

■ 路線または区間全体の省 CO2 化計画 ■

広島電鉄株式会社
電車事業本部 電車技術部
電気課

1. 路線の概要

当社の電車営業路線には図 1 の路線図に示すとおり、広電宮島口から広電西広島間の鉄道区間と広電西広島から東側の軌道区間とがあり、鉄軌道区間をまたいで運行する路線を含む全 9 路線を運行している。また、変電所は鉄道区間に 3 か所、軌道区間に 5 か所の全 8 か所に設けられている。



(図 1. 路線図)

2. 鉄軌道輸送システムの継続的な省 CO2 化に向けた取組について

当社における省 CO2 化の取組として、回生車両の導入、車両車内灯や駅照明の LED 化、車両の制御器更新、駅事務所等の空調設備更新や、必要外の照明の積極的な消灯等を実施している。表 1 に過去 3 年間に実施した主な省 CO2 化に向けた取組内容を示す。

今後についても、引き続き回生車両の導入、車両車内灯や駅照明の LED 化を進め、導入予定の回生電力貯蔵装置により、電車減速時の回生電力を貯蔵し、電車走行時の電力として再利用することで、更なる省 CO2 化を実現させていく予定である。

(表 1. 過去3年間に実施した主な省 CO2 化に向けた取組)

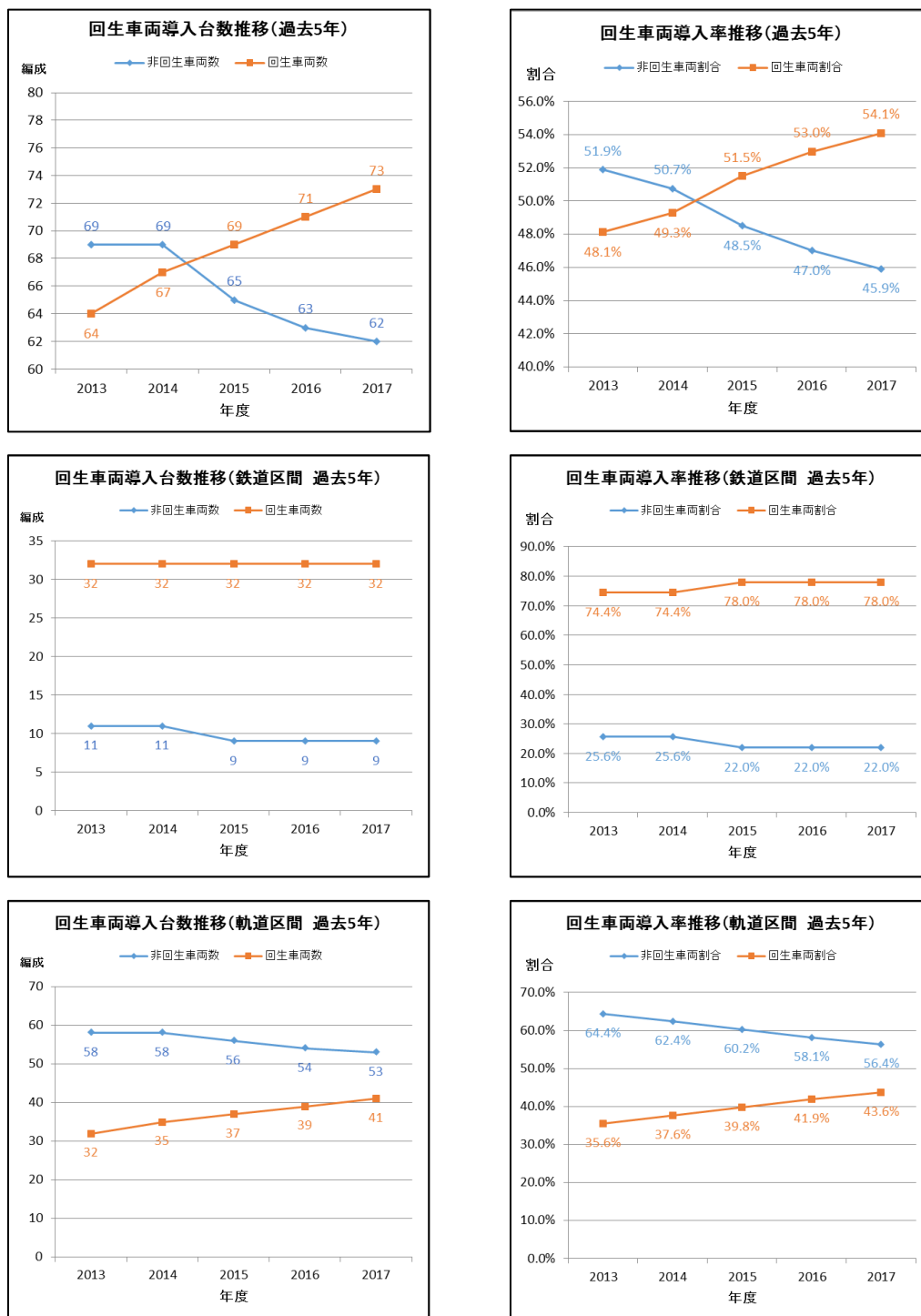
実施年度	取組内容
2015	回生車両の導入(2 編成)、老朽化した非回生車両の廃車(4 編成) 車両車内灯の LED 化(6 編成) 電車部棟(事務所)の空調を省エネ対応機器に更新 電停照明の LED 化(10 電停)
2016	回生車両の導入(2 編成)、老朽化した非回生車両の廃車(2 編成) 串戸トンネル内照明の LED 化
2017	回生車両の導入(2 編成)、老朽化した非回生車両の廃車(1 編成) 800 形車両の制御器更新(チョッパー→VVVF) 電停照明の LED 化(19 電停)

3. 回生電力の有効活用に資する設備の導入プロセスについて

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

(ア) 回生車両の導入台数・導入率

当社には、2018年3月現在135編成の車両が在籍しており、回生車両の導入率は、鉄道区間が約77% (32/41編成)、軌道区間が約44% (41/94編成)で、全体では約54% (73/135編成)となっている。図2に過去5年間の回生車両導入台数及び導入率推移を示す。



(図2. 回生車両導入台数及び導入率の推移)

(イ)列車運行上の条件

駅間距離、曲線半径、線路勾配等を考慮して、運行速度を定め、これを基に効率的な運行ダイヤを定めており、鉄道区間は最高速度 60km/h、ラッシュ時は約 5 分間隔、ベース時は約 9 分間隔で運行し、軌道区間は最高速度 40km/h、ラッシュ時は約 4～8 分間隔、ベース時は約 9～15 分間隔で運行している。また、き電方式として直流 600V・上下一括き電を採用している。

鉄道区間については、広島市と隣接する廿日市市と広島市中心部を結ぶ主要な路線であると同時に、世界遺産である原爆ドームと、同じく世界遺産である宮島を結ぶ観光路線を担っている。

(ウ)回生電力の有効活用に関する状況

今回設備を導入する鉄道区間の回生車両割合は約 8 割であり、列車の運転条件によって、制動時の回生失効や瞬間的な架線電圧の低下が発生しているため、回生電力貯蔵装置を導入し、回生電力の有効活用を図ることで、これらを改善することとした。

②設備導入に際し解決した課題

(ア)負荷側に対して行った工夫

回生車両導入により有効活用できる回生電力の増加を図った。

(イ)設備費用の投資回収に関する考え方

導入する回生電力貯蔵装置は 25 年の運用を想定しており、設備導入により、宮島変電所に掛かる電気料金のうち、年間約 22%の削減が期待でき、保守費用を除くと約 16%のランニングコスト削減が期待できる。これにより、補助対象経費に係る自己負担額が約 22 年で回収できる試算となる。

(ウ)装置設置場所の確保、配線工事等の技術的な課題等

宮島変電所付近に回生電力貯蔵装置を導入するにあたり、設置場所の選定が課題となったが、現在倉庫として使用している旧宮島変電所建物が改修して使用可能であるとわかったため、設置場所として決定した。

また、この建物は海岸沿いにあり、自治体のハザードマップで最大 1m の浸水が想定されていることから、建物内に約1m程度嵩上げた架台を設置することでその対策とした。

旧宮島変電所建物、宮島変電所、装置設置イメージを図3に示す。



(図3. 左:旧宮島変電所建物 中:宮島変電所 右:装置設置イメージ)

③導入設備及び導入に向けた検討と整備に要する期間

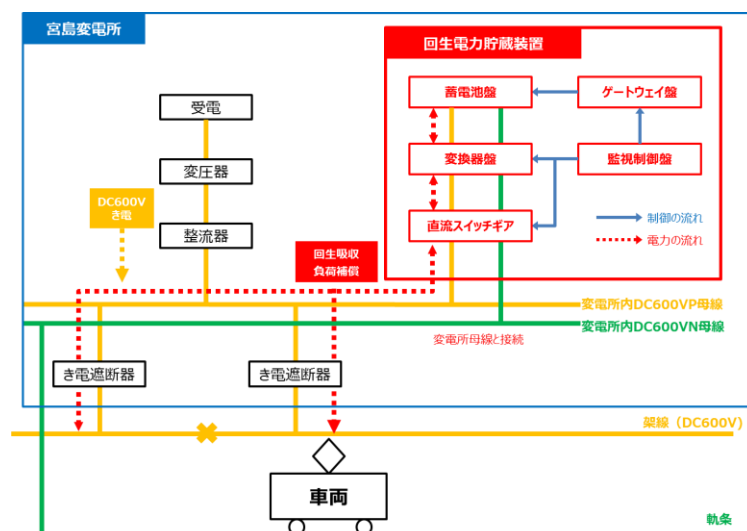
(ア)導入設備の概要・仕様・機器構成

導入する回生電力貯蔵装置は、変換器盤、蓄電池盤、ゲートウェイ盤、監視制御盤、直流スイッチギアで構成されている。機器構成及び特徴を表2に、システム構成図を図4に示す。

なお、蓄電池容量の 194kwh は、当社のき電区間において、電車負荷の複雑な充放電を繰り返しても 20 年経過後の蓄電池容量が 80%以上維持できる最少構成としてメーカーから提案されたものである。

(表2. 機器構成及び特徴)

機器名	特徴
変換器盤	き電系統と蓄電池間に接続され、き電電圧に応じて充放電を行う装置
蓄電池盤	1面に付きリチウムイオン2次電池モジュールが22個格納されており、全8面で構成され、合計電池容量は194kwh
ゲートウェイ盤	監視制御装置と蓄電池盤のインタフェースとなる装置
監視制御盤	回生電力貯蔵装置の充放電・監視・制御を行うための中枢装置
直流スイッチギア	回生電力貯蔵装置と変電所のき電母線間を接続するための直流遮断器及び断路器で構成され、異常時に装置と変電所を切り離し保護する装置



(図4. システム構成図)

(イ)検討内容と検討期間及び整備期間

まず、2017年7月から9月にかけて、中央変電所に蓄電池容量 194kwh のシステム構成の回生電力貯蔵装置を設置しフィールド試験を行い、電力のピークカット効果、省エネ効果及び電池による非常走行について一定の効果を確認した。

次に、設置可能なスペースがあった西広島変電所及び旧宮島変電所建物を候補として、両者のき電電圧及び電流の特性データを分析したところ、宮島変電所の方が回生電力の失効を示す特性が顕著に表れていたため、回生電力貯蔵装置を宮島変電所に設置する方針とした。

また、2018年6月に、宮島変電所の負担する路線、車両、運転ダイヤ等の諸条件を元に、き電特性のシミュレーションを実施し、回生電力貯蔵装置の有効性を確認するとともに、蓄電池容量 194kwh のシステム構成で余剰回生電力の殆どを吸収できることを確認できたため、この蓄電池容量での回生電力貯蔵装置の導入を決定した。

整備期間として、2か年度を予定しており、初年度に設計業務、旧宮島変電所建物補修工事及び空調工事を実施し、次年度に機器の製作、運輸局への認可申請手続き及び消防署への少量危険物取扱の手続きを実施後、機器の据付並びに検査を行い、2020年2月に竣工予定である。

4.二酸化炭素排出量削減の効果と目標

(ア)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、総電力原単位の変化

宮島変電所に再生電力貯蔵装置を設置することにより、主に鉄道区間の広電廿日市～広電宮島口間を走行する車両の再生電力を、他の車両の運転電力として再利用することで、電力使用量及び、総電力原単位の減少を図る。

シミュレーションの結果により、再生電力貯蔵装置の導入で年間約 182 千 kwh の電力使用量と 126t-CO₂ の二酸化炭素の削減が期待できる結果となった。

(イ)二酸化炭素排出削減効果の評価対象

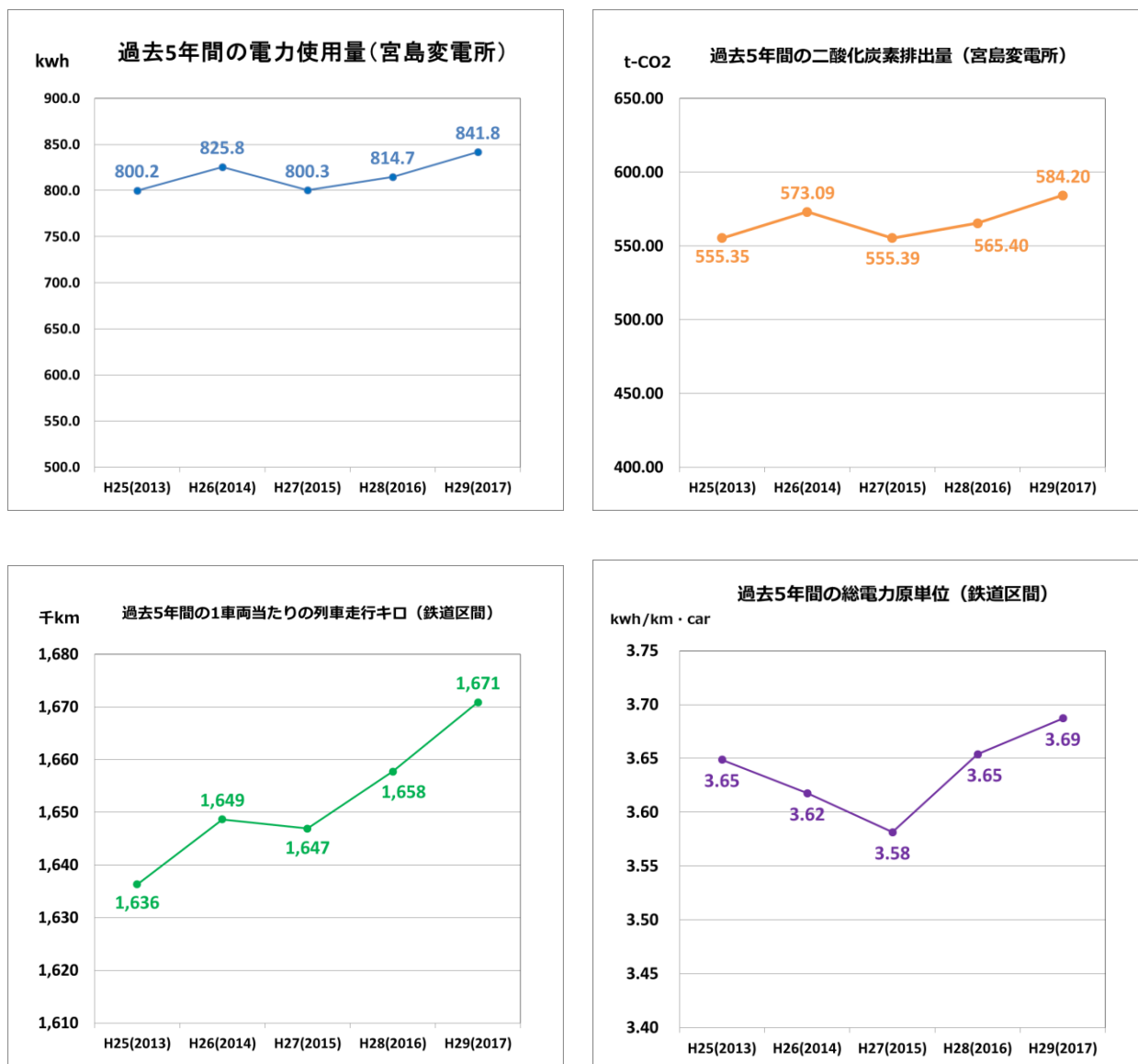
再生電力貯蔵装置設置前後での宮島変電所の電力使用量から二酸化炭素排出削減効果の評価する。また、総電力原単位については、鉄道区間の列車走行キロと電力使用量より算出する。評価対象区間を図5に示す。



(図5. 評価対象区間)

(ウ)事業実施前の電力使用量・二酸化炭素排出量、総電力原単位の実績

過去5年間の宮島変電所の電力使用量、二酸化炭素排出量及び鉄道区間の列車走行キロ、総電力原単位推移のグラフを図6に示す。



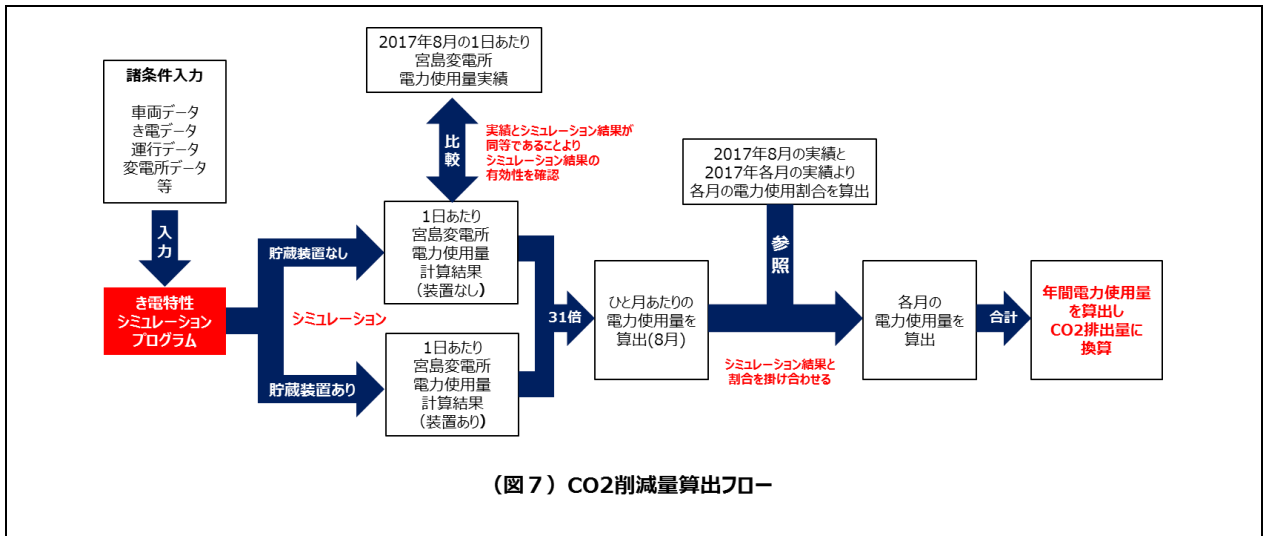
(図6. 過去5年間の宮島変電所の電力使用量・二酸化炭素排出量・列車走行キロ・総電力原単位推移)

(補足)

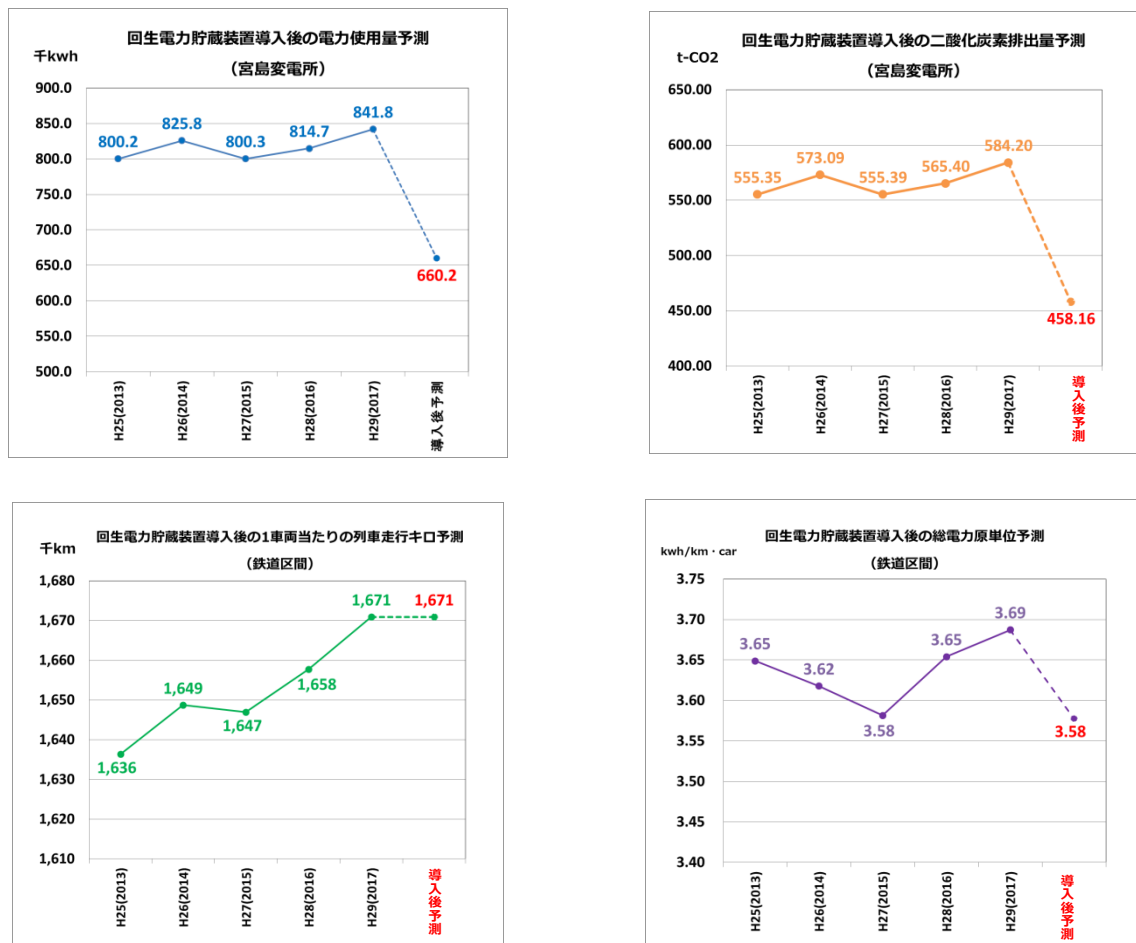
- ・電力使用量から二酸化炭素排出量を算出するため両者は同様の推移となっている。
- ・列車走行キロは、鉄道区間全体のデータしかないため、宮島変電所と他の変電所(西広島・荒手・廿日市)を合わせたものである。
- ・総電力原単位は、鉄道区間における車両1両が1キロメートル走行する際に消費する電力量で、列車走行キロから算出するため鉄道区間全体のデータである。
- ・2017年度の電力使用量、二酸化炭素排出量が最大となっているのは、2017年度の列車走行キロが過去5年で最大であることに起因している。

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

運転曲線、車両特性、運転ダイヤ、変電所データ等の諸条件を用いたシミュレーションを行い、回生電力貯蔵装置導入後の電力使用量、二酸化炭素排出量及び総電力原単位を算出した。シミュレーションによるCO2削減量算出フローを図7に示す。



また、図6で示したものに、回生電力貯蔵装置導入後の電力使用量、二酸化炭素排出量、列車走行キロ、総電力原単位予測を加えた回生電力貯蔵装置グラフを図8に示す。



(図8. 回生電力貯蔵装置導入後の電力使用量、二酸化炭素排出量、列車走行キロ、総電力原単位予測)

5.普及展開に向けた措置

(ア)組織内に対するフィードバック

電車事業本部全体の定例会議で、装置導入による効果と結果を報告し、必要に応じて装置の増設を含めた省CO2化を計画していく。

(イ)他の鉄軌道事業者等への事業展開に資する措置

毎年定例で参加している全国路面軌道連絡協議会や、中国地方鉄道協会技術委員会等を通じて、装置導入による効果について情報を提供していく予定である。

以 上