

## トピックス

- GSユアサによる蓄電池シミュレーション技術の開発の歩み（その4）  
－ AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術－
- GSユアサのハイブリッド車用リチウムイオン電池が  
トヨタ自動車「技術開発賞」を初受賞
- 令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞を受賞

### GSユアサによる蓄電池シミュレーション技術の開発の歩み（その4） － AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術－

－ AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術－

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，電力設備や通信設備のバックアップ電源，鉄道や船舶，無人搬送車などの移動体といった，さまざまな用途に利用されている。それとあわせて，リチウムイオン電池を安心・安全・安定して運用するための予兆検知技術に対するニーズも高まっている。

GSユアサとNTTコミュニケーションズ株式会社（NTT Com）は，AIによる蓄電池システムの故障予兆検知技術を開発した。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<sup>\*1</sup>を提供し，GSユアサが蓄電池に関する専門的な知見および故障検知のノウハウ，リチウム

イオン電池を搭載した社内設備（図1）の蓄電池データを提供することにより実現した。

本稿では，教師なし学習の一種であるオートエンコーダ（Autoencoder）を用いて故障の予兆を検知する手法を紹介する。

## 1 AIによる故障予兆検知が求められる背景

従来の，蓄電池の劣化診断技術では，いくつかの想定される劣化モードの蓄電池特性データをあらかじめ取得しておき，蓄電池の稼働データおよび数式モデルに基づいて劣化を診断または推定する。劣化診断対象の蓄電池は，想定内の劣化モードで正常に経年劣化したものであることを前提としている。

しかし，故障と判定するためのしきい値が，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，しきい値の設定・調整が困難だった。稼働データの変動が，正常な経年劣化によるものか，故障によるものかの解析は，経験豊富なオペレーターの診断に頼らざる



図1 コンテナ式電力貯蔵装置の外観

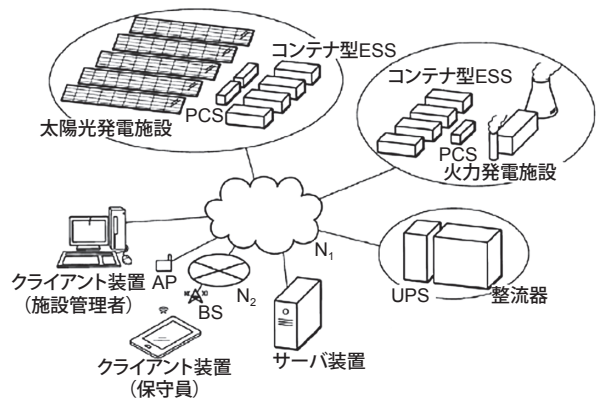


図2 蓄電池システムの遠隔監視の概要

を得なかった。偶発的な故障については、事前に想定して特性データを取得することや、しきい値を設定することが難しいという課題もある。

正常に経年劣化した蓄電池と、偶発的な故障の可能性がある蓄電池とを、AIによって早期に判別し、故障の可能性がある蓄電池のみを交換できるようになれば、省人・効率化した環境で、大規模システム（図2）の監視・運用が可能になる。

## 2 教師なし学習

故障品の特徴をAIに学習させる「教師あり学習」の場合、十分な数の学習データを用意する必要がある。しかし、蓄電池システムにおける蓄電池の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学習データとして用いることは難しい。

他方、「教師なし学習」では、評価対象のデータがもつ特徴を分析可能である。蓄電池システムの稼働にともなって得られる時系列データの特徴を分析し、正常な蓄電池と異なる挙動を示す蓄電池を検知できる可能性がある。

## 3 オートエンコーダを用いた故障予兆検知

オートエンコーダは、ニューラルネットワーク（図3）を用いた次元圧縮手法の一つである。入力されるデータを、出力で再現するように、ニューラルネットワークを学習させる。蓄電池システムの実際の稼働データや、蓄電池システムの挙動を模擬するシミュレーションにより得られる仮想データを入力し、入力と出力の差が小さくなるように学習したモデルを作成する。

典型的な蓄電池システム（図4）は、複数の電池セルを直列接続した電池モジュールを、複数直列に接続して構成される。オートエンコーダの学習のために、たとえば各電池モジュールに含まれる複数の電池セルの実際の稼働データ（電圧値など）が用いられる。あ

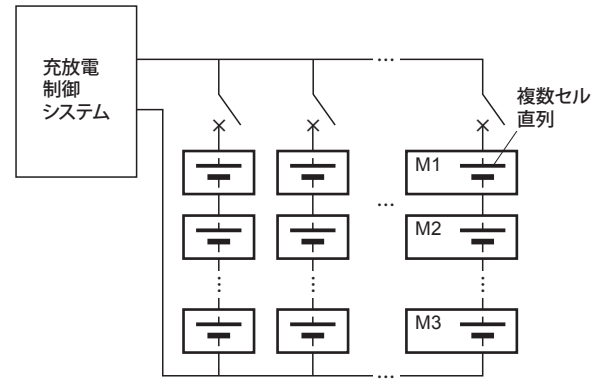


図4 蓄電池システムの構成

る運用条件で正常に経年劣化した電池モジュールの稼働データをニューラルネットワーク（図3）に入力し学習を繰り返すことで、その稼働データの特徴が抽出されてモデルに反映される。

こうして作成されたモデルを、監視・評価のために用いて、故障の可能性がある電池モジュールを検知する。蓄電池システムに含まれる多数の電池モジュールの稼働データを、順次、オートエンコーダ（図5）に入力し、入力と出力の誤差（再現誤差）を計算する。ほとんどの電池モジュールは、正常に経年劣化しており、その電池セルの稼働データはモデル学習に用いられた稼働データと同質であるため、計算される再現誤差は小さい。しかし、多数の電池モジュールの中には、稼働データが学習時のそれとは異なる電池セルを含むものが存在し、そのような電池モジュールについては再現誤差の値が大きくなる<sup>※2</sup>。そのため、再現誤差の大小に基づいて、故障の可能性がある電池モジュールを自動的にかつ早期に判別することが可能となる。

本稿では、オートエンコーダを用いて蓄電池システムの故障の予兆を検知する技術コンセプトを紹介した。GSユアサは、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の予兆を検知する技術の確立に向け、さらなる研究開発を進めていく。

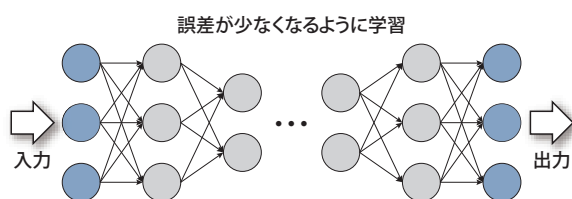


図3 オートエンコーダの学習

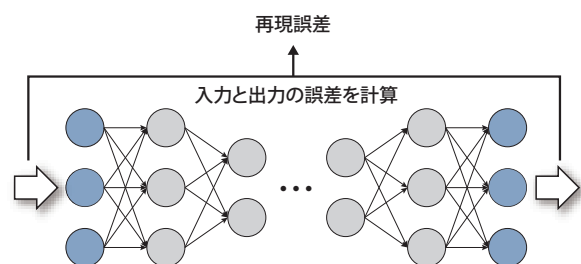


図5 オートエンコーダによる評価

※1 NTTグループのAI「corevo® (コレボ)」を構成する技術。「corevo® (コレボ)」は日本電信電話株式会社の商標

※2 国際特許公開 WO2020/137914 (2018年出願)

<問合せ先>

(株)GSユアサ 知的財産部

## GSユアサのハイブリッド車用 リチウムイオン電池が トヨタ自動車「技術開発賞」を初受賞

(株)GSユアサとその子会社である(株)ブルーエナジーは、トヨタ自動車(株)より「技術開発賞」を共同で受賞しました。

「技術開発賞」は、革新的な技術でものづくりを推進したサプライヤーに授与される賞です。

このたびの受賞は、ブルーエナジーが製造し、GSユアサがトヨタ自動車へ販売するハイブリッド車用リチウムイオン電池「EHW4S」の開発が評価されたものです。

「EHW4S」は、優れた低抵抗化技術の採用により、入出力特性を当社従来製品と同等とした上で、ハイブリッドシステムに求められるエネルギー量の最適化を行い、当社従来製品から10%以上の軽量化と20%以上の小型化を実現しました。

GSユアサは、2009年にハイブリッド車用の高性能リチウムイオン電池の開発・製造・販売を行う合弁会社としてブルーエナジーを設立し、これまでにハイブリッド車140万台分以上の電池を安定的に供給してきました。これらの豊富な実績と高度な技術力で、今後も環境対応車の普及拡大に貢献してまいります。

### 1. 技術開発賞の盾



### 2. ハイブリッド車用リチウムイオン電池「EHW4S」 (セル)



<お問い合わせ先>

(株)GSユアサ リチウムイオン電池事業部 企画部

## 令和3年度科学技術分野の 文部科学大臣表彰 科学技術賞を受賞

(株)GSユアサは、文部科学省が主催する「令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰」において、「宇宙用リチウムイオン電池およびその運用技術の開発」により、「科学技術賞（開発部門）」を受賞しました。

「科学技術賞（開発部門）」は日本の社会経済、国民生活の発展向上等に寄与し、実際に利活用されている画期的な研究開発もしくは発明を行った者に贈られるものです。

今回受賞した、GSユアサにおける「宇宙用リチウムイオン電池およびその運用技術の開発」を開始した1997年当時、リチウムイオン電池は、小型の民生用が主流で、宇宙用途に耐える大容量・長寿命のものは存在しませんでした。この開発を通じて、耐久性に優れた電池構造を発明し、また電池の劣化モデルに基づく寿命予測技術を確立したことで、リチウムイオン電池の宇宙空間での使用が可能になりました。

当社の宇宙用リチウムイオン電池はその高い信頼性により、多数の人工衛星や国際宇宙ステーションに採用されています。

GSユアサは今後も、技術の革新に挑み続け、エネルギーの未来を創造してまいります。

### <受賞の概要>

科学技術賞（開発部門）「宇宙用リチウムイオン電池およびその運用技術の開発」

#### 1. 受賞者

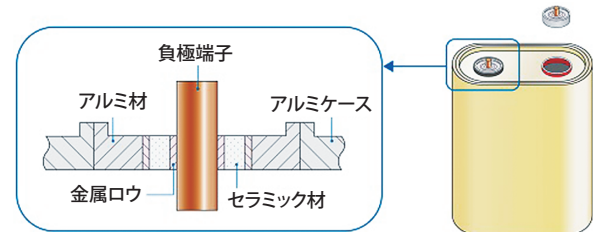
吉田 浩明 常務執行役員 研究開発センター長

#### 2. 開発技術の概要

##### (1) 気密構造の開発

宇宙空間における電池内外の差圧に耐えることが可

能な、銅を50%以上含む金属ロウを用いてセラミック材を負極端子に固定する気密構造を開発しました。この構造により、金属ロウと電解液中のリチウムとの合金化反応を抑制し、腐食を防止して長期間の気密封止を実現しました。



宇宙用リチウムイオン電池の負極端子における気密構造（特許第4975202号）

##### (2) 劣化モデルの構築

長期間の劣化試験に基づき、リチウムイオン電池の劣化モデルを構築しました。この劣化モデルは「ルート則」とも呼ばれ、リチウムイオン電池の劣化や寿命を推定するための基本技術として、宇宙用途に限らず現在も汎用的に用いられており、劣化メカニズムの更なる解明のための礎となっています。

【写真】宇宙用リチウムイオン電池（セル）



### <お問い合わせ先>

(株)GSユアサ コーポレートコミュニケーション部