



項目をクリックすることで当該記事に進みます

寄稿

指数関数的時代の企業戦略

公益社団法人 日本オペレーションズ・リサーチ学会 会長
東京ガス株式会社 社友 山上 伸 氏

目次

I センター情報

1. SIC学術協議会特別講義第4回 「物理シミュレーションの現在 ～分子シミュレーションとAI～」
(12月20日(火)13:00-15:00) 開催案内
講師:慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 教授・博士(工学) 泰岡顕治氏
2. SIC経営者研修講座2023(2月1日(水)13:30-16:40) 開催案内
3. SIC2022年度連続講義「現代システム科学講座」第8回目 開催報告

II 活動報告

1. 会合予定
 - ① 第12回SIC戦略フォーラム開催案内(12月12日(月)14:30-15:30)(会員限定・オンライン開催)
演題 「データセキュリティとデジタルアイデンティティ」
講師 鈴木茂哉氏(慶應義塾大学 政策・メディア研究科特任教授)
2. 会合報告
 - ① 2022. 11. 2 第10回SIC戦略フォーラム開催報告
演題 「システム・オブ・システムズの時代のイノベーションモデルとビジネスモデル」
講師 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&主席研究員)
 - ② 2022. 11. 28 第8回SIC戦略フォーラム開催報告(10月開催予定が延期になりました)
演題 「最新テクノロジー活用におけるアーキテクチャの重要性」
講師 浦川伸一氏(損害保険ジャパン株式会社 取締役専務執行役員(SICセンター長))
 - ③ 2022. 11. 16 2022年度第11回SIC実行委員会開催報告

III 正会員一覧

(3) ExTech成長ステージ:6つのD

ExTechの成長ステージをダイヤモンド[4]は、6Dのフレームワークと呼んでいる。Digitized(デジタル化)、Deceptive(懐疑的)、Disruptive(破壊的)、Dematerialized(非物質化)、Demonetized(非収益化)、Democratized(大衆化)である。

デジタル化: 技術はデジタル化されることで情報を基盤とする環境に移行し、Exponentialな進化が可能となる。

懐疑的: 誕生したばかりの技術のパフォーマンスは非常に小さい。たとえ一定期間で性能が倍になるとしても、最初はなかなか既存の技術に対抗できない。そのため多くの人が初期の段階でExTechに対して懐疑的になる。1975年にコダック社で発明されたデジカメの画素数は0.01M ピクセル、100×100の解像度で、今でいえばほぼモザイクである。しかも写真[5]より)のように大きくて、メモリーに書き込むのに23秒もかかり、その間静止しなければいけなかった。3年後に0.02M、6年後に0.04M、10年後に漸く0.08Mに画素数は微増したが、つまりはずっとほぼゼロに近かった。これを見ていたコダックの経営陣は、デジカメに失望して銀塩フィルムにこだわった。



破壊的: 発明から15年後の1990年に初めて商用機が発売されるや、あっという間に画素数は増え、今では100M を超える。その結果コダックは2012年に倒産した。ExTechはその存在感を示し始めた時には、すでに手が付けられない速度になり、既存の技術・ビジネスを手あたり次第に破壊する。

非物質化: ExTechは既存のものやサービスそのものを消し去る。スマホは電話・ビデオ・デジカメ・CD・GPSなどのモノや新聞・雑誌・書籍などのコンテンツをポケットの中に入れてしまった。

非収益化: 非物質化されることで限界コストがゼロになる。かつて写真は高価だったが今はタダで撮れる。長距離電話もSkypeがタダにしてしまった。多くのものが無料になっている。

大衆化: ExTechがスケールするステージ。かつて自動車電話はお金持ちのものだったが、今ではスマホが普及していない地域を見つけることすら難しい。

(4) ExTechの10の代表例

多くの技術は情報を基盤とする環境に移行したおかげでExponentialな成長を始めている。ダイヤモンド[4]は以下の10の技術を解説しているが、詳細な説明は紙面の関係上割愛する。

- ・量子コンピューター
- ・AI
- ・ネットワーク・センサー
- ・ロボット
- ・仮想現実(VR)
- ・拡張現実(AR)
- ・3Dプリンティング
- ・ブロックチェーン
- ・材料科学とナノテクノロジー
- ・バイオテクノロジー

(5) 加速を推進する7つの力

ダイヤモンド[4]によれば、ExTechの進化の加速は3つの増幅要因が重なった結果とみることができる。一つ目は計算能力のExponentialな成長だ。(4)で取り上げた技術はすべてその恩恵を受けている。二つ目が加速する技術同士のコンバージェンスだ。変化の波が重なり合い、目の前のすべてを飲み込んでいく。たとえば、AIとロボットが融合することで、数億人の雇用が失われる。

そして最後の要因が次の「7つの推進力」の存在である。簡単に一つずつ見ていく。

推進力1＝時間の節約：電気や水道、家電製品の普及により家事労働時間は米国において1900年に週58時間だったものが今は1.5時間に短縮された。馬車で1週間かかった移動が、鉄道で1日に、飛行機で1時間に、さらにハイパーloopでもう一桁下がる。結果として、我々がイノベーションに費やすことができる時間がどんどん増える。

推進力2＝潤沢な資金：技術の進化により生活が豊かになり、イノベーションに向けられる資金もうなぎのぼりだ。デジタルテクノロジーはICOやクラウドファンディング、ソブリン・ウェルス・ファンドなど新しい資金調達方法も生み出した。

推進力3＝非収益化により、あらゆるもののコストが破壊的に下がる。1億円でできる研究の範囲が100倍に広がるとどうなるだろう。ポケットのスマホはかつてのスーパーコンピューター以上の能力を持ち、しかも1万分の1以下のコストで手に入る。センサー然り、通信然り、かつては国立の研究所でしか使えなかったツールが今はだれでも利用できる。

推進力4＝「天才」発掘のしやすさ：天才の名に値するのは全人口の1%、つまり世界には7000万人以上の天才がいることになるが、人種や性別、階級、文化などにより多くが世に出ないまま一生を終えていた。しかし、今ほぼ世界の全人口がネットでつながるハイパーコネクティッドの時代を迎え、多くの圧倒的天才が世に出てくることが期待される。

推進力5＝潤沢なコミュニケーション：コミュニケーションはイノベーションの最大の推進力の一つである。1980年代に日本で発明された3D印刷の技術は、長い間印刷できるものと言えば樹脂だけで見た目も悪く、全く期待はずれ。ところが2009年に3D印刷の特許が切れると、愛好家のコミュニティがインターネットで盛んに情報を交換しだし、今では元素周期表のほとんどのものを制覇している。スペースXのロケットエンジンも3D印刷で、鋳物よりも軽量かつ強靱である。火星移住も視野に入った。

推進力6＝新たなビジネスモデル：伝統的にイノベーションと言えば画期的な技術の発見、あるいは製品・サービスの創造を意味していた。しかし、今日最も強力なイノベーションの推進力は、「ビジネスモデル」だ。

20世紀は大体10年に一度程度大きなビジネス改革が起きたが、1990年代のインターネットの登場で、ビジネスモデルは劇的な進化の時代を迎えた。

具体的には、クラウドエコノミーやフリー&データエコノミー、さらにはスマートネスエコノミーなど現時点で7つのビジネスモデルが見えている。過去数十年のビジネスモデルの変化とは比較にならない変化が、これから起きようとしている。

推進力7＝寿命の延長：アインシュタインやスティーブ・ジョブズのような天才があと30年長く生きていたら、どんな業績を残していただろう。多くの天才たちが、人生で最も脂がのっている時期にあの世に召されてしまうというのは残念なことだ。

しかし、いいニュースもある。それは寿命が100年まで伸びるときがそこまで来ているということである。

(6) ExTechの真の破壊力＝複数技術の融合：大きく変わる社会生活と既存基盤の破壊

これまで見て来たようにExTechの進化はさらに加速するが、真の破壊力を発揮するのは複数のExTechが融合したときである。その一例をご紹介します。

(3)では10のExTechを紹介したが、その中のいくつかに、さらに再エネとバッテリーという二つのExTechが加わることで、輸送分野に大きな破壊が生まれる。

CASEとは、Connected(インターネットにつながる)、Autonomous(自動運転)、Shared(シェア)、Electrified(電化)の頭文字である。SharedはUberやLyftなどのライドシェアサービスにより現実のものとなった。タクシーより安くて便利ではあるが、未だ自家用車に比べると割高である。そこに電気自動車(EV)と自動運転が融合することで、破壊が起きる。ライドシェアのコストの半分は運転手の人件費で、自動運転ではそれが無くなる。さらに現時点ではEVの車体価格はガソリン車などの内燃機関(ICE)よりも高いが、燃費やメンテナンスさらには保険なども加えたトータルのコストでは、ICEよりもすでに安い。これが2030年にはEVは車体価格においてもICEの半分になると予想される。

これにより実現するビジネスモデルがEVロボットタクシー(TaaS: Transportation as a Service)である。すでにGoogleはアリゾナで4年前からTaaSの商用運転を開始している。百度(Baidu)も上海・北京・成都など5都市でサービスを始めており、2025年までに65都市で、2030年には100都市で展開すると発表している。現時点でICEの自家用車のコストは1マイル\$0.80程度であるが、TaaSは\$0.35。ICEの自家用車を廃車にしてTaaSに乗り換える方が合理的であるということである。

イーロン・マスク氏はTaaSを\$0.18で提供すると公言しており、これはJRの近郊料金よりかなり割安である。

TaaSは、ドアtoドアのライドサービスを電車よりも安価に提供してくれる。もちろん乗車中は好きなことをやっていると構わない。自家用車が無くなる時が目前まで来ているわけである。

これによる社会への影響は甚大だ。車を所有しなくなるので、全米では年間\$1兆の家計支出が減り可処分所得が増える。運転に費やしていた時間を別の作業に向けることで、さらに\$1兆の付加価値を生む。これは合計で年間GDPの10%にも相当する。80%の省エネ、90%のCO2削減が実現し、駐車場に充てられていた土地は都市部の18%に相当するが、これがフリーになる。大気汚染も解消し年間600万人の命が救われる。自動運転はいずれ無事故を実現し、交通事故死者120万人と、2千万～4千万ともいわれる負傷者もいなくなる。

しかし、いいことばかりではない。交通事故関連のビジネスがGDP全体に占める割合は3%もあり、これがほぼ消滅する。ドライバーもほぼ全員、労働人口の1%の相当する人々が失業する。さらに、自動車の販売台数も70%減る。これはGDPの2%に当たる。売れる車もすべてEVになるので、ICEに傾注してきた日本は大打撃を受ける。

そのほかにも複数のExTechの融合により、多くの社会生活が様変わりする。例えば、ショッピング、広告、エンターテインメント、教育、医療、寿命の延長、保険、金融、不動産、そして食糧など、ほとんどすべての生活の側面で既存の基盤が破壊される。

2. 21世紀に飛躍する企業

(1) ExO: Exponential Organizations(飛躍型企業)

スーパーエンジェル投資家として有名なDavid Roseのことに「20世紀に成功するように設計された企業は、21世紀には破滅する運命にある」[6]というのがある。20世紀に成功した大企業の特徴は直線的思考で、トップダウンでピラミッド型の組織、金銭的な結果に基づく判断、直進的で順次的なアプローチ、オープンイノベーションは苦手、過去の経験に基づく戦略策定、大量の従業員などが共通の特徴である。

S&P500企業の平均寿命は1920年に67年だったものが、今は15年に短縮している。それに対して、ExTechに基づく新しい組織運営の方法を駆使し、競合他社に比べて少なくとも10倍以上の価値や影響を生み出せる企業が出現している。Airbnb、Github、Quirky、Google Ventures、Teslaなどがそれにあたる。Salim Ismail[7]はこれをExponential Organizations(ExO)と名付けて、その特徴を分析しているのでご紹介する。

(2) ExOと20世紀型企業の違い:MTPとSCALE

MTPとはMassive Transformative Purposeの略で、野心的改革目標という組織のいわば大志といえるものである。MTPの例としては、Google:世界中の情報を整理する、TED:価値あるアイデアを広める、XPrize財団:人類に有益なExTechを実現する、シンギュラリティ大学:10億人の人々に良い影響を与える、など、ミッションステートメントとは異なる次元の大きな夢である。

21世紀に飛躍するExOは、すべてこのMTPを持っている。地球規模の変革もあれば、業界の一新を狙ったものまで、重要なことは根本的な変化を目指す点だ。

さらに、20世紀型企業とExOを明確に区別する外的環境:SCALEについて解説する。SCALEとは、Staff-on-demand、Community & Crowd、Algorithms、Leveraged-assets、Engagementの頭文字をとった造語で、一つずつ簡単に説明する。

Staff-on-demand: 身につけたスキルの「半減期」が30年というのは今は昔、現在では5年以下と言われている。如何に自社の社員が優秀でも、彼らのスキルはあつという間に陳腐化する。社外にいる人材のオンデマンド型の調達には、ExOが柔軟性と機能性を保つためには不可欠である。

Community & Crowd: 潤沢なコミュニケーションが3D印刷の技術革新を飛躍的に進めたことは前述したが、コミュニティは人材のオンデマンド調達以上に強力なパワーを提供してくれる。一例をあげると、Chris Andersonが始めたDIYDronesというコミュニティには5万人以上のメンバーが参加していて、米軍の無人爆撃機「Predator」によく似たドローンを生産して98%の機能をカバーしている。違いは本物が一機\$400万かかるのに対し、DIYDronesはたったの\$300である。クラウドは、コミュニティのさらに外側にいる、より希薄な関係の集団ではあるが、その大きさはコミュニティの比ではない。クラウドファンディングを見ればわかるように、大衆の力は強い。ただし、オンデマンドの人材調達が管理型であるのに対し、クラウドは完全にプル型で、如何にクラウドを形成するかが難問となるが、ExOは後述するEngagementの手法を巧みに使っている。

Algorithms: AIが実用に足るレベルにまで進化して、アルゴリズムはExOの重要な差別化要素になっている。20世紀型の企業はトップの勘と経験に基づいて意思決定するが、ExOはアルゴリズムを駆使して、定量的で客観的な意思決定をするだけにとどまらず、人が陥りやすいアンカリングや可用性バイアスなど複数の罠を巧みに避ける。

Leveraged Assets: オンデマンド人材調達の資産バージョン。2006年のAWSによるIT資源のオンデマンド化は、ExOの大きな転換点となった。シリコンバレーの「テクノショップ」もこの流れの一つである。Uberは世界最大のライドサービス事業者であるが、一台も車を所有していない。何かを手放すことは、未来を手にかかるともいえる。

Engagement: オンデマンド人材調達、コミュニティ、さらにはクラウドを引き付けるには人々の協調的な行動を引き出す、深いつながりを持った関係性の構築=エンゲージメントが重要になる。ExOが外部の人々を活用できるかどうかはエンゲージメントを築けるかどうかにかかっているとんでもない。

くじ、クイズ、クーポン、マイレージプログラムなど、消費者の積極的な参加を促す手法は古くから採用されているが、ここ数年、これらの手法でも情報化が進み、デジタルの評価システム、ゲーム、インセンティブなどからなる正

のフィードバックループを生み出している。

特に、ミレニアル世代にとってゲームは日常生活そのものであり、ゲーミフィケーションを駆使したエンゲージメントはこれからの必需品だ。懸賞付きコンテストも有用な手段である。Google傘下のデータ解析コンテストプラットフォーム“Kaggle”では常時二桁のコンテストが開催されていて、多くのチームが名誉をかけて競っている。

(3) 学会のあるべき姿

ExOの外的環境からも明らかなように、これからは組織の外部の人々といかに深い関係性を築けるかが重要になる。その意味で一般社団法人であるSICや筆者が会長を務める公益社団法人日本OR学会はコミュニティを提供する場として、今後社会の重要な役割を担っていく必要がある。

さらには、専門人材を育成してオンデマンド型の人材供給が可能になることも望まれる。従来この機能は大学が担ってきたものであるが、スキルの陳腐化が激しい現代において大学教育のコンテンツが現実に追いついていけないリスクが大きい。学会は、個々の大学の枠を超えて、広く社会の要請にこたえるようなコミュニティを目指すべきである。

現在20世紀型企业の間では、社員のリスクリングが重要であると言われているが、新しいスキルを身につけても5年で陳腐化しては意味がない。リスクリングは、パイソンのようなプログラミング言語を習得したり、データ解析のための統計学を学んだりすることではなく、学会のようなコミュニティにアプローチして外部の優秀な人材との関係性を築く人間力の構築に向けた方が遥かに成果が期待できる

サンマイクロシステムズの創設者のひとりである Bill Joy は「世界で最も優秀な人々はあなたのためには働いていない」[8]と言っている。けだし名言であるが、ここにはヒントがある。要は社外には優秀な人材が山ほどいるということで、これをコミュニティとして組織できればその存在価値は絶大と言える。

ExTechの時代はまさにコミュニティの時代であり、学会が目指すべき方向と言えよう。

参考文献

- [1]Ray Kurzweil:The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology, Viking (2005)
- [2]https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Moore's_Law_over_120_Years.png
- [3]Ray Kurzweil: <https://www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns> (2001)
- [4]Peter Diamandis & Steven Kotler: The Future is faster than you think, Simon & Schuster (2020)
- [5][https://www.blogoteca.eu/steven-sasson-inventatorul-aparatului-foto-digital-1975/\(2017\)](https://www.blogoteca.eu/steven-sasson-inventatorul-aparatului-foto-digital-1975/(2017))
- [6]David S. Rose: angel investing, Wiley (2014)
- [7]Salim Ismail, Michale S, Malone & Yuri van Geest: Exponential Organizations, Diversion Books; Illustrated edition (2014)
- [8][https://en.wikipedia.org/wiki/Joy%27s_law_\(management\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Joy%27s_law_(management))

著者プロフィール

山上 伸 (やまがみ しん)氏

1979年東京大学工学部計数工学科卒業、東京ガス株式会社入社、1990年 Cornell 大学 Ph.D.(OR&IE)、2014年4月東京ガス株式会社・常務執行役員、エネルギー生産本部長、2016年4月同社・常務執行役員、IT本部長、基盤技術部・環境部担当、2017年4月同社・常務執行役員、IT本部長、技術本部長、2022年4月より現職
(2022年11月3日原稿受領)

I センター情報

1. SIC学術協議会特別講義第4回「物理シミュレーションの現在」開催案内

開催日時:2022年12月20日(火) 13:00-15:00 (Microsoft Teams オンライン開催)

参加料金:SIC正会員企業の方は原則2名様まで無料、非会員は 5,000 円/人

参加申込:申込は下記からお願いします。(締切 12月16日(金))

[SIC イベント参加登録ページ](#)

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

の「第4回SIC学術協議会特別講義」の項からお願いします。

講義タイトル:「物理シミュレーションの現在 ~分子シミュレーションと AI~」



講師: 慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 教授・博士(工学)

泰岡 顕治 氏

講義内容

物理法則に従ったシミュレーションの現状についてご紹介します。特に講師の専門である分子レベルのシミュレーションを用いて、様々な例をご紹介します。

気体から液体への相変化現象、閉じ込められた空間における相転移現象、高分子などソフトマターのダイナミクス、生体分子のダイナミクスなど、水、材料、生体膜・タンパク質のシミュレーション例について説明します。また、分子シミュレーションで得られるデータを用いた AI による計算の高速化や自動解析についても紹介します。

以上

2. SIC経営者研修講座2023 開催案内

テーマ 「企業を超えた全体最適化の道を探る」
ーシステム化・デジタル化の新しい活動局面を切り開くー
(パネルディスカッションの場で経営者同士が語る)

開催日時: 2023年2月1日(水) 13:30-16:40

場所: ザ・プリンスパークタワー東京(地下2階会議室)、オンライン開催を併設

<https://www.princehotels.co.jp/parktower/access/>

講座の目的

システムイノベーションセンター(SIC)は、日本におけるシステムイノベーションを実現するために、2019年に産業界主導の組織として設立されました。変革期を迎えた産業技術を経営および社会の変革に有効にむすびつけるには、日本がかつて世界を支配した時の「ものづくり成功体験」を捨て去り、新しいビジネスの形とそれを推進する企業文化と産業構造を作り上げなければなりません。そのための鍵となるのは異なる業種業態間の連携であり、その要めとなるのが、高い性能と強い進化能を持つ卓越したシステムです。それには企業の意思決定を担う経営層が企業内あるいは業界内で強いイニシアティブを発揮し、新しい目標を指し示すことがもとめられています。SICは、そのような熱意と危機感をもつ企業が集まって作り上げた企業のチームです。この講習会ではSICの活動のリーダーシップを取っている理事らが、自らの「新しい山」のイメージを自分の経験と重ねて語ります。新しい山への道案内を通して日本の経営者層が新しい山への理解を深め自社のビジネスの変革の音頭を取り、それを通して日本の産業界の変革が進むことを願っています。

対象とする聴講者: 取締役、執行役員、事業部長クラスの方で企業内部において意思決定を担っておられる方。特にデジタル化やシステム化の担当者、あるいはそれについての課題意識を持ちながら着手する糸口を見出し得ないで悩んでいる方々を歓迎します。業種、企業規模は問いません。

開催形式: 聴講者とSIC理事を中心とした経営者とがフロアで語り合う場を設けるという内容で、講師のパネルディスカッションによる小規模な講座を企画いたしました。対面を重視する形式とし、ディスカッションを行う場所に聴講者の半数ほどが実出席し、他の聴講者はオンラインで参加する「ハイブリッド方式」で行います。

定員: 会場(ザ・プリンスパークタワー東京・地下2階会議室)に実出席20名とオンライン出席20名の参加を募ります。

参加料金: 10,000円

申込方法: 申込は下記からお願いします。[SIC イベント参加登録ページ](https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html)
(<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>)
の「SIC経営者研修講座2023」の項よりお願いします。

本講座のパンフレットをSIC事務局に準備しております。必要な方はお申し出ください。
広く会員外の方にもご案内いただければ幸いです。

プログラム (2月1日(水)13:00-16:40)

13:30-13:35 オープニング:主催者挨拶、趣旨説明 SIC代表理事・センター長 浦川伸一

13:35-15:30 「企業を超えた全体最適化の道を探る」

高度成長期における分野連携の成功事例紹介

SIC理事・副センター長 木村英紀

パネルディスカッション (各15分+質疑10分)

コーディネータ:SIC実行委員 藤野直明

浦川 伸一 SIC代表理事・センター長 損害保険ジャパン株式会社取締役専務執行役員

題目「最新テクノロジー活用におけるアーキテクチャの重要性」

内容:DXがブームとなり数年経過したが、変革を確実に進め、収益貢献している事例がどれだけ増えたであろうか。企業単独ではなく協創DXが叫ばれるが、テクノロジー、特にアーキテクチャの整備が今後の日本経済復興の大きなポイントと考える。経営者としてどの様に取り組むべきか、皆さんと議論したい。

齊藤 裕 SIC理事 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) DADCセンター長

題目「企業連携によるデジタルエコシステムが実現する Society5.0 の世界」

内容:欧州は Catena-X などサプライチェーン全体に亘るデータ連携を可能にするデータエコシステムの構築を進めているが、日本でも企業・業種を超えてデータ連携・システム連携をしながら、共創し発展していく Society5.0 実現のキーとなるデジタルエコシステムの構築を目指すDADCの活動を紹介したい。

古田 英範 SIC理事 富士通株式会社代表取締役副社長 COO

題目「企業の生き残りと日本を強くするためのシステム連携の仕組み」

内容:既存のシステムをどうDXのためにトランスフォーメーションするか。一方、サーキュラーエコノミーやサステナブルが唱えられるなかでは、それは1企業だけでは実現することはできない。そのため企業同士の連携を業務改革とシステム実装との両面でどうやって取り組んで行くかを提示したい。

船生 幸宏 横河電機株式会社常務執行役員(CIO)

題目「グローバル全体最適を目指したシステムアプローチについて」

内容:DXのベースの考え方はデータの活用にある。データを活用するためにはデータ統合が必要で、そのためには、システムの統合が必要になる。System of Systems の時代、データの統合範囲が組織内→企業内→企業間と拡がりを見せており、デジタルで如何に繋がるかが問われている。グローバル全体最適を指向したシステム・データ統合について、弊社の経験を踏まえ、そのアプローチを提示したい。

15:30-16:30 全体ディスカッション

16:30-16:40 クロージング

SIC理事・実行委員長 松本隆明

以上

3. SIC2022年度連続講義「現代システム科学講座」第8回目 開催報告

開催日時： 2022年11月12日(土) 13:00-17:30

開催場所： 講義会場(住友不動産新宿グランドタワー(西新宿)5F 会議室)と
オンライン参加のハイブリッド形式

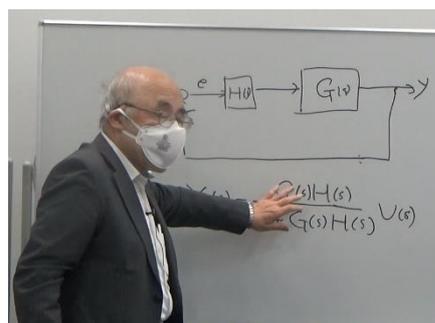
受講者数： 68名(内会場受講6名)

講義8 テーマ：「制御：産業界は制御から始まった」

【受講者ルポ】

講義8-1 「制御とシステム構築」:講師 木村英紀氏(SIC副センター長、東京大学・大阪大学名誉教授)

本講義のテーマである制御はこれまで各論で扱ったモデリングや最適化、予測と推定を駆使し、産業分野や社会での実装も念頭に応用的な事例やシステムの構築、評価をする分野である。講義の前半では木村先生から制御工学の代表的事例やこれまでの講義を活用した制御手法をご紹介いただいた。



制御を数学的に扱う表現形式には伝達関数による入出力表現と状態関数による入出力の関係式と入力微分方程式を連立する表現がある。

状態空間の表現では以下の二点が成立するかが重要な点になる。

- 可制御性: 任意の初期状態から任意の終状態に遷移できる入力が存在する。
- 可観測性: 任意の時点の出力から初期状態を決定できる。

可制御性と可観測性の間には双対性があり、ある可制御な状態空間のモデルの双対モデルは可観測であり、これは可制御と可観測を入れ替えても同様である。

応用的な制御手法として評価関数を最小とするフィードバック利得を計算する最適レギュレータと最適レギュレータを逐次的に予測するモデル予測制御がある。前者は双対システムのカルマンフィルタを与える。また後者は機械計算の速度向上により応用可能範囲がひろがった。

応用例としては以下の三つが紹介された。

- 倒立振り子
- アルミ圧延機
- アクティブサスペンション

これらの詳細については第1回目にて紹介されているため割愛する。

講義8-2 「制御工学の展開」:講師 滑川 徹氏(慶応義塾大学理工学部システムデザイン学科教授)

滑川先生からは、最新のテーマやモビリティに関連する制御工学の応用事例をご紹介いただいた。近年の制御工学においては複雑システム、複数要素が対象となり、分散、協調制御やネットワーク制御、最適化、ゲーム理論といった要素を取り入れている。具体的には以下の応用例をご紹介いただいた。

- UAV(小型無人航空機)のフォーメーション制御



- ハイブリッド車や電気自動車に関連した検討

複数のUAVを制御するシステムの大きな方針は以下の二つがある。

- 集中制御手法(従来手法):中央システムで全体を制御する。
- 分散制御手法:各UAV間で取得した情報を基にしつつ各々を制御する。

前者ではUAV単体の機能は単純でよいが、制御対象のUAVを増やすには中央システム側からの制約を受ける。一方で後者は各UAVが自立する必要があるが、制御対象のUAVの数の影響は少ない。

講義では分散制御手法について取り扱った。この手法では相互にリンクしたUAV間で特定のパラメータの差分から定義した合意値が特定の値に収束するよう制御する。次の3つの条件を前提としてフォーメーション制御を検討した。①UAVは直接、間接的にリーダーの情報を取得可能。②UAV間のリンクは相互的である。③リーダーは他のUAVに連動しない。

ネットワーク科学の手法を用いて解析しUAVが一定のフォーメーションを形成することが示された。

また衝突回避アルゴリズムの検討ではUAV単体のモデルとして Quadrotor 非線形モデルを考慮する必要がある。Quadrotor 非線形モデルはUAVの運動を位置や姿勢、速度等でモデル化している。

衝突回避アルゴリズムとして次の2つの方法が紹介され、いずれの方法でもフォーメーション制御と衝突回避を両立できた。①ルールベースの手法:衝突回避のためUAV同士の安全領域の干渉から人工ポテンシャル場を与え回避行動をとらせる。②最適化ベースの手法:モデル予測制御を使いNステップ先の予測軌道に対して評価関数から衝突回避をする。

また、ハイブリッド車や電気自動車に関して、ハイブリッド車の燃料効率、NOx 排出量最適化や電気自動車の充電スケジューリングやパーキングシステムについて予測モデル制御やゲーム理論を活用した事例をご紹介いただいた。

(ルポ:白川正之(構造計画研究所))

【講師プロフィール】

木村英紀(きむら ひでのり)氏

1970年東京大学大学院博士課程修了、大阪大学基礎工学部助手、講師を経て1986年大阪大学工学部教授、1995年東京大学工学部教授、2001年理研トヨタ連携センター長、2011年科学技術振興機構研究開発戦略センターシステム科学ユニットリーダー、2015年早稲田大学特別招聘教授、2019年(一社)システムイノベーションセンター(SIC)理事・副センター長、この間計測自動制御学会会長、横幹連合会長、日本学術会議会員、アジア制御協会会長などを歴任。国際自動制御連合(IFAC)より Giorgio Quazza メダル、2021年にはIEEE Control Systems Award をそれぞれアジアで初めて受賞されるなど、国内外にて多数の賞を受賞

滑川 徹(なめりかわ とおる)氏

1994年金沢大学大学院自然科学研究科システム科学専攻博士課程中退、同年同大学工学部電気・情報工学科助手、同講師を経て、2002年長岡技術科学大学機械系助教授、2006年金沢大学大学院自然科学研究科電子情報科学専攻助教授、2009年慶応義塾大学理工学部システムデザイン研究科准教授を経て、2014年同教授となり現在に至る、博士(工学)

SIC事務局よりお知らせ

次回の延期された第5回目「学習:AIの過去・現在・未来」(12月10日(土)午後開催)の個別受講を申込される方は、右記URLより申し込みください。 <https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

Ⅱ 活動報告

1. 会合予定

① 第12回SIC戦略フォーラム(12月12日(月)14:30-15:30)開催案内

参加資格者: SIC会員限定(オンライン開催)

参加申込: 参加申込は、[SIC イベント参加登録ページ](#)

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

内の「第12回SIC戦略フォーラム(2022年12月12日(月))」よりお願いします

講演題目 「データセキュリティとデジタルアイデンティティ」

講師 鈴木 茂哉氏 慶応義塾大学 政策・メディア研究科特任教授

概要

昨今、サイバー空間におけるトラストに対する取り組みが活発化している。インターネットにおける様々な情報の信頼性が揺らいでいることや、様々な人々の活動を集約するタイプのビジネスが大きな議論を巻き起こしていることにも起因する。これまで用いられてきたシステムが、アイデンティティ管理も含め、プラットフォーム事業者などの各サービスに依存し、サイロ化され、外部からの検証可能性が低いという点に課題を感じるステークホルダーが増えてきている。この課題へ対応するために、集中型から非集中型へのシフトが試行されているが、このためには、扱われるデータの検証可能性の確保が必須である。これらの状況を踏まえて、2020年10月に「Trusted Web推進協議会」が発足し継続的に活動が行われている。また、実現するための技術として、ここ数年、いわゆる非集中型(decentralized)システムが注目を浴びている。様々な技術の中で、特に、自己主権型と呼ばれるアイデンティティ(Self Sovereign Identity)の実現を主眼としてW3Cで標準化されたDecentralized Identifiers (DID - 非集中型識別子) と、DIDとの組み合わせでプライバシーを確保できるデジタル証明書規格であるVerifiable Credentials (VC) は極めて重要である。

本講演ではTrusted Webに深く関わるとともにW3CでのDIDやVCの標準化に携わる講演者により、慶応義塾大学 SFC 研究所トラステッド・インターネット・アーキテクチャラボ、および、慶応義塾大学SFC研究所ブロックチェーンラボを取り巻く活動について、認証・安全という視点から紹介する。

以上

2. 会合報告

① 2022. 11. 2 16:00-17:00 第10回SIC戦略フォーラム開催報告

参加人数：25名(講師、事務局含む)/申込者数39名(会員限定) (MS Teamsによるオンライン開催)

司会 木村英紀 理事・SIC副センター長

講演題目 「システム・オブ・システムズの時代のイノベーションモデルと
ビジネスモデル ~DXの本質と『社会生態系のマネジメントへのパラダイムシフト』~」

講師 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&主席研究員

早稲田大学理工学術院大学院客員教授/日本経営工学会副会長

日本オペレーションズマネジメント&戦略学会理事/日本オペレーションズリサーチ学会フェロー

概要

- ① DXとは:システム・オブ・システムズの時代へのパラダイムシフトと考える。システムズ・オブ・システムズとは、要素技術がシステムとして統合され、さらにシステムが他のシステムと結びつき、巨大な社会システムが創造されていくという考え方である。これを前提に、MITの数100社に対する調査・研究を基に提唱されたデジタルビジネスモデル(DBM)のフレームワークを紹介され、デジタルエコノミーにおいて成功となるためのフレームワークを解説された。
- ② イノベーションモデルの変革:産業システムアーキテクチャ設計≒政策的なオープンイノベーションの推進が必要になる。オープンイノベーションには、前競争活動としてモジュール設計活動が重要である。必要なモジュールがない時に、それを作ろうとするベンチャービジネスが生まれる。
- ③ ビジネスモデルの変革:製造業のサービタイゼーションを意味する。製造業のサービタイゼーションというコンセプトは、ペンシルバニア大学ウオートン校のモリス・コーエン教授が、2013年に世界POMS大会(オペレーションズ・マネジメント&戦略)でコマツの例で紹介。
- ④ パラダイムシフトとシステムの経済:製造業のValue Chain全体のデジタル化を推進、同時にAPIとAASの国際標準化によりイノベーション(創造的破壊と新結合)を加速、世界中の企業が創造した先端技術を世界市場で早期にサービスとして展開することにより、世界経済の成長とSDGsの実現を加速することになる。

参考:藤野, 特集 アナリストが知るべきDX「海外でのDXの進展—DX・第4次産業革命の本質と日本の閉塞・陥穽、未来萌芽」(証券アナリストジャーナル,公益社団法人日本証券アナリスト協会、2022年2月号、第60巻 第2号)

(ルポ:中野一夫(SIC実行委員))

講師プロフィール

藤野 直明(ふじの なおあき)氏

1986年早稲田大学 理工学部 物理学科卒 (理論物理専攻)、1998年東京大学大学院 工学系研究科 先端学際工学専攻 博士課程単位取得、1986年株式会社野村総合研究所入社 ビジネスイノベーション事業部長を経て、現在同社 シニアチーフストラテジスト&主席研究員、未来創発センター 兼 産業ITイノベーション事業本部 兼 システムコンサルティング事業本部



講演中のスクリーンショット

② 2022. 11. 28 16:00-17:00 第8回SIC戦略フォーラム開催報告

参加人数:35名(講師、事務局含む)/申込者数62名(会員限定)(MS Teams によるオンライン開催)

司会 木村英紀 SIC理事・副センター長

講演題目「最新テクノロジー活用におけるアーキテクチャの重要性」

講師 浦川伸一氏 損害保険ジャパン株式会社 取締役専務執行役員

SOMPOシステムズ株式会社 取締役会長 (SIC代表理事・センター長)

概要

時代背景: 企業経営を取り巻く環境変化は、昨今の状況は複数の分野の異なる背景が絡み合い、読み取る難易度が高度化している。日本ではDXが遅々として進まず、「失われた xx 年」が永遠に続きかねない。これからは、テクノロジーを軸に多層的な視野が成否を握る!

DX時代に必要な技術とは: 既存産業の持つ代表的危機感であるトランザクション量が激増および基幹システムでの製品・サービス対応の限界。これら課題を解決するためにはこれまでの垂直統合から水平統合へビジネスモデル変革を余儀なくされる。協創DXを目指す理由はここにある。

インターネット技術の進化とTrust(信頼性): すべての局面でTrustが求められるが、特に人工知能の処理結果に対するTrust(XAI)は、なぜそのような結果になったのかを明示的に説明できなければならない。デジタル市場の目指すべき姿は、“一握りの巨大企業依存”でも“監視社会”でもない第三の道へ進むことが期待される。

データ流通とアーキテクチャ: AI×データ利活用の本格化は、あらゆる面で社会をリデザインするトリガーとなる。企業はAI-Read 化を強く認識し、真摯に取り組むべきであり、アーキテクチャとAIの重要性は、DXには必然となる。しかし、「内閣官房による、Society5.0 リファレンスアーキテクチャ」は、とにかく難解で、もう少しシンプルな標準化を目指すべきである。

人工知能技術(AI)の進化と活用: AI技術をシステム開発にどう紐解くかが今後の課題。ただし、機械学習工学をシステム開発に生かすためには、開発方法論、プロジェクトマネジメントへのインパクト、実プロジェクトにおける具体的なタスク定義やチームングなど、より実務経験があるメンバーの広範な参画が必要だと聞いている。そしてモダンPM(プロジェクトマネジメント)のアップデートが必要となる。

まとめ: ・時代を紐解く背景は複雑化、AIと Web3 習熟がキー、・コア技術であるインターネットは「Trust」がキー、・人工知能技術を知らない開発現場は仕事なくなる、・データ利活用はアライアンスから始めるべき、・機械学習工学は未成熟だがモダンPMへの影響は甚大

(ルポ:中野一夫(SIC実行委員))

講師プロフィール

浦川 伸一(うらかわ しんいち)氏

1984年日本IBM入社、金融機関担当部門でSE、PM等を歴任、2013年損保ジャパン/日本興亜損保 執行役員、2014年SOMPOシステムズ 代表取締役社長、2016年SOMPOホールディングス 常務執行役員 グループCIO、2020年損保ジャパン 取締役専務執行役員(現職)、2021年SOMPOシステムズ 取締役会長(現職)。

立教大学大学院 人工知能科学研究科 客員教授(現職)



講演中のスクリーンショット

③ 2022. 11. 16 15:00-16:50 2022年度第11回実行委員会開催報告

開催形式: Microsoft Teams によるオンライン開催

参加人数: 実行委員会議メンバー19名(副センター長、事務局含む)、監事2名、計21名

議題

司会 松本隆明実行委員長

1. 報告事項

1.1 戦略フォーラム開催結果と今後の予定

久保忠件事務局次長

1.2 「現代システム科学講座」第8回目(11月12日開催)開催報告

同上

と今後の予定

8月開催予定だった第5回を12月10日(土)午後、

第9回を1月14日(土)午後開催予定

2. 協議 2 事項

2.1 分科会活動

松本隆明実行委員長

① 分科会活動報告の協議

・デジタルエコノミー分科会 : 前回指摘事項(提言項目の追加)の確認
報告書は最終的には理事会で最終承認を得ることになる。

② 新設分科会

・SoS(System of Systems)分科会の準備状況の報告
分科会新設に関しては、理事会で承認を得ることになる。

2.2 2022年度第2回理事会準備状況の報告

松本隆明実行委員長

2022年度活動報告(案)の説明

2.3 2022年度予算執行状況の報告

久保忠件事務局次長

2.4 経営者研修講座(2023年2月1日(水)午後)のパネラーについて

木村英紀副センター長

総合司会:松本隆明実行委員長

パネラー: 浦川伸一氏(損保ジャパン)、齊藤裕氏(DADC)、
古田英範氏(富士通)、船生幸宏氏(横河電機)

モデレーター:藤野直明氏(野村総研)

(集客用のパンフレットを12月初旬には完成させる)

2.5 国際シンポジウムおよび次年度予算項目

同上

・ロジスティクス・サプライチェーンテーマで国際シンポジウムを開催したいが
コロナ感染拡大が続いており、しばらくは困難

・次年度予算項目に調査委託費を加える

次回、次々回の実行委員会開催予定日時

2022年度第12回実行委員会 12月14日(水) 15:00-17:00

2023年度第1回実行委員会 1月18日(水) 15:00-17:00

以上

Ⅲ 正会員一覧

SCSK株式会社	NTTコミュニケーションズ株式会社
NTTコムウェア株式会社	KDDI株式会社
株式会社NTTドコモ	株式会社クエスト
株式会社構造計画研究所	株式会社JSOL
株式会社テクノバ	株式会社東芝
株式会社ニューチャーネットワークス	株式会社野村総合研究所
株式会社日立国際電気	株式会社日立産業制御ソリューションズ
株式会社日立システムズ	株式会社日立製作所 研究開発グループ 社会システムイノベーションセンタ
株式会社日立物流	株式会社三井住友銀行
株式会社三菱UFJ銀行	損害保険ジャパン株式会社
デンソー株式会社	東京ガス株式会社
Toyota Research Institute Inc.	日鉄ソリューションズ株式会社
日本郵船株式会社	ファナック株式会社
富士通株式会社	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	三菱電機株式会社
横河電機株式会社	

2022年12月1日現在31社(五十音順)

©SIC 2022.12

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 (株式会社構造計画研究所)
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