

フォーサイトに関する最新動向—第5回予測国際会議 世界の科学技術予測の現状 ～社会課題解決に向けて～ （開催報告 その4） 多様な予測活動の現状

村田 純一 浦島 邦子

概 要

政策決定のツールとしての今日の科学技術予測調査は、初期に目指していた科学技術の進歩による快適な生活の実現を目指すだけでなく、しばしば起こる科学技術による負の影響も見据えて検討、実施しなければならない。今回の国際会議の締めくくりとなる最後のセッションでは、予測活動に関して、フィリピン、ハワイ、日本の研究者から、それぞれ「気候変動と洪水の防御」、「未来社会とイノベーション」、持続可能な節電を検討した「SETSUDEN プロジェクト」の3件の予測活動の事例紹介があった。

フィリピンでは、洪水の防御を主題とした、持続可能な未来に関する予測プロジェクトを実施した。ベストとワーストのシナリオを作成し、結果を視覚化したことでより多くの政策策定者が理解しやすいものとなった。

ハワイ大学未来研究センターでは、未来社会とイノベーションを視点とした取り組みを行っている。未来では想定と違う事象が起こり得ることから、複雑さや多様性を理由に曖昧な話で収束させるのではなく、想像力を発揮して直面する不確実性やリスクについて、誰もが理解できるように説明する必要がある旨が述べられた。

日本では、2012年にフォーキャストとバックキャストの両面から、持続可能な節電に関して検討する「SETSUDEN プロジェクト」を実施した。多様な業態の方々を集めてデルファイ調査課題の作成やシナリオライティングのワークショップを実施し、ベストとワースト両シナリオに共通するキーファクターから、明暗を分ける要因を導いた。

今回の会議を通じて得られた共通認識として、未来について検討するには、ビジョンと社会課題を合わせて検討することが必要であり、専門家と一般人も交えて議論することの重要性が挙げられる。社会実装に向けたロードマップを作成する際にも、現状を把握し、専門家の意見のみならず、市民の視点や遠い未来を含めた、広い視野に立って検討することの重要性が提示された。

キーワード：シナリオ，デルファイ調査，気候変動，持続可能，社会課題

1 はじめに

2014年2月、東京にも大雪が積もった中、当研究

所主催の第5回予測国際会議は、世界各国の専門家による各国における予測活動の現状と、その社会問題解決への適用に関する事例を通じて、持続可能な将来の姿を描くにはどうすべきか議論し、各国の経

験を共有することで我が国における予測活動のさらなる発展を目指すことを目的に開催された¹⁻³⁾。

政策決定のツールとしての今日の科学技術予測調査は、初期に目指していた科学技術の進歩による、快適な生活の実現を目指すだけでなく、しばしば起こる科学技術による負の影響も見据えて検討、実施しなければならない。したがって、社会課題を意識したアプローチでは、問題となっている事象の認識とその解決のために知恵を絞って科学技術を使う、あるいは場合によっては使用を規制することを含めた判断が求められるようになっている。

今回の国際会議の最後のセッションでは、予測活動に関して、フィリピン、ハワイ、日本の研究者から、それぞれ「気候変動と洪水の防御」、「未来社会とイノベーション」、「SETSUDEN プロジェクト」の3件の事例紹介があった。

2 フィリピンの事例—気候変動と洪水の防御：2033年のシナリオ

フィリピンでは The Center for Engaged Foresight (CEF) が中心となり、国内と東南アジアの未来イノベーションと社会予測調査を実施している⁴⁾。その活動の一例として、UNESCO と共同で予測調査に関するイベントが実施され、同様の活動に対してフィリピン政府も支援している⁵⁾。フィリピンでも予測調査は年々活発になってきている。

2013年9-10月にフィリピン、インドネシア、タイの3カ国の文化的背景の異なる人達が、気候変動と洪水の防御を主題にした持続可能な未来に関する予測プロジェクトを実施した。この取り組みは、Alumniportal Deutschland (ドイツ同窓生ポータル)⁶⁾ 主催の持続性をテーマにしたワークショップ・コンテスト⁷⁾ に提出するために企画された。そこで、気候変動による局所災害であり、東南アジアで頻発する洪水の対策をテーマに選んだ。ここで報告する内容は、コンテストにおける発表を基に再構成したものである。参加を募ったフィリピン、インドネシア、タイの200人がインターネットを用いて約6週間かけて調査と意見集約を行い、ベストとワーストのシナリオを書いた。その結果の一例を図表1に示す。こうしてまとめたものをコンテストに提出した。参加16チームのうち、南米のチームが優勝し、フィリピンは残念ながら入賞できなかった。しかし結果としてこのシナリオ作成を通じて、問題意識を多くの人と共有できたことは重

要であり、次へのステップとなった。さらに、検討したシナリオを図表2のように視覚化したことで、政府関係者など多くの方々への説明がしやすくなった。

今後はフィリピン南部で河川の保護と水系の回復を目指す予測プロジェクトの提案を行い、活動していく予定である。

3 ハワイの事例—未来社会とイノベーション

ハワイ大学未来研究センター⁸⁾ の研究者からは、未来社会とイノベーションを視点とした思考法について説明があった。以下にその概要を示す。

「ポストノーマル」、つまりこれまでの社会を構成する「規範」の概念に対して、変化する社会には扱いにくい要素として「混沌」、「複雑」、「矛盾」がある。今後、未来の社会は図表3に示すようにそれら3つが重なる状況となるだろう。そして社会の変化速度は加速しており、例えば、10億台のスマートフォンの普及にはこれまで16年掛かったが、次の10億台は3年以内に普及すると予測されている。スマートフォンの製造には希少鉱物資源が使われており、それらの中には紛争地域で採掘されているものも含まれる。一部は密輸されて非政府組織の資金源になることが問題になっている。そのような反社会的活動に対抗するために、インテルなどはサプライチェーンの源、つまり精錬所までさかのぼって認証する活動⁹⁾ を展開している。

現在と未来の関係には、図表4のような「現在の延長」-「想像可能な未来」-「想定外の未来」の3つの未来¹⁰⁾ という見方ができる。この図が意図していることは、向こう10年は現在の延長ということである。多くの人々は、未来は現在の単純な延長と考えているが、未来は非線形であり、想像と違う事象が起こり得る。10年後以降、その先の未来を考えるとときには、現在の既成概念を疑うことが必要である。予想外のことが発生したときに、次に何が起こるかを考えなければならない。そして、複雑さや多様性を理由にしてあいまいな話で済ませるのではなく、想像力を発揮して直面する不確実性やリスクについて、誰もが理解できるように説明しなければならない。大勢と対話を始めるには、不確実性とリスクを含めた説明と、事象に対する対処法「誰が」「何を」「どうする」という問いかけが必要である。

現状を知ったうえで、今後の気候を含む自然環境の変化と人類の生き残りについて考える取り組み

図表1 シナリオの例

	◇ ベストシナリオ	◆ ワーストシナリオ
現象	◇ 異常気象で雨が2週間以上続くが、河川の観測、水路の監視が行われ、水量を管理する設備が機能を果たす。	◆ 極端な気象状態になって、豪雨が2週間以上続き、各地で洪水が起こる。
対応と状況	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 太陽光調理器や効率良い調理用コンロが普及する。 ◇ 太陽光、風力、小規模水力発電など再生可能エネルギーの利用や有機農法が実施される。 ◇ 運動場などでの再生水の利用、植物栽培での雨水の利用が普及する。 ◇ 都市部の屋上・壁の緑化でヒートアイランド現象が緩和される。 ◇ 透水性舗装が普及する。 ◇ 持続可能な水の管理が可能になる。 ◇ 湿原の草など植生の管理で植物による水の貯留が可能となる。 ◇ 沿岸地方ではマングローブの植林が進む。 ◇ 竹木の加工技術が発展する。高台の農民は森林保護をしながら生活が維持できる。 ◇ 水路が整備され、清掃が行き届く。 ◇ ビニール製買い物袋の使用が禁止される。 ◇ 低地の住居は高床式になる。 ◇ 都市への人口集中が緩和される。（人口の管理がうまくいく。） 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 通信と観測技術などは進化するが、森林の住宅・工業用地転換や、違法伐採などがなくなる。 ◆ 工業化のために地下水を大量に汲み出し地盤沈下が起こる。 ◆ 貯水池は溢れ、ダムも決壊を防ぐため放流する。下流域の水がなかなか引かない。 ◆ 植林活動など環境保護活動も行われるが、一度洪水になると水路が詰まる。 ◆ 水路にゴミが大量にたまり、除去作業が追い付かない。 ◆ 川の堤防沿いにも家が立ち並び、洪水で流されて多数の死者が出る。 ◆ 災害後の救援物資配給に人々が並ぶ。
結果	◇ 緑の都市が出来上がる。	◆ 負のスパイラルが繰り返される。

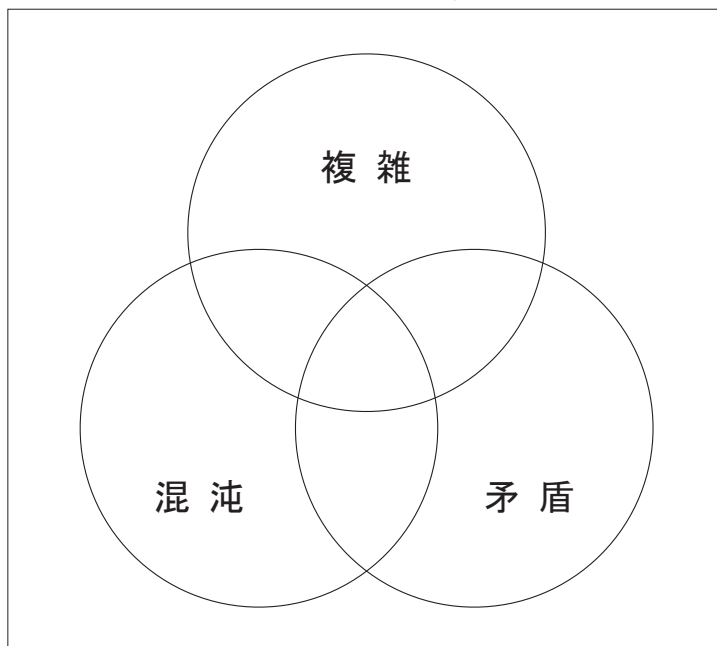
発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 望ましい未来の一例



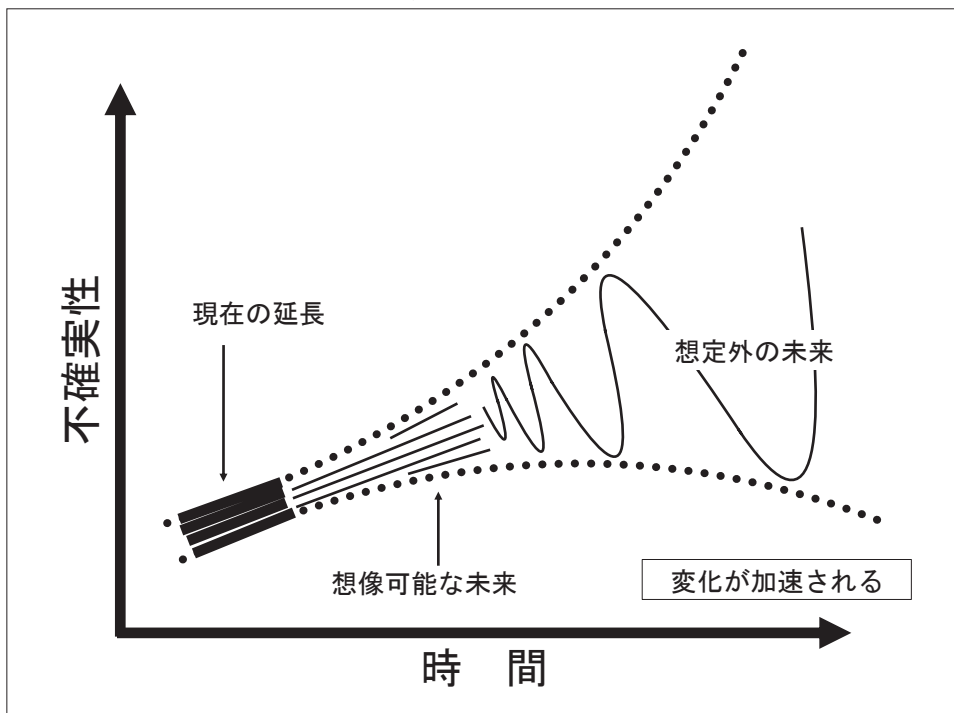
出典：講演資料

図表3 今後の状況を示す概念図



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表4 3つの未来



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

が重要である。例えば IPCC（国連：気候変動に関する政府間パネル）のレポートには海面上昇について書かれているが、予測だけでは対策を講じたことにはならない。一方で温暖化の問題に対して、海洋で植物プランクトンの発生・漁業資源の回復と二酸化炭素吸収の実験として、海に鉄ミョウバンが散布された。しかし、それは生物多様性に影響するかも知れず、海洋環境保全の面で問題があるとして議論されている¹¹⁾。

未来は予測した通りにならないかもしれないが、起こりそうな事象への対応を考えて実行することが重要である。このような取り組みでは、予測手法への関心だけではなく、多くの人々が課題に関心を持つことが大切である。つまり人々が参加するプロセスが重要である。技術は対策のために必須の要素であるが、対策を実施するのは人間なので、どうやって多くの人を介在させるかが大切である。種々の課題に対して人々が活発に対話することが期待される。

4 日本の事例—SETSUDEN プロジェクト

我慢ではなく、持続可能な節電とはどのようなものかを検討することにより、新たな科学技術が目指す方向性を見出すことを目的に実施した「SETSUDEN プロジェクト」調査について説明があった。

2011年の震災の際には、省エネ機器導入など技術的な節電の取り組みだけではなく、勤務時間や休日の変更など、ライフスタイルの変革による行動が節電に大きく貢献した。しかし、多くのケースで「限定的」かつ「我慢」が伴ったこともあり、持続可能ではないことが問題視された。そこで調査では、節電の現状分析、節電に関する科学技術課題の抽出、専門家ネットワーク^{注)}を利用したデルファイ調査、科学技術課題をベースにしたシナリオライティングなどの調査と、在日大使館の方々による、震災当時の節電に関する我が国の取り組みへの評価を実施し、報告書としてまとめた¹²⁾。

最初に節電の実態を把握するために、ヒアリングや各種報告書、論文などから情報を収集し、節電の取り組みをハードとソフトの両面から取りまとめた。次に、節電に深く関連する独立行政法人の研究機関、電力関連の企業や機器メーカー、そして自動車、鉄道、住宅建設、ゼネコンなどのインフラ関連企業の方々を集め、フォーキャストとバックキャストの両面から、持続可能な節電を検討するワークショップを実施した。フォーキャス

トは、過去のデルファイ調査結果をベースに技術が進展すると2030年はどのような社会になっているか、という視点で検討した。バックキャストは2030年の理想とする節電の姿について描き、そこから必要な技術やシステムについて検討した。

シナリオワークショップでは、4グループで各シーン（オフィス、田舎、都会、高齢社会）に対してベストとワーストのシナリオを作成した。両シナリオを分析したところ、共通するキーファクターが導かれた。その結果の一部を図表5に示す。今後、どのような要因でベストとワーストに分岐するのかを分析する必要がある。

さらにフォーキャストとバックキャストから取り出したキーファクターを念頭において、直近の第9回科学技術予測調査で用いた11課題を含めて、41のデルファイ調査課題を作成した。今回第9回の調査課題を含めたことで、震災前後の意識変化を俯瞰することができた。その結果、実現時期について、技術に関しては2-4年遅れ、技術以外は1年程度早まる傾向が見られた。

こうしたアンケート調査を政府機関が実施すると、エネルギー対策は予算や規制の策定など政府や企業がやればよいという意見がたくさん出る。政府が行うべきこともあるが、市民が自分たちでできることを考えるきっかけとなるように、実現のためには誰が何をすればよいという質問も同時にした。意見としての例をあげると、日本は2030年以降、高齢化と若年層の働き口が減り、エネルギーの使用も減る。また、みんなあまり外出せずに家に居て、電力の使用は減る、という回答が多

図表5 ベスト・ワースト両シナリオに出現するキーファクターの一例

	ベストシナリオ	ワーストシナリオ	キーファクター
技術	地域で標準化されて普及	標準化が遅れ個別に普及	電力ネットワーク
	全体的に最適化されたネットワークによって無意識のうちに管理されている	ライフスタイルの工夫によってかろうじて震災後のレベルを維持	電力消費
	多くの機器に適用されて普及	一部の機器にのみ適用	電力変換素子
	製造工程最適化・業績向上	コスト低減のために海外移転	製造現場
	運用見直しで効率向上	活用が不十分	研究設備
技術以外	エネルギー関連製品を中心に向上	研究開発力低下により停滞	国際競争力
	テレワークなどの普及を背景に向上	20年前と変化なし	ワークライフバランス
	これまでの体制の見直しで連携が機能	従来連携体制で真の連携は機能せず	産学官連携

注 専門家ネットワーク：当研究所が管理する研究者技術者を対象としたシステムで、約2,200名の登録がある。

数あることを想像していた。しかし、2030年には高齢者を含む多くの家庭では、今以上にエネルギーを消費する生活が定着するために、電気使用量は現在より増える、という意見も少なからずあったことは予想外であった。

以上の調査結果の詳細については報告書¹³⁾がwebから閲覧できるようになっている。

社会課題を合わせて検討することが必要であり、専門家と一般人も交えて議論することが重要である。社会実装に向けたロードマップなどを作成する際にも、現状を把握し、専門家の意見のみならず、市民の視点や遠い未来を含めた、広い視野に立って検討することの重要性が提示された。

科学技術動向研究センターは、科学技術予測調査を主研究テーマとして、今回のような国際会議のほかにも、未来に関する各種取り組みを行っている。今後も様々な人々、そして世界各国の関係機関と積極的にコンタクトをとり、情報交換しながらよりよい未来を実現する科学技術予測調査を行っていく所存である。

以上 (完)

5 最後に

今回の会議で発表された内容を通じて得られた共通認識は、未来について検討するにはビジョンと

参考文献

- 1) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―第5回予測国際会議 世界の科学技術予測の現状～社会課題解決に向けて～ (開催報告 その1)、科学技術動向 No.144. p.10-14、2014年5月：<http://hdl.handle.net/11035/2922>
- 2) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―第5回予測国際会議 世界の科学技術予測の現状～社会課題解決に向けて～ (開催報告 その2) イノベーションとビジネスのための予測調査、科学技術動向 No.145. p.4-11、2014年7月：<http://hdl.handle.net/11035/2962>
- 3) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―第5回予測国際会議 世界の科学技術予測の現状～社会課題解決に向けて～ (開催報告 その3) 国際機関による予測調査、科学技術動向 No.146. p.5-11、2014年9月：<http://hdl.handle.net/11035/2971>
- 4) フィリピン CEF (Center for Engaged Foresight) :
<http://engagedforesight.com/tag/unesco-national-commission-of-the-philippines/>
- 5) Department of Science and Technology, Republic of the Philippines :
http://www.dost.gov.ph/index.php?option=com_content&view=article&id=635-technology-foresight-for-rp-electronics-industry-identify-technology-champions
- 6) Alumniportal Deutschland : <https://www.alumniportal-deutschland.org/en/start-page.html>
- 7) 持続可能性の仮想体験型プロジェクト : <https://www.alumniportal-deutschland.org/index.php?id=5632>
- 8) ハワイ 未来研究センター : <http://www.futures.hawaii.edu/index.html>
- 9) ホワイトペーパー、インテルの取り組み :
<http://www.intel.com/content/dam/doc/policy/policy-conflict-minerals.pdf>
(関連資料) : <http://www.interactiongreen.com/intelconflictmineral/>
- 10) 3つの未来 (関連資料) :
http://www.academia.edu/7084893/The_Three_Tomorrows_A_Method_for_Postnormal_Times
- 11) 海洋への鉄ミョウバン散布についての記事 :
<http://www.theguardian.com/environment/2012/oct/15/pacific-iron-fertilisation-geoengineering>
<http://www.newyorker.com/news/news-desk/the-first-geo-vigilante>
<http://www.forbes.com/sites/timworstall/2014/04/28/iron-fertilisation-of-the-oceans-produces-fish-and-sequesters-carbon-dioxide-so-why-do-environmentalists-oppose-it/>
- 12) 「持続可能な節電に関する調査～デルファイ調査とシナリオ分析による将来展望」の結果を公表、科学技術動向 No.136, p. 37. 2013年7月：<http://hdl.handle.net/11035/2393>
- 13) 持続可能な節電に関する調査―デルファイ調査とシナリオ分析による将来展望―、科学技術政策研究所 科学技術動向

研究センター、2013年3月：<http://hdl.handle.net/11035/1197>

- 14) The result of Study on Sustainable Saving Electricity - Future Perspective Based on the Delphi Survey and Scenarios -, 25-Nov-2013：<http://hdl.handle.net/11035/2449>

..... **執筆者プロフィール**



村田 純一

科学技術動向研究センター 特別研究員

専門は半導体結晶成長。企業にて、化合物半導体結晶性基板作製の研究などに従事。2013年5月より、科学技術動向研究センターにて、科学技術予測調査の業務に従事。計測、通信用デバイスに関心がある。博士（工学）



浦島 邦子

科学技術動向研究センター 上席研究官

工学博士。日本の電機メーカー、カナダ、アメリカ、フランスの大学、国立研究所、企業にてプラズマ技術を用いた環境汚染物質の処理ならびに除去技術の開発に従事後、2003年より現職。世界の環境とエネルギー全般に関する科学技術動向について主に調査中。