

横幹知で推進するDX調査研究会の紹介

山本 修一郎^{*1}・船橋 誠壽^{*2}・西村 秀和^{*3}・本多 敏^{*3}

Introduction of Research Group on Promotion of DX through Transdisciplinary Science

Shuichiro YAMAMOTO^{*1}, Motohisa FUNABASHI^{*2}, Hidekazu NISHIMURA^{*3},
and Satoshi HONDA^{*3}

Abstract— The research group on promotion of DX through transdisciplinary science has been launched on April 2022. This paper describes the relationship between Knowledge Creation and DX, SECI model in digital age, the human interaction with digital technology, and the background of the establishment of this study group.

Keywords— Digital Transformation, Business and Systems Architecture, SoS, SECI model, Metaverse

1. はじめに

この調査研究会 [1] では、横幹連合として、異分野知識が共生する研究会活動を通じて、社会へのデジタル技術の進展が知にもたらす影響と、知の共創の姿を探求している。本稿では、本調査研究会で取り組む研究課題について、山本、船橋、西村、本多による解説を紹介する。

本稿の構成は次の通りである。まず、第2節で山本がDXにおける知の創造について述べる。次いで、第3節で船橋がデジタル時代のSECIモデルについて説明する。第4節で西村が人と相互作用するデジタルについて述べる。第5節で、本多が本研究会の設立経緯と委員会の構成を明らかにする。最後に、第6節で、まとめと今後の予定について述べる。

2. DXにおける知の創造

2.1 DXと問題解決

我が国のDXが、諸外国と比べて遅れている理由として、DX人材不足が指摘されている [2]。経営、事業、デ

ジタル技術に精通した「やたがらす人材」がDXを先導したという報告がある [3]。

データとデジタル技術を活用することにより、企業の具体的な問題を解決して、競争力のあるデジタル企業に変革することがDXである。しかし、我が国の企業経営者には、「D（デジタル）は分かるが、X（変革）が分からない」という声が多いようである。

手段（解決策）によって、「問題状況」を「問題が解決された状況」に変換することが、問題解決の根本構造である。

「デジタル技術により、課題のある社会を、課題が解決された社会」に変換することが社会的DXである。また、「デジタル技術により、課題のある企業を、課題が解決された企業」に変換することが、企業のDXである。

問題＝既存企業の問題、あるべき姿＝デジタル企業、解決策＝変革、手段＝デジタル技術だと考えると、デジタル技術という手段は分かるが、解決策が分からないのは、企業の問題が分からないからということになる。つまり、DXが分からない真の原因は、問題解決の根本構造を、これまでの学校教育で学習していないために、企業の問題が明確にできない点にある。

手段としてのデジタル技術やDX事例をいくら勉強しても、DXが成功することはない。企業や社会の問題を認識する能力がないと、DX人材だけではDXは進まない。必要なのは、DX人材育成ではなく、この問題解決構造を理解する人材の育成である。

企業の問題が分からないもう一つの理由は、「悪いこ

*1名古屋国際工科専門職大学

*2システムサイエンティスト（フリーランス）

*3慶應義塾大学

*1 International Professional University of Technology in Nagoya

*2 System Scientist (Free lance)

*3 Keio University

Received: 29 July 2022, Accepted: 25 August 2022.

とは起こらない」「これまでの延長に未来がある」という正常化バイアスである。したがって、この正常化バイアスの下では現状に問題がないことになるから、変革する理由がないというわけである。これでは、デザイン思考をいくら学んでも、現状に問題はないのだから、新しい価値を生むデジタル製品やサービスのアイデアが生まれることはない。

2.2 知の共生

横幹連合の英語名は、Transdisciplinary Federation of Science and Technology である。Transdisciplinary の関連用語として、Multidisciplinary と Interdisciplinary がある。この3語は、以下のように区別される [4, 5]。

【マルチディシプリナリ】 学問分野の境界を横断して新たな知識を創造することなく、異なる分野の学問知識を連携する

【インターディシプリナリ】 異なる問題を共通の枠組みで解決することを目的として、異なる学問分野の知識領域や個別学問分野の範囲を超えて専門用語や方法論を統一することによって、知識の新たな連携を創造する

【トランスディシプリナリ】 現実社会の具体的な問題解決を目的として、異なる学問分野における知識の相互作用による知識の再結合によって、新たな知識を創造する

DXのためのマルチディシプリナリ知識の例は、知識体系である。たとえば、大学一年生に教育しているデジタルデザインエンジニアリング知識体系 [6] では、①価値層（要求工学、イノベーション理論、デザイン思考、社会システム論等）、②ビジネス層（カスタージャーニー、ビジネスシナリオ、プロセス、サービスブループリント等）、③システム層（対話デザイン、安全性、セキュリティ、アーキテクチャパターン等）、④物理層（CPS）から階層的に構成している。

DXのためのインターディシプリナリ知識の例は、知識表現モデル間の変換である [7-9]。SysML, Systemigram, ArchiMate, ものこ分析図を対象として相互変換法の構築に取り組んでいる。

「学を超えて社会と連携した研究活動」が「トランスディシプリナリ研究」である [5]。「トランスディシプリナリ研究」は、複数の学問分野の知を統合して新しい社会価値創出につなげる考え方である。本調査研究会は、2022年4月から2024年3月までの予定で発足した。これまで、4回の研究会を開催している。本調査研究会の活動では、参加していただいている各学会の先生方と「複数の学問分野の知を統合して、新しい社会価値創出につなげるDXの考え方」を探求している。まさに、この活動こそが「トランスディシプリナリ研究」の実践である。また、山本は、中部品質管理協会 [9] で「2030年の質価

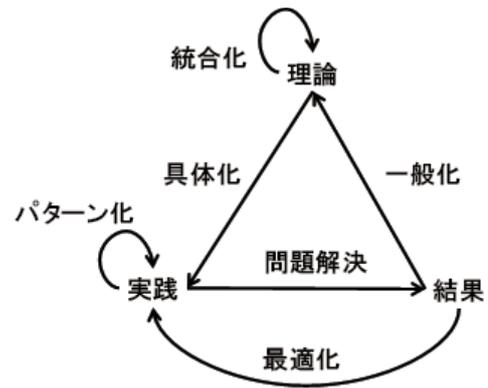


Fig. 1: Problem Solving Structure.

値創造研究会」で企業の参加者とともに、SDGs, DX, QCの知を統合して新しい価値創出を目指す活動 [10, 11]を進めている。この研究もトランスディシプリナリ研究である。この研究会の活動の中で、入出力データの関係からプロセスを導出するデータ駆動工程設計法 [12]の着想が得られた。

2.3 知の共創構造

デジタル技術を活用した問題解決の実践と、その結果だけでなく、そこから生まれる理論としての統合知が新たな実践を生む反復構造の解明に取り組む。たとえば、DXによる問題解決には Fig. 1 に示す構造がある。この図には、実践と結果からなる第1の反復構造と、結果から理論を導き、それを実践して新たな問題解決を実践する第2の反復構造がある。第1の反復構造では、結果に基づく改善により、実践手法を最適化する。既存の実践手法では問題解決できない場合、第2の反復構造を用いて、新たな問題解決のために、結果から理論にまで遡って、実践手法を創造する。また、複数の実践を集めて分類するパターン化と、複数の理論を組み合わせる統合化がある。

現状では、DXの実践事例を収集する取り組みがある [13, 14]。しかし、問題解決結果を一般化するDX理論の構築までは進んでいない。本調査研究会の成果として、DX理論の構築が期待される。

現行企業の具体的な問題解決を目的として、異なる学問分野知識の相互作用による知識の再結合によって、新たな知識を創造する。たとえば、ヒトと、AI, IoT, ロボットなどのデジタル技術との共生課題を考えるための枠組みとしてGAPDC (Goal, Actor, Process, Data, Control)を要素とするフレームワーク (Fig. 2) を考えることができる。

GAPDCでは、顧客や企業と、デジタル技術 (AI, IoT, ロボットなど) からなるアクタが共生するためのゴール、プロセス、データ、品質保証についての知識とその

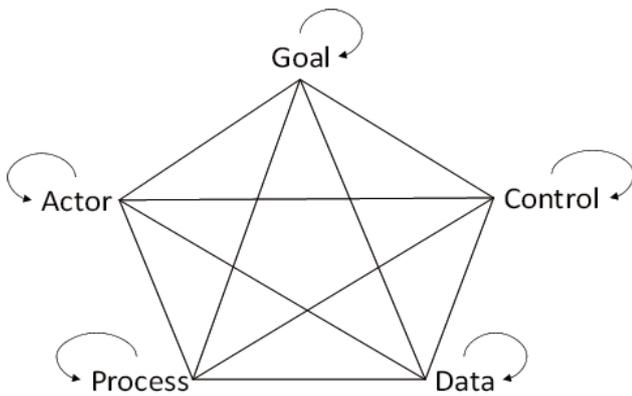


Fig. 2: GAPDC Framework.

関係を明らかにするとともに、異なる知識間の関係を分析できる。異なる理論であっても、DXを扱うのであれば、GAPDCを共通要素として含むと考えられる。したがって、GAPDCを接点として用いれば、異なる理論間を関係づけ組み合わせることにより、新たな理論を創造できる。

また、GAPDCを用いて知の統合の在り方を示す羅針盤を構成できる可能性がある。たとえば、GAPDCを軸とする5次元空間を考えることにより、各軸におけるデジタル技術との共生度を測定することにより、DXによる問題解決の成熟度を可視化できる。

社会や企業を変革する技術としてのDXと、変革された結果とを総合してあつかうことにより、DXについての横幹知・総合知を構築することができると期待している。

3. デジタル時代のSECIモデル

3.1 SECIモデルの発展

1990年代に、Nonaka and Takeuchiにより提案された企業・組織の知識創造モデル [15] は、当時のナレッジマネジメントという新たな経営情報システム概念の出現期にあって、多くの研究者や実務家から関心を集めた。このモデルは、企業・組織における知識創造は、関与者の暗黙知と形式知の相互作用によって発現するとし、この発現は、知の共同化 (Socialization)、知の表出化 (Externalization)、知の連結化 (Combination)、知の内面化 (Internalization) という4つのプロセスのサイクルを経ることによって形作られるとしている。この考えは、4つのプロセスの頭文字を連ねてSECIモデルと呼ばれている。

SECIモデルが提案されて、すでに4半世紀以上が過ぎた。この間、SECIプロセスのそれぞれを推進する「場」の概念の提示 (各プロセスに、創発場、対話場、システ

ム場、実践場が対応) やイノベーションを中核に据えた経営論としての総合化が目指されてきた。これらの努力の集大成として、最近、持続的なイノベーションを果たすにはSECIサイクルを弛むことなく回し続けるスパイラルとその推進力としての実践知 (フロネシスあるいは賢慮) が重要であるとの提言 [16] がなされている。

SECIモデルの提案当時は、インターネットの利用開始時期であったが、その後、インターネット社会、モバイル社会というように、人々の情報環境の風景は大きく変容してきている。しかし、このような環境変化に対するSECIモデルの検討はこれまでほとんどなされていない。

ここでは、DXの検討例として、情報技術が著しく進んだデジタル時代におけるSECIモデルについて、システム論の立場から考察した結果 [17] の概要を紹介する。

3.2 イノベーションにおける情報技術の活用動向と今後の展望

すでにイノベーションにおいて情報技術は様々な形で活用されてきている。ソーシャルメディアの活用として、アイデア創出のためのハッカソン、クラウドソーシングやテキストマイニングなど、着想から実装、運用に至るまでの様々な場面での利用が報じられている [18]。オープンイノベーションが提起されて久しいが、イノベーションにおけるパートナーに関する最近の企業調査では、社内のイノベーションラボの活用に加えて、外部の知識資源として、ハッカソン等のためのクラウド、大学、スタートアップがあげられており [19]、ソーシャルメディアはこのための重要なビークルになり始めている。これらに加えて、創薬にみられるように、イノベーションにおけるAIの活用も注目すべき事項である [20]。

World Economic Forum (WEF) の情報技術に関する未来展望 [21] に拠れば、これからの10年ほどは、メタバースが一層の進化を遂げて、情報技術はアンビエントなセンサー群が人々を取り囲み、感情AIの進歩も加わった形で物理世界との一体性を重視する空間的Webに移り変わってゆくことが想定される。このことは、現状とは格段の違いで様々な知識資源やサービス・モノ資源を組織外部に求めて事業構想の立案とその具体的な展開をはかることを可能にするものと思われる。

情報技術の進展は、このような関与者の連携形態の変革にかかわることに加えて、ソリューション創出に対して新しい姿を生みだすであろうことにも注目したい。システム論の進展としてアーキテクチャ立案のための定式化がMBSA (Model-Based System Architecting) [22] として試行されているが、この試みとこれからの情報技術やAIとの一体化によって、システム構築の最上流部である関与者およびその価値体系や振舞の同定、これらに基づいてソリューションの機能と実現形を明らかにするアー

キテクティングに対して、アートとも呼ばれている今日の状況から質的な変化をもたらすシステムズインフォマティクスとでも名付けられる技術基盤が出現すると想定される。

3.3 情報技術とシステム論の進展が拓く SECI モデル

情報技術やこれと連携したシステム論の今後の進展仮説を念頭に、これからの SECI モデルの姿を描いた結果が Fig. 3 である。ここでは、SECI プロセスの各段階を推進する「場」がリアルとバーチャルとのハイブリッド化するとともに、これまでの組織境界が報酬制度を模索しながらファジィ化してゆくこと、そして、基本的な SECI サイクルに加えて、いくつかの局所的なサイクルやハイパーサイクルなどが生まれることを想定している。

(1) ワークショップ等の制約開放

共同化 (S) や表出化 (E) で必須なワークショップ等においては、空間的 Web により参加者の空間的な制約が解放され、発想資源・知識資源・サービスおよびモノ資源へのアクセスがこれまでとは格段に広がった形で行うことができる。ソリューション構築のための事業パートナーの不特定化、サービスやモノのオーケストレーションの広がり的重要性から見ても、このこと自体は大変に望ましいが一方で関与者が拡大してマネジメントが大変に困難なことになると予想される。このために、戦略的かつ段階的なパートナー等の資源拡大を迅速に起こしてゆくこと (アジャイル・スパイラルアップ) が必須となる。また、表出化で新たに見いだされたパートナーに対してはチーム形成のために共同化プロセスを経ることは欠かせず、表出化と共同化でのサイクルを回すことが必要となる。

(2) コンセプト創出の強化

社会に開かれた知識資源はこれからも拡大の一途をたどると思われるが、この社会知識資源に対するテキスト・データのマイニングを中心とする情報技術によって、システム関与者である人々・組織の抽出、その価値体系や振舞いといったコンセプト創出に有用な情報がこれまでとは比較にならない視野で得られるようになる。さらに、コンセプトを成す機能や実現形の情報も得られるようになり、このことが、新たなパートナー発見・連携の入り口となる。コンセプト作りに必要な実現形の組合せ探索には益々強化する計算力が大いに貢献するであろう。「対話」を通じて表出化 (E) を行うとした SECI モデル原型に対して、AI や新たなシステム論によってシステムズインフォマティクスという形に生まれ変わってゆく。

(3) Model-Based Systems Engineering (MBSE) の徹底

すでに MBSE は自動車産業をはじめとして様々な分野で実用化が始まっている。社会的な知識資源としてデ

ジタルツインのためのコンポーネントが蓄えられつつありこれを効果的に活用して、社会レベルでの知の連結化 (C) を図ってゆくことが期待できる状況になりつつある。システム構築では検証・妥当性確認が不可欠であるが、デジタルツイン化はこの負担を軽減し迅速な出荷を可能とする。

(4) 連結化と内面化の往復

連結化 (C) であるシステム構築と内面化 (I) である運用との連携はすでに DevOps の名の下に実践され始めている。システム構築におけるデジタルツインが媒介となってこの往復を的確化することはいうまでもない。

(5) スパイラルアップのメタ認知

爆発的な進化を見せる情報記録技術によって、計測できるものすべてを蓄積できるようになり始めている。計測内容はアンビエント体験と呼ぶとおおり人間の知覚に近い因子がとらえられるようになる。知識経営の根幹である知識資産もその内容はきわめて豊富となり、とくに、SECI スパイラルアップを見届け、的確化する重要な指針を提供することとなる。戦略的スパイラルを時間軸に展開するハイパーサイクルを形作る。

SECI モデルでは、知識創造は、暗黙知と形式知の相互作用によって生まれるとした。しかし、莫大な計測・記憶空間とこれに対する演算能力の発展は、知識創造に対する新たな知的資源の出現と位置付けられる。米国では科学的発見の自動化への取り組みプロジェクト ASKEM (Automating Scientific Knowledge Extraction and Modeling) [23] が始まろうとしているが、新システムソリューションの発見というイノベーションに対してもこのような取り組みは必然的であり、このために、早急にビジョン構築と研究開発計画の立案を行うことが望まれる。

4. 人と相互作用するデジタル

Cyber-Physical Systems (CPS) に人が相互作用することを考慮して、Cyber-Physical Human Systems (CPHS) を対象とする研究がある [24] が、そこには当然ながら自然環境がありそして、社会インフラがある。デジタル技術が人の様々な営みと関係性を持つことを考えるとき、天候や地形などの自然環境があり、また、道路や橋などの社会インフラが物理エンティティとつながっていることを意図しておくことは極めて重要なことと考える。こうした幅広い領域にまたがる全体を System of Systems (SoS) [25] として考えることは、今後、ビジネスや行政などが社会に関係性をもって人々の暮らしに価値を提供しようとするときに重要となる。例えば、MaaS (Mobility as a Service) レベル 4 [26] のように地域に価値を提供することまで考えたサービスを構築するには、自治体が

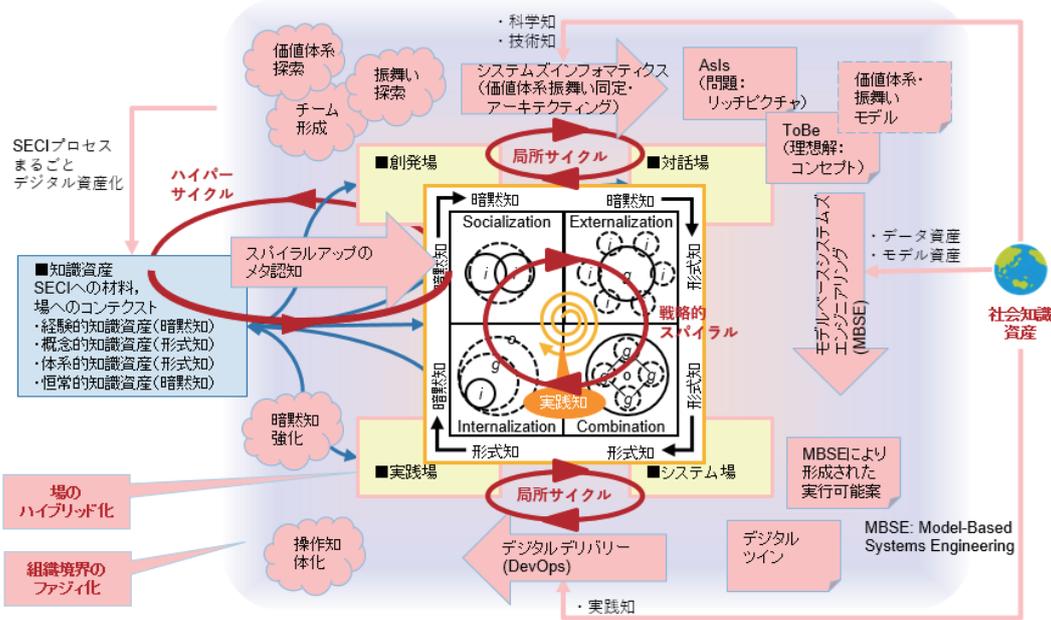


Fig. 3: SECI Model in the digital age [17].

どのような企業と連携し、どのようなデジタル技術を活用してその目的を達成すると良いのかを考えることになる。

現実の物理空間で生活し様々な営みを行っている人は、そこに提供される製品やサービスと相互作用する。人々に価値のある製品やサービスを提供するために、サイバー空間ではデジタルツインで人との相互作用を分析あるいは推論すると良いであろう。また、サイバー空間側からの様々な人への働きかけには人工知能 (Artificial Intelligence: AI) の技術が援用されるであろう。しかしながら、これらのデジタル技術の利用に際しては倫理を考慮した設計 (Ethically Aligned Design: EAD) が重要となってくる [27]。サイバー空間側からの人への働きかけが良い効果をもたらすものか、悪い影響を与えることになるのか、こうしたことを明確にしておくことが求められると考えられる。そこには、さまざま専門性をもつ多様な人々の熟議が求められ、また、意思決定の根拠とプロセスに関する透明性が求められる。さらに意図した目的のとおり CPHS が動作しているかどうかの評価を行い、速やかに修正ができるような仕組みが求められる [28, 29]。上述した関係を Fig. 4 にまとめる。

UAF (Unified Architecture Framework) [31] は SoS 全体としてサービスを提供する Enterprise Architecture を記述することができ、デジタル技術の活用をリソースとして考慮することができる。関心事と目的に基づいて戦略的計画を策定し、ギャップを補うために段階的にその能力を展開し、サービス、リソース、人員による運用コンセプトを考え、そこにあるリスクや脅威を回避、軽減す

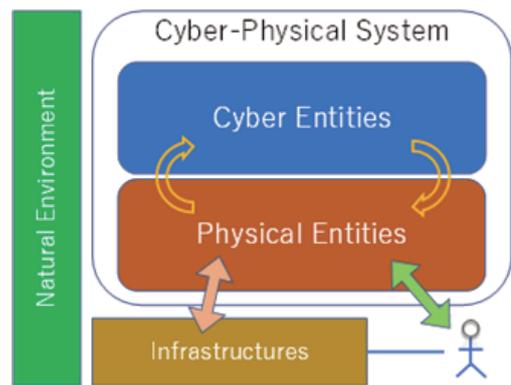


Fig. 4: Relationship among CPS, social infrastructures and human in natural environment [30].

ることをガイドする UAF の活用が期待されている [32].

DX 調査研究会では、

- ・ DX を必要としている対象 (地域 / 自治体 / 行政など) の特定とその課題
- ・ 市民および地域に長期的・持続的に価値をもたらす自治体組織の DX と行政サービスの DX
- ・ 小・中学校、高校などの学校教育の DX
- ・ 製品やサービスのライフサイクル全体を SoS (System of Systems) アーキテクチャとして記述した上での、様々な利害関係者から求められることに対応するための新たなサービスの提供

に関する調査研究をしたいと考える。

5. 本調査研究会設立経緯ならびに構成

5.1 設立経緯

2020年9月に、多価値相克状況における合意形成のための動的参照モデル調査研究会（主査：遠藤薫・学習院大学）が「急速な社会変容が予期されるウィズコロナ時代における社会と個人の意思決定や事業計画に必要な新たな理論的枠組みを構築することである。さらに、この枠組みをアーキテクチャ化することで、ウィズコロナで顕在化する多様な社会価値を弱者にとっても著しく褒貶することなく実現する倫理度指標や持続度指標の高い公共事業・産業ソリューションならびに複合災害時リスク対応に繋がる実装研究を企画する。」という趣旨のもとで設立され、現在も活動を行っている [33]。本研究会は、この調査研究会活動の中から、実装研究には本質となるDXを調査研究対象としたスピノフ研究会として設立された。

現在のメンバーをTable 1に示す。遠藤委員会にも所属するほぼ半数の委員に加えて、会員学会事務局を通じた参加募集に応じて参加する委員からなっている。本研究会の趣旨に賛同し、さらに参加いただけるメンバーを増やしていきたい。

Table 1: Group Members.

主査等	氏名	所属	学会
主査	山本 修一郎	名古屋国際工科専門職大学	MOT学会
副主査	船橋 誠壽	横幹連合	計測自動制御学会
委員	田名部 元成	横浜国立大学	経営情報学会、日本シミュレーション&ゲーミング学会
	藤井 享	北見工業大学	国際戦略経営研究学会
	西村 秀和	慶應大学	計測自動制御学会
	本多 敏	慶應大学	計測自動制御学会
	椿 広計	統計数理研究所	日本品質管理学会
	木下 智雄	東京海上研究所	日本開発工学会
	伊東 明彦	(株)ツクリエ	日本リモートセンシング学会
	喜多 一	京都大学	システム制御情報学会
	歌代 豊	明治大学	国際戦略経営研究学会
	櫻井 成一朗	明治学院大学	社会情報学会
	岩村 篤	慶應大学	
	数名		産業界(横幹技術協議会)、会員学会からの推薦
幹事学会	計測自動制御学会		

5.2 活動状況

研究会が横幹知のプラットフォーム化するためのメンバー間のオントロジーの共有のために3回の研究会をリモートで開催し、毎回3から4名の委員からの自己紹介・研究紹介・委員会への期待について話題提供と質疑・討論を行った。

各委員の話題提供の概要を以下に示す。

第一回（2022年4月20日（水）17:00-20:00）

- ・ 山本委員長（複雑化する問題の解明）
 - 第2節参照
- ・ 船橋副委員長（SECIモデルシステム論からの考察）
 - 第3節参照
- ・ 西村委員（デジタルエンジニアリングとMBSE）
 - 第4節参照
- ・ 田名部委員（研究紹介）
 - 情報システム、経営情報学、シミュレーション&ゲーミングについて 横浜ビジネススクール（デジタル変革とビジネス価値－認識科学と設計科学の統合）
- ・ 喜多委員（DX? -大学の現場から）
 - 誰もDXと呼んでくれない大学のオンライン授業

第二回（2022年5月24日（火）18:00-20:15）

- ・ 本多委員（システムズエンジニアリングと圏論）
 - システムアーキテクチャ記述言語（Systemigram, Archimate, SysML, OPM, UAF, ...）の圏論（Olog, Lens, Sheaves, Cohomology, ...）による統一の試み
 - 「DXの思考法」上がったからはじめて下がる
- ・ 藤井委員（DX時代の地域創生）
 - 時代の地域創生：北海道・道の駅コネクテッド・コンパクト・コミュニティ構想の取り組み
 - 令和時代の地域発ベンチャー企業の育成・IoTデジタル化を目的に、「北海道ホスピタリティ・イノベーション戦略（HHIS）」を推進
 - 特定施設（道の駅・テーマパーク・ホテル・オーベルジュ・病院等）のデジタル化計画でネットワーク化することで都市と同様の機能を果たす。
 - 地域型DX活用ビジネスの構想と社会実装のための基礎講座
- ・ 椿委員（データ駆動型時代のヒト・コトづくり）
 - ソリューション形成プロセスの科学としてのデータサイエンス

- データ駆動型時代のヒト・コトづくり, コトづくりのためのデータサイエンス
- 新しい顧客価値創造に必要な IT 新技術活用をリードする人材確保・育成
- 「問題解決のプロセス」を仕事の基本動作として, そこに QC, SQC, 機械学習, AI を目的に応じながら使い分けて新しい知見・ノウハウ・価値を獲得する一連のプロセスを「データサイエンス」と捉える
- ・ 木下委員 (保険と DX)
 - 中長期的視点 (メガトレンド) から, 保険会社の経営に対して大きな影響を及ぼすことが予測される社会環境の変化やリスクに関する基礎研究
 - 未来社会 (技術革新, DX, 人口動態など) / 自然災害リスク (台風, 水災, 地震)
 - 保険は情報を扱うビジネスであり, 保険と DX は親和性が高い. DX の進展により様々な分野でデータ化が進む中で, 製品の性能向上, 技術開発, 新たな技術の社会実装において, 保険は新たな役割を担う

第三回 (2022 年 6 月 11 日 (土) 10:00-12:00)

- ・ 伊東委員 (リモートセンシング分野における DX にかかわる取り組み)
 - 衛星リモートセンシングの事例紹介 (水稻の作付け・損害評価, 自然災害, SIP)
 - ドローンにかかわる取り組み (リモートセンシング, 空中管理作業, 「空の産業革命に向けたロードマップ 2021」, デジタル田園都市構想)
- ・ 歌代委員 (DX に関連する経験と問題意識)
 - DX の戦略テーマ, テーマの俯瞰, 横幹に掲載
 - DX に求められる両利き能力, 組織学習, オペレーション力・レジリエンス力・イノベーション力
 - DX に向けた両利き能力の実装仮説, CDO, DX テーマ別の推進仮説
 - 製造業の DX のとらえ方をどうするか? DX 推進体制をどうするか?
 - 知の探索力, 高次学習をどう高めるか?
- ・ 櫻井委員 (DX 研究会に期待すること)
 - 人工知能, 認知科学, ソフトウェア科学/法律人工知能
 - リーガルテックから DX という企業法務流れが実現するか?
 - 社会情報学と DX・自治体 DX / 法と経営学と DX (地域創成)

- ・ 岩村委員 (自動運転の倫理)
 - 自動運転倫理ガイドラインが制定
 - 各社の個別方針・人工知能学会は独自のガイドライン/自動運転についてはまだ

全員の紹介が終了したところで, 議論されているテーマの広がりに対して, そのマップあるいはコンパスを作成することとして, 各委員からその Theme of Themes (ToT) を A4 にまとめたメモを提出いただき, 第四回では, それをもとに, リモートでの議論を進めた.

6. おわりに

本稿では, 2022 年 4 月に設立された, 横幹知で推進する DX 調査研究会について, 設立趣意書で具体的な研究課題として提示した, 1) 複雑化する問題の解明, 2) DX の範囲の拡張, 3) デジタル知識進化のモデル化, 4) デジタルエンジニアリング, を背景に, 研究会構成員それぞれがどのように取り組もうとしているか, そこからうみだされるであろう横幹知に対する将来性と期待を示した.

各委員の ToT について, さまざまな分析を進めて創発を育み, 横幹連合コンファレンスなどで, 成果の発信をする予定である. これらの, DX の本質である抽象化 (上がる) ための研究と並行して, 社会実装をみすえた (下がる) 研究もすすめていく予定である.

多くの方々のご参加を期待している.

参考文献

- [1] 横幹知で推進する DX 調査研究会, <https://www.trafst.jp/document/chousa-kenkyuu/>
- [2] 総務省, 令和 3 年版 情報通信白書 (2021).
- [3] IPA, 「DX 先進企業へのヒアリング調査 概要報告書」, <https://www.ipa.go.jp/files/000093364.pdf>
- [4] Paul Stock and Rob Burton, Defining Terms for Integrated (Multi-Inter-Trans-Disciplinary) Sustainability Research, Sustainability (2011) 3, 1090/1113, doi:10.3390/su3081090
- [5] 鈴木久敏, “Transdisciplinarity”を巡って, 横幹, Vol. 8, No. 1, 3/4 (2014).
- [6] 山本修一郎, デジタルデザインエンジニアリング知識体系の試み, PM 学会 2021 年度秋季研究発表大会予稿集, 397/402 (2021).
- [7] Robert Cloutier, Brian Sausser, et.al, Transitioning Systems Thinking to Model-Based Systems Engineering: Systemigram to SysML models, IEEE Trans. on Systems and Cybernetics, 45, 4, 662/674 (2015).
- [8] 山本修一郎, ArchiMate による Systemigram 表現法の考察, AI 学会 KSN 研究会, KSN-030, 07- (2022).
- [9] 山本修一郎, システム思考によるデジタルガバナンス・コードの分析, KBSE2022-8, 47/52 (2022)

- [10] 2030年への企業の羅針盤づくり～DSDG フレームワーク～, 質価値創造研究会, 中部品質管理協会 (2022).
- [11] 山本修一郎, SDGsに向けたデジタル知の統合, AI学会, 知識流通ネットワーク研究会, KSN-029, 01- (2021).
- [12] 山本修一郎, 細見純子, データ駆動工程設計法の提案, 信学会, KBSE2022-24, 79/84 (2022).
- [13] 山本修一郎, DXの基礎知識, 具体的なデジタル変革事例と方法論, 近代科学社 Digital (2020).
- [14] IPA, 中小規模製造業者の製造分野におけるデジタルトランスフォーメーション(DX)推進のためのガイド, <https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/mfg-dx.html>
- [15] Nonaka, I. and Takeuchi, H.: The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, 1995 (梅本 訳「知識創造企業」東洋経済新報社 1996).
- [16] Nonaka, I. and Takeuchi, H.: The Wise Company, How Companies Create Continuous Innovation, Oxford University Press (2019) (黒輪 訳「ワイズカンパニー」東洋経済新報社, 2020).
- [17] 船橋: デジタル時代の SECI モデル—システム論からの考察, サービス学会第 10 回国内大会予稿集, C-1-2-01 (2022).
- [18] Muninger, M-I., Hammedi, W., and Mahr, D.: The value of social media for innovation: A capability perspective, Journal of Business Research 95, 116/127 (2019).
- [19] Thompson, N., Bonnet, D., and Jaballah, S.: Sourcing Innovation in the Digital Age, MIT Sloan Research Paper No. 6164-20 (2020).
- [20] Hatchinson, P.: Reinventing Innovation Management: The Impact of Self-Innovating Artificial Intelligence, IEEE Trans. Eng. Manage., 68, 2, 628/639 (2021).
- [21] World Economic Forum: Technology Futures: Projecting the Possible, Navigating What's Next, Insight Report (2021).
- [22] Menshenin, Y., Mordecai, Y., Crawley, E., and Cameron, B.: Model-Based System Architecting and Decision-Making. In Handbook of Model-Based Systems Engineering (Edited by Azad Madni and Norman Augustine), Springer, 1/42 (2022).
- [23] DARPA: Leveraging AI to Accelerate Development of Scientific Models (2021), <https://www.darpa.mil/news-events/2021-12-06>
- [24] Sulayman K. Sowe, Eric Simmon, Koji Zetsu, Frederic de Vault and Irena Bojanova, Cyber-Physical-Human Systems Putting People in the Loop, IT Pro, IEEE Computer Society (January/February 2016), doi: 10.1109/MITP.2016.14.
- [25] ISO/IEC/IEEE 21841: Systems and Software Engineering - Taxonomy of Systems of Systems (2019).
- [26] J. Sochor, H. Arby, I. C. M. A. Karlsson, and S. Sarasini, "A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of societal goals," Res. Transp. Bus. Manag., 27, 3/14 (2018). doi: 10.1016/J.RTBM.2018.12.003.
- [27] The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems, Ethically Aligned Design, First Edition: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems (2019). <https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead1e.pdf> (参照日 2022 年 7 月 26 日)
- [28] J. Dahmann, G. Rebovich, J. Lane, R. Lowry, and K. Baldwin, "An implementers' view of systems engineering for systems of systems," 2011 IEEE Int. Syst. Conf. SysCon 2011 - Proc., April, 212/217 (2011). doi: 10.1109/SYSCON.2011.5929039.
- [29] 西村秀和, System of Systems アーキテクチャに基づくマネジメント: 社会-技術システムのマネジメント, 第 10 回横幹連合コンファレンス (2019).
- [30] 西村秀和, システムズエンジニアリングの中での機械工学, 日本機械学会誌, Vol. 125, 特集 機械工学, 機械技術のこれからのあり方, 1 月号 (2022).
- [31] OMG, Unified Architecture Framework (UAF) Domain Metamodel, Version 1.1. (2019).
- [32] OMG, Enterprise Architecture Guide for the Unified Architecture Framework (UAF) Version 1.2 (2021).
- [33] 遠藤 薫, 「多価値相克状況における合意形成のための動的参照モデル調査研究会」の発足にあたって, 横幹, Vol. 14, No. 2, 113/115 (2019).

山本 修一郎



名古屋大学工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。横須賀電気通信研究所にて言語処理系、開発支援環境、WebDB 連携、IC カードなどの研究開発に従事。2002 年 NTT データ技術開発本部副本部長。2007 年同社フェロー、システム科学研究所所長。2009 年より名古屋大学情報連携統括本部教授。同大学情報科学研究科教授を経て 2020 年同大学名誉教授。電子情報通信学会フェロー。電子情報通信学会業績賞、情報処理学会業績賞等を受賞。工学博士。

船橋 誠壽



1969 年京都大学大学院工学研究科修士課程修了(数理工学)。同年、(株)日立製作所に入社、中央研究所、システム開発研究所にてシステム制御の研究開発に従事。2010 年退社。東京大学大学院数理学研究科客員教授(1996~1999 年)、京都大学大学院情報科学研究科客員教授(2003~2008 年)、国立環境研究所監事(2007~2011 年)、横断型基幹科学技術研究団体連合事務局長(2009~2014 年)・同理事(2009~2021 年)、北陸先端科学技術大学院大学シニアプロフェッサー(2012~2017 年)、国際環境研究協会プログラムオフィサー(2017~2020 年)。

西村 秀和



1990 年 3 月慶應義塾大学院博士課程修了(工学博士)。同年より千葉大学工学部助手、1995 年同助教授、2007 年 2 月~3 月バージニア大学訪問准教授、2007 年慶應義塾大学教授、2008 年よりシステムデザイン・マネジメント研究科教授、現在に至る。この間、モデルベースシステムズエンジニアリング、システム安全、制御システム設計などの教育・研究に従事。2013 年度計測自動制御学会副会長、2013 年日本機械学会フェロー、2019 年 JST 特任フェロー。著書: システムズエンジニアリングハンドブック第 4 版(監訳)、MATLAB による制御系設計(共著)など。

本多 敏



1975 年年東京大学工学部計数工学科卒業、同学科助手。1986 年同講師。同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、現在に至る。流体計測、生体計測の研究に従事。工学博士。