

## 物理ベースサロゲートモデルによる市民参加型 EBPM の実現と 環境政策革新に向けた中長期研究戦略

### ① ビジョンの概要

本構想は、PINN を用いた物理ベースサロゲートモデル (PSM) を構築し、市民や政策担当者が直感的に What-if 分析を行える環境を整備する。生成 AI を統合し、数理モデルを自然言語で解釈・説明する仕組みを導入することで、市民参加型 EBPM を実現し、カーボンニュートラル社会の政策形成を革新する。

### ② ビジョンの内容

本研究構想は、物理情報に基づくサロゲートモデル (PSM) を構築し、環境分野における市民参加型の政策立案を実現することを目的とする (図 1 を参照)。従来のシミュレーションは高精度だが計算負荷や専門性の高さが課題であり、サロゲートモデルは高速化できる一方で物理的妥当性に欠けていた。そこで PINN を活用し、物理的整合性を保った PSM を開発する。これにより市民や行政が直感的に What-if 分析を行い、政策の透明性と合意形成を促進する。さらに生成 AI を統合し、計算結果を自然言語で説明することで理解と信頼性を向上させる。研究は基盤整備、技術開発、適用検証の段階で進め、都市暑熱対策をはじめ防災やエネルギー分野へ展開する。最終的に、市民が合理的根拠に基づき意思決定に参加する新たな EBPM を実現し、持続可能社会に貢献する。

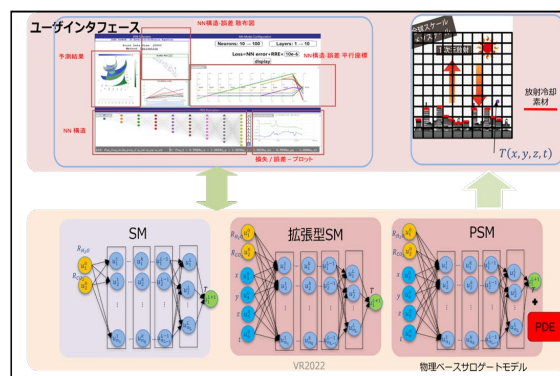


図 1 物理ベースサロゲートモデル (PSM)

### ③ 学術研究構想の名称

物理ベースサロゲートモデルによる市民参加型 EBPM の実現と環境政策革新に向けた中長期研究戦略

### ④ 学術研究構想の概要

本研究構想は、物理情報に基づくサロゲートモデル (PSM) を構築し、市民や政策担当者が直感的に利用できる政策形成支援基盤の開発を目的とする。従来のシミュレーションは高精度だが計算負荷と専門性が高く、サロゲートモデルは高速だが物理的妥当性に課題があった。本構想では PINN を用いてこの課題を克服し、信頼性の高い PSM を実現する。これにより、市民が緑地配置などのシナリオを自ら比較検討でき、政策の透明性と合意形成が向上する。さらに生成 AI を統合し、解析結果を自然言語で説明することで理解性と信頼性を高め、EBPM の実現に貢献する (図 2 を参照)。研究は基盤構築、技術開発、適用検証の三段階で進め、都市環境や防災、エネルギー分野への展開を目指す。

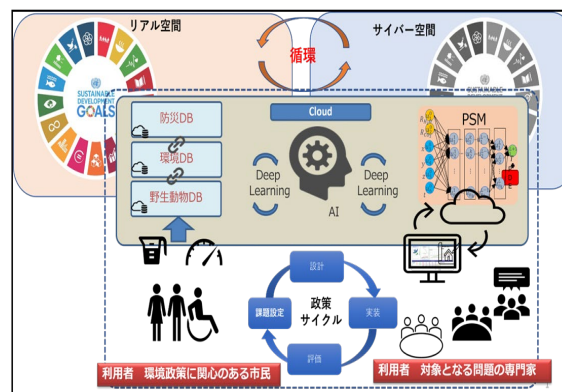


図 2 PSM が加速する環境政策革新

### ⑤ 学術的な意義

本研究構想は、地球温暖化や都市暑熱化への対応に向け、科学的根拠に基づく政策形成 (EBPM) の実現を目指すものである。従来のシミュレーションは高負荷で市民利用が困難であり、サロゲートモデルも物理的妥当性に課題があった。本構想では PINN を用いて物理法則を組み込んだ PSM を開発し、高速かつ信頼性の高い分析を可能にする。さらに生成 AI を統合し、結果を自然言語で説明することで市民の理解を促進する。これにより、環境政策における透明性と合意形成を向上させるとともに、工学・自然科学・社会科学への波及効果が期待される。

### ⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

近年、計算科学シミュレーションの高速化を目的としたサロゲートモデル研究が進展し、製造業ではデジタルツイン技術として活用されているが、物理的妥当性の不足から政策分野への応用には限界がある。一方、

海外では PINN が工学分野で発展しているものの、市民参加型政策への応用は未成熟である。本構想は PINN による物理ベースサロゲートモデル (PSM) を環境政策に適用し、さらに生成 AI を統合して自然言語による理解と What-if 分析を可能にする点に独自性がある。これにより、計算科学と AI、社会科学を融合した新たな研究方向を提示する。

## ⑦ 社会的価値

本構想の成果は、国民の理解促進、知的価値の創出、経済的・産業的価値の向上、さらには SDGs への貢献に直結する。第一に、市民や政策担当者が物理的妥当性を担保したサロゲートモデルを用いて政策シナリオを比較検討できるようになり、科学的根拠に基づく合理的な意思決定への国民の理解と信頼を高める。第二に、PINN と生成 AI を融合させた学術的成果は、数理科学・計算科学と社会科学の橋渡しを実現し、学術的知的価値を拡張する。第三に、開発された PSM はエネルギー管理、都市計画、防災対策など産業分野への応用可能性を持ち、GX 推進や国際市場での展開を通じて経済的価値を生み出す。第四に、環境政策の高度化と市民参加型 EBPM は、SDGs の「気候変動対策」「持続可能な都市」「パートナーシップの強化」などに直接貢献する。以上により、本構想は科学的根拠に基づく政策形成を社会に根付かせ、持続可能な未来の実現に寄与する。

## ⑧ 実施計画等について

本研究は、PINN を基盤とした物理ベースサロゲートモデル (PSM) の開発と社会実装を段階的に進める計画である。2026～28 年度は基盤技術整備として、PINN のデータ生成や誤差評価を行い、都市暑熱対策を題材に PSM の基本機能を構築し、地域での試行と設備整備を進める。2029～31 年度は要素技術開発として、ハイパーパラメータ最適化の可視化技術や生成 AI による自然言語インタフェースを実装し、自治体や企業と連携した実証実験を通じて有効性を検証する。2032～34 年度は防災や再生可能エネルギー分野などへ適用を拡大し、国際連携により汎用性を確認する。2035 年度以降は事業化と持続的運営を目指す。

実施体制は大学を中心とした国際的連携の下、「PINN 実用化」「サロゲートモデリング」「実証研究」の三部門で構成され、基盤技術開発から社会実装までを一体的に推進する。定期的な会合や市民参加型活動を通じて成果を共有し、多様な研究者の参画を促進する。総経費は 10 年間で 21.55 億円であり、各部門に設備費・人件費・運営費を適切に配分し、学術的基盤から社会実装までの一貫した研究を実現する。

## ⑨ 連絡先

小山田 耕二 (大阪成蹊大学データサイエンス学部)