



項目をクリックすることで当該記事に進みます

寄稿

STEAM教育とシステム化: 数理と合意形成、そして、イノベーションへ

東京科学大学リベラルアーツ研究教育院 教授 猪原健弘氏

目次

I センター情報

- ① SIC第3期(2026)システム科学概論連続講座「システム科学のための情報と数理」
全6回(2026年6月12日～11月20日)開催案内

II 会員活動

- ① 2026年度第3回SICフォーラム開催案内(会員限定)
【日時】 2026年5月14日(木) 15:00～16:15
【タイトル】「問題解決の2重ループ ～要求工学が接続するデザインとエンジニアリング～」
【講師】 山本修一郎氏 名古屋国際工科専門職大学 教授
- ② 2026年度第4回SICフォーラム開催案内(会員限定)
【日時】 2026年6月17日(水) 15:00～16:15
【タイトル】「圏論による Model Based System Engineering の展開とその動向」
【講師】 本多 敏氏 慶應義塾大学名誉教授
- ③ 2026年度第2回SICフォーラム(2026. 4. 8)開催報告
【タイトル】「アジャイル開発とスクラム～ビジネス事例と知識創造理論の接点～」
【講師】 平鍋健児氏 永和システムマネジメント代表取締役社長
- ④ 2026年度第4回実行委員会(2026. 4. 28)開催報告

III 会員企業一覧

概要:STEAM 教育とは、科学、技術、工学、芸術、あるいは、リベラルアーツ、そして、数学の5つの分野を横断的に学び、複雑化する社会課題に対応できる人材を育成する教育アプローチである。本稿では、都内の3つの高等学校と筆者の間のSTEAM教育についての連携の実績をふまえて、初等中等教育における教育実践への、大学・学会・学界と組織・企業・産業界による持続可能な貢献の可能性と方向性を探りたい。そして、教育実践、組織・企業・産業界、そして、社会全体のイノベーションが必要とする、適切なシステム化、数理的アプローチ、合意形成の資質・能力について、アイデアを読者と筆者の間で共有し、今後の連携につなげたい。

1. はじめに:初等中等教育における STEAM 教育に関する連携と実践

筆者が STEAM 教育と本格的に関わりを持ったのは、一般社団法人学びのイノベーション・プラットフォーム (Platform for Learning Innovation - Japan: PLIJ) (<https://plij.or.jp/>) が開催した「PLIJ サマーキャンプ2023」(2023年8月8日～10日、於:東京大学駒場IIキャンパス)に参加し、東京都立立川国際中等教育学校(以下、立川国際)の副校長(当時)と知り合ったことがきっかけであった。生徒が潜在的に持つ多様な興味や能力を引き出すこと、および、報酬・コンテスト入賞・入試合格などの外発的動機付けに頼らず、また、周囲から与えられた題材に取り組むのではなく、生徒自身の内発的動機付けにより、また、生徒自らが題材を定めて取り組むようにすることに留意しながら取り組みを進めることとし、STEAM 教育に関する高大教育連携協定を立川国際と筆者との間で締結した上で、生徒や保護者のみなさん向けの合意形成ワークショップの開催や科学探究部での指導を行うことで、連携を実践していった。2026年4月現在、筆者と高大教育連携協定を締結している高等学校は、立川国際に学校法人 北豊島中学校・高等学校と学校法人 自由ヶ丘学園高等学校を加えて、合計3校となっている。

この連携の1つの到達点は、特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合(以下、横幹連合) (<https://www.trafst.jp/>) が毎年主催している横幹連合コンファレンスで「STEAM 教育セッション」が企画され、そこで、立川国際での STEAM 教育に関する取り組みについての教員による発表や探究活動の成果についての生徒によるポスター発表が、生徒の保護者の方々や横幹連合の会員学会の会員が参加する中で、第15回(2024年12月14日～15日、於:東京科学大学)[1]、[2]と第16回(2025年12月13日～14日、於:金沢工業大学)[3]、[4]の2年連続で実施されたことである。これは、初等中等教育における STEAM 教育に関する教育実践に対して、大学・学会・学界が、STEAM 教育のステークホルダーである生徒や保護者のみなさんを直接含める形で貢献できたという点で画期的であった。また、横幹連合と立川国際の間の STEAM 教育に係る交流・連携・協力に関する覚書の締結につながった。横幹連合コンファレンスでの「STEAM 教育セッション」の企画の今後の継続と、より多くの初等中等教育学校の参加を期待したい。

STEAM 教育では多様な「対象の見方」・「考え方」を生徒のみなさんに提供することがひとつの主眼である。大学・学会・学界で扱われる、理学、工学、人文学、社会科学などの各分野にはそれぞれ多様な「対象の見方」・「考え方」がある。そして、組織・企業・産業界にも多様な「対象の見方」・「考え方」がある。横幹連合コンファレンスのような、分野横断、文理融合、そして、多様性を歓迎する場での STEAM 教育の取り組みに、組織・企業・産業界が大学・学会・学界とともに参画して、その多様性を STEAM 教育に活かすことが、組織・企業・産業界による STEAM 教育に対する持続可能な貢献の可能性と方向性のひとつであろう。ご助言とご支援、ご参画を賜りたい。

2. システム化:「システム」とは。「システム思考」とは。

システム理論では、「システム」は、「『構成要素の集まり』と『構成要素間の関係』の組」として定義される。『構成要素の集まり』が同じであっても、どのような『構成要素間の関係』に注目するかによって、対象のシステムとしての捉え方が異なってくる、という点が重要である。異なる関係に注目すれば、対象を異なるシステムとして見ることになる。

「システム思考」とは、「対象をシステムとして見る」という「対象の見方」・「考え方」を指す。対象が同じであっても、それをシステムとして見るか否か、つまり、対象を「『構成要素の集まり』と『構成要素間の関係』の組」として見るか否かによって、「対象の見方」・「考え方」が異なってくる、という点が重要である。「システム思考」においては、対象をシステムとして、つまり、「『構成要素の集まり』と『構成要素間の関係』の組」として見るので、対

象には『構成要素間の関係』によって創発され構成要素には還元できない性質があるという「対象の見方」・「考え方」をとる。「全体は部分の総和である」という要素還元主義的な「対象の見方」・「考え方」ではなく、「全体は部分の総和以上のものである」という全体論的な「対象の見方」・「考え方」である。

「システム化」とは、部分最適ではなく、全体を俯瞰した全体最適を目指すものとされる(参照:一般社団法人システムイノベーションセンターWeb サイト「センター概要」ページ:<https://sysic.org/center/overview>)。企業の課題や社会の課題のような複雑で大規模な対象の「システム化」による活動での解決には、通常、多くの多様なステークホルダーが関わる。例えば、第1章で扱った「初等中等教育におけるSTEAM教育」という課題を対象として考えれば、生徒や保護者のみなさん、教員や学校、および、関係の行政機関、そして、大学・学会・学界と組織・企業・産業界などがステークホルダーとして考えられ、立場が異なるこれらのステークホルダーの「対象の見方」・「考え方」は必然的に多様になる。したがって、システム化人材育成においては、システム思考、システム構築、システム運用の能力の開発はもちろん、「全体の俯瞰の仕方」や「全体最適の判断基準」、「対象のシステムとしての見方」がステークホルダーごとに異なり、多様である可能性があることを理解できる能力の開発も重要である。

3. 数理的アプローチにおける表現の多様性

企業の課題や社会の課題の「全体の俯瞰の仕方」や「全体最適の判断基準」、「対象のシステムとしての見方」が多様であり得ることを示す例として、社会の様々な場面でしばしば発生し、解決が困難なため、経営学や経済学、社会学、政治学など社会科学の多くの分野で頻繁に取り上げられる「囚人のジレンマの状況」[5] の数理的な表現方法が多様であることを紹介しよう。客観性が期待される数理的な表現に多様性が発生するのは、対象の表現の際に必要な単純化や抽象化の仕方にステークホルダーの多様な「対象の見方」・「考え方」が反映されるためである。対象のどの側面に注目するかが異なれば、単純化や抽象化の仕方が変わり得る。その結果、対象の表現の多様性が発生する。ただし、この多様性の発生は数理的な表現方法に特有のものではなく、通常極めて複雑な対象を何らかの仕方で単純化・抽象化して分析するときには必然的に生じるものである。

経営学や経済学、より具体的には、ゲーム理論の中の標準形ゲームの枠組みで「囚人のジレンマの状況」が扱われる場合には、しばしば、2人の意思決定主体(以下、主体)がそれぞれ2つ行動の選択肢(以下、戦略)を持ち、各主体の戦略の選択に応じて定まる4つの結果に対して各主体が好み(以下、選好)を持っているものとして表現される[6]。つまり、〈主体、戦略、選好〉という『構成要素の集まり』と『構成要素間の関係』をもつシステムである。

標準形ゲームの枠組みでは、「囚人のジレンマの状況」を、「主体による戦略選択モデル」として表現する。一方、ゲーム理論の標準形ゲームの枠組みから派生したコンフリクト解決のためのグラフモデル(The Graph Model for Conflict Resolution: GMCR)(以下、GMCR)[7] では、「囚人のジレンマの状況」を、「主体によるコンフリクトの状態遷移モデル」として、また、〈主体、状態、状態遷移、選好〉という『構成要素の集まり』と『構成要素間の関係』をもつシステムとして表現する。つまり、コンフリクトの状態を標準形ゲームによる表現の中の「結果」に対応付け、主体によるコンフリクトの状態遷移を標準形ゲームによる表現の中の「主体が選択する戦略の変更による結果の変化」に対応付けることで、「囚人のジレンマの状況」を、2人の主体がそれぞれコンフリクトの状態を遷移させることで各主体にとって好ましい状態を達成しようとしている状況として表現する。

また、GMCR の理論的な枠組みの拡張を伴って開発された「態度分析」の方法 [8]、[9]においては、「囚人のジレンマの状況」を、〈主体、状態、状態遷移、選好、態度〉で表現する。これは、標準形ゲームや通常のGMCR が主体間の利害関係のみに注目しているのに対し、態度分析においては主体の利害関係に加えて主体間の人間関係である「態度」にも同時に注目しているためである。標準形ゲームや通常のGMCRにおいては、主体は個人合理的、つまり、利己的であることが想定される。これに対し「態度分析」では、表現に「態度」を組み込むことで、例えば、自身にとっての好ましさを犠牲にして他者にとってより好ましい状態を達成しようとする献身的な主体や、他者にとってより好ましくない状態を達成するために自身にとっての好ましさを犠牲にする攻撃的な主体を考慮することを可能としている。

一般に、表現の構成要素が増えると、対象のより詳しい表現が可能になる一方、構成要素間の関係のより複雑な記述が必要になり、また、対象の分析や分析結果の解釈がより困難になるというトレードオフの関係がある。例えば、上記の「態度」を表現の構成要素に付け加える場合、その「態度」と既存の構成要素である主体、状態、状態遷移、および、選好との間の関係もそれぞれ新たに付け加える必要があるため、記述すべき構成要素間の関係が増大する。また、「態度」が付け加わった対象の分析結果を得た場合、分析結果に影響を与える構成要素が増えているため、分析結果の特徴が、例えば、「状態遷移」と「選好」と「態度」のうち、どれの影響によるものなのかを特定することがより困難になる。このようなトレードオフの関係があるため、表現の構成要素はより多くすべきであるとは限らない。実際、例えば、社会的効率性の概念として知られているパレート効率性 [6: 第2.3節]、[3: 第4章] に関する考察をするという目的のためには、〈主体、状態、選好〉という表現で十分である。

また、筆者が取り組んでいる社会システム分析のためのグラフモデル(The Graph Model for Social Systems Analysis: GMSSA)の表現では、対象をく主体、受動主体、状態、状態遷移、態度>というシステムで表現する。ここで、受動主体は状態遷移に対する影響力を持たない特別な主体を指し、「囚人のジレンマの状況」における「取調官」ないしは「社会規範(罪を犯した者はそれに見合った罰を受けるべきである、というような)」にあたる。また、標準形ゲームや GMCR、あるいは、態度分析の表現に共通して存在していた「選好」は、情報をあえて粗くして「態度」の中に組み込まれている。こうすることで、対象の表現の詳しさと構成要素の間の関係の記述や分析結果の解釈の容易さの両立を狙っている。

4. おわりに:イノベーションへ・合意形成人材の育成

第1章の STEAM 教育に関する連携と実践においても、第2章で触れたシステム化人材育成においても、第3章の数理的アプローチにおける表現においても、多様なステークホルダーが持つ多様な「対象の見方」・「考え方」が関連していた。多様なステークホルダーの多様な「対象の見方」・「考え方」をイノベーションにつなげるためには、ステークホルダーの多様な「対象の見方」・「考え方」とともに、その知識・意見・価値観を共有・統合し、ステークホルダー全員にその実行が受け入れられる案を創造していく力、すなわち、「合意形成プロセスの推進力」が必要である。

合意、および、合意形成の原則は、「誰一人取り残さない」、「私たち抜きに私たちのことを決めないでほしい」[10]、「実行に関わるすべての人が参加して、反対する人がいない決定を目指す」[11]、「決定に影響を与え得る人、決定から影響を受ける人すべてに参加してもらう」などの言葉で表現される。合意とは、ある案が実行されることを、そのステークホルダーすべてが受け入れている状態を指し、合意形成とは、すべてのステークホルダーが、対話を通じて、互いが形成し表明する多様な意見や価値観を傾聴・承認し、自身の意見や価値観を更新・変容させながら、ステークホルダー全員にその実行が受け入れられる案や、それに至るためのさまざまな案を創造していくプロセスである、と定義される。意思決定との関係でいえば、意思決定は固定された案の中から「選択すること」に重点があり、合意形成は意見と価値観を統合して「案を創出すること」に重点がある[12]。

ステークホルダーには多様な「対象の見方」・「考え方」があることに、そして、同じ背景や専門、意見を持つステークホルダーの間ですら大きく異なる「対象の見方」・「考え方」を持っていることが多いことに、まず気づき、そして対話を怠らないことが重要である。そして、多様な「対象の見方」・「考え方」をもつ多様なステークホルダーの間の対話においては、同じ言葉・専門用語であっても、まったく異なる意味で解釈されていることがあることを知る必要がある。合意形成には背景・専門・意見を横断する対話が必要である。そのカギは、各ステークホルダーの他の背景・専門・意見に対する好奇心と尊重、そして、専門用語に頼らない対話力である。

第2章で触れたシステム思考、システム構築、システム運用の能力、および、ステークホルダーの「対象の見方」・「考え方」の多様性の理解力に、本章で検討した「合意形成プロセスの推進力」を加えて、システム化人材育成で開発すべき能力としたい。「合意形成プロセスの推進力」について、リカレント教育やリスキリングの文脈で、大学・学会・学界と組織・企業・産業界の間での連携が可能と考えている。連携の具体化に向けて、ご助言、ご支援、ご協力を賜れば幸いである。

【参考文献】

- [1] 猪原健弘、第15回横幹連合コンファレンス開催報告、横幹、第19巻、第1号、2025年4月15日、pp.14-19 (https://www.jstage.jst.go.jp/article/trafst/19/1/19_14/_article/-char/ja, https://doi.org/10.11487/trafst.19.1_14)
- [2] 小澤信敬、第15回横幹連合コンファレンス 特別企画「STEAM 教育セッション」開催報告、横幹、第19巻、第1号、2025年4月15日、pp.20-23(https://www.jstage.jst.go.jp/article/trafst/19/1/19_20/_article/-char/ja, https://doi.org/10.11487/trafst.19.1_20)
- [3] 鈴木亮一、河合宏之、第16回横幹連合コンファレンス開催報告、横幹、第20巻、第1号、2026年4月15日、pp.14-16(https://www.jstage.jst.go.jp/article/trafst/20/1/20_14/_article/-char/ja, https://doi.org/10.11487/trafst.20.1_14)
- [4] 高野圭、第16回横幹連合コンファレンス特別企画「STEAM 教育セッション」開催報告、横幹、第20巻、第1号、2026年4月15日、pp.17-18(https://www.jstage.jst.go.jp/article/trafst/20/1/20_17/_article/-char/ja, https://doi.org/10.11487/trafst.20.1_17)
- [5] Poundstone, W. (1993). Prisoner's dilemma. New York: Anchor.
- [6] 猪原健弘、合理性と柔軟性、シリーズ競争と社会の非合理戦略 1、勁草書房、2002年2月
- [7] 猪原健弘、入門 GMCR、勁草書房、2023年8月

[8] T. Inohara, Relational dominant strategy equilibrium as a generalization of dominant strategy equilibrium in terms of a social psychological aspect of decision making, European Journal of Operational Research, Vol.182, No.2, pp.856-866, October, 2007.

[9] T. Inohara, Keith W. Hipel, and S. Walker, Conflict analysis approaches for investigating attitudes and misperceptions in the War of 1812, Journal of Systems Science and Systems Engineering, Vol.16, No.2, pp.181-201, June, 2007.

[10] ジュアナ・ベンジャミン＝ベネディクト(南スーダンの医学生)の言葉。(朝日新聞グローブ、第339号(2025年11月16日(日)、G2、『[南スーダン]初めての選挙への期待は』より)

[11] 猪原健弘、合意形成—実行までの速さ・実行の質—、教育小景、中等教育資料、2025年12月号、文部科学省教育課程課(編集)、学事出版、2025年11月28日発行、pp.2-3

[12] 猪原健弘、合意形成と意思決定の捉え方—サイクル、プロセス、構成要素を中心に—、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会特別活動ワーキンググループ(第4回)

(https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/115/siryo/mext_00009.html)、資料4、令和8年2月16日

【著者プロフィール】

猪原健弘(いのほら たけひろ)氏

1970年生まれ。東京都国立市にある桐朋学園出身。東京工業大学(当時)第1類に入学し、2年時から同学理学部数学科に所属、卒業(1992年)。修士課程と博士後期課程は、東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻(当時)に所属し、修士(理学、1994年)と博士(理学、1997年)を取得。

専門は意思決定、合意形成、紛争解決、社会ネットワークなど。

日本学術振興会特別研究員(PD)(1997)、東京工業大学(当時)助手(1997-1999)、講師・助教授・准教授(1999-2010)、教授(2010-2024)を経て、現職。東京科学大学では社会・人間科学系・コース、および、超スマート社会卓越コースで大学院生の研究指導を担当している。

現在、東京科学大学—清華大学合同大学院プログラム運営委員長、東京科学大学—インペリアルカレッジ・ロンドン博士後期課程合同プログラム実施担当、高山国際教育財団奨学生選考委員、多田脩學育英會評議員、文部科学省中央教育審議会専門委員(初等中等教育分科会 教育課程部会 特別活動ワーキンググループ)。

所属学会等は、IEEE、IEEE-SMC、日本数学会 (MSJ)、日本オペレーションズ・リサーチ学会(ORSJ)、数理社会学会 (JAMS)、法と経済学会 (JLEA)、社会情報学会 (SSI)。社会情報学会理事、横断型基幹科学技術研究団体連合理事。

著書に『合理性と柔軟性』(勁草書房、2002年)、『感情と認識』(勁草書房、2002年)、『入門 GMCR』(勁草書房、2023年)、編著書に『合意形成学』(勁草書房、2011年)がある。

(2026年4月16日原稿受領)

I センター情報

① SIC第3期(2026)システム科学概論連続講座「システム科学のための情報と数理」 (全6回)開催案内

現代の複雑なシステムを理解するための「新たな知の基盤」が求められています
“複雑性を紐解き、未来のシステムをデザインする全6回の知的探求”

開催期間: 2026年6月12日～11月20日 (全6回 対面とオンライン講義を併用)

第1回の対面開催場所: 新宿住友ビル47階 新宿住友スカイルーム(第6回も同場所を予定)

受講料: ● SIC正会員・準会員所属の方

全6回の講義を通して受講の場合、受講料 30,000 円/人

講義単位で受講の場合、1 講義の受講料 6,000 円/人

● 非会員の方

全6回の講義を通して受講の場合、受講料 40,000 円/人

講義単位で受講の場合、1 講義の受講料 8,000 円/人

(支払いは請求書払い)

詳細および申し込みは下記の URL を参照ください

<https://sysic.org/news/4993.html>

本講座の概要と開講スケジュール

システム科学の神髄は、多様な要素がいかにかぎり、全体として機能するのかを解き明かすことにあります。本講座では、情報科学と数理科学を「強力なレンズ」として用い、大規模システムの基礎概念から、最新のAI、圏論、人間拡張、そして未来のサイバー・フィジカルまでを体系的に網羅します。

システム開発を担う技術者、システムの実装・管理を担う実務者や、システムへの理解を求められている経営分野の方々を対象に、単なる知識の習得ではなく、複雑化する社会と技術を俯瞰し、自らシステムをデザインするための「知のOS」をアップデートする連続講座です。

「システム科学のための情報と数理」全6回講義 開講スケジュール

第1回	6月12日(金) 15:00-18:00	対面 オンライン	システムをつなぐ情報と通信の数理基盤	出口光一郎 (SIC、東北大学)
第2回	7月3日(金) 15:00-18:00	オンライン	大規模動的システムと数理モデル	石井秀明 (東京大学)
第3回	7月24日(金) 15:00-18:00	オンライン	AIとシステム科学の接点 —マルチモーダル知能と実世界システム—	岡谷貴之 (東北大学, 理化学研究所)
第4回	9月11日(金) 15:00-18:00	オンライン	関係性の数理科学(圏論入門:システムは圏論できている)	本多 敏 (慶応大学, 日越大学)
第5回	10月16日(金) 15:00-18:00	オンライン	Fusing Interaction —身体拡張から 共同体験へ向かう『境界のない世界』—	嵯峨 智 (熊本大学)
第6回	11月20日(金) 15:00-18:00	対面(終了後 交流会)	情報と数理を基盤とする統合的システム デザインと未来社会	藤田政之 (金沢工大, 東京工業大学)

第1回 システムをつなぐ情報と通信の数理基盤

6月12日
15:00-18:00

講義形式:
対面講義とオンラインを併用

講師:
出口光一郎
(東北大学名誉教授)



講義概要

- ・システム科学と情報科学・数理科学の接点を明確にし、情報の発生から通信の理論、信号・パターンのデジタル情報処理まで、システムを構築するための数理的根幹を再定義する。
- ・システムを「情報」のフローとして捉え、システム要素をつなぐ情報と通信の基本原則の理解を進める。
- ・システム科学の基盤としての、情報量・エントロピー・通信の基本原則の習得を目指す。

講師紹介:

1976年、東京大学大学院修了、東京大学講師、山形大学助教授、東京大学助教授を経て、2002年より東北大学情報科学研究科教授。この間、米国防立大学アーバイン校助教授、東京大学客員教授等を併任。2015年、定年退職。東北大学未来科学技術共同研究シニアセンターリサーチフェローを経て、現在、システムイノベーションセンター(SIC)事務局長。

第2回 大規模動的システムと数理モデル

7月3日
15:00-18:00

講義形式:
オンライン講義

講師:
石井秀明
(東京大学教授)



講義概要

- ・ネットワーク化されたシステムの制御に焦点を当てる。
- ・大規模システムの数理モデル化の方法論を詳説する。
- ・情報・通信と制御論の融合領域および制御システムのサイバーセキュリティについて解説する。
- ・大規模複雑システムのダイナミクスを解析・制御するためのモデリング技術の習得を目指す。

講師紹介:

1998年 京都大学 大学院工学研究科 修士課程 修了, 2002年トロント大学 電気コンピュータ工学科 Ph.D. 課程 修了, 2001年イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 研究員, 2004年 東京大学 大学院助手, 2007年 東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 准教授, 2020年 同 教授, 2024年 東京大学 大学院情報理工学系研究科 システム情報学専攻 教授, 現在に至る。計測自動制御学会 制御部門研究賞(木村賞), IEEE Control Systems Magazine 優秀論文賞等を受賞。IEEE および IFAC (国際自動制御連盟)の Fellow.

第3回 AIとシステム科学の接点 —マルチモーダル知能と実世界システム—

7月24日
15:00-18:00

講義形式:
オンライン講義

講師:
岡谷貴之
(東北大学教授)



講義概要

- ・視覚を中心に世界を理解するマルチモーダルAIの研究動向と、その設計思想を紹介する。
- ・AI研究を実世界・社会課題の解決へと接続する際の課題と可能性を考察する。
- ・実世界で機能する知能の実現に向けて、ロボティクスや車載応用などの事例を通じて議論する。

講師紹介:

東北大学大学院情報科学研究科 教授 / 理化学研究所 革新知能統合研究センター(RIKEN AIP)チームディレクター。

コンピュータビジョンおよびマルチモーダルAIを専門とし、視覚を中心とした実世界理解の研究に従事。物体認識、三次元理解、センサ統合、ロボティクス応用など幅広いテーマに取り組み、近年は基盤モデルとPhysical AIの接続に関心を持つ。国内外の主要国際会議・学術誌で多数の論文を発表し、学術活動と実社会応用の両面からAI研究を推進している。

第4回

関係性の数理科学

(圏論入門：システムは圏論でできている)

9月11日
15:00-18:00

講義形式：
オンライン講義

講師：
本多 敏
(慶応大名誉教授)



講義概要

- ・システム思考のOSを圏論でアップデートする
- ・システムを関係から観る：圏論の抽象性と普遍性を観る
- ・「圏」の定義：モノとコトの構造を記述する
- ・構造の関係性：関手・自然変換・随伴の役割を理解する
- ・MBSEと圏論：Wiring/String Diagram, Lens, Sheaf Theory

講師紹介：

1975年 東京大学工学部計数工学科卒業、同学科助手、講師を経て、1986年 熊本大学工学部生産機械工学科助教授、1990年 慶應義塾大学理工学部計測工学科助教授、1992年 ドイツアーヘン工科大学

客員研究員、1998年 慶應義塾大学理工学部物理情報工学科教授。

2017年4月～現在 慶應義塾大学名誉教授、慶應義塾大学大学院SDM研究所上席研究員。

2025年8月～現在 JICA 日越大学支援プロジェクト 専門家/講師(コンピュータサイエンス&エンジニアリング分野)

第5回

Fusing Interaction —身体拡張から共体験 へ向かう『境界のない世界』—

10月16日
15:00-18:00

講義形式：
オンライン講義

講師：
嵯峨 智
(熊本大学准教授)



講義概要

- ・VR/AR技術や人間拡張工学を核とした、身体とシステムが融合し境界が溶け合う新しいヒューマンインタフェース
- ・物理・生理・知覚の多角的な手法を用いた、触覚ディスプレイ、力覚提示、および感覚変容技術による「実感」の創出、
- ・熟練技能の継承を実現する教示技術と、遠隔地間での感覚共有により個人の体験を「共体験」へと進化させるデザイン、など。

講師紹介：

2007年3月 東京大学情報理工学系研究科システム情報学専攻博士後期課程 修了。2007年4月-2008年3月 東北大学工学研究科バイオロボティクス専攻 助教、2008年4月-2013年4月 東北大学情報科学研究科システム情報学専攻助教、2012年4月-2012年7月 マサチューセッツ工科大学客員助教兼任。2013年5月-2017年9月 筑波大学システム情報系情報工域准教授、2017年10月-熊本大学大学院先端科学研究部准教授、現在に至る。
力覚教示、触覚センサ、触覚ディスプレイをはじめとした、人間中心の双方向型触覚インタフェースに関する研究に従事。博士(情報理工学)。

第6回

情報と数理を基盤とする

統合的システムデザインと未来社会

11月20日
15:00-18:00

講義形式：
対面講義(終了後懇親会)

講師：
藤田政之
(東京工業大学名誉教授
金沢工業大学教授)



講義概要

システムの語源は「共に立てる(systema)」にあり、その思想は未来社会の構築に欠かすことができない。Society 5.0の中核をなすサイバーフィジカルシステム(CPS)はまさにサイバー空間とフィジカル空間を「共に立てる」ことを目指すものであり、1948年のウィーナーによるサイバネティクスの提唱以来、長足の進歩を遂げてきた。

一方で、1956年のダートマス会議においてマッカーシーが提案したAI(Artificial Intelligence)は、近年のフィジカルAI(Physical Intelligence)の台頭により、物理世界と高度に相互作用する劇的な進化を見せている。

本講義では、人間という要素をシステムの一部として内包する未来社会を見据え、CPSに人間(Human)を統合した「サイバー・フィジカル・ヒューマン・システム(CPHS)」について、新しいフィジカルAIを用いた統合的システムデザインの視点から論ずる。

講師紹介：

1985年早稲田大学大学院博士後期課程退学。1985年金沢大学助手、同講師、助教授、JAIST助教授を経て、1999年金沢大学教授。1994～1995年ミュンヘン工科大学(文部省在外研究員)。2005年東京工業大学教授。2012～2019年 JST CREST研究総括。2020年東京大学教授。2024年金沢工業大学教授、現在に至る。

SICE(計測自動制御学会) 会長、横幹連合副会長、IEEE CSS(Control Systems Society) Vice Presidentなど歴任。IEEE CSS Distinguished Member Award, IEEE TCST Outstanding Paper Award, SICE論文賞/教育貢献賞、東京大学工学部 Best Teaching Awardなど受賞。IEEEライフフェロー、SICE名誉会員/フェロー、工学博士。

Ⅱ 会員活動

① 2026年度第3回SICフォーラム開催案内(会員限定)

【日時】 2026年5月14日(木) 15:00~16:15

【形式】 MS-Teams によるオンライン

【タイトル】 「問題解決の2重ループ ～要求工学が接続するデザインとエンジニアリング～」

【講師】 山本修一郎氏 名古屋国際工科専門職大学 教授 名古屋大学名誉教授

【申込方法】 SICイベント参加登録ページ

<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

より、記載の案内に沿ってお願いします。

【講演概要】

社会的なイノベーションでは、社会的価値を生むデザインをシステムとして実現するエンジニアリングが必要である。問題解決では、価値を創出するデザインの外部ループと、価値を実現するエンジニアリングの内部ループからなる2重ループがある。デザインとエンジニアリングのギャップを解消する接点として、要求工学が必要である。

DX では、アナログからデジタルへの変革が進められているが、デジタルからアナログへの往還も重要である。本講演では、デザインとエンジニアリング、アナログとデジタルのように、対立する2極からなる連続体と2極間の滑らかな相互変換に基づく社会変革のあり方を紹介する。

【講師プロフィール】

山本修一郎(やまもと しゅういちろう)氏

名古屋大学大学院情報工学専攻 修了. 名古屋大学博士(工学).

日本電信電話公社電気通信研究所, NTT 研究所を経て, 株式会社 NTT データ技術開発本部副本部長, 初代フェロー, システム科学研究所所長, 名古屋大学大学院情報学研究科 教授, 名誉教授を経て, 名古屋国際工科専門職大学情報工学科教授



② 2026年度第4回SICフォーラム開催案内(会員限定)

【日時】 2026年6月17日(水) 15:00~16:15

【形式】 MS-Teams によるオンライン

【タイトル】 「圏論による Model Based System Engineering の展開とその動向」

【講師】 本多 敏氏 慶應義塾大学名誉教授

【申込方法】 SICイベント参加登録ページ

<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

より、記載の案内に沿ってお願いします。

【講演概要】

本講演では、圏論の基本的事項の紹介の後、INCOSE が SysML、UAF により推進している MBSE について、これを圏論で扱う動きの概要、ならびに、講演者が現在取り組んでいるシステムアーキテクチャを olog という圏で記述するいわゆる OBSE(Ontology Based Systems Engineering)への展開について説明する。

通常の数理論は集合論をもとに展開されている。集合論は、集合とその要素に対する所属関係から構築され、集合 A,B 間の写像 f は集合 A の各要素 a に対して、集合 B の要素 f(a)を対応させる規則、すなわち、積集合 $A \times B$ の部分集合とみなすことで定義される。一方、圏論では、圏 C を、写像の概念を一般化・抽象化することで、対象(object)、射(morphism)として定義する。

圏論を1940年代に創始したアイレンベルグとマクレーンは、ホモロジー代数(代数的位相幾何学)を公理的に展開する過程で、異なる数学的体系の間の自然変換(natural transformation)を理解するために関手(functor)の定義が必要となりそのために圏を導入した。数学の様々な分野から圏をつくりだして、異なった理論の間に平行して存在する手続きを統一的に理解することができるようになり、さらにそうして構成された圏同士の構造を保存する対応関係として関手が定義され、さらにこの関手の間の射として自然変換が定義される。これによって、圏から圏への関手を対象として、自然変換を射とすることで関手の圏として抽象化される。

グロタンディークによる代数幾何学への展開とトポスの導入は、情報科学への展開など、様々な分野に適用されている。システム論もその例外ではなく、MIT を中心として様々な理論展開されるばかりでなく、INCOSE でも MBSE として、様々なシステムの実装を伴いつつ推進されているが、圏論で扱う動きも活発化している。

【講師プロフィール】

本多 敏(ほんだ さとし)氏

1975年東京大学工学部計数工学科卒業、同学科助手、講師を経て、1986年熊本大学工学部生産機械工学科助教授、1990年慶應義塾大学理工学部計測工学科助教授、1992年ドイツアーヘン工科大学客員研究員、1998年慶應義塾大学理工学部物理情報工学科教授。2017年 同、定年退職。

2017年4月～現在 慶應義塾大学名誉教授、慶應義塾大学大学院 SDM 研究所上席研究員。2025年8月～現在 JICA 日越大学支援プロジェクト 専門家/講師(コンピュータサイエンス&エンジニアリング分野)。



③ 2026年度第2回SICフォーラム開催報告

【日時】 2026年4月8日(水) 15:00~16:15
【開催形式】 MS-Teams によるオンライン
【参加者数】 87名(講師・司会者・事務局2名含む) (会員限定)

【タイトル】「アジャイル開発とスクラム ~ビジネス事例と知識創造理論の接点~」

【講師】 平鍋健児氏 永和システムマネジメント代表取締役社長

司会 SIC実行委員長 松本隆明

【講演要旨】

はじめに、自己紹介として、スクラムの共同考案者ジェフ・サザーランド氏に共感し、2019年に、Scrum Inc. Japan 設立し、それ以降アジャイル開発としてのスクラムの普及を行っており、アジャイル開発を推進し、国内外でモチベーション中心のチーム作り、アジャイル開発の普及に努めており、ソフトウェアづくりの現場をより生産的に、協動的に、創造的に、楽しく変えていきたいとの思いを語られた。また、平鍋氏が代表の永和システムマネジメント(本社:福井、エンジニア220名)では、すべてスクラムで開発している旨の説明があった。

スクラムの考え方は、経営学で有名な故野中郁次郎先生の知識創造型経営とも相通じるものがあり、野中先生らと共著で「アジャイル開発とスクラム」(2021. 4、翔泳社)を出版した、との紹介があった。

● なぜ、アジャイル？

- ・ ミッション・リスク分割型ビジネスとウォーターフォール型開発(従来型)

市場(ユーザ)ニーズを分析した者が仕様書を書き、作り手(IT ベンダー)に発注、納品、リリースする、従来型(ウォーターフォール型)開発には以下の2つの欠点がある。

- ① 発注から納品までの期間が長くなりすぎる(半年から3年)。(この間もビジネスは止まっていない、状況の変化が起きる可能性が高い)
- ② 発注と納品の間にある契約の壁(仕様書に書かれていたかどうかの問題、途中で要件が変わる、その結果再見積もりが発生等)があり、プロジェクトの後半は、ほとんど交渉事になる。

更に重要な問題として、作り手から見ても仕様書に書いてあるものを作れば市場(ユーザ)が満足するものができたことになるのかどうか、把握できない。

- ・ ミッション・リスク共有型ビジネスとアジャイル型開発

正解は市場(ユーザ)が持っている。市場(ユーザ)と対話し、問合せをしながら開発する(一月ぐらいのサイクルで)。すなわちビジネスとIT が一体になった「One Team」を作り、ミッションとリスクを共有する。やってみて結果から戦略を作りながら進む。(ここでは、これをアジャイルと定義する)

- ・ なぜ、アジャイルか？

世の中は、外部環境の変化速度が速くなっており、正解のない時代(予測が困難な時代)になっている。従来のやることが分かっている時代の計画主義の考え方からの脱皮が必要。体験し創造する経験主義の考え方に代わる必要がある。

● アジャイル開発とは何か？ スクラムとはなにか？

従来のウォーターフォール型開発は、<分析>、<設計>、<実装>、<テスト>を例えば1年間かけて行い、一年後に動くものができる。これでは、その間の状況変化を反映することができない。

アジャイル開発は、短いサイクルで、〈分析〉、〈設計〉、〈実装〉、〈テスト〉を並列で行うタイムボックス型、進化開発型のプロセスを取る。優先度が高いものから動くものが徐々に出来上がり、途中でユーザーに見せることができ、その後成長する。この開発モデルをスクラムと呼ぶ。

アジャイルソフトウェア開発の実践あるいは実践を手助けする活動を通じて、以下の価値の変化を生む。

- ・〈プロセスやツール〉 よりも “個人と対話を” に価値を置く。
- ・〈包括的なドキュメント〉 よりも “動くソフトウェアを” に価値を置く。
- ・〈契約交渉〉 よりも “顧客との協調を” に価値を置く。
- ・〈計画に従うこと〉 よりも “変化への対応を” に価値を置く。

ビジネス事例の紹介では、スクラム導入の現場を動画等で紹介し、タスクカンバンを使つての見える化/透明化がポイントであるとの解説があった。

● スクラムと野中郁次郎(組織とアジャイル)

最初のスクラムの本“Agile Software Development with Scrum”(by Ken Schwaber, Mike Beedle)、2002発行、の最初の一行は1986年に Harvard Business Review に掲載された野中先生らの著“The New New Product Development Game” から次の文章が引用されている。

「今日では新製品開発の動きが速く、競争率の高い世界では、速度と柔軟性がとても重要である。企業は、新製品開発に直線的な開発手法は古く、この方法では簡単に仕事を成し遂げることができないことを徐々に認識し始めている。日本やアメリカの企業では、ラグビーにおいて、チーム内でボールがパスされながらフィールド上を一群となって移動するかのように、全体論的な方法を用いている」

このことは暗黙知は人から人にしか伝えられないことを意味している。

● SECI モデル

SECI モデルは、野中先生らが提唱する知識創造理論である。

S:Socialization(共同化・暗黙知)、E:Externalization(表出化・形式知)、

C:Combination(連結化・形式知)、I:Internalization(内面化・暗黙知)

言葉・文章で表現するのが難しい「暗黙知」と言語・文章で表現できる「形式知」の行ったり来たり(暗黙知・形式知の相互作用のスパイラルアップ)が知識創造の源である。

最後に、スクラムでの AI の活用の現状を紹介

形式知領域はデジタル化され AI の活用可能であるが、暗黙知領域も、ふりかえり結果等をデジタル化し AI にもアップデートしてもらうことにより、暗黙知領域も AI の活用が広がりを見せていることを示唆した。

(文責:中野一夫(実行委員))

【講師プロフィール】

平鍋健児(ひらなべ けんじ)氏

永和システムマネジメント代表取締役社長、

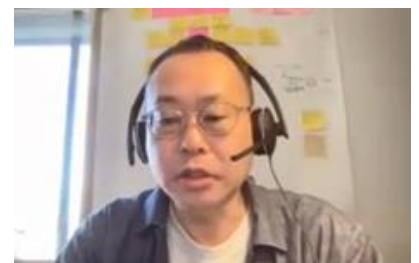
株式会社チェンジビジョン CTO、Scrum Inc. Japan 取締役。

2000年から、国内外でアジャイル開発の普及に努めるとともに、モデリングツール astah* の開発、2019年には、Scrum Inc. Japan 設立。

現在は、福井の永和システムマネジメント内 Agile Studio にてアジャイル普及活動を推進中。

ソフトウェアづくりをより協調的に、創造的に、そしてなにより、楽しく変えたいと考えている。

2009年から17年間開催している、アジャイルジャパン初代実行委員長。



講演中の平鍋健児氏

④ 2026年度第4回実行委員会開催報告

【日時】 2026年4月28日(火) 15:00～17:00
【開催形式】 M-Tems によるオンライン開催
【出席者数】 実行委員8名、監事1名、事務局1名、合計10名

司会 松本隆明実行委員長

議題

1. 報告事項

- 1.1 SICフォーラム2026年度第2回(4月8日)開催報告
アンケート結果報告 久保忠伴事務局次長
- 1.2 SICフォーラム2026年度第3回、第4回開催案内と今後のフォーラム開催予定 同上
第3回:5月14日(木) 15:00～16:15
「問題解決の2重ループ ～要求工学が接続するデザインとエンジニアリング～」
山本修一郎氏 名古屋国際工科専門職大学 教授
第4回:6月17日(水) 15:00～16:15 (出口光一郎事務局長)
「圏論による Model Based System Engineering の展開とその動向」
本多 敏氏 慶應義塾大学名誉教授
- 1.3 SIC第3期(2026)システム科学概論連続講座開催案内 出口光一郎事務局長
「システム科学のための情報と数理」全6回(2026年6月12日～11月20日)

2. 協議事項 (フリー討議形式)

- 2.1 2026年度のSIC活動計画の具体化 久保忠伴事務局次長
RRI との連携について(RRI-SIC戦略提携協定覚書(案)について)
- 2.2 戦略提言「ロジスティクス」の深耕について 藤野直明実行委員
WG メンバー募集開始
- 2.3 AI 分科会(仮称)の進め方について 松本隆明実行委員長

3. 広報活動

- 3.1 SICニュースレター5月号発行予定と今後の巻頭記事執筆予定者 中野一夫実行委員
2026年5月号巻頭記事
「寄稿 STEAM 教育とシステム化:数理と合意形成、そして、イノベーションへ」
東京科学大学リベラルアーツ研究教育院 教授 猪原健弘氏

次回、次々回の実行委員会開催予定(オンライン開催)

2026年度第5回実行委員会 5月19日(火) 15:00～17:00
2026年度第6回実行委員会 6月23日(火) 15:00～17:00

Ⅲ 会員企業一覧

正会員

SCSK株式会社
株式会社NTTドコモ
株式会社国際電気

株式会社東芝
株式会社野村総合研究所
株式会社日立システムズ

東京電力パワーグリッド株式会社
マツダ株式会社
ロジスティード株式会社

NTTドコモソリューションズ株式会社
株式会社構造計画研究所
株式会社JSOL
株式会社ニューチャーネットワークス
株式会社日立産業制御ソリューションズ
株式会社日立製作所 研究開発グループ
システムイノベーションセンター
日鉄ソリューションズ株式会社
横河電機株式会社

準会員

アメリス株式会社(準2)
東京ガス株式会社(準2)

電腦バンク株式会社(準1)
NEXT WIND 合同会社(準1)

(準1):インキュベーション会員、(準2):人財育成限定会員
(2026年5月1日現在:五十音順)

©SIC 2026.5

発行者: 一般社団法人システムイノベーションセンター(SIC)
代表理事・センター長 浦川伸一
編集者: SIC実行委員 中野一夫 (構造計画研究所 HD)
事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-7 ストック新宿 B-19 号
URL: <https://sysic.org> E-mail: office@sysic.org Tel.Fax: 03-5381-3567