一般社団法人システムイノベーションセンター　　2026 年 11 月 5 日発行



SICニュースレター　Vol.8.11　(90号)

項目をクリックすることで当該記事に進みます

寄稿

AI とシステム科学の接点　―　物理世界の理解と行動

東北大学情報科学研究科　教授　・　理化学研究所 AIP センター　チームディレクター
岡谷貴之氏

目次

Ⅰ　センター情報
① SICシンポジウム2026「SCM とロジスティクスの進化の方向」(10月22日)開催報告(概要)
② SIC第3期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」
第6回(最終回)(11月20日(金)15:00～18:00)受講者募集
【タイトル】「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」
【講師】 藤田政之氏　東京工業大学名誉教授・金沢工業大学教授
【場所】 対面形式:新宿住友ビル(住友三角ビル)47F　新宿住友スカイルーム(西新宿)
③ SIC第3期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」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)開催報告
④ SIC後援イベント「ロボット革命・産業 IoT 国際シンポジウム 2026」(11月10日、27日)開催案内
【タイトル】「データ連携とインダストリアル AI による製造業の変革:欧米の動きと日本の向かう方向」

Ⅱ　会員活動
① 2026年度第7回SICフォーラム(2026. 9. 30)開催報告
【タイトル】「『科学とビジネスの近接化』時代の産学連携政策について」
【講師】 小笠原憲二氏　経済産業省
② 2026年度第10回実行委員会(2026. 10. 20)開催報告

Ⅲ　会員企業一覧

寄稿

AI とシステム科学の接点　― 物理世界の理解と行動

東北大学情報科学研究科　教授　・　理化学研究所 AIP センター　チームディレクター
岡谷貴之氏

近年の AI は、画像認識や文章生成に加え、文章、画像、音声など異なる種類の情報を組み合わせて扱い、推論や計画、外部の道具の利用を伴う作業にも対応するようになっている。さらに、ロボットなどを通じて実世界の状況を認識し、行動する AI(Physical AI)にも関心が集まっている。本稿では、こうした AI の進展をシステム科学との関係から考えてみたい。

システム科学では、複数の要素が関係し合う対象を全体として捉え、その振る舞いを理解し、予測し、制御するために、モデリング、学習、状態推定・予測、最適化、ネットワーク、制御など、相互に関連するさまざまな問題を扱ってきた。機械学習に基づく AI も、これまで認識や予測などの機能を担う技術として、さまざまなシステムの中で使われてきた。しかし近年は、AI が個別の機能を提供するだけでなく、状況に応じて複数の処理を組み合わせ、一連の作業を進めるようになってきた。こうした変化によって、AI とシステム科学の関係も変わりつつある。

個別の課題を解く AI

ここ十数年の AI、特に深層学習の代表的な利用形態の一つは、大量のデータから入力と出力の対応関係を学習するものであった。画像認識を例にとれば、画像に写っているものを「犬」、「自動車」などのカテゴリーに分類したり、画像中のどこに人や自動車が存在するかを検出したりする。医用画像から病変を検出したり、工場で製品の欠陥を検出したりする場合も、何を出力するかをあらかじめ定め、そのためのモデルを学習するという点では共通している。

こうした課題では、入力と正解出力の組を多数用意してモデルを学習し、未知の入力に対してどれだけ正しい出力を返せるかによって性能を評価する。共通のデータセットと評価尺度が整備されたことで、多数の研究者が同じ課題に取り組み、その成果を比較できるようになったことも、技術の進歩を後押ししてきた。一方、この枠組みでは、観測の背後にある「世界の状態」を明示的にモデル化することまでは求められなかった。たとえば画像中の物体を正しく分類することが目的であれば、その物体が三次元空間のどこにあり、次の瞬間にどう動き、こちらが働きかけると何が起きるのかまでモデル化する必要はない。AI は主として認識や予測などの個別の機能を担い、その出力を使ってどのように判断し、行動するかは、別途システム側で設計されることが多かった。

基盤モデルと AI エージェント

個別の課題ごとに AI を構築するという従来の構図を変えたのが、大規模言語モデルをはじめとする基盤モデルである。従来は、翻訳、要約、質問応答など、それぞれの目的に応じて専用のモデルを用いることが一般的だったが、現在の大規模言語モデルは一つのモデルでこれらの多くをこなす。プログラムの作成など、より複雑な作業にも対応できる。さらに、画像や音声も扱うマルチモーダル化が進み、AI が扱える情報の範囲も広がっている。

これに伴い、AI が担う機能も広がっている。たとえば、与えられた情報を整理するだけでなく、複数の条件を考慮して問題の解決方法を考えたり、作業の手順を立案したりすることができる。認識、推論、予測、計画といった、従来は比較的分けて扱われていた処理を、共通のモデルで実現できるようになってきた。

AI エージェントでは、こうした基盤モデルを外部の道具と組み合わせ、一連の作業を実行する。たとえば、与えられた目的に応じて計画を立て、必要な情報を検索し、プログラムなどのツールを実行して、その結果を確認する。必要であれば計画を修正し、次に行う処理を決める。このように、AI の判断によって複数の処理を組み合わせ、その結果を次の判断に利用することで、一度の入力と出力で完結する処理から、状況に応じて作業を進める仕組みへと発展している。

物理世界を理解することの難しさ

AI エージェントが作業を進めるには、その環境の状態を把握し、どのような操作が可能で、操作の結果として何が起きるかを判断する必要がある。現在の AI エージェントが主に活動するのは、Web や PC 上のソフトウェアなど、情報の多くが文章やプログラム、構造化されたデータとして表現される環境である。これらの環境では、AI がすでに獲得している言語やプログラミングの能力を利用しやすく、操作の結果も比較的明確に得られる。一方、ロボット

などが活動する物理世界では、画像や映像などの観測から周囲の状況を把握しなければならない。現在の視覚言語モデル(VLM)には、人間には容易な形状や位置関係の把握などでも誤りがあり、言語やプログラミングにおける能力との間には依然として大きな隔たりがある。

この違いは、AI の能力を向上させるための学習方法にも関係している。近年の大規模言語モデルの進歩を支えている技術の一つが、正解を自動的に検証できる問題を利用した強化学習である。正解を検証できる数学の問題や、テストで正誤を判定できるプログラミング課題では、AI が出した答えの正しさを判定し、その結果をもとに学習を進めることができる。しかし、物理世界に関する複雑な視覚的判断では、同じことが容易にはできない。たとえば画像から構造物の危険性を判断する場合、その正しさを画像だけから自動的に検証することは難しい。専門的な視覚判断を学習で改善するために、信頼できる正誤フィードバックを大量に用意すること自体が難しい。

もう一つの難しさは、専門家の視覚的な判断に、言語化の難しい知識が含まれることにある。たとえば医用画像の診断では、病変の有無だけでなく、その形状や周囲の組織との関係、三次元的な広がりなど、多くの視覚的な手掛かりが判断に使われる。橋梁の点検でも、ひびの位置や形状、周囲との関係などを総合的に観察し、異常の意味を判断する。こうした判断には専門知識が必要だが、判断基準を文章で説明できることと、実際の画像から微妙な形状や空間的な関係を読み取れることは別の能力である。熟練した専門家が判断に利用している視覚的な手掛かりを、すべて言葉で記述することも難しい。画像に写っている情報を短い説明文や少数のラベルに置き換えると、その過程で重要な情報が失われる。

大規模言語モデルは、人間が言語として蓄積してきた膨大な情報を学習することで高い能力を獲得した。物理世界の理解には、こうした文章の形で蓄積されていない視覚的な知識も必要になる。専門家の言語化された知識を利用することに加え、画像や映像などの観測に含まれる情報を直接学習し、そこから対象の状態や変化を捉える能力を高めることが重要になる。

物理世界をモデルとして捉える

物理世界の理解能力を高めるための一つの方向性は、AI が観測から世界の状態を推定し、それを内部のモデルとして保持・利用することである。カメラに写っているものは世界そのものではなく、ある視点から得られた観測にすぎない。物体の裏側や遮蔽物の向こうは見えず、画像だけからは物体の質量や硬さなども直接には分からない。それでも人間は、複数の観測やそれまでの経験をもとに、直接見えない部分も含めて周囲の状況を推測しながら行動している。AI でも、こうした観測の背後にある状態をモデルとして表現する方法が研究されている。

モデル化する対象には、物体の三次元形状や空間的な配置、物体同士の関係などがある。さらに、物体がどのように動くか、ある操作を加えると何が起きるかといった変化の仕組みもモデル化できれば、将来の状態や行動の結果を予測することが可能になる。最近の AI 研究では、環境の状態やその変化を表現・予測する仕組みを「世界モデル」と呼ぶことがある。こうしたモデルでは、人間が状態の表現をあらかじめ定める代わりに、ニューラルネットワークが画像や動画から高次元の表現を学習する方法も用いられる。観測の背後にある状態を推定し、そのモデルから予測を行うという点で、システム科学のモデリングや状態推定と共通する問題を扱っている。

このようなモデル化によって、画像や映像に含まれる形状や空間的な関係を、すべて文章に変換することなく扱える。また、モデルから予測される見え方を実際の観測と比較すれば、そのずれを手掛かりにモデルを修正できる。言語化された知識や人手で付けた正解ラベルだけに頼らず、観測そのものから世界の構造を学ぶための方法となる。

観測からモデルを推定し、モデルから観測を生成して照合する考え方は、古くから analysis-by-synthesis と呼ばれてきた。最近では、視覚言語モデル(VLM)と三次元モデリングソフトウェアを組み合わせ、この考え方を実現しようとする研究も進んでいる。たとえば、少数の画像から物体の形状や配置を推定し、VLM に三次元空間を構成するプログラムを作らせる。構成した空間を元の画像と同じ視点から描画し、その違いを確認しながら形状や配置を修正していく。言語による指定を加えて空間を構成・編集することもできる。このように、VLM が画像について説明するだけでなく、その背後にある三次元空間を具体的なモデルとして構成し、検証する方向に研究が進んでいる。

認識と行動を結びつける

ここまでは、画像などの観測から物理世界の状態を捉える問題を中心に述べてきた。ロボットが物理世界で活動する場合には、さらに、認識した状況に応じて行動を決め、実行する必要がある。たとえばロボットが棚から物を取り出すには、対象が何かを識別するだけでなく、その形状や位置、向き、周囲の物体との関係などを把握し、どこから手を伸ばし、どこをつかむかを判断することになる。物体の形状や配置を捉えることが、行動の選択に直接関わる。

さらに、物体の一部が隠れていて形状が分からなければ、視点を変えて観測したり、実際に触れて反応を確か

めたりすることもできる。また、物体を動かしたときに何が起きるかを予測するには、形状や配置に加え、接触や運動などの物理的な変化を扱う必要がある。このように、認識の結果に基づいて行動するだけでなく、行動によって新たな観測を得て、世界の状態についての推定を更新するという循環が生まれる。

この循環には、モデリング、状態推定、予測、計画・最適化、制御など、システム科学が扱ってきた主要な要素が含まれている。実世界で行動する AI の難しさは、行動計画や制御だけにあるのではない。現在の VLM は、人間には容易な物体の形状や位置関係を取り違えることがあり、こうした認識上の誤りはその後の行動にも影響する。物理世界で自律的に活動する AI を実現するには、行動を高度化するだけでなく、その基盤となる認識や状態推定の能力を高め、これらを一体として扱うことが求められる。

AI とシステム科学はどこで交わるのか

AI とシステム科学の接点は、AI を既存システムの認識器や予測器として利用することにとどまらない。基盤モデルは認識、推論、計画などを共通のモデルで扱うようになり、AI エージェントはそれらを外部ツールの利用と結びつけた。物理世界を対象とすれば、観測から対象の状態を推定し、モデルを構築し、予測と行動に利用することが課題となる。ここに、システム科学が扱ってきたモデリング、状態推定、予測、最適化、制御との接点がある。同時に、これまで人間が定めることの多かった状態表現やモデルの構築に、データから学習する AI の方法が利用されるようになっている。

この接点が特に重要になるのが Physical AI である。ロボットの動作生成や制御だけでなく、その前提となる物理世界の理解が依然として大きな課題だからである。専門家が利用する視覚的な知識を言語化するだけでなく、観測そのものから世界をモデル化し、予測と照合しながら理解を深める技術が求められる。認識から行動までの過程を一体として扱うことが、AI とシステム科学に共通する課題となっている。

【著者プロフィール】

岡谷貴之（おかたに　たかゆき）氏

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。

（2026年10月23日原稿受領）

Ⅰ　センター情報

①SICシンポジウム2026「SCMとロジスティクスの進化の方向」開催報告（概要）

【主催】 一般社団法人システムイノベーションセンター（SIC）
【後援】 経済産業省
【共催】 東京大学大学院工学研究科付属トランスポート・イノベーション研究センター
【協賛】 東京大学SCMリカレント教育プログラム

【日時】 2026年10月22日（木） 基調講演：14:00～16:00　 パネル討論：16:00～18:00
（終了後イベント：ミニ交流会（ネットワーキング） 18:00～18:50）
【会場】 福武ホール（東京大学　本郷キャンパス ）（オンライン開催を併用）

【参加者数】 会場参加：67名（ほかに、講師5名、SICスタッフ等9名）、 オンライン参加：44名

開催概要

SIC浦川伸一センター長による、開催挨拶とシンポジウム開催の主旨説明があり、その後、5件の基調講演とパネルディスカッションが行われた。



開催挨拶
SIC代表理事・センター長　浦川伸一



総合司会
SIC理事・実行委員長　松本隆明

Ⅰ　基調講演

（1）「4つの視点と7つの提言」
藤野直明氏（株式会社野村総合研究所　シニアチーフストラテジスト）



物流・流通の低生産性を構造問題として捉え、CLO によるガバナンス、機能設計、ビジネス構造設計、空間構造設計の四つの視点から、サプライチエーン全体最適に向けた七つの提言を示した。

（2）「2040年に向けたフィジカルインターネットの実現」
工藤さやか氏（経済産業省　物流企画室室長補佐（総括））



経済産業省が荷主を所管する立場から、物流危機を産業競争力の課題として捉え、2040年に向けて標準化、共同化、デ-タ連換、自動化を業界横断で進める政策方針を説明した。

（3）「物流の全体最適とシステム思考～トップダウンとボトムアップ～」
西成活裕氏（東京大学大学院工学系研究科教授）



物流需要と供給能力の非線形性を踏まえ、個社の最短経路選択だけでは全体が破綻するため、ゆとりやペナルティを組み込んだルールで社会最適に近づけるシステム設計を提案した。

（4）「『SC システムの青写真』を描く人材をどう育てるか―SCM リカレント教育の実践」
青山和浩氏（東京大学大学院工学系研究科教授）

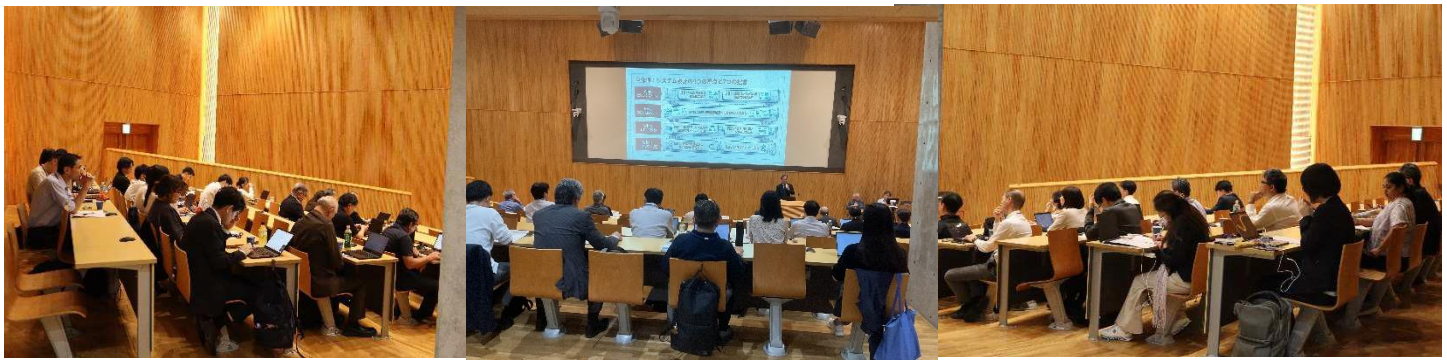


東京大学のトランスポート・イノベーション研究センターと SCM リカレント教育を紹介し、CLO だけでなく多様な関係者が共通言語で議論し、SCM とロジスティックスにおける実際の企業課題を解決できる人材とネットワークを育てる必要性を説明した。

（5）「ロジスティクスの価値を再定義する」
櫻田崇治氏（ロジスティード株式会社　業務執行役員 CTO エンジニアリングイノベーション本部長）



ロジスティードの物流センター設計・自動化・3PL の実例を通じて、物流資源の可視化と需要予測の活用、サービスと設備の分離、業界横断の共同化が、物流の価値向上につながると説明した。



会場（ラーニングシアター）風景

Ⅱ　パネル討論　（以下の討議と質問・回答があった）

コーディネータ：松本隆明（SIC実行委員長）
パネラー：基調講演講師

CLO によるガバナンスと契約改革：パネラーの藤野直明氏、工藤さやか氏、櫻田崇治氏、西成活裕氏、青山和浩氏は、CLO を社内外の物流改革を主導する経営人材と位置付け、業務範囲、資任、利益配分、発着荷主間の契約を明確化する必要性を議論した。

テータ連換とトレーサビリティ：パネラー一同は、フィジカルインターネットの基盤として、荷姿・データ・インターフェースの標準化、企業間データ連携、個体単位のトレーサビリティ、データ主権とセキュリティを組み合わせる必要性を確認した。

物流拠点と産業構造の再編：藤野直明氏、西成活裕氏、工藤さやか氏、櫻田崇治氏は、首都圏・地方の物流拠点をネットワーク全体で配置し、M&A、プラットフォ-ム、4PL 型サ-ビス、オープンクロスドックを組み合わせて物流産業を再編する方向を議論した。

人材・教育課題：パネルでは、青山和浩氏より CLO を将来的なチ-フサプライチエーンオフィサーへ発展させるには、物流機能だけでなく在庫、需要、調整、経営を理解する人材と、産業横断の学習ネットワークが必要だと強調され、一同、それに同意する議論がなされた。また、会場より、松尾博文氏（東京国際大学）によって、日本では SCM を専門に扱う学部・学科や体系的な教育が少ないため、データサイエンスや経営工学、ビジネススクールに SCM・実務課題を組み込む必要性が指摘された。

プラットフォーマーと標準化の役割：企業間連携におけるプラットフォーマーの担い手について会場より質問があり、パネラーから、それは先行投資する企業が担いつつ、ベンダーロックインを避けるため標準インターフェースと標準業務プロセスを協調領域として整備すべきだとの回答があった。

B2C 物流モデルの B2B 展開：会場より、クラウド WMS で年間約6,000万件の出荷データを処理し、EC 物流の仕組みを B2B へ適用する研究の紹介があった。これに対して、パネラーより、Amazon などで進んだ B2C 物流の標準化が B2B にも影響し、標準インターフェースと柔軟な物流インフラが事業成長を支えると応答した。

物流業界の新たな価値創出：会場より、物流業界がトレーサビリティや経済安全保障などの社会課題に対して提供できる価値を十分に捉えられておらず、従来の物流の定義にとらわれているとの問題提起があった。パネラーからは回答として、CLO やより広いサプライチェーン責任を担う役職が経営層で議論を主導することで、新しい価値創出が進む可能性を示した。

パネラー



藤野直明氏　櫻田崇治氏　工藤さやか氏　西成活裕氏　青山和浩氏

Ⅲ　フォローアップタスク　（パネル討論を通して以下の課題がフォローアップとして示された）

- 共同物流契約: 輸配送・物流拠点の共同化に関する契約上の確認事項と運用ルールを整理し、ガイドライン案として取りまとめる。
- CLO 連携: CLO 間で発着荷主の責任範囲、受け渡し地点、作業内容、費用負担を明文化できる業務レベル契約の標準案を検討する。
- データ連携基盤: 物流・荷主間で利用できるデータ連携基盤について、業種横断の標準インターフェース、データ主権、アクセス権限、セキュリティ要件を整理する。
- 共同化の利益配分: 共同配送や共同拠点化による効率化効果を物流事業者・荷主・ドライバーへ配分するゲインシェアのルールを設計する。
- 需要予測の実証: 需要予測データを活用した物流センター内の前倒し作業について、対象商品、予測誤差の扱い、責任分担を定めた概念実証を実施する。
- 物流拠点計画: 環状道路や高速道路の結節点を踏まえ、オープンクロスドック機能を含む物流拠点の全国的な配置計画を検討する。
- SCM 人材育成: CLO およびサプライチェーン関係者向けに、全体最適、機能設計、データ連携、契約、在庫・需要管理を扱うリカレント教育と実務演習を拡充する。
- トレーサビリティ: 個体・部品単位のトレーサビリティを企業・業界横断で接続するため、標準識別子とデータ連携要件を検討する。

Ⅳ　終了後イベント：ネットワーキングのためのミニ交流会

会場に接する[ホアイエ]にて開催、50名以上が参加され、短時間であったが、講師と参加者、参加者同士の名刺交換等、交流が行われた。





ミニ交流会風景

「SICシンポジウム2026」に関しては、SICホームページ内の下記に開催報告が掲載されています。
https://sysic.org/center_activity/5231.html
開催報告の詳細版は、同ページより、ダウンロードできます。

②SIC第3期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」第6回(最終回)受講者募集

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)
第1回、第2回、第3回、第4回、第5回は終了しています。
第6回(最終回)(11月20日(金)15時～18時)の受講者募集中(対面開催のみ、終了後交流会)
場所:新宿住友ビル(住友三角ビル)47F 新宿住友スカイルーム(西新宿)

受講料: ● SIC正会員・準会員所属の方
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
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繋がり，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	終了しました	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	終了しました	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	終了しました	AIとシステム科学の接点 ーマルチモーダル知能と実世界システムー	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	終了しました	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)	本多 敏 (慶応大学, 日越大学)
第5回	10月16日(金) 15:00-18:00	終了しました	Fusing Interaction ―身体拡張から共体験へ向かう『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)

講義の概要と講師紹介

第６回

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）

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



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．

③ SIC第3期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」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）開催報告

【日時】 2026年10月16日（金） 15:00～18:00
【開催形式】 オンライン（MS-Teams）
【参加者数】 22名（講師・SICスタッフ含む）

【タイトル】「Fusing Interaction―身体拡張から共体験へ向かう『境界のない世界』―」
【講師】 嵯峨　智氏　熊本大学准教授

【受講者ルポ】

講義は「人間の機能拡張」をキーワードに進められ、冒頭でその意味が説明された。人間はこれまで、道具を使って自らの能力を広げてきた。しかし、道具を「自分の外にある物」と意識しながら操作する限り、人と道具の間には境目が残る。一方で、身体図式（脳が捉えている自分の身体のイメージ）は柔軟に書き換わるものであり、使い慣れた道具が身体の一部として取り込まれることもある。先生が目指されているのは、こうした取り込みが自然に起こる装置、すなわち使っていることを意識せずに身体の一部として扱える透過的な装置の実現である、と筆者は理解した。

先生は現在、触覚を扱う装置を中心に研究を進められている。触覚に注目する理由のひとつは、その情報量の大きさである。五感の情報量を比較した研究の中には、触覚を視覚に次ぐ大きさとし、聴覚のおよそ10倍と見積もるものもあるという。加えて触覚は、触れるために自ら動くという行為と切り離せない。触覚は外界を知る感覚であると同時に、外界に働きかける重要な感覚でもあることが強調された。

講義の序盤では、錯覚により触れた感覚を生み出す研究が紹介された。ハプティックデバイス（触れた感覚や力の手応えを人工的に生み出す装置）は従来、物理的な力を忠実に再現することを重視してきた。その結果、機構が大型化し、持ち運びが難しいという課題を抱えていた。そこで近年は、人間の知覚特性を利用した小型の装置へと、研究の流れが移りつつある。先生はこの考え方を、ディスプレイを例に説明された。ディスプレイは赤・緑・青の三色の光しか出していないのに、人はそこにあらゆる色を見ている。触覚も同様に、力を物理的に忠実に再現する必要はなく、錯覚をはじめとする知覚特性を活用すればよいという。

この考え方に基づく装置のひとつが、指を横向きに引く力で凹凸を感じさせる装置だ。タッチパネルに触れた指を、モーターにつないだ糸を介して横向きに引っ張る。触れている面は平らなのに、脳は横向きの力の変化を凹凸として解釈する。画像の奥行き情報に合わせて引く力を変えれば、さまざまな形の凹凸を表現できる。同じ装置で素材の質感を再現する試みも行われており、紙やすりのような硬い素材では本物に近い感触が得られたという。視覚を利用して触覚を生み出す方法もある。VR 映像の中で手の動きを実際より小さく見せると、手で動かしている物が重く感じられる。逆に大きく見せると、軽く感じられる。この錯覚は「疑似触覚」と呼ばれ、力を加える装置を使わずに重さや手応えを生み出せる。これを全身の動きに応用した実験では、体験者から「水中にいるようだ」「粘り気のある空間にいるようだ」といった声が上がったという。

講義の中盤では、前段と少し毛色の異なる研究も紹介された。そのひとつが、筋電気刺激（筋肉に電気を流して動かす技術）を使った試みである。指を動かす筋肉を刺激して指に横向きの力を生じさせれば、先に紹介した凹凸の再現と同様のことができる。実験では、筋電気刺激を利用する方式の方が、糸で引く方式よりも本物に近いと評価された。筋電気刺激は、食感を変える試みにも使われている。食べ物を噛むときの音を加工して電気刺激に変換し、あごの筋肉に与えると、硬さや噛み応えの感じ方が変わる。柔らかいものしか食べられない高齢者などに、噛み応えを届ける応用が考えられるという。

熱による痛みを活用する試みも紹介された。放射熱を受けながら手を熱源に近づけると、ある距離で皮膚の温度が43℃～45℃に達し、痛みが生じる。これを利用して、身体に触れることなく空間の情報を伝える方法が探られている。ただし、この方法にはやけどの危険が伴う。そこで、「サーマルグリル錯覚」を利用した研究も進められているという。これは、温かい刺激と冷たい刺激を交互に並べて当てると、どちらも単独では痛くない温度であるにもかかわらず、痛みを感じるという錯覚である。

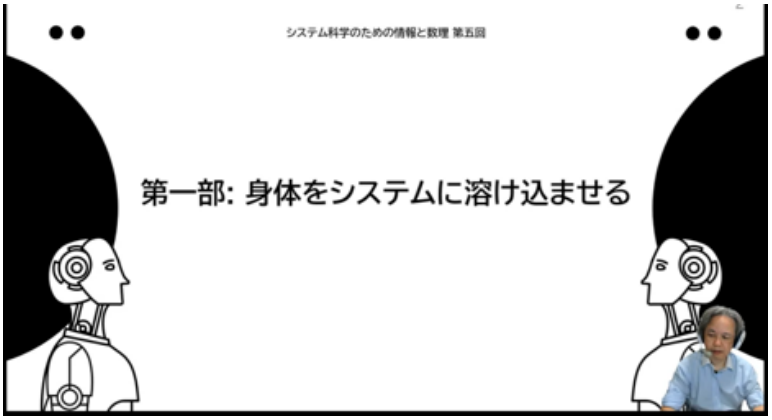
講義の終盤では、技能や体験を人に届ける取り組みに話題が移った。まず、熟練者の技能を学習者の身体に伝える試みが紹介された。ペン型の器具が付いた装置で熟練者の手の位置と力を記録し、同じ装置で再生する。このとき、熟練者の力とは逆向きの力を、あえて学習者の手に与える。装置が手を動かすのではなく、学習者が押し返す形で自ら力を出すことで、動きを主体的に学べるようにする仕組みだ。

続いて、離れた場所に体験を届けたり、遠くの人と共有したりする試みが紹介された。ライブ会場の臨場感を遠隔地で再現する実験では、胸元に着けた装置から空気を吹き付け、会場で身体に響く振動を再現した。音だけを流した場合に比べ、臨場感は大きく高まったという。このほか、VR 映像を活用し、遠方の知人と隣り合っているような感覚でスポーツを観戦できるようにする試みなども紹介された。

最後には、「人間の機能拡張」研究の展望も語られた。生成 AI を含むこれまでの情報技術は、知識を扱う点で大きく進歩したが、感情を伝える手段としてはまだ十分ではない。触覚技術はその不足を補う可能性を秘めており、距離や身体的な制約を超えたコミュニケーションの基盤になりうるという。

講義全体を通して、触れるという日常的な行為が持つ重要性を改めて理解できた。同時に、触覚技術の発展によって、デジタル技術を介したコミュニケーションのあり方が根本から変わっていくのではないかと期待を抱かされた。

（ルポ：澤田晃一（構造計画研究所））



リモートで講義中の嵯峨　智氏

【講師プロフィール】

嵯峨　智（さが　さとし）氏

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ックス専攻　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学域准教授
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、視覚センサ、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ーフェースに関する研究に従事。博士（情報理工学）

④ SIC後援イベント「ロボット革命・産業 IoT 国際シンポジウム 2026」（11月10日・27日）開催案内

主催：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）
共催（ご依頼中）：経済産業省、ドイツ連邦経済・エネルギー省

ロボット革命・産業 IoT 国際シンポジウム 2026
～データ連携とインダストリアル AI による製造業の変革：欧米の動きと日本の向かう方向 ～

【日程・場所】：以下の2日間
Session Day ：11月10日（火）10:00～17:20
本会議 ：11月27日（金）14：00～16:45
両日とも 高田馬場センタービル12階 会場 および オンライン

【開催趣旨】
IoT や AI の普及・発展に伴い、製造業におけるデジタル活用とビジネス変革が進展しています。AI の産業活用やデータスペースの社会実装が進む中、RRI は国内外のリーダー・専門家と議論する場として、第12回国際シンポジウムを開催します。国際動向を認識するとともに、インダストリアル AI が製造業に与えるインパクトと、日本が世界をリードしていく上での課題・戦略を共有することを目的とします。

【詳細および申し込み】 以下の URL を参照ください

https://www.jmfrri.gr.jp/event_seminar/6223_26.html

SICは RRI と「提携協定覚書」を締結しています。

以上

Ⅱ　会員活動

①　2026年度第7回SICフォーラム（2026. 9. 30）開催報告

【日時】 2026年9月30日（水） 14:30～15:45
【形式】 MS-Teams によるオンライン
【参加者数】 34名（講師・司会者・SIC事務局2名含む）

【タイトル】 「『科学とビジネスの近接化』時代の産学連携政策について」
【講師】 小笠原憲二氏　経済産業省　資源エネルギー庁　電力・ガス事業部ガス市場整備室　室長補佐

司会　SIC実行委員　藤野直明（野村総合研究所）

【講演要旨】

はじめに、講師は本年6月末まで2年間にわたって、経済産業省・イノベーション政策課の大学連携推進室で室長補佐として、産学連携政策に携わっていた、との自己紹介があった。このことから、どのようにしたら大学の研究活動を産業競争力強化につなげられるか、大学をもう一度見直していただきたい、との意図をもって、産業政策および産学連携政策を紹介したい、との思いを述べた。

1.『科学とビジネスの近接化』時代の現状

近年、技術の社会実装に要する時間が短くなっている。従来は科学は大学が推進し、技術は企業が投資するという流れだったものが、AI や量子等の科学が出てくると企業がこれらの科学に直接投資し推進するようになった。すなわち、イノベーションにおける科学の重要性が増し、科学とビジネスが近接化している。その結果、知の拠点としての大学の重要性が高まっている。第7期科学技術・イノベーション基本計画（令和8年3月）にも、従来の「基礎研究→応用研究→実証→事業化」という段階的プロセスから、基礎研究の段階から事業化・社会実装を見据えた研究開発が同時並行的に進行する構造が主流となりつつある、との現状認識がある。

● 大学に強くなってもらいたい

大学は、研究力はもちろんであるが、財務の面でも成長していかなければならない。近年、世界のトップ大学は財務的に大きく成長し続けている。一方、日本の大学も成長はしているが、成長率は高くない。ここ20年ぐらい（国立大学法人化後）毎年少しづつはのびている、あるいは横ばいが続いている。このような財務状況では大きなリスクを取った人材育成は厳しいのではないかと思われるのが、問題意識の一つとしてある。もう一つの問題としては、日本の研究（論文）力は、世界の大学に比べると低く、アジア・オセアニアの中でも低調なことである。

研究力を伸ばすために海外の大学はそれぞれの強みを活かした財務基盤（お金を稼ぐ力）の強化を目指す大学経営を実施している。その時のキーワードが産学連携である。そして、そこには行政機関のサポートがある。経済産業省としても諸外国に学び大学の成長を促進する活動を行っていきたい。

● 経済産業省で産学連携政策をどのように促進しようとしているか

大学の財務基盤が強化されると戦略的な科学・人材の投資ができる。その結果を企業に提供することで資金が得られ、財務基盤がさらに強化されるという、成長の好循環が生まれる。 経済産業省としては、このことを実現する強い大学経営を推進する。これがイノベーションの源となる。すなわち、我が国の大学が、より高度で多様な研究と教育の実現を目指し、必要な資金や資源を主体的に獲得し、戦略的な投資と研究の持続的な活性化を後押しするガバナンスを備えた経営を行えるよう、後押しをしていく。

2. 研究人材育成について

人材としては、システム化人材、DX、AX 人材等があるが、経済産業省としては、研究力を高める人材、すなわち博士号取得者数を増やし、産業界で活躍してもらう、人財育成の政策を推進する。

その理由としては、諸外国の状況をみると、①日本では、海外と比較して、博士号取得者は少なく、また、企業における研究者数が増加してない。②米国では様々な業種で博士人材が活躍しているが、日本の研究者に占める博士人材の割合は半分以下である（全産業における博士人材の割合は米国10．6%（2019年）、日本4．2%（2022年））。

日本の博士人材の実情としては、97．3%の人事担当者が、「パフォーマンスの高さ」を実感し（令和5年4月㈱アカリク調査）、博士人材の同僚は、専門性以外の能力も評価している。企業側の課題としては、「採用したくても採用ができてない企業」が、全体の35．6%（令和3年3月経済産業省調査）である。文部科学省と経済産業省で「博士人材の民間企業における活躍促進に向けたガイドブック」等を作成し、博士人材の民間企業における活躍促進に向けた取り組みを行っている。

実用化に向けた目的志向型の創造的な研究を行う大学等に所属する若手研究者を発掘し、若手研究者と企業との共同研究等の形成等を支援することで、次世代のイノベーション人材の育成と民間企業からの大学への投資増を目指す。

産業界で活躍できる人材育成のために、産学が協力して設置・運営し学位の授与を行う教育プログラム（契約学科）の立ち上げも支援している。

3．産業人材の育成

AX 時代における産業人材の育成に向けた具体的取り組みとして以下を紹介した。

①産業界の人材ニーズの可視化

・AX 時代における地域ごとの産業界の人財需給および産業横断的なスキル体系・標準の整理

・地域ごとに産学連携での人財育成を議論する場の構築（地域人材育成構想会議の開催）

②教育段階に応じた人材育成（大学・高専）

・産業界と連携した成長分野への学部再編成の推進

・新技術立国の核となる、高い研究力を有しかつ産業競争力強化に貢献する大学の実現

③産業界によるコミットメント

・産業界から教育機関等への資金提供の後押し、産業界との連携による AI 実装に向けた Project based Learning（問題解決型学習）の推進

・産業人材の処遇を含めた活躍環境整備に向けた取り組み強化（例：スキル需給の可視化　等）

4．産業競争力・研究力中核大学群の形成

現在の国際卓越研究大学の認定制度は、研究力が中心であるが、日本成長戦略（令和8年7月21日閣議決定）にそって、産学連携で産業競争力強化に貢献し、かつ特定分野において特に高い研究力を有し高度な経営を行う大学を認定し、当該分野での研究開発及び社会実装を中長期的に支援する新たな制度の創設について検討し、2026年度中に結論をえる予定である。

（文責：中野一夫（SIC実行委員））

【講師プロフィール】

小笠原憲二（おがさわら　けんじ）氏

2007年経済産業省　入省

2010年製造産業局　産業振興課　素形材産業室

2016年経済産業政策局　企業行動課

2019年内閣府　日本再生総合事務局　私的独占禁止法特例法案担当

2024年イノベーション・環境局　イノベーション政策課大学連携推進室

2026年資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　ガス市場整備室　室長補佐（現職）



講演中の小笠原憲二氏

② 2026年度第10回実行委員会開催報告

【日時】 2026年10月20日（火） 15:00～17:00
【開催形式】 MS-Tems によるオンライン開催
【出席者数】 実行委員7名、監事1名、事務局1名、合計9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7回（9・30）開催報告　　久保忠伴事務局次長
   1. 2　SICフォーラム2026年度第8回開催案内　　同上
      10月29日（木） 10:00～11:15
      【タイトル】「AI 時代の DX 戦略」
      【講師】 IPA 理事・上席執行役員　三谷慶一郎氏
   1. 3　「システム科学概論連続講座」第5回（10・16）開催報告　　出口光一郎事務局長
      および第6回（最終回）開催案内
      日時：11月20日　15:00～18:00　対面形式・終了後交流会
      場所：新宿住友ビル（住友三角ビル）47F　新宿住友スカイルーム（西新宿）
      【タイトル】「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」
      【講師】 藤田政之氏　東京工業大学名誉教授・金沢工業大学教授
   1. 4　SICシンポジウム2026「SCM とロジスティクスの進化の方向」開催案内　　同上
      日時：10月22日　14:00～18:50　　場所：東京大学　福武ホール

2. 協議事項
   2. 1　AI・SoS 分科会第3回開催報告　　久保忠伴事務局次長
   2. 2　外部団体との連携　　同上
      SIC後援の RRI 国際シンポジウム2026（11・10、11・27）の開催案内
   2. 3　次年度のSICの活動について（フリー討議形式）　　松本隆明実行委員長

3. 広報活動
   3. 1　SICニュースレター10月号発行予定と12月号までの巻頭記事執筆予定者　　中野一夫実行委員
      2026年11月号巻頭記事
      寄稿 「AI とシステム科学の接点―物理世界の理解と行動」
      東北大学情報科学研究科　教授　岡谷貴之氏

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11回実行委員会　　11月17日（火） 15:00～17:00
2026年度第12回実行委員会　　12月8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

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)

電脳バンク株式会社(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11月1日現在:五十音順)

©SIC　2026.11

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 ストーク新宿 B-19 号
URL: https://sysic.org　E-mail:office@sysic.org　Tel.Fax:03-5381-3567