

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」

産総研とNECの連携ラボにおける取り組み

2022年6月15日

産業技術総合研究所 人工知能研究センター NEC-産総研人工知能連携研究室 副連携研究室長 日本電気株式会社 データサイエンス研究所 上席主席研究員

森永 聡

NEC-産総研人工知能連携研究室で取り組む課題



- ビッグデータ分析に基づく△□は、過去データの十分な蓄積が必要だった
- 新規設計や非常時対応・他者調整等における、過去データが不十分なシーンで もAIを活用して「未知の状況下での意思決定」を支援する技術の開発へ

例:新製品や設備・運用の最適設計



類似設計の事例が少なく、 機能や性能を予測・最適 化することが困難 物理的原理からの補間等に より、少ない事例を活用し、 機能や性能を予測・最適化

過去事例にとらわれず 画期的な新設計が可能

例:稀な条件下や非定常状態での制御・運転



同条件(場所・時間等)で の経験が少なく、対策の 立案・検証が困難 類似条件での経験や、一般 論・常識等を活用して対策 案を立案・検証

未経験の状況に対して より適切な判断が可能

例:他の経済主体との挙動・利害調整



毎回違う相手の希望と折り合える落としどころを 見出すのが困難



希望条件の相互開示と、合意案評価の繰り返しで、双方満足できる案を探索

初対面の相手に対しても 双方満足する調整が可能

AI・シミュレーション融合研究の共同プロジェクト



2016年6月:NEC-産総研人工知能連携研究室設立

プロジェクト1: シミュレーション・機械学習融合

• 新製品や新規設備の設計等、原理的/経済的に十分なデータを収集困難 な希少、極限、複雑なシナリオが関係する問題の解決方法論の研究開発

プロジェクト2: シミュレーション・自動推論融合

未知状況での意思決定に資する、既存知識から仮説を導出する自動推論 技術と、その実世界での実行のためのシミュレータ利用技術の研究開発

プロジェクト3: シミュレーション・自動交渉融合

AIによる自律制御が広く世に普及した際に必要になる、別々の経済主体 により保有されているAIシステム間で挙動を調整する仕組みの研究開発

AI・シミュレーション融合研究の共同プロジェクト



2016年6月: NEC-產総研人工知能連携研究室設立

プロジェクト1: シミュレーション・機械学習融合

新製品や新規設備の設計等、原理的/経済的に十分なデータを収集困難 な希少、極限、複雑なシナリオが関係する問題の解決方法論の研究開発

プロジェクト2: シミュレーション・自動推論融合

未知状況での意思決定に資する、既存知識から仮説を導出する自動推論 技術と、その実世界での実行のためのシミュレータ利用技術の研究開発

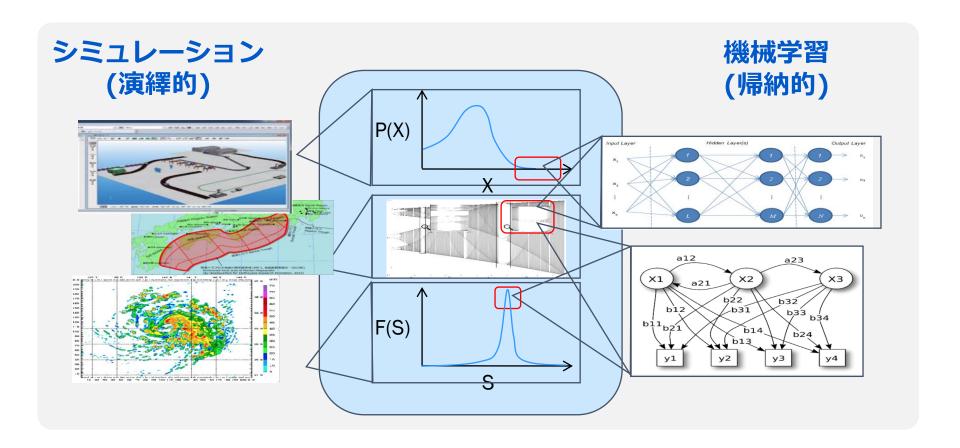
プロジェクト3: シミュレーション・自動交渉融合

AIによる自律制御が広く世に普及した際に必要になる、別々の経済主体 により保有されているAIシステム間で挙動を調整する仕組みの研究開発

シミュレーション × 機械学習 融合技術



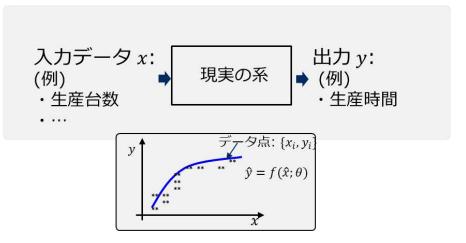
物理・数値シミュレーションでデータを生成・補完することにより、 少ない実測データからでも解釈可能な予測・最適解を生成する機械学習技術



基礎技術:カーネル法を応用したデータ同化」



■ 現実の系



■ シミュレーション



カーネルABCを用いたデータ同化技術を開発 (ICML18, AISTATS20, ECML-PKDD20, SDM22 等で関連 論文発表)

- <u>シミュレーションの観点</u>:
 - 現実のデータを再現するようにパラメタを最適化する問題
- <u>機械学習の観点</u>: 微分不可能なモデルであるシミュレーションの回帰問題

応用:生産ラインのデジタルツイン

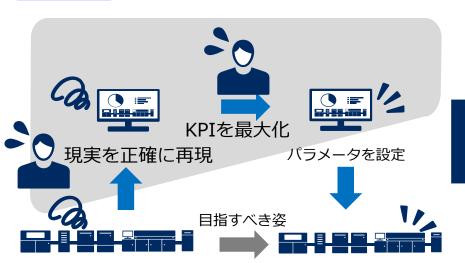


収集データに基づくパラメータ推定により高精度なデジタルツインを実現 生産現場・サプライチェーン等のデジタルツインのパラメータ調整を自動化

- ◆ 少ないデータ(サンプル数、 観測点数共に)から現実を正確に再現
- ◆ KPIを最大化するようにパラメータを高速・高精度に自動調整

Before

熟練者がパラメータを決定



After AIがパラメータを自動調整 KPIを最大化 現実を正確に再現 パラメータを設定

クラウドソフトウェアとして提供開始





assimee

Alシミュレータassimee | デジタルツインを簡単に構築 https://assimee.com/



AI・シミュレーション融合研究の共同プロジェクト



2016年6月:NEC-産総研人工知能連携研究室設立

プロジェクト1: シミュレーション・機械学習融合

• 新製品や新規設備の設計等、原理的/経済的に十分なデータを収集困難 な希少、極限、複雑なシナリオが関係する問題の解決方法論の研究開発

プロジェクト2: シミュレーション・自動推論融合

未知状況での意思決定に資する、既存知識から仮説を導出する自動推論 技術と、その実世界での実行のためのシミュレータ利用技術の研究開発

プロジェクト3: シミュレーション・自動交渉融合

AIによる自律制御が広く世に普及した際に必要になる、別々の経済主体 により保有されているAIシステム間で挙動を調整する仕組みの研究開発

AI&シミュレータを活用した運転ガイダンス

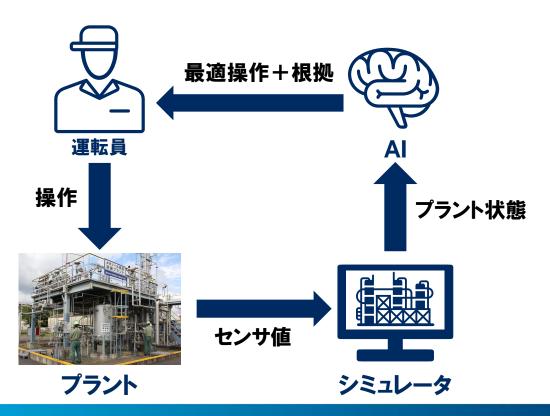


目的

●ベテラン運転員の大量退職を迎え、経験の少ない運転員でも最適運転を可能とする運転ガイダンスを 構築し、高効率運転、運転の安定化を目指す

アプローチ

● AIがシミュレータを活用し、強化学習により最適な運転手順を生成

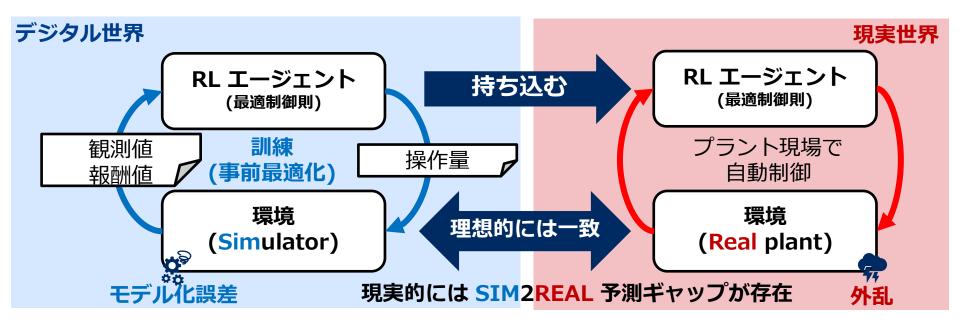


背景:強化学習

(Reinforcement Learning; RL)



- **「最適制御則」を自動で構築**する方法
 - ●将来にわたり得られる報酬を増やす方法を,**操作を試しながら**学習



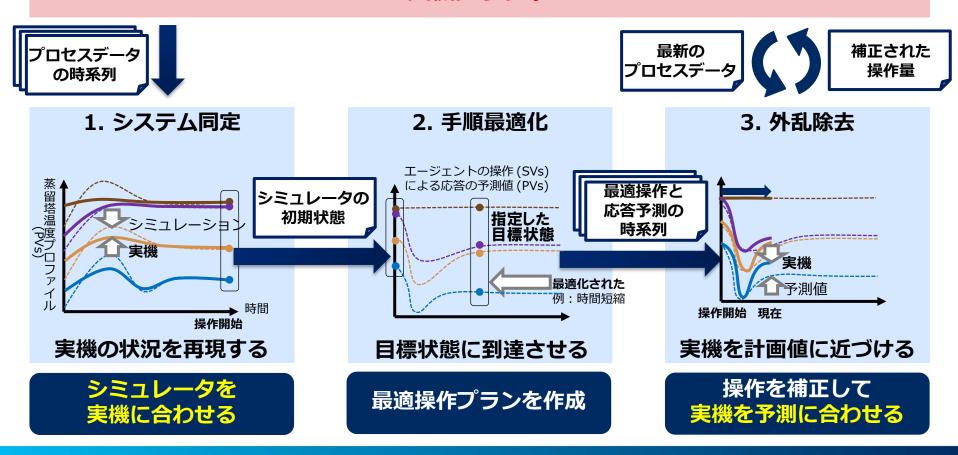
- ●最適化(訓練)は現実で制御する前に学習しておく
 - •プラントの現地では、大量の計算が必要な最適化処理は必要ない
- ●ただし,現実とシミュレータとのギャップは原理的に無くせない

提案手法:3個のRLエージェントの協調



役割を分担し,個別に学習させ,最後に統合して使用

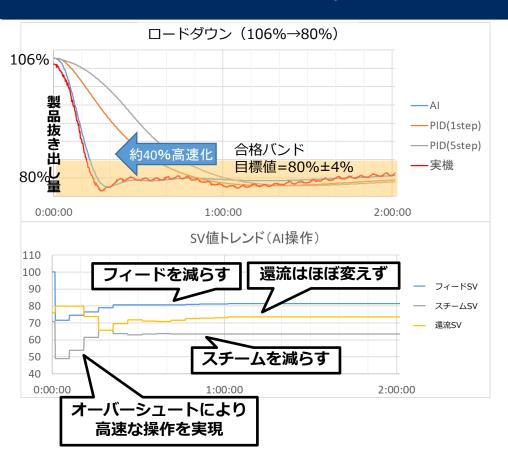
実機プラント

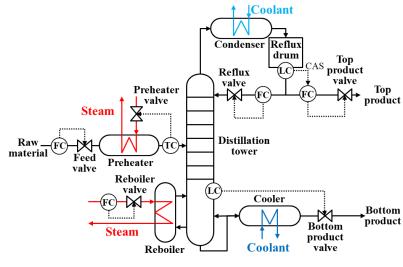


AIにより化学プラントの運転変更操作を40%効率化



ロード変更操作において、AIによる運転ガイダンスを用いることで、 運転員が行う変更操作より、安全を確保しつつ約40%の時間短縮を実証







訓練用メタノール蒸留プラント(三井化学様)

大雨を想定した外乱条件下でのガイダンスにも成功

AI・シミュレーション融合研究の共同プロジェクト



2016年6月:NEC-産総研人工知能連携研究室設立

プロジェクト1: シミュレーション・機械学習融合

• 新製品や新規設備の設計等、原理的/経済的に十分なデータを収集困難 な希少、極限、複雑なシナリオが関係する問題の解決方法論の研究開発

プロジェクト2: シミュレーション・自動推論融合

未知状況での意思決定に資する、既存知識から仮説を導出する自動推論 技術と、その実世界での実行のためのシミュレータ利用技術の研究開発

プロジェクト3: シミュレーション・自動交渉融合

• AIによる自律制御が広く世に普及した際に必要になる、別々の経済主体 により保有されているAIシステム間で挙動を調整する仕組みの研究開発

スマートシステム間の挙動/利害調整

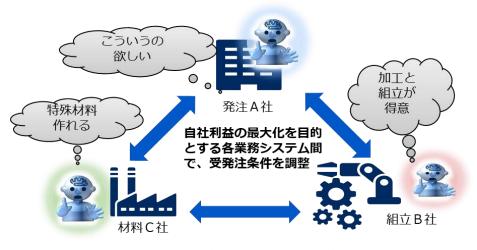


- ◆ スマート化されたシステムが広く普及し十分に社会価値を発揮するためには、 それらの間の挙動や利害を調整する機能がキーになる
 - → 個別最適化・内部最適化の限界を突破
- ◆ 既存のデータ共有や協調制御のアーキテクチャは、参加者の内部情報開示や 自己決定権剥奪を前提としている
 - → 経済主体間の調整では、相談や交渉ベースのしくみが必要/非常に有益

楽しく ドライブ マイカー 病院!! に通知・依頼・合意しあい、挙動を調整 緊急車両

移動体間での経路・軌道調整

企業間での受発注条件調整



それぞれが目的を円滑に達成

互恵関係を発見/最適化

相手との相談・交渉を支援・自動化するAI技術

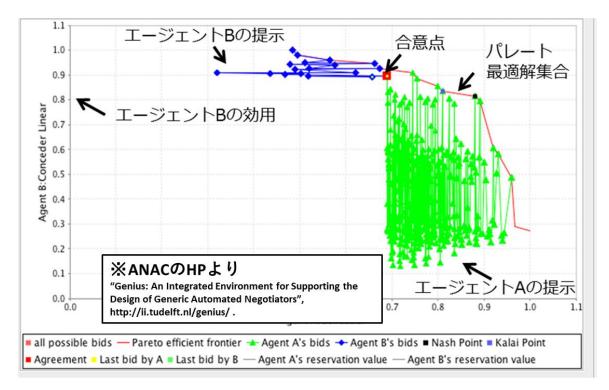


自己利益(効用関数)の最大化を目的とした交渉エージェントの実現

・シミュレーションによる効用値の評価

 \downarrow 1

- ・相手に提示すべき合意条件案の自動生成
- ・提示された合意条件案に対する受諾/拒否の自動判断



国際的な競技会 Automated Negotiation Agent Competition (ANAC)が毎年開催されている。

ドローン間の経路調整

/地域特性・拡張性を考慮した運航管理システムの実証事業 |

異なる事業者が提供しているドローンサービス間で、交渉により経路を調整



本地域実証の概要

ドローン間の経路調整



デジタルツインにおける飛行前調整の ための自律的経路交渉

Automated Path Negotiation for Preflight Coordination in Digital Twin

2021/10

Prendinger Lab



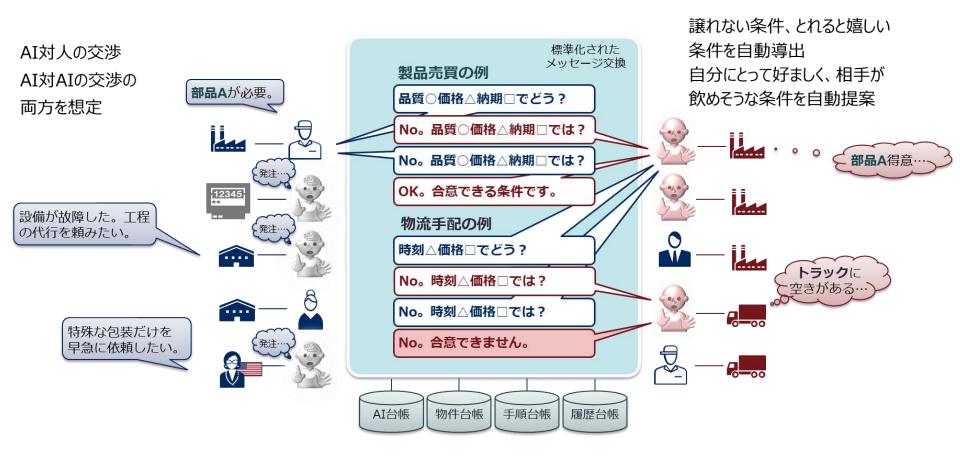
Orchestrating a brighter world



企業間での取引条件の調整



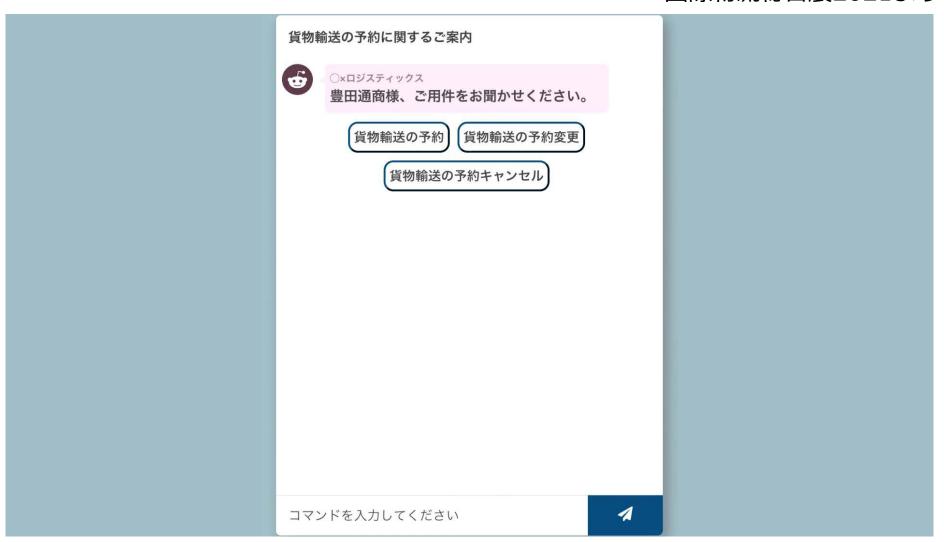
人に代わって自社のために取引先と相談・交渉 →できるだけ良い条件で商談をまとめる/ダメなものは断る



物流サービスにおける対人自動交渉



国際物流総合展2021より



製品売買におけるAI同士での自動交渉



スマート工場EXPO2021より



NEC-産総研人工知能連携研究室で取り組む

AI・シミュレーション融合研究



- ビッグデータ分析に基づく△□は、過去データの十分な蓄積が必要だった
- 新規設計や非常時対応・他者調整等における、過去データが不十分なシーンで も△□を活用して「未知の状況下での意思決定」を支援する技術の開発へ

例:新製品や設備・運用の最適設計



類似設計の事例が少なく、 機能や性能を予測・最適 化することが困難 物理的原理からの補間等に より、少ない事例を活用し、 機能や性能を予測・最適化

過去事例にとらわれず 画期的な新設計が可能

例:稀な条件下や非定常状態での制御・運転



同条件(場所・時間等)で の経験が少なく、対策の 立案・検証が困難 類似条件での経験や、一般 論・常識等を活用して対策 案を立案・検証

未経験の状況に対して より適切な判断が可能

例:他の経済主体との挙動・利害調整



毎回違う相手の希望と折り合える落としどころを 見出すのが困難



希望条件の相互開示と、合意案評価の繰り返しで、双方満足できる案を探索

初対面の相手に対しても 双方満足する調整が可能