

日本の幹線鉄道ネットワークにおけるインターオペラビリティ形成 Inter-operability structuring of inter-regional railway network in Japan*

浅見 均**・日野 智***・佐藤 馨一****
By Hitoshi ASAMI**・Satoru HINO***・Keiichi SATOH****

1. 研究の背景及び目的

1872(明治5)年の新橋-横浜間鉄道の開業以降、幹線鉄道の主たる目標は、大量性と高速性の発揮にあった。ここで、大量性と高速性に関する指標化は容易である。その一方、鉄道の技術質を表現する指標は、未だ確立されていない。

鉄道の技術質を評価する有力な技術指標として、軌間が注目される傾向が強い。軌間は確かに重要な技術要素である。また日本の幹線鉄道が国際標準ではない1067mm軌間を採用していることから、これに関する既存研究は数多く存在する。

ところが、一次資料の集大成たる参考文献(1)(2)に詳細な記述が乏しいためか、既存研究には技術要素に関する認識に適切を欠く傾向が認められる。

井上³⁾は、軌間さえ共通であれば列車はどこまでも運行できると、完全な誤認から立論している。

升田⁴⁾及び原田⁵⁾は、日本の幹線鉄道における軌間決定の経緯を探究している。両者の研究成果は重要であるが、技術要素に関する記述は必ずしも的確でないものとなっている。

本研究においては、鉄道の質を表現する指標としてインターオペラビリティを採りあげる。筆者の既存研究ではネットワーク評価に重点を置いた⁶⁾等が、本研究ではインターオペラビリティを規定する技術要素の中で軌間・軸重・車両限界に着目する。そのうえで、日本の幹線鉄道ネットワークにおけるインターオペラビリティ形成について、技術的評価を加えることを目的とする。

2. インターオペラビリティを規定する技術要素 インターオペラビリティを規定する技術要素は、主に下記のとおりである。

- 軌間 : 2本のレールの内側の幅。
これが等しくないと列車は直通できない。
- 電化方式 : 列車駆動エネルギーの供給方式。
直流・交流・非電化に大別される。
- 線形 : 最急勾配と最小曲線半径を指す。
列車の速度を規定する。
- 信号システム : 列車運行の安全を保障する。
信号現示や列車抑止の方法により区別。
- 軸重 : 1車軸にかかる列車の荷重。
- 車両性能 : 列車の加減速度及び最高速度を規定する。
- 車両限界 : 車両の最大寸法を規定する。
- 需要 : 列車の編成長を規定する。

3. 鉄道黎明期における軌間の選択

(1) 新橋-横浜間鉄道の軌間決定

日本の幹線鉄道が1067mm軌間を採用した理由の記述が、一次資料の集大成たる参考文献(1)(2)において乏しいことは、既に記したとおりである。

客観的事実としては、新橋-横浜間鉄道の建設時、当局との合意形成前に技師長モデルが企業家レイに1067mm軌間の採用を指示⁷⁾、レイ麾下の技師ホワイトが1067mm軌間の機関車と資材を調達¹⁾⁸⁾⁹⁾、後に当局が1067mm軌間採用を追認した¹⁾⁷⁾との流れがある。

なぜモデルが1067mm軌間を是としたか、なぜ当局が1067mm軌間採用を受容したか、これら意志決定に関する一次資料は存在しないとされている¹⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾。しかし、意志決定の過程が不明確であっても、客観的事実に関しては明確な資料が存在している。

ここで重要なのは、新橋-横浜間鉄道は1067mm軌間の採用を前提として準備が進められたこと、この1067mm軌間採用が車両限界や軸重など重要な技術要

*キーワード: 土木史、鉄道計画、インターオペラビリティ

**正会員 工修 日本鉄道建設公団北陸新幹線建設局飯山鉄道建設所
飯山市大字飯山1017-2 Tel 0269-62-1434 Fax 0269-62-1435

学生員 修(工) *フェロー 工博

北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

札幌市北区北13条西8丁目 Tel 011-706-6209 Fax 011-706-6216

素をも規定した、という事実である。

(2) 採りあげられなかった改軌論

1887（明治20）年、参謀本部長から鉄道局長官宛に鉄道改正建議案（6項目）が呈された。この建議案中には、軍隊の大量輸送に十分な機能を発揮することを名目として、幹線鉄道の軌間を1435mmに改良する項目も含まれていた⁴⁾。

これが、最初に発議された改軌論である。その後改軌論は大正期まで、断続的に呈された。幹線鉄道の改軌に積極的であったのは、初期において軍部であり、後期においては初代鉄道院総裁後藤新平や鉄道院の車両技術者であった。

30年以上に渡る議論を経て、ついに改軌論は採りあげられることがなかった。これは技術的な観点からすれば、妥当な措置であったと考えられる。

車両限界拡大や軸重強化を伴わない改軌は、車両設計の自由度や余裕を増すだけで、輸送力増強にはつながらない。即ち、改軌する意義を見出せない。

また、車両限界拡大や軸重強化を伴う改軌は、トンネル・橋梁及び軌道構造を全区間で改良しなければならない。必要な費用はより大きくなり、列車をより長期間運休する必要に迫られる。そのため、実現可能性はごく低くならざるをえない。

(3) 狭軌によるネットワーク整備

改軌論は呈示されるたびに退けられた。さらに、1906（明治39）年に始まった鉄道国有化とあわせ、日本の幹線鉄道ネットワークは狭軌1067mmにて整備が進められた。これは、ネットワーク内のインターオペラビリティを確保するとともに、新線の整備費用を可能な限り縮減するための措置であった。

後藤の改軌論に反対し続けたのは、原敬率いる政友会であった。政友会の基本方針は、地方新線建設に対し極めて積極的であり、その一方で既設幹線改良に対してはごく消極的であった⁴⁾¹⁰⁾。

1892（明治25）年の鉄道敷設法制定、そして1896（昭和29）年の北海道鉄道敷設法制定は、幹線鉄道の整備を企図したものであった。これに対し、1910（明治43）年の軽便鉄道法制定、1922（大正11）年

の鉄道敷設法改正は、地方鉄道の整備を強く意識したものであり、当時衆議院の絶対多数を占めていた政友会の党略を体現したものであった。

軽便鉄道法制定、及び鉄道敷設法改正の方向性において、低規格路線の整備が容認された点は、注目に値する。鉄道院の路線規格には甲乙丙の3段階が既に存在したが、さらに低規格の簡易線が設けられたのである。簡易線規格では、軸重が軽く設定され、かつ線形の制約が緩められた。

(4) 狭軌によるネットワーク整備の技術的意義

日本最初の鉄道は1067mmで整備され、車両限界や軸重など、重要な技術要素を規定した。

ネットワーク整備は1067mmで進捗し、インターオペラビリティ確保の観点からは十分なものであった。その一方で1435mmへの改軌論は常に退けられ、既存路線の規格は向上されなかった。しかし、その判断は当時としては技術的に妥当であった。

軽便鉄道法制定以降は地方新線の整備が優先され、しかも低規格の新線整備が許容された。既存幹線改良の優先順位は高くなかった。

上記の経緯により最も深刻な影響を受けた要素は、車両（特に機関車）である。これは、1435mm軌間の不採用よりも、軸重強化がなされなかった影響の方が大きい。なぜなら、機関車牽引力の最大値は、駆動軸重と動摩擦係数（粘着係数）の積だからである。いくら機関出力を向上しても、駆動軸重が一定であれば、牽引力にはおのずと上限が生じてしまう。

日本の蒸気機関車の特徴として、駆動軸以外の従軸が多い点を挙げられる。機関車の性能を最大限に発揮するには、従軸を減らし駆動軸重を増すべきであるが、軌道構造とのかねあいから駆動軸重強化は図られなかった。これはやむをえない措置ながら、技術的観点からは不満足なものである。

4 . 電車特急の発展

軸重の制約を受け、機関車の性能向上には明確な限界が存在したことから、車両技術者は様々な方策をもって、ブレイクスルーを試みた。

(1) 弾丸列車計画の具体化

改軌論収束後の1939（昭和14）年、大陸との一貫輸送を名目として、いわゆる弾丸列車計画が具体化した。この計画は、1435mm軌間を採るなど、在来の鉄道とは完全に独立した、インターオペラビリティを有さない規格の幹線を整備するものであり、車両性能の大幅な向上を企図したものであった。

弾丸列車計画は、戦局の悪化に伴い途中で挫折した。しかし、用地取得は広い範囲で行われ、日本坂トンネルが完工するなど長大トンネルの工事も進んでいた。これらの成果は、後に東海道・山陽新幹線として結実することになる。

(2) 湘南電車

終戦後は、機関車牽引方式の性能向上よりもむしろ、電車方式の幹線鉄道への応用・改良が試みられるようになった。その最初の例は、1950（昭和25）年に営業開始した、いわゆる湘南電車である。

湘南電車の特徴としては、運転台を持たない中間電動車の採用、それまで機関車牽引方式の独占領域とみなされていた長距離運用への充当、などの点を挙げるができる。

電車方式を採る利点は、「列車全体の重量がそのままいわゆる粘着重量になり、列車重量に粘着係数を掛けただけの最大加速力が考えられまたそれだけの電気制動力が得られる」¹¹⁾との記述に要約される。また、加減速性能にも優れ、折り返し駅での機関車交換も不要であり、機関車牽引列車と比べ増発が可能という優位性も備えていた¹²⁾。

ここで、電車列車は非電化区間では運行できず、非電化区間に対するインターオペラビリティを有していない。そして、湘南電車登場当時は、東海道本線でさえ静岡 - 京都間が非電化であった。湘南電車の成功は、幹線鉄道優等列車への電車充当の契機となり、また東海道本線の電化進捗をも促した。

(3) 特急電車「こだま」

1958（昭和33）年に営業開始した特急「こだま」（東京 - 大阪間）は、国内初の電車特急であり、非電化区間への直通を考慮しない点において、既存の

客車特急と一線を画していた。1958年当時、全線電化が完成していた幹線鉄道は東海道本線のみで、この状況下での電車特急の導入は大胆な施策といえ、インターオペラビリティ分化の端緒となった。

(4) 東海道新幹線の開業

1964（昭和39）年に開業した東海道新幹線は、在来線と比べ飛躍的に進歩した鉄道であった。そのすぐれた高速性・大量性は、鉄道の概念を根底から改めたと形容してよいほど画期的な内容が伴っていた。東海道新幹線の特徴は、在来線とはまったく独立した規格を採用した点にあり、その相違は表 - 1 に示されるとおりである。

表 - 1 幹線鉄道の諸元¹³⁾より作表

	新幹線	在来線
軌間	1435mm	1067mm
車体長	25m	20m
車両限界幅	3400mm	3000mm
電化方式	交流25kV50・60Hz	直流 1.5kV 交流20kV50・60Hz 非電化
信号方式	ATC	ATS

このような相互にインターオペラビリティを有さない規格が採られた理由は、実は必ずしも明確ではない。少なくとも検討段階では、在来線規格別線案が有力だった形跡が認められる²⁾⁴⁾。しかし最終的には、新幹線規格には輸送力・所要時間等に関する技術的優位性が大きく、インターオペラビリティを確保できない等の不利を相殺して余りあると判断されたようである。

(5) 新幹線整備と在来線電化の進捗

東海道新幹線の開業と並行して、山陽本線の全線電化も進んだ。その理由としては、東海道本線の昼行特急の全廃に伴い、特急電車の転配先を確保する必要に迫られた、という点を挙げるができる。

これ以降の特急に関しては、純然たる新設・急行からの格上げ・車両の転配など様々な要素が入りこむため、一観点に絞りこんだ性格づけは難しい。ここで重要なのは、意図はともあれ結果として、昼行特急は客車から電車・気動車に完全に置換され、幹線鉄道では電化が進んだという事実である。

(6) 電車特急の技術的意義

軸重強化は機関車牽引能力向上を図るうえで必須の事柄であったが、巨額の投資を要するため、実現可能性は乏しかった。そのため、軸重強化によらない手法を採らなければならなかった。

電車特急の導入は、列車の性能向上を図るにあたり、日本の幹線鉄道ネットワークにおける当時としての最適解であった。

幹線鉄道ネットワークの電化推進にあたっては、規格の選択に問題が残った。軸重に制限があるなかで様々なオプションの有用性が模索されたことから、多様な電化方式の併存という弊害が発生した。

5. 新幹線ネットワークの整備による

インターオペラビリティの分化

東海道新幹線の開業後、山陽・東北・上越・北陸新幹線が整備された。これら新幹線の開業にあたり、並行在来線の昼行特急は全廃され、拠点駅で相互に乗換接続する手法が採られた。これはハブ&スポーク型のネットワーク整備とみなすことができる。

利用者に乗換を強要しないため、新幹線開業後も直通列車が存置される例はあった。ここで、秋田行「つばさ」の一部及び会津若松行「あいづ」の場合、東北新幹線開業時には上野直通列車が存置されたものの、後に両列車とも乗換接続に改められた。これは、乗換の不効用、即ちインターオペラビリティを確保しないことによる不効用よりも、新幹線の速達性及び高頻度運転による効用の方が高く評価されたためと考えられる。

6. まとめ

日本の幹線鉄道において、軌間を1067mmのままとするか国際標準軌たる1435mmに改軌するかは、明治以来議論の対象であった。

ここで、議論の中核たる技術要素が軌間に集中し、軸重や車両限界に対する配慮が少なかったことから、議論の本質は曖昧になってしまった。

車両（特に機関車）設計の技術的優位性を追求するならば、改軌よりむしろ軸重強化を目指すべきで

あった。輸送力増強を追求するならば、改軌・軸重強化・車両限界拡大を全て包括しなければならず、費用面から議論になりにくかった点は、今から顧みると惜しまれることである。

当時調整の余地があったとすれば、幹線の線増もしくは線形改良の際に、軸重強化・車両限界拡大を図っておくことにあった。しかし、明治末期～大正期の政策方針は、低規格ローカル新線の拡大にあり、幹線鉄道高規格化はなされなかった。

この点を主な背景として、車両設計における技術的優位性の追求は、電車特急の開発という方向性になった。これは世界的に見て稀な展開であるが、日本の幹線鉄道が備えていた技術要素を鑑みれば、必然的な方向性といえる。

その方向性は、東海道新幹線の開業、及び新幹線ネットワークの拡大という形で、さらなる発展を遂げた。高速性・大量性にすぐれた新幹線は、今日の幹線鉄道における標準となったが、インターオペラビリティ分化という課題も残されている。

在来線の技術要素が大正期までに適切な調整がなされず、新幹線ネットワークが今日の日本主要地域を網羅しつつある現状を鑑みれば、今後の幹線鉄道におけるインターオペラビリティ形成は、新幹線を主として図るべきと考えられる。

参考文献

- 1) 鉄道省：日本鉄道史, 1921
- 2) 日本国有鉄道：日本国有鉄道百年史, 1969-72
- 3) 井上勇一：鉄道ゲージが変えた現代史, 中公新書, 1990
- 4) 升田嘉夫：鉄道のデザイン - ゲージの中の鉄道史, 批評社, 1997
- 5) 原田勝正：日本鉄道史 - 技術と人間, 刀水歴史全書53, 刀水書房, 2001
- 6) 浅見均：日本の幹線鉄道ネットワークにおけるインターオペラビリティに関する研究, 地域学研究Vol. 32, 2002 (審査中)
- 7) 田中時彦：明治維新の政局と鉄道建設, 吉川弘文館, 1963
- 8) 金田茂裕：日本蒸気機関車史 - 官設鉄道編, 交友社, 1972
- 9) The Engineer, p126, 1871.2.24 (注：8)中の引用文献)
- 10) 青木栄一：国鉄のローカル線 - その意義と問題点, 鉄道ジャーナルNo. 112, P23-27, 1976.6
- 11) 島秀雄：東海道新幹線の開発を振りかえる, 島秀雄遺稿集P132-136, 鉄道技術協会, 2000 (初出は日本機械学会誌, 1973.10)
- 12) 島秀雄：ビジネス特急の完成に際して, 1958ビジネス特急電車, 日本国有鉄道, 1958
- 13) 佐藤芳彦：世界の高速度鉄道, グランプリ出版, 1998