

環境省 御中

**平成 29 年度パリ協定等を受けた中長期的な温室効果  
ガス排出削減達成に向けた再生可能エネルギー導入  
拡大方策検討調査委託業務**

---

報告書

2018 年 3 月 30 日

 **株式会社三菱総合研究所**

環境・エネルギー事業本部



## はじめに

我が国では、地球温暖化対策の長期的目標として、2050年までに温室効果ガスの排出量を80%削減することを目指すこととしている（第四次環境基本計画（平成24年4月27日閣議決定）及び地球温暖化対策計画（平成28年5月13日閣議決定））。また、フランス・パリにおいて一昨年開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）においても、世界共通の長期目標として2℃目標のみならず1.5℃への言及がなされた「パリ協定」が採択され、昨年11月4日に発効する等、世界各国において長期的な目標を見据えた温暖化対策が進められている。また、パリ協定では、温室効果ガスについて低排出型の発展のための長期的な戦略（以下「長期戦略」という。）の立案・通報等を規定している。この長期戦略策定の土台とするため、環境省では2017年3月に「長期低炭素ビジョン」を取りまとめ、2050年までに温室効果ガス排出量の80%削減を実現した社会の絵姿と、目指す姿に向けた政策の方向性を示した。

本業務では、諸外国における先進事例の把握や我が国の再生可能エネルギー導入拡大方針の検討を行うとともに、再生可能エネルギー導入拡大による技術的・社会経済的影響について、地域特性に注目しつつ調査・検討を行うものとする。



# 目次

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. 諸外国における再生可能エネルギーの普及動向調査</b> .....      | <b>23</b>  |
| 1.1 諸外国における再生可能エネルギー（電気、熱）の導入実績及び見通し .....   | 23         |
| 1.1.1 世界 .....                               | 23         |
| 1.1.2 OECD .....                             | 29         |
| 1.1.3 EU .....                               | 33         |
| 1.1.4 日本 .....                               | 37         |
| 1.1.5 ドイツ .....                              | 43         |
| 1.1.6 英国 .....                               | 48         |
| 1.1.7 スペイン .....                             | 53         |
| 1.1.8 イタリア .....                             | 58         |
| 1.1.9 デンマーク .....                            | 64         |
| 1.1.10 フランス .....                            | 68         |
| 1.1.11 米国 .....                              | 73         |
| 1.1.12 豪州 .....                              | 78         |
| 1.1.13 中国 .....                              | 83         |
| 1.1.14 韓国 .....                              | 92         |
| 1.1.15 インド .....                             | 96         |
| 1.1.16 各国の再生可能エネルギー電気導入実績の比較 .....           | 101        |
| 1.2 諸外国における再生可能エネルギーの政策動向 .....              | 102        |
| 1.2.1 ドイツ .....                              | 102        |
| 1.2.2 英国 .....                               | 149        |
| 1.2.3 スペイン .....                             | 165        |
| 1.2.4 イタリア .....                             | 178        |
| 1.2.5 デンマーク .....                            | 198        |
| 1.2.6 フランス .....                             | 216        |
| 1.2.7 米国（総論） .....                           | 235        |
| 1.2.8 米国（カリフォルニア州） .....                     | 247        |
| 1.2.9 米国（ハワイ州） .....                         | 254        |
| 1.2.10 中国 .....                              | 261        |
| 1.2.11 韓国 .....                              | 290        |
| 1.2.12 豪州 .....                              | 308        |
| 1.2.13 インド .....                             | 321        |
| <b>2. 再生可能エネルギー導入促進に向けた具体的方策の検討</b> .....    | <b>332</b> |
| 2.1 固定価格買取制度の現状整理 .....                      | 332        |
| 2.2 水力発電および洋上風力発電・海洋エネルギー発電の導入拡大に向けた検討 ..... | 342        |
| <b>3. HP 給湯器を用いたデマンドレスポンスによる影響評価</b> .....   | <b>369</b> |
| 3.1 我が国におけるデマンドレスポンスの動向 .....                | 369        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.1.1 DR 関連政策動向.....                                 | 370        |
| 3.1.2 電力市場設計の動向.....                                 | 376        |
| 3.1.3 電気料金メニューに関する動向.....                            | 382        |
| 3.1.4 再生可能エネルギー対応の上げ DR 推進に向けた課題と対応策.....            | 390        |
| 3.2 みやま市における HP 運転時間シフト効果実証事業.....                   | 392        |
| 3.2.1 HP 給湯機を用いたディマンドレスポンスに関する既往研究の収集と整理.....        | 392        |
| 3.2.2 福岡県みやま市における実負荷ベースの実証.....                      | 395        |
| 3.2.3 PPS 事業者としてのビジネスモデルの評価.....                     | 422        |
| <b>4. 系統強化方策及びデマンド.レスポンス等の需要能動化方策の提案とその効果把握.....</b> | <b>439</b> |
| 4.1 電力需給に関する定量分析評価.....                              | 439        |
| 4.1.1 これまでの推移と世界の潮流.....                             | 440        |
| 4.1.2 対策の想定.....                                     | 445        |
| 4.1.3 分析結果.....                                      | 453        |
| 4.1.4 求められるイノベーションと道筋.....                           | 460        |
| 4.2 電力コストに関する定量評価.....                               | 464        |
| 4.2.1 電力コストの分析方法.....                                | 464        |
| 4.2.2 コスト低下の想定.....                                  | 464        |
| 4.2.3 システム総コストの分析結果.....                             | 469        |
| 4.2.4 電力コスト分析結果の留意点.....                             | 470        |
| 4.3 参考資料.....  | 472        |
| <b>5. 海外文献等の翻訳.....</b>                              | <b>486</b> |
| 5.1 対象文献の選定.....                                     | 486        |
| 5.2 翻訳の手順.....                                       | 486        |
| 5.3 翻訳文献.....  | 486        |
| <b>6. RE100 に対する海外企業の対応状況.....</b>                   | <b>488</b> |
| 6.1 調査対象.....  | 488        |
| 6.2 調査項目.....  | 488        |
| 6.3 調査結果の概要.....                                     | 489        |
| 6.4 考察.....  | 495        |
| 6.4.1 RE100 の取組みについて.....                            | 495        |
| 6.4.2 RE100 のための再エネ調達について.....                       | 495        |
| 6.4.3 再エネと気候変動の取組みについて.....                          | 496        |
| 6.4.4 企業間の協力について.....                                | 496        |
| 6.4.5 RE100 の投資への影響について.....                         | 496        |

参考資料 1 再生可能な未来のための計画（仮約）

参考資料 2 Long-term Low-Carbon Vision

参考資料 3 RE100 加盟企業に対する文献調査結果

## 目次

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 図 1-1  | 世界の再生可能エネルギー発電設備容量                            | 23 |
| 図 1-2  | 世界の再生可能エネルギーによる発電電力量                          | 24 |
| 図 1-3  | 世界の熱消費量構成比(2015年)                             | 24 |
| 図 1-4  | 世界の再生可能エネルギー熱消費量及び構成比の推移(2009年・2015年)         | 25 |
| 図 1-5  | 世界の再生可能エネルギー発電設備容量【見通し】                       | 26 |
| 図 1-6  | 世界の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                     | 26 |
| 図 1-7  | 世界の熱消費量及び構成比の推移(2015年・2022年)【見通し】             | 27 |
| 図 1-8  | 電源別発電電力量の推移(世界)                               | 28 |
| 図 1-9  | OECD加盟国の再生可能エネルギーによる発電設備容量                    | 29 |
| 図 1-10 | OECD加盟国の再生可能エネルギーによる発電電力量                     | 30 |
| 図 1-11 | OECD加盟国の再生可能エネルギーによる熱消費量                      | 30 |
| 図 1-12 | OECD加盟国の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】               | 31 |
| 図 1-13 | OECD加盟国の再生可能エネルギーによる発電電力量【見直し】                | 32 |
| 図 1-14 | 電源別発電電力量の推移(OECD)                             | 32 |
| 図 1-15 | EUの再生可能エネルギーによる発電設備容量                         | 33 |
| 図 1-16 | EUの再生可能エネルギーによる発電電力量                          | 34 |
| 図 1-17 | EUの再生可能エネルギーによる熱消費量                           | 34 |
| 図 1-18 | EUの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                    | 35 |
| 図 1-19 | EUの再生可能エネルギーによる発電電力量【見直し】                     | 36 |
| 図 1-20 | 電源別発電電力量の推移(EU)                               | 36 |
| 図 1-21 | 日本の再生可能エネルギーによる発電設備容量                         | 37 |
| 図 1-22 | 日本の再生可能エネルギーによる発電電力量                          | 38 |
| 図 1-23 | 日本の再生可能エネルギーによる熱供給量                           | 39 |
| 図 1-24 | 日本のエネルギー需給構造と再生可能エネルギーによる発電量のシェア(2030年度)【見通し】 | 40 |
| 図 1-25 | 日本の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                    | 41 |
| 図 1-26 | 日本の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                     | 41 |
| 図 1-27 | 電源別発電電力量の推移(日本)                               | 42 |
| 図 1-28 | ドイツの再生可能エネルギーによる発電設備容量                        | 43 |
| 図 1-29 | ドイツの再生可能エネルギーによる発電電力量                         | 44 |
| 図 1-30 | ドイツの再生可能エネルギーによる熱消費量                          | 44 |
| 図 1-31 | ドイツの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                   | 45 |
| 図 1-32 | ドイツの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                    | 46 |
| 図 1-33 | ドイツの再生可能エネルギーによる熱消費量【見通し】                     | 46 |
| 図 1-34 | 電源別発電電力量の推移(ドイツ)                              | 47 |
| 図 1-35 | 英国の再生可能エネルギーによる発電設備容量                         | 48 |
| 図 1-36 | 英国の再生可能エネルギーによる発電電力量                          | 49 |
| 図 1-37 | 英国の再生可能エネルギーによる熱消費量                           | 49 |
| 図 1-38 | 英国の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                    | 50 |



|        |                                     |    |
|--------|-------------------------------------|----|
| 図 1-39 | 英国の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】           | 51 |
| 図 1-40 | 英国の再生可能エネルギー熱消費量【見通し】               | 51 |
| 図 1-41 | 電源別発電電力量の推移（英国）                     | 52 |
| 図 1-42 | スペインの再生可能エネルギーによる発電設備容量             | 53 |
| 図 1-43 | スペインの再生可能エネルギーによる発電電力量              | 54 |
| 図 1-44 | スペインの再生可能エネルギーによる熱消費量               | 54 |
| 図 1-45 | スペインの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】        | 55 |
| 図 1-46 | スペインの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】         | 56 |
| 図 1-47 | スペインの再生可能エネルギーによる熱消費量【見通し】          | 56 |
| 図 1-48 | 電源別発電電力量の推移（スペイン）                   | 57 |
| 図 1-49 | イタリアの再生可能エネルギーによる発電設備容量             | 58 |
| 図 1-50 | イタリアの再生可能エネルギーによる発電電力量              | 59 |
| 図 1-51 | イタリアの再生可能エネルギーによる熱消費量               | 59 |
| 図 1-52 | イタリアの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】        | 60 |
| 図 1-53 | イタリアの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】         | 61 |
| 図 1-54 | イタリアの再生可能エネルギーによる熱消費量【見通し】          | 61 |
| 図 1-55 | イタリアの2016～2020年の再生可能エネルギーによる発電設備導入量 | 62 |
| 図 1-56 | 電源別発電電力量の推移（イタリア）                   | 63 |
| 図 1-57 | デンマークの再生可能エネルギーによる発電設備容量            | 64 |
| 図 1-58 | デンマークの再生可能エネルギーによる発電電力量             | 65 |
| 図 1-59 | デンマークの再生可能エネルギーによる熱消費量              | 65 |
| 図 1-60 | デンマークの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】       | 66 |
| 図 1-61 | デンマークの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】        | 66 |
| 図 1-62 | デンマークの再生可能エネルギーによる熱消費量【見通し】         | 67 |
| 図 1-63 | 電源別発電電力量の推移（デンマーク）                  | 67 |
| 図 1-64 | フランスの再生可能エネルギーによる発電設備容量             | 68 |
| 図 1-65 | フランスの再生可能エネルギーによる発電電力量              | 69 |
| 図 1-66 | フランスの再生可能エネルギーによる熱消費量               | 69 |
| 図 1-67 | フランスの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】        | 70 |
| 図 1-68 | フランスの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】         | 71 |
| 図 1-69 | フランスの再生可能エネルギーによる熱供給量【見通し】          | 71 |
| 図 1-70 | 電源別発電電力量の推移（フランス）                   | 72 |
| 図 1-71 | 米国の再生可能エネルギーによる発電設備容量               | 73 |
| 図 1-72 | 米国の再生可能エネルギーによる発電電力量                | 74 |
| 図 1-73 | 米国の再生可能エネルギーによる熱消費量                 | 74 |
| 図 1-74 | 米国の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】          | 75 |
| 図 1-75 | 米国の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】           | 76 |
| 図 1-76 | 米国の再生可能エネルギーによる熱消費量【見通し】            | 76 |
| 図 1-77 | 電源別発電電力量（米国）                        | 77 |
| 図 1-78 | 豪州の再生可能エネルギーによる発電設備容量               | 78 |
| 図 1-79 | 豪州の再生可能エネルギーによる発電電力量                | 79 |
| 図 1-80 | 豪州の再生可能エネルギーによる熱消費量                 | 79 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 図 1-81  | 豪州の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                          | 80  |
| 図 1-82  | 豪州の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                           | 81  |
| 図 1-83  | 豪州の再生可能エネルギーによる熱供給量【見通し】                            | 81  |
| 図 1-84  | 電源別発電電力量の推移（豪州）                                     | 82  |
| 図 1-85  | 中国の再生可能エネルギーによる発電設備容量                               | 83  |
| 図 1-86  | 中国の再生可能エネルギーによる発電電力量                                | 84  |
| 図 1-87  | 中国の再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                          | 88  |
| 図 1-88  | 中国の再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                           | 88  |
| 図 1-89  | 電源別発電電力量の推移（中国）                                     | 90  |
| 図 1-90  | 韓国の再生可能エネルギーによる発電設備容量                               | 92  |
| 図 1-91  | 韓国の再生可能エネルギーによる発電電力量                                | 93  |
| 図 1-92  | 韓国の再生可能エネルギーによる熱消費量                                 | 93  |
| 図 1-93  | 電源別発電電力量の推移（韓国）                                     | 95  |
| 図 1-94  | インドの再生可能エネルギーによる発電設備容量                              | 96  |
| 図 1-95  | インドの再生可能エネルギーによる発電電力量                               | 97  |
| 図 1-96  | インドの再生可能エネルギーによる熱消費量                                | 97  |
| 図 1-97  | インドの再生可能エネルギーによる発電設備容量【見通し】                         | 98  |
| 図 1-98  | インドの再生可能エネルギーによる発電電力量【見通し】                          | 99  |
| 図 1-99  | インドの再生可能エネルギーによる熱供給量【見通し】                           | 99  |
| 図 1-100 | 電源別発電電力量の推移（インド）                                    | 100 |
| 図 1-101 | 各国の再生可能エネルギーによる発電実績の比較                              | 101 |
| 図 1-102 | FIT とスライド式 FIP による再生可能エネルギーの支援                      | 106 |
| 図 1-103 | 太陽光発電設備の入札結果の推移                                     | 108 |
| 図 1-104 | 再生可能エネルギー電力の出力抑制量の推移                                | 119 |
| 図 1-105 | 出力抑制される再生可能エネルギー電力の熱分野への利用方法                        | 121 |
| 図 1-106 | 陸上風力の導入を制限する「系統増強地域」                                | 122 |
| 図 1-107 | 電力貯蔵技術の特性   | 132 |
| 図 1-108 | Power-to-Gas による水素・メタンのサプライチェーン                     | 132 |
| 図 1-109 | 部門別のエネルギー起源の CO <sub>2</sub> 排出量（2014 年）と 2050 年の目標 | 133 |
| 図 1-110 | 2015 年の部門別の石油・天然ガス消費量                               | 133 |
| 図 1-111 | 2050 年までに必要な柔軟性・貯蔵設備の推測                             | 134 |
| 図 1-112 | ドイツの天然ガスパイプライン                                      | 138 |
| 図 1-113 | 天然ガス・バイオメタン・PtG メタンの価格                              | 139 |
| 図 1-114 | 交通手段別の CO <sub>2</sub> 排出の割合                        | 140 |
| 図 1-115 | 産業部門における水素の原料利用                                     | 141 |
| 図 1-116 | ドイツにおける Power-to-Gas 実証試験マップ                        | 142 |
| 図 1-117 | アルカリ電解装置を利用した水素とメタンの製造コスト比較                         | 147 |
| 図 1-118 | dena 公表の「Power-to-Gas」推進ロードマップ                      | 148 |
| 図 1-119 | 英国：GHG 排出削減計画及び低炭素電力導入促進                            | 149 |
| 図 1-120 | 英国：再生可能エネルギーの導入目標                                   | 150 |
| 図 1-121 | 英国：電力分野の再生可能エネルギー導入推移と目標                            | 151 |
| 図 1-122 | 英国：2020 年再生可能エネルギー導入目標の部門別内訳                        | 151 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 図 1-123 | 英国：CfD の仕組み .....  | 154 |
| 図 1-124 | スペイン：エネルギーミックスの将来計画.....                                   | 165 |
| 図 1-125 | スペイン：電力供給計画 .....  | 166 |
| 図 1-126 | スペイン：再生可能エネルギー導入推移と目標.....                                 | 166 |
| 図 1-127 | スペイン：再生可能/非再生可能エネルギー発電量の推移（2007～2016 年）<br>.....           | 167 |
| 図 1-128 | スペイン：主な再生可能エネルギー導入支援策の経緯.....                              | 168 |
| 図 1-129 | スペイン：FIT と FIP の概念及び対象電源.....                              | 169 |
| 図 1-130 | スペイン：系統利用（アクセス）料金の予測・実績額（2003～2017 年）<br>.....             | 173 |
| 図 1-131 | スペイン：アクセス料金の年間不足/余剰額の推移（2000～2015 年） .....                 | 174 |
| 図 1-132 | スペイン：風力発電量とインセンティブ額の推移（2000～2016 年） .....                  | 175 |
| 図 1-133 | スペイン：エネルギー源別発電設備容量の推移（2007～2016 年） .....                   | 176 |
| 図 1-134 | スペイン：本土における火力・原子力発電所の設備利用率の推移.....                         | 177 |
| 図 1-135 | イタリア：最終エネルギー消費量に占める再エネ比率の実績および計画値<br>.....                 | 178 |
| 図 1-136 | イタリア：2017 年国家エネルギー戦略での 2030 年電源別発電量.....                   | 179 |
| 図 1-137 | イタリア：A3 料金の負担額実績と今後の見通し（2009～2019 年）（単位：<br>10 億ユーロ） ..... | 180 |
| 図 1-138 | イタリア：再生可能エネルギー普及を目的として導入された支援施策....                        | 182 |
| 図 1-139 | イタリア：電源種別によるインセンティブ申請体系.....                               | 185 |
| 図 1-140 | イタリア：太陽光以外の固定買取価格の算出方法.....                                | 185 |
| 図 1-141 | イタリア：A3 料金による再生可能発電支援額の実績と将来予測.....                        | 191 |
| 図 1-142 | イタリア：家庭需要家（年間電力消費量 2,700kWh）の A3 料金年間負担額の<br>実績と将来予測.....  | 193 |
| 図 1-143 | イタリア：太陽光・風力発電の州別導入状況（2016 年） .....                         | 193 |
| 図 1-144 | イタリア：再生可能発電量増加を目的とした 380 kV 系統の主な事業.....                   | 194 |
| 図 1-145 | イタリア：Terna 社による系統への大型蓄電池設置プロジェクト .....                     | 195 |
| 図 1-146 | イタリア：大型蓄電池設置プロジェクトで採用された蓄電池技術種類....                        | 196 |
| 図 1-147 | デンマーク：バイオガス発電量の推移 .....                                    | 206 |
| 図 1-148 | デンマーク：租税公課を含めた熱生産のための燃料コスト.....                            | 209 |
| 図 1-149 | デンマーク：地域暖房の燃料構成の推移（1980～2015 年） .....                      | 211 |
| 図 1-150 | デンマーク：再生可能エネルギーへの補助の推移.....                                | 212 |
| 図 1-151 | デンマーク：2016 年の再生可能エネルギーへの補助.....                            | 213 |
| 図 1-152 | デンマーク：輸入バイオマスによるエネルギー生産量の推移（TJ） .....                      | 215 |
| 図 1-153 | デンマーク：電力純輸出量の推移（2015 年） .....                              | 216 |
| 図 1-154 | フランス：最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギー比率の実績と計<br>画値 .....             | 217 |
| 図 1-155 | フランス：国家低炭素戦略における部門別の排出上限値.....                             | 220 |
| 図 1-156 | フランス：再生可能発電設備支援制度の適用範囲（エネルギー転換法施行後）<br>.....               | 222 |
| 図 1-157 | フランス：FIP 制度の市場販売プレミアムの仕組み.....                             | 225 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 図 1-158 | 米国：再生可能エネルギー利用割合基準の設定状況（2017年7月現在）        | 244 |
| 図 1-159 | 米国：ネットメータリング制度の導入状況（2017年11月現在）           | 246 |
| 図 1-160 | 米国：ハワイ州及び全米のエネルギー源別発電量（2015年）             | 254 |
| 図 1-161 | 米国：ハワイ州及び全米の平均電力価格（2006～2016年）            | 255 |
| 図 1-162 | 米国：ハワイ州の再生可能エネルギー発電量の推移（2010～2016年）       | 257 |
| 図 1-163 | 一次エネルギー消費に占める非化石エネルギー源（水力を除く）の省別目標        | 265 |
| 図 1-164 | 太陽光発電の買取価格に関するエリア区分                       | 269 |
| 図 1-165 | 中央政府及び地方政府の補助金合計額（元/kWh）                  | 274 |
| 図 1-166 | 発電単価削減シナリオ                                | 295 |
| 図 1-167 | 豪州：再生可能エネルギー発電量の推移                        | 308 |
| 図 1-168 | 豪州：NEMにおける電源構成                            | 312 |
| 図 1-169 | 豪州：再生可能発電設備の新設と石炭火力の廃炉に伴う卸電力価格への影響        | 314 |
| 図 1-170 | 豪州：2016年における排出集約型貿易産業の事業種別割合              | 315 |
| 図 1-171 | インドの太陽光発電設備の導入目標                          | 322 |
| 図 1-172 | 2016-2017年のNAPCC目標（12%）と各州のRPO実績値         | 323 |
| 図 1-173 | REC登録した再生可能エネルギー設備容量（2017年8月時点）           | 325 |
| 図 1-174 | 取引された太陽光REC、非太陽光RECの数（2016年3月～2018年2月）    | 326 |
| 図 1-175 | IEXにおける非太陽光RECの取引結果（2011～2016年）           | 326 |
| 図 1-176 | IEXにおける太陽光RECの取引結果（2011～2016年）            | 327 |
| 図 1-177 | 2010年～2017年2月実施の太陽光発電の入札結果                | 328 |
| 図 1-178 | 各州の風力発電のFIT買取価格                           | 329 |
| 図 2-1   | バイオマスの認定状況                                | 340 |
| 図 2-2   | 2018年度の入札実施スケジュールおよび入札実施プロセス              | 341 |
| 図 2-3   | 再生可能エネルギーによる設備容量の推移                       | 343 |
| 図 2-4   | 再生可能エネルギーによる発電電力量の推移                      | 344 |
| 図 2-5   | ダム出力の増強方法の分類                              | 351 |
| 図 2-6   | 一般電気事業者の水力発電所の年間発電量と設備容量の推移               | 355 |
| 図 2-7   | 一般電気事業者の水力発電所の設備利用率の推移                    | 356 |
| 図 2-8   | 一般電気事業者の水力発電所の年間発電量と降水量偏差の推移（1975年～2015年） | 356 |
| 図 2-9   | 一般電気事業者の水力発電所の年間発電量と降水量偏差の関係（1975年～2015年） | 357 |
| 図 2-10  | 海洋再生可能エネルギー発電の研究協力体制                      | 365 |
| 図 3-1   | 卸電力市場におけるネガワット取引の位置づけ                     | 377 |
| 図 3-2   | 容量市場におけるネガワットの活用方法                        | 378 |
| 図 3-3   | 調整力公募について                                 | 379 |
| 図 3-4   | 調整力の区分および募集量                              | 380 |
| 図 3-5   | 平成30年度向け調整力の公募結果（電源I'）                    | 380 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 図 3-6  | 三次調整力②（低速枠）の具体的イメージ                                   | 381 |
| 図 3-7  | 季時別料金プランの構成   | 383 |
| 図 3-8  | SonnenFlat ホームパケット（年間電力消費量/ PV 容量/ 蓄電池容量/ コミュニティの月会費） | 385 |
| 図 3-9  | OGE のダイナミックプライシングオプション                                | 386 |
| 図 3-10 | Sonnen Community の概要図                                 | 388 |
| 図 3-11 | HP 給湯機運用結果およびダイナミックプライス（5 月、2030 年）                   | 393 |
| 図 3-12 | HP 給湯機運用結果の世帯別年間消費電力量頻度分布                             | 393 |
| 図 3-13 | HP 給湯機最適運転によるコストメリット（357 世帯平均）                        | 394 |
| 図 3-14 | HP 給湯機最適運転によるコストメリット（357 世帯平均）                        | 395 |
| 図 3-15 | 当初の昼間沸き上げイメージ   | 397 |
| 図 3-16 | 最終的な昼間沸き上げイメージ  | 398 |
| 図 3-17 | モニターごとのデータ取得状況  | 399 |
| 図 3-18 | 夜間沸き上げ時と昼間沸き上げ時の効率差のイメージ                              | 401 |
| 図 3-19 | システム効率の計算式  | 401 |
| 図 3-20 | 世帯 1 の実測結果イメージ  | 402 |
| 図 3-21 | 世帯 1 の気温・電力消費量・お湯消費量データ                               | 403 |
| 図 3-22 | 世帯 2 の実測結果イメージ  | 404 |
| 図 3-23 | 世帯 2 の気温・電力消費量・お湯消費量データ                               | 405 |
| 図 3-24 | 世帯 5 の実測結果イメージ  | 406 |
| 図 3-25 | 世帯 5 の気温・電力消費量・お湯消費量データ                               | 407 |
| 図 3-26 | 世帯 7 の実測結果イメージ  | 408 |
| 図 3-27 | 世帯 7 の気温・電力消費量・お湯消費量データ                               | 409 |
| 図 3-28 | 世帯 8 の実測結果イメージ  | 410 |
| 図 3-29 | 世帯 8 の気温・電力消費量・お湯消費量データ                               | 411 |
| 図 3-30 | 世帯 11 の実測結果イメージ                                       | 412 |
| 図 3-31 | 世帯 11 の気温・電力消費量データ                                    | 413 |
| 図 3-32 | 世帯 1～4 の時間別運転データ                                      | 414 |
| 図 3-33 | 世帯 5～8 の時間別運転データ                                      | 415 |
| 図 3-34 | 世帯 9～10 の時間別運転データ及び気温データ                              | 416 |
| 図 3-35 | 世帯 11 の時間別運転データ及び気温データ                                | 417 |
| 図 3-36 | 昼間沸き上げシフトがうまくいかなかった例（世帯 9）                            | 418 |
| 図 3-37 | 昼間沸き上げシフトがうまくいかなかった例（世帯 10）                           | 419 |
| 図 3-38 | 湯切れ等の不便さについて  | 421 |
| 図 3-39 | エコキュートの遠隔制御に対する抵抗感について                                | 421 |
| 図 3-40 | 回答者の年齢構成  | 422 |
| 図 3-41 | 地域分布  | 423 |
| 図 3-42 | 世帯人員  | 423 |
| 図 3-43 | 世帯収入  | 423 |
| 図 3-44 | 使用している給湯システム  | 424 |
| 図 3-45 | 地域別の使用給湯システム  | 424 |
| 図 3-46 | 世帯収入別使用給湯システム   | 424 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 図 3-47 | お風呂の使い方 .....  | 425 |
| 図 3-48 | 地域別のお風呂の使い方 .....  | 425 |
| 図 3-49 | 世帯収入別のお風呂の使い方 .....  | 425 |
| 図 3-50 | お風呂・シャワーの使用時間帯 .....   | 426 |
| 図 3-51 | お風呂・シャワーの使用時間帯（高齢者のみの世帯）（N=177） .....  | 426 |
| 図 3-52 | お風呂・シャワーの使用時間帯（学生がいる世帯）（N=262） .....   | 427 |
| 図 3-53 | 電気代の支払金額の認知度 .....   | 427 |
| 図 3-54 | 契約電気料金プランの認知度 .....  | 428 |
| 図 3-55 | 昼間割引料金プランの受容性 .....  | 428 |
| 図 3-56 | 料金プラン変更による行動変容の可能性 .....   | 429 |
| 図 3-57 | コンジョイント分析結果（全国） .....  | 430 |
| 図 3-58 | コンジョイント分析結果（九州） .....  | 430 |
| 図 3-59 | クラスタ分析結果 .....   | 431 |
| 図 3-60 | クラスタ比率（N=1025） .....   | 431 |
| 図 3-61 | クラスタ別の男女比率 .....   | 432 |
| 図 3-62 | クラスタ別の年齢比率 .....   | 432 |
| 図 3-63 | 在住地域比率 .....   | 433 |
| 図 3-64 | 居住人数比率 .....   | 433 |
| 図 3-65 | 世帯年収比率 .....   | 434 |
| 図 3-66 | 平均在宅時間比率 .....   | 434 |
| 図 3-67 | お風呂にお湯をためる頻度比率*冬季（12月～2月）を想定 .....   | 435 |
| 図 3-68 | 食器洗浄方法の比率 .....  | 435 |
| 図 3-69 | 電気代の把握比率 .....   | 436 |
| 図 3-70 | 電力の契約内容についての理解比率 .....   | 436 |
| 図 3-71 | 仮に「昼間の方が夜間より電気料金が安い*」電気料金プランがある場合に選ぶ比率*昼間電力時間帯=8:00～16:00、夜間電力時間帯=22:00～（翌朝）8:00 ..... | 437 |
| 図 3-72 | 昼間沸き上げ促進のための各料金メニューのイメージ .....   | 438 |
| 図 4-1  | エネルギー転換部門におけるエネルギー起源 CO <sub>2</sub> 排出量の推移 .....                                      | 441 |
| 図 4-2  | 電源種別の発電電力量と CO <sub>2</sub> 排出量の推移 .....   | 442 |
| 図 4-3  | 電力の排出原単位（使用端）の推移 .....   | 443 |
| 図 4-4  | 柔軟性選択肢の優先順位 .....  | 445 |
| 図 4-5  | エネルギー転換部門のケース設定の道筋 .....   | 446 |
| 図 4-6  | 電源構成(1) 2040 年度比較 .....  | 454 |
| 図 4-7  | 電源構成(2) 2050 年度比較 .....  | 454 |
| 図 4-8  | 電源構成(3) シナリオ 1 比較 .....  | 455 |
| 図 4-9  | 電源構成(4) シナリオ 2・3 比較 .....  | 455 |
| 図 4-10 | 水素製造量 .....  | 456 |
| 図 4-11 | 火力発電の設備利用率 .....   | 457 |
| 図 4-12 | 火力発電の稼働状況 .....  | 458 |
| 図 4-13 | ダイヤモンドレスポンス可能機器の消費電力量・負荷変動不可電源発電量を .....   | 459 |
| 図 4-14 | マージナルコストの分析結果（2050 年度・最小対策-n1（シナリオ 2）の例） .....   |     |

|  |     |
|--|-----|
| .....  | 459 |
| 図 4-15 太陽光発電（資本費）のコスト低下の想定 .....                       | 465 |
| 図 4-16 太陽光発電（運転維持費）のコスト低下の想定.....                      | 465 |
| 図 4-17 風力発電（資本費）のコスト低下の想定 .....                        | 467 |
| 図 4-18 風力発電（運転維持費）のコスト低下の想定.....                       | 467 |
| 図 4-19 海洋エネルギー発電のコスト低下の想定 .....                        | 467 |
| 図 4-20 蓄電池のコスト低下の想定 .....                              | 468 |
| 図 4-21 2050 年時点におけるモデルプラント発電コスト比較結果.....               | 469 |
| 図 4-22 電力システムの総コスト .....                               | 470 |
| 図 4-23 世界全体での 2050 年時点の電力に占める低炭素電源の割合 .....            | 472 |
| 図 4-24 再生可能エネルギーの普及見通し .....                           | 472 |
| 図 4-25 シナリオごとの全発電電力量に占める CCS 付火力発電による発電電力量（世界全体） ..... | 474 |
| 図 4-26 欧州における送電線整備計画 .....                             | 476 |
| 図 4-27 太陽光発電の 2050 年に至る累積稼働見通し.....                    | 481 |
| 図 4-28 風力発電導入のロードマップ .....                             | 481 |
| 図 4-29 低炭素型浮体式洋上風力発電低コスト化・普及促進事業.....                  | 483 |
| 図 4-30 水素発電のイメージ .....                                 | 483 |
| 図 4-31 太陽光発電導入量見通しの経年比較 .....                          | 484 |
| 図 4-32 風力発電導入量見通しの経年変化 .....                           | 484 |
| 図 4-33 再生可能エネルギー種類別の発電コストの変化.....                      | 485 |
| 図 5-1 海外文献翻訳の成果品イメージ .....                             | 487 |
| 図 5-2 国内文献翻訳の成果品イメージ .....                             | 487 |

## 表目次

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 表 1-1  | 世界の再生可能エネルギー熱消費内訳と成長率.....                        | 25  |
| 表 1-2  | 世界の再生可能エネルギー熱消費量成長率（2014～2021年）【見通し】.....         | 27  |
| 表 1-3  | 固定価格買取制度開始前後の設備導入容量.....                          | 38  |
| 表 1-4  | イタリアの2016～2020年の再生可能エネルギーによる累積発電電力量.....          | 62  |
| 表 1-5  | 中国における太陽熱および地熱エネルギーの熱供給実績（TJ）.....                | 84  |
| 表 1-6  | 中国における地熱エネルギーの熱供給実績（2015年末現在）.....                | 84  |
| 表 1-7  | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（電気）（MW）.....                 | 85  |
| 表 1-8  | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（電気）（億kWh）.....               | 85  |
| 表 1-9  | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（発電以外）（TJ）.....               | 86  |
| 表 1-10 | 中国における再生可能エネルギー電気（発電設備容量）の見通し（MW）.....            | 86  |
| 表 1-11 | 中国における再生可能エネルギー電気（発電量）の見通し（GWh）.....              | 87  |
| 表 1-12 | 中国における再生可能エネルギー熱供給量の見通し（TJ）.....                  | 87  |
| 表 1-13 | 中国の再生可能エネルギー電気発電設備容量【2020年見通比較1】（MW）<br>.....     | 89  |
| 表 1-14 | 中国の再生可能エネルギー電気発電設備容量【2020年見通し比較2】（MW）<br>.....    | 89  |
| 表 1-15 | 韓国の再生可能エネルギー源別普及目標（%）.....                        | 94  |
| 表 1-16 | エネルギー転換の数値目標と現状（2016年）.....                       | 102 |
| 表 1-17 | 再生可能エネルギー法の改正動向.....                              | 103 |
| 表 1-18 | EEG 2017の主な改正点.....                               | 105 |
| 表 1-19 | 入札制度、FIP/FITの対象設備.....                            | 106 |
| 表 1-20 | 太陽光発電設備の入札制度概要.....                               | 107 |
| 表 1-21 | 2017年～2018年2月実施の太陽光発電設備の入札結果.....                 | 108 |
| 表 1-22 | 地上設置型太陽光発電設備のパイロット入札における落札設備の稼働率.....             | 109 |
| 表 1-23 | 陸上風力発電の入札制度概要.....                                | 110 |
| 表 1-24 | 2017年～2018年2月実施の陸上風力発電の入札結果.....                  | 111 |
| 表 1-25 | 洋上風力発電の入札制度概要.....                                | 112 |
| 表 1-26 | 洋上風力発電の2017年の入札結果.....                            | 113 |
| 表 1-27 | バイオマス発電の入札制度概要.....                               | 114 |
| 表 1-28 | バイオマスの2017年の入札結果.....                             | 115 |
| 表 1-29 | 太陽光のFIP/FITによる支援水準（2017年1月時点）と逡減率.....            | 116 |
| 表 1-30 | 陸上風力のFIP/FITによる支援水準（2017年1月時点）と逡減率.....           | 117 |
| 表 1-31 | 洋上風力プロトタイプのFIP/FITによる支援水準.....                    | 117 |
| 表 1-32 | 2020年末までに稼働開始する洋上風力発電のFIP/FITによる支援水準と逡減率<br>..... | 118 |
| 表 1-33 | バイオマス発電のFIP/FITによる支援水準（2017年1月時点）.....            | 118 |
| 表 1-34 | 水力発電のFIP/FITによる支援水準（2017年1月時点）.....               | 118 |
| 表 1-35 | 埋立地・下水・鉾山ガス発電のFIP/FITによる支援水準（2017年1月時点）<br>.....  | 119 |
| 表 1-36 | 洋上風力の年別導入計画.....                                  | 122 |



|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 表 1-37 | 再生可能エネルギー熱の利用義務の概要 .....                            | 123 |
| 表 1-38 | BAFA による MAP の補助額 .....                             | 125 |
| 表 1-39 | KfW による MAP の低利融資・部分的債務免除額 .....                    | 126 |
| 表 1-40 | 各部門における 2030 年の温室効果ガス削減目標 .....                     | 127 |
| 表 1-41 | エネルギー部門における気候変動対策 .....                             | 128 |
| 表 1-42 | 電力供給の長期的なトレンドと課題 .....                              | 129 |
| 表 1-43 | 「気候保護計画 2050」に示された Power-to-Gas 技術の役割 .....         | 135 |
| 表 1-44 | アルカリ水電解装置と PEM 水電解装置の特徴 .....                       | 136 |
| 表 1-45 | プロジェクトにおける生成ガス・液体と水電解方式 .....                       | 143 |
| 表 1-46 | プロジェクトにおける生成ガス・液体の利用用途 .....                        | 143 |
| 表 1-47 | ドイツで実施・計画中の Power-to-Gas プロジェクト .....               | 144 |
| 表 1-48 | 英国：クリーン成長戦略での重要な政策と提言（発電分野抜粋） .....                 | 153 |
| 表 1-49 | 英国：CfD の対象となる再生可能エネルギーの種類 .....                     | 155 |
| 表 1-50 | 英国：CfD 第 1 回割当ラウンドの行使価格上限値及び落札価格・容量 .....           | 156 |
| 表 1-51 | 英国：CfD 第 2 回割当ラウンドの行使価格上限値及び落札価格・容量 .....           | 157 |
| 表 1-52 | 英国：FIT の対象となる再生可能エネルギー .....                        | 157 |
| 表 1-53 | 英国：2017 年度新規 FIT 設備に適用される発電価格、売電価格（太陽光以外）<br>.....  | 158 |
| 表 1-54 | 英国：2017 年度新規 FIT 設備に適用される発電価格、売電価格（太陽光）<br>.....    | 159 |
| 表 1-55 | 英国：RHI の助成対象エネ種と助成単価 .....                          | 160 |
| 表 1-56 | 英国：EPS の対象プラントと排出基準 .....                           | 161 |
| 表 1-57 | 英国：2017 年度新規 FIT 設備に適用される発電価格（太陽光） .....            | 162 |
| 表 1-58 | 英国：再生可能電力支援制度に伴う費用負担予測（2011 年度価格） .....             | 163 |
| 表 1-59 | スペイン：再生可能エネルギー補助金制度の概要 .....                        | 169 |
| 表 1-60 | スペイン：補助金制度に関する入札制度設計 .....                          | 170 |
| 表 1-61 | スペイン：補助金制度に関する落札結果 .....                            | 171 |
| 表 1-62 | スペイン：再生可能エネルギー補助金制度の概要 .....                        | 172 |
| 表 1-63 | イタリア：2017 年国家エネルギー戦略での 2030 年の再エネ導入目標 .....         | 179 |
| 表 1-64 | イタリア：電力需要家種別の A3 料金負担額の例（2016 年） .....              | 181 |
| 表 1-65 | イタリア：固定買取価格の比較 .....                                | 186 |
| 表 1-66 | イタリア：GSE 買取り最低保証価格の推移 .....                         | 188 |
| 表 1-67 | イタリア：電源、および発電容量別 RID 手数料 .....                      | 188 |
| 表 1-68 | イタリア：ネット・メータリング（SSP）の手数料 .....                      | 189 |
| 表 1-69 | イタリア：太陽光発電の発電容量に応じたインセンティブ削減率 .....                 | 192 |
| 表 1-70 | イタリア：太陽光インセンティブの買取り残存期間と削減率 .....                   | 192 |
| 表 1-71 | デンマーク：2020 年までの再生可能エネルギー導入目標 .....                  | 198 |
| 表 1-72 | デンマーク：100%再生可能エネルギーに向けた中・長期目標 .....                 | 199 |
| 表 1-73 | デンマーク：2015 年から 2016 年にかけての再生可能エネルギー導入比率推<br>移 ..... | 199 |
| 表 1-74 | デンマーク：陸上風力発電の買取価格 .....                             | 200 |
| 表 1-75 | デンマーク：入札対象外の洋上風力発電の買取価格 .....                       | 201 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 表 1-76  | デンマーク：入札対象の洋上風力発電の買取価格.....                            | 202 |
| 表 1-77  | デンマーク：バイオマス発電の買取価格 .....                               | 202 |
| 表 1-78  | デンマーク：バイオガス発電の買取価格 .....                               | 203 |
| 表 1-79  | デンマーク：太陽光発電の買取価格 .....                                 | 204 |
| 表 1-80  | デンマーク：水力・波力発電の買取価格 .....                               | 204 |
| 表 1-81  | デンマーク：ネットメータリング制度の対象設備と条件.....                         | 205 |
| 表 1-82  | デンマーク：ネットメータリング制度による PSO 免除 .....                      | 205 |
| 表 1-83  | デンマーク：バイオガス発電の導入促進策 .....                              | 206 |
| 表 1-84  | デンマーク：地域暖房のエネルギー消費における再生可能エネルギー割合の<br>推移 .....         | 207 |
| 表 1-85  | デンマーク：バイオガス CHP の熱供給プレミアム（2017 年 12 月 15 日時点）<br>..... | 208 |
| 表 1-86  | デンマーク：暖房用燃料の税率（2016 年） .....                           | 209 |
| 表 1-87  | デンマーク：PSO の電力料金への上乗せ単価の推移 .....                        | 211 |
| 表 1-88  | デンマーク：バイオマスエネルギーの国内生産量（TJ） .....                       | 214 |
| 表 1-89  | フランス：エネルギー転換法に基づく 2030 年再生可能エネルギー導入目標<br>.....         | 218 |
| 表 1-90  | フランス：複数年エネルギー計画（PPE）の発電分野のエネルギー源別導入目<br>標 .....        | 219 |
| 表 1-91  | フランス：国家低炭素戦略におけるエネルギー転換部門の戦略.....                      | 221 |
| 表 1-92  | フランス：再生可能発電設備支援制度の適用範囲（エネルギー転換法施行前）<br>.....           | 222 |
| 表 1-93  | フランス：本土における再生可能エネルギー源別の買取価格【太陽光以外】<br>.....            | 223 |
| 表 1-94  | フランス：新規太陽光発電に適用される買取価格（2013 年 2 月～） .....              | 224 |
| 表 1-95  | フランス：FIP 制度の適用が除外される対象設備要件.....                        | 225 |
| 表 1-96  | フランス：再生可能エネルギー発電を対象とした競争入札の実施状況.....                   | 226 |
| 表 1-97  | フランス：熱基金に基づくプレミアム価格 .....                              | 229 |
| 表 1-98  | フランス：エネルギー転換に向けた投資額還付制度の主な機器の対象要件<br>.....             | 230 |
| 表 1-99  | フランス：エネルギー源別の設備容量、発電量の推移（2014～16 年） .....              | 231 |
| 表 1-100 | フランス：再生可能エネルギー発電設備の許認可に関する課題.....                      | 232 |
| 表 1-101 | フランス：電力公共サービス賦課金の実績額・予測額（2015～18 年） .....              | 233 |
| 表 1-102 | 米国：2017 年 3 月のエネルギー政策（発電分野）に関する大統領令の主な項<br>目 .....     | 236 |
| 表 1-103 | 米国：長期温暖化戦略で重要なテーマとして掲げる 3 分野と主な取組.....                 | 238 |
| 表 1-104 | 米国：米国気候同盟の原則 .....                                     | 238 |
| 表 1-105 | 米国：全米のグリーン電力任意市場販売量、参加需要家数（2016 年） .....               | 240 |
| 表 1-106 | 米国：発電税額控除（PTC）の制度概要と終了時期 .....                         | 241 |
| 表 1-107 | 米国：投資税額控除（ITC）の制度概要と制度の終了時期 .....                      | 242 |
| 表 1-108 | 米国：エネルギー省融資保証プログラムの概要.....                             | 243 |
| 表 1-109 | 米国：カリフォルニア州再生可能エネルギー利用割合基準の制定経緯.....                   | 248 |

|         |                                    |     |
|---------|------------------------------------|-----|
| 表 1-110 | 米国：カリフォルニア州再生可能エネルギー利用割合基準の制度の概要   | 249 |
| 表 1-111 | 米国：カリフォルニア州ネットメータリング制度 新旧料金体系の比較   | 251 |
| 表 1-112 | 米国：ハワイ州におけるエネルギー政策の方向性             | 256 |
| 表 1-113 | 米国：ハワイ州における再生可能エネルギー発電量（2016年）     | 257 |
| 表 1-114 | 米国：ハワイ州における RPS 義務目標               | 258 |
| 表 1-115 | 米国：ハワイ電力会社による電力系統最新化の短期戦略          | 260 |
| 表 1-116 | 中国の再生可能エネルギーに関する計画                 | 262 |
| 表 1-117 | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（発電設備容量）（億kW）  | 263 |
| 表 1-118 | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（発電量）（億kW）     | 263 |
| 表 1-119 | 再生可能エネルギー第13次5カ年計画目標（発電を除く）（TJ）    | 264 |
| 表 1-120 | 太陽光エネルギーの開発利用目標（2020年まで）           | 264 |
| 表 1-121 | 地熱エネルギーの開発利用目標（2020年まで、全国合計）       | 264 |
| 表 1-122 | 風力発電の新規導入目標【省別】（2017年～2020年）（MW）   | 266 |
| 表 1-123 | 太陽光発電の新規導入目標【省別】（2017年～2020年）（MW）  | 267 |
| 表 1-124 | 第13次5カ年計画期間中におけるバイオマス発電の建設配置方案（MW） | 268 |
| 表 1-125 | （大型）太陽光発電所からの買取価格（元/kWh）           | 270 |
| 表 1-126 | 太陽光発電トップランナー基地の建設計画                | 271 |
| 表 1-127 | 太陽光発電のトップランナー基地リスト（2017年）          | 271 |
| 表 1-128 | 分散型太陽光発電の補助金（元/kWh）                | 273 |
| 表 1-129 | 太陽光発電：貧困層世帯に対する優遇買取価格（元/kWh）       | 275 |
| 表 1-130 | 風力発電の買取価格エリア                       | 275 |
| 表 1-131 | 陸上風力発電の買取価格（元/kWh）                 | 276 |
| 表 1-132 | 洋上風力発電の買取価格（元/kWh）                 | 276 |
| 表 1-133 | バイオマス発電の買取価格（元/kWh）                | 277 |
| 表 1-134 | 分散型電源市場化取引への参加条件                   | 277 |
| 表 1-135 | グリーン電力証書制度の概要                      | 278 |
| 表 1-136 | グリーン電力証書取引状況                       | 280 |
| 表 1-137 | 再生可能エネルギーによる熱供給の目標（2020年まで）        | 281 |
| 表 1-138 | 火力発電に対する規制政策の一覧（2007～2015年）        | 281 |
| 表 1-139 | 「棄光・棄風・棄水」問題の現状と要因                 | 282 |
| 表 1-140 | 太陽光発電重点地域の買取保証時間                   | 284 |
| 表 1-141 | 風力発電重点地域の買取保証時間                    | 284 |
| 表 1-142 | 太陽光発電重点地域の買取時間実績（2016年度）           | 285 |
| 表 1-143 | 風力発電重点地域の買取時間実績（2016年度）            | 285 |
| 表 1-144 | 重点区域における水力発電の利用状況（2017年1～9月）       | 286 |
| 表 1-145 | 重点省における太陽光発電の利用状況（2017年1～9月）       | 286 |
| 表 1-146 | 重点省における風力発電の利用状況（2017年1～9月）        | 288 |
| 表 1-147 | 全国規模での「棄水・棄風・棄光」問題の改善目標            | 288 |
| 表 1-148 | 低炭素グリーン成長基本法における新エネルギー関連規定         | 291 |
| 表 1-149 | 新エネルギーおよび再生エネルギー開発・利用・普及促進法の概要     | 292 |
| 表 1-150 | 「持続可能なエネルギー体系の構築」の政策目標             | 293 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 表 1-151 | 第1次／第2次エネルギー基本計画の比較.....                           | 294 |
| 表 1-152 | 韓国の再生可能エネルギー源別普及目標 (%) .....                       | 295 |
| 表 1-153 | 発電単価低減に関する技術例 .....                                | 295 |
| 表 1-154 | 年度別義務供給比率 .....                                    | 296 |
| 表 1-155 | 太陽光発電義務供給量 .....                                   | 296 |
| 表 1-156 | REC 制度の概要 .....                                    | 297 |
| 表 1-157 | REC 制度認定係数.....                                    | 298 |
| 表 1-158 | RPS 制度の義務供給量と実績及び義務履行率 .....                       | 299 |
| 表 1-159 | RPS 制度導入後の発電量等実績 (太陽光と他電源の比較) .....                | 299 |
| 表 1-160 | 太陽光販売事業者選定制度・固定価格契約競争入札事業者選定制度.....                | 301 |
| 表 1-161 | 公共機関新・再生可能エネルギー発電設備設置目標.....                       | 302 |
| 表 1-162 | 公共機関義務化制度の実績 (2004～2011 年) .....                   | 302 |
| 表 1-163 | 公共機関義務化制度の実績 (2011～2015 年) .....                   | 302 |
| 表 1-164 | RFS 制度の混合義務割合 .....                                | 303 |
| 表 1-165 | エネルギー源別住宅部門支援制度の支援基準(2016 年 10 月公告).....           | 304 |
| 表 1-166 | エネルギー別建築部門 (住宅以外) 設備支援事業の支援基準 (2017.1.13 公告) ..... | 305 |
| 表 1-167 | 豪州：再生可能エネルギー目標制度の主な改正履歴.....                       | 309 |
| 表 1-168 | 豪州：再生可能エネルギー目標制度の 2015 年改正法の目的.....                | 310 |
| 表 1-169 | 豪州：再生可能エネルギー目標制度の主な改正履歴.....                       | 311 |
| 表 1-170 | 豪州：稼働中の石炭火力発電所 .....                               | 313 |
| 表 1-171 | 豪州：家庭向け電力価格の実績と予測 (2016～2019 年度) .....             | 315 |
| 表 1-172 | 豪州：エネルギー貯蔵に関する規制改革の政策提言.....                       | 318 |
| 表 1-173 | 豪州：蓄電池併設型太陽光発電プロジェクトの動向.....                       | 319 |
| 表 1-174 | インドの 2022 年の再生可能エネルギー導入目標.....                     | 321 |
| 表 1-175 | 消費電力量に占める再生可能エネルギー割合 (RPO) の指標.....                | 322 |
| 表 1-176 | 太陽光 RPO 達成に必要な各州の太陽光発電設備容量と実績値 (2016 年末時点) .....   | 324 |
| 表 1-177 | 再生可能エネルギー証書 (REC) の詳細.....                         | 325 |
| 表 1-178 | 太陽光発電プロジェクトの調達方式 .....                             | 327 |
| 表 1-179 | 陸上風力発電の入札結果 .....                                  | 329 |
| 表 2-1   | 平成 30 年度以降の各電源の調達価格及び調達期間.....                     | 334 |
| 表 2-2   | 水力発電の導入促進のための事業費補助金の概要.....                        | 346 |
| 表 2-3   | ダム再生に関するこれまでの取組、課題、今後推進すべき方策.....                  | 347 |
| 表 2-4   | 既存ダムに設置された発電設備出力増強実績に関するアンケート調査結果.....             | 348 |
| 表 2-5   | 平成 27、28 年度における出力増減を伴う水力発電所工事リスト.....              | 349 |
| 表 2-6   | 平成 28 年度水力発電新技術活用促進事業費補助金(水力発電設備更新等事業)採択事業リスト..... | 350 |
| 表 2-7   | 発電ポテンシャル調査の状況 .....                                | 351 |
| 表 2-8   | 発電ポテンシャル算出対象ダムの絞り込みと有望地点の抽出結果.....                 | 352 |
| 表 2-9   | 有望地点の抽出結果 .....                                    | 353 |
| 表 2-10  | 水車・発電機の更新による増出力ポテンシャル算出結果.....                     | 354 |

|        |                                |     |
|--------|--------------------------------|-----|
| 表 2-11 | 水力発電のヒアリングの概要 .....            | 358 |
| 表 2-12 | 水力発電の主な課題と対応策 .....            | 359 |
| 表 2-13 | 洋上風力発電のヒアリングの概要 .....          | 362 |
| 表 2-14 | 洋上風力発電の主な課題と対応策 .....          | 362 |
| 表 2-15 | 海洋温度差発電の発電コスト .....            | 363 |
| 表 2-16 | 代表的な実証事業 .....                 | 364 |
| 表 2-17 | 海洋エネルギー発電のヒアリングの概要 .....       | 368 |
| 表 2-18 | 海洋エネルギー発電の主な課題と対応策 .....       | 368 |
| 表 3-1  | DR に関する検討状況 .....              | 369 |
| 表 3-2  | 再エネ出力制御回避の実現に向けた論点 .....       | 373 |
| 表 3-3  | 上げ DR のユースケース .....            | 374 |
| 表 3-4  | 上げ DR の種類別課題と今後の対応 .....       | 375 |
| 表 3-5  | 電力の持つ価値および各種市場の対応関係 .....      | 376 |
| 表 3-6  | 容量市場における DR 関連の論点 .....        | 378 |
| 表 3-7  | 調整力公募の公募区分および要件 .....          | 379 |
| 表 3-8  | 需給調整市場における商品区分案 .....          | 381 |
| 表 3-9  | 新規加入可能な電気料金プラン .....           | 382 |
| 表 3-9  | 新たな小売電気料金メニューの概要 .....         | 383 |
| 表 3-10 | Sonnen Community の事業概要 .....   | 388 |
| 表 3-11 | Brooklyn Microgrid の事業概要 ..... | 389 |
| 表 3-12 | 短期と中長期による上げ DR 実施環境の相違整理 ..... | 390 |
| 表 3-13 | 主体別の上げ DR 実施に向けた課題とその性質 .....  | 390 |
| 表 3-14 | 実証世帯の概要 .....                  | 396 |
| 表 3-15 | 発生した主なトラブルと対応策 .....           | 400 |
| 表 3-16 | 世帯 1 のシステム効率推計結果 .....         | 403 |
| 表 3-17 | 世帯 2 のシステム効率推計結果 .....         | 405 |
| 表 3-18 | 世帯 5 のシステム効率推計結果 .....         | 407 |
| 表 3-19 | 世帯 7 のシステム効率推計結果 .....         | 409 |
| 表 3-20 | 世帯 8 のシステム効率推計結果 .....         | 411 |
| 表 3-21 | 世帯 11 のシステム効率推計結果 .....        | 413 |
| 表 3-22 | 手動沸き上げボタンを押す理由 .....           | 419 |
| 表 3-23 | 期間平均お湯消費量 .....                | 420 |
| 表 3-24 | 契約切り替え意向 Web 調査の概要 .....       | 422 |
| 表 3-25 | コンジョイント分析用に提示した電気料金プラン .....   | 429 |
| 表 3-26 | クラスタ分析のまとめ .....               | 437 |
| 表 4-1  | エネルギー転換部門のケース設定 .....          | 446 |
| 表 4-2  | 再生可能エネルギー導入量の想定 .....          | 449 |
| 表 4-3  | 火力発電設備容量の想定 .....              | 449 |
| 表 4-4  | 原子力発電設備容量の想定 .....             | 450 |
| 表 4-5  | 変動量と調整力量の想定 .....              | 451 |
| 表 4-6  | 柔軟性の想定 .....                   | 451 |
| 表 4-7  | デマンドレスポンス対応量（消費電力量）の想定 .....   | 452 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 表 4-8  | 蓄電池量の想定 .....                              | 452 |
| 表 4-9  | 一次エネルギー供給量 .....                           | 456 |
| 表 4-10 | 想定容量と実際に稼働した設備容量 .....                     | 457 |
| 表 4-11 | エネルギー転換部門におけるイノベーションと道筋.....               | 462 |
| 表 4-12 | 石炭火力発電に関する世界の潮流 .....                      | 473 |
| 表 4-13 | 主要各国の長期戦略における 2050 年のエネルギー部門の姿.....        | 475 |
| 表 4-14 | 2050 年の再生可能エネルギー設備容量 (1/2) .....           | 477 |
| 表 4-15 | 2050 年の再生可能エネルギー設備容量 (2/2) .....           | 478 |
| 表 4-16 | 2040 年の再生可能エネルギー設備容量 (1/2) .....           | 479 |
| 表 4-17 | 2040 年の再生可能エネルギー設備容量 (2/2) .....           | 480 |
| 表 4-18 | OEA-J による波力発電・潮流発電の導入ロードマップ (2008 年策定) ... | 482 |
| 表 4-19 | NEDO による海洋エネルギーのポテンシャル試算値 (現状技術を想定) ..     | 482 |
| 表 4-20 | BAT の参考表 (抜粋) .....                        | 482 |
| 表 4-21 | 標準シナリオにおける地域間連系線利用可能容量.....                | 483 |
| 表 5-1  | 翻訳対象文献 .....                               | 486 |
| 表 6-1  | 調査対象一覧 .....                               | 488 |
| 表 6-2  | 文献調査結果の概要 .....                            | 490 |

## 要約

第1章では、我が国、欧州各国、米国、豪州、中国、韓国、インドにおける再生可能エネルギーの導入実績及び見通しを整理した。さらに、これら諸外国に置ける再生可能エネルギーの政策動向についても整理した。

第2章では、まず我が国の再生可能エネルギーの導入拡大を支えている固定価格買取制度の現状を整理した。次いで、水力発電、洋上風力発電及び海洋エネルギー発電を対象に、導入促進に向けた課題と対応策を整理した。

第3章では、まず我が国のデマンドレスポンスに関する検討状況を整理した。また、みやま市に拠点を置くみやまスマートエネルギー株式会社の需要家を対象に、HP給湯機の運転時間を実際にシフトさせる実証試験を行い、当該実証試験を通じて得られた課題を整理するとともに、PPS事業者としてのビジネスモデルの検討を行った。

第4章では、系統強化方策やデマンドレスポンス等の需要能動化方策を考慮したうえで、電力需給モデルを用いた定量分析評価を行うとともに、試算結果から電力コストに与える影響を分析した。

第5章では、本事業で実施した海外文献及び国内文献の翻訳業務について、その概要を整理した。

第6章では、海外にてRE100プログラムに加盟している企業20社を対象に、文献調査及びヒアリング調査を実施し、RE100への対応状況、参画の経緯等について整理を行った。

## Summary

In Chapter 1, we investigated installed capacity of renewable energy in Japan, European countries, the US, Australia, China, Korea and India. In addition, the policy trends of renewable energy in these countries were also marshalled.

In Chapter 2, we first summarized the current state of the Japanese Feed-in Tariff scheme that supports the introduction and expansion of renewable energy. Next, the issues and countermeasures for promoting the introduction were summarized for hydroelectric power generation, offshore wind power generation and marine energy generation.

In Chapter 3, we first summarized the current situation on demand responses in Japan. We also conducted demonstration tests to actually shift the operating time of the heat pump water heater for customers of Miyama Smart Energy Co., Ltd. based in Miyama City, organized tasks obtained through the demonstration tests, and we examined the business model as a Power Produce & Supplier business entity.

In Chapter 4, quantitative analysis and evaluation using the electricity supply and demand model were carried out while considering demand activation strategies such as enhancement measures of power system and demand response, and the influence on the electricity cost was analyzed from the output.

In Chapter 5, we summarized the overview of the translation work of overseas literature and domestic document conducted in this project.

In chapter 6, literature survey and interview survey were conducted for 20 companies that are affiliated with the RE 100 program, and the state of correspondence to the RE 100 and the background of participation were organized.