

厳冬期における避難所の給配電に向けた 電動車の活用可能性に関する研究

網走開発建設部 道路計画課 ○藤田 悠斗
網走開発建設部 道路計画課 福本 和美
株式会社ドーコン 村上 和馬

厳冬期の災害では、避難所の寒さ対策が重要である。特に電力は、暖房や暖かい食事の提供だけでなく、照明や通信・医療機器の利用等、生活と安全を支えるために不可欠である。そこで、電動車（EV、PHEV）の給電能力や機動性に着目し、厳冬期の停電時を想定した避難所への給電、ポータブル電源の充電と公共施設への配送、道の駅トイレへの給電に関する実験を行い、斜里町ウトロ地区の地区防災への活用可能性について検討した。

キーワード：積雪寒冷地、防災、電動車

1. はじめに

国土交通省北海道開発局網走開発建設部では、地域特有のニーズに即した使いやすい道路づくりを目指し、斜里町ウトロ地区において「知床における新しいみちのマネジメント（以下、知床協働という）」と称して「協働型道路マネジメント」を実践している。

「協働型道路マネジメント」とは、多様な主体と連携し、地域の資源を最大限に活用して地域の魅力向上を図るとともに、より効率的・効果的な道路の整備・管理を行う取組である。2005年7月に“知床”が世界自然遺産に登録されたのを契機に、そのアクセスルートである一般国道334号斜里～ウトロ間において、「使いやすい道路」を目指した道づくりを、2005年度から試行し、2007年度から本格的に運用、継続している（図-1）。



図-1 知床協働の取組実施区間

ウトロ地区は、人口約1,200人で、年間約120万人の観光客が訪れる一方で、地震や大雨、吹雪による通行止め

により地理的に孤立するという問題があり、地域住民及び観光客の安全確保が重要である。中でも、厳冬期に災害が起きた場合における、避難所の寒さ対策が重要であり、電力確保は、暖房や食事といった避難所での生活と安全を支えるために必要不可欠である。

災害時の電動車給電機能の活用については、国土交通省が2020年7月にとりまとめた「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」¹⁾の中の重要施策の一つとして、災害時の電動車の活用に関する周知や啓発を行っている。こうした中で、オホーツク地域では、北見工業大学が中心となり、電動車（EV）の利活用の実験を進めている。

そこで、知床協働の活動の一つとして北見工業大学の協力の下、オホーツク地域で厳冬期の停電を想定した給電実験を行い、避難所等の給配電に向けた電動車の活用可能性を検討した。

検討に向け、2021年度から2023年度の3カ年で給電実験を実施している（表-1）。

表-1 給電実験の詳細

年度	実験内容	実験場所
2021年度	EVを用いた避難所への給電実験	北見工業大学（北見市）
2022年度	PHEVを用いた避難所への給電実験	斜里町ウトロ
2023年度	PHEV及びポータブル電源を用いた避難所への給配電実験	

2. EVを用いた避難所への給電実験（2021年度）

(1) 目的

EVと可搬式給電器を用いて避難所へ給電し、避難所での使用を想定した電子機器（暖房、調理、照明、通信

等) の消費電力を計測する。

(2) 内容

電動車から建物への給電は、一般的に V2H (Vehicle to Home) で行う。V2Hとは、電動車に搭載されたバッテリーからV2H機器や分電盤を経由し必要な電力を建物に給電する仕組みである。最大のメリットは、建物の設備を平常時と同じように使用できる点であり、電動車を持つ個人住宅や防災拠点を中心に整備が進んでいる。デメリットは、V2Hの利用にはV2H機器等の事前整備が必要であり、未整備の避難所では電動車から給電することができない点である。

本実験では、V2Hが無い避難所に着目し、容易に移動が可能である可搬式給電器を用いた給電を行った。

給電に用いた電動車は、オホーツクEV推進協議会(2024年2月解散)のメンバーである日産自動車(株)からリーフ(バッテリー容量62kwh)を貸与いただいた(図-2)。



図-2 日産リーフと可搬式給電器

本実験で使用する可搬式給電器は、最大出力4,500W、1,500Wのコンセントが3口のものを使用した。実験前に、可搬式給電器の最大出力とコンセント毎の出力の上限を超えない使用計画(表-2)を作成した。また、コンセントから使用機器までの配線も必要となるため、延長コードの配線計画や電子機器の配置計画を作成した。

実験中は常時電力使用量を測定し、可搬式給電器の最大出力とコンセント毎の出力の超過有無を確認した。また外気温及び車内温度を測定した。

その他、給電実験の詳細は表-2の通りである。



図-3 訓練場所(北見工業大学ゲストハウス白樺)



図-4 実験時の様子(炊飯器と電磁調理器による調理)

FUJITA Yuto, FUKUMOTO Kazumi, MURAKAMI Kazuma

表-2 給電実験の詳細(2021年度)

項目	項目詳細	
日程	2022年1月21日（金）12：00 ～ 22日（土）12：00（1日間）	
場所	北見工業大学ゲストハウス白樺(図-3)	
人数	9名	
面積	42m2（≒23畳）	
使用車両等	・日産リーフ 1台（バッテリー容量62kWh） ・可搬式給電器 1台（1,500W×3）	
電化製品 使用計画	常時	・防災灯 3台 ・石油ファンヒーター 3台 ・テレビ 2台 ・冷蔵庫 1台 ・Wi-Fi 2台
	食事（3食）	・電磁調理器 1台 ・炊飯器 1台（図-4） ・電子レンジ 1台
	2時間おき	・電気ポット 1台
	夜間	・スマホ充電アダプター 5台
	適宜	・ノートPC 5台
	動作確認	・ドライバー 1台

(3) 結果

実験当日の気温については、外気温、車内温度ともに-2℃から-6℃で推移した(図-5)。

バッテリー残量は、実験前の走行により89%で実験を開始した。実験の結果、EV(62kWh)から避難所への給電では、24時間で38%の電力が消費された(図-6)。

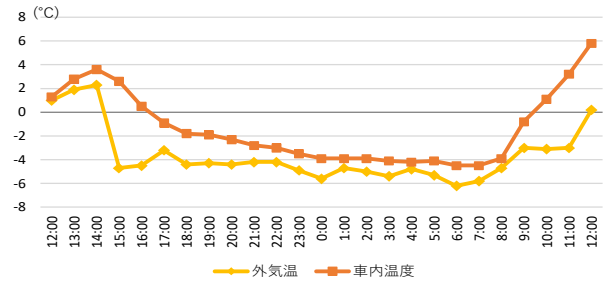


図-5 実験時の外気温及び車内温度

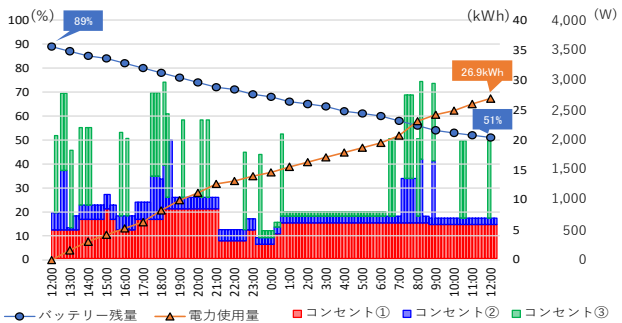


図-6 電力使用量とバッテリー残量

(4) 考察

今回使用したEV及び最大出力4,500Wの可搬式給電器では、10名20畳規模の避難所において、暖房や調理、照明、充電等を問題なく使用でき、良好な避難環境を形成できた。

よって「避難所で使用する電子資機材の種類、個数」等の情報をもとに、災害時における「EVによる避難所への給電」をモデル化すると、今回の実験と同様の条件で48時間以上の避難生活が可能といえる。

ただし、災害時対応の目安となる72時間の避難所への給電には、24時間で33%以内の電力消費に抑える必要があり、電磁調理器や電気ポット等の高出力の電化製品の使用を控える必要がある。また、避難所までの車両移動が必要となる場合は、移動に必要な電力を考慮しなければならない。

3. PHEVを用いた避難所への給電実験（2022年度）

(1) 目的

斜里町ウトロ支所で導入したPHEVを用いて避難所へ給電し、最大電力に制限のある中で、避難所での使用を想定した機器（暖房、調理、照明、通信等）の消費電力を計測する。

(2) 内容

斜里町ウトロ地区は、津波発生時の地区住民・観光客の避難の先進的モデル地区となり得ることから、内閣府の「平成30年度 地域で津波に備える地区防災計画策定支援対象地区」に選定された。

また、斜里町ウトロ地区の住民が主体となり、避難訓練、災害発生時の問題や要望を把握する勉強会、ワークショップ等を実施しており、その結果を踏まえ「ウトロ地区防災基本計画」²⁾を2019年3月に策定した。このように、地区一丸で災害に備えるための取組を進めている。

そこで、2022年に斜里町ウトロ支所で公用車として導入されたPHEV（三菱アウトランダー）（図-7）に着目し、斜里町の協力の下、地区内にある避難所での使用を想定した機器（暖房、調理、照明、通信等）へ給電を行い、長期間の孤立が懸念される避難所への給電可能性について検討した。

PHEVは、最大出力が1,500Wの家庭用コンセントが内蔵されている。メリットは、使用する電化製品と延長コードを用意することで、可搬式給電器が無くても避難所への給電が可能な点である。デメリットは、可搬式給電器に比べ最大出力が1,500Wと低い点、電子レンジや電気ヒーター等の高出力の電化製品は同時使用が難しい点である。

実験前に、PHEVの最大出力を超えない使用計画（表-3）、延長コードの配線、電子機器の配置を計画した。

その他、給電実験の詳細は表-3の通りである。



図-7 三菱アウトランダー



図-8 訓練場所（ウトロ地区市民プール）

表-3 給電実験の詳細（2022年度）

項目	項目詳細	
日程	2023年2月3日（金）14：00 ～ 4日（土）14：00（1日間）	
場所	斜里町ウトロ地域市民プール(図-8)	
人数	5名	
面積	22m2（≒12畳）	
使用車両等	・三菱アウトランダー 1台 （バッテリー容量20kWh, ガソリン容量56L）	
電化製品 使用計画	常時	・石油ファンヒーター 2台 ・テレビ 1台 ・Wi-Fi 2台
	食事(3食)	・電子レンジ 1台
	食事(3食) 2時間おき	・電気ポット 1台
	夜間	・防災灯 3台 ・スマホ充電アダプター 2台
	適宜	・ノートPC 2台

(3) 結果

訓練当日の斜里町ウトロ地区は平年並みの寒さとなり、訓練場所は午前3時に-12.1℃を記録した。

実験の結果、PHEV(20kWh)では19時間で7%となるまで車載バッテリーのみで給電できた。また、PHEVの特徴であるエンジン稼働による発電により回復し、24時間経過時では81%の残量となった（図-9）。なお電子レンジは、計測機器で最大出力1,500W以上を記録したため、使用を取りやめた。

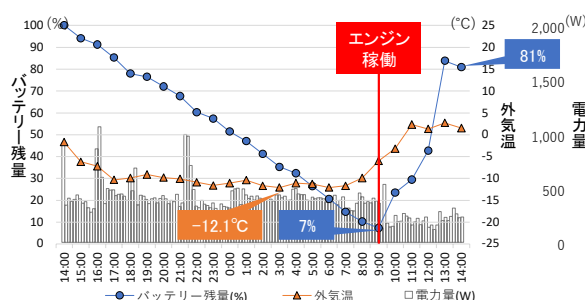


図-9 外気温と電力使用量

(4) 考察

最大出力1,500WのPHEVでは、外部充電やエンジン稼働に頼らず約20時間程度給電できた結果から、夜間の避難所給電において、騒音が発生するPHEVのエンジン発電をしなくてもよいという有効性が確認できた。

PHEVのデメリットでも述べた通り、1,500W上限では使い方が限定されたため、他の機器との使い分けや、複数台の電動車の使用、使い方マニュアルの作成が実用化に向けた課題となった。

(5) 意見交換会及び地区避難訓練との連携

実験結果を踏まえ、斜里町ウトロ地区の住民と電動車の活用可能性に関する意見交換会を実施した（図-10）。意見交換会では、電動車の機動性を生かすべきとの意見や、主要な避難施設へのポータブル電源の配布、電動車からポータブル電源への給電について意見があった。

また、電力供給試行開始翌日の2023年2月4日には、ウトロ地区内を対象に実施した避難訓練に合わせ、ウトロ支所への避難者に対しEV車両（日産リーフ62kWh）から給電したIHヒーターで湯せんした缶飲料の提供、さらにEV車両及びパネルの展示による電動車への理解促進を図った（図-11）。



図-10 意見交換会の様子



図-11 EV車両等の展示と湯せんした缶飲料の提供

4. PHEV及びポータブル電源を用いた避難所への給配電実験（2023年度）

(1) 目的

PHEVの機動性を活かしたポータブル電源の充電と公共施設への配送、道の駅トイレへの給電を実施した。

(2) 内容

2022年度の意見交換会結果を踏まえ、電動車の「機動

性（動く発電機）」を活かし、ポータブル電源の導入を含めた電動車の新たな活用方法を検討した。具体的には、「PHEVでポータブル電源を施設等へ配送」、「PHEVからポータブル電源への給電」、「配送されたポータブル電源から道の駅トイレへの給電」の実験を行った。

給電実験の詳細は表-4の通りである。また、給配電イメージ図を図-12に示す。

表-4 給電実験の詳細（2023年度）

項目	項目詳細
日程	2024年2月3日（金） 13：00 ～ 24：00
場所	斜里町ウトロ地区
使用機材（電源）	・三菱アウトランダー 1台 （バッテリー容量20kWh, ガソリン容量56L） ・ポータブル電源1台（1.2kWh）

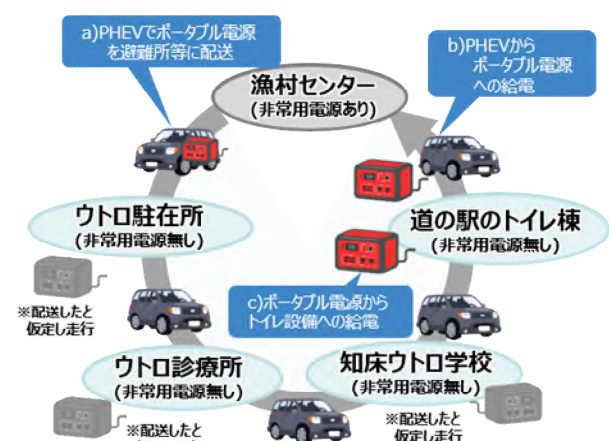


図-12 PHEVとポータブル電源による給配電イメージ

a) PHEVでポータブル電源を施設等へ配送

・内容

事前調査として、ウトロ地区自治会に対し、ポータブル電源の配送が想定される施設について聞き取りを行い、配送ルートを設定を行った。配送が想定される施設は計5施設で、配送ルートは1周4.4kmとなった（図-13）。



図-13 設定した配送ルート

また、地区要望を踏まえ、PHEVのチャージモード、ノーマルモードで走行し、走行モードの違いを比較した。

- ・チャージモード：走行中停車中問わず、エンジン発電で駆動用バッテリーを満充電近くまで充電するモード
- ・ノーマルモード：バッテリーからの電力とエンジン発電による電力をバランスよく使用しながら走行するモード

比較にあたり、下記の項目を10分に1回記録した。

- ・外気温度、車内温度
- ・バッテリー量
- ・ガソリン量

なお、1周ではガソリンやバッテリー使用量が軽微となるため、10周走行している。また、PHEVの走行中はエアコンを使用し、車内温度を20℃に設定した。

・結果

ガソリンの消費量は、PHEVのメモリでは確認できない量であったため、走行モード毎に実験終了後の給油量を確認し、走行燃費を計算した。

チャージモードでは、バッテリーの16メモリの内、1メモリ分を消費した。また、ガソリンの消費量は6.32 Lのため、走行燃費は7km/Lとなった。

ノーマルモードでは、バッテリーの16メモリの内、8.8メモリ分を消費した。また、ガソリンの消費量は1.90 Lのため、走行燃費は23km/Lとなった。

バッテリーを使用するノーマルモードのバッテリー消費量に着目すると、PHEVによる公共施設への配送では44kmの走行で車載バッテリーの40%残存を確認した。

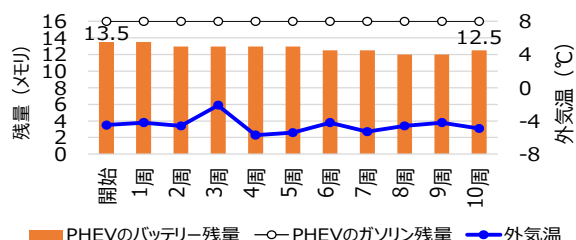


図-14 チャージモードでのバッテリーとガソリン残量

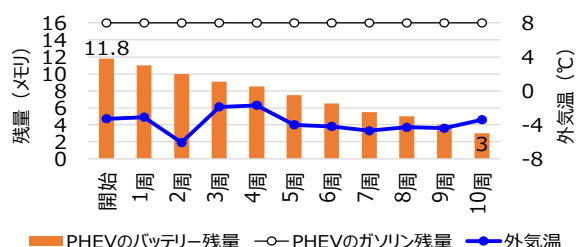


図-15 ノーマルモードでのバッテリーとガソリン残量

・考察

チャージモードは給電によるバッテリー消費を節約したい時、ノーマルモードはガソリン消費を節約したい時

に有効であることを確認できた。よって、モードの比較から、以下の使い方が有効と考えられる。

・チャージモード

→ガソリンスタンドが営業している等給油可能な場合
→PHEVバッテリーから多くの給電が必要な場合

・ノーマルモード

→ガソリンスタンドで給油が不可能な場合
→ガソリン消費を抑えたい場合

また、チャージモードを基に計算したところ、約400km走行可能と試算できた。ウトロ地区内が被災により孤立した場合でも、PHEV車1台で長期間ポータブル電源の配送や給電は可能であると考えられる。

b) PHEVからポータブル電源への給電

・内容

PHEVによるポータブル電源への給電に必要となる時間や、給電に必要なPHEVのバッテリー量、ガソリン量を整理した (図-16)。

実験中は、下記の項目を10分に1回記録した。

- ・外気温度、車内温度
- ・PHEVのバッテリー・ガソリン量
- ・ポータブル電源のバッテリー量



図-16 PHEVからポータブル電源への給電の様子

・結果

PHEV内蔵の家庭用コンセントからポータブル電源に充電を行った。バッテリー残量3%の状態から充電を行い、40分で満充電となった (図-17)。

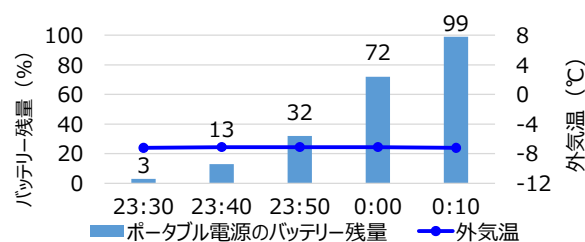


図-17 ポータブル電源のバッテリー残量

c) 配送されたポータブル電源から道の駅トイレへの給電

・内容

非常用電源の設備がない道の駅うとろシリエトクのトイレ棟において、ポータブル電源による仮設照明やトイレ機器、暖房機器等への給電を実施した (図-18)。

- ・ポータブル電源 1台 (1,229Wh)
- ・石油ファンヒーター 1台
- ・照明 2台
- ・大便器 1台 (5分おきに1回使用)
- ・手洗器 1台 (5分おきに1回使用)

実験中は、下記の項目を10分に1回記録した。

- ・外気温度、室内温度
- ・ポータブル電源のバッテリー量



図-18 道の駅トイレ棟の設備への給電の様子

・結果

道の駅トイレへの給電は、仮設照明やトイレ機器、暖房機器について2時間半を行い、ポータブル電源のバッテリーの38%の消費を確認した。バッテリー100%から0%になるまでの時間に換算すると、約7時間給電可能である(図-19)。

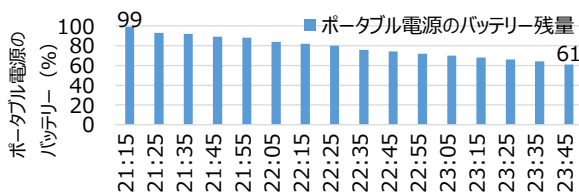


図-19 給電時のポータブル電源のバッテリー残量

・考察

ポータブル電源1台で、照明や暖房があるトイレ環境を一晩維持することが可能である。また、PHEVからポータブル電源への給電が、40分で満充電となっていることから、ポータブル電源2台で使用と充電を切り替えることで、トイレ環境を常時維持することが可能である。

d) 地区避難訓練との連携

実験翌日の2月4日(土)には、ウトロ地区で避難訓練を実施している。冬期災害による通行止めで道の駅うとろシリエトクに地域外の避難者が集結したことを想定した炊き出しを実施しており、PHEVを炊き出しの保温鍋の給電に使用した。またPHEVからポータブル電源への給電を実演し、電動車への理解促進を図った(図-20)。



図-20 保温鍋への給電とポータブル電源への給電実演

5. 今後の取組

2023年度までの取り組みを斜里町ウトロ地区へ情報提供し、PHEVの使用方針を踏まえた実験内容を検討中である。

PHEVを所有する斜里町ウトロ支所から、ポータブル電源との併用や漁村センターや知床ウトロ学校への常駐を考えているという意見があった。これを受け2024年度は、防災拠点(診療所や駐在所)への電源供給や漁村センターや知床ウトロ学校等、避難所の入口照明等や避難者等への携帯充電等のサービス活用に関する実験を検討中である。

6. まとめ

電動車による避難所への給電を行い、災害時の目安となる72時間の活用可能性を示せた。また、機動性を踏まえた電動車とポータブル電源による給配電を行い、当該地区における活用の有効性が確認できた。

地区内における電動車の活用方法については、電動車やポータブル電源を連動させ、地区防災計画で想定される避難所等での電力使用の整合を図り、使用機器の設定や各機器の使用時間や配線等の使用計画の検討が必要となる。

電動車とポータブル電源の活用、地区防災計画への反映に向け、災害時におけるウトロ地区での利用想定や行動を考慮し、更なる効率的な利用と実用性を把握していきたい。

謝辞: 最後に、給電実験にご協力いただいた、北見工業大学高橋清教授、斜里町ウトロ地区自治会、斜里町ウトロ支所、斜里町の皆さま、北見日産自動車(株)はじめオホーツクEV推進協議会の皆さまに感謝の意を表します。

参考文献

- 1)国土交通省. “総力戦で挑む防災・減災プロジェクト へのちとくらしをまもる防災減災～.” 国土交通省, 2020, <https://www.mlit.go.jp/river/bousai/bousai-gensaiprojgens/bousai-gensaiproject.html>, (参照 2024-10-31)
- 2)斜里町ウトロ地区. “ウトロ地区防災計画.” 斜里町, 2020, <https://www.town.shari.hokkaido.jp/soshikikarasagasu/utoro/utoroboiusaikeika/ku/2245.html>, (参照 2024-10-31)