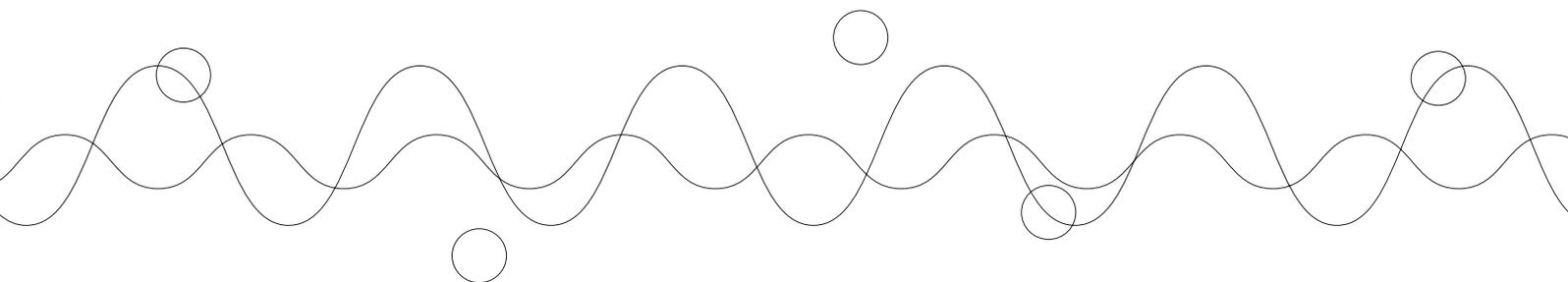


CRDS-FY2013-WR-12

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:知のコミュニティ」

平成25年12月17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平成25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企画した。課題別ワークショップの第1弾として2013年10月に「知のメディア」ワークショップ、第2弾として2013年11月に「知のプラットフォーム」ワークショップを開催した。本書では第3弾として2013年12月に開催した「知のコミュニティ」ワークショップの内容を報告する。

本ワークショップには、メカニズムデザイン、ヒューマンインタフェース、クラウドソーシング、マルチエージェントシステム、社会ネットワーク分析などの分野から9名の研究者を含めて、総勢17名が参加した。そこでは、知のコミュニティの定義と構造、関連する研究分野と研究課題、2020年を狙ったグランドチャレンジを議論した。

まず、「自己の研究分野と知のコンピューティング」というテーマで各参加者の研究分野から見た研究の課題と問題意識の発表を行い、知のコンピューティングとの関連を議論した。ついで、2020年をターゲットにした具体的な達成目標（チャレンジ）、チャレンジテーマ達成に向けて必要な知識、技術、社会制度の現状と2020年にあるべき姿、ギャップを埋めるための研究課題を洗い出すためのグループワークを行った。抽出された4つのチャレンジテーマと研究課題を以下に示す。

### ①東京オリンピックを想定したクラウドソーシングによるサービス提供

研究課題：資格導入によるワーカの質保証、国や分野に根ざした多様なコミュニティダイナミクスの理解、コミュニティを導くための共感・共鳴技術、データドリブンメカニズムデザイン、社会同化型シミュレーション、創造的活動を妨げない法制度

### ②人がコミュニティの中で楽しみながら効率よく学習することを支援

研究課題：主観的な知の外在化技術、マイクロ報酬制度、多言語で議論を行う環境

### ③コミュニティコンピューティングによる特許や知の創製

研究課題：知の集積・流通・利用のためのインセンティブメカニズム設計、知の外在化のためのインターフェイス、集合知の創出メカニズムと問題構造の解明

### ④社会リスク・コストをなくすゼロ社会の実現

研究課題：データとシミュレーションによる社会設計、人の外的能力に依存しない社会参加を可能にする制度と技術支援

JST/CRDSでは、これらの一連の課題別ワークショップの成果をもとに、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

## ワークショップチェアあいさつ



「知のコミュニティ」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—人と機械が共創する社会を目指して—」**Wisdom Computing Summit 2013** で重要なテーマと認識された、社会と知の関わりを集中的に議論するために開催されました。

インタラクション、メカニズムデザイン、クラウドソーシング、マルチエージェントシステム、社会ネットワークなどの研究課題を、情報学、社会学の研究者に議論していただきました。

はじめに、このワークショップで扱う「知のコミュニティ」の概念を、知の形成に資する人々が作るコミュニティと定義しました。そのうえで2020年を目標に、「知のコミュニティ」という新たな研究領域が生み出す数々のチャレンジと、それらを実現するために必要となる知識、技術、制度（ビジネスモデルを含みます）の現状と2020年の姿を描き、そのギャップを埋める研究課題を明らかにしていきました。

今回の議論が、一回のワークショップに留まることなく、多様な議論に発展し、研究課題の発見と解決を通じて、「人と機械が共創する社会」の実現に近づく一助になればと思います。本報告書をご一読頂き、ご意見を頂ければ幸いです。

石田亨（京都大学）



「知のコミュニティ」ワークショップ会場



## 目 次

### エグゼクティブサマリー

### ワークショップチェアあいさつ

1	開催目的	1
1.1	知のコンピューティングのねらい	3
2	発表・討議概要	9
2.1	知のプラットフォームと価値共創	10
2.2	一億総データサイエンティスト計画 クラウドソーシングで挑むビッグデータ解析	14
2.3	こころを支える情報学 知のコミュニティにおける知のコンピューティング	18
2.4	知のコミュニティと会話情報学	21
2.5	知のコミュニティと社会の観測	26
2.6	自己紹介 研究紹介と知の？	31
2.7	知のコミュニティとマーケットデザイン	34
2.8	デザインのためのインタフェース	39
2.9	強いAI としての社会シミュレーション	45
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	54
4	まとめ	57
5	付録	59
5.1	開催プログラム	59
5.2	参加者一覧	60



## 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。

その成果を踏まえ、研究分野関連図と研究課題の特定、特定した研究課題ごとの達成目標（既存の研究との差分）の設定、2020年において実現するチャレンジ（分かりやすい目標）の設定を目指し、複数のワークショップを企画、開催している。

既に開催した「知のメディア」、「知のプラットフォーム」ワークショップに引き続き、今回、価値共創のコミュニティとサステナビリティをテーマに「知のコミュニティ」ワークショップを開催した。

### ●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）が賢く生きるための力である
- 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が「知のコンピューティング」と言いだしたのは、ITのフロンティアが、人間や集団、人類知という領域にさしかかりつつあるからである。欧州やアメリカでも、Human Brain ProjectやBRAIN Initiativeなどで人間の能力の源泉を追求する研究プロジェクトが進められている。また、スマートコミュニティの研究で今まさに焦点があたっているのは、インセンティブやメッセージの与え方、制度の作り方が、人や集団の行動の変化をどう促すのかといったことだ。我々は、人やコミュニティを研究しなければならない。

知というものをもう一度考える必要がある。ここでは、「人類が賢く生きるための力」と定義している(図1.1-3)。これまではディシプリンベースで、機械学習や集団認知科学といったものに取り組んできたが、「①知の集積・伝播・探索」「②予測、発見の促進」「③知のアクション」という概念を持って整理すると、そのための「④インフラ(プラットフォーム)」が必要になる。

集団とか人というものが、陽にメッセージを出さなくても何を求めているのかをセンシングすることが重要になる。その状況を判断して、リスク付でオプションを示して助言を与えられるようにする。これは世の中に与える影響も大きく、センシティブな問題もでてくる。そこで、「④ポリシー」も同時に研究していかなければならない。

「知のコンピューティング」では、①～④と⑧が新しい研究領域として出てくると考えている。新しい領域なのでコミュニティを作りたい。与えられる領域ではなく、コミュニティベースで議論をしながら、新しい流れを作り出していきたい。

知のコンピューティングの実装成果イメージ(図1.1-4)は、「社会へ影響を与えるレイヤー」「知の集積・伝播のレイヤー」「情報・状況を把握するレイヤー」の3層構造になると考えている。

サミットでは総勢50名あまりでかなり広い議論ができた。その後は、ディシプリンベースで、「知のメディア」「知のプラットフォーム」について研究課題とチャレンジ目標を深掘してきた。今回は「知のコミュニティ」について深掘りしたい。「知のコミュニティ」は、この3層に様々な観点で関係してくるはずだ。

来年は「SSH(Social Sciences and Humanities、人文社会科学)と知のコンピューティング」や「教育と知のコンピューティング」といった議論もしていきたい。また、海外との連携も進めていく予定である。

知のコンピューティングがCRESTやさきがけのプロジェクトになると、2020年頃までの活動になる。オリンピック等もあり、社会的な影響を考える上では良いタイミングだ。3年おきに戦略目標に仕上げ、大きな流れを作っていきたいと思っている。

ここに集まった方々には、個々の研究課題を小さく考えるのではなく、本当に世の中に影響を与えていくためにどうすればよいかということを広い視野で考え、実際にプロジェクトを動かすにはどうすればいいか意識してもらいたい。

2014年の3月、情報処理学会の全国大会で、知のコンピューティングのイベントが企画されている。新しいプロジェクトの決起集会にもなることを期待している。



図 1.1-1

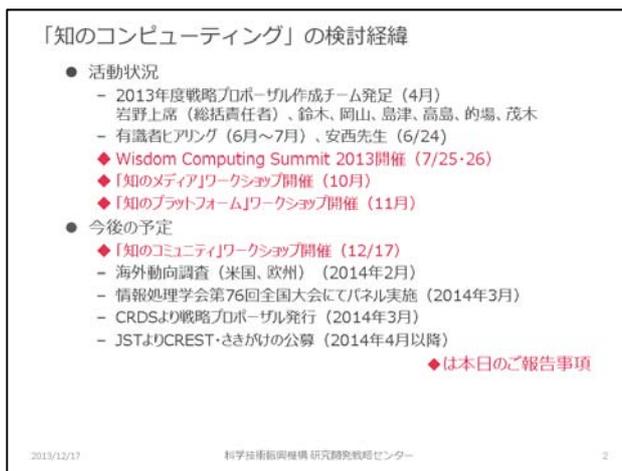


図 1.1-2



図 1.1-3

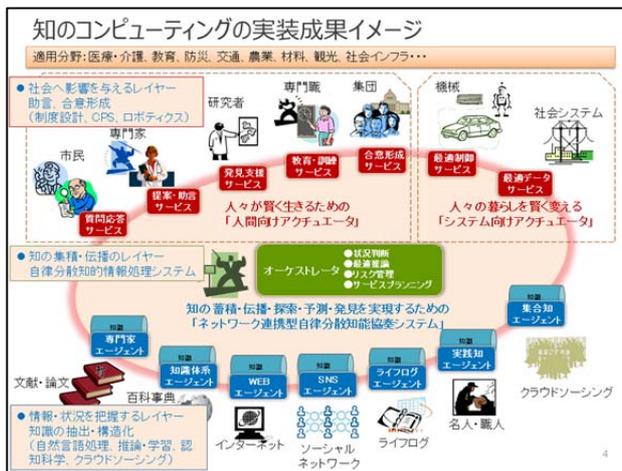


図 1.1-4

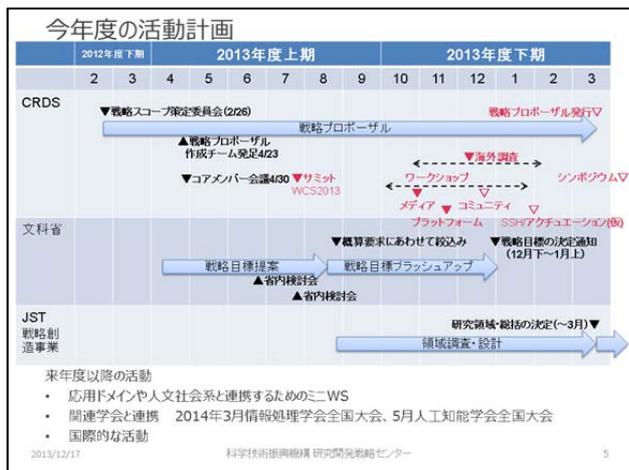


図 1.1-5

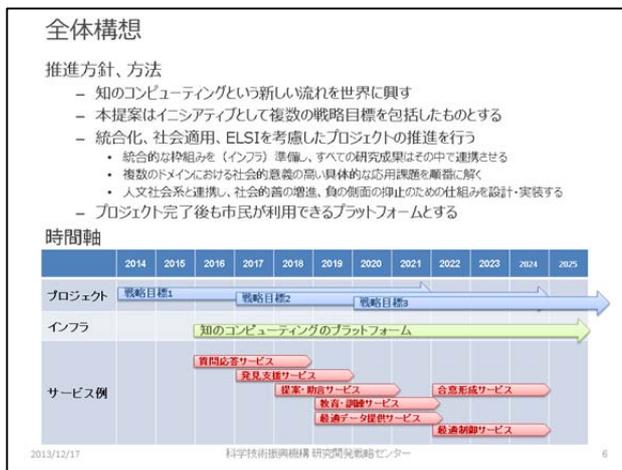


図 1.1-6

### 知のコンピューティングサミット 開催概要

Wisdom Computing Summit 2013

- 平成25年7月25日(木)～26日(金)  
ホテルKSP (川崎市高津区坂戸3-2-1 かながわサイエンスパーク内)
- 知のコンピューティングという新しい分野を作り出し、日本発のイニシアチブとするため幅広い分野から公募により参加者を募集し、応募者47名から35名が出席
- サミットでは、知のコンピューティングのゴール、方向性、研究分野を抽出を狙う
- 今後も継続的に分野の深堀と研究者のコミュニティ醸成を図っていく
- 招待講演 3名、話題提供 7名、参加者35名、プログラム委員会10名、JST 8名

招待講演  グループワーク 

WCS2013集合写真 

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 7

図 1.1-7

### 目標検討分科会、R&D分科会 まとめ

- 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の分野ごとに議論
  - ① 知の集積・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⑤ホビー
- R&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、達成まで大まか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歩推し進めた、人間と機械の共創を目指す **知の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
  - 議論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結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




2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 8

図 1.1-8

### 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】人間の賢いデジ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)
- マインドメディアータ誕生、夫婦間から国家間の問題に対応(2030)
- 「障害者」が障害からなくなる、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(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】人間のデジジョンや創造性を代替する知のコンピューティング

- 芥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】人間の賢いデジジョンをクラウドソーシングで支援

- XX総研産業へ、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)

2013/12/17 出席者全員による投票の上位3件 9

図 1.1-9

### ワークショップ

サミットの次のステップとして専門のコミュニティと関連する人文系研究者を集めて、徹底的にdisciplineを洗い出す

- 10名+主催者、クローズド、JSTで日帰り
- 基調講演、研究内容紹介、ディスカッション
- テーマは以下の候補から選択。2013年度内は5件程度
- 参加者はサミット参加者を中心に選ぶ

#### テーマ候補一覧

Disciplineベース	Domainベース
● 自然言語処理×知のコンピューティング	● 医療×知のコンピューティング
● クラウドソーシング×知のコンピューティング	● 教育×知のコンピューティング
● ロボティクス×知のコンピューティング	● 農業×知のコンピューティング
● SSH*×知のコンピューティング	● 材料×知のコンピューティング
● 次世代インフラ×知のコンピューティング	● 社会インフラ×知のコンピューティング
● CPS×知のコンピューティング	● ソフトウェア工学×知のコンピューティング
● 推論・学習×知のコンピューティング	
● 認知科学×知のコンピューティング	
● ビッグデータ×知のコンピューティング	

\*SSH: Social Science and Humanity

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 10

図 1.1-10

### 知のコンピューティングワークショップ① 「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、知識処理に関わる産官学の研究者を集めて、取り組むべき研究課題の深堀りと2020年を狙った具体的な応用目標を議論する。
- 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
- ワークショップチーフ  
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)



2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 11

図 1.1-11

### 知のメディア：参加者一覧

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

\* WCS2013参加者

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 12

図 1.1-12

### 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?」というメタクエスションに対する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	治療方針決定のためのメデイエーション技術。例えば、カンパ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ュ	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、観光スポーツ案内など
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、アイデアのネタ出し、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

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 13

図 1.1-13

### 知のメディア：技術課題、研究課題

**言語処理**

- 複数のメディアを横断する言語（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と作り出す技術
- 事例ベース推論
- オンタイムアップデートにより推論と検計をつなぐ技術
- データからホムアップに関係性やすまを発見する技術

**画像・映像処理**

- 画像・映像から複雑な動きを分解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やディメンタ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フェース定義

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 14

図 1.1-14

### 知のコンピューティングワークショップ② 「知のプラットフォーム」開催報告

- 概要
  - 課題別ワークショップの第2弾として「知のプラットフォーム」を開催
  - 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
  - 「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
- 開催日時、場所
 

2013年11月19日 10:00～18:15、J S T 東京本部別館2階会議室A-2
- ワークショップチェア
 

徳田英幸（慶應大）



2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 15

図 1.1-15

### 知のプラットフォーム：参加者一覧

<b>大学</b> 徳田英幸（慶應義塾大学）チェア * 石田亨（京都大学） * 諏訪正樹（慶應義塾大学） * 安田洋祐（政策研究大学院大学） 山口高平（慶應義塾大学） *	<b>JST</b> 岩野和生（JST/CRDS） * 岡山純子（JST/CRDS） * 嶋田一義（JST/CRDS） * 島津基樹（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） *
<b>国研</b> 稲吉哲也（国立情報学研究所） * 丸山宏（統計数理研究所） *	稲上泰弘（JST/戦略研究部） 松尾浩司（JST/戦略研究部） 宮田 裕行（JST/ 科学技術イノベーション企画推進室）
<b>企業</b> 神竹孝至（東芝） 秋田紀博（ATR） *	* WCS2013参加者

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 16

図 1.1-16

### 知のプラットフォーム:グループワークのまとめ

「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

- グループA：  
狙いを「価値の創造」に設定し、高齢者のQOL向上をターゲットとした。課題は、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。
- グループB：  
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を重視。課題は、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。
- グループC：  
「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を目標に設定。課題は、リンクデータの利活用、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

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 17

図 1.1-17

### 知のコンピューティングワークショップ③ 「知のコミュニティ」概要

- タイトル：知のコミュニティ
- 成果目標
  - 研究分野関連図と研究課題の特定
  - 特定した研究課題ごとの達成目標（既存の研究との差分）
  - 2020チャレンジ
- 開催日時：2013年12月17日(火) 10時～18時
- 場所：科学技術振興機構 東京本部9階 第2会議室
- ワークショップチェア
 

石田亨教授（京大）
- 参加者一覧
 

別紙

2013/12/17 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 18

図 1.1-18





## 2 発表・討議概要

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 知のプラットフォームと価値共創                        | 石田亨（京都大学）        |
| 2.2 一億総データサイエンティスト計画～クラウドソーシングで挑むビッグデータ解析～ | 鹿島久嗣（東京大学）       |
| 2.3 心を支える情報学 知のコミュニティにおける知のコンピューティング       | 鈴木健嗣（筑波大学）       |
| 2.4 知のコミュニティと会話情報学                         | 西田豊明（京都大学）       |
| 2.5 知のコミュニティと社会の観測                         | 松尾豊（東京大学）        |
| 2.6 自己紹介 研究紹介と知の？                          | 安田雪（関西大学）        |
| 2.7 知のコミュニティとマーケットデザイン                     | 横尾真（九州大学）        |
| 2.8 デザインのためのインタフェース                        | 五十嵐健夫（東京大学）      |
| 2.9 強いAIとしての社会シミュレーション                     | 野田五十樹（産業技術総合研究所） |

## 2.1 「知のプラットフォームと価値共創」 石田亨(京都大学)

本日のゴールとして、具体的な研究課題が出てきたら良いと考えている。

コミュニティには色々あるが、「知を創出していくコミュニティ」をツールとして活用するとの前提で狭く捉えている。一方、コミュニティというと関心を共有するグループなのだが、「コミュニティを形成する」となると、マーケティングやチーム等、コミュニティを考える際に通常含まれない仕組みも広く包含していくことが必要と考えている。よって、これら領域の先生方も本日はお招きしている。

ここで少し、個人的な考えとして、「AI から集団知能へ」と題してお話させていただきたい。Human の様な Super Intelligence はできるのか？という問いに対して、1991 年の AI のピーク時においても実現不可能と思われてきた。しかし、ここにきて実現化の兆しが見えている。チェス、囲碁の様に問題が明確に定義されているものに対応することはもとより、人の力を Organize するような Collective Intelligence ができつつあるためである (Wiki, reCAPTCHA, Google Translate 等)。Super Intelligence は、Collective Intelligence により実現されるとの考えが有望であり、研究すべき課題は Organization, Facilitation 等にかわってくるのではないかと感じている。

(質疑応答ならびに討論)

西田：集合知については色々な説があると思うが、どのくらいわかっているものなのか？

回答：人がやっているファシリテーションでさえ、きちんとモデル化された本がないので、非常に難しいものと考えている。ネット上のコミュニティも難しい。ただし、マーケットベースのものはかなり明らかになってきている。

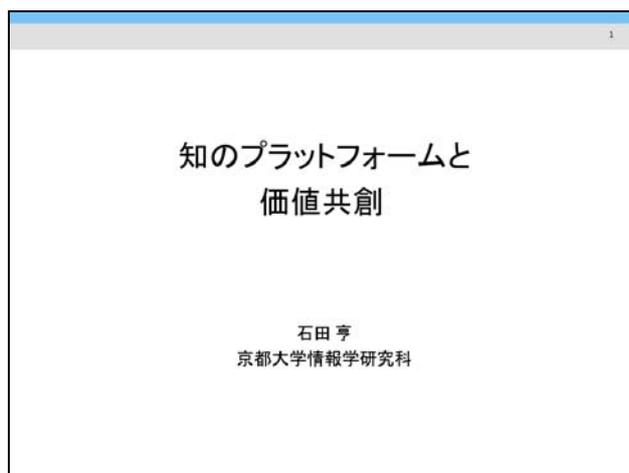


図 2.1-1

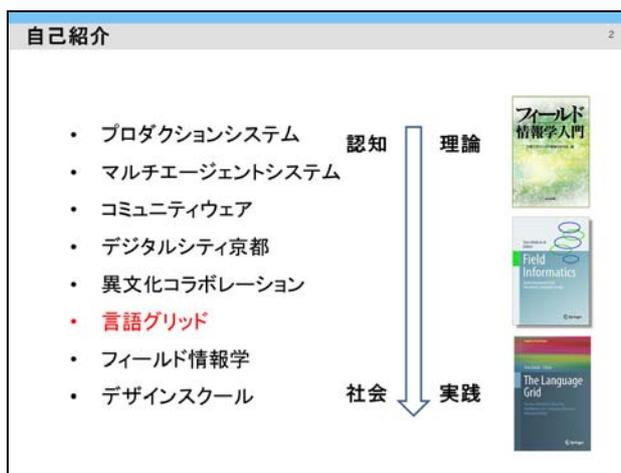


図 2.1-2

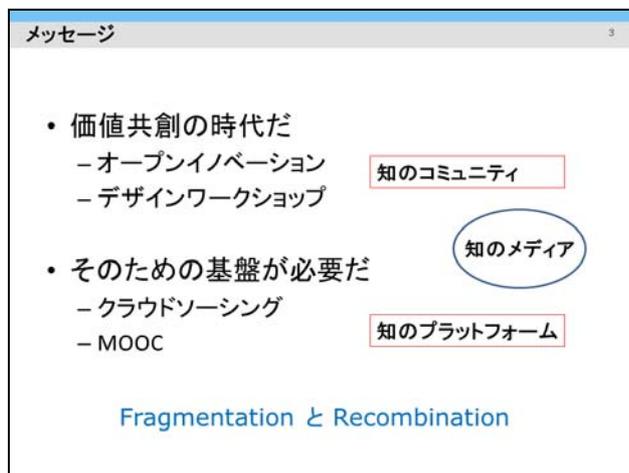


図 2.1-3

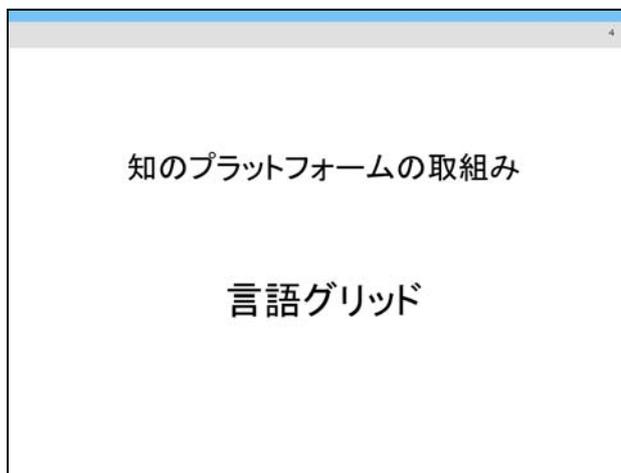


図 2.1-4

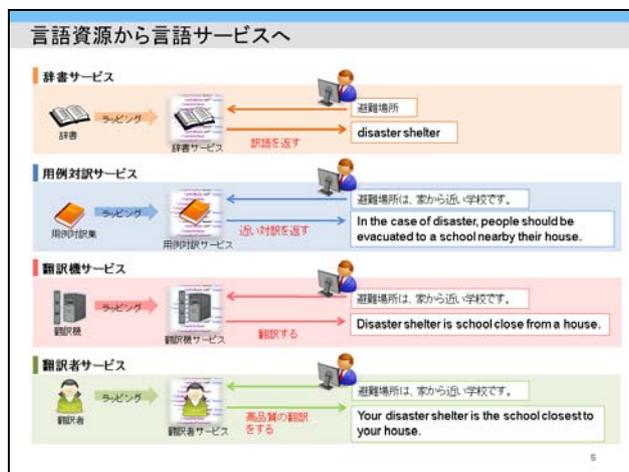


図 2.1-5

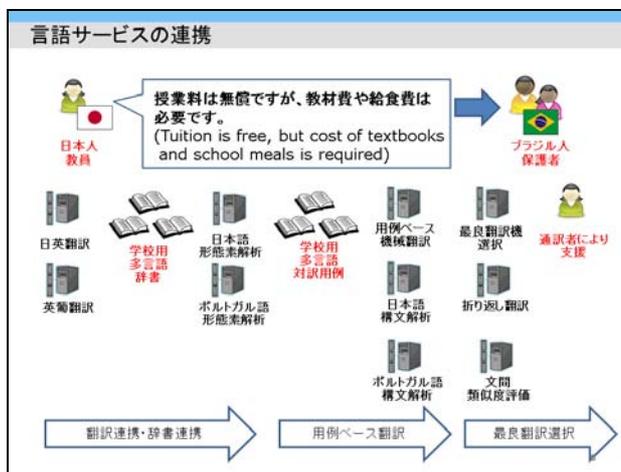


図 2.1-6

発表・討議概要



図 2.1-7

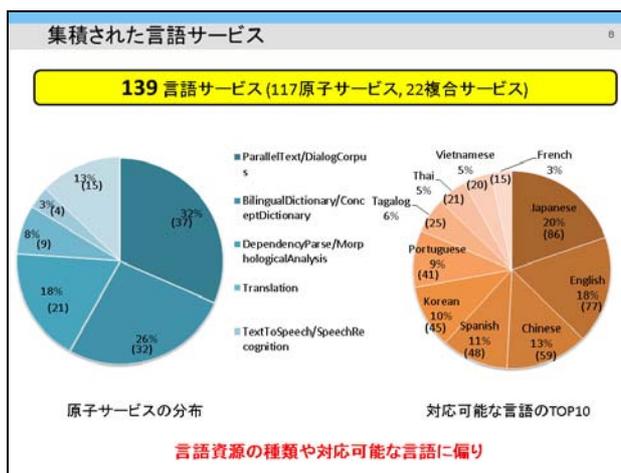


図 2.1-8

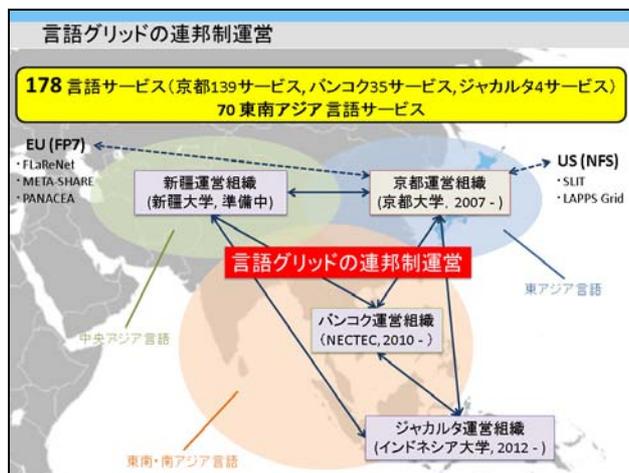


図 2.1-9



図 2.1-10



図 2.1-11

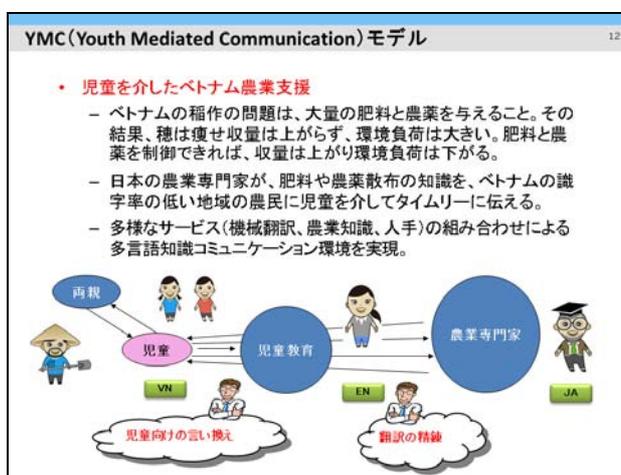


図 2.1-12

### ベトナム農業支援プロジェクト

13

- プロジェクト構成**
  - NPOパンゲア: 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: 多言語知識・コミュニケーション基盤の設計・実現
  - 三重大学: コミ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 (ベトナムヴィンロン省トラオン)
  - 2012/10~2013/01 第2回実験 (ベトナムヴィンロン省トラオン)
  - 2013/09~2014/01 第3回実験 (ベトナムヴィンロン省トラオンとその他1拠点)

2012年10月~2013年1月 第2回実験の参加児童15名

図 2.1-13

### 実証実験のスケジュール

14

実験をメコンデルタ地帯の Vinh Long 省 Tra On 地区 Thien My コミュニティで行った。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 2.1-14

### 開発した知識コミュニケーション環境

15

**テレセンターに子どもたちを集め日本と繋ぐ。**  
子どもたちがセンサーになり、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。  
農業専門家のアドバイスを子どもたちが翻訳します。

図 2.1-15

### 技術を触媒としたコミュニティの拡大

16

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、ボランティアのブリッジャーが参加。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)
- 農業データを収集・分析したい! (東大, 三重大)
- 技術がベトナム全土に広がる! (ベトナムMARD)
- 児童の教育に繋がる! (NPO/パンゲア)
- 両親の役に立ちたい! (ベトナム児童)
- 研究成果を国民に届けるチャンス! (ベトナム国家大学)
- 米の生産量を増やせると嬉しい! 農家をうまく管理したい! (ビンロン省DARD)

2013年1月5日 ベトナム Tien My Commune, Tra On District, Vinh Long Province (2nd YMC Workshop Site Visit)

図 2.1-16

### 価値共創の仕組み

17

#### 3層のコミュニケーション

組織コミュニケーション: MARD (ベトナム農民), DARD (ベトナム児童), 日本人農業専門家, 東大, 三重大

知識コミュニケーション: フィールドデータ(環境知)

言語コミュニケーション: ベトナム語 (VN), 英語 (EN), 日本語 (JA)

農業知識(実践知): ベトナム国家大学, NPO パンゲア, 京大

図 2.1-17

### メッセージ

18

- 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。

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 2.1-18

発表・討議概要

## 2.2 「一億総データサイエンティスト計画～クラウドソーシングで挑むビッグデータ解析～」 鹿島久嗣(東京大学)

自分はいわゆる「ビッグデータ」陣営に属しているといえるが、最近では特にクラウドソーシングに着目している。以前企業で機械学習によるデータ解析を行っていた経験がある。当時、データのクレンジング等の前処理に大変手間がかかり極めて労働集約的な作業であった。また、データ解析のアルゴリズムそのものは大きな進化を遂げてきたが、データの外側の世界をどう捉えるのかが残された最大の課題となっている。

我々はデータ解析のプロセスの労働集約的な部分をクラウドソーシングによって外出しすることを試みている。この際に（計算機の計算する関数と比較すると、不安定、遅い、危ない）「人間関数」を人工知能技術でいかに制御するかが課題となっている。また、コンペ形式でデータ解析のクラウドソーシングを行った結果、短期間でデータ解析のプロを超える精度での予測が可能であることを確認した。さらに、こうして得られた予測モデルを特微量として機械学習で統合することにより、より高い精度が実現された。このことは人間と機械を適切に組み合わせることで、どちらか一方だけでは到達できない領域にたどり着ける可能性を示している。

(質疑応答ならびに討論)

安田：コンペは課題が設定されているので良いのだが、課題そのものは設定させることができるのか？

回答：現状のデータ解析クラウドソーシングは、まだ限定されている。そもそも何をすべきか？というところは報酬分配などの仕組みの設計が難しい。

西田：2015年頃のクラウドソーシングはどうなっていると思うか？使う人と働く人との関係はどうなっているのだろうか？

回答：より大規模化していくと、マッチングのところが必要になる。

岩野：クラウドソーシングにおいて問題を解く側に専門性などを求めていくやり方はないのか？機械学習的にコミュニティをつくるなど構造化していかないと、単純な問題しか解けない様な気がする。

回答：最近では、チーム型のクラウドソーシングが出てきている。ただし、難しい問題を解く事を実用レベルに持っていくのは難しい。

石田：緩和問題の最適解を Heuristics にして解くなど、これまでに取り組まれたものがあるが。クラウドソーシングで使われるような Heuristics を機械で見つけ出すことはできないものか？

回答：Heuristics をどう組み合わせるかなど難しい問題である。最適化問題は Heuristics が比較的構造化されているが、データ解析はそこまで至っていない。データ解析では、たまたまできたようにも見えるものが結構ある。

石田：機械学習と組み合わせるものとして、人がやったものでなく、いろいろな解法を組み合わせても効果がでるのか？

回答：現状は区別はつかない。ベースとなる予測にバリエーションがあれば、機械と組み合わせることで有効性があがる。特徴の抽出を人間が請負い、他の部分を機械が担っているとも見られる。

鈴木：クラウドソーシングで、通常の業務委託と異なるポイントは何か？

回答：不特定多数が対象であり、雇用のコストが低いことがポイント。

高島：クラウドソーシングというと、バッチ的な処理に見えるが、課題を探すようなインタラクティブなことを行うための仕組みというものはあるのか？

回答：形としてはありえると思うが、誰にいくら報酬を支払うのか等、システムをうまく回すための制度設計が極めて難しい。

茂木：今のクラウドソーシングは互いにネットワークでつながっている関係とのイメージがあるが、リアルなモノを通じたつながりや、BOP (Base of the Pyramid) 的な観点はあるのか？

回答：Mechanical Turk のようなクラウドソーシングは BOP の観点に立ちサイバー上の仕事が行われている。現実世界とのインタラクションについては、まだ現在の取り組みの外側にあると思うが、例えばセンシングについては携帯電話ユーザを用いた環境センシングの試みなど、部分的な現実世界とのインタラクションを持たせることが一部取り組まれている。

岩野：クラウドソーシングで解ける課題の構造やクラウドソーシングの発展に関する研究はあるか？

回答：計算機科学分野では、まだそこまで体系化されてはいないと思う。

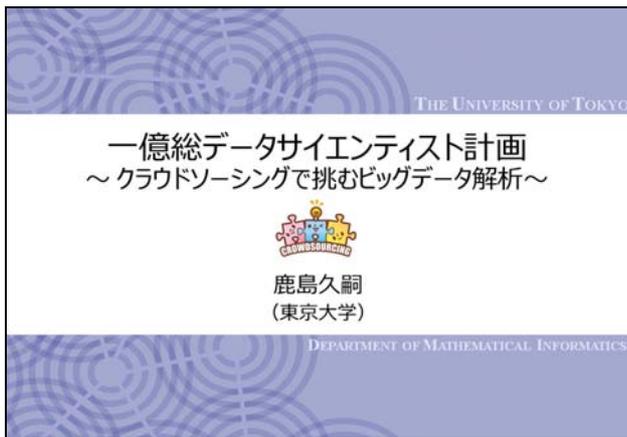


図 2.2-1

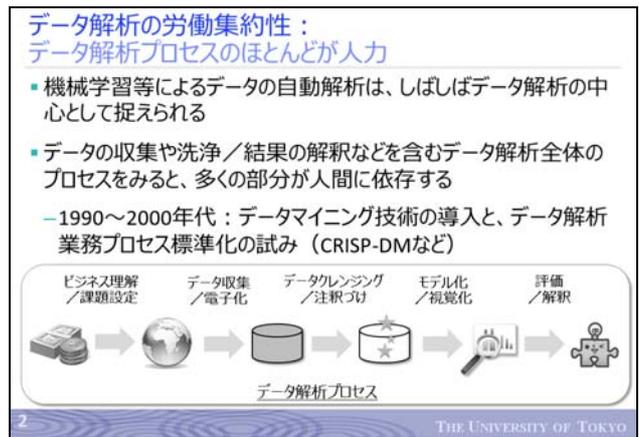


図 2.2-2

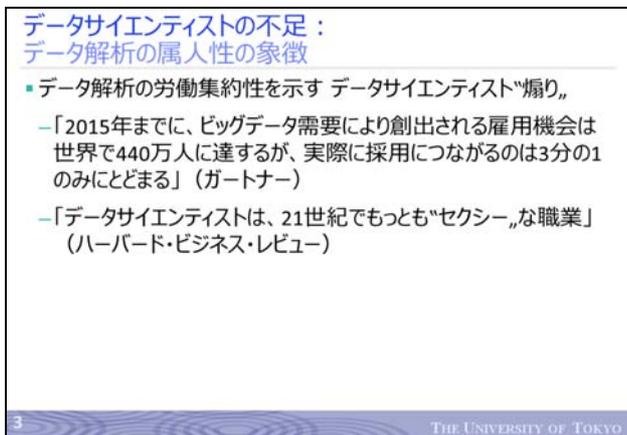


図 2.2-3

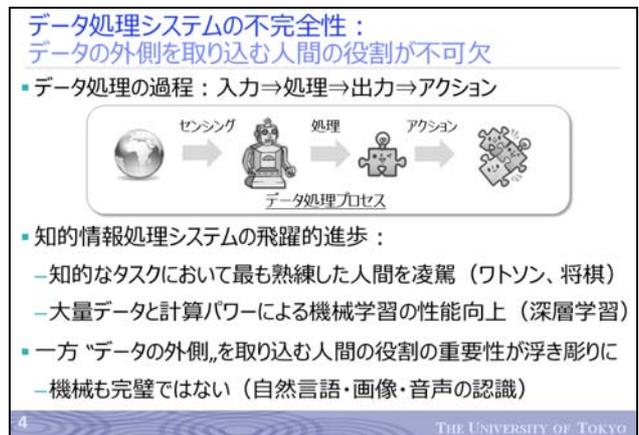


図 2.2-4

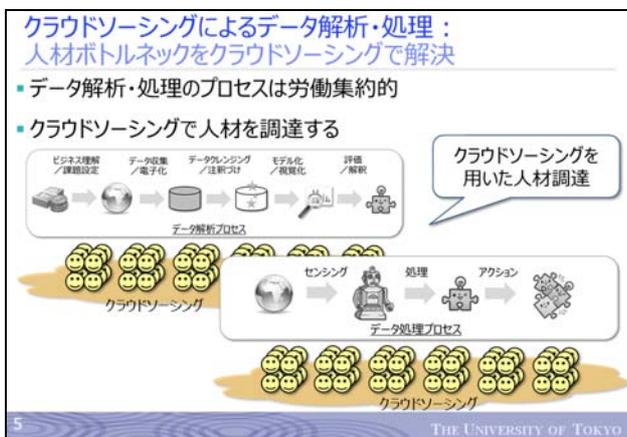


図 2.2-5

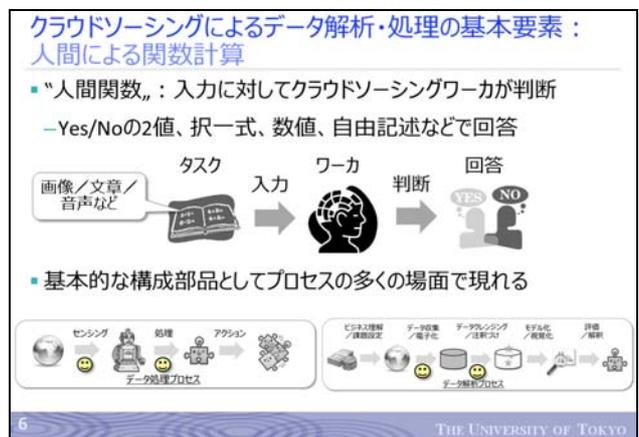


図 2.2-6

**“人間関数”をいかに機械で制御するか：  
品質保証・機械学習・セキュリティ等の課題**

- “人間関数”は機械にはできないことができるが信頼度が低い
  - 不安定：人力の確保、能力・やる気による品質のばらつき
  - 遅い：機械と比較して遥かに遅い
  - 危ない：タスクに含まれる機密・個人情報漏洩
- 課題：
  - 品質保証：高い品質を安定して得る
  - 制度設計：人々に参加を動機付ける
  - 機械学習：ワーカーを機械で置き換え効率化
  - セキュリティ：機密・個人情報を守ったままタスク実行

THE UNIVERSITY OF TOKYO

図 2.2-7

**予測モデリング・コンペティション：  
データモデリングのクラウドソーシング**

- データ解析コンペティション：予測モデリングのクラウドソーシング
  - データを公開し、結果（予測精度）を競う
  - 最近ではKaggle等のプラットフォームも登場（国内ではCrowdSolving）
- コンペティションの流れ：
  1. 訓練データ（正解付き）とテストデータの公開
  2. テストデータに対する予測の提出
  3. 期間終了後、テストデータに対する予測精度で順位決定

THE UNIVERSITY OF TOKYO

図 2.2-8

**予測コンペティションの結果：  
短期間で“ブロ”を超える精度を実現**

- CrowdSolving上でWikipediaのリンク予測を題材にコンペ開催
- 短期間で“ブロ”を遥かに超える予測精度を達成
  - 初期分析結果を4日目で抜き、最終的に20%以上の精度向上

THE UNIVERSITY OF TOKYO

図 2.2-9

**人と機械の融合：  
予測モデルを機械学習で組み合わせ更なる精度向上**

- 提出されたモデルを機械学習で組み合わせると予測精度が向上
  - 5日目の時点で最終的な1位参加者の予測精度を達成
  - 最終的な予測精度も向上

THE UNIVERSITY OF TOKYO

図 2.2-10

## 2.3 「こころを支える情報学 知のコミュニティにおける知のコンピューティング」

鈴木健嗣(筑波大学)

インタラクションに属する立場で考えるところを述べる。私はロボット臨床支援を専門としており、これにより人を物理的に動かしている。我々の対象は障害者・療育者・家族であり、情報技術に立脚したデバイス技術を適用して継続的な実証実験を行っている。この中で様々な科学的発見がある。この活動は、「こころを理解することが困難な人々」の理解を助け、「こころを表出することが困難な人々」の情動の表出を支援している、と捉えなおすことができる。広く捉えると、人のこころを動かすロボットは何か？ということを追求している。

具体的には、ASD (Autistic Spectrum Disorder：自閉症スペクトラム障害) 児童の笑顔を本当に理解できているのか？を研究している。ここでは、Smile Reader というセンサーをつけて、人の情動を読むデバイスを開発し、データ収集に努めた。結果として、視認と比較して8~9割の精度で笑顔を検知できるようになり、「笑顔の出現率」という「データ」を提供することができるようになった。また、光るビブス (図 2.3-10) をバスケットボールチームの子供たちに着せて、互いが近づくと光るように仕掛けたところ、相互の関係構築に明らかな影響を与えた。このような形で、情動や社会的絆の回復などの人・機械・情報系の研究を行うことで、実学指向研究と基礎研究をスパイラルに展開し、新たな科学的発見へと発展させ、人々が賢く生きるための力を支援していきたいと考える。

(質疑応答ならびに討論)

西田：自閉症の子供に対して、我々のできることは何か？

回答：人数は増えているし、一般の学校にどんどん入ってきている。とにかく早期に発見して、トレーニングしていくことが重要。この中で、学校すべてをセンシングし、データを取っていくことで次の支援へとつなげていけると考えている。

西田：Theory of mind (心の理論) 等の観点にたつて、自閉症に対してはどのような技術的支援を提供できるのか？

回答：自分のビブスが光るのが楽しいというのが先ほどの事例。これが、自分との関係で相手のも光ると認識していき、集団行動が変わっていく。アイデアが出る限り、こういったものをつくり続ける必要があると考える。

岩野：NSF がメンタルな分野に対して情報学投資を行っているとのことであるが、具体的にはどういう分野に投資しているのか？

回答：Computational Behavior Science や Social Assistance Robotics 等に大型支援がなされている。

石田：ご両親の理解を得ることが大変だと思うが、どのように取り組まれているか？

回答：ご両親が喜ぶのは、子供が笑うことであり、両親が喜ぶことに対しては受容されやすい。一方でネガティブな反応も見ていく必要があるが、そちらについては受容され難いところである。

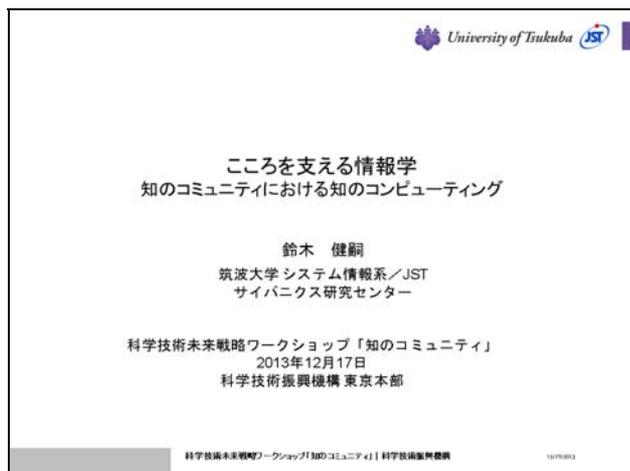


図 2.3-1

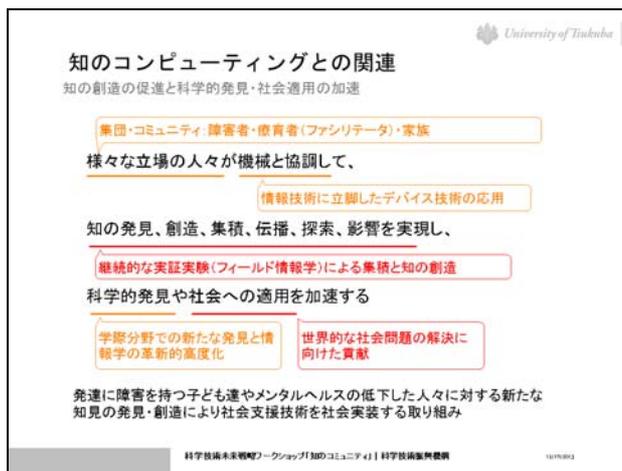


図 2.3-2



図 2.3-3

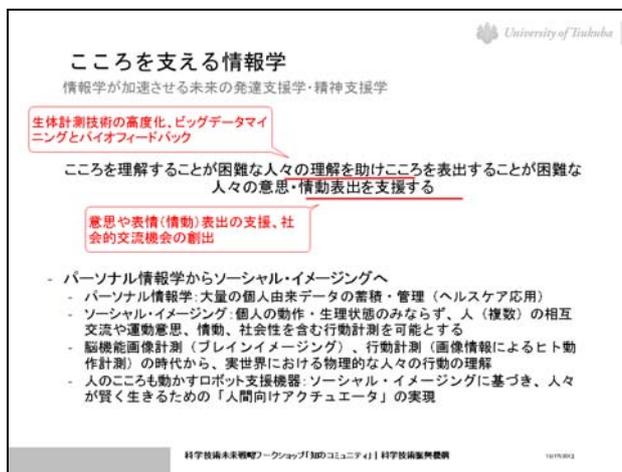


図 2.3-4

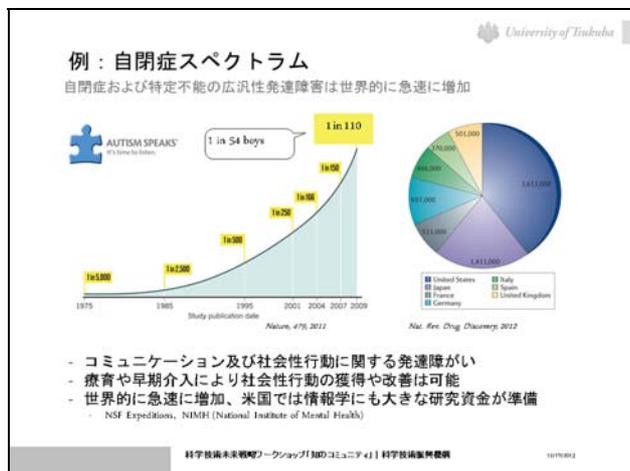


図 2.3-5



図 2.3-6

発表・討議概要

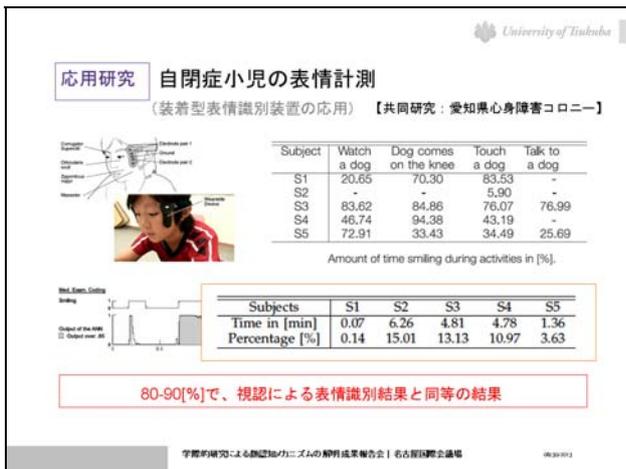


図 2.3-7

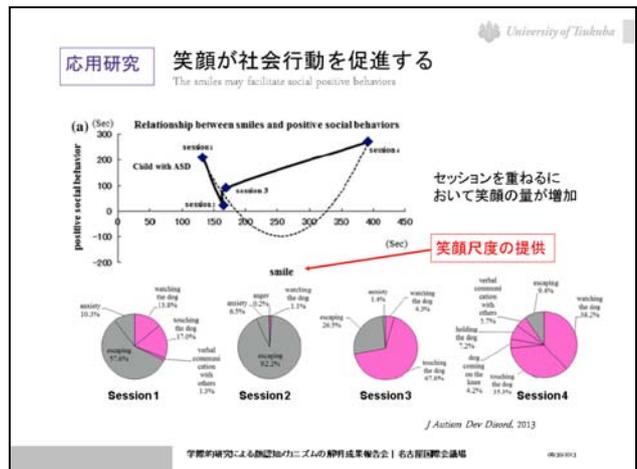


図 2.3-8

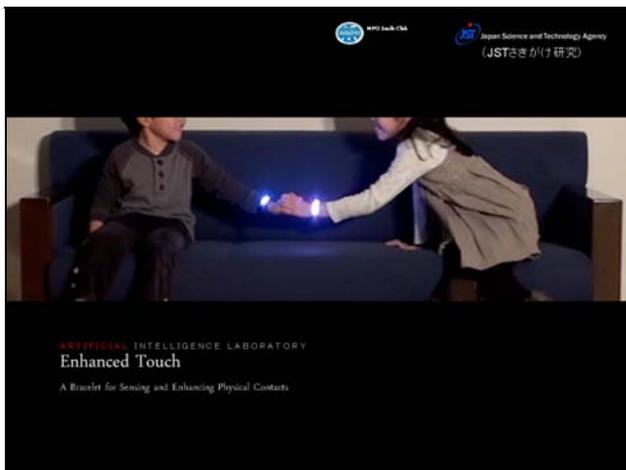


図 2.3-9



図 2.3-10

University of Tsukuba

**表情を測る技術と装う技術**  
Measuring and Augmenting Facial Expression

表情を理解することが困難な人々の理解を助け  
表情を表出することが困難な人々の情動表出を支援する  
「人の社会支援技術」

新学術「知の認知システム」 | 筑波大学

図 2.3-11

University of Tsukuba

**まとめ：こころを支える情報学に向けて**  
笑顔の共有を目指す人支援技術

- 社会的絆の回復を目指す情動の人・機械・情報系の研究
- 対人親和性の高い装着型インタフェースの実現
- 表情や運動の生理・物理・認知特性の理解の深化
- 計測のみならず、実時間での人々の行動に影響を与える技術
- 実学指向研究と基礎研究をスパイラルに展開
- 適正技術：実環境・療育現場にて実現可能な新しい定量化手法の提供
- 学際研究・実学指向研究としての課題
- 新たな科学的発見への発展
- 笑顔は何のために、どんなときに表出するのだろうか？
- 人々が賢く生きるための力を持つために
- 機能を補完し、ともに協調し、能力を拡張する：エンパワーメント情報学
- 知のコミュニティと社会受容

科学技術未来戦略ワークショップ「知のコミュニティ」 | 科学技術振興機構

図 2.3-12

## 2.4 「知のコミュニティと会話情報学」 西田豊明(京都大学)

会話は我々が日常ふつうに行っている活動だ。会話というのは、「Social と脳・身体  
の界面」であるため、研究者としてはそこが面白いと考え研究を行っている。長期的な目標  
は会話に参加できるロボットをつくること。例えば、マーケットでのソーシャルシグナル  
を捉え、ロボット側もソーシャルシグナルを出すことができる技術を実現することが現在の  
ターゲットだ。

具体的には、物理環境、仮想環境、およびその両方を組み合わせた混合現実環境での人  
の会話行動の観察と計測を行い、集積したインタラクションデータを分析することによっ  
て、人の会話行動の定量的理解を進めている。例えば、一人一人のユーザを全方位ディス  
プレイとセンサで取り囲んだ没入的インタラクション環境とヒューマノイドロボットを結  
んだ没入側 WOZ (ウィザード・オブ・オズ) 実験環境を実現し、実験参加者にいろいろな  
状況下で自分がロボットだったらどう振る舞うかという問いに、実際の行動で答えてもら  
い、そのデータに基づいてロボットのコミュニケーションモデルを構成するという方法で、  
ヒューマン・ロボット・インタラクションの研究をしている。さらに、こういう拡張会話  
環境で、どのように知が集積され、発展していくのか、理解し、モデル化したい。

これらの研究では、Communicative Intelligence (スーパーインテリジェンスと人との  
仲介する機能) の実現を目指している。これを実現するには、人にも機械にも理解できる  
情報メディアのデザインとそれに基づく知能情報処理ソフトウェアパッケージの開発が重要  
である。この情報メディアを活用して、知識の循環 (= 会話の循環) がどのように行わ  
れ、その中でコミュニティとしての知がどう高まっていくのかを研究してきた。今考えて  
いることは、人間と不完全なエージェントの Mixture (会話の原始スープ) が 2015 年ぐ  
らいのターゲット (第一、第二人称体験の共有、どこでも会話できる、会話知識循環がク  
リアすべき課題) で、2020 年ごろには会話に充ちた空間 (いろいろな場所に行くと、その  
場に関する過去のいろいろな会話が聞こえてきて、その場にまつわる知恵を共有するだけ  
でなく、いろいろな人がいろいろな場所から、その場所の会話に貢献できるようになっ  
ている) がターゲットではないかと考えている (映画の *The Sixth Sense* と似たイメージだ  
が、会話に充ちた空間では、幻の人たちと (限定された) 会話ができるようにしたい)。

(質疑応答ならびに討論)

岩野：体験・会話・状況に応じて何をやったか等をどこかで表現して、以後も使えるよう  
にしないといけないわけだが、どう表現しているのか？

回答：映像など、人間にしか理解できない表現を残しつつ、アノテーションなどの色々な  
意味情報を残していく必要があると考えている。

岩野：情報は圧縮することにより、本質を表現している面があると思うのだが、このよう  
な状況認識・圧縮技術およびそれによってとられるアクションの蓄積をどう行うの  
か？

回答：自分としてはこれを楽観している。現在は模倣学習の枠組みで、模倣を蓄積する方  
法について研究している。将来は、マシンラーニングが進展して、さまざまな利  
用の仕方が可能になると思っている。

石田：今、ツイッターがあふれているが、これが広がっていくことで会話に充ちた空間が  
実現されるのか？またこの情報をどうフィルタリングするのか？

回答：そのように考えている。フィルタリングをどう効率的に行うかが今後の課題であるが、我々はもう少しポジティブに、会話を通して、集積された知識を参考にして皆が納得するプランを立案するといった活用法の実現を目指した研究を進めている。

鈴木：会話情報学で 2020 年に会話が満ちた空間というゴールは、情動的な意味なのか、人のところが満たされているということなのか？

回答：両方含む。「共感エージェント」では人間の知力を支援する人工物の実現を目指す。ロボットと人間がお互いをパートナーと思うレベルを達成することがチャレンジ。「知識の自律化」については、これまで人間でないと実現することが難しかった碁、将棋など限られたところまで AI による自律化が進み、目前にはロボカーや東ロボまが見えているのが現状。これを一般生活レベルまで広げるのがチャレンジ。「エージェントに媒介された社会」については、皆が主張を行えば争いに満ちた世界になるので、調停がもっとも重要なチャレンジになると考えている。

安田：時間軸をどう捉えれば良いのか？死んだ父や、自分の娘に死後にどのように語りかけることができるのか？

回答：自分がこの研究に取り組んだ動機は、授業をさぼり研究するために **Virtual Professor** をどうつくるかというのが原点にあるのだが、ご質問の趣旨はこれと同じ性質を持つものであり、正にそれを目的に研究している。ツイッターの様な文字情報だけでは足りないので、非言語的表現をどうするのか？どうすれば「こころ」がある状況になるのかという問題意識で研究をしている。

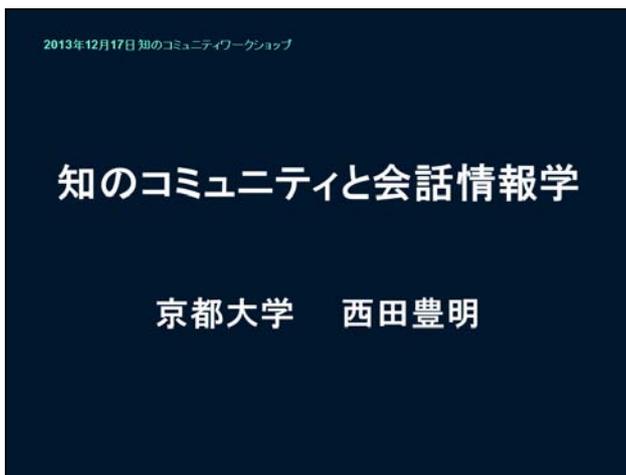


図 2.4-1



図 2.4-2

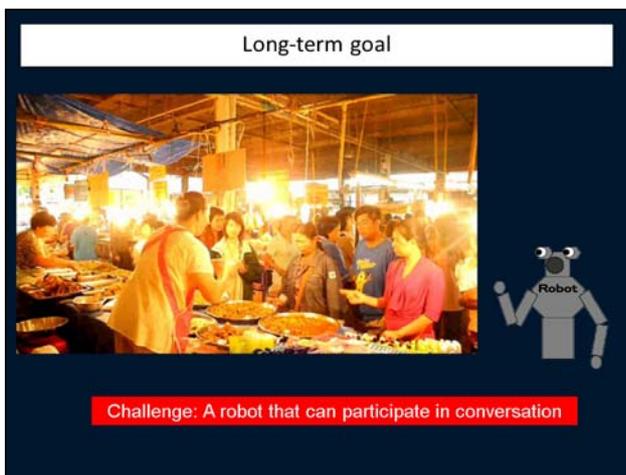


図 2.4-3

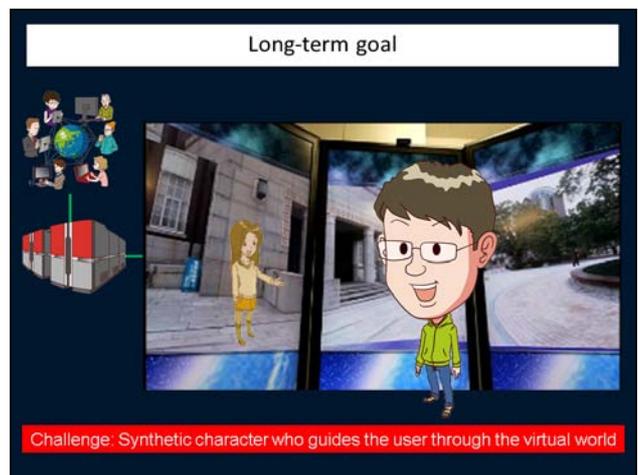


図 2.4-4

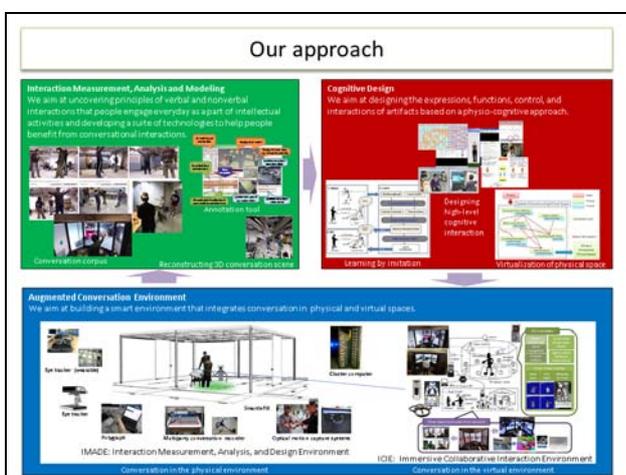


図 2.4-5



図 2.4-6

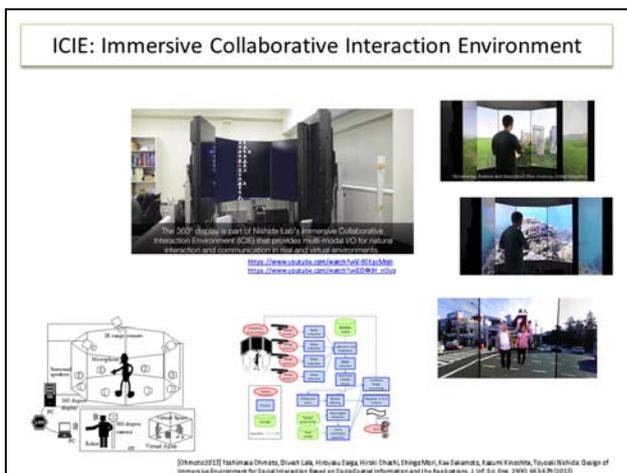


図 2.4-7

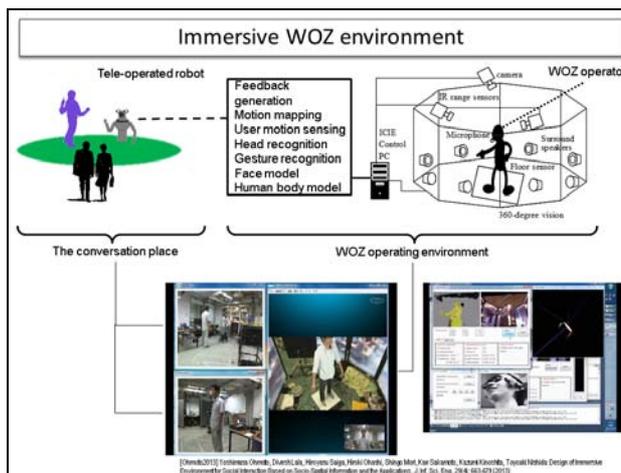


図 2.4-8

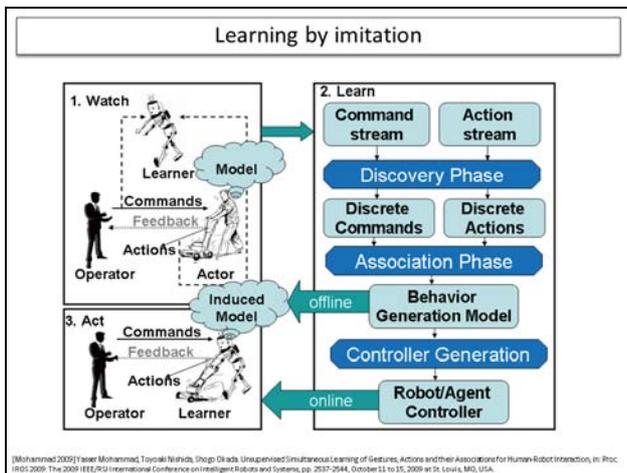


図 2.4-9



図 2.4-10

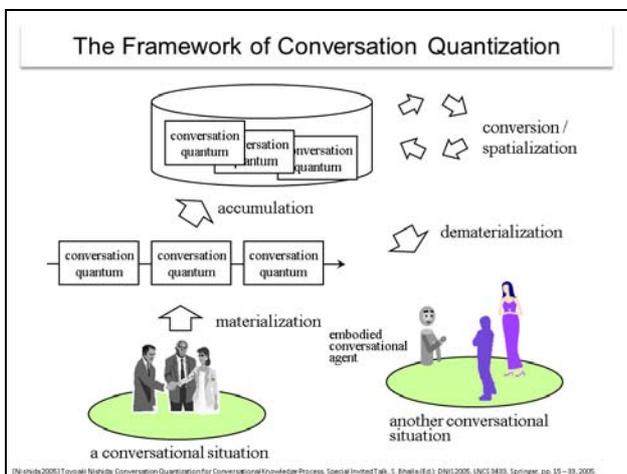


図 2.4-11

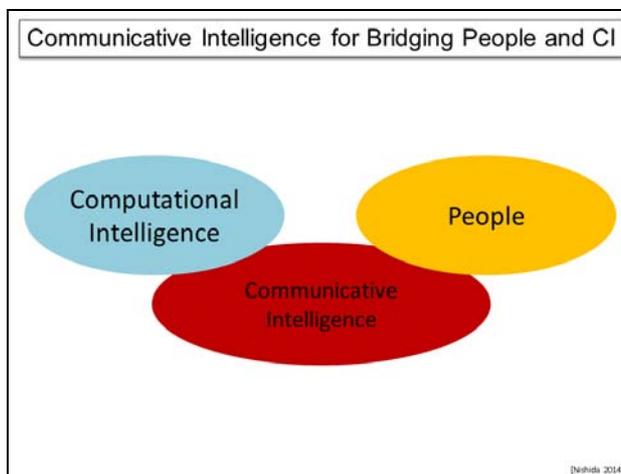


図 2.4-12

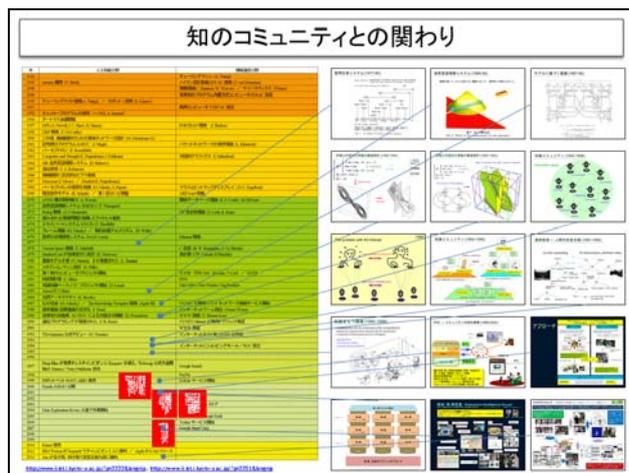


図 2.4-13

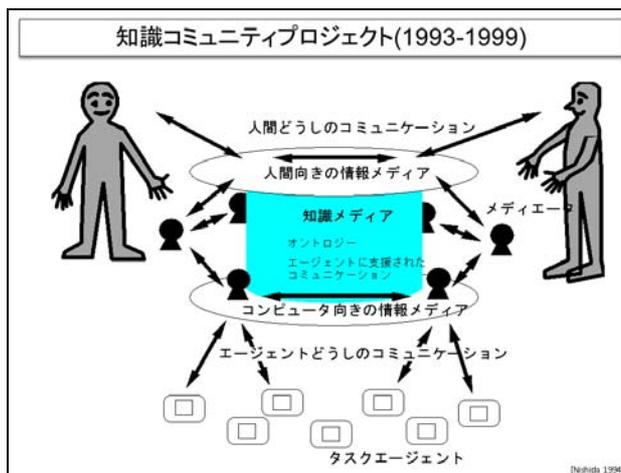


図 2.4-14

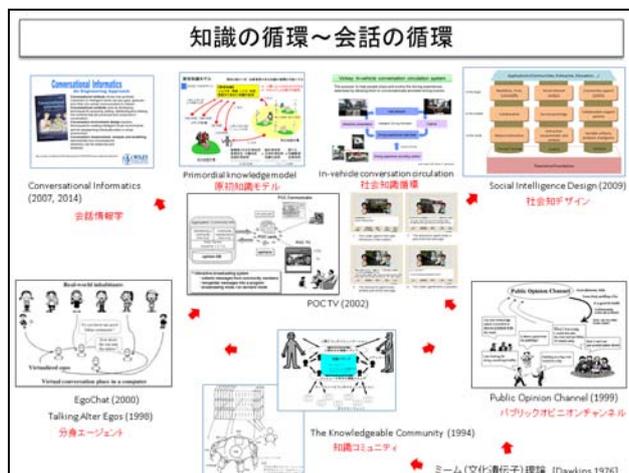


図 2.4-15



図 2.4-16

### 関連文献

[Nishida 2014] T. Nishida, A. Nakazawa, Y. Ohmoto, Y. Mohammad: Engineering to Conversational Informatics, in preparation, 2014.  
 [Nishida 2013] Toyooki Nishida: Towards Mutual Dependency between Empathy and Technology, 25th anniversary volume, AI & Society, Volume 26, Issue 3, pp. 277-287, 2013.  
 [西田 2012] 西田豊明, 人工知能とは(2), 人工知能学会誌, 26巻2号, pp. 326-335, 2013.  
 [西田 2012] 西田豊明, 人工知能研究半世紀の歩みと今後の課題, 情報管理 Vol. 55, No. 7, pp. 461-471, 2012. <http://dx.doi.org/10.1241/ohokann.55.461>  
 [Nishida 2012] Toyooki Nishida, Augmenting Conversational Environment, International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence, 6(4), 103-124, October-December 2012.  
 [Nishida 2009] Toyooki Nishida, Towards Robots with Good Will, Michael Nagenborg and Rafael Capurro (ed.) Ethics and Robotics, IOS Press (August 15, 2009).  
 [西田 2009] 西田豊明, 角康之, 松村 真宏, 社会知デザイン, 人工知能学会編, 知の科学シリーズ, オーム社, 2009.  
 [Nishida 2007b] Toyooki Nishida (ed.), Conversational Informatics: an Engineering Approach, John Wiley & Sons Ltd, London, 2007.  
 [Nishida 2007a] Toyooki Nishida, Social Intelligence Design and Human Computing, T.S. Huang et al. (Eds.), AI for Human Computing, LNAI 4451, pp. 190-214, 2007.  
 [Nishida 2002] T. Nishida, Social Intelligence Design for Web Intelligence, Special Issue on Web Intelligence, IEEE Computer, Vol. 35, No. 11, pp. 37-41, November, 2002.  
 [Nishida 1999] Toyooki Nishida, Nobuhiko Fujiwara, Shintaro Azechi, Kaoru Sumi, and Hiroyuki Yano: Public Opinion Channel for Communities in the Information Age, New Generation Computing, Vol. 14, No. 4, pp. 417-427, 1999.  
 [Nishida 1998b] Toyooki Nishida, Hideaki Takeda, Michiaki Iwazume, Harumi Maeda, and Motoyuki Takai: The knowledgeable community: Facilitating human knowledge sharing. In: Toru Ishida (ed.), Community Computing: Collaboration Over Global Information Networks, Chapter 5, pp. 127-164, John Wiley & Sons, 1998.  
 [Nishida 1998a] Toyooki Nishida: Facilitating Community Knowledge Evolution by Talking Virtualized Egos, In: Hans-Joerg Bullinger and Juergen Ziegler (eds.), Human-Computer Interaction VOLUME 2, Lawrence Erlbaum Associates, Pub., pp. 437-441, 1999.  
 [Nishida 1994] Toyooki Nishida and Hideaki Takeda: Towards the knowledgeable community. In: Kazuhiro Fuch and Toshio Yokoi (eds.), Knowledge Building and Knowledge Sharing, pp. 155-164, Ohmsha, ICS Press, 1994.  
 [Dawkins 1976] Richard Dawkins: The Selfish Gene, Oxford University Press, 1976.

図 2.4-17

発表・討議概要

## 2.5 「知のコミュニティと社会の観測」 松尾豊(東京大学)

Web マイニングの研究として、選挙結果予測やツイッター情報だけで地震がどこで起こっているかを予測する取り組みを行ってきた。具体的には、「地震」という言葉と「揺れる」という言葉を組み合わせ、時差も加味した予測を行っている。これを応用してインフルエンザの流行、渋滞地の同定等に活用している。さらには、ツイートした人に対して「問いかけ」を加えると2割程度答えてくれ、アクティブなセンシングができることがわかってきた。経済産業省とは消費マーケティングを行っている。これらにより、予測モデルの精度の変化推移を分析すると、Wikiのみ相関が見られて、編集回数が多いと、その後に流行が起きるといえることが見えてきた。これは、一般に流行する前にマニアが編集しているからだと考えられる。このような動きは一般化することができる。即ち、一つのコミュニティにとっての常識は他のコミュニティにとって必ずしも常識ではなく、コミュニティ間の情報伝達がどうなっていくのかを見ていくと、先のトレンドが見える可能性が示唆されたのである。

どういう活動・表現が共感を集め、社会の中にどう Integrate されていくのか？ Venture の EquityFund をクラウドソースできるようにしていくにはどうすればよいのか？ ソーシャルメディアの調査を充実化させ、コミュニティ探しをうまくできると、消費や流行のモデルを確立できるのではないかと、知のコンピューティングと連動した課題と認識している。

加えて、Edu×Tech (Education×Technology) により、教育を情報化していくことや、A/B テストによるサイト改善 (サイトを改善していく際にランダムに2パターンのサイトをつくり、より消費行動につながるデザインは何かを追究していく方法) が重要と認識しているが、ずっとやっていると A/B テストで具体的に提示するアイデアが枯渇するので、その仮説を出すところだけクラウドソーシングしている事例も出てきている。

(質疑応答ならびに討論)

横尾：募金詐欺を排除する方法は？

回答：審査することで詐欺をやりにくくしている。また、Facebook のアカウントと連携させているので、怪しいとフェンドされなくなる。

西田：ネット社会になると信頼性というのが重要になると思うが、それはどう対応すればよいか？

回答：極めて重要。これが理解できれば、何かの権威を高めるための活動にも生かせると思う。

西田：ボットと人間の区別をどうするのか？

回答：調査をする側は識別することが必要だと思うが、知識の流れとしては両方を認識していけばよいと考えている。

石田：Deep learning との関係は？

回答：Deep learning はブレイクスルーなので色々なものが変わってくるのではないかと考えているが、社会全体が変わるには時間がかかるかと思う。

鈴木：Social Media の強化に興味深いですが、対象の偏りを補正することは可能なのか？ どうすれば強固な予測モデルになるのか？

回答：通常の電話調査と同じで、サンプルを抽出した際に集団全体とのギャップを分析すればよいと思うが、単純に年齢・性別で切るのが必ずしも適切とは思わないので、これをどこで切るのかがポイントになってくると思う。



図 2.5-1

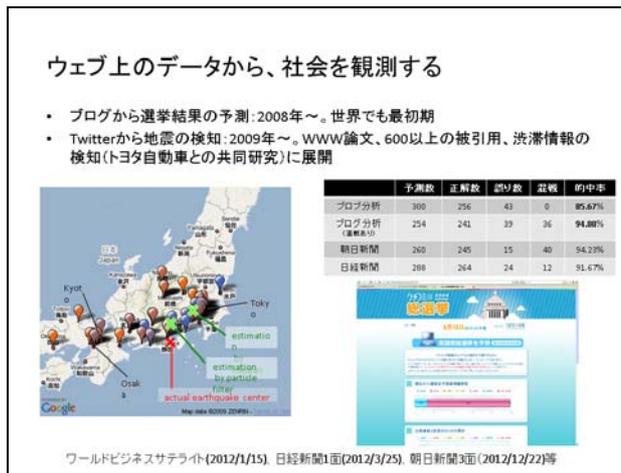


図 2.5-2

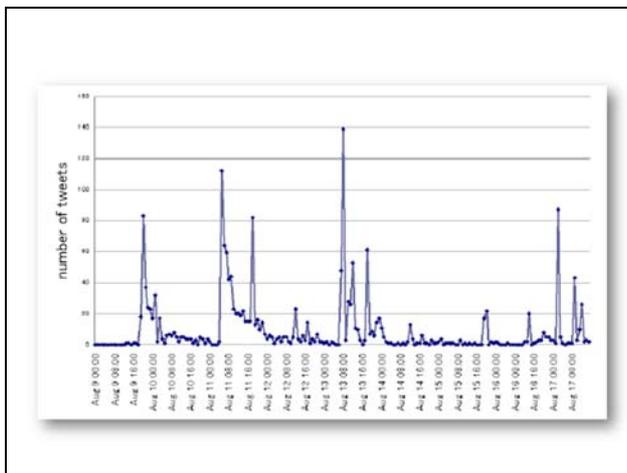


図 2.5-3

### Evaluation of Semantic Analysis

- “earthquake” query

Features	Recall	Precision	F-Value
Statistical	87.50%	63.64%	73.69%
Keywords	87.50%	38.89%	53.85%
Context	50.00%	66.67%	57.14%
All	87.50%	63.64%	73.69%

- “shaking” query

Features	Recall	Precision	F-Value
Statistical	66.67%	68.57%	67.61%
Keywords	86.11%	57.41%	68.89%
Context	52.78%	86.36%	68.20%
All	80.56%	65.91%	72.50%

- We obtain highest F-value when we use **Statistical features** and **all features**.
- Keyword features and Word Context features don't contribute much to the classification performance.
- A user becomes surprised and might produce a very short tweet.
- It's apparent that the precision is not so high as the recall.

図 2.5-4

調査方法としての確立「聞いてしまう」手法

Flu detection using twitter

Traffic event detection using twitter

図 2.5-5

### ウェブ分析に関する企業との共同研究

- ゼクシィ(結婚情報誌): 顧客の嗜好を把握し、適切なレコメンデーションを行う
- Suumo(住宅情報誌): 顧客の導線を分析し、マッチング精度を上げる
- AKB(アイドルグループ): ファンの行動を観察し、最適な広報戦略を見つける

結婚式場の観客ネットワーク

AKBのファン遷移図

図 2.5-6

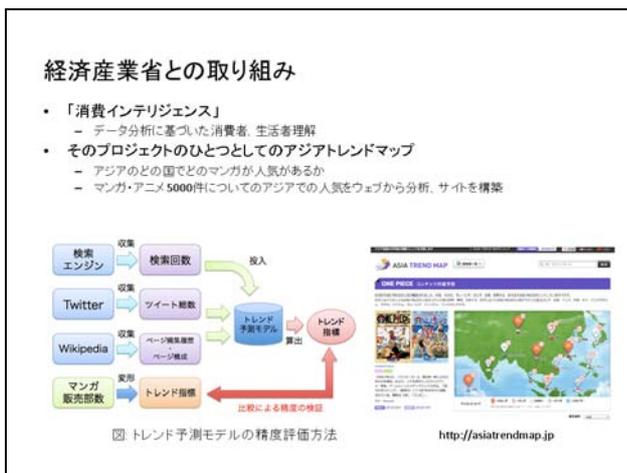


図 2.5-7

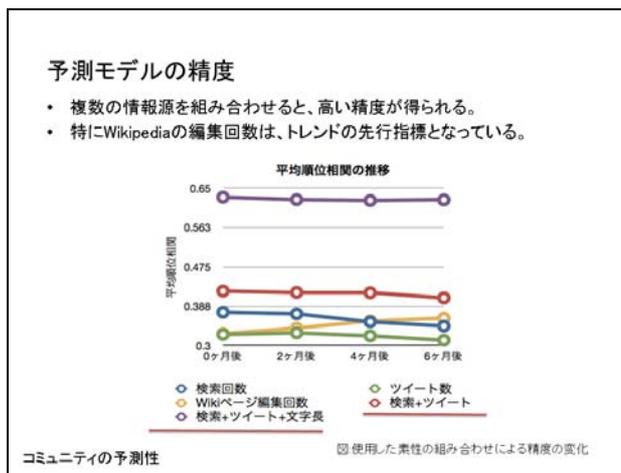
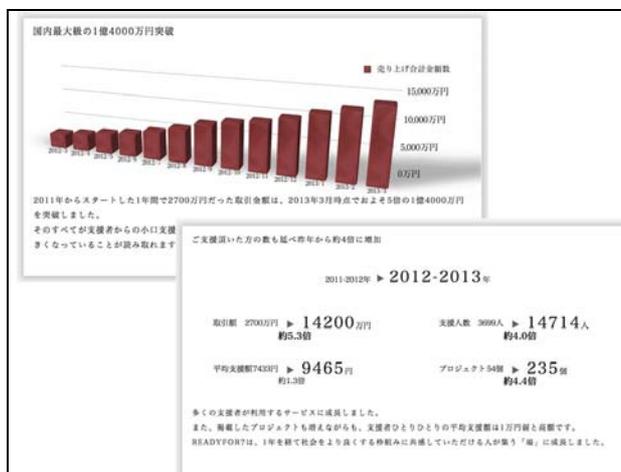


図 2.5-8



図 2.5-9



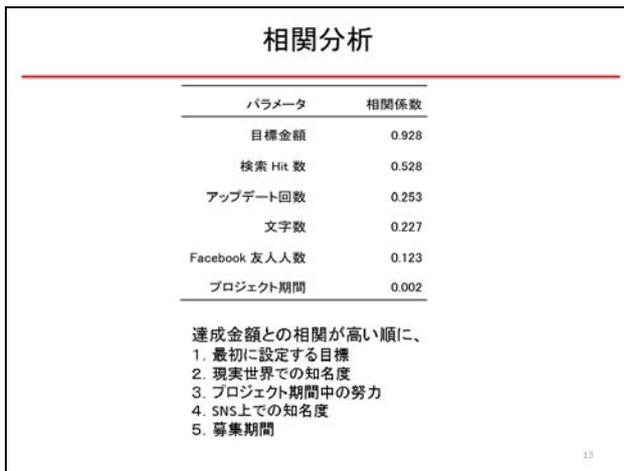


図 2.5-13

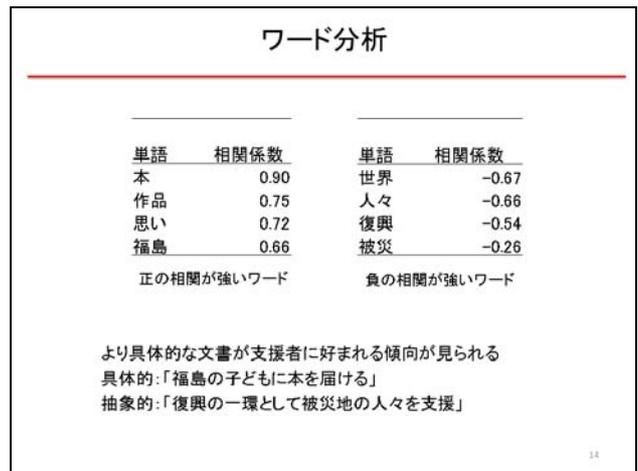


図 2.5-14

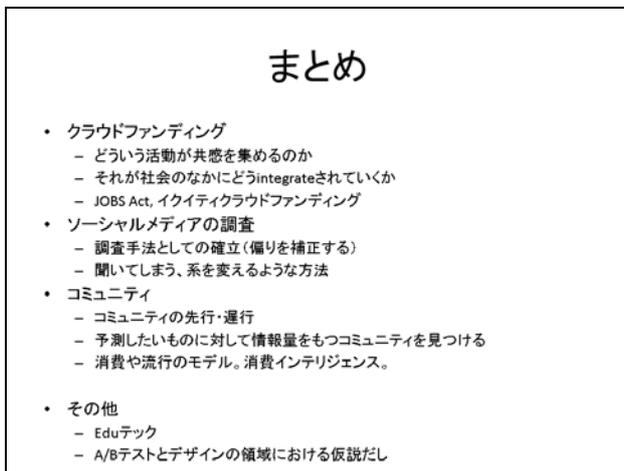


図 2.5-15

## 2.6 「自己紹介 研究紹介と知の？」 安田雪(関西大学)

社会的なネットワークを研究している。本も書いている (図 2.6-3)。

何が行為を決定するかは構造 (ネットワーク) が決めるという信念を持っている。対象・領域は不問、すべては有向グラフ (行列) で表現できる。要するに、研究しているのは、関係の見える化と最適化に関する理論と応用である。これまでに、様々な研究を行った (図 2.6-8)。共同研究者らの名前は省略させていただくが、その一部について紹介する。

六次産業とは、一次産業、二次産業、三次産業の、 $1+2+3=6$ 、生産+加工+流通をつなげるという意味である。広島県世羅郡の高原の地域内ネットワークで、リアルな行動とウェブ上のデータとの結びつけ、社会的な関係の見える化と応用を行った。

もの、情報、人の交流の現状と希望を調査し、ギャップをどうするかを課題として取り組む。例えば、ツイッターでつぶやく人々への直接調査では、1,000人を抽出するためには97,000人に声をかけた。

知のコミュニティとの関係という意味では、集団に学ぶ、集団の創発特性に起因する問題の処理と解決がある。小集団内関係の可視化や弊害解決、影響力と知識量、信頼と合意の形成 (特に世代やバックグラウンドが違ふとき) を考え、解決するような情報技術が必要と考えている。

(質疑応答ならびに討論)

西田：つながられたくない、切りたいという場合もあると思う。営業もリンクが多すぎても問題で最適値があるはず。

回答：実は関係のないところを見ている。完全グラフではすることがない。如何に持てる範囲内の資源で最適配分することが重要。つながればいいものではない。

西田：つながりのコンテキストの中で個人がどう生きていけば良いかというガイドライン的な研究はあるのか？

回答：「関係の水平線」といわれて、個人は直接の近傍は見えるが、その先は見えない制約のなかで生きている。それはむしろ見えない方が良い場合もある。しかし、見えないつながりも含めて、関係創造や最適化の研究はある。個人の資質として日本人は放っておくと結束一方になるので、橋渡し型に拡張するのも大事というようなアドバイスができる。

鈴木：ある目的のためのグラフと必ずしも目的のためではないグラフ (家が近所など) が混ざってしまう場合があると思うが。

回答：重層な多重グラフとして考える必要がある。目的を最適化するための制約条件となる、ある種の紐帯にだけ特化して、その一面だけをみているというのが事実だろう。

石田：Facebook と年賀状のネットワークは違うが、どの程度一致・乖離しているのか？

回答：分からない。その乖離の紐付けが課題である。



図 2.6-1

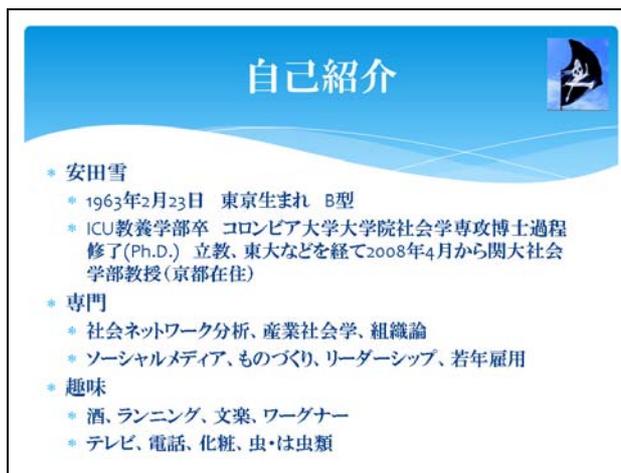


図 2.6-2



図 2.6-3



図 2.6-4

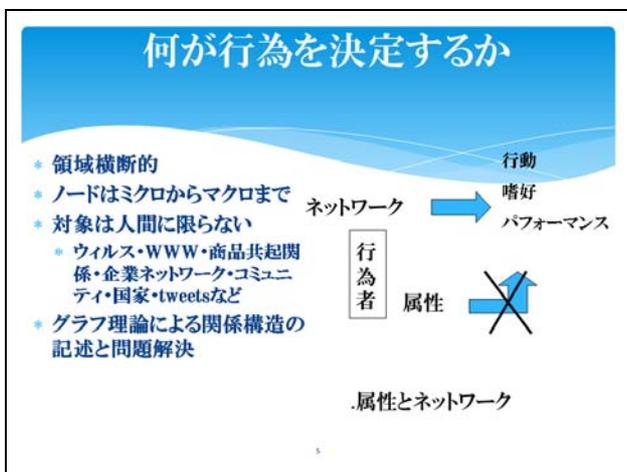


図 2.6-5

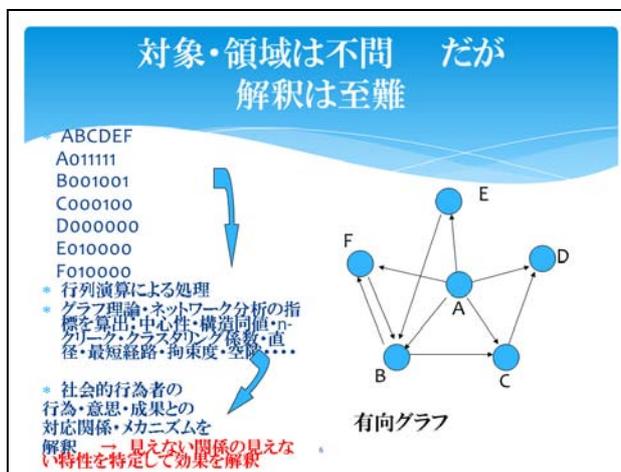


図 2.6-6

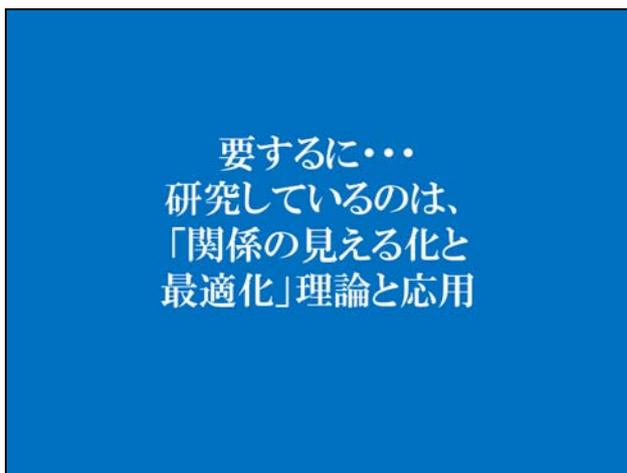


図 2.6-7

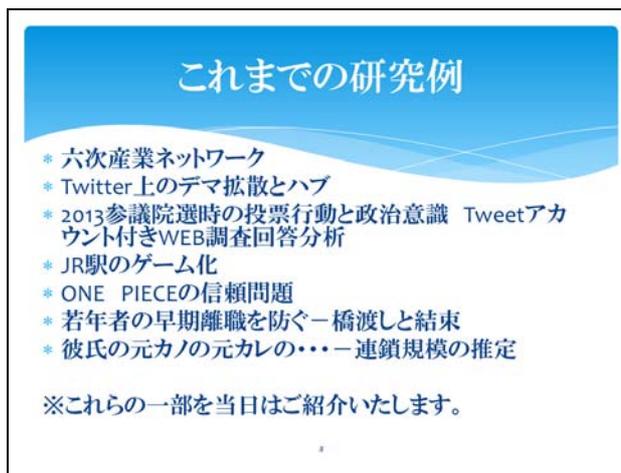


図 2.6-8

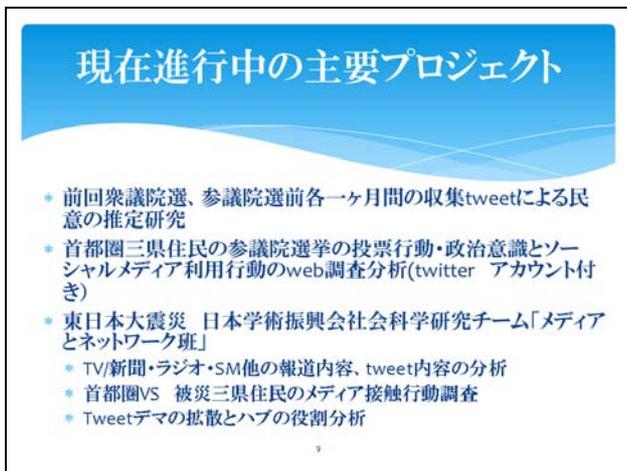


図 2.6-9

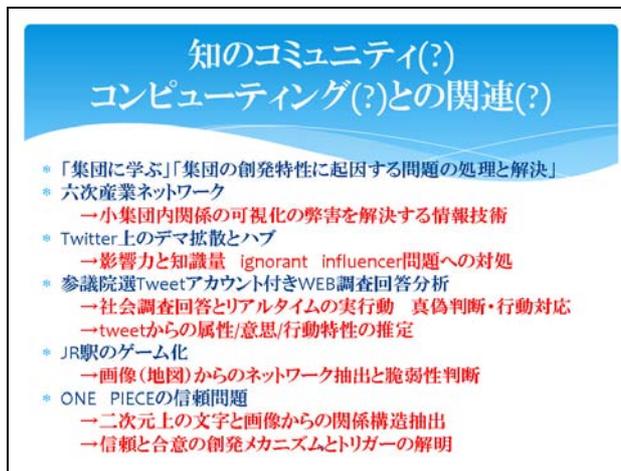


図 2.6-10

## 2.7 「知のコミュニティとマーケットデザイン」 横尾真(九州大学)

研究分野は、計算機科学の中でも人工知能、特にマルチエージェントシステムである。複数の自律的な主体が、異なる目的をもって相互作用する。エージェント間の合意形成のルール作りがマーケット（メカニズム）デザインと呼ばれる。マーケットデザインは現実の複雑な様々な財の取引を対象とする。例えば、周波数、研修医配属、学校選択など。

Vickrey 入札（第二価格入札）はわかりづらさから使われていなかったが Google の検索連動広告で使われて注目された。はじめは従来の第一価格で入札したためダミー検索が蔓延したが、Vickrey 入札を使うようになって入札額が安定した。結果的に現在世界中でも頻繁に使われている方式となった

ミクロ経済学（ゲーム理論）と計算機科学のコラボである。経済学者は賢い人が多いが、一方でものを作る力がないので計算機科学の人間も貢献できると考えている。

知のコンピューティングとの関係では、新しい最適化技術、たとえば資源配分、複数主体の最適化のパラダイムに使える。また、ソーシャルコンピューティングのためのマーケットデザイン、正しいインセンティブを付与するための人間の認知限界を考慮した理論の構築を目指している。

（質疑応答ならびに討論）

石田：マーケットデザインとインセンティブデザインの関係は？

回答：マーケットをうまく行かせるために参加者のインセンティブを与える。

石田：独立か？

回答：同じ。ルールを決めることはインセンティブを与えることと同じ。ルールを変えることでインセンティブが変わる。

五十嵐：人工知能学会の人はどういう研究しているのか。

回答：知能をつくろうという人もいるが、社会的なインタラクションの追求もあり、身体性もあり様々な研究がある。メカニズムデザインは少ない。

西田：年俸制の決め方はどうしたらいいか？

回答：リスクに対する配慮、競争など。

西田：クラウドソーシングの価格設定にも共通かと思うが。

回答：成功・失敗の価格差を考えることだと思う。

岩野：インセンティブのひとつに情報もあるのでは？そういう研究は？あるいは、知を伝搬するためには情報を財にしないといけないが、そういう研究はされているのか？

回答：情報財の研究はやられている。通常の財とは違い最初の一個が大変だがコピーは簡単で、扱いにくい分野。

松尾：マクロ経済は関係あるか？

回答：分からない。コンピュータサイエンスとミクロ経済学はフォン・ノイマンが起源なので近いが、マクロは興味の対象が違う。

石田：インセンティブデザインとマーケットデザインが同じというのに納得出来ない。お金になりにくいものをどう扱うか。

回答：お金のないマーケットもある、腎臓移植など。メカニズムは、数値化する場合も、順番というのものもある。

## 研究紹介

九州大学大学院  
システム情報科学研究所 情報学部門  
主幹教授 横尾真

図 2.7-1

## 横尾の研究分野

- 計算機科学
  - 人工知能
    - マルチエージェントシステム
- 複数の自律的な主体(人間, ソフトウェア等)の相互作用に着目した研究分野
- 各主体(エージェント)は異なる目的を持つ
- マルチエージェントシステムの基礎理論として, ミクロ経済学, ゲーム理論が用いられることが多い
- エージェント間の合意形成のルール作り=マーケット/メカニズムデザイン

図 2.7-2

## マーケット(メカニズム)デザイン

- ミクロ経済学/ゲーム理論で得られた知見をいかして, 現実の市場や制度の設計/修正を行う研究分野
- 「マーケット」は, 神の見えざる手による理想化された古典的な市場ではなく, 現実の複雑な, 様々な“財”の取引を対象
  - FCCの携帯電話の周波数帯域利用権のオークション
  - 研修医配属問題/学校選択制/腎移植ネットワーク

図 2.7-3

## 通常の入札

- 最も高い入札をした入札者が, 自分の入札値で落札
- 他者の入札値を事前に察知できれば利益になる

図 2.7-4

## Vickrey入札

- 最高値の入札者が落札
- 支払う金額は二番目に高い入札値

図 2.7-5

## Vickrey入札の性質

- 自分の支払う意思のあるぎりぎりの金額を入札するのが最適(正直が最良の策/誘因両立性)
- 他者の入札値を知っても利益にならない
  - 自分の評価値が\$8000の場合:
    - (A) 他者の入札値の最高額が\$8000未満: 何を入札しても支払額は同じ
    - (B) \$8000以上: 何を入札しても利益を得ることは不可能

図 2.7-6

### Vickrey入札の性質(続き)

- 全員が自発的に正直に行動する結果、社会的に望ましい結果が得られる＝社会的余剰(参加者の効用の総和)が最大化される
- 主催者の収入も、他の方法(第一価格)と比較して同程度であることが証明されている(収入同値定理)
- しかし、現実に使われた例は少ない(最近までは!)
- 問題点: 分かり難い、自分の評価値が分からない、売手が信用できない、評価値=原価を知られたくない

7

図 2.7-7

### 検索連動広告

8

図 2.7-8

### 検索連動広告

- 広告主はキーワードに対して入札額を設定
- キーワードが検索されると、入札額の高い順に広告がユーザに提示される
- ターゲットを絞った広告が可能
- ユーザが広告のリンクをクリックした場合のみ、広告主はサーチエンジンに広告料を支払う (pay-per-click)
- 広告料をどう設定するか?

9

図 2.7-9

### 広告料の設定方法

- 初期のシステムでは、広告主は入札に等しい額を支払っていた(第一価格)
  - 入札額の設定方法が難しい
  - ダミーの検索を行い入札額を変化させる等の行為が蔓延
- k番目のスロットを得た広告主は、k+1番目の入札額に等しい額を払う方式(第二価格の一般化)に変更
  - 入札額が安定

**Lessons Learned:**

- Vickrey入札は、理論的に優れた性質を持つにも関わらず、従来は広く用いられることはなかった
- 今では世界中で最も頻繁に実行されている入札方式
- 人間が用いるオフラインの取引では問題が表面化しなかったメカニズムでもインターネット上に構築されたエージェントを含む系では破綻する可能性がある

10

図 2.7-10

### ミクロ経済学／ゲーム理論と 計算機科学のcollaboration

- 境界領域での応用分野／研究テーマが広がっている  
→ 今がチャンス?
- マーケットデザインを本気で考えるなら、いつかは実現可能性をチェックする必要がある
- 計算機科学者は(少なくとも研究室の学生は)コンピュータが使える、色々なツールを使いこなせる、必要があればカスタマイズしたり、自前でプログラムも書ける
- 経済学／ゲーム理論で得られたメカニズムを実証する、計算量等の実現可能性を考慮した新しいメカニズムや均衡を設計／探索する等の場面で、collaborationが有効
- 人工知能研究者は何でも屋、新しい領域を苦にしない  
→ 経済学／ゲーム理論と、計算機科学の橋渡し?

11

図 2.7-11

### ミクロ経済学／ゲーム理論と 計算機科学のcollaboration (contd.)

- 科研費基盤研究Sのプロジェクトが進行中
  - 課題名: 持続可能な発展のための資源配分メカニズム設計理論の確立、H24年度～28年度(5年間)、研究代表者: 横尾
  - プロジェクトの特徴: 計算機科学とミクロ経済学の文理融合型の研究、ミクロ経済学分野の日本を代表する研究者が参加
    - ミクロ経済学分野より、神取(東大、繰り返しゲームの世界的権威)、船木(早稲田、実験経済学、協力ゲームの第一人者)、計算機科学分野より田村(慶應、離散凸解析の第一人者)

12

図 2.7-12

発表・討議概要

**知のコンピューティングとの関連**

- 新しい最適化技術のパラダイム
  - 人材も含めた希少な資源の望ましい配分を求めることは持続可能な発展のために必須
  - 単一主体による最適化から、異なる目的を持つ複数の主体による最適化へ
- ソーシャルコンピューティングのためのマーケットデザイン
  - 人間の認知限界を考慮した理論の構築

13

図 2.7-13

## 2.8 「デザインのためのインタフェース」 五十嵐健夫(東京大学)

ユーザインタフェースとコンピュータグラフィックスの研究を行っている。長期的な目標として、メニューコマンドより自然なインタフェースを目指している。

本日は、ERATOの5年プロジェクトの成果を報告する。問題意識は、受動的な娯楽消費生活から能動的な表現・生産活動に変えることである。

個人による表現とものづくりの創造活動を支援する技術を開発した（以下、発表では、実際のアプリケーションのデモンストレーションを実施しながら説明）。

- 1) 高度な映像表現、3Dデザイン、アニメーション
  - 2) 生活デザインのための技術：服やかばんを自分で作る、ぬいぐるみ（デザインと型紙）
  - 3) ロボット・家電操作のための技術：掃除、ライトシステム
- 以上、自らの手を動かして何かを創る、意のままに操ることを補佐する技術を開発した。

（質疑応答ならびに討論）

西田：人間が考えて作るのではなく、システムが教えてくれるものはないか？

回答：これからの課題。今は、やりたいことがある人を支援する段階。

野田：いわゆる GUI (Graphical user interface) で使い始めた人が CUI (Character user interface) に乗り越えられないというギャップと同様な壁はあるか？

回答：そうした壁はある。私は全く別ものだと思っている。GUIで満足する人が大勢いる。

野田：プロになる人は学び直す必要があるということか？

回答：そのように考えている。

鈴木：操作の記録はしているのか？人が創造性をどう発揮するようになるかという研究にも手を付けてほしい。

回答：現在は取り組んでいない。CGの分野もデータドリブンの流れが始まったところ。

西田：どこに知識、知恵が集積されているか？

回答：現状は、私の知恵や知識をプログラムした段階。そこから先へ行くには、丸を描いたときに、どんな形で表現して欲しいか、文化によって違うと思うが、そこをやる必要がある。

高島：リアルタイムのフィードバックが必要な場合はマウス以外のデバイスが良いのではないか？

回答：マウス以外もやっているが、多くの人が使えらるマウスでやっている。

鈴木：なぜタブレットにしないのか？

回答：学生時代は欲しかったが買えなかったのでマウスに習熟してしまった。細かい作業はタブレットの方がやりやすい。

## デザインのためのインタフェース



五十嵐 健夫

東京大学 情報理工学系研究科 教授  
JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト 総括

図 2.8-1

## 研究分野

User Interface

コンピュータを使いやすくする

Computer Graphics

視覚的な表現を豊かにする

図 2.8-2

## 長期的な目標



メニュー・コマンドによるインタラクション  
→より自然なインタラクション

図 2.8-3

## 問題意識

受動的な娯楽消費生活 大量生産・大量消費

テレビ・映画・音楽CD・衣服・雑貨・家具



能動的な表現・生産活動

自ら作品を作り表現する  
自分で使うものは自分で作る

図 2.8-4

## 個人による表現とモノづくりの潮流



2006

2007

2012

コンシューマジェネレーテッドコンテンツ、プロシューマー、メーカーズ

図 2.8-5

## 具体的な内容

創造活動を支援する技術の開発

映像表現 (3次元、アニメーション)

生活で使うモノ (服、家具)

ロボットの行動・家電の動作

これらを実現するインタラクション手法の開発

図 2.8-6

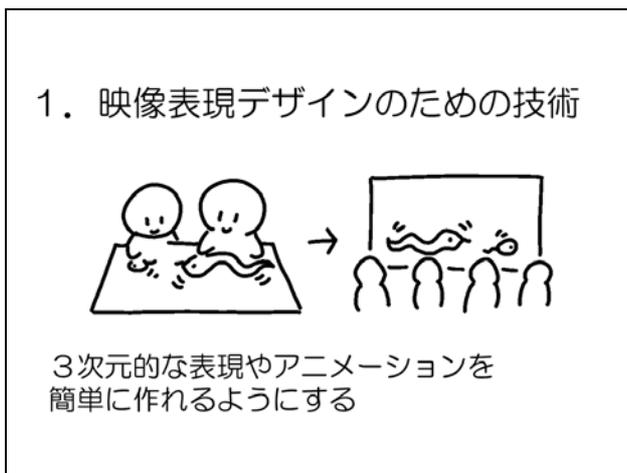


図 2.8-7

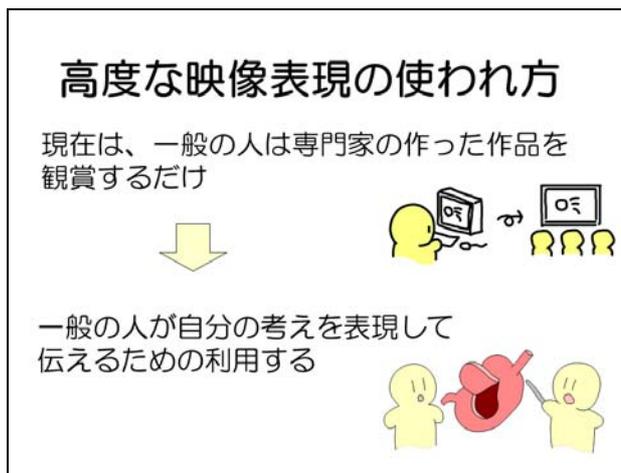


図 2.8-8



図 2.8-9

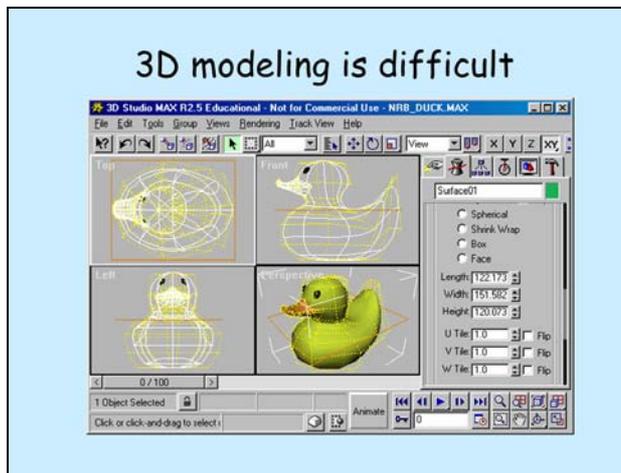


図 2.8-10

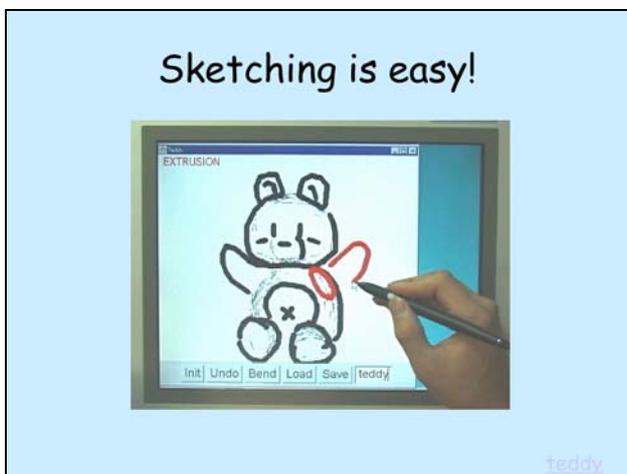


図 2.8-11



図 2.8-12

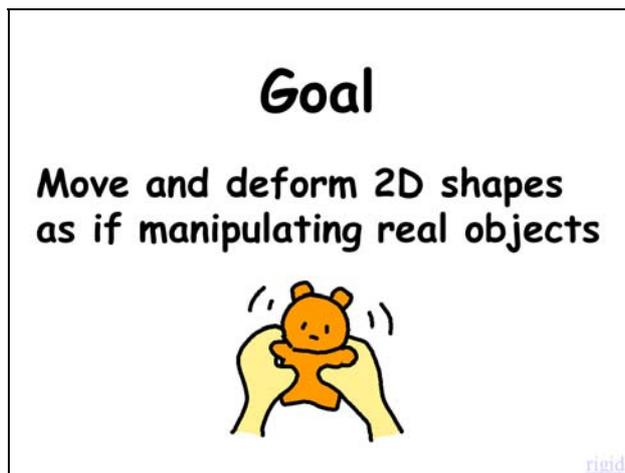


図 2.8-13

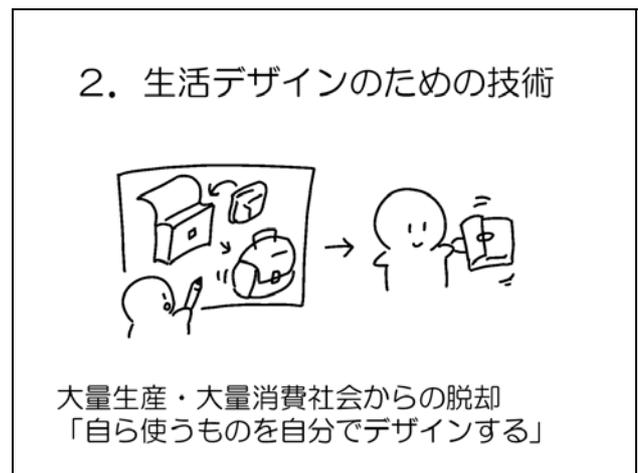


図 2.8-14

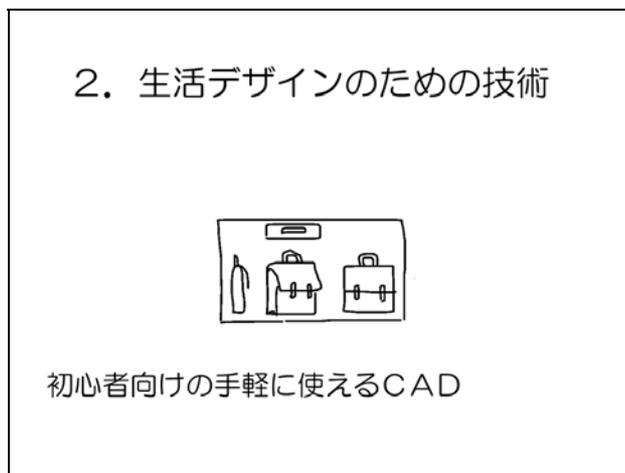


図 2.8-15

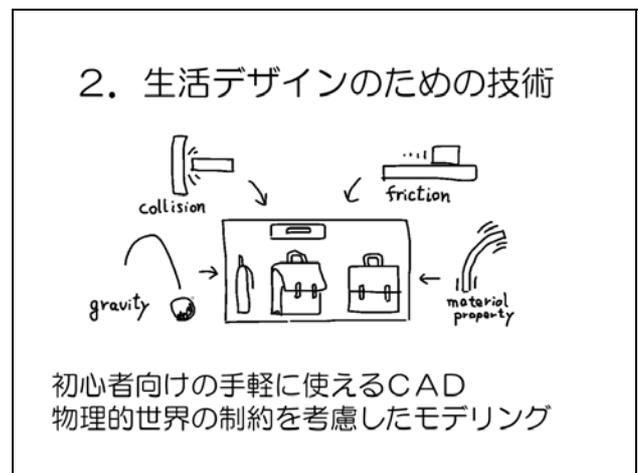


図 2.8-16



図 2.8-17



図 2.8-18



図 2.8-19

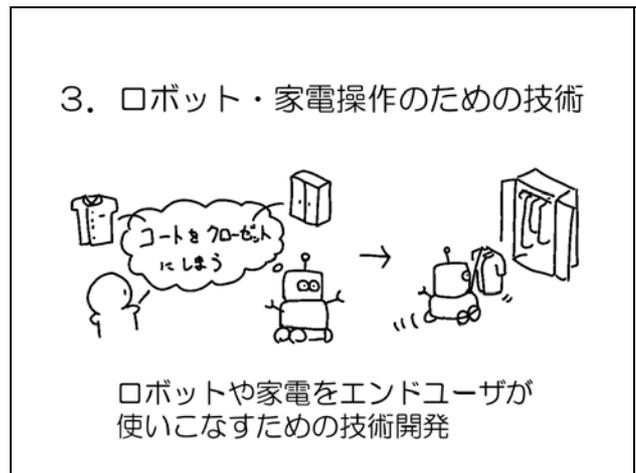


図 2.8-20

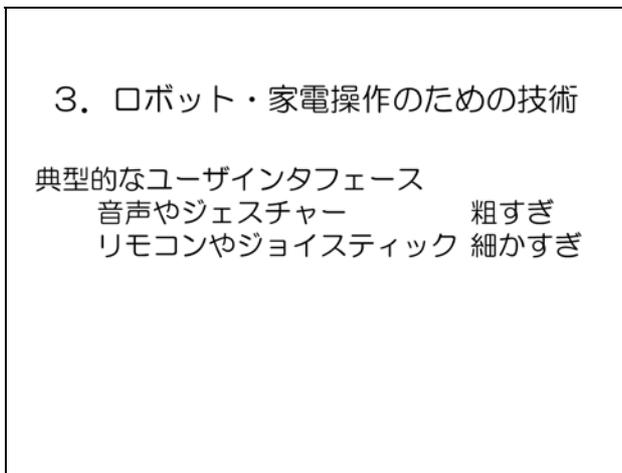


図 2.8-21

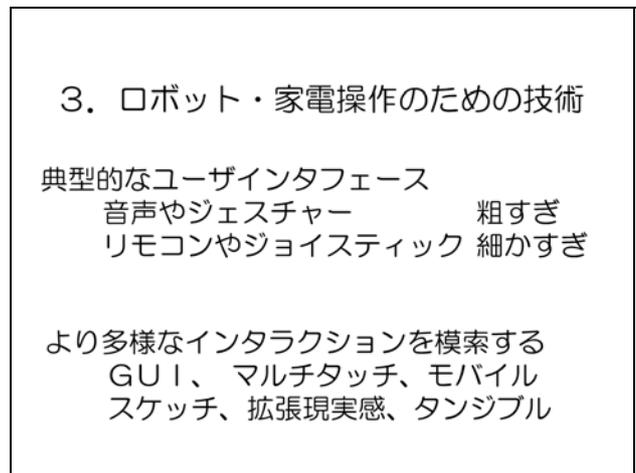


図 2.8-22

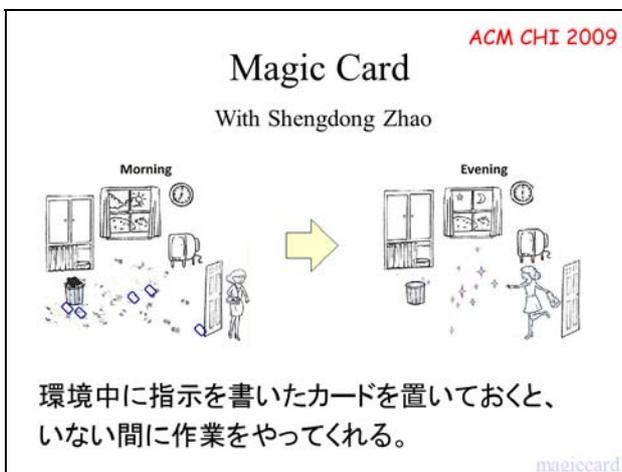


図 2.8-23



図 2.8-24

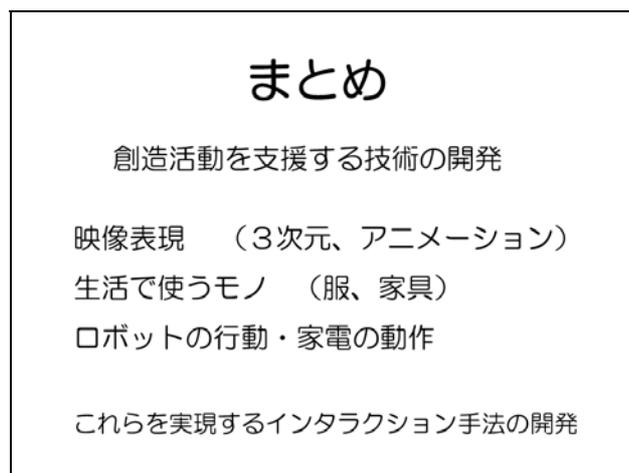


図 2.8-25

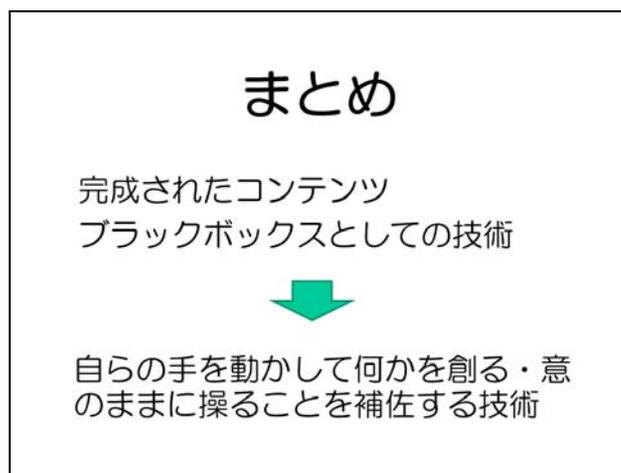


図 2.8-26

## 2.9 「強い AI としての社会シミュレーション」 野田五十樹(産業技術総合研究所)

知能研究と社会システム設計を研究している。

強い AI とは何かというと、一つには、一体の「賢い」プログラム、たとえば、コンピュータ将棋、コンピュータ囲碁、東大入試ロボットを作ることである。もうひとつは、社会の活動の複雑さを計算機上で再現することである。市場・経済、人流・交通、情報伝達シミュレーションなど、社会シミュレーションを実現するための知的エージェントや、ビッグデータから将来を予測するためのモデル化である。これにより、なぜ社会はこうなっているのか、どうなりうるのかを明らかにすることができる。

様々な応用分野が考えられる。防災訓練、交通・物流システム、経済制度設計、未来予測。例えば、オリンピック前の工事から後の活用を含めた延々としたシミュレーション。

何のために設計するのが重要である。社会は変化していくものと捉えた場合に、システムの最適化を現実の社会に適用して意味があるのか。効率、個人、全体？むしろ、システムの安定化と堅牢化が重要である。破綻のこない制度維持、想定外からの回復力の計量などが重要。

CREST では、HPC (High Performance Computer) による社会シミュレーションを研究している。結果を見せて気づきを促すことが重要。例えば、災害シミュレーションでは、どんなことが起こりうるかすべてを見せることが大切。Triage の非常時救急医療プロセスシミュレーションでは、人間の愚かな部分も含めてシミュレーションする。

(質疑応答ならびに討論)

高島：Triage のボトルネックをシミュレーションで発見できるのか？

回答：今のところは人間が見つかる。

西田：シミュレーションと本物との関係として、訓練でどういう知恵が出てくるのか？

回答：訓練では出てきた課題が計測できるように次の訓練をデザインする。そのためには人間の動きを把握することが重要。また、訓練の際に困った状態を作り出して新しい知恵を出してくる。そういう循環で知識をためてゆく。

石田：マクロシミュレーションとマイクロシミュレーションの関係は？

回答：2つ考え方があり。マクロの結果を使ってマイクロシミュレーションする。最近では計算機のパワーが早いので考えられる全部のシミュレーションをしてあとで選ぶ方法もある。また、マイクロしかできないこともある。例えば TX (つくばエクスプレス) ができたことでつくばの人の行動が変わった。それをマクロにフィードバックする。それを含めたデザインがある。

鈴木：将来、マイクロとマクロのサイクルを回すと、リアルから離れてしまうのでは？

回答：防災で述べたように取得したデータをシミュレーションに入れる仕組みが必要。人間社会の予測は台風の予測に比べて幅広い範囲の予測になる。時間が進んだ後で可能性のない範囲を刈り取る、これをデータ同化という。



図 2.9-1

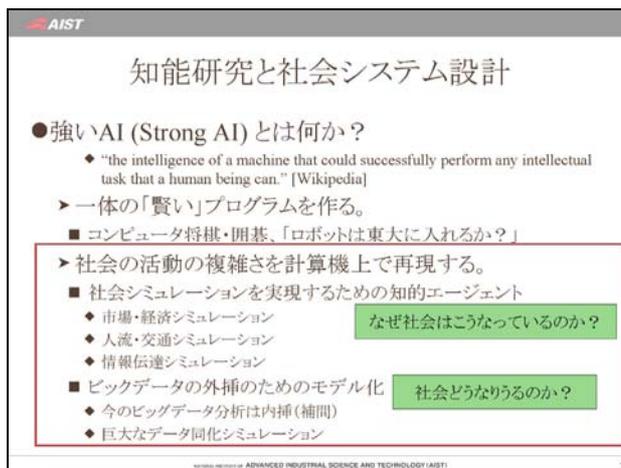


図 2.9-2

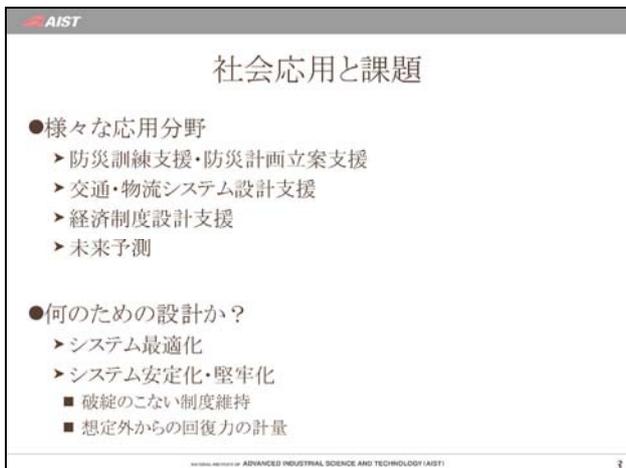


図 2.9-3

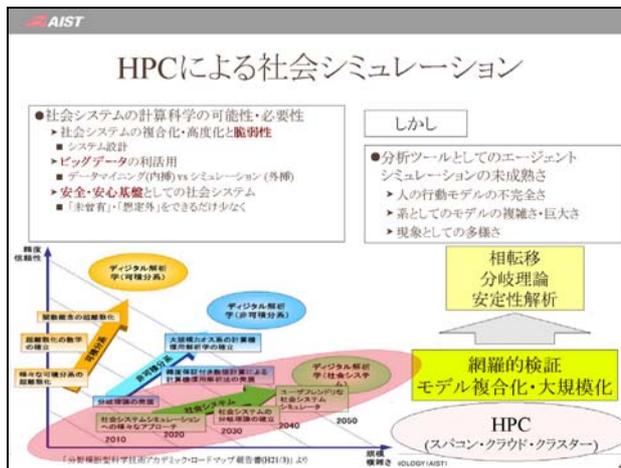


図 2.9-4

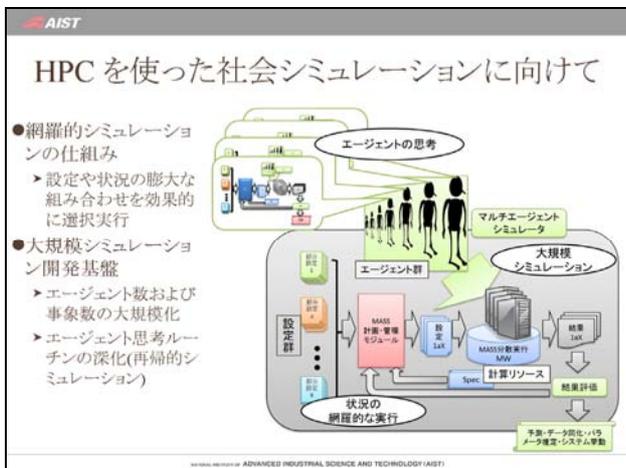


図 2.9-5

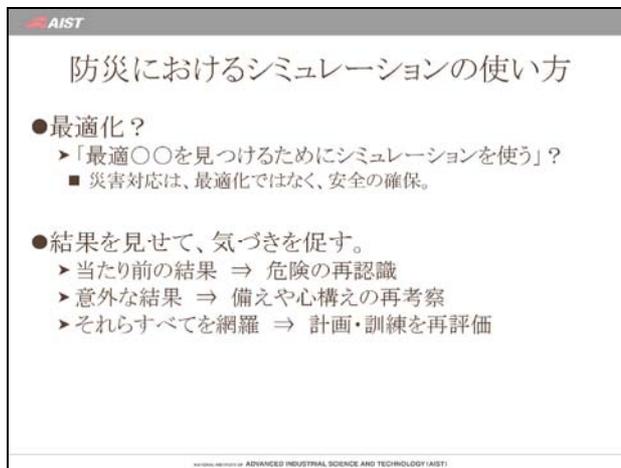


図 2.9-6

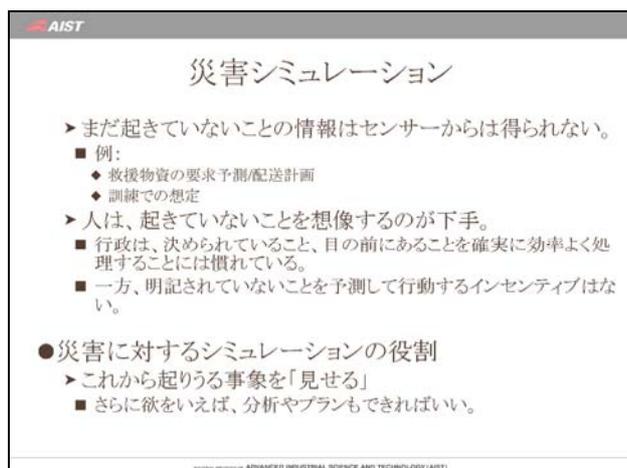


図 2.9-7

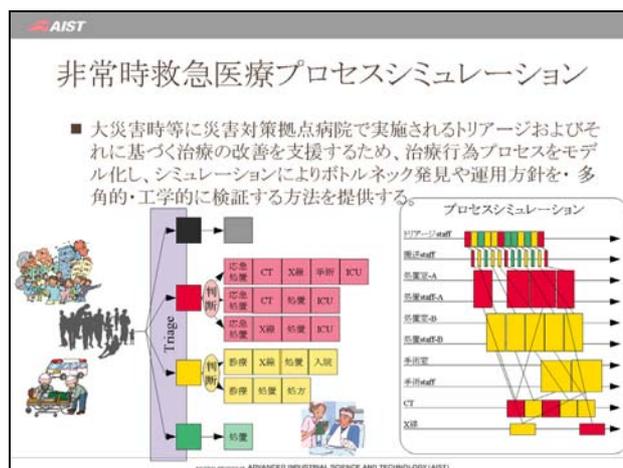


図 2.9-8

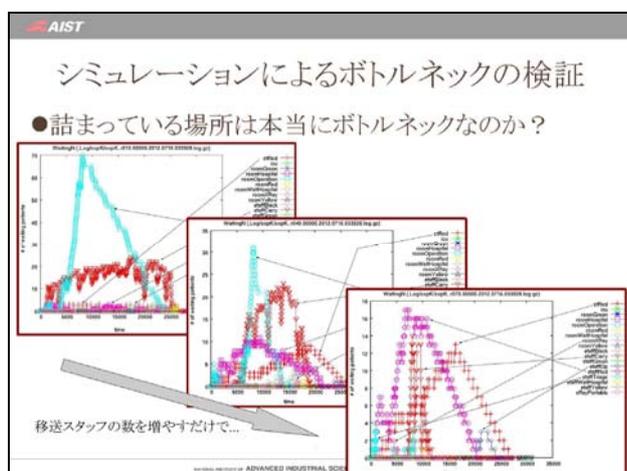


図 2.9-9

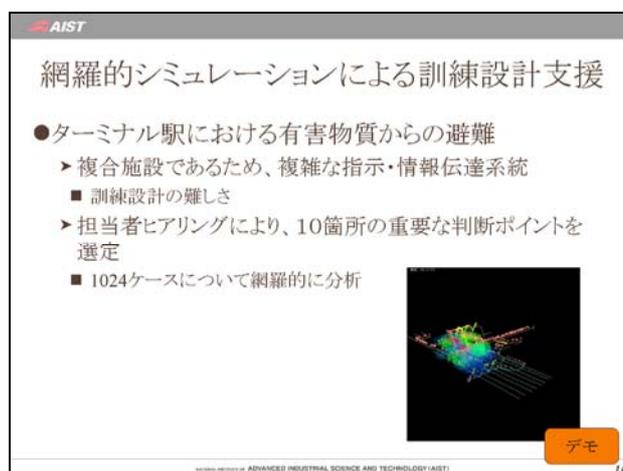


図 2.9-10

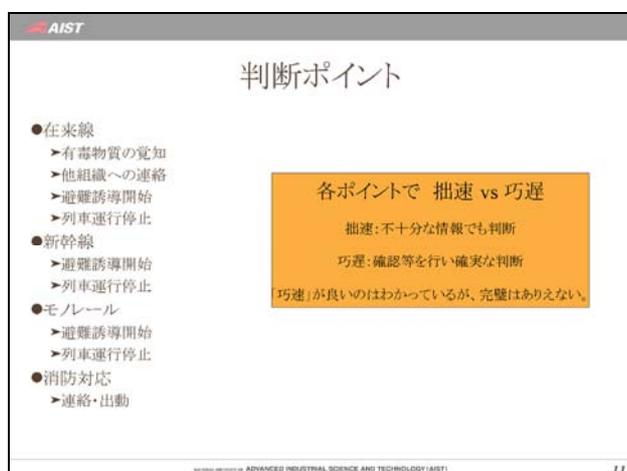


図 2.9-11

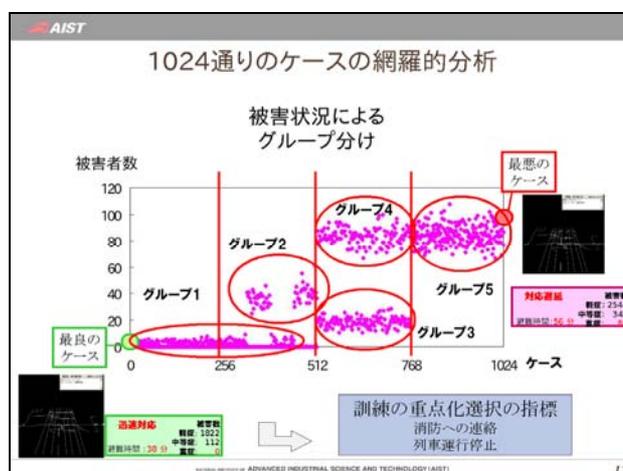


図 2.9-12

発表・討議概要



図 2.9-13



図 2.9-14

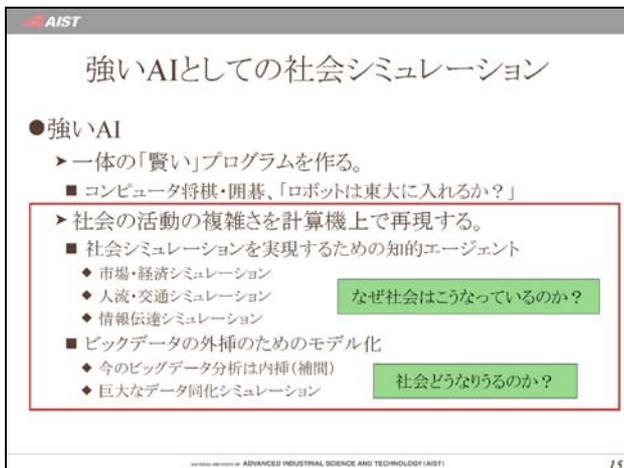


図 2.9-15

### 3 グループワーク

参加者全員が3つに分かれてグループワークを行った。まず、ワークショップのはじめに提示した知のコミュニティの定義と構造（図3）について議論を行った。次に、知のコミュニティの定義と構造を踏まえて、2020年のチャレンジテーマを設定し、チャレンジの実現に必要な、知識、技術、社会制度（ビジネスモデル）を抽出した。

さらに、抽出された知識、技術、社会制度について、現状、未来（2020年の達成目標）を描くとともに、それらのギャップを埋めて目標達成するための課題を同定した。

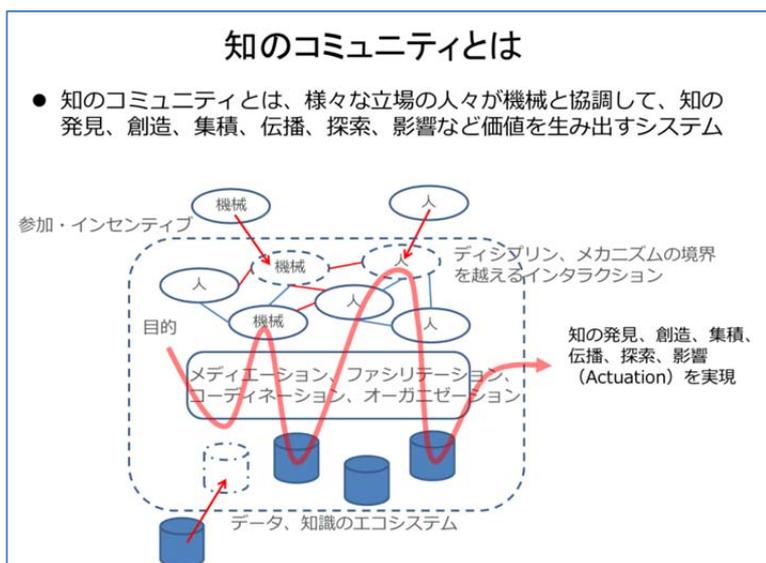


図3

3つのグループ全体で以下の4つのチャレンジが抽出された。

- チャレンジ1 オリmpicを想定したクラウドソーシングによるサービス提供
- チャレンジ2 人がコミュニティの中で楽しみながら効率よく学習することを支援
- チャレンジ3 コミュニティコンピューティングによる特許や知の創製
- チャレンジ4 社会リスク・コストをなくすゼロ社会の実現

詳細は次ページ以降の各グループの報告に記載する。

### 3.1 グループ A

リーダー：石田亨

サブリーダー：鈴木慶二

メンバー：鹿島久嗣、松尾豊、高島洋典

チャレンジとして、目標達成時期が 2020 年という時期でもありオリンピック、パラリンピックを契機とすることが適当であるということになった。さらに、クラウドソーシングを、現状のプロバイダーが提供している、単純作業を分割して多数の人間に細かな作業を割り当てているという狭い意味ではなく、かなり高度な作業も含めて、群衆の知恵を利活用することであると定義した。以上の議論により、グループ A のチャレンジとしては、「オリンピックを目指した、広い意味でのクラウドソーシングに基づく新サービス・ビジネス」を設定した。

知のコミュニティの定義については、CRDS の設定では「さまざまな立場の人々が機械と協調して、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響（Actuation）など価値を生み出すシステム」となっている。しかし、これではコミュニティをツールとしてとらえており、コミュニティの研究者からは違和感を感じるとの指摘があった。コミュニティはもともとそれ自体で存在するものであり、何かのツールとして使われるものではない。また、機械と協調するというのも不自然であるし、2020 年あたりを想定しても、機械が人間の協調の対象になるとは想定しにくい。ただし、ICT がコミュニティにおける人と人との連携の媒介にはなるであろうということは想定できる。

そこで、グループ A では、知のコミュニティは、「関心を共有する人々が、ICT を媒介として、知の発見、創造、集積、伝播、探索影響などを通じて価値を生み出すシステム」と定義した。

それぞれの参加者が、上記の想定に従って、自らの研究分野を中心にして、課題を挙げ、それらをクラスタリング、抽象化して研究課題を設定した。大きく分けて次の 7 つを設定した。

- ①MOOC (Massive Open Online Course) への資格導入によるクラウドソーシングの質保証
- ②国や文化に根ざした多種多様なコミュニティダイナミクスの理解
- ③ICT との融合によるモノづくり PDCA の高速化
- ④コミュニティを導くための共感・共鳴技術
- ⑤データドリブンのメカニズムデザイン
- ⑥社会的意思決定のための人（社会）同化型シミュレーション
- ⑦創造的な活動を妨げない法制度

詳細を次の表 3.1 に示す。

	現在	研究課題	目標達成時
知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 質の保証されない不安定な雇用のクラウドソーシング</li> <li>● 学習コンテンツを個人が場当たりに選択。</li> <li>● 大量生産を前提としたものづくりはPDCAサイクルが長い。</li> <li>● 同じトピックでもコミュニティによって先行性、遅行性の差が生じる。</li> <li>● クラウドファンディングなどで言葉の選び方で結果に大きな影響が出ている。</li> <li>● 事前的なシステム設計と事後的な分析。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MOOC (Massive Open Online Course) への資格導入によるクラウドソーシングの質保証。</li> <li>● 国や文化に根差した多種多様なコミュニティダイナミクスの理解。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 個人の特徴・指向に応じたコンテンツセットの推薦と学習度評価。</li> <li>● 他者の存在感など効果的インセンティブを伴うMOOCの実現。</li> <li>● クラウドソーシングを通じた成長と雇用安定。</li> <li>● オリンピックパラリンピックの運営団体の意識高揚。</li> <li>● BOP (Base of the Pyramid) からのオリンピック参加支援。</li> <li>● 共感・共鳴のパターンの違いを越えたオリンピックの感動の共有。</li> <li>● 日本をあげたおもてなしの流れができる。</li> </ul>
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 理論的設計と個別データが遊離。</li> <li>● シミュレーションと現実(人間の行動)との乖離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ICTとの融合によるモノづくりPDCAの高速化。</li> <li>● データドリブンメカニズムデザイン。</li> <li>● コミュニティを導くための共感、共鳴技術。</li> <li>● 社会的意思決定のための社会同化型シミュレーション技術。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コミュニティダイナミクスに応じたフレーム提示、仮設生成による相互理解技術の実現。</li> <li>● 3D データの共有やモノづくりオープンソースコミュニティによりオリンピックグッズが進化。</li> <li>● 個別のサービスに適したメカニズムのデザイン。</li> <li>● オリンピックスタジアム付近の交通シミュレーション。通行規制による安全確保。</li> </ul>
制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● デジタルファブリケーションにおける著作権や製造責任が曖昧。</li> <li>● 共創を支える知財の仕組みがない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 創造的活動のための自由で責任ある法制度。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安心して自分の作品を公開。</li> <li>● 創作物の安全性信頼性を認証する簡便な方法が実現。</li> <li>● オリンピック、パラリンピックの映像を個人が配信。著作権問題なし。</li> </ul>

表 3.1

【質疑・コメント】

野田：人同化型とあるが、例えばフライトシミュレータのように、Man-in-the-Loop型シミュレーションというのは以前からあり、混同される可能性がある。Social-in-the-Loopという考え方の方が良い。社会同化型。

五十嵐：MOOCへの資格導入の意味は？

回答：卒業した人の質を保証する。クラウドソーシングに参加するときのスキルの格付けになるというような意味。

## 3.2 グループB

リーダー：西田豊明

サブリーダー：茂木強

メンバー：五十嵐健夫、安田雪、島津博基、岡山純子

知のコミュニティの定義については、CRDS の設定では「さまざまな立場の人々が機械と協調して、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響（Actuation）など価値を生み出すシステム」となっている。しかし、2020 年を想定しても、機械がコミュニティの一員となり、人間の協調の対象になるとは想定しにくい。あくまで相補的な関係ではないかという意見があった。

「価値」については、現実社会対応型と創造型があり、例えば、前者については地震など災害時の緊急対策として、医者、看護師だけでなくロボットが参加するというもの、後者としてはサッカーチームにロボットが入るようなものが考えられる。後者の流れから、「主観の共有（体験）」、「小学校6年生が言語を問わずグローバルに算数を学べる」、「自分が学習したものが他人に分け与えられる」、「スポーツがうまくなる」、「おいしい料理が作れるようになる」、「医学知識が身につく」などの意見が出た。

以上の議論を踏まえて、グループ B のチャレンジとしては、「人がコミュニティの中で楽しみながら効率よく学習できる環境を機械（デジタルプロフェッサー）が支援する」とした。学習プロセスを可視化し、共有するとともに、評価し、フィードバックするような環境が想定される。

チャレンジ実現に向けた研究課題として、可視化、共有、評価を重要な切り口として議論した。可視化においては、「主観的な知の見える化」、「学習仲間」、「学習が貢献につながる」等の実現がキーファクターとなる。

共有においては、教材にするために、プロセス（失敗を含む）や他の人がどんなことを疑問に思っているか集約することが求められる。

評価は、学んだ結果やスキルを評価するメカニズム、生徒の貢献も認定して報酬を出す仕組みと理論（マイクロ報酬）が必要との意見があった。

その他、異言語で議論できる環境をつくることや単に人並みな教育でなく、子供から大人まで一流の人をプロデュースすることが期待される。

これらをクラスタリング、抽象化して大きく6つに整理した。

- ①主観的な知の外在化、知の見える化技術
- ②プロセスの共有
- ③暗黙知の表現
- ④評価
- ⑤多言語での議論を行う環境
- ⑥マイクロ報酬制度

詳細を以下の表 3.2 に示す。

	現在	研究課題	目標達成時
知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>● テストの点数しかわからない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学習プロセスのモデル化（個人・集団）</li> <li>● 協調学習理論</li> <li>● 学習からの付加価値創出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● デジタルプロフェッサー</li> <li>● 世界一流クラスの技術・技能が身につく環境（例：おいしい料理が作れる。スポーツがうまくなる。医学知識が身につく。日曜大工がうまくなる）</li> </ul>
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MOOC（Massive Open Online Course）（対個人）</li> <li>● 静的な教科書、ビデオ教材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学習プロセスの共有技術（失敗含む）</li> <li>● 主観の共有技術</li> <li>● 言語化されない知（スキル）を表現、蓄積、伝播する技術</li> <li>● 抽象的な概念をわかりやすく可視化する技術</li> <li>● 知的演出技術</li> <li>● コミュニティの疑問や意見、民意・世論の集約技術</li> <li>● コラボレーション、合意形成を可能にするプラットフォーム</li> <li>● 知と技術のレベル評価技術</li> <li>● 異言語で議論するための技術</li> <li>● 教材をインタラクティブに自分で作れる技術</li> <li>● 理解度、価値観に応じて適応する教材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 対象は、子供から年寄りまで。勉強から趣味まで。例えば、小6の子が言語によらず、グローバルと一緒に学べる環境</li> <li>● 複数人が参加できる環境</li> <li>● 自分が学習したものが他人に与えられる環境</li> <li>● 教えた側も報われる環境</li> </ul>
制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学習が必ずしも楽しくない</li> <li>● 協調より競争</li> <li>● 人によって方法がバラバラ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学習のインセンティブ（報酬等）制度</li> </ul>	

表 3.2

【質疑・コメント】

石田：デジタルプロフェッサーとは何か？

回答：教師のロボット、知識を集約してアウトプットできる装置。

五十嵐：インタラクティブに相手の様子を見ながら教えるようなもの。

### 3.3 グループ C

リーダ：横尾真

サブリーダ：的場正憲

メンバー：鈴木健嗣、野田五十樹、岩野和生

知のコミュニティとは「さまざまな立場の人々が機械と協調して、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響（Actuation）など価値を生み出すシステム」である、というのが CRDS による定義であった。概ね定義はこれで良いと考えられるが、人間同士も協調するし、機械同士も協調することを考えると、「人々が機械と協調して価値を生み出す」という表現は正確ではない。また、「システム」と言うよりは、「場」と言った方がより適切である。コミュニティは、一時的または継続的に周りの変化にも柔軟に対応できるものでなくてはならない。そのための制度設計は、一時的なものも含むが、永続的なものを考える必要がある。そのような場において、人々と機械が協調することで、人間の元々の能力が外在化し、創造性と主体性が伸長することが期待できるのである。

本グループ C では、コミュニティを強く意識して、「コミュニティコンピューティングによる知の創出」と「社会リスク・コストなどをなくすゼロ社会の実現」をチャレンジテーマとして設定した。前者は、単なる内職的なクラウドソーシングではなく、特許、論文、仮説等の知の創出を実際にやってみせる挑戦的研究テーマであり、後者は、災害者ゼロ、孤独死ゼロ、ハンディキャップを意識することが不要になる社会等を実現するための挑戦的研究テーマである。

コミュニティコンピューティングの社会実装には、コミュニティコンピューティングによる成果に対する報酬配分メカニズムの設計、知の創造・外在化のためのインターフェース設計、知の集積・流通・利用のためのインセンティブメカニズム設計等の設計学的研究が必要不可欠である。また、データとシミュレーションに基づく社会設計の周知と理解推進、人の外的能力に依存しない社会参加を可能にする制度と技術支援等の社会制度の充実もなくてはならない。このようなことを考えながら、課題を挙げ、それらをクラスタリング、抽象化することで、大きく 3 つの研究課題を抽出した。

- ①知の集積・流通・利用のためのインセンティブメカニズム設計
- ②知の創造、外在化のためのインターフェイス設計
- ③新しい集合知の創出メカニズムと問題構造の解明

詳細を以下の表 3.3 にまとめた。

	現在	研究課題	目標達成時
知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 個別現象の社会シミュレーション。</li> <li>● 閉じた仲間で論文、特許、仮説を創出している。</li> <li>● 機械とのインタラクションによる人の特性の理解（データ）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 社会規模データ同化を可能にする社会問題モデル化技術。</li> <li>● 新しい集合知創出のメカニズムと問題構造の解明。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コミュニティコンピューティングによる知（論文、特許、仮説）の創出。</li> </ul>

技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人と機械のコミュニケーション（プロトコルとデータの標準化）。</li> <li>● 集団行動のダイナミクスに応じて応答する機械・ロボットの実現。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コミュニティコンピューティングによる成果に対する報酬配分メカニズムの設計。</li> <li>● 知の創造（意思も含む）外在化のためのインターフェース設計。</li> <li>● 知の集積・流通・利用のためのインセンティブメカニズム設計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 流通ロスゼロ（モノの流通と知の流通の融合）。</li> <li>● 防災 2020（死者ゼロプロジェクト）。</li> <li>● ハンディキャップ対策ゼロ社会（例：自閉症児特別支援学級ゼロ）。</li> </ul>
制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術と政策決定の乖離。</li> <li>● 知的所有権などによる保護。</li> <li>● 特別措置によるハンディキャップの克服。</li> <li>● 機械は人間に従属するものと位置づけられている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データとシミュレーションに基づく社会設計の周知と理解推進。</li> <li>● 人の外的能力に依存しない社会参加を可能にする制度と技術支援の手法。</li> <li>● ダイナミカルなデータ主導教育の加速。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高齢化ゼロ社会（いつまでも現役）。</li> <li>● 孤独ゼロ社会、自殺ゼロ社会。</li> </ul>

表 3.3

【質疑・コメント】

石田：高齢化ゼロ社会とはどういう意味か？

回答：いつまでも引退しない、現役社会ということ



## 4 まとめ

「知のコミュニティ」ワークショップでは、メカニズムデザイン、ヒューマンインタフェース、クラウドソーシング、マルチエージェントシステム、社会ネットワーク分析などの分野からの9名の研究者を含めて、総勢17名が参加して、「知のコミュニティ」の定義と構造、2020年を狙ったチャレンジと研究課題を洗い出した。

### (1) 知のコミュニティの定義と構造

#### ○定義

人を中心として考えたものが全体としてのコンセンサスであった。

グループA：コミュニティはもともと、それ自体で存在するもので、何かのツールとして使われるものではない。また、2020年では機械が人間の協調の対象となるとは想定しにくい。これを踏まえると例えば次のような定義が良い。

「関心を共有する人々が、ICTを媒介として、知の発見、創造、集積、伝播などを通じて価値を生み出すシステム」

グループB：2020年では機械がコミュニティの一員となり、人間の協調の対象となると想定するのは難しい。あくまで相補的な関係ではないか。

グループC：人間同士も協調するし、機械同士も協調する。「人々が機械と協調して～」という表現は正確でない。また、「システム」というより「系」や「場」とした方が適切である。

#### ○構造

ワークショップのはじめに提示されたもの(図4)で概ね表現されている。

#### ○その他の重要な議論

- ・コミュニティは生み出したものを中で消費し、副産物が外へ出ていくもの。コミュニティは、まず存在するもので、ツールではない。
- ・今回のワークショップではコミュニティを一つのメカニズムと捉えて、知の生成・加速にフォーカスした。主体としてのコミュニティと対象としてのコミュニティに分けて、対象としてのコミュニティが検討の対象であった。
- ・クラウドソーシングがどういう形で社会に組み込まれ、構成員が幸せになれるかということが心配であった。そうした観点での議論も重要である。

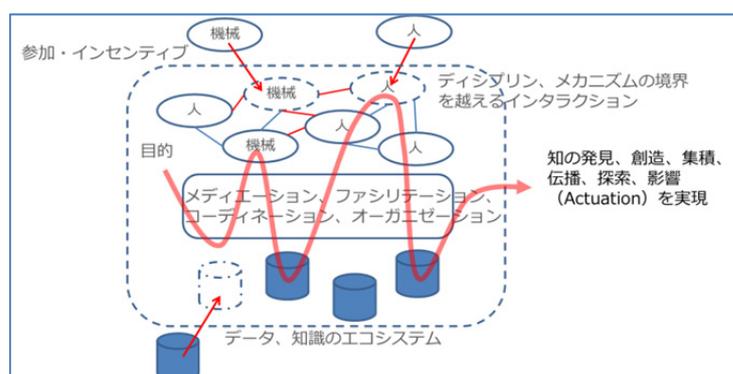


図4

(2) 2020年を狙ったチャレンジと研究課題

4つのチャレンジとチャレンジの実現に必要な研究課題を同定した。

2020年チャレンジ	研究課題
① 東京オリンピックを想定したクラウドソーシングによるサービス提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 資格導入によるワーカーの質保証</li> <li>・ 国や分野に根ざした多様なコミュニティダイナミクス理解</li> <li>・ コミュニティを導くための共感・共鳴技術</li> <li>・ データドリブンメカニズムデザイン</li> <li>・ 社会同化型シミュレーション</li> <li>・ 創造的活動を妨げない法制度</li> </ul>
② 人がコミュニティの中で楽しみながら効率よく学習することを支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主観的な知の外在化技術</li> <li>・ マイクロ報酬制度</li> <li>・ 多言語で議論を行う環境</li> </ul>
③ コミュニティコンピューティングによる特許や知の創製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 知の集積・流通・利用のためのインセンティブメカニズム設計</li> <li>・ 知の外在化のためのインターフェイス</li> <li>・ 集合知の創出メカニズムと問題構造の解明</li> </ul>
④ 社会リスク・コストをなくすゼロ社会の実現	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ データとシミュレーションによる社会設計</li> <li>・ 人の外的能力に依存しない社会参加を可能にする制度と技術支援</li> </ul>

○その他の重要な議論

- ・ 制度、シミュレーション、社会受容性、知の集積、創造から流通、機械と人間の関係、集合知の構造など大体の要所はおさえることができた。また、今のクラウドソーシングだけでなく、教育や学習など、参加者の質が重要になる点も考慮できた。制度や社会受容性がどういう研究テーマになるのかはもう少し検討が必要。また、機械と環境、人間との関係に関する議論は不足している。ツイッターはある意味社会センサーであり、それと人間との関係というものがあると思われる。
- ・ ネットを流れるコンテンツを作ったのが機械であるか、人間であるかということはおそらく意識しなくなる。

(3) 今後の予定

JST/CRDSでは、今回の「知のコミュニティ」を含む一連の課題別ワークショップの成果をもとに、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）。

## 5 付録

### 5.1 開催プログラム

日時：2013年12月17日（火）10:00～18:00  
場所：科学技術振興機構 東京本部 9階第2会議室

プログラム

10:00-10:05 趣旨説明【岩野和生 CRDS】

10:05-10:20 「知のコミュニティWS」概要説明【石田亨 京都大学】  
知のコミュニティの定義（様々な立場の人々が機械と協調して、知の発見、創造、集積、伝播、探索、影響などの価値を生み出すシステム）を示して、ワークショップの scope を説明する。定義、構造はグループワークでも検討し、報告する。

10:20-12:00 知のコンピューティングとの関連 パートⅠ（それぞれ10分+質疑10分程度）  
鹿島久嗣（東京大学）、鈴木健嗣（筑波大学）、西田豊明（京都大学）、松尾豊（東京大学）、安田雪（関西大学）

12:00-13:00 昼食

13:00-13:40 知のコンピューティングとの関連 パートⅡ（それぞれ10分+質疑10分程度）  
横尾真（九州大学）、五十嵐健夫（東京大学）

13:40-15:00 グループワーク①（3グループ）（約80分）  
知のコミュニティの定義、全体構造について（約10分）  
2020 チャレンジテーマの設定（知のコミュニティの scope を踏まえて、CREST のテーマをイメージ。各チーム1～2テーマ程度を設定（約20分）  
チャレンジの実現に必要な知識、技術、社会制度の整理（約50分）

15:00-15:10 休憩

15:10-15:30 知のコンピューティングとの関連 パートⅢ（10分+質疑10分程度）  
野田五十樹（AIST）

15:30-17:30 グループワーク②（3グループ）（約120分）  
チャレンジに実現に必要な知識、技術、社会制度の整理（続き）  
挙げた知識、技術、社会制度の（過去）、現在、未来（2020年の目標）（約60分）

17:30-17:45 グループワークの成果報告（5分×3グループ）  
検討結果を報告  
・知のコミュニティの定義、全体構造へのコメント  
・知のコミュニティのチャレンジテーマ  
・チャレンジの実現に必要な知識、技術、社会制度と、それらの現在、未来

17:45-18:00 ラップアップ【石田亨 京都大学】

## 5.2 参加者一覧

石田 亨*	京都大学大学院 情報学研究科 教授	【チェア】
横尾 真	九州大学大学院 システム情報科学府 教授	
野田五十樹	産業技術総合研究所 サービス工学研究センター	サービス設計支援技術 研究チーム チーム長
五十嵐健夫	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授	
鈴木健嗣	筑波大学 システム情報系 准教授	
西田豊明	京都大学大学院 情報学研究科 教授	
松尾 豊*	東京大学大学院 工学系研究科 准教授	
鹿島久嗣*	東京大学大学院 情報理工学系研究科 准教授	
安田 雪	関西大学 社会学部 教授	
岩野和生*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	上席フェロー
岡山純子*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
嶋田一義*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
島津博基*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
鈴木慶二*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
高島洋典*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
的場正憲*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
茂木 強*	科学技術振興機構 研究開発戦略センター	フェロー
石正 茂	科学技術振興機構 戦略研究推進部	部長
稲上泰弘	科学技術振興機構 戦略研究推進部	上席主任調査員
松尾浩司	科学技術振興機構 戦略研究推進部	調査役
波羅 仁	科学技術振興機構 戦略研究推進部	副調査役
嶋田義皓	科学技術振興機構 戦略研究推進部	主査

\* : Wisdom Computing Summit 2013 参加者

CRDS-FY2013-WR-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:知のコミュニティ」

平成 25 年 12 月 17 日(火) 開催

平成 26 年 2 月 February 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/>

©2013 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](mailto:crds@jst.go.jp). Any quotations must be appropriately acknowledged.

---

