

## 5. AI最新動向

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）  
社会基盤センター イノベーション推進部リサーチグループ 研究員

山本 雅裕

# はじめに

- ◆ IPAでは、これまでにAI白書2017、2019、2020を発行
- ◆ DX白書2021はこれまでのAI白書を超えてその先を見据えた新たな装い
- ◆ DXを支える要素技術の一つとしてのAI技術についてアップデートを紹介



AI白書2017    AI白書2019    AI白書2020



DX白書2021

## 第4部 DXを支える手法と技術 175

第1章 開発手法・技術	176
はじめに	176
1. 企画開発手法	176
2. ITシステム開発技術	193
3. 開発手法・技術の活用状況と課題	210
第2章 データ活用技術	218
1. データ活用基盤技術	218
<b>2. AI技術</b>	<b>235</b>
3. IoT技術	262
4. データ活用技術の活用状況と課題	273
企業インタビュー 11 旭化成株式会社	297
企業インタビュー 12 インフィック株式会社、株式会社まごころ介護サービス	299
企業インタビュー 13 SBIインシュアランスグループ株式会社、SBI損害保険株式会社	301
企業インタビュー 14 日本航空株式会社	303

※AI白書2020の要約版を付録第1部AI技術にまとめております。

## DXを支える技術の一つAI

- DXでは個々のAI技術から複合応用へ
- DX白書2021では、DXを支える視点から注目すべき4つのAI技術をピックアップ
  - 自然言語処理
  - AIの導入・運用を容易にするための技術
  - フェデレーテッドラーニングと分散学習
  - 量子機械学習
- 海外の事例紹介



AI要素技術:AI白書2020から

※各要素技術の内容は要約版を付録第1部AI技術にまとめております。

## AI技術動向

### ◆ 2021年 注目すべき先端技術として以下の4領域の技術

- 自然言語処理

- 言語モデルの超巨大パラメータ化による実現範囲の拡大

- AIの導入・運用を容易にするための技術

- API化、AutoML、MLOpsによる導入障壁の低減

- フェデレーテッドラーニングと分散学習

- 広範囲でのデータ収集とセキュリティの実現

- 量子機械学習

- 将来技術の活用



## AIの導入・運用を容易にする技術

- ◆ DX開発手法の中でも紹介されている技術の一つ。AIを実際  
に使用するための仕組みとして現在の選択肢を紹介
  - API化：AIの機能を要素に分解外部から部品として呼び出せる仕組みの  
拡充; OpenAIのGPT-3
  - AutoML (Automated Machine Learning)：AIの学習パラメータの  
割り付けと決定の自動化; AutoML Zero
  - MLOps：AIの学習と推定(実使用)を従来の運用開発の一元化つまり  
DevOpsに統合することで再学習まで含めた流れを機能的に結び  
付けたもの。

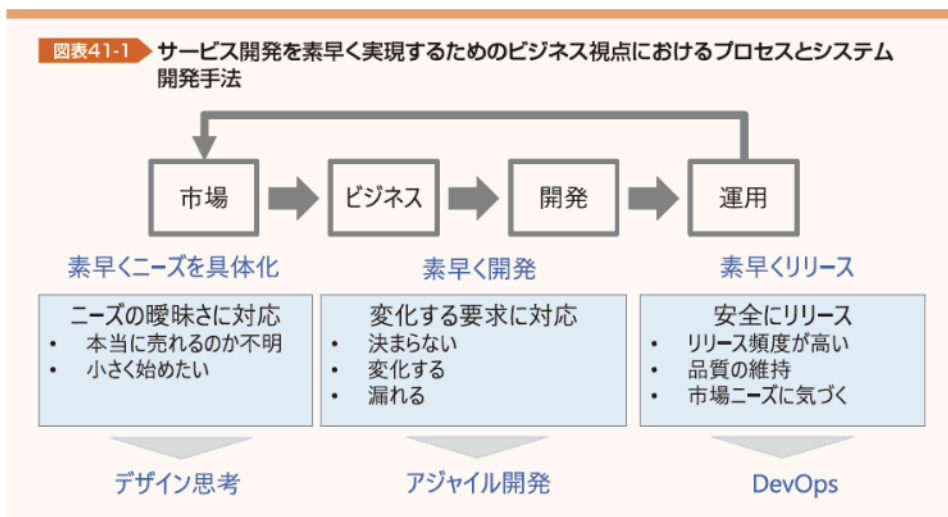
# MLOps

- ◆ DXを支える開発手法の一つDevOpsにML(Machine Learning)を加える

## 第1章

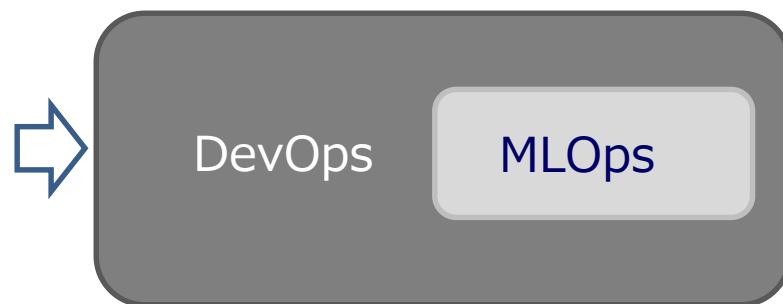
### 開発手法・技術

#### (2) DX実現に必要な開発手法概要



ビジネス視点でのプロセス・システムにAI(ML)を組み入れる

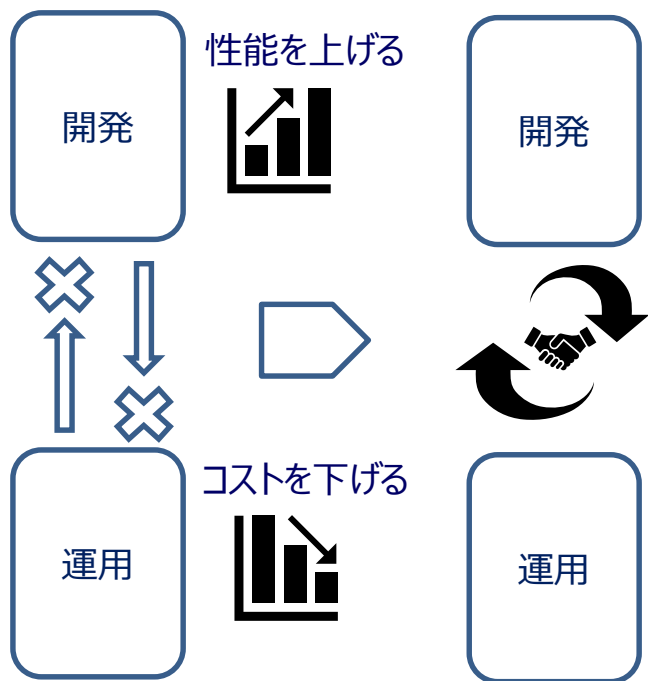
DevOps は、アプリケーションを効率的に開発、展開し、運用するためのプラクティスの一つ。



DevOps に重なる機械学習運用開発環境がMLOps

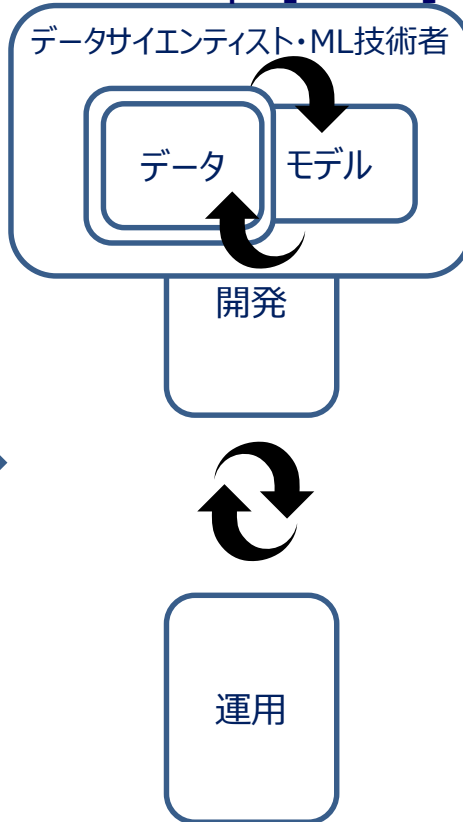
本来一丸となるべきシステム (ソフトウェア)開発(Devs)とシステム運用チーム (Ops) を対立から協調へ移行させ、かつ効率化する方法である

### DevOps

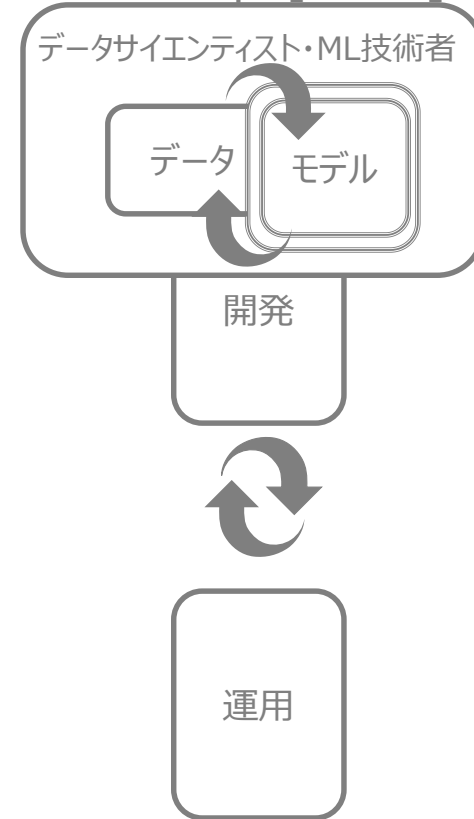


MLOps では、データセットをキュレートし、分析、AI モデルを構築、運用するデータサイエンティストと機械学習エンジニアが参加。データセットの変化に応じたAIモデルの調整、再トレーニングも包含

### MLOps[2021]



### MLOps[2020]



# AIの導入・運用を容易にするための技術

今後、さらに重要になる技術であり、  
より簡単により本格的に導入・運用が可能に

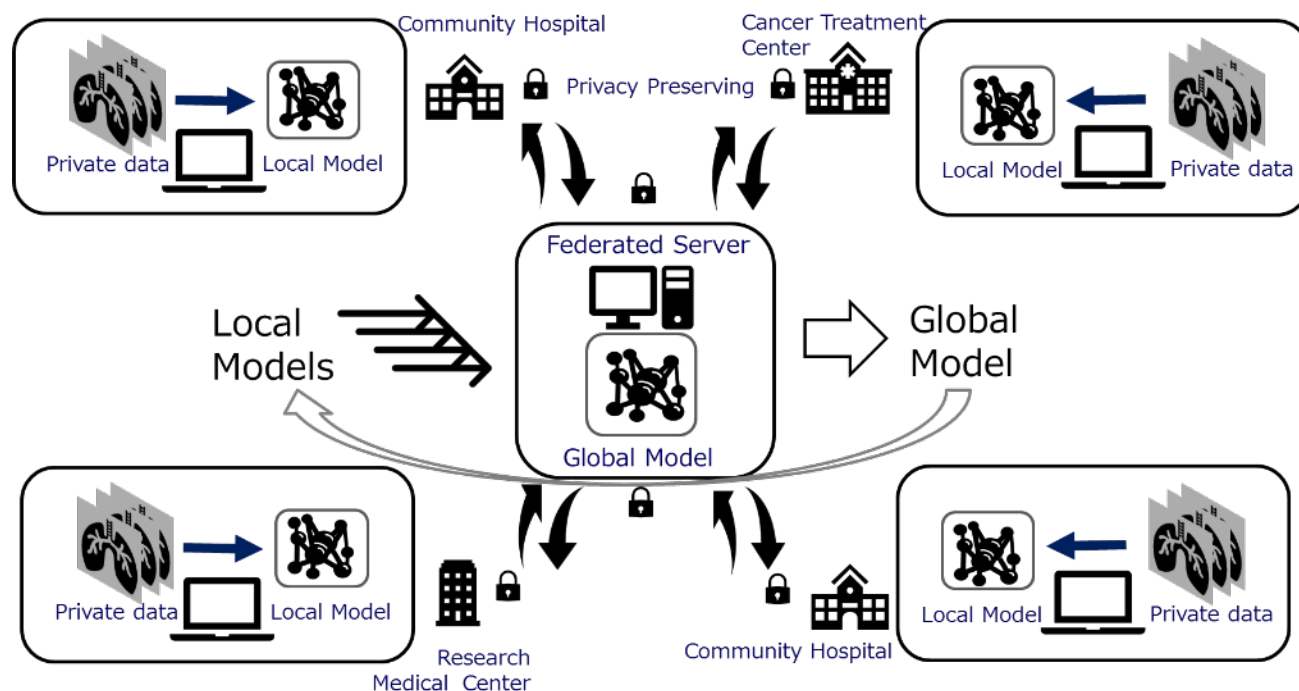


## フェデレーテッドラーニングと分散学習

- ◆ 性能向上とセキュアな学習の両立をどのように行うのか
- ◆ エッジデバイスと合わせた効率的な学習を行わせるには・・・IoT
- ◆ 競合他社とデータを共有することなくモデルを学習させる・・・ブロックチェーン
- ◆ →DXを実践する中で重要なフレームワークの一つとなる可能性を持つ

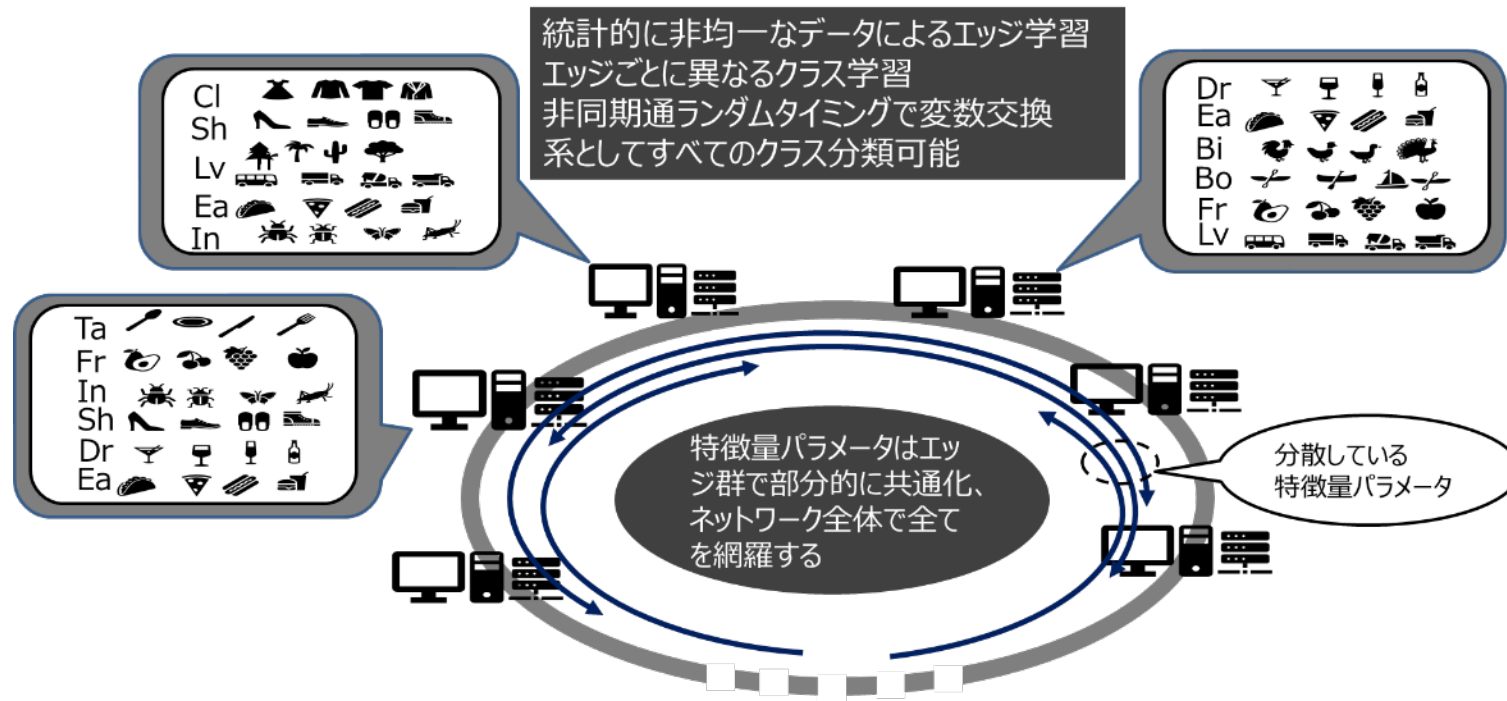
# フェデレーテッドラーニング（ブロックチェーンとAI）

- 各病院、研究機関ではローカル・モデル
- フェデレーテッドサーバーでグローバルモデル
- データ交換にブロックチェーンを使用しセキュア化



# 分散学習 (IoTとAI)

- ◆ 各エッジはエッジ固有のクラス学習を行う
- ◆ 学習変数は非同期でエッジ間で交換
- ◆ 結果としてネットワーク全体ではすべてのクラス学習が可能となる。



出典:NTT発表資料を基に一部変更IPAで作成 <https://www.ntt.co.jp/news2020/2008/200824a.html>

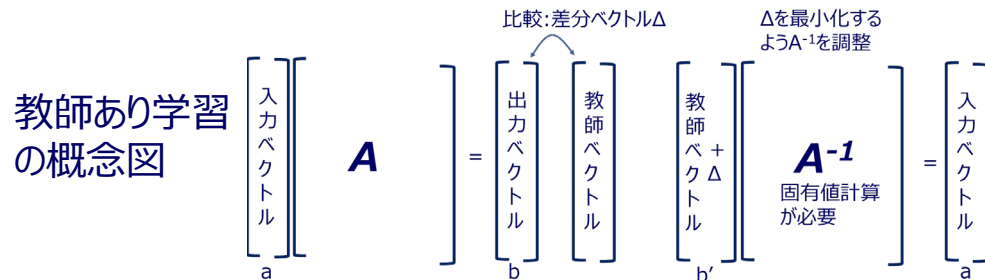
## フェデレーテッドラーニングと分散学習

- 自社データと他社データの有効利用
- モデルの分散化と得意領域での協創
- ブロックチェーン、IoTの積極利用

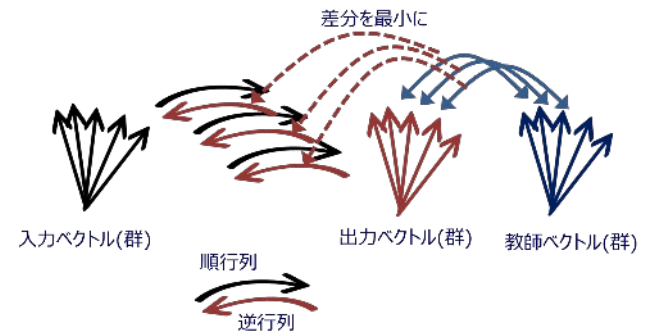
ブロックチェーンはコラム  
IoTは次節3.IoT技術で解説しております。

# 量子機械学習

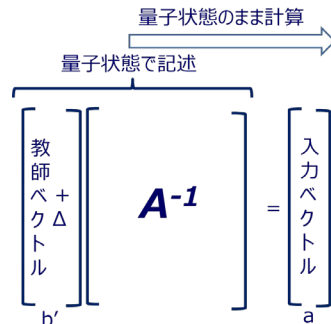
- ◆ 教師あり学習では入力ベクトルaに対して出力ベクトルb'にする行列Aが必要
- ◆ 行列Aを求めるためにAの固有ベクトルから逆行列を計算、b'で展開する
- ◆ 量子アルゴリズム(HHL)では量子重ね合わせでの計算が可能となる→速い！



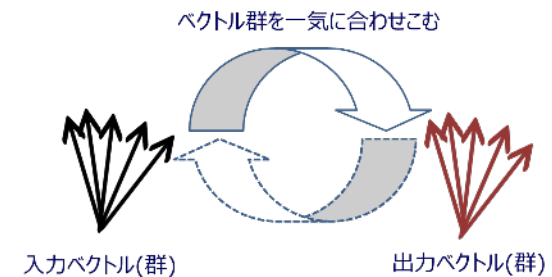
通常の機械学習 (イメージ)



量子機械学習の概念図



量子機械学習の場合 (イメージ)



**量子機械学習では量子アルゴリズムを機械学習に取り入れることで  
AIの計算効率を飛躍的に向上させられる可能性を秘めている**

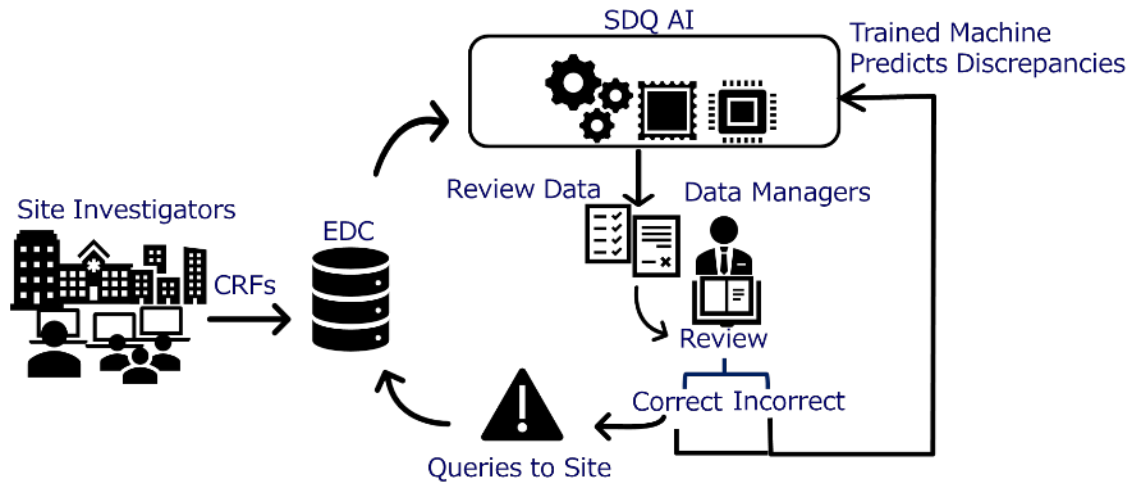
量子コンピューティングは  
コラムで解説しております

## 事例紹介

- ◆ 医療分野での利用
  - Pfizer、Moderna
- ◆ エネルギー分野での利用
  - Royal Dutch Shell
- ◆ 航空分野での利用
  - Air France-KLM
- ◆ 海運分野での利用
  - Maersk
- ◆ 購買テック（小売り）分野での利用
  - Target Corporation、Carrefour、Ocado
- ◆ 製造業での利用
  - BMW Group、Nokia、General Motors

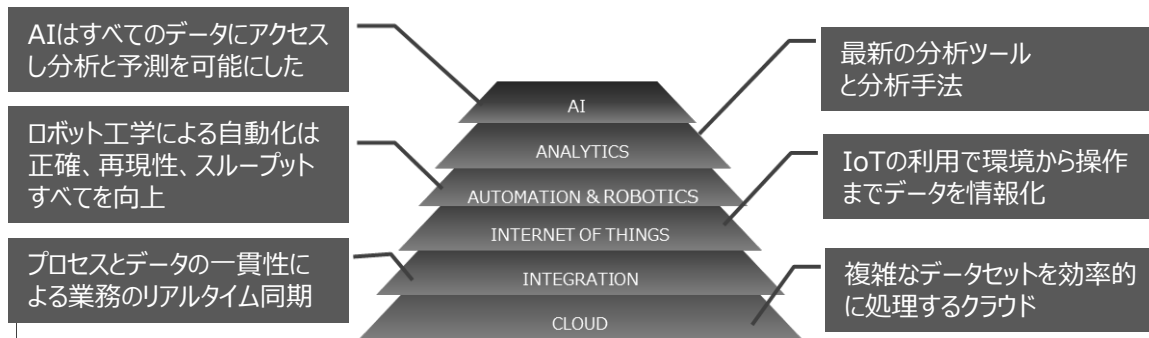
# 事例紹介 医療分野 Pfizer Moderna

- ◆ 新型コロナウイルス感染症ワクチン開発はデジタル化とAI活用によるところが大きい



Pfizerは製薬の各工程にAIを導入、効果的な開発を行った。  
臨床データの処理では  
30日→22時間

出典：Saama's SDQ Speeds COVID-19 Vaccineを基にIPAIにて作成



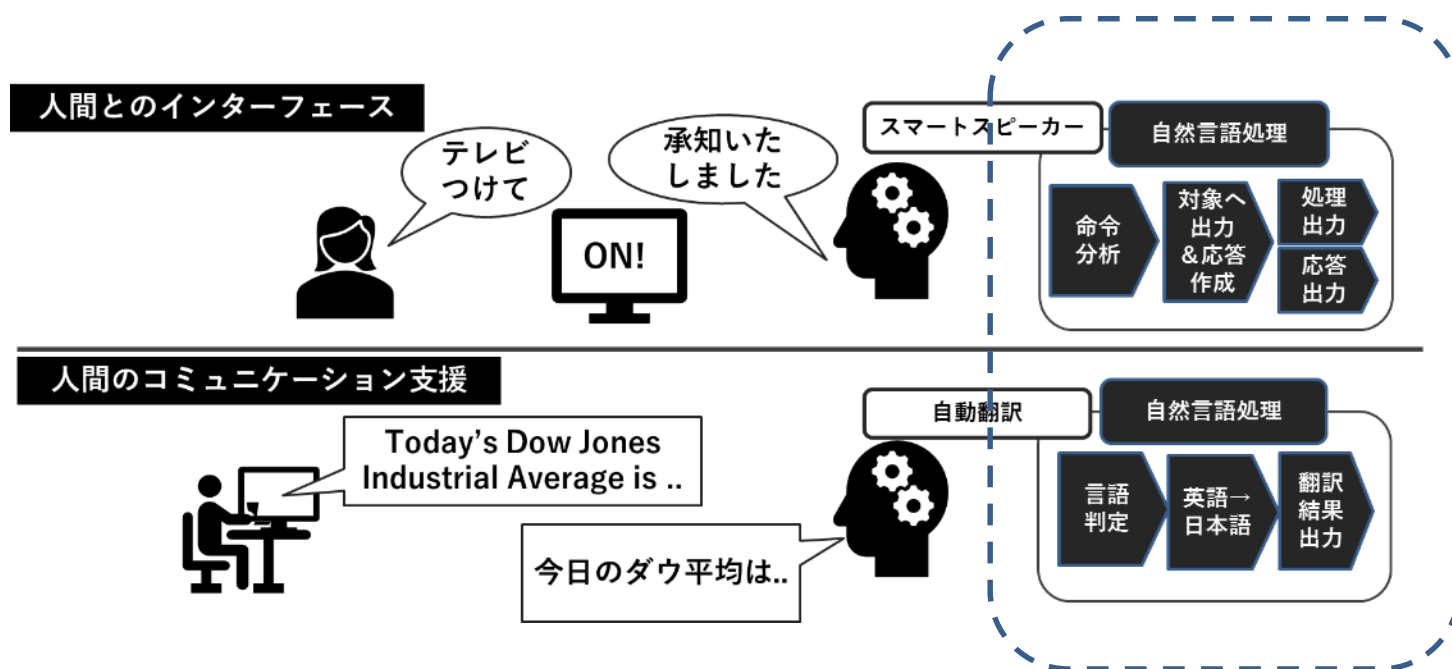
ModernaはmRNAの利用を前提に一貫したデジタルプラットフォームによる開発体制を構築→ワクチン開発に必要な時間を大幅に短縮



# 最後にAIの今後について 最近の自然言語処理の発展

# 自然言語処理の動向

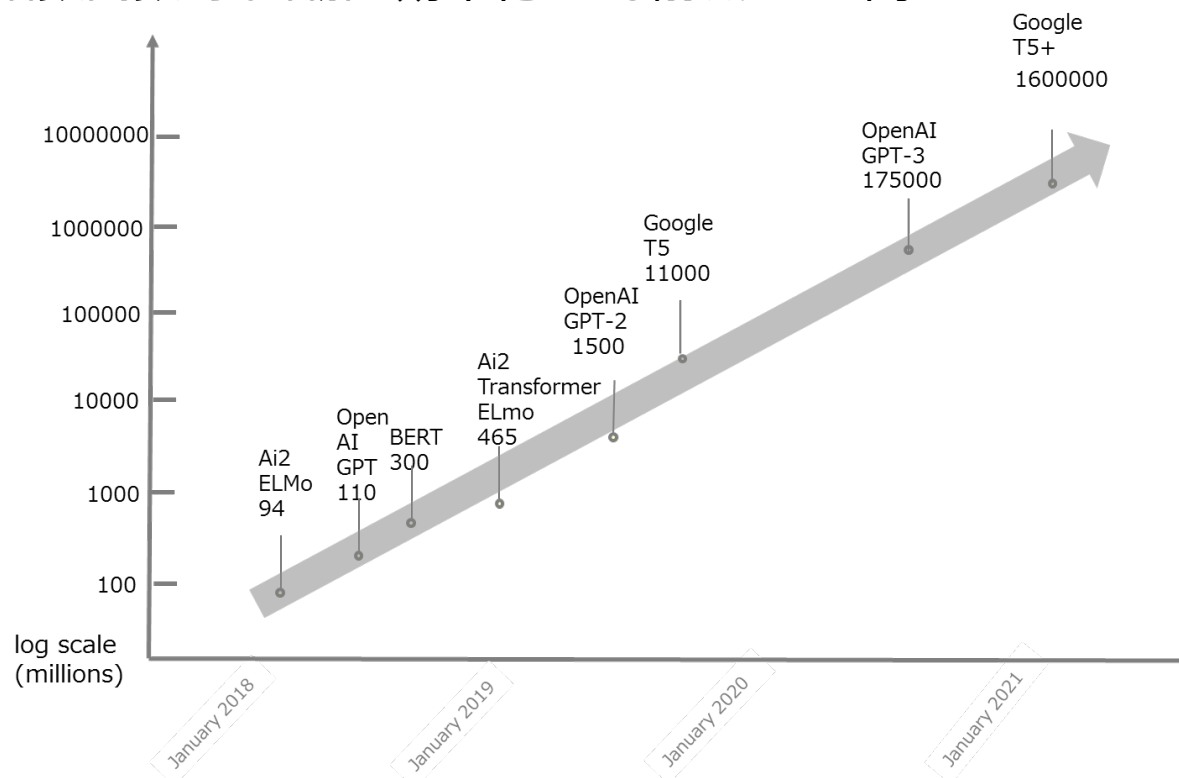
- ◆ 現在もっとも進化が激しい領域
- ◆ なぜか？ → 自然言語処理が可能だけでなく、モダリティを越えた機能が実現可能に
- ◆ キーは言語モデルのパラメータ数の増加



自然言語処理→言葉を介するアプリケーションの基盤

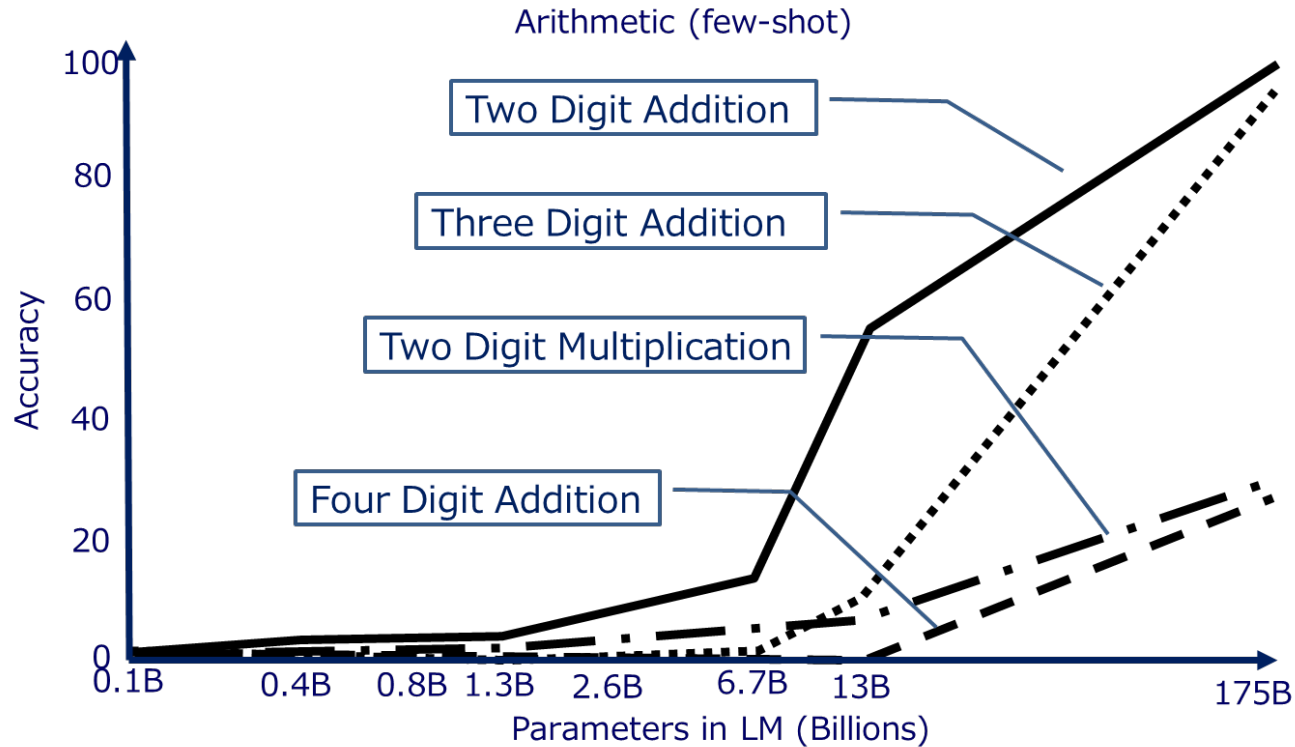
# 言語モデルのパラメータ数

- ◆ GPT-3 1750億パラメータ
  - 4兆語のテキストデータで学習、GPUクラウドを占有、換算すると数十億円の費用  
(GPT-3はMicrosoftと提携、Googleは独自の言語モデル、日本はアカデミアが中心)
- ◆ 指数関数的な増加は続いている
  - 指数関数的な増加と効率化による削減の2方向



# 大きなパラメータを持つ言語モデルは計算が可能

- ◆ 言語モデルのパラメータ数が増加すると明に計算を学習させていないにもかかわらず計算(四則演算)が可能となる



出典: Language Models are Few-Shot Learners の内容を基にIPAにて作成  
Language Models are Few-Shot Learners T. B. Brown et al., 2020-05-28)

## モダリティを超える機能

- ◆ DALL・E 言葉から画像を造り出す (OpenAI)
- ◆ アボカドの形のアームチェア..

An armchair in the shape of an avocado.  
An armchair imitating an avocado.



- ◆ 2つの白いアームチェアとコロッセオの絵が飾られたリビングルーム..  
(細かな位置、陰影、光の方向等は不必要)

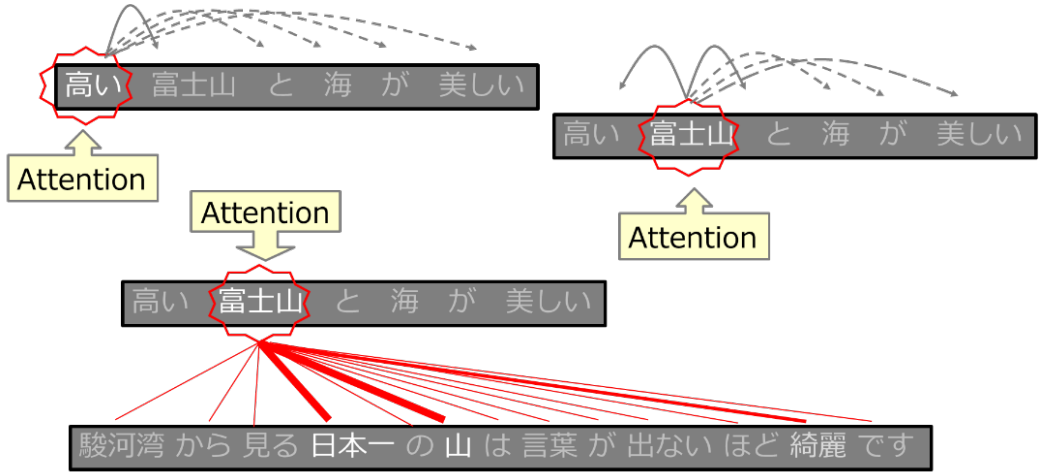
A living room with two white armchairs and a painting of the colosseum. The painting is mounted above a modern fireplace.



# キー技術の一つTransformer

- ◆ Attentionと穴埋め問題による自己教師学習

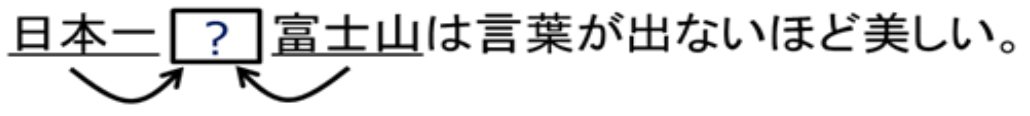
Attentionは注目箇所と他箇所との関係性



これら2つは言語に限らず  
画像、音..すべてに適用  
可能な分散表現  
(ベクトル表現)の学習方法

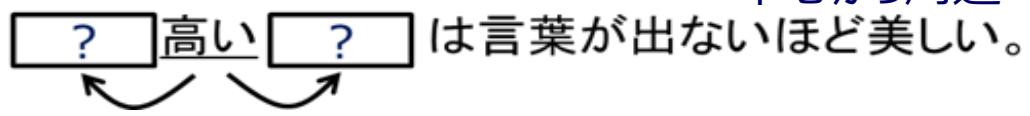
典型的な穴埋め学習方法

CBOWモデル (Continuous Bag-of-Words) 周辺から中心



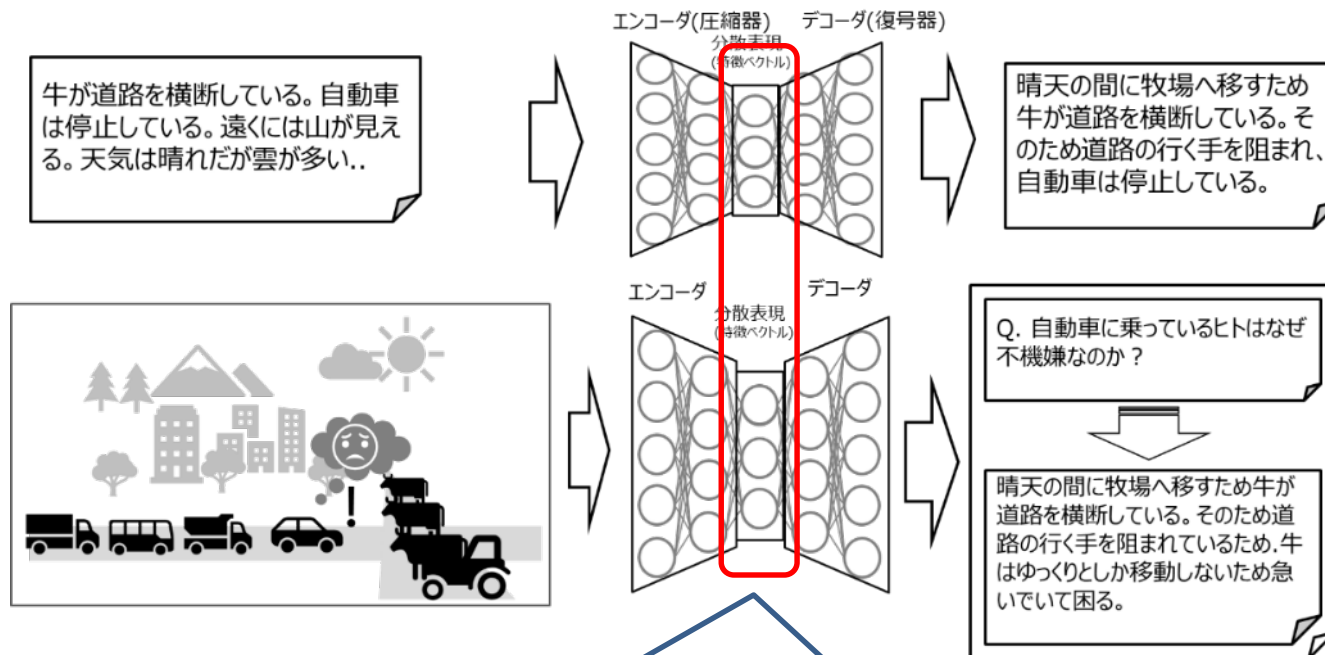
Skip-Gramモデル

中心から周辺



# 言語モデルの万能性について

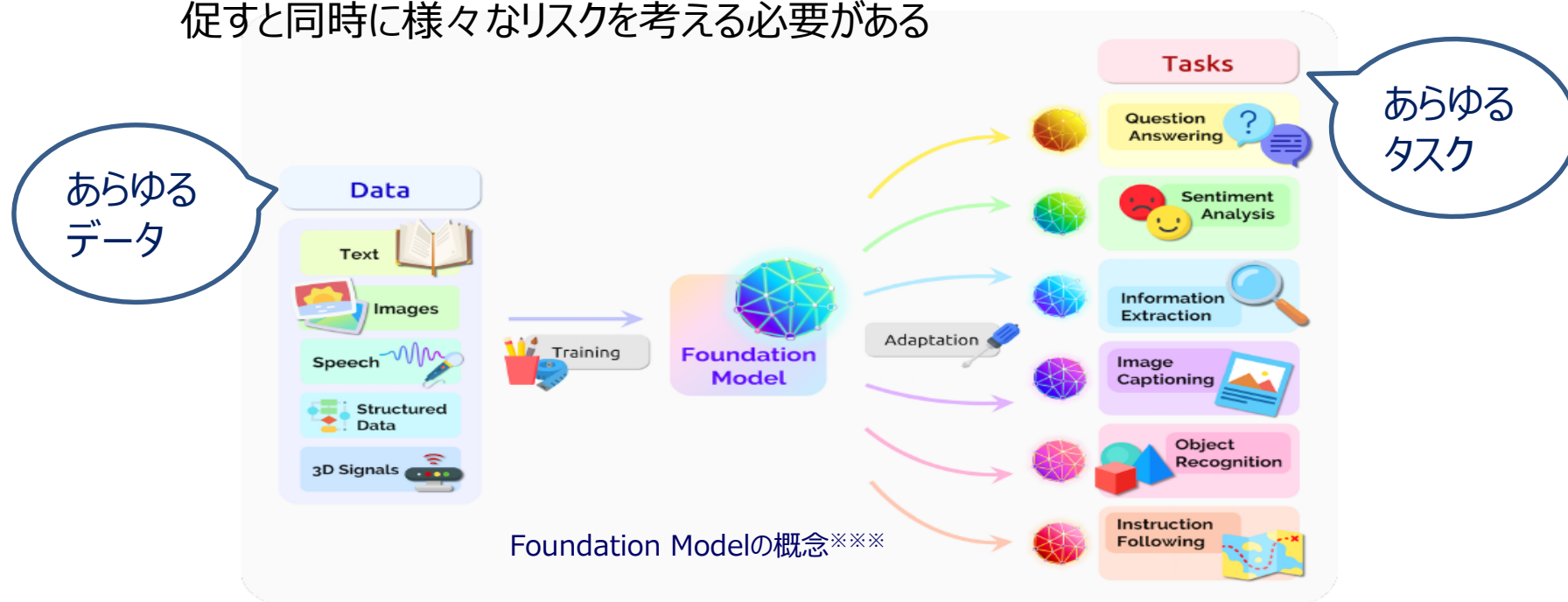
- ◆ 言語はほとんどすべてのモノ、コトを表現できる
- ◆ 膨大な表現を学習することで表現されているモノ、コトの関係を重みとして実現している
- ◆ そのため言語表現ができるすべての機能(モノ、コト)に対して基本原理になりえる
- ◆ →分散表現は言語の抽象化を越えてすべてのモダリティの表現になる



言語でも画像でも分散表現  
(ベクトル表現)では同じものとなる

# 自然言語処理を超える言語モデル

- ◆ Vision Transformer※
  - 大規模パラメータ言語モデルのもとになったTransformerを画像領域に適用、SOTA達成
- ◆ Perceiver: General Perception with Iterative Attention※※
  - モダリティ(言語、画像、音声..)に関係なく動作するアーキテクチャ、SOTA達成領域も
- ◆ Foundation Model:大規模言語モデルの可能性※※※
  - 大規模な言語モデルはそれ自身がAIのFoundation(基盤) ModelとなりAIの進化を促すと同時に様々なリスクを考える必要がある





# 言語モデルは自然言語処理から汎用モデルへ

## 言語モデル→汎用AIの基盤モデル

最近の自然言語処理の進展に関しては、2022年1月にレポートを発行予定