

# シミュレーションによる 省エネ施策等の評価

電力技術研究部

き電研究室 小西 武史



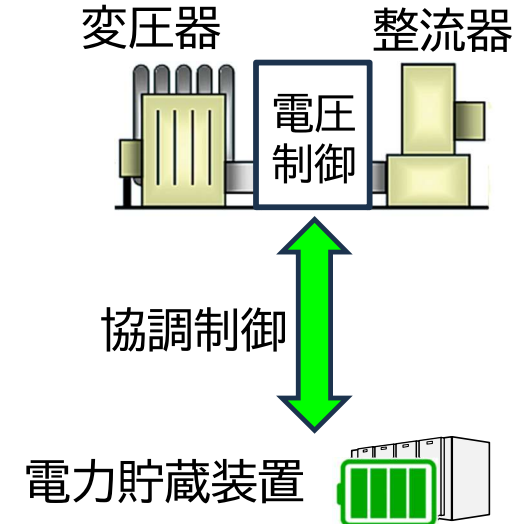
# シミュレーションによる省エネ評価の概要

## (1)用途

- 列車ダイヤ、線路形状、き電回路構成、車両諸元等の情報から、車両及び変電所の消費電力を予測することができます。
- 各種省エネ施策導入による省エネ効果や再エネ導入による低炭素化効果などを、実運用に即した条件下で試算できます。

## (2)特長

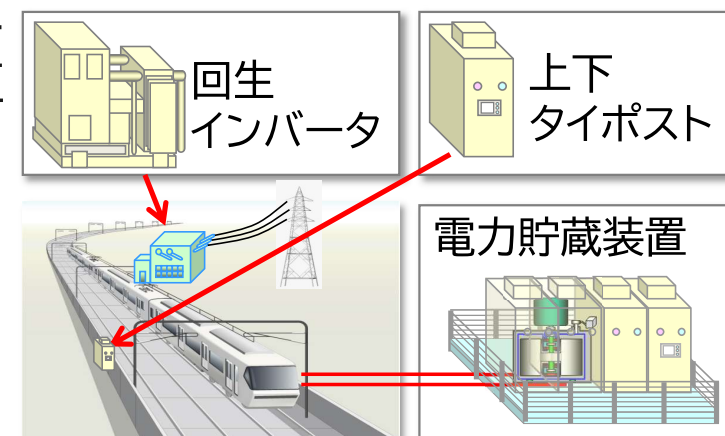
- き電電圧制御や電力貯蔵装置制御などを協調させた制御アルゴリズムをシミュレータに実装することで、さらなる省エネ化に向けた施策の評価を可能としました。



# シミュレーションによる省エネ評価の概要

## (3)適用事例

- 回生インバータや電力貯蔵装置による回生失効対策としての効果や省エネ効果の試算
- 輸送能力増強による負荷増大に対応するために必要な変電機器容量の試算
- 変電所移転時の電力特性の変化の試算



## (4)価格とお問合せ先

- 価格 案件ごとにお見積り
- お問合せ先 事業推進部(営業) 042-573-7380

# 目次

---

- シミュレータの概要
- 省エネ施策の協調制御による導入効果の例

# 目次

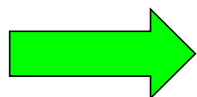
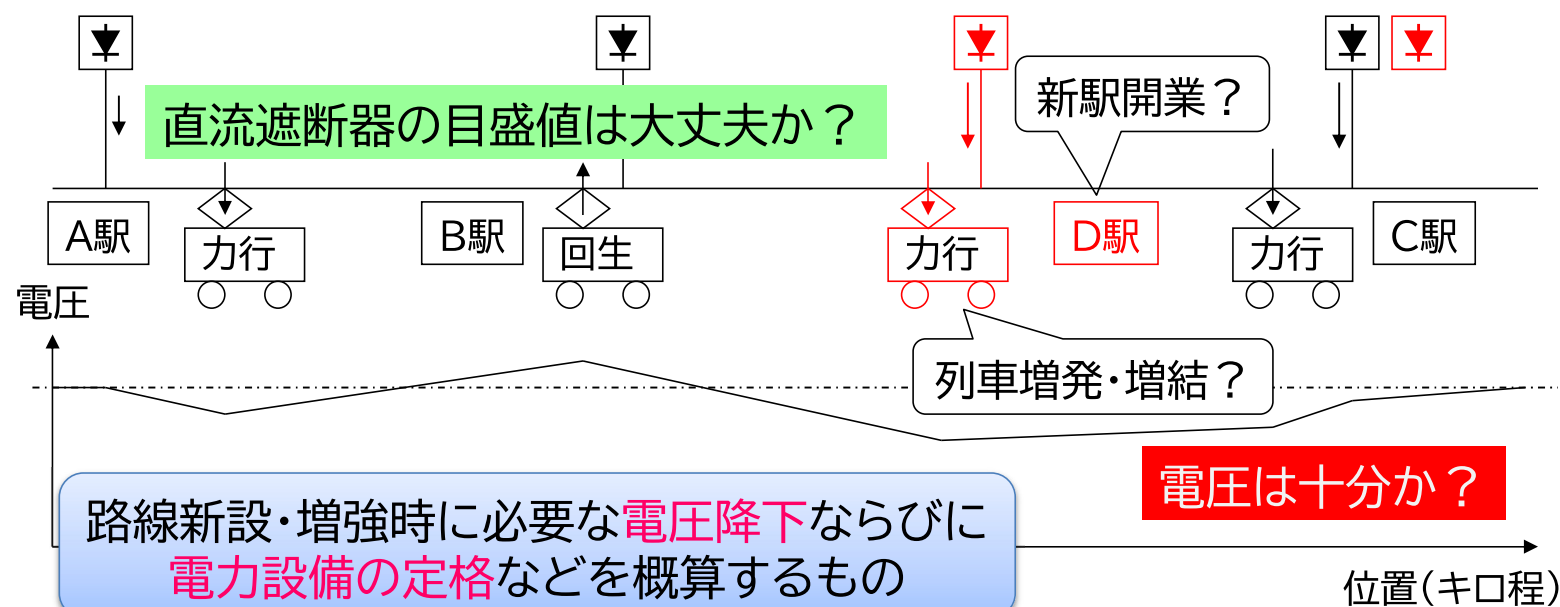
---

- シミュレータの概要
- 省エネ施策の協調制御による導入効果の例

# 運転電力のシミュレーションの活用

契約電力はよいか？

変電所新設か、整流器増設か？

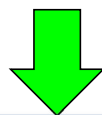


「鉄道の脱炭素化」に向けた運転用エネルギーの削減施策の評価や再エネ導入による低炭素化の評価などに活用



# 従来の運転電力のシミュレータ

- 「パワーダイヤグラム」: 運転電力シミュレーションソフト
  - 多数列車の同時走行を模擬可能
  - 鉄道事業者の電力関係従事者を対象
    - 運転・車両関係の知見・データの収集は一般に困難  
→ 入力 は 電力設備のデータ中心 (ダイヤ、車両は簡易)
  - 当時のPCで計算実行できる内容に限定
    - CPU能力・メモリ容量・プログラミング言語の制約

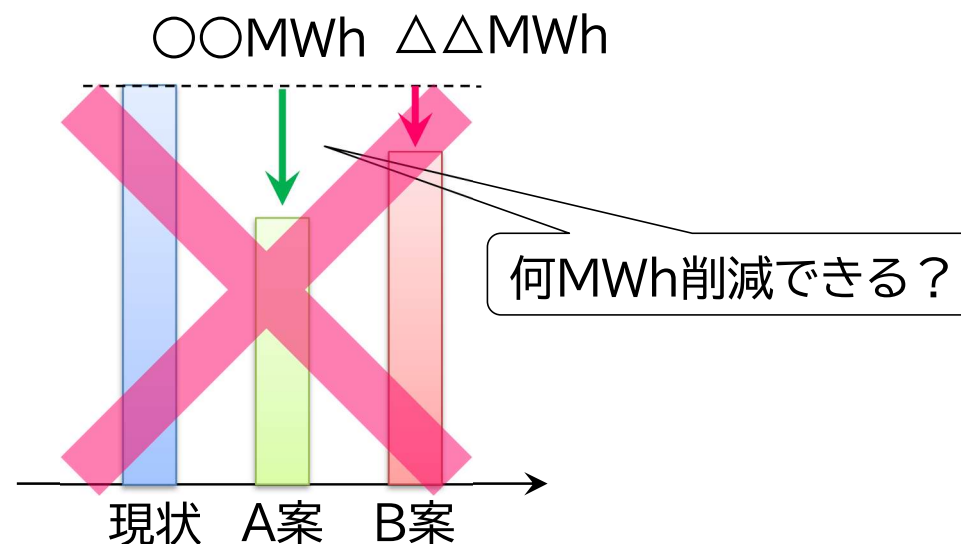
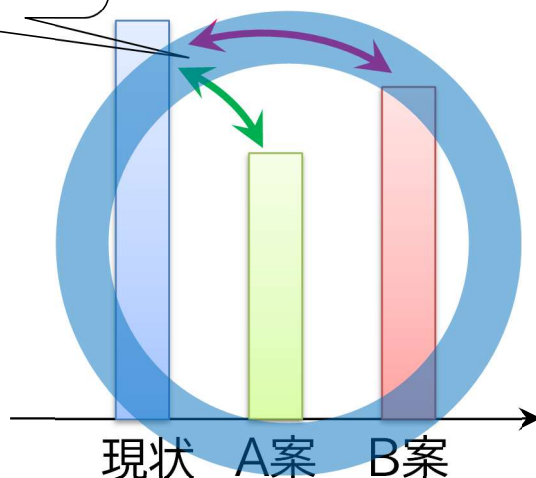


電圧降下・電力設備定格の概算に  
必要十分程度の解を現実的実行時間で提供

# 従来の運転電力シミュレータの課題

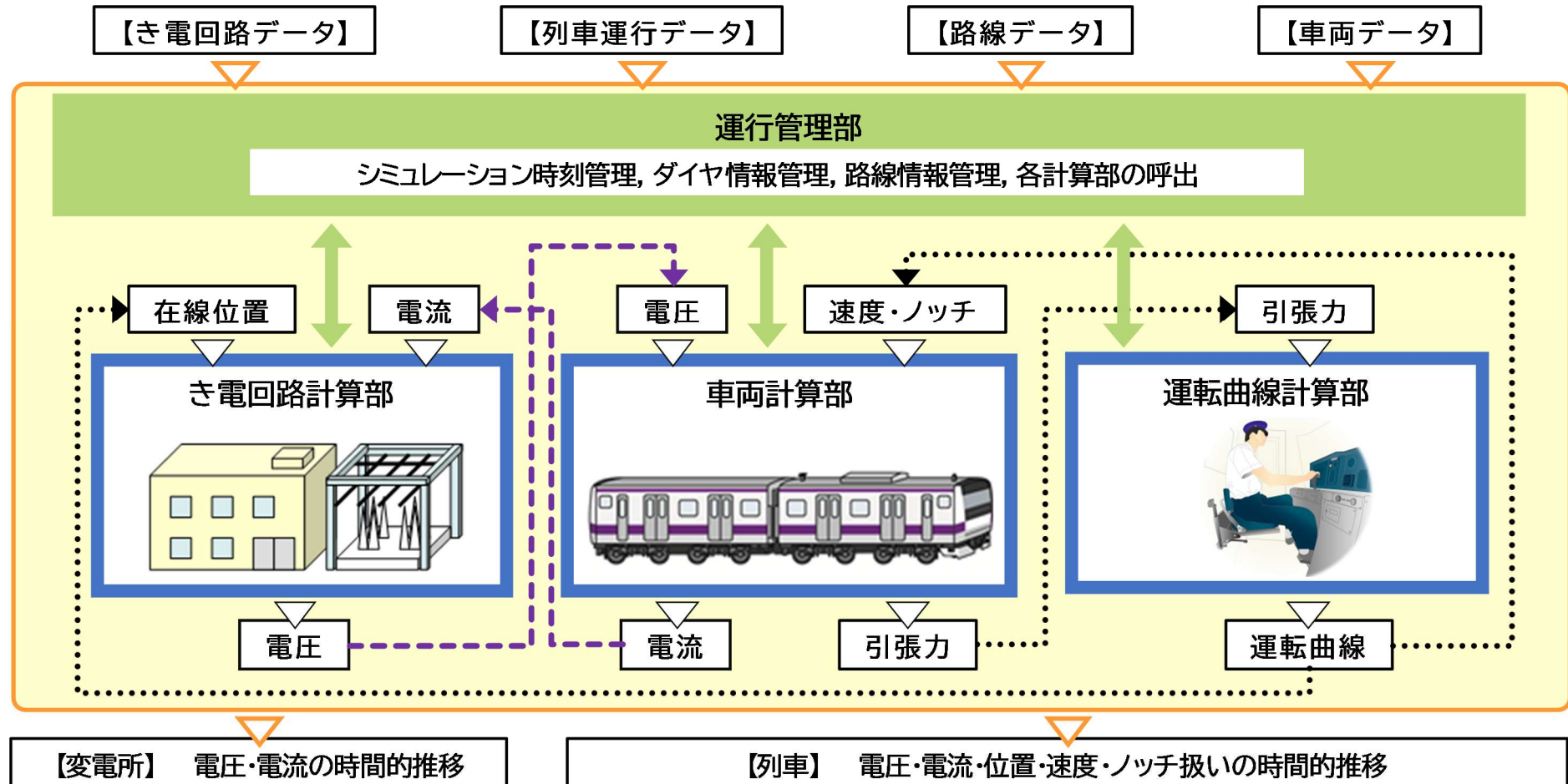
電力部門単独の範囲内で、さまざまな省エネ施策の比較検討に活用可能

どちらがより効果的？  
(相対比較)

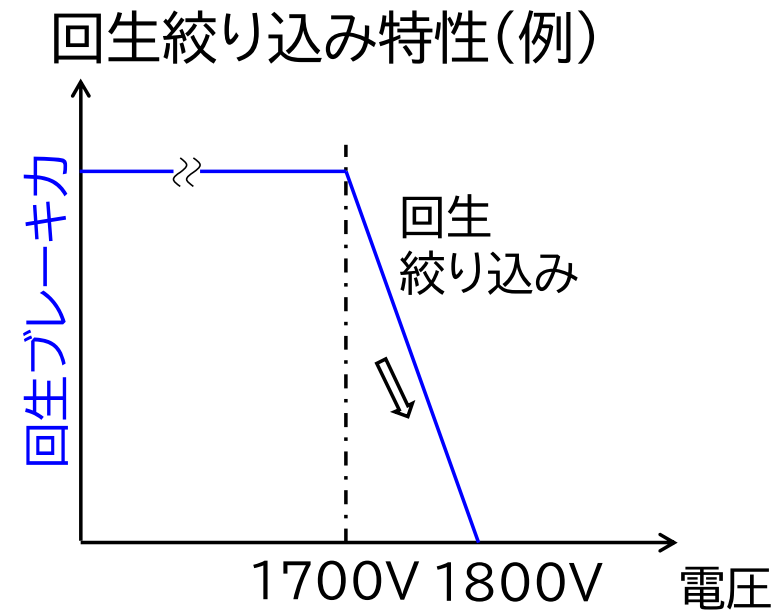
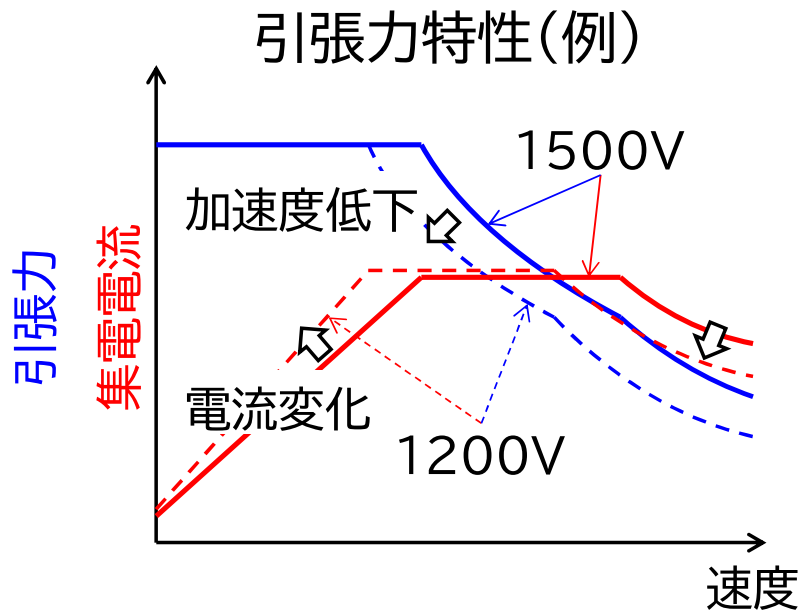


電力部門のデータ・模擬だけでは絶対量の比較には精度不足

# 列車運行電力シミュレータ(分野横断型)



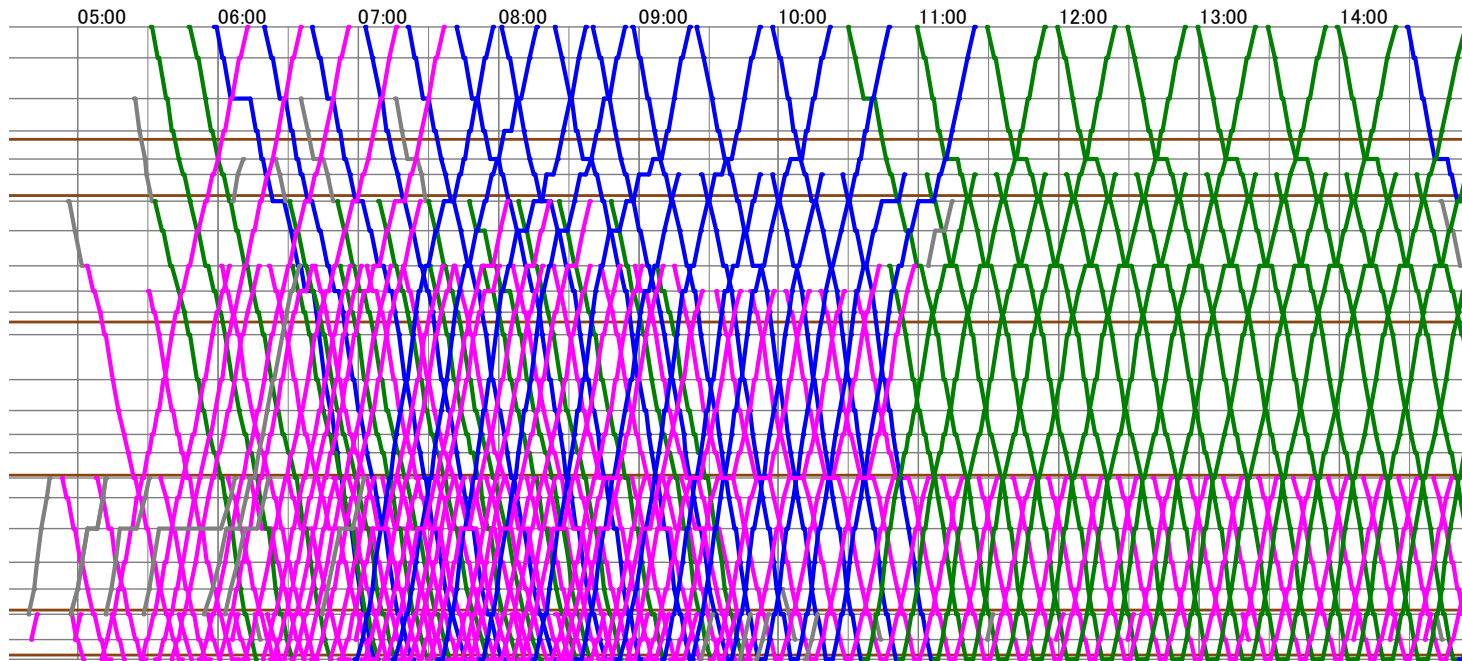
# 車両計算部(分野横断型)の概要



一例として、列車位置における電車線電圧の変化に対して、列車の電流や加速度の変化を上記例のように入力することで、正しく計算・評価できます。

ただし、**模擬の根拠となるデータが存在することが条件**

# 列車ダイヤ(分野横断型)の概要



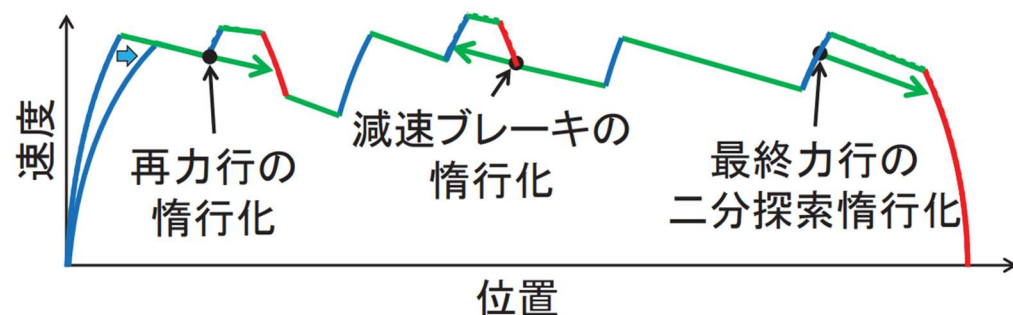
列車ダイヤ、各列車への車両形式の割付、列車別・駅間別の乗車率設定も、データをご提供いただければ妥協なく模擬可能です

# シミュレータ(分野横断型)によるエネルギー計算の改良

## 例1) 営業走行を再現する運転曲線作成※

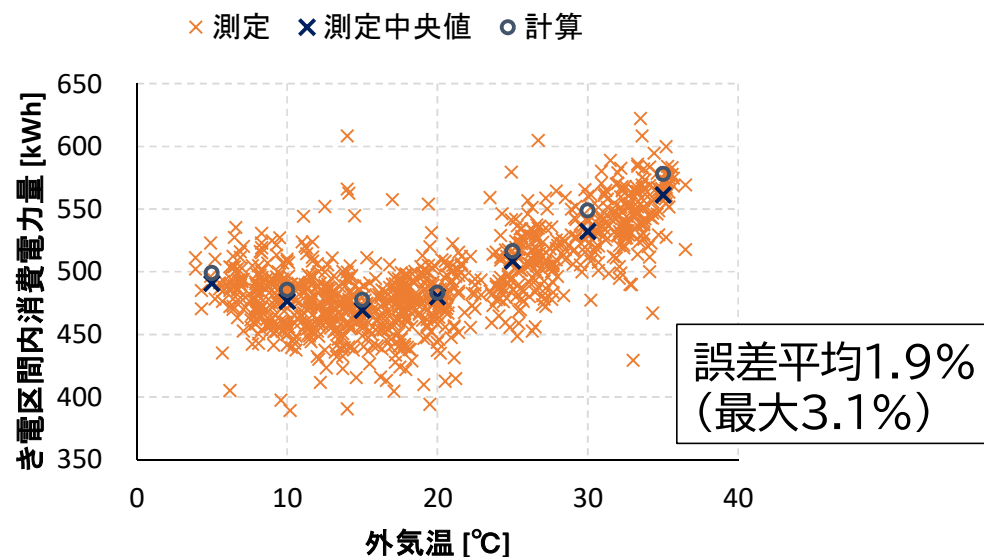
運転操作回数が少ないのが一般的

→ 短いブレーキ・力行から惰行に変えて走行時間調整、  
電圧変動による加速度変化時の再探索にも対応



## 例2) 外気温に応じた補機電力設定で計算※

外気温による消費電力量変化の模擬と実測の比較



目標であった10%程度の精度を概ね達成

※小川「列車運行電力シミュレータによる営業走行の再現」、第314回鉄道総研月例発表会、2017年10月



Railway Technical Research Institute

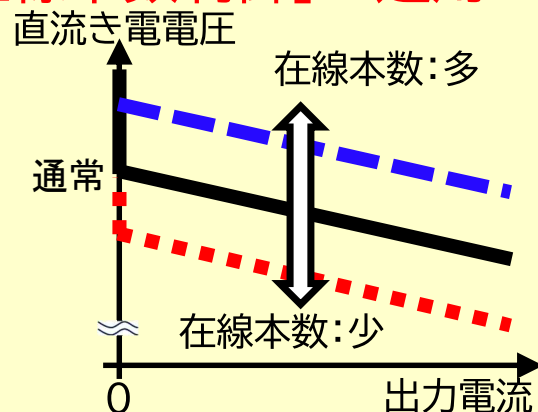
# 目次

---

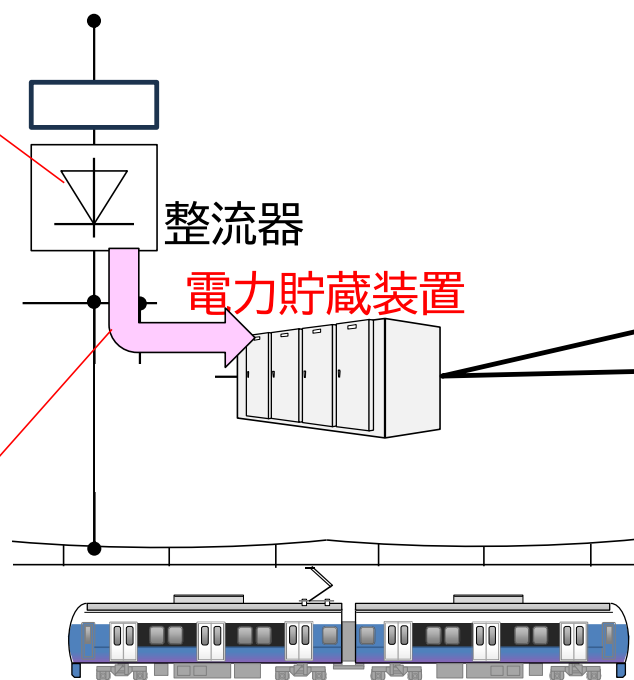
- シミュレータの概要
- 省エネ施策の協調制御による導入効果の例

# 協調制御の必要性

## 電圧可変の高機能整流器と「在線本数制御」の適用



協調していないと整流器から電力貯蔵装置に充電の機会増 ×

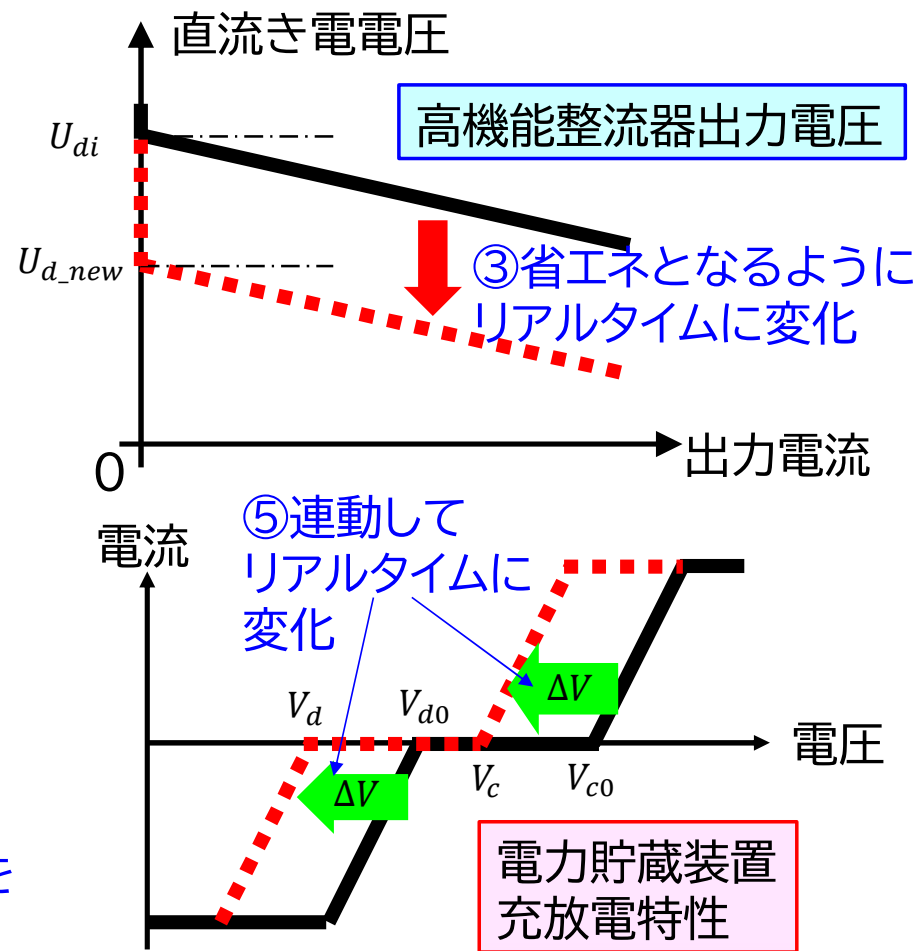
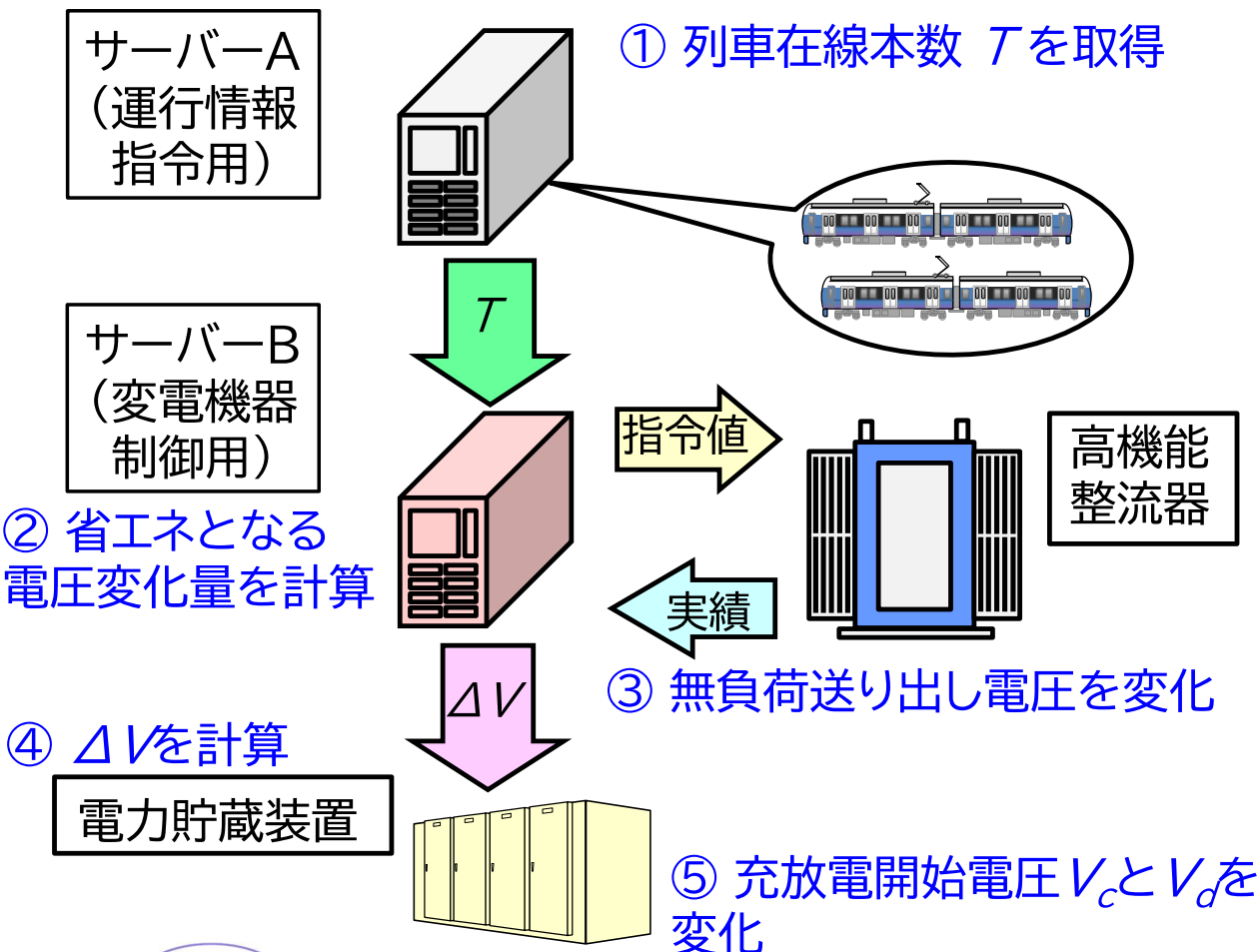


き電電圧により制御  
例)1600Vで充電開始  
1400Vで放電開始

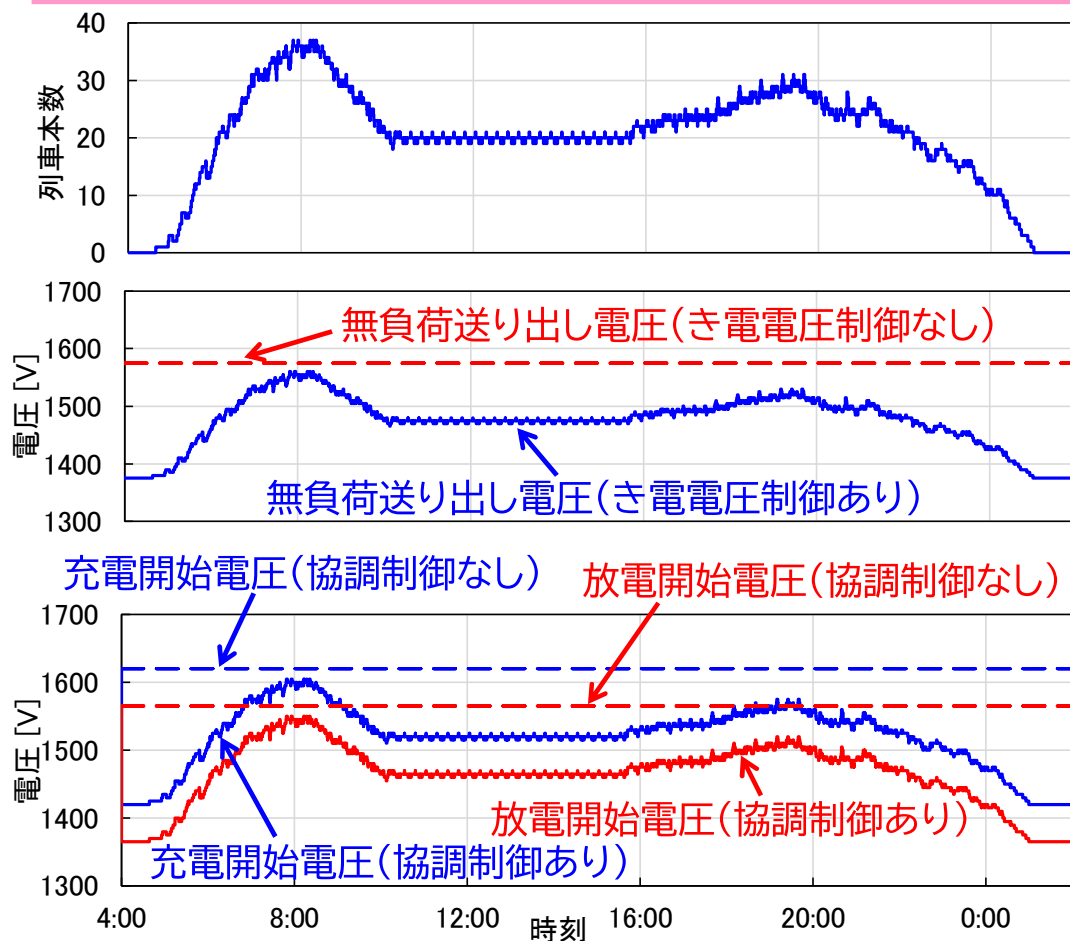
### 想定される問題点

- ・整流器から電力貯蔵装置への**不要な充電**
- ・充電と放電のエネルギーバランスが取れず**充電率(SOC)の極端な偏り**
- ・不要な充放電の繰り返しによる**電力貯蔵装置の寿命劣化**

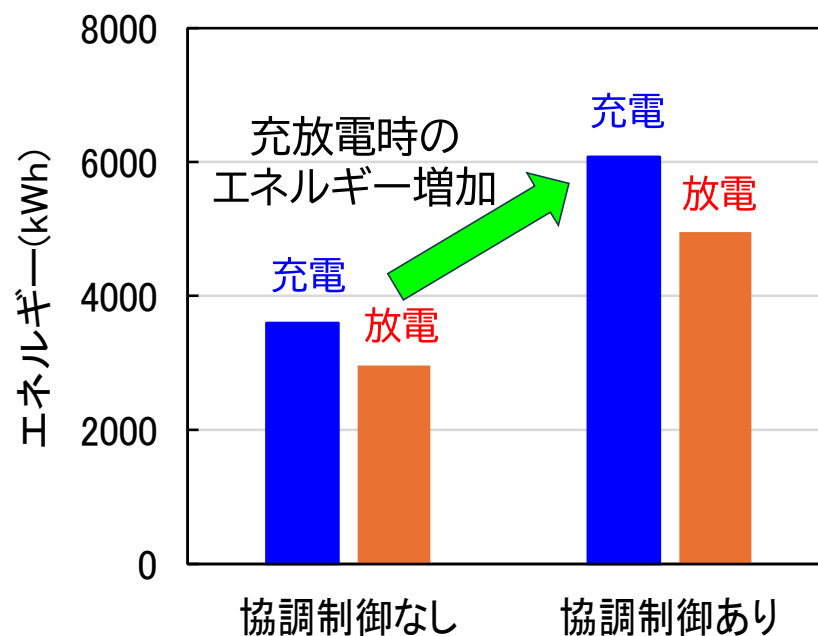
# 協調制御アルゴリズムの例



# 協調制御アルゴリズムの効果

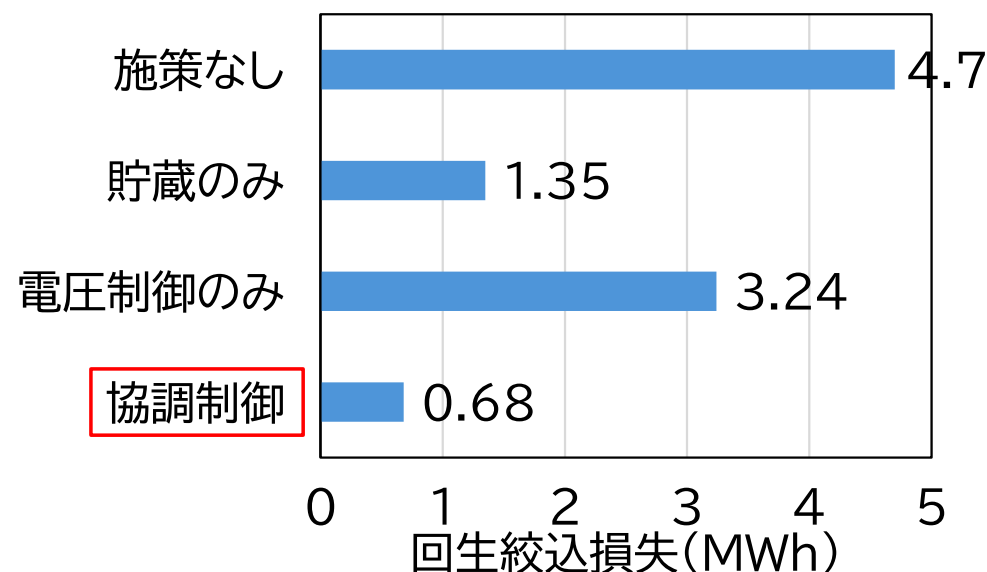
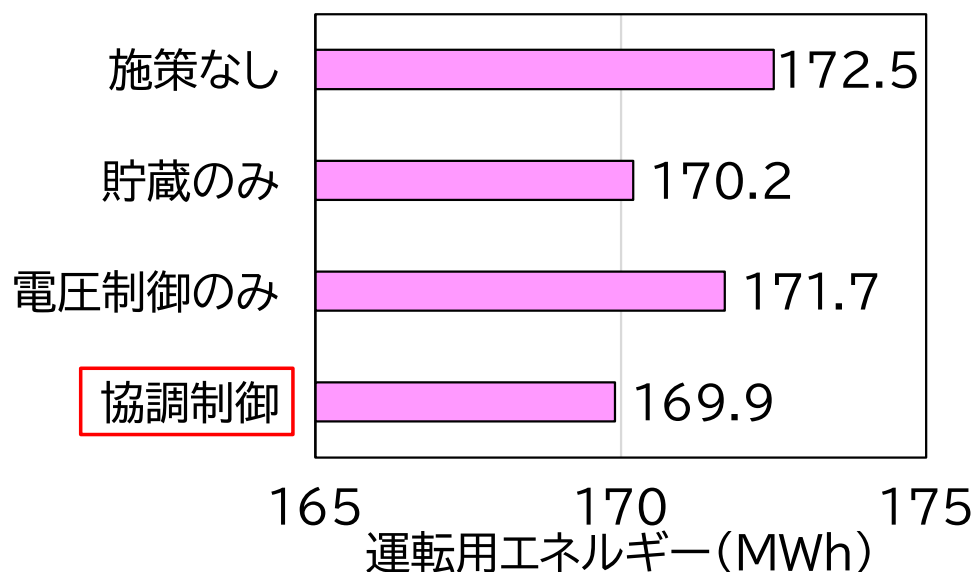


送り出しき電電圧と電力貯蔵装置  
充放電制御がリアルタイムに変化



# 協調制御による省エネ効果の試算例

全長約57km、32駅、7両編成、終日ダイヤ、分野横断型のシミュレータ使用  
全11直流変電所中、3変電所に電力貯蔵装置(3000kW、20kWh)設置



各施策の適用時における定量的なエネルギー評価が可能

緒方他: 高機能整流器による電圧制御と地上蓄電装置充放電制御の協調手法、電気学会研究会、VT-24-054, TER-24-084, 2024



## まとめ

---

- 複数の省エネ施策を協調させた制御アルゴリズムをシミュレータに実装
- シミュレーションはあくまで目安
  - 偶発的事象や鉄道外のファクター(受電電圧)等の影響を排除して、導入した施策の定量的な評価が可能
- 定量的な観点から精度を求める場合は、分野間の連携と詳細データのご提供が必要不可欠
- 状況によってツールを使い分けながら、皆様のご相談にお応えできるように対応します。

# 謝辞

---

本研究の一部は、国土交通省の  
鉄道技術開発費補助金を受けて  
実施しました。