

No.1

日本インフラの「強み」と「オリジナリティ」はどこに？
—求められる将来に向けた『進化』—

新幹線の強みと弱み

金山 洋一

フェロー会員 国立大学法人富山大学 都市デザイン学部都市・交通デザイン学科教授



金山 洋一

KANAYANA Yoichi

1982年東京大学土木工学科卒。国鉄入社（東海道新幹線の速度向上等）。1988年鉄道公団（現（独）鉄道・運輸機構）。1989～1991年運輸省（出向）（リニア、品川新駅等）。2013年北海道新幹線建設局長。2018年現職。

1964年に日本国有鉄道が世界に先駆けて開業させた高速鉄道、最高速度210 km/hの東海道新幹線は、圧倒的な利便性や競争力を国内外に示した。今日、新幹線ネットワークは2765 kmとなり、最高速度は320 km/h（一部区間）となった。世界では、日本のほか中国、フランス、ドイツ、スペイン、イタリアといった国々が高速鉄道大国となり、最高速度は350 km/hなど概して高い。

「技術」を冷静に見る

日本と海外の施設の技術基準は、例えば軌道中心間隔は日本4・2 m、4・3 mに対し海外4・5～5・0 m、最小曲線半径は2500 m、4000 mに対し4000～9000 m、施

工基面幅は10・8～11・3 mに対し13～14 m、トンネル断面比（車両断面積／トンネル断面積）は0・17～0・22に対し0・11～0・15であるなど、海外は高速走行面で優位であるため、日本より技術が高いと思われる。しかし、これらは技術水準の差ではなく、山河地形、軟弱地盤、被圧地下水、地震、降雪や市街地の空間制約等が多い国土環境や厳しい予算制約にあって、建設コスト縮減を図るコンセプトにより柔軟な線形と小ぶりの施設規格が選択された結果といえる。新幹線の建設費はどうであろうか。1 km当たりの建設費はおおむね日本40～60億円台、海外20～60億円台であるが、新幹線と海外の高速鉄道はコンセプトが異なり、上述の国土環境はコストに影響する。外見上の建設費から

は日本が高いとはならない。

新幹線技術の「進化」

東海道新幹線は、有道床軌道、曲線半径2500 m等の老舗の施設にあつて車両の軽量化、車体傾斜装置、新ATCの導入、分岐器転換速度の向上、車体やパンタグラフの低騒音化等の技術開発により、最高速度と曲線通過速度を向上し、運行本数も開業時の毎時片道10本から15本に大きく増加させた。また、世界で最も早く建設された高速鉄道として構造物の長寿命化技術も最先端にある。例えば、実橋による疲労試験等から導出したトラス橋溶接部（縦ビード）の疲労対策としての床組接合部補強による構造系の変化抑制対策、高架橋のひび割れ

再発生状況に基づいた防音壁の風荷重等も考慮したはね出し部の全断面鋼板被覆によるコンクリートの中性化対策などがある。

耐震設計技術は、関東大震災で設計水平深度が導入されて以来、福井地震、新潟地震、兵庫県南部地震、新潟中越地震、東北地方太平洋沖地震などの発生を受け、液化化判定、動的解析等の手法や、復旧性、地震随伴現象、危機耐性といった考え方の導入を伴いながら進化してきた。早期地震警報は、初期微動から緊急停止発報までの時間を1秒に短縮し、東北新幹線では、鉄道側の地震計に加え、国立研究法人防災科学技術研究所が整備した日本海溝海底地震津波観測網（S-net）とネットワーク化した。東日本大震災では、金山（牡鹿半島に近

接)の地震計が最初に揺れを検知したが、S i n e t は日本海溝部までカバーし、即時対応性は飛躍的に高まっている。また、地上側および車両側での脱線・逸脱防止対策は新たな発想で進化した技術である。雪害対策は、雪質、積雪深等に応じて貯雪型や開床式の高架橋、機械除雪対応の側方開床式高架橋、散水消雪設備など経済性も含めた合理的な手法が開発された。

建設コスト低減では、(独)鉄道・運輸機構は夢のトンネル構築技術、すなわちシールド工法の長所(安全で高速なマシン掘削)とN A T M の長所(場所打ちコンクリートによる廉価な一次覆工)を組み合わせたS E N S 工法を世界で初めて開発した。

強み、弱みを自己認識する

日本の新幹線技術は、世界的に厳しい国土環境等のなかで進化した、ガラパゴス技術といわれることがある。しかし、近年、世界の国土環境は、大地震が多発し、異常気象が「異常」でなくなり、新興国では市街化が進むなど「厳しく」なっている。技術を開発目的にかかわらず強みの観点

で再評価することが重要である。例えば、スラブ軌道は、バラスト軌道よりもライフサイクルコストが優れるが自然災害に対する強靱性^{きょうじんせい}があり、飛散するバラストがないため300km/h超の高速走行にも有効である。トンネルの低コスト化は縦断線形の自由度を増し、山間部の短い明かり区間のトンネル化による斜面防災の不要化や気象面の運行の安定性にも有効となる。また、車両の軽量化技術は高速走行のほか高頻度運行、軌道状態の維持や維持管理費低減にも有効である。省エネ技術は地球環境問題での汎用^{はんよう}性がある。また、緊急停車距離の短縮技術は地震のほかテロに対しても有効である。

他方、弱みは何であろうか。第1に、第三国での同条件におけるコンペティターとの入札競争において、価格競争力は強いとはいえない。例えば、地震や地盤の条件が異なる国や列車の衝突も考慮対象にある国での建設プロジェクトや車両調達について、設計思想、建設技術の見直しや、製造体制の再編成も含めた根本的な取り組みが必要である。次いで、海外では求められる技術、例えば双方向運転の信

号システム等の思想と技術を検証し、開発する姿勢も強いとはいえない。なお、整備新幹線は最高速度260km/hであり、世界に対し高速鉄道と称すにはかなり気が引ける状況である。

海外では、国土環境のほか、安全に対する価値観、運転の考え方や建設、維持管理の技術水準など多くの相違があるが、日本は、それらに整合させる技術の展開や価格競争力に弱みが見られる。弱みを知ることが発展の第一歩であり、冷静な再評価が重要となる。

なお、別の観点での弱みもある。鉄道に国がコミットする海外とは異なり、日本は各鉄道企業との取り組みによる独自技術となるため、安全証明、安全認証面等では、技術基準の統一化を進めてきた欧州が有利であり、防衛等他分野もあわせた政府との一体的な取り組みも、海外が有利である。また、鉄道のシステムインテグレーターも少ない。

「進化」指向こそ「原点」

50年以上前、旧国鉄は新幹線を、道路との平面交差がない立体交差構造

とし、在来線とも分離し、そして新開発のA T C (自動列車制御装置)を導入して安全性の高い旅客専用高速鉄道とする挑戦的進化によって実現させた。しかもその10年後に、今日のリニアにつながる超電導磁気浮上式鉄道への挑戦も開始している。また、元祖の東海道新幹線においても技術を大きく進化させてきた。そして現在も、車両・諸設備等のモニタリングやスマートメンテナンス、車両自体が地震の左右方向応力を受け流すダンパ、より迅速な停車を可能とするリニア式減速度増加装置などの技術がJ R によって進化中である。すなわち、新幹線の「原点」は、「進化」指向にある。

今後、第三国でのプロジェクト等だけでなく、国内市場も海外勢との競争の場になる可能性もあり、需要特性に即した技術の適用や開発とともに価格競争力を高める姿勢を早期に明確化する必要がある。そのためには、「進化」指向こそが新幹線の「原点」であることを再認識し、自らの技術の強みと弱みを自己過信なく再評価するとともに改善・向上の努力に着手すべきではないかと考える。

(担当編集委員…中居楓子)