

デジタルの見える手: アフターデジタルへの挑戦

青山 幹雄¹

概要: 新型コロナウイルスの影響は私達に社会活動を根本から考え直す機会となっている。本講演はこれまでのデジタル技術の社会への影響と DX(Digital Transformation)を俯瞰し、今後のデジタル技術の研究開発の課題を議論する。

Invisible Hand of Digital: Challenges towards New Digital Society

MIKIO AOYAMA¹

1. コロナの贈り物

新型コロナウイルスのパンデミック(以下、パンデミックと略記)は世界中に甚大な被害を及ぼしている。一方で、私達が社会のあらゆる側面を根本から考え直す契機ともなっている。

長年議論されながら実現できなかったテレワーク、遠隔(オンライン)授業、遠隔診療、学会のオンライン開催などが短期間に現実となっている。デジタルの価値が認識され、社会のデジタル活用が進むとの期待がある。Web、スマートフォン、SNS などの普及により個人が直接繋がることにより、人の接触追跡など感染防止のためのデジタル技術の新たな活用も出現している。

しかし、紙の書類と手書き、印鑑による決済など、わが国の多くの組織のプロセスや慣習が阻害要因として改めて認識されている。国レベルでのスマートフォンから得られるデータによる個人の接触追跡におけるプライバシー問題の提起[8]や情報パンデミック(Infodemic)と呼ばれる新たな現象も生んでいる。

本稿はこのような現状を俯瞰し、次の 3 つの視点から今後のデジタル技術の研究開発の課題を考察する。

- (1) アフターデジタル社会とは?
- (2) 人とデジタルとの共生と共進化
- (3) 人とインテリジェントシステム

2. アフターデジタル社会とは?

本シンポジウムのテーマである「アフターデジタル」とは何か? 同名の書籍[9]では DX(Digital Transformation)の実現によるリアルとデジタルの逆転を示唆している。本講演では、その意味をこれまでの情報処理システム開発の意味についてマクロな視点で議論することから始めたい。

情報処理システムの開発とは、図 1 に示すように、リアル(現実世界)をモデル化(AsIs)し、あるべき姿(ToBe)を実現するシステムを設計、実装して運用するサイクルである。情報処理システムは主として組織内の定型業務を対象としてきた。このような情報処理システムが普及し、当たり前となった結果、その価値を問う声も上がった[7]。

しかし、近年、Web とスマートフォンにより個人が相互に、あるいは情報処理システムと直接繋がり、さらに、IoT でモノや環境

も直接繋がるようになった。クラウドコンピューティングの発展と共に、個人やモノ、環境とその挙動が個々のインスタンスレベルでデータとして収集可能となった。これは産業分野ではデジタルツインと呼ばれる[10]。パンデミックで個人の接触を追跡するアプリケーションが開発されるようになったのもこのようなデジタルプラットフォームの存在が前提である。自動運転のために高精細度 3 次元ダイナミック地図が開発されている。精度が cm 単位の地図上に交通情報や事故の情報、気象情報などの情報をリアルタイムに重ね合わせて提供する。これを地球規模に展開したデジタル地球も提案されている[11]。今、個人、モノ、環境など社会のすべてがインスタンスレベルでデジタル化され、社会のデジタルツインが形成されつつある。

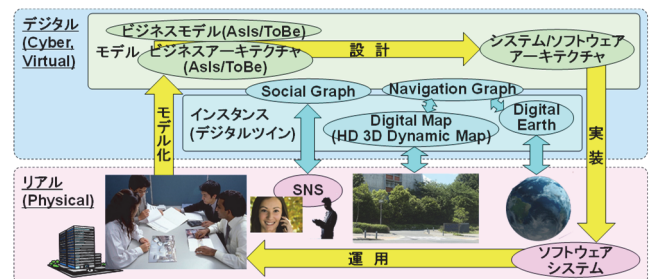


図 1 リアルとデジタル

社会のデジタルツイン化により生成されるウルトラビッグデータは収集、分析、管理に加え、リアルの変化に応じた維持管理も求められるため、多大なコストを要する。このコストに対してデジタルを活用して価値を創出する必要がある。それこそがデジタルに求められる。社会の DX(デジタル変革)である[5]。

3. 人とデジタルとの共生と共進化

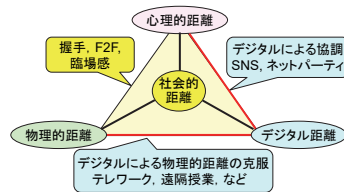
Moore が提唱した SoR (Systems of Record) から SoE (Systems of Engagement) への移行[15]は DX における情報処理システムのあり方として知られている。人を起点とするシステムである。

SoE とその基礎となるエンゲージメントについて考えるために、社会のミクロ構造に焦点を当てよう。社会活動の最小単位は人の活動とそれに伴う相互作用である。その一尺度である社会的距離がパンデミックにより広く認知されるようになった。

社会的距離は米国におけるコミュニティ間の距離として 1920

¹ 南山大学
Nanzan University

年代に提唱された。しかし、デジタル社会では社会的距離を再定義する必要がある。案を図 2 に示す。デジタル距離とはデジタルを介した距離である。例えば、スマートフォンで会話している人は周囲の人との物理的距離は近いが心理的距離は遠い[18]。デジタル社会における人の活動を理解するモデルが必要である。



DX の目的はデジタル技術を活用し 図2 デジタル社会の社会的距離

て、社会課題を解決することによる価値の創出にある。ここで、従来の情報技術とデジタルは利用と技術の両面で異なる。利用面では、従来の情報技術は主として組織内の課題解決に利用されてきた。デジタルは社会の課題発見に利用される。そのため、技術面では、デジタルはIoT、機械学習、クラウドコンピューティングなど人の活動や社会、環境から生成されるデータに基づき人や社会活動の分析と予測により課題を発見する技術に焦点を当てる。人のつながりをデジタルで理解することがエンゲージメントの出発点となる。

情報処理システムはその対象となる組織や社会と表裏一体であることから、情報処理システムと社会は共進化の関係にある[3]。社会問題の解決が新たな情報処理システムを生み、それにより社会が進化するサイクルである。しかし、デジタル技術はパラダイム変化[13]と呼べる不連続進化をしばしば起こす[2]。スマートフォン、クラウドコンピューティング、機械学習におけるブレークスルーなど数多い。それに対して、社会の不連続進化、すなわち、変革は大きなエネルギーを要することから起きるのは希である。デジタル技術の進化とギャップが生まれる。このパンデミックがそのギャップを超える機会となる可能性がある。

4. 人とインテリジェントシステム

データを活用するデジタル技術の中核の一つが機械学習である。機械学習は情報処理システムに組み込まれて、機械学習ソフトウェアシステム(以下、MLS と略記)として利用されている。しかし、MLSの開発技術はまだ萌芽期にある。その工学的体系、すなわち、機械学習ソフトウェア工学(以下、MLSE と略記)の確立が求められる。図 3 は従来のソフトウェアと MLS との違いを対象の問題と解決のアプローチの2面から分類して示す[4]。

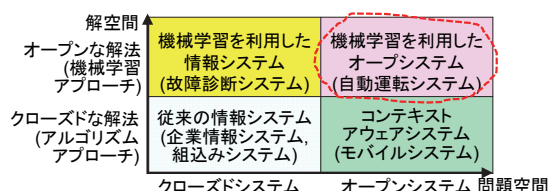


図3 MLS と従来の情報処理システムとの違い

従来の情報処理システムはコンテキストを限定した閉じた対象の問題をアルゴリズムによる閉じた解で解決する。これに対して、MLS では外部データの学習に基づくことから、その解は閉じることがない。入力データの変化に学習モデルが不適合となるコ

ンセプトドリフトが起こりえる。自動運転などモバイルシステムでは問題空間もオープンとなることから課題はより困難となる[19]。

このような構造を認識した MLSE の確立が急務である。例えば、論文[4]では MLS と従来のソフトウェアとの対比に基づき、MLSE の基礎を議論している。論文[16]では、ソフトウェア品質モデルに基づき MLS の品質モデルとその測定方法の導出を提案している。MLSE の研究はグローバルに活発化している。

インテリジェントシステムは人と隔離されず協調する協調ロボットや自動運転車など、日常生活で人と密接に関わるようになっている。人とインテリジェントシステムとのあり方を再考し、新たな協調のデザインが必要となっている[6, 12, 14, 17]。

5. アフターデジタルへの挑戦

1980 年代半ば著者が所属した部門で大規模ソフトウェアの新規開発プロジェクトが危機的状況に陥った、そのプロジェクトの立て直しの中から創出したのが世界初のアジャイル開発である[1]。大きな危機は大きな機会でもある。

パンデミックを機会にこれまでの研究開発のあり方を再考し、世界に比肩する研究開発へと挑戦されることを期待する。

最後に、本講演の機会を頂いた、関係各位に感謝する。

参考文献

- [1] M. Aoyama, Agile Software Process and Its Experience, Proc. ICSE 1998, IEEE Computer Society, Apr. 1998, pp. 3-12.
- [2] M. Aoyama, Continuous and Discontinuous Software Evolution, Proc. of IWPSE 2001, ACM, Sep. 2001, pp. 87-90.
- [3] 青山 幹雄, 情報技術と航空の共進化, 情報処理, Vol. 44, No. 12, Dec. 2003, pp. 1253-1259.
- [4] 青山 幹雄, ソフトウェア工学基礎から機械学習ソフトウェア工学基礎への考察, FOSE2019 論文集, Nov. 2019, pp. 139-144.
- [5] 青山 幹雄, DX(デジタルトランスフォーメーション)と情報通信技術への期待, 2020 年電子情報通信学会総大会 通信講演論文誌 2, BT-3-1, Mar. 2020, pp. SS-10-13.
- [6] J. Banks, et al, A Common Social Distance Scale for Robots and Humans, Proc. of RO-MAN 2019, IEEE, Oct. 2019, pp. 1-6.
- [7] N. Carr, Does IT Matter?: Information Technology and the Corrosion of Competitive Advantage, Harvard Business Review Press, 2004.
- [8] H. Cho, et al., Contact Tracing Mobile Apps for COVID-19: Privacy Considerations and Related Trade-offs, Mar. 2020, arXiv:2003.11511v2.
- [9] 藤井 保文, 尾原 和啓, アフターデジタル, 日経 BP, 2019.
- [10] M. Grieves, et al., Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems, F.-J. Kahlen, et al. (Eds), Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems, Springer, 2017, pp. 85-113.
- [11] H. Guo, et al. (Eds.), Manual of Digital Earth, Springer, 2020.
- [12] 稲垣 敏之, 人と機械の共生のデザイン, 森北出版, 2012.
- [13] T. S. Kuhn, The Structure of Scientific Revolution, 2nd ed., The University of Chicago Press, 1970 [中山 茂(訳), 科学革命の構造, みすず書房, 1971].
- [14] 松原 百映, ほか, 人と高度自動化システムの協調モデルに基づく安全性要求分析方法の提案と先進運転支援システム(ADAS)への適用評価, 第 198 回ソフトウェア工学研究会, Mar. 2018, pp. 1-8.
- [15] G. Moore, Systems of Engagement and the Future of Enterprise IT, White Paper, AIIM, 2011, <https://info.aiim.org/systems-of-engagement-and-the-future-of-enterprise-it>.
- [16] 仲道 耕二, ほか, 要求に応じた機械学習ソフトウェアの品質特性と測定方式の導出方法の提案と評価, 第 204 回ソフトウェア工学研究会, Mar. 2020, pp.1-8.
- [17] H. Sjafrie, Introduction to Self-Driving Vehicle Technology, CRC, 2020.
- [18] S. Turkle, Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age, Penguin, 2015 [日暮 雅通(訳), 一緒にいてもスマホ, 青土社, 2017].
- [19] Y. S. Vasiljev, et al., The Concept of an Open Cyber-Physical System, D. G. Arseniev, et al. (Eds.), Cyber-Physical Systems and Control, LNNS Vol. 95, Springer, 2020, pp. 146-158.