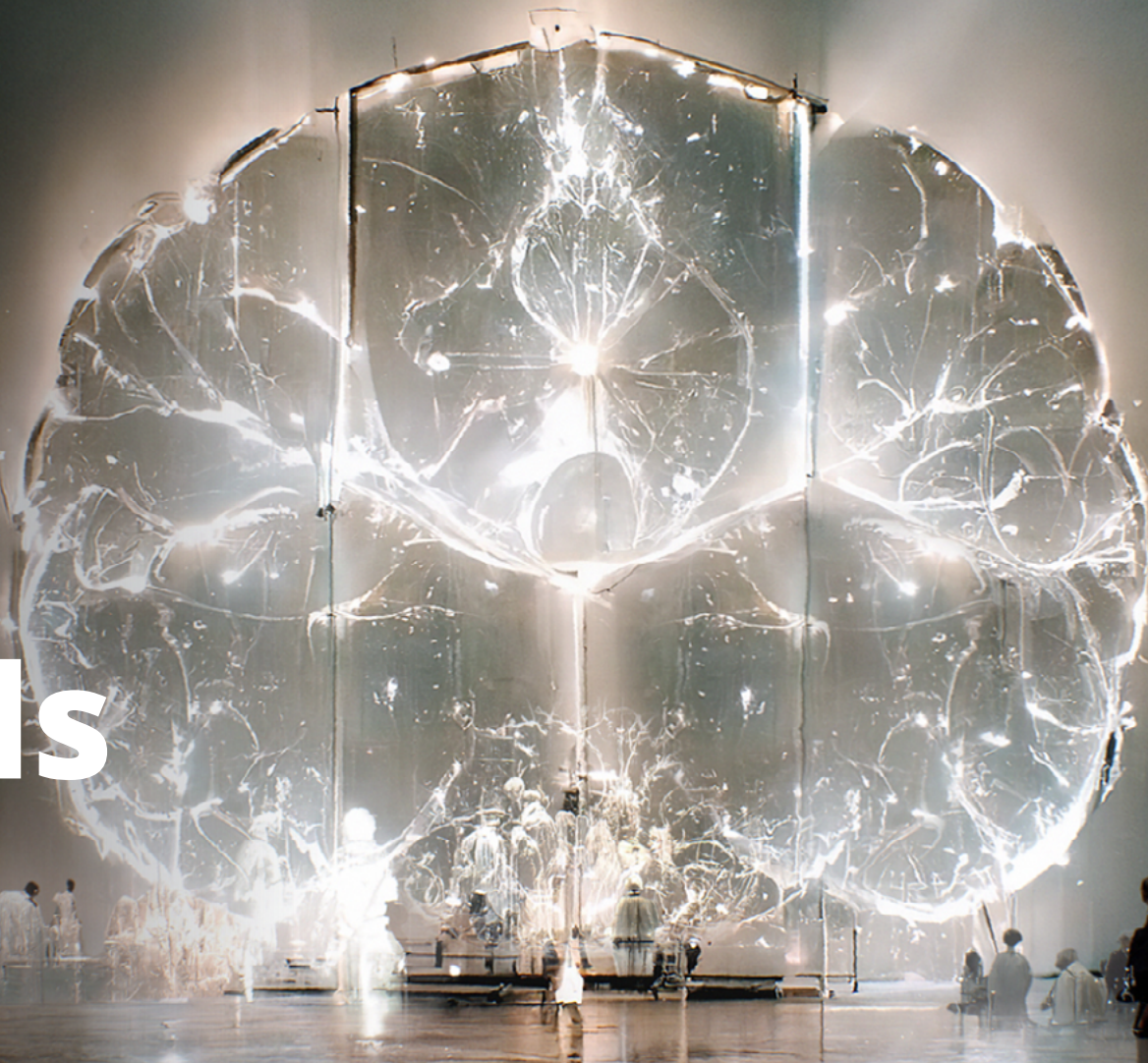


Deloitte.
Insights

Tech Trends 2023

日本版



Trend Lines

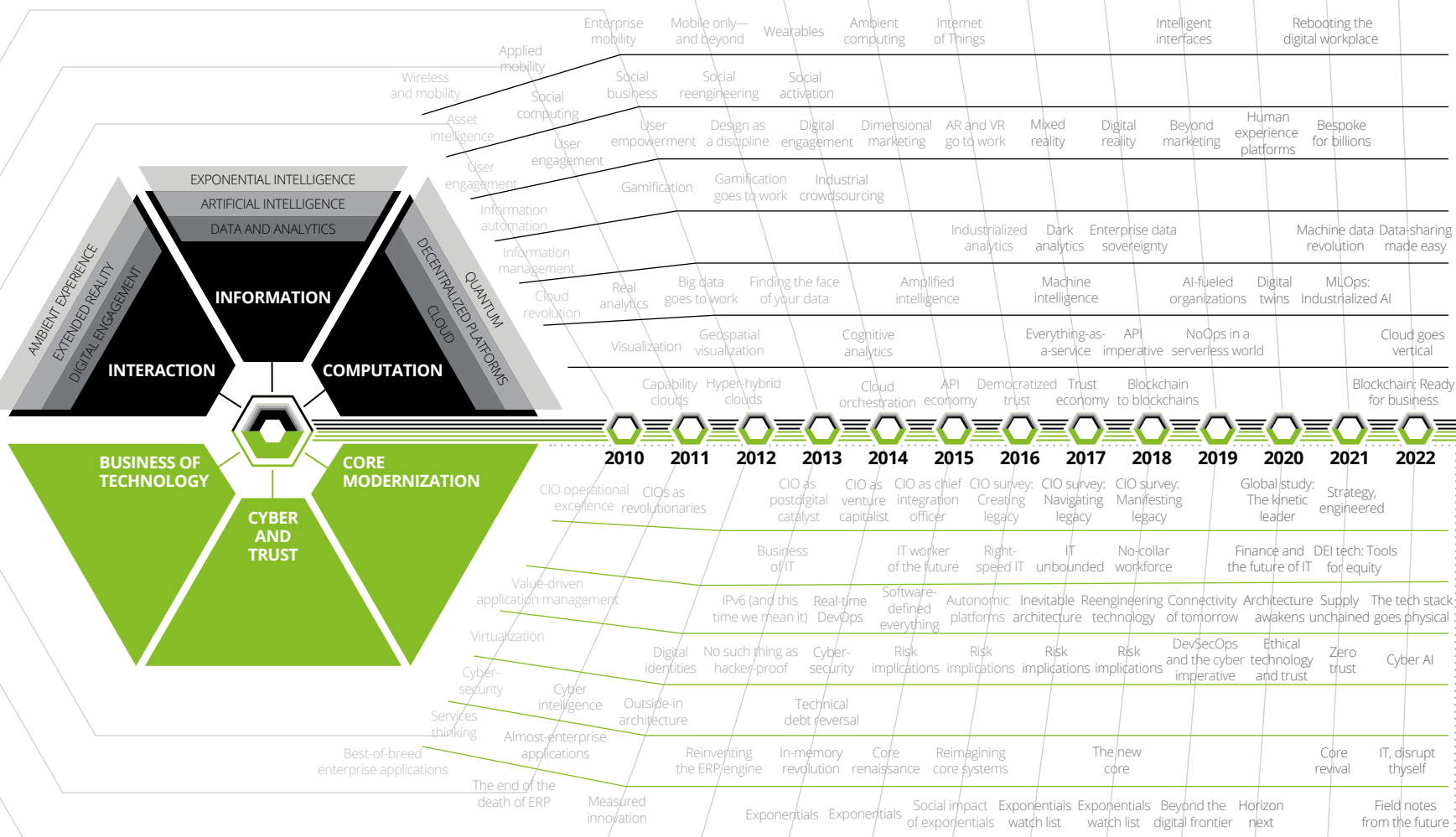
未来はすでに来ているが、
それを示す要素は偏在している

デロイトのテクノロジーケーススタディーコレクションは、パイオニアであるさまざまなリーダーや組織に注目し、それらが織りなす先進的なテクノロジーイノベーションの姿を映し出している。これらを俯瞰することで、今後1年半から2年の間に変化するであろう我々の仕事や生活の輪郭が浮かび上がってくる。そして、それが年次の「Tech Trends」レポートの方向性を指し示すシグナルとなる。



(グローバルサイト)

Trending the trends: Fourteen years of research



INTERACTION

Through the glass

INFORMATION

Opening up to AI

COMPUTATION

Above the clouds

2023

Flexibility, the best ability

BUSINESS OF TECHNOLOGY

In us we trust

CYBER AND TRUST

CONNECT AND EXTEND

CORE MODERNIZATION

HORIZON NEXT

Table of contents

05
エグゼクティブサマリー

17
トレンド1
画面を超えて：
エンタープライズ向け没入型インターネット

41
トレンド4
柔軟性、最高の能力：
テクノロジー人材の再創造

71
エピローグ

09
プロローグ

26
トレンド2
AI社会への扉を開く：
AIを仲間として信頼すること

52
トレンド5
我々は我々自身を信じる：
分散型アーキテクチャーとエコシステム

79
Acknowledgments

34
トレンド3
メタクラウド：
マルチクラウドがもたらす混沌の掌握

62
トレンド6
先進技術との連携と拡張：
メインフレームモダナイゼーションの新たな歩み

エグゼク ティブ サマリー

デロイトの14回目となる「Tech Trends」年次レポートでは、インタラクション、インフォメーション、コンピューテーションからなるイノベーションに関わる領域と、ビジネスオブテクノロジー、サイバーと信頼、コアモダナイゼーションからなる、ビジネスを支える基盤に関わる領域の両方において、新興テクノロジーが及ぼす影響を考察している。先駆的な組織へのインタビューを通して、デロイトの「Tech Trends」チームは業界や地域を越えて現在起きていることを把握し、1年半から2年以内に顕著になるであろう新しいテクノロジーやアプローチに注目した。そして今後10年の間にトレンドがどこに向かうのかを予測する。

プロローグ：未来への略史

情報テクノロジーはその歴史全体を通じて、インタラクション、インフォメーション、コンピューテーションという変わらない3要素を着実に進化させてきた。同様に、情報テクノロジーの未来も、シンプルさ、全知性、豊かさという最終段階に向けて、これら3つの要素が進化を続けていくであろう。ビジネスオブテクノロジー、サイバーと信頼、コアモダナイゼーションの3つのカテゴリーは、ビジネスがテクノロジーをけん引するのであって、その逆ではないという現実、そしてビジネスが成長とシームレスなオペレーションを両立できるように、既存のシステムと投資を先駆的なイノベーションとうまく連携させる必要があるということを認識するためでもある。これらを合わせて情報テクノロジーの6つのマクロテクノロジーフォースと定義した。

空を見つめる： テクノロジーの不変的な3要素

情報テクノロジーの歴史は、インタラククション、インフォメーション、およびコンピューテーションという現代のコンピューターの不変的な3要素を着実に進化させてきた。

トレンド1

画面を超えて：エンタープライズ向け 没入型インターネット

近年、私たちは小型化する画面を通してデジタル世界に接続している。技術者は画面の縮小には限界があると認識している。パラダイムシフトは再び起きており、画面を超えた没入型のバーチャル体験に導くインターフェースへと向かっているのだ。そのバーチャル体験には、メタバースとして知られるデジタル世界も含まれている。今後数年間で、接触型・対話型・仮想型インターフェースは、技術から遊び道具、そしてビジネスツールへと変化していくであろう。AI、ブロックチェーン、5G、IoTの活用が進み、3D空間コンピューティングと組み合わせることで、「unlimited reality（限界のない現実）」と呼ぶべき新たなパラダイムシフトを起こしている。

企業は「unlimited reality」が提供する機能を中心に収益性の高いビジネスモデルを構築し、そのほかの企業は業務効率化、コラボレーション、学習で利用するための没入型環境を従業員に提供する。今後10年間にわたって技術が進歩し続ける中で、企業は複合現実との接点を拡大することでオンライン化する現実に備える必要がある。

トレンド2

AI社会への扉を開く： AIを仲間として信頼すること

AIツールがますます標準化されコモディティとなる中、アルゴリズムの作り込みから真の競争優位性を獲得できるビジネスは今日ほとんど無くなっている。代わりに、真の意味でAI駆動型となった企業を競合から差別化するのは、プロセス全体でいかにAIを強固に活用するかという点であろう。ここで重要な要素は、機械学習技術よりもはるかにゆっくりと築かれようとしている、信頼なのである。これまで以上に機械が基本的な計算能力を超え、人工知能 (AI: Artificial Intelligence) を介して識別や意思決定を行うなど、人間が行うタスク領

域へと踏み入るようになったことに伴い、ビジネスの世界では、機械を信頼することの意味が新たなものへ変容しつつある。

トレンド3

メタクラウド： マルチクラウドがもたらす混沌の掌握

マルチクラウド管理を簡素化するために、企業は、急拡大するマルチクラウドの上位に位置する「抽象化」と「自動化」のレイヤーに注目し始めている。「メタクラウド」または「スーパークラウド」としても知られている、この一連のツールと技術により、ストレージ、コンピューティング、AI、データ、セキュリティ、運用、ガバナンス、アプリケーション開発・デプロイなど、共通的なサービスにアクセスできるようになり、マルチクラウド環境の複雑さから解放される。メタクラウドは、マルチクラウドの複雑さに苦慮している組織に対して、それらを一元管理するための機能を提供する。

地に足を着ける： ビジネスを支える3つの基盤

ビジネスオブテクノロジー、サイバーと信頼、コアモダナイゼーションに集約される既存のシステムと投資は、先駆的なイノベーションとうまく連携させることで、ビジネスの成長とシームレスなオペレーションを両立できる。

トレンド4

柔軟性、最高の能力： テクノロジー人材の再創造

この1年、多くの企業が、限られたテクノロジー人材の獲得をめぐる激しい競争を繰り広げてきた。しかし、技術的なスキルが数年ごとに陳腐化するため、現在のニーズに合わせた採用は、長期的な戦略としては成功しない。経験豊富なリーダーは、限られた人材の獲得をめぐる他社と競争するのではなく、テクノロジーの才能を厳選し、創造し、育成することができる、より広範な人材確保の取り組みを志向する。企業は、テクノロジー人材の確保と活躍に向け、これまでの実績や経験に固執するのではなく、むしろ柔軟さを最高の能力として評価することが必要である。スキルベースの組織を

構築し、クリエイティブな方法で人材を見つけ出し、獲得した人材に魅力的な経験を提供することで、企業は人材に関する目標を達成することができる。長期的には、AI技術が十分に進歩し、現在ITチームの負荷となっている比較的単純な作業の多くを実行できるようになるため、企業はヒューマンスキルを向上する取り組みを強化していけるよう計画すべきであろう。

トレンド5

我々は我々自身を信じる： 分散型アーキテクチャーとエコシステム

ブロックチェーンを利用したエコシステムは、デジタル資産の開発とそれを利用した収益化だけでなく、新たな信頼の形を構築するための鍵となりつつある。組織がブロックチェーンの有用性を理解し始めるにつれ、ステークホルダーの信頼構築こそがブロックチェーンの主要なメリットの1つになりうることに気づき始めている。日常的なエンタープライズアプリケーションからブロックチェーンネイティブのビジネスモデルまで、分散化されたアーキテクチャーとエコシステムは信頼の仲介機能そのものを不要にし、ネットワーク参加者全体に分

散させることで新しい信頼関係の構築を目指す。組織は、より分散化されたインターネットであるWeb3の再発明を支援することで、信頼性を確固たるものにするができるかもしれない。Web3は、単一且つ不変の真実が記録されるパブリックブロックチェーンに基づいており、この世界では、デジタルネイティブが、より質の高い手法で真実の証明を行うよう要求する可能性が高まっている。コード、暗号、技術プロトコルによってコンセンサスを得るデジタル台帳技術と分散型ビジネスモデルは、私たちの誰もが私たち全員ほど信頼できる存在ではないことを示している。

トレンド6

先進技術との連携と拡張：メインフレーム モダナイゼーションの新たな歩み

メインフレームのモダナイゼーションは、単なるレガシーシステムの置き換えから、先進的な技術との連携と拡張へと変わってきている。実現性の高いレガシーシステムのモダナイゼーション手法により、企業はメインフレーム上の価値あるデータの利活用でDX（Digital Transformation、デジタルトランスフォーメーション）を推し進めている。



エピローグ： 視野の拡大 — infoTech から xTech へ

歴史的に、企業の人々にとって、「テクノロジー」とはインフォメーションテクノロジーの略語として認識されてきた。しかし、これまでエンタープライズテクノロジーとは別物と考えられてきた、もっと広い一連のテクノロジー、すなわち「xTech」が間近に迫っている。xTechの根本となる形式科学、自然科学、社会科学に根ざした学術および研究分野は、特許、起業活動、テクノロジーの成熟と進歩、学術研究と助成金への投資、ベンチャーキャピタルの資金調達であふれており、最も優秀な人材を集めている。我々は、ビジネスイノベーションへの影響の面で、最終的に6つの新興テクノロジー分野がインフォメーションテクノロジーに匹敵するものになると予想している。それらは宇宙工学と航空工学、細胞・生体分子工学、脳や神経系のアプリケーションとインターフェース、自律型ロボットと精密ロボット、気候・サステナビリティ・環境テクノロジー、そして電力・エネルギー・バッテリー技術である。

プロローグ

未来への略史

数年前、シリコンバレーのコンピューター歴史博物館で行われたデモデー（スタートアップ企業が事業計画などを投資家にプレゼンするイベント）で、私は未来への歴史に直面した。当時、私は次のユニコーンを狙うベンチャーキャピタリストだった。一流の起業家たちによる売り込みの合間を縫って博物館の展示品を見て歩き回っていると、1840年代にイギリスの博学者 Charles Babbage によってデザインされた最初のコンピューターを再現したものに出くわした。

ビクトリア朝時代の Babbage のデザイン、特に同僚の数学者 Ada Lovelace と共同で開発した機械式汎用コンピューターである解析機関について知り、私は魅了された。解析機関は、読取装置 (Reader)、演算装置 (Mill)、記憶装置 (Store) の3つの主要機能を含め、多くの機能が現代のデジタルコンピューターと共通して

いた。読取装置はパンチカードを取り込むことでユーザーとマシンの対話を可能にし、記憶装置は数字や中間的な計算結果といった情報を、数学的な計算を行う演算装置が処理するまで保持していたのである。

Babbage は当時、これら3つの基本的な機能が現代のコンピューターの不変的な基盤として今日まで存在し続けるとは夢にも思わなかったであろう。実際、デロイトと世界経済フォーラムとの共同研究報告書で示したように、情報テクノロジーはその歴史全体を通じて、インタラクション、インフォメーション、コンピューテーションという変わらない3要素を着実に進化させてきた¹。同様に、情報テクノロジーの未来も、シンプルさ、全知性、豊かさという最終段階に向けて、これら3つの要素が進化を続けていくであろう (図1)。

インタラクションはシンプルさに向かう

電子式の汎用デジタル電子計算機は、Babbageのデザインから約100年後に登場した。それは部屋の大きさほどのコンピューターで重量が何トンもあり、パンチカードでプログラミングされていたが、30年も経たないうちに、コマンドラインインターフェースでやりとりするデスクサイズのコンピューターに変わった。

1990年頃には、デスクトップサイズのコンピューターはグラフィカルユーザーインターフェースを誇り、難解なコンピューター構文はシンプルなアイコンに取って代わられた。その後、カーソルを動かし、ボタンをクリックする動作は、ポケットへの収納や手首への装着を行うポータブルコンピューターでのタッチアンドスワイプや、音声コマンドを理解できるバーチャルアシスタントへと進化した。今日では、拡張現実の技術により3Dの世界に没入することができ、そこではデジタル上の分身を使って仮想体験ができる。

図1：未来への略史

TIME (years)	t-175	t-75	t-50	t-25	t-10	t	t+10	t+n	t=∞
要素	Babbageのデザイン	初のデジタルコンピューター	20世紀半ば	20世紀後期	21世紀初期	2023年現在	近い将来	未来	最終段階
インタラクション	読取装置 (Reader)	パンチカード	コマンドライン	グラフィカルユーザーインターフェース (GUI)	モバイル端末	拡張現実	アンビエントエクスペリエンス	神経インターフェース	シンプルさ
インフォメーション	記憶装置 (Store)	算術演算	リレーショナルデータベース	記述的分析	予測分析	コグニティブオートメーション	エクスポネンシャルインテリジェンス	汎用AI	全知性
コンピューテーション	演算装置 (Mill)	メインフレーム	ミニコンピューター	クライアントサーバー	クラウドアーキテクチャー	分散型プラットフォーム	空間Web	量子コンピューティング	豊かさ

出所：Deloitte, Technology Futures Report 2021, accessed October 2022.

インタラクションの未来

人間とコンピューターのインタラクションを支える技術がより複雑になる一方で、ユーザーエクスペリエンスはよりシンプルになるであろう。

よりシンプルなものとしては、アンビエントエクスペリエンスがある。アンビエントエクスペリエンスとは、ユビキタスなデジタルアシスタントが環境を監視し、声、ジェスチャー、または視線に反応（または積極的に予測）しながら、我々の要求を満たすことである。その先には何があるのだろうか。生物学的思考とデジタル応答の間の直接的なコミュニケーションを可能にする神経インターフェースがあると想像できる。今日のスマートサーモスタット（室内温度を制御する装置）は音声制御に対応するが、将来的には、肌寒く感じていることをスマートサーモスタットが認識し、自動で快適な温度に調整するようになるであろう。特定の障害を持つ人々が脳の信号を使って外部機器を制御する際に、神経インターフェースがどのように役立つか、関連する研究はすでに始まっている。

インフォメーションはインテリジェンスに向かう

Babbageが解析機関を設計したとき、インフォメーションは数を意味し、後に数学的演算を意味するようになった。やがて、算術計算は、明確に定義され構造化されたデータを含むリレーショナルデータベースに取って代わられた。その後、データベースは高度化し、テキスト、音声、動画などの非構造化データを管理できるようになった。この構造化データと非構造化データからは、パターンや傾向を見出すことができる。そして記述的分析（見える化）の時代が始まった。

過去10年ほどの間に、予測分析（観察されたパターンや傾向に基づいて起こることを予想すること）が台頭した。今日、コグニティブオートメーションシステムは、予測分析とアルゴリズムおよびAIを組み合わせ、リアルタイムで有用なデータドリブンの意思決定を行う。

インフォメーションの未来

情報システムが進化を続ける中で、マシンのインテリジェンスはますます高度化するであろう。

コンピューター科学者のLarry Teslerはかつて、「AIはこれまでできなかったすべてを可能にする」とユーモアを交えていった²。だとすると、AIの未来はエクスポネンシャルインテリジェンスとして広義に定義できるかもしれない。それはつまり、AIがこれまで「人間特有」だと思われてきた能力にまで急激な進化を遂げることを示す。

感情認識AI（共感と感情を伴う知性）は、個性と魅力を持つマシンになるであろう。将来的には、笑顔、目のきらめき、会話の間など、人間にしかないデータでマシンの心を訓練し、人間の感情を見抜いて模倣することを教えられるようになるであろう。あるいは、詩作や描画、サウンドトラックへのスコア付けもできる創造的な知能を持った生成系AIについても考える必要がある。

その後は、単純な数学から博学へと進化した汎用AIが台頭するかもしれない。現在のAIはシングルタスクが可能で、チェスや車の運転は得意だが、両方を行うことはできない。汎用AIは、それまで人間だけが持っていたさまざまな特徴を学習し、模倣することができる応用力の高いシステムを提供するであろう。

コンピューテーションは豊かさに向かう

コンピューテーションは入力を出力に変える。演算装置からメインフレーム、ミニコンピューター、クライアントサーバーに至るまで、コンピューテーションの進歩は小型化の一途をたどった。それはムーアの法則と、より良く、より速く、より安く、より強くなるための止まることない進歩である。実際には、それは仮想化の技術によって数十年で小型化され、現代のクラウドアーキテクチャーで頂点に達した。コンピューティングは、利用者に順応性、柔軟性、そして発展の可能性を約束する分散型のユーティリティとなった。

また今日、クラウドへのシフトが、分散化のさらなる進展につながった。このテクノロジーとプラットフォームの進展を支えるのは、暗号化によって安全性が確保されたブロックチェーンである。分散化においては、アイドル状態が長い何百万ものプロセッサ、ディスクがあり、それらをマーシャリングすることでリソースとして利用できる。分散ストレージやコンピューティング、ドメインネームシステム (DNS) と、当然ながら通貨も、ネットワーク参加者の間で処理と信頼を分散しており、全員に勝る1人はいないことを示している。



コンピューテーションの未来

コンピューターの小型化、仮想化、分散化が進むにつれ、データ処理、コンテンツの生成とキュレーション、開発とコーディング、問題解決などの能力は、豊かさに向かって歩みを続けている。

分散型ネットワーク、エッジコンピューティングと高度な接続性によって、空間Webは物理環境と仮想環境の境界をより曖昧にするであろう。現実そのものがますますオンライン化される中、デジタルコンテンツは物理的空間にシームレスに織り込まれ、我々が共有する個人の、または仕事上の経験と切り離すことができなくなる。量子コンピューティングは、従来のコンピューターのビットに代わり量子ビットを使用することで、数学ではなく量子力学によってこれまで解決できなかった問題を迅速に解決する。

「Tech Trends 2023」 地に足をしっかり着けて、 空を見つめる

フューチャリストは未来を占うことができない。代わりに、「未来はすでに来ているが、それを示す要素は偏在している」という考えに基づいて行動する。デロイトの「Tech Trends」チームは14年間の大半を費やして、今から未来の断片を形作ろうとしているパイオニアたちの動きを垣間見ようと、あらゆる業界や地域を探し回ってきた。我々が記録してきたトレンドの半数は、上述したインタラクティブ、インフォメーション、コンピューテーションの3つの不変的なカテゴリーに当てはまる。

しかし、なぜ半数なのか。

スタートアップはしばしば「素早く動き、破壊せよ (move fast and break things)」というモットーを掲げ所にする。彼らがディスラプションを起こしやすいのは、確実にゼロからスタートしていて、まだ守るべきレガシーを持っていないからだ。一方で、確立された組織は非常に多くのレガシーを持っている。成功している企業は、「新しいもの」を追い求めて「今」を壊すリスクを冒すことができない。テクノロジーリーダーの責任は、パイオニア精神と、安定運用に関する使命とのバランスをとることだ。ITにおけるヒポクラテスの誓いとして、害をなすなかれ。責任ある企業のプロフェッショナルは、次のステップに進むためにも、まずは今あるものを育てなければならない。

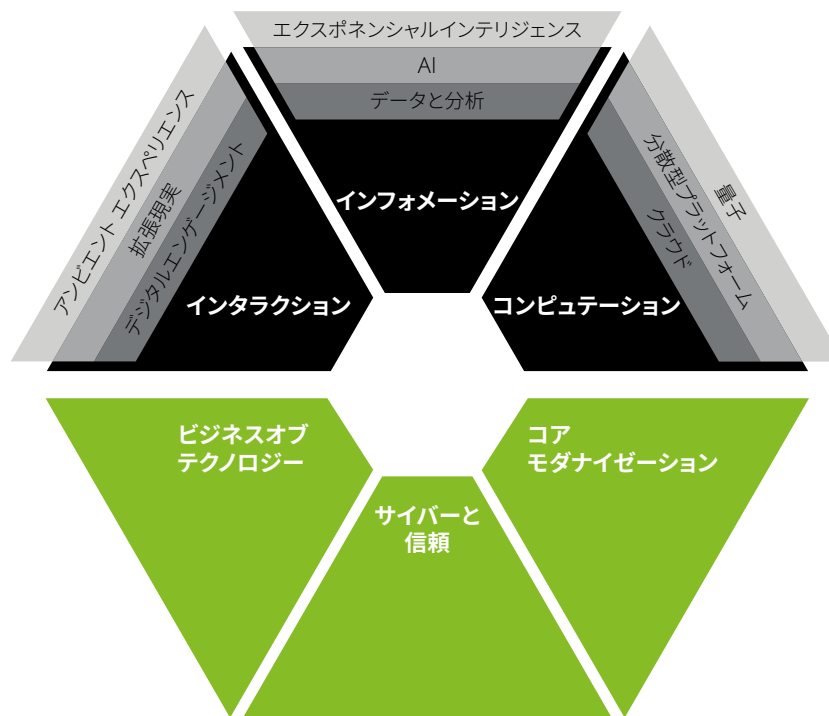


この目的に沿って、ビジネスオペテクノロジー、サイバーと信頼、コアモダナイゼーションという3つのカテゴリーにおいても新たなトレンドを記録する。これは、ビジネスがテクノロジーをけん引するのであって、その逆ではないという現実、そしてビジネスが成長とシームレスなオペレーションを両立できるように、既存のシステムと投資を先駆的なイノベーションとうまく連携させる必要があるということを確認するためでもある。

これらを合わせて情報テクノロジーの6つのマクロテクノロジーフォースと定義した(図2)。

我々は、スマートマニュファクチャリングから、データのオンプレミス回帰、デジタルや生体認証に至るまで、あらゆる分野で革新的な技術を開発した産業界と公共部門のリーダーへのインタビューを行いながら、一次調査と実体験の両方を通じて今年のトレンドに到達した。彼らの意見は、「Tech Trends 2023」に収録された6つのトレンドの形成に役立った。

図2：情報テクノロジーの6つのマクロフォース



出所：Deloitte analysis.

発行に向けて準備を進める中で、本レポートの読者やテクノロジーリーダーには、謙虚な視点を持つことをお願いしたい。フューチャリストは密かに歴史家でもある。Mark Twainの言葉として伝えられるように、「歴史は繰り返さないが、しばしば韻を踏む」。あらゆる分野で25年間働く中で私は、文字通り何千もの「世界を変える技術」を見てきたが、「テクノロジーの歴史の終着点」を見たことがない。今日の白熱したイノベーションが明日のレガシーアプリケーションになると聞けば、興ざめするかもしれない。現代の先駆的な進歩は、いつの日か新しい世代によって「昔のやり方」として片付けられるかもしれない。しかしこのことで気分を落ち込ませるのではなく、むしろ意欲を高めていただきたい。テクノロジーに携わる人間としての成功は、さらなるモダナイゼーションの対象とすべき、非常に重要で持続可能なものが何かを後継者たちに示すことではないだろうか。本レポートの読者やテクノロジーリーダーに伝えたいこと、それは、傲慢に「将来を保証された (future-proof)」イノベーションを追い求めるのではなく、謙虚に「未来に持続可能な (future-friendly)」テクノロジーを示すことを目標にすべきということである。

Mike Bechtel

Chief futurist, Deloitte Consulting LLP

mibechteldeloitte.com

追伸: 情報テクノロジーは氷山の一角に過ぎない。我々は、情報テクノロジーと同様にビジネスのイノベーションに大きな影響を与える新しい技術分野の台頭を多数目の当たりしている。これらの技術分野についてはエピローグで少し触れるので、まずは「Tech Trends 2023」をお楽しみいただきたい。



Endnotes

1. Deloitte, [Technology Futures Report 2021](#), accessed October 28, 2022.
2. ThinkAutomation, [“Tesler’s theorem and the problem of defining AI,”](#) accessed October 27, 2022.
3. The quote is often attributed to Mark Twain, although no evidence exists that he said it. See: [“History does not repeat itself, but it rhymes,”](#) QuotInvestigator.com, January 12, 2014.



トレンド1 画面を超えて：エンタープライズ向け 没入型インターネット

拡張現実やバーチャルリアリティなどの技術は、 メタバースを専門技術から企業にとって実用的な手段へと 変化させ、新しいビジネスモデルへの道を拓く可能性がある。

最初のコンピューターが開発されて以来、企業や消費者によるテクノロジーとのやりとりは、よりシンプルかつ親密な方法に進化している。教授がパンチカードを持ち歩いていた時代からビジネスパーソンがPCを持ち歩く時代になり、最近ではモバイルデバイスやウェアラブルデバイスを身に着ける時代へと変遷している。ある意味で、私たちは小型化する画面を通してデジタル世界に接続している。ネットワークとコンピューターの進歩により、ユーザーは自身のデバイスと現実世界を常に行き来するようになった。現在、技術者は画面の縮小には限界があると認識している。パラダイムシフトは再び起きており、画面を超えた没入型のバーチャル体験に導くインターフェースへと向かっているのだ。そのバーチャル体験には、メタバースとして知られるデジタル世界も含まれている。

メタバースという言葉は1992年に生まれ、過去20年間で、バーチャル世界はオンラインゲームで人気を博してきたが、近年では顕著な変化がみられている。手頃な価格によるAR (Augmented Reality、拡張現実) 技術とVR (Virtual Reality、バーチャルリアリティ) 技術の普及やCOVID-19の大流行による文化的な変化により、デジタル世界は人々がつながることができる場所として受け入れられ、重要視されるようになった。さらに、*Second Life*のような従来の没入型空間は、その浸透を妨げるようなアーキテクチャー上の課題があったが、クラウドコンピューティングの柔軟に変化に対応できる性質によって部分的にそれは緩和されてきた¹。



企業も**バーチャル世界**への投資を倍増させている。過去1年間で数百億米ドルのベンチャーキャピタル投資が行われており、アナリストは2024年までに市場規模が8,000億米ドルになると予測している²。誇大広告はさておき、メタバースは対面体験を劣化させた代替手段としてではなく、電子メールやテキストチャット、オンライン会議に代わる、より充実した代替手段だと考えるべきである。つまり、メタバースはインターネットそのものをより没入型にしたものと考えることが最も適切であり、「現実の劣化版」ではなく「インターネットの進化版」なのである。

AI、ブロックチェーン、5G、IoTの活用が進み、3D空間コンピューティングと組み合わせることで、「**unlimited reality（限界のない現実）**」と呼ぶべき新たなパラダイムシフトを起こしている³。企業が「unlimited reality」によって提供される機能を中心にビジネスモデルを構築するにつれて、今後数年間でバーチャルインターフェースは技術から遊び道具、そしてビジネスツールへと変化していくであろう。革新的な企業は、コストを削減し、カスタマーエンゲージメントを高め、新興市場の一角を担う全く新しいサービスを開拓するであろう。エッジコンピューティングやAR/VRデバイスなどの技術への投資は当たり前のものになるため、意図的かつ戦略的に導入することが重要である。

Now

メタバースは技術から（収益性の高い）遊び道具、そしてビジネスツールへの道を歩んでいる

これまでの市場を特徴づけてきたメタバースのユースケースであるゲームについて考えてみる。デジタルゲーム業界全体の収益は、2023年に2,200億米ドルを超

え、ストリーミングビデオ業界、デジタル音楽業界、電子書籍業界の合計を上回ると予想されている⁴。特に、オンラインゲーム業界は2023年に260億米ドルを超える見込みで、11億人のゲームユーザーを誇ると予想されている^{5,6}。肝心なことは、これらのゲームユーザーはゲームプレイのためだけでなく、没入型インターネットが提供する社会的・商業的可能性を求めてオンラインに集まることが多いということだ。

過去1年間で、アメリカのゲームユーザーの約4分の1がゲーム内イベントに参加した。Ariana GrandeとCharlie Puthが出演したFortniteコンサートは、数百万人のプレイヤーを魅了した⁷。また、ゲーム内のライブイベントに参加した人の82%が、イベントをきっかけにデジタルグッズや現物商品の購入を行った⁸。実際、高級ブランドのGucciは、Robloxのゲーム内でバーチャルのハンドバッグを現実世界の価格より800米ドルも高く販売し話題となった⁹。このような数字は、没入型インターネット内の経済が現実世界を反映していることを強く示している。ブランドはほかの消費者にユニークな体験や価値を提供することにより、プレミアム価格を提示できる。既存のデジタル世界におけるこれらの

市場機会を考慮すると、各業界のブランドは今すぐデジタル世界に投資しておけば、今の顧客のニーズに応えることができるであろう。

ゲームであれほかの手段であれ2026年までに消費者の25%が毎日少なくとも1時間はメタバースで過ごすようになる可能性がある。一方で、商品やサービスを提供できる状態になっている企業は30%と推定されている¹⁰。メタバースが本格的に企業の標準となる頃には、急成長する市場においては堅実な戦略が勝者と敗者を分けることになるであろう。

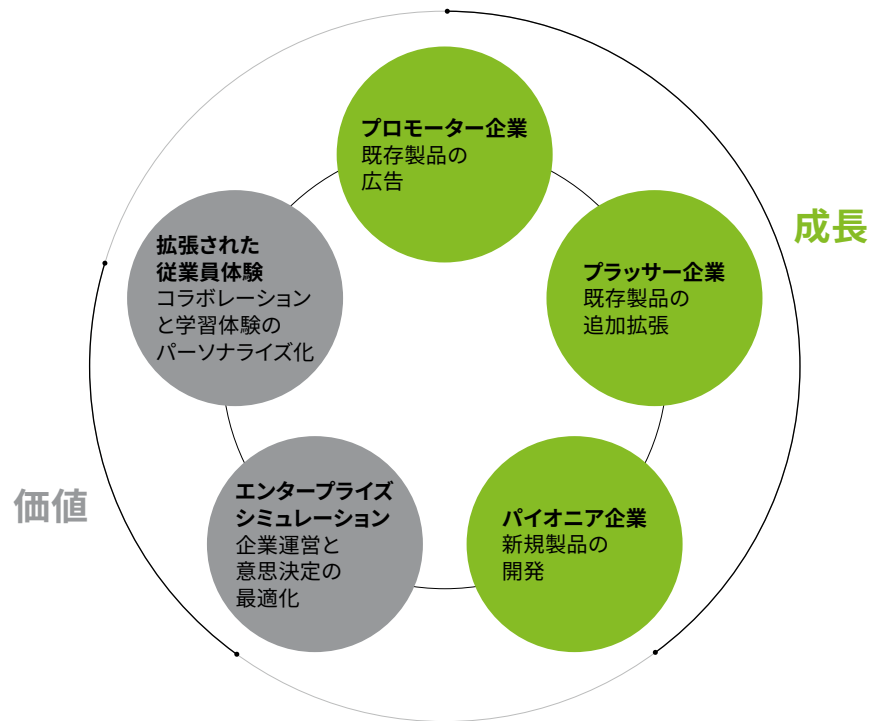
2023年にはデジタルゲーム業界全体の売上が2,200億米ドルを超え、ストリーミングビデオ業界、デジタル音楽業界、電子書籍業界の合計を上回ると予想されている。

New

メタバースを遊び道具から実用的な手段に変えるには、まず戦略から

没入型体験のエンタープライズ向けユースケースが出現する中で、導入計画を検討している人はインターネットの歴史を振り返ってみるとよい。ドットコムブーム時にインターネットがどのように普及したかを研究することで、企業はメタバースを活用するより良い方法を的確に見通すことができるかもしれない。複合現実体験やカスタマーエンゲージメントを通じて新たな収益源を開拓しようとする企業もあれば、「エンタープライズシミュレーション」や「拡張された従業員体験」を通じて、業務の最適化に注力する企業もあるであろう（図1）。

図1：メタバース戦略と戦術の選択



出所：Deloitte analysis.

成長：複合現実の体験とエンゲージメント

プロモーター企業

既存のインターネットを主に自社の製品やサービスの広告に利用してきた企業は、今後もメタバースを広告用途として利用する可能性が高い。読んでいる記事の途中にバナー広告が表示される代わりに、消費者はメタバース内を散歩しながらインタラクティブな広告を目にすることや、Ralph Laurenが設置したようなバーチャルな店頭に入ることがあるかもしれない¹¹。このカテゴリーの企業は、メタバースを自社の製品モデルの中核とは考えていないが、技術が普及するにつれて消費者を引き込む方法として検討している可能性がある。



プッサー企業

次の企業群は、没入型インターネットに特化した方法で自社の製品やサービスを拡張、つまり「プラス」する手段として、新しいAR/VR技術を活用する。COVID-19の大流行時にデリバリー注文への対応にWebを利用したレストランのように、「プッサー企業」はビジネスモデルを刷新することなく、メタバースの利益を得ることができる。例えば、毎年ウィンブルドンを主催しているイギリスの **Lawn Tennis Association** (LTA) は最近、テニスボールの缶にARメッセージを埋め込むことでブランド力を高めた。QRコードをスキャンすると、著名なテニス選手からのユーザーに合わせたARメッセージを受信することができ、イベントへの招待や練習の継続を促進している¹²。

限定的かつ戦略的な拡張を行うことで、デジタルネイティブではない組織であっても、若い消費者を惹きつけ、より没入型インターネット向けに製品を刷新することができる。例えば、サンタモニカ、韓国、**サウジアラビア** などのさまざまな政府は、メタバースによってどのよう

に公共サービスを向上させることができるかを模索している¹³。

パイオニア企業

収益を生み出す最後のカテゴリーは、2000年代初頭にオンラインのみのビジネスモデルを構築した企業が存在したように、メタバースの可能性に対してより高いリスクを取ろうとする企業である。このような企業は、メタバースの主要な基盤技術、プラットフォーム、製品、サービス、コンテンツ、およびそのほかの実現要素をすでに開発している。その代表例が、モバイルゲーム「Pokémon Go」のメーカーであるNianticである。数千万人のユーザーにARメタバースの可能性を広め、時価総額も1億5,000万米ドルから90億米ドルにまで伸ばした¹⁴。この成功を再現したい企業は、刺激的なデジタルの未来像を構想できるメタバースのデザイナーやクリエイターにすでに投資している。メタバースの経済状況が流動的から具体的に変化する前に、パイオニアは動き出す必要があるであろう。

価値：最適化とプロセス改善

エンタープライズシミュレーション

メタバースは、必ずしも売上増加だけを目的とする必要はない。実際、多くの企業は既存のビジネスモデルを維持・保護・最適化するために、没入型のデジタル体験に着目するかもしれない。航空機などの資本集約型産業では、バーチャル試験場によって複雑な機械の設計・製造・運用にかかるコストを削減することができる。例えば、AirbusやBoeingは新しい飛行機のデジタルツインを作成し、技術者にARヘッドセットを装備させ、70%以上の品質向上につなげている¹⁵。同様に、NVIDIAはOmniverseプラットフォームを開発し、BMWのようなメーカーが工場全体をシミュレートできるようにした。フロアーの動きを最適化するためにAIを適用することで、30%の効率向上を見込んでいる¹⁶。

重要なことは、すべてのエンタープライズシミュレーションが、高度なシナリオプランニングや戦略策定に取り組むためにヘッドセットを必要とするわけではない。影響力のある導入事例の多くでは、タブレット、ラップトップ、キオスク端末などの伝統的な「画面」を使用しており、幅広い利害関係者がビジネスをより理解し、予測し、最適化するためのツールに関与できるようにしている。例えば、梱包、生体材料、木造建築、製紙などの再生可能製品の先進企業であり、世界最大の民間森林所有者の1つであるStora Ensoは、林業従事者の意思決定支援や持続可能な森林管理による生物多様性の保護のために森林のデジタルツインの開発を目指している¹⁷。

拡張された従業員体験

そのほかの企業は、直感的で合理的かつスケーラビリティのある学習とコラボレーションのための、パーソナライズされた体験を提供するために、AR/VRなどの没入型技術に注目している。これらのソリューションは、受講率、受講者のレッスン時間、苦手なステップなどの

データを提供し、トレーニング効果の向上につながる。アメリカ最大の電力会社であるExelonは、VRトレーニングの導入により大きなメリットを得ている。変電所は未経験者にとって危険な場所だが、バーチャル環境を利用することで、Exelonのスタッフは危険を冒さずに、保護具を着用して電気の問題を解決するためのトレーニングを行うことができる¹⁸。

メディアは収益源としての可能性に注目しているが、インターネットの最も優れたエンタープライズ用途がオンラインでの内部データの保存やアクセスであったように、没入型インターネットの最も優れた用途は会社の業務プロセスと人材開発機会への公平なアクセスを実現することかもしれない。

Next

現実とはオンラインに移行する

今後2年間で企業がどのように没入型インターネットをビジネスモデルに取り入れるかはさておき、これらの技術はまだ生まれたばかりの段階である。今後、コンピューティング、コネクティビティ、コンテキスト（位置情報データなど）の並行した進化により、メタバースと没入型技術の刺激的な可能性の数々が生み出されるはずである。次の10年の進歩に向けた有望な将来像は以下の通りである。

- **感覚の拡張。**これまで、没入型技術は視覚や聴覚の刺激に焦点を当ててきたが、メタバースでケーキが焼ける匂いを嗅ぐことや、画面を舐めて（そのことに抵抗がなければ、だが）味見をすることができる可能性を考えてほしい¹⁹。OVR Technologyなどのスタートアップは、VRヘッドセットに接続するための香りパックを開発しており、HaptXなどのほかのスタートアップは、触覚を伝えるための触覚グローブを開発している^{20, 21}。
- **思考ベースのコントロール。**ブレインコンピューターインターフェース（BCI: brain-computer interfaces）は、ユーザーと技術とのやりとりを簡略化するという点では極めて優れている。脳内チップはSFのように聞こえるかもしれないが、非侵襲的なBCI技術はすでにAR/VRヘッドセットに搭載されており、最終的にはユーザーが思考を使ってデジタルアバターや環境を制御できるようになるはずだ²²。
- **オールインワンデバイス。**次世代のデバイスは、追加のヘッドセットや手持ちのデバイスを必要とせずに、ユーザーをメタバースに接続することができるかもしれない。メタバースを壁一面のホログラムとして表示するメディアルームに足を踏み入れることを想像してほしい。あるいは、カメラを使用して、従業員の現実の動きをバーチャルワークプレイスでのアバターの動きに変換するラップトップを想像してほしい。
- **空間的インタラクション。**スマートグラスやモーションセンサーなどのARツールは、空間的なインタラクションを可能にし、ユーザーはデジタルコピーを作成せずに物理データを直接操作できるようになる。例えば、利用者がスマートグラスを装着してレストランまで歩いて行くと、営業時間、現在のプロモーション、レビューなどが表示される。また、グラスに映る画像を制限することで、友人たちは街の看板を見ることなくコンサートに参加することができる²³。



プロローグで述べたように、技術とのインタラクションは、個別のデジタル現実からアンビエントコンピューティングへと発展する準備ができています。ユーザーは画面を超え、当たり前のように自身のデバイスからテクノロジーと同期した世界を訪れることができる²⁴。上記で紹介した各将来像において共通していることは、技術接点の至上命題である「シンプルさ」だ。

さらに、このような未来に備えるリーダーは、サイバーセキュリティ、プライバシー、安全性、規制、倫理などのリスクが決して単純ではないことを知っておく必要がある。没入型技術が経済に大きな影響を与える可能性があることを考えると、信頼を守り価値を生み出す方法として、経営者や経営層は技術投資に時間を割く必要がある。

歴史が未来のリーダーの指針であり続けるのであれば、画面を超えたその先に進むには、定石にとられない行動が必要であろう。今すぐ準備することで、企業は現在のインターネット時代から次の時代へと進むことができるかもしれない。

Endnotes

1. Second Life Community, [“2021 update: Life in the cloud,”](#) accessed October 27, 2022; Austin Wood, [“It’s just impossible: Devs explain why big online games always seem to break at launch,”](#) GamesRadar+, February 23, 2019.
2. Bloomberg Intelligence, [“Metaverse may be \\$800 billion market, next tech platform,”](#) December 1, 2021.
3. Deloitte, [“Unbounding: Deloitte’s unlimited reality on the metaverse,”](#) accessed October 27, 2022.
4. Statista, [“Digital Media – Worldwide,”](#) accessed October 27, 2022.
5. Statista, [“Digital video game revenue worldwide from 2017 to 2027, by segment \(in billion U.S. dollars\),”](#) October 17, 2022.
6. Statista, [“Number of digital video game users worldwide from 2017 to 2027, by segment,”](#) accessed October 27, 2022.
7. Kevin Westcott, Jana Arbanas, Chris Arkenberg, Brooke Auxier, Jeff Loucks, and Kevin Downs, [2022 Digital media trends, 16th edition: Toward the metaverse,](#) March 28, 2022.
8. Kevin Westcott et al., [2022 Digital media trends, 16th edition: Toward the metaverse,](#) Deloitte Insights, March 28, 2022.
9. Hypebeast, [“A virtual Gucci bag sold for more money on Roblox than the actual bag,”](#) May 26, 2021.
10. Deloitte, [“Unbounding: Deloitte’s unlimited reality on the metaverse”;](#) Gartner, [“Estimated metaverse use case among consumers and businesses worldwide in 2026,”](#) Statista, February 7, 2022.
11. Ralph Lauren, [“Virtual stores—Beverly Hills,”](#) accessed November 4, 2022.
12. Deloitte, [The Lawn Tennis Association elevates its game with digital engagement tools,](#) Deloitte Insights, November 10, 2022.
13. Jonathan Keane, [“South Korea is betting on the metaverse - and it could provide a blueprint for others,”](#) CNBC, May 30, 2022; Decerry Donato, [“Santa Monica is using the metaverse to gamify its shopping district,”](#) dot.LA, December 13, 2022; Deloitte, [Saudi Arabia’s digital government stays ahead of the curve,](#) Deloitte Insights, October 28, 2022.
14. AppMagic, [“Annual revenue generated by Pokémon Go worldwide from 2016 to 2022 \(in million U.S. dollars\),”](#) Statista, August 30, 2022; Mansoor Iqbal, [“Pokémon Go revenue and usage statistics \(2022\),”](#) Business of Apps, June 30, 2022.
15. Eric M. Johnson and Tim Hepher, [“Boeing wants to build its next airplane in the ‘metaverse,’”](#) Reuters, December 17, 2021; Microsoft, [“Airbus drives innovation and accelerates production with Azure mixed reality and HoloLens 2,”](#) accessed October 27, 2022.
16. Deloitte, [Connect and extend: NVIDIA’s vision for modernizing legacy applications,](#) Deloitte Insights, November 9, 2022.
17. Matthias Nilsson (senior vice president, Stora Enso), interview, July 28, 2022.
18. Deloitte, [Virtual reality helps Exelon put safety first,](#) Deloitte Insights, November 18, 2022.
19. Peter Grad, [“Digital device serves up a taste of virtual food,”](#) Tech Xplore, May 25, 2020.
20. Axios, [“OVR Technology is bringing smell to virtual reality,”](#) May 24, 2021.
21. Charlie Fink, [“HaptX ready to ship enterprise data gloves,”](#) Forbes, January 26, 2021.
22. Scott Hayden, [“Digital frontier: Where brain-computer interfaces & AR/VR could one day meet,”](#) September 4, 2019.
23. Amy Webb, [“500 tech trends for 2021,”](#) Medium, March 18, 2021.
24. Deloitte, [Future of Screens: Four future scenarios for 2030,](#) accessed October 27, 2022.



トレンド2

AI社会への扉を開く：
AIを仲間として信頼すること

今や人工知能 (AI: Artificial Intelligence) が価値をもたらすということを疑う余地はない一方で、AIをどのように活用することが最善であるかを問われ始めている。その問いは、多くの場合、人間がAIツールをどれだけ信頼できているかという論点に収斂する。

コンピューターはかつて、個々の業務においてインプットからアウトプットへと単純に処理を行う、間違わない機械とみなされており、計算結果は常に正しかった。計算やビジネスプロセスにおいて発生した問題は常にコンピューターではなく、人為的なミスによって引き起こされていた。

しかし、基本的な計算能力を超え、AIを介して識別や意思決定を行うなど、機械がこれまで以上に人間が行うタスク領域へと踏み入るようになったことに伴い、ビジネスの世界では、機械を信頼することの意味が新たなものへ変容しつつある。

企業や労働者がAIという「同僚」をどの程度信頼できるようになるかは、ビジネスの重要な成功要因となりうる。昨今、多くの組織が自らをデータドリブン型の会社と称している。AI駆動型を自称する会社も増えてきた¹。AIを業務において広く活用している企業は、そうではない企業と比べて、より高い業績を上げていることを示す証拠はいくつもある。AI戦略を有する企業は、ビジョンを持たない企業よりも目標を達成する可能性が1.7倍高いとされている²。

しかし、業務フローの中にAIが組み込まれているかどうか自体はそれほど重要なことではない³。クラウドベンダーが事前に構築したモデルを提供することが増えたことによって、今やどの企業も数回のクリックだけで、世界水準のAI機能にアクセスすることができる。National Institute of Standards and Technology

によってランク付けされた顔認識ベンダーの中でもトップクラスの性能を誇るベンダーは、どれも同等のパフォーマンスを発揮しており、クラウドベースのサービスを通じて容易にアクセスができる⁴。重要なのは、ツールを使って何をするか、そして従業員、顧客、ビジネスがその結果を信頼しているかどうかである。

したがって、将来的に重要になるのは、誰が最高のアルゴリズムを作成できるかではなく、誰がAIを最も効果的に活用できるかということである。多くのアルゴリズムは物体検出、音声認識、画像やテキストの生成といった確率的なタスクを担っているため、AIアプリケーションが効果を発揮するかどうかは、人間がAIの行っていることをどれだけ理解し、同意するかによって左右されるであろう。人間は理解できないことを受け入れない。我々はこの10年間、機械にもっと人間を理解してもら

おうと努力してきたが、今後10年は人間が機械を理解することに役立つイノベーションが中心になるであろう。

透明性が高く、説明可能な方法でAIを活用するプロセスを開発できれば、AIの利用に拍車がかかるであろう。

「我々が設計しているのは、人間と機械の間をつなぐ信頼のインターフェースである」と、**Transportation Security Administration**のidentity management capability managerであるJason Limは語っている。「今は機械からインプットを受け取り、それを意思決定に取り入れているが、人間が機械を信頼しない、または自分自身の方こそが正しいと頑なに考えた場合、機械が使用されることはなくなるであろう⁵⁾」

AIの導入は、チームに新しいメンバーを加えることのようにとらえるといえよう。効果的なチームを作る要素は、一般的に、オープンさ、信頼関係、率直な議論を行う能力、パフォーマンスを向上させるためのフィードバックを受け入れる意欲であると考えられる。このフレームワークを念頭に置いてAIを導入すれば、チーム

はAIを優秀だが無口な批評家ではなく、信頼できる副操縦士として受け止められるかもしれない。AIアプリケーションに透明性と回復力に加えて、信頼性があれば、AIは自然と仕事の流れに溶け込むであろう。

Now ビジネスクリティカルだが謎めいた存在

新しいチームメンバーを採用する際、普段マネジャーは適切なスキルを持っているか、またそれが役割に合いそうかを検証するものだ。AIの能力については、チームへの貢献を疑うリーダーはほとんどいない。ある調査レポートによると、73%の企業が成功にはAIが不可欠とすら答えている⁶⁾。

しかし、結果として、AIのスキルが役割に合うと評価されている割合は少ない。現在、企業はミッションクリティカルなタスクにおいてAIを信頼することに難しさを感じている。同レポートによると、41%の技術者が自社の使用するAIツールの倫理性に懸念を抱いている。また、47%のビジネスリーダーが透明性、つまり、どのような

データがAIに投入されているのかをユーザーが把握できるようにする能力に懸念を持っている⁷⁾。

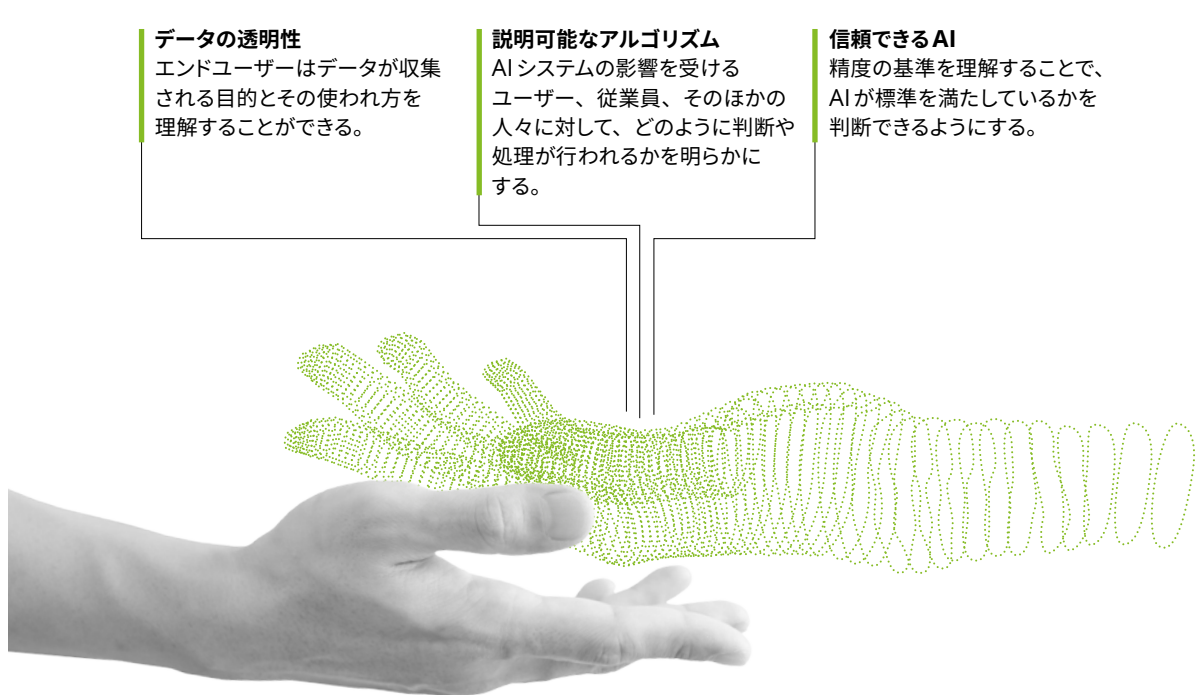
また、関連する概念として、「説明可能性」がある。企業は、判断や推奨した結果の正当性を明示的に説明する能力をAIのアルゴリズムに持たせようとしている。AIシステムにおける説明可能性は、これまでも規制などによって要求される場合に必要とされてきた。しかし今や、ツールの使用方法をエンドユーザーに明らかにする場合や、システム全般を改善する場合、あるいは公平性を評価する場合にも、期待される機能になっている⁸⁾。今日、説明可能性は、AIを大規模に使って成功するか、AI投資のリターンを得られないかを分ける最大の要因の1つであるが、多くの企業はそれを実現する方法を見つけれられていない。

New

ブラックボックスからガラスのボックスへ

AIに対する不信感はビジネスリーダー、現場担当者、消費者から生じうるが、その不信感は、その発生源によらず、企業のAIに対する熱意や活用意欲を減退させる可能性がある。先進的な企業では、AI導入において信頼低下を招く問題の解決に取り組んでいる。効果的なアプローチとして、AIを単独で使うツールではなく、大きなプロセスの一部として扱い、人間がAIシステムと対話するシーンを洗い出し、不信感を抱きかねない領域を特定して対処する、というものが挙げられる。AIツールは組織内のプロセスの大きなタペストリーに織り込まれる技術であると認識することで、我々は、AIの問題はシステム全体の問題であると理解するようになり、信頼の問題をプロアクティブに修正することが容易になる。より信頼できるAIのために、先進的な企業は、データの透明性、アルゴリズムの説明可能性、AIの信頼性を得ようと躍起になっている（図1）。

図1：AIをより信頼できるものとするには



出所：Deloitte analysis.

データの透明性

透明性を持ったデータ収集の手法を使うことで、この情報がなぜ収集され、どのように使用されるのかをエンドユーザーは理解することができる。ユーザーは、自分が情報を提供することによってAIが生み出す価値が公正なものかどうか、十分な情報に基づいて判断できるようになるのだ⁹。

サウジアラビア観光局は、旅行者向けの新しいアプリケーションを開発する際、データ収集に透明性を持たせるアプローチを用いた。このアプリケーションは、AIを使って国内滞在中に観光客のガイドを行い、場所や嗜好に応じておすすめのレストランやアトラクション、そのほかのアクティビティを提案する。ここで重要なのは、ユーザーがアプリケーションに提供するデータをコントロールできることだ。データへのアクセスを制限すると、その分提案の精度が下がる可能性があることを理解した上で、ユーザーは提供するデータの量の決定や、提供の拒否ができる¹⁰。これは多くのアプリケーションが、データへのアクセスをすべて許可するか拒否するかの2択であり、信頼の基盤としては貧弱であることと対照的である¹¹。

アルゴリズムの説明可能性

現在、AIを覆う最大の暗雲の1つにブラックボックス問題がある。ある種のアルゴリズムは、その学習方法ゆえに、どのようにしてその判断に至ったのかを理解することが、不可能ではないにしても困難を極める場合がある。舞台裏の強力なアルゴリズムがそうしろと言ったからというだけで、作業員へ何かをするように求めてしまうと、人間の従業員の巻き込みはなかなか上手いかわなくなってしまうものだ。



英国のある自動車メーカーは、AIツールの開発プロセスに現場作業者を巻き込むことで、こうした問題に対処している。このメーカーは機械学習によって組立ロボットを制御し、車体組立工程にAIを導入することで、車体が組立工程に入り込む前に位置ずれの可能性がある部品を特定できるようにしたいと考えていた。開発プロセスの開始時に、AIエンジニアは現場の組立作業者を呼んで問題認識をヒアリングし、それを開発に反映させる。製造工程に対するAIの投入が場当たりのであると組立工員に思わせるのではなく、工員が最も助けを必要としている箇所にAIを使用するのである。

作業者の声をもとに警告や提案を行うため、最終的に構築されるツールは解釈可能なものとなる。すなわち、組立工員は、自ら問題の定義に貢献することによって、AIプラットフォームの提案が、定義された問題とどのように対応しているかを容易に理解できるのである。最初から作業者を参加させ、AIがどのように機能するかを理解させることで、不透明な指示を出すシリコン製の支配者ではなく、信頼できるロボットの同僚を介してAIエンジニアは組立チームをサポートすることができるのだ。

AIの信頼性

人々は業務アプリケーションがある程度信頼できると考えることに慣れている。インターネットブラウザやワープロアプリケーションを開くと、普通は単に「動作する」だけである。顧客関係管理プラットフォームやエンタープライズリソース管理ツールのような、より専門的なビジネスアプリケーションはいささか扱いが難しいかもしれないが、それらの課題はかなり明確になっており、優れた開発者はトラブルシューティングの方法を熟知しているものである。

AIの場合、問題となるのは機能するかどうかではなく、結果がどの程度正確か、あるいはモデルがどれだけの精度で状況を判断できるかにある。従来の考え方では、AIは一般的に正しいとも間違っているともいえない。AIからの出力は確率的なものであり、特定の結果や条件の可能性をパーセンテージで表しているため（天気予報が降水確率を60%と予測するように）、信頼性の評価が困難な場合があるのだ。しかし、作業者はAIがどの程度正確で精度が高いかを知る必要があり、特にヘルスケアアプリケーションのような重要なシナリオではその必要性が高い¹²。

AIは科学技術であると同程度に芸術と見なされることもあるが、堅実な普及のためにはそのような見方を改める必要があるようだ。AIの信頼性を確保するために厳密なアプローチをとっている組織では、着実により良い結果が得られている。**MLOpsプロセス**（機械学習ツールが一貫性と信頼性のある手法で導入されるように設計された一連の手順）を文書化して実施している組織は、そうでない組織に比べて2倍の確率で目標を達成し、信頼性のある方法でAIを導入できているのである¹³。運用を意識したアプローチをとることでAIに防護柵が張られ、AIはほかのビジネスアプリケーションと同様の信頼性を持っているという自信につながるであろう。

しかし、信頼できるからといって必ずしも完璧であるとは限らない。人間の同僚が毎回完璧な結果を出すことができないように、AIもまた間違いを犯すことがあるのだ。したがって、信頼性の基準は、完璧さを求めるのではなく、従来の性能基準をどれだけ高い頻度で満たすか、あるいは上回るかという値として設定すべきであろう。

我々はこの10年間、機械にもっと人間を理解してもらおうと努力してきたが、今後10年は人間が機械を理解することに役立つイノベーションが中心になるであろう。

Next 創造的な機械

企業が従来の業務システムにAIを導入する中、新たなトレンドとして「生成系AI」が登場しつつある。すでにOpenAIの画像生成ツールDALL-E 2やテキスト生成ツール「GPT-3」などが誕生している。また、「Jukebox」という音楽用の生成モデルを使用すれば、特定のアーティストのスタイルを模倣した楽曲を自動的に作成することもできる¹⁴。そして、ライブの音声や映像に自動的にキャプションを付けるためにAIが使われることも多くなっている¹⁵。このようなコンテンツジェネレーターは日に日に高度化し、人工的に作られた作品と人間が作った作品との違いを見分けることが困難なところまで来ている。

自動化が雇用に与える影響への懸念は今に始まったことではないが、我々が自動生成される未来に向かうにつれ、その声はますます大きくなっている。自動化されないはずだとかつて考えられていた分野でも、生成系AIが多くのユースケースを通してその可能性を証明し

ている。詩人や画家、神父でさえも、機械から影響の及ばない仕事などないことに気づいている。

だからといって、これらの仕事がなくなるわけではない。コンセプト作りなど、純粋にクリエイティブな仕事に関しては、現在最も洗練されたAIアプリケーションでも人間には敵わず、追いつくのもまだ先の話だ。新しいAIツールを導入する際の賢明なアプローチは、AIをライバルではなくアシスト役として位置づけることである。

企業にとって、直接画像を操作するような作業が少なくなっても、コンセプトを練り、最適なアウトプットを選択するためには、デザイナーが必要であることに変わりはない。また、トピックを理解し、読者の興味と結びつけるライターも必要である。これらのケースでは、コンテンツジェネレーターは単なるツールの1つに過ぎない。OpenAIのCEOであるSam Altmanは、DALL-E 2に関するブログで、「DALL-E 2は、我々の限界が特定のスキルではなく、優れたアイデアで示される世界の一例だ」と書いている¹⁶。

我々は、AIとチームを組み、AIと人間両方のユニークな強みを活かすことが、より良い道であることに気づくであろう。人間の創造力、統合力とAIの生産作業の才能の組み合わせについて考えてみてほしい。このようなチームワークのアプローチは、「プロンプトエンジニア」という新たな職種を生み出すなどの発展を見せており、さらに労働者にとっての雇用の安定、企業にとっての従業員体験の向上につながっていく可能性を秘めている¹⁷。

AIは新たな機能を通じて、かつて人間が独占し続けると考えられていた領域にまでユースケースを広げ続けている。企業がそれらの機能の採用を検討する際には、ユーザーがどのように関わり、それが信頼にどのような影響を与えるかについて考えることが有益だろう。新たなAIツールが提供する機能は一部の企業にとってゲームチェンジャーになりうる。しかし、AIに対する信頼の欠如は、最終的にその大志を頓挫させることになりかねない。

Endnotes

1. Beena Ammanath et al., *Becoming an AI-fueled organization: State of AI in the enterprise, 4th edition*, Deloitte Insights, October 21, 2021.
2. Ibid.
3. Abdullah A. Abonamah, Muhammad Usman Tariq, and Samar Shilbayeh, “**On the commoditization of artificial intelligence**,” *Frontiers*, September 30, 2021.
4. Patrick Grother et al., *Face recognition vendor test (FRVT)*, National Institute of Standards and Technology, July 2021.
5. Deloitte, *The Transportation Security Administration makes digital transformation human*, Deloitte Insights, October 5, 2022.
6. Appen, *The state of AI and machine learning*, accessed October 26, 2022.
7. Ibid.
8. Reid Blackman and Beena Ammanath, “**When — and why — you should explain how your AI works**,” *Harvard Business Review*, August 31, 2022.
9. Irfan Saif and Beena Ammanath, “**Trustworthy AI is a framework to help manage unique risk**,” *MIT Technology Review*, March 25, 2020.
10. Deloitte, *Saudi Arabia’s digital government stays ahead of the curve: How a nationwide technology innovation ecosystem is enhancing the digital government experience for citizens—and staying focused on the future*, Deloitte Insights, October 28, 2022.
11. Catharine Bannister and Deborah Golden, *Ethical technology and trust: Applying your company’s values to technology, people, and processes*, Deloitte Insights, January 15, 2020.
12. Saif and Ammanath, “**Trustworthy AI’ is a framework to help manage unique risk.**”
13. Ammanath et al., *Becoming an AI-fueled organization*.
14. Prafulla Dhariwal et al., *Jukebox: A generative model for music*, Cornell University, April 30, 2020.
15. IBM, “**Closed captioning software: Leverage AI with speech recognition for automatic captioning on live broadcasts and online video**,” accessed October 26, 2022.
16. Sam Altman (blog), “**DALL•E 2**,” April 6, 2022.
17. Tori Orr, “**So you want to be a prompt engineer: Critical careers of the future**,” *VentureBeat*, September 17, 2022.



トレンド3 メタクラウド： マルチクラウドがもたらす混沌の掌握

マルチクラウド管理の複雑さを解消するために、一元管理のための「抽象化」および「自動化」レイヤーへの関心が高まっている。

クラウドコンピューティングの黎明期には、無限の可能性が感じられていた。オンプレミスサーバーの制約から解放された開発者は、想像力の赴くままに刺激的なプロダクトやサービスを構築することができた。ソフトウェアエンジニアは、リソース利用に関する官僚的なプロセスの制約を受けることなく、ボタン1つで必要なものを正確に表現でき、事実上無限に等しいスケーラビリティを手に入れていた。そして、ベンダーが機械学習といった高度な機能をプラットフォームに追加するようになると、クラウドは至る所であらゆるニーズに対応するワンストップショップとなった。

しかし、企業はクラウドの負の側面に気づきつつある。最新のクラウドサービスやツールに対する開発者の熱意が高まるにつれ、企業が導入するプラットフォームの数も増加した。その結果、クラウドは相互接続されている一方で、冗長であることも多く、複雑に絡み合った状態になっている。



複数のクラウド環境とプロバイダーを組み合わせたマルチクラウド戦略を採用する企業は増え続けている。しかし、マルチクラウド戦略は、少なくとも理論上は適材適所で必要な機能を最適な価格で利用できる一方で、独自のプラットフォーム、サービス、インターフェースを異種混合で取り扱う複雑さから、アプリケーションとワークロードの設計・運用が困難な場合がある。これはつまり、多くの企業が、クラウド投資のすべてのメリットを完全には享受できずにいることを意味している。本来であれば、オンデマンドのセルフサービス、広範なネットワークアクセス、迅速な弾力性、リソースプーリング、サービスの可視化などが実現できるはずである。この複雑な管理を簡素化するために、一部の企業では、急拡大するマルチクラウドの上位に位置する「抽象化」と「自動化」のレイヤーに注目し始めている。「メタクラウド」、「スーパークラウド」、または「スカイコンピューティング」としても知られている、複数のクラウドの上に互換性レイヤーを配置するというこのコンセプトは、考慮すべき留意点があるにもかかわらず、大いに注目を集めている。

Now Web上でもつれあうマルチクラウド

昨今、大多数の企業が、望むか否かにかかわらず、複数のクラウドプラットフォームを利用している。85%もの企業が2つ以上のクラウドプラットフォームを使用しており、25%は5つ以上を使用している。この状況がすぐには変わることはないだろう。システム導入を検討する担当者は、クラウドにかかわらず、業務に最適と思われるツールを使用したいと考えている¹。彼らは、単一ベンダーのプラットフォーム内に閉じたツールの良し悪しに左右されることを望んではいない。また、ベンダー間の競争を利用して、より良いサービスの条件を引き出すともしている²。単一ベンダーのクラウド内で業務を組み立てることは、ほとんどの企業にとって有効な解決策にはならない可能性が高く、マルチクラウドは当面の主流になるであろう。

しかし、現在マルチクラウド環境にある多くの企業は、意図せずに管理統制が困難な状況になっていることに

気づく。彼らは、冗長性やセキュリティなどに対処するための高度な戦略なしに、新しいサービスを場当たり的に導入してきた³。マルチクラウド環境の複雑さは、複数のセキュリティ構成とデータリポジトリを維持することに起因している。この複雑さにより、冗長なサービスへの支払い、セキュリティホールが発生、混乱を解決するための要員確保といった問題が発生する。テクノロジーリーダーは、クラウド導入に伴うコスト削減や運用効率化を実現するために、これらの複雑さを解消したいと考えている⁴。

New クラウドサービスのシンプル化

クラウドに精通したビジネスリーダーは、マルチクラウドとテクノロジーの拡大によって生じるこれらの複雑さを、そのまま受け入れようとはしていない。そうではなく、マルチクラウド特有の難しさを解消し、複数のクラウドインスタンスを管理することで得られる業務上のメリットを享受する方法を模索している。

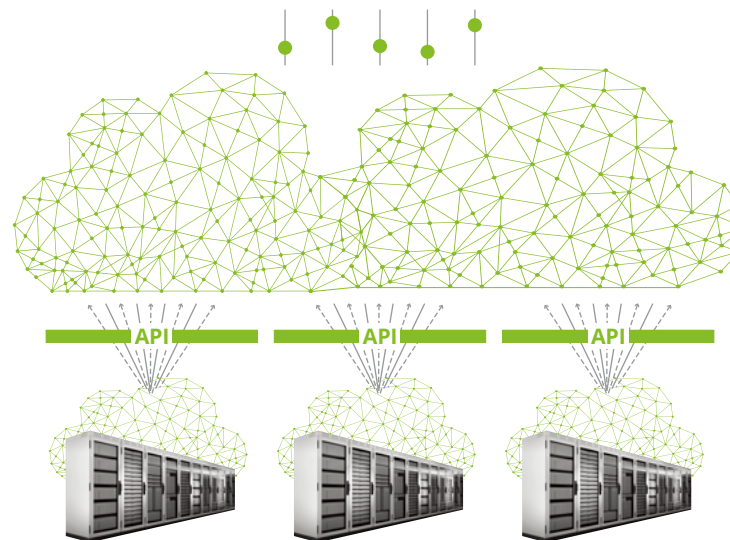
メタクラウドとして知られるアプローチでは、ストレージ、コンピューティング、AI、データ、セキュリティ、運用、ガバナンス、アプリケーションの開発・デプロイなど、共通的なサービスへのアクセスを提供する互換性のあるレイヤーを構築する。この互換性のあるレイヤーは、論理的にはクラウドプラットフォームの上位に位置し、APIを通じてそれぞれのネイティブな技術標準を活用する。その結果、クラウドプロバイダーが提供するセキュアな環境を維持したまま、一貫した方法で集中管理されたアプリケーションを利用できる。メタクラウドでは、これが共通のインターフェースを通して行われ、管理者は複数のクラウドインスタンスを一元管理できるようになる。Association of Computing MachinesのHotOSカンファレンスで発表された論文の中で、コンピューティング分野の第一人者であるIon StoicaとScott Shenkerは、メタクラウドの互換性レイヤーはAPIが中核になると説明している(図1)。これは、互換性レイヤーが個々のクラウドインターフェースに命令を出していく方法を示しており、リソース管理やアプリケーションに対するAPIの公開を行うコンピュータのOSのようなものだと説明している⁵。

図1：メタクラウドとは何か

組織のさまざまなクラウドプラットフォームの上位に位置し、APIを通じて各プラットフォームのネイティブな技術標準を活用している

ストレージやコンピューティング、AI、データ、セキュリティ、運用、ガバナンス、アプリケーション開発・デプロイといった共通サービスにアクセスできるようになる

共通のインターフェースを通じて、複数のクラウドインスタンスに対し、一貫性をもった集中管理ができるようになる



出所：Deloitte analysis.

メタクラウドのメリット

さまざまなクラウドプラットフォームとの間に抽象化と自動化のレイヤーができたことで、各企業では高い専門性を必要としなくなっている。特定のクラウドプラットフォームに特化する代わりに、クラウド開発者はより汎用的なスキルを身につけることができる。

また、メタクラウドによってセキュリティの向上も期待できる。各クラウドプラットフォームは、一般的に優れたセキュリティ標準を備えており、単一のプラットフォームに閉じた範囲では十分に機能する。問題は企業が複数のプラットフォームを組み合わせ利用し始めた時に生じる。複数のプラットフォームを管理することで、必要



なセキュリティ設定が複雑化してしまうのである。デロイトのCCSO（最高クラウド戦略責任者）であるDavid Linthicum曰く、「ハッカーは複数のクラウドを使いこなすことができ、彼らはシステム上の脆弱性ではなく、人間による設定不備について侵入してくる」と述べている⁶。一方で、メタクラウドでは、開発者がネイティブインターフェースを介し、各クラウドプラットフォームの上位の互換性レイヤーでまとめてセキュリティを設定することで、この問題を解決することが可能となる。

不要なクラウドサービスを見直すことで、各企業はセキュリティ面での脅威を減らし、ユーザーのプライバシー強化やコスト削減により少ないリソースで取り組むことができる。また、チーム単位でみると、特定領域の専門性を高める代わりに、より高度で汎用的な問題解決能力を高めることにつながる⁷。

メタクラウドの課題

StoicaとShenker曰く、技術的な観点から見ると、メタクラウドは完全に理にかなっているが、ビジネス観点から見ると、事情はより複雑になってくる。

「広く利用可能で、互換性のあるレイヤーを実現することは、技術的には容易である。問題は、このような動きが市場で受け入れられるかどうかである。何故ならば、互換性のあるレイヤーはユーザーにとって明確なメリットがある一方で、クラウドプロバイダーのコモディティ化につながり、利益にならない可能性が高い」と彼らは述べている⁸。

このアプローチのもうひとつの落とし穴は、各企業が自前で構築する必要に迫られていることである。現在、メタクラウドをサービスとして提供しているベンダーはほとんど存在していないため、ユーザー企業の開発チームが各クラウドへの接続と最適なインターフェース構築をリードする必要がある。複雑さを解消するために複雑な対策を講じる必要があるが、結果としてはシンプルさを手に入れることができる⁹。

Next 統合化と一元化

しかし、メタクラウドはあくまで暫定的な解決策に過ぎない可能性があることを歴史は示唆している。増え続けるデータセンターやデータベース、OS に対する過去の取り組みは、最終的には統合化、一元化、標準化、および合理化をもたらした。ただし、それはミドルウェアやオーケストレーションエンジンによるものではなく、コードのリファクタリングと簡素化によるものである。また、ライセンス使用率の向上は常に統合化の主要なテーマであり、多くの企業はすでにクラウドリソースの使用率を制御するためのポリシーを定めている。

さらに、クラウドサービスはIT部門内のさまざまなチームに対して売り込まれることが多い。つまり、IT部門がメタクラウドによってクラウドサービスを一元化したそばから、新たに統制が必要なプラットフォームが見つかる可能性があり、モグラ叩きゲームのようになる。

最終的にメタクラウドに取って代わる可能性があるのは、より戦術的なアプローチであり、メタクラウドによる一元管理を行いつつ、開発者が自身の業務に適したツールを自由に選択できる状態を維持することである。このような戦術的なメタクラウドの活用により、クラウド認証情報の提供にガバナンスをかけつつ、リソース割り当ての対象を、有益なビジネスケースを持ち、クラウドを有効活用できるノウハウを持ったユーザーのみに限定することが可能となる¹⁰。

セルフサービス化はITにおける究極のゲームチェンジャーであり、クラウドリソースを一元化するアプローチは、エンドユーザーのアジリティに対するニーズを考慮する必要がある。

セルフサービス化はITにおける究極のゲームチェンジャーである。したがって、クラウドリソースを一元化するアプローチは、エンドユーザーのアジリティに対するニーズを考慮する必要がある。かつて、一元化は一般的に中央集権化を意味していた。その結果、ビジネスユーザーは、課題解決のスピードを阻害する官僚的なプロセスを回避するため、IT部門が主導する統制的なITの利用を避けてきた。しかし、自動化ツールの登場により、ITがビジネスのスピードを阻害することなく機能を提供することが容易になっており、マルチクラウド固有の複雑さの解消に向けて重要な役割を果たす可能性を秘めている¹¹。

マルチクラウドは複雑だと感じるかもしれないが、それが今起きている現状であり、近い将来も続く可能性が高い。ゆえに、賢明なビジネスリーダーやテクノロジーリーダーは、メタクラウドのようなアプローチを通じ、可能な限り複雑さを軽減させ、複数のクラウドインスタンスを維持することによって生じるセキュリティや冗長性の問題に対処していく必要がある。

Endnotes

1. *Harvard Business Review*, "[How to manage the complexity of multi-cloud environments](#)," June 23, 2022.
2. Aaron Tilley, "[The battle for the cloud, once Amazon vs. Microsoft, now has many fronts](#)," *Wall Street Journal*, July 25, 2021.
3. *Harvard Business Review*, "[How to manage the complexity of multi-cloud environments](#)," June 23, 2022.
4. Deloitte, "[Multi-cloud: A powerful tool or a fall back to stove-piped systems](#)," accessed November 1, 2022.
5. Ion Stoica and Scott Shenker, "[From Cloud Computing to Sky Computing](#)," University of California-Berkeley, accessed November 1, 2022.
6. David Linthicum (chief cloud strategy officer, Deloitte LLP), interview, September 8, 2022.
7. Ibid.
8. Stoica and Shenker, "[From Cloud Computing to Sky Computing](#)."
9. David Linthicum, (chief cloud strategy office, Deloitte LLP), interview, September 8, 2022.
10. Ken Corless (chief technology officer, Deloitte), interview, September 13, 2022.
11. Kacy Clarke, Ken Corless, Glen Rodrigues, and Lars Cromley, "[IT, disrupt thyself; Automating at scale](#)," Deloitte Insights, December 7, 2021.



トレンド4

柔軟性、最高の能力：

テクノロジー人材の再創造

企業はこれまで限られたテクノロジー人材の獲得に向けて競争してきた。しかし長期的な戦略として、テクノロジー人材を厳選、創造し、育成することが重要である。

テクノロジーの歴史というと、白衣を着た博士が部屋いっぱいのメインフレームから情報を取り出しているイメージを思い起こさせる。以前は高度な科学的知識の代名詞であったテクノロジーの利用は、今や一般的になり、より民主化され、最近ではより分散化されている。技術者たちは白衣を脱ぎ捨て、ブルーネックやブラックジェーンズになった。しかし、テクノロジー人材となると、企業は依然として高度な科学的知識、つまり高度な学位や長年のエンジニアリング経験を求めている。

この1年、この種の知識を持つ人材はかつてないほど不足し、半数以上のIT企業幹部が人材確保に失敗している¹。ニュースにはグレートレジグネーション（大量離職）に関する見出しが溢れ、企業はテクノロジー人材をめぐる熾烈な競争を繰り広げているように見える。しかし、テクノロジースキルは平均して2年半ごとに陳腐化していくため、現在のニーズに合わせて雇用することは、長期的な戦略としては得策でない²。希少なテクノロジー人材を奪い合うのではなく、テクノロジー人材を厳選し、創造し、育成することができる新たな戦略を検討することが賢明である。つまり、競争するのではなく創造するのである。

「私の戦略は、スタッフの潜在能力を引き出す環境を作ることである。たとえ彼らが優良企業から引き抜きを打診されようとも、現在の仕事が好きであれば辞めないはずである」

— Sathish Muthukrishnan,
chief information, data, and
digital officer, Ally Financial³

2015年以来、「Tech Trends」と「Global Technology Leadership Study」は、テクノロジーチームの拡大された定義に創造性、デザイン、感情的知性（EI：Emotional Intelligence、エモショナルインテリジェンス）を吹き込むことができる新しいタイプのテクノロジー人材の出現を予測している。今日では、ローコード／ノーコード技術はますます一般的となり、パンデミックによって近代化が加速し、公開されているソースコードは豊富になっている⁴。その結果、デロイトグローバル（デロイト）が近々発表する「Global Technology Leadership Study 2023」にあるように、あらゆる業界で創造性、問題解決能力、そのほかのヒューマンスキルを、テクノロジー人材の差別化要因としてこれまで以上に重視している⁵。

今後1年半から2年の間に、テクノロジー分野のリーダーは、ITプロダクトとサービスを提供するために必要なスキル（ヒューマンスキルとテクニカルスキルの両方）に焦点を当てた、テクノロジー人材と働き方を再考することが求められる。先進企業は優秀な人材を確保するために、魅力的な従業員体験を提供し、人材を発掘するための新たなソースを活用しながら、創造性を発揮することになるであろう。長期的な人材獲得競争に勝利し、今後のさらなる変化に備えるためには、組織としても従来型のスキルを持った人材を求めるのではなく、柔軟性を最高の能力として評価する覚悟が必要である。

Now ゼロサムゲーム

COVID-19の大流行は、多くのテクノロジー人材のシフトを引き起こし、そして予想以上に長く続いた。多くのテクノロジー人材はリモートワークを選択し、より流動的な労働力を生み出している。実際、IT部門の85%は、今後ハイブリッド化または完全リモート化を計画している⁶。同時に、デジタルトランスフォーメーションの速度を考えると、企業はテクノロジーチームにさらなる要求をし、世界中から人材を獲得している。したがって、2022年4月のテクノロジー人材の失業率が1.3%で、アメリカの失業率の約3分の1であったことは驚くべきことではない⁷。また、アメリカのテクノロジー人材の72%がより良い環境を求めて離職を考えているのも驚くべきことではない⁸。



人材獲得のために、企業は報酬の引き上げや柔軟な就労条件、リスクリングやアップスキリングなど、単一のアプローチに頼ることが多い。しかし、人材不足が続く中、上記のアプローチの中から1つだけを選択することは持続可能性があるとはいえない。他社が採用条件を同等以上にすることで、テクノロジー人材はより良い雇用機会を求めて流出し、企業は採用競争においてゼロサムゲームを強いられる可能性がある。例えば、昨年の調査ではアメリカ企業の82%が、人材不足およびスキル不足がデジタルトランスフォーメーションプロジェクト推進における阻害要因となっていたと回答した⁹。

企業のテクノロジーリーダーは、他社と同様の戦略で同様の人材獲得競争に臨むのではなく、人材戦略に万能なアプローチはないことを認識すべきである。例えば、Lincoln Financial Groupのchief technology officer (CTO) であるJoe Weiderは、大手テクノロジー企業との人材獲得競争において、報酬条件では敵わないが、ほかのアプローチで人材のリテンションを強化したと述べている。「我々は働き方の柔軟性を向上させ企業文化を魅力的にすることに注力している。例えば、業務外での交流機会の提供によって従業員同士のコミュニケーションを促進することである。これらにより、従業員のリテンション率を維持している」とWeiderは言う¹⁰。企業は、テクノロジー人材不足解決に向けたアプローチを多角化することで、今後数ヶ月のうちに着手できる課題解決範囲の幅を拡大することができる。



New

柔軟性が最重要

今後2年間、テクノロジー人材逼迫による企業収益への影響が継続する可能性がある。これからも企業がトランスフォーメーションプロジェクトの継続的实施を望むならば、戦略に基づく、独自の人材獲得アプローチを必要とするであろう。人材獲得の目的を達成できる企業は、目先のテクノロジーニーズに過度に対応することよりも、今後のテクノロジーアジェンダをいかに計画・実行するか、という点に視野を広げることになるであろう(図1)。

図1：柔軟性を尊重し、テクノロジー人材を確保する



出所：Deloitte analysis.

柔軟なスキル

デロイトの調査によると、従来の仕事または職務の概念は、企業の成長やアジリティ、そしてダイバーシティ・エクイティ・インクルージョン (DEI) の目標を達成する上で大きな障害の1つである。多くの企業は、職務よりもスキルにフォーカスした人材モデルにシフトしている。例えば、Mercedes-BenzはIT人材の一部を「スキルセット」別にセグメント化することで、新たな役割やプロダクトへのアサインにおける柔軟性を向上している¹¹。成果を見るとそういったアプローチの効果は明らかで、スキルベースの組織では、人材を効果的に配置できる割合が2倍以上高く、ハイパフォーマーをリテンションする可能性も1.98倍高い¹²。実際、Bechtelのchief information and digital officerであるPatrick Noonによると、近年の状況変化によってスキルベースアプローチはより実現しやすくなっているという。「リモートワークをベースにした求人であればどこからでも採用できるため、重要スキルを持った人材の採用は容易になった」¹³

この方法を適用しようとしているテクノロジーリーダーは、業務要件の定義からスタートし、それらの要件を満

たすために必要なヒューマンスキルとテクノロジースキルを決定する必要がある。次に、中長期的な戦略に基づいて、ニーズをテクノロジースキル (例: データサイエンス)、テクノロジー関連スキル (例: アジャイルQA やカスタマーサクセス)、ヒューマンスキル (例: 変化への対応力) に整理することができる。スキルベースのアプローチは、企業における人材不足問題に対してよりクリエイティブにアプローチすることを可能にする。例えば、アメリカ製造業の回復力に焦点を当てた官民共同の研究機関であるSecureAmerica Instituteは、スキルベースのアプローチに基づき、マニュアル作業に慣れた人材を高度な機械オペレーターに育成するための支援を行い、人材不足問題に取り組んできた¹⁴。

柔軟な人材獲得方法

スキルに対する柔軟なアプローチをとる企業は、必要なスキルを持つ人材を獲得するにあたり、幅広い戦略から最適なものを選ぶことができるであろう。人材を獲得する方法として、雇用に限らずアウトソーシング、オフショア、トレーニング、再トレーニングを計画できるほか、エコシステムに含まれるほかの手法を活用することもできる。

最先端の企業はすでに、ギグワーカーや契約社員を通じて人材をクラウドソーシングすることで労働力のギャップを埋めて社内のリソースを解放し、やりがいのある仕事に集中できるようにしている¹⁵。オーストラリアのWorkwear GroupのCTOであるDebbie Browningは、人材確保における課題に直面した際に同様の手法をとった。「我々はスリムな企業です」と彼女は言う。「正社員としての雇用を促進するよりも、マネージドサービスを用いてスケールする方がこの会社には効果的です」¹⁶。さらに、デジタル面で成熟した企業は、スキルを持った人材へのアクセスを拡げうる強固なエコシステム戦略を持つ傾向があることがデロイトの調査から分かっている (デジタル面で成熟した企業と平均的な企業がそのような戦略を持つ割合は、それぞれ54%と40%)¹⁷。

DEIの取り組みがオファー受諾の重要な要素であると考えられるテクノロジー人材が78%に上る今日においては、リーダーはスキルベースのアプローチによって公平性を促進しやすくなることを考慮に入れるべきである¹⁸。例えば、外部組織との協業により、過小評価されていた候補者 (性別、人種など、何らかの差別的理由により機会

を逸していた人材) に対して9ヶ月間のトレーニングプログラムを提供し、卒業後にサイバーセキュリティーやプログラミングの領域で採用した事例がある¹⁹。このようなイニシアティブと適切な育成の機会（例えば、メンタリング、ローテーションプログラム、短期の就業体験）を組み合わせることで、企業は限られた人材をめぐって争うのではなく、新たな人材を生み出すことさえ可能になるのである。

柔軟なキャリアパス

従業員は自身に関心を持てる仕事と柔軟なキャリアパスを求めており、企業はこれらのニーズに対応する必要がある。この考え方の変化を最もよく表しているのが、「10X」（生産性が10倍の）エンジニアから「10-job」（10の職務を持つ）エンジニアへの移行、すなわちキャリアを通じて複数の領域で力を発揮できるマルチスペシャリストへの移行であろう²⁰。従業員を確保するためのキャリアパスと経験を構築する方法として、企業は以下の施策を検討すべきである。

- **横方向への移動。**企業は従来の垂直的なパスだけでなく、異なるテクノロジー間での横方向への配置転換を可能にするキャリアパスを設計すべきである。74%の従業員は、デジタル環境で効果的に業務を遂行するために、少なくとも半年に1回はスキルを更新する必要があると考えている²¹。
- **人材マーケットプレイス。**短期プロジェクトや新しいチームを見つけることができる社内の人材市場を用意することにより、社内の流動性が向上し、従業員はやりがいのある仕事を発見できるようになる。テクノロジー人材が挙げる、新しい仕事におけるインセンティブの第1位（回答者の54%が選択）は、自分が実施する業務の内容であった。あるいは、Eli Lilly and CompanyのCIO兼CDOであるDiogo Rauが言うように、「いくら給料を払っても優秀なエンジニアに退屈な仕事をさせることはできない。人々を興奮させる目的を提供すべき」である²²。

- **新しいオペレーティングモデル。**一般的に、IT部門には柔軟性が不足していると言われる。従業員が適切な場所、適切なパートナーシップ、適切なペースで働くことができるような経験を生み出すためには、「*Global Technology Leadership Study 2023*」で議論されるように、組織はテクノロジーワークのためのいくつかの異なるオペレーティングモデルの導入を検討すべきである。

「今日、企業が優れた人材の獲得に必要な柔軟さをもちうるかは、従業員が新しい役割を担うことや新しいスキルを習得することを促すような、流動性の高い文化を創造できるかどうかにかかっている」

— Fortune 100 CIO

モダンなトレーニング

柔軟で有能なテクノロジー人材を育成するには、基礎的なトレーニングが不可欠である。新たに採用されたテクノロジー人材は、例えば厳格なブートキャンプのような専用のトレーニングを受けるべきであり、それによって技術スタック、ビジネス部門と技術部門の協働、エンジニアリングの社内文化に触れることができる。理想的なトレーニングは、エンジニアリングスキルの基礎を提供するだけでなく、新入社員が迅速に組織やビジネスに適応できるようにし、継続的に学習するというマインドセットを植え付けるものである。

多くの場合、モダンなトレーニングには、シミュレーションベースの実習と、新入社員が「2枚のピザ」チーム（AmazonのJeff Bezosが提唱した、1つのチームはピザ2枚を囲める人数以下にしなければならないというルール）の中で経験豊富なエンジニアからコツを学べる徒弟制度モデルが含まれる。特にビジネスとテクノロジーが交わる領域については、実際の仕事の流れの中でそのコンセプトを理解し、協働のためのスキルを学ぶ必要がある。同時に、経験豊富なエンジニアは、eラーニング、ベンダー提供の研修、認定プログラムなどの組み合わせによって、最新のテクノロジーに関する定期的なアップスキルも必要とする。

さらに、柔軟なキャリアパスを構築するためには、さまざまなビジネス機能を理解する必要がある²³。ローテーションプログラム、ランチオンミーティング、OJTでのシャドーイングなどを通じて、テクノロジー人材はプロダクト管理やCX（Customer Experience、カスタマーエクスペリエンス）を含むさまざまな分野に触れるべきである。そうしておくことで、テクノロジー人材が今後のキャリアで職種横断的な異動をしたとしても、比較的すぐにキャッチアップすることができるであろう。

重要なのは、トレーニングやアップスキルが図られた後は、エンジニアの業務をアプリケーションのメンテナンスに限定するのではなく、創造性を奨励し、ビジネスへの貢献度が高いカスタムアプリケーションの開発を後押しすることである。不和（旧式のシステムや非効率なプロセスによる）のない開発者体験を実現することで、テクノロジー人材は自身の作品に集中し、ビジネスインベーションや成果を主導することができるようになる。すべての企業がテクノロジー企業に変わっていくにつれ、モダンエンジニアリングは戦略の拠り所となる。企業の開発者・アーキテクト・エンジニアのトレーニングと経験が、市場の勝者と敗者を分けるようになる日も近いかもしれない。

Next

人間性のブラッシュアップ

企業は人材の面で変曲点にある。今後10年間、テクノロジーは与えられたタスクの実行能力を高め続け、テクノロジー人材は、ビジネスニーズへの適応や、デジタルテクノロジーとの連携、イノベーションといったハイレベルな問題に集中できるようになるであろう。

現代のテクノロジー人材が時代遅れの言語でコードを書かなければならない、と嘆くように、未来のテクノロジー人材はAIアシスタントがいないと不安、という状態になるかもしれない。人間と機械のコラボレーションの時代と定義される「Age of With」においては、時間のかかる計算をAIに任せれば、人間の同僚は人間の手が必要なタスクに集中できる。例えば、アメリカン航空は最近、労苦を伴っていた搭乗口割り当て業務にかかる時間を削減した。これは、当日キャンセル分も考慮してフライトと搭乗口の割り当てを計算するという4時間かかるものだったが、AIを使って2分半に短縮したのである。これにより、チームメンバーが深夜労働から解放され、CXも向上した²⁴。同様に、**バージニア州**

保健局は、毎週受ける約2,000件の顧客からの定型的な問い合わせを処理するチャットボットを開発し、管理スタッフがよりハイレベルな問題に集中できるようにしている²⁵。

本レポートの「**AI社会への扉を開く：AIを仲間として信頼すること**」で述べたように、テクノロジー人材はAIといったデジタルテクノロジーと連携することで生産性を向上させている。**NVIDIA**のプロダクトマネジャーであるMike Geyerは、将来のエンジニアは「自分で課題を解くのではなく、AIが単調な作業をこなせるように問題を設定する方法について学ぶことになるであろう」と考えている²⁶。AIが問題解決を自動化するようになると、企業は近いうちに、利用可能で有用な一連のAI技術をビジネス上の成果に結びつけることができる、人文科学系の人材を探すようになるかもしれない。人文科学の学位を持つ人材は急減しているが、この分野の専門家が持つ大局的な思考、倫理観、問題設定能力が近い将来また求められるようになるかもしれない²⁷。AIとの連携のメリットは何であろうか。Mike Geyerが擁するAI専門家チームは、自社のクライアントに30%の効率化効果をもたらすと予測している。

「当社は多様な従業員を抱えるグローバル企業であり、グローバルで積極的に採用活動を行っている。熟練したサイバーセキュリティの専門家が不足しているため、イノベーションを継続するためには、AI技術を頼り、投資することが不可欠になっている」

— Peter Oggel,
chief technology officer, Irdeto
BV²⁸

最後に、technology innovation officerの設置の広がり、テクノロジーチームが業務の安定運用のためではなくビジネスを形づくるためにこそ存在する、という未来が現実のものになりつつあることを示している。わずか3年前にはほとんど見られなかったこの役職を持つ組織は現在16%にのぼり、イノベーションに充てるテクノロジー予算は2020年以降8%増加している²⁹。最近デロイトが「*Innovation Study 2021: Beyond the buzzword*」で述べたように、イノベーションは一つの領域として確立されつつある³⁰。すでにイノベーション部門を立ち上げている企業もあれば、テクノロジー人材が求めるイノベティブな業務を提供するために、社内の複数の「ミニスタートアップ」の立ち上げに投資している企業もある。

自動化によって人間の貴重な時間が解放され、次に何が来るかを見極めることができるようになれば、次の10年の戦場はテクノロジー人材を探し出すのではなく、未来のためのテクノロジーを切り拓くことに変わるかもしれない。



Endnotes

1. Deloitte analysis.
2. Sonia Malik, “[Skills transformation for the 2021 workplace](#),” IBM Training and Skills Blog, December 7, 2020.
3. Sathish Muthukrishnan (chief information, data, and digital officer at Ally Financial), interview, June 6, 2022.
4. BrandEssence and PR Newswire, “[Low-code development platform market revenue worldwide from 2018 to 2025 \(in billion U.S. dollars\)](#),” Statista, March 9, 2021.
5. Deloitte, *2023 Global Technology Leadership Study*, forthcoming.
6. Ibid.
7. Deloitte analysis.
8. Ibid.
9. Couchbase, “[Digital transformation—lessons learned and strategic setbacks](#),” 2022.
10. Joe Weider (CTO, Lincoln Financial Group), interview, June 16, 2022.
11. Bernd Rumscheid (head of digital solutions and data in Mercedes-Benz’s finance division and IT group functions), interview, September 23, 2022.
12. Sue Cantrell, Michael Griffiths, Robin Jones, and Julie Hiipakka, [The skills-based organization: A new operating model for work and the workforce](#), Deloitte Insights, September 8, 2022.
13. Patrick Noon (CIO of Bechtel Group), interview, June 14, 2022.
14. Rob Gorham, Jr. (executive director, SecureAmerica Institute), interview, June 22, 2022.
15. Cantrell, Griffiths, Jones, and Hiipakka, [The skills-based organization](#).
16. Debbie Browning, (CTO of Workwear Group), interview, June 2, 2022.
17. Deloitte, *2023 Global Technology Leadership Study*, forthcoming.
18. Built In, “[We surveyed the state of diversity in tech, and the results are in](#),” March 1, 2021.
19. Deloitte, *2023 Global Technology Leadership Study*, forthcoming.
20. Codegiant, “[How To Become A 10X Engineer \[The 10X Engineer Meme and Definition\]](#),” June 2, 2018.
21. Dr. Gerald C. Kane et al., [Coming of age digitally](#), Deloitte Insights, June 5, 2018.
22. Diogo Rau (chief information and data officer of Eli Lilly and Company), interview, June 21, 2022.
23. Anjali Shaikh, Kristi Lamar, and Ranjit Bawa, [Paving diverse paths to technology leadership: Diversity and inclusion in tech](#), Deloitte Insights, March 6, 2020.
24. Sumit Batra (managing director, American Airlines) and Anne Moroni (vice president, American Airlines), interview, September 28, 2022.
25. Deloitte, [Automation helps the Virginia Department of Health bring workers into the future](#), Deloitte Insights, October 21, 2022.
26. Mike Geyer (project manager, NVIDIA), interview, August 30, 2022.
27. Andrew Van Dam, “[The most-regretted and lowest paying college majors](#),” *Washington Post*, September 2, 2022.
28. Peter Oggel (chief technology officer, Irdeto BV), interview, May 19, 2022.
29. Deloitte, *2023 Global Technology Leadership Study*, forthcoming.
30. Mike Bechtel, Khalid Kark, Nishita Henry, [Innovation Study 2021: Beyond the buzzword](#), Deloitte Insights, September 30, 2021.



トレンド5 我々は我々自身を信じる： 分散型アーキテクチャーとエコシステム

あらゆるものへの不信感が高まる世界において、ブロックチェーンとWeb3は、信頼の在り方を再構築するためにデータを分散化する「トラストレス」システムを強化する可能性がある。

昨年、我々は「*Blockchain: Ready for business*」において、ブロックチェーンを利用したシステム上に構築された独創的なさまざまな企業のユースケースが、その企業の実際の生産性と価値を大規模に推進していると述べた¹。ブロックチェーンの有用性と将来性を理解し始めた組織は、ステークホルダーの信頼構築こそがブロックチェーンの主要なメリットの1つになり得ることに気づき始めている。実際、ブロックチェーンを利用した「トラストレス」システム（信頼を単一の個人や組織に依存せず、ユーザーのコミュニティーが担保する）は、政府、メディア、通貨、企業、そのほかの団体に対する信頼低下に対する解毒剤になり得る可能性を秘めている。

サイバー犯罪からデータの不正使用に至るまで、デジタルトラストの問題は、伝統的な制度とそれを支える技術に対する信頼を損なっている。デジタル台帳技術と、コード、暗号化、技術プロトコルを通じて合意を達成する分散型ビジネスモデルにより、分散型アーキテクチャーは信頼の仲介機能そのものを不要にし、ネットワーク参加者全体に分散させることで新しい信頼関係の構築を目指す。

分散化されたプラットフォームやプロトコルの成熟に伴い、自社のペースで責任ある投資を始めている企業も多くなっている。日常的に利用するエンタープライズアプリケーションからブロックチェーンネイティブのビジネスモデルまで、これらの組織の取り組みは、我々の誰もが、我々全員ほど信頼できる存在ではないことを示している。

今後は、より分散的で透明性の高いインターネットの再発明を支援することで、組織が主要なステークホルダーとの信頼性を強固にするさらなる機会を期待できる。多くの人がインターネットの次のバージョンと呼ぶWeb3は、パブリックブロックチェーンに基づいて、大きな影響力を持つステークホルダーの声が真実を覆い隠すことができない未来を示唆しており、この世界では、先見の明のあるデジタルネイティブが、より質の高い手法で真実の証明を行うよう要求する可能性が高まっている。実際、明日の指導者たちは「ブロックチェーンの証拠がなければ、それは無かったも同じ」と主張するかもしれない。

Now

デジタル・トラスト・ギャップ

市民団体や民間団体に対する国民の信頼が低下していることを浮き彫りにする調査も多い²。「ソーシャルメディアやそのほかのWeb2ベンチャーは、個人や企業、そのほかの組織や機関に対してネガティブな感情を簡単に引き起こすことができるようになった」とGannettのchief data officerであるNate Rackiewiczは述べている³。「私が以前設立した調査会社Meteor Nowでは、メディア業界で消費者の関与を促進させるには、憎しみが最も影響力のある感情であることを発見した」と彼は言う。「このリスクに留意し、消費者の注意を惹くために、憎しみを武器にしている可能性のある事業者に注意する必要がある」⁴

また、無秩序なビジネスプロセスやシステムは、ステークホルダーの信頼を低下させる可能性がある。例えば、資本市場の参加者にとって信頼は最も重要であるが、その信頼を維持するための資本市場のインフラの肥大化は止まらず、非効率なシステムになってしまっている。

債券の発行には6週間、配当金が発行体から最終投資家に渡るまでには25日間かかることが多い⁵。決済コストは前年比で14%増加し、決済システムの27%は20年以上前のものである⁶。おそらく、資本市場における資産のトークン化は、企業におけるブロックチェーンの主要なユースケースの1つであり、Broadridge、Clearstream、Goldman Sachsなどによる、ブロックチェーンベースのトランザクションプラットフォームの活用は、システムとプロセスの非効率性を排除し、資本市場への参加者の信頼を高めることに役立つであろう⁷。

**「メディア業界で
消費者の関与を促進させるには、
憎しみが最も影響力のある
感情であることを発見した」**

— Nate Rackiewicz,
chief data officer, Gannett

利害関係者の信頼を失った企業は、厳しい代償を払うことになる。デロイトの研究では、スキャンダルに巻き込まれた時価総額100億米ドル以上の世界的な大企業3社を調査した。分析の結果、企業は利害関係者の信頼を失った後、価値の20%から56%、つまり合計700億米ドルの損失を出したことが分かった⁸。

多くの組織は、製品の品質、利益、成長などの従来のビジネス目標を超えて、環境、社会、ガバナンス（ESG）の取り組みやダイバーシティ、エクイティ、インクルージョン（DEI）のコミットメントを加えることで、ステークホルダーとの信頼性を構築している。ブロックチェーンは、デジタルトラストという、新たな信頼性のギャップを埋めることに役立つ可能性がある。

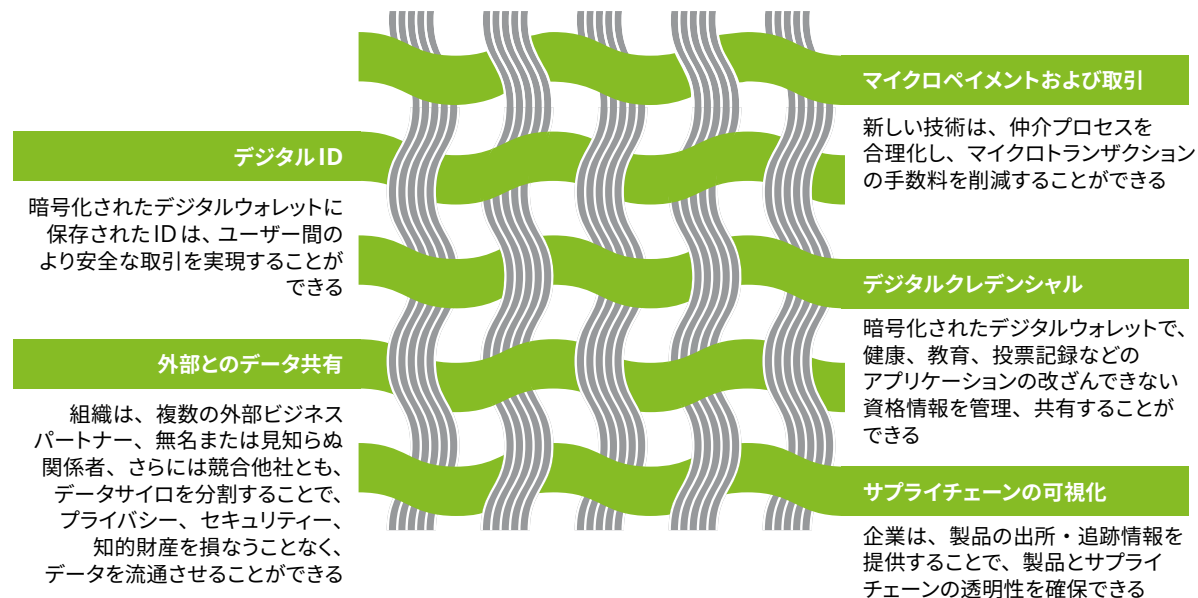
New

ギャップを埋める

分散化されたシステム、アプリケーション、およびビジネスモデルは、既存のトランザクションインフラに保護層を追加し、特定の組織が改ざんする余地の無い、真実かつ単一のバージョンの作成を支援することで、組織がデジタルトラストのギャップを埋めることを可能にする。それらは、データのプライバシーを犠牲にすることも、第三者によるモデレーションも必要とせず、システム全体のユーザーの暗号化とコード主導のコンセンサスに依存している。結果として得られる、全参加者がアクセスできる信頼されたレコードは、選択された第三者によって検査できるが、特定のユーザーによって制御することはできない。参加者のコンソーシアムは、各参加者が更新された不変のデータベースのコピーを保持するように、情報を最新の状態に保つ⁹。

信頼に関連するユースケースには、デジタルクレデンシャルとデジタルID、外部データ共有、サプライチェーンの可視化、マイクロペイメントおよび取引が含まれる(図1)。

図1：ブロックチェーンに基づく信頼に関するユースケース



出所：Deloitte analysis.

デジタルクレデンシャル

個人用デバイス上の暗号化されたデジタルウォレットで、健康、教育、投票記録などのアプリケーションの改ざんできない資格情報を所有し、管理することができる。**ニューヨーク州**などの組織はIDと資格情報の検証にブロックチェーンを活用している。Excelsior Passのデジタルヘルス認証を使用することで、市民は、ほかの個人的な健康データを共有することなく、スマートフォンにCOVID-19検査の陰性結果とワクチン接種記録を安全に保存し、検証することができる¹⁰。州のfirst deputy budget directorであるSandra Beattieによれば、市民からの信頼性が非常に重要であったという。

「市民がデータに関する主権を有しており、州の責任はそのデータのプライバシーとセキュリティを維持することであるという信念に基づいてアプリケーションを設計した。市民がこのアプリケーションに好意的な反応を示したのは、その信念に対する信頼があったからであろう」¹¹

デジタルID

同様に、人々はブロックチェーンを活用して自分のIDを作成、管理、デジタルウォレットに保存することができ、売り手と買い手、大家と見込み客、さらにはマッチングアプリケーションのユーザー間のより安全な取引につながる可能性がある。

企業は、資格情報、ID、ライセンスを確認または発行できる。例えば、BMWグループはドイツ政府と提携し、ブロックチェーンを利用した運転免許証を発行している。これにより、ID詐欺を防止し、自動車のレンタルや購入、保険の加入などの取引における利用者のフラストレーションを減らすことができる¹²。



外部とのデータ共有

ブロックチェーンシステムは、複数の外部ビジネスパートナー、無名または信頼できない関係者、さらには競合他社であってもコンセンサスを得る必要があり、仲介者が求められていない、必要とされていない、または実現可能でないアプリケーションに役立つ。ブロックチェーンは、このようなグループ間のデータサイロを分割することで、プライバシー、セキュリティ、知的財産を損なうことなく、データを流通させることができる。

例えば、ファッションブランドのLVMHは、Aura Blockchain Consortiumを立ち上げ、商品の真正性を証明するために来歴を追跡している。設立メンバーには、同じく高級ブランドのPrada、Cartier、Mercedes-Benzなどが含まれる¹³。メンバーは、最も厳しいプライバシー基準にしたがって独自の体験を築き、独自のデータを維持している¹⁴。

サプライチェーンの可視化

LVMHをはじめとするAura Blockchainコンソーシアムの設立パートナーと同様に、ほぼすべての業界、分野の組織がブロックチェーンを実験的に導入しており、自らの組織やその顧客、そのほかのステークホルダーが製品の出所に関する情報を追跡することに役立っている。

例えば、国際協力機構（JICA）は、コートジボワールのカカオ農園での児童労働の状況を正しく把握するため、ブロックチェーンを活用した実証実験を行った。このプロジェクトは、カカオ農家の子どもたちが学校に通い、児童労働をしていないかどうかを正しく把握し、ブロックチェーンを活用してサプライチェーンの透明化を目指すとするものである。JICAのシニアデジタルオフィサーである長野悠志は「ブロックチェーンを活用することの素晴らしさは、コートジボワールの農家と日本の消費者との心のつながりを作り出すことも可能だという点だ。つまりテクノロジーは温かく感情的な価値をもたらすこともできる」と述べた¹⁵。

マイクロペイメントおよび取引

仮想通貨で取引が行われる場合、オンラインのマイクロトランザクション（ゲーム内での課金のように、1ペニーの端数から数ドルまでの小さな支払い）は取引コストよりしばしば大きな取引手数料を伴う。新しい技術は、仲介プロセスを合理化し、マイクロトランザクションの手数料を削減することによって、マイクロトランザクションをより公平なものにすることに役立つ。

「テクノロジーは温かく感情的な価値をもたらすこともできる」

—長野悠志、
シニアデジタルオフィサー、JICA



Next

ブロックチェーンの証拠がなければ、それは無かったも同じ

関心経済の概念を理論化したHerbert Simonの言葉を言い換えると、情報の豊富さは関心の不足を意味する¹⁶。Web2の関心経済ではクリック数が優先され、真実が低く評価される。ソーシャルメディアの分裂は、インターネットを分断し、怒りやフェイクニュースを激化させる恐れがある。データやAIの利用の増加は、偏見やディープフェイクの増加につながり、プライバシーやデータの利用に対する懸念は高まり続けている。

ブロックチェーンをソーシャルメディアの技術アーキテクチャーの新しい側面に統合することは、組織が主要な利害関係者の信頼を取り戻すことに役立つ可能性がある。ディープフェイクやAIによる画像、代替的事実の時代において、自分の両目で何かを見ることは、必ずしも真実を証明するのに十分ではない。しかし、コミュニティ全体がパブリックブロックチェーンでそれを見るならどうであろう。「ブロックチェーンの証拠がなければ、それは無かったも同じ」という具合に、トラストレスで分散的なプラットフォームは、真実の裁定者となる可能性がある。

以下にいくつかの可能性を示す。

Web3

ブロックチェーン、分散化、そしてトークンは、次世代のインターネットであるWeb3のコアである。「Web3は最も受動的な消費者をコミュニティメンバーに変える」と語るのは、ブロックチェーン技術を使って代替不可能なトークンと新しい形式のデジタルエンゲージメントを消費者に提供するDapper Labsのvice president of business developmentであるRidhima Khan

である。「それは定着しつつあり、あらゆるセクターや産業に影響を与えるであろう」¹⁷

コンテンツの制作、管理、保護、そして収益化の方法を変えることで、Web3はクリックや「いいね!」に執着していた今のインターネットからユーザーを救い出すことができるかもしれない。仲介者のいないWebは、仲介者から制作者や消費者に力をシフトする可能性がある。

- 制作者:** Web2の世界では、「デジタル」は「豊富」と同義である。ほぼすべてのデジタルコンテンツは、合法かどうかにかかわらず、無限に共有可能である。コンテンツの無限の供給は、需要（価格と消費者の関心）をゼロに向かわせる。「デジタル希少性」の概念を導入することで、Web3アーキテクチャーは、コンテンツ、データ、プロフィール、およびIDの所有権と管理の一部を再主張する機会をクリエイターに提供し、複数のコピーを作成するのではなく、複数のWebサイトやプラットフォームにわたってそれらを管理して収益化する機能を提供する。クリエイターは、楽曲やビデオ、そのほかの

知的財産へのアクセスをロックすることで、スマートコントラクトとプログラム可能なお金を介したアクセスのみを許容し、リアルタイムに収益の一部を享受できる可能性がある。

- 消費者：**分散型Webは、個人を特定する情報やそのほかの個人データの所有権と管理を仲介者から個々の消費者に移すことができる。エンドユーザーは、識別情報をブロックチェーンベースのデジタルウォレットに保存し、プラットフォーム、アプリケーション、Webサイトごとに新しいIDを作成する代わりに、複数のプラットフォーム、アプリケーション、Webサイトで使用できる。これにより、消費者はデータのプライバシーとアクセスに対する権限を強化し、ハッカーからの保護を強化し、データから収益を得ることができるようになる。閲覧や購入データの管理が強化されれば、消費者は電子メールのスパムや不要な広告を減らしたり、情報の提供や電子メール広告の受け入れに対して報酬を受け取ったりすることができるようになる¹⁸。

デジタル広告

消費者が自身の購入や閲覧データに対して責任を持つようになると、ブロックチェーンはデジタル広告に破壊的な影響を与えるかもしれない。消費者が自分のデータおよび誰がそれを使用するかを管理できるようにすることに加えて（それ自体が非常に大きなインパクトをもたらす）、インターネットボットやドメインのなりすましによって引き起こされる広告詐欺の排除にも役立つ可能性がある。インターネットボットやドメインのなりすましは、トラフィック、クリック、インプレッション、コンバージョン、またはそのほかのデータイベントを不正に作成し、ある調査会社は2022年末までにグローバルの広告主に680億米ドルのコストを課すであろうと推定している¹⁹。デジタル広告プロセスにトラストレイヤーを追加することで、広告主は広告で獲得した消費者のより正確なデータを受け取ることができるようになる可能性がある²⁰。

AI

「**AI社会への扉を開く：AIを仲間として信頼すること**」で触れているように、企業はAIの持つ業務を変革する力を理解しているが、AIがミッションクリティカルなタスクを遂行できるかは疑問視することが多い²¹。消費者も、透明性、解釈可能性、説明可能性の欠如という重大な問題を抱えたAIを警戒している²²。どちらの場合も、人々はAIの意思決定プロセスを理解しておらず、AIを学習させるために使用されるデータに懐疑的であるため、AIに自信を持っていない²³。

ブロックチェーンの透明性と不変性は、AIによって使用されるデータの出所、完全性、信頼性に関する洞察を提供し、データが変更されないようにすることでデータのセキュリティを向上させ、監査の証跡を提供できるかもしれない。

サイバーセキュリティ

分散型アーキテクチャーの特性の多くは、長期的にはより優れたサイバーセキュリティにつながる可能性がある。例えば、デジタルIDの制御をプラットフォームからユーザーに移行することで、第三者が保存する機密データの量を削減し、単一のデータを豊富に持つ攻撃対象をなくすることができるかもしれない。ハッカーが、データブロックの検証に使用されるコンセンサスメカニズムを制御するのに十分なネットワークノードを侵害することは困難であろう。また、ブロックチェーン全体を暗号化することで、ブロックチェーン内に格納されているデータが不正にアクセスされることや変更されることがないようにし、監査の証拠を提供することができる²⁴。

パブリックブロックチェーンの多くは、完全なプライバシーとセキュリティを備えているわけではないが、サイバーリスクを軽減する、より信頼性が高く安全なオプションが利用可能である。パブリックでないネットワークには検証済みの選ばれたメンバーのみが参加でき、パーミッションドネットワークには検証済みIDを持つものが参加でき、活動は許可された役割によって制御される。

組織は、トラストレスなビジネスモデルとオペレーションが、データに関連する信頼性の問題を解決し、従業員と顧客グループ、ビジネスエコシステム、および業界全体でまさに必要とされている自信を獲得することによってどのように役立つかを見出し始めており、肯定的な社会への示唆も考慮されている。

見たものを信じることができず、嘘から真実を見分けることが不可能な信頼の危機の真ただ中で、私たちの多くはスーパーヒーローを待っていた。どうにかして、争いを解決して、事実とフィクションを区別してくれそうな、非の打ち所がない仲裁者としての人、会社、あるいは技術を。分散的でトラストレスなアーキテクチャーは、我々こそが、我々が探していたヒーローであることを語り始めている。そして実際のところ、我々は誰一人として、我々全員と同じくらいに信頼に値する人はいないのである。



Endnotes

1. Wendy Henry and Linda Pawczuk, [Blockchain: Ready for business](#), Deloitte Insights, December 7, 2021.
2. Edelman, [2022 Edelman trust barometer](#), January 18, 2022; Jeffrey M. Jones, [“Confidence in U.S. institutions down, average at new low,”](#) Gallup, July 5, 2021; David Michels, [“The trust crisis in business,”](#) *Forbes*, June 17, 2019; Sanjay Nair, [In technology we trust\(ed\)](#), Edelman, February 25, 2020; Knight Commission on Trust, Media and Democracy, [Crisis in Democracy: Renewing trust in America](#), The Aspen Institute, February 2019.
3. Web 1.0, the original internet, debuted in the mid-1990s, featuring static websites. Over time, it evolved into Web2 or Web 2.0, the current version of the internet. Web2 features dynamic websites, user-generated content, social and community websites, and heavy user participation.
4. Natie Rackiewicz (chief data officer of Gannett), email interview, October 11, 2022.
5. ValueExchange, [Doing tokenization right](#), accessed November 1, 2022.
6. Ibid.
7. Lucy Carter, [“DLT is on the move, say SIBOS panellists,”](#) Asset Servicing Times, October 13, 2022; Digital Asset, [“Digital Asset Accelerates asset tokenization with Daml Finance,”](#) October 11, 2022; Digital Asset, [“Customer Story: Goldman Sachs,”](#) accessed November 1, 2022.
8. Deloitte, [The chemistry of trust: Part 1: The future of trust](#), accessed November 1, 2022.
9. Deloitte, [“Enterprise blockchain,”](#) accessed November 1, 2022.
10. Deloitte, [Digital credentialing app Excelsior Pass helps New York state open for business](#), Deloitte Insights, October 3, 2022.
11. Ibid.
12. Henry and Pawczuk, [Blockchain: Ready for business](#).
13. Arthur Parkhouse, [“A look at LVMH’s Blockchain consortium,”](#) Hypebeast, August 17, 2022.
14. LVMH, [“LVMH partners with other major luxury companies on Aura, the first global luxury blockchain,”](#) press release, April 20, 2021.
15. Deloitte, [JICA uses blockchain transparency to combat child labor](#), December 7, 2022.
16. Wikipedia, [“Attention economy,”](#) October 25, 2022; Martin Greenberger, *Computers, communications, and the public interest* (Baltimore: John Hopkins Press, 1971).
17. Ridhima Khan (vice president of business development at Dapper Labs), interview, August 31, 2022.
18. Ben Constantly, [“Three ways blockchain could dramatically change the digital advertising industry,”](#) *Forbes*, March 24, 2021.
19. Scarlett Woodford, [Digital advertising fraud: Market forecasts, key trends, and competitor landscape 2022-2026](#), February 21, 2022.
20. Darryn Pollock, [“Advertising fraud falls flat when faced with transparency: How can blockchain help?,”](#) *Forbes*, November 22, 2018.
21. Deloitte, [Opening up to AI: Learning to trust our AI colleagues](#), Deloitte Insights, December 6, 2022.
22. Stevens Institute of Technology, [TechPulse Report: A perspective of Americans’ attitude toward artificial intelligence](#), November 2021.
23. Vyacheslav Polonski, [“People don’t trust AI—Here’s how we can change that,”](#) *Scientific American*, January 10, 2018.
24. Toshendra Kumar Sharma, [“The future of cyber security: Blockchain technology,”](#) Blockchain Council, December 13, 2021.



トレンド6 先進技術との連携と拡張： メインフレームモダナイゼーションの 新たな歩み

企業は、メインフレームを使ったシステムを完全に新しいシステムに刷新するのではなく、先進技術と連携させて機能を拡張する方法を模索し始めている。

長らく使い続けられてきたメインフレームは、コンピューティングの歴史において、いわば時代遅れであるように見えるかもしれない。クラウドコンピューティングに取り残され、AIやビジネスプロセス支援サービス(BPaaS: Business Process as a Service)などの先進技術からは隔絶されてしまったことで、メインフレームは過

去の遺物として葬り去られる運命であるように思われた¹。

しかし実際のところ、過去の遺物になると思われたメインフレームには、予想外の展開があった。メインフレームは依然として使い続けられているのだ。クラウドプラットフォームがどれだけ魅力的でも、あるいは先進的なビジネスの実現において最新技術を用いた機能が不可欠であったとしても、メインフレームには使い続けられるだけの十分な価値があるということだ。多くの場合、メインフレーム上のアプリケーションのクラウドへの移行は簡単ではない。それは、リファクタリングに膨大な作業を要するか、あるいはシステムの依存関係を壊す可能性がありリスクが大きいためである。

メインフレームを使い続ける秘訣は、メインフレームを、先進技術を備えた近代的なアプリケーションと連携できるようにすることであり、先駆的企業は工夫を凝らしながら取り組んでいる。事実、企業は何年もの間、クラウド移行におけるコストやリスクの対処に取り組んできた。この取り組みの中で、企業は基幹システムを切り離して刷新するという従来の考え方ではなく、革新的な手法を活用して先進技術と連携させることにより、各システムが最適に機能する方法を模索し始めている(図1)。



図1：メインフレームのメリットとデメリット

デメリット

レガシーツールと新しいアプリケーションの
統合が課題であるとする企業



ビジネス的な俊敏性の欠如
(新たなビジネスの課題や機会に対応できないこと)が
レガシーシステムの問題であるとする企業



メインフレームの保守・運用に適切な人材を獲得することが
ほどほどにまたは極めて難しいとする企業のリーダー層



メリット

メインフレームは組織内で長期的に存続可能であると
考えている経営層 (ビジネスおよびIT)



メインフレームの活用拡大を予定している経営層
(ビジネスおよびIT)



今後数年間でメインフレームの性能が向上すると
見込んでいる経営層 (ビジネスおよびIT)



イスラエルの医療保険・介護事業者 **Meuhedet** の取り組みにおいて、同社のメインフレームをベースにした電子カルテシステムが患者データの実質的な保存手段として機能している。同団体のCIO (chief information officer) である Katy Bar-Shalom は「我々の目指すべきところは、レガシーシステムからの脱却ではない。なぜなら、レガシーシステムは機能しているからだ」と述べている。「レガシーシステムは設計された通りにきちんと動作するが、問題は、機能自体が十分ではない点である。しかし、Web サービスやアプリケーションと連携して使用することで、医療スタッフに新しいデータと洞察を提供できるようになる」と述べている²。

現代のビジネスユーザーはCRM、データダッシュボード、機械学習などの近代的なアプリケーションに依存しているが、メインフレームとこれらのアプリケーションの間で機能を連携させることは技術的にチャレンジングなことである。その要因の1つとして、メインフレームのコードのほとんどが、今日では学ぶ人が少ないCOBOL言語で書かれていることが挙げられる。近代的なアプリケーションの利活用は通常、企業のDXの取り組みの

出所：Deloitte analysis; BMC, "2020 BMC Mainframe Survey Results, October 1, 2020"; Tata Consultancy Services, "70% of Global CXOs See Mainframe and Legacy Modernization as Top Business Priority," February 11, 2021.

中心であり、反対に、レガシーシステムは多くの場合にそのハードルと見なされている。

メインフレームと近代的なアプリケーションを連携させる従来の方法は、APIを中心に考えられてきた。しかし、APIは申し分なく動作するものの、欠点も存在する。それは、アプリケーションを利用するための連携インターフェースが事前に用意されている必要があり、ない場合にはエンジニアが連携インターフェースを開発する必要があるということだ。しかし、これはそれぞれのソフトウェアにとって必ずしも実現しやすい方法ではない。なぜならAPIを使えるようにするための構築や設定は、しばしば複雑で時間のかかるプロセスになり得るからだ。

この問題に対処するため、各社はレガシーアプリケーションと最先端のツールとの連携を可能にすることによる、基幹システムモダナイゼーションに関する有効なアプローチの確立に一層力を注いでいる。これらモダナイゼーションの方法としては、AIを利用したミドルウェアソリューション、先進的なマイクロサービスのアプリケーション、そしてデータ利活用のための刷新されたユーザーインターフェースなどが挙げられる。その結果

として、堅牢な基幹のレガシーシステムの機能性と、スケラビリティの高い先進的テクノロジーによる強力な組み合わせが生まれる。

このように、レガシーシステムはDXへの障害ではなく、むしろビジネスを前進させるエンジンにもなり得るのである。

**「我々の目指すべきところは、
レガシーシステムから脱却する
ことではない。なぜなら、レガシー
システムはきちんと動作している
からだ。さらにWebサービスや
アプリケーションと連携して
使用することで、医療スタッフに
新しいデータと洞察を提供
できる」**

— Katy Bar-Shalom, chief
information officer, Meuhedet

Now メインフレームは依然として ビジネス上重要である

経営幹部の75%が、メインフレームは組織内で長期的に存続可能であると考えており、90%以上がメインフレームの普及拡大を見込んでいる³。現状でも、メインフレームは給与処理・取引記録・保険引受など、ほかにも多くのタスクで一般的に使用されている。なぜならばメインフレームは我々が意図した通りに動き、上手に処理を行ってくれるからだ。

課題となっているのは、人々が欲する最新の機能がメインフレームから得られないということである。60%以上の企業が、レガシーアプリケーションと先進技術を備えたアプリケーションの統合が課題であると回答しており、57%は、ビジネス的な俊敏性の欠如（新たなビジネスの課題や機会に対応できないこと）がレガシーシステムの問題であると回答している⁴。

New

レガシーシステムの機能を拡張させる 革新的な手法

長年にわたり、企業はコアモダナイゼーションの5R (replatform、remediate、revitalize、replace、retrench) によってレガシーシステムを甦らせてきた⁵。これらのアプローチは今でも成果を生み出している。5Rのアプローチに関する先進事例では、基幹システムに対し最先端の機能拡張を行うことにより、現代のデジタル企業においても新たな付加価値を実現している。

例えば、**アメリカ空軍**は最近、Defense Advanced Research Projects Agencyが独自に開発したSTITCHESと呼ばれるツールを使用し始めた。STITCHESは本質的には技術標準と変換のライブラリーであり、実装言語にかかわらず、アプリケーション間のデータのやりとりを可能にするものである⁶。具体的には、あるアプリケーションがSTITCHESのライブラリーにデータや命令を送信すると、次のシステムの標準にしたがってSTITCHESが処理を行う。STITCHESは共通のインターフェース言語を必要とせず、さまざまなツールが相互に接続できるような仕組みを提供しているのである。

空軍350th Spectrum Warfare Wingの初代司令官William “Dollar” Young大佐は、「さまざまなソフトウェアを接続するための専用APIの開発と導入には時間がかかり、複雑な作業になる」と述べている。APIによる接続は、事前に接続のための取り決めを定めておく必要があるため、現場の人間はその場ですぐにプログラム間の接続を行うことができない。しかし、STITCHESを用いることで、誰でも必要に応じてすぐに

2つ以上のプログラムをリンクすることができ、アプリケーション間の接続性を向上させながら俊敏性を高めることができる。「STITCHESは、我々が描いた構想の通りに必要な機能をつなぎ合わせて最良の形にしてくれる」とYoungはいう⁷。

ほかにも、レガシーシステムの上に新しい統合レイヤーを配置することで、より高度な機能を獲得する取り組みがある。これらのアプリケーションは従来のAPIより柔軟なファイルシステムを持っており、より多くの形式のデータの取扱いと、ほかのアプリケーションの標準への変換ができる。これらはレガシーシステムのデータを活かす画期的な方法である。

BMWが英国の製造施設の効率化を支援するため、**NVIDIA**のOmniverseプラットフォームを利用した事例がある⁸。BMWは、カスタマイズ要求に対するより迅速な対応およびより多くの電気自動車の生産を可能にするために、生産ラインの変革を行う必要があると考えた。しかし、同社のソフトウェア基盤のほとんどが従来型のガソリン車を生産するためのものであった。

そこでBMWではソフトウェア基盤の全体を再構築するのではなく、既存のツールと連携して機能を拡張する方針を採った。NVIDIAのOmniverseソフトウェアではオープンソースのファイル形式を利用できるため、ユーザーはさまざまなファイル形式で構成されたシーンを作成できる。また、複数のソフトウェアシステムを連携して動作させるために、異なるクライアントアプリケーションとマイクロサービスにも対応している。実際にレガシーのデータストア、ERPシステム、CADソフトウェア、購買ツールなど、これらすべてを同期させることができ、レガシーシステムの従来の機能と、付加価値を備えたソフトウェアの新機能を結びつけることができるのだ。

NVIDIAのindustry product managerであるMike Geyerは、「ソフトウェアシステムに15年間かけてデータを蓄積してきた。それを使い続けることができるだけでなく、そのデータを利用してより高度なことができるようになる」という。

ほかの例では、民間航空会社が顧客の会員資格、ロイヤリティと、ポイントプログラムを管理するための新しいアプリケーションを開発した。アプリケーション自体はクラウド環境でホストされる。そしてルールエンジンは、航空会社のメインフレームのデータを変更せずにそのまま参照するものである。このルールエンジンとクラウドプラットフォームの活用により、航空会社はデータプラットフォームの全面的な刷新をせずに、必要に応じて提供内容や機能を変更することができる。航空業界のメインフレームへの依存度の高さを考えると、これは大きな前進であろう⁹。

Next

メインフレームがレベルアップにより新たなニーズに対応する

新技術の恩恵により、メインフレームは今後数年でより一層重要な役割を果たす可能性がある。Allied Market Researchの近年のレポートによると、メインフレームを採用したシステムの市場は拡大しており、その一因として、大量のデータを生成し、クラウド移行に膨大なコストが伴うIoTシステムの採用が増えていることが挙げられている¹⁰。

規模の経済の観点からすると、メインフレームは支持され続ける可能性がある。事実、経営幹部の70%近くは、メインフレームのコンピューティング性能が今後数年で向上すると見込んでおり、とりわけ大規模な処理においてはより一層優れた性能を発揮するようになると考えている¹¹。

世界規模で処理を実行しなければ対応できない複雑で難しい課題が存在している。メインフレームの処理能力の向上が続くと、このような課題について、部分的にスーパーコンピュータの処理を肩代わりすることができるようになるかもしれない。大規模な国際銀行の口座残高のチェックなど、大量かつ高精度を必要とする業務では、今後もメインフレームはその能力向上が見込まれ、企業の選択肢として存続し続ける可能性が高い。ただし、処理プロセスがより複雑でアプリケーション間でのデータ変換が多く発生するケース（機械学習アルゴリズムのトレーニングなど）においては、クラウドがより優れた機能を提供するであろう。

アプリケーションをメインフレームにとどめておくか、クラウドに移行するかの選択は、今後も難しい問題となる。リファクタリングを実施したアプリケーションは、最新のクラウドネイティブアプリケーションとよりシームレスに連携できるが、リファクタリングのプロセスには多くの作業が必要となる。代替案として多くの企業はリフトアンドシフトを選択するが、そのアプローチではこれまで抱えていた問題をクラウドへ持ち込むだけであり、根

本的な解決にはならないのだ¹²。さらに追加コストについても考慮する必要がある。オンプレミスのハードウェア上で動作するレガシーアプリケーションは開発や構築に関するコストを償却済みであるケースがあり、そのようなアプリケーションをクラウドに移行した場合には、開発、構築、ならびにソフトウェアライセンスなどの新たなコストが発生する可能性があるのだ。

ただし、これはアプリケーションをメインフレームに残せば追加のコストが発生しないという意味ではない。特に、メインフレームに精通した高いスキルを持つ人材が不足していることを考慮に入れると、これらのシステムを運用する人材、さらには障害対応まで可能なスキルを持つ人材を雇うことによる多くのコストが発生する可能性がある。90%以上のビジネスリーダーが、メインフレームに精通した人材を雇うことは、ほどほどに難しい、または極めて難しいと述べている¹³。また、オンプレミス環境でアプリケーションを維持することは、クラウドテクノロジーを用いたDXによって企業にもたらされる大きな利益を獲得する機会を逃してしまう可能性もある。

90%以上のビジネスリーダーが、メインフレームに精通した人材を獲得することはほどほどに難しい、または極めて難しいものになっていると述べている。



Deloitte Consulting LLPのchief cloud strategy officerであるDave Linthicumは、現在クラウド化の勢いが増している背景には、クラウドが流行の最先端であり、メインフレームは一般的に時代遅れだと見なされていることが挙げられる、と述べている。確かに、クラウドプラットフォームはメインフレーム環境では実現できない高度な機能を提供してくれる可能性は高いが、安易にクラウドに飛び込んで最先端に立とうとするのではなく、ビジネス要件に即して慎重に方針を検討すべきである。

「人は雑誌で読んだ内容に基づいて経営を行っている」とLinthicumはいう。「必ずしもビジネス要件に基づいて意思決定を行っているわけではない。多くの人、自組織がどうあるべきかといった考えに基づいて感情的にビジネス方針の決定をしている。多額の費用をかければ移行は実現するかもしれないが、ビジネス要件に柔軟に対応できないプラットフォームに移行した場合、運用コストが100万ドル増える可能性がある」¹⁴

企業は、メインフレームからクラウドにアプリケーションを移行するコストとメリットを比較検討する必要がある。どのようにビジネス要件が変化したのか、それらのニーズを満たすためにクラウドとメインフレームそれぞれでどのようなメリットが得られるのかを評価する必要がある。メインフレームの機能を拡張する新しいアプリケーションは増えているため、ただモダナイゼーションを行いたいという名目だけの理由で現状動作しているプロセスを捨てることは、必ずしもメリットをもたらすものではないかもしれない。

Endnotes

1. Beena Ammanath, Frank Farrall, David Kuder, and Nitin Mittal, *MLops: Industrialized AI*, Deloitte Insights, 2021.
2. Katy Bar-Shalom (CIO, Meuhedet), interview, July 7, 2022.
3. Deloitte, *Hello mainframe, our old friend*, 2021.
4. Tata Consultancy Services and MasterCraft, *“Modernizing Mainframe Applications for the Cloud,”* accessed November 14, 2022.
5. Scott Buchholz, Abdi Goodarzi, and Tom McAleer, *Core renaissance: Revitalizing the heart of IT*, Deloitte Insights, January 30, 2015.
6. Colonel William Young (commander of the 350th Spectrum Warfare Wing, United States Department of the Air Force), interview, June 30, 2022.
7. Ibid.
8. Mike Geyer (industry product manager, NVIDIA), interview, August 30, 2022.
9. Dave Knight, *“Cloud or mainframe? We asked. Most are taking a third path,”* October 29, 2020.
10. Allied Market Research, *Mainframe market by type (Z systems, GS series, and others) and industry vertical (BFSI, IT & telecom, government & public sector, retail, travel & transportation, manufacturing, and others): Global opportunity analysis and industry forecast, 2018-2025*, April 2019.
11. BMC, *“2020 BMC Mainframe survey results,”* press release, October 1, 2020.
12. Tata Consultancy Services and MasterCraft, *“Modernizing Mainframe Applications for the Cloud.”*
13. Deloitte, *Hello mainframe, our old friend*.
14. Dave Linthicum (chief cloud strategy officer, Deloitte, LLC), interview, September 12, 2022.

エピローグ

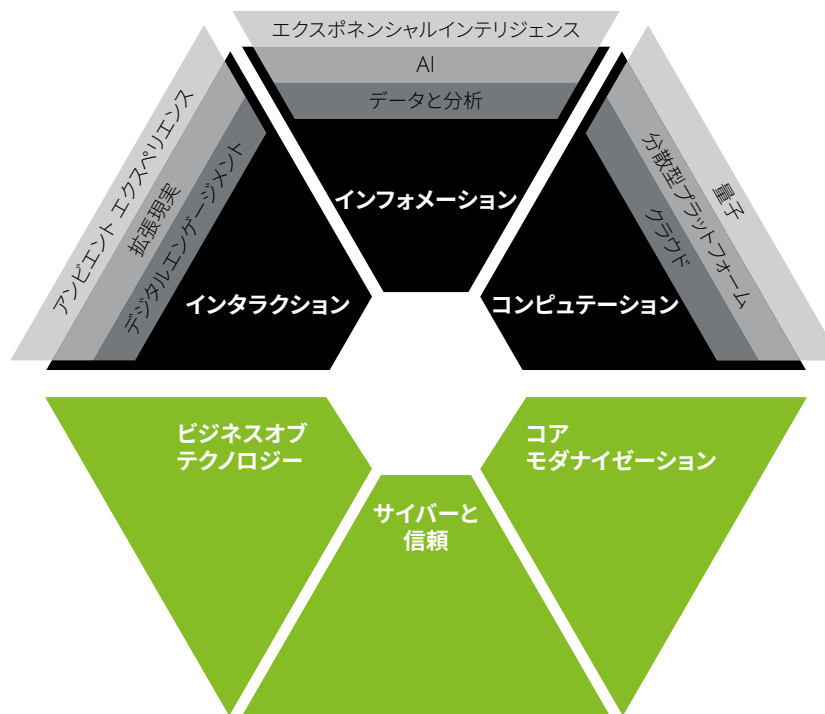
視野の拡大 —
infoTechから
xTechへ

我々は、2010年から新たなテクノロジーがいかに刺激的に、そして予測不可能な形でビジネスを変革し、破壊しているかについて調査を始めた。それ以来、数百人のビジネス領域、テクノロジー領域のリーダーたちと話をしてきた。プロローグでも議論したように、これらの人々との対話を通じて、我々はマクロフォースフレームワークを開発し、洗練し続けてきた（図1）。

上述の対話によって、マクロフォースフレームワークが越えなければならない限界も分かってきた。企業の人々にとって、歴史的に「テクノロジー」とはインフォメーションテクノロジーの略語として認識されてきた。しかし先駆的なリーダーたちは、これまでエンタープライズテクノロジーとは別物と考えられてきた、もっと広い一連のテクノロジー、すなわち「xTech」に我々の関心を向けさせている。クライアントの経験をもとにして、我々は「x」とは何かを定義しようと考えた。

デロイトのフューチャリストチームは将来像の可能性を探るため、我々が以前「Tech Trends 2020」の中で、**Horizon next**として説明した原則にあてはめてみることにした¹。手がかりになるものとして、科学分野に目を向けてみた。インフォメーションテクノロジーは結局、形式科学を源流とするものである（図2）。

図1：情報テクノロジーの6つのマクロフォース



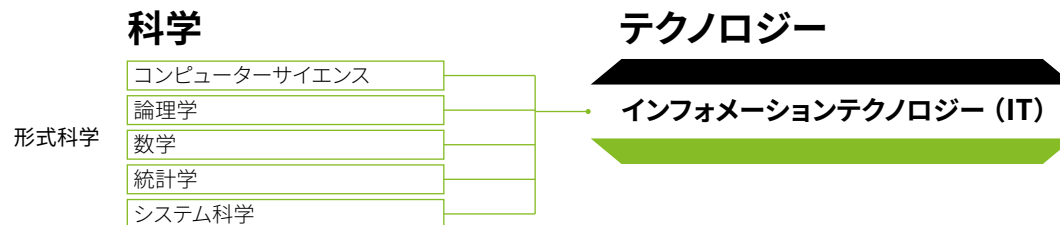
出所：Deloitte analysis.

我々はセンシング、スカウティング、スキャンングを通じて、形式科学に隣接する自然科学と社会科学の分野まで広げて調査した²。xTechの根本を、これらの諸分野の学術・研究領域の研究開発動向から探ってみたところ、いくつかの関係性を発見した（図3）。

我々はまた、特許、起業動向、テクノロジー成熟度と進歩、学術研究と助成金への投資、ベンチャーキャピタルの資金調達を確認し、一流の専門家や卒業生を惹きつける業界やセクターを特定するために、人材トレンドも調査した。

データを分析してみると、インフォメーションテクノロジーに隣接する若干の分野が、一流の人材や資金のかなりの部分を占有していることが分かった。これらの技術は、基本的な生活の質の課題や制約を解決しようとするものである。抽出された次の6つの新興テクノロジー分野が、ビジネスイノベーションへの影響の面で、最終的にインフォメーションテクノロジーに匹敵するものになると我々は予想している（図4）。

図2：ITの科学的ルーツ



出所：Deloitte analysis.

スペーステック：宇宙工学と航空工学

かつて宇宙・航空工学は政府機関の独占的な領域であった。しかし、この数十年の間に政府の宇宙機関が宇宙飛行、打ち上げ、運用の多くの側面を民間企業に委託するようになり、これらは急速に民間企業の活気あるビジネス機会となった。特にNASAが深宇宙探査

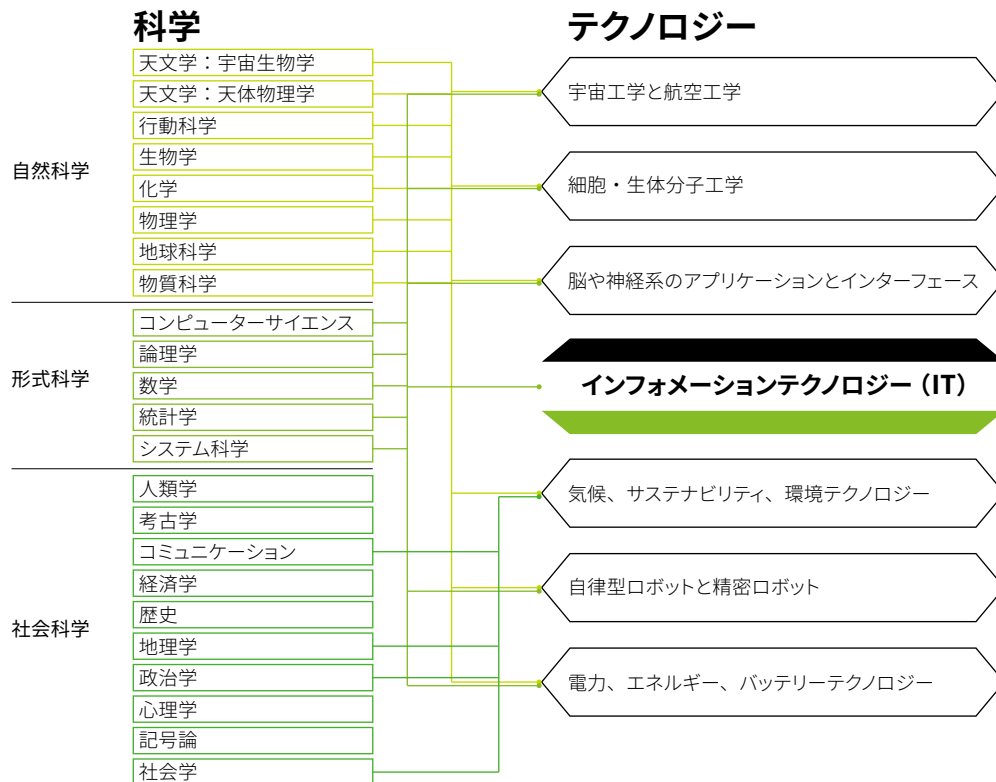
に重点を置くようになったこと、打ち上げコストが減少したことや、民間企業が宇宙テクノロジーや新たな発見が地球上での生活に利益をもたらすことを理解し始めたことから、高度2,000キロメートル（1,200マイル）以下の地球を中心とした地球低軌道（LEO）における輸送などへの活用に対する民間企業の投資は盛んになっている³。

国際宇宙ステーションがあるLEOの商業化・産業化には、通信インフラ、地球観測機能、国家安全保障衛星など、地球上で使用するために宇宙で生産される物品やサービス、さらには軌道上でのサービス、組み立て、製造など、いわゆる地球のための宇宙経済、つまり商用打ち上げサービスと地上システム、科学研究開発、そして商業有人宇宙飛行が含まれる⁴。

バイオテック：細胞・生体分子工学

細胞・生体分子工学の分野は生物学と工学を融合したもので、最適な結果を生み出すために自然淘汰に頼るのではなく、細胞、組織、分子を分解し、構築するテクノロジーを提供するものである。複雑な生物システム（植物、動物、さらには人間）を分子レベルで洞察することは、治療目的で使用される組織工学製品を生み出すだけでなく、ヒトゲノムの完全な配列を解明することにもすでにつながっている⁵。

図3：xTechに向かって



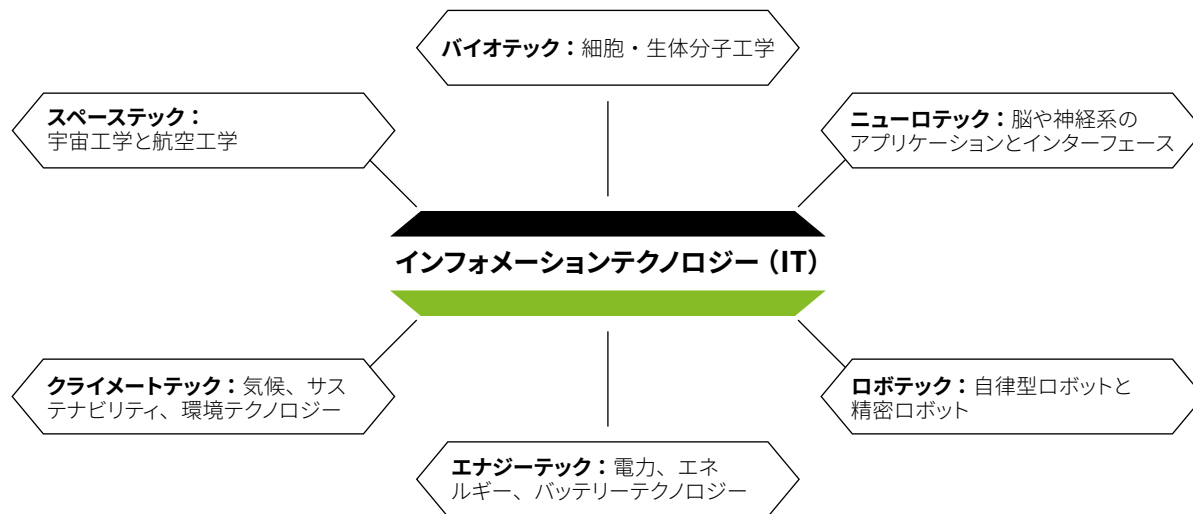
出所：Deloitte analysis.

ナノテクノロジー、精密製造ロボット、DNAモジュールの導入は、バイオセンシング、治療学、バイオ燃料、医薬品、ワクチン、合成食品、汚染物質浄化微生物、およびDNAストレージにおける最近の進歩と応用に拍車をかけている。合成生物学（生物学的部品やシステムを作成または再設計し、合成生命体を開発するプロセス）、ゲノミクス（ゲノムの機能研究と編集）、細胞農業、細胞培養を使用した合成食品の生産、タンパク質、脂肪、および組織を生成する新しい方法は、商業化の機が熟したテクノロジー分野である。

ニューロテック：脳や神経系のアプリケーションとインターフェース

脳や神経系のアプリケーションやインターフェースは、ブレインコンピューターインターフェース（BCI）とも呼ばれ、脳信号（思考）をコマンドに変換し、人間が物理的な動作を実行できるようにすることによって、人間とテクノロジーの摩擦を取り除くことに役立つ。BCIは脳と中枢神経系の活動を測定し、外部のソフトウェアやハードウェアシステムを制御できるコマンドに変換する。

図4：infoTechからxTechへ



出所：Deloitte analysis.

このことは、思考と同じくらい自然にコンピューターを操作できるようにする可能性を秘めている。

短期的にみれば、BCIは補助のためのテクノロジーとして利用されるであろうが、長期的にみると、人間とコンピューターの相互作用を革新するものとなるであろう。今日の最新テクノロジーは、身体に負担を掛けずに脳信号をAIで訓練されたアルゴリズムに中継する非侵襲EEG電極を備え、脳信号の意味を予測し、デバイスを制御するコマンドを送信する。現在の研究開発では、主に麻痺やそのほかの障害を持つ人々のための回復、治療、支援用途に焦点を当てている。将来的には、人間がその思考、能力やスキルをより向上させるような使い方に応用されるようになるかもしれない。

ロボテック：自律型ロボットと精密ロボット

自律型ロボットと精密ロボットは、AIを意思決定ソフトウェアの範疇から、意思決定から動作を伴うアクションまでを遂行可能な物理的なロボット、機械までに拡大する。自律型ロボットは周囲の環境をスキャンして理解し、特別な物理的インフラがなくても、どこに行き何をすべきかを判断できる。これには、自動運転の自動車やトラック、または自転車、スクーター、小型配送車といったマイクロモビリティも含まれる。精密ロボットは、工業、農業、海洋および宇宙探査、医療および外科分野での応用において、非常に具体的で正確なアクションを完了するために使用される、器用で多機能でインテリジェントなロボットである。

自律型および精密ロボット工学の進歩には、従来の製造、協働ロボット(cobot)の自動化、自律型輸送、ロジスティクス、プロセスの仮想化および最適化が含まれる。この領域は、AI、IoTスマートデバイスの相互接続性、エッジコンピューティング、デジタルツイン、リモート操作、衛星通信と5G通信、先進素材などの隣接するテクノロジーの進歩によって支えられることになるであろう。

クライメートテック：気候、サステナビリティ、環境テクノロジー

気候変動は現代において最も扱いにくい問題の1つであることが証明されている。気候危機への対応として、多くの企業がネットゼロ政策やビジネスモデルの優先度を高めている。テクノロジーはネットゼロを実現する武器としては最も強力なものになるかもしれない。United Nations Environment Programのexecutive directorであるInger Andersenは「テクノロジーは『気候』において問題の一部ではなく、解決策の一部である」と述べている⁶。

関連するクライメートテック分野には、再生可能エネルギー、脱炭素化、持続可能な材料開発、熱軽減テクノロジー、サプライチェーン最適化などがある。デジタルテクノロジーもまた有効な役割を果たすことができる。例えば、IoT、AI、ビッグデータを活用したソリューションは、組織が炭素排出量を測定、分析、追跡することに役立つ。また、センサー、ロボット工学、AIの進歩は、企業（および消費者）がエネルギー使用をより効率的に管理することに役立っている。

エナジーテック：電力、エネルギー、 バッテリーテクノロジー

多くの電力、エネルギー、バッテリーテクノロジーは気候変動の影響を軽減することに役立つが、そのほかにもエネルギーをより豊富に、より安全に、より安価にすることに役立つ面があるため、クライメートテックとは区別して分類する。

例えば、ナノテクノロジーと原料の進歩は、自動車や携帯電話のバッテリー寿命を向上させ、コバルトやリチウムといった非常に希少で入手困難な材料への依存を減らすことに役立つ。また、揚水式水力発電やフライホイール式蓄電装置などのエネルギー貯蔵ソリューションは、エネルギーグリッドを安定させて送電効率を高め、エネルギーが無駄にならないようにすることに役立つ。

次にくるものは

このようにインフォメーションテクノロジーに隣接するさまざまなテクノロジーの出現と重要性が明白な中、インフォメーションテクノロジーだけにフォーカスし続けることは、近い将来に変革をもたらす可能性のあるビジネスアプリケーションの大部分を無視することになる。これは「Tech Trends」にとって何を意味するのであろうか。我々は引き続きインフォメーションテクノロジーに焦点を当てた主力レポートを発信していくが、エキサイティングな新興テクノロジーのフロンティアを考察する一連の「Tech Futures」レポートが間もなく加わる予定である。第1弾では、宇宙システムと航空工学の先駆的な進歩に起因する「What（事実）」「So What（解釈）」「Now What（行動）」について取り上げる。

2023年半ばに公開予定：

「*Deloitte Technology Futures: SpaceTech*」

お楽しみに。



Mike Bechtel

Chief futurist, Deloitte Consulting LLP

mibechteldeloitte.com



Bill Briggs

Global chief technology officer, Deloitte Consulting LLP

whriggsdeloitte.com



Endnotes

1. Mike Bechtel, Scott Buchholz, and Bill Briggs, *Horizon next*, Deloitte Insights, January 15, 2020.
2. Ibid.
3. Ginger Christ, “*The commercialization of space: Selling the final frontier*,” IndustryWeek, October 31, 2014.
4. Matthew Weinzierl and Mehak Sarang, “*The commercial space age is here*,” Harvard Business Review, February 12, 2021.
5. Genevieve Brown et al., “*Cellular and molecular bioengineering: A tipping point*,” Cell Mol Bioeng 5, no. 3 (2012).
6. Lisa Lee, “*How technology is helping net zero efforts*,” the360blog, March 10, 2021.

Acknowledgments

Our insights can help you take advantage of emerging trends.

If you're looking for fresh ideas to address your challenges, let's talk.



Mike Bechtel

Chief futurist,
Deloitte Consulting LLP
mibechtel@deloitte.com



Bill Briggs

Global chief
technology officer,
Deloitte Consulting LLP
wbriggs@deloitte.com



The NExT team

The Novel and Exponential Technologies (NExT) team is a team of futurists and researchers that senses—and makes sense of—emerging technologies that have the potential for widespread business impact. With our pragmatic approach to futurism, we help organizations shape strategic business agendas and set an intentional course toward tomorrow.

If you'd like to connect and discuss more, please feel free to contact us at usNExTteam@deloitte.com.

Executive editor

Mike Bechtel

Chief futurist

Deloitte Consulting LLP

mibechteldeloitte.com

As chief futurist with Deloitte Consulting LLP, Mike Bechtel helps clients develop strategies to thrive in the face of discontinuity and disruption. His team researches the novel and exponential technologies most likely to impact the future of business, and builds relationships with the startups, incumbents, and academic institutions creating them.

Prior to joining Deloitte, Bechtel led Ringleader Ventures, an early stage venture capital firm he cofounded in 2013. Before Ringleader, he served as CTO of Start Early, a national not-for-profit focused on early childhood education for at-risk youth. Bechtel began his career in technology R&D at a global professional services firm, where his dozen US patents helped result in him being named that firm's global innovation director. He currently serves as professor of corporate innovation at the University of Notre Dame.



Contributors

Hiroki Akahoshi, James Allan, Beena Ammanath, Volker Barent, Yousef Barkawie, Dylan Best, Ian Blatchford, Osama Butt, Yasar Butt, Francisco Calvao, Marlisio Campos, Joseph Cody, Allan Cook, Ken Corless, Lars Cromley, Ruchir Dalmia, Gianluca D'Antonio, Tim de Looijer, Jose Maria De Santiago, Jefferson Denti, Lou DiLorenzo, Erica Dodd, Rebecca Donnelly, Liz Douglass, Laura Entwistle, Peter Fach, Michael Falkinder, Frank Farrall, Jochen Fauser, Bernhard Goebel, Eyal Goldberg, Nuno Goncalves, Kevin Govender, Jill Hammerschmidt, Stephen Harrington, Wendy Henry, Takahisa Inaba, Per Käll, Khalid Kark, Mikako Kawashima, Tomoyuki

Kibe, Andreas Klein, Jaakko Kontiainen, Tilman Lesch, Mark Lillie, David Linthicum, Joe Little, John Low, Daniel Martyniuk, Josh Massad, Rob Massey, Ingo Matzner, Patrick McIvor, Niamh McPherson, Alessandro Menezes, Nitin Mittal, Tomohiro Morimura, Takafumi Moriya, Kellie Nuttall, Graeme Oakley, Koren O'Brien, Rodrigo Oliveira, Sejal Patel, Nathaniel Paynter, Lilly Pencheva, Timo Perkola, Angelle Petersen, Dalibor Petrovic, Felipe Piccirilo, Brett Raux, Nicholas Reed, Michael Roos, Axel Rupp, Basit Saeed, Stuart Scotis, Akitaka Senda, Laura Shact, Anjali Shaikh, Catrina Sharpe, Eduardo Silva, Raj Singh, Cindy Skirvin, Emad Tahtouh,

Daichi Tanaka, René Theunissen, Benjamin Thornhill, Andries van Dijk, Markku Viitanen, Anush Viswanathan, Tyler Welmans, Anna Wiacek-Kocot, Amanda Williamson, Anja Wittig, Yushi Yamamoto, Kevin Young, Frances Yu, and the Knowledge Services team.



Special thanks

Natalie Martella Haas, our master conductor who kept the *Tech Trends* engine running and the train on track. Thank you for your leadership and poise under pressure. Not only did you help evolve the program to be better but also you helped build our *Trend Lines* collection from the ground up.

Stefanie Heng for relentlessly pursuing excellence, gracefully navigating a myriad of opportunities, and advising us all on this journey. Your leadership has enabled *Tech Trends* to reach new heights, and we're eager to see it come to fruition. Thank you for your wisdom, grace, and commitment to the team. We are so grateful for you.

Caroline Brown for a remarkable first year as editor and leader of our brilliant designers and writers. You stepped into your new role seamlessly and your partnership and collaboration have been invaluable.

Adrian Espinoza and **Heidi Morrow** for continuing to push the boundaries on how we think and create (with humans *and* machines). The way you're able to translate our words into design is commendable, and the report gets more impressive every year.

Ed Burns and **Abhijith Ravinutala** for deftly navigating the myriad of brainstorming sessions, client interviews, and research, and turning it into insightful prose. We are beyond lucky to have you on the team and helping us evolve and improve *Tech Trends*.

Kelly Raskovich for being the team's loudest cheerleader and supporter. Thank you for your guidance, partnership, and willingness to lean in on all the things, from the big picture ideas down to the nitty gritty details.

Raquel Buscaino, Lucas Erb, Angela Huang, Sarah Mortier, and Bennie Seybold for a fantastic freshman year! Thank you for joining us on the journey from research to interviews to report development and more.

Alison Cizowski, Deanna Gorecki, Mary Hughes, and Mikaeli Robinson for always rising to the occasion across all things marketing, communications, and PR. You continue to impress and find new and improved ways to bring *Tech Trends* to the public.

Blythe Hurley, Aditi Rao, Matt Lennert, and the entire Deloitte Insights team. We are grateful to be on this journey with you as we continue to evolve. Thank you for your continued support, patience, and partnership.

Sylvia Chang, Melissa O'Brien, Joanie Pearson, Jim Slatton, Alexis Werbeck, Molly Woodworth, and the Green Dot Agency. Thank you for another incredible year of collaboration and trust in experimenting and exploring a new design approach. It keeps getting better.

Scott Buchholz for your historical leadership, ongoing mentorship, and forever friendship. We're privileged and grateful to call you our colleague.



日本版発行責任者



山本 有志 執行役員 パートナー

Japan Leader

Tech Strategy and Transformation

多様な業界に対して、IT戦略立案、IT組織改革、グローバルITガバナンス強化、IT投資コストマネジメント高度化などのテクノロジー ストラテジーに関するコンサルティングに従事。企業の戦略実現を左右する大規模ITプロジェクトのマネジメント経験も多く、戦略から開発・運用までITライフサイクル全般の知見を活かし、CxOに対してアドバイザリーサービスを提供。



千田 章貴 執行役員 パートナー

Asia Pacific Leader

Tech Strategy and Transformation

主に国内及び外資系金融機関に対して、各種改革やデジタルトランスフォーメーションプロジェクトに多数従事。ビジネス戦略立案からシステム化構想及び導入、定着、アウトソーシングを含む広範囲なコンサルティング領域を経験。アジアマーケットを中心とした海外戦略やグローバルオペレーションシステムの最適化などを含むグローバルプロジェクトに強みを持つ。

日本版発行担当者

プロローグ・エピローグ

川嶋 三香子 木下 貴史 小川 陽子

トレンド3

**メタクラウド：
マルチクラウドがもたらす混沌の掌握**

佐藤 岳彦 秋田 修吾 南野 香澄 土田 泰徳
佐藤 佑哉 白石 智一 中澤 雄馬

トレンド6

**先進技術との連携と拡張：
メインフレームモダナイゼーションの新たな歩み**

守屋 孝文 松谷 和明 森村 知弘 関 大蔵
小磯 拓也 森田 諒介 Yunxiao Yin

トレンド1

**画面を超えて：
エンタープライズ向け没入型インターネット**

稲葉 貴久 安武 拓也

トレンド4

**柔軟性、最高の能力：
テクノロジー人材の再創造**

斉藤 宏樹 田中 大地 寺澤 皇 小坂 慶之
塚本 麻衣 植木 成実 庄司 玲菜 坂元 穂波

トレンド2

**AI社会への扉を開く：
AIを仲間として信頼すること**

三木 聡一郎 小倉 康司 老川 正志 清水 史弥
染谷 佳奈 石 博昭 Phong Vu

トレンド5

**我々は我々自身を信じる：
分散型アーキテクチャーとエコシステム**

赤星 弘樹 川口 知宏 横田 一生

国内のお問合せ先

山本 有志 / Yushi Yamamoto

Japan Technology Strategy & Transformation Leader
Partner

デロイト トーマツ コンサルティング合同会社
yusy Yamamoto@tohatsu.co.jp

川嶋 三香子 / Mikako Kawashima


Technology Strategy & Transformation
Director


デロイト トーマツ コンサルティング合同会社
mikawashima@tohatsu.co.jp

Sign up for Deloitte Insights updates at www.deloitte.com/insights

 Follow @DeloitteInsight

www.deloitte.com/us/TechTrends

 Follow @DeloitteOnTech

 @deloitte_jpをフォローしてください

Deloitte Insights contributors

Editorial: Aditi Rao, Blythe Hurley, Rupesh Bhat, Aishwarya Iyer, and Emma Downey

Creative: Jim Slatton, Adrian Espinoza, Sylvia Chang, Alexis Werbeck, Molly Woodworth, Jaime Austin, Natalie Pfaff, and Heidi Morrow

Deployment: Pooja Boopathy

Cover artwork: Found Studio

デロイト トーマツ グループは、日本におけるデロイト アジア パシフィック リミテッドおよびデロイトネットワークのメンバーであるデロイト トーマツ 合同会社ならびにそのグループ法人（有限責任監査法人トーマツ、デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社、デロイト トーマツ ファイナンシャル アドバイザリー 合同会社、デロイト トーマツ 税理士 法人、DT 弁護士 法人およびデロイト トーマツ コーポレート ソリューション 合同会社を含む）の総称です。デロイト トーマツ グループは、日本で最大級のプロフェッショナルグループのひとつであり、各法人がそれぞれの適用法令に従い、監査・保証業務、リスク アドバイザリー、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、税務、法務等を提供しています。また、国内約30都市に約1万7千名の専門家を擁し、多国籍企業や主要な日本企業をクライアントとしています。詳細はデロイト トーマツ グループ Web サイト (www.deloitte.com/jp) をご覧ください。

Deloitte (デロイト) とは、デロイト トウシュ トーマツ リミテッド (“DTTL”)、そのグローバルネットワーク組織を構成するメンバーファームおよびそれらの関係法人（総称して “デロイト ネットワーク”) のひとつまたは複数を指します。DTTL (または “Deloitte Global”) ならびに各メンバーファームおよび関係法人はそれぞれ法的に独立した別個の組織体であり、第三者に関して相互に義務を課しまたは拘束させることはありません。DTTL および DTTL の各メンバーファームならびに関係法人は、自らの作為および不作為についてののみ責任を負い、互いに他のファームまたは関係法人の作為および不作為について責任を負うものではありません。DTTL はクライアントへのサービス提供を行いません。詳細は www.deloitte.com/jp/about をご覧ください。

デロイト アジア パシフィック リミテッドは DTTL のメンバーファームであり、保証有限責任会社です。デロイト アジア パシフィック リミテッドのメンバーおよびそれらの関係法人は、それぞれ法的に独立した別個の組織体であり、アジア パシフィック における100を超える都市（オークランド、バンコク、北京、ハノイ、香港、ジャカルタ、クアラルンプール、マニラ、メルボルン、大阪、ソウル、上海、シンガポール、シドニー、台北、東京を含む）にてサービスを提供しています。

Deloitte (デロイト) は、監査・保証業務、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、リスク アドバイザリー、税務、法務などに関連する最先端のサービスを、Fortune Global 500® の約9割の企業や多数のプライベート（非公開）企業を含むクライアントに提供しています。デロイトは、資本市場に対する社会的な信頼を高め、クライアントの変革と繁栄を促し、より豊かな経済、公正な社会、持続可能な世界の実現に向けて自ら率先して取り組むことを通じて、計測可能で継続性のある成果をもたらすプロフェッショナルの集団です。デロイトは、創設以来175年余りの歴史を有し、150を超える国・地域にわたって活動を展開しています。“Making an impact that matters” をパーパス（存在理由）として標榜するデロイトの約415,000名のプロフェッショナルの活動の詳細については、(www.deloitte.com) をご覧ください。

本資料は皆様への情報提供として一般的な情報を掲載するのみであり、デロイト トウシュ トーマツ リミテッド (“DTTL”)、そのグローバルネットワーク組織を構成するメンバーファームおよびそれらの関係法人（総称して “デロイト・ネットワーク”) が本資料をもって専門的な助言やサービスを提供するものではありません。皆様の財務または事業に影響を与えるような意思決定または行動をされる前に、適切な専門家にご相談ください。本資料における情報の正確性や完全性に関して、いかなる表明、保証または確約（明示・黙示を問いません）をするものではありません。また DTTL、そのメンバーファーム、関係法人、社員・職員または代理人のいずれも、本資料に依拠した人に関係して直接または間接に発生したいかなる損失および損害に対して責任を負いません。DTTL ならびに各メンバーファームおよびそれらの関係法人はそれぞれ法的に独立した別個の組織体です。

Member of
Deloitte Touche Tohmatsu Limited

© 2023. For information, contact Deloitte Tohmatsu Group.