

# 鉄道分野のカーボンニュートラル加速化検討会

---

国土交通省鉄道局  
2022年3月4日

## 1. 検討会の設置

2. 鉄道分野におけるCO2排出と対応の現状

3. 鉄道分野における今後の取組

4. 検討の方向性

## 菅総理所信表明演説（令和2年10月26日）

- 我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち**2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す**ことを、ここに宣言いたします。
- もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、**大きな成長につながるという発想の転換**が必要です。

## 地球温暖化対策推進本部（令和3年4月22日）

- 2050年目標と統合的で、野心的な目標として、**2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46%削減**することを目指します。さらに、**50%の高み**に向けて、挑戦を続けてまいります。

## 地球温暖化対策の推進に関する法律（令和3年6月2日一部改正）

- 地球温暖化対策の推進は、（略）環境の保全と経済及び社会の発展を統合的に推進しつつ、我が国における**二千五十年までの脱炭素社会（略）の実現を旨として**、国民並びに国、地方公共団体、事業者及び民間の団体等の密接な連携の下に行われなければならない。（第2条の2）

## 岸田総理所信表明演説（令和3年12月6日）

- 人類共通の課題である気候変動問題。この社会問題を、**新たな市場を生む成長分野**へと大きく展開していきます。
- **2050年カーボンニュートラル及び2030年度の46%排出削減**の実現に向け、再エネ最大限導入のための規制の見直し、及び、クリーンエネルギー分野への大胆な投資を進めます。

## 《政府全体の動き》

**2050年CNに伴う  
グリーン成長戦略**  
(2021.6)

**地域脱炭素  
ロードマップ**  
(2021.6)

**温対法改正**  
(2021.6)

**地球温暖化対策計画**  
(2021.10)

- 2030年度の野心的な目標  
→46%削減、さらに50%に挑戦
- 部門別削減目標及び対策を強化

**エネルギー基本計画**  
(2021.10)

- 2030年のエネルギーミックス  
：再エネ36~38%  
原子力22~20%  
火力全体41%  
水素・アンモニア1%

**パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略** (2021.10)

- 2050年カーボンニュートラルに向けた基本的考え方、分野別のビジョン等

**COP26にNDC（国が決定する貢献）提出** (2021.11)

- 2050年カーボンニュートラルに向けた基本的考え方、分野別のビジョン等

## 《国土交通省の動き》

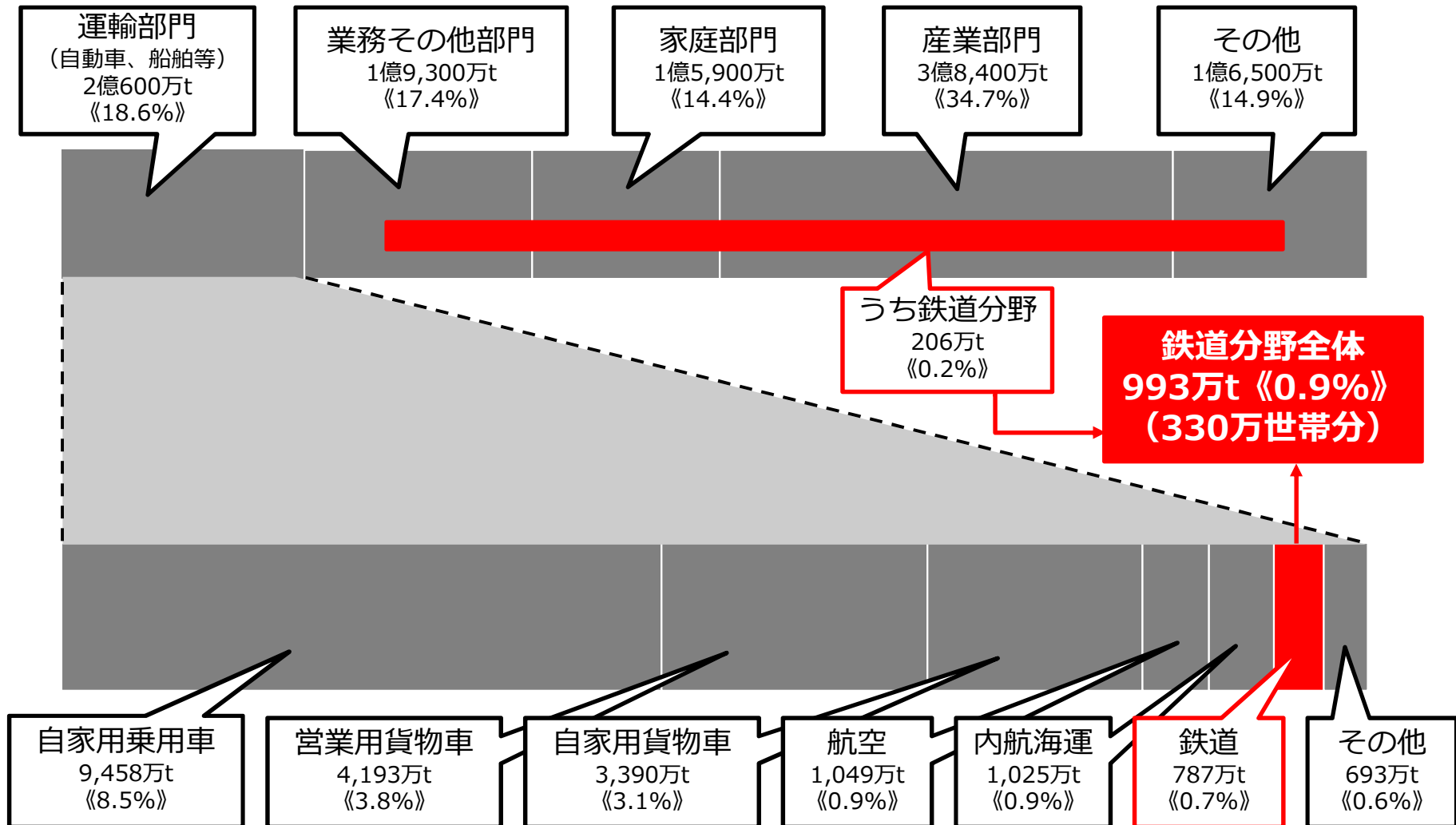
**国土交通グリーンチャレンジ**  
(2021.7)

- 鉄道分野における次世代グリーン輸送機関の普及  
→燃料電池鉄道車両開発推進  
→省エネ車両の導入促進
- 鉄道設備等のインフラサービスの省エネ化
- ゼロエミッション船の開発
- カーボンニュートラルポート形成推進
- 次世代自動車の普及促進
- 空港施設・車両の省CO2化

**国土交通省環境行動計画**  
(2021.12)

# 日本全体と鉄道分野におけるCO2排出量

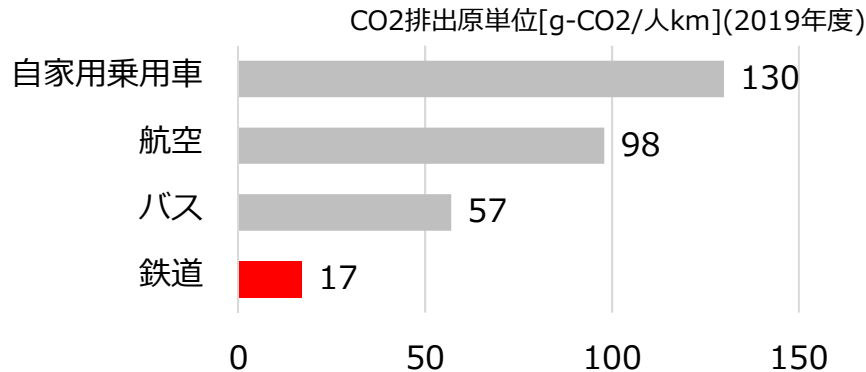
## 日本全体におけるCO2排出量：11億800万t（2019年度）



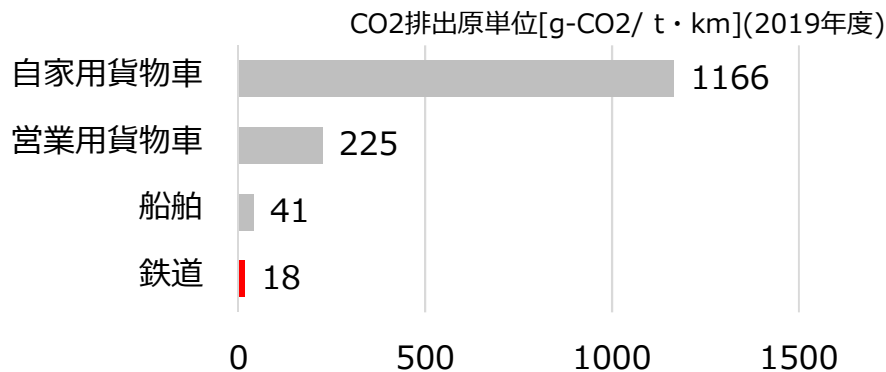
※ 電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量は、それぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分。  
※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2019年度）確報値」より国土交通省作成。

- 鉄道は、環境負荷の低い輸送手段であり、輸送量あたりのCO2排出量は、旅客で**自家用乗用車の1/8**、貨物で**営業用貨物車の1/13**。
- 現状において、鉄道輸送がないと仮定すると、**運輸部門のCO2排出量が22%（4,500万 t = 1,500万世帯分）増加**。

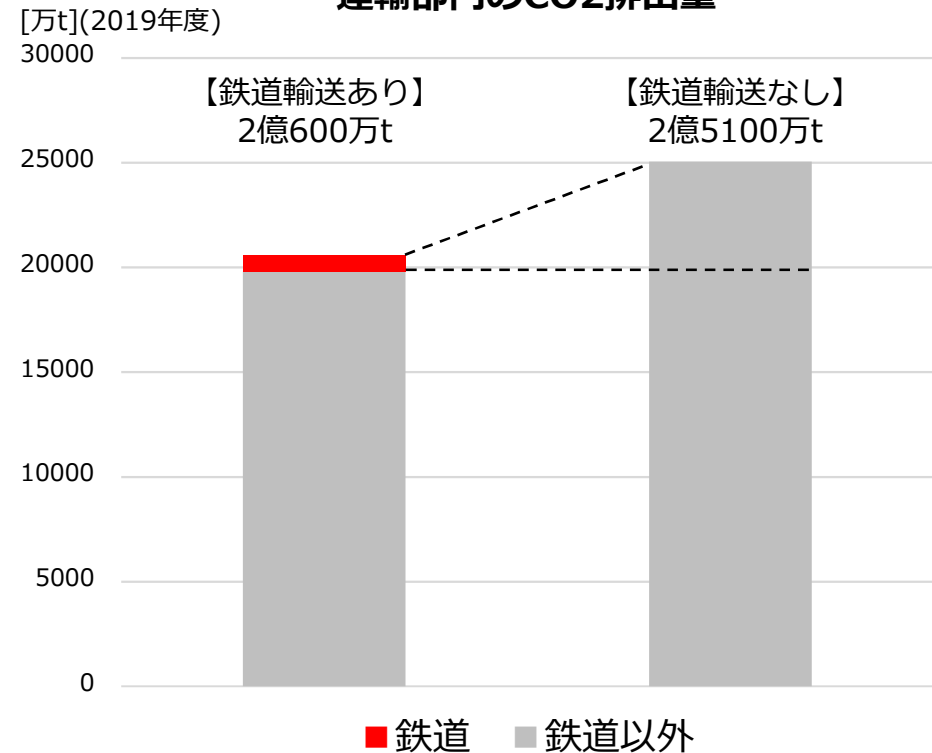
### 輸送量あたりのCO2排出量（旅客）



### 輸送量あたりのCO2排出量（貨物）



### 鉄道輸送がないと仮定した場合の運輸部門のCO2排出量



※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ」、国土交通省：「自動車輸送統計」、「航空輸送統計」、「鉄道輸送統計」、「内航船舶輸送統計」より、国土交通省作成

- 他モードからの利用転換 → 別途検討（本検討会からもインプット）
- エネルギー効率の向上
  - ・ エネルギー回生率の向上
  - ・ 省エネ・省CO2車両への代替
  - ・ 駅施設における省エネ
- 再エネの生産・使用
  - ・ 水素燃料電池車両の開発・社会実装
  - ・ 代替燃料の導入
  - ・ 鉄道アセット活用型・地域連携型の再エネ発電・使用
- 再エネの搬送
  - ・ 鉄道アセット活用型のグリーン電力送電
  - ・ 鉄道アセット活用型の水素パイプライン
  - ・ 貨物鉄道による水素輸送

- 2050年カーボンニュートラルの目標達成に向け、社会全体として脱炭素化に向けた取組が始まっている。
- 従来より、鉄道はエネルギー効率が高く電化も進んだ交通機関であるが、近年、電力の調達方法も注目されるようになる中、鉄道分野においてもグリーン電力を活用する動きなどが始まっている。
- この状況を踏まえ、鉄道分野のカーボンニュートラルに向け、「先進的な鉄道事業者の更なる取組」「幅広い鉄道事業者への横展開」を加速化するため、本検討会を設置する。
- その際、環境対策をコストと捉えるのではなく、今後のカーボンニュートラルに向けた取組を鉄道産業にとっての成長の機会とする視点を重視する。

## 【有識者】

大崎博之 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授  
 瀬川浩司 東京大学大学院総合文化研究科教授  
 高村ゆかり 東京大学未来ビジョン研究センター教授  
 納富信 早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科教授  
 ★山内弘隆 武蔵野大学経営学部特任教授(★座長)

## 【事業者等】

坂井究 東日本旅客鉄道株式会社常務取締役  
 野澤和行 (一社)日本民営鉄道協会常務理事  
 重枝秀紀 (公財)鉄道総合技術研究所電力技術研究部長

## 【国土交通省】

鶴田浩久 鉄道局次長  
 江口秀二 大臣官房技術審議官(鉄道)  
 木村大 鉄道局総務課長  
 権藤宗高 鉄道局技術企画課長

## 【オブザーバー】

山口仁 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部政策課長  
 小笠原靖 環境省地球環境局地球温暖化対策課長  
 日笠弥三郎 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構理事  
 山谷宗義 (一社)太陽光発電協会事務局長  
 福島洋 水素バリューチェーン推進協議会企画運営委員長  
 鉄道事業者  
 …

## 【事務局】

山口博史 鉄道局総務課企画室長  
 平石正嗣 鉄道局技術企画課技術開発室長



1. 検討会の設置

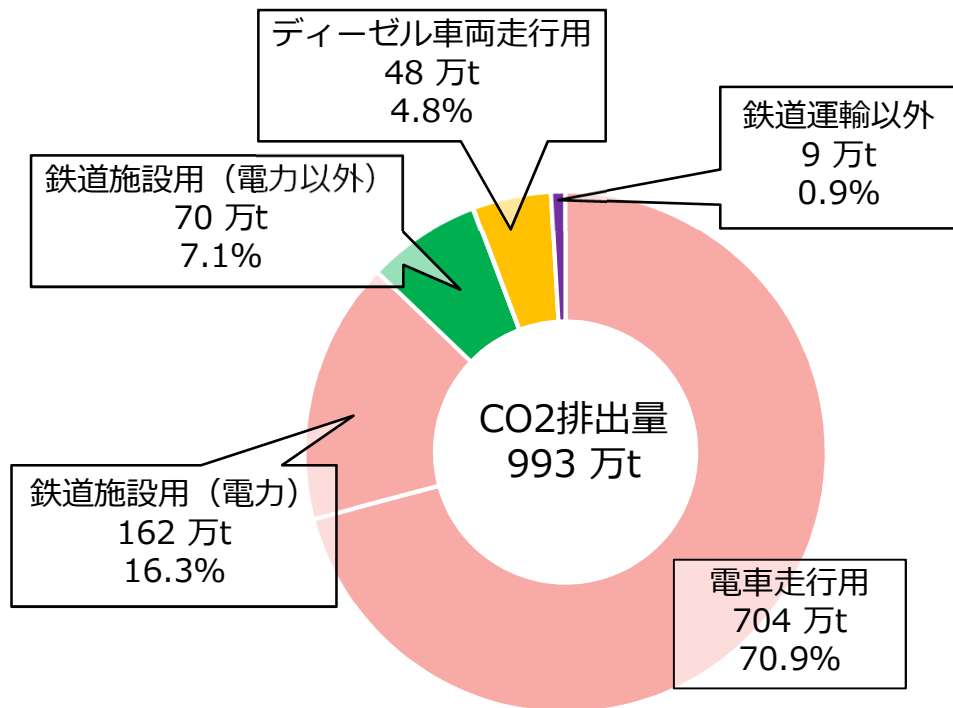
**2. 鉄道分野におけるCO2排出と対応の現状**

3. 鉄道分野における今後の取組

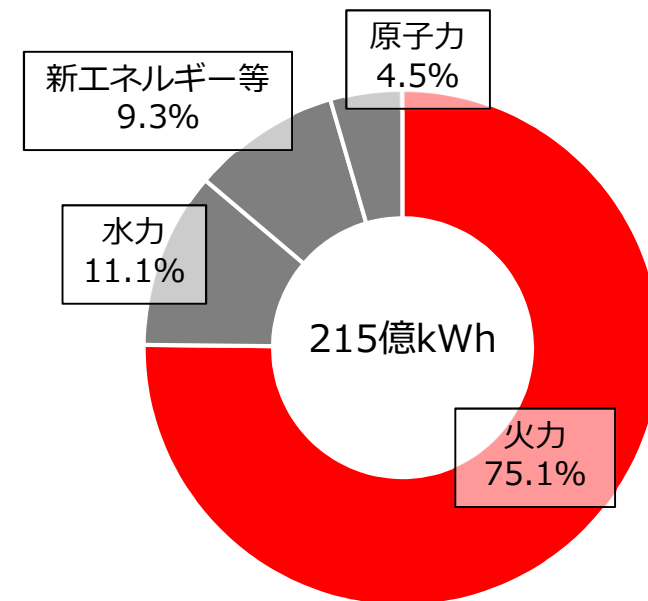
4. 検討の方向性

- 鉄道事業者のCO2排出量の9割が電力由来であり、使用電力の4分の3が火力由来であるため、抜本的なCO2削減には**電力調達のあり方**の検討が不可欠。
- 今後の電化区間における架線・電力設備等のスリム化も念頭に置いて、**ディーゼル等燃料のあり方**についても検討が必要。

### 鉄道事業者のCO2排出量（2019年度）



### 鉄道事業者が調達する電力の構成



※ 鉄道統計年報、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）に基づく報告、エネルギー供給会社による公表資料等を基に鉄道局で作成。  
 ※ 温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数を使用。  
 ※ 省エネ法定期報告対象事業者（注）の各種データについて、事業者平均値を求め、鉄道車両走行に係るCO2排出量等を基軸として、拡大推計して算出。  
 （注）運輸に関する定期報告：鉄道車両300両以上を保有する事業者  
 工場・事業場（鉄道運輸以外）に関する定期報告：工場・事業場における年間エネルギー使用量が原油換算1,500kL以上の事業者

用語	説明
グリーン電力	再生可能エネルギーで作った電気
非化石証書	非化石電源で発電された電気が持つ非化石価値を取り出し証書にしたもの
VPP (※1)	需要家側エネルギーリソース、電力系統に直接接続されている発電設備、蓄電設備の所有者もしくは第三者が、そのエネルギーリソースを制御（需要家側エネルギーリソースからの逆潮流も含む）することで、発電所と同等の機能を提供すること
グリーン水素	再生可能エネルギーなどを使って、製造工程においてもCO2を排出せずに作られた水素
グレー水素	化石燃料をベースとして作られた水素
ブルー水素	グレー水素の製造工程で排出されるCO2について、回収して貯留・利用するCCS/CCUS (※2) 技術と組み合わせることで、製造工程のCO2排出を抑えた水素

(※1) VPP: Virtual Power Plant

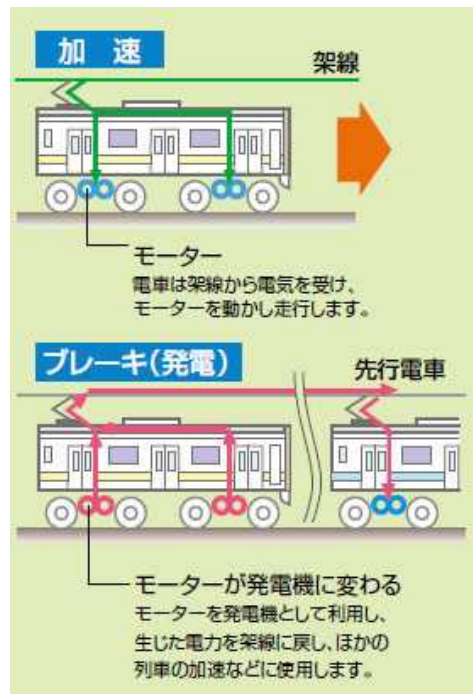
(※2) CCS: Carbon dioxide Capture and Storage、CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

出典：資源エネルギー庁HP

# 鉄道車両の省エネ・省CO2化の現状

- 車両の軽量化・LED化に加え、VVVFインバータや回生ブレーキなどの省エネ機器の車両への導入が進められている。これまでの回生電力によるCO2排出削減量は346万t（114万世帯分）。
- 非電化区間では、車両に蓄電池を搭載し、ディーゼル発電機と蓄電池の電力により走行するハイブリッド方式の車両（ディーゼルハイブリッド車両）や電化区間で蓄電した電力により非電化区間を走行する車両（蓄電池電車）が開発されている。これまでに約140両が導入されており、CO2排出削減量は0.9万t（0.3万世帯分）。

## 回生ブレーキ

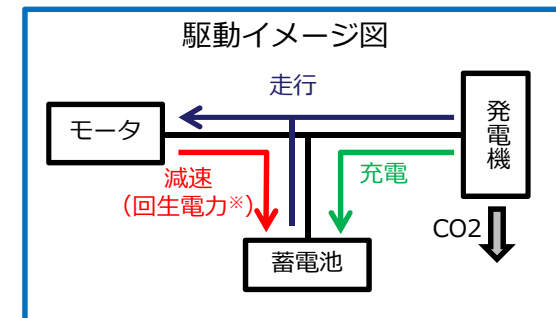


出典：JR東日本HP

## ディーゼルハイブリッド車両



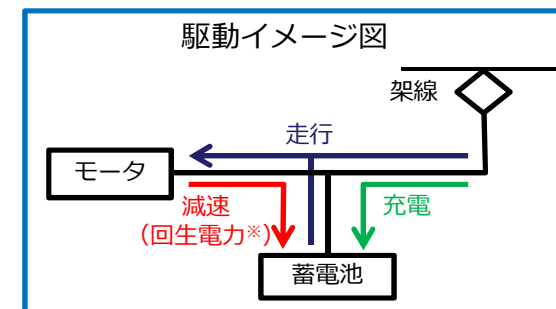
出典：JR九州HP



## 蓄電池電車



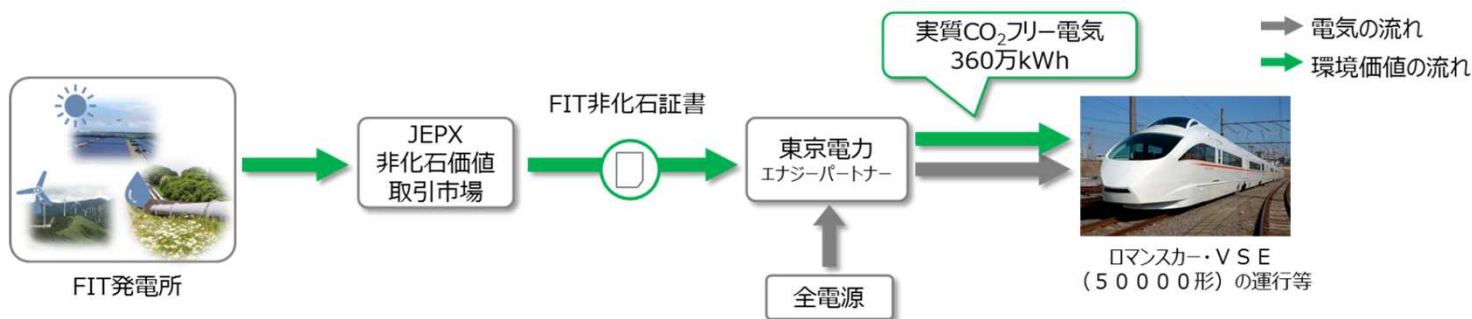
出典：JR九州HP



※ 減速時の回生電力を蓄電し走行時に利用することで、CO2排出を低減

# 鉄道運行用電力のグリーン化の現状

- 電力会社から実質的に再生可能エネルギー電気を調達し列車運行で使用している事例もある。
- 小田急電鉄では、ロマンスカーの運行用電力（360万kWh）に相当する電力を実質再生エネルギーで調達しており、CO2排出削減量は0.2万t（0.05万世帯分）。
- 東急電鉄では、世田谷線の運行用電力（220万kWh）に相当する電力を実質再生エネルギーで調達しており、CO2排出削減量は0.1万t（0.04万世帯分）。



出典：小田急電鉄HP



出典：東急電鉄HP



- 照明のLED化や屋外緑化、自然採光を可能とする膜屋根などの透過性屋根、省エネエスカレーター/エレベーターなどの導入が進められている。また、車両の回生電力を駅施設で活用するために、駅補助電源装置が導入されている。
- これまでの照明のLED化によるCO2排出削減量は3万t（0.9万世帯分）。

LED照明



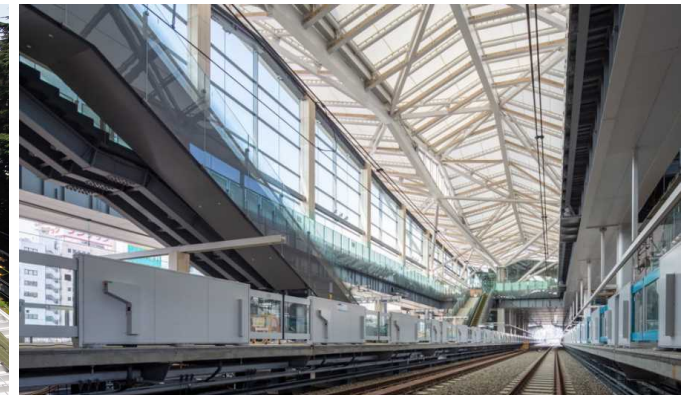
出典：岩崎電気HP

ホーム屋根上の緑化



出典：JR東日本建築設計HP

透過性屋根



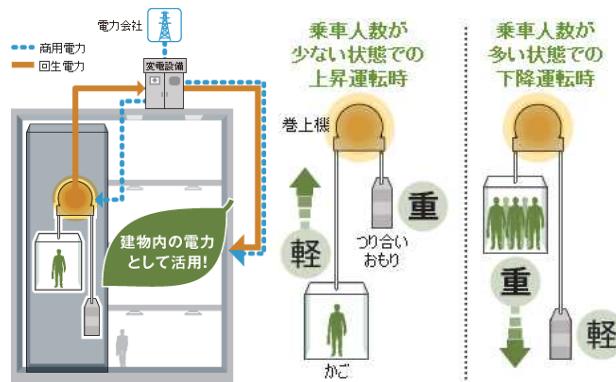
出典：JR東日本HP

人感センサー付きエスカレーター



出典：三菱電機HP

回生電力を活用したエレベーター



出典：日立ビルシステムHP

駅補助電源装置



出典：東京メトロHP

- 令和2年度までに、JR・公営・大手民鉄において設置した太陽光パネル（70ha）により、CO2排出削減量は2万t（0.8万世帯分）。発電量のうち3分の1を自家消費。

## 鉄道における太陽光パネルの設置例

【ホーム屋根部】



出典：JR東日本HP

【駅屋根】



出典：JR西日本HP

【法面】



出典：相模鉄道HP

【遊休地】



出典：JR東日本HP



- 令和2年度までに、JR・大手民鉄において設置した風力発電により、**CO2排出削減量は0.3万t（0.1万世帯分）**。発電量のすべてを自家消費。

## 鉄道における風力発電の設置例

【駅構内】



出典：JR東日本HP

【林有地】



出典：JR東日本HP

【駅屋根】



出典：小田急電鉄HP

【駅構内】



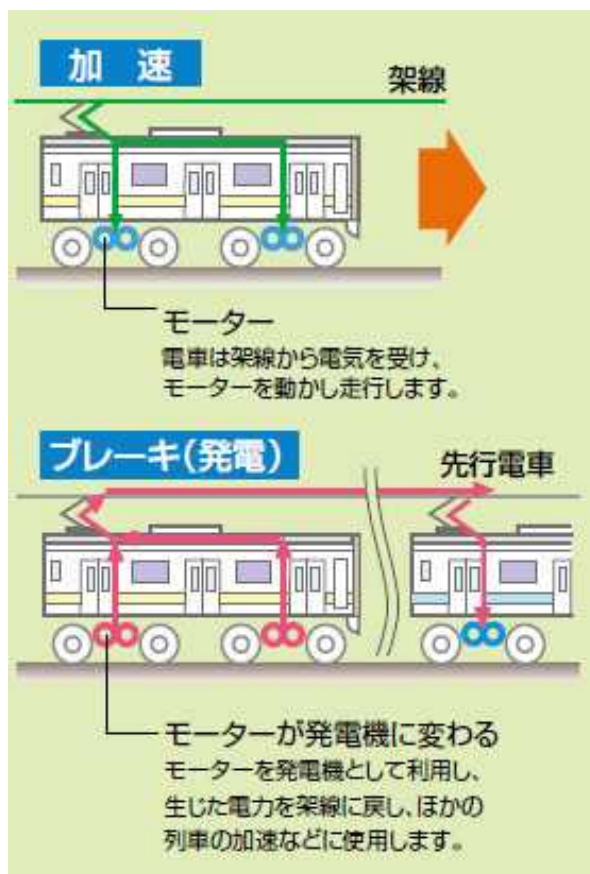
出典：JR西日本HP



1. 検討会の設置
2. 鉄道分野におけるCO2排出と対応の現状
- 3. 鉄道分野における今後の取組**
4. 検討の方向性

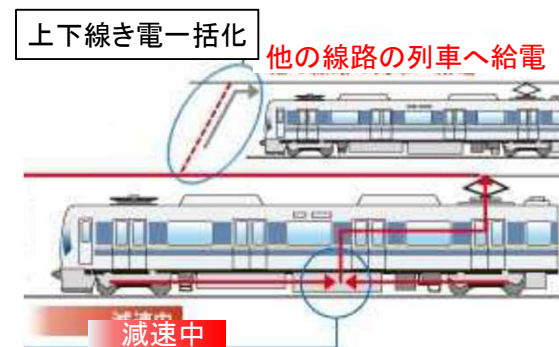
- 規模感をつかむため、例えば、回生ブレーキから得られる電力がすべて活用可能になると仮定すると、**CO2排出削減量は122万t（40万世帯分）**。
- このためには、車両側・地上側における蓄電池の整備が必要となり、コスト等の課題がある一方、自社生産・地域調達する再エネの調整力が向上。

## 回生ブレーキ概要



出典：JR東日本HP

## 上下線一括き電方式



出典：JR西日本HP

## 回生電力貯蔵装置



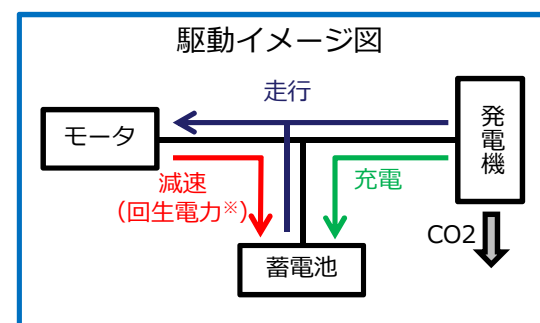
出典：小田急電鉄HP

- 規模感をつかむため、例えば、すべての気動車が省エネ・省CO2車両に代替されると仮定すると、CO2排出削減量は18万t（6万世帯分）。

## ディーゼルハイブリッド車両



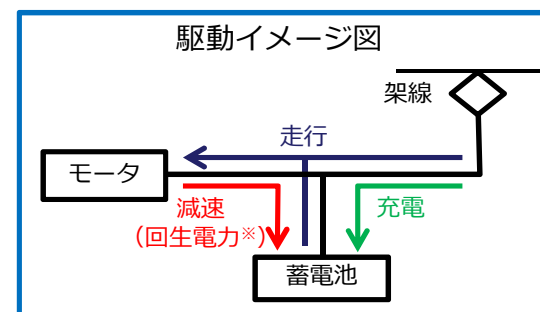
出典：JR九州HP



## 蓄電池電車



出典：JR九州HP



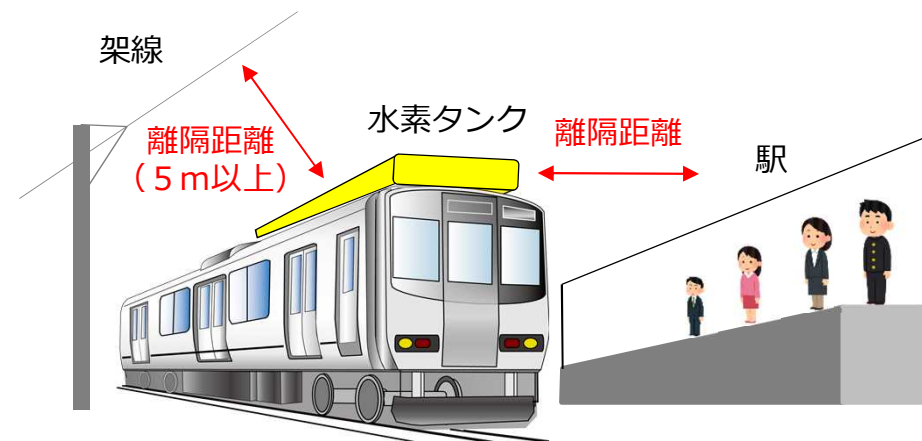
※ 減速時の回生電力を蓄電し走行時に利用することで、CO2排出を低減

- 将来的なグリーン水素への転換を図っていくため、燃料電池鉄道車両が開発中。
- 燃料電池鉄道車両の社会実装には、鉄道車両への水素供給を可能とする水素供給拠点や関連法規・基準の整備等が課題。また、IEC/TC9においても国際規格策定に向けて検討中であり、日本の車両構造等を踏まえた規格となるよう対応が必要。
- 規模感をつかむため、例えば、すべての気動車が燃料電池鉄道車両に代替されると仮定すると、CO2排出削減量は48万t（16万世帯分）。今後、電化区間における架線・電化設備等のスリム化が進めば、更なるCO2排出削減につながる。

### 燃料電池鉄道車両の試験車両



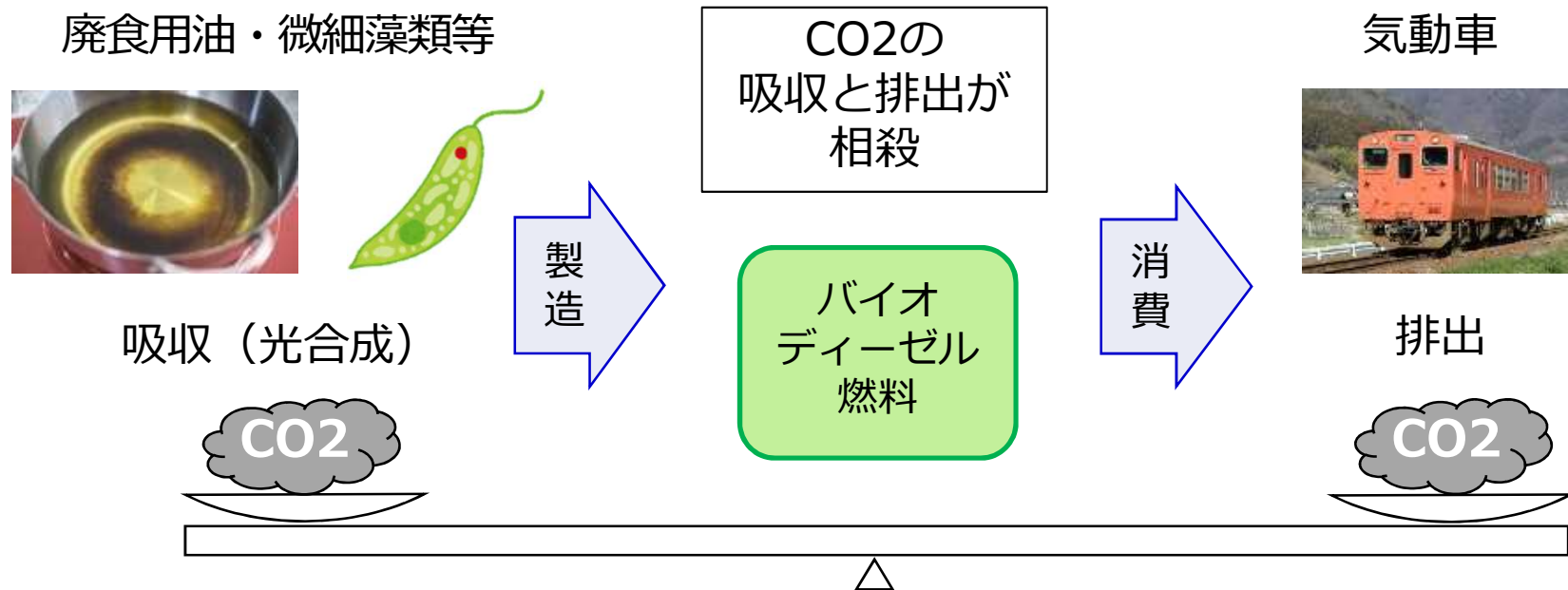
### 規制の例（高圧ガス保安法）



高圧ガス保安法において、架線は「火気」、駅（1日平均2万人以上乗降）は「第一種保安物件」に該当することから、所定の離隔距離が必要。

- 鉄道車両への**バイオ燃料**など**代替燃料**の導入を検討中。具体的には、分子構造が軽油と同じ炭化水素であり、JIS／品確法上の軽油の規格に適合する、**次世代バイオディーゼル燃料**等。
- 規模感をつかむため、例えば、すべての気動車の燃料がバイオディーゼル燃料に代替されると仮定すると、**CO2排出削減量は48万t（16万世帯分）**。
- 同燃料の導入が期待される一方、**軽油との価格差の縮小**、**世界的に必要な供給量の確保**等が課題。

## バイオディーゼル燃料の概要





- 国内における太陽光発電の普及に向けた課題のひとつは、**適地の確保**。
- 耐荷重の小さい場所にも設置可能な**次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）**の開発により適地が拡大する可能性があり、鉄道では法面や鉛直面等の活用可能性。
- 規模感をつかむため、例えば、線路沿線に平均1m幅のペロブスカイト太陽電池を設置すると仮定すると、**設置面積2,800ha、年間発電量20億kWh、CO2排出削減量は96万t（32万世帯分）**。

## ペロブスカイト太陽電池



出典：積水化学工業HP

## 鉄道の未利用領域の活用可能性

### 【法面】



出典：中部緑化HP

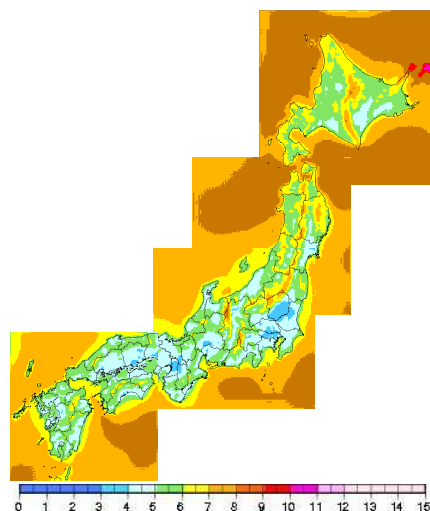
### 【高架構造物】



出典：鉄道運輸機構HP

- 国内における風力発電の普及に向けた課題のひとつは、**適地の確保**。
- **洋上風力の開発**が進められているが、陸上でも**鉄道の廃線跡地、鉄道林等の活用可能性**。一方で、立地に際しては、周辺環境との調和や地域住民の理解が必要となることに留意。
- 規模感をつかむため、例えば、鉄道林（1.6万ha）すべてに標準的な風力発電設備を設置すると仮定すると、**年間発電量は30億kWh、CO2排出削減量は148万t（49万世帯分）**。

## 国内風況マップ



出典：NEDOHP

## 鉄道の未利用領域の活用可能性

【廃線跡地】



出典：JR北海道提供資料

【鉄道林】



出典：JR東日本HP

- 運転用電力は鉄軌道業の営業費の4.5%を占めており、再生可能エネルギーの自家発電・地域調達を通じ削減できる可能性。
- 将来的に再生可能エネルギーの発電コストの更なる削減が見込まれることを踏まえ、再生可能エネルギーの自家発電・地域調達の事業性を検討。

鉄道事業における平均電力調達コスト (2019年度)	15.7 円/kWh
-------------------------------	------------

		太陽光発電	風力発電
発電コスト	2020年試算	12.0 円/kWh	14.6 円/kWh
	2030年試算	7.8~11.1円/kWh	8.3~13.6円/kWh

※ 令和3年9月発電コスト検証ワーキンググループ報告書、調達価格等算定委員会（第73回）資料、鉄道統計年報（令和元年度）をもとに作成。

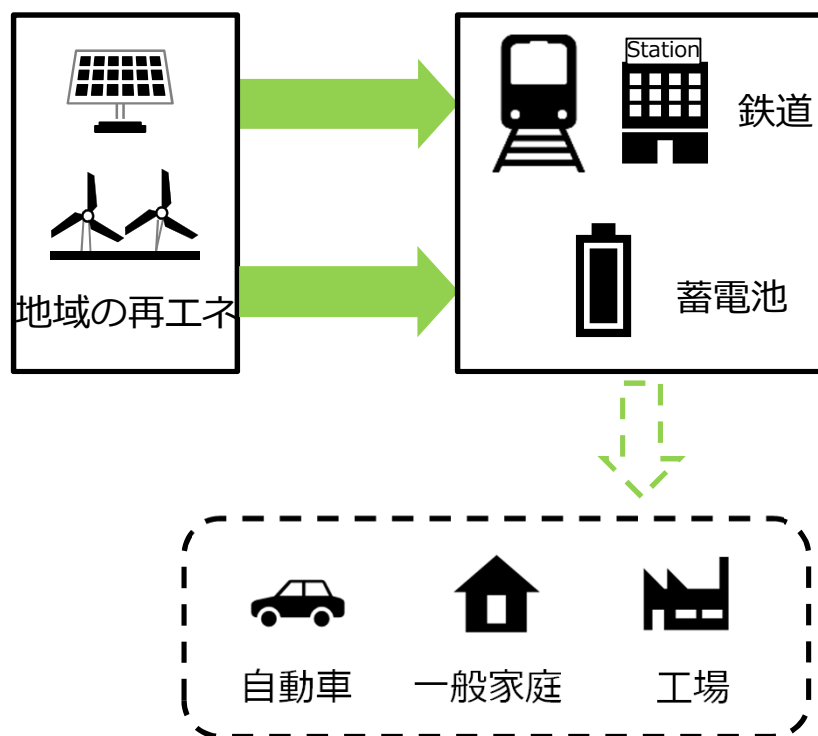
※ 発電コストには政策コストを除いている。

※ 電力調達コストは運転用電力の単価と同等であると想定。



- 地域の小規模再生エネルギー発電事業者等から電力を直接調達することにより、全国的に地域の再生エネルギー供給量を拡大するとともに、鉄道事業のコストを削減。
- また、鉄道アセットの活用により再生可能エネルギーの地産地消モデルを構築し、地域の脱炭素化に貢献。

## 地域における 鉄道の再生エネルギー消費・供給拠点化



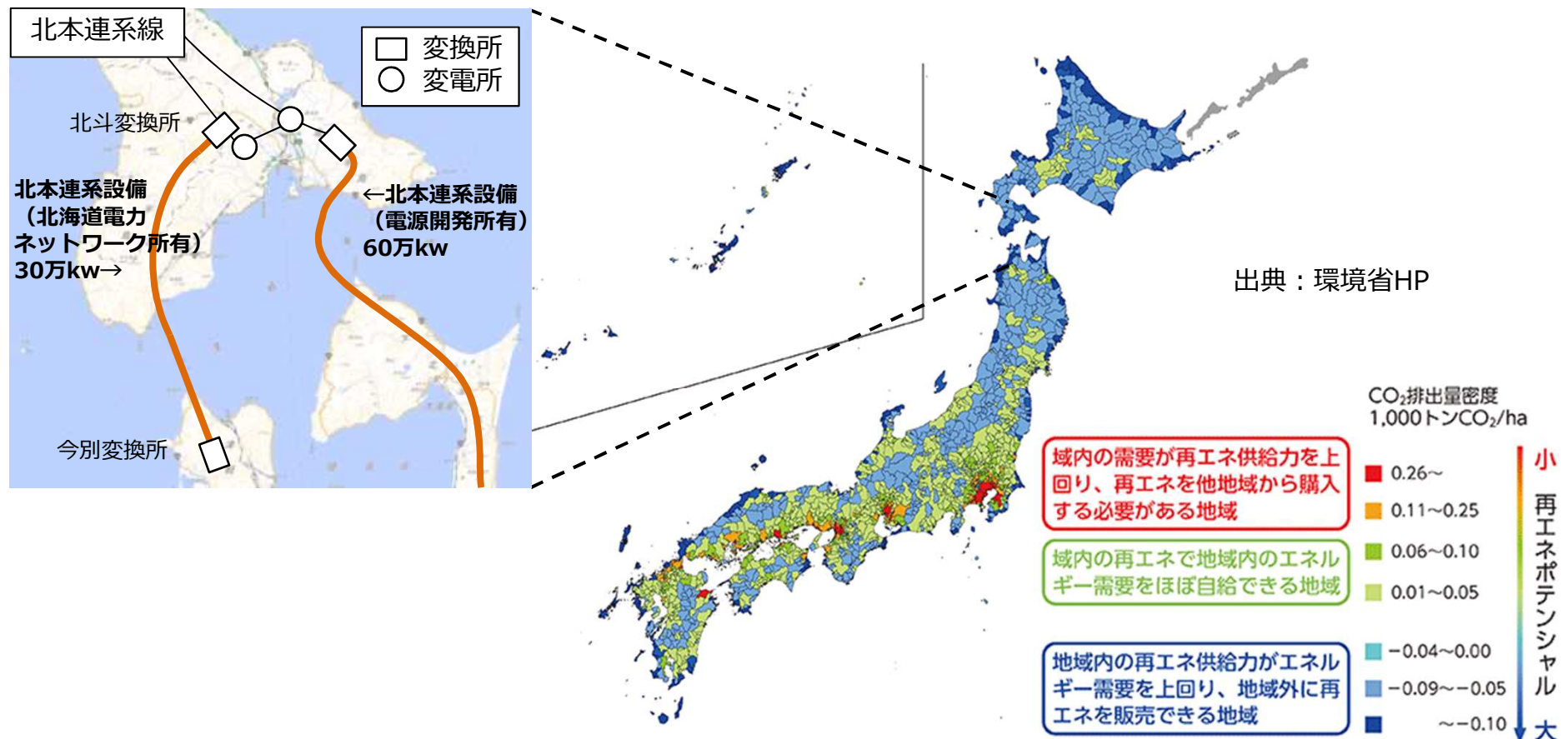
## 駅の水素供給拠点化



出典：JR東日本提供資料

# 鉄道アセットの更なる活用（電力系統増強事業） 国土交通省

- 我が国のエネルギー政策上、再エネ生産適地の地域偏在に留意しつつ、電力の系統を増強することが課題のひとつ。
- 電力の系統増強にあたり、青函トンネルを一部活用している例もある。今後、このような鉄道アセットの活用についてどう考えるか。

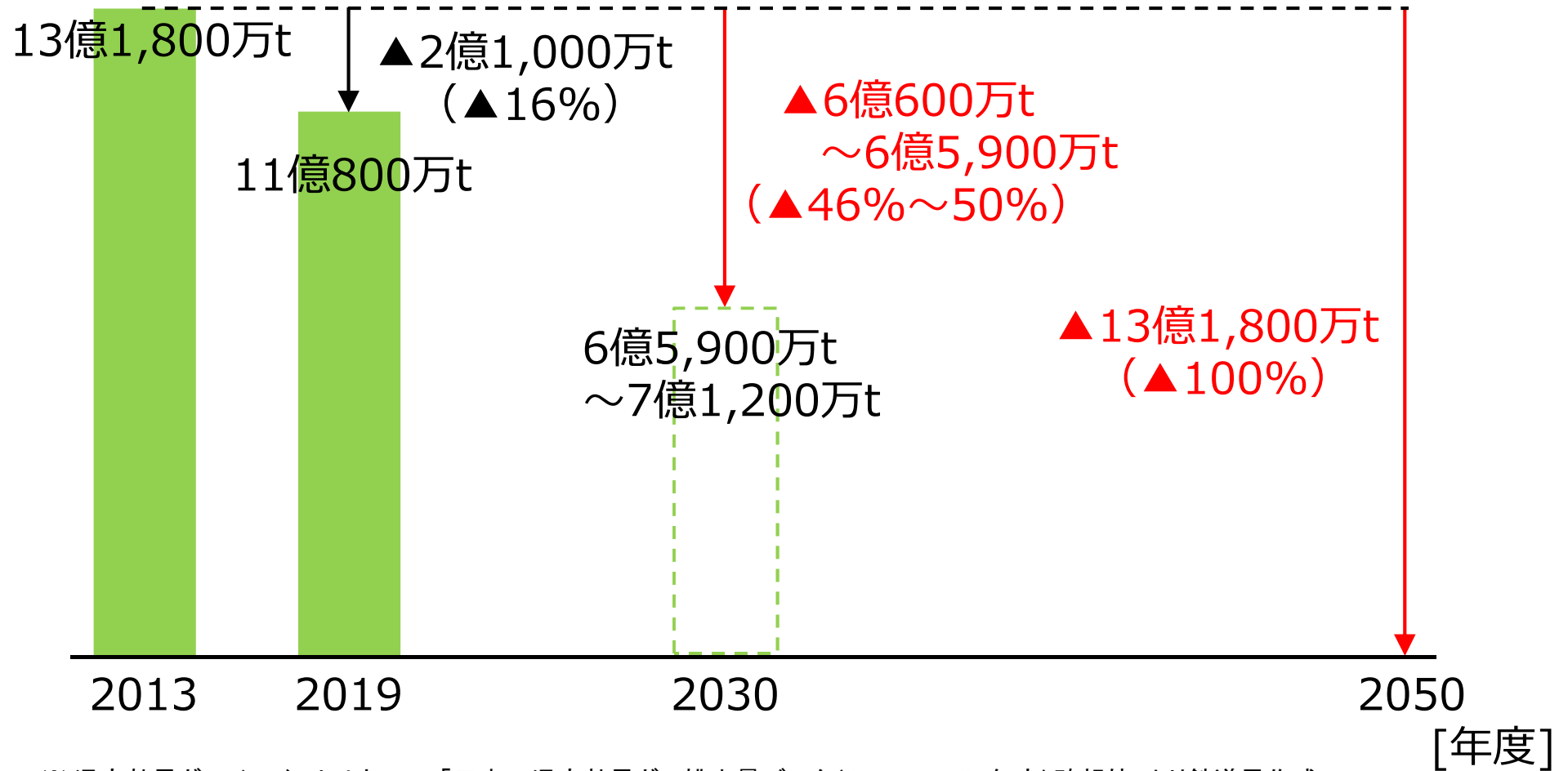


- 国内における水素の普及に向けた課題のひとつは、水素サプライチェーンの一環をなす、海外からの**水素受入拠点等から需要地までの輸送**。
- 水素の輸送には、パイプラインやローリーが用いられているが、**パイプライン**は整備にあたり多数の**土地所有者等との調整**が必要となり、**ローリー**は**輸送効率**が低い。なお、既存の輸送手段が活用可能な水素キャリアとして**有機ハイドライド**による輸送が検討されている。
- 上記を踏まえ、水素／水素キャリアについて、パイプラインの整備に向けた**鉄道の未利用アセット**（遊休地、法面等）の活用可能性、**鉄道貨物輸送**の活用可能性を検討。



1. 検討会の設置
2. 鉄道分野におけるCO2排出と対応の現状
3. 鉄道分野における今後の取組
- 4. 検討の方向性**

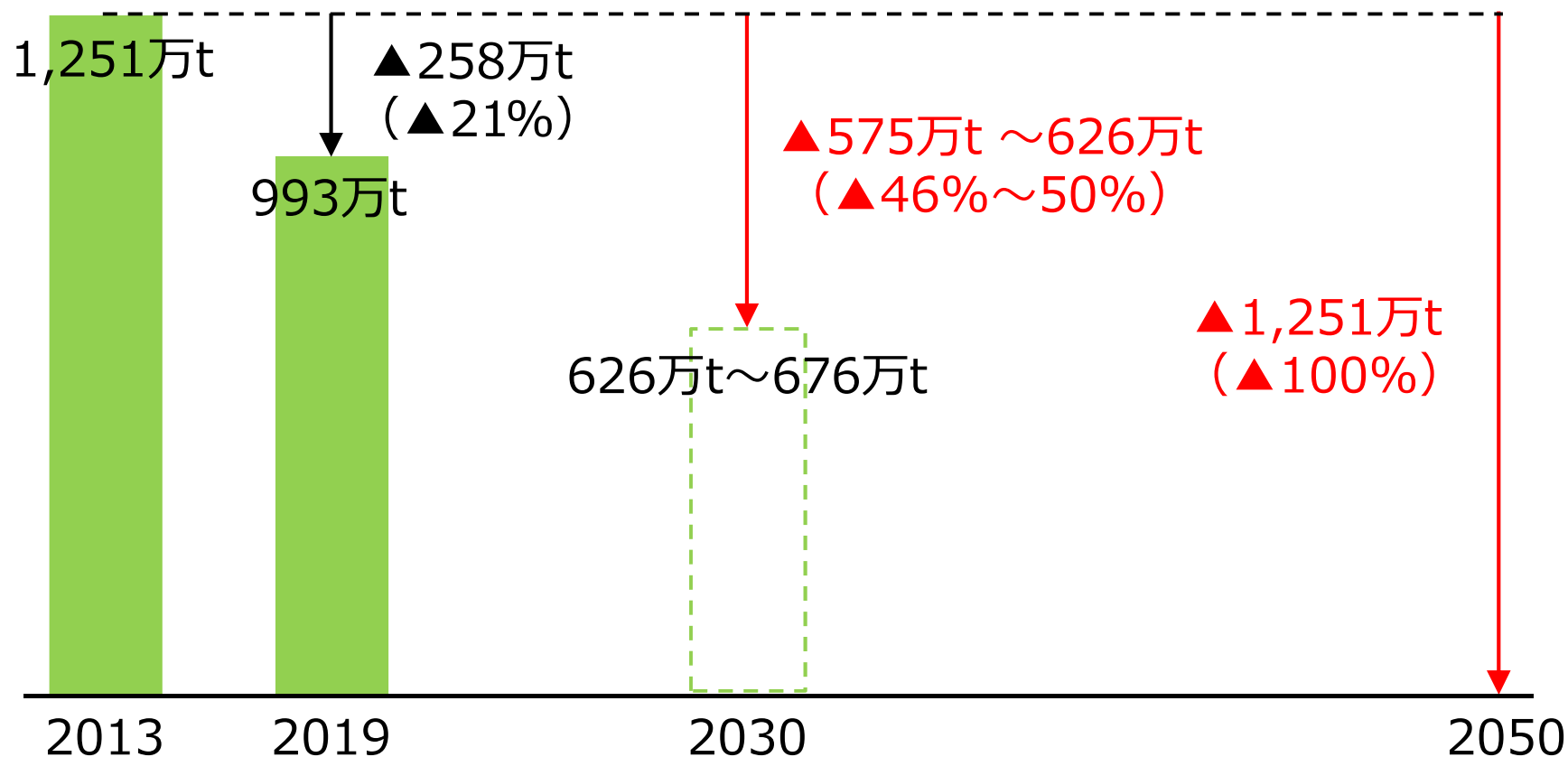
# 日本全体のCO2排出削減のイメージ



※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2019年度)確報値」より鉄道局作成

# 鉄道分野におけるCO2排出削減のイメージ

- 日本全体の削減目標を鉄道分野に当てはめると下図のとおり。



- ※ 鉄道統計年報、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）に基づく報告、エネルギー供給会社による公表資料等を基に鉄道局で作成。
  - ※ 温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数を使用。
  - ※ 省エネ法定期報告対象事業者（注）の各種データについて、事業者平均値を求め、鉄道車両走行に係るCO2排出量等を基軸として、拡大推計等して算出。
- （注） 運輸に関する定期報告：鉄道車両300両以上を保有する事業者  
工場・事業場（鉄道運輸以外）に関する定期報告：工場・事業場における年度間エネルギー使用量が原油換算1,500kL以上の事業者

[年度]

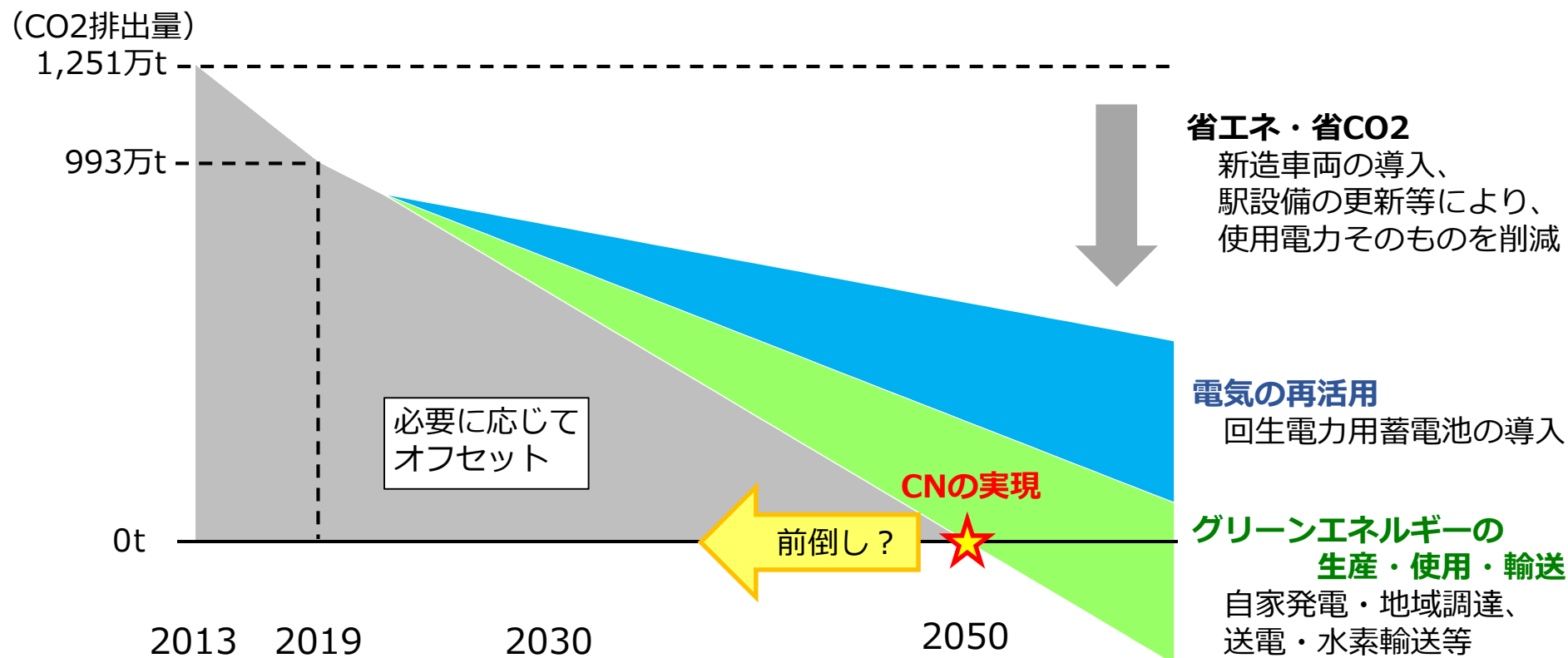
- 2030年度の目標を設定している鉄道事業者について目標値を合算すると、鉄道分野の2030年度におけるCO2排出削減量は333万t（▲27%）。
- 現時点で目標を設定していない鉄道事業者も同水準の取組をすると仮定して、これを拡大推計すると、鉄道分野の2030年度におけるCO2排出削減量は548万t（▲44%）。
- 日本全体の目標（▲46%等）を踏まえ、**鉄道分野としての目標**を検討。



（注）現時点で目標を公表している鉄道事業者



- 2050年カーボンニュートラルに向け、さらなる**省エネ・省CO2**により使用エネルギーを半減するとともに、**電気の再活用**、**グリーン電力の生産**、**グリーンエネルギーの輸送**を組み合わせ、CO2排出を削減。
- 必要に応じ、**グリーン電力の購入**、**非化石証書の購入**等によりCO2排出をオフセットし、カーボンニュートラルを加速。





項目	CO2排出削減ポテンシャル	備考
エネルギー回生率の向上	122万t (40万世帯分)	回生ブレーキから得られる電力がすべて活用可能になると仮定
省エネ・省CO2車両への代替	18万t (6万世帯分)	すべての気動車を省エネ・省CO2車両に代替と仮定
水素燃料電池車両の導入	48万t (16万世帯分) 以上	すべての気動車を水素燃料電池車両に代替と仮定 (「以上」とあるのは、電化区間の架線・電化設備等のスリム化が進んだ場合を想定)
太陽光発電の導入	96万t (32万世帯分)	路線延長×平均1m=2,800haにPVパネルを設置と仮定
風力発電の導入	148万t (49万世帯分)	鉄道林1.6万haに標準的な風力発電施設を設置と仮定
グリーン電力の地産地消モデル	今後検討	
電力系統増強事業、水素搬送事業等への参画	今後検討	

**➡ 各項目の収支改善効果を今後検討**

(注) 項目間に重複・代替性がある。

# 検討の方向性とスケジュール（案）

- 他モードからの利用転換 → 別途検討（本検討会からもインプット）
- エネルギー効率の向上
  - ・ エネルギー回生率の向上
  - ・ 省エネ・省CO2車両への代替
  - ・ 駅施設における省エネ
- 再エネの生産・使用
  - ・ 水素燃料電池車両の開発・社会実装
  - ・ 代替燃料の導入
  - ★ 鉄道アセット活用型・地域連携型の再エネ発電・使用
- 再エネの搬送
  - ★ 鉄道アセット活用型のグリーン電力送電
  - ★ 鉄道アセット活用型の水素パイプライン
  - ★ 貨物鉄道による水素輸送

➡ 上記★の事業性について、鉄道局において国費委託調査を実施。

3月（第1回）	検討の方向性に関する議論
4月（第2回）	事業者から取組の発表、関係省庁から関連施策の発表
5月（第3回）	国費委託調査の概略説明、支援策の検討、鉄道分野としての目標の検討
6月（第4回）	国費委託調査の中間報告、中間とりまとめ
…	令和5年度概算要求・税制改正要望、官民協議会の設置
年度内	最終とりまとめ