

【環境・省資源分野】

仮訳

炭素回収の「死の谷」に橋を掛けるプラットフォーム（スイス）

2024 年 7 月 18 日

著者： [Nik Papageorgiou](#)

EPFL、スコットランド・ヘリオット・ワット大学、チューリッヒ工科大学(ETH)が開発した PrISMa は、高度なシミュレーションと機械学習を使用し、研究プロセスの初期段階で多様な利害関係者の視点を考慮することにより、炭素回収技術を合理化する新しいプラットフォームである

気候変動の影響の緩和は世界の焦点となっており、各国や国際機関はこの課題に対処するための様々な戦略を展開している。最優先事項である CO2 排出量の削減において、炭素回収技術は有望な方法である。

しかし、炭素回収技術の研究開発とその実用化の間のギャップである、「死の谷」を埋めることは極めて困難である。炭素回収プロセスと共に多様な利害関係者の視点と最優先事項を考慮する必要性が、この課題をさらに複雑化させる。

現行の炭素回収技術の研究開発では、化学者が材料を設計してエンジニアがプロセスを開発することから始まり、その後に経済と環境的な影響が評価されている。その結果は最適ではないことが多く、実際の課題の解決を遅らせている。

このような状況に対応するため、EPFL の Berend Smit 教授とヘリオット・ワット大学の Susana Garcia 教授の率いる科学者らが、PrISMa (Process-Informed design of tailor-made Sorbent Materials) プラットフォームを開発した。これは、最初から複数の利害関係者の視点を考慮に入れることで、材料科学、プロセス設計、テクノ経済学、およびライフサイクル評価をシームレスにつなげる革新的なツールである。

PrISMa では、高度なシミュレーションと機械学習を使用し、最も効果的で持続可能な課題解決方法を特定して新しい材料の性能を予測することができる。これは、気候変動への対処における強力なツールである。

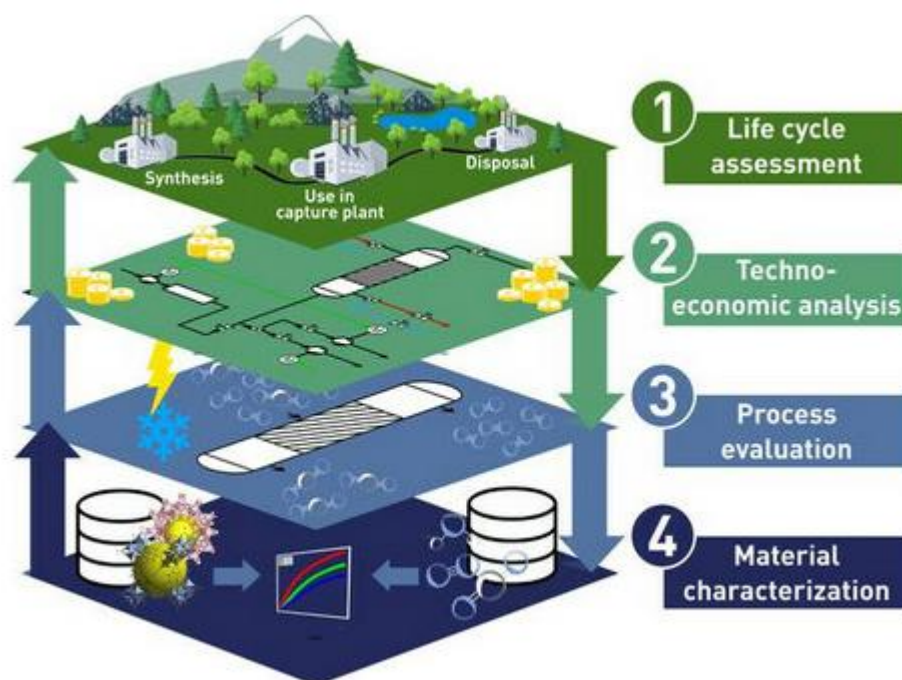
「この革新的なアプローチは、従来の試行錯誤の方法に勝るもので、炭素回収に向けた最高性能の材料の発見を加速させるものです」

— EPFL Berend Smit 教授

主要業績評価指標 (KPI) の評価

PrISMa では、4 つの KPIs の「レイヤー」を評価して、炭素回収材料の初期開発から炭素回収プラントへの完全実装までの実行可能性を査定する。

1. **材料レイヤー**：実験データと分子シミュレーションを通じ、吸着材の吸着特性を予測する。
2. **プロセスレイヤー**：純度、回収率、エネルギー要件などのプロセスパフォーマンスパラメータを計算する。
3. **技術経済分析レイヤー**：炭素回収プラントの経済的および技術的実行可能性を評価する。
4. **ライフサイクル評価レイヤー**：プラントのライフサイクル全体にわたる環境への影響を評価し、包括的な持続可能性を保証する。



PrISMa プラットフォームの 4 つのレイヤー:

イラスト出典 Charalambous et al. 2024. DOI: 10.1038/s41586-024-07683-8

ケーススタディーで PrISMa を試験

科学者らは PrISMa を使用して 60 以上の現実世界のケーススタディーを比較した。これらのケーススタディーでは、世界の 5 地域の異なる発生源から異なる技術を使用して CO₂ を回収する。複数の利害関係者の視点を考慮に入れることで、PrISMa は最も効果的で持続可能な解決方法の特定を支援した。

「PrISMa プラットフォームのユニークな特徴の 1 つは、高度なシミュレーションと機械学習の使用を通じて新しい材料の性能を予測する能力です」と Berend Smit 教授は言う。「この革新的なアプローチは、従来の試行錯誤の方法に勝るもので、炭素回収に向けた最高性能の材料の発見を加速させるものです」。

分子シミュレーション

このプラットフォームには、プロセス設計に必要な材料特性を予測するために密度汎関数理論(DFT) と分子シミュレーションが統合されている。科学者らはこのアプローチを CO₂ 回収プラントで試験し、30 年間のプラントの稼働における間接排出量を調べ、これを技術経済評価と組み合わせてプロセスのコストを評価した。

「DFT レベルで電子の挙動を関連付け、30 年間のプラント寿命で回収される CO₂ の総量とそのコストを計算することができました」と Berend Smit 氏は説明する。

ステークホルダーの視点

PrISMa は、多様なステークホルダーには貴重な知見を、エンジニアには最も効率的で費用対効果の高い炭素回収プロセスを設計するためのツールを、そして化学者には材料の性能を高める分子特性の手がかりをそれぞれ提供する。

環境管理者は環境影響の包括的な評価を容易に入手し、より多くの情報に基づいた意思決定ができるようになり、投資家は詳細な経済分析によって新技術への投資に伴うリスクと不確実性を軽減することができるようになる。

新しい材料の発見

PrISMa は従来の試行錯誤の方法に勝り、炭素回収に向けた最高性能の材料の発見を加速する。ユーザーは PrISMa のインタラクティブなツールを使って 1,200 以上の材

料を探索し、コスト、環境への影響、技術的性能のトレードオフを調べることができるようになる。

この包括的なアプローチは、選択した解決方法が全体的な環境への影響を最小限に抑えながら、CO₂ を効率的に回収できるようにする。

PrISMa の利用方法の 1 つとして、炭素回収を含む幅広い用途を持つ多孔質材料である金属有機構造体 (MOF) の発見を Smit 教授は想定している。「化学者が各々の MOF の結晶構造をアップロードすると、PrISMa があらゆる種類の回収プロセスでこれらの材料をランク付けします」と Smit 教授は言う。「そのため、炭素回収技術の専門的な知識を持たない化学者でも、最も優れた MOF とその根拠に関するフィードバックを得ることができるようになります」。

PrISMa は炭素回収技術の研究開発を加速し、研究プロセスの初期段階ですべての利害関係者を関与させて排出量実質ゼロの達成を支援する。材料とプロセスの包括的な評価を提供することで、PrISMa はより多くの情報に基づいた意思決定を可能にし、より効果的で持続可能な炭素回収プロセスの開発を促進する。

本研究の協力組織：

- ETH Zurich
- Solverlo Ltd.
- Institut des Materiaux Poreux de Paris, ENS-Paris
- Lawrence Berkeley National Laboratory

研究資金提供元：

ACT Programme (Accelerating CCS Technologies, Horizon 2020)

The UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS)

UK Research Councils (NERC and EPSRC)

The Research Council of Norway (RCN)

Swiss Federal Office of Energy (SFOE)

U.S. Department of Energy

TOTAL

Equinor

The Grantham Foundation for the Protection of the Environment (USorb-DAC Project)

UKRI ISCF Industrial Challenge (UK Industrial Decarbonisation Research and Innovation Centre)

US National Science Foundation

Nature 掲載研究論文

Charithea Charalambous, Elias Moubarak, Johannes Schilling, Eva Sanchez Fernandez, Jin-Yu Wang, Laura Herraiz, Fergus McIlwaine, Shing Bo Peh, Matthew Garvin, Kevin Maik Jablonka, Seyed Mohamad Moosavi, Joren Van Herck, Aysu Yurdusen Ozturk, Alireza Pourghaderi, Ah-Young Song, Georges Mouchaham, Christian Serre, Jeffrey A. Reimer, Andre Bardow, Berend Smit, & Susana Garcia. Shedding Light on Stakeholders' Perspectives for Sorbent-Based Carbon Capture. *Nature* 17 July 2024. DOI: [10.1038/s41586-024-07683-8](https://doi.org/10.1038/s41586-024-07683-8)

著者 : [Nik Papageorgiou](#)

出典 : [EPFL](#)

訳 : NEDO (担当 イノベーション戦略センター)

出典 : 本資料は、スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL) (ローザンヌ工科大学)の記事“Bridging the “Valley of Death” in carbon capture”

(<https://actu.epfl.ch/news/bridging-the-valley-of-death-in-carbon-capture/>) を翻訳したものである。