

SUMMER 2012
Vol. 42 | 夏号

みんな
の



<http://www.mintetsu.or.jp/>

特集

鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

夏

花火を追いかけて

家のすぐ脇を線路が通っている。白い車体に青と黄色のラインが入った、すつきりした電車が走る。朝の通勤時間帯を除き、普段は一両編成（一両でも編成というのだろうか?）、三十分一本通るだけの路線だ。

それが、年に二回だけ、無礼講になる。無礼講というのもおかしい話だが、長年ここに住んで、空いた電車のどかに走っていく様子ばかり見てみると、乗客でいっぱいの中が二両もつながっていることが無礼講に見える。どこかでお祭りが?

お祭り——といえるかもしれない。えちぜん鉄道が無礼講になる日。一日と、八月十日前後。元日と、花火大会の日だ。えちぜん鉄道三芦線は福井と三国を結んでいる。ここには初詣

でにぎわう三国神社があり、また、七千発の花火が打ち上げられる三国花火大会の会場も近い。

三国へは車で行くものだと思っていた。市街地を抜け、田舎道を海へ向かってどんどん進むのは、いつだって気分がいい。

「花火大会の日は無理だよ」
笑ってそういわれたときは、だからがっかりした。

「春江のあたりで渋滞するから、車の中から花火を観ることにする」

渋滞、という言葉が似合う町ではない。田んぼや畑に挟まれたまっすぐの道が渋滞するなんて考えたこともなかった。

「電車も楽しいよ」
そういわれて、しぶしぶうなずい

た。ほんとはふたりで車で行ったかったのだ。私は若かった。ドライブがよかった。せつかくの花火大会なのに、ぼろぼろの電車に乗っていくのは興ざめだと思った。

でも、電車に乗った。強く反対を主張できるほど私はまだその人と親しくなかつたし、できればおとなしくていい子に思われたかつたんだと思う。夏の夕方、浴衣を着込んで乗った電車は、扇風機の風も窓からの風も足しにならないくらい暑かった。熱かった、というほうが近いだろうか。これから始まる花火大会を楽しみに集まってきた人たちのわくわくとどきどきが、車内に満ちていた。これからみんな花火大会を観に行く、にぎやかなパーティーの一員になったような気がし

宮下奈都

イラスト・岡林玲

みんな

CONTENTS
Vol.
42
2012

◎日本民営鉄道協会とは？
昭和42年に社団法人として設立され、71社の民営鉄道会社で組織されています。
輸送力の増強と安全輸送の確保を促進し、鉄道事業の健全な発達を図り、
もって国民経済の発展に寄与することを目的とした活動を行っております。
なお、JR各社や公営地下鉄などは加入していません。

た。いつもはがらがらの電車がその日
だけはぎゅうぎゅう詰めで、このあた
りでは「渋滞」と同じくらい縁遠い言
葉だった「満員」を私たちはしあわせ
な気持ちで味わった。
「花火は期待をはるかに超えて見事
だった。帰りの車内は、行きとは別の
熱気で包まれていた。連帯よりも共犯
に近いような、乗客たちの興奮した
顔。心地よい疲労。潮風と汗にお
い。
ふりかえればすぐそこにある懐かし

い記憶のはずだったのに、冷静に数え
てみたら四半世紀以上が経っている。
三芦線は昔のままだが、鉄道会社は変
わった。古かった電車はきれいになっ
た。私も大人になり、あの人とはもう
会わなくなった。それでも、うだるよ
うな夏の夕方、あの電車に乗って終点
で降りれば、夢のようだった花火大会
がまだそこで開かれているような気が
するのだ。

※三国菅原線

みやしたなつ

作家。福井県生まれ。上智大学文学部哲学科卒業。
2004年「静かな雨」が文壇界新人賞佳作に入選。
2007年、初の単行本「スコレNo.4」が話題を呼ぶ。近
著に「田舎の紳士服店にモデルの妻」「誰かが足りない」。最
新刊に「窓の向こうのガーシューイン」（集英社）がある。

02 四つの季節の鉄道ものがたり—第一話 夏 花火を追いかけて

●作家 宮下奈都

04 鉄道の未来学—基調報告③ 電気鉄道の省エネルギー化

●工学院大学工学部電気システム工学科 准教授 高木亮

特集／鉄道と電気
「さらに効率的なエネルギー利用へ」

TOP INTERVIEW

08 安定輸送と 利便性向上、 節電の両立に 向けて。

●西武鉄道株式会社 代表取締役社長 社長執行役員
白山進（2012年4月23日インタビュー時）

12 鉄道と電気

電気はどのようにして届くのか。

REPORTS 安全輸送を担う、 電気と技術。

REPORTS

●西武鉄道株式会社 鉄道本部 電気部 電力課長 齊藤大輔
●西武鉄道株式会社 鉄道本部 車両部 車両課長 藤澤利之

14 鉄道を支える電力の安定供給。 Chapter I 18 鉄道技術とエネルギー効率の向上。 Chapter II

みんなでつだより

26 「オモシロ駅長」が活動開始／
新駅の名称は「西山天王山」駅に

27 『私とみんなの Station』
小学生新聞

27 『私とみんなの Station』
小学生新聞

28 小湊鐵道株式会社
連載⑩ 地方民鉄紀行

30 連載⑩ 大正・昭和の鳥瞰図絵師 吉田初三郎の世界
神戸有馬電鉄沿線名所図

●首都大学東京非常勤講師 藤本一美

はじめに

日本の鉄道技術は世界一などとよくいわれるが、多くの要素から成り立つ鉄道のすべての側面において日本が優秀というわけではない。しかし、日本の旅客鉄道のエネルギー面での効率性は、国際比較すれば群を抜いて高いレベルにあると考えられる。日本の鉄道の電化率は必ずしも高いわけではないが、それでも輸送需要のほとんどは電気鉄道によって運ばれているから、日本の鉄道のエネルギー効率の高さは日本の電気鉄道の効率性とほぼ同義である。

その高いエネルギー効率だが、日本では先進国では例外的といえるほど輸送需要が大きいこと（それは場合によつては「詰め込み輸送」といった好ましくない「効率性」に帰結する）や、新幹線以外の鉄道の速度が先進国のなかでは低めであることなど、本質的とはいえない要素による部分も無視はできない。しかし、基本的には長年の研究開発や導入投資の蓄積の結果、電車の効率化が進んだ成果であると考えてよい。

日本の通勤鉄道の効率性

その電車の効率性は、新幹線のような時速300 km近い速度で走行する高速列車と時速100 km前後の速度で走

行する通勤鉄道の列車とは様相が異なるが、後者についていえば「車両の軽量化」と「パワーエレクトロニクスの多用」の2点によって説明できそうである。

■車両の軽量化

車両が軽ければ、加速時に要するエネルギーが少なくなるから、省エネルギー化に寄与するのは自明であろう。通勤列車のように発進・停止を繰り返す回数が多い場合は特に効果が大きい。その軽量化の実現のためには、車体（構体）の材料や構造などの見直し、台車の軽量化、その他搭載機器等の見直しなどが行われる。

日本では、車体についてはアルミ合金やステンレス合金を使用したものが1960年代からみられるようになり、近年はほぼすべての新造車両がこれらのいずれかを使用して製造されている。アルミ合金は普通鋼（炭素鋼）に比べて軽量であるが、アルミニウム自体が高価であるため、コスト削減のための技術開発が進められてきた。一方、ステンレス合金はアルミ合金に比べれば安価であるが、重量が重くなる欠点があり、構造の見直しによる軽量化が進められてきた。現在ではアルミ車体・ステンレス車体とも軽量化の観点からは似たような水準に達しているといえ、各社各様の考え方で導入が行われている。

鉄道の未来学

基調報告 36

日本の電気鉄道は、エネルギーの効率化を目指し、長年にわたり、切磋琢磨してきた。しかし、今なお着手すべき課題は残る。さらなる省エネルギー化の可能性は大きく広がっている。

電気鉄道の省エネルギー化

工学院大学工学部電気システム工学科 准教授

高木 亮

Ryo TAKAGI

東京大学工学部電気工学科卒業、東京大学大学院工学系研究科修士課程、博士課程修了。2006年より現職。専門は電気工学・電気機器工学、システム工学、交通工学・国土計画。日本鉄道電気技術協会、日本鉄道技術協会、電気学会所属。

台車は、輪軸（車軸と車輪）やバネなどを搭載し、車両重量のかかなりの割合を占める。空気バネの開発と普及、ボルスタレス台車の開発などが1980年代までに行われ、1960年代に用いられていた台車と比べ、かなりの軽量化がその時点までに達成されたが、その後は現在まで軽量化という観点から目立った進展はみられていない。

その他搭載機器のうち、駆動用電動機やその制御装置については、従来の直流電動機から交流電動機への世代交代が急速に進んでいる。交流電動機は1980年代以降、後述のパワーエレクトロニクス技術（インバータ制御）の進展により鉄道車両での実用が可能となったものであり、直流電動機に比べ出力当たりの重量がはるかに軽い。同時に、電動機だけではなく制御装置の軽量化も進んでいる。また、制御方式の改良により、従来よりも電動機数を減らし、列車の性能（加速度・減速度）を維持することができるようになり、電動機を減らすことによる軽量化も進められている。

一方、かつて車両冷房化で車両重量が大幅に（1両当たり2t程度も）増加したことがあった。現在も旅客サービスや安全性などをさらに向上させるために搭載機器が増える傾向にあり、それらの重量も当然ながら増加傾向にあることには注意が必要であろう。



西武新宿線 新井薬師前駅-沼袋駅間で中野通りを超える20000系（撮影／織本知之）

■パワーエレクトロニクスの多用と電力回生ブレーキ

パワーエレクトロニクスとは、半導体で作られた高速なスイッチにより電力を自在に変換・制御する技術のことである。日本の鉄道業界は、パワーエレクトロニクスの導入について古くから積極的であり、1960年代のチョップ制御電車の開発や1970年代のインバータ制御電車の開発などを通じ、日本のパワーエレクトロニクス技術を世界最高水準に高める牽引役ともなった。

パワーエレクトロニクス導入以前、車両の電動機の制御は多数の抵抗器とスイッチにより行われてきた（抵抗制御と呼ばれる）。抵抗制御において、抵抗器は損失を生じ効率を下げる要因となる。パワーエレクトロニクスの普及によりこの損失がなくなり、多くの場面で加速時の効率が向上した。

また、減速時に電動機を利用して運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、再利用する「電力回生ブレーキ」も、より広範囲に普及した。電力回生ブレーキ自体はパワーエレクトロニクス登場以前から存在し、積極的に活用する鉄道会社もないわけではなかったが、幅広く普及するようなものにはならなかった。1970年頃を境にパワーエレクトロニクスが応用されるようになり、こうした技術がより使いやすなものとなった。電力回生の効果を

表す指標である回生率（加速時に列車が取り込んだエネルギー）に対する「ブレーキ時に回生したエネルギー」の比率）も、技術開発の進展につれ高まってきており、当初は10〜20%程度がふつうの数字であったものが、現在は40%以上といった数字も珍しくなくなってきた。

近い将来の省エネルギー化の展望

では、鉄道の省エネルギー化は当面どのように進むだろうか。

■古い車両の淘汰

鉄道会社が保有する車両は最新のものばかりではなく、20〜30年前のものも多数保有する会社は少なくない。近年は、こうした古い車両の置き換えに積極的な会社が増えており、置き換えない場合でも機器をより性能の高いものに置き換える改造工事が行われるケースがかなりあるから、これら古い車両や機器の淘汰により省エネルギー化が進む余地がまだある。

■より省エネルギー化された車両の開発

一方、いつその省エネルギー化を目指した技術開発も盛んに行われている。例えば、電動機や制御装置の効率を上げる余地はまだ残っており、これだけで10%程度の高効率化が実現する

かもしれない。また、従来よりも高速な制御が可能なパワーエレクトロニクス機器の導入に伴い、電力回生を行う際に車両の電圧を限度に近いところまで高めることにより、電力回生能力を高めることも行われている。さらに、軽量化とは逆行する可能性もあるが、より多くの電動機を用い、通常は電力回生ブレーキのみを用いて停車させることにし、機械ブレーキ（ブレーキシューを車輪に押しつけるなどして列車を止めるタイプのブレーキのこと）で、摩擦により消耗する部品の取り替え等が必要）の使用を最小限として回生率を極限まで高める「純電気ブレーキ」の実現に向けた開発も進んでいる。

■回生失効問題とエネルギー蓄積（蓄電）装置

だが、このように車両の性能向上に依存するだけでは限度があることも分かっている。

直流電気鉄道は日本に限らず都市鉄道の大部分を占めるが、ここで使用する電力は通常電力会社から供給された三相交流電力を変電所で直流に変換して用いている。この交流直流変換には、ふつうシリコンダイオードを用いた「シリコン整流器」が用いられる。シリコン整流器は交流から直流への電力変換は可能でもその逆はできないので、電力回生ブレーキにより電車から

回生された電力は電力会社側に戻すことができず、近隣にいる他の電車が消費してやるしかない。しかし、電車は数が少ないから、必ず他の電車が消費してくれる保証はない。回生電力を消費してくれるものがまったく存在しなければ、電力回生ブレーキが「かからない」という状況が発生する。これを「回生失効」と称している。

回生失効が頻発する路線では、せっかく高い電力回生能力をもつ車両を開発しても、その能力を生かすことができなくなる。実際、筆者もある都市近郊鉄道において走行試験を見学したことがあるが、条件によっては45%程度の回生率を実現可能なシステムを搭載した車両であるにもかかわらず、見学当日の走行試験では35%程度の回生率しか得られていなかった。回生率45%が実現していれば、加速時に列車が消費したエネルギーを100としたとき、45が再利用されるため、正味のエネルギー消費は55にとどまるが、35%（これも決して低い値ではないのだが）では正味のエネルギー消費は65に増大する。エネルギーの増加分は、当然ながら電力会社に支払う料金の増大という形でコスト増加を招くが、それだけではなく機械ブレーキの使用頻度も増加し、ブレーキシューなどの取り替え費用の増加という形で別なコスト増加も招き、「二重に損」であることが分かっている。

回生失効を防ぐ方法として、変換装置の追設などによって変電所で電力の逆流（直流から交流へ）を可能にすることや、電力回生ブレーキをかけている列車がより遠くの列車に回生電力を送り届けることができるように変電所の電圧を抑制したり、回路の抵抗値を下げたりするといった対策がこれまでとられてきた。しかし、電車の改良で電力回生能力も上がり、より多くの回生電力が発生する可能性が出てきたとき、こうした従来の対策だけでは十分になる可能性が高い。

こうした背景に加え、電気自動車への応用などの目的のために2次電池（蓄電池）などの技術開発が急進してきたことから、近年はエネルギー蓄積（蓄電）技術への関心が急速に高まりつつある。蓄電装置を変電所に設置、あるいは車載して、回生失効が起きそうな場合には蓄電池が充電を行い、多くのエネルギーが必要とされるときまで蓄えておくことなどにより、いつその省エネルギー化がはかれる可能性が出てきた。

実は、エネルギー蓄積装置の利用についても日本の鉄道業界では1980年代から取り組みが行われている。しかし、当時に比べると現在は蓄積媒体の技術が大きく進歩し、使い勝手もよく、効率の高いものが得られるようになった。まだ高価な技術ではあるが、自動車向けの量産が進めば価格も低下

すると見られており、将来性は高いと考えられている。

■その他の可能性と課題

こうしたこと以外に、鉄道版エコドライブとでもいうべき技術（運転の方法を変更することで、所要時間が同一であってもより少ないエネルギーで走行できるようにする）などの研究開発も進みつつある。

一方、車両や台車の軽量化については1990年代までに急進したが、その後は、あまりに軽量化された車体は乗り心地に悪影響を及ぼすとか、多少の重量増があっても電動機を増やして回生率を高める方が省エネルギー化につながるといった知見が得られたことに加え、乗客が死亡するような重大事故において指摘された車体の衝突安全性不足の対策の結果、重量が増えたケースが多いことから、近年あまり進展がみられていない。しかし、航空機の効率向上に寄与した炭素繊維のような新材料による画期的な軽量化の可能性もまだ残っており、今後のエネルギー価格の動向などによってはそのような技術の採用もあり得るかもしれない。

なお、大きな課題として、列車の運行以外の部分（主に駅）での省エネルギー化が急務となっていることを指摘しておきたい。近年は、エスカレーター・エレベーター等のバリアフリー

対応設備の設置が増えたことなどから、駅での消費エネルギーが増えており、列車運行のために必要なエネルギーが減少傾向にある一方で、これら「高圧配電負荷」が増加傾向にある。

地下鉄では、地下の駅やトンネルの照明・換気等が必要なため、かなり前から高圧配電負荷の電力量が列車運転用のそれを上回っているケースが多いし、地下鉄ではない鉄道会社でも相当な割合に上っているケースが多く見られるようだ。これら機器個別の省エネルギー化が必要であることはもちろん、例えば橋上駅舎のように階段の上り下りが多い駅構造はできるだけ避けるなど「こうした機器に過剰に依存しないでもすむようサービス内容自体を見直す」ことも必要ではないだろうか。

おわりに

ご存じの通り、大学では最終年度に「卒業論文」と称して最先端の研究に取り組んでもらうことになっている。筆者の研究室で取り組まれる研究のテーマは電気鉄道関連のものばかりだが、こうした電気鉄道の省エネルギー化に関するテーマは人気が高く、また興味深い成果がたくさん得られる分野である。例えば、蓄電池を電気鉄道において利用すると一口にいても、その効果的な配置や制御方法などについ

て実にさまざまな提案が可能であり、鉄道業界や関連メーカーの方々だけではなくわれわれも活発な研究活動を研究室で行っている。

機器や車両の効率化だけではなく、[※]饋電システムの最適化、鉄道版エコドライブ、そして運行計画・運行管理システムと電力供給などエネルギー関連のシステムとの一体化によるいつその省エネルギー化など、研究者が抱く夢は大きく広がっていく。最終的には、いわゆる出改札システムなども取り込み、鉄道サービスの姿自体を大きく変革させていくなかで、省エネルギー化をとらえ直すことが求められることになるだろう。

こうした技術は日本の鉄道の明らか「強み」であるが、今後もそれを維持・発展し、世界に貢献していくためには、強力な技術開発の体制づくりが欠かせない。もともと、本稿で紹介した技術に限らず、日本が誇る鉄道要素技術のなかには、数多く存在する民鉄会社のいくつかが積極的に開発・採用してきたものが全国的に広まる、といった経緯をたどったものが多い。数多くの試行錯誤を経ることなしにいいものではないわけで、一見無駄にも見える技術開発活動にもある程度のカネと時間がかけられるような体制を、われわれ大学人のような者も含め、国を挙げて維持していくことも、重要な課題である。

※饋電システム：鉄道変電所から供給された電力を電車に伝える電線路設備



安定輸送と 利便性向上、 節電の両立に 向けて。

昨年発生した東日本大震災、その後に実施された計画停電、そして夏に発令された電力使用制限令――

輸送力増強を行いつつも電力消費削減に取り組んできた

鉄道事業者は、震災を契機に、

「電気」とさらに深く向き合っている。

安定輸送と利便性向上に取り組みながら、

節電を励行する。

西武鉄道株式会社の白山 進代表取締役社長に伺った。

(このインタビューは2012年4月23日に行いました。)

西武鉄道株式会社

代表取締役社長 社長執行役員

(2012年4月23日インタビュー時)

白山 進

Susumu SHIRAYAMA

取材・文◎茶木 環／写真◎織本知之

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

全社一丸となって輸送を確保

——まず東日本大震災当日とその後の計画停電では西武鉄道はどのように対応されたのか、お話しくださいますか。

白山 震災当日は、地震発生後、直ちに本社に対策本部を設置し、当社全線の情報収集と点検作業を開始しました。試運転電車でも安全を確認した後、一部区間を除き運転を再開したのが21時55分。最終的に西武有楽町線を除く全区間で運転を再開し、そのまま終夜運転に踏み切りました。この対応については「よくやってくれた」と、お客さまからたくさんのお褒めの言葉をいただきました。当社の社員も鉄道人として改めて自分の仕事に誇りを持つことができたようです。

翌12日と13日は土日で、通常ダイヤでの運行ができました。しかし、13日深夜に発表された14日からの計画停電では、当社の変電所34カ所のうち、東京23区内にある8カ所を除く全てが該当することが分かりました。急きょ運行可能区間の折り返しダイヤを作成し、その夜のうちにリリースしました。14日の早朝になって、計画停電の中止が発表されましたが、その時点では、もはや通常ダイヤに戻すことはできません。14日はこのダイヤをベースに時間間隔を調整して対応することにしました。——3月15日からは、計画停電が予定通り実施されました。

白山 15日は、池袋線・新宿線の運

区間を限定した折り返しダイヤで運行しました。準急も走らせましたが、先に出発した電車が後続の電車に抜かれない平行ダイヤで運行したので、いつもなら準急をご利用になるお客さまも、先着する各駅停車をご利用になります。そのため、上りの各駅停車が非常に混雑し、椎名町や東長崎など終点に近い駅では乗車できないお客さまが出るほどの混乱となりました。

私もその日の朝、本社所在地の所沢駅に行ってみました。電車は走っておらず、お客さまが入場できないように改札止めになっている——つらかったですね。「これは鉄道事業者が絶対やってはならないことだ」と、お客さま一人ひとりに頭を下げたい思いでいっぱいになりました。

実はこの時点で、変電所が東京都下にある他社の電力供給はかなり回復していました。そうした中であって当社は通常ダイヤの40%程度の電力しか確保できない。国土交通省や日本民営鉄道協会にご協力いただくとともに、16日には東京電力に直接出向き、当社への電力供給を要請しました。

それから徐々に計画停電から除外される変電所が増えていきましたが、全てが除外されるまでは、全線の運転を再開できません。とにかく「停電以外の時間帯は可能な限り運行しよう」と、全社一丸となって取り組みました。

ダイヤ担当者も、毎日変わる計画停電に対応して、不眠不休でダイヤを作り変えてくれました。

——全線の運転再開は、いつになりましたか。

白山 3月22日から終日全線において運転できるようになりました。ただこの時点では、使用電力を抑制するため、平日通常ダイヤの7割程度の節電ダイヤ運転です。また、東京メトロとの相互直通運転は4月1日に再開しました。全線で電力規制が解除されたのは4月5日からです。

特急に関しては、都心へ向かうのに時間を要する西武秩父線沿線のお客さまの足の確保を考慮して運転再開を決めました。通勤で特急を使われる方が多く、運転再開が待たれていました。ちょうど芝桜の観光の時期でもありました。4月18日に一部運転を開始しましたが、秩父市長から「特急を走らせてくれた英断に感謝します」とのお礼状を頂戴しました。

また、支線については節電ダイヤ運転を続けており、多摩川線は通常1時間5本運転を3本としていましたが、東京外語大からの要請をはじめ沿線の皆さまのご要望も強く、段階的に増やしていきま

した。ご利用になるお客さまあつ

ての鉄道です。沿線にお住まいの皆さまの足として輸送を担う、鉄道の意義と責任を再認識させられる、そんな場面が多々ありました。

——大変ご苦労されたわけですが、計画停電でお客さまに特にご理解いただくのが難しかったことはありませんか。

白山 電車の発車時間と到着時間の概念ですね。例えば午後3時までの運転だとしても、飯能駅に行くお客さまであれば、池袋駅で2時までに乗車していただかなくてはなりません。けれども、2時過ぎにお越しになったお客さまは「3時になっていないのに、どうして飯能に行けないのか」とお思いになる。これは、非常に難しい問題でした。お知らせに、「この時間に乗っていないとただかかないと目的地に着けません」と



西武鉄道の新しいシンボル、「スマイルトレイン」の愛称がつけられている30000系。



改修工事が進む所沢駅。新しい駅舎の一部はすでに使用が開始されている。

です。しかし、電力不足で節電しなければならなくなったとき、これまで推し進めてきた施策の何が本当に必要なものなのか、どこに不具合があるのか、確認することができました。

例えば駅のエレベーターやエスカレーターですが、節電のため「止めるべき」というような風潮になりました。しかし、お年寄りやお身体が不自由なお客さまの不便を思うと、それで本当にいいのか、疑問が残ります。

また、そうしたお客さまは足元が見えないと危険ですから、施設内の明かりが重要です。けれども、施設内の電気を一系統で制御するシステムでは、必要な部分だけを明るくするということができない。たくさん無駄があったことに気付くわけです。実際、私どもはスイッチの細かな入り切りで対応しました。

節電で本当に必要なものが見えてくる

——その後、夏には電力使用制限令が発令されました。あらためて「鉄道のエネルギーは電気である」ことを痛感されたのではないのでしょうか。

白山 ええ、それまで電気とは鉄道に潤沢に供給されるものであり、鉄道事業者の施策は電車運行に限らず、設備面の強化についても、電気を使用して充足していくものでした。電気料金が増加しても、経営上は「お客さまサービスのコストである」と捉えてきたの

灯して、お客さまに我慢をお願いしました。また、ホームの待合室の冷房については、28℃設定とさせていただきました。

一つ一つの設備の電力使用量を検討していくと、予想外に電気を使っているものもありました。

——運転用の電力については、これまでもさまざまに取り組みの下、削減の努力を進めていらっしゃいました。

次世代の「鉄道と電気」を考える

白山 当社の場合、電力費用は鉄道営業費の約6・2%となっており、1日の平均電力使用量は100万〜120万kWh、運転用電力は総電気使用量の86%を占めています。

——今年の夏の節電については、何か計画を立てていらっしゃいますか。

白山 昨年の夏のような節電ということであれば、国（国土交通省）や東京電力から具体的な要請があった段階で、われわれが検討している施策を実働させることとなります。ただ、先ほどもお話しした通り、駅の施設などでは、

これまで鉄道事業者は、輸送量の増強に取り組みながら、より効率的な運用を目指し、さまざまな努力を積み重ねてきました。当社においても、鉄道技術の積極的な投入や車両の近代化、軽量化などを推進し、使用電力の削減に努めています。

また、2007年12月には、西武秩父線の吾野変電所と正丸変電所の2カ所に、環境配慮型蓄電装置（再生電力貯蔵装置）を設置しました。これは国内で当社が初めて採用した蓄電システムです。

他線と比較して運行本数の少ない西武秩父線は、**再生ブレーキ車**の運用には向いておらず、**発電ブレーキ車**を使用していました。山岳路線で、**ブレーキ**を頻繁に使います。再生ブレーキ車

——お客さまサービスと節電を、きちんと見立てて両立させていく難しさがありますね。

白山 背反するものも、当然出てきます。電車では、車内照明を4分の1減

す。電車では、車内照明を4分の1減

す。電車では、車内照明を4分の1減



西武鉄道全線では1日に約167万人（2011年度）の乗客が利用する。

※1 再生ブレーキ車 ※2 発電ブレーキ車：詳細については19～20頁を参照。

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

エネルギーのより効率的な活用という観点から、使用電力の削減に常に取り組むようにしています。夏の電力不足から、節電ダイヤを組まざるを得ない場合には、できるだけ均等に電車を運行し、お客さまに安心してご利用いただけるよう工夫したいと考えています。

——鉄道の1日の電力使用パターンは、一般の使われ方とは異なりますね。

白山 鉄道の電力使用のピークは、ラッシュ時の朝7時から9時、夕方の17時から20時までの時間帯です。この時間帯を中心に大幅な節電を行おうとすると、社会的影響があまりにも大きくなります。昨夏の電力使用制限令の際には、一般的な電力需要のピークとなる日中で、かつ電車が比較的すいている12時から15時までの3時間についてのみ、制限がつけられました。

逆に冬は、気温が下がる夕方から夜にかけてが一般的な電力需要のピークになり、これは帰りのラッシュ時間帯とかなり重なってしまいます。このため、鉄道としては、冬の電力需要のピーク時対応には難しいものがあります。

——長期的な計画についてはいかがですか。

白山 現在、当社の省エネ車両数は約84%です。抵抗制御方式の車両がまだ残っており、VVVFインバータ制御・回生ブレーキ車への代替が課題の一つとなっています。100%に近づけていきたいと思っていますが、まだ

時間がかかりますね。

業界の話題としては、近畿日本鉄道のメガソーラー事業への参入に注目しています。沿線の遊休地を活用して発電所を建設する。その電気は電車に直接使うことはできないが、発電分を電力会社に売却できる。供給力が懸念される電力会社に協力するのも狙いの一つと聞いています。鉄道は、電気が安定供給されてこそその事業ですから、そういう試みも、鉄道事業者として考えるべき時期なのかもしれません。何もせずに電気の安定供給だけを待っているというのは、ちょっと策がなさすぎるように思います。

——電気に支えられている鉄道は、環境に優しい乗り物でもあります。

白山 そうですね。CO₂排出量が少ない鉄道をご利用いただくことは、環境負荷軽減につながります。しかし、さまざまな交通機関の中から鉄道を選んでいただくのに、環境に優しいというだけでは説得力に欠けるでしょう。「エコだから乗る」という人は少ない。自動車には子ども連れや荷物が多くても楽だなど、自動車ならではの強みがあります。では、鉄道の優位性とは何か。鉄道のアピールポイントを考えていくべきだと思います。

例えば、「待たない」ダイヤの作成も電車利用の促進には有効です。15分おきの電車が7分おきになったら「便利」「快適」に感じる。でも、15分以

上待つようだったら、次は車を選んでしまおう。現在の、輸送力がまだ足りない状況下ではなかなか難しいのですが、短い車両編成にして、運転回数を増やすなど何らかの策を講じることはできると思います。もちろん鉄道として、その大前提に「速い」「正確」「安心」があります。その大前提と「利便性」や「快適性」「エコ」などをつなげて、よりよい交通機関を目指していくべきだと思います。

100年記念イベントと大規模事業

——今年は100周年記念のイベントを実施されると伺っています。

白山 当社の前身である武蔵野鉄道の設立から5月7日で100年を迎えます。2015年は池袋線池袋―飯能間の池袋線開業100周年でもあります。

そこで今年度から4年間「西武鉄道100年アニバーサリー」として、グループ全体でさまざまなイベントの開催を企画しています。これまでの100年の感謝とこれからの100年への思いを込めてアニバーサリーのロゴマークも制作しました。

イベントでは、旧保谷車両基地で長年保存してきたSL5号蒸気機関車やE11型電気機関車の展示をはじめ、記念乗車券や記念グッズの発売などを企画しています。グループ全体で次世代を担う子どもたちをサポートする「こ

ども応援プロジェクト」も2年目を迎えて、これに関連したイベントも実施していく予定です。

また、この期間中には大きな工事も続々と完成し、まさに西武鉄道にとって大きな節目となります。2014年には、石神井公園駅を中心とした高架化・複々線化が完成する予定です。これは私が入社した1971年に都市計画決定したもので、個人的にもとても感慨深い工事です。さらに1896年開業の所沢駅も改修が進み、2012年度中に開始する東急東横線および横浜高速みなとみらい線との相互直通運転に合わせて完成予定です。

震災は不幸な出来事でしたが、多くのことをわれわれに気付かせてくれました。そして、その気付きが次を生み出す原動力になっているように思います。今、われわれにとって大事なものは不幸をプラスに変えて、前に進む努力を重ねていくことだと信じています。



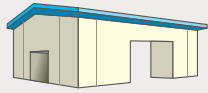
石神井公園駅構内。「100年アニバーサリー」のポスターが目を引く。

鉄道と電気

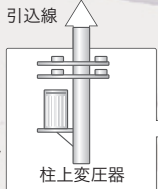
特集

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

配電



小規模工場
100V/200V



商店
100V/200V

住宅
100V/200V



(電気事業連合会：「電気の送られ方」を基に編集部で作成)

はじめに、電力会社の発電所から電気の供給を受ける需要家まで電気がどのように届くのか、電気の送られ方を理解しておきたい。

日本には北海道から沖縄まで、電力会社が10社あり、それぞれの電力会社が各所に発電所を設置している。各発電所でつくられた電気は、27万5000V、50万Vという超高電圧に昇圧されてから送り出され、いくつの変電所を経由して段階的に電圧を下げられ供給される。一般住宅に届けられるときには、100Vか200Vの電圧になっている仕組みだ。

発電された電気を超高電圧に昇圧するのは、送電線を通るときに一部が熱になって失われるロス(電力損失)をできるだけ少なくするためだ。電力の値は「電圧×電流」の値に相当する。同じ量の電力を送るには「低電圧×大電流」か「高電圧×小電流」、どちらかの組み合わせになるが、熱に変化して失われる電力の大きさは電流の大きさの2乗に比例して大きくなる。「高電圧×小電流」で送った方がロスは少ない。

発電所から送られてきた超高電圧の電気は「超高圧変電所」で15万4000Vまで電圧を下げられた後、「二次変電所」で6万6000Vまで下げられる。一部はここから直接、鉄道変電所や大規模工場に送電され、各企業内の変電設備で必要な電圧に落として使用される。その次の段階は「中間変電所」で、さらに2万2000Vまで電圧が下げられ、ここでも一部は鉄道変電所や大規模工場、大規模商業施設に電気が供給される。最後の「配電用変電所」では2万2000

鉄道は電気で動く。東日本大震災発生直後に東京電力管内で実施された計画停電は、利用者にその当たり前の事実を改めて実感させた。これまで鉄道事業者は、輸送力増強に取り組むとともに電力消費の削減に努力を払い、正確かつ安全な列車運行を実現してきた。そして3・11を境に恒常的な電力不足が懸念される中、さらなるエネルギー効率の向上という高い目標に向けて、さまざまな取り組みを行っている。

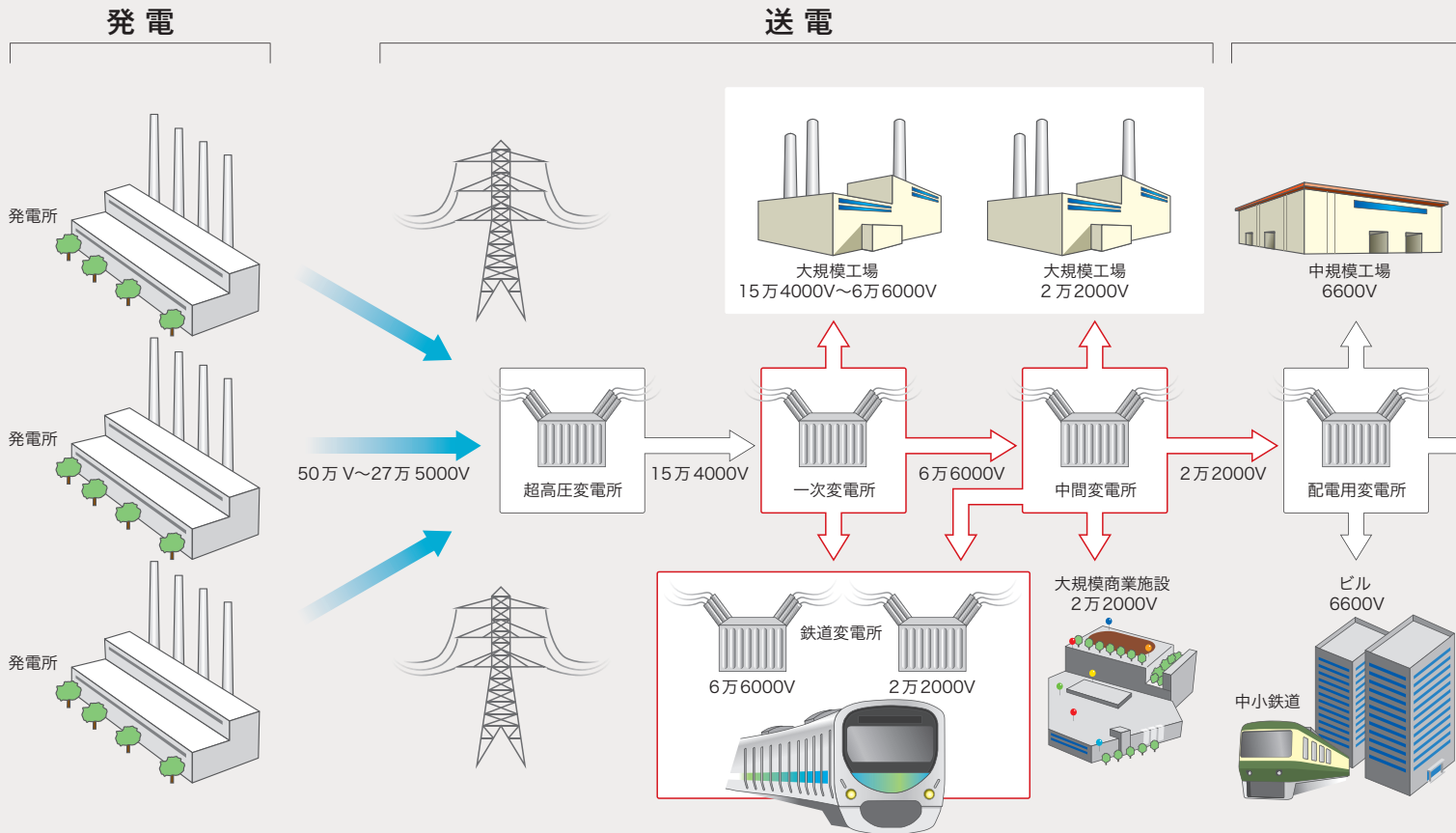
鉄道は、電気をどのように使い、運行するのだろうか。その電気の供給システムや設備には、どのような技術が導入されているのだろうか——本号では鉄道と電気を特集する。

文●香田朝子

電気はどのようにして届くのか。

電気の送られ方

電力の世界では、発電所から変電所に電気を送ることを「送電」、変電所(変圧器)から一般家庭など需要家に電気を送ることを「配電」と呼んで区別している。



では日本の鉄道は、どのぐらいの電気を消費しているのだろうか。

電気事業連合会が公表した「2011年度分電力需要実績」によれば、産業用需要の大口電力使用実績は合計で約271.5億kWh(大口電力主要業種実績)。このうち鉄道業の電力使用実績は約17.2億kWhで、全体の約6%強を占めている。これに一般需要家や家庭用の使用電力等を加えると、約85.98億kWhが10電力会社の販売電力量合計となり、全国の電力使用実績の約2%を鉄道業が使用している計算だ。

電力使用量は景気の動向や社会の動き、あるいは気候などの影響を受ける。特に

鉄道はどのぐらいの電力を消費しているのか。

国土交通省の鉄道輸送統計年報によれば、日本の鉄・軌道の総営業キロは約2万7643km(2011年3月末現在)。そのおよそ60%強が電気を動力としている。

このようにして、電気は24時間365日、休むことなく送り続けられているのだ。

Vの電気を6600Vに変圧して、中規模工場やビル、一部の中小電鉄会社に配電するとともに、街中の電線に配電する。6600Vの電気は、電柱の上にある柱状変圧器(トランス)で100Vまたは200Vに変圧され、引込線から商店や小規模工場、一般家庭へと送られている。

鉄道業の電力使用実績と前年比

(単位: 億 kWh)

| 年度 | 電力10社 | | 東京電力管内 | |
|------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| | 総販売量 | 鉄・軌道 (対前年比: %) | 総販売量 | 鉄・軌道 (対前年比: %) |
| 2004 | 8,654.3 | 187.6 (2.0) | 2,867.4 | 68.8 (2.0) |
| 2005 | 8,825.6 | 190.5 (1.5) | 2,886.5 | 69.2 (0.6) |
| 2006 | 8,894.2 | 186.6 (▲2.0) | 2,876.2 | 67.9 (▲2.0) |
| 2007 | 9,195.4 | 187.4 (0.4) | 2,974.0 | 68.0 (0.1) |
| 2008 | 8,889.3 | 187.5 (0.1) | 2,889.6 | 68.6 (0.9) |
| 2009 | 8,585.2 | 181.1 (▲3.4) | 2,801.7 | 63.0 (▲8.1) |
| 2010 | 9,064.2 | 180.9 (▲0.1) | 2,933.9 | 63.6 (1.0) |
| 2011 | 8,598.1 | 171.7 (▲5.1) | 2,682.3 | 56.8 (▲10.8) |

▲はマイナスを表す。
(電気事業連合会: 「2004~2011年度分電力需要実績」を基に編集部で作成)

東日本大震災が発生した後の2011年度は、10社の販売電力量合計で、対前年比5.1%減と2年ぶりに前年実績を下回った。大口電力の主要業種別実績で最も減少したのはパルプ・紙で6.6%減、次いで鉄道業の5.1%減となっている。

また、計画停電とその後続く夏の電力使用制限で節電が実施された東京電力管内に限って見てみると、販売電力量合計は約268.2億kWh、対前年比8.6%減。鉄道業は約57億kWhで、対前年比10.8%減となった。

電気は貯められないエネルギーであり、電力消費量と発電電力量は「同時同量」が鉄則だ。まもなく、電力需要がピークとなる夏がやってくる。鉄道事業者は、鉄道それ自体のエネルギー効率を高めていくことが社会的責任と考え、電力消費の削減に取り組んでいる。

特集・鉄道と電気
「さらに効率的なエネルギー利用へ」

安全輸送を担う、 電気と技術。 REPORTS

「安全輸送」は鉄道事業者が担う使命だ。
鉄道事業者は絶えず技術革新を行いながら、
安全で信頼性の高い輸送システムを構築してきた。
特に運行本数の多い首都圏では、世界に類を見ない高密度大量輸送を実現している。
その一つ、西武鉄道は、旅客営業キロ176.6km、幹線2・支線10の12路線、
1日の輸送人員167万人を数える都市交通の担い手だ。
鉄道を支える電気の供給システムについて、
エネルギー効率を高めるために導入した設備と技術について、
西武鉄道株式会社に取材した。

取材・文◎香田朝子／撮影◎織本知之
写真・資料提供◎西武鉄道株式会社

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

鉄道を支える 電力の安定供給。

電車を動かす電気はもちろん、駅などの施設、信号・踏切などあらゆる設備機器に必要な電気はすべて、沿線に整備された鉄道変電所から24時間供給されている。

直流電化方式から始まった日本の鉄道

日本の電気鉄道の多くは、直流電化方式が採用されている。

日本で電車が走ったのは1890年、第三回内国勸業博覧会の展示品として、上野公園内で運転されたものが最初とされている。本格的に営業運転を行ったのは、その5年後に開業した京都電気鉄道だ。直流500Vの路面電車で、電車を動かすモーター（主電動機）が直流モーターだったため、直流電化方式が採用された。以来、1950年代の後半に交流電化方式が開発されるまで、日本では、直流電化方式が採用されてきた。

また、路面電車で運用から始まった電車は、当初、1両での運行が基本だった。しかし、連結した複数の電車を1人で運転できる制御システムが確立されると、長編成により輸送量が増大していく。電力を効率的に増やすため、電圧も次第に高くなっていった。

電車に送る電気の標準電圧は鉄道の種類によって異なるが、直流電化方式では、

現在1500Vが主流となっており、一部で750V、600Vが使われている。

ちなみに交流電化方式は、新幹線や北海道・九州・東北・北陸のJR在来線、新交通システムなどで採用されており、新幹線やJRの在来線では標準電圧2万2000Vの交流電気が使用されている。

沿線に整備した鉄道変電所で受電

電力会社の発電所から送られる電気は三相交流だ。鉄道事業者は、電力会社の一次変電所、中間変電所から供給される三相交流6万6000Vまたは2万2000Vの特別高圧を、沿線に沿って整備した自社の鉄道変電所で受電している。

西武鉄道の変電所数は、2011年度末現在、12路線に34カ所。旅客営業キロ176.6kmに当てはめると、ほぼ5km間隔で変電所が整備されていることとなる。

「変電所は、輸送力の増大に伴って増設



西武鉄道株式会社 鉄道本部 電気部 電力課長

齋藤大輔

Daisuke SAITO



西武鉄道株式会社 鉄道本部 車両部 車両課長

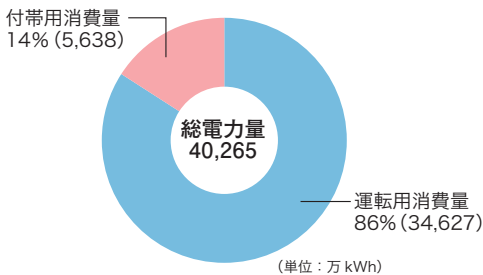
藤澤利之

Toshiyuki FUJISAWA

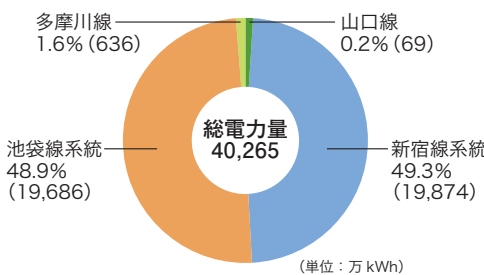


西武鉄道路線図

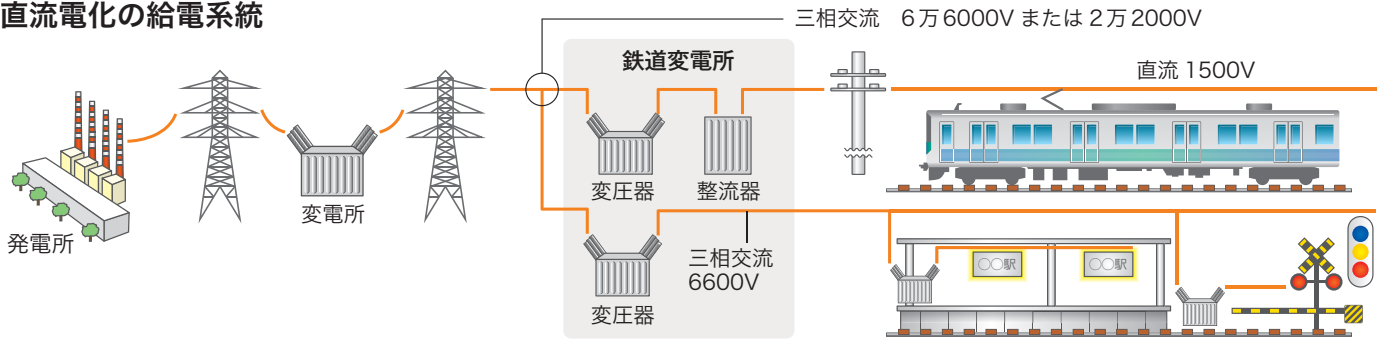
西武鉄道の年間電力消費量 (2011年度)



西武鉄道の年間電力消費量の路線別内訳 (2011年度)

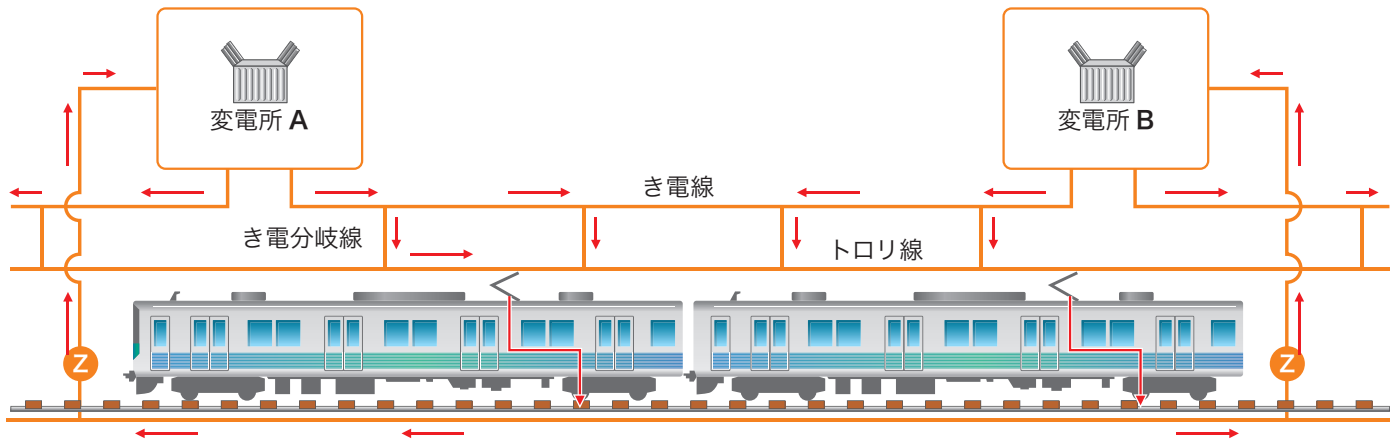


直流電化の給電系統



鉄道変電所は特別高圧または高圧の三相交流を変圧器で降圧、直流 1500 V に変換して電車に供給する。駅施設や信号保安設備には、三相交流 6600 V に降圧して配電する。(『わかりやすい鉄道技術【鉄道概論・電気編】』p.70 を参考に編集部で作成)

直流き電の仕組み



直流電化では「低電圧×大電流」で送電するため電力損失が大きい。変電所間隔を短くする必要があり、隣り合う二つの変電所から同時にき電している。(『わかりやすい鉄道技術【鉄道概論・電気編】』p.70 を参考に編集部で作成)

池袋線なら池袋駅、新宿線なら西武新宿駅が終点となる。到着駅が近づくにつれて在線する電車本数が増えていく」と鉄

「特に上りは、始発駅がどこであろうと同日の輸送人員の実に25%が朝のラッシュ時に集中するという。さらにまた、同じ路線でも線区によって電車密度が異なり、それに伴い需要電力は変わる。

「変電所の立地は沿線の線路沿いが最も望ましいが、電力会社の送電線からの引き込みが可能などどこにどうしても限定される。電力会社からの送電線の引き込みが困難な場合には、自社の変電所から変電所へ、自前の送電線で引き込む場合もある」(齋藤課長)

増強してきた。西武の最も新しい変電所は2003年4月に使用を開始した正丸変電所だが、その後も必要に応じて既設変電所や電路設備を増強して電力の安定供給に努めている」と、鉄道本部電気部の齋藤大輔電力課長は説明する。

鉄道で使う電気は、電車を動かす「運転用電力」と、駅施設や信号保安設備などに使う「付帯用電力」の二つに大別される。変電所は、電圧を変える変圧器、交流を直流に変える整流器を備え、特別高圧の三相交流を降圧した後、直流1500Vに、新交通システムの山口線については直流750Vに変換して、運転用電力として供給している。付帯用電力については、三相交流6600Vに降圧して配電している。

「高密度の大量輸送を支えるには、この回路を構成するき電線やトロリ線など電

このトロリ線に、集電装置であるパンタグラフを接触させて、電車は車内に電気を取り込んでいます。電気は、電車のモーターを回転させた後、レールを通過して変電所に戻る。

変電所から上り方面と下り方面、2線に送り出された電気は、線路脇に平行して張られた饋電線(以下、き電線)を流れ、き電分岐線を介して、線路真上のトロリ線に供給される。

電車に安定供給する仕組み

では、変電所から電車へ、電気はどのように送られるのだろうか。

駅のホームに立って、線路の上を見上げてみると、線路に平行して数本の電線が張られているのが見える。これが変電所から電車に送る電気の通り道だ。

西武鉄道が鉄道に使う電力消費量は、年間4億265万kWh(2011年)。1日当たり110万kWhで、一般家庭11万世帯の使用量に相当する。全使用量のうち、運転用電力が占める割合は86%になるといふ。

「そのため、上りの電車密度が高い区間は、変電所間隔が短くなっている。また、変電所でも変圧器と整流器をそれぞれ2台並列運転させるなどして、需要のピークに見合った電力を供給できる設備を整えている」(齋藤課長)

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]



1 付帯用電力は「電灯高圧 (A)」と「信号高圧 (B)」の2系統で受電する。2 パンタグラフの「集電舟」と呼ばれる箇所がトロッコ線と接触、電気を取り込んでいる。3 駅構内に設置されたキュービクル。

「キュービクルは、高圧で受電するすべての機器の変圧器を、金属性の外箱にまとめて収めたもの。6600Vの電気を駅照明には単相交流200V、エレベーターやエスカレーターなど動力用には三相交流200

Vというように、個々に適した電気に変圧して供給する。複数の変圧器を駅ごとにまとめることで、保守管理の作業効率を高めている」(齋藤課長)

また、無人変電所には監視カメラが設置されており、電気司令は変電所構内の様子や機器の状態を常にチェックするとともに、機器類のメンテナンスのためのデータも電気司令と保守のダブル体制で自動収集するシステムを採っている。

「変電所で異常が起こったときには、電気司令や保守現業で変電所の詳細な状況が把握できるので、迅速に対応することが

できる。2系統の高圧で受電した電気は、駅構内に設置したキュービクル(地上変電設備)で変圧し、それぞれの施設・設備に供給する。駅間などに点状に設置した柱状変圧器をキュービクルに一元化した。

「鉄道事業者の営業は、初電から終電までの列車運行の時間で捉えられがちだが、その運行を支える電気の安定供給の取り組みは、24時間休むことなく続いている。

「鉄道の安定輸送は、電気の安定供給に支えられている。信頼性の高い、安定した電気の供給システムを維持することが大切だと考えている」と齋藤課長は語っている。

一方、付帯用電力は高圧配電線で送電されるが、西武鉄道では、2001年から三相交流6600Vを「電灯高圧」と「信号高圧」の2系統で受電し、お互いにバックアップ電源になるように設備している。電灯高圧が駅施設、信号高圧が信号機や踏切などの信号保安設備に供給される電気だ。

「電灯高圧が故障で停電した場合には、自動的に電源が信号高圧に切り替わり、駅施設が停電することはない。逆に、信号高圧にトラブルが生じたときには、電灯高圧に切り替わって信号保安設備が平常通り稼働するので、列車運行に支障を来たすこともなくなった」(齋藤課長)

また、電気関係の保守点検や電線に近接する施設の改良工事は、列車運行が終了した夜間に行うことが多い。「バックアップを取っていないなかったときは、すべての電気を止めなければ作業ができないので時間的な制約が多かった。2系統にしてからは、1系統を切っても、高圧で動く設備機器を稼働させることができる。他の業務に支障を来たすことなく、必要な箇所の電気を止め、安全に作業ができるようになった」(齋藤課長)

「キュービクルによる集中制御を導入する以前は、駅間に変圧器が点在していたため、事故があっても大まかな場所しか推定できなかった。現在はキュービクルを設置した駅単位で通電状態を確認できるので、どこでトラブルが発生しているか、範囲を絞って探すことができる」(齋藤課長)

各駅にキュービクルを設置

路設備の強化も、非常に重要になってくる」と藤澤課長は話す。

西武鉄道では、き電線やトロッコ線を太くするなどして電線の許容電流を上げている。

Vというように、個々に適した電気に変圧して供給する。複数の変圧器を駅ごとにまとめることで、保守管理の作業効率を高めている」(齋藤課長)

「キュービクルによる集中制御を導入する以前は、駅間に変圧器が点在していたため、事故があっても大まかな場所しか推定できなかった。現在はキュービクルを設置した駅単位で通電状態を確認できるので、どこでトラブルが発生しているか、範囲を絞って探すことができる」(齋藤課長)

電気司令と電力管理システム

鉄道で使用する電気は、すべて鉄道変電所から供給されている。その変電所設備をはじめ、信号機や踏切などの信号保安設備、駅などに供給する電気設備システムを24時間監視しているのが電気司令だ。

電力の安定供給と列車の安全運行を支える電気司令。

Chap.II

鉄道技術とエネルギー効率の向上。

鉄道はエネルギーの有効活用を目指し、さまざまな技術を導入、進化を重ねてきた。制御装置の改良や車両軽量化による消費電力の低減は、その代表的なものである。



鉄道は環境に優しい輸送手段

鉄道は、他の交通機関と比較して、消費エネルギーが少なく環境に優しい乗り物だと言われる。

輸送機関別の1人を1km運ぶときのエネルギー消費量を比較してみると、鉄道の402.8KJに対し、乗用車はおよそ6.6倍、2644.5KJとなっている。

また、同じようにCO₂排出量で比較してみると鉄道の18g-CO₂に対し、乗用車は165g-CO₂。鉄道のCO₂排出量は、乗用車の約9分の1にすぎない。

「鉄道は、大量のエネルギーを消費しているが、10両編成なら定員約1500人の利用客を輸送できる。輸送人員が増えるほど、エネルギー効率が高くなる特性を持っている。一人でも多くの方に鉄道をご利用いただくことが、社会全体のエ

ネルギー効率を高め、環境負荷低減につながっていくと考えている」と藤澤課長は話す。

鉄道利用を促進して、社会全体のエネルギー効率を高め、環境負荷低減に貢献していく。一方で鉄道事業者側は、新しい鉄道技術を導入することで、これまでに、効率的なエネルギー利用を実践していく。

「鉄道が使用する電力については、運転用電力がその8割を占めることから、その使用量の削減を中心に、鉄道事業者は常に努力を続けてきた。これまでの実績を踏まえた上で、さらに推進すべきものは推進し、確実な成果を上げていきたい」(藤澤課長)

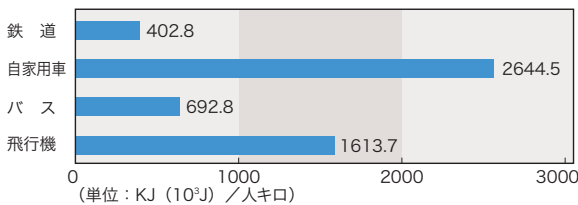
鉄道技術と運転用電力の削減

最初に、これまで運転用電力の削減のために導入されてきた鉄道技術について、振り返っておきたい。

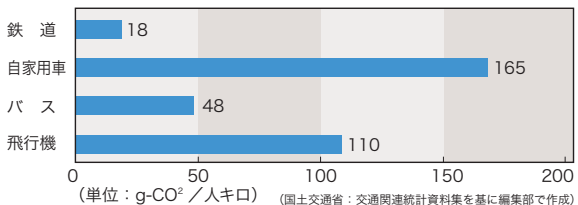
電車は電気でモーターを回し、加速していく。これを力行というが、力行して最高速度に達すると、モーターに回す電気を止めても、電車は惰性で走る。鉄のレールの上を転がる鉄の車輪の回転抵抗は極端に小さいので、そのままの速度で走ることができるのだ。この惰性で走っている状態を惰行という。

もちろん、空気抵抗などがあるため、速度は次第に落ちていく。駅間距離が長い場合には、力行と惰行を繰り返して走り、次駅が近づいたらブレーキをかけて停車するというのが、電車の基本的な

1人を1km運ぶのに必要なエネルギー (2009年度)



1人を1km運ぶのに排出するCO₂排出量 (2009年度)



(国土交通省：交通関連統計資料集を基に編集部で作成)



運転パターンだ。逆に駅間が短い場合には、惰行区間を取る間もなくブレーキをかけ、停車する。

電車は、制輪子（ブレーキシュー）を車輪に押し付けるなどして摩擦力で止める機械ブレーキと、駆動用のモーターを発電機として用いる発電ブレーキを装着している。モーターは、外部の力で回転させられると発電機となり、電気を起こす性質を持っている。車輪と一体となっているモーターは、車輪が回転している間は回転させられることになり、発電機として機能する。この性質を利用したのが発電ブレーキで、モーターは発電することによって回転力を落とし、ブレーキとしての役割を果たす。摩擦した部品の交換が必要になる機械ブレーキより、発電ブレーキを多用した方が保守作業の面では効率がいい。

「電車は力行時にのみ、電気を使っている。この力行時の運転用電力をどれくらい小さくするか。電車の運転用電力の削減は、モーターとその制御装置の改良、そして発電ブレーキで発生した電気エネルギーをいかに有効に活用するか——こ

の三つをポイントに研究開発された新しい鉄道技術とともに進められてきた」（藤澤課長）

直流直巻きモーターと抵抗制御

「直流電化の電車の制御方式は、直流直巻きモーターを使用する抵抗制御方式から始まった」（藤澤課長）

直流直巻きモーターは、起動力が大きく、簡単に広範囲な速度制御ができるなどの優れた特性を備えており、電車のモーターとして長く採用されてきた。交流電化方式の電車においても、交流モーターの制御方式が実用化されるまで、車内で交流を直流に変換して、直流モーターを使用してきたという。

電車は、パンタグラフなどの集電装置で取り入れた電気でモーターを回し、その力を車輪に伝えて駆動する。モーターは電圧の値に比例して回転数に変化するので、モーターに加わる電圧の大きさを調整すれば、電車の速度制御ができる。

電車の制御方式は、直流直巻きモーターとともに長い間、抵抗制御が採用さ

れてきた。抵抗制御は、主回路（架線からモーターに至るまでの駆動系の回路）に抵抗器を挿入して、モーターに流す電圧を段階的に調節するというものだ。

抵抗制御には、細かく電圧を変化させることで、なめらかな速度制御ができるという特質がある。しかしその反面、余分な電気を抵抗器で熱に変えて捨ててしまうため、エネルギーの効率化という点で、大きな課題を抱えていた。この問題を改善して1960年代の後半、全く新しい制御方式として誕生したのがチョップ制御だ。

チョップとは切り刻むという意。一定の電圧で供給される直流電流に対し、超高速でスイッチのON、OFFを繰り返して、電流を切り刻む。半導体技術の進歩で、1500Vの電圧に耐えるサイリスタと呼ばれるスイッチング素子が開発され、実用化した。

チョップ制御は、ON、OFFの時間的比率を変えることで、平均的な電圧を変化させ、モーターの回転数を制御する

仕組みだ。抵抗制御では抵抗器から熱エネルギーとして放出していたロスがなくなり、エネルギー消費を低減できる。抵抗器を大幅に減らし、車体の軽量化が実現できたという点でも、省電力に貢献する新しい制御方法だった。

再生ブレーキの有効活用へ

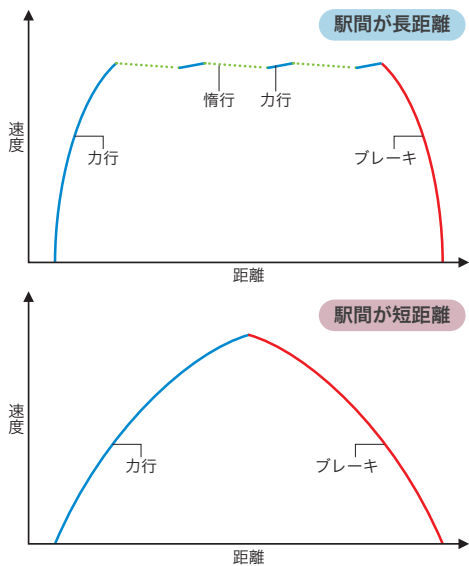
チョップ制御方式にはもう一つ、エネルギーの効率化に直結する大きな特質を備えていた。安定して再生ブレーキを使用できるようになったことだ。

前述の通り、モーターは発電機として機能させると、回転力が落ちてスピードを落とす性質を持っている。これを利用したのが発電ブレーキだが、発電ブレーキはただやみくもに発電させればいいというものではなく、発電した電力を消費するものが必要だ。モーターに負荷が接続されて電気回路が構成されなければ、ブレーキの役割を果たすことができない。発電ブレーキは、この負荷として抵抗器を接続。発電した電流を抵抗器に流し、熱エネルギーに変換して放出している。

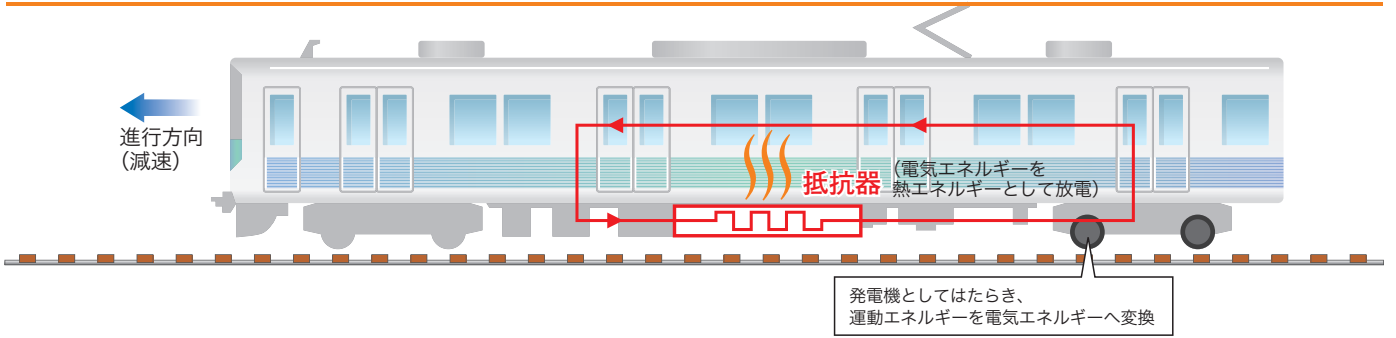
これに対し、発電した電気をパンタグラフなどの集電装置から架線に流し、他の力行中の電車が負荷として消費することでブレーキ力を得るのが、再生ブレーキだ。

「発電ブレーキと再生

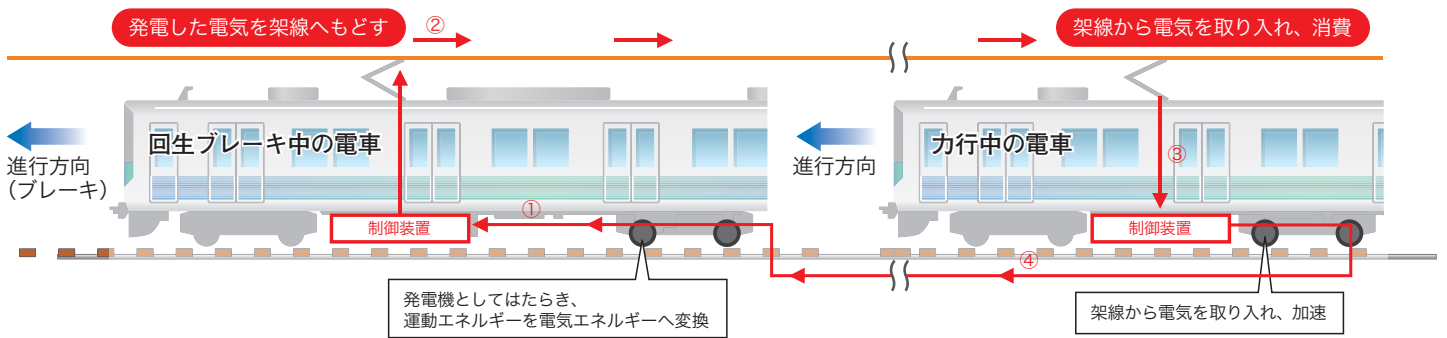
電車の運行パターン



〔RRR〕2009.3、pp.15-16を参考に編集部で作成



回生ブレーキ



回生ブレーキは、制動時に発生した電気エネルギーをパンタグラフなどの集電装置から架線に戻す。上の図は、回生ブレーキ中の電車が発電した電気を、他の電車が力行に必要なエネルギーとして使うときの電気の流れを示している。回生ブレーキの活用により、エネルギーの利用効率を向上させることができる。(『図解鉄道のしくみと走らせ方』 pp.151-152 を参考に編集部で作成)

「この頃まで、電車のモーターと言えば、直流直巻きモーターだった。直流直巻きモーターは、電車の駆動用モーターとして優れた特性を備えていたが、半面、整流不良による故障が生じたり、メンテナンスに手間がかかるという欠点があった」(藤澤課長)

モーターは大きく分けて界磁、回転子の二つの部品から成り立っているが、直流モーターはその構造が複雑な上に、整流子・ブラシといった摩耗品があるため、

ブレーキの違いは、モーターが発電した電気を抵抗器で熱エネルギーとして放出してしまうか、架線に戻すか、それだけの違い」と齋藤課長は説明する。

「ただし、電気はエネルギーの高いところから低いところへ流れる。架線の電圧より車両側から送り返す電圧が高くなければ戻せない」(齋藤課長)

抵抗制御方式においても、一部で回生ブレーキは採用されてはいたが、本格的に普及したのは、チョップパ制御が登場してからである。

「チョップパ制御では、減速時のモーターからの電圧を架線電圧より高くする制御が可能になった。これにより回生可能な速度が高速〜時速25kmとなり、広い速度範囲で安定して回生ブレーキが使えるようになった」(藤澤課長)

チョップパ制御による回生ブレーキの活用が、運転用電力の削減という取り組みを大きく前進させたのだ。

三相交流誘導モーターの搭載

定期的に分解して部品を交換する必要があり、煩雑な整備作業が必要だった。そこで実用化を検討されたのが、三相交流誘導モーターだ。三相交流を使う交流モーターの一つで、直流モーターに比べて構造がシンプルで、整流子・ブラシなどの摩耗品もない。保守に手間がかからず故障が少ないという利点があった。出力が大きく、かつ小型で軽いという、電車向きの特質を備えていたこと言うまでもない。

しかし、直流電化で三相交流誘導モーターを採用するには、車両内で直流1500Vを三相交流に変換しなければならぬ。さらには、三相交流誘導モーターを制御するには、周波数や電圧を自由に变化させる制御装置が必要だった。

直流電化の制御方式

| | | |
|-------------|--|--|
| 抵抗制御 | モーター回路に挿入した抵抗器で直流の電圧を調整する。 | |
| チョップパ制御 | サイリスタが超高速でON、OFFを繰り返し、電圧を変化させることでモーターの回転数を制御する。 | |
| VVVFインバータ制御 | 直流を三相交流に変換し、交流電気の波形の周波数、電圧を変えることで、交流モーターの回転数やトルクを制御する。 | |

(『超図説鉄道車両を知りつくす』 p.9 を参考に編集部で作成)



VVVFインバータ制御装置を搭載した3000系。

VVVFインバータ制御

三相交流誘導電動機が電車用モーターとして実用化されたのは、1980年代も後半になってからだ。その切り札として登場したのが、VVVFインバータ制御である。

インバータとは逆変換という意味で、直流を交流に変換する装置を示す。交流モーターを、その特性に適した速度と回転数で動作させるために必要な任意の周波数と電圧をつくる装置が、インバータ装置と呼ばれるものだ。

鉄道用に開発されたインバータ装置は、架線から取り入れた直流1500Vを三相交流に変換する。この三相交流の周波数と電圧を、任意に変化させることで、三相交流誘導電動機の回転数を制御する。VVVFとは「可変電圧可変周波数制御」を直訳した和製英語 Variable Voltage Variable Frequency の頭文字を取っている。

「インバータ装置は、エアコンなど家庭用の電化製品で古くから採用されていた

が、電車で使用可能な大容量のインバータが実用化されるまでには、時間がかった。パワーエレクトロニクス技術の著しい進歩があつて誕生した制御方式」（齋藤課長）

VVVFインバータ制御は、連続的なめらかな加速減速が可能で、チョップパ制御以上に力行時のエネルギーロスが少ない。減速時の回生可能速度もさらに広がり、高性能化を実現した。

「三相交流誘導電動機とVVVFインバータ制御の組み合わせは、それまでの電車の概念を大きく変えた。運転用電力の削減に大きく貢献している」（藤澤課長）

現在、製造されている電車のほとんどは、VVVFインバータ制御が採用されている。首都圏では、従来の制御方式を採用していた電車も、VVVFインバータ制御に改造されている。抵抗制御やチョップパ制御の電車は、徐々に姿を消しつつあるとついても、過言ではない。

回生電力の有効利用

VVVFインバータ制御の採用により回生ブレーキの回生可能速度がさらに広がったことで、回生効率の向上が新たな目標となっている。

走行する電車の運動エネルギーを電気エネルギーに変換して架線に返すのが回生ブレーキだ。架線に返された回生電力は、近くの電車が架線から取り入れ、力行に消費する。

従って、運転時隔の長い閑散地区や早朝深夜など力行する電車が在線していない

場合には、電気エネルギーが消費されず、回生ブレーキが効かなくなる回生失効が起きる。

「負荷がない状態で回生電力を架線に返し続けると、架線の電圧が上昇してしまふ。架線に接続している他の電気装置の耐圧保護の観点から、1800Vを限度に車両の保護装置が働き、回生ブレーキから機械ブレーキに自動的に切り替え、架線にエネルギーを返せなくする。これを回生失効という」（齋藤課長）

回生電力を利用できるのは、隣り合う二つの鉄道変電所の間だ。この区間に、停止する車両と力行する車両が近傍にいる場合は、架線に戻した電気エネルギーをフルに活用することができる。しかし、給電区間の端と端にいた場合には、架線の抵抗で電流損失が生じるため、フルに活用することはできない。回生電力を有効に活用するためには、ダイヤ編成の工夫などが必要になってくる。

また、回生電力は、制動時と力行時のエネルギーを相殺するが、力行時に必要な電力を十分満たすほど大きなものではない。

「惰行している電車も、運転機器や車内照明、冷暖房に電気を使つており、最近では運行情報や広告等を表示する液晶モニター（スマイルビジョン）が設置されるなど、動力以外の需要も多くなっている。特にスマイルビジョンは、1両に8台のモニターが設置されているので、その電力量は相当なものになる。電流損失もある。架線に返された電気エネルギーが、実際に何にどのぐらい使われたのか、

数値化して掌握することは、実は難しい」（齋藤課長）

車両で計測表示される走行に使つた電力量と架線に返した電力量で算出する回生率は「チョップパ制御の車両なら回生率は25%、VVVFインバータ制御の車両なら条件が整えば35%から40%ぐらいまで回生率が上がる」（藤澤課長）

回生電力は、電車が発電した電力だ。この電力をできるだけ多く使うことが運転用電力の削減に結びつく。

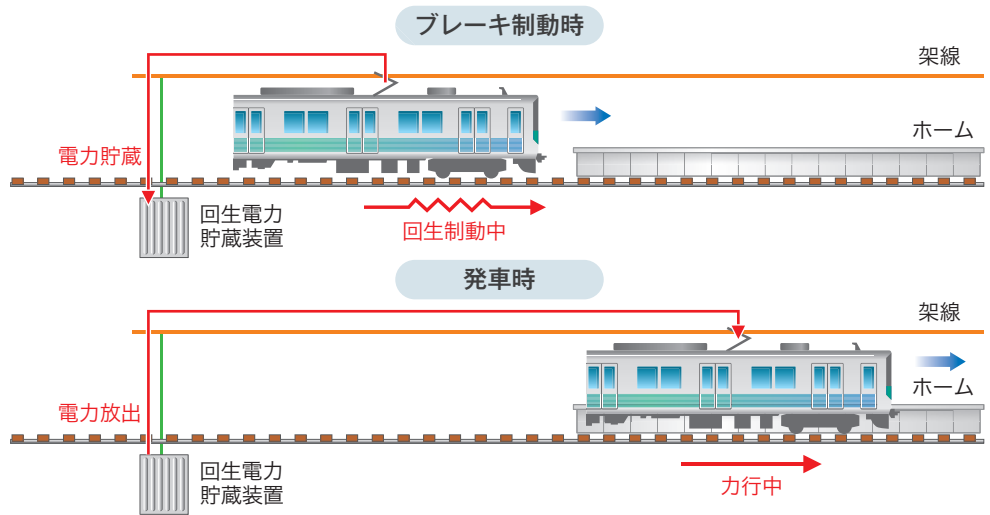
西武鉄道では「回生電力を効率よく使うための検討を重ね、変電所からの送電電圧を下げて回生失効を起こりづらくするなど、すでにいくつかの試みを開始している。精度の高い計算は成り立たないが、実際の1日の電力使用量を測り、前年同月の数字と比較するなどすれば、回生電力の活用によって電力使用がどれだけ削減したか、ある程度正確な数値は出せるのではないかと思う」（齋藤課長）

環境配慮型蓄電装置を導入

また、西武鉄道では2007年、西武秩父線の吾野変電所と正丸変電所に、国内では初となる「環境配慮型蓄電装置（回生電力貯蔵装置）」を導入、運用している。

他線と比較して運行本数の少ない西武秩父線は、回生ブレーキ車の運用には向いておらず、発電ブレーキ車を運用していた。しかし、回生ブレーキ車の導入に伴い、回生ブレーキ車の運用が徐々に増加、回生電力を利用する電車がない状態

回生電力貯蔵装置の設置



回生ブレーキ車の制動時に発電した電気エネルギーを、変電所に設置した「回生電力貯蔵装置」に貯蔵し、電車が力行するとき貯蔵した電力を放出する。吾野変電所・正丸変電所に設置、連続下り勾配のブレーキ時に発生する電力を安定して吸収・蓄え、他のタイミングで上り勾配を加速する列車に供給する。電力使用の削減を実現している。

の発生頻度が高まっていた。
そこで、回生電力を蓄積し、電車が加速する際に力行電力を放出する電力貯蔵装置の設置を検討。連続勾配区間でブレーキの使用頻度が高い吾野変電所、正丸変電所への設置に踏み切った。
「当社が採用した回生電力貯蔵装置は、活性炭やアルミニウムなどを主原料とする電気2重層キャパシタで、リサイクル

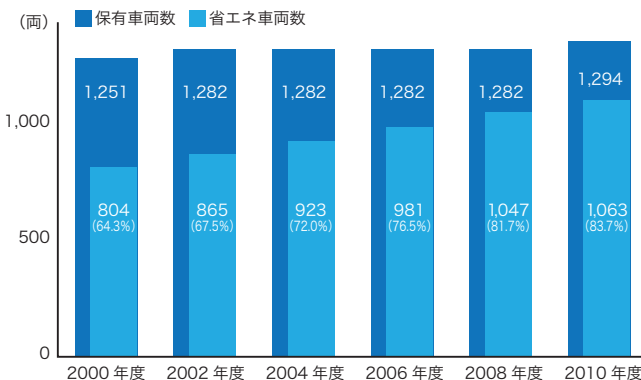
で運行した場合、2変電所で1年間に400MWhの省電力量となり、これは一般家庭の消費電力に換算すると115軒分／年に相当するといふ。
車両の軽量化でエネルギー削減
車両の軽量化も、運転用電力の削減に大きな効果を創出する。

性に優れている。リチウムイオンやニッケル水素などを使った蓄電システムに比べ、環境に優しい」(齋藤課長)
キャパシタの容量は20・25F、最大吸収電力は2475kW、最大吸収エネルギーは3・86kWh。大電流の急速充電電を繰り返し返す鉄道車両向け蓄電装置として、高い対応能力を誇る。
「さらに寿命が長く、メンテナンス性にも優れており、運用開始後15年間は原則メンテナンスフリーであることも採用した理由の一つ」(齋藤課長)
実際に充電電を繰り返し返した回数で稼働率が分かるが、試算では、西武秩父線ですべての車両を回生ブレーキ車

車両の加速に必要なエネルギーは、車両の質量に比例する。同一の性能を有し、同じ走り方をするのであれば、車体を軽量化するほど、消費電力を削減することができるのだ。
車両における車体の材料は、木から始まり、部分的に鉄鋼化した車両を経て、鉄鋼製車両が普及した。しかし、鉄鋼製車両は、腐食しやすいという大きな欠点があり、塗装が欠かせない。定期的に塗装し直す必要もあり、車両の維持費として大きな負担ともなっていた。
鉄鋼製車両の欠点を補う形で登場したのが、無塗装のステンレス鋼車両だ。年月を経ても腐食はほとんどなく、鋼製よりも強度があるため薄く製造することができ、軽量化が可能になった。
また、さらに軽量化を目指し採用されるようになったのが、アルミニウムにマグネシウムなどを混ぜてつくられるアルミニウム合金で、近年の新幹線車両は、ほとんどがこのアルミニウム合金を採用している。各種装置・部品の軽量化も併せて進められている。車両の軽量化には、列車騒音・振動の低減という効果もあるそうだ。

西武鉄道の保有車両数と省エネ車両数の割合

※省エネ車両とは、軽量化車、回生ブレーキ車、チョップ制御車及びVVVF車のこと



の消費電力の削減が果たせるのだろうか。
同じ10両編成でVVVFインバータ制御・回生ブレーキ車を比較してみると、鉄鋼製の9000系の車両重量は346.6tで、ステンレス製の無塗装車体6000系は339t。アルミニウム合金製の20000系が263.1tだ。鉄鋼製の9000系とアルミニウム合金製の20000系では、83・5tの違いがあり、1カ月に1万km走行したとして計算すると、消費電力で年間400MWhの差が生じるといふ。
「抵抗制御方式の車両がまだ残っているが、当社の省エネ車両数は2010年度で83・7%まで増やすことができた。モーターを165kWに強化した最新形式の30000系は2012年度末には

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

30000系



2008年4月にデビューした新しい西武鉄道のシンボル。「Smile Train～人にやさしく、みんなの笑顔をつくりだす車両～」をコンセプトに開発された。車体はアルミニウム合金製・ダブルスキン構造で、拡幅車体が導入されている。裾を絞った丸みのある車体形状で、青から緑へのグラデーションの帯が走る。VVVFインバータ制御・回生ブレーキ搭載。



1 2 3 30000系のマスターコントローラー（主幹制御器）と車両情報管理装置。信頼性の高いシステムを採用している。
4 各ドアにLCD表示器を2台取り付け、停車駅や駅設備、運行情報に加え、静止画・動画広告等を表示。



9000系



1993年に登場した通勤車両。サービス設備は6000系同様、充実している。登場時は抵抗制御だったが、2003年から制御装置をVVVFインバータ制御に、ブレーキを回生機能付きにする改造工事を進め、2007年度に全編成の工事が終了した。現在は池袋線に集中的に配置されている。

6000系



東京メトロ有楽町線との相互直通運転対応車として1992年に登場した通勤車両。西武初のオールステンレス製・無塗装車体で、ブルーの帯を巻いた新しいイメージが注目を集めた。1996年12月からの増備車両はアルミニウム合金製車体に変更し、1998年2月にはさらに台車の変更などで軽量化した新型の6000系が登場している。VVVFインバータ制御・回生ブレーキ搭載。

20000系



「環境と人にやさしい」をテーマに、6000系を地上線専用モデルチェンジした通勤車両。車体はアルミニウム合金製・ダブルスキン構造で、6000系と同じく無塗装の地にブルーの帯を巻く。大幅な軽量化とVVVFインバータ制御・回生ブレーキの採用により、電力消費量を抑え、省エネルギーに貢献している。



付帯用電力の「信号高圧」は、安全を守るさまざまな設備に使用される。西武鉄道では、より省エネ効果の高い安全設備装置の導入を積極的に進めている。踏切や信号などのLED化もその一つだ。1997年から進めていた信号のLED化の切り替えは現在ではほぼ終了している。

適な車内環境を提供するための冷暖房用電力に使用されている。

また、付帯用電力は、総電力消費量の2割を占めている。信号保安設備、車両工場などの鉄道諸設備の他、駅施設に使われる電気だが、駅施設の消費電力がじわじわと増えている。

「バリアフリー化で設置が進められているエレベーター、エスカレーター」の消費電力が大きいの。もちろんそれだけではなく、自動改札機や自

1日平均500Whの発電を見込む。発電した電気は蓄電池に蓄えられ、街路灯に使用している。

駅設備も、リニューアルなどに合わせて改良を行っている。駅照明については、1990年度からインバータ化を進め、さらに、利用客を検知して照明を点灯する人感センサーや、必要な時間帯に照明を点灯するタイマー制御などを活用しながら省エネルギーを進めている。

さらに駅のコンコースや階段、トイレ、ホーム待合室などには、消費電力が少なく長寿命のLED照明の導入を推進。列車情報を総合的に提供する列車案内表示機についても、78駅でLED式に切り替えている。

動券売機、音声誘導チャイムなど駅務機器のすべてが電気稼動する。お客さまに提供するサービスも、実は電気をふんだんに使っている。「そのもの」(齋藤課長) そうした中、西武鉄道では、付帯用電力の削減を目指し、さまざまな施策を打ち出している。

その一つが、太陽光発電システムの導入だ。2007年に下井草駅に設置したのを皮切りに、現在では東長崎駅、武蔵藤沢駅、拝島駅を加え、計4駅に設置。発電した電力は、駅の照明やエレベーター、エスカレーターなどに使用している。4駅の合計期待発電量は年間3.5万kWhだ。

また、2008年に武蔵藤沢駅に導入したのが、風力と太陽光を利用したハイブリッド発電システムで、最大出力3kW、

「LEDは寿命が長く交換が不要なため、整備面でも優れている。また、駅構内の設備だけではなく、信号機についてもLED化を進め、現在では切り替えがほぼ終了している。従来の信号電球と比べ、視認性に優れているという特徴があり、安全性も高まった」(齋藤課長)

一丸となって取り組んだ電力使用制限

夏期の電力使用制限令が発令された昨年の夏は、首都圏の大手鉄道に対し、正午から午後3時までの時間帯について電力使用量15%削減が義務付けられた。この15%削減について、西武鉄

道は、通常ダイヤから本数を減らした特別ダイヤによる運行と、コンコースや広告看板など照明の一部消灯やホーム待合室の冷房温度の28℃設定などの施策で対応した。

「計画停電が落ち着いてからは、鉄道事業者はみな、使用電力の削減に冷静に取り組んでいたと思う。お客さまも多少の不便には目をつむり、普段通りにご利用くださった」(齋藤課長)

西武鉄道の基本的な施策は前述の通りだが、駅や車内では社員一人ひとりがさまざまな節電策に取り組んだ。駅構内やホームなどの照明の減灯、自動改札機や動券売機など駅務機器の一部使用停止などだ。エレベーター、エスカレーターについては、高低差や混雑度

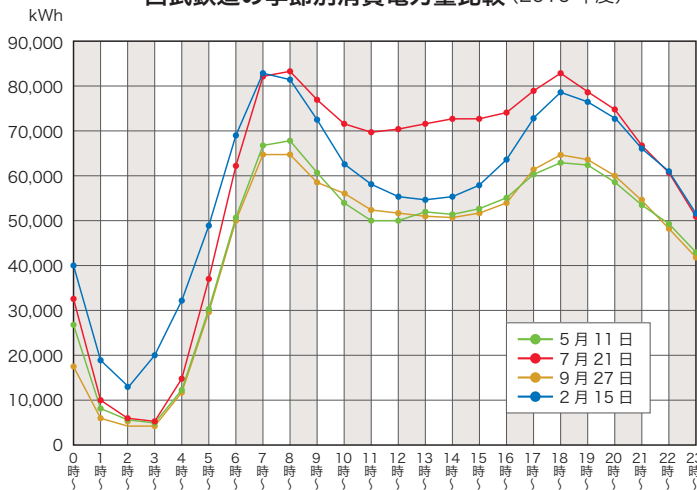
124両まで増両させる計画を持っている。来年度以降も代替し、省エネ車両数の割合を高めるとともに、30000系を西武鉄道のメイン車両に育てていきたい」(藤澤課長)

このように西武鉄道は、より効率的なエネルギー利用を目指し、運転用電力の削減に取り組んでいる。

しかし、その一方で、鉄道事業者の努力だけでは削減が難しい領域もある。利用者サービスに直結する電力だ。

鉄道が使用する電力のおよそ8割は、運転用電力が占めている。西武鉄道の2011年度の運転用電力は、1日当たり約95万kWhだが、実にその約1割は、快

西武鉄道の季節別消費電力量比較 (2010年度)



季節別に消費電力量を比較してみると、盛夏と真冬の朝夕の通勤時間帯がピークとなっている。夏冬と春秋の電力量の差は、冷暖房用の電力によるところが大きい。

特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

など個々の状況に応じて、それぞれの駅で対応するようにした。

「照明を落とす、エレベーター、エスカレーターを止めるというのは、即、サービスの低下につながる。特にエレベーター、エスカレーターは高齢の方や障害を持つお客さまにとって、非常に重要なサポート設備。それらが動いていなければ、駅のご利用の際に不安を感じさせてしまうことになる。ただでさえ、減便ダイヤで不便をおかけしているところに、エレベーター、エスカレーターまで止めてしまえば、極力、回避しなかった」（齋藤課長）

代わりに徹底したのが、バックヤードでの節電努力だ。

「例えば、回送列車については昼間時、車内照明を消灯するとともに冷房をOFFにする。係員詰所の照明カットや空調調整も、業務に支障をきたさない範囲内で徹底した」（藤澤課長）

その努力を支えていたのは、電車の運行に必要な電力を守り、安定輸送を維持しなければという、鉄道に携わる者の使命感だったという。

省電力で安全輸送を支える

そして今年の4月1日から、企業向け電気料金の値上げが実施されている。前年と同じ電力使用量で計算すると、西武鉄道では1年間に約10億円の負担増になる。

「1kWh当たり17%の値上げだが、使用電力量で計算すると、それだけの負担増に

なる。電気料金の値上げ分は、すぐには運賃に加算できないので、事業者が企業努力で賄うしかない。回生電力をより有効に活用しようという試みも、10億円分の増加をいかに落としていくか、その対策の一つ。自社で発電して電力会社から買う電力を減らすという考えに基づいている。電力の削減に結びつくことは何でも、できることから実施していきたい」（齋藤課長）

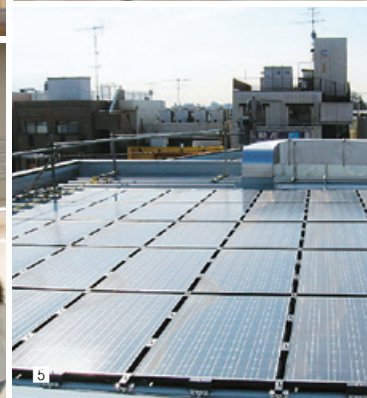
駅構内に設置しているキュービクル（地上変電設備）には、駅ごとの使用電力量が分かる「積算電力量計」が付いている。

「これまでは、電力削減の取り組みを指示するだけで、その施策に効果があったのか、数値結果を現場に見せてこなかった。キュービクルの積算電力量計を活用すれば、駅ごとの自分たちが出した結果が見えるようになる。電力の見える化を進めて、社員一人ひとりの削減に取り組む士気を高めていきたいと考えている」（齋藤課長）

1本の電車運行の乱れが大勢の利用客に影響を与えてしまう、鉄道の使命は大きい。人々は、正確で利便性の高いサービスを期待して鉄道を利用する。

まもなく、電力需要のピークの夏がやってくる。鉄道事業者は、安全輸送と省電力という両立が難しい課題を克服していかなければならない。

「消費電力を抑制しつつ、お客さまに満足いただける利用者サービスと、利便性の高い安定輸送を維持していくことがわれわれの使命」と齋藤課長は決意を語っている。



1,2,3 バリアフリー化で設置が進められているエスカレーター、エレベーター。西武鉄道ではさらに快適な駅を目指し、現在、エレベーター 64 駅 174 台、エスカレーター 54 駅 199 台を設置している。駅施設の消費電力は増加傾向にあり、これら設備の省エネ化も検討課題となっている。
4 武蔵藤沢駅に導入したハイブリッド発電システム。街路灯の先端に風力発電の風車を、その下に太陽光発電パネルを装備している。
5 2007年、その第1号として下井草駅に設置された太陽光発電システム。

<文献>

小川知行、近藤稔「電車の消費エネルギーを計算する」『RRR』2009年3月号、財団法人鉄道総合技術研究所、pp.14-17
川辺謙一「超図説 鉄道車両を知りつくす」学研、2008年
昭和鉄道高等学校編「図解 鉄道のしくみと走らせ方」かんき出版、2011年
「わかりやすい鉄道技術 [鉄道概論・電気編]」財団法人鉄道総合技術研究所鉄道技術推進センター、2005年

伊豆急 「オモシロ駅長」が活動開始

「みんてつ Vol. 41 春」号の特集で紹介した伊豆急行株式会社では東京急行電鉄株式会社と共同で、伊豆地域活性化策の一つとして、伊豆を愛し、伊豆を再び元気にすることに情熱をもって行動する方々と力を合わせ、伊豆観光をPRしていく。ことを目的に、「オモシロ駅長」を募集。20組の駅長を選出した。

「オモシロ駅長」のトップバッターとして、4月21日に任命式が行われたのは、伊豆急下田駅の「ペンギン駅長」。続いて5月には「ヨガ駅長」や「落語家駅長」、「下田生まれのアナウンサー駅長」など地域を盛り立てるユニークな駅長が次々と誕生、伊豆急行とともに活動を開始している。

なかでも目を引くのが富戸駅の「富戸小学校駅長」だ。1873年7月創立の富戸小学校は「かがやく富戸っ子」を学校教育目標に、地域と一体となった信頼される学校づくりに取り組んでいる。今回は「富戸をさらに魅力的にしよう」を課題とした総合学習活動の一環として「オモシロ駅長」に応募、選出された。花の手入れや駅周辺のクリーン作戦など、地域に根ざした活動を予定しているという。

伊豆急「オモシロ駅長」のプロフィールや担当駅、活動内容は、伊豆急HPなどで随時発表される。伊豆を愛し、伊豆を再び元気にするオモシロ駅長、の取り組みに注目したい。

伊豆急「オモシロ駅長」情報！

<http://www.izukyu.co.jp/kanko/ekicho/index.html>



1,2 「富戸小学校駅長」任命書贈呈式（5月16日）。当日は学校を代表して4年生、6年生が駅周辺の美化活動から活動を開始した。3 創立139年の歴史をもつ伊東市立富戸小学校 4 伊豆急行線 富戸駅 5 伊豆急下田駅の帽子を被った「ペンギン駅長」



1 鉄道と高速道路、路線バスのリンケージを視野に入れた新たな交通結節点として開業が待たれる「西山天王山」駅。駅舎は和の伝統的な様式美を現代風にアレンジした「和モダン」を基本コンセプトにしている。

2 京都第二外環状道路と阪急電鉄京都本線とがちょうど交差する地点に「西山天王山」駅が開業する。

阪急京都本線 新駅の名称は「西山天王山」駅に

「みんてつ Vol. 39 秋」号の特集で紹介した阪急電鉄株式会社が京都本線・大山崎一長岡天神駅間で建設中の新駅の名称が「西山天王山」駅に決定した。

新駅周辺は、豊かな自然が残る「西山」と呼ばれる地域に含まれており、付近には「天下分け目の天王山」として知られる「天王山」がある。これら周辺の地域性や歴史を表現できる駅名として決められた。

開業は、京都第二外環状道路工事との調整の結果、2013年度下半期中に予定されている。

みんてつキッズ Station

名鉄でんしゃまつり

きんてつ鉄道まつりで

「『私とみんてつ』小学生新聞コンクール」を紹介

今年もまもなく「『私とみんてつ』小学生新聞コンクール」がスタートする。

日本民営鉄道協会では、5月26日(土)に舞木検査場で開催された「第6回名鉄でんしゃまつり」、5月26日(土)・27日(日)に塩浜検修車庫で開催された「10周年きんてつ鉄道まつり2012 in 塩浜」のイベント会場内に「『私とみんてつ』小学生新聞コンクール」のコーナーを開設。多くの来場者に、新聞コンクールの紹介を行った。

「『私とみんてつ』小学生新聞コンクール」は「新聞づくり」を通じ、子どもたちに鉄道への関心と理解を深めてもらうことを目的に、全国小学校社会科研究協議会の後援を得て2007年から毎年、開催している。

回を重ねるごとに、総合学習や国語などの授業、夏休みの自由研究や宿題に活用する学校が増えており、ポスターなどで新聞コンクールの開催を知った児童が自発的に参加するケースも増えている。

昨年の新聞コンクールには、全国40都道府県から494校が参加。応募作品数も5616点に上った。

今年も7月1日から応募作品の受付を開始する。期間は9月30日までで、12月中旬には個人賞、学校賞などの受賞作品を決定する予定だ。

「第6回名鉄でんしゃまつり」「10周年きんてつ鉄道まつり2012 in 塩浜」は、ともに毎年恒例となっている鉄道イベントで、イベント会場内に設置したコーナーには、第5回を数えた昨年の新聞コンクール受賞作品を展示するとともに、「第5回『私とみんてつ』小学生新聞コンクール作品集」や「鉄道しり隊! しらべ隊!」など資料パンフレットを多数用意、大勢の親子連れで賑わった。

日本民営鉄道協会では、同コーナーで受賞作品にじかに触れて興味をもった一人でも多くの子どもたちが、今年の「第6回『私とみんてつ』小学生新聞コンクール」に応募してくれることを、大いに期待している。

第6回名鉄でんしゃまつり

(舞木検査場・愛知県岡崎市舞木町)
5月26日(土)



天気に恵まれ、大勢の家族連れで賑わった名鉄でんしゃまつり。新聞コンクールのコーナーにも多くの見学者が訪れた。

10周年きんてつ 鉄道まつり2012 in 塩浜

(塩浜検修車庫・三重県四日市市柳町)
5月26日(土)・27日(日) (作品展示コーナーは27日(日)に開設)



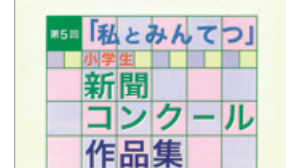
きんてつ鉄道まつりは2日間にわたって開催。塩浜検修車庫での開催10周年を迎え、さまざまなイベントが繰り広げられた。



第5回の最優秀作品賞「メープル新聞」

みんなの思いを明日へつなぐ。

— 協力：伊勢丹文化財団 —



主催：財団法人 日本民営鉄道協会
後援：全国小学校社会科研究協議会

会場には受賞作品を掲載した「作品集」も用意。

文・写真 松澤美穂

地方 紀民 行鉄

小湊鐵道株式会社



菜の花に彩られた沿線を、
歌声に彩られた列車が走る。
昭和歌謡が響き渡る車内には、
往年の若者たちが笑顔で集う。

歌

声喫茶をご存知だろうか。昭和30年前後、当時の若者の間で大流行していた、合唱することを目的とした喫茶店だ。半世紀以上の時が過ぎ、今ではすっかり姿を潜めた歌声喫茶は、「列車」に姿を変えて、各地の街を走り始めているという。

そんな歌声列車が走る路線の一つに、小湊鐵道がある。2カ月に1度の運行が毎回、満員御礼になるほどの人気を誇る小湊鐵道の歌声列車を体験すべく、まずは運営スタッフの事前打ち合わせにお邪魔する。

18回目の歌声列車

小湊鐵道の歌声列車は、合唱サークル「いちつたグループ」のスタッフの皆さんがボランティアで運営している。普段は公民館などで活動しているが、「小湊鐵道の集客につながるのではないかと」と歌声列車の運行を持ち掛け、以来今回で18回目（4月15日取材時）になる。

本日のスタッフは、総合同会の清水さん、アコーディオンの徳永さん、マネージャー兼リズム担当の安藤さん、キーボードの久保さんにビデオ撮影の金谷さん、小湊鐵道の中村さんも添乗する。主催の平さんは体調不良で不参加ということだが、18回目ともなればスタッフも慣れたもの。全体の進行や初参加者への配慮事項、お手洗いの時間などを確認すると、出発までまだ1時間近くあるのに、「じゃあ、行きましょ」とホームへ向かう。まだまだ誰も来てないだろうと思いきや、

発着駅の五井駅ホームには参加者らしい人がチラホラ。「歌声列車」のヘッドマークを付けた列車もゆっくりと入線してくる。

今日の列車は、乗客が増える花の季節ということで3両に増やされた通常車両に、さらに「歌声列車」1両が連結された4両編成。通常1両か2両で運行されている小湊鐵道で4両編成はとても珍しく、「今回の『歌声』は豪華版」とのこと。せっかくだからと、あちこち写真を撮るうちに、歌声列車は満席になり、歌が始まる。

出発前の歌は「発声練習」。着流しに赤い鉢巻、たすき掛けの清水さんが別名「笑レク」を名乗って、参加者の気分を盛り上げ、歌声を引き出す。「歌い足りない気分にさせたら、申し訳がない」から、発声練習も念入りだ。

一般の乗客たちが不思議そうに車内をのぞき込んだり、携帯で写真を撮ったりする間も歌声は途切れず続き、定刻通りに列車は出発。

昭和歌謡に声を合わせる

発車後の最初の歌は大抵「高原列車は行く」。「さあ行くぞって、気分が一番高まる歌」なんだとか。十分な発声練習のおかげか、最初の歌でも声がバラつくことはなく、きれいに揃った歌声が車内を満たす。「修学旅行」「青春の城下町」「絶唱」「美しい十代」……。軽快な進行の下、プログラムは順調に進む。

「知ってる曲があったら、一緒に歌いましょう」と、お誘いをいただいていたけれど、曲目は懐かしの昭和歌謡が中心で、残念



小湊鐵道 【こみなとてつどう】

JRと連絡する五井駅から上総中野駅まで、18駅 39.1キロを約70分で結ぶ。「歌声列車」や「懐石料理列車」「サイクルトレイン」など、年間を通してさまざまなイベント列車を運行している。



向かって右から、清水（笑レク）さん、小湊鐵道の中村さん、徳永さん、安藤さん、久保さん



沿線の鉄道ファンが狙っているのは、こんな光景
(写真：小湊鐵道)



車窓には一面の菜の花と、たくさんの鉄道ファン

外側からは桜と菜の花に囲まれて走る小湊鐵道、内側からは一面の菜の花畑にずらりと

「あれ見て、すごい」。花への歓声とは少し雲囲気の違う声音に目を凝らすと、菜の花畑の向こう側には鉄道ファンらしき人々がずらり。駅周辺はもちろん、線路沿いのあちこちにも、カメラを構えた人の姿が続いている。沿線に鉄道ファンを見かけるのはよくあることだが、これほど多いのは珍しい。

片手に総立ちで窓にかじりつく。
「あれ見て、すごい」。花への歓声とは少し雲囲気の違う声音に目を凝らすと、菜の花畑の向こう側には鉄道ファンらしき人々がずらり。駅周辺はもちろん、線路沿いのあちこちにも、カメラを構えた人の姿が続いている。沿線に鉄道ファンを見かけるのはよくあることだが、これほど多いのは珍しい。

ふと気がつく、車窓には点々と菜の花。ふんわりとした春の日差しの下、のどかな景色が広がっている。この景色を見逃すのもつたいないなあと思っている、「そろそろ飯給駅ですよ。ここから先は桜と菜の花がきれいですよ」と、すかさずアナウンスが入る。まったく車窓に目が向いていなかった参加者も、歌いながら視線を外へ。

歓声の先に見えるのは？

ながら私（筆者）には難しい。観客に徹して車内を見渡すと、参加者の9割以上は60〜70歳代と見られる女性たち。「何回参加したか忘れちゃうくらい、参加している」という人もいれば、初参加という人もいるはずだけれど、出発から30分、すっかり馴染んで区別がつかない。リピーターも初心者も、楽しそうに声を合わせる。

歌い足りないわけがない

並ぶ鉄道ファンの姿。内から外から、写真を撮り合い列車は進む。

小湊鐵道の終着駅、上総中野駅で折り返した歌声列車は、束の間の小休憩を挟んで後半戦へ。リズムに合わせた軽いストレッチやアコーディオンの徳永さんによる手話を交えた歌のコーナーなども織り交ぜて、参加者を飽きさせない。

列車が五井駅の1つ手前、上総村上駅を発すると、最後の曲「リンゴの唄」が始まる。この曲が終わると同時に五井駅に到着するのが通例だとか。そんなに上手く納まるものかと思っていたら、最後のフレーズを繰り返し、停車と同時にぴたりと終了。ホームに降りても、すぐには終わらず、お約束の「おまけ」が3曲。歌う姿は人目を引いて、向かいのJRのホームからも拍手が届く。

「おまけ」の最後に歌うのは、「今日の日はさようなら」。歌声は寂しさよりも、達成感にあふれて聴こえる。それもそのはず、往復約2時間半、出発前の「発声練習」に到着後の「おまけ」を含めたら、プログラムは3時間を軽く越える。歌い足りないわけがない。満足そうに「さようなら」を歌う顔を見れば、参加した日に次の回の予約をしていく人や、1年分の予約をすでに入れてくれる人がいるのもうなずける。

それでは、「今日の日はさようなら」、きつとすぐ来る「また会おう日」まで。



ヘッドマークの付いた車両が「歌声列車」



ホームに降りても歌い続ける



満席の車内には、昭和歌謡が響き渡る



神戸有馬電鉄沿線名所図

神戸有馬電鉄沿線名所交通図

文・藤本一美

text by Kazumi FUJIMOTO

神戸電鉄の前身、神戸有馬電気鉄道はその名の通り、神戸と六甲山の北側に湧出する有馬温泉を直結する目的で設立され、昭和三年十一月二十八日に有馬線の湊川—有馬温泉駅間が、同年十二月十八日に国鉄福知山線三田駅に接続する三田線、唐櫃（現・有馬口）—三田駅間が開業した。

本図は昭和初期の画風であり、有馬線開通を記念して直前に刊行しているが、あと一カ月を残して未開通の三田線の様子も力を込めて太い赤線で描出している。作品委嘱のスポンサー、神戸有馬電気鉄道社長・山脇延吉氏は沿線の道場出身の農政家である。取材協力の賜物であろう。

初三郎自身は鉄路の延びる喜びを「北攝と山陰が、こゝに目出度く華燭の典を挙げたるの感がある」（絵に添へて一筆）と吐露したほどだ。

また、郊外型登山電車としての特徴を持ち、源平一ノ谷の合戦で有名



藤本一美

首都大学東京非常勤講師。日本国際地図学会会員。鳥瞰図・展望図資料室兼山岳情報資料室主宰。近・現代の鳥瞰図絵師の作品収集と研究に精力的に取り組んでいる。著書に「旅と風景と地図の科学Ⅱ」（私家版2006年）、最新刊に「展望の山50選 関東編」（東京新聞出版局）がある。



『神戸有馬電鉄沿線名所図』
 『神戸有馬電鉄沿線名所交通図』
 (昭和3 (1928) 年11月1日)
 神戸有馬電気鉄道株式会社 発行
 犬山町日本ライン蘇江の観光社 印刷



神戸市北部の 通勤・通学路線として

湊川駅を起点に、六甲山地を越えて有馬温泉、三田、粟生に至る有馬線、三田線、粟生線と、平成3年に新設開業した公園都市線の4路線を有している。有馬温泉への「遊覧鉄道」として出発したが、沿線の住宅開発の進展とともに通勤・通学路線としての役割が増大。輸送力の増強に努め、高度経済成長期の昭和43年には、神戸高速鉄道への乗り入れにより、神戸都心部との直結を果たした。古くは創業時の社名の略称から神有、現在は神鉄の呼称で利用者に親しまれている。



神戸電鉄株式会社

Kobe Electric Railway Co.,LTD

設立：大正15年3月27日

営業開始：昭和3年11月28日

本社：神戸市兵庫区新開地1丁目3番24号

「な「鴨越」駅も急勾配ながら難なく通過し、溪谷のトンネルや妙号岩を過ぎると小部駅（現・鈴蘭台、粟生線分岐）に達する。そこは電鉄自ら「関西の軽井沢」として宣伝したりゾート住宅地だけに、高原開発中の状況がつぶさに認められる。

六甲北口駅（現・神鉄六甲）からは、六甲ドライブウエーで六甲山上の行楽地へ行くことも可能だし、平成盛遺跡のある多聞寺へも誘ってくれる筆致である。

大胆な図柄の構図は、北の山側上空からの視点で、中央に六甲山系を配置。左には有馬温泉を大きく描き、背後の大江山、天ノ橋立まで雲居の空でカムフラージュする巧みさ。右には大都市神戸を、その奥には大阪湾から太平洋、富士山へと続く。水平線はるか遠くには、朝鮮、中国、台湾、ハワイ、桑港まで描画していて「遊び心」が如実に滲む。春の桜の花と秋の紅葉が混在しているのも楽しい。

最後になったが、大きな後背地としての有馬温泉に注目すると、ラジウム新温泉や旧温泉街、栄鉱泉そばの虫地獄・鳥地獄、薬師堂上の温泉神社、瑞宝寺、さらに夫婦ヶ滝などの名瀑を立体細密絵図として描画、筆力のこもった代表作の一品だ。



西武新宿ビルをバックに西武新宿駅を出る30000系「スマイルトレイン」

みんな とら

Vol. 42 | SUMMER 2012
夏号

●発行所／一般社団法人 日本民営鉄道協会
〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目6番地1号
TEL：03-5202-1402 FAX：03-5202-1412
URL：http://www.mintetsu.or.jp

●発行人／一般社団法人 日本民営鉄道協会広報委員会

●企画編集／一般社団法人 日本民営鉄道協会広報部会（東武鉄道、西武鉄道、京成電鉄、京王電鉄、小田急電鉄、東京急行電鉄、京浜急行電鉄、東京地下鉄、相模鉄道、名古屋鉄道、近畿日本鉄道、南海電気鉄道、京阪電気鉄道、阪急電鉄、阪神電気鉄道、西日本鉄道）

●企画編集協力／時事通信出版局「みんなてつ」編集室

●写真／織本知之

●アートディレクション・デザイン／浜田修司／大島恵里子

●印刷／大日本印刷株式会社

※本誌の記事、写真、イラストレーション、ロゴの無断転載を禁じます。