

6 複雑系シミュレーション技術

# フレキシブルなシミュレーション技術を活用した サプライチェーンの炭素管理を検証

NECは複雑系シミュレーション技術の開発と検証に取り組んでいる。本稿では、目的に応じてフレキシブルにシミュレーションを実行できる複雑系シミュレーション技術の概要と可能性について紹介する。

## 設定をカスタマイズし 複雑なシステムの シミュレーションを実行

言うまでもなくシミュレーションは旧来から存在する技術である。そして、それは2種に大別される。1つは高精度で緻密な計算を行うタイプ。自動車のデジタルツインを構築するといったような場合においては必要不可欠ではあるものの、フレキシビリティに欠けるうえ大きなコンピューティングパワーを必要とする。そしてもう1つはおおよその見当をつけるための計算を行うタイプ。操作自体は簡易だが、得られる結果の正確度は低い。つまり、これ

までのシミュレーションは非常に両極端であり汎用性に欠けていた。

NECはこうした状況に対し、用途や目標等の設定をカスタマイズすることにより、複雑なシステムのシミュレーションを可能とする新しい技術を開発した(図1左)。

## システムの適度な抽象化とモデル化によるアプローチ

複雑なシステムをシミュレーションするには、システム内のコンポーネントの相互作用を理解することが重要となる。今回紹介する技術は、Agent(エージェント)、Topology(トポロ



NEC Laboratories America  
Data Science & System Security Research  
(左) Department Head **Dr. Haifeng Chen**  
(右) Researcher **Dr. Haoyu Wang**

ジー)、Resource(リソース)の3つの基本コンポーネントを備え、Agentを階層型マルチエージェントとして抽象化し、TopologyとResourcesのモデル化を行い、複雑なシミュレーションを実現する(図1右)。この独自のアプローチにより、シミュレーション全体のプロセスを最適化するだけでなく、コストと時間を軽減し、効率と生産性の向上に繋げることが可能となる。

尚、ユーザーは操作する際、必要に応じてシミュレーションの複雑さと忠実度を柔軟に設定できるため、シミュレーションの精度と時間の最適なバランスを調整することが可能だ。精度を優先させるのか、スケジュールを優先させるのか、目的や状況に応じたこれまでにない効率的

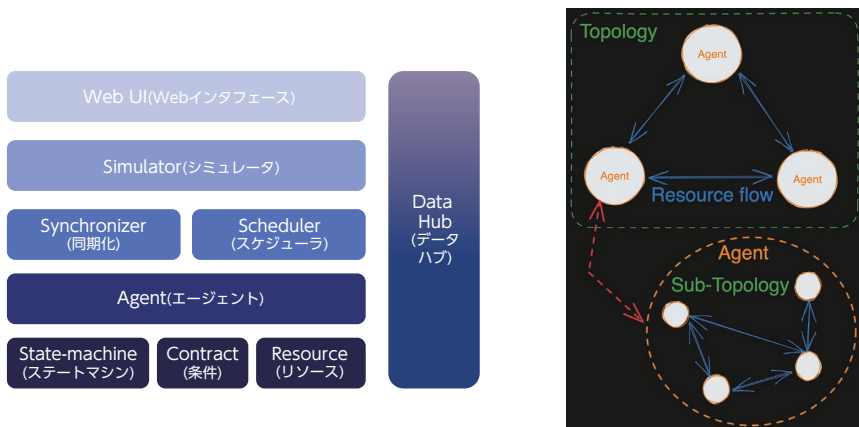


図1 アーキテクチャ

なシミュレーションが実現する。

## サプライチェーンマネジメントへの貢献を検証

2023年6月、国際サステナビリティ基準審議会（ISSB）はスコップ3の開示義務化を確定した。これにより、上場企業はサプライチェーン全体の炭素管理開示の義務を担うこととなる。ところが炭素排出量の目標値を社会に向けて宣言したものの、未だゴールに向けた具体的な道筋を見いだせない企業は多い。こうした背景の下、NECは本技術のサプライチェーンマネジメントへの貢献度を検証するため、海外のキャリアと共同でPoCを実施している。

製造業とは異なり、キャリア等サービスを提供する企業にとって、炭素排出量の詳細な算定は容易ではない。多くの場合、サプライチェーンの炭素量算定は業界平均値に従って行われているが、本技術の活用により、個別製品ごとの算定を容易に行える。例えばキャリア（= Agent）がある製品を調達するとしてサプライヤーの選択を検討する際、輸送距離（= Topology）や製品価格（= Resource）等を柔軟に変化させてさまざまなシミュレーションをすることでサプライチェーンマネジメントに貢献することが考えられる。

## シミュレーションとAIを組み合わせた機能進化を検討

本技術開発は活動開始からわずか1年余のプロジェクトであるにもかかわらず、各方面から多くの関心が寄せられている。NECはこうした期待に応えるべく、今後自社が強みとするAIと連携させることによ

り機能をより進化させたいと考えている。

特に炭素管理のように人類がこれまでに経験したことのない課題に対し明確な解が存在せず、しかも対応が急がれる場合、シミュレーションとAIを一体化させることで、様々なサプライヤーが複雑に絡みあうサプライチェーンをどのように見直すかなど、人間の想定を超越した効果的な意思決定を導ける可能性がある。

NECはこの実現に向けて、既に自社が有するさまざまなAIのノウハウを基に具体的な研究を推進している。

## 効果的且つユーザーフレンドリーなUIを模索

NECは今後の展望として、UI（ユーザーインターフェース）についての検討を深めたい意向を示している。仮に本技術をアプリケーションに搭載した場合、アプリを使用するユーザーが、企業の役員クラスなのか現場レベルの担当者なのかによってUIは大きく異なる。いずれにしても、ユーザーフレンドリーなインターフェースを目指したデザイ

ンに加え、さまざまな「what-if」シナリオの入力パラメータを準備し、対応する結果を生成できる機能を検討する方針だ。

## さまざまな領域における可能性

冒頭で触れたとおり、用途や目的に応じ柔軟にカスタマイズしてシミュレーションが行える本技術は、さまざまな領域での活用が見込まれる。

例えば、製造領域においては、生産プロセスを最適化し、廃棄物を削減し、品質管理の改善に活用することも可能だ。また、運輸領域においては交通パターンをモデル化し、輸送インフラストラクチャをテストし、物流を最適化することで、交通の流れをシミュレートし、交通渋滞が発生する可能性のあるエリアを特定できる。また、近年大きな発展を遂げたソーシャルネットワークの社会的影響に焦点を当て、個人の行動をモデル化し、情報の拡がり方の理解に役立てるといった活用もあるだろう。確立された新しいシミュレーション技術がどのように社会課題解決に繋がっていくのか、本技術の可能性は無限のように思われる。

| 環境   | 防災  | 社会的影響  |
|--|---|--|
| 農家、事業者、工場、政策立案者などのさまざまな関係者の行動をモデル化。さまざまなポリシーと管理戦略が環境にどのように影響するかを理解。持続可能な開発を促進するための戦略を設計。 | 災害による影響は、規模や時間、場所などによって種々のシナリオが想定され、その際の人や物資の流れをシミュレーションをして最適な行動計画を立案 | ソーシャルネットワーク内の個人の行動をモデル化し、彼らがどのように相互作用し、互いに影響を与えるかを含める。アイデアや行動がネットワークを介してどのように広がるかを理解。社会の変化に影響を与える介入を設計 |
| 金融   | 製造  | 運輸   |
| 金融市場をモデル化し、投資戦略をテストし、リスクを管理<br>例：さまざまな市場シナリオの下での投資ポートフォリオのパフォーマンスをモデル化                   | 生産プロセスを最適化し、廃棄物を削減し、品質管理を改善する。生産ラインをモデル化し、ボトルネックや非効率性を特定する。           | 交通パターンをモデル化し、輸送インフラストラクチャをテストし、物流を最適化<br>例：交通の流れをシミュレートし、交通渋滞が発生する可能性のあるエリアを特定                         |

図2 想定される適用領域