

発災時の電気自動車等を活用した 人工呼吸器用の外部バッテリーへの給電検証

川崎市、独立行政法人国立病院機構箱根病院神経筋・難病医療センター

キーワード：停電時、プラグインハイブリッド車、PHEV、給電中の正弦波の確認

要 旨

【背景】大規模災害が頻発する近年、在宅で24時間人工呼吸器を必要とする患者に対する、停電時の対策が必要である。

【目的】平時ではなく発災時等の緊急時を想定し、人工呼吸器用の外部バッテリーに、プラグインハイブリッド車から給電を行い、再度外部バッテリーを人工呼吸器に取り付けて安定作動を確認する。

【方法】外部バッテリーの充電は、プラグインハイブリッド車のAC電源と外部バッテリーとの間に電源品質アナライザを入れて電源電圧波形を記録しながら行い、充電完了後、電源品質アナライザの記録により一般のAC電源の電源電圧波形と比較を行った。また、満充電後の外部バッテリーは人工呼吸器に接続して作動させ、一般のAC電源での作動との比較を行った。

【結果】プラグインハイブリッド車からの充電期間中の電源電圧波形は正弦波で安定しており、外部バッテリーの充電時間に要した時間も、メーカーが指定する時間と同じであった。また、満充電後の外部バッテリーでの人工呼吸器の作動は安定していた。

【結論】プラグインハイブリッド車から人工呼吸器に直接給電するのではなく、取り外した状態の外部バッテリーに充電することにより、人工呼吸器が安定作動することが確認でき、大規模災害時の停電対応における手法の一つとなりうることを検証できた。

I. はじめに

在宅の医療的ケア児数は、医療技術の発展によりここ10年で倍の伸びをみせ、患者家族からは地域社会における安定した生活を求める声が寄せられており、保健、医療、福祉、保育、教育等の関係機関が密接に連携していくことが重要となってきた。2018年に発生した北海道胆振東部地震では、長時間にわたる大規模停電が発生し、生命維持に人工呼吸器等の医療機器を使用している在宅患者の間で、非常用電源の有無が大きな課題とされた。

近年頻発する大規模災害を受け、医療機器メーカーは、人工呼吸器のバッテリー駆動時間を長くするなどの対応を行ってきているものの、発災時に外部からの支援が届けられる目安である72時間までには及んでいない状況がある。一方で自動車は、カーボンニュートラルの実現に向け、電動車両への転換が進められているところである。電動車両から電気製品等に給電可能な車種もあるが、医療機器を接続して使用することは認められていないのが実状である。

本検証は、医療機器メーカーと自動車メーカー

という業界の垣根を越えた動きであり、発災時等の緊急時における医療機器使用者の停電対策の一環として、平時ではなく発災時等の緊急時を想定し、人工呼吸器用の外部バッテリーに、プラグインハイブリッド車から給電を行い、再度外部バッテリーを人工呼吸器に取り付けて安定作動を確認するものである。

II. 方 法

1. プロジェクトの概要

本検証は、川崎市と三菱自動車工業株式会社が令和2年11月に締結した「災害時における電動車両等の支援に関する協定書」における、「円滑な災害応急対策を実施することを目的とした電動車両などの貸与(第1条)」の具体的な取組としてスタートしている。

(1) 実施体制及び役割

① 検証責任：川崎市

② 検証協力

- ・三菱自動車工業株式会社
- ・東日本三菱自動車販売株式会社
- ・フクダライフテック株式会社
- ・株式会社フィリップス・ジャパン

③ 検証監修

- ・独立行政法人国立病院機構箱根病院神経筋・難病医療センター

(2) 実証場所

- ・三菱自動車津田山オートスクエア（川崎市高津区下作延 6-32-2）
- ・川崎市役所第3庁舎（川崎市川崎区東田町 5-4）

(3) 使用器材

- ・アウトランダーPHEV、エクリプス クロス（PHEVモデル）（プラグインハイブリッド車、三菱自動車工業株式会社製）
- ・クリーンエア ASTRAL（以下、ASTRAL 人

工呼吸器、販売業者：フクダ電子株式会社）
及び外部バッテリー

- ・トリロジー100plus（以下、トリロジー、人工呼吸器、製造販売業者：株式会社フィリップス・ジャパン）及び外部バッテリー
- ・HIOKI 3197（電源品質アナライザ、日置電機株式会社製）

2. データ収集

プラグインハイブリッド車（以下、車両）に与える負荷およびエンジンによる発電の有無など条件が異なる3つのパターン、(A) エンジン停止時（車両の電力負荷を最小にして給電）、(B) エンジン作動時（エンジン発電によるノイズ有無を確認）、(C) 坂道走行時（走行用モーター作動によるノイズ有無および全体負荷の増大による電源品質を確認）において、車両から給電される電源品質に差が生じるか電源品質アナライザを使用して確認した。(A)、(B)、(C) 各パターンの電源品質を比較し、差異が確認できなかったため、パターン(A)にて人工呼吸器用の外部バッテリーへの充電実証を行った。

(1) 外部バッテリーの充電

- ① ASTRAL、トリロジーそれぞれの人工呼吸器専用の外部バッテリーの完全放電を確認。
- ② 車両を起動させ、次いで車両の AC 電源スイッチを ON にする。
- ③ ①の外部バッテリーを電源品質アナライザ(HIOKI3197)に接続し、さらに車両の AC 電源コンセントに電源品質アナライザを接続して電源電圧を監視しながら外部バッテリーへの充電を開始する。
- ④ 満充電を確認し、③からの時間を記録。外部



バッテリーを車両の AC 電源コンセントから外す。

(2) 人工呼吸器の作動確認

人工呼吸器本体からの送気量、換気回数、吸気時間、フロー等に、車両の AC 電源で充電した外部バッテリーでの作動と一般の AC 電源での作動で変化がないかどうかを内部のログデータで確認。人工呼吸器の条件はモード：AVC(アシスト・ボリューム・コントロール。従量式：一定量を送気し続ける)、換気量：500ml、換気回数：12回/分、吸気時間：1.2秒、テスト肺は前後とも同一のものを使用する。

- ① 一般の AC 電源により人工呼吸器を作動させる (5分)。



- ②一旦、AC 電源

での人工呼吸器の作動を停止して AC 電源コンセントから電源ケーブルを外し、その後、車両で充電した外部バッテリーを接続して人工呼吸器を作動させる (5分)。

※AC 電源での作動と外部バッテリーでの作動を区別するため

- ③ 終了後、人工呼吸器のログデータ分析を行う。

3. 分析方法

(1) 車両状態による電源品質の検証

(A)、(B)、(C) の各パターンで、電源品質アナライザにより電圧の変化を観察した。各パターンとも安定した正弦波を示しており、(図 1 参照) 差異は確認できなかった。この結果より、車両の状態により車両から給電される AC 電源の電源品質に差はないことが確認された。

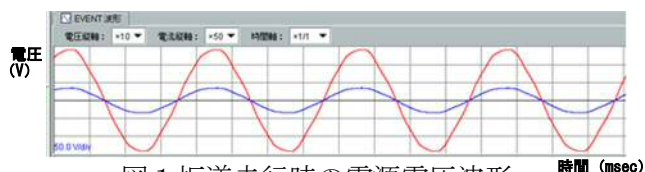
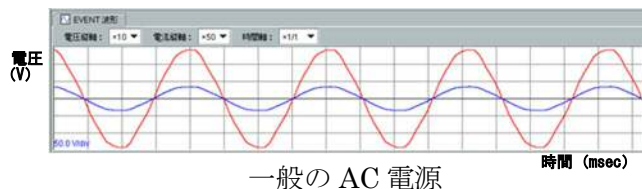


図 1 坂道走行時の電源電圧波形

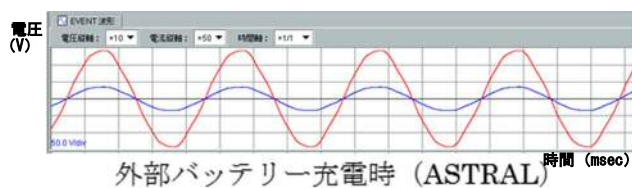
(2) 外部バッテリーの充電時間と充電時の電源電圧変化

満充電までには、ASTRAL は約 6 時間、トリロジーは約 3 時間を要した。これは、メーカーが示している時間と同じであった。

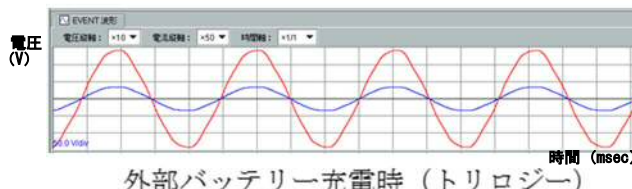
また、充電時はすべての時間帯において電源品質アナライザにより電圧の変化を観察したが、いずれの時間帯も安定した正弦波を示した (図 2 参照)。



一般の AC 電源



外部バッテリー充電時 (ASTRAL)



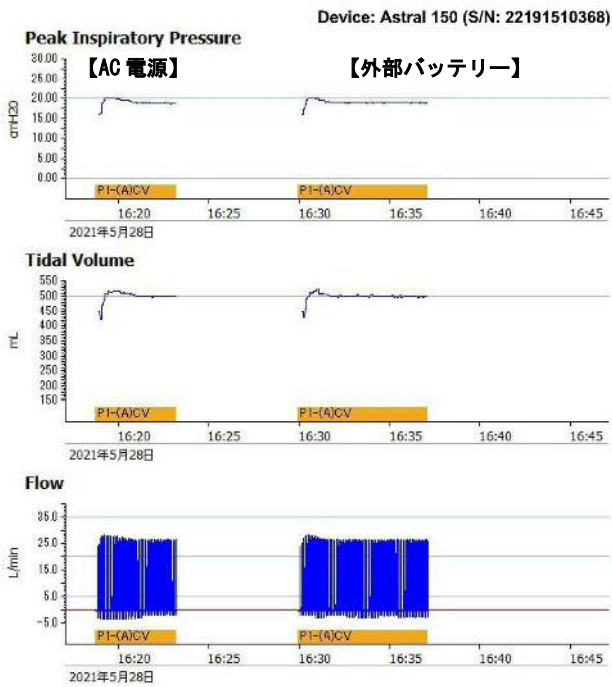
外部バッテリー充電時 (トリロジー)

図 2 電源電圧の比較

(3) 人工呼吸器の作動確認

車両の AC 電源から充電した外部バッテリーが問題なく使用できるかどうかを検証するために、一般の AC 電源で作動させた状態と外部バッテリーで作動させた状態を内部のログデータから比較検討したが、ASTRAL およびトリロジーともに問題なく作動していることが確認できた (図 3 参照)。

〔ASTRAL〕



〔トリロジー〕

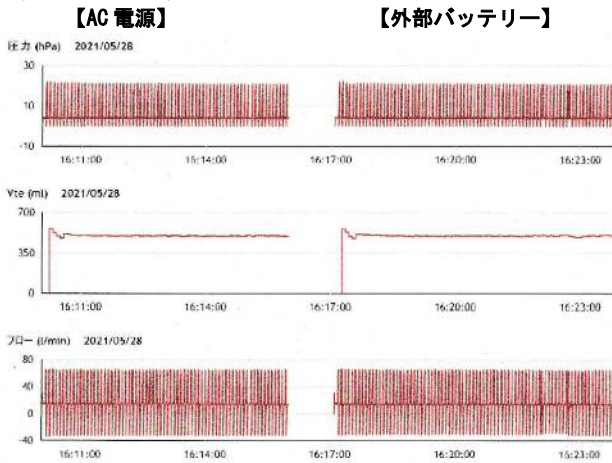


図3 AC電源と外部バッテリーの作動状態比較

III. 結果と考察

(1) 車両のAC電源からの充電中、電圧は正弦波で安定しており、一般のAC電源からの充電と違いは認められなかった。また、エンジン停止時、エンジン作動時、最も負荷のかかる坂道走行時のいずれの場合を比較しても、

同様の結果が得られた。以上のことから、人工呼吸器の外部バッテリーへの給電に際し、車両の状態に関わらず、車両のAC電源を使用することに支障はなかった。

(2) 車両により充電した外部バッテリーで人工呼吸器を作動させた場合と、一般のAC電源により人工呼吸器を作動させた場合をログデータより比較したが、吸気圧、一回換気量、フローのいずれのデータも相違はなく、人工呼吸器の安定作動が確認できた。

以上のことから人工呼吸器を作動させるにあたり、車両のAC電源から医療機器である人工呼吸器に直接給電するのではなく、人工呼吸器から取り外した状態の外部バッテリーに充電した後、充電した外部バッテリーを人工呼吸器に再接続して使用することに、支障はないことが確認された。

IV. 結論

本検証では、三菱自動車のプラグインハイブリッド車(アウトランダーPHEV、エクリプスクロス(PHEVモデル))とフクダライフテック社取り扱いのASTRAL、フィリップス・ジャパン製トリロジーという、限られた組み合わせではあったものの、大規模災害時の停電への対応として、人命に直結する医療機器の一つである人工呼吸器の安定作動を検証することができた。

検証協力：国立病院機構箱根病院神経筋難病医療センター瓜生伸一、野島記子、小森哲夫

参考文献

1) 風水害に備えた人工呼吸器装着患者の避難入院 一医療機関への提案一厚生労働省科研費 厚生労働行政推進調査事業費「難病患者の総合的

域支援体制に関する研究」班（研究代表者小森哲夫）2020.6月

2) 滝口尚子 停電時における人工呼吸器等の電源確保と対策 難病・在宅人工呼吸器使用者における“災害に強い”難病地域支援ネットワークの構築 セミナー記録集 厚生労働省科研費 厚生労働行政推進調査事業費「難病患者の総合的地域支援体制に関する研究」班（研究代表者小森哲夫）

2018.12月

3) 医療機器が必要な子どものための災害対策マニュアル～電源確保を中心に～（国立研究開発法人国立成育医療研究センター 医療連携・患者支援センター在宅医療支援室）2019.8月

4) 難病患者の災害対策に関する指針～医療機関の方々へ～平成 29 年度厚生労働省科学研究費補助金 難治性疾患等克服研究事業 難治性疾患等政策研究事業（難治性疾患政策研究事業）「難病患者の地域支援体制に関する研究」班（研究代表者西澤正豊）2018.3月