

再エネ導入・活用促進WG

2024年5月

ワーキンググループ活動計画

WG名	再エネ導入・活用促進WG																		
テーマ	鉄道アセットを活用した再生可能エネルギーの導入・活用の促進																		
WGメンバー	北海道旅客鉄道株式会社、東日本旅客鉄道株式会社、東海旅客鉄道株式会社、西日本旅客鉄道株式会社、四国旅客鉄道株式会社、九州旅客鉄道株式会社、日本貨物鉄道株式会社、京成電鉄株式会社、東急電鉄株式会社、名古屋鉄道株式会社、近畿日本鉄道株式会社、京阪電気鉄道株式会社、南海電気鉄道株式会社、阪急電鉄株式会社、阪神電気鉄道株式会社、静岡鉄道株式会社、千葉市、千葉都市モノレール株式会社、アジア航測株式会社、公益財団法人鉄道総合技術研究所、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構、株式会社総合車両製作所、二次資源ホールディングス株式会社、日本電設工業株式会社、富士電機株式会社、京セラ株式会社、株式会社日立製作所、ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社、NECネットエスアイ株式会社、株式会社ユーラスエナジーホールディングス、JR東日本エネルギー開発株式会社、三井住友信託銀行、川崎重工業株式会社、株式会社大林組、オムロンソーシアルソリューションズ株式会社、三菱電機株式会社、八洲電機株式会社、住友商事株式会社、Blue Prism株式会社、株式会社JR東日本商事、トータルニューエナジーシステムズ株式会社、トリナ・ソーラー・ジャパン株式会社、株式会社フルーク、株式会社三井住友銀行、三井住友ファイナンス&リース株式会社、三井住友ファイナンス&リース株式会社、SMFLみらいパートナーズ株式会社、三井物産プラントシステム株式会社、工藤一郎国際特許事務所、パシフィックコンサルタンツ株式会社 (順不同)																		
活動内容、アウトプットのイメージ	令和4年度に国交省が実施した「地産地消型」及び「産地直送型」のモデル調査の結果をベースに、各メンバーの経験や知見を生かして、実装・普及に向けた方策を提案・検討 (例：事業に適した路線の条件、コストダウンの方策、地域との連携のあり方等)																		
活動計画、スケジュール等	<table><tr><th>9月</th><th>10月</th><th>11月</th><th>12月</th><th>1月</th><th>2月</th><th>3月</th><th>4月</th><th>5月</th></tr><tr><td>WG設置</td><td colspan="7">WGメンバーによる検討・意見交換</td><td>検討成果とりまとめ</td></tr></table>	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	WG設置	WGメンバーによる検討・意見交換							検討成果とりまとめ
9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月											
WG設置	WGメンバーによる検討・意見交換							検討成果とりまとめ											

過年度に実施したモデル調査の概要 (地産地消型)

（１）本モデル事業のコンセプト

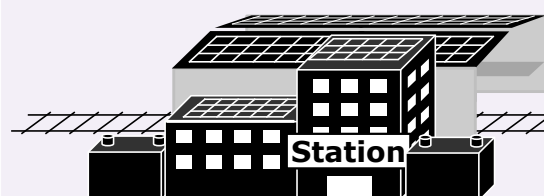
- 駅施設や線路わき、車両基地、廃線敷などの**鉄道アセット**を活用した**再生可能エネルギーの生産**を行い、鉄道や沿線地域内で活用する地産地消型事業。
- 再生可能エネルギーの生産/需要の在り方は、都市部に存する鉄道と地方部に存する鉄道で大きく異なると考えられるところ、**都市型と地方型の各パターンについて検討**。

（２）本モデル事業の設定

	都市型	郊外型
設定	都内近郊で通勤・通学路線を複数運営する民営鉄道。 駅数：約20駅 路線距離：30km 発電設備を設置する駅の乗降客数：4万人～5万人／日	地方中核都市と郊外を結ぶローカル線。中核都市から郊外に向けて複数路線を持つ。 駅数：約30駅 路線距離：約50km 発電設備を設置する駅の乗降客数：1千人～3千人／日
事業内容	①【作る】鉄道アセットへの太陽光発電設備の設置 ②【使う】再エネ電力の自家消費、地域社会での活用 ③【貯める】大規模蓄電池の設置	①【作る】鉄道アセットへの太陽光発電設備の設置 ②【使う】再エネ電力の自家消費、地域社会での活用

令和4年度にモデル調査を実施

①【作る】鉄道アセットへの太陽光発電設備の設置



再生可能エネルギー



②【使う】再エネ電力の自家消費、地域社会での活用（自家消費）



再エネ生産地（鉄道アセット）で自家発・自家消費、余剰分は敷地外の需要地へ



大規模蓄電池



系統電力

③【貯める】大規模蓄電池の設置

②【使う】再エネ電力の自家消費、地域社会での活用（災害時における災害拠点への電力供給）



②【使う】再エネ電力の自家消費、地域社会での活用 EV路線バスでの活用

都市型

【モデル路線】・都内近郊の通勤・通学路線 ・駅数：約20駅、路線距離：30km ・駅の平均乗降客数：4万人～5万人/日

①【作る】鉄道アセットへの太陽光発電設備の設置

【設定条件】

- ・ 設置面積：1800㎡（駅ホーム・コンコースの屋根上）
- ・ 出力：140kW（発電量は440kWh/日）
- ・ 初期投資：約1.4億円
- ・ 維持管理費：約90万円/年

②【使う】再エネ電力の自家消費

【設定条件】

- ・ 発電した電力を駅施設で自家消費

太陽光発電設備の設置と自家消費



【効果】

- ・ CO2排出削減：70トン/年（駅施設のCO2排出量の15%）
- ・ 電気代削減：約250万円/年（電気料金の水準によって変動）

【評価】

- ・ 都市部においては駅施設の需要を賄えるだけの発電量の確保は困難（本モデルの場合、駅施設の電力需要の約15%を賄う程度）
- ・ 駅施設特有の事情によりコストが大きい（条件によるが、工事費が夜間工事による制約などで一般の約4倍、屋根補強・改修費7万円/㎡程度）

- ・ ペロブスカイト太陽電池等の新技術も視野に、設置可能箇所の大幅な拡大、設置コストの低減に向けた検討が必要

【評価】

- ・ 都市型の場合、再エネ自家発電で賄えるのは電力需要の一部（本モデルの場合、駅施設の電力需要の約15%を賄う程度）

- ・ カーボンニュートラルの実現には、他の再エネ電力調達方法（オフサイトPPA等）についても検討が必要

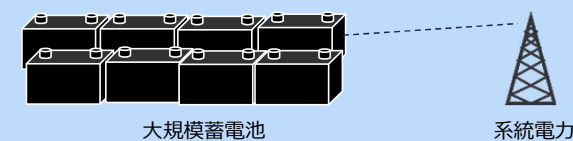
- ・ 地域で余剰再エネが発生する場合、高負荷事業の鉄道でそれを吸収することで電力システムの安定性に寄与する仕組みについて検討が必要

③【貯める】大規模蓄電池の設置

【設定条件】

- ・ 大規模蓄電池：出力3800kW、容量7700kWh
- ・ 初期投資：約14億円
- ・ 維持管理費：約3000万円/年（充放電の外部委託含む）

大規模蓄電池の設置



【効果】

- ・ ピークカットによる使用電力の平準化（朝のラッシュアワーの電力需要を約5%削減）
- ・ 電力基本料金削減：約5100万円/年
- ・ 系統電力のピークカットにも貢献
- ・ 災害時にはレジリエンスの確保に活用→8編成程度の駅間停車の救済、又は13駅に2時間送電が可能

【評価】

- ・ 鉄道事業者が大規模蓄電池を保有し活用することの社会的メリットは大きいものの、現状では蓄電池のコストが高く、補助金等の支援なしでは実施が困難

- ・ 今回のモデル事業では系統電力を大規模蓄電池に充電し、鉄道部門内で利用する想定だったが、今後は鉄道事業者の大規模蓄電池システムを中心に、地域社会と一体となった再エネの地産地消、マイクログリッドの構築等についても検討

郊外型

【モデル設定】 ・ 地方中核都市と郊外を結ぶ路線 ・ 駅数：約30駅、路線距離：50km ・ 駅の平均乗降客数：1千人～3千人/日

①【作る】鉄道アセットへの太陽光発電設備の設置

【設定条件】

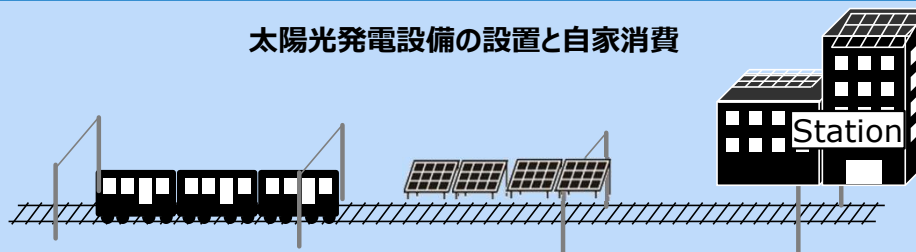
- ・ 設置面積：7000㎡（線路脇の鉄道用地）
- ・ 出力：1000kW（発電量は3700kWh/日）
- ・ 初期投資：約4.4億円
- ・ 維持管理費：約740万円/年

②【使う】再エネ電力の自家消費

【設定条件】

- ・ 発電した電力を列車運行等に活用（自家消費）

太陽光発電設備の設置と自家消費



【効果】

- ・ CO2排出削減：約590トン/年（当該路線のCO2排出量の約10%）
- ・ 電気代削減：2100万円/年（電気料金水準によって変動）

【評価】

- ・ 鉄道隣接用地特有の事情によりコストが大きい（線路沿い用地の場合、条件によるが保安体制構築、一般用地より配慮したケーブル配置、列車運転に影響のない防眩タイプのパネル設置、法面補強工事などにより一般の1.5倍程度）
 - ・ 本モデルの場合、列車運行用の電力需要を賄うだけの発電量の確保は困難（当該路線の電力需要（35000kWh/日）の約10%を賄う程度）
 - ・ 今回のモデルでは余剰電力は生じないが、郊外型の場合、遊休地等を活用して大規模な太陽光発電を行える可能性があり、鉄道部門内で消費しきれない場合、蓄電池を活用するか、鉄道外での活用を検討する必要がある
- ↓
- ・ 鉄道事業者と地域社会が一体となって、鉄道内だけでなく地域社会全体として再エネを地産地消する仕組みの検討が必要。その際、鉄道内で発生する余剰再エネを蓄電池との併用も含めて地域社会で活用するケースと、地域社会で発生する余剰再エネを鉄道で活用するケースの両方が考えられる

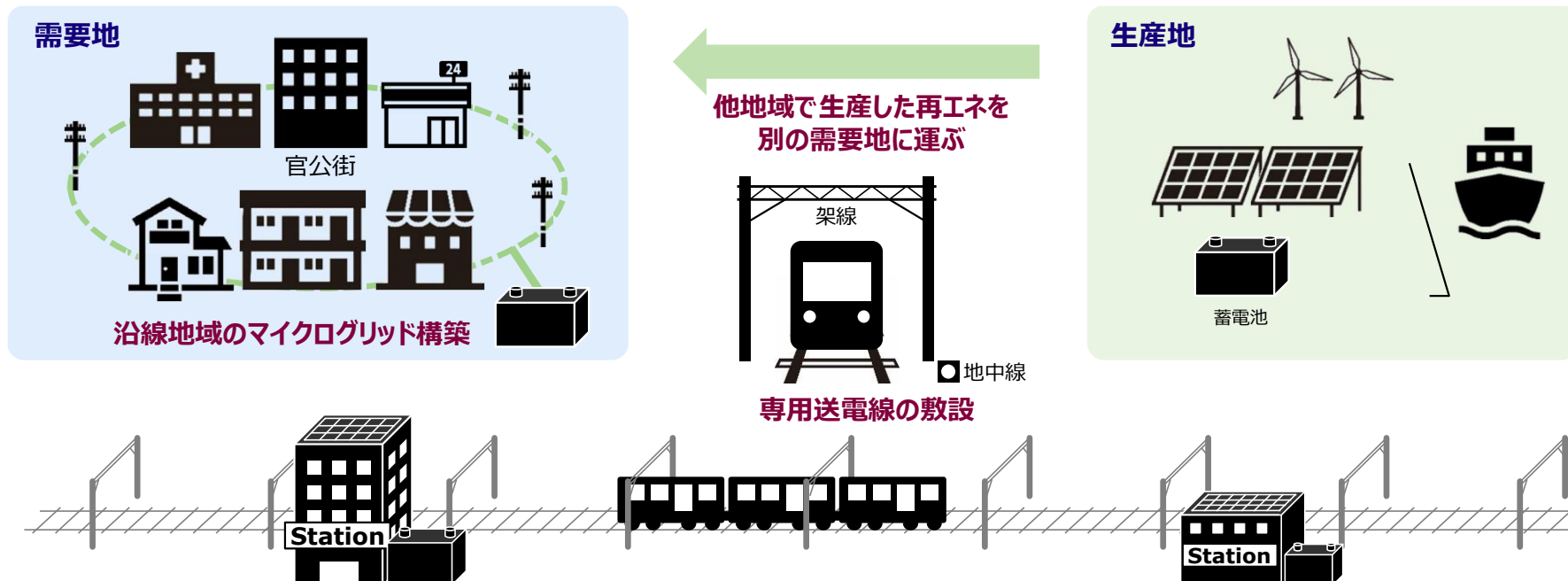
過年度に実施したモデル調査の概要 (産地直送型)

（１）本モデル事業のコンセプト

- 海外由来の再エネ供給や、地域の余剰再エネが見込まれる湾岸エリアから、エネルギー需要の見込まれる地域へ、**沿線内もしくは沿線外に専用送電線を新設し、送電を行うもの**（特定送配電事業）。
- 鉄道網を利用したマイクログリッドの構想やプロジェクトは国内外に複数存在するが、再エネ活用のプロジェクトは世界初。

（２）本モデル事業の設定

路線の設定	需要地の設定	供給地の設定
路線：港湾エリアと都市等の需要地を結ぶ路線 駅数：15駅 営業キロ：10 km 輸送人員：5万人/日	地域：官庁街を有する政令指定都市 人口：約70万人 消費電力量： 市全体：約4,600百万kWh 官庁街：約100百万kWh（庁舎含む20棟分程度想定） 鉄道運行：約5百万kWh	港湾：コンテナターミナルを有する物流拠点。工場跡地を活用した遊休地において、太陽光発電を行う。 再エネ発電設備：約10,000kW 再エネ発電量：約12百万kWh



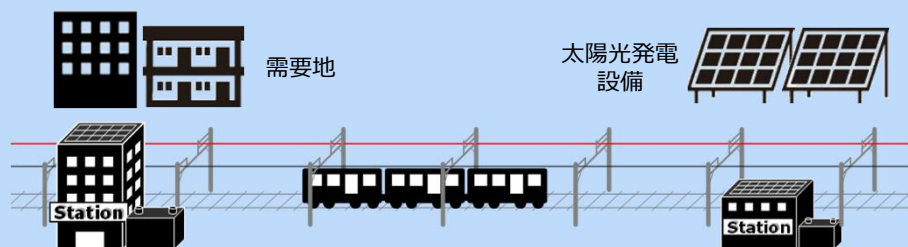
産地直送型

【モデル設定】・港湾エリアと都市等の需要地を結ぶ路線 ・ 駅数：15駅、路線距離：10km ・ 輸送人員：5万人/日

① 架空線を敷設して送電

【設定条件】

- ・ 送電距離：10km
- ・ 送電規模：600万kWh/年（うち300万kWh/年を需要地（官庁街等）で利用、残り300万kWh/年を鉄道利用）
- ・ 初期投資：約3.0～4.4億円（既存資料等の単価をもとに試算）
- ・ 維持管理費：約170万円/年（積算基準に基づく試算）



【効果】

- ・ 購入した太陽光発電電力を鉄道事業で自家利用（系統電力より安価に購入できる場合は電気代削減効果も発生）
- ・ CO2排出削減：約2600トン
- ・ 災害時に系統からの電力が途絶えた場合でも、自営線を活用した需要地への送電が可能
- ・ 収入として、需要家からの自営線利用料2～4円/kWhを徴収可能
- ・ 鉄道の既存設備に新規送電線を敷設して利用する費用は、同じ10kmの自営線を電柱を設置して敷設すると仮定した場合と比べ、**約6割程度**に抑えられる可能性あり

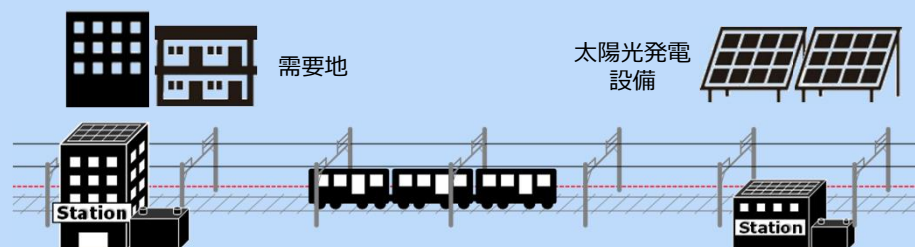
【評価】

- ・ 初期費用に対して国・自治体等から一定程度の支援を受けられる場合において、事業性が確保できる可能性あり。
- ・ 架空線の場合、断線時に列車運行を止めての修繕ができないリスクがある。
- ・ 技術面、法制面などの確認、実際の条件に照らし合わせた実現可能性調査が必要。

② 地中線を敷設して送電

【設定条件】

- ・ 送電距離：架空線と同様
- ・ 送電規模：架空線と同様
- ・ 初期投資：約10.4～11.8億円（既存資料等の単価をもとに試算）
- ・ 維持管理費：約250万円/年（積算基準に基づく試算）



【効果】

- ・ 太陽光発電電力の自家利用減、CO2排出削減量、災害時のマクログリッドでの活用、自営線利用料による収入は架空線と同様
- ・ 鉄道敷地内の場合、管路として比較的安価なケーブルトラフを使用可能なため、一般道路に一般的な管路を敷設すると仮定した場合と比べ、**約4割程度**の費用に抑えられる可能性あり

【評価】

- ・ 架空線よりも初期費用が高額となるため、国・自治体等から一定程度の支援の確保が必要。
- ・ 地中線は架空線よりは安全性が高いが、故障箇所の発見が難しく、復旧に時間がかかるなどのデメリットもある。
- ・ 技術面、法制面などの確認、実際の条件に照らし合わせた実現可能性調査が必要。

モデル調査の深度化 (地産地消型)

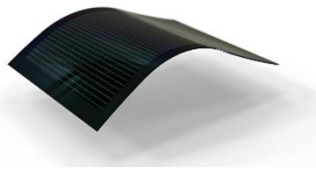
① 次世代型太陽電池について

- 国内における再エネ発電の普及に向けた課題の一つは、適地の確保である
- 耐荷重の小さい場所にも設置可能な次世代型太陽電池の開発により適地が拡大する可能性がある

次世代型太陽電池

■ペロブスカイト

軽量で湾曲可能な、耐衝撃性を備える研究開発中の技術



出典: 東芝エネルギーシステムズ株式会社

■ペロブスカイト以外(薄膜シリコン系など)

壁面などにも設置可能で防眩性能に優れた実用化された技術



【ビル壁面】



出典: 大成建設(株), (株)カネカ

鉄道の未利用領域の活用可能性

【ホーム上屋・跨線橋等】

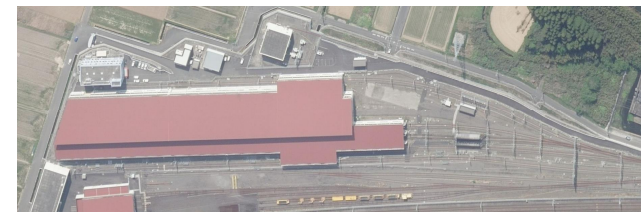


出典: JR西日本

【高架橋】



【車両基地】



出典: GEOSPACE CDSプラス(NTTインフラネット)

- 鉄道の未利用領域に次世代太陽光を導入する際の留意点として、鉄道関連事業者は施工方法、施工時間、工事体制、導入に不適な場所等を挙げている
- 鉄道の未利用領域への次世代太陽光設置に関し、設置規模が大きく市場として魅力があるとメーカー全社から回答があった

アンケート結果概要

鉄道事業者

■施工方法

- ・ 強風等で飛散しないように固定方法を検討する必要がある。
- ・ ホーム上屋など、架線防護や停電作業等が必要になる場合がある。

■施工時間

- ・ 線路内では基本的に線路閉鎖が必要となるため、夜間施工となる。
- ・ 沿線の遊休地等、線路に近接していなければ、昼間作業も可能である。

■工事体制

- ・ 列車運行時間内での線路近接工事では列車見張員が必要となる。

■導入に不適な場所

- ・ メンテナンス作業が困難な場所
- ・ 不具合時に列車運行に影響を及ぼす場所

次世代太陽電池メーカー(5社)*

■ペロブスカイト

- ・ 従来のシリコン系パネルに対する優位性
 - ・ 軽量
 - ・ 低照度での発電
 - ・ 柔軟性、機械振動等に対する耐性
 - ・ フィルム形状のため運送費・設置費が安価
- ・ 研究開発・実証中のため、発電容量、変換効率、耐用年、劣化率は未回答

■ペロブスカイト以外(薄膜シリコン系など)

- ・ 壁面・平面設置可能な、軽量、柔軟性、防眩効果のある薄膜系シート型が実用化されている。
- ・ 反射率が低く(～5%)防眩性能が優れる。
- ・ 耐用年数20年～30年(出力保証)

*アンケートを9社に対して実施し、回答のあった5社の概要を記載

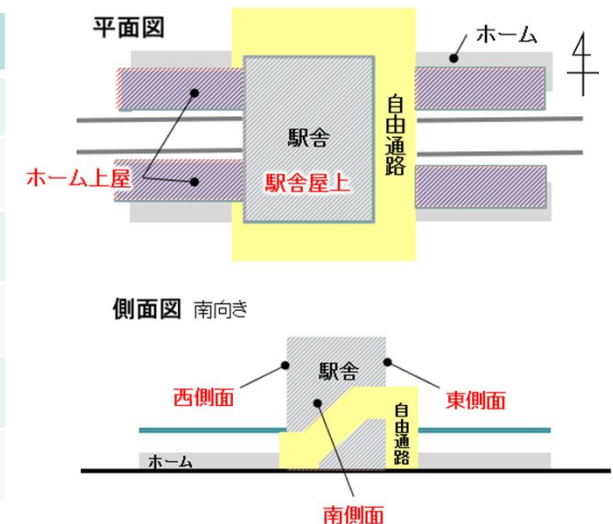
地産地消型一次世代型太陽電池の検討

発電ポテンシャルの検討

- ペロブスカイト太陽電池などの次世代型の太陽電池は、軽量で耐荷重の小さい場所や鉛直面にも設置できるという特徴を生かし、駅のホーム上屋、構造物の側面などへの設置拡大が期待される。
- 一例として、鉄道駅の仮想モデルを設定し、設置可能面積や発電容量等の推計を行った。
(※設置面積あたりの発電量はシリコン系パネルと同等と仮定)

■鉄道駅の仮想モデル(設定)

	駅舎		ホーム上屋		
	階層	建築面積	ホーム形式	ホーム幅員	ホーム上屋長さ
I 大都市ターミナル駅	5階	2,500m ² (50m×50m)	島式3面6線	10m	15両分 (310m)
II 大都市主要駅	3階	900m ² (30m×30m)	島式2面4線	10m	10両分 (210m)
III 大都市近郊駅・地方拠点駅	2階	400m ² (20m×20m)	相対式2面2線	5m	8両分 (170m)
IV 大都市郊外駅・地方都市駅	2階	200m ² (10m×20m)	相対式2面2線	5m	4両分 (90m)
V 地方小規模駅	1階	50m ² (5m×10m)	単式1面1線	3m	2両分 (50m)



■推計結果(1駅あたり)

	設置可能面積 (m ²)	発電容量 (kW)	年間 発電電力量 (kWh)	1日あたり 発電電力量 (kWh)
I 大都市ターミナル駅	9,075	1,007	856,897	2,348
II 大都市主要駅	3,870	430	369,676	1,013
III 大都市近郊駅・地方拠点駅	1,695	188	155,932	427
IV 大都市郊外駅・地方都市駅	930	103	84,773	232
V 地方小規模駅	176	20	16,878	46

- 太陽光の設置場所: 駅舎(屋上、南・西・東の側壁3面の計4面)、ホーム上屋
- 設置可能係数(設定値) 駅舎屋上およびホーム上屋: 0.75、壁面: 0.5(屋上の利用がない建物を想定。壁面は窓および設置可能性を考慮。)
- 1階層当たりの高さ: 3m
- 設置可能面積 = (駅舎設置可能面積(屋上面積 + 南・東・西の壁面) + ホーム上屋面積) × 各設置可能係数
- 発電容量 = 設置可能面積 × パネル設置係数(環境省「令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方策検討等調査委託業務報告書」より屋根・屋上設置の設置係数0.111kW/m²)
- 発電量は、方位角ごとの日射量を考量して算定。日射量は、国内最小地点である秋田県秋田市の日射量とした。

調査結果のまとめ

- 次世代型太陽電池の特徴や導入時の留意点を把握することを目的に、鉄道事業者および次世代型太陽電池を製造するメーカーに対してアンケート等を行った。
- 鉄道事業者へのアンケートでは、鉄道の未利用領域に次世代太陽光を導入する際の留意点として、
 - ① 強風等で飛散しないための固定方法の検討が必要
 - ② 線路内では夜間施工となる
 - ③ 運行時間での線路近接工事には列車見張員が必要
 - ④ メンテナンス作業が困難な場所、不具合時に列車運行に影響を及ぼす場所は設置に不適といった回答が得られた。
- ペロブスカイトを製造するメーカーへのヒアリングでは、従来のシリコン系に対する優位性として、軽量、低照度での発電、機械振動等に対する耐性の回答があった。研究開発・実証中であるため太陽電池の性能については定性的な回答が多かった。
- 駅部について仮想モデルの設定を行い、ホーム上屋や壁面部に設置を拡大した場合の発電ポテンシャル推計を行った。

今後の課題

- 設置場所・設置方法の検討
 - ペロブスカイト太陽電池自体が研究開発中であることから、施工方法が確立されていない。鉄道施設に設置する際の留意点と研究開発状況を踏まえ、設置に適する場所や既存施設への適切な設置方法を把握することが必要となる。
- 発電ポテンシャルの精緻化
 - 駅部以外も含めた全国規模での発電ポテンシャル推計の精緻化が必要である。
 - ペロブスカイト太陽電池の一般的な情報が把握できた段階で、設置コスト等を含むより詳細な検討が必要である。

モデル調査の深度化 (地産地消型)

② 大規模蓄電池について

- 鉄道事業者の特性に適合した蓄電池の運用スタイルと実装形態を整理
- 鉄道の特徴を生かした運用スタイルとして、回生電力吸収型とピークカット型が考えられる

鉄道の蓄電池ニーズと調査方針の整理

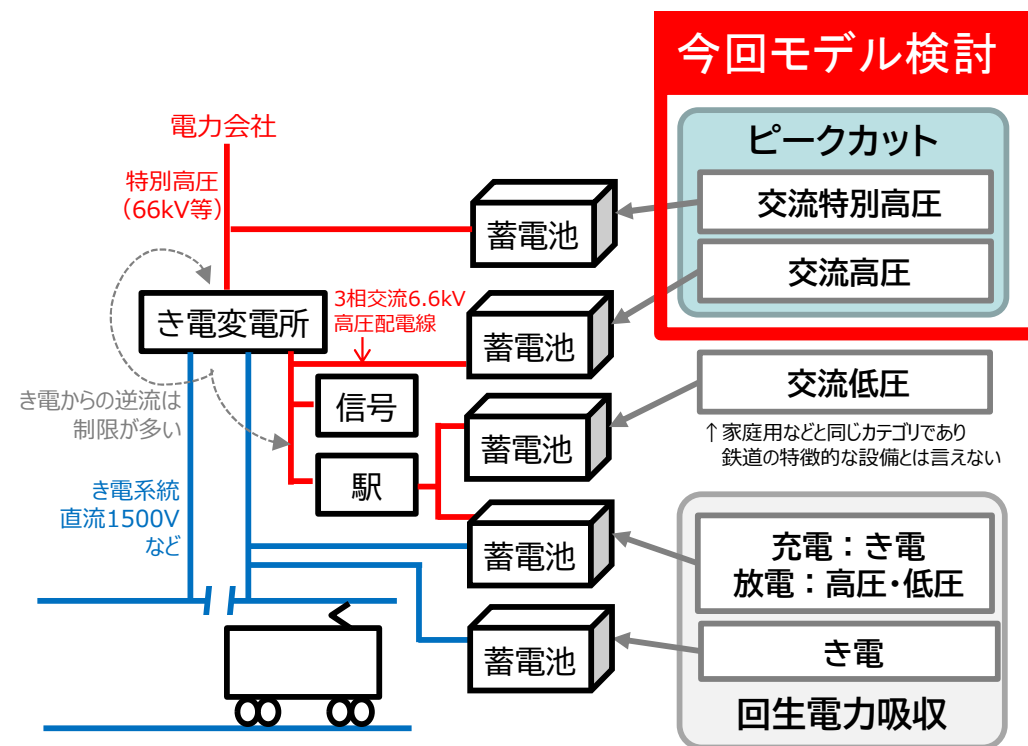
	回生電力吸収型	ピークカット型	BCP対応用
需要の特徴	列車加減速に伴う 負荷変動・回生電力	大口需要家 朝夕にラッシュあり	安定輸送が重要
蓄電池用途	回生電力の吸収	需要の平準化 (ピークカット)	非常用電源
CN効果	消費電力の低減	電力系統安定化 再エネ活用	— ※蓄電池導入のインセンティブ
普及実態	ある程度普及	未普及	活用事例あり
調査の方針	鉄道事業者アンケート実施 ↓ 実態の整理	電池メーカーアンケート実施 ↓ モデル調査の実施	鉄道事業者アンケート実施 ↓ 実態の整理

- 鉄道事業者に対して普及途上であるピークカット用電池について、過年度より深度化したモデル検討を実施
- 都市鉄道で一般的な直流電化を想定し、ピークカット用大規模蓄電池の導入モデルを検討し、効果と費用を検討

実装スタイルの整理

- ・ 鉄道事業者の保有する設備に対して、大口需要家としての特徴を生かして蓄電池を実装する方法を整理

連系先	特徴	適合する用途
交流特別高圧 交流高圧	大容量の蓄電に最適 回生電力吸収は不適	ピークカット型
交流低圧	小容量・小型	鉄道の特長を生かせる用途はない
き電系統	回生電力吸収に最適	回生電力吸収型
き電系統＋ 交流高圧・低圧	回生電力を吸収し、 列車以外に供給	



- ・ **ピークカット運用**を行うためには大電力を扱う必要があるため、**電源に近い位置**に蓄電池を接続することが望ましい
- ・ 直流→交流の変換があるため、**き電系統以外**に連系するシステムは、**回生電力の吸収**には**適さない**

モデル調査への反映

- ・ ピークカット型の電池として、変電所に隣接して交流高圧または特別高圧に連系するシステムを念頭に検討

モデル調査の概要

- ・ 電変電所に大型蓄電池を併設して**ピークカット**を行う
- ・ ピークカットとともに、日中の時間帯に放電して需要を相殺する(ネガワット)により、**デマンドレスポンス**を行う

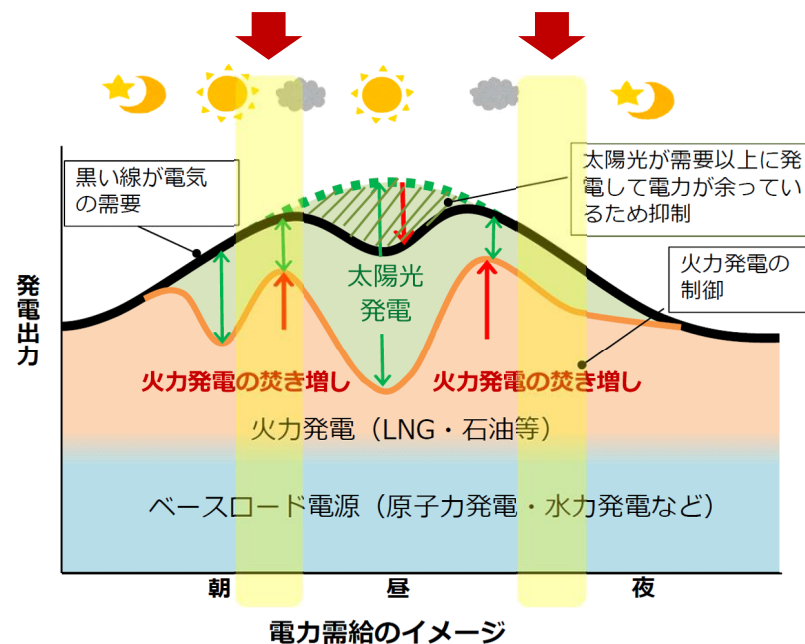
鉄道事業者の受益

- ・ ピークカットによる電力基本料金の抑制
- ・ 電池の余力を用いてデマンドレスポンスを行い、収益化する。
- ・ 災害時にも電源を確保することが可能となる

カーボンニュートラル効果

- ・ 需要の平準化により火力等のCO₂排出量が多い電源による補給を削減

鉄道の電力需要のピーク（朝タラッシュ時）は火力発電への依存度が高いと考えられる

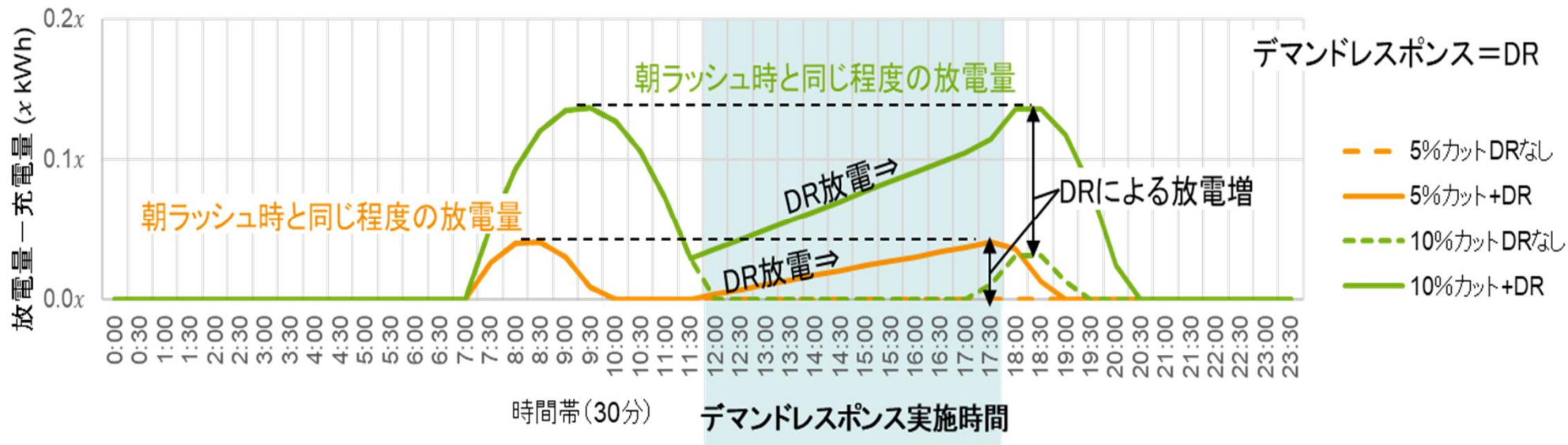


資源エネルギー庁資料を加工して作成

○ デマンドレスポンスを行う場合の充放電パターンを検討

DR放電パターンの設定

- 必要な蓄電池容量を増加させないため、朝ラッシュよりタラッシュのピークが低いことを利用
- ピークカット率が5%、10%のケースでは、朝夕の放電量の差分をデマンドレスポンスとして日中に提供可能



収支の分析

タイプ② 短小線区等を想定し、最大受電電力10MWの変電所単独を想定

蓄電池本体のコストは蓄電池容量に比例するものとし、その他設備のコストは過年度検討の条件により算定
既存の用地を転用するものとして、用地費用は計上しない

検討条件			タイプ① 線区一括型		タイプ② 変電所単位型		備考
—	最大受電電力	MW	50		10		
—	ピークカット率	%	5%	10%	5%	10%	
①	蓄電池出力	kW	2,500	5,900	500	1,200	
②	蓄電池容量	kWh	4,500	14,500	1,100	3,000	容量が初期の60%の時点で、80%の放電で最大放電量を賄える状態→約2.1倍

③	蓄電池単価	万円/kWh	9	9	9	9ヒアリング結果より、Li-ion電池を想定	
④	蓄電池システム費用	億円	4.05	13.05	0.99	2.7②×③	
⑤	土木工事費 連系用設備 設置工事費	億円	1.90	6.13	0.47	1.27過年度検討の条件より電池価格の47%	
初期費用合計		億円	5.95	19.18	1.46	3.97	

■保守費用及び初期費用の償却

1日2サイクル充放電した場合の寿命を設定し、初期費用を償却費として設定
蓄電池メーカー及び鉄道事業者のアンケート回答から保守費用を設定

検討条件		タイプ① 線区一括型		タイプ② 変電所単位型		備考
最大受電電力	MW	50		10		
ピークカット率	%	5%	10%	5%	10%	
年間充放電回数	回/年	730	730	730	730	(朝1回+DR・夕方1回)×365日
充放電回数(寿命)	回	8,000	8,000	8,000	8,000	Li-ion電池の寿命を想定
装置寿命	年	10.9	10.9	10.9	10.9	寿命に到達する充放電回数/年間充放電回数
年間保守費用	万円/年	500	500	500	500	500 鉄道事業者アンケートの回答を考慮して設定
初期費用	億円	5.95	19.18	1.46	3.97	前ページ参照
初期費用償却費	億円/年	0.55	1.76	0.13	0.36	初期費用÷装置寿命
保守+初期費用償却	億円/年	0.60	1.81	0.18	0.41	

■電力費削減効果

電力基本料金の削減効果を算定

検討条件			タイプ① 線区一括型		タイプ② 変電所単位型		備考
①	最大受電電力	MW	50		10		
②	ピークカット率	%	5%	10%	5%	10%	
③	電力基本料	円/kW/月	1,277	1,277	1,277	1,277	2023年の料金(東電 特別高圧電力B 60,000V)1649.89円×力率割引14% ×他割引10% ※割引率は過年度調査の設定を踏襲
④	削減契約電力	kW	2,500	5,000	500	1,000	
	電力費の削減	万円/年	3,831	7,662	766	1,532	④×③×12か月

■デマンドレスポンスによる収益

蓄電池から電力を供給する能力(ΔkW)を、アグリゲーターを通じて調整力市場で一般送配電事業者に販売
デマンドレスポンスにより放出した電力量(kWh)の費用は、充電時に購入する電力と差し引きで0と想定

検討条件		タイプ① 線区一括型		タイプ② 変電所単位型		備考
最大受電電力	MW	50		10		
ピークカット率	%	5%	10%	5%	10%	
供出出力	ΔkW	640	1,310	128	262	
供出時間	時間	6	6	6	6	
調整力単価	円/ ΔkW /0.5時間	3.01	3.01	3.01	3.01	2023年度の調整力公募における電源 I -a、I -bの30分換算 価格-1円(アグリゲーター利益分考慮)
運転日数	日/年	365	365	365	365	年365日運転と想定
デマンドレスポンス収入	万円/年	844	1,727	169	345	kWh単価は充電用電力の費用で相殺されると想定

■差引収益

検討条件		タイプ① 線区一括型		タイプ② 変電所単位型		備考
最大受電電力	MW	50		10		
ピークカット率	%	5%	10%	5%	10%	
保守+償却	億円/年	0.60	1.81	0.18	0.41	
電力費減+DR収入	億円/年	0.47	0.94	0.09	0.19	DR=デマンドレスポンス
合計	億年/年	-0.13	-0.87	-0.09	-0.22	

収支の分析 まとめ

- 差引収益は全ケースでマイナスとなるものの、5%カットケースでは収支がほぼ均衡する結果となった
- 主な効果は電力基本料の削減である
- デマンドレスポンスによる収益はわずかであるが、調整力市場は発達途上のため、今後の動向次第で効果が変わる可能性がある

○ 収支分析に用いた条件にて、どの程度のBCP対応が可能か検証

分析の概要

- ・ 列車を低速で最寄り駅まで移動させると想定
- ・ BCP運用の可能性と課題を把握する

分析の条件

列車は1本ずつ待避させることを想定する

信号設備や電灯などは、停止するか、別電源で救済すると想定する

想定車両	通勤電車10両編成	東京圏の通勤路線を想定
走行距離	1.5km	都市部の駅間距離程度を想定
運転速度	最高20km/h 平均15km/h	信号設備が動作しない状況を考慮
走行時間	6分	平均15km/hにて1.5km走行
力行時間・電流	13.5秒 平均約1200A	起動7秒＋再加速3.5秒×2回 インバーター制御車想定
走行時消費電力	6.8kWh/1列車	別途計算により想定（補機電力別）
補機の消費電力	冷房時 5.5kWh/分 冷房なし 0.9kWh/分	既存車両の補助電源装置容量から想定

（車両データ出典：電気車の運転電流曲線画法と電力消費率の計算法 一般社団法人日本鉄道電気技術協会）

- 列車の救済に求められる電池出力を検討
- デマンドレスポンスに必要な出力に比べ、列車の救済(BCP対応)に必要な容量が大きい

必要な電池出力

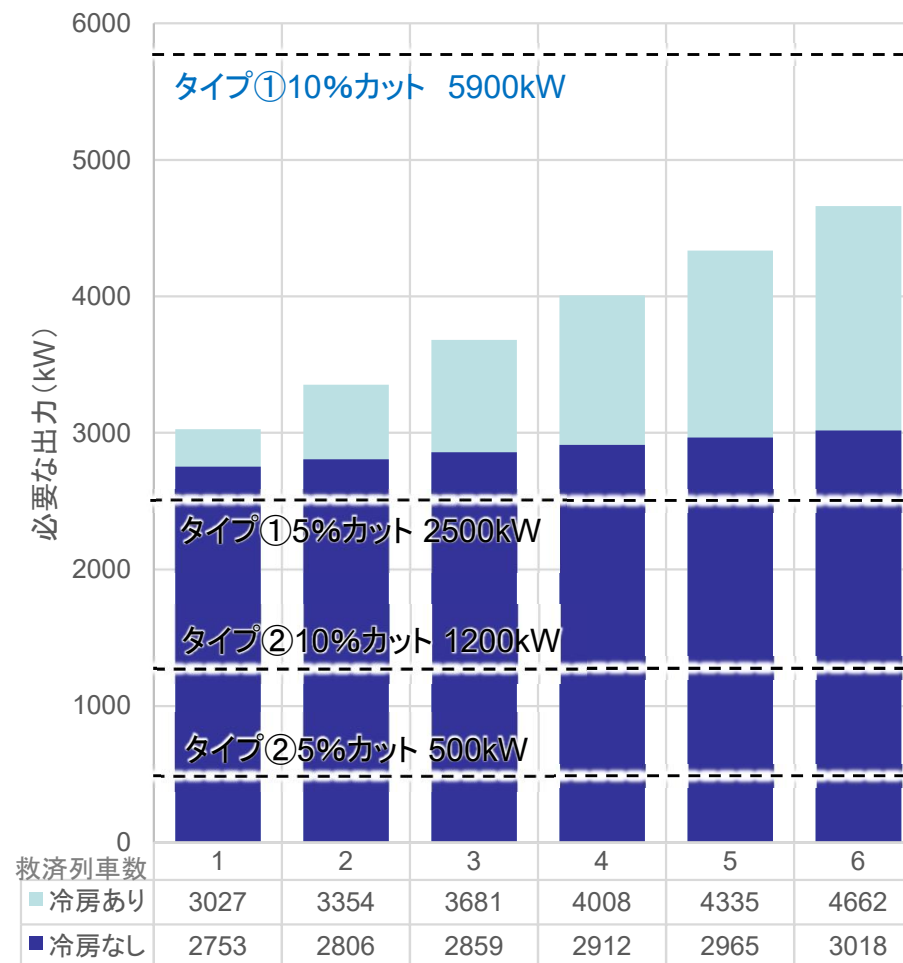
必要な出力

補機電力 × 救済列車数 + 走行時最大電力

⇒同時に走行する列車は1列車に限る

■分析の結果

- ・ タイプ①10%カット以外は、**出力不足**により列車を救済できない結果となった
- ・ この結果となるのは、デマンドレスポンス実施時の**充電時間から出力を決めている**ため
- ・ BCP利用を重視する場合、**BCP利用時の出力を重視した容量選定**が必要
- ・ 出力を上げ難い場合、使用ノッチを制限するなどの**列車側の対策**により、必要な電池出力を削減することも考えられる
→ 2000kWクラスの電池で列車の救済を行うことを検討されている事業者は、この方法と思われる



※冷房なしは、補機容量85%減として算定

本検討の条件では、BCP対応上電池出力がネックとなる

- 列車の救済に求められる電池容量を検討
- 収支採算分析を行ったケースでは、最も容量の少ないケースでも4～6列車程度の救済を行える容量がある

必要な電池容量

走行に必要な電力

救済列車数 × 走行時消費電力 (6.8kWh)

補機に必要な電力

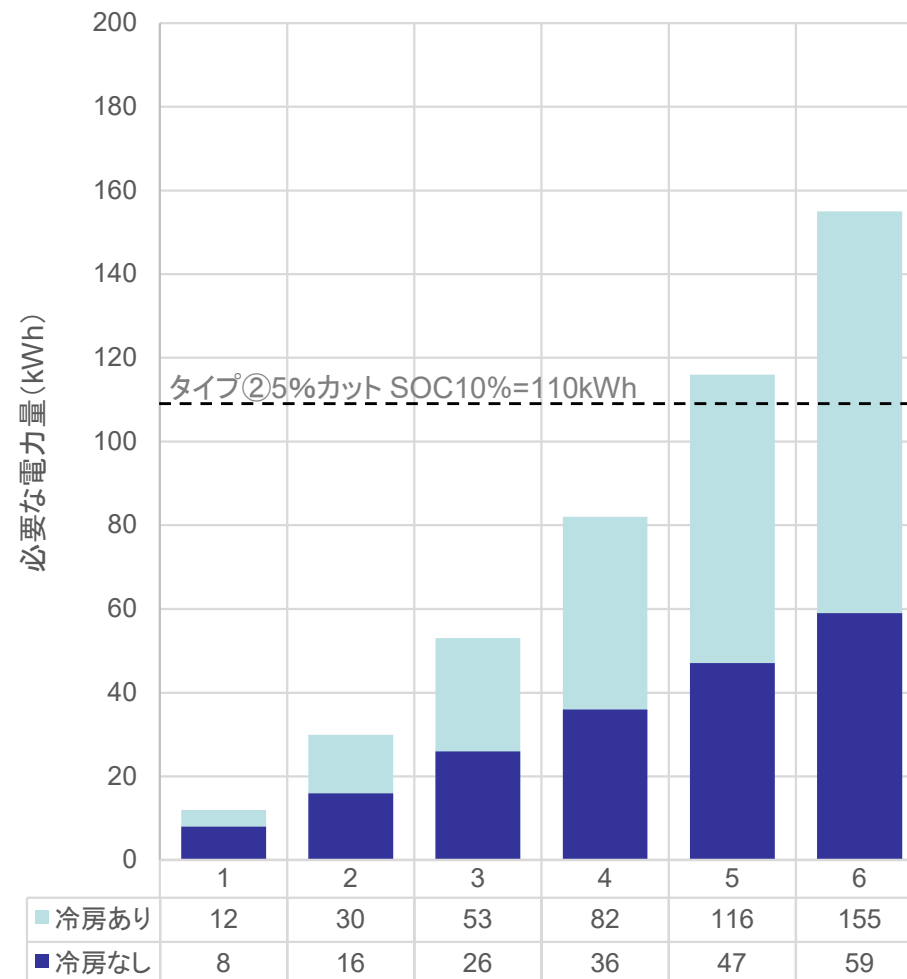
救済列車数 × 走行時間 (6分/列車)
× 補機電力 (5.5 or 0.9kWh/列車)

⇒ 1本ずつ移動させるため、他の列車は待機し、
その間補機電力を消費すると想定

⇒ 駅に移動した列車は直ちに電源断とすることを想定

■ 分析の結果

- ・ 最も容量の少ない **タイプ②の5%カットケース**において、**SOC10%**の場合でも**4列車分程度**の容量
- ・ 救済列車数が増えると、**待機時間**が長くなり、**補機による電力消費**が増大する
- ・ **通電時間の影響が大きい**ため、救済を迅速に行えるように準備しておくことが必要



※冷房なしは、補機容量85%減として算定

電池容量自体は制約にならない可能性が高い
救済に長時間を要すると電池が消耗するため、迅速な救済が重要

調査結果のまとめ

- 鉄道への大規模蓄電池導入について検討を行った。予備検討として、蓄電池の効果をピークカット、回生電力吸収、非常時対応力の向上(BCP)効果に整理し、それぞれ検討した。
- アンケートにより、回生電力吸収型蓄電池が普及していることが示されたが、節電の効果だけでは新設コストを回収できないケースがあり、鉄道事業者は節電以外の効果にも注目したり、補助金を活用したりして蓄電池を導入していることが示唆された。
- ピークカット型蓄電池は、一部の事業者で導入が開始または検討されているものの、未普及であることが示された。ピークカット型蓄電池、回生電力吸収型蓄電池のBCP効果については、複数の事業者が注目して活用を進めており、運用の考え方も数通りあることが示された。
- モデル検討では、ピークカット型について、ピークカットに加えてデマンドレスポンスも実施しても、わずかな赤字となることが示された。一方、一定のBCP効果が得られることから、収支均衡に至らずとも、鉄道事業者にとって導入のインセンティブになると考えられる。また、電力料金の水準や調整力価格の市場動向、補助金の有無によっても収支が変動する。

今後の課題

- 事業スキーム
 - 鉄道事業者にとって、投資意欲が生じる規模のメリットをもたらす事業スキームの検討が必要である。
 - 電力価格の時間帯による増減を活用した充電を行うなど、電力基本料金の削減以外の収益化手法やBCP効果の検討を深度化する必要がある。
- カーボンニュートラル効果の明確化
 - モデル調査の結果、デマンドレスポンスを行える容量が限られる。
 - ピークカットやデマンドレスポンスは、再生可能エネルギー導入量が増大した電力網を安定化させる効果があるが、直接的に消費エネルギーを削減する効果がない。
 - カーボンニュートラルに向けた効果や役割に関して検討を深度化し、充放電パターンなどにもフィードバックする必要がある。

モデル調査の深度化 (産地直送型)

鉄道施設を活用した送電について

- 鉄道施設を活用した地産地消型モデルの意義について整理
- モデル化調査の方向性について整理

マイクログリッド

- ・ **限定された範囲**をカバーする電力ネットワーク
- ・ 内部に自立した**電源を有し**、必要な時には外部の電力に頼らず、**自立的に電力を供給**できる



事業の 意義

- ・ 災害に対して強靱
- ・ 電源として再生可能エネルギーを導入し、マイクログリッドを介して効率的に利用することが可能

鉄道がマイクログリッドに取り組む意義

高いポテンシャル

- ・ 自社変電所で一括して受電し、沿線に点在する自社施設に自社の設備で配電
- ・ 保有する送配電ネットワークに自律分散型の電源を連系させれば、マイクログリッドとして機能する
- ・ 電気工作物を自社で保守・運用するノウハウを既に保有

マイクログリッドの高い効果

- ・ 電力の大口需要家として、再生可能エネルギーの活用に取り組む価値が高い
- ・ 輸送インフラであり、災害時に機能する社会的重要性が高い
- ・ 大都市圏では駅が地域の中核であり、災害時にも駅の拠点機能を維持できれば、地域に貢献する

○ 鉄道施設を利用した送電として考えられるパターンを検討し、検討の対象とする方式を検討

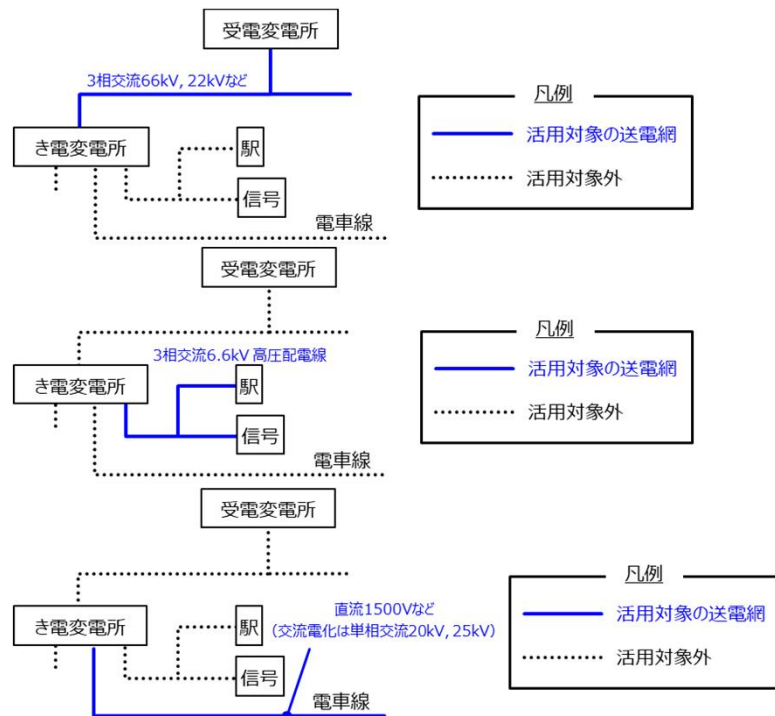
パターン A

既存の設備を利用

特別高圧

高圧配電

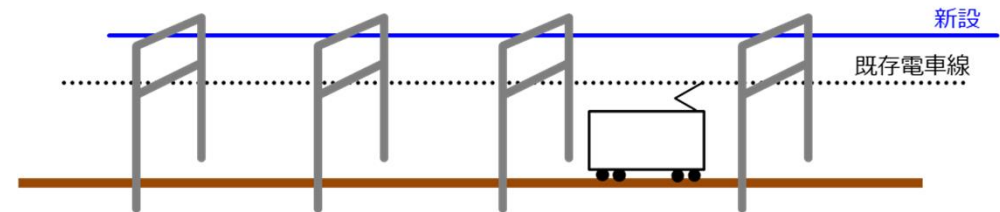
き電系統



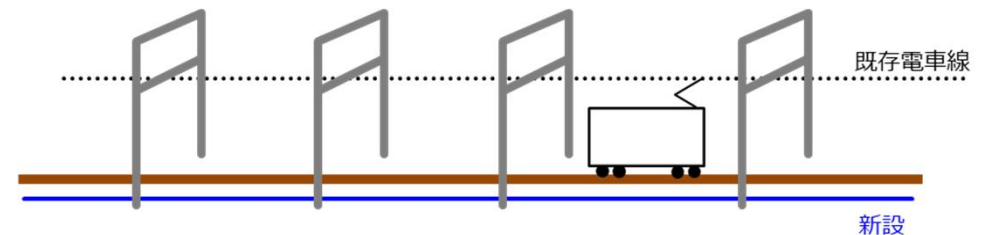
パターン B

鉄道用地内に 設備を新設

架空線新設



地中線新設



過年度調査にて、パターンBは初期投資額が大きいことが課題として明らかに

本年度方針

初期投資額が少ないパターンAから、実現可能性が高いものを選んで検討

- パターンAに関して課題を検討し、検討対象の形態を絞り込み

共通の課題

- 実現できるのは、既存設備に**空容量がある場所に限られる**
- **自社の事情**で送電停止や系統の切り替えを行うことが**制限**される
- 鉄道用電気工作物が**事業用電気工作物**として扱われる可能性がある

方式別の課題

方式	長所	課題
特別高圧	• 大電力 を扱うことが容易	• 鉄道事業者の保有する特別高圧送電線が限られている • 鉄道以外の需要家に配電する場合、変電所を介する必要がある
今回モデル検討 高圧配電	• 多くの路線の沿線に存在 • 需要家への配電に適する	• 特別高圧ほどの大電力は扱えない • 一般の配電網ほどの安定性は担保できない(鉄度側の事情で停電する場合がある、系統切替時の瞬停など) • 変電所を跨いで送電するためには、保護装置の改修など安全対策が必要である。変電所を跨がない場合、距離が限定される。
き電系統	• 電化路線に必ず存在 • 直流であれば、交流特有の技術的課題*がない *位相・周波数の一致、無効電力の調整など	• 夜間の保守時間帯は停電が必要 • 電圧が低いため、損失が大きい • 直流の場合、交流系統への逆潮流ができない場合が多く、需要家が限られる • 負荷変動が激しく、制御が難しい

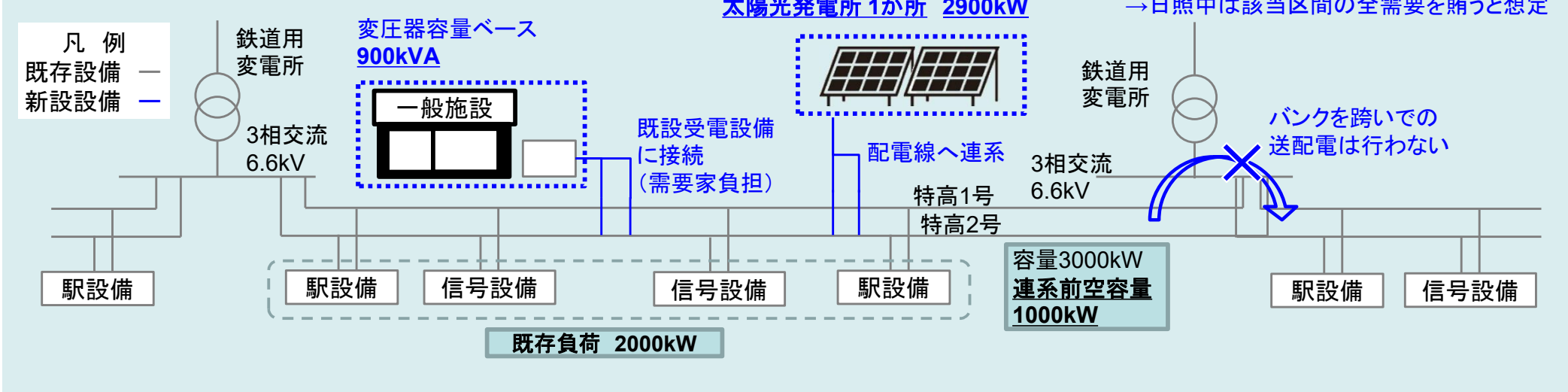
小規模なものを想定すれば課題が少ない

検討の対象のシナリオ

既存の**高圧配電線**を利用した、比較的**小規模なスマートグリッド**を想定

- 鉄道事業者として新規の施設を可能な限り新設しない形態として、鉄道用高圧配電線の空容量で送電すると想定
- 連系に必要な設備は、一般の配電線に連系する場合を踏まえて、一般施設と発電事業者側の設備とする

設備構成



一般需要家の想定

- ・ 駅前に立地しやすい商業施設(コンビニ、スーパー等)を想定
- ・ 鉄道用高圧配電線の空容量が1000kWのため、変圧器容量ベースで900kVAの負荷を連系すると想定
- ・ コンビニの場合、容量100kVAの設備で高圧受電する場合が多いことから、コンビニ9軒分の負荷を想定
- ・ コンビニ1軒の負荷は埼玉県「コンビニエンスストア消費電力実態調査報告書」より設定
- ・ 下記の負荷の9倍と想定

受電設備容量	100kVA	一般的な設備容量として想定
日中消費電力量	19kWh	買電量の算定に使用
最大消費電力	22kW	基本料の算定に使用

鉄道需要の想定

- ・ 都市部の駅などの施設を想定
- ・ 日本鉄道電気技術協会資料掲載の負荷特性実測値より、日中は最大消費電力(2000kVA)で一定と仮定

太陽光発電の想定

- ・ 発電量は、日照時間×鉄道用高圧配電線の負荷として算定

取引電力量の想定

- ・ 日照時間1500時間と想定

	契約容量	消費電力(太陽光)
一般需要	22kW × 9 = 198kW	19kWh × 1500時間 × 9 = 0.26百万kWh
鉄道需要	2000kW	2000kWh × 1500時間 = 3.00百万kWh

収支の分析

鉄道事業者

【収入】

電力託送料 $0.26\text{百万kWh} \times 3\text{円/kWh} = 0.8\text{百万円/年}$

【支出】

接続電線路 10m程度・電柱1本建植 45万円 × 9か所
合計 405万円

- 収入が少ないものの、配電線の小改修費用程度しか支出もないと考えられる
- 初期投資額は5年程度で回収できる
- 設備の維持費用が増額となる可能性があるが、高圧配電線の延長全体から見ればわずかで、無視できる金額とみなす

発電事業者

【収入増加】

鉄道および一般需要家からの収入

電力量 $3.3\text{百万kWh} \times 15\text{円/kWh} = 49\text{百万円/年}$

基本料 $2100\text{kW} \times 1600\text{円/kw} = 3.5\text{百万円/年}$

合計 52.5百万円/年

【初期投資】

鉄道用高圧配電線への連系コストを負担

接続電線路 10m程度・電柱1本建植 45万円

引出設備* 遮断機 + 断路器 × 2 × 2系統 2100万円

変電設備 11000万円

合計 131百万円

- 売電収入の増額により3年目には投資回収

一般需要家

- 金銭的な削減効果はない
- 鉄道用高圧配電線の使用料は系統と同額を想定しており、電力料自体は変化しない
- 鉄道用高圧配電線は鉄道側の事情で停電する可能性があるが、鉄道利用者向けの店舗であり、営業に支障はないと想定

収支の分析 まとめ

- ・ 単に配電経路を変更するだけでは利得が少ないので、**目的の明確化が重要**
- ・ 本検討では、**鉄道事業者は投資額も収益も少ない**ことから、より踏み込んだモデル(太陽光発電所を自社で開発して売電するなど)も考えられる

調査結果のまとめ

- 鉄道施設を活用した送電について検討した。鉄道事業者が保有する既存インフラを活用した送電方法として、架線を利用する方法、特別高圧送電線を活用する方法、沿線の高圧配電線を活用する方法について検討し、技術的制限が少ないと考えられる沿線の高圧配電線を活用する方法についてモデル検討を行った。
- モデル検討は、沿線の太陽光発電を連系させ、鉄道事業者系列の沿線商業施設に供給するモデルについて検討した。
- 系統電力の停電時に沿線発電所から直接受電できること、再生可能エネルギーを有効に活用できること、それを社会的に訴求しやすい等の利点があると考えられるものの、配電経路の変更だけでは利得が少ないため、目的の明確化が重要であると考えられる。

今後の課題

- 事業スキーム
 - 単に配電経路を変更するだけでは利得が少ない。
 - 鉄道事業者にとって、投資意欲が生じる規模のメリットをもたらす事業スキームの検討が必要である。
- 法制面の整理
 - 鉄道事業者が一般送配電事業者から受電しながら発電事業者からも直接受電するなど、従来の法令や契約で想定されていない状況になることが考えられる。
 - 柔軟に運用できる制度が求められる。
- 予備回線の空容量活用
 - 高圧配電線には空容量がなく現状以上の電力を送ることができないケースもあると考えられ、需要の多い時間帯は保守作業を避け、予備系統と本系統を同時に使用する等、実際の需要に応じて既存のリソースを有効に使う運用方法の検討が望まれる。