

# 技術士 PE

*IPEJ Journal 2023. 7*

特別企画

・デジタル技術特集



公益社団法人 日本技術士会  
The Institution of Professional Engineers, Japan



## 2023年7月特集号に寄せて

月刊『技術士』の楽しみの一つである特集号をお届けします。最近の特集号としては、昨年7月の「極限環境技術特集」、本年1月の「地域活性化技術特集」を企画させていただきましたが、本号は現在進展が目覚ましい、「紙と印刷など世界の4大発明に匹敵するといっても過言でない」（本号、前田秀一氏引用）「デジタル技術特集」をお届けします。

本号に掲載する11編は「船舶・海洋／航空・宇宙」「電気電子」「化学」「金属」「建設」「上下水道」「農業」「情報工学」の8部門からの投稿になります。内容は各論文に譲るとしまして、ここでは主なキーワードのみを紹介させていただきます。是非お楽しみください。

「DX、デジタルトランスフォーメーション」「デジタイゼーション」「デジタライゼーション」「ローカル5G」「IoT」「スマートファクトリー」「MIMO」「Open-RAN」「AR」「AI」「紙」「印刷」「デジタル化」「メディア」「情報」「技術伝承」「リススキリング」「マテリアルズインフォマティクス」「素材開発」「脱経験工学」「Civil Engineering2.0」「分流式下水道」「雨天時浸入水」「音響調査」「B-DASH」「スマート農業」「持続的農業」「電子実験ノート」「化学研究」「化学構造」「人材育成」「スキルセット」「俯瞰力」「構想力」「スパイラルアップ型」「デジタルプラットフォーム」「レガシーシステムアーキテクチャ見直し」「ペーパーレス」「ワンスオンリー」「政府機関」

さて、前期の広報委員会では、異なる専門や一般・学生にも分かりやすい表現に努めるとした編集方針のもと、「日本全国技術だより」など地域からの積極的な投稿機会や「活躍する技術士」の新設など新たな取り組みを行いました。企画・調整・編集・製作の一連の活動は、委員の誠心誠意・丁寧な取り組みとともに、より効率化するためのデジタル技術の活用も欠かせないところでもあります。

読者の皆様には、今後もより身近に感じていただける月刊『技術士』とし、多様な「専門知」の相互理解とともに、今後ますます必要とされる「総合知」へのプラットフォームとしての役割を提供することになります。

さらなるご協力をお願いするとともに、ご支援・ご協力に対してこころよりお礼申し上げます。

広報委員会委員一同

広報委員会 副委員長  
福田直三



● MESSAGE

城壁石垣及び擁壁の耐震化が急務

橋本隆雄 3

■「デジタル技術特集」

デジタル技術と技術士の取り組み

対馬一昭・武井 遼・渡邊勇基・越後卓也 4

自作スマホアプリで DX に挑戦

稲垣拓之 8

ローカル5G 技術の海外展開

西村浩一 12

紙メディアのデジタルメディアとの相互補完と融合

前田秀一 16

金属産業のデジタル化

芝崎 誠 20

土木工学の脱経験工学

天方匡純 24

AI による音響データを用いた雨天時浸入水検知技術

鈴木英之 28

みどりの食料システム戦略を実現するためのインフラ整備

白谷栄作 32

電子実験ノートブックで始める化学研究分野の DX 推進

有田正博 36

DX リーダー人材育成

土田雅之 40

DX 実現のためのデジタル技術活用の工夫事項の紹介

安川雄樹 44

政府機関の DX 推進の事例

吉川博晴 48

52

●会員の著作紹介

PBL の概念と進め方 (Concept of Problem and Project Learning)

江崎和博

「性能発注方式」発注書制作活用実践法

澤田雅之

美しくスマートな化学レポート・論文作成のための ChemDraw テクニック

有田正博

トコトンやさしい下水道の本 第2版

高堂彰二

基礎から学ぶ 内燃機関

飯島晃良

技術者諸君 博士か技術士になろう!

亀尾恭司

54

●会合・行事予定, IPEJ NEWS

●編集室から

58

### ● MESSAGE

There is an urgent need to make stone walls and retaining walls earthquake resistant.  
*HASHIMOTO Takao* 3

### ■ Special issue for the digital technology

Digital technology and efforts of professional engineers <i>TSUSHIMA Kazuaki TAKEI Ryo WATANABE Yuki ECHIGO Takuya</i>	4
Challenge DX with a self-made smartphone app <i>INAGAKI Hiroyuki</i>	8
Overseas deployment of local 5G technology <i>NISHIMURA Koichi</i>	12
Complementation and integration of paper media with digital media <i>MAEDA Shuichi</i>	16
The digitalization of the metal industry <i>SHIBASAKI Makoto</i>	20
De-experience engineering in civil engineering <i>AMAKATA Masazumi</i>	24
Technology for detecting inflow water in wet weather by applying AI to acoustic data <i>SUZUKI Hideyuki</i>	28
Improvement of agricultural infrastructure to realize 'Strategy for Sustainable Food Systems' <i>SHIRATANI Eisaku</i>	32
Promoting DX in the chemical research field starting with an electronic experiment notebook <i>ARITA Masahiro</i>	36
DX leader human resource development <i>TSUCHIDA Masayuki</i>	40
Introduction of ingenuity in utilizing digital technology for the realization of DX <i>YASUKAWA Yuki</i>	44
A case study of DX project in government office <i>YOSHIKAWA Hiroharu</i>	48
● Introduction of Books Written by the Members	52
● Schedule of Events, IPEJ NEWS	54
● From the Editor	58

## 城壁石垣及び擁壁の 耐震化が急務

There is an urgent need to make stone walls and retaining walls earthquake resistant.

2016年4月に2度の震度7の熊本地震が発生し、国土交通省都市局及び被災宅地連絡協議会から、現地の被災宅地判定士活動の指導を依頼され、熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村にかけて、たくさんの空石積等の擁壁が崩壊しているのを目にしました。一方、文化庁が熊本城へ最初に調査に入った時に、熊本市からの要望で専門家として同行しました。熊本城石垣の崩壊はひどく、『2度の大地震がたまたま夜中に発生したが、外国人観光客がいた日中であれば多くの人命を失い、国際問題になったのでは』と思いました。熊本県には、加藤清正が熊本城を造るのにたくさんの穴太州を連れてきたため城以外でも石垣等の空石積擁壁が非常に多いために、耐震補強をしっかりとやらなければならないと痛感しました。

その後、土木学会地震工学委員会内に「城壁の耐震診断・補強に関する研究小委員会」を立ち上げ、熊本城の被害状況分析をはじめました。熊本城は前震で崩壊した10カ所がすべて過去に修復した場所で、1966年から2015年までに修復した8割以上が再び崩壊していました。その論文や活動が文化庁の目に留まり、文化庁のアドバイザーとなり熊本城復旧技術委員会に何度も呼ばれ、熊本城全体のタイプ・形状・地盤等の被害要因分析結果について説明をしました。それでも、委員の先生方は「手で積めば安全だ」と主張する方が多く、耐震化を進める文化庁の思いと平行線でした。

そこで、つくばにある防災科学技術研究所で熊本城から実際に崩壊した30 cm以上ある裏栗石を運搬して実物石垣を用いた大型模型実験を行いました。その結果、無対策と比較して補強工法の耐震効果が高いことを実証され、初めて正式にジオテキスタイル等を用いた補強が採用されまし

橋本 隆雄  
HASHIMOTO Takao



国土館大学理工学部特任教授  
技術士（建設／総合技術監理部門）

1982年（株）千代田コンサルタント、2001年金沢大学博士（工学）取得。2017年4月より国土館大学理工学部教授、2023年4月より現職

た。また、石垣の安定解析は、円弧滑り解析ではすべてが崩壊してしまい、高度な解析では行政での検証ができないため困っていました。そこで、石垣曲線に合わせた累積示力線解析手法を開発・提案し、現在耐震診断や復旧対策に用いられています。

2018年7月の西日本豪雨及び同年10月の台風24号では、香川県丸亀城の石垣の修復した場所が孕みだし、3度目の崩落が発生しました。このままでは、地震や豪雨で日本中の城郭が崩壊してしまうとの思いから、2020年に「文化財石垣・石積擁壁補強技術協会」を設立し、現在会長をしています。2021年には土木学会地震工学委員会内に「城郭石垣及び石積擁壁の耐震診断・補強に関する研究小委員会」を立ち上げ、委員長をしています。2022年2月宮城県仙台城の石垣は、地震の度に崩れ、同じ個所がこれまでに8回も崩れました。

東海地震、南海・東南海トラフ地震は、今後30年間に80%確率の予測がされています。太平洋沿岸には多くの城壁石垣や伝統的建造物群保存地区があり、一斉に崩壊する恐れもあります。今年は、1923年関東大震災から100年の節目になります。首都直下地震は、今後30年間に70%確率の予測がされています。関東地方には、東京都南西部・川崎市・横浜市・横須賀市にかけて昭和50年ごろから急速に宅地開発に伴う膨大な数の擁壁が造られました。その擁壁には既存不適格なものが多く、石材・コンクリートが老朽化し、耐震化を早急に進める必要があります。

技術士の皆さんも、土の下に心を付け、志を持って良い社会となるように景観に配慮しつつ、耐震化を進めていただけることを期待しています。

# デジタル技術と技術士の取り組み

Digital technology and efforts of professional engineers

日本技術士会広報委員会 特別号担当

對馬 一昭 武井 遼 渡邊 勇基 越後 卓也  
 TSUSHIMA Kazuaki TAKEI Ryo WATANABE Yuki ECHIGO Takuya

本特集号では、デジタルトランスフォーメーションとその根底にあるデジタル技術について、各技術部門の取り組みをまとめた。まず、DXの現状としてその取り組み状況を見ると、未だ一部の部門の実施であるレベル2が主であるが、レベル3以上の先行企業も少なからず存在している。これに対して政府は、矢継ぎ早にDXレポートを発行し具体的なアクションを提示している。そこで、専門的な応用能力を有した技術士の取り組み事例を11例確認した。これを通じ、デジタル技術の発展により効率性や利便性を享受する反面、将来に向けてこれらの技術を、どのように使いこなすのかについても改めて考えさせられる機会となった。

This special issue summarizes the efforts of each technology department regarding digital transformation and its underlying digital technology. First of all, looking at the current status of DX initiatives, Level 2, which is still implemented by some departments, is the main one, but there are not a few leading companies at Level 3 or higher. In response, the government is issuing DX reports in quick succession and presenting specific actions. Therefore, we confirmed the eleven case examples of efforts by professional engineers with specialized application skills. While enjoying the efficiency and convenience of the development of this digital technology, it was also an opportunity to reconsider how to make full use of these technologies for the future.

キーワード：デジタルトランスフォーメーション、デジタイゼーション、デジタライゼーション、AI、IT人材育成

## 1 はじめに

ここ数年、デジタルトランスフォーメーション(以下DX)という言葉を目にする機会が非常に多いと感じる。この言葉自体が生まれたのは2004年と古いものだが、2018年に経済産業省が発表した「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～」<sup>1)</sup>によりこの言葉の認識が高まってきたと思われる。DXが進まなければ2025年以降、最大で年間12兆円の経済損失が生じる可能性が高いと警告した「2025年の崖」が間近にせまり、更に新型コロナウイルスの蔓延に対する在宅勤務化などにより必要に迫られ拡散したのであろう。

そのDXの根底にあるのが、ここに取り上げた「デジタル技術」となる。物理データのデジタルデータ化を意味するデジタイゼーション、個別の業務・製造プロセスのデジタル化を意味するデジタライゼーションの段階を含めての「デジタル技

術」として、技術士各部門の取り組みをまとめてみたいというのが本稿の主旨である。

## 2 DXの現状と、技術士への期待

### 2.1 DXの取り組み状況

DXの取り組み状況として、(独)情報処理推進機構(IPA)が、「DX推進指標」の自己診断結果の収集・分析・ベンチマーク提供を行っている。

「DX推進指標」とは、DX推進状況の自己診断ツールであり、以下のように構成される。

- ① DX推進のための経営のあり方・仕組みに関する指標「DX推進の枠組み」(定性指標)、「DX推進の取組状況」(定量指標)
- ② DXを実現する上で基盤となるITシステムの構築に関する指標「ITシステム構築の枠組み」(定性指標)、「ITシステム構築の取組状況」(定量指標)

一例として、図1に全企業の経営視点指標と

IT 視点指標の現在値の散布図を示す。横軸・縦軸はそれぞれその指標の成熟度を表1に示すとおり6段階に分けたものである。これを見ると全社戦略に基づく一部の部門の実施のレベル2のあたりに重心があることがわかる。その一方で、レベル3以上の先行企業と呼ばれる企業の数も少なくはない。

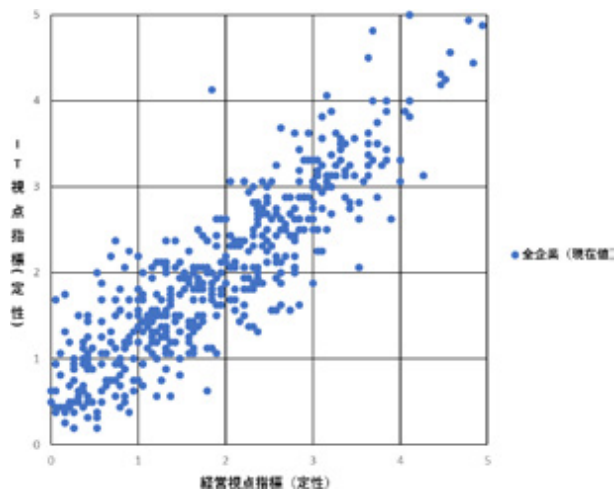


図1 全企業の経営視点指標とIT 視点指標の現在値の散布図<sup>2)</sup>

表1 各指標の成熟度レベル<sup>2)</sup>

成熟度レベル		特性
レベル0	未着手	経営者は無関心か、関心があっても具体的な取組に着手していない
レベル1	一部の欧発的実施	全社戦略が明確でない中、部門単位での試行・実施にとどまっている (例) PoCの実施において、トップの命令があったとしても、全社的な仕組みがない場合は、ただ単に失敗を繰り返すだけになってしまう、失敗から学ぶことができない。
レベル2	一部の戦略的実施	全社戦略に基づく一部の部門での推進
レベル3	全社戦略に基づく部門横断的推進	全社戦略に基づく部門横断的推進 全社的な取組となっていることが望ましいが、必ずしも全社で統一的な仕組みとすることを求めているわけではなく、仕組みが明確化され部門横断的に実施されていることを指す。
レベル4	全社戦略に基づく持続的実施	定量的な指標などによる持続的な実施 持続的な実施には、同じ組織、やがてを定義させていくこと以外に、判断が誤っていた場合に積極的に組織、やがてを認めることで、継続的に改善していくということも含まれる。
レベル5	グローバル市場におけるデジタル企業	デジタル企業として、グローバル競争を勝ち抜くことのできるレベル レベル4における特性を満たした上で、グローバル市場でも存在感を築き、競争上の優位性を確立している。

## 2.2 政府の対応

経済産業省は、これまで数回DXレポートを発行している。以下にその変遷を見ていく<sup>3)</sup>。

- ① DXレポート レガシーシステムから脱却し、経営を変革
- ② DXレポート2 レガシー企業文化から脱却し、本質的なDXの推進へ
- ③ DXレポート2.1 目指すべきデジタル産業の姿・企業の姿を提示
- ④ DXレポート2.2 (概要) デジタル産業への変革に向けた具体的な方向性やアクションを提示

これまでの活動推進の状況から、2022年に発

表されたDXレポート2.2 (概要) では、個社単独でのDXが困難な状況にあり、産業全体での変革が必要であるとし、DXの方向性は「既存ビジネスの効率化・省力化」ではなく、「新規デジタルビジネスの創出」や、既存ビジネスであっても「デジタル技術の導入による既存ビジネスの付加価値向上 (個社の強みの明確化・再定義)」であることを再定義している。

## 2.3 デジタル技術における技術士に対する期待

ここまでDXとしての現状を見てきたが、ここからはそれを達成するためのデジタル技術と技術士への期待について考えてみる。

なお、ここでいうデジタル技術とは、人工知能 (AI)、もののインターネット (IoT)、ロボティック・プロセス・オートメーション (RPA)、ビジネスインテリジェンス (BI)、クラウドコンピューティングなどを指す。

いわゆるDXの推進というと、ともすれば情報工学部門の関わりまでかと思われがちだが、前述のような具体例を挙げてみると、全技術部門で利用可能な普遍的な技術群であるといえる。

また、技術士は科学技術に関する技術的な専門知識と高等の専門的な応用能力及び豊富な実務経験を有しているものと定義されている。すると、この専門的能力にデジタル技術を融合させることによってより高度なイノベーションにつながるのではないかと、そのような期待が見えてくる。もしくは、リスクリングして現有の技術部門に加えて情報工学を収めDXの担い手として、経営陣や事業推進メンバと共にDXを推進する人材になっていくという展開も考えられる。

いずれにせよ、このデジタル技術の風は我々技術士のポテンシャルを活かし、社会に貢献する追い風でしかないのではないかと、そう思えてならない。

加えて、この技術をブラックボックス化、陳腐化させないように、技術情報を継承し、次世代のデジタル技術者、もしくはDXリーダーを育成することも大変重要な取り組みであると考えられる。

### 3 各原稿の紹介

今回「デジタル技術」をテーマに8部門より11件の投稿をいただいた。本特集における各原

稿の概要を表2に示す。

テーマの特性から情報工学部門より4件と多くの投稿をいただいたが、それらの内容は化学研究分野への応用や行政における取り組み、さらには

表2 本特集における各原稿の概要

部門名	概要
船舶・海洋／航空・宇宙	DXを推進する前段階として、デジタイゼーション及びデジタルイゼーションを実現する必要がある、それらの課題を解決するため、誰でも簡単に実現できるスマホアプリをリスキングして開発した。試行錯誤を重ねたアプリ開発やプロモーション活動を経て、現在ではユーザー獲得数1万人以上、100を超える国と地域で活用されている経緯が述べられている。
電気電子	超高速、低遅延、多数同時接続通信を実現する移動通信技術である5G技術は、クラウド／エッジコンピューティング処理分散による低遅延処理実現において、無線通信ネットワークを提供する技術として注目を集めている。5G/ローカル5G技術の特徴と、タイ王国でのローカル5G技術を利用したスマートファクトリーアプリケーション実証の取り組みについて述べられている。
化学	紙と印刷は、世界の四大発明に含まれている。一方、IoT、AI、SNSなどの昨今のデジタル技術の普及は、そのインパクトにおいて四大発明に匹敵するといっても過言ではない。本稿では、世の中のデジタル化が加速する中で、デジタルメディアの補完と融合といった話題を取り入れながら、紙メディアの立ち位置について、「これから」の視点で考えられている。
金属	金属分野における「溶接・ろう付けの技術伝承」や「鋳造作業の技術伝承」のデジタル技術の適用事例の他、マテリアルズインフォマティクス(MI)による多様な材質設計の可能性が得られることや、逆問題解析による材料開発を指向できるマテリアルズインテグレーション(MInt)について取りまとめており、MI化の波が押し寄せている中での技術者の在り方について述べられている。
建設	建設現場では、1つの構造物に対して専心的な取り組みが求められていたが、維持管理の時代では、多数の構造物への対応が求められるようになった。デジタル技術の適用が急速に進んでいる中で、屋外空間のデジタルデータ化が進み、経験工学に基づく暗黙知から形式知化へ誘うとともに、飛躍的な生産性向上に向けた流れが述べられている。
上下水道	分流式下水道における雨天時浸入水の有無を、ボイスレコーダを用い下水管路内の音響データをAI解析により判別する、安価な計測システム開発について報告している。国土技術政策総合研究所の委託研究として、従来の技術よりも調査費用を抑え、短期間で多点での同時計測が可能なることから、雨天時に浸入水の発生地点を短期間に絞り込むなどの、実証研究結果について述べられている。
会員外(農業部会推薦)	農業のグリーン化には、農業生産性向上との両立が重要で、その鍵がスマート農業技術である。その効果発揮のため、まず、農地、農道、用排水施設の改良や、情報通信インフラ整備が必須となり、再生可能エネルギーを基本にした電力インフラ整備も必要になる。これらに向けた、将来の状況変化への柔軟さ、農村のIT人材育成、農村の分野横断的利用環境の確保などの課題が述べられている。
情報工学	化学研究分野では、化学構造式を含めた多様な情報を管理できる電子実験ノートが利用されている。実験ノートは実験の手順と結果を正確に記録し再現性を確保することにあるが、オンプレミス型の導入が進み、機能の拡大やクラウド型も導入が始まっている。それぞれの電子実験ノートの特徴や留意事項を示すとともに、今後の課題について述べられている。
情報工学	DXを実現するには、IT技術スキルやビジネススキルを広く俯瞰する力はもちろん、解決策を見出す構想力も大切である。それを担うDXリーダー人材育成のため、専門職大学院の授業や企業内リーダー研修において、筆者独自のPPSEモデル(現状分析、問題分析、解決策の提案、効果検証)や、構想力アップの手法を提案し活用した経緯が述べられている。
情報工学	DXを実現するため、デジタル技術を活用した新サービス開発、既存業務及びレガシーシステムアーキテクチャの見直しを同時に進める必要がある。デジタルプラットフォームの構築、及び足かせとなるレガシーアーキテクチャ見直し、複数プロジェクトの効果的な統合管理により、デジタル技術活用を工夫し、DXを実現したケースについて述べられている。
情報工学	2021年9月に我が国のデジタル立国を推進するためにデジタル庁が発足し、各府省で個別に構築されてきた基幹業務システムを府省共通のクラウドサービスに移行させる方針が発表された。ガバメントソリューションシステム、略してGSSと呼ぶシステムへの移行第一号となった人事院の事例と、DX推進の考え方が紹介されている。

※執筆者の原稿をもとに広報委員会委員が一覧用として整理した。



人材育成など幅広い取り組みについて紹介されており、特定の分野のみに限定されない、専門的な応用能力を有した技術士の活動事例をうかがうことができた。その他、5Gを始めとした多数同時接続かつ超高速通信技術を利用した業務プロセス改善による製造現場等の品質・生産性向上や、情報通信インフラの整備によるスマート農業の展開・生産性の向上など、農工業分野を問わず様々なフィールドで効率化を果たしている実例、さらには、AI技術により従来と比較して低コスト・簡易的な仕組みで防災に貢献している内容など、実用的なレベルで取り組まれている事例紹介が多いことも特徴であった。

デジタルデータ化の進展により、経験工学に基づく暗黙知から形式知化・共有化を進めることで、従来の経験の蓄積や継承といったプロセスを経ずに、生産性の飛躍的な向上に貢献する事例が紹介されている。一方で、DXが広く現実のものとなった世の中では、それら情報技術を使いこなすスキルと経験を持った人材が不可欠になるため、技術者としての在り方についても提案されている。このことから、デジタル技術の発展により我々が効率性や利便性を享受する反面、将来に向けてこれらの技術を、どのように使いこなすのかについても改めて考えさせられる機会となった。

## 4 おわりに

本特集では、DXの根底にある「デジタル技術」をとりあげた。各技術部門からの原稿を眺めると、現在の各種技術革新をデジタル技術抜きに語ることはできないと感じる。一方、デジタル化という表面上の言葉に気を取られ、本質を見失ってはならない。デジタル化に関し、技術士が本当の意味で頭を使い、全体を把握し、必要なところは指導・是正していく役割となり、また、疑問点を積極的に相談してもらえよう日頃から信頼を得ていくことが求められる。

デジタル技術に関連し、ChatGPTに代表される対話型AI技術の進歩は著しい。あっという間にこの技術は社会に定着すると考えられるが、この過渡期における技術士の役割は重要であろう。

この数年は、AIが出す回答が正しいかを判断する（またはその判断ロジックを設計する）際、信頼が厚い人が頼られる機会が多くなると考えられる。特に技術分野であれば、技術士の役割がより重要となってくるであろう。その時、論理的判断と丁寧な説明により、技術士の信頼をより高められるよう、各所での努力と真摯な対応が求められる。

人類が強力なデジタル技術ツールを手に入れようとしている今、技術士が、社会基盤を構築する様々な技術分野においてデジタル技術を駆使し、「機械に任せる」こと、「人が判断すべき」ことをうまく使い分け、より便利で安心な社会に繋げていくことを期待する。

## <引用文献>

- 1) 経済産業省：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～，2018年9月7日
- 2) 情報処理推進機構：DX推進指標自己診断結果分析レポート（2021年版），2022年8月17日
- 3) デジタル産業への変革に向けた研究会：DXレポート2.2（概要），2022年7月

**對馬 一昭**（つしま かずあき）

技術士（機械部門）

いすゞ自動車（株）ASシステム開発部  
e-mail：Kazuaki\_Tsushima@isuzu.com

**武井 遼**（たけい りょう）

技術士（経営工学部門）

ADEKAクリーンエイド（株）経営企画部  
e-mail：ryo@adeka.co.jp

**渡邊 勇基**（わたなべ ゆうき）

技術士（航空・宇宙／総合技術監理部門）

（株）エイ・イー・エス 筑波事業所  
e-mail：yk\_watanabe@aes.co.jp  
peaerospace@gmail.com

**越後 卓也**（えちご たくや）

技術士（建設／総合技術監理部門）

パシフィックコンサルタンツ（株）交通基盤事業本部  
e-mail：takuya.echigo@tk.pacific.co.jp

# 自作スマホアプリでDXに挑戦

Challenge DX with a self-made smartphone app

稲垣 拓之  
INAGAKI Hiroyuki

DXを推進するためには、まずデジタイゼーション及びデジタルイゼーションを実現する必要がある。この課題を解決するため、これらが誰でも簡単に実現できるスマホアプリをリスキリングして開発した。アプリ開発やプロモーション活動は試行錯誤だったが、現在ではユーザー獲得数1万人以上、100を超える国と地域で活用されている。

In order to step forward DX, it is first necessary to realize digitization and digitalization. For realizing these, I acquired smartphone app development skills through re-skilling, and developed an app that anyone can use easily. App development and promotion were trial and error, but now it is used in more than 100 countries and regions, and by more than 10 000 users.

キーワード：DX，デジタイゼーション，デジタルイゼーション，リスキリング

## 1 はじめに

私が社会人になった頃は職場にパソコンが1人1台ようやく行き渡った時代であった。現在ではクラウドストレージにアクセスできる薄型ノートPC2台を無線LAN環境で使用している。今後の職場でのデジタル環境がどうなっていくかを考えたとき、モバイル端末の活用は必至であると考え、すでに誰もがスマホを持ち歩き、そのような世の中が実現しているようにも思えるが、モノづくりの現場などにおいては活用の動きは鈍いように感じられる。スマホの一般利用は普及している一方で、業務で十分に活用されていないのはなぜか？ モバイル端末が業務でもっと活用できるようになれば更なる生産性向上やそこから発展する何か新しいことが期待できるはずである。このような思いを巡らせていたところ、後述のようなスマホアプリが現状打開の糸口になるのでは？ と思い立ち、開発をスタートさせた。

## 2 我が国のDXの現状

デジタル化の進展に加えて新しい生活様式への急激な転換を余儀なくされたことにより、いよいよDX推進の緊急度が高まっている。このままレガシー企業文化から脱却できなければ、『2025年の崖』を待たずにビジネス環境の変化やデジタ

ルディスラプターの脅威に対応できなくなる恐れがある。DX白書2021によると、我が国のDX取組状況は特に製造業において米国に大きな差を付けられている(図1)。また、我が国は米国と比べてデジタイゼーションさえも遅れている現状が報告されている(図2)。DXを推進するためには、まずDX推進の大前提となる『デジタイゼーション及びデジタルイゼーション』を実現する必要がある(図3)。

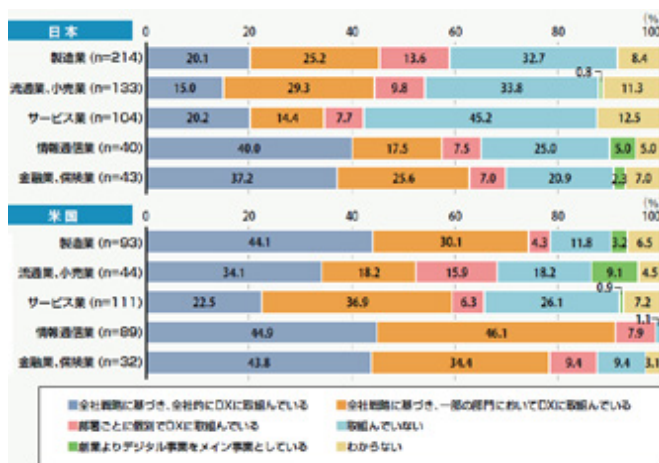


図1 DXの取組状況(業種別)

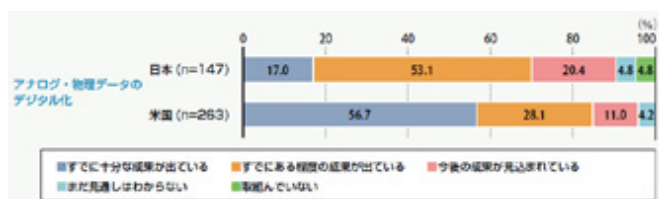


図2 デジタイゼーションへの取組と成果

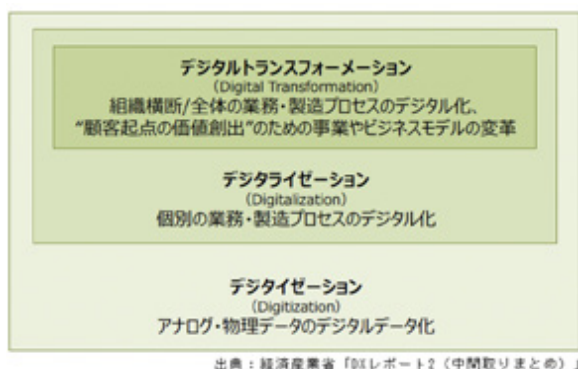


図3 DXの構造

### 3 リスキリング

リスキリングとは、DXスキルを習得すること又はDX人材を育成することである。前者は実務担当者を対象にしているが、後者はマネジメント層を含めた全人材を対象にしている。実務担当者は外部に委託することもできるため自社で賄う必要は必ずしもないが、何をどうやってDXするかを構想するにはマネジメント層を含めた全人材の育成が必要である。DXは企業が自ら変革を主導することで達成される。構想力を持ち、明確なビジョンを描き、自ら組織をけん引し、実行できる人材が必要となる。DX人材は企業が自ら確保すべきであり、マネジメント層こそリスキリングによるITリテラシー向上が不可欠である。具体的な指針や学習項目例は経済産業省が『DXリテラシー標準』として取りまとめており、参考にされたい。

私の場合、DXスキルの習得は完全に独学でプログラミング言語習得からのスタートだったが、リスキリング期間を含めて約1年半でアプリを完成させファーストリリースまで漕ぎ着けることができた。アプリ開発のリスキリングにおいて最も苦労した点は、頻繁に行われるシステムアップデートである。スマホは機能やセキュリティ改善のため頻繁にシステムアップデートが行われる。サンプルプログラム付き書籍はすぐに古新聞となり、そのままでは使えないことが多かった。

### 4 目的志向

『スタートレック』をご存じだろうか？

テクノロジーが発展した近未来を舞台に宇宙を

探検するSFシリーズである。映画『ファーストコンタクト』をきっかけに、『We work to better ourselves and the rest of humanity』のセリフに象徴される世界観に魅了された。スタートレックに登場するエンジニアは業務でモバイル端末を活用しており、私が実現させたい未来の姿である。

### 5 はじめてのアプリ開発

アプリ開発は専門外で経験もなかったが、私の専門である航空機開発のプロセスを参考にして、一部アジャイル開発やデザイン思考の考え方も取り入れて開発を行った。

#### (1) 構想設計（抽象化）

『デジタルイゼーション及びデジタルライゼーションを実現させる』ことを目的とする。DXの定義は『第3のプラットフォームを活用して業務やサービスを革新させること』であり、DXを推進するためには第3のプラットフォーム：モバイル・クラウド・ビッグデータ・SNSの4要素を活用することが必要条件である。このうちデジタルイゼーション及びデジタルライゼーション実現のために活用すべき第3のプラットフォームは『モバイル』である。デジタルイゼーションはモバイルブルなスマホとの親和性が高く、かつスマホは広く一般に普及しており多くの人に利用されている。一方で、デジタルライゼーションはスマホよりもパソコンで実現させる方が効果的と考え、機能としてはスマホからクラウドへのデータ転送が簡単に行えるようにすることに留めた。

#### (2) 構想設計（具体化）

『デジタルイゼーションが誰でも簡単に実現できるスマホアプリ』とはどのようなものかを考えた。モバイル端末へのデータ入力は様々なシーンで見受けられるが、多くの場合は定型フォーマットへのテキスト入力である。例えばコンビニや飲食店におけるハンディーターミナルを用いた商品管理・発注管理が実例として挙げられる。この定型フォーマットがスマホで簡単に作成できる、かつ後からでも簡単に修正できるようになれば有用性は無限に広がると閃いた。

### (3) 基本設計／詳細設計

アプリは、日記・日報・チェックリスト・作業手順書・在庫管理などで利用されることを想定して、テキスト入力だけでなくスマホの機能を活かして画像／音声／動画ファイルも扱えるようにした。また、外付けキーボードやバーコードスキャナーからの入力にも対応させ、想定外の使われ方でも対応できるよう汎用性に配慮して開発することとした。

デジタルライゼーション対応のため、入力されたデータはCSVファイルに変換してクラウドへのデータ転送が行えるようにした。

広く一般に受け入れられるユニバーサルデザインを追求してUI/UXにも配慮し、直観的な操作性とシンプルでクセのない外観にこだわって設計・デザインした。

### (4) プログラミング

アプリのあるべき姿は定まったものの、それをどうやってプログラミングして実現するかはリスキングしながら試行錯誤と格闘の連続であった。考えても解決できない壁に何度もぶち当たり、気が遠くなるような戻り作業が度々発生した。

アジャイル開発では予期しないトラブルは日々起こるものと捉え、スプリントと呼ばれる短期計画を作り、実行し、見直すというサイクルを繰り返す。このアプリは『ひとりアジャイル』でスプリントを繰り返し、成功体験をコツコツ積み上げて開発した。振り返ると知識不足で基本設計／詳細設計段階の検討も不十分だったかもしれないが、あるべき姿の実現を目指してとにかく手を動かし先走ったことが結果的には実を結び、求めていたスマホアプリが実現できたように思う。

### (5) プロトタイプ／テスト

アプリの安定性には細心の注意を払っているが、あらゆる使用条件で問題なく動作することを検証することは困難である。端末機種と対応OSの組み合わせだけでも無数の形態があり、世界のどこかで想定外の環境設定で想定外の使われ方をする可能性は十分に考えられる。

デザイン思考では最初から完璧なアウトプットを求めるのではなくプロトタイプの状態でリリー

スし、ユーザーからのフィードバックを解析してテストを繰り返しブラッシュアップしていく。このアプリもリリース当初はクラッシュ発生率が16%を超える状態だったが(図4)、フィードバックを解析してテストを繰り返した結果、問題をひとつひとつクリアしていくことができた。



図4 クラッシュ発生率の推移

## 6 アプリについて

アプリ名：Customin：Custom-Made InputPad  
対応OS：Android 6.0以上



図5 アプリのサムネイル

このアプリはユーザーが自在にカスタマイズできる入力フォーム作成アプリである(図5)。日記・日報・チェックリスト・作業手順書・在庫管理など様々な用途で利用できる。

全世界で利用されることを期待して英語表記をベースとし、アラビア文字のようなRTL言語を含めて全ての言語で利用できるようローカライズに配慮して開発した。

## 7 プロモーション活動

自作の創作物を初めてプロモーションするにあたり、様々な想定外に直面した。

### (1) アクセスほぼゼロ

アプリストアでのアプリ配信を開始して以来、

まったくアクセスされない日々が3カ月以上も続いた。アプリストアにはアプリやゲームが200万以上あるといわれており、プロモーションしなければ認知度ゼロの私のアプリを探し出しインストールしてもらえない可能性はゼロに等しい。

## (2) 口コミ効果ほぼゼロ

効果的なプロモーション手法を見定める必要があると考え、段階的にプロモーション活動を行った。最初に行ったプロモーションは身近な人への口コミによる宣伝だが、期待した効果は得られなかった。

## (3) 書籍掲載効果ほぼゼロ

次に行ったプロモーションが書籍への広告掲載である。無料アプリなら試してみようと思う人が少なからず存在すると期待したが、期待した効果は得られなかった。

## (4) 有料宣伝

アプリ配信を開始した直後にGoogleから「アプリを宣伝しませんか？ クーポン贈呈します」というDMが来ていた。有料サービスのため最後の手段と考えていたが背に腹は代えられず、まずは少額の広告費からスタートさせたところ、インストール数が急激に増え始めた。その数日後「広告費を増額すれば更なるインストール増加が見込めます」とのDMが来たため試しに乗ってみたところ、インストール数が比例倍に増加した。これは需要はあるが広告費で頭打ちになっていることを意味する。その数日後「もっと広告費を増額すれば…」とのDMが来たが、これ以上の広告費の増額は断念した。

## (5) アプリ名変更

ユーザーがアプリを探す際、有料宣伝から誘導されるか関連キーワードで検索する。関連キーワードで検索された際に検索上位に表示されるよう宣伝文句を推敲することをSEO(サーチエンジン最適化)という。適切なSEOを実施していなければ、どんなに素晴らしいコンテンツでも検索上位に表示されず存在しないに等しい状態といえる。アプリストアのSEOではアプリ名に含まれるキーワードが検索結果に強く影響を与える。このアプリは「form builder」というキーワードで検

索された時に検索上位に表示されてほしいため、『Simple Form Builder - Customin』にアプリ名を変更した。その他、様々な対策を実施した結果、関連キーワードで検索上位に表示されるようになり、オーガニックユーザーが増え始めた。

## (6) 日本人ユーザーほぼゼロ

有料宣伝では設定された予算内でインストール数が最大になるようにGoogleが広告枠を自動で入札する。日本人ユーザーの広告枠は高額なため入札できず、ユーザーのほとんどは広告枠が安く入札できる海外のユーザーとなった。この結果、ユーザーの99.9%以上が海外ユーザーとなっている(図6)。

英語:29%, フランス語:19%, スペイン語:16%, アラビア語:15%, ポルトガル語:3.5%, ロシア語:2.6%, タイ語:2.0%, インドネシア語:1.4%, クメール語:1.3%, モンゴル語:0.9%, ベルシア語:0.7%, アルバニア語:0.7%, セルビア語:0.6%, トルコ語:0.6%, 中国語:0.5%, ラオ語:0.5%, ヒンディー語:0.5%, ミャンマー語:0.3%, イタリア語:0.3%, ルーマニア語:0.3%, クロアチア語:0.2%, マケドニア語:0.2%, ハンガリー語:0.2%, ベンガル語:0.2%, ボスニア語:0.2%, オランダ語:0.2%, ウクライナ語:0.1%, ジョージア語:0.1%, ベトナム語:0.1%, アゼルバイジャン語:0.1%, アムハラ語:0.1%, ブルガリア語:0.1%, ネパール語:0.1%, マレー語:0.1%, ギリシャ語:0.1%, スロベニア語:0.1%, シンハラ語:0.1%, リトアニア語:0.1%, ウルドゥー語:0.09%, 韓国語:0.09%, スロバキア語:0.07%, デンマーク語:0.07%, ドイツ語:0.07%, 日本語:0.07%, その他の言語:0.49%

図6 ユーザーの内訳(言語別)

## 8 おわりに

このアプリはユーザー獲得数1万人以上、100を超える国と地域で活用されている。日本人ユーザー数も増加傾向にある。まだまだ新規ユーザー獲得の余地があると考えており、引き続きグローバルメジャーを目指して更なるシェア拡大とDX推進に努める。このアプリを足掛かりに我が国のデジタル競争力UPに少しでも貢献できれば幸いである。

### <引用文献・参考文献>

- 1) 情報処理推進機構：DX白書2021 日米比較調査にみるDXの戦略、人材、技術
- 2) 経済産業省：DXレポート2(中間取りまとめ)
- 3) 経済産業省：デジタルスキル標準

稲垣 拓之 (いながき ひろゆき)

技術士(航空・宇宙部門)

愛知県支部

e-mail: inagakihroyuki@inagakih-aspeo.com



# ローカル5G技術の海外展開

Overseas deployment of local 5G technology

西村 浩一  
NISHIMURA Koichi

5Gは、超高速、低遅延、多数同時接続通信を実現する移動通信技術である。我が国では、民間企業でも5Gの利用を可能とするローカル5Gと呼ばれる制度を施行しており、重機の遠隔施工等の様々な分野で活用が期待されている。5G/ローカル5G技術の特徴と、タイ王国でのローカル5G技術を利用したスマートファクトリーアプリケーションの実証の取り組みについて報告する。

5G is a new mobile communication technology that enables ultra-high speed, ultra-reliable low-latency, and simultaneous massive connections. In Japan, a radio frequency utilization system called "Local 5G" has been implemented, which allows private companies to use 5G for their use, and it is expected to be utilized in various fields such as remote/autonomous construction of heavy machinery. This report describes the characteristics and advantages of 5G/Local 5G technology and the demonstrations of smart factory applications with the use of Local 5G technology in the Kingdom of Thailand.

キーワード：ローカル5G, IoT, スマートファクトリー, MIMO, Open-RAN

## 1 はじめに

情報通信技術は近年、人々の生活に欠かせない重要な一つのインフラとなっており、その技術革新のスピードは極めて早い。とりわけ、移動通信技術の進歩は目覚ましく、表1に示すように1979年に第1世代と呼ばれる車載電話サービスが開始されて以降、2019年に第5世代(5G)通信が導入されるまで画期的な進化を遂げている。

表1 移動通信技術の発展

世代	概要
第1世代	日本電信電話公社(現(株)NTTドコモ)がアナログ通信規格を用いた1G車載電話サービスを世界に先駆けて開始(1979年)
第2世代(2G)	フィンランドでデジタル通信規格の2G携帯電話サービスが開始され、手のひらに収まるサイズの端末が一般化(1991年)
第3世代(3G)	NTTドコモが3G携帯電話サービスを開始し、端末高機能化とインターネットやマルチメディアへの対応を進める(2001年)
第4世代(4G)	3Gの長期的進化・発展であるLTE(Long Term Evolution)方式の展開がスウェーデンで開始(2009年)
第5世代(5G)	LTE方式のさらなる発展形として、5G携帯電話サービスが韓国で開始(2019年)

5G技術は、IoT(Internet of Things)通信や、AI(Artificial Intelligence)技術、クラウド/エッジコンピューティング処理分散による低遅延処理実現において、無線通信ネットワークを

提供する技術として注目を集めている。我が国では、民間企業でも5Gのプライベート利用を可能とする、ローカル5Gと呼ばれる周波数利用制度を施行しており、遠隔診断・医療、自動運転、スマートファクトリー等の様々な分野での利活用が期待されている。

## 2 5G技術の特徴

電気通信分野の国際連合専門機関である国際電気通信連合の無線通信部門(ITU-R)は5Gへの要求条件として、図1に示すように①超高速、②低遅延、③多数同時接続の3つを定義している。

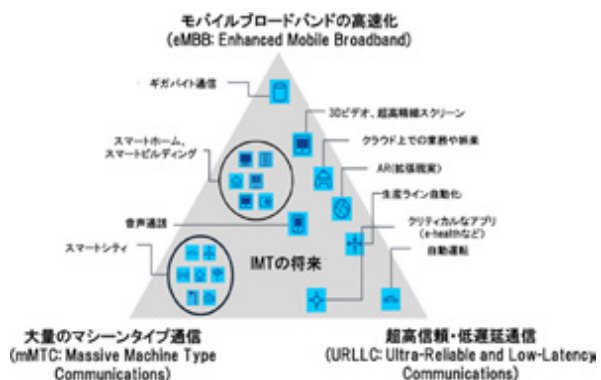


図1 5G技術の要求条件<sup>1)</sup>

### (1) 超高速技術

5Gの最大通信速度は、上り10 Gbps、下り20 Gbpsを目標としており、これは現行の

4G-LTEの最新標準規格であるLTE-Advancedの上り130 Mbps, 下り1.7 Gbpsのおよそ10~80倍に及ぶ。これを実現するために、①広帯域化・高周波数帯（ミリ波）の活用、②MIMO (Multiple-Input and Multiple-Output) /ビームフォーミングの2つの技術が適用される。

#### ① 広帯域化・高周波数帯（ミリ波）の活用

無線通信の場合、通信速度は使用する周波数帯域にほぼ比例する。周波数帯域幅が4Gでは最大20 MHz幅であったのに対し、5GではSub6GHz帯で最大100 MHz幅、ミリ波帯では最大400 MHz幅であり、5~20倍の通信速度の向上が図られている（図2）。

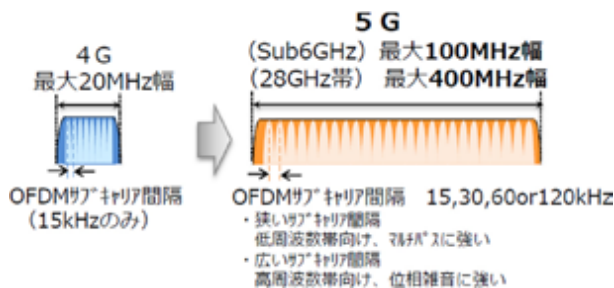


図2 5Gの広帯域化・高周波数帯（ミリ波）の活用<sup>2)</sup>

#### ② MIMO/ビームフォーミング

MIMOとは、無線通信において、送信機と受信機の双方で複数のアンテナを使い通信速度を向上させる技術であり、その理論的基盤は空間多重化という概念である。LTE-Advancedでは、上り最大4経路、下り最大8経路のMIMO多重がサポートされるのに対し、5Gでは上りも下りも最大12経路までのMIMOがサポートされている。

ビームフォーミングとは、アンテナ素子を小型化して多素子アンテナの位相や振幅制御を行うことにより、指向性を持たせたビームを作り出す技術であり、通常MIMOと組み合わせて実用化される。5Gでは基地局側で100素子以上の超多素子アンテナが実用化されている。

#### (2) 超低遅延技術

5Gでは、通信データ信号については1 ms以下、制御信号については20 ms以下という非常に厳しい遅延時間要求条件が課されている。これを実現する技術が、①Short TTIと呼ばれる送信単位の時間長の短縮、②Fast HARQ-ACKと呼ばれる高速再送制御である。

#### (3) 多数同時接続技術

5Gでは、都市部広域での接続端末数を1平方キロあたり1 000 000台にまで向上させてとしている。これを実現する技術が、Massive MIMOとネットワークスライシングである。

##### ① Massive MIMO

上述のMIMOに超多素子アンテナを用いる技術はMassive MIMOと呼ばれており、図3に示すように各ユーザに異なるビームを向けることで多数ユーザを同時に接続させるための技術である。

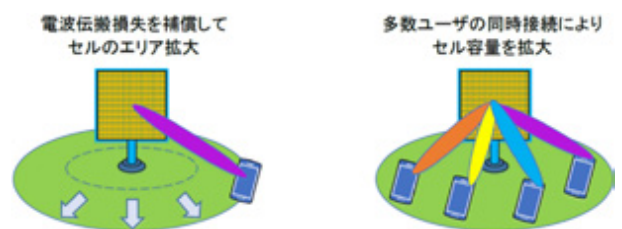


図3 Massive MIMOの導入効果

##### ② ネットワークスライシング

ネットワークスライシングとは、端末種別やサービスによって最適化されたネットワークを複数作成し管理する技術である。無線ネットワーク(RAN)はコアネットワーク(CN)と呼ばれる、交換機や加入者情報管理装置等で構成されるネットワークに接続される。ネットワークスライシング技術を使用すると、端末が使用するサービスの種別に応じて、DCN (Dedicated Core Network) と呼ばれる個別の仮想的なCNに接続することによって、属性の異なる多様なサービスを要求する多数の端末を同時処理することが可能となっている。

## 3 ローカル5G技術

ローカル5Gとは、総務省のローカル5G導入に関するガイドラインによれば、「自己の建物内又は自己の土地内で、建物又は土地の所有者等が自ら構築することを基本とする5Gシステム」として定義されている。地域や産業の個別のニーズに応じて地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内で5GネットワークをWi-Fiと同じようにスポット的に柔軟に構築できるようにして、携帯事業者によるエリア展開が遅れる地域でも、5Gシステムを先行して構築可能

にすることを目的としている我が国の画期的な制度・取り組みである。

このローカル5Gとして定義される5Gネットワークは、移動通信システム仕様標準化団体である3GPP (3rd Generation Partnership Project) の用語では“Non-Public Network”と呼ばれるが、ここまで述べてきた5Gネットワークと技術的な差があるものではない。日本の場合、図4に示すように電波を管轄する総務省が、商用5G用の周波数とは別に、ローカル5G用に専用の周波数を割り当てている。しかし、周波数割当方針は国によって異なり、本稿執筆時点では全世界でNon-Public 5G用に専用の周波数を割り当てている国は我が国以外にない。

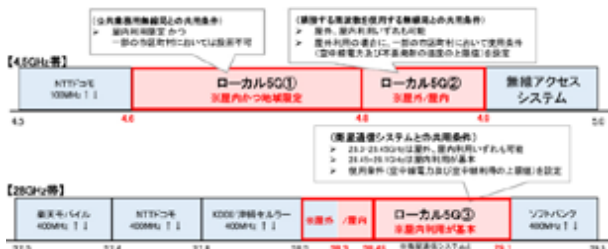


図4 日本におけるローカル5Gへの周波数割当<sup>(3)</sup>

## 4 ローカル5G技術の海外展開

我が国の総務省では、ローカル5G技術の海外展開を図るため、タイ王国（以降、タイという）の工業団地においてローカル5Gを用いたスマートファクトリーに係る実証事業を2021年度に実施した。

### (1) 実証事業の目的

総務省では、デジタル化の基盤となる安心・安全な5Gの世界的普及に貢献し、5Gを起点とした産業基盤を展開していくために、デジタルインフラやデジタル技術の海外展開の方針として「総務省海外展開行動計画2020」を策定し、5Gおよびローカル5Gを主要分野と位置付けて推進している。その一環として、タイの工業団地でローカル5G通信環境を構築し、5Gを活用したアプリケーション構築・運用の実現性について、技術面および運用面から実証等を行うことを決定した。実証試験の目的は、本邦企業が持つ5G関連技術等の海外展開の可能性を検証するとともに、

我が国技術の優位性、有効性についてタイ側と認識を共有し、デファクトスタンダード化ないし国際標準化や我が国技術・企業の国際的な優位性の確保を実現することを目指すことにある。

### (2) 実証事業システムのネットワーク構成

工業団地にある1工場内の約180m×約80mの区画に、タイの商用5G通信事業者の協力のもと、3GPPが規定する5G無線装置/通信制御装置の標準仕様、ならびにO-RAN Allianceが規定するO-RAN (Open RAN) 仕様に準拠した26GHz帯 (n258) 5G無線ユニット (RU) 3台、NSA (Non-Stand Alone) 構成のためのアンカーバンド用2.1GHz帯 (B1) 4G RU 1台と4G/5Gルータ端末装置 (CPE) 6台を設置した。また、工場内に汎用PCサーバ8台で構成する仮想化基盤上にRANとCNを設置し、工業団地内のダークファイバを経由して通信事業者のネットワークと接続し、インターネット接続を確保した。タイではローカル5G制度が導入されていないため、事業者が有する5G周波数をプライベート利用する構成とした。図5に実証事業システムのネットワーク構成を示す。

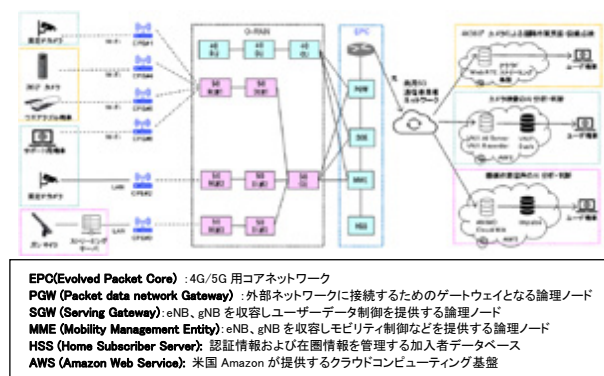


図5 実証事業システムのネットワーク構成

### (3) ローカル5Gアプリケーション

本実証事業においては、ローカル5Gの超高速通信を活用するアプリケーションの実証を主たる目的として以下に示す3種類のアプリケーションを動作させ、その有効性を検証した。

- ① 4K360°カメラによる遠隔作業支援・設備点検  
現場作業者が装着するウェアラブルカメラ端末による視野映像配信、遠隔側の立会者・作業支援者との双方向コミュニケーション、工場内全体俯瞰のための360°カメラによる4K映像配信機能



を実現するための多拠点低遅延接続プラットフォームを、ローカル5Gネットワークを利用してクラウド上に構築した。これにより、日本の技術者などからの遠隔技術支援が可能となり、現場作業者の経験やスキルの不足を補うことができた。さらに、遠隔支援によって関係者の新型コロナウイルスの感染リスク軽減や移動コスト削減への有効性が示された。



写真1 4K360°カメラによる遠隔作業支援・設備点検

## ② カメラ映像・機械作動音声のAI分析・判断

工場内に設置した高解像度カメラの映像と、マイク搭載端末により取得する工場機械作動音（非圧縮音声データ）を、ローカル5Gネットワークとインターネットを経由してクラウドサーバーで取得、AIによる解析を行い、映像に基づく稼働状況分析、作動音に基づく故障予兆分析及各判断・通知を行えるアプリケーションの実証を行った。



写真2 カメラ映像・機械動作音声のAI分析・判断

本実証により、工場機械の稼働効率化分析における当該アプリケーションの有効性が示された。

## ③ カメラ映像による作業員動作AI分析

作業品質の管理効率向上を目的として、作業工程における作業員の動きを常時撮影するIPカメラ

の映像データをローカル5Gネットワークとインターネット経由でクラウドAIサーバへ送信、クラウド上でAI分析を行い、作業ミス・手順漏れの検出や作業時間の自動計測等を可能とするアプリケーションの実証を行った。この仕組みにより、作業工程の実態の詳細な分析が可能となり、作業品質・効率改善に寄与することを示すことができた。

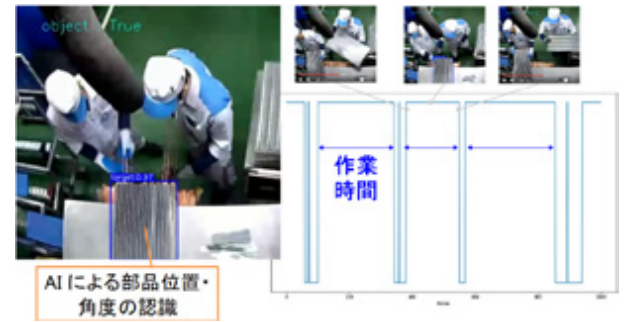


写真3 カメラ映像による作業員動作AI分析

## 5 まとめ

本稿では、超高速、低遅延、多数同時接続という特徴を有する5G/ローカル5G技術や、これらの技術を利用したアプリケーションの有効性について解説した。また、我が国が取り組むローカル5G技術の海外展開の事例を紹介した。本稿が、今後のローカル5G技術の海外展開の発展、日本における5G技術の更なる導入促進の一助になれば幸いである。

## <引用文献>

- 1) ITU-R Recommendations : M-2083.0, IMT Vision - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond, Sep. 2015.
- 2) 総務省：情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会（第8回）資料 8-1 技術検討作業班中間報告，pp.23-25，平成30年3月6日
- 3) 総務省：製造現場におけるローカル5G等の導入ガイドライン，p.25，令和3年7月27日

西村 浩一（にしむら こういち）  
技術士（電気電子部門）

日本工営（株） 情報通信技術部  
部長  
e-mail : a4910@n-koei.co.jp



# 紙メディアのデジタルメディアとの相互補完と融合

Complementation and integration of paper media with digital media

前田 秀一  
MAEDA Shuichi

紙と印刷は、世界の四大発明に含まれている。一方、IoT、AI、SNSなどの昨今のデジタル技術の普及は、そのインパクトにおいて四大発明に匹敵するといっても過言ではない。本稿では、世の中のデジタル化が加速する中で、紙メディアの立ち位置について、「これから」の視点で考える。

Paper and printing are among the world's four great inventions. On the other hand, it is no exaggeration to say that the recent development of digital technologies such as IoT, AI, and SNS are comparable to the four great inventions in terms of their impact. In this paper, the position of paper media is discussed from the perspective of "the future" as the world's digitalization accelerates.

キーワード：紙，印刷，デジタル，メディア，情報

## 1 はじめに

私事ながら、筆者の前職は製紙会社の研究員で、バブル末期の平成元年入社組である。当時の新入社員は、紙の機能／役割はWrite/Print（書く／刷る）、Wrap（包む）、Wipe（拭く）の3Wで表現できると教わった。中でも、Write/Print（書く／刷る）は情報を記録し伝達するメディアとしての役割を担う重要な機能であると繰り返し聞かされた。2020年の経済産業省の統計<sup>1)</sup>によれば、新聞用紙、印刷用紙、情報用紙などのWrite/Printのための紙メディアは、板紙を除く国内の紙の全生産量（約1120万トン）の70%を占めている。つまり、情報の記録と伝達は、現在においても紙の最も重要な機能／役割であるといえる。

ところで、紙そのものは、情報の記録と伝達という役割においては半製品でしかない。印刷というプロセスを経て印刷物となって、はじめて情報メディアとしての機能を発揮する。ここまでの、「紙」と「印刷」という二つのキーワードが出てきた。歴史の授業では、世界の四大発明は、紙、印刷、羅針盤、火薬であると習った。紙も印刷も、人類の発展にとてつもなく大きな影響を与えてきたことは間違いない。そんな「紙」と「印刷」であるが、昨今のデジタル化の急激な流れの中で、その立ち位置が変わってきている。本稿で

は、世の中のデジタル化が加速する中で、紙への印刷物（以下、「紙メディア」と表記する）の立ち位置について、「これから」の視点から考察していきたい。

## 2 これまでの紙と印刷

紙の定義としては、「繊維原料を水中に分散させ、ろ過することによりシート状に成形したもの」というのが一番シンプルでわかりやすい。「繊維原料」とは、広葉樹や針葉樹などの木材、あるいは草木類、さらには古紙をパルプ化して取り出したパルプ繊維を指す。水中で分散したパルプ繊維を、金網でろ過することにより脱水させると湿紙と呼ばれるシートが形成される。これを乾燥することによって紙が完成する。

印刷の方式は、凸版印刷（活版印刷、フレキソ印刷）、凹版印刷（グラビア印刷）、孔版印刷（スクリーン印刷）、平版印刷（オフセット印刷）に大別される。凸版印刷、孔版印刷、平版印刷では、濃度が一定の「網点」をその大きさ（面積）を変えて階調を表現する。つまり、一つの画像の濃淡を、インキをのせる面積をコントロールすることで表現している。一方、凹版印刷では、インキをのせる量をコントロールする濃度による階調表現が可能である。また、最近は刷版なしにデータを直接印刷する電子写真方式やインクジェット方式も印刷の一種と考えられている。

## 3 紙メディアの立ち位置の変化

### 3.1 デジタルメディアの出現

IoT, AI, ビッグデータなどの技術革新, SNS やクラウドの爆発的な普及を例に挙げるまでもなく, 私たちを取り巻くメディアの環境は大きく変わってきている。デジタル技術は, そのインパクトの大きさにおいて, これまでの世界の四大発明に匹敵するといっても過言ではない。デジタル化社会の中で変化を強いられている点においては, 紙と印刷も例外ではない。むしろ, Facebook, Twitter, YouTubeといった新しいデジタルメディアから, 非常に大きな影響を受けている分野といえよう。

紙メディアが「物質」であるのに対して, デジタルメディアは「脱物質化」したメディアと考えることができる。脱物質化により空間的・時間的制約のなくなったデジタルメディアには, 情報メディアとして, 紙メディアにはないさまざまな長所がある。その長所を思いつくままに列挙すると, ①時間的・空間的制約がなく出力デバイスを選ばない, ②静止画だけでなく動画も扱うことができる, ③FacebookやTwitterで誰でも思いついたことをすぐに発信することができる, ④双方向性を有するのですぐに発信に対する反響を得ることができる, ⑤情報を劣化させることなく簡単に複製・拡散することができる, などになる。

私事ではあるが, 脱物質化したデジタル情報の利用によって, 筆者の書棚は図1のように変化した。分厚い多数の学術書が一つの電子書籍端末に収まっている。

### 3.2 紙メディアのこれからの立ち位置

上記のような長所を持ったデジタルメディアに紙メディアは取って代わられてしまう, という話が昨今よく聞かれる。「紙」, 「なくなる」といったキーワードでウェブ上を検索すると, 数百件もヒットする。そこに書かれている見解は, 「紙はなくなる」か「紙はなくなるならない」に大別され, 中間的な意見は意外に少ない。一方, 「紙は生き残るか」といったテーマでさまざまな学協会

で演会やシンポジウムが開催されている。そこでは, さすがに学協会だけあって, 紙がなくなる／ならないといった単純な二元論よりは, 紙メディアとデジタルメディアをいかに使い分けるかの議論が主になっている。

筆者も, 紙メディアとデジタルメディアをいかに使い分けるかが重要であると考え。そこで, 紙メディアの長所についても考えてみたい。紙メディアには, 物質ゆえの強みがある。紙メディアにおいては, 人と紙との間には読んだり見たりといった行為以外は, 何の作業も介在しない。情報をウェブサイトから引き出してディスプレイ上に表示させたり, そこに表示された文字や画像をスクロールしたりする手間は無い。また, 紙メディアの場合, 一旦記録されてしまえば, 情報の保持にディスプレイにおける電力のようなエネルギーの供給を必要としない。当たり前といえば当り前のことである。しかし, これらはデジタルメディアの出現によって, はじめて認識されるようになった紙メディアの長所といえる。紙メディアは, まさに究極のバリアフリーである。



ビフォー  
紙メディア時代

アフター  
デジタルメディア時代

図1 書棚のデジタル化

さらに紙メディアは, デジタルメディアとの比較において, 危うさではなく安心を与えてくれる場合がある。デジタルメディアは, 一瞬にして不特定多数を対象に広く情報を飛ばすことができる。しかし, その便利さゆえに, 発想即発言のもたらす危険性がある。また, その匿名性も相まって, 無責任な誹謗中傷の場になりやすいのも事実

である。さらに一度拡散してしまった情報は、それが誤ったものであっても、容易には削除できない。一方、紙メディアの場合、印刷という工程にかかる時間も含め、とにかく伝達までかかる速度は遅い。物質であることから、遠くなるほど時間がかかる。また、やり直しが面倒なだけに、印刷前に内容を十分に吟味することになる。これは、情報の発信者には慎重さを促し、情報の受信者には信頼と安心を与える。マクルーハンの「メディアはメッセージである」<sup>2)</sup> という言葉から解釈されるように、同じ内容の情報であってもその媒体が異なれば伝わるメッセージ性が違ってくるはずである。現代ではLINEによって人間関係が壊れたり、Twitterが炎上したりするのに対し、かつては紙の手紙が人間関係の修復に有効な手段であったことを思い出していただきたい。

以上より、情報メディアとしての紙メディアとデジタルメディアは、お互いに自己の長所が相手の短所といった関係にあるように思う。したがって、競合関係というより補完関係にある。結局のところ、いずれかだけに依存せず上手に使い分けたり、良いところを融合したりすることが肝要である。

## 4 紙とデジタルメディアの補完と融合

### 4.1 クロスメディアとしての相互補完

前述の紙メディアとデジタルメディアの相互補完について具体例を挙げたい。移動中はスマホやタブレット、職場ではパソコンといったように、一人の利用者が異なるメディアへ横断するときの利便性を高めた仕組みを「クロスメディア」という。このクロスメディアは、紙とデジタルとの相互補完という観点から興味深い技術である。日常生活の中で、新聞や電車の中の広告、道路の看板、雑誌など、紙媒体を中心とした広告を目にする。いやでも目に入ってしまう「アイキャッチ性」やスイッチも何もいらぬ「バリアフリー性」から、紙を広告の導入部に使うのは非常に合理的だと思われる。ただ、紙の場合、文字数や、色、動画、立体感など伝達できる情報量に限りがある。そこで、紙の広告の多くには、URLやQR

コードが記載されるようになった。これがスマホ上のウェブサイトといったデジタルへの導線となっており、デジタルメディアによってさらに詳細な情報を得ることができる(図2)。



図2 紙からデジタルのクロスメディア (参考文献3) p.139より)

### 4.2 紙の概念を取り入れての融合

紙とデジタル技術が融合して効果を発揮していく例として、紙のエレクトロニクス分野での応用についても紹介したい。ディスプレイの世界に(紙そのものではないが)紙の概念を取り入れたのが、「電子ペーパー」である。その形態はディスプレイでありながら、液晶ディスプレイのように強い光量のバックライトを必要とするわけでもなく、有機ELディスプレイのように自らが発光するわけでもない。「電氣的に書き換えが可能な紙」という見方ができる。

電子ペーパーの応用分野として一番馴染みがあるのは電子書籍端末であろう。紙の本と競合する分野ではあるが、電子ペーパーを紙の一種と認めてしまえば、まさに紙とデジタル技術が融合したものだといえる。電子書籍端末メーカーは、電子ペーパーが、紙メディアのように、目に優しいことを盛んにアピールしている。目に優しいとはどういうことであろうか。液晶ディスプレイのバックライトや有機ELの発光のように、自発光する光を直接には見ないですむことである。文字や画像は、紙メディアと同様に、反射光を通して認識することになる。

電子ペーパーのしくみを、その代表的な方式である「電気泳動方式」を例に、図3で説明する。この方式では、マイクロカプセル中に透明な分散

液とプラスに帯電した白色粒子とマイナスに帯電した黒色粒子が封入されている。マイクロカプセルを挟んだ電極間に電界を印加すると帯電粒子はそれぞれ逆の電位方向に移動し、白と黒のコントラストにより文字や画像の表示が可能となる。例えば、背面電極にマイナス電荷パターンを印加するとマイナス帯電の黒色粒子はマイクロカプセルの上部へ移動し、黒色の画像や文字が表現される。一方、背面電極にプラス帯電を印加した部分では、プラス帯電の白色粒子はマイクロカプセルの上部へ移動し白表示となる。つまり、粒子という物質を移動させ、紙メディアと同じように反射光で見ているので、目の疲れが緩和されるわけである。

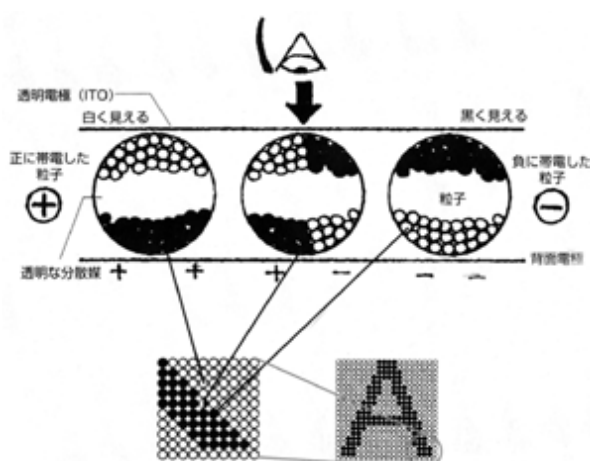


図3 電子ペーパーの概念図 (参考文献3) p.143より)

## 5 おわりに

江戸後期の「紙漉重宝記」<sup>4)</sup>は、和紙製造の解説書で、農家に副業として紙漉きを勧めるため、原料の刈取りから製品の出荷に至るまでを詳細に図解した書である。ところで、歴史的には最近まで(江戸時代終期)、紙は大変貴重だった。ある宴会の席で、大学生を川に飛び込ませるためのジョークというのを聞いた。東大生には「この川に飛び込むのが規則です」、京大生には「この川に飛び込んではいけません」、早大生には「川の中で盛り上がっているよ」、慶大生には「川の中に美女がいるよ」が効果的で、東工大生に対しては「君のレポートが川に流れているよ」というの

が一番効くとのこと。情報メディアとしては、紙そのものは半完成品であり、情報が書込まれてはじめて完成品となる。一方「紙漉重宝記」には、「谷底に落ちてしまった一枚の紙をとりに行く村人」の話が記載されている。東工大生にとっては紙の上の情報が大切なのに対し、江戸時代では紙そのものが大変な貴重品だったことを示すエピソードである。

さて、未来における紙メディアのポジションはどのようになるであろうか。ここでいう未来とは、紙メディアがデジタルメディアと融合するさらに先の未来のことである。腕時計の世界では、正確で軽いクォーツ時計よりも、一日に何十秒も狂いかつ重い機械式時計の方が高級とされている。性能の悪さ由来の手間暇をかけることを楽しむという贅沢の仕方もあるのだと思う。そう考えると、紙も将来再び貴重品になっていても不思議ではない。庶民はインターネットで社会の出来事を知り電子書籍で小説を読むのに対し、金持ちは紙の新聞を購読し文庫本で小説を読む、といった時代がこないとも限らない。

## <参考文献>

- 1) 2020年経済産業省生産動態統計年報 紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計編, 経済産業省大臣官房調査統計グループ  
[https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/gaiyo/resourceData/06\\_kami/nenpo/h2dggg2020k.pdf](https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/gaiyo/resourceData/06_kami/nenpo/h2dggg2020k.pdf)
- 2) M. McLuhan: メディア論, みすず書房, 1987
- 3) 前田秀一: トコトンやさしい紙と印刷の本, 日刊工業新聞, 2018
- 4) 国東治兵衛: 紙漉重宝記, 1798

前田 秀一 (まえだ しゅいち)

技術士(化学/総合技術監理部門)

日本技術士会理事  
東海大学工学部光・画像工学科 学科長  
東海大学情報理工学情報メディア学科  
教授 理学博士  
e-mail: shuichi-maeda@tokai-u.jp



# 金属産業のデジタル化

The digitalization of the metal industry

芝崎 誠  
SHIBASAKI Makoto

金属分野においては、これまでも製鉄所における鋼板製造の運転の操作など、コンピューターによる自動化が進められてきた。

近年のデジタル技術の発展は、金属学と情報技術が結びつき、材料開発におけるマテリアルズインフォマティクス（以下文中ではMIと略す）や、より高度化なプロセス制御を目指したプロセスインフォマティクスなど最先端の技術分野の開発が日進月歩で進んでいる。

本論文では、金属産業の技能伝承・人材育成に用いられるデジタル技術、および金属素材開発の最先端のマテリアルズインフォマティックへの取り組み事例を紹介する。

In metals, manufacturers have used computers to automate operations such as steel sheet manufacturing at work.

The development of digital technology in recent years has linked metallurgy and computer information technology, and the development of cutting-edge technological fields such as materials informatics for material development and process informatics aiming for more advanced process control is progressing rapidly.

In writing this paper, we will examine the digitalization of the metal industry as a whole and discuss the DX of the metal industry that incorporates the latest information.

キーワード：AR, 技能伝承, マテリアルズインフォマティクス, デジタル化, 素材開発

## 1 金属部会での取り組み

金属部会での「デジタル技術特集」への取り組みは、個人の知見を論文化するのではなく、勉強会に参加する有志を募り、金属産業におけるデジタル化を網羅的に調査することから始めた。初回議論で、参加者のデジタル技術の知見紹介に加え、最新技術の理解に取り組む必要があるとの意見が出された。

そこで、国内の研究・開発の最先端にいる研究者など有識者を招待してマテリアルズインフォマティクスの勉強会をセミナー形式で実施した（表1）。

本論文では、金属分野のデジタル技術の適用例に加え、金属素材と情報技術を組み合わせたマテ

表1 金属部会デジタル化短期ワークショップ

2022年	11月07日	広報委員会より「デジタル技術」募集
	12月25日	部会役員会でデジタル技術短期ワークショップ発足承認
2023年	01月09日	デジタル勉強会短期ワークショップ発足会。方針議論
	01月29日	デジタル勉強会（自動製造、バーチャル溶接、超合金IoT）
	02月19日	金属部会CPD技術セミナー「マテリアルズインフォマティクス」開催（三菱総研、東大、産総研の現役研究者による講義）
	03月19日	デジタル勉強会（有志座談会）
	03月31日	論文入稿

リアルズインテグレーション（MIInt）など最先端の素材・プロセス開発技術を紹介する。

## 2 金属産業での4つのデジタル技術分野

金属産業のデジタル技術分野は、

- ① 情報を作り出すデジタル化
- ② それを活用するDX導入
- ③ 素材開発・製造技術の高度化（MI）
- ④ 技術を支える技能伝承・人材育成

の4分野があり（図1）、一刻の猶予もない変革

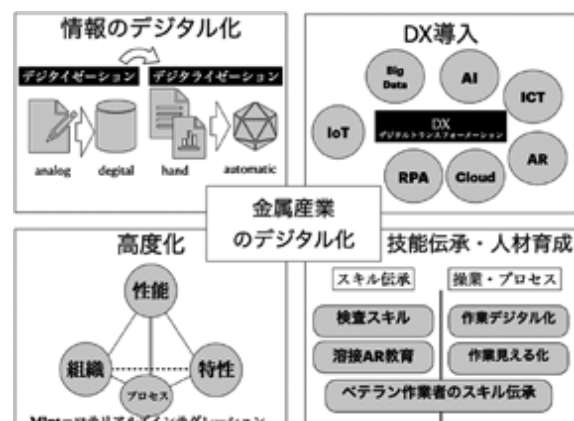


図1 金属産業の四つのデジタル技術分野<sup>2)</sup>

の波が押し寄せている。製造現場では、脱炭素化に向けた二酸化炭素排出量の把握など、デジタル化のニーズは増している。

### 3 金属分野へのデジタル技術の適用例

金属素材製造現場でのデジタル技術の適用例は、勉強会への参加者から数件の事例紹介があった。本項では溶接や鑄造作業の技能伝承を紹介する。

#### 3.1 溶接・ろう付けの技能伝承

金属産業へのデジタル技術の適用例は、溶接技術の最前線で見られる。溶接の品質及び性能は、作業者の技能に影響される。昔から技能伝承と人材育成が重要な課題であると認識され、特に近年はデジタルによる技能伝承への期待が大きい。

##### (1) 作業計測情報

モーションディテクター（動作カメラ）、CCDカメラ、サーモカメラ等による画像情報から情報を収集する。作業者が注意して見ている光景を目線カメラで捉え、両方の手の動きや溶接棒の動きを、センサーが計測することで、正確な溶接作業情報を収集する。

##### (2) 評価・解析

収集した情報は、作業者の行動を詳細に表現できるので、ベテランの作業者と比較したときの差異を解析することで、個人のスキルを定量的に評価でき、ベテランの技量に近づける助けになる。

##### (3) 見える化

見える化には、遠隔モニターで確認するものや作業者が装着したAR（拡張現実）眼鏡に投影す

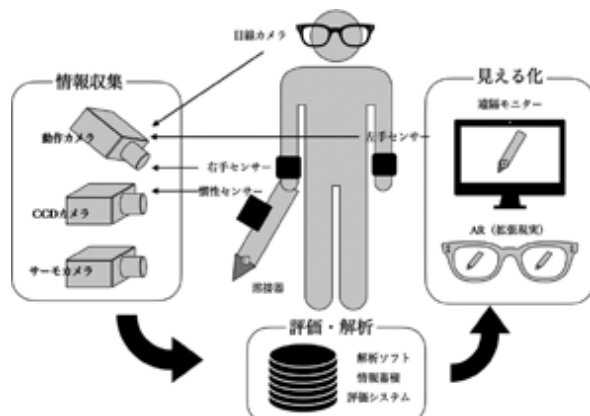


図2 溶接技術の技能伝承のデジタル化

るものがある。

作業を計測し、評価し、見える化することで自らのスキルレベルを客観的に知ることができるため、技能伝承とスキルアップが効率的に行える。

#### 3.2 鑄造作業の技能伝承

鑄造作業は、溶けた金属（溶湯）をひしゃくで鑄型に注入する作業である。作業自体は単純だが、鑄型への溶湯の注入速度や温度を確保する方法などは作業者の動作によって制御している部分も多く、鑄造品の出来栄は人による部分が多い。鑄造品の品質をベテラン作業者のものと同等のものにするためには、作業を計測し、作業者の動作を一致させる方法がとられる。

当初、作業を計測する方法として、モーションキャプチャーで動作を計測する方法が考えられた。しかし、腕やひしゃくの動きがあまりにも繊細であり鑄造作業以外の外乱要素も多く、計測は困難を極めた。注湯作業の計測は、ひしゃく自体にひずみゲージをつけて動作を計測することで、次第に精度が高まってきた。連続的に注湯する場合は、データを無線LANで伝送して外部メモリに蓄積し、バッチ注湯の場合はUSBメモリに保存する。この工夫により各人の注湯作業が計測でき、熟練者と非熟練者の注湯作業を比較することができるようになった。

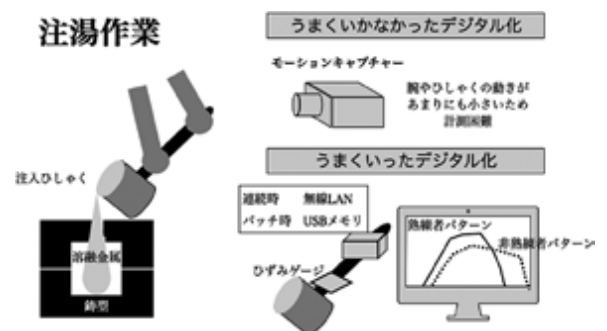


図3 鑄造技術の技能伝承のデジタル化<sup>1)</sup>

### 4 金属製造技術の高度化

#### 4.1 マテリアルズインフォマティクス (MI)

##### (1) MIの概念

金属学と情報科学が結びついたMIは、素材、とりわけ金属分野の最先端のデジタル化技術になりつつある。素材産業の持つ豊富な経験やプロセ

ス情報に頼らなくても、最先端の新材料や最適な製造条件の情報が得られる可能性があり、素材産業の技術開発そのものを変えてしまう可能性を秘めている。以下、MIの最も重要な役割である素材開発について述べる。

## (2) MIの実例

金属材料は、化学成分を組み合わせることで多様な材質特性を得ることが可能である。しかし、その組み合わせが増えると幾何級数的に調査項目が増えるため、研究に係るコストは高くなり、しかも成果が不明瞭にならざるを得なかった。しかしながら、近年の情報技術の発展により、多元系の金属素材で、あらゆる成分系の組み合わせを調査することなく、極めて少ない実験で最適条件を予測することが可能になりつつある。この手法を用いると過去の経験に頼らないでも最新の材質設計ができる可能性を秘めている。

最近では、リチウムイオン電池素材や、太陽光発電素材などに適用される例が増えてきている。

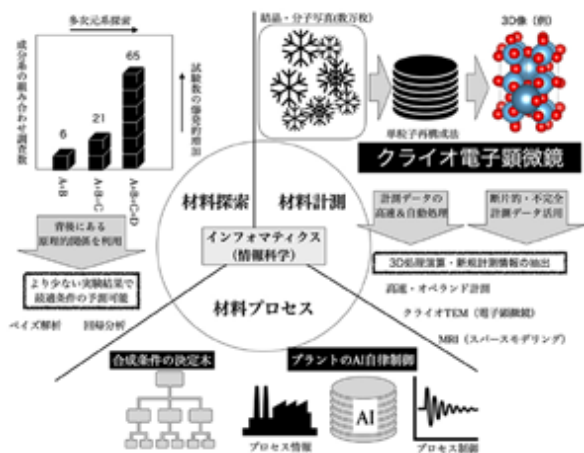


図4 マテリアルズインフォマティクスの3分野<sup>2)</sup>

## 4.2 マテリアルズインテグレーション (MInt)

### (1) MIntの概念

MIntは、製造プロセス制御を念頭に置いた概念である。工程>組織構造>材質特性>機能・性能の順番に数値解析が進む方法（順解析）と、機能・性能から始めて、>材質特性>組織構造>工程を想定していく方法（逆解析）が提案されている。前者は、化学成分や組織構造から性能を導くもので、材料科学である。特徴は、数値解析で一気に解いていくことである。後者は帰納的、逆

解析的な考え方である。必要な機能・性能を発揮する素材を作り出す工程や化学成分・金属組織を計算で求める手法であり、材料開発に他ならない。

MIntの特徴は、逆問題解析で材料開発を指向できることである。

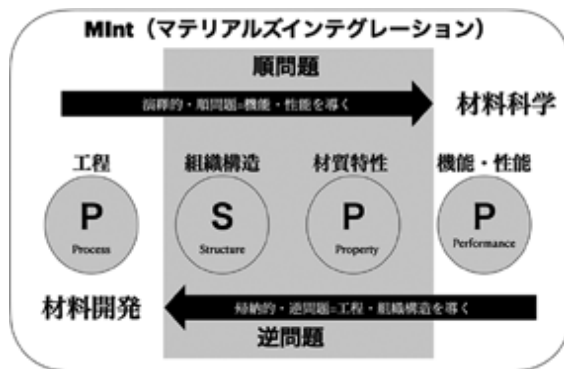


図5 マテリアルズインテグレーション<sup>3)</sup>

### (2) MIntの実例

溶接部近傍の疲労特性を検討するための数値解析では、熔融池形成モデルを用いた周辺金属の組織変化計算、塑性変形、疲労き裂発生条件や実際の結晶の塑性解析、さらに疲労き裂進展の検討を行う。これに、化学組成や結晶の初期条件、溶接部の形状、溶接条件、荷重条件などを入力して、実溶接条件の数値シミュレーションを行う。こうすると、ある条件では疲労き裂が発生する危険が

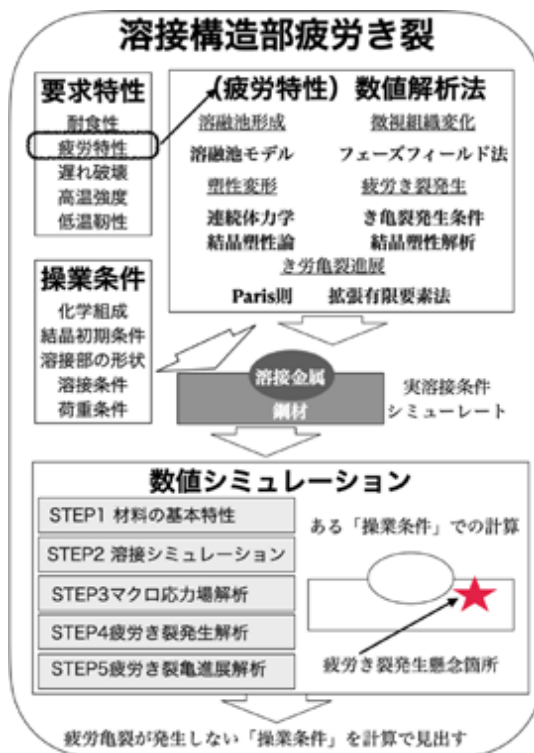


図6 溶接構造部き裂発生検討モデル<sup>3)</sup>



あることがわかる。操業条件を変更し、数値シミュレーションを繰り返すことで、疲労き裂が発生しない条件を見出すことができる。一連のシミュレーションは、計算プログラムを動かすだけで行うことができる。実際の合金を作り、溶接をして実物を調査する必要もなく、プロセスを最適化することができる。これは開発時間の短縮だけでなく、性能も向上させる。

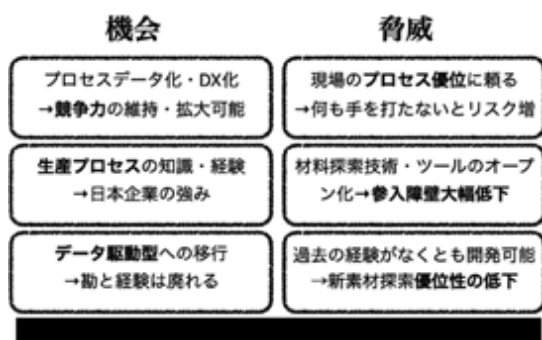
#### 4.3 MI時代の機会と脅威

金属産業に押し寄せているMI化の波は確実に金属産業に浸透している。この波は、日本の基幹産業の鉄鋼を始めとする金属素材産業に良い面（機会）と悪い面（脅威）を与える。

MIの機会は、素材産業の原理原則に従ったものづくりやデータ駆動型プロセスへの移行である。ただし、プロセス条件は製造箇所毎に微妙に異なるため、生産プロセスの知識や経験が豊富な日本企業の強みになる。プロセス情報が他の情報化のニーズを高め、DXに拍車がかかり、我が国素材産業が持つ競争力の維持・拡大に機会として働く可能性が大きい。

MIの脅威は、過去の経験がなくとも新素材の開発が可能となり、既存産業の新素材開発の優位性が低下することである。材料開発の技術やツールはオープン化され、誰でもアクセス可能になるため、素材産業への参入障壁が大幅に低下する。現在のプロセス優位性に頼って、今後も手を打たないと、我が国の金属産業の国際競争力が急激に失われる可能性がある。

金属素材産業は、これまでは、過去の経験に裏



マテリアルズインフォマティクス時代

図7 MI時代の我が国素材産業の機会と脅威<sup>2)</sup>

打ちされた開発で優位性を担保してきた。しかし、小規模かつニッチな高付加価値のある最先端素材は、MIを駆使する企業に有利に働くことは間違いない。さらに、MIの研究レベルの高さだけでなく、MIを活用する技術者が多くいることが、新素材の開発に有利になってくる。

## 5 まとめ

金属産業のデジタル化を、金属部会有志による短期ワークショップ形式で整理した。

デジタル化の実施例としては、溶接や鋳造作業の技能伝承への適用を報告した。金属素材の新技術は、MIの視点で有識者から最先端技術の動向を学ぶことができ、デジタル化への技術の流れへ技術士がどう取り組むべきか道筋が見えてきた。

MIによる材料開発は、機械学習などに用いる膨大な量の正確なデータ蓄積が必要であり、自由にアクセスできるデータベースの整備が必要なこととも理解できてきた。

今後は、デジタル化を背景に更に加速するDX（デジタルトランスフォーメーション）について、今回のように有志が集まり、学習する場を設けたい。最先端技術と企業の現場をマッチングさせて社会に貢献できる技術士活動を継続する。

#### <参考文献>

- 丸直樹：丸三工業，注湯作業のDX（ヒューマンスキルアシスト）による技術伝承・人材育成，金属部会短期勉強会，2023年1月29日
- 中村裕彦：三菱総合研究所，マテリアルズインフォマティクス時代のものづくりへの期待と課題
- 白岩隆行：東京大学大学院工学系研究科，マテリアルズインテグレーションによる材料開発の加速，金属部会CPD技術セミナー5「MI」，2023年2月19日

芝崎 誠（しばさき まこと）  
技術士（金属部門）

芝崎金属材料技術事務所  
金属部会デジタル技術短期勉強会代表  
国際溶接技術者（IIW）  
e-mail：shibasaki@mui.biglobe.ne.jp



# 土木工学の脱経験工学

De-experience engineering in civil engineering

天方 匡純

AMAKATA Masazumi

屋外空間やその属性データの連続的・継続的な取得や共有は難しく、構造物建設等に必要な現場情報を、空間を隔てて適切に他者に伝える手段は乏しい。これが土木工学を経験工学たらしめた。しかし、屋外空間、すなわち、現場空間そのもののデジタルデータ化が様々なツールで実現するなか、土木の意思決定根拠となる莫大な現場情報の伝達や共有が可能となりつつあり、土木の暗黙知は形式知に向かい始めている。脱経験工学の現在地を確認すると共にその先のCivil Engineering2.0を提案する。

It isn't easy to take and share the continuous data of outdoor space and its attribution. Therefore, there is little method to tell remote others the correct on-site information. That's why civil engineering is experience engineering. But various tools have realized outdoor space digitization and improved information communication and sharing through technologies. As a result, tacit knowledge is moving towards explicit knowledge. I will show the current location of de-experience (DX) engineering and propose Civil Engineering2.0.

キーワード：土木工学，脱経験工学，デジタル，AI，Civil Engineering2.0

## 1 はじめに

私は総合建設コンサルタント会社に勤め、建設部門の河川、砂防及び海岸・海洋と総合技術監理部門の建設—河川、砂防及び海岸・海洋の技術士を有する技術者である。長らく河川計画に関わる様々な調査・解析・計画に携わってきた。そして、そこには常に現場があった。何かに迷うと現場に行き、自分の考えを肯定し、あるいは、改める拠り所とした。それと同時に現場情報を全て取得する、理解する困難さや曖昧な感覚や経験に基づく意思決定の危うさを感じ、定量的・合理的な判断根拠を求めてきた。このため、データ整理やデータ解析、シミュレーション等に関わる技術がいつの間にか自分の中で大切な位置を占めるようになった。シミュレーション検証時の精度や運用時のロバスト性を確保できない理由として現場のデータが少ないためであることも多く、広大な屋外空間を相手にする土木特有の現場単位での余りにも少ないデータ根拠には大きな問題を感じてきた。

## 2 構造物を造る土木

土木工学は、屋外にある現場において構造物を造ることを主な目的の一つとしており、データが少

ない現場において合理的判断が難しい状況での意思決定をサポートする体系として大きな役割を果たしてきた。この体系は、先人の様々な経験を大きな糧とし、理論や実験や解析等がこれを肉付けする形で構築されている。土木現場に投入される費用や人のリソース規模は破格であり、国土基盤形成を支えた数多くの現場が土木の知見と経験の源である。すなわち、数多くの現場情報が土木工学の形式知の体系を充実させ、そこに参加した多くの技術者の経験が体系から漏れた暗黙知を支えた。

## 3 構造物を管理する土木

2000年代に入り、新たに必要とされる社会資本の数は減り<sup>1)</sup>、社会資本施設の維持管理の時代に突入する。社会資本の急速な老朽化を危惧した国土交通省は2013年を「社会資本メンテナンス元年」<sup>2)</sup>と位置付けている。建設の時代は一つの構造物に対して専心的に取り組む一対一対応が求められたが、維持管理の時代は多数の構造物に対して網羅的に取り組む多対一対応が求められることになり、可能な限りの省力化・効率化を図っていくことになる。更には、人口減少時代への突入である。それまで積極的に人的リソースを割く市場であった建設分野は、可能な限り人の手を掛

けない業務・作業フローを目指す時代を迎える。

各構造物でセンサー等を活用したデータ管理が試み始められるが、一部の費用対効果の高い構造物への適用に限定され、データに基づく維持管理のあるべき姿の模索が続く。人工衛星画像の解像度や頻度の高度化も進み、ローカルな現場情報を積み上げる従来型の維持管理手法だけではなく、大局的な情報を活用する流れも視野に置かれるようになってきているが、社会システムとしての試行段階まで未だ暫く時間を要しそうである。

## 4 変化する土木をサポートする技術

### 4.1 デジタル技術の進歩

実空間で厳然たる存在感を放つ土木構造物に対して、虚空間（ここではデジタル空間を指す）を通して構造物情報のアンバンドル化（離散情報であるデジタルデータはバラバラにして実空間法則に従わない情報再構成や機能再構成が可能であり、これをアンバンドル化と呼ぶ）を実現するデジタル技術の適用が急速に進んでいる。デジタル技術を活用することによって、遠隔地にある構造物を手元にある構造物のように扱え、更に実空間で人が行使する作業をAIが行使する作業に変換できる。

図1では、事務や警備などと記載した長方形がそれぞれの作業、分野、産業などの課題の大きさを示し、コンピュータやOSなどの積み重なったレイヤーがデジタル技術のレベルを水位に見立て、これがどんどんと積み上がり上昇している様子を示している。つまり、デジタル技術がどんどんと社

会や人々の課題解決を実現できるレベルに高まっていることを示している。図1に示す通り、デジタル技術の始まりは、コンピュータが特定の作業を人よりも大量に早く処理するだけのものだった。しかし、OS（オペレーティングシステム）ができて色々な機器やアプリを接続できるようになり、アプリが進化して人々の様々な作業をサポートできるようになってきた。また、コンピュータのモバイル化によりいつでもどこでも誰でもデジタル技術の恩恵を受けられるようになり、デジタル技術は日常生活に溶け込むようになってきた。この結果、UXやUIが進化して利用の多様化やデジタルデバイドの低減を促し、デジタル技術をより身近なものにした。現在ではデジタル技術が人や企業や社会の課題解決に活用できる場面が増え、単なるツールではなく、なくてはならない社会システム、社会インフラとして企業や国の競争力の高低を決める重要な要素となりつつある。更に、直近では画像や自然言語の生成AIの技術<sup>3)4)</sup>が急激に進化し、人々の様々な作業、職業、産業に大きな影響を与えようとしている。

### 4.2 屋外空間のデジタルデータ化

一方で、実空間に存在する様々な物体のデジタルデータ化が進みつつある。ゲームを含むシミュレーター、デジタルカメラ画像（人工衛星画像含む）、点群データ、そして、BIM/CIMを中心に屋外空間の虚空間化は身近なものとなり、実空間と虚空間が連結して自動車やドローン、ロボットの自律移

デジタル技術は1990年代からあった。しかし、デジタルは縦割りではなく、レイヤー状に汎化性を重ねながら、人々の課題解決に近づいてきている。昨今、UXやUIが大切と言われるのも人や社会との接触機会が増えているため。

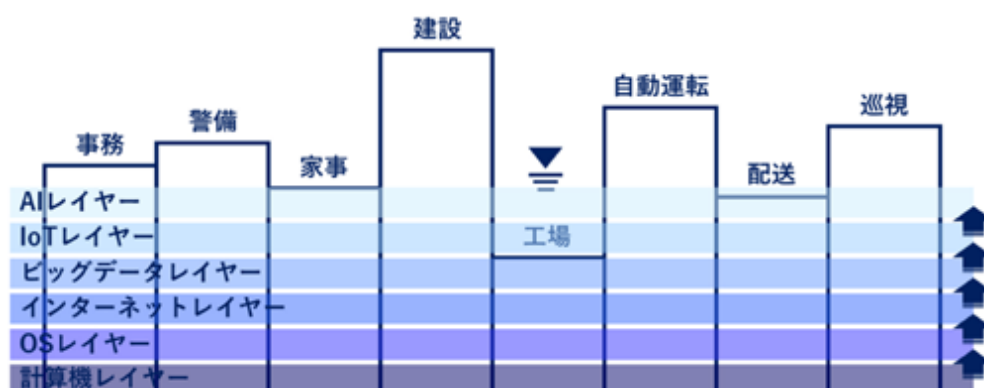


図1 人間の各課題に対するデジタル対応標準の上昇のイメージ図

動を想定できる時代となりつつある。屋外空間のデジタルデータ化は、例えば、遠く離れた海外の現場空間を複数の組織や人で共有・確認することも可能とする。この虚空間の再現精度を高めれば高めるほど現場と作業空間の距離は無関係となる。そして、虚空間に人の目の機能を上回る再現精度を持たせることで人が現場に通う以上の付加価値をもたらすことになる。このように屋外空間のデジタルデータ化は、現場ありきであった土木が現場に「行く／行かない」の選択肢を持つことになり、飛躍的な生産性向上を期待できる。更に、屋外空間のデジタルデータ化を通じてAIによる物体認識や情報生成なども可能となり、土木の生産性が高まるだけでなく、従来の概念とは全く異なる屋外空間、社会資本空間を生み出す原動力となる可能性がある。

現場情報は屋外空間データだけではない。空間属性となる様々な環境要素も含まれる。今後は、実空間の活用実態を把握するために人や車のセンシングも環境要素として不可欠になるであろう。これらの環境要素は様々なタイミングでセンサー、調査、踏査等により把握されてきたが、センシングの連続化やリアルタイム化によりセンシング頻度や質を高めながらデジタルツインと呼ばれる実空間と虚空間の結合の程度を高めていくことになるだろう。

## 5 土木工学の脱経験工学

### 5.1 脱経験工学への一例

属性を含めた実空間のデジタルデータ化が進

み、その虚空間での作業が可能になると作業記録もデジタル化されて蓄積され、暗黙知の形式知化に繋がる。そして、その作業のAI化も可能となり、あらゆる過程がデータに基づくものとなり、経験工学を脱することになる。

図2はあるコンクリートダム の堤体に幾つもある小さな凹部をAIで検出した結果である。凹部の形状規模を適切に検出するため、ドローンの自律飛行によりダム堤体との離隔距離を一定に保ち、要求される解像度の画像を数千枚単位で撮影することを可能としている。その後、撮影画像の一部から教師データを作成し、残りの全画像に対してAIにより凹部情報（位置、形状、大きさ）を検出した。これらの工程を経て、人の裁量に依存することなくダム堤体の全凹部情報をデジタルアウトプットとして記録でき、意思決定根拠を全て残して共有することで形式知化のサポートになる。更には、人の判断が入らない定量的証拠が全て残るため第三者への引継ぎも可能な情報となり得る。

現時点ではドローンの飛行時間が短いこと、デジタル空間に座標を付与する水準点測量が必要であること、AIの検出精度が背景（明るい暗い等）条件に大きく影響されること、データ容量が大きくなること等の技術的問題が存在する。これらは広大な屋外空間を対象とするが故の問題ともいえ、土木が全面的にデジタル技術を導入するに当たり自らの分野の問題として解決していかなければならない問題であろう。

**ドローン自律飛行により複雑な構造面をなぞる一定離隔飛行が可能となる。この結果、2mm/pixelの撮影が可能となり、AIによる定量的検出に繋がる、点検の自動化が見えてくる。**



図2 ダム堤体凹部のAIによる検出結果<sup>5)</sup>

## 5.2 脱経験工学するということ

従来は堤体底部から人が双眼鏡等で凹部を目視確認し、その位置や大きさを人の手で記録していた。高さが100 m以上もあるダム堤体の凹部を観察することも、堤体全ての凹部を記録することも神業である。こういったことが長年の経験を必要とする匠の技の必要性に繋がり、熟練技術者の有用性を高めてきた。しかし、熟練技術者とはいえ取得情報の質と量は技術者毎に異なり、経年での整合性のある作業や記録は難しい。また、構造物を管理する土木のフェーズの歴史は浅く、構造物を造る土木のフェーズの考え方や慣行を色濃く引き継いでいる。しかし、両者のフェーズで必要となるデータやその使い方、求められる技術、コスト感などは大きく異なる。そのミスマッチが社会資本の維持管理を難しくしている。データに基づく合理的判断、従来手法や慣行に縛られない新技術導入など脱経験工学に繋がる新しい土壌を作っていく取り組みが必要である。

## 6 おわりに

屋外空間やその属性である環境のデジタルデータ化は土木工学を脱経験工学化に誘うと共に、現場作業の飛躍的な生産性向上を達成するであろう。

それだけでなく、該当空間の利用者・活用者を含めたダイナミックな空間実態把握に繋がり、ダイナミックな空間運用を可能とするであろう。公共空間は皆が活用する空間として様々な利用制約を受けているが、地域特性や利用者特性に応じて臨機応変に運用ルール設定することもデジタルを活用すれば可能となる。地方・地域ごとの運用ルールの違いもデジタルの情報共有で許容でき、画一的な規則によって制約を受けてきた様々な活動の幅・可能性を拓けることになる。また、実空間のデジタル化が進めばロボットによる現場作業も実現し、虚空間での指示が実空間に反映される。

図3は筆者が社内等で提案するデータをベースにした新しい土木工学の考え方である。従来、土木工学はデータのないフロンティアの開拓にその力を発揮してきた。この結果、土木工学は暗黙知

を許容する経験工学としての地位を確立してきた。しかし、実空間と虚空間の連動・融合が前提となり、これまで人が担ってきた実空間の抽象化をデジタルが担う時代となりつつある。充実した社会資本整備を実現するためには、図3に示す実空間と虚空間の調査・計画・設計・管理を可能とするCivil Engineering2.0を目指す必要がある。社会資本の充実は国土の発展に寄与するため、土木技術者は自らの責務を認識し、今後の国土形成に不可欠なデジタル技術の習得にも努め、次世代の空間づくり（実空間も虚空間）に着手していくべき時である。

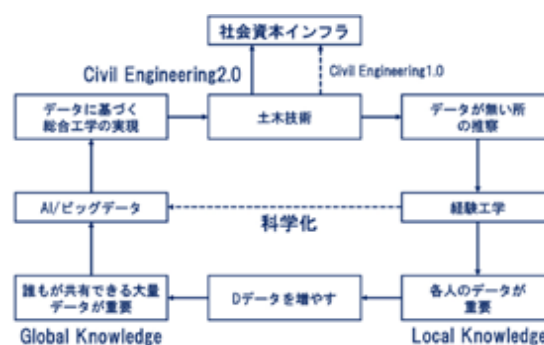


図3 土木工学の脱経験工学  
(Civil Engineering 1.0からCivil Engineering2.0へ)

## <引用文献>

- 1) 国土交通省：平成23年度 国土交通白書, pp.98-99, ぎょうせい, 2012年7月
- 2) 国土交通省：平成25年度 国土交通白書, pp.124-127, 日経印刷, 2014年7月
- 3) Robin, R. et al.: High-resolution image synthesis with latent diffusion models, arXiv:2112.10752,2021
- 4) Jared, K. et al.: Scaling laws for neural language models, arXiv:2001.08361,2020
- 5) 天方匡純ほか：ダム堤体管理における深層学習検出情報の定量化の実現, 令和元年土木学会全国大会第74回年次学術講演会, VI-778, 土木学会, 2019

天方 匡純 (あまかた まさずみ)

技術士 (建設/総合技術監理部門)

八千代エンジニアリング (株)  
技術開発研究所 (略称: RIIPS), 博士 (工学)  
JDLA Deep Learning for GENERAL 2017  
JDLA Deep Learning for ENGINEER 2020#1  
e-mail: amakata@yachiyo-eng.co.jp



# AIによる音響データを用いた雨天時浸入水検知技術

Technology for detecting inflow water in wet weather by applying AI to acoustic data

鈴木 英之  
SUZUKI Hideyuki

ボイスレコーダを用いて下水管路内の音響データを収録し、音響データのAI解析から分流式下水道における雨天時浸入水の有無を判別する技術を開発した。この技術は、流量計を利用した従来技術と同等の精度で雨天時浸入水を検知することができ、また安価な計測システムを利用することから容易に多点での同時計測が可能で、雨天時浸入水の発生地点を短期間に絞り込むことができる特徴を有する。本稿では、本技術及びB-DASHにおける実証研究結果の概要について紹介する。

Technology to detect the presence of rainwater intrusion to sewer pipes of the separated sewer system based on AI acoustic analysis of sound data recorded in sewer pipes with voice recorders has been developed. This technology can narrow down the intrusion areas in a short time since it can detect rainwater intrusion with almost the same accuracy as the conventional technology using flow meters and can easily survey multiple points simultaneously due to the low-cost equipment. This paper presents an overview of this technology and demonstration test results in the B-DASH Project.

キーワード：分流式下水道，雨天時浸入水，AI解析，音響調査，B-DASH

## 1 はじめに

分流式下水道の汚水管渠に流入する雨天時浸入水は、溢水発生や維持管理費増大の要因となっている。下水道管理者は、早急な雨天時浸入水対策の必要性は認識しているが、コスト面等の課題から抜本的な対策を講じることができていない状況である。

これらの課題解決に向け、図1に示す着眼点に基づき、建設技術研究所・産業技術総合研究所・郡山市・つくば市・名古屋市・神戸市・熊本市共同研究体は、令和元年度下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）において、「AIによる

音響データを用いた雨天時浸入水検知技術の実用化に関する実証研究」を国土技術政策総合研究所からの委託研究として実施した。

## 2 音響データを用いたAI解析技術の概要

本技術は、音響データAI解析プログラム作成・音響調査・AI診断の3つの要素技術で構成される。

雨天時浸入水の有無による音響パターンの相違を学習するため、雨天時浸入水の発生が確認されている箇所では音響データを採取し、採取した音響データを機械学習して、雨天時浸入水の有無を判別するAI解析プログラムを構築した。次に、AI解析プログラムによる判別の有効性を検証するため、




課題解決策における着眼点		
課題	解決方針	方策
流量計等の調達費用が高い (調査費用も高い)	安価で汎用性の高い調査機器の導入	市販の集音機器（ボイスレコーダ）による観測 
観測データ整理・分析に時間がかかる (費用も高い)	迅速な分析に対応できる手法の導入 (費用低減)	AIの異常検知技術を活用した新たな解析手法（音響解析） 
人孔内作業における事故等のリスクが高い (硫化水素中毒、酸素欠乏、転落、水難事故等)	調査機器設置及びメンテナンス、撤去等で人孔内作業を伴わない簡易な機器設置方法の導入	人孔蓋の開閉のみで簡単に設置できる集音装置の製作（硫化水素・酸素濃度の計測は必須） 

図1 課題解決に向けた着眼点

雨天時浸入水の特性及び発生要因等を踏まえ音響調査を実施し、そこで収録された音響データをAI解析して雨天時浸入水の有無を判断し、流量計を用いた従来技術による診断結果と比較・検討した。

AI解析プログラムの構築にあたっては、観測地点において流下量と流水音の特徴に関係があること、下水道の流下量は生活パターンと一致した24時間周期の変化挙動を取ることに着目した。そこで、本技術はAIを利用して晴天時の正常な流水音特徴パターンを規定し、解析された音響データの特徴が正常な流水音特徴パターンから逸脱する場合は雨天時浸入水が発生したと判断する。

## 2.1 音響データAI解析プログラム作成

近年、様々な社会的諸課題に対し深層学習に代表されるニューラルネットワークを利用したAIが適用され、有効性が実証されている<sup>1)</sup>。

深層学習は、特徴量と呼ばれる入力パラメータをコンピュータ(PC)が自動的に最適化することで、データ認識における学習精度を飛躍的に向上させた機械学習法である。しかし、深層学習には大量の学習データと高い演算能力を有するPCを要するため、データ量が限られる下水道の音響データから雨天時浸入水を検知する本技術では低コスト、高効率、かつ高い自動化実現の観点から、雨天時浸入水検知の機械学習法として判別分析法<sup>2)</sup>を適用した。

AI解析プログラム作成フローを図2に示す。実証研究に先立って雨天時浸入水の発生が確認されている10カ所の下水管路内の流水音を教師データとして収集した(Step1)。

収録された音響データには車両通行音や生活音といった流水音とは異なるノイズが含まれている。そこでノイズの周波数帯域を調べ、バンドパスフィルタ処理により音響データからこれらのノイズを除去した(Step2)。

ノイズ除去された音響データを10分間ごとにセグメント化し、セグメント毎に音響データの特徴量を評価した(Step3)。なお、本技術では最大値、最小値などの72の時間領域特徴量と周波数パワースペクトルなどの210の周波数領域特

徴量、合計282の特徴量を評価した。

次に、晴天時における各特徴量の24時間の平均的時系列変化(Step4)、雨天時における各特徴量の24時間の平均的時系列変化を得た(Step5)。

ここで、AI特徴量 $F_a$ を次式で定義する。

$$F_a = \sum_i w_i f_i \quad \text{式(1)}$$

式(1)の $w_i$ 、 $f_i$ はそれぞれ重み係数、時間領域または周波数領域特徴量である。

24時間の各セグメントにおいて式(1)で定義されるAI特徴量の晴天時と雨天時の差が最大になるように判別分析法から重み係数 $w_i$ を最適化した(Step6)。この最適化された重み係数を有する式(1)を用いて、雨天時浸入水の有無を検出する。

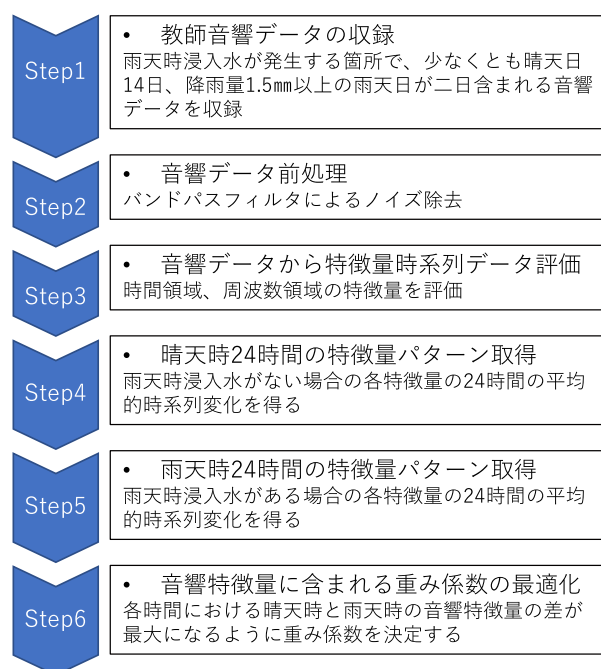


図2 雨天時浸入水AI解析プログラムの作成フロー

## 2.2 音響調査

音響調査は、雨天時浸入水の発生が予想される区域及び箇所を対象に雨天時浸入水の有無を検知することを目的とした。下水道管内に集音装置を設置して音響調査を行った。

流量計を用いた従来技術は、観測機器の調達費用が高いことや事前準備含め機器設置・撤去に時間を要する。しかし本技術は安価なボイスレコーダを調査機器に用いることから、従来技術と同程

度の予算規模であれば、広域的に多地点での調査が可能となる。また機器の設置・撤去において、基本的には人孔内作業を伴わないため、設置数が大幅に増大し、効率的な調査を実施することが可能となる。

調査機器に用いた集音装置を写真1に示す。本技術では、筐体内での音質低下を防止するためにボイスレコーダに別途、延長マイクを取り付け、水面近くで集音できるようにした。



写真1 集音装置

### 2.3 AI診断

本技術の雨天時浸入水の有無を判断する解析フローを図3に示す。解析対象となる現場の管路内音響データは晴天が14日以上、降雨量0.5mm以上の雨天が一日含まれることが必要条件である(Step1)。ボイスレコーダで収録された管路内音響データには、生活音や車両通行音などのノイズが含まれる。そこで、バンドパスフィルタ処理により音響データからこれらのノイズを除去する(Step2)。次に、10分間の音響データを1セグメントとして、各セグメントの特徴量の時系列データを評価する(Step3)。

Step3で得られた特徴量の時系列データから晴天時の時系列データを抽出し、それらの特徴量を式(1)に入力して、24時間毎の各セグメントにおけるAI特徴量の平均値 $\mu$ 、標準偏差 $\sigma$ を得る(Step4)。また、収録した全音響データの各セグメント時刻におけるAI特徴量を式(1)から評価する(Step5)。

そしてStep5で評価した各セグメント時間におけるAI特徴量が、Step4で評価した晴天時におけるAI特徴量の平均値を中心にした標準偏差

の3倍の範囲である $\mu \pm 3\sigma$ に入る場合は雨天時浸入水なし、 $\mu \pm 3\sigma$ の範囲から外れる場合は雨天時浸入水ありと判断する(Step6)。

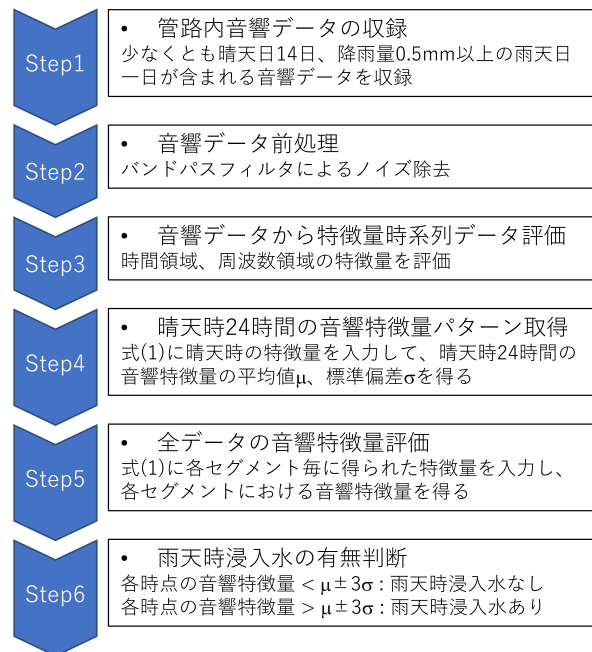


図3 雨天時浸入水AI解析フロー

本研究では、後述するポンプ起動の影響や不定期排水のある流域といった本技術の適用範囲外を除いて、雨天時浸入水がない場合に収録された音響データから評価されたAI特徴量は、全て正規分布を取ることが確認されている。統計量が正規分布を取る場合、AIを利用した異常時のしきい値として、3 $\sigma$ 法と呼ばれるここで採用した判別基準が用いられることが多い<sup>3)</sup>。正規分布では、“平均値±標準偏差の3倍”，つまり、 $\mu \pm 3\sigma$ の範囲に99.73%のデータが含まれ、その範囲外にあるデータはわずか0.3%弱で、非常に稀な事象になる。よって、解析対象降雨日におけるAI特徴量が、 $\mu \pm 3\sigma$ の範囲に入る場合は雨天時浸入水がない、 $\mu \pm 3\sigma$ 範囲外は雨天時浸入水があると判定した。

同一調査地点における流量計を用いた従来技術と本技術の解析結果を比較したものを図4に示す。図4上図の従来技術の観測結果をみると、流量は午前0時半ごろから晴天時の測定範囲を超過した。その後も降雨が継続し、流量は晴天時を大きく超過していることから、雨天時浸入水があると判断できる。その後、降雨が終了し、23時頃に流量が晴天時の範囲まで流量が低減した。



一方、図4下図の本技術の解析結果をみると、従来技術の観測結果と同様の時間帯に晴天時の範囲を超過し、従来技術の波形と同様の波形を示しながら推移している。降雨終了後には、従来技術と同様の時間帯に晴天時の範囲まで低減した。このように、AI解析においても流量計測とほぼ同じ時刻に雨天時浸入水の発生及び終了を識別できた。また、結果表示において従来技術におけるY軸の流量がAI特徴量に置き換わるだけで、地方自治体の担当者も理解しやすい形となっている。

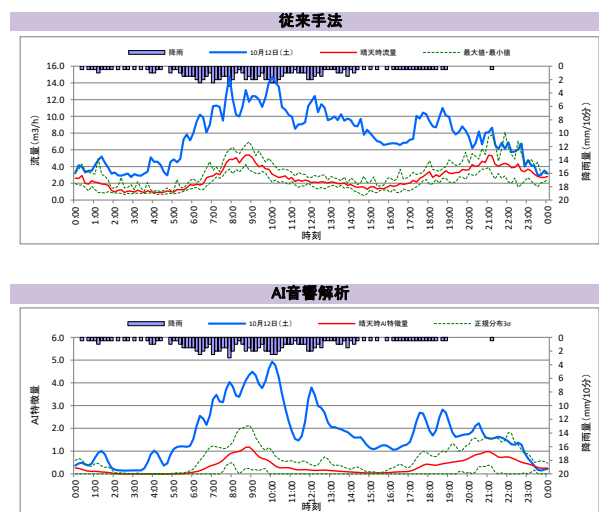


図4 従来技術（上）と本技術（下）の解析結果の比較

### 3 実証研究で得られた知見

実証研究で得られた知見を以下に示す。なお、詳細は、国土技術政策総合研究所から発行されている「AIによる音響データを用いた雨天時浸入水検知技術導入ガイドライン（案）」<sup>4)</sup>を参照されたい。

- 本技術は人孔内の流水音を観測し、晴天時の範囲を規定して雨天時の異常（雨天時浸入水浸入）を検知する特徴を有していることから、晴天時のパターン構築に支障をきたす観測地点では適用が困難になる場合があるが、それ以外のケースでは従来技術と同様の結果を得ることができた（表1）。
- 検知精度については、適用範囲の観測地点では従来技術と同程度であった。また、実証フィールドにおける事業性（調査費用）・効率性（調査・分析日数）については、50%以上の削減効果が確認できた（表2）。

- 調査は極小規模から大規模なエリアまで対応できるため、これから雨天時浸入水対策に取り組む自治体だけではなく、従来技術等でスクリーニングが一定程度済んでいる自治体等、様々なシチュエーションで対応することが期待できる。

表1 本技術の適用範囲

項目	検証結果
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地上部の騒音の影響</li> <li>• 人孔内の反響音</li> <li>• 極小流量</li> </ul>	いずれも影響なく判定可能
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 屈曲部</li> </ul>	晴天時の正常の範囲が広がりやすい
<ul style="list-style-type: none"> <li>• マイク水没危険箇所</li> </ul>	豪雨後に集音部清掃が必要
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ポンプ起動の影響</li> <li>• 不定期排水のある流域</li> <li>• マンホールの直接流入</li> </ul>	晴天時のパターン構築が困難

表2 実証試験結果

実証項目	評価項目	実証結果 (従来技術比)
性能	検知精度	100%
	適用範囲	適用範囲外事象抽出
事業性	調査費用	42%
効率性	調査・分析日数	35%

## 4 おわりに

本技術は、下水処理場での処理水量削減に伴う経営改善だけではなく、効率的・迅速な雨天時浸入水対策を可能とするものであり、本技術を国内外に普及展開し、下水道事業に貢献していきたい。

### <引用文献>

- 1) E. Siegel : Predictive analytics, Wiley, 2016
- 2) C. M. Bishop : Pattern recognition and machine learning, Springer, pp.181-196, 2007
- 3) A Survey et al. : Anomaly Detection, ACM computing surveys, Vol.41, No.3, pp.1-58, 2009
- 4) 国土技術政策総合研究所：B-DASHプロジェクト No.34 AIによる音響データを用いた雨天時浸入水検知技術導入ガイドライン（案），国土技術政策総合研究所資料第1150号，2021

鈴木 英之（すずき ひでゆき）  
技術士（上下水道／総合技術監理部門）

（株）建設技術研究所  
東京本社 上下水道部  
e-mail : suzuki-hideyuki@ctie.co.jp



# みどりの食料システム戦略を実現するためのインフラ整備

Improvement of agricultural infrastructure to realize 'Strategy for Sustainable Food Systems'

白谷 栄作  
SHIRATANI Eisaku

農業のグリーン化には、農業生産性向上との両立が重要で、その鍵がスマート農業技術である。スマート農業の効果を発揮させるためには、インフラ整備が不可欠で、まず、農地、農道、用排水施設をスマート農機の運用や圃場のICT水管理に対応したものに改良するとともに、情報通信インフラの整備が必須となる。また、温室効果ガス排出削減の要請から農業機械や温室の電化が進み、再生可能エネルギーを基本にした電力インフラの整備も必要になる。これらインフラの整備には、将来の状況変化に対する柔軟さ、農村のIT人材の育成、農村の分野横断的の利用環境の確保などの課題がある。

The smart agriculture technology is the key to solve dilemma between sustainability and productivity in agriculture. However, the optimally improved infrastructures equipped with information/communication utilities and green electric power are required to implement the technologies. In addition, regulations need to be reformed to meet them. As agricultural technologies innovate quickly, how we plan and design following type infrastructures that can appropriately follow the innovation is a critical issue. The digital transformation in rural area should be advanced in both agriculture and resident life.

**キーワード：スマート農業，農業インフラ，持続的農業，農業生産性向上，技術的課題**

## 1 はじめに

気候変動による豪雨、干ばつなどの自然災害の激甚化、頻発化、リン資源の枯渇懸念などを背景に、世界の農業生産の持続力に対する懸念が高まっている。欧米は、世界に先駆け今後の地球環境の保全と食料安定供給に対する方向を、Farm to Fork戦略（EU, 2020.5）、農業イノベーションアジェンダ（米国, 2020.2）として公表し施策を進めている。また、新型コロナウイルス感染を契機としたサプライチェーンの混乱、世界の食料消費形態の変化、地政学的リスクの高まりにより、世界の食料供給・確保に重大な影響を及ぼしている。

農林水産省は2021年5月に、農業生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現しようとする「みどりの食料システム戦略（以下、「みどりシステム戦略」という）」を策定・公表した。農業生産を持続的にするには、農業をできるだけ自然循環のなかに位置付けることであるが、生産力向上との間にはしばしばジレンマが生じる。それを、データを活用した農業のスマート化で解決しようという。

本報では、みどりシステム戦略の実現に向けた

農業イノベーションとそれを可能とする農業インフラについて考えてみたい。

## 2 みどりシステム戦略とスマート農業

### (1) みどりシステム戦略の野心的な目標

みどりシステム戦略には、農林水産業の温室効果ガス（GHG）ゼロエミッション、化学農薬リスク50%減、輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料30%減、有機農業の取組み面積割合100万haなどをKPI（重要業績評価指標）にしている。日本農業の現状を鑑みると、いずれのKPIも極めてチャレンジングな目標値を設定しており、新たな技術開発なしには実現することは到底に困難なものと思われる。

#### ① GHGゼロエミッション

我が国の2019年における農林水産分野全体のGHGの排出量は4747万t-CO<sub>2</sub>である。これに対して、吸収量は4590万t-CO<sub>2</sub>で、ゼロエミッションにするためには159万t-CO<sub>2</sub>の排出削減又は吸収増が必要になる。しかし、農業からのGHGは、非点源排出が多く対策が容易ではない。また、GHG吸収量の約93%を占める森

林は、高齢化により吸収量の減退が進み、林野庁は2030年の森林吸収量の目標値を約3800万t-CO<sub>2</sub>としている<sup>1)</sup>。ゼロエミッションに向けては、GHGの排出削減と吸収の両方の対策技術の開発を、農業分野でも進めるべきである。

## ② 化学農薬のリスク減

化学農薬のリスクを50%低減するには、化学農薬自体の低リスク化と使用量の削減で対応することになる。農薬のリスクを、人の一日摂取許容量(ADI: Acceptable Daily Intake)で計算すると、土壌消毒剤に有機リン系殺虫剤と主要な除草剤等を加えたリスクが大きい。土壌病害は、作物に障害の兆候が現れた時点で手遅れとなる。このため、作付け前の土壌病害診断が重要となるが、そこには高い専門性が必要となる。農業者が利用できる土壌病害診断技術の開発が求められている。また除草剤の使用量削減のためには、効率的な機械除草技術の開発が必要である。

## ③ 化学肥料低減

近年、化学肥料成分(窒素、リン、カリウム)の使用量は経年的に減少しており、そのうち特にリン、カリウムの低減割合が高い。面積当たりの使用量では、コメでの減少が大きい。他の作物では減少量が少ない。したがって、化学肥料の使用量の大きい野菜、果実、いも、飼料についての肥料削減と合わせて有機質肥料の効果的活用が課題となる。作物の生育状況に応じた精緻な施肥技術の開発と成分や特性が多様な有機質肥料の肥効を予測する技術の開発が重要である。

## ④ 有機農業

現在、国内における有機JAS圃場の総面積は約1.2万haで、全耕地面積のわずか約0.27%(有機JASを取得していない取組み面積を含めると2.37万haで約0.5%)である。みどりシステム戦略の目標値を達成するためには2050年までに現在の取組み面積の50倍に拡大する必要がある。取組み面積割合はEUのFarm to Fork戦略と同じであるが、温暖多湿で飛来害虫の被害の多い日本では、化学農薬に頼らない農業はより困難性が高い。また、有機農産物は市場での価値が高い一方で、有機農業の生産性は低くなる傾向があ

る。KPI達成に向けては、上記の化学農薬と化学肥料の削減技術の低コスト化とともに、有機農産物の価値を訴求する仕組みの開発が不可欠である。

## (2) 目標達成の鍵となるスマート農業

農林水産省は、「2025年までに農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践」という政策目標を掲げ、その実現に向けた各種施策を展開している。研究開発では、総合科学技術・イノベーション会議が推進した戦略的イノベーション創造プログラム(第1期SIP:2014~2018)により、スマート農業技術の開発が本格化した。自動走行トラクタ等のロボット農機、遠隔・自動水管理システムなどスマート機器とともに、営農計画策定や栽培管理など農家向けサービスのプラットフォームとなる農業データ連携基盤WAGRIなどが開発された。

これらスマート農業技術の開発は、Society 5.0における農業を実現し、農業生産と収益性の向上と環境負荷低減を両立させる技術として進められてきた。しかし、これまでのスマート農業技術の多くは、ロボット農機や農業用ドローンに代表とされる労働力の削減や効率化が強調されている。

スマート農業は、農業・食品産業に関する品種開発、生産、収穫、加工、流通、消費の各工程と全体をスマート化したものと捉える必要がある。スマート農業は、資材、エネルギー、労働力、生産物等の利用・流通を効率化するとともに、新たなサービスや価値を創造する可能性を持っている。例えば、農業生産現場では、気象、土壌、作物生育等の状態をセンシングし、予測解析に基づいて必要な時に、必要な場所に、必要な量の施肥、農薬散布や灌漑を行うことで、生産性を向上させると同時に肥料、農薬、用水及び労働力の無駄を削減する。農産物のバリューチェーンのスマート化によって、有機農業の生産者や栽培などの生産情報を見える化し農産物にタグ付けして流通させることが容易になり、消費者へ確実に価値を訴求することが可能になる。市場の細かな需要予測情報に応じて生産環境を制御し、生長速度や収穫時期を調整することによって収益性を向上させるとともにフードロス削減する。

このように、みどりシステム戦略に掲げる環境

保全目標を農業生産性・収益性向上と両立させるための鍵になるのが、スマート農業技術である。

現在、農地の担い手への集積が進行中であり、また、法人経営による農業産出額の占める割合が増加し約半数を占めるようになった。今後、ますますスマート農業技術の導入が進むと考えられる。

### 3 スマート農業のためのインフラ整備

#### (1) 将来に向けた農業農村インフラ整備

スマート農業を実現し期待される効果を発揮させるためには、スマート農業を可能にするインフラ整備が不可欠である。農地、農道、用排水施設のインフラをスマート農機の運用や圃場のICT水管理に対応したものに改良すると同時に、情報通信インフラの整備が必須となる。情報通信基盤は、農業だけでなく、水利システムの運用やインフラの維持管理に不可欠だが、農村の生活インフラとしても重要である。また、GHGの削減要請が強まるなか、農業機械や温室の電化が進み、電力インフラも強化が必要になる。その場合、農業で使用する電力は、食料安全保障の面からも再生可能エネルギーにより生産されることが重要である。さらに、これらハードのインフラ整備とともに規制の改革や制定など制度的なインフラも整備しなければならない。

##### ① 圃場整備

スマート農機は、使用者の監視下での無人状態での自律走行が可能なレベル2が実用化し、現在は遠隔監視下での無人状態での自動走行と圃場間の自律移動「レベル3」の技術開発が進められ、実用化が近づいている。作物の生育状況やロボット農機の動きを精度よく検知し、センシング情報とその周辺情報から解析した結果に基づき精密・安全な作業や運行を遅滞なく実行するためのインフラ整備が必要である。ロボット農機の制御システムの開発に合わせて、安全で効率よく自動走行できる圃場と農道の形状の規格化と設計手法、一般道と融合したデジタル地図などの開発が急がれる。

##### ② 用排水整備

圃場の水管理にICTを活用して自動又は遠隔での操作を可能にした圃場水管理装置が実用化し水田農業の現場への導入が進んでいる。また、圃場

の水管理に応じてポンプ場など末端の水利施設の運転を自動制御する水管理制御システム（iDAS：irrigation and Drainage Automation System）が開発されている<sup>2)</sup>。

ICT水管理技術できめ細かな水管理が可能になると、栽培と農作業に合わせた自由な水使いが多くなる。農地集積が進み、水利用が期間、地区に集中するようになると、用水不足が深刻化する可能性もある。圃場や末端水利施設での水管理の自動化や遠隔操作技術の効果を適切に発揮させるためには、水源から圃場までの配水を一体的に管理するためのICT化された水利システムが必要になる。

また、水利システム全体のICT化は、水源を農業用水利用、水力発電利用、洪水調節など多機能を安全に運用する場合に不可欠なものである。

##### ③ 農村整備

農村では、広く存在する再生可能エネルギーの開発が更に加速することが予想される。農村に点在する太陽光発電、小水力発電、バイオマス発電等からの電力や熱の供給量と、施設園芸、加工・流通施設等で使用する電力や熱の需要量を農村全体で管理するシステム（VEMS：Village Energy Management System）の構築に向けた技術開発も進められている<sup>3)</sup>。扱いやすい電気だけでなく熱を含めて総合最適化するEMS（Energy Management System）の実用化にはソフト、ハードともに技術的課題が多い。また、その社会実装には地域の様々なエネルギーを総合的に管理する主体とそれを可能にする制度の整備が必要になる。

##### ④ 防災・災害復旧

農地、水利施設の地震、洪水による被害の回避、減災、また被災後の復旧には、気象や現場の様々な情報を活用し安全で迅速に対応する技術が求められる。特に、ため池については、地震・洪水に対する危険度を予測し、その情報を関係者で共有するシステムが運用されており、防災科研のSIP4Dを通じて周囲の情報利用が可能になっている<sup>4)</sup>。

また、ため池の防災工事等を調査・計画から設計、施工・検査までの各段階の情報を一貫して利用可能なシステムと技術の開発も進められてい

る<sup>5)</sup>。このシステムによって、ため池工事の工期の短縮とコスト低減が図られるだけでなく、災害発生・復旧時には被災地域以外からのリモートでのサポートも可能になる。

## (2) 次世代インフラ整備にむけて

### ① 次世代インフラの考え方

将来のスマート農業を実現するためのインフラ整備はすでに始まっている。しかし、Society 5.0に向かうなかインフラを計画・設計する時点で将来の農業や農村の姿を想定することは容易ではない。一度整備した水利システムや情報通信基盤などのインフラは長期にわたり供用され、数十年間は大きな更新は難しい。技術の進展や自然環境、社会状況の変化を吸収できる新たなインフラの計画・設計思想が求められる。水源から圃場までの水管理が、利水と水利施設のセンシング-実時間予測-水利制御のシステムにて高精度で駆動可能なインフラが整備されれば、栽培条件の変化や渇水などに対してある程度の弾力性を持たせることが可能であろう。また、状況変化に対応したより合理的な水管理ルールの形成のためには、次世代インフラ整備による水管理への信頼性向上が不可欠となる。

### ② IT人材の育成

インフラ管理のDXについて、農業分野は、他の産業分野に比べてIT人材が少なく、改善すべき規制の枠組みがあり、俊敏さが追求しにくい分野である。そのなかでの農業インフラ整備は、農業農村社会の公共性が高く農業者、水利施設管理者や住民など影響の範囲が広く、大きな変化に対し慎重にならざるを得ない。農業分野のITリテラシ向上と人材育成を組織的に進める必要がある。農業関係の高校、大学でのIT教育とともに、農水省や農研機構が農業者や土地改良技術者を対象に行う研修の方法やカリキュラムを一体的に見直す必要もあろう。

### ③ 農村のデジタル・トランスフォーメーション

情報化施工では、事業の調査・計画、設計、施工・検査まで一貫したデジタル情報を、プラットフォームを介して徹底活用することで効率化が期待できる。また、情報化施工で整備・活用した情報通信基盤とプラットフォームは、スマート農業への活用が可能である。さらに情報インフラは地域自治な

ど広範な活用も想定される。このように、情報をデジタル化し様々な情報と組み合わせ活用することで農業農村全体のデジタル・トランスフォーメーション(DX)が促進され、新たな地域産業の創出にもつながる可能性がある。すでにいくつかの自治体でDXによる地域振興の取組みが始まっている。

## 4 おわりに

日本は、目指すべき未来社会の姿として、Society 5.0を世界に先駆け提唱した。Society 5.0は、サイバー空間とフィジカル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である。

みどりシステム戦略の農業生産性・収益性の向上と環境保全を両立させるという野心的な目標は、世界的にユニークなものである。その達成のために農業分野のSociety 5.0を加速するときである。

### <引用文献>

- 1) 林野庁：森林による二酸化炭素吸収量の算定方法について、林野庁長官通知、3林政企第60号、2021年12月27日
- 2) 中矢哲郎ほか：節水・節電のための圃場と用水機場が連携した灌漑配水システムの試作、水土の知、84(10)、pp.19-22、農業農村工学会、2016年10月
- 3) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：2020年度「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」、<https://www.nedo.go.jp/content/100935338.pdf>
- 4) 堀俊和ほか：災害時のため池の被害情報の迅速な把握と防災対策への活用、地盤工学会誌、68(8)、pp.37-38、地盤工学会、2020年8月
- 5) 農林水産省：流域治水に向けたため池の強靱化及び洪水調節機能強化技術の開発、官民研究開発投資拡大プログラム「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域」令和3年度成果、[https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/seika/kensetu\\_r3/infra13.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/seika/kensetu_r3/infra13.pdf)

### 白谷 栄作 (しらたに えいさく)

(研) 農業・食品産業技術総合研究機構  
理事(戦略・組織・予算配分・運営担当)  
博士(農学)  
e-mail: esh@affrc.go.jp



# 電子実験ノートブックで始める化学研究分野のDX推進

Promoting DX in the chemical research field starting with an electronic experiment notebook

有田 正博

ARITA Masahiro

化学研究分野のデジタル化は、化学構造式のデジタル化から始まる。現在では、大手製薬、化学企業を中心にオンプレミス型電子実験ノートの導入が進み、適用分野の拡大やクラウド型電子実験ノートの導入が開始されている。電子実験ノートを使えば、研究者は効率的にデータを入力し、保存し、共有することができ、作業の安全性、正確性、再現性を高めることができる。電子実験ノート導入の最大のメリットは検索性とデータの統合により時間とコストの削減ができることである。

Digitization in the field of chemical research begins with the digitization of chemical structural formulas. Currently, the introduction of on-premise electronic laboratory notebooks is progressing, mainly in major pharmaceutical and chemical companies, and the application fields are expanding and the introduction of cloud-type electronic laboratory notebooks has begun. Electronic lab notebooks allow researchers to efficiently enter, store, and share data, increasing the safety, accuracy, and reproducibility of their work. The greatest advantage of introducing an electronic laboratory notebook is that it directly leads to a reduction in time and cost due to searchability and data consistency.

キーワード：電子実験ノート，化学研究，化学構造

## 1 化学研究分野のデジタル化の歴史

化学研究分野に電子実験ノートが登場するまでの歴史を振り返ると、化学構造式のデジタル化から始まる。1983年にMolecular Design Limited（以下MDL）が分子構造データベース管理システム（MACCS）、続いて反応情報管理システム（REACCS）を販売開始した。この時に初めて汎用機のグラフィック端末（Tektronix 4105）で分子構造を描くことが可能になり、分子構造をテキストに保存し、データベースで管理することが可能になった。現在でもこの分子構造表記方法はMDL MOLファイル、MDL SDファイル、MDL RDファイル形式として標準的な分子情報インターフェイスとして使用されている。普通の個人用PCで化学構造が描けるようになったのは、1986年にMac用にChemDrawが開発されたことが大きい。さらに、1995年にはWindows PCでも化学構造が描けるようになった。2000年頃には、化学構造式を含めた多様な情報を管理できる初期のオンプレミス型電子実験ノートが登場した。現在では、大手製薬、化学企業を中心にオンプレミス型電子実験ノート

の導入が一巡し、適用分野の拡大や、クラウド型電子実験ノートの導入が開始されている。

## 2 実験ノートの目的と導入による効率化

実験ノートを作成する目的は、実験の手順と結果を正しく記録し、文書化することによって、実験の再現性を確保することにある。最近では、過去に比べて多くのデータが発生するため、データの管理と保管に多くの手間と時間の増加を招いている。電子実験ノートを使えば、研究者は効率的にデータを入力し保存し共有することができ、作業の安全性、正確性、再現性を高めることができる。

電子実験ノートは、特に手作業が多い部分を、自動化できる。電子実験ノートは定められた形式で手順を記述することができ、使用した機器の情報や実験機器から出力されるデジタルデータをそのまま保存することができる。たとえば、実験データの不整合が発見された場合、数年にわたって実験器具の履歴を確認することができる。さらに作成したデータの複写や転送も容易である。研究者にとって最も貴重なことは時間であり、時間の節約は、研究の効率性の大幅な向上と全体的な生産性の向上につながる。電子実験ノート導入の

最大のメリットは検索性とデータの統合により時間とコストの削減に直結することである。

## 3 電子実験ノート機能

### 3.1 電子実験ノートの基本機能

電子実験ノートは、研究に不可欠な研究基幹システムであり、実験に関する重要な情報を1つのデジタルな場所に集約する。電子実験ノートでは実験計画を立案、実験手順を決定、実験結果を記録、実験で生成した画像データ／ファイルを保存、それを基に検討過程を考察し、次の実験に再利用できる。電子実験ノートが提供する基本機能は以下の通りである。

- 実験概要、実験手順の記載
- 機器からの数値データや画像の保存
- 実験結果の統合、共有
- 電子署名と承認、監査証跡の記録と保存
- 記載内容の変更の追跡
- データ登録、表示、変更、削除権限の設定
- 定型レポートの作成

### 3.2 電子実験ノートの拡張機能

基本機能の他にインターネットを活用した情報収集や、他システムの連携などの拡張機能が用意されている。電子実験ノートでは、容易に複数のソースからのデータを取り込み管理できる。複雑な構造式でも改めて作画することなく、インターネットに掲載されているMOLファイルやSDファイルから簡単に入手できる。また、最近では、化学構造式を使って無料の「PubChem」、 「Google Patents, Google Scholar」を検索できるようになり、効率的に化学情報、特許情報、論文情報を入手できる。化学研究に有用な試薬情報も各試薬会社が化学構造式を含んだ様々な物性情報を公開している。

## 4 電子実験ノートの分類

### 4.1 適用業務による分類

化学研究分野の電子実験ノートの代表的な適用分野には、製薬企業の探索、合成業務と分析機器のデータ管理業務がある。

#### (1) 探索、合成業務

探索、合成分野向け電子実験ノートは、古くから実用化され実績も多い。化学構造、反応管理データベースから発展してきた経緯があるために化学構造を中心に各種物性データが管理されている。薬品申請のためのエビデンスとしての役割が重視され、記載事項の改変履歴の保存が求められる。そのため、実験記録や実験データの保存方法としてPDFが利用されることが多い。

#### (2) 分析機器のデータ管理業務

分析機器のデータ管理業務向け電子実験ノートは、測定機器、測定データを管理するために発展してきたものである。クロマトグラム測定データに代表されるように測定機器から出力されるチャートに複数の化合物が関係づけられることも多い。この場合、化学構造式は重視されないため、化学構造式が扱えないものもある。また、データの原本は何かということが重視され測定機器から出力されたデータを生データとして扱い、データの再解析ができることを前提としている。分析機器メーカーが開発してきたため、機器の前処理操作から実験の自動実行、測定結果の取得までを一貫して行うことができる。しかし、機器メーカーごとにインターフェイスが異なるため全体の自動化には限界がある。

### 4.2 オンプレミス、クラウドによる分類

電子実験ノートを設置形態で分類するとオンプレミス型とクラウド型がある。

#### (1) オンプレミス型

図1は、オンプレミス型電子実験ノートの画面例であり、特徴は以下の通りである。

- サーバーなどの初期設置費用が高額
- サーバー機器、基本ソフトウェア、データベ



図1 オンプレミス型電子ノートの画面

ソフトウェア管理が必要

- ソフトウェアは、通常買い取りとサポート契約
- ソフトウェアの個別修正（カスタマイズ）の余地が大きい
- 機器が自社内にあるための安心感がある
- 20年程度の歴史、多数の導入事例がある

## (2) クラウド型

図2は、クラウド型電子ノート画面例であり、特徴は以下の通りである。



図2 クラウド型電子ノート

- 初期導入費用が少額で済む
- 長期使用、プライベートクラウドを選択すると、総費用はオンプレミスと同等
- 試用は容易で短期間の運用も可能
- サーバー機器、基本ソフトウェア、データベースソフトウェア管理が不要
- ソフトウェアは、サブスクリプション契約
- 使用するソフトウェアは、単一のため個社修正の余地は少ない。
- データは基本的に社外にあるため接続回線も含めてセキュリティ対策が必要
- 近年のクラウドシフトの流れから導入例が増えてきたが、まだ少数

## 5 導入時の基本知識と留意点

電子実験ノートブック導入には、業務の流れを変更するなどの業務変革が伴う。そのため導入にあたって必要な基本知識や留意事項がある。

### 5.1 オンプレミス型クラウド型に共通する事項

- 会議（研究月報報告等）

データを整理してタイムリーに研究内容や進捗状況を共有できるようにすることで、会議を効率化できる。会議の中で必要になった過去の実験結

果をその場で表示し、議論を深めることができる。また、データの可視化によって、コミュニケーションを円滑にすることができる。

- 電子メールの活用

電子メールに記載されたURLをクリックするだけで、目的とする研究データに到達できるため、研究データを共有するための時間を大幅に削減できる。

- 表記方法の標準化

効率よくノートを構成するためにテンプレートと呼ばれる共通の記載形式を定義したツールが用意されている。テンプレートを利用すると実験手順の表記方法を標準化することができ、より整理された読みやすいデータ記録管理が可能になる。

- 実験計画の効率化

紙のノートの場合、実験結果の記録に重点が置かれることが多い。しかし、電子実験ノートの場合、実験計画全体を立案する段階で、過去のデータから実験結果を予測することが可能になり、効率的な実験を行うことが可能となる。

- 研究内容の継承

研究員の登録、削除管理機能がある。新しい研究者が研究に参加する場合に既存の研究員のデータの継承や共有が簡単にでき、知識の共有が効率的に行える。また、研究員が所属研究室を離れる際にも、迅速に許可を取り消し、システム内のデータを保護できる。

- パソコン使用に関する課題

実験室にパソコンを持ち込む場合、汚染や電波の影響の懸念がある。そのため、実験室へパソコンが持ち込めない、居室と実験室でパソコンを分ける必要があるという場合がある。この問題はタブレットの使用や電子実験ノートのオフライン機能によって改善ができる場合がある。

### 5.2 クラウド型での留意事項

- クラウドセキュリティポリシーの確認

クラウド型はハードウェアの準備が不要で、簡単に実際のソフトウェアを試用することができる。しかし、単なる試用ということであっても、クラウド製品を導入するには、企業によって多くのセ



セキュリティ条件が課されている場合がある。そのため事前に十分な調査時間とセキュリティに対する理解が必要である。その際の資料は、SLA (Service-License-Agreement, Service-Level-Agreement), SOC (Service Organization Control) 報告書である。

- データの保存やバックアップの方針

企業ごとにデータの保存やバックアップの方針が異なるためクラウドよりもオンプレミス型を選択するほうが良い場合がある。クラウド型を選択する場合は、セットアップのしやすさ、使いやすさ、そして運用コストの削減が重要な判断材料となる。

- マルチテナントとシングルテナントの選定

マルチテナントでは、他の企業と同じサーバー上にデータが保管されている。シングルテナントでは、サーバー機器単位で別々に保管されている。シングルテナント構成では、実質的に外部のデータセンターにサーバーを設置する構成となり、オンプレミスと同じ程度の費用となってしまう。

- クラウドとオンプレミスの連携

既存のシステムは、オンプレミスが多い。クラウドとオンプレミスの連携は思ったより難しい。その一方、クラウドとクラウドの連携は容易である。

- インターネット接続のリスク

インターネットがダウンした場合、電子実験ノートは使用できない。ネットワークダウン時の業務継続性にも対策が必要である。

## 6 電子実験ノートにおける今後の課題

電子実験ノートには、新技術への対応、機能の統合など未解決な課題も多い。

### 6.1 AIの活用

電子実験ノートの運用が進むと様々なデータが蓄積される。その次には、データをどのように活用するかということが課題になる。最近では、AIを利用することがまず考えられるが、化学分野ではデータの多様性が大きく一定の条件を満たすデータを確保することが難しい。そのため、電子実験ノートを導入する段階から活用するための条件を考え定型テンプレートなどを準備しなければならない。

### 6.2 創薬モダリティへの対応

創薬モダリティとは低分子化合物、ペプチド、抗体のような様々な分子を扱う創薬基盤技術である。電子実験ノートは薬品業界の探索、合成分野で主に使用されてきた関係で低分子に関する機能は充実している。しかしながら、近年、創薬モダリティ分野の研究のため比較的大きな分子を扱う必要が出てきた。中分子に関しては、Pistoia Alliance (<https://www.pistoiaalliance.org/>)によって標準化されたHELM (Hierarchical Editing Language for macromolecules) 表記が注目されている。HELMは、改善が続けられているが、低分子に比べて扱うデータ量が増えるため電子実験ノートのパフォーマンスに影響が出る可能性がある。

### 6.3 探索、合成向け電子実験ノートと分析向けノートの統合

将来的には、探索、合成向け電子実験ノートに実験手順を記載するだけで、実験機器を制御し、実験結果を自動的に取得する電子実験ノートが登場すると期待される。

## 7 最後に

電子実験ノートへの投資は、研究者にとっての時間と資金の節約という効果に比べて、比較的小さな投資である。研究者は、電子実験ノートを利用することによって研究データ、プロジェクト、在庫を適切に管理し、より高度な研究を行うことができる。そのためには、自社の業務に合った電子実験ノートシステムを選んで活用してほしい。

### <参考文献>

- 1) 有田正博：美しくスマートな化学レポート・論文作成のためのChemDrawテクニック, 技術情報社, 2022年9月30日

**有田 正博** (ありた まさひろ)  
技術士 (情報工学部門)

富士通 (株) DLPプリセールス部  
CITP  
e-mail : chemoffice@nifty.com



# DXリーダー人材育成

DX leader human resource development

土田 雅之  
TSUCHIDA Masayuki

DXとして、情報技術が効率化のツールとしてだけでなく、新たな価値創造の源泉として注目されている。その活動を自らリードできるDXリーダー人材育成が急務である。DXを実現するには、IT技術スキルやビジネススキルを広く俯瞰する力はもちろん、解決策を見出す構想力も大切である。DXリーダー育成のため、筆者は専門職大学院の授業や企業内リーダー研修において、全体を俯瞰するPPSEモデル（現状分析、問題分析、解決策の提案、効果検証）や、構想力アップの手法を提案し活用した。

As DX, information technology is attracting attention not only as a tool for improving efficiency, but also as a source of new value creation. In order to realize DX, it is important not only to have a broad overview of IT skills and business skills, but also to have conceptual skills to find solutions. For developing DX leaders, the author proposed and used a PPSE model (Present analysis, Problem analysis, Solution proposals, and Effect verification) that provides an overall view and a method for improving conceptual ability at professional graduate school classes and corporate leader training programs.

キーワード：DX, 人材育成, スキルセット, 俯瞰力, 構想力

## 1 はじめに

筆者は、大手電器メーカーで技術者として情報技術の研究開発を行った後、2000年から博士課程にて、知識経営、技術経営、経営者育成について研究を行った。その後、メーカーに戻り、人材開発部門にて、経営者育成、技術リーダー向けMOT(技術経営)研修を実施してきた。

2018年に専門職大学院である神戸情報大学院大学<sup>1)</sup>の教員に転職し、現在は、社会人経験を有する学生やJICA(国際協力機構)奨学生等に対して、DX(デジタルトランスフォーメーション)など情報技術のビジネスへの応用を指導するとともに、企業においても情報システムリーダー育成研修などを実施している。

本稿では、これらの経験をベースに、DXリーダー人材に特に重要と思われるスキルやその育成方法について概説する。

特に10年以上担当したMOT研修では、技術者に対して、新規事業を提言する研修を責任者として実施して来たが、本稿のテーマであるDXリーダーに通じるものがあると感じている。

## 2 DX人材とは

### 2.1 DXとは

DX(Digital transformation)とは、経済産業省の定義によると、「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」<sup>2)</sup>である。

この定義を主な要素に分割すると、

- 1) ビジネス環境の変化に対応して、
- 2) データとデジタル技術を活用して、
- 3) ビジネスを変革して競合に勝つ。

である。DXとは、まさにこの「ビジネス変革」を実践することである。具体的には、新規事業開発、既存事業の高度化、業務の高度化・効率化などであるが、いずれにしても従来の枠にとらわれず発想できることが重要となる。

このようなDXをリードする人材には、どのようなスキルが必要で、育成すればよいのであろうか。以下に筆者の考えを述べてみたい。

## 2.2 DX人材のスキルセット

DX人材のスキルセットは、経済産業省と（独）情報処理推進機構（IPA）で、「DXリテラシー標準」と「DX推進スキル標準」<sup>3)</sup>に整理されているので、その構造を図1に示す。



図1 DX人材のスキルセット

### (1) DXリテラシー標準

具体的なスキルは図1の様に分類され、マインド・スタンスをベースに、Why = DXの背景、What = DXで活用されるデータ・技術、How = データ技術の活用、から成る。

これらは、全員が理解しておくべき基礎知識であり、DXに取り組むためには組織全体の底上げが必要である。

### (2) DX推進スキル標準

これは、DXを推進する専門家がもっておくべきスキルであり、その役割によって必要な内容が異なる。ここでは、5つの人材類型に分類されている。ビジネスアーキテクト、デザイナー、データサイエンティスト、ソフトウェアエンジニア、サーバーセキュリティ、である。

いずれの人材も重要で、互いに連携してDXを推進することが必要だが、本稿では、特にDXをリードする「ビジネスアーキテクト」の育成に焦点を当て、DXリーダー人材育成として考える。

## 2.3 DXリーダーに求められるもの

DXリーダーとは、新規事業開発、既存事業の高度化、業務の高度化・効率化などのDXをリードする人材である。ビジネス（応用）におけるニーズの探索を行い、IT（技術）による解決策を立案・提言して、それをリードして実践して行く人材である。

ビジネス知識としては、業界の知識、業務プロセスの知識、顧客価値の知識、競合他社の知識など、さらにそれらの変化の兆候など、すなわちDXの対象について「ニーズ」の理解が必要である。

一方、DXを実現するためのIT知識、例えば、統計データの分析、AI、クラウド、ネットワークなどの理解も必要である。これらはDXを実現するための「シーズ」である。

解決策を考案するには、ニーズとシーズのマッチングを行う構想力が必要である。課題が明確に決まっている場合もあるが、多くの場合は課題もあいまいで、広く課題（ニーズ）を探索すると同時に、解決策となるIT技術（シーズ）の探索も行う必要がある。それらが、より付加価値の高いところで合致（マッチング）する案を構想するのである。

仮説の設定・解決策・戦略構築などを構想するコンセプトチャルスキルが重要である。特に、以下で述べる「俯瞰力」と「構想力」が重要であると考える。

## 3 変革のための「俯瞰力」

「変革」を行うには、従来の枠にとらわれず十分な探索が行える、より高い視座が必要である。例えば、現場の有能なSE（システムエンジニア）の場合はITスキルが高く、要求定義をもとにシステム開発をすることが多く、日常業務では、この上流のビジネス側から来た要求定義について再考する機会は多くない。高い視座をもつことで、ビジネスの全体最適を考えるDXリーダーとなる可能性は十分にあると思う。

既存のIT技術者やSEをDXリーダーに育成するために、特に重要だと感じていることが、まず全体像を高い視座から理解する俯瞰力である。そのために全体像を俯瞰的に整理することができるPPSEモデルを提案し活用している。

PPSEとは、現状分析、問題分析、解決策の提案、効果検証（Present analysis, Problem analysis, Solution proposal, Effect verification）の頭文字である（図2）。

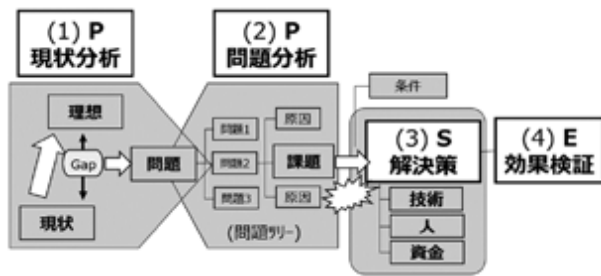


図2 PPSEモデル (筆者作成)

(1) P (現状分析) では、現在のビジネス環境を分析する。顧客はどこに困っているのか、自社にはどのような強みがあるのか、競合他社の状況はどうか、などである。

(2) P (問題分析) では、まず理想的な状態はどのようなものかの目標を想定する。その目標と現状とのギャップが「問題」である。さらに、この問題を分割、具体化して問題ツリーを作成し、問題の構造や本質を明確にする。

(3) S (解決策の提案) では、ニーズとシーズのマッチングを行う。ニーズとしては、上記の問題のうち自社が取り組むべき「課題」を定義、シーズとしては、それを解決するための自社の経営資源 (技術、人、資金など) を明確化する。

(4) E (効果検証) では、その効果、特にビジネスに対する効果について評価する。

これらの分析により、全体像を俯瞰的に把握することができる。このPPSEモデルは、全体最適になるように思考を整理することや、他者にわかりやすく説明することに有用である。

## 4 Jump Upの「構想力」

### 4.1 Jump Upとは

前記、①P現状分析、②P問題分析は、基礎知識、分析力などの論理的思考力 (連続的で左脳的) であるのに対し、③S解決策の提案は、創造的思考力 (非連続で右脳的) であり、①②が得意な者にとっては難しい場合が多い。

①②は時間をかけて努力すれば漸進的に習得できるが、③で求められる仮説設定、解決策、戦略構築などは、構想力のうちだが、特に「飛躍して思いつく」ことが多く、本稿では特にJump Upと呼ぶこととする (図3)。

このようなJump Upのための一般的なフロー

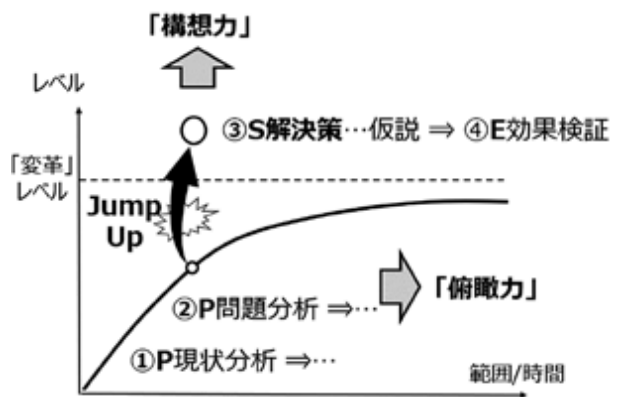


図3 Jump Upのイメージ (筆者作成)

チャートのような定石は存在しない。もしそのようなものが存在すれば、競合他社も同じフローチャートを用いれば同様の結論にたどりつき、差別化することができないからである。

それでは、このようなJump Upの力をつけるにはどうすればよいだろうか。まず、前提となる基礎知識を習得し、論理的な分析を十分に行った後で、関連する成功事例を分析してJump Upのイメージをつかむのである。次に、自らJump Up思考を行うためには、思考のきっかけを得ることも重要である。すなわち、後述する事例研究、および視点 (切り口) が有効だと考える。

### 4.2 事例研究 (ケーススタディ)

自らのJump Upを構想するためには、まず、さまざまな事例研究 (ケーススタディ) を行い、既存の成功事例を知ることが大切である。単に内容を知るだけでなく、なぜその製品、サービス、ビジネスモデルが成功したのかを、しっかり分析することが必要である。「分析」とは、文字通り分けて考えることであり、さまざまな事例について、詳細に既存のやり方とどの部分がどのように異なったのか、何がどのように有効だったのか、どの部分を自分のビジネスに活かそうのかなど、きっちり「分けて」考えることが重要である。

### 4.3 視点 (切り口)

自ビジネスのJump Upを構想するためには、やみくもに考えるのではなく、顧客や業務のプロセスに沿って、いくつかの視点 (切り口) で考え

ると、効果的な場合が多い。その視点から、顧客の課題（困り事）について探索し、解決策がないかを考察してみるののである。

まず、顧客の課題を探索するにあたっては、その顧客の行動プロセスに沿って順を追って考えて行くといふ。例えば、顧客が一般の消費者（B2C）であれば、その生活シーンについて順を追って見ていくのである（カスタマージャーニーともいわれる）。顧客が企業（B2B）であれば、その業務プロセスについて順に見ていけばよい。

その各プロセスにおいて、ある視点でJump Upを検討して仮説をたててみるのである。ここでは、一例として「取引コスト」の視点を見てみよう<sup>4)</sup>。取引コストとは、さまざまな行動にかかるコストである。顧客・商品を見つける（探索コスト）、販売交渉をする（交渉コスト）、商品を届ける（遂行コスト）、お金を受け取る（決済コスト）等である。この取引コストはデジタル技術で劇的に低下できる可能性が高く、ここにDX化のビジネスチャンスがある場合が多い。

例えば、アマゾンの物品販売の事例では、デジタル技術により、多様な取引コストを大幅に低減させ、DXに成功している。アマゾンではデータベースとホームページとを活用することで、顧客にとって商品の探索コストを大幅に下げていると同時にアマゾン側にとっても効果的な顧客管理を実現している。また、交渉コストについて中古書籍販売の場合を見ると中古書籍販売業者と消費者の値決めはアマゾンのサイトで効率的に行われる。遂行コストは革新的な物流センターや宅配業者との連携で低コスト化している。決済コストもクレジットカードと連携することで低コスト化が図られている。

自社のビジネスにおいても、このように、各プロセスにおいて、例えば取引コスト低下の視点で考えると、さまざまなアイデアを構想することができるであろう。

## 5 DX人材育成についての考察

従来、多くの企業において、IT（情報システ

ム）は単に既存業務の効率化のための手段であり、それはシステム会社にアウトソースされていた場合が多い。しかし、今後、DXが企業のビジネスの根幹となる場合、構想した商品、サービス、ビジネスモデルをいかに素早く実現して市場に投入できるかが重要となる。このような素早い対応、アジャイル開発は、システム会社へのアウトソースでは間に合わない。DXつまりITをコアに自社ビジネスを変革するには社内人材が必須である<sup>5)</sup>。

DXを実現するには、社内に一定数以上のDXリーダー「候補」をプールすることが重要である。彼らはDXの実践に協力する人材になり、次世代のDXリーダーとして育てて行くであろう。その育成には、研修Off-JTは大変有効な手段である。リーダーの育成には、経験OJTに勝るものはないが機会は限られる。あらかじめ研修Off-JTで理論（原理原則）を学んでおくことで、貴重な経験の機会からの学びも大きく、速度も加速するのである。

## <引用文献>

- 1) 神戸情報大学院大学ホームページ：  
<https://kic.ac.jp/>
- 2) 経済産業省：デジタルガバナンス・コード2.0(旧DX推進ガイドライン)，p.1，2020年11月9日策定，2022年9月13日改訂
- 3) 経済産業省，情報処理推進機構（IPA）：デジタルスキル標準，2022年12月
- 4) 三品和広，山口重樹：デジタルエコノミーと経営の未来，pp.100-106，東洋経済新報社，2019年7月
- 5) 及川卓也：ソフトウェア・ファースト，pp.107-110，日経BP，2019年10月

土田 雅之（つちだ まさゆき）  
技術士（情報工学部門）

神戸情報大学院大学 情報技術研究科  
研究科長・教授・博士（知識科学）  
TMCコンサルティング 代表  
中小企業診断士，キャリアコンサルタント  
e-mail：tsuchida@kic.ac.jp



# DX 実現のためのデジタル技術活用の工夫事項の紹介

Introduction of ingenuity in utilizing digital technology for the realization of DX

安川 雄樹  
YASUKAWA Yuki

DXを実現するためには、デジタル技術を活用した新サービス開発、レガシーシステムの見直しを同時に進める必要がある。筆者が対応したスパイラルアップ型での新サービス開発、事業変化に柔軟に対応するためのデジタルプラットフォーム構築及びアジャイル開発等、レガシーアーキテクチャ見直しにおける工夫事項を紹介する。

In order to realize DX, it is necessary to develop new services using digital technology and review legacy systems at the same time. Introduces ideas for reviewing legacy architecture, such as new service development in a spiral-up style, digital platform construction and agile development to flexibly respond to business changes.

キーワード：スパイラルアップ型、デジタルプラットフォーム、レガシーシステムアーキテクチャ見直し

## 1 はじめに

DX (Digital Transformation) とは、経済産業省「DX推進指標」<sup>1)</sup>より、「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」と定義されている。

定義よりDXを実現するためには、「ビジネスモデル変革（以下、新サービス開発）」、「既存業務見直し」の2つのフェーズを同時に進める必要がある。

筆者が経験した事業会社におけるDX実現をケースにデジタル技術活用の工夫事項を紹介する。

## 2 ケース概要

論述の対象ケースは、お客様への製品販売／保守等を手掛ける事業会社におけるお客様サービスの高度化である。経営層／事業部／IT部の体制で、新サービス開発及び既存業務見直しを実施した。ここでは、新サービス開発のケースを述べる。従来、お客様への製品販売後のサービスは、計画ベースの定期保守対応、故障時対応が主であった。後者は保守作業員の経験・勘によるものが多く、故障対応に時間を要することと持参部品誤りによる作業手戻り発生等の問題があった。そこで、お客様との接点機会を増やし、製品故障時のお客様ビジネスへの影響を

最小限にするビジネスモデル変革のため、以下のプロセスでお客様向けに新サービス開発を実施した。

### (1) デジタイゼーション

製品にセンサ等IoT機器、ネットワーク機器を接続し製品稼働データを収集できるようにした。そして、クラウド上のデジタルプラットフォーム（後述）に格納する仕組みを構築した。また部品等情報のマスタ化、設計情報／試運転記録・保守記録等情報のデータ化を行った。これらデータ化に関し、完全なものとする、事業に役立たないデータの保守で事業に必要なデータが必要な時に活用できない問題を想定した。この問題を回避するために、以下の手順でデータ化対象のデータを選定した。

- ① データ化対象の製品を絞り込む
- ② データ1つずつ分析し、利用目的／活用シーンを明確にして、優先順位付けを行う
- ③ 優先順位の高いものからデータ化を行う

### (2) デジタルトランスフォーメーション<sup>2)</sup>

データ化したデータを可視化／分析に適した形にデータベース化した。データベース化の様子は、画面プロトタイプでデータを可視化した形のお客様／事業部との討議／レビューを繰り返し行い確定した。例えば、30秒間隔で収集しているデータをそのまま画面にて可視化すると膨大な量のデータが表示され利用が難しくなる。そこで、データ別の目的／活用シーンに応じて項目を集約して表示、設計値を超えているもののみ表示する等とした。

そして、これらデータベース化したデータと(1)にてデータ化した部品等マスタ情報、設計情報等を後述するデジタルプラットフォームに格納し、当プラットフォームのサービスモジュールを活用して、スパイラルアップ型で以下のサービスを開発した。

- ・可視化：製品運転レポート自動配信等
- ・予防保守：部品交換自動提案等
- ・個別最適化：運転最適化による使用燃料削減
- ・全体最適化：お客様オフィス内他製品との連携によるお客様オフィス全体経費削減

これらサービス化によりお客様との接点機会が増え、お客様の製品運用時の意見を設計等上流工程に反映することで、製品利用時の品質向上に繋がった。

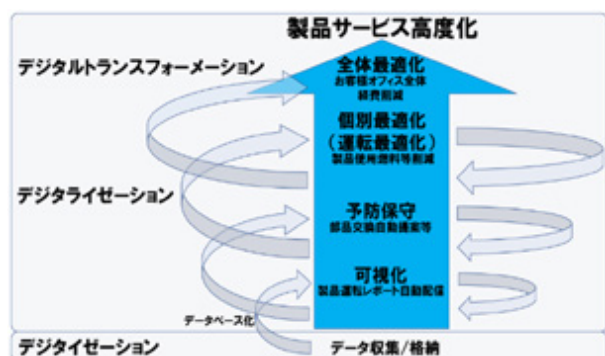


図1 スパイラルアップ型開発のイメージ

このスパイラルアップ型開発では、お客様要求が漠然としている中で進めた。要求事項を明確にするために、お客様業務を5W2Hで観察し、感じたことを課題設定した。次に課題解決案を作成し、お客様提案/討議により要求を具現化した。お客様は多忙であったが、日々数分でも時間を確保してもらい、これら活動をスピーディに繰り返す工夫でお客様の潜在要求発掘に努めた。留意点を以下に示す。

- ・三現主義の徹底。分かったつもりにはならない
- ・多面的に見る
- ・議論が空中戦になれば、仕切り直し、地に足を付けた議論の徹底

## 3 デジタル技術等活用の工夫事項

### 3.1 デジタルプラットフォームの構築

新サービス開発の際に、事業変化に柔軟に対応

するために、データやサービスモジュールを格納し、複数事業部で共通利用できるデジタルプラットフォームを構築した。データ、ソフトウェアモジュール別に以下の取組みを実施した。

#### (1) データ<sup>3)</sup>

データ化した大量のデータには、以下の問題が散見された。

表1 データの問題

基準	例
網羅性	データが不足
唯一性	データが重複
正当性	表記揺れ、誤入力、入力タイプ誤り
正確性	誤差が大きい
一貫性	年月で西暦・和暦の混在

そのため、デジタルプラットフォーム構築時にISO/IEC25010の「データ品質モデル特性」、政府IT総合戦略室「データ品質管理ガイドブック」等を参考にして、事業部と共同でこれらデータの補正や名寄せ等を行った。また機器故障時等によりデータ不足が発生した場合にアラート等で把握できる仕組みを構築した。そのほか、利用者が必要とするデータを必要な時に取得できるようにするために、データの所在地や内容等を明確にし、データの理解や発見を容易化するデータカタログを整備した。

これら取組みで、データ活用ナレッジ蓄積の工夫をしたことから、事業変化に対応するためのデータ運用の仕組みを構築できた。

#### (2) サービスモジュール<sup>2)3)</sup>

新サービスの開発は、事業に精通した事業部が対応するために、マイクロサービスアーキテクチャを導入した。これはサービスの基となるソフトウェアモジュール（以下、サービスモジュール）を組合せることで容易にサービスの開発ができるものである。具体的には、事業部がWeb画面で、マイクロサービス化された「デジタルプラットフォームからのデータ取得」、「組合せ最適化」、「機械学習」、「レポート作成」、「メール機能連携/メール送信」等のサービスモジュールを呼び出し、組み合わせることで、「お客様へのレポート配信」や「運転最適化」等のサービスを容易に開発ができるようになった。

また、上記サービスモジュール開発はIT部門にて対応し、アジャイル型開発で小さなサービス機能単位で開発/リリースを行った。このアジャイル型開発では品質を作り込む思想が最も反映されているXP (Extreme Programming) の手法を選定した。これにより最低限動作に必要なコード(テストコード)を書き、お客様/事業部要求に合わせてアプリケーションコードを追記し、これらコードを改善(リファクタリング)することで、品質確保とスピード向上が両立化できた。

これら取組みで、DX実現への効果測定のためのリリース回数や開発期間等のデータを自動算出できる仕組みを構築する工夫をした。

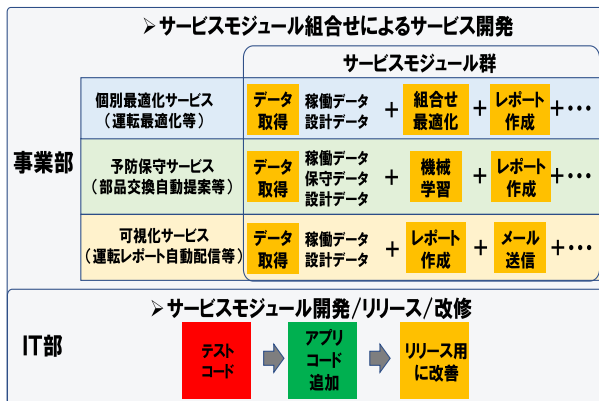


図2 サービス開発のイメージ

### 3.2 足かせとなるレガシーアーキテクチャ見直し

新サービス開発と並行して在庫管理/部品発注等の既存業務の見直し、及び既存システム(以下、レガシーシステム)の近代化を実施した。その際、レガシーシステムと新サービスとの連携が必要であった。しかしレガシーシステムの複雑さが足かせになり、新サービスとの連携が困難と想定した。

そこで、以下に示すレガシーシステムアーキテクチャの見直しを行い、デジタル技術と連携するためにクラウド化を実施した。

#### (1) レガシーシステムの調査/分析

レガシーシステムを構成するソフトウェアは、法改正、サービス対応等の都度、改修を積み重ねてきた。そのため、密結合なソフトウェア構成であり、現在の事業から見ると必要以上にシステム間/機能間のプロセス間連携(リアルタイム密結

合)がされていた。また複数システム間でマスタの多重入力/マスタ間コピーが多く、業務効率性/システム効率性が低下していた。さらに、データベースが正規化されていないためクラウドのデータベース列数制限を超えていたことと、クラウドと互換性のないレガシーアーキテクチャ固有の多種多様な処理等が有効化されていた。

#### (2) アーキテクチャ見直し

事業面でのあるべき姿及び現状から、データ一貫性保証が必要なタイミングを見極めて、プロセス間連携の見直しによる必要最小限の連携、不要機能の無効化を行った。また共通マスタデータ基盤構築によるマスタコピー削減等を行った。さらに、データベースの必要最小限の正規化及びソフトウェア改修、レガシーアーキテクチャ固有処理のクラウド向け標準化対応等を行った。

これら取組みは膨大な予算が必要であったため、単純にクラウド化(リホスト)できる部分から対応することで保守費を削減し、見直し(リビルド)に必要な原資を確保した。そして、段階的に見直し及びクラウド化を行う工夫をした。

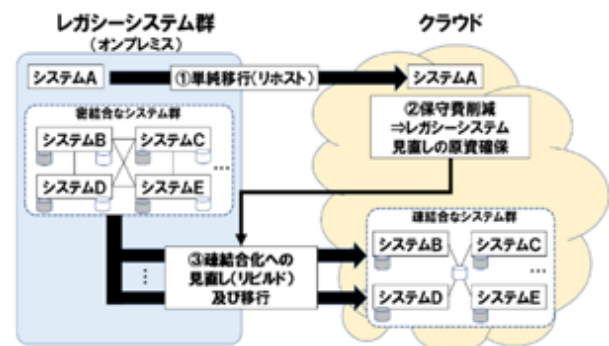


図3 クラウド化イメージ

### 3.3 複数プロジェクトの効果的な統合管理<sup>4)</sup>

筆者はプロジェクトマネージャとして、複数プロジェクトを同時に管理することと、事業環境変化に対し、都度、人員・予算等リソースの範囲内で新サービス開発の優先度を変更する必要があった。その際、CCPM (Critical Chain Project Management) を参考にした。

CCPMとはプロジェクトとしてのバッファ(余裕)の消費率と進捗率に着目した管理手法である。具体的には、各タスクからバッファを削除し



てタスクの繋がりの中で最後にまとめてバッファを設定し、プロジェクトの納期を守る手法である。この手法により、複数プロジェクト間でプロジェクト毎のバッファ消費率と進捗率からプロジェクトの優先度に応じて人員等リソース配分が可能となる。

人員リソース配分のために、プロジェクト間で必要となるスキルセットの共通化と、メンバ参画にあたってのコーチング等フォローを行う工夫をした。

参考にした点を以下に紹介する。

### (1) バッファ傾向グラフで管理

プロジェクト（案件）毎に、縦軸にバッファ消費率、横軸に進捗率とするバッファ傾向グラフで各々の状況を把握する。バッファ消費率が高い場合、傾向グラフの傾きから案件優先度付けを行い、人員リソース投入等を行う。

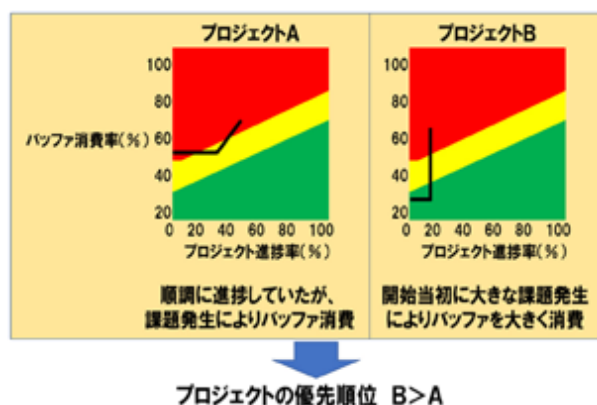


図4 バッファ傾向グラフでの管理イメージ

### (2) クリティカルチェーンによる計画／実践

クリティカルチェーンとは「タスクの従属関係」と「リソースが限られているために発生する従属関係」の双方を考慮し、タスク所要期間を決めている最も長いタスクの流れをいう。これは同じタイミングで同一の人員リソースが複数タスクに着手しないためにタスク実行のタイミングを調整する。

## 4 DX実現に重要なマインドセット<sup>5)</sup>

筆者は、DX実現を推進してきたことを振り返り、以下のマインドセットが重要であると考え。ここでマインドセットとは、人が物事を判断したり、行動したりする際の「その人の基本的な考え方や思考パターン」をいう。

### (1) 主体性

事業環境の変化によりお客様要求やリスクが常に変化する。DXを実現するためには、このような変化を積極的に受け入れる必要がある。またステークホルダが多種多様かつ広範囲であるため、プロジェクト全体を俯瞰的に見て、利害調整を行い、課題を取りに行く姿勢が重要である。筆者はお客様のタイプ別（要求の多寡等）にコミュニケーションを重ね、課題解決を図った。

### (2) コミュニケーション

DXの実現はメンバの協力が大きく依存する。これはメンバとの信頼関係が必要であり、メンバとの継続的なコミュニケーションにより信頼関係が構築できる。特に傾聴が重要であり、真摯な態度で相手の話すことを傾聴し、共感することで相手はリスペクトされていると感じ、相手の意欲を高めるほか、お互いの視野を広める／視点を高める等の効果がある。筆者は批判的な意見を発していた事業部メンバとも真摯に向き合い、相違なる意見を取りまとめてメンバとの信頼関係を構築した。

### <引用文献>

- 1) 経済産業省「DX推進指標（サマリー）」：  
<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003-2.pdf>, p.1

### <参考文献>

- 2) 日本技術士会：月刊『技術士』, 2021年7月号, pp.44~47
- 3) 日本技術士会：月刊『技術士』, 2022年4月号, pp.7~9
- 4) ビーイングコンサルティング, Project Management進化論, pp.128~139, プレジデント社, 2022年1月28日
- 5) PMI日本本部：タレント・トライアングル, pp.168~207, 評言社, 2018年10月13日

安川 雄樹 (やすかわ ゆうき)  
技術士 (情報工学部門)

サークレイス (株)  
Consulting本部 Consulting 1部  
シニアマネージャー  
経済産業省認定ITストラテジスト  
e-mail: yyasukawa@circlace.com



# 政府機関のDX推進の事例

A case study of DX project in government office

吉川 博晴

YOSHIKAWA Hiroharu

2021年9月に我が国のデジタル立国を推進するためにデジタル庁が発足し、各府省で個別に構築されてきた基幹業務システムを府省共通のクラウドサービスに移行させる方針が発表された。ガバメントソリューションシステム、略してGSSと呼ぶシステムへの移行第一号となった人事院の事例と、DX推進の考え方を紹介する。

In September 2021, the Digital Agency was launched to promote digital transformation (DX) in Japan. And a policy was announced to migrate the core business systems that have been individually developed in each ministry and agency to a common cloud service shared among the government agencies. The case of the National Personnel Authority, which became the first case of migrate to Government Solution System(GSS), and the approach to promoting digital transformation (DX) are introduced.

キーワード：ペーパーレス、デジタル完結、ワンスオンリー、DX推進、政府機関

## 1 政府機関の取組

### (1) デジタル社会の実現にむけた重点計画

国全体のデジタル化の推進のため2020年9月にデジタル庁が発足した。間もなく、行政システムのデジタル原則等を定めた「デジタル・ガバメント実行計画」<sup>1)</sup>(以降、実行計画)が閣議決定され、政府機関のデジタル化の指針が示された。これは情報システムをオンライン化する、紙情報を電子化するという従来の電子化施策レベルを一気に脱出し、すべての業務サービスと情報を電子化し、電子情報を正本として業務を完結させる改革、すなわちデジタルトランスフォーメーション(DX)を意図した施策と指針である。その後、基盤整備の見通しとDXのさらなる整理にもとづき、この実行計画は「デジタル社会の実現に向けた重点計画」<sup>2)</sup>(以降、重点計画)として新たに整備され、実行計画は廃止された。重点計画は2022年6月にさらに改訂されて今日に至っている。

目標は「だれ一人取り残さない、人にやさしいデジタル化を」となっており、これはデジタル庁の業務目標でもある。

### (2) オンライン化の3原則

重点計画はこれまで政府機関が推進してきた電

子化や業務改革の流れ、クラウド・バイ・デフォルトの原則を踏襲しつつデジタル化に向けた方針や考え方を改めて整理した内容となっている。DX推進が実現すべき行政サービスのオンライン化3原則とは、以下を指す。

- デジタル・ファースト；手続きがデジタルで完結する
- ワンス・オンリー；一度提出した情報を再利用し再度の提出が不要
- コネクテッド・ワンストップ；民間を含む関連手続き、連携手続きを一元化

## 2 DXについて

### (1) DXとは何か

ところで、DXとは何か。これまで従来の業務システムの電子化やオンライン化の流れの中で、その時々々の事情や背景に合わせて様々に説明されてきた経緯があるため、ある側面では正しいものの全体的には目的と手段が混在した説明がみられる。

DXとは、誤解を恐れずに端的に表現するなら、「紙の正本を廃止して電子情報を正本とする」システムと業務に切り替えることである。政府が事例として説明したペーパーレスが独り歩きしてしまい、紙を節約する機能がDXの必須機能である

かのような誤解や、フロッピーディスクを廃止することがデジタル化であるような誤解も見られる。

電子情報を正本とする、ということは次の意味を持つ。

- ① 関連システムがひとつの電子正本を参照する
- ② 一度作成した（提出した）書類を再提出する必要がない
- ③ 正本は正しい所有者本人に抛り、いつでもどこでも参照でき、再出力できる。

## (2) ワンストップ、ペーパーレス

前節①「関連システムが一つの電子正本を参照する」ということを判り易く例えたものがワンストップやペーパーレスである。従来は人を介して業務を処理してきた。人が業務を処理するうえで必要な情報はすべて紙に書いて提出してもらい、それを職員が端末に入力して作業の一部を電子的に処理するというのが従来のITシステムの姿であった。複数のシステムにまたがる業務は、人と紙を使ってシステムの間を連携させていた。

これが、電子正本の世界ではシステムを一体化するだけで処理が連携して行えるようになり、中間で人に情報（紙）を渡す必要がなくなっていく。これがペーパーレスの世界と呼ぶものである。

住民票の取得を例に取ると、20年前までは住民届をしている市町村に出向く必要があった。申請の書類を提出すると、職員が住民原簿から情報を写し取って住民票を作成していた。それが住民基本台帳の整備により住民登録関連の情報が電子化され、住基ネットワークを介して各自治体の住民情報システムが連携するようになると、旅行先や出張先の市役所の出張所から即時に住民票を取得できるようになった。そして今日ではマイナンバーカードを用いて、コンビニのコピー機からその場で取得することが可能となっている。住民届をした市町村に電子化された住民情報の正本があり、関連するシステムがこれを参照する。申請の書類も、職員が書類を受け付けて管理するための書類も作成の必要がなくなった。これがペーパーレスの側面である。

## (3) ワンスオンリー

次に前節②「一度作成した（提出した）書類を再提出する必要がない」を判り易く例えたものが

ワンスオンリーである。

年金や市役所などで何かの手続きを行うと、毎回、窓口で住所と名前、その他の情報を書き込んでいる。手続きによっては、添付書類が必要であり、住民票や戸籍謄本などをそのたび取得して提出している。

行政サービスのワンスオンリーが示す原則とは、過去に行政機関に提出して保有されている情報や添付はその情報が有効である限り、再提示不要とする原則である。

DXが進めばそもそも現在のように多数の資料を添付するといったことが不要になる。

## 3 DXの発展段階

### (1) DXの3段階

一般的にDXの進展は次の3段階に区分される。

#### ① コンテンツの電子化（Digitization）

電子化されたコンテンツの共通利用、閲覧や加工、横断検索などが可能でアナログに比べて効率化ができる段階である。

#### ② 業務・プロセスの電子化（Digitalization）

電子化されたコンテンツを基に業務を自動化し関連システムと連携する段階で、部分的にワンストップやワンスオンリーが実現されている。

#### ③ 業務のデジタル完結（Digital-Transformation）

紙を必要とする手順がなく、電子化されたコンテンツと業務・プロセスで手が完結する。さらに関連するシステムとの連携が進み、ワンストップやワンスオンリーを実現する。



図1 DXの3段階<sup>3)</sup>

2020年当時は、第2段階のデジタルライゼーションがやっと進展し始めた時期であった。コロナ対策の一環ではあったが分散勤務や在宅勤務の要請から行われたWeb会議、テレワークシステムの急速な普及は、デジタルライゼーションにとっ

て大きな追い風となった。

DX市場を推定する一つの指標として、総務省がパブリッククラウドの市場規模の動向を発表している<sup>4)</sup>。これによると、2020年度の世界のパブリッククラウドの市場は3,300億ドル、2023年度予測は5,900億ドルと倍増している。パブリッククラウドは単なるストレージではなく、掲示板やWeb会議、統計分析など様々なビジネス支援ツールを提供するビジネス基盤となった。このことが既存の業務をクラウドに移行させるための障壁を下げ、市場を拡大させていると思われる。

## (2) デジタル完結・デジタル駆動

デジタル化についてはデジタル完結の先にデジタル駆動がある。デジタル臨調やSociety5.0では次のようなフェーズを提言している。

- ① フェーズ0 アナログ業務
- ② フェーズ1 デジタルシステム
- ③ フェーズ2 デジタル完結
- ④ フェーズ3 デジタル駆動

デジタル完結は、デジタル3原則におけるデジタルファーストを実現した世界である。電子的に手続きを開始すると電子情報のまま手続きが完結する。

申請した手続きが完了すると申請者の行政サービス専用の通知場所やメールボックスに結果またはURLが通知されることになる。受け取ったURLから行政サービスに再度アクセスして成果物の閲覧や印刷を行う。しかし、成果物を提出する先の機関に対して必要な情報の閲覧を許可したうえでURLを送付すれば印刷や電子ファイルの転送も不要となる。

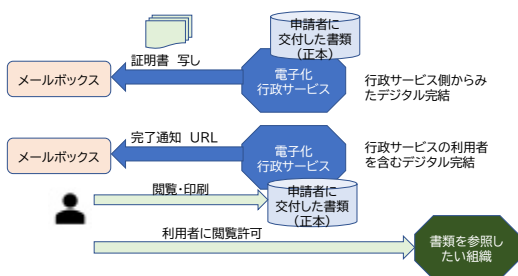


図2 利用者を含むデジタル完結

現状では、一つの業務システムの手続きを、どちらかといえば行政職員側の手続きだけが完結する世界を目指して改革中という状態である。したがって利用者を含めたワンスオンリーやワンス

トップにはまだ程遠い。

デジタル完結の先にあるのがデジタル駆動である。電子化された正本に基づく連携した業務が完成し、サイバー空間と、人間社会（物理空間）が高度に融合した社会である。デジタル駆動では、出産のための病院等の手続き（電子）の過程で本人が意思表示すれば出生届が並行して処理される。保険や銀行などの業務でも従来と違い、戸籍抄本を取得して添付提出するのではなく、必要とする保険や銀行の窓口で確認のための戸籍情報閲覧を許可するような手順になる。これらは本人の意思確認や本人確認のものとて、履歴を保存しつつ行われる。

## 4 人事院の事例<sup>5)6)</sup>

### (1) GSS移行

政府機関の業務システム、行政サービスシステムを高度なセキュリティで保護する仕組みとして政府共通基盤（共通PF）があった。この基盤をクラウド化する動きの中で、政府機関向けの専用クラウドの構想が持ち上がった。これがガバメントクラウドである。このガバメントクラウド上に各府省共通の標準業務システムを構築したものがガバメントソリューションシステムである。英訳のGovernment Solution Systemの頭文字をとってGSSと呼ばれる。

GSSのサービス開始時期が人事院の基幹システムの更改時期に一致していたため、人事院がファーストユーザーの名乗りを上げることになった。

### (2) 移行の準備

移行の準備はデジタル庁によるGSS自体の設計と構築に並行する形で進める形となった。よくある話だが、実態としてはファーストユーザーというよりも検証を兼ねたパイロットユーザーであった。さらに、人事院側の現行基幹システムは使用期限がGSS移行の時期に重なるため、移行に遅れがあると現行システムのサーバーは撤収となり、たちまち業務が停止するという危険があった。

このため、移行可能性の実証的な検証や机上プロトタイプを早期に作成して機能検証しつつ、設計側へフィードバックし妥当性を確保することで

対処することとなった。GSSの稼働環境であるMicrosoft 365（以下、M365）へ、従来のファイルシステムや掲示板、グループウェアをどのように移行させるか、この課題解決のため、M365に詳しい専門会社のコンサルを受けることとなった。

ファイルシステムをSharepointに移行させるための変更や構成、ポータルサイト（掲示板）をTeamsで実現する際の構成案などを策定してデジタル庁にも共有を図っている。このほかにも人事院側から幾多の機能要望・提案を行っている。

### (3) 移行とCOE

GSS構築の見通しがつくと、スムーズにGSSに移行させることが課題となった。B4サイズの重く大きな端末からA4サイズで0.8kgの軽量薄型ノートPCとなるだけではなく、従来のファイルシステムや掲示板も大きく様変わりする。何より、WordとExcelを主体としたオンプレ型Officeの環境が、M365に移行することによってAutomate, Forms, Publisher, PowerBIなどローコードベースの多数のツールが提供されることになり、これらのツールを今後有効活用していくことも課題となった。

このような大きな変革に際しては、先行する民間会社ではCOE（Center of Excellence）を組織して社内展開の先導的な役割を果たす社員を育成しつつ変革することが多い。しかし、人事院のような公務員の世界ではITを専門とする継続的な業務はないため、先導技術者を育成し維持することは困難である。そのため一部の職員に先行してGSSに習熟してもらい、各部局でGSS移行や推進を支援する、という役割設定を行い、これを「DXアンバサダー」<sup>6)</sup>として設けた。DXアンバサダーたちは先行配賦されたGSS端末を用い定期的にM365およびGSSの研修会を通じてGSSに慣れてもらい、基幹システムのGSS切り替え後には各部局での移行支援を行い、COEとしての機能を十分に果たした。

移行に際して困難が多々発生したが、大きな混乱はなく職員は比較的順当にGSSの環境に馴染んでいった。DXアンバサダーが各部局から満遍

なく参加していること、研修会を通じて比較的好意的な感触が逐次各部局にフィードバックされていったことがGSS移行に前向きな影響を与えた。さらに、啓発ポスターを公募したところ、M365 Publisherなどをさっそく使った斬新なデザインのポスター応募が集まった。ポスターは切り替え前、切り替え後の大きく二つの標語で構成し、GSS切り替え当日には玄関ロビーに一斉に張り出しを行った<sup>7)</sup>。



図3 GSS移行当日の様子（ポスター）<sup>7)</sup>

### <引用文献>

- 3) 経済産業省DXレポート2概要編, p.25 2019.12.28
- 4) 総務省令和4年版 情報通信白書クラウドサービス市場の動向  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/html/nd236800.html>
- 7) 人事院ツイッター  
[https://twitter.com/NPA\\_jinjiin/status/1567420799245758465](https://twitter.com/NPA_jinjiin/status/1567420799245758465)

### <参考文献>

- 1) デジタルガバメント実行計画 2020.12.25  
<https://cio.go.jp/digi-gov-actionplan>
- 2) デジタル社会に向けた重点計画 2021.12.24  
<https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program/>
- 5) 人事院DX推進チーム：ガバメントソリューションサービス（GSS）の導入について：人事院月報880号人事行政報告，人事院，令和4年12月1日
- 6) 人事院：DXアンバサダーの活動紹介：人事院月報880号職員座談会，人事院，令和4年12月1日

吉川 博晴（よしかわ ひろはる）  
技術士（情報工学）／総合技術監理部門

NPO ITプロ技術者機構 理事  
人事院デジタル統括アドバイザー  
兼最高情報セキュリティアドバイザー  
法務省最高情報セキュリティアドバイザー  
e-mail : h.yoshikawa@npoitpro.com

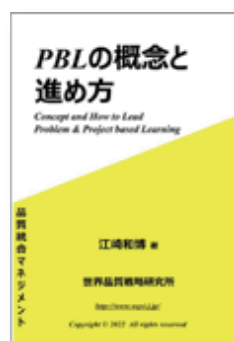


## PBLの概念と進め方 (Concept of Problem and Project Learning)

江崎和博 著

B5判・208頁 価格：4,950円 江崎技術士事務所 Amazon 2022年6月発行

21世紀にはいり、人類は地球レベルの多くの複雑で難しい問題を解決していく必要があります。PBLは問題や課題の解決に向けた知識や思考力や実践力の養成を支援する学習方法論です。一方、現状のPBLは、問題解決型PBLとプロジェクト型PBLの違いが必ずしも明確に定義されておらず、教育現場では進め方や教育の質の保証に関する混乱が生じています。著者はこのようなPBLの課題を解決するため、著者が開発した品質統合マネジメント理論 (UQM: Unified Quality Management) 及び共通マネジメントプロセス (Common Management Process) に基づくPBLの全体概念を開発しました。本書では、今後の教育改革に向けた教育方法論、中等、高等、大学などの教育機関及び企業の社員、指導教師を対象として、PBLと従来の教育方法との違い、PBLの教育の質の保証、進め方などについて解説します。



江崎 和博 (えさき かずひろ)  
技術士 (経営工学部門)

一般社団法人 世界品質戦略研究所 代表  
日本技術士会フェロー、(博士) 社会システム開発工学  
e-mail: kees959@hotmail.com



## 「性能発注方式」発注書制作活用実践法

澤田雅之 著

A4判・132頁 価格：送料込25,300円 新技術開発センター 2022年9月発行

本書は、グローバルスタンダードな「性能発注方式」について、他国に類を見ない我が国独自の「仕様発注方式」と対比してまとめています。DXに伴うソフトウェア開発、欧米のようなオープンイノベーション、各種プロジェクトのマネジメント、難工事に欠かせない「情報化施工」、民営化を主眼とする公共事業などを成功させるには、これまでの「仕様発注方式」による取り組みではなく、「性能発注方式」による取り組みが欠かせません。そこで、「仕様発注方式」と「性能発注方式」の具体的な事例研究を通じて、「性能発注方式」のメリット、正しい「性能発注方式」の在り方、発注書の制作と活用の実践法などを、わかりやすく解説しました。



澤田 雅之 (さわだ まさゆき)  
技術士 (電気電子部門)

澤田雅之技術士事務所 所長  
e-mail: sawada-eng@amail.plala.or.jp



## 美しくスマートな化学レポート・論文作成のための ChemDraw テクニック

有田正博 著

B5変形判・208頁 価格：2,530円 技術評論社 2022年9月発行

化学の構造式を描くソフトであるChemDraw (ケムドロー) は1985年の発売以来、着実に進化を遂げ大学をはじめとする教育現場や企業などで幅広く使われています。本書では、様々な構造式の作図をはじめとするChemDrawの基本的な使い方から生体高分子、ポリマー構造、有機金属錯体構造、表の作成、他のソフトとの連携など、レポートや論文を作成する際に便利なテクニックまで紹介します。より美しく、よりスマートにChemDrawを使いこなすための1冊です。ChemDrawの関連ソフトであるChem3D (化学計算、分子モデリング)、ChemFinder (化学構造式で検索可能な化学情報データベース) の基本操作についても紹介しています。



有田 正博 (ありた まさひろ)  
技術士 (情報工学部門)

富士通 (株)  
e-mail: arita.masahiro@jp.fujitsu.com



## 会員の著作紹介

ご本人による著作物を著者自身で紹介するコーナーです。

## トコトンやさしい下水道の本 第2版

高堂彰二 著

A5判・160頁 価格：1,760円 日刊工業新聞社 2022年9月発行

この「トコトンやさしい下水道の本」は、2012年に出版されました。出版から10年経ち、その間日本の下水道も大きく変わろうとしています。その要因として、下水道事業に携わる職員数の減少（ヒト）、施設の老朽化（モノ）、人口減少に伴う厳しい経営環境（カネ）などがあり、下水道が抱えるこれらの課題は深刻となっています。また、激甚化する豪雨、大地震の頻発から下水道の強靱化も求められており、これらに対する施策も含めてわかりやすく説明するため、今回の改版となりました。今回の改版では、それらの施策の内容や下水道の新しい技術も含めて、下水道システムがだれでもわかるようにトコトンやさしく書いていますので、どうぞお気軽にお読みください。



高堂 彰二 (こうどう しょうじ)  
技術士（上下水道／総合技術監理部門）

高堂技術士事務所  
e-mail : shoji.kodo@gmail.com



## 基礎から学ぶ 内燃機関

飯島晃良, 吉田幸司 著

菊判・240頁 価格：3,300円 森北出版 2022年11月25日

本書は、内燃機関の基本テキストです。内燃機関は、電動化技術との組み合わせによる使い方の変化、燃料の多様化による燃焼技術の変化に伴い、これまでにない新しいコンセプトの実用化がなされる時期に来ていると言えます。新しい内燃機関技術を生み出すにあたっては、基本に立ち返って考えることが大切だと考えられます。本書は、上記の観点を基本とし、内燃機関を始めて学ぶ方のために、熱力学等の基礎的な観点からはじめて、内燃機関の研究や開発を行う上で基礎となる事項をやさしく丁寧に記述しました。本書が、内燃機関の基礎を学ぶための一助となれば幸いです。



飯島 晃良 (いじま あきら)  
技術士（機械部門）

日本大学理工学部 教授  
機械部会 幹事, 博士（工学）  
e-mail : iijima.akira@nihon-u.ac.jp



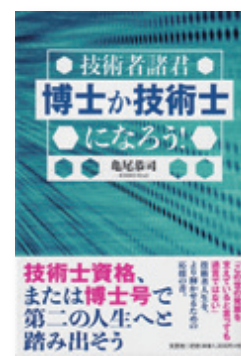
## 技術者諸君 博士か技術士になろう！

亀尾恭司 著

四六判・180頁 価格：1,300円 文芸社 2022年11月発行

一介の技術者として生きてきた著者が、その道を振り返って色々社会に貢献はしてみたものの、どうも正しく評価されていないのではないかと、との疑問から長年の思いをまとめてみたもの。もっと技術者の思いや成果を、技術者の存在意義を、社会に訴えていかねばならないのではないかと主張し、そのための手段として、博士や技術士の資格の取得を勧めている。

この世の中には、政治家や歌手、俳優、芸術家などには有名人はいくらでもいる。商売人、企業経営者として功成り名を遂げた方も多い。逆に言えば、政治家や芸人、商売人にならないと名が出ないようだ。これでは技術者は浮かばれない。そこで社会的成果を上げてきた存在意義を主張するためにも、博士や技術士の資格を活用して社会にもっと発信をしていこう。



亀尾 恭司 (かめお きょうじ)  
技術士（電気電子部門）

大阪技術振興協会 理事  
e-mail : kkameo@nifty.com



## 会合・行事予定 (2023.7 ~ 2023.9)

予定が変更される可能性がありますので、当会 HP の会員コーナー「会合・行事予定」メニューで、最新の予定を確認のうえ WEB 申込みか、各行事欄の連絡先に申し込んで下さい。各自で体調管理を行い風邪のような症状がある場合は、行事への参加を控えるなど、感染拡大防止にご協力戴くようお願い致します。

◎印の会合はメンバー限り 無印の会合は本会会員であれば参加は可 ★印の会合は本会会員以外の方の参加も可

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
7月	2日(日) ★長野県支部(年次大会及び支部会員技術発表会)	ホテルモンターニュ松本(長野県松本市)	13時30分～16時	年次大会及び支部会員による技術発表会：北林聡氏(建設/農業), 小林保氏(建設/総合), 塚原忠一氏(上下水道), 詳細は支部 HP 問合せ: penagano@penagano.org
	7日(金) ★東北本部(応用理学部会/防災講演会)	仙台メディアテークスタジオシアター	14時30分～16時30分	講演タイトルと講演者:「弥生・平安時代の自然災害と防災・減災 ～考古学から見た先人の知恵～」斎野裕彦氏(日本災害・防災考古学会副会長, 元仙台市埋蔵文化センター), 参加費: 2,000円, 申込先: 東北本部事務局
	8日(土) ★中国本部(2023年度年次大会・記念講演会(ハイブリッド方式))	広島会場, 鳥取会場, 岡山会場, 山口会場, 島根会場, オンライン	13時～17時10分	I部 2023年度中国本部年次大会, II部 記念講演「ネーチャー・ポジティブ 2030年への生物多様性の新しい指針」古田尚也氏, 参加費: 無料 問合せ: 082-5111-0305 中国本部事務局 勝田
	★近畿本部(機械システム部会第98回例会)	大阪科学技術センター401号室とオンラインの併催	13時30分～17時	トライボロジーの現在と未来-摩擦・潤滑現象の理解を目指して(京都大学大学院 平山朋子教授), ポンプによる気候変動への取り組み(半田康雄技術士(機械)), 会員 1,000円, 非会員 2,000円, 詳細は近畿本部 HP 機械システム部会
	★技術士ライフプラン研究会(技術コンサルタントセミナー)	ZOOM会議	14時～16時30分	私の技術士ライフプラン: 国の事業をやってみたら, 自分と日本のやるべきことが見えて来た(赤城協氏(機械/総合)), 他, 参加費: 3,000円, 申込期限 7月4日 問合せ: 10moaki.nakai1@jcom.home.ne.jp 中井
	9日(日) ★金属部会(CPD技術セミナー8「熱処理はこんなに面白い」)	ZOOM + 機械振興会館	13時～16時30分	蛭田修平氏(株)特殊金属エクセル(金属)「冷間圧延鋼板における熱処理を活用した特性制御技術」鈴木健氏 日本発条(株)(金属)「自動車用懸架ばねの熱処理～乗り心地を陰で支えるコア技術～」, 他
	★繊維部会(2023年度7月CPD講演会)	MS-Teamsによるオンライン配信	13時20分～16時40分	2030年あるべき繊維業界の提言(仮)(日本繊維産業連盟副会長 富古賢一氏), 日本の繊維評価技術の最先端技術～ISO化提案やJIS化推進の現状～(仮)(繊維評価技術協議会専務理事 太田秀幸氏), 詳細は繊維部会 HP を参照
	10日(月) ★技術士包装物流グループ(7月度研究会)	TEAMSによるWEB配信	18時～19時30分	収穫後生理学に基づく青果物の鮮度保持・評価理論(中野浩平氏/岐阜大学大学院連合農学研究科教授), 参加費: 当グループ会員以外の方は参加費 2,000円, 申込期限: 7月3日迄, 申込方法: <a href="http://www.jplcs.com/16577120764152">http://www.jplcs.com/16577120764152</a>
	11日(火) ★資源工学会(7月CPD講演会)	機械振興会館 B3-1 及び Teams Web 配信併用	18時～19時30分	将来の社会のあり方を大きく変える可能性を持つ Web3 等の概念を解説, 自律分散型社会・技術のフロンティア～web3, DAO, DeFi など(日本電気(株)大林勇人氏), 参加費: 会員 500円, 非会員 1,000円, 定員: 会場 30名, web200名
	★技術者倫理研究会(第106回例会)	ハイブリッド(機械振興会館 6-64 + Web(Teams))	18時30分～20時30分	話題:「技術者倫理の授業における心理的安全教育の取り組み」講師: 待鳥はる代氏(倫理学), 参加費: 当会会員(正会員・会友), グループ加入: 無料, 他: 1,000円, 申込: 技術者倫理研究会 HP
	14日(金) ★機械部会(7月例会)	機械振興会館 6D-4会議室(WEB併催)	18時30分～20時30分	異業種連携で新事業創出! -中小製造業支援- (木村利明氏/一般財団法人機械振興協会特命参与技術研究所次長 技術士(機械)), 会費: 会員 1,000円, 非会員 2,000円, WEB 受講のみ申込期限あり, 詳細は機械部会 HP 参照
	15日(土) ★環境マネジメントセンター(定例会)	オンライン開催 (Zoom)	10時～12時	講演:「工場・オフィスのカーボンニュートラル実現のための社会・技術動向」講師: 山本哲氏, 例会(情報交換), 申込は行事予定から
◎食品技術士センター(7月度例会)	機械振興会館および Web (Zoom)	13時～13時50分	理事会報告, 会員相互の情報交換 等 申込は, 以下の URL (講演会申込と同じ) <a href="https://passmarket.yahoo.co.jp/event/show/detail/O1f6ij05yy031.html">https://passmarket.yahoo.co.jp/event/show/detail/O1f6ij05yy031.html</a>	
★食品技術士センター(7月度講演会)	機械振興会館および Web (Zoom)	14時～16時50分	講食品工場の改善～変わらないコトと今時のコト&利益管理点～(利益改善コンサルタント/小松加奈氏), 可食ロボの開発(仮題)(電気通信大学 新竹純氏), 申込: 上記 URL から	
★近畿本部(四組織(化学・繊維・農林・環境研)合同講演会)	おおきに会議室大会議室(40名)+オンライン	13時30分～16時30分	翻訳・通訳の自動化の進展(隅田英一郎氏/情報通信研究機構フェロー), トップランの多言語ビジネス(安西健氏/凸版印刷), アジアモンスーン地域の持続的な食糧システム(養父志乃夫氏/前・和歌山大教授) 41424uda@gmail.com 宇田	



☞ 予定が変更される可能性がありますので、HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
7月	15日(土) ★鹿児島県支部 (第38回 CPD 講演会)	かごしま県民交流センター	13時30分～ 16時45分	「産業分野の予防と健康寿命について」中井雄貴氏(第一工科大学工学部)他1名講演、会費等詳細及び申込は鹿児島県支部 HP から、先着80名 問合せ: y-iuchi@ymt.bbiq.jp 井内
	17日(月) ★千葉県支部(年次大会)	ホテルポートプラザ千葉	13時30分～ 15時30分	年次大会: 2022年度活動報告、2023年度活動計画、参加費: 無料、詳細は千葉県支部 HP 参照、申込は行事予定から 問合せ: 千葉県支部総務委員会
	★千葉県支部(第123回 CPD 特別講演会)	ホテルポートプラザ千葉	15時40分～ 16時40分	「今後の千葉市の都市づくり・まちづくり」講師: 青柳太氏(千葉市副市長、技術士(建設/総合)), 参加費: 会員1,000円、非会員2,000円、詳細は千葉県支部 HP 参照、申込は行事予定から
18日(火)	★千葉県支部(年次大会交流会)	ホテルポートプラザ千葉	17時～ 18時45分	交流会費: 7,000円、詳細は千葉県支部 HP 参照、申込は行事予定から 問合せ: 千葉県支部総務委員会
	★応用理学部会(7月度講演会)	機械振興会館 6-67会議室, WEB併用	18時30分～ 20時30分	鈴木素之教授(山口大学大学院社会建設工学分野)による「時間災害学」の講演、参加費: 会員1,000円・会員外2,000円、令和4年度合格者: 無料、CPD: 2.0時間、申込は HP から、会員外の方は会場参加限り 問合せ: apspekanji@gmail.com
19日(水)	★情報化研究会(第497回情報化研究会(オンライン講演会))	参加申込者に参加 URL 送付	18時～20時	性能発注方式が我が国の DX を成功させる鍵(澤田雅之氏/電気電子)、参加費: 当会会員: 無料、他: 1,000円、詳細 <a href="http://jyohouka.skr.jp/IPplan.htm">http://jyohouka.skr.jp/IPplan.htm</a> 申込問合せ: koho@kantei-center.com 総務幹事宛
	★神奈川県支部(第34回テクノセミナー)	波止場会館 5階 多目的ホール	13時30分～ 16時50分	持続可能な社会実現に向けて、エネルギーの地産地消の取組みとして、南極昭和基地内エネルギー、畜産バイオマスを核としたまちづくり、地域マイクログリッド活用の3つの事例についてご講演頂きます。会員: 2,000円、一般無料
20日(木)	★衛生工学部会(7月度講演会)	機械振興会館6階 6-66会議室及び Web	18時30分～ 20時	「2035年 GHG 排出60%」を達成するには/建築分野の先進施策を考える、講師: 西田裕子氏(自然エネルギー財団)、詳細は CPD 行事予定参照 連絡先: hisakazu-work@k07.itscom.net 二階堂
	★北海道本部(道南技術士委員会 現場見学会)	未定	13時30分～ 16時	道南で実施されている工事現場見学ツアー
21日(金)	群馬県支部(第12回全体会合及び記念講演会)	オンライン開催(ZOOM)	14時30分～ 16時	食用コオロギの社会実装に向けた挑戦(櫻井蓮氏/FUTURENAUT(株)代表取締役 CEO)、申込: 本部 HP 又は群馬県支部 HP、締切: R5年7月7日、※定員50名、費用: 無料 連絡先: gunma@engineer.or.jp
	★九州本部(第2回 CPD)	福岡商工会議所または WEB 配信	10時～17時	「科学の方法」岩尾氏((株)バイオテックス)、「防災授業」香月氏(技術士)、「竹を循環型材料の資源へ」安藤氏(九州工大)、「海からみた SDGs」高田氏(海と博物館研究所)他 問合せ: pekyushu@nifty.com
22日(土)	TQM 経営支援研究会(7月度例会)	Web 会議 (Zoom 予定)	10時～11時	内容: 「海外での TQM 指導と成果」発表者: 浅賀栄蔵氏(機械)、参加費: なし、申込メ: 7/14(金)、連絡欄に記載されたメールアドレスに会議用 URL を送信します。 問合せ先: y.tawaki@nifty.com 田脇
	製造物責任技術相談センター(PL 事例研究第292回)	web 会議 (zoom)	10時～12時	プリウス自動車の暴走事故研究(平山良彦氏(技術士))、電子スロットルの制御不良などの調査研究状況を報告、申込先: 当会 HP より、連絡事項に記入のアドレスに WEB 接続先を送信、参加費 1,000円 問合せ先: veq05116@nifty.com 前嶋
	★情報工学部会(7月度 CPD コラボ「コンピュータシステムをめぐる最近の動向」)	機械振興会館6-66 会議室	13時～17時	増加する多様なコンピューターを頭脳となるクラウドとつなぎ、データに基づいて連携させるしくみについて講義と Work-Shop などを行う、講師: 放送大学 教養学部情報コース准教授 葉田善章氏、連絡先: 黒澤
	★中国本部(電気電子/経営工学/情報工学部会例会・講演会(ハイブリッド方式))	広島会場(第3ウエノヤビル)、島根会場、個別オンライン参加可能	13時～ 17時20分	I 部 例会 II 部 講演会「超電導リアについて: 北野淳一氏(JR 東海)」ほか1講演、参加費: 500円(会員)、1,000円(非会員) 問合せ: 082-5111-0305 中国本部事務局 勝田
	★茨城県支部(2023年 年次大会)	「ホテルクリスタルスパレス 大広間」ひたちなか市大平1-22-1	13時～ 13時50分	1. 2022年度 活動実績報告、2. 2023年度 活動計画、3. 支部役員紹介、会費: 無料、参加者: 200名、詳細: <a href="https://www.engineer.or.jp/c_shibu/ibaraki/">https://www.engineer.or.jp/c_shibu/ibaraki/</a>

📄 予定が変更される可能性がありますので、HPで最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
7月	22日(土) ★茨城県支部(創立10周年記念-講演会)	「ホテルクリスタレスパレス 大広間」ひたちなか市大平1-22-1	14時～17時20分	1. 挨拶, 2. 「房総にあるスゴイ地層の話～「チバニアン」って何?～」産業技術総合研究所 板木拓也氏, 3. 「心を持った機械」早稲田大学 橋本周司氏, 会費: 会員1,000円, 非会員2,000円, 参加者: 200名
	★茨城県支部(創立10周年記念-交流会)	「ホテルクリスタレスパレス 大広間」ひたちなか市大平1-22-1	17時30分～19時30分	1. 挨拶, 2. 交流, 全員会費: 6,000円, 参加者: 100名, 詳細内容: 日本技術士会 HP の新 CPD 行事, または茨城県 HP 参照
	★化学部会(7月度講演会)	(WEB開催)	13時30分～17時	小惑星リュウグウからのメッセージ: A Comprehensive geochemical perspective (中川栄三氏/岡山大学名誉教授), 技術士の政治への関わりとその活用方法(仁田晃人氏/NITTA CONSULTING FIRM Co., Ltd.), 詳細: HP 参照
	★経営管理チーム(7月度例会講演会)	ZOOMによるリモート講演	14時～16時	題目: 「製造業の利益管理技術～工場現場から生産本部まで～」講師: 小松加奈氏(利益改善コンサルタント, 技術士(経営工学)), 会費: KKT 会員外: 1,000円, 申込: 日本技術士会 HP 行事予定(従来版)から, 締切7月19日
23日(日)	金属部会(定例会 CPD 講演会 7月度講演)+金属部会(役員会)	ZOOM+機械振興会館	13時～16時30分	定例会 CPD 講演会, 講演: 阿部唯史氏(株)プロテリアル, 演題: 「マルエージング鋼」, 一般聴講はここまでです。14時40分からは金属部会役員会
27日(木)	◎神奈川県支部(第12回年次大会・第1部)	波止場会館 4階 大会議室, WEB配信あり	13時～14時40分	幹事紹介, 組織図, 2022年度活動報告・決算報告, 2023年度活動計画・収支予算, その他, 申込: 本部 HP 行事申込(新システム), 詳細: 県支部 HP, ※引き続き特別講演会を開催(別途お申してください)
	★神奈川県支部(第12回年次大会・第2部特別講演会(第123回 CPD 講座))	波止場会館 4階 大会議室, Web配信あり	15時10分～17時	講演: 持続可能社会に向けた鉄道システム技術の動向, 講演1件, 参加費: 会員: 1,000円, 未入会・一般: 2,000円, 申込: 本部 HP, kanagawa@engineer.or.jp, 詳細: 県支部 HP
29日(土)	★船舶・海洋/航空・宇宙部会(7月度例会)	機械振興会館 6F 会議室/オンライン	13時～17時	連絡会, 話題提供, 講演: 海事デジタルエンジニアリング関連(青山和浩氏, 東京大学大学院工学系研究科教授), 定例会終了後懇親会, 申込は行事予定より, 参加費等詳細は部会 HP を参照 問合せ先: peaaerospace@gmail.com 渡邊
	★中国本部(化学/繊維/金属部会第1回講演会マテリアルズ・インフォマティクス)	広島会場, 個別オンライン参加可能	13時～17時20分	講演「データ解析・機械学習の基礎」伊藤由実氏(化学)他2講演, 参加費: 500円(会員)1,000円(非会員) 問合せ: 082-5111-0305 中国本部事務局 勝田
8月	2日(水) ★中国本部(第1回WEB防災講演会～専門家連携による災害復興支援の進め方～)	広島会場(広島弁護士会館), 岡山会場, 鳥取会場, 山口会場, 島根会場, オンライン	13時～17時	「これからの防災減災と復興支援のあり方」室崎益輝氏(神戸大学名誉教授)ほか4講演, 参加費: 無料 問合せ: 082-5111-0305 中国本部事務局 勝田
	4日(金) ◎北海道本部(社会活動委員会技術者のミライ研究委員会 技術士を知ろう! 函館高専)	函館工業高等専門学校	14時45分～16時15分	問合せ: 技術者のミライ研究委員会 幹事長: 千葉 y.chiba@dosuicon.co.jp
	★IT21の会(例会)	オンライン(Zoom)	19時～21時	小規模事業者が挑む新医療機器(経皮電気刺激装置)の開発(工藤英貴氏/ (有)メイヨー稲沢研究所技術部長), 森林・林業への ICT 導入による業務効率化(有光麻子氏/高知県林業振興・環境部森づくり推進課主幹), 懇親会予定あり
	5日(土) ★農業部会(講演会)	機械振興会館 6D-1, 2, 3&WEB	13時50分～17時	農村インフラの再編・強靱化, 高度化の取り組み(治多伸介氏/愛媛大学大学院農学研究科教授), 農研 植物病院®の事業化に向けた取り組み(中島隆氏/農研機構企画戦略本部), 詳細は HP 問合せ: ksyonedahy@kmj.biglobe.ne.jp 米田
	千葉県支部(第124回 CPD 専門知識向上講演会)	Zoomによるリモート講演	14時～16時30分	題目: 「『AI とブレインストーミングで多数の発想力を高める』～アイデアを出しやすくする方法とまとめ方～」石井力重氏(早稲田大学 非常勤講師, アイデアプラント代表, 日本創造学会 理事)
15日(火)	科学技術鑑定センター(8月例会講演会)	ZOOMによるリモート講演	19時30分～20時30分	リチウム電池入門(柴田格会員(電気電子)), 参加条件: 本会会員かつ鑑定センターに入会を希望する人, 申込期限: 8月7日, 本センター HP のリンクからオンライン申込 問合せ: koho@kantei-center.com 総務幹事宛
17日(木)	★衛生工学部会(東京湾定点点観測・部会員等交流会)	東京湾 辰金	18時～20時	詳細は衛生工学の HP 参照, 集合: 18時 JR 浜松町駅南口改札(時間厳守)辰金 18時30分出船, 参加費: 男性11,000円, 女性6,000円 連絡先: k-nagai@kawamoto-ind.co.jp

☞ 予定が変更される可能性がありますので、HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
8月	18日(金) ★機械部会(8月例会)	機械振興会館 地下3階 研修室1 (WEB併催)	18時30分～20時30分	鉄道車両向けマスターコントローラーの紹介(高橋慶彦氏/東芝インフラシステムズ(株) 技術士(機械/総合)), 会費: 会員1,000円, 非会員2,000円 ※WEB参加のみ申込期限あり 詳細は機械部会HP参照
	19日(土) ★中国本部(上下水道部会例会・講演会)	第3ウエノヤビル(広島市中区鉄砲町1番20号)6階 コンファレンススクエアほか	12時50分～17時20分	基調講演「微生物を利用した排水からの資源・エネルギー回収」大橋晶良氏(広島大学), ほか2講演, 会費: 会員500円, 非会員1,000円 問合せ: 082-511-0305 中国本部事務局 勝田
	★青年技術士支援委員会(8月CPD行事「英語ワークショップ」)	機械振興会館6-66会議室	13時30分～17時	若手技術士が海外活動を展開するうえで不可欠である英語力を、ネイティブスピーカーの講師のレッスンで楽しみながら身につけましょう。詳細は青年委員会HPから 問合せ: event08@peyec.jp 担当: 原田, 村上
	近畿本部(経営工学部会8月度「部会+研修会」)	近畿本部会議室およびZOOMによるWEB開催	13時30分～16時	1. 研修会: 「地方中小・小規模事業者の生産性あるいはデジタル化への取り組みーわかやま生産性向上スクールの7年間ー」永井達郎氏(わかやま産業振興財団 わかやま生産性向上スクール 校長), 2. 部会: 活動報告他, 参加費: 500円
	20日(日) 四部会(合同講演会/繊維・化学・金属・資源のまほろば)	ZOOM + 機械振興会館	13時～17時	色を演出し、現代生活を支える色材技術とは(化学・堂道剛氏), 雁皮紙に学ぶイノベーション(繊維・八木健吉氏), 身近な銅 古代から現代へ(金属・吉村泰治氏), 地球温暖化CO <sub>2</sub> 要因懷疑論(資源・環境 大木久光氏)
	24日(木) ★技術士包装物流グループ(第168回関西支部研究会)	KITENA 新大阪(大阪市東淀川区)及びリモート(Zoom)による同時開催	18時～19時30分	「次世代社員の活躍で“物流現場のあるべき姿”のイノベーション実現と物流2024年問題(仮)」(株)ハンナ取締役 下村祐也氏, 参加費: 当グループ以外の方2,000円, 申込: 8月17日迄, 申込方法: <a href="https://www.jplcs.com/16549945751804">https://www.jplcs.com/16549945751804</a>
	25日(金) 原子力・放射線部会(例会講演会/第87回技術士の夕べ)	web講演会(MS-Teamsを利用)	18時～20時	「放射線の生体などへの影響総論」(千代田テクノ社長付特別顧問 杉浦紳之氏), 各種放射線の物質との相互作用などの放射線の効果に関する知識全般を整理するとともに、低線量域でのヒトへの影響などについて見解を伺う
	★東北本部(応用理学部/第2回技術サロン)	日立システムズホール仙台 2階 研修室2	18時～20時30分	話題・話題提供者: 「物理探査における解析事例について」伊藤靖雄氏, 「みやぎ海岸防災林から学ぶ～再生のあゆみと樹木のこと～」二木茂樹氏, 参加費: 2,000円(軽食あり), 申込先: 東北本部事務局
	26日(土) 経営工学部会(8月例会・講演会)	機械振興会館B3階 研修-2室及びオンラインWeb開催	13時30分～17時	テーマ: 「メタバースの産業分野への応用と将来」(1) 現状と将来の展望: 東京大学名誉教授 廣瀬通孝氏, (2) 普及に向けた国の取組み: 国土交通省 担当官僚, (3) 応用事例紹介: 凸版印刷(株), 詳細は部会HP参照
★神奈川県支部(第124回CPD講座)	波止場会館 5階 多目的ホール, Web配信あり	13時30分～16時50分	技術者倫理教育の必要性とその解説, 講演2件, 参加費: 会員: 2,000円, 未入会一般: 3,000円, 申込: 本部HP, kanagawa@engineer.or.jp, 詳細: 県支部HP	
生物工学部会(8月例会(第二次試験新合格者顔合わせ会))	機械振興会館6-66会議室とオンラインによるハイブリッド開催	14時～17時	講演: 「ゲノム編集を用いた基礎・応用研究と技術士」西園啓文氏(金沢医科大学総合医学研究所 講師, 技術士(生物工学)), 詳細は部会HPまで	
27日(日) 金属部会(定例部会CPD講演会8月度講演)	ZOOM + 機械振興会館	13時～16時	講演: 山下正和氏 大同特殊鋼(株) 演題: 「金属積層造形技術と材料開発の概要」	
9月	1日(金) ★IT21の会(例会)	オンライン(Zoom)	19時～21時	高温金属損傷評価へのフラクタルの利用(仮題)(川島扶美子氏/熊本大学大学院准教授), ロボットを使用した遠隔消火作業に求められる情報支援(仮題)(田村佳宏氏/三菱重工業(株)), 終了後オンライン懇親会予定
	9日(土) ★近畿本部(機械システム部会第99回例会)	大阪科学技術センター404会議室とオンラインの併催	13時30分～17時	大学で習う機械工学を実設計者が補足強化する(紙昌弘氏), プリンター・複写機の仕組みと複写機ビジネス(島村十輔氏), 参加費: 会員1,000円, 非会員2,000円, パスポート提示者無料(会場), 申込: 近畿本部HP 機械システム部会より

## IPEJ NEWS

### ■会員の方々の叙勲・褒章

【令和5年春】

【瑞宝中綬章】

田中慎一郎氏(建設/九州): 国土交通行政事務功労

訃報 一謹んでご冥福をお祈りいたします。

(敬称略)

諏訪 欣也 (電気電子)	2023/5/29 90歳	尾蔵 博 (建設)	2023/5/17 80歳
橋本哲之祐 (金属)	2023/5/26 85歳	西森 克巳 (情報工学)	2023/1/25 96歳

## 編集室から

今回の特集号のテーマは「デジタル技術特集」であった。筆者がデジタル技術を初めて意識したのは中学3年生の時、授業の技術の時間にポケットコンピュータを使ってプログラミングし、エレベータを模擬したものを動かしたときである。このとき、テンキーで指定した階へ移動するようにプログラムを組んで思い通りに動いたときは、なんとも言えない達成感があった。

その後、1990年代後半からのパソコン、インターネットや携帯電話などの情報通信技術が急速に普及し、2000年頃以降から国家戦略として、ICT化にむけた推進体制が整備されるようになった。しかし、令和3年版の情報通信白書によると、日本のICT投資は2018年で15.8兆円に留まっており、米国では6,986億ドルとなっているため大幅に少ない状況である。さらに、日本のICT人材は量的に不足し、ますます深刻化するといわれており、国際的なデジタル競争力のランク

が低下傾向にある。

同白書にて日本のデジタル化が世界的に後れを取っている理由として、①ICT投資の低迷、②業務改革等を伴わないICT投資、③ICT人材の不足・偏在、④過去の成功体験、⑤デジタル化への不安感・抵抗感、⑥デジタルリテラシーが十分でない、ことが挙げられており心当たりのある言葉が多く並べられている。

今回の特集号では、様々な分野にてデジタル技術を活用した技術の発展や生産性の向上の事例が挙げられている。これらによって産業構造が大きく変わり、新たな経済価値が生まれるデジタル技術は第4次産業革命を起こしている。初めてプログラムを組んだ時の感動を思い出し、変化を恐れずにデジタル技術を活用して、産業の発展に貢献したいと思う。

(越後卓也)

## ■ 広報委員会委員

委員長	笹口 裕昭(金属)			
副委員長	齊藤 正義(電気電子)	福田 直三(建設)		
委員	阿瀬 智暢(上下水道)	石田 正雄(金属)	今泉 雅裕(化学)	卯川 裕一(生物工学)
	越後 卓也(建設)	大久保秀一(建設)	大橋 透(農業)	岡本 利夫(情報工学)
	黒澤 之(衛生工学)	小出 和政(応用理学)	高原 繁(森林)	武井 遼(経営工学)
	對馬 一昭(機械)	中込 徹(電気電子)	中丸 宜志(環境)	松嶋 清穂(繊維)
	渡邊 勇基(航空・宇宙)			
地域本部	【北海道】荒木 雅紀(建設)	【東北】丹 収一(建設/総合)	【北陸】伊藤 清春(建設)	
における	田守 隆浩(農業)	伊藤 貞二(建設/総合)	小林 秀一(建設)	
広報担当	【中部】岡井 政彦(電気電子)	【近畿】木藤 茂(金属)	【中国】楠橋 康広(建設/総合)	
	高木 智(建設)		松澤 秀泰(建設/総合)	
	【四国】筒井 秀樹(建設/総合)	【九州】松田 敦(建設)		
	原田 徹(建設)	久保川孝俊(建設/総合)		

技術士 IPEJ Journal 2023年7月号 No.679

定価 1,000円

■ 発行所および責任者 ©公益社団法人 日本技術士会 寺沢 計二  
 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階  
 TEL 03-3459-1331(代) FAX 03-3459-1338  
 URL <https://www.engineer.or.jp/>

(日本技術士会会員は会費の中に購読料を含む)

■ 制作・印刷 (株)アイセレクト TEL 03-6806-8503(代) FAX 03-6806-8504  
 ◎本誌記事の無断転載を禁じます。

\* 「IPEJ」「日本技術士会」「技術士会」「技術士(CPD認定)」「 (CEマーク)」「 (PEマーク)」「 (Pe-CPDマーク)」は、公益社団法人日本技術士会の登録商標です。

# 技術士・RCCM 転職登録受付

建設・上下水道・農業土木・森林土木  
応用理学 各部門・一級建築士

**30年の経験と実績、大手コンサルタント  
中小・地方コンサルタントへの紹介多数！**

株式会社 **ベネット**

厚生労働大臣許可 27-02-ユ-0111

登録から入社までの全ての費用は一切無料です。  
ご登録・お問い合わせは 小室 までご連絡ください。

Tel **0120-760-762**

Fax **06-6998-5044**

e-mail **komuro@ui-net.co.jp**

〒530-0041

大阪市北区天神橋 1-20-13  
有明ビル2C ベネット分室

## 月刊『技術士』はWEBで閲覧できます（広報委員会）

本会では、月刊『技術士』を本会ホームページの「会員コーナー」から閲覧できるようにしております。WEB上の月刊『技術士』はPDFファイルとなっているため、大きさを任意に拡大できるほか、カラーでの表示となっております。是非こちらもご活用ください。

### ★閲覧方法

「会員コーナー」→「月刊『技術士』最新号の閲覧」(会員PWが必要)をクリック。

### ★環境保全の取り組み

当会では環境保全の取り組みの一環として、月刊『技術士』を郵便で受け取らず、WEBのみで閲覧する方を募集しております。WEB閲覧を希望された方には、メールにて、最新号がWEB上に公開された旨を連絡させていただいております。ご希望の方は以下からご登録ください。



月刊『技術士』閲覧画面の入り口

[https://www.engineer.or.jp/members/c\\_topics/001/001348.html](https://www.engineer.or.jp/members/c_topics/001/001348.html) または



技術者登録受付中(転職・Uターン)

# 技術士・RCCM

建設部門 上下水道部門 農業部門 機械部門

登録料無料

秘密厳守



## 技術人材研究所

(オーテックコンサルタント株式会社)

東京本社 / 〒103-0028 東京都中央区八重洲 1-8-17  
福岡本社 / 〒810-0044 福岡市中央区六本松 4-11-25  
大阪支所 / 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田1-11-4  
厚生労働大臣認可 40-ユ-300263

ご登録は  
こちらへ

TEL ☎ 0120-56-8800

FAX ☎ 0120-16-8800

E-mail: gijutsu@otec-jinzai.com HP: http://www.otec-jinzai.com

求人  
スカウト  
同時受付

技術士専門の人材紹介コンサルタント

厚生労働大臣許可番号 27-ユ-030217

# 技術士(建設部門、上下水道部門、環境部門 農業土木、森林土木、地質、機械、電気)

転職活動をバックアップします!

株式  
会社

## ウィングネット

詳しい資料請求は 担当 安原(やすはら)まで 気軽に御連絡下さい

〒542-0076 大阪府大阪市中央区難波2-3-11 ナンバ八千代ビル2階A号

TEL 06-6214-5196 FAX 06-6214-5237

http://wingnet.ehoh.net/

e-mail wingnet@lily.ocn.ne.jp

登録料無料・秘密厳守



# 技術士・RCCMの転職サポート

- ❗ 技術士（建設コンサルタント出身者）による転職相談
- ❗ 転職者の方は相談・登録・紹介等全て無料
- ❗ 実績に基づく独自ネットワークによる紹介

60代求人多数あります！  
お気軽にお問い合わせ下さい

↓当社運営ブログも併せてご覧ください↓

建設コンサルタントについて考える



技術士のつぼ



無料登録  
ご相談は

<https://jinzai.mo4c.com/>

技術士人材センター

検索



担当: 手塚 (技術士 建設部門<道路>・総合監理部門・経営工学部門 / 中小企業診断士)

## 建設コンサルタント・技術士人材センター

株式会社建設経営研究所 厚生労働大臣許可番号 13-ユ-305516

〒206-0033 東京都多摩市落合 1-10-1  
京王多摩センター SC2F KEIO BIZ PLAZA 多摩センター内

TEL 042-319-3581  
Mail: info@mo4c.com

業界に精通したコンサルタントが、  
成功する転職をご支援します。

★ <http://5starcon.co.jp>

相談から就職まで(無料) ▶

## 株式会社 ファイブスターコンサルタント

給与を水準を  
据え置いている  
企業は退職者が多い  
ようです。  
転職希望者が増えて  
一部の人気求人は激戦  
となってきました。

◇年内入社のお勧め求人◇

- 中堅コン/道路・建設環境/50歳※1000万円@仙台、東京、大阪
- 地場コン/道路・鋼コン/45歳※1000万円@東京、宇都宮
- 大手水コン/上下水・電気・機械/55歳※1000万円@仙台、東京、大阪
- 地場コン/土質・河川・道路/60歳※800万円@仙台、長野、岐阜、福井  
※はモデル年収

～ネット検索にはない旬の求人や全国  
(大手・地場)の非公開情報をご紹介します～

技術士紹介 21年の信頼  
代表取締役 五座 由洋【技術士：總監・上下水】

まずは、お気軽にお問合せください。



03-5227-5300

受付: 月～金 / 10:00～18:00



info@5starcon.co.jp

**P**rofessional

**P**eace

**E**ngineer

**E**nvironment

**E**thics

**技術士 PE**  
*IPEJ Journal 2023. 7*

2023年7月1日発行(毎月1回1日発行)  
通巻679号

¥1000



<https://www.engineer.or.jp/>