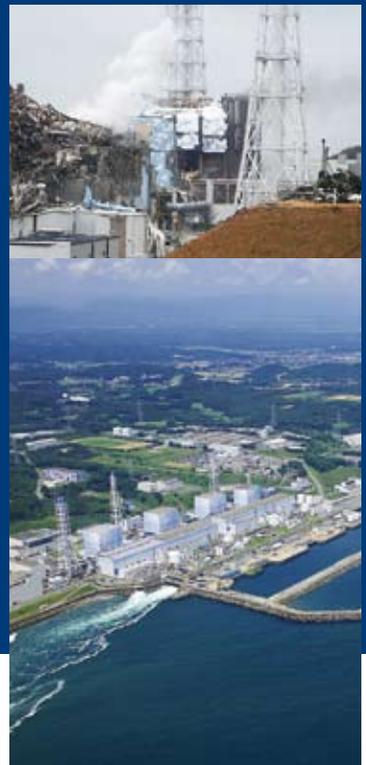


IGES Policy Report No.2012-01

日本語概要版

持続可能な社会の構築に向けて 東日本大震災の経験から



持続可能な社会の構築に向けて — 東日本大震災の経験から —

概要版

ISBN : 978-4-88788-113-6

発行：公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES)
〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11
Tel: 046-855-3720 Fax: 046-855-3709
Email: iges@iges.or.jp
URL: <http://www.iges.or.jp>

IGES は、アジア太平洋地域における持続可能な開発の実現を目指し、
実践的かつ革新的な政策研究を行う国際研究機関です。

この出版物の内容は執筆者の見解であり、IGES の見解を述べたものではありません。
© 2012 Institute for Global Environmental Strategies. All rights reserved.
写真提供協力 (表紙 右下写真) © 東京電力

持続可能な社会の構築に向けて — 東日本大震災の経験から —

IGES ポリシーレポート
概要版

公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES)

持続可能な社会の構築に向けて — 東日本大震災の経験から —

IGES ポリシーレポート
概要版

目 次

はじめに	1
謝 辞	2
第 1 章 序	3
第 2 章 エネルギーミックスの選択肢に関する経済影響評価 ～原子力の段階的な依存度低減シナリオ、2050 年 CO ₂ 80%減は可能～	7
1. 東日本大震災と将来エネルギーシナリオ	7
2. 分析方法と将来シナリオ	8
3. 将来の電源構成：CO ₂ 排出量に関する分析結果	11
4. CO ₂ 排出量の長期的大幅削減に向けた合理的選択	15
参考文献	16
第 3 章 震災直後の節電実態から学ぶ効率的エネルギー利用の推進方策	17
1. 震災後の節電行動の概観	17
2. 神奈川県における家庭の節電行動の評価	18
3. 震災後の節電実態から省エネルギー対策に向けて	24
第 4 章 災害に対するレジリエンス (対応力) 再考：東日本大震災における自治体連携の活用... ..	27
1. 自治体連携を活用した支援の重要性	27
2. 被災地支援における自治体連携の現状	29
3. 自治体連携の活性化のために	30
参考文献	31

はじめに

2011年3月11日に東日本を襲ったマグニチュード9.0の大地震は未曾有の大津波を引き起こした。また、福島第一原子力発電所ではチェルノブイリ原子力発電所事故以来のレベル7という、国際原子力事象評価尺度で最高レベルの重大事故が発生した。この東日本大震災によって15,000名以上もの人命が失われ、今もなお3,000名を超える人々が行方不明のままである。さらに、38万戸以上にのぼる住宅や建物が全壊または半壊するという被害を受けた。東日本大震災からすでに1年以上が経過しているが、本格的な復興に向けた取り組みはまだ始まったばかりである。この震災や原子力発電所事故から私たちはなにを学んだのだろうか。

IGESでは震災直後の2011年4月から、災害を緩和できるような防災システムを備えつつ、災害後に迅速に復興を遂げることができる「レジリエントな社会」の構築のためにはどのような対策が有効なのか、どのような政策的アプローチが必要なのかを見出すために、震災研究を開始した。本研究では特に、2050年までに日本で原子力による発電量を段階的に低減した場合に、不足する電力を再生可能エネルギーで補うシナリオの経済的コストの検証と政策提言を行った。さらに、東日本大震災後の家庭部門での節電行動と継続的な節電行動の可能性と政策的示唆、そして、東日本大震災において自治体間連携が果たした役割を分析し、災害対応力(レジリエンス)を備えた社会構築に向けた自治体間連携、効果的な自治体連携の在り方についての整理と政策提言を行った。

洪水やハリケーン、干ばつなど、極端な気象現象とそれらによる被害が生じ、今後気候変動に伴いそれらの頻度や強度が増すなど影響の深刻化が予測されている中、災害に強く柔軟な対応が可能な「レジリエントで持続可能な社会」の構築に向けての政策的アプローチは、日本だけでなく、世界の国々にとって重要なものである。本研究の成果を、持続可能な社会の構築を目指す世界の人々と共有したい。

震災研究の報告書をまとめるにあたっては、オーストラリア・国際応用システム解析研究所(International Institute for Applied Systems Analysis/IIASA)のDr. Keywan Riahi氏及びDr. Van Vliet Oscar氏、IGES研究顧問の西岡秀三氏、国立環境研究所の甲斐沼美紀子氏、IGES特別研究顧問の森島昭夫氏から重要なアドバイスをいただいた。第2章の基礎モデルや研究のリファレンスとなるケースは、KanORS社(www.KanORS-EMR.org/DCM/TIAM_World)によって開発・管理されており、Dr. Amit Kanudia氏はモデルの技術的な側面において重要な貢献をされている。これらの方々はこの場を借りて厚く御礼を申し上げたい。

本研究が、レジリエントで持続可能な社会の構築に向けての一步となることを切に願っている。

2012年7月 葉山にて

公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES) 理事長

浜中 裕徳

謝 辞

本研究の執筆にあたり、IGESの理事、外部レビューアーならびに震災研究プロジェクトのアドバイザーからコメントを数多くいただきました。とりわけ、下記の方々から詳細なご示唆をいただきましたので、ここにお名前を列記し、深い感謝の意を表します。

全体監修

浜中 裕徳 IGES 理事長
森 秀行 IGES 所長

震災研究プロジェクト特別アドバイザー

森島 昭夫 IGES 特別研究顧問
井村 秀文 IGES プログラムマネジメントオフィスシニア政策アドバイザー
藤原 聖也 IGES プログラムマネジメントオフィスプリンシパルフェロー
小野川 和延 IGES プログラムマネジメントオフィスシニアフェロー
立川 裕隆 IGES 事務局長

外部レビューアー・貢献者

西岡 秀三 IGES 研究顧問 / 博士
甲斐沼 美紀子 国立環境研究所フェロー / 博士
Oscar van Vliet オーストリア・国際応用システム解析研究所 (IIASA) / 博士
Keywan Riahi オーストリア・国際応用システム解析研究所 (IIASA) / 博士
Amit Kanudia インド KanORS 社 (www.KanORS-EMR.org/DCM/TIAM_World/) / 博士

全体調整

松本 郁子 IGES プログラムマネジメントオフィス特任研究員
渡来 絢 IGES プログラムマネジメントオフィス特任研究員
中林 美絵 IGES プログラムマネジメントオフィス事務補助員

第1章

序

渡来 絢 プログラムマネジメントオフィス特任研究員
松本 郁子 プログラムマネジメントオフィス特任研究員
森 秀行 IGES 所長

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、地震、津波、それに伴う原子力発電所事故等、さまざまな要因が連鎖し、宮城県、福島県、岩手県の沿岸部を中心に広域にわたって大被害をもたらした。沿岸部の市町村の多くが壊滅的な被害を受け、地域の経済活動がほぼ停止状態となった。地域の人びとの多くが職や住まい、家財、そして家族・友人をも失った。2012年3月28日時点の震災による死者は15,854名、住宅や建物の全壊・半壊の被害は38万4,509戸にのぼる(警察庁広報資料)。2012年3月1日時点における行方不明者は3,276名。なお、約34万4千名が避難生活を余儀なくされ、そのうち約390名が避難所生活を余儀なくされている(復興庁)。仮設住宅は2012年3月26日時点で53,077戸建設されているが、必要としている戸数はいまだ不足している(国土交通省)。予期せぬ大規模な自然災害は人びとの生活を一転させ、本格的な復興に向けた取り組みはまだまだ始まったばかりである。

東日本大震災だけでなく、ここ数年地震や津波、台風・ハリケーン等に代表される自然災害は世界各地で毎年のように起こっている。インドネシアのアチェを震源とした2004年の大型地震とその後の巨大津波では、スリランカやタイ、インドなどの近隣国を含む14カ国で23万人以上が犠牲となった。2005年にアメリカ南東部を襲った大型のハリケーン・カトリーナでは少なくとも1,836名が犠牲となり、その被害総額は810億米ドルにも上るといわれている。2008年の中国四川省での大型地震でも、6万8千人以上が犠牲になったと推測されている。同じく2008年にミャンマーを襲ったサイクロンも、10万人以上の人命を奪ったといわれている。また、バングラデシュでは毎年のように洪水によって何十万人もの人々が被害をこうむっている。2011年のタイの中心部での深刻な洪水でも1,360万人が影響を受け、洪水による被害想定額は457億米ドルとの試算もある。こうした自然災害による被害はアジア太平洋地域において特に顕著であり、気象災害による被害は気候変動によってさらに深刻化すると考えられている。

自然災害による影響は、社会インフラや行政機能が十分に整備されていない途上国でより深刻となることが多い(UNFCCC 2007)。しかし近年の大規模自然災害は、途上国のみならず、世界各国でさまざまな負の影響を与えてきている。2011年にタイ中心部で発生した局地的な豪雨による大規模洪水は、サプライチェーンを分断された世界各国の自動車産業や電機メーカー等に大きな打撃を与え、結果世界経済に大きな負の影響を与えることとなった。局地的な自然災害の発生が、経済のグローバル化による経済連鎖によって他地域の経済活動を脅かす要因となっている。

東日本大震災は、地震や津波の発生頻度が高い日本において、これまで経験したことのない甚大かつ広範にわたる被害をもたらした。この震災を通じ、今後は災害時の被害を最小化する減災に重点を移し、災害に強い地域づくりを推進する(復興庁東日本大震災復興

対策本部 2011)などこれまでの防災対策が抜本的に見直されるとともに、緊急事態に対応した迅速かつ柔軟な対応に不十分な点があったこと、今回のような激甚災害に対する原子力発電における安全対策が十分ではなかったことなどが明らかとなった。世界各国で洪水やハリケーン、干ばつなどによる被害が深刻化する中で、災害による被害をできる限り未然に防ぎ、被災した場合には、迅速な被害回復を促していくために、日本がこの震災で経験したことを広く世界各国、地域と共有することは重要である。

これまで、日本では集約的な電力供給システムが安定的な電力生産とその供給を可能としていたが、原子力発電所の事故によって、特に夏のピーク時における電力の安定的な供給が困難になった。このため、家庭や事業者、政府関係機関などすべてのセクターが電力使用の制限を余儀なくされた。また、2011年の8月26日には、再生可能エネルギーの導入を促進するための固定価格買い取り制度を導入する「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が成立した。原子力発電所は、東日本大震災の後、定期点検や福島原発事故への対応などもあり、順次その運用が中断されてきている。これらを受け、今後の温室効果ガスの中長期的削減のあり方も勘案しつつ、政府(内閣官房国家戦略室)においては、現時点でのエネルギーシステムを見直し、短期・中長期的な革新的エネルギー・環境戦略の策定を目指して、2011年6月22日に第1回「エネルギー・環境会議」を開催した。以降、政府は2012年3月末までに6回の会議を開催し、包括的かつ長期的なエネルギー政策の見直しのための議論が展開されてきている。

震災からの復興の過程で「絆」という言葉が注目を浴びたが、人びとのつながりや地域間のつながりは、迅速な復興支援を進めていくうえで不可欠なものであり、被災地の多くの人びとの生活を支えたことが改めて明確になった。NPOや多くのボランティアな団体や個人による様々な支援活動は、震災直後から復興にいたるすべてのプロセスで、被災した人々のニーズに寄り添う支援を展開する上で重要な役割を果たした。また、全国の自治体を通じた支援は生活に不可欠な水や食料、衣類、衛生品等の救援物資の供給を可能にした。さらに、交通網が遮断された状態にあっても、周辺自治体や自治会、NPO等による地域のネットワークを活用した支援は、復興支援の基盤を作り上げる上で大きな役割を果たした。

自然災害などによる大規模災害を予防し災害によるリスクを最小化していくために、今後、被害からの迅速な救済や中長期的な復興が効果的に進む、災害に強い対応力(レジリエンス)のある社会の構築を目指していく必要がある。レジリエントな社会とは、災害を緩和できるような防災システムを備えつつ、災害後に迅速に復興を遂げることができる持続可能な社会を指す。震災からの復興、そして減災・防災の備えを広く普及させると共に、レジリエントな社会の構築のためにはどのような対策が有効なのか、どのような政策的アプローチが必要なのかを見出すために、IGESでは昨年の2011年4月より本研究を開始した。本研究を通じて、災害に強い安定したエネルギーの供給、需要面により注目した持続可能なエネルギー政策、震災被害からの迅速な復興、減災・防災に資する政策アプローチの展開に貢献できることを願っている。

本報告書では、3つのテーマを中心に研究を行った結果を紹介している。第1に福島の原子力発電所事故後の日本の長期エネルギー供給オプションについて、原子力発電の依存度が2050年までに段階的に低減した場合に、不足する電力を再生可能エネルギーで補うシナリオの経済的コストについての検証と政策提言、第2に東日本大震災後の家庭部門における節電行動と節電推進のための政策の検討、そして第3に東日本大震災において自治体間連携が果たした役割を分析し、災害対応力(レジリエンス)を備えた社会構築に向けた自治体間連携、効果的な自治体連携の在り方についての検討と政策提言である。これらの3テーマは日常生活、経済活動、社会基盤整備を支える重要な要素であり、これらの政策提言を行うことで、経済・社会基盤の修復を含む被災地の復興に向けた迅速かつ効率的な

体制の構築が可能となるのではと考えている。さらにこれらのテーマは、世界各国と共有できるテーマでもある。大規模な自然災害が多発する昨今において、世界中で予測できない災害に対する危機管理、防災意識が高まってきている。こうした点からも、東日本大震災の経験を踏まえた災害への備え、災害からの復興、持続可能でレジリエントな社会の構築についての研究成果を発信することは、重要である。

IGES では、上記の3点に焦点を当て、災害による被害をできるだけ軽減させ、受けた被害を迅速に回復させるにはどういった社会システムの要素が必要なのかについて整理した。これらの要素を政策に組み込むことで、今後より深刻化するであろう自然災害に柔軟に対応できるレジリエントな社会が構築され、持続的で安定した日常生活や経済活動を行うことができるのではないかと考えている。IGES の震災研究をできるだけ多くの世界の人々に知っていただき、この報告書が減災・防災対策を組み込んだレジリエンスのある新たな社会システムの構築を世界中で検討してもらおうきっかけとなることを期待したい。

参考文献

警察庁. <<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>>, ACCESS:2012/03/30

国土交通省. <<http://www.mlit.go.jp/common/000140307.pdf>>, ACCESS:2012/03/30

内閣官房国家戦略室. <<http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20110622/siryoushou2.pdf>>, ACCESS: 2012/04/10

復興庁. <<http://www.reconstruction.go.jp/topics/120328hinansya.pdf>>, ACCESS: 2012/03/30

復興庁東日本大震災復興対策本部. 「東日本大震災からの復興の基本方針」, < <http://www.reconstruction.go.jp/topics/doc/20110729houshin.pdf> >, ACCESS : 2012/04/10

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) . 2007. Climate Change: IMPACTS, VULNERABILITIES AND ADAPTATION IN DEVELOPING COUNTRIES

第2章

エネルギーミックスの選択肢に関する経済影響評価 ～原子力の段階的な依存度低減シナリオ、2050年CO₂ 80%減は可能～

アニンディヤ・バタチャリヤ	IGES 経済と環境グループ政策研究員
ナンダクマール・ジャーナルダナン	IGES 気候変動グループ政策研究員
倉持 壮	IGES 気候変動グループ特任研究員

主なメッセージ

- 原子力への依存が段階的に低減してもCO₂排出の長期的大幅削減(2050年に1990年比-80%)を図ることは可能。
- 原子力への依存が段階的に低減するシナリオを原子力に依存し続けるシナリオと比べた場合、年間のコスト増加は長期的には平均でGDPの0.13%程度と限定的。
- 原子力への依存が段階的に低減する中でCO₂排出を大幅削減するには、再生可能エネルギー、CO₂回収・貯留(CCS)技術を最大限活用する必要があり、これら技術・産業を早急に開発・育成することが重要。
- 2030年頃までは天然ガス需要が大幅増加するため、新たな天然ガス調達先の確保が重要。
- 原子力依存度の低減と低炭素社会を同時に実現するには、ライフスタイルと経済構造の変化を通じた一層のエネルギー消費抑制が重要。

1. 東日本大震災と将来エネルギーシナリオ

これまで原子力は低コスト、低排出および不安定な国際エネルギー市場への依存度を低減できる理想的な電力源と見られてきた。しかし2011年3月の東日本大震災および福島原発事故により、日本はエネルギー・環境戦略の全面的見直しを迫られている。原子力依存度を低減する場合の代替としては化石エネルギーと再生可能エネルギーが想定されるが、これまでのエネルギー供給面における議論は主に短期的な発電コストの変化に集中しており、長期的なコストの変化等はなされていない。また、政府は国内外で2050年における温室効果ガス(GHG)排出量の1990年比80%削減を表明しているが、この長期的なGHG排出量削減目標を踏まえた分析はまだ少ない。

本研究ではCO₂排出量を2050年までに1990年比で80%削減する前提の下、福島原発事故以前のエネルギー基本計画のように原子力が将来にわたり増えていくシナリオと、原子力が2050年までに段階的に低減するシナリオとでエネルギーシステムの姿にどのような差が出るのかを比較した。分析にはエネルギー技術経済モデルを用い、以下の3点：(1)国全体のエネルギーシステムコスト、(2)CO₂排出量、(3)エネルギー輸入量、に鑑み、原子力依存度を低減しつつ低炭素社会を実現する場合の経済的な影響について定量的に分析した。

なお、本稿の基となる英語版の報告書においては、2050年までの長期CO₂排出削減目標がない場合に原子力の代替エネルギー源の選択(化石燃料依存と再生可能エネルギー推進)が日本のエネルギーシステムにどのような影響を与えるか、についても分析している。この結果については英語版の報告書を参照されたい。

2. 分析方法と将来シナリオ

本研究における時間スケールは 2005 年から 2050 年までとした。分析にはエネルギーシステムの最適化モデルである TIMES 統合評価モデル (TIAM, version 4.4.3) を用いてシミュレーションを行った。TIAM は国際エネルギー機関 (IEA) のエネルギー技術システム分析プログラム (ETSAP) の下に 1980 年代から開発され、世界中で幅広く利用されている線形計画モデル、MARKet Allocation (MARKAL) 系の多地域版モデルである。

MARKAL 系モデルの簡易エネルギーフローを図 2.1 に示す。エネルギー源、エネルギー供給技術、エネルギー需要技術およびエネルギーサービス需要はエネルギーキャリアによりネットワーク化されている (田部 (2009))。MARKAL 系モデルの目的関数はエネルギーシステムコストの最小化であり、各シナリオに基づき推計された将来のエネルギーサービス需要に関するデータ、エネルギーサービス需要を満たすために利用される将来断面におけるエネルギー技術に関する各種データ、そして CO₂ 排出量などの各種制約条件を入力することにより、経済的なエネルギーシステムの最適解が得られる。TIAM では世界を日本など 15 の地域に分割しており、各地域内のエネルギーシステムの最適化だけでなく、各地域間のエネルギーの輸出入の分析や世界全体での CO₂ 排出制約における最適なエネルギーシステムの算出、といった分析ができる。TIAM の詳細については以下の文献 (Loulou, 2007; Loulou and Labriet, 2007) を参照されたい。

本分析における主要指標の一つであるエネルギーシステム総コストは、2010-2050 年における日本のエネルギーシステム全体の固定費、投資費、化石燃料輸入費を含む変動費の総和の正味現在価値 (NPV) と定義し、NPV は割引率 5% で計算した。また、エネルギー技術の選択に関しては内部収益率 10% を想定した。

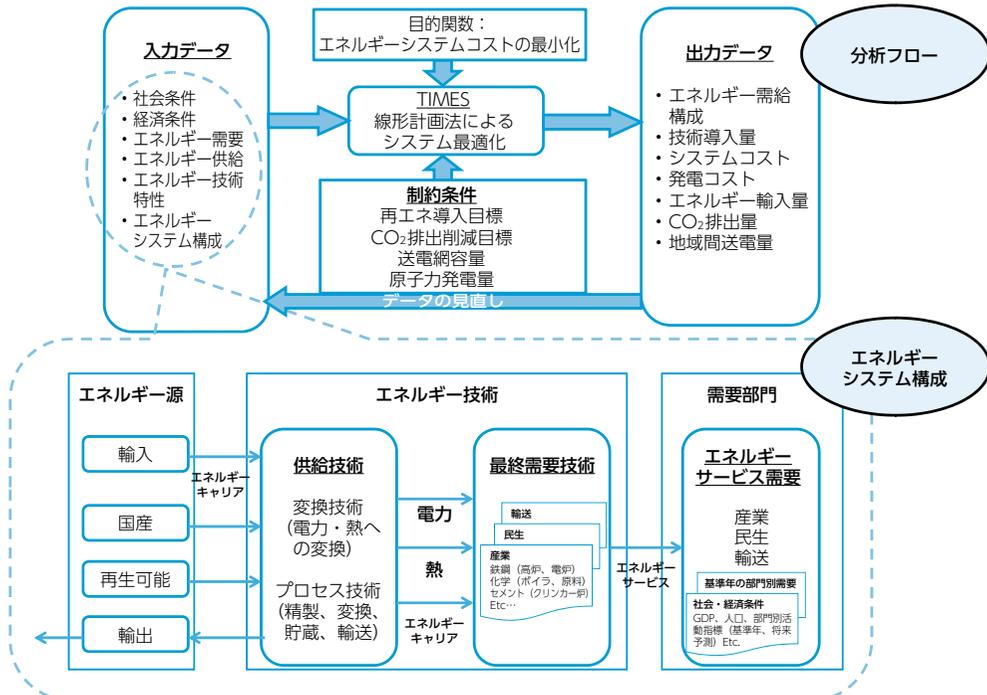


図 2.1 : MARKAL 系モデルの簡易エネルギーフロー (出典 : 佐藤 (2005) を基に、筆者作成)

2.1 分析したシナリオ

福島原発事故以後の日本の電力供給については下記の2つのシナリオを想定し、各シナリオにおいてコスト最小となるような具体的な電源構成およびその場合の国全体のエネルギー供給システムコストを検証した。両シナリオにおける2050年までのCO₂排出量については、1990年の水準(11.4億トン)に対して2020年に17%減、2030年に40%減、そして2050年に80%減と想定した。

① レファレンス(REF-LC)シナリオ

福島原発事故以前のエネルギー政策を維持しつつ、2050年におけるCO₂排出量を1990年比80%削減するシナリオ。エネルギーシステム総コストの最適化を優先させるため、原子力を除いて2010年エネルギー基本計画に示された目標を外パラメータとしては反映させていない。

② 段階的原子力依存低減(NPO-LC)シナリオ

2050年までに原子力発電が段階的に低減することを想定しつつ、2050年におけるCO₂排出量を1990年比80%削減するシナリオ。

表2.1に比較した2つのシナリオの主要前提条件を示す。再生可能エネルギー技術については、環境省中央環境審議会(以下、中環審)地球環境部会にて議論されている中長期における最大導入に関する議論(環境省2011a, 2011b)を参考に上限値を設定した。

表 2.1 : 比較した2つのシナリオの主要前提条件

シナリオ		レファレンス(REF-LC)	段階的原子力依存低減(NPO-LC)
CO ₂ 排出削減目標(1990年比) ¹⁾		2020年:17%, 2030年:40%, 2040年:60%, 2050年:80%	
発電技術			
原子力(総発電量に占める割合)		2010年エネルギー基本計画に準拠し推定 2020:40%, 2030:50%, 2050:65% ²⁾	以下の条件を参考に各将来断面の割合を推定: - 福島第一・第二の全基廃炉 - 操業40年を迎えた原子炉の停止 - 新規発電所の建設なし - 残存発電容量の60-70%程度が稼働率70%で操業
天然ガス(LNG)・石油火力		最低20% ³⁾	
再生可能エネルギー	風力	上限値を設定。2020:20GW, 2030:30GW, 2050:90GW	
	太陽光	上限値を設定。2020:30GW, 2030:50GW, 2050:180GW	
	水力(揚水以外の全て)	最大30GW(上限値)	
	地熱	最大14GW(上限値)	
その他の技術に関する想定			
バイオ燃料 ⁴⁾	輸送部門	上限値を設定。2020:27PJ, 2030:60PJ, 2040:100PJ, 2050:150PJ	
	その他の部門	上限値を設定。2020:50PJ, 2030:230PJ, 2040:400PJ, 2050:570PJ	
CCS ⁵⁾	商用開始年	2020	
	年間容量の制約	上限は設けていない	

¹⁾ 全ての削減目標は国内の正味の排出削減であり、土地利用・土地利用変化および森林による排出量の変化およびグリーン開発メカニズム等を通じた海外クレジットの購入は考慮していない。

²⁾ 本研究では原子力発電について、絶対量での制約をかけた場合に電源構成が非現実的なものになってしまうことを避けるため、相対量について制約をかけた。

³⁾ ピーク電力供給や再生エによる不安定な出力のバランスを取るために設定した。

⁴⁾ バイオエタノールおよびバイオディーゼルを指す。

⁵⁾ セメントや鉄鋼生産プロセスからのCO₂回収はTIAMモデルには含まれていない。産業部門におけるCCSの将来性および技術性・経済性についてはKuramochi et al. (2012)等を参照されたい。

2.2 社会・経済活動指標に関するデータ

エネルギーシステム分析においては、将来における社会・経済の活動指標の想定がモデル出力結果に大きな影響を与える。2050年までの社会・経済活動指標予測については、環境省中環審地球環境部会 2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会技術WG提出の資料(環境省 2011b)を参考とした。本研究にて使用された主な活動指標および化石燃料価格のデータを表 2.2 に示す。使用した活動指標予測における 2050年の社会像は、平成 22年度の環境省中長期ロードマップ策定の際に想定した 2020・2030年の社会の延長線上にあるとの想定である。この活動指標予測においては、カーシェアリングなどのライフスタイルの変化ならびに工業生産の変化などの経済構造の変化によるエネルギーサービス需要およびエネルギー需要の抑制も一定程度考慮されている。化石燃料価格に関しては、表 1 に示した数値はあくまで初期入力値であり、実際の価格はモデル内のエネルギー需給により内生的に決定される。

表 2.2：本分析で使用された主な活動指標(全て対 2005年比の相対値)および化石燃料価格データ

パラメータ	値			
	2010(実測値)	2020	2030	2050
活動指標(対 2005年の相対値(環境省 2011b))				
実質 GDP	1.00	1.21	1.37	1.55
人口(POP)	1.00	0.97	0.91	0.76
世帯数(HOU)	1.04	1.07	1.05	0.96
一人当たりの GDP (GDPP)	0.99	1.25	1.50	2.04
化学部門(エチレン生産量)	1.00	0.93	0.91	0.59
鉄鋼部門(粗鋼生産量)	0.98	1.06	1.06	0.75
旅客輸送(人-km)	0.98	0.95	0.93	0.87
貨物輸送(トン-km)	0.92	1.06	1.10	1.20
商業床面積(m ²)	1.04	1.10	1.09	1.08
化石燃料価格*(IEA World Energy Outlook 2010 (IEA, 2010a) 報告値に準拠)				
石炭(\$ ₂₀₀₅ /GJ LHV)	3.1	3.5	3.6	3.6
石油(\$ ₂₀₀₅ /bbl LHV)	75	106	120	162
天然ガス(\$ ₂₀₀₅ /GJ LHV)	9.3	11.7	13.1	12.6

* LHV は低位発熱量(lower heating value)を意味し、燃焼により生成する水蒸気が凝縮する際に得られる凝縮潜熱を含まない発熱量を指す。

2.3 エネルギー技術データ

エネルギー技術に関する技術・経済特性データについては、TIAM モデルには 1,000 以上の技術が登録されており、本研究では発電技術に関するデータのみをアップデートした。火力発電技術データについては、オランダのエネルギー技術経済モデル分析のために 2040 年までの CCS を含めた技術・経済特性データセットを作成した van den Broek et al. (2008) を参考にし、国家戦略室コスト検証委員会の報告書(NPU, 2011)に公表したデータとの整合性を図った。経済特性データについては日本の方が欧米に比べ建設費が高いため、ロケーションファクターを乗じた。詳細については英語版の報告書を参照されたい。

原子力発電に関しては、設備費は国家戦略室コスト検証委員会の報告書(NPU, 2011)を参考にした。運転維持費については国家戦略室コスト検証委員会の報告書(NPU, 2011)および試算シートを参考に、割引率3%にて廃炉費用、事故リスク対応費用、政策経費、核燃料サイクル費用の合計(1キロワット当たり約2円)を追加的に計上した。

風力および太陽光発電技術に関する経済特性データについては筆者自ら計算を行った(表2.3を参照)。将来に渡る設備費については風力についてはIEA Energy Technology Perspectives 2010(IEA, 2010b)を、太陽光についてはIEA Technology Roadmap(IEA, 2010c)を参考にし、日本の建設費が他国に比べ高いことからロケーションファクターを乗じた。また電力システムの安定化に係る設備費用については、環境省中環審地球環境部会2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会へ提出された資料(環境省, 2012)を参考に算出、計上した。系統安定化費用は再エネ導入が大規模になる2030年以降に増大すると想定しているため、2030年以降の風力・太陽光発電技術のキロワット当たりの設備費用は横ばいか若干上昇する結果となっている。なお、地熱および水力発電技術のデータについては国家戦略室コスト検証委員会の報告書(NPU, 2011)を参考にした。

表 2.3 : 太陽光および風力発電技術の設備費用(単位: USD₂₀₀₀/kW)

技術		年				
		2010	2020	2030	2040	2050
太陽光(PV)	電力網非接続	4,750	2,310	1,640	1,620	1,390
	電力網接続	3,270	1,640	1,190	1,250	1,100
風力	陸上	1,460	1,380	1,300	1,420	1,340
	洋上	2,590	2,400	2,220	2,230	2,050

3. 将来の電源構成：CO₂排出量に関する分析結果

3.1 最終エネルギー消費の経年推移

段階的原子力依存低減(NPO-LC)シナリオにおける部門別およびエネルギーキャリア別の最終エネルギー消費の推移を図2.2に示す。エネルギーキャリア別に見ると、化石燃料使用はNPO-LCシナリオでは2009年に総最終消費量の73%を占めていたものが2050年には41%まで減少する。

部門別に見ると運輸部門の最終エネルギー使用が大幅に減少する点については、2050年におけるガソリン車およびディーゼル車の燃費が2005年水準から2倍程度改善すると想定していること、および2050年にはほとんどの乗用車が電気駆動(力学的エネルギーに100%転換)になり、貨物車のかなりの部分が水素駆動(ガソリンやディーゼルよりも大幅に力学的エネルギー転換効率が改善)になると想定していることが、主な要因である。

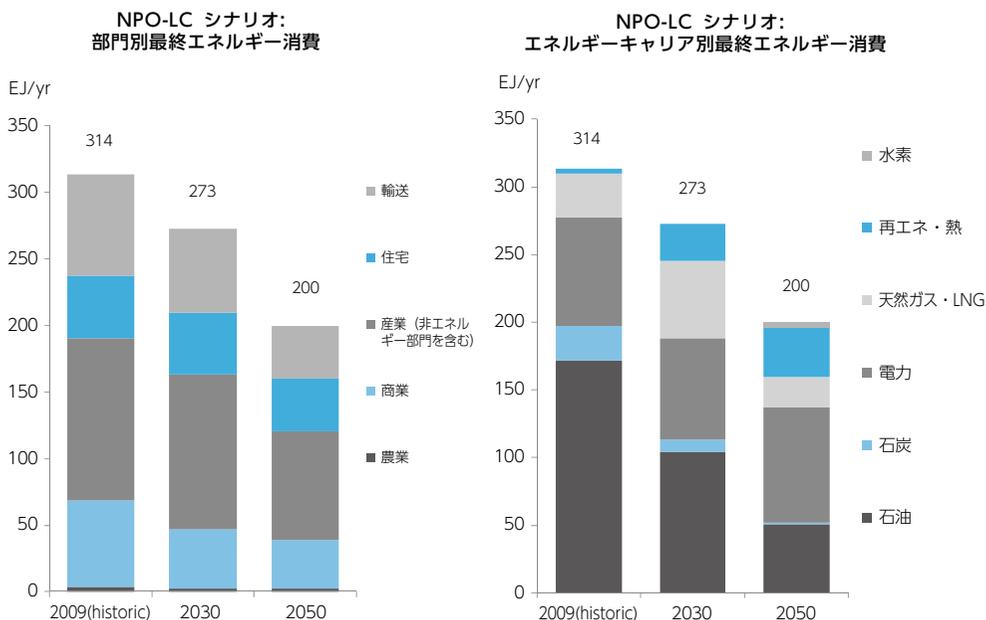


図 2.2：部門別最終エネルギー消費(左)とエネルギーキャリア別最終エネルギー消費(右)の推移

3.2 電源構成

図 2.3 に段階的原子力依存低減 (NPO-LC) シナリオおよびレファレンス (REF-LC) シナリオにおいてコストが最小となる電源構成を示す。発電量が 2030 年から 2050 年にかけて大幅に増加するのは、CO₂ 排出削減目標を達成するために、最終エネルギー消費の脱炭素化のために、化石燃料の直接消費から再生可能エネルギー由来および CCS 付の火力由来の電力への切り替えが必要となるためである。また、NPO-LC シナリオの方が限界発電費用が安いために、総発電量が多くなる結果となった。再生エネルギー由来の電力導入に関しては、NPO-LC シナリオにおいては風力発電が 80GW、太陽光発電が 176GW とほぼ最大限(上限は風力発電 90GW、太陽光発電 180GW)まで配備される。他方、REF-LC シナリオにおいては、風力発電は比較的多く (59GW) 配備されるものの、太陽光発電の配備は 38GW と限定的である。REF-LC シナリオにおける 2050 年の原子力発電量は 63GW となった。

2030 年までは、日本の電力供給は天然ガス火力発電に大幅に頼らざるを得ない。これは、再生エネルギーによる発電量が十分に大きくなるまでは、天然ガス火力発電が CO₂ 排出量を最小限に抑えながら原子力発電の減少分を埋める唯一のオプションであるためである。どちらのシナリオにおいても、CO₂ 排出削減目標を達成するために石炭火力発電は 2030 年頃までは大幅に減少するが、2030 年以後は低コストの CCS が導入されるため石炭火力発電は再び市場に戻ってくる。ほぼすべての化石燃料火力発電が、CCS を通じて脱炭素化される結果となった。本研究では CCS の商業的導入は 2020 年以降と仮定したが、化石燃料に依存しつつ大規模な CO₂ 排出削減を行うには、早急な国内 CCS 技術・産業の育成の必要性を本結果は示唆している。

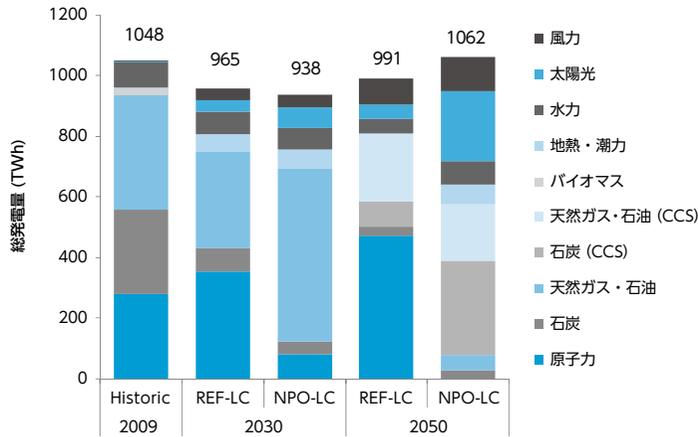


図 2.3：各シナリオにおける電源構成

3.3 CO₂ 排出量

REF-LC および NPO-LC 両シナリオにおける CO₂ 排出量の内訳を図に示す。NPO-LC シナリオにおいては、CO₂ 生産量の約 3 分の 2 を電力部門が占め、残りの大半を輸送および発電以外のエネルギー転換部門を占める。REF-LC シナリオにおいては発電部門の CO₂ 生産量が少ないものの、全体的な傾向は似ている。大きく異なるのは CCS による CO₂ の貯留量である。REF-LC シナリオでは 2050 年において年間約 1 億 8000 万トンの CCS が必要であると計算されたが、NPO-LC シナリオについてはそれよりはるかに多い年間約 3 億 5000 万トンの CCS が必要であると算出された。

NPO-LC シナリオにおける 2050 年までの CO₂ の合計貯留量は約 40 億トンにも上る。日本における上記のような大規模な CCS の展開の実現可能性については、(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)が CO₂ の貯留ポテンシャルに関する調査を行っている。これによると構造性帯水層の基礎試錐データがあるものに限っても 52 億トン程度と推定されており、また全ての帯水層を含めると 1461 億トンに上るといふ (Ito, 2008)。まだ CO₂ 貯留の長期的な経済ポテンシャルについては研究が進んでいないが、NPO-LC シナリオにおける CCS 必要量は不可能な数字ではないと言える。

しかし、CCS のような特定の低炭素技術に大きく依存するのは好ましくない。原子力への依存が段階的に低減する中で 2050 年における CO₂ 排出量の 1990 年比 80%削減を目指すには、エネルギー供給側の低炭素化とともに、ライフスタイルおよび経済構造の変化によるエネルギー需要の抑制が一層重要になってくる。

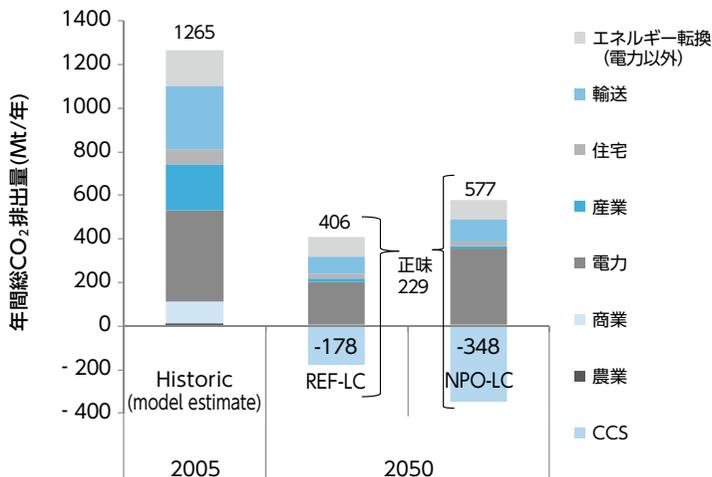


図 2.4 : 2050 年における CO₂ 排出量の内訳 (2005 年排出量のモデル推計も参考として表示)

3.4 エネルギーシステム総コストと化石燃料輸入コスト

図 2.5 (下) は NPO-LC シナリオの 2010-2050 年におけるエネルギーシステム総コスト (化石燃料輸入、投資費、固定費、その他変動費の総和の正味現在価値 (NPV)) の対レファレンスシナリオ (REF-LC) 比の変化を示している。投資費用以外の費用要素は全て増加し、合計で 1%増加することが示唆された。これは NPV で 920 億 USD₂₀₀₀ (約 9 兆円) に相当する。年間のエネルギーシステム総コストの増加は平均で GDP の約 0.13% 程度である。このコスト増加のうち約 900 億 USD₂₀₀₀ を化石燃料輸入費が占める。この主な理由としては、中期的には再生可能エネルギーの導入速度が原子力発電の減少速度に追いつかないため、CO₂ 排出量を削減するには天然ガス需要を大幅に増加させねばならないためである (2030 年には対 REF-LC シナリオ比で約 50%)。

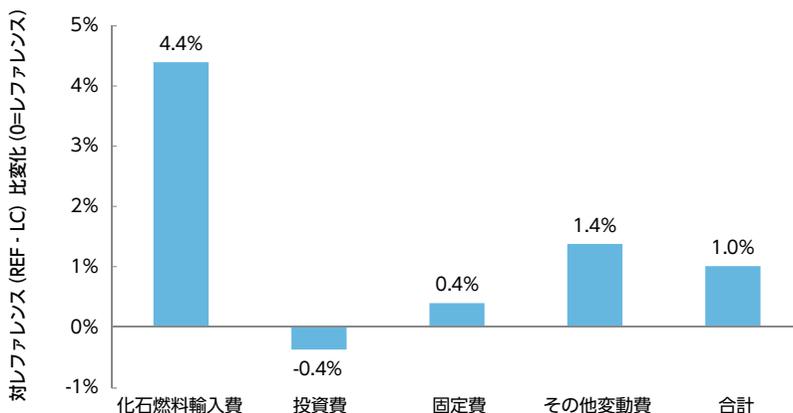


図 2.5 : 2010-2050 年における段階的原子力依存低減シナリオ (NPO-LC) エネルギーシステムコスト (化石燃料輸入、投資費、固定費、その他変動費の総和の正味現在価値) の対レファレンス (REF-LC) 比の変化

注 : NPO-LC の各費用要素を REF-LC のそれと比較しているため、各費用要素の変化の和は総コスト (合計) の変化とは一致しないことに留意

4. CO₂ 排出量の長期的大幅削減に向けた合理的選択

2050年までにCO₂排出量を1990年比80%削減する前提の下、原子力依存シナリオと段階的原子力依存低減シナリオについて最終エネルギー消費、電源構成、CO₂排出量の内訳、国全体のエネルギーシステムコストおよびエネルギー輸出入量をTIMES Integrated Assessment Modelを用いて定量的な分析・比較を行った。その結果、原子力に依存せずとも限定的な追加費用で2050年80%削減を達成できる可能性が示唆された。本研究から得られた結果から、以下の提言を行う。

原子力への依存が段階的に低減してもCO₂排出量の長期的大幅削減(2050年に1990年比-80%)を図ることは合理的な選択肢

本研究では原子力への依存が段階的に低減しても限定的な追加費用でCO₂排出量を2050年までに1990年比80%削減させることができることが示唆された。これに加え、原子力事故のリスクへの対応や国内再生可能エネルギー産業の発達および雇用の創出の将来性を考慮すれば、原子力に依存せずに80%削減目標を目指すのは合理的な選択肢である。

再生可能エネルギー促進のための規制改革、電力インフラの技術的・制度的改革および産業育成のための更なる財政支援が必要

上記の原子力に依存しない低炭素社会の実現には、国内の再生可能エネルギー産業の発展は必要不可欠である。規制改革を通じた再生可能電力生産の促進と共に、出力の変動を伴う、又は分散型のエネルギー供給システムの大量導入を可能とする電力インフラの技術的・制度的改革、具体的には、充電システムの有効活用、電力システムの広域的運用等を促進する改革が必要である。さらに国内の再生可能エネルギー産業が国際的な競争力をつけられるよう、長期計画に基づいて産業育成のための国家的な財政支援を行う必要がある。

CCS技術の早期の商業化のための投資が必要

本研究で示唆された原子力に依存しない2050年80%削減も大規模なCCSの必要性を示唆している。しかし、CCS技術はまだ商用化されていないため、できるだけ早期の大規模導入へ向けた技術開発および投資を積極的に行う必要がある。同時に、CCS技術はいまだ成熟していない事に加え、日本においてはパイプライン輸送および地下貯留の地質的な脆弱性も考慮しなければならないため、CCSに過度に依存するような状況は避けるべきである。

短中期(2030年頃まで)の追加的な天然ガス調達先の確保

原子力のフェーズアウトとCO₂排出削減を同時に行う場合、短中期的には天然ガスの需要が大幅に増加することが示唆された。現在も日本は天然ガス供給を全面的に輸入に頼っているが、更なる天然ガス調達先の確保が重要になる。

社会・政治状況および消費者行動に即した施策が必要

本研究はエネルギーシステムコスト最適化の結果として、省エネ・節エネを通じた最終エネルギー消費の大幅な削減および低炭素電力へのシフトを示唆している。しかし、消費者の行動は必ずしも経済的に最適なものではないため、モデルが示唆するようなエネルギー消費の削減が自動的に達成されるわけではない。したがって、示唆されたエネルギー消費削減を確実に実施するためにも消費者行動を考慮した施策が必要である。

ライフスタイルおよび経済構造の変化によるエネルギー需要抑制が一層重要

CCSおよび再生可能エネルギー技術の大規模導入に必要な施策を打ったとしても、長期的なポテンシャルには常に不確実性が伴う。原子力に依存せずにグリーン・エコノミー

を実現するには、ライフスタイルおよび経済構造の変化を促すようなエネルギー需要抑制策が一層重要になる。日本は今まさに曲がり角に差し掛かっており、2050年グリーン・エコノミー実現へ向けた長期ビジョンを描くよい機会である。今般のエネルギー供給力不足への対応策、そして東北地方の被災地域における地域社会の復興は、全国的なグリーン・エコノミー実現に先駆けたよい前例となる可能性を秘めている。

参考文献

van den Broek, M., Faaij, A., Turkenburg, W., 2008. Planning for an electricity sector with carbon capture and storage. Case of the Netherlands. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 2, 105-129.

IEA, 2010a. *World Energy Outlook 2010*. International Energy Agency, Paris, France.

IEA, 2010b. *Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios & Strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris, France.

IEA, 2010c. *Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy, Current*. International Energy Agency, Paris, France.

Ito, A., 2008. Current Status of CCS in Japan, in: *FutureGen Workshop 2008*, Tokyo, Japan. Research Institute of Innovative Technology for the Earth, Kizugawa, Kyoto, Japan.

Kuramochi, T., Ramírez, A., Faaij, A., Turkenburg, W., 2012. Comparative assessment of CO₂ capture technologies for carbon-intensive industrial processes. *Progress in Energy and Combustion Science* 38, 87-112.

Loulou, R., 2007. ETSAP-TIAM: the TIMES integrated assessment model. part II: mathematical formulation. *Computational Management Science* 5, 41-66.

Loulou, R., Labriet, M., 2007. ETSAP-TIAM: the TIMES integrated assessment model Part I: Model structure. *Computational Management Science* 5, 7-40.

環境省, 2011a. 平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査。

環境省, 2011b. 中央環境審議会地球環境部会平成 24 年 2 月 22 日 2013 年以降の対策・施策に関する検討小委員会(第 9 回)資料 2: 技術 WG とりまとめ。

環境省, 2012. 中央環境審議会地球環境部会 平成 24 年 3 月 2 日 2013 年以降の対策・施策に関する検討小委員会(第 11 回)エネルギー供給 WG 現時点でのとりまとめ。

国家戦略室, 2011. コスト等検証委員会報告書および発電コスト試算シート。

佐藤治, 2005. 我が国の長期エネルギー需給シナリオに関する検討。日本原子力研究所、茨城県那珂郡東海村。

第3章

震災直後の節電実態から学ぶ 効率的エネルギー利用の推進方策

片山 秀史 IGES プログラムマネジメントオフィスシニアコーディネーター
小野川 和延 IGES プログラムマネジメントオフィスシニアフェロー

1. 震災後の節電行動の概観

2011年3月11日の福島第一原発事故以来、日本において原子力発電所の操業が定期点検などのために次々と停止され、2012年5月5日には54基(廃止された4基の福島原発を含む)すべての原子力発電所が発電を停止した。現在日本は深刻な電力供給上の危機という大きなエネルギー制約に直面しているが、この状況は単に現時点での短期的な対応方策の問題にとどまらず、持続可能な社会の形成を実現していくうえでの長期にわたるエネルギー政策のあり方についての基本的な議論をも巻き起こしている。これを受け、新たなエネルギー・環境戦略の策定に向けて、内閣のエネルギー・環境会議が、総合エネルギー資源調査会及び中央環境審議会における議論を踏まえて検討を進めている。

こうしたエネルギーに関する戦略策定には、供給側からの検討と併せて需要側からも検討を行うことが必要である。とりわけ使用量のコントロールが難しい家庭部門におけるエネルギー需要については、政府や自治体が行うトップダウンのアプローチに加えて、住民によるボトムアップのアプローチも極めて重要である。このようなボトムアップの検討を行うためには、市民の行動様式や各家庭で利用可能なインフラ技術の変革等を視野に入れつつ、各家庭での省エネルギー・節電対策など、住民がとりうる対応策とそれを支援する施策とを総合的に強化していくことが必要となる。

日本においてはこれまで先進国の中ではきわめて厳しい省エネ施策が展開されてきた。また、民生家庭部門における省エネの取り組みでも、家電機器等へのトップランナー方式に基づくエネルギー効率基準の設定、高効率の家電機器の購入に対する資金的優遇措置、段階的電力料金の設定等によるエネルギー使用効率の向上や需要抑制など、さまざまな施策が講じられてきた。さらに、クールビズ(夏季における軽装)を推進することなど、市民のライフスタイルの変容も広報による啓発等を通じて実施されてきている。しかしながら、民生家庭部門のエネルギー消費は増加傾向が継続し、2009年度には第1次オイルショックの始まった1973年度に比べて消費量が2.4倍となり、運輸部門(1.9倍)とともに大幅な増加となっている。これらは主として核家族化による世帯数の増加と併せ、住居床面積の増加や家庭での保有電気機器の増加など生活水準の向上による使用エネルギーの増加によるところが大きいものと考えられる。この間に産業部門のエネルギー消費が0.9倍と逆に減少していることを考えれば、民生部分のエネルギー消費をコントロールしていくための新しい方策の検討が必要になる。

こうした経験を通じて、日本では国民の意識が大きく転換しつつあり、省エネルギーの進め方について様々な可能性が明らかになってきている。このような可能性については、産業部門、運輸部門及び民生部門についてそれぞれの検討を行う必要があるが、民生部門についてはその需要のコントロールがとりわけ難しいところから、産業部門や運輸部門と

は違った多面的なアプローチが必要である。たとえば、地域におけるエネルギーの需給バランスを考える上で、地域特性の把握は重要である。それぞれの地域の気候、家屋特性、保有するエネルギー使用機器の特性等を踏まえることで、効果的かつ持続可能な需要側の省エネルギー対策に誘導するための政策の検討が可能となる。

また、省エネルギー行動に対する関心や積極性は対象となるグループの年齢や世帯構成などによっても異なってくることから、民生部門において効果的な省エネを進めていくためには、さまざまな省エネに向けての行動変容について、世帯構成や年代などを踏まえて実態把握を行うことが必要である。このような関連性の分析を行うことにより、今後のエネルギー利用効率化に向けた実行可能な取り組みや節電の定着などについて、示唆を得ることができよう。

なお、電力供給能力不足に直面している日本においては、省エネルギーあるいは節電を検討するに際して、ピーク需要をカットして瞬間的な需要量を供給能力の枠内に収めることがまず求められる。その一方で、長期的に持続可能な社会の形成を目指していくうえで、ピークカットではなくエネルギーの総使用量そのものの削減を図っていくことが重要であり、本研究ではこの後者の視点から検討を行うこととした。

2. 神奈川県における家庭の節電行動の評価

2.1 実態調査

民生分野における具体的な節電行動について解析するため、首都圏においてまとまったエネルギー消費規模があり、その気候要素の変動が比較的緩やかな神奈川県を対象地域として選定し、神奈川県下に在住の既婚成人 1,000 人(1,000 世帯)に対して 2012 年 1 月にインターネットによる調査を行った。調査対象の選定にあたっては、年代別および性別で国勢調査の構成に近づくよう配慮した。

この調査では対象となった 1,000 世帯から、東日本大震災前後となる 2010 年及び 2011 年の各月の電気、ガス及び灯油の各使用量に加え、冷暖房・照明の使用状況や家電製品保有状況などの情報を収集した。また夏、冬、及び通年での各種節電行動に関する知識や節電・省エネ行動について、51 項目にわたり実態を把握した。加えて、昨夏に国および神奈川県が実施した家庭部門における節電・エネルギー政策等の認知状況についても調査した。

2.2 家庭における消費電力量と節電

① 消費電力量の推移比較と節電効果

東京電力の配電区域と行政区画が一致していないため、東京電力は神奈川県という行政区画についての消費電力量を公表していない。このため、本調査の対象とした 1,000 件の家庭の消費電力量の情報から、神奈川県下における一世帯の月当たり平均消費電力量の震災前年である 2010 年および震災年である 2011 年についての推移および同じ一世帯の各月ごとの削減した平均消費電力量を比較した。(図 3.1)

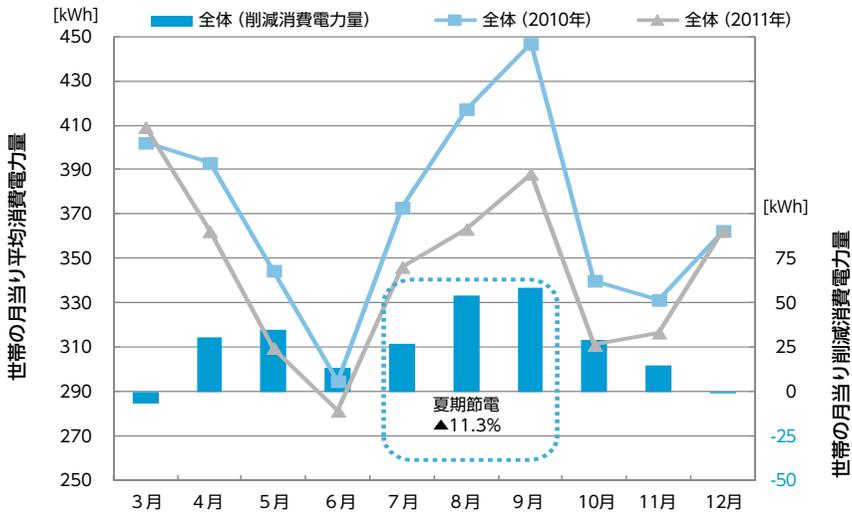


図 3.1：神奈川県における一世帯当たりの月別消費電力量と対前年削減した消費電力量の推移(温度補正済み) (N=961)

なお、この検討に当たっては、「電力需要抑制(節電)」行動による正味の節電効果を抽出するため、消費電力量に影響を及ぼす要因の中で最も影響が大きいと考えられる気温について、2010年と2011年の夏の気温が同等とした場合を想定した消費電力量の気温補正を行った。

図 3.1 から明らかな通り、3月11日の震災の影響を受けて電力需給の逼迫が伝えられた4月以降は、2010年に比較して電力の消費が抑えられている。なお、3月14日を初日として週末を除く平日の9日間、概ねすべての事業所や家庭を対象に輪番で数時間づつ限定的な計画停電が東京電力管内で実施された。従って、2011年3月の消費電力量には、この影響が内包されている。なお東京電力は、2011年3月末には暖房のための電力需要が減少してくることから4月以降の計画停電を実施しない方針を打ち出しており、その後、計画停電は実施されていない。

またいずれの年も6月には、消費電力量が最小となっている。これは消費割合が最も大きいと言われているエアコンの使用がこの時期に最少となると考えられるためであり、エアコンの使用が消費電力量推移の増減に強く影響していることが見て取れる。

6月以降には、政府が「節電サポート事業」などの節電キャンペーンを実施したこともあり、7月から9月までは2010年に比較して節電効果がみられた。しかしながら、このようなキャンペーンが終了した10月以降はエアコンの使用時間が少なくなることもあり、節電効果は下がり始めている。なお、「節電サポート事業」によるキャンペーンは、エアコン使用に対するものを第一とされていたことから、一部には熱中症となる事例が社会問題として報告されるケースが出るほどエアコンの使用を控える節電努力が家庭を中心において行われた。

2011年夏期(7月～9月)の神奈川県下の世帯当たりの節電効果は、図 3.1 から以下の

$$\text{世帯当たりの夏期の節電効果(\%)} = (\text{平成 22 年夏期消費電力量(温度補正済み)} - \text{平成 23 年夏期の消費電力量}) \div \text{平成 22 年夏期消費電力量} \times 100$$

のとおり算出すると、神奈川県においても、東京電力管内の販売電力量対前年比の値とほぼ同程度の▲11.3%の節電効果が得られていたことが判明した。東京電力管内全体での販売電力動向によれば、2011年夏季(7～8月合計)において家庭において対前年比約11.8%(気温影響補正済み¹)の電力使用量の削減があったことが報告されている。その結果、1世帯あたり夏期の節電量は約87kWhであり、これをベースに神奈川県の全世帯(3,784,887世帯)での節電効果を推計すると神奈川県全体での2011年夏季2ヶ月間の家庭における節電量は、約328GWhであったと考えられる。

同様に、神奈川県では、平年気温の場合冬期は12月から2月と考えられるが、今回の調査期間が2010年1月～2011年12月までであったため、ここでは、12月の1か月のみでの比較となるが、消費電力量はほぼ同じであり、差はみられていない。冬期においては、震災から半年以上の時間が経過して節電の意識が希薄になっていったことなどがその原因として考えられる。

② 節電の世代間の特徴

節電への取り組みは年齢層によっても異なってくる。図3.2では、エアコン使用が多い期間である7月から9月を夏期とした節電対応について、年齢層を比較することでその結果を示した。これから明らかなように、60歳代までは、節電率が単調に増加する傾向がある。その一方で、20～30歳代のグループの節電率は半分以下と少なかった。今後、対策をさらに進める上で、この若年層へのグループへの働きかけが重要となると考えられる。

同様に、図3.3に節電キャンペーンが終了した冬期を含む年間通期の節電効果を示す。この図から明らかな通り、通年でみても夏期同様の年代構成の特徴があり、若年層を対象に一層の節電行動を定着させることが課題といえる。特に、20歳代では通年でみると増エネになっていることから、ライフスタイルの変容などにより、年間を通じて節電行動の定着を図ることが必要である。

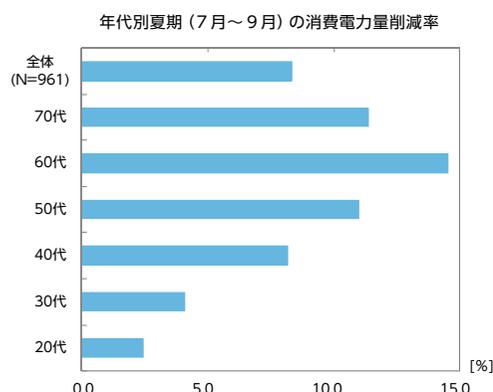


図 3.2 : 年代別及び全体の夏期(7月～8月)節電率(N=961)

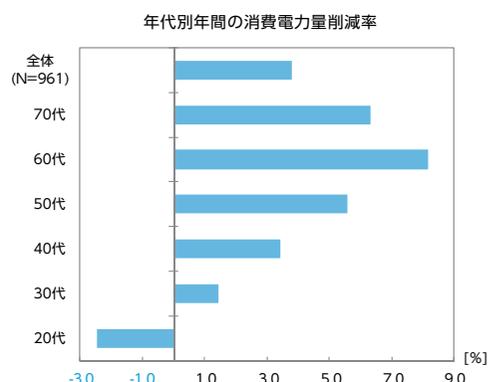


図 3.3 : 年代別及び全体の年間の節電効果(N=961)

¹ 東京電力では、2010年が猛暑であったことからその気温影響を+3%程度と試算している。

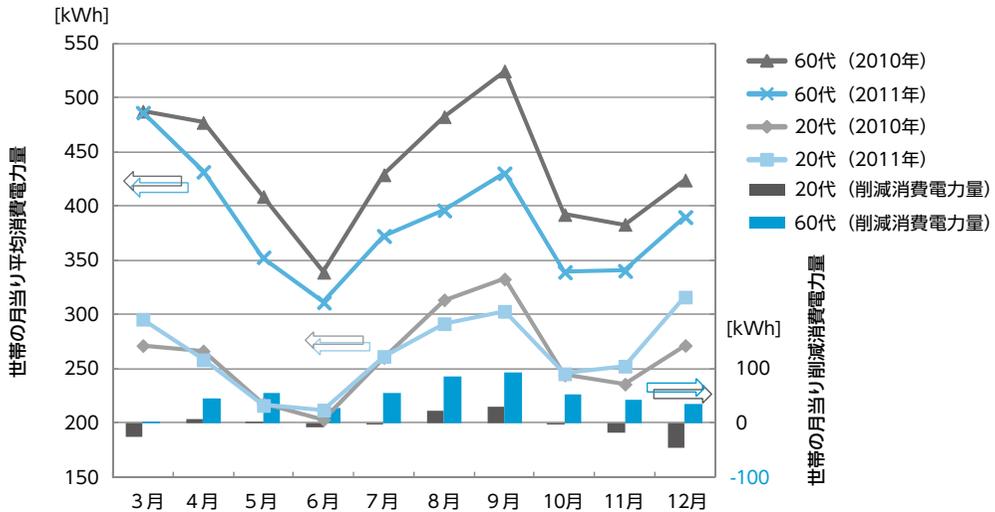


図 3.4：20代及び60代の月別消費電力量と対前年の削減消費電力量の年間推移

夏期及び年間の節電効果が最も小さい20代と60代の月別消費電力量と節電量に当たる対前年の電力における削減電力量を図3.4に示す。20代及び60代ともに、夏期に当たる7～9月には節電に努力する傾向が共通して見られたが、9月をピークに12月まで漸減した。特に20代においては、10月以降は増エネに転じており、12月には負の節電量として最大差となった。一方60代については、12月という冬期の始まりの1か月間のみのデータではあるものの、一定の節電の傾向は残っており、20代と比較して1年を通じて節電に心がけるという傾向が見受けられる。

2.3 具体的な節電行動とその関連性

家庭で具体的にどのような行動によりの節電が図られたのかについて、調査結果に基づき節電行動の分析を行った。

具体的な省エネ行動は、家電機器の使用法、エネルギー消費効率の高い機器の購入、家屋構造の断熱化など多様である。また、これらの行動を推進するため、経済的インセンティブを付与したり、法規制等が導入される。代表的な事例として、日本においては、よりエネルギー効率の高い電気機器への買い替えおよび家屋の断熱構造を向上させるための改築を促すため、2009年7月から2012年3月まで、経済的インセンティブを与える措置としてエコポイント制度が実施された。ただ、本調査で節電行動の状況把握の対象として選定した2011年3月にはこのグリーン家電エコポイント制度は終了しており、震災後に行われた節電行動の大部分は家電機器の使用法やライフスタイルの変更によるものと考えられる。今回の調査においては、政府と神奈川県がそれぞれ実施した節電サポートキャンペーンにおいて使用した省エネ行動の事例を統合した51項目の節電行動を取り上げた。エアコン、冷蔵庫、テレビといった家庭における代表的な電気機器について、電力の使用量を削減するための細やかな手段を網羅するとともに、厚着をすることや家屋の断熱構造を高めることによる省エネ効果や各家電製品の消費電力量や毎月の消費電力量を把握することなど理解の推進による行動変化などを通じての節電対策などが網羅的にリストアップされている。

解析にあたっては、これらのうち食器洗い乾燥機にかかわる質問など対象機器を持たな

い割合が30%を超えるものを除外した41の行動について、市民の認識度とその実施率とを図5として整理した。なお認識度の整理に当たっては、今回の震災の前から認識していたものと、今回の震災後の節電キャンペーンを通じて初めて認識するに至ったものとを区別して整理している。図3.5によると、実施率が50%を超える節電行動は、推奨される省エネ行動として従来から広報されてきたものであった。各節電行動の節電効果はさまざまであり、実施率が節電効果の多寡と直接結び付くものではないが、全体としての11%という節電効果は総体としてのこれらの行動の結果としてもたらされたものである。

これらの行動の中で、「テレビを見ない時は主電源から切っている」、「エアコンの冷房設定温度を28℃にしている」、「テレビはだらだらと見ることをせず見たい番組だけを見るようにしている」といった各節電行動については、その節電効果について震災前から認識していながら30%以上の市民が実施していなかったことが明らかとなった。これらはその実施が「利便性」「快適性」「ライフスタイル」といった面で抵抗感を伴うものであったり、行動を変容することに一定の手間がかかることから敬遠されているものであるためと考えられる。従って、これらの活動が市民により広く受け入れられるためには、節電の必要性を訴えることに加えて、更なる具体的なインセンティブを導入するなどのアプローチが必要になるものと考えられる。

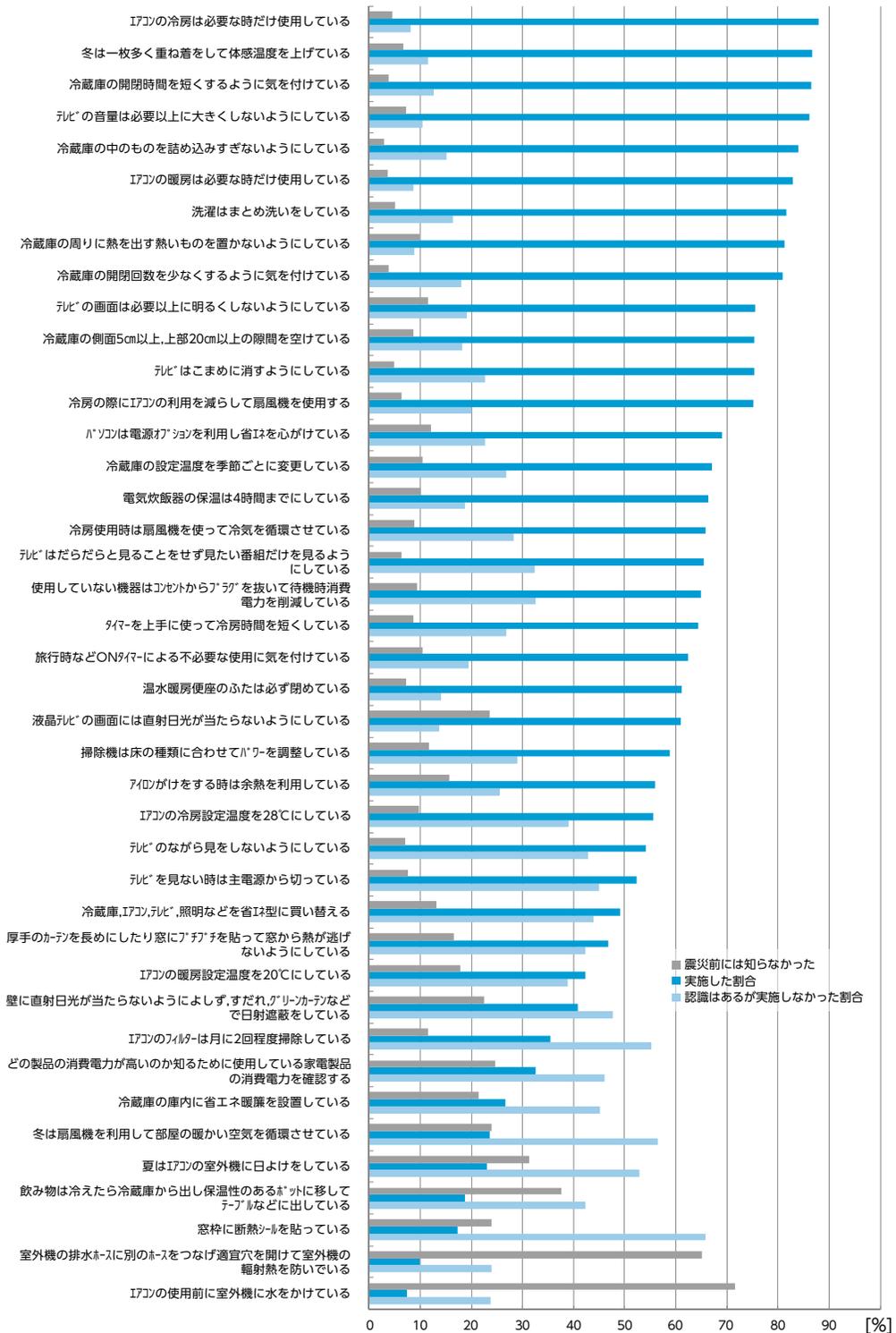


図 3.5：各節電行動に対する実施率、震災以前からおよび震災後の認識と不実施率

節電行動のうち実施率が高いといえる70%以上の市民がとった行動の中には、省エネ効果が高いエアコンの使用制限、扇風機によるエアコン代替、冷蔵庫の使用方法に関するもの及びテレビの使用削減などが含まれている。この中では、冷蔵庫の使用方法に関するものが5つと最も多く、エアコンやテレビがそれぞれ3つでそれに続く。家族全員の快適性に影響を及ぼす冷暖房に関する節電行動などの実行率と比べて、洗濯機や冷蔵庫の取り扱いに関するもののように、主に主婦が率先して実践できる機器に関するものに高い傾向が見られた。節電のための取り組みの必要性が家庭の主婦によく理解されていたことを示すものでもあり、今後の活動展開で考慮されるべき点である。一方で、節電行動の実施率が50%を下回るものには、震災前にはその理解がなかったものも多い。これらの中には節電効果が比較的大きいものもあるため、その理解を進めていくことが今後の課題といえる。

3. 震災後の節電実態から省エネルギー対策に向けて

他の施策に比べ実施が難しい民生・家庭部門の節電対策に関し、東日本大震災をきっかけとした昨年の夏の節電(省エネルギー)行動の様態を分析することを目的として、神奈川県下の1,000世帯の東日本大震災の前後の2年間の消費電力量の実態と市民による節電行動について調査した。

2011年夏期の神奈川県において、調査対象である家庭部門の節電効果が、東京電力管内の販売電力量対前年比の値(▲11.8%)とほぼ同程度の▲11.3%であることを得た。政府の節電キャンペーンが各地で行われた9月までは、それと符合して節電効果の増大がみられたが、ピーク対策の必要性が薄れた10月以降は節電効果が下がり始めた。また、消費電力量の月間推移からみた場合、エアコンの使用が少ない6月や11月には、節電効果は最小となっており、民生・家庭部門における節電はエアコンの使用の制限によるものが大きかったことが分かった。また12月を冬季としてとらえた場合、その消費電力量の削減はほとんど見られなかった。

家庭部門における具体的な省エネ行動は、家電機器の使用法やライフスタイルの変更、エネルギー消費効率の高い機器の購入、家屋構造の断熱化など多様である。省エネ行動をベースにどのような行動で家庭での節電がはかられたのか、神奈川県下の傾向を例にとって節電行動の分析を行った。従来から推奨され長く広報されてきた省エネ行動は、節電行動として実施率50%を超え、節電の効果を導き出したといえる。2012年夏期も重要となる節電では、従来の節電活動の継続を期待しつつ、実施率の低いもの、特に震災前にその認識度が低かったものについては、周知して定着させることで新たな節電効果が得られる可能性がある。

ターゲットとすべき年齢層の特定と併せて、活動が受け入れやすくするための情報提供も重要である。節電行動への取り組みを推進するためには、まずそれらの節電行動が家庭内でよく理解されている必要がある。加えて、それらの行動がもたらす節電効果に対する理解や認知の度合いが大きく影響を及ぼす。さらに、それらの節電行動にかかる費用と行動の容易さも家庭での取り組みに大きな影響をもたらすので、効果を得るのに必要な費用が小さく、行動変容へのバリアも少ないものの中で、節電効果の期待値が大きな活動を特に奨励していく必要がある。

家庭のエネルギー消費は、気候風土、住宅特性、使用機器特性およびエネルギー消費行動を含めた4要因の影響を受けて変動するので、今回調査の節電行動等のライフスタイルを他の要因に合せて更なる精査は重要である。加えて、そのエネルギー消費や節電効果は、年齢構成の影響もあったことが今回調査から明らかになったが、ライフステージの経年的な進行に伴って、全体消費量ならびにその消費構造に変化があることが知られている。

ので、節電や省エネルギー対策は世代セグメントによる絞り込みや内容の適合が重要である。

省エネ家電製品の買換えは持続可能な対策として省エネ効果も高いため、今回の調査では十分でないが、補助制度など経済的インセンティブを与えることと、節電効果対投資コストの情報など市民に対して理解の推進を図るアプローチとの一体的な推進が望まれる。多様な民生家庭部門における省エネルギーや節電の推進は困難を伴うが、そのエネルギー消費の特徴を捉える方策、そこから政府、自治体としての具体的な政策を抽出する方法や政策実施後の評価も今後の重要な課題といえよう。

第4章

災害に対するレジリエンス(対応力)再考： 東日本大震災における自治体連携の活用

林 信濃	IGES 自然資源管理グループ適応チーム副ディレクター
渡部 厚志	IGES プログラムマネジメントオフィス特任研究員
釣田 いずみ	IGES 自然資源管理グループ適応チーム特任研究員
ロバート・デイビット・キップ	IGES プログラムマネジメントオフィス特任研究員
森 秀行	IGES 所長

1. 自治体連携を活用した支援の重要性

2011年3月11日に日本の東北地方太平洋沖で発生したマグニチュード9.0の大地震は、続いて広い範囲におよぶ大津波を誘発した。この一連の災害が日本社会に与えた衝撃は大きい。地震大国として知られる日本では、過去の経験に学び優れた防災・災害対策を備えてきたものと自負してきたが、津波への備えは十分でなかったことが明らかになった(内閣府防災対策推進検討会議 2012)。

その中で、震災直後から地方自治体やボランティアが被災地の救援に当たり大きな力になった。地方自治体からの支援は、3月22日に総務省より被災自治体への職員派遣を促す通達が出た(総務省 2011a)ことにより、都道府県のみならず市町村からの職員派遣が全国規模で行われることになった(総務省 2011b)。同様に、全国規模で非被災地自治体から様々な物的支援が行われた(総務省 2012)。阪神淡路大震災以降盛んになっている被災地へのボランティア活動は3月11日以降の2カ月で、ボランティアセンターを経由した人員は216,800名に及んだ(全国社会福祉協議会 2012)。ボランティア参加人員は、東日本大震災の被害の大きさが伝えられるにつれ増加し続け、被災地支援の大きな力の一つになった。



福島県いわき市：多大な投資をしていた日本も自然災害への対応は充分でなかった

災害から社会を隔離するために防潮堤のようなハードウェアの整備を進めることだけでなく、災害による被害を受けた場合に速やかに復興できる体制を備えることが必要であるという認識は、disaster resilience (災害対応力) の中核をなしている。これは、1995年の阪神淡路大震災以降、地震などの自然災害からの被害を避けることが不可能ならば、日本の防災への取組みは限りなく被害を少なくしようという、「減災」発想と基礎を同じくしている。disaster resilience とは、国際社会では、「ハザードに潜在的にさらされているシステム、コミュニティあるいは社会が、その機能や構造を許容できるところまで到達し、かつ維持できるような、ハザードへの抵抗・変化することによって適応する能力」のことと定義されている (UN/ISDR 2005)。ある社会が disaster resilience を備えているかどうかは、「将来のよりよい防衛のためにどの程度過去の災害の教訓から学ぶ能力を向上させ、そして、リスク軽減対策を発展することができる、もしくは自身で準備できるかにより規定される」 (UN/ISDR 2005)²。「社会」システムの中で、国、都道府県、市町村という様々なレベルの自治体はガバナンスを行い平常時から災害時に至るまで、様々なサービスを提供しているが、disaster resilience を備えるには、多岐にわたる分野・サービスで自治体の備えているガバナンス機能を活用するのが最も適当であり効果的であろう。

その中で、地方自治体は多くの社会において国よりも人の生活に密着したサービスを担っているので、緊急時にも、被害状況を把握し、救護、医療、避難所、ライフラインと物資、情報などを素早く必要な場所に提供する能力を持つと考えられる。また、災害のリスクや避難、応急の方法など必要な情報が地域コミュニティや世帯レベルに共有されている場合に、国や地方自治体による緊急対応や復興支援がより高い効果をあげるためである。

表 4.1 : 行動主体の違いによる緊急時支援の長所と短所

行動主体	規模	迅速性	順応性	持続性
国・政府	大	遅い	あまり順応力がない	安定した持続性がある
地方自治体	中	中間	中間	持続性がある
NGO	小～中	速い	順応力がある	持続性を保つには多くの困難がある

* 著者作成

表 4.1 は、自治体における支援がどのような役割を果たすかを示したものである。政府の被災地支援は規模も大きく安定的だが、迅速さや被災地のニーズに対する順応性に欠ける。一方、阪神淡路大震災以降、重要な支援の担い手になっている NPO やボランティアによる支援は迅速性、順応性に富むものの、規模や安定的な継続性に不安がある。地方自治体による被災地支援は、迅速性もあり被災地のニーズにも比較的順応することが可能であり、多くの自治体による複合的な支援が可能であれば、規模や継続性も向上することが出来ることを示唆している。

災害の規模によっては、地方自治体やコミュニティ組織そのものが大きなダメージを受け、被害状況の把握や必要な支援の提供に力を発揮できないことがある。そのような場合でも、救助活動、医療、当面の生活は行われなくてはならない。ここで、直接被害を受けなかった他の地方自治体やコミュニティ、あるいは民間組織からの支援が大きな役割を持つ。このような観点から、自治体をベースにした被災地支援は災害対応力を論じる上で重要な課題である。

² UN/ISDR 前掲 (日本国外務省による暫定仮訳)



自治体連携：陸前高田市では、関西広域連合からの上水道支援が行われた

2. 被災地支援における自治体連携の現状

東日本大震災以前から、過去の経験を基に自治体間の相互支援に関して法律や制度へ対応策が盛り込まれている。国の法律では相互応援のあり方が大まかに示されている一方、各都道府県や市町村は、それぞれ策定する地域防災計画の中に、他の地方自治体や民間団体との間に相互応援協定の具体的な支援内容やプロセスを盛り込んでいることが多い。

災害時、地方自治体相互応援が重要な役割を果たすことは、従来から知られており、なかには、1990年代以前から相互応援協定を結んでいた自治体もある³。相互応援協定に関する大きな特徴は、過去20年ほどの間に起きた数回の地震(1995年の阪神淡路大震災、2004年新潟県中越地震など)が、相互応援協定を従来以上に拡大する後押しとなったことである。

市町村や都道府県の相互応援協定も、近年、大幅に増加している。2000年には全国の市町村のうち70%程度が災害時の応援協定を結んでいたが、この割合は2006年に80%を超え、2008年以降は90%以上を維持している。平成23年度(2011)4月時点で、1476の市町村(全国の91.2%)が、何らかの応援協定を結んでいた。一方、協定を結んでいるだけでは充分でないことも指摘されている。

仮に自治体間で相互応援協定を結んでいても、災害時の支援物資については、提供される種類や量が被災地のニーズに合わないことや、受け入れた被災自治体が、地区、避難所、あるいは被災者に提供するまでのプロセスに手間取ることがある。

また被災者数が膨大であった東日本大震災のようなケースでは、受け入れ側・被災者に近い場所での調整能力は、決定的に重要である。東日本大震災の際には、被災地にありながら、他の被災地と被災地以外の地域を結ぶ「支援基地」の役割を果たした自治体が、緊急対応に大きな役割を果たした。このように、自治体間の連携関係を活用し、自然災害による被害に対する支援を円滑に効果的に行うことが望まれている。

一方で、法律や相互応援協定で対応しきれない支援についての自治体による対応も東日本大震災では見ることが出来た。固有な事例を概観すると、1)被災者に仮設住宅の用地確

³ 岡山県・香川県防災相互応援協定(1973年5月10日調印)などの例がある。

保だけでなく住宅を発注・建設し、提供した例(岩手県住田町)や、2)国内では調達できないサービス(外国からの緊急医療チームなど)を要請・調達した例(宮城県栗原市)が顕著なものである。それ以外にも、都道府県や市町村会からの指示以前に、近隣被災自治体へ職員派遣を決定・実行し、被災自治体の機能回復を図った市町村が散見された。

3. 自治体連携の活性化のために

最後に、日本だけでなく他国においても災害時に地方自治体が迅速・柔軟で持続的な支援を提供し緊急対応と復興を行うために、以下を提言としたい。

1. **様々なステークホルダーとの相互応援体制の強化**：災害時に地方自治体や事業者による相互応援は非常に大きな役割を果たす。自治体だけでなく、各種サービスを提供する民間企業や市民団体と相互応援協定を事前に多く結んでおくことが必要である。
2. **より広域な支援制度の確立**：東日本大震災の反省を踏まえ、広範囲の災害時にも迅速な対応が進められるように、近隣の地方自治体だけでなく、より広い範囲、距離の離れた団体との協定を複数進めることが必要と考えられる。
3. **災害前の支援体制づくり**：迅速で適切な支援をする条件には、所管内の被災規模と被害規模を迅速に把握できる体制を整えること(近隣でのネットワークの構築など)、近隣の地方自治体との間で平常時から密接な関係を築くこと(学校やその他の活動による交流など)、災害時にも利用することができる通信手段を確保することがある。これらを災害発生後に整えることは難しいため、事前に整備するとともに実践的な訓練を行うなど、緊急への対処手段を整えておく必要がある。
4. **支援を迅速に行うための調整機能の強化**：相互応援対象組織やサービスは多岐に渡るため、協定の数や範囲だけでなく、その協力内容を明確にして質の高い支援体制を平常時から準備していく必要がある。そのためには、対象地域の特性を活かした体制を整えることが不可欠である。以下に留意して事前に緊急時の調整体制を整備していくことを提案する。
 - ▶ ツイニング⁴、支援助受け側のニーズの調整、支援側の供給能力の調整機能の強化。特に被災団体自身が調整するのは困難な場合も多いことから、仲介団体や支援する側での援助調整が効果をあげる事例が見られる。
 - ▶ 被災地内でも被災規模の違いがあり、岩手県遠野市のように後方支援体制が整っている自治体を通じた支援は、支援を円滑にする効果がある。
 - ▶ 防災意識の高い自治体や自治体連合を活用することは、被災地支援にとって有効であるため、災害発生直後は、災害協定外の自治体の支援も検討に入れるべきである。東日本大震災で、被災直後合意された自治体間連携(静岡県、関西広域連合)の経験から、ツイニングの調整や持続的支援のための調整を支援する側で行うことが必要であることが明らかになった。また、災害時の被災地の情報収集能力と情報配信能力を高めるために、地域の特徴を活かした日々の防災措置・訓練・情報共有や防災以外での連携体制を見直し防災に活かしていく必要がある。
5. **国による支援(強化)による相互応援の支援**：本稿で挙げた相互応援は、大部分が国に強制ないし指示されたものではなく、ボランティアなものである。地方自治体間の協力を、迅速で持続可能なものとするため、ツイニングの仲介や資金補助など、国が相

⁴ 支援自治体と被災自治体がペアを組んで復興再建を目指すこと。

互応援関係に果たすことのできる役割は大きい。調整面、資金面での相互応援関係を活発化・継続化させるための援助をすべきである。

参考文献

小松由季 2011. 東日本大震災を受けた地位行財政分野における取組 ～自治体機能回復に向けて～「立法と調査」2011.6 No. 317. pp38-43.

災害救助法 昭和二十二年法律第百十八号 <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S22/S22HO118.html> (アクセス日：2012年6月18日)

全国社会福祉協議会. 『災害ボランティアセンターで受け付けたボランティア活動者数の推移(仮集計)』, <http://www.saigaivc.com/> ボランティア活動者数の推移(アクセス日：2012年6月18日)

総務省 2011a. 『総行公第21号』, 2011年3月22日.

総務省 2011b. 『人的派遣について(平成23年11月18日現在)』, http://www.soumu.go.jp/main_content/000137130.pdf (アクセス日：2012年6月18日)

総務省. 2012. 『物的支援について(平成24年3月21日)』, http://www.soumu.go.jp/main_content/000151768.pdf (アクセス日：2012年6月18日)

内閣府防災対策推進検討会議 中間報告 ～東日本大震災の教訓を活かし、ゆるぎない日本の再構築を～ 2012年3月6日 (http://www.bousai.go.jp/chubou/suishinkaigi/chukan_youshi.pdf)

内閣府大規模災害時における住家被害認定業務の実施体制整備に関する検討会

参考資料 大規模災害時等の北海道・東北8道県相互応援に関する協定 平成20年1月11日

<http://www.bousai.go.jp/hou/daikibo/kentou2/sankou1.pdf> (アクセス日：2012年6月18日)

船木伸枝、河田恵昭、矢守克也 大規模災害時における都道府県の広域支援に関する研究：新潟県中越地震の事例から「自然災害科学」2006. No.25, 344-347.

UN/ISDR. 2005. *Capacity of a system, community or society potentially exposed to hazards to adapt, by resisting or changing in order to reach and maintain an acceptable level of functioning and structure* (Hyogo Framework of Action, UN/ISDR 2005).

本レポートは、Lessons Learnt from the Triple Disaster in East Japan の日本語概要版です。

英語版(全文・概要)、各章レポート全文(第2章：英語、第3章・第4章：日本語)は、
下記 URL よりダウンロードできます。

IGES 震災研究ウェブサイト：<http://www.iges.or.jp/jp/disaster/report.html>

