

平成 25 年度 2050 年再生可能エネルギー等分散型
エネルギー普及可能性検証検討報告書

はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、我が国のエネルギー政策を巡る状況は一変した。2013年1月、政府は責任あるエネルギー政策の構築に向けたゼロベースでの見直しを開始し、再生可能エネルギーについては、その導入に向けて3年間最大限取り組むこととされているものの、定量的なエネルギーミックスの見通しは依然として明確になっていない。

一方において、地球温暖化問題については、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）において、人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な要因である可能性がきわめて高く、今世紀末には世界平均地上気温が1986～2005年平均と比べて0.3～4.8℃上昇する可能性が高いとされた。2015年には、温室効果ガス削減等のための2020年以降の世界全体の法的枠組みの採択が予定されており、2015年第1四半期までに、準備ができる国は新枠組みへの貢献（削減目標）案を提示することが求められている。

我が国においても、2050年温室効果ガス80%削減という長期目標（2012年4月27日に閣議決定された第4次環境基本計画における目標）と統合的な中期目標を設定することが必要であり、その中でも、再生可能エネルギーの導入拡大は中心的な課題となる。

環境省においては、2008年度以降、低炭素社会構築のための再生可能エネルギー普及の方策の検討を継続的に実施しているところであるが、上記のような背景を受け、本業務では、中長期的な再生可能エネルギーの普及見通しについての定量的な検証と普及を実現させるための方策をとりまとめることを目的とする。今年度は、3か年事業の2年目に位置付けられる。

脱原発依存という方針の下で、平時に国産エネルギーを確保し、緊急時にも必要最低限のエネルギーを得るために、環境・防災・エネルギー安全保障の観点から国内技術を活かした再生可能エネルギーの戦略的な普及を推進していくことが必要となっている。中長期的にどの程度まで野心的な導入が可能かについての定量的な検証を行い、普及のための障壁、障壁を乗り越えるための方策を検討する。

また、分散型エネルギーである再生可能エネルギーの普及を進めるためには地域でのエネルギー自立に向けた取組を振興していく必要があり、その方策についても検討を行う。

なお、本業務においては、「2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討会」及び「地域における再生可能エネルギービジネス振興方策等検討作業部会」を設け、検討を行った（委員構成は次ページ参照）。

【2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討会】

<座長>

倉阪 秀史 千葉大学法経学部総合政策学科 教授

<委員> (50音順)

芦田 譲 環境・エネルギー・農林業ネットワーク 理事長

伊庭 健二 明星大学理工学部電気電子工学系 教授

榎原 友樹 株式会社イー・コンサル 代表取締役

江本 英史 株式会社日本政策投資銀行産業調査部 課長

大塚 直 早稲田大学大学院法務研究科 教授

荻本 和彦 東京大学生産技術研究所 特任教授

斉藤 哲夫 日本風力発電協会 企画局長

下田 吉之 大阪大学大学院工学研究科 教授

杉山 範子 名古屋大学大学院環境学研究科 特任准教授

高瀬 香絵 科学技術振興機構 特任研究員

谷口 信雄 東京都環境局都市エネルギー部再生可能エネルギー推進課 主任

中田 俊彦 東北大学大学院工学研究科 教授

本藤 祐樹 横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授

【地域における再生可能エネルギービジネス振興方策等検討作業部会】

<座長>

江本 英史 株式会社日本政策投資銀行産業調査部 課長

<委員> (50音順)

浅沼 晃 盛岡信用金庫 常務理事

北角 強 株式会社インテグリティエナジー 代表取締役

志澤 昌彦 ほうとくエネルギー株式会社 取締役副社長

代田 誠 株式会社横浜銀行 営業統括部ストラクチャードファイナンス

谷口 信雄 東京都環境局 都市エネルギー部再生可能エネルギー推進課 主任

水上 貴央 早稲田リーガルコモンズ法律事務所 弁護士

吉岡 剛 認定NPO法人 環境エネルギー政策研究所 研究員

目 次

1. 再生可能エネルギー導入加速化の必要性	1
1.1 再生可能エネルギーの定義と本業務の検討対象	1
1.2 再生可能エネルギー普及の意義	2
1.2.1 ドイツにおける再生可能エネルギー導入拡大の意義	2
1.2.2 英国における再生可能エネルギー導入拡大の意義	2
1.2.3 国レベルでの再生可能エネルギー導入拡大の意義	3
1.2.4 地域レベルで再生可能エネルギー普及を行うことの意義	20
1.3 参考文献	21
2. 世界全体・国内外における現状及び将来見通し	23
2.1 再生可能エネルギーの導入実績	23
2.1.1 一次エネルギー供給実績	23
2.1.2 再生可能エネルギー発電導入実績	27
2.2 再生可能エネルギーの将来見通し	40
2.2.1 再生可能エネルギー導入見通しの枠組み	40
2.2.2 世界と OECD 加盟国における再生可能エネルギーの普及見通し	41
2.2.3 世界の再生可能エネルギー発電導入見通し	42
2.2.4 OECD 加盟国の再生可能エネルギー発電導入見通し	43
2.2.5 日本の再生可能エネルギー発電導入見通し	44
2.2.6 ドイツの再生可能エネルギー発電導入見通し	45
2.2.7 英国の再生可能エネルギー発電導入見通し	46
2.2.8 EU の再生可能エネルギー発電導入見通し	48
2.2.9 日本・ドイツ・イギリス・EU の再生可能エネルギー発電導入見通しの比較	51
2.3 ドイツ・英国・EU の再生可能エネルギー普及に向けたロードマップ	52
2.3.1 ドイツ：Energy Concept of 2010	52
2.3.2 （参考）ドイツにおける新たな再生可能エネルギー導入目標	57
2.3.3 （参考）ドイツにおける 2020 年及び 2030 年の GHG 排出削減シナリオ	57
2.3.4 英国：Renewable Energy Roadmap	58
2.3.5 EU：EU Energy Roadmap 2050	62
2.3.6 EU：Renewable Energy: A major player in the European energy market	64
2.3.7 EU：A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030	66

2.4 参考資料	69
3. 再生可能エネルギーの大量導入に向けた課題と対応方策	71
3.1 再生可能エネルギー電気支援施策	71
3.1.1 再生可能エネルギー電気の支援策に関する国内外の動向	71
3.1.2 固定価格買取制度の課題及び改善方策	87
3.2 電力需給システム整備	98
3.2.1 電力需給システム整備に関する国内外の動向	98
3.2.2 容量メカニズムに関する国内外の動向	110
3.3 再生可能エネルギー熱等支援施策	124
3.3.1 熱需要	124
3.3.2 海外の再生可能エネルギー熱施策	126
3.3.3 我が国の太陽熱利用	133
3.3.4 バイオマス熱利用	160
3.4 エネルギーデータベース等情報基盤の整備	185
3.4.1 海外における再生可能エネルギーに関する統計整備状況	185
3.4.2 我が国の再生可能エネルギーに関する統計整備状況	194
3.4.3 エネルギーデータベースの必要性	197
3.5 地域における再生可能エネルギービジネス振興方策等の在り方	198
3.5.1 海外における地域主導の再生可能エネルギービジネスに関する動向	198
3.5.2 事業者向け手引きの作成	227
3.6 参考文献	242
4. 再生可能エネルギーの導入見込量	246
4.1 再生可能エネルギー導入見込量の考え方と総括	246
4.1.1 導入見込量推計方針	246
4.1.2 再生可能エネルギー導入見込量推計の考え方	246
4.1.3 再生可能エネルギーの種類別の前提条件	248
4.1.4 導入見込量の検討状況総括	250
4.2 再生可能エネルギー電気の導入見込量	255
4.2.1 太陽光発電の導入見込量	255
4.2.2 風力発電の導入見込量	270
4.2.3 水力発電の導入見込量	280
4.2.4 地熱発電の導入見込量	284
4.2.5 バイオマス発電の導入見込量	287
4.3 参考文献	288

5. 再生可能エネルギーの導入に伴う効果・影響分析	289
5.1 固定価格買取制度に係る賦課金の推計について	289
5.1.1 固定価格買取制度に係る賦課金推計の考え方.....	289
5.1.2 回避可能費用単価の考え方.....	290
5.1.3 賦課金単価の推計結果と標準世帯への影響（2020年まで）	291
5.1.4 賦課金単価の推計結果と標準世帯への影響（2030年まで）	294
5.1.5 賦課金単価の推計について（他機関との比較）	296
5.2 再生可能エネルギー導入による便益.....	297
5.2.1 経済波及効果と雇用創出効果	297
5.2.2 再生可能エネルギー導入による便益	303
5.3 電力システム影響分析.....	305
5.3.1 導入見込量に基づく効果・影響分析（系統影響分析）	305
5.3.2 離島を想定した系統安定化対策オプションの簡易比較分析	322
5.4 参考文献	328
6. 再生可能エネルギー分野のロードマップと今後の課題	329
6.1 ロードマップの見直しに向けた視点.....	329
6.2 今後の課題.....	330

参考資料

参考資料 1 欧州ヒアリング議事概要	参 1
参考資料 2 地域における再生可能エネルギービジネスヒアリング議事概要	参 26
参考資料 3 諸外国の再生可能エネルギー熱政策	参 39
参考資料 4 太陽光発電の導入見込量と関連情報について	参 77
参考資料 5 地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引き（事業者向け）（案）～太陽光発電事業編～	参 93
参考資料 6 地域における再生可能エネルギー普及シナリオの作成業務	参 146

目次

図 1-1	再生可能エネルギーの検討対象	1
図 1-2	国レベルでの再生可能エネルギー導入の意義	3
図 1-3	日本の発電技術のライフサイクル CO2 排出量評価	4
図 1-4	IEA 2°Cシナリオにおける各低炭素技術の貢献度	5
図 1-5	一次エネルギー自給率と中東依存率の各国比較.....	5
図 1-6	化石燃料の輸入金額の推移.....	6
図 1-7	再生可能エネルギーの発電コスト見通し.....	7
図 1-8	化石燃料の輸入コストの見通し（New Policies Scenario/名目価格）	7
図 1-9	太陽電池セル生産量のメーカー国籍別シェアの推移	8
図 1-10	風力発電機の世界市場シェアの推移.....	8
図 1-11	Hywind プロジェクト	9
図 1-12	環境省浮体式洋上風力実証事業（長崎県五島市杵島沖）	9
図 1-13	タービン・発電機の世界シェア	10
図 1-14	地熱発電用タービンの技術別世界シェア	10
図 1-15	スマートコミュニティの概要.....	11
図 1-16	世界スマートシティの項目別累計市場見通し	12
図 1-17	再生可能エネルギー分野への投資額上位 10 カ国.....	13
図 1-18	六ヶ所村スマートグリッド実証実験.....	19
図 2-1	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（世界全体）	23
図 2-2	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（OECD 加盟国）	23
図 2-3	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（日本）	24
図 2-4	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（EU）	24
図 2-5	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（ドイツ・英国・ スペイン・イタリア・デンマーク）	25
図 2-6	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の供給実績（米国）	26
図 2-7	各国の再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給実績	26
図 2-8	世界の再生可能エネルギーによる設備容量.....	27
図 2-9	世界の再生可能エネルギーによる発電電力量	27
図 2-10	新規発電所に占める再生可能エネルギーの割合（世界全体）	28
図 2-11	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる設備容量.....	29
図 2-12	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる発電電力量.....	29
図 2-13	日本の再生可能エネルギーによる設備容量.....	30

図 2-14	日本の再生可能エネルギーによる発電電力量	31
図 2-15	EU の再生可能エネルギー等による設備容量	32
図 2-16	EU の再生可能エネルギーによる発電電力量	32
図 2-17	ドイツの再生可能エネルギーによる設備容量	33
図 2-18	ドイツの再生可能エネルギーによる発電電力量	33
図 2-19	英国の再生可能エネルギーによる設備容量	34
図 2-20	英国の再生可能エネルギーによる発電電力量	34
図 2-21	スペインの再生可能エネルギーによる設備容量	35
図 2-22	スペインの再生可能エネルギーによる発電電力量	35
図 2-23	イタリアの再生可能エネルギーによる設備容量	36
図 2-24	イタリアの再生可能エネルギーによる発電電力量	36
図 2-25	デンマークの再生可能エネルギーによる設備容量	37
図 2-26	デンマークの再生可能エネルギーによる発電電力量	37
図 2-27	米国の再生可能エネルギーによる設備容量	38
図 2-28	米国の再生可能エネルギーによる発電電力量	38
図 2-29	各国の再生可能エネルギーによる発電実績	39
図 2-30	世界の再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の見通し	41
図 2-31	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給の見通し	41
図 2-32	世界の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し	42
図 2-33	世界の再生可能エネルギーによる発電電力量の見通し	42
図 2-34	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し	43
図 2-35	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる発電電力量の見通し	43
図 2-36	日本の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し	44
図 2-37	日本の再生可能エネルギーによる発電電力量の見通し	44
図 2-38	ドイツの再生可能エネルギーによる設備容量の見通し	45
図 2-39	ドイツの再生可能エネルギーによる発電電力量の見通し	45
図 2-40	英国の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し	46
図 2-41	英国の再生可能エネルギーによる発電電力量の見通し	46
図 2-42	EU の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し (EU Energy Roadmap 2050)	49
図 2-43	EU の再生可能エネルギーによるエネルギー生産量の見通し (EU Energy Roadmap 2050)	49
図 2-44	EU の再生可能エネルギーによる設備容量の見通し (Rethinking 2050)	50
図 2-45	EU の消費電力に占める再生可能エネルギーの見通し (Rethinking 2050)	50
図 2-46	Energy Concept of 2010 のアクションプランと追加的エネルギーパッケー	

シ	52
図 2-47 Energy Concept of 2010 : 各シナリオにおける CO2 排出量の推移	56
図 2-48 Energy Concept of 2010 の再生可能エネルギー に関するアクションプラン の詳細	56
図 2-49 ドイツにおける 2050 年の GHG 排出量年間 6,000 万トン-CO2 の内訳	58
図 2-50 Renewable Energy Roadmap 策定の背景・メリット	59
図 2-51 Renewable Energy Roadmap における今後の再生可能エネルギー導入見通し	62
図 2-52 EU 再生可能エネルギー指令および各種ロードマップ策定のタイムライン	63
図 2-53 最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合[%]	64
図 3-1 ドイツにおける再生可能エネルギー設備容量の変化(左)と、発電量の推移(右)	71
図 3-2 ドイツにおける発電源証明の法的枠組み	74
図 3-3 ドイツにおける発電源証明の認証プロセス	74
図 3-4 ドイツにおける発電源証明の無効化と有効期間	75
図 3-5 ドイツにおける発電源証明の対象電力	75
図 3-6 ドイツ及び RWE Vertrieb AG の電源構成 (2012 年)	78
図 3-7 再生可能エネルギー電源の特徴に応じて組み合わせる考え方	83
図 3-8 新たな認定制度の運用案	85
図 3-9 半期毎の価格見直しによる費用負担軽減効果 (住宅太陽光)	90
図 3-10 ドイツの固定価格買取制度における賦課金内訳の推移	91
図 3-11 固定価格買取制度下における環境価値の状況	92
図 3-12 調達価格区分の見直し案	94
図 3-13 自然変動電源の出力抑制指令および優先給電指令	95
図 3-14 自然変動電源の出力抑制指令および優先給電指令 (左) と指令改定案 (右)	96
図 3-15 余剰買取と全量買取の kW あたりコスト回収率の変化	97
図 3-16 系統整備プロセス	99
図 3-17 EnLAG に基づく系統開発計画	101
図 3-18 BBPIG に基づく系統開発計画	102
図 3-19 電力取引市場の種類	104
図 3-20 先物取引価格の推移 (2010 年～)	104
図 3-21 前日取引価格の推移 (2008 年～)	105
図 3-22 電力需給システムの変革に関する 3 つの柱	108
図 3-23 電力システム改革の工程表	109

図 3-24	電力システム改革に関する論点、今後の動向	109
図 3-25	ERCOT による供給予備力の将来見通し	110
図 3-26	容量メカニズムによる供給予備力の確保（概念図）	111
図 3-27	容量メカニズムの種類.....	112
図 3-28	米国・PJM の初期の容量市場（1998 年～2007 年）	116
図 3-29	米国・PJM の現在の容量市場	117
図 3-30	英国の電力市場改革で提案されている容量市場.....	118
図 3-31	容量メカニズムにかかる欧州の動向.....	119
図 3-32	再生可能エネルギー支援及びバックアップ電源に関するガイダンスの概要	120
図 3-33	供給力確保策に関する議論の整理.....	121
図 3-34	家庭（左）、ホテル（右）の用途別エネルギー消費構成.....	124
図 3-35	熱需要の温度帯.....	125
図 3-36	ドイツにおける再生可能エネルギー熱施策の概要	126
図 3-37	英国における再生可能エネルギー熱施策の概要.....	128
図 3-38	フランスの再生可能エネルギーの 2020 年導入目標に対する 2011 年実績の達 成率.....	130
図 3-39	スペインにおける太陽熱設備導入面積（ストック）	131
図 3-40	スペインにおける新築・改築建物数.....	131
図 3-41	世界の太陽熱利用設備量シェア	132
図 3-42	中国の家庭のエネルギー用途.....	132
図 3-43	太陽熱導入義務化の例.....	132
図 3-44	太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績と原油価格.....	133
図 3-45	太陽熱有効利用のイメージ.....	138
図 3-46	ヒートポンプ式給湯器（HP 給湯器）利用と太陽熱利用の比較のイメージ	138
図 3-47	県庁所在地の都市ガス・プロパン・電力価格	139
図 3-48	主な都市の都市ガス・プロパン・電力価格推移.....	140
図 3-49	従来給湯器に対して太陽熱利用や太陽光発電を組み合わせたときの CO ₂ 排 出量の比較	141
図 3-50	屋根に何も設置していない家庭に対して 太陽熱利用や太陽光発電を新規に 設置した効果.....	142
図 3-51	太陽光発電を一部太陽熱に置き換えた効果.....	143
図 3-52	従来ガス給湯器とさまざまな省エネ給湯システムの CO ₂ 排出量の比較 ..	144
図 3-53	短中期的に CO ₂ 削減効果や投資回収可能性が高い 住宅向け太陽熱利用が可 能な世帯数の推計	146

図 3-54	都道府県別保有給湯器の内訳	147
図 3-55	都道府県別都市ガス普及率と給湯器シェア	147
図 3-56	長期的な太陽熱利用の CO ₂ 削減効果の試算	150
図 3-57	再生可能エネルギー熱普及の施策オプションと太陽熱利用に適した施策	151
図 3-58	我が国の再生可能エネルギー熱の補助金制度の実績	153
図 3-59	自治体の再生可能エネルギー熱の補助金制度の実績の例	154
図 3-60	英国グリーンディール制度の概要	156
図 3-61	固定価格買取制度の概要	156
図 3-62	ホワイト証書政策の概要	157
図 3-63	グリーン熱証書の市場創出に向けた制度案	158
図 3-64	太陽光発電の認知度	158
図 3-65	太陽光発電への興味と採用	159
図 3-66	太陽熱利用への関心	159
図 3-67	バイオマス発電・熱利用の状況	160
図 3-68	国内の木質バイオマス混焼状況・計画	162
図 3-69	ペレット生産の動向	163
図 3-70	近年のバイオマス関係の主な政策	164
図 3-71	バイオマス活用推進基本法と基本計画	165
図 3-72	バイオマス利用拡大目標と資源量	166
図 3-73	バイオマス資源の利用のイメージ	168
図 3-74	バイオマス発電の方式	168
図 3-75	バイオマス熱利用の種類	169
図 3-76	諸外国のバイオマス発電の方法	170
図 3-77	ドイツにおけるバイオマス発電所数推移と関連する固定価格買取制度の動向	171
図 3-78	ガスエンジン、ガスタービン、ディーゼルエンジン、蒸気タービンの発電効率	172
図 3-79	バイオマス量 12 万トン/年の利用により削減できる CO ₂ 量の比較	173
図 3-80	原料調達率の年間計画に対する実績の分布	174
図 3-81	稼働率の年間計画に対する実績の分布	174
図 3-82	林地残材・切捨間伐材の賦存量	175
図 3-83	九州内の木質火力発電所計画（2013 年 10 月現在）	175
図 3-84	運営支出に対する運営収入の割合	176
図 3-85	木質バイオマスの利用方法とコスト	177
図 3-86	EU におけるバイオマス固体燃料のライフサイクルでの温室効果ガス削減の評価	178

図 3-87	バイオマス利用の課題解決の方向性.....	180
図 3-88	バイオマスの需要・供給力に着目したバイオマス利用.....	183
図 3-89	バイオマスの需要・供給力に着目したバイオマス利用.....	184
図 3-90	最終消費に対する再生可能エネルギーシェアと目標値との比較.....	187
図 3-91	再生可能エネルギーによる発電電力量と総発電電力量に占めるシェア ...	187
図 3-92	輸送分野の最終消費に対する再生可能エネルギーシェア.....	187
図 3-93	ドイツにおける 1990 年以降の再生可能エネルギー電気の発電電力量....	188
図 3-94	ドイツにおける 1997 年以降の再生可能エネルギー熱の供給量.....	188
図 3-95	AGEE-stat のアウトプット俯瞰図.....	189
図 3-96	ドイツにおける発電電力量：従来型エネルギーと太陽光風力.....	190
図 3-97	ドイツにおける発電電力量：第 20 週.....	190
図 3-98	Interactive Maps における表示例.....	192
図 3-99	米国における風況マップ.....	192
図 3-100	米国における地熱資源マップ.....	193
図 3-101	今年度の検討対象範囲.....	198
図 3-102	再生可能エネルギー設備の所有者別構成比.....	199
図 3-103	個人金融資産に占める株式・投資信託の構成比（日・独・米）.....	199
図 3-104	ドイツにおけるエネルギー協同組合数の推移.....	200
図 3-105	地域別のエネルギー協同組合数（2013 年時点）.....	201
図 3-106	バイエルン州におけるエネルギー協同組合.....	201
図 3-107	エネルギー協同組合の会員構成.....	202
図 3-108	協同組合のビジネスモデル（KfW の支援プログラムを活用し、屋根を借りて太陽光発電を設置するケース）.....	203
図 3-109	農家における再生可能エネルギー設備への投資割合.....	206
図 3-110	VKU 会員の資本構成割合.....	207
図 3-111	VKU 会員の発電設備別割合.....	208
図 3-112	協同組合銀行グループの組織構造.....	210
図 3-113	貯蓄銀行グループの組織構造.....	211
図 3-114	GLS Gemeinschaftsbank の分野別融資割合（2012 年実績）.....	215
図 3-115	GLS Beteiligungs AG（GLS Energie AG 含）分野別融資割合（2012 年実績）.....	216
図 3-116	プロジェクトファイナンス（再生可能エネルギー）の審査プロセス.....	221
図 3-117	地域経済に貢献するための工夫.....	222
図 3-118	再生可能エネルギープログラム（標準）の仕組み.....	223
図 3-119	再生可能エネルギープログラム（標準）の金利決定のロジック（イメージ）.....	223

図 3-120	問題の所在と課題解決のための対応方策.....	227
図 3-121	再生可能エネルギー事業の種類と本手引きの想定利用者.....	228
図 3-122	本手引の位置付け.....	228
図 3-123	太陽光発電事業特有のリスク.....	231
図 3-124	事業性評価.....	232
図 4-1	中小水力、地熱、バイオマス、風力発電の推計方法.....	247
図 4-2	太陽光発電の推計方法.....	247
図 4-3	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給量.....	251
図 4-4	再生可能エネルギー電気の発電設備容量.....	253
図 4-5	再生可能エネルギー電気の発電電力量.....	254
図 4-6	ゾーニング調査におけるポテンシャルと本業務における 2050 年の導入見込量	256
図 4-7	住宅の投資回収年数・初期費用と太陽光発電導入率の関係.....	257
図 4-8	非住宅・集合住宅（メガソーラー除く）の IRR と太陽光発電導入実績の関係	258
図 4-9	メガソーラーの IRR と太陽光発電導入実績の関係.....	258
図 4-10	EPIA2011 加速シナリオにおける太陽光発電導入量.....	259
図 4-11	太陽光発電システム価格の想定.....	259
図 4-12	非住宅・集合住宅の太陽光発電の導入実績とモデルの比較.....	260
図 4-13	メガソーラーの太陽光発電の導入実績とモデルの比較.....	261
図 4-14	住宅の太陽光発電の導入実績とモデルの比較.....	261
図 4-15	太陽光発電導入見込量の推計フロー.....	262
図 4-16	回避可能原価+環境価値と買取価格の推移（中位）.....	263
図 4-17	太陽光発電の導入見込量（中位）.....	264
図 4-18	回避可能原価+環境価値と買取価格の推移（高位）.....	265
図 4-19	太陽光発電の導入見込量（高位）.....	265
図 4-20	回避可能原価+環境価値と買取価格の推移（低位）.....	267
図 4-21	太陽光発電の導入見込量（低位）.....	267
図 4-22	太陽光発電 3 ケースの比較.....	268
図 4-23	今後運転開始の見込みがある陸上風力発電（運転開始時期別）.....	270
図 4-24	今後運転開始の見込みがある陸上風力発電（電力会社別）.....	271
図 4-25	陸上風力発電の環境影響評価手続実績に基づく導入見込量と [環境省, 2013b]における導入見込量.....	271
図 4-26	電力会社別の環境影響評価実績に基づく導入見込量（陸上風力のみ）と連 系可能量.....	274
図 4-27	再生可能電源の出力抑制必要量.....	276

図 4-28	[環境省, 2013b]の分析時の想定と 環境影響評価手続情報に基づく導入見込量の比較.....	276
図 4-29	2020 年の電力会社別導入見込量（陸上風力・洋上風力）と 高位の導入見込量が系統に占める規模.....	277
図 4-30	2020 年の 5 地域別導入見込量（陸上風力・洋上風力）と 高位の導入見込量が系統に占める規模.....	277
図 4-31	2030 年の 5 地域別導入見込量（陸上風力・洋上風力）と 高位の導入見込量が系統に占める規模.....	278
図 4-32	最大需要に占める風力発電導入の比率を平滑化した上で 発電量を最大化する 2030 年高位の導入見込量配分.....	279
図 4-33	一般電気事業者の計画による一般水力の増加分.....	280
図 4-34	2030 年までの水力発電電力量の増加ポテンシャル.....	281
図 4-35	中小水力発電の区分毎の発電単価別ポテンシャル量.....	282
図 4-36	中小水力発電の区分別導入見込量の考え方.....	283
図 4-37	中小水力発電の導入見込量.....	283
図 5-1	将来の回避可能費用単価の想定（円/kWh、税抜き）.....	290
図 5-2	環境省 [環境省, 2013]の分析結果（2020 年までの導入量に対する賦課金単価）.....	291
図 5-3	本業務の分析結果（2020 年までの導入量に対する賦課金単価）.....	292
図 5-4	環境省 [環境省, 2013]の分析結果（2020 年までの導入量に対する標準世帯の月あたり負担額推移）.....	293
図 5-5	本業務の分析結果（2020 年までの導入量に対する標準世帯の月あたり負担額推移）.....	293
図 5-6	環境省 [環境省, 2013]の分析結果（2030 年までの導入量に対する賦課金単価）.....	294
図 5-7	本業務の分析結果（2030 年までの導入量に対する賦課金単価）.....	294
図 5-8	環境省 [環境省, 2013]の分析結果（2030 年までの導入量に対する標準世帯の月あたり負担額推移）.....	295
図 5-9	本業務の分析結果（2030 年までの導入量に対する標準世帯の月あたり負担額推移）.....	295
図 5-10	産業関連分析フロー.....	297
図 5-11	海外の試算結果との比較.....	303
図 5-12	分析フローの概要.....	306
図 5-13	地域ブロック.....	306
図 5-14	需給バランス、調整力バランスの検証フロー.....	307
図 5-15	需給バランス及び調整力バランス確保の考え方.....	308

図 5-16	電気料金の設定によるデマンドレスポンスの例.....	309
図 5-17	インセンティブの付与によるデマンドレスポンスの例.....	310
図 5-18	太陽光発電、風力発電の地域別導入見込量に関する設定.....	311
図 5-19	電力需要の1時間別パターンの設定.....	312
図 5-20	太陽光発電の1時間別出力パターンの設定：東日本.....	313
図 5-21	風力発電の1時間別出力パターンの設定：東日本.....	314
図 5-22	風力発電、太陽光発電の出力抑制必要量：基本ケース.....	315
図 5-23	需要能動化、揚水発電活用時における電源構成：基本ケース.....	315
図 5-24	風力発電、太陽光発電の出力抑制必要量：風力本州集中導入ケース.....	316
図 5-25	需要能動化、揚水発電活用時における電源構成：風力本州集中導入ケース	316
図 5-26	風力発電、太陽光発電の出力抑制必要量：対策実施順序入替えケース ...	317
図 5-27	揚水発電活用、需要能動化時における電源構成：対策実施順序入替えケース	317
図 5-28	風力発電、太陽光発電の出力抑制必要量：風力本州集中導入＋全国3地域 ブロック内広域融通ケース.....	318
図 5-29	需要能動化、揚水発電活用時における電源構成：風力本州集中導入＋全国 3地域ブロック内広域融通ケース.....	318
図 5-30	系統制約、対策オプションの考え方.....	322
図 5-31	需給バランス（4月、休日）.....	324
図 5-32	ディーゼル発電単価と安定化対策費用との関係.....	325
図 5-33	蓄電池単価と安定化対策費用との関係.....	326
図 5-34	太陽光発電の導入規模と安定化対策費用との関係.....	326

表目次

表 1-1	ドイツにおける再生可能エネルギー導入拡大の意義と背景	2
表 1-2	英国における再生可能エネルギー導入拡大の意義と背景	3
表 1-3	無電化地域への再生可能エネルギー導入検討事例	14
表 1-4	再生可能エネルギー発電導入による雇用効果	15
表 1-5	再生可能エネルギー導入による雇用者推計（千人）（2009～2012 年）	15
表 1-6	地域・NPO による再生可能エネルギービジネスの例	16
表 1-7	湖南省地域自然エネルギー基本条例：基本理念（平成 24 年 9 月 21 日施行）	17
表 1-8	飯田市再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例 （平成 25 年 4 月 1 日施行）	17
表 1-9	八丈町地域再生可能エネルギー基本条例（平成 26 年 4 月 1 日施行）	17
表 1-10	災害時の住宅用太陽光発電の自立運転モードの利用実態	18
表 1-11	福島県再生可能エネルギー導入等による防災拠点支援事業（平成 25 年度）	18
表 1-12	スマートグリッド実証実験の災害時の状況	19
表 2-1	固定価格買取制度開始後の状況について	31
表 2-2	欧州と日本における各部門の再生可能エネルギー導入見通し比較（2020 年）	40
表 2-3	UK Renewable Energy Roadmap における設備容量の見通し	47
表 2-4	主な EU 加盟国等における再生可能エネルギーの比率と RED 及び NREAP の達成状況	48
表 2-5	日本・ドイツ・英国の再生可能エネルギー発電導入見通し比較	51
表 2-6	Energy Concept of 2010 で設定される目標	53
表 2-7	Energy Concept of 2010：リファレンスシナリオの概要	54
表 2-8	Energy Concept of 2010：ターゲットシナリオの概要	54
表 2-9	Energy Concept of 2010：各シナリオにおける 再生可能エネルギー普及等見 通し	55
表 2-10	英国の再生可能エネルギー主要技術の 2020 年の導入見通し	61
表 2-11	Renewable Energy: A major player in the European energy market にお ける各政策シナリオの特徴	65
表 2-12	Renewable Energy: A major player in the European energy market：現 状趨勢ケースに対する各政策シナリオの比較	66
表 3-1	ドイツにおける発電源証明の記載事項	76

表 3-2	発電源証明とグリーン電力証書の概要	76
表 3-3	ドイツにおける発電源証明の手数料体系.....	77
表 3-4	現行の固定価格買取制度の課題点に係る文献一覧.....	87
表 3-5	現行の固定価格買取制度の課題	88
表 3-6	本業務にて取り上げた固定価格買取制度の課題と改善方策案.....	89
表 3-7	回避可能費用単価に環境価値分を考慮した場合の賦課金単価.....	93
表 3-8	EEG 供給管理指針 第 2 版の目次.....	106
表 3-9	容量メカニズムの種類と特徴.....	112
表 3-10	Capacity Payment (容量支払制度) の特徴、利点と課題	113
表 3-11	Strategic Reserve (戦略的予備力) の特徴、利点と課題.....	114
表 3-12	Capacity Obligation (分散型容量市場) の特徴、利点と課題.....	115
表 3-13	Capacity Auction (集中型容量市場) の特徴、利点と課題.....	117
表 3-14	Reliability Option (供給信頼性オプション) の特徴、利点と課題.....	119
表 3-15	容量メカニズムにかかる各国の動向.....	120
表 3-16	短中長期の供給力確保策	121
表 3-17	容量メカニズムに関する論点の具体例	122
表 3-18	2013 年度夏季最大需要日風力発電所の供給力 (実績)	123
表 3-19	ドイツの再生可能エネルギー熱法における導入義務の概要	127
表 3-20	ドイツの市場促進プログラムの概要.....	128
表 3-21	英国の再生可能熱インセンティブ、再生可能熱プレミアムペイメントの概要	129
表 3-22	フランスの家庭におけるエネルギー投資に対する税額控除率.....	130
表 3-23	太陽熱利用技術の概要.....	134
表 3-24	太陽熱・太陽光の組み合わせ技術の概要.....	134
表 3-25	太陽熱の冷房利用の技術概要.....	135
表 3-26	太陽熱利用導入の課題のヒアリング	136
表 3-27	太陽熱利用の課題の整理	137
表 3-28	短中期的な太陽熱利用の CO ₂ 削減効果の試算の条件	139
表 3-29	短中期的に CO ₂ 削減効果や投資回収可能性が高い住宅向け太陽熱利用と その推進の際の課題・施策の方向性.....	145
表 3-30	都道府県別都市ガス普及率[%]	148
表 3-31	長期的な太陽熱利用の CO ₂ 削減効果の試算の条件	149
表 3-32	太陽熱利用拡大の施策の方向性と施策イメージ.....	152
表 3-33	我が国の再生可能エネルギー熱の補助金制度	153
表 3-34	自治体の再生可能エネルギー熱の補助金制度の例	154
表 3-35	自治体の再生可能エネルギー導入義務化・検討義務化の例	154

表 3-36	京都市の再生可能エネルギー導入義務化の事例.....	155
表 3-37	太陽熱利用の認知度	159
表 3-38	バイオマスの単位の換算（目安）	160
表 3-39	固定価格買取制度の設備認定状況.....	161
表 3-40	バイオマス発電と資源の対応.....	161
表 3-41	石炭火力への混焼によるバイオマス利用の例	162
表 3-42	バイオマス資源活用実績と目標	167
表 3-43	運営支出に対する運営収入の割合が低い理由の例	176
表 3-44	木質バイオマスの利用方法とコスト評価例（海外）	177
表 3-45	木質バイオマスの利用方法とコスト評価例（国内）	177
表 3-46	木材・木材製品の合法性、持続可能性	179
表 3-47	持続可能な森林経営	179
表 3-48	岡山県真庭市のバイオマス利用の概要	181
表 3-49	岐阜県高山市のバイオマス利用の概要	182
表 3-50	新潟県のバイオマス利用の概要	182
表 3-51	EU の Renewable energy statistics における主要統計分野.....	185
表 3-52	EU 各国の一次エネルギーに対する再生可能エネルギーのシェア	186
表 3-53	2014 年 1 月のドイツにおける太陽光発電の新規導入箇所情報.....	189
表 3-54	Planning Database Extracts & Statistics における表示例	191
表 3-55	カリフォルニア州の種類別再生可能エネルギー導入量データ	193
表 3-56	総合エネルギー統計における再生可能エネルギーの把握方法.....	194
表 3-57	固定価格買取制度における設備認定公表データ（抜粋）	195
表 3-58	自然エネルギー白書 2013 の構成.....	195
表 3-59	エネルギーデータベースの必要性.....	197
表 3-60	協同組合の発展形態	204
表 3-61	協同組合法に関する主な相違点	205
表 3-62	ドイツにおける主な銀行グループ.....	209
表 3-63	業績及び主要経営指標（DZ 銀行、12 月 31 日決算）	212
表 3-64	エネルギー源別の融資残高.....	212
表 3-65	業績及び主要経営指標（WGZ 銀行グループ、12 月 31 日決算）	214
表 3-66	組織規模（GLS 銀行単体、12 月 31 日決算）	215
表 3-67	業績及び主要経営指標（DEKA 銀行、12 月 31 日決算）	217
表 3-68	業績及び経営指標（ドイツ信用銀行、12 月 31 日決算）	218
表 3-69	業績及び主要経営指標（KfW グループ、12 月 31 日決算）	219
表 3-70	融資実績（KfW グループ）	219
表 3-71	DZ 銀行における再生可能エネルギー事業への融資条件	221

表 3-72	DZ 銀行における再生可能エネルギー事業への融資残高	221
表 3-73	KfW 再生可能エネルギープログラム（標準）の概要	223
表 3-74	ヒアリング一覧	229
表 3-75	事業者へのヒアリング調査項目	229
表 3-76	チェックリスト	232
表 3-77	手引き作成上のメリット（風力発電）	233
表 3-78	手引き作成上のデメリット（風力発電）	234
表 3-79	風力発電の特徴	234
表 3-80	手引き作成上のメリット（中小水力発電）	236
表 3-81	手引き作成上のデメリット（中小水力発電）	236
表 3-82	中小水力発電の特徴	237
表 3-83	手引き作成上のメリット（温泉発電）	238
表 3-84	手引き作成上のデメリット（温泉発電）	238
表 3-85	温泉発電の特徴	239
表 3-86	手引き作成上のメリット（バイオマス発電）	240
表 3-87	手引き作成上のデメリット（バイオマス発電）	240
表 3-88	バイオマス発電の特徴	241
表 4-1	中小水力、地熱、バイオマス、風力発電の推計方法	247
表 4-2	太陽光発電の推計方法	247
表 4-3	再生可能エネルギー電気の種類別の前提条件	248
表 4-4	再生可能エネルギー熱の種類別の前提条件	249
表 4-5	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給量	251
表 4-6	再生可能エネルギー電気の発電設備容量	253
表 4-7	再生可能エネルギー電気の発電電力量	254
表 4-8	ゾーニング調査における導入レベルの前提条件	255
表 4-9	太陽光発電の導入見込量の考え方	256
表 4-10	太陽光発電システムのコスト低減の想定	259
表 4-11	太陽光発電の導入実績（2012年度）とモデルによる推計値の比較	260
表 4-12	太陽光発電導入見込量の計算条件（中位）	262
表 4-13	太陽光発電の導入規模と設置件数（中位）	264
表 4-14	太陽光導入見込量発電の計算条件（高位）	264
表 4-15	太陽光発電の導入規模と設置件数（高位）	266
表 4-16	太陽光発電導入見込量の計算条件（低位）	266
表 4-17	太陽光発電の導入イメージ（低位）	268
表 4-18	モジュール価格シナリオによる導入見込量の変化	269
表 4-19	モジュール価格シナリオによる発電電力見込量の変化	269

表 4-20	陸上風力発電の導入見込量[万 kW].....	272
表 4-21	洋上風力発電の導入見込量[万 kW].....	272
表 4-22	稼働中・建設中・計画中の洋上風力発電.....	273
表 4-23	風力等連系のための系統増強概算費用の試算例.....	275
表 4-24	水力発電（大規模）の導入見込量.....	281
表 4-25	地熱発電の開発地点別情報（1/2）.....	284
表 4-26	地熱発電（大規模）の導入見込量.....	286
表 4-27	バイオマス発電の導入見込量.....	287
表 5-1	電源別の賦課金推計の考え方.....	289
表 5-2	2020年時点における賦課金推計結果の比較.....	296
表 5-3	産業連関分析に関する用語の定義.....	298
表 5-4	再生可能エネルギーの種類ごとの需要創出額の前提と産業連関表対象業種	299
表 5-5	産業連関表の修正手順.....	300
表 5-6	設備費・工事費等、維持管理段階による経済波及・雇用効果の比較.....	301
表 5-7	環境成長エンジン研究会における試算結果との比較.....	302
表 5-8	再生可能エネルギー導入による便益の試算方法.....	303
表 5-9	再生可能エネルギー導入による便益（2020年）.....	304
表 5-10	再生可能エネルギー導入による便益（2030年）.....	304
表 5-11	2030年の電力需給構造に関するケース設定.....	308
表 5-12	揚水発電の容量に関する設定.....	310
表 5-13	電力需給調整等に関する前提条件.....	312
表 5-14	系統対策費用の試算条件：概要.....	319
表 5-15	系統対策費用の試算条件：詳細.....	319
表 5-16	系統対策費用の試算結果：2012～2020年.....	320
表 5-17	系統対策費用の試算結果：2012～2030年.....	321
表 5-18	前提条件.....	323
表 5-19	各種蓄電池の種類と特徴.....	324
表 5-20	分析結果.....	325
表 5-21	太陽光発電の導入規模と対策規模との関係.....	326
表 6-1	分野別の検討課題.....	330