

環境省 御中

平成 26 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委託業務

報告書

株式会社三菱総合研究所
環境・エネルギー研究本部

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。こうした大きな環境の変化に対応すべく、2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、再生可能エネルギーについては、2013年から3年程度、導入を最大限加速していき、その後も積極的に推進していく、とされている。

また、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。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）を見据えた温暖化対策が必要であり、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。

これまでの中央環境審議会地球環境部会における議論でも、再生可能エネルギーの導入は、①温室効果ガス排出量の削減、②エネルギー自給率の向上、③化石燃料調達に伴う資金流出の抑制、④産業の国際競争力の強化、⑤雇用の創出、⑥地域の活性化、⑦非常時のエネルギーの確保など多岐にわたるとされており、戦略的な普及を推進していくことが必要となっている。そこで地球温暖化対策を進めるため、中長期的にどの程度まで積極的な導入が可能かについての定量的な検証を行い、さらなる再生可能エネルギー普及のために必要な方策を検討することが重要である。

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、2050年を見据え低炭素社会を構築していく観点から、中長期的な再生可能エネルギーの普及状況の見通しの検討と、中長期的に普及を実現させるための必要な方策をとりまとめることを目的として、本報告書の試算は、2050年など長期的な導入ポテンシャルが実現することを仮定し、それが実現されるために達成されなければならない2030年などの姿を逆算したものである。今年度は、3か年事業の3年目に位置付けられる。

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」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 千葉大学大学院人文社会科学部 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 東京大学生産技術研究所 特任研究員

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

Outline

Japan decided to promote renewable energy proactively in the Basic Energy Plan in April 2014. The aims of this study are to establish the feasible prospect of renewable energy in middle- and long-term and to propose policy measures to achieve the prospect from the view point of creating the low carbon society.

First, necessity of renewable energy in Japan is pointed out, including a critical need for abatement of carbon dioxide emissions. The necessity is also justified by the global trend of utilization of renewable energy.

Policy measures to promote renewable energy are examined from the aspect of renewable sources for electricity, electricity supply and demand system and renewable sourced for heat. The proposal includes improvement of current Feed-in Tariff policy, utilization of demand side management for stable electricity system, and favorable treatment of renewable heat on equal footing with renewable electricity.

The calculation of prospects of renewable energy is estimated with the several presumption of intensity of policy. We backcast the world in 2030 from the world in 2050 from the viewpoint of promoting renewable energy use. The grid constraint is also considered for the estimation.

Based on the prospect, the cost and benefit of the use of renewable energy are calculated. The surcharge for electricity tariff, positive effects for economy and employment, and impact for electricity system are all considered.

Finally, the policy roadmap was illustrated toward 2050 to accomplish the low carbon society.

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 国レベルでの再生可能エネルギー導入拡大の意義	2
1.2.2 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	17
1.2.3 (参考) ドイツ・英国における再生可能エネルギー導入拡大の意義	18
1.3 温室効果ガスの削減に関する国際動向	20
1.3.1 国際交渉	20
1.3.2 IPCC 第5次評価報告書	22
1.4 参考文献	25
2. 世界全体・国内外における現状及び将来見通し	27
2.1 再生可能エネルギーの導入実績	27
2.1.1 一次エネルギー供給実績	27
2.1.2 再生可能エネルギー電気導入実績	32
2.2 再生可能エネルギーの将来見通し	46
2.2.1 再生可能エネルギー導入見通しの枠組み	46
2.2.2 IEAによる再生可能エネルギーの普及見通し	47
2.2.3 日本の再生可能エネルギー電気導入見通し	51
2.2.4 ドイツの再生可能エネルギー電気導入見通し	54
2.2.5 英国の再生可能エネルギー電気導入見通し	56
2.2.6 EUの再生可能エネルギー電気導入見通し	58
2.3 再生可能エネルギー普及に向けたロードマップ	61
2.3.1 ドイツ：Energy Concept of 2010	61
2.3.2 (参考) ドイツにおける Energy Concept of 2010 以降の動き	66
2.3.3 英国：Renewable Energy Roadmap	69
2.3.4 EU：EU Energy Roadmap 2050	73
2.3.5 EU：Renewable Energy: A major player in the European energy market	76
2.3.6 IRENA: REmap2030	78
2.4 参考資料	80
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	82
3.1 再生可能エネルギー電気支援施策	82

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	82
3.1.2	固定価格買取制度の課題及び改善方策	105
3.1.3	経済面以外の課題	121
3.1.4	(参考) 固定価格買取制度に関する一般市民の認知・賛同状況	125
3.2	電力需給システム整備	133
3.2.1	米国における再生可能電源大量導入時の需給調整方策	133
3.2.2	電力需給システム整備に関する我が国の動向	146
3.3	再生可能エネルギー熱等支援施策	150
3.3.1	海外の再生可能エネルギー熱支援施策	150
3.3.2	国内のバイオマス熱の利用状況	161
3.3.3	再生可能エネルギー熱支援施策の方向性	170
3.4	エネルギーデータベース等情報基盤の整備	179
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	179
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	188
3.4.3	エネルギーデータベースの必要性	191
3.5	参考文献	192
4.	再生可能エネルギーの導入見込量	195
4.1	再生可能エネルギー導入見込量の考え方と総括	195
4.1.1	再生可能エネルギー導入見込量推計の考え方	195
4.1.2	導入見込量の見直し方針	196
4.1.3	再生可能エネルギーの種類別の前提条件	197
4.1.4	導入見込量の検討状況総括	200
4.2	再生可能エネルギー電気の導入見込量	205
4.2.1	太陽光発電の導入見込量	206
4.2.2	風力発電の導入見込量	224
4.2.3	太陽光発電・風力発電の導入見込量推計における電力システム上の制約の考慮	229
4.2.4	水力発電の導入見込量	237
4.2.5	地熱発電の導入見込量	239
4.2.6	バイオマス発電の導入見込量	241
4.2.7	海洋エネルギー発電の導入見込量	243
4.3	再生可能エネルギー熱の導入見込量	245
4.3.1	太陽熱利用の導入見込量	245
4.3.2	バイオマス熱利用の導入見込量	248
4.3.3	地中熱利用の導入見込量	251

4.4 参考文献	253
5. 再生可能エネルギーの導入に伴う効果・影響分析	255
5.1 固定価格買取制度に係る賦課金の推計	255
5.1.1 固定価格買取制度に係る賦課金推計の考え方	255
5.1.2 回避可能原価の考え方	256
5.1.3 賦課金単価の推計結果と平均的な世帯への影響	258
5.1.4 他機関の推計との比較	262
5.2 再生可能エネルギー導入による便益	263
5.2.1 設備投資と設置工事等による経済波及効果・雇用創出効果	264
5.2.2 維持管理段階での経済波及効果・雇用創出効果	269
5.2.3 資金流出防止効果	275
5.2.4 温室効果ガスの削減効果	277
5.2.5 エネルギー自給率の向上効果	278
5.3 電力システム影響分析	279
5.3.1 自然変動電源の大量導入に伴う課題	279
5.3.2 導入見込量に基づく効果・影響分析（電力システム影響分析）	279
5.3.3 2050年を対象とした分析に関する論点	296
5.4 参考文献	298
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	300
6.1 再生可能エネルギー分野のロードマップ	300
6.2 今後の課題	306

参考資料

- 参考資料 1 都道府県における再生可能エネルギー推進の取組**
- 参考資料 2 日本・英国ドイツの消費者日本・英国ドイツの再生可能エネルギーに対する意識やエネルギー消費実態等に関するアンケート 集計結果**
- 参考資料 3 太陽光発電に関する国内消費者向けアンケート 調査票・集計結果**
- 参考資料 4 諸外国の再生可能エネルギー政策の調査成果報告書**

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	2
図 1-3	日本の発電技術のライフサイクル CO ₂ 排出量評価	3
図 1-4	IEA 2°Cシナリオにおける各低炭素技術の貢献度	4
図 1-5	主要国の一次エネルギーの調達先構成 (2012 年)	4
図 1-6	化石燃料の輸入金額の推移	5
図 1-7	再生可能エネルギーの発電コスト見通し	6
図 1-8	化石燃料の輸入コストの見通し (New Policies Scenario/名目価格)	6
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	7
図 1-10	風力発電機の世界市場シェアの推移	7
図 1-11	Hywind プロジェクト	8
図 1-12	環境省浮体式洋上風力実証事業 (長崎県五島市椛島沖)	8
図 1-13	タービン・発電機の世界シェア	9
図 1-14	地熱発電用タービンの技術別世界シェア	9
図 1-15	スマートコミュニティの概要	10
図 1-16	中国におけるスマートコミュニティ実証事業の概要	11
図 1-17	再生可能エネルギー分野への投資額上位 10 カ国	11
図 1-18	気候変動国際交渉の主な流れ	22
図 1-19	人為起源の温室効果ガス排出量の推移	23
図 1-20	シナリオ別の一次エネルギーに占める低炭素エネルギーの割合	24
図 1-21	シナリオ別の 2050 年における電力の低炭素エネルギーの割合	24
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)	27
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)	28
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)	28
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)	29
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)	30
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)	31
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	31
図 2-8	世界の再生可能エネルギー発電設備容量	32
図 2-9	世界の再生可能エネルギーによる発電電力量	33
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)	33
図 2-11	OECD 加盟国の再生可能エネルギーによる設備容量	34

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	34
図 2-13	日本の再生可能エネルギーによる設備容量	35
図 2-14	日本の再生可能エネルギーによる発電電力量	35
図 2-15	EU の再生可能エネルギー等による設備容量	37
図 2-16	EU の再生可能エネルギーによる発電電力量	37
図 2-17	ドイツの再生可能エネルギーによる設備容量	38
図 2-18	ドイツの再生可能エネルギーによる発電電力量	39
図 2-19	英国の再生可能エネルギーによる設備容量	40
図 2-20	英国の再生可能エネルギーによる発電電力量	40
図 2-21	スペインの再生可能エネルギーによる設備容量	41
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	41
図 2-23	イタリアの再生可能エネルギーによる設備容量	42
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	42
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	43
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	43
図 2-27	米国の再生可能エネルギーによる設備容量	44
図 2-28	米国の再生可能エネルギーによる発電電力量	44
図 2-29	各国の再生可能エネルギーによる発電実績	45
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	47
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	48
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	49
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	49
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	50
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	50
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	51
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	52
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	54
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	55
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	56
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	56
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)	59
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)	59
図 2-44	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ジ	62

図 2-45	Energy Concept of 2010 : 各シナリオにおける CO2 排出量の推移.....	65
図 2-46	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	66
図 2-47	ドイツの温室効果ガス排出量の将来シナリオ	68
図 2-48	Renewable Energy Roadmap 策定の背景・メリット	69
図 2-49	Renewable Energy Roadmap における今後の再生可能エネルギー導入見通 し.....	72
図 2-50	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	73
図 2-51	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[%].....	75
図 2-52	Remap 2030 における対象国.....	79
図 3-1	2015 年の新設再生可能エネルギー発電設備の平均買取価格のイメージ図..	84
図 3-2	再生可能エネルギーの導入量・発電コストに応じた支援施策の移行イメージ	86
図 3-3	プレミアム固定型 FIP の概念図	88
図 3-4	売電価格下限・プレミアム上限設定方式の概念図.....	89
図 3-5	売電価格下限・上限設定方式の概念図	90
図 3-6	売電価格下限設定方式の概念図	91
図 3-7	プレミアム割合設定方式の概念図.....	92
図 3-8	CfD における買取りの仕組み.....	97
図 3-9	CfD の予算 (Pot1~Pot3)	97
図 3-10	SDE+における年間の入札回数及各入札回のプレミアムの上限.....	99
図 3-11	ドイツにおける発電源証明の法的枠組み.....	100
図 3-12	ドイツにおける発電源証明の認証プロセス	101
図 3-13	ドイツにおける発電源証明の無効化と有効期間.....	101
図 3-14	ドイツにおける発電源証明の対象電力	102
図 3-15	ドイツ及び RWE Vertrieb AG の電源構成 (2013 年 7 月~2014 年 7 月)	104
図 3-16	固定価格買取制度によるグリッドパリティ達成のイメージ図.....	105
図 3-17	再生可能エネルギー導入量 (新規認定分) の内訳[万 kW] (2014 年 8 月末時 点)	106
図 3-18	国内太陽光発電 (住宅用) のシステム価格推移.....	106
図 3-19	国内太陽光発電 (非住宅用) のシステム価格推移	107
図 3-20	太陽光発電システムの導入費用の国際比較.....	107
図 3-21	固定価格買取制度の課題・要因と改善方策案	108
図 3-22	木質バイオマス発電の計画状況 (平成 26 年 11 月時点)	111

図 3-23	関係者別の経済的便益（設備設置後 20 年間の平均）	112
図 3-24	国際市場におけるメーカー国籍別の平均モジュール価格の推移	114
図 3-25	固定価格買取制度内外における環境価値の位置づけ	116
図 3-26	新たな電気事業者の CO2 排出係数の算定方法による調整後排出係数の変化	117
図 3-27	固定価格買取制度の認知状況	126
図 3-28	固定価格買取制度による賦課金額の認知状況	126
図 3-29	固定価格買取制度による賦課金額別の許容割合	126
図 3-30	固定価格買取制度の認知状況別の賦課金の最大許容金額	127
図 3-31	賦課金額の認知状況別の賦課金の最大許容金額	127
図 3-32	月別電気料金区分別の賦課金の許容金額（平均）	128
図 3-33	世帯年収区分ごとの賦課金の許容金額（平均）	128
図 3-34	再生可能エネルギーの導入メリット（最も重要と思うもの）の認識	129
図 3-35	再生可能エネルギーの導入デメリット（最も重要と思うもの）の認識	129
図 3-36	近隣に計画された再生可能エネルギー関連事業への賛否	130
図 3-37	近隣に計画された太陽光発電事業に賛同するための条件	131
図 3-38	近隣に計画された風力発電事業にメリット・魅力を感じるための条件	132
図 3-39	近隣に計画された送電線事業にメリット・魅力を感じるための条件	132
図 3-40	電源別発電容量の推移（州内立地電源のみ）	133
図 3-41	電源別発電量の推移	134
図 3-42	RPS 目標と再生可能電源の導入見込み	135
図 3-43	ネガティブプライスの発生状況（2012、2013 年、2014 年の 3～5 月）	136
図 3-44	ネガティブプライス発生時の負荷カーブ（2014 年 4 月 12 日）	136
図 3-45	ダックカーブの発生およびそれに伴う系統運用上の課題	137
図 3-46	家庭用デマンドレスポンスの手法と顧客規模イメージ	139
図 3-47	アンシラリー向けデマンドレスポンスの例：Enbala 社	140
図 3-48	Open ADR におけるデータ通信体制	141
図 3-49	デマンドレスポンスの中で対処すべき課題	144
図 3-50	再生可能エネルギー熱支援施策のオプション	150
図 3-51	RHI（非家庭部門）における再生可能エネルギー熱設備の導入実績の推移	156
図 3-52	RHI（非家庭部門）における再生可能エネルギー熱設備の導入実績の内訳	156
図 3-53	RHI（家庭部門）における認定設備数（月別）	157
図 3-54	RHI（家庭部門）における認定設備数（種類別）	158
図 3-55	木質バイオマス熱利用事業の自己評価	164

図 3-56	木質バイオマス熱利用における化石燃料費削減効果の分布	165
図 3-57	木質バイオマス熱利用事業の収支の分布.....	165
図 3-58	木質バイオマス熱利用事業の設備稼働率の分布.....	166
図 3-59	1GJ の暖房熱を供給する際の CO ₂ 排出量.....	172
図 3-60	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	180
図 3-61	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 ...	181
図 3-62	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	181
図 3-63	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	182
図 3-64	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.....	182
図 3-65	AGEE-stat のアウトプット俯瞰図	183
図 3-66	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.....	184
図 3-67	ドイツにおける発電電力量：第 20 週.....	184
図 3-68	Interactive Maps における表示例.....	186
図 3-69	米国における風況マップ	186
図 3-70	米国における地熱資源マップ.....	187
図 4-1	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給量.....	201
図 4-2	再生可能エネルギー電気の発電設備容量.....	202
図 4-3	再生可能エネルギー電気の発電電力量.....	203
図 4-4	再生可能エネルギー電気の導入見込量推計における電力システム上の制約の 反映方法.....	205
図 4-5	ゾーニング調査における導入ポテンシャルと本検討における 2050 年の導入見 込量.....	208
図 4-6	太陽光発電のシステム価格の想定.....	210
図 4-7	既築住宅における太陽光発電導入率と初期投資額・投資回収年数の関係...211	
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	212
図 4-9	メガソーラーの IRR と太陽光発電導入実績の関係.....	212
図 4-10	太陽光発電の導入見込量の推計フロー	213
図 4-11	買取価格と回避可能原価の推移（低位）	215
図 4-12	太陽光発電の導入見込量（低位）	216
図 4-13	買取価格と回避可能原価の推移（中位）	217
図 4-14	太陽光発電の導入見込量（中位）	218
図 4-15	買取価格と回避可能原価の推移（高位）	220
図 4-16	太陽光発電の導入見込量（高位）	220
図 4-17	風力発電の導入見込量の考え方	224
図 4-18	今後運転開始の見込みがある陸上風力発電（全 109 件、618 万 kW）	227

図 4-19	電力会社管内別の陸上風力発電導入量・見込量.....	227
図 4-20	環境影響評価実績における導入実績と導入見込量.....	228
図 4-21	広域融通による一体運用時の地域ブロック.....	232
図 4-22	低位シナリオ 2020 年の電力システム上の制約の考慮前後の導入量の試算結果.....	235
図 4-23	低位シナリオ 2030 年の電力システム上の制約の考慮前後の導入量の試算結果.....	235
図 4-24	太陽熱利用の導入見込量の考え方.....	245
図 4-25	2020 年（中位ケース・高位ケース）の太陽熱利用の導入見込量推計フロー.....	246
図 5-1	将来の回避可能原価の想定（円/kWh、税抜き）.....	257
図 5-2	2020 年までの導入量に対する負担金額合計.....	258
図 5-3	2020 年までの導入量に対する賦課金単価.....	259
図 5-4	2020 年までの導入量に対する世帯平均負担.....	259
図 5-5	2030 年までの導入量に対する負担金額合計.....	260
図 5-6	2030 年までの導入量に対する賦課金単価.....	260
図 5-7	2030 年までの導入量に対する世帯平均負担.....	260
図 5-8	産業連関分析フロー.....	264
図 5-9	周波数調整力不足のイメージ [環境省, 2012b].....	279
図 5-10	分析フローの概要.....	280
図 5-11	広域融通による一体運用時の地域ブロック（再掲）.....	281
図 5-12	需給バランス、調整力の検証フロー.....	281
図 5-13	需給バランス及び調整力確保の考え方.....	282
図 5-14	電気料金の設定によるデマンドレスポンスの例.....	284
図 5-15	インセンティブの付与によるデマンドレスポンスの例.....	284
図 5-16	蓄電池のコストの見通し.....	285
図 5-17	電力需要の 1 時間別パターンの設定.....	288
図 5-18	太陽光発電の 1 時間別出力パターンの設定：東日本.....	289
図 5-19	風力発電の 1 時間別出力パターンの設定：東日本.....	289
図 5-20	風力発電、太陽光発電の出力抑制必要量.....	290
図 5-21	需要能動化、揚水発電活用時における電源構成.....	291
図 5-22	高位ケースの 2030 年における出力抑制量.....	293
図 5-23	蓄電池のコストの見通し（再掲）.....	293
図 5-24	地域間連系線等の強化に向けた方針.....	294
図 6-1	再生可能エネルギーの普及基盤確立のための支援ロードマップ（電気）..	301
図 6-2	再生可能エネルギーの普及基盤確立のための支援ロードマップ（熱等）..	302

図 6-3 再生可能エネルギーの普及段階に応じた社会システム変革のための施策ロードマップ	303
図 6-4 次世代のエネルギー供給インフラ整備推進ロードマップ（電力系統）	304
図 6-5 次世代のエネルギー供給インフラ整備推進ロードマップ（電力系統以外・共通）	305

表目次

表 1-1	無電化地域への再生可能エネルギー導入検討事例	12
表 1-2	再生可能エネルギー発電導入による雇用効果	13
表 1-3	再生可能エネルギー導入による雇用者推計（千人）（2012～2013年）	13
表 1-4	地域・NPOによる再生可能エネルギービジネスの例	14
表 1-5	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）	15
表 1-6	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）	15
表 1-7	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）	15
表 1-8	災害時の再生可能エネルギー活用例	16
表 1-9	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	18
表 1-10	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	19
表 1-11	主要国の2020年および2020年以降の温室効果ガス削減目標	21
表 2-1	固定価格買取制度開始後の状況について	36
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）	46
表 2-3	都道府県による導入目標	53
表 2-4	UK Renewable Energy Roadmapにおける設備容量の見通し	57
表 2-5	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	58
表 2-6	2020年および2030年のEUの目標値	60
表 2-7	Energy Concept of 2010で設定される目標	62
表 2-8	Energy Concept of 2010：リファレンスシナリオの概要	63
表 2-9	Energy Concept of 2010：ターゲットシナリオの概要	64
表 2-10	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	64
表 2-11	ドイツの2020年目標達成に向けた温室効果ガス削減見通し	66
表 2-12	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	71
表 2-13	Renewable Energy: A major player in the European energy marketにおける各政策シナリオの特徴	76
表 2-14	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	77
表 2-15	部門別の2010年および2030年の再生可能エネルギー割合	79
表 3-1	EEG2014の主な改正点	83

表 3-2	卸電力市場への直接販売の施行時期と対象設備要件	84
表 3-3	FIP の種類と採用国.....	87
表 3-4	プレミアム固定型 FIP のメリット・デメリット	88
表 3-5	売電価格下限・プレミアム上限設定方式のメリット・デメリット.....	89
表 3-6	売電価格下限・上限設定方式のメリット・デメリット	90
表 3-7	売電価格下限設定方式のメリット・デメリット.....	91
表 3-8	プレミアム割合設定方式のメリット・デメリット	92
表 3-9	FIP 制度の種類と特徴.....	93
表 3-10	入札制度パイロット計画の概要	95
表 3-11	2015 年第 1 回入札の概要	95
表 3-12	入札に係るルール・罰則の概要	96
表 3-13	2014 年 SDE+の概要	98
表 3-14	ドイツ・英国・オランダにおける入札制度の概要	99
表 3-15	ドイツにおける発電源証明の記載事項	103
表 3-16	発電源証明とグリーン電力証書の概要	103
表 3-17	ドイツにおける発電源証明の手数料体系.....	104
表 3-18	各価格設定による住宅用太陽光発電設置者の行動	109
表 3-19	地域貢献が発生するための発電事業の条件	112
表 3-20	地方公共団体による地域貢献型再生可能エネルギー事業等の支援施策例.....	113
表 3-21	ドイツおよび英国におけるポスト FIT の移行に係る状況	119
表 3-22	我が国のポスト FIT を検討する上での論点	120
表 3-23	再生可能エネルギー電気の導入拡大に向けた非経済的な課題.....	122
表 3-24	再生可能エネルギーに対する意識やエネルギー消費実態等に関するアンケートの実施概要.....	125
表 3-25	RPS 制度の変遷.....	135
表 3-26	ダックカーブ発生時の系統運用上の主要課題	137
表 3-27	ダックカーブ発生時の系統対策	138
表 3-28	CAISO におけるデマンドレスポンスリソースの 卸電力への市場参加に関するプロダクト.....	142
表 3-29	カリフォルニア州における供給力、調整力確保の仕組み	142
表 3-30	デマンドレスポンスのモデルと課題の構造化	145
表 3-31	系統ワーキンググループにおける接続可能量の算定の考え方	147
表 3-32	系統ワーキンググループにおける接続可能量拡大方策等の感度分析結果	147
表 3-33	電力システム改革と再生可能エネルギー.....	148
表 3-34	諸外国の再生可能エネルギー熱導入目標と支援施策の概要	151
表 3-35	諸外国の再生可能エネルギー熱の主要支援支援施策の概要	152

表 3-36	RHI における非家庭部門の対象技術	154
表 3-37	RHI における家庭部門の対象技術	154
表 3-38	RHI における非家庭部門の買取価格	155
表 3-39	RHI における家庭部門の買取価格	155
表 3-40	諸外国との再生可能エネルギー熱利用の要因の比較	160
表 3-41	バイオマス資源活用実績と目標	162
表 3-42	木質バイオマスの利用実態にかかる事例調査の概要	163
表 3-43	事業者別の燃料単価・調達方法	166
表 3-44	エネルギー供給構造高度化法	167
表 3-45	エネルギー供給構造高度化法に基づくバイオガス都市ガス導管注入の事例	168
表 3-46	東京ガス株式会社におけるバイオガス都市ガス導管注入の事例	168
表 3-47	再生可能エネルギー熱の利用形態の例	170
表 3-48	熱需要の低炭素化のための各方策の地域による効果の違い	171
表 3-49	既存の地域熱供給における再生可能エネルギー等利用率	172
表 3-50	エネルギー源・熱の配送形態別の特徴	173
表 3-51	再生可能エネルギー電気と再生可能エネルギー熱の現状の比較	174
表 3-52	再生可能エネルギー熱へのランニング支援制度の素案	176
表 3-53	再生可能エネルギー熱の非経済的な課題	177
表 3-54	再生可能エネルギー熱普及施策に関するまとめ	178
表 3-55	EU の Renewable Energy Statistics における主要統計分野	179
表 3-56	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	180
表 3-57	2015 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	183
表 3-58	Planning Database Extracts & Statistics における表示例	185
表 3-59	州別・種類別再生可能エネルギー導入量データベースの例	187
表 3-60	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	188
表 3-61	固定価格買取制度における公開データの構成	189
表 3-62	自然エネルギー白書 2014 の構成	189
表 3-63	エネルギーデータベースの必要性	191
表 4-1	導入見込量のケース設定の基本的な考え方	195
表 4-2	再生可能エネルギー電気の導入見込量推計の見直し箇所	196
表 4-3	再生可能エネルギー電気の種類別の前提条件 (1/3)	197
表 4-4	再生可能エネルギー電気の種類別の前提条件 (2/3)	198
表 4-5	再生可能エネルギー熱の種類別の前提条件 (3/3)	199
表 4-6	再生可能エネルギーによる一次エネルギー供給量	200
表 4-7	再生可能エネルギー電気の発電設備容量	202

表 4-8	再生可能エネルギー電気の発電電力量	203
表 4-9	各再生可能エネルギー発電設備の設備利用率	204
表 4-10	太陽光発電の導入見込量の考え方	207
表 4-11	ゾーニング調査における導入レベルの前提条件	207
表 4-12	LCSにおける太陽光発電の原価シナリオ	209
表 4-13	既築住宅における太陽光発電導入率と初期投資額・投資回収年数の関係式	211
表 4-14	2030年までの太陽光発電の導入見込量（電力システム上の制約の考慮前）	213
表 4-15	太陽光発電の導入見込量の計算条件（低位）	214
表 4-16	太陽光発電の導入規模と設置件数（低位）	216
表 4-17	太陽光発電の導入見込量の計算条件（中位）	217
表 4-18	太陽光発電の導入規模と設置件数（中位）	218
表 4-19	太陽光発電の導入見込量の計算条件（高位）	219
表 4-20	太陽光発電の導入規模と設置件数（高位）	221
表 4-21	太陽光発電の導入見込量（総括）	221
表 4-22	太陽光発電導入見込量に関するコメント（業界団体へのヒアリング結果）	222
表 4-23	太陽光発電導入見込量に関するコメント（EPC・発電事業者へのヒアリング結果）	222
表 4-24	太陽光発電導入見込量に関するコメント（発電事業者へのヒアリング結果）	223
表 4-25	2050年の高位・中位ケースの導入見込量の決定要因	225
表 4-26	2030年までの風力発電の導入見込量（電力システム上の制約の考慮前）	226
表 4-27	風力発電の導入見込量	226
表 4-28	試算で考慮する系統安定化対策の種類	230
表 4-29	系統安定化対策のシナリオ	231
表 4-30	前提条件（1）	233
表 4-31	前提条件（2）	234
表 4-32	全国平均の出力抑制率（発電量ベース）の試算結果	236
表 4-33	大規模水力発電の導入見込量の考え方	237
表 4-34	中小水力発電の導入見込量の考え方	237
表 4-35	水力発電の導入見込量	238
表 4-36	大規模地熱発電の導入見込量の考え方	239
表 4-37	温泉発電の導入見込量の考え方	239

表 4-38	地熱発電の導入見込量.....	240
表 4-39	バイオマス発電の導入見込量の考え方.....	241
表 4-40	バイオマス発電の導入見込量.....	242
表 4-41	海洋エネルギー発電の導入見込量の考え方.....	243
表 4-42	海洋エネルギー発電の導入見込量.....	244
表 4-43	太陽熱利用の導入見込量の考え方.....	245
表 4-44	太陽熱利用の導入見込量.....	246
表 4-45	バイオマス熱利用の導入見込量の考え方.....	248
表 4-46	バイオマス熱利用の導入見込量.....	248
表 4-47	バイオマス資源種類別の変換方法の想定.....	249
表 4-48	各種バイオマス利用率とバイオマス導入量.....	250
表 4-49	地中熱利用の導入見込量の考え方.....	251
表 4-50	延床面積あたりの熱需要.....	251
表 4-51	冷暖房需要の変化の見込.....	251
表 4-52	地中熱利用の導入見込量.....	252
表 5-1	電源別の賦課金推計の考え方 (1/2).....	255
表 5-2	電源別の賦課金推計の考え方 (2/2).....	256
表 5-3	買取価格と回避可能原価の適用区分.....	257
表 5-4	負担額の相殺に必要な節電率.....	261
表 5-5	本業務における再生可能エネルギー導入による便益の評価対象.....	263
表 5-6	産業連関分析に関する用語の定義.....	265
表 5-7	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	266
表 5-8	コスト情報の出典.....	267
表 5-9	輸入に関する想定.....	267
表 5-10	設備投資と設置工事等による経済波及効果・雇用創出効果.....	268
表 5-11	雇用者係数算出の出典.....	269
表 5-12	産業連関表の修正手順.....	270
表 5-13	維持管理費用のコスト構成.....	270
表 5-14	2020年の太陽光・風力発電の維持管理段階での経済波及効果(生産誘発効果)	271
表 5-15	2020年の太陽光・風力発電の維持管理段階での雇用創出効果.....	271
表 5-16	2030年の太陽光・風力発電の維持管理段階での経済波及効果(生産誘発効果)	272
表 5-17	2030年の太陽光・風力発電の維持管理段階での雇用創出効果.....	272
表 5-18	2020年の太陽光・風力発電の維持管理段階での経済波及効果(生産誘発効果)	

が域内総生産に占める割合.....	273
表 5-19 2020 年の太陽光・風力発電の維持管理段階での雇用創出効果が 域内就業者 数に占める割合.....	273
表 5-20 2030 年の太陽光・風力発電の維持管理段階での経済波及効果(生産誘発効果) が域内総生産に占める割合.....	274
表 5-21 2030 年の太陽光・風力発電の維持管理段階での雇用創出効果が 域内就業者 数に占める割合.....	274
表 5-22 再生可能エネルギー熱の導入により削減される燃料単価の想定.....	276
表 5-23 資金流出防止効果の推計結果.....	276
表 5-24 温室効果ガスの削減効果の推計結果 (CO ₂ 削減量) (直近年からの差分)	277
表 5-25 温室効果ガスの削減効果の推計結果 (CO ₂ 削減量金額換算) (2010 年からの 累積).....	277
表 5-26 エネルギー自給率の向上効果の推計結果.....	278
表 5-27 2030 年の電力需給構造に関するケース設定.....	283
表 5-28 定置用大型蓄電池の主な用途.....	285
表 5-29 揚水発電の容量に関する設定.....	286
表 5-30 電力需給調整等に関する前提条件.....	287
表 5-31 電力システム対策費用の試算条件.....	291
表 5-32 地域間連系線の強化量に関する試算結果.....	295
表 5-33 電力システム対策費用の試算結果：2012～2020 年.....	295
表 5-34 電力システム対策費用の試算結果：2012～2030 年.....	296
表 5-35 2050 年分析に関する論点.....	297
表 6-1 主な調査・検討結果と今後の課題.....	307
表 6-2 主な調査・検討結果と今後の課題.....	308