

鉄道電気利用における 省エネルギー・新エネルギー技術の 効果の検証

鉄道電気利用における省エネルギー・新エネルギー技術の効果の検証
調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	5. 駅設備における省エネ施策	74
1.1 鉄道と電気エネルギー	3	5.1 はじめに	74
1.2 委員会の活動の経緯	4	5.2 照明設備の高効率化	74
1.3 本技術報告書の構成	5	5.3 動力機器の高効率化	75
2. 地上電力設備における省エネ施策	6	5.4 再生可能エネルギー・新エネルギーの活用	76
2.1 き電抵抗の低減	6	5.5 まとめ	79
2.2 き電電圧の変更・制御	10	6. 鉄道システム全体による省エネソリューション	80
2.3 電力貯蔵装置	14	6.1 はじめに	80
2.4 回生電力融通装置	37	6.2 鉄道エネルギーの管理と制御	80
2.5 直流変電所の電力損失低減の検討	45	6.3 シミュレーション技術	82
3. 車両における省エネ施策	49	7. 賦存量算出	86
3.1 高効率主回路機器	49	7.1 はじめに	86
3.2 車両蓄電装置	52	7.2 消費エネルギー内訳	86
3.3 回生制御の適正化	59	7.3 省エネルギー技術の賦存量推定	88
3.4 補助回路の高効率化	61	7.4 おわりに	92
3.5 車両の軽量化	63	8. おわりに	93
4. 運転手法における省エネ施策	66		
4.1 省エネ運転	66		
4.2 省エネダイヤ	70		

鉄道電気利用における省エネルギー・新エネルギー技術の効果の検証 調査専門委員会委員

委員長	林屋 均(東日本旅客鉄道)	委員	齋藤 大輔(西武鉄道)
幹事	小川 知行(鉄道総合技術研究所)		結城 孝信(東京急行電鉄)
	飯野 友記(東日本旅客鉄道)		藤田 敬喜(三菱電機)
幹事補佐	田中 弘毅(西日本旅客鉄道)		丸山 一樹(東洋電機製造)
委員	伊藤 努(東海旅客鉄道)		吉山 栄二(川崎重工業)
	内山 亮(京浜急行電鉄)		岩崎 哲也(小田急電鉄)
	及川 哲(小田急電鉄)		近藤 圭一郎(千葉大学)
	小高 英明(富士電機)		篠宮 健志(日立製作所)
	川原 敬治(西日本旅客鉄道)		富川 英朝(東芝)
	小西 武史(鉄道総合技術研究所)		本倉 幹弘(東日本旅客鉄道)
	今 伸一郎(明電舎)		若林 良明(三菱電機)
	坂口 秀人(東武鉄道)		高木 亮(工学院大学)
	畑中 一浩(東京地下鉄)		宮武 昌史(上智大学)
	佐田 貴宏(京王電鉄)		渡邊 翔一郎(交通安全環境研究所)
	角谷 彰彦(東芝)		
	高橋 弘隆(日立製作所)		

1. はじめに

1.1 鉄道と電気エネルギー

国土交通省 交通関連統計資料集によれば、旅客 1 人を 1km 運ぶのに消費するエネルギーは、鉄道を 100 (402.8kJ)とすると営業用バスが 178 (716.7kJ), 自家用乗用車が 642 (2586.3kJ)とされる(2009 年度値)。さらに、旅客部門におけるエネルギー分担率と輸送分担率については、自家用自動車は 74%のエネルギー分担率で 51%の輸送を担当しているのに対し、鉄道は 6%のエネルギー分担率で 29%の輸送を担当しているとされ(同じく 2009 年度値), 移動手段としての鉄道の環境優位性が確認できる。

同様の議論は、輸送に伴う二酸化炭素排出量についても当てはめることができる。国土交通省が毎年公表している旅客 1 人を 1 キロ輸送するための二酸化炭素排出量の過去 10 年の推移を図 1.1.1 に示す^{(1.1)(1.2)}。過去 10 年間、自動車や航空機の排出量は省エネルギー技術の進展に伴い徐々に減少しているのに対して、鉄道の排出量は 2011 年以降、逆に増加している。これは、東日本大震災以降の電源構成の変化などを受けて、発電に伴う二酸化炭素排出原単位が増加した影響を受けたものと考えられる。即ち、電気駆動であることも一因として達せられてきたエネルギー面での鉄道の優位性が、相対的に低下している証左であると言える。こうした中、鉄道事業者各社は、鉄道輸送のエネルギー利用効率をさらに改善するため、様々な取り組みを進めている。

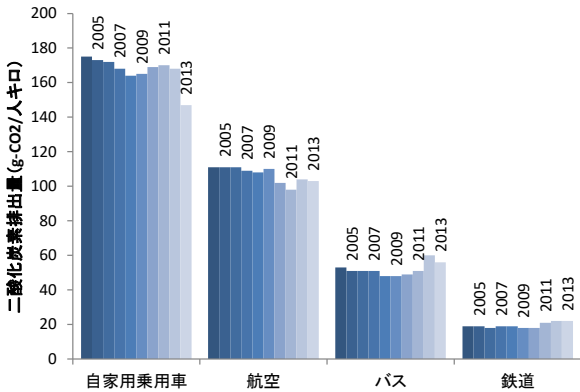


図 1.1.1 輸送に伴う二酸化炭素排出量の推移 (日本)

一方、資源エネルギー庁がまとめた部門別最終エネルギー消費の推移をみると、民生/家庭部門と、運輸/旅客部門は、ほぼ同量のエネルギー量を消費している。例えば 2010 年度値で見ると、鉄道輸送が消費するエネルギーは、運輸部門全体に占める割合は少ないものの、総量としては 72PJ と膨大な量であり、一層のエネルギー利用の高効率化に向けた取り組みが望まれている。

一例として、図 1.1.2 に東日本旅客鉄道株式会社 (以下 JR 東日本) のエネルギー消費量の推移を示す。新線区の開業や震災後の運休などもあり一概には比較できないが、1990 年

度と比べて 2014 年度のエネルギー消費量は 1 割以上削減されている。特に、在来線の運転用エネルギーは 2 割以上削減されている。これは主に、車両の軽量化、回生ブレーキ、VVVF インバータによる効率的な駆動制御などを実現した省エネルギー車両を順次導入してきた効果と言える。

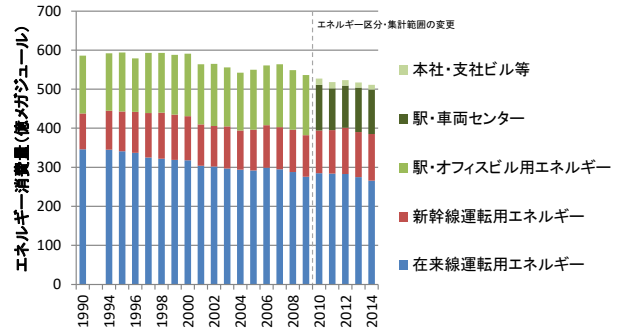


図 1.1.2 JR 東日本のエネルギー消費量の推移^(1.1)

使用エネルギーの削減に向けての取り組みは、2011 年の東日本大震災以降、さらに加速されてきた。図 1.1.3 に JR 東日本の東京支社管内の変電所受電電力量の合計値の年間変動について、過去 7 年分について記したものを、図 1.1.4 に年間受電電力量の過去 7 年の推移をそれぞれ示す。

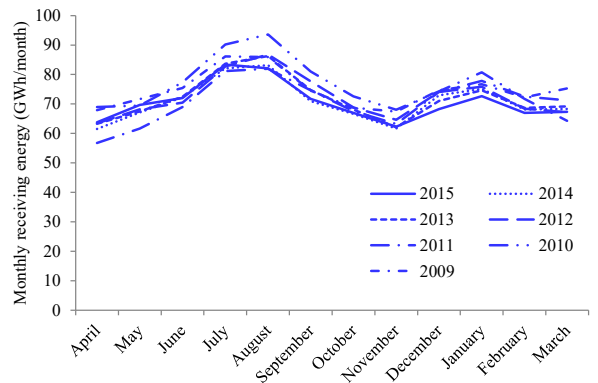


図 1.1.3 JR 東日本東京支社における変電所受電電力量合計の年間変動

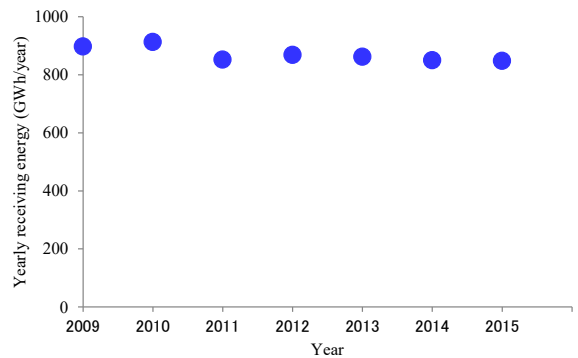


図 1.1.4 JR 東日本東京支社における変電所年間総受電電力量の過去 7 年の推移