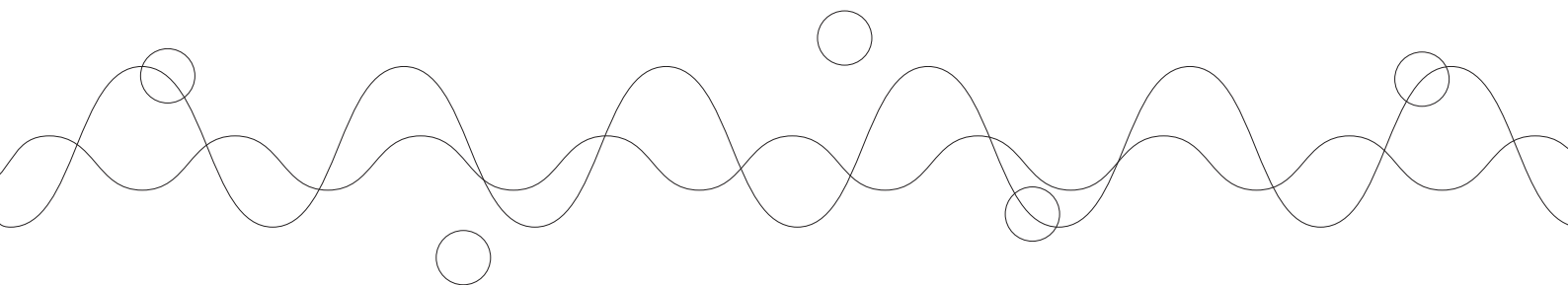


科学技術未来戦略ワークショップ報告書
**「複雑社会における意思決定・合意形成を
支える情報科学技術」**

平成29年6月19日(月)開催



国立研究開発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

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、国の科学技術イノベーション政策に関する調査・分析・提案を中立的な立場に立つて行う組織として、今後わが国が取り組むべき重要な研究領域に関する提言を行ってきている。その提言は、文部科学省・内閣府をはじめとする政府の各種政策立案のためのインプットとなる。

現在、新たな提言として、「複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」の検討を進めている。その一環として、2017年6月19日（月）に、検討内容を深め、精査するために科学技術未来戦略ワークショップを開催したので、本報告書にその内容をまとめる。

人工知能（AI）技術の進化が著しく、人間の代わりにAIによって自動実行されるタスクが増えつつあるが、目的・意思に基づいてそれらのタスクを定義し、実行を指示し、結果を評価する等、上位の意思決定をするのは人間である。人間の集団における合意形成も必要である。

意思決定・合意形成は古くからある問題だが、近年、情報爆発、ボーダーレス化、AI化が進んだことで、意思決定・合意形成に関わる要因・影響が爆発的に拡大・複雑化し、意思決定・合意形成問題が著しく難しいものになってきた。例えば、企業の経営戦略、専門性の高い医療診断、国民投票等に困難化の事例が見られる。意思決定・合意形成の失敗は、社会の維持、国家/企業/個人の生存・競争力を揺るがすものであり、この問題解決に対する社会的要請が急速に高まっている。

この問題の解決に向けて、情報科学技術は様々な面から貢献できるはずで、既にそのような取り組みがなされており、少しずつ成果をあげつつある。一方、このような意思決定・合意形成の難しさを引き起こした原因に、情報科学技術そのものが少なからず関わっている。そういった面からも、この問題に立ち向かうことに、情報科学技術としての責任があるとも言える。

CRDSの検討チームでは、上記のような問題意識に基づき、外部の有識者約20名へのインタビューとチーム内議論を通して、目指す方向性として「複雑化していく社会において、個人・集団が主体性や納得感を持った、より良い意思決定・合意形成を可能にする」というビジョンを仮置きした。さらに、その実現に向けて重要になる研究課題を、①より良い意思決定・合意形成を支える個人や集団の知識・スキルを補完・強化する研究開発、②個人・集団のより良い意思決定のための新しい方法論やファシリテート法に関する研究開発、③知能（人間の意思決定能力）のあり方、当分野の研究のあり方に関する指針、という3面で整理し、仮置きした。

ワークショップでは、趣旨説明として、上述した問題意識、ビジョン・研究課題の仮説（仮置き）を共有した上で、5名の発表者から各自が考える目指すべき方向性と具体的な取り組み事例をご紹介いただき、それを受けて5名のコメンテータからご意見をいただき、最後に全体討議を行った。

5名の発表者については、まず、鳥澤健太郎氏（情報通信研究機構 データ駆動知能システム研究センター長）から、意思決定のベースとなる情報や仮説を自然言語処理技術によって収集・構成する技術の開発と、災害時の意思決定支援等への活用事例が紹介された。

遠藤薫氏（学習院大学 法学部 教授）からは、社会情報学／計算社会科学の視点から多層化するメディア空間における意思決定・合意形成のダイナミズムに着目し、ソーシャルメディア上の炎上・拡散、フェイクニュース、世論形成等の分析事例が紹介された。

寺野隆雄氏（東京工業大学 情報理工学院 教授）からは、社会技術システムの特性である問題設定の難しさを論じた上で、エージェントモデルとゲーミングシミュレーションによる意思決定・合意形成支援へのアプローチが紹介された。

伊藤孝行氏（名古屋工業大学 情報工学科 教授）からは、エージェント技術による大規模合意形成支援システムの開発と、名古屋市でのタウンミーティングをはじめとする適用事例が紹介された。

横尾真氏（九州大学大学院 システム情報科学研究院 主幹教授）からは、参加者の真の選好を引き出し、集団として社会的に望ましい意思決定を行うための仕組みやルールを設計するマーケットデザイン／メカニズムデザインの研究とその適用事例（マッチングやオークション等）が紹介された。

5名のコメンテータ、平川秀幸氏（大阪大学 コミュニケーションデザイン・センター 教授）、藤山知彦氏（JST-CRDS 上席フェロー）、浜屋敏氏（富士通総研 経済研究所 研究主幹）、和泉潔氏（東京大学大学院 工学系研究科 教授）、岩野和生氏（三菱ケミカルホールディングス 執行役員 Chief Digital Officer）からは、科学技術社会論、企業経営、リベラルアーツ等、より広い視点からのコメント・議論をいただいた。

ワークショップでの発表・コメント・議論に基づき、(1)目指すべき方向性・ビジョン、(2)取り組むべき意思決定・合意形成問題のスコップ、(3)取り組むべき重要な研究課題という3点について、ワークショップ前にチーム内で検討して仮置きした仮説への反映を進めている。特に(1)に関しては、情報科学技術によって意思決定・合意形成を支援するだけでなく、社会的成熟度・リテラシーの向上にも結び付けることも目指すべきとの示唆を受けた。(2)に関しては、社会的な価値観や様々な人間がそれぞれ価値観を持っていて混在している状況下での意思決定・合意形成問題という切り口が重要であることを再確認し、具体的な問題の例示も受けた。(3)に関しては、アイデンティティの視点等、いくつか取り込むべき新たなポイントが示唆され、既にリストアップしてあったものと合わせて、再整理を行う予定である。

今後、今回のワークショップで新たに示唆された点を取り込む形で検討を深める。また、その新たに示唆された点を中心に、追加の調査および有識者インタビューを行う。それらに基づき、9月末を目標として、プロポーザルの骨子を固めていく予定である。

目 次

エグゼクティブサマリー

1. 趣旨説明	1
2. 目指すべき方向性と具体的な取り組み事例	12
2. 1 意思決定のツールとしての自然言語処理	12
2. 2 社会情報学／計算社会科学の視点から	20
2. 3 意思決定と合意形成を支援するエージェントモデルと ゲーミングシミュレーション	30
2. 4 エージェント技術による大規模合意形成支援システムの創成	42
2. 5 マーケットデザイン	53
3. コメンテータからの発表	63
4. 全体討議	75
5. まとめ	82
付録	87
付録 1. ワークショップ開催概要・プログラム	87
付録 2. 参加者一覧（事前登録分）	88

1. 趣旨説明

福島 俊一(JST-CRDS)

本日のワークショップ「複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」の趣旨や論点を説明する。

意思決定・合意形成が最近非常に難しくなっている、深刻化している、という問題に取り組みたい。特に情報科学技術によってこの問題の解決を支援したい、というのが要点である。

古くからある問題になぜいまさら取り組むのかとか、情報科学技術でどこまで解決できるのか、といった疑問が出てくるかもしれない。そのあたり、我々がこれまで有識者の先生方からヒアリングしたり、チーム内で議論したりしてきた結果を、今回、仮説・たたき台として説明する。その内容に対して皆様から意見をいただき、仮説をよりよいものにしていきたいというのが本日のワークショップの趣旨である。

意思決定・合意形成問題の困難化の例

まず、意思決定・合意形成が非常に難しくなっているという例をあげる（図 1-1）。

一つめは企業の経営戦略で、思わぬ競合参入があったり、想定していなかった法規制が入ったりと、経営における判断が難しくなっている。

二つめは医者などの専門分野で、次々に新しい情報、新しい発見が出てくるので、それに人間がなかなか追いついていけない。問題の解決の方に踏み込むが、人間では限界なので AI が支援して患者を救ったという事例も出てきている。

三つめ、もう少し社会的なところでは、国民投票とか、あるいは、保育園、米軍基地などの NIMBY 問題と言われるもの。話題になったものとして、イギリスの EU 離脱や、アメリカの大統領選挙など、結果がよかったか否かはこれからだが、視野狭窄・集団浅慮と言われることもあり、意思決定・合意形成が難しくなっている例である。

これら三つは、人間の思考範囲に関して、もっと広く可能性を考えなければいけないのに、そこまで思考が及ばないという側面である。一方、スピードに関しても人間が追いつけなくなっているという例もある。株の取引や広告枠の競売は、人工知能を使った超高速取引によって人間が介在できないスピードで行われている。適切な判断ができてスピードが速ければいいのだが、人工知能による超高速取引に任せていることが一つの要因になってフラッシュクラッシュが起きてしまった。

以上、意思決定・合意形成問題が難しくなっている例を述べたが、これが全部、情報科学技術で解決できるかというと、必ずしもそうでないかもしれない。しかし、これに立ち向かっていくことは重要だと考えている。



図 1-1 意思決定・合意形成問題の困難化の例

意思決定・合意形成問題に取り組むべき理由および問題意識

改めて、これらの事例を眺めてみると、問題が難しくなってきた背景として、情報爆発やボーダーレス化があると考えられる。情報爆発によって、考えなければいけない要因が爆発的に増えてしまい、関わりのあるステークホルダーも多くなった。さらにボーダーレス化によって、何かアクションを起こしたときに、その影響が及ぶ範囲が広がってくる。こういったことが、人間の思考可能レベルを超えてきている。

意思決定・合意形成問題は古くからある問題ではあるが、いま述べたような原因のため、近年ますます困難化・深刻化していると考えられる。これをそのまま放っておくと、社会の維持とか、国や企業や個人の競争力を揺るがす。したがって、ぜひ取り組んでいかなければいけない重要な課題である(図 1-2)。

意思決定・合意形成問題にもいろいろな種類があって、情報科学技術だけで完全に解決できるとは限らないが、大きなポーションで貢献できると思われる問題は少なくない。貢献できるもの、貢献すべきもの、貢献が難しいもの、そのあたりの見極めも重要で、本日

の論点の一つになる。実際に、既にいろいろな取り組みがあり、本日は先生方から事例をご紹介いただけるので、それらも踏まえながら、どこまでアプローチしていけるのかを議論していきたい。資料には取り組み事例も載せているが（図 1-4）、この後、先生方から詳しい発表があるので、ここでの説明は省略する（図 1-4 の前半は人工知能技術としてもホットな予測や推論に関するもので、後半は集団における意思決定・合意形成をうまくやるための枠組みに関わるもの）。

それから、もう一つ重要な視点として、この問題を難しくしている原因に、情報科学技術が深く関わっているということがある。そう考えたとき、この問題に立ち向かっていく責任、あるいは、あるべき姿を考えていく責任があると思える（図 1-3）。

(1)古くからある問題に なぜいまさら取り組むのか？

複雑社会

情報爆発やボーダーレス化が進み、

- 意思決定に際して考えるべき**要因の多さ**
- 決定したアクションの及ぼす**影響の広さ**
- 意思決定・合意形成に関わる**ステークホルダーの多さ**
- 意思決定・合意形成に求められる**迅速さ**

とそれら組み合わせが**人間の思考可能レベルを超えつつある**

→ **意思決定・合意形成問題は今後ますます深刻化**
(社会の維持、国/企業/個人の生存・競争力を揺るがす)



図 1-2 問題困難化の原因と取り組む必要性

(2) 情報科学技術で 解決できるような問題なのか？






情報科学技術の貢献ポーション大

- 情報科学技術だけでは完全な解決はできないが、
大きなポーションで**貢献できる問題は少なくないはず**
 - 情報科学技術によるアプローチは**既に成果が出始めている**
 - その種の問題の解法を他へも展開して、波及効果の拡大を狙う
- **取り組む責任があるのではないか**
 - 複雑化を引き起こした**原因に情報科学技術が関わっている**
 - 必然的な方向である人間の意思決定能力(知能)の向上に向けて、
その「あり方」を考えておくべきではないか

図 1-3 情報科学技術による取り組みの意義

■ 膨大なデータ・知識を学習して予測・推論、人間の思考の限界を補完し、意思決定に関わる**要因や影響の見落としを防ぐ**



- NICTの質問応答システムWisdom X: 10億以上のWebページを分析、「なぜ?」「どうなる?」型の質問(原因・理由、影響・結果)に答える
- IBMワトソン: 前述の医療診断のほか、法務・金融等の分野でも同様の試み
- 大規模な商品価格戦略、水道網の配水計画等の最適化(NEC): 打ち手に関して、様々な要因や相互依存関係が絡み、人間には**考え尽くすことが不可能な膨大な可能性**の中から、機械学習と高速シミュレーションによって**最善策を選択**

■ 様々なステークホルダーや要因が絡んで**複雑な振り舞いをする系に対するモデル化・制度設計**を可能にする

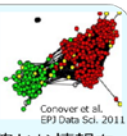
- マーケットデザイン研究に基づく**周波数帯オークション**(米国で同時競り上げ式オークションの導入による収益総額は約8兆円)
- 金融分野の人工市場マルチエージェントシミュレーション(東大・和泉教授ら: **東証のティックサイズ最適化**)
- 集団の規模や多様性の拡大に対する、**議論の効率化と質向上**のために、可視化や意見分析等を活用
 - MIT CCIのDeliberatoriumは**議論の論理構造を可視化**
 - 名工大(伊藤教授ら)のCollagreeは**ファシリテーション支援機能**も提供、名古屋市次期総合計画の市民意見集約に適用
 - 全く異なるアプローチとして、**VRを用いて他者の立場を追体験**することによる相互理解促進

図 1-4 情報科学技術による先行研究事例

情報科学技術の発展が意思決定・合意形成にもたらしつつある変化

SNSの同調圧力

SNSに似た者どうしが集まり、同調圧力がかかりやすい。情報が同質化したり、デマや不確かな情報も増幅されやすい。二極化や情報の偏りから、健全な議論が進みにくい。



ペルソナの多面化

昔は公・私の2面だったのが、SNS等を含め多面ペルソナを演じる機会が増加。自己本来の価値観とペルソナ間の衝突は意思決定の葛藤やストレスを引き起こす。



情報推薦は思考誘導?

パーソナライズ・情報推薦に強く依存すると、サービスプロバイダーや広告主に都合よい生活パターン/思考パターンにはまってしまう。

タイムセール
おすすめ商品

人のアイデンティティー

人間のアイデンティティーは生身の人間を単位としたものとは限らないかもしれない。(例: 人工臓器、人間拡張工学、人間+スマホ、人間とジェミノイド)

意思決定・合意形成における **主体性と納得感** に関わる

図 1-5 情報科学技術の発展が意思決定・合意形成にもたらしつつある変化

意思決定・合意形成問題を難しくしている原因に情報科学技術が関わっていることの具体例を示す（図 1-5）。

まず、ソーシャルネットワーク（SNS）が広がっているが、その中で同調圧力がかけたり、デマや不確かな情報が増幅されたり、二極化して意見の偏りが起きたりと、健全な議論が進みにくいという問題が指摘されている。また、情報推薦やパーソナライズは、便利な反面、自分でよく考えなくなるというか、ある種、思考誘導なのではないかとも言われる。これら（図 1-5 の左側の 2 つ）は、意思決定の主体性が揺らいできているという傾向に、情報科学技術が関わっている例である。

さらに、別の側面として（図 1-5 の右側の 2 つ）、意思決定の根幹になる価値観やアイデンティティーといったあたりにも、情報科学技術の発展がいろいろ複雑な状況をもたらしていると思える。一つはペルソナ、サイバー世界上の分身のようなものが活用できるようになり、それが自己の葛藤やストレスを引き起こすこともある。また、人間のアイデンティティーというものが人間そのものの単位とは限らず、IT 機器と人間がセットになった単位でアイデンティティーを持ち始めているとか、人間のアイデンティティーがいろいろな形に分岐・多重化するケースも考えられる。このあたりは、意思決定のときに揺らぐ要因になったり、納得感を少し弱くする要因になったりということが考えられる。

このような面にも目を向けて、情報科学技術でどう貢献していくかを考えることが重要になると考えている。

ビジョンおよび研究課題

以上のような動機と問題意識で検討を進め、これから向かう方向を仮置きしたのが、このビジョン「複雑化していく社会において、個人・集団が主体性や納得感を持った、より良い意思決定・合意形成を可能にする」というものである。先ほど述べたように、誘導ではなく主体性のある意思決定を可能にし、アイデンティティーを尊重する。また、妥協ではなく納得感のある合意形成を可能にし、価値観の対立は止揚へと促す。

米国	欧州	日本
MIT Center for Collective Intelligence (CCI)のオンライン大規模意見集約、スタンフォード大学の討論型世論調査等、この分野の基礎研究が根付いている。さらに、 基礎研究と産業応用が両輪で回っている。	自動交渉に関する基礎研究・応用が盛ん (Imperial College London、Oxford University、Centrum Wiskunde & Informatica等)。また、 市民からの意見集約・合意形成のためのシステム (Citizen Science)も盛ん。	CREST「エージェンツ技術に基づく 大規模合意形成支援システム の創成」(名工大・伊藤)、科研S「持続可能な発展のための資源配分 メカニズム設計理論 の構築」(九大・横尾)等の 先端的取り組みはあるが、まだ大きな流れにはなっていない。
意思決定・合意形成に情報科学技術を活用する取り組みが立ち上がってきているが、我々のビジョンに掲げたような 意思決定・合意形成の主体性や納得感(価値観やアイデンティティー)に踏み込んだ取り組みはまだ見られない。		

図 1-6 主要国における取組状況

このような方向に関連し、国内外でいろいろな取り組みが立ち上がってきている（図 1-6）。しかし、意思決定・合意形成の主体性や納得感、価値観やアイデンティティーといったところまで踏み込んだ取り組みはまだ見られない。我々は、そのあたりまで踏み込んだ形で中長期的に取り組むことが、この分野では重要になってくると考えている。

この方向でこれからの注力方針を、我々なりに整理したのが図 1-7 である。

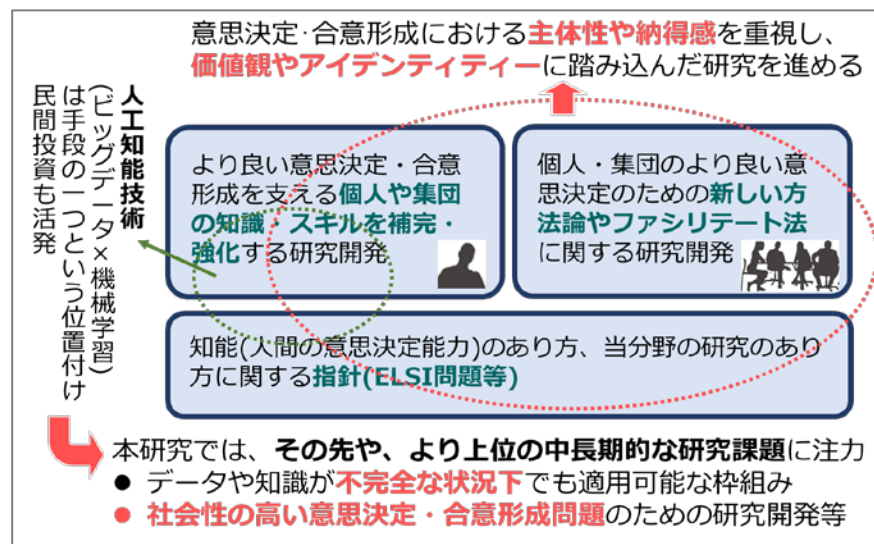


図 1-7 研究課題のタイプと政策としての注力方針

ターゲットとする研究課題のタイプは、大きく三つになると考えている。

一つめは図 1-7 の左上で、人間の思考範囲に限界があるならば、それを広げるように支援するという取り組み。つまり、より良い意思決定・合意形成を支えるような、個人や集団の知識・スキルを補完・強化する研究開発である。

二つめは図 1-7 の右上で、意思決定や合意形成の枠組み自体をより良いものにしていく取り組み。そのための新しい方法論やファシリテート法などが研究対象になる。

さらに、それらを下から支える形で、それらを過度にやり過ぎたり、間違った方向に伸ばしたりすると問題があるので、人間のあり方や ELSI 面もきちんと考えて取り組むというのが三つめである。

このような取り組みにおいて、主体性や納得感といったところまで踏み込んで考えることが、これから重要になっていくというのが、先ほども述べたポイントである。

それからもう一点、人工知能技術との絡みについて触れておく。現在、ビッグデータと機械学習を組み合わせた形の人工知能技術は既に民間投資が活発になっており、国の重点投資領域にもなっている。そこで、国として新たに中長期的な投資を考えるとしたら、もっと先の課題をターゲットにすべきである。例えば、ビッグデータではなく、データや知識が不完全な状況でも的確に動くような仕組みや、ビジネス的な競争領域ではなく、もう少し社会性の高い意思決定・合意形成は、中長期的に取り組むことが必要と考える。

次に、これら三つについて、有識者の先生方 20 名以上へのインタビューや我々のチーム内での議論などを通して、もう少し具体的に研究課題をあげたのが図 1-8 である。この表

はたたき台であって、本日のワークショップでは、この表に欠けている視点や、これらとは異なる重要な研究課題についても、ご意見やアドバイスをいただきたい。

取り組むべき研究課題のタイプ		例
A	より良い意思決定・合意形成を支える個人や集団の知識・スキルを補完・強化する研究開発	● 不完全情報下で、意思決定結果・アクションが引き起こす影響の様々な可能性を推論する技術 ● 大規模で複雑な関係を有する社会活動・社会現象を正確に把握・分析する技術 ● 人間の知覚・認識能力を超えて、意思決定に関わる要因や兆しを発見する技術
	個人・集団のより良い意思決定のための新しい方法論やファシリテート法に関する研究開発	● 意思決定や合意形成の最適性を確保する理論 ● 多様なステークホルダーを含む集団における“価値観の止揚”を促進するファシリテート技術 ● メンバーのインセンティブを高め、隠れがちな意見を吸い上げ、合意の納得感を高める技術
	知能(人間の意思決定能力)のあり方、当分野の研究のあり方に関する指針(ELSI問題等)	● 変化する人間のアイデンティティー論、人工知能に対する人間の知能のあり方(人間能力の衰退への対策) ● 人間拡張や思考誘導のELSI問題に関わる指針 ● 思考誘導・デマ等から自己を守るシールド技術

図 1-8 取り組むべき研究課題（仮）

研究課題の導出過程

ここで、図 1-8 に示した研究課題（仮）の導出過程についても補足しておきたい。

まず、問題の整理として、意思決定・合意形成の構造を図 1-9 のように捉えた。下半分は、個人の中で起こるプロセスで、状況把握・要因探索、それから解を考えて評価して、行動に結びつけていくという流れである。

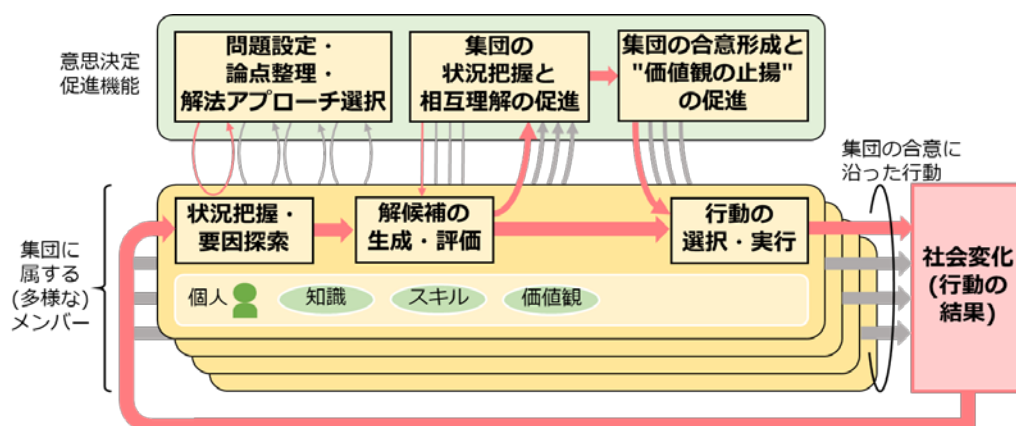


図 1-9 問題の整理：意思決定・合意形成の構造

上半分はもう少しメタなもので、そもそも問題をどのように定義するか、問題をどう設定するか、これによって解き方やアプローチが変わってくるので重要なポイントである。また、集団の中で意思決定していくときには、他のメンバーがどう考えているのか、相互

理解をするとか、多くのメンバーから意見を吸い上げるとかも重要である。さらに、いろいろな価値観を持つ人が集まっている中で、どうやってよりよい合意形成に持っていか、ファシリテートやその方法論も重要になる。

このような問題の整理をした上で、次に、この全体図（図 1-9）をもとに技術を俯瞰する研究領域マップ（図 1-10）を作った。この図の緑の矢印より上側は、いま整理した全体図の各ステップを並べたものである。一方、その下の部分は、それらを支える基礎的な技術も押さえておく必要があると考えて、意思決定にかかわる脳科学、アイデンティティーの理論、ELSI 問題などをあげた。

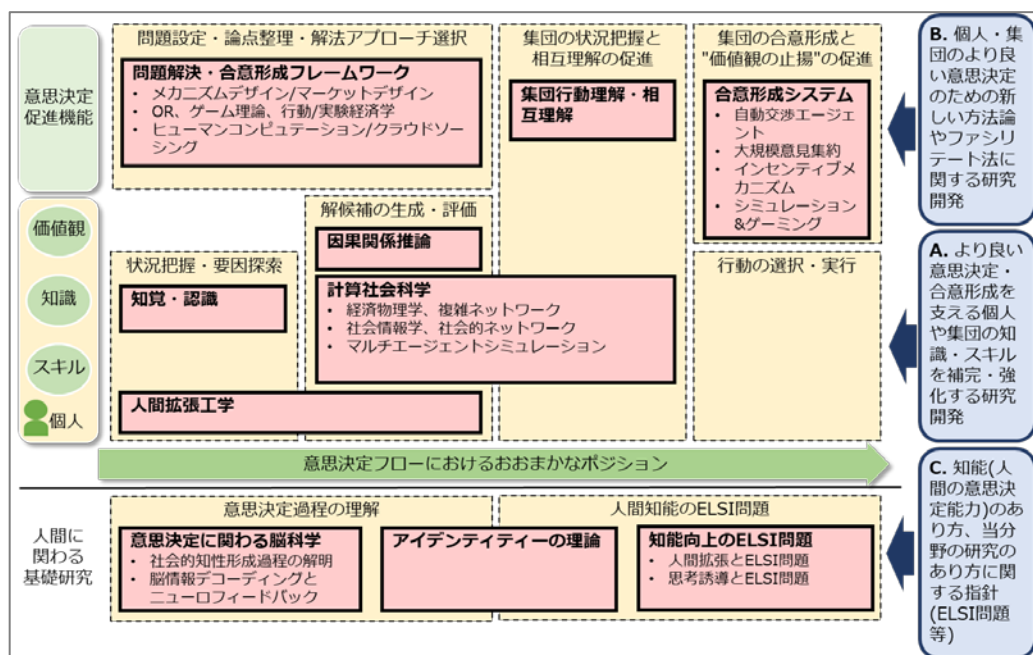


図 1-10 研究領域マップ

このような全体俯瞰に基づき、研究領域のそれぞれについて有識者の先生方から、各領域の状況がどうかとか、これからどんな点の強化が必要かといった点をヒアリングさせていただいた。その結果に基づいてまとめたのが、先ほどの図 1-8 である。

また、図 1-9 のようなプロセスに対して、情報科学技術を活用することで、実際にはどのような形の支援機能の提供が考えられるか、今後社会に実装されていくか、といった仮のイメージを描いてみたのが図 1-11 である。例えば、意思決定に関わるいろいろな要因を考えると、人間が見落としていた要因を教えてくれるとか、何かアクションを起こしたときの影響がどんなところまで及ぶのか、人間が考えられる範囲よりも広い範囲でコンピュータが可能性を調べて提示してくれるとか。また、問題の解き方や種類の判定を教えてくれたり、他のメンバーの意見あるいは議論の状況を可視化してくれたり、ファシリテートを支援・助言してくれたり。さらには、AI やコンピュータに頼ることによって、人間自身の判断能力が衰退するという問題に対して、教育や訓練などの面で支援してくれるなどが考えられる。

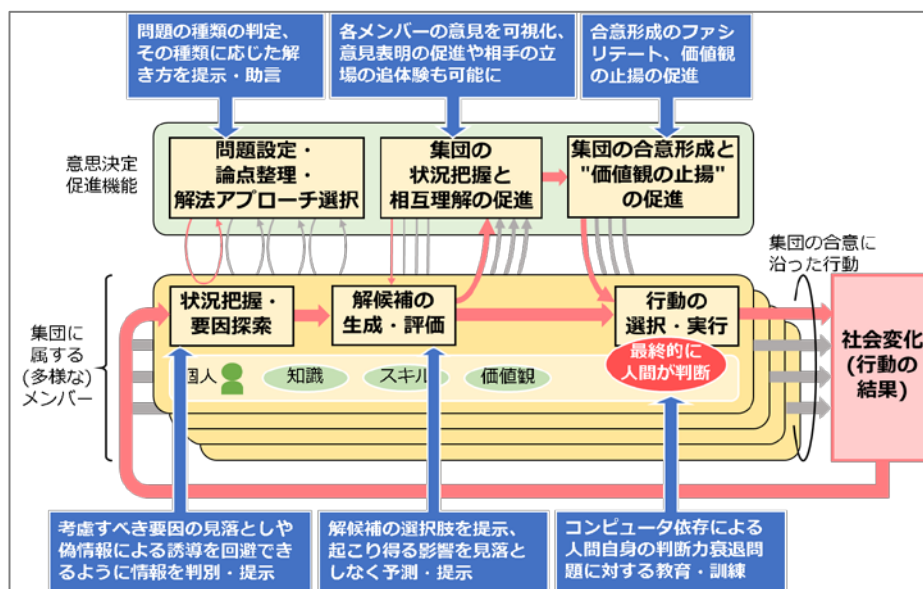


図 1-11 人間に対する支援機能のイメージ



図 1-12 取り組むべき意思決定・合意形成問題の種類

ワークショップの主要論点および Agenda

以上、我々が検討してきた内容・仮説を紹介したが、ここで、本日のワークショップでの論点を説明させていただく。主要な論点は2つである。

《論点1》 取り組むべき意思決定・合意形成問題の種類（具体的に）

《論点2》取り組むべき研究課題の明確化（図1-8の追加・修正のため）

最終的に、この論点 2、どういう研究課題が重要かについて、先ほど示した図 1-8 をたたき台として、本日の議論を進めて見極めていきたいというのが重要なポイントになる。

ただ、意思決定・合意形成問題はかなり広く捉えることができ、実は JST 内部で議論したときに、情報科学技術では扱えないような問題のように思われるところまで、かなり話が広がった。そこで、狙いどころを定めることと問題のスコップを明確にしていくことをセットで考える、ここをターゲットとしてこの技術が重要だという関係も意識して議論する方がよいということから、論点 1 もあげることにした。

図 1-12 は我々の方で整理を試みた結果で、一つの見方として紹介させていただく。

縦軸は問題の規模、個人、企業・自治体、世界・国家レベルといったもので、イメージしやすいと思う。ポイントは横軸の方で、意思決定・合意形成問題のタイプを大きく 2 つのタイプに分けた。左側の (A) は解が一つに定められる問題、つまり、価値観が共有されている状況下や、ある種、評価関数的なものが決まっている状況下での意思決定・合意形成問題。もう一つ別のタイプとして (B) は、社会的な価値観や様々な人間がそれぞれ価値観を持っていて混在している状況下での意思決定・合意形成問題。これらは、だいぶ問題のタイプが異なると考えた。(B) はさらに、合意に向けた協力が難しいタイプの問題か、比較的合意に向けて協力しやすい問題かで分かれる。その切れ目は難しいが、おおまかに 3 つぐらいに分かれ、この図 1-12 の真ん中あたり、(B) の左よりのところが重要になってきている。

一番左の (A) のタイプもまだまだ難しく、取り組まなければいけない研究課題は多数あるが、このタイプは、いま世の中で盛んに投資されている AI 技術の発展によってカバーされていくであろう。(B) のタイプの右の方は、情報科学技術で攻めるのはなかなか難しそうである。そこに対しても、どこまで踏み込めるかという議論もやっておく必要はあるが、まずは (B) の左の部分、つまり、図の真ん中あたりが狙いどころになってくるのではないかと考えている。

また、情報科学技術が貢献できる点という側から考えると、最初の方で触れたような情報科学技術が最近問題を難しくしている点というのが、逆に解きやすいかもしれない。情報科学技術が難しくしている問題で、大きな問題になっているものを狙うことで、解決可能で、かつ、インパクトも大きい狙いどころになるのではないかと。本日はこのあと、具体的な取り組み事例も紹介いただけるので、それらも踏まえて、狙いどころを議論したい。

本命ターゲット・狙いどころを押さえた上で、重要な研究課題を見きわめていきたいというのが、2 つの論点をあげた意図である。

以上、まず開催趣旨・問題意識・論点について説明した。

本日の Agenda では、このあと、5 名の先生方から具体的な取り組み事例を含め、2 つの論点に関する考えをご発表いただく。続いて、私の方で各先生の論点まとめスライドをもとに簡単な振り返りを行った上で、コメンテータの先生方 5 名から順にコメントをお願いしたい。最後に全体議論の時間を設けるという流れで進めたい。

なお、ワークショップ後の予定だが、ワークショップの内容は 7・8 月で報告書という形でまとめる予定である。

また、意思決定・合意形成問題の議論では、人文社会科学系や脳科学系の分野からの知見も重要と考えている。しかし、今回のワークショップ自体は、そこまで広げると議論が発散してしまいそうだったので、ある程度、問題意識に合うようなところで議論させていただくことにした。それによって論点 1 や 2 の検討結果を持って、さらに人文社会科学系

や脳科学系の先生方にも個別にインタビューするような形で、より広い視野からの議論やご意見・アドバイスをいただこうと考えている。最終的にプロポーザルという形にまとめて発行するが、それは9月末頃を目指している。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: より良い意思決定とは何か。

A: ビジョンであげた主体性のある意思決定、納得感のある合意形成というのが「より良い」に近づくポイントと考えている。もう一つ、意思決定や合意形成の結果の良さ、つまり、アクションを起こして、その結果として生まれた社会、あるいは、社会の変化というものが、後々良かったのか、という視点もあるかと思う。まだチーム内の議論は十分ではなく、議論していくべきポイントである。

C: 社会科学や政治学では、意思決定や合意形成の良さは大きく分けて二通りある。一つは出た結論の良さ、妥当性や実体的な正当性という意味。もう一つはプロセスの良さ、いわゆる手続論的な正当性で、おおまかには透明性や、そこで提供される情報の偏りのなさ、発言機会の平等性。

プロセス面では、もし異議がある場合には、異議を言う手続きがある。つまり、もう一回議論をし直すとか、あるいは、一度意思決定して、その実行結果を見て、もう一回考え直すとか。不具合が出てきたら、そのエビデンスとともに異議申し立てをしてやり直すというようなことを、ある種のルールとして決めておく。

結果の良さの評価については、時間軸もかなり効いてくる。つまり、ある意思決定・合意形成をして、そこから出てきたアウトプット、そこから波及したアウトカム、さらにインパクトという段階を考えると、かなりいろいろな因果関係を含む。また、その間に時間もかかるので、評価にも時間がかかり、いろいろなアクターからどう評価されるかという価値観の多様性も関わってくる。

C: 意思決定について、トレーサビリティもあるが、これは透明性に該当する。つまり、意思決定がどういう根拠に基づいて、どういうプロセスで議論して、誰が決めたかというようなことが含まれる。後でちゃんとそれがわかるようになっていることが重要で、それはまさに情報科学技術でできることだと思う。

Q: 研究課題の重要性を考えると、その時間軸はどうか。

A: プロポーザルとして出していくという流れを想定すると、例えば、来年の戦略目標になって、そこから CREST などが始まったとすると、大体終わるのに8~9年かかる。なので、それくらいのスパンを我々は基本的には想定している。それでは遅いとか、いまやれることがあるのではないのか、という点はもちろん議論すべき点である。

2. 目指すべき方向性と具体的な取り組み事例

2.1 意思決定のツールとしての自然言語処理

鳥澤 健太郎(情報通信研究機構)

NICTで過去5年程度開発し、公開してきた3つの大規模自然言語処理システムについて紹介する。これらは、WebやSNSのテキストの意味を深く解析しているという話であり、社会における知を解析するということで、「社会知解析技術」と総称している。発表の最後に、現在、アマゾンエコーやグーグルホームが新聞を賑わしているが、我々も対話については注目しており、対話エージェントについての現在の研究を簡単に紹介する。

まず、対災害SNS情報分析システムDISAANA（ディサーナ）について紹介する。図2-1-1に示すように、これは、Twitter上に出てくる大規模災害に関する被災報告に関して、例えば、「熊本県で何が不足していますか」といった質問を入れると、その回答が地図上に表記されるといったシステムである。



図 2-1-1 対災害 SNS 情報分析システム DISAANA（ディサーナ）

これは2年ほど前に一般公開した。先だっの熊本地震の場合には、首相官邸で実際に被災地のニーズを吸い上げるということで活用された。実際に内閣府でこのシステムを使った参事官からは、「特に被災直後は地方自治体も非常に混乱しており、その段階では非常に有効だった。」というコメントをいただいた。

技術的な肝を幾つか簡単にご紹介する。例えば、宮城県で何が不足しているのか知って救援物資を送りたいと思ったときに、大抵は「宮城 不足」と検索エンジンに入れる。すると、「宮城県では毛布が不足しています」、「宮城ではトイレが不足の様相」などの回答がすぐ出てくる。これは、「宮城」と「不足」というキーワードがあるからである。「仙台市ではガスボンベが足りません」、「気仙沼では薬がない」といった書き込みでは「宮城」も「不足」も入っていないので、このような被災報告は、普通の検索エンジンでは見つけるこ

とができない。このような報告まで含めて拾ってくるのが、我々の技術の売りの一つである。

もう一つがデマ対応である。ツイッターではどうしてもデマが問題になる。今回の熊本地震でも、ライオンが逃げた等々のデマが出た。これは最近話題のフェイクニュースと絡んで非常に難しい問題である。フェイクニュースの自動検出は原則的にはできない。一方で、ツイッター上でデマが流れると、それを否定する書き込みも出る。このシステムでは、それを両論併記することで、どちらを取るかをユーザに任せている。普通の検索エンジンで情報を取っている限りは、「デマだよ」という情報が取れてくる保証はないので、十分に有用ではないかと思っている。

3つ目が情報の絞り込みである。例えば、一昨年の台風18号により鬼怒川が決壊したときには、我々の手元にあったツイートで、「救助」というキーワードで検索すると1万3千件が引っかかってきた。これを地方自治体で使おうとしたとき、1万3千件を全部見るのか。ほとんどは「テレビニュースを見た」などのやじ馬的な書き込みであるが、中には、「今、自宅の2階にいます。周りはこのように泥の海で、助けてください」といった住所付きのもの出てくる。しかし、1万3千件も出てくると、これは見るのは困難である。我々のシステムでは、書き込みの内容を分析して、100ツイートぐらいに絞り込めるので、この程度の数であれば現地の消防等でも十分見られると考えている。有効な意思決定を行うために、多くの情報に対して自然言語処理を適用して情報の絞り込みを行うことは必須と思う。

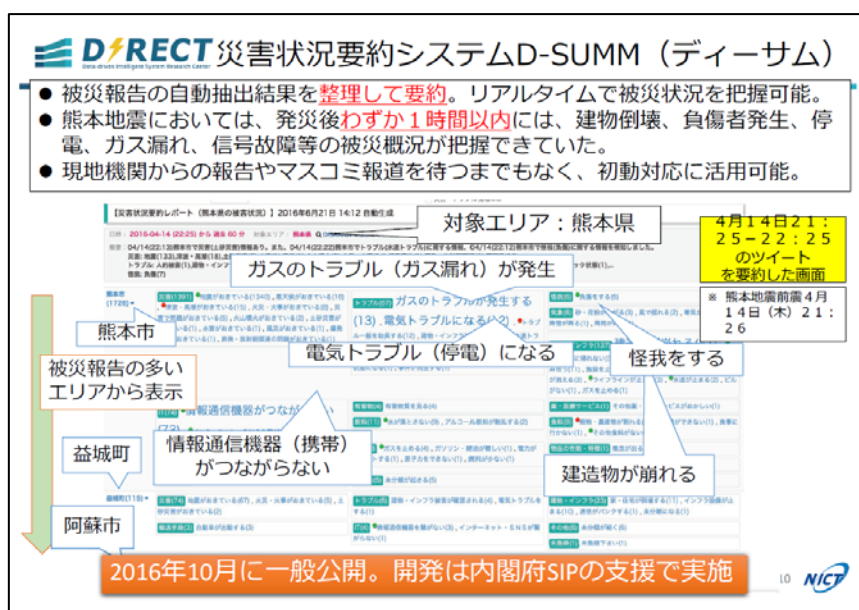


図 2-1-2 災害状況要約システム D-SUMM (ディーサム)

次に、もう一步踏み込んだシステムである災害状況要約システム D-SUMM(ディーサム)を紹介する。図 2-1-2 は、このシステムによる熊本地震の発災後約 1 時間後の出力であり、熊本市、益城町、阿蘇市に関する状況が示されている。先に示した DISAANA システムは、質問を入れると回答が出てくるシステムであるが、これは被災状況を要約するシステムである。自治体ごとに情報を整理した上で、インフラや人命などに関わる情報に分類・整理して見えるようにしたものである。これは内閣府 SIP の支援を受けて実施した研究開発であり、これも昨年に一般公開している。



図 2-1-3 D-SUMM : 地図表示例

DISAANA では、別の情報として捉えていたものを一つにまとめることで、被災状況全体の把握や場所毎の把握が容易になっている。図 2-1-3 は D-SUMM 結果の地図表示例であり、発災後の熊本県の様子である。火事、要救助、道路関係のトラブル、建物関係、インフラの被害状況が示してある。これを見ると、救助要請が出ているところがすぐにわかる。また、その場所に救援部隊を送ろうと思ったときに、道路トラブルの表示も出ているので、事前に偵察する必要がある、ということが瞬時にわかる。

このようなマクロな絵を出して、そこで適切な意思決定をするということは、極めてプリミティブなレベルの話であるが、基本中の基本と考えている。ちなみに、熊本地震の後に様々なヒアリングをした。救助に関する責任を負う団体の一つが、初動で意思決定を間違えたので、大部隊をあさっての方向に配置してしまい、そこから転進させるのは大変だったという話も聞いた。もし、迅速に情報が取れていれば、そういった不具合は抑えられたのではないと思う。

今年の 1 月に東京都の防災の図上訓練に参加した。災害関係のシステムを今後実用化していくために自治体の方とよく話をしているが、自衛隊出身の方が各自治体に防災担当としておられるので、話が非常に通じやすい。なぜなら、被災状況を簡単に要約して、責任のある人に見せるというのは、自衛隊では参謀と呼ばれる人たちが常時やっていることである。一方、自治体の職員はブリーフィングをする訓練を受けていないので、一番上の責任者はストレスがたまっている。そこに我々のシステムを見せると、まさにこういうものが欲しかった、と言ってもらえる。

様々な自治体と訓練等で連携をする一つの試みとして、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス (SFC) の山口真吾先生、防災科研と協力して、まずは訓練のガイドラインを作っていると考えている。発災後のツイートの書き込みをシミュレーションで生成することができる。それを使って、自治体の中で SNS 由来の情報をどう扱うか、どういう指揮命令系統を確立すべきか、といったことをガイドラインとして作ろうと考えている。なお、DISAANA と D-SUMM の技術は、民間企業への有償ライセンスも締結済みであり、これ

らを通して実用化を進めていきたいと思っている。

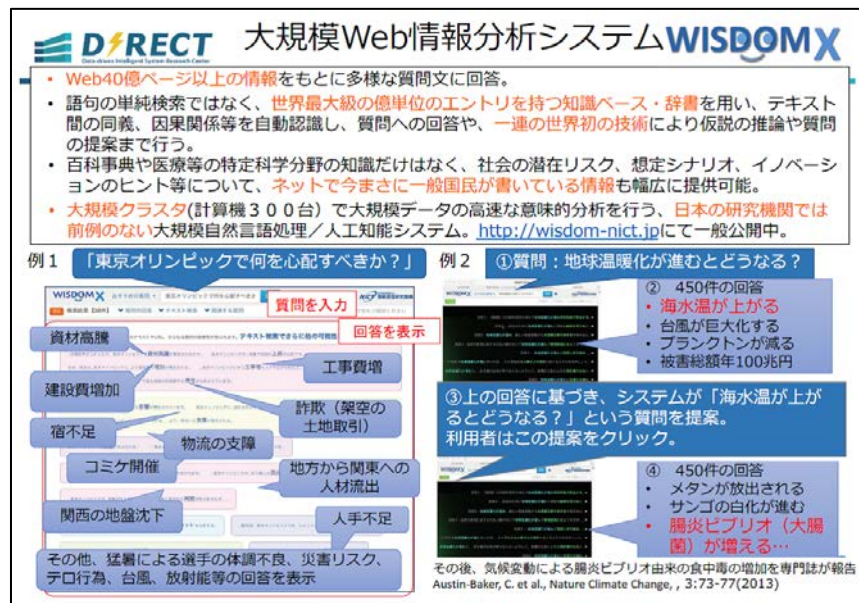


図 2-1-4 大規模 Web 情報分析システム WISDOM X

最後に、大規模 Web 情報分析システム WISDOM X を紹介する。これは、D-SUMM の前身になったシステムであり、Web40 億ページ以上を対象として、特にドメインは限定せずに作ったシステムである。図 2-1-4 に示すように、例えば、「東京オリンピックで何を心配すべきか？」を聞くと、マスコミでよく報道されているような工事費増の話が多く出てくるが、中にはコミケ（コミックマーケット、同人誌展示即売会）の開催が危ぶまれるというものもある。なぜ東京オリンピックでコミケ開催を心配するかというと、コミケの会場である東京ビッグサイトが東京オリンピックの準備で使えなくなることであり、コミケに参加したい人たちは怒り心頭という情報も取得できる。

もう一つの例は、シナリオプランニングの支援である。例えば、水産会社勤務の人が、今後の経営リスクはどこにあるのか知りたいということで、「何によって漁獲量が減るか」を WISDOM X に聞く。そうすると、乱獲など様々出てくるが、中に「地球温暖化」という回答が出てくる。地球温暖化が進むとどうなるのかを聞くと、悪いことが多く出てくるが、その一つに「海水温が上がる」というのが出てくる。海水温が上がるとどうなるか聞くと、「腸炎ビブリオなる大腸菌の一種がふえる」が出てきて、さらに大腸菌がふえるとうどうなるかと聞くと、当然のことながら「食中毒がふえる」が出てくる。「風が吹けば桶屋がもうかる」のように考えると、「地球温暖化が進むと、食中毒がふえる」ことになる。最初これを見つけたときは変だと思ったのだが、その後に Nature Climate Change という雑誌で、地球温暖化と名指しはしていないが、気候変動によりバルト海で実際に大腸菌の一種による食中毒が増えているという報告が出ていた。つまり、権威ある雑誌で言われている話は、ヤフーでの Web のテキストをつないだだけでも、ある程度出るようにすることが可能になりつつある。

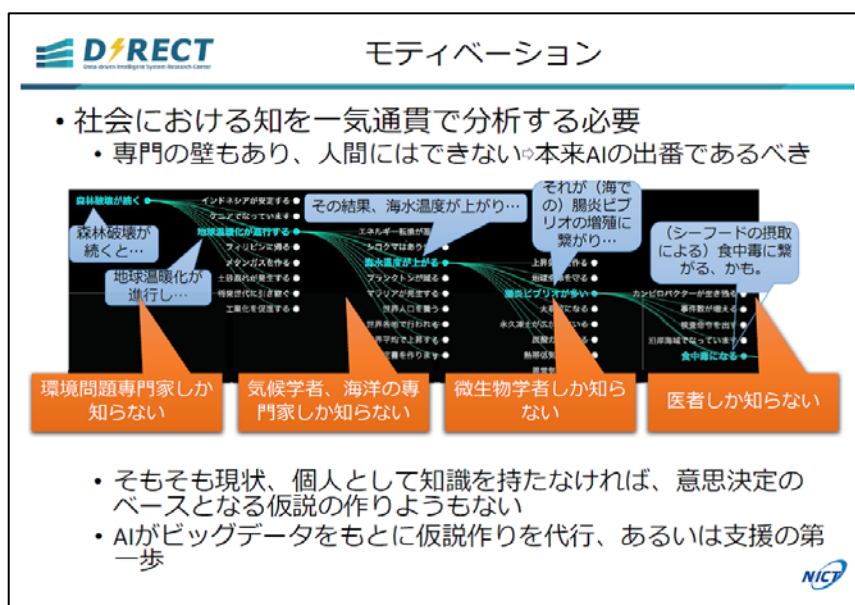


図 2-1-5 モチベイション

図 2-1-5 は、左端の「森林破壊」を除くと、先ほどの「地球温暖化」から「食中毒」に至るプロセスである。実は地球温暖化等の気候の専門家のこのような仮説は山のように出てくる。WISDOM X は学習してまた賢くなるので、このような仮説についてどれが正しくてどれが正しくないか○×は付けてくれないか、専門家に伺ったが、できないと答えられた。なぜかという、本当に地球温暖化が進んで海水温が上がるかどうかは気候学者や海洋の専門家しか知らない、海水温が上がると腸炎ビブリオが増えるかは微生物学者しか知らない、腸炎ビブリオが増えて食中毒になるかどうかは医者しか知らないためである。専門がまたがっているので、そもそも一人では判断できないというのが回答だった。一方で、この仮説が正しいか検証するチームを作ってやるかという、それはコスト的に見合わないことになる。現実問題として、このような人間の専門性を越えた、ある種の因果的なシナリオは十分あり得ると思う。今後、このような話が我々にとって潜在的脅威になることも十分あり得る。そうすると、AI でも使わない限りは、こういったことを予測するのは難しいのではないかと思います。

今までのようなシステムを発展させて、次にやろうとしているのが、図 2-1-6 に示すような対話エージェント「WISDOM ちゃん」である。これに着手したのは大分前の話であるが、言うまでもなく最近ではビジネス的に非常にホットになっている。いずれは Web ブラウザではなくて、全てがチャットボット経由になるという話もある。しかし、現状で実際に可能な対話というのは非常に限定的である。対話の幅を広げるために、我々としてはつくり込みをしなくてもよいシステムをつくっていきたいと思っている。

このようなものをつくるモチベイションは、様々な用途があるためである。例えば、教育、ビジネスマンのスキルアップ、高齢者の意思決定の支援など考えられ、この辺は調整することで十分可能と思っている。個人的には、例えば通勤の車の中で研究の話をして、何かこんなアイデアがあると言ったら、関連研究を述べてくれるとか、適用したらよい手法を提供してくれる、といったことが 2030 年くらいにはできることを期待している。

開発メンバーは10名ちょっとの小所帯だが、やれば結構いけるというのがここ10年ぐらゐの感触である。機械学習を使っているので、学習データは非常に重要であり、これにはかなり気合いを入れて、人を雇ってデータづくりをコンスタントにやっている。それで初めてこういったものが動くのである。

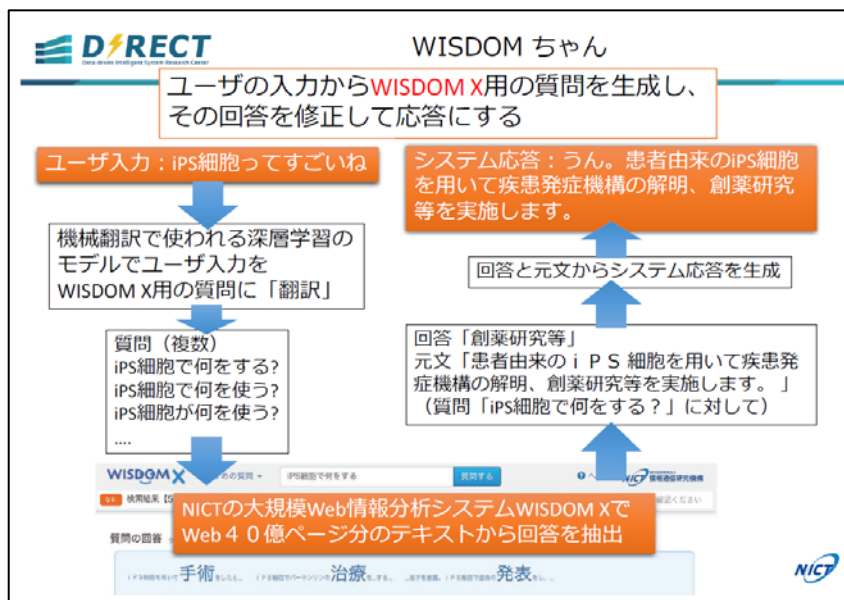


図 2-1-6 WISDOM ちゃん

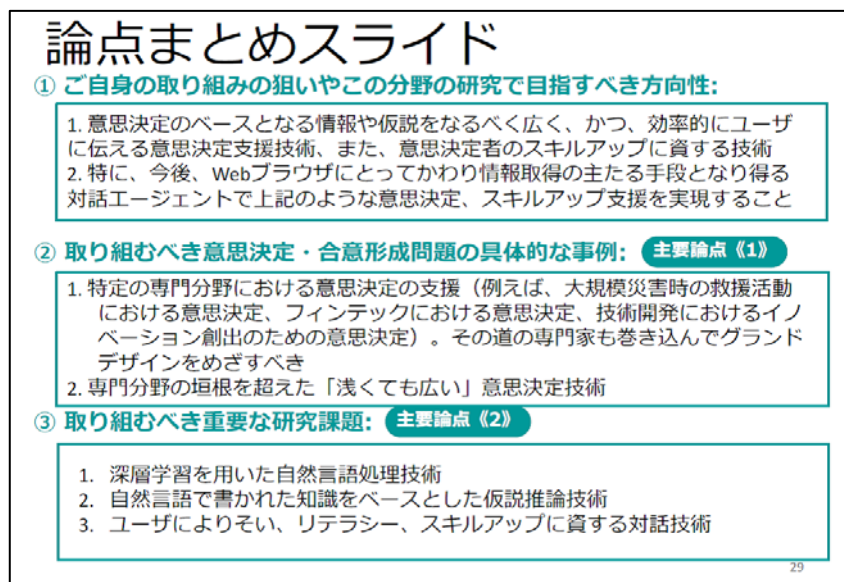


図 2-1-7 論点まとめスライド

論点のまとめを図 2-1-7 に示す。意思決定のベースとなる情報や仮説をなるべく広く、かつ効率的にユーザに伝える意思決定支援技術、あるいは意思決定者のスキルアップに資する技術というのをやったらよいのではないかと。我々はそれを目指して研究しており、そういうものがあり得ると思っている。特に、Web ブラウザに代わって対話で全部やるという時代が来るとしており、対話エージェントの上で意思決定やスキルアップ支援ができるようにすべきと思っている。

取り組むべきものについては、例えば大規模災害時の救援活動における意思決定というのがあると思う。どれだけ人が死ななくて済んだか、あるいはどれだけ人が困らなくて済んだかといったところが明確であり、そういったところを徹底的にやるというのが一つあると思っている。一方で、専門分野の垣根を越えた「浅くても広い」意思決定技術というのも同時並行で進めるべきではないかと思っている。

取り組むべき重要な研究課題については、自然言語処理は深層学習で大分変わってきているがまだ完璧ではないので、こつこつとやる必要がある。また、書いてあることを愚直に取ってくるだけではなくて、仮説を推論するというのが、今後メジャーなテーマとして上がってくるのではないかと。ユーザに寄り添う技術もある。これは、ユーザの理解や、ユーザにとって何をしてやったらよいかといったものを含み、哲学的な問いも含んでくるが、そういったところも考えていく必要がある。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: 対話型エージェントにはどの程度仕込んであるのか。

A: 仕込んではいない。何か言われると、WISDOM X に聞きに行っている。場合によっては、数十個の質問を投げて、数百個の回答をもらい、その中でどれが一番良いかを計算して出す。最初のバージョンでは、回答が戻ってくるまで 20 秒程度かかっていた。今でも、まだもっさりしている。

Q: フィジカルなデータ、リアルなデータをもっと使うと、さらに良くなると思うが、今は、自然言語だけなのか。

A: 現状は自然言語だけである。例えば、センサー情報を入れるべきだとか、BMI と組み合わせたらどうか、といった様々な提案をもらっているが、まだ手が回っていない。

Q: 仮説・推論も大事と思う。特に、意思決定をやろうとすると、将来に対してどんな可能性があるか見ていくことはとても重要だとは思う。今後の見通しはどうか。

A: 難しい問題である。今、出ているのは多くの仮説のうちのごく一部を人が見て「これはおもしろい」というレベルである。本当は、例えば、「今後日本はどうなる」と言ったら、5 つ、6 つのうなずける仮説が出てくるのがいいとは思いますが、まだそのレベルには至っていない。また別の例として、半分冗談ではあるが、「人工知能が発達するとどうなるか」と聞いてみると、対話エージェントがポピュラーになるので話し相手ができて結婚する人が減る、少子高齢化が進む、そして日本経済は窮地に陥る、といった回答が出る。今はデータを更新しているので出なくなっているが、対話エージェントをやっている人間としては、笑い事ではなくこのような仮説が出るのはいかがなものかと思う。

Q: WISDOM X では、社会的な因果関係としての正しさを評価できるか。例えば、「ある選挙で候補者 X が当選したのは、ある団体 Y の陰謀だ」といったインチキくさいのも

あれば、地球温暖化のようにエビデンスがありそうなものもあり、デマとは違う因果関係としての評価はできるのか。

A：現状では極めて難しい。思考の枠を広げるというものにしか現状のものは使えないと思う。先ほど人工知能が進化して結婚する人が減るといったものも含めて、因果関係が受け入れられるかどうかは、現状では人に任せるしかない。もちろん、同じような因果関係がどの程度 Web に書かれているか、あるいは新聞由来かどうか、あるいは政府の報告書由来なのかどうか、によってある程度は手当てすることはできるが、決め手になるかはわからない。政府の報告書でも、当てにならない予測は今までも多くあるので、極めて難しい。このため、あくまで支援というところになる。

Q：学習データは 50 名が常駐して作成しているということであるが、これを例えばウィキペディアのようにオープンにして、世界中から情報をどんどん入れてもらうとか、学習データ作成に参加してもらうのはどうか。クオリティーコントロールという問題はあるが、逆に言うと、ウィキペディア程度の質は確保できると思うが、どう考えているのか。

A：我々の分野でもクラウドソーシングで学習データをつくるという試みは、山のようにある。ただし、ここ数年やってきた感覚でいうと、クオリティーコントロールが極めて難しい。我々は研究機関なので論文を書くときに、同じデータを複数の人間にラベルづけしてもらうことをよくやる。そのときに、人によって判断があまりに揺れるようだと、そもそも再現できる結果なのかと言われて、論文がリジェクトされることにもなってしまふ。論文を書かなくてもよいのであれば、クラウドソーシングもあると思うが、クオリティーをどうやって担保するのかは問題になる。

C：おそらく、ヤフー知恵袋であれば、それでよいのであろう。これを作った本人は、6割程度の人に役立てばよいと言っていた。優等生の答えは期待しておらず、大まかなところでそこを出発点にして、あとは人の判断に任せる。あくまでも機械はお手伝いを少しやるだけのシステムであり、6割当たれば万々歳というように最初から諦めて作っているとのことである。

A：おっしゃるとおりだと思う。

2.2 社会情報学／計算社会科学の視点から

遠藤 薫(学習院大学)

私は社会科学が専門のため、基本的には社会状態の評価が先行するアプローチになる。

最初に論点まとめのスライドについて述べる。図 2-2-1 における①の目指すべき方向性は、「多層化するメディア空間における意思決定・合意形成のダイナミズムを明らかにすることにより、健全な民主主義を基盤とした秩序ある社会マネジメント、あるいはガバナンスを追求する」とした。

2

論点まとめスライド

① ご自身の取り組みの狙いやこの分野の研究で目指すべき方向性:

多層化するメディア空間(間メディア空間)における意思決定・合意形成のダイナミズムを明らかにすることにより、健全な民主主義を基盤とした秩序ある社会マネジメント／ガバナンスを実現する。

② 取り組むべき意思決定・合意形成問題の具体的な事例: 主要論点《1》

ソーシャルメディア上の炎上・拡散現象
 フェイクニュース現象の意味
 〈世論〉形成のプロセス
 間メディア社会における公共圏の可能性(集団的浅慮、集合知、分極化など)

③ 取り組むべき重要な研究課題: 主要論点《2》

情報バースト現象のプロセス分析
 フェイクニュース、ポスト・トゥルースにどのように対処するか
 〈世論〉形成のプロセス分析
 集団的浅慮ではなく、集合知を生成するためのコミュニケーション場の形成

図 2-2-1 論点まとめ

現在、インターネット等のデジタル空間が拡張していくことにより、メディア空間におけるコミュニケーションが非常に複雑化している。こうした状況の解析を含むモデリング等が今後の重要なポイントと思っているが、サイバー空間だけに注目することは状況を見誤ることになると思っている。つまり、対話型のコミュニケーション、マスメディア型のコミュニケーション、そして、サイバー空間のコミュニケーションというように、様々な手段があり、これらが合わさった形での複雑なコミュニケーションに着目すべきだと考えている。反対に言えば、非常に異なる構造を持つコミュニケーション空間が重層的に存在し、相互作用を行っているために、現在の我々の社会的コミュニケーションが非常にわかりにくいものになっている、あるいは病理的な現象が起きやすくなっている、と考えている。

②の具体的な事例としては、ソーシャルメディア上の炎上や拡散現象、フェイクニュースの問題、そして私が一番関心を持っている世論形成がある。私は世論という意味を非常に広く捉えている。社会の中の多くの人々が、ある合意に至っているように見える現象がどのように形成されるのか、そして、そうやってできてしまった世論というものをどのように評価するか、どういう条件を満たしていたら正しくなる蓋然性が高くなり、そうでな

かったらどうなのか、といった問題に特に関心を持っている。③の研究課題も同じ問題意識に基づいている。

今ここにいる皆様は自然科学系の方が多いと思うが、私は学部では自然科学、大学院では社会学、社会科学を学び、文理の両側にまたがって考えてきた。だからこそ私の方からは、違った視点からのアプローチを提示できるのではないかと考えている。

研究に関しては、図 2-2-2 に示したように社会と人間と文化と技術、これらがどのように総合的に動いているかというところに興味がある。

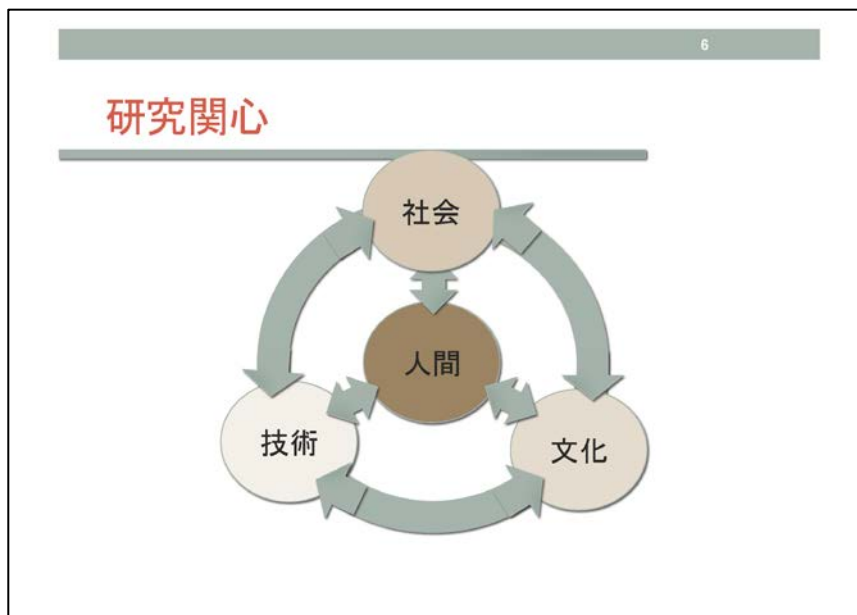


図 2-2-2 研究関心

学術振興会 先導的人社事業 領域開拓プログラム(課題設定型研究テーマ)

◆課題(研究領域):「メディアの発達によるソーシャル・キャピタルの変質」

◆研究テーマ:「リスク社会におけるメディアの発達と公共性の構造転換～ネットワーク・モデルの比較行動学に基づく理論・実証・シミュレーション分析」

<研究代表者>
 遠藤 薫: 学習院大学法学部/教授

<専門分野>
理論社会学 情報社会学 シミュレーション

<Webページ>
<http://www.kaoruendo.com>

<研究目的・概要>

・リスク社会といわれる現代、社会のレジリエンシー(回復力)を高めるには、豊かなソーシャル・キャピタル形成が不可欠である。メディアの発達と公共性再構築の可能性を探ることは喫緊の課題である。

→

重層的メディア環境における「公共性」のあり方を、社会学・経済学・情報学の連携のもと、理論構築と、蓄積された膨大なデータの分析、シミュレーションにより明らかにする。

・メディアを通じた健全なソーシャル・キャピタル(社会関係資本)形成を可能にする実証研究と理論構築とを行う。

・社会調査やビッグデータを活用した新しい解析を行う。

・シミュレーションによるビジュアルな成果報告を展開する

→

メディアを介した公共性構築のダイナミズムを明らかにすることで、学術はもとより豊かな社会づくりに貢献する。

研究期間:
H26.10～H29.9

<研究計画の特徴>

社会学・経済学・情報学
↓
文理を超えた分野連携
↓
リスク社会 公共性の構造転換
メディアの発達 説明
↓
国際連携 国際学会での研究交流 国際シンポジウムの開催 国際学術誌への成果掲載

↓
方法論連携
↓
社会理論
・社会調査・ビッグデータ
・エージェント・ベース・シミュレーション

<目標とする研究成果>

(1)メディア社会における公共性のあり方とソーシャル・キャピタル形成のメカニズムを解明する。

メディアの発達
↓
対面コミュニケーション グローバル・マスメディア ソーシャル・メディア モバイルメディア
↓
どう変化するか? → 民主主義(公共性) 社会的結束(ソーシャル・キャピタル) 社会福祉 リスクへの対応

(2)現代の様々なリスクに負けないレジリエントな社会づくりに関する知見を示す

多様なリスク
↓
自然災害/疫病/情報リスク/テロリズム... → どうすればよいか提案 → 予防力・回復力の向上をめざして 健全なガバナンスの構築 地域コミュニティの活性化 社会の絆の最強化

図 2-2-3 JSPS での研究テーマ

具体的な研究プロジェクトとしては、図 2-2-3 で示しているように、現在 JSPS の先導的人社事業におけるテーマの一つ「リスク社会におけるメディアの発達と公共性の構造転換～ネットワーク・モデルの比較行動学に基づく理論・実証・シミュレーション分析」において研究代表者を務めている。このプロジェクトでは、先ほど申し上げたような重層的なコミュニケーション空間において、世論があるべき姿としてどのようにつくられることが可能か、あるいは、できてきたものを正当と考えるには、何を見ていったらいいのか、といったところが主要な関心になっている。それを考えるに当たり、従来の社会学、社会科学では余り使われてこなかったエージェントベースのシミュレーションやビッグデータといった方法論を臨機に取り込んでいく仕掛けになっている。

研究の方法論や問題意識は自然科学の分野とも重なるところがあると思われる。図 2-2-4 に示した各種の方法論については社会科学の方でも積極的に取り込んでいこうということで、そうした取り組みは計算社会科学とも呼ばれており、世界的な潮流になっている。

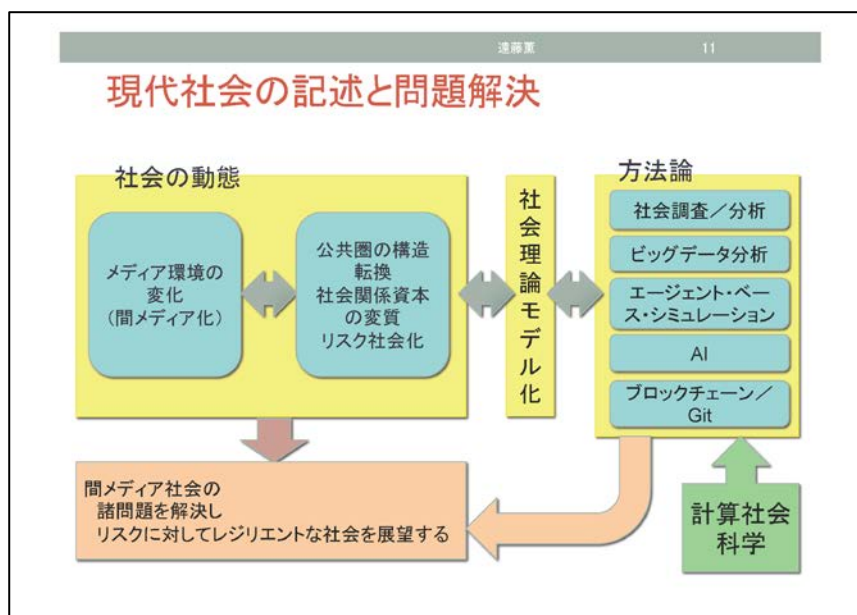


図 2-2-4 現代社会の記述と問題解決

図 2-2-5 は先ほど申し上げたコミュニケーションが重層的にあるということはどういうことかというのを説明している。イメージとしてはネットメディアがあり、マスメディアがあり、対面メディアがあり、これらの中で相互作用が起こることによって、従来よりも社会の中での言論のぶれが非常に大きくなっている。そこからさまざまな問題が生じてくるが、一方で、我々の社会にとって福音となる可能性もないわけではない。ただ福音になるのか、リスクになるのか分岐の条件、経路がどうなっているのかというのは非常にわかりにくいので、その部分をしっかりと調べたいと考えている。

また、新しいコミュニケーション空間であるインターネット、それ自体が研究対象であると同時に、データのソースになっており、さらにウェブ上でさまざまな実験ができるという意味では、方法論にもなる。こうした複雑に入り組んだ状況を解きほぐし、分析することに努めている。

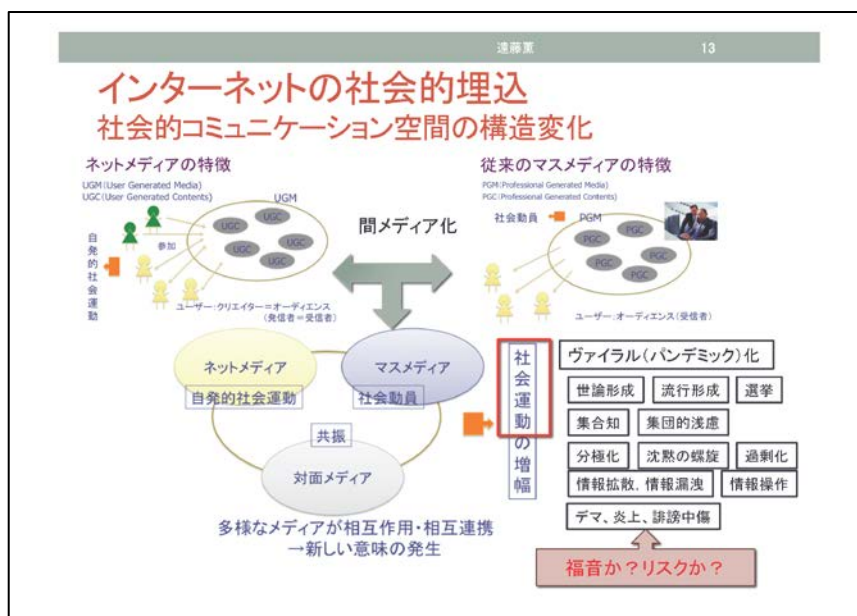


図 2-2-5 インターネットの社会的埋込

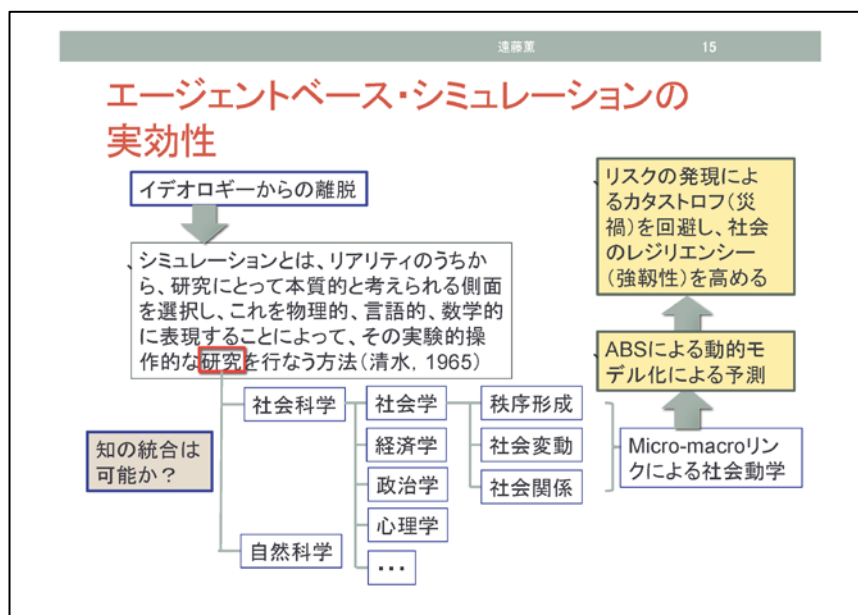


図 2-2-6 エージェントベース・シミュレーションの実効性

エージェントベース・シミュレーションについては多分、寺野先生がいろいろお話ししてくださると思うが、これに関しても、社会科学で使える要因というのがたくさんあるというのを図 2-2-6 に示した。

こうした社会科学の中に計算社会科学や情報科学の方法論を導入することによって、どのようなことがわかるようになるか。このことを私自身の昔の研究を例にとって図 2-2-7 に示している。先ほどのように、健全な民主主義に基づいた安定的な社会秩序などといっても、実際には何が健全な民主主義で、どうしたら安定的かとか、そうしたところはよくわからない。そうすると、もう少し抽象度の高いところからシミュレーションなどを行い、ある結論の社会に対するよさみたいなものを、持続可能性といったところとからめて考え

ていくというのが一つの戦略だと考えている。例えば、これは非常に大きなモデルではあるが、世の中にある非常に強いトップリーダーがいて、その下に階層的な構造を構成して社会をつくるというやり方と、非常にフラットな社会組織というものがあったとして、どちらがいいかということシミュレーションしてみる。これまで何となくフラットなほうがいいというように考えられ、それが民主主義のように思われてきたが、どちらのモデルのほうがよいかといえば、経済性や効率性といったことで考えると、実はトップリーダーがいるほうが、断然よかったりする。一方、フラットな社会構造では、生産性は必ずしもよくないが、格差の少ない社会状態が生成される。

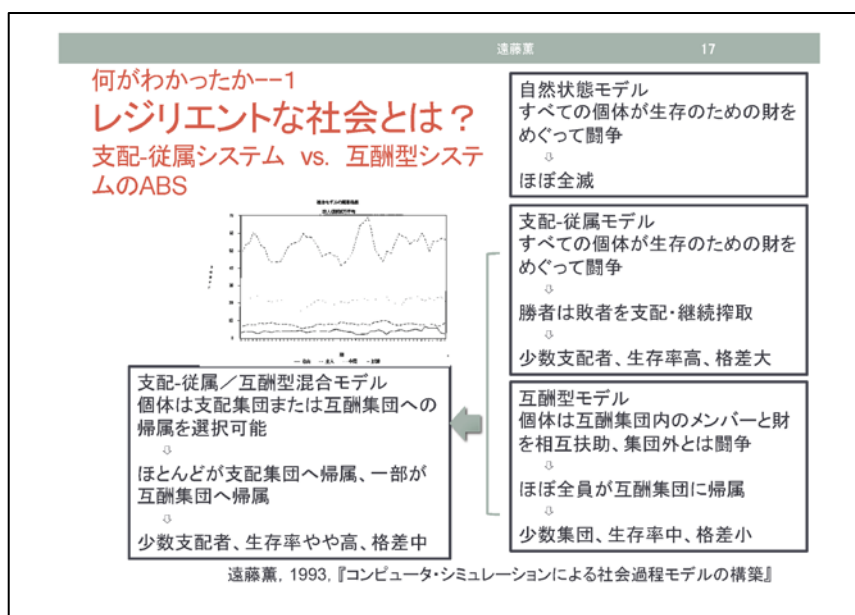


図 2-2-7 エージェントベース・シミュレーションの研究例

両方の選択肢がある状態の中でシミュレーションを走らせると、階層型構造とフラットな構造とが混在する状態ができる。一方だけの場合よりも、双方のメリットとデメリットを中和したような社会状態が生成されることがわかった。エージェントベース・シミュレーションでは、このような社会組織の構造に関するシミュレーションができるようになる。

先ほど、現在のコミュニケーション空間の複雑性というのは、一つの空間だけではなく、複数のコミュニケーションメディアが重なって動いてできているためであるということ述べた。それでは、その重なった動き方というのは、お互いにどのように関係しているかということ調べたのが図 2-2-8 である。テレビと新聞、それからソーシャルメディアの中でもブログと 2 ちゃんねるから同時にデータを集めてきて、世論がどのような動きをしているかということ比較したものとなっている。この図からはテレビという媒体がかなり違った動きをしている一方で、新聞と 2 ちゃんねるは結構、天敵みたいな印象をもたれているが、実は、意外に同じような動きをしていることが分かる。

ネットでビッグデータというと、Twitter のデータのみをもってきて考えたりすることが多いが、実際はソーシャルメディアには他にもいろいろな種類があって、それぞれが違う特性をもっている。そこで、それぞれのソーシャルメディアの特性を調べたのが図 2-2-9 である。ここでは、Facebook、Twitter、Instagram、2 ちゃんねる、LINE に関するデー

タを基に表現している。LINE は非常に共同性が強いコミュニケーション空間である一方、2ちゃんねるは情報獲得型で、人間関係は非常に薄い空間というように、結構それぞれ違っていたりする。

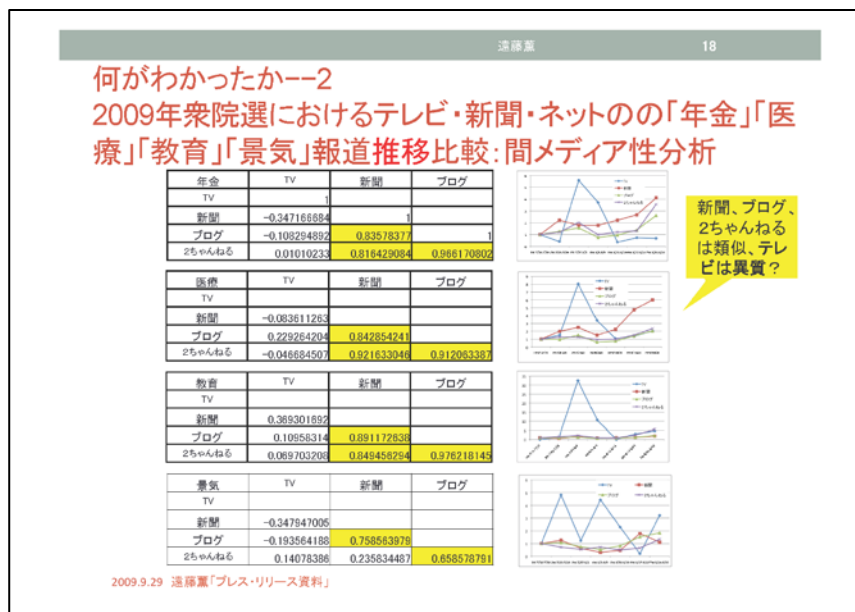


図 2-2-8 間メディア性分析 1

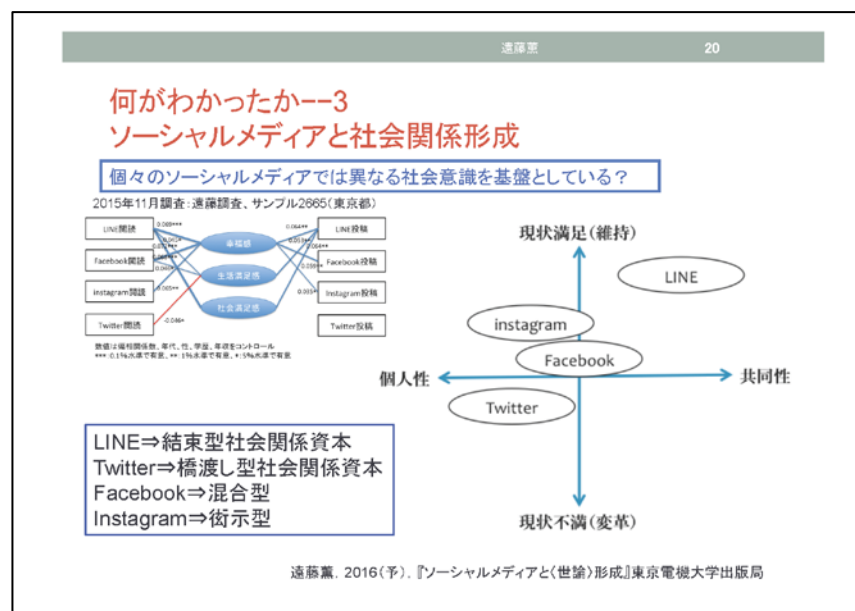


図 2-2-9 間メディア性分析 2

また、幸福感、生活満足感、社会満足感といったものとソーシャルメディアの利用頻度の相関を調べると、LINE や Facebook といった共同性の非常に強いソーシャルメディアをよく使っている人は幸福感が強い傾向にあることが分かる。生活満足感や社会満足感についても、LINE ユーザは結構強い。それはおそらく仲間と一緒に生きているといった感覚があるからではないか。反対に、Twitter だと幸福感や満足感とは余り関係しておらず、生

活満足感と負の相関を示してしまっている。こうしたことを聞くと「あ、やっぱり」といった感じを受ける人もいると思う。ただし、同じ人でもコミュニケーション空間によって発言の仕方が結構違ってたりするので、そうしたことも包括的に考えて、よりよい分析を行っていく必要がある。



図 2-2-10 計算社会科学研究会の設立

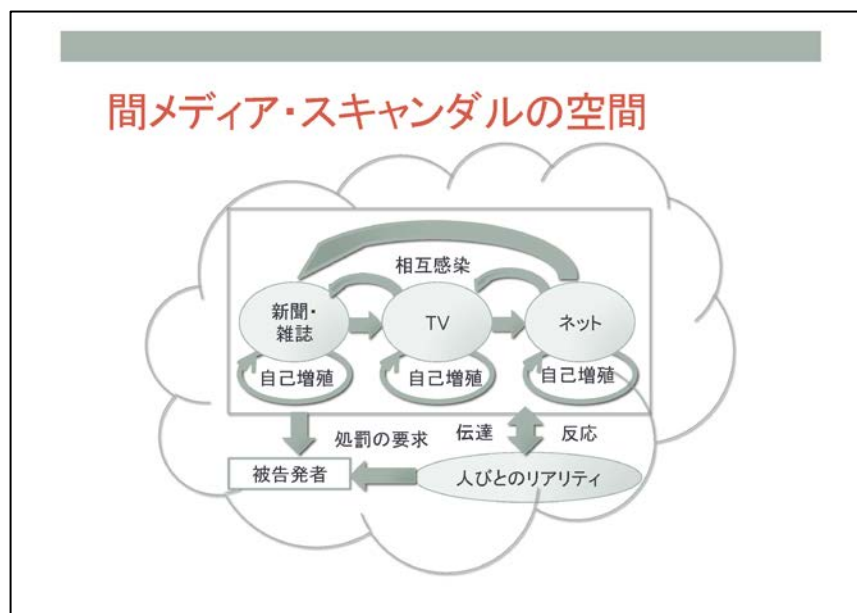


図 2-2-11 間メディア・スキャンダルの空間

日本における計算社会科学を社会科学分野でもっと拡大していくために、2016年から2017年にかけて複数回、世界的に著名な研究者を招いた国際シンポジウムやワークショップを開催している。2017年2月には図2-2-10に示した「計算社会科学研究会」を立ち上げた。第1回ワークショップでは多様な分野の研究者から多くの反応をいただき、活発に

活動を推進している。また今年 12 月にボストンで開かれる IEEE でのビッグデータの大会で日本の研究者が中心になって組織している計算社会科学のワークショップ開催がつい先日認められた。

2015 年、2016 年あたりから非常にネットが騒がしくなっていて、社会がぐらぐらしている。つまり世論的に考えると非常に不安定な状態で、ちょっとしたことが炎上・拡散することによって、社会全体に影響を及ぼすといったことが起きてきている。だから、単にネット上の動きだけを見るのではなくて、図 2-2-11 のように新聞やテレビなどと組み合わせて、より正確な動きを見ることが重要であろう。最近ではスキャンダル・ポリティクスといった現象が、分極化や集団的浅慮といったものの現れなのか、あるいはうまくファシリテートすることによって集合知のほうにもっていけるのか、といったことも研究課題として捉えている。こうしたことを考える際にも、間メディア、すなわちマスメディア、対面、ソーシャルメディアということといったものの関係性の中で形成されている情報社会の中で、どのような場を合意形成の場としてつくっていくといいかということは、それぞれのメディアの特性とあわせて考えていくことが必要であろう。また、そうした討議のマネジメントをする上で、ブロックチェーンのような新しい情報技術を使って、誰がどういう議論をすることによって、全体がどのように動いていったということを分析することなども課題として検討中である。

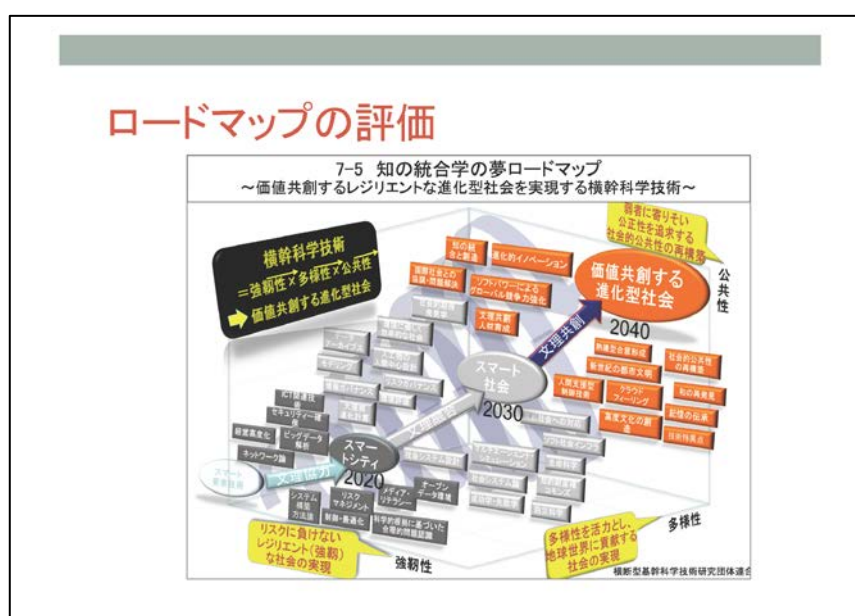


図 2-2-12 知の統合学の夢ロードマップ

最後に、研究開発の時間軸について述べる。図 2-2-12 に私が最近まで副会長を務めていた横幹連合で提案したロードマップを示した。社会科学を研究開発に導入していく立場としては、あるべき社会を公共性、多様性、強靱性の軸で見ながら、様々な方法論、科学技術を駆使して価値共創する進化型社会を構築につなげていきたいと考えている。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: ブロックチェーンによる討議マネジメントというのは、具体的にはどういった技法のことか?

A: Git (ギット) といったシステム、アプリケーションを使った、全体の知的活動のプロセスマネジメントのようなもの。よい議論をするためには、必要性に応じて匿名性は担保しつつも誰が何を言ったかわかるような討議システムが必要なのではないかという話がある。このことについて、従来型のシステムづくりのやり方で試みるということもありうるが、Git みたいなものを使うと、よりスマートにできるかもしれない。

Q: SNS によって、いろいろな特徴があるという分析は非常におもしろかった。しかし、そうした空間では、悪情報が良情報を駆逐するし、思考が深化しないということが往々にしてある。それでもあれだけの差が出るということは、逆に言うと、思考を深めるような、よりよい思考に到達するようなプロセスを演出するような空間というのも作れるということを示唆しているのではないかと思う。そうした研究というのは進んでいるのか?

A: これから進めようとしている。先ほどのプロセスマネジメントの方法論みたいなものを導入すると可能になるかもしれない。

C: 規制なども、よい規制という言葉があるのかわからないが、巧みに使うことによって、そうした空間をつくることのできるかもしれない。

A: サンスティーンという研究者が「ナッジ (nudge)」ということを言っている。軽く押してやることによって、うまく全体を回していくことができるのではないかという仮説はある。

Q: より納得感があるプロセスを通して得た討議の結果が、本当に合理的あるいはよいものかどうか、フィードバックのメカニズムはどうか。

A: ある合意ができたとして、それを実際にやってみたらどうなるのかを、ABS などを用いてシミュレーションしてみて、それを見ながらまた皆で議論するといった形でフィードバックをかける、というのが重要ではないか。結論を出して、それでオーケーみたいな話ではないと思う。

Q: 研究してわかったことを社会に実装していこうとすると、どういう形で実現していくことになるか?

A: 社会学では、これまで実装といったことには疎かった。是非、自然科学とタッグを組むことによって、実際に実装して何らかの結果を出して、またそれを考えていくというフィードバックをつくっていきたいと考えている。

Q: それは、何らかの IT のシステムに、社会科学の知見を盛り込んでいくといったことが想定されるということか?

A: はい。

Q：スライドの中で合理的合意形成の方法論として、討論型世論調査、いわゆる DP のメディア、ウェブ討論型というのがあった。このテーマに関しては、私もいろいろとやったことがある。こうした討論では最後の合意形成で出る結論よりも、途中でフリーに話しているときのほうが、圧倒的におもしろい。特に日本人の場合、最終的に優等生的にきれいな標語でまとめてしまつてつまらなくなることがあるが、途中は結構どぎついものも含めておもしろいアイデアが出て、そこからいろいろな新しい議論が創発されていく。合意形成は、まとまった結論の質という以外に、そこから波及して、創発、エマージェンとして出てくるものの発展性も実はイノベーションにつながり得る話なので、そうしたものが記録されていくとよい。例えば、私たちがいつも困っているテープ起こしは結構お金がかかるが、それは全部自動化され、さらにテキストマイニング、キーワード分析、マッピング、フレーム分析などもやってくれて、それを踏まえて次の議論につなげるという創発性を刺激するシステムがあるとおもしろいと思った。そうした発展の方向性についてはいかがか？

A：先ほどお見せしたのものよりも以前にもっと粗い実験をやったことがあり、そのときは議論が途中で、突然違う相にシフトしてしまうことがたびたび観察された。ご指摘のようにそちらの方がもっとおもしろい研究対象かもしれない。

Q：こういう議論をするときによい結論に達するかどうかは社会的成熟度のようなのが関係してくると思う。そうすると、社会的成熟度を高めるためのプロセスをどう入れていくのか。

A：ウェブ上での討論型世論調査とも関係してくるが、そのようなシステムを合意形成のためだけではなくて、もっと一般的に学校などでもリテラシー向上のために使っていくということが考えられる。コミュニケーションリテラシー、あるいはもっと幅広い俯瞰的な視野というものを手に入れるために使っていくことで、成熟度を上げていくことができるのではないかな。

2.3 意思決定と合意形成を支援するエージェントモデルとゲーミングシミュレーション

寺野 隆雄(東京工業大学)

次世代の意思決定におけるツールとしてみたときのエージェントモデルやゲーミングシミュレーションの可能性について述べる。

最初に社会技術システムの難しさについて議論する。図 2-3-1 のように問題の所在そのものと、技術と制度の両方の解が必要というのが大きな部分となる。問題の所在に関しては、関係者間での利害の衝突というのは必ず発生する。しかも、問題によっては文化の違いが表に出た場合は、すぐに地球規模の課題になってしまう。利害関係者の複雑な行動は、対象が人間であるがために学習したり適応したりした上でできあがっており、それに基づいて新しい秩序が出てくることになる。そして、短期的には非常に良い解になっているように見えても、長い目で見るとまったく逆の状況になるということもよくある。また、こうしたむずかしい側面を含む社会技術システムを考えようというときには技術革新の影響を考慮することは難しい。たとえば、iPhone が出てきて、世の中が変わるというのは何十年か前の社会科学の研究では絶対に予測できない話であろう。

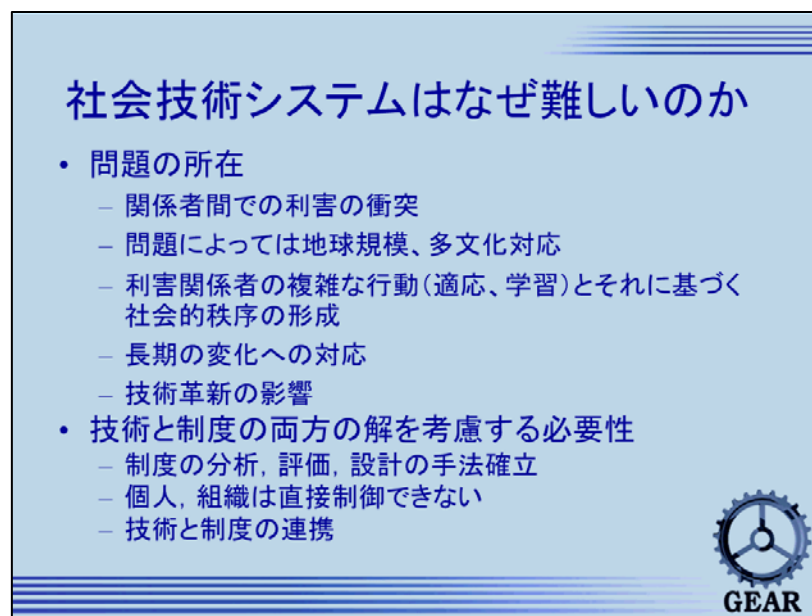


図 2-3-1 社会技術システムはなぜ難しいのか

技術と制度の両方の解を見つけ出す際の、制度の分析、評価、設計の指標というのは、いまだに存在しない。それは、対象が人間を含むシステムであるので、個人レベルでも、組織レベルでも直接制御することができないからである。したがって、システムの境界条件を変えるなどによって、間接的に対象システムを制御するしかなくなる。これが、民主主義における行政の難しさだと思う。技術と制度とは互いに矛盾しがちであるが、その一方ではそれらの連携が必要になるというのが難しさの本質であると思っている。

図 2-3-2 に科学とシミュレーションの関係について代表的な意見を取りまとめた。進化経済学の塩沢先生は、理論、実験に続く、科学の第 3 のモードとしてのシミュレーションを位置付けている。政治学者のロバート・アクセルロッドは、演繹、帰納、そして 3 番目

としてのシミュレーションを直感を援ける道具と位置付けている。私自身は、シミュレーションにおけるコンピュータプログラムが非常に重要であるという立場をとっている。実際にコンピュータプログラムは人間に読めて機械にも理解できる存在である。また、出力結果が人間に分かって、コンピュータ同士でも共有できる。このようにコンピュータプログラムというのは大変便利で重要な存在である。ギボンズは、シミュレーションをモード2の科学と位置づけ、領域型から問題解決型に変わっていかなければいけないと言っている。社会学の吉田先生は、21世紀にかけて、科学の考え方が認識科学から設計科学へと大きくパラダイムの転換が起こっていること、そして、法則の研究からプログラム科学、つまり物理の科学から情報の科学へと変化してきていることを主張している。

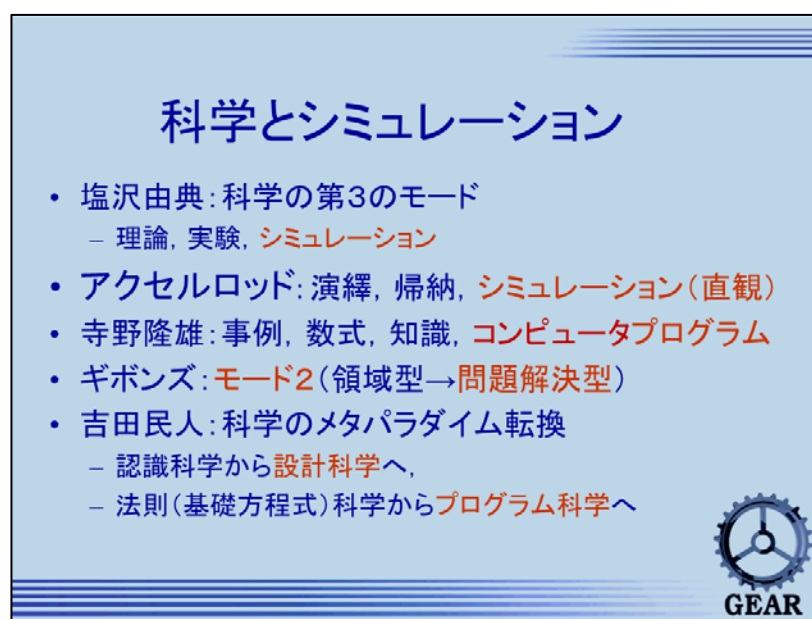


図 2-3-2 科学とシミュレーション

エージェントベース・モデリングと従来型のシミュレーションのやり方で何が違うかということを図 2-3-3 で説明したい。エージェントというのは、内部状態と通信機能、それに問題解決機能をもっている(小さな)実行可能なプログラムである。実際のエージェントの例としては、企業のモデル、個人のモデル、さらには分子のモデルなどさまざまなものがありうる。たとえば、分子のモデルを考えよう。ここでは、エージェント間のインタラクションの結果、ミクロの現象からボトムアップの影響が出てきてマクロな秩序が創発する。個々の気体分子の運動から圧力や温度といった概念がでてくるのがこのことであり、統計力学は、このマクロな秩序を記述するモデルである。物理学は、このようにミクロな状況からマクロな秩序が創発するモデルをきちんと構築している。その結果、マクロな変数間のモデルでもいろいろな現象が理解できるし、必ずしもミクロな状態まで戻ってモデルの動作を考慮する必要はない。

ところが、エージェントを人間のモデルだと考えると、ミクロな行動がマクロなレベルでの秩序を形成するという部分は共通であるが、マクロな秩序からのトップダウンの影響がミクロな状況にまで影響を及ぼすところが異なってくる。すなわち、マクロな状態をミクロなエージェントが観測でき、その結果、エージェントの行動が変わってしまうことが

起こりうる。経済学の現象はそのような性質をもつ。例えば物々交換から貨幣の概念が出てきて、物の価値が連続量で計算できるようになる。すると、微分方程式に乗せることができ、数学が中心の近代の経済学ができあがる。それでうまくいけばいいが、一方では、マクロな市場の情報を個々のエージェントが観測できる。その結果、個人の経済的な行動が変わってしまうという現象が生ずる。つまり、ミクロからマクロな秩序が形成されるだけではなくて、マクロからミクロへの影響が避けられない。この複雑な動きが、現代社会を難しくする原因のひとつである。実際に、我々はインターネットなどを通じて、マクロな状況の情報を得ることができるし、それによって我々の行動がどんどん変わってくる。これをきちっと定式化して何かモデルをつくる、さらにはそれを意思決定に使うとなると、そうした状況をそのままコンピュータプログラムに実装してシミュレーションするというのが一つのやり方としてありうる。これがエージェントベース・モデリングの基本的な考え方になる。

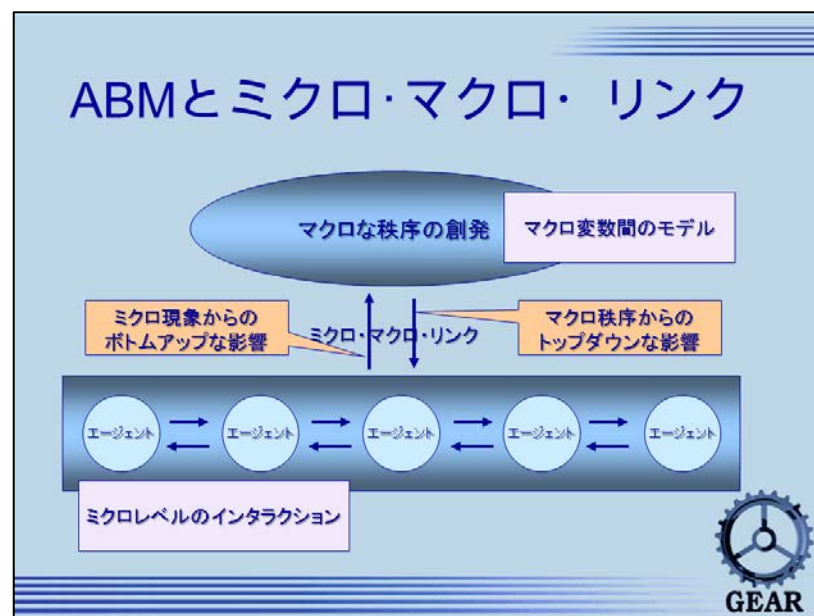


図 2-3-3 ABM とミクロ・マクロ・リンク

図 2-3-4 は東大の古田先生が最初に書かれたものだが、まずミクロのレベルで個人のモデルをつくるという方法が考えられる。それは幾らでも精密にすることができる。つまり、どうやって人間は判断しているのだろうかといったレベルまでを考えると脳の動きも含めた非常に大きなモデルとなる。これで社会問題を扱うことは不可能である。1 億人の人間の精密なモデルは不可能で、そこでは表面的かつマクロな動きしか追いかけるられない。結局、その間の中間的なメゾなレベルというのが、エージェントシミュレーションが一番得意なところとなる。そこで扱いうるエージェントの数は 100 から 1 億、多くて 100 億ぐらいの規模となる。その範囲でモデル化するというのであれば、現在のコンピュータの能力で分析ができるようになる。ちなみに経済物理学では、10 の 23 乗個レベルの粒子の世界を扱う統計力学の方程式をそのまま株価の動きといった現実の数千から百万ぐらいのデータしか存在しない金融の世界へ適用したりする。これは、一見するとうまくいかない

ように思える。しかしながら、物理学の専門家によると、わずか百前後の粒子しか存在しない状況であっても、統計物理学のモデルは割合よく現実を近似できるとのことである。

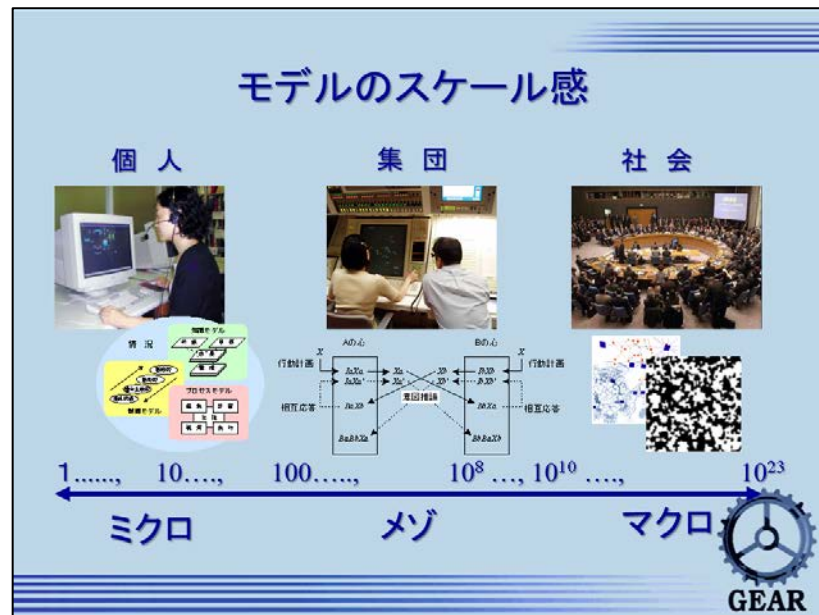


図 2-3-4 モデルのスケール感

エージェントベース・モデリングで我々がやりたいのは、図 2-3-5 に示しているように、まずは **As-Is**、つまり今までの動きをそのままシミュレートするということである。その次に、あることが起こったら次に何が起こるのかという **As-If** の仮定のもとでシミュレートすることが目標になる。そのうちに、どうしたらいいのか、こうしたらどうなのだろう、というように **Would-Be** の仮説が入ってくる。そして最後は実際にどうしたいのかという **Will-Be** の意思の話になってくる。このどうしたいのかというところにエージェントシミュレーションが使えるれば、社会的意思決定においてもいろいろな役割が果たせるのではないかと考えている。

図 2-3-6 では、エージェントベース・モデリングの研究におけるいくつかの二面性について議論する。実際にこのような研究では同時に扱わなければいけない、同時に考慮しなければいけない問題が多い。一つは理論と現実の問題である。理論のほうは例えば統計力学やゲーム理論であり、現実のほうは株価の変動や投資家の集団行動であったりする。この両方をつなぐのがエージェントベース・モデリングの役割である。次の二面性は、社会変化と技術変化の速度差である。例えば、社会学の理論は1世紀以上も真実であることを要求する。物理学の理論は、仮定が成立する限り永久に正しい。しかし、社会問題を扱う工学の立場からは、5年から10年間、システムが稼働していれば十分である、あるいは、その期間、世の中をだませればそれでいいという感じもする。エージェントベース・モデリングではこの両方を扱い、その差を埋める必要がある。これが、社会における意思決定の問題ということになる。もう一つ重要なのがモデルの妥当性と社会的な保証の問題である。システムがどれだけ既存の理論に従っているか、正しく動いているかといったモデルの妥当性の話と、そのモデルまたはモデルから導かれる結論が社会に受け入れられるかという話である。この社会的保証については、ア kreditation という言い方もするが、

社会的保証がないと社会問題に対してエージェントベース・モデルをデザインすることが非常に難しい問題になる。

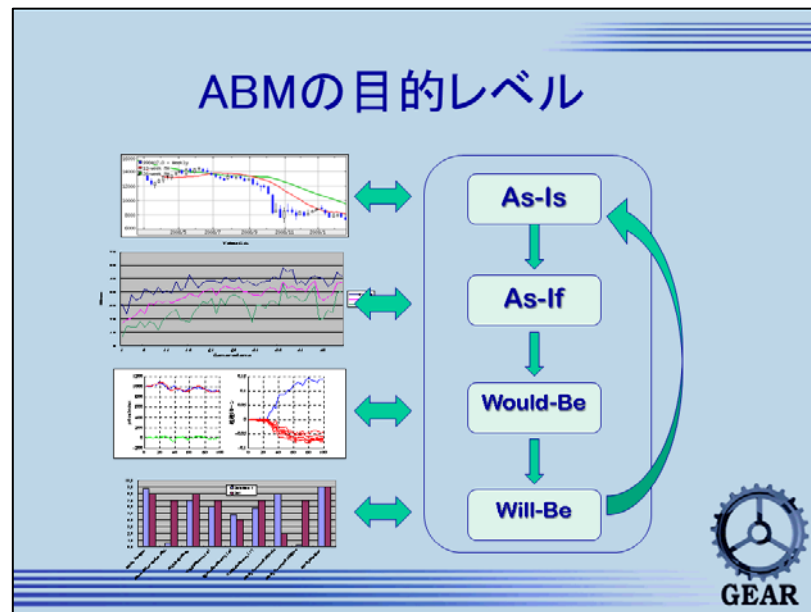


図 2-3-5 ABM の目的レベル

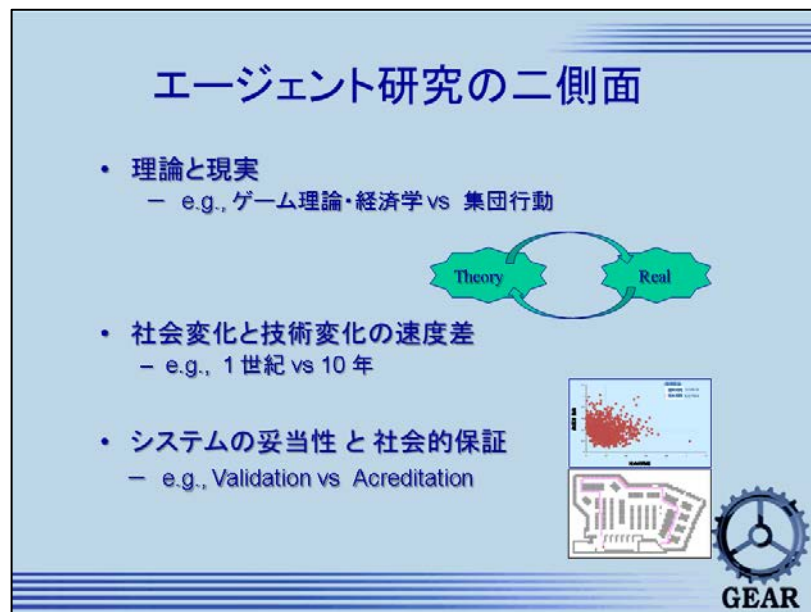


図 2-3-6 ABM 研究の 2 側面

最近、ICT の進歩のおかげで個人の能力が非常に強力になってきている。例えば、Wiki Leaks が発表されたとき、国レベルで世界中が大騒ぎになった。実際には ICT のレベルでは、Wikipedia と同じようなやり方をしているだけなのに、誰かが別の種類の情報を入れてただけで大騒ぎになった。このような個人の力をどうすればいいか。私は、個人の力を弱めるのではなくて、むしろ強めることにより、これからの社会問題を解決できるようにしていくことが、我々の責務だと思っている。

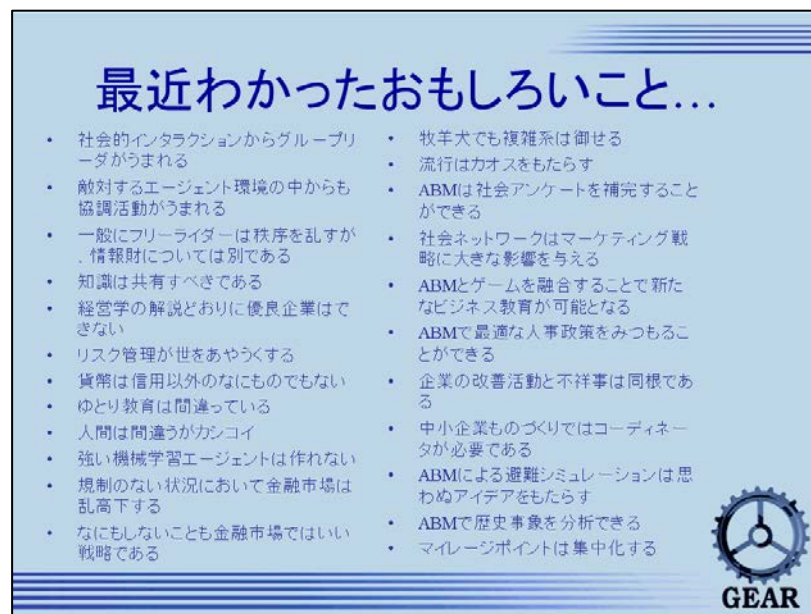


図 2-3-7 最近の研究でわかったおもしろいこと

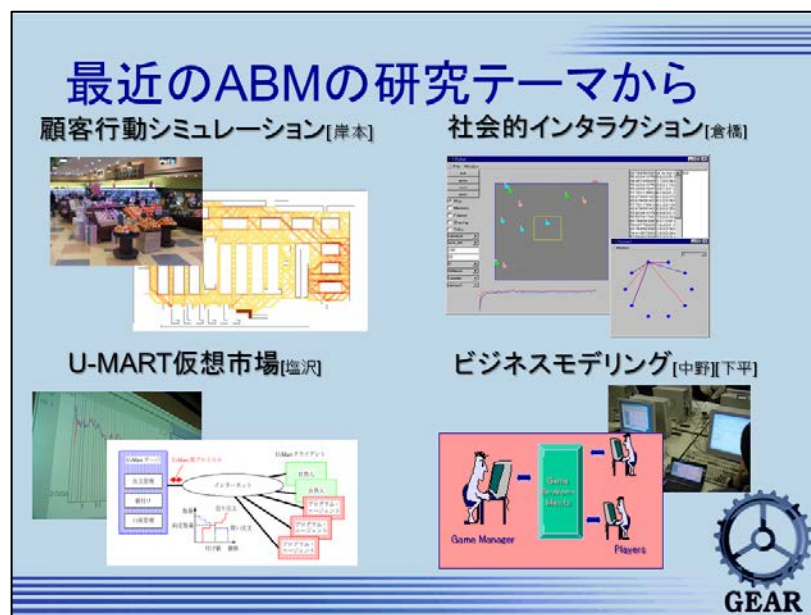


図 2-3-8 最近の ABM の研究テーマ

図 2-3-7 に、我々の研究グループが明らかにした最近わかった「おもしろいこと」を掲げてある。これらは、全部、学会発表もしくは論文になっている内容であり、キャッチコピー的にタイトルをつけた。例えば「リスク管理が世を危うくする」ことを話そう。最近、金融業界では投資効果を上げるためには、能動的にリスクを取りに行くよりも、受動的にインデックスに従って金融商品を運用するほうが安全とされている。現在、大部分の証券会社はそうした動きをしている。しかし、このような運用を全ての証券会社がやり出すと、どこもリスクを取るところがなくなってしまうので、金融市場全体が、非常に不安定になってしまう。これは、言われてみれば当たり前のようであるが、実際にシミュレーション結果を分析しなければ、少なくとも、我々は思いつかなかった。

図 2-3-8 はもう少し具体的な話である。後の話に関連してくるが、二つだけ紹介したい。一つは、仮想市場をつかってリアルタイムで取引を行う U-MART というモデルである。この仮想市場にはリアルタイムに人間のプレイヤーが参加することができ、コンピュータプログラムによる取引も可能となっている。二つめは、ビジネスモデリングである。これは、ビジネスゲームの形式で、特定のビジネスをモデル化したもので、商取引や、マーケットの動きなどをシミュレートできる仕掛けである。このゲームに人間のプレイヤーやコンピュータプログラムとしてのプレイヤーが参加し、チームプレーをやって、市場を取り合うといった使い方をする。我々は、このようなゲーム構築環境の研究開発を二十年以上継続して実施している。

こうした人間とコンピュータがプレイヤーとして同時に参加できるようなシステムをもっとしっかりとつくと、いろいろな社会的な意思決定の道具として使えるようになると考えている。これが参加型シミュレーションの考えである。

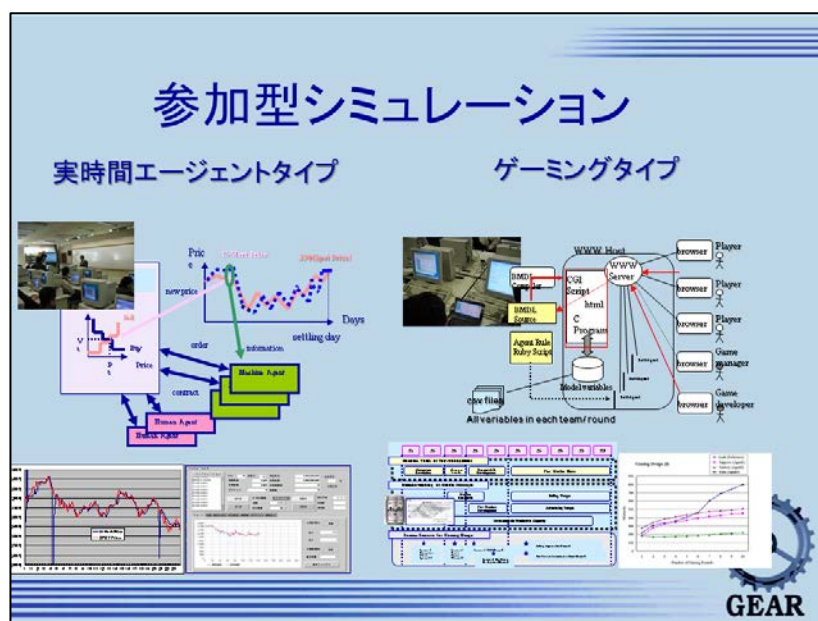


図 2-3-9 参加型シミュレーションのタイプ

図 2-3-9 では、参加型シミュレーションのタイプとして、ゲーミングと実時間エージェントの 2 つを挙げている。ゲーミングにおけるルールは、設計者、開発者が定義する。例えていうならば、囲碁や将棋のようなゲームを新しく設計して、世界をつくるといった内容である。このような環境で、人間がどのような行動をとったかという記録は、囲碁や将棋の棋譜と同じ性質をもつので、その情報を使った機械学習が可能となる。そうすると、人間の意思決定が現実の世界ではどうなっているかということもシステム上で、幾らでも学習することができ、新しい意思決定の方法も探ることができる。もう一方の実時間エージェントではリアルタイム取引の世界に人間が入ると何が起こるかといったシミュレーションがいろいろとできるようになる。これは、実時間取引の制度設計に利用できよう。どちらの場合でも参加型シミュレーションとして、コンピュータプログラムとしてのエージェントやプレイヤーとしての人間が入る形で進行していく格好になる。



図 2-3-10 参加型シミュレータの使い方

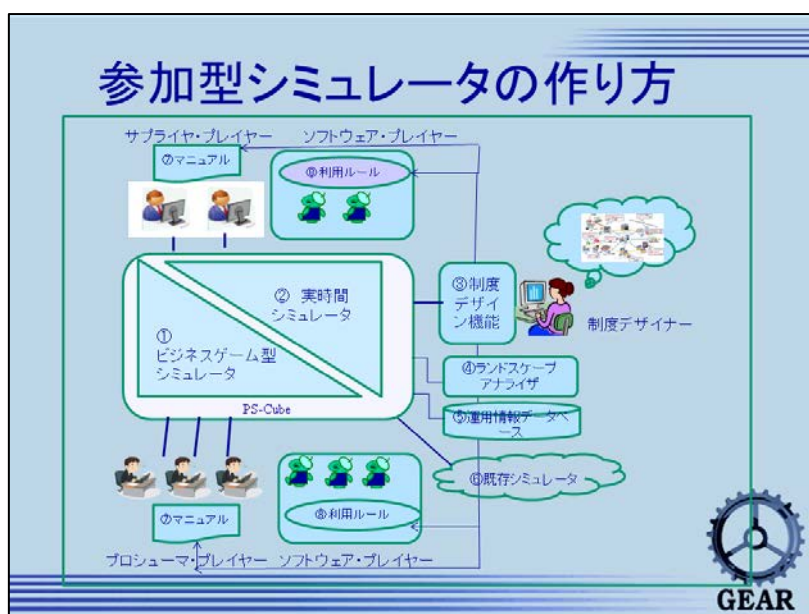


図 2-3-11 参加型シミュレータの作り方

例えば図 2-3-10 のようなエネルギー問題を考えると、サプライヤー、プロシューマ・プレイヤー、スマートグリッド・システムといった格好で、意思決定者、制度設計者と実際のプレイヤーが参画して、望ましいルールを設定することができるようになると考えている。より具体的には図 2-3-11 のようなビジネスゲーム型のシミュレータと実時間型のシミュレータ、それにエージェント・プレイヤーと人間のプレイヤーが両方入る格好でいろいろな意思決定作業が支援できるはずである。

最後に、政策シミュレーションについて触れる。この領域は、日本では太平洋戦争の前から実践されている。例えば猪瀬直樹の書籍「昭和 16 年夏の敗戦」の中で、昭和 15 年の冬に、太平洋戦争をやったらどうなるかというのを当時の官僚を集めて本格的に研究させ

た事実が著されている。そして昭和 16 年夏には政策シミュレーションの結論が出ていて、最初の 2 年間は頑張れるけれども、その後は確実に敗戦に至るということだった。これが、この本のタイトル（戦う前に負けている）の意味である。それに対して、政策立案者に対してどのように意見すべきか、という意味のことがあと書きにある：「結局、『ここはこうおかしい』と個々の事例を提示し、具体的なデータをもとにシミュレーションを行った上で『どうですか？』ということ意思決定者に突きつけていかないと、言う事を聞いてくれず改革が進まない。」私は、こうしたことができるようなツールを国民全員が持つようになるというのが理想だと思う。

別の例としては次のものがある。1972 年に発表されたローマクラブの「成長の限界」の研究に関わったヨルゲン・ランダースは 2012 年に 40 年先の予測をしたということで「2052」というタイトルの本を出版している。「成長の限界」の時とは違って、この本のもとになったデータが本のタイトルと同じ名前のウェブサイトエクセルの表として掲載されている。この特徴は、2010 年までの既存データがあって、その後は自分で予測した結果を入力できるようにデータを公開していることである。そして、自分自身のモデルを作ってシミュレーションをしてみろというのが、著者のアドバイスである。また、この本では、成長の限界と同様のシステムダイナミクスの方法が使われている。MIT のシステムダイナミクスのグループはまだ生き残っていて、彼らはシステムダイナミクスの道具を米国の政治家にどんどん配っているという話がある。

論点まとめスライド

① ご自身の取り組みの狙いやこの分野の研究で目指すべき方向性:

- ・社会技術システム（＝複雑な人工システム）の特性
 - 問題設定のむずかしさ
 - 技術とシステムの関連性
- ・複雑な社会問題の解決には多目的最適化の概念が不可欠
- ・ControlからHarnessへ → 進化計算的思考の重要性

② 取り組むべき意思決定・合意形成問題の具体的な事例: 主要論点《1》

- ・「マンションの建て替え問題」に代表される「共有地の悲劇」
- ・境界のあいまいなシステム課題
- ・集団的意思決定と指導能力の協調と競合
- ・速い・多い・大きい事象への対応と局所化の課題
- ・個人の能力拡大・集合知の特質・社会制度変革の3つの統合とそれに付随する矛盾性

③ 取り組むべき重要な研究課題: 主要論点《2》

- ・人を含むオープンシステムに対する人工知能・人口知能研究
- ・自動化エージェントとヒューマンエージェントの混在するABM・参加型システム
- ・パラメタ最適化・生成検査法を伴う大規模シミュレーション
- ・ゲーミングシミュレーションとケースメソッドの融合による意思決定支援



12

図 2-3-12 論点まとめ

最後に、論点まとめのスライドを図 2-3-12 に示した。①の目指すべき方向性については、社会技術システムの特性である問題設定の難しさと、技術とシステムの関連性をまず考えなければならない。そして複雑な社会問題の解決には多目的最適化がどうしても必要となってくるが、それは間接制御でなければうまくいかないので、コントロールからハーネスへとといった概念が必要になってくる。また、このハーネスという概念の基本には進化計算的な思考が重要となる。

②の取り組むべき具体的な事例としては、身近なところではマンションの建て替え問題に代表される「共有地の悲劇」などがある。今までの工学ではシステムを定義すると同時に、その境界を定めることが必要であったが、社会技術システムの問題というのは、境界があいまいになっている。そうした新しいシステムの課題解決ということになる。私自身はモデルに対する納得感が得られることが、結果そのものより重要なのではないかと思う。

③の重要な研究課題としては、人工知能や「人口知能」がある。「人口知能」とは、要するに、集合知とかポピュレーションダイナミクスが表現する知能を意味する。また、自動化エージェントとヒューマンエージェントの混在する参加型システムが重要となるだろう。ただし、そうしたシステムではパラメータの数がものすごく多くなってしまい、まともに解こうとするとスーパーコンピュータがいくらあっても足りない状況が発生する。こうした問題に対し、ゲーミングシミュレーションとケースメソッドといったものを融合することで意思決定支援がより効率的にできるのではないかと考えている。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: 取り組むべき具体的な事例で、マンション建てかえ問題というのはわかりやすいが、それ以外は抽象度が高いように感じる。マンション建てかえ問題と同じくらい具体的な例は他にあげられないか？

A: 原発問題がある。私の研究仲間が、ビジネスゲームとしてエネルギー問題を扱っている。興味深いのは、プレイヤーの立場の違いが明確に現れることである。経済的価値を重視するような社会人に参加させると、原発は「残すべきだ」という結果が出て、環境問題に興味があるような学生が参加すると「廃止しろ」という結果になるということだった。こうした価値観が異なる人たちを含む問題に対して、どのようにうまく解決策を導き出すかは重要な課題である。

Q: エージェントシステムでは均一なエージェントを仮定するのか。均一でない場合は、どういう役割をどのエージェントにもたせるかという課題があるのではないか。

A: それがこの種のモデルの質を難しくする。パラメータ全部が均一のエージェントばかりにすると、多分、解析的な方法や、従来のシミュレーションで解ける問題になる。それでは不十分なので、わざと異質なエージェントをモデルに組みこむ。

Q: そうすると何となく現実らしいように思えてくるが、モデルの妥当性はどう担保するのか？

A: 私のやり方では、シミュレーション結果として出てくるマクロな状況と現実の状況を合わせる格好で、モデルのパラメータをチューニングすることが考えられる。具体的に、こうした社会問題で使って適切だと思った指標はジニ・インデックスである。例えば、交通問題であれば、目的に着くまでの時間の差異をエージェントのもつ富の量と考えて、その配分を交通問題全体のジニ・インデックスとして評価する。すべての車の走行時間が同一ならばジニ・インデックスはゼロであり、1台だけが非常に早く到着するという状況ならばその値は1に近くなる。これは、交通問題に対するマクロな状況をはかる尺度となりうる。

Q：そうしたマクロな指標の下でのエージェントの与え方は多分正しいと思う。でも、問題の状況に応じては必ずしもそうならない。そのときの妥当性についてはどうか？

A：それは当然難しい。そのことでエージェントの研究者の間ではいつも論争が起こる。その場合は、妥当性のみに注目するよりも、社会的保証（ア kreditation）を重視すべきであろう。ただ、エージェントベース・モデリングでは、データがないときでも **what-if** のシミュレーションができるのが強みである。例えば、DARPA は、テロの中心人物がどこにいるかといったネットワーク分析をエージェントシミュレーションで調べるような研究に注目している。また、アフガニスタンのような国勢調査の統計データがきちんとしていないところで、国勢調査に相当するものをシミュレーションだけでやってしまうという研究も最近盛んに行われている。特に欧州では、アフリカ諸国の政治問題や社会問題をこうした立場で研究するグループが存在する。

Q：私がいる部門の研究員の一人はマルチエージェントモデルを使って災害からの避難のシミュレーションをしている。死亡率を説明するために、年齢などで各人にエージェントのタイプを割り当てて、どうやって逃げるかとか、GIS と組み合わせてどの場所にいるかとかいったことをシミュレーションしている。彼の話の聞くと、GIS とか津波のシミュレーションといった情報とエージェントモデルを合わせることによって新しい研究ができているような気がする。今、エージェントモデルがまさに新しいモデルとしていろいろな問題を解決できる可能性が増えてきていることの背景には、モデルそのものが精緻化されてきたということもあるのかもしれない。他にも、人工知能やビッグデータと連動させるとか、あるいはコンピュータ資源を他のシミュレーションと連動させるといったこともあると思うが、それらについてはどのように理解しておけばよいのか？

A：エージェントシミュレーションの一番よいところは参入の敷居が低いところである。エージェントの動きとワールドの仕組みが記述できれば、それでシミュレータが動いてしまう。その後は例えば GIS のデータが入ってきたら、エージェントの動きをそれに合わせるとか、後でモデルをチューニングすることは幾らでもできる。自分のデザインしたワールドのパラメータを自由にチューニングできるのが大きな特徴である。これは物理学の世界と違って、ニュートンの方程式に出てくる重力定数のようなものを自分で設定できることを意味する。良いか悪いかは別にして、そうした自由度があるのが一番大きいと思う。また、社会シミュレーションとビッグデータとは切っても切れない関係にある。現実のデータを取り込むことももちろんであるが、一方、社会シミュレーションは、精度の高いビッグデータ生成器でもある。

Q：そうすると、シミュレーションをするためのツールがいろいろ整備されてきて、また、それを支えるためのデータもたくさん出てきていて、いろいろな問題の解決に近づいていけるということか？

A：そのとおりである。例えば、避難シミュレーションでしか得られない興味深い分析のひとつに、「どうして死んでしまったのか？」といったことが調べられることが挙げられる。実際に亡くなってしまった人にインタビューはできないが、エージェントシミュ

レーションをやっている限りは全部ログがとれるので、死んでしまった状況や理由が比較的簡単にわかるようになる。それが他の方法との大きな違いだと思う。

2.4 エージェント技術による大規模合意形成支援システムの創成

伊藤 孝行(名古屋工業大学)

生物はコレクティブインテリジェンスというのをもっており、図 2-4-1 に示しているように、集団的な動きをうまく進化的に優位にかち取って生きてきた。



図 2-4-1 生物のコレクティブインテリジェンス

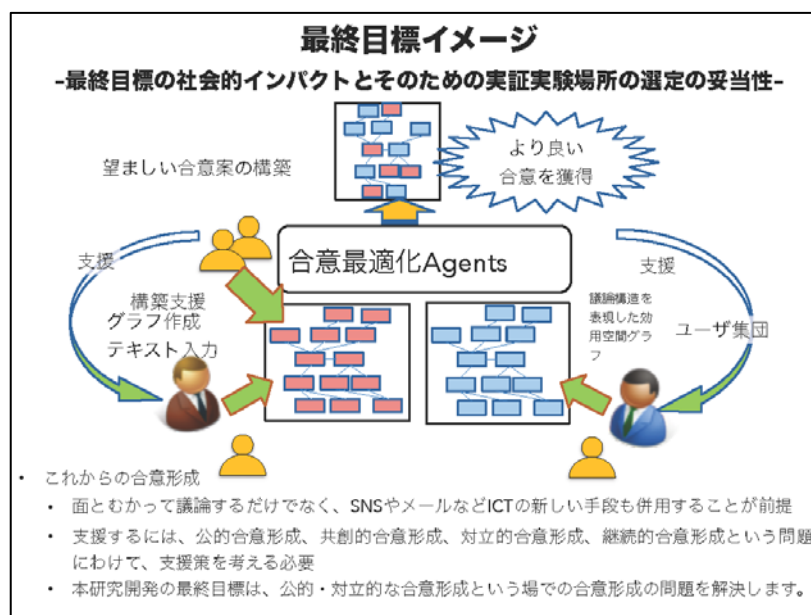


図 2-4-2 研究の最終目標イメージ

一方、人間は現在ソーシャルメディアを使っているが、そこでは新しいインタラクションやメカニズムが必要であり、それらをうまく設計していかないと今後、ほかの種に勝っていけなくなるかもしれない。そうしたところにエージェント技術、人工知能技術、知能情報処理技術が使えるのではないかと問題意識で研究を進めている。

合意形成という観点では、現状ではソーシャルメディア、例えば Twitter などがあるが、そうしたところでは意見の共有はできるが、交渉、意見の集約、合意形成といったことはなかなか難しい。こうしたところに知能情報処理技術やマルチエージェント技術を応用してきている。関係するプロジェクトを CREST で進めてきているが、そこでは社会における実フィールドを大事にしている。合意形成は4つぐらいに分類できる。一つ目は公的な合意形成で、パブリックな意見を集約するようなこと。二つ目は共創的な合意形成で、新しい発想を出していくようなこと。三つ目は対立的な合意形成で、いがみ合っているようなところをどう解決していくかというようなこと。四つ目は継続的な合意形成で、家庭の奥さんと旦那さんがうまくやっていくといったこと。最終的な目標のイメージとしては、図 2-4-2 に示したように、集団の意見を吸い上げ、それを合意最適化 Agents と呼んでいる技術でまとめ、よりよい合意案を獲得し、これをユーザに返してあげるといったことを考えている。その事例として、いくつかの社会実験を中心にこれから述べていく。

2013 年から大規模な議論の実験を実際に行ってきた。私の問題意識としては、一つは例えば 2 ちゃんねるで、どんどん議論が炎上して拡散してしまうこと。もう一つは、議論を支援するようなシステムをつくっても、特に日本では、参加者が消極的になりがちなこと。誰も何も言ってくれないといったことになってしまう。このあたりを解決していきたいということで図 2-4-3 に示したような研究を進めている。その一つがファシリテータを導入するという。これは炎上を防ぐ、あるいは炎上を何とか抑えるような方向性。もう一つはインセンティブを仕組みとして導入すること。これは、参加者に何か言ってもらう仕組みをつくとよいのではないかとということでやりはじめた。

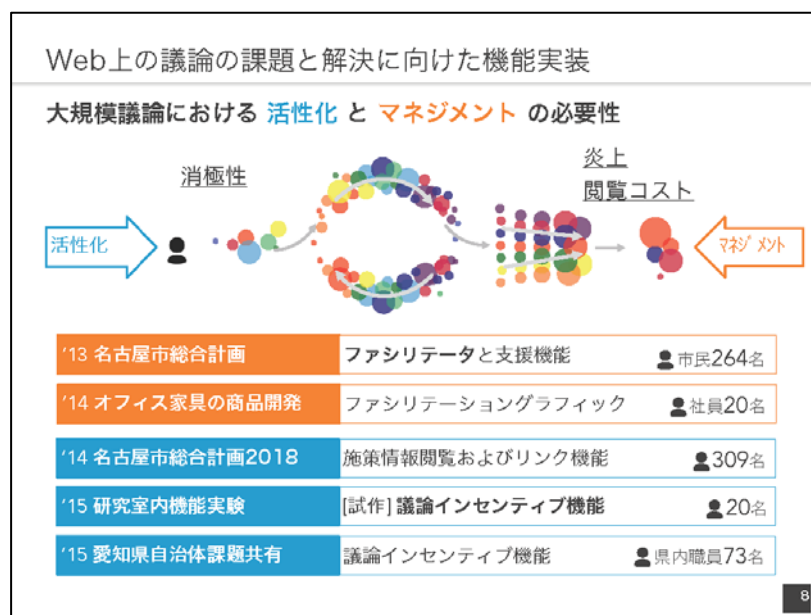


図 2-4-3 Web 上の議論の課題と解決に向けた機能実装

私としては、もともと分散人工知能の研究をしていたので、ファシリテータのような集中制御的なものはなしでいろいろうまくやりたいが、議論になるとやはりファシリテータが必要ということ都市計画や建築デザインの先生方に言われ、仕方なくオンラインのディスカッションでもファシリテータを導入していこうと決めた。しかしよく考えてみる

と、コレクティブインテリジェンスとか、ソーシャルコンピューティングという観点からは、ファシリテータが大事だということがわかってきた。例えば Linux や Wikipedia のプロジェクトでは参加者が自由に記事やソースコードを書きかえることができるが、何でうまくいっているかという、少人数のマネジメントレベルの人たちがいるから。Linux であれば、リーナス・トーバルズとその仲間たちがきちんと変更、追加を見ている。Wikipedia であれば、モデレーターと呼ばれる人たちがちゃんと見ている。たくさんの人が参加することによってうまくいっているのではあるが、そこにはしっかりとした管理者が存在する。同じように、このオンラインディスカッションでもファシリテータを導入するとよいのではないかということになった。

COLLAGREE というシステムをつくってきているが、実際に市民の方々に使っていたくので、なるべく親しみが湧きやすいように Facebook みたいな形、見栄えにしている。ファシリテータが投稿すると少し色が違うとか、センチメントアナリシスを実装することにより、コメントがポジティブかネガティブかというのを示してあげるとか、少しでもファシリテータの助けになるような仕組みをいくつか導入している。仕組みとしては、図 2-4-4 のように、Ralis、Nginx、mongoDB のほか、JavaScript でユーザインターフェースを整えた感じになっている。

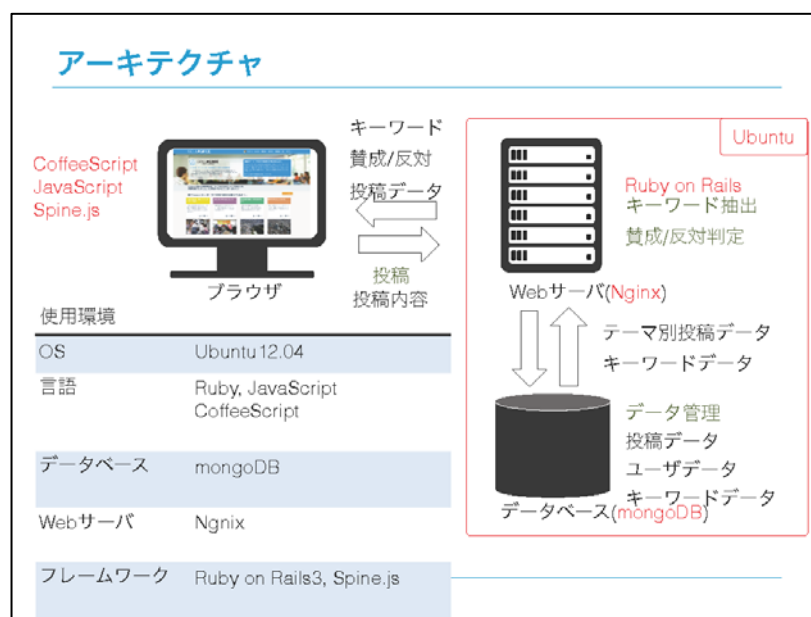


図 2-4-4 COLLAGREE のアーキテクチャ

この COLLAGREE を名古屋市と一緒に、名古屋市の次期総合計画をつくるときに使った。図 2-4-5 のように、公募で 264 名の参加者を集めて、投稿数としては 1,151 件あった。ファシリテーションをやる決めていたので、日本ファシリテーション協会からファシリテーションの専門家も 9 人集めた。テーマが 4 つだったので、1 テーマについて 2 人ファシリテータをつけて、1 人は補助という形でやっていただいた。実験を 2 週間行って、最終的には 3 名の方を表彰した。そのうちの 1 人の高校生は名古屋生まれではあるが今は横浜に住んでいるということだった。けれども、名古屋のことが大好きで、ずっと名古屋で何が起きているかをウォッチしており、我々のプロジェクトを知って、そこから名古屋

の改善案を投稿して、ディスカッションに参加していただいた。我々のこのネットを使ったプロジェクトだったからこそできた。

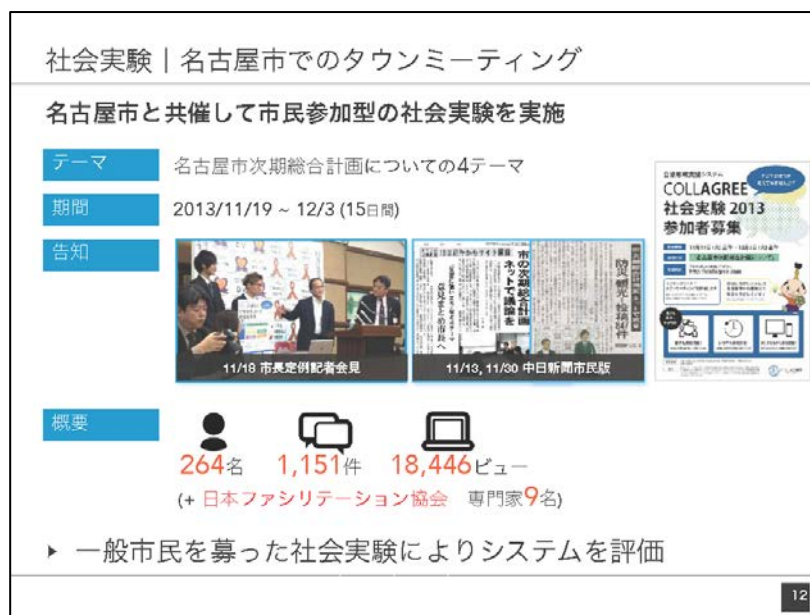


図 2-4-5 名古屋市でのタウンミーティング

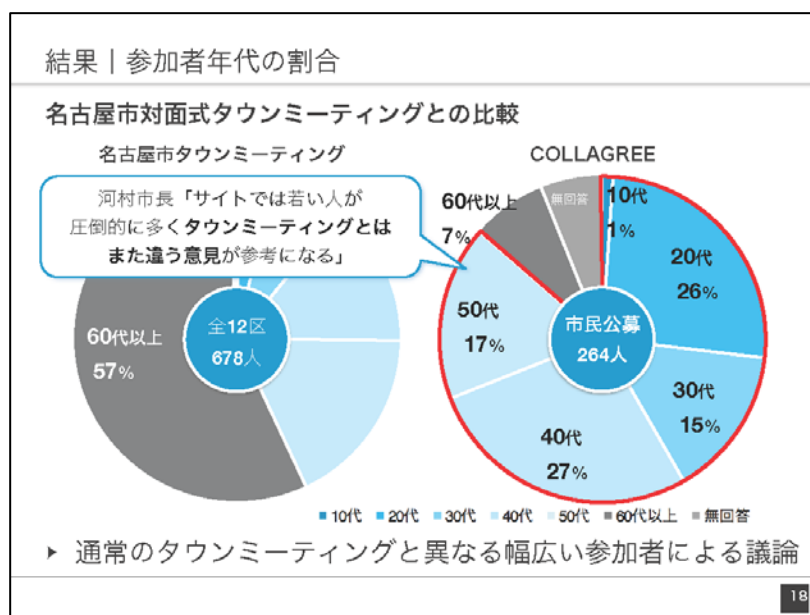


図 2-4-6 参加者年代の割合

名古屋市はこのオンラインのディスカッションだけではなく、図 2-4-6 に示したように対面式でも 12 区でやっており、参加者はこの 12 区全部合わせて 678 名だった。それに対し、オンラインの場合の 264 名はそれなりに多いと言える。参加した年代を見ると、タウンミーティングの場合、日中にしかできないので、どうしても 60 代以上が多くなるのに対して、我々の場合はスマホも使えるようなシステムなので若い人が多かった。この意味では、対面式とオンラインを組み合わせるとさらによくなるのではないかと感じた。

図 2-4-7 のアンケートでは、ファシリテーションはよかったかということに関して、議論が促進されたとか、うまくまとめられたという回答が得られた。ここでの議論は、全て名古屋市次期総合計画というブックレットにまとめられている。論文もたくさん書いたが、ブックレットにこうした意見がきちんと反映されたということがソーシャルなインパクトとしてよかったと思っている。

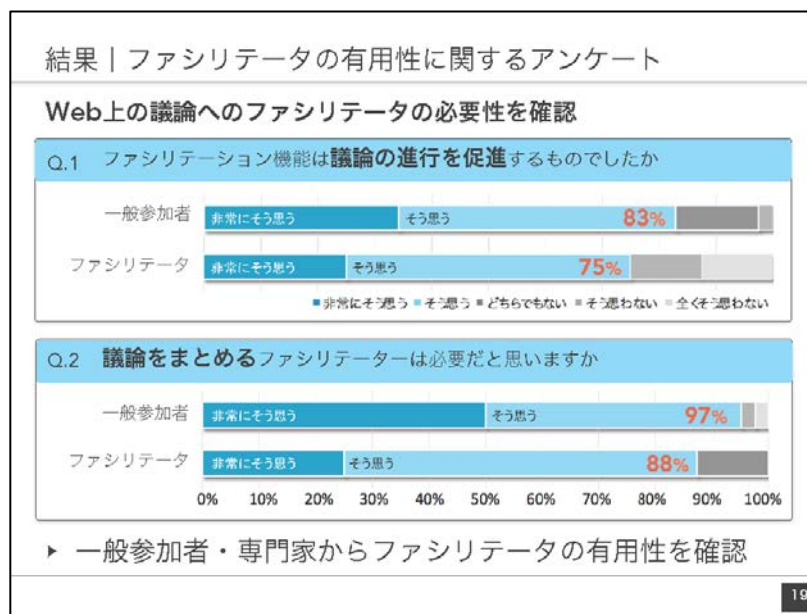


図 2-4-7 ファシリテータの有用性に関するアンケート



図 2-4-8 ポイント付与による議論インセンティブ機構の実装

もう一つ、インセンティブの付与についてだが、簡単に言うと、図 2-4-8 のようにポイントをつけた。あらゆる議論のあらゆる行動に対して、例えば投稿する、返信する、「いいね」を押す、といった行動に対してポイントをつけた。そのポイントに基づいてランキングもつけランキングの画面を示すようにした。参加者は自分のランキングを見ながら議論

をして、ゲーミフィケーションという感じでやることができた。関係するアイデアとして、DARPA のレッドバルーンチャレンジというのがある。このときのアイデアを借りると、議論を図 2-4-9 のような木構造として見るができる。例えば、私が何か発言して、それに対して誰かが返信して「いいね」が押されたとする。そのときに、この「いいね」が押された発言だけに点数づけるのではなく、この「いいね」を誘導した全ての発言に対してポイントをつけるようにする。こうしたことによって議論を活性化することができた。

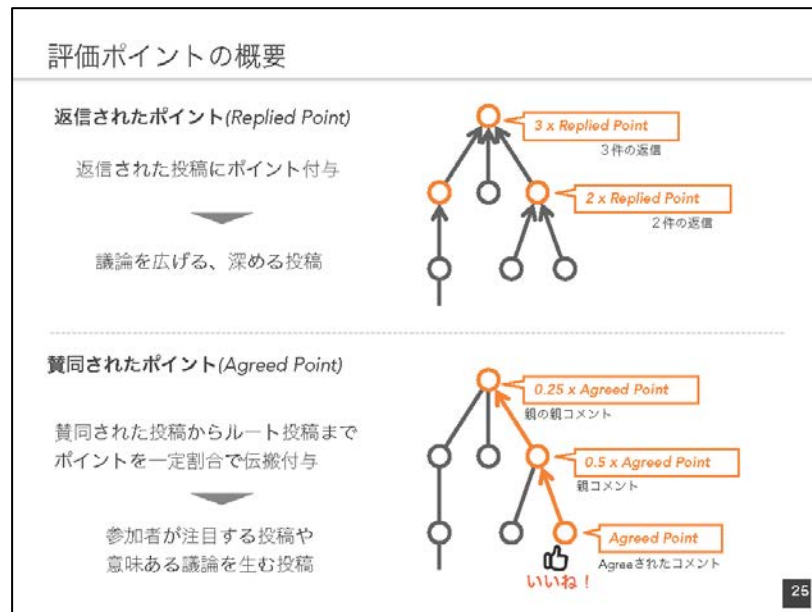


図 2-4-9 評価ポイントの概要

現在はさらに研究体制を整えていろんなことをやっている。マルチエージェントの研究家としては、究極的にはファシリテータを全自動にしたい。あるいは複数のプログラムが人間のかわりに自動的に合意案を出すようにしたいと考えている。

社会学や法律関係の先生方は、合意形成という話を聞くとすごく興味をもっていたので、最近、共同で研究を始めている。この春、4月頃には ELSI 委員会というのを立ち上げた。こうしたオンラインのディスカッションに AI が少し支援するような仕組みを社会に実装して実験していくときにはいろんな問題が起り得るので、そうした部分を ELSI の観点からきちんと補佐しつつ、あるべき姿を議論していこうとしている。

最近の社会実験として、都市計画に関するワークショップを行った。図 2-4-10 のように、対面でのワークショップとオンラインのディスカッションを交互にやることで、どのような効果があるかを調べている。名古屋市の魅力について語ろうという試みでは、名古屋市民へのアンケートで、日本の各都市で一番魅力ある都市を挙げてくださーいといったときに、名古屋市が最低という結果が出た。名古屋市長がこれではいかんということで、魅力を大討論してほしいということになり、いろんな討論の方法をやっているが、その第 1 回目としてインターネット討論会を開催した。今、分析中だが、ファシリテータを有名な方にしてみたりして、大体 900 人ぐらいの市民の方々に議論していただいた。

1. 2016年度の方針

2. AICHIまちづくり
デザインリーグ

3. 名古屋青年会議所
リレーワークショップ

4. 感情面による
色の可視化支援

5. ガリバー・トシネル

6. なかよしマッピング

ワークショップの概要

リレーワークショップについて

場所	愛知県名古屋市中区栄 1-15-24 名古屋青年会議所会館 会議室1、会議室2、会議室3			
参加人数	69人(名古屋市民) 1グループ、9~14人で構成			
日時	第1回 2016年7月13日(水) 19:00~21:30	第2回 2016年8月09日(火) 19:00~21:30	第3回 2016年9月06日(木) 19:00~21:30	
ファシリテータ	山崎亮氏	木刀川映湖氏	藤村龍至氏	
コーディネータ	伊藤孝紀氏			
アシスタント	名古屋工業大学 伊藤孝紀研究室学生(各グループに配置)			

□ 各ワークショップ当日の流れ

第一部(19:00~)	→	第二部	→	休憩	→	第三部	→	第四部(21:30)	→	第五部(WS後)
趣旨説明		講義				ワークショップ		発表		COLLAGREEを使った議論
5 min		30 min		5 min		90 min		20 min		1 週間
コーディネータによる説明		ファシリテータによる説明								

各回のワークショップ後に、COLLAGREEを使い1週間議論することで、WSの内容をフィードバックする

伊藤孝紀グループ 2016年度の研究進捗報告

図 2-4-10 名古屋市都市計画に関するリレーワークショップ

1. 実験概要	2. 学生参加者の 住まい	3. 投稿数および 投稿者の数	4. 投稿者の数	5. 対象地域別の 投稿数	6. 対象地域別の 投稿数	7. アンケート調査	8. 投資結果
名古屋工業大学を主体に、愛知県の市町村がプレゼンし、その内容について1週間オンライン議論をする							
第1部 自治体職員によるプレゼン							
日 時	2016年10月28日(金) 13時~14時30分						
会 場	名古屋工業大学 NITech Hall (愛知県名古屋市中区御器所町)						
開催時の様子							
内 容	9市町村の職員が、対象地域における「20年後のまちづくり」について、学生に向け、プレゼンをおこなう						
第2部 インターネット上でおこなう継続的な議論							
日 時	2016年10月28日(金) - 11月4日(金)						
参 加 人 数	自治体職員: 21名 学生: 103名						
内 容	第1部終了後、プレゼン内容を踏まえ、支援システムを用いて自治体職員および学生を交えた継続的な議論をおこなう						

AICHI街づくりデザインリーグ2016 報告会

図 2-4-11 愛知県の方々とのデザインリーグ 2

この分析結果は今後まとめるが、こういうディスカッションの実験をすると、最初のうちはすごく議論がされるけれども、終わりのほうは何となく停滞してしまう。そのあたりの改善を幾つか試しにやっている。例えば昨年10月に愛知県の方々と行った図2-4-11のデザインリーグ2の例では、コアタイムというのを設けて、ある時間に必ずファシリテータがいるというようにした。この人とこの人が今、参加しているといったことを示してあげると、議論が停滞せずに維持されていくことがわかった。オンラインのディスカッションと対面でのディスカッションを同時に進めるということも行っている。

自動ファシリテータについては、さらに幾つかやっており、議論の状況を何とか推定できるようにしようとしている。自然言語処理も必要だが、投稿のタイミングやどの人が投

稿をたくさんしているかといったことを分析して、現時点では、議論が停滞したら何か言ってくれるということではできるようになってきた。

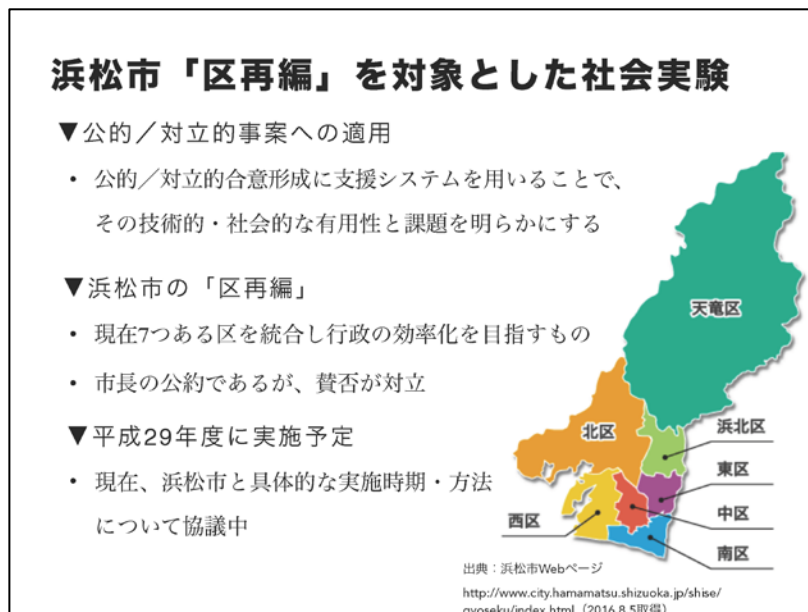


図 2-4-12 浜松市「区再編」を対象とした社会実験

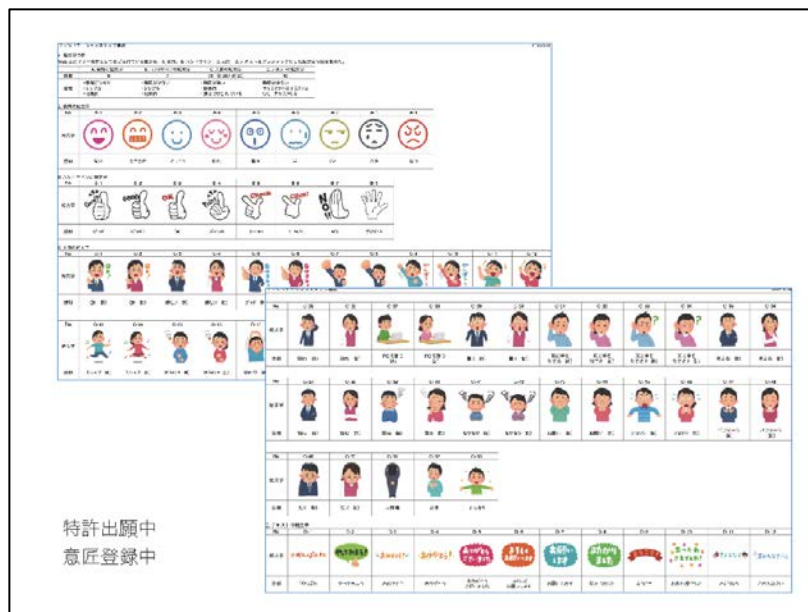


図 2-4-13 ファシリテーションスタンプ

ここまでの話は、意見を集約するといった内容のものが多かったが、今後は最初に示した4つの分類の中の対立的な合意形成についてもやっていかなければならない。対立的な状況において、このシステムを動かしてみないと意味がないということを結構言われている。いろいろと探してみても、今は図 2-4-12 のような浜松市の区再編を重要なテーマにしている。政治的には、一度失敗しているらしい。今、静岡大の社会学者の方が歴史も含め全体的に分析しており、市当局と NPO の方々のほか、市民の様々なステークホルダーの方々と協議をしており、今年中には何らかのシステムを動かして、意見の集約、意見の見える

化みたいなことをしていきたいと考えている。その他にも地方創生ということで、地方に入って、そこでの合意形成、意見の集約ということをやっている。

少し違ったおもしろい成果としては、ここまで述べてきたところでは、ファシリテータはソーシャルメディア上で言葉を発しているが、そこに LINE のスタンプのようなものを導入するといったのではないかとということで、図 2-4-13 のようなファシリテータ専門のスタンプというのを意匠登録して、特許も出願している。こうしたオンラインのディスカッションでファシリテーションするときのスタンプに関しては我々が広範に特許で押さえている。

今はディスカッションの中で得られた構造を難しいけれども何とか取り出して、そこから各ユーザが好んでいるような内容を抽出するということをやっている。

各発表に含めていただくようお願いいたします

論点まとめスライド

① **ご自身の取り組みの狙いやこの分野の研究で目指すべき方向性:**

合意形成における議論（大規模、オンライン）の効果的な支援及び知的な支援
 合意形成における合理的な内容や代替案の見える化と合理的説明
 社会としての意思決定の合理的な支援 合意形成とその仕組み

② **取り組むべき意思決定・合意形成問題の具体的な事例:** 主要論点 (1)

対立的な実フィールドにおける合意形成
 地域創生のための創造的合意形成
 IoTを活用した継続的な合意形成と合意の維持管理

③ **取り組むべき重要な研究課題:** 主要論点 (2)

対立的な実フィールドにおける有効な合意形成の支援や見える化
 知能情報技術やセンサー技術を用いた議論の支援
 ソーシャルメディア上の議論や合意形成の分析とその利活用

69

図 2-4-14 論点まとめ

最後に図 2-4-14 の論点まとめスライドについて。①の目指すべき方向性としては、集団の意思決定において議論というのはやはり大事なもので、その議論が大規模にオンラインでできるような仕組み、その効果的な支援、知的な支援に関するものがある。そうした合理的な内容、プロセスの見える化をやっていかなければいけない。

②の具体的な事例としては、対立的な実フィールド、本当に意見が対立しているようなところでどのような仕組みが必要なのか、また、それに対してどういうプロセスをつくり上げていくかというところがある。地域創生については、地域における意見集約、課題解決方法をうまく吸い出して、それを全国的な集合知として集めるということが考えられる。継続的な合意形成については、IoT を通じたセンサーネットワークを使って、その場の物理的な状況を加味した上での合意形成、議論の支援のようなことが考えられる。

③の重要な研究課題としては、先ほど述べたことと重なるが、やはり実フィールドが大事だと思っている。センサー技術をこうしたところに入れていくことも、よい合意形成につながっていくのではないかな。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: 私は以前、コンサルタント会社のファシリテータをやっていたことがあるのだが、外部の人がファシリテーションをした方が合意をとりやすいということがある。コンサルタント会社というのは、実は真実のソリューションプロバイダーじゃなくて、皆さんに癒しと納得を提供する何か教祖みたいな側面がある。ただし、ファシリテーション技術そのものは、実は登場人物によってニーズを変えていかなければいけないので一般化が非常に難しい。ファシリテーション技術そのものに注目して内製化していこうといったことを考えているのか？

A: 現状はファシリテータを支援するための技術としてのツールをいくつか提供している状態。これまでに9名の方に使っていただいたが、それぞれ、やはり意見が違っており、こうしたツールをつくる時は、彼らにアンケート、ヒアリングなどをもっとする必要があると考えている。一般化は確かに難しい。

C: そうであるならば過去のファシリテーションがうまくいったときの例だけでも蓄積してデータベース化しておくことが結構大事だと思う。それでも一般化はなかなかしんどいと思うが。多分、合意を形成していく社会や、人の性格みたいなことを読んでいかなければいけない部分が非常にあると思う。

Q: 解空間というか議論空間みたいなものがどのように表現されて、その空間中で、ファシリテーションによってグループの議論がどのように収斂していくのか、新たな見方・観点が生まれてきているか、といった点はどうか。

A: フリーテキストの議論をベースにした例では、参加者自身が意見の構造のようなものを少しずつ作っていくといったことをやっている。このときに個々に作った意見だけではなくて、例えば相手の構造と私の構造を見て、そこにはない構造を出していくという意味では、もともとの解空間の中だけに閉じず、もっとパレートラインより上にあるようなものができていく可能性があると思っている。分散表現も使いながら言語処理によって言葉のネットワークみたいなものをきちんと作って、そこから構造を取り出すということはある。

Q: 少しネガティブなコメントになってしまうかもしれないが、ファシリテータというのは、全員協調的に何かおもしろいアイデアを出しましょうという状況だとワークすると思うが、こじれにこじれてしまっている状況だと、もう論理的に何を言っても無駄みたいな世界があると思う。そういうところまでアドレスするとすると、何か議論の構造をゲットして論理的に解析して、といったことではだめなのではないかと素人考えでは思ってしまう。だから、どこまでアドレスして、そこから先はそれこそファシリテータと誰々が抱き合って泣くみたいな世界が一方である。どこまでのことを考えているのか？

A: もともと協調的なところというのは、ほぼどこでもできるし、もっといいこともできるかもしれない。反対的なところでは、どんな意見があって、どのように反対しているのかということはある程度出せると思う。彼らが合意するには、結婚と同じで信頼が必要だということで、そこは我々の域を超えている可能性はある。

Q：今の質問と似ているが、ファシリテーションが向く問題と向かない問題みたいなものがあると思う。最初に NIMBY 問題の話があったが、例えば沖縄の基地問題や原発問題といったことに向くか向かないか、その切り分けはとても重要。ネット上の炎上の研究をしている先生の話を見ると、炎上しているのはごく一部の人たちで、彼らはもともと合意するつもりもないし、炎上そのものをある意味自分のポジションとして相手を威嚇するようなことをやっているということであった。そうした人たちがネットで目立つだけになったという話もあるが、問題の切り分けとか場の切り分けというのが非常に重要な気がしている。この点についてはいかがか？

A：その意味でまず合意形成問題を 4 つのタイプに切り分けた。そのうち、2 つはできるだろうと考えている。継続的合意形成タイプは、センサーシステムみたいなものを使えばできる。対立的合意形成タイプは、皆さんが言われる通り難しいが、意見をまず見える化して、それを共有するということだけでも大事。そこはできると思う。彼らが本当に合意できるかということについては、また一つランクが違うのかもしれない。炎上に関しては、ソーシャルプレセンスという概念があって、その議論の場にファシリテータがいるという情報があるだけで、実際の炎上が起こりにくくなるというようなことがあり得るという仮説を我々はもっている。今まで実験した中では、ほぼ炎上は起こっていない。当たり前じゃないかという感じもするが、もう少し統制実験をして、そういうことがどれぐらいの確度で起こるかということはきちんと調べたい。

Q：紛争しているような状態での合意形成の問題については、先ほど言われたような意見の構造化やその分布を可視化するという以外でも、参加するステークホルダーごとに評価基準、利害、狙っている落としどころのような多視点の要素をいかに入れるか。行政学や世界学などでは、紛争学や合意形成論、会議の政治学などがある。ある合意最適化エージェント自体のアーキテクチャやアルゴリズムを考えたりするとき、そうした分野の研究者とのコラボレーションもありうるのではないか？

A：各ステークホルダーを一つのエージェントと見て、多属性関数みたいなものを設定して、みんながこのステークホルダーの中で合意できる点としてどこがあり得るかについては一つモデルを考えており、そこではいろんな交渉戦略みたいなものも提案している。どういうドメインを想定してやるかということに関しては、政治学者や経済学者の方と一緒にやったりはしているが、そうしたことが今の問題に直結するかというと、まだよくわからない。直結させたいとは思っているが。

2.5 マーケットデザイン

横尾 真(九州大学)

最初に、図 2-5-1 で本日の論点のまとめについて述べる。発表者は、マーケットデザイン、もしくはメカニズムデザインと呼ばれる、参加者の真の選好を引き出し、集団として社会的に望ましい意思決定を行うための、仕組みやルール設計に関する研究を行っている。取り組むべき具体的な事例に関して、例えばマッチングに関わる事例として、研修医マッチング（研修医の研修先の病院割当）や学校選択制（公立学校への学生・児童の割当）、肺移植ネットワーク（血液型や免疫の不適合により家族からの肺移植ができない場合、患者とドナーの幾つかのペアを適切に交換して移植可能にする）等がある。また、オークションに関わる事例に関して、公共事業入札や周波数オークション（国民の共有財産である周波数帯域の事業者への割当）等がある。さらに、投票に関わる事例として、国民投票の制度設計の問題がある。このような学際的な研究テーマに関しては、個別の課題よりも研究のアプローチが重要であり、情報学や人工知能技術を中核として社会科学の英知を統合し、再構成して実際に使える実践的な理論に発展させるというアプローチが必要であると考えている。その際、制度を人手によらず計算機で自動設計する、あるいは人々の選好を学習し、制度を最適化する等の新しい技術により、社会科学の理論の新展開が期待できる。

論点まとめスライド

① ご自身の取り組みの狙いやこの分野の研究で目指すべき方向性:

マーケットデザイン：参加者の真の選好を引き出し、集団として社会的に望ましい意思決定を行うためのルールを設計

② 取り組むべき意思決定・合意形成問題の具体的な事例: 主要論点《1》

（制約付き）マッチング：研修医マッチング，学校選択制，肺移植ネットワーク
 オークション：公共事業入札，周波数オークション
 投票：国民投票の制度設計

③ 取り組むべき重要な研究課題: 主要論点《2》

情報学／人工知能技術を中核として社会科学の叡智を統合し，実践的理論に発展
 制度の自動設計，学習等による新展開

図 2-5-1 論点まとめ

発表者の専門分野は、計算機科学、その中の人工知能、特にマルチエージェントシステムと呼ばれる研究分野である。マルチエージェントシステムとは、複数の自律的な主体、例えば人間やソフトウェア等の相互作用に着目した研究分野であり、各主体（エージェント）は異なる目的を持つことを想定する。このマルチエージェントシステムの基礎理論としてゲーム理論が用いられることが多く、特に、エージェント間の合意形成のルール作りが、メカニズムやマーケットデザインと呼ばれる研究分野に相当する。

次に、「より良い社会・より良い制度」とは何かに関して、発表者の考えを図 2-5-2 に示す。発表者が考える「より良い社会」とは、例えば、特に環境に対する意識が高いとか、公德心が強いといったわけではない、ごく普通の人々が、自身の価値判断で普通に行動することにより、資源の効率的な利用や環境への配慮等の社会的要求も同時に満足される社会、普通の人々が普通に行動してうまく回っていく社会だと考えている。そのためには、良い制度を設計することが必要である。

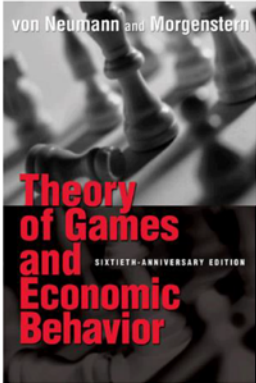
社会のしくみ／制度の設計 (I)

- ・ より良い社会とは？
 - ・ 普通の人々が、自身の価値判断で普通に行動することにより、資源の効率的な利用、環境への配慮等の社会的要求も同時に満足される社会
- ⇒ そのためには良い制度を設計する必要
- ・ 良い制度とは？
 - ・ 「公共心」や「自由競争」等の価値観のみでは制度の是非は判断不可能
 - ・ 制度の下で人々がどのように行動するかを解析する必要
- ⇒ ゲーム理論が主要な解析ツール



図 2-5-2 社会のしくみ／制度の設計（より良い社会・良い制度とは？）

ゲーム理論とは



- ・ フォン・ノイマンとモルゲンシュタインを始祖とする応用数学の一分野
- ・ 経済学のみならず、政治学、法学、心理学、情報学等への応用が拡大
- ・ 社会現象を、プレイヤ、戦略、利得等で簡潔に記述される「ゲーム」として定式化
- ・ プレイヤが知力を尽くして到達する安定な状態＝ゲームの均衡

- ⇒ より良い均衡が実現されるように、ゲームのルール＝制度を設計

図 2-5-3 ゲーム理論とは

いしいひさいち氏の漫画（図 2-5-2 参照）では、かつての国鉄窓口のサービスの悪さを皮肉っている。民営化されて窓口のサービスは大きく向上したが、民営化と同時に職員が大幅に入れ替わった訳ではない。組織や制度が変われば人々の行動も変わる。また、何が

良い制度であるかに関して、発表者は、『公共心が必要』とか『自由競争が重要』等の価値観のみで制度の是非を判断することは不適切であると考えている。制度の是非を論じるためには、制度の下で人々がどのように行動するかを解析する必要がある。そこで、図 2-5-3 に示したゲーム理論が主要な解析ツールとして用いられる。

ゲーム理論は、フォン・ノイマンとモルゲンシュタインを始祖とする応用数学の一分野であり、経済学のみならず政治学、法学、心理学、情報学等へと応用が拡大している。ゲーム理論では、社会現象を、プレイヤー・戦略・利得等で簡潔に記述されるゲームとして定式化し、そこで、プレイヤーが知力を尽くして到達する安定な状態を『ゲームの均衡』と呼ぶ。目的は、より良い均衡が実現される様にゲームのルール・制度を設計することである。

社会の仕組み・制度を設計する場合によくある間違いとして、囲碁や将棋でいう『勝手読み』がある。『勝手読み』とは、囲碁などで戦局を十分吟味せずに、こう打てば多分相手はこう来るだろうと自分に都合の良い展開を勝手に読み、それを根拠に自分の手を選んでしまうことである。『勝手読み』をすると、相手が想定どおりに打ってこないと窮地に陥る。社会経済政策も似たところがあり、経済学の祖と言われるアダム・スミスは、社会を巨大なチェス盤になぞらえたが、そのチェス盤において、人間（各々の駒）は、それぞれ自身の行動原理を有しており、為政者の思い通りには動かない。無理に駒を動かそうとすると、軋みが生じ社会には混乱が生じる。『勝手読み』の一例として改正労働契約法がある。この法律では、有期契約の労働者が、5年経過した時点で、無期雇用への転換を申請すれば、雇用主は履行義務を負って無期雇用に変える必要がある。厚生労働省によれば、本来の目的は、有期労働契約の反復更新時に発生する雇い止めへの不安解消である。働く人が安心して働き続けられるようにするという理想は非常に高邁なのであるが、現状は、特に大学では、有期契約の5年を超える前に雇い止めが起きている。その背景には、そもそも時限のある競争的資金で雇用している場合、無期雇用にした際の財源が存在せず、無い袖は振れないという現状がある。結果として、労働者と雇用主の双方に不幸な結果が生じている。囲碁であれば、『勝手読み』して負けるのは本人の責任で済まされるが、為政者の『勝手読み』のツケを払わされるのは国民である。

また、社会の仕組み／制度の設計において、合意形成に多数決が用いられることが多いが、本当に多数決が多数派の意思を尊重しているかは疑問である。例えば、多数決は票の割れに弱いという問題点がある。一例として、2000年の米国大統領選挙ではゴアとブッシュが主要な候補であったが、第三の候補として現れたネーダーがゴアの票を食い票が割れ、混乱が生じてしまった。また、1位に関しては有権者の意見が分かれているが、全有権者から2番目に支持されている候補者がいる場合、この候補者は有権者の意見を代表する最も望ましい候補であると考えられる。しかしながら、多数決で一番良い候補への投票のみが可能な場合、この候補者は1票も得ることができない。このため、候補者は万人への配慮をするよりも、1位を取るために極端な発言により悪目立ちをする、あるいは特定の層への配慮やバッシング行い誘因を持つ。このように多数決が社会の分断を招く危険性がある。人々の意思をより良く反映するためには、そのための制度を慎重に設計する必要がある。

さらに、合意形成においては、合意の基になる各個人の選好を正しく知ることができるかという課題がある。各個人の選好は人々の心の中にあり、聞かれても本当のことを答えるとは限らない。表明する選好により社会的意思決定の結果が変化するなら、そこで嘘をつこうという誘因・インセンティブが働く。表明された真実でない選好に基づいた合意・決定は、社会的に望ましくない可能性がある。

合意形成の例 (I)

- ・このワークショップを、延長して夜にも行うかどうかを決めたい
- ・延長する／しないに関して、個人の選好は様々
- ・延長しない場合を0として、延長した場合の価値を金銭で表現する（+5000円、-1000円等）
- ・この合計が正なら社会的には延長した方が良いし、負ならしない方がよい
- ・しかし、何の責任もなく、単に値を言うだけなら、大げさに言う誘因がある
- ・一方、勝った側が、積んだ金額を払うとすると、金額を減らそうとする誘因が生じる（フリーライドの問題）

10

図 2-5-4 合意形成の例

一例として、図 2-5-4 のように、このワークショップを延長して、白熱した議論を夜までやるかどうか決めることを考えよう。延長する・しないに関する各自の選好は様々で、『ぜひやりたい』という人もいれば、『そんなのは冗談じゃない、もう疲れたからやめたい』という人も当然いる。延長しない場合をゼロとして、延長した場合の価値を金銭で表現して表明してもらうことを考えよう。各自が、例えば自分はプラス 5,000 円ぐらい嬉しいとか、マイナス 1,000 円とかを表明する。その合計が正だったら、マイナスの人には気の毒だが、社会的には延長した方が良いし、マイナスになるのであれば延長しない方が良いという判断ができる。しかし、ここで何の責任も負わず、単に値を言う場合、皆、大げさに言うインセンティブ・誘因が生じる。本当は少ししか嬉しくないが 100 万円と言うかもしれないし、本当は少ししか悪くないがマイナス 1 億円と言ってしまっても知れない。一方、発言に責任を持たせるために、プラス側とマイナス側でこれらの価値に相当する金額を積み上げて、積んだ金額が大きい方が勝ち、勝った側が積んだ金額を払うという形式にした場合、自分が積まなくても誰かが大金を積んでくれて勝てると予想される場合、本当はプラスと思っても自分の積む金額を減らそうとする、フリーライドの問題と呼ばれる、人の労力にただ乗りしようとする誘因が生じる。

合意形成の例 (II)

- ・ クラークの税 (Clarke Tax) というアイデアにより、正直申告の誘因を与えることが可能
- ・ 各参加者は、自分の申告により結果が変わる場合にのみ、結果を変えるのに必要な最少額を税金として支払う
 - ・ 例1: A: \$20, B: -\$8, C: -\$20, D: \$30
 - ・ 延長に決定, 支払額はA: \$0, B: \$0, C: \$0, D: \$8
 - ・ 例2: A: \$20, B: -\$8, C: -\$20, D: \$5
 - ・ 延長しないに決定, 支払額はA: \$0, B: \$5, C: \$17, D: \$0
- ・ 税金を払っている参加者（必ず望みが適っている）は、税金を払っても、逆の結果よりは良いと思う
- ・ 税金を払っておらず、望みが適わなかった参加者は、税金を払うほどには、逆の結果を強く望むことはない
- ・ 各参加者にとって正直申告が最適

11

図 2-5-5 クラークの税を用いた合意形成の例

この状況において、図 2-5-5 に示した『クラークの税』というアイデアを用いると、正直申告の誘因・インセンティブを与えることが可能である。『クラークの税』では、自分の申告によって結果が変わる、すなわち自分がキャスティングボートを握り、自分の申告により結果が変わる場合にのみ、その結果を変えるのに必要な最少額を税金として払う。例えば A・B・C・D の 4 人がいて、A がプラス 20、B がマイナス 8、C がマイナス 20、D がプラス 30 だとすると、合計はプラス 22 なので、延長した方が良いという結果になる。この場合、A は居ても居なくても合計はプラスで変わらない。勿論マイナスの B・C が居ても居なくてもプラスに増えるだけなので結果は変わらない。このため、A・B・C の 3 人の税金はゼロとなる。一方、D が居なければマイナス 8 となり、延長しない方が良いと言う結論になるのだが、D が是非やりたいと言ったので延長したという状況であるため、D が決定を変えるために必要な最小の金額の 8 ドルを払うことになる。別の例で、A が 20、B がマイナス 8、C がマイナス 20、D が 5 の場合、合計がマイナス 3 なので、『延長しない』との決定になる。この時、A、D は居ても居なくても結果は変わらないので税金はゼロとなる。また、B が居なければ合計はプラス 5 となり、本来は延長すべきところで、B がやりたくない言ったために延長しなかったということで、B の税は 5 ドルとなる。同様に C が居なければプラス 17 であったので C は差分の 17 ドルを払う。この方法で結果と税金を決めた場合、税金を払っている参加者は、やりたくない／やりたいという自分の望みが適っており、かつ、税金を払っても逆の結果よりは良いと考えている。また、税金を払っておらず、望みが適わなかった参加者は、税金を払う程には逆の結果を強く望むことはないことが保証される。このため、『クラークの税』という仕組みにより、各参加者に真実の選好を述べるインセンティブ・誘因が与えられ、各参加者にとって正直申告が最適となる。

マーケットデザインは、ゲーム理論その他の経済学で得られた知見を生かし、現実のマーケット・経済制度の修正または設計を行う研究分野である。代表的な応用事例として、米国の周波数免許オークション方式の設計がある。米国で 1994 年から行われた一連の周波数免許のオークションでは、オークション理論の専門家が精緻なオークション方式を設計

した。それにより得られた収益の総額は、2012年まででおよそ780億ドル（8兆円）と言われている。マーケットデザインに関しては、日本は、理論研究では優れた研究成果があるが、残念ながらその実践は立ち遅れている。日本では社会制度設計の重要性に対する、政策担当者や国民の理解が不足しており、前例や既得権益に基づいた経験的・場当たりの制度・政策決定が蔓延している。例えば、アイスランド等の小国を除いたOECD加盟国中において、日本は、周波数の利用免許をオークションではなく国の裁量による割り当てを続けている唯一の国となっている。

取り組むべき具体的な事例として、発表者の研究分野である『制約付き両方向マッチング』を図2-5-6で紹介する。両方向マッチングは、学生と研究室、児童と学校、労働者と企業、研修医と病院等の望ましい組み合わせを求める問題であり、Deferred Acceptance、受入保留メカニズムというGaleとShapleyによるメカニズムがよく知られている。このメカニズムは、学生に嘘をつく誘因を与えず、ある種の社会的な安定性を満たす割当の中で、学生にとって最良のものを得ることを保証する、50数年前に提案されている理論的に優れた制度である。

（制約付き）両方向マッチング

- 学生／児童 ⇔ 研究室／学校，労働者⇔企業，研修医⇔病院等の望ましい組み合わせを求める問題
- Deferred Acceptance (DA) メカニズム (Gale & Shapley 1962) がよく知られている
 - 学生の側に嘘をつく誘因を与えず，安定性を満たす割当中で学生にとって最良のものを得る




15

図 2-5-6 （制約付き）両方向マッチング

一方、現実の問題ではマッチング結果に関して社会的要請から様々な制約条件が課せられることが通例である。例えば、研修医を病院に割り当てる際に、研修医が大都市圏の病院に集中し過疎地域に研修医が割り当てられないことは社会的に望ましくない。このため、地域上限（例えば東京の病院の割当人数の合計の上限）が課せられることがある。また、例えば、卒業研究配属において配属学生がゼロとなる研究室や、学校選択制導入により生徒数が激減し廃校に追い込まれる学校等が発生する事態は望ましくないため、個別下限が課せられる。さらに、アファーマティブアクション（公立学校で受け入れる学生のジェンダーや社会的・経済的な状況に関し、ダイバーシティ・多様性を保持する）等の制約も存在する。受入保留メカニズムを用いた場合、これらの制約を満たすことは保証されない。

また、基本的なモデルでは学校ごとに厳守すべき個別上限が与えられるが、それが現実の問題において妥当であるかが疑問である。本当に必要ならば教員を異動させる、もしくは非常勤講師を雇う等の方法で定員に柔軟性を持たせることが可能である。理論研究ではシンプルなモデルが必要であるが、本来解くべき問題ではなく、扱いやすい近似された問題を解いているならば、理論的な最適性が保証されていても、その価値は弱くなってしまう。制約を用いることで、このような柔軟性を自然に表現することが可能となる。

制約付きマッチングに関する研究成果

- 下限制約を満たすメカニズムの開発
 - “Strategyproof Matching with Minimum Quotas”, ACM Transactions on Economics and Computation, 4(1), Article6, 2015.
- 地域上下限制約への拡張
 - “Strategyproof matching with regional minimum and maximum quotas”, Artif. Intell., 235, 40-57, 2016 (5-year impact factor 3.817)
- アファーマティブアクション
 - “Controlled School Choice with Soft Bounds and Overlapping Types”, Journal of Artif. Intell. Res., 58, 153-184, 2017 (5-year impact factor 2.363)
- 一般的な制約を満たすメカニズムの開発
 - “Designing Matching Mechanisms under General Distributional Constraints”, American Economic Journal: Microeconomics, 9(2):226-62, 2017 (5-year impact factor 2.230)
- 下限制約、効率性、個人合理性を満たすメカニズムの開発
 - “Strategy-proof School Choice Mechanisms with Minimum Quotas and Initial Endowments”, Artif. Intell., 246, 47-71, 2017 (5-year impact factor 3.817)

18

図 2-5-7 制約付きマッチングに関する研究成果

図 2-5-7 に示すように、発表者の研究グループでは、ここ 7 年間ぐらい、制約付きマッチングに関する研究を推進しており、『下限制約を満たすメカニズム』を世界で初めて開発し、経済学と計算機科学の境界領域の新しい論文誌に発表している。また、『地域上下限制約の拡張』は、例えば市や県といった単位で階層的に制約が与えられる場合に上下限制約を拡張したものであり、人工知能分野のトップクラスの論文誌に掲載されている。また、『アファーマティブアクション』に関する論文は人工知能分野のトップクラスの論文誌に、『一般的な制約を満たすメカニズムの開発』に関する研究は、ミクロ経済学理論のトップクラスの論文誌に掲載されている。『下限制約、効率性、個人合理性を満たすメカニズムの開発』も人工知能分野のトップクラスの論文誌に掲載されている。

本日の議題である合意形成を研究する際には、社会科学分野、特にミクロ経済学や心理学等の研究者との連携が必須である。私自身はこれまでにミクロ経済学、ゲーム理論の研究者と共同研究を行っているが、これらの分野の日本の良い研究者は本当に世界のトップクラスであり、学識の深さや、いわゆる頭の良さでは、私などではとても太刀打ちできないと感じている。頭脳の明晰さで勝負している方々なので、議論しても絶対勝てない。しかしながら、何か新しいものをつくるパワーという点で、我々のような情報科学・人工知能の研究者が勝負できる場所もあると思う。また、どの分野でもトップクラスの研究者は忙しいので、こちら本気で、必死で向こうの分野を勉強して望まないと真面目に相手にしてもらえない。適当なことを言っても相手にしてくれているのは二流、三流の研究者

だけである。如何にトップの研究者を取り込むか、本気になってもらえるかが、このような学際的なプロジェクトを成功させるキーだと思う。

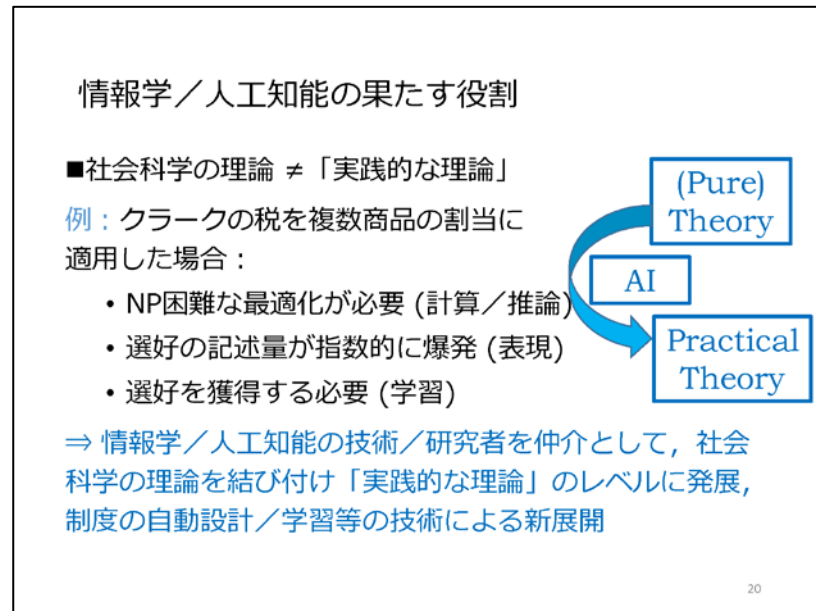


図 2-5-8 情報学／人工知能の果たす役割

情報学／人工知能の果たす役割に関して補足したい。社会科学の理論は、そのままでは実践的な理論になっていないという懸念がある。例えば、図 2-5-8 に示すように、先述した『クラークの税』というアイデアを、複数の商品を人々に割り当てるという状況に用いる場合、理論的に優れた性質が保証されるものの、そのままでは絵に描いた餅で使いようがないという課題がある。具体的には、NP 困難な最適化問題を解く必要があるという、計算及び推論に関する課題を解決する必要がある。また、参加者の選好・プリファレンスの記述量が商品の数に関して指数的に爆発するという問題の表現に関する課題がある。さらに、参加者の選好を獲得するという学習に関する課題がある。推論・表現・学習は、人工知能における基本的な課題であり、様々な要素技術が蓄積されている。また、私も含めて人工知能研究者には、もともと分野の歴史が浅いので、新しい分野に入っていくことを苦にしないというメンタリティーがある。そこで、情報学、人工知能の技術、研究者を仲介として、社会科学の理論を結びつけて、絵に描いた餅ではなく、実際に使える実践的な理論のレベルに発展させることが期待される。また、その際に制度を人手によらず自動的に設計する、人々の選好を学習して制度を最適化する等の新しい技術によって、従来の社会科学の理論の新展開が期待できると考えている。

【質疑応答】 （Q：質問、A：回答、C：コメント）

C：非常に共感が持てるプレゼンだった。特に本人が専門分野を越境して、越境先の成果を取り込んでいこうという姿勢が今の科学者に求められており、逆に言うと、幾ら優秀でも社会学者が専門の領域に閉じこもって、実践的な理論を放棄しているのは、社会学者の怠慢以外の何ものでもないと思う。自然科学者と社会学者と人文科学

者が、お互いにボールを投げ合っているのでは、現在の課題のアジェンダ設定はできない。相手の領域に踏み込んでいく人がどれだけ増えるかによって、アジェンダが正確になると思うので、非常に好感を持った。

Q：本来の周波数オークションでは、実際に携帯を使う顧客の満足度もセットであるべきと思うが、先生の話から、顧客の満足度もある程度モデル化できるかもしれないと思った。そのとき周波数オークションに顧客の満足度も合わせて、トータルで制約を解いて何らかの最適化を出すということはできるのか？

A：顧客の満足度が事業者の技術力に影響するとすれば、例えば、沢山お金を出せるところが良いのだと言う様に単純化して考えることはできるが、それで社会的に良いのかという問題は当然生じると思われる。

Q：もともとの周波数オークションと顧客満足度を2種類のゲームだと見たとき、複数のゲームが絡み合っている場合に、ある種の最適解を導くとか、あるいは制度を設計するとかということはできるのか？

A：例えば、マッチングのサービスを提供するマーケット／業者が複数存在し、参加者がどのマーケットに参加するかを選べる状況は、複数のゲームがある状況だと考えることもできる。モデルが複雑になればなるほど、切れ味の鋭い結果を出すことは難しくなるが、そのような解析も可能である。

Q：本日の話では、理論をベースとして、より現実的なものにするという立場であったが、大規模行動データがあり、それが理論の枠に収まらない場合は、技術的な方から進んだ方が良い場合もあると思う。理論をベースにして現実近づけたら良いのか、データドリブンにして技術的な方から少し理論を部分的に使った方が良いのか、そのメタな見極めはどうしているのか？

A：やはり、どちらかだけでは不十分である。理論からスタートして、理論的に良い性質を持つ制度が設計できたら、それを被験者実験やエージェントシミュレーション等の手法により、人々が理論から外れた行動をとった場合の頑健性をチェックする必要がある。このように理論の方からアプローチする、また、逆方向に、沢山データがある状況で、データを基に、良い制度を一気に設計するという様な、データからスタートするアプローチも考えられる。それはお互いに補完するものであると思う。

Q：問題によっては幾らデータを集めてもだめな場合はあるのか？

A：得られたデータに関してうまくいくというだけではなく、何故こうやったらうまく行くのかを説明できる必要があると思われる。

Q：非常に納得できる話であった。より良い社会の定義として、普通の人が自分の判断で行動するという社会には納得できる感じはする一方で、そうすると、社会的成熟度や、ITに対する成熟度等に関して、成熟度の高い人・低い人が色々いようと、そんな雑多な構造でできることを考えるという立場になる。それは非常にプラグマティックであるが、成熟度に関しては、もう諦めている訳か？ 皆が賢人の社会になるとかではなくて、今の状態でどうすべきかのデザインを考えるということか？

A：取り立てて公共心が強いとか、環境に対する意識が非常に高いとかは仮定せず、聖人君子でなくても旨く回る社会が良い社会であると考え、そのための制度をデザインするという立場である。ただし、少なくともこういうアプローチがうまくいくには、人々があまりに何も考えていないとどうにもならない。せめて何かある種のインセンティブや誘因に反応してくれないと何もできない。皆がランダムに行動していたら、それは制度を設計しようがないので、最低限の賢さのようなものは仮定した上で何ができるか考えるということだと思う。

Q：恐らく世の中の社会の良さを考える時、ミクロに一人一人のエージェントに還元できるレベルの良さと、マクロに実現する良さは、多分違う。要は統計力学的な見方をするか熱力学的な見方をするかの話だと思う。個々のエージェントには色々なレベルや利害があっても、マクロで見た場合には、経済学でいう見えざる手ではないが、制度とかマーケットの設計でコレクティブな良さが実現できるということは確かにあると思う。それ故、そこは切り離して重層的に考えるというのが先生の考えであると思うのだが、そのように理解しても宜しいか？

A：そのような理解で概ね合っていると思う。

3. コメンテータからの発表

平川 秀幸(大阪大学)

今後こうした議論で深掘りあるいは横につないで広げていくとおもしろいと思ったポイントを挙げる。

まずは現理論的な話で、そもそも合意とか意思決定とは何なのかということに関して共通理解をつくっておくことが必要。本日出ていた話題の中では、どこまでが機械化できる、自動化できるシステムとしてやっていける話なのか、逆にどこから先は人間に任せることができるのか。よく AI の議論で人間に残されるものは何だろうかという問いがあるが、逆にもう機械化できないと諦めて人間に任せるという割り切りも結構大事。そういうある種の線引きを考えるためにも、合意とか意思決定の中身、特に紛争的なものが一番大変だと思うが、その病理学というか穴を埋める解剖学みたいなものが必要である。

そういう意味で、政治学、社会学、経済学、心理学等との協働はすごく大事。また、合意とか意思決定ということを考えるときに、特に紛争学などの実際の合意形成を扱っているところだと、論理を超えた話はいっぱい出てくる。例えば和解であったり、手打ちとか許しとか癒しとか消化とか、忘却ということも結構大事。私が扱っている範囲だと、例えば原発、遺伝子組換え、BSE など実例としてそういう効果が見えるが、忘れるということも実は結構重要。炎上の一発の沈め方は忘れる、時間にまかせるということであったりもするので、そうしたことも要素に入ってくる。そのため、時間軸はすごく重要。

また、大変冗長に見えても繰り返し同じことを続けることも大事で、その中から信頼などが培われ、許しや手打ちが成り立つこともある。さらにそうした人の営みを、情報科学技術を使って支援できることはたくさんあると思うので、そのあたりを社会科学、人文学、情報科学技術の研究者が協働していくと、すごくおもしろいと思う。

意思決定のよさや、最適性ということについても、人文社会科学と情報科学技術の協働はすごく大事。その際に、例えば、よさということの評価するときにも、我々はある時点での評価で何かある種の結論を出したがる傾向があるが、実はその評価自体が、対象とする問題の状況に埋め込まれていて、そのプロセスの中にあるので、繰り返していく必要がある。社会学で再帰性という言葉があるが、再帰的な形で繰り返していく必要がある。そのため、対象となっている問題を客観的に眺めて外で評価するシステム、あるいはそれを差配するようなシステムというよりは、そのシステムごと問題の状況に投げ込まれていて、常にその結果をフィードバックしながら評価していくような再帰性のシステムをどうつくるかが課題となる。

個が全体を見て、それが個の向上に返ってくるということは社会学の中でも基本的であり、エージェント行為理論というのがあるが、そういうところでの再帰性というのが近代社会を特徴づけている。それが近代のダイナミズムを生んでいるという話もあり、それがある意味、知的に強化するのがこうした情報科学技術だと思う。この社会あるいは個人の再帰性の機能がどのように成り立っていて、それを現代の複雑な社会においてどうバックアップできるかという観点から切り込んでいくのも結構おもしろい話ではないか。

さらに、最初の問題提起にもあった、意思決定とか合意形成のよさという中で主体性という言葉も出てきた。何が主体的かどうかというのは、そう簡単に決まる話ではない。社会学では複雑性の縮減という言い方をするが、いろいろなことがあらかじめ決まっているためにうまくできるとか、あと、遠藤先生がおっしゃった中でナッジといった概念があるからこそ、実は人間は自由に振る舞えるという構造もあるので、主体性の概念もうまく検討する必要がある。

あとは、政治学で熟議システムという概念がある。その熟議システムというのは、がっちりした議論以外の、例えば家族との日常、料理しながら会話するとか、ご飯を食べながら会話する、友達と会社の休み時間に同僚とおしゃべりするとか、そういうことも含めて人がつながっていく中で、ある場所での会話が別のところでの会話や議論につながっていくとか、そうした全体を熟議システムと呼んでいる。そういうものを情報科学技術的にアーキテクチャとしてつくるとおもしろいと思った。政治学者で熟議システムを研究している人たちがいるので、一緒に議論すると今後の続きとしておもしろいと思う。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

C: クラウド上に熟議を共有するような仕組みを乗せて、さらにメタなレベルからいろいろな議論を管理するといったサポートはできると思う。

A: その中に例えば SNS、Twitter やブログに書いたものもうまく集積していける。

Ceron.jp というアグリゲーションシステムもある。そのあたりは技術的にはできて、自動的につないでいける。

C: 熟議に関して、非単調論理というものがある。数理議論学などに発展しており、相手の議論の弱点を自動的に計算して、ここがひっくり返ると全体がひっくり返るというような点を可視化する。特に法律分野などで興味を持たれている。

C: 合意に至るまでのダイナミックなプロセスとして、ゲーミングで立場を入れかえて議論させることがある。相手の立場に立てよということをゲームの世界でやる。ただし、会社の将来を考えようという簡単なゲームに、社長を参加させて、けんかになってしまったということがあった。そのため、ゲームということにしておかなくてはいけないという感じがする。その上で立場を変えて客観的に見るというようなやり方はこれからもっとあっていいだろうと思う。

C: 再帰性を強化する、リバイスする方向で IT が使われればいいというコメントについて、共感はあるが、真つ当な IT の研究は必ずその前提やアクションがあり、そこから出発して結果が出て初めて価値がある。前提を入れかえてしまうという話は大変興味があるが、何らかの表現、研究の言語というのを設定しなければいけないので、難しいところと思う。一方で、自然言語は定義されているようで定義されていないくて、ぐちゃぐちゃなので、そういう方向で IT が使われる場面はあるのではないかと考えている。

藤山 知彦(JST-CRDS)

意思決定・合意形成

2017年6月19日

1. ソフィア と フロネシス
アリストテレス「ニコマコス倫理学」
2. トピカ と クリティカ
ヴィーコ「学問の方法」新しいクリティカの不都合
3. 幾何学の精神と繊細の精神の相違
パスカル「パンセ」ラ512
4. 価値の転倒 真理拒否としての「以和貴」
聖徳太子「十七条憲法」

科学技術振興機構（JST）
 研究開発戦略センター（CRDS）
 上席フェロー 藤山 知彦

Japan Science and Technology Agency

意思決定・合意形成というのは、上図の1番で言うところのフロネシス、日本語で賢慮と訳されている。アリストテレスは、中庸のところから善や正義という定義をニコマコス倫理学の中で展開している。そういう状況を社会的につくらなくてはならないということに非常に憂慮して、当時科学という言葉がないので、自然哲学であるソフィア（真理が一つの様なもの）とフロネシスとは違う種類の真理だという話をしている。意思決定・合意形成はフロネシスの世界の話で、情報科学技術はソフィアの世界の話。ソフィアの世界からフロネシスの世界の解を得ようというときには、どこかで限界があるので、それをジャンプしなくてはいけないということを我々は認識しなくてはいけない。

同じようなことは2番、3番でも語られている。2番、3番の影の立て役者はデカルトである。デカルトが物心二元論をつくって、精神の世界と肉体の世界は交わらないと言っている。彼はクリティカな世界の中で論理をつくり上げていく。その50年後ぐらいに、イタリアの文献史学者ヴィーコという人が出て、学問の方法、新しいクリティカの不都合ということを言い、そういう論理の世界ばかりの中で追っていくと、真らしいものを全部排除していくことによって、例えば情操であるとか雄弁であるとか、そういう社会的な常識を排除していく方向になっていってしまうと述べている。よって世界が数学でできているとか人間も数学でできているというような世界観というのは、実は正しい決定に結びつかないのではないかな。だから、トピカが大事であり、真らしきものが大事で、したがって、リベラルアーツであるとか芸術であるとか、そういうものというのも非常に重要であるということをここでも言っている。

3番目の、幾何学の精神と繊細の精神の相違というのは、パスカルの「パンセ」ラ512というところに出ている。幾何学の精神というのは、理科系とも読む人が多いが、大きく言ってソフィアの世界である。繊細な精神というのはフロネシスの世界に近い。「パンセ」では「幾何学者は繊細な事柄を幾何学的に取り扱い、まず定義、次いで原理から始めようとするが、それでは笑い物になる。そのような振る舞いはこの種の推論における手法では

ない」と言っている。デカルトとパスカルというのは2回会っているが、これは、その会った後に書かれたデカルト批判ではないかという説もある。デカルトは近代の科学に大きく貢献した一人だが、それが行き詰まっているのではないかというのは、各方面で1960年代、70年代ぐらいから指摘され始めており、そのときにこのヴィーコも復権され、パンセのこの部分も顧みられているというところである。

4番目は価値の転倒というところ。これは最後、価値観のところになっており、東洋では、聖徳太子が十七条憲法の中で以和貴、和をもって貴しとなすということを言っている。これは真理の拒否。ソフィアを追究していくと、みんなが争うようになるので、もう真理なんてどうでもいい、争わないということの方が価値は上である、そういうことが大事であるということを言っている。こういうことを一応確認しておこうという話をしようと思っていた。

しかし、鳥澤先生の発表ではユーザに寄り添い、リテラシー、スキルアップに資する対話技術ということが出てくるし、寺野先生の発表では人を含むオープンシステムに対する人工知能・人工知能研究が出てくるし、遠藤先生の発表では集团的浅慮ではなく、集合知を生成するためのコミュニケーション場の形成とか、伊藤先生の発表では対立的な実フィールドにおける有効な合意形成の支援とか、最後に横尾先生の発表では、クラークタックスの話であるとか、いろいろそれに近い話が出てきて、そういう認識のもとに研究が進められているということを知って少し安心した。

取り組むべき意思決定・合意形成の問題について、福島さん発表資料の取り組むべき意思決定・合意形成の種類というところで、解が一つに定められた問題という部分はソフィアであり、右側の合意形成はフロネシスの分野であり、その中間の「このあたりが狙いどころになりそう」に書いてある範囲が、今皆さんが見ている範囲のようである。では、右側の領土問題などは本当に範囲じゃないのかというと、これは社会的なやり方という制度を入れることによって幾らでも考えることができる世界なのではないかと思う。

例えば領土問題だと、領土問題を決定する上位50人を双方の国から出し、全員を隔離していろいろな質問を投げて、こういう結果になったらどう、こういう結果になったらどれが一番いいとか、歴史的なこの認識については合意する、合意しないという質問を例えば1,000出して、その中で合意がしやすそうな順番を並べていって、これが実は合意しそうであるというのを投げたときの彼らのコメントを出すということであれば、合意への近づき方というののもかなり早くなる。相当難しいものでも、要するに情報科学技術のやる役割とフロネシスのやる役割をうまく組み合わせるといふ提言ができれば、一番そこがよい。逆に言うと、合意に向けて協力しやすい問題とか合意に向けて協力が難しい問題ということを余り分け過ぎないでアプローチしたほうがいいのではないだろうか。

まずは、合意に向けて協力しやすい問題から始めるというのは構わないが、本質的にはフロネシスの問題というのは、結局は難しい問題だろうが易しい問題だろうがアプローチする方法というのは恐らくそんなに違いはない。フロネシスを使っても合意しにくいものは合意しにくいかもしれない。つまり、ソフィアだけの世界ではなくて、フロネシスの組み合わせということを考えるのであれば、初めから分け過ぎないほうがいいのではないのかなというのが私のコメントである。

【質疑応答】 (Q：質問、A：回答、C：コメント)

- Q：フロンシスの問題は、なかなか解きにくいということはわかったが、例えば TPP の交渉とかを見ていると、直接に何かと何かの交渉というよりは、「知財権の方で譲歩するから農産物は譲歩してもらえないか」というように、問題を分割し、別のところに転嫁して、全体で合意できるというような形もある。この条件であれば、国に帰って政府に納得させられるとか有権者に説明できるとかというような条件闘争に落とし込んでいくような気がする。そういうところにも情報技術はいろいろなオルタナティブを出して、これはどう、あれはどうというのが言えるように思うが、そういうことはどうお考えになるか？
- A：全くそのとおりで、そこは情報技術の機能するところだと思う。ただ、チャンピオンを決めて外交交渉をするというぐらいに煮詰まっているものに対する支援システムと、領土問題みたいにもうテーブルに乗らないだろうというときに有識者同士を隔離して本音を言って、トータルではこういう順番で合意形成ができそうであるという議論を出してあげるシステムとは、おのずと違うとは思いますが。

浜屋 敏(富士通総研)

どんな問題であっても、解決、合意に至るための本質は同じようなところがあると思うが、実際に実装可能なソリューションを考えていくためには、一つで万能のソリューションというのはあり得ないので、問題を切り分けるということが重要。個別の問題にどういうソリューションがあるかという研究も大切だが、そのメタ研究のようなものも必要ではないかと思う。つまり、どういう問題についてどういうソリューションがあるか、あるいは、それは切り分けや住み分けというよりも、どういう問題に対してどういうソリューションを組み合わせればよいかということになるのかもしれない。

私の研究分野としての専門は経営情報システム論だが、経営というのは「解は一つではないが合意に向けて協力しやすい問題」を扱うところだと思う。比較的簡単とされているところだが、最近はどうでもない。一つは、意思決定するための情報が非常に増えており、意思決定をするためのスピードも必要になっている。そのため最近、コマンド・アンド・コントロール、トップダウンというよりも、現場で意思決定をして、その意思決定をした人たちが情報を共有し合うことが大切だと言われている。組織モデルだと MIT の T.マローン教授が「サイバーカウボーイ」というモデルを提唱していたが、現実的に本当にそれがインプリメンテーション可能なのかというような問題がある。

それから、今は会社の中で意思決定・合意をとろうとしても、以前に比べると大分ダイバーシティが進んでいる。年齢で言えば、シニアと若者の間のギャップは以前よりも最近の方が大きいかもしれない。また、女性の働いている人が多く、例えば時短で働いている人がいる。それから、外国人も職場の中にいる。そういう中でどうやって合意をしていくかということは昔以上に難しくなっている。さらに、「共創」や「オープンイノベーション」というキーワードもあるが、ビジネスをするときのステークホルダーが非常に多様化している。

ソーシャルイノベーションということが言われているが、一つのお客様に対して価値を提供するだけでなく、複数のユーザに対して価値を提供する、あるいはお客様と一緒にその先のお客様に価値を提供するというビジネスの形態も増えてきている。共創やオープンイノベーションを進めていく際に、ステークホルダー間でどう合意形成をしてビジネスに結びつけていくかということも非常に複雑で難しい問題になっている。

それから、企業経営にとってはもちろんイノベーションは重要だが、我々の経済研究所の前理事長である野中郁次郎先生によると、イノベーションは合意からできるものではなく、個人の思い（信念）から生まれる。個人の思いからどのように合意を作り上げ、社会的な価値へとつなげていくか。イノベーションは平均的なものから生まれるわけではないので、合意をとるということとイノベーションがどう関係しているのか。皆さんのご発表を聞きながら、そういうようなことを感じていた。

3つコメントを言うと、一つ目は皆さん非常に有意義なことを研究されていると思った。昔に比べると、大学などの研究室と、研究成果を実際に使うリアルユーザの壁は非常に低くなっていると思う。皆さんが研究していること、開発していることは、そのまま今、商品として使えるようなものもあるのではないかと思う。

情報システムの分野でも、アジャイル開発を行い、できたものをすぐに試して、フィードバックをもらってアップグレードしていくことが増えてきている。あるいは、開発と運用を一緒に進めるということもしている。皆さんの研究の結果をなるべく早く市場に出して、多くのユーザが使えば、大量のデータがたまる。データがたまればネットワーク効果が働いてどんどん大きなビジネスになっていくし、合意形成の精度が上がっていく。そういう意味でも、研究成果をどうやって市場に出して、それを運用していくかというところが重要である。

2 番目は、最初にお話ししたこととも関係しているが、どうしても合意形成のモデル、ソリューションを考えると、一つ一つの問題についてどういうソリューションがいいかということを考えざるを得ないが、実際の社会では、一つ一つの合意を積み重ねれば全体的に最適になっているかというとは必ずしもそうではないかもしれない。問題と問題の関連ということもあるので、そういうことも考慮したソリューションをどのように作ればよいのかという問題もあると思う。

3 番目は、最終的に合意するのは人間だが、これまでの主流の経済学では人間は合理的な選択をすることになっているが、実際はそうではない。発表の中にも、「説得ではなく納得」という言葉があったが、合理的には説得されたし、言葉ではそのように言っているが、感情的にはまだ納得していないということもある。感情的に納得しているかどうかを測定する研究というの、合意形成ということを考える上ではすごく重要ではないかと思った。

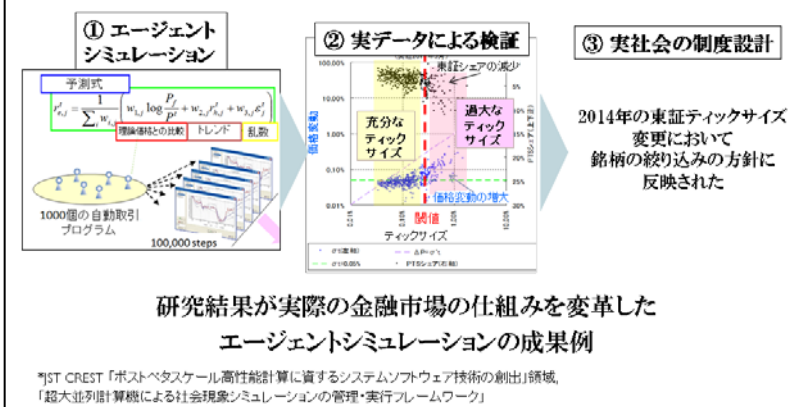
【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: 企業経営において、本日紹介があったような研究はどの程度役に立てるのか?

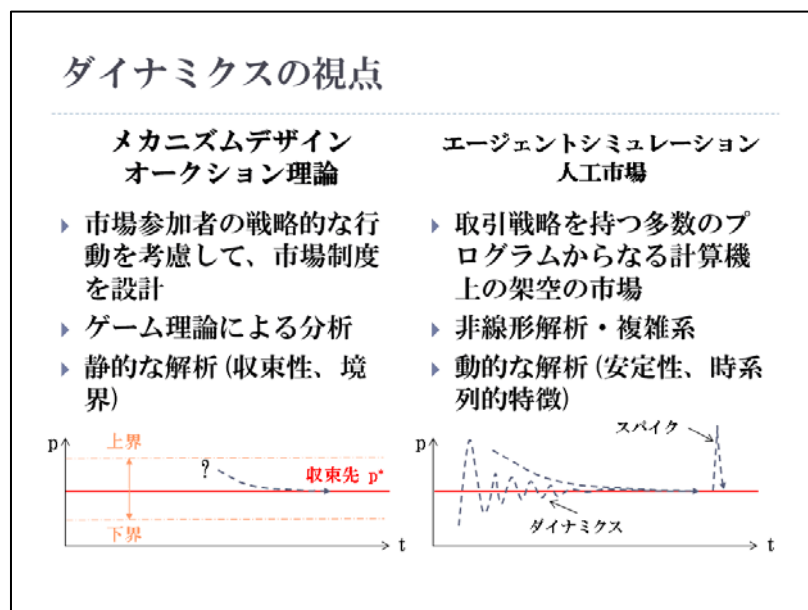
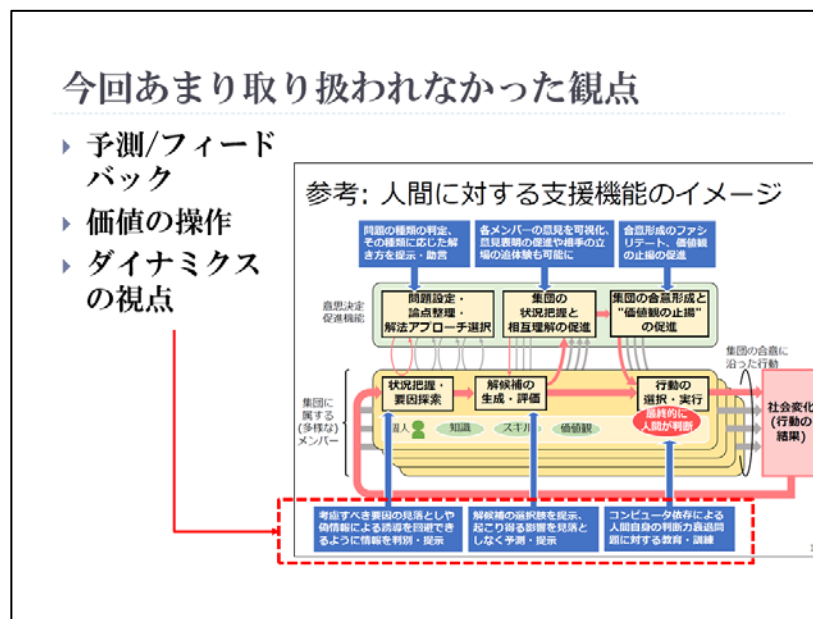
A: 分野によって違うと思うが、会社の中の意思決定やマーケティングに使うことが考えられる。マーケティングは今、顧客は分析する対象ではなくて共感をする、合意をとる対象だと考えるようになってきている。データを使ってどう顧客を分析するかだけではなくて、Twitter などのソーシャルメディアも活用してどう顧客と共感し合って、合意し合って、新しいファンをつくっていくかということも非常に重要になっている。ソーシャルメディアを介して顧客と新しい関係をつくっていくことを考えるうえでは、非常に応用するところが多い研究ばかりだったと思う。

人工市場シミュレーションを用いた市場制度の検証:
ティックサイズ変更 和泉潔

東京証券取引所との共同研究で、シミュレーションと実データ分析により、ティックサイズ(注文価格の最小単位)の閾値を新たに発見した



今回、話の中にファシリテーションや、情報を絞り込んで見せる技術などはすごくあったと思う。では実際その結果が出てフィードバックをして中でどのようにダイナミクスがあるか、それによってどういうことが起こり得るかという予測というところは、余り今回の議論としては技術としてなかったと思う。逆に言うと、こういった予測であるとか、例えばいろいろ情報を見せるだけではなくて、もっと大胆に、議論のときにこの価値とこの価値というように利得行列を変えて、価値を操作して見せるところ、フォーカスを変えるという操作的なところとか、フィードバックが入るようなダイナミクスの視点というのは、本目発表があったものプラスアルファとしてこれからの研究の視点になると感じた。



それぞれに対して例えば、横尾先生が話したようなオークション理論は、解としてはこの辺の集合があり得るところまでは、この制度でやればここまであり得るということは示すことができると思う。しかしそこに行くまでにどういう紆余曲折があるかというダイナミクスや、もしくは一旦均衡に、たまたま何か外乱などで外れたらこれが戻るのかどうかという議論になると、例えば寺野先生が話されたようなシミュレーションといった両方の面からが制度設計の必要性という研究の要素としてあると思った。

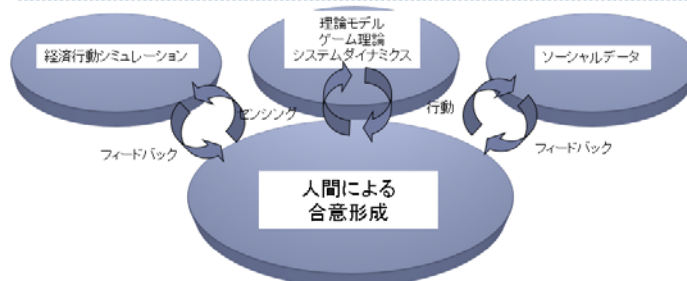
次の予測の点ではS Fなどでは宇宙帝国か何かがコンピュータで全て予測するという話があるが、そのようになるのは恐らく無理だと思う。我々がこれからできるとしたら、3歩進んで予測するが、フィードバックを見たら、これはだめだったからといって2歩戻って、ただ1歩分は進んでいるという形で意思決定していく、くるくる回していくような、

現実からのフィードバックを生かしながら修正していくような技術はすごく必要になると思う。

予測の観点

- ▶ 心理歴史学のような全知全能な予測?
 - ▶ SF小説に出てくる架空の学問 (by アイザック・アシモフ)
 - ▶ 膨大な数の人間集団の行動を予測する為の数学的手法
- ▶ 3歩進んで2歩下がるような予測
 - ▶ 現実へのフィードバック
 - ▶ 実データ分析とシミュレーションモデルの修正

ゲーム(遊戯)としての合意形成



- ▶ 理論モデルによる制度の大枠の設計
- ▶ エージェントシミュレーションによる動的な挙動の分析
- ▶ リアルタイムデータを反映したモデル調整

最後に、今回かなりストイックにコンピュータだけで全て大規模データを集めて全自動で意思決定することは、あえて皆さん言わなかったと思う。しかし、そういうやり方もやはりあると思う。そちらのほうが見れば最適解を常に高い確率で合意するかもしれない。ただし、その場合人間が入っての合意形成は要らないかという、そんなことはない。最悪でも、将棋や囲碁で人間のプレイヤーがかなわないとしても遊びとして人間のプレイが残るのと同じように、ゲームや遊戯という遊びとしての合意形成は残るのではないかと考えている。

それは決して悪いことではなくて、コンピュータが発見できなかった新しい要素を、ゲームとして人間が合意形成をやっているうちにいろいろな視点を見つけるということでは

る可能性がある。その場合、例えば人間による合意形成をしたことによって、どうなるかシミュレーションとして見せたり、もしくは理論的にどういう解があり得るかということを見せたり、もしくはその後の結果データや実データでもって今どういうナウキャストになっているかということを見せるということをやっている、視点を広げつつ全自動の合意形成と人間の半自動の合意形成と両方あって、その中間をとっていくという技術もあっていいのではないかと思った。

【質疑応答】 (Q: 質問、A: 回答、C: コメント)

Q: ゲームフィクションはどう捉えるか？遊びにして何かうまくやろうというのがゲームフィクションだと思う。

A: そう。ただ、全てのパラメータの組み合わせが膨大なケースを全部ゲームフィクションでやることは無理なので、ほんの 0.00 何%を人間にやらせて、こんな要素があるとわかったら、コンピュータに後は任せるというやり方もあると思う。

Q: チェスなどでは、人間とコンピュータと 2 人でやるフリースタイルというのがあって、それが今実は一番強いという話があるが、これも多分そちらの方向に行くのではないか？

A: そう。場合によっては、そういったペアでやるという方法もあると思う。

C: 複雑性の縮減という考えによると、大部分のことは決まっていたほうが、かえって人間は事実的に判断でき、創造性を発揮できると思うので、この考えはすごくおもしろい。つまり、機械でできることは機械でやらせて、機械でできないことは、実はあらかじめ人間にはわからなくて、それ自体が新しい発見や創発であったりする。その部分に人間が登場するということで、実は人間はより創造的になれるのではないかと考えてみると、より可能性が広がると思う。すごくおもしろく聞かせていただいた。

岩野 和生(三菱ケミカルホールディングス)

まず1番目は、ITやデジタルテクノロジーで何が本質的に変わるかということ、合意形成のところである。人間がすごい手数をかけてやっても同じ結果に至るのか。そうでない本質的なものが恐らくあると思う。それともう一つ、余り議論されなかったが、なぜ今この問題をITの力でやらないといけないかということは何かあるのだろうと思う。

2番目は、エージェントの話題が多く出てきて、すごく重要だと思うがこれが本当にどうなのか、これが新しい方式を示しているのか、何かそこが要るのだろうかと思う。

和泉先生が言われたが、ITについては、この前のアルファ碁も、マテリアルインフォマティクスも創薬もそうだが、ものすごい種類のパラメータを並列でシミュレーションして、パラメータ空間をぐっと縮めて、ウェットの世界に行くといったことをしている。社会システム系でもそういうアプローチができないのか。すごく難しいのはわかっているが、もっと問題自身のドメインを絞ったところで、そういう手法が社会システムであり得るということを示すというのも一つあるのではないかと思った。

3番目としては、価値観に興味がある。もともとのワークショップの主題は、人間やコミュニティの知能というのはどう向上するのかということから発展してきたと思うが、人類の進化ということまでアドレスできるテーマではないか。そういう意味で、成熟度ということと言ったが、どう人類が進化するのか、こういう仕組みを入れることによって考え方とかそういうものが変わるのか、何か考える材料があるのではないか。

アイデンティティということはほとんど議論されなかったが複数の人間と複数の機械を一つのアイデンティティとして機能させるにはどうすればいいのかと考えると、何かそれのできるが出てくるのではないかということをもった。

最後は、産業界とか一つの大企業においてメカニズムデザインみたいなことを考えないといけないとすごく思っている。ITの成熟度が高く、受け入れる力もあるような場ができているところでデジタルトランスフォーメーションなどを起こしていくときに、横尾先生の話はすごいヒントがあった。

今社内では、特にデータプラットフォームについて議論をしている。データを内部の人間は全部さわれるし、すごくいろいろなものがあって可能性はある。しかし、いざ外に出すときに、データを出すインセンティブがあるのかとか、データをどこまで丸めるのかが障害になっている。経済産業省はそこを何とかしたいという議論を始めつつある。そこにメカニズムデザインみたいな方式は出てくるのではないかと思う。

また、エージェント技術とシミュレータをやっていくときに、コミュニティとか拡大されたアイデンティティが何を感じているかということ把握する技術について議論されなかった。それに関して、遠藤先生のSNSはその端緒になると思う。例えばマイクロソフトなどがコグニティブ・コンピューティングと言っているような、個別のものに対する状況把握技術というのはある。そういう状況把握技術とエージェントのシミュレーションと実際に影響を与える技術を何か考えるヒントがあればいいと思っている。

4. 全体討議

科学と政治の視点

有本（JST-CRDS）：科学と政治、意思決定、政治決定との関係について。ここ 10 年間あまり、特に 3.11 の東日本大震災以来、福島原発の問題だけでなく、イタリアのラクイラ地震で一時的に地震学者が有罪になったり、ヨーロッパの GMO（Genetically Modified Organisms：遺伝子組み換え作物）の問題があったりと、ずっと科学と政治の問題に関して、一般の市民がものすごく不信感を持っているという状況になっている。

OECD では、科学と政治の関係について、まず世界各国でどういう仕組みがあるのかから始まって、どういう知識とプロセスに支えられているのかまで、今、スタディグループが動いている。私は共同議長をやっているが、そういう観点で見ると、本日の議論は非常に大事なところ。いろいろ示唆に富むと思う。

トピックとして、そういう世界のプラットフォームが来年の秋に東京で、世界中から 200 人ぐらい集まって、科学と政治の問題について議論しようとしている。その中では SDGs の問題やエマージングテクノロジーも取り上げられる。新しい ICT 技術とビッグデータをどのように科学と政治の問題に使うか、あるいは、リスクアセスメントとリスクマネジメントをどうするかという問題が議論されている。医療の医薬品審査の問題や食品安全委員会とか個々にやっている。しかし、それらは分野や地域によって微妙に異なる。科学と政治あるいは行政の最終的な意思決定のところの構造も違う。こうした視点からは、やはり一つ一つのテーマにおいて有効性を確保するためには、分野によって、テーマによって、あるいは、地域によって、選択肢をカスタマイズせざるを得ないだろう。

一方、他の分野や地域にトランスファーしたり、学問として普遍化したりしようという面では、カスタマイゼーションとコモナイゼーションという言葉がよく出はじめた。そういう議論がいろいろあるので、ぜひ今後このコミュニティは他とリンクして多様化をしていただきたいと思います。

先ほど話したような場には、実践的な立場で、大統領の科学補佐官、首相や外務大臣の科学補佐官、ファンディングエージェンシーのトップ、大災害の時の現場の指揮官といった方々が多く集まる。そういう方々が常に言うのは、自分たちはほとんどがサイエンティストあるいはエンジニアであるが、最終的にそういうデシジョンをする立場の人々と話す際には、「自分はアーティストにもなる」という言葉を使うことがある。あるいはケミストリーがそこで起こっているという。今後の視点にはそういうのも少し入れていただいたらどうかと思う。

平川：今の話、特にリスクマネジメント関連では、IT を使った支援システムはすごく大事になる。災害が起きたときも、それ以外の場合でも、この問題というのはどういう問題なのか、どこにその関連する専門家がいるのか、適宜いろいろな議論を通じて、日

ごろから蓄積してデータベース化しておいて、それを何か問題が起きたときに活用する。この問題だったらまずこういう論点、こういう 이슈について検討しなきゃいけない。そのためにはこういう専門家たちがいて、こういう議論を重ねている、こういう論文があるということを、WISDOM X の災害対応版、インテリジェント版のような形で使っていく。リスクマネジメントにおいてこういう技術はすごく大事だと思う。

成熟度に関して

鳥澤：先ほど成熟度がキーワードとして出てきた。これは私見でしかないが、ここ 10 年ぐらい成熟度はあまり役に立たない時代になってきているのではないかな。例えば、アンゲラ・メルケルがどんどんドイツでも難民を受け入れると言ったことは、これは一昔前であれば、成熟した人間であれば誰しも言うべきことだった。異論を唱えたらそれこそ非人と言われるような世界だったと思うが、もう平気でそういうことがひっくり返る時代になってきている。また、最近、例えばグーグルあたりがデータを非常に大量にため込んで、もうベンチャーが新しく立ち上がる余地すらないので、独占禁止法を適用すべきであるという議論も出てきている。そういう意味で常識みたいなものがどんどんひっくり返るようになってきている。先ほどの平川先生からいただいたコメントとも関係しているかもしれないが、そういう前提を疑う努力がいろいろ必要なのかなと思う。そういった前提が変わったところで合意形成をどうするかという問題になるのかもしれない。そんなことができるのか、という気はするが、そういうことも考えにいかなくてはならないのではないかと感じている。

福島：合意形成や意思決定のベースになっている価値観やアイデンティティーがいろいろ変わってきている。昔だと、みんな同じ価値観を持った集団の中での意思決定・合意形成だったのが、今は価値観がどんどん多様化する中での意思決定・合意形成に変わってきた。そういう形に状況が変わってきていることは、前提の変化の一つだと思う。

岩野：「成熟度」という言葉で全部ひっくるめてしまったが、それは例えば 2016 年からオバマ政権のコンピュータサイエンス・フォー・オールのようにコンピューショナル・シンキングを K - 12 に完全に教えていくといったこと。それはやっぱり仮想化とかコンポーネンタイゼーションとかインテグレーションとか、世の中をアーキテクチャ的に捉える考えを入れていかないといけないということ。移民については、世の中の状況下でみんなが議論できればよい。議論のベースになる場所の素養というものを成熟度と言っている。Industrie4.0 も IT の成熟度と言っているが多分にそこに関係している。関係性というものを組みかえていくときに、組みかえるということはどういうことなのかとか、サービスプラットフォームはどういうことなのかという理解のようなものが私の言っている成熟度。成熟度について、もう一つ。横尾先生が言われたような最低限のことは理解できないといけないというところでの、その最低限は何かと

いうのを議論すべき。その最低限というのが人類の進化という大げさだが、だんだん上がっているのではないか？

藤山：下がっている。

岩野：そうなのか。そのあたりが気になって成熟度という言葉を使った。

茂木：本日のテーマである意思決定と合意形成、集団の意思決定が合意形成と言えなくもないが、似て非なるものだと思う。ここまで集団のほうの話が多かった。個人として見た場合、意思決定するとき、こういう考えもあるというのをインプットしてくれる、あるいは聞けば教えてくれる、そういうシステムがあると我々自身の成熟度も増すのかなと思う。

岩野：今はやはりリスクのことも、自分の被害が多くてもそれを受け入れるとか、相手に共感するとか、そういう人間的なところが意外と成熟度につながっているように思う。

最適解の定まらない問題へのアプローチ

藤山：鳥澤先生がおっしゃった、AI がそれにかわっているということと成熟度の話とは無関係ではない。19 世紀的あるいは 20 世紀初頭的な常識の世界、それなりの賢慮があった世界に戻せと言っても、多分戻らない。しかし、賢慮が働かなくなっている世界というのが恐ろしいわけで、その中で私が本日感じたのは、遠藤先生の発表で、後ろからちょっと押しがあってルールができていくというようなことが非常に重要だと思う。ただ、それを規制でやるのではなく、何かヒントを与えて作っていくという新しい方法が大事だという話があった。寺野先生はハーネスという言葉を使った。コントロールでなくハーネス。その SNS やネットの中でのルールの作り方、そこに新しい賢慮の世界を作っていかないと、データがデータとして成立しなくなるという時代を迎えているのではないかと思う。これは政策マターとしても非常に重要な問題ではないかと考える。

遠藤：現代を特徴づける社会の特性として再帰性がある。再帰性によって我々の社会がどんどん複雑化し、その結果として選択が多くなり過ぎ、誰も選択できなくなってしまう。それが今日の混乱の一つの要因。ではどういう選択をすべきかが、先ほどから出ているハーネスやナッジで、それをどのようにデザインしていくかは今後非常に重要な問題。

それから、先ほどから最適解のある問題と最適解がない問題という話が出ていることに関して言うと、少し飛躍するかもしれないが、今から 100 年前くらいにベンヤミンという社会思想家がいた。100 年ぐらい前には、当時新しいメディア技術、映画やカメラ、レコードなどがどんどん出てきて、それによって一般の人々の知識が高まり、エンパワーされるのか、それとも、むしろそれによってみんな衆愚化していくのか、という議論が盛んにされた。衆愚化するという考えが多かったが、ベンヤミンは違う見方をして、今までは第一の技術の時代だったが、これからは第二の技術になるとい

うことを言った。

この第一の技術というのは最適解の技術。それが人間をここまで発展させたが、第一の技術は最適解の一つ出してしまうので、それが間違っただと全滅してしまう。一方、第二の技術は、失敗しても何遍でも繰り返せる技術だという。当時の人たちはあまり意味がわからなかったと思うが、いま解釈すると、それはまさにデジタル技術やシミュレーション技術だと思う。デジタル技術やシミュレーション技術は物と直結しないので、幾らでも試行錯誤ができる。試行錯誤の中で最適解ではなくて、常に剰余を残した形で解を出していく。つまり、これだけが答えだというのではなく、曖昧な部分、剰余を常に残しつつ、「でもね、やっぱりね」みたいなことを言う人を残しつつ、だからこそダイナミズム、フィードバックをかけつつ、状況が変わればまた新しい解というものに移行していかなくてはいけない。そういうやわらかい合意形成システムを作ることが今後重要なのではないだろうか。

平川：曖昧や剰余を残すというのは、科学的助言でも同じ。科学者が何か結論、助言をしたらそれで何か唯一解が決まるわけではなくて、そこにも必ず不確実性とか価値の多様性とかが関わってくる。基本的には、複数のシナリオオプションで選択肢を示し、その上で最終的に人間が合意する、判断するという形で、人間でないといけない話と、それをより可能にするための支援技術としての情報科学技術という話は、科学的助言のような問題を考える上ですごく大事な論点である。

成熟度云々の問題は、例えば時々起こることだが、いわゆる集団的浅慮にどんどんロックインしてしまうということがある。何か問題があると、昔はもう少しまともなほうにロックインしたり、もう少しパスがあったりしたが、今はみんなそこにロックインしてしまっている。そのロックインを外すために何かできることはないのだろうか。例えば学びや教育なども含めて、ロックインを外すために、この手のシステムをどう生かしていけるのかということも大事な論点である。

その中では、共感や寛容がキーワードとしてあり得る。本日の最初の福島さんの課題提起のスライドの中で、合意形成のよさに関して、価値観の止揚・アウフヘーベンという言葉を使っていた。愛するのではないけれども、けんかしない、殺し合わない、共存するというのも大事で、やはり人間同士で共感できなくても寛容でいられることは大事である。厳しい対立をしているけれども殺し合わないという寛容が働くのは大事だと思う。そうした観点を育てる学習のためのシステムとか、あるいは、話が炎上すると、自動的に何か情報がインプットされて場を変える、ロックインしそうな議論の場をチェンジするというような、人間の心理とか議論のダイナミズムと知的なインプットとの関係性をうまくシステム化できたら、議論の支援システムとしておもしろいと思う。

鳥澤：完全に合意していないけれども、殺し合わない程度にうまくやっているというほうが世の中はうまく回るという状況も十分あり得る。だから、ロックインもある意味悪しき合意形成と思う。もう少し深みを出す方向で考えたほうが世の中的にはおもしろくなるのではないかという感じは受けた。

意思決定する人間のスキル／リテラシー向上

福島：AI 的な支援によって、いろいろな選択肢を出してもらって、その中から最後は人間が選ぶ形を描いていると思う。しかし、選ぶ人間自身の判断力が、AI に頼っているうちに、だんだん衰退してしまうかもしれない。すると、AI が選択肢を出してくれても、まともな判断ができないという能力衰退の問題も心配である。この問題について、何かいいアプローチがあればお聞きしたい。

鳥澤：何らかのゲームのようなものでふだんから訓練するという手はある。

遠藤：今の話はとても重要なところだと思う。技術の背後にある世界観みたいなものはいろいろあって、AI は正しい答えを出すというのも技術に対する考え方の一つだが、自律的に判断して客観的な解を出す AI があるとすると、答えを出さない AI というのもありではないか。

例えばロボットのものは、日本の江戸文化の中で発達を途中で止めてしまった。つまり、西洋では時計の技術から始まる歯車駆動のメカニズムによってどんどん自律的な機械を作り出していくという方向に進んでいった。日本はその技術をちゃんと理解はしていたけれども、江戸時代、自分たちで自律的なロボットを作ろうとはしなかった。ロボットの代わりにからくり人形を作った。からくり人形は自律的には動かない。人間がサポートすることによって動く。

だから、言ってみれば人間が AI を助けてあげるような、人間と AI のパートナーシップの形を発展させていくことによって、より柔軟なプラットフォームができていくのではないか。もしそのようなアイデアをもっと膨らませていくのであれば、たぶん、そういう文化の中でやってきた我々が得意とするものではないか。そういう意味では、私はその辺をもっと研究していきたいと思っている。

他の留意点や、改めて強調したい点

寺野：二つコメントしたい。一つは、先ほど岩野さんが言われたエージェントシミュレーションの結果についてである。しばしば「何か新しいことがわかったか」という質問を受けるがあまりはっきりしたことは言えないことが多い。そこで、次のように答えることにしている。「結果として出てきたことは、一見新しいが、よく考えてみれば妥当であり、あたりまえでもある。しかしながら、このような結果はシミュレーションを実行しなければ私は思いつかなかった。アクセルロッドが言うように、エージェントシミュレーションは直観の道具として使えばよい。」十分に賢明であれば見通せることだが、普通、人間はそこまで賢くはないので社会現象に関するシミュレーションの役割は大きいと考える。

もう一つは、(もとは馬具をあやつる意味から出て自然力をうまく使うという意味の)「ハーネス」の概念についてである。私が影響を受けたのはコーエンとアクセルロッ

ドの著した **Harnessing Complexity**（「複雑系組織論」）という本だが、そのキーポイントは多様性を維持することと、生物の進化に範をとることである。要は、「生成検査法」の一般的なやり方でよりよい意思決定に至ることができるような社会的な仕組みの導入である。社会が多様であり、それを構成員が容認できるようであれば、その中での意思決定も自然にうまくいくのではないかと思っている。

和泉：平川先生の寛容という話と、茂木さんの個人の意思決定のサポートに関連して、今回は一つの 이슈 に関していろいろな人がそれぞれの価値観を持つという話があった。ただ、個人のライフスパンは長いし、しかも、会社員としての自分もあるし、家庭人としての自分もあって、立場もいろいろになる。例えば、近くに公園ができるが、あなたも小さいころは子供を遊ばせましたよね、うるさいけれども、我慢してあげなさいというのも、寛容の一つである。つまり、個人の一生分のいろいろな価値が記録されているようなものがあって、今回はちょっとあなた、一歩下がってあげてくださいというような、一つの 이슈 だけではなく、全ての価値のバランスを管理するものがあるとしてもよいかもしれない。要するに、ファイナンスであれば個人の資産を管理するパーソナルファイナンスマネジメント技術があるが、パーソナルバリューマネジメントみたいなもので、一生分の価値を管理してくれるような技術があってもいいのかなと思う。

伊藤：本質的に何がかわるか、合意形成が本質的にどうかわるかということを考えていた。成熟度という意味では、例えば今のソーシャルメディアの使い方は私たちよりも高校生など若い人たちのほうが使っていて、そういう意味では、成熟度は彼らのほうが上。さらに共感についても、我々では共感しにくいことでも、彼らはもう平気で共感し合っている。合意の仕方がもう違うのではないかと。もうそれはあらわれているが、今のまま放置しておく、よくないのではないかと。ファシリテータを使うと、何か新しい仕組みができるのではないかと考えている。

横尾：具体的な課題として、よりよい国民投票のやり方が考えられないかと思っている。例えば EU から離脱するか否かを判断するときに、国の独立性が第一か、EU という枠組みが重要かといった価値観や政治的な心情だけで判断することは不適切であり、この決定により、雇用や経済の状況がどうなるか等の様々なインプリケーションを考慮する必要がある。また、減税もするが社会保障も手厚くするといった八方美人的な決定は現実的ではない。一面的な判断をするのではなく、ある意思決定をした結果に対して、そのインプリケーションも含めて、各個人がどのようにトレードオフを考えているのかといった情報を引き出して、それを適切に酌み取るような投票制度を実現できないかと考えている。

閉会の挨拶

木村：本日は5時間もの長い間、先生方とともに実のある議論ができた。感謝申し上げたい。簡単に自己紹介させていただくと、私はこの1月から岩野さんの後任として着任しているが、実はそれ以前は30数年間、コンピュータ会社でコンピュータを作っていた。一番皆さんがご存じなのは京コンピュータだと思うが、その設計もしていた。ある意味では、先ほどの議論とは全く異なることをやってきたため、議論を聞いていて少し消化不良な部分もあったが、そういうことをやってきた者としての考えを少し述べたい。少し大きな話をすると、日本というのは、工場の製造ラインなど、物を作るといった製造のこと、つまり、そうしたすごく目に見えるものに対しての最適化というのはものすごく長けている。今でも世界第一だと私は確信している。

一方、私は米国に6年いたが、米国というのはダイバーシティがあるので、できる人とできない人が全くばらばらに存在している。だから、マニュアルをつくり始めたりする。そういう面で、日本というのは、教育制度のおかげもあって、個々人が全体としては上のほうに位置しており、そこに頼っていた面がある。しかし、そろそろそれだけでは国としてもたなくなっている時期が来ていると感じている。最適解のようなものが必ずしもなく、これだけやればいいというものがないような世界に対して、どこまでITが貢献できるのか、そうしたことにチャレンジしてみたいというのが私のここでの問題意識となっている。

そうした問題に対し、本日の議論だけでは、こうやればいいという一義的な解は多分出てこないだろう。それで、皆さんが議論の内容をもち帰ってもう一度よく考えることになると思うが、こうした世界、研究領域で、研究者側でも何かグループやソサエティーなどをつくって、その流れが大きくなっていけば、我々としてももっと発言したり、何か具体的な形をつくったりしていくことができるのではないかと期待している。本日がその第一歩であり、これをきっかけにして、こうした流れをもっと大きくしていきたいと思っているので、ぜひ今後とも皆様にご協力をお願いしたい。

5. まとめ

ワークショップでの発表・コメント・議論に基づき、目指すべき方向性・ビジョン、取り組むべき意思決定・合意形成問題のスコープ（論点 1）、取り組むべき重要な研究課題（論点 2）という 3 点について、ワークショップ前にチーム内で検討して仮置きした仮説への反映を進めていく。その最終的な結果としてのプロポーザルは別途、報告書の形で発行する予定だが、ここでは、今回のワークショップを通して、特にどんな点について追加検討・掘り下げが必要と考えるに至ったかをまとめておく。

(1) 目指すべき方向性・ビジョン

チーム内では、ワークショップ前の検討を通して、目指すべき方向性・ビジョンとして、下記を仮置きした。

目指すべき方向性・ビジョン（仮置き）

「複雑化していく社会において、個人・集団が主体性や納得感を持った、より良い意思決定・合意形成を可能にする」

一方、5 名の発表者が、ご自身の取り組みの狙いやこの分野の研究で目指すべき方向性としてあげた内容は、以下の通りである（要点まとめスライドの間①を転記、敬称略）。また、質疑や全体討議の中でも、関連する多くの示唆があった。

【鳥澤】

- 1) 意思決定のベースとなる情報や仮説をなるべく広く、かつ、効率的にユーザに伝える意思決定支援技術、また、意思決定者のスキルアップに資する技術
- 2) 特に、今後、Web ブラウザにとってかわり情報取得の主たる手段となり得る対話エージェントで上記のような意思決定、スキルアップ支援を実現すること

【遠藤】

多層化するメディア空間（間メディア空間）における意思決定・合意形成のダイナミズムを明らかにすることにより、健全な民主主義を基盤とした秩序ある社会マネジメント／ガバナンスを実現すること

【寺野】

- 1) 社会技術システム（＝複雑な人工システム）の特性
 - － 問題設定のむずかしさ
 - － 技術とシステムの関連性
- 2) 複雑な社会問題の解決には多目的最適化の概念が不可欠
- 3) Control から Harness へ → 進化計算的思考の重要性

【伊藤】

- 1) 合意形成における議論（大規模、オンライン）の効果的な支援及び知的な支援
- 2) 合意形成における合理的な内容や代替案の見える化と合理的説明
- 3) 社会としての意思決定の合理的な支援、合意形成とその仕組み

【横尾】

マーケットデザイン：参加者の真の選好を引き出し、集団として社会的に望ましい意思決定を行うためのルールを設計

【質疑・全体討議】

- 1) 意思決定・合意形成とは何か。また、社会科学や政治学では、意思決定や合意形成の良さについて、結論の良さ（妥当性、実体的な正当性）とプロセスの良さ（手続き的な正当性、透明性、平等性）という二面があるとしている【平川】
- 2) 良い結論に達するかは社会的成熟度が関係してくる。社会的成熟度を上げることも必要。人間の進化という視点。IT・デジタルテクノロジーによって本質的に何が変わるのか【岩野】
- 3) ナッジ（nudge）、軽く押してやることによって、うまく全体を回していくことができるのではないかという仮説がある【遠藤】
- 4) 社会の持続可能性、階層型は効率・経済性が良いが格差が大きくなる。フラット型をミックスすると中和される【遠藤】
- 5) 人間のコレクティブインテリジェンスにはファシリテータが大事。フラットな多数の人々の貢献＋少しのマネジメントがうまくいく【伊藤】
- 6) 良い社会とは、普通の人自身が自身の価値判断で普通に行動することにより、資源の効率的な利用、環境への配慮等の社会的要求も同時に満足される社会⇒そのためには良い制度（正直申告が最良等）を設計することが必要【横尾】
- 7) 社会の再帰性：個が全体を見てそれが個の向上に返ってくる。評価自体が対象の問題に組み込まれているものの評価【平川】
- 8) 科学と政治の問題に対する貢献、あるいは、リスクアセスメントやリスクマネジメントへの活用【有本】

これらの示唆を踏まえて、仮置きした方向性・ビジョンに修正を加えたいと考えている。特に、情報科学技術によって意思決定・合意形成を支援するだけでなく、社会的成熟度・リテラシーの向上にも結び付けることも目指したい点である。

(2) 取り組むべき意思決定・合意形成問題の範囲（論点 1）

- 取り組むべき意思決定・合意形成問題の種類について、「1. 趣旨説明」では、
- (A) 解が一つに定められる問題（価値観が共有されている状況下や、評価関数的なものが決まっている状況下での意思決定・合意形成問題）と、
 - (B) 社会的な価値観や様々な人間がそれぞれ価値観を持っていて混在している状況下での

意思決定・合意形成問題

に分けた（図 1-12）。（B）の中には、合意に向けて協力しやすい問題と協力が難しい問題があり、まずは前者が狙いどころだと述べた。

また、2.4 の伊藤氏からの発表において、合意形成問題には、公的な合意形成、共創的な合意形成、対立的な合意形成、継続的な合意形成という 4 タイプがあり、伊藤氏らの取り組みは公的・対立的な合意形成をターゲットとしているという紹介があった。

「3. コメンテータからの発表」において藤山氏からは、上記（A）はアリストテレスがいうところのソフィアに相当し、（B）はフロネシスに相当するという指摘があった。その上で、合意に向けて協力しやすい問題と協力が難しい問題にあまり分け過ぎないでアプローチしたほうが良いとのコメントがなされた。

これまでの情報科学技術による取り組みの中心が（A）にあり、今回検討しているプロポーザルでは（B）への取り組みを強化するという位置付けにおいて、大きな意義を持つことは間違いない。そして、この（B）の研究分野が国内でも活性化してきていることも確認できた。

また、取り組むべき意思決定・合意形成問題の具体例として、以下のようなものがあげられた。これらは、各発表の要点まとめスライドの問②から転記したもの、および、質疑・全体討議で示唆されたものである。

特定の専門分野の意思決定	大規模災害時の救援活動における意思決定【鳥澤】 フィンテックにおける意思決定【鳥澤】 技術開発におけるイノベーション創出のための意思決定【鳥澤】
ソーシャルメディア等、ネット/メディアの問題	ソーシャルメディア上の炎上・拡散現象【遠藤】 フェイクニュース現象の意味【遠藤】 〈世論〉形成のプロセス【遠藤】
マーケットデザイン、マッチングタイプの問題	（制約付き）マッチング：研修医マッチング、学校選択制、肺移植ネットワーク【横尾】 オークション：公共事業入札、周波数オークション【横尾】 投票：国民投票の制度設計【横尾】
コミュニティ・自治体関連の問題	地域創生のための創造的合意形成【伊藤】 対立的な実フィールドにおける合意形成（自治体再編等）【伊藤】 「マンションの建て替え問題」に代表される「共有地の悲劇」【寺野】 原発問題【寺野】
分野横断的な意思決定	専門分野の垣根を超えた「浅くても広い」意思決定技術【鳥澤】 境界のあいまいなシステム課題【寺野】

(やや抽象度が高い記述)	間メディア社会における公共圏の可能性（集团的浅慮、集合知、分極化など）【遠藤】 速い・多い・大きい事象への対応と局所化の課題【寺野】 集团的意思決定と指導能力の協調と競合【寺野】 個人の能力拡大・集合知の特質・社会制度変革の3つの統合とそれに付随する矛盾性【寺野】 IoTを活用した継続的な合意形成と合意の維持管理【伊藤】
--------------	--

(3) 取り組むべき重要な研究課題（論点2）

取り組むべき重要な研究課題を、「1. 趣旨説明」では図1-8にまとめた。

これに関連して、各発表で示されたもの（各発表の要点まとめスライドの間③から転記）および質疑・全体討議において示唆されたものとして、以下のようなものがあげられる。表の左列にあるA/B/Cの大分類と、右列にある小分類はこちらで判断した大まかな分類である。今後、図1-8の項目と合わせて、整理し直す予定である。

A. より良い意思決定・合意形成を支える個人や集団の知識・スキルを補完・強化する研究開発	自然言語で書かれた知識をベースとした仮説推論技術【鳥澤】 深層学習を用いた自然言語処理技術【鳥澤】	自然言語解析・推論
B. 個人・集団のより良い意思決定のための新しい方法論やファシリテート法に関する研究開発	制度の自動設計、学習等による新展開【横尾】 パラメータ最適化・生成検査法を伴う大規模シミュレーション【寺野】 ファシリテーションの完全自動化【伊藤】	最適性・自動化
	対立的な実フィールドにおける有効な合意形成の支援や見える化【伊藤】 ソーシャルメディア上の議論や合意形成の分析とその利活用【伊藤】	合意形成のプロセス解析
	集团的浅慮ではなく、集合知を生成するためのコミュニケーション場の形成【遠藤】	集合知
	ライフスパンの価値管理に基づく意思決定・寛容性【和泉】 若い世代のスキル・感覚の違い、合意形成の仕方が変わる【伊藤】	合意形成に関わる新たな要因

	自動化エージェントとヒューマンエージェントの混在する ABM・参加型システム【寺野】 ゲーミングシミュレーションとケースメソッドの融合による意思決定支援【寺野】 知能情報技術やセンサー技術を用いた議論の支援【伊藤】 ゲームとしての合意形成【和泉】 意思決定・合意形成プロセスにおけるフィードバック/ダイナミクスの取り込み【和泉】 曖昧性・剰余、寛容をもった柔軟い合意形成システム【遠藤・平川】 熟議システムの情報科学技術的なアーキテクチャ【平川】	合意形成のための仕組み
C. 知能（人間の意思決定能力）のあり方、当分野の研究のあり方に関する指針（ELSI 問題等）	ユーザによりそい、リテラシー、スキルアップに資する対話技術【鳥澤】 合理的だけでなく感情面、共感を生み出す【浜屋】 人間の思考を軽く押してあげる【遠藤】 集団浅慮等へのロックイン状態から切り替える【平川】	人に寄り添う、リテラシー向上
	人間と機械・AI の線引きのための意思決定・合意形成の解剖学【平川】 複数の人間と複数の機械を一つのアイデンティティとして機能させるにはどうすればいいのか【岩野】	アイデンティティ
	〈世論〉形成のプロセス分析【遠藤】 情報バースト現象のプロセス分析【遠藤】 フェイクニュース、ポスト・トゥルースにどのように対処するか【遠藤】	思考誘導・デマ等の分析と対処
	情報学／人工知能技術の中核として社会科学の叡智を統合し、実践的理論に発展【横尾】 政治学・社会学・経済学・心理学等との協働【平川】 人を含むオープンシステムに対する人工知能・人口知能研究【寺野】	取り組み方

付録

付録1. ワークショップ開催概要・プログラム

【開催日時】平成 29 年 6 月 19 日（月） 13:00 ～ 18:00

【開催場所】JST 東京本部別館 2 階 A1 会議室

【プログラム】（敬称略）

総合司会 茂木 強（JST-CRDS）

13:00 ～ 13:05 開会挨拶 木村 康則（JST-CRDS）

13:05 ～ 13:15 資料確認、メンバー紹介

13:15 ～ 13:45 趣旨説明 福島 俊一（JST-CRDS）

●目指すべき方向性と具体的取り組み事例（各発表：講演 20 分+質疑 10 分）

13:45 ～ 14:15 意思決定のツールとしての自然言語処理

鳥澤 健太郎（情報通信研究機構）

14:15 ～ 14:45 複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術

—— 社会情報学／計算社会科学の視点から

遠藤 薫（学習院大学）

14:45 ～ 15:15 意思決定と合意形成を支援するエージェントモデルと

ゲーミングシミュレーション

寺野 隆雄（東京工業大学）

（15 分休憩）

15:30 ～ 16:00 エージェント技術による人間のコレクティブインテリジェンスの促進

伊藤 孝行（名古屋工業大学）

16:00 ～ 16:30 マーケットデザイン

横尾 真（九州大学）

●主要論点に関する整理

16:30 ～ 16:40 福島 俊一（JST-CRDS）

●コメンテータからの発表（各発表：10 分（質疑含む））

16:40 ～ 16:50 平川 秀幸（大阪大学）

16:50 ～ 17:00 藤山 知彦（JST-CRDS）

17:00 ～ 17:10 浜屋 敏（富士通総研）

17:10 ～ 17:20 和泉 潔（東京大学）

17:20 ～ 17:30 岩野 和生（三菱ケミカルホールディングス）

17:30 ～ 17:55 全体討議（ファシリテータ：福島）

17:55 ～ 18:00 閉会挨拶 木村 康則（JST-CRDS）

付録2. 参加者一覧(事前登録分)

氏名	所属	役職
講演者		
伊藤 孝行	名古屋工業大学大学院情報工学専攻	教授
遠藤 薫	学習院大学法学部	教授
寺野 隆雄	東京工業大学情報理工学院	教授
鳥澤 健太郎	情報通信研究機構データ駆動知能システム研究センター	センター長
横尾 真	九州大学大学院システム情報科学研究院	主幹教授
コメンテータ		
和泉 潔	東京大学大学院工学系研究科	教授
岩野 和生	三菱ケミカルホールディングス	執行役員 CDO
浜屋 敏	富士通総研経済研究所	研究主幹
平川 秀幸	大阪大学コミュニケーションデザイン・センター	教授
藤山 知彦	JST-CRDS	上席フェロー
府省関係者		
大西 達也	文部科学省参事官（情報担当）付	係長
尾崎 翔	文部科学省参事官（情報担当）付	行政調査員
蓬莱 史昭	文部科学省参事官（情報担当）付	
JST-CRDS		
有本 建男	科学技術イノベーション政策ユニット	上席フェロー
岩瀬 忠篤	科学技術イノベーション政策ユニット	上席フェロー
尾山 宏次	環境・エネルギーユニット	フェロー
木村 康則	システム・情報科学技術ユニット	上席フェロー
黒田 昌裕	科学技術イノベーション政策ユニット	上席フェロー
周 少丹	海外動向ユニット	フェロー
鈴木 ソフィア 沙織	企画運営室	調査役
高島 洋典	システム・情報科学技術ユニット	フェロー

中川 尚志	科学技術イノベーション政策ユニット	フェロー
中村 亮二	ライフサイエンス・臨床医学ユニット	フェロー
馬場 寿夫	ナノテクノロジー・材料ユニット	フェロー
原田 裕明	科学技術イノベーション政策ユニット	フェロー
坂内 悟	システム・情報科学技術ユニット	フェロー
日紫喜 豊	科学技術イノベーション政策ユニット	フェロー
福島 俊一	システム・情報科学技術ユニット	フェロー
藤井 新一郎	システム・情報科学技術ユニット	フェロー
前田 知子	科学技術イノベーション政策ユニット	フェロー
松尾 敬子	科学技術イノベーション政策ユニット	フェロー
峯畑 昌道	海外動向ユニット	フェロー
茂木 強	システム・情報科学技術ユニット	フェロー
山田 直史	システム・情報科学技術ユニット	フェロー
JST (CRDS 以外)		
青山 幸太	社会技術研究開発センター	副調査役
安藤 二香	社会技術研究開発センター	アソシエイトフェロー
稲上 泰弘	戦略研究推進部	上席主任調査員
小山 健一	研究プロジェクト推進部	主任調査員
加藤 慎一	戦略研究推進部	主任調査員
佐藤 一美	研究プロジェクト推進部	主任調査員
鈴木 慶二	情報企画部	副調査役
瀧川 久美子	研究プロジェクト推進部	主任調査員
俵谷 徹	社会技術研究開発センター	調査役
中野 佑哉	戦略研究推進部	主査
西下 佳代	社会技術研究開発センター	フェロー
藤井 麻央	社会技術研究開発センター	アソシエイトフェロー
松尾 浩司	戦略研究推進部	調査役
宮田 裕行	戦略研究推進部	主任調査員
矢島 章夫	社会技術研究開発センター	シニアフェロー

渡邊 勝太郎	情報企画部	主査
王 戈	社会技術研究開発センター	アソシエイトフェロー

■ ワークショップ企画・報告書編集メンバー ■

木村 康則	上席フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
福島 俊一	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
小山 健一	主任調査員	(研究プロジェクト推進部)
鈴木 慶二	副調査役	(情報企画部)
高島 洋典	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
中村 亮二	フェロー	(環境・エネルギーユニット)
馬場 寿夫	フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット)
藤井 新一郎	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
峯畑 昌道	フェロー	(海外動向ユニット)
茂木 強	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
山田 直史	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
渡邊 勝太郎	主査	(情報企画部)

CRDS-FY2017-WR-05

科学技術未来戦略ワークショップ報告書

「複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」

平成 29 年 10 月 October 2017
ISBN 978-4-88890-572-5

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
システム・情報科学技術ユニット
Systems / 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 K's 五番町

電 話 03-5214-7481 (代表)

ファックス 03-5214-7385

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

©2017 JST/CRDS

許可なく複写・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.

