



(SIC のロゴのデザインが確定しました)

## 目次

### I センター情報

1. 新任理事紹介
2. 顧問紹介
3. 実行委員紹介
4. 新入会員および最新会員リスト
5. SIC 分科会の設置

### II 活動報告

1. 会合報告
2. 今後のスケジュール

### ◆ 論説 「システムイノベーションとは何か？(2)」

木村 英紀(SIC 理事・副センター長)

# I センター情報

## 1. 新任理事紹介

定款22条にもとづき 2019年6月13日開催の臨時社員総会にて発起人の中から下記の12名の方が理事として選任されました。(任期は2020年12月31日終了の事業年度の定時社員総会終了まで)

### (産業界)

浦川 伸一	損害保険ジャパン日本興亜株式会社	取締役常務執行役員
木谷 強	株式会社 NTT データ	取締役常務執行役員 CTO/CISO
ギル・プラット	トヨタリサーチインスティテュート	CEO (兼)トヨタ自動車(株)フェロー
島田 太郎	株式会社東芝	執行役常務 最高デジタル責任者
谷崎 勝教	株式会社三井住友銀行	取締役専務執行役員
服部 正太	株式会社構造計画研究所	代表取締役社長
人見 光夫	マツダ株式会社	常務執行役員シニア技術開発フェロー
中川路 哲男	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
古田 英範	富士通株式会社	執行役員専務 CTO/CIO
森 敬一	KDDI株式会社	取締役執行役員常務

### (学術界)

久間 和生	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構	理事長
吉村 忍	東京大学工学系研究科 教授・産学連携担当副学長	

(五十音順・敬称略、所属肩書は2019. 6. 13現在)

なお、上記理事はいずれも業務執行は行いません。

業務執行理事としては、設立時理事の齊藤 裕(代表理事・センター長)、木村英紀(理事・副センター長)、松本隆明(理事・実行委員長)が、監事は白井俊明が任期まで継続します。

## 2. 顧問紹介

定款第35条にもとづき2019年6月13日の理事会にて、SICの事業運営に関してセンター長への助言を行うための顧問会議が設定され、センター長より発起人の下記の下記の2名の方が顧問に委嘱されました。

(任期は2020年12月31日まで)

亀澤 宏規 株式会社三菱UFJ銀行 取締役専務執行役員

村田 佳生 株式会社野村総合研究所 専務執行役員

(五十音順・敬称略、所属肩書は2019. 6. 13現在)

## 3. 実行委員紹介

定款第33条にもとづき2019年6月13日の理事会にて、SIC、事業の実務運営を分担するため、正会員の委員、学会員、個人会員の中からセンター長より選任された下記の下記の16名の実行委員が承認されました。それを受け6月26日の実行委員会でセンター業務を支援する業務実行委員が選任されました。

(任期は2020年12月31日まで)

理事・実行委員長 松本 隆明 (独立行政法人情報処理推進機構)

(正会員)

業務実行委員 中野 一夫 (株式会社構造計画研究所) 広報担当

業務実行委員 吉武 宏昭 (株式会社NTTデータ) フォーラム担当

実行委員 川西 博実 (マツダ株式会社)

実行委員 五味 史充 (SOMPOシステムズ株式会社)

実行委員 澤野井 明裕 (三菱重工業株式会社)

実行委員 武田 保孝 (三菱電機株式会社)

実行委員 田島 正憲 (株式会社東芝)

実行委員 藤野 直明 (株式会社野村総合研究所)

実行委員 眞鍋 了 (KDDI株式会社)

実行委員 宮田 一雄 (富士通株式会社)

(学会員)

業務実行委員 池上 敦子 (成蹊大学) フォーラム担当

実行委員 吉村 忍 (東京大学)

(個人会員)

業務実行委員 大道 茂夫 (東芝デジタル&コンサルティング株式会社) 広報担当

業務実行委員 新谷 勝利 (元・独立行政法人情報処理推進機構) 産学連携担当

業務実行委員 出口 光一郎 (東北大学名誉教授) 外部団体連携担当

(グループごとに五十音順・敬称略)

## 4. 新入会員および最新会員リスト

6月に東日本旅客鉄道株式会社が入会しました

### 正会員リスト(2019. 6. 13時点)

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 データ

株式会社構造計画研究所

株式会社ソビー

株式会社テプコシステムズ

株式会社野村総合研究所

株式会社みずほフィナンシャルグループ

損害保険ジャパン日本興亜株式会社

デンソー株式会社

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

三井住友銀行株式会社

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

NTT コムウェア株式会社

SCSK株式会社

株式会社 NTT ドコモ

株式会社 JSOL

株式会社テクノバ

株式会社東芝

株式会社日立製作所 横浜研究所

株式会社三菱 UFJ 銀行

帝人ファーマ株式会社

東京ガス i ネット株式会社

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

三井不動産株式会社

三菱電機株式会社

以上31社(五十音順)

## 5. SIC 分科会の設置

2019年6月13日の理事会で、会員の提案により下記の3テーマの SIC 分科会の設置が5月16日の実行委員会で承認されたことが報告されました。

- ① スマートフードシステム分科会 (主査 東京農工大学 澁澤栄教授)
- ② スマートヘルスケアシステム分科会 (主査 東京大学 山本義春教授)
- ③ スマートマニュファクチュアリング分科会 (主査 東京大学 木村文彦名誉教授)

以下それぞれの分科会の企画概要を掲載します。すべての会員は参加可能です。参加希望者は事務局までご連絡ください。なお、スマートモビリティ分科会、ランドデザイン分科会も今後設置予定です。

### ① スマートフードシステム(SFS)分科会企画概要

主査 東京農工大学 澁澤 栄

#### 1. 背景と課題

農産物の生産、流通、加工、消費に至るフードチェーンはきわめて複雑なシステムであり、立場の異なる多様な利害関係者が関与している。農産物市場のグローバル化、消費の多様性の増大、流通経路の多様化などによって、その複雑性はますます高まりつつある。ここでの課題は、膨大な食品ロスと生産物廃棄、過大な流通経費や食品リスクを低減することである。これはシステム構築と運用における課題であり、3つの因子、Environment, Sustainability, Governance (ESC)を最大限考慮することが必要である。

#### 2. 狙いと効果

ICT化による農業生産の生産性向上はすでに多くの実践がなされている。ここでは、生産よりもその流通形態であるサプライチェーンに注目する。工業製品のサプライチェーン管理(SCM)については既に長年の研究と実践があり、90年代後半からは、さらに進化したCPFR(Collaborative Planning, Forecasting & Replenishment)の手法がアメリカを中心に試みられてきた。CPFRは、情報化による支援の下、生産、流通、販売にかかわる関係者が最適な需要予測に基づく生産販売計画を共同して実施する方式であり、ある種の理想的形態である。このCOFR手法が、農産物・食品分野のサプライチェーンに適用できるならば、課題である食品ロスや食品リスクの大幅な低減が期待できる。本分科会では、農産物の流通、消費における上流と下流の変化を視野におき、COFRの理念を基盤としESGを考慮した新しいフードチェーン構築の可能性について検討し、多種多様な利害関係者で構成される農産物のサプライチェーン、バリューチェーンについての政策提言や具体的施策に関わるシナリオメイキングを目指す。

#### 3. 成果物のイメージとその展開予定

有識者、政策立案者等を招いてのセミナーや分科会における討議を通じた農産物サプライチェーン、バリューチェーンの現況に関わる調査分析報告  
現況に関わる調査分析結果に基づく政策提言、具体的施策に関するシナリオ



農業分野に限らない機械、施設、情報、通信、計測制御などを技術的基盤とする広範な社会的システム構築への展開

#### 4. 当面のメンバー

分科会委員

石川 豊(NARO)、市原栄樹(流通システム開発センター)、齊藤 純(JSOL)、久須見健弘(JSOL)、福井知弘(富士通)、赤堀英明(NTT コミュニケーションズ)

他現在参加を呼びかけ中

事務担当支援者

杉原敏昭・小平正和(東京農工大学)

#### 5. 活動の予定(設置期間 2019年4月～2020年9月)

2019年4月 分科会設立準備、SIC フォーラム

2019年6月～7月 分科会立ち上げ、構想の説明・計画

2019年7月～12月 セミナー形式勉強会(講師、政府 IT 戦略、農水省イノベーション戦略、SIP 等各担当者、有識者等を予定)

2020年1月～5月 政策提言の検討

2020年6月～9月 成果報告物の作成

## ② システムヘルスケア分科会企画概要

主査 東京大学大学院教育学研究科 山本 義春

### 1. 背景

Society 5.0 では、IoT センシングや人工知能技術の発展・普及を背景に、日常生活下における個人の日常生活行動や生理・心理・環境データ、医療情報などの多種多様かつ全ライフコースでの大規模情報を活用した健康・医療・介護福祉イノベーションが期待されている。未病検知や予測医療、個別化診断・治療、行動変容などのシステム科学技術の創出による健康寿命の延伸や重症化予防、それによる医療・介護福祉費削減などの社会的重要な課題の解決を図るというものである。

国際的にも、米国 Pew Research Center の報告書「Digital Life in 2025」(2014年3月発行)に代表されるように、IoT データの活用による疾病検知とリスクの初期検知、さらには適時的な処方や行動変容などに基づく新たな医療・公衆衛生の時代の到来が期待されている。事実、EU の Horizon2020 や米国の NIH、国立科学財団(NSF)では、リスクの初期検知や初期対応・行動変容を含めた科学技術に重点が置かれた公募が行われているうえ、既に幾つかの大規模な国家プロジェクトが実施されている(NIH の mobile-Health 関連等)。

我が国においても、H26年度、科学技術振興機構研究開発戦略センターにおいて調査検討報告書「システム科学技術を用いた予測医療による健康リスクの低減」に関する研究開発戦略”が取りまとめられている。この報告書では、健康・医療関連データが大量に得られるようになる近未来の IoT 社会を念頭に、現代社会の日常生活に内在する健康リスク要因を明確化し予測、制御することによって、それらに起因

する疾患の発症予防ならびに重症化予防を目指す「健康リスク制御システム」の構築の重要性が提言されている。

このように、日常生活下での健康関連情報を活用した健康リスク制御の重要性が国際的にも認識されている。しかし、リスク検知の有効な科学的方法論が十分に確立されていないという技術的課題に加え、大規模な健康関連情報の収集や連結・蓄積、解析、さらには新規事業の創造が可能なオープンプラットフォームが存在しないという問題が存在する。

## 2. 目的

本分科会では、Society5.0における健康・医療・介護福祉を見据えたオープンプラットフォームの設計・開発を具体的な概念実証(POC)による評価・検証を通じて行い、社会実装に資するシステムを構築する。また、開発プラットフォーム上での POC の実施とシステム運用により健康・医療・介護福祉イノベーションに関わる諸課題をシステム学的観点から洗い出し、その解決策を探る。

具体的には、

- ① 上記オープンプラットフォーム上で、ヘルスケアやその先にある Well-Being(幸福)に関する革新的なサービス価値を創造するビジネスモデルを産業、分野横断で企画・検討する(必要に応じて勉強会も開催する)。
- ② その価値創造の過程で収集、分析される個人のヘルスケア情報を産業・分野横断で流通取引させる情報流通・情報銀行市場に関して、法制面なども含め多方面の視点から企画検討したい。出来ればこのようなデータ流通に関する POC 事業を行いたい。
- ③ 情報流通、情報銀行の検討に当たっては、個人にとって意味のあるビジネスや研究に対し、自分の意思で個人のヘルスケア情報を開示するような個人情報管理の仕組みと其中での健全な個人啓蒙プロセスを議論する。
- ④ これまでにない高い社会価値を高効率で生み出すために、本分科会が企画検討するヘルスケアシステムが、他の分科会が構想する各社会システム(フードチェーン、モビリティ、スマートシティなど)とどう結びつくかを相互に議論しながら活動を進めていきたい。

## 3. 活動計画

以上の活動の基点となりうるプラットフォームとして、東京大学教育学部と大阪大学基礎工学部で共同運営している HIT(Healthcare IoT Consortium)のオープン IoT プラットフォームがある。HIT プラットフォームを用いれば構想の POC は十分可能な体制にある。SIC 会員企業からの積極的なご参加をお願いしたい。HIT の活動にはすでに多くの企業が参加しており、SIC と連携してその活動の相乗効果を上げる方策を考えたい。協同フォーラムや合同シンポジウムの開催、テーマごとのワークショップなどを積み重ねて徐々に課題を絞り込み、具体的な計画の策定と HIT プラットフォームによるその検証、さらに特区の提案などにつなげて行く。

2019年6月～10月	勉強会と課題の探索、見学会の実施
2019年11月～2020年3月	課題の絞り込み、医療機関のヒヤリング
2020年4月～6月	課題の検討とHITを用いた feasibility のチェック
2020年7月～11月	報告書の執筆、特区の構想提示、POC の準備

### ③ スマートマニュファクチュアリング分科会企画概要

主査 東京大学名誉教授 木村文彦

#### 1. 背景と課題

第4次産業革命は従来の第2次産業に大きな影響を与えようとしている。日本は80年代、多品種少量生産、変種変量生産、一個流しなど進化したが、現在、製品販売から脱却していない。情報産業や金融系に代表される業界は大きく変化し、自動車業界も MaaS、CASE などの変革を迫られている。こうした中で、ドイツは次代の産業構造再編に向けて、Industrie4.0、Smart Service World などにより着実に準備を進めている。

一方、日本は、高度成長期の構造を引き釣り、バブル崩壊後の経済成長の長い低迷、全体最適化を目指したIT化に遅れ、理科離れや高学歴化や高齢化による現場力低下、国内市場の成熟化による低迷などの構造問題を抱えている。又、80年代に貿易摩擦から産業政策を止めを市場と民間に任せる状況にある。こうした中で第4次産業革命に対応しなければならない。

経済成長を確保するには、グローバル市場で、小国である立場から諸外国と win-win(特に新興国の経済成長に寄与)を樹立しながら、又、国際的な技術革新の加速化と民主化の中で、少資源国であることから技術立国を目指す必要がある。

以上、国際競争に耐えうる高度な産業構造改革をシステムティックに推進することが求められる。

#### 2. 狙いと効果

システムティックな産業構造改革の施策中期計画の立案と、これを広く世の中に問い、第4次産業革命対応の加速化に寄与する。

#### 3. 成果物のイメージとその展開目論見

下記メンバーに記載するように3団体による共同の白書  
ベンチマークとして、ドイツに参考となる白書と活動あり

#### 4. 当面のメンバー

金融系、キャリア系、自動車メーカー、生産財メーカー、物流系、ITベンダー、(これら外資系含め)、  
学識者、行政及び海外協力者など(企業は原則として正会員とする)  
システムイノベーションセンタメンバ+ロボット革命イニシアティブ協議会メンバ+  
東大人工物工学研究センター

#### 5. 活動線表

現在、行政と進め方を調整中。

6~8月:委員会運営準備(システム設計法の検討)

9~20年3月:委員会(1回/月)課題構造整理、システム設計、及び設計法設計



## Ⅱ 活動報告

### 1. 会合報告

#### 2019.6.26 13:00~16:00 第3回 SIC フォーラム開催

場所 住友不動産新宿グランドコンファレンスセンター 5F  
総参加者数 40名

#### ○「三井不動産の目指す街づくり ～柏の葉スマートシティでの取り組み～」

【講師】 加藤 智康 様 三井不動産株式会社 執行役員 開発企画部長

【講演概要】 つくばエクスプレス「柏の葉キャンパス」駅を中心とした約 300ha の街づくり「柏の葉スマートシティ」において三井不動産が取り組む最先端の街づくりを過去から将来に向けて戦略を交えて紹介された。

#### ○「分散協調型エネルギーマネジメントシステム構築を目指して」

【講師】 藤田 政之様 東京工業大学 教授

【講演概要】 科学技術振興機構(JST)による戦略的創造研究推進事業として「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」研究が実施されている。再生可能エネルギーをはじめとした多様な供給源と様々な需要者をつなぐエネルギー管理システム(EMS)において、エネルギー需給を最適に制御するための理論、数理モデル及び基盤技術の創出が目的とされている。ここでは分散協調型 EMS 構築に向けた最新の研究について紹介された。

#### ○「スマートモビリティ — 自動車と5G」

【講師】 眞鍋 了様 KDDI 株式会社 シニアディレクター

【講演概要】 スマートモビリティを起点に自動運転までを通信の視点から俯瞰し、特に自動車に焦点を当て、日米のアプローチの違いを含め Autonomous(自動運転)をめぐる議論を整理し、また、この A を可能とする Connected(つながる)の視点から5Gを紹介された。

#### 2019.6.26 16:30~17:30 第2回 SIC 実行委員会開催

場所 住友不動産新宿グランドコンファレンスセンター 5F  
実行委員 13名 、センター長、副センター長、監事、事務局長 参加

#### 議題 センター業務を支援する業務実行委員の選任

6月13日の理事会で承認された16名の実行委員の中から、広報担当、フォーラム担当、連携担当、外部連携担当の各業務実行委員(3. 参照)が選任されました。

## 2019.6.13 13:00~14:30 2019 年度臨時社員総会

場所 株式会社構造計画研究所本所新館 9F

出席状況（議決権は一社一個）

正社員総数 31社、出席正社員数 11 社、委任状(センター長一任)正社員数 20社

### [決議事項]

現役員(理事3名、監事 1 名)に加え、12 名(1. 参照)の新任理事の選任について承認された

### [報告事項]

事務局長より 2019 年度事業の経過報告がなされた

## 終了後新理事を含む理事会開催

新入会員の承認及びセンター長が選出の実行委員16名の承認がなされた

## 2019.5.30 15:00~17:30 第1回産学交流会開催

場所 住友不動産新宿グランドコンファレンスセンター 5F

「学(学術協議会委員)」からの話題提供 システム構築の学術とその応用」

参加者総数 37名（以下の9名の学術協議会委員から話題提供）

### 学術協議会委員参加者(発表順)

神戸大学	松尾博文教授	東京工業大学	藤田政之教授
成蹊大学	池上敦子教授	政策研究大学院大学	土谷隆教授
東京農工大学	澁澤栄教授	千葉商科大学	寺野隆雄教授
統計数理研究所	椿広計所長	東京大学	青山和浩教授
東京大学	吉村忍教授		

終了後ダイワロイネットホテル西新宿にて懇親会開催

## 2019.5.29 15:00~17:30 第3回人材育成協議会開催

場所 損保ジャパン日本興亜 新宿本社 109会議室

出席者 木村主査、後藤委員、土谷委員、五味委員、松尾委員、鈴木委員(順不同)

議題: 「SIC における人材育成の大綱について」

1. 交流型のシステム化推進教育の企画(後藤委員)
2. 「最適化とシステム化」講習会企画(土谷委員)

## 2. 活動予定

### 第4回人材育成協議会開催予定

日時 7月1日(月) 10時～12時  
場所 政策研究大学院大学4階会議室  
議題 (1)最適化とシステム化講習会プログラム  
(2)システム塾  
(3)SIC 人材育成の理念  
(人材育成協議会メンバー限定)

### 第4回 SIC フォーラム開催予定

日時 8月8日(木) 14時～17時  
場所 住友不動産新宿グランドコンファレンスセンター 5F  
テーマ 5G

講師等の詳細は未定  
(全委員参加可能)

### 第2回産学交流会開催予定

日時 8月20日(火) 15時～17時30分  
場所 住友不動産新宿グランドコンファレンスセンター 5F  
議題 未定  
(全委員参加可能)

今後開催予定の会合の正式な開催案内は詳細が確定後事務局からご案内します

## ◆ 論説 「システムイノベーションとは何か？(2)」

木村 英紀(SIC 理事・副センター長)

(前号 <https://sysic.org/wp/wp-content/uploads/2019/05/SICニュースレターVol1-15.27.pdf>からの続き)

### 3. 破壊的イノベーションとシステムイノベーション

#### 〈システムはイノベーションの議論の視野外であった〉

前号の稿では GAFA の核となる事業の成果は、すぐれたシステムの構築、運用、進化からもたらされたものであり、それが私たちの生活に大きなインパクトを与えていることから「システムイノベーション」と呼ぶにふさわしいことを述べた。そしてその淵源が、エジソンが着手した電力ネットワークにまでさかのぼること、フォードのコンベアー生産ラインやイギリスのレーダ防空ネットワークなど技術の歴史は多くのシステムイノベーションを生み出してきたこと、日本も高度成長期には世界のトップレベルのシステムイノベーションを達成したこと、を述べた。「古今東西」のシステムイノベーションの例を示すのが前稿のテーマであった。本稿ではイノベーションにかかわる議論の中でシステムイノベーションを位置づけ、その社会、学術との関係について少し踏み込んで議論したい。

これまでのイノベーションに関する議論は要素技術、あるいは工業製品の技術革新にほぼ限定されており、システムのイノベーションは視野に入っていない。例えば日本におけるイノベーションの事例研究として定評のある武石らの「イノベーションの理由」(有斐閣、2012)で挙げられた23の事例はすべて要素技術、工業製品の革新である。新しいイノベーションのかたちとして「破壊的イノベーション」を提示して大きな反響をよんだクレイトン・クリステンセンの「イノベーターのジレンマ」(伊豆原訳、翔泳社2001年)も、そこで主に取り上げられているのはハードデスク、掘削機、電炉であり、それ以外の事例も CPU、50ccバイク、フラッシュメモリーなど工業製品にほぼ限られている。クリステンセンの議論を日本国内の状況にあてはめた藤本の「破壊的イノベーション」(中央経済社、2013年)でも、主として議論されているのはカーナビ、ネットブック、太陽電池の三つの工業製品である。

しかし、工業製品や要素技術にイノベーションの視点を絞ると、技術の進歩の大きな流れを捉えることは出来ない。エネルギー供給、流通、生産方式、経営支援、交通通信、ソフトウェア、医療など、産業を支えるインフラに関わる技術革新もあきらかにイノベーションであり、それらも視野に入れる必要があるのは今更言うまでもないことであろう。そうすると当然システムがイノベーションを駆動するエンジンとして浮かび上がってくるはずである。なぜそうならなかったかと言えば、ひとつはイノベーションの論客の多くが経営学者で、その主な関心事が技術革新それ自体よりもそれが引き起こした企業存亡のダイナミクスにあったからであろう。もう一つは、システムが否応なしにイノベーションの議論の視野に入ってくるには、今我々が見ているような現代技術の成熟が必要なことである。この点については重要な論点なので以下補足する。

## ＜システムは技術の成熟とともに姿をあらわす＞

システムという言葉が科学技術の各分野で求心力をもって使われ始めるのは、その分野の発展がある程度成熟し、他の分野との接点が広がり、その分野の位置づけをはっきりさせる必要が生じてからである。数年前から電子情報通信学会に「システムナノテクノロジー研究会」が生まれ、活発な活動を行っている。その数年前からアメリカのナノテクの研究者たちは「NBIC」と称する新しいコンセプトを提唱してそのプロモーションに励んでいた。N=ナノ、B=バイオ、I=情報、C=認知である。NBIC を冠した研究組織やプロジェクトが各国で立ち上げられた時期がある。ナノテクの技術としての成熟と他分野への広がりを示している。「システムナノ」はその文脈から生まれたのである。

その傾向を先取りしていたのが生物学である。すでに30年ほど前から「システム生物学」が生物学の新しい領域として誕生し、現在では生物科学の主要な分野に成長している。システムの視点を通して数学、物理学、工学を取り込み、生命の本質に迫ろうとする分野である。大学では学科名や専攻名に「システム」を付ける傾向はすでに1970年代から始まっている。例えば「機械工学科」が「機械システム工学科」に、「化学工学科」が「化学システム工学科」に、などである。

## ＜破壊的イノベーションと「性能の供給過多」＞

それではシステムがイノベーションの議論の表舞台に登場するためにはどのような成熟のレベルが必要であったか？それに答えを与えたのがクリステンセンである。クリステンセンは「性能の供給過多」が製造業のいたるところで起こり、その結果「破壊的イノベーション」の連鎖が起こったことを詳細に分析している。「性能の供給過多」とは、製品の性能が市場の要求するレベルを上回っていること、すなわち「オーバースペック」である。これは現代技術が高いレベルでの成熟度に達していることを意味している。技術の役割は人々のより高い期待に応えることであり、それを達成することが従来のイノベーションであった。彼はそれを「持続的なイノベーション」と呼び、それとは別のもっと衝撃力のある「破壊的イノベーション」が発生し、産業界の地殻変動を引き起こしていることを指摘し、そこに現代のイノベーションの本質を見た。ハイエンドに向かうイノベーションだけでなく、ローエンドに向かってバリューネットワークの変革、価格破壊と新市場の形成を伴う新しいタイプのイノベーションが起こっていることの中に現代技術の成熟のレベルを見出したクリステンセンの洞察は、見事というしかない。しかし、我々は全く別のイノベーションの可能性をそこに見る。それがシステムイノベーションである。ナノテクの技術としての成熟がシステムナノテクの構想を生み出したように、現代技術の総体としての成熟がイノベーションの新しい姿としてのシステムイノベーションを表舞台に押し上げるのである。

## ＜医工連携が生んだシステムイノベーション＞

システムイノベーションの現在の方向は、GAFA のような巨大な最先端のシステムの構築・運用・進化もあるが、それとは別に、分野や専門を超える「知の統合」「分野の協創」をベースとした新しいシステムの開拓がある。ひらたく言えば、ひとつひとつの単体の性能は十分満足できるものとなった、これからはそれらの「組み合わせ」で勝負しよう、ということである。その動きで最近もっとも成功しているのは「医」と「工」の連携であろう。その典型的な事例が手術支援ロボットである。具体的には「ダビンチ」の実用化である。ダビンチを用いた手術は幾つかの部位のがんの手術では、手術時間、侵襲の度合い、出血量、合併症のリスク、術者の疲労度など多くの点で、医師単独の手術を大きく上回る成果を挙げている。このロボットに搭載されているハイビジョン3次元内視鏡、多関節アームと鉗子、マルチチャネルコンソール、タッチスクリーン機能を持つモニターなど最先端医療機器がシステムとして見事に統合されている。システ

ムとしてのダビンチで忘れてはならないのが医師の教育プログラムと、マルチコンソールである。前者は手術というもっとも高度で危険な手技を術式の選択を含めて機械から学ぶという医学のパラダイム転換の端緒を生み出した。後者は術者以外の人間(例えば医学生)が実際の手術の進行を術者と同じ視点から臨場感をもって体験でき、医学教育にひとつのブレークスルーをもたらしつつある。これら周辺装置と運用・保守技術を含めたトータルシステムとしてのすぐれた構成がダビンチの成功をもたらしたといってよい。もう一つはヒトゲノム計画である。これは DNA の解読(sequencing)の自動化である。遺伝子の読み取りは実験装置を使って実験室で細々で行うのが1970年代の遺伝学の研究スタイルであった。遺伝子情報の巨大さから、解読は大規模なオートメーションによる工場の「操業」として行うことが必要である。これは生き物を扱うための様々な技法手技に熟達した生物学者にとっては大きな発想の転換が必要であった。それを世界に先駆けて提案したのが日本の研究者であったが、日本では実現せず、それをヒトの遺伝子読み取りという壮大な事業としてリーダーシップを握り完成したのがアメリカであった。専門分野の連携に関しては「医工」連携以外にも社会学、認知科学、農学などで急速に進行しつつある。分野が連携する時は必ず「システム性」が顕在化してくることを過去の事例が示している。

#### 4. システムイノベーションとは何か？

##### <システムは変貌しつつある>

システムイノベーションを定義するにはまずシステムとは何か、に答えなければならない。しかし現状でこの問いに答えるのは難しい。たとえば「機能要素を結び付けて目的を達成するための統合体」というようなこれまで用いられてきた定義では現代のシステムの実像をとらえることが難しくなっている。ひとつはその規模と複雑さが途方もなく大きくなりつつあるからである。前稿で述べたインターネット検索エンジンは、すでに世界中に数億あるともいわれるインターネットのハイパーテキストを平均一日に30回クロールし、毎日数千万回の問いに答えている。このようなシステムを感覚的に思い浮かべることは難しい。その背後にはそれを可能とした計算機科学、通信、ソフトウェア工学、センシング技術などの飛躍的な進歩がある。そして、これらのシステムが変動の激しい世界のなかで変化に対応するだけでなく変化を取り込みつつ進化し続けている。ひところのシステムとはいろいろな意味で大きく変貌したシステムの姿を我々は目の前にしている。これを適切に表現するシステムの定義は難しい。

##### <システムイノベーションの構造>

システムの新しい定義は今後の課題として、その役割について考えよう。巨大化複雑化するシステムは我々の理解の外に遠のき、ますますブラックボックス化しているが、一方、我々がシステムを利用することはますます多くなっている。エネルギー、食糧、交通通信、金融、医療、防災など我々の生活はシステムによって支えられている。我々はシステムがもたらすものやサービスによって生きている。それを供給してくれるのは科学技術である。システムは科学技術と社会を結び付ける接点(界面)である。逆に科学技術の成果を社会に接地するにはシステムがどうしても必要である。

科学技術が生活の隅々まで浸透していることを前提にシステムの時代を表現すると図1のようになる。世界は科学技術の層(知の層)と人が価値を感じて現実に生活している社会の層(価値の層)と、その両者を媒介するシステムの層、の三層構造である。



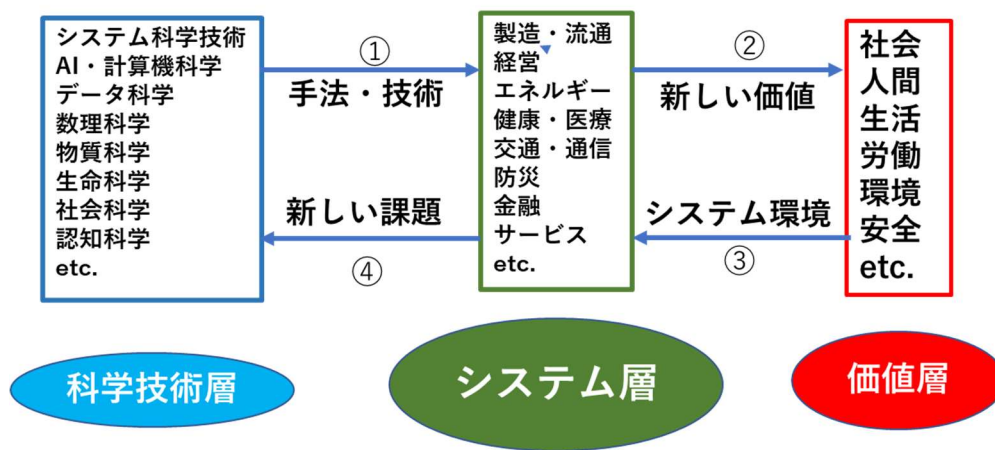


図1 システムイノベーションの構造

図1はシステムの現代世界における重要性をあらわしている。図で①から④まで番号を付けた矢印は、層から層へ受け渡されるものを表現している。少し説明すると以下ようになる。

- ①「科学技術層からシステム層へ」…システム構築に用いられる先端技術・手法・理論など、主としてシステムの技術的な性能向上に用いられる。
- ②「システム層から価値層へ」…システムが生み出す生活の質の向上・新しい価値、企業収益、生産性向上。
- ③「価値層からシステム層へ」…システム構築を受け入れる環境の整備、例えば縦割り組織の解消、規制の緩和、プラットフォームの整備など。
- ④「システム層から科学技術層へ」…ミッシングリンクを含む新しい研究課題の発掘、提起。技術のシームレスな結合の必要性、

この部分をもっと詳細な記述が必要であるが、ここではスペースの制約でこれ以上立ち入らない。詳しい検討は別の機会に譲りたい。

### <3層を結ぶシステムイノベーション>

システムイノベーションとは、「システムを構築、運用し、進化させることにより新しい価値を生み出す行為である」。システムは科学技術と社会を結びつける界面であることを強調したが、その具体的な構造が図1であり、図1のループを回すことによってシステムイノベーションが達成できる。ループの出発点は三つの層のうちどこでもよい。二層の間のループを部分的に回すことも必要である。システム層と科学技術層の間のループ(①-④-①)を回す目標は、「科学技術の成果を社会が最大限享受できること」が目標となる。価値層とシステム層の間のループ(③-②-③)は、「システム化によって人々の生活が豊かになり、企業や関連組織の収益が増大する」ことが目標となる。実際にはいくつかのループが同時多発的に発生し、相互に関連しながらシステム構築が行われ、イノベーションが進行することになる。システムイノベーションが、科学技術との界面と社会的価値との界面の両者を併せ持つことは他のイノベーションの場合と同様であるが、システムイノベーションについては「ビジネスモデル」に密接に結びついているから、価値層との接合が強調される傾向にあるので、学術との接合をあえて強調した。

図1には表現されていないが、システム層に含まれる個々のシステムドメインを統合するメタレベルの活動が始まっている。システムオブシステムズ、参照アーキテクチャ、データ標準化、などである。これら

はシステムイノベーションを加速するシステム層内部の活動である。これについては今後議論していきたい。

## 5.まとめ

科学技術の進歩はあらゆる分野で加速している。その成果を合理的に、無理なく、しかもその可能性を余すことなく社会に吸収させるには卓越したシステムの構築が必要である。システム層と科学技術層との密接な結びつきが必要である。我々のセンターが「学術協議会」を設置し、学術界の先生方のご協力を仰いでいる理由もここにある。

一方、社会はますます複雑になり、利害関係は錯綜変化し、合理的なシステムの構築を阻む障害はむしろ増えている。特に縦割り社会の弊害が強い日本では、システム構築がそれを克服する有力な理由付けと駆動力になり得る。センターの日本における存在意義のひとつが、システム層と価値層の間のギャップを埋めることにあると思う。

本稿で述べたことは、システムイノベーションの概念的な説明にとどまっている。システムイノベーションの概念をさらに豊かに肉付けしていくには、「第4次産業革命」や「connected industry」など現在進行中の様々の技術的、学術的、社会的、政治的な活動や主張をシステムイノベーションの視点から包括的にとらえ、位置付ける作業が必要である。そして、それを通して日本の進むべき道を提示していくことが出来るのではないかとと思われる。この課題はセンター内部で今後活発に議論していきたい。

「システムイノベーション」という単語は少なくともテクニカルタームとしては欧米にはないようである。「システム」はあまりにもありふれた言葉なのでかえって見過ごされてきたのかも知れない。IoT, ビッグデータ, デジタルツイン, CPS など外来 buzzwords が氾濫する中で、日本発の概念として定着発展させていきたい。センターの将来の発展もその成否にかかわっている。

次号2019年7月末発行予定

**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](mailto: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)