

《論文》

注目すべき異次元ICTと
デジタルトランスフォーメーション(DX)の進展

網川 菊美

注目すべき異次元ICTと デジタルトランスフォーメーション(DX)の進展

綱川 菊美

和文抄録：本稿では、新型コロナウイルス感染拡大禍、急速に進展したオンライン化、リモート化を念頭に、まずはICTの現況を、次いで注目すべき異次元の画期的かつ高度な新技術、「富岳」、量子コンピュータ、「GPT-3」を概観し、将来に向けての課題を指摘した。日本では2020年秋に発足した新政権下、デジタル庁の新設により、デジタルトランスフォーメーションの進捗を図る諸策が講じられ始め、次世代ICTの社会実装により、レジリエントな社会の実現と世界の潮流への対処が急がれていることを記した。

キーワード：デジタルトランスフォーメーション(DX)、富岳、量子コンピュータ、AI(GPT-3)

はじめに

2020年爾来、2021年が明けて尚、我が国のみならず、世界的に新型コロナウイルス感染症の終息は不透明である。しかし各種ワクチン接種の効能が広く共有され、対応が様々に図られる中、米欧では、経済活動再開の動きが急ピッチで進みつつある。ワクチン接種の拡大を踏まえ、イベントや飲食店、ジム等の受け入れ人数制限の撤廃、各種店舗通常営業の再開、交通機関運行の正常化等が、変異型ウイルスの感染加速リスクを一方に、広まりつつある。コロナ禍、感染拡大防止と経済維持の両立をどう図るかに苦慮し、深刻化した経済、社会問題への対処が急務であった実情が背景にある。

米国のジョンズ・ホプキンス大学の集計によると、2021年6月30日17時現在で、世界全体の感染者累計数は181,810,449人、死亡者数3,937,867人とある。欧米諸国では、新規感染者や死者数の面で、日本とは桁違いの猛威に見舞われたが、コロナ禍以前からのデジタル化が奏功して、ニューノーマルへの対処がスムーズであった成功例が少なからず認められる。我が国では、コロナ第一波流行初期以来、密閉、密集、密接の三密リスクの回避策が様々に図られる過程で、2020年春にテレワークが突如として広まった。作業効率、労働生産性等、種々の観点からその評価をすべく、勤怠管理システムや就業管理システム等の適用、また関連するソフトウェアの急速な進展が、労使双方に様々な影響を与えている。

テレワークを支えるICTインフラ、環境の整備もさることながら、コロナウイルスの感染拡大により必定となった広範な経済等対策推進に際し、我が国では政府のデジタル化の立ち遅れが図らずも顕現化した。技術立国を標榜し、ハイテク国家日本、他国からも技術先進国としての認知を得ていたにもかかわらず、2020年春、一律10万円を配る政府特別定額給付金支払いの際、手続きの混乱、失態が様々な対応、展開を急ぎ多方面に呼び起こすに至った。直近では、ワクチン接種に関連して、接種状況を一元的に把握するため国が導入した新システム「ワクチン接種記録システム（VRS：Vaccination Record System）」に対し、自治体、医療機関

の不満が噴出している。政府が調達したタブレット端末作業時のトラブル多発、また保健所等が感染者情報をインターネット上のデータベースに入力する「HER-SYS」や「ワクチン接種円滑化システム (V-SYS)」等、統合連結を欠いた複数システムの乱立が、現場での作業負担、遅滞を引き起こしている。スマートフォン向け接触確認アプリ「COCOA (ココア)」の不具合も含め、俄か仕立て感のあるシステムは、デジタル弱者への配慮を欠き、問題を大きくした。

2020年9月に発足した菅新政権は、デジタル庁の新設により、複数の省庁にまたがるデジタル化関連施策の一元化を目指すとし、基本方針、法案の策定を加速させ、64本もの新法、改正案を2021年5月に成立させた。予算編成においても、デジタル化推進大号令が発せられ、官民が有す種々のデータの集約、流通利便性の向上を図り、新サービスや新商品の開発に資する社会を目指すとしている。

しかし、デジタル化は、2001年森政権が提示した我が国初の「e-Japan戦略」以来、2003年の「e-Japan戦略II」、2009年の「i-Japan戦略2015」等と定期的に明示されたICT国家像の構想・計画を基に、進展が図られるはずであった。だが何れの推進策も、国家レベルでの最適デジタル化には程遠い、縦割り行政を映じたICT利活用に終始し、目的達成には至らず、利便性を享受ないし実感した範囲は限られていた。理念に即したシステムサービスの実現が、旧態依然の仕組みやシステムの居座り、加えて、多くの既得権益者への配慮を背景に、動きが鈍い所管省庁等の障壁に阻まれた経緯も看過できず、これらは今日尚課題視される状況下にある。

さて、行政関連の諸課題はさておき、2020年6月には、理化学研究所計算科学研究センターに設置されているスーパーコンピュータ「富岳」が、世界初の4部門世界ランキング1位となり、衝撃的な朗報として詳細が報じられた。2020年11月にも4冠に輝き首位(表1参照)、2021年6月末発表の最新ランキングにおいても4冠首位をキープし、3期連続の快挙を成して、今般の新型コロナウイルス感染症の予防策にも早速大いなる貢献をしている。

だが2020年7月、国連の経済社会局(UNDESA: United Nations Department of Economic and Social Affairs)が発表した「世界電子政府ランキング」では、日本の順位が前回の10位から14位へと後退(表2参照)、また2019年5月にスイスのビジネススクールIMD(International Institute for Management Development)が発表した世界デジタル競争力ランキングでも、日本は27位と前回の23位から後退という結果が示された。アジア勢ではシンガポール、香港、韓国、台湾が健闘して上位にランクされている中、日本は中国にも後塵を拝している(表3参照)。しかし、これらランキングの算出法の詳細を見ると、必ずしも実態を正確にスコア化した順位ではないことも指摘される。とはいえ、ガートナー社が2020年11月~12月、世界主要9か国の従業員を対象として実施したデジタル・ワークプレイスに関する調査結果を見ると、日本人のデジタルスキル自己評価は低く、ワークプレイス系アプリケーション・ツールの利用率についても、他国に比しかなりpoorであることが課題視される¹⁾。この辺りの検証は別稿にて記す。

以下、本稿では、注目すべき異次元先端情報通信関連技術の動向を踏まえて、日本のデジタルトランスフォーメーション(以下DXと記す)の現状を概観し、展望を図る。

表1. TOP 10 Sites for November 2020

Rank	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	Supercomputer Fugaku - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D. Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,630,848	442,010.0	537,212.0	29,899
2	Summit - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	2,414,592	148,600.0	200,794.9	10,096
3	Sierra - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM / NVIDIA / Mellanox DOE/NNSA/LLNL United States	1,572,480	94,640.0	125,712.0	7,438
4	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway, NRCPC National Supercomputing Center in Wuxi China	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
5	Selene - NVIDIA DGX A100, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA A100, Mellanox HDR Infiniband, Nvidia NVIDIA Corporation United States	555,520	63,460.0	79,215.0	2,646
6	Tianhe-2A - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692v2 12C 2.2GHz, TH Express-2, Matrix- 2000, NUDT National Super Computer Center in Guangzhou China	4,981,760	61,444.5	100,678.7	18,482
7	JUWELS Booster Module - Bull Sequana XH2000, AMD EPYC 7402 24C 2.8GHz, NVIDIA A100, Mellanox HDR InfiniBand/ParTec ParaStation ClusterSuite, Atos Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	449,280	44,120.0	70,980.0	1,764
8	HPC5 - PowerEdge C4140, Xeon Gold 6252 24C 2.1GHz, NVIDIA Tesla V100, Mellanox HDR Infiniband, Dell EMC Eni S.p.A. Italy	669,760	35,450.0	51,720.8	2,252
9	Frontera - Dell C6420, Xeon Platinum 8280 28C 2.7GHz, Mellanox InfiniBand HDR, Dell EMC Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	448,448	23,516.4	38,745.9	
10	Dammam-7 - Cray CS-Storm, Xeon Gold 6248 20C 2.5GHz, NVIDIA Tesla V100 SXM2, InfiniBand HDR 100, HPE Saudi Aramco Saudi Arabia	672,520	22,400.0	55,423.6	

出所：TOP 500 The List November 2020.

表2. 2020年電子政府ランキング

順位		国・地域名	電子政府発展度指標	前回との順位変動
2020年	2019年			
1	1	デンマーク	0.9758	=
2	3	韓国	0.956	↑ 1
3	16	エストニア	0.9473	↑ 13
4	6	フィンランド	0.9452	↑ 2
5	2	オーストラリア	0.9432	↓ 3
6	5	スウェーデン	0.9365	↓ 1
7	4	英国	0.9358	↓ 3
8	8	ニュージーランド	0.9339	=
9	11	米国	0.9297	↑ 2
10	13	オランダ	0.9228	↑ 3
11	7	シンガポール	0.915	↓ 4
12	19	アイスランド	0.9101	↑ 7
13	14	ノルウェー	0.9064	↑ 1
14	10	日本	0.8989	↓ 4
15	20	オーストリア	0.8914	↑ 5
16	15	スイス	0.8907	↓ 1
17	17	スペイン	0.8801	=
18	36	キプロス	0.8731	↑ 18
19	9	フランス	0.8718	↓ 10
20	40	リトアニア	0.8665	↑ 20

出所：国連経済社会局（UNDESA）「E-Government Survey 2020」「同2019」を基に著者作成。「電子政府発展度指標」については、オンラインサービスや人的資本、通信インフラの3分野の個別指標を基に算出されている。指標の範囲は0.0～1.0であり、2020年世界全体の平均は、0.6であった。

表3. 2020年デジタル競争力ランキング

順位2020	順位2019	国・地域
1	1	アメリカ
2	2	シンガポール
3	4	デンマーク
4	3	スウェーデン
5	8	香港
6	5	スイス
7	6	オランダ
8	10	韓国
9	9	ノルウェー
10	7	フィンランド
11	13	台湾
12	11	カナダ
13	15	イギリス
14	12	UAE
15	14	オーストラリア
16	22	中国
17	20	オーストリア
18	17	ドイツ
19	16	イスラエル
20	19	アイルランド
21	29	エストニア
22	18	ニュージーランド
23	27	アイスランド
24	24	フランス
25	25	ベルギー
26	26	マレーシア
27	23	日本
28	21	ルクセンブルク
29	30	リトアニア
30	31	カタール

出所：IMD WORLD COMPETITIVENESS RANKING 2020, 2019を基に著者作成

1. 注目すべきICTの進展

新型コロナウイルス、その変異種の猛威に揺れる社会は、現在「超VUCA時代」と評されている。英語の Volatility（変動性）、Uncertainty（不確実性）、Complexity（複雑性）、Ambiguity（曖昧性）のイニシャルを取った「超VUCA時代」は、現存する諸制度に変容を急迫している。コロナ禍でも、SDGs²⁾に即すムーブメントは停滞することなく、行き過ぎた市場経済の綻び、外部不経済がもたらした危機への対応を迫ったり、加速するデジタル化の二律背反的な問題の解決対処を急がせている。だが、種々今日的課題が重く影を落とす中、ICT領域には福音も認められる。

1) 日本のスーパーコンピュータ「富岳」4冠達成

理化学研究所と富士通株式会社が共同で開発し、整備を進展させているスーパーコンピュータ「富岳」が、世界のスーパーコンピュータの性能を競うランキングであるTOP500（演算速度）、HPCG（High Performance Conjugate Gradient solver：シミュレーション計算）、HPL-AI（High-Performance LINPACK：AIの学習速度）、Graph500（ビッグデータの処理速度）において、2020年6月いずれも1位を獲得し、世界初の同時4冠を制す快挙を成した。2位との差もかなり大きく、圧巻の1位であった。スーパーコンピュータのランキング

は、年に2回ほど公表されるが、最新のものは、2021年6月28日（中央ヨーロッパ時間）、オンラインで開催されたHPC（High Performance Computing：高性能計算技術）に関する国際会議（ISC20：International Supercomputing Conference 2020）にて発表された。2020年11月時、日本の「富岳」は全系を稼働させ、前回2020年6月に比し大きく性能をアップし、ポテンシャルの高さを明証して2期連続の1位を獲得した。それは日本産「京」が、2011年6月と11月に達成して以来の快挙であり、またその性能の高さは、表1に示す通り2位以下と圧倒的な差が認められた。「富岳」は、「京」の後継機であり、2020年代に社会的・科学的課題の解決に寄与し、日本の成長に資することは勿論、世界をリードする成果を生み出すことが期待されている。電力性能、計算性能、ユーザーの利便性・使い勝手の良さ、画期的な成果創出、ビッグデータやAIの加速機能等、総合力において世界トップレベルのスーパーコンピュータとして、2021年度から共用が開始されている。「富岳」の高いアプリケーション実行性能が広く種々実証され、我が国が目指すSociety5.0³⁾の早期実現に大いに資することが切望されている。

2020年は、コロナ禍、感染防止に役立つよう、早速様々な3密ケース、場所、状況等のシミュレーションを実施し、飛沫感染のリスクを可視化して社会に発信している。理化学研究所計算科学研究センターの複雑現象統一解決研究チームが、機内、カラオケボックス、タクシー、通勤電車等の屋内、また別途屋外における様々な条件を設定したシミュレーションは、動画の作成、数値のデータ化によって、感染、特にハイリスクの飛沫感染に関連する正しい理解と予防の啓発を行なっている。会話、合唱、咳、嘔吐時における飛沫の飛び方の比較や、エアロゾルのリスク、素材別マスクの効用率等を具体的に数値化することで、大いに人々のコロナ感染予防対策に資する情報を、タイミングよく提供したことが特記される。また昨今、理化学研究所や立教大学等の研究チームが、「富岳」を使用して、確認されている新型コロナウイルスの変異型3種、英国型、南アフリカ型、ブラジル型について、ウイルスが細胞と結合する部分のたんぱく質の変化を再現する数値モデルを作り上げ、英国型の感染力の強さ等を示した。2021年に入り猛威を振るっているインド型についても分析を予定している（2021年5月下旬現在）。

2) 量子コンピュータの進展

次世代の高速計算機、量子コンピュータの開発において、世界を牽引している米国に対し中国が存在感を高めており、覇権争いが他分野同様、激化する様相が認められる。中国科学技術大学の研究者たちが、米国グループに次いで「量子超越」と称されるブレイクスルーを果たしたことが、研究成果として米国の科学誌「サイエンス」に2020年12月3日掲載発表された。「光の粒」である光子を利用する量子コンピュータを開発し、多数の光子の分布を求める「ガウシアンボソンサンプリング」という特殊な問題に挑み、量子超越の実証のみに焦点を絞った専用機としてだが、中国勢の基礎的な研究力アップを明証し、量子コンピューティングの分野に新たな金字塔を打ち立てた。日本が自負する世界最速のスーパーコンピュータ「富岳」でも6億年、また中国の高速スーパーコンピュータ「神威太湖之光」では25億年を要する問題を、僅か200秒で計算したとする。しかし現時点で実用性が見通しはなく、今後の進展についても未知数の域を出ないが、巨額の資金や世界的逸材の集結により、国家的重大プロジェクトとして研究開発が加速して行きそうである。因みに米国のグーグルや競合するIBMは、物質を極低温に冷却して電気抵抗を消失する「超電導」の回路で計算する方式を採用しており、中国の光方式とは異なる。現時点では、グーグルの方が圧倒的に優勢であると多くが評しているが、こちらも実用化に向けては課題満載で、その用途はたっていない。とにかく2019年にグーグルが、英国の科学誌「ネイチャー」に量子超越の達成を公表した後、世界的に革新的な夢の技術である量子コンピュータ実現への期待は高まり、研究開発も熱を帯びている。

ところで、近時注目度がアップしつつある量子コンピュータは、大別するとゲート方式とアニーリング方式とに二分される。前者は、現在稼働しているコンピュータと同様、ほぼ如何なる問題にも適用可能で解を出す汎用性のある方式である。後者は主に難しい数の組み合わせ問題を解くのに適した方式であり、実証レベルでいくつもの注目すべき成果を上げている。また量子アニーリング方式と同じアルゴリズムを、最新のデジタル

によって模倣する「シミュレーテッドアニーリングマシン」も近年活発に研究が進められており、進度著しい。量子アニーリングマシンや「シミュレーテッドアニーリングマシン」は、その特性を生かし、考慮すべき要素が無数にあり、最適解を導き出すのが極めて困難な課題の解決に成果を収めつつある。具体的な事例として、量子コンピューティングをクラウド上で提供する、福岡市のスタートアップ「グループノーツ」の成果を示しておこう。同社は、2019年に自社の「マゼランボックス」を用いて、東京は丸の内エリアのオフィスビル26棟から排出されるごみ収集の効率化を図るシミュレーションを、三菱地所と共同で実施している。収集車の台数やルート等、理論上の組み合わせは10の740乗通りと途轍もなく膨大であったため、従来型のコンピュータですべてのケースを計算して比較することは実際には不可能であった。しかし量子コンピュータを適用することで、瞬時に最適組み合わせの解を確認することができ、走行距離や配備台数を従来の50%以下に削減可能であることを明証した。この実績が奏功して、経済成長、都市化が急進展し、都市部における廃棄物収集効率の改善問題が深刻化しているミャンマーの首都ヤンゴンにて、量子コンピュータによる最適化シミュレーションを実施し、当該問題を解決する支援の機を得ている。市内の集積場を効率的に走行する最短ルートの算出や、ごみ収集車の配備台数の抑制等、SDGsに資するべく丸の内での実績を活かして動き出している。この先には、都市交通システムの計画策定や都市開発最適化も視野にあるようで、ODAコンサルタント事業を手掛けている日本工営との協業は、日本政府、環境省が二酸化炭素排出削減を目指す都市間連携事業の一環をも担って、国際ビジネス展開のマルチ効果が期待される。

とにかく組み合わせ最適化問題は、物質材料や薬剤、金融商品のリスク評価、膨大なデータを処理するAIの利用に革新をもたらすと期待されている。しかし同時に、現在普及している暗号技術の無力化をもたらすリスクも指摘されることから、現時点では究極の暗号技術と評価されている量子暗号の導入を検討する動きが別途広まりつつある。量子暗号は、防護すべきデータを暗号化したり、元に戻したりする際に必要な「鍵」の情報を、光の粒である光子を用いて伝送する技術であり、第三者による不適正な解読が原理的に不可能であるとされているため、頻発気味である情報漏洩のリスク抑止効果が見込める。北京～上海の間に巨大なネットワークを構築する中国が、先陣を切って量子暗号の導入を進めるほか、米欧での検討も活発化の趨勢にある。こうした中、我が国においても、金融業界が先行して量子暗号の導入に向けた実験に取り組む動きが始動している。高速展開する株式取引等のデータ処理や大容量のデータ伝送等、将来の利活用の際にの対応能力について、必要な装置を実際に設置して検証するとしている。コロナ禍、テレワークが普及し、刻一刻相応の定着が進む中、高まるサイバー攻撃の脅威への対抗策が重要性を増している故である。現在も将来も、金融業界における顧客情報保護は最優先の重要課題であることを踏まえ、野村ホールディングス、情報通信研究機構、東芝等は、量子暗号の本格的な導入の前段階として、顧客情報や株式取引情報の擬似データを量子暗号化して伝送し、技術的な課題を初め、種々のオペレーション関連プロセスを精密に検証するとしている。

3) AIの進展：GPT-3

AI研究の第一人者であり、ディープラーニングの開発によって、AI第三次ブームの火付け役となったカナダのトロント大学名誉教授ヒントン氏は、人間の脳の神経細胞を模した「ニューラルネットワーク」に着目し、約40年一貫してAI研究を続けてきた。その彼が、2020年年頭に、AIの未来について、最終的には人間の考えを理解できるAIの実現、あらゆる領域に応用可能な汎用型AIの実現可能性を示唆した。現在のAIスピーカーやチャットボットは、様々な質問に対応して答えを返すが、内容についての理解はない。目下導入が進んでいるAIは、画像や音声の認識は得意だが、論理的に思考する能力を欠いている。進化の過程において、人間の脳が獲得した論理的思考能力に思いを馳せれば、ニューラルネットワークの仕組みが、AIによる推論実現のキーを握ると推計されるし、量子コンピュータの活用が本格化した暁には、飛躍的に高まる計算能力が、AI進展の可能性をも広げると見込まれる。

さて、AI第三次ブームの中、2020年5月に「OpenAI」が公開した最新版言語モデル「GPT-3 (Generative Pretrained Transformer 3)」が、世界中のAI関係者に大きな衝撃を与え、大反響を巻き起こしている。何分AI

による自動文章作成ツールが、あまりにも高精度のテキストを短時間で簡単に生成してしまったからである。「GPT-3」の前身である「GPT-2」の段階でも、その優秀な仕事ぶりから危険過ぎると問題視され、論文の公開が延期された経緯がある。「OpenAI」は、かのテスラを率いるイーロン・マスク氏を初め有力な実業家や投資家が参加して、2015年にAIを研究開発する非営利団体として設立した機関であり、当初来広く注目されていた。最初に悪人が最強のAIを開発してしまうと、社会にとんでもない悪影響を及ぼしかねないとの危機意識から、善人である自分たちが先んじてそれを開発しようとの目的で設立されたといわれている。だが、人類全体に有益性をもたらす方法で、オープンソースと親和性が高いAIを慎重に開発推進していくとの姿勢は、驚異的な成果の創出と共に、漸次、商品市場経済に即す方向へと変転を見せている。世界トップクラスの言語モデル「GPT-3」の独占的ライセンスは、2020年9月マイクロソフトに供与され、「OpenAI」には大きな転換点となったことが特記される。

さて、「GPT-2」の後継機である「GPT-3」は、教師無しのTransformer言語モデルであり、1,750億個のパラメータが含まれている。これは「GPT-2」のパラメータ数15億個より2桁大きく、とにかく超巨大である。トレーニングに要した計算量は、「GPT-2」で数十ペタフロップ/秒・日であったのに対し、「GPT-3」では数千ペタフロップ/秒・日と劇的な改善が認められる。「GPT-2」同様、完全にトレーニングされたモデルである「GPT-3」は、悪用リスクを懸念してすぐに一般公開されることはなく、2か月間の無料プライベートベータ版の提供後に、有料クラウドAPI (Application Programming Interface) を介したアクセス許可予定というプロセスを踏んだ。その理由としては、研究資金を確保すること、また大規模なAI基盤を小規模組織にも提供してイノベーションを支援すること、技術誤用への対応を簡便化すること等を指摘していた。しかし、潜在顧客やテックジャーナリストに限ってのAPI公開、無料利用が可能な段階において、既に多くの俊英たちが、AIモデルを駆使したアプリケーションの開発に精力的に挑み、多くの優れたデモムービーまでが世界に披露されるに至っている。詩や小説、プログラムのコード、ギタータブ譜等の自動生成のように、多様で試験的なAI適用結果が広く衝撃を生んでいる。この言語ツールが秘める傑出した有用性は、とにかくその実適用に際して、極めてクリエイティブなアイデアを世界中で誘発している。とはいえ、膨大なデータを膨大なモデルに投入することで、「見えざる手」宜しくどこかで統計的なパターン以上の論理を学習するのではないかという期待は、必ずしも現実のものとはなっていないようである。

しかし、文章生成という「GPT-3」のオリジナルタスクの性能は凄まじく、秀逸であることに変わりはない。冒頭の一文を与えればエッセイの生成が可能であるし、イントロを与えれば作曲も可能、HTMLのコードを数行与えればWebページのレイアウト生成すらも可能であり、人間にしかできないことの定義を、その根本において揺るがしている。1年前であれば不可能であったこと、それ以前であればファンタジーに過ぎなかったことが、「GPT-3」によって、確実に厳然と我々の眼前で起きているのである。「GPT-3」が世界に衝撃を与えた卓越性は、テック界隈を魅了し続けているが、そうした中、その高度な機能にはまだ重大な欠陥があるとして開発側は警鐘を鳴らし、欠陥の是正に鋭意取り組んでいる。他方、急進展し高度化したAIに脅威を覚え、その利活用に制限を付す動きが、欧米で始まっている。EUは2021年4月に、AI技術全般の供給と利用を包括的に法律で規制する案を打ち出している。まだ議論は浅い段階だが、産業界はこの案に対して、規制がもたらす費用高、スタートアップや中小企業の技術革新に悪影響を及ぼすとして、硬直的な法規制よりも、柔軟な官民協調のガイドラインや民間の自主規制を望むと早速意見表明している。

因みに、「GPT-3」が、1,750億個のパラメータを使ったモデルの実現に要するトレーニングコストは、1,200万米ドル、約12.5億円超と推定されている。

2. DX概観～実情と課題

我が国では、企業を初め各種組織において、DXの気運が高まっているが、一部の先進グループでは、特にAI導入への関心が強まっている。だが実装事例を具に見ると、PoC (Proof of Concept) の実証レベルで終了

しているケースが少なくない。果して、企業等は事業活動のどの部分に機械学習ベースのAIを導入しているのか。例えば製造業の場合、その製品をなぜ作るのかといったコンセプトがまずあり、それを実現する製品の機能をどうするか、具体的にどのように作るかといった製品の構造設計、そして最後にどう作るかといった製造工程の段階がある。目下のAI導入の事例は、工程の自動化や異常検知に役立てるといった最終段階、製造プロセスでの利用が大半であり、イノベーションに繋がる上位レイヤーでの導入が待たれる。海外では、業務変革を加速する目的で、上位レイヤーでの導入により、製品やサービスの内容を根本から見直すような利用が進んでおり、我が国の場合と様相を異にする。実際、広く国内における他業界の動向を見ても、業務自体の効率化を目指すチャットボットや、パソコン業務の自動化等に止まる事例が多く、デジタル社会を先導するAIをよく学習して習熟し、その有用性を活かす更なる高度利用が望まれる。

さて、この1年間、コロナ禍で最もその存在感を増大させた企業の筆頭は、ビデオ会議サービス「Zoom」を手掛ける「米ズーム・ビデオ・コミュニケーションズ」であろう。企業ばかりか広く学校授業への活用、米国テキサス州では陪審員裁判にも使用され始めており、株価は2020年年初来6倍以上に高騰、時価総額は10兆円を超えるまでに急成長している。しかし米中対立が深まる中、セキュリティの面で、米国司法省が、当該企業及びそのシステムサービスを、その設立時来の運用履歴から問題視している。ドローンで世界最大手の中国のDJIについても、米商務省は安全保障上の問題があると公表し「エンティティ・リスト」⁴⁾に追加する等、セキュリティに関しては、個人から国家レベルにまで周到な監視策が講じられ、多方面に種々の軋みを生んでいる。水面下に潜む静かなる攻撃者、組織内に既に潜伏して虎視眈々とユーザーを狙う如何なる内部脅威に対しても自動検知し、SaaSツールもオンプレミスでも、組織を守り抜くセキュリティ業務が重要性を増している。

さて、電子インボイスの普及に向けて、国際規格である「Peppol (ペポル)」⁵⁾に準拠した「日本標準仕様」策定が決定され、2023年10月の制度開始を目指すことになった。2022年秋には、事業者が電子インボイスに対応したソフトウェアを使用できる状態にする等、官民連携で、中小・零細規模事業者から大企業までのDXを、こうした方面でも促進する動きが本格化しつつある。因みに電子インボイスの仕組みを通じて、国内外の相手とデジタルの請求書をオンラインで円滑に授受できるようになると、事業者は請求、支払い、記帳、申告等の業務において、圧倒的な効率化と正確な処理の実現が可能となる。

また、巨大IT企業の市場寡占に対する厳しい糾弾が、欧から米国、中国へとシフトしつつあり、寛容な姿勢からの転換が近年際立ち始めている。世界的に、デジタル技術に習熟しネットを巧みに利活用することが可能な個人や組織とそうではないところとの分断の深刻化も、懸念される状況下にある。日本では、経済産業省によるDX指標を基に、大企業等約220社がDXへの取り組み状況を自己診断した結果、2020年半ば時点で「未着手」や「散発的実施」レベルの回答が9割超と、加速する世界のデジタル化に比し、憂慮される実態がコロナ禍前と変わらず認められた。先に記した国際機関やガートナー社による日本のDX劣位指摘調査結果と符合する。デジタル庁の創設を機に、現在我が国が直面している諸問題に対し、デジタル教科書初め多分野でのイノベーション推進が検討されているが、制度改正には、現場からの声を十分に反映することが必須である。

2020年は、ICT領域において、将来が期待される異次元の成果がいくつかあった。しかし一方で、加速するDXが、産業界を初め様々なところに厳しい分断、明暗の兆候をもたらし、コロナ禍、諸策が重荷を背負って効能を期待されている。DXが、社会における有用なツールとして、日常から企業活動等の様々な営為に活かされ、Society5.0を早期に実現するには、ICTの活用でビジネスの変革を主導できるリーダーやデジタルアーキテクトの存在が欠かせない。システムの刷新をビジネスの変革につなげ、経営改革を牽引し得る有能な人材、業務内容に精通し、ICTで何が可能かを理解し、経営計画をICTシステムに落とし込んで変革を実現できるデジタルアーキテクト、更にはAIの活用が可能な人材等の確保が、デジタルドリブンの時代には緊要である。

【注】

1) ガートナージャパン株式会社は、世界の主要9か国（米国、英国、ドイツ、フランス、日本、中国、インド、シンガポール、オーストラリア）において、従業員数100人以上の組織に所属する10,800人を対象に「Gartner 2021 Digital Worker Experience Survey」を実施し、その結果を公表している。これら9か国を比較すると、ビジネス用途のデジタルスキル、アプリケーションの活用率、柔軟な働き方による個人

の生産性の変化、これら何れにおいても日本の従業員の低位自己評価、劣位が際立つ結果であった。

- 2) SDGsとは、Sustainable Development Goals、持続可能な開発の略称であり、2015年9月の国連サミットで採択されたものである。国連加盟国が、開発途上国から先進国まで全世界が抱える諸問題の解決に向けて17の目標を設定し、2016年から2030年の15年間で達成すべく明示したものである。17の目標にはそれぞれ平均10個程ターゲットが示されており、その数は合計169に及ぶ。毎年7月頃、各国がSDGs達成に向けての進捗状況を自ら報告するモニタリングの枠組みとして、国連ハイレベル政策フォーラム（HLPF：High Level Political Forum）がある。（参考資料：「持続可能な開発のための2030アジェンダ」を採択する国連サミット）
- 3) Society5.0とは、第五期科学技術基本計画において、我が国が目指す将来の社会像として初めて提唱されたものである。具体的には、IoT、ロボット、AI、ビッグデータ等の新技術を産業や社会全般に広く取り入れてイノベーションを創出し、各人が快適に活躍可能な社会、その実現を意味する。サイバー空間とフィジカル空間と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同時に図る人間中心の社会を目標とする。狩猟社会、農業社会、工業社会、情報社会に続く新たな社会であることを「5.0」で意味している。
- 4) エンティティ・リストとは、米国の商務省が輸出管理法に基づいて、国家安全保障ないし外交政策上の懸念があるとして指定した企業を列挙したものであり、公表されている。リストに掲載された企業に対して、物品やソフトウェア、生産や開発に必要な技術を輸出する際には、商務省の許可が必要とされているものの、申請は原則却下の憂き目にあう。現在リストは200ページを超え、指定企業は数千社に上っているようだが、米政権の恣意的運用を懸念する向きが少なくない。
- 5) Peppol（ペポル）とは、電子インボイス等の電子文書をネットワーク上で授受するための国際規格である。OpenPeppolが運営管理団体としてあり、取引を行う各関連組織等が、同じ仕様の規格で電子文書のやり取りをオンラインで行うことを可能にしている。ネットワークへの接続アクセス・ポイントは、欧州、米国、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、シンガポール等31か国に合計295か所ある（2020年8月19日時点）。Peppol採用各国は、行政機関に管理局（Peppo Authorities）を設け、各国の商習慣に適合した標準仕様を管理している。

【参考資料】

1. 電子政府ランキング、日本14位に後退 韓国2位浮上、2020/7/14、<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ061475700U0A710C2000000/>、2020年12月29日閲覧。
2. 国連電子政府ランキングの上位20か国の変遷 | 日経クロステック（xTECH）、<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/08340/?ss=imgview&FD=1153259116>、2020年12月29日閲覧。
3. 日本、世界電子政府ランキング14位の虚と実、松本健太郎、2020/9/30、<https://business.nikkei.com/atcl/seminar/19/00067/092500038/?P=3>、2020年12月29日閲覧。
4. 2020 United Nations E-Government Survey、10 July 2020、Department of Economic and Social Affairs、2020/12/15閲覧。
5. The IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020、pp.18-29、2020年2月15日閲覧。
6. 理化学研究所計算科学研究センター、「富岳」について>スーパーコンピュータ「富岳」プロジェクト、>スーパーコンピュータ「富岳」開発概要、>スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラムについて、2021年1月3日閲覧。
7. 富士通>企業情報>事業方針>技術・研究・デザイン>スーパーコンピュータ富岳、2020年12月30日閲覧。
8. 文章生成AI「GPT-3」がRedditで1週間誰にも気付かれず人間と話していたことが判明、GigaZINE、2020/10/08、<https://gigazine.net/news/20201008-gpt-3-reddit/>、2020年12月29日閲覧。
9. Sagar, Ram/2020/6/3、"OpenAI Releases GPT-3、The Largest Model So Far、<https://analyticsindiamag.com/open-ai-gpt-3-language-model/>、Analytics India Magazine、2020年12月15日閲覧。
10. What is PEPPOL、<https://peppol.eu/what-is-peppol/>、2020年12月29日閲覧。
11. 日本経済新聞>経済>企業220社のDX9割が不十分 経産省指標で自己診断、2020年12月27日閲覧。
12. 独立行政法人 情報処理推進機構 社会基盤センター 新たな潮流の発信『DX推進指標自己診断結果分析レポート』、2020年5月28日。
13. 経済産業省>ニュースリリース>ニュースアーカイブ>2019年度7月一覧>デジタル経営改革のための評価、2019年7月31日、2020年12月25日閲覧。
14. 『AIと社会と法 パラダイムシフトは起きるか?』 宍戸常寿・大屋雄裕・小塚社一郎・佐藤一郎 編著、「第5章 専門家責任 Ⅲ. 社会全体のインセンティブ設計、Ⅳ. 不法行為法とAI」、「第10章 これからのAIと社会と法」、有斐閣、2020年8月20日初版第1刷発行。
15. ガートナー、世界の主要9か国の従業員を対象としたデジタル・ワークスペースに関する調査結果を発表、2021年5月10日Newsroom プレスリリース。<https://gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20210510>、2021年5月11日閲覧。

Outstanding New ICT & Digital Transformation

Kikumi TSUNAKAWA

Summary

Staying competitive in a constantly changing global business world depends on an organization's ability to rapidly adapt through the adoption of new technologies.

Digital transformation is the strategic adoption of digital technologies. It is used to improve processes and productivity, deliver better customer and employee experiences, manage business risk, and control costs.

Digital transformation represents myriad tools, solutions, and processes. An effective strategy is one that is customized for each unique organization with most suitable ICT. But digital transformation is not a one-and-done project. It is an ongoing process that must be constantly nurtured and evolved.

Key Words: digital transformation, Fugaku, quantum computer, AI(GPT-3)