

|                     |                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源：国際的視点からのシナリオプランニング                                                                                                |
| <b>Author(s)</b>    | 浦島，邦子；村田，純一；蒲生，秀典                                                                                                                           |
| <b>Citation</b>     | 年次学術大会講演要旨集，30：886-889                                                                                                                      |
| <b>Issue Date</b>   | 2015-10-10                                                                                                                                  |
| <b>Type</b>         | Conference Paper                                                                                                                            |
| <b>Text version</b> | publisher                                                                                                                                   |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/13416">http://hdl.handle.net/10119/13416</a>                                                           |
| <b>Rights</b>       | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| <b>Description</b>  | 一般講演要旨                                                                                                                                      |

## 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源 － 国際的視点からのシナリオプランニング

浦島邦子，○村田純一，蒲生秀典（NISTEP）

### 1. はじめに

東日本大震災以来、わが国のエネルギー政策は、これまで以上に多くの解決すべき課題を抱えている。政府は、気候変動問題解決に貢献することを目標に、原子力と再生可能エネルギーの推進を優先政策としてきたが、原発事故以来、政策の見直しが各方面でなされている。化石燃料枯渇や温室効果ガス排出量の増加、エネルギー資源の問題は、わが国のみならず、世界各国が協力して取り組むべきグローバルな重要課題である。さらに、わが国では人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化などにより、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性が増大している。

本調査は、我々が 2013-14 年度に実施した第 10 回科学技術予測調査<sup>1)</sup>のうち、2030 年の社会を想定した、エネルギー・環境・資源<sup>2)</sup>の技術実現に寄与する方策を基に、実現するためのシナリオについての考察を目的とする。

### 2. 調査の方法

最初に、総合科学技術・イノベーション会議<sup>3)</sup>や外務省<sup>4)</sup>、並びに各省庁<sup>5)</sup>で検討している科学技術に関する議論の中でも、特に環境やエネルギーに関連する施策について情報収集し、施策に関するレビューを行った。

科学技術予測調査（いわゆるデルファイ調査）の「エネルギー、環境、資源」分野の結果で得られた個々の技術に関する重要度、競争力、社会実装予測年などを、ビジョン調査で得られた持続可能な社会に関連する項目と、マインドマップを用いて関連付けて俯瞰した。

そして、ビジョンとデルファイ調査で得られた結果をベースに、国際社会での日本の位置づけと役割を明確化するために、エネルギー・環境・資源に関するシナリオを「リーダーシップ」、「国際協調・協働」、「自律」の視点でそれぞれ作成した。

### 3. 結果

#### 3.1 ビジョン調査結果からの検討

2030 年をターゲットとした未来の社会像と、その社会での課題を抽出する目的で実施したビジョン調査の中で、エネルギー・環境・資源は社会を支える基礎的な位置づけであり、全ての分野に関連が深いことが明確となった。今回実施した社会ビジョンのテーマの中では特に「世界の中の日本」、「人口構成」、「都市・地域・コミュニティ」のワークショップで論点に挙がるが多かった。

#### 3.2 デルファイ調査結果からの検討

専門家を集めてワークショップを開催し、2030 年の社会において、エネルギー・環境・資源に関して注目される方向性について議論した結果、次の視点が挙げられた。

A エネルギー： 生産から消費、流通・変換・貯蔵・輸送

生産から消費にわたるライフ・サイクル・アセスメント（流通・変換・貯蔵・輸送を含む）を考慮したエネルギーのベストミックスに関して検討する。

B 環境： 地球温暖化、保全、解析・予測、創成、リスクマネジメントを含む、グローバルから地域特性も含めた問題解決に資する技術

地球温暖化対策、保全、解析・予測、環境創成、それらすべてに関連するリスクマネジメント、そしてグローバルから地域特性も含めた問題解決に資する技術について検討する。

C 資源： 鉱物資源から未利用の地熱、リサイクル・リユースおよび及び水

鉱物資源や未利用の熱、水をリサイクル・リユースし有効活用できる技術を中心に検討する。

デルファイ調査では、生産から消費（流通・変換・貯蔵・輸送を含む）までを対象としたエネルギー関連の 36、鉱物資源からリサイクルまで含む資源関連 27、地球温暖化、環境保全、環境解析・予測、環境創生とリスクマネジメントも含んだ環境関連 30 の合計 93 トピックを設定し調査を行っ

た。その結果、重要課題としては、エネルギー関連のトピックスが挙げられ、国際競争力が高いトピックスは重要度も高い結果が得られた。そして、ほとんどの技術は 2030 年までには実現が見込まれており、その手段としては、資源配分や法改正といったことが効果的であることが示された。技術の社会実装年の一例を図 1 に示す。

### 3.3 シナリオ作成に関する検討

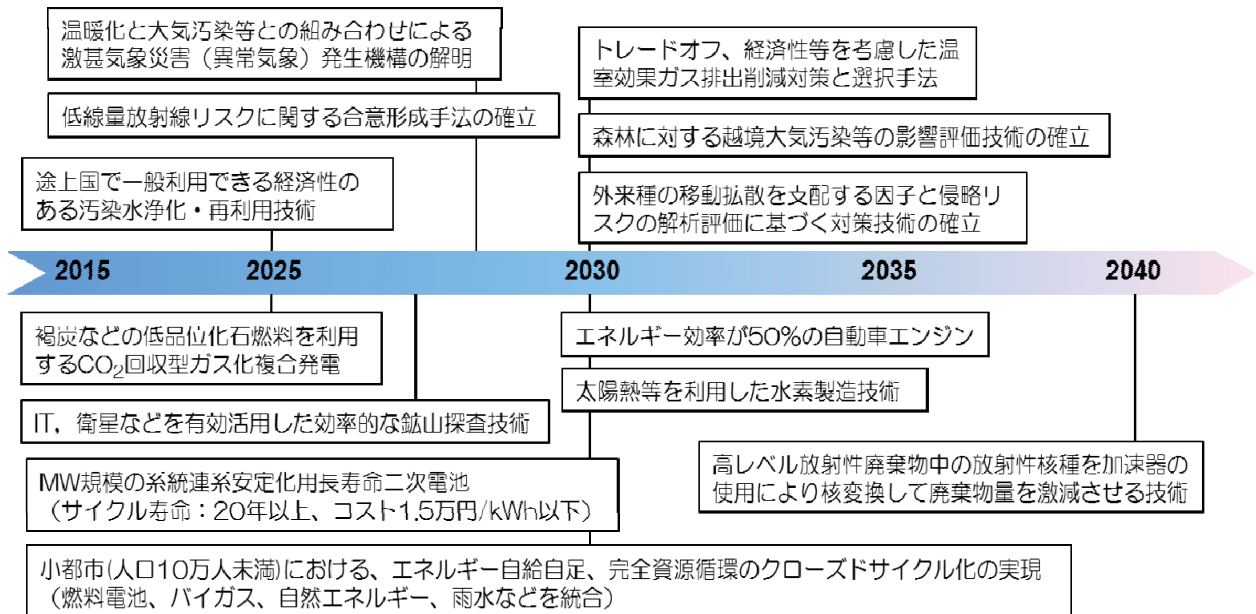


図 1 デルファイ調査で得られた技術の社会実装予測時期の例

表 1 国際的な視点に立ったエネルギー、資源、環境に関する 2030 年のシナリオ

|         | 2030 年のシナリオ                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| リーダーシップ | <p>「温暖化問題解決に貢献する、世界をリードする技術開発の推進」</p> <p>日本のものづくり産業が技術の簡易化やコスト削減への対応などによって競争力を維持しつつ、温暖化問題解決に貢献するさまざまな技術開発は実現化が進み、環境とエネルギー関連技術に関してわが国は世界をリードしている。日本が持つモニタリング、発生メカニズムの解明などといった地球観測技術は、気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術、環境や生態系におけるリスク要因の解明と適切な対策にも適用され、世界の環境問題解決に貢献している。</p>            |
| 国際協調・協働 | <p>「地球規模問題への対応と世界の発展への貢献」</p> <p>地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術や、熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術などに関しては、途上国では以前のように日本からの経済的支援を受けることはなくなったが、技術開発については日本と共同で ASEAN 各国において自国を中心として展開されている。そして世界の水ビジネスを通じてわが国は世界の貧困撲滅に貢献している。</p>                                                   |
| 自律      | <p>「全体最適化を考慮したシステムの実現」</p> <p>インフラの全体最適化を考慮したシステムの実現は、地方活性化や災害対応にも大きな影響を及ぼした。自然との調和をはかりつつ海外展開することを目指して自助努力し続ける、地方都市を中心とした地域向け農業に関するさまざまな開発も進展している。事業採算性をクリアするための個々の要素技術の全体最適化のためのソフトウェア開発や、統合システムの展開を基本に進められている。こうした取り組みは、国内のみを対象としたものではなく、移民や人に代わるロボットなどの視点も含めて検討されている。</p> |

「リーダーシップ」は、世界でトップクラスのレベルを持つ日本の節電技術や省エネルギー技術などを通じて世界貢献する姿を検討した。

「国際協調・協働」では気候変動など一カ国では解決困難なグローバルな問題への対応を考慮した。

そして「自律」は経済発展と環境との共存など、国内を中心とした視点に注力し、シナリオを作成した。

その際、エネルギーに関しては、環境への悪影響を軽減し、気候変動問題解決に貢献することや、エネルギーのベストミックスの視点で検討した。また生産から流通・変換・貯蔵・輸送といった資源から消費までを考慮したが、2020年までに実現を目指している水素について注視し、シナリオを作成した。

環境分野は人口減少や高齢化、グローバル化社会など、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性に注目した。地球温暖

化対策や環境保全など、技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントも、評価からコミュニケーションを含めて検討し、シナリオを作成した。

資源は鉱物資源をはじめ、未利用の廃熱や地域資源である地熱、世界トップレベルの水処理技術に着目し、グローバルから地域特性も含めた問題解決のための技術を対象とした。

こうした検討をした後、国際的視点で作成したシナリオの概要を表1に示す。

また、シナリオ作成と同時に解決すべき課題と政策への期待、実現に向けた施策についても検討した。政府・自治体、公的研究機関、企業、業界プラットフォーム組織、学・協会、大学、その他人材育成機関、金融・投資機関、市民・NPOといったステークホルダー別に、推進するための戦略と留意点について検討した。「国際協調・協働」の視点で検討し、実現に向けた課題と政策への期待としてまとめた結果を表2に示す。

表2 実現に向けた課題と政策への期待

|         | 「全体最適化を考慮したシステムの実現」                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 地球温暖化問題を解決する<br>世界トップレベルの技術開発の推進                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 地球規模問題への対応と<br>世界の発展への貢献                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 解決すべき課題 | <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー生産、消費、流通・変換・貯蔵・輸送</li> <li>事業採算性</li> <li>地球温暖化対応を考慮した施策</li> <li>実用化に向けた、個々の要素技術の全体最適化システム</li> <li>ICT技術の駆使によるエネルギーの有効活用と効率向上</li> <li>社会実装に向けた法令、技術標準との整合性を評価できる技術</li> <li>資源</li> <li>ナショナル・セキュリティを基本とした取り組み</li> <li>国際協力の推進と日本の独自性の両面からの技術開発</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>地球温暖化</li> <li>モニタリング、発生メカニズム、影響関連研究、技術開発</li> <li>局所的災害への対応</li> <li>環境保全、環境解析・予測、環境創成</li> <li>放射性物質除染技術</li> <li>水銀除去、アオコ・赤潮の回避</li> <li>環境や生態系におけるリスク要因の解明と適切な対策</li> <li>途上国でも実現可能な技術およびシステム開発</li> <li>気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術</li> <li>技術開発や社会実装における不確実性の改善</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>水</li> <li>資源配分と国際連携</li> <li>水資源確保に向けた国際連携</li> <li>リユース・リサイクル</li> <li>実用化に資する経済性を考慮した国・研究機関・企業との連携</li> <li>社会実装のための社会システム開発</li> <li>社会受容性を高めるための仕組み作り</li> <li>リスクマネジメント</li> <li>リスク情報の“伝達”から“対処”、“行動”変容の導出</li> <li>科学技術がもたらすベネフィットとリスクの分析</li> </ul> |
| 政策への期待  | <ul style="list-style-type: none"> <li>長期展望に立った政策的支援の必要性</li> <li>SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)で推進されているエネルギー関連技術プロジェクトと一体型の開発体制の構築</li> <li>当該関連技術の戦略的な方向性(政策立案、選択)の明確化</li> </ul>                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>IPCC第5次評価報告書：2℃目標の達成</li> <li>低炭素社会の実現に向けた社会経済的な制度構築に関する科学技術面からの検討</li> <li>研究蓄積、課題への対処経験の発展地域での展開</li> <li>技術的実現に向けての資源配分と人材戦略、社会実装への資源配分と内外連携・協力</li> <li>人文社会科学系との連携に基づく他地域にも展開できる統合的な手法による課題解決</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>水の循環利用、水質評価技術等で、世界の水ビジネスを先導していくこと(支援)</li> <li>将来の産業基盤を担う人材の育成施策(例：放射性廃棄物、レアメタルリサイクル)</li> <li>リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成の重要性</li> </ul>                                                                                                                      |

#### 4. まとめと考察

今回、シナリオ作成に際し、従来のような「強み・弱み」と言った対局軸は設定せず、2030年以降の「あり得る未来像」から、そのような未来を実現するための施策、その担当者、推進・阻害要因の抽出を試みた。すべての科学技術に密接なつながりを持つエネルギーや環境分野は、独立したシナリオ作成は困難であり、よって何らかの軸で優先順位を付けて作成することがベストな方法と思われる。しかし、経済性を優先させる場合は、環境負荷との関係、また技術主導と人的主導の両方を考慮したシナリオでは、やはり実現性に関する議論が必要となってくる。

またこのシナリオプランニングは、2030年以降の「あり得る未来像」のシナリオから、それらを実現するための施策、その担当者、推進・阻害要因の抽出に力点を置いている。したがって、シナリオは実現可能性の一例であり、優先的な目標を示すものではない。

#### 謝辞

ワークショップやインタビューに参加してくださった専門家の方々、アンケートに回答してくださった方々、そしてワークショップの実施に際

してお世話になった未来工学研究所の方々にお礼を申し上げます。

---

#### 参考文献

- 1) 第10回科学技術予測調査：  
<http://hdl.handle.net/10119/12585>
- 2) 第10回科学技術予測調査 - 環境・資源・エネルギー分野：  
<http://hdl.handle.net/10119/12589>
- 3) 第1回総合科学技術・イノベーション会議：  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/honkaigi/i001index.html>
- 4) 「科学技術外交のあり方に関する有識者懇談会」第1回会合：  
[http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4\\_001126.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_001126.html)
- 5) 科学技術イノベーション総合戦略 2014：  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2014.html>,  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2014/gaiyo2014.pdf>