

# 鉄道の環境優位性アピールの取り組み



独立行政法人 交通安全環境研究所

日岐 喜治

# 発表内容

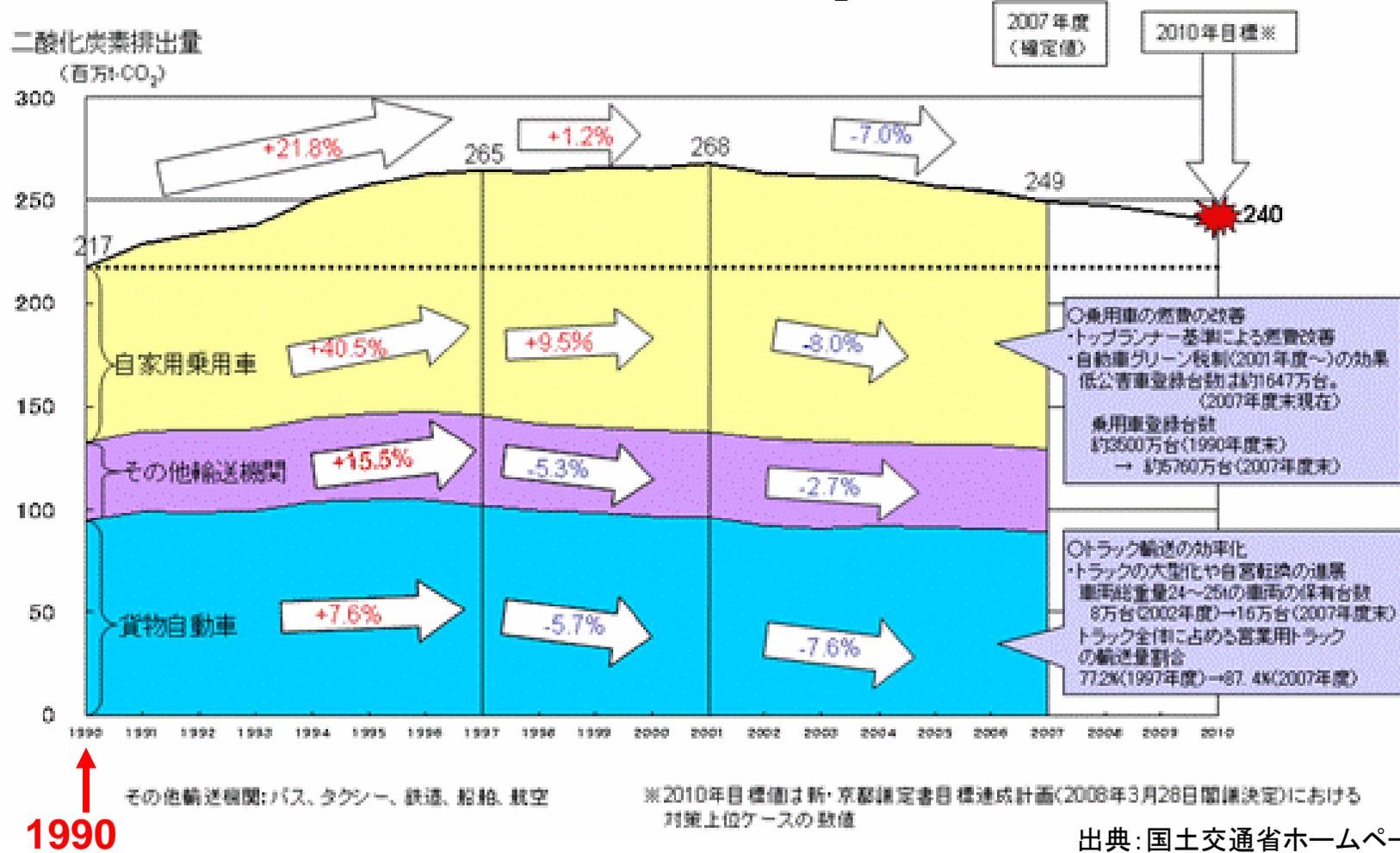
1. 背景
2. 測定方法
3. 測定結果
4. 考察
5. まとめ

この発表は、国土交通省鉄道局より受託実施した、「デュアルモードシステム等の鉄道分野における環境負荷に関する調査」での調査資料の一部を整理したものである

# 1. 背景

COP3に基づく国際公約：2012年までにCO<sub>2</sub>等の温暖化ガスを1990年比で6%減

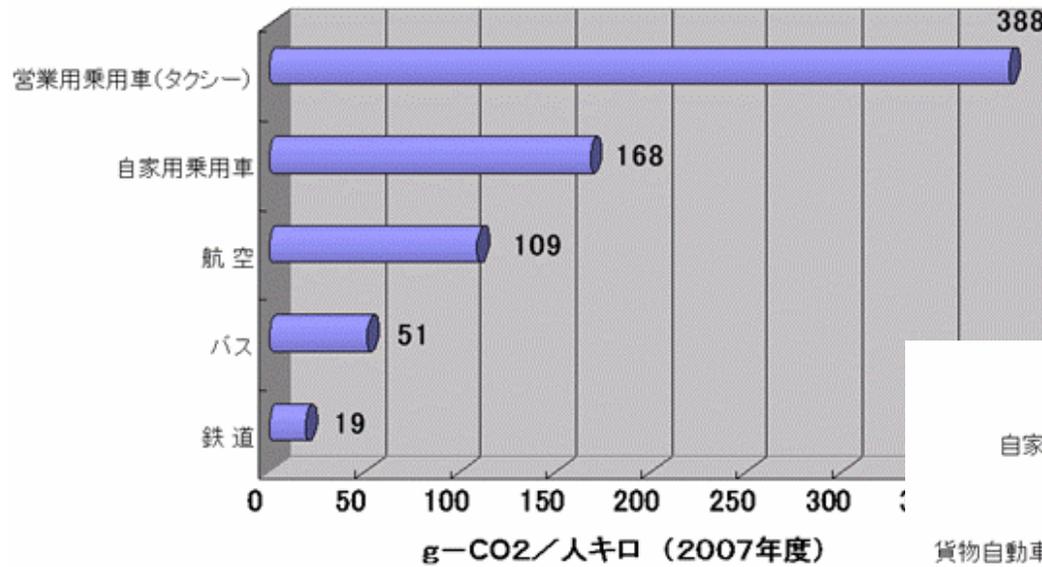
## 運輸部門(国内輸送)におけるCO<sub>2</sub>排出量の推移



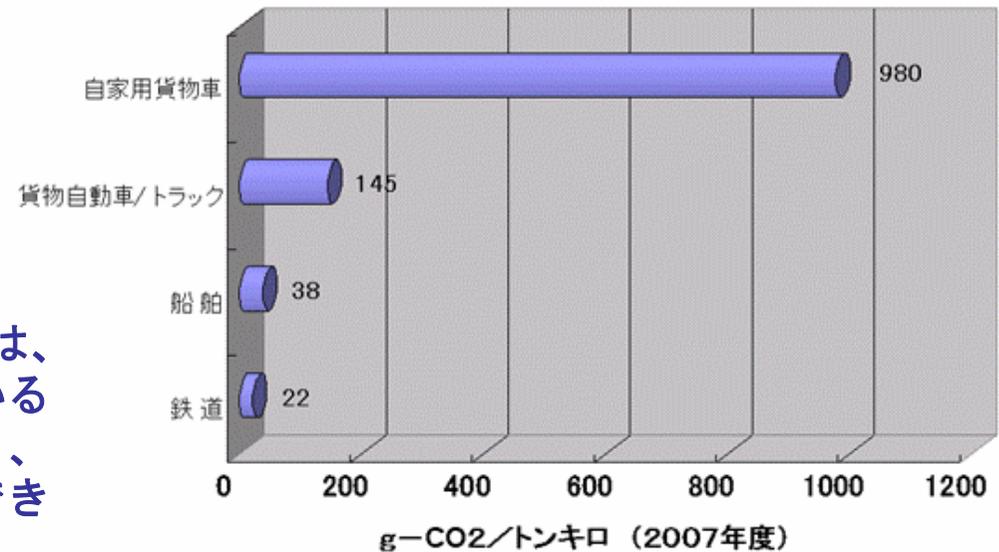
# 1. 背景

これまでも各種統計データから鉄道の環境優位性は示されている

## 輸送機関別輸送量(人・km)あたりのCO2排出量



出典:国土交通省ホームページ



白書に見られるようなCO2排出量の比較には、各種統計データに基づいた計算がなされているが、こうした統計データはマスマデータであり、個別の車両や機体等の特徴を捉えることはできない。

## 輸送機関別輸送量(t・km)あたりのCO2排出量



# 1. 背景

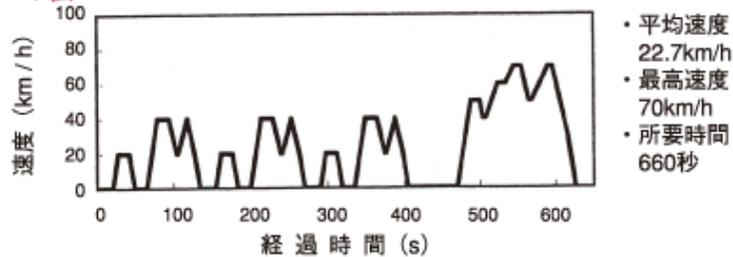
目的: 鉄道の環境負荷の低さを客観的に示すことで、鉄道へのモーダルシフト促進をはかる

交通機関の環境負荷を評価する指標は……

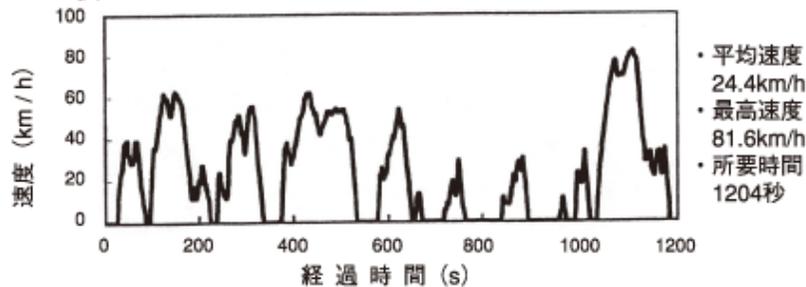
## 自動車

10・15モード法やJC08Hモード法  
などの定められた計測方法

### 10・15モード法

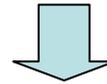


### JC08Hモード法



## 鉄道

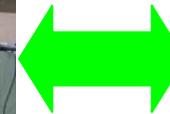
定められた計測方法がない



線路ごと、車両ごとの特徴は捉えきれない



そこで、測定方法の標準化を図り、実路線における実測データの収集を行った



# 2. 測定方法

## 2.1 距離特性による分類と測定パターン

分類	都市内交通	都市近郊交通	都市間交通
駅間距離	～1km 程度	1～10km 程度	10km～
対象システム	バス（市内路線） デュアルモード車両 路面電車・LRT 駅間の短い都市鉄道 地下鉄・新交通 等	バス（郊外路線） 都市近郊鉄道 地方鉄道 浮上式鉄道（HSST） モノレール 等	バス（長距離高速路線） 新幹線 航空機

### A 都市内交通（バス、新交通、LRT等）

1kmを最高速度（40～70km/h）まで加速させ、その後だ行で走行し、常用最大ブレーキで停止するパターン

### B 都市近郊交通（在来線鉄道等）

10kmを最高速度（100km/h程度）まで加速させ、その後だ行で走行し、常用最大ブレーキで停止するパターン

### C 都市間交通（新幹線等）

普通鉄道と異なり長距離の移動となることから、1トリップ（新幹線であれば駅間、航空機であれば空港間の出発から到着まで）で消費したエネルギー量について測定する。

# 2. 測定方法

## 2.2 測定条件

- ① 全線を試運転列車(空車)で走行し、全走行距離における車両(ユニット単位)での消費電力量を測定した。測定項目は、架線電圧、主回路電流と補機電流である。測定は、空調OFFを基本とした。
- ② 空車の車両を利用し、ある区間(都市内ならば1km程度、都市間ならば5km以上の平坦な区間)を、最大加速、だ行、常用最大ブレーキで走行させ、その時の車両(ユニット単位)での消費電力量を測定した。測定項目は、架線電圧、主回路電流と補機電流である。測定は、空調OFFを基本とした。
- ③ 乗車している乗客の重量も含め、車両重量が既知の列車の走行において、平均的な駅間(都市内ならば1km程度、都市間ならば5km以上)で平坦な区間を通常の運転(加速、だ行、場合によっては再力行、ブレーキ)で走行した場合の消費電力量を測定した。この場合、空調、照明はONである。
- ④ 事業者の有しているデータから、比消費電力量を算定する。この場合、正確な電力消費量、乗車人数は把握できないため、1人当たりの環境負荷を算定する時は、推定が入るが、鉄道統計年報データよりは詳細な解析(車種別、路線別等)は可能である。

## 2. 測定方法

### 2.3 測定状況



補機電流測定



カードによる運転データの取得



主回路電流測定

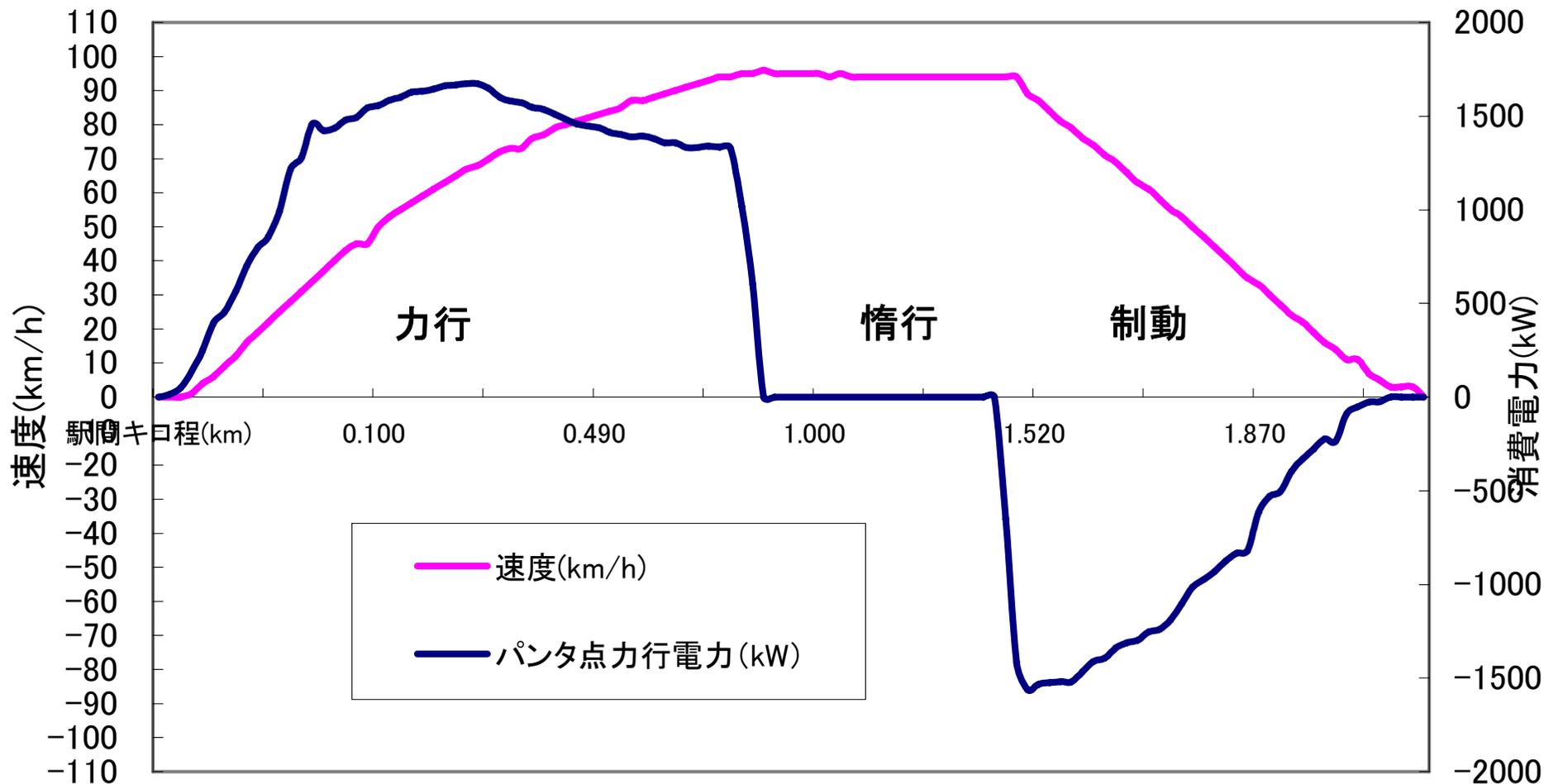


電流計での確認

# 3. 測定結果

## 3.1 測定波形例

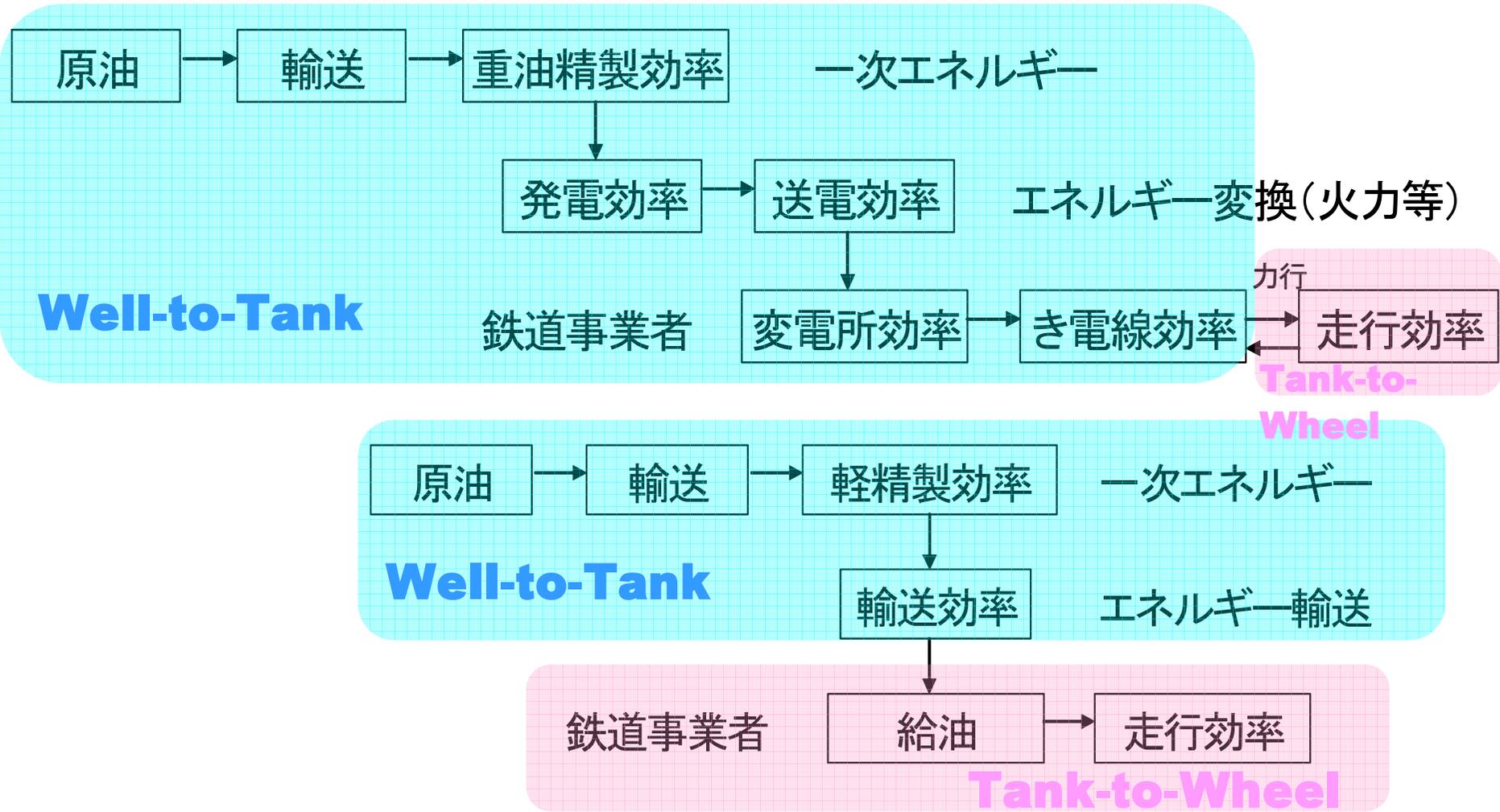
都市内 鉄輪VVVF車



# 3. 測定結果

## 3.2 測定結果の評価手法

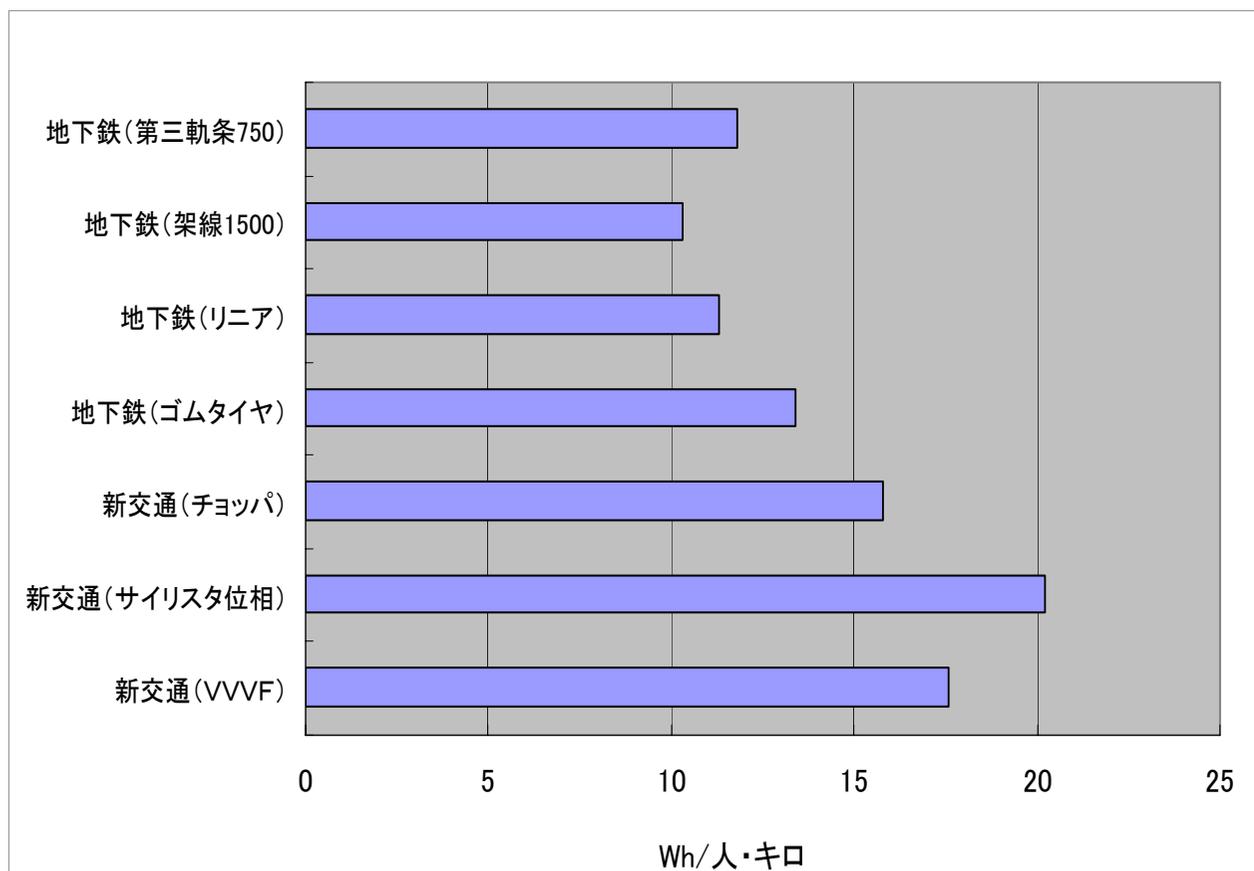
Well-to-Tank と Tank-to-Wheel を考慮する



# 3. 測定結果

## 3.3 都市内交通 Tank to Wheel (TTW)での評価

定員乗車を仮定した際の新交通、地下鉄における比消費電力量(Wh/人・キロ)

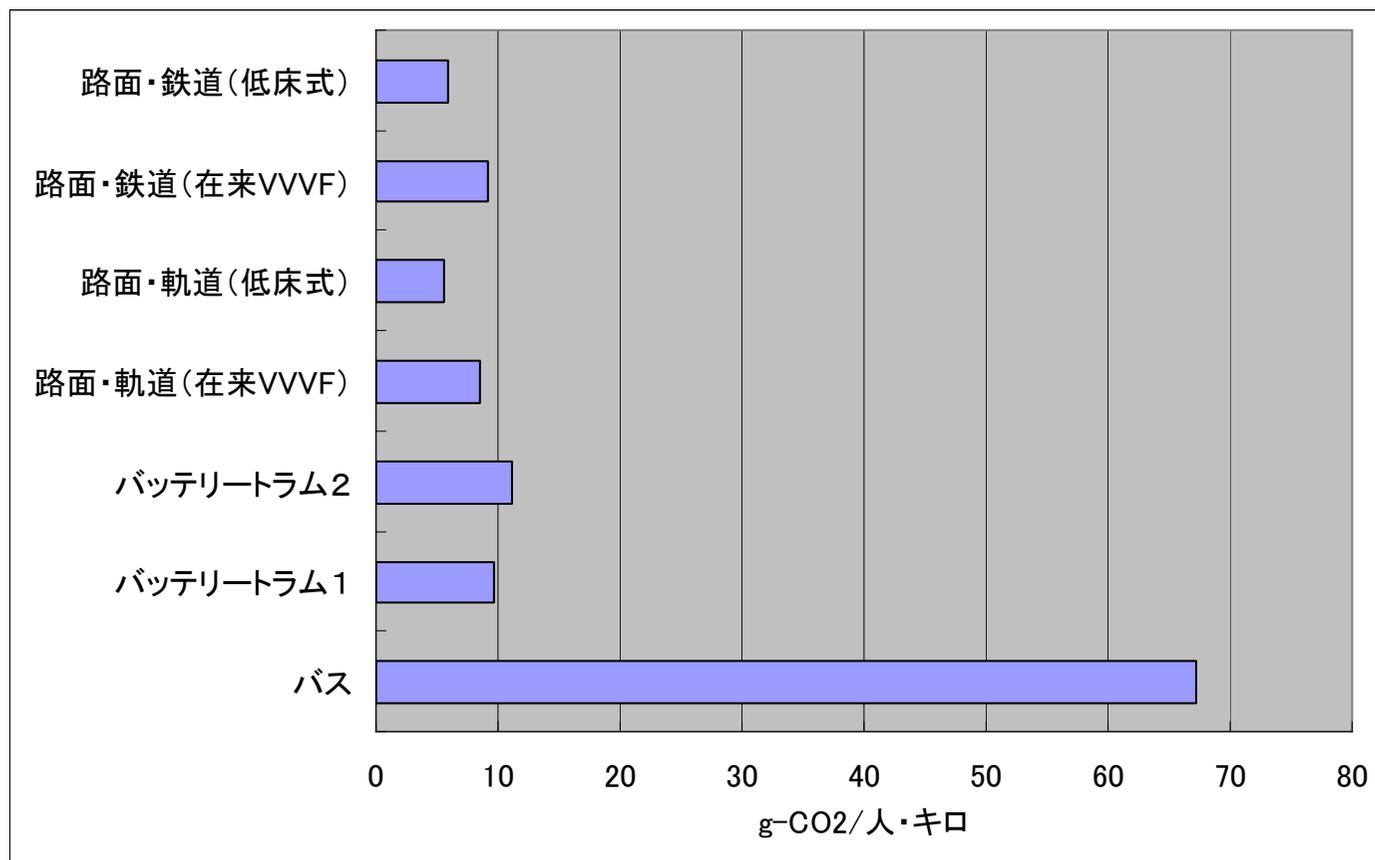


人・キロでの消費電力量は車両サイズの大きい在来の地下鉄が一番小さい

# 3. 測定結果

## 3.4 都市内交通 Well to Wheel (WTW)での評価

路面電車とバスの1人1キロ当たりのCO<sub>2</sub>排出量換算値

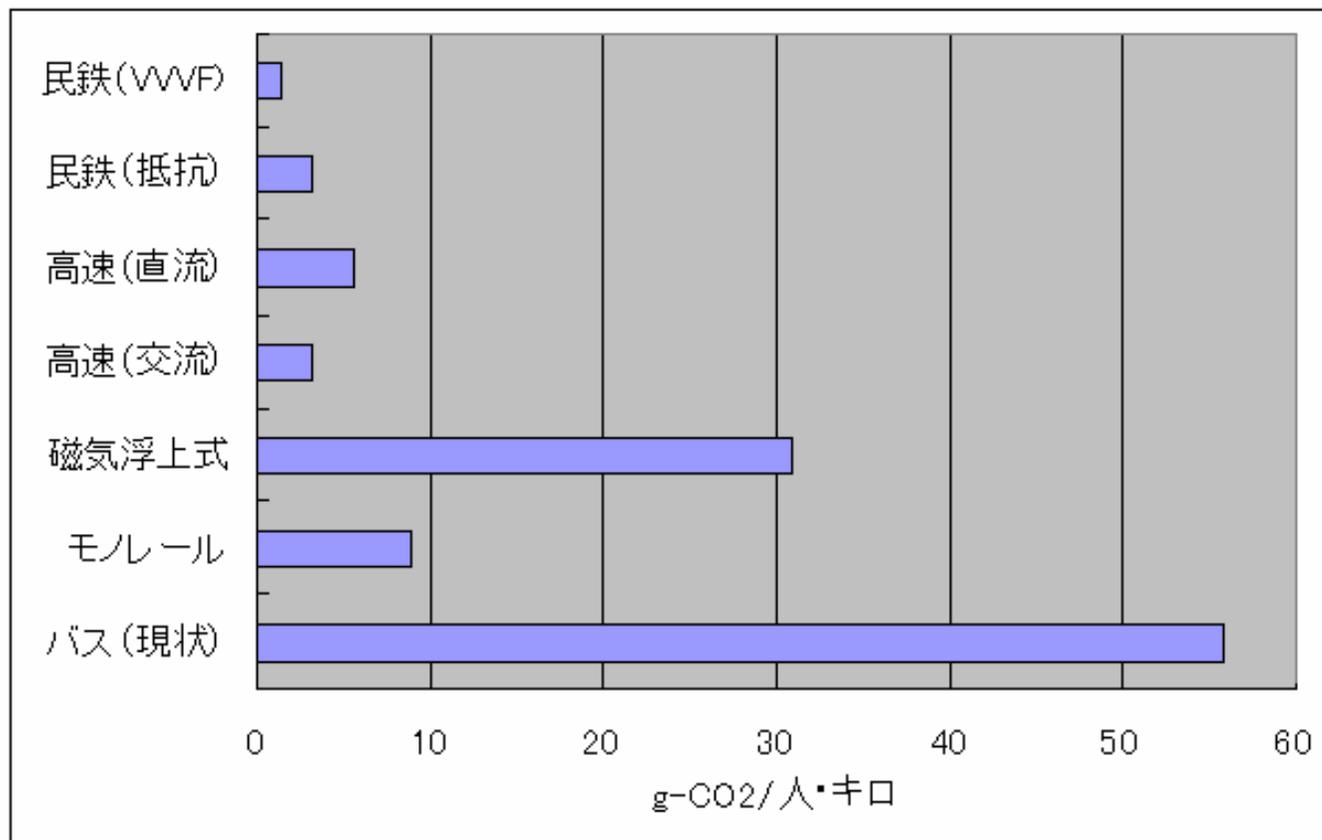


定員乗車を仮定すると路面電車のCO<sub>2</sub>排出量はバスの1/7~1/10程である

# 3. 測定結果

## 3.5 都市近郊交通 Well to Wheel (WTW)での評価

都市近郊交通における1人1キロ当たりのCO<sub>2</sub>排出量換算値

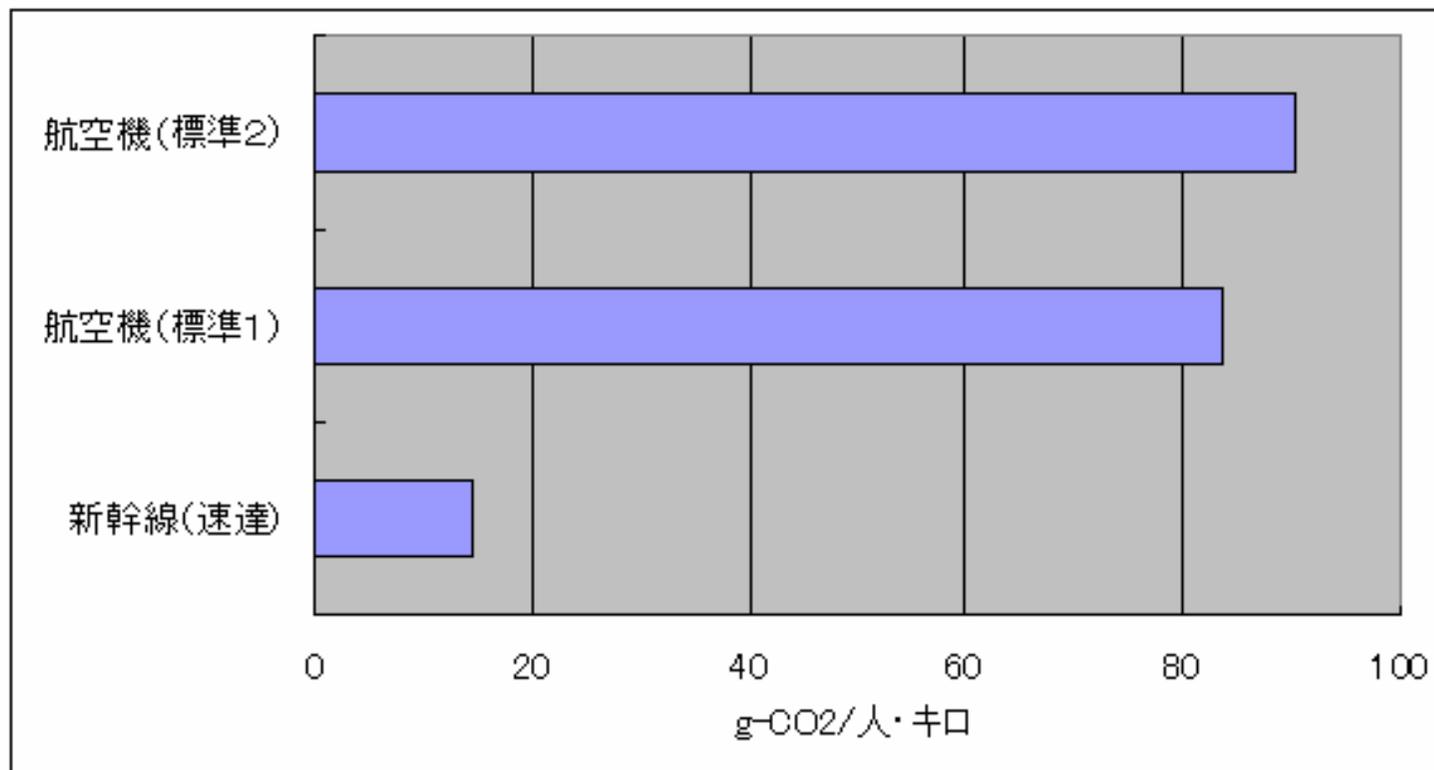


在来鉄道の優位性が発揮されている

# 3. 測定結果

## 3.6 都市間交通 Well to Wheel (WTW)での評価

都市間高速交通における1人1キロ当たりのCO<sub>2</sub>排出量換算値



新幹線の標準走行での環境負荷は、航空機の標準運航時に比して、1/6~1/8程度である

# 4. 考察

## 4.1 実測結果

### (1) 都市内交通

消費エネルギーで比較すると、大量輸送に適した普通鉄道の消費エネルギーが他の鉄道システムと比べて少なくなっていることが分かる。環境負荷の指標としてCO<sub>2</sub>排出量を使って比較すると、都市内を走行する交通システム(路面電車、新交通、地下鉄及びバス)では、車両の小さい(軽量)システムの環境負荷が小さい傾向にある。また、ディーゼルエンジンで走行するバスやDMVと鉄道とを比較すると、バスに比べた各種鉄道システムの優位性が明らかとなる

### (2) 都市近郊交通

都市近郊を走行する交通システム(モノレール、都市鉄道及びバス)では、都市鉄道の優位性が顕著である。鉄道の優位性が顕著であるが、乗車人数の少ないディーゼル鉄道も、郊外バスと同程度の環境負荷となっている

### (3) 都市間交通

都市間を走行する交通システム(新幹線、バス、航空機)では、新幹線の環境負荷の小ささが顕著である。これは、効率の良い車両で大量に乗客を輸送しているためである

# 4. 考察

## 4.2 鉄道は本当に「環境優位性」を示すことができるのか？

地方閑散線区で、旅客が少ないのに車両重量の大きなディーゼル車を走らせるのはかえって環境に悪いのではないかと意見も聞かれる



○ 実際の乗車人数や車両のエネルギー特性を用いた新たな指標の可能性を追求

○ 現状では優位性がないがシステム変更で鉄道の優位性を高めることができる可能性も考えられる（車両の更新やハイブリッド化等）



# 4. 考察

## 4.3 新しい環境指標の提案

### 「省エネ係数」の提案

1人を1km輸送するのに必要な軽油量を、自動車は平均燃費と平均乗車人数で算定し、鉄道は実測燃費と想定乗車人数から算定し、鉄道の方が小さくなる想定人数を求める

(計算例)

自動車: 2人乗車で、平均燃費が15km/lとする

1人を1km輸送するのに必要な軽油量: 33ml/人・km. . . . . (1)

鉄道: 走行燃費(測定結果) 16.0ml/t・km 空車重量27.5t

X人乗車した場合の1人を1km輸送するのに必要な軽油量

ただし、1人を60kgとする

$16.0 \times (27.5 + 0.06 \times X) / X$ . . . . . (2)

鉄道が省エネとなる分岐点

(2) < (1)

これにより、

$X > 13.7$ (人)となる

ここで、省エネ係数14と定義する

# 4. 考察

## 4.4 新しい環境指標による評価例

### 省エネ係数による鉄道と自動車の比較評価

比較対象 鉄道の種類	対自動車 (33ml/人・km)	対地方近郊バス (21.3ml/人・km)	対地方市内バス (25.6ml/人・km)
ディーゼル (30km、1両) 重量大	14	22	18
DMV (1両) 重量小	3	6	5

鉄道としての特性(省エネルギー)を発揮するためにはある程度の人数の乗車が必要  
需要が少ない路線では車両の変更で環境優位性を回復し得る

# 5. まとめ

## 測定方法

各種交通システムの環境負荷を比較する指標として、単位輸送量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が用いられてきた。鉄道分野に関しては鉄道統計年報等のマスマデータを基に算出されていたが、路線ごとあるいは車両ごとの特徴は捉えきれないことが明らかとなった。そのため、鉄道の環境負荷の詳細を把握するには、実路線における実測データを収集することが重要となる。実測に際しては測定方法の標準化を図る必要がある。

- Ex. ・電力測定点（パンタ点 or 主回路）  
・回生電力（他列車で消費 or 自車内補機で消費 or 駅設備） etc.

各種鉄道システムエネルギー消費について実測を行った結果、システムの違いや制御方式の違いによりエネルギー消費特性に大きな違いが見られる。勾配や曲線等の路線の特性により、エネルギー消費特性の違いも大きくなることが明らかとなった。そのため、鉄道車両のエネルギー特性を把握するには、自動車同様に標準運転パターンを設定しその測定結果で比較を行うことが考えられる。

# 5. まとめ

## 全体・今後の課題

- 実測結果から鉄道の環境優位性が明らかとなった。
- 車両の種類や制御システムの違いにより、各種鉄道車両のエネルギー特性は異なることが明らかとなった。
- 鉄道車両のエネルギー特性を正確に把握し、環境性能を評価するためには、計測方法の標準化を図る必要がある。
- 旅客が少ない鉄道路線でも、制御システムの変更や需要に合わせた車両の導入などの工夫により、環境優位性を高めることは可能。
- エネルギー消費量だけでなく、路線の状況（線形，勾配等）や旅客の利用特性等、総合的な視点から環境性能を評価する必要があるので、今後、行政と連携して、環境負荷低減に向けて取り組みを強化したい。

**モーダルシフトの促進で地球環境にやさしい交通社会を実現を！**