

2016年1月10日提出

國學院大學 経済学部「演習IV」ゼミ卒業論文(担当教員 小木曾道夫)

JR 東日本の車両について

亀谷 侑

目次

はじめに	1
第1章 鉄道が動く仕組みと安全に動かす工夫.....	1
第1章第1節 なぜ鉄の車輪と鉄のレールなのか.....	1
第1章第2節 200年間変わらない駆動方式.....	3
第1章第3節 ATS と ATC の仕組み	4
第2章 新幹線における工夫や対策.....	5
第2章第1節 先頭形状のひみつ.....	5
第2章第2節 新幹線にはなぜ踏切がないか	6
第2章第3節 ささまざまな騒音・振動対策	7
第3章 在来線における工夫や対策.....	8
第3章第1節 "電車王国"ニッポン	8
第3章第2節 貨物列車や寝台列車にも進出	9
第3章第3節 在来線のスピードアップ.....	9
第3章第4節 車体を傾けてスピードアップ	10
第3章第5節 軽量化と高出力化を同時に追求.....	10
第3章第6節 電光掲示板と座席の進化.....	11
結論～なぜ JR 東日本は安全を確保できたか.....	12

はじめに

私は元々、いわゆる鉄道ファンであった。本稿では、そもそもの鉄道の動く仕組みや当たり前のように動かせることのできる安全性について論ずる。なお、本稿では会社によって安全面の考慮や電車の種類や形が違うため、JR (Japanese Railways、以下、「JR」と略す) 東日本の車両に絞ることにした。

第1章 鉄道が動く仕組みと安全に動かす工夫

第1章第1節 なぜ鉄の車輪と鉄のレールなのか

川辺(2012:18)は「鉄道はレールなどによってあらかじめ限定されたルートを車両が案内

されながら走行し、旅客や貨物を輸送する陸上交通機関である。状況に応じて進路を変えられる自動車や航空機、船舶などとは、この点が大きく異なっている。また車両を連結して長い編成を組むことで、大量輸送できる点も大きな特徴である」と鉄道を定義するとともに、その特徴について述べた。

一番の鉄道の利点というのは、陸上交通機関において最も一度に多量の人数を輸送できる場所だと私は考えている。先ほどの定義にもあるが、他の最も身近な交通機関としては自動車が挙げられるが、一度の輸送人数においては、鉄道が勝っている。それではなぜ鉄車輪と鉄レールで動いているのか。例えば自動車のようにゴムタイヤとコンクリートのレールではいけないのか。次にそれを述べていこう。

第1章第1節第1項 鉄レールと鉄車輪の組み合わせ

一般的な鉄道車両は、鉄車輪で鉄レールの上を走行するが、その理由として、材料に丈夫な鉄を用いることで、大きな荷重に耐えられるようにしている。それが副産物として輸送に必要なエネルギーの節約にもつながっているのだ。

川辺(2012:18)は鉄車輪と鉄レールの利点について「ゴムタイヤの車輪は、荷重がかかると変形して接地する面積が大きくなる。すると、接地部分での摩擦が増大し、車輪の回転を防げる力が大きくなってしまふ。一方、鉄車輪は、ゴムタイヤの車輪と比べるとほとんど変形しないため、鉄レールと接する面積は小さい。鉄車輪と鉄レールとの間に働く摩擦はもともと小さいため、車輪の回転を防げる力を小さくすることができる。そのため、より少ない力で車両を動かすことが可能となる。つまり、輸送に必要なエネルギーを節約できるのだ。鉄道輸送が環境にやさしいといわれるのはこのためである」と指摘した。つまり、自動車に比べ鉄道は車両の編成、それに伴う車輪の数が多いためにこれらを全てゴムタイヤに変えてしまうと、停車時は摩擦力が鉄車輪と鉄レールに比べて強いので停止距離が短くなると想定されるが、発車時にはその摩擦力でかなりのエネルギーが必要となってしまう。以上の理由から鉄道とはやはり鉄車輪と鉄レールで走行するのが最も効率的であると言える。

第1章第1節第2項 鉄道とその他の交通機関との比較

川辺(2012:19)は、鉄道とその他の交通機関(自動車、航空機、船舶など)とを比較しての長所と短所をつぎのようにまとめた。

長所としては・・・

- ・舵をとる必要がないので、複数の車両を連結することで大量輸送に対応できる。
 - ・輸送に影響する外部要因が少ないため、定時性が高い。
- などが挙げられる。

逆に短所としては・・・

- ・線路によって移動できる区間、経路が制限される。
 - ・列車運用がダイヤであらかじめ決められているので、利用時間の自由度が少ない。
などが挙げられる。
- このように鉄道はあらかじめ定められたルートを移動するものであり、車両に舵がない。

これらが自ら進路を決めて移動する他の交通機関と大きく異なっている。

第1章第2節 200年間変わらない駆動方式

川辺(2012:20)は粘着駆動とその問題点についてつぎのようにまとめた。

一般的な鉄道車両は、車輪そのものを動力によって回転させ、車輪とレールの間
に働く摩擦を利用して駆動している。

車輪とレールの接点には、車両を支えるための荷重がかかる。この荷重に比例して
働く前後方向の力を鉄道では粘着力とよび、この粘着力で駆動する方式を粘着駆動と
いう。これはもちろんゴム車輪で走ったほうが走るときの摩擦は大きい、車のよう
なゴム車輪より鉄車輪と鉄レールの方が鉄道に向いているというのは先ほど述べた通
りだ。そしてこの駆動方式というのは、世界初の蒸気機関車が誕生してから現在まで
200年近く変わらず使われていて、高速走行する新幹線も粘着駆動で走行している。

しかし、粘着駆動には問題点がある。それは、車輪の空転や滑走が起これると安定し
た駆動ができないことだ。

車両を加速させるため、大きな力で車輪を回すと、車輪が空転して力が伝わらない。
また緊急停車するため大きな力でブレーキをかけると、車輪がロック(回転停止)したま
まレールの上を滑る「滑走」が起き、かえって止まれなくなってしまう。鉄道の場
合、車輪とレールの間で働く摩擦が小さくなったことが、皮肉にもこのような空転や滑走
を起こす原因になっている。

この場合、ゴムタイヤでコンクリートを走る自動車の方が摩擦は大きいため、空転や滑
走は起こりにくい。鉄道においては、いかに空転や滑走を起こさず走ることが、確実かつ安
全に車両を走らせるためのポイントとなる。

空転や滑走を防止するには「コツ」がある。「それは、レールと動輪の間に前後方向に働
く摩擦による力をできるだけ維持することだ。鉄道ではこの力は先ほど述べた粘着力と呼
ばれており、動輪の回転を司る制御装置には粘着力を最大限に引き出せる工夫がされてい
る。要は車輪の回転をおさえるブレーキ力が車輪とレールの摩擦力を超えない強さに保つ
ことで車両を止めることができるのだ」(川辺(2012:216))。つまり、「ツルツルの氷の上で
ノーマルタイヤをはいた自動車やローラースケートをはいた人。どちらも接地面の摩擦が

小さく、鉄道に似ている。しかしこの状態では、ただ力いっぱい前進しようとしても、空回りばかりして前に動くことはできないし、止まりたくても滑ってしまって止まらない。進むのも止まるのも、力だけではなく『コツ』が必要なのだ。自動車だとじわじわとアクセルとブレーキを慎重に操作して空転、滑走を避ける」(川辺(2012:216))。

私たちが日常的に自動車を運転する際、例えば信号待ちから発車をするとき、どんなに急いでいても思いっきりアクセルを踏むことはないだろう。ブレーキを踏む時も同様に事故回避など以外では思いっきり急ブレーキをすることはない。それは無意識に急発進、急ブレーキをしたら自動車が空転、滑走をすることが分かっているからだ。空転、滑走しないギリギリのところまで制御しながら運転をしている。これに似た微妙な操作が鉄道の制御でも行われているのだ。

第1章第3節 ATS と ATC の仕組み

前節まではそもそもの鉄道が動く仕組みや工夫について述べてきたが、本節から鉄道の安全性について検討していく。

川辺(2012:30)は閉そくという考え方について、「鉄道の安全を守る信号システムは、『閉そく』という考え方が基本となっている。これは、区切った一つの区間に1本の列車の進入しか許さないことで列車同士の衝突を避ける、というものである。信号機は列車に進入してよいか停止しなければならないかを伝える役割をしているが、運転士がこれを誤認すると事故につながることもある」と述べた。

この考え方の発端として知られているのが、1962年に国鉄常磐線三河島駅構内で発生した国鉄戦後五大大事故の一つである「三河島事故」であった。列車脱線多重衝突事故である。「三河島事故」の概要はつぎのとおりである¹。

常磐線三河島駅構内で、貨物線から進行方向右側の下り本線に進入しようとした水戸行きの下り貨物列車(45両編成)が、出発信号機の停止信号を行き過ぎて安全側線に進入し脱線。先頭の機関車と次位のタンク車が下り本線上に飛び出した。

その直後に、三河島駅を4分遅れで出発し下り本線を進行してきた上野発取手行きの下り電車(6両編成)が下り本線を塞いでいた貨物列車に衝突。先頭車と2両目の車両が脱線し、上り本線上に飛び出した。

さらに約7分後、その現場に上野行きの上り電車(9両編成)が進入し、線路上に降りて移動中だった下り電車の乗客多数をはねた上、上り本線上に停止していた下り電車の先頭車と衝突した。これにより下りの先頭車と2両目の前部が原形を留めず粉碎された。上り電車は先頭車が原形を留めず粉碎され、2両目は築堤下に転落して線路脇の倉庫に突っ込み、3両目も築堤下に転落、4両目が脱線した。

¹ Wikipedia(2015)

この結果、死者 160 人、負傷者 296 人を出す大惨事となった。

この事故の原因として、貨物列車の運転士の信号現示の誤認（右カーブの上り勾配を走行していたため信号機が見えづらく、さらに本線の閉そく信号機が先行列車のために進行現示しているのが見えたので、自分の進路が開通したと錯覚した）だったが、先ほどの定義で述べた通り、三河島事故のように運転士が信号システムを誤認してしまうとこのような重大事故につながってしまう。

このような事故を防止する代表的な保安装置に ATS(Auto Train Stop apparatus:自動列車停止装置)と ATC(Auto Train Control apparatus:自動列車制御装置)がある。これらは信号機と連動して、必要に応じて列車のブレーキを自動的に作動させるという役割を持つことで共通している。

川辺 2012:30)によると、「ATS は赤(停止)信号であるにもかかわらず列車が進入しようとした場合に、自動的にブレーキをかけて停止させるものである。信号機の一定距離前方の線路には ATS 地上子が設置されており、電波を介して停止信号が列車に伝えられる。現在使用されている ATS には、大きくわけて S 型と P 型がある。P 型は S 型を大幅に改良したものであり、走行速度をチェックする速度照査機能を有している。安全性は向上するが設置費用がかかるため、都市部を中心に普及している」。2005 年 4 月 25 日に起きた JR 福知山線脱線事故では電車が制限速度を超過して走行していたにも関わらず、この ATS が正常に作動していなかったことも脱線事故の原因の一つともされている。

川辺 2012:30)によると「ATC は、先行列車との間隔、線路の状態などに応じて列車の走行速度を自動的に制御するものである。地震や線路トラブルなどの緊急時でも、瞬時に列車に停止信号が伝わるため、より安全な列車運行ができる。現在のように車内信号機とあわせて本格的に導入されたのは、昭和 39 年(1964)に開業した東海道新幹線が日本で最初で、現在では一部の JR 在来線や私鉄、地下鉄などでも使われている。信号は、地上子ではなくレールを流れる信号電流として連続的に伝えられるようになっており、列車は、それを床下の受信機で受電して速度調節を行う」。

第 2 章 新幹線における工夫や対策

第 2 章第 1 節 先頭形状のひみつ

本章では、新幹線のことについて触れていきたい。日本の新幹線は世界でもナンバーワンと言われるほど、高速運転またはそれに伴う安全管理を徹底している。当然、JR の在来線の車両と比べても車両の形や性能は変わってくる。

川辺(2012:48)はトンネルソニックブームについてつぎのように指摘した。

新幹線車両の先頭形状は、JR 化後に誕生した 300 系から大幅に変わった。これは、国鉄時代に停滞していた先頭形状の最適化の検討が本格的に行われたためである。

先頭形状に求められるものには、空気抵抗を減らすこと、列車がすれちがうときの車体の揺れを減らすこと、空気の乱れで最後尾の車両が左右に揺れないことなど多岐にわたる。それらの中でも特に対策が求められているのが、トンネル進入時に発生する騒音の低減である。

トンネルに高速で列車が進入すると、空気が急激にトンネル内に押し込められて圧縮波が発生し、出口に伝わって大砲を撃ったような大きな音が発生することがある。これは、トンネルソニックブーム、トンネル微気圧波などとよばれ、山陽新幹線開業時から問題になっていた。

のちの検討で、スラブ軌道(砂利ではなく、コンクリートの板にレールを固定する軌道)の長いトンネルで起こりやすいことがわかり、騒音が発生しやすいトンネルの出入口に緩衝工とよばれる防音装置が設けられたが、これだけでは効果は限られる。

最速で 300km/h 以上で走行する新幹線だが、やはりその騒音問題については最も考えていかなければならない問題である。しかし、これだけではトンネル進入時のトンネルソニックブームの根本的解決にはならない。

そこで車両の先頭形状の見直しが検討され、空気抵抗の軽減を目指す策をとった。先端から徐々に断面積が増加する形状にして、トンネル内で急激な気圧変化が起こりにくくした。理想的には先頭車のノーズ部分を長くするのが望ましいが、それでは客室がせまくなってしまう。そのため、現在活躍している新幹線車両の先頭形状は、短いノーズでありながら最大限の効果が引き出せるよう、三次元的に複雑な形状となっている。

第2章第2節 新幹線にはなぜ踏切がないか

日本で起こる鉄道事故の多くは、踏切で発生している。川辺(2012:50)は新幹線で踏切をなくすための対策について、つぎのように指摘した。「新幹線の線路では踏切を一切なくすため、徹底した立体交差構造を採用している。また、線路に防護柵を設置することで、人や動物などが入れないようにし、列車との接触事故を防止している。これらも日本の新幹線ならではの特徴だ。人口密度が高く、列車の運転本数と道路の交通量が共に多いためである。立体交差する部分には、盛土(もりど)や切取(きりとり)といった土構造物や高架橋などが設けられている。これらの建造物は踏切をなくすためだけでなく、線路における勾配を減らすためにも重要な役目をしている」。この盛土や切取は首都圏の都心部などにはあまり見られないが、郊外都市部などでよく見られる傾向がある。これにより新幹線における事故の発生率は格段に下がるだろう。しかしこれらにも長所だけでなく短所もあることを抑えておきたい。

川辺(2012:50)は、「構造物は、在来線や東海道新幹線で多く使われているが、建設費が安価である反面、降雨量が多くなると崩れたり、振動などによって変形し、レールの高さ位置などが変化する可能性がある」と指摘した。これでは線路の微妙な歪みなどにより安全走行が約束されなくなってしまう。そこで、山陽新幹線以降に建設された新幹線には、より強度が高い高架橋などのコンクリート構造物が多く使われるようになった。

そして、川辺(2012:50)は山陽新幹線以降の対策についてつぎのようにまとめた。つまり、「東北・上越新幹線では、雪害対策のため、特に多く高架橋が使われた。しかし、あまりにもコストがかかったので、北陸(長野)新幹線では、建設費削減のため、極力高架橋を使わない構造となった。改良した土構造物にコンクリートのスラブ軌道を設置することで、線路をできるだけ地面に近い位置に下ろし、道路や在来線が線路の上または下を通るようにしているのだ。このような構造は、東北新幹線の新規開業区間(盛岡～新青森間)でも採用されており、建設費の大幅な低減を実現した」。バラスト軌道ではバラストは列車が通過する際の振動などにより飛び散るなどの周囲に対する危険性があるため、高架橋に使用することが難しいのである。

第2章第3節 ささまざまな騒音・振動対策

第2章第2節より新幹線の安全対策のことについて触れてきた。今となれば新しい新幹線車両が登場するたびに最新のサービス、安全管理の向上がなされてきているが、絶対に事故が起きてはならない新幹線走行における最大の壁はそのスピードである。川辺(2012:70)は東海道新幹線が開業時の騒音・振動対策について、つぎのように指摘した。

新幹線におけるスピードアップの最大の壁は、列車の走行性能というよりは、沿線への配慮にある。どれほど列車の速度が速く乗り心地が良くても、沿線に悪影響を及ぼす騒音や振動が大きくなっては、公共交通機関としての使命を果たせてないからだ。

だが東海道新幹線が開業した当初は、沿線への影響はほとんど考慮されていなかった。線路の両側には、今のような防音壁がなく、伝わる振動を減らす工夫もされていなかった。このため、列車の運転本数が増えるたびに沿線の環境は悪化し「新幹線公害」という言葉も生まれ、名古屋では訴訟問題に発展した。これがのちに新幹線建設が反対される要因になり、東北新幹線の東京駅乗り入れが大幅におくれた。新幹線のスピードアップは、沿線環境を悪化させるとして長らく見送られたが、それが利用者離れを招く要因にもなった。そこで、地上設備と車両の両方で騒音や振動を減らす工夫が行なわれた。

確かにあれほど高速で走る新幹線ではこのような問題が起きても不思議ではない。かつては「新幹線公害」ともよばれていたがこれらの問題を一つ一つ解決していったのは幾度に渡る実験や調査などによる成果なのだろう。川辺(2012:70)は東海道新幹線開業後の騒

音・振動対策について、つぎのように指摘した。

地上設備の工夫としてまず挙げられるのが、線路の両側への防音壁の設置だ。列車通過時に発生する騒音を遮断し、沿線に伝わるのを防ぐのが目的だ。東海道・山陽新幹線では、後で追加されたが、東北・上越新幹線以降は開業時から強固な防音壁が設けられた。

騒音・振動問題が深刻だった東海道新幹線では、高架上の線路のバラストの下に防振マットが敷かれた。高架橋を通じて沿線に伝わる振動を減らし、高架橋そのものが振動する音を小さくするためだ。

車両も改良された。先頭形状の最適化やパンタグラフの改良、車両の軽量化によって、騒音や振動が低減された。これによって、列車のスピードアップが可能になり、東海道新幹線の最高速度は時速 220 キロから時速 270 キロに引き上げられた。

このような工夫や対策は、今も続けられている。これからの時代における新幹線の新型車両の最優先目標は騒音や振動の低減と言っても過言ではないのだろうか。沿線の人口密度が低いために振動や騒音が問題にならない国もある。「逆に言えば、それだけ日本の新幹線では特殊な環境で列車が走っていることになり、独自の工夫が必要になる」(川辺(2012:70))。

第3章 在来線における工夫や対策

第3章第1節 "電車王国"ニッポン

ここからは在来線について考えていきたい。川辺(2012:114)は「日本は、旅客用車両の9割を電車が占める電車王国である。路面電車から新幹線に至るまで、さまざまな鉄道で電車が活躍している。また、都心部では長編成の電車が頻繁に運転され、世界に類を見ない高密度大量輸送を実現している」と指摘した。では、なぜ日本は電車王国なのであろうか。川辺(2012:114)は続けて「これほど電車が普及した背景には、国内の鉄道の条件に合っていたことや、制御装置の開発を支える電子技術に長けていたことが関係している」と述べている。日本は面積が小さいのにも関わらず、人口密度が高いため、人々の移動手段が最も適していたのが鉄道であったのだと私は考える。

「日本最初の電車については、解釈が分かれるが、明治23年(1890)に博覧会の展示品として上野公園で運転されたものが、一般的に最初とされている。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である」(川辺(2012:114))。

当時はまだ技術が進歩していなかったため1両での運転が主流だった。技術の進化とともに総括制御の技術が確立され、そののちに複数編成による大量輸送が可能となった。

第3章第2節 貨物列車や寝台列車にも進出

第3章第2節第1項 乗り心地改善という課題

一般的に、乗り心地では電車はモーターを搭載していない客車に劣ると言われている。モーターや制御機器など車体の揺れや騒音の原因になるものを搭載しているからである。「しかし、台車構造の改良などにより、電車の乗り心地が大幅に改善されると、客車主体で構成されていた旅客列車の常識は覆されることとなった」(川辺(2012:216))。

「昭和30年代に登場した『湘南電車』や『こだま形特急電車』は、旅客列車における電車の新しい可能性を示した代表例である。これらは、電車の長編成・長距離運転の実用性を証明しただけでなく、その優れた加速・減速性能によって所要時間の短縮も実現し、旅客列車における電車の優位性を示した。さらにこれらの技術は新幹線に応用され、時速200キロを超える高速運転が『電車』で実現できることが示された」(川辺(2012:216))。時代をたどっていくと、現在のような長編成、長距離運転の電車の歴史は約60年前に遡るのだ。この60年が長いのか短いのかは個人的に感じることは違いうだろうが、私にとって60年間でここまで進歩した技術というのは実に素晴らしいことだと考えている。そして同時にこの先に進歩し続ける技術が待ち遠しくなる。

第3章第2節第2項 寝台列車や貨物列車にも進出

「近距離から長距離の輸送まで幅を広げた電車は、国内で急速に普及し、特に乗り心地が重視される寝台列車にさえも電車が導入された。また、最近では貨物コンテナを高速大量輸送する貨物電車も登場し、活躍の場を広げている。さらに、地下鉄などではコンピュータと連動したATO(Auto Train Operation apparatus=自動列車運転装置)によって自動運転も行なわれており、輸送手段である鉄道そのものの可能性も広げている」(川辺(2012:216))。この自動運転は現在、東京メトロの副都心線や丸ノ内線などで行われている。コンピュータ管理のもとに行われており、安全性を重視した運転になっているため、手動運転でお客さんの乗り心地を考えた運転をしていた頃よりはるかに乗り心地が悪くなったとの声が相次いでいる。個人的にもこの自動運転はかなりのストレスを感じてしまう乗り心地である。事故率は下がるものの、自動運転にはこういった問題点もある。

第3章第3節 在来線のスピードアップ

この節では、JRの在来線におけるスピードアップの工夫について、この節と次の節にわたって述べていく。

川辺(2012:76)は鉄道的高速化について「鉄道の歴史は、速く移動したいという人々の欲求に基づくスピードアップの歴史でもある。日本でも、列車のスピードアップのために様々な試みが行なわれてきたが、在来線での高速化には限界があった。この限界を超えた高速運転を行なうため、在来線とは別に高速専用線を建設して誕生したのが新幹線である。しかし、経済的理由もあって、新幹線を建設することが必ずしも得策ではないと考えられた

地域では、在来線をスピードアップすることになった」と指摘した。在来線はコスト面、土地の広さなどで新幹線に劣ってしまう。そのため現在のスピードからさらにスピードを上げることは容易なことではないのだ。

川辺(2012:76)によれば、「日本の在来線には異常が発生しやすい箇所が多く、その発見の妨げとなる、カーブなどの見通しの悪い区間も多い。そのため、制動距離(ブレーキをかけてから停止するまでに移動する距離)が600メートル以下となる速度で走行することが運転規則で定められている。この値は海外の鉄道と比較すると極めて厳しく、運転における最高速度はこれによって制限されている。単に車両の走行性能などを上げただけでは速達化につながらないのは、このためである」。個人的な意見だが、在来線というのはそもそも高速運転に向いていない。一番の理由は著者も述べた通り、カーブが多すぎるからだ。高速で遠距離に向かう新幹線とは違い、近距離に最短ルートで向かうのが在来線である。同じ電車でも用途、目標が違ふと私は考える。しかし、その上でも在来線においては最大限にスピードアップを考える必要はあると感じる。さきほど述べたカーブのスピードこそがスピードアップにつながるヒントになるのではないだろうか。次の節で考えていくことにする。

第3章第4節 車体を傾けてスピードアップ

前節で述べたが電車の走行において最もスピードの変化が表れるのはカーブ走行時である。そのカーブ走行時のスピードこそが列車の根本的なスピードアップに向けたカギなのではないだろうか。

川辺(2012:78)によると、「急カーブが連続する区間では、車体を傾ける車両が導入されている例がある。これは乗り心地を良くし、カーブでの通過速度を上げるのが目的だ。車両がカーブを通過すると、遠心力によって乗客に横Gと呼ばれる力が働き、乗客の不快感が増す。そこで車体をカーブの内側に傾けると、横Gが小さくなる。これによって、乗り心地を損ねないまま従来よりも速くカーブを通過することができ、所要時間の短縮が図れる」。さらにカーブでのスピード変化が小さくなることにより、車両の揺れも小さくなり、この面においても乗り心地がよくなるといった利点もある。車体を傾ける方法はおもに2種類があり、それが振り子式と空気バネ式である。日本で採用されている振り子式は、遠心力を使って車体を傾ける自然振り子だ。

第3章第5節 軽量化と高出力化を同時に追求

第3章第5節第1項 電車を動かす装置

川辺(2012:122)によれば、「電車はモーターの力で動いている。そのモーターの回転の調節(制御)、車輪への回転力の伝達(駆動)、外部からの電源の確保(集電)を行なう機器は、電車が走る上で欠かせない」。ここでは、それぞれの電車が走行する際の機器の構造について解説していく。

第3章第5節第2項 制御装置の発達

「日本では、電車の車両数が電気機関車より圧倒的に多い。電車そのものの保守作業が簡略化され、省エネ化が進められれば、鉄道全体の維持費低減や省エネ化の効果は大きくなる」(川辺(2012:122))。鉄道を動かす際にはこのような維持費低減や省エネ化も考えていかなければならない問題の一つである。そして省エネ化を進めるには、それと同時に車両の軽量化も求められる。「いくら省エネの制御方式が開発されても、機器の重量が重くなるとは十分な効果は期待できない。電車の開発では、このような運用コストを下げるための工夫をしながら、高出力化という、相反するような要求に応えなければならない。また、車体内に旅客を乗せる関係上、機器を床下などに収められる程度に小型化しなければならない。それらの鍵となる制御装置の検討は、従来の抵抗制御の欠点をカバーすることを目的として行なわれてきた」(川辺(2012:122))。

第3章第5節第3項 VVVF インバータ制御の導入

このような省エネ化を目指していく中で登場した制御方式がある。それが VVVF インバータ制御だ。「省エネ化、保守簡略化、機器の軽量化を図りながらも高出力化を実現する理想的な制御方式であり、車輪の空転や滑走を防止する制御システムと組み合わせることで、安定した走行性能が得られるようになっている。このため、現在新造されているほとんどの電車に導入されており、抵抗制御やサイリスタチョップ制御で登場した電車も、最近になって VVVF インバータ制御に改造されるケースもある(川辺(2012:123))。この VVVF インバータ制御は川辺(2012)が述べているように、省エネ化だけでなく、乗り心地にも長けた超エネルギー快適車である。

第3章第5節第4項 進化した電気ブレーキ

VVVF インバータ制御のような制御装置の改良により、電気ブレーキも進化している。「電力回生ブレーキの回生効率向上は、さらなる省エネ効果を実現している。また、停車する寸前まで働く純電気(全電気)ブレーキの実現により、制輪子の摩耗が最小限に抑えられるようになった」(川辺(2012:123))。制御装置やブレーキの改善で電車の乗り心地は飛躍的に良くなったとされている。鉄道における安全性や快適さは、これからも求め続けていくであろう。

第3章第6節 電光掲示板と座席の進化

第3章第6節第1項 車内設備の改善

鉄道会社にとって特急列車というのはその会社の思いやりやサービス精神が表れていると感じる。成田空港へ向かう「成田エクスプレス」には各車両にスーツケースを置くスペ

ースが設けられており、これから飛行機で海外へ飛び立つ人にも荷物が邪魔にならないひと時を提供する。はたまた観光地の伊豆急下田へ向かう「スーパービュー踊り子」には車内で小さな子供が楽しめるプレイルームも存在する。特急列車には速さだけでなく快適さや利便性など特急料金に見合った車内サービスが求められる。

車内設備の充実は、車内サービス向上のための重要な課題であるが、国鉄時代は高度経済成長期に急変した時代のニーズに追従できず、十分対応できなかった。そのため、ニーズにこまめに対応した自動車や航空機に大幅な遅れをとり、結果的に鉄道離れが進んでしまった。

JR 化後に新製された特急形車両では、国鉄時代の特急のイメージを払拭するかのように入内整備が一新され、快適さと利便性は飛躍的に向上した。ここでは、そうした車内設備の中から電光掲示板と座席について紹介する。

第3章第6節第2項 電光掲示板

最近の鉄道車両はカラフルな電光掲示板を備えており、行き先や停車駅などを乗客が確認しやすくなった。

これらの多くには、近年急速に発達した LED(発光ダイオード)が使われており、特急形だけでなく通勤形車両の案内表示にもよく使われている。LED の大きな利点は、寿命が半永久的であることで、交換が不要なため生面面で優れている。また、様々な色で明るく発光するため、現在では一般的になった客室ドア上の電光掲示板や車内外側の行先表示板などに用いられている。最近では英語表記に切り替わるものも多く、乗客が行き先や停車駅などを確認しやすくなった。また、車内放送での案内を減らすこともでき、車内の静粛性の向上にも寄与している。

第3章第6節第3項 座席

「特急形車両の座席は、現在ではほとんどが回転式リクライニングシートとなっているが、長時間乗車しても疲れないう、座席の形状などの改良が続けられている。また、リクライニング機構にも工夫を凝らし、JR 東日本の新型車やリニューアル改造車には、背もたれと座面が別々に動くシートが使われている。さらに、航空機では早くから導入されていた広い座席テーブルも今では一般化しており、駅弁を食べたりパソコン作業などがしやすくなっている」(川辺(2012:84))。特急列車は運賃とは別に特急料金を支払って乗る、いわば「特別な列車」というイメージではないだろうか。近年登場する特急列車は快適さや非日常空間までも演出するものまでである。次に特急列車に乗るときはこのような特急列車ならではの演出を感じながら乗ってもらいたい。

結論～なぜ JR 東日本は安全を確保できたか

私が考える JR 東日本が安全を確保することのできた最大の理由は、国鉄時代からの長い

亀谷 侑「JR 東日本の車両について」
(2016年1月10日提出 ゼミ卒業論文)

歴史の中で起きてきた数多くの事故を教訓にして対策を取ることができたこと、利用者のニーズに合わせた車両の製造やデザインなどを幾度となく研究してきたことなどが挙げられる。例を挙げると、第1章第3節でのべた「三河島事故」を教訓にATSやATCの設置が義務付けられた。これにより信号機の見落としの際にも衝突などの事故が起こらなくなる。同じ鉄道車両でも新幹線と在来線では、心地よい乗り心地のための工夫がそれぞれ分けて考えられていることなど、数多くの車両を保有するJR東日本ならではの工夫や取り組みがされているため、このように毎日安全に鉄道を動かすことができるのではないだろうか。これから先も利用者からの信頼を得て走る鉄道だからこそ、安全管理や快適さの追求などを日々善処していかなければならないと私は考える。

【参考文献】

【書籍など】

川辺謙一(2012)『鉄道車両メカニズム図鑑』学研パブリッシング
大宮鉄道博物館(未刊行)「展示物の解説」(本文中では、「鉄道博物館」と称す。)

【Web コンテンツ】

Wikipedia(更新年 2015年10月22日)「三河島事故 - Wikipedia」
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E6%B2%B3%E5%B3%B6%E4%BA%8B%E6%95%85>