



特集 21世紀のインフラストラクチャと多様化する建設技術

# 超電導磁気浮上式鉄道

## (リニアモーターカー・マグレブ)

夏原 博隆

夢の世紀と言われた21世紀に、東京・大阪間を1時間で結ぶ新たな大動脈として超電導磁気浮上式鉄道（リニアモーターカー・マグレブ）の建設構想がある。

平成9年4月より、その実現に向け、山梨リニア実験線において走行試験が実施されており、既に単独走行試験で約550 km/h、すれちがい走行試験では相対速度約1,000 km/hが達成されている。現在はその信頼性・耐久性検証のための試験が継続実施されている。山梨リニア実験線の結果から得られるリニア特有の技術的課題を克服し、更には大深度トンネル、ガイドウェイ等の建設時における高速施工の開発検討など、技術・経済・環境的な国民の合意が得られる超電導磁気浮上式鉄道の実用化を目指している。本報文では、その現状と取組みについて概要を紹介する。

キーワード：超電導、リニア、中央新幹線、大深度

### 1. はじめに

超電導磁気浮上式鉄道（リニアモーターカー・マグレブ）が日本の旧国鉄技術研究所で研究開始されたのが1962年（昭和37年）からと言われている。その15年後の1977年（昭和52年）には宮崎実験線で走行試験を開始し、さらに20年後の1997年（平成9年）には、山梨リニア実験線で走行試験が開始され、現在も走行試験が繰返されている。そして、概ね2005年（平成17年）にはすべての走行試験及び技術課題の検証が終わる予定で、その結果と評価が待たれるところである。

### 2. 山梨リニア実験線の現状

#### (1) 実験線建設

山梨リニア実験線は全長42.8 kmの路線で、鉄道公団、鉄道総研、JR東海の3者が建設プロジェクトを構成して、平成2年11月に建設の着

手を行い、平成9年にその内の18.4 kmを先行区間として完成した。そして同年4月から本格的な走行試験が3年間の予定で開始された。

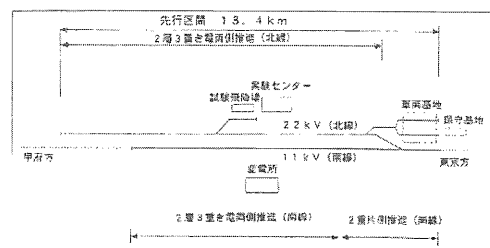
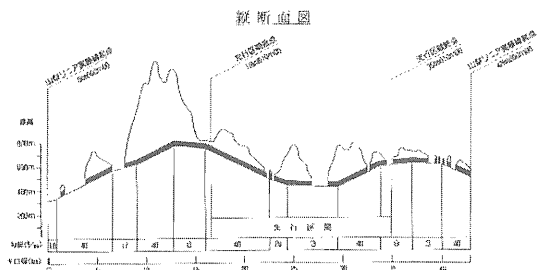


図-1 山梨リニア実験線概要図

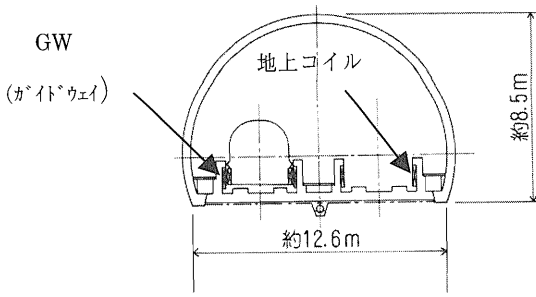


図-2 トンネル標準断面図

表-1 山梨リニア実験線設備概要表（先行区間）

線形	延長	18.4 km トンネル：16.0 km/h 明かり：2.4 km/h (一般区間を含めた実験線の総延長 42.8 km/h)
	単線/複線	複線
	最急勾配	40%
	最小曲線半径	8,000 m
車両数	編成数	2 編成
	編成両数	最大 5 両編成
車両諸元	最高速度	550 km/h
	車両構成	超電導磁石集中配置・連接台車方式
	車体長さ	先頭車：28.0 m/標準中間車：21.6 m/長尺中間車：24.3 m
	車体最大幅	2.90 m
	車両高さ	3.28 m
	先頭形状	ダブルカスプ形/エアロウエッジ形
設備数	2 組	
変換方式	GTO インバータ (38/20 MVA)	
き電方式	3 重き電 22 kV, 11 kV	
浮上方式	リニアシンクロナスマータ	
ガイドウェイ方式	パネル方式/ビーム方式/直付け方式	
分岐装置	トラバサ分岐装置 (油圧駆動/電動駆動)/側壁移動分岐装置	
試験乗降場	ホールホーム式乗降場/伸縮式乗降装置	

(2) 技術開発計画と走行試験

この試験による運輸大臣（現、国土交通大臣）から承認された「超電導磁気浮上式鉄道技術開発計画」の目標は、次のとおりである。

① 高速性の目標

営業線最高速度 500 km/h を目指すため、実験線において、より高速 (550 km/h 以上) の安定走行を確認する。

② 輸送能力・定時性の目標

ピーク時間あたり 10,000 人程度 (片道) の輸送が可能で、定時性の高いシステムを確立する。

③ 経済性の目標

建設コスト、運営コスト、生産コストの低減化を図るとともに、採算性を踏まえたシステムの経済性を確立する。

平成 9 年度から平成 11 年度までの試験計画は、

次のとおりで、その後の試験走行において、平成 9 年 12 月無人走行では 550 km/h を、有人走行では 531 km/h を記録し、更には平成 11 年 4 月に 5 両編成による有人走行において 552 km/h、高速すれ違い試験では相対速度 1,003 km/h の記録を樹立している。

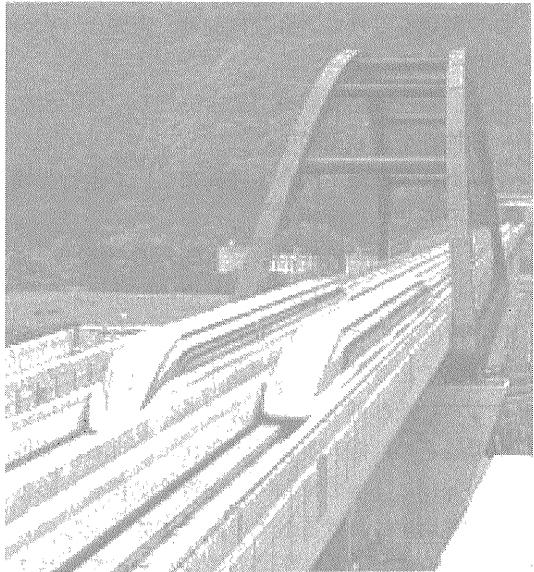


写真-1 山梨リニア実験線走行試験

表-2 山梨リニア実験線試験計画

	平成 9 年度	平成 10 年度	平成 11 年度
基本走行試験	(第 1 編成) 単編走行、浮上走行、速度向上、最高速度確認試験 (第 2 編成) 単編走行、浮上走行、速度向上試験		
総合機能試験	高速すれ違い変換所後り、複数列車制御、遠隔監視、異常時対応試験		
信頼性確認試験	高速連続走行試験 輸送能力確認試験		
その他試験	乗客整理設備、乗降影響対策、経路性、保守基準確認試験		

(3) 実用研究開発の中間評価

このような中で、運輸省（現、国土交通省）は平成 9 年 1 月に「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会」を発足させ、技術開発計画に織込まれている開発目標に対する実用化の評価を 3 年にわたり 8 回の委員会を開催した。

そして、実用化の総合技術評価については、超電導磁気浮上式鉄道技術について、鉄道輸送システムとして備えるべき性能、及び本技術に特徴的な装置特性をそれぞれ評価した。その結果、「長期耐久性、経済性の一部に引き続き検討する課題はあ

るものの、超高速大量輸送システムとして実用化に向けた技術上の目途は立ったものと考えられる」と評価した。また、引続き検討する課題を含めて平成12年以降、概ね5年間の実用化を目指した走行試験を継続して行うこととした。

(4) 今後の実用化課題

この評価を受けて、今後に向けた課題は、次のとおりである。

- ① 信頼性確認試験を引続き実施し、長期耐久性検証をより深める。
- ② コスト低減に関わる技術について走行し検討を通じて検証する。
- ③ 車両の空力特性の改善に関わる技術開発について、走行し検討を通じて検証する。

特に、②項のコストに関わる中で、リニア特有の走行路であり推進浮上機能を有するGW(ガイドウェイ)及び地上コイル等の低コスト化並びに超電導磁石の性能向上は、実用化における経済性追求、並びに③項の車両の空力特性改善を含めて今後の実用化における最大の課題である。このため、これらに対する技術開発を含めた山梨リニア実験線での検証確認が急がれているところである。

表-3 今後の実用化試験計画

	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年
信頼性確認・長期耐久性検証試験	(連続高速走行・繰返し試験)				
コスト低減技術検証	(GW・地上コイル他検証)				
車両の空力特性改善技術検証	(車両先頭形状改良等)				

4. 中央新幹線へのリニア実用化の取組み

(1) 中央新幹線計画とリニア導入の構想化

全国新幹線鉄道整備法に基づく「基本計画路線」のひとつに中央新幹線(東京都-大阪市間)計画がある。また、この路線には地形、地質等の調査指示が出され、既に行っている。

この計画路線に、超電導磁気浮上式鉄道を導入する構想が中央リニア構想である。

これは平成10年3月に閣議決定された全国総合開発計画(21世紀の国土のグランドデザイン)

に「中央新幹線の調査を進めるほか、超電導磁気浮上式鉄道の実用化を推進し、革新的高速鉄道システムの早期実現を目指す」とされ、中央新幹線にリニア導入構想が明記された。

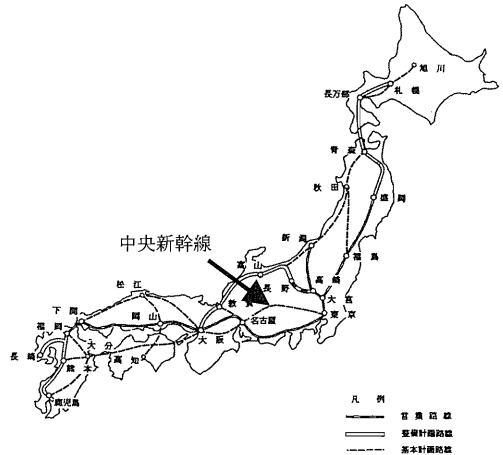


図-3 全国新幹線路線図

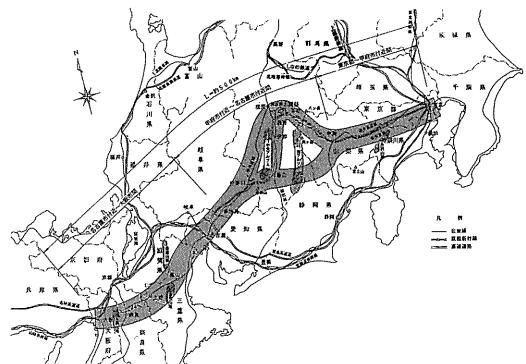


図-4 中央新幹線調査路線図

(2) 大深度地下使用法の制定

超電導磁気浮上式鉄道の実用化において大都市(東京、名古屋、大阪及びその周辺)における合理的なルート設定は、事業期間の短縮、コスト縮減につながる。これはリニアだけでなく、公共性の高い各種事業にとっても共通の課題であった。

このため、1988年(昭和63年)の運輸省による「大深度地下鉄道構想」から12年を経て、2000年(平成12年)5月19日に「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が国会で採択され、同年5月26日法律第87号として公布された。

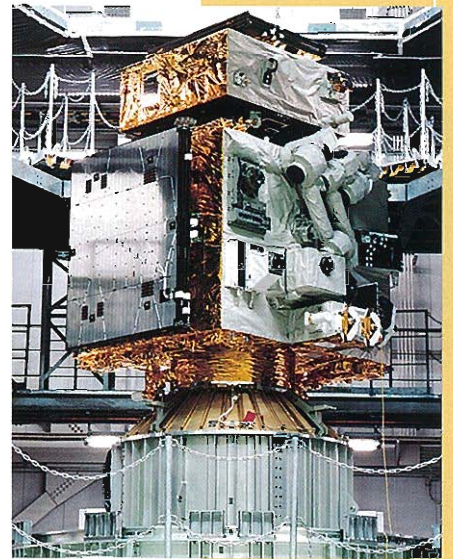
これは、大深度地下が地表に比べて、地震に対

# 21世紀のインフラストラクチュアと 多様化する建設技術

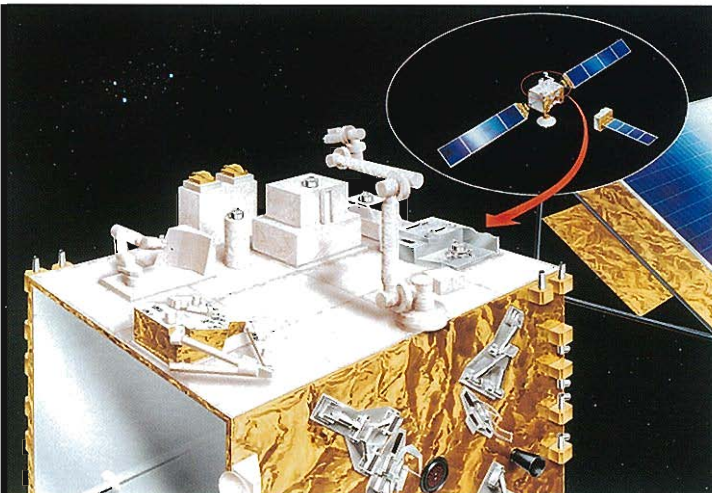
## 宇宙建造物の 建設



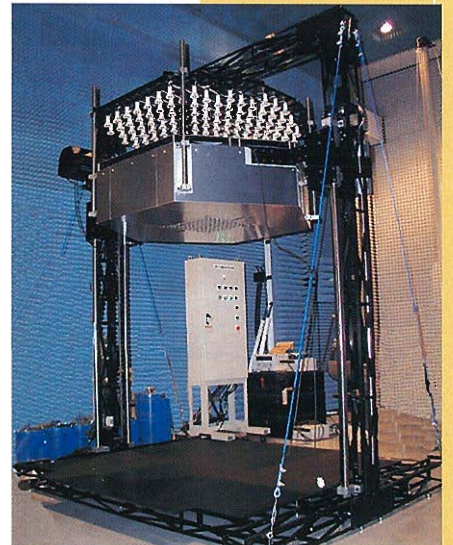
⇨自律型歩行移動マニピレータ(SMSM) (清水建設提供)



⇨技術試験衛星7型(ETS-VII)射場組立 (宇宙開発事業団提供)



⇨技術試験衛星7型(ETS-VII)ロボット実験面 (宇宙開発事業団提供)



⇨宇宙太陽発電衛星(SSPS)の実験モデル「SPITZ」(宇宙開発事業団提供)

# 日本道路公団におけるITSの取組み



Electronic Toll Collectionsystem



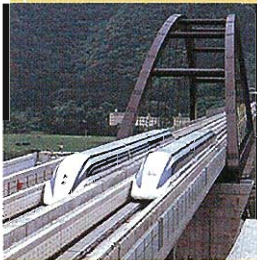
↑ETC運用状況(東名高速道路 東京料金所)



↑ETCカード



↑各社から発売されているETC車載器

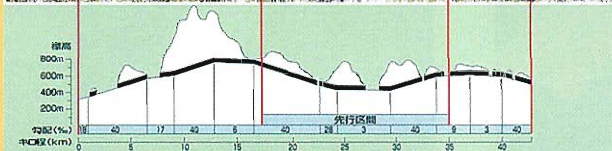
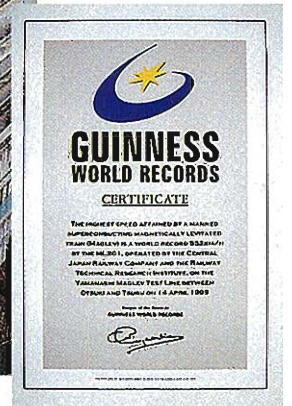


Superconducting Maglev

# 超電導磁気浮上式鉄道



↑5両編成走行試験



	山梨実験線(先行区間) Yamanashi Maglev Test Line(Priority section)	宮崎実験線 Miyazaki Maglev Test Track
総延長	Length 18.4km	7.0km
トンネル区間	Tunnel 16.0km	0km
明かり区間	Open section 2.4km	7.0km
単線/複線	Track 複線 Double Track	単線 Single Track
最大勾配	Maximum grade 40%	5%
最小曲線半径	Minimum curve radius 8,000m	10,000m

↑山梨実験線の誕生



↑速度向上試験・最高速度確認試験

位置	24,442
	37A177
速度	550.2
最高速度	550.8
走行方向	点動

する安全性及び騒音・振動並びに景観保護からもメリットがある一方で、火災対策や地上部との接続部や浸水・停電等に対する安全性の充分なる確保が必要とされている。

### (3) 中央リニアへの検討・調査の開始

平成12年度において現経済産業省産業技術環境局と国土交通省鉄道局は、「高温超電導磁石技術」の検討を共同プロジェクトとして開始し、リニア用高温超電導磁石の開発を行っている。

また、同年度より国土交通省は、中央リニア調査として経済波及効果、大深度地下利用検討などの調査を鉄道公団に指示し、調査中である。

さらに、平成13年度において国土交通省鉄道局と道路局は、協同で「大深度地下の鉄道・道路共同利用に関する調査」を開始した。鉄道はリニアを、道路は自動車専用道路を想定した中部圏におけるケーススタディを想定している。

### (4) 実用化検討の深度化

中央新幹線へリニアを導入するにあたっての各種検討・調査は、各方面で確実に進んでいる。特に、3年後の山梨実験線の課題試験がクリアされると、今後の対応が加速度的に進められていくこととなる。しかしながら、リニア特有に起因するところの施設設備等の施工技術及び運用についての検討は十分でなく、既に進めておいても遅くはない。

特に、大深度のなかでも論議されている安全性に関する課題及び大深度地下駅構造とその運用、換気・排煙を中心とした防災対策、立坑位置などの検討課題がある。これらは、大深度にましてリニア特有の超高速ゆえにトンネル内列車風圧・圧力変動等の空力対策を考慮した施設設備が必要と

なる。また、従来鉄道におけるトンネル、高架橋施工技術の深度化はもちろんであるが、リニア特有のGW（ガイドウェイ）施工についても、施工建設機械・器具を含めた大量高速施工技術の深度化、確立が求められるところである。

## 3. おわりに

超電導磁気浮上式鉄道が1970年にその採用を決定して本格的技術開発に乗り出してから、丁度30年目である2000年に実用化の目処が立ったという評価を得た。そして20年後の2020年頃には、日本の大都市の地下深くで超電導磁気浮上式鉄道が完成し、東京・大阪間が1時間で結ばれる事を期待して止まない。

それは日本が世界に先駆け超電導磁気浮上式鉄道の研究開発を本格的に導入開始してから半世紀を経た50年ということになる。

21世紀最大の課題は、地球温暖化防止、環境負荷に配慮した交通システムの確立であり、鉄道が最も環境負荷の少ないものであることは周知の事実である。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 超電導磁気浮上式鉄道実用研究開発評価—中間報告書、運輸鉄道審議会鉄道部会超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会、平成11年8月24日

### 【筆者紹介】

夏原 博隆 (なつはら ひろたか)  
日本鉄道建設公団  
設備部機械課  
補佐

