

神奈川工科大学

地域連携災害ケア研究センター

研究報告

第 8 号

2025 年度

研究推進機構

目次

- ・大規模停電発災時の在宅医療機器への安全な電源確保

河口進一、山家敏彦、川崎路浩

大規模停電発災時の在宅医療機器への安全な電源確保

研究者名：河口進一、山家敏彦、川崎路浩

1. 研究の目的

本研究の目的は、災害での大規模停電発生時にも在宅医療の確実な継続手段を確立し、患者の命をつなぐことである。また技術的裏付けが取れた代替電力ソースが予め準備出来る環境を整えることで、患者や家族の不安を取り除くことである。そのために非常時の代替電力ソースでの医療機器稼働への影響や、供給電力品質への工学的影響を詳細に明らかにする。それらを積み重ね災害に対する準備手段の選択肢を拡大するとともに、さらに複数の患者への在宅医療機器の同時稼働を実現する先進的エネルギーマネジメント技術を創出する。これにより福祉施設での被災や福祉避難所といった大きな規模での安全な電源確保を目指して行く。

2. 研究の必要性及び従来の研究

医療技術の発展により、子供も含めて在宅にて医療ケアや介護を受ける患者の数は年々拡大している。在宅医療では、自宅にて人工呼吸器等の生命維持に必要となる医療機器を24時間稼働させることになる。医療機器の稼働には安定した電力の供給が不可欠であるが、北海道胆振東部地震や台風15号の千葉での長期停電、2024年の能登半島地震など近年ほぼ毎年、復旧に大幅な時間を要する大規模災害停電が頻発している。電力供給の停止は患者の生命を脅かす重大な事象となる。以上から長時間での停電が発生した場合にも在宅医療機器を安定して稼働させることができる非常用電源方式の確立や利用基準の整備は早急に解決すべき課題である。

非常時の代替電力ソースとしては、電気自動車や可搬型大容量バッテリーが想定されるが、これらを医療機器へ給電することを保証する機器メーカーは非常に少ない。そのため多くの医療機関が独自に代替電力ソースでの医療機器稼働を実験により検証している。ただし、在宅で医療を受ける際の機器の種類や台数は患者の状態によって様々であり、稼働モードも異なることから十分な検証が行われているとは言えない。これまでの予備実験では、実際に在宅医療で使用する医療機器構成に対して停電発生を想定して電動車による代替電力ソース環境を再現した際に、多くの機器構成の組合せでは安定した電力品質が維持されていたが、ある医療機器の特定の動作モードでは供給電力障害が発生し、医療機器が異常停止した。非常用電源として安全、確実な稼働を得るためには、電力供給時の電源品質の詳細な解析を行い、電力供給機器仕様や医療機器の動作モードなどの条件を明確にすることが求められる。

3. 期待される効果

本研究での成果は、在宅医療を受ける患者やその家族、さらには各地域の医療機関、自治体での災害対策に対し有益な効果がもたらされる。大規模停電を伴う災害発生の頻度は日増しに高まっており、発災時の患者生命の維持は緊急かつ重大な課題である。本研究がもたらす成果が与える社会的インパクトは大きなものとなる。また命を守るために多くの病院や医療機関が災害時の医療機器電源確保を独自に進めている。本研究での成果はこれらの状況における課題解決に向けた一助となることが期待される。

4. 研究の経過及び結果・評価

在宅医療ケアにおいて主に用いられる医療機器に対して商用電源供給以外の代替手段での電力供給を行った場合の電力品質解析および医療機器動作を検証した。電力供給手段として、複数の電動車およびポータブルバッテリーを選定し、負荷として対象とする医療機器に在宅医療に主に用いられる以下の機器を実証に用いた。

1) 人工呼吸器、2) 酸素濃縮器、3) 加温加湿器、4) 排痰補助装置、5) 喀痰吸引器
代替電源から医療機器へ電力を供給し稼働させる際に、医療機器での個々の動作モード毎で、電力供給路での詳細な電氣的プロファイルを採取した。具体的にはパワーアナライザを用いて、電圧変動、電流変動、周波数変動、高調波発生状況、電力変動を高精度に採取した。電圧変動および周波数変動は医療機器規格「JIS T0601-1」に規定される正常範囲からの逸脱の有無で評価した。また高調波については「電動自動車用充放電システムガイドライン V2L AC 版」での規定に基づく解析を実施した。一部の電源を除き電力品質が維持された状態での電力供給が行えることを確認した。電力品質を満たさなかった電源および負荷となる医療機器については従来問題として抽出されていた条件と同一であることが確認された。

さらに医療機器内の電源回路モデルの基礎検討を実施した。医療機器内部の電源回路のシミュレーションモデルを構築して、実験により取得した医療機器負荷電流を用いたシミュレーション検証を実施した。その結果、実験で発生した電圧レベル低下の現象を再現させることができた。本結果より電源品質問題発生を防止する方式を検討する上での材料となる基礎データが得られた。

5. 今後の計画

今後は主に以下の3項目を進めてゆく計画である。

- (1) 関係省庁および自治体の関係部門（危機管理課、福祉課など）、産業界との連携を図りながら、多様な電力ソースと様々な医療機器を組合せた実証実験を重ねた上で研究成果の積極的展開により、公的機関が発行する災害対策ガイドラインや対応マニュアルを通じた浸透を図る。また官公庁、自治体での災害対策政策立案への学術的材料を提供する。
- (2) 医療機器安定稼働のためのエネルギーマネジメントといった高度な電力供給手段を確立し、得られた研究成果を学協会論文や研究国際会議等に積極的に発表する。得られた知見の展開を推進することで、医療機器メーカーやバッテリーメーカーに対する課題提起と解決策提案を行い、医療機器における災害対策という観点での製品改善につなげる。
- (3) 得られる研究成果を教育資料としてまとめ、神奈川工科大学での地域向けセミナーや公開講座を通じて広く共有する。地域住民、医療従事者および自治体や企業との連携を深めることで、課題意識を醸成する。さらに、災害対策における人材育成を通じて社会実装を図る。

6. 研究成果の発表

【本研究結果に基づく講演など】

- ・山家敏彦：「大規模災害時の止めない医療を目指して」LIFE2025、2025. 8. 28
(神奈川工科大学)
- ・JEITA（電子情報技術産業協会）が発行するガイドラインへの研究成果の反映
- ・山家敏彦 講演：医療的ケア児の防災対策, 神奈川県立こども医療センター, 2025 年 6 月 20 日
- ・山家敏彦 講演：令和7年度かながわ医療的ケア児支援センター県央圏域相談窓口研修, 「医療的ケアのあるお子さんの防災対策・災害時の電源確保について」
「復習しましょう！電気のこと」, 実技：「地震発生！停電した！～電源確保～」のデモンストレーション, 神奈川工科大学 KAIT TOWN「市民・e スポーツホール」, 2025 年 9 月 26 日
- ・山家敏彦 講演：令和7年度平塚保健福祉事務所難病患者在宅ケア従事者研修会及び医療的ケア児支援者向け研修会, 安全な電源確保の基礎知識「在宅医療患者のための災害時等停電対策」, 神奈川工科大学 KAIT TOWN, 2025 年 10 月 10 日
- ・山家敏彦 講演：令和7年度平塚保健福祉事務所難病患者在宅ケア従事者研修会及び医療的ケア児支援者向け研修会, 実技：ポータブル蓄電池、電動車からの安全な給電方法についてーデモンストレーションー, 平塚保健福祉事務所, 2025 年 10 月 24 日
- ・山家敏彦 講演：厚木市令和7年度地域包括ケア研修会, 在宅医療における災害時の対

応～停電時の電源確保～,実技:ポータブル蓄電池、電動車からの安全な給電方法についてデモンストレーションー,厚木保健福祉事務所,2025 年 12 月 8 日

・山家敏彦 講演:茅ヶ崎市保健所令和 7 年度 難病従事者研修,災害時に備える!医療機器の電源確保～停電時にも命を守るために、今できる備えを～

電源確保について・電源の基礎知識 ポータブル蓄電池電動車による電源確保,オンデマンド配信 (YouTube 配信),2025 年 12 月 1 日～2026 年 3 月 30 日