

## 我が国のエネルギー・環境戦略の分析

### 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴った福島第一原子力発電所の事故により、日本のエネルギー・環境戦略は、抜本的な見直し、検討が必要となった。エネルギーは、我々の生活、経済の基盤である。そして、CO<sub>2</sub>排出はエネルギー利用と表裏一体の関係にあり、エネルギー問題は地球温暖化問題とも不可分である。

エネルギー・環境戦略の見直しにあたっては政府委員会として、エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会、総合資源エネルギー調査会 基本問題委員会、中央環境審議会 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、原子力委員会 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会等においてそれぞれ検討が行われた。様々な議論を経て、複数の「エネルギー・環境に関する選択肢」が策定されることとなった。そして、2012年春、政府から依頼を受け、RITEは他の3つの研究機関と共に、「エネルギー・環境に関する選択肢」が経済的にどのような影響をもたらされるかを、RITE保有の経済モデルを用いた分析を行った。

そして、経済分析の結果も踏まえ、政府は、2012年6月29日に「エネルギー・環境に関する選択肢」を提示し<sup>1)</sup>、国民的議論が展開された。その上で、2012年9月14日にエネルギー・環境会議にて「革新的エネルギー・環境戦略」<sup>2)</sup>を決定した。しかし最終的に、「革新的エネルギー・環境戦略」ではエネルギーについては「2030年代に原発稼働ゼロが可能となるよう、あらゆる政策資源を投入する」としたが、9月18日の国家戦略会議で決定はなされず報告のみがなされた。また、9月19日の閣議では「革新的エネルギー・環境戦略」は閣議決定せず、「『革新的エネルギー・環境戦略』を踏まえて、関係自治体や国際社会等と責任ある議論を行い、国民の理解を得つつ、柔軟性を持って不断の検証と見直しを行いながら遂行する」と決定するに留めることとなった。最終段階で曖昧な決定となったのは、「2030年代に原発稼働ゼロ」の実現性が見えないことが、政府の最終決定段階で認識されたことも一因と考えられる。

なお、地球温暖化対策については「革新的エネルギー・環境戦略」では、「省エネルギーや再生可能エネルギーの拡大を国内外で強力に推進していくことは、取りも直さず、『地球温暖化対策』の着実な実施に直結する。温室効果ガス排出量の削減には、引き続き国を挙げて長期的・計画的に取り組む」としている。

原発事故の解明も済んでおらず原発の見通しが極めて不透明な段階で、明確な中長期戦略を打ち出すことはなかなか難しい。原発の拡大が困難な状況となった中で、今後、エネルギー安定供給・安全保障、経済性、環境性の3Eのバランスをいかにはかったエネルギー・環境戦略をとっていくかの困難な課題は残ったままである。経済影響の大きさなどを直視し、実現可能性について更なる検討が必要と考えられる(図1)。

本稿では、「エネルギー・環境に関する選択肢」の経済分析を中心にその概要を解説する。

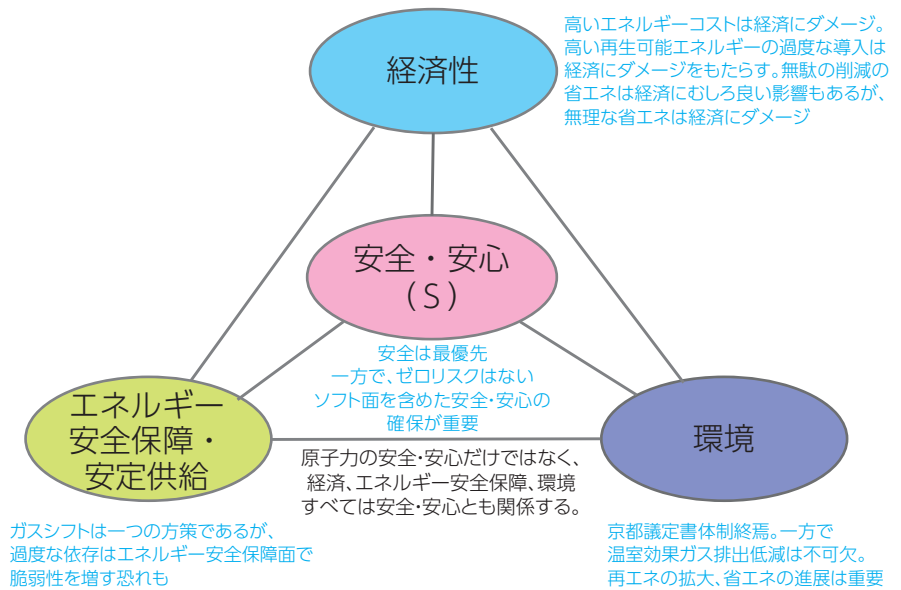


図1 3E (Economy, Energy, Environment) + S (Safety) のバランス

## 2. エネルギー・環境会議の選択肢の概要

まず、「エネルギー・環境に関する選択肢」を概説する。エネルギー・環境会議から提示された選択肢は大きく3つである。

「原発ゼロシナリオ」は、2030年までに原発をゼロにするシナリオであり、このとき、再エネ比率35%程度(太陽光:1200万戸(耐震強度が劣る住宅にも補強の上、設置)、風力:東京都の2.2倍の面積に設置)、化石燃料比率65%程度、効率の悪い機器の使用禁止措置などの厳しい省エネ規制が想定されている。

「原発15シナリオ」は、原発の新增設を行わず、40年稼働を前提とすれば、2030年には原発比率がおおよそ15%程度になると推計され、本シナリオはそれに沿ったシナリオである。このとき、再エネ比率30%程度(太陽光:1000万戸(耐震強度が満たされるすべての家屋に設置)、風力:東京都の1.6倍の面積に設置)、化石燃料比率55%程度である。

「原発20~25シナリオ」では、再エネ比率25~30%程度、化石燃料比率50%程度である。一方、このシナリオでは2030年までに原発の新增設が必要となる。原発の安全・安心向上への取り組み等を介して、原発への信用が失墜した社会状況が改善できるかが重要になる。

なお、決定された「革新的エネルギー・環境戦略」では、2030年時点については「原発15シナリオ」の対策内容に近い戦略が記載されているが、決定的に異なるのは、「原発稼働ゼロ」ということを明確に視野に入れているということで、質的には「原発ゼロシナリオ」に近いことになる。

各選択肢を選択することによって、どのような経済影響が予想されるのかを経済モデルを用いて分析を行った。政府による経済分析は、4研究機関の4つのモデルによって行われた。RITE以外の4つのモデルは国内のみを分析可能なモデルであり、一方、RITEのDEARSモデルは、日本のみならず、世界を18地域に分割して

いることにより、日本のエネルギー価格上昇やCO<sub>2</sub>排出制約の強度による、18地域間における産業の国際移転の影響等を明示的に評価できるようになっている。また、DEARSモデルでは、発電部門を発電技術別に積み上げ評価しているため、コスト等検証委員会が推計した電源別発電コストを適切に反映できるモデルである（慶応大野村浩二准教授によるKEOモデルも同様）。本稿では、RITEのDEARSモデルの分析結果を基に、各選択肢における経済、CO<sub>2</sub>排出削減に関する見通しを述べる。

表1は、政府から依頼があった経済モデル分析における各選択肢の主要な想定条件である。

表1 エネルギー・環境会議の各選択肢の経済分析の想定

	参照ケース (自然体)	原発ゼロ	原発15	原発20	原発25
		選択肢(1) 意思を持ってゼロする	選択肢(2) 比率を低減させ、その後は再エネ、原子力安全強化等の取組の成果を踏まえて検討	選択肢(3) 比率を低減させるが、意思をもって一定比率維持	
人口	2010年：1.28億人、2020年：1.24億人、2030年：1.17億人				
GDP	2010-20年： 1.1%/年 2020-30年： 0.8%/年	モデルで内生的に計算			
電源構成 (2030年)	2010年 電源構成比 ほぼ維持	原発0% 火力62% 再エネ38%	原発15% 火力54% 再エネ31%	原発20% 火力48% 再エネ31%	原発25% 火力48% 再エネ26%
発電電力量	2010-30年： +0.15%/年	モデルで内生的に計算 (電源構成の差異によって生じる電力価格の違いおよびCO <sub>2</sub> 排出目標の差異によって電力需要が変化)			
電源別発電単価	コスト等検証委員会の推計（選択肢によって電源の稼働率が変化する場合もあり、稼働率に応じた差異は生じる）				
90年比エネ起CO <sub>2</sub> 排出 2020年 2030年	+2% ▲6%	▲2% ▲21%	▲5% ▲22%	▲6% ▲25%	▲7% ▲25%
90年比 GHG 排出 2020年 2030年	-	▲7% ▲23%	▲9% ▲23%	▲10% ▲25%	

図2に各選択肢の2030年における発電電力量シナリオを、図3には設備容量のシナリオを示す。特徴的な点として大きく4つほど指摘しておきたい。1点目は、いずれのシナリオにおいても、省電力が相当大きく見込まれている点である。現行のエネルギー基本計画では、相当な省エネを見込んだ上で、2030年の発電電力量は約1.2兆kWhと想定されていたが、今回の選択肢はそれを大きく上回る省エネが見込まれている。この点については、主要な論点であるため、後に詳述する。2点目は、いずれの選択肢においても相当大きな再生可能エネルギーの拡大が想定されている点である。2010年の再エネ比率は10%程度、そのうち水力を除けばわずか2%程度であるが、2030年の再エネ比率は「原発25シナリオ」であっても

25%、「原発ゼロシナリオ」では35%程度にまで拡大させるように想定されている。急激な拡大が必要である。3点目は、自家発・コジェネの大幅な拡大が想定されている点である。コジェネの利用拡大も重要なことは間違いないが、熱需要とマッチングがよくないケースなど、コスト面でこれまでも普及が難しかった理由があったわけであり、このような大幅な拡大について詳細な検討が必要と考えられる。4点目は、稼働率が極めて低い電源構成が想定されていることである。これは、稼働率が低い再エネの大幅な拡大と電力需要の大幅な低減の見通しの双方と密接に関係しているものではあるが、急激な電源構成の変化に伴って、化石燃料発電設備が遊休することも、稼働率低下の一因となっている。低稼働率は結果として、発電コストとして反映されるものであるが、非効率な設備利用が起こるシナリオと言える。

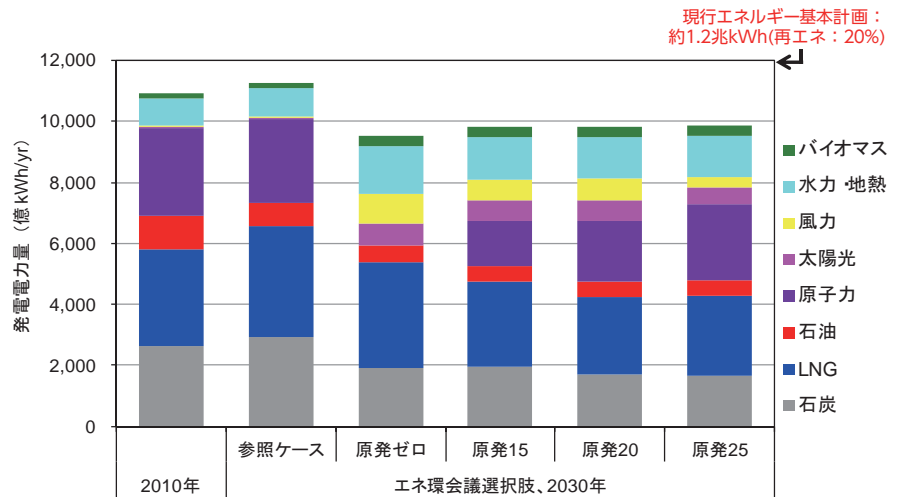


図2 各選択枝の2030年における発電電力量シナリオ

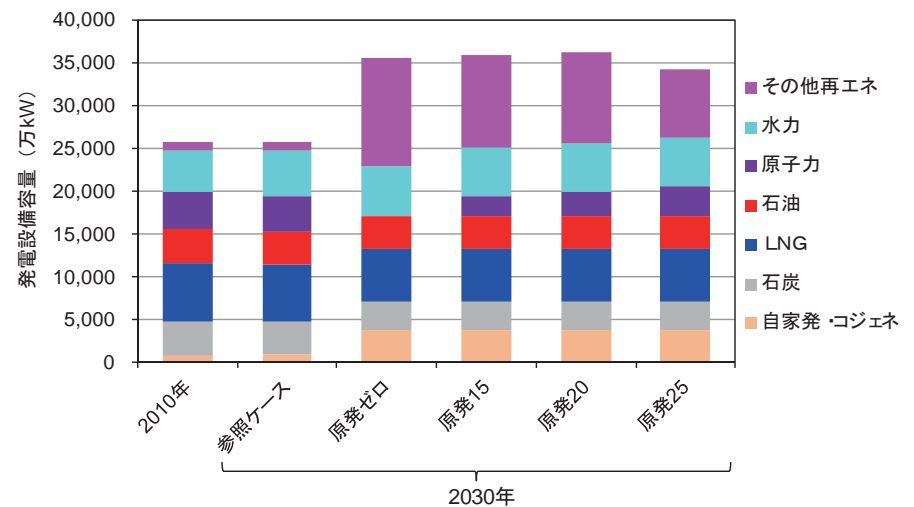


図3 各選択枝の2030年における設備容量シナリオ

### 3. エネルギー・環境に関する各選択枝の経済分析

前述のとおり、表1が分析における各選択枝の主要な想定条件である。経済成長率は基本的に2030年まで年率1%（成長慎重シナリオ）の想定の下で分析が行われた。電源別の発電コストについては、コスト等検証委員会のコスト推計<sup>3)</sup>を前提に分析を行うこととされた。

経済分析においては、モデル分析の基準となる参照ケースを計算している。全要素生産性向上に関するパラメータなどを調整することによって、モデルが内生的に推計する数値が、表1にあるようなGDP、発電電力量、CO<sub>2</sub>排出量等の想定にできる限り合致するようにしている。モデル分析結果の見方としては、各選択枝間の参照ケースからの差異が、意味を有する数字である。

なお、この想定は、政府が提示した選択枝の想定であり、すなわちGDPそのもの（もしくは基準年と比較したGDP）については、参照ケースの想定次第でいかようにも変わるし、またそれは、経済モデル分析の上ではほとんど意味を有さない数字である。本来ならばこのような想定の妥当性、蓋然性、整合性等は、過去の推移等の統計的な根拠に基づいて将来の見通しを設定するべきであり、経済モデルで計算されたものではないことに留意しなければならない。

各選択枝の分析においては、参照ケースで設定したパラメータを用いつつ、電源の構成比率とCO<sub>2</sub>排出目標値について、選択枝毎の想定値を制約条件として、各選択枝の経済影響の分析を行った。発電電力量については、政府が想定した図2に合致するような制約は直接与えておらず、CO<sub>2</sub>排出量の制約で代用し、発電電力量はモデルで内生的に決定している。よって、経済モデルの分析では、参照ケースの発電電力量は政府想定値に合致させているものの、各選択枝の発電電力量は図1と完全に合致しているわけではない（電源の構成比率は政府想定値に合致している）。

### 4. 電気料金・電気代への影響

電気料金、電気代への影響を見る。各選択枝による家庭の電気代を推計したものが図4である。電力料金は、原発25シナリオにおいても再エネ比率が高まるため基準シナリオ（2010年の発電構成と同様）と比較して10～15%程度の上昇が見込まれる。原発15シナリオでは20～25%程度、原発ゼロシナリオでは35～40%程度の上昇になる。この電気料金の上昇によって、省電力が進展すると予想される。しかし、各選択枝で想定されたCO<sub>2</sub>排出削減目標を達成するためには、更なる省エネ等の対策が必要である。それを実現するために、仮に炭素価格の形で化石燃料発電に課し、電気料金に付加する場合には、原発ゼロでは110～120%程度の電気料金の上昇が必要と見込まれる。このとき、電気料金の上昇に対応して更に省電力が期待できる。そのため、電気代の負担額はこれよりも若干小さいものとなるが、それでも90～105%程度増大が予想される。また、産業部門の上昇率はこれよりも更に高いものとなる（図5）。

なお、この推計はコスト等検証委員会の推計<sup>3)</sup>に沿って再エネコストが順調に低下することを前提にしたものであり、仮にそうならなかった場合には当然ながら更に大きな上昇となる。

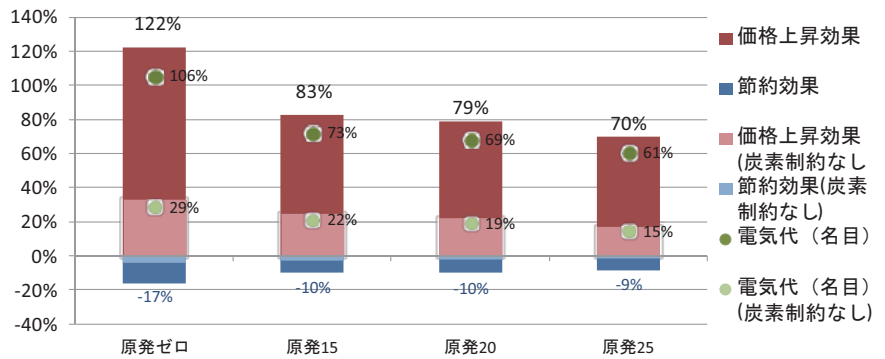


図4 家庭の電気代：2030年（電気料金の上昇と節電効果を含んだグラフ）

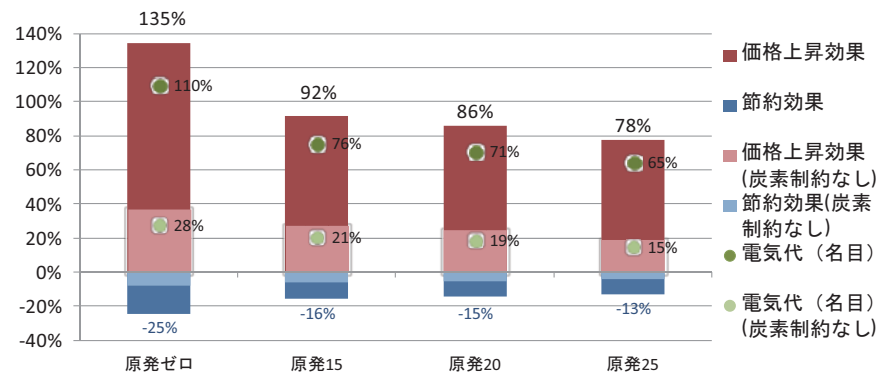


図5 産業用の電気代：2030年（電気料金の上昇と節電効果を含んだグラフ）

### 5. マクロ経済への影響

家庭用の電気代の上昇は消費の減少につながり、また、産業用の電気代の上昇は各種製品やサービス価格の上昇につながり、企業の利益を圧迫したり、投資全体の抑制につながったり、また、海外への産業移転の誘引などにもつながる。各選択肢をとることによって経済全体にどのような影響が及ぶのかを示す(図6)。RITEの分析では、原発25～原発15のシナリオでは、GDPは2030年に参照ケース比で4.4～4.9%程度低下が見込まれる。原発ゼロのシナリオになると更に大きくなり2030年に原発ゼロとする場合は7.4%の低下となる。いずれの選択肢でも、厳しい省エネ対策、再エネ比率の急激な拡大が見込まれていることにより、大きな経済影響が推計される。また、原発比率を小さくするに従って、より大きな経済影響が推計されている。

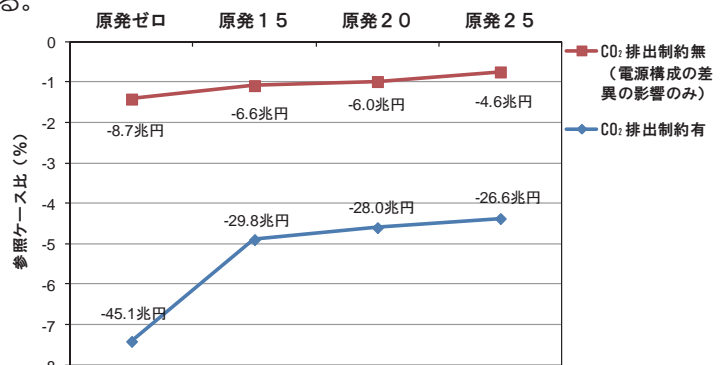


図6 GDPへの影響：2030年（電源構成の影響とCO2制約の影響）



## 6. CO<sub>2</sub>対策費用

エネルギー・環境会議の選択肢では、GHG排出削減は、3つの選択肢で2030年に1990年比で23～25%減とされている。そして、「革新的エネルギー・環境戦略」では、「国内における2030年時点の温室効果ガス排出量を概ね2割削減(1990年比)することを目指す」とされた。

各選択肢における2030年の削減目標(1990年比23～25%減)のときのCO<sub>2</sub>限界削減費用は、政府の原発比率15、20、25%のシナリオでは3.4～4.1万円/tCO<sub>2</sub>程度である。ゼロシナリオでは、省エネ対策強化が想定されているため、それよりも高く4.0～5.5万円/tCO<sub>2</sub>程度と推計されている。

一方、国際的な炭素価格水準は、2030年頃までは30～50\$/tCO<sub>2</sub>程度までというのがおおよそ見通される水準と考えられる。EUは意欲的な排出削減に取り組んでいるとされているが、そのEUによる分析でもEUの炭素価格は36～61€/tCO<sub>2</sub>といった見通しが示されている。また、国際エネルギー機関(IEA)による2011年の世界エネルギー展望(WEO)の新政策シナリオでは2030年に40\$/tCO<sub>2</sub>と推計している。これらの国際的な炭素価格水準と比較すると、いずれの選択肢でも10倍程度の炭素価格が推計されることになる。高い炭素価格は国内消費を落ち込ませ、かつ、大きな炭素価格差は、エネルギー多消費産業を中心に産業の海外移転を促すことになる。海外移転されると、世界全体ではCO<sub>2</sub>排出削減にはつながらないばかりか、効率の悪い国での生産となれば、むしろ排出増となる可能性すらある。

もとより、CO<sub>2</sub>を中心に温室効果ガス排出削減への取り組みは大切である。しかし、無理をし過ぎた対策は、経済に悪影響となる。また、産業の海外移転などによって、グローバルで見たとき、温暖化抑制にも実効性が乏しくなってしまうので、慎重な対応が必要である。

## 7. エネルギー・環境に関する選択肢の省電力の見通し

図7で見られるように、過去、GDP成長と発電電力量の伸びは強い相関を持ってきた。2000年から2010年の10年間では、発電電力量のGDP弾性はちょうど1.0である(過去20年間で見るともっと高い)。政府の選択肢では、先述のとおり、経済成長率は2030年まで年率1%の慎重成長シナリオが基本的に仮定された。2030年のGDPは2010年比で21%増と想定したこととなる。このとき、GDP弾性が過去10年間1.0のとおりとすれば、発電電力量も21%伸びる想定をおく方が蓋然性が高い。しかしながら、政府の参照ケースでは3%増しか想定されていない。このように、「エネルギー・環境に関する選択肢」では、相当大きな省電力・節電が見込まれている。この省電力・節電は、事実上、経済モデルによる経済影響分析の評価対象外に置かれたことになる。すなわち、発電電力量を+21%から+3%まで抑制するために要する経済ダメージはないと仮定したことと相当する。

たしかに福島原発事故以降、省電力・節電は大きく進展した。例えば、2012年夏(7～8月)の実績はkWhベースで見ると、全国平均で6%程度の省電力・節電が実施できたとされている(資源エネルギー庁試算。気候、景気条件補正後の推計)。それによる経済影響は現時点でははっきりしていない。そこで、福島原発事故以降実施

された省電力・節電については仮に経済ダメージはなかったものとして、その省電力・節電効果をすべて見込んだとしても、年間平均で見れば、せいぜい5%程度の省電力・節電ではないかと思われる。このように、発電電力量の+21%から+3%まで抑制のうち、5%分が福島事故後の省電力・節電継続として説明できると仮にしたとしても、残る節電について経済的な影響の検証が必要と考えられる。しかし、政府指示の経済分析方法では、その経済ダメージの算定はできていないので、「エネルギー・環境に関する選択肢」の経済分析結果は、経済ダメージを過小に見積もっていると考えた方が良くいこととなる。

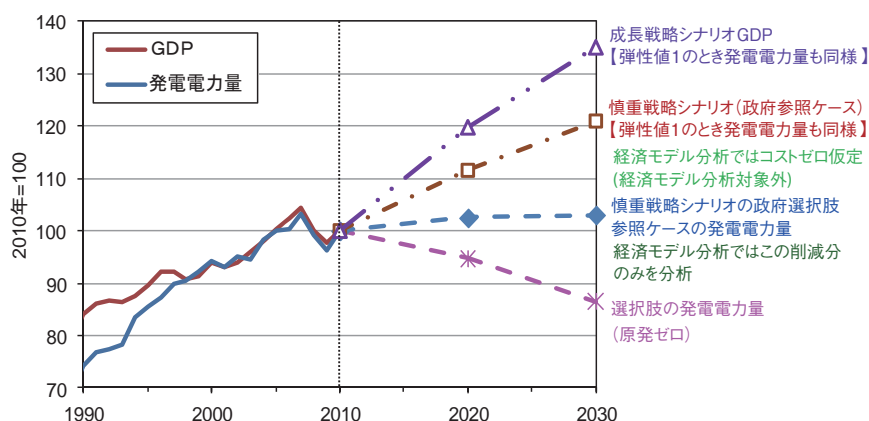


図7 GDPと発電電力量の実績と将来の想定

## 8. おわりに

東日本大震災に伴った福島第一原子力発電所の事故を受け、中長期のエネルギー需給戦略とするため、「革新的エネルギー・環境戦略」が策定された。RITEは、戦略策定にあたっての検討材料となった「エネルギー・環境に関する選択肢」の経済分析を、政府から依頼を受け実施した。しかし、その間の議論を見ると、とすると冷静さを失った議論の中で、経済分析の結果が、政治家、国民に正しい形で十分に伝わったかどうかは疑問が残るところでもある。

福島原発事故以降の原子力発電への国民の厳しい視線の下で、これまでのような原発拡大の戦略が事実上不可能なことからすれば、省エネルギーの徹底、進展、また、再生可能エネルギーの拡大が従来以上に不可欠なことは言を俟たない。しかしながら、これまでに指摘してきたように、政府が策定した「エネルギー・環境に関する選択肢」、また「革新的エネルギー・環境戦略」では、経済的に実現が困難視されるようなほど、過大な省エネルギーの進展、再生可能エネルギーの拡大が見込まれている。省電力の見通しについては、過去、経済成長と電力需要は強い正の相関関



係が見られるにも関わらず、政府の見通しでは、今後、経済成長と電力需要の伸びの正の相関が断ち切られることが仮定されている。政府のエネルギー・環境戦略では、こういった点についてほとんど検証が行われないうまま、誰もが望むグリーン成長(電力需要やエネルギー需要、CO<sub>2</sub>排出は大きく低下しながら、一方で経済は成長)が実現できるものとしてしまっている。仮にこのような戦略を描くのであれば、過去の実績と全く異なった社会をどう作り上げるのか、3.11以降の大きな社会変化を踏まえてもまだ極めて大きなギャップがあるものをどう実現させていくのかについて、もっと深い議論が展開されなければならない。

「革新的エネルギー・環境戦略」では「2030年代に原発稼働ゼロが可能となるよう、あらゆる政策資源を投入する」とされたが、限られたリソースを、様々なトレードオフを考えながら、できるだけ最適に資源配分を行うことこそが重要であり、一つの目的を設定し、それに「あらゆる政策資源を投入」しては、将来に大きな負の影響がもたらされるに違いない。バランスのとれた実現可能なエネルギー・環境戦略が求められる。

RITEは、今後も、開発してきた数理モデル群を利用しながら、できる限り客観的にエネルギー・環境戦略の分析を行い、政策立案の基礎的情報の提供に努めていく。そして、実現性を踏まえながら、少しでも良い対応策がないのか、についても検討、提案を行っていく。

1) 日本政府 エネルギー・環境会議、「エネルギー・環境に関する選択肢」

[http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120629/20120629\\_1.pdf](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120629/20120629_1.pdf) (2012)

2) 日本政府 エネルギー・環境会議、「革新的エネルギー・環境戦略」

[http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120914/20120914\\_1.pdf](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120914/20120914_1.pdf) (2012)

3) 日本政府 エネルギー・環境会議「コスト等検証委員会報告書」

[http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02\\_hokoku.html](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02_hokoku.html) (2012)