

技術事項に関する検討について

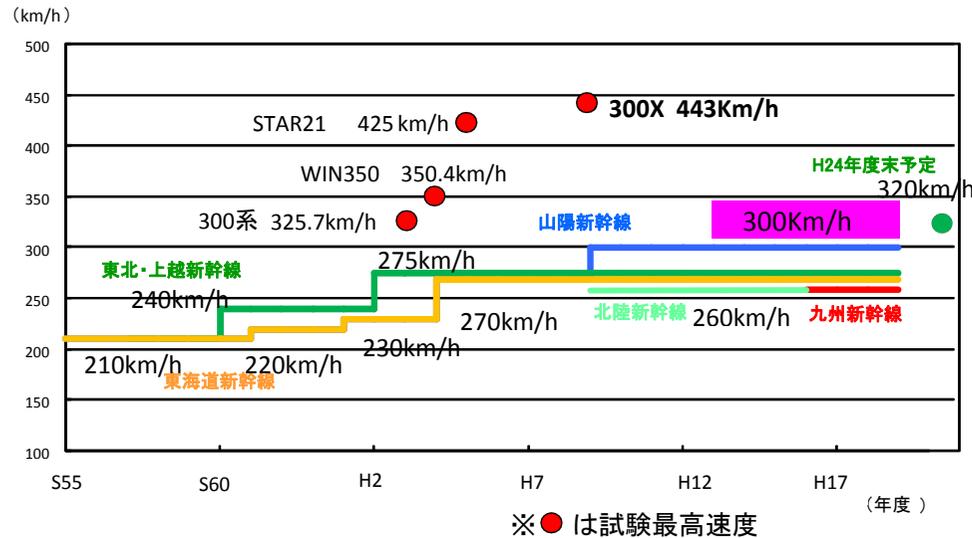
平成22年4月15日
国土交通省鉄道局

高速鉄道の基本システムの構成

- 在来型新幹線(粘着駆動による電車方式)
- 超電導リニア(超電導磁気浮上式鉄道)

在来型新幹線の概要

営業最高速度の変遷



営業車両の例



東海道新幹線開業時の車両(0系)

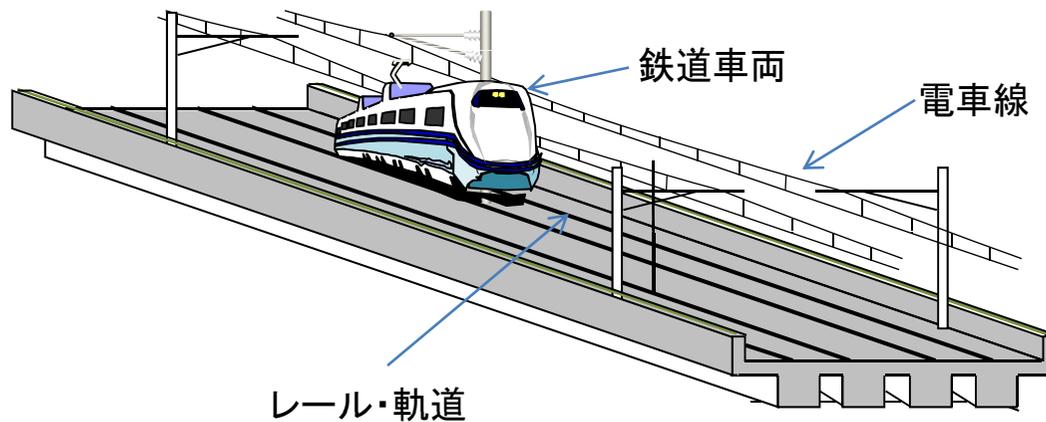


東海道新幹線走行中の車両(N700系)



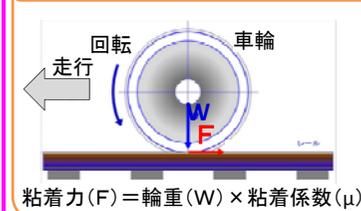
平成23年春より東北新幹線において走行予定の車両(E5系)

システム構成イメージ

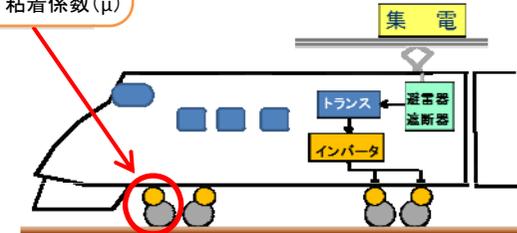


駆動の原理

粘着の原理



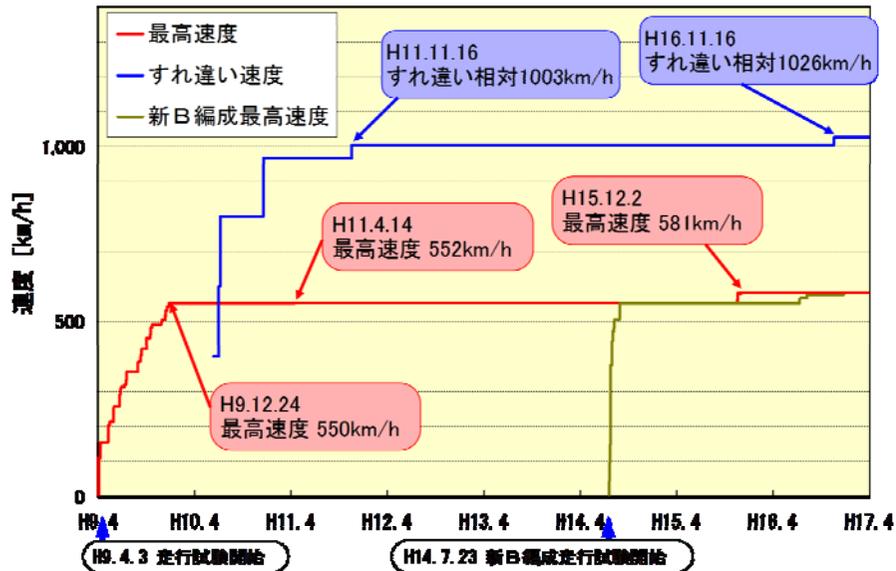
パンタグラフにより集電し、車両内の回転モータにより車輪を回転し、レールと車輪との間の摩擦力(粘着力)により駆動する。



レールと車輪との間の摩擦力により駆動

超電導リニアの概要

■ 試験最高速度の変遷

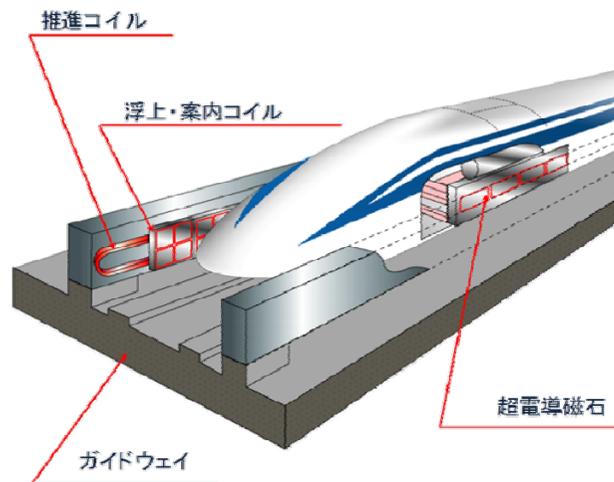


■ 試験車両



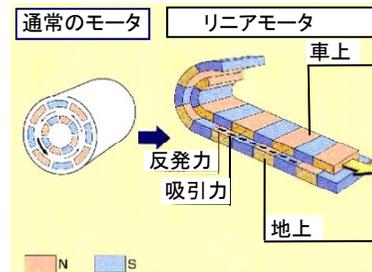
山梨実験センター及び走行試験中の超電導リニア車両

■ システム構成イメージ

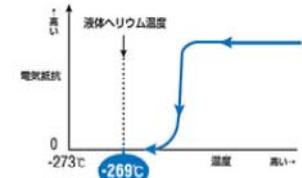


■ 駆動の原理

車両に取り付けた超電導磁石と浮上コイルにより浮上し、超電導磁石と推進コイルによるリニアモータにより駆動する。



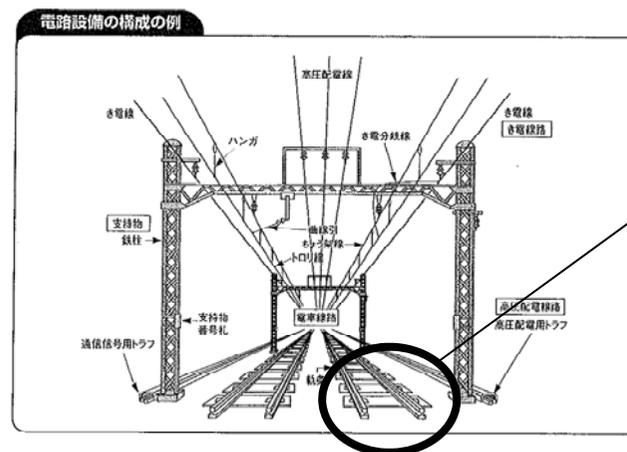
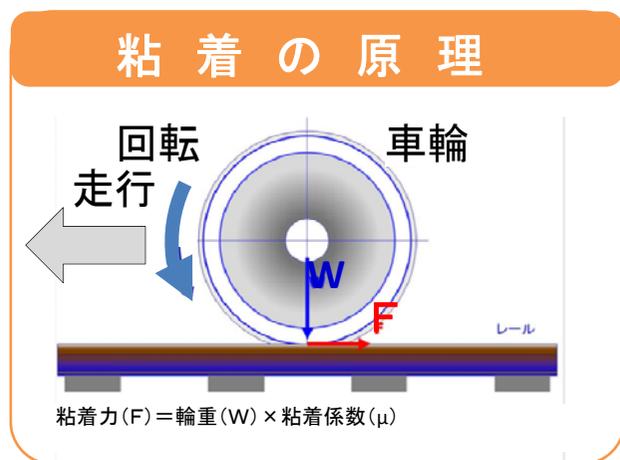
○超電導とは、極低温において電気抵抗が0になる現象。例えば、ニオブ・チタン合金ではマイナス269℃という液体ヘリウムに浸した場合に超電導状態となる。



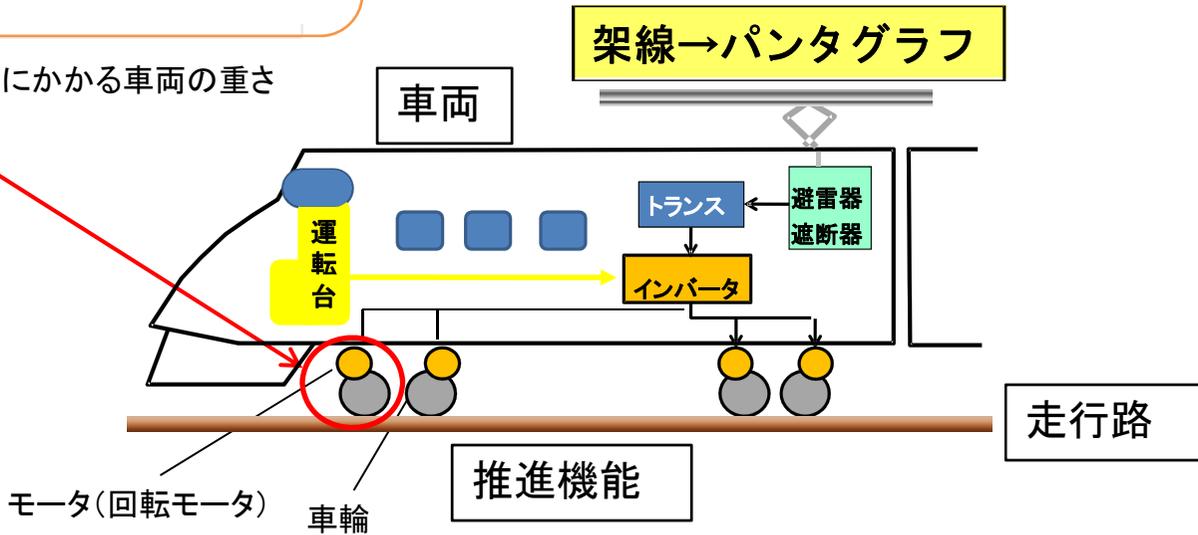
○車両を継続的に10cm以上浮上させる強力な磁力を発生。

粘着駆動方式の基本的なシステム構成

○粘着駆動方式の基本は、車両に供給される電力により、車輪と結合されて装備された回転モータを回転させ、これにより車輪を回転させて、車輪とレールとの間の摩擦力(粘着力)により、推進するもの



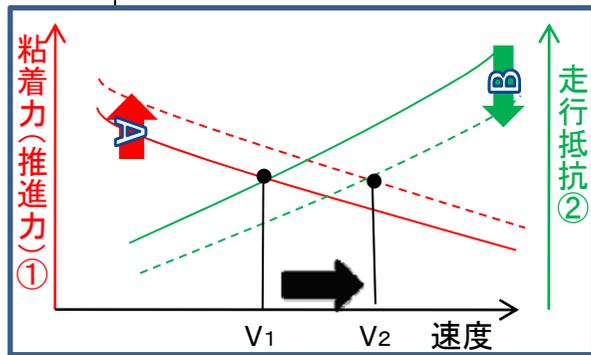
輪重: 車輪にかかる車両の重さ



粘着駆動方式による走行速度の限界

○粘着理論上の限界速度

在来型新幹線においては、粘着理論の定説として、湿潤状態(雨天時)での高速走行は概ね300km/h台が限界であるとされている。



- ①粘着力(推進力)は速度が上がると低下する(A)
- ②走行抵抗は速度が上がると増加する(B)



平成23年春より東北新幹線において走行予定の車両(E5系)

※試験車では、走行可能な線路条件の箇所で好天時であれば、400km/h~500km/hの記録を達成することは可能。
しかしながら、営業運転では、雨天時にも所定の加減速性能を確保した上で安定的に設定された速度で走行する必要がある。

○車両の性能による営業運転の限界速度

○東海道新幹線の初期車両
粘着理論による限界速度に加え、営業用車両の空気抵抗やブレーキ性能等の諸要因に制約され、200km/h台レベル



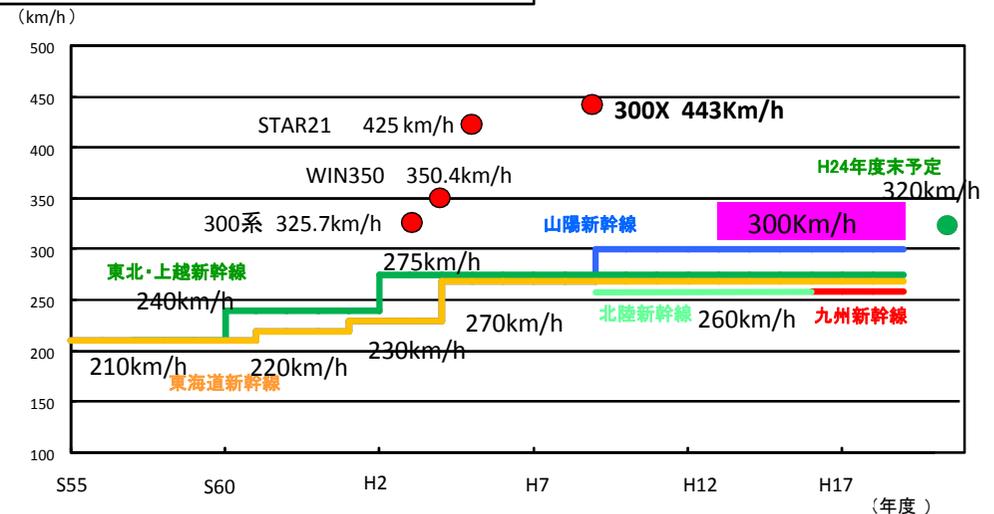
東海道新幹線開業時の車両(0系)



東海道新幹線走行中の車両(N700系)

○近年の新幹線車両

先頭形状の改良及び中間部の平滑化による空気抵抗の低減、モータの改良、パンタ・架線系の集電性向上、台車の改良等により、300km/h台レベル



(年度)

非粘着駆動方式による鉄道システムの考案

○粘着駆動方式の限界を超えるためには、新たな方式の鉄道システムが必要

(昭和30~40年代) 各種の浮上方式の研究開発
・空気浮上方式
・磁気浮上方式(常電導、超電導)
リニアモータの活用に関する研究開発

○空気浮上方式
当時は、世界的に空気浮上方式の開発が主流
(課題)
・送風機の燃費の悪さ
・送風機系の騒音
・トンネル内走行(気圧変動)

○磁気浮上方式(常電導)
磁力で浮上
(課題)
・通常の電磁力では大きな浮上力が得られない

○国鉄技術研究所での検討
車両の推進機能としてのリニアモータの利用、支持案内機能としての磁気浮上の方式を検討。当初は、常電導方式も検討したが、地震の影響なども考慮して大きな浮上力を得る必要から超電導方式を導入。

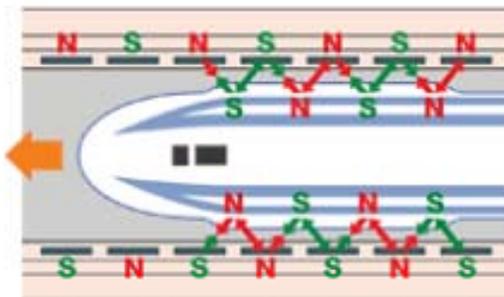


○超電導磁気浮上式鉄道の開発が本格的に開始

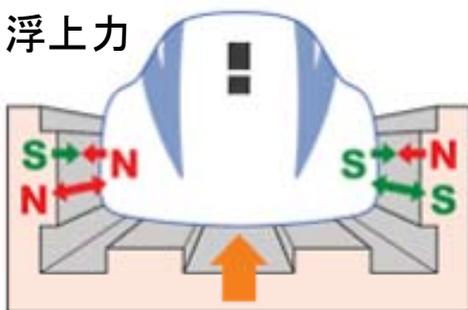
超電導リニアの基本的なシステム構成

○電磁誘導による磁気誘導浮上+リニアシンクロナスマータ推進

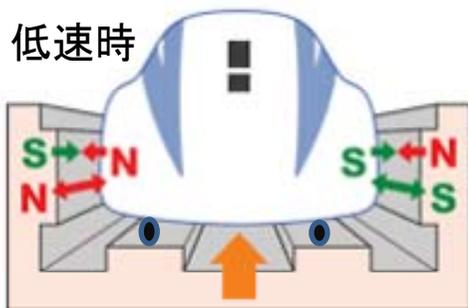
推進力



浮上力



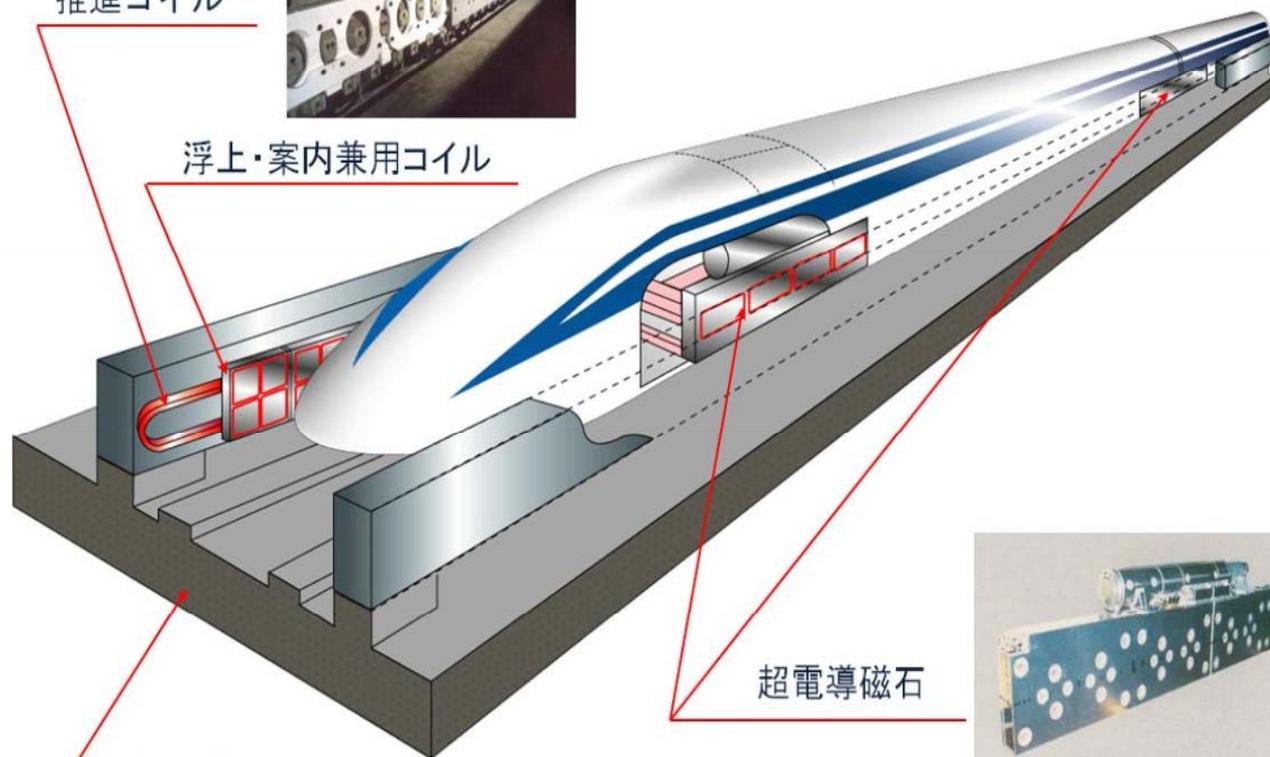
低速時



推進コイル



浮上・案内兼用コイル



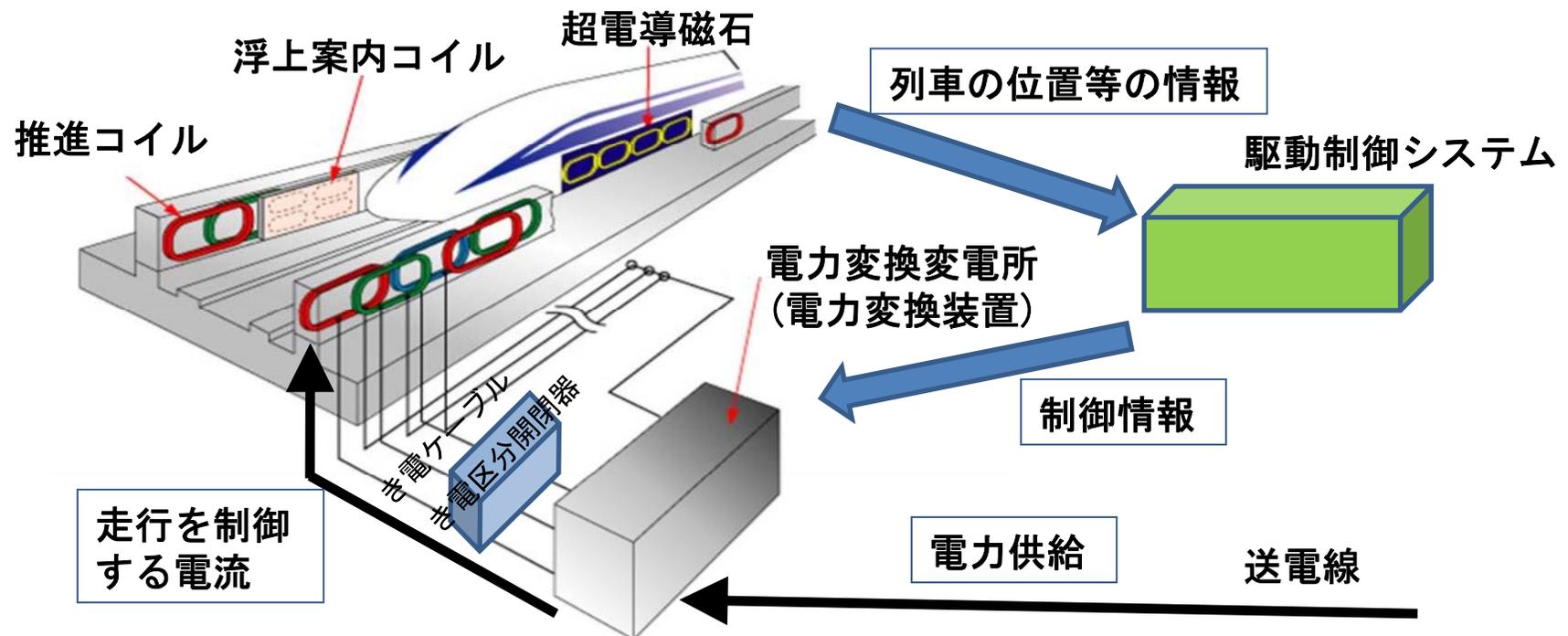
超電導磁石

ガイドウェイ

※ 加速時や停車時直前の概ね時速160km以下の推進力が弱い場合は、タイヤで走行。

超電導リニアの駆動方式

- ・ 送電線からの電力を、電力変換変電所で受電。
- ・ 当該変電所において、超電導リニアを駆動するため、①列車速度に応じた周波数、②列車位置に応じた電流の位相、③列車の加速減速の速度に応じた電流値になるよう電流を変換。
- ・ この電流をき電ケーブル、き電区分閉器を通じて、推進コイルに供給し、列車を駆動。
- ・ また、列車の位置や速度を検知するシステムにより、常時、列車位置・速度を駆動制御システムにフィードバック。
- ・ 以上により、地上側設備において、列車の駆動を制御。



超電導リニアと在来型新幹線の性能等

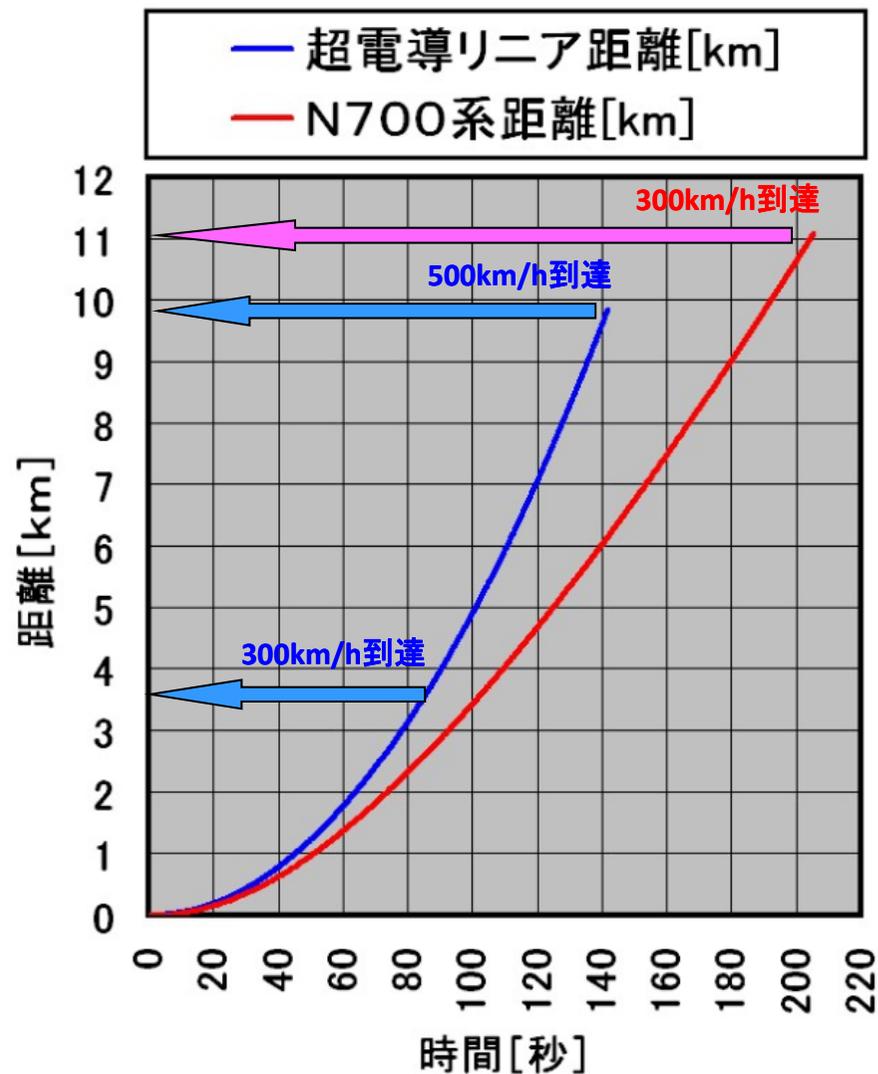
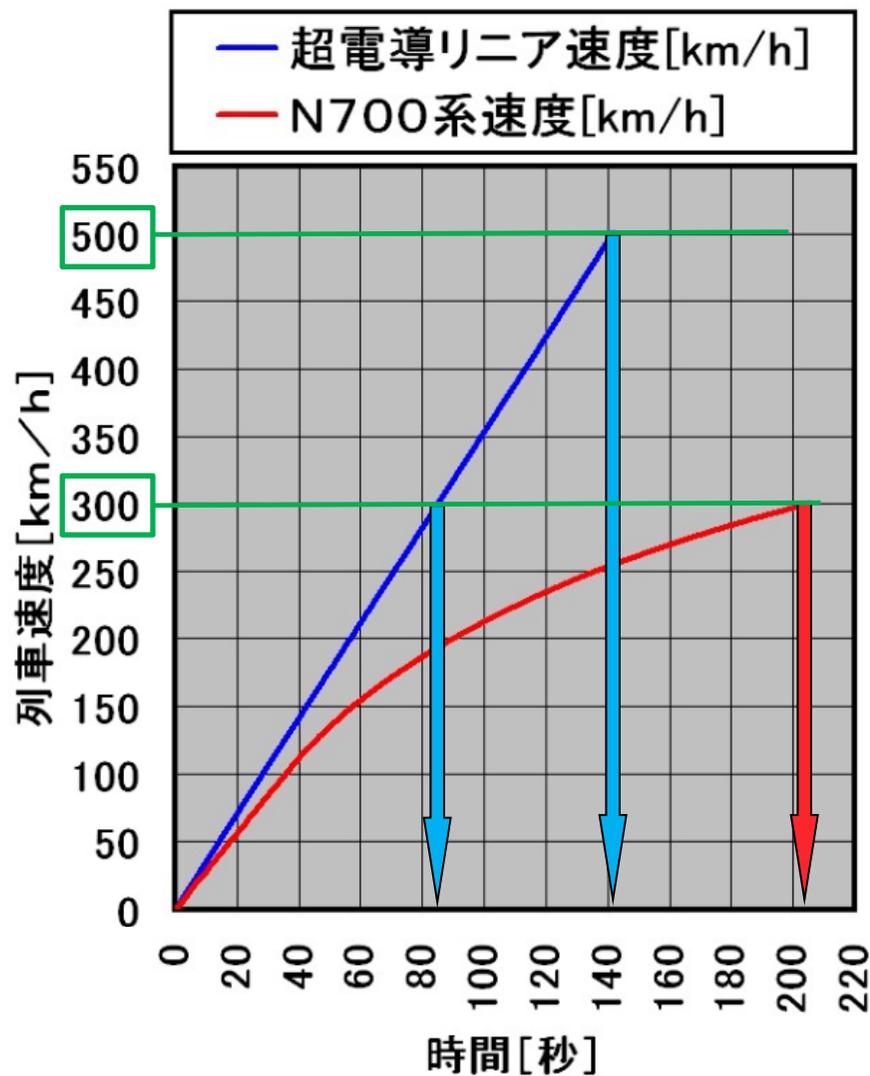
- 走行性能
- 騒音等周辺環境への対応
- 磁界への対応
- 地震・火災への対応

走行性能等の比較

項目		超電導リニア	在来型新幹線 (東海道新幹線)	備考
営業最高速度 ※試験最高速度		500km/h(予定) ※581km/h (H15山梨リニア実験線)	270km/h ※443km/h(好条件下で達成) (東海道新幹線300X 試験車)	山陽新幹線:300km/h 東北新幹線:320km/h(H24予定)
最大加速度		7.2km/h/s	2.6km/h/s	
線路諸元 (建設規格)	最小曲線半径	8,000m(山梨実験線の基準)	2,500m(本線上の原則)	整備新幹線 4,000m(本線上の原則) 高速道路(第2東名) 3,000m 中国の高速鉄道 9,000m
	最急こう配	40‰(山梨実験線の基準)	15‰(本線上の原則)	整備新幹線15‰(本線上の原則、地形上の理由により35‰) 高速道路(第2東名) 20‰ 中国の高速鉄道 12‰ ※1‰は1,000m進むと1m上がる
輸送力	輸送人員	約1万人/時間・片道 (技術開発目標)	約1.7万人/時間・片道	各新幹線により異なる。
	1編成の最大車両数	16両	16両	
	1編成の最大乗車人員	約1,000人	約1,300人(N700系)	
	1時間あたり最大列車本数(片道)	10本/時	13本/時(H22.3時点)	
車両諸元	車体長さ	28.0m(先頭車) 24.3m(中間車)	27.35m(先頭車) 25.0m(中間車)	各新幹線により異なる。
	車体幅	2.9m	3.36m	
	車体高さ	3.28m	3.6m	
	重さ	約25t/両	約45t/両	

加速度の比較

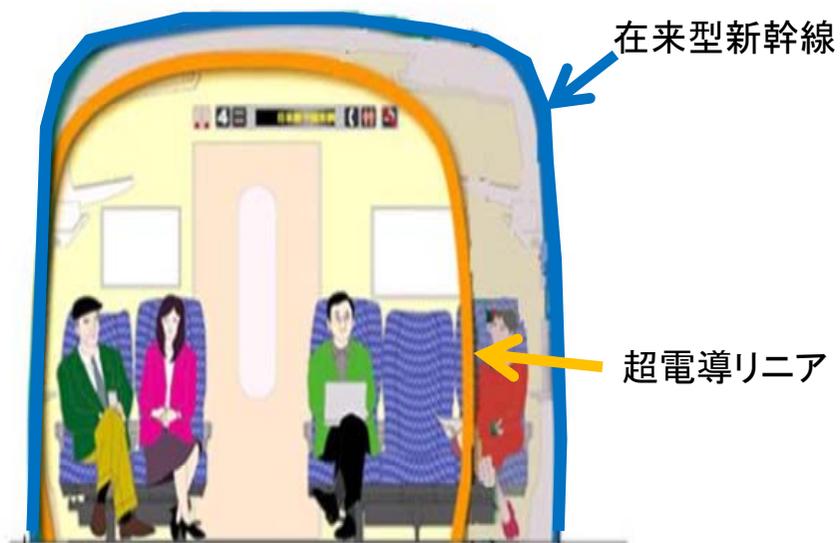
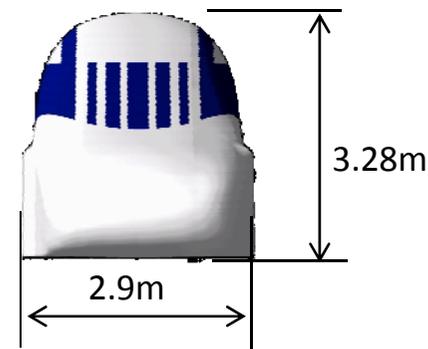
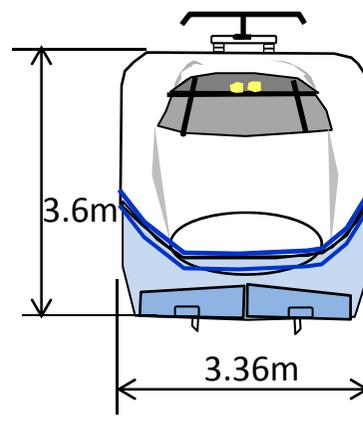
超電導リニアは最高速度が新幹線よりも大きいだけでなく加速度も大きいいため、新幹線よりも速く最高速度に到達し、最高速度を維持する時間や区間を長くすることが可能



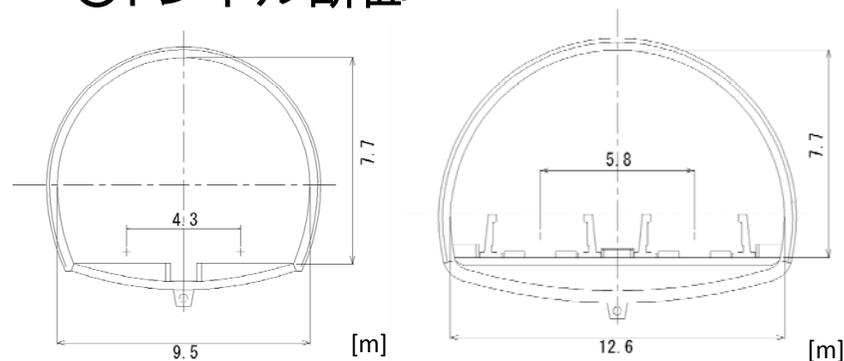
車体寸法等の比較

○車体寸法

	東海道新幹線  (N700系)	超電導リニア 
営業最高速度	270km/h	500km/h
車体幅	3.36m	2.9m
車体高さ	3.6m	3.28m



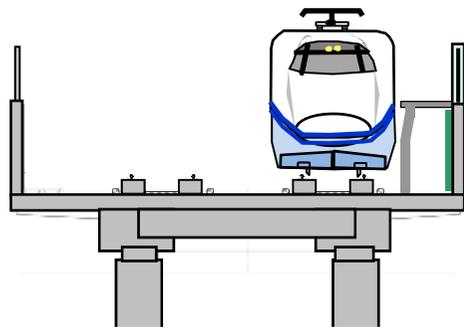
○トンネル断面



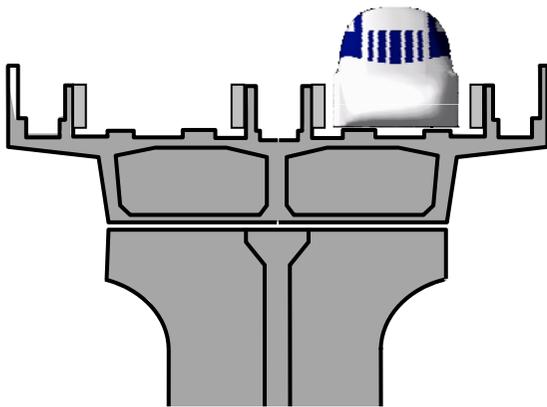
超電導リニアは高速で走行するため、トンネルの断面積が大きい。

騒音等周辺環境への対応

列車が高速で走行すると沿線騒音、微気圧波、空気振動、地盤振動が発生するので、一定の対策が必要となる。



在来型新幹線



超電導リニア



摩擦による音や空力音による騒音
(沿線騒音)



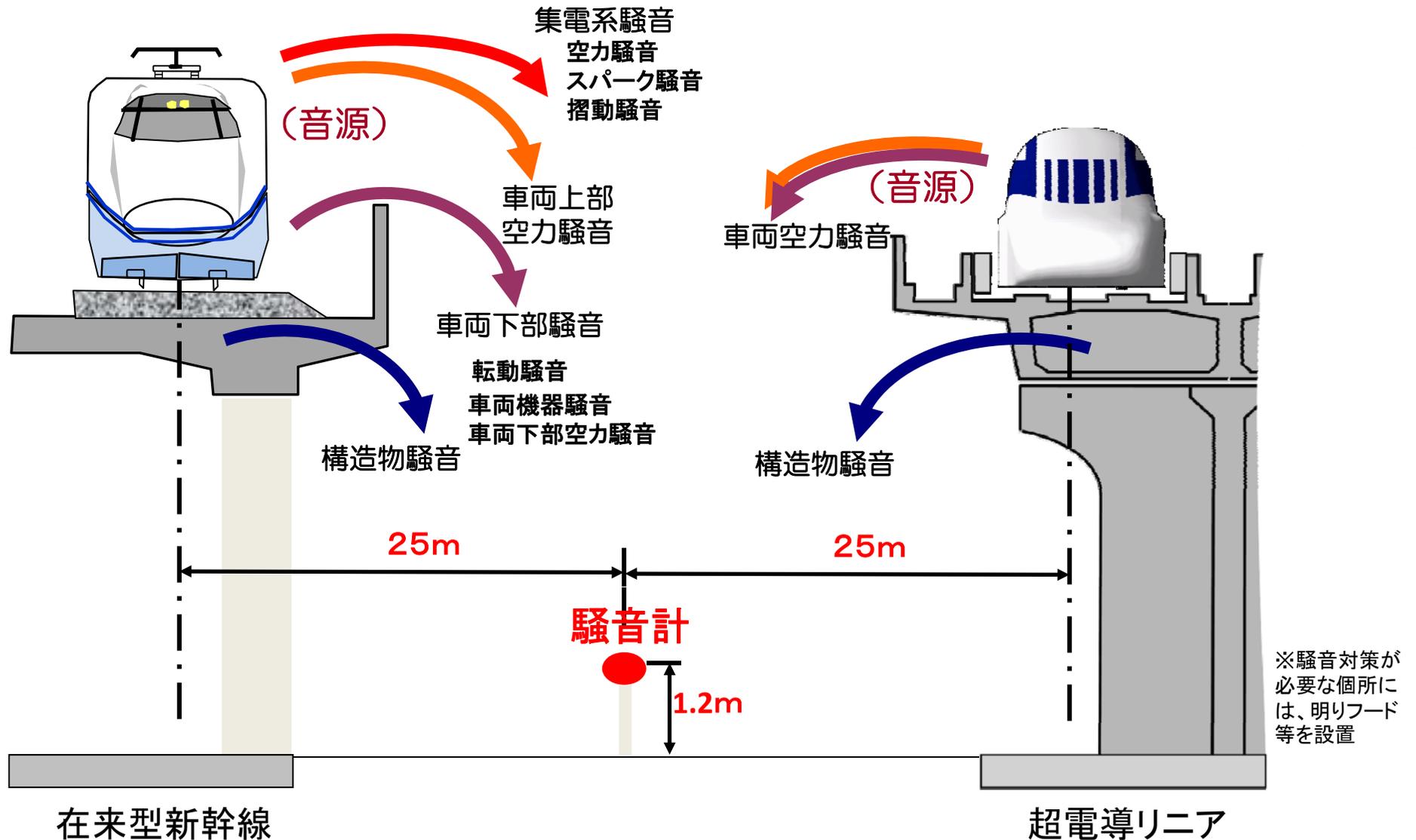
周辺の空気の気圧の変化の伝播による振動
(微気圧波、空気振動)



構造物の振動が地盤を介して周辺の建築物などに伝わる振動
(地盤振動)

高速走行時の騒音源について

超電導リニアは在来型新幹線に比べ、集電系、車輪による転動騒音は発生しないといった特徴がある。



超電導リニアの沿線騒音に対する評価結果

[平成21年7月28日「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価」(超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会報告書)より、抜粋]

標記について、評価委員会による検証状況は以下のとおりである。

基準設定	超電導リニアの騒音に関する環境基準(案)は、発生源の速度域に関係なく評価が可能である新幹線と同様の「新幹線鉄道の騒音環境基準」を適用する。	
	新幹線鉄道騒音に係る環境基準について(抜粋) (昭和50年7月29日、環境庁告示46号)	
	地域の類型	基準値
	I	70デシベル以下
	II	75デシベル以下

注) Iをあてはめる地域は主として住居の用に供される地域とし、IIをあてはめる地域は商工業の用に供される地域等 I 以外の地域であって通常の生活を保全する必要がある地域とする。

[評価]

沿線騒音について、基準値(案)が「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について(環境庁告示)」に準拠して設定され、実測データを基に16両編成での騒音値を予測したところ、近接側ガイドウェイ中心から25m離れた位置において上記基準値(案)を満たす結果が得られている。

また、必要な箇所に明かりフード等を設置して上記基準値(案)を達成するといった考え方が明確にされ、営業線に適用する設備仕様の具体的な見通しが得られ、実用化に必要な技術が確立している。



明かりフード

超電導リニアの微気圧波、空気振動に対する評価結果

[平成21年7月28日「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価」(超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会報告書)より、抜粋]

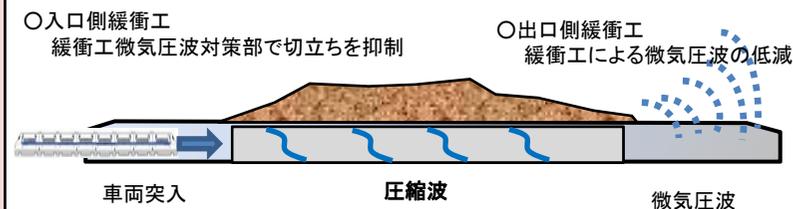
標記について、評価委員会による検証状況は以下のとおりである。

基準設定	超電導リニアの走行に伴い発生する微気圧波の基準値(案)は、新幹線の微気圧波の物理特性と差異はないことから、整備新幹線における目安値である「トンネル坑口緩衝工の設置基準(案)」(山岳トンネル設計施工標準・同解説、鉄道建設・運輸施設整備支援機構、平成20年4月)を適用する。 トンネル坑口緩衝工の設置基準(案、抜粋)(山岳トンネル設計施工標準・同解説、鉄道建設・運輸施設整備支援機構、平成20年4月)	
	目安値	超電導リニア基準値(案)
	民家近傍で微気圧波のピーク値が20Pa以上、坑口中心から20m地点で原則50Pa以上で設置	民家近傍で微気圧波のピーク値が20Pa以下、坑口中心から20m地点で原則50Pa以下
		※1[Pa] ≒ 1 × 10 ⁻⁵ [気圧] 1[気圧] ≒ 100kPa

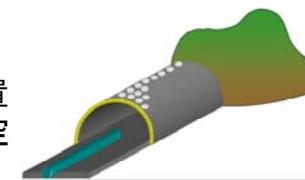
[評価]

微気圧波・空気振動について、基準値(案)が「トンネル坑口緩衝工の設置基準(案)(山岳トンネル設計施工標準・同解説:鉄道・運輸機構)」に準拠して設定され、実測データを基に、数値解析モデルを構築し、微気圧波のピーク値を予測したところ、営業タイプ先頭形状と延長150m緩衝工との組合せによる条件下での予測結果は上記基準値(案)を満たすものとなっている。

また、必要な箇所には所要の延長の緩衝工や明かりフードを設置すること等により上記基準値(案)を達成するといった考え方が明確にされ、営業線に適用する設備仕様の具体的な見通しが得られ、実用化に必要な技術の確立の見通しが得られている。



トンネル坑口に緩衝工を設置することにより、微気圧波、空気振動を軽減



トンネル緩衝工

超電導リニアの地盤振動に対する評価結果

[平成21年7月28日「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価」(超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会報告書)より、抜粋]

標記について、評価委員会による検証状況は以下のとおりである。

基準設定	超電導リニアの走行に伴い発生する地盤振動の基準値(案)については、新幹線での指針値である「環境保全上緊急を要する新幹線振動対策について(勧告)」(昭和51年3月12日、環大特第32号)を適用する。
	環境保全上緊急を要する新幹線振動対策について(勧告、抜粋) (昭和51年3月12日、環大特第32号)

指針値
70デシベル

※上記指針値を、超電導リニアの基準値(案)とする。

[評価]

地盤振動について、基準値(案)が「環境保全上緊急を要する新幹線振動対策について(勧告)(環大特)」に準拠して設定され、16両編成での振動値を予測したところ、特段の対策を実施せずとも、上記基準値(案)が充分達成可能であるということが明確にされている。

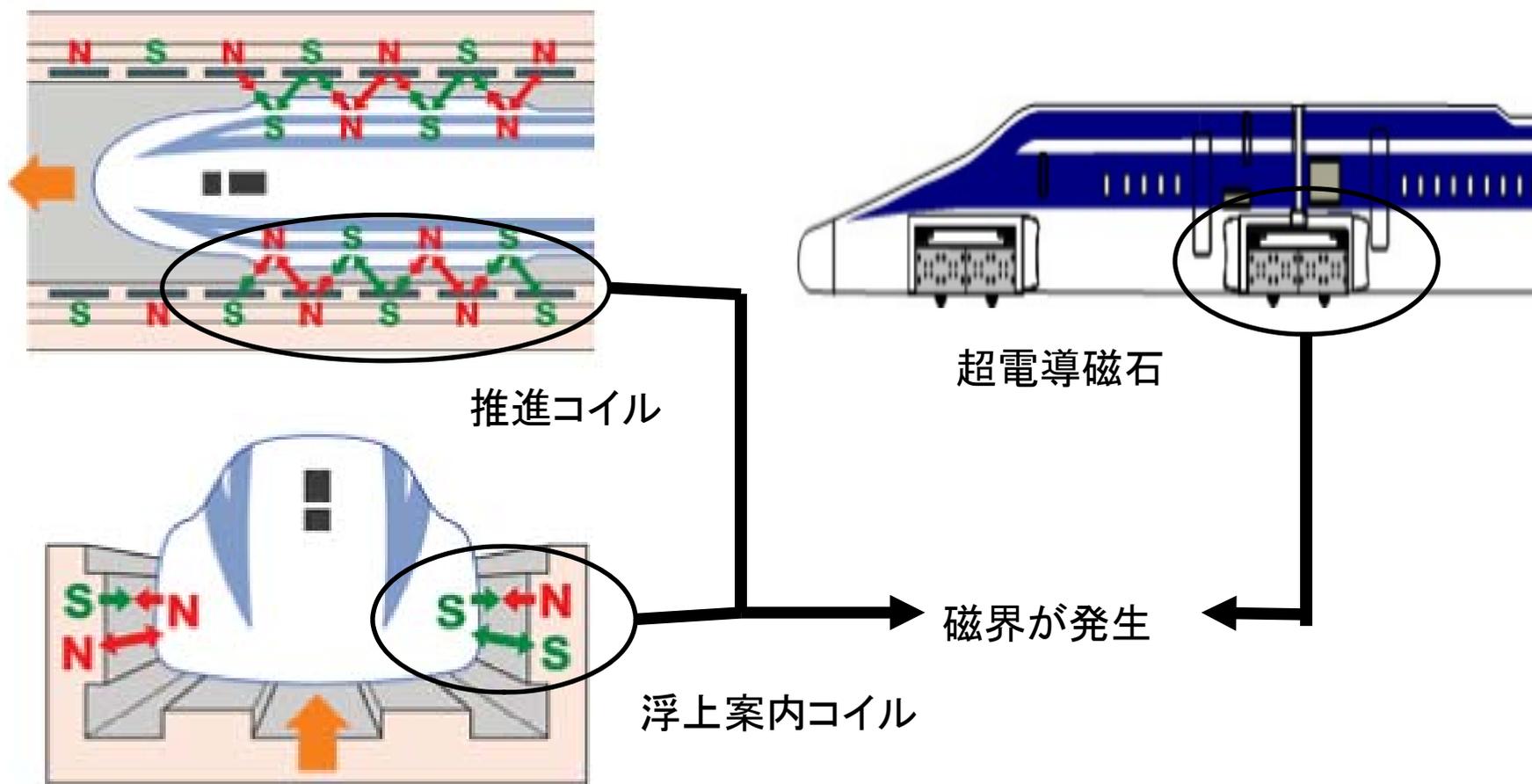
※車両重量

新幹線車両：約45t/1両

超電導リニア車両：約25t/1両

超電導リニアの磁界の発生メカニズムと対策

浮上・案内・推進のための電磁力が働いている箇所では、磁界が発生しており、沿線、車内の両面において、人体への影響を避けるための対策が必要となる。



車両における磁界影響の概要

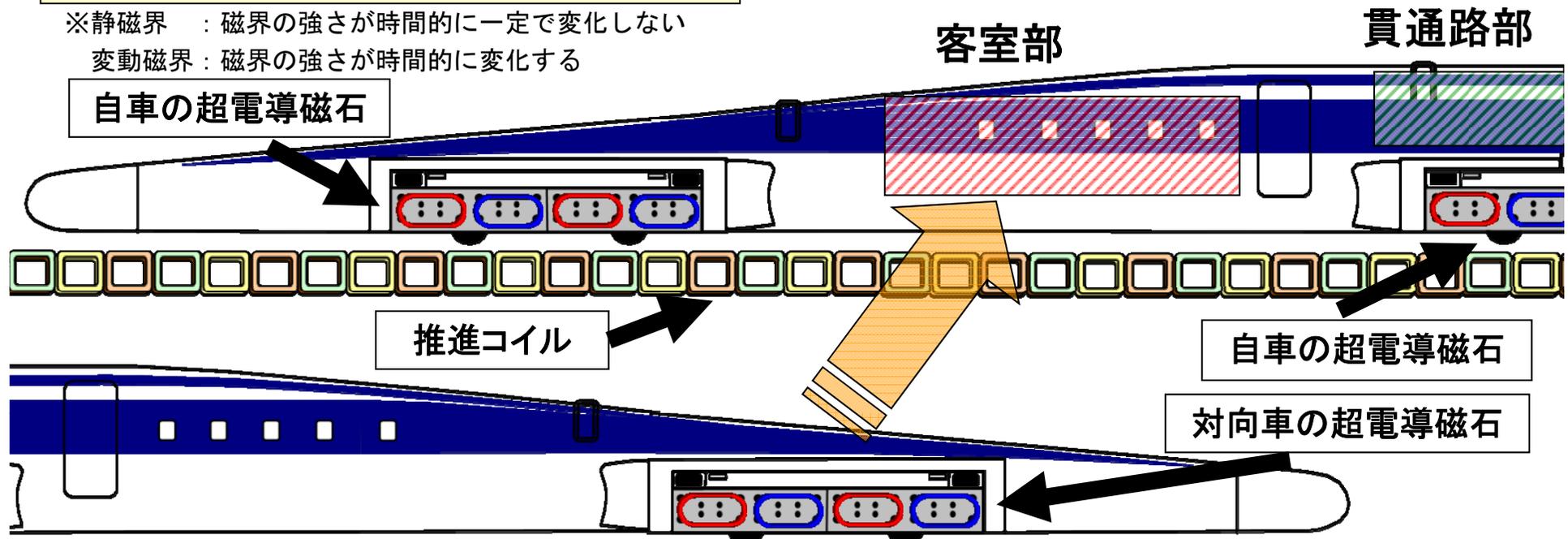
● 客室部

- 静磁界：自車の超電導磁石からの影響を受けるが客室は超電導磁石から離れた位置にあり、また磁気シールドにより磁界を低減
- 変動磁界：対向車の超電導磁石からの影響を受けるが、客室側面の磁気シールド及びアルミ車体により磁界を低減。なお地上の推進コイルからの影響は超電導磁石からの影響より小さい

● 貫通路部

- 静磁界：自車の超電導磁石からの影響を受けるが、磁気シールドにより磁界を低減
- 変動磁界：対向車の超電導磁石からの影響を受けるが、磁気シールドにより磁界を低減

※静磁界：磁界の強さが時間的に一定で変化しない
変動磁界：磁界の強さが時間的に変化する



超電導リニアの磁界（車内磁界、沿線磁界）に対する評価結果

[平成21年7月28日「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価」(超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会報告書)より、抜粋]

標記について、評価委員会による検証状況は以下のとおりである。

基準設定

超電導リニアでの磁界の基準値(案)については、世界保健機関(WHO)の見解に従い、磁界による人体への影響に関する予防的な観点から検討された国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインを適用する。このガイドラインは、磁界の周波数に伴って変化する磁界の基準値(下表)によるものである。

基準値(案、ICNIRPガイドライン)

周波数f[Hz]	0~1	1~8	8~800
磁束密度B[mT]	40	$40/f^2$	$5/f$

※リニモ(東部丘陵線)においても、ICNIRPのガイドラインにより環境影響評価を実施している。

[評価]

磁界について、基準値(案)が「ICNIRPガイドライン(WHO見解)」に準拠して設定され、沿線磁界及び車内磁界とも上記基準値(案)を満たす実測結果が得られている。また、沿線磁界では用地境界での磁界が基準値(案)以下となるように用地を確保する、車内磁界では客室内の磁界が基準値(案)以下となるよう車両に磁気シールドを設置するといった考え方が明確にされている。

従って、営業線に適用する設備仕様の具体的な見通しが得られ、沿線磁界及び車内磁界の双方に対して基準値(案)の達成が可能な技術が確立している。

ICNIRPのガイドラインについて

ICNIRP(The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection): 国際非電離放射線防護委員会

○ガイドラインの体系

ICNIRPは、WHOや国際労働機関(ILO)などの国際機関と協力する中立の非政府組織で、非電離放射線に対する人体防護ガイドラインの勧告と関連する科学的な情報の提供を主要な役割とし、1992年に設立された。

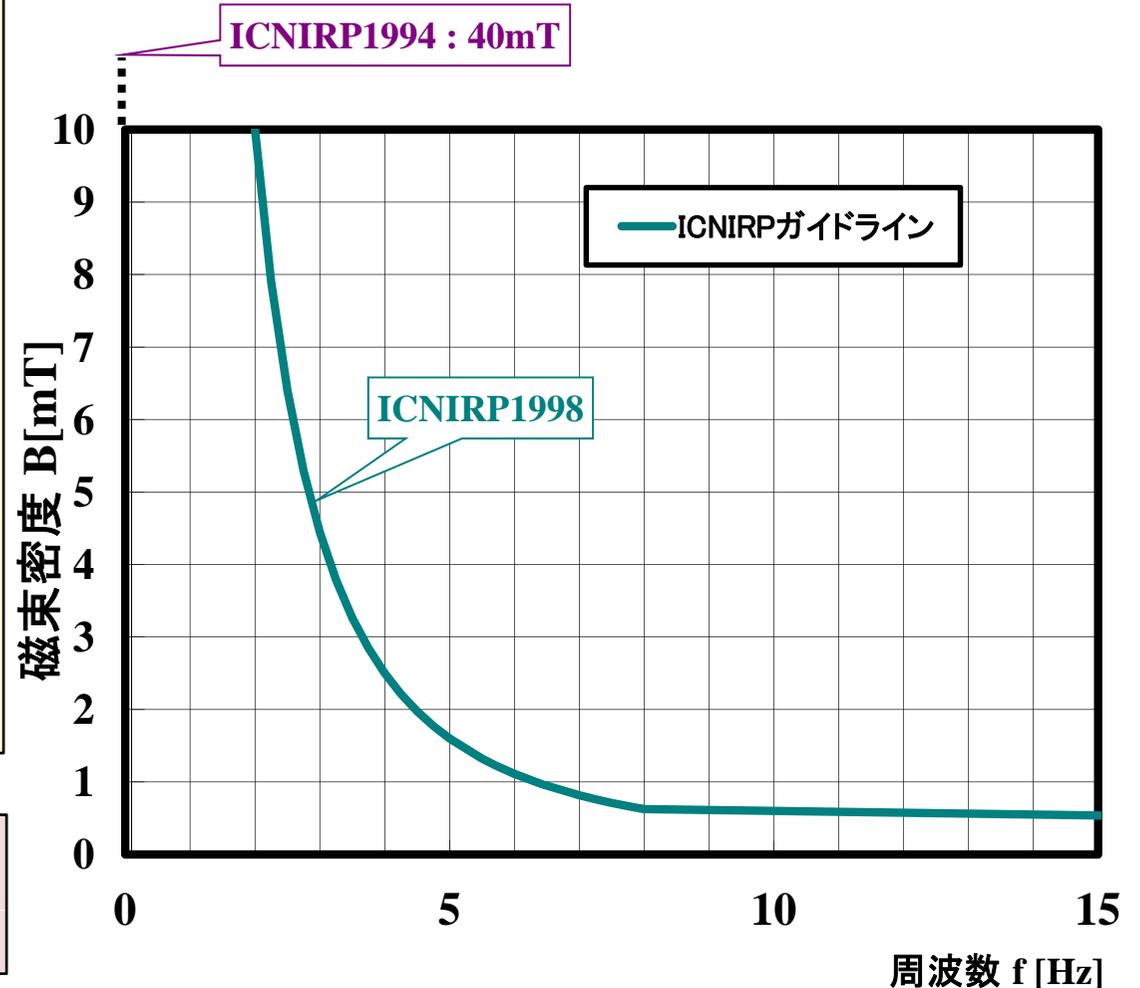
同委員会では、国際的なガイドラインとして、1994年に静磁界に関するガイドライン「ICNIRP1994」が作成され、また、1998年に、「時間変化する電界、磁界及び電磁界への曝露制限のためのガイドライン(300GHzまで)」が作成された。

なお、2009年に静磁界のガイドライン「ICNIRP2009」では、参照レベルとして400mTに改訂された。

○周波数に対応する磁界のガイドライン

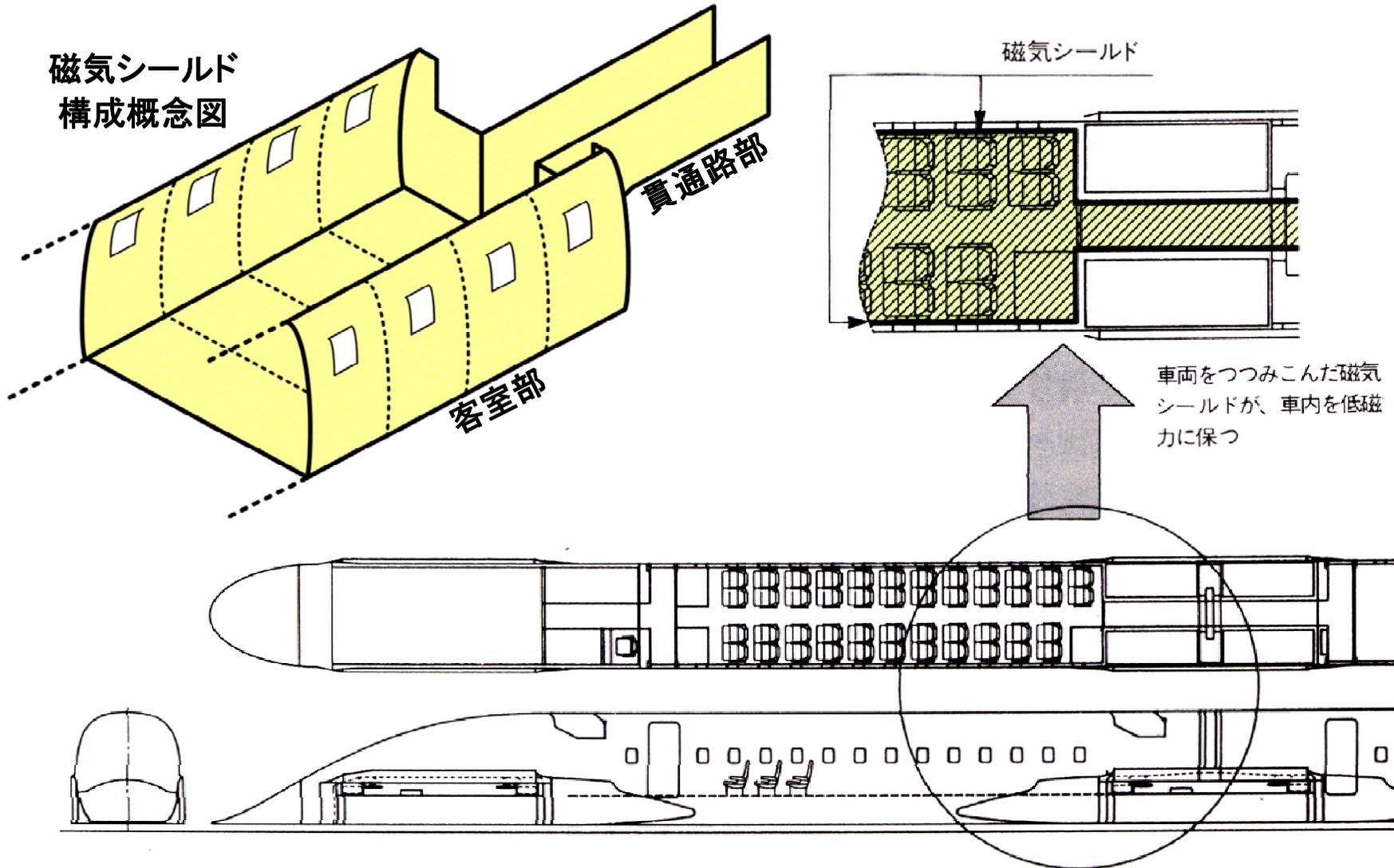
上記、ICNIRPのガイドラインを基に、周波数ごとの磁界レベルは、右図のとおり。

ICNIRP1994静磁界 及び 1998変動磁界 公衆参考レベル



車両の磁気シールド

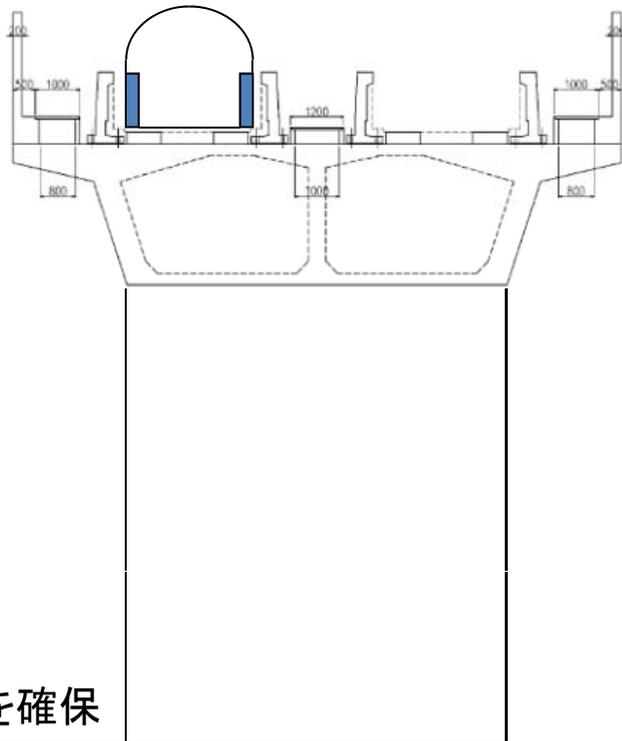
自車の超電導磁石、対向車の超電導磁石、地上の推進コイルからの磁界を低減するため、旅客、乗員が通行するエリアは磁気シールドを設置



車外の磁界対策

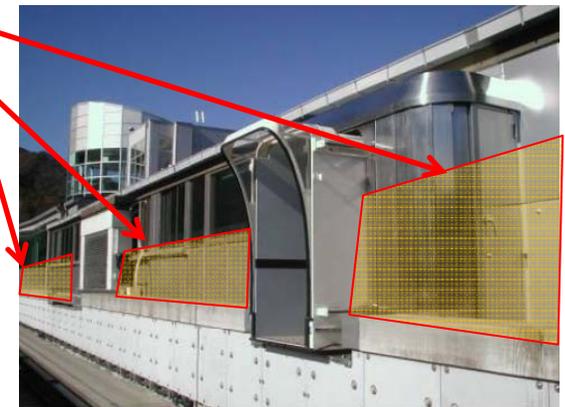
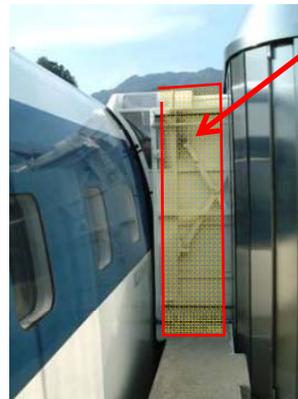
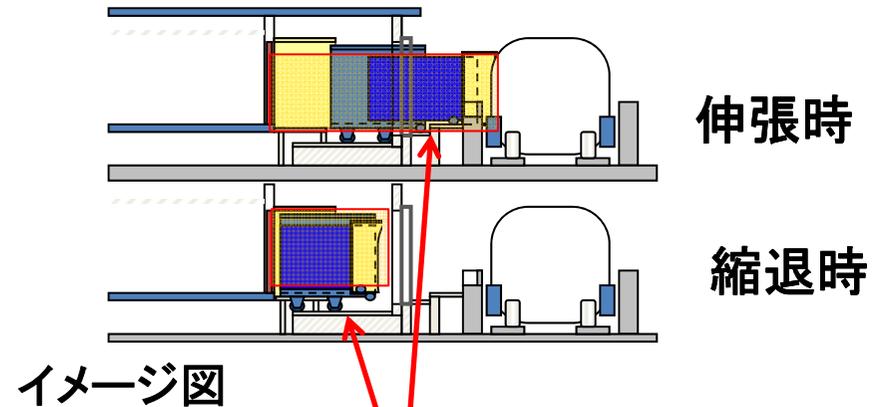
●沿線

沿線磁界では用地境界での磁界がガイドライン以下となるように用地を確保する。



●ホーム

ホームから車両への乗降時及びホームでの待機時に磁界を避けるため、ホーム及び乗降通路・乗降口ガイドウェイ部から遮断し、磁界を遮蔽する。



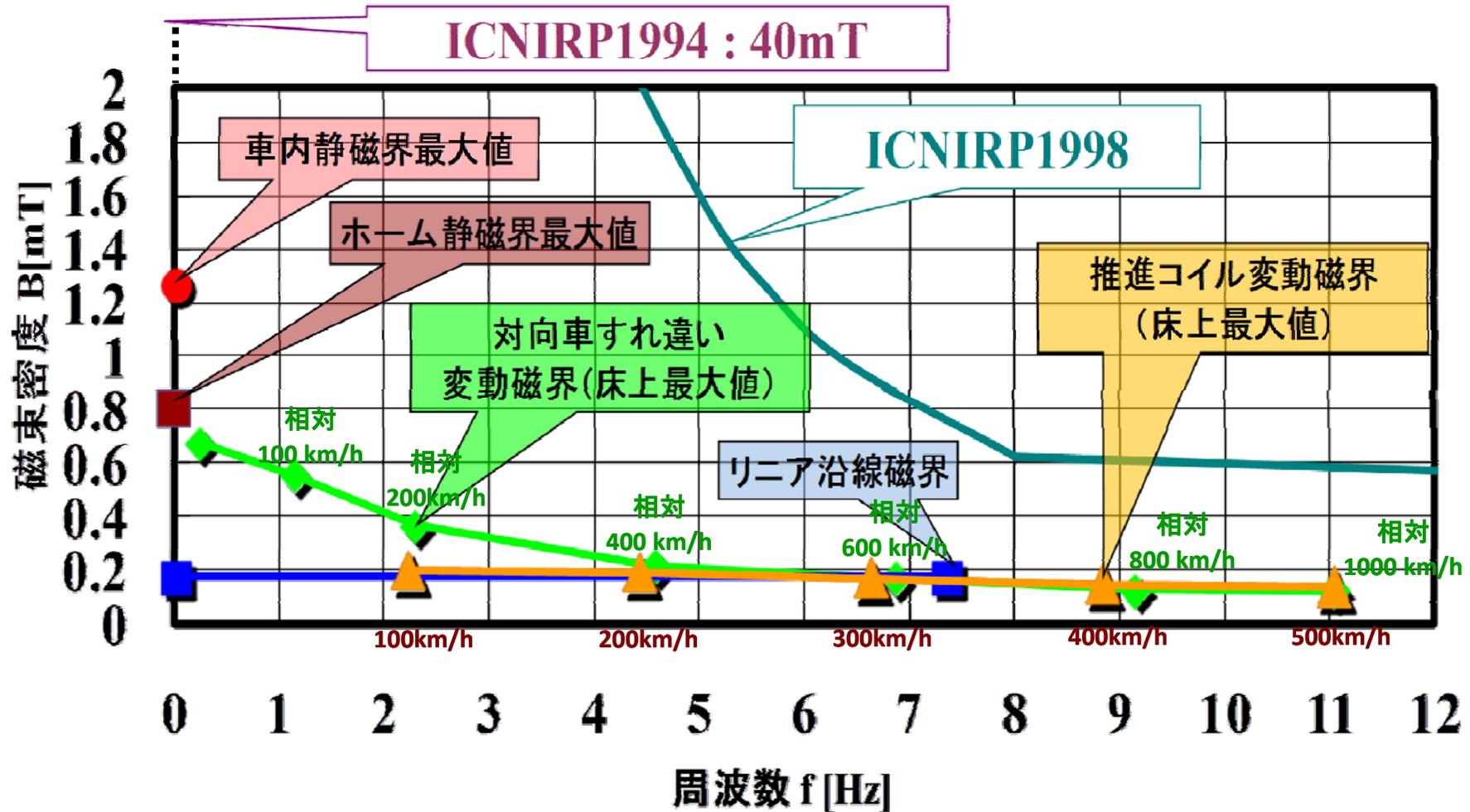
磁気シールド

山梨実験線

磁界の測定結果

超電導リニアの磁界測定結果とICNIRPガイドラインとの適合状況は以下のとおりであり、ガイドライン値を下回っている。

ICNIRP1994静磁界 および 1998変動磁界 公衆 参考レベル



地震への対応について

[鉄道の地震対策の基本]

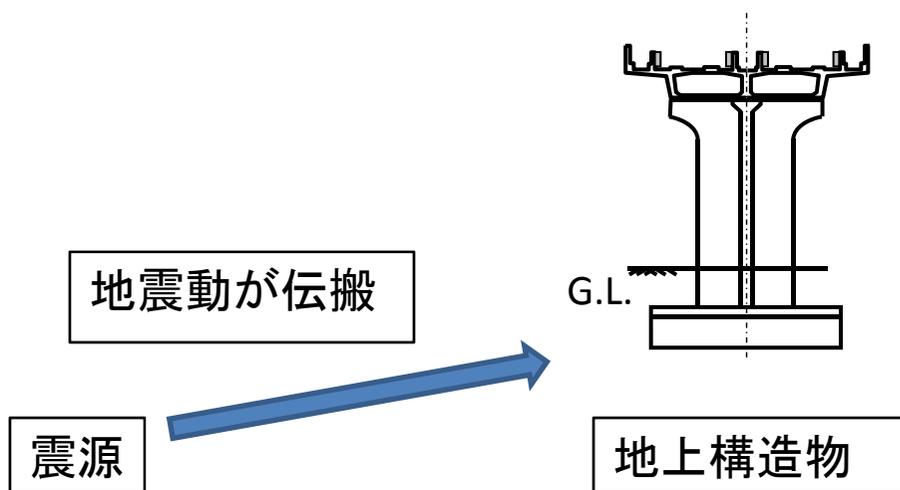
- 高架橋等土木構造物の耐震設計
- 地震発生時の対策
 - ・地震の発生を極力初期段階で検知し、列車を緊急停止
 - ・脱線防止のための対策

超電導リニア・在来型新幹線とも共通の対策

超電導リニアでは構造上特段の必要なし

○構造物の耐震設計

鉄道の構造物は、「鉄道構造物等設計標準(耐震設計)」が制定されており、この標準に基づき、構造物を設計。

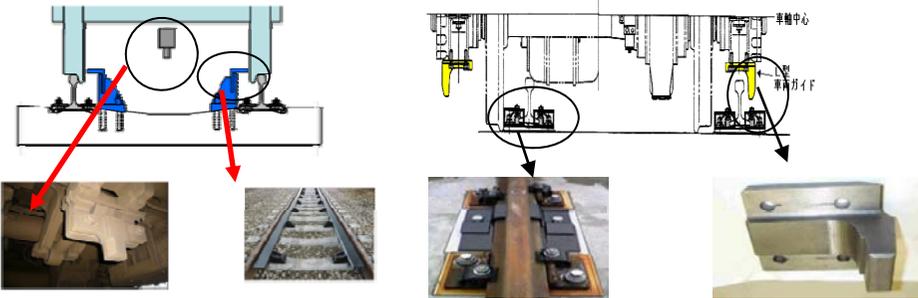
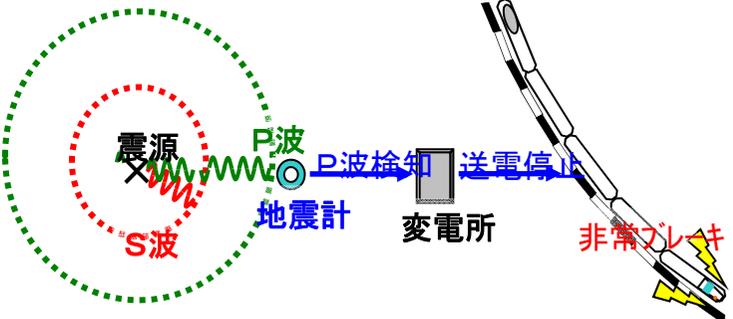


構造物の設計の考え方

地震動や地盤の状況を想定し、構造物が耐えうるよう柱、はり等各部の寸法、強度について、想定する地震動による外力に余裕をもって対応できるよう決定。

地震への対応について

地震への対応については、新幹線及びこれまでの山梨実験線での経験に基づき、対策が確立している。

新幹線	超電導リニア (評価委員会報告書抜粋)
<p>[考え方]地震時の案内の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震が発生した場合、速やかに減速に移行し、安全に停止。 ・脱線・逸脱防止対策又は逸脱防止対策を実施。  <p>逸脱防止ストッパ 脱線防止ガード レール転倒防止装置 L型車両ガイド</p>	<p>[考え方]地震時の案内の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震が発生した場合、速やかに減速に移行し、安全に停止。 ・側壁で物理的に脱線防止。 ・強力な電磁力で、車両をガイドウェイ中心に保持。 ・停電しても、電磁誘導作用により浮上案内状態を維持。 ・浮上時は、左右は案内ストッパ輪、下部は緊急着地輪により、車両とガイドウェイの直接衝突を防止。
<p>[対応方法] 地震時の列車停止方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テラス(早期地震警報システム)により、地震検知後速やかに車両にブレーキを作動させ停止。  <ul style="list-style-type: none"> ・地上巡回又は添乗巡回にて地上設備の状況を確認し、障害がないことが確認されれば、運転再開。 	

地震発生時の対応状況

1. ガイドウェイ側壁で物理的に脱線防止

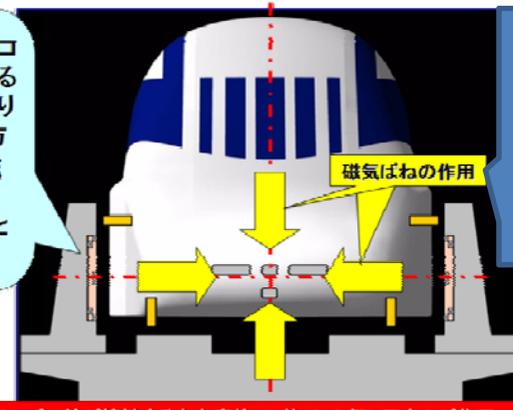
➢ ガイドウェイ側壁が両側にあり、車両を保護



ガイドウェイは車両やストッパー輪の方が一の接触も考慮して設計

2. 強力な電磁力でガイドウェイ中心に車両を保持

超電導磁石と浮上コイルの間で作用する強力な電磁力により、上下方向・左右方向ともに強力な「磁気ばね」を持ち、常に中心点に戻ろうとする構成

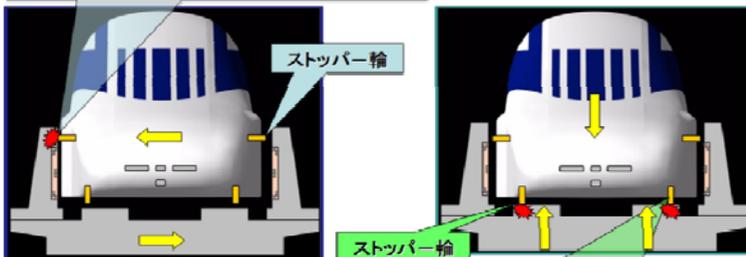


高速になるほど電磁力が強くなり、走行安定性が増す

3. 大地震の際には左右・下部のストッパー輪で車両とガイドウェイの直接衝突を防止

➢ 車両の左右・下部に回転できるストッパー輪を設置しており、車両とガイドウェイの直接衝突を防止

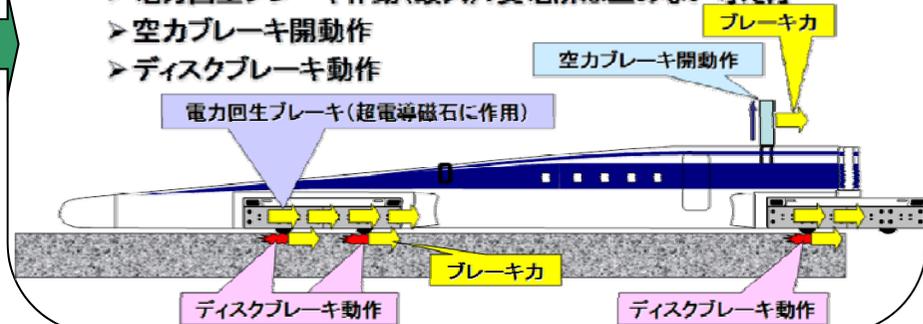
左右方向ストッパー輪が接触、車両を保護



4. ブレーキ装置を全て使用して急減速

➢ 全ブレーキ装置動作にて、新幹線の約2倍の急減速

- 電力回生ブレーキ動作(最大): 変電所は止めない考え方
- 空カブレーキ開動作
- ディスクブレーキ動作



- 地震で停電しても電磁誘導作用により車両の浮上状態を維持
- 早期地震警報システム地震検知後速やかに車両にブレーキ動作

それぞれの機能は独立して動作

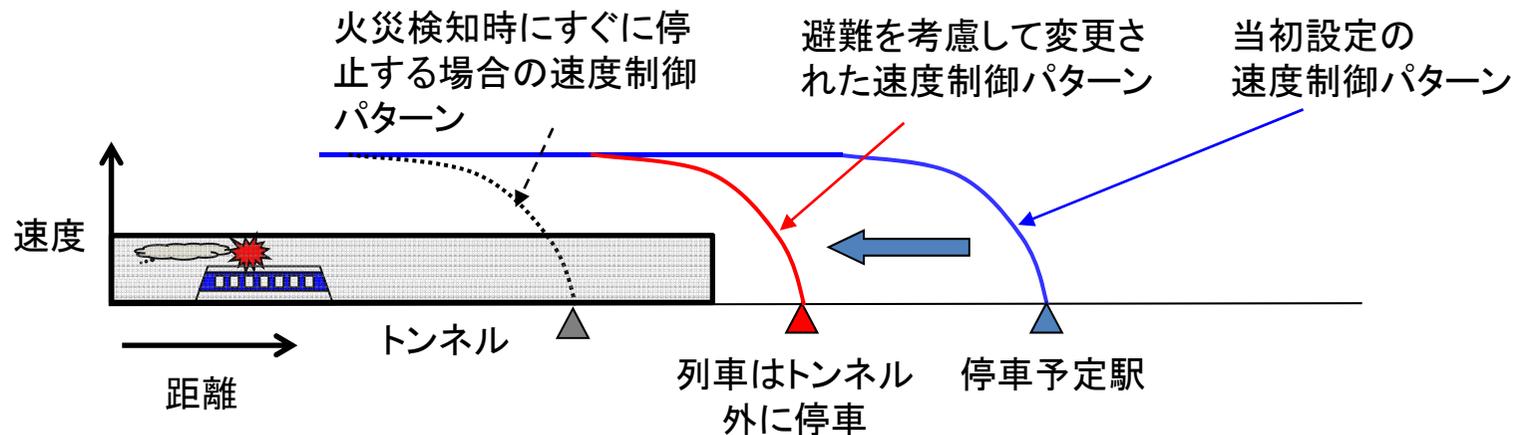
火災への対応について

[鉄道の火災対策の基本]

- 施設・車両の不燃化・難燃化
- 火災発生時は、迅速かつ安全に乗客の避難を行うため、原則として、次の停車場又はトンネルの外まで走行して停止

超電導リニア・在来型新幹線とも共通の対応

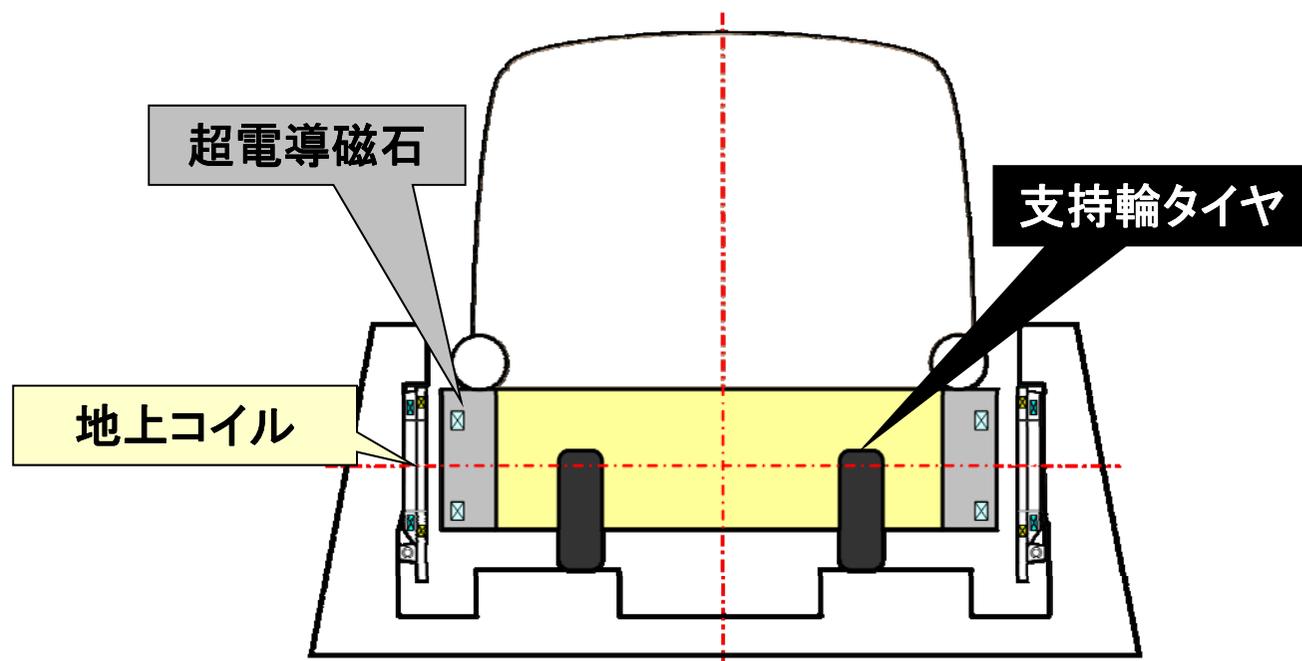
列車で火災が発生した場合の停止制御の方法(トンネル外に停車場がある場合)



※トンネル内に停車場があった場合は、停車場まで走行して停止

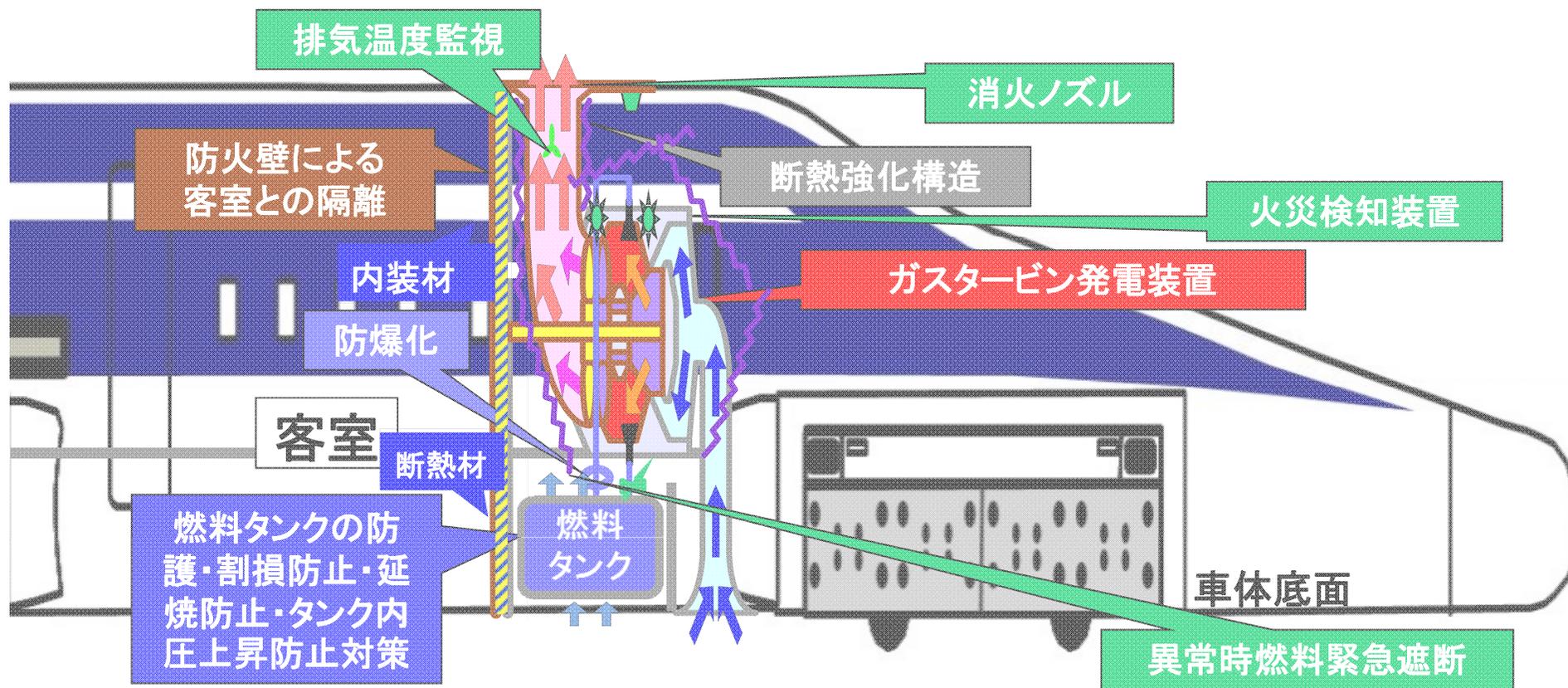
- 超電導リニア特有の設備による火災対策を検討
(地上コイル、支持輪タイヤ、ガスタービン)

火災への対応について（地上コイル・支持輪タイヤ）



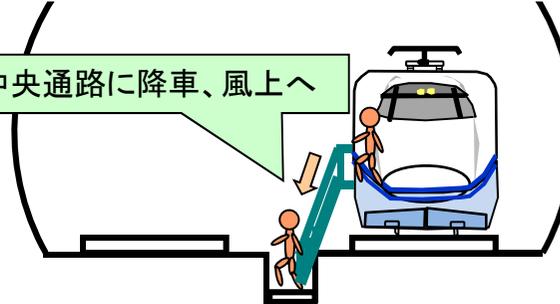
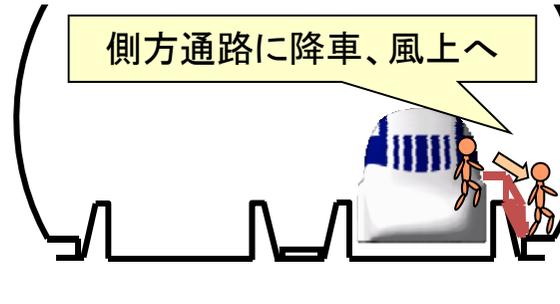
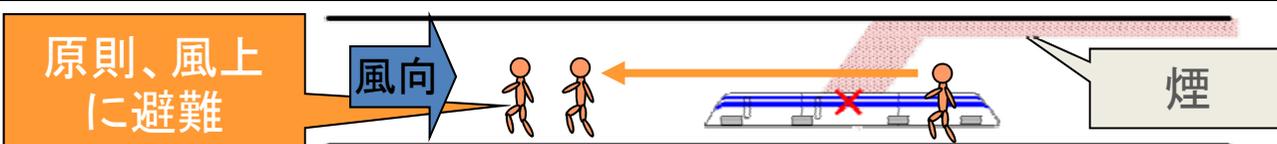
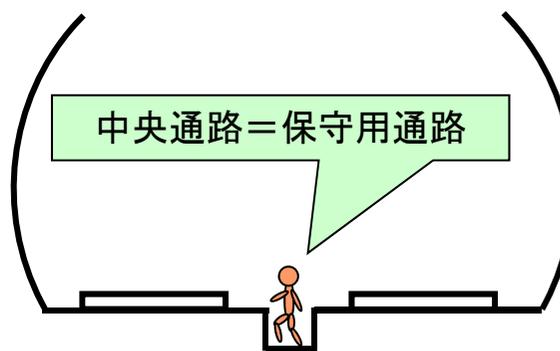
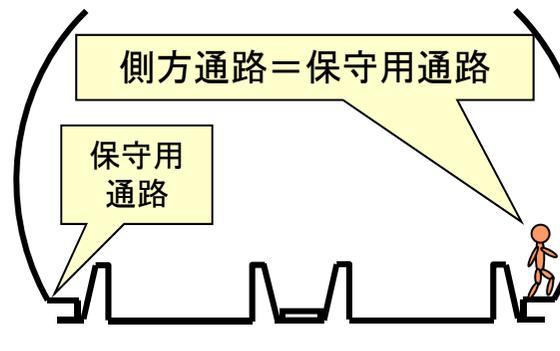
設備	概要	対応方法
地上コイル	絶縁性能と強度の両立から樹脂を使用し、推進コイルではケーブルを使用しているタイプもある。	推進コイルの異常時は電力変換器の迅速な電流遮断機能があること、浮上案内コイルの高信頼度等により、地上コイル側からの発火の可能性は無視できると考えられる。
車両の支持輪タイヤ	高速着地やディスクブレーキによるエネルギー吸収を行うことから、発火源となる可能性があると考えられる。	支持輪タイヤが発火に至るのは何らかの装置故障により高速着地が発生し、かつ高速から車輪ディスクブレーキが作動する故障原因が重なり、かつその時に検知センサの故障が重なるなどしてタイヤが固着した場合と想定され、このような多重故障の発生確率は極めて低い。万一支持輪タイヤから出火したとしても全体として本格的な燃焼に移行するまで着火開始から20～25分を要するとともに、実験結果より支持輪タイヤの放射熱では地上コイルには着火延焼しない。さらに最悪のケースとして地上コイルに着火延焼したと仮定しても、それまでに要する時間は適切な誘導措置がとられた状況で乗客が避難するのに要する時間よりも十分長い。

火災への対応について（ガスタービン）

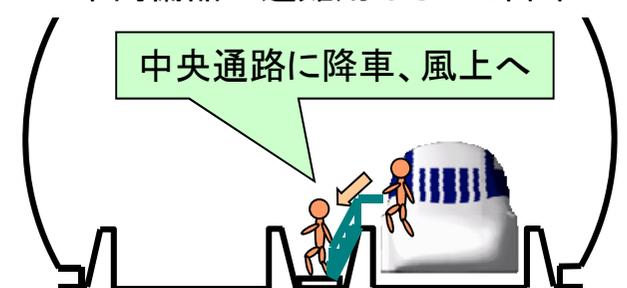
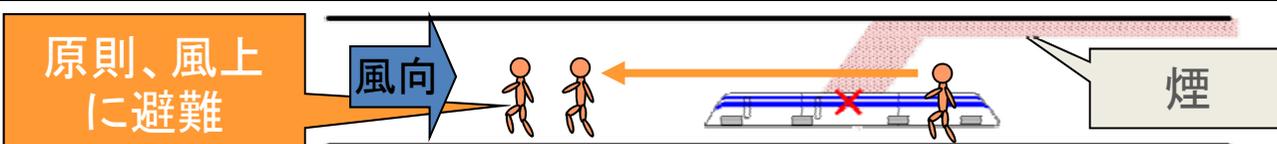
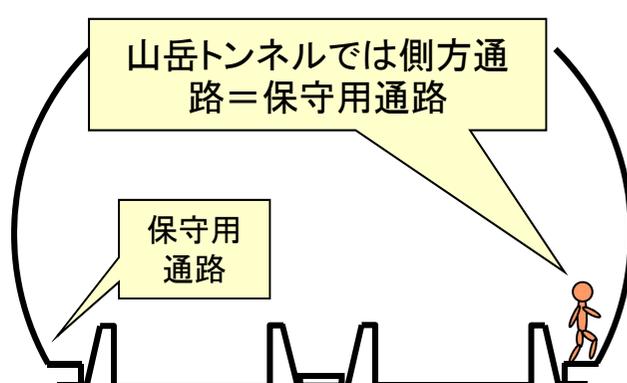
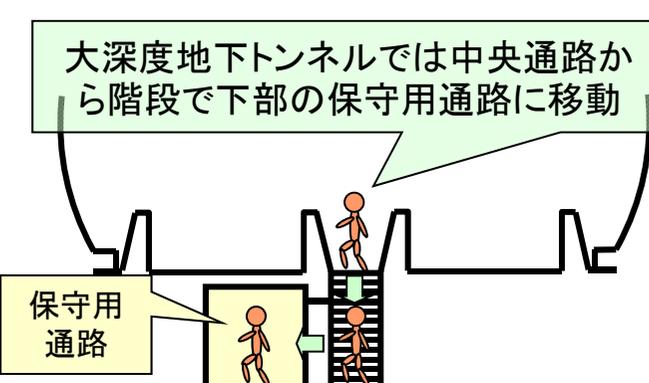


設備	概要	対応方法
ガスタービン発電装置	車上電源としてガスタービン発電装置を搭載しており、この燃料として灯油を使用している	ガスタービン発電装置には火災検知装置、排気温度監視装置、消火ノズル、静電気・配管漏れ防止対策、異常時燃料遮断装置、断熱強化構造、燃料ポンプの防爆化等、各種の火災対策設備を設置。燃料タンクは二重壁化（燃料タンク防護・割損防止、延焼防止）、タンク内圧上昇防止対策、揮発成分の車外排出等を実施。ガスタービン機器室を防火壁で区切り、客室、制御機器類及び台車を防護する。制御機器類は、客室とは別区画に配置して客室火災からも防護する。

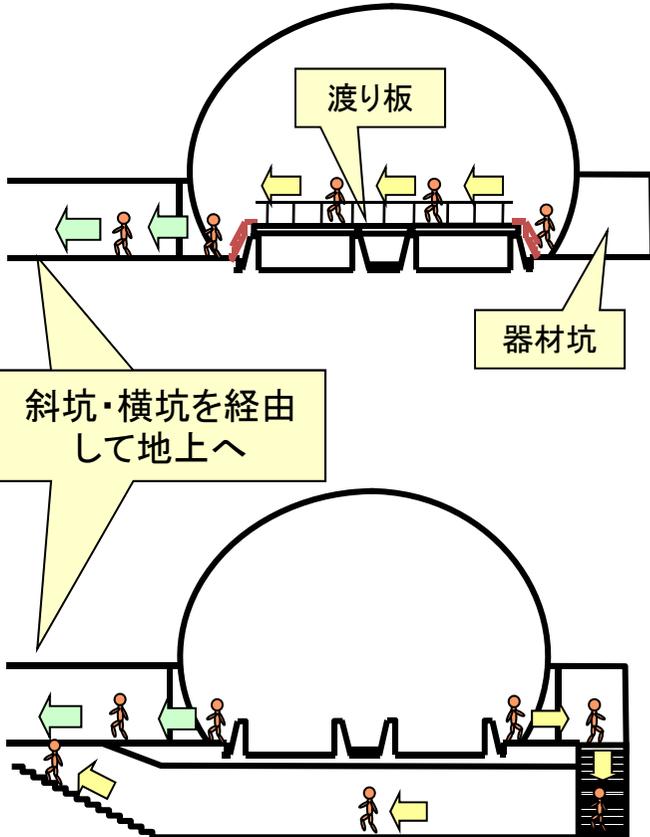
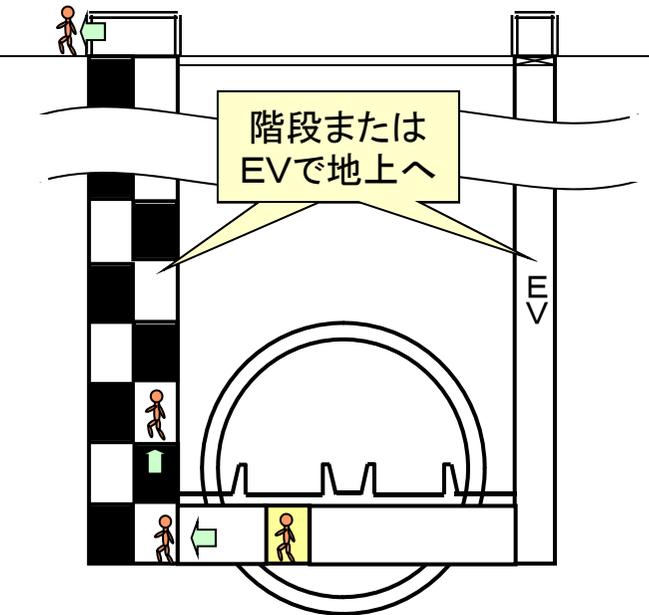
トンネル内停車を余儀なくされた場合の火災時の避難とトンネル設備

	避難手順	在来型新幹線	超電導リニア
①	トンネル内 風向確認	乗務員が煙の向き等によって確認	
②	車両から トンネル内 通路へ降車	<p>車両備品の避難用はしごで降車</p> <p>中央通路に降車、風上へ</p> 	<p>車両備品の避難用はしごで降車</p> <p>側方通路に降車、風上へ</p> 
③	トンネル内を 風上へ避難	<p>原則、風上 に避難</p> <p>風向</p>  <p>煙</p>	
④	保守用通路を 通って移動	<p>中央通路=保守用通路</p> 	<p>側方通路=保守用通路</p> <p>保守用通路</p> 
⑤	立坑・横坑等を通って地上へ	超電導リニアは、在来型新幹線と同等の避難性能を有する。	

トンネル内停車を余儀なくされた場合の火災時の避難とトンネル設備

	避難手順	超電導リニア（山岳トンネル）	超電導リニア（大深度地下トンネル）
①	トンネル内 風向確認	乗務員が煙の向き等によって確認	
②	車両から トンネル内 通路へ降車	車両備品の避難用はしごで降車 側方通路に降車、風上へ 	車両備品の避難用はしごで降車 中央通路に降車、風上へ 
③	トンネル内を 風上へ避難 ※風上まで避難 すれば安全	原則、風上 に避難 	
④	保守用通路を 通って移動	山岳トンネルでは側方通路＝保守用通路 保守用通路 	大深度地下トンネルでは中央通路から階段で下部の保守用通路に移動 保守用通路 

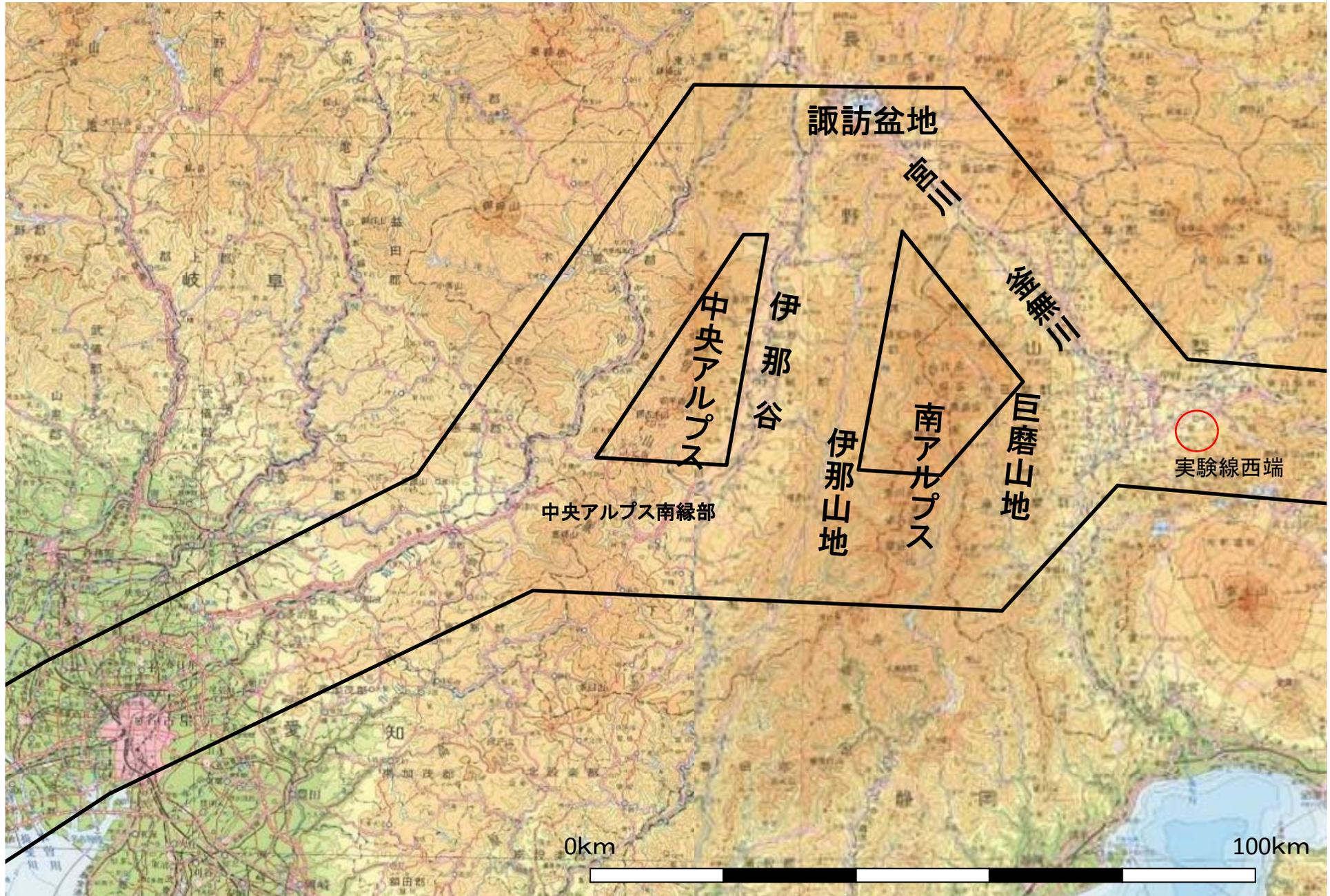
トンネル内停車を余儀なくされた場合の火災時の避難とトンネル設備

避難手順	超電導リニア(山岳トンネル)	超電導リニア(大深度地下トンネル)
<p>⑤ 立坑・横坑等を通って地上へ (トンネルから地上への避難方法)</p>	 <p>渡り板</p> <p>器材坑</p> <p>斜坑・横坑を経由して地上へ</p> <p>・斜坑・横坑の反対側の保守用通路を通って移動する場合でも、ガイドウェイ上、または軌道下を横断する経路を設定することにより、地上まで避難可能</p>	 <p>階段またはEVで地上へ</p> <p>EV</p>

トンネルの施工技術と対策

- 地形・地質等の状況
- トンネル施工技術

甲府市付近から名古屋市付近間の主な地形



地質の概要とトンネル施工上の留意点等

(甲府市附近から名古屋市附近間の山岳部)

ルート	想定される 最長トンネル (リニアの場合)	区間	トンネル施工上の観点から見た当該区間の地質 における主な留意点	施工上の留意点					トンネル施工例 (延長、土被り)
				地山の自立性	大量湧水	岩盤劣化の地圧	膨張性地圧	塑性押し出し	
伊那谷	延長10km程度、 土被り100m程度	釜無川・宮川沿い	東側は、ハヶ岳の火山岩類が厚く分布し。地下水が豊富で全域にわたり未固結の堆積物や多孔質の溶岩が帯水層を形成。西側は主として堆積岩、変成岩による各地層が分布し構造線等により全般に擾乱され脆弱。	○	○	○	○		塩嶺トンネル (6.0Km,300m) 権兵衛トンネル (4.5Km,650m) 恵那山トンネル (8.6Km,950m) 榛名トンネル (15.4Km,250m)
		諏訪盆地	沖積層(礫、砂、粘土)がほぼ全域にわたって分布、周辺の山地は未固結部を含む亀裂の発達した岩盤が分布し脆弱。	○	○	○	○		
		伊那谷	天竜川左岸では変成岩類・花崗岩類が分布し、その一部には亀裂の発達した岩盤が存在。右岸では南北に存在する断層の周辺が幅広く破碎され、未固結の堆積物が存在	○		○			
		中央アルプス南縁部	比較的良好な地質であるが、一部断層等が分布する周辺は脆弱であり、大規模な破碎帯や熱水変質帯が存在。		○		○		
南アルプス	延長20km程度、 土被り1400m程度	巨摩山地	比較的良好な地質であるが、介在する一部の地層は比較的脆弱。	○	○	○			大清水トンネル (22.2km,1300m) 飛騨トンネル (10.7km,1000m) <参考 施工中> ゴツタルドベーストンネル (57.1km,2300m)
		南アルプス・伊那山地	主として硬質な堆積岩、変成岩、花崗岩類の岩盤から成る比較的良好な地質。一部に膨張性を有する蛇紋岩。標高3,000m級の山々であり地下水位が高く、主に両構造線の周辺は破碎され脆弱。		○	○	○	○	
		中央アルプス南縁部	同上。		○		○		

いずれの調査範囲も適切な施工方法等を選択することにより路線建設は可能

我が国の長大、大土かぶりトンネル

想定されるトンネルは、20km程度、土かぶり1,400m程度と考えられる。
同様な条件の我が国のトンネルは以下のとおり。

長大トンネル

No.	トンネル名称	用途	長さ(m)	土かぶり(m)
1	青函	鉄道	53,850	500
2	八甲田	鉄道	26,455	540
3	岩手一戸	鉄道	25,810	200
4	飯山	鉄道	22,225	325
5	大清水	鉄道	22,221	1,300

大土かぶりトンネル

No.	トンネル名称	用途	長さ(m)	土かぶり(m)
1	大清水	鉄道	22,221	1,300
2	新清水	鉄道	13,500	1,200
3	関越(上)	道路	11,060	1,190
4	飛騨	道路	10,740	1,015
5	恵那山(上)	道路	8,650	950