

路線又は区間全体の省 CO2 化計画

2021(令和 3)年 6 月

阪神電気鉄道株式会社



“たいせつ”がギョツと。

阪神電車
HANSHIN ELECTRIC RAILWAY

目次

1 当社の概要について.....	2
(1) 当社路線の概要について.....	2
(2) 環境保全活動について	2
2 当社路線における省 CO2 化計画について.....	3
(1) 鉄軌道輸送システムの継続的な省 CO2 化に向けた取組	3
i) 過去 3 年間に於いて低炭素化に向けて実施した取組	3
ii) 今後低炭素化に向けて実施予定の取組	4
(2) 回生電力の有効活用に資する設備の導入プロセス.....	4
①設備を導入する路線又は区間全体の回生電力の有効活用に関する状況・背景	4
i) 回生車両の導入台数・導入率.....	4
ii) 列車運行上の条件	5
iii) 路線又は区間全体での回生電力の有効活用に関する状況.....	5
②設備導入に際し解決した課題	5
i) 負荷(車両)側に対して行った工夫.....	5
ii) 設備費用の投資回収に関する考え方.....	5
iii) 駅における装置設置場所の確保	5
③導入設備および導入に向けた検討と整備に要する期間.....	6
i) 導入設備の概要・仕様・機器構成	6
ii) 検討内容と検討期間	7
iii) 整備(予定)期間.....	8
(3) 二酸化炭素排出量削減の効果と目標	8
i) 事業実施後の電力使用量削減及び二酸化炭素排出削減の効果、総電力源単位の変化	8
ii) 二酸化炭素排出削減効果の評価対象.....	9
iii) 事業実施前の電力使用量及び二酸化炭素排出量、総電力原単位.....	9
iv) 事業実施による電力使用量および二酸化炭素排出量、総電力原単位の予測及びその手法.....	11
(4) 普及展開に向けた措置	11
i) 組織内でフィードバックする体制と頻度	11
ii) 他の鉄軌道事業者への事業展開に資する措置	11
iii) 海外展開に資する措置.....	12

1 当社の概要について

(1) 当社路線の概要について

当社の営業路線は、図 1-1 に示すとおり大阪梅田駅から神戸三宮駅を經由して元町駅に至る本線、元町駅から西代駅までの神戸高速線、尼崎駅から大阪難波駅までの阪神なんば線、武庫川駅から武庫川団地前駅までの支線である武庫川線で構成されている。また、元町駅から神戸高速線を經由して山陽電気鉄道本線の山陽姫路駅までの間と、阪神なんば線を經由して近鉄奈良線の近鉄奈良駅までの間で相互直通運転を行っている。

鉄道電力は、関西電力から交流 22kV または 33kV の特別高圧を沿線7か所の変電所で受電して運転用電力の直流 1,500V に変換し、上下線一括き電方式で列車へ電力を供給している。なお、変電所は全て無人で、尼崎にある電力指令所から遠隔で監視制御を行っており、安定した電力供給と迅速な事故対応が可能なように、コンピュータの機能をフルに生かした変電所集中管理システム(CSC)を運用している。

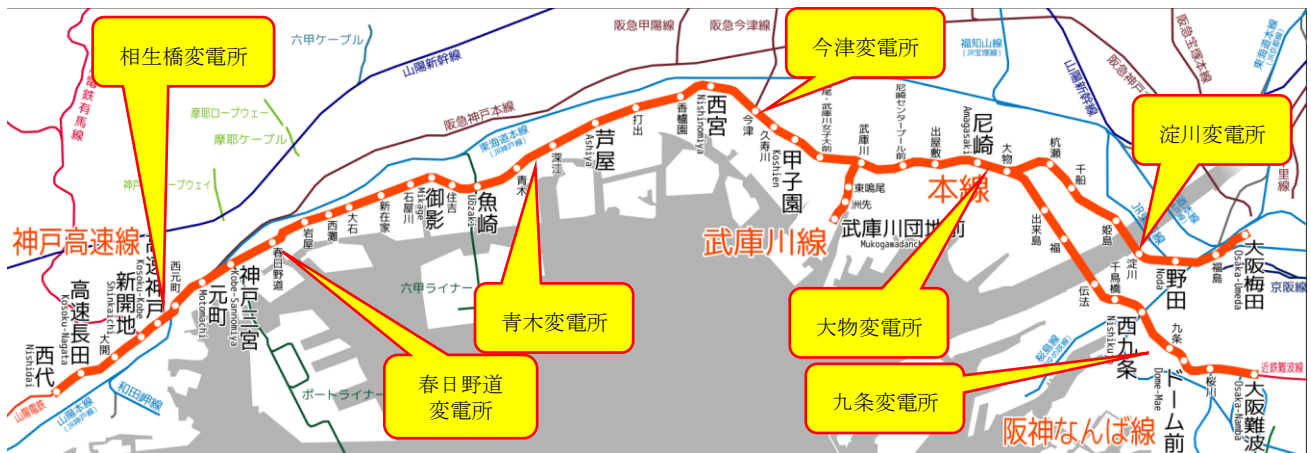


図 1-1 当社路線図

(2) 環境保全活動について

当社では、環境保全への積極的な取り組みを実行するための行動原則である「環境方針」を定め、環境の保全や資源の保護に配慮した事業活動を推進している。具体的な取り組みとして、鉄道事業では省エネルギー車両や太陽光発電システム(図 1-2)を導入しているほか、不動産事業では「ハービス OSAKA」「ハービス ENT」等の商業施設で日本最大級の氷蓄熱空調システムを導入し夜間電力の有効活用、スポーツ・レジャー事業では阪神甲子園球場の銀傘上に設置された太陽光発電システムの活用などが挙げられる。さらに、2020 年には東急グループとの共同企画で「SDGs トレイン 2020」(図 1-3)の運行を開始し、SDGs 認知向上と SDGs をテーマにしたさまざまな活動を広く社会に普及させ、持続可能な未来を創造するきっかけとなることを目指した活動を行っている。なお、当車両はすべての照明機器に LED 照明を採用し、電力回生ブレーキで走行電力を抑えるなど最新の省エネ車両を使用するとともに、走行に必要な電力を 100%再生可能エネルギーで賄っている。



図 1-2 大石駅における太陽光発電システム



図 1-3 SDGs ト레인 未来のゆめ・まち号

2 当社路線における省 CO2 化計画について

(1) 鉄軌道輸送システムの継続的な省 CO2 化に向けた取組

i) 過去 3 年間に於いて低炭素化に向けて実施した取組

当社は、継続的な省 CO2 化に向けた取組として、省エネルギー型照明器具や LED 信号灯機の導入等を実施している。また、「電力見える化」ワーキンググループを立ち上げ、各駅の電力量データをもとに省エネ施策を検討・実施しており、2018 年度には駅営業時間外(1:00~4:00)に点灯していた一部の業務サインを消灯させるようスケジュール変更するなど、省 CO2 化を図った。過去 3 年間(2017-2019 年度)に実施した施策を表 2-1 に示す。

表 2-1 過去 3 年間に於いて低炭素化に向けて実施した取組

措置の概要	省エネ効果	
	削減電力量	削減二酸化炭素排出量
省エネルギー型照明器具の導入	2018年度: ▲723千kWh/年 2019年度: ▲176千kWh/年 2020年度: ▲337千kWh/年	2018年度: ▲419千kgCO2/年 2019年度: ▲102千kgCO2/年 2020年度: ▲195千kgCO2/年
駅営業時間外の業務サインの消灯	2018年度: ▲16千kWh/年	2018年度: ▲9千kgCO2/年
高効率変圧器の導入	2018年度: ▲19千kWh/年 2020年度: ▲15千kWh/年	2018年度: ▲11千kgCO2/年 2020年度: ▲9千kgCO2/年
LED信号灯機の導入	2018年度: ▲16千kWh/年 2019年度: ▲14千kWh/年 2020年度: ▲13千kWh/年	2018年度: ▲9千kgCO2/年 2019年度: ▲8千kgCO2/年 2020年度: ▲8千kgCO2/年
合計(2017年度比)	▲1,329千kWh	▲770千kgCO2

ii) 今後低炭素化に向けて実施予定の取組

2021 年度には回生車両の導入(8 両)、老朽化した非回生車両の廃車(8 両)、省エネルギー型照明器具の導入(駅舎:3 駅、バックヤード照明等:19 か所)、高効率変圧器の導入(3 か所)を実施予定である。

2022 年度以降も、これら回生車両の導入(2023 年度完了予定)や各駅舎の照明 LED 化(2030 年度完了予定)等に継続的に取り組むとともに、駅舎補助電源装置の新設(2022 年度導入予定)など新たな省エネ施策にも積極的に取り組み、更なる省 CO2 化を実現する。

(2) 回生電力の有効活用に資する設備の導入プロセス

①設備を導入する路線又は区間全体の回生電力の有効活用に関する状況・背景

i) 回生車両の導入台数・導入率

全車両(358 両)を回生車両に置き換える計画で、順次更新を進めている。現在、本線普通車両の一部(32 両)は、非回生車両となっており、2023 年度までに回生車両に代替予定である。過去 3 年間における回生車両の導入台数および導入率を表 2-2、図 2-1～図 2-4 に示す。

表 2-2 過去 3 年間における回生車両の導入台数および導入率

	2018	2019	2020
①回生車両の導入台数[台]	4	4	0
②回生車両台数合計[台]	322	326	326
③非回生車両台数合計[台]	40	40	32
④総車両数[台](②+③)	362	366	358
⑤回生車両率[%](②/④)	89.0	89.1	91.1

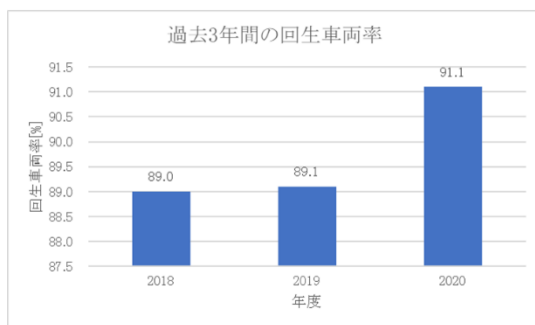


図 2-1 過去 3 年間の回生車両率

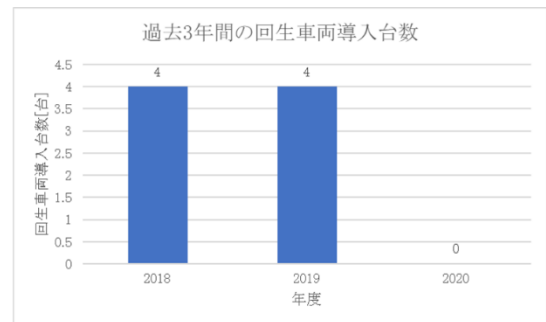


図 2-2 過去 3 年間の回生車両導入台数

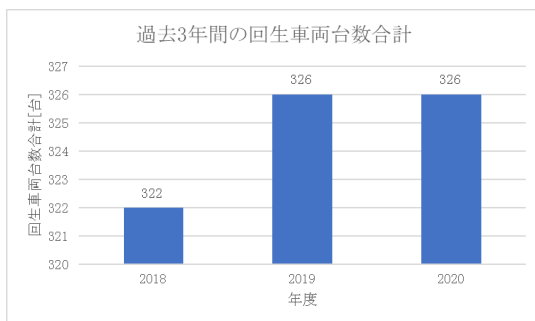


図 2-3 過去 3 年間の回生車両台数合計

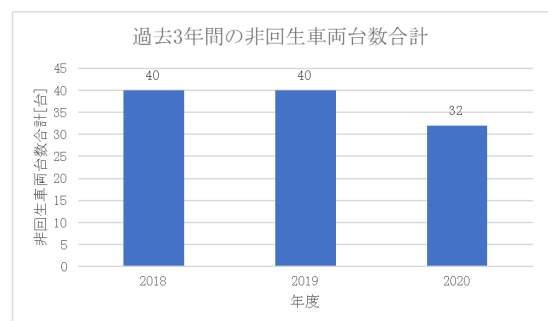


図 2-4 過去 3 年間の非回生車両台数合計

ii) 列車運行上の条件

当社では、曲線半径、線路勾配、イベント有無等を考慮して効率的な運行ダイヤを定めており、最高速度については、106km/h としている。また、駅舎補助電源装置の導入対象である神戸三宮駅の列車停車本数は、上下線あわせて平均 22 本/h、ラッシュ時最大 30 本/h である。

iii) 路線又は区間全体での回生電力の有効活用に関する状況

回生車両の導入が進み、車両から発生する回生電力を他の車両に融通して有効活用する仕組みは整いつつある。しかしながら、特に早朝および深夜時間帯は列車本数が少ないため、回生電力が熱エネルギーとして無駄に消費され、回生失効や回生絞り込みが発生している。今後、回生率の高い省エネ車両の導入が進むと、この問題はますます顕著となる。そこで、小型の回生インバータである駅舎補助電源装置(S-EIV【Station Energy Saving Inverter】)を導入することで回生電力の有効活用を図る。

②設備導入に際し解決した課題

i) 負荷(車両)側に対して行った工夫

回生車両の導入により有効活用できる回生電力の増加を図るとともに、車両へ省エネ設備(VVVF、LED 照明など)の導入により、車両の消費電力の低減を図っている。

ii) 設備費用の投資回収に関する考え方

駅舎補助電源装置を導入した場合のイニシャルコストおよびランニングコストは表 2-3 に示すとおりである。なお、ランニングコストに関しては、定期点検(1 回/1 年)および本体の部品交換(1 回/12 年)を実施することを条件として算出している。

表 2-3 より、CO2 削減に加えて、装置の耐用想定年数 24 年(当社では 12 年に 1 度のオーバーホールを実施することにより耐用年数を 24 年と想定)内で投資回収が見込めることから、同設備の導入する計画となった。

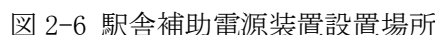
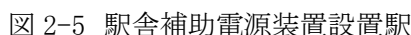
表 2-3 S-EIV 導入のライフサイクルコスト

イニシャルコスト		ランニングコスト		削減電力量料金		投資回収 期間[年]
項目	費用 [千円]	項目	費用 [千円]/年	項目	費用 [千円]/年	
装置単価	22,875	目視点検	0	削減電力量[kWh]	141,230	
工事費用	13,451	定期点検	25	電気料金単価[円/kWh]	13.50	
		部品交換費	143			
合計	36,326	合計	168	合計	1,907	

iii) 駅における装置設置場所の確保

駅舎補助電源装置は神戸三宮駅東方の軌道内拡幅部に設置する計画である(図 2-5、2-6)。

また、配線については、き電(直流 1,500V)側は図 2-6 赤点線で示すように壁面を立ち上げて敷設する予定であり、作業員が接触して感電することを防ぐために、絶縁被覆のあるケーブルを使用する。低圧(交流 200V)側は青色実線で示すとおり、既設ラックに敷設し、神戸三宮駅電気室内の動力変圧器に接続する。



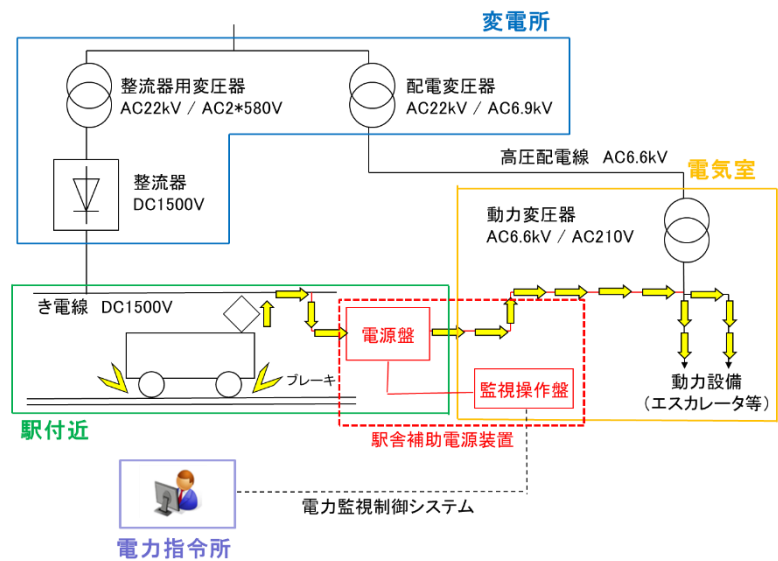


図 2-7 システム構成図

表 2-4 電源盤仕様(三菱電機株式会社カタログより引用)

定格容量	200kW 30 秒通電、2 分 30 秒休止(3 分繰り返し)
入力電圧	DC1500V
出力電圧	AC210V、3 相、50/60Hz
主回路方式	高周波リンク方式 DC/DC コンバータ+SiC パワーモジュールインバータ
冷却方式	自冷

表 2-5 監視操作盤仕様(三菱電機株式会社カタログより引用)

構成	タッチパネル式操作表示器
操作機能	運転/停止、運転モード切替、制御特性設定
表示機能	運転状態・故障表示、計測値
計測記録機能	入出力電圧・電流・電力量

ii) 検討内容と検討期間

駅舎補助電源装置の設置には、回生電力を使用するために 200kVA 以上の動力変圧器が設置されているという条件を満たす必要がある。この条件を満たす駅の中でも、列車停車本数の多く回生失効が多いと見込まれる駅(大阪梅田駅・尼崎駅・甲子園駅・西宮駅・神戸三宮駅・九条駅)を候補駅として選定した。さらに、候補駅の中から、装置動作時の騒音による周辺への影響が少ない神戸三宮駅(地下駅の中で列車停車本数が最も多い)を今年度の導入対象駅とした。神戸三宮駅への導入については、後述する電車線測定(5 日間)、データ整理、導入効果算出等について約半年間の評価検討を実施した。

iii) 整備(予定)期間

整備期間として、2 ヶ年度を予定しており、初年度にキュービクル(以下、Cub と記載)改修工事及び Cub 基礎工事を実施し、次年度に機器の製作、据付、検査を実施して 2022 年 12 月に竣工予定である。実施スケジュールを表 2-6 に示す。

表 2-6 実施スケジュール

手続き・工種	2021年度											
	4月			5月			6月			7月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
補助金申請手続き												
交付申請												
社内手続き												
Cub改修準備期間												
Cub改修工事												
Cub基礎設置工事												
社内検査												
完了実績報告、補助金請求												
手続き・工種	2022年度											
	4月			5月			6月			7月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
補助金申請手続き												
交付申請												
社内手続き												
駅舎補助電源装置製作期間												
駅舎補助電源装置設置工事												
配管・配線等工事												
社内検査												
完了実績報告、補助金申請												

(3) 二酸化炭素排出量削減の効果と目標

i)事業実施後の電力使用量削減及び二酸化炭素排出削減の効果、総電力源単位の変化

CO2 排出量削減効果算出方法

本件で申請する駅舎補助電源装置は、接続するき電線の電圧が設定した閾値を超えた際に動作し、駅舎で使用する電力を生成する装置である。本機を設置した場合の CO2 削減効果を算出するため、図 2-8 に示すとおり架線電圧を測定し、駅舎補助電源装置で生成される、すなわち駅舎にて有効活用できる電力量を算出した。

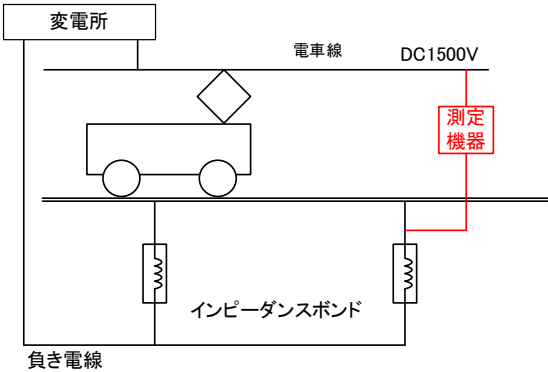


図 2-8 架線電圧の測定

測定結果

上記の方法で測定した結果から算定した 1 日あたりの削減電力量を表 2-7 に示す。

表 2-7 1 日あたりの削減電力量

日程	平日①	平日②	平日③	土休日①	土休日②
削減電力量 [kWh]	400.80	390.08	388.10	364.89	383.93
平均値	392.99			374.41	

電力使用量および CO2 排出量の削減効果

表 2-7 の削減電力量をもとに、ダイヤが異なる平日・休日ダイヤを考慮して算出した年間削減電力量は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} & 392.99[\text{kWh/日}] \times 246(\text{平日日数}) + 374.41[\text{kWh/日}] \times 119(\text{休日日数}) \\ & = \underline{141,230[\text{kWh/年}]} \end{aligned}$$

また、CO2 の排出係数を 0.579[kgCO2/kWh]として算出した CO2 削減量は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} & 141,230[\text{kWh/年}] \times 0.579[\text{kgCO2/kWh}] \\ & = \underline{81,772[\text{kgCO2/年}]} \end{aligned}$$

総電力原単位の変化

総電力原単位は、鉄道区間における車両 1 車両が 1km 走行する際に消費する電力量のことであり、削減電力使用量をもとに総電力原単位を算出すると、1.841[kWh/c・km]となる(2020 年度:1.844[kWh/c・km])。

ii)二酸化炭素排出削減効果の評価対象

二酸化炭素排出削減効果の対象は、主に春日野道変電所～相生橋変電所間の運転電力であり、導入後の評価は、駅舎補助電源装置に蓄積される変換電力量データを基に算出する。

iii)事業実施前の電力使用量及び二酸化炭素排出量、総電力原単位

過去 3 年間の電力使用量及び二酸化炭素排出量、総電力原単位の推移をそれぞれ図 2-9,2-10,2-11 に示す。

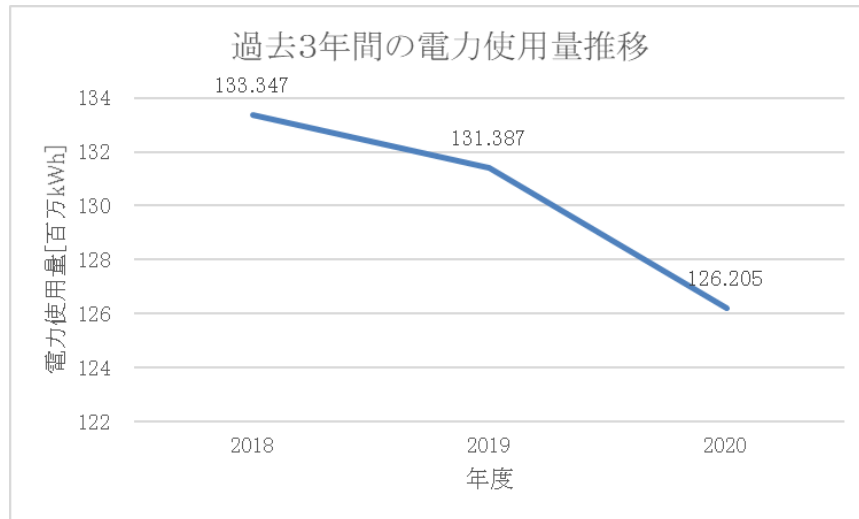


図 2-9 過去 3 年間の電力使用量推移

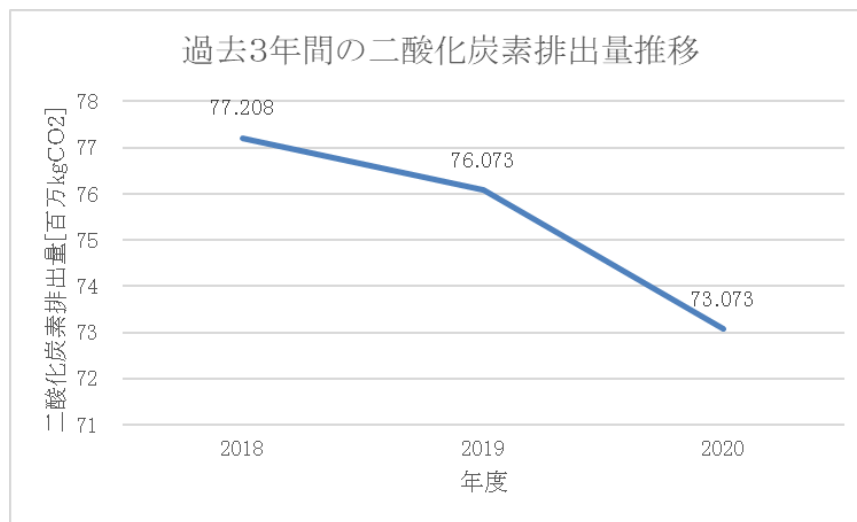


図 2-10 過去 3 年間の二酸化炭素排出量推移

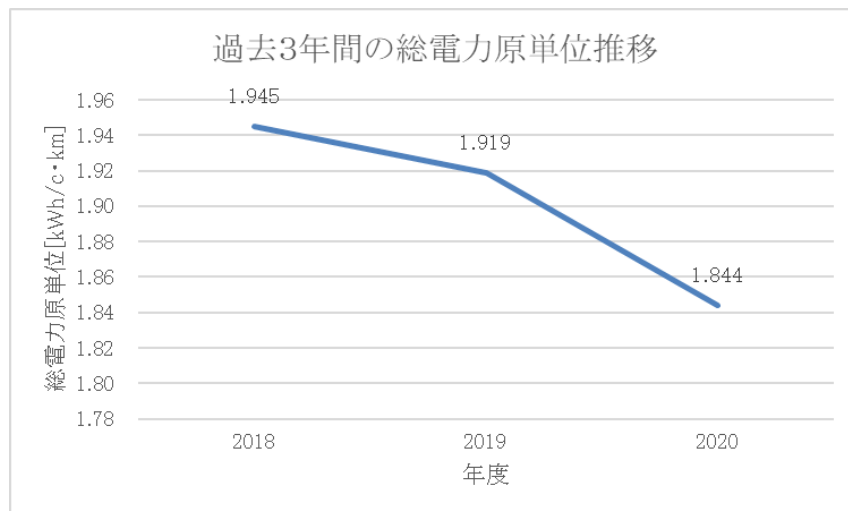


図 2-11 過去 3 年間の総電力原単位推移

iv) 事業実施による電力使用量および二酸化炭素排出量、総電力原単位の予測及びその手法

削減電力使用量をもとに総電力原単位を算出すると、1.841[kWh/c・km]となる(2020 年度:1.844[kWh/c・km])。事業実施による電力使用量、二酸化炭素排出量および総電力原単位の変化を表 2-11 に示す。

表 2-8 事業実施による電力使用量、二酸化炭素排出量および総電力原単位の変化

	導入前	導入後	削減効果
電力使用量[kWh/年]	131,386,566	131,245,336	141,230
二酸化炭素排出量[kgCO2/年]	76,072,822	75,991,050	81,772
総電力原単位[kWh/c・km]	1.844	1.841	0.003

(4) 普及展開に向けた措置

i) 組織内でフィードバックする体制と頻度

導入後 3 年間は月次削減電力量を部署内で報告し、1 年経過時点で都市交通事業本部全体の定例会議にて設備導入効果を報告・フィードバックし、他駅への水平展開を視野に省 CO2 化計画へ反映する。

ii) 他の鉄軌道事業者への事業展開に資する措置

2021 年 4 月現在、当社を含めた 17 社局※にて構成される日本鉄道電気技術協会関西支部が主催する変電調査専門委員会にて駅舎補助電源装置の導入効果について情報展開し、他の鉄軌道事業者への事業展開に貢献する。

また当社では鉄道事業に携わる社員の働く姿や、仕事にかける想いを通じて、当社の鉄道の「安全・安心・快適」への取り組みを発信する「安全・あんしん・快適EVERYDAY」プロモーションを 2018 年 6 月から実施しており、駅舎補助電源装置導入について取り上げることで社内外に駅舎補助電源装置の導入効果についての PR を行う予定としている。

※ 阪急電鉄株式会社、京阪電気鉄道株式会社、近畿日本鉄道株式会社、南海電気鉄道株式会社、大阪市高速電気軌道株式会社、京福電気鉄道株式会社、叡山電鉄株式会社、泉北高速鉄道株式会社、北大阪急行電鉄株式会社、大阪モノレール株式会社、能勢電鉄株式会社、神戸電鉄株式会社、山陽電気鉄道株式会社、神戸新交通株式会社、神戸市交通局、京都市交通局、阪神電気鉄道株式会社(順不同)

iii) 海外展開に資する措置

当社は、海外からの視察団を不定期に受け入れ、技術交流を行っている。直近の海外からの視察状況について表 2-12 に示す。今後も視察団受入に応じ、駅舎補助電源装置についての PR を行う。

表 2-9 海外展開に資する措置

年月	受入対応	国籍
2012年11月	ウランバートル市都市交通システムに関する政府関係者研修	モンゴル
2018年10月	ジャカルタ MRT 研修受け入れ	インドネシア
2018年11月	桃園メトロ対応	台湾
2018年12月	タイ国鉄レッドライン視察対応	タイ
2019年 8月	コロンボLRT研修受入	スリランカ
2019年 9月	タイレッドライン研修受入資料	タイ
2019年10月	桃園メトロ意見交換	台湾