



論説 Society5.0時代のシステムイノベーション

:新たなシステムデザインアプローチに向けて

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科教授 白坂成功(SIC 学術協議会副主査)

目次

I センター情報

1. 「表現モデリング入門講座～システム化のためのUML/SysMLモデリング～」(受講者募集中)

II 活動報告

1. 会合報告

2020年度第7回実行委員会報告

2. 会合予定

2020年度第1回 SIC フォーラム(2020年11月10日)開催案内

タイトル「海事分野におけるシステムイノベーションへの取り組み」

講師 株式会社 MTI(日本郵船グループ) 取締役 船舶物流技術部門長 安藤 英幸様

III 正会員一覧

1 はじめに

平成 28 年 1 月に閣議決定された科学技術基本計画において、日本が目指す姿として Society5.0 が示された。Society5.0 は、「サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会」¹⁾と定義されている。これには大きく3つの重要なポイントが含まれている。一点目は、サイバー空間とフィジカル空間の融合、つまり、それらの間に人が介在することなく、AI等の自動処理によって閉ループが成立することで人が介在することなくシステムが進化することである。二点目は、フィジカル空間がサイバー空間を通じて相互につながることである。そして三点目は、人間中心、つまり実現手段ではなく、生み出す価値に着目していることである。このような Society5.0 の社会が実現されてくると、そこに含まれる“システム”はこれまでとは異なる性質を持つてくる。

本稿では、システムに関する概念を説明した上で、近年のシステムに特徴的で考慮すべき3つの点として、「システムとしての対象の拡大」、「環境の急激な変化」、および「重要なシステム特性と説明責任の増加」について説明する。そして、これらの特徴にどのように対応することが可能であるかについても述べる。

2 システムに関する基本的な概念

まずはシステムに関する基本的な概念を整理しておく。システムとは、「ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、人、情報、技術、設備、サービスおよび他の支援要素を含む、定義された目的を成し遂げるための、相互作用する要素を組み合わせたもの」²⁾であると定義されている。つまり、システムの構成要素は、いわゆるハードウェアやソフトウェアだけではなく、人や情報などであることがもともと想定されている。また、システムは、いくら詳細に個別の要素をみても決して理解できない。システムを理解するためには、その個別要素にとられるのではなく、全体を一つのものとしてとらえることが必要である。そのようなシステムをデザインし、実装するための方法論として、システムズエンジニアリングがある。システムズエンジニアリングとは、「システムの実現を成功させることができる複数の専門分野を束ねるアプローチおよび手段」²⁾と定義される。つまり、システムズエンジニアリングとは、複数の専門分野(例えば、電気工学、機械工学、ソフトウェア工学など)を統合し、束ねるためのアプローチである。実社会における課題解決や価値創造は、単一の専門分野だけで実現することは難しく、複数の専門分野の統合が必要となる。

3 Society5.0 時代のシステムで考慮すべき点

上記のようにシステムは、ハードウェアやソフトウェアだけから構成されるものではなく、全体を捉える必要があるものであるが、Society5.0時代のシステムは、これまでとは異なった考慮すべき点が明確になってきている。ここでは考慮すべき3つの点をあげて説明する。

3.1 システムとしての対象の拡大

まず一つ目の特徴として、システムの対象の拡大について説明する。システムというと、IT システムを頭に浮かべる方も多いのではないかと思う。また、飛行機やロケットなどのようにハードウェアが中心となるシステムを想像する人もいるかもしれない。しかし、上述したとおり、システムの定義上、その構成要素はハードウェアとソフトウェアに限られるものではない。現在のシステムでは、もっと幅広く考える必要がある。例えば、令和2年3月に内閣府から「SIP サイバー/アーキテクチャ構築及び実証研究の成果」として公表された「スマートシティリファレンスアーキテクチャホワイトペーパー」³⁾において示された「スマートシティリファレンスアーキテクチャ全体像」(図1)をみるとその対象範囲がわかる。この「スマートシティリファレンスアーキテクチャ全体像」は、スマートシティをデザインするときに、対象となる全体像である。スマートシティというと、テクノロジー、つまりソフトウェアやハードウェアが注目を浴びがちである。しかしながら、本来は、そこにいる人々であるスマートシティの「利用者」のためのものである。Society5.0でも「人間中心」を重要なキーワードとしている。つまり、テクノロジーだけを考えていてはダメである。実際に、このスマートシティリファレンスアーキテクチャ全体像では、右側に「都市OS」を中心としたテクノロジーがあり、左側には人間系の「都市マネジメント」を置くことで、この両輪が「スマートシティサービス」には必要であることを示している。また、「都市OS」のさらに右側にそれを支えるスマートシティアセットがあり、「都市マネジメント」の左側には、その方向性を決定づける「スマートシティ戦略」が置かれている。さらに、下には、全てを貫く形で、「スマートシティルール」がおかれている。それらすべてがスマートシティサービスを通じて、利用者へ価値を提供するという形になっている。つまり、スマートシティをシステムとしてみると、これらすべてがシステムを構成する要素となっている。スマートシティをデザインするというのは、利用者に価値を提供するために、これらを全体として捉えてデザインすることである。

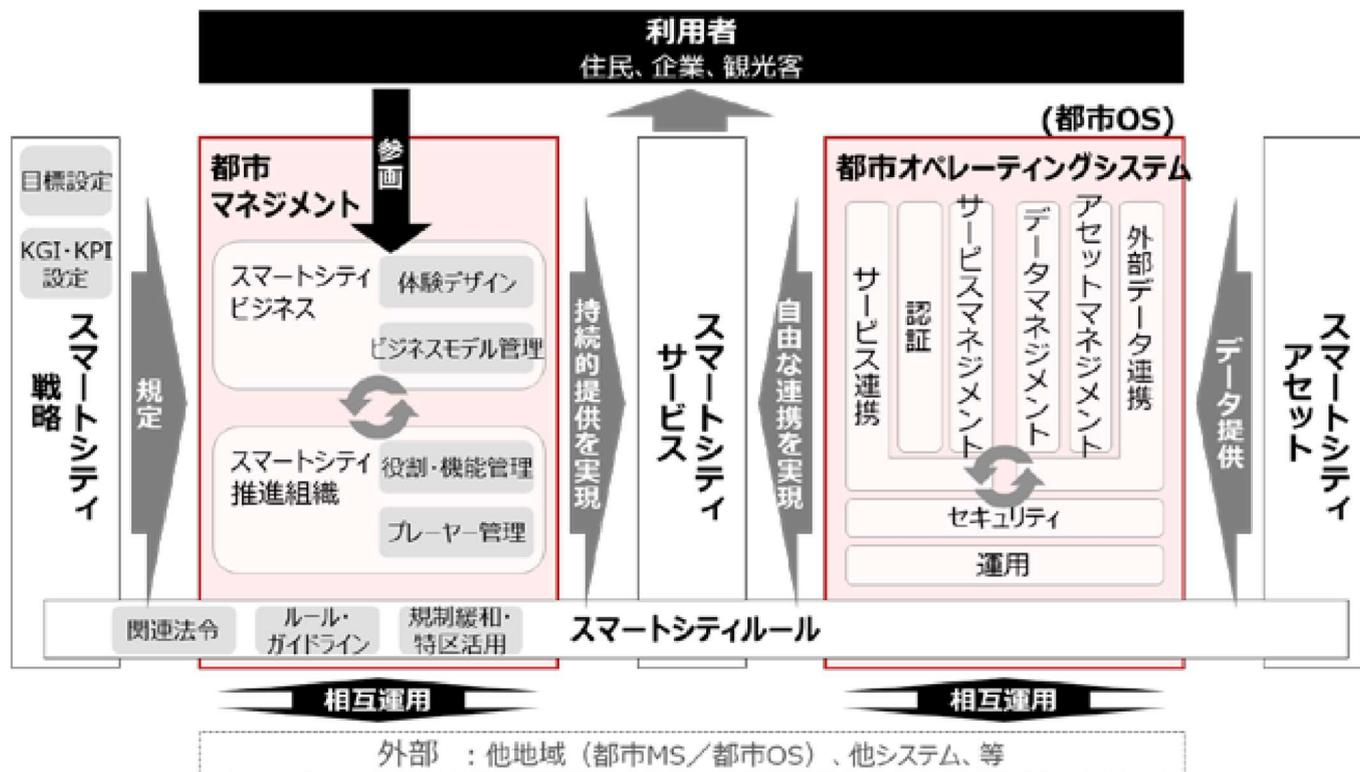


図 1 スマートシティリファレンスアーキテクチャ全体像³⁾

一つ目の特徴として考慮すべきことに、システムそのものの質が変わっていることも挙げられる。上述したとおり、Society5.0 では、これまでつながっていなかった分野同士がつながることを推進する。それぞれ独立して調達・運用・管理されているシステムが必要なときにだけ繋がって新たな価値をうむ。このようなシステムを System of Systems(以下、SoS)と呼ぶ。⁴⁾ SoS は、それぞれ独立して調達・運用・管理されるものが繋がって使われるものである。まさにスマートシティは、自治体単位で調達・運用・管理されるものであるが、利用者は、それらをまたがって利用する。つまり、東京から神奈川に移動したときに、スマートシティの仕組みに連続性がないと利用者からすると利用がしづらくなっていく。つまり、SoS では、システム間の相互運用性(interoperability)が重要となってくる。単にシステムとして成立するだけでは不十分で、他のシステムの相互運用性を考慮する必要がある。これも Society 5.0 のようにつながる社会を目指す場合には重要なポイントであり、そのときも単なる都市 OS の相互運用性だけでなく、都市マネジメント、スマートシティルール、スマートシティサービスの相互運用性も考慮する必要がある。

スマートシティのようなシステムでは多くの専門分野がかかわるため、多様な専門家の意見を統合する必要がある。このように多くの専門家の意見を統合し、システム全体のデザインを担うのがシステムアーキテクトである。つまり、システム全体のコンセプトを描ける人材である。ただし、単なる IT 分野のアーキテクトではなく、上記のような幅広い分野の専門家の意見を理解し、統合するためには、高い抽象化能力やコミュニケーション能力が必要となる。例えば、スマートシティの分野では、スマートシティアーキテクトの必要性が言われており、内閣府が推進するスーパーシティ構想では、未来都市を実現するための強力な推進機関にアーキテクトが必要であることが示されている。

3.2 急激な変化

次に二つ目の特徴として、急激な変化について説明する。VUCA という言葉をご存知だろうか？VUCA とは、Volatility(変動)、Uncertainty(不確実)、Complexity(複雑)、Ambiguity(曖昧)から構成された言葉である。現在は VUCA の時代であると呼ばれ、先の予測ができない、計画通りにならない時代であると言われている。世界不確実性指数も増加の一途を辿っている。⁵⁾つまり、システムをめぐるものが激しく変化するために、将来が見通せない時代になってきたということである。ビジネス環境の変化、技術の変化、また AI によるシステムそのものの変化もおきるようになってきた。COVID-19 はまさにそれを決定づけた一例であると言える。

しかし、単純に世の中の変化が激しくなっただけではなく、我々自身が世の中の変化を受けやすい社会をつくっている。つながる社会は変化の影響範囲を広げることを加速する。システムがつながっていないときは、システムに影響を与える環境変化が起きても、影響を受けるのはそのシステムに限られる。しかしながら、システムがつながっていると、システムに影響を与える環境変化があると、つながっている他のシステムにもその影響が伝播する可能性が増加する。つまり、つながる社会は、世の中の変化の影響を受ける可能性が増大することになる。

これまでのシステムでは、外部との関係が変化しないと仮定したクローズシステムとして扱うことが通常であった。しかし、このように外部との関係が変化すると仮定したものをオープンシステムと呼ぶ。オープンシステムのデザインにおいては、2つのことをおこなわないといけない。一つは、環境の変化がシステムに影響を与えることなるべく早く気がつく必要がある。もう一つは、変化に対応するために、変化に対応しやすいシステムデザインをする必要がある。例えば、前者の一つのアプローチとして、「一般社団法人ディペンダビリティ技術推進協議会(略称 DEOS 協会)」では、設計時に設計者がどのような外部環境変化が設計に影響を与えるかを明示化するための手法として D-Case を提案している。D-Case を活用することで、ステークホルダ間で変化に対する 合意議論を充分に行う事ができ、合意結果/結論に至った理由/議論の経緯を記録する事ができる。後者のアプローチとして、変化を考慮したアーキテクチャ設計があげられる。例えば、アーキテクチャ設計時に、必要となる機能とその実現手段を明示的に分離して設計する。これにより、技術の進歩により手段が変わっても、必要な機能が変わらない場合は、手段のみを変更することで対応が可能となる。これらのように環境が変化するという点については、環境の変化がシステムに影響を与えることに気がつく仕組みを導入することと、変化に対応するために、変化に対応しやすいシステムデザインをすることで対応が可能となる。

2020 年のものづくり白書では、このように変化に対応可能な組織の能力をもつことこそがダイナミックケーパビリティの本質であり、DX はその能力を高めることに貢献できることであると述べている。

3.3 重要なシステム特性と説明責任の増加

最後に、三つ目の特徴として、重要なシステム特性と説明責任の増加について説明する。MIT の調査によると、年々新たなシステム特性が追加され、さらにシステム特性に関する論文の本数が急激に増加していることが示されている。⁶⁾システム特性とは、システム全体として捉えないと評価ができない特性のことであり、古くは品質(Quality)や安全性(Safety)などがこれにあたる。最近では、前述した相互運用性(Interoperability)や総合信頼性(Dependability)などその種類は増加しつづけている。つまり、環境の変化が激しく、システムの範囲が拡大しているにもかかわらず、システムとしてしか捉えられない特性が増え

ているということになる。

さらにこれらに対する説明責任が求められることも増えている。例えば、IEC61508 や ISO26262 のような機能安全規格は、安全性の説明を要求している。鉄道の機能安全規格である IEC 62278 は、RAMS という名前のとおり Reliability(信頼性)、Availability(可用性)、Maintainability(保守性)、Safety(安全性)の4つのシステム特性の説明が求められている。現在では、さらに様々な対象において、機能安全規格という名前のもと、安全性およびその他のシステム特性の立証を求める規格がつけられている。この機能安全規格をはじめとしたシステム規格は、開発当初からトップダウンで考慮し、そのためのエビデンスを残すことをしなければならない。

今後のシステム規格への対応を考えると、あらゆるシステムの開発において、開発当初から、トップダウンで重要なシステム特性をデザインし、その立証のためのエビデンスを残すというプロセスの規定と、そのためのインフラ整備をおこなっておくことが必要である。日本人はトップダウンでおこなうリスクベース/ゴールベース開発が苦手であるということがよく言われるが、筆者は決してそうは感じていない。確かに、これまで必要がなかったため、そのような開発が行われてこなかった。このため、急に対応が難しいところはある。しかし一方で、必要性がうまれて、きちんと考え方を学び、それを実践することをはじめている会社では、徐々にではあるが、そういった開発をおこなっている。つまり、きちんと学び、実践をしていけば、そういった開発アプローチができる人材は日本でも育成が可能であるということである。

3 最後に

本稿では、Society5.0 を実現する上で重要であると考えられるシステムに特徴的な3つの点として、「システムとしての対象の拡大」、「環境の急激な変化」、および「重要なシステム特性と説明責任の増加」を紹介し、それらにどのように対応することが良いのかを示した。しかしながら、今回の提案は必ずしも確立した対応策でないのも事実である。今後は SIC のようにシステムに関する専門家が集まるコミュニティにおいて、研究者のシステムに関する知見や、実践者の経験知をもとにその対応策の進化と深化を進めることが Society5.0 の実現に重要であると考えられる。

出典

1) 内閣府 Web サイト

https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

2) INCOSE, Systems Engineering Handbook, 2015

3) 内閣府, スマートシティリファレンスアーキテクチャホワイトペーパー, 2020.3

4) Mark W. Maier, Architecting principles for systems-of-systems, Systems Engineering volume1, issue 4, 1998

5) 経済産業省, 2020 年版ものづくり白書, 2020.5

6) Olivier L. de Weck, Engineering Systems: Meeting Human Needs in a Complex Technological World, The MIT press, 2011

(2020年11月1日原稿受領)

I センター情報

1. 「表現モデリング入門講座～システム化のための UML/SysML モデリング～」 (受講者募集中)

主催: SIC 人財育成協議会

開催日: 2020年11月16日(月) 15:00～18:00

講義形式: Microsoft Teams によるオンライン講義

受講資格者: SIC 会員、非会員

申込締切: 2020年11月11日(水)

受講料: 5,000 円/人 (SIC 正会員企業の方は 2 名様まで無料)

定員: 30 名(オーバーの時は SIC 会員を優先する)

開催趣旨

本講座は、「システム化の視点」を体得するためのモデリング講座です。現実世界の様々な事象をシステム化の視点で分析し、SysML (Systems Modeling Language) を中心としたオブジェクト指向技術を用いてモデルを表現する方法を体験することを目的とします

受講対象者

システム化の視点を身につけ、次のような業務にモデリング技術を役立てたいと考える方を対象に、初歩から解説します。

- ・業務のデジタルトランスフォーメーション(DX)
- ・ビジネスプロセス再設計(BPR)
- ・コンサルティングのための業務分析(BA)
- ・情報システムの要求分析やアーキテクチャ設計など

コーディネータ・講師

中鉢欣秀 (ちゅうばち よしひで) (SIC 学術協議会委員)

東京都立産業技術大学院大学(AIIT)研究科長補佐 教授 情報アーキテクチャコース委員会 委員長/
情報アーキテクチャ専攻 専攻長 博士(政策・メディア)。

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/1930.html>

以上

Ⅱ 活動報告

1. 会合報告

2020. 10. 28 10:00–12:00 2020年度第7回実行委員会

開催形式:Microsoft Teams によるオンライン開催

参加者:センター長、副センター長、実行委員、事務局長、監事(オブザーバ) 合計16名

議題

- | | |
|--|------------|
| ① コロナ禍での SIC フォーラム、産学交流会の開催方式 | 松本隆明実行委員長 |
| SIC フォーラムは講義形式のため当面はオンライン開催とする。 | |
| 産学交流会はテーマを明確にし、そのテーマに関係する学术界・産業界のコアメンバーは会場にてパネル形式で議論しその模様をオンラインで他の会員に中継する形式の開催を検討する。 | |
| ② デジタルエコノミー分科会の参加者募集について | 松本隆明実行委員長 |
| ③ SIC 年度末理事会に向けての議題等の検討 | 木村英紀副センター長 |

以上

2. 会合予定

2020年度第1回 SIC フォーラム開催案内

【開催日時】 2020年11月10日(火)13:30～ 14:30

【開催形式】 Microsoft teams によるオンライン形式

講演＋質疑応答(オンラインチャットによる)

【参加資格】 SIC 会員、(非会員で参加希望者は事務局に相談下さい)

【申込期限】 11月6日(金)

参加申し込みは事務局にて受付

<https://sysic.org>

【タイトル】「海事分野におけるシステムイノベーションへの取り組み」

【講演者】 株式会社 MTI (日本郵船グループ)

取締役 船舶物流技術部門長 安藤 英幸様

【講演概要】

海事分野においてシステムイノベーションの視点は極めて重要になっている。荷主、海運、造船、船用機器、船級、保険、国などバリューチェーンを構成するステークホルダーが、データの共有やシミュレーションを活用して連携を深め、協業をとおして、環境負荷の低減や付加価値の向上を追及する取り組みが今後、不可欠になる。鍵になるのは、システムとして船や物流を捉える視点であり、これをリードできる人材であろう。

本講演では船舶IoTや自動運航など、海事分野におけるシステムイノベーションの取り組みの現状と課題、今後の展望について述べる。

参考 <https://www.monohakobi.com/ja/>

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(株式会社構造計画研究所)