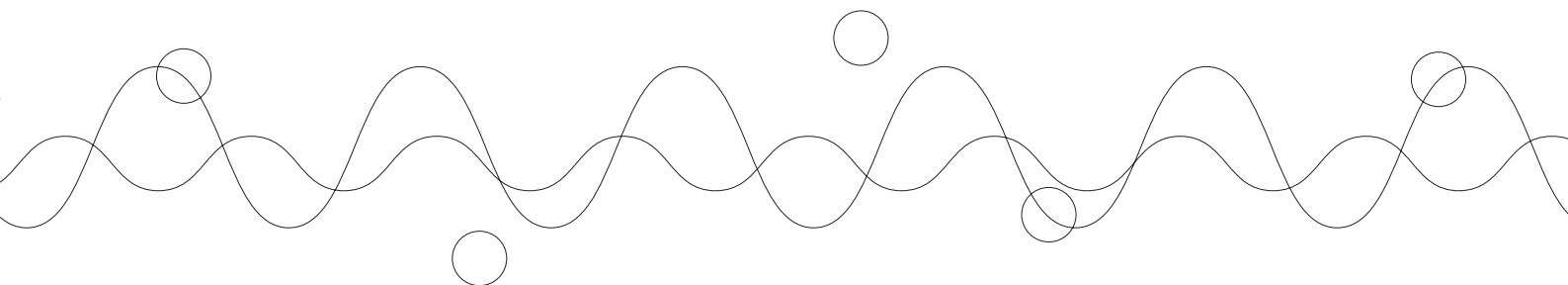


科学技術未来戦略ワークショップ

「知のコンピューティング:知のプラットフォーム」

平成25年11月19日(火) 開催



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

エグゼクティブサマリー

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、コンピューティングの新たな地平線として「知のコンピューティング（Wisdom Computing：知の創造の促進と科学的発見・社会適用の加速）」（図1）の実現に向け、関連分野の有識者と共にその分野を作り出し、日本発のイニシアティブとして確立するためのサミットを2013年7月に開催した。サミットでは、知のコンピューティングという新たな分野が目指すべき方向性として、従来の人工知能やロボティクスをさらに一步推し進めた、人間と機械の共創を目指したコンピューティングという新たなコンセプトが得られたので、その成果を踏まえ、課題別に議論を深めるため複数のワークショップを開催することを企画した。第1弾として2013年10月に「知のメディア」ワークショップを開催した。研究課題の深掘りと2020年を狙ったチャレンジテーマを討議した。今回、第2弾として「知のプラットフォーム」ワークショップを開催した。情報処理、認知科学、人工知能、経済学などの分野から9名の研究者を含めて、総勢20名の参加者により、「知」を取り扱うためのプラットフォームとしてあるべき姿を論じ、そのための知識、技術、制度の観点から研究課題を同定することを目指した。その内容を本書にて報告する。

ワークショップでは、グループAからCの3グループに分かれて、チャレンジテーマのレビュー、チャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度の抽出を行い、それらの現在の姿、2020年にあるべき姿、そのギャップを埋めるための研究課題を洗い出した。

グループAにおいては、知のプラットフォームの狙いを「価値の創造」ととらえ、さらに高齢者のQOL向上をターゲットとした。そのうえで、生きがいの定義や感情表現モデル、生きがいを表すデータの抽出、対話技術などの課題を同定した。グループBでは、ダイナミックな関係知、インタラクションによって得られる知が重要であるととらえた。それらを実現するために、状況に応じた知識の獲得や推論、知の所有権や価値の再配分などの課題を明らかにした。グループCでは、「物語るプラットフォーム」、すなわち、膨大な知識を背景とし、人間とインタラクションすることによって問題点を明らかにし、それらを解決するためのシナリオを作るプラットフォームが重要であるとした。そのためには、リンクトデータの利活用、知の評価、知のエコシステム、状況依存解析、シナリオ共創などの技術が研究課題であると同定した。

JST/CRDSでは、この後に、「知のコミュニティ」を含む一連の課題別ワークショップを開催して、研究課題全体の俯瞰と達成目標の明確化を行う計画である。その成果をもとに、知のコンピューティングを促進するための研究開発提言を行う（H25年度末発刊し、JSTホームページにも掲載予定）。



図1 知のコンピューティングの俯瞰図

ワークショップチアあいさつ



「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」ワークショップは、2013年7月に開催された「知のコンピューティング一人と機械が共創する社会を目指してー」 Wisdom Computing Summit 2013において、一つの重要テーマであると認識された「知のプラットフォーム」を集中的に議論するために2013年11月19日に開催されました。

本ワークショップでは、先に開催された「知のメディア」ワークショップで設定されたチャレンジテーマのレビューやチャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度の抽出を行い、それらの現在の姿、2020年にあるべき姿、そのギャップを埋めるための研究開発課題の整理を行いました。

知のプラットフォームの狙いを「価値の創造」を促進するプラットフォームととらえたり、ダイナミックな関係知、インタラクションによって得られる知の取り扱いが重要であるという指摘や、インタラクションによる知の共創に注目するといった視点などが指摘されました。これらを実現するための知識の表現や獲得、状況認識と状況に応じた推論、知の評価・エコシステムなど多様な研究課題が抽出されました。

これらの課題を克服することによって、「知のコンピューティング一人と機械が共創する社会を目指してー」の実現の一助になれば幸いです。本報告書をご一読頂き、ご意見を頂ければ幸いです。

徳田英幸（慶應義塾大学）



「知のプラットフォーム」ワークショップ会場

目 次

エグゼクティブサマリー

ワークショップチアあいさつ

1 開催目的	1
1.1 知のコンピューティングのねらい	3
1.2 知のコンピューティングの狙い・イメージ・構想	7
2 発表・討論概要	10
2.1 サイバーフィジカルシステムと知のプラットフォーム	11
2.2 知のプラットフォームと価値共創	16
2.3 身体感覚運動を伴う対話シミュレーションに基づく社会知能創成	21
2.4 スマートコミュニティ/スマートグリッド研究開発の紹介	26
2.5 Wisdom and computing “構成的認知” の立場から ～生活意識の研究もやりましょう～	30
2.6 自らの研究（ロボティクス）との関連づけ	36
2.7 Wisdom-Computing Platform and Resilience	40
2.8 経済学と知のコンピューティング	45
2.9 「知のメディア」 ワークショップ報告	46
3 グループワーク	49
3.1 グループ A	50
3.2 グループ B	52
3.3 グループ C	57
4 まとめ	59
5 付録	60
5.1 開催プログラム	60
5.2 参加者一覧	61

1 開催目的

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発センター（CRDS）は、科学技術に求められる社会的・経済的ニーズを踏まえて国として重点的に研究開発を推進すべき領域を見出し、その領域の研究開発を推進するための戦略を国に対して提案していく活動を行っている。

CRDSでは技術の潮流および社会ニーズを踏まえ、従来の研究領域にとらわれることなく幅広い領域を融合させ、コンピューティングの新たな地平線として「知のコンピューティング（Wisdom Computing：知の創造の促進と科学的発見・社会適用の加速）」（図1参照）を実現することが重要であると考えている。これにより、人々のくらしや様々な社会システムの質的変革を促し、人と機械が共創し、より高度な知的社会を実現する。

2013年7月25日～26日に、科学技術未来戦略ワークショップ「知のコンピューティング－人と機械が共創する社会を目指して－」と題した Wisdom Computing Summit 2013 を開催した。サミットには50名以上の有識者が集い、ゴール、方向性、分野などについて議論した。

CRDSではその成果を踏まえて課題別の複数のワークショップを企画し、第1弾として「知のメディア」を開催した。音声・言語処理、メディア処理、知識処理に関わる産学の研究者の参加を得て、取り組むべき研究課題の深掘りと2020年を狙った具体的な応用目標を討議した。今回、第2弾として「知のプラットフォーム」ワークショップを開催した。ここでは、「知」を取り扱うためのプラットフォームとしてあるべき姿を論じ、そのための知識、技術、制度の観点から研究課題を同定することを目指した。

知のコンピューティングとは

- 知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速すること
- 知は人間（複数）が賢く生きるために力である
- 知のコンピューティングは、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響（アクチュエーション）を実現し、加速すること

<期待される成果の例>

- 知の発見と伝播・活用を促進し、科学の発展と社会への浸透と富の再配分を加速
- 最先端知識や技術の社会的適用の促進を図ることによる社会サービスの質の向上
- 新しいソーシャルコンピューティングの開拓による発見の加速
- 新しいコンピューティングパラダイムの開拓



図1（再掲）知のコンピューティングの俯瞰図

1.1 知のコンピューティングのねらい 岩野和生(JST)

CRDSでは、ボトムアップ型研究ではなく、社会のニーズ、社会的期待に基づき研究開発戦略をトップダウンに立案することを志向している(図1.1-5)。今年度は、知のコンピューティングという新しい分野を立ち上げるために、7月にサミットを開催した。サミットでは大きな方向性について議論したが、実際に研究開発プロジェクトを開始するためには、具体的な課題に落とす必要がある。このため、知のプラットフォームとしてより具体的な議論を行うのが、本ワークショップの位置づけである。

知のコンピューティングを推進する上で、どのような社会的仕組みを作つておかなければならぬかが鍵となる。個人・集団のレベルでユーザーが意識していないくとも、センシング・推測などで集めたデータをもとにユーザーのニーズを把握し、選択肢とリスクを提示していくことが考えられるが、これが世の中に影響を与えていく上では、ポリシー・制度設計・倫理・アカウンタビリティとも密接に関係していく(図1.1-8)。

知のコンピューティングそのものは、図1.1-9に示した三層構造を想定しているが、これらの階層をマネジメントするアーキテクチャは想定できないだろうか、ヘテロな協調関係をうまく安定化していくにはどうすればよいかといった課題も重要である。

一人の人間で見ても、正直シグナル等の言語以外の表現を捉える試みが広がっているが、これが集団で互いにシグナルをやり取りするとなると極めて複雑なフィードバックがかかっていく。

- このような集団からの情報とは何なのだろうか？
- あるいは、Wikiの様な言語の世界でのやり取り・フィードバックはどのようになっているのか？
- さらに飛躍すると、国家・国といった範囲において合意形成などを行うには、何が必要となっていくのか？
- 提案とオプションの提示を、パニックが起きてしまわないよう、うまく調整していくことはできるのか？
- これを実現するには、制度的にはどのようなメカニズムデザインを行い、何のために、誰に、どういうメッセージを出していくことが求められるのか？
- 知識が膨大に膨れていく中、使える知識と、存在する膨大な（活用しきれていない）知識全体とのギャップをどう埋めていくのか？

これらは全て、オープンクエスチョンであり、知のコンピューティングを実現するプラットフォームを検討する上で、これらを考慮していくことが必要と考えている。ビッグデータとはかなり違った局面で研究領域として提言する。

(発表資料)

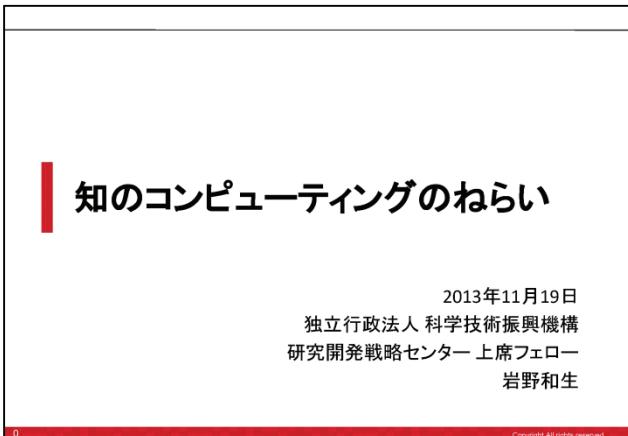
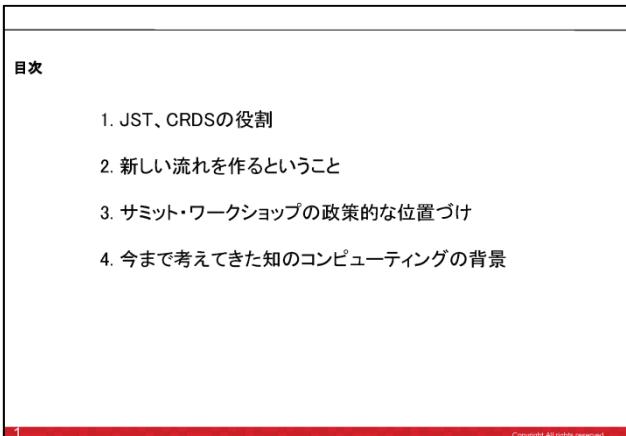


図 1.1-1



Copyright All rights reserved

図 1.1-2

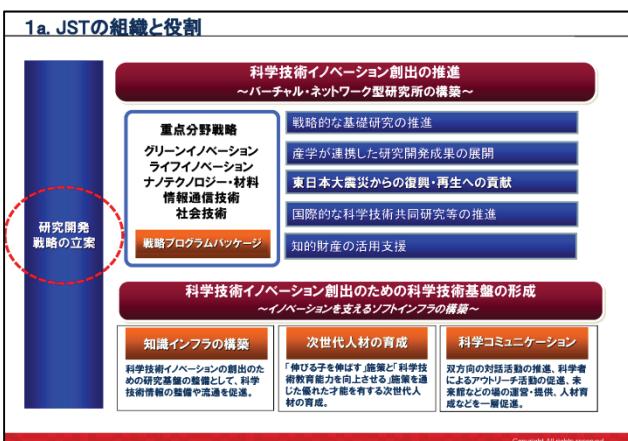


図 1.1-3



図 1.1-4

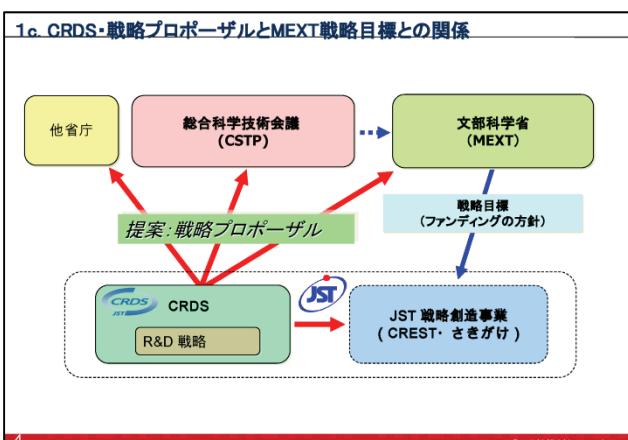


図 1.1-5

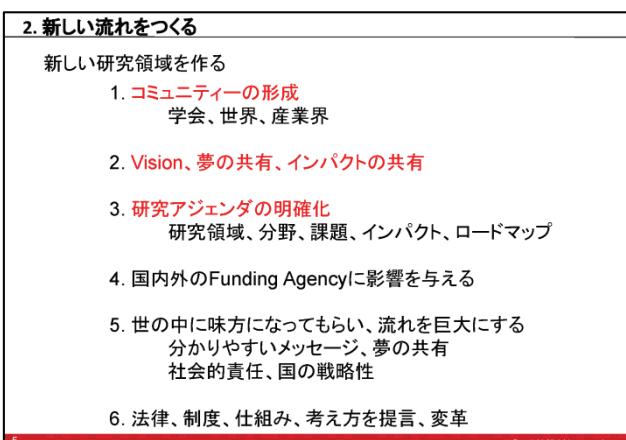


図 1.1-6

科学技術未来戦略ワークショップ 「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」

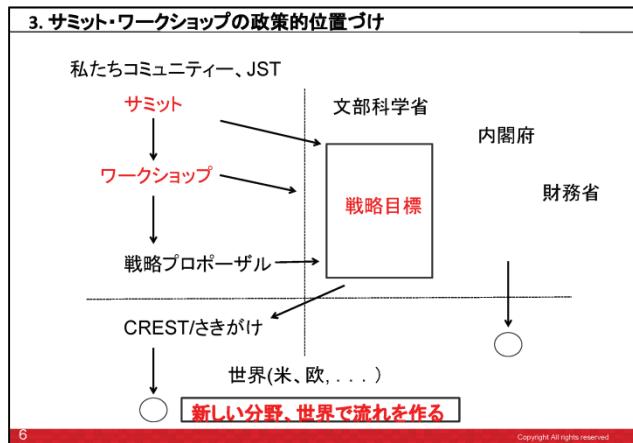


図 1.1-7



図 1.1-8

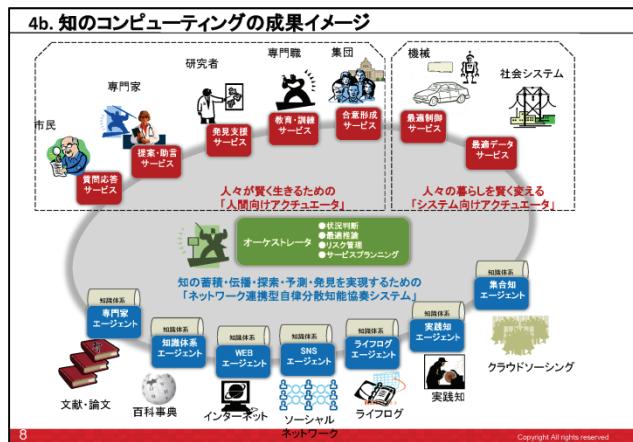


図 1.1-9

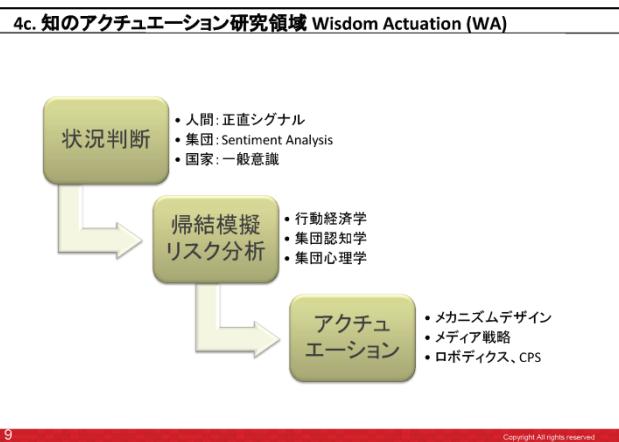


図 1.1-10

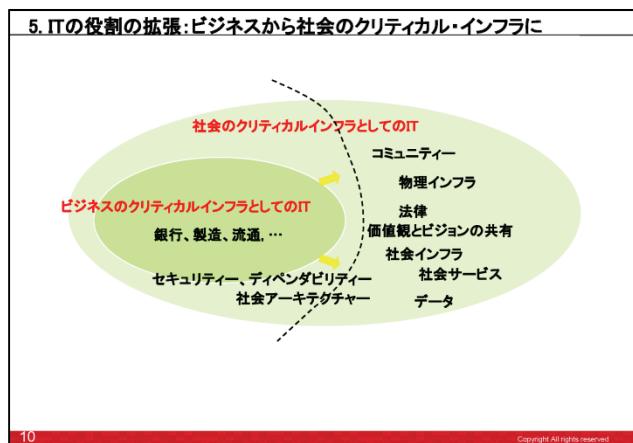


図 1.1-11

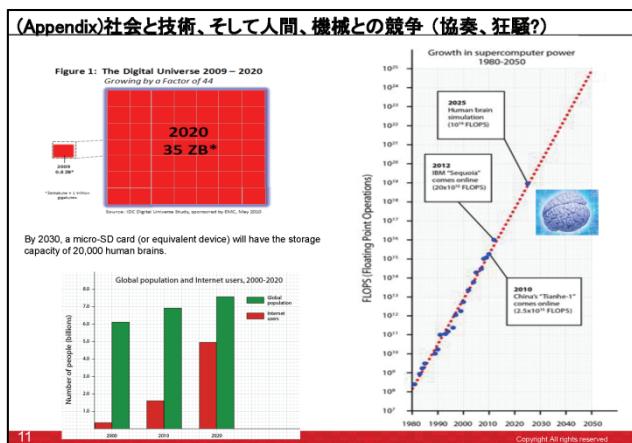


図 1.1-12

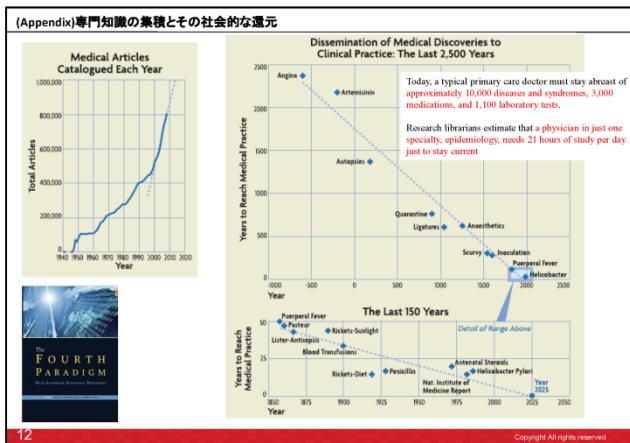


図 1.1-13

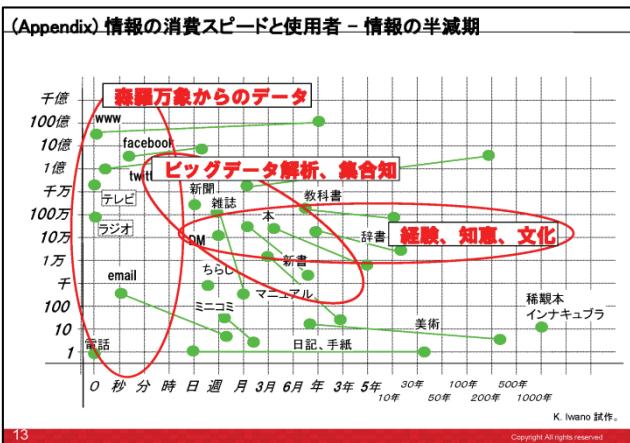


図 1.1-14



図 1.1-15

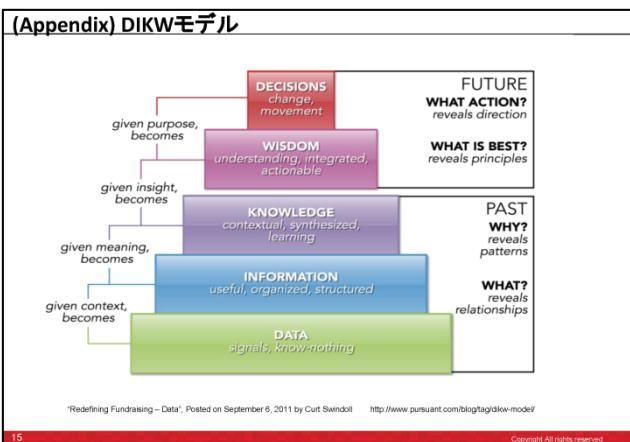


図 1.1-16

1. 2 知のコンピューティングの狙い・イメージ・構想 茂木強(JST)

知のコンピューティングは、知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速することを目的としている。ここで、知とは人間（複数）が賢く生きるために力であり、知のコンピューティングの目標は、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響を実現し、加速することである。

ここでは、知のコンピューティングという新しい流れを世界に興そうとしている。単一の研究プロジェクトを立ち上げることだけではなく、イニシアティブとして複数の戦略目標を包括したものとする。そして、統合化、社会適用、ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)を考慮したプロジェクトの推進を行い、統合的な枠組みを準備し、すべての研究成果はその中で連携させる。また、複数のドメインにおける社会的意義の高い具体的な応用課題を順番に解き、人文社会系の活動と連携し、社会的善の増進、負の側面の抑止のための仕組みを設計・実装する。さらに、プロジェクト完了後も市民が利用できるプラットフォームを提供しようとしている。（図 1.2-4）

まずは、文部科学省に対し戦略目標に資する提言を行っており、今年度は、夏のサミットで大きな方向性を議論し、そこで抽出された課題について、何回かのワークショップで議論を重ね、来年度の JST 戦略事業への具体策として練って行く。

知のコンピューティングは非常に大きな話なので、戦略目標への提言については、何回かに分けて一つの大きな目的を達成することを目指している。また、開発成果、特にインフラとなる知のプラットフォームは、最初に作ったものを、開発全体を通じて使い続け育ててゆくことが重要である。今回のワークショップでもそういう意識が重要である。（図 1.2-5）。

(発表資料)

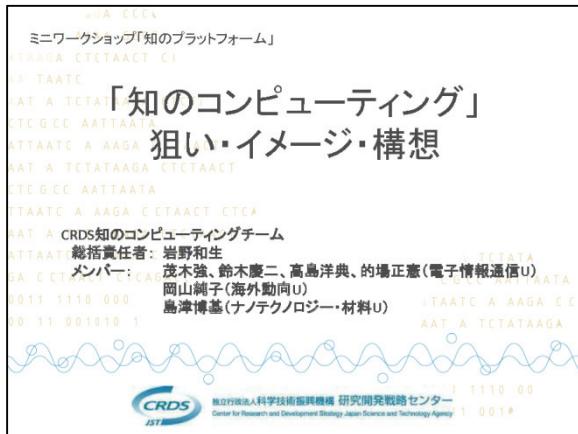


図 1.2-1



図 1.2-2

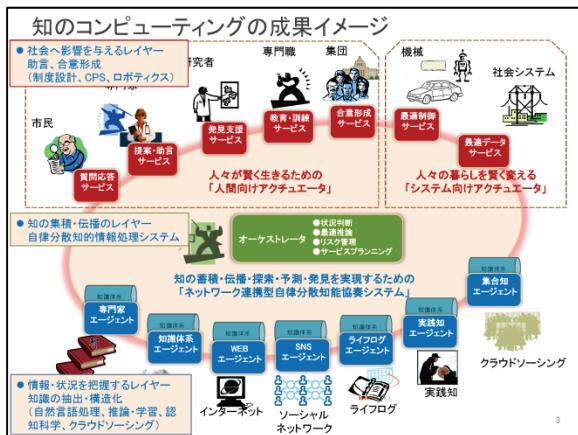


図 1.2-3

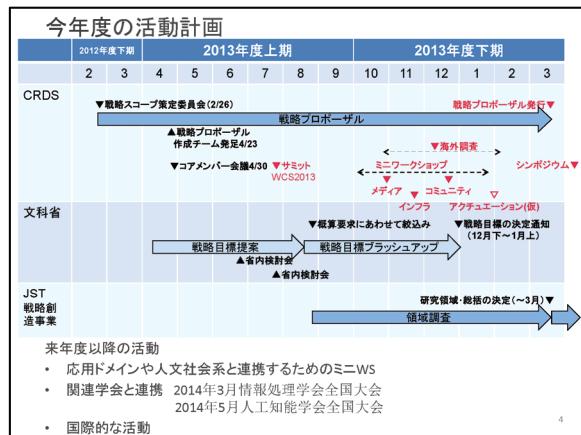


図 1.2-4

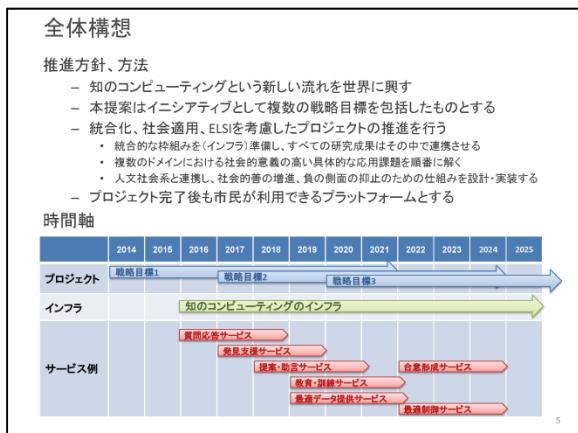


図 1.2-5



図 1.2-6

目標検討分科会、R&D分科会 まとめ

①目標検討分科会では、達成すべき成果イメージとインパクトを俯瞰図上に分野ごとに議論

- ①知の蓄積・伝播・探索
- ②予測、発見の促進
- ③知のアクチュエーション
- ④インフラと⑧ポリシー

②R&D分科会では、上記成果イメージやグランドチャレンジの実現に必要な研究開発項目の特定、および、達成まで大きなロードマップを議論

各グループの議論から浮かび上がってきた全体として目指すべき方向性は、従来の人工知能やロボティクスをさらに一步推し進めた、人間と機械の共創を目指したコンピューティング

- 人をエンパワーするための機械と知の新しいパラダイム
- 論理の可視化や参加者の価値観の推定などから新たな発見を促進する
- 人と人がネットワークで連絡して知識を価値に変えてゆく
- 論理だけでなく情動や感情までも対象にする
- ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)の重要性

7

図 1.2-7

グランドチャレンジ分科会 まとめ

知のコンピューティングのグランドチャレンジ(究極のゴール)は、個別機能の実現や特定の問題解決を目指したものから社会における人間のアクティビティを総合的に支援するものまで11個のアイデアが8チームから創出された。

[1]人間の賢いデシジョンをサポートする知のコンピューティング

- ・ 空気を読めるコーチングシステム、オリンピックヘッドコーチに就任(2030)
- ・ マインドメディエータ誕生、夫婦間から国家間の問題に対応(2030)
- ・ 「障害者」が辞書からなくなる、身体的障害から精神的障害まで(2033)
- ・ 仲裁支援システム: Dispute Resolver(2020)
- ・ チューリングテストパス(2020)→社会リスクの予測(2025)
→人類知のシンギュラリティ(2035)
- ・ 遠隔異文化多言語同時コミュニケーション(2018)

[2]人間のデシジョンや創造性を代替する知のコンピューティング

- ・ 齋川賞作家はロボットだった(2033)
- ・ 第128代総理大臣バグで辞任へ(2048)
- ・ ロボット婚姻法成立(2043)…人と区別のつかないロボット

[3]人間の賢いデシジョンをクラウドソーシングで支援

- ・ XX総研廃業へ、各省庁クラウドソーシングで政策立案(2030)
- ・ 新直接民主主義国家へ(2025)

8 出席者全員による投票の上位3件

図 1.2-8

2 発表・討論概要

参加有識者の発表と討議の概要は以下の通りである。自己の研究分野と知のコンピューティングの関係について、各有識者の視点から話題提供と全員による討議を行った。

- | | |
|--|-----------------|
| 2.1 サイバーフィジカルシステムと知のプラットフォーム | 徳田英幸（慶應義塾大学） |
| 2.2 知のプラットフォームと価値共創 | 石田亨（京都大学） |
| 2.3 身体感覚運動を伴う対話シミュレーションに基づく社会知能創成 | 稻邑哲也（国立情報学研究所） |
| 2.4 スマートコミュニティ/スマートグリッド研究開発の紹介 | 神竹孝至（東芝） |
| 2.5 Wisdom and computing “構成的認知” の立場から～生活意識の研究もやりましょう～ | 諏訪正樹（慶應義塾大学） |
| 2.6 自らの研究（ロボティクス）との関連づけ | 萩田紀博（ATR） |
| 2.7 Wisdom-Computing Platform and Resilience | 丸山宏（統計数理研究所） |
| 2.8 経済学と知のコンピューティング | 安田洋祐（政策研究大学院大学） |
| 2.9 「知のメディア」 ワークショップ報告 | 山口高平（慶應義塾大学） |

2. 1 サイバーフィジカルシステムと知のプラットフォーム 德田英幸（慶應義塾大学）

電力網、自動車、人等の実世界から数多くのセンサーデータやライログを取得する新しい形の社会インフラが作られようとしている。そのような状況では、既にシンボル化された文献や百科事典等のテキストデータから情報処理を行うだけでなく、一つ前の情報処理として、実世界に触れる部分、例えば人間であれば、人の動き、場の雰囲気、臭い等のリアリティと接している部分に関する情報処理が重要になる。たとえば、IBM の質問応答コンピュータシステムであるワトソンは人間と違って臭いを嗅げない。ワトソンがリアリティと接している部分はテキストメディアのみである。実際に我々が持っている情報処理能力はもっと高く、人はいろいろなものをセンシングしている。そのことを考えると、「知のコンピューティング：成果イメージ」図 2.1-4 の一番下のエージェント群を支える重要なセンシング・プロセッシング・アクチュエーションの基盤力を高めてゆかなければならぬ。

この三層構造図を横断的な「知のプラットフォーム」として切ったときに、最下層の第1レイヤーから、オーケストレーションとしての第2レイヤー、そしてサービスとしての第3レイヤーがあり、知のコンピューティングのスタイルとしては、一番上のサービスレイヤーまで行けるようになれば非常に良いものになる。サミットでの分科会1では、人や集団と機械によるアプローチ、例えば、課題解決ソリューションとして実際に社会に役に立っているクラウドソーシング等を意識しながら、知の集積、伝達、探索、生産の機能に関して議論し、最終的に「人と機械の新しい共創パラダイムの創出（共に学び、共に成長する）」が最も重要であると結論した。人と機械が、共に学び、共に成長する枠組みを作れば非常にユニークな成果になる。物理世界からサイバー空間に取り込んで、サイバー空間内で計算し、その結果を物理世界へもう一度アクチュエーションする技術が出来上がれば、知のコンピューティングの大きなパラダイムとなる。また、知のプラットフォームとして、知のサービス群である共創サービス、意思決定支援、調停サービス等を容易に、安全に、信頼性高く作るための Wisdom-Shareware や Wisdom-Construction ツールキットの形にまで落とし込めば、持続可能性を持ったプラットフォームとなる。

シスコは、99%のモノはインターネットにつながっていないという問題意識から、IoT (Internet of Things) ビジネスに舵を取り、他の企業と連携して新しいビジネスアーキテクチャーを作ろうとしている。一方、我々が現在進めている課題解決型の EU-Japan 共同プロジェクト「Cloud of Things」においては、街のインフラから集めたデータをベースにいろいろなアプリケーションを作り市民にフィードバックして、スマートな街づくりをするシナリオ作りに取り組んでおり、このためのアーキテクチャを作成しているところである。

(質疑応答ならびに討論)

茂木： プラットフォームという言葉は人によって受け取り方が違うが、今の話では、プラットフォームをミドルウェアの集合、つまりソフトウェア的なイメージとして捉えているのか？

回答： そうである。なぜならば、いろいろなソリューションとしてのサービス群を、国家予算を使って縦割りなサイロ型に作っていくと、あまりイノベティブなものにならない。横串の入ったプラットフォームを持つことによって、他国にない様々な知のサービス群、例えば、調停サービスエンジン等を世界に先駆けて作っていくことが重要である。

萩田： 知のプラットフォームとして、今欠けているものはどんなイメージか？

回答： 今、オープンデータの時代が到来しているが、現在ではデータマーケットプレイスやデータマーケットプラットフォームがないので、リーガルに集めてきたデータを使う場がないし、知のパッケージを売り買いする場もない。また、サービスのマッシュアップを実空間でやるにはまだまだ足りないものが多い。例えば、ネットワークロボットサービスのマッシュアップを異業種間でやるには、標準化等クリアすべきチャレンジングな難題が数多くある。意思決定し、アクチュエーションする際にまだ足りないものがたくさんある。

萩田： サービスと言っているのは、アクチュエーションが入ったサービスも含めたものか？

回答： そうである。

萩田： スマホには、ロボットに使えるサービスは全くない。そこに、ものではないロボットという新しいネットワークサービスが入ってくる状況を考えると、図2.1-7で「知のプラットフォーム」として $f_1 \sim f_k$ と書いているのは、機能を意味するのか？

回答： 機能というよりは、コンポーネントである。

萩田： ロボット研究の観点から言えば、機能間のやり取りはかなり難しい。あるサービスを綺麗に連携させるには、機能間が互いに知的に協調しないと非常に難しい。機能間にシナジーを知的に生じさせることを期待している。

回答： 今まで、研究者毎に行ってきたネットワークロボット空間台帳等の個々の構成要素だけでなく、皆が使えるコンストラクションツールやキットのような、全体を束ねることができる大きなものが作れれば良いと考えている。

知のプラットフォームワークショップ2013 at JST

サイバーフィジカルシステムと 知のプラットフォーム

徳田英幸
慶應義塾大学
hxt@sfc.keio.ac.jp
<http://www.ht.sfc.keio.ac.jp/~hxt>



hide tokuda lab.

図 2.1-1

知のコンピューティングサミットでの議論

hide tokuda lab.

図 2.1-2

知のコンピューティングの俯瞰図



hide tokuda lab.

図 2.1-3

知のコンピューティング: 成果イメージ (by JST試案) 1つの試みとして。ネットワーク連携型自律分散型知能委システム



hide tokuda lab.

図 2.1-4

知のプラットフォームとは？

- ▶ 知のプラットフォームは、何か？
- ▶ どのような機能を持っているか？
- ▶ サミットでの分科会1での議論
- ▶ 知の集積、伝達、探索、生産の機能に関して議論するとともに「人と機械の新しい共創パラダイムの創出（共に学び、共に成長する）」が重要である結論



hide tokuda lab.

図 2.1-5

知のプラットフォームとは？

- ▶ 目標達成のための研究項目を知の集積、伝達、探索、生産の4つのカテゴリを設定

- ▶ ⑤全体を束ねる横断的の項目として：物理世界から情報世界へ取り込み、情報空間で計算し、その結果を物理世界へグラウンドングする技術

研究開発項目(1) 知の集積	研究開発項目(2) 知の伝達	研究開発項目(3) 知の探索	研究開発項目(4) 知の生産
○構造 ・あるデータに対する主導的な知識、蓄積、整理、構造化 ○ツール・環境 ・ツールや環境 for creativeの実現：知識、技術、組織を構成するための創造的環境を開拓する ・多様な組織間の連携を構築するための知識、技術、組織の構築 ・組織能動化モデルやその他の創造的組織開拓手法の構築 ○運用・メンテナンス ・知識を構築していく過程のマネジメント、維持、拡張	○構造 ・データの統合化やデータのセグメント化(データのセグメント化) ・データの統合化やデータのセグメント化 ○ツール・環境 ・O.A.の普及による知識の構築 ・O.A.の普及による知識の構築 ・知識構築のためのツール ・知識構築のためのツール ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築
○構造 ・あるデータに対する主導的な知識、蓄積、整理、構造化 ○ツール・環境 ・ツールや環境 for creativeの実現：知識、技術、組織を構成するための創造的環境を開拓する ・多様な組織間の連携を構築するための知識、技術、組織の構築 ・組織能動化モデルやその他の創造的組織開拓手法の構築 ○運用・メンテナンス ・知識を構築していく過程のマネジメント、維持、拡張	○構造 ・データの統合化やデータのセグメント化(データのセグメント化) ・データの統合化やデータのセグメント化 ○ツール・環境 ・O.A.の普及による知識の構築 ・O.A.の普及による知識の構築 ・知識構築のためのツール ・知識構築のためのツール ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築
○構造 ・あるデータに対する主導的な知識、蓄積、整理、構造化 ○ツール・環境 ・ツールや環境 for creativeの実現：知識、技術、組織を構成するための創造的環境を開拓する ・多様な組織間の連携を構築するための知識、技術、組織の構築 ・組織能動化モデルやその他の創造的組織開拓手法の構築 ○運用・メンテナンス ・知識を構築していく過程のマネジメント、維持、拡張	○構造 ・データの統合化やデータのセグメント化(データのセグメント化) ・データの統合化やデータのセグメント化 ○ツール・環境 ・O.A.の普及による知識の構築 ・O.A.の普及による知識の構築 ・知識構築のためのツール ・知識構築のためのツール ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築	○構造 ・知識構築ツールの構築 ・知識構築ツールの構築 ○ツール・環境 ・知識構築ツールの構築 ○運用・メンテナンス ・知識構築ツールの構築

図 2.1-6

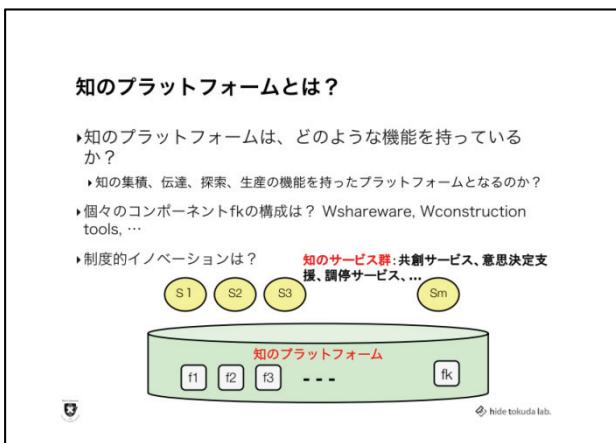


図 2.1-7



図 2.1-8

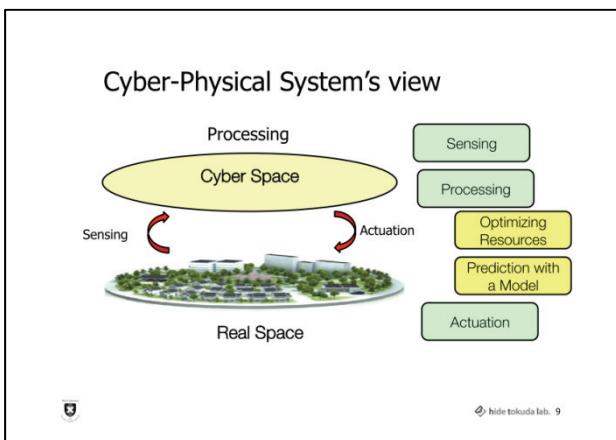


図 2.1-9



図 2.1-10



図 2.1-11

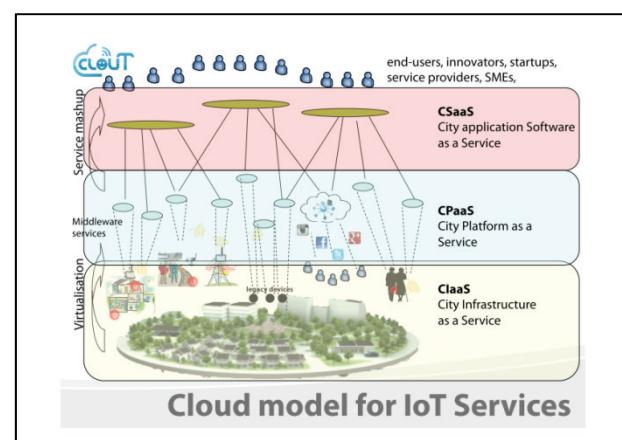


図 2.1-12

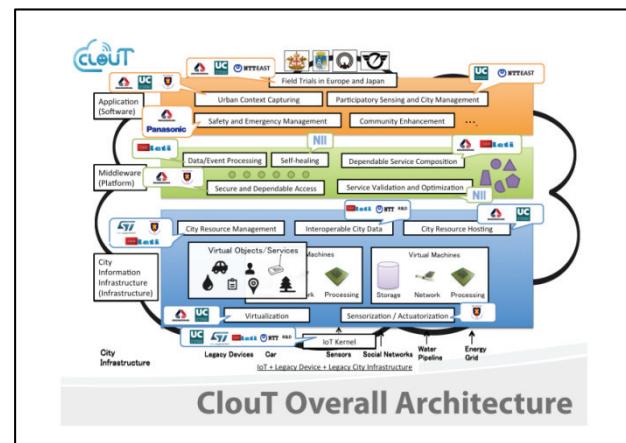


図 2.1-13

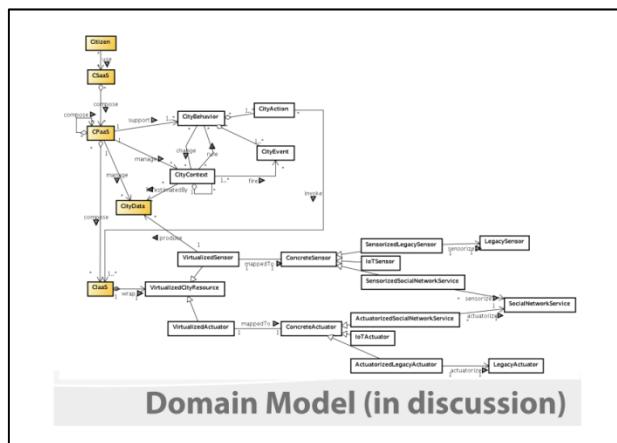


図 2.1-14



図 2.1-15



図 2.1-16

2. 2 知のプラットフォームと価値共創 石田亨(京都大学)

現在は、価値共創の時代である。デザインワークショップ等で価値共創を実践しており、今や先生と生徒という関係も変わってきてている。そのための基盤として、クラウドソーシング、インターネット大規模公開オンライン講座 (Massive Open Online Course; MOOC) 等のプラットフォームが必要である。「知のプラットフォーム」には、Fragmentation と Recombination の仕掛けがなければならない (図 2.2-3)。

「知のプラットフォーム」の取組みとして、言語グリッドの研究を 7 年間やっている (図 2.2-5)。言語資源から言語サービスである辞書、用例対訳、翻訳機等を作り、さらにこのような言語サービスを連携することによって、今では言語グリッドは連邦制のような運営にまで発展している。これは世界に先駆けた試みであり、ヨーロッパや米国でも同じような取り組みが始まっている。

このような「知のプラットフォーム」があったとき価値共創をどうするかということを考えたい。「知のコミュニティ」の取組みとして Youth Mediated Communication (YMC) によるベトナム農業支援を東京大学等の大学およびベトナム農務省と共同で行っている。これは、日本の農業専門家が肥料や農薬散布の知識をベトナムの識字率の低い地域の農民に児童を介してタイムリーに伝えることで、環境負荷が大きかった肥料・農薬を適切に制御し稲作の収量を上げることを目指す農業支援である。このプロジェクトでは、京都大学は言語グリッドを用いたベトナム語と日本語の翻訳システムを提供しているが、誤訳を防ぐためにボランティアが参加する。様々なモチベーションを持った人々が集まり、知識コミュニケーションを通して、技術が触媒となってコミュニティがベトナムの省や大学に広がっている。

価値共創のためのプラットフォームには、比喩的に言えば本ではなく知識の部品が必要であり、教壇ではなくラウンジが必要である。「知のプラットフォーム」として、何か個別にサービスを提供するというイメージではない。価値共創が非常に大事で、フラットなところにいろいろなものが入ってきて、そこで何かが生まれることが最も大切な仕組みであると考えている。近年京都大学で始めた課題提供・課題解決のためのデザインワークショップは、上記のような「価値共創の場」になっており、今の時代に求められていると感じている。

(質疑応答ならびに討論)

徳田： 講演で言われているプラットフォームは場の提供だが、もっとズームインして見ると、ホワイトボードがあつたり、椅子があつたり、ファシリテータやコーディネータがいたりすると思う。そこで、うまく仕掛けを動かしている人はどういうタイプの人か？

回答： 実は、場を与えてるだけで、何もやっていない。数を重ねることで、全体的なレベルが上がっている。確かに、凄く能力の高いファシリテータがいるところは非常に良い結果を引き出している。非常に良い MOOC が出来てくれれば、大学の中で教壇は要らないかもしれない。必要なのは、知識を提供する人と提供される人であり、知識インフラがあれば、学ぼうとする人々の間のディスカッションから知識が生ま

れて来ると思う。その仕掛けのためにプラットフォームが必要であり、作らなければならない。

徳田：大学のエンジニアリング教育としてのセキュリティ教育・倫理教育の観点から質問する。そのような倫理観はトレーニングの中から生まれてくると思うが、ここで言う知識の部品で身につけるスキルとは違う部分、つまり人材が持つ非機能的な факторは、どうのように倫理観に影響するかが「知のコンピューティング」に関係してくる。今のコメントでは、先生も友達も要らず、パソコンと机さえあればいいと聞こえる。

回答：そこには知識を持った人や学ぼうとする人が必要だが、教壇と机が並んでいる環境だけではない。教壇と机が並んでいる環境を最適化した「知識伝達の仕組み」は、ある程度「知のプラットフォーム」で解決するであろう。倫理観も、そこでディスカッションされ、トレーニングされるであろう。そのためにも、プラットフォームが必要である。

神竹：ベトナム農業支援において、単なる知の移転ではなく、価値の共創に至っている部分はどこにあるか？

回答：日本人の農業専門家もベトナムの状況を理解しているわけではない。上がっててくるフィールドデータを理解し整理することによって、いつ何をするかというアクションに直結することをコミュニケーションで伝えなければならない。実際に、それが現場と合わないことがいろいろ起こり、ボランティアも困って、現場で変更して伝えてしまうような混乱が生じてくる。しかしながら、やがては、ボランティアもどのようなことを伝えれば良いかという知識を学び、成長するようになり、コミュニケーションの仕組みも最適化される。

諏訪：世の中には、ファシリテーションやコーディネーションやコーチングがうまい人いる。うまい人にはどういう知があるか、それがどうやって上手くなっていくかを明らかにする研究が必要である。ただプラットフォームを与えるだけではだめで、プラットフォームを与えるのが出発点であり、どういう知が芽生えてくるかがブラックボックスにならないように研究しなければならない。

回答：デザインワークショップでは、あきらかにファシリテータの能力の差が出てくる。ご指摘の通り、そこが何なのかを探求することも必要である。

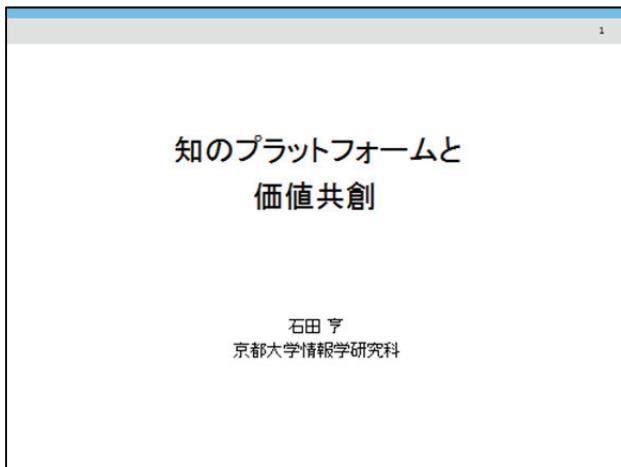


図 2.2-1

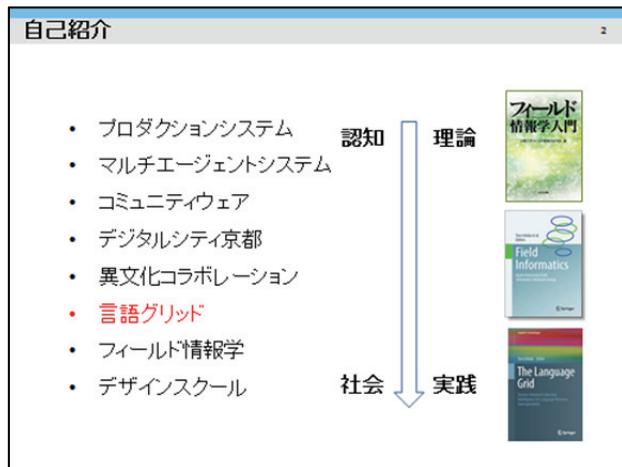


図 2.2-2



図 2.2-3

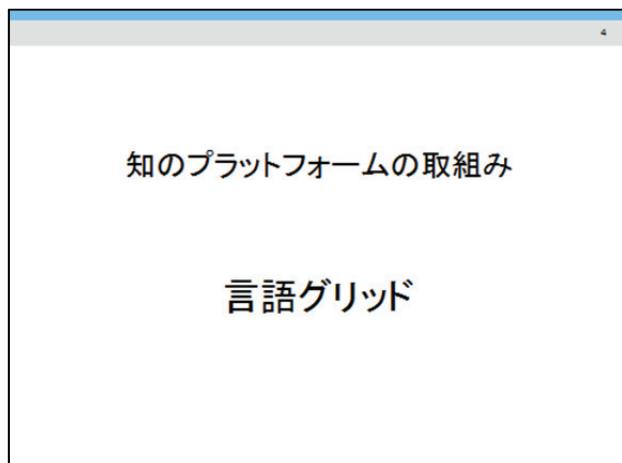


図 2.2-4

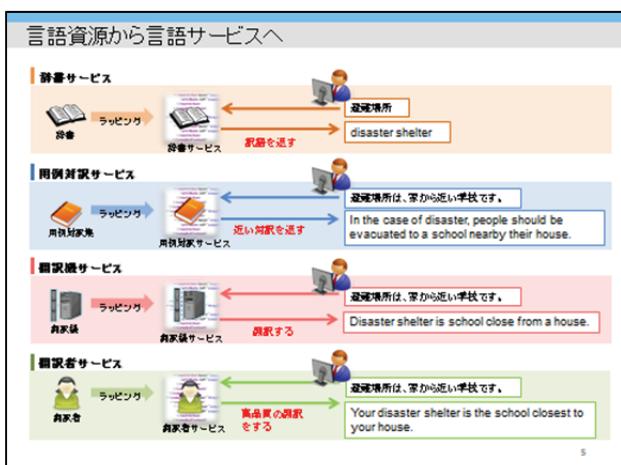


図 2.2-5

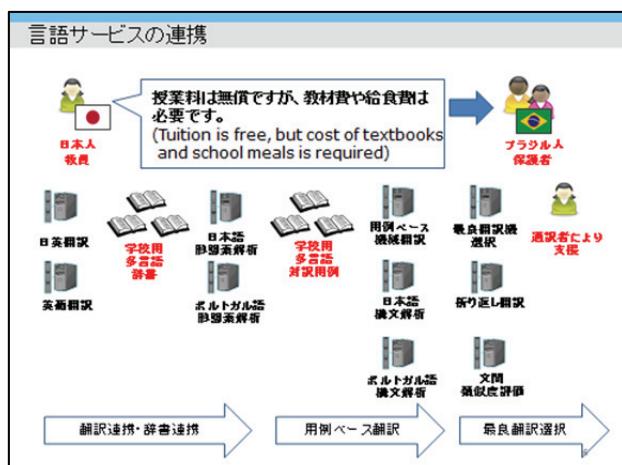


図 2.2-6



図 2.2-7

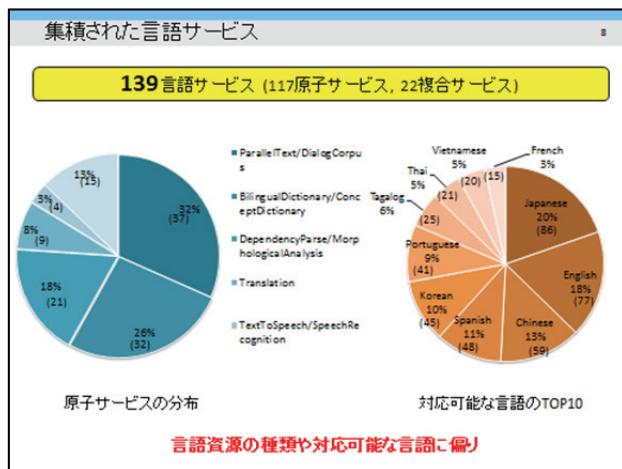


図 2.2-8

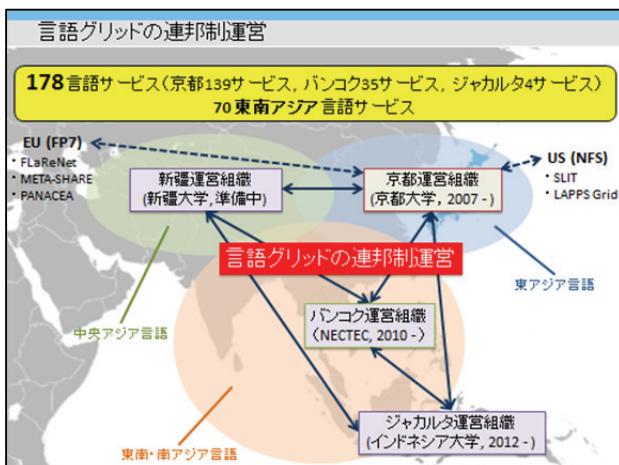


図 2.2-9

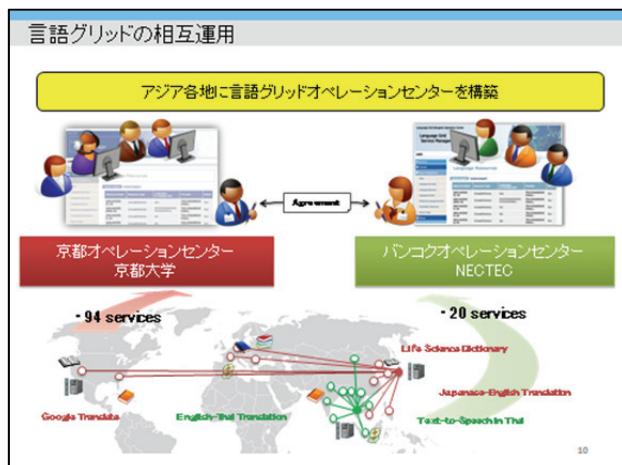


図 2.2-10



図 2.2-11

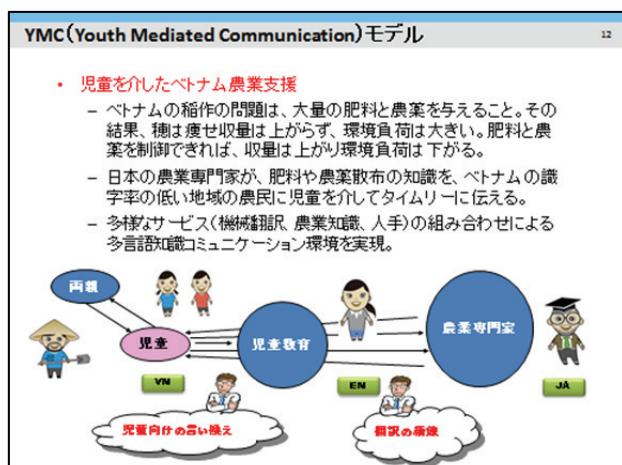


図 2.2-12

ベトナム農業支援プロジェクト

- プロジェクト構成**
 - NPOパンガア: プロジェクト全体の企画、管理、実施
 - 東京大学: 農業データ収集・分析の設計、農業知識の提供
 - 京都大学: 言語知識によるコミュニケーション基盤の設計・実現
 - 三重大: フュニケーションにおける農業知識サポート
 - ベトナム農務省: 実験拠点選定、省・地区・村との調整、スタッフ準備
 - ベトナム国家大学: 一部実験用サーバーの運用管理
- スケジュール**
 - 2011/02～2011/03 第1回実験（ベトナムヴァンロン省トラオソ）
 - 2012/10～2013/01 第2回実験（ベトナムヴァンロン省トラオソ）
 - 2013/09～2014/01 第3回実験（ベトナムヴァンロン省トラオソとその他1拠点）

2012年10月～2013年1月 第2回実験の参加児童15名

図 2.2-13

実証実験のスケジュール

YMC 実験	準備実験	ワークショップ	2012/09	2012/10	2012/11	2012/12	2013/01
作業	種まき						
	田植え						
施肥							
	稲刈り						

2012/10/19 Chocan 稲
2012/10/29 Phuc 稲
2012/12/1 Bang 稲
2012/12/15 Phuc 稲

Hai gieng la ra khoi mat de. Toi nen lam gi?

実験をメコンデルタ地帯のVinh Long省 Tra On地区 Thien Myで行った。15世帯を対象にした実験では、農業は半分に減少し、収量は15%程度上がっている。

図 2.2-14

開発した知識コミュニケーション環境

専門家用インターフェース

2013/03/2011 19:57

Create a voice sound.

03/03/2011 18:05

Phuc: Tuan 13
Viec em thích: Nuoc em thích

Hay noi ve các loại thuốc diệt cỏ

RecipeCard: Phuc-13

Create a voice sound.

14/03/2011 21:22

Phuc: Caren on chau nhieu vi de de cung hoi.
Cac loai thuốc diệt cỏ được sử dụng như sau: Khi thuốc vẫn còn sót lại: Hãy chỉ cần rằng nó đang thuốc trừ cỏ thích hợp và hãy rửa sạch khi xác định.

児童用インターフェース

テレセンターに子どもたちを集め日本と繁く。
子どもたちがセンターになり、水田を計測し、携帯電話で撮影し、両親の質問を専門家に伝える。
血塗専門家のハンドハイフ一本で子どもたちが頭一歩です。

図 2.2-15

技術を触媒としたコミュニティの拡大

京大は言語グリッドを用いたベトナム語と日本語の翻訳システムを提供。
誤訳を防ぐために、ボランティアのフリッチャーが参加。
未熟な技術が触媒となり、コミュニティが省や大学に広がっている。

多言語サービス基盤の実用化！（京大）
黒米データを収集・分析したい！（東大・三重大）
技術がベトナム学生に広がるといいね！（ベトナムMARD）
児童の教育に繋がる！（NPOパンガア）
研究結果を国民に届けるチャンス！（ベトナム国家大学）
両親の役に立ちたい！（ベトナム農業）
米の生産量を増やせると嬉しい！黒米をうまく管理したい！（ビンロン省DARD）

2013年1月8日 ベトナムTien My Commune, Tra On District, Vinh Long Province (2nd YMC Workshop Site Visit)

図 2.2-16

価値共創の仕組み

3層のコミュニケーション

組織コミュニケーション

知識コミュニケーション

言語コミュニケーション

農業知識

日本農業専門家
東大
三重大

京都大学
サマーデザインスクール
2011年～

今年は200名が参加
課題提供: 90名
課題解決: 110名

図 2.2-17

メッセージ

- 価値共創のためのプラットフォーム
 - 本は要らない、知識の部品が必要。
 - 教壇は要らない、ラウンジが必要。

図 2.2-18

2.3 身体感覚運動を伴う対話シミュレーションに基づく社会知能創成 稻邑哲也(国立情報学研究所)

知能ロボットと知のプラットフォームの関係について、ドメインを絞って話をする。

従来、開発者が知識を与えることによりロボットを開発してきたが、やがてサービスとしての限界が来てしまう。それをクリアするためには、人間が実演して、ロボットに学習させて、みんなで作り上げていく方向が大事である。そのためには、長時間の対話を集めることが非常に大事な作業になる。レシピ本はシンボル情報、言語情報であり、それをどういう風に身体情報のコードに直していくかということが大変で、膨大なデータが必要である。しかしながら、これを実際に行うには、充実した設備と優秀なスタッフが長い時間をかけてロボットとの対話を大規模に行う研究環境が必要となる(図 2.3-4)。

このような状況を考え、小規模な研究室でも人間とロボットの長時間にわたる対話実験を行えるようにするために、我々はシミュレーション環境を提案し、社会的知能発生学シミュレータ (SIGVerse) の開発を行っている。これにより、(1) 社会を構成する多数のエージェント群、(2) 身体性に基づく視聴触覚を扱える複雑な環境、(3) 自分の開発した知能エージェントを任意の場所のシステムから仮想世界に接続可能な枠組み、(4) サイバー空間と実世界空間との結合による社会空間の形成に関するシミュレーションが可能となり、人間ロボット間の協調作業の評価に応用することができる。

また、SIGVerse のもう一つの応用例としては、ロボカップとの連携によるサービスロボット知能の研究展開がある。従来のロボカップでは、ハードウェアが高くてみんなが参加できない。また、参加したとしても、ハードウェアトラブルの関係で、認知、学習、推論という特化した知的なところで戦えないのが現状なので、RoboCup@Home シミュレーションでその環境を提供し、サービスロボット知能の研究展開を目指している。2013 年 5 月開催のロボカップ日本大会において、初めての競技を実施し、人工知能学会賞を受賞した。これはシミュレータ上で、ものを取つてくるとか、飲み物を入れるといった家庭内のタスクをいかにうまく実行するかということを競うものである。2014 年 7 月開催のロボカップ世界大会 (ブラジル) では正式種目として実施されることになっている。

仮想身体を持ち、実際の人間と大規模・長時間の対話可能なロボットを、研究室内で閉じていた空間ではなく、オープンなバーチャル空間上に構築することで、社会的な対話経験としての”ビッグデータ”を収集する。そして、設計からではなく、社会的な対話から知能を創発し、サービスとしてその知能を社会に還元するための研究・システムを目指す。

(質疑応答ならびに討論)

神竹：人間には良心があるが、良心を持たないロボットを正しく育てるための枠組みはあるか？

回答：オープンな環境で育てれば、大多数の善意を理解するようになるので、悪意のあるロボットにはならない。

徳田：モバイルコンピューティングとして、スマホで何十万人も参加してゲーミフィケーション的にロボットを育てられる。計算量的に厳しくスマホに入らないかもしれない

いが、その場合は、モバイルアプリをスマホにダウンロードし、ローカルにシミュレーションして、そのデータをネットワーク越しに研究所に戻すようなことは可能か？

回答：どれくらい細かくシミュレーションするかによるが、計算量が少なければスマホでも可能であるし、そういう風にしていきたいと思っている。

石田：シミュレーターをプラットフォームに使う提案で、そこに、たくさん的人が入り、経験を蓄積するという点が面白い。これは、部屋等の環境に依存するのではないか。部屋は人の数くらいあり、自分の部屋のロボットに協力できる人の数は住んでいる人の数ぐらいになってしまって、たくさん的人が参加する場合うまくいくのか？抽象化は、どのようにやるのか？

回答：足のあるロボット、車輪のあるロボット、様々な道具や背景等、いろいろなパターンを用意するとともに、今日は日本家庭、明日は米国家庭、という風に、環境を変えながら、タスクをゲーミフィケーション的に教えていく。そして、日本家庭で得たスキルと米国家庭で得たスキルについて、状況判断、場合分けのモデルをボトムアップに集めて、ベイジアンネットや統計的な学習を使って、実際的なアクチュエーションができるようとする。

身体感覚運動を伴う対話シミュレーションに基づく社会知能創成

国立情報学研究所
総合研究大学院大学
稻邑 哲也



図 2.3-1

背景：仕事ができる/役に立つロボットを作るには？

- 【従来まで】
ひたすらトップダウンにプログラムをインプレメントする
- 【これから】
しかし、人間と「本当に」協調して働くロボットには、後天的な学習、知識/スキル獲得、知的対話技術等が必要不可欠



図 2.3-2

Human Robot Interaction 研究の悩み

- 人間とのインタラクションシステムを作りたいが、実機ロボットを作る・メンテナンスするのが大変！
- 購入するとしても、非常に高価！



NAO: 約200万円



ASIMO: (レンタルで)
年間 約2000万円



HRP2W: 價格: NAOの数倍
制作期間1年

図 2.3-3

Human Robot Interaction 研究の悩み

- 推論・計画などの高次レベルの（トップダウン）問題に集中したい！
- 認識・学習などの多くの時間・データ量が必要なボトムアップの問題にもトライしたい！
- いつでもどこでも長時間の実験をしたい！
- でも、長時間の稼働が難しい… ☺
- 被験者を沢山連れてくるのが難しい… ☺

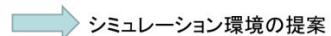


図 2.3-4

社会的知能研究の例: 認知発達ロボティクス

- 理解の対象となるヒトの発達・学習・知能のモデルを人工物（ロボット）の中に埋め込み、環境のなかで作動させ、その挙動から、そのモデルの新たな理解を目指す [浅田 1990年代～]
- 神経科学、認知科学、心理学、工学、人工知能理論など複数分野の学際的アプローチ



COG (MIT)



CB2 (Osaka Univ.)



Geminoid (Osaka Univ./ATR)

図 2.3-5

認知発達ロボティクスの「難問」

- 知能ロボット研究のために、ヒト・動物の知覚・運動・コミュニケーション能力を持った社会的知能を理解するには……
 - 現象の観察に基づく仮説の構築
 - 実験に基づく仮説の検証
- 実ロボットでの実験は負荷が非常に高い
- 実システムでの実験がそもそも不可能
 - 大規模かつ複雑な世界での実験や、数年のような長期間に渡る連続実験がほとんど不可能
- シミュレーションによる実験が不可欠

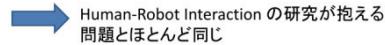


図 2.3-6

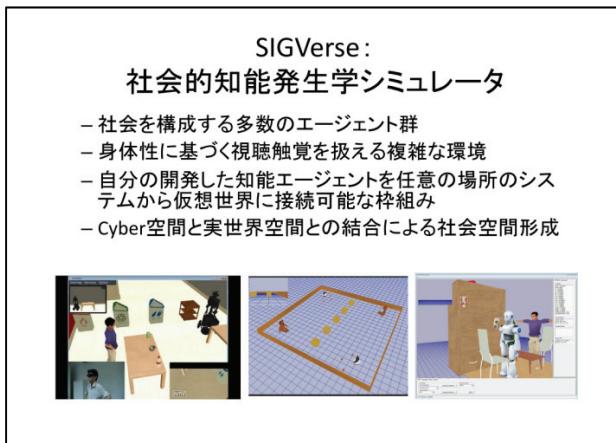


図 2.3-7

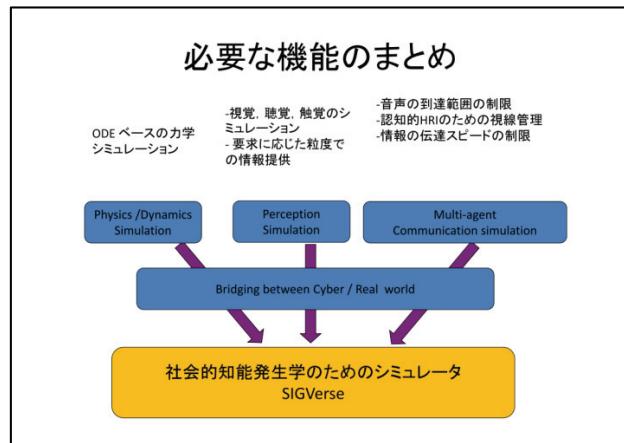


図 2.3-8



図 2.3-9



図 2.3-10



図 2.3-11

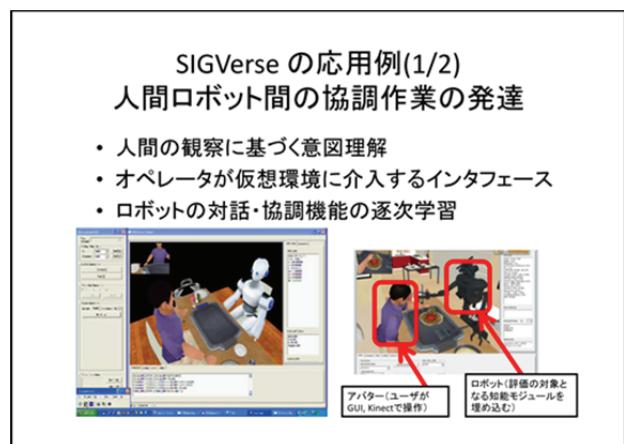


図 2.3-12

SIGVerse の応用例(1/2) 人間ロボット間の協調作業の発達

- 設計フェーズ：ロボットの行動決定のためのタスクモデル設計
- 評価フェーズ：大人数のユーザーにネット経由でタスクに参加してもらい、評価を得る
- 学習フェーズ：その評価に基づき、設計をリアルタイムに修正

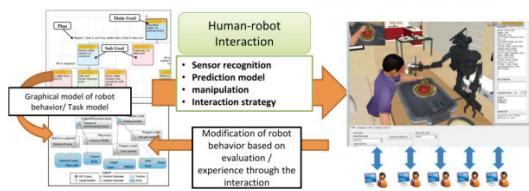


図 2.3-13

SIGVerse の応用例 (2/2) ロボカップとの連携による サービスロボット知能の研究展開



図 2.3-14

ロボカップ世界大会での競技内容

- 2013年5月開催のロボカップ日本大会にて、初めての競技を実施→人工知能学会賞受賞
- 2014年7月 RoboCup 世界大会（ブラジル）にて正式種目として実施予定



図 2.3-15

まとめ

- 日常生活空間で行動し、人間と対話しながら人間を支援するロボットの知能の実現には、膨大な対話の経験が必要。コストが大きく困難
- 仮想身体を持ち、実際の人間と大規模・長時間の対話可能なシミュレーションをインターネット上に構築することで、社会的な対話経験の“ビッグデータ”を収集
- 設計する知能ではなく、社会的な対話から知能を創発し、サービスとしてその知能を社会に還元するための研究・システムのパラダイム展開

図 2.3-16

2.4 スマートコミュニティ／スマートグリッド研究開発の紹介 神竹孝至(東芝)

東日本大震災の際には、無線基地局が壊れたのではなく、ほとんどが停電でダウンし、携帯電話が使えなくなった。KDDI の話によれば、地震の 2 時間後には、車載型基地局と車載型基地局の燃料である軽油を積んだタンクローリーを全国から出動させたが、通信システムを早く復旧させることはできなかった。ガソリンスタンドは同系列会社のタンクローリーからしか給油できないという規制のため、一時的に燃料を貯めるガソリンスタンドを見つけるのに時間がかかった。さらに、道路が壊れていたので車載型基地局は入れず、道路の復旧には結局自衛隊を待つしかなかった。

電力システムは通信システムの動力源であり、電力システムの神経系は通信システムがないと稼働しない。交通システムは被災地の復旧に欠かせない。水は生活に必要でもあり、破壊のエネルギー源にもなった。したがって、水、電力、通信、交通などの社会インフラは互いに関連し、全体をスマートに復旧するには難しい問題を解かなければならない。関連し合う課題をリアルタイムに解きほぐすことが必要であり、ICT 基盤によるサポートを元にやっていかなければならない。しかしながら、関連し合う課題のリアルタイムな解決に関しては、電気・熱の統合マネージメントシステムでさえも現実にはまだできておらず、その他はまだ今後の課題である。

東日本大震災では、車載基地局が現地に入った際には、携帯を充電せろと言う人や、夜に発電機がうるさいから車載基地局の稼働を止めろという人がいた。電気は欲しいが発電機の稼働はうるさいというような大きく食い違った要求がたくさんあり、互いに矛盾する課題、感情的になっている課題等をどうやって解決するのかが社会的コンセンサスをとる上で非常に重要である。

社会的な課題として、原子力発電の有無という将来のエネルギー政策に関する議論があるが、この問題は学者の間でも意見が大きく食い違っている。最終的には単なる主義主張ではなく、住民にとって統一的な相互理解ができるよう、つまり政策シミュレーション結果を論理的に伝え、議論しやすくするプラットフォームが必要であり、住民の合意形成のためのプラットフォーム作りが今後必要である。

(質疑応答ならびに討論)

高島： 知のコンピューティングでも、合意形成は重要な課題の一つである。電気は欲しいが発電機がうるさいから止めろというような、矛盾する課題に挑むには何をすべきか？

回答： 今のところ、現実のソリューションとして提供できるものはない。発電機を停止する夜間時間帯を設定するというように、この問題に対しては、今の段階で人間が適宜判断するしかないのが現状である。

徳田： 新しいものづくりの視点から、知のコンピューティングやプラットフォームに期待することは何か？

回答： M2M のプラットフォームが必要である。プラットフォームを作つてからでは間に合わないので、10 年先のアプリを見据えた情報通信システムのあり方を今から議

論している。下のレイヤーでは、センサデバイス等、いろいろなものが出てくると予想するが、普及させるためにはコストを下げて作らなければならず、どこまでプラットフォーム化ができるかが問題である。そのためには、カスタマイズ化する部分とプラットフォーム化する部分を見極める必要がある。また、上位レイヤーには、制度的課題がある。アプリの分野としては、農業や医療分野について、車の世界の勝ちパターンを学びながら、弁護士も入った学際的な検討チームで取り組んでいる。

TOSHIBA
Leading Innovation >>

スマートコミュニティ／スマートグリッド 研究開発の紹介

2013年 11月19日 ミニワークショップ「知のプラットフォーム」資料
株式会社 東芝 研究開発センター
神竹 孝至

eco スタイル
東芝グループは、持続可能な
地球の未来に貢献します。

Copyright 2012, Toshiba Corporation.

図 2.4-1

研究開発センターにおけるスマコミPJの目標

- 通信プロトコル、セキュリティ、アプリケーションに関する基盤技術を中心に、スマートコミュニティ及びスマートグリッドの実現に向けた技術開発と国際標準化を推進

TOSHIBA
Leading Innovation >> .

2

図 2.4-2

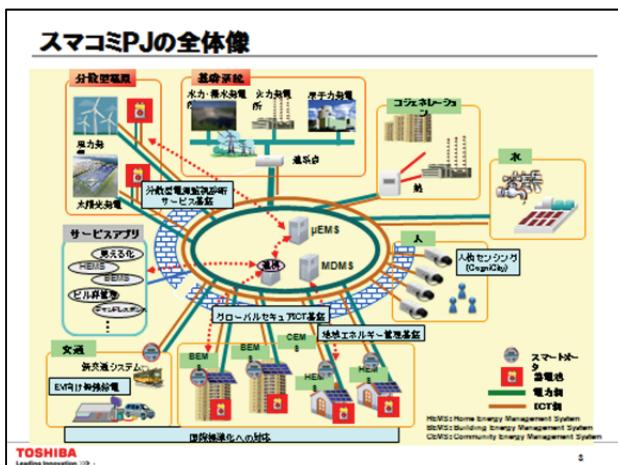


図 2.4-3

応用例：横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)

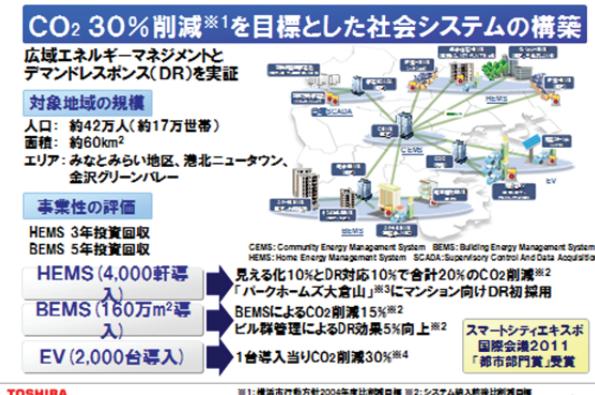


図 2.4-4

2013年上期スマコミPJ関連報道	
東芝スマートメータ導入システム開通	
・東芝・NECが受注、東電の次世代電力量計、中核の通信調	.. 5月02日 日本経済新聞
・東電が次世代電量計大量導入へ	.. 5月02日 電気新聞
横浜スマートシティプロジェクト開通	
・電力ピークカオ、1900世帯で実証実験、東芝など横浜で今夏	.. 6月27日 日本経済新聞
・猛暑日に節電実験へ、7~9月、東芝など、横浜の1900世帯参加	.. 6月27日 日経産業新聞
・ビル群の電力括管理、東芝など川崎市と実験、ピーク時、最大2割削減目標	.. 8月09日 日経産業新聞
NEDOニーメキシコプロジェクト開通	
・東芝、米で需要応答実証～820世帯に節電委託	.. 7月19日 日刊工業新聞
・東芝が米国で直DR実証へ	.. 7月19日 電気新聞
・米の820世帯対象、東芝が節電実験、需給予測基に協力依頼	.. 7月29日 日経産業新聞
国際標準化開通	
・東芝のスマートグリッド規格、国際標準にIECで承認、インフラ輸出迅速化	.. 5月21日 日刊工業新聞
・東芝が提案した規格が国際標準に 送配電システム相互接続が容易に	.. 5月23日 電気新聞

図 2.4-5

社会インフラは互いに関連する

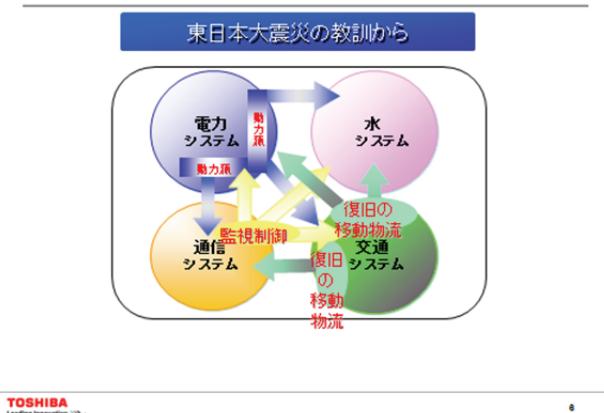


図 2.4-6

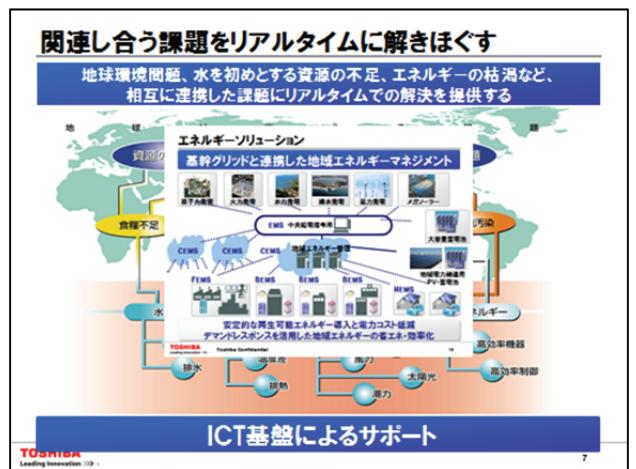


図 2.4-7

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

図 2.4-8

2. 5 Wisdom and computing “構成的認知”の立場から～生活意識の研究もやりましょう～ 謙訪正樹(慶應義塾大学)

「Wisdom computing」、「Computing for wisdom」、「Wisdom and computing」という3つの言葉は大きく意味が違う。「Wisdom computing」の場合、Wisdomをcomputingすることを意味し、人間の生活が蚊帳の外になってしまふ。「Computing for wisdom」と言った場合、for wisdom以下がかっこ付きであり、「将来は wisdomを増すため」という意味になり、ややもすると、人間の生活研究ではなく computingのための研究になってしまう。それらに比べて、「Wisdom and computing」は、まさに現在進行形であり、人間の生活をサイクルのなかに据えて、人間の生活と computingの相互作用を研究することを意味するので、知のコンピューティングをうまく表現している言葉であると考える。

進化／学びの一般形としての構成的プロセスを表す FNS (Fujii - Nakashima - Suwa) ダイアグラム(図 2.5-3)に示すように、物事は「目標→実践→環境とのインタラクション→違和感、疑問→新たな着眼点→新目標→価値の共創」という風に進化してゆく。社会全体としてはイノベーションを表している。これは物事の進化の一般形であり、従来の PDCA (plan-do-check-act) サイクルとは本質的に異なる。なぜならば、PDCAはプロトタイプで実験して check し、OKなら A (action) するが、A した後の環境とのインタラクションによって生じる別の状態は想定していないからである。

Provider & User's Loop interact(図 2.5-5)に示すように、価値共創のためには、プラットフォーム研究として、「生活意識」の研究も行う必要があるが、研究者人口が少ないので現状である。我々が行っているサービス研究の観点からは、(1)単なるプラットフォーム／サービスの提供だけではなく、(2)サービスがどう使用され、(3)どう価値の共創を生むかが重要である。(2)と(3)がブラックボックスでは駄目である。したがって、知の集積、伝搬、探索だけではなく、プロバイダが主語である「アクチュエーション」とは本質的に違った、ユーザーが主語である「知の使用」と、Computingによって生活に何を与えるかに関する「生活意識」の研究も重要なのである。「知の使用」や「生活意識」を研究しようとすると、客觀性、再現性、普遍性が求められる従来科学の枠組みだけでは足りないところが出てくる。例えば、身体知は、からだという一人称的存在を必然的に含み、本質的に一人称的な知の現象である。また、創るという行為を支える知は、創られたものごとを使う人の一人称、それを想像しながら創る人の一人称、創ることを研究する人の一人称など、様々な一人称を内包している。したがって、「知の使用」や「生活意識」を研究するためには、従来科学では漏れていた事象への眼差しとして、主觀的データ、一回性事象、一人性事象、個人固有性、状況依存性を許容して「知の探求」を行わなければならない。

(質疑応答ならびに討論)

徳田：米国西海岸のユーザインターフェースをデザインしている人々は、まさに「知の使用」や「生活意識」の視点で、ユーザエクスペリエンスをキーワードとして、新しいテクノロジーを創っている。発表にあった「生活意識」に関して、User-aware (ユーザを意識した) 技術か、User-unaware 技術か、どちらかに関するものか分からな

いが、プロバイダ側だけではなく、ユーザ側の視点も、両方取り入れてやらないと意味がないと主張しているのか？

回答：そのとおり。「アクチュエーション」はプロバイダ側の言葉だからそれだけでは駄目であり、ユーザエクスペリエンスを考えなければならない。User-aware か User-unaware かという点に関しては、生活中でいろいろなことに関して無意識のままでいるのではなく、それに意識を注入することで、どんどん学びは進化してゆくと考えている。現在 User-unaware なところでも、一人一人がプラットフォーム／サービスを利用し、だんだん意識の上に上がってくることで、ひとりひとりの学びにつながってゆく。社会の全員がそのようになっていけば社会の意識も変わってくるので、プロバイダから提供される物もどんどん変わってくる。User-aware か User-unaware か、その中間もきちんと研究しなければならぬと思う。

岩野：意識化されたものに対するサービスを作らないと提供できないのか。むしろ、意識化されていないものを何らかの方法で捉えることが大事になっているのではないか。

回答：そのように考えている。生活者は最初は意識していないので、プロバイダがプラットフォーム／サービスを提供することになり、生活者が気付いていないことを気付くようになる（生活者側の価値創造）。プロバイダは、どのようなプラットフォーム／サービスを提供すれば、生活者に価値創造できるかを完全に狙うことはできないが、ある種の価値創造が実際に生活者に起こったことを感じると、プロバイダも気付くようになる（プロバイダ側の価値創造）。このように生活者とプロバイダが相互作用するから、価値の共創が起こるのである。

岩野：集団、コミュニティの合意形成に際して、その妥協点は見えていないかもしれないが、あるサービスとの相互作用を通じて合意点に向けてみんなが進んで行かなければならぬ。そのためのプロセスをプラットフォームで作っていくことが必要だと思うが、それを作るためには、どのようなことをすべきか？

回答：相互作用ループが少しづつ回りながら、ほんの小さな価値共創を何回も何回も起こしつつ、全員が合意しながら大体同じ方向に進んでいくのが肝心である。そのプロセスでは本質的に想定外のことばかりで、途中の時点では全員が合意していないても良い。全体合意のことをあまり気にしていると、相互作用ループ自体が回らなくなったり、回る速度が遅くなってしまう。そのことで、世の中の学びを止めたり、イノベーションを止めてしまうことになる。

山口：Wisdom computing Summit 2013において、経営の分野でも、熟達の度合いが進化しながら Practical intelligence を獲得してゆくという例が議論された。「生活意識」に関する本日の発表内容はかなり共通する部分を持っていると思う。しかしながら、「生活」というと少し狭い感じがする。「業務」にも、いろいろな視点があり、このようなことが起りうる。突き詰めて言えば、マイケル・ポランニーが言う「暗黙知」を開拓することが原点にあると思うが、本発表でも、そのようなことを含んでいるか？

回答：そのとおり。同様なことを含んでいると考えている。「生活」を強調しているのは、学問として、ひとりひとりが持っている「生活」を研究する人がいないからである。「業務」をする人にも、仕事の生活とプライベートな生活があり、切り離せない。「業務」の話だけをするとブラックボックスになってしまう。「暗黙知」を考えるときに、ひとりひとりが持っている「生活」がブラックボックスにならないようにしなければならないので、ここでは敢えて「生活」を強調している。

石田：ある道を極めた人に関する歴史学的な研究はたくさんある。これらは、ひとりひとりの偉人に関する人文社会学的な研究成果である。本発表に関する研究では、従来の人文社会学的研究のアプローチを取るのではなく、新しい方向性を持ったアプローチを取ろうとしているのか？

回答：本当に人間の知の凄いところは、人文学者による歴史的な偉人探求だけでは語ることができなく、本発表のような事象にも目を向ける必要があると考えている。歴史的な偉人の探求成果は数多く蓄積されているが、現代の我々はそこからきちんと学べているのか？疑問が残る。このような研究は重要であるにもかかわらず、かなり少ないので現状であり、日本認知科学会でも最重要課題として取り組まなければならないテーマであると考えている。

Wisdom and computing

“構成的認知”的立場から
—生活意識の研究もやりましょう—

慶應義塾大学
諏訪正樹

図 2.5-1

この3つは大いに違う

- Computing for wisdom: △
 - For wisdom以下が()付き
 - (将来は) wisdomを増すために、、、
 - ややもすると、人間の生活研究ではなくcomputingのための研究になる
- Wisdom and computing: ○
 - まさに現在進行形で、人間の生活とcomputingの相互作用を研究する
 - 人間の生活をサイクルのなかに据える
- Wisdomをcomputing: ×
 - 人間の生活が蚊帳の外

図 2.5-2

構成的プロセス：進化／学びの一般形 FNSダイアグラム（藤井、中島、諏訪、2006,7,8）

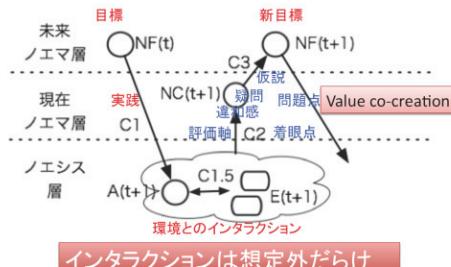


図 2.5-3

PDCAサイクルとは本質的に異なる

- PDC: プロトタイプで実験して check
 - NC(t+1)が目指した目標NF(t)と同じかどうかを検証することが目的
 - OKならA(action)する
- Aした後のC1.5を想定していない

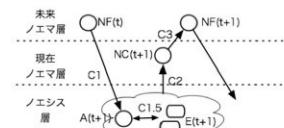


図 2.5-4

Provider & User's Loop interact

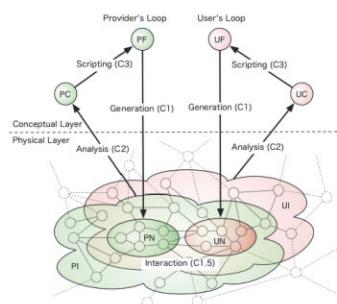


図 2.5-5

プラットフォーム研究 生活意識の研究もやりましょう value co-creationのために

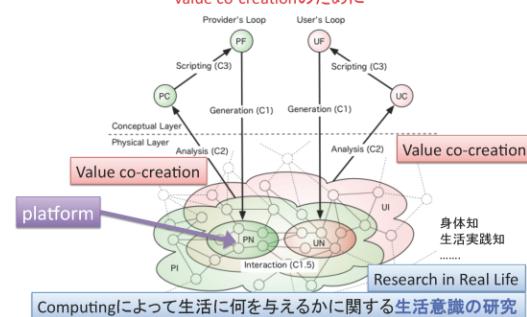


図 2.5-6

サービス研究
(Nakashima, Fujii, Suwa, 2013a, 2013b)

- 1. Platform／サービスのProvideだけではない
- 2. どうuseされるか
- 3. Value co-creation
 - どんな生活意識？
 - 学び

すべてを包含して初めて「サービス」

2、3がブラックボックスでは駄目！！

- Not only 知の集積、伝搬、探索
- But also 知の**使用**と**生活意識**
(「アクチュエーション」ではなく)

図 2.5-7

“一人称研究の勧め”

- 人工知能学会誌2013年9月号
- 企画者：諏訪正樹、堀浩一
- 執筆者：
 - 上記2名
 - 中島秀之
 - 伊藤毅志、松原仁
 - 松尾豊
 - 藤井晴行
 - 阿部明典
 - 大武美保子

図 2.5-8

タイトル

- 堀：人工知能研究の方法
- 諏訪：見せて魅せる研究土壤—研究者が学びあうためにー
- 伊藤、松原：羽生善治の研究
- 阿部：一度限りのことばの響き
- 藤井：創造という行為の研究
- 大武：認知症から見る人間の知能と人工知能による支援
- 松尾：研究者の起源
- 中島：客観的研究と主観的物語
- 全員共著：一人称研究にまつわるQ&A

図 2.5-9

Q&Aの第一の問い合わせ(全部で23)

- Q: 一人称研究だけでよいですか？研究に客觀性はないのですか？
- A: 我々は一人称研究だけで良いとか、客觀的研究より優れているとか主張しようとしているわけではありません。知を客觀的に研究・記述できるのであればそれに越したことはないのですが、残念ながら、知の探求において客觀的研究では扱いきれないことに遭遇することは多々あります。そして、そのような場合にどうすれば研究になるのか、どのように書けば他の人に伝わる論文になるのかを摸索しているのです。本特集で扱ったのはそれらのほんの一部です。まだまだ未開拓の分野や方法論があると考えています。

オートポイエシスを言い出した Varela は以下のように述べています。「一人称的現象を扱うのは、よく誤解されているように個人的な経験を扱うのとは異なる、うまい方法論を用いれば、一人称的主觀性は間主觀的追認に持ち込める可能性がある

図 2.5-10

代表的な主張

- 一人のひとの人生が詰まった「煎じ詰められたエキス」のような知の探求をしよう
- 揺れ動く状況のなかに身を置いて、それに動的に反応しながら対応する力は、知の重要な側面である
- ある分野ですごいパフォーマンスを示す人こそ、その対象に最も迫った存在なのだから、すごい人が有する知を研究しないわけにはいかない
- 一回きりの社会現象のなかに、未来にとって重要な示唆を含んでいることは多々あり、これも重要な知である
- 身体知は、からだという一人称的存在を必然的に含み、本質的に一人称的な知の現象である

図 2.5-11

- 創るという行為を支える知は、創られたものごとを使う人の一人称、それを想像しながら創るひとの一人称、創ることを研究するひとの一人称など、様々な一人称を内包する。
- からだで学ぶ、つまり実体に接地させてものごとを考えるという学び方が、教育現場でしばしば軽視されがちである
- 生活や社会という現場は、学びや知の研究の宝庫である。生活や社会をよりよく進化させるためのデザイン研究に乗り出そう
- 生涯を通じた知の発達や衰えをサポートする研究を遂行することが知のさまざまな姿を垣間みる糸口になる
- 人工知能の価値の問題を研究しよう

図 2.5-12

従来科学(学問)では漏れていた
事象への眼差し

- | 一人称研究 | 知の探求 | 従来科学 |
|---------|------|------|
| ・主観的データ | | ・客觀性 |
| ・一回性事象 | | ・再現性 |
| ・一人性事象 | | ・普遍性 |
| ・個人固有性 | | |
| ・状況依存性 | | |

図 2.5-13

「Computingと生活が分離」
では駄目

- ・マーケティングの本質
 - 「良い技術を駆使して素晴らしいものをつくりますから、営業さん売ってください」:×
 - 技術者／デザイン／営業部門が最初から一緒に開発:○
- ・研究の世界でも同じ
 - 「私はcomputing、あなたは生活の研究」:×

図 2.5-14

2. 6 自らの研究(ロボティクス)との関連づけ 萩田紀博 (ATR)

ロボティクスの研究では、社会へ影響を与えることが重要で、その意味ではフィードバックがもらえないと言葉がないと考えている。現在、ホンダと ASIMO を使った研究を行っている。ASIMO が人に近づいて話しかける、また、人の視線の先を見るようなサービスをやってみて、人々の行動を模擬してやることの難しさを痛感した。これらはロボットの研究だが一般的なアクチュエーションサービスにも当てはまる話である。

ロボットでは、従来は顔認識と RFID(Radio Frequency Identification)認識それぞれにアプリを開発する必要があったが、OMG(Object Management Group)で RoIS(Robot Interaction Service)の HRI(Human Robot Interaction)基本コンポーネントを開発し、この結果、個々の認証機能は気にせずに済むようになった。ロボットサービス連携システムアーキテクチャ（3層）の提案をしている。FP7(Framework Programme 7)の RoboEarth との連携も考えている。これを知のコンピューティングで一般化して適用できればいい。

(質疑応答ならびに討論)

徳田：RoboEarth で、ドイツは狭い環境で実験しているが、オープン空間でやってる ATR アプローチが正論ではないか。

回答：HRI の汎用の原理があるのでないかと考えている。ドイツのアプローチでは想定外の事象が起こるとロボットが動かなくなる。ホンダの ASIMO でもやっているが非常に大変。人間はそれを意識せずにできている。

山口：外在化しにくいものを組込みソフトウェアにマッピングするのは、どこが難しいのか？

回答：場所、ユーザ、業界ごとに違うものをうまく組み込めない。5W1H の関係がわからない、また、その原理がない。今のプラットフォームには知識が載ってない。知識が研究者の中にあるのが問題。

諏訪：Wisdom をコンピューティングする(Wisdom Computing)という立場では人間と同じように賢くないといけないが、“Wisdom and Computing”では賢くなくていい。まだ最低限にも達していないが、価値創造のためにロボットにはどれくらいの能力がないといけないのか。どの程度研究しているのか。

回答：たとえば、同じことの繰り返しは人間には耐え切れないし、人間の尊厳の問題もある。

諏訪：人間の許容ではなく、価値の創造の観点ではどうか？

回答：思うとおりに動かないことで人間とはなにかに学ぶことが多い。

石田：中間のプラットフォームもロボットの進化に合わせて変えていかないといけないのでは？

回答：標準化では例えば安全基準など使ってみてどんどん変える。ロボットの層は自然淘汰されると考えている。

科学技術未来戦略ワークショップ 「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」

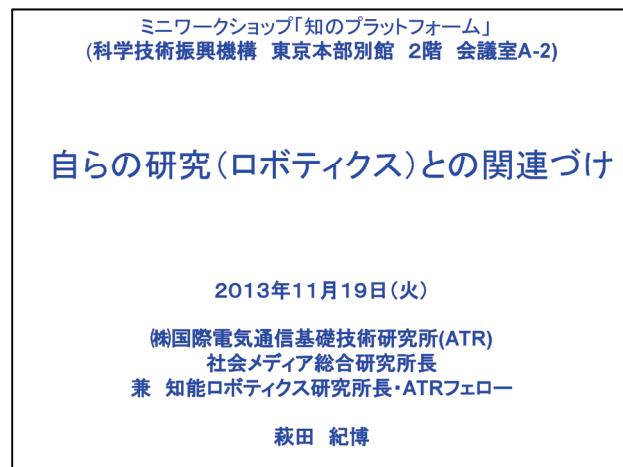


図 2.6-1

自らの研究(ロボティクス)との関連づけ(1/5)

赤枠で囲った部分が萩田の研究(ネットワークロボット)と関連している

知のコンピューティング (Wisdom Computing)

知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速する

- 知は人間（複数）が賢く生きるために力である
- 知のコンピューティングは、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響を実現し、加速すること



2

図 2.6-2

自らの研究(ロボティクス)との関連づけ(2/5)

「知のプラットフォーム」全体イメージ

赤枠で囲った部分が萩田の研究(ネットワークロボット)と関連している

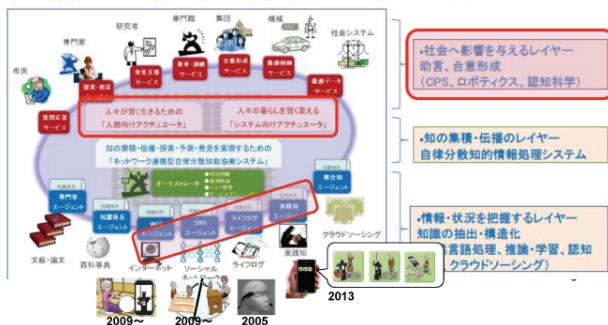


図 2.6-3

自らの研究(ロボティクス)との関連づけ(3/5)

赤枠で囲った部分が萩田の研究(ネットワークロボット)と関連している

技術的な視点



4

図 2.6-4

自らの研究(ロボティクス)との関連づけ(4/5)

法制度的な視点

ロボット(アクチュエーション)サービスは市民・利用者の受容性が鍵

- ・社会へ影響を与えるレイヤー・助言、合意形成 (CPS、ロボティクス、認知科学)
- ・知の集積・伝播のレイヤー・自律分散知的情報処理システム
- ・情報・状況を把握するレイヤー・知識の抽出・構造化 (自然言語処理、推論・学習、認知科学、クラウドソーシング)

- ・知から知を産みだす場合の権利は？
アイデアに著作権はない。創作的表現はある。
特許は自然法則を利用した技術的思想の創作。
- ・知識に関してメタな機械学習が可能になると、そこで作られた知識の権利は誰に？



5

図 2.6-5

自らの研究(ロボティクス)との関連づけ(5/5)

ビジネス的な視点

ロボットサービスはルーズカップル連携にて初めてアクチュエーションサービス市場が生まれるよ



単一サービスの場合、レイヤー毎のプレイヤーはオーガナイズされている。
ルーズカップルの場合、オーガナイズしていないので、参加のモチベーションが必要。
知の流通を促進するバリューチェーンの構築(ナレジマート)
知によって得られた富の再分配メカニズム
知識資本をいかに評価するか。知が知を算出することによる効果の計測。

6

図 2.6-6

今までのロボットサービスはロボット1の個人ID法(顔認識)とロボット2の方法(タグID)に依存してサービスアプリを変更しなくてはならなかった。

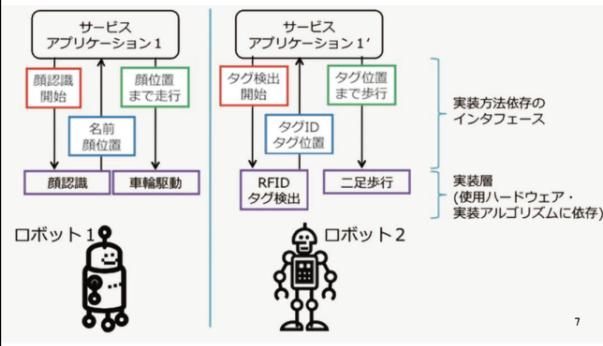


図 2.6-7

ロボット対話サービスRoISの国際標準化(OMG)によって、ロボット対話の基本コンポーネント15種類が決定し、ロボットの仕様(実装層)に依存しないで、論理的にロボット対話サービスを書けるようになった。ユーザ定義のHRIコンポーネントも追加可能になっている。

HRI基本コンポーネント

1. システム情報(system information)
2. 人検出(person detection)
3. 人位置検出(person localization)
4. 個人同定(person identification)
5. 顔検出(face detection)
6. 顔位置検出(face localization)
7. 音検出(sound detection)
8. 音源位置検出(sound localization)
9. 音声認識(speech recognition)
10. ジェスチャ認識(gesture recognition)
11. 音声合成(speech synthesis)
12. 応答動作(reaction)
13. ナビゲーション(navigation)
14. 追従(follow)
15. 移動(move)

これら以外に、独自のHRI機能をユーザ定義HRIコンポーネントとして設定する方法も規定されている。

8

図 2.6-8

RoISは個人同定関数で書けば、同じサービスアプリXでロボット1でもロボット2でも動作できるようになる。

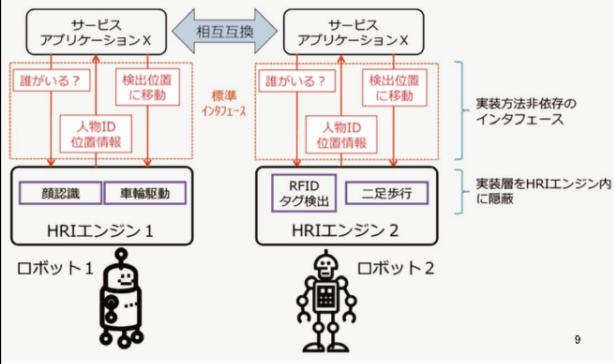


図 2.6-9

ロボットサービス連携システム・アーキテクチャ(3層構造)提案**サービスアプリケーション層**

個々のロボット仕様を気にせずに
アプリケーションを書ける

**UNR-PF層
(サービスアプリとコンポーネントの橋渡し)**

中間層として、上下層のデータの
やりとりを可能にする機能を持つ

**ロボットコンポーネント層
(ロボット機能コンポーネント集合)**

具体的なロボットサービスを気にせず
個々のロボットハードウェアやソフト
ウェアを開発できる。

図 2.6-10

国際標準化されたロボットサービス連携システム(UNR-PF*)
(2013年3月 ITU-T, SG16, Q25(IoT)で勧告成立)

あるロボット(アクチュエーター)が複数のサービスアプリで使えるようになる
=アクチュエーション市場で、ものづくりメーカーやものアプリ開発者の育成に貢献

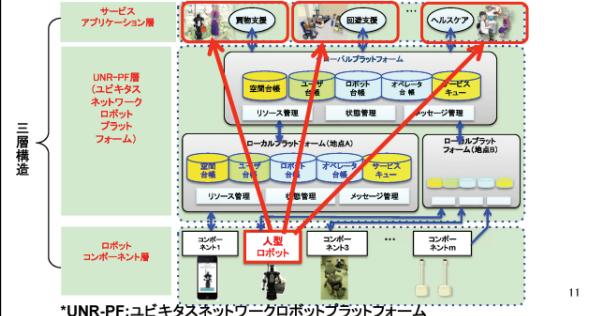


図 2.6-11

UNR-PFにRoISを使えば、ロボットサービスの拡張がしやすくなる。
⇒ スマホのように同じアプリを多地点で使えるようになる。

あるサービスアプリが異種ロボット(エージェント、人型、車イスなどのアクチュエータ)で使え
るようになる=アクチュエーション市場で、ものづくりメーカーやものアプリ開発者の育成に貢献

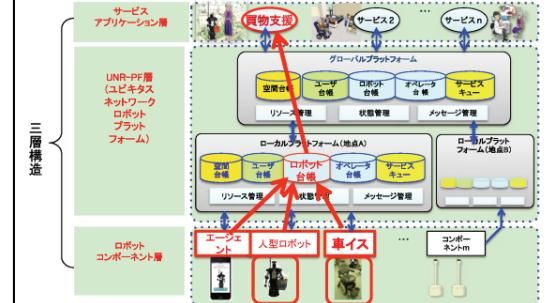


図 2.6-12

科学技術未来戦略ワークショップ
「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」

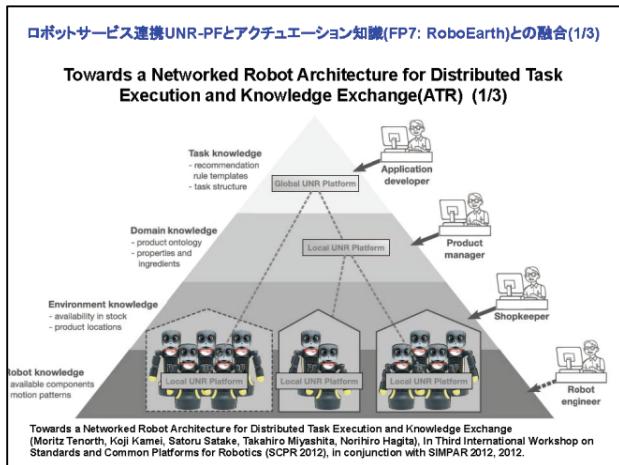


図 2.6-13

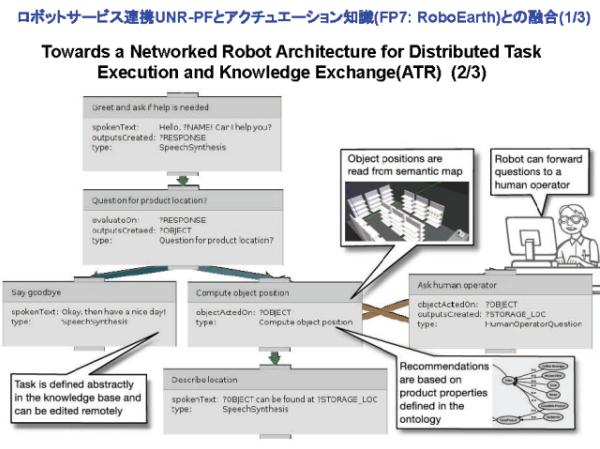


図 2.6-14

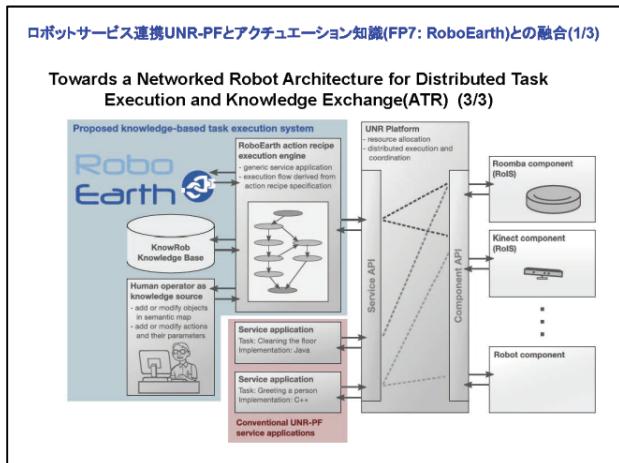


図 2.6-15

2. 7 Wisdom-Computing Platform and Resilience 丸山宏（統計数理研究所）

レジリエンスの研究をしている。知のプラットフォームができたとして何が起きるかというと最初に想定してなかったことが起きるだろう。その時に、どう生き残らないといけないか、極めて複雑なものがオープンで進化するためにもレジリエンスが必要である。

レジリエンスの共通戦略として多様性があげられる。例えば、生物はなぜ絶滅を逃れて来たか、森林の小さな再生、コンピュータ・ネットワーク（一様→多様）、あるいは、ビジネス戦略としての多様性などがレジリエンスの実現に必要である。

進化論でなぜ最適なもの以外の者も残るかというと収穫過減の法則があるからである。知のプラットフォームが生き残るためにには、収穫過減則を盛り込めばいい。収穫過減則から多様性が生まれレジリエンスが実現できる。レジリエンスにも復元か再設計の選択肢がある。

（質疑応答ならびに討論）

安田： 収穫過減の図の横軸はなにか？

回答： Phenotype、遺伝子の変異のうち、有利になる変異の数。収穫過減が働くことによって生物に多様性が生まれる。

石田： コミュニティが大きくなり過ぎないのはもともと仕組みが入っているのでは？

回答： 収入が高くなると税率が上がるというのは、収穫過減の考え方に入っていると解釈できる。

徳田： どのように知のコンピューティングに適用するのか。

回答： 参加者にとってのリターンがリニアにならないようにすること。

徳田： Kurzwileは収穫加速の法則を主張している。イノベーションは低いところにある果実をとっている場合はともかく、高いところのものを取ろうとすると大変になる。

諏訪： 経済では横軸は持ってるお金だが、知のコンピューティングでは何か？

回答： 投入する資源、個々のコミュニティの大きさ。リニア、スーパー・リニアだと一極集中になるが、サブリニアにしておけばそうならない。

諏訪： 知識の洗練度でもいいかもしれない。

（コメント）

神竹： コミュニティが大きくなると多様な解決方法があると考えるとわかりやすい

Wisdom-Computing Platform and Resilience



Hiroshi Maruyama & Hiroshi Akashi
The Institute of Statistical Mathematics

2013/11/19

Hiroshi Maruyama

1

図 2.7-1

新領域融合プロジェクト システムズ・レジリエンス

SYSTEMS RESILIENCE TRANSDISCIPLINARY RESEARCH INTEGRATION CENTER

想定外を科学する

ニュース

2013/09/26-27
本プロジェクトワークショップを軽井沢高原リゾートセミナーハウスで開催し、14名（外部からの招待者1名）が参加しました。

お問い合わせ
〒199-8562 東京都世田谷区高尾町10-3
統計数理研究所
TEL: 03-5533-8536
Eメール: hmr2@ism.ac.jp

最近の論文

1. Hiroshi Maruyama, Kiyoshi Watanabe, Sechiko Yoshihama, Naohiko Uramoto, Yoichi Takehara, and Kazuhiro Minami. ICHIGAN Security - A Context-Aware Adaptive Trust Enabled Cloud-on-Cloud Environment. In: Context-Aware Computing and Applications, Springer, 2013.

2. Hiroshi Maruyama, Kiyoshi Watanabe, Sechiko Yoshihama, Naohiko Uramoto, Yoichi Takehara, and Kazuhiro Minami. ICHIGAN Security - A Context-Aware Adaptive Trust Enabled Cloud-on-Cloud Environment. In: Context-Aware Computing and Applications, Springer, 2013.

2013/11/19 Hiroshi Maruyama

2

図 2.7-2

「知のプラットフォーム」



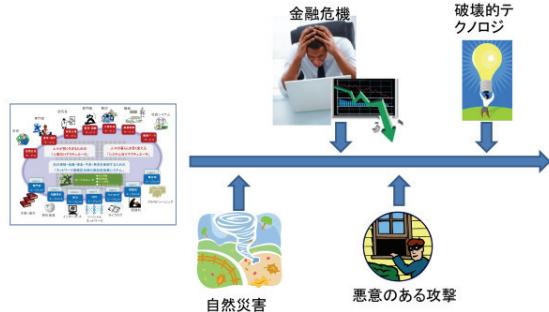
2013/11/19

Hiroshi Maruyama

3

図 2.7-3

時間軸で考えると…



2013/11/19

Hiroshi Maruyama

4

図 2.7-4

レジリエンスの共通戦略

- 冗長性 (Redundancy)
- 多様性 (Diversity)
- 適応性 (Adaptability)
- 能動的レジリエンス (Active Resilience)



2013/11/19

Hiroshi Maruyama

5

図 2.7-5

2013/11/19

Hiroshi Maruyama

6

図 2.7-6

多様性1：生物はなぜ絶滅を免れてきたか



Sep Hassberger, "What Really Killed the Dinosaurs?"
http://www.newmediaexplorer.org/sepp/2007/12/13/what_really_killed_the_dinosaurs.htm

Hiroshi Maruyama

2013/11/19

図 2.7-7

多様性2：森林の小さな再生

“小さな擾乱を積極的に受け入れ、小さな再生やイノベーションを許すことによって、巨大な災害を軽減することができるかもしれない。”
 ...
 “すべての擾乱を一律に排除するのは、おそらく最も危険な戦略”



Hiroshi Maruyama

2013/11/19

8

図 2.7-8

多様性3：コンピュータ・ネットワーク

"Redundancy and Diversity in Security" by Bev Littlewood and Lorenzo Strigini

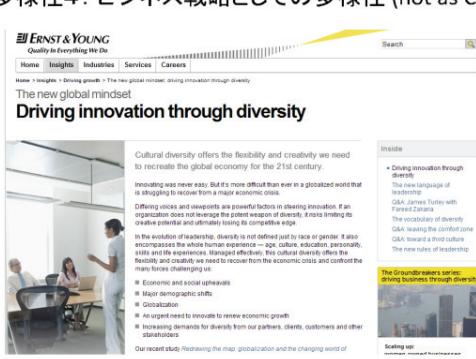
一様なネットワーク(高効率) 多様なネットワーク(resilient)



2013/11/19 Hiroshi Maruyama 9

図 2.7-9

多様性4：ビジネス戦略としての多様性 (not as CSR)



Driving innovation through diversity

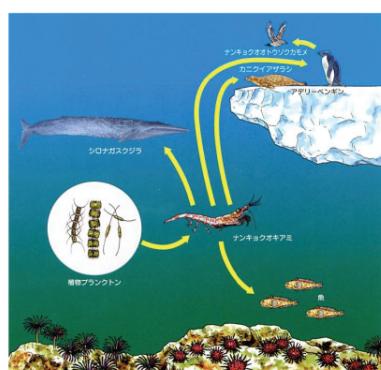
In the evolution of leadership, diversity is not defined just by race or gender if it encompasses the whole human experience – age, culture, education, personality, gender, ethnicity, religion, sexual orientation, and more. This cultural diversity offers the flexibility and creativity we need to recover from the economic crisis and confront the many forces challenging us.

Scaling up

2013/11/19 Hiroshi Maruyama 10

図 2.7-10

多様性5：南極の生態系

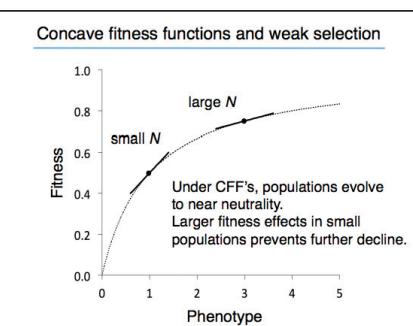


2013/11/19 Hiroshi Maruyama 11

図 2.7-11

多様性を発現させるメカニズム

Concave fitness functions and weak selection



Under CFF's, populations evolve to near neutrality. Larger fitness effects in small populations prevents further decline.

2013/11/19 Hiroshi Maruyama 12

図 2.7-12

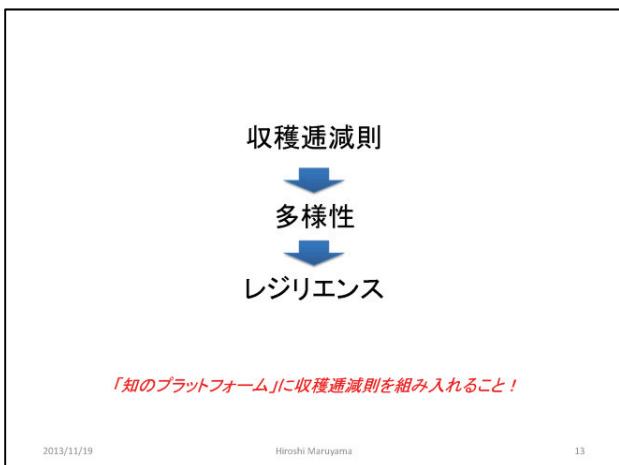


図 2.7-13

レジリエンスの難しさ

2013/11/19 Hiroshi Maruyama 15

図 2.7-14



図 2.7-15



図 2.7-16

- Types of resiliency
- 構造的レジリエンス
 - 同じ構造のシステムに戻る
 - 機能的レジリエンス
 - 構造は変わってもよいが、機能を保持する
 - 適応的レジリエンス
 - ステークホルダにとって受け入れ可能ならば、まったく新しいシステムに変わってもよい
- 2013/9/27 Hiroshi Maruyama 18

図 2.7-17

Wisdom Computing for Resilience?

2013/11/19 Hiroshi Maruyama 20

図 2.7-18



図 2.7-19

図 2.7-20

2.8 経済学と知のコンピューティング 安田洋祐(政策研究大学院大学)

自分の専門分野は経済学である。これまでの発表についてコメントする。萩田先生の話の中でロボットがどういう価値があるかという話があったが、ロボットやITが人間を脅かすものだという本「機械との競争」がある。米国では兆しがあるが日本にはまだ出てきていない。

丸山先生の話に出てきた、収穫遞減は経済学では横軸に投入量、縦軸にアウトプットをとる。現実に組織が大きくなると複雑性が増しトップマネージメントが効かなくなり成長が減速するというもの。小さいうちは収穫遞増となる。さもないと会社はいらないということになり、誰も起業しないはず。

知のコンピューティングに広い意味で関連するものはマーケットの制度設計である。ここには、オークションとマッチングという二つの要素がある。グーグルの有料広告のオークションは経済学の仕組みを使っている。具体的には、入札者は次の入札者の金額を払うというセカンドプライスオークションの考え方である。この結果、入札価格を頻繁に変えなくていいというメリットがある。また、研修医のマッチングシステムでも経済学の仕組みが使われている。このように、経済学は、人をどう招き入れるか、どうインセンティブを与えるかという観点で貢献できる。

(質疑応答ならびに討論)

諏訪： 収穫遞減則は結果ではないか。持ち込めるようにというデザインはできるのか？

回答： 経済学では与件である。デザインはできない。

諏訪： メカニズムの研究が必要ではないか。

丸山： 遺伝子の場合は多様性はポピュレーション。人口が少ないとときは遞増になる。

諏訪： 世の中がひとつのものに席巻されるのは何らかのメカニズムがあるからだろう。

高島： 技術の進歩によって収穫遞増の方向に進めるのでは？

回答： 収穫遞増でも困らないモデルも有るはず。収穫遞増のモデルでは同じような製品を作るようになる。

石田： セカンドプライスオークションも昔の理論がネット社会で使われるようになった。
インセンティブでそういう理論はないか？

回答： 電波オークションでは、組み合わせオークションで最適解を導くものが使われている。かつては、入力が大変で使われなかつたのがUIの工夫(IT)で使いやすくなつた。

2. 9 「知のメディア」ワークショップ報告(慶應義塾大学 山口高平)

「知のメディア」ワークショップでは、音声・言語処理、メディア処理、Web、汎用人工知能、知識処理に関わる研究者と社会貢献に資する研究者を集めて、取り組むべき研究課題の深掘りと2020年を狙った具体的な応用目標を討議した。

ワークショップでは、ビッグデータのようなスタティックなデータやナレッジを使って問題を解く古いタイプの方法とは違って、コンピュータと人間がインタラクションすることで従来の知が新しい知に変わってゆくと方向付けをした。

最近のトピックとして、IBM Watson が API(Application Programming Interface)を開発するというニュースが流れた。今後の知識システムの一つのプラットフォームになる。また、東大入試ロボットが予備校の模擬試験に挑戦する。現状では、現代国語や英語など、モデルを構築するような外在化しにくい問題を解くにはまだ課題がある。これら自律型の知識を使う人工知能でも社会に影響を与えるが、知のコンピューティングで目指す、インタラクション、ダイナミックなプロセスで知識を獲得するために協調するというような枠組みにおいて、社会貢献できれば良いと考えている。

Knowing は、野中先生の SECI(Socialization, Externalization, Combination, Internalization)モデルに似ていると言われたが、暗黙知の段階から人間と機械が共存しながら従来の知識を新しい知識に変えてゆくものであり、機械が人と同等な立場で組み込まれている点がまったく新しいチャレンジである。

要素技術的にもさまざまな課題が出てきたが、インテグレーションが重要と考えている。ワークショップでは、サービス指向アーキテクチャーのモデルを提示して、2020年をターゲットにどういうチャレンジが可能か議論したところ、6つのテーマが出てきた。

2020年は東京オリンピックの年でもあるが、図2.9-8は、フィギュアスケートの動きを解析して、解説できるようなチャレンジである。実践知という意味では、学級崩壊が起きないように先生をアシストするようなチャレンジとか、病院におけるカンファレンスにエビデンスベースで参加するようなシステムなどのアイデアができた。その他、観光情報のコンシェルジェや、新サービス・新ビジネスのコンサルテーションもある。

その後、チャレンジを実現するための要素技術を洗い出した。

科学技術未来戦略ワークショップ 「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」

**知のコンピューティングミニワークショップ
「知のメディア」開催報告**

- 狙い**
「知のコンピューティングサミット(WCS2013)」(7月)に続く、課題別ミニワークショップの第1弾として「知のメディア」を開催。音声・言語処理、メディア処理、知識処理に関する産官学の研究者を集めて、取り組むべき研究課題の深掘りと2020年を狙った具体的な応用目標を討議する。
- 開催日時、場所**
2013年10月31日 10:00～18:00、JST東京本部9階第1会議室
- ワークショップチエア**
山口高平(慶應大)
- 参加者**
大学(10)
企業(1)
文科省(2)
JST戦研部(2)
CRDS(8)

2013/11/19 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 1

図 2.9-1

知のメディア：参加者一覧

チエア：	JST/CRDS:
山口高平(慶應大)	岩野和生※ 鈴木慶二※
知識：	岡山純子※ 島田一義※
古崎晃司(阪大)	島津博基※ 高島洋典※
音声言語：	的場正憲※ 茂木強※
奥村学(東工大)	
乾健太郎(東北大)※	
画像：	(オブザーバ)
美濃道彦(京大)	JST戦略研究推進部
馬場口登(阪大)	松尾豊(東大)※ 山川宏(富士通)※ 栗原聰(電通大)※
Web：	稻上泰弘 嶋田義皓
松尾豊(東大)※	文部科学省研究振興局
山川宏(富士通)※	田舎伸哉
栗原聰(電通大)※	花岡宏亮※
ビジネス・チャレンジ：	※WCS2013参加者
津本周作(島根大)※	
松原仁(はこだて未来大)※	

2013/11/19 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 2

図 2.9-2

知のメディア：Knowingのダイナミックなプロセスを実現

知のメディアの目指すもの

- ・独立ではなく**協働・インタラクション**の枠組み
- ・多様なインテラクションレベル
(音声対話、ジェスチャー、知識レベル)
(センサーレベルから記号レベルまで)
- ・Knowledgeから**Knowing**(より深い意味を知る)
知識更新する。発見する。...への転換
- ・Knowingを通して**実践知**(社会貢献)で
支援可能なシステムをめざす

※野中先生のSEKIモデルでは、人と人の間でKnowingが起こり、形式知段階でコンピュータが利用される。
ここでは、人とコンピュータ間で起こるKnowingを扱う

2013/10/31 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 3

図 2.9-3

知のメディア：技術課題、研究課題

言語処理

- ・複数のメディアを構断する言語(シンボル)とのアンカリング
- ・人のインタラクションを知識の関係づけも含めて捉える

知識処理

- ・Deep LearningなどのAI技術を発展させてシンボルとリンクする内部表現を作り出す技術
- ・事例ベース推論
- ・オントロジー・アライメントにより推論と統計をつなぐ技術
- ・データからボトムアップに関係性やすきまを発見する技術

画像・映像処理

- ・画像・映像から複雑な動きを分離化するためのモデリングと特徴量の決定
- ・動きのある種の質の認識(上手、美しい)

音声・対話処理

- ・人間とシステムの自然な対話(チューリングテスト)

インテグレーション

- ・推論と統計的な手法の組み合わせを含む広い意味でのIntegration技術
- ・SLAやディベンドビリティを確保するコンポーネントの粒度やコンポーネント間のインターフェース定義

2013/11/19 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 4

図 2.9-4

SOA(サービス指向アーキテクチャ)を利用した「知のメディア」の概観

2020チャレンジ

「2020年にどんなことが達成できるか?」というメタクエスチョンに対するWSの回答

No	チャレンジ	説明
1	動き認識	映像から人間動きを認識する技術。たとえば、フィギュアスケートや体操の技の認識、評価(量化)など。
2	実践知継承	熟練者の知を、言語・知識・動作を連携させて継承させる技術。例えば、トマト名人、落語、介護者など。
3	病院情報システム	治療方針決定ためのメディエーション技術。例えば、カンファレンスにおける手術プランの検討など。
4	観光情報コンシェルジ	その場、その時、その人に合わせた観光案内の技術。例えば、旅行プランニング、観光スポット案内など。
5	新サービス/新ビジネス創出	新サービスや新ビジネスを創出するためのコンサルティング技術。例えば、アイデアのネタだし、検証など。
6	見守り・助言・支援	人間をじっと観察して、困ったときだけうまく助けるシステム。例えば、子供・年寄りの見守りや料理のアシストなど。

2013/11/19 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 6

図 2.9-5

知のメディア：2020年に向けたチャレンジ

「2020年にどんなことが達成できるか?」というメタクエスチョンに対するWSの回答

No	チャレンジ	説明
1	動き認識	映像から人間動きを認識する技術。たとえば、フィギュアスケートや体操の技の認識、評価(量化)など。
2	実践知継承	熟練者の知を、言語・知識・動作を連携させて継承させる技術。例えば、トマト名人、落語、介護者など。
3	病院情報システム	治療方針決定ためのメディエーション技術。例えば、カンファレンスにおける手術プランの検討など。
4	観光情報コンシェルジ	その場、その時、その人に合わせた観光案内の技術。例えば、旅行プランニング、観光スポット案内など。
5	新サービス/新ビジネス創出	新サービスや新ビジネスを創出するためのコンサルティング技術。例えば、アイデアのネタだし、検証など。
6	見守り・助言・支援	人間をじっと観察して、困ったときだけうまく助けるシステム。例えば、子供・年寄りの見守りや料理のアシストなど。

2013/11/19 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 6

図 2.9-6

Computer-Aided Case Conference 症例カンファレンスの支援

病院においては、入院患者の症例について、診療スタッフが全員集まり、多角的に症例を評価し、治療方針を決める症例カンファレンスが定期的に開催されている。

ここでは、必要な情報を的確に検索、要約し、評価することが求められるが、病院情報システムには実装されておらず、病院のスタッフの不満が生じている。

コメントグラフの生成(議論の可視化)、根拠の検索、情報編纂、知識・情報の間の関係づけ(因果、整合、矛盾、変化等)と言った新たな技術の研究開発がブレークスルーとなる可能性がある。

図 2.9-7

複雑な動作・行動の「質」の解析と定量化



図 2.9-8

3 グループワーク

参加者全員が3つのグループに分かれてグループワークを実施した。

グループワークⅠでは、知のメディアワークショップで抽出されたチャレンジテーマ（表3.1）のレビューと、その達成に向けて必要な知識、技術、社会制度（ビジネスモデルを含む）について、プラットフォームという見地から議論した。各グループで一つのチャレンジテーマを設定し、それを支える「知のプラットフォーム」がどのようなもので、それを実現するために必要な知識・技術・社会制度は何かについて整理した。

グループワークⅡでは、上記で挙がった知識・技術・社会制度について、現在、未来（チャレンジテーマ達成時点）の状況を文章で表現し、現在と未来のギャップを埋める研究開発課題を同定した。

表3.1 「知のメディアワークショップ」で抽出されたチャレンジテーマ

No	チャレンジ	説明
①	動き認識	映像から人間の動きを認識する技術。たとえば、フィギュアスケートや体操の技の認識、評価(定量化)など。
②	実践知継承	熟練者の知を、言語・知識・動作を連携させて継承させる技術。例えば、トマト名人、落語、介護者など。
③	病院情報システム	治療方針決定ためのメディエーション技術。例えば、カンファレンスにおける手術プランの検討など。
④	観光情報コンシェルジェ	その場、その時、その人に合わせた観光案内の技術。例えば、旅行プランニング、観光スポット案内など。
⑤	新サービス/新ビジネス創出	新サービスや新ビジネスを創出するためのコンサルティング技術。例えば、アイデアのネタだし、検証など。
⑥	見守り・助言・支援	人間をじっと観察して、困ったときだけうまく助けるシステム。例えば、子供・年寄りの見守りや料理のアシストなど。

3.1 グループ A

リーダー： 神竹

サブリーダー： 茂木

メンバー： 諏訪、徳田、的場、稻上

(1) グループワークⅠ チャレンジテーマの実現に必要な知識、技術、社会制度

チャレンジテーマのレビューに関して以下の議論を経て、テーマとして、⑥見守り・助言・支援とした。

- 知のプラットフォームの狙いは「価値の創造」と考えるべきである。
③病院情報システムは具体的なサービステーマだが狭くなる。⑥見守り・助言・支援は一番近い
- 特定のアプリは限定的なので、⑤新サービス/新ビジネス創出は共創、⑥見守り・助言・支援は3つあるのでいい。
- 人間社会にフィードバックするという意味で②実践知と⑥見守り・助言・支援がいい。
- 知識と知恵との違いは Knowing にあるのでは、⑥見守り・助言・支援はどうか。
- 企業なので社会問題を解決するものを考えたい。
✧ 社会課題協調型がいい。この中では⑥見守り・助言・支援だがとらわれないで考えたい。
- 課題解決だけでなく発見型もほしい。
- 実践知でもスキル継承は、例えば身体知は難しいのでは？
- 継承は真似ではなく身体知なのでその人なりの学びである。

しかし、これでもまだ広いので、支援の対象を高齢者に絞り込んだ上で、具体的なアプリケーションについて議論し、最終的に、Group A のターゲットを「趣味・生きがい」とした。

高齢者の生活支援、QOL（生活の質）を高める

- 生涯教育
- 認知症対策
- 病気との付き合い方
- **趣味・生きがい・仕事** . . . Group A のターゲット
- 独居老人の見守り
- ソーシャライズ
- 情報薬

(2) グループワークII 知識、技術、社会制度の現在、未来と研究開発課題

「高齢者の生活支援、特に、趣味・生きがい・仕事に関して」を実現するために、必要となる、知識、技術、社会制度について議論して、その現在、未来と研究課題を同定した。

表 3.1-1 知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）の現在、未来

	現在	研究課題	未来(目標達成時)
知識	<ul style="list-style-type: none">○ 静的なナーブな感情モデル、生きがいモデル	<ul style="list-style-type: none">○ 生きがいデータとは？(定義)○ 感情の表現モデル	<ul style="list-style-type: none">○ 生きがいデータが定義できる(交換、比較、利用、蓄積)○ 生きがいの分析、価値交換、共有、および共有するための知恵○ 感情の分析、価値交換、共有○ 共有データ
技術	<ul style="list-style-type: none">○ センサデバイスに基づく(フラグメント化された)データ○ 本人による入力データ	<ul style="list-style-type: none">○ 生きがいデータ抽出・検査：インタビュー、行動認識、本人のメタ認知○ フラグメンテーション知の表現○ フラグメンテーション～知の再結合○ 感情の観測・評価尺度○ マルチモーダルな対話技術	<ul style="list-style-type: none">○ 高齢者の生活を支援(生きがい、趣味)できるプラットフォームが確立される
制度	<ul style="list-style-type: none">○ 個人情報保護法		<ul style="list-style-type: none">○ 個人の趣味、生きがいなどのデータに関するOwnershipや共有できる制度

3. 2 グループB

リーダ：萩田

サブリーダ：鈴木

メンバー：稻邑、安田、嶋田（義）、松尾

（1）グループワークⅠ：チャレンジテーマの実現に必要な知識、技術、社会制度

まず、目指すべきチャレンジテーマを再検討した。知とは、ロボティクスをはじめ様々な分野で on going で取組まれている対象であり定義は変化していく可能性があるが、ここでは次のように捉えることとした。

ダイナミックな関係知、インタラクションによって得られる知

例えば、学校の先生が子供たちから教わったり、その場の状況に対してどうインタラクションするかということに表現される知。これまでの知識は環境に依存しないものとして捉えられてきたのに対して、環境に依存する知が対象である。さらに、具体的な実装例としてプログラミングなしで動作するロボットが挙がった。

このようなテーマの実現に向けて必要な知識、技術、社会制度として主なものを挙げた。

知識：

- ・ある時間、ある場所、ある場でないと得られない状況に応じた知識
 - 状況や相手の気持ちまで含めた知を獲得
 - 集団の参与構造や集団心理を記述するための知識、社会物理学なども必要
- ・スキルの質など人の解釈が影響する尺度の評価基準
- ・実践知など人の内部特性が違うもの＜自分にしか分からないものがある＞の表現

技術：

- ・場を見抜く力、それを使って状況を理解、推論する戦略
 - インタラクションや体験共有により得られる知の新しい学習法

社会制度（ビジネスモデル）：

- ・知の所有権（data ownership）や価値の分配のための仕組み
 - Two sided market や場の経済学を実践するプラットフォーム

こうしたチャレンジテーマの達成により、新しいエコシステム（actuation ecosystem）ができると期待される。こうした知が新しい市場取引の対象となっていく。一方で、今まで人が行っていた仕事の一部がなくなるかもしれないが、他方で新しい仕事への適応が容易になり、新しい雇用体系が生まれてくる可能性も指摘された。教育についても今までの学校での教え方とは異なる新しい教育体系ができていく可能性がある。

表 3.2-1 チャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）

知識	技術	社会制度
<人、集団の行動モデル>	<HRI>	<知のエコシステム>
○ 人、人々の行動(意思決定を含む)のミクロなモデル	○ 身体知共有可能なcyber-physical(シミュレーション)システム	○ 知の還元
○ 社会物理学(マクロなモデル)	○ M2H の協働作業、シミュレーション技術→Cyber と Real(集団も)、人間同士の Interaction	○ データ ownership
<ファシリテーション、参与構造>	○ 極限環境(F1など)の協調ロボット	○ 知(知識)の経済モデル
○ ファシリテータの知識(身体知)	○ HRI(知識、動作、組込 SW)	○ 知のプラットフォームが成り立つビジネスモデル(まず社会課題の解決から)
○ ファシリテーション、行動のための知、知識の断片化(再結合性)	<マルチモーダル技術>	○ データの権利と義務
○ 合意形成のための手法	○ マルチモーダルコミュニケーション技術	○ 生成された Wisdom の所有権や二次利用に関する枠組み
○ 参与構造	○ 言語、語感、身振りなどを統合化して意味化する技術	○ データ・知の取引の仕組み、データ所有権
○ 場の状況理解、表現、推論→Interaction の戦略へ	<分割と組合せ>	○ インセンティブ設計(金銭的なもの、それ以外も)
○ タスクのプランニング(何をいつ)	○ 多様性を持った Actuation	○ Two Sided Market(プラットフォーム・場の経済学)
<実践知>	○ スキルの評価尺度	○ 知のエコシステム
○ 知の use の様態	○ Fragmentation と組み合わせ、問題の分割	○ スキル提供ボランティア
○ 実践知(ポランニーの暗黙知、熟達化 5段階モデル、一人称研究)	<その他>	<ELSI>
<感情や情動>	○ 合意形成のためのプラットフォーム	○ ELSI を audit する仕組み
○ 感情と知の間の相互関連解明	○ ディープラーニング(現象から要素を導き出す)	○ 道路交通法
○ 情動の表現モデル(集団心理)	○ 横串のプラットフォームと垂直型のプラットフォーム	<その他>
○ Wiki ではなく「インセンティブ」というサイトから何が見つかる	○ レジリエントなシステム	○ ロボによる雇用創出
<サステナビリティ>		○ 今まで見たり体験したことがない「知」が生まれるプラットフォーム
○ 収穫遞減則を生むメカニズム(人の意識も含む)		○ Online Open Innovation
○ ローカリティ許容(ローカルがローカルとして存立できる)のメカニズムの探求		○ Massively Open Culture
<その他>		○ Communicating Culture
○ 時(予測)に関する科学		

(質疑応答ならびに討論)

諏訪：知といっても対象とするドメインが身体知とすると、これが知ですといって提供し、受け取ることができるものではない。知の還元のところに難しさがある。システムに蓄積される知はヒントに過ぎず、そこから本人が自分でつくる必要がある。

稻邑：体の動かし方を収集すると幾つかのクラスタに分かれる。そういうプラットフォームがまず先に必要になる。そのうえで、受け取る側にクラスタ内の共通項を与えるとギャップを感じてインタラクションが始まり、そこから一人称的なダイナミックな知が創発できる。そういうポテンシャルはある。

諏訪：正解は一つではないが無数にあるわけでもない。いくつかのパターンがある。トレーナーの世界で four stance 理論というのが経験的に言われている。

神竹：一般的に知というのは環境に dependent なものか？今まで知識と言ってきたものは環境に independent なものだった。

諏訪：人工知能の分野では環境に dependent なものを扱う必要性が言われている。

岩野：ダイナミクスの中に知があるということは、ある状況である選択をしたというが、その人の知恵であるということ。

(2) グループワークII：知識、技術、社会制度の現在、未来と研究開発課題

・現状認識

知識流通のプラットフォームデザインは世の中の状況は試行錯誤の段階で、例えばオンラインニュースペーパーでは有料／無料が混在している。デザインを進化させるためには、オープン、多様性を持った大きなプラットフォーム上で、いろいろ試してみることが必要である。例えば、ユーザごとに条件を変えたフィードバック実験、制度設計にフレキシビリティを入れ込むことなど研究レベルで始まっている。これまでのインターネットのサイバー空間でなされてきた取組みが参考になる。例えば、Google の検索結果はユーザにより異なっており、多次元の評価関数を持っている。しかし、多くのサービスは、過去のサイバー空間での行動履歴や類似のユーザの典型例を元に予測するレベルである。

・知識の獲得、表現の観点から

状況の理解、それからスキルの評価のためには、ミクロ、マクロな人・人々の行動モデルの解明が必要。モデルとして、例えば全身運動なら motion capture などで記録することはできるが、ここに力が入ったから、こっちの力を抜くといった因果関係に沿って運動がなされているはずで、そういうレベルに抽象化された知識を獲得することが重要。そのためには、deep learning のような技術も必要になる。

現在、ロボット研究などでセンシング情報から $t=1$ の前後で文脈に変化が生じたこと、切り替えポイントの検出ができるようになってきたが、例えば危険／安全などの意味は人間が解釈を与えている。意味や行動とのマッピングが次のステップ。

10年後には、自在に対応できるようにする（状況を判断しながらダイナミックかつインタラクティブに対応できる）ことが目標。その場の状況の意味がプラットフォームの側からある程度自発的に出てくる。プラットフォーム側で判断できない場合は、今、空気が変わったけれど、どう変わったのか？と人に聞いてくるなど、インタラクションを介して理解が深まっていく。一方で、人々でも見逃しているデータをセンサが見事に捕捉している場合には、人々に気づきを与えるなど相互に補完することが重要。

なお、プラットフォーム上でデータが蓄積されると、他の人とのマッチングにより、利用者に気づきや評価軸を与えることが可能になる。単なるビッグデータとは異なり、パターンレベルではなく意味レベルでの推薦が可能になる。

・ビジネスの観点から

今までアクチュエーションを行うものとしてロボット自体が想起してきたが、今後はアクチュエーションを介して生まれた知識がロボット自体よりも価値のあるものとして取引される時代になる。そのためには、インタラクションできるための知識の粒度、流通する財としての知識の粒度を決めていく必要がある。こうした知識は、プログラミングにより実現するのは困難かつ時間がかかり過ぎるので、新しい知識獲得の手法が必要である。

知をインプット、蓄積、引き出すときのプロトコル、フォーマットなどデータモデルやプロトコルの研究テーマも必要。また、こうした知識の獲得と流通のためのインセンティブを考える必要がある。

なお、人やコミュニティの状況に応じてダイナミックに actuation を提供するプラットフォームにおける知識は、文字情報などのように簡単に複製できるものではない。例えば、ニュースや雑誌などが苦戦しているのは、IT 化により複製のコストがほとんどゼロになつたことも原因の一つであるが、相手の状況に応じて五感を通じて体験するようなサービスでは、複製して第三者へ渡すのは難しく、相手の状況に合わせてアダプティブに適用できるプロセスが重要な財産として残る。オプションを提示してリスクを判断してというプロセスが知のコンピューティングの重要なところ。

そういう知の獲得には、いかにインセンティブを与えてユーザを集めるかが重要。例えば、実践知なら、この仕組みを使うとあなたの持っている類まれなスキルを（無料で）ネット上に残せるというように、最初に確かな知識を持ってくる。実際、京都などでそういう取り組みがある。次に、ある程度の知識がストックされたら、手とり足とり教えてもらわないと身に付かないような匠の技を学ぶことができるといったサービスとして開放する。一定のユーザが集まつたら、一部の職人の専門知ではなく、料理やおもちゃの作り方など日常的なものもストックして流通できるようにする。

・プラットフォームの観点から

実践知など、どのように伝えるかによって学習効果が違う。プラットフォームがあれば、どんな教え方が一番効果的なのか評価が可能になる。知識の蓄積と同じように重要な課題である。代表的な教え方が 4 つとか 5 つとか幾つかのクラスタがあるはず。

ロボット、センサネットワーク、エージェントなどが動いたり、ビジネス的な機能も結びついたヘテロジニアスなものを受け入れるアーキテクチャのデザインが不可欠。全体系や状況と繋がるアーキテクチャ。

表 3.2-2 知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）の現在、未来

	現在	研究課題	未来(目標達成時)
知識	<ul style="list-style-type: none"> ○ 過去のサイバー空間での行動や他の類似ユーザの行動に基づく全体評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 状況の理解 －状況の表現モデル ○ スキル・寄与の評価 －人・人々の行動モデル －センサ情報を意味や行動へマッピング ○ 知の適用モデル ○ 知識やモデルの表現、新たな学習方法 ※各モデルは因果関係を反映して抽象化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 多様なインセンティブを提供、多様な寄与を評価が可能となり、多様な人・人々の知が集積 ○ 人とインタラクションしてシステムが学習、人・人々は新たな気づきを得る(相補的)。 ※ダイナミックかつ Personal／Group oriented なインタラクション
技術／アーキテクチャ	<ul style="list-style-type: none"> ○ プラットフォーム構築の方法論が構築されていない －(有料／無料など) 様々なプラットフォームデザインが混在 ○ クラウドコンピューティング 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 多様なインセンティブの類型化と活用の方法論 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 目的に応じて適切なプラットフォームが選択可能になる Internet of actuation architecture(IoA-A)：ロボット、センサネットワーク、エージェントなど多様なアプライアンスが繋がる ○ 実践知の提供例が蓄積され、どんな方が効果的なのか評価可能となる
制度／ビジネスモデル	<ul style="list-style-type: none"> ○ 文字情報など簡単に複製可能な知識を取り扱うビジネスが苦戦 ○ ロボットサービスなどビジネスとしての持続性が課題 	<ul style="list-style-type: none"> ○ プラットフォーム上での社会実験 ○ 知を財として流通させる仕組み －状況の表現・適用モデル －インタラクションに適した粒度の知識表現 ○ アダプティブな提供方法 ○ 知の集積と流通の仕組み 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 相手の状況に合わせてアダプティブにサービスを提供するプロセスが競争力となる。さらに、複製が難しくなる。 ※ダイナミックかつ Personal／Group oriented なインタラクション ○ 多様なインセンティブの提供、多様な寄与の評価が可能となり、人・人々の知が集積 例えば、匠の技など質の高い専門知を集めて提供→コミュニティが拡大→一般の人々の知(料理、工作など)の集積と流通へ

3.3 グループ C

リーダ： 丸山
メンバー： 山口、石田、高島
書記： 島津

(1) グループワークⅠ チャレンジテーマの実現に必要な知識、技術、社会制度

チャレンジテーマとして、「物語るプラットフォーム」(知のメディアでは「新サービス／新ビジネス創出」に該当)を決定し、それを実現するために必要となる知識、技術、社会制度について、その現在、未来を議論し同定した。

議論する中で、「物語るプラットフォーム」を以下の通り定義した。「機械が大規模な知識を背景として、断片化された知識を再結合してシナリオ案を生み出し、人間に提示するとともに、人間とインタラクションしながら最適（合目的的）なシナリオを共創していく仕組み。価値観、発想、ひらめきといったものは人間が協奏的に提供する。」

表 3.3-1 知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）の現在、未来

	現在	研究課題	未来（目標達成時）
知識	<ul style="list-style-type: none"> ○ コンテキストのモデリング ○ 発想支援 ○ オントロジー ○ データ解析 ○ 発達心理学 ○ 組織論 ○ 行動経済学 ○ デザイン論 ○ 合意形成 ○ 政策科学 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 暗黙知（プランニー） ○ ファシリテーション知（身体知） ○ 知の使用の様態 ○ 予測に関する科学 ○ 情動の表現モデル
技術	<ul style="list-style-type: none"> ○ リンクトデータ（LOD） ○ ヒューマン・コンピュータ・インターラクション（HCI） ○ 機械学習 ○ サービス・コンピューティング ○ パターン言語 ○ 編集 ○ 法的推論 ○ シミュレーション ○ SNS 	<ul style="list-style-type: none"> ○ リパーパス・オントロジー ○ 文書作成 ○ アライメント（オントロジーマッピング） ○ 知識のユーザビリティ ○ 文脈依存データ解析（知の創出） ○ 価値創造 ○ 個人化技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 言語、五感、身振りなどを統合化する技術 ○ 身体知共有可能なCPS ○ マルチモーダルコミュニケーション技術 ○ 機械と人間の協働作業システムレーション技術 ○ ディープラーニング ○ 合意形成のためのプラットフォーム ○ フラグメンテーションと組み合わせ問題の分割
制度	<ul style="list-style-type: none"> ○ オープンソース／データ ○ 信憑性を担保するトレーサビリティ ○ 価値密度 ○ 知のエコシステムに向けたインセンティブ設計 ○ 異文化コラボレーション 		<ul style="list-style-type: none"> ○ データ・知の取引の仕組み（経済モデル、ビジネスモデル） ○ データ所有権 ○ データの権利と義務 ○ ELSIを評価する仕組み ○ スキル提供ボランティア

(2) グループワークII 知識、技術、社会制度の現在、未来と研究開発課題

「物語るプラットフォーム」の利用シナリオとそれを実現するための研究課題について議論した。利用シナリオの例として、病院のコンファレンスや観光コンシェルジュ、防災・減災や（ビジネス）コンサルタントなどのシーンが挙げられた。

同定された研究課題は以下の通りである。①～④は⑤のための要素といえる。

表 3.3-2 研究課題

研究課題	概要
① リバーパス・オントロジーに基づくリンクト・データ	目的別のオントロジーを自動生成する技術。データベースと機械学習を活用してリンクト・データに発展させることなどが考えられる。例えば、自動車の製造でも、設計と生産と調達などで使用する言語が全く異なる。これを解決する仕組み。
② 知のユーザビリティ	知識の評価関数(指標)を評価方法とともに体系化する技術。
③ 知のエコシステム	断片化された知識のトレーサビリティを可能にし、価値と結びつける技術
④ コンテクスト依存型解析	膨大なデータを基に、リアルタイムに対象(人間など)の文脈を獲得し、知識を創出し、文書等の形で表現する技術
⑤ シナリオ共創	知識ベースとコンテクストに基づき、シミュレーションを通じたインタラクションをしながらシナリオを共創していく技術

4まとめ

「知のプラットフォーム」ワークショップでは、3グループに分かれて、チャレンジテーマのレビュー、チャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度の抽出を行い、それらの現在の姿、2020年にあるべき姿、そのギャップを埋めるための研究課題を洗い出した。

グループAにおいては、知のプラットフォームの狙いを「価値の創造」ととらえ、さらに高齢者のQOL向上をターゲットとした。そのうえで、生きがいの定義や感情表現モデル、生きがいを表すデータの抽出、対話技術などの課題を同定した。

グループBでは、ダイナミックな関係知、インタラクションによって得られる知が重要であるととらえた。それらを実現するために、状況に応じた知識の獲得や推論、知の所有権や価値の再配分などの課題を明らかにした。

グループCでは、「物語るプラットフォーム」、すなわち、膨大な知識を背景とし、人間とインタラクションすることによって問題点を明らかにし、それらを解決するためのシナリオを作るプラットフォームが重要であるとした。そのためには、リンクトデータの利活用、知の評価、知のエコシステム、状況依存解析、シナリオ共創などの技術が研究課題であると同定した。

今後、「知のコミュニティ」を含む一連の課題別ワークショップを開催して、研究課題全体の俯瞰と達成目標を明確化する。「知のコンピューティング」の目標は、知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速することである。知とは人間（複数）が賢く生きるための力であり、知のコンピューティングは、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響を実現し、加速を実現する。この「知のコンピューティング」という新しい流れを世界に先駆けて興すことを目指していく。

5 付録

5.1 開催プログラム

日時：2013年11月19日（火）10:00～18:15

場所：科学技術振興機構 東京本部別館2階会議室A-2

プログラム

10:00-10:10 趣旨説明 岩野和生（JST）

10:10-10:20 「知のコンピューティング」概要説明 茂木強（JST）

10:20-12:00 知のプラットフォームとの関連パートI（各10分+質疑10分）

　　徳田英幸（慶應義塾大学）、石田亨（京都大学）、

　　稻邑哲也（国立情報学研究所）、神竹孝至（東芝）、

　　諫訪正樹（慶應義塾大学）

12:00-13:00 昼食

13:00-14:00 知のプラットフォームとの関連パートII（各10分+質疑10分）

　　萩田紀博（ATR）、丸山宏（統計数理研究所）、

　　安田洋祐（政策研究大学院大学）

14:00-14:20 「知のメディア」ミニWS概要報告 山口高平（慶應義塾大学）

14:30-14:45 設定目標（チャレンジテーマ）のレビュー

14:45-15:45 グループワーク①（3グループ）

　　チャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）
　　（プラットフォームという見地から）

15:50-16:05 グループワーク①の成果報告

16:05-17:45 グループワーク②（3グループ）

　　知のプラットフォームとして必要な知識、技術、社会制度の整理（約50分）

　　（他のグループの挙げたものとの一致点相違点を見て、全体像を議論）

　　挙げた知識、技術、社会制度の（過去）、現在、未来（約50分）

17:45 ラップアップ 徳田英幸（慶應義塾大学）

5. 2 参加者一覧

徳田英幸（慶應義塾大学） チェア *

石田 亨（京都大学） *

稻邑哲也（国立情報学研究所） *

神竹孝至（東芝）

諏訪正樹（慶應義塾大学） *

萩田紀博（ATR） *

丸山 宏（統計数理研究所） *

安田洋祐（政策研究大学院大学）

山口高平（慶應義塾大学） *

岩野和生（JST/CRDS） *

岡山純子（JST/CRDS） *

嶋田一義（JST/CRDS） *

島津博基（JST/CRDS） *

鈴木慶二（JST/CRDS） *

高島洋典（JST/CRDS） *

的場正憲（JST/CRDS） *

茂木 強（JST/CRDS） *

稻上泰弘（JST/戦略研究推進部）

嶋田義皓（JST/戦略研究推進部）

松尾浩司（JST/戦略研究推進部）

宮田裕行（JST/科学技術イノベーション企画推進室）

* : Wisdom Computing Summit 2013 参加者

CRDS-FY2013-WR-09

科学技術未来戦略ワークショップ

「知のコンピューティング：知のプラットフォーム」

平成 25 年 11 月 19 日(火) 開催

平成 26 年 1 月 January, 2014

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 情報科学技術ユニット
Information Science and Technology Unit, Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 番地

電 話 03-5214-7481

ファックス 03-5214-7385

<http://crds.jst.go.jp/>

©2014 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission.
Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

