

JR東日本の研究開発における エネルギー多様化と環境戦略

Energy diversification in research and development and environment
strategy of JR East

大泉 正一^{*1}

Shoichi OIZUMI

MSC (Eng), P.E. Director, Enviromental Engineering Research Laboratory,
Research and Development Center of JR East Group



JR東日本（以下当社）は自社の鉄道運行、事業運営におけるエネルギー需給において発電、送電も含めて保有する会社である。当社では2017年6月に2030年度の環境目標を定めた。2013年度比で運転エネルギー25%減、CO₂排出量40%減という目標である。また、2018年7月に発表したグループ経営構想「変革2027」ではESG経営を掲げ、特にグループ理念の実現に向けた主な取り組みの中で、「地球温暖化防止・エネルギー多様化」を行うとしている。

そのような中でJR東日本研究開発センター環境技術研究所では最も省エネルギーに効果が期待できる「列車運転系エネルギーの削減」と将来のブレークスルーを期待し先を見越した「エネルギー多様化に向けて取り組む開発」を意識して行っている。本稿では当社の研究開発における省エネルギー戦略とエネルギー多様化の概要について紹介する。

1. はじめに

当社は自社の鉄道運行、事業運営におけるエネルギー供給需給において発電、送電すべてを保有する日本でも数少ない会社である。当社では2017年6月に2030年度の環境目標を定めた。それは2013年度比で運転エネルギー25%減、CO₂排出量40%減という非常にチャレンジングな目標値である。その環境目標の達成に向けて様々な開発を行っているのがJR東日本研究開発センター環境技術研究所である。同研究所は2009年4月に開所し10年を迎える。当初はハイブリッド車両の開発から始まった研究所であるが、今や車両のみならず地上設備や双方を組み合わせた省エネルギーの開発を行っている。そのための体制として、設備機械系統、電気系統、運輸車両系統に関わる社員で構成し、それぞれの社員が系統の壁を意識することなく有機的に開発を進められるように取り組んでいる。

当社ではエネルギー・環境戦略の研究開発を進めるにあたって基づくものが三つある。一つは環境に対する経営方針である「サステナビリティレポート」。二つ目は2016年11月に発表された「技術革新中長期ビジョン」（図1）。そして三つ目は2018年7月に発表されたグループ経営構想「変革2027」である。

「技術革新中長期ビジョン」では当社として初めて技術革新に関するビジョンが掲げられた。考え方は140年余りの鉄道技術の蓄積である「フォアキャスト」を活用しつつ、将来のあるべき姿を想定し、そのために今なすべきことを導く考え方の「バックキャスト」を目指す。そのためにはIoTやビッグデータ、AI等を活用し従来の発想の枠を超えた新たなアイデアを実現するためオープンイノベーションで進めるというものである。

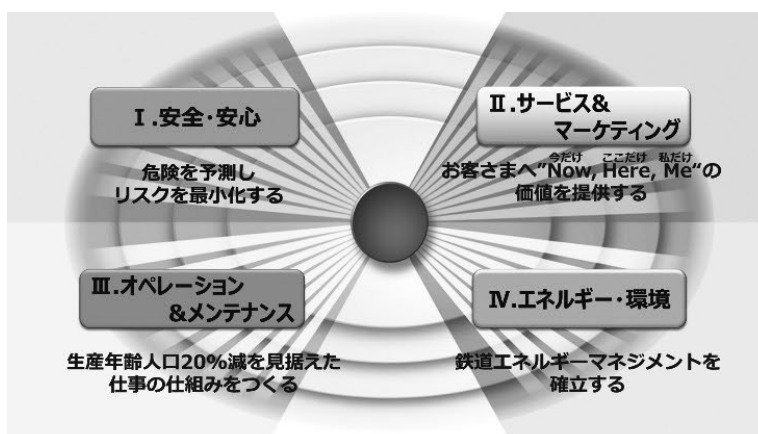


図1 技術革新中長期ビジョン

^{*1}JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 所長

一方、「変革2027」ではESG経営を掲げている。特にグループ理念の実現に向けた主な取組みの中で、「地球温暖化防止・エネルギー多様化」を行うとしている。

「地球温暖化防止」については「サステナビリティレポート」に基づいたCO₂排出量削減に向け取り組むこととなるが、既存技術の応用だけでは達成しえない目標である。そのために研究開発部門としては、短い時間で成果が見える「既存技術を取り入れることで効果の期待できる開発」、すぐに成果に結びつくかどうかは確約できないが将来のブレークスルーを期待して先を見越した「エネルギー多様化に向けて取り組む開発」を意識して行っている。

また「エネルギーの多様化」については既存蓄電技術の活用のみならず、フライホイールのような化学反応に拠らない蓄電技術の検討や水素燃料電池の活用のように、化石燃料のみに依存しない動力源への適用について開発を進めているところである。

2. 地球温暖化防止

JR東日本グループの消費エネルギーの7割は列車運転エネルギーが占めている。その削減に向けては山手線へ順次投入されているE235系に代表されるように省エネ車両の導入を進めてきた。2018年3月末までには、全車両の96.2%が省エネ車両に切り替えられた。しかしながら車両の置き換えには投資が伴う。一方、実測により運転エネルギーの見える化を行ったところ、普段の運転の仕方を見直すことで運転エネルギーの省エネ効果を得ることのできそうだと判った。これは新たに大きな投資を伴わずに環境経営に資することから、現場と一緒に取り組むこととした。まずは測定で得られたデータを目標とする運転時分を満足した中で最も省エネとなるように走行パターン（省エネ走行パターン）を作成した。机上の検討では約2割の省エネが見込めるということから中央東線や宇都宮線において関係する支社、乗務員区に協力をいただき試験走行を実施した。試験結果からばらつきはあるものの4.3～25%の省エネ効果が見込めると判った。しかし、その通りに運転操作を行うには操作が煩雑であることから、まずは運転台のモニタに省エネ運転に関する情報（例えば、運転士自身が工夫した運転の効果など）を運転士に提供する表示を追加したり、現場において自らの運転の省エネ効果を振り返ることができる端末を置くなどすることで省エネを考慮した運転を運転士自らが工夫できるようにした。現在これらを活用してもらった結果を通して、運転台において運転士に省エネ運転をサポートするためにどのような方法が良いか現場とも議論を始めるところである。

消費エネルギーの7割を占めている列車運転エネルギー削減に向けては、前記の通り走っている車両についてはすでに大半が省エネ車両に置き換えが進んでいる。自動運転は人による操作が生じないことから省エネ運転パターンの導入は進むものと考えているが、自動運転をすぐには導入できない線区、具体的には中長距離列車の走る幹線などは人をいかにサポートするかの技術導入が省エネ運転の大きな鍵を握っていると考えている。

運転エネルギーの削減については地上設備でも行っている。具体的には電車がブレーキをかけた際に発生する回生電力を有効活用する開発である。変電所に蓄電池を設置して、発生する回生電力を一時的に蓄電し、必要な際に放電するという仕組みは、すでに高崎線の桶川変電所（リチウムイオン蓄電池）、宇都宮線の久喜変電所（ニッケル水素蓄電池）などで実用化している。このとき蓄電池の充放電は架線の電圧を見て行っているためにその挙動は必ずしも列車の在線を反映しているものとは言えない。つまりは列車がいなくても放電したり、回生電力でなくても充電したりする場合もあり得るのである。

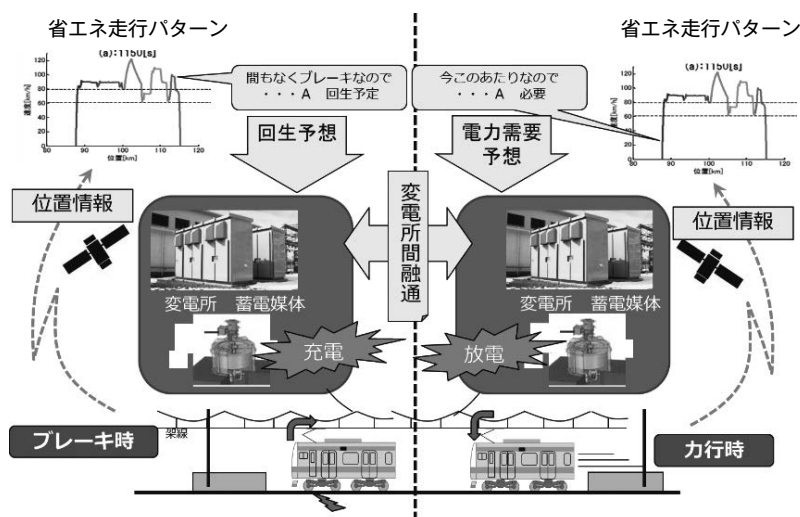


図2 地上-車両のエネルギー連携

そこで、列車位置情報を活用した制御を「回生電力貯蔵装置」に取り入れ、不要な充放電を抑制することで蓄電池の小型化または長寿命化を図る開発を行い、内房線の大貫変電所で実証試験を実施してきた。列車の位置情報を反映することで蓄電池の30%の小型化、もしくは長寿命化が可能であることが判った。

「省エネ運転パターン」「列車位置情報活用回生電力貯蔵装置」の2つの開発はそれぞれが別々のように見えるかもしれないが今後、通常時、車両は「省エネ運転パターン」に沿って運転されることを前提に、「列車位置情報活用回生電力貯蔵装置」が車両の位置が判るようになれば列車の力行する場所、ブレーキをかける場所が事前に予測できるためインテリジェントな省エネ制御の実現が可能となると考えている（図2）。

3. エネルギー多様化に向けて取り組む開発

当社ではエネルギー削減を目指すうえで、既存技術のみに頼ってはいない環境目標の達成は到底成し得ないと考えている。合わせてエネルギー源や媒体についても既存のものの入手が困難になる、またはコストが上昇する可能性も捨てきれない。そのことから鉄道事業に導入の可能性がある新規技術についても開発を積極的に進めている。昨年度から取り組みを始めたものの一つが山梨県様、（公財）鉄道総合技術研究所様と基本合意を締結した「超電導フライホイール」（URL参照：<http://www.jreast.co.jp/press/2017/20180320.pdf>）であり、継続的に進めてきた開発の一つが水素の活用、具体的には燃料電池の鉄道車両への搭載である。今回は燃料電池の鉄道車両への活用について述べたいと思う。

鉄道への活用としては2008年に試験車NETレインに燃料電池を搭載した試験を実施している。しかしながらこの時は法令上鉄道車両としての実施でなく、機械設備としてかつ線路閉鎖での試験実施であった。また、当時は自動車でも試験が始めただけで、採用した燃料電池そのものも技術的に成熟していないことから燃費や性能安定性への課題もあったために開発をやめた経緯があった。

しかしながら時代が進み2014年には普通乗用自動車でも商用化がなされた。また海外においては燃料電池を用いた鉄道車両の実証試験が各所で始まる予定である。特にドイツでは再生可能エネルギーとの組合せでの水素活用が後押しとなって、アルストム社が2018年9月より試験車両2編成の営業運行を始めている。水素を用いる燃料電池そのものはCO₂を排出しないなどクリーンであることは違いないが、現在はその水素の製造は電気分解で行う。そのために化石燃料で発電した電力を用いたりしており発電効率など総合的にみるとまだクリーンなエネルギーとは言いがたい。しかしながら、石油製品の副生物で未利用の水素があることや、褐炭のように埋蔵量は十分にあるが運搬は難しくかつそれらを用いて発電しても送電網を張り巡らすだけのインフラ整備が及ばないエリアにおいては、現地で水素を精製し、貯蔵後に劣化のない特性を活かして運搬することでエネルギーミックスの一端を担う可能性があると考えられる。

水素は目に見ることができず、都市ガスのように臭いをつけることは電池に対し不純物となるためにできない。そのために突然爆発するという概念から不安を感じる方も多い。しかしながら自動車など産業分野では「漏らさない」「検知して止める」「漏れたら溜めない」という3つを安全のためのポイントとして確立することで活用されている。

当社では、この自動車における水素活用技術を適用すべく2018年9月、自動車業界で燃料電池の実用化に向けて先駆者として



図3 トヨタ自動車（株）様との連携

取り組んでいるトヨタ自動車（株）様と「水素活用による、鉄道と自動車のモビリティ連携の検討を開始」した（図3）。

燃料電池を鉄道に活用するには、鉄道固有の条件はあるにせよ、コスト面、信頼性向上の面から出来る限り自動車と共用の製品や考えを活用することが望ましいと考えている。そのため現在は要素開発として国際標準に則って製作された燃料電池自動車用水素容器を採用するにあたり、鉄道の使用環境を考慮した設計・安全性検証を実施している。具体的な内容としては「容器固定方法の検討」や車両の屋根上に燃料容器を搭載するために「搭載ユニットの検討」。そしてそのユニットが鉄道の部品で必要とされている振動や衝撃試験に耐えるものであるかどうかを検証するための「振動試験の実施」である（図4）。

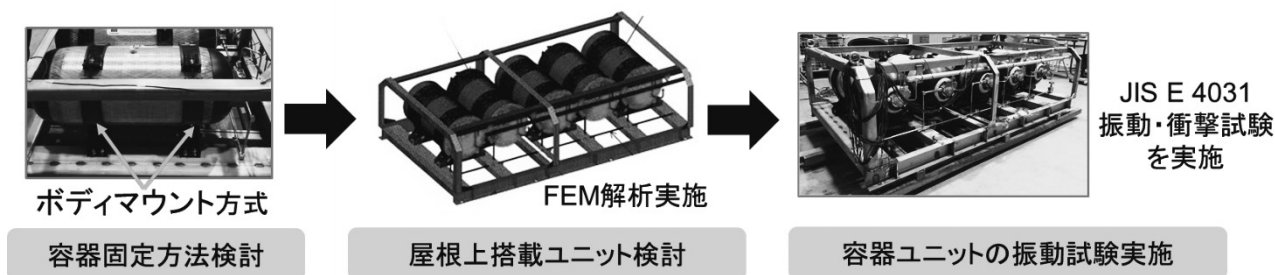


図4 要素開発の例

これに加えて、搭載ユニットと組み合わせる制御ユニットにおいて異常時に水素漏洩が発生した際、各種弁類が確実に動作し水素供給を遮断することの機能確認なども行うことで安全性の向上に努めている。

今後これら要素開発により一定程度的見通しが立った段階で、鉄道車両や充填設備においてシステムやハードで安全を確保できていることの実証試験を計画していく予定である。

4. おわりに

省エネルギーの開発は開発品を導入してもすぐにはコストダウンや省力化にはつながらない開発が多い。開発に携わる中で常に感じているのは省エネルギーとは実に地道な、そして我慢強い活動を伴った、しかしながら達成した時は前人未到の開発であろうということである。そして、エネルギー資源を持たぬ日本の企業にとっては大変重要な取り組みであると認識している。そのためには今自らが使っているエネルギーフローを理解し、どこを攻めることが有効かを理解できる仕組み作りも必要であろう。限られた資源を大事に使うことはもちろんであるが、新たなエネルギーのあり方を常に模索しながら開発を進めていきたい。

参考文献

- (1) JR東日本グループ CSR報告書2017
- (2) 野村悠二：省エネ運転操作による運転エネルギーの提言J-RAIL2017（2017）
- (3) 南之園弘太、橋本慎、高橋洋陽、戸田啓仁、川井聡大、安河内大：列車位置情報を用いた電力貯蔵装置の制御 平成30年電気学会全国大会5-219