、専門性、導入に関する助言及び訓練、技術適応、修理、及び保守を提供するコミュニティに根差した拡張サービスへの投資によって補完しなければならない (Ockwell et al., 2009; UNCTAD, 2010a) (Box 11.13 を参照)。

Box 11.13: ネパールからの教訓: 能力開発における先行公共投資の重要性

ネパールの超小型水力発電所プログラム (National Micro-Hydropower Programme) は、主にコミュニティが管理する超小型規模水力発電システム (MHS) の供給を通して、ミレニアム開発目標の達成を早めることによって農村の生活及び人間開発を強化することを目的としている。このプログラムは、環境省の下でネパールにおける代替エネルギー開発プログラムの管理及び監視のための国家機関として設立されたセンターである代替エネルギー促進センター (AEPC) によって管理されている (UNDP and AEPC, 2010)。

1996年から2006年にかけての同プログラムによる現地での経験によって、分散型エネルギー・アクセス・プログラムを拡大し、民間ファイナンスを誘致するに当たって、能力開発が最も重要であることが明らかとなった。能力開発の取り組みは、訓練及び管理の範囲を遥かに超え、計画、監督、及び監視、状況分析、ステークホルダーとの対話、コミュニケーション、及びコミュニティの動員の促進、訓練、制度と、実施能力と管理支援の確立や強化、及び政策的助言の用意などまで及んでいる (UNDP and AEPC, 2010)。

特に国家レベルでの重要な計画、状況分析、及び制度設定の取り組みのため、初期のプログラム・コストの90%以上が能力開発に費やされている。そのため、事前の公的資金援助を受けた投資 (政府及び寄付による) が、農村のエネルギー・プログラムの拡大に必要なとされる機能的能力の開発に必要な不可欠であった (UNDP and AEPC, 2010)。

しかし、体系的な介入、プログラムの成功、及び時間に伴う成熟によって能力開発が形成されると、それによって市場の変革が起こり得る状態になる可能性がある。実際、研究によって、プログラムの後期に入ると超小型水力発電プログラムに対する公的ファイナンスの割合は徐々に約50%まで低下し、多くの民間部門による融資を引き付けていることが分かった。これは、民間の融資源、特にプロジェクトの多くの消費者/受益者の間で分散した融資源を誘致する上で能力開発における公共投資の重要な役割を示している。コミュニティは、現金を提供して銀行融資を獲得し、それを労働貢献によって支払う (たとえば超小型水力発電システムのための水路の掘削など) ことで、ファイナンス需要の大部分を補う (UNDP and AEPC, 2010)。

結果として発生するエネルギーのサービスの生産的な利用によって、農村の経済が活性化し、小規模金融を含め、さらなる民間投資を引き付ける可能性が高まる。所有権の育成も、消費者が技術を適切に利用及び維持するインセンティブを与え、必要な持続可能性要素となることが分かっている (UNDP and AEPC, 2010)。

訓練やコミュニティの動員によって発生した地域の現地でのアクションによって、制度の確立や強化という形で能力開発の結果として作られた、地方及び地域の制度が周知された。また、これによって、「政策展開及び助言」の機能的能力を与えるために得られた知識を用いた制度が国家レベルで周知された。この機能的能力が能力開発コストの内に占める割合はわずかであるが、2006年の地方エネルギー政策 (Rural Energy Policy) の制定などのように、政策展開や助言は、政策や規制の展開を周知する上で大きな役割を果たし、全体的なプログラムの成功と持続可能性を支援する (UNDP and AEPC, 2010)。

代替エネルギー開発プログラムの前向きな経験を通して得られた知識は、エネルギー・アクセスの提供及び地方の経済開発と雇用創出の推進を目的とした地方のエネルギー資源の開発及び拡大のために、地方の機関、地方のエネルギー消費者団体、非政府組織、協同組合と民間部門の組織を刺激して、動員することを目的としたネパールの地方エネルギー政策 (Rural Energy Policy) の展開に利用された (Government of Nepal, 2006)。

まとめると、ネパールのプログラムで、広義の能力開発は拡張の成功において非常に重要であることが分かった。さらに、地方のコミュニティのステークホルダーの関与及び所有の概念の推進は、プロジェクトの持続可能性のために重要であった。体系的な介入を通して地方及び国家の能力を開発し、地方のエネルギーのサービス供給を拡張するための政策展開を周知するためには、大規模な先行公共投資が必要とされると結論付けられる。しかし、これらの先行投資が行われると、プログラムの後半にはそれによって民間からかなりのファイナンスを得ることが可能となり、結果として後にかかなりの経済的、社会的、及び環境的便益を受け取ることが出来る (UNDP and AEPC, 2010)。

国連科学技術委員会 (CSTD) (UNCTAD, 2010b) は、北半球から南半球へ、もしくは南半球内での技術移転を促すために、低炭素技術の研究開発に向けた新しい国際的な協調アプローチが必要であると示唆している。科学技術委員会は、国連貿易開発会議 (UNCTAD)及びその他の国連組織に、国家政府の枠を超えて関係者を共同研究者または指導者とする、低炭素技術の移転及び学習の促進において有効と思われる国際的な共同研究開発メカニズムの構造を模索するよう要請した。

11.6.7 制度学習

技術移転に加えて、制度学習も再生可能エネルギーの普及を進めるうえで重要な役割を担う。制度学習は制度変更につながり、再生可能エネルギー政策の選択及び設計を制度が改善する余地が生まれる。これは、再生可能エネルギー・プロジェクトにおける位置決定や投資について多数の決定を行う必要がある、より深いレベル（農村の場合が多い）での制度面の能力強化を図っている（Thelen, 1999; Breukers and Wolsink, 2007）。民間関係者及び市民社会（地域エネルギー配電業者、小規模風力企業、地方自治体の首長、研究者など）は、管理形式、協調を通じた非公式な契約などの新しい社会的技能を発達させている。それらは、現行の制度構造（電力規制、自然保護基準、計画手順など）を通して活動し、再生可能エネルギー・プロジェクトを発展させるため、既存の社会的条件（信頼、社会的一貫性など）に依存する（Agterbosch et al., 2009）。それらの識見によって、再生可能エネルギーの普及を促進する政策を周知し、それに影響を与えることが出来る。政策立案者が、政策立案における協調的アプローチのためにこれらの非政府関係者を引き寄せられる場合に、制度学習は発生する可能性がある。柔軟性及び対応性の利点について強調する者もあるが、その理由は、それによって政策立案者が実際の出来事、実験、最良の方法の探求、再評価などから学ぶことが出来ることである（Smith et al., 2005; Stirling, 2009）。

11.6.8 都市及びコミュニティの役割

自身の政策に再生可能エネルギーを組み込むことが多い都市、町、地方自治体、及びコミュニティは、気候変動緩和において重要な役割を果たす可能性がある（Droege, 2009; IEA, 2009a）（Box 11.14 を参照）。Droege（2009）は、再生可能エネルギーを実施するための空間的、環境的、社会的、及び経済的能力に依存している気候変動政策及び再生可能エネルギー政策を都市及びコミュニティが実施するかどうか、またどうやって実施するかについて述べている。REN21 の研究で調査された都市及び地方政府の約 20%が、再生可能エネルギーを組み入れた何かしらの建設基準または許可政策を持っている。新規の建設における太陽熱温水暖房の義務化は、世界的に多くの国、州、及び都市で実施されている。その他の義務には、再生可能エネルギー技術の将来的な導入を容易にする特徴を建築物設計に織り込むことなどがある（REN21, 2010）。

Droege（2009）及び IEA（2009a）はどちらも、人々が再生可能エネルギーの技術的側面を理解している場合（つまり技術的知識のある場合）に地方イニシアチブは発生し、成功した地方の経験によって他の地方の経験が強化されると結論付けている。地方の政策立案者は、支援団体（たとえば 1,200 の地方政府が加盟する組織である持続可能性をめざす自治体協議会（ICLEI）など）がある。

Box 11.14: オーストリアのギュッシングからの教訓: コミュニティのエネルギー生産及び利用の急速な移行のポテンシャル

オーストリアのギュッシングは、EU で初めて炭素排出量を 90%削減（1992 年の水準以下）した町であり、現在、省エネ、自給自足、及び環境保護に基づく環境に優しいエネルギー生産のモデルとなっている。ギュッシングの 10km 範囲内に 30 基の再生可能エネルギー・プラント（固体バイオマス、バイオディーゼル、バイオガス、及び太陽光発電施設）が稼働しており、運輸、住宅用暖房及び電力用の町の燃料需要を満たしている。現地で作られ、送電網に売られた電力は、現地の歳入を増加させ、その収益はコミュニティ及びその再生可能エネルギー・プロジェクトへ再投資されている。2009 年までに、ギュッシングの再生可能プロフィールは、クリーン・エネルギーを扱いたがっている 60 社の企業を誘致し、新たに 1,000 以上の雇用が生まれた（Droege, 2009）。

街の変革は、莫大な燃料負債のため同首長が省エネ措置を実行し、すべての部門における現地で供給される再生可能エネルギーとの置き換えによる化石燃料利用の段階的廃止を始めた 1908 年代後半に始まった（Droege, 2009）。自治体政府は、現地で管理され、エネルギーのサービスを町及びより広い地域に提供する現地の再生可能エネルギー・プラントの建設に着手し、資金面での支援を行った（BMVIT, 2007）。バイオエネルギーの生産のための新しい原材料を生産する現地の農場及び森林を管理及び維持する政策も実行された（Droege, 2009）。いくつかの地方及び地域の公的及び民間研究機関が技術的支援を行い、地域の自治体、オーストリア政府、及び欧州委員会からの助成金によって地域暖房システムなどの新しいインフラの建設が支援された（Droege, 2009）。

自治体のマーケティング・プログラムは、同地域に企業を誘致する手段としてのインターネット、パンフレット、展示会、及びカンファレンスを通して再生可能エネルギーを推進した。しかし、自治体はそのモデルの輸出にも力を入れており、ギュッシングの再生可能エネルギー専用センターは、クリーン・エネルギー及び気候保護目標に関する社会の認識を高めるための活動を行っている（Droege, 2009）。

この道筋における 2 年間の取り組みの中で、ギュッシングのエネルギー消費は大幅に減少した。2001 年までに、ギュッシングは 100%の自給率を達成し、再生可能エネルギーを用いてすべての電力及び熱需要を満たすようになった（Droege, 2009）。

11.6.8.1 コミュニティー及び個別の結び付き

コミュニティは、個人が自身の世帯を超えた範囲で直面する社会的経験を提供する。社会規範がエネルギーに関係する行動に影響し、エネルギーの「社会的可視性」が社会的規範の基盤となることを示す研究が増えてきている (Nolan et al., 2008; Wilson, 2008)。社会的可視性は、再生可能エネルギーに対する人々の姿勢及び行動が社会ネットワークを通じて伝達される程度のことである (Schultz, 2002)。この社会的コミュニケーションの形は、多くの分散型再生可能エネルギーのようなイノベーションの普及プロセスにおいて最も重要である (Archer et al., 1987; E. Rogers, 2003; Jager, W, 2006)。住宅用風力または太陽熱の物理的可視性も再生可能エネルギーが日常的な話題となることを促し、その「社会的可視性」を強化する (Hanson et al., 2006)。超小型コジェネレーションやエネルギー効率などの可視性が低い技術に対しては逆のことが言える。実証プロジェクトは、「社会的可視性」の推進を助け、潜在的な導入者は自分が実際体験したかのように再生可能エネルギー技術を観測、学習、情報交換、及び試すことが出来る。たとえば、太陽光発電の場合、実証プロジェクトは、オランダの住宅所有者と同様にアメリカの公共施設管理者における、身近さの醸成及び認識されているリスクの軽減を促した (Kaplan, 1999; Jager, 2006)。

11.6.8.2 市民社会の一部としての個人の役割

支援社会的規範の影響は限定的となる可能性もある。家庭の文脈では、再生可能エネルギー技術は、習慣及び生活様式によって限定されてきた (Sovacool, 2009a)。過去の経験及び習慣は、個人の行動の文脈における主要な要素である (Brennan, 2007)。再生可能エネルギーは、深く組み込まれた日常生活、社会的慣習、時間利用のパターン、生活様式などによって特徴付けられるエネルギー供給と利用の社会及び技術システムの一部と考える必要がある (Shove, 2003)。これらの文脈の要因は、個人の行動よりも複雑ではあるが効果的でもある変化の媒体としての集団行動の重要性を示している。このことは、政策立案者が再生可能エネルギー移行への個人の関与を望む場合における狭義の「態度行動変化」政策の枠を超えた協調的な体系的政策を支持している。

情報及び教育は、エネルギーに関係する行動に影響を与えるための主要な政策手段として強調されることが多い。それは、比較的低コストで、物議を醸しにくく、潜在的に力を与える自立的な選択の手段であり、個人の立場から見れば強制よりも好ましい ((Attari et al., 2009)。しかし、行動に対する影響は広範かつ長期的であり、測定することは難しい。というのも、環境に関する価値は行動と強い相関を持たないためである (Gatersleben et al., 2002; Poortinga et al., 2004)。つまり、情報及び教育に基づく政策のみに過剰に頼るべきではないことを喚起している。

オーストラリアの町、ギュッシング及び第 10 章で見たシナリオの多くに見られるように (Box 11.14)、市民社会の一部としての個人は、低炭素経済への移行において重要な役割を果たす可能性がある。そのような行動を動機付けるものの普遍的モデルまたは認識は存在しない。むしろ、多くの要因及び制約がエネルギーに関係する行動に影響しているが、これらの要因は必ずしも直接的に影響するわけではない。影響の原因には意図的なものもある。それには、情報政策、公教育、または政策シグナル (エネルギー価格、財政上のインセンティブ) などが含まれる。その他の影響は、個人の日常環境の一部となっている。それには、家庭内の日常生活及び関係、社会的慣習、個人のコミュニケーションの基盤となる対人関係ネットワークなどが含まれる (Poortinga, 2004)。

11.7 構造的変化

現在、再生可能エネルギー政策が多くの国において技術開発及び再生可能エネルギー普及に対して影響を与えてきたこと、及び一部の政策または特定の政策の要素は再生可能エネルギーの進歩においてより効果的かつ効率的であったことを示す実質的な証拠が存在している。しかし、ほとんどの国において、エネルギー生産における再生可能エネルギーの割合は未だに限定的である。世界規模では、再生可能エネルギーは 2008 年の一次エネルギー供給の 12.9%を占めていたと推定されている (1.3 節; IEA, 2010d)。今日、一部の国は再生可能エネルギーに関する 20~30 年にわたる国家の経験及びそこから得た教訓を振り返ることが出来るが、それほど長期間のデータを持たない国がほとんどである。そのため、再生可能エネルギーの割合を高い水準にするために必要となるものを評価する試みは、大きな不確実性を抱えている。また長期的に再生可能エネルギーの割合を非常に高い水準にするべく設計された政策手段の併用の有効性及び効率性を完全に理解するためには、さらなる研究が必要である。

11.7.1 シナリオと政策の関係

第 10 章で示したシナリオは、エネルギーの将来には様々な可能性があり、2050 年までの一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合はそれぞれ異なっており、最大の例は 77%である。概念的には、このシナリオは、表 11.5 に示すような 4 つの潜在的なエネルギーの将来の象限に分けることが出来る。

表 11.5: 再生可能エネルギー及びエネルギー効率に対する第 10 章のシナリオの概念的な位置付け

(3) 高いエネルギー効率; 低い再生可能エネルギーの割合	(4) 高いエネルギー効率; 高い再生可能エネルギーの割合
(1) 低いエネルギー効率; 高い再生可能エネルギーの割合	(2) 低いエネルギー効率; 高い再生可能エネルギーの割合

これらの象限を比較すると、いくつかの政策上の違いが明らかとなる。まず、象限 (Q) 2 に入るシナリオは、Q4 のシナリオよりも、世界の炭素目標を超過するリスクが高いと考えられる。2 つ目に、高いエネルギー需要によって特徴付けられる世界におけるより大規模なエネルギーシステムを構築することが必要であるため、Q2 のシナリオは供給側においてより資本集約的となるが、再生可能エネルギー及びそれに伴うインフラに必要な投資は、再生可能エネルギーの絶対的寄与率に依存する。3 つ目に、2 種類の再生可能エネルギーの割合が高いシナリオ (Q2 及び Q4) には様々な社会的リスクが伴う。高いエネルギー効率と高い再生可能エネルギーを組み合わせたシナリオは、積極的なエネルギー効率政策 (政策の受容の障壁を生む可能性がある) に依存するか、大規模な燃料 (石油及びガス) 価格ショックと消費者側、及び政策からの適切な反応 (たとえば化石燃料やエネルギー効率の低い原子力技術の構造支援または迅速な置き換えなど) を想定している。それに対して、再生可能エネルギーの割合が高く、エネルギー効率が低いシナリオは、多くの国における社会的受容の問題となりうる再生可能エネルギー供給インフラの普及の水準の高さに依存している。

11.7.2 技術と行動の変化の組み合わせから生じる構造的変化

エネルギー・シナリオの、重要ではあるが潜在的であることが多い側面は、そのシナリオが技術開発を主な動因とする変化を想定しているかどうか、またはエネルギーシステムの将来の開発の動因としての行動の変化を想定しているかどうかという点である。また、技術開発による変化を想定したシナリオは、漸増的な技術変化によって特徴付けられる将来と破壊的な技術変化に基づく将来に分類することが出来る (Christensen, 1997)。同様に、行動の変化を想定したシナリオも、漸増的なものと破壊的なものに分類出来る。「破壊的」は、既存の技術に取って代わることで、新しい技術またはシステムの道筋を作るために既存の市場を変革または破壊する、低コストで、よりシンプルであることが多い新しい技術を指す (Christensen, 1997)。これは、段階的または漸進的変化の逆を意味している。

ほとんどの「通常通り」のシナリオは、技術開発と行動変化の両方が漸増的であり続けるという想定に基づいている。その結果、これらのシナリオでは、再生可能エネルギーの割合が高くなる可能性は比較的低い。しかし、破壊的な技術に楽観的な世界では (Friedrichs, 2010)、このシナリオは再生可能エネルギーの競争力の向上を反映し、より高い市場浸透率が達成されることになる (その他の低炭素技術の例に関する同様の議論については、Von Weizsäcker et al. (1998); Lovins et al. (2004) を参照)。しかし、これらのシナリオにおける行動及び生活様式は、これまで通りの世界に似ているため、エネルギー消費は高い水準に留まる。

高い再生可能エネルギーの割合及び高いエネルギー効率に基づく将来のエネルギー構成を実現するまたは Q4 に収めるためには、技術及び行動の両面において破壊的変化の発生が必要となる可能性が高い。

11.7.3 長期的なエネルギー移行の調整に関する課題への対応

多くの再生可能エネルギーはまだ、かなりの学習経済の獲得を必要としているため、短期的な視点からの政策評価が、現在の技術開発支援から得られるより長期的な便益を過小評価する可能性がある。しかし、再生可能エネルギーの割合を高める方向に構造を変化させるためには、どのような政策枠組みが必要となるのであろうか？

長期的な政策立案は、1940 年代中頃から 1970 年代にかけて一般的であった。当時、それは、政府主導の階層的計画プロセスの形で実施されることがほとんどであった (Hiller and Healey, 2008)。このアプローチが使われなくなった理由は、それが大規模な社会の変革 (石油危機など) の予測に適していないこと及び増加の一途をたどる社会的及び環境的問題の解決策を提供出来ないことである。

しかし、この政策決定の概念は、政策科学において再度日の目を見ることになる (Voß et al., 2009; Box 11.15 など) を参照)。前段階のアプローチの限界を克服する取り組みにおいて、それは現在、政治的プロセス (選挙サイクル、標準的政府プログラム、公務員の雇用期間など) で一般的である考慮時間を大きく超えて将来の 20~30 年を見据えて社会経済的変革プロセスの構築及び形成の相互作用のプロセスである「長期的政策設計」として構築されている。長期的な構造の移行を助けるために、政策は、多くの変形をもたらす力のある変化と展開に合わせて相互作用する必要がある。そのため、長期的政策設計は、柔軟性、適応性、及び対応性が高くなければならない (Voß et al., 2009)。

この新世代のガバナンスのアプローチは、審議、調査、及び学習による社会技術的変化の複雑なプロセスの誘導及び促進を狙いとしており、社会における異なる区分（政府、市民社会、産業など）同士の相互作用に重点が置かれている。そのため、調査的シナリオ、実験、及び学習は、特定の政策の組み合わせにおける重要な要素となっている。

Box 11.15: オランダの技術及びイノベーションの枠組み

再生可能エネルギー技術の大幅な増加を目的とした最近のイノベーション及び技術政策枠組みの顕著な例は、オランダのトランジション・マネジメント (Dutch Transition Management) の枠組みである (Kemp and Rotmans, 2009)。2001 年以降、オランダ経財相は、「トランジション・マネジメント (Transition Management)」の名の下、長期的な持続可能性プログラムにコミットしてきた。それは、エネルギー、運輸、食品、住宅などの部門における長期的変革の目標及び関連する政策の組み合わせの入念な構築を含む (Loorbach, 2007)。移行管理における政策設計への特有のアプローチは、5つの主要な要素で構成されている。その要素は、(1) 移行領域の確立（進行中の計画及び実施プロセスに伴う産業、政治、及び社会の代表の幅広い支持層）、(2) 将来の持続可能な部門構造の展望の開発、(3) バックキャスト法によるこれらの将来の状態への道筋の特定、(4) 特に興味深い開発オプションのための実験の実施、そして (5) 監視、評価と修正である (Loorbach, 2007)。

これらの経験は、研究者及び政策立案者からかなり関心を集めている。しかし、多くの重要な概念上及び実施上の問題がまだ解決されておらず (Kern and Howlett, 2009)、トランジション・マネジメント (Transition Management) の理論と実践の現状は、他の国が容易に真似してすぐに利用出来る方法論を示しているわけではないと言える。それでもやはり、政策立案者が高い再生可能エネルギーの割合を目指す意欲的な目標を掲げることを決定した場合、将来の政策の研究及び実施において、長期的政策設計の問題は非常に注目に値すると言える (Meadowcroft, 2007)。

11.7.4 「ブリコラージュ」と「ブレイクスルー」の共進化

上述したように、象限 4 の高い再生可能エネルギーシェアと高いエネルギー効率のシナリオを実現するためには、技術と行動両方の破壊的変化が必要となる可能性が高い (表 11.5)。そのような変化を実現する方法として長期的政策の枠組みを開発する際、政策立案者は、技術的「ブリコラージュ」を試みる政策（関係する関係者側の高い適応能力及び即興性による変化を目指し、より漸増的）や技術的「ブレイクスルー」を試みる政策（劇的かつより破壊的な成果を生み出そうとする関係者のイメージを喚起するために実施される） (Garud and Karnøe, 2003) を選択することが出来る。直観に反して、ブリコラージュ及びブレイクスルー政策が同時に推進された場合に、破壊的な技術または行動の変化はより起こりやすくなる。O'Reilly and Tushman (2004) は、非常に器用な組織とは、漸進的・破壊的イノベーションを同時に追求する技能を習得している組織であると言及している (O'Reilly and Tushman, 2004)。同様に、ある産業の持続可能な変革の実現に破壊的・漸進的イノベーションが微調整された組み合わせが必要なのであれば、これは、新興技術及び環境に優しい既存の技術の均衡が取れた開発という道筋の内 1 つだけに専念するのではなく、両方に注力することが必要となることを示唆する (Hockerts and Wüstenhagen, 2010)。

11.7.5 再生可能エネルギーの割合が高い世界への移行を促進する具体的な政策オプション

低炭素エネルギーをベースにした未来（特に再生可能エネルギーを重視したもの）への構造的変化を可能にする破壊的変化を促進するためには、より積極的な政策アプローチが必要となるだろう。その理由は、以下の通りである。

- ・ 膨大な新しい投資が必要とされる。安定的かつ予測可能な政策の枠組み及び明確に伝達された長期目標がなければ (SRU, 2010; Teske et al., 2010)、投資家は、認識されている政策リスクのために、そのような投資を尻込みすると思われる (IEA, 2007a; Bürer and Wüstenhagen, 2009)。
- ・ 不可欠なインフラ投資には、ある程度の財政支援または官民パートナーシップが必要となる可能性がある（たとえば洋上風力発電のための系統網接続、集光型太陽熱発電の大陸間取引、新しい貯蔵施設など） (IEA, 2010a)。
- ・ 低い水準の再生可能エネルギー浸透は、比較的少ない技術で達成可能であるが、再生可能エネルギーの割合が高い世界は、成熟度の異なる再生可能エネルギー源の幅広いポートフォリオに依存する可能性が高い。時間の経過と共にこれらの様々な技術を市場に投入していくためには、現在よりかなり高いレベルでの研究、開発、及び普及の取り組みの継続が必要とされるだろう (Sanden and Azar, 2005; Neuhoff et al., 2009; IEA, 2010a)。
- ・ 新しいエネルギー技術の商業化を保証するためには、技術の研究開発のみでは不十分である可能性が高く、研究開発と再生可能エネルギー普及政策の両方が必要であるという一般的なコンセンサスが存在している (Grubler et al., 1999b; Norberg-Bohm, 1999; Requate, 2005; Horbach, 2007)。再生可能エネルギーの研究開発

の投資は、新しい再生可能エネルギー技術の需要を同時に強化することで研究開発への民間部門投資を刺激する政策によって補完された場合に、技術の進歩及びコストの削減において最も効果的となる。

- ・ 経験から学ぶ柔軟性と同様に、戦略的な枠組み及び長期的なコミットメントと計画は、構造的変化を実現する上で非常に重要となるだろう。オランダなどの国が、新しいエネルギー技術の実験及び前途有望な概念の後の拡大のために保護された地域を作る具体的な普及政策を実施している (Sanden and Azar, 2005; Vob et al., 2009)。
- ・ 現在最も早く成長している2つの再生可能技術、すなわち風力及び太陽熱は、その発電プロフィールにおいて現在の発電技術とは異なっている。これらの変動しやすい資源の成長のさらなる継続のためには、効率の低さをカバーしようとする場合、電力市場規則の適応が求められるだろう (Teske et al., 2010)。
- ・ 最も再生可能エネルギーの割合が高いシナリオは、同時にエネルギー効率の大幅な増加を想定している。一部のシナリオは比較的高い水準のエネルギー消費における再生可能供給源の割合を高く、そして多くの再生可能供給源における技術的ポテンシャルも高いと想定しているが、再生可能エネルギーの割合及びエネルギー消費がともに高いシナリオ (象限2) は、必要資本及び社会的受容の問題に関して言えば、エネルギー効率を同時に増加させる、再生可能エネルギーの割合が高いシナリオよりも厳しい制約に直面する傾向にある (11.7.2 節を参照)。そのようなエネルギー効率の増加は、市場の力 (燃料価格ショックなど) または積極的な政策 (炭素価格設定、エネルギー税、効率基準、ラベリングなど) によってもたらされる可能性がある (Teske et al., 2010)。
- ・ エネルギー消費の水準及び構成における化石エネルギーや原子力エネルギーの割合はともに、他の政策領域、特に都市計画及び運輸政策との関連性が高い現在の戦略的選択に依存している (Dowall, 1980; Hankey and Marshall, 2010)。再生可能エネルギーの割合が高い世界の実現は、初期の政策統合に依存するだろう。
- ・ 必要となる変化の大きさは、様々な政策への社会の同意を必要とするため、再生可能エネルギーに関する国民意識を高める取り組みを増やすことになるだろう (IEA, 2010a; SRU, 2010; West et al., 2010)。

総合

どのような技術を推進するにしても、低炭素の未来への移行を実現するためには膨大な投資が必要となるだろう (10.5 節)。そのような移行には、技術及びインフラへの民間投資を大幅に増加させる魅力を持った追加的な政策が必要とされるだろう。投資家の視点から見れば、再生可能エネルギー技術のさらなる普及は、新しい市場機会につながると考えられる。

文献では、再生可能エネルギーが高い費用対効果と普及率を達成するには、再生可能エネルギーの長期的な目標と経験から学ぶ柔軟性が重要になると示されている。再生可能エネルギーの割合を高く保ちながら温室効果ガス濃度安定化レベルを達成するには、今後数十年にわたり現在のエネルギーシステムの構造的変化が必要となるだろう。このため、リスクを軽減し、再生可能エネルギー及び関連インフラへの投資に対応した時間枠を超えて安定性を提供する魅力的なリターンを実現する政策の枠組みを系統的に発展させる必要があるだろう (11.6 節及び 11.7 節を参照)。エネルギーのインフラが開発途上の場合や、エネルギー需要が将来増加すると見込まれる場合は、適切かつ信頼し得る手段が一段と重要になる。

REFERENCES

- Access Reform Options Development Group (2006).** *A Framework for Considering Reforms to how Generators gain Access to the GB Electricity Transmission System.* A report by the Access Reform Options Development Group, UK.
- Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn, and D. Hemous (2009).** *The Environment and Directed Technical Change.* NBER Working Paper 15451, National Bureau of Economic Research. Cambridge, MA, USA.
- Adelaja, A., Y. Jailu, C. Mckeown, and A. Tekle (2010).** Effects of renewable energy policies on wind industry development in the U.S. *Journal of Natural Resources Policy Research*, **2**(3), pp. 245-262.
- Agnolucci, P. (2007).** The effect of financial constraints, technological progress and long-term contracts on tradable green certificates. *Energy Policy*, **35**(6), pp. 3347-3359.
- Agterbosch, S., and S. Breukers (2008).** Socio-political embedding of onshore wind power in the Netherlands and North Rhine-Westphalia. *Technology Analysis & Strategic Management*, **20**(5), pp. 633-648.
- Agterbosch, S., R.M. Meertens, and W.J.V. Vermeulen (2009).** The relative importance of social and institutional conditions in the planning of wind power projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**(2), pp. 393-405.
- Aitken, M. (2010).** Wind power and community benefits: Challenges and opportunities. *Energy Policy*, **38**(10), pp. 6066-6075.
- Aldy, J.E., S. Barrett, and R.N. Stavins (2003).** 13+1: A Comparison of Global Climate Change Policy Architectures. *Climate Policy*, **3**(2003), pp. 373-397.
- Alonso, O., J. Revuelta, M. de la Torre, and L. Coronado (2008).** Spanish experience in wind energy integration. In: *Power-Gen Conference and Exhibition*, Milan, Italy, 3-5 June 2008.
- Altenburg, T., H. Schmitz, and A. Stamm (2008).** Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation. *World Development*, **36**(2), pp. 325-344.
- Amranand, P. (2008).** *Alternative Energy, Cogeneration and Distributed Generation: Crucial Strategy for Sustainability of Thailand's Energy Sector.* Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Bangkok, Thailand.
- Amranand, P. (2009).** Keynote Address: The role of renewable energy, cogeneration and distributed generation in sustainable energy development in Thailand. In: *World Renewable Energy Congress 2009 Asia, BITEC*, Bangkok, Thailand, 19-22 May 2009.
- Amundsen, E.S. and J.B. Mortensen. (2001).** The Danish Green Certificate Scheme: Some simple analytical results. *Energy Economics*, **23**(5), pp. 489-509.
- ANL (2010).** *Solar Energy Development Programmatic Environmental Impact Statement Web site.* Argonne National Laboratory (ANL), U.S. Department of Energy, Argonne, IL, USA. Available at: solareis.anl.gov/.
- Araneda, J.C., S. Mocarquer, R. Moreno, and H. Rudnick (2010).** Challenges on integrating renewables into the Chilean grid. In: *International Conference on Power System Technology, 2010*, Hangzhou, China, 24-28 October 2010.
- Archer, D., T. Pettigrew, M. Constanzo, B. Iritani, I. Walker, and L. White (1987).** Energy conservation and public policy: The mediation of individual behavior. In: *Energy Efficiency:*

- Perspectives on Individual Behavior*. W. Kempton and M. Neiman (eds.). American Council for an Energy Efficient Economy, Washington, DC, USA, pp. 69-92.
- Argote, L., S.L. Beckman, and D. Epple (1990)**. The Persistence and Transfer of Learning in Industrial Settings. *Management Science*, **36**(2), pp. 140-154.
- ADB (2007)**. *Investing in Clean Energy and Low Carbon Alternatives in Asia*. Asian Development Bank (ADB), Manila, the Philippines. Available at: www.adb.org/docs/Publications_Presentations/Investing_in_Clean_Energy_and_Low_Carbon_Alternatives_in_Asia_-_November_2007.pdf.
- ASIF (2009)**. Informe anual 2009. *Hacia la consolidación de la energía Fotovoltaica en España*. Asociación de la industria Fotovoltaica (ASIF), Madrid, Spain.
- Attari, S., M. Schoen, C. Davidson, M. DeKay, W. Bruine de Bruin, R. Dawes, and M. Small (2009)**. Preferences for change: Do individuals prefer voluntary actions, soft regulations, or hard regulations to decrease fossil fuel consumption? *Ecological Economics*, **68**(6), pp. 1701-1710.
- Austrian Energy Agency, 2011**. *Energy in Central & Eastern Europe*. Online database, Vienna, Austria. Available at: <http://www.enercee.net/>.
- AWEA (2010)**. *Windpower Outlook 2010*. American Wind Energy Association (AWEA), Washington, DC, USA.
- AWEA (2011)**. *Fourth Quarter 2010 Market Report*. American Wind Energy Association (AWEA), Washington, DC, USA.
- Azevedo, J. M. and F. D. Galiana (2009)**. The sugarcane ethanol power industry in Brazil: Obstacles, success and perspectives. In: *IEEE Electrical Power & Energy Conference*, Montreal, Canada, 22-23 October 2009.
- Baker, E., L. Clarke, and J. Weyant (2003)**. *R&D as a Hedge against Climate Damages*. University of Massachusetts, Amherst, MA, USA.
- Baker, P. (2010)**. Electricity market design for a sustainable future. UKERC Working Paper Draft, UK Energy Research Centre, London, UK. Available at: geography.exeter.ac.uk/PhilBaker/marketdesignproject2.pdf.
- Baker, P., C. Mitchell, and B. Woodman (2009)**. *The Extent to which Economic Regulation Enables the Transition to a Sustainable Electricity System*. UKERC/WP/ESM/2009/013, UK Energy Research Centre, London, UK.
- Baldwin, R., and J. Black (2010)**. Really responsive risk-based regulation. *Law and Policy*, **32**(2), pp. 181-213.
- Bansal, R. (2009)**. *Identifying 'Key Value Drivers' and 'Determinants for Backward Integration' in Biofuel Industry*. Imperial College London, Business School, London, UK.
- Barry, M., and R. Chapman (2009)**. Distributed small-scale wind in New Zealand: Advantages, barriers and policy support instruments. *Energy Policy*, **37**(9), pp. 3358-3369.
- BC Hydro (2006-2008)**. *Annual Report*. BC Hydro, Vancouver, Canada.
- BC Hydro (2007-2010)**. *Annual Report*. BC Hydro Regeneration, Vancouver, Canada.
- Beck, F., and E. Martinot (2004)**. Renewable energy barriers and policies. In: *Encyclopedia of Energy*. C. Cleveland (ed.), Academic Press/Elsevier Science, San Diego, CA, USA, pp. 365-383.
- Bell, D., T. Gray, and C. Haggett (2005)**. The 'Social Gap' in wind farm siting decisions: explanations and policy responses. *Environmental Politics*, **14**, pp. 460-477.

- Bell, M. (1990).** *Continuing Industrialisation, Climate Change and International Technology Transfer*. SPRU, University of Sussex, Brighton, UK.
- Bell, M. (2007).** *Technological Learning and the Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA?* University of Sussex: SPRU - Science and Technology Policy Research, Brighton, UK.
- Benneer, L.S. and R.N. Stavins. (2007).** Second-best theory and the use of multiple policy instruments. *Environmental and Resource Economics*, **37**(1), pp. 111–129.
- Bergek, A., and S. Jacobsson (2010).** Are tradable green certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003–2008. *Energy Policy*, **38**(3), pp. 1227-1606.
- BERR (2008).** *Low Carbon Buildings Programme*. Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR), Department of Energy and Climate Change (DECC). London, UK. Available at: www.lowcarbonbuildings.org.uk/.
- BERR/NERA (2008).** *Qualitative Evaluation of Financial Instruments for Renewable Heat*. Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR) and National Economic Research Associates (NERA), London, UK.
- Bird, J., and Institute for Public Policy Research (2009).** *A fair wind for a Green Economy*. Institute for Public Policy Research, London, UK.
- Bird, L., M. Bolinger, T. Gagliano, R. Wiser, M. Brown, and B. Parsons (2005).** Policies and market factors driving wind power development in the United States. *Energy Policy*, **33**, pp. 1397-1407.
- Bird, L., and E. Lokey (2007).** *Interaction of Compliance and Voluntary Renewable Energy Markets*. NREL/TP-670-42096, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- Bird, L., and J. Sumner (2010).** *Green Power Marketing in the United States: A Status Report (2009 Data)*. NREL/TP-6A20-49403, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- Blanford, G.J. (2009).** R&D investment strategy for climate change. *Energy Economics*, **31**(Supplement 1), pp. S27-S36.
- Blyth, W., D. Bunn, J. Kettunen, and T. Wilson (2009).** Policy interactions, risk and price formation in carbon markets. *Energy Policy*, **37**(12), pp. 5192-5207.
- BMU (2006).** *Renewable Energy Sources Act (EEG), Development of electricity generation from renewable energies up to 2020 and financial impacts*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin, Germany.
- BMU (2009).** *Renewable Energy Sources in Figures: States, National and International Development*, German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Berlin, Germany, 80 pp.
- BMU (2010).** *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland [Development of Renewable Energy Sources in Germany]*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin, Germany.
- BMVIT (2007).** *Model Region Güssing: Self-sufficient energy supply based on regionally available renewable resources and sustainable regional development*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT: Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology), Vienna, Austria.
- Boardman, B. (2009).** *Fixing Fuel Poverty: Challenges and Solutions*. Earthscan Ltd., Oxford, UK,

270 pp.

- Bohm, P., and C.S. Russell (1985).** Comparative analysis of alternative policy instruments. In: *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*. A.V. Kneese and J. Sweeney (eds.), Elsevier Science Publishers, pp. 395-460.
- Bohringer, C. and K. E. Rosendahl (2010).** Green promotes the dirtiest: On the interaction between black and green quotas in energy markets. *Journal of Regulatory Economics*, **37**(3), pp. 316-325.
- Bomb, C., K. McCormick, E. Deurwaarder, and T. Kaberger (2007).** Biofuels for transport in Europe: lessons from Germany and the UK. *Energy Policy*, **35**(2007), pp. 2256-2267.
- Bouille, A. (2010).** *Financing Renewable Energy in the European Energy Market*. Project No. PECPNL084659, A study led by Ecofys funded by the European Commission, DG Energy, Brussels, Belgium. Available at: ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2011_financing_renewable.pdf.
- Breitschopf, B., M. Klobasa, F. Sensfuß, J. Steinbach, M. Ragwitz, U. Lehr, J. Horst, U. Leprich, J. Diekmann, F. Braun, and M. Horn (2010).** *Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt (in German)*. Interim report of a study led by Fraunhofer ISI done on behalf of the German Federal Environment Ministry, Bonn, Germany.
- Brennan, T.J. (2007).** Consumer preference not to choose: methodological and policy implications. *Energy Policy*, **35**(3), pp. 1616-1627.
- Breukers, S., and M. Wolsink (2007a).** Wind energy policies in the Netherlands: Institutional capacity-building for ecological modernisation. *Environmental Politics*, **16**(1), pp. 92-112.
- Breukers, S., and M. Wolsink (2007).** Wind power implementation in changing institutional landscapes: An international comparison. *Energy Policy*, **35**, pp. 2737-2750.
- BTM Consult ApS (2010).** *World Market Update 2009*. BTM Consult ApS, Ringkøbing, Denmark.
- Buckman, G., and M. Diesendorf (2010).** Design limitations in Australian renewable electricity policies. *Energy Policy*, **38**(7), pp. 3365-3376.
- Buen, J. (2005).** Danish and Norwegian wind industry: the relationship between policy instruments, innovation and diffusion. *Energy Policy*, **34**(18), pp. 3887-3897.
- Buijs, P., D. Bekaert, and R. Belmans (2010).** Seams issues in European transmission investments. *The Electricity Journal* **23**(10), pp. 18-26.
- Bürer, M.J., and R. Wüstenhagen (2009).** Which renewable energy policy is a venture capitalist's best friend? Empirical evidence from a survey of international cleantech investors. *Energy Policy*, **37**(12), pp. 4997-5006.
- Bürger, V., S. Klinski, U. Lehr, U. Leprich, M. Nast, and M. Ragwitz (2008).** Policies to support renewable energies in the heat market. *Energy Policy*, **36**(8), pp. 3150-3159.
- Büsgen, U., and W. Dürrschmidt (2009).** The expansion of electricity generation from renewable energies in Germany: A review based on the Renewable Energy Sources Act Progress Report 2007 and the new German feed-in legislation. *Energy Policy*, **1**(2009), pp. 2536-2545.
- Butler, L., and K. Neuhoff (2008).** Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development. *Renewable Energy*, **33**(8), pp. 1854-1867.
- BWE (2011).** *Windjahr in Prozent zum langjährigen Mittel*. Statistics, Bundesverband Windenergie e.V. (BWE), Berlin, Germany. Available at: www.wind-energie.de/de/statistiken/.

- CEC and CPUC (2008).** *Final Opinion and Recommendations on Greenhouse Gas Regulatory Strategies*. California Energy Commission (CEC) and California Public Utilities Commission (CPUC), Sacramento, CA, USA, 297 pp.
- Canadian Food Grains Bank (2008).** *Can A Hungry World Afford Biofuels?* Canadian Food Grains Bank, Winnipeg, Canada.
- Carlsson, B., S. Jacobsson, M. Holmén, and A. Rickne (2002).** Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, **31**(2), pp. 233-245.
- Casillas, C., and D.M. Kammen (2010).** The energy-poverty-climate nexus. *Science*, **330**(6008), pp. 1181-1182
- CCC (2009).** Reducing Emissions in Buildings and Industry. Chapter 5 in: *Meeting Carbon Budgets – The Need for a Step Change. Progress Report to Parliament, London, October 2009*. Committee on Climate Change (CCC), London, UK, pp. 151-188. Available at: downloads.theccc.org.uk/21667%20CCC%20Report%20AW%20WEB.pdf.
- CCC (2010).** *Meeting carbon budgets: Ensuring a Low-Carbon Recovery*. Committee on Climate Change (CCC), London, UK.
- Cerri, C.E.P., M. Easter, K. Paustian, K. Killian, K. Coleman, M. Bémoux, P. Falloon, D.S. Powlson, N.H. Batjes, E. Milne, and C.C. Cerri (2007).** Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **122**, pp. 58-72.
- Changliang, X., and S. Zhanfeng (2009).** Wind energy in China: Current scenario and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**, pp. 1966-1974.
- Christensen, C. (1997).** *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA, USA.
- CIPORE (2011).** Caribbean Information Platform on Renewable Energy (CIPORE). Online database, Caribbean Information Platform on Renewable Energy (CIPORE), Kingston, Jamaica. Available at: www.cipore.org/.
- CITI (2010).** *Europe Utilities (Citigroup Global Markets)*, September 2010. Citi Investment Research & Analysis, London, UK.
- City of Miami (2008).** *MiPlan: City of Miami Climate Action Plan*. City of Miami, Miami, FL, USA, 48 pp.
- Cohen, G.E., D.W. Kearney, and G.J. Kolb (1999).** *Final Report on the Operation and Maintenance Improvement Program for Concentrating Solar Power Plants*. Sandia National Laboratories, Oak Ridge, TN, USA.
- Cohen, L.R., and R.G. Noll (1991).** *The Technology Pork Barrel*. Brookings, Washington, DC, USA.
- Commission of the European Communities (2008).** *Commission Staff Working Document: The Support of Electricity from Renewable Energy Sources*. Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, 38 pp.
- Connor, P., V. Bürger, L. Beurskens, K. Ericsson, and C. Egger (2009).** *Overview of RES-H/RES-C Support Options*. D4 of WP2 from the RES-H Policy project. University of Exeter, Exeter, UK. Available at: [www.res-h-policy.eu/downloads/RES-H_Policy-Options_\(D4\)_final.pdf](http://www.res-h-policy.eu/downloads/RES-H_Policy-Options_(D4)_final.pdf).
- Cory, K., T. Couture, and C. Kreycik (2009).** *Feed-in Tariff Policy: Design, Implementation and RPS Policy Interactions*. NREL/TP-6A2-45549, National Renewable Energy Laboratory

- (NREL), Golden, CO, USA, 17 pp.
- Couture, T. (2009).** *State Clean Energy Policy Analysis: Renewable Energy Feed-in Tariffs. SCEPA Webinar.* National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA, 23 pp.
- Couture, T., and Y. Gagnon (2009).** *An Analysis of Feed-in Tariff Policy Design Options for Renewable Energy Sources.* Universite de Moncton, Moncton, Canada.
- Couture, T.D., K. Cory, C. Kreycik, and E. Williams (2010).** *A Policymaker's Guide to Feed In Tariff Policy Design.* NREL/TP-6A2-44849, National Renewable Energy Laboratory (NREL) Golden, CO, USA.
- Cowell, R. (2007).** Wind power and 'the planning problem': the experience of Wales. *European Environment*, **17**(5), pp. 291-306.
- Cowell, R. (2010).** Wind power, landscape and strategic, spatial planning – The construction of 'acceptable locations' in Wales. *Land Use Policy*, **27**(2), pp. 222-232.
- Creutzig, F., and D. He (2009).** Climate change mitigation and co-benefits of feasible transport demand policies in Beijing. *Transportation Research D*, **14**, pp. 120-131.
- Cruetzig, F.S. and D.M. Kammen (2010).** Getting the carbon out of transportation fuels. In: *Global Sustainability: A Nobel Cause.* H.-J. Schellenhuber, M. Molina, N. Stern, V. Huber and S. Kadner (eds), Cambridge University Press, pp. 307-318.
- Creutzig, F., E. McGlynn, J. Minx, and O. Edenhofer (2010).** *Climate Policies for Road Transport Revisited: Evaluation of the Current Framework, Working Papers 1.* Department of Climate Change Economics, TU Berlin, Berlin, Germany.
- Cropper, M.L. and W.E. Oates (1992).** Environmental economics: A survey. *Journal of Economic Literature*, **30**, pp. 675-740.
- CTED (2009).** *Washington State's Green Economy: A Strategic Framework. Discussion Draft.* Washington State Department of Community, Trade and Economic Development (CTED), Olympia, WA, USA, 100 pp.
- Cuppen, E., S. Breukersb, M. Hisschemöllera, and E. Bergsmaa (2010).** Q methodology to select participants for a stakeholder dialogue on energy options from biomass in the Netherlands. *Ecological Economics*, **69**(3), pp. 579-591.
- Damborg, S., and S. Krohn (1998).** *Public Attitudes towards Wind Power.* Danish Wind Turbine Manufacturers Association, Copenhagen, Denmark.
- Danish Ministry of Energy (1981).** *Energiplan 81.* Energiministeriet, Copenhagen, Denmark.
- Danish Ministry of the Environment (1993).** *Cirkulære om primærkommuners planlægning for vindmøller (til alle kommunalbestyrelser).* Miljøministeriet, Copenhagen, Denmark.
- Danish Wind Industry Association (2010).** *Danish Wind Industry Maintains High Export Figures In 2009 Despite Financial Crisis.* Danish Wind Industry Association (Vindmølleindustrien), Frederiksberg, Denmark, Available at: www.windpower.org/en/news/news.html.
- David, P.A. (1985).** Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, **75**, pp. 332-337.
- David, P.A., B.H. Hall, and A.A. Toole (2000).** Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research Policy*, **29**(4-5), pp. 497-529.
- Davis, G.A., and B. Owens (2003).** Optimizing the level of renewable electric R&D Expenditures using real options analysis. *Energy Policy*, **31**, pp. 1589-1608.
- DBCCA (2009).** *Infrastructure Investments in Renewable Energy.* Deutsche Bank Climate Change

Advisors (DBCCA), Deutsche Bank, New York, NY, USA.

- DBCCA (2010).** *Investing in Climate Change 2010: A Strategic Asset Allocation Perspective.* Deutsche Bank Climate Change Advisors (DBCCA), Deutsche Bank, New York, NY, USA.
- de Coninck, H.C., F. Haake, and N. van der Linden (2007).** Technology transfer in the Clean Development Mechanism. *Climate Policy*, **7**(5), pp. 444-456.
- de Gorter, H., and D.R. Just (2010).** The Social costs and benefits of biofuels: The intersection of environmental, energy and agricultural policy. *Applied Economic Perspectives and Policy*, **32**(1), pp. 4-32.
- de Jager, D., and M. Rathmann (2008).** *Policy Instrument Design to Reduce Financing Costs in Renewable Energy Technology Projects.* Ecofys, Utrecht, The Netherlands, 142 pp.
- de Jager, D., C. Klessman, E. Stricker, T. Winkel, E. de Visser, M. Koper, M. Ragwitz, A. Held, G. Resch, S. Busch, C. Panzer, A. Gazzo, T. Roulleau, P. Gousseland, M. Henriët, and A. Bouille (2010).** *Financing Renewable Energy in the European Energy Market.* Project No. PECPNL084659, A study led by Ecofys funded by the European Commission, DG Energy, Brussels, Belgium.
- de Jonghe, C., E. Delarue, R. Belmans, and W. D'haeseleer (2009).** Interactions between measures for the support of electricity from renewable energy sources and CO₂ mitigation. *Energy Policy*, **37**(11), pp. 4743-4752.
- de Miera, G.S., P. del Río González, and I. Vizcaíno (2008).** Analysing the impact of renewable electricity support schemes on power prices: the case of wind electricity in Spain. *Energy Policy*, **36**(9), pp. 3345-3359.
- de Saravia, C.F., and A. Diego Rosell (2011).** Coup de Grâce: A New Royal Decree Slashes Tariffs and Opens the Door to Retroactive Changes for Spanish PV. *Photon International*, pp. 66-68.
- DECC (2009).** *The UK Renewable Energy Strategy.* Department of Energy and Climate Change (DECC). HM Government, London, UK.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, and Y. Ménière (2008).** The Clean Development Mechanism and the international diffusion of technologies: An empirical study. *Energy Policy*, **36**, pp.1273-1283.
- Deepchand, K. (2002).** Promoting equity in large-scale renewable energy development: the case of Mauritius. *Energy Policy*, **30**(11-12), pp. 1129-1142.
- DEFRA/BERR (2007).** *Renewable Heat Support Mechanisms.* Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) and Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR), London, UK.
- del Río González, P., F. Hernández, and M. Gual (2005).** The implications of the Kyoto project mechanisms for the deployment of renewable electricity in Europe. *Energy Policy*, **33**(15), pp. 2010-2022.
- Department of Minerals and Energy (2003).** *White Paper on Renewable Energy.* Department of Minerals and Energy, Pretoria, Republic of South Africa.
- Derrick, A. (1998).** Financing mechanism for renewable energy. *Renewable Energy*, **15**(1998), pp. 211-214.
- Devine-Wright, P. (2005).** Beyond Nimbyism: Towards an integrated framework for understanding public perceptions of wind energy. *Wind Energy*, **8**(2), pp. 125-139.
- DG TREN (2007).** *Heating and Cooling from Renewable Energies: Costs of National Policies and*

- Administrative Barriers*. Contract TREN/D1/2006-7/S07.67170, MVV Consulting. Brussels, Belgium.
- Dias de Moraes, M. A. F., and L. Rodrigues (2006).** *Brazil Alcohol National Program*. Relatório de pesquisa. Piracicaba, Brazil: 54.
- Dillon, H. S., T. Laan, and H.S. Dillon (2008).** *Biofuels – At What cost? Government Support For Ethanol and Biodiesel in Indonesia*. Global Subsidies Initiative, Geneva, Switzerland. Available at: http://www.globalsubsidies.org/files/assets/Indonesia_biofuels.pdf.
- Dinica, V. (2008).** Initiating a sustained diffusion of wind power: The role of public-private partnerships in Spain. *Energy Policy*, **36**(9), pp. 3562-3571.
- Domac, J., K. Richards, and S. Risovic (2005).** Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. *Biomass and Bioenergy*, **28**(2), pp. 97-106.
- Dosi, G. (1982).** Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, **11**, pp. 147-162.
- Dosi, G. (1988).** Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, **26**(3), pp. 1120-1171.
- Dowall, D.E. (1980).** US land use and energy policy – assessing potential conflicts. *Energy Policy*, **8**(1), pp. 50-60.
- Droege, P. (2009).** *100% Renewable: Energy Autonomy in Action*. Earthscan, London, UK.
- DSIRE (2011).** US Database of State Incentives for Renewables and Efficiency. Online database, US Database of State Incentives for Renewables and Efficiency (DSIRE), North Carolina State University, Raleigh, NC, USA. Available at: www.dsireusa.org/.
- DTI (2007).** *Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Energy*. Department of Trade and Industry (DTI), The Stationery Office, London, UK.
- DTI/Ofgem Embedded Generation Working Group (2001).** *Report into Network Access Issues*, Department of Trade and Industry (DTI) and Ofgem, London, UK.
- DUKES (2009).** *Digest of United Kingdom Energy Statistics (DUKES)*. Department of Energy and Climate Change, London, UK. Available at: www.decc.gov.uk/en/content/cms/statistics/publications/dukes/dukes.aspx.
- ECLAC (2009).** *Contribution of Energy Services to the Millennium Development Goals and to Poverty Alleviation in Latin America and the Caribbean*. LC/W.281-P/I, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Club de Madrid, GTZ and UNDP, United Nations, Santiago, Chile. Available at: www.eclac.org/publicaciones/xml/0/38790/lcw281i.pdf.
- Edenhofer, O. and M. Kalkuhl (2011).** When do increasing carbon taxes accelerate global warming? A note on the green paradox. *Energy Policy*, **39**(4), pp. 2208-2212.
- Edenhofer, O., N. Bauer, and E. Kriegler (2005).** The impact of technological change on climate protection and welfare: insights from the model MIND. *Ecological Economics*, **54**(2-3), pp. 277-292.
- EGWG (2001).** *The Embedded Generation Working Group Report into Network Access Issues*. Embedded Generation Working Group (EGWG), UK. Available at: www.dti.gov.uk/energy/domestic_markets/network_access_elec/egwp_report/.
- Ellis, G., J. Barry, and C. Robinson (2007).** Many ways to say ‘no’, different ways to say ‘yes’: applying Q-methodology to understanding public acceptance of wind farm proposals. *Journal of Environmental Planning and Management*, **50**(4), pp. 517-555.

- Ellis, G., R. Cowell, C. Warren, P. Strachan, and J. Szarka (2009).** Wind Power and the ‘Planning Problem’. *Journal of Planning Theory and Practice*, **10**(4), pp. 521-547.
- Energy Skills Queensland (2009).** *Research report: Sustainable Energy Skills Formation Strategy*. Energy Skills Queensland. Rocklea, Queensland, Australia.
- EPPO (2007a).** *VSPP (As of April 2007)*. Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand. Bangkok, Thailand.
- EPPO (2007b).** สรุปการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (สถานการณ์ ณ เดือนกุมภาพันธ์ 2549). *Summary of electricity purchased from SPPs (as of February 2007)*. Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand. Bangkok, Thailand.
- EPPO (2010a).** *Thailand Power Development Plan*. Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand. Bangkok, Thailand.
- EPPO (2010b).** สถานภาพการรับซื้อไฟฟ้าจาก SPP จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง (ณ วันที่ 24 มีนาคม 2553). *(Electricity purchased from SPPs by fuel type - as of 24 March 2010)*. Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand. Bangkok, Thailand.
- EPPO (2010c).** สถานภาพการรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง (ณ วันที่ 24 มีนาคม 2553). *(Electricity purchased from VSPP by fuel type as of 24 March, 2010)*. Energy Policy and Planning Office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand. Bangkok, Thailand.
- ERCOT (2010).** *Texas Posts Record Increase in Voluntary Renewable Energy Credits: State Exceeds Legislature’s 2025 Goal 15 Years Early*. Press release, Electric Reliability Council of Texas (ERCOT), Austin, TX, USA. Available at: www.ercot.com/news/press_releases/2010/nr-05-14-10.
- Ericsson, K., and P. Svenningsson (2009).** *Introduction and Development of the Swedish District Heating Systems: Critical Factors and Lessons Learned*. Lund University, Lund, Sweden.
- Ernst & Young (2008).** *Renewable Energy Country Attractiveness Indices: Global Highlights*. Ernst & Young, London, UK, 24 pp.
- Espey, S. (2001).** Renewables portfolio standard: a means for trade with electricity from renewable energy sources? *Energy Policy*, **29**(7), pp. 557-566.
- European Centre for Development of Vocational Training (2010).** *Skills for Green Jobs: European Synthesis Report*. European Centre for Development of Vocational Training, Publications Office of the European Union, Luxembourg. Available at: www.cedefop.europa.eu/EN/Files/3057_en.pdf.
- European Commission (2005).** *The Support of Renewable Energy Sources*. European Commission, Brussels, Belgium.
- European Commission (2009a).** Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (2009). *Official Journal of the European Union*, pp. 16-61.
- European Commission (2009b).** *Investing in the Development of Low Carbon Technologies: A Technology Roadmap*. Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, Belgium.
- European Commission (2010).** *Covenant of Mayors: Cities take the Lead to Tackle Climate Change*. News release, EP President Press Service, Available at: www.eumayors.eu/IMG/pdf/EP_PR.pdf.
- European Commission (2011).** *Commission staff working document: Recent progress in*

developing renewable energy sources and technical evaluation of the use of biofuels and other renewable fuels in transport in accordance with Article 3 of Directive 2001/77/EC and Article 4(2) of Directive 2003/30/EC. Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Renewable Energy: Progressing towards the 2020 target; COM(2011) 31 final. European Commission, Brussels, Belgium.

European Parliament and of the Council (2009). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal of the European Union*.

European Union (2009). *Annex I of Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the Promotion and Use of Energy from Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.* European Union, Brussels, Belgium.

Eurostat (2010). *Supply, transformation, consumption – renewables (biofuels) – annual data (nrg_1073a).* European Commission, Brussels, Belgium. Available at: appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_1073a&lang=en.

Fankhauser, S., C. Hepburn, and J. Park (2010). Combining multiple climate policy instruments: How not to do it. *Climate Change Economics*, **1**, pp. 209-225

FAO/GBEP (2007). *A Review of the Current State of Biofuel Development in G8+5 Countries.* Food and Agriculture Organization (FAO) and Global Bioenergy Partnership (GBEP), Rome, Italy.

Farrell, J. (2009). *Feed-in tariffs in America: Driving the Economy with Renewable Energy Policy that Works.* The New Rules Project, Minneapolis, MN, USA, 30 pp.

Faulin, J., F. Lera, J.M. Pintor, and J. Garcia (2006). The outlook for renewable energy in Navarre: An economic profile. *Energy Policy*, **34**, pp. 2201-2216.

Felix-Saul, R. (2008). Assessing the impact of Mexico's Biofuels Law. *Baker & McKenzie Biomass Magazine*. Available at: biomassmagazine.com/articles/1678/assessing-the-impact-of-mexico's-biofuels-law/.

Fink, S., C. Mudd, K. Porter, and B. Morgenstern (2009). *Wind Energy Curtailment Case Studies.* National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.

Fischer, C. (2008). Emissions pricing, spillovers, and public investment in environmentally friendly technologies. *Energy Economics*, **30**(2), pp. 487-502.

Fischer, C. and R.G. Newell (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management*, **55**, pp. 142-162.

Fischer, C., and L. Preonas (2010). Combining policies for renewable energy: Is the whole less than the sum of its parts? *International Review of Environmental and Resource Economics*, **4**(1), pp. 51-92.

Fischlein, M., J. Larson, D. Hall, R. Chaudhry, T.R. Peterson, J. Stephens, and E. Wilson (2010). Policy stakeholders and deployment of wind power in the sub-national context: A comparison of four U.S. states. *Energy Policy*, **38**(8), pp. 4429-4439.

Flach, B., S. Lieberz, K. Bendz, B. Dahlbacka and D. Achilles (2009). *EU-27 Biofuels Annual Report 2009.* United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Washington, DC, USA.

Fodella, G., 1989: Orgware: the key of Japanese success. *Rivista Internazionale di Scienze Economiche Ecommerciali*, **36**(12), pp. 1057-1062.

- Ford, A., K. Vogstad, and H. Flynn (2007).** Simulating price patterns for tradable green certificates to promote electricity generation from wind. *Energy Policy*, **35**(1), pp. 91-111.
- Forsyth, T.L., M. Pedden, and T. Gagliano (2002).** *The Effects of Net Metering on the Use of Small-Scale Wind Systems in the United States*. NREL/TP-500-32471, NREL, Golden, CO, USA, 20 pp.
- Fouquet, D., and T.B. Johansson (2008).** European renewable energy policy at crossroads – Focus on electricity support mechanisms. *Energy Policy*, **36**(11), pp. 4079-4092.
- Fouquet, D., C. Grotz, J.L. Sawin, and N. Vassilakos (2005).** *Reflections on a Possible Unified EU-Financial Support Scheme for Renewable Energy Systems (RES): A Comparison of Minimum-Price and Quota Systems and an Analysis of Market Conditions*. European Renewable Energies Federation and Worldwatch Institute, Brussels, Belgium and Washington, DC, USA.
- Fouquet, R. (2008).** *Heat, Power And Light: Revolutions in Energy Services*. Edward Elgar Publishing Ltd., Cheltenham, UK.
- Fox, J. (2010).** *Renewable Energy in Thailand: Green Policies Take Off*. Thailand Law Forum. Available at: www.thailawforum.com/green-policies-take-off.html.
- Foxon, T., and P. Pearson (2008).** Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production*, **16**(S1), pp. S148-S161.
- Freeman, C. (1974).** *The Economics of Industrial Innovation*. The MIT Press, Cambridge, MA USA.
- Freeman, C., and C. Perez (1988).** Structural crises of adjustment, business cycles, and investment behavior. In: *Technical Change and Economic Theory*. G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (eds.), Pinter, London, UK and New York, NY, USA, pp. 38-66.
- Frenken, K., M. Hekkert, and P. Godfroij (2004).** R&D portfolios in environmentally friendly automotive propulsion: Variety, competition and policy implications. *Technological Forecasting and Social Change*, **71**(5), pp. 485-507.
- Fri, R.W. (2003).** The role of knowledge: Technological innovation in the energy system. *The Energy Journal*, **24**(4), pp. 51-74.
- Friedrichs, J. (2010).** Global energy crunch: how different parts of the world would react to a peak oil scenario. *Energy Policy*, **38**(8), pp. 4562-4569.
- Frondel, M., N. Ritter, C.M. Schmidt, and C. Vance (2010).** Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*, **38**(2010), pp. 4048-4056.
- Fuller, M.C., C. Kunkel, and D.M. Kammen (2009a).** *Guide to Energy Efficiency and Renewable Energy Financing Districts for Local Governments, prepared for the city of Berkeley, California*. Renewable and Appropriate Energy Laboratory, University of California, Berkeley, CA, USA.
- Fuller, M.C., S. Portis, and D.M. Kammen (2009b).** Towards a low-carbon economy: municipal financing for energy efficiency and solar power. *Environment Magazine*, **51**(2), pp. 22-32.
- Gallagher, K.S. (2006).** Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry. *Energy Policy*, **34**, pp. 383-394.
- Gan, Z. and Yu, L. (2008).** Bioenergy transition in rural China: Policy options and co-benefits. *Energy Policy*, **36**(2), pp. 531-540.
- Garud, R., and P. Karnøe (2003).** Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research Policy*, **32**, pp. 277-300.

- Gatautis, R., I. Konstantinaviciute, D. Tarvydas, and V. Bobinaite (2009).** *Current State of Heating and Cooling Markets in Lithuania Kaunas*. Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania.
- Gatersleben, B., L. Steg, and C. Vlek (2002).** Measurement and determinants of environmentally significant consumer behavior. *Environment and Behavior*, **34**(3), pp. 335-362.
- GBC (2010).** *Clean Energy Act, Statutes of British Columbia, 2010. Bill 17*. Government of British Columbia (GBC), Victoria, Canada. Available at: www.leg.bc.ca/39th2nd/1st_read/gov17-1.htm.
- Geels, F.W. (2004).** From sectoral systems of innovation to sociotechnical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, **33** (6-7), pp. 897-920.
- Geels, F.W. (2005).** The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860-1930). *Technology Analysis & Strategic Management*, **17**(4), pp. 445-476.
- Gerlagh, R. (2010).** *Too much oil*. CESifo Economic Studies.
- Gillenwater, M. (2008).** Redefining RECs (Part 1): Untangling attributes and offsets. *Energy Policy*, **36**(6), pp. 2109-2119.
- Gillingham, K. (2009).** Economic efficiency of solar hot water policy in New Zealand. *Energy Policy*, **37**(9), pp. 3336-3347.
- Girardet, H., and M. Mendonca (2009).** *A Renewable World: Energy, Ecology, Equality*. Green Books, Devon, UK.
- Goldemberg, J. (2006).** The ethanol program in Brazil. *Environmental Research Letters*, **1**, 014008.
- Goldemberg, J. (2009).** The Brazilian experience with Biofuels. *Innovations*, **4**(4), pp. 91-107.
- Goldemberg, J., S.T. Coelho, P.M. Nastari, and O. Lucon (2004).** Ethanol learning curve – the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy*, **26**(3), pp. 301-304.
- Goldemberg, J., S.T. Coelho, and P.M. Guardabassi (2008).** The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy*, **36**(6), pp. 2086-2097.
- Goolsbee, A. (1998).** Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers? *American Economic Review*, **88**(2), pp. 298-302.
- Government of Jamaica (2006).** *Green Paper: The Jamaica Energy Policy 2006-2020*. Government of Jamaica, Kingston, Jamaica.
- Government of Nepal (2006).** *Rural Energy Policy*. Government of Nepal, Ministry of Environment, Kathmandu, Nepal.
- Government of Pakistan (2006).** *Policy for Development of Renewable Energy for Power Generation: Employing Small Hydro, Wind, and Solar Technologies*. Government of Pakistan, Islamabad, Pakistan.
1. **Government of the Kingdom of Tonga (2010).** *Tonga Energy Roadmap (TERM) 2010-2020: A Ten Year Road Map to Reduce Tonga's Vulnerability to Oil Price Shocks & Achieve an Increase in Quality Access to Modern Energy Services in an Environmentally Sustainable Manner*. HM Government of the Kingdom of Tonga, Nuku'aLofa, Tonga.
- Grafton, R.Q., T. Kompas, and N. Van Long (2010).** *Biofuels Subsidies and the Green Paradox*. CESifo Working Paper Series 2960, CESifo Group, Munich, Germany.
- Greacen, C. (2007).** An emerging light: Thailand gives the go-ahead to distributed energy.

Cogeneration & On-Site Power Production Magazine, pp. 65-73.

- Greacen, C., and C. Greacen (2004).** Thailand's electricity reforms: privatization of benefits and socialization of costs and risks. *Pacific Affairs*, **77**(4), 517-541.
- Greacen, C., C. Greacen, and R. Plevin (2003).** Thai power: Net metering comes to Thailand. *ReFocus*, **4**(6), pp. 34-37. Available at: netmeter.org/en/docs/NetMeteringRefocusNov2003.pdf.
- Griliches, Z. (1992).** The search for R&D spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*, **94**, pp. S29-S47.
- Grimaud, A., and G. Lafforgue (2008).** *Climate change mitigation policies: are R&D subsidies preferable to a carbon tax?* University of Toulouse, Toulouse, France.
- Gross, C. (2007).** Community perspectives of wind energy in Australia: The application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance. *Energy Policy*, **35**, pp. 2727-2736.
- Grubb, M. (2004).** Technology innovation and climate change policy: An overview of issues and options. *Keio Economic Studies*, **41**(2), pp. 103-132.
- Grubler, A. (1998).** *Technology and Global Change*. Cambridge University Press.
- Grubler, A., N. Nakicenovic, and D.G. Victor (1999a).** Dynamics of energy technologies and global change. *Energy Policy*, **27**(5), pp. 247-280.
- Grubler, A., N. Nakicenovic, and D.G. Victor (1999b).** Modeling technological change: Implications for the global environment. *Annual Review of Energy and the Environment*, **24**, pp. 545-569.
- Gupta, S., D.A. Tirpak, N. Burger, J. Gupta, N. Höhne, A.I. Boncheva, G.M. Kanoan, C. Kolstad, J.A. Kruger, A. Michaelowa, S. Murase, J. Pershing, T. Saijo, and A. Sari (2007).** *Policies, Instruments and Co-operative Arrangements*. Cambridge University Press.
- GWEC (2008).** *Global Wind 2007 Report*. Global Wind Energy Council (GWEC), Brussels, Belgium.
- GWEC (2010).** *Global Wind 2009 Report*. Global Wind Energy Council (GWEC), Brussels, Belgium.
- Haanyika, C.M. (2008).** Rural electrification in Zambia: A policy and institutional analysis. *Energy Policy*, **36**(3), pp. 1044-1058.
- Haas, R., W. Eichhammer, C. Huber, O. Langniss, A. Lorenzoni, R. Madlener, P. Menanteau, P.-E. Morthorst, A. Martins, A. Oniisz, J. Schleich, A. Smith, Z. Vass, and A. Verbruggen (2004).** How to promote renewable energy systems successfully and effectively. *Energy Policy*, **32**(6), pp. 833-839.
- Haas, R., C. Panzer, G. Resch, M. Ragwitz, G. Reece, and A. Held (2011).** A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **15**, pp. 1003-1034.
- Haites, E., M. Duan, and S. Seres (2006).** Technology transfer by CDM projects. *Climate Policy*, **6**(3), pp. 327-344.
- Han, J., A. Mol, Y. Lu, and L. Zhang (2009).** Onshore wind power development in China: Challenges behind a successful story. *Energy Policy*, **37**(8), pp. 2941-2951.
- Han, J., A.P.J. Mol, and Y. Lu (2010).** Solar water heaters in China: A new day dawning. *Energy Policy*, **38**, pp. 383-391.
- Hankey, S., and J.D. Marshall (2010).** Impacts of urban form on future US passenger-vehicle

- greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, **38**(9), pp. 4880-4887.
- Hanley, N., J.F. Shogren, and B. White (1997).** *Environmental Economics. In Theory and Practice*. MacMillan, 464 pp.
- Hanley, N., A. Bergmann, and R. Wright (2004).** *Valuing the Environmental and Employment Impacts of Renewable Energy Investments in Scotland*. Scottish Economic Policy Network.
- Hanson, M., M. Bernstein, and R. Hammon (2006).** The role of energy efficiency in homebuying decisions: Results of initial focus group discussions. In: *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, Asilomar, CA, 13-18 August 2006, American Council for an Energy Efficient Economy.
- Haščič, I., and N. Johnstone (2009).** *The Clean Development Mechanism and International Technology Transfer: Empirical Evidence on Wind Power using Patent Data*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Healey, P. (1997).** *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*. MacMillan Press, London, UK.
- Heiskanen, E., M. Hodson, R.M. Mourik, R.P. J.M. C.F.J. Feenstra, T. Alcantud Torrent, B. Brohmann, A. Daniels, M. Difiore, B. Farkas, U.R. Fritsche, J. Fucskó, E. Jolivet, M.H. Maack, K. Matschoss, A. Onizk-Poplawska, B.M. Poti, G. Prasad, R. Willemse, B. Schaefer, and K. Hünecke (2008a).** *Factors Influencing the Societal Acceptance of New Energy Technologies: Meta-Analysis of Recent European Projects*. D3-D4 Create Acceptance. ECN-E-07-058 Project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme (2002-2006), Energy Research Centre of the Netherlands, Petten, The Netherlands.
- Heiskanen, E., K. Jarvela, A. Pulliainen, M. Saastamoinen, and P. Timonen (2008b).** Qualitative research and consumer policy: Focus group discussions as a form of consumer participation. *The Qualitative Report*, **13**(2), pp. 152-172.
- Hekkert, M., R.A.A. Suurs, S. Negro, S. Kuhlmann, and R. Smits (2007).** Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, **74**(4), pp. 413-432.
- Held, A., M. Ragwitz, C. Huber, G. Resch, T. Faber, and K. Vertin (2007).** *Feed-in Systems in Germany, Spain and Slovenia: A Comparison*. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Germany.
- Held, A., M. Ragwitz, E. Merkel, M. Rathmann, and C. Klessmann (2010).** *Indicators Assessing the Performance of Renewable Energy Support Policies in 27 Member States*. RE-Shaping project report to the European Commission under the Intelligent Energy for Europe Program (Grant agreement no. EIE/08/517/SI2.529243). Fraunhofer ISI and Ecofys, Karlsruhe, Germany and Utrecht, The Netherlands.
- Helm, D. (2010).** Government failure, rent-seeking, and capture: the design of climate change policy. *Oxford Review of Economic Policy*, **26**(2), pp. 182-196.
- Hertel, T.W., A.A. Golub, A.D. Jones, M. O'Hare, R.J. Plevin, and D.M. Kammen (2010).** Effects of US maize ethanol on global land use and greenhouse gas emissions: Estimating market-mediated responses. *BioScience*, **60**, pp. 223-231.
- Heyward, M. (2007).** Equity and international climate change negotiations: a matter of perspective. *Climate Policy*, **7**, pp. 518-534.
- Hiller, J., and P. Healey (2008).** *Contemporary Movements in Planning Theory. Critical Essays in Planning Theory*. Ashgate, Aldershot, UK.
- Hiremath, R.B., B. Kumar, P. Balachandra, N.H. Ravindranath, and B.N. Raghunandan**

- (2009). Decentralised renewable energy: Scope, relevance and applications in the Indian context. *Energy for Sustainable Development*, **13**(1), pp. 4-10.
- Hockerts, K., and R. Wüstenhagen (2010)**. Greening Goliaths versus emerging Davids – Theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, **25**, pp. 481-492.
- Hoekman, B.M., K.E. Maskus, and K. Saggi (2004)**. *Transfer of Technology to Developing Countries: Unilateral and Multilateral Policy Options*. World Bank, Washington, DC, USA.
- Hoel, M. (2010)**. *Is there a Green Paradox?* CESifo Working Paper Series 3168. CESifo Group, Munich, Germany.
- Hogan, M. (2007)**. *German tax hits Europe's biggest biodiesel market*. Reuters, 2 Feb 2007. Available at: uk.reuters.com/article/2007/02/02/biofuels-germany-idUKL0231973020070202.
- Hogan, M. (2009)**. *German biodiesel firms say U.S. imports escape duty*. Reuters, 30 Nov 2009. Available at: www.reuters.com/article/2009/11/30/us-germany-biodiesel-us-idUSTRE5AT3QG20091130.
- Holdren, J.P., and S.F. Baldwin (2001)**. The PCAST energy studies: Toward a national consensus on energy research, development, demonstration, and deployment policy. *Annual Review of Energy and Environment*, **26**, pp. 391-434.
- Hoppock, D.C., and D. Patiño-Echeverri (2010)**. Cost of wind energy: Comparing distant wind resources to local resources in the midwestern United States. *Environmental Science & Technology*, **44**(22), pp. 8758-8765.
- Horbach, J. (2007)**. Determinants of environmental innovation – New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, **37**(1), pp. 163-173.
- House of Commons (2008)**. *Renewable Electricity – Generation Technologies*. Innovation, Universities, Science and Skills Committee, The Stationery Office Limited, London, UK.
- Houser, T., S. Mohan, and I. Hoffman (2010)**. *Assessing the American Power Act: The Economic, Employment, Energy Security, and Environmental Impact of Senator Kerry and Senator Lieberman's Discussion Draft*. No PB10-12, Policy Briefs from Peterson Institute for International Economics, Washington, DC, USA.
- Huber, C., T. Faber, R. Haas, G. Resch, J. Green, S. Olz, S. White, H. Cleijne, W. Ruijgrok, P.E. Morthorst, K. Skytte, M. Gual, P. Del Rio, F. Hernandez, A. Tacsir, M. Ragwitz, J. Schleich, W. Orasch, M. Bokermann, and C. Lins (2004)**. *Green-X: Deriving Optimal Promotion Strategies for Increasing the Share of RES-E in a Dynamic European Electricity Market*. TU Wien, Energy Economics Group, Technical University of Denmark (DTU), Riso National Laboratory for Sustainable Energy, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Vienna, Austria.
- Hughes, T. (1986)**. The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science*, **16**(2), pp. 281-292.
- Hughes, T.P. (1987)**. The Evolution of large technological systems. In: *The Social Construction of Technological Systems*. W.E. Bijker, T.P. Hughes, and T. Pinch (eds.), MIT Press, Cambridge, MA, USA, pp. 51-82.
- Hvelplund, F. (2001)**. Political prices or political quantities? A comparison of renewable support systems. *New Energy*, **5**, pp. 18-23.
- Hvelplund, F. (2006)**. Renewable energy and the need for local energy markets. *Energy*, **31**(13), pp. 2293-2302.

- ICCEPT (2003).** *Innovation in Long Term Renewables Options in the UK – Overcoming Barriers and ‘Systems Failures’*. ICCEPT report for the DTI Renewable Innovation Review, Centre for Energy Policy and Technology (ICCEPT), Imperial College, London, UK. Available at: webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.berr.gov.uk/files/file22072.pdf.
- IDAE (2006).** *Plan de energias renovables 2005-2010, description de medidas, actuaciones y requisitos*. Institute for the Saving and Diversification of Energy (IDEA), Madrid, Spain.
- IDAE (2008).** *Seguimiento del Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010. Memoria 2008*. Institute for the Saving and Diversification of Energy (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y Comercio Madrid, Spain.
- IDAE (2009).** *La biomasa en el marco de los Planes de las Energías Renovables de España. Aspectos económicos y sociales de la agroenergética*. Institute for the Saving and Diversification of Energy (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid, Spain.
- IDAE (2010).** *La industria fotovoltaica española en el contexto europeo*. Institute for the Saving and Diversification of Energy (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid, Spain.
- IEA (2003a).** *National Survey Report of PV Power Applications in Japan 2002, prepared by Kiyoshi Shino*. International Energy Agency, Paris, France, 34 pp.
- IEA (2003b).** *Renewables for Power Generation: Status & Prospects*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA (2004a).** *Renewable Energy – Market and Policy Trends in IEA Countries*. International Energy Agency and Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- IEA (2004b).** *World Energy Outlook 2004*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA (2006).** *Barriers, Challenges and Opportunities*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA (2007a).** *Climate Policy Uncertainty and Investment Risk. In Support of the G8 Plan of Action*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA (2007b).** *Renewables for Heating and Cooling: Untapped Potential*. Renewable Energy Technology Deployment, International Energy Agency and Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- IEA (2008a).** *Deploying Renewables: Principles for Effective Policies*. International Energy Agency, Paris, France, 200 pp.
- IEA (2008b).** *Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios and Strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris, France, 646 pp.
- IEA (2008c).** *World Energy Outlook 2008*. International Energy Agency, Paris, France, 578 pp.
- IEA (2009a).** *Cities, Towns and Renewable Energy – Yes In My Front Yard*. International Energy Agency, Paris, France
- IEA (2009b).** *Cogeneration and District Energy: Sustainable Energy Technologies for Today and Tomorrow*. International Energy Agency and Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France, 24 pp.
- IEA (2009c).** *Statistics & Balances*. International Energy Agency, Paris, France, 2009.
- IEA (2009d).** *World Energy Outlook 2009*. International Energy Agency, Paris, France, 696 pp.
- IEA (2010a).** *Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios and Strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris, France, 708 pp.

- IEA (2010b).** *Energy Technology R&D Statistics*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA (2010c).** *Global Renewable Energy Policies and Measures Database*. International Energy Agency, Paris, France
- IEA (2010d).** *World Energy Outlook 2010*. International Energy Agency, Paris, France, 736 pp.
- IEA (2011).** *Global Renewable Energy Policies and Measures Database, March 2011*. International Energy Agency, Paris, France.
- IEA, OECD, and World Bank (2010).** *The Scope of Fossil Fuel Subsidies in 2009 and a Roadmap for Phasing Out Fossil-Fuel Subsidies*. International Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development, and the World Bank, Paris, France and New York, NY, USA.
- IEA RETD (2010).** *Best Practices for the Deployment of RE for Heating and Cooling in the Residential Sector*. International Energy Agency Renewable Energy Technology Development (IEA RETD), Paris, France.
- IEEE PES (2009).** *Preparing the US Foundation for Future Electric Energy Systems: A Strong Power and Energy Engineering Workforce*. IEEE US Power and Energy Engineering Workforce Collaborative, Piscataway, NJ, USA. Available at: www.ieee-pes.org/images/pdf/US_Power_&_Energy_Collaborative_Action_Plan_April_2009_Adobe72.pdf.
- IISD (2008).** *Biofuels – At what Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in China*, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development (IISD), Geneva, Switzerland. Available at: www.iisd.org/pdf/2008/biofuels_subsidies_aus.pdf.
- IJHD (2009).** *Annual Directory, Years 2004 to 2009*. International Journal of Hydropower and Dams, Surrey, UK.
- IMEC (2009a).** *SCHOTT Solar joins IMEC research program on silicon photovoltaics*. Available at: www2.imec.be/be_en/press/imec-news/archive-2009/schott-solar-joins-imec-research-program-on-silicon-photovoltaics.html.
- IMEC (2009b).** *Total, GDF SUEZ, and Photovoltech join IMEC's silicon solar cell research program*. Press release, IMEC, Leuven, Belgium. Available at: www2.imec.be/be_en/press/imec-news/archive-2009/total-gdf-suez-and-photovoltech-join-imec-08217-s-silicon-solar-cell-research.html.
- Inhaber, H. (2004).** Water use in renewable and conventional electricity production. *Energy Sources*, **26**, pp. 309-322.
- International Center for Trade and Sustainable Development (2010).** *US, EU Join Japan in Row over Canadian Green Energy Incentives*. International Center for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland. Available at: ictsd.org/i/news/bridgesweekly/86146/.
- IPCC (2000).** *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*. B. Metz, O.R. Davidson, J.-W. Martens, S.N.M. van Rooijen, and L. Van Wie McGrory (eds.). Cambridge University Press, 432 pp.
- IPCC (2002).** *Climate Change and Biodiversity*. H. Gitay, A. Suárez, R.T. Watson, and D.J. Dokken (eds.), IPCC Technical Paper V, IPCC, Geneva, Switzerland, 85 pp.
- IPCC (2007).** *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, and L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, 851 pp.
- IREC (2010).** *2010 Updates and Trends*. Interstate Renewable Energy Council (IREC), Latham, NY, USA, 38 pp.

- Ito, H. (2003).** *Japan's New and Renewable Energy Policies*. Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo, Japan. Available at: www.asiapacificpartnership.org/pdf/REDGTF/1st_meeting/Japan1-country_report.pdf.
- Jaccard, M., N. Melton, and J. Nyboer (2011).** Institutions and processes for scaling up renewables: Run-of-river hydropower in British Columbia. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2011.02.035.
- Jacobsson, S., and A. Johnson (2000).** The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy*, **28**(9), pp. 625-640.
- Jacobsson, S., and A. Bergek (2004).** Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and Corporate Change*, **13**(5), pp. 815-849.
- Jacobsson, S., and V. Lauber (2006).** The politics and policy of energy system transformation - explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, **34**(3), pp. 256-276.
- Jacobsson, S., A. Bergek, D. Finon, V. Lauber, C. Mitchell, D. Toke, and A. Verbruggen(2009).** EU renewable energy support policy: Faith or facts? *Energy Policy*, **37**(6), pp. 2143-2146.
- Jaffe, A.B. (1986).** Technological opportunity and spillover of R&D: evidence from firms' patents, profits, and market value. *American Economic Review*, **76**, pp. 984-1001.
- Jaffe, A.B., R.G. Newell, and R.N. Stavins (2003).** Technological change and the environment. In: *Handbook of Environmental Economics*. K.-G. Mäler and J. Vincent (eds.), Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, pp. 461- 516.
- Jaffe, A.B., R.G. Newell, and R.N. Stavins (2005).** A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics*, **54**(2-3), pp. 164-174.
- Jager, W. (2006).** Stimulating the diffusion of photovoltaic systems: A behavioural perspective." *Energy Policy* 34(14): 1935-1943.
- Jänicke, M. (2010).** Das Innovationstempo in der Klimapolitik forcieren! In: *Jahrbuch Ökologie 2011*, S. Hirzel, Stuttgart, Germany, pp. 138-147. Available at: www.jahrbuch-oekologie.de/Jaenicke2011.pdf.
- Jayanthi, S., E.C. Witt, and V. Singh (2009).** Evaluation of potential of innovations: A DEA-based application to US photovoltaic industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, **56**(3), pp. 478-493.
- Jenvanitpanjakul, P., and P. Bhandhubanyong (2009).** *Rice and sugar energy complex model*. In: *6th Biomass-Asia Workshop*, Hiroshima, Japan, 18-20 November 2009. Available at: http://www.biomass-asia-workshop.jp/biomassws/06workshop/presentation/18_Peesamai.pdf.
- Jha, V. (2009).** *Trade Flows, Barriers and Market Drivers in Renewable Energy Supply Goods: The Need to Level the Playing Field*. International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland.
- JNNSM (2009).** *Towards Building SOLAR INDIA*. Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM), Ministry of New and Renewable Energy, Government of India, New Delhi, India. Available at: mnre.gov.in/pdf/mission-document-JNNSM.pdf.
- Jobert, A., P. Laborgne, and S. Mimler (2007).** Local acceptance of wind energy: Factors of success identified in French and German case studies. *Energy Policy*, **35**, pp. 2751-2760.
- Johansson, T.B., U.R. Fritsche, C. Flavin, J. Sawin, D. ABmann, and T.C. Herberg (2004).** Policy recommendations for renewable energies. Prepared for the *International Conference for*

Renewable Energies under the guidance of the Conveners of the Conference. Bonn, Germany, 1-4 June 2004. Available at: www.oei.es/salactsi/recommendations_final.pdf.

Johnstone, N., I. Haščič, and D. Popp (2010). Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*, **45**(1), pp. 133-155.

Jordan, A.J., and A. Lenschow (2000). Greening' the European Union: What can be learned from the leaders of EU environmental policy? *European Environment*, **10**(3), pp. 109-120.

Joskow, P.L. (2005). Transmission policy in the United States. *Utilities Policy* **13**(2), pp. 95-115.

Junginger, M., W. van Sark, and A. Faaij (eds.) (2010). *Technological Learning in the Energy Sector: Lessons from Policy, Industry and Science*. Edward Elgar, Cheltenham, UK, 352 pp.

Junginger, M., J. van Dam, S. Zarrilli, F. Ali Mohamed, D. Marchal, and A. Faaij (2011). Opportunities and barriers for global bioenergy trade. *Energy Policy*, **39**(4), pp. 2028-2042.

Kahn, J. (2003). Wind Power planning in three Swedish municipalities. *Journal of Environmental Planning and Management*, **46**(4), pp. 563-581.

Kammen, D.M. (2009). Financing energy efficiency with taxes. *Scientific American*, **21**(Earth 3.0), March 2009.

Kaplan, A.W. (1999). From passive to active about solar electricity: innovation decision process and photovoltaic interest generation. *Technovation*, **19**(8), pp. 467-481.

Karnoe, P. (1990). Technological innovation and industrial organization in the Danish wind industry. *Entrepreneurship & Regional Development*, **2**(2), pp. 105-124.

Keller, K., and J. Wild (2004). Long-term investment in electricity: a trade-off between co-ordination and competition? *Utilities Policy* **12**(4), pp. 243-251.

Kemp, R., and J. Rotmans (2009). Transitioning policy: Co-production of a new strategic framework for energy innovation policy in the Netherlands. *Policy Sciences*, **42**(4), pp. 303-322.

Kenney, M. (2010). Venture capital investment in the greentech industries: a provocative essay. In: *Handbook of Research on Energy Entrepreneurship*. R. Wustenhagen and R. Wuebker (eds.), Edward Elgar, Cheltenham, UK.

Kern, F., and F. Howlett (2009). Implementing transition management as policy reforms: A case study of the Dutch energy sector. *Policy Sciences*, **42**(4), pp. 391-408.

Kim, L. (1991). Pros and cons of international technology transfer: A developing country view. In: *Technology Transfer in International Business*. T. Agmon and M.A. Von Glinow (eds.), Oxford University Press.

Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA, USA.

Klein, A., A. Held, M. Ragwitz, G. Resch, and T. Faber (2008a). *Evaluation of Different Feed-in Tariff Design Options – Best Practice Paper for the International Feed-in Cooperation*. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research and Energy Economics Group, Karlsruhe, Germany and Vienna, Austria.

Klein, A., B. Pfluger, A. Held, M. Ragwitz, G. Resch and T. Faber (2008b). *Evaluation of Different Feed-in Tariff Design Options – Best Practice Paper for the International Feed-In Cooperation, 2nd edition*. Energy Economics Group and Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Vienna, Austria and Karlsruhe, Germany.

Klein, A., E. Merkel, B. Pfluger, A. Held, M. Ragwitz, G. Resch, and S. Busch (2010).

Evaluation of Different Feed-in Tariff Design Options – Best Practice Paper for the International Feed-In Cooperation, 3rd edition. Energy Economics Group and Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Vienna, Austria and Karlsruhe, Germany.

- Klessmann, C., C. Nabe, and K. Burges (2008).** Pros and cons of exposing renewables to electricity market risks – A comparison of the market integration approaches in Germany, Spain, and the UK. *Energy Policy*, **36**, pp. 3646-3661.
- Kline, D.M., L. Vimmerstedt, and R. Benioff (2004).** Clean energy technology transfer: A review of programs under the UNFCCC. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **9**, pp. 1-35.
- Kobayashi, T. (2003).** Vision of the future of the photovoltaic industry in Japan. In: Proceedings of 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Osaka, Japan, 18-18 May 2003, pp. 2538–2543.
- Krapels, E.N. (2010).** The terrible trio impeding transmission development: Siting, cost allocation, and interconnection animus. *The Electricity Journal*, **23**(1), pp. 34-38.
- Ku, J., E.I. Baring-Gould, and K. Stroup (2005).** *Renewable Energy Applications for Rural Development in China*. NREL/CP-710-37605, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA, 5 pp.
- Laffont, J.J. and Tirole, J. (1988).** The dynamics of incentive contracts. *Econometrica*, **56**, pp. 1153-1176.
- Laird, F.M., and C. Stefes (2009).** The diverging paths of German and United States policies for renewable energy: Sources of difference. *Energy Policy*, **37**(2009), pp. 2619-2629.
- Lamers, P., C. Hamelinck, M. Junginger, and A. Faaij (2011).** International bioenergy trade – a review of past developments in the liquid biofuels market. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, **15**(6), pp. 2655-2676.
- Langniß, O., and L. Neij (2004).** National and international learning with wind power. *Energy & Environment*, **15**(2), pp. 175-185.
- Langniß, O., J. Diekmann, and U. Lehr (2009).** Advanced mechanisms for the promotion of renewable energy. Models for the future evolution of the German Renewable Energy Act. *Energy Policy*, **37**(2009), pp. 1289-1297.
- Lantz, E., and E. Doris (2009).** *State Clean Energy Practices: Renewable Energy Rebates*. NREL/TP-6A2-45039, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA, 38 pp.
- Lapola, D.M. R. Schaldach, J. Alcamo, A. Bondeau, J. Koch, C. Koelking, and J.A. Priess (2010).** Indirect land use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(8), pp. 3388-3393.
- Lauber, V. (2004).** REFIT and RPS: options for a harmonised Community framework. *Energy Policy*, **32**(12), pp. 1405-1414.
- Lauber, V., and L. Mez (2004).** Three decades of renewable electricity policies in Germany. *Energy and Environment*, **15**(4), pp. 599-623.
- Lehr, U., J. Nitsch, M. Kratzat, C. Lutz, and D. Edler (2008).** Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, **36**(1), pp. 108-117.
- Lenschow, A. (2002).** *Environmental Policy Integration: Greening Sectoral Policies in Europe*. Earthscan, London, UK.
- Lewis, J.I. (2007).** Technology acquisition and innovation in the developing world: Wind turbine development in China and India. *Studies in Comparative International Development*, **42**, pp.

208-232.

- Lewis, J. (2010).** The evolving role of carbon finance in promoting renewable energy development in China. *Energy Policy*, **38**(6), pp. 2875-2886.
- Lewis, J., and R. Wiser (2005).** *Fostering a Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms*. LBNL-59116, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA, 30 pp.
- Liao, C., E. Jochem, Y. Zhang, and N.R. Farid (2010).** Wind power development and policies in China. *Renewable Energy*, **35**, pp. 1879-1886.
- Lipp, J. (2007).** Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy*, **35**(11), pp. 5481-5495.
- Liu, Y. and A. Kokko (2010).** Wind power in China: Policy and development challenges. *Energy Policy*, **38**, pp. 5520-5529.
- Liu, L.-q., Z.-x. Wang, H.-q. Zhang, and Y.-c. Xue (2010).** Solar energy development in China—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **14**, pp. 301-311.
- Locke Lord Bissell & Liddell (2007).** *Transmission Access Challenges for Wind Generation*. Locke Lord Bissell & Liddell, Chicago, IL, USA.
- London School of Economics (2009).** *Meeting the Climate Challenge: Using Public Funds to Leverage Private Investment in Developing Countries*. London School of Economics, London, UK.
- Loorbach, D. (2007).** *Transition Management. New Mode of Governance for Sustainable Development*. International Books, Utrecht, The Netherlands.
- Lotker, M. (1991).** *Barriers to Commercialization of Large-Scale Solar Electricity: Lessons Learned from the LUZ Experience*. Contractor Report, Sandia National Laboratories, Oak Ridge, TN, USA.
- Lovely, M., and D. Popp (2011).** Trade, technology and the environment: Does access to technology promote environmental regulation? *Journal of Environmental Economics and Management*, **61**(1), pp. 16-35.
- Lovins, A.B., K. Datta, O.-E. Bustnes, J. Koomey, and N. Glasgow (2004).** *Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs and Security*. Rocky Mountain Institute, Snowmass, CO, USA.
- Lucena, A.F.P., A.S. Szklo, R. Schaeffer, R.R. Souza, B.S.M.C. Borba, and I.V.L. Costa (2009).** The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil. *Energy Policy*, **37**, pp. 879-889.
- Lund, J.W., and D.H. Freeston (2001).** World-wide direct uses of geothermal energy 2000. *Geothermics*, **30**(1), pp. 29-68.
- Lund, P.D. (2008).** Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy. *Renewable Energy*, **34**(1), pp. 53-64.
- Madlener, R. (2007).** Innovation diffusion, public policy and local initiative: the case of wood-fuelled district heating systems in Austria. *Energy Policy*, **35**, pp. 1992-2008.
- Madsen, B.T. (2009).** Public initiatives and industrial development after 1979. In: *The Danish Way: From Poul La Cour to Modern Wind Turbines*. Poul La Cour Foundation, Askov, Denmark.
- Mahapatra, S., H.N. Chanakya, and S. Dasappa (2009).** Evaluation of various energy devices for domestic lighting in India: Technology, economics and CO₂ emissions. *Energy for Sustainable Development*, **13**(4), pp. 271-279.

- Mallett, A. (2007).** Social acceptance of renewable energy innovations: The role of technology cooperation in urban Mexico. *Energy Policy*, **35**(5), pp. 2790-2798.
- Markard, J., and B. Truffer (2008).** Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework. *Research Policy*, **37**(4), pp. 596-615.
- Martinot, E., and L. Junfeng (2007).** *Powering China's Development – The Role of Renewable Energy*. Worldwatch Institute, Washington, DC, USA.
- Martinot, E., A. Chaurey, D. Lew, J.R. Moreira, and N. Wamukonya (2002).** Renewable energy markets in developing countries. *Annual Review of Energy and Environment*, **27**, pp. 309-48.
- Maruyama, Y., M. Nishikido, and T. Iido (2007).** The rise of community wind power in Japan: Enhanced acceptance through social innovation. *Energy Policy*, **35**, pp. 2761-2769.
- Meadowcroft, J. (2007).** National sustainable development strategies: Features, challenges, and reflexivity. *European Environment*, **17**(3), pp. 152-163.
- Meijer, I.S.M., M.P. Hekkert, and J.F.M. Koppenjan (2007a).** How perceived uncertainties influence transitions; the case of micro-CHP in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*, **74**(4), pp. 519-537.
- Meijer, I.S.M., M.P. Hekkert, and J.F.M. Koppenjan (2007b).** The influence of perceived uncertainty on entrepreneurial action in emerging renewable energy technology; biomass gasification projects in the Netherlands. *Energy Policy*, **35**(11), pp. 5836-5854.
- Mendis, M.S., and W.J. van Nes (1999).** *The Nepal Biogas Support Programme, Elements for Success in Rural Household Energy Supply, Policy and Best Practice Document 4*. Ministry of Foreign Affairs, The Netherlands.
- Mendonça, M. (2007).** *Feed-In Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy*. Earthscan, London, UK.
- Mendonça, M., S. Lacey, and F. Hvelplund (2009).** Stability, participation and transparency in renewable energy policy: Lessons from Denmark and the United States. *Policy and Society*, **27**, pp. 379-398.
- Menz, F.C., and S. Vachon (2006).** The effectiveness of different policy regimes for promoting wind power: experiences from the States. *Energy Policy*, **34**(14), pp. 1786-1796.
- MERC Partners (2009).** *Staffing the Energy Industry: A survey on current and future skills needs*. MERC Partners, Dublin, Ireland
- Metcalf, G.E. (2008).** *Tax Policy for Financing Alternative Energy Equipment*. Tufts University Economics Department Working Paper series, Tufts University, Medford, MA, USA.
- METI (2009).** *About New Buyback System of PV. The 35th meeting (2009). Reference Material 1*. New Energy Committee, Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan.
- Meyer, N.I. (2003).** European schemes for promoting renewables in liberalised markets. *Energy Policy*, **31**(7), pp. 665-676.
- Meyer, N.I. (2007).** Learning from wind energy policy in the EU: lessons from Denmark, Sweden and Spain. *European Environment*, **17**(5), pp. 347-362.
- Milbrandt, A. and R.P. Overend (2008).** *Survey of Biomass Resource Assessments and Assessment Capabilities in APEC Economies*. NREL/TP-6A2-43710; APEC#208-RE-01.9, Asia-Pacific Economic Cooperation and National Renewable Energy Laboratory, Singapore and Golden, CO, USA, 155 pp. Available at: www.nrel.gov/docs/fy09osti/43710.pdf.

- Ministerio de Economía (2004).** Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la sistematización y actualización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. *Boletín Oficial del Estado*, Madrid, Spain.
- Mitchell, C. (1995).** The Renewable NFFO – A review. *Energy Policy*, **23**(12), pp. 1077-1091.
- Mitchell, C. (2000).** The Non-Fossil Fuel Obligation and its future. *Annual Review of Energy and Environment*, **25**, pp. 285-312.
- Mitchell, C. (2008).** *The Political Economy of Sustainable Energy*. Palgrave MacMillan, Hampshire, UK.
- Mitchell, C. (2010).** Forging European responses to the challenge of climate change and energy resource supply. In: *International Science and Technology Cooperation in a Globalised World: the External Dimension of the European Research Area*. H. Prange-Gstohl (ed.), Edward Elgar Publishers, Cheltenham, UK.
- Mitchell, C., and P. Connor (2004).** Renewable energy policy in the UK 1990-2003. *Energy Policy*, **32**(17), pp. 1935-1947.
- Mitchell, C., D. Bauknecht, and P.M. Connor (2006).** Effectiveness through risk reduction: a comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany. *Energy Policy*, **34**(3), pp. 297-305.
- Mitchell, R.L., C.E. Witt, R. King, and D. Ruby (2002).** PVMaT advances in the photovoltaic industry and the focus of future PV manufacturing R&D. In: *Conference Record of the 29th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, New Orleans, LA, USA, 19-24 May 2002, pp. 1444-1447.
- MITyC (2007).** Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. *Boletín Oficial del Estado*, Madrid, Spain.
- MITyC (2008).** Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología. *Boletín Oficial del Estado*, Madrid, Spain (in Spanish). Available at: www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2008-15595.
- MITyC (2009).** *La Energía en España 2008*; Ministerio de Industria Turismo y Comercio, Madrid, Spain. Available at: www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA_2008.pdf.
- MiyE (1998).** *Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones de abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración*, *Boletín Oficial del Estado* núm. 312, de 30 de diciembre de 1998. Ministerio de industria y Energía, Madrid, Spain.
- MNRE (2010).** *Annual Report 2009-10*. Ministry of New and Renewable Energy, Government of India, New Delhi, India.
- Mondal, M.A.H., L.M. Kamp, and N.I. Pachova (2010).** Drivers, barriers, and strategies for implementation of renewable energy technologies in rural areas in Bangladesh – An innovation system analysis. *Energy Policy*, **38**(8), pp. 4626-4634.
- Moore, B., and R. Wüstenhagen (2004).** Innovative and sustainable energy technologies: The role of venture capital. *Business Strategy and the Environment*, **13**, pp. 235-245.
- Moore, M.C., D.J. Arent, and D. Norland (2007).** R&D advancement, technology diffusion, and impact on evaluation of public R&D. *Energy Policy*, **35**(3), pp. 1464-1473.

- Morales, A., X. Robe, M. Sala, P. Prats, C. Aguerri, and E. Torres (2008).** Advanced grid requirements for the integration of wind farms into the Spanish transmission system. *Iet Renewable Power Generation*, **2**(1), pp. 47-59.
- Moreira, J.R., and J. Goldemberg (1999).** The alcohol program. *Energy Policy*, **27**(4), pp. 229-245.
- Mowery, D., and N. Rosenberg (1979).** The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, **8**(2), pp. 102-153.
- Mowery, D.C., R.R. Nelson, and B.R. Martin (2010).** Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). *Research Policy*, **39**(8), pp. 1011-1023.
- Müller, B. (2010).** *The Reformed Financial Mechanism of the UNFCCC Part II: The Question of Oversight Post Copenhagen Synthesis*. Report EV52, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, UK.
- Murphy, L.M., and P.L. Edwards (2003).** *Bridging the Valley of Death: Transitioning from Public to Private Sector Financing*. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- Mytelka, L. (2007).** *Technology Transfer Issues in Environmental Goods and Services: An Illustrative Analysis of Sectors Relevant to Air-pollution and Renewable Energy*. International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland
- Nadaï, A. (2007).** “Planning”, “siting” and the local acceptance of wind power: some lessons from the French case. *Energy Policy*, **35**(5), pp. 2715-2726.
- Nadaï, A., and O. Labussière (2009).** Wind power planning in France (Aveyron), from state regulation to local planning. *Land Use Policy*, **26**(3), pp. 744-754.
- Nadaï, A., and O. Labussière (2010).** Birds, wind, and the making of wind power landscapes in Aude, Southern France. *Landscape Research*, **35**(2), pp. 209-233.
- Nast, M. (2010).** Renewable energies heat act and government grants in Germany. *Renewable Energy*, **35**(8), pp. 1852-1856.
- Nast, M., O. Langniss, and U. Leprich (2007).** Instruments to promote renewable energy in the German heat market – Renewable Heat Sources Act. *Renewable Energy*, **32**, pp. 1127-1135.
- National Energy Policy Committee (2008).** *The Bahamas National Energy Policy*. National Energy Policy Committee, Jamaica. Available at: cipore.org/bahamas-national-energy-policy/.
- National Greenhouse Strategy (1998).** *Strategic Framework for Advancing Australia's Greenhouse Response*. Australian Government, Canberra, Australia.
- National Grid (2008).** *GB SQSS Consultation Document – Review of Onshore Intermittent Generation*. National Grid, UK. Available at: www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Codes/gbsqsscode/reviews/.
- NEDO (2009).** *The Roadmap PV 2030+*. New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), Kawasaki, Japan.
- Negro, S.O., M.P. Hekkert, and R.E.H.M. Smits (2007).** Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion – A functional analysis. *Energy Policy*, **35**(2), pp. 925-938.
- Neij, L. (2008).** Cost development of future technologies for power generation – A study based on experience curves and complementary bottom-up assessments. *Energy Policy*, **36**(6), 2200-2211.
- Nelson, R.R. (1959).** The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, **67**(3), pp. 297-306.

- Nelson, R.R., and S.G. Winter (1982).** *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press, Cambridge, MA, USA and London, UK.
- Nemet, G. (2006).** Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics. *Energy Policy*, **34**(2006), pp. 3218-3232.
- Nemet, G.F. (2009).** Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy*, **38**(5), pp. 700-709.
- Nemet, G. (2010a).** Benefit cost analysis of R&D as a solution to climate change. In: *Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits*. B. Lomborg (ed.), Cambridge University Press, pp. 349-359.
- Nemet, G.F. (2010b).** Robust incentives and the design of a climate change governance regime. *Energy Policy*, **38**(11), pp. 7216-7225.
- Nemet, G.F., and D.M. Kammen (2007).** U.S. energy research and development: Declining investment, increasing need, and the feasibility of expansion. *Energy Policy*, **35**(1), pp. 746-755.
- NEPC (2009).** *Status of introduction of PV System by fiscal year and by prefecture (Nendobetu todofukenbetu jutakuyou taiyouko-hatsuden-sisutemu donyu-jokyuu)*. New Energy Promotion Council (NEPC), Tokyo, Japan (in Japanese). Available at: nepc.or.jp/topics/pdf/090605_1.pdf.
- Neuhoff, K. (2004).** *Large Scale Deployment of Renewables for Electricity Generation*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France, 40 pp.
- Neuhoff, K. (2005).** Large-scale deployment of renewables for electricity generation. *Oxford Review of Economic Policy*, **21**(1), pp. 88-110.
- Neuhoff, K., S. Dröge, O. Edenhofer, C. Flachsland, H. Held, M. Ragwitz, J. Strohschein, A. Türk, and A. Michaelowa (2009).** *Translating Model Results to Economic Policies*. RECIPE Background Paper, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam, Germany.
- New Energy Finance Limited (2007).** *RECs, ROCs, Feed-in Tariffs: What is the Best Incentive Scheme for Wind Power Investors?* Bloomberg New Energy Finance.
- Newig, J., and O. Fritsch (2009).** Environmental governance: participatory, multi-level – and effective? *Environmental Policy and Governance*, **19**, pp. 197-214.
- Nilkuha, K. (2009).** National Biofuels Policy, Deployment and Plans – Thailand. In: *Bangkok Biofuels 2009. Sustainable development of biofuels*, 7-8 September 2009, Bangkok, Thailand
- Nolan, J.M., P.W. Schultz, R.B. Cialdini, V. Griskevicius, and N.J. Goldstein (2008).** Normative social influence is underdetected. *Personality & Social Psychology Bulletin*, **34**(7), pp. 913-923.
- Norberg-Bohm, V. (1999).** Stimulating green technological innovation: An analysis of alternative policy mechanisms. *Policy Sciences*, **32**(1), pp. 13-38.
- Nordhaus, W. (2010).** Designing a friendly space for technological change to slow global warming. *Energy Economics*, doi:10.1016/j.eneco.2010.08.005. Abstract available at: nordhaus.econ.yale.edu/documents/sm_052610.pdf.
- NRC (2001).** *Energy Research at DOE: Was It Worth It? Energy Efficiency and Fossil Energy Research 1978 to 2000*. National Research Council (NRC), National Academies Press, Washington, DC, USA.
- NRC (2007).** *Prospective Evaluation of Applied Energy Research and Development at DOE (Phase Two)*. National Research Council (NRC), The National Academies Press, Washington, DC, USA.
- NREL (2004).** *Renewable Energy in China: Township Electrification Program*. NREL/FS-710-

35788, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, CO, USA.

NSB (2010). *Science and Engineering Indicators 2010*. National Science Board (NSB), National Science Foundation, Arlington, VA, USA.

O'Reilly, C.A.I., and M.L. Tushman (2004). The ambidextrous organization. *Harvard Business Review*, April, pp. 74-81.

Ockwell, D., A. Ely, A. Mallett, O. Johnson, and J. Watson (2009). *Low Carbon Development: The Role of Local Innovative Capabilities: Paper 31*. STEPS Centre and Sussex Energy Group, SPRU, University of Sussex, Brighton, UK. Available at: www.sussex.ac.uk/sussexenergygroup/documents/ockwell-et-al-paper-31.pdf.

Ockwell, D.G., R. Hauma, A. Mallett, and J. Watson (2010). Intellectual property rights and low carbon technology transfer: Conflicting discourses of diffusion and development. *Global Environmental Change*, **20**, pp. 729-738.

OECD (2008). *The Paris Declaration on Aid Effectiveness and the Accra Agenda for Action*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, France. Available at: www.oecd.org/dataoecd/11/41/34428351.pdf.

Ofgem (2008). *Transmission Access Review - Initial Consultation on Enhanced Investment Incentives*. Ofgem, London, UK. Available at: www.ofgem.gov.uk/Networks/Trans/ElecTransPolicy/tar/Documents1/081219_TOincentives_consultation_FINAL.pdf.

Otto, V.M., A. Löschel, and J. Reilly (2008). Directed technical change and differentiation of climate policy. *Energy Economics*, **30**(6), pp. 2855–2878.

Owens, S., and L. Driffill (2008). How to change attitudes and behaviours in the context of energy. *Energy Policy*, **36**(12), pp. 4412-4418.

Parzen, J. (2009). *Lessons Learned: Creating the Chicago Climate Action Plan*. Prepared for the City of Chicago Department of the Environment, Chicago, IL, USA, 38 pp.

Peidong, Z., Y. Yanli, T. Yongsheng, Y. Xutong, Z. Yongkai, Z. Yonghong, and W. Lisheng (2009). Bioenergy industries development in China: Dilemma and solution. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**, pp. 2571-2579.

PEMM (2009). *Proceedings of the Pacific Energy Ministers' Meeting (PEMM): A CROP Energy Working Group Report*, 20-24 April 2009, Nuku'alofa, Tonga. Available at: dev.sopac.org.fj/VirLib/JC0200.pdf.

Peretz, N., and Z. Acs (2011). Driving energy innovation through ex ante incentive prizes. In: *Handbook on Research in Energy Entrepreneurship*. R. Wüstenhagen and R. Wuebker (eds.), Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

Persson, A. (2004). *Environmental Policy Integration: an Introduction, PINTS Background Paper*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.

Peters, G.B. (1998). *Managing Horizontal Government*. Research Paper 21. Canadian Centre for Management Development, Ottawa, Canada.

PIFS (2009a). *Final Communiqué of 40th Pacific Islands Forum*, Fortieth Pacific Islands Forum, Cairns, Australia, 5-6 August 2009.

PIFS (2009b). Summary of Decisions. Eighteenth Smaller Island States Leaders' Meeting. In: *Pacific Islands Forum Secretariat*, Cairns, Australia, 4 August 2009, pp. 7.

PIFS (2010). Pacific Islands Forum Secretariat. In: *Forum Communiqué, Forty-first Pacific Islands Forum*, Port Vila, Vanuatu, 4-5 August 2010, pp. 15.

- Pigou, A.C. (1920).** *The Economics of Welfare*. Macmillan, London, UK.
- Pimentel, D., A. Marklein, M.A. Toth, M.N. Karpoff, G.S. Paul, R. McCormack, J. Kyriazis and T. Krueger (2009).** Food versus Biofuels: Environmental and Economic Costs. *Human Ecology*, **37**, pp. 1-12.
- Plevin, R.J., M. O'Hare, A.D. Jones, M.S. Torn, and H.K. Gibbs (2010).** Greenhouse gas emissions from biofuels' indirect land use change are uncertain but may be much greater than previously estimated. *Environmental Science & Technology*, **44**(21), pp. 8015-8021.
- Poortinga, W., L. Steg, and C. Vlek (2004).** Values, environmental concern, and environmental behavior: a study into household energy use. *Environment and Behavior*, **36**(1), pp. 70-93.
- Popp, D. (2006a).** Comparison of climate policies in the ENTICE-BR model. *Energy Journal* (Special Issue), pp. 163-174.
- Popp, D. (2006b).** ENTICE-BR: The effects of backstop technology R&D on climate policy models. *Energy Economics*, **28**, pp. 188-222.
- Popp, D. (2010).** Innovation and climate policy. *Annual Review of Resource Economics*, **2**(1), pp. 275-298.
- Popp, D., and R.G. Newell (2009).** *Where Does Energy R&D Come From? Examining Crowding Out from Environmentally-Friendly R&D*. NBER Working Paper No. 15423, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA.
- Pousa, G.P.A.G., A.L.F. Santos, and A.Z. Suarez (2007).** History and policy of biodiesel in Brazil. *Energy Policy*, **35**(11), pp. 5393-5398.
- Prommin Lertsuriyadej (2003).** Energy Strategy for Competitiveness Workshop. In: *Energy Strategy for Competitiveness Workshop*. Chaired by Prime Minister Thaksin Shinawatra, Bangkok, Thailand, 28 August 2003.
- Prud'homme, R., and J.P. Bocajero (2005).** The London congestion charge: a tentative economic appraisal. *Transport Policy*, **12**(3), pp. 279-287.
- Puga, J.N., and J.A. Lesser (2009).** Public policy and private interests: Why transmission planning and cost-allocation methods continue to stifle renewable energy policy goals. *The Electricity Journal*, **22**(10), pp. 7-19.
- Puig, J. (2008).** Barcelona and the power of solar ordinances: Political will, capacity building and people's participation. In: *Urban Energy Transition: From Fossil Fuels to Renewable Power*. P. Droege (ed.), Elsevier, London, UK, pp. 433-450.
- Radov, D., P. Klevnas, and S. Carter (2008).** *Qualitative Evaluation of Financial Instruments for Renewable Heat*. National Economic Research Associates, London, UK.
- Ragwitz, M., A. Held, G. Resch, T. Faber, C. Huber, and R. Haas (2005).** *Final Report: Monitoring and Evaluation of Policy Instruments to Support Renewable Electricity in EU Member States*. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research and Energy Economics Group, Karlsruhe, Germany and Vienna, Austria.
- Ragwitz, M. A. Held, F. Sensfuss, C. Huber, G. Resch, T. Faber, R. Haas, R. Coenraads, A. Morotz, S.G. Jensen, P.E. Morthorst, I. Konstantinaviciute, and B. Heyder (2006).** *OPTRES – Assessment and Optimisation of Renewable Support Schemes in the European Electricity Market*. Intelligent Energy Europe. Available at: www.optres.fhg.de/OPTRES_FINAL_REPORT.pdf.
- Ragwitz, M., W. Schade, B. Breitschopf, R. Walz, N. Helfrich, M. Rathmann, G. Resch, C. Panzer, T. Faber, R. Haas, C. Nathani, M. Holzhey, I. Konstantinaviciute, P. Zagamé, A.**

- Fougeyrollas, and B.L. Le Hir (2009).** *The Impact of Renewable Energy Policy on Economic Growth and Employment in the European Union*. EMPLOYRES Final report, Contract No. TREN/D1/474/2006, 27 April, European Commission DG Energy and Transport, Brussels, Belgium. Available at: ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2009_employ_res_report.pdf.
- Ragwitz, M., A. Held, E. Stricker, A. Krechting, G. Resch, and C. Panzer (2010).** *Recent Experiences with Feed-in Tariff Systems in the EU – A research paper for the International Feed-In Cooperation*. A report commissioned by the Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Bonn, Germany.
- Ragwitz, M., A. Held, B. Breitschopf, M. Rathman, C. Klessmann, G. Reche, C. Panzer, S. Busch, K. Neuhoff, M. Junginger, R. Hoefinagels, N. Cusumano, A. Lorenzoni, J. Burgers, M. Boots, I. Konstantinaviciute, and B. Weores (2011).** *D8 Report Review on Support Schemes for Renewable Electricity and heating in Europe*. A Report compiled for RE-Shaping, No. EIE/08/517/512.529243, Intelligent Energy Europe. Available at: [www.reshaping-res-policy.eu/downloads/D8%20Review%20Report_final%20\(RE-Shaping\).pdf](http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/D8%20Review%20Report_final%20(RE-Shaping).pdf).
- Raven, R., E. Heiskanen, R. Lovio, M. Hodson, and B. Brohmann (2008).** The contribution of local experiments and negotiation processes to field-level learning in emerging (niche) technologies: Meta-analysis of 27 new energy projects in Europe. *Bulletin of Science, Technology and Society*, **28**, pp. 464-477.
- RECIPES (2005).** *Country Reports, 2005-2006*. Developing Renewables, ‘Renewable Energy in developing countries: Current situation, market Potential and recommendations for a win-win for EU industry, the Environment and local Socio-economic development’ (RECIPES).
- Reed, D., A. Kutter, A. Ballesteros, E. Fendley, M. del Socorro Flores Liera, J. Harnisch, S. Huq, and H.-O. Ibrekk (2009).** *The Institutional Architecture for Financing a Global Climate Deal: An Options Paper*. Technical Working Group on the Institutional Architecture for Climate Finance. Available at: www.usclimatenetwork.org/resource-database/Options%20Paper%20Final%20May%2028.pdf.
- REEGLE (2011).** *Clean Energy Information Portal (REEGLE)*. Online database. Available at: www.reegle.info/.
- REN21 (2005).** *Renewables 2005 Global Status Report: Notes and References Companion Document*. Worldwatch Institute and Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) Secretariat, Washington, DC, USA and Paris, France.
- REN21 (2006).** *Changing Climates: The Role of Renewable Energy in a Carbon-Constrained World*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) Secretariat, Paris, France.
- REN21 (2007).** *Renewables 2007: Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, France.
- REN21 (2009a).** *Recommendations for Improving Effectiveness of Renewable Energy Policies in China*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, France.
- REN21 (2009b).** *Renewables Global Status Report: 2009 Update*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat, Paris, France, 42 pp.
- REN21 (2010).** *Renewables 2010: Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat, Paris, France, 80 pp.
- REN21 (2011).** *Renewables Interactive Map*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). Paris, France. Available at: www.ren21.net/REN21Activities/InteractiveTools/RenewablesMap/tabid/5444/Default.aspx.

- Renewables (2004).** Conference Report: Outcomes & Documentation – Political Declaration / International Action Programme/Policy Recommendations for Renewable Energies. In: *Renewables 2004 - International Conference for Renewable Energies*, Bonn, Germany, 1- 4 June 2004.
- Requate, T. (2005).** Dynamic incentives by environmental policy instruments – a survey. *Ecological Economics*, **54**(2-3), pp. 175-195.
- Resch, G., C. Panzer, M. Ragwitz, T. Faber, C. Huber, M. Rathmann, G. Reece, A. Held, R. Haas, P.E. Morthorst, S. Grenna, L. Jawowski, I. Konstantinaviciute, R. Pasinetti, and K. Vertin (2009).** *futures-e – deriving a future European policy for renewable electricity*. Final Report of the Research Project futures-e, with support from the European Commission. Contract No. EIE/06/143/S12.444285, DG TREN, EACI under the Intelligent Energy for Europe Programme, Vienna, Austria.
- Resources and Logistics (2010).** *Identification Mission for the Mediterranean Solar Plan, Final Report*. Funded by the European Union, Resources and Logistics. available at: ec.europa.eu/energy/international/international_cooperation/doc/2010_01_solar_plan_report.pdf
- Rhodes, R.A.W. (1996).** The new governance: Governing without government. *Political Studies*, **44**(4), pp. 652-667.
- Richels, R.G., and G.J. Blanford (2008).** The value of technological advance in decarbonizing the U.S. economy. *Energy Economics*, **30**(6), pp. 2930-2946.
- Rickerson, W.H., J.L. Sawin, and R.C. Grace (2007).** If the shoe FITs: Using feed-in tariffs to meet U.S. renewable electricity targets. *The Electricity Journal*, **20**(4), pp. 73-86.
- Rickerson, W.H., F. Bennhold, and J. Bradbury (2008).** *Feed-in Tariffs and Renewable Energy in the USA – a Policy Update*. North Carolina Solar Center, Heinrich Boll Foundation, and World Future Council, Raleigh, NC, USA, Berlin, Germany, and Washington, DC, USA.
- Rickerson, W.H., T. Halfpenny, and S. Cohan (2009).** The emergence of renewable heating and cooling policy in the United States. *Policy and Society*, **27**(4), pp. 365-377.
- Ritz, R. (2009).** *Carbon Leakage under Incomplete Environmental Regulation: An Industry Level Approach*. Discussion Paper 461, Oxford University Department of Economics, Oxford, UK.
- Rivers, N. and M. Jaccard (2006).** Choice of environmental policy in the presence of learning by doing. *Energy Economics*, **28**(2), pp. 223-242.
- Rodriguez, J.M., O. Alonso, M. Duvison, and T. Domingez (2008).** The integration of renewable energy and the system operation: The Special Regime Control Centre (CECRE) in Spain. In: *Power and Energy Society General Meeting – Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, IEEE*, Pittsburgh, PA, USA, 20-24 July 2008, pp. 1-6, 20-24
- Roffe, P., and T. Tesfachew (2002).** Revisiting the technology transfer debate: lessons for the new WTO Working Group. *Bridges*, **6**(2), February 2002, International Centre for Trade and Sustainable Development.
- Rogers, E.M. (2003).** *Diffusion of Innovations*. Free Press, New York, NY, USA.
- Rogers, J., E. Simmons, I. Convery, and A. Weatherall (2008).** Public perceptions of opportunities for community-based renewable energy projects. *Energy Policy*, pp. 4217-4226.
- Rose, J., E. Webber, A. Browning, S. Chapman, G. Rose, C. Eyzaguirre, J. Keyes, K. Fox, R. Haynes, K. McAllister, M. Quinlan, and C. Murchie (2008).** *Freeing the Grid: Best and Worst Practices in State Net Metering Policies and Interconnection Standards*. Network for New

Energy Choices, New York, NY, USA.

Rosenau, J.N., and E.O. Czempiel (eds.) (1992). *Governance without Government: Order and Change in World Politics*. Cambridge University Press.

Rosendahl, K.E. (2004). Cost-effective environmental policy: implications of induced technological change. *Journal of Environmental Economics and Management*, **48**(3), pp. 1099-1121.

Rotmans, J., R. Kemp, and M. Van Asselt (2001). More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight*, **3**(1), pp.15–31.

Rouleau, T., and C.R. Lloyd (2008). International policy issues regarding solar water heating, with a focus on New Zealand. *Energy Policy*, **36**(6), pp. 1843-1857.

Sanden, B.A., and C. Azar (2005). Near-term technology policies for long-term climate targets--economy wide versus technology specific approaches. *Energy Policy*, **33**(12), pp. 1557-1576.

Sauter, R., and J. Watson (2008). *Technology Leapfrogging: A Review of the Evidence: A Report for DFID*. Sussex Energy Group – Science & Technology Policy Research (SRPU), University of Sussex, Brighton, UK.

Sawin, J.L. (2001). *The Role of Government in the Development and Diffusion of Renewable Energy Technologies: Wind Power in the United States, California, Denmark and Germany, 1970-2000*. PhD Thesis, Fletcher School of Law and Diplomacy, Tufts University, Medford, MA, USA, 672 pp.

Sawin, J.L. (2004). *National Policy Instruments: Policy Lessons for the Advancement and Diffusion of Renewable Energy Technologies Around the World – Thematic Background Paper. International Conference for Renewable Energies*. Secretariat of the International Conference for Renewable Energies. Bonn, Germany.

Sawin, J.L., and W.R. Moomaw (2009). An enduring energy future. In: *State of the World 2009: Into a Warming World*. W.W. Norton & Company, Inc., Washington, DC, USA.

SCB (2009). *Electricity Supply, District Heating and Supply of Natural and Gasworks Gas 2008*. EN 11 SM 1002 (and older reports in that publishing series), Statistics Sweden (SCB), Örebro, Sweden.

Schaeffer, G.J., E. Alsema, A. Seebregt, L. Beurskens, H. de Moor, W. van Sark, M. Durstewitz, M. Perrin, P. Boulanger, H. Laukamp, and C. Zuccaro (2004). *Learning from the Sun: Analysis of the Use of Experience Curves for Energy Policy Purposes: The Case of Photovoltaic Power*. ECN-C--04-035, Energy Research Centre of the Netherlands, Petten, The Netherlands.

Schmidt, R.C., and R. Marschinski (2009). A model of technological breakthrough in the renewable energy sector. *Ecological Economics*, **69**, **2**: 435-444

Schneider, A.L., and H. Ingram (1997). *Policy design for democracy*. University of Kansas Press, Lawrence, KS, USA.

Schneider, M., A. Holzer, and Volker H. Hoffmann (2008). Understanding the CDM's contribution to technology transfer. *Energy Policy*, **36**, pp. 2920- 2928.

Schock, R.N., W. Fulkerson, M.L. Brown, R.L.S. Martin, D.L. Greene, and J. Edmonds (1999). How much is energy research and development worth as insurance? *Annual Review of Energy and Environment*, **24**, pp. 487-512.

Schultz, P.W. (2002). Knowledge, information, and household recycling: Examining the knowledge-deficit model of behavior change. In: *New Tools for Environmental Protection*:

Education, Information, and Voluntary Measures. T. Dietz and P.C. Stern (eds.), National Academy Press, Washington, DC, pp. 67-82.

Searchinger, T., R. Heimlich, and R.A. Houghton (2008). Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. *Science*, **319**, pp. 1238-1240.

SEF Alliance (2008). *Public Venture Capital Study*. Bloomberg New Energy Finance. Available at: www.sefalliance.org/fileadmin/media/sefalliance/docs/specialised_research/NEF_Public_VC_Study_Final.pdf.

SEI (2009). *Bilateral Finance Institutions and Climate Change – A Mapping of Climate Portfolios, Working Paper*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.

Sensfuß, F., M. Ragwitz, and M. Genoese (2008). The merit-order effect: A detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany. *Energy Policy*, **36**, pp. 3086-3094.

Seres, S., E. Haites, and K. Murphy (2009). Analysis of technology transfer in CDM projects: An update. *Energy Policy*, **37**, pp. 4919-4926.

SERIS (2009). *Annual Report*. National University of Singapore and Singapore Economic Development Board, Singapore.

Seyboth, K., L. Beurskens, O. Langniss, and R.E.H. Sims (2008). Recognising the potential for renewable energy heating and cooling. *Energy Policy*, **36(7)**, pp. 2460-2463.

Sherwood, L. (2010). *U.S. Solar Market Trends 2009*. Interstate Renewable Energy Council, Latham, NY, USA, 24 pp. Available at: irecusa.org/wp-content/uploads/2010/07/IREC-Solar-Market-Trends-Report-2010_7-27-10_web1.pdf.

Shove, E. (2003). *Comfort, Cleanliness, and Convenience: The Social Organisation of Normality*. Berg Publishers, Oxford, UK.

Siddiqui, A.S., C. Marnay, and R.H. Wiser (2007). Real options valuation of US federal renewable energy research, development, demonstration, and deployment. *Energy Policy*, **35(1)**, pp. 265-279.

Sims, R.E.H., R.N. Schock, A. Adegbulugbe, J. Fenhann, I. Konstantinaviciute, W. Moomaw, H.B. Nimir, B. Schlamadinger, J. Torres-Martinez, C. Turner, U. Y., S.J.V. Vuori, N. Wamukonya, and X. Zhang (2007). Energy Supply. In: *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, pp. 251-322.

Sinn, H.-W. (2008). Public policies against global warming: a supply-side approach. *International Tax and Public Finance*, **15**, pp. 360-394.

Sioshansi, R and W. Short (2009). Evaluating the impacts of real-time pricing on the usage of wind generation. *IEEE Transactions on Power Systems*, **24(2)**, pp. 516-524.

SIS (2009). Renewable energy and energy efficiency in the SIS. In: *SIS Leaders' Summit*, Cairns, Australia, 4 August 2009, Pacific Islands Forum Smaller Island States (SIS).

Sjögren, T. (2009). *Optimal Taxation and Environmental Policy in a Decentralized Economic Federation with Environmental and Labor Market Externalities*. Department of Economics, Umeå University, Umeå, Sweden.

Smith, A., A. Stirling, and F. Berkhout (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, **34(10)**, pp. 1491-1510.

Smitherman, G. (2009). *An Act to enact the Green Energy Act, 2009 and to build a green*

economy, to repeal the Energy Conservation Leadership Act, 2006 and the Energy Efficiency Act and to amend other statutes. Ministry of Energy and Infrastructure, Legislative Assembly of Ontario, Canada.

Söderholm, P., K. Ek, and M. Pettersson (2007). Wind power development in Sweden: Global policies and local obstacles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **11**(3), pp. 365-400.

Sonntag-O'Brien, V., and E. Usher (2004). *Mobilising Finance for Renewable Energies.* Thematic Background Paper for the International Conference for Renewable Energies. Secretariat of the International Conference for Renewable Energies, Bonn, Germany.

Sorrell, S. and J. Sijm (2003). Carbon trading in the policy mix. *Oxford Review of Economic Policy*, **19**(3), pp. 420-437.

Sovacool, B.K. (2009a). The importance of comprehensiveness in renewable electricity and energy-efficiency policy. *Energy Policy*, **37**(4), pp. 1529-1541.

Sovacool, B.K. (2009b). Resolving the impasse in American energy policy: The case for a transformational R&D strategy at the U.S. Department of Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**(2), pp. 346-361.

SOU (2005). *Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden.* Statens offentliga utredningar (SOU), Betänkande av Fjärrvärmeutredningen, Stockholm, Sweden.

SPC (2010). *Towards an Energy Secure Pacific: A Framework for Action on Energy Security in the Pacific.* Secretariat of the Pacific Community (SPC), Noumea, New Caledonia. Available at: www.sprep.org/att/irc/ecopies/pacific_region/686.pdf.

Sperling, D., and S. Yeh (2009). Low carbon fuel standards. *Issues in Science and Technology*, **2**, pp. 57-66.

SRU (2010). *Climate-Friendly, Reliable, Affordable: 100% Renewable Electricity Supply by 2050.* German Advisory Council on the Environment (SRU), Berlin, Germany.

St. Denis, G., and P. Parker (2009). Community energy planning in Canada: The role of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**(8), pp. 2088-2095.

Standing Committee of the National People's Congress (2005). *The Renewable Energy Law of the People's Republic of China.* Standing Committee of the National People's Congress (NPC) of the People's Republic of China in the 14th Session.

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change.* Cambridge University Press, 712 pp. Available at: webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm.

Stirling, A. (1994). Diversity and ignorance in electricity supply investment: Addressing the solution rather than the problem. *Energy Policy*, **22**(3), pp. 195-216.

Scrase, I., A. Stirling, F.W. Geels, A. Smith, and P. Van Zwanenberg (2009). *Transformative Innovation.* A report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs, SPRU – Science and Technology Policy Research, University of Sussex, Brighton, UK.

Stokes, D.E. (1997). *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation.* Brookings Institution Press, Washington, DC, USA, 180 pp.

Strategic Energy Technology Plan (2007). *A European Strategic Energy Technology Plan – Towards a Low Carbon Future.* European Commission, Brussels, Belgium.

Strbac, P.C. (2007). *Transmission Investment, Access and Pricing in Systems with Wind Generation.* DTI Centre for Distributed Generation and Sustainable Electrical Energy Draft Summary Report. Centre for Sustainable Electricity & Distributed Generation, UK.

- Sugiyama, K. (2008).** Recall of the first oil shock (Daiitiji oil-shock wo kaiko suru). *Quarterly Review of International Trade and Investment (Kikan Kokusai-boeki to toshi)*, No. 71. Institute for International Trade and Investment (in Japanese). Available at: www.iti.or.jp/kikan71/71echo.pdf.
- Sussman, E. (2008).** Reshaping municipal and county laws to foster green building, energy efficiency, and renewable energy, N.Y.U. *Environmental Law Journal*, **15**(1) pp. 1-44.
- Suurs, R.A.A., and M.P. Hekkert (2009).** Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands. *Technological Forecasting & Social Change*, **76**(8), pp. 1003-1020.
- Swedish District Heating Association (2001).** *Fjärrvärme 2000; fakta och statistik*. Swedish District Heating Association, Stockholm, Sweden.
- Swedish Energy Agency (2009a).** *Energy statistics for dwellings and non-residential premises 2008*. ES 2009:10, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden.
- Swedish Energy Agency (2009b).** *Facts and figures - Energy in Sweden 2009*. ET2009:29, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden.
- Swedish Energy Agency (2010a).** *The Electricity Certificate System 2010 (in Swedish)*. ET2010:25, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden.
- Swedish Energy Agency (2010b).** *Facts and figures - Energy in Sweden 2010*. ET2010:46, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden.
- Takahashi, K. (1989).** Sunshine Project in Japan – Solar photovoltaic program. *Solar Cells*, **26**, pp. 87-96.
- Teske, S., T. Pregger, S. Simon, T. Naegler, W. Graus, and C. Lins (2010).** Energy [R]evolution 2010—a sustainable world energy outlook. *Energy Efficiency*, doi:10.1007/s12053-010-9098-y.
- Thai Ministry of Energy (2003).** *Energy Strategy for Competitiveness*. Thai Ministry of Energy. Bangkok, Thailand.
- Thelen, K. (1999).** Historical institutionalism in comparative politics. *Annual Review of Political Science*, **2**, pp. 369-404.
- Toke, D. (2007).** Renewable financial support systems and cost-effectiveness. *Journal of Cleaner Production*, **15**(3), pp. 280-287.
- Toke, D., S. Breukers, and M. Wolsink (2008).** Wind power deployment outcomes: How can we count for the differences? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**(4), pp. 1129-1147.
- Tol, R.S.J. (2009).** The economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, **23**(2), pp. 29-51.
- Tongsopit, J. (2010).** *Thailand's VSPP Program. Technical Visit of the Delegation from the United Republic of Tanzania to Thailand regarding Thailand's Very Small Power Producer (VSPP) program*. Bangkok, Thailand.
- Tsoutsos, T., E. Papadopoulou, A. Katsiri, and A.M. Papadopoulos (2008).** Supporting schemes for renewable energy sources and their impact on reducing the emissions of greenhouse gases in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**, pp. 1767-1788.
- Twiddell, J., and T. Weir (2006).** *Renewable Energy Resources*. 2nd ed. Taylor & Francis, Oxford, UK and New York, NY, USA.
- Ulph, A., and D. Ulph (2009).** *Optimal Climate Change Policies When Governments Cannot Commit*. Discussion Paper Series, Department of Economics, University of St. Andrews, Fife,

Scotland. Available at: www.st-andrews.ac.uk/academic/economics/papers/dp0909.pdf.

UNCTAD (2010a). *Report of the Expert Meeting on Green and Renewable Technologies as Energy Solutions for Rural Development.* TD/B/C.I/EM.3/3. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland.

UNCTAD (2010b). *Report of the Secretary general on New and emerging technologies: renewable energy for development.* E/CN.16/2010/4. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland.

UNCTAD (2010c). *World Investment Report.* United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland.

UNDP and AEPC (2010). *Capacity development in Scaling up Decentralized Energy Access Programmes. Lessons from Nepal on its role, costs and financing.* Alternative Energy Promotion Centre (AEPC), United Nations Development Programme (UNDP), New York, NY, USA.

UNEP (2005). *Public Finance Mechanisms to Catalyse Sustainable Energy Sector Growth.* United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, France. Available at: www.unep.org/energy/activities/sefi/pdf/SEFI_PublicFinanceReport.pdf.

UNEP (2008). *Public Finance Mechanisms to Mobilise Investment in Climate Change Mitigation: An overview of mechanisms being used today to help scale up the climate mitigation markets, with a particular focus on the clean energy sector.* United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, France. Available at: www.unep.fr/energy/finance/documents/pdf/UNEP_PFM%20_Advance_Draft.pdf.

UNEP and BNEF (2010) *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency.* United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, France and Bloomberg New Energy Finance (BNEF). Available at: bnef.com/WhitePapers/download/30.

UNEP, EPO, and ICTSD (2010). *Patent and Clean Energy, Bridging the Gap between Evidence and Policy.* United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, France, European Patent Office and International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland.

UNEP and NEF (2008). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency.* Division of Technology, Industry and Economics, United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative and New Energy Finance (NEF) Limited, Paris, France.

UNEP and NEF (2009). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency.* Division of Technology, Industry and Economics, United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative and New Energy Finance (NEF) Limited, Paris, France.

UNEP Finance Initiative (2009). *Financing a Global Deal on Climate Change: A Green Paper produced by the UNEP Finance Initiative Climate Change Working Group.* United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva, Switzerland.

UNFCCC (1998). *Technical Paper on Terms of Transfer of Technology and know-how.* FCCC/TP/1998/1. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Bonn, Germany. Available at: unfccc.int/resource/docs/tp/tp0198.pdf.

UNFCCC (2007a). *Analysis of technology transfer in CDM projects.* United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Bonn, Germany.

UNFCCC (2007b). *Investment and financial flows relevant to the development of an effective and appropriate international response to Climate Change.* United Nations Framework Convention

on Climate Change (UNFCCC), Bonn, Germany.

UNFCCC (2008). *A summary of submissions to the Ad hoc Working Group on Long-term Cooperative Action.* FCCC/AWGLCA/2008/16, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Bonn, Germany.

UNFCCC (2010). *Analysis of the contribution of the clean development mechanism to technology.* United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Bonn, Germany.

Unger, T., and E.O. Ahlgren (2005). Impacts of a common green certificate market on electricity and CO₂-emission markets in the Nordic countries. *Energy Policy*, **33**(16), pp. 2152-2163.

UNICA (2010). *Quotes and Stats. Ethanol production.* Brazilian Sugarcane Industry Association (UNICA), Sao Paulo, Brazil. Available at: english.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/.

Unruh, G.C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, **28**(12), pp. 817-830.

Upreti, B.R., and D. Van Der Horst (2004). National renewable energy policy and local opposition in the UK: The failed development of a biomass electricity plant. *Biomass and Bioenergy*, **26**(1), pp. 61-69.

Urmee, T., D. Harries, and A. Schlapfer (2009). Issues related to rural electrification using renewable energy in developing countries of Asia and Pacific. *Renewable Energy*, **34**(2), pp. 354-357.

US Congress (2004). *American Jobs Creation Act of 2004.* Congress, (2004). In: *GovTrack.us (database of federal legislation)*. Available at: www.govtrack.us/congress/bill.xpd?bill=h108-4520.

US Department of the Interior (2008). *Energy Corridors Designated in Eleven Western States.* Press Release, U.S. Department of the Interior. Washington, DC, USA.

US DOE (2008a). *Green Power Markets: Net Metering Policies.* Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy, Washington, DC, USA.

US DOE (2008b). *Renewable Energy Requirement Guidance for EPACT 2005 and Executive Order 13423.* Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Federal Energy Management Program, U.S. Department of Energy, Washington, DC, USA.

US DOE (2009). *Technology Pathway Partnerships.* U.S. Department of Energy, Washington, DC, USA. Available at: www1.eere.energy.gov/solar/technology_pathway_partnerships.html.

USDA/FAS (2009a). *Guatemala Biofuels Annual.* U.S. Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Washington, DC, USA. Available at: gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_Guatemala_Guatemala_5-26-2009.pdf.

USDA/FAS (2009b). *Peru Biofuels Annual.* Lima, Peru. U.S. Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Washington, DC, USA. Available at: gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Lima_Peru_8-31-2010.pdf.

USEPA (2010a). *Green Power Partnership.* U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC

USEPA (2010b). *Regulatory Announcement – EPA Finalizes Regulations for the National Renewable Fuel Standard Program for 2010 and Beyond.* EPA-420-F-10-007, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA. Available at: www.epa.gov/oms/renewablefuels/420f10007.pdf.

van Alphen, K., H.S. Kunz, and M.P. Hekkert (2008). Policy measures to promote the

- widespread utilization of renewable energy technologies for electricity generation in the Maldives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**(7), pp. 1959-1973.
- van den Bergh, J.C.J.M., and F.R. Bruinsma (2008).** *Managing the Transition to Renewable Energy: Theory and Practice from Local, Regional and Macro Perspectives*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK.
- van der Linden, N.H., M.A. Uyterlinde, C. Vrolijk, L.J. Nilsson, J. Khan, K. Astrand, K. Ericsson, and R. Wiser (2005).** *Review of International Experience with Renewable Energy Obligation Support Mechanisms*. ECN-C-05-025, Energy Research Centre of the Netherlands. Petten, The Netherlands.
- van der Ploeg, F. and C.A. Withagen. (2010).** Is There Really a Green Paradox? *CESifo Working Paper 2963*
- van Dijk, A.L., L.W.M. Beurskens, M.G. Boots, M.B.T. Kaal, T.J. de Lange, E.J.W. van Sambeek and M.A. Uyterlinde (2003).** *Renewable Energy Policies and Market Developments*. ECN, Amsterdam, the Netherlands.
- Verbong, G., and F. Geels (2007).** The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004). *Energy Policy*, **35** (2), 1025-1037
- Verbruggen, A. (2009).** Performance evaluation of renewable energy support policies, applied on Flanders' tradable certificates system. *Energy Policy*, **37**(4), pp. 1385-1394.
- Verbruggen, A. (2010).** Preparing the design of robust policy architectures. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, doi:10.1007/s10784-010-9130-x.
- Verbruggen, A., and V. Lauber (2009).** Basic concepts for designing renewable electricity support aiming at a full-scale transition by 2050. *Energy Policy*, **37**(12), pp. 5732-5743.
- Vitousek, P.M. H.A. Mooney, J. Lubchenco, and J.M. Melillo (1997).** Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, **277**(5325), pp. 494-499.
- Von Weizsäcker, E., A.B. Lovins, and L.H. Lovins (1998).** *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use*. Earthscan, London, UK.
- Voß, J.-P., A. Smith, and J. Grin (2009).** Designing long-term policy: rethinking transition management. *Policy Sciences*, **42**, pp. 275-302.
- Vrolijk, C., J. Green, V. Bürger, C. Timpe, N. van der Linden, J. Jansen, M. Uyterlinde, C. García Barquero, P. Yerro, and F. Rivero (2004).** *Renewable Energy Guarantees of Origin: implementation, interaction and utilisation: Summary of the RE-GO project*. IT Power, Madrid, Spain.
- Wagner, A. (1999).** Wind power on “Liberalised Markets”: Maximum Market Penetration with Minimum Regulation. In: *European Wind Energy Conference*, Nice, France, 1-5 March 1999. Available at: www.oregon.gov/ENERGY/RENEW/Wind/OWWG/docs/FGWWagnerWindpoweronLiberalisedMarkets1999.pdf?ga=t.
- Walker, G. (2008).** What are the barriers and incentives for community-owned means of energy production and use? *Energy Policy*, **36**(12), pp. 4401-4405.
- Wallace, W.L., L. Jingming, and G. Shangbin (1998).** *The Use of Photovoltaics for Rural Electrification in Northwestern China*. NREL/CP-520-23920, National Renewable Energy Laboratory and Chinese Ministry of Agriculture, Golden, CO, USA and Beijing, China.
- Walter, A. (2006).** Is Brazilian Biofuels Experience a Model for Other Developing Countries?

Entwicklung & Ländlicher Raum, **40**, pp. 22-24.

- Wang, B. (2010).** Can CDM bring technology transfer to China? An empirical study of technology transfer in China's CDM projects. *Energy Policy*, **38**, pp. 2572-2585.
- Wang, F. and S. HaitaoYin (2010).** China's renewable energy policy: Commitments and challenges. *Energy Policy*, **38**, pp. 1872-1878.
- Wang, Q. (2010).** Effective policies for renewable energy – the example of China's wind power-lessons for China's photovoltaic power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **14**, pp. 702-712.
- Wårell, L. and T. Sundqvist (2009).** *Market Opening in Local District Heating Networks*. Lund University, Lund, Sweden.
- Warren, C.R., and M. McFadyen (2010).** Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, **27**(2), pp. 204-213.
- Watanabe, C., K. Wakabayashi, and T. Miyazawa (2000).** Industrial dynamism and the creation of a 'Virtuous cycle' between R&D, market growth and price reduction: The case of photovoltaic power generation (PV) development in Japan. *Technovation*, **20**(6), pp. 299-312.
- Watanabe, C., M. Kishioka, and A. Nagamatsu (2004).** Effect and limit of the government role in spurring technology spillover – a case of R&D consortia by the Japanese government. *Technovation*, **24**(5), pp. 403-420.
- Weiss, C., and W.B. Bonvillian (2009).** Stimulating a revolution in sustainable energy technology. *Environment*, **51**(4), pp. 10-20.
- West, J., I. Bailey, and M. Winter (2010).** Renewable energy policy and public perceptions of renewable energy: A cultural theory approach. *Energy Policy*, **38**(10), pp. 5739-5748.
- Weyant, J.P. (2010).** Accelerating the development and diffusion of new energy technologies: Beyond the "valley of death". *Energy Economics*, doi:10.1016/j.eneco.2010.08.008.
- Wiesenthal, T., G. Leduc, P. Christidis, B. Schade, L. Pelkmans, L. Govaerts, and P. Georgopoulos (2009).** Biofuel support policies in Europe: Lessons learnt for the long way ahead. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**(4), pp. 789-800.
- Wilkins, G. (2002).** *Technology Transfer for Renewable Energy – Overcoming Barriers in Developing Countries*. Royal Institute of International Affairs/Chatham House, London, UK.
- Wilson, C. (2008).** Social norms and policies to promote energy efficiency in the home. *Environmental Law Reporter*, **38**, pp. 10882-10888.
- Wiser, R., and G. Barbose (2008).** *Renewables Portfolio Standards in the United States: A Status Report with Data Through 2007*. LBNL-154E, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.
- Wiser, R., and M. Bolinger (2009).** *2008 Wind Technologies Market Report*. U.S. Department of Energy, Washington, DC, USA. Available at: eetd.lbl.gov/ea/emp/reports/2008-wind-technologies.pdf.
- Wiser, R. and M. Bolinger (2010).** *2009 Wind Technologies Market Report*. LBNL-3716E. U.S. Department of Energy, Washington, DC, USA. Available at: eetd.lbl.gov/ea/emp/reports/lbnl-3716e.pdf.
- Wiser, R., and S. Pickle (1997).** *Financing Investments in Renewable Energy: The Role of Policy Design and Restructuring*. LBNL-39826, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.

- Wiser, R., and S. Pickle (2000).** *Renewable Energy Policy Options for China: Feed In Laws and Renewable Portfolio Standards Compared.* Center for Resource Solutions, San Francisco, CA, USA.
- Wiser, R., K. Porter, and R. Grace (2005).** Evaluating experience with renewables portfolio standards in the United States. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **10**, pp. 237-263.
- Wiser, R., M. Bolinger and G. Barbose (2007).** Using the Federal Production Tax Credit to build a durable market for wind power in the United States, *The Electricity Journal*, **20**(9), pp. 77-88.
- Wiser, R., G. Barbose, and E. Holt (2010).** *Supporting Solar Power in Renewables Portfolio Standards: Experience from the United States.* Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.
- Wolsink, M. (2000).** Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. *Renewable Energy*, **21**(1), pp. 49-64.
- Worrell, E., and W. Graus (2005).** *Tax and Fiscal Policies for Promotion of Industrial Energy Efficiency: A Survey of International Experience.* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.
- Wüstenhagen, R., and M. Bilharz (2006).** Green energy market development in Germany: effective public policy and emerging customer demand. *Energy Policy*, **34**(13), pp. 1681-1696.
- Xiao, C., H. Luo, R. Tang, and H. Zhong (2004).** Solar thermal utilization in China. *Renewable Energy*, **29**(9), pp. 1549-1556.
- Yang, M., W. Blyth, R. Bradley, D. Bunn, C. Clarke, and T. Wilson (2008).** Evaluating the power investment options with uncertainty in climate policy. *Energy Economics*, **30**(4), pp. 1933-1950.
- Yoocheon, A. (2010).** *Low Carbon Development Path for Asia and the Pacific: Challenges and Opportunities to the Energy Sector.* ESCAP Energy Resources Development Series ST/ESCAP/2589, Beijing, China.
- Yu, J., F. Ji, L. Zhang, and Y. Chen (2009).** An over painted oriental arts: Evaluation of the development of Chinese renewable energy market using wind power market as model. *Energy Policy*, **37**, pp. 5221-5225.
- Zahnd, A., and H.M. Kimber (2009).** Benefits from a renewable energy village electrification system. *Renewable Energy*, **34**(2), pp. 362-368.
- Zhang, X., W. Ruoshui, H. Molin, and E. Martinot (2010).** A study of the role played by renewable energies in China's sustainable energy supply. *Energy & Environment*, **35**(11), pp. 4392-4399.
- Zhao, Z., J. Zuo, L.-L. Fan, and G. Zillante (2011).** Impacts of renewable energy regulations on the structure of power generation in China – A critical analysis. *Renewable Energy*, **36**, pp. 24-30.