

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

宮崎実験センターの概要と 実験線を活用した研究開発

宮崎実験センターは、超電導磁気浮上式鉄道の走行実験を行う設備として1977(昭和52)年に開設されました。おもな実験設備として、実験センター建屋、全長7kmのガイドウェイ(高架橋)があり、これらを用いて実験車両による走行実験が1996(平成8)年まで行われてきました。また、近年では、建屋やガイドウェイを活用したさまざまな実験に利用されています。ここでは、宮崎実験センターの歴史、実験設備の概要および実験線を用いた超電導磁気浮上式鉄道の研究開発や最近の研究開発について紹介します。



清水 政利
Masatoshi Shimizu
総務部
宮崎実験センター
上席主査
[専門分野]
電車線・パンタグラフ
の相互作用



饗庭 雅之
Masayuki Aiba
浮上式鉄道技術研究部
電磁システム研究室
上席研究員
[専門分野] 地上コイル

はじめに

宮崎実験センターは、超電導磁気浮上式鉄道開発のため旧国鉄の現業機関として1977(昭和52)年に開設されたのが始まりです。1987(昭和62)年のJR発足とともに鉄道総研に引き継がれ、有人で411km/hの走行速度を達成するなど、数々の走行実験が行われました。山梨実験線の完成によりその座を譲り、現在では、建屋やガイドウェイを活用したさまざまな実験に利用されています。ここでは、宮崎実験センターの開設から走行実験を終了するまでの歴史について詳述するとともに、宮崎実験センターの最近の研究開発について紹介します。

宮崎実験センターの歴史と実績¹⁾²⁾

宮崎実験線建設の経緯

1962(昭和37)年、東海道新幹線の開業を2年後に控え、鴨宮モデル線での走行試験が始まったその年に、旧国鉄鉄道技術研究所でリニアモーターの研究が開始されました。東海道新幹線の研究開発を進める過程で、その速度の限界もしいに明らかとなり、より

速度を上げるには別の駆動方式が必要と考えられるようになっていました。検討を重ねた結果、高速性、保守性、騒音などの公害に対する環境保全性、将来性などを勘案して、多くの候補の中から最終的に1970(昭和45)年に選択されたのが、「超電導磁気浮上式鉄道」でした。

当初は大きな課題と考えられた超電導磁石の軽量化が急速に進み、1972(昭和47)年には磁気浮上車両の開発に成功し、鉄道技術研究所構内において磁気浮上走行を実証することができたため、次の課題は、このシステムの本来の目標である超高速域での特性の把握、確認となりました。そのためには、本格的な実験線が必要でした。

こうした状況を受け、実験線の建設に向け、国鉄本社内に「浮上式鉄道開発推進会議」が設置されて、そのルート、規模、方式などが審議されました。超電導磁気浮上式鉄道の目標営業速度を500km/hとしているため、実験線の目標最高速度も500km/hに置き、加減速度を非常に高くとることにより、走行路延長は7kmで500km/hは達成可能と判断されました。走行路は単線

でほぼ直線とするが、若干の曲線の実験も可能とし、勾配はとくに設けないことになりました。実験線の建設地としては、多くの候補地の中から宮崎県下の日向市から都農町にまたがる日豊本線沿いが選ばれました。選定理由としては、

- ①支障物が少なく、ほぼ直線の7kmの走行路が建設可能なこと
- ②地元の協力が得られること
- ③在来線に近く、利便性、PR効果などがあること
- ④電力事情がよいこと
- ⑤雪害などの気象条件に影響されず、実験日数が多くとれること

などの点があげられました。そして、ガイドウェイの断面構造を逆T型とし、L型超電導磁石を搭載する跨座型の実験車両を走行させることが決定され、1974(昭和49)年10月には実験線基礎設備の建設が、のちに車両および電気設備の建設が決定されました。

宮崎実験線の建設工事は4段階に分けて進められましたが、完成した区間から走行が開始されることとなり、1977(昭和52)年4月に宮崎実験センターが開設されました。同年7月に、まず、延長1.3kmの区間が完成しました。次いで、3.1kmまでが同年12月に完成し、浮上走行が可能となりました。さらに、4.7kmまでが1978(昭和53)年6月に完成し、最高速度300km/h以上の走行が可能となりました。そして、7kmの全区間が1979(昭和54)年8月に完成しました。

走行実績

1977(昭和52)年7月に実験車両ML-500による走行実験(図1)が開始され、1979(昭和54)年12月に517km/hを達成しました。

1980(昭和55)年11月に実験車両MLU001による走行実験(図2)が開始され、1987(昭和62)年1月に無人



図1 ML-500による走行実験



図2 MLU001による走行実験



図3 MLU002による走行実験



図4 MLU002Nによる走行実験(空力ブレーキ試験)

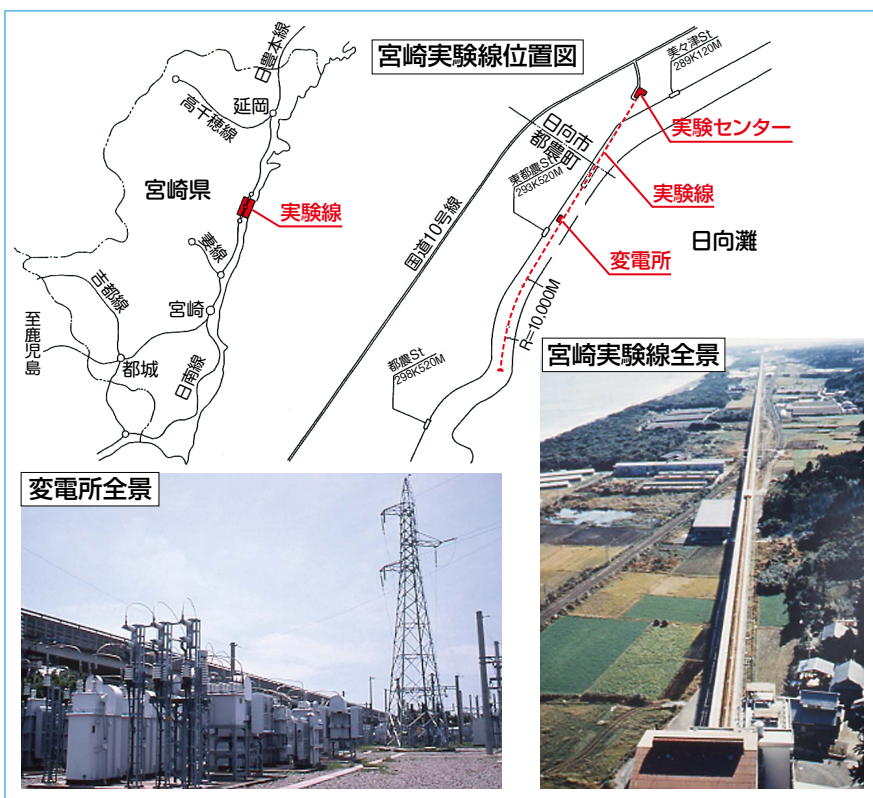


図5 宮崎実験センターの位置

走行で405.3km/h、同年2月に有人走行で400.8km/hを達成しました。

1987(昭和62)年3月に実験車両MLU002による走行実験(図3)が開始され、1987(昭和62)年12月に有人走行で306km/h、1989(平成元)年11月に無人走行で394km/hを達成しました。

1993(平成5)年1月に実験車両MLU002Nによる走行実験(図4)が開

始され、1994(平成6)年2月に無人走行で431km/h、1995(平成7)年2月に有人走行で411km/hを達成しました。

実験設備¹⁾

宮崎実験センターの建屋は宮崎県の日向市美々津町に位置し、浮上式鉄道の走行実験が行われたガイドウェイが南方の児湯郡都農町にかけて7km建設されています(図5)。走行実験当時

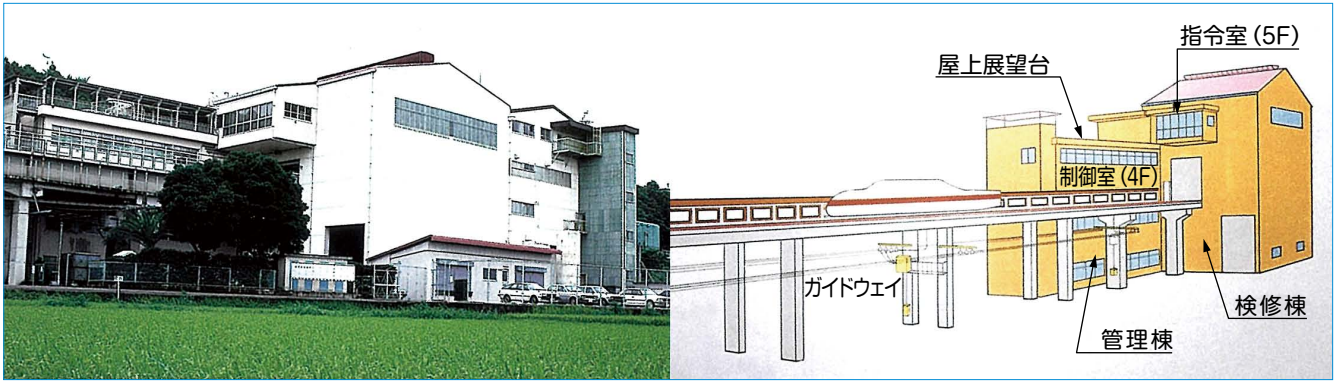


図6 宮崎実験センターの建屋



図7 ML-500 トンネル内走行試験



図8 MLU001 2両連結での走行実験



図9 MLU001 3両連結での走行実験

は起点である実験センター建屋から3km地点に変電所が設けられていましたが、現在は廃止されています。

実験センターの建屋は、職員が在所する管理棟と車両の整備などを行う検修庫からなり、走行実験当時は最大で二十数名の研究者が従事していました(図6)。

研究開発 1)2)3)4)5)6)

ML-500による走行実験

最初に完成した1.3kmのガイドウェイを使用して、実験車両ML-500の走行実験が開始されました。ガイドウェイはモノレールのような逆T型とよばれる形状をしており、Tの縦棒にあたる中央突起の両側に推進・案内併用コイルを設置し、Tの横棒にあたるガイドウェイの底面に浮上コイルが配置されました。実験車両は1両で、長さ13.5m、重さ10t、逆T型のガイドウェイにまたがる格好をしていたため、乗車スペースはありませんでした。逆T型のガイドウェイ構造を採用したのは、リニアモーターの推進力およびブレーキ力を車両の重心近くに発生させ

るので、車両運動的に安定するためです。当時は大きな超電導磁石の製作が難しかったため、浮上用と推進・案内用の超電導コイルが搭載されていました。それぞれの超電導コイルが、地上コイルと向き合うように配置されているので、後ろから見ると超電導磁石がL字型の構成になっていました。実験線の全線7kmが完成するまでの間、351.2mの模擬トンネルによるトンネル内走行試験(1979(昭和54)年1月～8月)(図7)や、ML-500の車体を超電導磁石冷却用の冷凍機が搭載できるように改造したML-500Rでの試験(1979(昭和54)年5月～6月)なども実施し、車載冷凍機の可能性が示されました。その後、再びML-500を用いて速度向上試験が行われ、1979(昭和54)年12月に実験線での目標最高速度を上回る517km/hを達成しました。

MLU001による走行実験

1980(昭和55)年には、将来の長距離大量輸送を念頭におき、乗車スペースが確保できるように車両を箱型構造とするために、ガイドウェイ構造をU型に改造する工事が行われました。新

しい実験車両はMLU001と名付けられ、2両の先頭車と1両の中間車の3両が製造されました。長さは、先頭車が10.1m、中間車が8.2mで、重量は全車両ともそれぞれ約10tでした。先頭車には8人分、中間車には16人分の座席が設けられていました。超電導磁石は各車両とも両側に配置され、1つの超電導コイルで浮上用と推進・案内用を兼用できる磁力の大きな超電導磁石の製作が可能となったため、推進・案内コイルと超電導磁石が向き合ったI字型の構成となっていました。1980(昭和55)年11月にU型化改造が完成した4.1kmでMLU001の1両での走行実験(図2)が開始されました。1981(昭和56)年11月にはMLU001の2両連結での走行実験(図8)が開始されました。1982(昭和57)年5月には全区間のU型化改造が完成し、同年11月からはMLU001の3両連結での走行実験(図9)が開始されました。その後の速度向上試験では、2両連結で1987(昭和62)年1月に無人走行で405.3km/h、同年2月に有人走行で400.8km/hを達成しました。MLU001は、次の実験

車両MLU002が走行を開始した後も、緊急着地ブレーキ試験（1987（昭和62）年8月）、3両編成高速走行試験（無人走行で362km/hを達成）（1989（平成元）年2月）、空力ブレーキ試験（1989（平成元）年3月）で使用され、さらに、1992（平成4）年4月から12月にかけて、MLU002Nが完成するまでの間の走行実験でも使用されました。

MLU002による走行実験

MLU001を受け継ぎ、将来の実用車両の基礎となるボギー方式のプロトタイプ車両として、将来の営業線に向けた各種の機能確認とあわせ、多くの人々に試乗してもらうことを目的として、新しい実験車両MLU002が製作され、1987（昭和62）年3月に走行実験が開始されました。MLU002には、44人分の座席を設け、快適性、信頼性、安全性を確認することとされました。また、超電導磁石の高性能化により個数が減らされ、集中配置方式となりました。

1987（昭和62）年4月、国鉄の分割・民営化にともない、超電導磁気浮上式鉄道の研究開発は鉄道総研に継承され、宮崎実験センターは鉄道総研の実験所となりました。鉄道総研の実験車両として走行することとなったMLU002では、低速での磁気抗力の減少を目的とした「側壁浮上方式」の特性試験（1988（昭和63）年3月以降）（図10）、変電所渡り試験（1988（昭和63）年12月）、乗り心地の改善を図った弾性支持特性試験（1990（平成2）年3月以降）、分岐側線進入試験（1990（平成2）年4月～8月）（図11）、インバーター出力による走行試験（1991（平成3）年6月以降）などが実施されました。この車両は多くの人々に試乗され、超電導磁気浮上式鉄道の乗り心地を体験する機会を提供していましたが、1991（平成3）年10月、走行試験中の車両火災により全焼してしまいました。

MLU002Nによる走行実験

MLU002の車両火災事故の教訓を生かして、MLU002とほぼ同様の車体に防火対策を施し、車輪ディスクブレーキ、空力ブレーキ、乗り心地向上のための超電導磁石弾性支持台車など、より営業化を視野に入れた装置を搭載した新しい実験車両MLU002Nが1993（平成5）年1月に完成し、走行実験が開始されました。MLU002Nでは、搭載された各種装置の機能確認試験（図4）のほか、ディスクブレーキ試験（1993（平成5）年9月以降）、浮上・推進・案内を1個の側壁コイルで行うPLGコイル浮上案内機能確認試験（1993（平成5）年9月）などを実施し、速度向上試験では、1994（平成6）年2月に無人走行で431km/hを、1995（平成7）年1月に宮崎実験線における有人走行での最高速度となる411km/hを達成しました。そして、宮崎実験センターは、1996（平成8）年10月の人工故障試験を最後に、超電導磁気浮上式鉄道の実験センターとしての役割を終えました。

おわりに

現在、ガイドウェイの終点側（都農町側）3.9km区間はソーラー発電所として利用されています⁷⁾。これは、宮崎県の「みやざきソーラーフロンティア構想」により建設されたもので、ガイドウェイ上にソーラーパネルが設置され、1MW規模の発電がなされています。

一方、起点側（日向市側）の3.1km



図10 側壁浮上方式区間のガイドウェイ



図11 MLU002 分岐側線進入試験

区間では、長い直線を利用し、列車模型の走行実験、通信機器の特性実験、超電導ケーブルの長距離冷却試験（NEDO委託）などが行われています。また、コンクリート構造のガイドウェイを利用し、構造物の維持管理に関する実験、振動特性に関する実験などが行われています。今後も、3.1kmのガイドウェイを利用したさまざまな実験が行われる予定です。RRR

文献

- 1) 鉄道総合技術研究所浮上式鉄道開発本部編：超電導磁気浮上式鉄道宮崎リニア実験線記録誌，鉄道総合技術研究所，1998
- 2) 長嶋賢：やさしい超電導リニアモーターカーのお話（その3）～JR-Maglev 開発のあゆみ～，超電導Web21，2011年6月号，2011
- 3) 小方正文：超電導磁石，RRR，Vol.71，No.3，pp.32-35，2014
- 4) 渡邊健：浮上式鉄道車両，RRR，Vol.74，No.8，pp.28-31，2017
- 5) 高橋紀之：超電導磁気浮上式鉄道のガイドウェイ，RRR，Vol.70，No.3，pp.32-35，2013
- 6) 太田聡：浮上式鉄道の地上コイル，RRR，Vol.74，No.1，pp.28-31，2017
- 7) 宮崎ソーラーウェイ株式会社：ホームページ，<http://www.miyazaki-solarway.com/>