

公開資料

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
研究開発実施終了報告書

「人と情報のエコシステム」

研究開発領域

「未来洞察手法を用いた情報社会技術問題のシナリオ化」

研究開発期間 平成 28 年 11 月～令和 2 年 3 月

鷺田祐一

(一橋大学経営管理研究科 教授)

目次

1. プロジェクトの達成目標	3
1－1. プロジェクトの背景	3
1－2. プロジェクトの達成目標	3
2. 研究開発の実施内容.....	5
2－1. 実施項目およびその全体像	5
2－2. 実施内容.....	6
3. 研究開発成果.....	14
3－1. 目標の達成状況.....	14
3－2. 研究開発成果	15
3－3. 今後の成果の活用・展開に向けた状況	20
4. 領域目標達成への貢献	21
5. 研究開発の実施体制.....	22
5－1. 研究開発実施体制の構成図	22
5－2. 研究開発実施者.....	22
5－3. 研究開発の協力者	23
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	24
6－1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	24
6－2. 論文発表.....	26
6－3. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	26
6－4. 新聞報道・投稿、受賞など	27
6－5. 特許出願.....	27

1. プロジェクトの達成目標

1-1. プロジェクトの背景

新技術が社会にもたらされ、それが普及することで社会がより良いものになるのかどうかには数多くの障壁がある。場合によっては、技術は社会の害にもなり得るが、技術者や科学者はそのような悪いシナリオを想定しないことが多く、しばしば事後に大きな問題をおこしたり、技術が普及しなかったりする。このような「想定外」問題を緩和するためには、様々な新技術の社会実装、およびその未来シナリオを多様な角度で検討する必要がある。

新技術がどのように普及し社会に変化をもたらすのかを事前に予見し備える行為は、一般に foresight（未来洞察）活動と呼ばれ、1960年代から世界各国で進められている。我が国でも国レベル（文部科学省 NISTEP）や民間レベルで様々な取り組みがなされ、科学技術政策に深く関与している。しかし、自然科学者は、その生来の特徴として、理論的な定義を重んじその上で実現可能な未来の技術普及を想定するため、実際に技術を社会実装する時点で、定義に外れる事実が判明したり当初想定から外れる事態が発生したりすると、その「想定外」から目を背け、技術的・理論的枠組みの中に閉じこもりがちになる。これがいわゆる「イノベーションの死の谷」現象や社会技術問題（技術が社会に十分に便益をもたらさない問題）を発生させる重要原因になっている。未来洞察の研究はそのような「想定外」すらも理論的枠組みに取り込むために必須な研究である。

技術普及や社会実装の過程で発生する「想定外」は、主に社会的、経済的、文化的な要因で発生することが多い。これら要因を自然科学から完全に切り離して研究をすることは、学術的にはある程度まで重要であるが、そこで生み出された知見や技術を十分に安全かつ効果的に現実社会に適用する段階においては、もはや切り離した議論は許されない。

従来、自然科学の対語として社会科学という領域が設定されてきたが、その学術的興味は、純粹に社会的、経済的、文化的事象の探求・検証に充てられることが多く、技術と社会の橋渡しという視点には中心軸が置かれにくかった。特にそれら研究の多くが歴史的事象の再検証という手法を用いることから、未来時点で発生しうる事象への探求・検証に対しては、歴史循環性か統計的確率論以外の有効な手段をもっていないことが問題である。未来洞察研究は社会科学成果の実利用側面での新しい手法提供という意義がある。

1-2. プロジェクトの達成目標

世界の情報産業を寡占している GAFA（Google, Amazon, Facebook, Apple）への警戒心は、すべての先進国において急速に拡大している。昨今では中国のアリババやテンセントも含め、情報産業の寡占化を食い止めようとする国の動きも活発化している。米国は 5G 携帯電話の技術覇権を維持するためにファーウェイを自国の政府調達から排除し、同盟国にも同様の措置を求めている。他方、EU が発動した GDPR (General Data Protection Regulation)

は、メガプラットフォーム企業が個人情報を独占することを事実上禁止するための実行力として機能し始めている。今後、わが国の社会もそのような影響を強く受けるようになることは間違いないが、現段階で公正取引委員会が十分な能力を有しているのかどうか、には懸念があるとの指摘もある。

情報産業を寡占している企業が提示する未来社会のシナリオは、大きな危うさを伴うものばかりである。いっぽうそのような寡占企業を抑制しようとする国側が提示する未来社会シナリオもまた、けっして明るい未来を描けているとはいえない。例えば GDPR が厳密に履行されれば、おそらく人類文明の後退にすらなってしまうであろうし、ファークウェイ排除の動きによって、すでに 5G 携帯電話規格は健全な普及が期待できなくなったとの声もある。生活者は両者が競い合うように示す too good scenarios と、too bad scenarios の間で、漠然とした不安を抱きつつも、目の前の便利な情報サービスの利用を深めてしまっているというのが現状といえるのではないか。

「情報技術の進展に対する潜在的な負の側面」の多くは、現段階では「潜在的」であり、ともすると「根拠のない不安感」と捉えられることもある。しかし、2025 年以降の未来時点では、それらの多くが「顕在」する問題になっており、もはや「根拠がない」とは言えない事実の積み重ねが発生してしまっている可能性が高い。Uber 社が起こしたたった 1 回の自動運転車死亡事故によって、自動運転車開発のシナリオは大きなダメージを受けた。あれほどバラ色の未来といわれた Level 5 の自動運転が普及する未来が、早くも「見果てぬ幻想」になりつつある。「楽観的な技術発展の予測」が外れる現象はこれまでも繰り返し発生してきており、十分な普及に至らなかった技術革新や短命に終わった技術スタンダード、あるいは他国に大幅に遅れをとった研究開発領域や産業領域も数多い。我が国の人工知能や IoT 技術の研究開発がそのような「イノベーションの失敗」に陥らないためには、早い段階で問題を認識し、後戻りできない失敗が広がる前に解決の仕組みを埋め込んでおくことが必須である。

本プロジェクトでは、未来洞察の代表的な手法を用いて、幅広い領域の数多くの有識者や研究者、企業実務者、あるいは若いユーザー群を、共通の合意形成ワークショップに自然な形で何度も招き入れ、協働作業の中で 2040 年ごろまでの未来シナリオを構築した。また、この共同の合意形成ワークショップの反復実施自体が共進化プラットフォームとして期待以上に機能し、数多くの技術企業、国立研究所、大学などが多様な未来シナリオを議論する習慣が形成されつつあるところまで着た。また構築された未来シナリオとその対処策の 1 つ 1 つについても、メリットと負のリスクをうまくバランスする新たな研究開発ビジョンとして捉えられ、いくつかの企業がその実現に取り組み始めている。同時に、従来の研究開発スタイルと何がどう違うのかについても貴重なフィードバックを得ることができた。

いっぽう、情報技術によって、様々な組織・制度・サービスなどがどのように変わるのかについては、楽観論から悲観論まで様々なシナリオが議論されたが、まだ結論のようなものは生まれなかった。本プロジェクトでは、初年度（平成 27 年度）はマーケティングに着目

し、流通、広告、販売促進、顧客満足活動、消費者調査、などの実務の代表的な業態に焦点をあてて検証を試みた。平成 28 年度にはさらに対象を広げて、日本人の「働き方」に着目し、人工知能やIoT 技術の応用を想定して、具体的な人事や人材育成などの実務がどのような影響を受けるかをまとめた。さらに平成 29 年度・30 年度は再生可能エネルギーや鉄道インフラなどの未来シナリオ構築へと視野を広げた。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目およびその全体像

- ・未来洞察ワークショップによる未来シナリオの蓄積・精緻化と、開発プロセスの改革
- ・各国の人工知能と IoT 開発先端事象取材
- ・研究成果のアウトリーチ（論文発表等）
- ・未来洞察手法の開発と運用についての、各国行政機関・研究機関への最新事情調査
- ・未来シナリオの可視化
- ・スキャンニング半自動化研究
- ・国立研究機関でのホライゾン・スキャン手法の普及活動
- ・日米生活者・技術者の技術普及シナリオ意識検証
- ・プロジェクト全体まとめ

実施項目	平成 28 年度 (H28.11～ H29.3)	平成 29 年度 (H29.4～ H30.3)	平成 30 年度 (H30.4～ H31.3)	平成 31 年度 (H31.4～ H31.10)
未来洞察ワークショップ による未来シナリオの蓄 積・精緻化と、開発プロセ スの改革	1 回実施 (HITE 主 催)	HITE 主催で 1 回 実 施、 CRDS 主催で 1 回実施	2 回実施 (事業構想大 学院大学・台 湾成功大学)	1 回実施 (台湾成功大 学)
各国の人工知能と IoT 開 発先端事象取材	タイで取材実 施	欧州で取材実 施	中国で実施	
研究成果のアウトリーチ (論文発表等)		各種実施	各種実施	各種実施
未来洞察手法の開発と運 用についての、各国行政 機関・研究機関への最新 事情調査	米国で実施	ドイツで実施	中国で実施	
未来シナリオの可視化		アニメ動画作 成	アニメ動画作 成	アニメ動画作 成

スキャンニング半自動化研究			複数企業と意見交換	複数企業と意見交換継続
国立研究機関でのホライゾン・スキャン手法の普及活動			産総研を中心に実施	産総研を中心に実施
日米生活者・技術者の技術普及シナリオ意識検証		計画通り実施		論文発表
プロジェクト全体まとめ				報告書作成

2-2. 実施内容

・未来洞察ワークショップによる未来シナリオの蓄積・精緻化と、開発プロセスの改革

(1) 目的：

数多くの「情報技術と社会が馴染んだ状態」についての未来シナリオを作成すると同時に、幅広い有識者との間での共進化プラットフォームとしてワークショップの場を活用する。

(2) 実施した内容・方法など：

HITE 主催の未来洞察ワークショップ（2017年2月13日・14日）

東工大 CBEC との共催による未来洞察ワークショップ（2017年8月8日・9日）

事業構想大学院大学との共催による未来洞察ワークショップ（1回目）（2018年6月23日）

台湾国立成功大学との共催による未来洞察ワークショップ（1回目）（2019年3月23日・24日）

台湾国立成功大学との共催による未来洞察ワークショップ（2回目）（2019年10月26日・27日）

事業構想大学院大学との共催による未来洞察ワークショップ（2回目）（2019年12月7日）

(3) 結果：

想定通り、多様なステークホルダーの有識者とワークショップを実施し、数多くの興味深い「情報技術と社会が馴染んだ状態」の未来シナリオを作成できた。

(4) 特記事項：特になし。

・各国の人工知能と IoT 開発先端事象取材

(1) 目的：各国の社会背景をもとにして、日本とは違うカタチで「情報技術と社会が馴染んだ状態」を把握し、あわせて最新の技術動向も把握する。

(2) 実施した内容・方法など：

新日鉄住金ソリューションズ、および同社のタイ・バンコク支社を訪問取材。同時にシンガポールでの AI を活用した新規ビジネスを検討している有力ベンチャー企業に取材。(2017 年 2 月 16～22 日)

マサチューセッツ工科大学の Eric von Hippel 教授への取材。(2017 年 10 月 23 日)

スタンフォード大学の Larry Liefer 教授への取材。(2017 年 10 月 28 日)

ドイツ・フランホファー研究機構取材。(2018 年 2 月 15 日～21 日)

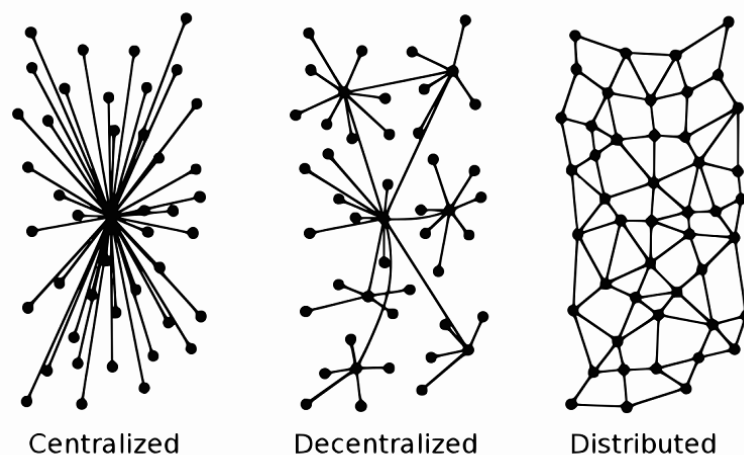
中国信息通信研究院 (CAICT) 取材。(2018 年 11 月 23 日)

浙江大学工業設計専攻取材。(2018 年 11 月 24 日)

アリババ社社員取材。(2018 年 11 月 25 日)

(3) 結果：

各国の背景の違いを反映して、それぞれの国で情報技術と社会の関係性は大きく違うことが明確に理解できた。その中で、日本は、技術者の理想と社会の現実の乖離が大きいという特徴があることがわかった。米国は、技術的な理想が実際には実現しないことを最初から想定した上で、「社会制度の建前の隙間で新しいイノベーションが起こる」という論調が強かった。いっぽう中国では技術的な理想が国家全体主義と一体化してしまっており、日本を含む西側諸国とはネットワーク社会の理想自体が根本的に違っていることがわかった。



中国では先進国で社会ネットワークの発展形と考えられている上図のような「distributed network」は単に分散したネットワーク「decentralized network」と区別されておらず、それを国が一元管理する体制「centralized network」が最も進化した社会であるという強固な認識を国が推奨しており、また大学や主要企業も

それに従って研究開発をすすめていることが浮き彫りとなった。しかも多くの生活者がそのような国による個人情報の一元管理の危険性についてそれほど認識していないことがわかってきた。「distributed network」と「decentralized network」の違いについては中国信息通信研究院（CAICT）との会議席上で、先進諸国との認識の違いを明言した上で議論・意見交換をしたが、平行線に終わった。ある意味で驚きの結果であった。

ドイツでは GDPR の施行によって、中国とは正反対の社会像の実現にむけて進みつつあるが、他方、それで企業の技術革新が抑制されるべきなのかという揺らぎもあるように見えた。

(4) 特記事項：特になし。

・研究成果のアウトリーチ（論文発表等）

(1) 目的：

未来洞察活動に関する研究成果や、「情報技術と社会が馴染んだ状態」の未来シナリオについての研究成果を学術に発信する。

(2) 実施した内容・方法など：6-1にて後述。

(3) 結果：未来洞察領域については、日本からの海外ジャーナルへのアウトリーチが少ない現状に対して、一定の成果を残すことができた。

(4) 特記事項：特になし。

・未来洞察手法の開発と運用についての、各国行政機関・研究機関への最新事情調査

(1) 目的：

未来洞察（foresight）に関する手法は、様々なものが分散的に開発・運用されている。特に活動が活発な欧州の事情については最新の情報を得ておくことが重要である。

(2) 実施した内容・方法など：

Sirkka Heinonen 教授（Finland Future Research Centre：FFRC）（2017年3月6日）

Adrian Kuah Wee Jin 博士（シンガポール国立大学 School of Public Policy）（2017年2月21日）

Sohail Inayatullah 博士に取材。（2017年6月21日～24日）

ドイツ・フランホファー研究機構取材。（2018年2月15日～21日）

(3) 結果：

全体に、未来洞察（foresight）に関する手法自体は、それほど進化していないことが判明した。それよりも国家としてそれをどのように運用するか、に大きな違いがあり、シンガポール、フィンランド、ドイツは効果的な運用をしていることが理解できた。それに比較すると、日本は NISTEP がまずは中心的役割を果たすべきであ

るが、残念ながら十分な活動が出来ているとは言えないことが明確化した。

(4) 特記事項：特になし。

・未来シナリオの可視化

(1) 目的：

未来シナリオは、主に文章やイラストで表現されることが多いが、説得力を出しにくく、科学的あるいはビジネス的な視点でしっかりとした議論の対象になりにくいという問題がある。そこで別の表現方法を模索し、「情報技術と社会が馴染んだ状態」の未来シナリオを効果的に議論の俎上に乗せられる手法の開発をめざす。

(2) 実施した内容・方法など：

ウェブアニメ動画を用いた表現の実現。およびその開発手順の手法化。

(3) 結果：「人工知能のモザイク型普及社会と自動運転」「人工知能と共存した高齢者の働き方」「MaaS と鉄道の未来」という 3 本のウェブアニメ動画を作成し発表した。
(詳しくは 3-2 で後述)

(4) 特記事項：特になし。

・スキャニング半自動化研究

(1) 目的：ホライゾン・スキャニング手法の根幹をなす「スキャニングマテリアル」のデータベース作成は、属人的なプロセスに依存し、労働集約的である。このプロセスを人工知能やビッグデータ技術で半自動化できることが理想である。

(2) 実施した内容・方法など：

半自動化が技術的に実現可能と思われる組織や起業への働きかけを実施した。

(3) 結果：政府として中心的な役割を担う NISTEP では KIDSASHI (きざし) (Knowledge Integration through Detecting Signals by Assessing/ Scanning the Horizon for Innovation) の運用を 2016 年度から開始し、その開発と運営者と意見交換などを実施したが、資金的・人的な限界から、スキャニングマテリアルの半自動生成には至らなかった。また JST の他セクションとも意見交換などを実施したが、同様の状況であった。他方、NEC、NTT データ、パナソニックなど民間企業にも打診し、「興味がある」という回答は得たものの、実際に開発に向かうというステップには至らなかった。

(4) 特記事項：

産業技術総合研究所とは、未来洞察手法の運用も開始しているので、今後、その延長で実現を目指したい。

・国立研究機関でのホライゾン・スキャン手法の普及活動

(1) 目的：ホライゾン・スキャニング手法は、それ自体が、多様なステークホルダーを

巻き込んでの共進化プラットフォームになりうるので、この手法の普及は、「情報技術と社会が馴染んだ状態」実現のために有用である。

(2) 実施した内容・方法など：

前述の HITE 主催あるいは共催でのワークショップを契機にして、その後、個別企業での未来洞察ワークショップを依頼され、一橋大学が受託する形で実施した事例が複数発生した。パナソニック、日立製作所、三菱電機、インテージ、NTT コミュニケーションズ、凸版印刷、テルモなどである。

(3) 結果：

個別事例については守秘義務契約もあり、全てを本報告書で公表することはできないが、少なくとも本プロジェクトによってこの手法が民間企業を中心にかなり普及したことは間違いない。また、以下に、ある企業で「この手法を用いた場合と用いなかった場合で、開発プロセスがどのように変化したのか」のアンケートを実施した結果を記す。これを見ると、この手法が「情報技術と社会が馴染んだ状態」実現のための共進化プラットフォームとして有効に機能していることが検証されたといえる。

質問「本手法がある事と無い事でどう違うか？」

- 未来の方向性に「確からしさ」があり、かつ「今」から少し離れた事業機会を探る上で、本手法が役に立つと思います。強制発想で出された未来シナリオについて権威のあるテキストなど、社内政治で役立つ根拠があると更に役立つと思います。
- 組合せの意外性、人との意見の掛け合わせにより生まれるアイデアは本手法ならではのと思う。
- 飛んだ発想からもビジネスモデルに落とし込める要素が多くあり、学ぶことができました。未来洞察のやり方がわかりやすくて良かった。
- 本手法が無い＝今までと同じなので、この先広げたアイデアを集約してモデル化したい。少なくとも本手法がある事で、結果が出なくても現状と変わらないのでリスクは無い（この手法に頼り切るつもりはないが検討の多様性としてはあり）。
- 現状の自社の状況として、技術起点の開発が多く将来求められるもの（技術）、将来活用されそうなもの（技術）との不整合が生じているように感じられる。技術者が将来のニーズを想定で来ていない事が1つの要因だと思う。今回のアプローチは将来想定に役立つと思った。ファシリテーションも良く取り組みやすかった。
- 社外から見た事業の意義に思考を馳せることが出来る。柔軟性を持ったビジョンができそうな気配。

- そもそもの気づきを強制的に強いるので変化が生じないはずは無いと思います。変化量については議論の深度やスコープの制限が必要かなと思った。
- 本手法が無いと現場ソリューションを担当する自分としては、イノベーション観点での事業を進める事が停滞しそうです。事業企画担当という職能のスキルの鮮度管理上は必要。
- 思いがけないアイデア、発想は出るものだと感心した。
- 本手法を意思決定に活用するには意思決定者が理解し、判断できる言語・表現にしなければいけないと思います。特に洞察を担当者が論理的に語らねばならないことがジレンマなのかもしれません。
- 事業戦略にまで昇華するにはまだステップが必要（なぜこのソリューションが面白いかを抽出してのワーク等）。行き詰ったら記録されているところまで戻るなどすると共に、プロトタイピングで市場と会話できると、戦略に昇華できると思います。
- 本手法をうまく活用できれば気付きなどのアイデアはたくさん出ると思う。
- シナリオを複数考える事で独りよがりな意思決定が減る（減ればいいなあ）と思います。
- 定期的にアイデアをストックすることで、今すぐは使えなくとも2～3年後に丁度よいものが見つかる可能性もある。応用したり、組み合わせたりすることもできるのでこういった活動は必要。未知の領域から発想するのはとても自由な発想になる。
- 縦軸 x 横軸の強制発想により、ある程度現実的且つ既視感が少ないアイデアを効率的に出す事ができた。
- 想定外をつくらないという点が良かった。ウォッチすべき要素をつくっておいて事業意思決定に活かすこともできそう。
- 商品が無い中で世界観という大きな枠組みから考える経験は非常に新鮮で大きな学びになりました。
- 一般的にはバックキャストアプローチを取るが、未来は予測だけでなく、そう導く戦略まで無いとロスが大きいと感じた
- 足元の戦略に終わらず、長期的なビジョンを考える機会が得られるため、この手法があると事業環境が大きく変化する際に備えができる。
- 発想の広がり、新たな視点。
- 探していた課題に対する気づけない切り口が見つかった。自身のテーマへの反映を本気で検討。

(4) 特記事項：

産業技術総合研究所とは、未来洞察手法の運用も開始しているので、今後も継続的に普及していけると思われる。



産総研デザインスクール

社会にほんとうに必要とされ、活用され、よりよい未来を創り出す技術やイノベーションを生み出すには、どんな力が必要でしょうか？

産業技術総合研究所(以下、産総研)は、「これからの社会でほんとうに必要とされること(共通善)」を探究し、仲間とともに未来のくらしを創造する「共創型テック・リーダー」を育むための教育プログラム「産総研デザインスクール」を2018年に立ち上げました。

産総研および賛同いただける企業の研究者・技術者を対象としています。産総研デザインスクールへの参画にご関心をお持ちの企業・組織のみなさまは以下をご覧ください。

・日米生活者・技術者の技術普及シナリオ意識検証

(1) 目的：

研究代表者は、平成 28 年度、実験的な試みとして、日本の一般生活者および専門技術者が、主要な先端研究 6 トピック（自動運転、AI、IoT、家庭用ロボット、iPS 細胞、メタンハイドレート）について、「順調に普及し社会に貢献する」というグッドシナリオと、「全く普及せず忘れさられる」というバッドシナリオの 2 種を設定し、それら 2 つをどの程度信じるか、という量的調査を実施した（本プロジェクト費ではなく自身の研究費で実施）。このような調査は STI 研究領域などで実施される技術予測・評価および科学コミュニケーションなどの研究を、未来シナリオの形にして調査したものと位置づけられる。調査実施に当たっては以下の 2 点の仮説を立てた。

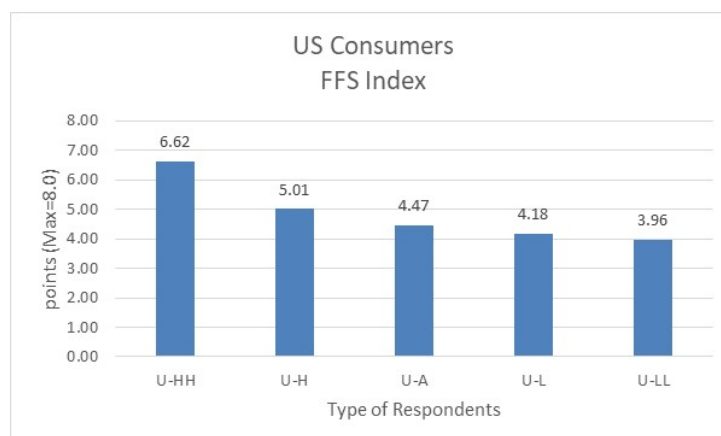
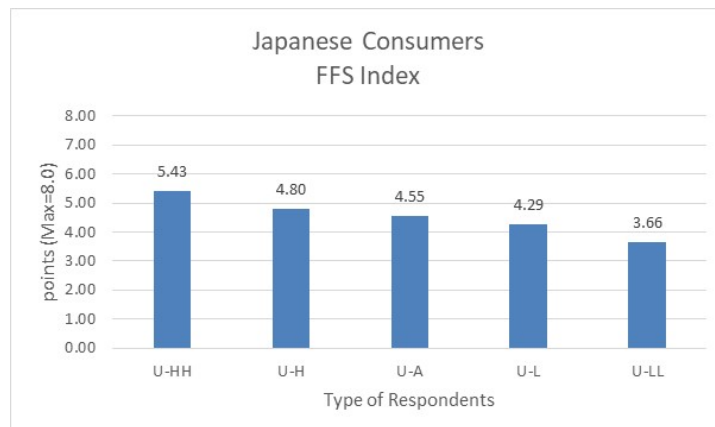
仮説 1. 一般生活者、専門技術者ともに、その研究トピックにおける知識的理解度とグッドシナリオ・バッドシナリオ双方に対する受容の柔軟性との間に密接な関係があるのではないか。

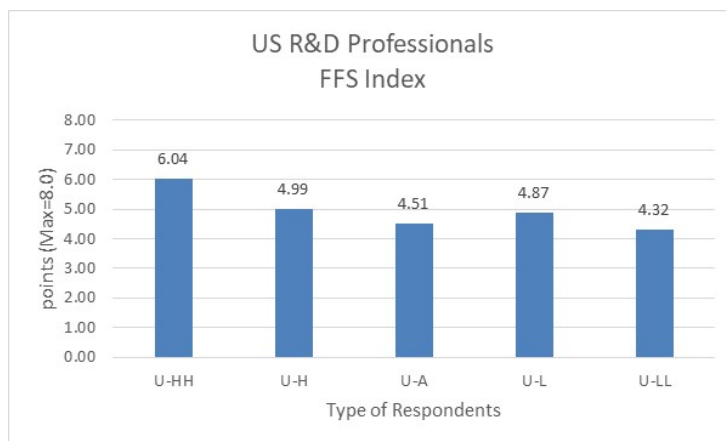
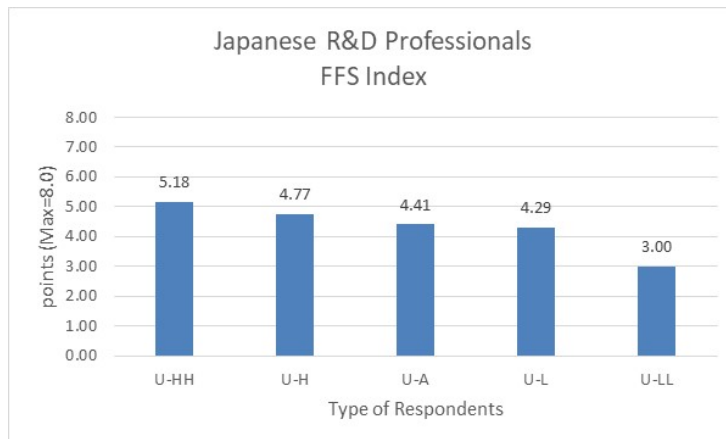
仮説 2. 専門技術者は、バッドシナリオが現実化した場合は、自分でアイデアを作り出したり、周囲の人に意識啓蒙をしたりしたいという行動に出るのではないか。これは社会との「馴染み」を円滑に生み出すプラットフォーム開発を量的検証する仮説である。

日本での調査ではこの2つの仮説ともに一定の検証ができたが、英文での有力な学術誌への成果発表をするために、この傾向が日本だけのものなのか、それとも米国やその他諸国でも同様に見られる傾向なのかを検証することが望まれた。そこで平成29年度の追加予算を利用して、同様の調査を米国の一般生活者と専門技術者に対して実施し、結果を比較することとした。

(2) 実施した内容・方法など

調査は無事に実施・完了し、興味深い結果が得られた。詳細は現在分析を終え、論文執筆中であるが、特に仮説1.の結果の概要を以下のグラフに示す。U-HHは当該技術への知識的理解度が「非常に高い」、U-Hは同「まあ高い」、U-Aは同「平均的」、U-Lは同「あまり高くない」、U-LLは同「全く高くない」である。この5分類で回答者を分類（分布は日米ともほぼ正規分布的であった）した上で、6つの技術の普及に関するグッドシナリオとバッドシナリオの両方を提示し、それぞれ5段階で「信用する」かどうかを質問した結果を比較したデータである。グッドシナリオ、バッドシナリオ双方を「信用する」とすれば縦軸の数値が高くなるように表示しており、これは未来シナリオに対する柔軟な許容度の高さを示しているといえる（グッドシナリオあるいはバッドシナリオしか信用しない回答者は、未来シナリオ許容への柔軟性が低く、この数値が低くなる。）





(3) 結果：

グラフを見れば明らかなように、日米ともに当該技術への知識理解度と未来シナリオへの柔軟性の間には正の相関がある（いずれも有意差あり）。しかし日本よりも米国のほうが、一般生活者、専門技術者ともに、より高い柔軟性がみられる。特に、日本の専門技術者がやや柔軟性に欠けることが検証された。

(4) 特記事項：

論文執筆と投稿が当初予定より遅れてしまっている。速やかに論文を完成させ、海外論文誌に投稿予定である。

3. 研究開発成果

3-1. 目標の達成状況

初年度から最終年度までの研究開発を統括して、おおむねプロジェクトの達成目標は達成されたといえる。未来洞察手法は、様々な企業や研究組織の間で想定以上に広く普

及し、共進化プラットフォームとして機能し始めている。またその普及のために作成したウェブアニメ動画という表現手法の開発過程で発案され体系化された「コトのプロトタイピング」手法も、新技術が社会実装される際に必要とされる要件の視覚化にとって非常に効果的で、今後、「情報技術が社会に馴染んでゆく」過程において、有用な手法として評価できるものである。なお、ホライゾン・スキャン手法で作成された社会変化のシナリオが実際に 10 年程度経過した後、どの程度「的中」しているのかを調査した結果、興味深い事実も判明した。

3-2. 研究開発成果

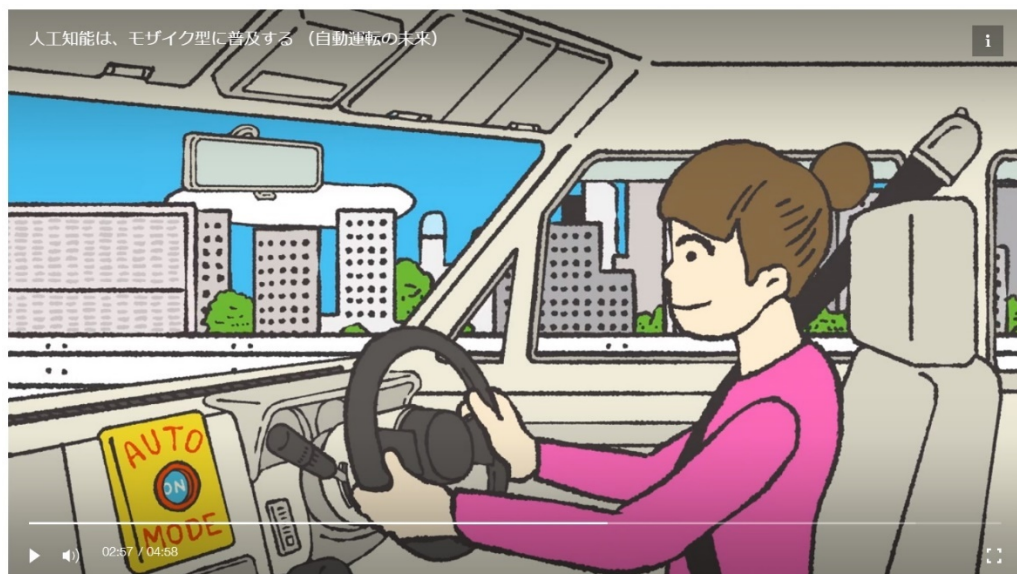
成果：「情報技術が社会に馴染んでゆく」未来シナリオのウェブアニメ動画

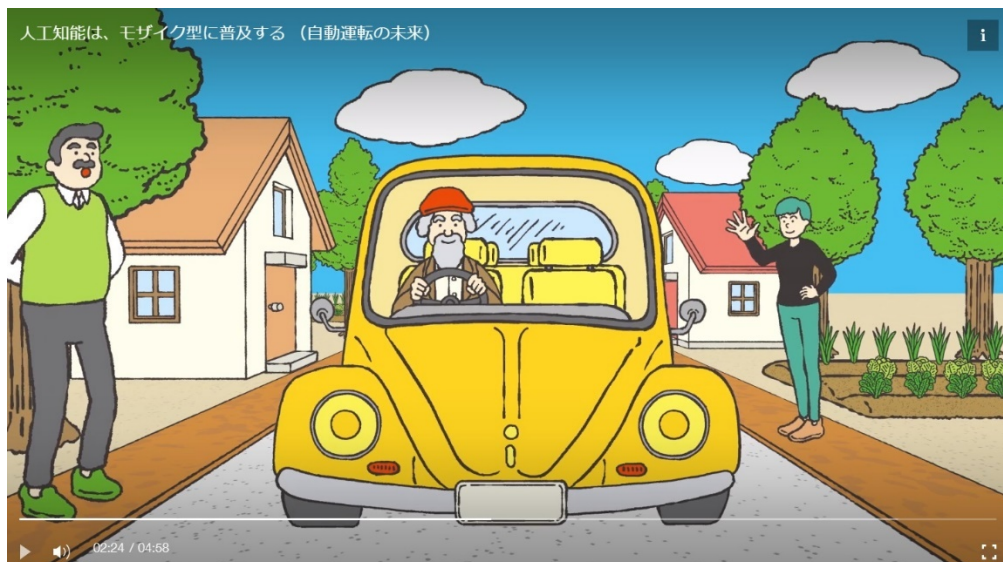
(1) 内容：

未来洞察ワークショップで考案された未来の事業アイデアをもとに、「人工知能のモザイク型普及社会と自動運転」「人工知能と共存した高齢者の働き方」「MaaS と鉄道の未来」という 3 本のウェブアニメ動画を作成した。

(2) 活用・展開：

、「人工知能のモザイク型普及社会と自動運転」の場面





すべてのウェブアニメ動画は以下のウェブサイトで、無料で閲覧・ダウンロードできる。

<https://www.japanforesight.jp/>

様々な会議の場などでこれらウェブアニメ動画を上映し、技術者が研究者が想定しているのとは少し違う未来が来るかもしれないことを議論することができた。

（３） その他：特になし。

成果：「コトのプロトタイピング」手法化

(1) 内容：

上述のような未来シナリオをウェブアニメ動画にすることで、モノではなくコトをプロトタイピングすることが可能になると言える。そのための手順とノウハウをまとめて手法化することに成功した。

(2) 活用・展開：

デザイン思考などで提唱されているように、モノをプロトタイピングすることで、イノベーションを興すための重要なステップをつくりだすことができる。モノのプロトタイピングには、紙工作や 3D プリンタを用いることが可能である。またスマートフォンのアプリのようなソフトウェアはプロトタイピングに適した対象といえる。しかし、たとえば人や組織を動かすことで成立するサービスや、ソフトウェアと実在するモノを連動させることで成立するサービスなど（つまり、モノではなくコト）は、プロトタイピングすることが難しい。従来、寸劇、紙芝居、実写映像、人形劇などの表現手法が用いられてきたが、出来不出来の差が大きかったり、多額のコストと時間がかかったり、重要な要点が伝わらなかったりという問題が指摘されてきた。そこでウェブアニメ動画を用いることで、コトのプロトタイピングの可能性拡大することを提案した。

コトのプロトタイピングには以下の 3 つの要素を効果的に盛り込むことが重要である。

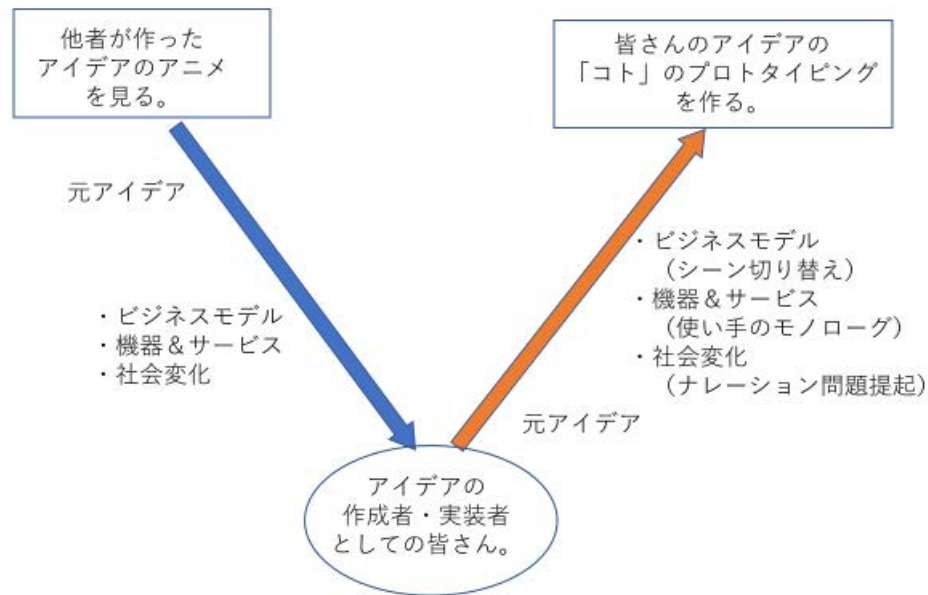
- 1) 「ビジネスモデル」 → シーンの切り替わりで表現する。
- 2) 「機器」「サービス」の機能要件 → 登場人物に使い手目線で説明させる。
- 3) 「社会の変化」 → 最初と最後のナレーションで問題提起することで描く。

これらを、実際に作成されたウェブアニメ動画を見せて、各シーン込められた工夫や表現機能を逆算（リバースエンジニアリング）させることで、参加者に理解させ実践させることが可能になる。

この手法を用いて、実際に初心者でもウェブアニメ作成の基礎となるナレーション原稿とイメージイラストを作成させる実験を複数回実施し、手法として成立することを検証した。

この手法の展開方法としては、1 日のワークショップという形式で概念の伝達とプロトタイピング作業の実施が可能である。そこで作られたアウトプットを、ウェブアニメ作成会社に依頼すれば、高い再現性をもって質の高い「コトのプロトタイピング」が実現する。ウェブアニメ制作会社に支払う金額は、10 分弱の長さのウェブアニメ動画で、おおむね 200 万円以下であり、従来の実写動画などと比較して大幅な安価を実現できる。また、制作にかかる期間も 1 か月程度であり、プロトタイピング行為として現実性が高い。

「コト」のプロトタイピングのリバースエンジニアリング



(3) その他：特になし。

成果：ホライゾン・スキャン手法による未来洞察ワークショップによる「共進化プラットフォーム」

(1) 内容：

ホライゾン・スキャン手法を用いた未来シナリオ作成のワークショップ実施を普及させることで、数多くの企業との間で、「情報技術が社会に馴染んでいる」姿を共有し、その実現のために新しい開発プロセスを模索することの重要性を議論することが実現できた。

(2) 活用・展開

パナソニック、日立製作所、三菱電機、NTT コミュニケーションズ、インテージ、凸版印刷、テルモなどの企業で実際にホライゾン・スキャン手法を用いた未来シナリオ作成のワークショップを実施した。このうち、パナソニックでは、「ラボラトリー東京」において、作成された未来シナリオと未来の年表を執務室の壁に常時掲出し、企業内外の様々な組織とのコラボレーションやオープンイノベーションのために活用している。

Panasonic 社の未来洞察結果を表した「未来ウォール」



なお、このようにして作成した未来シナリオが実際にどの程度「的中」するのか、が常に議論の対象になるが、そのヒントを得るために、2006 年と 2012 年にホライゾン・スキャン手法で作成した未来シナリオ（HS2006：8 本）（HS2012：6 本）と従来の技術予測手法（技術ロードマップ法など）で作成した未来シナリオ（NEDO2009：3 本）（Del2014：4 本）を、2019 年段階で一般生活者にブラインド評価してもらったところ、ホライゾン・スキャン手法での未来シナリオの的中率が全体平均に対して有意に高いことがわかった。

	A群 HS2006	B群 NEDO2009	C群 HS2012	D群 Del2014	全体平均
的中度	40.3**	24.0**	42.7**	30.8**	34.4
重要度	50.0	40.9**	54.3**	53.6**	49.7
変化した度合い	49.0**	38.4**	43.9**	41.0**	43.1
興味深い度合い	44.1**	32.4**	47.0**	48.8**	43.1

単位：％ ** $p<0.01$

ホライゾン・スキャン手法での未来シナリオの的中率調査

(3) その他：特になし。

3-3. 今後の成果の活用・展開に向けた状況

本プロジェクトの成果の活用・展開としては、企業や政府による技術予測の諸活動に、未来シナリオ手法を導入すべきというコンセンサスがようやくわが国にも定着したということであろう。前述の通り、企業名 などにおいては、恒常的に未来洞察活動をする組織やプロジェクトが形成され稼働している。また産業技術総合研究所では、国立の研究所として唯一の「デザインスクール」を開設し、その中の中核プログラムとしてホライゾン・スキャン手法を用いた未来シナリオ作成が盛り込まれた。この「デザインスクール」は今後、恒常的に運営・推進されてゆくことが決定している。

これらの形成・定着によって、技術革新それ自体の新規性だけではなく、社会的な要因に基づいてイノベーションが創出されることが、ようやくわが国で広く理解される土壌が形成されたといえよう。また「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」総合科学技術会議の名称を「総合科学技術・イノベーション会議（略称：CSTI※）」と変更するための法改正が実施され、いわゆる「理系」一辺倒で先細り・行き詰まりが顕著になってきたわが国のイノベーション創出行政にも、新しい展開が見え始めている。

しかしながら、今後取り組むべき残された課題としては、以下が挙げられる。

1) 「異能 **vation** プログラム」「ムーンショット型研究」などの政府主導のイノベーション創出プログラムが依然として物足りない。これらのプログラムの建付けには、「社会と技術の対話」という概念がそもそも存在していないのが物足りなさの理由ではないだろうか。高い問題意識や基礎的な状況認識を共有しているはずの審査員が参加しても、依然として同じような失敗を繰り返してしまうのは、何らかの隠された構造的問題が残っているものと思われる。その構造的問題が何なのか、今一度深く検証する必要がある。

2) 環境エネルギー分野における国内外の意識ギャップが大きい。国内では、原子力エネルギー利用の問題を抱えつつも、CO2 削減に累積約 8 兆円の費用を使い、さらに再生エネルギー開発・利活用についての多様な学術研究が花開いているという状況である。しかし海外の視点でみれば、東日本大震災以降、「原発事故を克服できていない国」「中東諸国から大量の LNG を購入し続けるエネルギー最貧国」「いまだに石炭火力に利用をしつづける化石国」というレッテルを貼られ、グローバルな環境問題議論に混ぜてもらえないような状況に陥っている。このような内外意識ギャップがなぜ発生するのかと言えば、東日本大震災以降、日本の科学者や行政官、あるいは政治家が、長期的な視点に立って、どのようにエネルギー資源を開発・利活用していくつもりなのかという具体的ビジョンをほとんど国際社会に公表してこなかったからであろう。

3) 情報学関連の研究者育成は、すでに「周回遅れ」と覚悟すべきである。初中等教育段階からプログラミング教育を導入するなどの施策は「底上げ」策として有効だと思われるが、この期に及んで数理統計学系の領域に中途半端な補強策を実施したとしても、米国や中国の情報学の分厚い人材蓄積に追いつくことはもはや不可能である。「周回遅れ」国家である

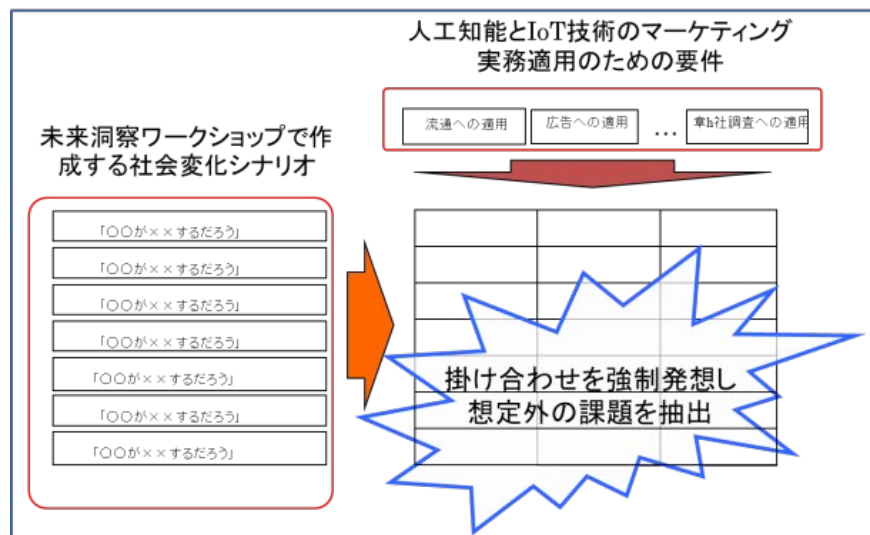
という現状認識からの再出発だからこそ HITE が目指す「情報技術と社会のなじみ」という視点が非常に重要になるのであるが、日本の学術振興行政は、旧態依然とした「追いつけ追い越せ」型の考え方から脱却できていない。

これら 3 点の問題を解決するために、「共進化プラットフォーム」としての未来洞察活動のさらなる普及、利活用が求められる。また、モノにこだわりすぎず、コトのイノベーションを実現する姿勢も求められる。個別研究領域のたこつば型の発想を脱して、現実的な未来社会の課題に対して、適正な科学技術の適用を想定した研究開発ビジョンの構想ができる社会としての能力を養うことが重要である。

4. 領域目標達成への貢献

貢献1. 流通、広告、販売促進、顧客満足活動、消費者調査、などのマーケティング実務の代表的な業態に焦点をあて、人工知能やIoT技術のマーケティング実務での応用を想定して、具体的なマーケティング実務工程を代替するための大まかな要件定義をまとめる。

貢献2. 未来洞察ワークショップで構築された2040年ごろまでの情報社会の未来シナリオと、上記の情報技術のマーケティング実務への応用の想定を掛け合わせる（下図）で、想定外の社会技術問題の発生を予見する。そしてそのような問題への解決策や対処策のための新たな研究開発目標の創発を実現する。



掛け合わせによる想定外の社会技術問題の抽出

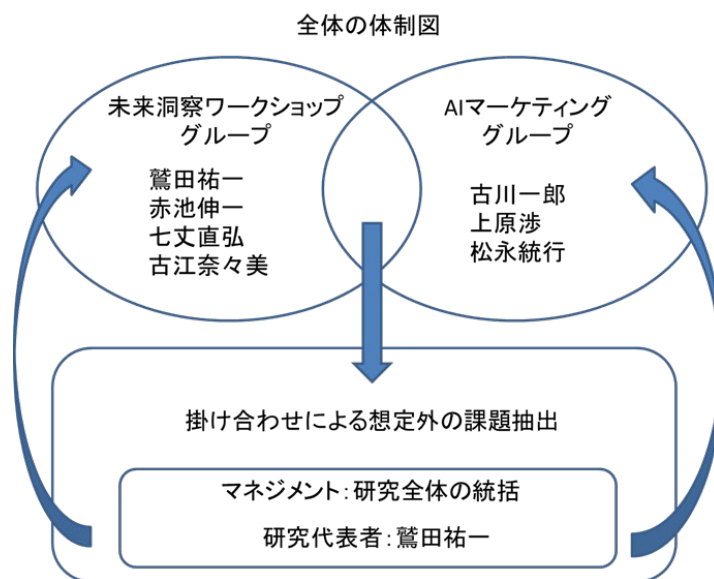
当初掲げた上記2つの貢献は、いずれも、一定程度に達成されたと考えられる。本プロジェクトが開始された2016年段階と比較すれば、現在（2020年）における、流通、広告、販売促進、顧客満足活動、消費者調査、などのマーケティング実務の代表的な業態における人工知能やIoT技術の実務応用は、かなり現実的な実装段階に進化した。そしてその中では、かつて見られたような技術運命論一辺倒な視点ではなく、多様

な「解決」や「幸せ」の姿を盛り込んだアイデアがかなり増えてきていると評価できる。本プロジェクトの活動が、主要な国内企業のそのような変化を下支え（まさに「共進化プラットフォーム」）できた部分もあると自己評価している。

特に、前述の「コトのプロトタイピング」手法は、これまで技術的な要件定義と、最終的に目指すサービスの社会的便益の間で発生しがちであったギャップを、開発の初期段階で開発者自身が強く認識し、幅広い他分野のエキスパートと早期に意見交換するきっかけの創出になると期待できる。事実、そのような動きが、国内の有力技術企業の開発の現場で複数回、確認された。それらによって生み出されつつある新商品や新サービスが社会に実装されるにはいまだしばらく時間が必要であるが、2025 年ごろまでには、いくつかの間に合うのではないかと予想している。

5. 研究開発の実施体制

5-1. 研究開発実施体制の構成図



5-2. 研究開発実施者

(1) 未来洞察ワークショップグループ（リーダー氏名：鷲田祐一）

役割：（未来洞察ワークショップを実施・分析・公表する）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
鷲田祐一	ワシダユウイチ	一橋大学	大学院経営管理研究科	教授
赤池伸一	アカイケシンイチ	科学技術・学術政策研究所	科学技術予測センター	センター長

七丈直弘	シチジョウナ オヒロ	東京工科大学	IR センター	教授
古江奈々美	フルエナナミ	東京理科大学	経営学部	助教
齋藤滋規	サイトウシゲ キ	東京工業大学	環境・社会理工学院	教授

(2) マーケティンググループ（リーダー氏名：古川一郎）

役割：（マーケティングなど実務面での情報技術の進展について探求する）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
古川一郎	フルカワイチ ロウ	武蔵野大学	経営学部	学部長
上原渉	ウエハラワタ ル	一橋大学	大学院経営管理研究科	准教授
松永統行	マツナガモト ユキ	（株）国際社会経済 研究所	調査研究部	主任研究員

5－3．研究開発の協力者

氏 名	フリガナ	所 属	役職（身分）	協力内容
Michael Bjorn	ミカエルビョル ン	エリクソン消費者研究 所	エキスパート	講演、ワークショップ 補助
押谷光人	オシタニミツヒ ト	（株）凸版印刷 生 活・産業事業本部	部長	未来洞察手法の普及促 進
植田一博	ウエダカズヒロ	東京大学	教授	未来洞察手法の開発、 論文執筆、
田浦俊春	タウラトシハル	事業構想大学院大学	教授	未来洞察手法の普及促 進

機関名	部 署	協力内容
株）日本総合研究所	未来デザイン・ラボ	未来洞察手法の開発、 論文執筆、アウトリー チ
産業技術総合研究所	イノベーション推進本部	未来洞察手法の普及促

		進
産業技術総合研究所	産総研デザインスクール	未来洞察ワークショップの推進、各種講演
理化学研究所	イノベーション推進センター事業開発室	未来洞察ワークショップの推進、各種講演
台湾国立成功大学	工学部、設計学部	未来洞察手法の普及促進
i school		未来洞察手法の普及促進

6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6-1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

6-1-1. プロジェクトで主催したイベント（シンポジウム・ワークショップなど）

年月日	名 称	場 所	概要・反響など	参加人数
2017/8/30	情報技術とグローバル消費者に関する 10 個の未来シナリオ	一橋大学千代田 キャンパス内特別会議室	講演だけではなく、その後に非常に活発な質疑応答が実現し、好評であった。	28 名

6-1-2. 書籍、DVD など論文以外に発行したもの

- (1) 一橋ビジネスレビュー 2019 年 AUT.67 巻 2 号「未来洞察と経営」東洋経済新報社雑誌

6-1-3. ウェブメディア開設・運営

- (1) サイト名：「Japan Foresight」

URL: <https://www.japanforesight.jp/workshop-movie>

設立更新：2018 年 3 月 31 日立ち上げ。



6-1-4. 学会以外のシンポジウムなどでの招へい講演 など

- (1) 理化学研究所「イノベーションチャレンジシンポジウム」、「未来の社会変化シナリオ」、2017年3月28日。 理化学研究所和光事務所大河内記念ホール
- (2) 科学技術・学術政策研究所・RISTEX「人と情報のエコシステム」プロジェクト共催講演会（フォーサイト・セミナー）「Hybrid methods for exploring transformative futures- the importance of identifying pioneers and black swans」（訳）変革の未来を探索するための複合手法 - 開拓者と“ブラックスワン”を特定することの重要性」2017年4月24日。 文部科学省科学技術・学術政策研究所会議室
- (3) 科学技術振興機構研究開発戦略センター（CRDS）「未来のエネルギー社会のビジョン検討ワークショップ（第2回）」（2017年8月28日・29日、9月14日@飯田橋TKP）
- (4) 三菱電機インダストリーデザイン研究所での講演「未来洞察のための思考法」（2018年3月5日@三菱電機大船事業所）
- (5) パナソニック全社 CTO 室パナソニックラボラトリー東京でのミニワークショップ「未来洞察の体験」（2018年3月1日・2日@パナソニックラボラトリー東京）
- (6) NTT DATA Technology Foresight 2018 パネルディスカッション（2018年1月25日@ANA インターコンチネンタルホテル東京）

6-2. 論文発表

6-2-1. 査読付き (4件)

- (1) 七丈直弘, (2016)「新たな予測活動の展開に向けてⅡ-IARPA FUSE プログラムにみるホライズン・スキャンニングの新技术」 STI Horizon, Vol.2, No.4, pp.19-22
- (2) Nanami Furue and Yuichi Washida, (2017), "Scanning and Design Thinking: Organizational Roles for Innovation," *Foresight*, 19 (4) pp.337-353, (<https://doi.org/10.1108/FS-11-2016-0051>) 5月19日
- (3) Honda, H., Washida, Y., Sudo, A., Wajima, Y., Awata, K., & Ueda, K. (2017). "The difference in foresight using the scanning method between experts and non-experts," *Technological Forecasting and Social Change*, 119, pp18-26. (doi:10.1016/j.techfore.2017.03.005)
- (4) Takahashi, R., Nakamura, R., and Washida, Y., (2019), "Socio-technological scenarios of Japan's future energy issues in 2050 based on scanning-based foresight method," *Foresight*, Vol. 21 No. 4, pp. 467-481. <https://doi.org/10.1108/FS-12-2018-0115>

6-2-2. 査読なし (1件)

- (1) 鷺田祐一, 七丈直弘, 栗田恵吾, (2018)「ホライズン・スキャンニング手法による未来洞察活動」, 横幹 Vol.12, (2), pp89-97.

6-3. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

6-3-1. 招待講演 (国内会議 1件、国際会議 0件)

- (1)「未来洞察 (Foresight) 活動の取り組みの現状とその活用 - 科学技術融合時代の先取りを目指して-」第 50 回横幹技術フォーラム (2017 年 11 月 24 日)@日本大学・経済学部 7 号館講堂

6-3-2. 口頭発表 (国内会議 3件、国際会議 2件)

- (1) Naohiro Shichijo, Yuichi Washida, (April 20-21, 2017), "The future of Japan 2040: How AI or IoT co-exist and co-create future society ?", Proceedings of Third Asia-Pacific Futurist Conference, pp.74-79, National Information Society Council, Seoul, Korea.
- (2) 七丈直弘, 鷺田祐一 (2017)「アジア大洋州における未来洞察の政策・戦略立案

- における活用状況」, 研究イノベーション学会第 32 回年次学術大会 (2017 年 10 月 28 日・29 日@京都大学吉田キャンパス)
- (3) 高橋玲子, 中村亮二, 鷺田祐一 (2017) 「2050 年以降を見据えたエネルギー社会ビジョン検討 ―スキャニング手法を用いた長期未来洞察―」研究イノベーション学会第 32 回年次学術大会 (2017 年 10 月 28 日・29 日@京都大学吉田キャンパス)
- (4) 第 6 回 R&D プロジェクトマネジメント・シンポジウム
「自動運転のモザイク型普及の仮説」 2019 年 2 月 8 日
千葉工業大学 東京スカイツリータウンキャンパス (ソラマチ 8 F)
- (5) Nanami FURUE¹, Yuichi WASHIDA², Yasunori TANAKA³, Akihisa YAHATA³, Motoki KOBAYASHI³, Naoaki KITTA³, (2019, Oct, 29), “Exploring the Future of Japan’s Railway Industry through Scanning-Based Foresight Method” WCCR 2019 TOKYO,

6－3－3. ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

6－4. 新聞報道・投稿、受賞など

なし。

6－5. 特許出願

なし。