

リニア新幹線の光と影

ながれ

阿部 修治 (あべ しゅうじ/武蔵野大学工学部 特任教授)

品川－名古屋間のリニア中央新幹線は JR 東海によって 2014 年に着工されたものの、各地で建設工事が大幅に遅れ、予定された 2027 年開業は事実上不可能となっている。もとより、この計画はかなりの無理を伴って進められてきた経緯があり、今後もさまざまな問題点が噴出する可能性が高い。リニア新幹線はなぜ多くの困難を引きずることになったのだろうか。

リニア新幹線は磁気浮上式鉄道的一种である。磁気浮上式鉄道は、同時にリニアモータ駆動となるので、日本では「リニア」という略称で呼ばれている。JR 方式では、列車に搭載する電磁石として超電導磁石を用いるので「超電導リニア」とも呼ばれる。高速の磁気浮上式鉄道技術に関してはドイツが先行し、「トランスラピッド」という名称で 1990 年頃に実用化。2003 年に中国の上海空港から上海郊外までの 29.9 km が開通し、最高時速 430 km で運行された。

磁気浮上式鉄道は既存の鉄道に比べてどんな利点があるのだろうか。①超高速での走行が可能であること、②非接触で走行するので航空機や自動車に比べて消費エネルギーが小さいこと、③騒音や振動が小さいこと、④摩擦がなくメンテナンスが容易であること、などが利点だという。

磁気浮上式鉄道が構想された時点では、確かにこうした利点は大きいと考えられたが、その後の技術全般の発展により、従来方式の高速鉄道も進歩を遂げてきた。車輪でも時速 400 km に近い走行が可能になっているし、電車の省エネルギー性、騒音・振動の低減、メンテナンス性も格段に良くなっており、そ

れと比較した場合の磁気浮上式鉄道のメリットとの差は小さくなっている。逆に、磁気浮上式鉄道のデメリットも目立つようになった。最大のデメリットは、既存の鉄道と互換性がないことである。既存路線への直通運転ができず、非効率である。また、専用軌道の建設や列車の製造コストがどうしても高くなる。

ドイツでは 1992 年にベルリン・ハンブルク間のトランスラピッド路線計画が正式決定されていたが、2000 年に計画は破棄された。主な理由は経済性と、ヨーロッパ高速鉄道網計画における互換性のなさであった。その後も結局、ドイツ国内での導入計画はすべて頓挫し、唯一採用された上海空港の路線も都心部への延伸計画は中止され、単なる観光路線に留まっている。ドイツも中国も、従来方式の高速鉄道網の整備が飛躍的に進む中で、互換性のない磁気浮上式鉄道が割り込む余地はほとんどなかったのだ。

このように、実用化にこぎつけた革新的な技術でも、既存技術との競争・競合があり、社会的に受け入れられるような革新でなければ、普及することはない。

では、日本のリニア新幹線はどのようなのだろうか。旧国鉄が高度経済成長期の 1960 年代に磁気浮上式鉄道の開発に着手して以来、日本独自の方式を考案し、多くの技術的課題を克服して実用化に至った成果は確かに第一級のものである。ただし、結果として出来上がったものは、ただ速いというだけが取り柄の乗り物であって、膨大なエネルギーを使って、轟音を立てながら、トンネルの中を激しく揺れながら走り、車窓を楽しむこともできない

輸送機械である。日本独自というが、印象としては重厚長大な技術であり、21世紀のトレンドである快適でシンプルな技術とはまったく違う。どちらかという、ドイツのトランスラピッドの方が比較的シンプルでスマート、かつ低コストの技術である。

この背景には、ドイツでは複数の民間企業が開発競争を行ってきたのに対し、日本では国鉄という国営企業が単独で開発を進めてきたこともある。地震国日本で地上を時速 500 km で走らせるという目標が設定されると、それに向かって一丸となって国策で開発を進めてきたのである。

トランスラピッドの車両とレールの浮上ギャップが 1 cm 程度であるのに対し、地震のことを考えてギャップを 10 cm にし、そのために車上コイルとして強力な超電導磁石を用いる。それを用いた地上コイルの誘導電流による浮上・案内方式により、トランスラピッドのような精密なギャップ制御を必要としないが、逆に車両の振動は大きくなる。車両を駆動させるために地上コイルには交流の大電流を流す必要があり、電流供給区間を絶えず切り替えるため、エネルギー損失が大きい。このため、時速 500 km で走行するリニア新幹線は時速 300 km の現行新幹線に比べて約 4 倍ものエネルギーを消費すると推算された。JR 方式は完全な非接触ではなく、一定の速度以下では車輪を出して接触走行しなければならない、メンテナンスの負荷も大きい。

高速走行のために、カーブを少なくし、できるだけ直線的な路線にするので、各地方の主要都市を結ぶよりは、東京と名古屋を直線的に結ぶことが優先される。そこにアルプスの山岳地帯が立ち上がるので、長大なトンネルを掘る。東京と名古屋の都市部では用地買収が困難だから大深度地下トンネルを掘る。地上区間でも騒音が激しいので、コンク

リート製のフードで覆う。結局、ほとんどトンネルばかりになり、事故の場合の乗客避難にも困難を伴う。トンネルでは高速走行になるほど空気抵抗が大きいため、現在の新幹線に比べて、トンネルの断面積はより大きくする一方で、車両の断面積は小さくせざるをえない。それでも空気抵抗が大きいためにエネルギー消費を増大させる大きな原因である。車両幅が小さくなるため、現行の新幹線より乗客定員が少なくなり、輸送量に限界があり、運賃収入も少ない。トンネルの建設コストがアップし、トンネル掘削土量も増え、水脈の切断が懸念され、残土の運び出しや残土置き場による環境破壊が頻発する。

地震国日本で時速 500 km を実現するために生じた多くの難題をすべて技術で解決できると信じて邁進してきたといえる。そこには日本特有の技術信奉がある。しかし、技術には光もあれば影もある。すべての問題を技術で解決することはできず、常に全体を見た柔軟な発想で、バランスの良い技術にできるかどうか問われる。そして、社会全体がさまざまなネットワークで結ばれた 21 世紀の今、重要なのはもはや技術だけではない。鉄道を社会の重要インフラとして、日本全体の交通ネットワークの中でどう位置付けるのか、美しい自然環境とどうバランスさせるのか、地球環境負荷軽減にどう貢献するか、持続可能な社会のための本当の革新こそが求められている。

主な参考文献

- ・川村晃生編『リニアはなぜ失敗したか』（緑風出版 2023 年）
- ・『電気鉄道ハンドブック』（コロナ社 2007 年）12 章
- ・阿部修治：科学 83 巻 11 号 pp.1290-1299（2013 年）
- ・山本義隆『リニア中央新幹線をめぐって』（みすず書房 2021 年）