

ソフトウェアモダナイゼーション委員会報告書

ソフトウェアのネクストステージに向けて

～世界で輝く豊かな日本社会を目指して～

2025 年 3 月 31 日

ソフトウェアモダナイゼーション委員会

IPA 独立行政法人
情報処理推進機構

内容

1. はじめに	1
1.1 委員長のあいさつ	1
1.2 本レポートの対象者	4
1.3 ソフトウェアモダナイゼーション委員会の概要、アプローチ	4
2. ビジョン	7
2.1 目指す方向性	7
2.1.1 日本が目指す社会	7
2.1.2 社会課題解決を起点とした新規事業創出の必要性	10
2.1.3 成長戦略としてのソフトウェア活用	12
2.1.4 怒涛の技術革新によるソフトウェア開発の大転換	14
2.2 ソフトウェアのネクストステージで目指すビジョン	17
2.2.1 今後取り組むべきこと	18
(1) 組織	18
(2) 人材	20
(3) 技術	21
(4) 制度とインフラ	22
2.3 顕在化しているビジョンと現実のギャップ	23
2.4 ロードマップ	26
3. 今後の方向性の検討	28
3.1 全体像	29
3.2 本委員会を中心とした動き	30
3.2.1 普及啓発活動	30
3.2.2 国内外の最新動向の収集・広報	30
3.2.3 組織の壁を越えた対話の促進	31
3.2.4 AI 活用の高度化	31
3.2.5 要件定義の高度化、モデリング&シミュレーションの推進	32
3.2.6 オープンソース、組み立て産業化の推進	32
3.2.7 データエンジニアリングの推進	33
3.2.8 リーガルテックの推進	34
3.2.9 契約、規約などの標準化推進	34
3.2.10 Cloud-Edge-IoT の推進	35
3.3 本委員会外の動き	36
4. おわりに	37

1. はじめに

1.1 委員長のあいさつ

生成 AI など、デジタル技術の進展が著しく、これらが社会や産業に大きな影響をもたらしつつある。デジタル技術は、少子高齢化、環境問題、エネルギー問題、災害対策など広範な社会課題の解決に役立つ有力な手段となるのみならず、新たな事業機会創出にも期待が集まる。情報システム開発に関わる作業の大きな部分が AI に代行され、労働集約的な開発体制は消えゆく運命にある。一方でデジタル技術の応用領域が急速に拡大するので、その応用を企画提案し、妥当性を判断し、社会実装を推進する人材への需要は増大する。

当然ながら世界中がデジタル技術に注目し、莫大な投資が注ぎ込まれており、日本の立ち遅れも懸念されている。過去 10 年、デジタルトランスフォーメーション(DX)が注目されたが、日本では既存事業の効率化や改善など、言わば守りの DX が中心で、新規事業創出といった攻めの DX は進んでいない。技術革新がもたらす競争原理や産業構造の変化を的確に理解し、将来を見越した行動を起こさなければ、人口減少とともに縮小均衡に陥り、社会インフラの維持さえおぼつかなくなる。多くの企業がビジネスモデルの転換を迫られ、技術者達はリスクリングを求められる。この大波を脅威と捉えるか、機会と捉えるかは、我々自身の対応姿勢に依存する。

デジタル技術の効能を社会全体で享受するために、デジタル技術を実現しているソフトウェアの特性について適切に理解し、幅広く有効活用していく必要がある。鉄は製鉄業が生産しているだけでなく、ありとあらゆる産業がそれぞれに活用することによって社会を支えている。コンピュータのソフトウェアは、おそらく鉄以上に応用が広く、ありとあらゆる産業を支え、そして根底から変化させていく。好むと好まざるに関わらず、個人の生活の中にも入り込んでくる。

ソフトウェアが持つ力を引き出し、役立てていくことの重要性は、従来にも増して高まり、新たな段階に突入した。ハードウェアやネットワークの性能が高まるとともに、AI やビッグデータによって人知を超えた処理が可能になり、IoT やロボットとの組み合わせによって急速に応用領域が拡大している。その象徴的競争領域が自動運転である。ただし、少数の天才が巧妙な理論や技術を生み出して、人類に幸福をもたらすという構図ではない。

現実世界そのものを実験場として、大量のデータを収集分析し、人々の生活や反応をも含めた社会実験によって技術を生み出す競争になっている。従来不可能であったことを現実化するため、失敗を糧として試行錯誤を繰り返す挑戦が始まっている。物理現象だけでなく

企業や個人の行動や感情も分析対象にして、大きな価値を生み出す新たな商品やサービスを開発、供給することを目指している。多種多様で膨大な数の協力者を得ることで、最終的に高い収益を確保できる可能性が広がる。未完成の技術を使い込んで、改良を重ねて製品やサービスを生み出す競争なのだ。

ソフトウェアは使っても減らない。損耗しないので、使えば使うほど価値を生み出す打ち出の小槌である。また、物理的な製造工程を経ずに実装できるので、不具合があれば比較的容易に修正し、試行錯誤を繰り返しながら必要な機能を徐々に現実化することが可能である。したがって、従来ハードウェアで実現していた機能をソフトウェアで実現し、柔軟に改変して市場ニーズに適合させ、高い価値を提供することが可能になる。

自動車業界では、このソフトウェアの特性を活用し Software-Defined Vehicle の開発競争が進んでいる。自動運転の実現もこの特性を活用して開発を加速することが前提になっている。今後様々な領域でソフトウェアによって機能を実現し、製品を市場に出した後にソフトウェアを更新して製品の価値を高めていく形態が拡大していく。そのように市場との対話を経てニーズに適合した製品やサービスが多数展開される Software-Defined Society が遠からず実現することになるであろう。いち早く Software-Defined Society に移行し、変化や不確実性に対応して迅速なビジネス展開を実現できるようになることが、豊かさと幸福を実感できる持続可能な社会へ向かう道である。

社会課題の解決に使えるような技術は次々に登場しているが、その結果を多くの人々の幸福につなげるには、社会全体としての取り組みが必要になる。天才の発明や完成された便利な製品の提供を待っていると、巨大テック企業に搾取されるだけになる。「パンとサーカス」に興じるのではなく、個人も企業も政府機関も、それぞれが抱える問題に取り組むのは自分自身であることを自覚する。さらに、利用可能な技術に目を光らせ、自らのために使えるものを探索し、積極的に利用する運動に参画すべきである。それぞれの立場からソフトウェアに対する理解を深め自らその利便性を享受し、組織や社会の発展に貢献する道を選択する人が増えることで、社会全体で豊かさを享受できる可能性が高まる。

我々は日々、世界的に提供される画一的な製品やサービスを利用し、広告経由も含めて莫大な費用を負担している。しかし日本は元々天然資源の輸入にそれ以上の負担を負いつつも、価値ある製品を世界に供給することで豊かな社会を築いてきた。ソフトウェアによって実現される情報サービスの世界も同様であり、安く供給される標準的サービスを輸入し、課題を抱える世界中の人々に役立つ価値の高いサービスを輸出する道が開かれている。

Software-Defined Society で生み出される製品やサービスは、多様な技術者や専門家、多くの利用者の参画によって実現され洗練されていく。関係者の率直で頻繁な対話を通じて商品開発や問題解決が行われることに注目する必要がある。社会の関心事や先見性、集合知が製品、サービスを育てていく。巨大テック企業と超富裕層、取り残された労働者層などに分断された社会とは異なり、まだまだ一体感を残している日本社会では、広範な人々の間で対話が成立する。つまり、Software-Defined Society を発展させる優れた土壌に恵まれている。

地域特性や組織の大小、老若男女など様々な人々や広範な産業を横断した対話を活性化し、それを促進する技術、例えば各種のモデリング、VR/AR やデジタルツイン、シミュレーションなども活用することで、ソフトウェアの力を最大限引き出し、直面する社会課題に取り組んで新たな需要と雇用機会を創出することが可能になるだろう。世界で登場する技術を積極的に活用し、その発展に貢献することは、諸外国と同様の方向性を追求することになるが、その成果を社会全体で享受する方法については日本独自の道筋があり得るだろう。

広範な国民の参画を得て、多様な人々や企業、組織の間の対話を活性化することで、ソフトウェアによって実装されるデジタル技術を積極的に活用して直面する社会課題に立ち向かい、その解決策を広く世界に提供することで、高い産業競争力と収益性を確保する道が開かれている。ただし、その便益を社会の隅々に行きわたらせるには、受益者が自ら手を伸ばさなければならない。

ソフトウェアモダナイゼーション委員会は、ソフトウェアに関連する複数の業界団体の協力を得て、独立行政法人情報処理推進機構が行った調査結果も踏まえ、有識者による議論を重ねてきた。中間レポートを公開して、多くの方々からご意見を頂戴し、さらに議論を深めて最終レポートを取りまとめた。我々の前には大きな可能性の扉が開かれている。ただし、待っていても何も起らず、人口減少が進むだけである。他国に追随しても得られるものは小さく、過去 30 年の継続にしかない。今起きている未曾有の変化を理解し、不確実性の海に乗り出すために開発されている技術やアプローチを積極的に取り入れて、わが国ならではの豊かさを追求していく必要がある。多くの人々が進むべき道を見つけるきっかけとなることを期待している。

ソフトウェアモダナイゼーション委員会
委員長 端山毅

1.2 本レポートの対象者

本レポートの対象読者の一部を以下に示す。

- ・ 企業の経営層
 - ユーザー企業やベンダー企業の経営者や管理職。ビジネス戦略の立案や実行において重要な意思決定を行うために、本レポートを参考に行うことができる。
- ・ ソフトウェア開発者およびその分野に興味を持つ方
 - ソフトウェア開発に従事している専門家や、技術的な知識を持ち、ソフトウェアエンジニアリングの動向に興味を持つ個人。目指す方向性や最新の動向を学ぶために、本レポートを参考に行うことができる。
- ・ 業界の著名人や調査機関の関係者
 - 業界への影響力が高い著名人やデータ収集・分析を行う調査機関の専門家。業界全体の発展に寄与するために本レポートの情報を活用できる。

1.3 ソフトウェアモダナイゼーション委員会の概要、アプローチ

独立行政法人情報処理推進機構（以降、IPA）では、業界有識者を招聘し、2024 年 7 月にソフトウェアモダナイゼーション委員会（以降、本委員会）を編成した。本委員会では、昨今の日本の現状を踏まえ、ソフトウェアに関する国内外の動向などを参考に、ソフトウェアがもたらす価値を最大化する観点から日本社会や産業界の目指す方向性を議論し、ビジョンやロードマップ、2025 年度以降の施策などの検討を行っている。

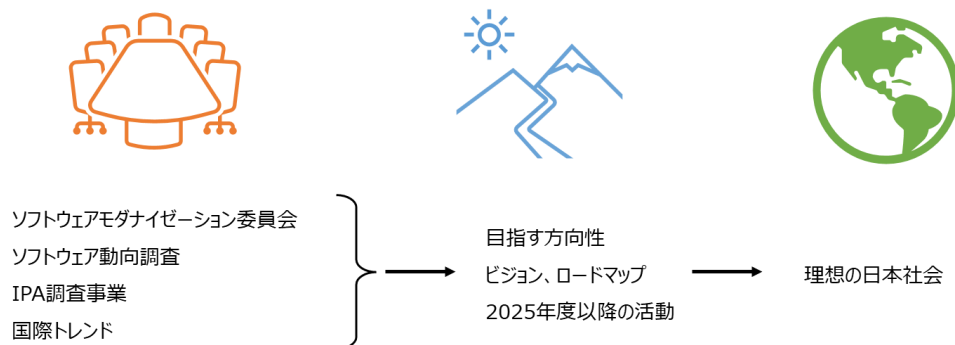


図 1 本委員会のアプローチ

本委員会のメンバー及び開催実績を以下に示す。

表 1 委員一覧

分類	氏名	所属	備考
委員長	端山 毅	株式会社 NTT データグループ	
委員	金子 博	株式会社 東芝	JEITA ¹ 推薦
委員	黒坂 肇	サイオステクノロジー株式会社	JOPF ² 推薦
委員	齊藤 拓也	日本電気株式会社	
委員	細美 彰宏	株式会社日立ソリューションズ	
委員	長坂 昭彦	フューチャーアーキテクト株式会社	MCIS ³ 推薦
委員	日野 和麻呂	株式会社オービックビジネスコンサルタント	SAJ ⁴ 推薦
委員	藤本 礼久	一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会	JUAS ⁵ 推薦
委員	堀井 大砂	SCSK 株式会社	JISA ⁶ 推薦
委員	安永 実	TIS 株式会社	
委員	渡辺 博之	株式会社エクスモーション	JASA ⁷ 推薦

¹ 一般社団法人電子情報技術産業協会 <https://www.jeita.or.jp>

² 日本 OSS 推進フォーラム <https://ossforum.jp>

³ IT システム可視化協議会 <https://www.mcis-jp.org>

⁴ 一般社団法人ソフトウェア協会 <https://www.saj.or.jp>

⁵ 一般社団法人日本情報システム・ユーザー協会 <https://juas.or.jp>

⁶ 一般社団法人情報サービス産業協会 <https://www.jisa.or.jp>

⁷ 一般社団法人 組込みシステム技術協会 <https://www.jasa.or.jp>

表 2 開催実績

開催形式	開催日	主なテーマ
第 1 回委員会	2024 年 6 月 11 日	目指す方向性についてのブレインストーミング
第 2 回委員会	2024 年 7 月 18 日	本委員会の今後の進め方についての議論
第 1 回ワークショップ (有志メンバーで開催)	2024 年 8 月 1 日	社会トレンドを踏まえた今後の日本についての 検討 日本社会が目指す今後の方向性についての検討
第 3 回委員会	2024 年 8 月 22 日	目指す方向性についての議論
第 2 回ワークショップ (有志メンバーで開催)	2024 年 9 月 5 日	本委員会の今後のロードマップについての検討
第 4 回委員会	2024 年 9 月 25 日	目指す方向性、今後のロードマップを整理した 中間レポートについての議論
第 5 回委員会	2024 年 10 月 24 日	2024 年度ソフトウェア動向調査 ⁸ について議論
第 6 回委員会	2024 年 12 月 19 日	年度末レポートについて議論
集中検討会	2025 年 1 月 29 日	年度末レポートに記載するロードマップについ て議論
第 7 回委員会	2025 年 3 月 3 日	年度末レポートの確認、議論

また、IPA では並行して「レガシーシステムモダン化委員会⁹」も開催しており、レガシーシステムモダン化委員会では、現状のレガシーシステム¹⁰を取り巻く要因の可視化、多角的な分析、対処法の検討を行っている。

「ソフトウェアモダナイズーション委員会」で未来像からのバックキャストを通じて道筋を検討するとともに、「レガシーシステムモダン化委員会」での現状の課題を起点としたボトムアップのアプローチを実施し、これらを両輪で課題解決に取り組んでいる。

⁸ IPA 「「2024 年度ソフトウェア動向調査」調査結果データの公開と分析レポートの募集」

<https://www.ipa.go.jp/digital/software-survey/software-engineering/result-software2024.html>

⁹ IPA 「レガシーシステムモダン化委員会」

<https://www.ipa.go.jp/disc/committee/legacy-system-modernization-comittee.html>

¹⁰ 技術面の老朽化、システムの肥大化・複雑化、ブラックボックス化等の問題があり、その結果として経営・事業戦略上の足かせ、高コスト構造の原因となっているシステム。

2. ビジョン

2.1 目指す方向性

2.1.1 日本が目指す社会

令和6年6月21日、政府は「経済財政運営と改革の基本方針 2024 ～賃上げと投資がけん引する成長型経済の実現～¹¹」（以降、骨太方針 2024）を閣議決定した。骨太方針 2024 は、日本経済の持続的成長と社会課題の解決を両立させるための指針として策定されたものであり、今後の経済財政運営の方向性を示す重要な政策文書である。

骨太方針 2024 では、日本経済の長期的な成長ビジョンとして、2040 年頃に名目 GDP1,000 兆円の達成を目標に掲げている。これは、少子高齢化や地域格差、環境問題、社会インフラ維持などの喫緊の社会課題を克服し、国民一人ひとりが豊かさと幸福を実感できる持続可能な経済社会を実現しようという強い意志を示すものである。

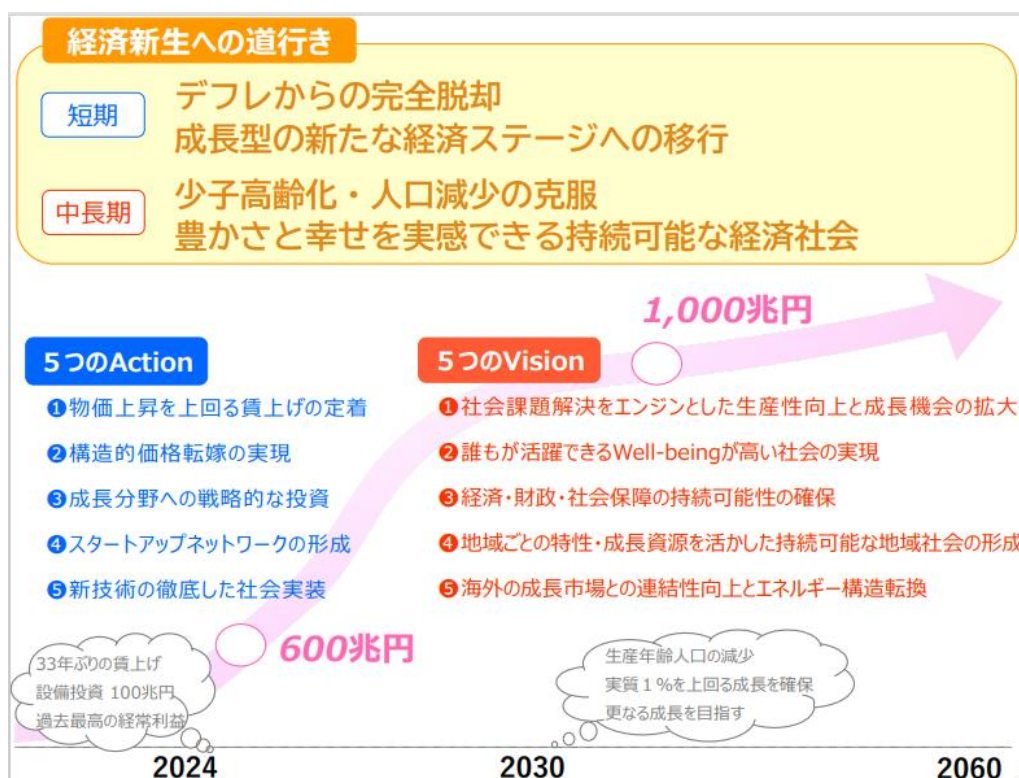


図2 「骨太方針 2024PR 資料～総論～」(出典：内閣府)

¹¹ 内閣府「経済財政運営と改革の基本方針 2024」

<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2024/decision0621.html>

同様の方向性として、日本政府は以前から「Society 5.0¹²」という未来社会のコンセプトを提唱してきた。これは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合し、経済発展と社会課題解決の両立を図る新たな社会像の提示である。

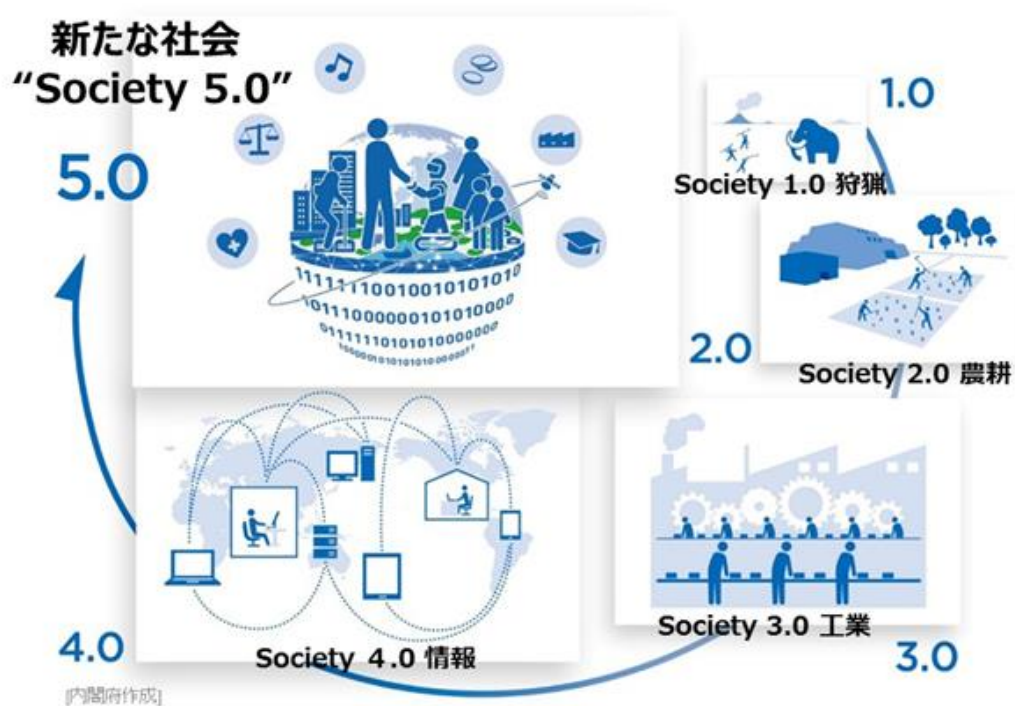


図3 「Society 5.0」(出典：内閣府)

¹² 内閣府「Society 5.0」 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

さらに、デジタル庁が公表している「デジタル社会の実現に向けた重点計画¹³」においては、「誰一人取り残されない、人に優しいデジタル化」を理念に掲げ、以下の6つをデジタル社会の目指す姿として示している。

1. デジタル化による成長戦略

社会全体の生産性・デジタル競争力を底上げし、成長していく持続可能な社会を目指す。

2. 医療・教育・防災・こども等の準公共分野のデジタル化

データ連携基盤の構築等を進め、安全・安心が確保された社会の実現を目指す。

3. デジタル化による地域の活性化

地域の魅力が向上し、持続可能性が確保された社会の実現を目指す。

4. 誰一人取り残されないデジタル社会

誰もが日常的にデジタル化の恩恵を享受できるデジタル社会の実現を目指す。

5. デジタル人材の育成・確保

デジタル人材が育成・確保されるデジタル社会を実現する。

6. DFFT¹⁴の推進をはじめとする国際戦略

国境を越えた信頼性ある自由なデータ流通ができる社会の実現を目指す。

¹³ デジタル庁「デジタル社会の実現に向けた重点計画」<https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program>

¹⁴ Data Free Flow with Trust：信頼性のある自由なデータ流通の促進を目指すコンセプト。

2.1.2 社会課題解決を起点とした新規事業創出の必要性

骨太方針 2024 などが示す「国民一人ひとりが豊かさと幸福を実感できる持続可能な経済社会」を実現するためには、少子高齢化、環境問題、エネルギー問題、災害対策、格差拡大といった多様な課題に対して、世界に先駆けて解決策を生み出すことが求められている。とりわけ日本が先行して直面している人口減少・高齢化問題やエネルギーの効率化の必要性は、世界各国でも同様の課題として認識が広がりつつある。そのため、日本における先進的な取り組みが国際的に注目を集め、広く波及・展開される可能性も大いにある。

社会課題解決を起点に新規事業を創出しグローバル展開へ

こうした社会課題の解決は、大きなビジネスチャンスにもなり得る。日本の課題の多くは世界共通であり、日本はグローバルな技術を活用できる環境と先進的な知見をあわせ持つ。国内市場が縮小傾向にある中、既存事業を国内市場だけで継続しても、今後の成長は難しくなる可能性が高い。したがって、既存事業の海外市場開拓に加えて、社会課題解決を起点とした新規事業を創出し、そのソリューションを海外市場へ展開することが、大きな経済成長につながると考えられる。

また、海外からの人材・観光客の増加を見据えると、国内市場がメインであるドメスティック企業や自治体でも、多様な国籍や背景を持つ人々を受け入れる体制整備が必須となってくる。

「イノベーションのジレンマ」に陥らない

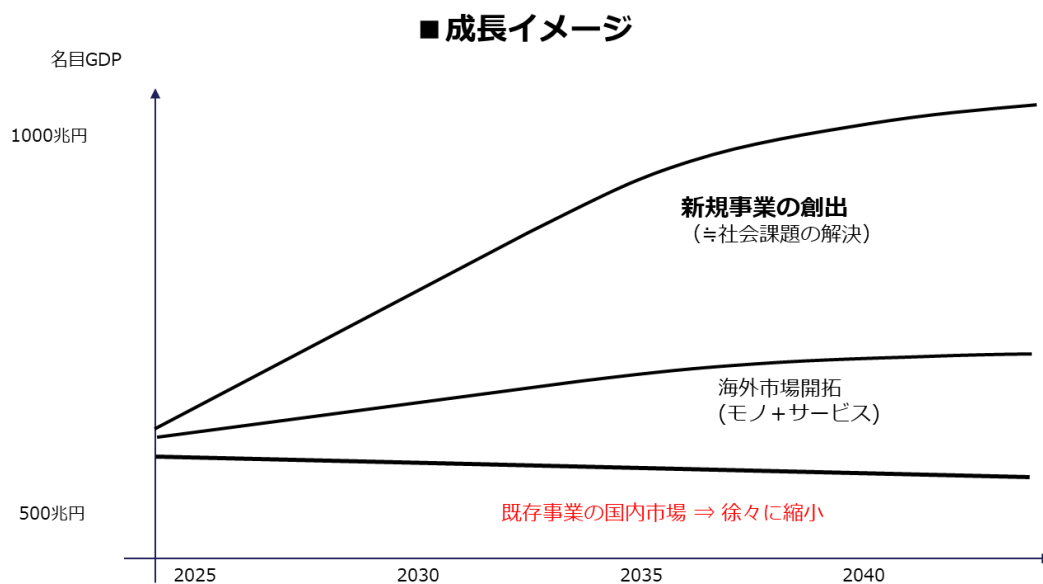
デジタル技術の進歩は、本来であれば大きなビジネスチャンスを生むはずである。しかし、日本における調査結果では、既存事業の効率化を目的とした DX が中心となり、新規事業の創出に結びついているケースは少ないことが示されている。現在、収益を上げている企業に尋ねれば、「既存事業の効率化によって売上や利益を伸ばす努力をしている」と回答するのは当然である。だが、既存事業が好調であるほど新たな環境への適応が遅れるという「イノベーションのジレンマ」は、これまで数多くの優良企業を衰退させてきた。そして、このジレンマは今後も繰り返されることが予想される。一部の企業は、既存市場の縮小を見据えて海外展開に注力したり、国内での新市場開拓を進めたり、あるいは様々な課題解決に取り組み、その事業化に取り組んでいたりする。人口減少と労働力不足が顕在化する中、決して容易な道ではないが、現状維持しようとしても衰退に向かう。

現状に安住せず大胆な挑戦を

現状維持を望む人や企業が多いことは、裏を返せば現在の社会がそれなりに安定していることの証左とも言える。しかし、地球環境が変化を迫り、科学技術が既存産業の変革を求めている現代において、現状維持を続けることは許されない。誰かが新しい領域に挑戦しなければ、私たちの社会は縮小していく運命にある。日本は新たな挑戦への動機が生まれにくい、ある意味で「恵まれた」社会であることを自覚する必要がある。

当然のことながら、バブル崩壊後の沈滞から抜け出すために、新たな挑戦が奨励されてきた。例えば、近年では資本効率が重視され、PBR¹⁵や ROE¹⁶の向上が求められている。利益率を 1%、2% 程度向上させるのであれば、既存事業の改善によっても達成可能であろう。しかし、これを 2 倍、3 倍と飛躍的に高めるには、まったく異なるビジネスモデルへの転換や、厳しいレッドオーシャンでの競争を続けるよりも、果敢にブルーオーシャンへ乗り出すことが必要となる。

誰が新たな挑戦を担うのかという視点から、大胆な挑戦を後押しし、新規事業の創出を促す社会的な環境づくりも求められる。また、人口減少の影響に関する推定精度を高め、その深刻さと正面から向き合うことも重要である。



¹⁵ 株価純資産倍率 (Price Book-value Ratio) の略で、企業の株価と純資産の関係を表す指標。

¹⁶ 自己資本利益率 (Return On Equity) の略で、株主が投資したお金を元手に、企業がどれだけの利益を上げたのかを示す値で、企業の経営効率を測る指標。

2.1.3 成長戦略としてのソフトウェア活用

こうした成長戦略の中核を成すのが、ソフトウェアを中心としたデジタル技術の活用である。もはやソフトウェアは、パッケージソフトやアプリケーションだけにとどまらず、スマートフォンから家電、自動車、社会インフラに至るまで、あらゆるモノやサービスを支える不可欠な存在となっている。ソフトウェアの優劣が競争力を左右し、社会全体の価値創出にも直結しているといっても過言ではない。

近年、SDV（Software-Defined Vehicle）のように、ハードウェアを制御するソフトウェアを継続的に更新し、不確実性や変化するニーズに柔軟かつ俊敏に対応する「Software-Defined」の考え方が幅広い分野で注目を集めている。

例) Software-Defined Vehicle

遠隔通信で車のソフトウェアを更新し、販売後も機能を増やしたり性能を高めたりできる自動車。性能の向上、運転支援機能や事故防止機能の改善が可能であり、従来にない機能の実現性が高まる。

例) Software-Defined Satellite

1977 年に打ち上げられた探査衛星ボイジャーはソフトウェアの更新を重ねることで太陽系外の探査を継続し、2023 年 10 月には燃料噴射方式の変更を行うなど、打ち上げ後数十年が経過しても機能拡張と寿命延長を実現している。

ソフトウェアの特性を理解し引き出す

現代は「VUCA（変動性・不確実性・複雑性・曖昧性）の時代」と言われ、予測困難な変化に迅速かつ柔軟に対応する「アジリティ」の重要性がますます高まっている。このアジリティを支えるのが、まさに「Software-Defined」の考え方であり、これを社会全体に適用したものが「Software-Defined Society」である。

Software-Defined Society とは、社会のあらゆる仕組みがソフトウェアによって制御・最適化される社会であり、ソフトウェアと社会インフラの統合により、より柔軟で効率的な社会運営が可能となる。さらに、効率化、適応性、公平性、安全性、環境負荷低減、経済成長、といった多くのメリットをもたらす。

例えば、Software-Defined Society においては、法制度やルールもソフトウェアで実装される「Rule as Code (RaC)¹⁷」という考えが広がっている。技術や社会の変化に応じて、柔軟かつ迅速な運用が可能となり、面倒な手続き無しに税制や社会保障制度が個人の収入や状況に応じて自動適用される、自分の条件に合った行政サービスの提示を受けられる、といった恩恵が期待される。また、制度の変更によってどのような影響が出るのかを事前にシミュレーションすることも可能となり、社会の変化に応じて社会のルールがタイムリーに最適化できるようになるだろう。

ソフトウェアで新たな価値を創出する

Software-Defined Society が実現された世界では、ソフトウェアを活用して AI などの新しい技術を素早く適用し、製品やサービスの価値を高めるとともに、大量のデータを収集・蓄積し、それを AI によって解析することで、人知を超える迅速かつ的確な判断が可能となる。そして、その成果を試行錯誤しながら磨き上げることで、これまでにない新しい価値を創出することが可能である。日本が Software-Defined Society への移行をリードし、新たな価値を創出し続ければ、人々が豊かさと幸せを実感できる持続可能な経済社会を実現する大きな原動力となることが期待される。

自ら行動し社会的フィードバックループに参画を

ただし、デジタル技術の進化を待つ受け身の姿勢では、Software-Defined Society のメリットを享受できない。社会課題解決に向けた実験を率先して遂行し、社会的なフィードバックループを回してアイデアの現実化を推し進める必要がある。

デジタル・エンジニアリングによる産業の再定義

システムの開発、テストと評価、および維持のためにデジタルモデルとその基礎となるデータを統合的に利用するデジタル・エンジニアリングにより、可視化やコラボレーションが促進され、迅速で的確なデータ主導の意思決定が可能になることが期待されている¹⁸。ソフトウェアの影響力増大は新たな段階を迎え、製造業、都市開発、航空宇宙、エネルギー、医療サービス、金融、運輸、材料科学など、広範な産業分野において新たなエコシステムが形成されようとしている¹⁹。

¹⁷ 法律や規則、ポリシーなどをコード化して機械が読み取れる形式にする手法。

¹⁸ DOD INSTRUCTION 5000.97 DIGITAL ENGINEERING

¹⁹ “Welcome to Digital Engineering”, Digital Engineering, Vol.1, 2024

2.1.4 怒涛の技術革新によるソフトウェア開発の大転換

AI の進化によってあらゆる業種のビジネス形態や働き方が根本的に変わり始めており、ソフトウェア開発も例外ではない。オープンソースの普及や API²⁰の標準化など、コンポーネントを活用するソフトウェアの「組み立て産業化」が進展している。

労働集約型ソフトウェア開発の終焉

コード作成やテスト実行など労働集約的な作業を AI が支援または代行する環境が整いつつある。人月工数や作成ステップ数で管理する作業に対して、AI の適用が急速に進むことが予想される。開発の生産性が飛躍的に向上する中で、成果の価値に基づく評価が求められるようになる。

戦略立案・企画・要件定義を担う高度技術者が価値創出

多くのソフトウェアやシステム開発の工程が AI に置き換わる可能性が高いことを踏まえると、ビジネスや開発現場における人間の役割は、今後は自然と戦略立案、企画・設計、要求定義などの上流工程にシフトしていくと考えられる。こうした変化は日本にとっても大きなインパクトとチャンスをもたらす。急速な人口減少による企業のリソース不足が深刻化する中、反復的・定型的な作業を AI に任せることで、人間はより高度な課題解決やイノベーション創出に専念できる環境を整えられるからだ。その結果、限られた人的リソースを最大限に活用し、高い付加価値を生み出す開発体制が期待される。

エンジニアリング能力を有する人が妥当性評価、総合的判断を

一方、AI によって開発が自動化できるようになっても、AI が作成したソフトウェアやシステムが目的を正しく満たしているかどうかの妥当性を評価（目的適合性判断）するのは、依然として人間のエンジニアリング能力にかかっている。要件の曖昧さや仕様の不備、モデル化の誤りなどを正しく見極めるためには、ドメイン知識や論理的思考、構想力、そしてシステム全体を可視化・俯瞰する力など総合的な判断力が欠かせない。仮に AI が提示した内容をそのまま鵜呑みにしてシステムを構築すれば、大きな損害やセキュリティリスクを招く可能性がある。したがって、AI を活用しながらも、最終的な品質保証やリスク管理、意思決定の責任は人間が担う必要があるだろう。

²⁰ Application Programming Interface : ソフトウェアやアプリケーション、Web サービスなどを連携するための仕組み。

AIで自らの能力を拡張できる人材になる

以上を踏まえると、AIが開発において担う役割は今後さらに拡大し、従来型の開発スキルのみを持つ人材は余剰となる可能性が高い。さらに、AI以外にも高度な技術が次々と登場するため、それらを適切に見極め、活用するための習得力を高めることも不可欠である。必然的に、人材に求められるスキルセットは大きく変化していくだろう。

今後は、AIが生成した成果物を確認・判断する能力に加え、戦略立案、企画設計、要求定義などの上流工程を担うスキルや、事業や社会に実装するための経営的視点が、より重要になる。プログラム作成の労力は大幅に削減されるものの、入力デバイスの多様化やデータ量・処理量の急増に対応するため、人間の認知限界を拡張（augment）する仕組みを構想し、制御できる抽象的思考力の強化も求められる。これらの領域は、従来のプログラミング技術だけでは補えない。そのため、個人の積極的な学び直しやスキルアップに加え、組織や社会全体で、社会や事業の変革を先導できるソフトウェア技術者の育成・支援体制を整備することが不可欠である。

既存コンポーネント活用で対応迅速化

ソフトウェア開発の「組み立て産業化」に向かって、以前からモジュール化やソフトウェア部品の再利用などの取り組みが行われてきたが、近年はサービスコンポーネントの充実、標準化の進展、ハードウェアの高性能化などにより、一層進展している。その結果、ソフトウェア開発のリードタイム短縮、仕様変更への迅速な対応、生産性や品質の向上が図られており、組み立て産業化の傾向はますます強まっている。このような環境では従来型の人月ベース²¹による管理はもはや成立せず、生み出した価値に基づく評価が求められる。また、求められる人材のスキルや知識も変化し、アーキテクチャ設計や多様なコンポーネントの活用に関する知見など、これまでとは異なる能力が必要となっている。

就業・取引形態も一変する

AIや組み立て産業化などの技術革新は、変化のスピードが非常に速く、瞬く間にグローバルに広がっていく傾向がある。また、こうした技術革新に加え、リモートワークや兼業、Web会議などが一般化したことで、組織のあり方や人々の働き方にも変化が生じている。このような社会的影響も含め、技術の変化を広い視野でとらえることが重要である。

²¹ 1人が1ヶ月間かけて完了できる作業量「人月」を基準とする考え方。

また、クラウド技術やサービスの進展に伴い、ソフトウェアのサブスクリプション利用が増加している点も重要である。従来のパッケージソフトウェアも導入後に期待される成果や価値に基づいて評価されてきたが、サブスクリプションモデルの普及によって、月単位や処理単位など、より細かな単位で費用対効果や価値が明確化されつつある。さらに、自社向けにカスタマイズするのではなく、標準化された業務プロセスに自社を合わせる「Fit to Standard」の考え方が広まり、アップデートへの迅速な対応という利点からも、その導入が加速している。

2.2 ソフトウェアのネクストステージで目指すビジョン

デジタル技術の恩恵を社会全体で享受し、それを原動力としてさらなる成長と社会課題の解決を図るためには、国民一人ひとりがデジタル技術に関心を持ち、積極的に参加していくことが不可欠である。日本社会は、諸外国ほどに深刻な分断が進行しておらず、比較的広範な対話が成立し易い環境を維持している。例えば、企業現場では現場の従業員から管理職、経営者へと意見が吸い上げられるボトムアップ型の改善文化が根付いており、こうした対話型の協働スタイルは、日本の強みとして今後さらに活かすことができる。

現実社会を実験場とし対話を通じて英知を集める

AI やデータを積極的に活用し、精度の高い仮説を構築し、迅速かつ効率的な検証サイクルを繰り返すことが求められる。この取り組みによって、社会の変化に柔軟に対応し、持続的な社会課題の解決や経済成長を実現することが可能となる。

ビジョン

多様なステークホルダーが率直に対話を行いつつ、AI やデータを積極的に活用しながらソフトウェアの特性を活かし、高速かつ頻繁な仮説検証や更新を行う。そうすることで、日本ならではのきめ細やかさと品質の高さを発揮できる。さらに、国際的にも通用する優れた製品・サービスを提供し、「国民一人ひとりが豊かさと幸福を実感できる持続可能な経済社会」を築く原動力とする。

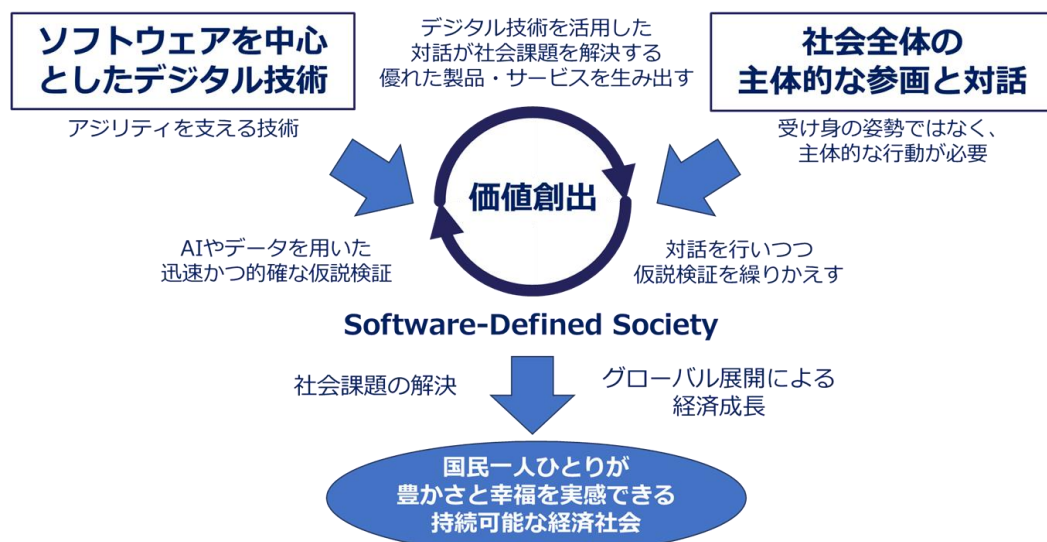


図 5 目指す方向性

このビジョンに示す価値創出サイクルを通じて、グローバルな変化に対応するスピードと柔軟性を備えた事業展開を可能にし、相互運用性と拡張性を備えたシステムを実現すると共に、グローバルに活躍できる人材を増大させ、価値創出サイクルをさらに拡大する。

2.2.1 今後取り組むべきこと

ビジョンの実現に向けては、デジタル技術の可能性を最大限に引き出し、その恩恵を社会全体で共有するための取り組みが不可欠である。

その前提となるのが、的確な情報収集と分析である。世界におけるソフトウェア技術の潮流や市場動向を継続的に把握し、その上で戦略的に技術開発や応用、人材育成を推進する必要がある。

ソフトウェアの活用促進と開発力強化に向け、以下の4つの観点から整理を行う。

(1) 組織

従来のようにユーザー企業とベンダー企業という2軸で考えるのではなく、両者の連携がますます重要になってきている。同時に、サプライチェーンを含む関係者間の連携も、これまで以上に求められている。以下では、ビジョンを実現するために特に重要となる組織改革の取り組みについて述べる。

AI時代のビジネスモデル変革

AI技術の活用により、従来乗り越えられなかった課題を解決し、より高い価値を提供できる場面が随所で発生する。そのような変革の機会を的確に捉えたビジネスモデルへの転換が求められる。労働時間の売買ではなく、高収益を見込める価値創出に焦点を当てる。

デジタル技術と他分野の融合（ビジネスとITの一体化）

課題解決には対象領域の専門家と利用可能な技術の専門家の連携が必要であり、デジタル技術のみならず様々な技術者、研究者、業務や制度の有識者などが協力して、適切な解決策を導き出すことが重要である。多様な専門家が共通のビジョンを描き、連携して取り組むことでイノベーションを加速させる。当初から技術の専門家を検討に含め、課題解決に向けた技術的選択肢を適切に評価する必要がある。同時に技術的専門家は、自らの専門領域に閉じこもらず社会的な視点や対人関係能力を備えて、自らの専門性を発揮するために必要な対話を促進する技量も求められる。

事例の共有と対話の場の創出

社会課題の解決には、異なる背景を持つ人々の多様な視点が不可欠である。専門家や行政だけでなく、現場で課題に直面する住民や企業の声を吸い上げ、知見を共有する。これにより実効性の高い解決策が生まれ、組織の枠を超えた協力関係が構築される。

社会全体での連携、標準化

特定の組織が単独で取り組むだけでなく、社会全体が連携し、システムやプロセスの標準化を進めることで、データや技術を有効に活用する基盤を整える。具体例としては、共通プラットフォームやデータスペースの整備などが挙げられる。標準化は新規参入やコスト削減にも寄与し、イノベーション促進の大きな力となる。

高アジリティ組織への変革

環境が変化する状況で、完全な解決策を計画的に実現しようとしても無理がある。未知の領域で価値を創出するには、不確実性の中でも決断し、素早く誤りを認めて軌道修正するアジリティが必要になる。リスクを制御し、組織としての学習を進めるために、既存コンポーネントの活用やシステム開発の内製化など、アジリティを高める観点から技術的な対応策を組織的に取り入れる検討も求められる。

発注力の強化

情報システムを使用して業務を遂行する者は、情報システムの取得者として、社内での合意形成を図り、情報システムの供給者（社内の開発部門を含む）に要求事項を明確に伝える責任を有する。また、開発や運用に関する適切なタスク管理も実施しなければならない。発注者としてコンプライアンスを徹底し、標準的な可視化手法を活用するなど、発注力の強化に努める必要がある。民間企業設備投資に占める情報化投資比率は、2022年時点で17.9%と大きな割合を占めており、今後さらに情報化投資比率が高まるので、発注者自身のデジタルスキル向上は不可欠である。

人材流動化への対応

ソフトウェア産業では、従来の開発側と利用側の垣根を越えて、人材の流動性が年々高まっている。ベンダー企業だけでなく、利用者側のユーザー企業においても、優秀な人材が定着しその能力を発揮できるように、キャリアパスの提示やスキル標準の導入、適切な成果管理を通じて、継続的に成長機会を提供できる組織であることを示す必要がある。同時に、

人材の流動があっても業務を円滑に維持できるよう、知識の可視化と蓄積の仕組みを構築することが求められている。

(2) 人材

ソフトウェアやデジタル分野における人材不足が、さまざまな場面で指摘されている。利用者のリテラシー向上と専門家の育成は喫緊の課題である。ここでは、そのために特に重要な取り組みについて述べる。

利用者のリテラシー向上

デジタル技術の恩恵を広く行き渡らせるためには、市民・利用者・ユーザー企業の経営者・行政職員などの非 IT 技術者がそれぞれの立場に応じて、AI 時代における IT リテラシーを向上させることが不可欠である。加えて、社会全体が「最初から完璧なサービスを求めない」「社会全体で育てていく」「参画する喜びを共有する」「失敗を学びの機会と捉える」といったマインドセットを持ち、挑戦や試行錯誤を重ねる文化を醸成することが重要である。このような文化が根付けば、デジタル技術の継続的な活用とスキル向上が期待できる。

専門家の育成と集中的な養成

利用者全体のリテラシー向上とは別に、特定の技術領域に深い知見を持つ高度な専門家を、企業や大学が集中的に育成し、その専門性を社会課題の解決につなげる仕組みづくりも重要である。高度なソフトウェア開発、AI 技術、セキュリティなどの分野では、専門家が主導する研究開発が競争力を大きく左右する。専門家は世界トップレベルを目指し、諸外国の専門家と競争しつつも協力しながら、世界的な技術創出に貢献し、積極的に参画していくことが求められる。

グローバルスキルの向上

国内市場の縮小に伴い、海外市場を見据えたグローバル展開が重要となる。また、常に最新技術を意識し、海外企業や研究機関との切磋琢磨を通じて、企業も技術者も成長を目指すことが重要である。言語や異文化理解、海外の技術動向をいち早くキャッチアップする力、使えるものは積極的に使う意識など、グローバルを見越したスキルがより求められる。

また、OSS 等のグローバルコミュニティに参加し、グローバルに切磋琢磨しながら成長していくことも重要である。

(3) 技術

社会課題の複雑化に対応するには、多様なステークホルダーが対話を重ね、その結果を迅速に検証し、フィードバックできる技術や仕組みが求められる。以下に、Software-Defined Society の実現において特に重要となる技術について述べる。

AI を活用した要件定義、設計、開発、テスト

AI がソフトウェア開発に大きな変化をもたらす。仕様の作成やコードの生成、テストなど、ソフトウェア・ライフサイクルのあらゆるプロセスで AI の活用が進んでおり、リバーズエンジニアリングも容易になる。AI による抜本的な生産性向上により労働集約的作業が削減され、開発体制における要員のピークが大幅に低下することが期待される。また、今後求められる人材のスキルセットも、より上流工程や妥当性確認などに重点が置かれるようになる可能性が高い。

対話促進と意思決定のための可視化・モデリング

関係者の意見や価値観が異なる中で円滑に意思決定を進めるために、ドキュメンテーションに可視化・モデリングの技術を積極的に駆使し、共通理解を促進する必要がある。共通の言語（モデル）を使用することで、状況や課題を明確に表現して認識の相違を抑制し、感情的な論争を避けて客観的な視点で議論を進めることで、立場や専門性の違いを乗り越えた合意形成を加速できる。また、抽象的な概念を把握したり、環境や状況の変化に応じて柔軟に調整したりすることも容易になる。

事前検証を可能にするシミュレーション技術

VUCA の時代に過去の経験則で将来を予測することは困難である。業務モデリングや VR/AR、デジタルツインなどを活用し、多面的な検討やシミュレーションを行い多様な可能性を探求することが重要になる。特に、物理的な実験や試作、建設活動を代替できる点は、製造業や建設業において大きな効果をもたらす。さらに、各選択肢の影響やリスクをシミュレーションし、データやロジックを利用して説得力を向上し、合理的な判断につながる可能性を高められる。

迅速な仮説検証を可能とするアジリティの高い開発手法

迅速な仮説検証を実現するには、「計画通りに進めること」よりも、「素早く適応すること」が重要である。そのためのアプローチとして、アジャイル開発²²や DevOps²³などのアジリティの高い開発手法が挙げられる。

組み立て産業化とオープンソース

独立した小さな要素を組み合わせて大きなシステムを構築する「ビルディングブロック」の考え方が重要となる。この手法を採用することで、市場や技術の変化に応じてシステム全体を作り直すことなく、必要な部分だけを柔軟に更新できるため、変化に強いシステムを構築できる。ビルディングブロックはオープンソースソフトウェア（OSS）²⁴で提供されることが多く、商用のマイクロサービス²⁵もある。これらを積極的に活用することが、変化が速い社会においては重要になっていく。

ソフトウェアにデータを提供するためのデータエンジニアリング

ソフトウェアはデータに効率的にアクセスできることが重要であり、そのためのデータベースやデータ連携基盤の整備を行う必要がある。また、正確な処理には、高品質なデータを提供するデータマネジメントの仕組みを実現することが重要である。

(4) 制度とインフラ

変化が激しく、人口減少が進んでいく社会では、社会制度やインフラにおいても柔軟性や効率性が求められる。ここでは、その実現に向けて特に重要となる取り組みについて述べる。

制度情報のデジタル化

デジタル技術を活用することで、法制度をより効率的かつ柔軟に運用できる可能性が広がる。また、技術や社会の変化に的確に対応させていく必要がある。そのためには、単なるソフトウェアの開発スピードの改善だけでなく、リーガルテックのような制度作成にソフトウェア技術を取り込んだ抜本的な業務見直しを実現する仕組みや、共通の契約・開発標準の整備が必要となる。

²² システムやソフトウェアの開発において、短期間のサイクルで機能の開発・実装・テストを繰り返す手法。

²³ ソフトウェアの開発と運用を連携して、より迅速かつ効率的に開発・提供する手法

²⁴ 利用者の目的を問わずソースコードを使用、調査、再利用、修正、拡張、再配布が可能なソフトウェアの総称。

²⁵ 複数の独立したサービスを組み合わせてアプリケーションを構築する手法。

安全・安心な社会の実現

ソフトウェアの活用があらゆる分野に広がる中で、セキュリティやプライバシーの確保が一層求められている。また、利便性やイノベーションとのバランスのとれた取り組みも不可欠である。こうした高度な要求に対し、日本の技術力を活かしたサービスの開発と展開が期待される。

Edgeを組み込んだ仕組みの整備

今後人口減少が進む日本社会において、道路、橋梁、上下水道、電力網などの公共インフラを少ない人手で維持・管理していくためには、設置されたセンサーから収集されるデータを活用し、リアルタイムでの異常検知や予兆保全を行うような仕組みが求められる。そのような大量のセンサーデータを有効利用するためには、Cloud-Edge-IoT²⁶のアーキテクチャを含めた効率的な管理の仕組みを整備することが必要である。

2.3 顕在化しているビジョンと現実のギャップ

ビジョンのもとスピードや柔軟性を実現し、新規事業を創出するためには、現実とのギャップを克服していく必要がある。これまでも業務改革の必要性や開発技法の高度化などが指摘されてきたが改善は遅々として進んでいない。ギャップを明確にして、そのギャップを埋めて更なる発展を目指さなければならない。

情報収集の不足/停滞によるガラパゴス化

グローバルな情報収集が不十分なため、最新の技術や方法論の導入が停滞したまま現在に至っている。その結果、国内では表面的な話題に流されやすく、基盤整備の遅れを招いている。さらに、経営者に対する啓発活動も十分とは言えず、変革への意識が十分に浸透していない。

社会全体の萎縮とリスク回避によるイノベーションへの影響

技術革新が急速に進む中で、既存制度の曖昧な領域（グレーゾーン）が増えている。国内企業が制度上のリスクを懸念し慎重な投資姿勢をとる一方、海外企業はこれをブルーオーシャンと捉え、新たなソフトウェアサービスを次々に投入して市場を席巻している。また、

²⁶ クラウドコンピューティングとエッジコンピューティング、モノのインターネット（IoT）を組み合わせた仕組み・技術。

セキュリティやプライバシーなどのリスクへの過度な配慮が、生産性やイノベーションを阻害するケースも見られ、これらをバランスよく両立させる取り組みが求められている。

業務改革の遅れ

従来の慣習や制度にとらわれ、デジタルを前提とした業務改革が十分に進んでいないのが現状である。業務パッケージなどのノンカスタマイズ導入は徐々に広がりつつあるものの、多くの発注者は業務改革を行わないままソフトウェア開発を計画しており、受託者側も課題を認識しながら発注者の要望に従うため、非効率なソフトウェアの構築が繰り返されている。

近代化されていない要件定義、設計・開発・運用手法

多くの事業者は、システム設計を依然として文書作成や作図のためのオフィスソフトウェアに依存しており、モデル&シミュレーションなど、世界で主流となっている設計・開発手法の導入が進んでいない。この状況は、CAD²⁷を用いたモデルベースの製造やシミュレーションが浸透している機械、建築、電気といった他のエンジニアリング領域とは大きく異なる。また、OSS などのビルディングブロックを活用したソフトウェアの組み立て・産業化も進まず、発注者と受託者が異なることから、DevOps のような継続的改善の仕組みも十分に定着していない。

人月への依存

サブスクリプション²⁸やクラウド型パッケージサービス²⁹の利用が徐々に浸透し、ソフトウェアが生み出す価値に応じた対価という考え方が広まりつつある。しかし、ソフトウェア開発においては現在も人月ベースの契約が主流であり、製造業と同様に、生み出される価値に対する投資対効果を明確に示すことが求められている。

²⁷ Computer Aided Design : コンピュータを使って設計図や図面を作成する技術。

²⁸ 一定期間の利用権に対して料金を支払うビジネスモデル。

²⁹ インターネット上でリモートにソフトウェアやサービスを提供する形態のサービス。

レガシーシステムの残存

日本の多くの企業や公共機関では、依然としてレガシーシステムが残存しており、その維持・運用が課題となっている。ブラックボックス化した IT システムは、AI やデータ活用など現代の IT 環境に適応しにくく、運用コストの増大や業務効率の低下、競争力低下を引き起こす要因となっている。

IT 人材不足

IT 人材の不足は年々深刻化しており、今後さらに加速することが予想される。また、AI をはじめとする新技術の登場に伴い、求められるスキルセットも大きく変化する可能性が高い。このような状況に対応するためには、AI やデータの徹底活用によって生産性を向上させるとともに、急速に変化する技術環境へ柔軟に適応できるよう、リスキリングや人材育成を強化していくことが不可欠である。

2.4 ロードマップ

「2.2 ソフトウェアのネクストステージで目指すビジョン」や「2.3 顕在化しているビジョンと現実のギャップ」を踏まえ、国民一人ひとりが豊かさと幸福を実感できる持続可能な経済社会の実現に向けたロードマップを整理した。

2030 年頃には、AI を駆使したソフトウェアやシステム開発が本格化し、労働集約型開発からの脱却が進むと考えられる。そのような時代に対応するため、「2.2.1 今後取り組むべきこと」で挙げた「組織」「人材」「技術」「制度とインフラ」の各観点において、必要な取り組みを進める必要がある。

これらの取り組みを推進することで、2040 年までに Software-Defined Society への移行を果たし、社会課題を克服するとともに、持続可能な経済社会の実現を目指す。

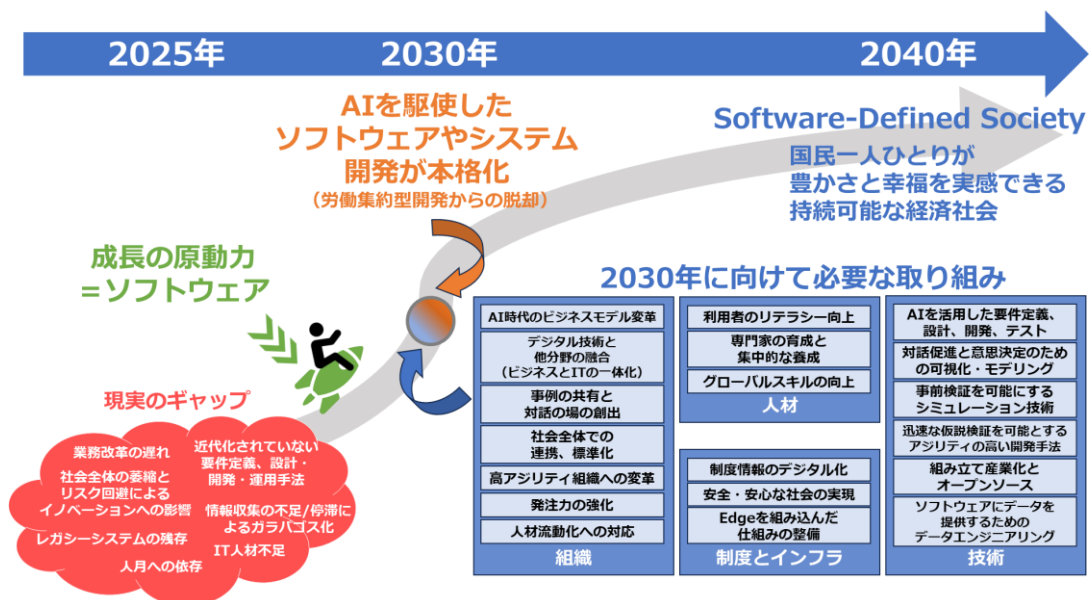


図6 ロードマップ

2030 年には、国連が達成を目指している持続可能な開発目標³⁰（Sustainable Development Goals, SDGs）もあり、その一環として、2024 年 9 月にはデジタル面からの取り組みを加速するため、Global Digital Compact(GDC)³¹が採択されている。各国のデジタル戦略も 2030 年を目標年とするものが多く、デジタル社会の実現に向けた重要なマ

³⁰ 国際連合広報センター「持続可能な開発目標」

https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/sustainable_development_goals/

³¹ United Nations「Global Digital Compact」

<https://www.un.org/digital-emerging-technologies/global-digital-compact>

イルストーンとなっている。日本も 2030 年のデジタル社会を目指しているものの、その前段階として「2025 年の崖³²」と呼ばれるレガシーシステムの脱却や人材強化といった課題を乗り越える必要がある。

ソフトウェアやシステム開発には多くの関係者が携わるため、理想とする姿も多様である。プラットフォームやサービスコンポーネントを提供する企業は、社会ニーズを的確に収集・分析したうえでソフトウェアを提供し、継続的に改善を図ることが求められる。とりわけグローバルな視点を持ち、最新情報を収集しながらサービスを展開し、スパイラルアップを実践できる仕組みを構築する必要がある。さらに、組み込み型ソフトウェアや Edge デバイス用ソフトウェアを提供する企業は、日本の制度や言語の壁が比較的少ないことからグローバルな拡大が期待され、ネットワークサービスを意識した取り組みの強化が重要となる。

また、DX（デジタルトランスフォーメーション）を推進する企業や、それを支援する企業は、社会や技術の変化に迅速に対応できるアーキテクチャを整備し、常に最新技術を取り入れ、常に高パフォーマンスを生み出す技術やコンポーネントの組み合わせが実現できる仕組みを作っていく必要がある。

最後に、個人においては、スキルを基盤としたキャリア管理やキャリアアップを考える必要がありつつ、グローバルマーケットを意識した能力開発を行うことが求められる。英語の壁は AI の進化によって急速に低くなりつつある。今後はグローバルなスピード感で情報収集・参加・実践する姿勢が、ますます重要となる。

³² 経産省「DX レポート ～IT システム「2025 年の崖」克服と DX の本格的な展開～」

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/20180907_report.html

3. 今後の方向性の検討

デジタル技術の発展により、ソフトウェアの重要性がこれまで以上に増大し、新たな状況に対応する取り組みが始まっている。経営層への指針として 2024 年 9 月にデジタルガバナンス・コード 3.0³³に改定され、それに伴い DX 認定³⁴や DX 推進指標³⁵などの見直しが進められている。こうした取り組みを通じて企業のデジタル化が進められ、その中でソフトウェアやデータの管理、人材確保は重要な柱となっている。

また、「デジタルスキル標準（DSS）³⁶」によってスキルや人材の体系化が図られており、セキュリティ面においても「産業サイバーセキュリティ研究会³⁷」を通じて、「セキュア・バイ・デザイン³⁸」や「セキュア・バイ・デフォルト³⁹」の考え方、さらにはサプライチェーン全体を対象とした対策の強化などが推進されている。

これらは基礎環境の整備であり、ソフトウェアが担う役割が新たな段階に突入したことで、より一層の強化が求められている。

³³ 経済産業省「デジタルガバナンス・コード」

https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dgc/dgc.html

³⁴ 経済産業省「DX 認定制度」 https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dx-nintei/dx-nintei.html

³⁵ IPA「DX 推進指標のご案内」 <https://www.ipa.go.jp/digital/dx-suishin/about.html>

³⁶ 経済産業省「デジタルスキル標準」

https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/skill_standard/main.html

³⁷ 経済産業省「産業サイバーセキュリティ研究会」

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/index.html

³⁸ IT 製品（特にソフトウェア）が、設計段階から安全性を確保されていること。前提となるサイバー脅威の特定、リスク評価が不可欠。

³⁹ ユーザー（顧客）が、追加コストや手間をかけることなく、購入後すぐに IT 製品（特にソフトウェア）を安全に利用できること。

3.1 全体像

「2.2.1 今後取り組むべきこと」で示した取り組み軸を踏まえ、本委員会を中心に、2025年度以降の活動案を整理した。本委員会では、主に技術やソフトウェアエンジニアリングなどのソフトウェア強化に関連する活動について、優先度を決定した上で順次実施していく予定である。なお、本委員会以外が担う、セキュリティ、人材、DX 推進等の関連取り組みについては、「3.3 本委員会外の動き」に一部記載する。

表 3 2025 年度以降の本委員会を中心とした活動案一覧

観点	取り組み軸	活動テーマ案
全般	全般	普及啓発活動 (Software-Defined Society、価値重視等)
	情報収集と分析	国内外の最新動向の収集・広報
組織	社会全体での連携、標準化	組織の壁を越えた対話の促進
技術	AI を活用した要件定義、設計、開発、テスト	AI 活用の高度化
	対話促進と意思決定のための可視化・モデリング 事前検証を可能にするシミュレーション技術 迅速な仮説検証を可能とするアジリティの高い開発手法	要件定義の高度化、モデリング&シミュレーションの推進
	組み立て産業化とオープンソース	オープンソース、組み立て産業化の推進
	ソフトウェアにデータを提供するためのデータエンジニアリング	データエンジニアリングの推進
制度と インフラ	制度情報のデジタル化	リーガルテックの推進 契約、規約などの標準化推進
	Edge を組み込んだ仕組みの整備	Cloud-Edge-IoT の推進

また本委員会は、2025 年度も引き続き、四半期に一度程度の頻度で検討や状況確認を行う場として開催を予定している（進捗や世の中の動向などを踏まえて取り組み内容は適宜見直す）。

3.2 本委員会を中心とした動き

「3.1 全体像」で示した活動の詳細を以下に示す。

3.2.1 普及啓発活動

現状・目的

- ・ 本レポートで提言した対話やソフトウェアの重要性や Software-Defined Society の考え、各取り組みの必要性について社会全体で理解が深まっていない。
- ・ 人月ベースから抜けられず、価値ベースでの取引に移行できていない。
- ・ そのため、それらの重要性が広く認識され、デジタル化の恩恵を社会全体が積極的に享受しようとする前向きな姿勢を促し、対話が活性化している状態を目指す。

想定活動

- ・ 普及啓発資料の作成
 - 本レポートの内容をわかりやすく伝えるガイドを作成、公表する。
- ・ 業界団体等と連携した活動
 - 業界団体と連携した小委員会の設置などを検討する。

3.2.2 国内外の最新動向の収集・広報

現状・目的

- ・ グローバルな変化に対応するスピード、柔軟性などを確保するためには、世界のソフトウェア技術の潮流とマーケットを、継続的かつ的確に把握することが求められている。
- ・ しかし、近代化されていない設計・開発・運用手法やガラパゴス化している情報がまだ多くある。
- ・ そのため、定期的に国内の状況や世界の最新動向を収集・発信することで、社会全体のリテラシー向上を目指す。

想定活動

- ・ 海外動向の調査・発信
 - 欧米の先進のソフトウェア研究機関の動向、国際会議の動向を収集し、発信する。
- ・ 国内のソフトウェア動向調査
 - 年次のソフトウェア動向調査を行い、結果をオープンデータで公開する。

3.2.3 組織の壁を越えた対話の促進

現状・目的

- ・ 事業上の課題に直面する企業や団体などは、それぞれがデジタル技術の活用を検討し、様々な試行や社会実装を行っている。成功事例は数多く報告されているものの、産業構造や社会生活を変えるほどのインパクトは未だ実感できていない。
- ・ 重要な課題の解決に取り組む人々が適切な技術を知り、それらを効果的に応用・実装するためには、多様な専門能力を組み合わせることで駆使することが求められる。
- ・ 利用可能な技術を実際に適用する際には、何が容易で何が困難かを適切に理解することが重要である。不十分な知識に基づいた無理な要求を技術者に課しても、望む成果には結びつかない。解決すべき課題と適切な技術のマッチング、さらに関係者間の十分な協力関係が成功の鍵となる。

想定活動

- ・ 多様な組織間の対話促進
 - 多様な組織間の交流や情報共有の環境整備や参加促進策の検討を行う。
- ・ 異分野の専門家間の対話促進
 - 異分野の専門家同士の対話を促進する。

3.2.4 AI 活用の高度化

現状・目的

- ・ AI を活用した要件定義、設計、開発、テストの導入が広がり、ソフトウェアの開発や運用のあり方は大きく変わると言われている。
- ・ 技術が日々進歩する中で、その活用方法やメリット、リスクについて十分に理解できていない人も少なくない。

想定活動

- ・ AI 活用推進のための情報発信
 - AI を活用した要件定義、設計、開発、テスト、リバースエンジニアリングなどに関する情報を集約し、発信する。

3.2.5 要件定義の高度化、モデリング&シミュレーションの推進

現状・目的

- ・ モデリングを使った設計は、自動車や航空・宇宙・防衛業界では多く使われているが、エンタープライズ領域はまだドキュメントベースが主流であり、あまり広まっていない。ノーコード、ローコードなどでモデリングが使われるなど、一部で活用が進み始めている。
- ・ AI 時代においては、企画や要求・要件定義などの上流工程がより重視される。
- ・ モデリングやシミュレーションを活用することで、広範かつ迅速な対話や仮説検証が可能となる。
- ・ 以上を踏まえ、上流工程でのモデリングやシミュレーションの普及と開発のアジャイル化を目指す。

想定活動

- ・ モデリングのガイドの作成
 - モデリングの現状、意義、方法論に関するガイドを作成する。
- ・ 要求・要件定義手法のガイドの作成
 - 要求・要件定義の現状、意義、方法論に関するガイドを作成する。
- ・ モデリング、シミュレーションの先進事例の収集・発信
 - 国内外のモデリングやシミュレーションを活用した事例を収集する。

3.2.6 オープンソース、組み立て産業化の推進

現状・目的

- ・ VUCA 時代において迅速な開発を実現するには、ビルディングブロックの一つであるオープンソースソフトウェア（OSS）の積極的な活用が不可欠である。
- ・ 日本では OSS の利用が進んでいる一方で、行政や民間による OSS プロジェクトへの貢献、活用ポリシーの整備、オープンソース人材の育成など、エコシステムの構築が十分に進んでいるとは言えない。
- ・ こうした状況を踏まえ、行政や民間がオープンソースエコシステムへの対応力をあげることの重要性を理解し、OSS コミュニティへの還元を実践できる状態を目指す。
- ・ また、オープンソースも含めたビルディングブロックによる組み立て産業化を目指す。

想定活動

- ・ オープンソースエコシステムの現状把握と実現策の検討
 - オープンソースエコシステムの在り方、持続方策の検討を行う。
- ・ 組織の戦略的な意思決定プロセスの普及啓発
 - オープンソースが事業に与える影響などを整理し情報発信をする。
- ・ 組み立て産業化の啓発
 - ソフトウェアの組み立て産業界に関する情報の整理と発信を行う。また、価値の考え方に関する整理を行う。
 - 組み立て型産業化し、各ビルディングブロックが継続的にアップデートをする場合に、その部品の管理が重要になる。そのためにソフトウェアの構成管理を行う SBOM⁴⁰の検討や普及推進を行う。

3.2.7 データエンジニアリングの推進

現状・目的

- ・ AI 等による急速なデジタル化が進展し、データ駆動型の意思決定が重要性を増す中で、大量のデータを効率的に収集、保存、処理、分析するための基盤を構築・運用する「データエンジニアリング」の必要性が高まっている。また、高品質なデータを提供するデータマネジメントの仕組みを確保することで、正確な処理を実現できる。
- ・ 一方で、データエンジニアリングはまだ新しい概念であり、日本国内で広く普及しているとは言い難い状況である。

想定活動

- ・ データエンジニアリング推進のための情報発信
 - データ連携基盤の整備やデータ設計、データマネジメントなどに関する情報を集約し、発信する。

⁴⁰ Software Bill of Materials : ソフトウェアを構成するコンポーネントの名称やバージョン情報、依存関係、開発者情報などを含むソフトウェアの部品表を指す。

3.2.8 リーガルテックの推進

現状・目的

- ・ 国内の動向としては、デジタル庁が法制事務デジタル化・法令等データ利活用促進⁴¹を進めているが、まだまだ社会に広まっていない状況である。
- ・ 法律をソフトウェアで表現することで、法律やルール策定サイクルの短期化や法律の事前検証などにも活用ができ、リーガルテックがアジリティの高い Software-Defined Society 実現の一助となると考える。
- ・ 以上を踏まえ、リーガルテックを法律やルール等の策定・運用に取り入れるための方法論などの調査や検討を行い、普及促進の基礎を整備することを目指す。

想定活動

- ・ 大学や民間、団体と連携した基礎調査や実証など
 - 国際的な取り組み状況の把握や全体像の整理、リーガルテックの実証による効果検証などを行い、法律やルールを策定する際に共通的に参照可能な方法論を検討する。

3.2.9 契約、規約などの標準化推進

現状・目的

- ・ IPA では、技術の柱で挙げた標準化に関連して、以前よりソフトウェア・ライフサイクル・プロセス（以降、SLCP）⁴²をベースとした共通フレームや情報システム・モデル取引・契約書（以降、モデル契約）⁴³や標準的に利用できるドキュメントやひな型を公開している。
- ・ しかし、どちらのドキュメントも最新の開発や技術に追従できておらず、情報が古い状況である。
- ・ 世の中のニーズとしては、新しい SLCP や AI やデータ活用などの新しい技術に対する契約や規約のひな型の需要は高い。
- ・ 以上を踏まえ、新しい標準化、最新化の普及、展開を目指す。

⁴¹ デジタル庁「法制事務デジタル化・法令等データ利活用促進」<https://www.digital.go.jp/policies/legal-practice>

⁴² SLCP : Software Life Cycle Process, ソフトウェアの開発から、開発された製品の運用や保守に至るまでの一連の作業の過程。

⁴³ IPA「情報システム・モデル取引・契約書」<https://www.ipa.go.jp/digital/model/index.html>

想定活動

- ・ ソフトウェア・ライフサイクルの最新情報を調査、発信
 - ソフトウェア・ライフサイクル・プロセスとシステム・ライフサイクル・プロセス等の情報収集と整理、発信する。
- ・ モデル契約の拡充や新しい契約書や約款、規約などのひな形整備
 - ソフトウェアおよび API などの関連規約類のルールのひな型を整備する。

3.2.10 Cloud-Edge-IoT の推進

現状・目的

- ・ 今後人口減少していく日本社会において、道路、橋梁、上下水道、電力網などの公共インフラを少ない人手で維持・管理していくためには、設置されたセンサーから収集されるデータを活用し、リアルタイムでの異常検知や予兆保全を行う仕組みが不可欠である、
- ・ センサー情報など大量のデータを効率的に活用するには、クラウドの負荷を分散し、リアルタイム処理を可能にするエッジコンピューティングの導入が重要である。
- ・ 日本はセンサー技術の分野で高いシェアを誇るものの、センサーを活用した統合的なアーキテクチャの設計や整備が十分に進んでいない。
- ・ 以上を踏まえ、Cloud-Edge-IoT のアーキテクチャを含めた効率的な管理の仕組みの普及、整備することを目指す。

想定活動

- ・ 国内外の最新動向や先進事例の情報発信
 - 国内外の Cloud-Edge-IoT の動向整理を行う。
- ・ 国内推進体制の構築に向けた検討
 - 国内関連団体・組織の整理、協力関係の在り方について検討を行う。

3.3 本委員会外の動き

取り組み軸に関連する本委員会外の動きを以下に一部示す。詳細は脚注のリンク先を参照すること。

表 4 本委員会外の動き一覧

活動組織	活動例	関連する取り組み軸
IPA「レガシーシステムモダン化委員会」 ⁹	レガシーシステム脱却の検討・推進	【組織】高アジリティ組織への変革
IPA デジタル基盤センター デジタルトランスフォーメーション部	DX 認定制度 ³⁴ DX 推進指標 ³⁵ デジタル事例データベース ⁴⁴	【組織】全般
IPA「企業 DX を推進する指標の 在り方に関する検討会」 ⁴⁵	DX 推進指標の見直し	【組織】全般
IPA デジタル基盤センター デジタルエンジニアリング部 データスペースグループ	データスペースの推進 ⁴⁶	【組織】社会全体での連携、標準化 【技術】ソフトウェアにデータを提供 するためのデータエンジニアリング
IPA デジタル人材センター	情報処理技術者試験 ⁴⁷ デジタルスキル標準（DSS） ³⁶	【人材】全般
経済産業省「Society 5.0 時代の デジタル人材育成に関する検討会」 ⁴⁸	デジタルスキル標準（DSS）の改定	【人材】全般
IPA デジタル基盤センター イノベーション部	未踏事業 ⁴⁹	【人材】専門家の育成と集中的な養成
IPA セキュリティセンター ⁵⁰	情報セキュリティ対策の強化 セキュアな情報インフラの促進	【制度とインフラ】安全・安心な社会 の実現
経済産業省「産業サイバーセキュリティ研 究会」 ⁵¹	産業サイバーセキュリティの強化	【制度とインフラ】安全・安心な社会 の実現

⁴⁴ IPA「デジタル事例データベース」<https://case-studies.ipa.go.jp/>

⁴⁵ IPA「企業 DX を推進する指標の在り方に関する検討会」
<https://www.ipa.go.jp/disc/committee/dx-suishin-committee.html>

⁴⁶ IPA「データスペースの推進」<https://www.ipa.go.jp/digital/data/data-space.html>

⁴⁷ IPA「試験情報」<https://www.ipa.go.jp/shiken/index.html>

⁴⁸ 経済産業省「Society 5.0 時代のデジタル人材育成に関する検討会」
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/society_digital/index.html

⁴⁹ IPA「未踏事業について」<https://www.ipa.go.jp/jinzai/mitou/about.html>

⁵⁰ IPA「情報セキュリティ」<https://www.ipa.go.jp/security/index.html>

⁵¹ 経済産業省「産業サイバーセキュリティ研究会」
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/

4. おわりに

機械や建築のように 1000 年単位の歴史を通じてエンジニアリングを確立してきた分野とは異なり、ソフトウェアは 100 年程度の短い期間でエンジニアリングを進めてきた。さらに最近の変化を見ればわかるように、四半期単位、月単位で技術が変わっている。こうした中でエンジニアリングを確立することは難しい。しかし、ソフトウェアが社会の基盤となる現状をとらえると、その難しい課題を解決することは必須である。

エンジニアリングとして最低限実現しなければならないことは、再現性、検証性の確立であり、さらには相互運用性やモデリング&シミュレーションできることが求められる。残念ながら、オフィスソフトウェアで設計している世界では、これらの世界を実現することは難しい。

また、人月からの脱却は、長い間言われてきたが、まだ実現していない。社会の多くのものが、その製品やサービスに対していくら払ってもよいという価値をベースに取引をしているのに、ソフトウェアではいまだに、何人で作り出したという原価をベースとして価格が形成されている。一方、ソフトウェアもアプリケーションやサブスクリプションによって、価値によって評価される兆候が見え始めている。AI 活用や組み立て産業化など、サービス実現方法が変わってきている中で、やっと、特殊な業界慣行からも抜け出せそうである。

AI、クラウドサービス、組み立て産業化、デジタルツイン、さらにはグローバルマーケット化など、社会環境が大きく変化している。しかも人口減少などの社会課題が限界に達している今こそ、ソフトウェア業界全体でエンジニアリングの本質を見つめなおし、解決に向けた変革が求められている。

組織の変革も重要であるが、人材流動化も進んできている。人材自らが環境変化に合わせてスキルをピボットして変革を図っていくことも可能である。組織の変革に先駆け、人材の変革が始まるかもしれない。組織も人材もこれからは選ばれるという意識が求められる。そのために、環境変化を迅速にとらえ変革を図っていく必要がある。

本委員会は、広く国内外の状況を分析し、議論を重ねてきたものであるが、グローバルに競争力を持つユーザー企業、ベンダー企業、エンジニアにとって、本レポートが 2030 年に向けた変革の第一歩になれば幸いである。

独立行政法人情報処理推進機構
デジタル基盤センター
センター長 平本健二



独立行政法人 情報処理推進機構
Information-technology Promotion Agency, Japan

本レポートは、その内容に関する有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、当組織が如何なる保証をするものではありません。

また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、当組織が如何なる責任を負うものではありません