

2022年度 人工知能学会全国大会（第36回）
企画セッションKS-03

AI・シミュレーション融合研究の展望と戦略

AIアクションプランの観点から

2022年6月15日
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO)
ロボット・AI部 御代川知加大

本日のトピック

- AIアクションプランについて
 - 目的
 - どのようにして作ったか
 - AI×シミュレーションに関する議論
 - AI×シミュレーションの位置づけ
- NEDOのAIプロジェクトについて
 - 全体像の紹介
 - AI×シミュレーションに関するテーマ
- まとめ

本日のトピック

- AIアクションプランについて
 - 目的
 - どのようにして作ったか
 - AI×シミュレーションに関する議論
 - AI×シミュレーションの位置づけ
- NEDOのAIプロジェクトについて
 - 全体像の紹介
 - AI×シミュレーションに関するテーマ
- まとめ

- 2017年「人工知能技術戦略及びその産業化ロードマップ」、2019年「AI戦略2019」、科学技術・イノベーション基本計画や統合イノベーション戦略でもAIに多数言及。
- 海外では、各国政府や巨大企業がこれまで以上にAIに注力。加えて、規制・管理面の取り組みが見られる。
- 我が国においては、自動運転や企業におけるDX（デジタルトランスフォーメーション）に関わる分野などにおいてAIの実装が進む。
- NEDOは、日本がAI分野で世界をリードしていくためのアクションが必要であると考え、AI研究開発の方向性などを大局的に検討・整理した「人工知能（AI）技術分野における大局的な研究開発のアクションプラン」（AIアクションプラン）を策定・公表した。（2021年6月）

NEDO AIアクションプラン



- 各省庁、海外政府系機関、民間企業から公表されている20の将来予測調査文献から検討を開始。
- ここから、ヘルスケアによる健康期間延長などの20の分野・キーワードを整理し、分野・キーワード、将来期待される社会像、AI技術の関わりを繰り返し議論した。
- その結果、「ものづくり（生産）」、「生活・都市」、「モビリティ」、「教育」、「健康（ウェルビーイング）」などを掲げ、「期待される社会像」等を整理し、期待される社会像に向けて12の「取り組むべきAI技術開発」を抽出したのが、AIアクションプランである。

そのうちの 하나가、
シミュレーション×機械学習（演繹+帰納）の方法論の確立

どのようにして作ったか（2）



| | | |
|-------------|-------|--|
| 委員長： | 中島 秀之 | 公立大学法人札幌市立大学 学長 |
| 委員： | 稲見 昌彦 | 国立大学法人東京大学 先端科学技術研究センター 教授 |
| | 牛久 祥孝 | 株式会社Ridge-i 取締役 Chief Research Officer オムロンサイニックエックス株式会社 Principal Investigator |
| | 川上 登福 | 株式会社経営共創基盤 共同経営者（パートナー） マネージングディレクター |
| | 松尾 豊 | 国立大学法人東京大学 教授 |
| | 丸山 宏 | 花王株式会社 エグゼクティブ・フェロー |
| | | 国立大学法人東京大学 人工物工学研究センター特任教授 株式会社Preferred Networks PFNフェロー |
| | 村川 正宏 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 人工知能研究センター 副研究センター長 (兼務) 人工知能研究戦略部研究企画室長 |

(委員は五十音順、敬称略)

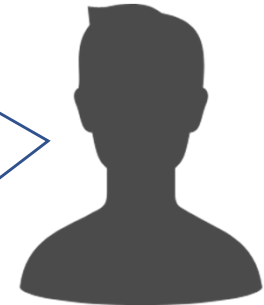
開催実績： 第1回 2月9日 第2回 2月26日 第3回 3月30日
第4回 4月27日 第5回 5月18日 第6回 6月1日

※計6回の委員会以外にも、委員長および各委員との個別会合を複数回実施

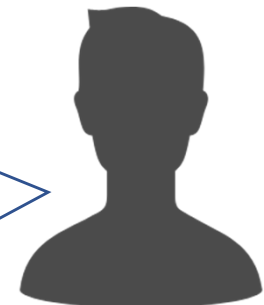
AI×シミュレーションに関する議論（1）

物理方程式はわかっているが、計算にコストがかかる

近似値でも結果をすぐに返せるAIシミュレーターについて、例えば、自動車デザインを考える際に開発者は空気抵抗を見たい。スパコンでシミュレーションして有限要素法的に計算しているが、それでも時間がかかる。その結果を機械学習しておくことで、デザイナーがいつでもすぐ抵抗値を確認できる。シミュレーション結果を高速で出してあげる。

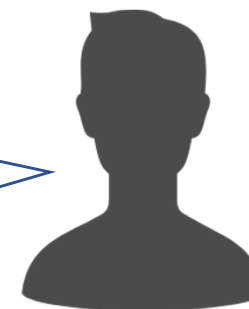


スパコンを使って何日待つという話になっている。そこで、少し構造を変えてまた数日待つことをやっている。時間がかかりすぎる。多少荒くてもいいからすぐに結果返せるようになると良い。

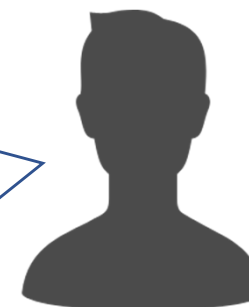


物理方程式は複雑、観測データからAIモデルをつくる

構造（化学式）は簡単に吐き出すのだが、それを安定的に作れるかどうかは別である。



複雑な世界のシミュレーションを作るとき、複雑な時間発展方程式を物理法則に基づかず経験に基づいて帰納的に機械学習でシミュレーターを作る。



シミュレーション×機械学習（演繹+帰納）の方法論の確立



期待される社会像

効率的なシミュレーションによる材料探索・創薬、自動運転などの推進

社会実装例

機械学習を組み合わせたシミュレーションの分野・手法を整理・開発して多分野に展開し、上記分野などの技術開発を加速する。

社会像に向けた取り組み

分野と方法論の組み合わせを整理し、他分野への適用を図る

人間の知識に基づく演繹（前向き推論）と、データに基づく帰納（後ろ向き推論）を組み合わせ、双方のメリットを持つ予測・推論手法を開発。気象予測におけるデータ同化など、現状はいくつかの分野において個別に試みられているシミュレータ×機械学習の手法を整理し、総合的に開発。まだ着手されていない分野・手法を同定し、開発した手法をそこに適用していく。

取り組むべきAI技術開発

演繹と帰納、双方向の推論による手法を開発

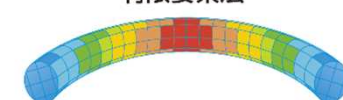
演繹的手法としては、シミュレータを用いて機械学習の訓練データを生成。データが得られにくい事象をカバー。帰納的手法としては、機械学習を用いてシミュレータのパラメータを調整（データ同化）、高速化する。

様々なシミュレーション手法

マルチエージェント



有限要素法

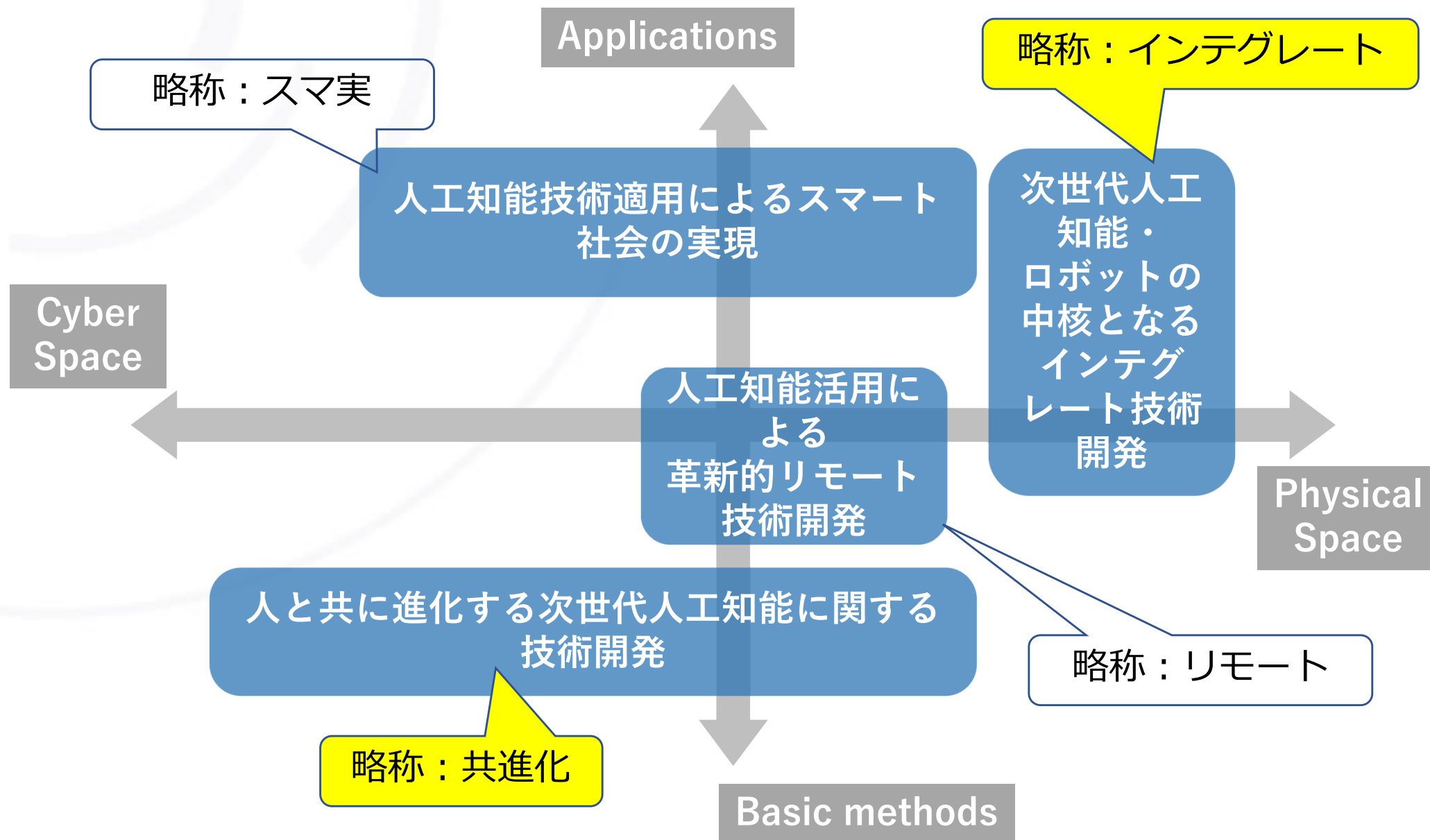


多数の要素を実際に動かしてみるマルチエージェント、メッシュに分解して個々の状態を見る有限要素法など、様々な手法がある

本日のトピック

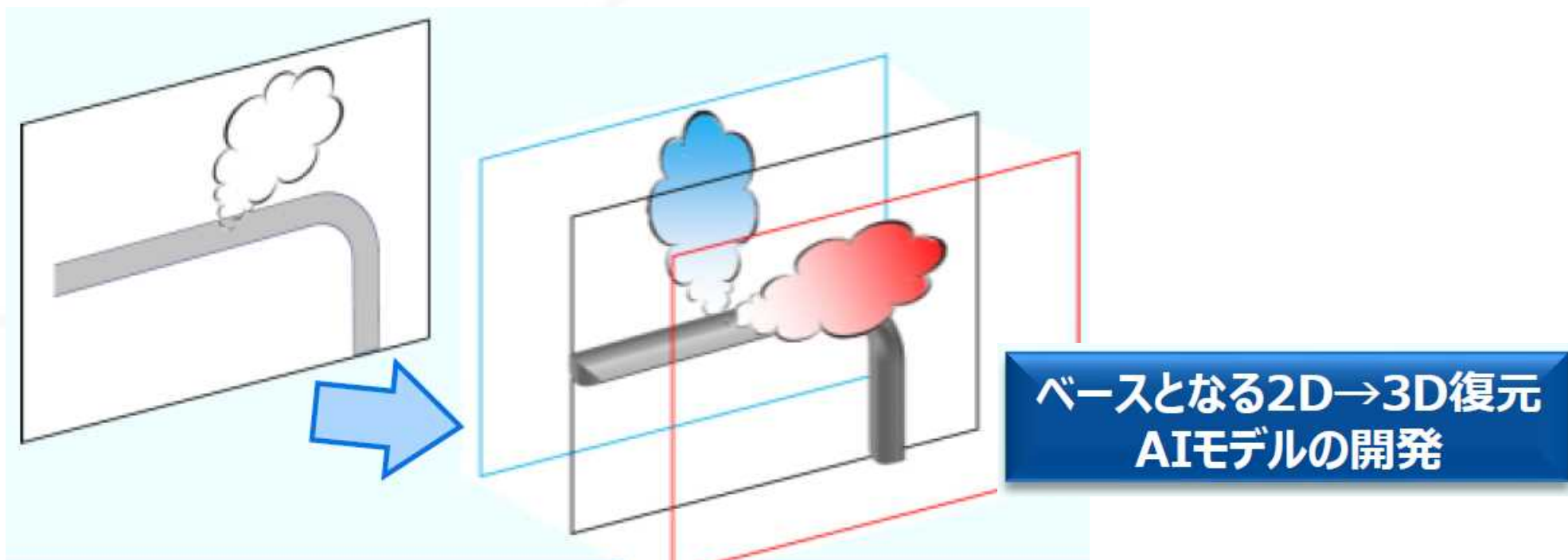
- AIアクションプランについて
 - 目的
 - どのようにして作ったか
 - AI×シミュレーションに関する議論
 - AI×シミュレーションの位置づけ
- NEDOのAIプロジェクトについて
 - 全体像の紹介
 - AI×シミュレーションに関するテーマ紹介
- まとめ

全体像の紹介 4プロジェクト

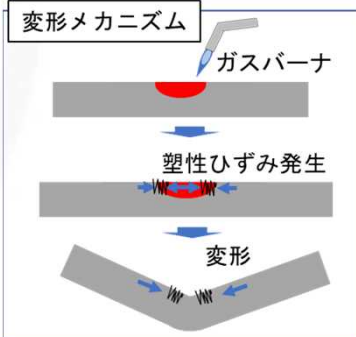


AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、 並びに検出可能ガスの対象拡大

- プラントなどにおいて使用されるガス漏洩を可視化するカメラシステムにAI技術を導入し、**漏洩源の位置等をより正確に把握するシステム**の開発。
- ガスの漏洩源をガス拡散現象の逆問題と捉える。
- 2次元像（カメラ画像）からの3次元像（漏洩源等）の復元技術開発。
- **流体シミュレーションを開発し、シミュレーション結果として様々な環境条件を仮定した学習データを生成。**

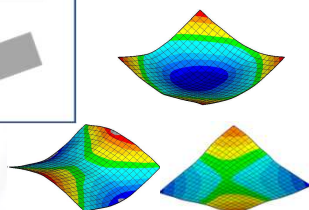


曲面形成の生産現場を革新するAI線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究開発



FEM解析(固有ひずみ法) × AI(最適化手法)

➡ 加熱方案生成システム(逆解析)



基本形状

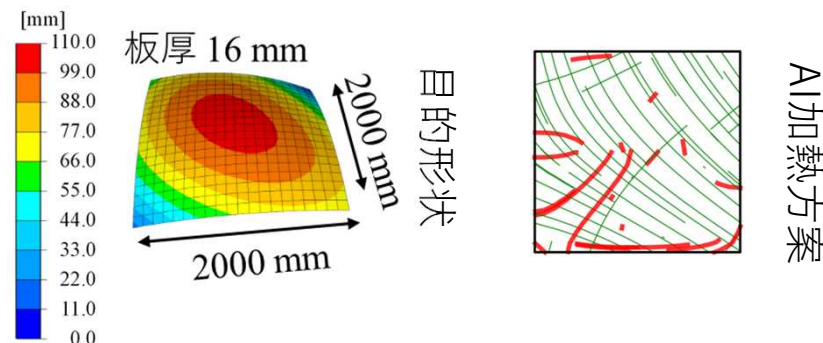
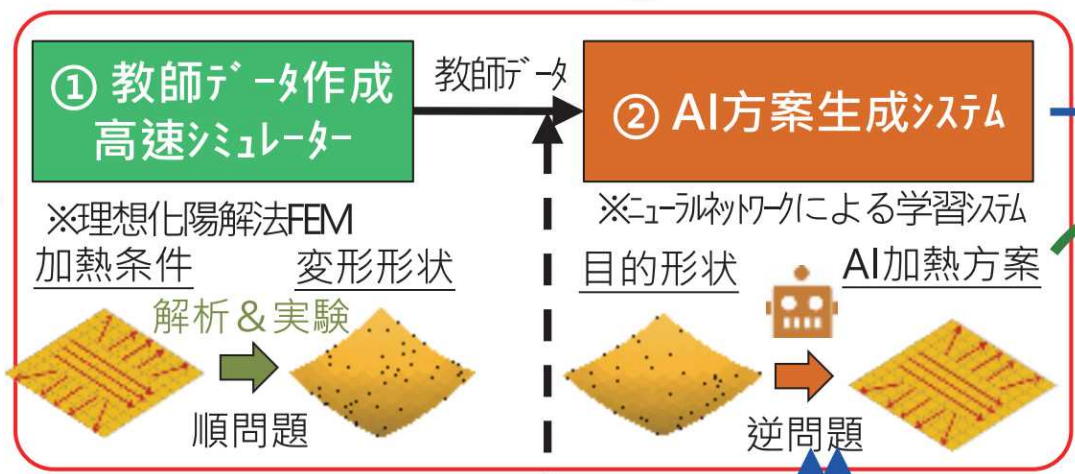


FEM解析(頭脳化) × 工作機械(ロボット化)

熟練技能者による作業の問題点:

- ・ 技術習得には10年以上必要
- ・ 熟練技能者の減少、技術伝承
- ・ プレス機のみで3次元曲げは困難

ロボットによる線状加熱自動化のシステム構築

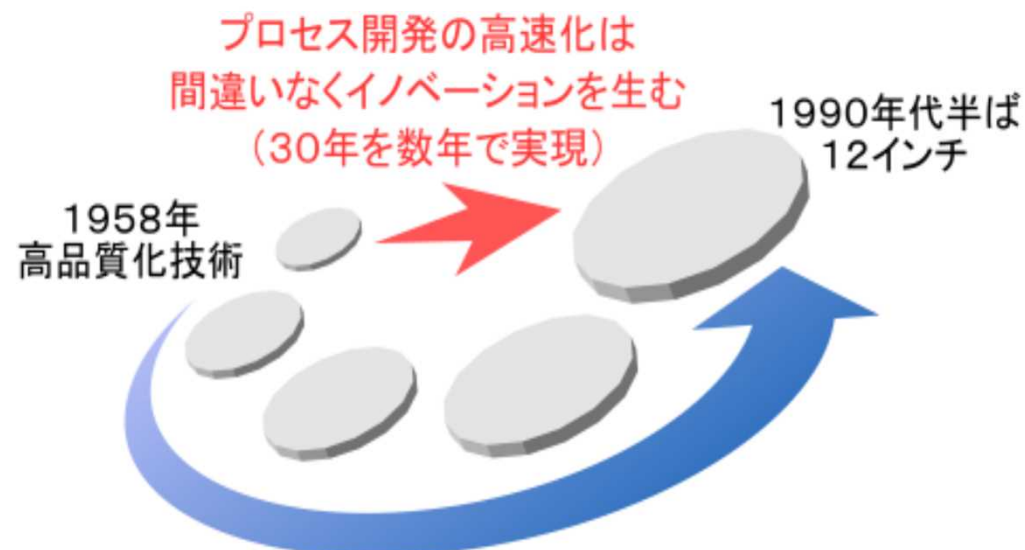
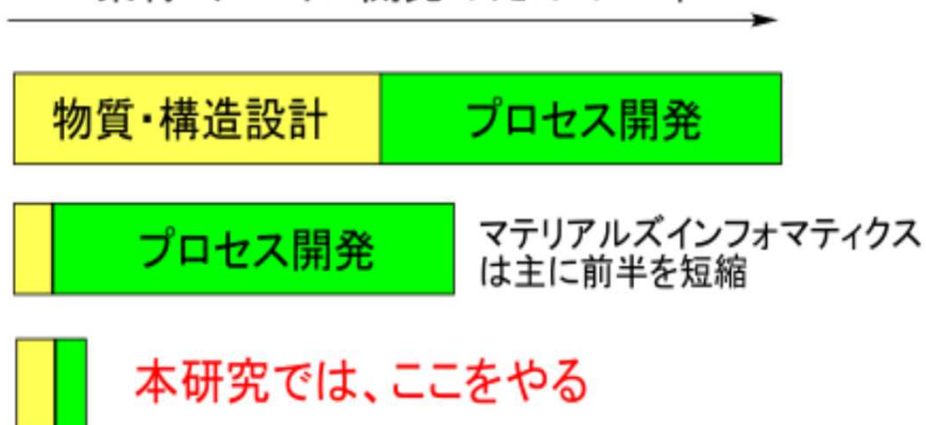


- ・ 「匠の技」を頭脳化・機械化する
- ・ 線状加熱シミュレータとAIを活用する
- ・ シミュレータは理想化陽解法FEM(高速)

AI とオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発

- 結晶成長
- マテリアルインフォマティクスとプロセスインフォマティクス
- パラメータが多い
- 一つのプロセスを試すのに相当の時間を要する
- 高速高精度結晶成長AI の構築
- 実験ベースでビッグデータを得ることが困難。
- シミュレーションでも時間がかかる。計算スピードは遅いものの、物理モデルや経験式などの総体と言える「事前知識」を活用してデータを生成。
- シミュレーション結果を教師データとして、高速なAI モデルを構築。

素材・デバイス開発のための30年



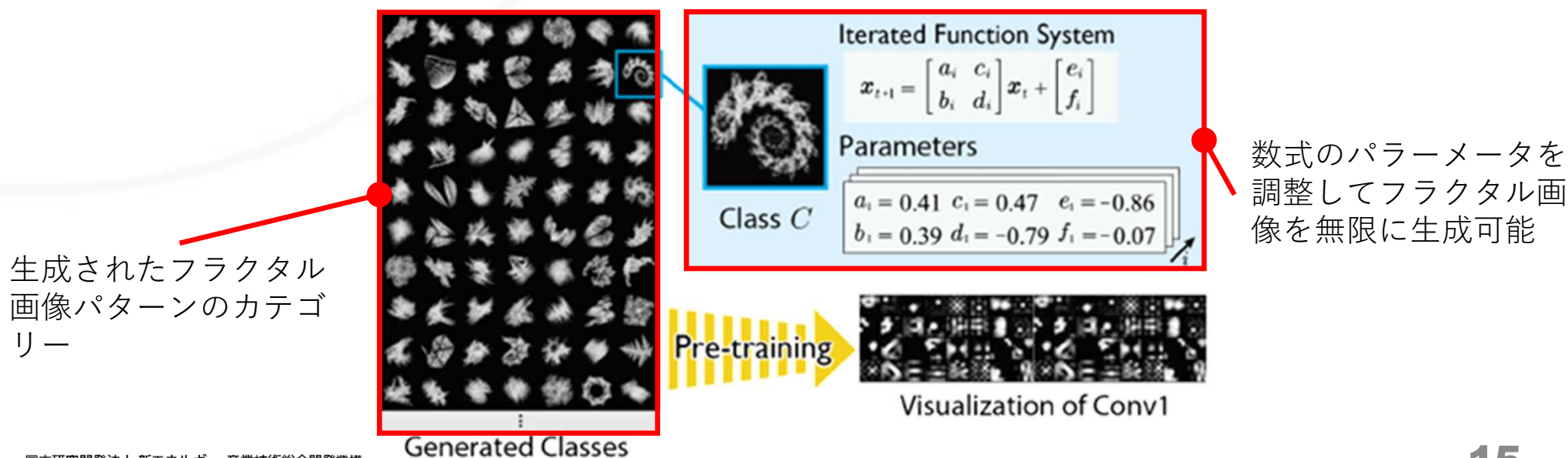
シリコンの場合は、スケールアップのプロセス開発に30年以上費やした

容易に構築・導入できる AI 技術の開発(1)

数式ドリブン自動生成データセットに基づく事前学習モデルの構築

- 画像認識AIの産業応用の妨げとなる諸問題を自然画像を用いずに事前学習を行うことで解決
 - プライバシー、著作権、倫理に関する問題
 - 画像収集、アノテーションに係るコストの問題
 - ImageNetの商用利用禁止の問題（事前学習用データセットのデファクトスタンダード）
- フラクタル幾何の数式により、フラクタル画像パターンとそのラベルを含む大規模画像データセットの完全な自動生成に世界で初めて実用レベルで成功¹⁾

産業応用の妨げとなる諸問題を一気に解決できる可能性



容易に構築・導入できる AI 技術の開発(2)

医用画像向け準汎用学習済みモデルの構築

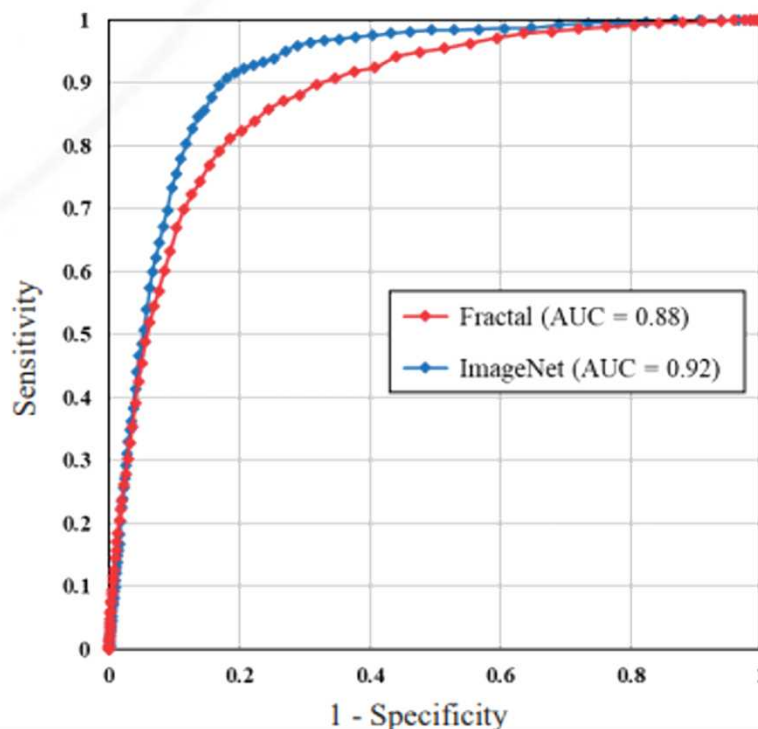
- 医療分野における転移学習において、ImageNetの商用利用不可は大きな課題

➡ 事前学習用データセットにフラクタル画像パターンを適用

適用事例：小腸カプセル内視鏡での病変分類タスク²⁾(AIモデル:Efficient-Det)

- 事前学習にImageNetを用いた場合と、フラクタル画像を用いた場合で比較
- ROC曲線の比較では、AUC値の差が0.04に迫り、内視鏡画像における転移学習効果を確認

➡ **商用利用可能な事前学習大規模汎用画像データセットとしての活用に期待**



本日のトピック

- AIアクションプランについて
 - 目的
 - どのようにして作ったか
 - AI×シミュレーションに関する議論
 - AI×シミュレーションの位置づけ
- NEDOのAIプロジェクトについて
 - 全体像の紹介
 - AI×シミュレーションに関するテーマ
- まとめ

- AIアクションプランに位置付けられている「シミュレーション×機械学習（演繹+帰納）の方法論の確立」について、委員会の議論を踏まえつつ、振り返った。
- NEDOにおけるAI×シミュレーションの事例を紹介
 - 物理方程式を持っている。計算に時間かかるため、別途入出力からAIモデルをつくる。
 - データを大量に生成。
- NEDOは、今後ともAI×シミュレーションとして取り組む事業領域を選定し、検討を進めていく。



CNEDO