

民鉄でも利用できた。JRが民営化してすべての鉄道会社は私鉄と公営鉄道となった。技術力を持つJRが開発した技術は、他の鉄道は対価を払わなければ利用できない。

日本の鉄道会社の規模と技術力には大きな差がある。弱小規模の会社は、自前の技術開発力のもとより、新技術を購入する力もない。国の保護行政に助けられて運営されてきた。自己責任を謳う規制緩和は、同時に保護もなくなることを意味する。安全運行技術やメンテ技術の支援にも課題がある。



12 鉄道車両

産業保護育成政策の下で育ってきた鉄道車両工業は、円安時代には国際競争力を持つことができたが、円高になると共に国際競争力を失ってしまった。国内市場に依存している工業であるが、開放市場の下で国際競争力を失えば存続は望めない。

まずはコスト低減を実現しなければならない。輸出ばかりでなく、国内の鉄道会社も前述のように、今後はなお一層価格に厳しくなる。

部品の共通・共用化を図り、車両受注の際の仕様や契約条件を明確化して、手戻り作業をなくし、問題が生じたときの責任の所在を明らかにするなど生産を合理化する。さらに、開発途上国の技術力が高まっているので、部品の国際調達や国際分業を展開する時期となっている。

良くて安いという二律背反の要求を両立させるには、研究開発、設計、試験、製造、メンテナンス、廃棄というライフサイクル内のすべての情報が設計時に一元化されなければならない。ところが、国鉄時代は製造のみが車両メーカーの仕事で、他のすべては鉄道会社（国鉄）というユーザー側に属していた。現在では設計作業の幾分かはメーカー側に移されたり、一部の鉄道会社が車両製造を始めたりしているが、相変わらず情報の一元化はなされたとは言えない。車両メーカーはこの弱点を補う知恵を絞り出さなければならない。いつまでも鉄道会社に寄生していたのでは国際競争に生き残れない。



13 あとがき

ヨーロッパでは鉄道ルネッサンスと言われ、日本でも環境に優しい省エネルギー交通として鉄道が見直されている。日本の鉄道旅客需要はEU全部のそれに匹敵するくらい大きい。それほど日本の鉄道産業は大きいと言える。そ

れだけに、鉄道分野での日本の責務は大きい。

日本の鉄道の先人は東海道新幹線を実現して、高速鉄道の未来を拓いた。また最近では国鉄を民営化して、鉄道経営の未来を拓いたと言える。

鉄道は蒸気機関の発明をいち早く取り入れて蒸気鉄道時代を築き、第一次産業革命を担ったと言われる。現在進行中の情報・通信革命を取り入れて、鉄道を労働集約産業から知能集約産業へと脱皮させたい。速く、安く、安全で、便利で、楽で、楽しい21世紀鉄道の構想を生み出す「知恵」が求められている。

(原稿受付 1996年12月16日)

● 文 献 ●

- (1) (財)矢野恒太郎記念会編, 数字で見る日本の100年, (1991), 国勢社.
- (2) 運輸省編, 運輸白書, (1995), 大蔵省印刷局.
- (3) 運輸技術審議会, 21世紀に向けての鉄道技術開発のあり方について, (1994).



櫻井 紘一

Koichi SAKURAI

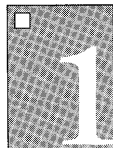
◎1944年8月生まれ

1967年東京大学工学部卒業。日本国有鉄道入社。1987年西日本旅客鉄道(株)入社。1992年取締役車両部長を経て、1995年から常務取締役

◎研究・専門テーマは鉄道車両開発

◎正員、西日本旅客鉄道(株) (〒530 大阪市北区芝田2-4-24)

II. 21世紀の高速新幹線のパラダイム



1 鉄道高速化の歩み

1825年イギリスにおいて20 km/hで鉄道営業が開始されて以来、より早く走るため努力が続けられ約100年で営業速度は160 km/hに達した。その後しばらく高速化は進まなかったが、1964年日本において210 km/hの新幹線が登場し、世界的な高速列車時代の新たな幕開けとなった。これに新しい鉄道の可能性を見出したヨーロッパ各国は新幹線を参考としながら高速化の取り組みを再開し、1981年フランスは新幹線を研究し新たに開発したTGVで260 km/hの営業運転を開始し、さらに1989年には300 km/hを実現させた。

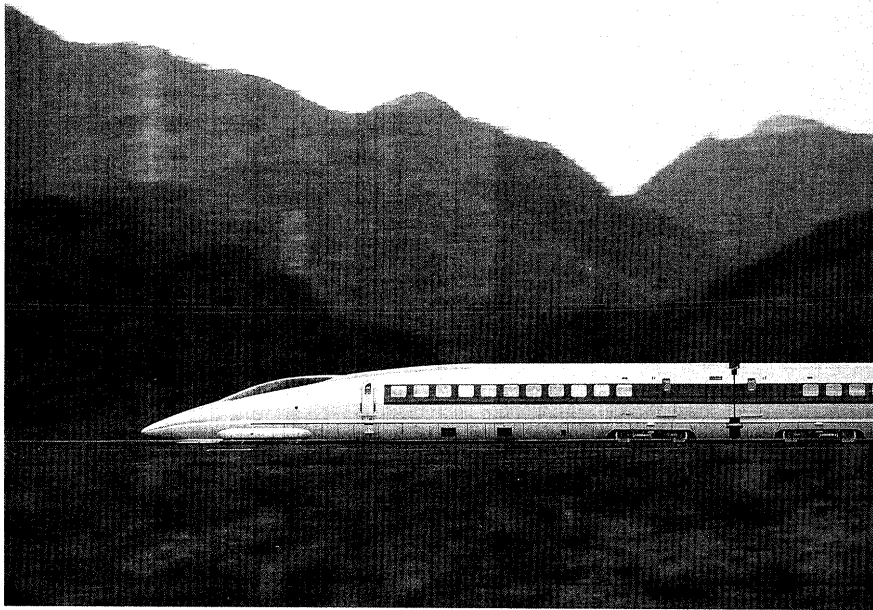


図 1 疾走する 500 系新幹線

一方、日本の国鉄（日本国有鉄道）では残念ながら新幹線の開業以後、環境・経営問題などによって約 20 年間に及ぶ高速化の停滞期に陥ることとなったが、TGV の活躍や、1987 年の国鉄改革を契機に、再び高速新幹線開発が盛んに行われるようになった。高速試験車による一連の取り組みが各社でなされ、これらの成果として、1992 年に 300 系による 270 km/h 運転、1997 年に E2'、E3 系による本格的な 275 km/h 運転、そして幣社が開発した 500 系（図 1）による世界最速の TGV とならぶ営業速度 300 km/h 運転が実現した。



2 新型新幹線 500 系の開発

2-1

環境問題を克服した 300 km/h 運転をめざして

西日本地域では空港、高速道路など対抗輸送機関のインフラ整備が急速に進められてきており、山陽新幹線もいっそうの高速化による利便性向上に取り組むことが不可欠であった。

高速運転実現のためには、従来からの鉄道技術に加え、新たに顕在化した空気力学的諸問題を解決する必要がある。高速化に伴い急増する空力音（風切り音）、トンネル突入時に発生する衝撃音（いわゆる微気圧波）や、トンネル走行中に生じる車体動揺などの現象である。特に山陽新幹線はトンネル・スラブ軌道がいずれも約半分を占めるといふ特殊条件を有しており、線形と保守性に優る反面、高速化に伴う環境、乗り心地の問題解決が重要課題であっ

た。

「より静かに、より快適に」—環境と人に優しい 300 km/h 運転の実現—をコンセプトに、新たにブレークスルーした 500 系新幹線を開発した。

2-2

高速走行性能と軽量化

高速走行実現のためには小形軽量かつ高出力な車両を作ることが基本である。500 系車両では余裕ある走行とするため最高速度 320 km/h を設計仕様とする一方、軌道破壊や、地盤振動等に与える影響を考慮し徹底した軽量化にも努めた。

16 両すべてを電力回生ブレーキ可能な電動車とすることにより、十分な加速力を得るとともに、付随車用電気ブレーキを不要にした。保守の容易な VVVF 方式を採用し 4 両 1 ユニットで機器集中による軽量化も図った。台車は軸ハリ式ボルスタレス方式で走行性能と軽量化の両立を図った。車体構体には軽量化と強度・静粛性の確保のためアルミニウム材を新規導入した。これらの結果、出力、強度は 300 系の約 1.5 倍であるが編成重量は 300 系並みに抑えることができた。

2-3

空気力学的諸問題の解決

パンタグラフの空力音を低減するため、集電舟と支持柱からなるシンプルな T 字形の翼型パンタグラフ（図 2）を開発した。

トンネル微気圧波対策のため、列車先頭部は超ロングノーズとし、車体形状は丸形小断面とした。さらに、車体表

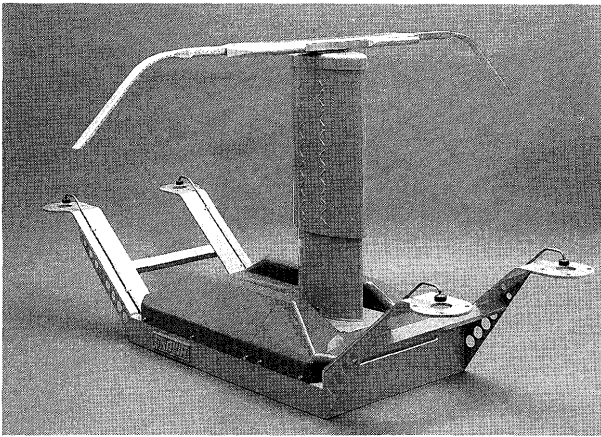


図2 翼型パンタグラフ

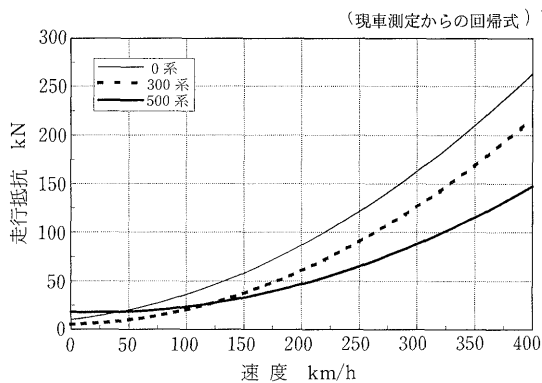


図3 走行抵抗比較

面の平滑化，床下機器はボディーマウント化等を行った。その結果，走行抵抗は同速度で300系の約30%減となった(図3)。徹底した軽量化および電力回生ブレーキの使用も相まって省エネルギーも図ることができた。

2-4 車体左右動揺の抑制

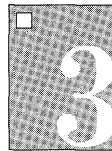
台車・車体周りのバネ，ダンパをシミュレーションや現車走行を重ね徹底的に調整するとともに，隣接車体同士を結ぶダンパを全車間に取り付けた。さらに，動揺を加速度センサで検知しダンパ特性を動的に制御して動揺を半減させるセミアクティブサスペンションを鉄道車両として初めて実用化した。これらにより良好な乗り心地を実現した。

2-5 操作性，保守性の向上

はん雑なボルト点検を一掃すべく，ボディーマウントなど床下部は大幅なボルトレス化を図った。また運転・故障時の情報を車上モニタに統合しコンピュータによる情報処理機能を搭載した。

2-6 地上設備の改良

高速化に対応した集電性能向上のため，全線にわたり架線張力を約30%上げた。また，一部曲線について遠心力の影響を緩和し乗り心地を確保するため軌道の傾きを増す改良も行った。



次世代新幹線の開発

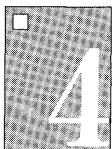
500系の誕生にはパワーエレクトロニクス，制御，情報通信，シミュレーションなどの新技術の発達を大いに活用した。また，走行安定性，集電性能，列車騒音など車両と地上の境界現象が大きな課題となり，多部門にわたる連携が巨大システム技術開発に重要な役割を果たした。さらに300 km/hは航空機の離陸速度を上回り，空気の影響が走行性能，沿線環境，乗り心地に相当影響を及ぼす領域での高速化技術開発であり，空気力学の研究のウエートが非常に重要であった。

今後のさらなる高速化の開発においても，500系の開発と同様，個々の技術開発及びこれらを構成するシステム技術に加えて新たな分野の課題解決など幅広い分野にわたる技術の結集が必要になるものとする。

最高速度に関しては既にTGVが515.3 km/h，300 Xが443 km/hを試験走行で達成している。従って今後は営業速度をいかに向上するかが課題であり，350 km/h以上の営業運転に向けた次世代新幹線の開発を行う予定である。

到達時分を短縮するには最高速度だけでなく，曲線での速度も上げることが有効であり，曲線で車体を傾斜する装置とその関連技術の開発が求められる。次世代新幹線は一段と技術革新したイメージ一新の車両になるであろう。

なお，主としてコスト低減の観点からは既に700系の共同開発に着手している。



21世紀の鉄道を展望して

今後の鉄道を取り巻く環境を展望すると，利用者の要求するサービス内容はますます多様化，高度化していくであろう。また地球環境の保全に対する社会的使命が問われるようになる。一方，少子化の時代を迎え労働人口構成が変化し高齢者，女性の比率が増していくと考えられる。

こうした状況のもとで公共交通としての鉄道の社会的重

要性はいっそう高まると考えられ、新幹線には、安全性の確保はもちろん速達性、環境、乗り心地、保守性、情報化のいっそうの向上が求められる。

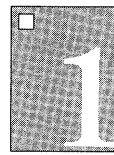
また、今後の高速化では、よりコストを意識した取り組みが重要となり既存路線の活用や、低コスト新線を前提とする速度向上が大きな比重を占めてくるだろう。

これらは高速鉄道ネットワークの構築を目指すヨーロッパ各国とも共通の課題になりつつあり、国境を越えた技術協力に発展する可能性もある。

このほかフレキシブルな輸送を提供できる自動的に編成を分割併合する高速新幹線の導入や新幹線と在来線の直通運転を可能にする台車も開発されるであろう。

鉄道の発展においては、経験工学の累積的進歩と新技術の開発導入ブレークスルーの両輪が必要である。さらに産業界と大学との連携もいっそう重要となると思われる。我々は、今後とも世界の鉄道技術の最先端レベルでの研鑽^{けんさん}を続け、社会にとって夢のある21世紀の高速鉄道を目指していく所存である。

(原稿受付 1996年12月24日)



高速鉄道技術と時間短縮

1-1

新幹線の高速化

鉄道による旅行は、3~4時間程度が最も旅客に好まれると言われている。新幹線の乗車時間3時間台で行ける距離は、220 km/h 運転の「ひかり」号では、東京-岡山間であったが「のぞみ」号の270 km/h 運転により東京から広島まで行けるようになった。これは高速化の成果である。

それでは、今後の高速化による時間短縮を目指して、新幹線列車の速度は、どの位まで上がるだろうか。列車の高速化は、高速車両以外に軌道、架線、運転保安システム、人間科学、環境対策等の種々の要素から総合的に検討されるものであるが、鉄道総研〔(財)鉄道総合技術研究所〕の検討では、ある走行条件のもとで、粘着走行限界は455 km/h 前後との結果を出している。実際の国内高速試験ではJR東日本〔東日本旅客鉄道(株)〕のSTAR 21, JR東海の300 X, JR西日本のWIN 350 高速試験列車による記録で、350~443 km/h 台を達成している。またフランスのTGVでは、これもある条件下における高速試験結果であるが、515 km/h 台の実現をみている。このように現在では、試験的には、かなりの高速走行が実現している。

営業列車の最高速度は、天候、車両状況など、種々の変化する状況の下で正確な時刻で運転されなければならないので、車両の能力に余裕を見て高速試験速度より低めにセットされる。JR西日本の500系新幹線列車は、既に3月から、300 km/h 営業運転を始めている。その後の見通しについては、現在の技術的進展をみると、10年後程度に350 km/h 営業運転が実現するだろう。そのための課題の一つである台車の走行安定性については、高速で蛇行動の発生しないことなどが必要であるが、現在の新しい軽量ボルクスタレス台車の性能が良いので、将来の高速台車構造もこの延長線上にあるだろう。

15~20年後には営業運転速度がさらに向上される可能性がある。この高速度の実現については、車両の走行性能もさることながら、高速化による時間短縮効果と、環境に与える影響、所要エネルギー量、軌道の保守面等の総合的な見地からの検討が充分になされることは言うまでもない。

1-2

新幹線に振り車両

350 km/h 以上になると、新幹線でも半径の小さい曲線



若生 寛治

Kanji WAKO

- ◎1938年11月生まれ
1960年東北大学工学部卒業。同年日本国有鉄道に入社。1987年より(財)鉄道総合技術研究所、1995年同理事
- ◎研究・専門テーマは鉄道車両の高速化の研究・開発に従事
- ◎正員、(財)鉄道総合技術研究所 (〒185 国分寺市光町2-8-38)

III. 環境と調和した高速鉄道技術と到達時間の短縮 —技術によるネットワーク造り—

10数年後のお客さまも、現在と同じように、必要な時に自分で好きな交通機関を選択されよう。そして、鉄道会社も、お客さまから歓迎されるようにいろいろと工夫を凝らすことになる。その技術的なキーワードとしては、高速化による時間短縮、乗り心地のよいこと、乗り換えなしの便利さ、などが上げられる。

一方、地球的課題として、環境との調和や省エネの推進は当然の責務である。鉄道は比較的これらに強い交通機関であると言われているが、これからの鉄道にとってやるべきことは多い。省メンテも大切である。そして、前提として安全の確保は言うまでもない。