

超電導リニア

SUPERCONDUCTING MAGLEV

次世代の扉を開く輸送システム

The Superconducting Maglev-Next Generation Transport System

超電導リニア。それは超電導を利用した世界に誇る日本独自の先端技術。従来の鉄道のように車輪とレールとの摩擦を利用して走行するのではなく、車両に搭載した超電導磁石と地上に取り付けられたコイルとの間の磁力によって非接触で走行します。そのため、従来の鉄道とは異なり時速500kmという超高速走行が安定して可能となります。1962年、全く新しい輸送システムである浮上式鉄道の研究がスタートし、1997年4月からは山梨実験線において走行試験を開始しました。これまで多くの試験項目をクリアし、2009年7月に、国土交通省の超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において、超電導磁気浮上式鉄道について、「営業線に必要となる技術が網羅的、体系的に整備され、今後詳細な営業線仕様及び技術基準等の策定を進めることが可能となった」との評価を受けました。次世代の扉が、今、まさに開かれようとしています。

The Superconducting Maglev is an internationally acclaimed, cutting-edge technology unique to Japan. Unlike the conventional railway system, it accelerates and decelerates not by adhesion between wheel and rail. It is a contactless transport system by the magnetic force generated between the onboard superconducting magnets and ground coils, which enables a stable ultra-high speed operation at the speed of 500km/h. Research on a totally new levitated transport system commenced in 1962, and running tests on the Yamanashi Maglev Test Line began in 1997. Wide ranges of technologies of the Superconducting Maglev system have been developed with positive results. The report, issued in July 2009 by the Maglev Technological Practicality Evaluation Committee under the Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, has acknowledged that the technologies of the Superconducting Maglev have been established comprehensively and systematically, which makes it possible to draw up detailed specifications and technological standards for revenue service. The next generation transport system is about to be realized.

超電導リニアの原理 The Principles of the Superconducting Maglev System

超電導とは What is superconductivity?

ある種の金属・合金・酸化物を一定温度以下としたとき、電気抵抗がゼロになる現象を超電導現象といい、超電導状態となったコイル（超電導コイル）に一度電流を流すと永久に流れ続けます。超電導リニアの場合には、超電導の安定性を高めるためにニオブチタン合金を使用し、液体ヘリウムでマイナス269℃に冷却することにより超電導状態を作り出しています。

Superconductivity is the phenomenon that the electrical resistance of certain materials approaches zero at very low temperature. When an electrical current is applied to a coil in a superconductive state (superconductive coil), this current continues to flow permanently, resulting in the creation of a very large magnetic field. Niobium-titanium alloy has been used for the Superconducting Maglev to increase superconductive stability and a superconductive state achieved by liquid helium to a temperature of minus 269℃.

リニアモーターとは What is a linear motor?

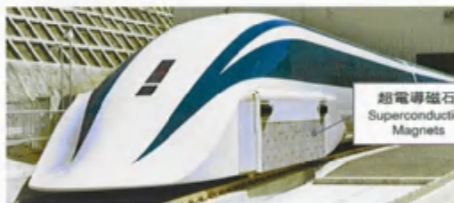
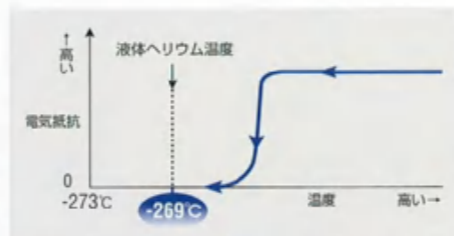
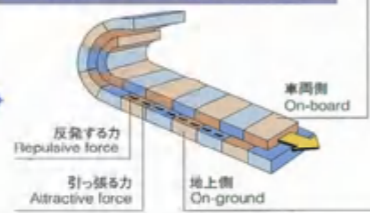
リニアモーターとは、従来の鉄道車両のモーターを直線状に引きのばしたもので、このモーターの内側の回転子が車両に搭載される超電導磁石、外側の固定子が地上に設置される推進コイルに相当します。A linear motor can be compared to a conventional type of rotating motor which is cut open and extended linearly. The rotors inside the conventional motors correspond to the superconductive magnets in the Maglev vehicles, while the external stators correspond to the propulsion coils on the ground.

普通のモーター Conventional motor



● N極 ● S極

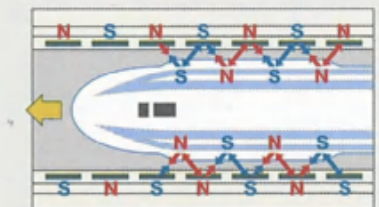
リニアモーター Linear motor



推進の原理 Propulsion System

地上の推進コイルに電流を流すことにより磁界（N極・S極）が発生し、車両の超電導磁石（N極・S極を交互に配置）との間で、引き合う力と反発する力が発生します。これを利用して車両（超電導磁石）が前進します。

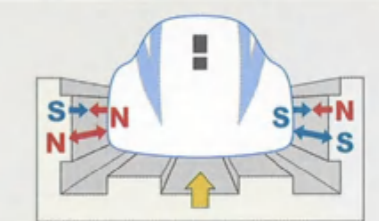
By passing current through propulsion coils on the ground, a magnetic field (north and south poles) is produced, thus the train is propelled forward by the attractive force of opposite poles and the repulsive force of same poles acting between the ground coils and the superconducting magnets built into the vehicles.



浮上の原理 Levitation System

地上ガイドウェイ（軌道）の側壁両側に浮上・案内コイルが設置されており、車両の超電導磁石が高速で通過すると両側の浮上・案内コイルに電流が流れて電磁石となり、車両（超電導磁石）を押し上げる力（反発力）と引き上げる力（吸引力）が発生します。

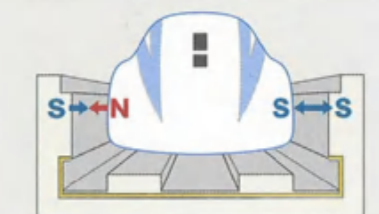
Levitation and guidance coils are installed on either side of the guideway (track). When the on-board superconducting magnets pass at high speed, an electric current passes through the levitation and guidance coils on either side to become electromagnet, generating a force that both pushes up (repulsive force) and pulls up (suction power) the vehicle (the superconducting magnet).



案内の原理 Guidance System

ガイドウェイの左右の側壁に設置されている浮上・案内コイルは、車両が中心からどちらか一方にずれると、車両の遠ざかった側に吸引力、近づいた側に反発力が働き、車両を常に中央に戻します。

The levitation and guidance coils on either side of the guideway keep the vehicles in the center of the guideway all times by exerting an attractive force on the further side of the vehicle and a repulsive force on the nearer side when the train moves off center to either side.



'95 超電導リニアの夜明け

Early years of Superconducting Maglev transport system



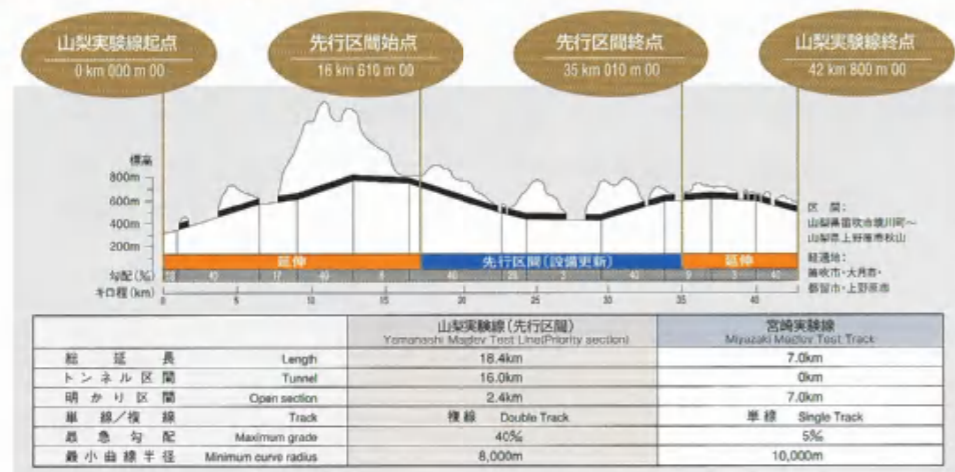
1962年、東京～大阪間1時間を目指し、新幹線の次の超高速鉄道としてリニアモーター推進浮上式鉄道の研究がスタートしました。1972年に国鉄・鉄道技術研究所(現:財)鉄道総合技術研究所)内で初めてML100が浮上走行に成功しました。1977年には宮崎に実験線が建設され、1979年、最初の実験車両ML-500において当時の鉄道の世界最高速度517km/hを記録しました。1980年ガイドウェイは逆T字型からU字型に改造され、有人走行が可能な車両(MLU001、MLU002N)により実験が続けられました。宮崎実験線では、超電導磁気浮上式鉄道の基本的な性能について実験が行われましたが、単線で、トンネルや勾配、曲線がないことから、これらを備えた新たな実験線が必要になり、1989年、山梨実験線が建設されることになりました。

The research on a linear motor propulsion railway system was started in 1962 as the next-generation ultra-fast link between Tokyo and Osaka with a journey time of 1 hour. The first successful levitation run on the ML100 was realized at the Railway Technical Research Institute in 1972. A maglev test track was constructed in Miyazaki in 1977, and in 1979 the first test vehicle, the ML-500 achieved a world speed record at the time of 517km/h. In 1980, the guideway was modified from a reversed T-type form to a U-type form, and tests continued on the MLU001 and MLU002N with manned running. Although fundamental tests on the basic performance of the Maglev were carried out on the Miyazaki Maglev Test Track, as the Miyazaki test track was only a single track with no tunnels, gradients or curves, a new test line with these features was required. In 1989, it was decided to construct the Yamanashi Maglev Test Line.

'96 山梨実験線の誕生

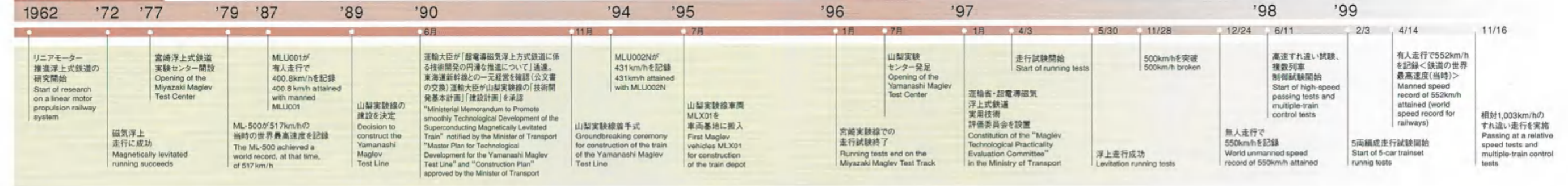
Birth of the Yamanashi Maglev Test Line

山梨実験線は富士山の北側に位置する全長42.8kmの路線です。
The 42.8km long Yamanashi Maglev Test Line is located to the north of Mt. Fuji.



1990年11月、着工式が行われ、山梨実験線の建設がスタート。1995年7月には山梨実験線の車両MLX01が完成、山梨実験線に搬入されました。その後様々な設備工事などを行い、1997年3月、先行区間18.4kmが完成しました。
The construction of the Yamanashi Maglev Test Line began with the groundbreaking ceremony in November 1990. The test vehicles for Yamanashi Maglev Test Line, named MLX01, were completed in July 1995. And delivered to the train depot. After setting up related equipment, the 18.4km-long priority section was completed in March 1997.

HISTORY



'99 技術上のめど立て

Attainment of technical prospects for practical application

1997年4月3日、低速度での車輪走行にて走行試験がスタート。5月には、浮上走行に成功し、安定した浮上走行ができることを確認しました。その後、速度向上試験を実施し、11月には500km/hを突破。12月には設計最高速度である550km/hを記録し、試験開始から約9ヶ月で開発目標に到達しました。1999年2月には長大編成による走行安定性などを確認するために、5両編成での走行試験を実施しました。また、対向列車とのすれ違い時における走行安定性などを確認するために、高速すれ違い試験を実施。1999年11月には相対速度1,003km/hを記録しました。その他、駅での先行列車の遅延、後続列車の追越、続行運転などを想定した複数列車による試験を実施し、スムーズな遅延、追越などができていることを確認しました。

Running tests commenced on the Yamanashi Maglev Test Line on April 3, 1997. Low speed wheel running tests were carried out. After that the first levitation running succeeded on May, 1997. We then confirmed that stable running was possible. So, we began speed increasing tests. Maximum speed exceeded 500km/h on November, and the maximum designed speed of 550km/h was achieved on December, which means that target speed was achieved around 9 months after the running tests began. Running tests were carried out with a 5-car train to confirm characteristics such as running stability on a long train in February 1999. And high-speed passing tests were carried out for confirming running stability and other factors when passing an oncoming train. Then a relative speed of 1,003km/h was attained. These tests simulated various functions required for revenue service operation, including waiting, passing and following, etc. and it was confirmed that such events could be performed smoothly.



▲走行試験開始式

'97~'99年の総合評価

Overall evaluation from 1997 to 1999

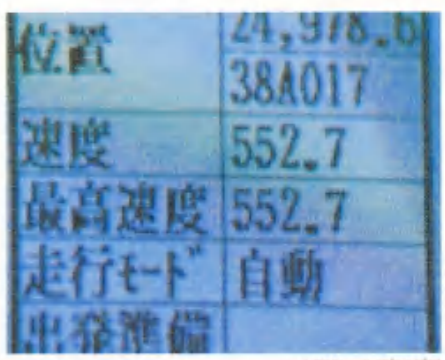
2000年3月、運輸省(現:国土交通省)・超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において、「超高速大量輸送システムとして、実用化に向けた技術上のめどがたつたものと考えられる。」との評価を受けました。

In March 2000, Maglev Technological Practicality Evaluation Committee under the Ministry of Transport (now the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) Maglev Technological Practicality Evaluation Committee. The superconducting Maglev technology has reached a stage that makes it a viable ultra-speed mass transport system.



▲高速すれ違い試験

▲5両編成



▲550km/h記録の瞬間



▲複数列車制御試験

104 実用化基盤技術の確立

Establishment of fundamental technology for practical application

実用化の基盤技術の確立を目指し①信頼性・長期耐久性の検証、②コスト低減、③車両の空力的特性の改善を柱として技術開発及び走行試験を推進しました。信頼性・長期耐久性の検証やコスト低減の検討を進めるとともに、空力的特性や乗り心地などを多角的に把握・検証する目的で、先頭形状、車両断面、車体構造において多くの試験的要素を取り入れた試験車両(MLX01-901)を投入しました。2002年7月に走行試験を開始し、車両運動・走行抵抗の低減効果、車内・沿線環境の改善効果などを確認しました。

また、2003年からは、将来の営業線設備の最適設計を行うために、より高いレベルの安全性・信頼性・耐久性を確認する試験を実施しました。2003年11月、連続走行試験を実施し、これまでの記録を2倍以上上回る2,876km(実験線先行区間89往復)を走行しました。これは、JR東海保有の新幹線車両の1日平均運行距離1,400kmの約2倍に相当する距離です。

また、2003年12月、これまでの自らがもつ世界最高記録を約30km/h上回る581km/hを記録しました。この記録は、2004年2月にギネスブックにて鉄道の世界最高速度に認定されました。

さらには、1999年11月以来の高速すれ違い試験を行い、2004年11月に、これまでの記録を上回るすれ違い相対速度1,026km/hを記録しました。

With the aim of establishing all necessary fundamental technologies for practical application, technological development and running tests had been promoted with a focus on verification of reliability and long-term durability of the system, cost reduction and improvement of the aerodynamics of vehicles. With considering verification of reliability and long-term durability of the system and cost reduction, new vehicle, MLX01-901, was installed on the Yamanashi Maglev Test Line including many trial elements, such as nose shape, cross-section shape and body structure for the purpose of diverse understanding and verifications of aerodynamic characteristics and riding quality. Running tests started in July 2002, with verifications made on the reduction effects of vehicle dynamics and running resistance, as well as the improvement of the environment inside and outside the vehicle. And, a series of high performance confirmation tests verified the enhanced safety, reliability and durability of the system with the aim of optimizing future service equipment designs in 2003.

On November, 2003, continuous running test traveled 2,876km (89 round trips on the test line), which was more than double the distance recorded up to that point. This distance is equivalent to twice the average distance of 1,400km traveled daily by Shinkansen vehicle owned by the Central Japan Railway Company. And a speed of 581km/h was achieved on December, 2003, exceeding our previous world record by about 30km/h. This record was recognized by Guinness World Records in February 2004 as the world's highest speed on a railway. Moreover, the passing test at a relative speed of 1,026km/h was carried out on November, 2004 that resulted in a new record.



▲試験車両(MLX01-901)



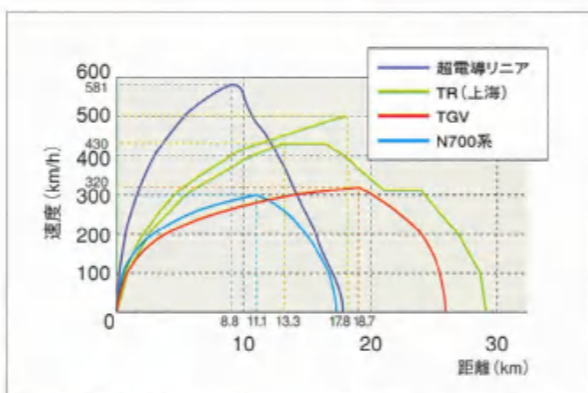
▲世界最高速度581km/hを記録した車両

'05年3月の実用技術評価委員会の評価

Evaluation by Maglev Technological Practicality Evaluation Committee in March 2005

2005年3月、国土交通省の超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において、超電導磁気浮上式鉄道について「実用化の基盤技術が確立した」との評価を受けました。

In March 2005, Maglev Technological Practicality Evaluation Committee under the Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism acknowledged all necessary technologies of the Superconducting Maglev for the future revenue service were established.



▲各システムの速度と加速性能の比較

105 実用化技術の確立

Establishment of technologies for practical application

営業線に必要な技術の網羅的、体系的な整備

Comprehensive and systematic readiness for revenue service

超高速大量輸送システムとして実用化の技術を確認することを目的とし、①更なる長期耐久性の検証、②メンテナンスを含めた更なるコスト低減のための技術開発、③営業線適用に向けた設備仕様の検討を柱に技術開発、走行試験を推進しました。また、実務的運用を想定した環境対策、異常時対応や保守体系について各々の対処法を明確化しました。走行試験においては、長期耐久性試験を中心に走行試験を継続して実施しました。

また、2009年4月からは、これまでの車両を営業線に近い形状へ改良して走行試験を実施しています。先頭部の長さを短縮するとともに、車体上部両側を円型から角型に改良しました。これにより、更なる車内空間の確保や、居住性の向上が図られることとなります。

As an ultra-high speed mass-transport system with the aim of establishing all necessary technologies for practical application, technological development and running tests had been promoted with a focus on verification of further long-term durability, further cost reduction including maintenance cost and verification of facility specifications for revenue service. Furthermore, we assumed the practically operation and clarified environmental measures, emergency response and maintenance system and confirmed prospects or establishment practical technology. Since April 2009, running tests have been performed using a modified experimental vehicle that is closer to revenue service design. The nose section has been shortened and the sides of the car roof are now angular rather than rounded. The modified design maximizes cabin space and ensures greater comfort.



▲改良した試験車両(MLX01-901A)

'09年7月の実用技術評価委員会の評価

Evaluation by Maglev Technological Practicality Evaluation Committee in July 2009

2009年7月、国土交通省の超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において、超電導磁気浮上式鉄道について「営業線に必要な技術が網羅的、体系的に整備され、今後詳細な営業線仕様及び技術基準等の策定を具体的に進めることが可能となった」との評価を受けました。

In July 2009, the Maglev Technological Practicality Evaluation Committee under the Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism acknowledged that the technologies of the Superconducting Maglev have been established comprehensively and systematically, which makes it possible to draw up detailed specifications and technological standards for revenue service.

実験線の設備更新および延伸

Renewal and Extension of the Yamanashi Maglev Test Line

	山梨実験線(全線) Yamanashi Maglev Test Line	山梨実験線(先行区間) Yamanashi Maglev Test Line(Priority section)	空島実験線 Miyazaki Maglev Test Track
総延長 Length	42.8km	18.4km	7.0km
トンネル区間 Tunnel	35.1km	16.0km	0km
明かり区間 Open section	7.7km	2.4km	7.0km
単線/複線 Track	複線 Double Track	複線 Double Track	単線 Single Track
最大勾配 Maximum grade	40%	40%	5%
最小曲線半径 Minimum curve radius	8,000m	8,000m	10,000m

山梨実験線について現在、設備を実用化仕様へ全面的に変更するとともに42.8kmに延伸しています。

更新・延伸後は、長大編成車両によるトップスピードでの長距離走行や長大トンネルの走り抜け、環境対策、異常時対応、保守体系等について技術的条件の最終確認を実施します。また、これらの試験による結果は、東海道新幹線バイパスへ反映していきます。

Central Japan Railway Company is revising specifications of the existing facility of the Yamanashi Maglev Test Line for practical level, and extending the Test Line up to 42.8 km in length based on the practical level specifications. Through the renewal and extension of the Test Line, we will conduct final confirmation of technological requirements about that running test for longer distance or through longer tunnels at the maximum cruising speed with longer train, establishment of environmental measures, method of emergency response and maintenance system. The results will be applied to the construction and operation of revenue service system.

HISTORY

