

トピックス

- GSユアサによる運用保守サービス技術の開発の歩み（その2）
－電池状態のアナログ値出力－
- GSユアサのリチウムイオン電池がイプシロンロケット5号機に搭載
- NEDO 航空機用先進システム実用化プロジェクト（軽量蓄電池）の中間目標達成
－400 Wh/kg 級 - リチウム硫黄電池の実証に成功－
- 全固体電池の実用化に大きく前進
－高いイオン伝導度と優れた耐水性を兼ね備えた「窒素含有硫化物固体電解質」の開発に成功－
- GSユアサの宇宙用リチウムイオン電池が準天頂衛星初号機後継機に搭載
－安定的な衛星測位サービスの運用に貢献－

GSユアサによる運用保守サービス技術 の開発の歩み（その2） －電池状態のアナログ値出力－

近年、直流電源装置や無停電電源装置といった電源装置（図1）に、鉛蓄電池に代えてリチウムイオン電池が適用されることが多くなっている。リチウムイオン電池を用いることで、電池による占有スペースを減らしつつ、停電などの非常時に、電気負荷に長時間のバックアップ給電をおこなえる。

GSユアサは、リチウムイオン電池の運用状態を示す情報を、アナログ値で出力することが可能な電源装置を開発し、顧客の多様なニーズに応えている。本稿では、電池状態をアナログ値で出力することが求められる状況を説明し、そのようなアナログ出力のための具体的な手法を紹介する。

1 電池状態のアナログ値表現

リチウムイオン電池は、各種センサーと電池管理装置によって状態が監視される。リチウムイオン電池の近くに設置される電池管理装置は、電池に流れる電流や電池の電圧、温度などに基づいて、電池の運用状態を推定し、推定した電池状態をデジタル信号で出力する。その電池管理装置からのデジタル信号を受信する通信インターフェースをもうけることで、周囲の装置



図1 リチウムイオン電池を用いた電源装置

が電池状態を認識したり、電池状態を遠隔から把握したりすることが可能になる。

しかし、これまで鉛蓄電池を用いていた既存の設備において、電池をリチウムイオン電池に置き換える場合、電池管理装置からのデジタル信号を受信できる通信機能が設備にないことや、通信インターフェースを設備に後付けするのは容易でないことがある。そのような場合でも、アナログ信号ならば受信できるとして、電池状態のアナログ値による出力が望まれることがある。

図2は、電池の充電状態（SOC）を、アナログ値としての電圧値で表現する例を示す。電池管理装置から出力される、その時点の電池のSOC（0～100%）

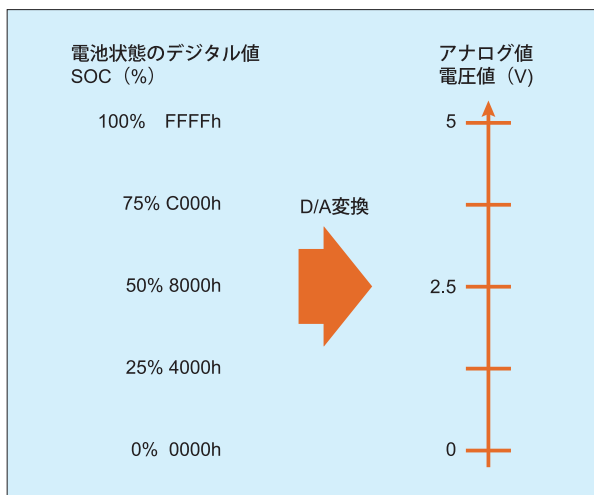


図2 電池状態のアナログ値出力の例

を示すデジタル値を、D/A変換器を用いて、0～5ボルトの電圧値に変換することができる。

電池の状態を示す各種のデジタル値は、電圧値に代えて、電流値に変換されてもよい。

2 アナログ出力ユニット

GSユアサは、図3に示すように、電池管理装置からデジタル信号で送られる電池状態を受信し、アナログ値に変換して出力するアナログ出力ユニットを用いた電源装置を開発した^{*1}。

D/A変換器を電池管理装置にではなく、電気負荷の近くに配置されるアナログ出力ユニットにもうけることで、電池管理装置からアナログ出力ユニットまでは、ノイズの影響を受けにくいデジタル信号ケーブル（例えばRS-485ケーブル）により電池状態を伝えることができる。電池管理装置に、アナログ出力をおこなうための変更を加える必要もない。

図4に示すアナログ出力ユニットの一例は、D/A変換器を内蔵するコンパクトなケースに、電池管理装置からのデジタル信号ケーブルを接続するコネクタと、アナログ信号コネクタがもうけられている。アナログ信号コネクタには、電気負荷を備える既存の設備の、アナログ通信インターフェースからのアナログ信号ケーブルを接続する。

アナログ出力ユニットは、電池管理装置から送られる、複数の電池のSOCの平均値や、健康状態（SOH）が最も低下した電池のSOHを、0ボルトから5ボルトの電圧値に変換してアナログ信号ケーブルに出力する。例えば、複数の電池のSOCの平均値が50%であ

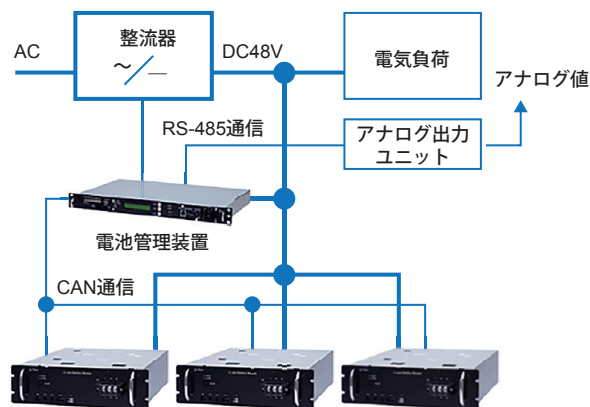


図3 アナログ出力ユニットを用いた電源装置



図4 アナログ出力ユニットの一例

るとき、アナログ出力ユニットは2.5ボルトの電圧値を出力する（図2参照）。

このようなアナログ出力ユニットにより、デジタル信号を受信できる通信機能がない（または残されていない）、あるいはデジタル通信インターフェースを後付けできない既存の設備でも、電池状態をアナログ値で受信できる。こうして、リチウムイオン電池を遠隔から監視して、非常時に、バックアップ給電中の電池のSOCを把握することや、平時に、劣化が進んだ電池を計画的に交換するなどの予防保全をおこなうことが可能になる。

本稿では、リチウムイオン電池の状態をアナログ値で出力する技術を紹介した。GSユアサは、運用・保守の側面からも顧客のニーズに応える技術の開発を推進する。

*1 日本特許第7056771号、国際特許出願PCT/JP2021/041819（2021年出願）

<問合せ先>

(株)GSユアサ 知的財産部

GSユアサのリチウムイオン電池が イプシロンロケット5号機に搭載

GSユアサグループの(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー (GYT) 製の「ロケット共通リチウムイオン電池」が、2021年11月9日に打ち上げられたイプシロンロケット5号機に搭載されました。

「ロケット共通リチウムイオン電池」は(株)IHI エアロスペース殿との契約によりGYTが開発したもので、2013年に打ち上げられたイプシロンロケット初号機から継続して採用されています。

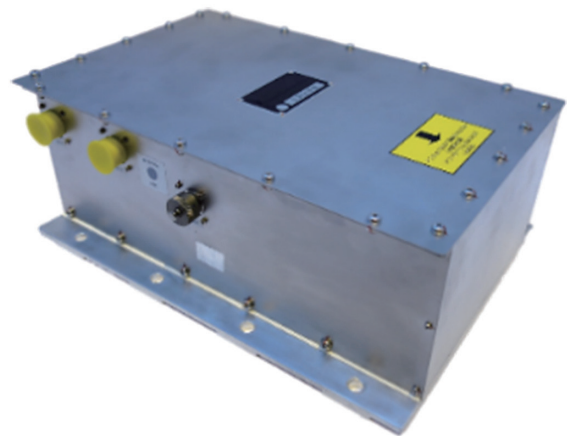
GYT製のリチウムイオン電池はイプシロンロケッ

ト5号機の1～3段目に搭載されており、ロケットの制御系機器などに電力を供給します。また同ロケットには、H-IIAロケットの固体ロケットブースター(SRB-A)にも採用されている駆動用熱電池も搭載されており、飛翔中のイプシロンロケットの姿勢制御系機器に必要な電力を供給する働きをしています。

GYTは特殊用途の電池や電源を開発・製造販売しており、海・陸・空(水深6,500mの深海から、上空36,000kmの宇宙空間まで)の特殊環境フィールドで、高性能かつ高品質な電池をお届けしています。今後も高性能リチウムイオン電池の開発・製造を通じて、宇宙開発事業に貢献してまいります。

<写真>

ロケット共通リチウムイオン電池(左)、駆動用熱電池(右)



**NEDO 航空機用先進システム実用化プロジェクト（軽量蓄電池）の中間目標達成
－ 400 Wh/kg 級 - リチウム硫黄電池
の実証に成功－**

(株)GSユアサは、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の航空機用先進システム実用化プロジェクト*における、研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」のうち、「軽量蓄電池」に関する研究開発に取り組んでいます。

このたび、本プロジェクトの3年目において、中間目標の一つである「400 Wh/kg 級 - リチウム硫黄電池の実証」に成功しました。

本プロジェクトの目的は、安全性が高く軽量・低コストの航空機用先進システムを開発し、次世代航空機に提案可能なレベルにまで成熟させることであり、次世代航空機の動力としてモーターおよび蓄電池などによる電動化が検討されています。

GSユアサは、本研究開発において、セルの要素技術（電極、電解液など）の開発、および蓄電池制御システム、モジュール・パック構造の軽量化を進め、次世代航空機に求められる軽量蓄電池を開発しています。

軽量蓄電池には、高い質量エネルギー密度が求められます。その点でリチウム硫黄電池は、活物質である硫黄が1,675 mAh/gもの高い理論容量をもつことに加えて、低コストで資源的に豊富であることから、高エネルギー密度で安価な、ポストリチウムイオン電池として期待されています。一方、リチウム硫黄電池の実証においては、硫黄は絶縁体であるため、その電極反応における硫黄の利用率が低くなり、理論容量に近い高容量を得ることが困難である点や、反応中間体（多硫化物）が電解液へ溶解する結果、硫黄正極の性能が低下するという点の2つの問題を有していました。

そこでGSユアサは、要素技術開発の再委託先である関西大学とともに、①硫黄を担持する多孔性炭素粒子の研究開発、および②硫黄の溶解を抑制する電解液の研究開発において、硫黄を多孔性炭素粒子の細孔内に充填するとともに、安定な電極界面被膜（SEI）を形成する炭酸ビニレン系電解液を適用することによって、2つ

の問題の解決に成功しました。

また、GSユアサは、この要素技術の成果を基に、リチウム硫黄電池の設計および製造技術を開発し、小型セルの実証試験を実施した結果、「400 Wh/kg 級 - リチウム硫黄電池（電池容量 8 Ah、質量エネルギー密度 370 Wh/kg 以上）」を実証しました（写真参照）。加えて、リチウム硫黄電池の蓄電池制御システム、モジュール・パック構造の開発においても、プロトタイプモデルの軽量化設計を完了し、試作・評価を開始しています。

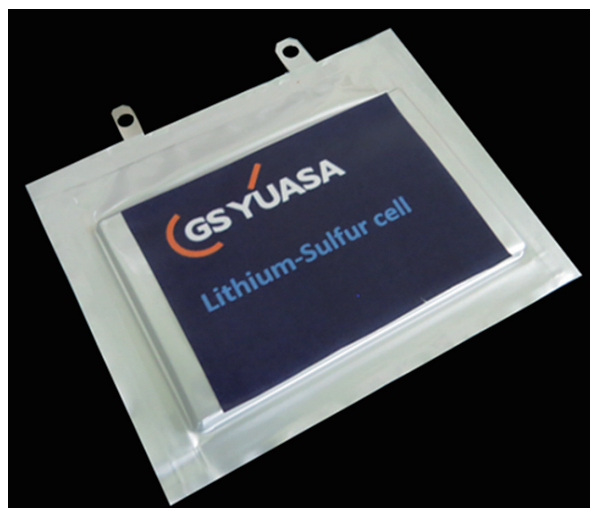
なお、関西大学とGSユアサは、本件成果の一部を、2021年11月30日～12月2日にパシフィコ横浜で開催された「第62回電池討論会」（主催：電気化学会電池技術委員会）で発表しました。

GSユアサは航空機用先進システム実用化プロジェクトにおける軽量蓄電池の実用化を通じて、次世代航空機の実現とともに、持続可能な経済社会のために、脱炭素社会の実現に貢献してまいります。

* 本プロジェクトは8つの研究開発項目で構成されます。航空機用先進システムのプロトタイプモデルを製作し、地上または飛行環境下で従来のシステムよりも優れた性能・機能などを有することの実証を最終目標としています。

<写真>

リチウム硫黄電池の外観（電池容量：8 Ah）



全固体電池の実用化に大きく前進
—高いイオン伝導度と優れた耐水性を兼ね備えた
「窒素含有硫化物固体電解質」の開発に成功—

(株)GSユアサは、全固体電池を実用化するためのキー材料である硫化物固体電解質のイオン伝導度とともに、耐水性も高めた窒素含有硫化物固体電解質の開発に成功しました。この技術により、全固体電池の実用化を前進させることができました。また、全固体電池の製造時のハンドリング性の向上、および製造環境の維持コストの削減が期待できます。

全固体電池は、可燃性の有機電解液を難燃性の無機固体電解質に置き換えた電池であり、安全性が大きく改善されるため、次世代電池として多くの研究が行われています。全固体電池に使用される無機固体電解質は、大別して酸化物と硫化物があり、高いイオン伝導度を有する硫化物が大型電池に適しています。一方で硫化物固体電解質には、水と反応し、人体に有害な硫化水素が発生するという問題があります。これに対して、当社は第一原理計算*などの計算化学を用いて、硫化物と組み合わせる最適な材料（窒化物およびハロゲン化物）を効率的に選定することで、高いイオン伝導度と優れた耐水性を兼ね備えた窒素含有硫化物固体電解質の合成に成功しました。今後は、この耐水性に優れた「窒素含有硫化物固体電解質」をさらに改良し、次世代電池である全固体電池を2020年代に実用化することを目指します。

GSユアサは、電動車をはじめとするさまざまな用途に向けた次世代電池の技術開発を通じて、カーボンニュートラルの実現に貢献してまいります。

* もっとも基本的な原理に基づく計算」という意味で、量子力学の基礎方程式であるシュレディンガー方程式を近似的に解くことによって、物質のさまざまな性質を計算すること。

<技術改良のポイント>

1. 窒化物を組み合わせることによる耐水性の向上

硫化物固体電解質に、代表的な窒化物である窒化リチウムを組み合わせることで、耐水性が向上することが報告されています。今回新たに窒化リチウム以外の窒化物を組み合わせることで、窒化リチウムと同等以上の耐水性向上効果があることを発見しました。また、耐水性の向上により、製造コストの低減や万一大気に触れた場合の有害な硫化水素発生懸念の軽減などが期待できます。

2. ハロゲン化物を組み合わせることによるイオン伝導度の向上

硫化物固体電解質にハロゲン化物を組み合わせることで、イオン伝導度が向上することが報告されています。今回新たに開発した「窒素含有硫化物固体電解質」においても、ハロゲン化物を組み合わせることで、イオン伝導度が2倍以上向上することを確認しました。

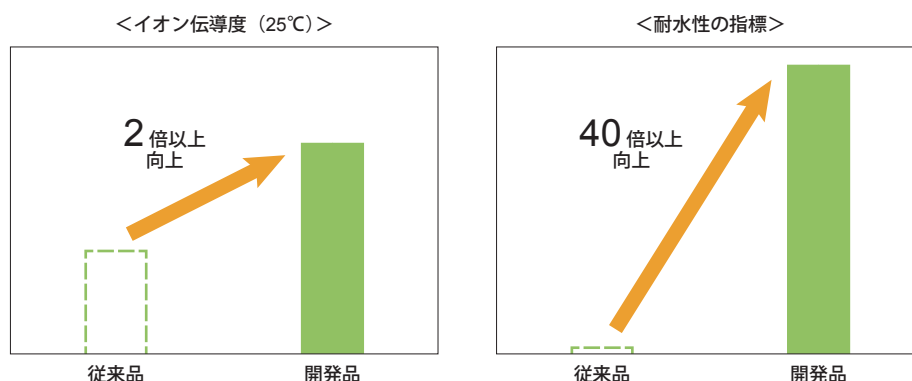
3. 計算化学の活用による効率的な開発

第一原理計算を用いることで「窒素含有硫化物固体電解質」の開発速度が大幅に向上しました。今回、硫化物と組み合わせる30以上の候補材料の中から最適な材料を効率的に選定することができ、その結果、短期間で新たに「窒素含有硫化物固体電解質」の開発に成功しました。

<お知らせ>

この成果の一部を、2021年11月30日から12月2日にパシフィコ横浜・ノースで開催された「第62回電池討論会」（主催：公益社団法人電気化学会・電池技術委員会）で発表しました。

<https://sec.tobutoptours.co.jp/2021/denchi62/>



GSユアサの宇宙用リチウムイオン電池が 準天頂衛星初号機後継機に搭載 — 安定的な衛星測位サービスの運用に貢献 —

GSユアサグループの(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー (GYT) 製の宇宙用リチウムイオン電池が、三菱電機(株)製の準天頂衛星初号機後継機に搭載されています。この後継機は内閣府の衛星で、2021年10月26日に国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA) 殿の種子島宇宙センターから打ち上げられました。

準天頂衛星システム(みちびき)^{※1}は米国のGPS衛星と一体利用することで、山間地や都市部のビル街でも高精度で安定した衛星測位サービス^{※2}を実現し、自動走行分野をはじめ船舶海洋分野や物流分野など多くの分野で活用されています。

2010年に打ち上げられた準天頂衛星の初号機は、2017年に打ち上げられた2号機～4号機とともに4機体制で衛星測位サービスを提供しています。初号機後継機はこれらの役割を引き継ぐとともに、配信する測位信号の精度向上が期待されています。

GYT製の宇宙用リチウムイオン電池は、2000年代初頭に軌道上での宇宙実証が行われて以降、これまでに国内外の200機以上の宇宙機に搭載されてきました。その実績と、高真空の宇宙空間で長期間の運用に

耐えうる性能が評価され、現在運用中の「みちびき」(準天頂衛星初号機)～「みちびき4号機」に続いて初号機後継機に採用されました。

GYTは1970年代の日本の宇宙開発草創期より宇宙用電池を開発・供給しており、以降、現在まで日本の固体燃料ロケット・液体燃料ロケット、国内外の人工衛星に搭載されるなど、宇宙開発事業に寄与してきました。

今後も最高水準の性能・品質を持つ製品を、社会インフラ構築に重要な役割を果たす人工衛星に搭載することにより、社会の発展に貢献してまいります。

※1 準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星測位システム(衛星からの電波によって位置情報を計算するシステム)。宇宙基本法では2023年をめどに7機体制での運用を開始するとされています。

(出典：内閣府 みちびきウェブサイト https://qzss.go.jp/overview/services/sv01_what.html をもとに記載)

※2 GPSと同一周波数・同一時刻の測位信号を送信することにより、GPSと一体となって使用し、安定的な測位が可能となるサービス。

(出典：内閣府 みちびきウェブサイト https://qzss.go.jp/overview/services/sv04_pnt.html をもとに記載)

<写真>

1. 準天頂衛星「みちびき4号機」



(出典：内閣府 みちびきウェブサイト <https://qzss.go.jp/overview/download/cg-image24.html>)

2. 宇宙用リチウムイオン電池(セル)

