



論説

システムイノベーションのためのシステムの構造化手法への期待と展望

青山和浩 SIC 学術協議会幹事(東京大学 大学院工学系研究科人工物工学研究センター 教授)

目次

I センター情報

1. 横断型基幹科学技術研究団体連合との連携・協力推進の覚書締結
2. 「システム構築のための数理モデリング講習会」開催報告
3. 「システム構築のための制御講座」開催案内
4. 計測自動制御学会ポストコロナ未来社会緊急ワークショップ協賛

II 活動報告

1. 会合報告
2. 会合予定

III 正会員一覧

論説

システムイノベーションのためのシステムの構造化手法への期待と展望

青山和浩 SIC 学術協議会幹事(東京大学 大学院工学系研究科人工物工学研究センター 教授)

はじめに:関係の変容による社会的構造の変化

現在, 国の緊急事態宣言が解除されて経済活動を復活しようとしている状況であるが, 新型コロナウイルス(COVID-19)感染の第二波への備えは怠れない状況であることは変わらない。皮肉なことに, COVID-19 の感染拡大によって深刻化する様々な問題の顕在化は, 私たちが生きる世界はシステムであることを痛感させることになっている。感染ルートの特定で認識される感染者の物理的接触は言うまでもないが, 眼に見えない COVID-19 に対する恐怖は人の活動自体を制限し, 社会的距離(ソーシャルディスタンス)の言葉で象徴されるように, 他人との関係に対する対応を大きく変えようとしている。感染を遮断するために, ロックダウンや外出禁止などは人と人との物理的な関係を断ち切り, 人々の様々な関係を変容させてしまった。この変容が自己の内面を変容させ, 社会システムを構成する様々な要素の変容が連鎖することによって, 社会システム全体が変容しようとしている。

システムは様々な要素の相互作用からなると説明されるが, 社会システムの基本構成要素である人をはじめ, 様々な構成要素が変容し, それらの要素間の関係が変容することによって生起する社会システムの構造の変化をリアルタイムに観察している状況である。このような緊急的な状況で執筆依頼を受けた SIC のニュースレターの原稿として, 何について書けば良いのか思い悩んだが, システムとアーキテクチャについて考えることを書き綴ることとし, With-Corona や Post-Corona の社会システムのデザインに向けての議論になれば幸いである。

システムと構造/アーキテクチャ

システムは多種多様な要素から構成され, それらの要素が相互作用することによって, 要素が有する特性/機能の総和以上の特性/機能を発現する特徴を有する。システムの存在については, システムの存在論(システムは実体として存在)やシステムの認識論(システムは認識によって存在)などが議論される。システムを構成する要素間の関係の存在については認識によって理解されることも多く, 要素間の関係の認識によってシステムが認識されるとも考えられ, 筆者は, システムは認識によって定義されると考えている。システムの認識においてはシステムの境界(System Boundary)の認識が重要である。実在することはないシステムの境界は認識によって確定される。認識されたシステム境界の内部がシステムであり, そのシステムを構成する要素が議論される。それと同時に, システムの外部とシステムの関係が議論される。

ところで, SIC の活動に関係する組織として, IPA(独立行政法人 情報処理推進機構)の中にデジタルアーキテクチャ・デザインセンター(Digital Architecture Design Center: DADC)が, 2020年5月15日に設立された。ここで使用されるアーキテクチャ(Architecture)の言葉は, Systems Engineering(システム

ズエンジニアリング)において重要な用語であり、今日、注目を集めつつある。

Systems Engineering に関する解釈は様々存在するが、Systems Engineering は、システムを理解(認識と解釈)し、システムをデザインし、マネジメントする体系であると考えられる。この体系の中で、システムを認識(解釈と理解)することが最も重要なことであると、個人的に理解している。システムを認識することは、構成要素の認識は勿論のこと、構成要素間に存在する関係の認識であり、要素と要素が関係によって結びついた構造がアーキテクチャ(構造)であると理解できる。

アーキテクチャを、IEEE では「構成要素の設計や進化を左右するような、構成要素の構造、構成要素間の関係、そして原理や指針」、白坂は「システムと外界との関係及びシステムを構成する要素とその構成要素間の関係」と定義している。映画「Matrix」の中ではアーキテクチャの設計者であるアーキテクトが登場したように、情報システムの世界では昔からアーキテクチャという用語は多く用いられてきたが、建築家/建築技師は Architect と呼ばれ、造船技師は Naval Architect と称される。Architect は Engineer とは異なると認識されることも多く、システムの構成要素間の関係を強く認識し、構成要素とその要素間の関係をデザインする行為は、エンジニアによる設計とは違った様相を持つようである。

ものづくりでのアーキテクチャ:インテグラル・アーキテクチャ

製品設計において、Ulrich は製品アーキテクチャ(Product Architecture)という概念を提案した。Ulrich の製品アーキテクチャとは、製品を、機能的・構造的な設計要素(コンポーネント)へと分割した上で、それら構成要素間の関係を形式的に捉える考え方である。具体的には、製品の機能要素を並べて関係のあるものを結んだ機能構造を作図し、機能要素から物理的コンポーネントへ対応づけ、相互依存的な物理的コンポーネント間のインターフェースを指定して製品アーキテクチャを設計する。このように、要素間の関係に着目したモデリングがアーキテクチャの設計として提案されている。

東京大学経済学部の藤本教授は、Ulrich の製品アーキテクチャの概念を日本のものづくりの特徴の議論へ適用し、「擦り合わせ」がものづくりの価値の源泉であるといったアーキテクチャ論を議論した。具体的には、Ulrich と同様に製品システムのモジュール・アーキテクチャとインテグラル・アーキテクチャを論じており、システムの機能要素と実体要素(物理要素)との対応関係をアーキテクチャと見做した上で、構造的な特徴を議論することによって「擦り合わせ」の価値を議論している。

MIT の Sue 教授は、アーキテクチャという用語は用いていないが、公理的設計(Axiomatic Design Theory for Systems)の中で機能要素と実体要素(物理要素)との対応関係について議論している。ここでは、独立公理と情報公理によって整理されている。

- ・ 公理1:独立公理 要求機能(RF)は、設計目標を記述する“最小個数の独立した必要条件”として定義される。このとき FR の独立性は常に保たなければならない
- ・ 公理2:情報公理 独立公理を満たす設計の中で、最小の必要情報量をもつものを最良の設計とする

以上のように、公理的設計では要素間の関係を定量的に把握する指標として情報量概念を導入している。良い設計は情報量を最小化されたものが良い設計として定義されている。複雑な関係は情報量が多く、簡潔な構造は情報量が小さいという指標で評価し、設計の特徴と、設計を効率よく進めていくための留意点について議論している。

- Ulrich, Karl T., The role of product architecture in the manufacturing firm, Research Policy, 24, pp.419-440, 1995
- 藤本隆宏, 製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート, CIRJE ディスカッション・ペーパー・シリーズ, J-78. 2002
- Suh,N.P., The Principles of Design, Oxford University Press, New York, 1990,(畑村洋太郎監訳, 『設計の原理—創造的機械設計論—』朝倉書店, 1992)
- Nam P. Suh, Axiomatic Design Theory for Systems, Research in Engineering Design, pp.189-209, Springer-Verlag London, 1998
- Suh,N.P., Axiomatic Design - Advances and Applications, Oxford University Press, New York, 2001,(中尾政之・飯野謙次・畑村洋太郎共訳『公理的設計:複雑なシステムの単純化設計』森北出版, 2004)

構造化手法(Structural Modeling : SM)手法:様々な要素の関係構造

多くの多種多様な要素が存在し、それらが相互に関係を持ちながら存在する現実の複雑な問題を、“要素の集合とその上に存在する関係の集合”であるシステムとして捉え、その構造をモデル化する手法として構造化手法(Structural Modeling:SM)がある。この手法におけるシステム構造のモデル化は、1)構成要素の抽出、2)要素間の関係付け、3)構造モデルの作成、4)構造モデルの解釈と検討 の手順で実行される。ISM(Interpretive Structural Modeling)法は、最も有名な構造化手法である。ISM 法の Interpretive が意味するように、構造化手法では「4)構造モデルの解釈と検討」が重要な役割を担う。ISM 法以外にも、DEMATEL(DECISION MAKING TRIAL AND EVALUATION LABORATORY)法などが知られており、「Trial and Evaluation」を行いながらシステムの構造を認識し、社会システムの問題解決で利用される。

機能要素、部品要素、物理要素などの様々な要素から構成される製品システムのシステム設計においても、要素の様々な種類の関係を考慮する必要がある、関係構造を俯瞰するための手法として構造化手法の利用は注目すべきである。

Design Structure Matrix(DSM):単一種類の関係構造

ISM 法は 1960 年代に提唱された歴史ある手法であるが、1990 年代に着目された構造化手法として Design Structure Matrix(DSM)がある。システムを構成する要素間の依存関係を分析するという観点で、DSM の Design の代わりに Dependency が使用される場合もある。DSM は有名であるので知っている人も多いかと思われるが、ISM 法などの構造化手法と同様に、要素間の関係をマトリクスでモデリングすることによって、その関係構造を構造解析する手法である。汎用的な手法として提案されており、モデリングする対象となる要素は様々な許容される。製品の開発設計では、設計パラメータ間の依存関係や部品間の接続関係などが選択される。また、組織のマネジメントを分析する場合は、組織の構成員間の関係やタスクの先行関係などが選択される。構造解析の数学的手法は ISM 法の手法と同様であり、行と列を入れ替えながらマトリクス 内に相互関係の塊(クラスタ構造)などを見出し、複雑な構造から特徴ある部分構造を抽出することによって処理される。この抽出された部分構造に解釈を施し、構造を理解することになる。

このように要素間の関係を記述し、構造分析する ISM や ISM のモデリングには注意が必要である。モデリングする要素間の関係である。既述のように要素間の関係は様々存在する。依存関係であったり影響関係であったり、因果関係であったりとその列挙には厭わないが、同じ種類の要素の要素間には多様な関係が存在するので、モデリングの際には、構造を理解／分析する目的に相応しい関係を選択し、「2) 要素間の関係付け」を行う必要がある。要素の粒度も問題となるが、要素と要素間の関係の記述によって構造分析が実行されるので、その結果は入力データの正確さに影響を与えるため、関係の記述はそれ以上に重要である。このことはこの手法の弱点であるとも言える。

- ・ Eppinger, Steven D. Innovation at the Speed of Information. Harvard Business Review. 79, 1, p. 149–158. 2001
- ・ 森 俊樹, 工程・組織効率化のための設計手法, 東芝レビュー Vol.60 No.1. p.44-48, 2005
- ・ The Design Structure Matrix (DSM), <https://dsmweb.org/multiple-domain-matrix-mdm/> (2020.05.31)

Domain Mapping Matrix (DMM):異なる種類の要素間の関係構造

ISM や DSM は任意の同一種類の要素に対して、その要素間の関係を構造化することを目的とするものであったが、異なる二種類の要素とそれらの要素間の関係をモデリングする手法として Domain Mapping Matrix(DMM)がある。DMM の典型的な例として有名な手法としては QFD(Quality Function Deployment) を挙げることができる。QFD は三菱重工・神戸造船所で開発された日本発のグローバル手法である。QFD の詳細な説明は割愛するが、製品開発における顧客が製品に対して要求する品質(要求品質)と、それを実現する製品特性(設計品質)の対応関係を記述するモデルであり、その対応関係を品質標と呼ばれる表形式で記述する。

QFD の基本的な考え方は様々な要素間の対応関係に拡張され、TQM(Total Quality Management)の中心モデルとして活用されたりもした。TQM では、製品開発における様々なフェイズで考慮される様々な要素が対象となり、それらの要素間の対応関係を記述することによって、製品開発におけるマネジメントを実現した。先に述べたが、製品開発に対する異なる様々な視点から捉え、各視点で認識される要素間の関係に着目している。また、構造分析を主目的とするものではないが、様々な種類の変数間の関係を制約式によって関係づけられた構造マトリクスも外山らによって提案されている。DMM においては要素間の対応関係という一般的な関係に限定されず、タスクとリソース間の処理関係、タスクと入力／出力情報間の入力関係／出力関係など様々な関係が扱われることが特徴である。

- ・ 西村弘一(1972):「船の設計と品質表」, 品質管理, Vol23, 5 月臨時増刊号, pp71-74
- ・ 鈴木康之(1972):「船舶用大形ディーゼル機関における設計改善活動の試み」, 品質管理, Vol23, 5 月臨時増刊号, pp.16-20

Multiple Domain Matrix(MDM):複合領域の要素間の関係構造

MDM(Multiple Domain Matrix)は、その名称が示すように、複合的なシステム領域を対象とし、異なる種類の要素とそれらの要素の様々な種類の関係を記述するモデルである。その具体的な構成要素は、

様々な種類の DSM と DMM であり、それらが組み合わされることによってモデリングされる。別の表現を用いると、システム内の内部構造は DSM で考慮され、DMM はシステム間の構造を扱うとも説明できる。昨今では、システムズエンジニアリングの対象として様々なシステムが相互関係する System of Systems (SoS) が注目されているが、この SoS を認識するためには、MDM 的な構造の認識手法、構造化手法は親和性が高いものと理解でき、MDM による SoS を対象とした構造分析手法が待望されるところである。

MDM の特徴的な手法として、関係の類推がある。要素間のある種類の関係から、関連する要素間の別の種類の関係を類推する手法である。類推方法は関係の種類に応じて様々な議論が必要であるが、例えば、Amazon 等の商品のレコメンデーションではユーザの購入履歴を使ってユーザー間の関係を抽出し、多数の商品の中から購入を推薦する商品を推薦するといった関係の類推方法である。因果関係から優先関係を、優先関係から前後関係などを類推することは、関係の関係を認識することと理解でき、関係同士が関係づけられることは興味深い。

- ・ Udo Lindemann, Maik Maurer, Thomas Braun, Structural Complexity Management: An Approach for the Field of Product Design, Springer Science & Business Media, 2008/09
- ・ 青山和浩, 大泉和也, 古賀毅, 製品システム設計におけるシステムの構造分析とマネジメント-横幹, 2016
- ・ 外山味之 構造マトリクスとは, 第 1 回横幹連合コンファレンス 補助説明資料,
- ・ 外山味之, 飯川雅孝, 構造マトリクスによる経営管理システムへのアプローチ、オペレーションズ・リサーチ、Vol.27 No. 7 1982 p402-408

構造化手法を用いた問題の可視化と問題定義

既述したデジタルアーキテクチャ・デザイン・センターの設置目的は、アーキテクチャデザインの重要性／必要性の認識がベースとなっている。デザインは問題解決のための行為であり、アーキテクチャデザインはアーキテクチャの問題を明確にし、その問題を解決することで理想とするアーキテクチャを実現する行為となる。そこでいうアーキテクチャをシステムの構造と解釈すれば、アーキテクチャデザインは、システムの構造が持つ問題を解決することになる。

一般的な問題解決のアプローチとしては、「問題＝目標－現状」で定義されるように、問題定義においては目標と現状の差分を明確にする必要がある。複雑な要素が絡むシステムなどは悪構造であり、現状を認識することが困難な場合が多いと言われる。したがってシステムデザインをするためにはシステムの悪構造を少しでも正しく認識することが重要となる。

本稿ではアーキテクチャというキーワードをシステムの構成要素と要素間の関係からなる構造として捉え、様々な構造化手法を紹介し、それらの手法の特徴を議論してきた。それらの議論をベースに問題解決の方法を考えると、システムの構造化手法を駆使し、対象とするシステムの現状をモデリングし、問題となる部位を明確にすることが重要であると考えられる。現状のシステムを理想化するためのボトルネックとなる要素は何か、関係は何か、さらには必要な要素は、関係は何かを具体的に議論する必要がある。

これらの構造化手法は、システムを「可視化」することに相当する。「見えない問題は解決できない」と言われるが、システムが持つ問題を解決するためには、システムを「可視化」することが重要であり、「可視化」するために必要な方法論の構築が必要であろう。しかしながら現実的には、何を「可視化」すれば良いのかは曖昧であり、「可視化」するためには要素間の関係として何をモデリングすれば良いのか議論

が必要である。さらには、要素間の関係は認識によってモデリングされるので、体系的にモデリングする手法の確立は必要不可欠である。

さらに、システムは階層構造を有すると指摘されることも多く、多様な領域を考えると同時に、階層構造を認識したシステムの理解は重要である。このシステムの階層性については、安浦は社会や産業の5階層モデルを示している。

- I. 制度・体制層(社会の制度や政治・経済体制)
- II. サービス・システム運用層(製品やコンテンツを組み合わせたサービスの運用)
- III. 製品・作物・作品層(一般利用者が直接購入し利用する対象)
- IV. 製造技術・生産技術・設計技術層(自然法則を利用した新しい技術の確立)
- V. 自然法則・自然現象層(自然界に内在する原理や法則の発見)

この階層モデルが示すことは、様々なレイヤーのシステムが存在し、それらのシステムの関係も含めたシステムの構造を把握する必要がある。各層には例えば下記に示すような関係構造が存在し、さらには階層間の関係構造が存在する。このような関係構造をモデリングし、構造化手法を適用して全体システムの特徴、問題点を把握することは重要であると考えられる。

- I. 制度・体制層:様々な社会制度間の関係構造
- II. サービス・システム運用層:モノやコトの関係構造
- III. 製品・作物・作品層:機能, モノの関係構造, 対応関係構造
- IV. 製造技術・生産技術・設計技術層:モノを実現するコトの対応関係, 順序関係構造
- V. 自然法則・自然現象層:自然法則, 現象における因果関係, 影響関係構造

- ・ 安浦寛人, “日本の情報通信技術(ICT)の研究開発の方向に関する提言” SLRC Discussion Paper Series, Vol.5, No.1, Sep. 2009

データ駆動型構造化手法への期待

昨今、多くのデータが収集され、活用されている。経済活動データ、顧客の購買データ、乗客の移動データ、物流データなど様々なデータが収集される。それらのデータを分析し、活用する活動も盛んである。昨今の人工知能に対する期待度が高まる中で、システムの要素、および要素間の関係の認識について期待することがある。これは、人工知能による特徴量の学習や相互関係である。丸山らは、高次元科学の提唱において多数のパラメータをもつモデルを用い、データから学習することで、従来、少数のパラメータをベースに人間が設計するのが難しかった特徴量を学習することの可能性を示している。また、深層学習のモデルが何を学習しているのか分からないという問題が指摘されるが、説明可能 AI(Explainable AI, XAI)という研究が盛んに進められている。例えば、精度を落として解釈の可能性を上げる研究や、学習時にどこが顕現性が高いかを可視化する研究や、人やモノのつながりを表すグラフ構造のデータから新たな知見を導く新技術「Deep Tensor」などの研究がある。このように、人工知能的な機械学習を有効活用した Data Analysis 手法の構築や、深層学習による特徴量の抽出手法など、膨大なデータから得られる情報の活用の期待は高まっている。

- ・ 丸山 宏:高次元科学への誘い、
https://japan.cnet.com/blog/maruyama/2019/05/01/entry_30022958/
- ・ 原 聡, 私のブックマーク 説明可能 AI(Explainable AI), 人工知能学会,
https://www.ai-gakkai.or.jp/my-bookmark_vol34-no4/
- ・ 富士, 森田, 後藤, 丸橋, 穴井, 井形, Deep Tensor とナレッジグラフを融合した説明可能な AI,
FUJITSU, 69,4,p.9-96(2018)

おわりに:データの集約と学習, 知能化と問題認識の連携

旧来の構造化手法では, そのモデリングにおいて人の豊かな経験に根差した知識を駆動し, システムを構成する要素や要素間の関係をモデリングしたが, その知識だけでなく, 先に挙げたデータ駆動による因果関係や特徴量の抽出などによるモデリングの支援が期待できる。大澤らは多種多様なデータを集約して新たな価値を創成するシステムのデザイン手法を提案しているが, そのような取り組みに対しても, 収集されるデータからシステムの構造を把握し, 問題を明確にし, 解決すべきポイントを把握する構造化手法の構築が待望される。

松尾は, 人間の知能を二階建てのものとしてモデル化することを提案している。一階部分(知覚運動系)は, 高等な動物と同じく, 周囲を知覚し, 適応的に行動するための学習分であり, 現実世界をトレーニングデータとして多数のパラメータをモデル化する。二階部分(記号系)は, 言語や数字などの記号を扱い, 一階部分(知覚運動系)を必要に応じて呼び出しながら, 手続き的な処理を実行する。この二つの部分が連合し, 人間の知能は構成されていると述べている。この構成において, 知覚運動系において多数パラメータの相互作用から導かれる知識を, 記号系に落とし込むことによって, 多数のパラメータで学習されたモデルを, 人間が理解可能な形で提示する可能性を示している。この知能の二階建モデルに, 構造化手法を組み合わせることが考えられる。表現としては三階建てモデルとし, 三階部分に, MDM のような複合領域を扱う構造化手法をベースとする構造系の知識を構築する。この構成によって, 学習, 知能, 問題認識が連携するのではないかと期待する。このイメージは単なるアイデアに過ぎなく, 今後の深い検討が必要である。

- ・ 早矢仕晃章, 大澤幸生: “データシャケットを用いた異分野データ連携,” 人工知能学会誌, AIとデータ-データに基づく意思決定と社会イノベーション創出-特集,” Vol.33, No.2, pp. 140-148. 2018.
- ・ 松尾 豊, 深層学習と人工物工学, 第 10 回横幹連合コンファレンス, 2019

(2020年6月4日原稿受領)

I センター情報

1. 横断型基幹科学技術研究団体連合との連携・協力推進の覚書締結

特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)(会長 安岡 善文)と、一般社団法人システムイノベーションセンター(代表理事・センター長 齊藤裕)とはシステム科学技術の発展・普及における連携・協力の推進に関する覚書を2020年5月1日付で締結しました。

目的

両組織の研究開発形態及び人材等を活かし、システム科学技術分野における先進的な共同研究及び戦略的な人材育成に関して連携・協力することによって、我が国の産業、学術及び科学技術の発展と社会振興に資することを目的とする。

次の事項について連携・協力を推進する

- (1)共同研究等の研究協力
- (2)甲の会員学会と乙の会員企業の特質を生かした本協定に関わる協力活動
- (3)教育、啓蒙、社会活動やシンポジウム等の共催及び相互後援
- (4)学術資料、刊行物及びその他情報の交換
- (5)その他、本協定の目的を達成するために必要な協力



特定非営利活動法人

横断型基幹科学技術研究団体連合

Transdisciplinary Federation of Science and Technology

<https://www.trafst.jp/>

以上

2. 「システム構築のための数理モデリング講習会」開催報告

主催 SIC 人材育成協議会

大道 茂夫(SIC 実行委員(個人会員 東芝デジタルソリューションズ株式会社))

1. はじめに

コロナ禍での外出自粛要請のため2度延期されたが、2020年5月29日から30日に、はじめてのオンライン講習として開催された。試験的要素もあり参加費を全員無料とした。

2. システム構築のための数理モデリング講習会とは

「システム構築のための数理モデリング講習会(以下、講習会)」は、SIC が掲げる基本方針の一つである「システム(化)人財」の育成のために SIC 人材育成協議会にて企画された講座の1つである。

サイバーフィジカルシステムにおいて、計算機内の数理数値の世界であるサイバーと、物理世界のフィジカルを橋渡しする接着面がモデルである。現実世界を客観的に表現し、モデルとして表現するのがモデリングである。

モデリングには定性的モデルと定量的モデルが存在し、本講習会では「定量的モデル(数理モデル)」について初歩から実例を通してその概略を理解することを企図している。

今回は、新型コロナウイルスの蔓延により、外出自粛が行われている最中でもあり、SIC としては初のオンライン開催とした。

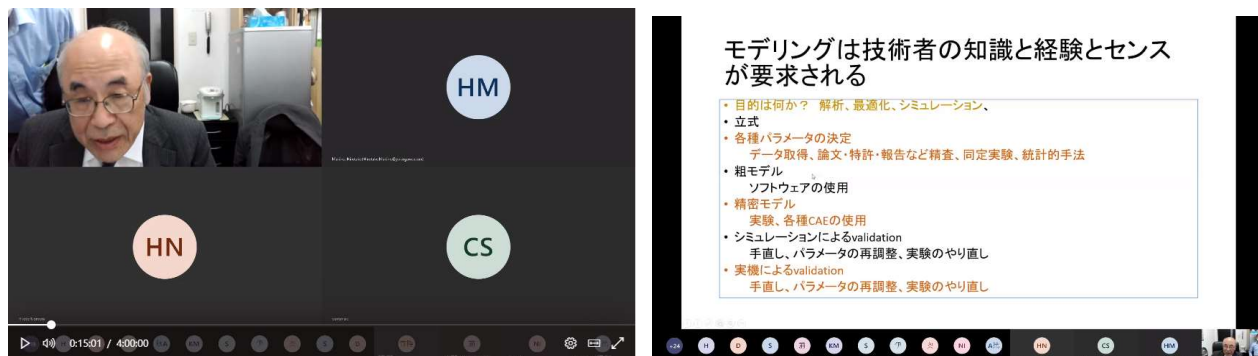
講習会のプログラム

1日目	2日目
システム構築とモデリング総論 木村 英紀(SIC 理事・副センター長)	エネルギー・インフラのモデリング 飯野 穰(早稲田大学)
システム同定データに基づくモデリング 奥 宏史(大阪工業大学)	社会問題・経営問題のモデリング 寺野 隆雄(千葉商科大学)、高橋 真吾(早稲田大学)
例題演習 奥 宏史(大阪工業大学)	鉄鋼業の品質管理におけるモデリングの応用例 茂森 弘靖(JFE スチール株式会社)
	相談会

3. システム構築とモデリング総論

SIC 木村副センター長から本講習会を開催するにあたり、我々が普段から使用してあまり意識しない「モデル」という言葉がいかにか多元的かについてを冒頭に触れたことで受講者に多様性を認識してもらえたと思われる。モデルは理論と異なり、主観が入っても良いというポイントはこれからモデリングを学ぶ受講者には非常に重要なメッセージであり、後述するが一線の研究者がまさに実践していることを講義にて確認することができた。

これからモデリングが行える技術者になり実践していくために、どのようにアプローチすべきかについて詳述頂き、後半は3つの例題(軽金属の圧延、免疫系、サスペンション)の紹介があり、サスペンションのモデルについての失敗・成功談と成功のポイントは、これからモデリングに取り組む者にとって非常に有益なものであった。



木村副センター長によるオンライン講義の様子

4. システム同定データに基づくモデリング

システム同定はモデル定義を支援するもので難解と言われるが、昨今取り沙汰されている機械学習と手法似通っておりそれほど敬遠するものではないとのことであった。完全にブラックボックスで同定することは難しく、実際には、物理モデリングにより対象の知識を得てグレーボックスとすることで、より良いモデルを求めることができる。講義では、これからシステム同定を行う技術者に一般的な手順を与え、いくつかの典型的なシステム同定法を紹介して、次の例題演習につなげた。

5. 例題演習

事前にデータ入力された Excel シートを受講者に配布し、手順に従って操作しながら、最小二乗推定値を求める演習。演習用シートと手順が良く整備されていたこともあり、各自が講義を受けながら Excel シートを操作し最小二乗推定値を求めるために必要な処理に関して理解を深めることができた。

6. エネルギー・インフラのモデリング

これまでエネルギーに関するインフラに対してどう物理モデルを構成してきたかをいくつかの例をもって説明された。物理モデル一辺倒ではなく、統計モデル・データサイエンスアプローチについても述べられ、特にパターンマッチング法の適用については詳説頂き、モデリングを行う技術者の引き出しの多さ、思考の柔軟性が必要であることを実感するとともに、木村副センター長が述べられたモデルには主観が入ってよいということが一線の研究者によってまさに実行されていることを感じる事ができた。

7. 社会問題・経営問題のモデリング

社会問題におけるマイクロ・マクロリンクは企業内で日々起こっていることであり、硬直的と言われる日本企業の経営者には是非とも知っていただきたい内容で、さらに言うなら「知るべき内容」である。アーキテクチャとコードなども身の回りの例などを提示され非常に理解しやすいものであった。

マイクロ視点のアプローチに関する講義では、エージェントの意思決定についての解説にはじまり、ゲーム理論の囚人のジレンマに関する解説に加えて、それがどう社会適用できるのかを例示頂いた。

ABSS では Facsimile Model を解説頂き、企業であればよく起こり得るシチュエーションに対する対策が ABSS にて評価できることは興味深く、如何に日本企業の運営がシステム化の恩恵を受けていないかを知ることとなった。

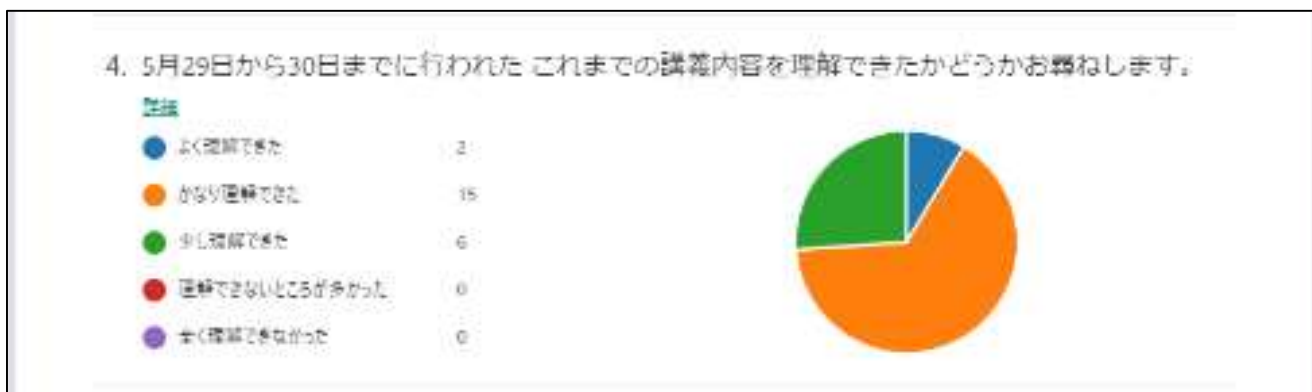
8. 鉄鋼業の品質管理におけるモデリングの応用例

鉄鋼業の品質に関してどのようにシステムを接地させてきたかについて実例をもって解説頂いた。JIT modeling を用いてどのようにモデルが改良され、業務を変えていったかを詳説頂いた。

9. セミナーについて

システムの概要から始め、モデリング手法へと続け、最後に具体的な社会実装とその効果を知ることで、受講者にモデリングの醍醐味を知ってもらえる非常に良い構成であった。

今回はオンラインセミナーだったので、Microsoft Teams、Forms を使用した講義として設計された。講義は Teams 会議を使用することで、双方向性を担保し、音声による発言、会議チャットの活用を期待したが、発言や書き込みを引き出すことはできなかった。講師もリモートであったので、回線トラブル、機材トラブルなどが発生し、オンラインセミナーの難しさを体験することとなった。一方、アンケートやクイズの集計が迅速に行え、結果を即座にフィードバックでき、講師から有益な情報提供を行うことが容易になったことは、オンラインならではのと言える。



Microsoft Teams、Forms、アンケート結果の活用イメージ

参加企業(人数) (順不同)

正会員

NTT コミュニケーションズ株式会社(4)、三菱重工業株式会社(5)、富士通株式会社(2)
株式会社 NTT データ(2)、横河電機株式会社(4)、株式会社日立製作所(2)
SCSK 株式会社(3)、株式会社構造計画研究所(5)

非会員

日本郵船株式会社(3)、東洋理機工業株式会社(1)

合計10社、31名

以上

3. 「システム構築のための制御講座」開催案内

主催：SIC 人財育成協議会

開催日：2020年7月3日(金)PM、4日(土)AM,PM

講義形式：Microsoft Teams によるオンライン講義

受講料：正会員企業の社員は2名様まで無料、2名を超える者および非会員は15,000円/人

講座の特徴

1. 企業がデジタルトランスフォーメーションやシステムイノベーションを実現するために必要な制御工学のための有用な基礎、そして最前線の知見を、わが国の制御工学・制御理論研究の第一線で活躍している研究者が提供する。
2. 「企業が現実に抱えている具体的問題」や「企業がシステム最適化技術に持っている期待」をアカデミアの制御工学・制御理論研究者が共有し、可能であれば共同研究の端緒とする。
3. 最近の先端的な応用・展開だけではなく、制御系設計の基礎理論や、他分野へ応用可能なカルマンフィルタによる状態推定と予測手法について講義を提供する。理論的な詳細には深入りしすぎずに各方法・内容の本質を広く理解することを通して、その全体像を把握することを目的とする。

プログラム詳細および参加申し込み方法等は下記 URL をご参照ください

<https://sysic.org/news/1877.html>

以上

4. 計測自動制御学会ポストコロナ未来社会緊急ワークショップ協賛

公益社団法人計測自動制御学会(SICE)主催 緊急ワークショップ「パンデミックとシステム・制御・ネットワーク理論」に協賛しました

開催日 2020年6月6日(土)

開催方法 Zoom によるオンラインワークショップ

参加資格 SICE 会員、協賛団体会員(参加費無料)

「感染制御の政策課題」のタイトルで木村英紀 SIC 理事・副センター長(東京大学名誉教授)が特別講演をされました。

特別講演概要： 感染を制御するための政策立案のポイントは、感染者の増大とそれを防ぐための接触遮断政策の社会的経済的コストとのバランスを取ることと考える。この視点に立って最適制御の可能性を議論する

以上

Ⅱ 活動報告

1. 会合報告

新型コロナウイルス感染拡大の影響で、3月より産学交流会、SIC フォーラムの開催を自粛しております。

2. 会合予定

2020年度第3回実行委員会開催予定

- 日時 6月17日(水) 15:00~17:00
開催形式 Microsoft Teams によるオンライン開催
議題
- ① 分科会活動報告 スマートフードシステム活動報告
 - ② 新任実行委員の紹介(退任含む)
 - ③ モデリング講座実施報告
 - ④ 今後の研修講座の開催予定
 - ⑤ その他: オンライン化の拡大についての方針と意見交換

以上

Ⅲ 正会員一覧

インタセクト・コミュニケーションズ株式会社
NTT コミュニケーションズ株式会社
KDDI株式会社
株式会社 NTT ドコモ
株式会社 Cogent Labs
株式会社ソビー
株式会社東芝
株式会社日立製作所 横浜研究所
株式会社三井住友銀行
損害保険ジャパン株式会社
デンソー株式会社
日鉄ソリューションズ株式会社
ファナック株式会社
マツダ株式会社
三菱重工業株式会社 ICT ソリューション本部
横河電機株式会社

SCSK株式会社
NTT コムウェア株式会社
株式会社 NTT データ
株式会社構造計画研究所
株式会社 JSOL
株式会社テクノバ
株式会社野村総合研究所
株式会社日立物流
株式会社三菱 UFJ 銀行
帝人ファーマ株式会社
トヨタ・リサーチ・インスティテュートインク
東日本旅客鉄道株式会社
富士通株式会社
三井不動産株式会社
三菱電機株式会社

以上31社(五十音順)

発行: 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 齊藤 裕

URL: <https://sysic.org>

事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-7 ストック新宿 1F B-19 号

E-mail: office@sysic.org Tel.Fax:03-5381-3567

編集責任者: 広報担当業務実行委員 中野一夫(構造計画研究所)