コミュニケーション場のメカニズムデザインに向けた システム論の構築と展望*

谷口 忠大†

Towards System Theory of Communication-field Mechanism Design*

Tadahiro TANIGUCHI†

People create collective intelligence and make decisions through discussion, conversation, dialogue and debate in organizations and communities in our daily life. This is an autonomous social behavior naturally performed by people as a multi-agent system. It is an important issue in the modern society how to control such a communication field, to optimize knowledge sharing, decision making and learning process in a group. In this paper, we devise a research approach called communication-field mechanism design by grasping the phenomena as a control problem of a human social system. In addition, we introduce some pre-existing communication-field mechanisms, such as Bibliobattle and Parliamentary Debate to clarify the notion of communication-field mechanism. We also clarify the relation with the proximity concept such as collective intelligence mechanism, gamification, and mechanism design.

1. はじめに

組織の中, 社会の中で, どのようにすればより生産的な議論を行い, より論理的な討議を行い, より包摂的な話し合いができるのだろうか. 知識創造社会において, また, 情報化社会において, 「知」の循環と拡張, 洗練と創造はますます必要となっている [1]. 人々は組織や社会の中で, 各自の頭の中に分散化され断片化された「知」を有している. われわれは質の良い議論, 討論, 話し合い, 対話といった言語的コミュニケーション (以降, まとめて議論とよぶ) によりこの断片化された「知」から集合知を生み出し, 組織や社会の中で活用していくことができる. しかし, 人間集団という社会システムにおいて, 議論により集合知を生み出すことは実際には難しく, 多くの組織や社会の中で参加者のもつ率直な想いや知識, 考え方を対話の場に引き出せない, 表出された情報や考え方を論理的で公正な議論を通して集合知として統合できない, もしくは, そもそもそのための努力がなされて

いないといった問題を抱えている. 企業や社会における意思決定でも, 上意下達と過剰な付度, 強い同調圧力, 「どんな意見か」より「誰の意見か」の重視, ファクトより印象・感情の重視などが横行し, これが社会や産業の生産性を著しく毀損している. これをいかに合理的に問題解決するかは, 21 世紀において深化する知識創造社会において, われわれの社会が真の発展を遂げるために重要なシステム工学的課題である.

議論や話し合いといえは, 言語的コミュニケーションであるからして「人文科学的な研究対象であり, 工学からは遠い」という心象を持たれるかもしれない. しかし, 工学という研究態度は必ずしも対象系のみにより決定されるものではない. 工学とはより望ましい状態, まだ存在していない状態, 目指す成果を得るためにどのようにすれば良いかを追求する学問である. 言語的コミュニケーションを行い, 集団の構成員がもつ知識や思考を表出させ, それを統合する, もしくは, それと避けがたく発生する, 各構成員の認識の深化や, 言語および思考技術の向上を同時に図るといったコミュニケーション場の性能向上, 限界までの革新を目指して, 工学的研究を展開しようというのがコミュニケーション場に関する工学的研究として定義し得る. いかにコミュニケーション場に所望の振舞いをさせ, 所望の成果を生むために, どのような人工物を設計し, どのように対象系を制御するか

* 原稿受付 2019 年 2 月 13 日

† 立命館大学 情報理工学部 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University; 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, JAPAN

Key Words: communication, social system, gamification, knowledge management, mechanism design, decentralized systems.

というのは工学的な問いとなり得る。その論理的帰結として本論文で改めて概念構築するのが、システム論的アプローチに基づくコミュニケーション場のメカニズムデザインなのである。

ここで、コミュニケーション場とは自律的な言語的コミュニケーション主体である個々人が何らかの集まり、議論、討議、話し合いなどを行う場をよぶ。それは空間的な場所のみならず、その状況を包み込む社会的なルールや、構成員に与えられた役割などを広く包含する概念である。コミュニケーション場自体は、理念的な存在ではなく、むしろ、現場での現象としての言語的コミュニケーションが生じている場そのものを指す。本論文で問題とするのは、このコミュニケーション場を制御し改善するためにわれわれは何をどのように設計すべきか、また、その前段階としてそのシステム全体をどう捉えるべきかということである。

本論文の構成は以下である。第2章でコミュニケーション場をシステム論的立場から再解釈し、コミュニケーション場のメカニズムデザインの位置付けを明らかにする。第3章では既存のコミュニケーション場のメカニズムをいくつか取り上げ、その比較を行いつつ、メカニズムの設計変数という概念を導入する。第4章では学問としてのコミュニケーション場のメカニズムデザインに関する近接領域を紹介し、それらの学問とコミュニケーション場のメカニズムデザインの関係を論じる。第5章においてまとめる。

2. コミュニケーション場のメカニズムデザイン

2.1 創発システムとしてのコミュニケーション場

自律分散システムが、そのシステムにおいて創発特性を有するとき、そのシステムを創発システムとよぶ。言語的、もしくは記号的コミュニケーションを行う人間の集団は記号創発システムとして捉えられる [2,3]。自律分散システムとは複数の知的な行動主体が自らの意思決定に基づいて行動することによって形成される系である。本論文での立論はコミュニケーション場が自律分散システムであり、さらには創発システムであるというシステム論的な認識から始まる。

まず、コミュニケーション場では誰一人、他者の発言や解釈といった行動を、直接制御することはできない。また、他者の知識や認識に直接アクセスして情報を得ることはできない。われわれの社会において、個々人の知識や認識は常にゲーム理論でいうところの私的情報 (private information) なのである。言語的コミュニケーションにおける諸問題の多くは「他人の頭の中はのぞけない」という前提から生じる。それは、人間一人ひとりが自律的な存在であり、その認知が閉じている、ということと等価である。コミュニケーション場の制御は、自律分散システムの制御として、その設計は個々のエー

ジェント (議論への参加者) を直接制御するという視点ではなく、制約条件やインセンティブ (誘引) を設計することで周縁制御、もしくは間接制御を行うという視点へと移行するのが適切となる。

コミュニケーション場においては、ミクロレベルのコミュニケーション活動自体 (つまり、議論の内容や、その場での相互作用) が、そのコミュニケーション場の構成員や、それにとどまらず母集団や組織のもつ共通信念や制度を明に暗に変化させていく。この形成された秩序は、コミュニケーション場における相互作用に制約を与える。異なる上位の層、つまり、マクロレベルに形成される秩序は制約条件として、ミクロレベルの相互作用に影響を与えるのである¹。コミュニケーション場にはミクロマクロループが存在し、創発システムと見なせる。そのために、これを前提とした工学的アプローチが重要となるのである。

2.2 コミュニケーション場のシステム階層性と設計対象

コミュニケーション場の改善を目指す場合に「何を設計対象、工学的研究対象とすべきであるか?」という問いに対する答えは、コミュニケーション場が創発システムであるという理解と、コミュニケーション場が潜在的にもつ設計の階層性から自ずと導出される。Fig. 1にコミュニケーション場の設計の階層性を表す図を示す。下から順に、コミュニケーションの軌跡 (Trajectory of communication)、コミュニケーション場 (Communication field)、コミュニケーション場のメカニズム (Communication-field mechanism)、コミュニケーション場のメカニズムデザインの設計原理 (Design principle of communication-field mechanism) である。

コミュニケーションの軌跡とは実際のコミュニケーション場での発話内容や人々の振舞い、時間の使われ方、参加者の内部状態変化など、コミュニケーション場において発現した事象そのものである。このうち、会議のそれぞれの発言そのものなど観測可能なものを観測されたコミュニケーションとよぶことにする。コミュニケーション場が自律分散システムであることを考えると、この層を直接制御することは不可能であり、また、会議が各参加者の発言を通して私的情報の表出を目的の一つとするために、外部の制御器によってこの振舞いに介入することはそもそも無意味である。たとえば、政治家のタウンミーティングにおいて、質疑応答が事前に準備されて換骨奪胎されることが問題となることがあるが、それはこの観測されたコミュニケーションの層でコミュニケーション場を設計・制御しようとしたことが疑問視された

¹たとえば、とくにルールも役割を定めずに、フリーディスカッションを行うと、自然と (ほぼ不可避に) 司会的な役割を演じる人が生まれるということもこの一つの現れである。役割分担の秩序の創発である。

Fig. 1 Design hierarchy of communication field

のだ。

コミュニケーション場とはコミュニケーションが行われる場であり、その空間的なデザインや、議題の設定、小道具の準備や、司会進行の進め方などを含めた概念である。「コミュニケーション場の設計」を行うという場合には、通常、コミュニケーションが始まる前に空間デザインや、事前準備などを指す。たとえば、ファシリテータの選出や、議題の設定、会議参加者の選別ということまでもがコミュニケーション場の設計に属する。コミュニケーション場の制御といった場合には、ファシリテータが議題を誘導したり、状況に応じて発言権をより多く話させたい人に動的に配分したりするようなことを指す。コミュニケーション場の設計も制御も、観測されたコミュニケーションに対しての直接的な制御に比べると間接的ではあり、自律分散システムとしてのコミュニケーション場の前提には反していないが、いくつかの問題をはらむ。

まず、コミュニケーション場の設計に関しては、コミュニケーション場そのものが一回限りのものであり、このような場ではどのような設計をすべきであるという知見が再利用しにくいという点である。また、議題や参加者などは会議の主題や機会ごとに外部から与えられるものであり、設計変数として扱うには難がある。また、ファシリテータを導入して、適切な会議運びをすれば生産的な議論が期待できるものの、それはファシリテータの技能に依存した職人芸であり、そのような問題解決では、スケラブルに国内外津々浦々のコミュニケーション場の生産性を高めることはできない。さらに、議論には数名の小規模のものから、百人規模の大規模なものまであるが、小規模なものにおいて有能なファシリテータの存在を期待することはできない。コミュニケーション場の

設計や制御は、空間デザインや一回一回の対話の記録など、目に見える現象としてその様子や取り組みを可視化しやすく、まちづくりや社内改革の事例や報告書などで注目を集めることがあるが、成功事例集として事例が蓄積されるに留まってしまいがちである。それは、一回性のあるコミュニケーション場の「場」自体を設計・制御対象としていることからの自然な帰結であると考えられる。文献[4,5]において、「空間」の設計、ファシリテーションと言及される従来のコミュニケーション場へのアプローチは、このコミュニケーション場の設計・制御に対応する。

一方で、コミュニケーション場にはそれを支配する制度や制約が明に暗に存在する。例として、議長がおり、発言者は挙手して発言するタイプの進行を行う会議では、この進行のルールがすでにメカニズムの一つとなっている。あるメカニズムが明に暗に設定されると、そこから各参加者にとってのインセンティブや制約が生じる。たとえば大人数で行われる上記会議では発言が抑制される傾向や、本音が出にくいという現象が生じやすい。これは、一度に発話できるのが一名であるために、発言すること自体が非常に大きな意味をもってしまうこと（組織内での立場に影響を与える）や、そもそも、全員が議論を戦わすと収集がつかなくなるので自然と自律分散的に各参加者が抑制をかけることなどによる。また、指名には議長に権限があり、一定の会議運営における権力行使が可能である。このような会議運営手法、もしくは、メカニズムは、組織による議事の承認や意思決定には向いているが、皆から広く意見を募ることを目的としたコミュニケーション場には向いていない¹。一方で、このような運営を行うとかなり再現性が高く、同じような沈黙が生じるという事実は注目に値する。それは観測されるコミュニケーション、つまり、具体的な発言や結論という意味での再現性ではなく、観測されるコミュニケーションにおいて生じるある種のパターンの性質という点での構造的な再現性である。

コミュニケーション場の個別性を超えて、多様なコミュニケーション場に適用可能であり、議論に支配的な影響を与えることのできるルールの集合をコミュニケーション場のメカニズムとよぶ。コミュニケーション場が創発システムであることを受け入れると、コミュニケーション場のメカニズムが、工学的設計対象、研究対象として妥当な粒度をもつのである。

コミュニケーション場のメカニズムとして捉えられる事例はすでに多く存在する。しかし、それらを蒐集するのみでは、工学にはなりえない。その新たな設計、改善、また、それらの性質を明らかにすることで、より効果的な適用法を見いだすことが工学である。つまり、コミュ

¹このような会議の場をうまく運営する手法としてロバート議事法などが知られている。

ニケーション場のメカニズムデザイン論の構築が、バラバラなコミュニケーション場に関する設計・制御の議論を結束させる、学術的な扇の要を生む、その最終到達点として考えられるのがコミュニケーション場のメカニズムデザインの設計原理の抽出であろう。設計原理とは個別メカニズムを設計するうえでの一般理論である。

2.3 コミュニケーション場のメカニズムとシステムダイナミクス

システム論的な俯瞰から、改めてコミュニケーション場のメカニズムを論じる。文献[4]ではコミュニケーション場のメカニズムデザインを

参加者が自らの効用を最大化するように行動する結果、実りあるコミュニケーションがなされることによって目的がみたされるメカニズムを構築するという問題をたて、これに対する設計解を提案すること

として定義している¹。これは経済学における合理的意思決定主体を仮定して市場を見、制度を見、その制度設計の質を論じる視座に即したものである。ミクロ経済学やゲーム理論は、自律分散システムとしての人間集団の個体ごとの行動と、その集団としての帰結を、各行動主体の自律的意思決定に基づいて論じる学問である。経済学がおもに問題とするのは経済行動であるが、言語的コミュニケーション行動を主たる対象とするコミュニケーション場のメカニズムデザインが、そのような学問と同型的な認識枠組みをもつのは妥当であろう。

コミュニケーション場のメカニズムを設計するとなったときに、その範囲に含まれる要素にはどのようなものが含まれるだろうか。それを考えるためには、コミュニケーション場自体を一つの動的なシステムとして見なす必要がある。Fig. 2に一つの記述的モデルを示す。この記述的モデルが本論文の新規性の一つであり、コミュニケーション場を自律分散システムと見なし、その周縁制御を行うための制約条件やインセンティブ、フィードバックの設計を問題として工学的設計問題と見なすシステム描像を提供する。

コミュニケーション場というのは、一つのプラントのようなものである。そこには入力される要素と、プラントに相当するコミュニケーション場、そして出力される要素が存在する。

入力の中で最も重要な資源は参加者である。システム制御論の見立てにならって、仮に i 番目の参加者の状態変数を $\{X_i\}$ とおこう。その要素としては、少なくとも、参加者の議論に関わるスキル $\{S_i\}$ 、議題に関わる知識

Fig. 2 Overview of communication-field as a plant processing distributed knowledge, and communication-field mechanism controlling the field indirectly

$\{K_i\}$ といったものが考えられる。知識には、大きく分けて個々人の願望に関する知識と事象に関する知識がある[5]。客観的な知識ではなく、組織の構成員たる参加者一人ひとりが何を望んでいるかという主観的な知識もまた組織の意思決定には重要である。これに加えて、時間 T や、議題 A といったものがコミュニケーション場へと投入される²。

コミュニケーションの軌跡（つまり、各参加者のコミュニケーション行動の時間発展）は、制約条件やインセンティブ、フィードバックに影響を受ける。これらがコミュニケーション場のメカニズムの主たる構成要素である。コミュニケーション場のメカニズムはある意味でコミュニケーションをゲームとして捉えたときのルールとも捉えられる。マクゴニガルはゲームの四要素としてゴール、ルール、フィードバック、自発的な参加を挙げている³[6]。これらにより構成されるメカニズムが、参加者の状態変数 $\{X_i\}$ 間の相互作用や発言内容、時間発展に影響を与える。この間、各参加者のコミュニケーション行動は、発言するにしろ、黙り込むにしろ、それらは自らの利得最大化行動（もしくは満足化行動）の帰結として得られると捉える。

結果的に、時間が尽きる、全員が話し終わる、議題が尽きる、などの終了条件が満たされれば議論は終わるわけであるが、その出力は大きく分けて二種類存在し、コミュニケーション場の意義は、双方の視点から評価される。一つ目は議論のうえで得られた結果、つまり、議決された議案や、出されたアイデアなどの形式知としての成果 Y である。集合知や集団的意思決定の議論では、この出力に主たる焦点が当てられてきた。その重要性は色

¹引用文献では「コミュニケーションのメカニズムデザイン」という語を用いているが、論じているのは個別コミュニケーション場で用いられるメカニズムについてであり、以降、「コミュニケーション場のメカニズムデザイン」という言葉が用いられるようになった。本論文でも後の用法に従う。

²これらは現時点では記述的なモデルとして仮置きするに留めるものであり、十分性や、その計測・推論可能性などについては現時点で主張するものでない。

³ここでのゲームとはゲーム理論の意味でのゲームではなくて、テレビゲームやスポーツといった意味でのゲームである。

あせないものの、もう一つの出力は各参加者の内面における変化である。コミュニケーション場での相互作用を終えたときに、その場に投入されていた参加者の状態変数は $\{X'_i\}$ へと変化する。知識やスキルも $\{K'_i\}, \{S'_i\}$ へと変化するであろう。実際の組織や世の中においては、議論において重要なのは出された結論のみならず、共有された知識や認識、または、その議論自体を通して高められる個々人の議論のスキルである場合がある。業種などにもよるが、多くの話し合いにおいては、むしろ、後者の方が実際には支配的であることも多い。コミュニケーション場のメカニズムデザインは、世の中におけるより多くのコミュニケーション場の生産性を高めることを目指すので、前者のみならず後者も重要な研究対象、および、コミュニケーション場のメカニズムを設計するときに最大化すべき評価指標となる。

本節で導入したコミュニケーション場の記述的モデルは極めて一般性の高いものであり、 $\{X_i\}, \{K_i\}, \{S_i\}, Y$ といった変数の設定に関してもコミュニケーション場のメカニズムデザインに関する議論を進めるうえでは十分な表現力をもっていると考えている。あらゆる記述的モデルと同様に本モデルは暫定的なものではあるが、暫定的なものであったとしても、当面はこれらの変数群や制約条件、インセンティブ、フィードバックといった要素に関連付けてさまざまなメカニズムを分類し、整理し、解釈し、議論を進めていくことが当該分野の発展のためには重要であろう。

3. メカニズム事例と設計変数

本章では具体事例として、ビブリオバトル、パラメンタリーディベート、発話権取引、「件の宣言」を取り上げたうえで、設計原理に至る道として、その類似と差異を議論するうえでの設計変数の考え方を導入する。

3.1 ビブリオバトル

ビブリオバトルは文献 [7] において提案され、全国に広がり、海外にも広まりつつあるコミュニケーション場のメカニズムである。Algorithm 1 にビブリオバトルのメカニズムを示す¹。「人を通して本を知る、本を通して人を知る」のキャッチフレーズで知られ、書籍に関する情報共有と、それぞれの参加者の人物や趣味、嗜好、知識といった私的情報をコミュニティにおいて共有する機能を有する。近年では、読書教育や言語力向上といった教育的な視点からも注目されており、文部科学省の第四次「子供の読書活動の推進に関する基本的な計画」²に

¹ビブリオバトルには公式ルール (<http://www.bibliobattle.jp/koushiki-ruru>) が存在しているが、本論文では可能な限り公式ルールの記述を踏まえたうえで、疑似コードとして掲載する。

²文部科学省 第四次「子供の読書活動の推進に関する基本的な計画」 http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/30/04/1403863.htm

Algorithm 1 ビブリオバトルのメカニズム

Require: 発表参加者が読んで面白いと思った本を持って集まる。

- 1: **while** すべての発表者が発表を終えるまで **do**
- 2: 一人 5 分間で本を紹介する。
- 3: 発表の後に参加者全員でその発表に関するディスカッションを 2~3 分行う。
- 4: **end while**
- 5: すべての発表が終了した後に「どの本が一番読みたくなったか?」を基準とした投票を参加者全員一票で行い、最多票を集めたものを『チャンプ本』とする。

においても推進していく重要性が主張されている。

ビブリオバトルは提案時から明確に、参加者をマルチエージェントシステムとして見なして、そのシステムから本に関する知識を表出させるためのメカニズムとして設計されている。奥らはこうして成立するビブリオバトルの推薦システムとしての性質を他の推薦システムとの比較によって検証している [8]。ビブリオバトルには多様な機能があるが詳細は文献 [9] を参照いただきたい。

3.2 パーラメンタリーディベート

ディベートの歴史は古く、議会制民主主義発祥の地であるイギリスにおいて、その議会の議論を模倣してゲーム化されたのがパーラメンタリーディベートである。そのルールには一定の枠はあるものの、子細に入ればさまざまなバリエーションが存在する。本論文では一般社団法人パーラメンタリーディベート人財育成協会³が標準化している即興型ディベートを取り上げて説明する [10]。

パーラメンタリーディベートのメカニズムを Algorithm 2 に示す。パーラメンタリーディベートは、誰かが設計したというよりは、歴史的に、文化的に形成されてきた類のコミュニケーション場のメカニズムの好例であろう。興味深い点は、このメカニズムの目的は結論を出すことではなく、論理的な議論をするトレーニングにあるという点である。二項対立としての賛成反対を人工的に作るのも、論理的な二項対立をコミュニケーション場のメカニズムに映し出したものと捉えることができる。また、賛成反対の立場をランダムに決定することも、議論において意見を出すことによって、人格攻撃が発生したり、本当の人格に紐付いた考えを出すことで人間関係に影響が出てしまうことを、事前に抑止する装置になっている。パーラメンタリーディベートのより詳細な説明に関しては文献 [10,11] などを参照いただきたい。

3.3 発話権取引

とくにメカニズムを設定しない話し合いにおいては、年長者や立場の強いものが過剰に発話時間を使うことで、発話の不均衡が生じる傾向にある。会議や話し合いにお

³一般社団法人パーラメンタリーディベート人財育成協会 <http://www.pdpda.org/>

Algorithm 2 パーラメンタリーディベートのメカニズム

Require: 主催者が論題を設定する.

Require: 参加者を 3 名ずつの 2 グループに分ける.

Require: 政府側 (肯定側), 野党側 (否定側) を参加者の意見とは独立にランダムに決定する.

- 1: 政府側が 3 分間で定義を行い, 肯定する理由 1 を述べる.
 - 2: 野党側が 3 分間で肯定する理由 1 に反論し, 否定する理由 1 を述べる.
 - 3: 政府側が 3 分間で否定する理由 1 へ反論, 肯定する理由 1 の再構築, 肯定する理由 2 を述べる.
 - 4: 野党側が 3 分間で肯定する理由 1, 2 に反論し, 否定する理由 1 の再構築, 否定する理由を述べる.
 - 5: 野党側が 2 分間で, 野党側が勝っている理由をまとめる.
 - 6: 政府側が 2 分間で否定する理由 2 へ反論し, 政府側が勝っている理由をまとめる.
 - 7: ジャッジが内容と表現の二つの観点から総合的に判断し勝敗を決める.
-

いて発言時間が偏ることは一般的に望ましくないこととされている [12]. コミュニケーション場のメカニズムによってこの問題を解決しようと提案されたのが発話権取引である [13]. 発話権取引のメカニズムを Algorithm 3 に示す.

発話権取引を導入することで, 発言時間が均等化されるように補正されるのみならず, 話し合いの中から司会者の役割をする者が消え, 内容が自分の意見や理由を表明するものである発言の割合が増加することが示されている [13]. 他のコミュニケーション場のメカニズムと比較した際に, 発話権取引の特徴的なのは, 発話時間という資源を参加者内で分散的に資源配分するメカニズムとなっている点である. 同様のメカニズムを WEB 会議へと適用した場合でもほぼ同様の効果が得られることが確認されている [14]. Fig. 3 は発話権取引のモバイルアプリケーションを用いて発話権取引を行っているワークショップの様子である.

3.4 「件の宣言」

直接民主制による意思決定を体験する演劇ワークショップとして開発されたのが「件の宣言」¹である [15]. 参加者は与えられた方針を, 本人のもとと持っている価値観とは関係なく演じて, 議論して, 主張する. その後, 演じることをやめ, 一個人に戻って, 無記名投票によりそのコミュニティにおける「宣言」を採択するというものである. このメカニズムを Algorithm 4 に示す.

ディベートと概観はよく似ているが, 反駁をするフェーズはなく, また, 四極という多極を取る点が特徴的であ

Algorithm 3 発話権取引のメカニズム

Require: 全員に発話権を配る.

- 1: **while** 全員の持つ発話権がなくなるまで **do**
 - 2: 任意のタイミングで各参加者は発話権を 1 枚, テーブル上の発話権待ち行列に加えることができる.
 - 3: 任意のタイミングで各参加者は発話権を 1 枚, 他の人に譲渡することができる.
 - 4: **while** テーブル上の発話権待ち行列がなくなるまで **do**
 - 5: テーブル上の発話権待ち行列の先頭の発話権を取り除かれ, その発話権を出した者がその発話権に定められた時間発言権を得る.
 - 6: **end while**
 - 7: **if** テーブル上の発話権待ち行列が空の状態が一定時間以上続く **then**
 - 8: 参加者を一人乱択し, その発話権を 1 枚強制的にテーブル上の発話権待ち行列に追加させる.
 - 9: **end if**
 - 10: **end while**
-

Fig. 3 Scene of workshop using Dealing Rights to Speak (“Hatsuwaken Torihiki” in Japanese)

る [16]. ディベートとの設計の異なりに呼応するように, その目的も異なる. 「件の宣言」の目的は直接民主制による意思決定の体験 (学習) であり, ディベートのような論理的な議論のスキル習得ではない. また, ディベートでは背景化している「演じる」という側面を前に出している点も特徴的である². 「件の宣言」は演劇ワークショップの一種であるが, 「演じる」つまり演劇はコミュニケーションにおける表現と密接に繋がっており, これをコミュニケーション場のメカニズムデザインにおいてどのように考慮に加えるかも重要な論点である.

3.5 メカニズムの設計変数

本章で例に上げたメカニズム以外にも, ブレインストーミングやオープンスペーステクノロジーをはじめ, これまでファシリテーション技法や, 場作りの手法, ワー

²ただし, あまり意識はされないが, 形式上はディベートでも内閣総理大臣や野党代表を演じるようになっており, 演劇の要素は含まれている.

¹件の宣言 <http://eisei.info/xmmd/kudan.html>

Algorithm 4 「件の宣言」のメカニズム**Require:** テーマの決定

議論するテーマを決める。基本的には主催者があらかじめ決めておくが、参加者の希望により決めてもよい。

Require: チーム分け

参加者をランダムに、なるべく均等な人数になるように4チームに分ける。チームにはそれぞれ、参加者本来の意見とは関係なく、過激A派、穏健A派、穏健B派、過激B派の4派をランダムに割り当てる。

1: 演説準備のディスカッション

チームに分かれて議論し演説内容をまとめる（5～10分間）。インターネット等で調べることは可とする。

2: 演説

チームとしての主張を演説する（各チーム1～2分間）。演説の冒頭には必ず「賢明なるコミュニティの諸君」というフレーズを入れる。演説では必ず全員が発言をする。

3: ラウンドテーブル

全チームの演説終了後、各チームのメンバーがなるべく均等に混ざったグループを複数作り、各グループでディスカッションを行う（5～10分間）。なお、この時は自分の所属チームの立場としてディスカッションを行う。

4: 投票

ラウンドテーブル終了後、4チームは解散する。参加者それぞれの心象によって、A/Bの二択で無記名投票を行う。

5: 採択結果の宣言

開票し、最多票を得た意見をコミュニティの議決とし、議長が「本コミュニティでは〇〇が採択されました」と宣言する。

クシヨップ運営手法、WEBサービスなどとよばれていたものの中にも、コミュニケーション場のメカニズムと見なせるものがさまざまに存在する。それらさまざまな手法のコミュニケーション場のメカニズムとしての整理や比較研究、分析研究は今後の多くの研究者による研究論文に委ねるが、本節では、コミュニケーション場のメカニズムの設計原理に向かう、大きな研究の文脈において重要となる、メカニズムの設計変数の概念を導入したい。

従来のコミュニケーション場のメカニズムはそれぞれがそれぞれの文脈において生まれ、また、設計され、更新されてきたものである。しかし、コミュニケーション場のメカニズムとよびうるもののすべては自律分散システム（もしくは、創発システム）としての、コミュニケーション場にルールを与え、インセンティブを与えるものである。よって、それらの間には比較により類似と差異を見いだすことができる。四項目に関して、比較を示したものをTable 1にまとめる。

たとえば、ビブリオバトルを二人の発表者で行った場合、それは「自分の紹介する本が面白いから読むべきだ!」と主張する政府側と、「対案としてこちらの本を読むべきだ!」と主張する野党側によるパラメンタリーディベートに似てくる。しかし、そのように似せても、いくつかの差異が残る。パラメンタリーディベートには主張のターンの後に、反駁が存在する。一方で、ビブリオバトルは他人のお薦めする本に対して反駁する機会はない。ディスカッション時間においては、むしろ、他人の紹介本を否定するのではなく、「チャンプ本」を選ぶ参考になるような情報を引き出すことが奨励されている。また、ビブリオバトルでは自分自身の意見、つまり、自分自身のおすすめる本を読むべしと主張するが、パラメンタリーディベートでは、立場を乱択によって選ぶ。これら二つのコミュニケーション場のメカニズムは異なる効果を目指しており、結果として異なる設計にはなっている。しかし、逆の視点に立つと、異なる設計により、それぞれの機能を実現しているという見方もできる。つまり、どのように対立構造の極配置をするのか、反駁の時間をどのように設定するのか、役割と人格をどのような手法で切り離すのかといったメカニズム設計上の変数が存在する。これを、本論文ではメカニズムの設計変数とよぶことにする。

コミュニケーション場のメカニズムの設計変数のリストを明らかにすること自体は、コミュニケーション場のメカニズムデザインの研究の大きな目標である。それは、生命科学において一時、ヒトのゲノムを明らかにするのが、その分野の大きな目標であったことに近い。本論文ではその端緒として、メカニズムの設計変数という概念を導入するに留める。一例として、本章で紹介した四つのメカニズムを試みに三つの設計変数に関して比較した表をTable 1に示す。

たとえば、パラメンタリーディベートにおいてその極を四極化（多極化）すると、異なるコミュニケーション場のメカニズムを作ることができる。そこで生まれる議論、観測されるコミュニケーションは、従来のパラメンタリーディベートとは異なったものになるだろう。それは、現在「件の宣言」が四極の形式を用いて行っているものに近づくかもしれない。コミュニケーション場のメカニズムデザインに関してわれわれが十分な知見をもつことの意味は、これらの設計変数がコミュニケーションの軌跡に与える影響を事前に予測できるようになることにある。たとえるならば、コミュニケーション場のメカニズムの設計変数は観測されるコミュニケーションという表現型を生み出す遺伝子なのである。

これらのコミュニケーション場のメカニズムにおける設計変数概念は本論文において新規に導入したものであるが、現時点では決して網羅的なものではない。これは一般的なコミュニケーション場において重要な設計変数でありながら、その網羅性においては初期的なリスト

Table 1 Comparison of some design variables of the three communication mechanisms

設計変数	ビブリオバトル	パラメンタリー ディベート	発話権取引	「件の宣言」
対立構造 の極配置	多極的 (発表者の数だけ)	二極的	多極的 (議論の中で動的に変わる)	多極的 (四極)
決定方式	民主的投票	ジャッジによる判断 (民主的投票とする 場合もある)	決定しない	民主的投票
意見の表出 への配慮	「一番読みたくなっ た本」に投票する のみであり、 発表者が評価 されるわけ ではない。	立場が乱択により 決まるので、 議論と人格・意見 が分離される。	勝敗や意思決定 は含まれない。	立場が乱択により 決まるので、 議論と人格・意見 が分離される。
発話時間 の制御	集中管理 固定配分	集中管理 固定配分	分散管理 動的配分	集中管理 (演説時)・ 放任 (グループごと議論時)

に過ぎない。より網羅的なコミュニケーション場のメカニズムの比較を通して分類学の構築をさらに推進する必要がある。そして、その各設計変数の効果に関してはフィールド実験などを通して明らかにされていく必要があるだろう。また、ゲノムが生命を形作るときに、遺伝形からの一対一対応で、表現型を形作らず、そこに非線形な効果があるように、各メカニズムのアルゴリズム表現で示したような場の動的特性に応じてその効果を変える可能性もある。これらに関しても、さらなる検証が必要である。

4. 関連研究分野と隣接概念

本章ではコミュニケーション場のメカニズムデザインと対象や視点を共有する関連研究分野と隣接概念について紹介する。これらの分野や概念が相互浸透しながら、研究分野を推進していく必要がある。

4.1 ファシリテーション技法

コミュニケーション場を改善するアプローチとして最も多く取られてきたのはファシリテータによるアプローチである [17,18]。ファシリテータとは、会議における司会のような役割であり、コミュニケーション場を円滑にしたり、運営するための役割を担う人物である。ファシリテータが行うコミュニケーション場での役割をファシリテーションとよぶ。このファシリテーションを行ううえでのツールや技法のことがファシリテーションツール／技法とよばれる。ワークショップ運営技法などとよぶこともある。

本論文ではコミュニケーション場のメカニズムの一種と見なすブレインストーミングやオープンスペーステクノロジーなどもファシリテーション技法の一種として捉えられる [19,20]。しかし、ファシリテーション技法も広範な概念であり、そのすべてがコミュニケーション場のメカニズムとして捉えられるわけではない。Fig. 1

の階層に照らせば、ファシリテーション技法にはコミュニケーション場のメカニズムに関わるものと、コミュニケーション場、コミュニケーションの軌跡のそれぞれの設計や制御、またはその部品に関わるものが渾然一体として含まれている。それは、ファシリテーション技法というくくりそのものが、コミュニケーション場に存在するシステムそのものではなく、あくまでファシリテータの存在を前提としてその人物の視点によってくられたものだからである。

コミュニケーション場のメカニズムデザインでは、ファシリテータという特殊な存在を必要としない状況をむしろ良しとする。ファシリテータに依存するコミュニケーション場のメカニズムは、技能のあるファシリテータをもたない組織では利用不可能になってしまう。コミュニケーション場の改善に、ファシリテータという人材の育成コスト、調達コストがボトルネックとなるし、結局は、人手による制御となる。ゆえに、全国に広がり、さまざまな場所でコミュニケーション場を改善するメカニズムであるためには、ファシリテータ依存性を極限まで減らせることが望ましい。ビブリオバトルは司会の力量にほとんど依存せず、開催することのできるメカニズムとして知られている。

コミュニケーション場のメカニズムとファシリテーション技法は隣接した概念でありながら、ファシリテータの存在を前提とするかしないかが大きく異なるのである。ただし、あらゆるコミュニケーション場のメカニズムが完全にファシリテータの存在を消せるわけではない。しかし、より属人性の低いメカニズム、ファシリテータの技量に依存せず同様の効果を得られるならば、そのようなメカニズムの方が、他のコミュニティ、組織への展開可能性の意味（つまり、スケーラビリティ）において良いメカニズムであるという視点は重要である。

4.2 メカニズムデザイン

メカニズムデザインは日本語で制度設計と訳される。制度設計という意味においては、非常に広義であり、コミュニケーション場のメカニズムデザインはコミュニケーション場における制度設計として自然に解釈できるであろう。一方で、学術用語としてメカニズムデザインとよぶ場合にはゲーム理論や経済学で言うところのメカニズムデザインを指すことがほとんどである [21]。メカニズムデザイン論とは資源配分や公共的な意思決定などで実現したい目標を自律分散的に実現するルールを設計することを目指す学問である。経済学のメカニズムデザインでは上記の目標が何らかの関数で定義されることを前提とすることが多く、その意味では良く定義された数学的基礎を前提として議論されることが多い。ただし、重要なのは中央集権体制をもつ運営者が個人個人の私的情報を正しく把握できないという不可能性から出発し、運営者が人々の私的情報を直接は取得できないままにいかにして、望ましい社会的帰結を導くことができるかという、情報分権的な制度構築を目指す色彩の強い学問である [21]。オークション理論やマッチングメカニズムなどが好例だろう [22,23]。

基本的にコミュニケーション場のメカニズムデザインと本論文で言う場合には、その意味は、上記メカニズムデザインのアナロジー、もしくは拡張に基づいている。会議や話し合いの場においては司会やファシリテータは人々の私的情報を入手できない。あらゆる人々が他人の頭の中はのぞけない情報分権的な状況にある。多くのコミュニケーション場において起きる非効率や非生産的な時間はこれに端を発している場合が多い。経済学においてメカニズムデザインが長い歴史的研究の文脈の上で成立してきたのと同様に、コミュニケーション場におけるメカニズムデザイン論を構築したいというのが、本研究領域における最大の野心の一つなのである。

一つのアプローチはメカニズムデザイン論を拡張することで、コミュニケーション場のメカニズムデザインの基礎的枠組を供給することであろう。おもに選考順序などを扱う経済学におけるメカニズムデザイン論に対して、コミュニケーション場のメカニズムデザイン論においては、発話内容や意見の論理的関係を扱う必要すらあるだろう。そのような視点からコミュニケーション場のメカニズムデザイン論を構築するような研究はまだ存在せず、未踏領域としての学術研究が期待される。

4.3 マルチエージェントシステム

システム工学や最適化、制御工学、複雑系など幅広い分野でマルチエージェントシステムについて議論されてきた。端的に言えば、マルチエージェントシステムとは複数の主体がそれぞれに分散的に意思決定することで、作動するシステムである。それが対象とされ制御や最適化がなされる研究や、マルチエージェントシステムその

ものをシミュレーションすることで社会現象の理解や予測をしようという研究などがある [24,25]。

一方で、コミュニケーション場そのものは不可避にマルチエージェントシステムである。コミュニケーション場に存在する各参加者は自律的な主体であり、それぞれがそれぞれの意思決定に基づき、発言したり、投票したりする。そのようにシステム論的な意味で、コミュニケーション場を自律分散的なマルチエージェントシステムとして捉えることは、コミュニケーション場のメカニズムデザイン研究において何よりも重要である。

一方で、コミュニケーション場そのものがマルチエージェントシステムとして数理的モデル化されてきたわけでも、シミュレーション研究されてきたわけでもない。その理由としては、コミュニケーション場における多様な言語的コミュニケーションのモデル化をどうすべきであるかという点に関して、困難があったのも一因だろう。しかし、だからといって、コミュニケーション場マルチエージェントシステムが、モデル化できないと決まったわけではない。あるコミュニケーション場のメカニズムをマルチエージェントシステムとしてモデル化し分析する研究や、マルチエージェントシステムでモデル化することでコミュニケーション場のメカニズムの設計に示唆を与える研究など、幅広い研究が期待される。

4.4 集合知

集合知 (Collective Intelligence) とは多くの人々に分散した「知」を集約することにより得られる「知」のことを指す。群衆の英知 (Wisdom of Crowds) とよばれることもある [26]。たとえば、西垣は「人々のいわゆる『衆知』、とくにインターネットを利用して見ず知らずの他人同士が知恵を出し合って構築する知のことを意味する。」という定義を与えている [27]。集合知というと Wikipedia¹ のようなインターネット上で集められる知識のことなど、極めて広範な物事を指すことになるが、コミュニケーション場のメカニズムデザインの視点から重要となるのは集合知メカニズムである。

ある場 (インターネット上の空間でもよい) に人々が集まったからといって、集合知が生まれるわけではない [28]。そこには、何らかの集合知メカニズムが必要である。たとえば、予測市場は予測のための証券を発行し、市場の力を使って集合知としての予測を生む優れた集合知メカニズムである [28]。たとえば、簡単な集合知メカニズムの例として多数決が挙げられる。多数決のような単純な集合知メカニズムであっても、適切に用いれば非常に有用である [26]。これは、コミュニケーション場において人が集まりさえすれば、集合知が生まれるわけではないことと同根である。会議に人だけ集めても、司会進行が悪かったり、何のメカニズムも準備せずに放り出せば、ゴールのない無為な時間が過ぎるだけである。実

¹<https://en.wikipedia.org/>

際に、そのような無意識な悪行によって、多くの組織がむだな会議をもつことで生産性を低下させていたり、多くの社会において衆愚とよばれる状況が生じている。この意味で、集合知メカニズムとコミュニケーション場のメカニズムは多くの部分を共有する。

しかし、集合知メカニズムの議論では、得られる「知」、とくに形式知に焦点を当てる場合が多い。つまり、Fig. 2 における Y である。一方で、既存の多くのコミュニケーション場のメカニズムにおいては、知識の共有であったり、各参加者の気づき、スキルの向上といった、参加者自身の状態変化をその効果の重要な部分として捉えているものが多い。Fig. 2 における $\{X'_j\}, \{K'_j\}, \{S'_j\}$ である。実際の組織や社会の話し合いが、その結論のみに重きを置くことはむしろまれである。その意味においては、コミュニケーション場のメカニズムが扱う、対象は集合知メカニズムが主として扱ってきた範囲よりも大きいともいえる。

4.5 ゲーミフィケーション

ゲームには人を夢中にさせる力がある。マクゴニガルはチクセントミハイのフロー体験という概念を用いて説明する [6,30]。ゲーミフィケーションは日常の活動にゲーム要素を加えることで、ゲームの人を動機づける機能を援用して、参加者の能動的な参画を引き出そうというものである [31]。たとえばビブリオバトルは書評のゲーミフィケーションとして捉えられる [9]。マクゴニガルはゲームの四要素としてゴール、ルール、フィードバック、自発的な参加を挙げている [6]。その視点からいえば、コミュニケーション場のメカニズムデザインとは、しばしば、コミュニケーション場のゲーミフィケーションとしても捉えられる。

コミュニケーション場においては各参加者の出すべき情報が脳内の私的情報であるという特性上から、各主体の自発的な参加を引き出すことが重要になる。理屈上、各参加者が積極的に参加すれば有用な効果が得られるメカニズムを設計したとしても、各参加者の積極的な参加が引き出せなければ、そのコミュニケーション場のメカニズムは無用の長物となるだろう。実世界においてコミュニケーション場のメカニズムが有用であるためには、各参加者の動機システムに適切に作用し、各参加者の貢献を引き出すゲーミフィケーションが必要である。また、より包括的な概念として、ゲーミング&シミュレーションという概念があるが、コミュニケーション場のメカニズムデザインを同様の意味で含む概念として捉えられるであろう。

4.6 コミュニケーション支援のための情報通信技術と人工知能技術

ヒューマンインタフェースや人工知能の分野において、さまざまな形で、コミュニケーション場を支援するための技術が研究開発されてきた。たとえば、会議参加者の

Fig. 4 Relationship between general, conventional, and ICT/AI-supported communication-field mechanisms

発言量や行動を計測し、フィードバックすることで、会議の改善に役立てようというものなどである [32,33]。しかし、会議や話し合い全体を俯瞰するシステム論的な視点での研究は少なく、ヒューリスティックな手当に留まってきた感否めない。

コミュニケーション場のシステム全体を俯瞰するコミュニケーション場のメカニズムデザインの視点に立つことで、コミュニケーション場の支援に関する情報技術開発に関しても、その位置付けをより明確にできると考える。Fig. 4 に示すように、コミュニケーション場のメカニズムには概念的な段階を考えることができる。まず、現在、存在しているコミュニケーション場のメカニズム (Conventional communication-field mechanism) である。これに対して、メカニズムの設計変数に関する議論に基づいて、もしくは、発見的にわれわれはさまざまなメカニズムを考えることができる。その理屈上存在しうるコミュニケーション場のメカニズムを理論上のコミュニケーション場のメカニズム (Theoretical communication-field mechanism) として一番外側にとる。しかし、その圧倒的多数は技術的理由により実現できない。たとえば、発話権取引はその原著論文において紙のカードを使って発話権のやり取りを実現していた。しかし、これでは、10人以上のような多くの人間が参加して発話権取引を実現することは、現実的には煩雑になり難しい。しかし、これは発話権を管理するモバイルアプリケーションを開発することで実現可能になる。たとえば、会議における詭弁を抑制するために、詭弁を話した分だけ減点が与えられるメカニズムを考えたとする。これも現状では実現が難しいが、音声認識と詭弁検知の自然言語処理技術により実現できる可能性がある。これは情報通信技術や人工知能技術がコミュニケーション場のメカニズムの進化に貢献することを意味している (ICT/AI-supported communication-field mechanism)。伊藤らは人工知能技術を活用しながら大

規模合意形成支援システムの創成を目指している [34].

一方で、逆に人工知能研究の進化がコミュニケーション場のメカニズムにより加速される可能性もある。一般的に、何の制約もないコミュニケーション場において生じる会話や発話を音声認識したり言語処理するのは容易ではない。しかし、コミュニケーション場のメカニズムはコミュニケーション場に制約を与えることにより、観測されるコミュニケーションに一定の制約を与える。この制約により人工知能技術の適用が適用可能、もしくは、開発可能になる可能性がある。これにより、段階的にコミュニケーション場において活用可能な音声認識技術、自然言語処理技術が開発できれば、コミュニケーション場のメカニズムデザインが、人工知能技術の進化に寄与することが考えられる。コミュニケーション場のメカニズムデザインと人工知能研究の共進化を見込むことができるのである。

5. おわりに

本論文では対話や議論を通して、人々の中に分散した知識や情報を統合し、組織やコミュニティにおいて集合知を生み出し、また、意思決定を行っていくためのコミュニケーション場を改善していくための学問的枠組みとしてのコミュニケーション場のメカニズムデザインに関して、システム論的な視座からその概念構築を行った。また、先行事例を紹介し、その対比を通して設計変数を抽出し、設計原理を探索するという目標について述べた。さらに関連研究領域との関係性を議論した。

人間のコミュニケーションに関する研究は幅広いし、実践や実世界での取り組みはより幅広い。その改善をシステム工学的になすことが可能であれば、その成果の影響範囲は大変大きなものとなるだろう。コミュニケーション場の研究の難しさは、その一回性や、捉えがたい多様性や動的特性、また、言語的コミュニケーションの意味内容の数理モデルとしての扱いにくさなどにある。そこに解くべき問題がなかったわけではなく、眼前に問題はあったのに、われわれの学問的道具立てが未成熟であったからシステム論的視点から取り組めてこなかったのである。コミュニケーション場を研究するためには、その対象システムが社会的に結合されたマルチエージェントシステムとしての自律的作動であることを前提とした制御・設計を論じる必要がある。本論文ではこのような場の制御問題をシステム論的に捉えることで、コミュニケーション場のメカニズムデザインという研究アプローチの位置付けを示した。

本論文で導入したコミュニケーション場のメカニズムデザインはコミュニケーション場に対してシステム論的な見方を与えて、学術研究の概念枠組みを与えるものである。新たな体系を構築しつつ現場の問題を解決していくためには、先に述べたような関連研究分野の研究者と学際的な協調を図りながら、分析的研究と実践的研究を

幅広く推進していく必要がある。

謝 辞

本研究は（一部）、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17C7 の支援を受けたものである。

参 考 文 献

- [1] 野中, 竹内: 知識創造企業, 東洋経済新報社 (1996)
- [2] 谷口: コミュニケーションするロボットは創れるか—記号創発システムへの構成論的アプローチ, NTT 出版 (2010)
- [3] T. Taniguchi, T. Nagai, T. Nakamura, N. Iwahashi, T. Ogata and H. Asoh: Symbol emergence in robotics: a survey; *Advanced Robotics*, Vol. 30, Nos. 11–12, pp. 706–728 (2016)
- [4] 谷口, 須藤: コミュニケーションのメカニズムデザイン: ビブリオバトルと発話権取引を事例として; システム/制御/情報, Vol. 55, No. 8, pp. 339–344 (2011)
- [5] 川上: 不便益: 手間をかけるシステムのデザイン, 近代科学社 (2017)
- [6] マクゴニガル: 幸せな未来は「ゲーム」が創る, 早川書房 (2011)
- [7] 谷口, 川上, 片井: ビブリオバトル: 書評により媒介される社会的相互作用場の設計; ヒューマンインタフェース学会論文誌 (2010)
- [8] 奥, 赤池, 谷口: ビブリオバトルにおける発表制限時間のデザイン; 日本経営工学会論文誌, Vol. 15, No. 1, pp. 95–106 (2013)
- [9] 谷口: ビブリオバトル 本を知り人を知る書評ゲーム, 文藝春秋 (2013)
- [10] 中川: 授業でできる即興型英語ディベート, ネリーズ出版 (2017)
- [11] 茂木: ザ・ディベート—自己責任時代の思考・表現技術, ちくま新書 (2001)
- [12] 亀田: 合議の知を求めて グループの意思決定, 共立出版 (1997)
- [13] 古賀, 谷口: 発話権取引: 話し合いの場における時間配分のメカニズムデザイン; 日本経営工学会論文誌, Vol. 65, No. 3, pp. 144–156 (2014)
- [14] 石川, 谷口: 発話権取引を用いた web 会議システムの開発; 第 58 回システム制御情報学会研究発表講演会 (2014)
- [15] 蓮行, 末長, 紙本, 黒木, 田中: コミュニケーション場のメカニズムとしての件の宣言; 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2018 (2018)
- [16] 末長, 蓮行, 紙本, 黒木, 田中: 演劇ワークショップ型ディベートにおける多極性の影響分析—件の宣言を事例として; 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2018 (2018)
- [17] 三上: 地球規模での市民参加におけるファシリテーターの役割: 地球温暖化に関する世界市民会議 (wvviews) を事例として; 科学技術コミュニケーション=Japanese Journal of Science Communication, Vol. 7, pp. 19–32 (2010)
- [18] 池田: 組織におけるファシリテーションに関する探索的

- 研究: メンバーの自律および協働はいかにして「促進」されるか; 日本コミュニケーション研究, Vol. 44, No. 1, pp. 85–106 (2015)
- [19] D. Gray, S. Brown and J. Macanuso: ゲームストーミング 会議, チーム, プロジェクトを成功へと導く 87 のゲーム, オライリー・ジャパン (2011)
- [20] オーエン: オープン・スペース・テクノロジー: 5 人から 1000 人が輪になって考えるファシリテーション, ヒューマンバリュー (2007)
- [21] 坂井, 藤中, 若山: メカニズムデザイン: 資源配分制度の設計とインセンティブ, ミネルヴァ書房 (2008)
- [22] H. Landemore and J. Elster: *Collective Wisdom: Principles and Mechanisms*, Cambridge University Press (2012)
- [23] 横尾: オークション理論の基礎, 東京電機大学出版局 (2006)
- [24] Y. Shoham and K. Leyton-Brown: *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-theoretic, and Logical Foundations*, Cambridge University Press (2008)
- [25] 村田, 鶴飼: 政策グリッドコンピューティングとマルチエージェントシミュレーション, 多賀出版 (2008)
- [26] スロウィツキー: 「みんなの意見」は案外正しい, KADOKAWA (2009)
- [27] 西垣: 集合知とは何か: ネット時代の「知」のゆくえ, 中央公論新社 (2013)
- [28] 水山: 集合知メカニズムとそのビジネスへの応用; 人工知能, Vol. 30, No. 4, pp. 417–422 (2015)
- [29] 水山, 鎌田: 予測市場システムに基づく衆知集約型需要予測法の研究; 日本経営工学会論文誌, Vol. 59, No. 4, pp. 330–341 (2008)
- [30] チクセントミハイ: フロー体験入門—楽しみと創造の心理学 (2010)
- [31] 井上: ゲームフィクション: ゲームがビジネスを変える, NHK 出版 (2012)
- [32] T. Kim, A. Chang, L. Holland and A. S. Pentland: Meeting mediator: enhancing group collaboration using sociometric feedback; *Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 457–466, ACM (2008)
- [33] O. Kulyk, J. Wang and J. Terken: Realtime feedback on nonverbal behaviour to enhance social dynamics in small group meetings; *International Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction*, pp. 150–161, Springer (2005)
- [34] 伊藤: エージェント技術に基づく大規模合意形成支援システムの創成, 経営システム (2018)

著者略歴

谷口 忠大 (正会員)

1978 年 6 月 24 日生。2006 年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。2005 年日本学術振興会特別研究員 (DC2), 2006 年同 (PD), 2007 年京都大学情報学研究科にて同 (PD), 2008 年立命館大学情報理工学部助教, 2010 年同准教授, 2017 年同教授となり現在に至る。2015 年から 2016 年までインベリアル・カレッジ・ロンドン客員准教授, また, 2017 年より株式会社パナソニックの客員総括主幹技師を務める。創発システム論を基軸としながら, 人工知能, 記号創発ロボティクス, コミュニケーション場のメカニズムデザインに関する研究に従事。システム制御情報学会奨励賞, 論文賞, 砂原賞など各種学会賞等を受賞。IEEE, 人工知能学会などの会員。