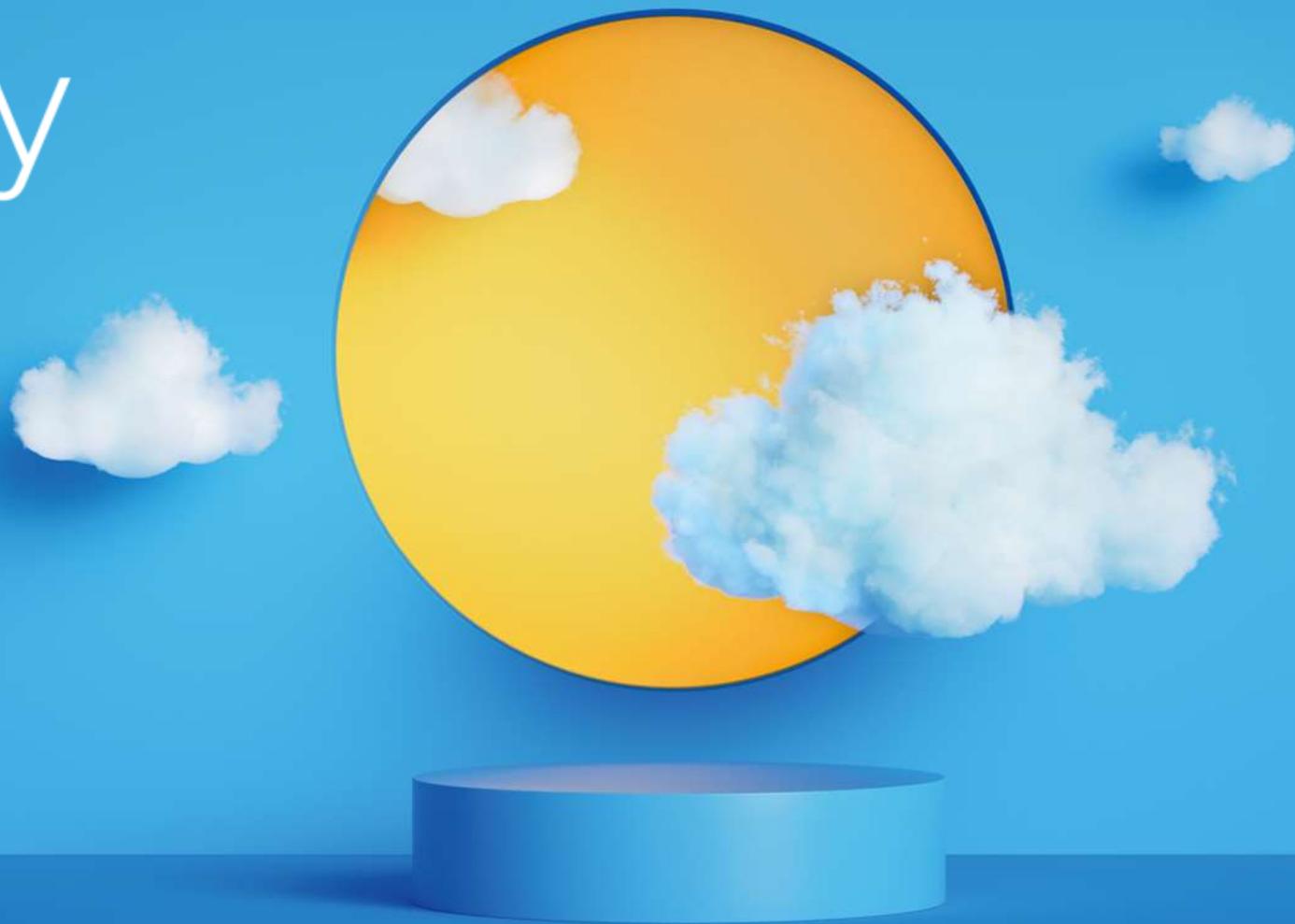


NTT DATA Technology Foresight 2022

株式会社NTTデータ
技術開発本部

NTT DATA Technology Foresight 2022

NTT DATA
Trusted Global Innovator





ITとビジネスの 今と未来を示す 羅針盤

NTT DATA
Technology
Foresight

①徹底した調査から

②ITが主導する現状(ビジネス)を整理し、

③その向かう先をトレンドで示す。



重要課題 リスト

社会課題と技術の関わり
未来に向けた変化を蓄積



Emerging Technology List

技術情報を連続的に整理
変化を深掘りして蓄積



社内／社外 アドバイザー

常に最新を追い、分析し、伝える
力を持つ卓越した人材と議論

②ITが主導する現状(ビジネス)を整理し



連続的な成長

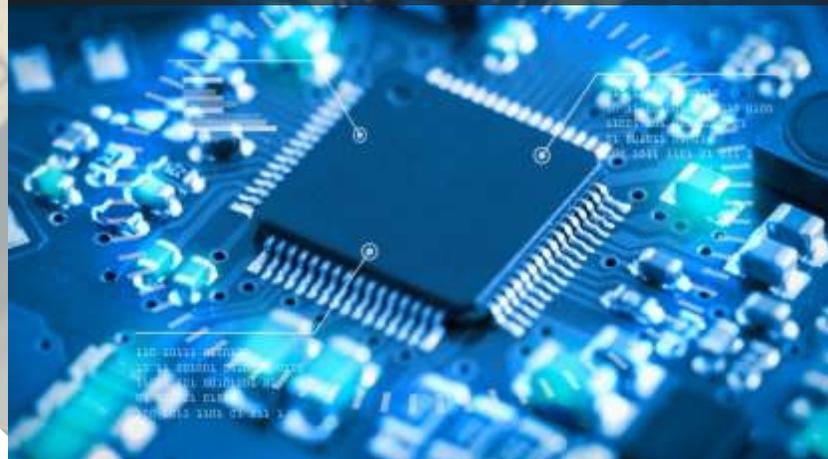


顧客満足の上昇



新たな越境

ITインフラ



データ



ソフトウェア





点ではなく線

キーワードではなくコンテキストや方向性を持った「トレンド」で示す。



NTT DATA
Technology
Foresight

技術トレンド

ITとビジネスの今と未来を示す羅針盤

導入編

ITが世界にもたらす変化を
今一度見直しつつ将来を概観

最新動向編

変化を技術要素ごとに深掘りしながら
未来の予見と共に提示

INTRODUCTION

導入編

成長を
主導するIT

01



枠組みを
越境するIT

02



規範を
探求するIT

03



EMERGING TECH

最新動向編

膨張の先を
見出すAI

01



姿を変える
ITインフラ

02



成長点となる
ソフトウェア

03



再確認される
データ主導

04



物理世界への
アプローチ

05



切り拓く
人類の未知

06



INTRODUCTION

導入編

EMERGING TECH

最新動向編

成長を主導するIT



ビジネスの成長はITが主導しAIが拡張させる。サービスを高速で連続的に改善し、世界の一人一人に最適で瞬時に届ける競争は、ソフト・ハード・データの進化と歩みを重ねてきた。その躍進はAIの技術革新で加速する。

枠組みを越境するIT



ITは、インターネット上にとどまらず物理世界に進出し、ビジネスインフラとして必須の存在となった。その威力は、伝統的枠組みの越境や垂直統合をビジネスにもたらすだけでなく、長年の課題を解決すべく科学の領域にも及ぶ。

規範を探求するIT



急激な技術浸透が既存の価値観や持続可能性を揺さぶっている。IT世界と物理世界の接点に生じる数多の対立を解消すべく新たなバランスを探る議論が始まる。始まるルールの改定に、技術を司る人々も参加していく。

混乱の中で成長するビジネス

フードデリバリー BNPL 4つの成長ポイント

裏付けるITの3要素

成長ポイント×4とIT基本要素×3 グローバルニッチ

全てを押し広げるAI

人の支援・負荷軽減=AI IT自体の進化=AI

ITでビジネス制約を越える

スマートなモノ リカーリング 全ビジネスの集結

ITで水平分業を越える

分業の極地スマホ 独自優位性の確保 ITに宿る優位性

ITで物理世界へ未知へ越境する

自ら動くIT ITで空間を満たす 創業への越境

サイバー犯罪と規範

激化する犯罪 犯罪のビジネス化 ゼロトラスト

既存世界との軋轢

SNSと民主主義 AI判断への依存 データと人権

変わる枠組みと新たな世界

電動化とGHG 非中央集権 高くなる国境

膨張の先を見出すAI

01

姿を変えるITインフラ

02

成長点となるソフトウェア

03

再確認されるデータ主導

04

物理世界へのアプローチ

05

切り拓く人類の未知

06

EMERGING TECH

最新動向編

膨張の先を見出すAI

01

パラメータの巨大化による言語や画像の認識・活用能力の飛躍的向上はなお技術開発競争の中心にある。その先には自ら学び解を導く学習の革新や利用領域を問わず統合された汎用性の獲得など、新たなAIの姿が垣間見える。

基礎となる巨大化

さらなる性能の強化 | 言語から画像へ音声へ | 基盤モデルの登場

マルチモーダルAI

組合せという革新 | 言葉で画を生み出す | シングルに匹敵する性能

学習データの革新

収集と整理という課題 | 未整理で学習 | データ合成で学習

姿を変えるITインフラ

02

ITインフラは、ソフトウェアと深く融合したビジネス創出・拡大の手段へ再構成される。変化に追従可能な柔軟性と、事業実現に直結するベストプラクティスの集積が、半導体技術のさらなる進展と統合されて具体化する。

全ては半導体に始まる

あらゆる「進化」の柱 | 微細化と積層 | 成長は継続する？

シームレスの加速

デバイスも場所も時間も | 「重さ」からの解放 | どこでも動くアプリ

ビジネスイネーブラへの成熟

クラウドに溶けるインフラ | 統合・ビジネスとの融合 | ノマドになるクラウド

成長点となるソフトウェア

03

ビジネスをさらに拡大し道を拓くのはソフトウェアだ。業務をこなす存在を超え、新たなアイデアを実現すべく多数のステークホルダを巻き込み、連続的変化に対応する機動力をもたらす、ビジネスノウハウを集約する器になる。

本格化するローコード開発

続く機能拡充 | 真価はBizDevリンク | 成果は資産に育つ

AIで加速する開発生産性

AI for Code | 開発工程全体への波及 | 続く改善 残る課題

ソフトウェア企業への変態

ソフトウェアによる越境ベストプラクティス集積 | 変態し続ける企業

再確認されるデータ主導

04

自らデータで現状を把握・分析し戦略を決定できる範囲こそが事業領域になった。マーケティングにとどまらず、連続的改善や機械学習の原資となる詳細でリアルタイムなデータ蓄積と活用の技術確保が、ビジネスの主導権を決する。

分厚くなるデータの堆積

Beacon 行動データ | 血糖値 生体データ | 小型SAR 衛星データ

拡大するデータ活用自由度

サイロへの挑戦 | サーバレスDWHの進行 | DWHでも進む+AI

主導権としてのデータ

成長の資源=データ | オープンで示す主導権 | UGCという鉱脈

物理世界へのアプローチ

05

ITのもたらす価値を膨大な物理世界の活動に持ち込む挑戦が続く。複雑な自律動作や共働作業を実現する道具の拡大は、人の生産性を高めるにとどまらず、仮想と現実が連携し、高速な改善を繰り返す新たな世界の到来を予感させる。

判断を支援するIT

進化する判断の代替 | 軽減される労働時間 | 職人クラスの支援

ITと人の共同作業

物理作業の直接支援 | 熟練作業の代替 | 人は監視に回る

新たな付加価値の誕生

人を越えた俯瞰視点 | IT改善力の活用 | 超融合の未来、限定の今

切り拓く人類の未知

06

最適な配送計画から、新素材の発見、生命の成り立ちまで未だに人知が及ばない領域にAIを中心とするITが介入する。研究開発や検証の在り方を変え、課題解決までの時間を圧倒的に短縮するなど人類の未来を拓く。

今加速する最適化

「最適」という未知 | 遠い量子コンピュータ | +AIで今できる「最適」

新段階に入る素材探索

AIが加速する素材開発 | 経験から原理への革新 | 新たなR&Dへの変態

セントラルドグマへの接近

データ化する生命 | 急速に解明される原理 | 新たな薬のかたち

はじめに

ターゲットは未来の戦略を探すあなた

エンジニアにはビジネス観点を



NTT DATA
Technology
Foresight

ビジネスパーソンには技術観点を

導入編

Introduction 01

成長を主導するIT

Introduction 02

枠組みを越境するIT

Introduction 03

規範を探求するIT



パンデミック



経済混乱



紛争

DATA INSIGHT | NTT DATA

特別編

POST COVID-19 加速するトレンド
NTT DATA Technology Foresight 2020シリーズ~特別編



市場の多くを IT企業が占める

出典: finviz, <https://finviz.com/>

社会やビジネスに大きなインパクトをもたらすテクノロジーのトレンドを示す「NTT DATA Technology Foresight 2020 (※)」。特別編として、COVID-19がITのトレンドに与える影響を考察。

Profile

NTTデータ 技術革新部 技術開発本部 関本 佳之

大規模企業系システムの開発を担当。基盤系アーキテクトとして初級従事から開発運用まで大小さまざまなプロジェクトを担当。2016年よりNTT DATA Technology Foresightに参画。

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は現在も世界に広がり続け、行動変容を強要された人々は困難な日々を過ごしています。では、COVID-19がITのトレンドに与える影響とはどのようなものなのでしょうか。今回NTT DATA Technology Foresightチームがまとめた結果見てきたのは、パンデミックに対抗する主役としてのITの活躍、最新技術の前置き投入や実用化の進展、この状況下でも拡大を続けるITの影響力、そして具体化する課題です。

1.パンデミックに対抗するIT

パンデミックの世界を見るとき誰もが気づくのは、現状を整理分析し対策を進める中心に、常にITがいるという事実です。私たちは、COVID-19の感染者数が世界で変動していく様子、今後の予測を日々目にしていきます。今を反映した数値、様々な対策が与える影響予測を鮮やかに示すインフォグラフィックの裏に、グローバルに集計されるデータとデータサイエンスの数理処理が活躍しています。そもそも原因不明の肺炎患者の急増が、SARS-CoV-2と名付けられた新型コロナウイルスを病原体とする感染症COVID-19であることをわずかに1週間程度で特定した強烈なスピードを支えたのもITです。メタゲノムシーケンスによるゲノム配列の解読、データベース照合による過去のコロナウイルスとの差異認識、タンパク質の立体構造シミュレーション、治療薬の探索といった一連の成果を高速に実現し、世界に共有し、さらに日々情報を拡充させるITが、人類が挑む極めてやっかいな敵との闘いを支えています。

ディレクター

2022.5.20 記事
デザインの自動化が広がる
2021.2.4 記事
パンデミック - テクノロジーが
2021.8.27 記事
2022.1.26 記事
2022.4.11 イベント

2.前倒しされるITトレンド

パンデミックの世界でITが奮闘する中で、今後のトレンドと目されてきた技術についても利用が加速しています。予定より前倒して投入された技術が、現場で用いられるフローに乗ったと云えるでしょう。様々なセンシング・分析技術を用いたデータ主導アプローチが、人流を

Amazon R&D費

7兆円

Alphabet R&D費

4兆円

出典: DATA INSIGHT, POST COVID-19 加速するトレンド NTT DATA Technology Foresight 2020シリーズ~特別編, <https://www.nttdata.com/jp/ja/data-insight/2020/0709/>

成長を 主導するIT

INTRODUCTION

01



- 1 混乱の中で成長するビジネス
- 2 裏付けるITの3要素
- 3 全てを押し広げるAI

フードデリバリーの定着

個の追求

個々に最適をマッチング

10万件/day以上

市場の獲得

グローバルに展開

34カ国に展開

70%以上が再度利用

進化の加速

急速な立ち上がり

92%増(2021 3Q)

強みの蓄積

システムにノウハウを蓄積

アプリは世界で統一

BNPLの興隆

購買衝動を逃さない。素早い「あと払い」をオンラインで提供。

個の追求

一人一人に適格に与信提供

属性データに加え
行動データで判断

市場の獲得

国際的に展開

オーストラリア創業
北米で1600万人利用

年66.5%成長見込み※北米

進化の加速

2020年後半から急激な伸び

支出額は半年で
3.3倍に

強みの蓄積

データの蓄積 連携で拡大

オンライン・リアル店舗で
シームレスに顧客誘導

個の追求

フードデリバリー

進化の加速

市場の獲得

BNPL

強みの蓄積

- 1 混乱の中で成長するビジネス
- 2 裏付けるITの3要素
- 3 全てを押し広げるAI

個の追求

ITインフラ

クラウドとスマホが支える

市場の獲得

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

進化の加速

データ

スマホの行動記録が媒介する

強みの蓄積



個の追求

データ

スマホの行動記録が媒介する



一人一人の 行動を記録

ソフトウェア

アプリが価値をつくる



一人一人に サービスを最適化

ITインフラ

スマホとクラウドが支える



一人一人の 最適を瞬時に届ける

データ

スマホの行動記録が媒介する

顧客の反応を
即座に収集

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

即座に連続的に
カイゼン

ITインフラ

スマホとクラウドが支える

世界同時配布と
更新を実現

進化の加速

データ

スマホの行動記録が媒介する

国境や言語を超えて
統一市場を実現

市場の獲得

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

人ではなくアプリが
サービスを実現

ITインフラ

スマホとクラウドが支える

参入・拡大・縮小・撤退を
瞬時に実現

データ

スマホの行動記録が媒介する

スマホとセンサから
事実を収集

ITインフラ

クラウドとネットが支える

合理的判断の原資を
蓄積

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

ベストプラクティスを
カタチにする

強みの蓄積

パーソナライズの
追求

個の追求

ダイレクトマッチング
追求

個の能力最大化を
追求

連続的カイゼンの
加速

立ち上げと終息の
加速

拡張ペースの
加速

進化の加速

ITインフラ

スマホとクラウドが支える

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

データ

スマホの行動記録が媒介する

市場の獲得

真にグローバルな
市場の獲得

物理制約なく
市場を獲得

数の制約なく
市場を獲得

合理的判断の
蓄積

ベストプラクティスの
蓄積

ビジネスドメインの
蓄積

強みの蓄積

絞り込まれたユーザを世界規模で集める「グローバルニッチ」が成立する。

アジア系
グロッサリー



プリアウンド
ラグジュアリー



インフルエンサー
ブランド



個の追求

ITインフラ

スマホとクラウド
が支える

進化の加速

ソフトウェア

市場の獲得

アプリが
価値をつくる

強みの蓄積

データ

スマホの行動記録
が媒介する

ITインフラ

スマホとクラウドが支える

Emerging Tech 02
姿を変える
ITインフラ

すべては半導体に始まる

シームレスの加速

ビジネスイネーブラへの成熟

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

Emerging Tech 03
成長点となる
ソフトウェア

本格化するローコード開発

AIで加速する開発生産性

ソフトウェア企業への変態

データ

スマホの行動記録が媒介する

Emerging Tech 04
再確認される
データ主導

分厚くなるデータの堆積

拡大するデータ活用の自由度

主導権としてのデータ

- 1 混乱の中で成長するビジネス
- 2 裏付けるITの3要素
- 3 全てを押し広げるAI

個の追求

顧客サポートは
柔軟に対応出来る
人が実施



市場の獲得

ローカライズは
現地を熟知した
人が実現



カイゼンは
蓄積した経験から
人が創出



顧客動向は
日々前面に立つ
人が収集



進化の加速

強みの蓄積

個の追求

個別対応の半自動化

市場の獲得

複数言語の高度な翻訳

AI

人の判断を支援する

データ解析支援

データ収集支援

進化の加速

強みの蓄積

急速に進化し、より高度で複雑な人の作業を次々に代替していく。



ITも人が叡智を注ぎ込んだ成果。AIはその進化も強力に後押しする。

ITインフラ

スマホとクラウドが支える

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

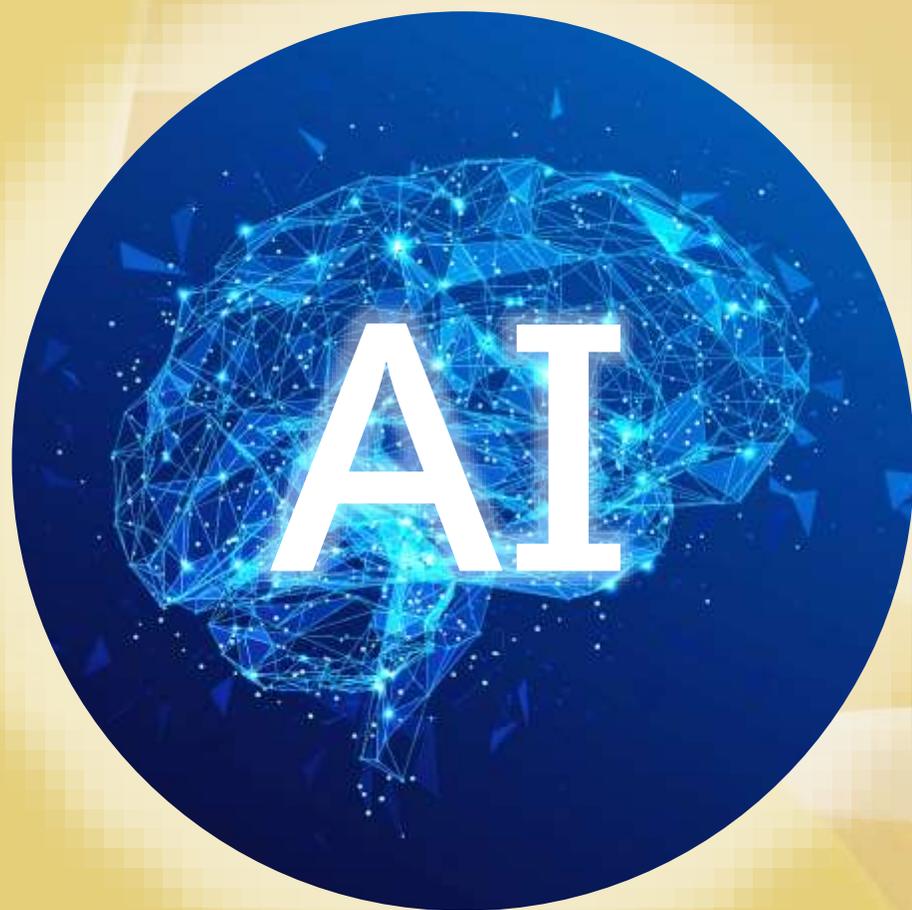
データ

スマホの行動記録が媒介する

半導体やネットワークの
設計を支援

ソフトウェア開発を支援

足りないデータを補完



Emerging Tech 01
**膨張の先を
見出すAI**

基礎となる巨大化

マルチモーダルAI

学習データの革新

枠組みを 越境するIT

INTRODUCTION

02



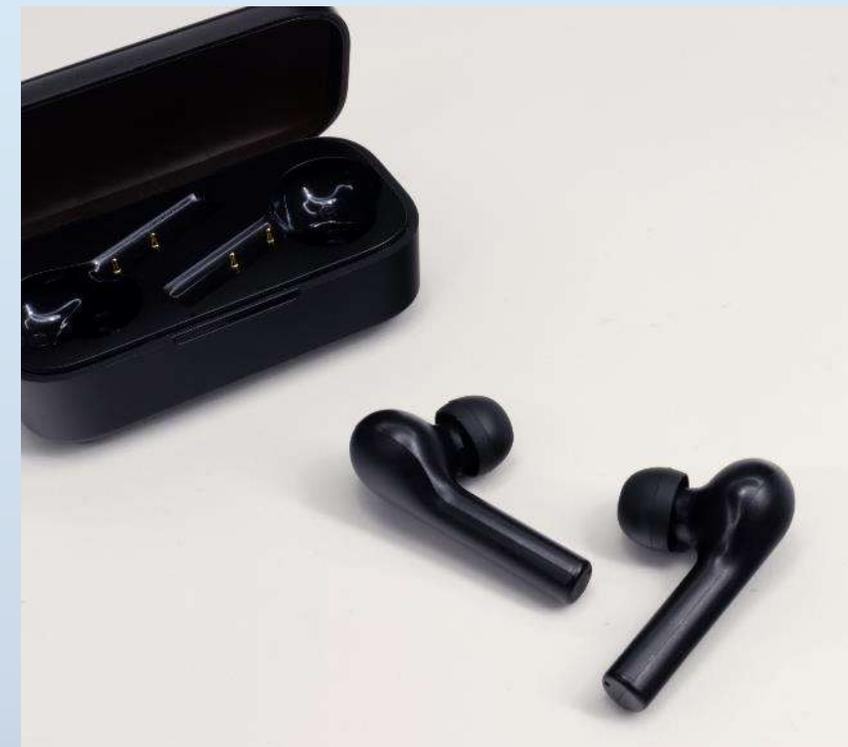
これまでにな
い競争力を求め



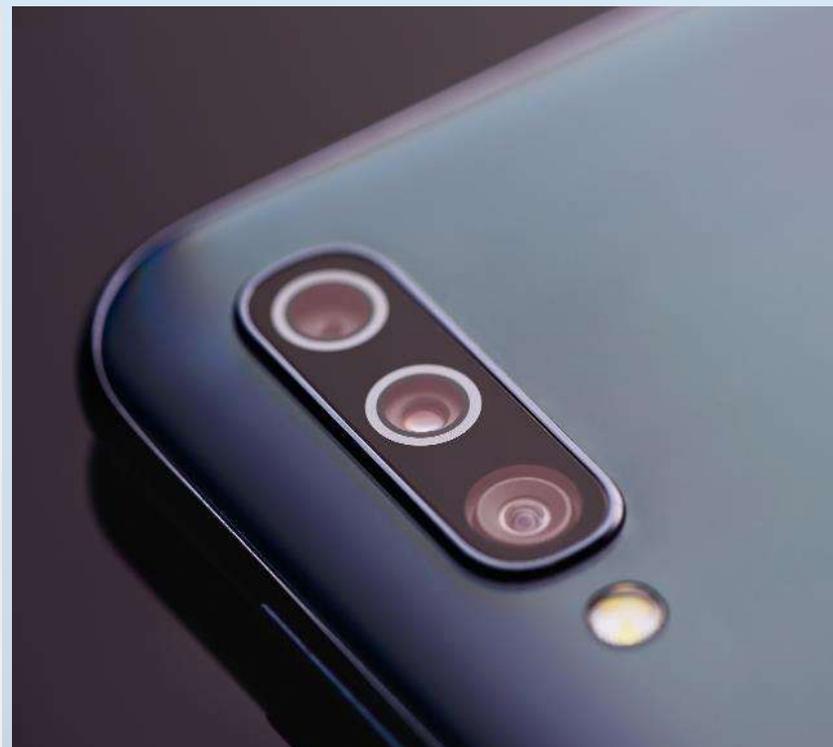
IT特性を活用し
制約を打破する

- 1 ITでビジネス制約を越える
- 2 ITで水平分業を越える
- 3 ITで物理世界へ未知へ越境する

モノに、連続的アップデート **進化の加速** とカスタマイズ **個の追求** を持ち込む。



ハイレゾ再生にアップデート
自分好み設定を作り込む



夜景撮影がグレードアップ
よく使う撮影設定を記憶



馬力と燃費が向上
好みのハンドリングに変更

リカーリングで制約を超える

毎月定額で全てが無制限に使える。ビジネスに拡大の可能性をもたらす。

音楽・映像
配信



ファッション



自動車



ゲーム
ソフトウェア



個の追求

ITインフラ

スマホとクラウド
が支える

進化の加速

ソフトウェア

市場の獲得

アプリが
価値をつくる

強みの蓄積

データ

スマホの行動記録
が媒介する

顧客との濃厚な長期的関係がビジネスにも、ITにもメリットをもたらしていく。

ユーザのメリット



個の追求

定額無制限

ワンストップ

自分好みに
育つ

ビジネスのメリット



市場の獲得

強みの蓄積

優良顧客
獲得

安定的経営

資源の蓄積

ITのメリット

進化の加速

アプリの連続的改善

データの継続的収集

リカーリング重視は、業態・業種を超えた可処分時間の確保競争をもたらす。



- 1 ITでビジネス制約を越える
- 2 ITで水平分業を越える
- 3 ITで物理世界へ未知へ越境する

高い自由度で様々な粒度で世界規模で繋ぎ合わせる。



グローバルサプライチェーンであらゆる要素が揃えられ調達されていく。

ブランドオーナー

顧客接点



販売

マーケティング

デザイン

品質管理

OS
アプリ

組立

チップ
パーツ

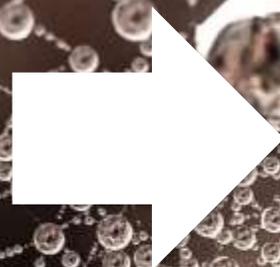
出荷数、それを捌く販売ルートさえあれば、自社ブランドをつけたスマホをどんな会社でも売り出せる。

どこまでも同質な製品、コントロール出来ず、埋没するサービスを脱する。

水平分業で各社から調達



機能は満たすが
基本的に同質



独自優位性の確立を求める

Apple

Samsung

Google

HUAWEI

コア部分で差別化
サービスに本質的な差異を
もたらず

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

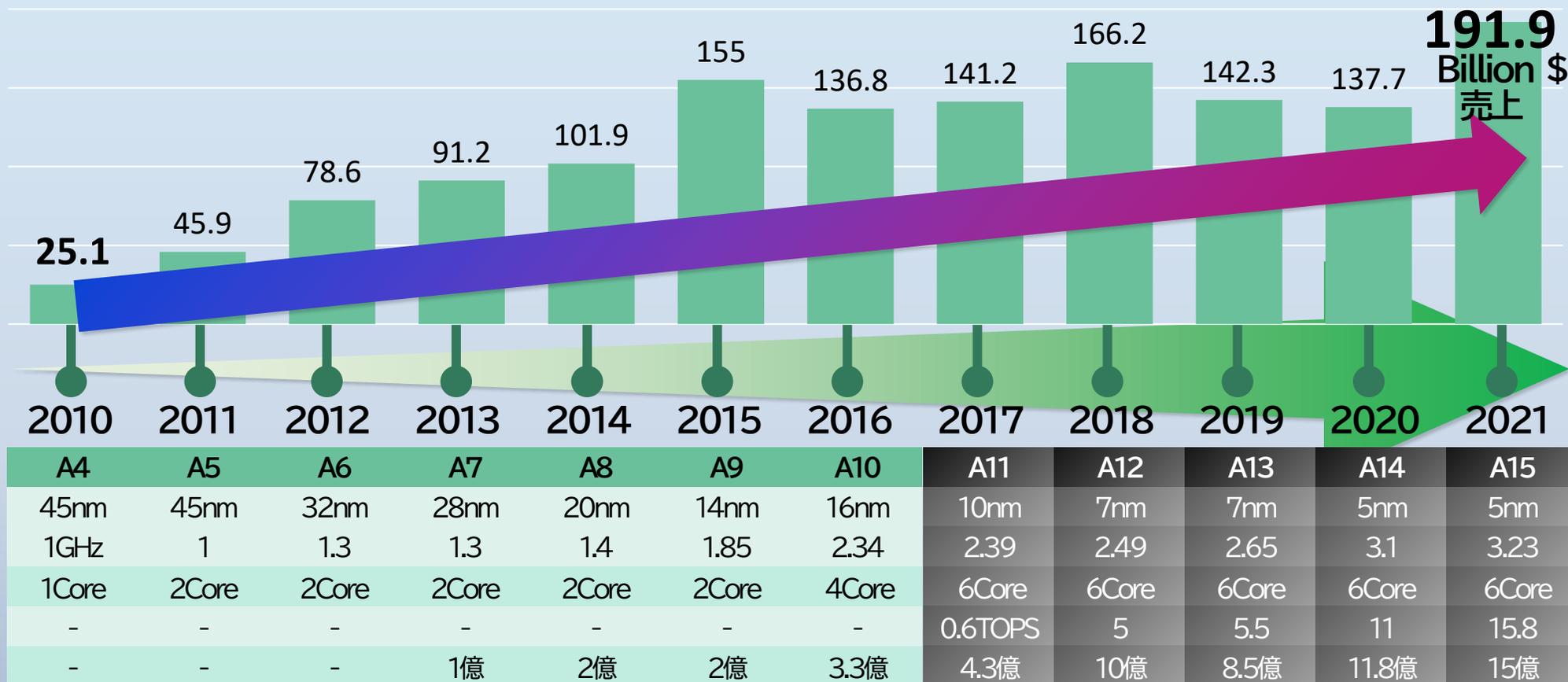
ITインフラ

クラウドとスマホが支える

ビジネスとR&Dが噛み合い、最強のプロセッサメーカーに進化し、壁を越える。

スマホのプロセッサで競争力を蓄積

PC含めて
最強のプロセッサメーカーに



ノートPC

M1

デスクトップPC

M1 Ultra

	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Process	45nm	45nm	32nm	28nm	20nm	14nm	16nm	10nm	7nm	7nm	5nm	5nm
Frequency	1GHz	1	1.3	1.3	1.4	1.85	2.34	2.39	2.49	2.65	3.1	3.23
Cores	1Core	2Core	2Core	2Core	2Core	2Core	4Core	6Core	6Core	6Core	6Core	6Core
AI accelerator	-	-	-	-	-	-	-	0.6TOPS	5	5.5	11	15.8
64bit	-	-	-	1億	2億	2億	3.3億	4.3億	10億	8.5億	11.8億	15億

64bit

AI accelerator

出典 : Wikipedia, Apple silicon(https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_silicon)を元にNTTデータ作成

コアとなるITの優位性で、既存の業界/業態を越境して主導権を確保。

ロボット



ドローン



EV



ITのコア技術(画像センサ AI モバイルネットワーク)が
主導権を持つブランドオーナーの地位をもたらす。

- 1 ITでビジネス制約を越える
- 2 ITで水平分業を越える
- 3 ITで物理世界へ未知へ越境する

ITが、人の行動をサポートする立場から、自ら行動する立場に進化しつつある。

ITが指示→人が動く



ITが判断し動く→人は監視



データとセンサの高度化が、「工事現場」の限定された空間で自律を生み出す。

計画動作

+

自律動作

+

空間把握



複数の自律建機



1人が
複数の建機を監視

物理世界と仮想世界をより広範によりダイレクトに結びつける。

仮想世界

世界のコピーを再現
物理法則が再現され
連続・高速に改善する

強力な計算

GPGPU

巨大な蓄積

クラウド
ストレージ

高速な通信

5G

取り込み

再現

物理世界

全てはセンシングされ
全てはデータになり
全て是集積される

設計に反映

CAD

視野に再現

HMD

直接再現

3DPrinter



出典:

Amazon Robotics Builds Digital Twins of Warehouses with NVIDIA
Omniverse and Isaac Sim,
<https://youtu.be/-VQLqs6s9y0>

物理世界と仮想世界をより広範によりダイレクトに結びつける。

仮想世界

世界のコピーを再現
物理法則が再現され
連続・高速に改善する

強力な計算

GPGPU

巨大な蓄積

クラウド
ストレージ

高速な通信

5G

不完全でも
価値がある

Metaverse

コミュニケーション

仕事

顧客接点

エンターテイメント

購買

広告

物理世界

全てはセンシングされ
全てはデータになり
全て是集積される

設計に反映

CAD

視野に再現

HMD

直接再現

3DPrinter



出典：
TOKYO GAME SHOW VR 2021 PLAY MOVIE,
<https://youtu.be/a6GjI3teMhE>

ITで人類の未知に接近し、知恵のアップデートを加速する。



最適を探す



新しい物質を探す



病とは何かを探る

ITの持つ「進化の加速」で、生命の謎に接近し、薬のあり方を変える。



ソフトウェアをつくるように
mRNAワクチンを開発

データを活用

手作業を排除

製造工程とも連動



COVID-19ワクチンに続き
HIV インフルエンザへ

物理世界への 越境

Emerging Tech 05
物理世界への
アプローチ

判断を支援するIT

ITと人の共同作業

新たな付加価値の探求

未知への 越境

Emerging Tech 06
切り拓く
人類の未知

今加速する最適化

新段階に入る素材探索

セントラルドグマへの接近

規範を 探求するIT

INTRODUCTION

03

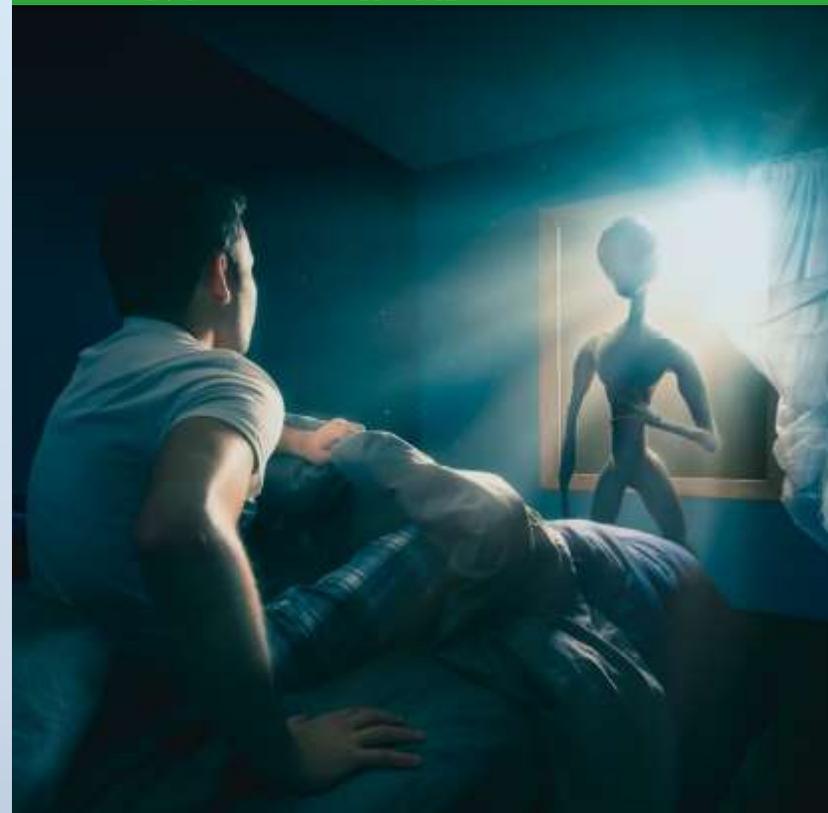


IT世界は 新たな生活の場



犯罪もまた
現実世界同様に起こる

IT世界は 新たな価値を生む



現実世界との接点に
新たな摩擦を生む

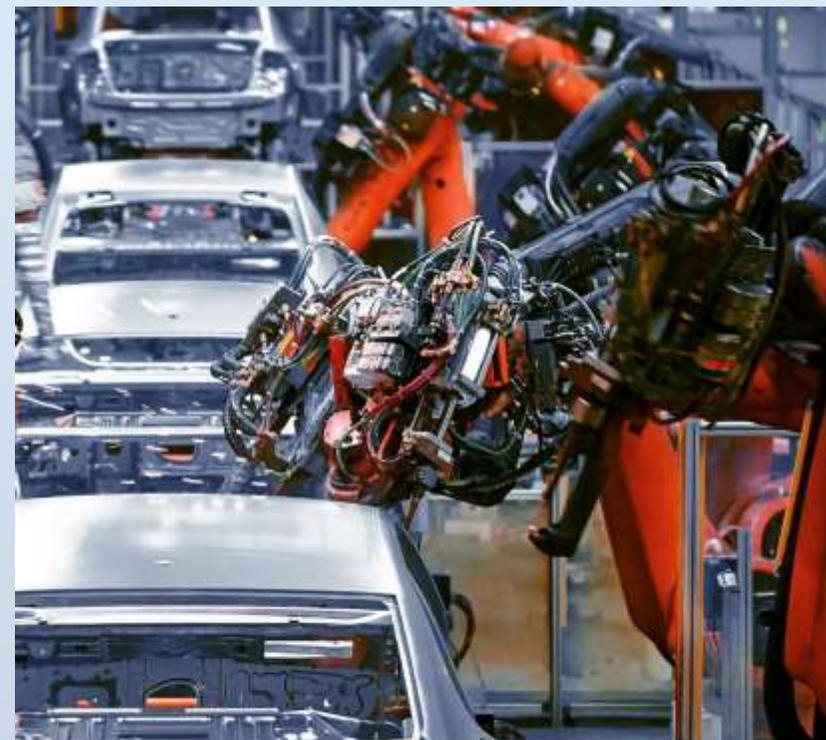
IT世界は 枠組みを変える



新たな枠組みの
ルールもまた求められる

- 1 サイバー犯罪と規範
- 2 既存の世界との軋轢
- 3 変わる枠組みと新たな世界

ランサムウェアなどの攻撃は継続し、さらに重い被害が続発する。



**保険会社
ランサムウェア被害
身代金44億円支払**

**自動車部品メーカー
システム障害
国内全工場／ライン停止**

**GPUメーカー
設計情報窃取・脅迫
今後の開発に影響？**

出典：<https://www.businessinsider.com/cna-financial-hackers-40-million-ransom-cyberattack-2021-5>

出典：<https://pivolog.hatenadiary.jp/entry/2022/02/28/224420>

出典：<https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2203/15/news058.html>

膨大なコストと人材を投じて発見された「穴」が漏れ、下流の犯罪者が活用。



個の追求

弱い個人を
ターゲティング



市場の獲得

世界規模の
分業と攻撃



手法・手口の
連続的
アップデート



流出情報の蓄積が
攻撃を効率化



進化の加速

強みの蓄積

境界防御では守り切れない。全てを疑い、全てをチェックする。

誰も信頼しない前提

一人一人チェック
信頼出来る行為のみ許可

通信はEnd2Endで暗号化

全てを記録し分析
早期に異常を把握

新しい時代に追従

ハイブリッドワークを
支援

社内へのアクセス

インターネットアクセス

クラウドへのアクセス



- 1 サイバー犯罪と規範
- 2 既存の世界との軋轢
- 3 変わる枠組みと新たな世界

ITによる個の追求が、結果的に極端な偏りを生み、社会を脅かす。

フィルターバブル

同一の趣味趣向の人だけが集まる。
主義主張が似通った者だけの閉鎖空間をつくりだす。

エコーチャンバー

「自分の声」がどこまでも響き続ける。
特定の情報・アイデア・信念が増幅・強化される。

大量の個を活かすサービスで必須の「自動判断」が、多くの問題を引き起こす。

突然のアカウント停止

説明はなく原因は不明。

弁明はできず窓口もない。

生活困窮も救済はない。



本来の目的が達成されない一方、問題は拡大する。

個人情報保護法の法目的

個人情報の有用性に配慮しつつ
個人の権利利益を保護すること

必要以上の萎縮

同意万能主義

情報流通の停滞

目的外の個人選別



膨大な個に「最適」を届け、IT主導を支えるアルゴリズムが問題の根幹とされる。



EU

AI運用に関する
プロポーザル
2021.4

FTC

公平・公正なAI利用促進
のためのガイダンス
2021.6

CAC

アルゴリズムの乱用と見
なす事業活動の公的規制
2021.8

- 1 サイバー犯罪と規範
- 2 既存の世界との軋轢
- 3 変わる枠組みと新たな世界

新規GHG 排出削減

電化

省エネ

既存GHG 除去

炭素回収

炭素除去

アカウントビリティ 行動変容

モニタリング

代替
プロテイン

変動への備え 適応

気象データ

分析予測

GHG抑制を目指した動きは、ITの必要性を加速させる一方、変化も求める。

電動化前提の構造変革

データセンタの制約

産業構造の変革

社会インフラの
再構築

ITとの高度な融合

グリーン電力の争奪

立地制約の拡大

省電力技術開発

膨大な資金が流れ込み、継続的に運営され、注目すべき存在に成長。

BitCoin



中国での
マイニング禁止後
なお維持され続ける

DeFi



9兆円の資産が
ロックされ
さらに拡大し続ける

NFT



取引総計は
2兆円を超えるが
分散や継続に懸念あり

急速な進化に対応する国の規範に、ITを司る主体の積極的対応が求められる。

サイバー犯罪は
安全保障の
課題と認識され
国が取り締まる。

IT主導を支える
アルゴリズムは
基礎的価値の破壊者
として国が制約する。

ITがもたらす
新たな価値も
既存価値にリンクされ
国が規制する。

BigTechへの規制が
議論・強化され
野放図な拡大は
国が禁止する。

Tech企業への
法的優遇は終わり
国の主要産業として
責任が求められる。

進める国が
ITを司る企業に
新たな規範の探求を
積極的参加を求める。

成長を
主導するIT

01



ITが主導するビジネスは、さらなる加速を続けていく。

枠組みを
越境するIT

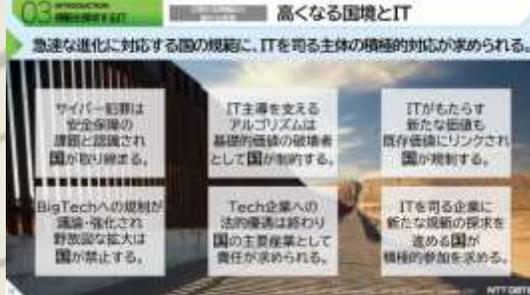
02



IT特性の活用は、ビジネスの壁を越える手段になり得る。

規範を
探求するIT

03



ITの浸透がもたらす課題に、国の法で規範を積み上げていく。

Emerging Tech 01
膨張の先を見出す
AI

Emerging Tech 02
姿を変える
ITインフラ

Emerging Tech 03
成長点となる
ソフトウェア

最新動向編

Emerging Tech 04
再確認される
データ主導

Emerging Tech 05
物理世界への
アプローチ

Emerging Tech 06
切り拓く
人類の未知

膨張の先を 見出すAI

EMERGING TECH

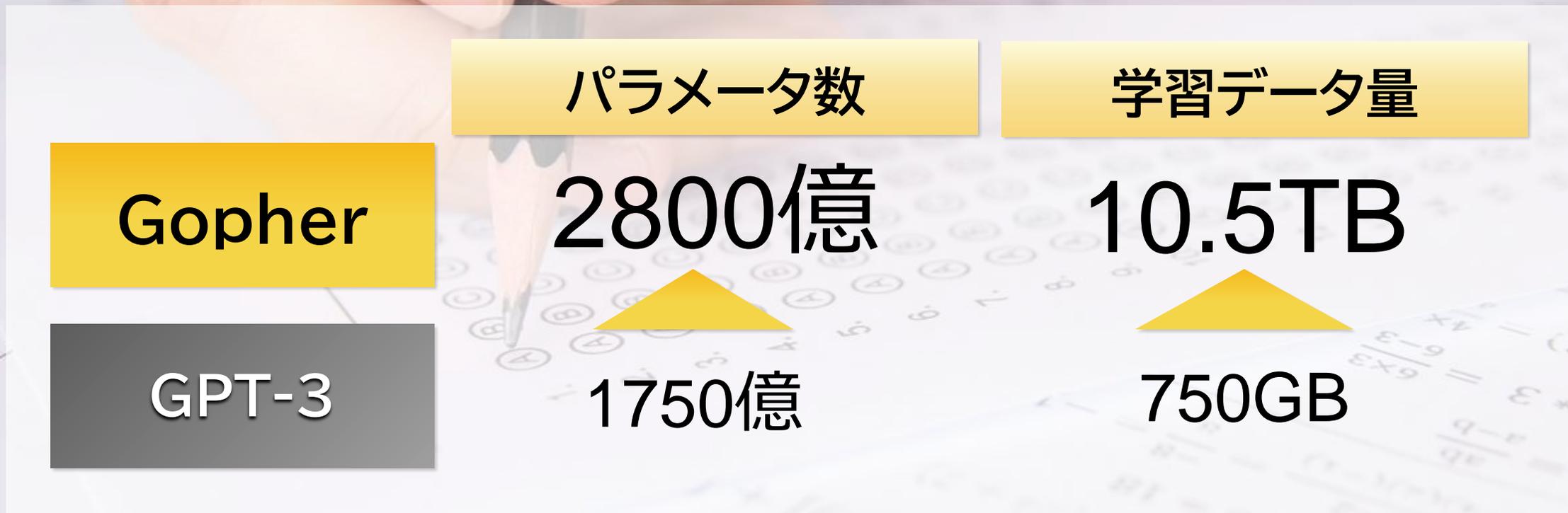
01





- 1 基礎となる巨大化
- 2 マルチモーダルAI
- 3 学習データの革新

GPT-3より構成部品を増やし大量のデータを学習させ能力を向上。



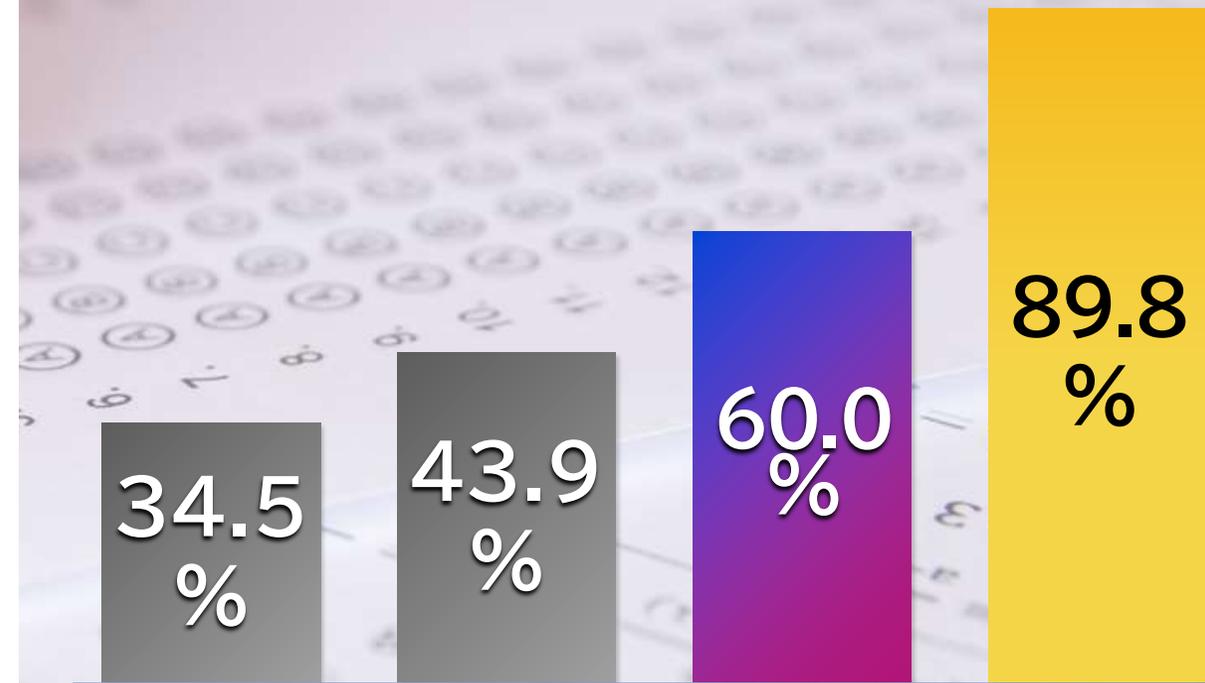
出典:Scaling Language Models: Methods, Analysis & Insights from Training Gopher, <https://arxiv.org/abs/2112.11446>

専門知識を必要とするテストで人間の専門家の正答率に近づいた。

法律に関する実際の試験問題

The night before his bar examination, the examinee's next-door neighbor was having a party. The music from the neighbor's home was so loud that the examinee couldn't fall asleep. The examinee called the neighbor and asked her to please keep the noise down. The neighbor then abruptly hung up. Angered, the examinee went into his closet and got a gun. He went outside and fired a bullet through the neighbor's living room window. Not intending to shoot anyone, the examinee fired his gun at such an angle that the bullet would hit the ceiling. He merely wanted to cause some damage to the neighbor's home to relieve his angry rage. The bullet, however, ricocheted off the ceiling and struck a partygoer in the back, killing him. The jurisdiction makes it a misdemeanor to discharge a firearm in public. The examinee will most likely be found guilty for which of the following crimes in connection to the death of the partygoer?

- (A) Murder.
- (B) Involuntary manslaughter.
- (C) Voluntary manslaughter.
- (D) Discharge of a firearm in public.



一般の人 GPT-3 Gopher 専門家

※Massive Multitask Language Understandingの平均正答率

画像や音声においても巨大化による能力向上が始まる。

画像処理 ViT

20億パラメータ

30億枚の画像

高い画像分類能力

音声処理 XLS-R

20億パラメータ

43万6千時間の音声

多言語音声認識

出典: An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale,
<https://arxiv.org/abs/2010.11929>

出典: XLS-R: Self-supervised Cross-lingual Speech Representation Learning at Scale,
<https://arxiv.org/abs/2111.09296>

巨大AIを基礎に目的に応じたAIを開発する。

言語の
翻訳

文献の
要約

チャット
ボット

基盤モデル

大量のデータを学習する

従来よりも高い能力

チューニングで転用



- 1 基礎となる巨大化
- 2 マルチモーダルAI
- 3 学習データの革新

種類の違うデータを組み合わせさせてAIに学習させる。

シングルモーダル



マルチモーダル



人間が言語で指示した通りの画像をAIが作り出すことができる。

DALL-E

自然言語処理



画像生成



出典: OpenAI, DALL-E: Creating Images from Text, <https://openai.com/blog/dall-e/>

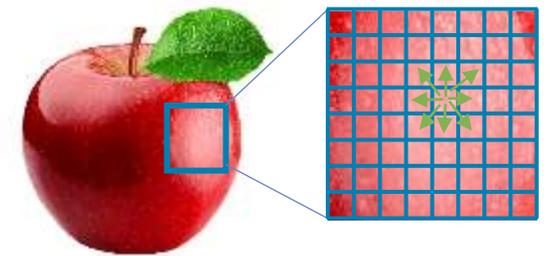
データの種類によらずAIの基礎技術を統合する。

自然言語処理



文章中の単語を処理

画像処理



画像のピクセル間を処理

音声処理



時系列を処理

動画処理



前後のフレームを処理

統一された基礎技術

AIの構造

学習の方法

一つの構造で複数種のデータを高い能力で処理する。

画像データ



標識を
検知

音データ



踏切の音
を検知

3Dデータ



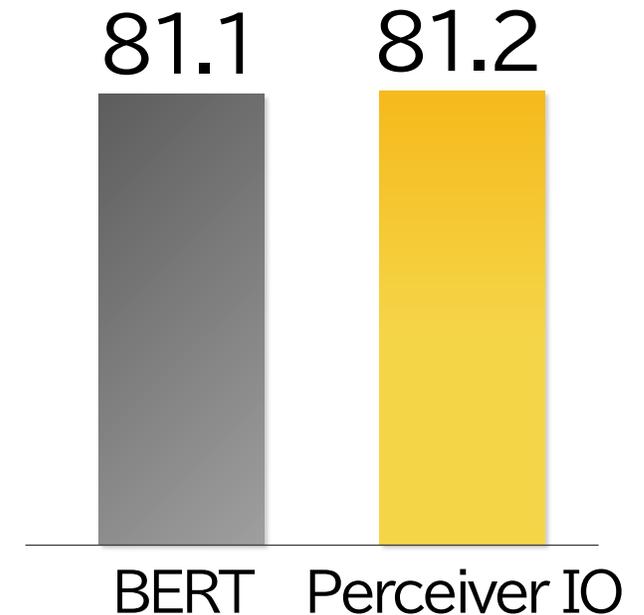
右後方に
乗用車

Perceiver IO

特化型AIに匹敵する能力

自然言語処理の能力比較

※GLUEベンチマークスコアの比較



複数言語を同時に学習させることでAIの能力を向上させる。

MUM

日本語で書かれた富士山の知識



出典: Google, How insights from people around the world make Google Search better,
<https://blog.google/products/search/raters-experiments-improve-google-search/>

他の言語でも知識を利用

英語

フランス語

ドイツ語



- 1 基礎となる巨大化
- 2 マルチモーダルAI
- 3 学習データの革新

学習データの整理に人手がかかりAI活用の課題となる。

キュレーション

学習に有効な画像を
選択し収集する

正解付け

活用の目的に合わせて
画像に正解を付ける



学習データの収集は人手がかからなくなる。

人手で整理する

大量のデータを準備し
人が正解データを作成する

整理せずに学習

大量のデータを準備し
そのままAIへ学習させる

合成して増やす

少量のデータを準備し
AIでデータを増やす

SNSから集めた正解付けされていないデータを学習させる。

SEER

自己教師あり学習

10億枚の未整理画像

人手による手間を無くす



正解付きデータを必要とせず
AIが自らヒントを見つけて学習

SNSに投稿された画像を
学習データとして直接利用

人手による手間をかけずに
大量のデータを学習できる

人手で整理した少量の学習データからデータを合成する。

Dataset GAN

人手で整理したデータ

少量



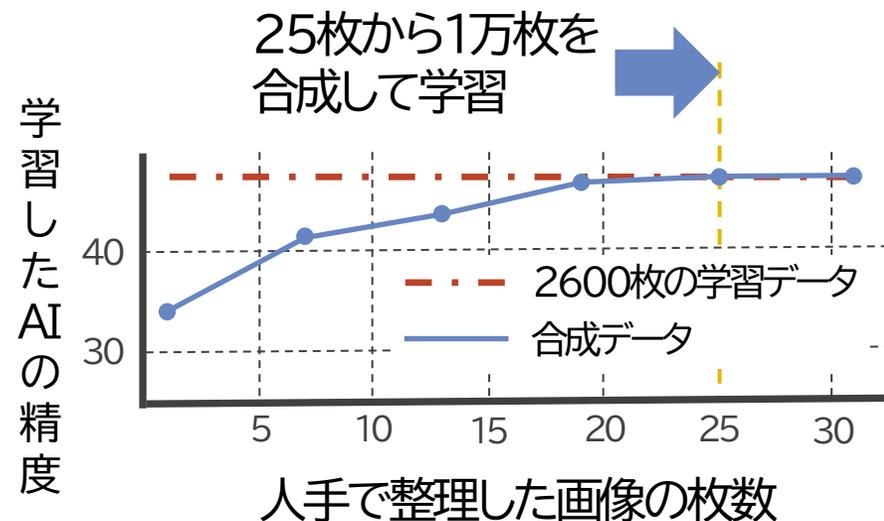
AIで合成

合成データ

1万枚



1/100のデータで同等の能力



出典: DatasetGAN: Efficient Labeled Data Factory with Minimal Human Effort, <https://nv-tlabs.github.io/datasetGAN/>

AIの技術進化は巨大化が基礎となり、その先に進んでいる。

巨大化

巨大なAIに大量のデータを学習させて能力を向上

巨大AIをベースにすることで
高い能力を持つ、目的に沿ったAIを実現

マルチモーダル

多種のデータを統合させて能力を向上

マルチモーダルAIを活用し
多種のデータで能力向上を実現

学習データ収集

学習データの準備に
人手がかからなくなる

自己教師あり学習/合成データなど
学習データの準備が容易になる

姿を変える ITインフラ

EMERGING TECH

02



手元のデバイスだけが見える

クラウドやネットへの意識が薄まる

サービスを使ってサービスを立ち上げる



常に右肩上がりの基本トレンドを支え、新たな力を提供し続ける。

エッジデバイス
スマホウェアラブル
センサPC

通信
光
5G 衛星

サーバ
ハイブリッドクラウド
HPC スパコン

半導体

- 1 全ては半導体に始まる
- 2 シームレスの加速
- 3 ビジネスイネーブラへの成熟

身の回りのあらゆるモノはスマートに。そのスマートの正体は半導体。



Apple Watch
51個の半導体パズル

ウェアラブルの最前線では
あらゆる機能が緻密に詰め込まれる



USBケーブル
こんなところにも半導体

100均で販売されるケーブルも
インテリジェントな電力制御が必須

半導体こそが、課題解決の最強の手段として、期待を集め続ける。

性能向上の爆発的要求

AI学習/推論の巨大化

シミュレーションの高速化

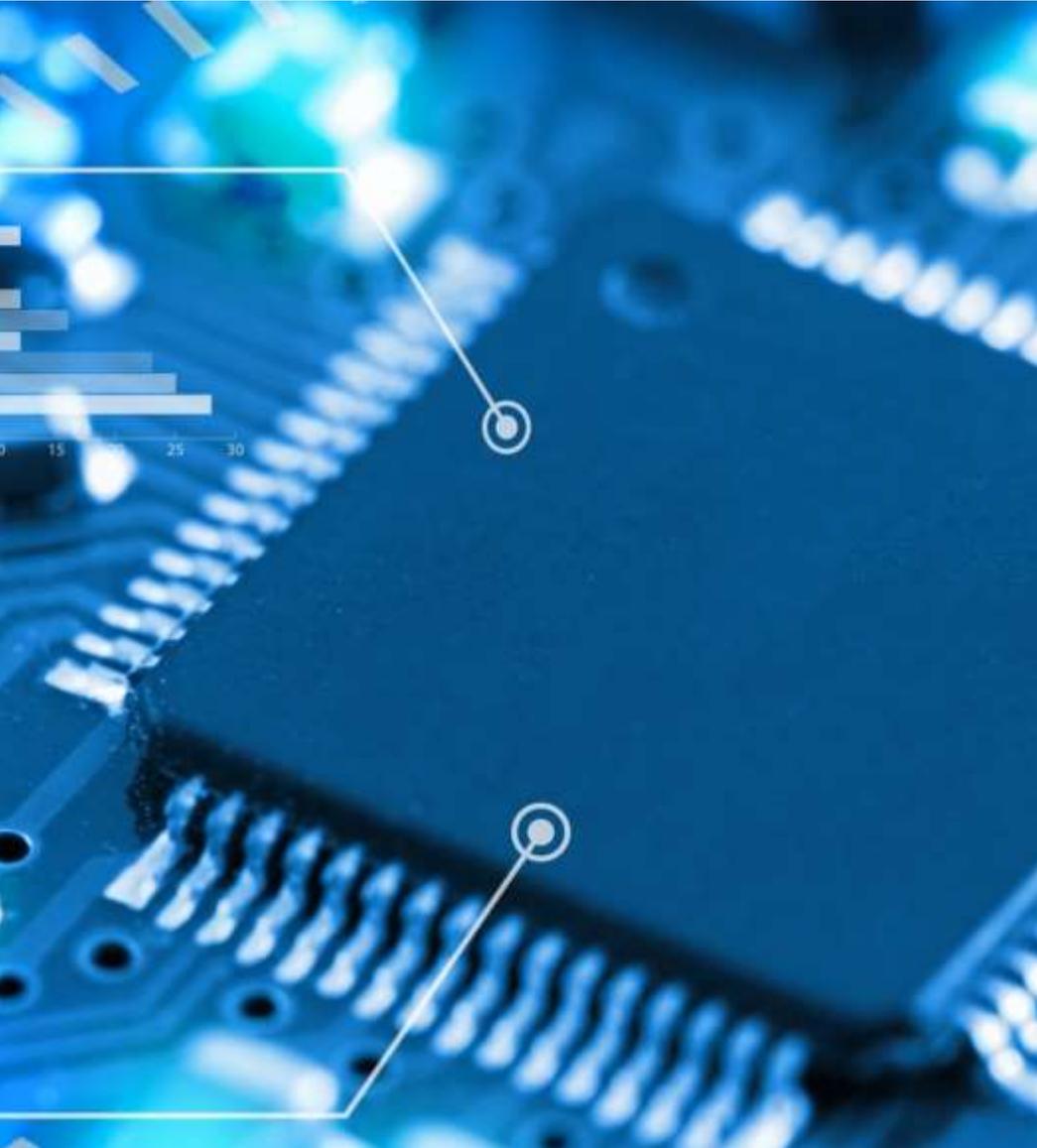
未知の関係性の発見

省電力と性能向上の両立

AI学習/推論のローカル化

ウェアラブルの連続動作

センサ設置の自由度向上



エッジとクラウド

SoC(CPU)

巨大データ処理

GPGPU

データ蓄積

3D積層メモリ

センシング

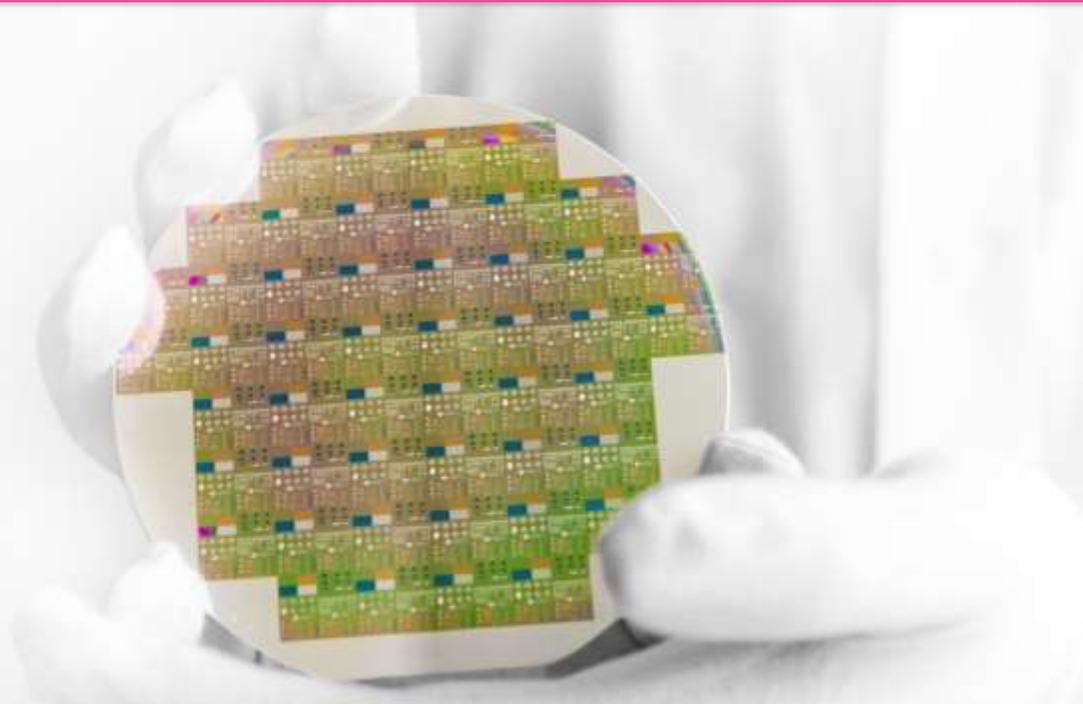
半導体センサ

電気の効率的活用

パワー半導体

限界を超える微細化と積層技術が、更なる「右肩上がり」の性能向上を維持。

微細化



3nm微細化量産へ(水分子三個)

積層化

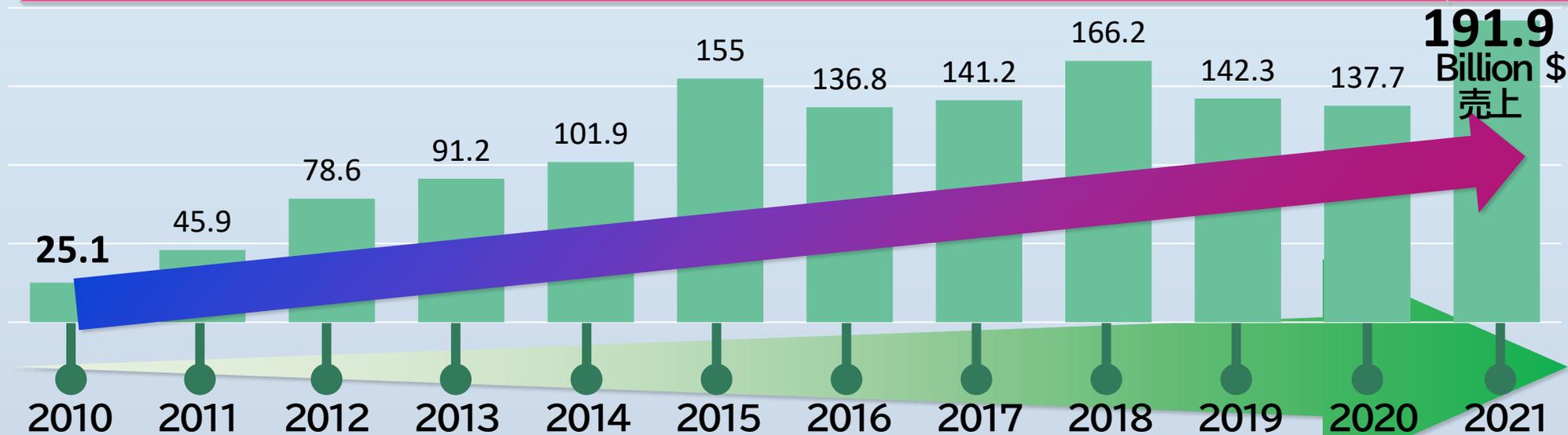


32層@2015 → 176層@2021

コア数もクロックも限界の中、微細化でトランジスタを積み上げていく。

スマホのプロセッサで競争力を蓄積

PC含めて
最強のプロセッサに



	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Process	45nm	45nm	32nm	28nm	20nm	14nm	16nm	10nm	7nm	7nm	5nm	5nm
Frequency	1GHz	1	1.3	1.3	1.4	1.85	2.34	2.39	2.49	2.65	3.1	3.23
Cores	1Core	2Core	2Core	2Core	2Core	2Core	4Core	6Core	6Core	6Core	6Core	6Core
AI accelerator	-	-	-	-	-	-	-	0.6TOPS	5	5.5	11	15.8
Transistors	-	-	-	1億	2億	2億	3.3億	4.3億	10億	8.5億	11.8億	15億



64bit ▲

AI accelerator ▲ トランジスタは特定用途に割り当てられていく

当面は様々な技術の融合で性能は向上し続ける。ただしコストは高騰。

微細化は
2030年まで計画あり

2nm

EUV

GAA

パッケージング技術が
続々と成果

チップレット

インター
コネクト

Package
on Package

メモリ積層は
積層したダイをさらに積層

200層

多値化

PonP



半導体の性能は
トータルでなお向上し続ける

- 1 全ては半導体に始まる
- 2 シームレスの加速
- 3 ビジネスイネーブラへの成熟

ユーザの利用形態にあわせて様々なデバイスが提供される。



なお進化するスマホ



期待されるHMD



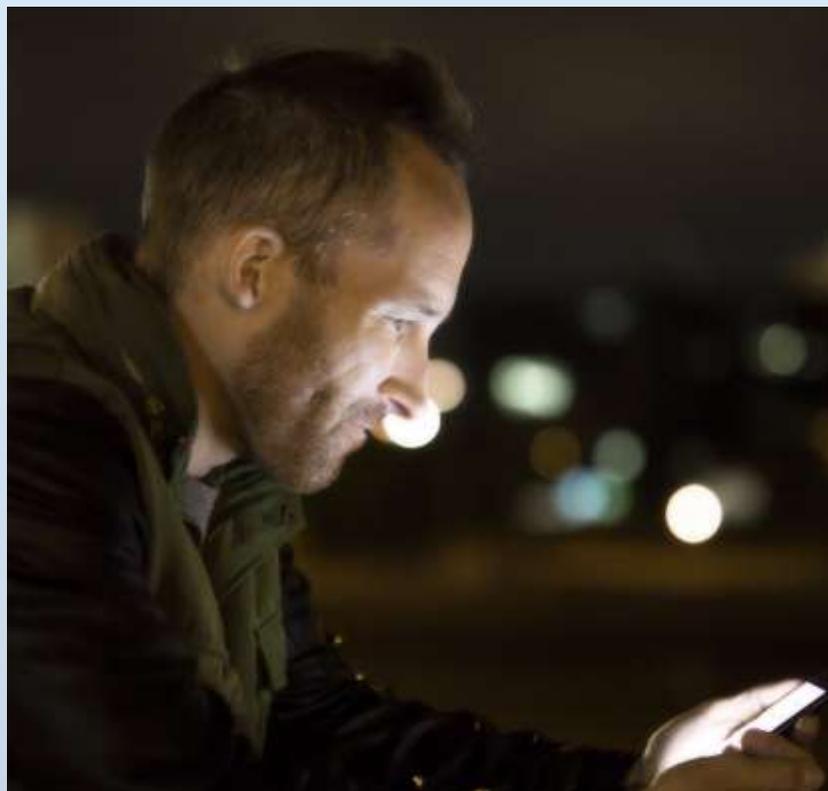
多機能化するウェアラブル

様々なデバイスを取り替えながら、さらに共同作業までも自在に行き来する。



どれでも始められる

どこでも続きができる



いつでも止められる

誰とでも一緒に進められる



柔軟な参照・保存・共有を可能にする新しいファイル管理技術が浸透。

一般向けクラウドファイル

Dropbox

OneDrive

GoogleDrive

iCloud

box

不安定な接続を前提

特定用途向けクラウドファイル

画像編集

動画編集

3Dデータ編集

あらゆるデバイスで
統一的なアクセス

共同作業を前提とした
差分保存・競合確認

「ブラウザ」で統一的に処理。画像編集や映像編集までもWebAssembly。



デバイスによらない

ネイティブコード相当の
高速性

アプリにも採用が広がる

- 1 全ては半導体に始まる
- 2 シームレスの加速
- 3 ビジネスイネーブラへの成熟

クラウドの充実が、ITインフラに関わる様々なタスクからビジネスを解放する。

透明化の進展

SaaS	サービスの利用
プロセス	サーバレス
コンテナ	より手軽な実行環境
インスタンス	仮想化されたサーバ
ベアメタル	物理サーバ

準備・構築リードタイム
からの解放

難解な機能／非機能設計
からの解放



負荷の高い継続的な運用
からの解放

クラウドは、サービスとしての競争力を求め、垂直統合を進める。

そのままビジネスで活用

ベストプラクティスが集積

ワンストップで利用可能

サービス

Amazon GO

EC

Fullfilment

Ground Station

ソフトウェア

Auto ML

Big Query

RedShift

Synapse Analytics

サーバ

ストレージ

プロセッサ/チップ

TPU

Graviton

ネットワーク

海底ケーブル

統合の進展

データ・計算力がよりグローバルに動き回る時代到来。対応は容易ではない。

エッジデバイス

超解像を中心に
ビジュアル処理重視

セキュリティ・プライバシー
ローカルAI重視

プロセッサと電池の
革新を待ち続ける

レイテンシ重視

AI活用拡大

GHGの枠組み

クラウド

よりローカルへ
設備の分散が加速

より強力なAI処理へ
分散処理を再検討

電力を求めロードを
移動させる手法の開発

成長点となる ソフトウェア

EMERGING TECH

03



あらゆる領域にITが進出する。その成長点にはソフトウェアがいる。



-1760.29	+2743.61	1352.10	
-2174.91	-2908.17	+733.66	1376.83
-4056.51	-2366.87	+7023.36	1372.35
+591.46	-4918.17	+4326.71	1375.17
-4110.29	+98.71	+1011.59	1379.32
+108.33	+59.33	-165.66	1392.77
-111.60	-236.67	-111.60	



- 1 本格化するローコード開発
- 2 AIで加速する開発生産性
- 3 ソフトウェア企業への変態

「ソースコードを書く」だけでなく、完成品を「つなぎ合わせる」作り方も拡大。

ソースコードを書く



つなぎ合わせる

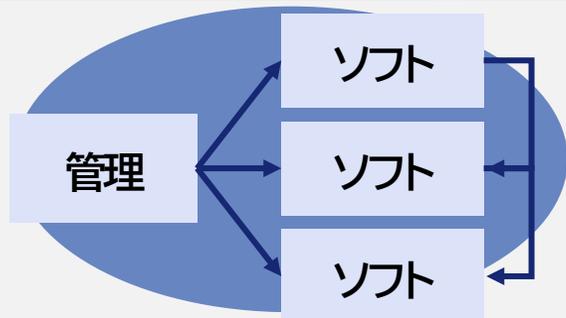


容易な操作でつなぎあわせて、目的の業務ソフトを素早く生み出す。

GUIでつくる

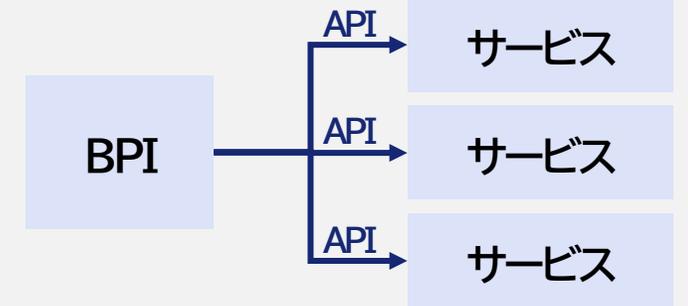


Orchestration



BPI

Business Process Intelligence



RPA

Robotic Process Automation



開発のスピードはもちろん、BizとDevの一体化がポイント。参入企業も拡大。

すぐ作れる
すぐ動かせる

ソフトウェアに
ステークホルダが
集合する

これからの
ソフトウェア開発の
中心となる



2024年80%

IT専門外の人が開発する
IT製品・サービスの割合
※Gartner社調べ

半年で

4300億円以上

北米ローコードベンチャーへの増資総額
※OpenIdeaHub調査を元にNTT DATAが独自に算出

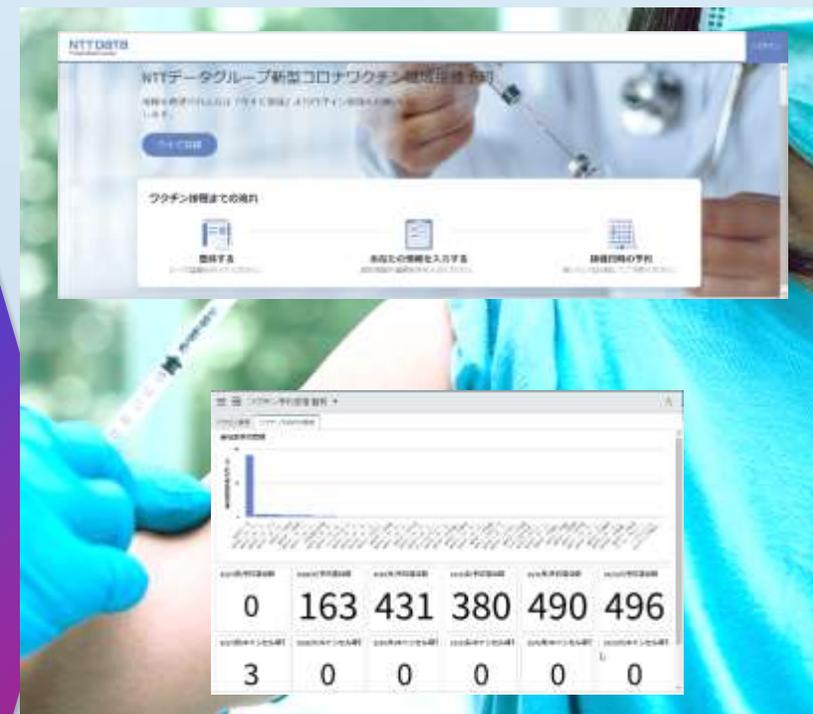
ローコードツールで、ワクチン職域接種アプリを緊急に開発し、すぐに利用。



複雑な業務を
すぐに始める必要に
迫られる。



ローコードツールで
即座につくり試しながら
関係者の知見を集める。



そのまま本格活用。
開発期間は通常の
1/2に短縮。

ただ作るのではなく、改善・連携・管理して本格的に使うソフトに成長させる。



つくりっぱなしで
終わらせない

すでにある
CI/CDへ乗り込む

ローコードの成果も
ソフトウェア資産に育つ

- 1 本格化するローコード開発
- 2 AIで加速する開発生産性
- 3 ソフトウェア企業への変態

機能・信頼性・性能を兼ね備えたソフトを求めるニーズが加速する。

ソースコードを書く



つなぎ合わせる



```
"""
MNISTのデータローダを作成,メソッド名はdata_load_mnist()でバッチサイズは32にする。
"""
def data_load_mnist():
    train_dataset = datasets.MNIST(root='./data',
                                   train=True,
                                   transform=transforms.ToTensor(),
                                   download=True)

    test_dataset = datasets.MNIST(root='./data',
                                   train=False,
                                   transform=transforms.ToTensor())

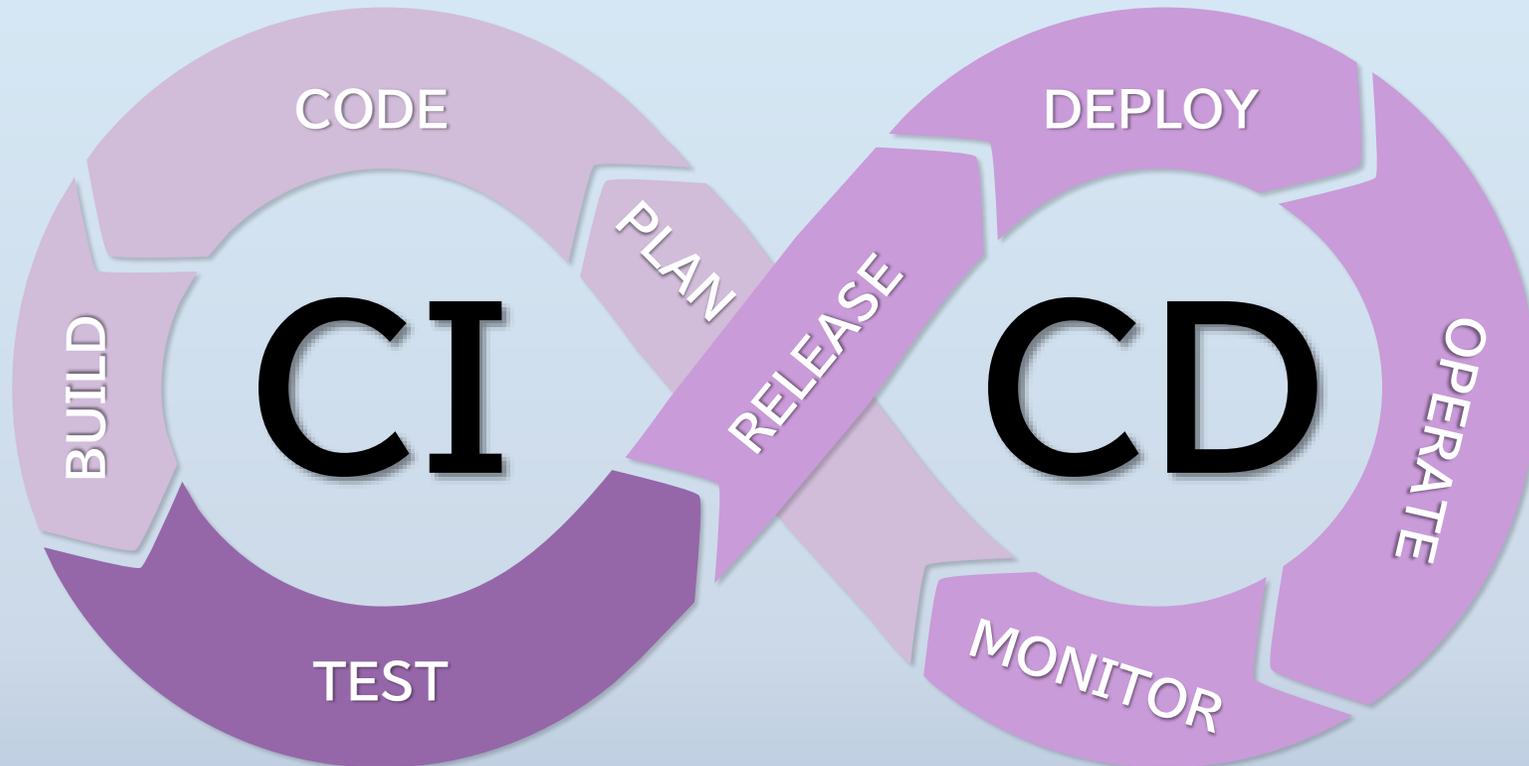
    train_loader = torch.utils.data.DataLoader(dataset=train_dataset,
                                               batch_size=32,
                                               shuffle=True)
```

```
test_loader = torch.utils.data.DataLoader(dataset=test_dataset,
```

コメントに沿ったプログラムを自動生成

```
return train_loader, test_loader
```

コードを書き起こす部分だけでなく、その後の工程にもAIの活用が広がる。



Continuous Integration

Continuous Delivery

テストパターンを
AIでつくる

バグの傾向を
AIで掴む

改善の方法を
AIが提案

課題を乗り越え進化するため、データを蓄積する必然性が増していく。

まだ未完成的なAI for Code

```
import torch
import
import
import
from torchvision import datasets, transforms
from torch.autograd import Variable
```

動くかどうかは
わからない

```
class
d
super(MnistNet, self).__init__()
self.conv1 = nn.Conv2d(1, 10,
```

使い方にコツがいる

```
kernel
kerne
self.conv2_drop = nn.Dropout2d()
```

観点が狭い

AIはデータで改善していく

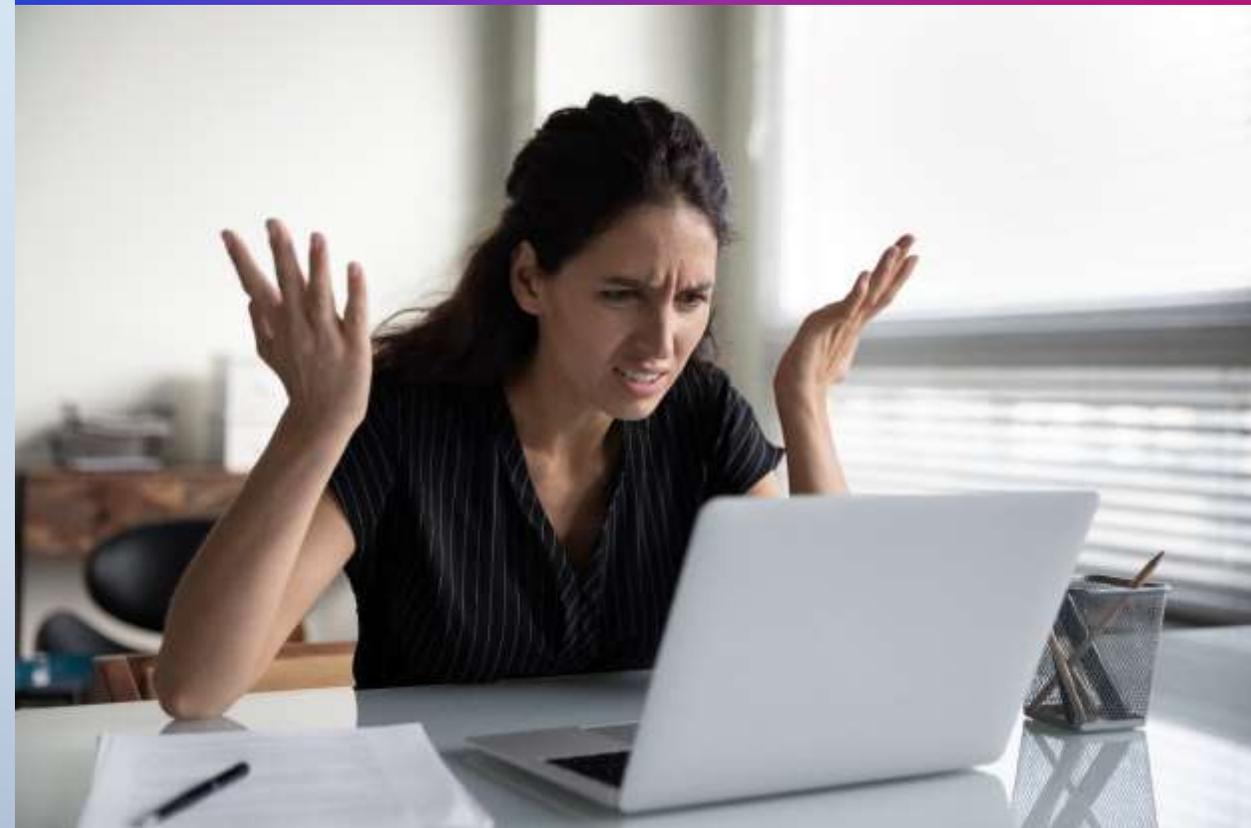
データ収集は
今後さらに重視される

あらゆる開発工程に
収集範囲が拡大される

AI最新技術の波及で
改善の加速が期待出来る

AIを活用したソフトウェア開発は、AI特有の課題と向き合う必要がある。

ヒトの責任はより重くなる



著作権の課題は未解決



- 1 本格化するローコード開発
- 2 AIで加速する開発生産性
- 3 ソフトウェア企業への変態

顧客体験に直結するソフトウェアを自ら手懐ける企業が勝利する。

ファーストフード



ソフトウェア開発に
注力

非接触を求める
市場変化に対応

スマホアプリを
高速改善し展開

家具製造販売



伝統的企業に
ITを注入

スマホアプリで
店舗の顧客体験を
革新

バックヤード管理
含めEC化に
完全対応

ソフトウェアの競争力を持って、別の業態に進出する。

カーシェアリング



トラックシェアリング



オンラインマッチングを
コア技術に越境を続ける。
当初からIT企業として発展。

投資銀行



リテール銀行



近年はさらに国際企業の
金融業務支援にも乗り出す。
社員の1/3をエンジニアに変えた。

リアルスーパー



EC オンライン広告



10年をかけてIT企業へ脱皮。
EC企業と直接対決する。
投資の7割以上がIT向け。

ソフトウェアに蓄積されるのは、ビジネスノウハウそのものになっていく。

ロボット管理システムの外販



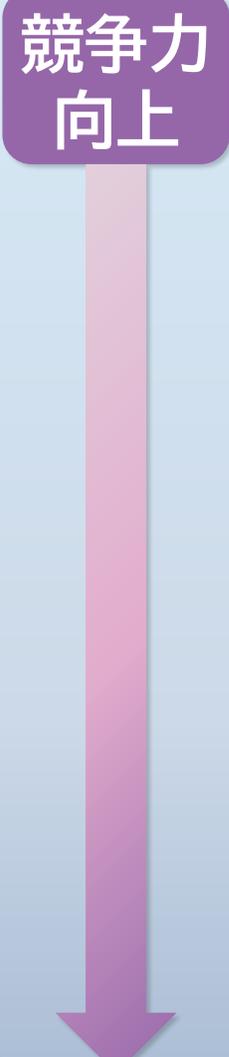
倉庫の自動化で集積したノウハウを
ソフトウェア+クラウドで外販

ラストワンマイル配送のシステム外販



ECで積み上げたノウハウを
ソフトウェア+運送業者で外販

ソフトウェアが本業に組み込まれ、さらに業態を超える力に変わる。





連続的改善のマラソンを走り続ける



ソフトウェア中心に組織を組み替える



誰もがエンジニアになっていく

再確認される データ主導

EMERGING TECH

04



個の追求

ITインフラ

クラウドとスマホが支える

市場の獲得

ソフトウェア

アプリが価値をつくる

進化の加速

データ

スマホの行動記録が媒介する

強みの蓄積



さらに拡大のペースを上げるデータを収められるのはCloudだけ。

2024年までの3年間で生成するデータ量は
過去30年間の全ての上回る

175ZB



Data Age 2025, sponsored by Seagate with data from IDC Global DataSphereを元にNTTデータ作成

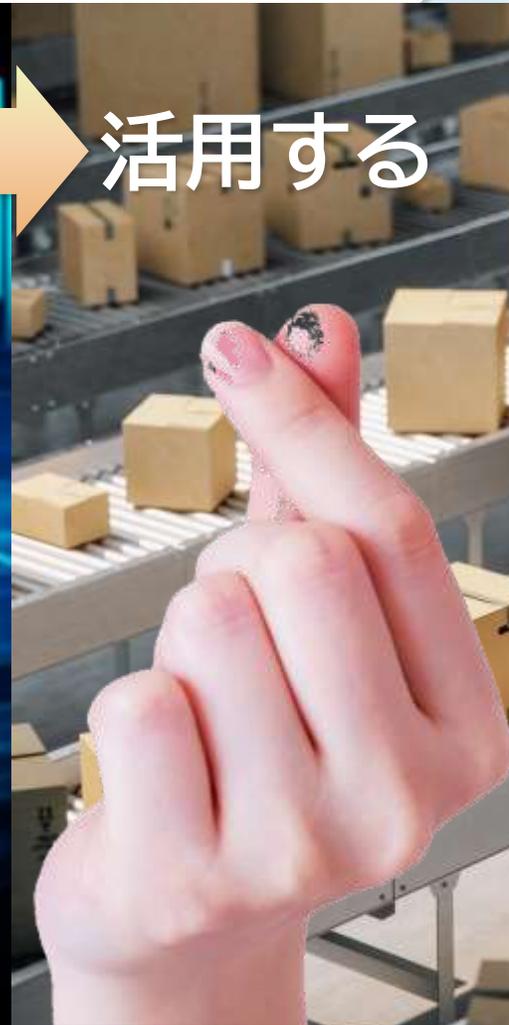
集める

整える

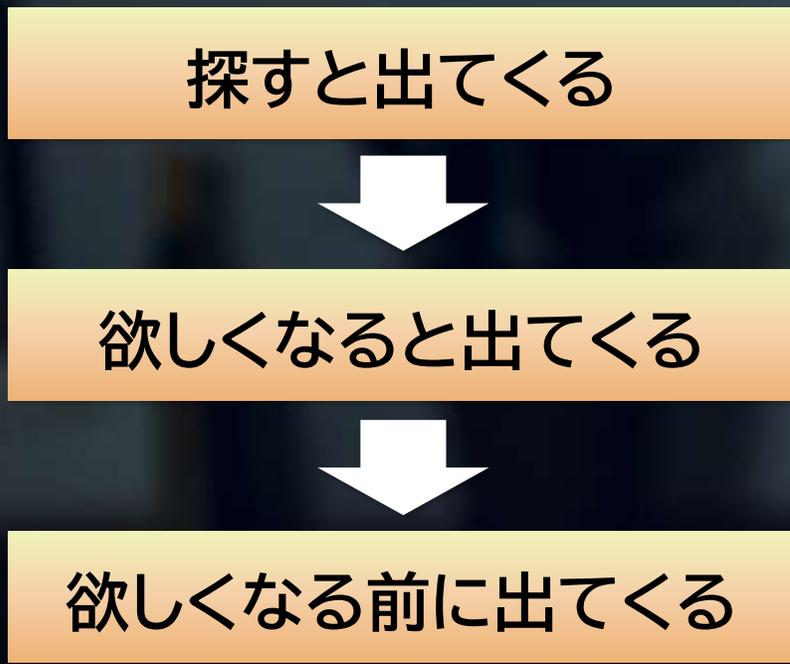
貯める

分析する

活用する



客観的事実(データ)の蓄積から、合理的に様々な経営判断を行う。



あらゆるサービスから横串で行動データを集積し、成果をあげる。

- 1 分厚くなるデータの堆積
- 2 拡大するデータ活用の自由度
- 3 主導権としてのデータ

スマホ + Beacon でより詳細な人の行動データを蓄積し、活用する。



リアル店舗の
商品をリコメンド



よりよい職場へ
ピープルアナリティクス

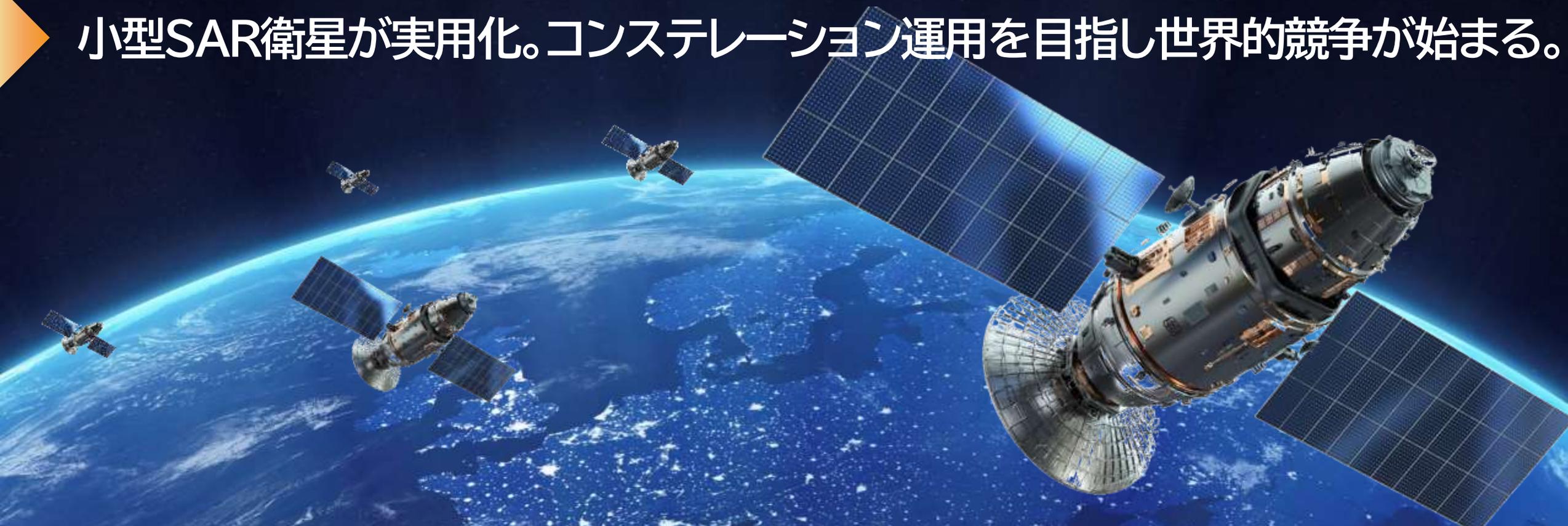
「非侵襲」で血糖値を日常的に測定できるセンサが、製品化に近づく。



採血無しに5secで測定可能

日常的な連続測定で治療を革新

小型SAR衛星が実用化。コンステレーション運用を目指し世界的競争が始まる。



SARなら
天候や時間によらず撮影

世界中どこでも
3時間毎に連続撮影

干渉SARなら
数cmの変化を把握

国家安全保障から防災、農業・林業まで多様な活用を想定。

あらゆるデータは「場所」というキーで整理・蓄積され、利用されていく。

移動に必要な 情報

3D写真

ナビ

時刻表

屋内地図

AR案内

チケット
購入



移動の**目的**を探す 手段

風景写真

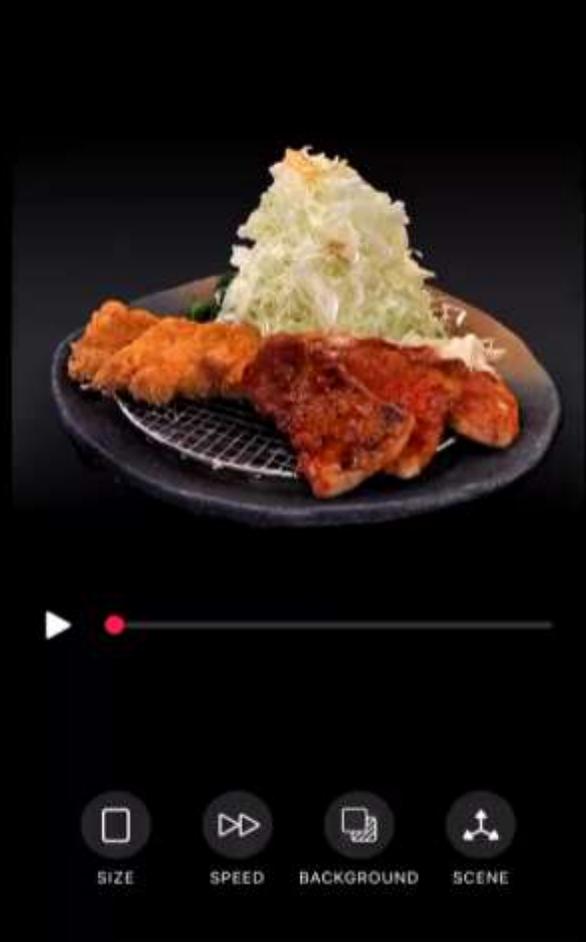
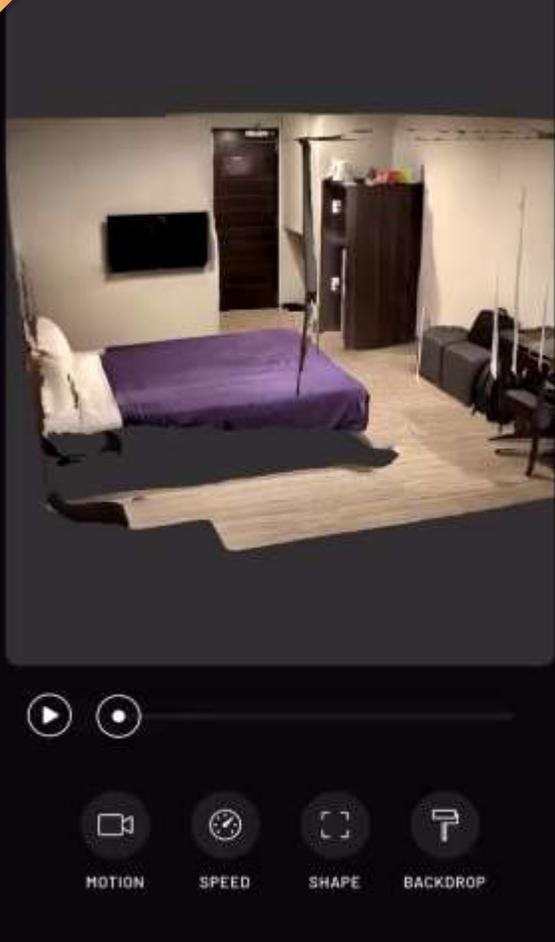
店舗情報

口コミ



個人が記録する3Dデータ

iPhone単体で、撮影後2分でフォトグラメトリーを生成するアプリが登場。



人々が、3Dデータで発信・共有する日常が近づく。

- 1 分厚くなるデータの堆積
- 2 拡大するデータ活用の自由度
- 3 主導権としてのデータ

集める

整える

貯める

分析する

活用する

AWS
IoT

AWS
Glue

AWS
Lake Formation

AWS
Redshift

AWS
SageMaker

Azure
IoT Hubs

Azure
Data Factory

Azure
Blob Storage

Azure
Synapse Analytics

Azure
Power BI

Google
Data Transfer

Google
Cloud Data Fusion

Google
Cloud Storage

Google
Big Query

Google
Looker

様々なデータを持ち寄り統合する仕組みに注目が集まる。

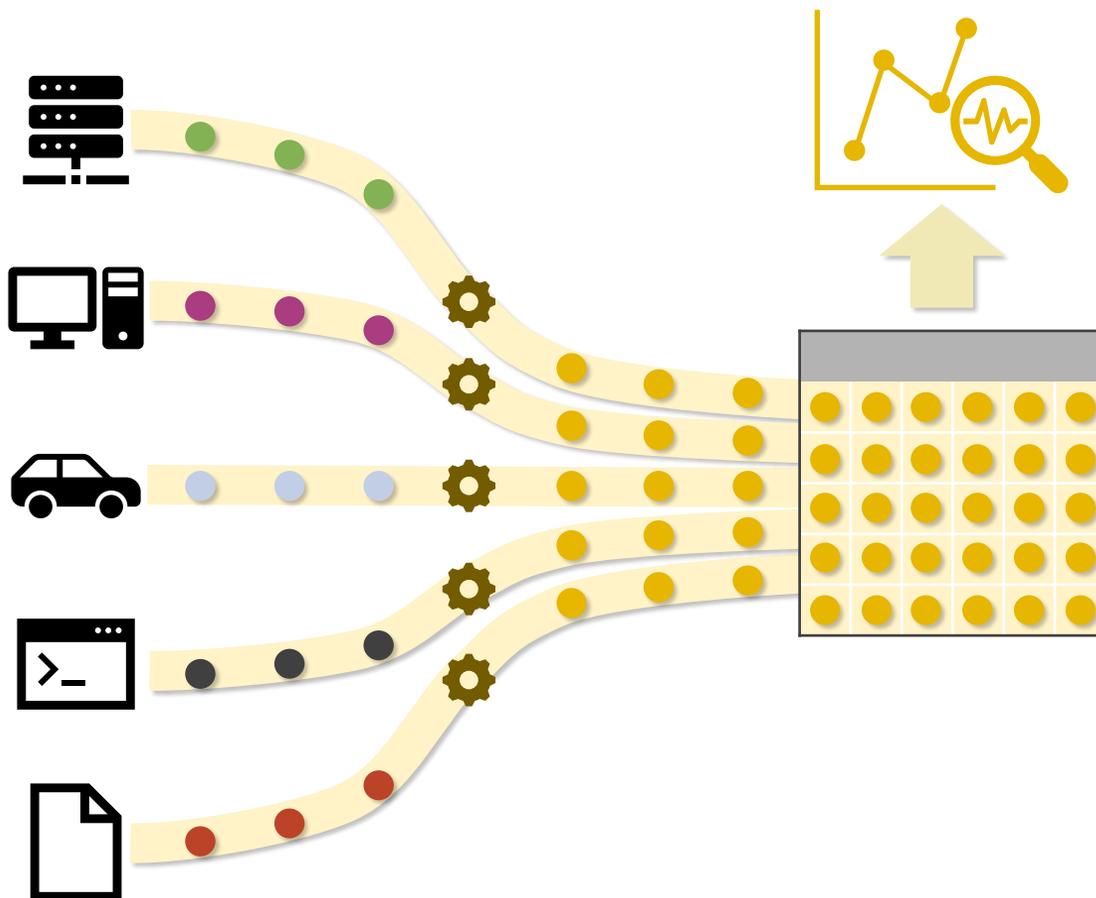
サイロ化したデータを自動的に抽出(複製)/変換/集約する。

サイロ化したデータ

所在はバラバラ

ツールもバラバラ

仕様もバラバラ



クラウド
DWHに
流し込む

クラウドが提供するデータ分析基盤は、次々にサーバレスへ溶けていく。

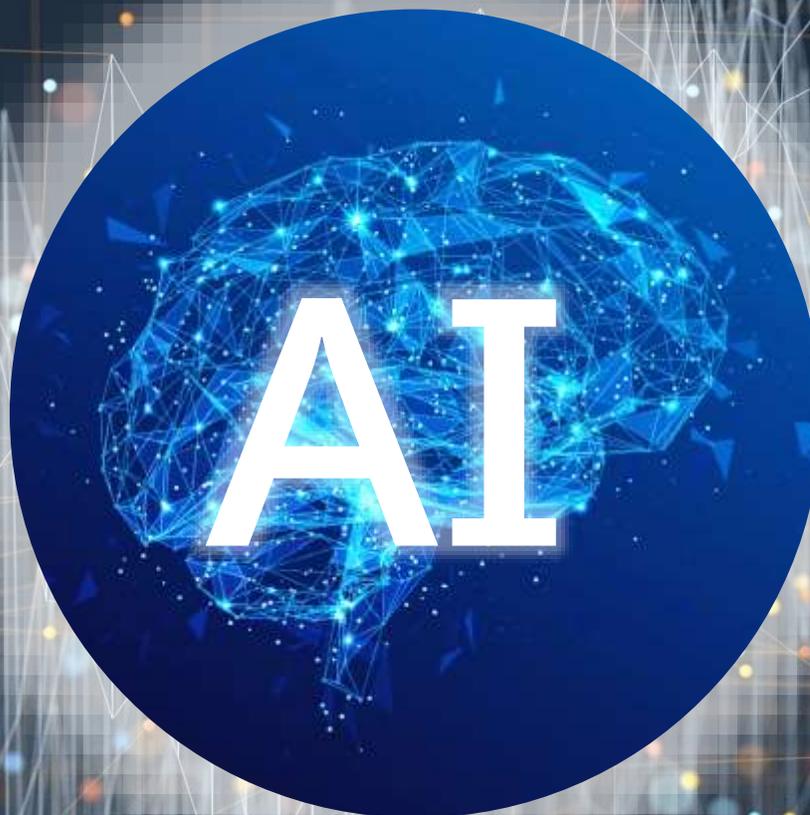
3大クラウドの
DWHも
サーバレスが
標準へ

初期投資が不要

使った分だけ課金

トライアルの自由度が高い

データ分析支援の主要なツールとしてのAIとDWHの連携が強化される。



Redshift AI

BigQuery + Vertex AI

- 1 分厚くなるデータの堆積
- 2 拡大するデータ活用の自由度
- 3 主導権としてのデータ

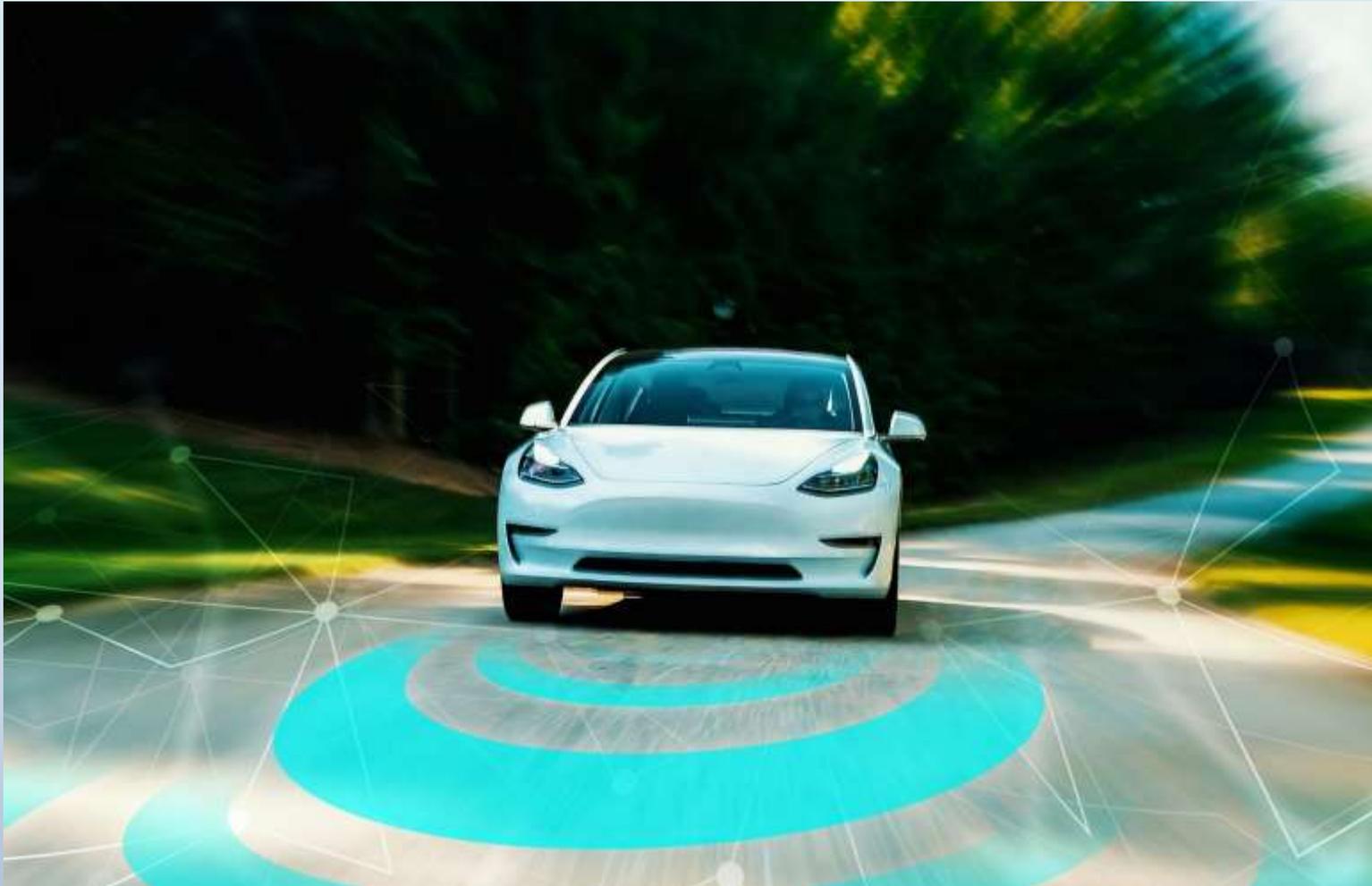
新しいサービスは、まず世に出す。データを集めて連続的に改善していく。



出典:

Waymo LLC, <https://waymo.com/>

収集した自動運転研究データは積極的に世に出していく。



自動運転の記録

周囲の環境情報

データ利用
コンテストも実施

Netflixは自らが配信する映像の視聴ランキングを毎週、詳細にデータで提示。



唯一のデータによる世界ランク

国別、英語/非英語別、TV/映画別
など詳細に提示

視聴ランキングのカウント方法も
自ら定義

出典:Netflix, Global Top 10, <https://top10.netflix.com/>
※図はイメージです

独自の価値を追求し、自分の商圈のデータは自分で得ることが第一歩。

店舗独自ポイントから
店舗独自Payへ

独自の顧客ロイヤリティー
独自の顧客データ取得

独自のデータで
自らの商圈で主導権を握る

1

分厚くなるデータの堆積

詳細化する行動データ
スマホ+Beacon

衛星データ充実へ
SAR Constellation

地図に積み上がるデータ
マップアプリ

2

拡大するデータ活用の自由度

データ解析はクラウド
3大クラウドツール群

サイロを繋ぐ道具

参入障壁が下がるDWH
サーバレス化

3

主導権としてのデータ

データ収集を優先
まず世に出す Waymo

データを持つ主導権
Waymo Open Data

データを出し基準を抑える
Netflix Global Top 10

データの価値を裏付ける「熱量」を抽出する、新しい仕組みが求められる。

数がもたらすデータ

ITが 集める → 貯める → 分析する

行動データ ☆の数 レビュー

個人がつくるデータ

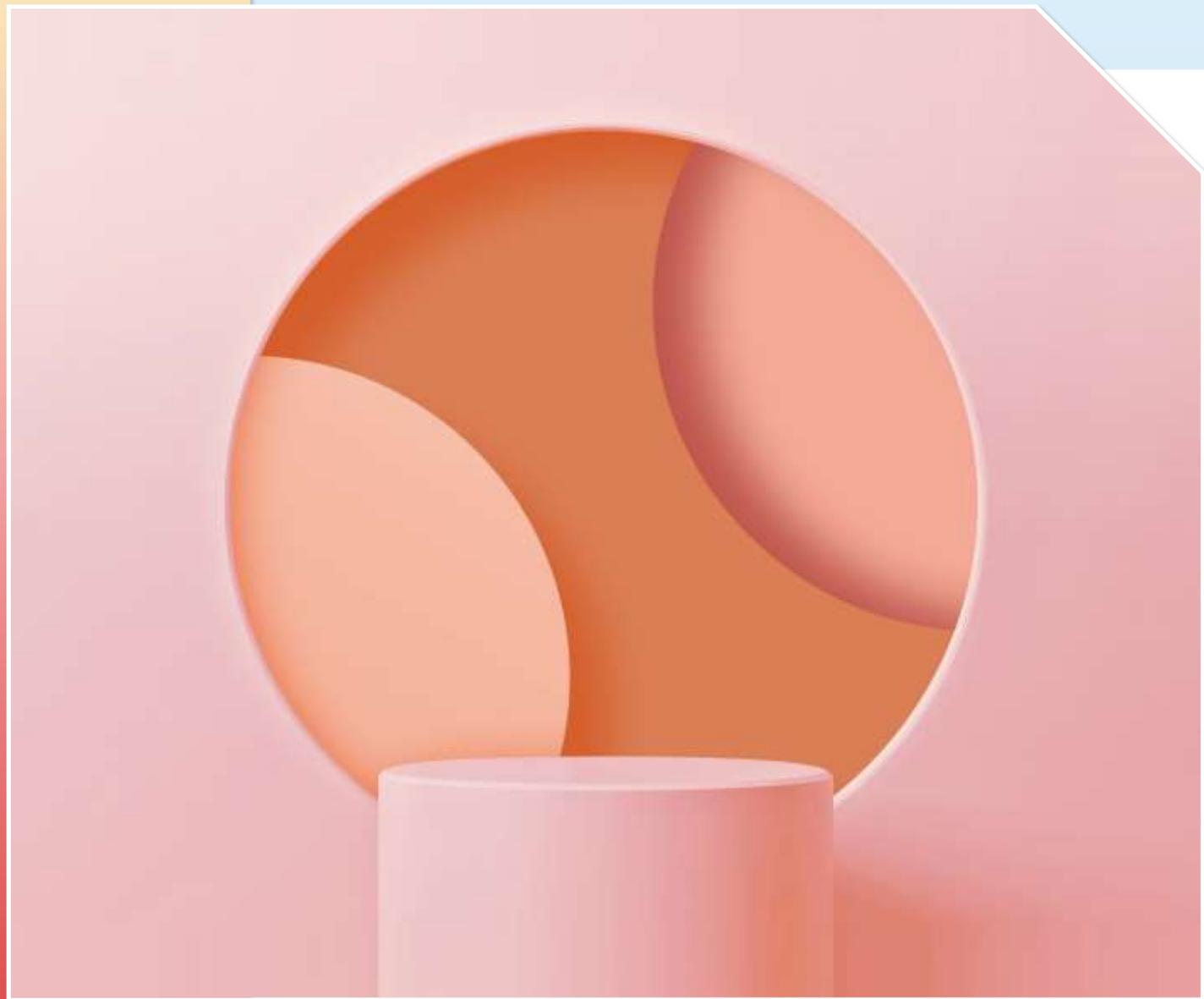
人が 身銭と労力の成果を放つ

blog記事 SNS連投 動画投稿

物理世界への アプローチ

EMERGING TECH

05





素早く正確な判断

長時間の肉体労働

人材の育成

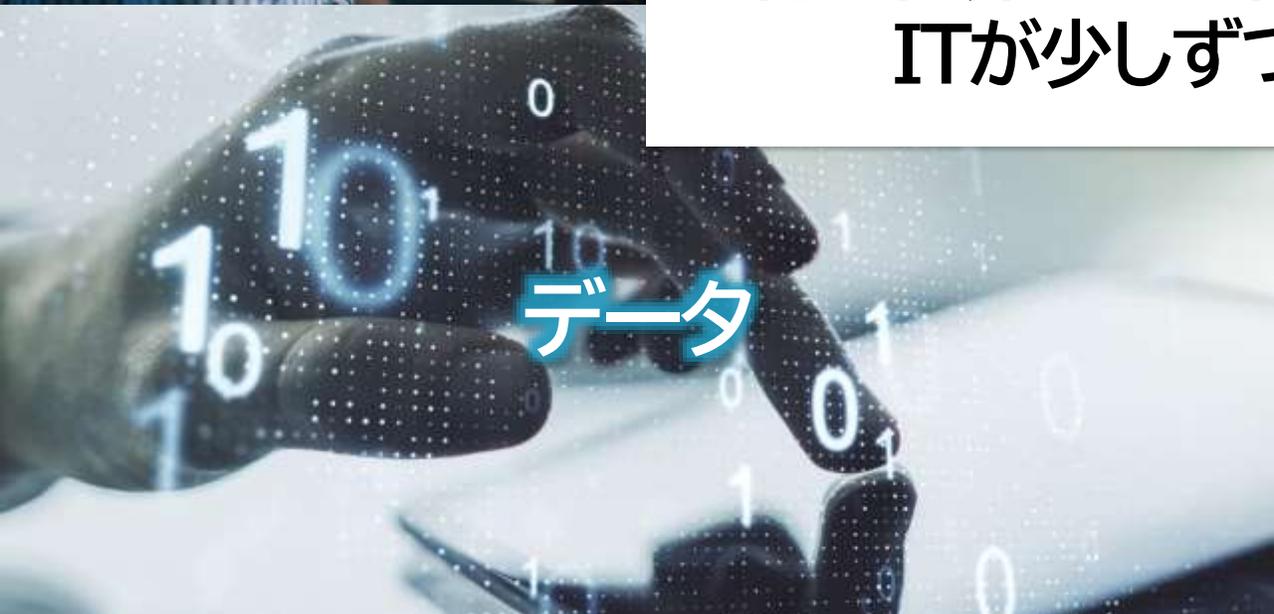


ソフトウェア



ITインフラ

物理世界で人が行う労働の範囲を
ITが少しずつ狭めていく



データ



AI

- 1 判断を支援するIT
- 2 ITと人の共同作業
- 3 新たな付加価値の誕生

人の判断をITが支援

人がすべき判断の一部をITが代わりに考え、人はITの判断を取り入れ行動。



地図でルートを考え運転



カーナビがルートを考え
人が指示通りに運転

肉体労働の細かい判断もできる限りITに任せ、少しでも作業を楽にする。



ヤマト運輸
配送トラックの詰め込み

配送ルートに適した
荷物の積み込みをITが判断

積み込み時間を20%削減

人が長い時間かけて習得する判断をITが代行し、専門性の高い労働を楽に。

ファームノート 牛の健康管理システム

熟練者でも判断が難しい牛の
体調をITが正確に判断・報告

労働時間あたりの
生乳生産量が3倍

ITの判断を人が柔軟に実行することで、物理世界の労働は楽になった。

ITで判断/計画/設計

人が実行

より早く
よりの確な作業

育成せず
アマチュアをプロに

- 1 判断を支援するIT
- 2 ITと人の共同作業
- 3 新たな付加価値の誕生

人が行っていた物理作業をITが直接的に支援し、人の労働は更に楽に。

ユニクロ セルフレジ



買い物カゴを置くだけで精算

※図はイメージです

TELEXISTENCE コンビニ品出し



ロボットハンドで自動陳列
非常時に人が遠隔操作

画像提供: Telexistence, <https://tx-inc.com/ja/top/>

高度なスキルが要求される物理作業もITが行い、人の労働はITの監視に。

大林組×NEC×大裕 土砂積込作業の自動化



センサネットワークとAIで
熟練者の作業を再現

人の労働は
操作からシステム監視へ

一人で複数台の半自動機械に指示して監視する、1:Nの物理作業が本格化。

成瀬ダム建設現場



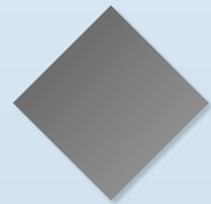
管制室から指令を送り監視

出典：<https://www.narusedam.jp/tech/tech02/>
※図は全てイメージです



少人数で多くの重機を扱う
1:Nによる生産の効率化

人間の労働自体は残るが、ITによる支援により物理労働は楽になっていく。



人が判断/設計/計画



人が実行



ITが判断/設計/計画



人が実行



ITが判断/設計/計画



ITが実行し人が補助

- 1 判断を支援するIT
- 2 ITと人の共同作業
- 3 新たな付加価値の誕生

ITと物理世界の連携は、労働を楽にする以外の付加価値を生み始めた。

IT上で物理世界を判断



物理世界上でITが作業

物理世界の全体最適な判断

物理世界の連続的な改善

物理上のITを備えた道具を一括管理し、全体にとって最適な指示を下す。

WILLER エリア型相乗りタクシー

全車両の乗せる顧客と
走行ルートを一括判断

俯瞰視点から
全体最適な判断



空間ごとITと繋ぎ、仮想上での試行と現実への反映を繰り返して作業を改善。



出典:NVIDIA Omniverse - Designing, Optimizing and Operating the Factory of the Future,
<https://youtu.be/6-DaWg94zF8>

BMW & NVIDIA 工場の仮想化

工場全体をITと連携し
物理労働を支援

IT上で工場の改善案を試し
良い結果を現実に持ち込む

より広大な物理空間をITと連携させ、あらゆる事を実験し改善したい。

全てをデータ化

IT上で完全再現

物理世界に即反映

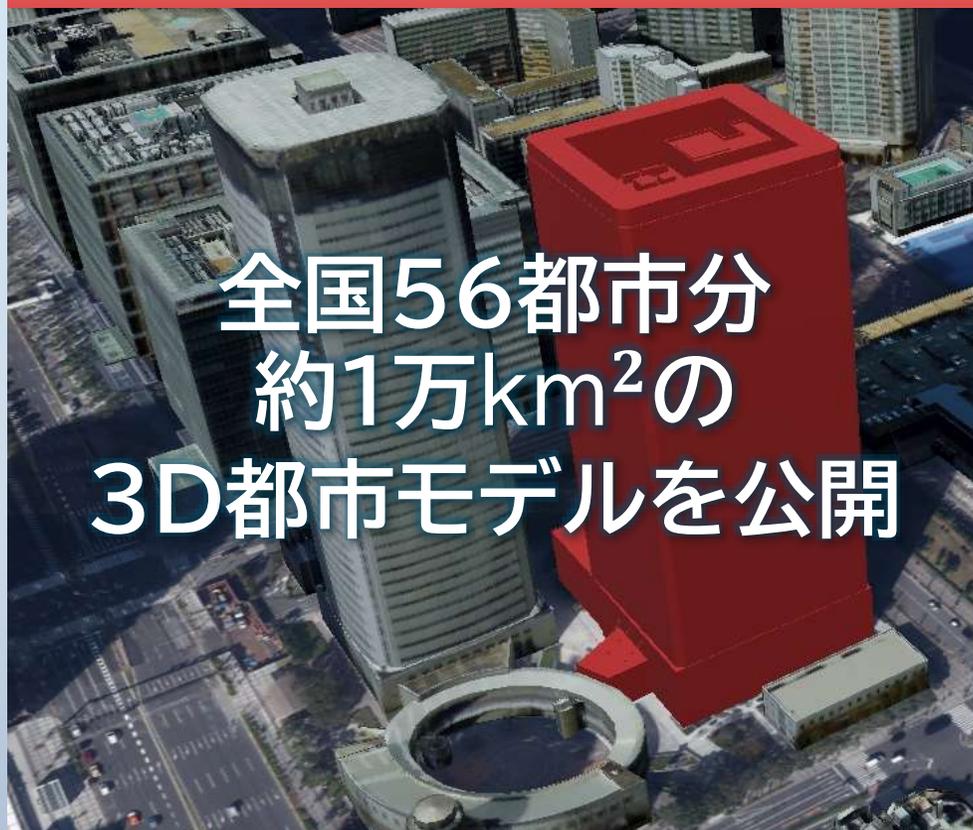
改善案を試行

物理世界の
大規模な改善

的確な投資判断

完全な連携は程遠いが、使える技術を取って新たな付加価値を創出。

国土交通省 PLATEAU

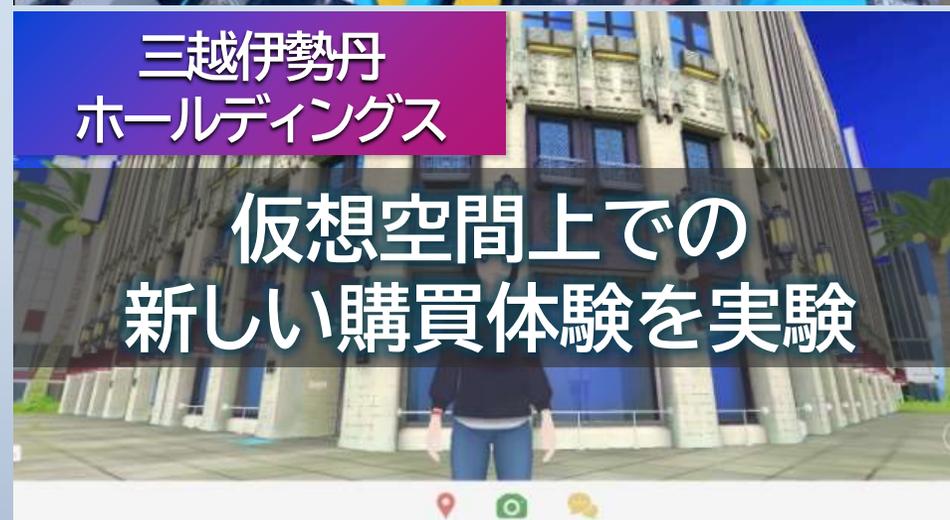


出典:屋内外をシームレスに繋ぐ避難訓練シミュレーション, <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/disaster-management/2-004/>
バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」, <https://www.mlit.go.jp/plateau/new-service/4-001/>

森ビル



三越伊勢丹 ホールディングス



1

判断を支援するIT

物理労働における人の判断をITが支援

ITの判断を人が実行し物理労働は楽に

2

ITと人の共同作業

ITが作業を代替し人の立場は監視へ

1:Nによる作業で物理労働は楽に

3

新たな付加価値の誕生

連携の拡大で楽以外の付加価値が生じた

理想への途中技術が更に価値を作る

付加価値から目指さず、ITによる物理労働の支援から整えて価値を拡げる。



ITによる
判断



ITによる
物理作業



更なる
付加価値

切り拓く 人類の未知

EMERGING TECH

06





最も効率的な
移動経路



軽くて頑丈で安い
新素材



病気の
原因や治療法

ヒトの持つ免疫を避けて
RNAを投与する方法を解明

COVID-19のmRNAワクチンは
累計接種回数110億回を突破

HIV向けmRNAワクチンなども実証開始



ソフトウェア

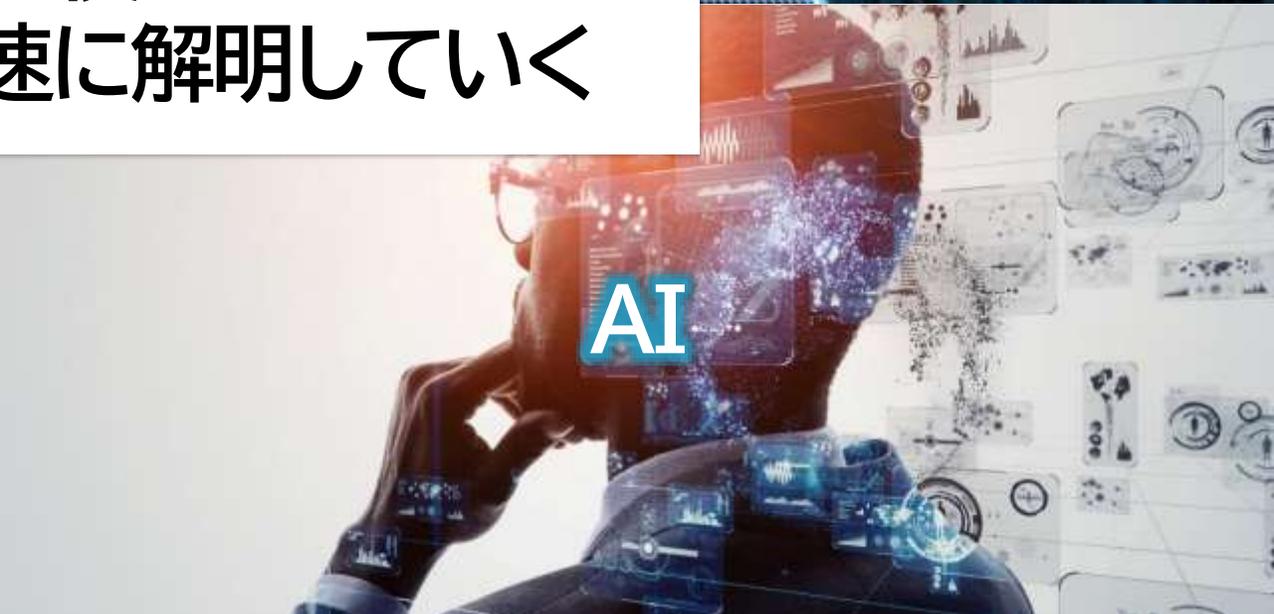


ITインフラ

ITからAIまで使いこなし
計算と予測で高速に解明していく



データ



AI

- 1 今加速する最適化
- 2 新段階に入る素材探索
- 3 セントラルドグマへの接近

我々の日常には最適な状態が存在するが、その状態を知るのは難しい。

最適化したい対象

配送経路

配達員の割り当て

考慮すべき要素

配達員の労働時間

荷物ごとの
日時指定を考慮

運ぶトラックの
限界容量

⋮

最適な
配送計画

数学的に求まる最適解を、IT上で高速に計算し活用している。

最適化の
課題を抽出

数式化

ソフトウェア化

計算

解をビジネス
に利用

データ

ソフトウェア

ITインフラ

現代のビジネススピードでは計算し終わる時間を待てず、妥協した解を採用。

計算に使える時間はわずか

…

再配達
受付

計算

荷物の
積込

配達

…

最適解を待てず
計算を打ち切り

人が
導いた解

ITで
導いた解

最適解

高い計算力を持つとされる量子コンピュータだが、実用化はまだ先。

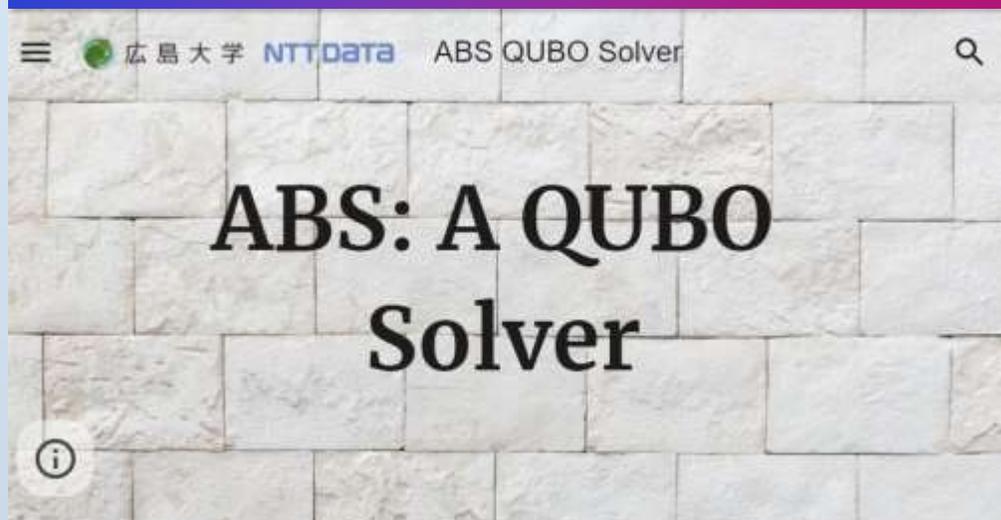
IBMの最新量子コンピュータ
127量子ビット

実用には数百万量子ビットが必要

古典コンピュータを超えるのは
10年以上先と考えられている

+AIを活用し、2つの方向で最適化の更なる高速化を目指す。

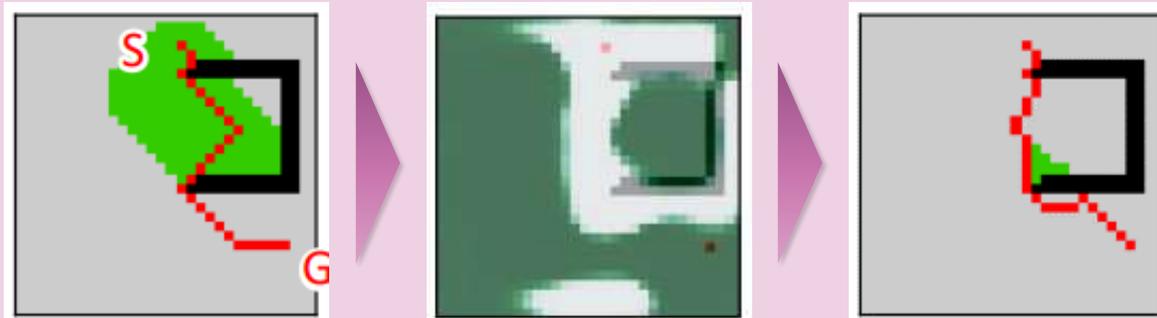
計算力を増やす



アダプティブ・バルク・サーチ
AI学習向けGPUマシンに特化した
最適解探索アルゴリズム

出典: ABS: A QUBO Solver, <https://qubo.cs.hiroshima-u.ac.jp/>,
High-throughput FPGA implementation for quadratic unconstrained binary
optimization, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpe.6565>

計算量を減らす

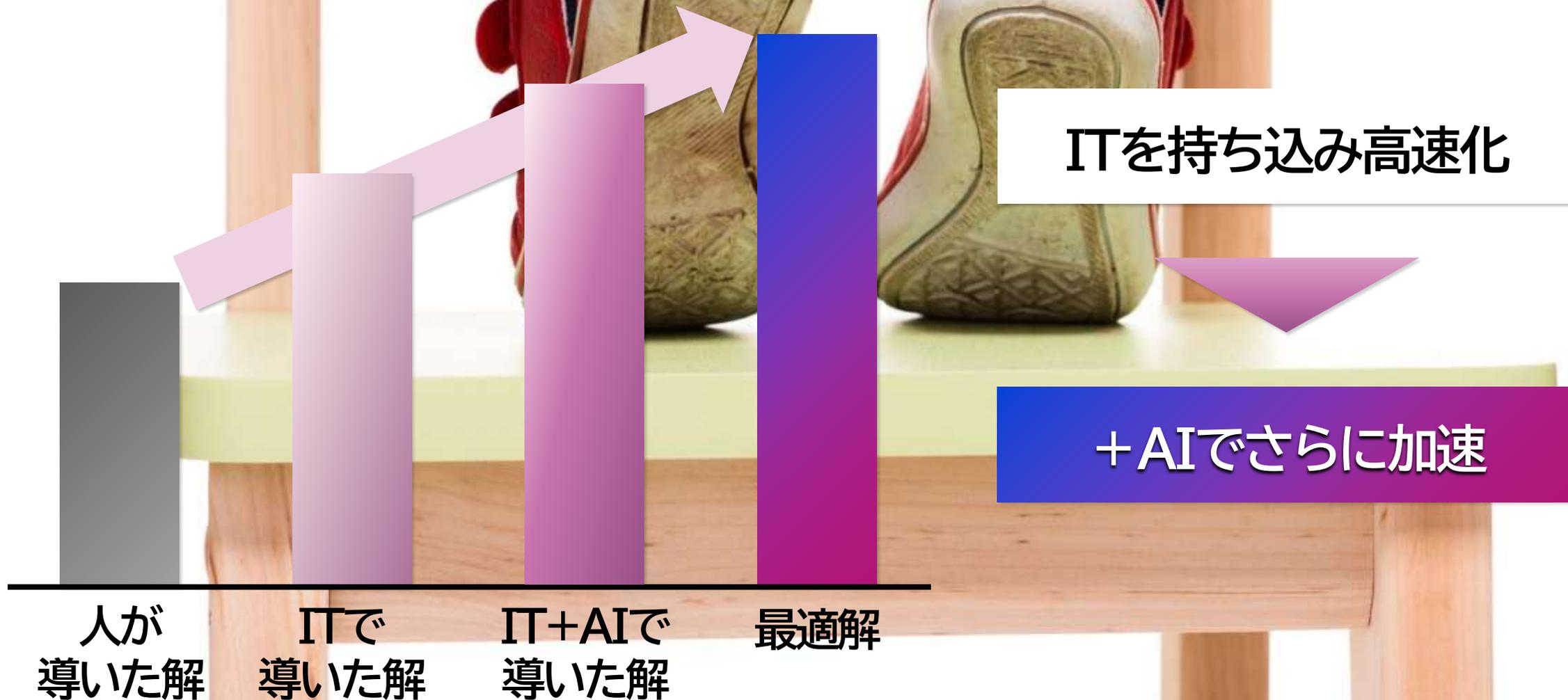


Neural A*

探索しても無駄になる領域を
予め除去する前処理をAIが獲得

出典: Path Planning using Neural A* Search, <https://arxiv.org/abs/2009.07476>

従来からITが必須だった最適解の探索は、+AIで更なる高速化を実現する。

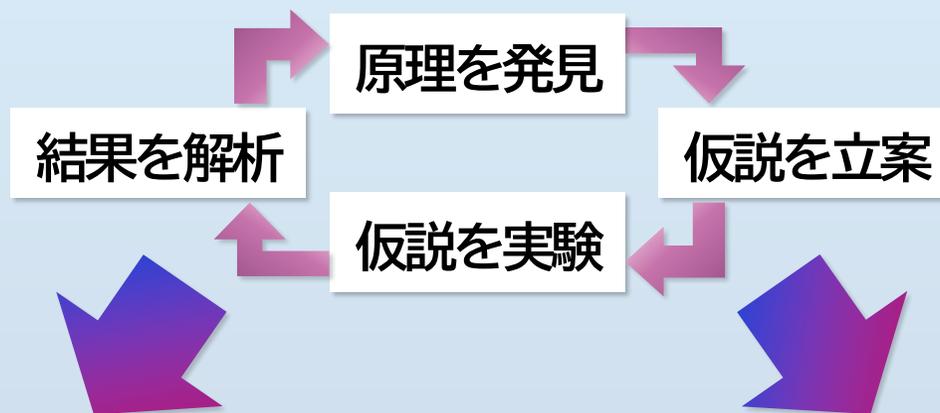


- 1 今加速する最適化
- 2 新段階に入る素材探索
- 3 セントラルドグマへの接近

実験と考察を繰り返して新しい素材にたどり着く、根気のいる研究開発。



ITによる効率化を狙う素材開発：マテリアルズ・インフォマティクス(MI)



結果中心の帰納法をIT化

実験結果をデータ化し蓄積
データ分析で原理を見出す

原理中心の演繹法をIT化

原理計算をIT上でシミュレーション
実験が難しい仮説を検証

ITの力でも未知は人の手に余ったが、AIを活用し高速に解明可能に。

結果中心の帰納法をIT化

データを集めても
複雑すぎて原理が紐解けない

蓄積した実験データをAIに学習

人にはわからない原理を
大量のデータからAIが見つかる

原理中心の演繹法をIT化

原子からなる原理の計算は
時間がかかりすぎて非実用的

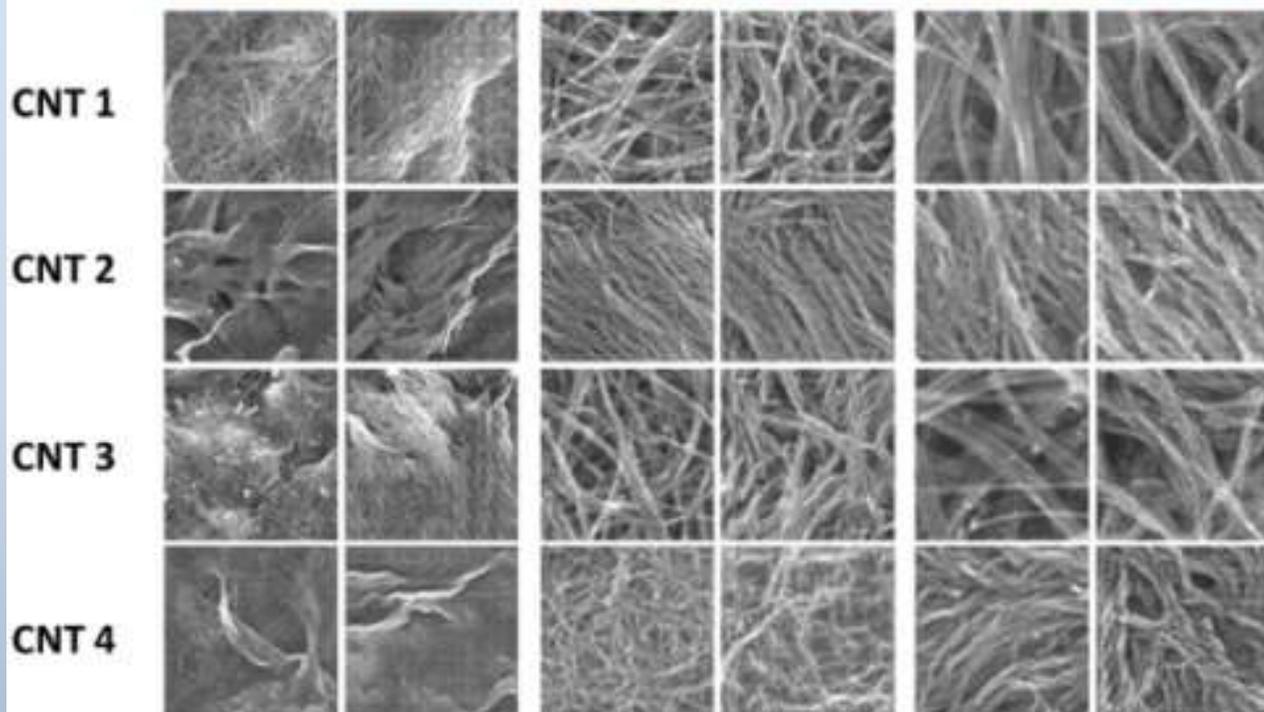
原子シミュレーションをAIに学習

シミュレーションをAIが再現し
計算時間を格段に短縮

実験で確かめるべき事項をAIが予測し、開発期間を98.8%短縮。

NEDOプロジェクト カーボンナノチューブ膜の 構造生成AIと物性予測AI

実験画像 AI画像 実験画像 AI画像 実験画像 AI画像



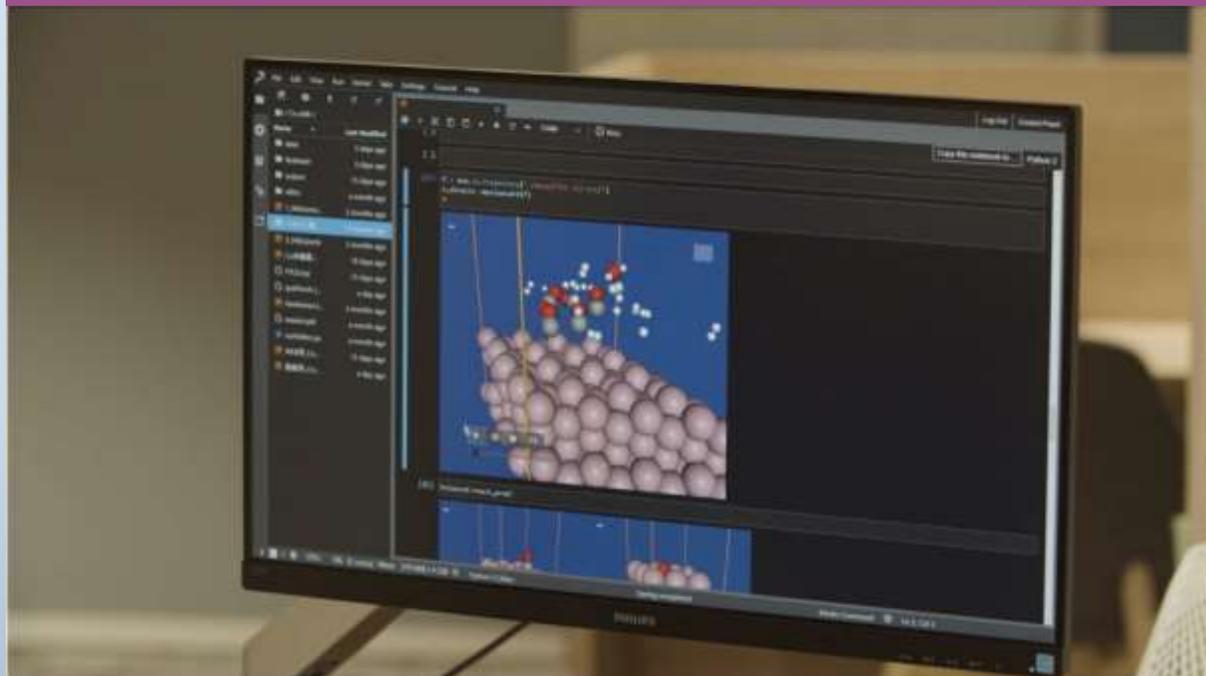
素材の構造画像と物性を
AIに学習

AIが素材の構造を生成し
その物性も予測

AIによる生成結果から
欲しい物性の素材を試作

膨大な計算時間が必要な原子シミュレーションを、AIが10万倍高速に模倣。

PFCC
汎用原子・分子レベルシミュレータ
Matlantis™



動画を含む技術紹介ページ



原子シミュレーションを
大量に学習

原子シミュレーションを
AIが高速で予測

精度は維持し
10万～数千万倍高速化

出典: 高速な汎用原子レベルシミュレータが触媒開発に変革をもたらす, <https://matlantis.com/ja/case-study/case1>

画像提供: Preferred Computational Chemistry <https://matlantis.com/ja/>

新素材探索を高速化するIT+AIを使いこなす、MI人財の確保が本格化。

5~10年かかっていた開発は
「IT+AI」で半分以下の開発期間に短縮

旭化成はMI人財を3年間で
600人以上育成を目指す

円滑なMI導入のため
MI利用環境のPF化も進む

- 1 今加速する最適化
- 2 新段階に入る素材探索
- 3 セントラルドグマへの接近

遺伝情報がDNA→RNA→タンパク質の順に伝達されるという概念。

生命の持つ不可逆な流れ

セントラルドグマ

DNA

RNA

タンパク質

代謝物

表現型
(目に見える状態)

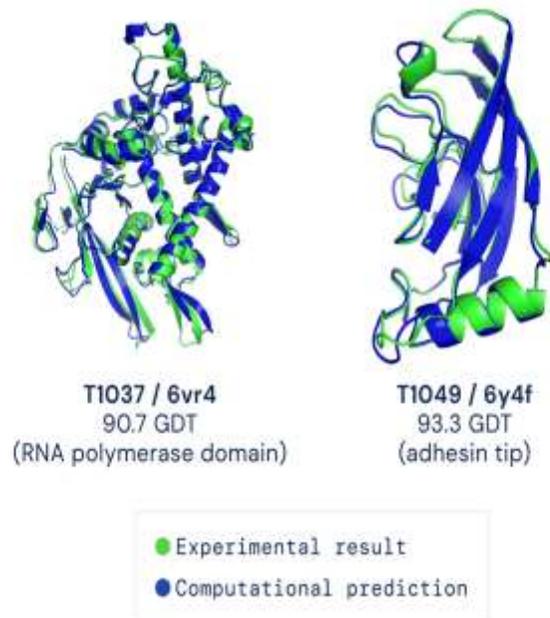
徐々に診断や治療へ活用されているが
まだまだ謎は多い

一般的な病院の診断に用いる
ほどには解明されている

17%の解明に50年かかったタンパク質の謎を、AIが98.5%を1年で予測。

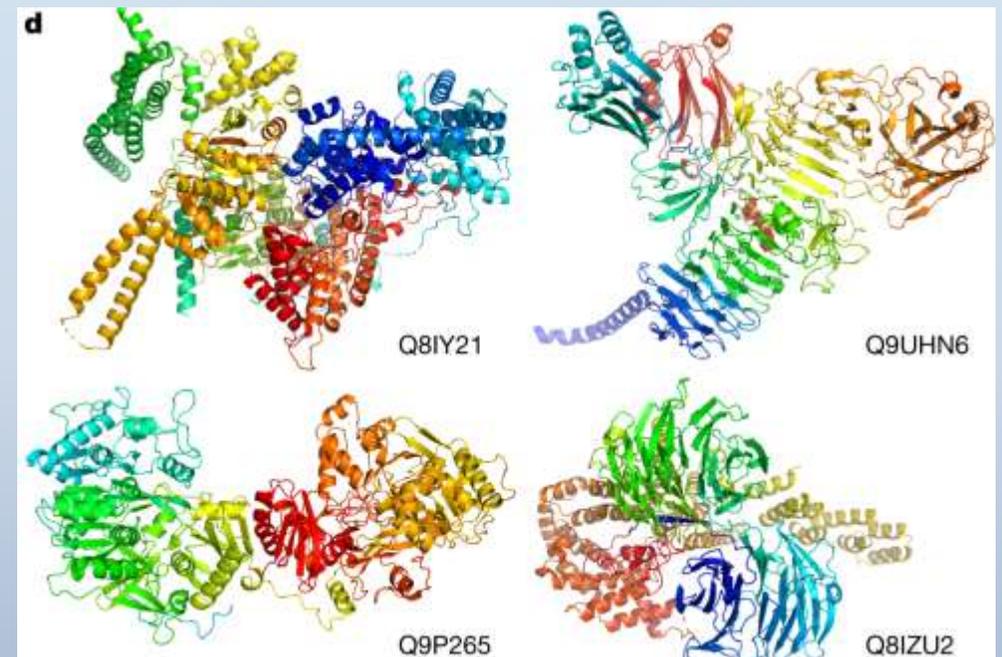
2020年

タンパク質の立体構造を予測する
AlphaFold2が登場



2021年

人体のタンパク質配列の立体構造を
AlphaFold2が98.5%予測



出典: Highly accurate protein structure prediction for the human proteome, <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03828-1>

出典: AlphaFold Protein Structure Database, <https://alphafold.ebi.ac.uk/>

特定のタンパク質が作れるmRNA配列を、AIが設計し医薬品へ活用。

Moderna mRNA DESIGN STUDIO™

研究者が
特定のタンパク質をリクエスト

対応するmRNAをAIが設計

セントラルドグマの解明は急加速

出典: The power of mRNA, <https://www.modernatx.com/mrna-technology/research-engine>

※図はイメージです

1

今加速する数理最適化

計算力は足りず 量子コンピュータも遠い先

+AIで計算力向上・計算量削減による高速化

2

新段階に入る素材探索

ITを活用した新素材開発「MI」へのシフト

AIが実験やシミュレーションを代替し高速化

3

セントラルドグマへの接近

生命の成り立ち解明を促進するIT+AI

+AIにより長年の謎をわずか1年で解明



IT+AIで未知の解明は高速に進むが、長い下積みの成果。
未知を活用したビジネスには、長い目での投資が求められる。

INTRODUCTION

導入編

成長を
主導するIT

01



枠組みを
越境するIT

02



規範を
探求するIT

03



EMERGING TECH

最新動向編

膨張の先を
見出すAI

01



姿を変える
ITインフラ

02



成長点となる
ソフトウェア

03



再確認される
データ主導

04



物理世界への
アプローチ

05



切り拓く
人類の未知

06





NTT DATA Technology Foresight

<https://www.nttdata.com/jp/ja/foresight/trend-listing/>



NTT DATA Technology Foresight が皆さまのビジネス発展の一助となれば幸いです。

NTT DATA
Trusted Global Innovator