



2020年12月25日
株式会社 GSユアサ
NTT コミュニケーションズ株式会社

AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術の開発に成功

～脱炭素社会の安心・安全・安定したインフラ提供に貢献～

株式会社 GSユアサ(本社：京都府京都市、代表取締役社長：村尾 修、以下 GSユアサ)と NTT コミュニケーションズ株式会社(本社：東京都千代田区、代表取締役社長：丸岡 亨、以下 NTT Com)は、2020年12月、AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術(以下 本技術)の開発に成功しました。

本技術は、NTT ComがAI技術の一種であるディープラーニングを用いた時系列データ解析技術^{※1}を提供し、GSユアサがリチウムイオン電池を活用した社内設備の蓄電池データを提供することにより実現しました。

1. 背景

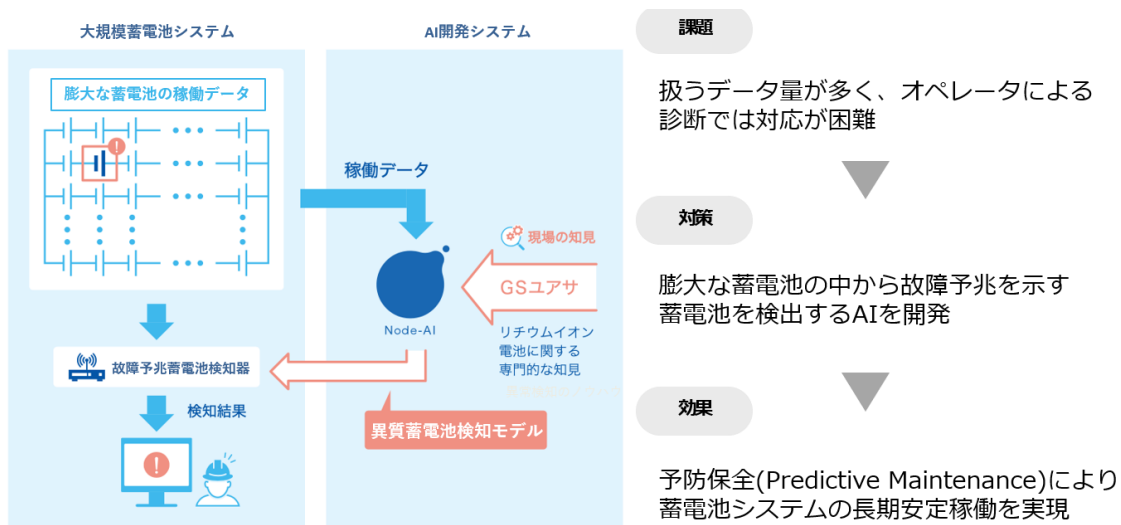
リチウムイオン電池は、太陽光・風力発電など再生可能エネルギーの出力変動抑制用途、電力設備や通信設備のバックアップ電源用途、鉄道や船舶、無人搬送車などの移動体用途など、さまざまな形で活用されており、脱炭素社会に向けたEVシフト^{※2}などにおいても、今後ますますニーズが高まるものと考えられます。

それとあわせてリチウムイオン電池を安心・安全・安定して使用するための故障予兆検知技術に対するニーズも高まっています。

しかし、偶発的な故障は、事前に想定してデータを取得することが難しく、故障と判定するためのしきい値の設定も、システムの運用条件によって変化する可能性があるため調整が困難でした。加えて、蓄電池システムの大規模化が進むなかでも、経験豊富なオペレーターの目視による診断に頼らざるを得ないという課題もあります。

GSユアサとNTT Comは、このような課題を解決するため、2016年からAIを活用した蓄電池の故障予兆検知技術の開発やPoCを進めてきました。このたび本技術の開発に成功したことにより、今後商用環境に実装した際にも、偶発故障の可能性のある蓄電池と正常な蓄電池とを判別し、故障の予兆を数カ月前に検知できる可能性を見出しました。

これにより、故障が発生する前に故障の可能性のある蓄電池のみを交換することや、省人・効率化した環境で大規模システムの監視が可能になり、安心・安全・安定した社会インフラとしての蓄電池利用が可能になります。



大規模蓄電池システムの状態監視のイメージ

2. 本技術の概要

蓄電池システムにおける故障の発生は極めて少なく、故障を起こした蓄電池のデータをAIの学習データとして用いることは困難です。このような場合、逆に正常なものの特性を学習することで、異常なものを検知する手法もありますが、蓄電池においては、経年劣化や使用条件によって正常な蓄電池の特性が複雑に変化するため、それも容易ではありません。

そのため、本技術においては、教師なし学習の一種である Autoencoder^{※3} を用いて異常を検知する手法を確立【別紙 1】するとともに、正常時の特性が複雑に変化しても対応できるメンテナンスフリーな AI を開発【別紙 2】しました。

故障予兆検知技術の開発にあたっては、NTT Com がディープラーニングを用いた時系列データ解析技術を、GSユアサがリチウムイオン電池を活用した社内設備の蓄電池データを提供することで実現しました。また、現場の技術者が持つ様々な知見を活かすため、コードを書くことなく技術者自らが簡単にAIの設計を行うことができるツール「Node-AI」^{※4} を用いて行いました。

3. 本技術の評価結果

蓄電池の故障は極めて少ないため、蓄電池システムの実証評価用にGSユアサが社内に設けている電力貯蔵装置(Energy Storage System : ESS)に、既設の正常な蓄電池とは異なる特性データを示す仕掛けを施した蓄電池を設置し、評価を行いました。

その結果、正常な蓄電池に対しては、故障予兆を検知することはありませんでした。一方、仕掛けを施した蓄電池については、従来の定義における故障の基準を満たしていませんでしたが、確実な故障と簡易的に自動判断するための、既存の自動警報発報システムより最大で2カ月程度早く検知することができました。

また、正常時の特性が変化しても検知できるか検証するため、蓄電池の使用条件を変更した追加評価においても、仕掛けを施した蓄電池を識別できました。

4. 今後の展開

GSユアサは、様々な用途に利用されている蓄電池システムに対してこの本技術が活用できるかを継続して検証します。効率よく故障予兆検知を行うシステムが確立できれば、メンテナンス面にかかるコストの削減にも繋げることができ、その結果お客さまへのサービス提供をさらに充実させることが可能になると考えます。

また、遠隔監視システムで収集したビッグデータの中から蓄電池の故障データを抽出して学習させ蓄電池の故障を特定する技術も検討してまいります。

NTT Com は、今回開発した蓄電池システムの故障予兆検知技術を活用し、GSユアサとの事業創造に取り組みます。また、製造業を始めとするさまざまなお客さまのデータに価値を与える AI 技術の開発を推進し、お客さまとの共創を通じて、ICT を活用して社会課題を解決する「Smart World」の実現を目指していきます。

※1: 本 AI は、NTT グループの AI 「corevo[®](コレボ)」を構成する技術です。「corevo[®]」は日本電信電話株式会社の商標です。<http://www.ntt.co.jp/corevo/>



※2: ガソリン車から電気自動車(EV)利用への移行、転換のこと。

※3: 機械学習におけるアルゴリズムの一つ。入力したデータを圧縮し、同じデータに復元されるように学習する過程でデータの特徴量を抽出することができます。詳細は【別紙 1】をご参照ください。

※4: NTT Com 独自の AI 開発ツールで、GUI により開発ができるため、開発期間の短縮やプログラミング時のバグ混入のリスクを抑えることが可能な特長があります。

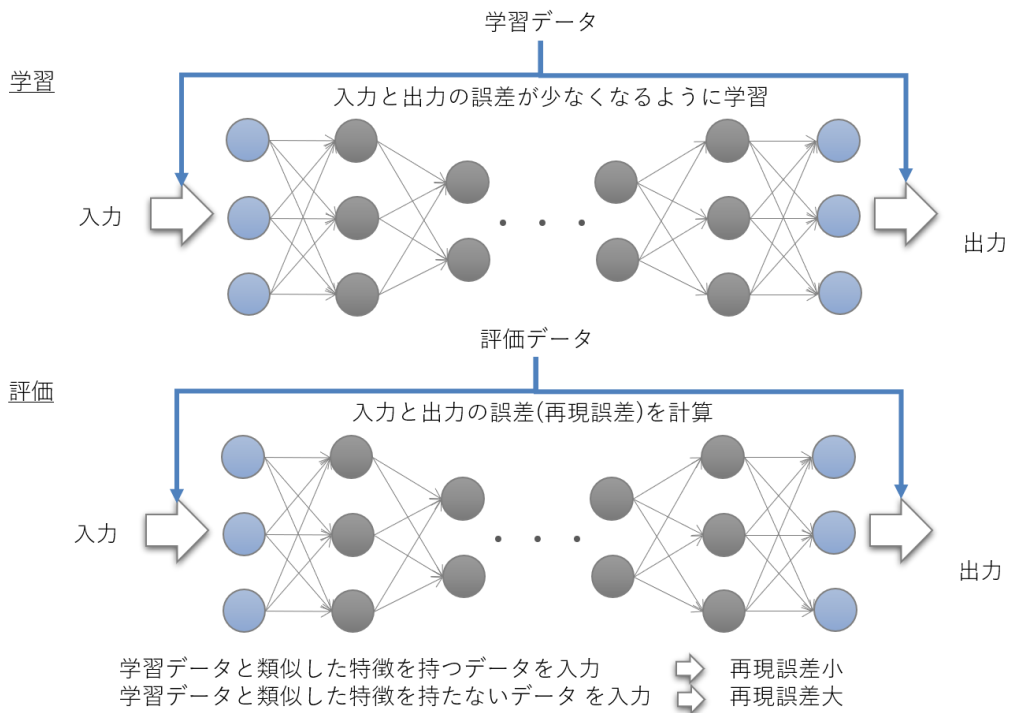


【別紙 1】

Autoencoder を用いた蓄電池システム稼働データの特徴分析

Autoencoder は、下図に示すような、ニューラルネットワークを用いた次元圧縮手法の一つです。まず、正常な蓄電池の特徴を入力して情報を圧縮し、その後復元して出力するというプロセスにおいて、入出力の差(再現誤差)が小さくなるように学習を繰り返します。これによって導き出された再現誤差を基準として定めます。正常ではない蓄電池のデータが入力された場合、再現誤差が基準より大きくなって現れるため、異常を検知することができます。

なお、Autoencoder を構成する際の各種パラメータ(時系列データを扱う際の窓幅や正規化方法、ニューラルネットワークの構造など)は、蓄電池特性や蓄電池システムの特徴を考慮し、最適なパラメータを選定しました。教師なし学習には様々な手法が存在しますが、k-means, k-NN, PCA, Autoencoder の 4 手法を比較した結果、Autoencoder が、検出漏れや誤検出が少なく、また、早期に正常な蓄電池とそれとは異なる挙動を示す蓄電池を分類したため、Autoencoder を選定しました。



Autoencoder を用いた蓄電池システム稼働データの特徴分析

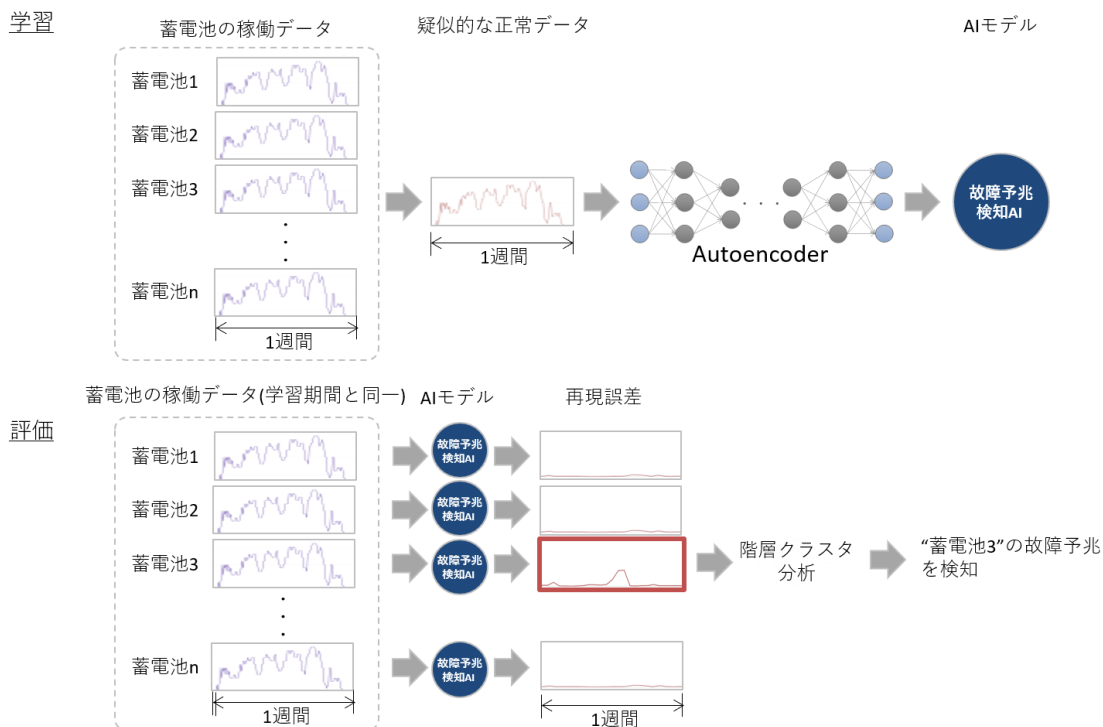
【別紙 2】

メンテナンスフリーな AI の開発

蓄電池システムは、季節変化などの影響により稼働状況が大きく変化するため、故障予兆検知用 AI モデルも適宜更新する必要があります。更新にあたっては、正常な経年劣化や故障を事前に見分け、正常な蓄電池データを用意する必要があり、運用時の負担が大きいという課題がありました。

この課題を解決するため、Autoencoder を活用して正常時の特性が変化しても故障予兆の検知が可能な AI を開発しました。異常検知を行うには、何をもって異常／正常とするかが問題となりますが、蓄電池に関しては、経年劣化などの要素によってその基準が複雑に変化し続けます。そこで本技術では、直近 1 週間の蓄電池の稼働データを平均し、疑似的な正常データとすることで、Autoencoder での学習を行いました。平均を疑似的な正常データと見做せるのは、蓄電池の数が膨大で、故障数が極めて少ないことによるものです。これにより、1 週間ごとに入力する正常データを更新し続けることができるため、自動的に故障予兆検知用 AI モデルの再構築を実施することができます。

また、学習期間と評価期間を合わせることができるため、例えば直近 1 週間のデータを、直近 1 週間の AI モデルで分析することが可能となり、よりの確な検知を行うことができます。さらに、故障の可能性がある蓄電池を自動的に分類するために、再現誤差データに対して階層クラスタ分析を実施し、他の蓄電池と異なる挙動を示す蓄電池を自動検出することも実現しています。



メンテナンスフリーな AI の仕組み