

再生可能エネルギー発電量の安定化(実例 3)を題材に、生成 AI と TRIZ の手法を組み合わせた発明創出プロセスにおける、人間と AI の間の仮想的なやり取りの例を以下に示します。

仮想対話例: AI-TRIZ による再生可能エネルギー発電量の安定化

ユーザー:

こんにちは。太陽光や風力といった再生可能エネルギーの導入を拡大したいのですが、天候による発電量の変動が大きく、電力供給の安定性を維持するのが難しいという課題に直面しています。特に、電力需要が高い時間帯に曇天や無風が続くと、供給不足のリスクがあります。一方で、発電量が需要を上回る場合には、エネルギーを無駄にしてしまうこともあります。

この「再生可能エネルギーの最大限活用」と「電力供給の安定性確保」という相反する要求を両立させるために、TRIZ の手法とあなたの AI としての能力を活かして、何か良い解決策のアイデアを考える手伝いをしてもらえますか？

生成 AI:

こんにちは。再生可能エネルギーの導入拡大に伴う供給安定性の確保ですね。これはエネルギー転換における中心的な課題です。承知いたしました。TRIZ の体系的な問題解決アプローチ 1 と、私の持つ情報収集・分析能力 3 を活用して、革新的な解決策のアイデア創出をお手伝いします。

まず、問題をより深く理解するために、いくつか確認させていただきますか？

1. 対象としている電力網の規模や特性(例:特定の地域グリッド、産業用マイクログリッドなど)について教えてください。
2. 現在導入されている再生可能エネルギーの種類と比率、および既存のエネルギー貯蔵システム(例:蓄電池の容量、種類)はどの程度でしょうか？
3. 電力供給の安定性に関して、どの程度のレベル(例:許容される電圧・周波数変動範囲、供給停止時間の制限など)が求められていますか？
4. 発電量や需要量の予測は現在どのように行われていますか？また、その精度についての課題はありますか？

これらの情報を基に、再生可能エネルギーの発電特性、蓄電技術⁹⁹、スマートグリッド制御技術¹⁰²、AIによる高精度な気象・需要予測技術⁷¹などに関する最新情報を調査・分析します。

ユーザー:

ありがとうございます。

1. 対象は、ある程度の規模を持つ地域電力グリッドを想定しています。
2. 太陽光と風力が主で、比率は徐々に高めていきたいと考えています。蓄電池は導入されていますが、現状の変動を吸収するには容量が十分ではありません。
3. 電力品質は高く維持する必要があり、供給停止は極力避けなければなりません。
4. 現在は過去のデータと基本的な気象予報に基づいた予測ですが、特に数時間～翌日の再生可能エネルギー発電量の予測精度に課題があり、急な天候変化に対応できていません。需要予測の精度も改善の余地があります。

生成 AI:

詳細な情報、ありがとうございます。課題の核心は、「再生可能エネルギーの利用率を高めたい(#20 定常物体のエネルギー利用)」という要求と、「電力供給の安定性・信頼性を維持したい(#27 信頼性)」という要求が対立している点にあると整理できますね。これは TRIZ における典型的な「技術的矛盾」です²。

この矛盾の定義(#20 エネルギー利用 vs #27 信頼性)で問題ないでしょうか？

ユーザー:

はい、その矛盾の定義で的確だと思います。

では、この矛盾を解決するために、TRIZ の 40 の発明原理²の中で、どのような原理が有効と考えられますか？ 候補をいくつか提案してください。

生成 AI:

承知いたしました。矛盾「#20 エネルギー利用 vs #27 信頼性」を解決するために、TRIZ の矛盾マトリクス²および関連知識ベースから推奨される発明原理の候補は以下の通りです³。

- **#10 先行作用 (Preliminary Action):** 必要な作用を事前に行う。AIによる高精度な発電量・需要量予測に基づき、事前に蓄電池を最適に充放電しておく応用が考えられます¹⁰⁵。
- **#11 事前準備・緩衝 (Beforehand Cushioning):** 信頼性の低さを補うために、事前に緊急手段を準備する。予測誤差や急変動に備えて、十分な蓄電池容量や調整可能な電源(予備力)を確保しておく応用が考えられます²¹。
- **#5 併合 (Merging):** 同一または類似の対象物を近づける(または併合する)。太陽光、風力、水力、蓄電池など、特性の異なる複数のエネルギー源を組み合わせ、AIで最適に制御することで、全体の変動を平準化する応用が考えられます²¹。
- **#15 ダイナミック性 (Dynamics):** システムやプロセスを状況に応じて最適に変化させる。リアルタイムの需給状況や予測に基づき、蓄電池の充放電や発電機の出力を動的に制御する、あるいは需要側の電力消費を調整(デマンドレスポンス)する応用が考えられます¹⁰²。
- **#16 部分的・過剰な作用 (Partial or Excessive Actions):** 作用を部分的に行うか、過剰に行う。再生可能エネルギーの発電量が需要を上回る(過剰な)場合に、その余剰電力を蓄電池に貯蔵したり、別の用途(例:水素製造、熱供給)に利用したりする応用が考えられます。

これらの原理が、再生可能エネルギーの変動性を吸収し、安定供給を実現するためのヒントになる可能性があります。

ユーザー:

提案ありがとうございます。特に「#10 先行作用」(AI予測に基づく事前制御)、「#5 併合」(多様なリソースの組み合わせ)、「#15 ダイナミック性」(リアルタイム最適制御)、「#16 部分的・過剰な作用」(余剰電力活用)の考え方が、今回の課題解決に有効そうです。

これらの原理を活用し、特にAIによる予測技術⁷¹と蓄電池の最適運用⁹⁹を組み込んだ、具体的な電力システム安定化のアイデアをいくつか生成していただけますか？

生成 AI:

承知いたしました。発明原理「#10 先行作用」「#5 併合」「#15 ダイナミック性」「#16 部分的・過剰な作用」に基づき、AI予測と蓄電池最適化を核とした電力システム安定化のアイデアをいくつか生成します²。

1. 【アイデア 1: AI 予測連動型・蓄電池最適充放電システム(先行作用+ダイナミック性)】
 - AI を用いて、高精度な気象予測(日射量、風速など)⁹⁶ と電力需要予測¹⁰⁵ を数時間～数日先まで行います。
 - これらの予測結果に基づき、AI が蓄電池(BESS)の充放電スケジュールを最適化します⁹⁹。具体的には、発電量が多く需要が少ない時間帯に充電し(先行作用)、発電量が少なく需要が多い時間帯に放電するように、リアルタイムの状況変化も考慮しながら動的に制御します(ダイナミック性)。これにより、再生可能エネルギーの変動を平準化し、供給安定性を高めます。
2. 【アイデア 2: AI 制御による分散型エネルギーリソース統合管理(併合+ダイナミック性)】
 - 地域内に分散する複数の再生可能エネルギー源(太陽光、風力など)、蓄電池、さらには調整可能な需要家(デマンドレスポンス)などを仮想的に統合(併合)し、一つの発電所のように管理するシステム(Virtual Power Plant - VPP)を構築します。
 - 中央の AI システムが、各リソースの状況(発電量、蓄電残量、需要家の応答可能量など)と全体の需給予測に基づき、各リソースの運転計画(充放電、出力調整、需要抑制要請など)をリアルタイムで最適に制御します(ダイナミック性)¹⁰²。これにより、個々の変動を相互に補完し、地域全体の電力供給を安定化させます。
3. 【アイデア 3: AI による余剰電力の最適活用システム(部分的・過剰な作用+ダイナミック性)】
 - AI による発電量・需要量予測⁹⁶ に基づき、再生可能エネルギーの発電量が需要を大幅に上回る時間帯(過剰な作用)を事前に特定します。
 - この余剰電力を単に抑制するのではなく、AI が最も経済的・効率的になるように活用先を動的に決定します。例えば、大規模蓄電池への充電、電気自動車(EV)への充電促進(充電料金の割引など)、電解槽での水素製造、ヒートポンプでの熱エネルギー製造・貯蔵などが考えられます。これにより、エネルギーの無駄をなくし、システム全体の効率を高めます。

これらのアイデアは、AI による高度な予測・最適化能力と、蓄電池などの柔軟なリソースを組み合わせることで、再生可能エネルギーの導入拡大と電力供給の安定性という矛盾の解決を目指すものです。

ユーザー:

具体的なアイデアをありがとうございます。特にアイデア 1 の「AI 予測連動型・蓄電池最適充放電システム」とアイデア 2 の「AI 制御による分散型エネルギーリソース統合管理」は、現状の課題解決に直結しそうです。これらを組み合わせ、高精度な予測に基づいて多様なエネルギーリソースを統合的に最適制御するスマートグリッド 102 の実現が、目指すべき方向性だと感じました。

もちろん、予測精度のさらなる向上 105 や、多数のリソースを協調させる制御アルゴリズムの複雑さ、システム導入コストなどの課題はありますが、AI と TRIZ の組み合わせによって具体的な解決策の輪郭が見えてきました。大変参考になりました。
