

# 超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価

平成 2 1 年 7 月 2 8 日

超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会

## 超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会

(敬称略、順不同)

委員長	森地 茂	政策研究大学院大学教授
委員	上野 照剛	九州大学特任教授
〃	大崎 博之	東京大学教授
〃	古関 隆章	東京大学准教授
〃	小山 幸則	京都大学教授
〃	杉山 武彦	一橋大学長
〃	須田 義大	東京大学教授
〃	辻本 誠	東京理科大学教授
〃	永井 正夫	東京農工大学教授
〃	藤野 陽三	東京大学教授
〃	水間 毅	交通安全環境研究所交通システム研究領域長

## 目 次

1. 技術開発の経緯等	・・・	1
2. 評価項目及び方法	・・・	7
3. 平成17年度以降の技術開発の実施状況及び評価	・・・	11
3-1 長期耐久性の検証	・・・	12
3-2 設備仕様等の検討	・・・	13
3-3 環境対策の検討	・・・	22
3-4 異常時対応の検討	・・・	27
3-5 保守体系の検討	・・・	37
3-6 その他	・・・	44
3-7 評価対象外の項目に関する今後の取り組み	・・・	47
4. 評価のとりまとめ	・・・	49
5. 総合技術評価	・・・	51
6. 今後の課題と技術開発の方向性	・・・	52
[おわりに]		

### [凡例]

本文中、「超電導磁気浮上式鉄道」を「超電導リニア」と略して記述している箇所がある。

超電導磁気浮上式鉄道の技術開発については、財団法人鉄道総合技術研究所及び東海旅客鉄道株式会社が連携して実施しているが、東海旅客鉄道株式会社の独自開発を除く、財団法人鉄道総合技術研究所と東海旅客鉄道株式会社の共同実施に関わる部分を\_\_\_\_として示す。

# 1. 技術開発の経緯等

## (1) 技術開発の経緯

国鉄により昭和37年から開発が開始された超電導磁気浮上式鉄道は、技術研究所及び宮崎実験線において研究開発が進められ、昭和62年4月の国鉄分割・民営化後は、財団法人鉄道総合技術研究所に承継され技術開発が進められてきた。

昭和63年度から平成元年度にかけて、運輸省（当時）は、「超電導磁気浮上式鉄道検討委員会」を設置し、技術開発の進め方についての検討を行い、新実験線建設適地を山梨県と定めるとともに、新実験線建設に当たっての暫定技術基準を策定した。

平成2年6月には、「超電導磁気浮上方式鉄道に係る技術開発の円滑な推進について」（運輸大臣通達）にもとづき策定した「超電導磁気浮上方式鉄道技術開発基本計画」及び「超電導磁気浮上方式鉄道山梨実験線建設計画」が、運輸大臣（当時）の承認を受け、実用化のめどを立てるための技術開発がスタートするとともに、平成2年11月より山梨実験線の建設が開始され、平成9年4月より本格的な走行試験が開始された。

平成12年3月の「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会（以下「評価委員会」という。）」においては、3年間に及ぶ山梨実験線の走行試験並びに技術開発成果に基づき、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めどは立ったものと考えられる。」との評価結果となった。

平成17年3月の評価委員会においては、超電導磁気浮上式鉄道技術について、平成12年度からの第二期走行試験期開始時に示した課題の達成度と、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、「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。」との評価結果となり、今後に向けた課題としては、更なる長期耐久性の検証のため試乗を含む走行試験を継続して行うほか、高温超電導磁石等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を進めるとともに、営業線適用に向けた設備仕様の検討を引き続き行うこととし、平成17年度以降、概ね5年間、走行試験を先行区間により継続して行い、また、一般区間は、実用レベルの仕様による走行試験のために建設することとした。

平成18年12月の評価委員会においては、10年間で実用化を見込むことができるコスト低減のための技術開発の見通しがついたこと、並びに実用レベル仕様による走行試験等に必要山梨実験線全線建設の見通しがついたことを踏まえ、走行試験を含む技術開発を進めて、平成28年度までに、他の交通機関に対して一定の競争力を有する超高速大量輸送システムとして実用化の技術を確立することを目指すこと、及び運営コストを含めた技術開発目標に対して評価を行い、その結果を踏

まえ、必要に応じて技術を改善していくこと等を提言した。これらを踏まえ、平成19年1月に、「超電導磁気浮上方式鉄道技術開発基本計画」、「超電導磁気浮上方式鉄道山梨実験線建設計画」（国土交通大臣承認）を変更し、実用化に向けた道筋が明らかになった。

本評価委員会では、平成17年度以降、概ね5年が経過したことを踏まえ、平成17年度以降の技術開発の進捗状況を検証し、営業に必要な技術を踏まえた実用化技術の確立の見通しについて評価を行った。

## （2）技術開発目標

1) 運輸大臣が承認した「超電導磁気浮上方式鉄道技術開発基本計画」の技術開発の目標は、次のとおりである。

### ①高速性の目標

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

### ②輸送能力・定時性の目標

ピーク時間当たり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。

2) 平成17年3月の評価委員会において示され、平成18年12月の評価委員会において引き続き課題とされた事項は、次のとおりである。







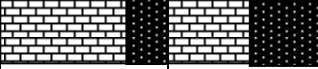
### ①更なる長期耐久性の検証

### ②メンテナンスを含めた更なるコスト低減

### ③営業線適用に向けた設備仕様の検討

### (3) 試験計画

平成17年度から平成21年度までの試験計画及び実績（計画事項に対する追加項目を斜字体で示す）は、以下のとおりとなっている。

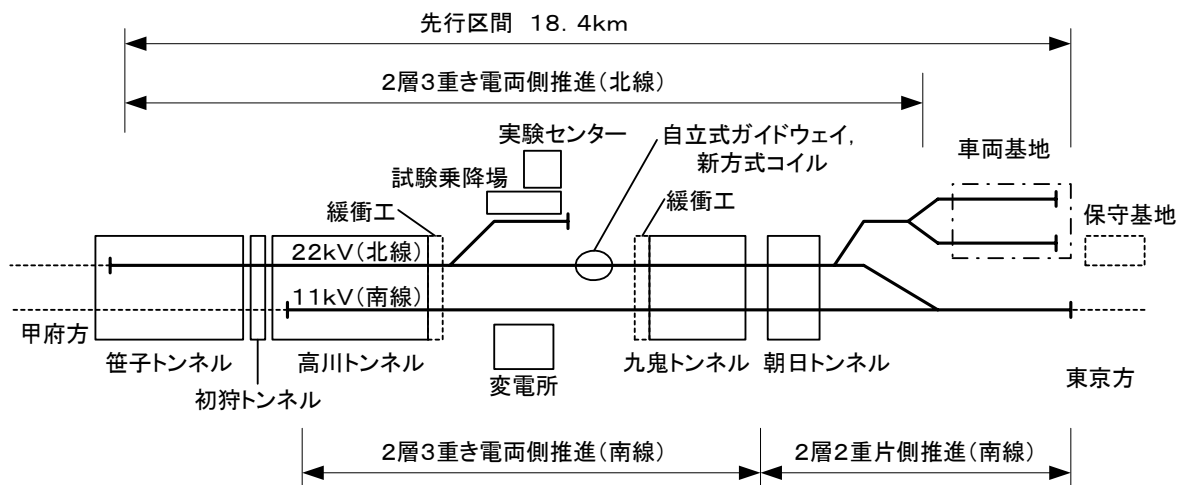
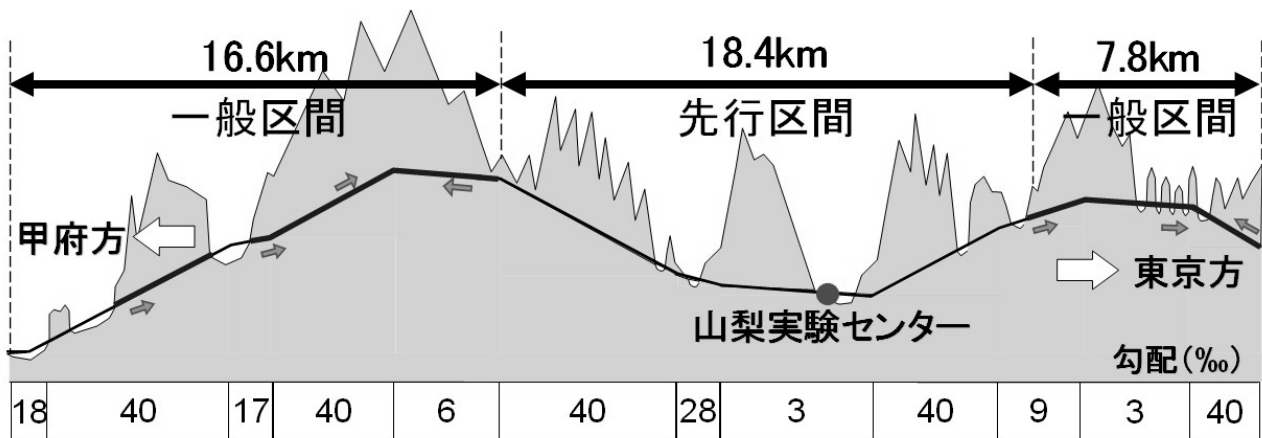
年度		H17	H18	H19	H20	H21
① 更なる長期 耐久性の検証						
		高速繰り返し走行試験				
走行距離	計画	70,000 km	60,000 km	58,000 km	60,000 km	36,000 km
	実績	70,207 km	63,929 km	75,105 km	76,716 km	35,140 km (7/24)
② メンテナンス を含めた更なる コスト低減		 改良型自立式ガイドウェイ検証試験 更なる低コスト地上コイル検証試験				
						
		低コスト位置検知システム信頼性試験				
		 高温超電導磁石走行試験				
③ 営業線適用 に向けた 設備仕様の検討		 営業タイプ先頭形状・断面形状車両走行試験				
		明かりフード検証試験  明かりフード+営業タイプ先頭形状環境影響検証試験				
山梨実験線全線延 伸・設備更新工事						

#### (4) 山梨実験線の設備概要

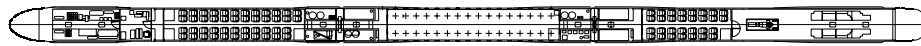
(先行区間)

線形	総延長	18.4 km トンネル：16.0 km 明かり：2.4 km (一般区間を含めた実験線の総延長42.8 km)
	単線／複線	複線
	最急勾配	40%
	最小曲線半径	8,000m
車両数	編成数	<u>2編成</u> (平成17年度以降は1編成)
	編成両数	<u>最大5両編成</u> (平成17年度以降は最大4両編成)
車体諸元	設計最高速度	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	<u>ダブルカスプ形／エアロウェッジ形／試験用先頭形状／営業タイプ先頭形状</u> *
変換器・き電	設備数	2組
	変換方式	<u>GTOインバータ</u> (38/20MVA) /一部、 <u>新型電力変換素子を用いたインバータ</u>
	き電方式	3重き電
	き電電圧	22 kV / 11 kV
駆動方式		リニアシンクロナスマーター
浮上方式		側壁浮上方式
ガイドウェイ方式		<u>パネル方式／ビーム方式／直付方式／自立方式</u> *
分岐装置		<u>トラバーサ分岐装置</u> (油圧駆動／電動駆動) /側壁移動分岐装置
試験乗降場		<u>ホールホーム式乗降場／伸縮式乗降装置</u>

※平成17年度以降に新たに導入された設備

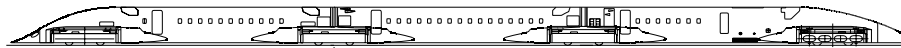






ダブルカस्प型

エアロウェッジ型



MLX01-1

MLX01-11

MLX01-2

(甲府方先頭車)

(標準中間車)

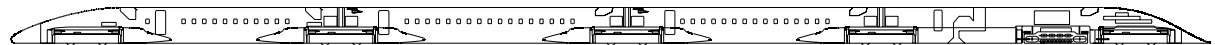
(東京方先頭車)

第一編成車両図 (平成9年度走行開始)



エアロウェッジ型

ダブルカस्प型



MLX01-3

MLX01-21

MLX01-12

MLX01-4

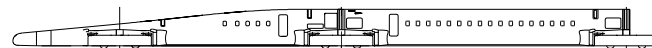
(甲府方先頭車)

(長尺中間車)

(標準中間車)

(東京方先頭車)

第二編成車両図 (平成10年度走行開始)



MLX01-901

MLX01-22

(甲府方先頭車)

(長尺中間車)

新型車両図 (平成14年度走行開始)



MLX01-901A

MLX01-22A

(甲府方先頭車: 改)

(長尺中間車: 改)

改良型車両図 (平成20年度改造、21年度走行開始)



MLX01-901A

MLX01-22A

MLX01-12

MLX01-2

(甲府方先頭車: 改)

(長尺中間車: 改)

(標準中間車)

(東京方先頭車)

平成21年度走行試験編成車両図

## 2. 評価項目及び方法

本技術評価は、平成17年3月の評価委員会で示され、平成18年12月の評価委員会において引き続き課題とされた、

- 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
- ③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討

に関して、以下の方法により行った。

「①更なる長期耐久性の検証」については、12年間以上に及ぶ山梨実験線先行区間の走行試験結果から、車両編成及び各台車ごとの走行実績に基づいて評価した。これについては次章3-1節に述べる。

「②メンテナンスを含めた更なるコスト低減」及び「③営業線適用に向けた設備仕様の検討」については、営業線に必要な技術が網羅的に整備されているかどうかを検証するため、鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成13年国土交通省令第151号）の各章の分野に準拠して、システム全体を表2.1の各サブシステム及び運営技術等の分野・項目に整理した上で分類し、平成18年12月の評価委員会で実用化の技術を確立するために必要な開発項目とされた項目のうち、「②メンテナンスを含めた更なるコスト低減」に関する項目を表2.1の「○」、「③営業線適用に向けた設備仕様の検討」に関する項目を表2.1の「□」として、評価の対象項目とした。また評価に当たっては、新たに「環境に関する基準案の検討と対策策定の進捗状況」、「異常時対応の考え方と対応方策」、「保守体系案の策定と営業線での保守運営の見通し」の観点を付け加えることとした。これらについては、次章3-2～3-6節において述べる。

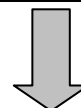
一方、表2.1の「◇」印については、現時点で必要な技術は確立しているが、実用化が可能になればコスト低減等に有効であることから、引き続き技術開発に取り組む項目であり、次章3-7節にて述べる。また、表2.1「▽」印の項目は、他の同種の技術の確立により、今後の技術開発は不要と判断された項目である。さらに、表2.1にて「検証済み」と記載された項目は、平成17年3月の評価時点で既に設備仕様としての検証が完了したとされた項目であることから、評価の対象から除外した。

これらの項目の評価に際しては、類似する開発項目の整理を行い、3章の表3.1のa. 軌道・構造物～l. 沿線磁界・車内磁界に再分類して扱うこととした。

なお、今回新たにサブシステムとして技術開発の進捗があった項目については、そのサブシステムが全体システムの中で独立した構成となっている場合は、当該サブシステム単独での評価とし、全体システムとしての新たな評価は不要とした。即ち、例えば、運転保安システムは、運行管理・駆動制御・保安制御・列車位置検知の各々独立したサブシステムから構成されており、既に平成12年3月及び平成17年3月の評価委員会で検証済みであるが、今回これらのうち列車位置検知システムに低コスト位置検知システムを導入したため、独立したサブシステムとしての評価を行うこととし、関連する自動運転制御、列車等検知装置、通信設備を評価対象とした。

表 2. 1 技術基準の各分野に分類した評価項目整理表（その1）

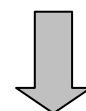
凡例	○	実用化技術確立のために必要な開発項目：コスト低減
	□	実用化技術確立のために必要な開発項目：営業線適用仕様
	◇	必要な技術は確立済みだが、引き続き技術開発に取り組む項目
	▽	他の同種の技術が確立済のため、今後の技術開発が不要な項目
課題分類	②	メンテナンスを含めた更なるコスト低減
	③	営業線適用に向けた設備仕様の検討
	—	検証済みまたは不要



分野	番号	技術基準の各分野に分類した評価項目		課題分類	
全般	1	□著しい騒音の防止		③	
	2	□車内環境（振動・騒音・磁界等）維持		③	
	3	□沿線環境磁界・地盤振動の低減		③	
	4	□異常時対応方策		③	
線路	5	曲線半径	R=8000m	—	
	6	カント	□R=10000m	③	
	7	緩和曲線	□R=20000m	③	
	8	勾配・縦曲線		—	
	9	○軌道（ガイドウェイ）・構造物		②	
	10	車外騒音 対策設備	標準防音壁	—	
	11		▽高防音壁	—	
	12		□明かりフード	③	
	13	空気振動 対策設備	実験線仕様	—	
	14		□実用レベル仕様	③	
	15	□災害等防止設備・避難用設備		③	
停車場	16	駅設備・ホーム		—	
	17	□地下駅設備		③	
	18	車両逸走防止		—	
	19	乗降装置	明かり・停車用	—	
	20		□地下・通過用	③	
	21	車両収容力		—	
	22	車庫・車両基地	検査修繕設備	消磁下	—
	23			◇励磁下	②
	24	ホーム内磁界		—	

表2. 1 技術基準の各分野に分類した評価項目整理表（その2）

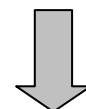
凡例	○	実用化技術確立のために必要な開発項目：コスト低減
	□	実用化技術確立のために必要な開発項目：営業線適用仕様
	◇	必要な技術は確立済みだが、引き続き技術開発に取り組む項目
	▽	他の同種の技術が確立済のため、今後の技術開発が不要な項目
課題分類	②	メンテナンスを含めた更なるコスト低減
	③	営業線適用に向けた設備仕様の検討
	—	検証済みまたは不要



分野	番号	技術基準の各分野に分類した評価項目	課題分類	
電気設備	25	○電力変換器	②	
	26	電車線路・き電線路	—	
	27	配電線路	—	
	28	雷害等防止装置	—	
	29	誘導障害等防止	先行区間仕様	—
	30		◇高調波抑制手法	②
	31	電気機器	—	
	32	変電所等	—	
	33	電路等絶縁・電気設備接地	—	
運転保安設備	34	自動運転装置	—	
	35	自動減速停止装置	—	
	36	○自動運転制御	②	
	37	○列車等検知装置	②	
	38	保安設備	—	
	39	○通信設備	②	
車両	40	走行装置	○台車（高温超電導磁石用）	②
	41		超電導磁石	極低温
	42	動力発生装置		◇高温
	43		○地上コイル	②
	44	ブレーキ装置	ディスクブレーキ	—
	45		空力ブレーキ	—
	46	車上電源	□ガスタービン	③
	47		▽燃料電池	—
	48		◇誘導集電	②
	49	車体強度・耐久性		—
	50	□著しい空気振動の軽減構造		③
	51	□著しい騒音の軽減構造		③
	52	□客室の電磁環境		③

表2. 1 技術基準の各分野に分類した評価項目整理表（その3）

凡例	○	実用化技術確立のために必要な開発項目：コスト低減
	□	実用化技術確立のために必要な開発項目：営業線適用仕様
	◇	必要な技術は確立済みだが、引き続き技術開発に取り組む項目
	▽	他の同種の技術が確立済のため、今後の技術開発が不要な項目
課題分類	②	メンテナンスを含めた更なるコスト低減
	③	営業線適用に向けた設備仕様の検討
	—	検証済みまたは不要



分野	番号	技術基準の各分野に分類した評価項目		課題分類	
車両	5 3	客室・乗降口・貫通路の構造		—	
	5 4	連結装置		—	
	5 5	火災対策・火災検知		—	
施設及び車両の保全	5 6	車両検査 方法・体系	消磁下検査	—	
	5 7		◇励磁下（A）検査	②	
	5 8		◇動態監視保全	②	
	5 9	地上コイル	検査方法	徒歩巡回	—
	6 0			◇保守用車	②
	6 1	○取換・修繕方法		②	
	6 2	土木設備	検査方法	—	
	6 3		○取換・修繕方法	②	
	6 4	電気設備	検査方法	—	
	6 5		取換・修繕方法	—	
運転	6 6	車両の積載制限等		—	
	6 7	列車のブレーキ・制動力		—	
	6 8	列車出発時の事故防止		—	
	6 9	列車間の安全確保		—	

### 3. 平成17年度以降の技術開発の実施状況及び評価

「②メンテナンスを含めた更なるコスト低減」及び「③営業線適用に向けた設備仕様の検討」に関して、2章の表2. 1において示した評価項目については、相関の大きい項目や類似・重複する項目があるため再整理を行い、表3. 1に示すa. 軌道・構造物～l. 沿線磁界・車内磁界の項に再分類して扱うこととした。

表3. 1 評価項目の再整理

凡例	○	実用化技術確立のために必要な開発項目：コスト低減
	□	実用化技術確立のために必要な開発項目：営業線適用仕様
課題分類	②	メンテナンスを含めた更なるコスト低減
	③	営業線適用に向けた設備仕様の検討

↓（番号は表2-1の番号と同一）

分野	再分類項目	番号	技術基準の各分野に分類した評価項目	課題分類
地上設備	a. 軌道 (ガイドウェイ) ・構造物	6	□線路-曲線半径R=10000m	③
		7	□線路-曲線半径R=20000m	③
		9	○線路-軌道(ガイドウェイ)・構造物	②
		63	○施設及び車両の保全-土木設備 -取換・修繕方法	②
	b. 乗降装置 -地下・通過用	20	□停車場-乗降装置-地下・通過用	③
	c. 電力変換器	25	○電気設備-電力変換器	②
	d. 運転保安 (低コスト位置検知)	36	○運転保安設備-自動運転制御	②
		37	○運転保安設備-列車等検知装置	②
		39	○運転保安設備-通信設備	②
	e. 地上コイル	43	○車両-動力発生装置-地上コイル	②
61		○施設及び車両の保全-地上コイル -取換・修繕方法	②	
車両	f. 台車 (高温超電導磁石用)	40	○車両-走行装置-台車(高温超電導磁石用)	②
	g. 車内環境維持	2	□全般-車内環境維持(振動・騒音・磁界等)	③
	h. 車上電源	46	□車両-車上電源-ガスタービン	③
環境対策	i. 沿線騒音	1	□全般-著しい騒音の防止	③
		12	□線路-車外騒音対策設備-明かりフード	③
		51	□車両-著しい騒音の軽減構造	③
	j. 微気圧波 ・空気振動	14	□線路-空気振動対策設備-実用レベル仕様	③
		50	□車両-著しい空気振動の軽減構造	③
	k. 地盤振動	3	□全般-沿線環境磁界・地盤振動の低減	③
	l. 沿線磁界 ・車内磁界	2	□全般-車内環境維持(振動・騒音・磁界等)	③
		3	□全般-沿線環境磁界・地盤振動の低減	③
52		□車両-客室の電磁環境	③	

分野	再分類項目	番号	技術基準の各分野に分類した評価項目	課題分類
3-4	異常時対応の検討	4	□全般－異常時対応方策	③
		15	□線路－災害等防止設備・避難用設備	③
		17	□停車場－地下駅設備	③

### 3-1 長期耐久性の検証

「①更なる長期耐久性の検証」を実施するため、高速繰り返し走行試験を継続して実施した結果は以下のとおりである。

高速繰り返し走行試験による更なる長期耐久性の検証を進め、平成17年度以降の走行距離は318、921kmである。走行開始以来12年間余の走行距離は755、166kmに達しており、走行実績の蓄積が順調に進められている。また、平成17年度以降主に使用している台車別の走行距離及び着地回数に関しては、T2台車435、688km・29、975回、T6台車410、128km・28、157回、T10台車393、253km・26、380回、T5台車355、173km・24、348回である。平成14年度に投入した長期耐久性検証対象台車であるT11・T12台車についても、T11台車317、321km・21、628回、T12台車307、625km・21、137回と長期耐久性検証目標の30万kmを既に達成した。これにより、先行区間における長期耐久性検証については完了した。

このように、走行試験は順調に進んでおり、車両の検査周期の設定が可能となる状況になっているとともに、走行試験で得られた知見についても着実に反映されているところである。

また、耐久性に係わる設計条件の妥当性についても、地上コイルなどの超電導リニア特有の地上設備については、ベンチテスト等により検証され、営業線相当の耐久性が確認されており、その他の設備についても、耐久性上の問題は発生していない状況である。

また、試乗者数の累積は146、186人に達しており、この間試乗走行便の運休はなかった。なお、現在は山梨実験線全線の延伸及び設備更新工事のために試乗を休止している。（いずれも、平成21年7月24日現在）

また、実験線全線の工事は順調に進捗しており、平成25年度末までに完成する見込みであり、その後、営業線適用仕様での長期耐久性試験を実施する予定である。

#### [評価]

山梨実験線先行区間における長期耐久性の検証は目的を達成した。また、実験線全線の工事も順調に進んでいるとともに、その後、営業線適用仕様での長期耐久性試験も計画されていることから、営業線適用に向けた必要な長期耐久性が確立できる見通しが得られている。

### 3-2 設備仕様等の検討

環境対策及び異常時対応以外の設備仕様等について、技術開発の状況及び検証を実施し、現時点でのとりまとめを行った。

#### (1) 軌道（ガイドウェイ）・構造物（評価項目 a）

軌道及び土木構造物に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内 容						
課題分類	② メンテナンスを含めた更なるコスト低減 ③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討						
関連する評価項目	・線路－曲線半径・カント・緩和曲線 －R=10,000m、20,000m ・線路－軌道（ガイドウェイ）・構造物 ・保全－土木設備－取換・修繕方法						
技術開発内容	①平成14年度に設置した自立式ガイドウェイ及び平成19年度に設置した改良型自立式ガイドウェイを基に、設計を見直して更に材料費を約1割削減する。 ②自立式ガイドウェイの高精度設置作業方法を改善し、作業の所要時間を30分程度まで短縮して、側壁交換作業が営業線夜間の約5時間の作業時間帯の中で終了するようにする。						
取得したデータ	①構造の均質化、強度余裕の見直しにより、材料費約1割低減を実現した。走行時の撓みも設計想定通り約0.2mmであった。 ②ガイドウェイの高精度設置作業は、従来の所要時間が約2時間であったのに対し、今回の改良型自立式ガイドウェイでは約30分で実施可能であった。また、高精度設置の結果は、全ての計測点において目標値±2mm以内を達成できた。この設置精度の確認により、曲線半径R=10,000m、20,000mにおいても十分な精度でガイドウェイの設置が可能であることが検証された。						
技術開発成果	①ガイドウェイの材料費を約1割低減できる自立式ガイドウェイに関して対処方法が確立した。 ②夜間作業時間帯の約5時間以内で高精度設置を伴うガイドウェイ交換を行うという営業線運営の対処方法が確立した。 改良型自立式ガイドウェイ交換作業ダイヤ						
		0時	1時	2時	3時	4時	5時
	撤去・運搬・架設	▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨					
	旧ガイドウェイ運搬			▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨			
	高精度調整準備			▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨			
	高精度調整			■			
	固定				▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨		
	跡確認					▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨	



## [評価]

改良型自立式ガイドウェイに関する材料費低減、曲線半径 $R=10,000\text{m}$ や $20,000\text{m}$ を可能にする高い設置精度の確保や設置時間の短縮等の技術開発成果が示され、併せて夜間の作業時間帯の中でガイドウェイの交換が可能であることが把握された。従って、ガイドウェイについ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、実用化に必要な技術が確立している。

### (2) 乗降装置—地下・通過用（評価項目 b）

乗降装置に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内容
課題分類	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討
関連する評価項目	・ 停車場—乗降装置—地下・通過用
技術開発内容	○山梨実験線先行区間に、乗降装置を含むホールホーム*を模擬した壁試験体を磁気限界の位置に設置して直近高速（ $500\text{km/h}$ ）通過試験を実施し、次の2項目について検証を行った。 ①ホールホームを想定した壁面に作用する空力荷重 ②直近ホールホームを通過する際の車両動揺
取得したデータ	①4両編成 $500\text{km/h}$ 通過時の壁面圧力変化は、 $+1.3\text{kPa}$ ～ $-1.4\text{kPa}$ であり、トンネル内圧力変動の想定値 $-20\text{kPa}$ に対して $1/10$ 以下と小さい。 ②直近ホールホームを $500\text{km/h}$ 通過する際に、乗車体感試験を行ったが、ホーム部通過の動揺感知が困難なレベルであり、乗り心地上の影響は小さいことが判明した。また、その際の車体左右振動加速度は $0.07\text{G}$ 未満と小さい。
技術開発成果	①列車の直近高速通過に際し、乗降装置を含むホールホームの壁を磁気限界まで接近させても、壁面の圧力変動は小さく、構造設計に大きな影響を与えないことが判明した。 ②列車の直近高速通過に際しても車両動揺等を発生させることなくホールホームの壁を磁気限界まで接近させることが可能であることが判明した。 ③ ①・②の結果から、ホールホームの設置位置限界を磁気限界とする対処方法が確立した。

## [評価]

乗降装置を含むホールホーム\*直近を列車が高速で通過する状態を模した試験が山梨実験線先行区間で実施された。その結果、乗降装置を含むホールホームが受ける列車通過時の圧力が小さく、またホールホーム通過時の車両動揺も小さいことが判明し、ホールホームの設置位置を磁気限界まで接近させることが可能といった技術開発成果が示され、乗降装置につい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、実用化に必要な技術が確立している。

- \* ホールホーム：ホーム内の旅客に対して安全性確保、気密性確保、磁界レベル低減を図るため、ホーム全体を密閉区画として、軌道部分と完全に分離するタイプのホーム

### (3) 電力変換器（評価項目 c）

電力変換器に関する検証状況は以下のとおり。

項 目	内 容
課題分類	② メンテナンスを含めた更なるコスト低減
関連する評価項目	・ 電気設備－電力変換器
技術開発内容	①電力変換器に新型素子を採用することにより、電力変換損失の低減及び設置面積の低減を図る。
取得したデータ	①旧型素子による電力変換器と比較して、 <u>新型素子による電力変換器は、損失が約 1 / 3 に低減したことを実走行で検証した。</u> ②旧型素子による電力変換器と比較して、 <u>新型素子による電力変換器は、設置面積が約 4 2 % に低減した。</u>
技術開発成果	電力変換器を新型素子にて構成することにより、電力変換損失を従来の約 1 / 3、設置面積を約 4 2 % とすることができるとが判明し、電力変換器に関する対処方法が確立した。

#### [評価]

電力変換器を新型素子にて構成することにより、電力変換損失、変換器の設置面積とも大幅に低減できる技術開発成果が示された。従って、電力変換器に関し建設コスト及び運営コスト低減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。

### (4) 運転保安（低コスト位置検知）（評価項目 d）

運転保安に関する検証状況は以下のとおり。

項 目	内 容
課題分類	② メンテナンスを含めた更なるコスト低減
関連する評価項目	・ 運転保安－自動運転制御 ・ 運転保安－列車等検知装置 ・ 運転保安－通信設備
技術開発内容	超電導磁気浮上式鉄道の運転保安システムについては、各々独立した運行管理システム、駆動制御システム、保安制御システム及び列車位置検知システムから構成されており、これらは既に平

	<p>成12年3月及び平成17年3月の評価委員会において検証済みである。</p> <p>今般の開発においては、上記のサブシステムのうち、列車位置検知システムに関し、新たにミリ波無線装置等を用いた低コスト位置検知を開発して検証を行った。</p> <p>ミリ波無線装置による絶対位置検知（ミリ波位置情報）、及び車上の車輪回転パルス・コイルカウント信号による高精度位置検知（車上位置情報）の組合せによる低コスト位置検知システムに関して次の検証を行った。</p> <p>①低コスト位置検知による列車在線検知性能を実車で検証する。</p> <p>②ミリ波無線装置の地上側基地局の設置間隔を決定するため、ミリ波無線装置の電波の特性を把握する。</p>
<p>取得したデータ</p>	<p>①先行区間本線の在線検知における許容誤差は10.8mであるが、低コスト位置検知による在線検知誤差は、実測でほぼ±2m程度に収まっており、所要の精度を十分満たすことを実証した。</p> <p>②ミリ波無線装置の電波の特性を測定し、限界受信入力レベルに達する距離を把握した。</p> <p>※限界受信入力レベル：この値以下では通信が不可能となる受信入力レベル（地上⇄車上間の伝送レベル）</p>
<p>技術開発成果</p>	<p>①低コスト位置検知システムによる保安（在線検知）が所要の精度を満たし、営業線適用仕様として妥当であることが検証された。</p> <p>②ミリ波無線装置の伝搬特性が、トンネル区間で良好であることが判明した。また、ミリ波無線装置基地局の設置方法を決定することができた。</p> <p>③ ①・②から低コスト位置検知システムを用いた運転保安としての対処方法が確立するとともに、通信機能を含めたシステム全体のコストが約2割低減できることが判明した。</p>

## [評価]

低コスト位置検知システムによる在線検知が所要の精度を満たすことが検証され、システムの主要装置であるミリ波無線の伝搬測定結果からミリ波無線装置基地局の設置間隔が明確にされるとともに、システム全体のコストが約2割低減するといった技術開発成果が示された。従って、従来の位置検知システムの安全性・信頼性を損なうことなく、低コスト位置検知システムを用いた列車位置検知システムについて建設コスト低減の具体的な見通しが得られている。なお、運転保安システム全体については、既に平成12年3月及び平成17年3月の評価委員会にて実用化に必要な技術が確立していると評価済みである。

## (5) 地上コイル（評価項目 e）

地上コイルに関する検証状況は以下のとおり。

項 目	内 容
課題分類	② メンテナンスを含めた更なるコスト低減
関連する評価項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車両－動力発生装置－地上コイル－一体型地上コイル</li> <li>・ 車両－動力発生装置－地上コイル－ケーブル型推進コイル</li> <li>・ 保全－地上コイル－取換・修繕方法</li> </ul>
技術開発内容	<p>① 推進、浮上案内コイルを一体成型した低コスト一体型地上コイルを開発し、施工性を含めて検証する。主な仕様としては、単層推進、営業線 16 両編成対応 33 kV 耐圧である。</p> <p>② 一体型地上コイルとは異なる手法により、更なる低コスト化の可能性を追求するため、ケーブル型推進コイルを開発し、施工性を含めて検証する。主な仕様としては、単層推進、営業線 16 両編成対応 33 kV 耐圧である。</p>
取得したデータ	<p>① 一体型地上コイルの試験結果は次の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走行試験において、地上コイルの寿命 35 年を想定した材料の疲労強度限度に対して十分な余裕があることを確認した。</li> <li>・ ベンチテストにおいて、営業線 35 年相当の繰り返し機械的負荷及び課電負荷を与え、終了後に絶縁抵抗測定と耐電圧試験を実施した。その結果、機械的な影響による電氣的劣化は認められないことを確認した。</li> </ul> <p>② ケーブル型推進コイルの試験結果は次の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走行試験において、ケーブルを巻く巻枠に発生する応力は小さく、またケーブルの最大変位も小さく、強度及び構造上の問題は認められない。</li> <li>・ ベンチテストにおいて、営業線 35 年相当の累積課電負荷を与え、終了後に絶縁抵抗測定と耐電圧試験を実施した。その結果、長期課通電による電氣的劣化は認められないことを確認した。</li> </ul> <p>③ 一体型地上コイルの取換・修繕は 1 個単位で可能であり、ケーブル型推進コイルの取換・修繕は側壁ユニット単位で可能であることを確認した。なお、計画取換の場合は、どちらの地上コイルも側壁ユニット単位で取換を行う。</p> <p>④ 一体型地上コイル及びケーブル型推進コイルの取付工数を把握した結果、当初の先行区間二層推進コイル（浮上案内コイルの工数含む）に対して、一体型地上コイル及びケーブル型推進コイル（浮上案内コイルの工数含む）とも約 7 割に低減可能であることが判明した。</p>
技術開発成果	<p>一体型地上コイル及びケーブル型推進コイルは、営業線 35 年相当の耐久性があり、取換・修繕方法が明確化され、かつ取付工数が当初の約 7 割に低減された。これらのことより、地上コイルに関する対処方法が確立した。</p>

## [評価]

推進、浮上案内コイルを一体とした低コストの一体型地上コイル及びケーブル型推進コイルの技術開発を行い、これらのコイルの性能について試験を実施した結果、いずれも営業線における35年相当の耐久性があることが示された。また、コイルの取換や修繕方法について明確化され、取付工数についても当初の約7割の工数に低減されることが示された。これらの技術開発成果により、地上コイルに関し建設・交換コスト低減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。

### (6) 台車（高温超電導磁石用）（評価項目 f）

高温超電導磁石用の台車に関する検証状況は以下のとおり。

項 目	内 容
課題分類	② メンテナンスを含めた更なるコスト低減
関連する評価項目	・ 車両－走行装置－台車（高温超電導磁石用）
技術開発内容	極低温超電導磁石用の既存台車に、試作した高温超電導磁石を設置して走行試験を行い、既存台車の高温超電導磁石への適合性を検証する。
取得したデータ	平成17年11月22日～12月9日までの計13日間にわたり、高温超電導磁石を設置した既存台車による走行を行い、総走行距離4,111km・最高速度553km/hを記録した。高温超電導磁石及び台車に特異な振動現象等は発生せず、走行試験終了後の高温超電導磁石に特段の異常は見られなかった。
技術開発成果	上記走行試験結果から、既存台車と高温超電導磁石の組合せにおいて台車としての機能上の障害は見られず、また高温超電導磁石の安定性を損なうことがなかったことにより、既存台車が高温超電導磁石に適合していることが確認された。これにより、高温超電導磁石に適合する台車に関する対処方法が確立した。

## [評価]

極低温超電導磁石を設置していた既存台車に高温超電導磁石を設置して走行試験を実施したところ、台車としての機能上の障害はみられず、また高温超電導磁石の安定性を損なうことがなかったことにより、既存台車に高温超電導磁石を設置できる、といった技術開発成果が示された。従って、将来のコスト低減が期待される高温超電導磁石を設置する台車について実用化に必要な技術が確立している。

## (7) 車内環境維持（評価項目 g）

車内環境に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内容
課題分類	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討
関連する評価項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全般一車内環境（振動）維持</li> <li>・全般一車内環境（騒音）維持</li> </ul>
技術開発内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>①車体～台車間に設置している空気ばねのばね定数を変更して乗り心地（車体振動）を改善する。</li> <li>②車体の構体と床の間にばねを挿入し浮き床化することによって振動絶縁を図り、乗り心地（車体振動）と車内騒音を改善する。</li> <li>③側の二重窓の間の空気層を拡大することにより、車内騒音の低減を図る。</li> <li>④ガイドウェイ狂いを計測し、今後のガイドウェイ狂い改善の方策を検討する。</li> </ol>
取得したデータ	<ol style="list-style-type: none"> <li>①空気ばねと空気室が一体となればね定数を左右する補助溜の容量を増大することにより、乗り心地レベルが<math>\Delta 1 \sim 2</math> dB改善された。</li> <li>②浮き床化により、<math>20 \sim 40</math> Hzの高周波振動加速度がほぼ半減し、車内騒音に関しても<math>\Delta 1</math> dBの低減効果が得られた。</li> <li>③側の二重窓の間の空気層を拡大することにより、約<math>250</math> Hz以上の領域で明確な騒音低減効果が現れ、車内騒音を<math>\Delta 3</math> dB低減することができた。</li> <li>④ガイドウェイ狂いを分析した結果、次の4要因が明確となった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接側壁間据付誤差（上下）</li> <li>・側壁間隔誤差（左右・軌間狂い）</li> <li>・（側壁内）地上コイル設置誤差（上下湾曲）</li> <li>・C基準点誤差（上下、左右）</li> </ul> </li> <li>⑤車体底面から床フレームへの振動伝搬が明らかになった。</li> </ol>
技術開発成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>①空気ばねの補助溜容量を増大する対処方法が確立した。</li> <li>②乗り心地、車内騒音改善のため、浮き床を導入する対処方法が確立した。</li> <li>③車内騒音改善のため、側の二重窓の間の空気層の厚みを拡大する対処方法が確立した。</li> <li>④今後のガイドウェイ敷設精度向上に向け、次の指針を策定した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接側壁と上下位置を合わせて設置し、かつ誤差を縮小する</li> <li>・側壁の左右間隔誤差を縮小する</li> <li>・地上コイル設置時と側壁据付時の側壁支持点を同一化する</li> <li>・C基準点の誤差を縮小するとともに、設置間隔を側壁長と無関係なものとする</li> </ul> </li> <li>⑤今後の車両製作に向けて、次の設計指針を策定した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・床下支持柱の配置変更</li> <li>・床フレームの高剛性化</li> </ul> </li> </ol>

## [評価]

車内の振動低減に関しては、空気ばねの補助溜め容量の拡大及び浮き床による振動絶縁、及びガイドウェイ狂いの分析結果と対策、車内の騒音低減に関しては、側の二重窓の間の空気層の拡大及び浮き床による振動絶縁、等の技術開発成果が示されたことにより、実用化に必要な技術の確立の見通しが得られている。

乗り心地に関しては、実用化に必要なレベルを確保しているが、継続的に改善に取り組んでいくことが望ましい。

### (8) 車上電源（評価項目 h）

車上電源に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内容
課題分類	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討
関連する評価項目	・車両－車上電源－ガスタービン
技術開発内容	<p>①ガスタービン発電装置の燃料として、従来の J I S 規格 1 号灯油を G T L (Gas To Liquid：天然ガス改質燃料)灯油に変更し、排気ガスの N O x や煤塵の排出量を検証する。なお、G T L 灯油の引火点や発熱量等の安全性にかかわる物性については J I S 規格 1 号灯油と同等であり、安全性についての検討結果は通常の J I S 規格 1 号灯油と同等である。</p> <p>②地下駅等で、J I S 規格 1 号灯油を燃料とするガスタービン発電装置に関連する設備について火災発生時の安全性も含めて検討を行った。その概要は以下の通りである。(中央リニア調査有識者委員会の検討結果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・駅には「貯蔵タンク」と「給油取扱設備」を設置する。</li> <li>・ガスタービン発電装置は編成の両端にあるため、ホールホームの乗客がいる空間と給油する箇所とを完全に分離し、万一の火災発生時にもホーム上の安全を確保する。</li> <li>・燃料遮断弁、機械換気設備、排煙設備、消火設備、防火壁等を設けるとともに、燃料漏れ対策（浸透防止・滞留防止）を施す。</li> </ul>
取得したデータ	①ガスタービン発電装置からの排気ガスにおいて、N O x 濃度は灯油と比較して G T L では約 3 / 4、煤塵は約 1 / 4 に低減できることを実証した。平成 1 9 年 5 月より走行試験にて G T L 燃料の使用を開始し、現在まで継続して運用しており、車両屋根の煤塵付着量が減少していることを確認した。
技術開発成果	<p>①ガスタービン発電装置の燃料を灯油から G T L に変更することにより、排気がより清浄になることが判明し、ガスタービン発電装置の燃料に関する対処方法が確立した。</p> <p>②地下駅におけるガスタービン発電装置に関連する設備につい</p>

て対処方法が確立した。
-------------

## [評価]

車上電源となるガスタービン発電装置の燃料について、JIS規格1号灯油からGTL (Gas To Liquid) 灯油に変更することにより、排気ガスのNO<sub>x</sub>濃度及び煤塵が低減することが検証された。また地下駅における、JIS規格1号灯油を燃料とするガスタービン発電装置に関連する設備については、火災時の安全性を含めて「中央リニア調査有識者委員会」において検討が実施された。

これらの技術開発成果により、ガスタービン発電装置の車上電源としての実用化に必要な技術が確立している。また、地下駅におけるガスタービン発電装置に関連する設備について、実用化に必要な技術の確立の見通しが得られている。



### 3-3 環境対策の検討

超電導磁気浮上式鉄道の環境対策に関して、基準案の設定、データの測定、対策の考え方及び対策方法について、技術開発の状況及び検証を実施し、現時点でのとりまとめを行った。

#### (1) 沿線騒音（評価項目 i）

騒音に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内 容						
課題	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討						
基準設定	<p>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。</p> <p>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）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地域の類型</th> <th>基準値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>70デシベル以下</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>75デシベル以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p> <p>※音圧レベル <math>L_p = 20 \log_{10} (p / 2 \times 10^{-5})</math> [dB]、P：音圧 [Pa]</p>	地域の類型	基準値	I	70デシベル以下	II	75デシベル以下
地域の類型	基準値						
I	70デシベル以下						
II	75デシベル以下						
データ	<p>山梨実験線初沢明かりフード区間（高架橋高さ約10m）にて、近接側ガイドウェイ中心から25m離れた位置において、4両編成の試験車が500km/hの速度で通過した実測値は約67.5dBであった。</p> <p>このデータを基に16両編成での場合を予測すると、上記と同じ測定位置にて約70dBとなり、基準値（案）内と見込まれる。また、高架橋の高さは道路との交差等の関係から通常10mより高くなる見込みである。</p>						
対策の考え方	<p>騒音対策としては、土地利用の状態を勘案して、必要な箇所に防音壁や明かりフードを設置するとともに、土地利用対策や障害防止工などの総合的な環境保全措置を講じることにより、環境上の問題を発生させないようにする。地域の類型がI類型またはII類型の場所にあつては、基準値（案、新幹線鉄道の騒音環境基準）を遵守する。</p>						
対策方法	<p>騒音対策の必要な明かり区間には明かりフードを設置することにより、「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」のI類型の基準値（案）70デシベルが達成可能である。II類型、その他地域については明かりフードに準ずる構造で対応可能である。</p>						

## [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。

## (2) 微気圧波・空気振動（評価項目）

微気圧波・空気振動に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内 容				
課題	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討				
基準設定	<p>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。</p> <p>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）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">目安値</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">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</td> </tr> </table> <p>上記目安値を基に、以下のように超電導リニアの基準値（案）を設定する。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">超電導リニア基準値（案）</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">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</td> </tr> </table> <p>※1 [Pa] ≒ 1 × 10<sup>-5</sup> [気圧]、1 [気圧] ≒ 100 [kPa]</p>	目安値	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	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以下 坑口中心から20m地点で原則50Pa以下
目安値					
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					
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以下 坑口中心から20m地点で原則50Pa以下					
データ	<p>山梨実験線九鬼トンネル西口（長さ100mの矩形断面の暫定緩衝工）より、500km/hの速度の試験車が突入した際に、九鬼トンネル東口（長さ10mの暫定緩衝工）から50m地点での微気圧波は約50Paであった。この実測値を基に、トンネル内の圧力波の伝搬過程を考慮した数値解析モデルを構築し、緩衝工延長150m及び緩衝工の形状改良等の条件の下で、微気圧波のピーク値を予測したところ、長さ5kmのトンネルで43Pa、長さ10kmのトンネルで42Pa、長さ20kmのトンネルで29Pa等、全ての長さのトンネルに対して上記基準値（案）の坑口中心から20m地点で原則50Pa以下を満たす結果が得られた。</p>				

対策の考え方	<p>微気圧波対策としては、土地利用の状態を勘案して、必要な箇所に必要な延長の緩衝工や明かりフードを設置するとともに、土地利用対策や障害防止工などの総合的な環境保全措置を講じることにより、上記の基準値（案、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）を遵守する。</p> <p>空気振動対策も微気圧波と同様の対応により、上記の基準値（案）を遵守する。</p>
対策方法	<p>トンネル両坑口に最大で緩衝工延長150mの緩衝工を設置すれば、坑口から20m位置で50Pa以内、概ね50m位置で20Paとすることができる。民家近傍で20Pa以下の規定に対して、民家位置が坑口から50m以内にある場合は達成困難であるが、緩衝工を延長することにより対応可能である。</p> <p>列車突入時に入口側付近で発生する空気振動については、入口側緩衝工の最適化により、微気圧波同様、民家近傍で20Pa以下を達成することが可能である。</p>

## [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。

### (3) 地盤振動（評価項目k）

地盤振動に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内 容		
課題	－（検証済み）		
基準設定	<p>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。</p> <p>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）</p> <table border="1" data-bbox="483 1888 1347 1973"> <tr> <td style="text-align: center;">指針値</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">70デシベル</td> </tr> </table> <p>※上記指針値を、超電導リニアの基準値（案）とする。 ※振動レベル <math>L_v = 20 \log_{10} (a / 10^{-5})</math> [dB]</p>	指針値	70デシベル
指針値			
70デシベル			

	a : 振動加速度 [m/s <sup>2</sup> ]、aは振動感覚補正を行った振動加速度実効値
データ	<p>山梨実験線の中谷高架橋と大原高架橋において、近接側ガイドウェイ中心から6.6m離れた位置において、5両編成の試験車が浮上走行及び車輪走行をした際の実測値は以下のとおり。</p> <p>① 中谷高架橋の構造は、杭基礎で高さ約17m、箱桁及び緩衝工が設置されている。振動の実測値は、約55dBであった。</p> <p>② 大原高架橋の構造は、直接基礎で高さ25m、箱桁及び2m防音壁が設置されている。振動の実測値は、約61dBであった。</p> <p>また、16両編成での振動レベルを予測したところ、約1dBの増大が見込まれる。</p>
対策の考え方	<p>超電導リニアは、車両が軽量でかつ土木構造物への荷重が分散しているため、地盤振動が小さいという特性を持っている。上記山梨実験線の計測結果においても、最大で約61dBであり、16両編成での予測値は約62dBである。以上のことから、上記基準値（案）を下回ることとなり、特段の対策を実施する必要性は考えられない。</p>
対策方法	<p>特段の対策を実施する必要性は考えられない。</p>

## [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。

## (4) 沿線磁界・車内磁界（評価項目Ⅰ）

沿線磁界及び車内磁界に関する検証状況は以下のとおり。

項目	内 容														
課題	③ 営業線適用に向けた設備仕様の検討														
基準設定	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>基準値（案、ICNIRPガイドライン）</p> <table border="1"> <tr> <td>周波数 f [Hz]</td> <td>0～1<sup>※</sup></td> <td>1～8</td> <td>8～800</td> </tr> <tr> <td>磁束密度 B [mT]</td> <td>40</td> <td>40 / f<sup>2</sup></td> <td>5 / f</td> </tr> <tr> <td>磁束密度変化率 dB / dt [mT / s] ※</td> <td>—</td> <td colspan="2">44 mT / s</td> </tr> </table> <p>※820Hz以下の変動磁界に関し、等価なガイドラインとして磁束</p>			周波数 f [Hz]	0～1 <sup>※</sup>	1～8	8～800	磁束密度 B [mT]	40	40 / f <sup>2</sup>	5 / f	磁束密度変化率 dB / dt [mT / s] ※	—	44 mT / s	
周波数 f [Hz]	0～1 <sup>※</sup>	1～8	8～800												
磁束密度 B [mT]	40	40 / f <sup>2</sup>	5 / f												
磁束密度変化率 dB / dt [mT / s] ※	—	44 mT / s													

	<p>密度変化率 <math>44 \text{ mT/s}</math> (磁束密度 <math>5/f \text{ mT}</math> と等価) を使用することが可能との ICNIRP の声明がある (ここでは「変動磁界の等価基準値」と称し、これも超電導リニアの基準値 (案) とする)。  ※新たに制定された ICNIRP 2009 における静磁界のガイドラインは、<math>400 \text{ mT}</math> とされている。本表においては、ICNIRP 1994 (<math>40 \text{ mT}</math>) を参照。  ※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。</p>
データ	<p>○沿線磁界 (測定点: 高架下 <math>8 \text{ m}</math> 位置)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・静磁界—基準値 (案) の <math>0.06\%</math></li> <li>・変動磁界—変動磁界の等価基準値 (案) の <math>3\%</math></li> </ul> <p>○車内磁界 (測定点: 客室内)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・静磁界—基準値 (案) の <math>0.9\%</math></li> <li>・変動磁界—変動磁界の等価基準値 (案) の <math>34\%</math></li> </ul>
対策の考え方	<p>○沿線磁界  用地境界での磁界が基準値 (案、ICNIRP ガイドライン) 以下となるように用地を確保することを基本とする。</p> <p>○車内磁界  客室内の磁界が基準値 (案、ICNIRP ガイドライン) 以下となるように、車両に磁気シールドを設置する。また、磁気シールドについては効果の解析とそれを実現させる設計が可能であることが既に山梨実験線で実証されている。</p>
対策方法	<p>○沿線磁界  用地境界での磁界が基準値 (案、ICNIRP ガイドライン) 以下となるように用地を確保することを基本とし、必要に応じて磁気シールドを設置することにより基準値 (案) を満たすこととする。</p> <p>○車内磁界  車両に適切な磁気シールドを設置することにより、基準値 (案、ICNIRP ガイドライン) を満たすこととする。</p>

## [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。

### 3-4 異常時対応の検討

リニア特有の条件を含め、自然現象、地上設備の故障、車両設備の故障、その他の異常時における考え方と対応方法について検討を行い、要点のとりまとめを行うとともに、異常時対応の体制や訓練の状況を確認した。

#### (1) 自然現象

地震、落雷、強風、大雨・降雪に関する検討状況は以下のとおり。

1. 地震	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震が発生した場合、速やかに減速に移行し、安全に停止。</li> <li>・側壁で物理的に脱線防止。</li> <li>・強力な電磁力で、車両をガイドウェイ中心に保持。</li> <li>・停電しても、電磁誘導作用により浮上案内状態を維持。</li> <li>・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。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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できれば運転再開。</li> </ul>
2. 落雷	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・架空地線により、車両と地上コイルを落雷から保護。</li> <li>・直撃雷の際にも、走行の安全性には問題なし。</li> <li>・落雷試験結果：超電導磁石や車上制御装置に異常や損傷はなし。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・明かり（フード無し）区間について、支持車輪走行路面上7mの高さに架空地線を設置し、車両及び地上コイルを保護効率98%で保護。</li> </ul>
3. 強風	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強風の際でも、走行安定性、安全性に影響を受けない。（先行区間実績34.8m/sまで走行）</li> <li>・大型飛来物との衝突は避ける必要あり。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・明かり（フード無し）区間では最大瞬間風速が一定レベルを超えた場合は、飛来物を避けるため運行を停止。</li> </ul>
4. 大雨・降雪	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大雨の際でも、走行には影響を受けない。</li> <li>・雪、氷の舞い上げによる車両損傷防止のため、完全消雪が必要。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来想定される沿線で雨による運行影響を極力抑制。</li> <li>・明かり（フード無し）区間にはスプリンクラーを設置し、完全消雪により降雪影響を排除。</li> </ul>

## [評価]

地震、落雷、強風及び大雨・降雪について、超電導リニアの特性と考え方が示され、それらへの対応方法が新幹線及び山梨実験線先行区間の経験に立脚して明確化されており、設定された条件に対応可能な技術や運営方法が確立している。

従って、今後は、営業線における詳細な運用についての文書整備などの実務を具体的に進めていく段階となる。

## (2) 地上設備故障等

浮上案内コイル故障、推進コイル層間短絡、電力変換器故障、区分開閉器故障、分岐装置故障に関する検討状況は以下のとおり。

5. 浮上案内コイル故障	
超電導リニアの特性と考え方	・故障した浮上案内コイルの取外し処置により営業運転の継続が可能。(浮上案内コイル0.9m (1枚) 欠落までは浮上走行可能：浮上案内コイル取外し試験にて実証済)
対応方法	・応急処置後、運行再開。 ・取外した浮上案内コイルの箇所、夜間に取換品浮上案内コイルを設置。
6. 推進コイル層間短絡	
超電導リニアの特性と考え方	・故障した推進コイルに対し、一体型コイルは取り外し／ケーブル型推進コイルは短絡部の切除、の処置及び故障部迂回ケーブルの設置により営業運転の継続が可能。(ケーブル型推進コイルでは、構成上、層間短絡の発生確率は極めて低い)
対応方法	・一体型コイルの場合は取外した一体型コイルの箇所に夜間に取換品一体型コイルを設置、ケーブル型推進コイルの場合には夜間にユニット交換を実施。
7. 電力変換器故障	
超電導リニアの特性と考え方	・1電力変換所の一部(1系故障等)又は全部(停電、受電系故障等)の故障があっても、営業・走行を継続可能。(2系走行試験により実証済) ・隣接電力変換所からの延長き電が可能
対応方法	・1系故障の場合は、2系走行にて営業・走行継続しながら、修理・復旧。 ・1電力変換所全体が使用不能の場合は、隣接する電力変換所から「延長き電」を実施し、営業・走行継続しながら修理・復旧。
8. 区分開閉器故障	
超電導リニアの特性と考え方	・き電区分開閉器が故障しても、当該区間は2系走行とすることで、営業・走行を継続可能。(2系走行試験により実証済)
対応方法	・自動ばね式により故障時は「開」状態とする。これにより、

	<p>残りの2系で走行継続可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・夜間に部品交換・修理して復旧。</li> </ul>
<b>9. 分岐装置故障</b>	
<b>超電導リニアの 特性と考え方</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分岐装置に関する保安の考え方は、新幹線と同一。(分岐装置のロック動作を検知してから、進路及び保安連動を構成。)</li> <li>・重要部分については冗長構成とすることにより、一部機器の故障でも転換動作、運転継続を可能とする。</li> <li>・停電や固渋等により不転換が発生した場合でも、応急処置により運転継続を可能とする。</li> </ul>
<b>対応方法</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・転換装置を冗長構成とし、モーターや駆動電源が一部故障しても、残りのモーターや別駆動電源等にて転換動作を可能とする。</li> <li>・故障を検知した場合は、手動で鎖錠を実施し、開通方向及び状態を確認した後に、運転を再開する。</li> <li>・分岐装置故障発生時に、安全確認の後、現地で分岐を固定扱いてできる構成とする。</li> </ul>

## [評価]

各種地上設備の故障等に対しては、可能な限り営業運行を継続するという観点から、その対応方法が示され、新幹線及び山梨実験線先行区間の経験に立脚してそれらへの対応方法が明確化されており、実用化に必要な技術や運営方法が確立している。

### (3) 車両設備故障等

超電導磁石故障、タイヤパンク、支持脚下げ不良に関する検討状況は以下のとおり。

<b>10. 超電導磁石故障（高速着地）</b>	
<b>超電導リニアの 特性と考え方</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山梨実験線で発生事例なし。</li> <li>・超電導磁石故障時にも、故障検知により停止制御及び支持脚出しを行い、安全に停止可能。(人工故障試験にて実証済)</li> <li>・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。</li> <li>・超電導磁石故障検知及び対向消磁により左右方向荷重を低減し、地上側案内路目地の損傷を軽減。</li> <li>・高速着地を行っても安全に停止可能。 (現車試験、ベンチテストで実証済)</li> <li>・構造物の設計に本事象を考慮し、磁石故障時の地上側の損傷を最小限に抑制。(人工故障試験にて検証済)</li> </ul>



対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停止・点検後、運行再開。(車輪走行)</li> <li>・ 駅到着後、回送。</li> <li>・ 500km/hからのタイヤ高速着地性能を確認済。</li> <li>・ 高速からのディスクブレーキ性能を確認済。</li> <li>・ 高速着地にも耐えうる支持脚の強度を確認済。</li> </ul>
<b>11. タイヤパンク</b>	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タイヤパンクの原因となる予兆を検知するとともに、タイヤパンク時にも安全に停止させる。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タイヤ内圧を監視し、内圧低下検知時には回生ブレーキにて停止。</li> <li>・ タイヤ外周に外接補助輪(アルミ製)を設置し、タイヤパンク時にはタイヤに代わって荷重を負担できることを確認済。</li> <li>・ 停止・点検後、外接補助輪による浮上・着地により低速浮上回送可能。(外接補助輪浮上・着地試験にて実証済)</li> </ul>
<b>12. 支持脚下げ不良</b>	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車上の指令系故障などの場合、支持脚を下げる構成(下げ定位)とする。</li> <li>・ 支持脚下げ不良時にも安全に停止させる。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 支持脚下げ不良を検知後、緊急着地輪にて着地し、回生ブレーキにて停止。</li> <li>・ 停止・点検後、緊急着地輪による浮上・着地により低速浮上回送可能。(緊急着地輪浮上・着地試験にて実証済)</li> </ul>

## [評価]

車両設備については、走行中の故障等が想定されることから、その際の考え方が示され、新幹線及び山梨実験線先行区間の経験に立脚してそれらへの対応方法が明確化されており、実用化に必要な技術や運営方法が確立している。

## (4) 侵入・障害物、車両救援・併結走行

侵入・障害物、車両救援・併結走行に関する検討状況は以下のとおり。

<b>13. 侵入・障害物対応</b>	
超電導リニアの特性と考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超電導リニア車両が走行する空間、軌道の万全な管理を行うことが基本。</li> <li>・ 列車の安全な運行を脅かす可能性のある事象を発生させない。</li> <li>・ ガイドウェイ内に第三者が侵入しようとする場合であっても、事前に検知し列車抑止措置を取る。</li> </ul>
対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 投げ込み、侵入の容易な切取区間、低い高架橋及びトンネル坑口には明かりフード等を設置。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガイドウェイ内へ第三者が侵入する以前に侵入を検知し、列車を抑止するシステムを装備。</li> <li>・万一の異物衝撃に備え、車両先頭部に排障（緩衝）装置を装備。</li> </ul>
<b>14. 車両救援・併結走行（火災時を除く）</b>	
<b>超電導リニアの特性と考え方</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・き電系の信頼性、冗長性が在来鉄道に比べて極めて高いため、在来鉄道より列車立往生の可能性は低い。</li> <li>・被救援列車に対して、救援列車を隣接線に高精度に横付・停車させ、渡り板を設置して、移乗。</li> <li>・リニアモーター駆動により安全に救援連結、併結走行可能。（現車試験にて実証済、16両+16両でも編成座屈を起こすことなく安全に併結回送可能）</li> </ul>
<b>対応方法</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・列車立往生の場合、移乗によりお客様を救援列車に收容。その後、別の列車による併結走行にて立往生列車を回送。</li> <li>・曲線（カント）区間における移乗試験結果から、16両編成定員約1000名に対して移乗を行うと、渡り板2箇所です所要時間は約38分であり、新幹線（渡り板2箇所の新幹線の実例で約50分）と同等の対応が可能。</li> </ul>

## [評価]

侵入・障害物対応及び車両救援・併結走行については、超電導リニアの特性と考え方が示され、新幹線及び山梨実験線先行区間の経験に立脚してそれらへの対応方法が明確化されており、実用化に必要な技術や運営方法が確立している。

従って、今後は、営業線における詳細な運用についての文書整備などの実務を具体的に進めていく段階となる。

## (5) 火災・避難

①火災・避難に関する検討状況は以下のとおり。

<b>15. 火災・避難</b>	
<b>超電導リニアの特性と考え方</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的な火災・避難対策設備は、鉄道技術基準省令の解釈基準に従い設置する。</li> <li>・隣接車両への類焼を防ぐ。</li> <li>・火災発生／検知時には、原則として次の停車場又はトンネル*（緩衝工*、明かりフード*区間含む）の外まで走行して停止し、避難する。</li> <li>・万一、それ以外の場所に停止した場合は、保守用通路を通り、最寄の避難口から避難する。</li> </ul>
<b>対応方法</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両には火災検知装置・双方向の連絡装置を設置する。</li> <li>・ガスタービン発電装置には、火災検知装置や燃料遮断装置等、各種の火災対策設備を設置。</li> <li>・ガスタービン機器室を防火壁で仕切り、客室、制御機器類</li> </ul>

	<p>及び台車を防護する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。また、制御引き通し線を完全2重系として、2系を各々車体内の両側面近傍に独立して配置する。</li> <li>・地上側の火災対策設備は、施設の状況に応じ、必要な消火設備、避難設備その他必要な火災対策設備を設置する。</li> <li>・トンネル*（緩衝工*、明かりフード*区間含む）については、内部の換気のために常時一定方向に一定以上の流速の風を流す。</li> <li>・トンネル（緩衝工、明かりフード区間含む）区間については、避難時の誘導を行うため、避難すべき方向や、最寄の停車場又は立坑、トンネル（緩衝工、明かりフード区間含む）の避難口までの距離を示す誘導標識を設置する。</li> <li>・明かりフード区間においては、適切な間隔で地上に避難可能な設備を設置する。</li> <li>・車両に具備した梯子により車両から保守用通路に降りる。</li> <li>・移動制約者等については、乗務員が乗客とともに車両から保守用通路まで降りることを手伝う。</li> </ul>
--	---

\* トンネル：山や市街地の地下等を貫通するために設置する円筒状の土木構造物。トンネル坑口、立坑口、斜坑口及び作業トンネルへの出入口等を通して、外部に避難する。

\* 緩衝工：微気圧波を緩和するため、トンネル出入口部の路盤や高架橋に設置する、半円筒形状のフード。壁面に空気を抜く穴が設けられている他は、構造的には明かりフードと同様。緩衝工の坑口又は最寄りの避難口（緩衝工に設置する場合あり）を通して、緩衝工から外部に避難する。

\* 明かりフード：沿線の騒音を低減するため、明かり区間の高架橋や路盤に設置する半円筒形状のフード。換気や排煙が必要な箇所を除いて壁面に空気を抜く穴は設けない。最寄りの避難口（明かりフードに設置する場合あり）を通して、明かりフードから外部に避難する。

② また、これまで検討してきた施設・設備等の基本的な仕様が、主に防災面から、安全性やコスト等に大幅な見直しが必要となる問題点がないかどうかを検討するため、中央リニア調査有識者委員会を設けて検討した結果は以下のとおり。

[平成20年12月中央リニア調査有識者委員会におけるとりまとめの概要]

ア. 火災対策の基本的考え方

- ・走行中の列車に火災が発生した場合は、原則として次の停車場又はトンネルの外まで走行する。
- ・駅に到着した際は、速やかに駅の避難誘導施設により地上に避難する。

## イ. 超電導磁気浮上式鉄道車両特有の火災対策

### ・ガスタービン発電装置と燃料の搭載

ガスタービン発電装置の異常時に備えて、火災発生防止対策（燃料配管系統静電気防止対策、燃料漏れ防止対策、排気温度監視、排気ダクト部断熱強化構造等）、火災拡大・延焼防止対策（異常時の燃料配管部緊急遮断弁による燃料遮断、火災検知装置設置、消火ノズル設置、客室を防火壁で保護する構造等）及び燃料タンク保護対策（二重壁構造による燃料タンク防護、燃料タンク内圧上昇の防止対策、揮発成分の車外排出対策等）を実施するものとする。

### ・着地用ゴムタイヤ装置

ゴムタイヤが摩擦やホイールからの火花により発火した場合は、温度上昇を検知して異常を発報。CCDカメラにて火災状況を確認した後、消火ノズルから消火液を噴出させることにより消火。

## ウ. 施設・設備に係る火災対策

・シールドトンネルのこれまでの施工実績を考慮して立坑を設置する。全ての立坑には、階段・昇降装置を設ける。

・超電導磁気浮上式鉄道のシールドトンネルなど大断面の場合には、空間が十分あるので、シールドトンネルの内径から床板下部の空間の有効活用を図り、下部空間は機器等の設置スペースや通路として活用し、この床下通路は避難空間として利用する。この空間はコンクリート床版により上下区分を行い、下部空間には避難通路を設置する。避難通路は、常時加圧し、煙の進入を防ぐ構造とする。

・列車が走行する上部空間より下部空間にある避難通路へアクセスするための入口を設けるものとする。

・地下駅設備の異常時対応方策を策定し、地下駅には次の設備を設置することとした。

○ホールホーム：軌道部に対する防火区画として設定、防火・防煙性能を有する壁・シャッター・扉等で構成

○階段、エスカレータ等

・上記の設備を基に、避難時を想定して通常の地下駅と同様の乗客流動シミュレーションを実施し、避難は可能との結果が得られた。従って、地下駅の火災対策及び避難対策に関して基本的な対処方法が確立した。

## エ. 万一トンネルの途中で停止した場合の避難方法

- ・新幹線と同様に、車両に具備した梯子により車両から中央通路へ降りる。
- ・中央通路からは階段を降り、シールドトンネル下部の避難通路へ避難する。
- ・その後、最寄りの駅及び立坑へ移動し、地上へ避難する。

## オ. 今後の課題

今後、工事着手あるいは営業開始までに、具体的な設計を進めるにあたり、以下の項目について、検討を深度化していくことになる。

(a) 大深度地下シールドトンネルについては、基本的に、既存の技術の延長であり、大深度特有の課題はないと考えられるが、実際の設計・施工にあたっては慎重に検討を行うことが望ましい。

(b) 距離の長いトンネルの保守は大変なため、メンテナンスをなるべく必要としない構造物とすると共に、その後のメンテナンスについて、能率よく行う方法等について検討を行うことが望ましい。

(c) 消防活動が安全かつ円滑に実施されるよう、今後、具体的なロケーションの検討の進捗に合わせて、消防庁と具体的な消火活動の手順、設備等について調整、検討を行うことが望ましい。

(d) 浸水対策の深度化

万一、トンネル内が浸水した場合には、駅または立坑から排水ポンプにより排水することになるが、縦断線形上やむを得ず、立坑部が最深度部にならない場合には、特別な浸水対策の検討が必要となることが想定される。

(e) 万一、大深度地下トンネルの途中で停止した場合の避難通路である立坑に設ける必要のある設備について、検討を行うものとする。

(f) 今回、地下駅については、既存の地下駅と同様の形状で建設することを前提として、検討を行った。大深度地下駅として、既存の地下駅とは形状、条件の異なる駅を想定する場合には、それぞれの条件に応じた検討を行うものとする。

#### カ. まとめ

超電導磁気浮上式鉄道による大深度地下使用について、これまで検討してきた施設・設備を前提として、今後詳細な計画、取扱いを関係各所と協議、整理していくことにより「大深度地下の公共的使用における安全の確保に係る指針」において要求される安全水準は確保できるものと考えられる。この前提に沿って、主に防災面から大深度地下使用に関する安全性やコスト等に大幅な見直しが必要となることはないものと考えられる。

## [評価]

火災・避難については、中央リニア調査有識者委員会においても検討がされたところであるが、火災時には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して避難することとし、各種の火災対策設備・避難設備の概要が考え方とともに示された。

また、中央リニア調査有識者委員会でのとりまとめにもあるとおり、大深度地下使用においては、これまで検討してきた施設・設備を前提として、今後詳細な計画、取扱いを関係各所と協議、整理していくことにより、大深度地下で要求される安全水準は確保できるものと考えられる。さらに後述するように、タイヤの燃焼試験等を踏まえ地上コイルの火災対策を検討した。従って、新幹線及び山梨実験線先行区間の経験に立脚して火災・避難への対応方法が明確化されており、実用化に必要な技術や運営方法の確立の見通しが得られている。

これらを踏まえ、今後更に関係者間での検討、運営マニュアルの整備を進め、それらの運用方法を検討することとする。

## (6) 異常時対応の体制及び訓練の状況

異常時における対応方法が適切に実施できるかどうかについて、その体制と訓練の検討状況は以下のとおり。

### ①規程類の体系及び体制

異常時対応については、既に新幹線の場合と同様に組織レベルに照応した規程類の整備を定めた規程体系を構築し、その体系の一部として異常時の対応マニュアルが整備されている。

図3.4.1に示す通り、既に山梨実験線においても新幹線と同様の規程体系に基づいて異常時対応マニュアル等を制定し、実際に運用している。

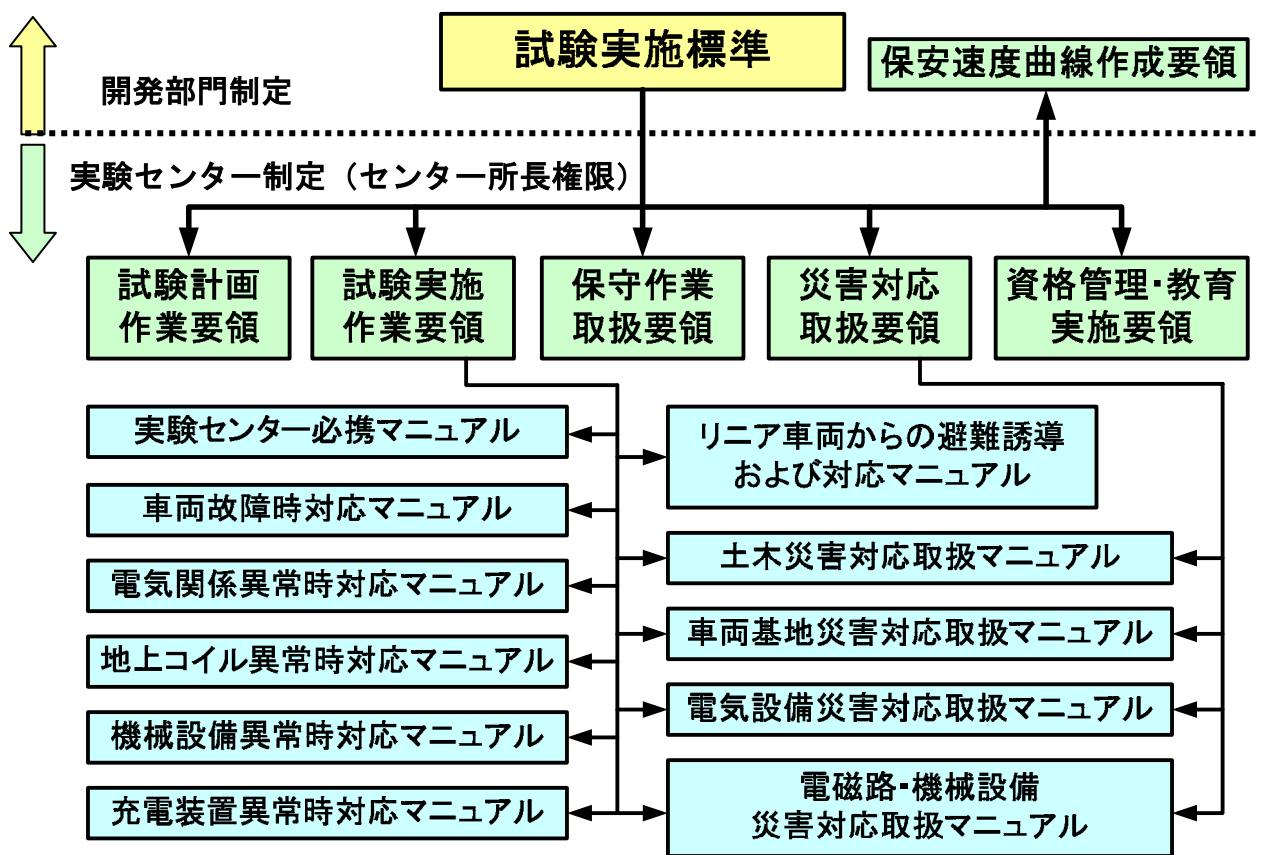


図3.4.1 山梨実験線における異常時対応関連規程類の体系

### ②避難訓練の実施

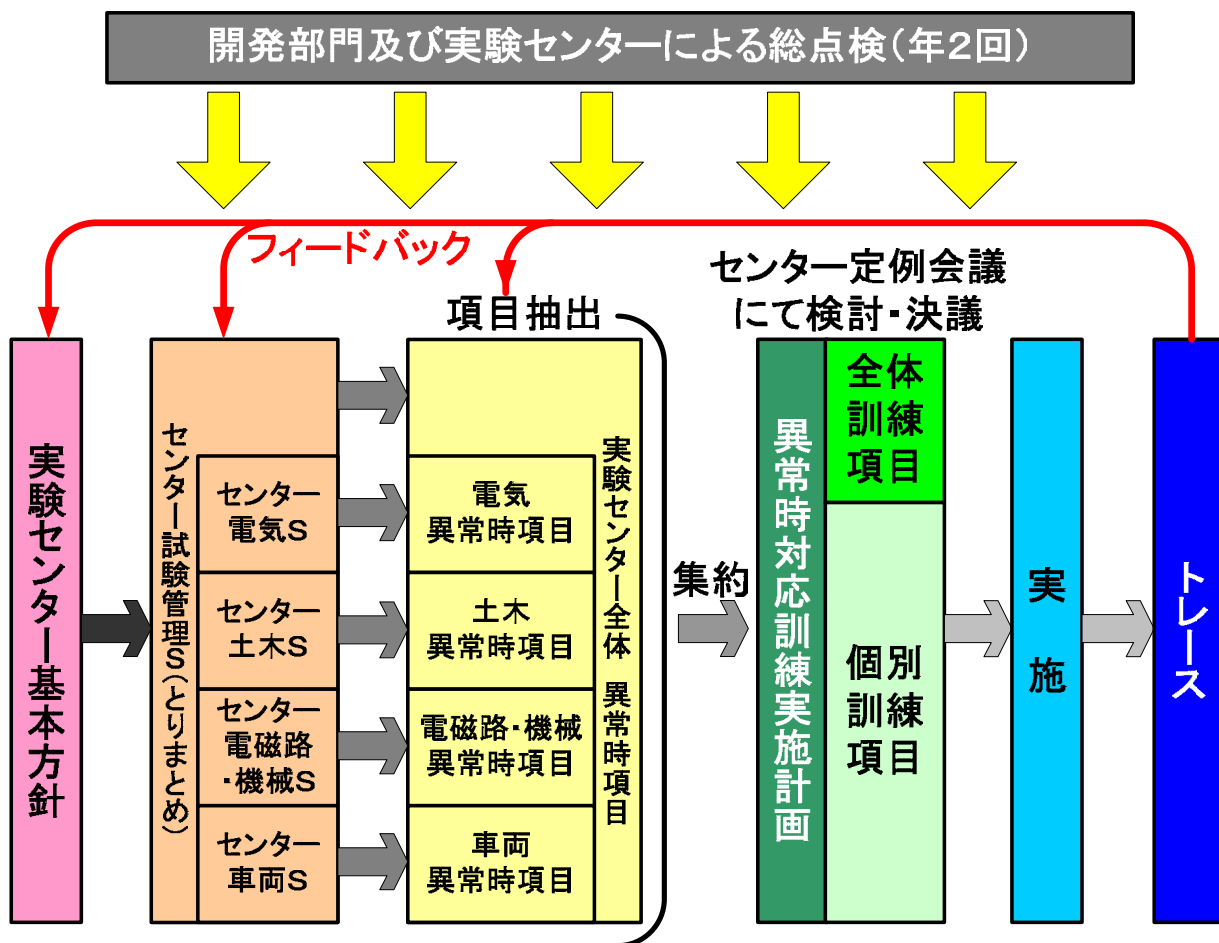
避難訓練については、図3.4.1の「試験実施標準」（開発部門制定）の下に山梨実験センターで制定した「試験実施作業要領」において実施を規定し、走行試験のある月には毎月避難訓練を実施している。

### ③異常時対応訓練の実施

これまで走行試験において発生した事象、故障等の頻度が多い事象及び影響の大きな事象については、異常時対応訓練を実施している。

これらの訓練については、項目の抽出・決定、訓練の実施、訓練の検証、異常時対応のマニュアル等への反映などP D C A (Plan-Do-Check-Act) サイクルで実施されている。

なお、異常時対応訓練を実施するに当たっては、各担当係員に対する資格教育を実施しており、教育の中の重要な部分は異常時対応の内容が占めている。



※総点検：安全、異常時対応や運営レベル向上のため、リニア開発本部と山梨実験センターが一体となって、山梨実験センターの現地で運営状況を幅広く点検するプロセス

図3. 4. 2 異常時対応訓練の項目抽出と決定方法

### [評価]

新幹線の経験に立脚して、既に新幹線と同様の異常時対応の規定体系と体制を構築して走行試験等を実施しており、必要となる訓練や教育が実施されていることが示され、避難訓練や異常時対応訓練の体系が明確化されており、実用化に必要な技術や運営方法が確立している。

今後とも、引き続き、異常時対応の訓練を実施するとともに、必要に応じて規定類の見直し等を実施することが望ましい。

### 3-5 保守体系の検討

#### (1) 保守及びその周期の考え方

山梨実験線先行区間における走行試験等の12年間の実績に基づき、保守及びその周期の考え方について、とりまとめを行った。

超電導磁気浮上式鉄道は、在来鉄道のような軌道・車輪及び架線・パンタグラフ等がなく、走行距離に比例して摩耗する部品が少ないことに特色がある。超電導磁気浮上式鉄道において摩耗に伴うメンテナンスの必要な機器を列挙すると、車両ではタイヤ・支持脚、車載冷凍機等、地上設備は分岐装置等の機械設備であるが、いずれも動作回数や稼働時間に比例して摩耗する。特に地上設備には摩耗部品が少ない状況にある。また、保守の質的向上と効率化のため、オンコンディションモニタリングの活用も考慮していくべき事項である。

山梨実験線の保守実績と上記の事項を踏まえて、保守及びその周期について基本的な考え方をまとめると、次の三点となる。

- ・車両の検査周期は、主に走行距離ではなく、稼働時間で決める。
- ・車両および地上設備の検査品質向上・低コスト化のため、営業車両によるデータ計測を取り入れたオンコンディションモニタリングを導入する。
- ・地上設備については、汎用保守用車による定期検査と徒歩巡回も併用する。

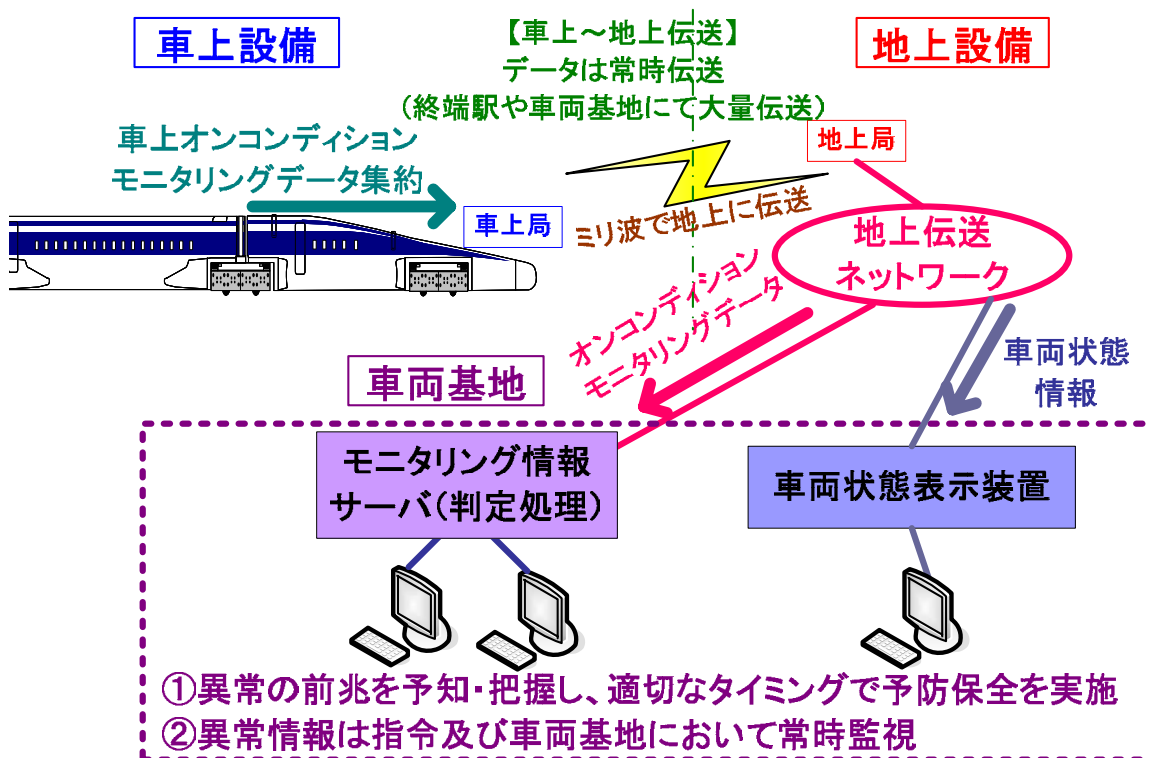


図3. 5. 1 オンコンディションモニタリングの適用イメージ

#### (2) 超電導磁気浮上式鉄道車両の保守の考え方

在来鉄道と比較して、保守のあり方を再構築する必要がある車両について、新幹線や航空機の保守体系を参考にして、保守の考え方を整理した。



## ア. 新幹線車両の定期保守

新幹線車両は、主に「走行距離による保守管理」という考え方を採っており、対象となる主な装置・機器を整理すると次の通りである。

検査周期の指標	対象装置・機器
走行距離によるもの	輪軸、パンタグラフ、台車・車体構造
走行時間によるもの ※	電気機器

※走行時間と走行距離はほぼ比例

これらから、定期保守の区分、周期と内容を次のように定めている。

検査区分	周期		実施内容
	走行距離	時間	
仕業検査	—	2日	台車機器・パンタグラフ等の目視点検
交番検査	3万km	30日※	各機器の目視検査、動作・機能検査
台車検査	60万km	18ヶ月※	台車機器の分解詳細検査
全般検査	120万km	36ヶ月※	台車・車体機器の分解詳細検査

※前回検査からの経過期間による検査も規程されているが、現状の車両運用状況においては、走行距離基準による検査周期に先に到達しており、走行距離基準による検査となっている。

## イ. 航空機の定期保守

航空機においては、「飛行回数・飛行時間による保守管理」という考え方を採っており、対象となる主な装置・機器を整理すると次の通りである。

検査周期の指標	対象装置・機器
飛行回数によるもの	機体構造、着陸装置
飛行時間によるもの	エンジン、操縦・制御系統（動翼・油圧等）

日本航空・B767の場合を例にとると、次の通り定期保守を定めている。

検査区分	周期		実施内容
	飛行回数	飛行時間	
飛行前点検	飛行毎	—	外観点検、燃料補給、出発態勢の最終確認
A整備	300回	500時間	機体構造の目視検査、作動油・潤滑油補給、エンジン・動翼・タイヤ・ブレーキ等の目視点検
(B整備)			エンジン詳細点検（A整備にて分散実施）
C整備	3000回	3500時間	機体構造の詳細目視検査、装備品の時間交換、操縦制御系統・エンジン・着陸装置等の詳細点検
D整備 (オーバーホール)	6年		機体構造の非破壊検査、機体塗装、操縦・制御系統機器類の分解詳細検査

※航空機では飛行回数及び飛行時間による管理となっているが、この要因としては、メンテナンスの対象となる重要機器・装置に関して、エンジンに代表される飛行中の連続稼働による時間経過が指標となるものと、離着陸に伴う荷重や気圧変動等の回数が指標となるものとに大別できるためである。

ウ. 超電導磁気浮上式鉄道車両の山梨実験線での保守実績

超電導磁気浮上式鉄道車両は、山梨実験線での保守においては「稼働時間による保守管理」という考え方を採っており、対象となる主な装置・機器を整理すると次の通りである。

検査周期の指標	対象装置・機器
稼働時間によるもの	車載冷凍システム・制御機器類 (昼夜連続稼働の機器)
走行時間によるもの	超電導磁石、車体構造 (走行中の振動による影響が大) 油圧装置、ガスタービン発電装置 (走行時間 $\div$ 機器運転時間)
動作回数によるもの	タイヤ、支持脚装置、台車構造 (浮上 $\leftrightarrow$ 車輪の切換による影響が大)

この中で、検査周期に影響を与える重要な機器や部品についての保守実績は次の通りである。

① 支持輪タイヤ

支持輪タイヤについては、山梨実験線のこれまでの実績では平均約1,500回着地以上で交換を行って来ている。

営業線では1日平均約25回程度着地すると見込まれるため、およそ60日程度の寿命がある計算となり、当面はこのレベルの交換頻度を見込むこととする。

② 支持脚装置

支持脚装置については、台車の検査(検査周期1年)と同時期にメンテナンスを実施することが望ましいため、実運用を考慮して検査周期1年(約8,000回着地)に対して余裕のある10,000回着地を目標としている。

技術開発により改良した新タイプ支持脚装置は、メンテナンスまでの着地回数を10,000~15,000回とすることが可能である。

これらの成果により、支持脚装置についてはメンテナンスまでの着地回数10,000回及び検査周期1年の達成が可能である。

③ 車載冷凍機

車載冷凍機は、検査周期1年(≒8,760時間)に対して余裕のある10,000時間の連続稼働を目標としている。技術開発により改良した新タイプ車載冷凍機は、連続稼働時間が10,000時間を達成できる見通しを得ている。

従って、連続運転時間10,000時間及び検査周期1年の設定は十分に可能である。

④ 車載冷凍用圧縮機

圧縮機については十分な耐久性があり、当初から4年（＝35,040時間）程度の稼働時間実績を得ている。

これらの成果により、車載冷凍用圧縮機については稼働時間40,000時間及び検査周期4年の達成が十分可能である。

エ. 超電導磁気浮上式鉄道車両の定期保守

以上のことを踏まえ、次の観点により定期保守体系を下表のように整理した。

- ・山梨実験線での保守実績等を基に、基本となる検査周期を設定
- ・走行時間、動作回数が指標となる機器類は、経過時間に換算して管理
- ・基本検査の周期より長い周期での検査となるものは、特定検査として別に周期を設定し、基本検査と併施

検査区分	周期	検査周期の設定要因	実施内容
—	片道毎	—	終端駅にてオンコンディションモニタリングデータ読出し（例）側ドア、支持脚等動作時間に関わるもののデータ取得と分析
A検査	2日	—	励磁状態での自動検査（タイヤ・台車内・車体表面等の自動検査）
特定A検査	30日	超電導磁石電流減衰	電流減衰分の追加励磁
	60日	タイヤ摩耗（約1500回着地）	消磁状態での整備・検査（タイヤ交換・台車内目視検査）
B検査	1年	冷凍機メンテ周期（1万時間）、支持脚メンテ周期（1万回）	台車内機器の詳細検査 台車枠検査
特定B検査	2～4年	冷凍機圧縮機部品交換（4年）、油圧部品交換（3年・4年）等	特定機器・部品の分解検査・交換
C検査	2年	新幹線・航空機の実績による	車体機器の詳細検査、構体検査、塗装（B検査内容も併施）
特定C検査	4～6年	空気圧縮機部品交換（4年）、機器冷却ファン類交換（4年）、電解コンデンサ交換（6年）等	特定機器・部品の分解検査・交換

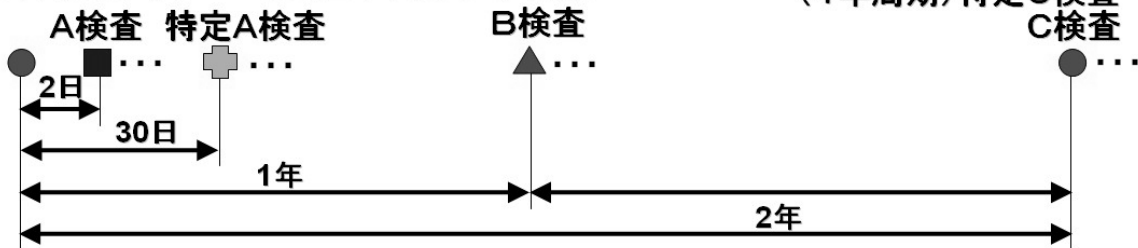
※特定A検査2周期（60日）間は励磁状態での検査を行う

オ. 新幹線車両と超電導磁気浮上式鉄道車両の検査周期の比較

〔新幹線車両検査周期〕



〔超電導磁気浮上式鉄道車両検査周期〕



超電導磁気浮上式鉄道車両の検査周期を新幹線車両と比較したのが、上の図である。検査周期の指標は、新幹線の「走行距離」に対して超電導リニアは「経過時間」と異なるが、検査体系としては両者は同等である。

(3) 超電導磁気浮上式鉄道の地上コイルの保守の考え方

在来鉄道にはない構成要素として、地上コイルがある。地上コイルについては、基本的に異状が生じない限りメンテナンスフリーであるが、山梨実験線先行区間の12年間の実績を踏まえ、保守の考え方を整理したのが次の表である。

検査種別	検査周期	検査内容
徒歩巡回検査	1回/月	徒歩巡回による目視を主体とした地上コイル全般にわたる検査（必要により触診、打音、トルク確認等）
外観判定検査	1回/月	汎用コイル保守用車に搭載した専用カメラによる画像を用いた、コイル締結ボルトの緩みおよび検査
絶縁劣化検査	1セクションあたり約5年に1回	電圧的に厳しいセクション端の地上コイルに対して、絶縁劣化検査を行う。

※保守用車：コイル保守用車、保守基地（所轄約50km）あたり1～2台

#### (4) 新幹線と超電導磁気浮上式鉄道の保守項目の比較

(2)(3)項において、超電導磁気浮上式鉄道車両及び地上コイルの保守の考え方及び体系を整理したが、本項では新幹線同様の保守体系である他の地上設備を含むシステム全体にわたり保守について大略、新幹線との比較を行った。その結果を示したのが次の表である。

新幹線（周期延伸前の状況）			分野	超電導磁気浮上式鉄道			
レール	検査	巡回週1回 T4車両検査月3回	軌道	ガイドウェイ	検査	全般検査(年1回)	
	整正	約1年に1回			交換	35年に1回	
	交換	約13年に1回		地上コイル	検査	外観検査(月1回)	
道床	つき固め	約1年に1回			交換	35年に1回	
	更換	約20年に1回		分岐装置	A検査	給油・動作確認(月1回)	
分岐レール	トンブレールは約1年に1回更換				B検査	在姿検査(年1~4回)	
	転轍器	外観検査：3ヶ月毎 駆動系検査：1年毎			C検査	オーバーホール(年1回)	
		交換			機械部品15年に1回		
周波数変換装置		オーバーホール(5年に1回)		電気	電力変換器		オーバーホール(5年に1回)
ATC	オーバーホール(約10年に1回)				保安制御システム		オーバーホール(約10年に1回)
電車線(架線)	検査	月3回					
	交換	5~7年に1回					
ホームドア	A検査	在姿検査(月1回)	駅	乗降装置	分岐装置と同等		
	B検査	重要部分解点検(年1回)					
車輪	削正(台車検査：年1回+必要時)		車両	タイヤ	傷検査(A検査：2日に1回) 交換(60日毎)		
車軸	超音波探傷検査(交番検査：月1回・台車検査：年1回) 磁粉探傷検査(台車検査：年1回)				ホイールアクスル	浸透探傷検査(B検査：年1回)	
	軸受	解体、目視検査、超音波探傷(台車検査：年1回)		車輪ディスクブレーキ、支持脚		オーバーホール(B検査：年1回)	
車輪ディスクブレーキ	外観検査、必要により交換(仕業：2日に1回・交番検査)			油圧装置	オーバーホール(2年に1回)		
	歯車装置			車載冷凍機	オーバーホール(B検査：年1回)		
主変換装置		磁粉探傷検査(全般検査：2年に1回)		超電導磁石		弁類以外はメンテナンスフリー	
パンタグラフ	押上力検査(交番検査：月1回)			空力ブレーキ	オーバーホール(C検査：2年に1回)		
	全般検査：2年に1回				ガスタービン発電装置		年1回のオーバーホール
集電舟体	約3,000 km毎に交換			給油装置(地上)	ディーゼル車と同様		
連結器緩衝器	オーバーホール(全般検査：2年に1回)						

各項目の内容や検査周期を勘案すると、個別には新幹線と比較し多寡がある項目もあるが、全体としては超電導磁気浮上式鉄道の保守量は新幹線と同等である。

## (5) 営業線保守体系案の策定

前項までの検討に基づき、超電導磁気浮上式鉄道に特有と考えられる車両と地上コイルについて、営業線での保守体系案を策定した。

### ア. 車両の保守体系案

検査種別	検査周期	検査内容
A検査	2日 励磁下	○タイヤ検査 ○台車内検査 ○車両外観検査 ○ブレーキ動作試験 ○車内設備確認 等
	特定	30日) ●追加励磁 60日) ●タイヤ定期交換 ●台車内目視点検
B検査	1年	○冷凍機検査 ○台車枠検査 ○台車機器検査 等
	特定	●超電導磁石弁類・圧縮機部品交換 (4年周期) ●台車枠詳細探傷検査 (4年周期)
C検査	2年	○車体検査 ○車体機器検査 ○電気機器検査 等
	特定	●部品交換 (各装置電源・ファンモータ・基板部品 等: 4年周期)

※特定A検査2周期(60日)間は励磁状態での検査を行う

### イ. 地上コイル保守体系案

検査種別	検査周期	検査内容
徒歩巡回検査	1回/月	徒歩巡回による目視を主体とした地上コイル全般にわたる検査(必要により触診、打音、トルク確認等)
外観判定検査	1回/月	汎用コイル保守用車に搭載した専用カメラによる画像を用いた、コイル締結ボルトの緩みおよび検査
絶縁劣化検査	1セクションあたり約5年に1回	電圧的に厳しいセクション端の地上コイルに対して、絶縁劣化検査を行う。

※保守用車: コイル保守用車、保守基地(所轄約50km)あたり1~2台

## (6) 評価

新幹線の保守実績及び山梨実験線先行区間12年間の保守実績に基づき、保守体系及びその周期の考え方、新幹線と超電導磁気浮上式鉄道の保守項目の比較、超電導磁気浮上式鉄道に特有と考えられる車両と地上コイルについての営業線保守体系案が示された。これらにより、保守に関して実用化に必要な技術や運営方法の確立の見通しが得られている。

### 3-6 その他

#### (1) 安全性・信頼性の体系化

安全性・信頼性については、平成12年3月及び平成17年3月の評価委員会にて既に一定の評価がなされているが、今回はさらに、開発・設計・製作及び運用等の一連の流れにおける安全性・信頼性作り込みの体系化やその分析手法、国際規格への対応などについて検討した。

##### ア. 安全性・信頼性を作り込む体制

安全性・信頼性を作り込む体制として、超電導磁気浮上式鉄道においてはデザインレビューを軸とした安全性・信頼性マネジメント体系を規定して運用している。その体系とは次の図のようなものである。

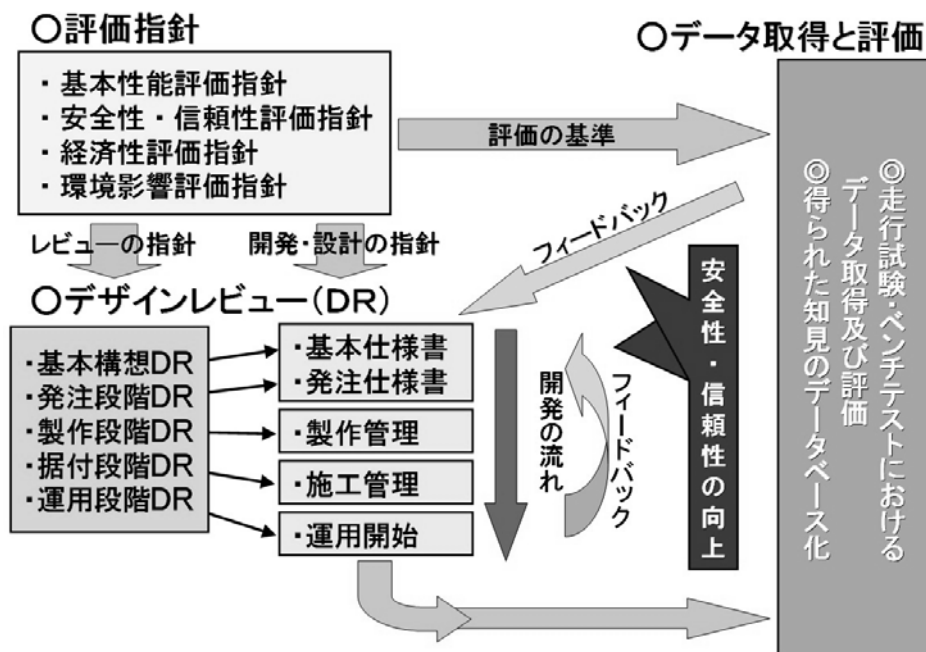


図3.6.1 超電導磁気浮上式鉄道における安全性・信頼性マネジメント体系

この体系に沿って、実際にデザインレビューが実施されており、例えば平成20年度には計28回のデザインレビューが開催された。このデザインレビューは、基本構想段階、発注段階、製作段階、据付段階、運用段階と進捗に従って各段階で実施され、技術分野を超えて関係者全員で議論がなされ、チェックシートが用いられ確認されるものである。また、審査を担当する独立した部門があり、開発者とは異なる立場での評価がなされている。

##### イ. FTA (Fault Tree Analysis)、FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) の実施状況と今後の方向性

デザインレビューにおいて重要なポイントとなるのが、FTA、FMEAであるが、その実施状況を超電導磁気浮上式鉄道の保安装置を例にとって確認を行った。その結果、山梨実験線先行区間建設時のレベルで十分な検討がなされていることが改めて確認された。

また、今後のF T A及びF M E A等の精緻化、定量化について議論し、次のような結論を得た。

○保安装置設計においては、すでにF M E C A (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis) による定量的な信頼度解析が実施されており、更に精緻化を目指すとともに、国際規格に規定されたS I L (Safety Integrity Level) 等による定量的な設計手法の適用を検討する。

○F T Aは、実験線で得られた知見を反映して、より詳細に行い、想定された異常事象に対する具体的な防護手段を確認することが重要である。

## (2) 地上コイル火災の検討

地上コイルについては、絶縁性能と強度の両立からエポキシ樹脂やS M C樹脂を使用しており、ケーブル型推進コイルや推進コイルの渡りケーブルではケーブルを使用している。これらについては超電導磁気浮上式鉄道特有の設備であることから、万一の際の乗客の安全確保の観点から、火災対策上問題があるかどうかを検討した。

### ア. 火災シナリオの検討

次の4項目の想定から、支持輪タイヤが燃焼した場合の放射熱により、地上コイルの場所で素材の着火限界熱流束を超えた場合に、地上コイルへの着火及び延焼が生じる可能性がある。

- ・ 浮上案内コイル、推進コイル側からの発火は無視できる。推進コイル異常時の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。
- ・ 客室内部及びガスタービン発電装置からの出火については、車体側面及び床面の磁気シールド鉄板の火炎遮蔽効果により、地上コイルへの延焼は起こらないと考えられる。
- ・ 支持輪タイヤは、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。  
但し、支持輪タイヤが発火に至るためには、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動作する故障要因が重なり、かつその際に検知センサの故障等が重なる必要があり、このような多重故障の発生確率は極めて低い。
- ・ 案内輪は中速以下でのみ使用すること、ブレーキ機構を持たず、発熱源は案内路面との摩擦のみであることから、発火源となる可能性は極めて低い。

### イ. コーンカロリメータ試験

コーンカロリメータ試験は、放射熱を与えた状態での素材の着火時間、発熱速度及び総発熱量を調べるものである。この試験の結果から、地上コイルで使用している樹脂は、一般的な熱可塑性プラスチック製品と比較した場合、燃えにくいものであることが判明した。



## ウ. タイヤ燃焼試験

本試験は、発生確率は極めて低いが、万一支持輪タイヤから出火した場合に地上コイルに与える影響について検討するため実施したものである。試験の結果、次のことが判明した。

- ・ 支持輪タイヤが全体として本格的な燃焼に移行するまでに、着火開始から20～25分を要した。
- ・ コーンカロリメータ試験の結果及び本格的燃焼に移行した後の状況から、地上コイルへの着火の有無は、個々の状況・条件によって変化すると考えられるが、次の2つの結論を得た。
  - (a) 支持輪タイヤから発火した場合、本格的燃焼に移行し、さらに仮にこれが地上コイルに着火延焼したとしても、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に要する時間より十分長い。
  - (b) 今後追加する火災対策は、地上コイルへの着火防止などに着目した火災拡大抑止対策という位置付けであり、被害規模を低減し、運転再開までの時間を短縮するためのものである。

## 3-7 評価対象外の項目に関する今後の取り組み

### 3-7-1 技術開発に取り組む項目（P. 8～10：表2. 1「◇」項目）

以下の項目については、現時点で他の方法により実用化に必要な技術が確立しており、必須ではない。しかしながら、これらの技術の実用化が可能になれば、コスト低減等に有効であるため、引き続き技術開発に取り組み、これらの成果が得られた時には適宜評価するとともに必要に応じて営業線仕様への反映を行うことが望まれる。

#### (1) 高温超電導磁石

極低温の超電導磁石について実用化に必要な技術が確立しているが、メンテナンスを含めた更なるコスト低減に有効な高温超電導磁石について、今後の高温超電導線材等の他分野も含めた技術の開発状況を踏まえつつ、引き続き技術開発に取り組むべきである。これらの開発成果が得られた時には適宜評価するとともに積極的に営業線適用仕様への反映を行うことが望まれる。

#### (2) 励磁下検査（車両検査方法・体系並びに車庫・車両基地検査修繕設備）

消磁下による保守については実用化に必要な技術が確立しているが、更なる保守作業の軽減等に有効な励磁下での検査については、その検査方法や体系並びに検査修繕設備の仕様について引き続き検討を行うことが望まれる。

#### (3) 誘導集電による車上電源

車上電源となるガスタービン発電装置については実用化に必要な技術が確立し、関連する地下駅設備についての実用化に必要な技術の確立の見通しがあると判断できるが、さらに運営効率のよい誘導集電の技術開発について引き続き検討を行うことが望まれる。

#### (4) 動態監視保全、保守用車を用いた保全

車両検査方法・体系について、保守については実用化に必要な技術や運営方法の確立の見通しがあると判断できるが、更なる保守作業の軽減に有効な動態監視保全による検査方法や体系並びに検査設備については引き続き検証を行うことが望まれる。

また、地上コイル検査についても、徒歩巡回検査、外観判定検査等の実用化に必要な技術や運営方法の確立の見通しがあると判断できるが、更なる保守作業の軽減に有効な保守用車を活用した検査について引き続き検証を行うことが望まれる。

#### (5) 高調波抑制による誘導障害等防止

誘導障害等防止手法については、山梨実験線先行区間仕様により実用化に必要な技術が確立しているが、更なる通信線路への影響軽減と共振現象抑制による推進電力の安定供給確保の観点から、引き続き検証を行うことが望まれる。

### 3-7-2 検証する必要のない項目（P. 8～10：表2. 1「▽」項目）

以下の項目は、同種設備の技術が確立していることから、今後の検証が必要ないものである。

#### (1) 高防音壁による沿線騒音対策

沿線騒音について、必要な箇所に明かりフード等を設置して「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た基準値（案）を達成するといった考え方から高防音壁の設置の必要がなくなったため、今後検証する必要はない。

#### (2) 燃料電池による車上電源

車上電源となるガスタービン発電装置及び関連する地下駅設備についての基本的な対処方法の考え方が確立したものと判断できること及び運営効率のよい車上電源である誘導集電の技術開発について引き続き検討を行うことから、燃料電池については、今後検証する必要はない。

## 4 評価のとりまとめ

超電導磁気浮上式鉄道について、2項に示す評価項目を中心に、安全性・信頼性の確保を前提として、これまでの検討、技術開発、走行試験及びベンチテストの結果等を基に行った技術評価は、次のとおりである。

### (1) 平成17年3月の課題に対する評価

#### ①長期耐久性の検証

長期耐久性については、これまでに累計走行距離が75万kmに達し、台車の走行距離も初期型で40万km、改良型で30万kmを超え、車両の検査周期の設定が可能となる実績データを取得している。また、走行試験で得られた信頼性に関わる知見も着実に活かされてきている。

耐久性に係わる設計条件の妥当性についても、地上コイルなどのリニア特有の地上設備についてベンチテスト等により検証され、営業線相当の耐久性が確認されている。その他の設備についても、耐久性上の問題は発生していない。

これらのことから、営業に必要な長期耐久性確立の見通しが得られていると判断できる。

#### ②メンテナンスを含めた更なるコスト低減

本課題を検証するために進められた、改良型自立式ガイドウェイ、新型素子を使用した電力変換器、新型地上コイル（一体型及びケーブル型）、低コスト位置検知システム等の新たな技術開発成果について、安全性・信頼性を確保した上で所要の性能を有し、その上でコスト低減が図られることを確認した。

これらのことから、超電導磁気浮上式鉄道の上記主要設備について、営業を考慮したコスト低減の見通しが得られていると判断できる。

#### ③営業線適用に向けた設備仕様の検討

営業線適用の設備仕様等について、評価の対象となった項目については、平成17年度以降の技術開発、ベンチテスト及び山梨実験線での走行試験により、全ての項目について営業に必要な技術が確立しているかまたは確立の見通しが得られていると判断できる。

### (2) 環境対策

環境対策については、これまでの山梨実験線での検証と解析及び検討により、沿線騒音・微気圧波・地盤振動・磁界の4項目について、既存の環境に関する基準に準拠した基準値（案）を設定するとともに、それらを満たす実現可能な対策が整理されている。

従って、上記4項目について営業に必要な環境対策技術が確立しているかまたは確立の見通しが得られていると判断できる。

### (3) 異常時対応

異常時対応については、各種の想定される異常時に対して、新幹線及び山梨実験線先行区間における実績と経験を踏まえ、超電導磁気浮上式鉄道の特性と対応の考え方及び対応方法が整理されており、全ての項目について営業に必要な技術や運営方法が確立しているかまたは確立の見通しが得られていると判断できる。

### (4) 保守体系

山梨実験線先行区間におけるこれまでの実績と新幹線における知見の蓄積に基づいて、超電導磁気浮上式鉄道特有のメンテナンスについて適切に考慮された形で保守体系案が策定され、保守に関して営業に必要な技術や運営方法の確立の見通しが得られていると判断できる。

### (5) その他

安全性・信頼性の作り込みについて、これまでの技術開発の進展に対応した体系化の状況について検討し、デザインレビューを軸とした安全性・信頼性マネジメント体系が規定され、実際に運用されていることを確認するとともに、FTA、FMEAなどの分析手法についても現在までの実施状況を確認し、今後の分析手法の精緻化、定量化に向けた指針を得た。

また、超電導磁気浮上式鉄道固有の地上設備である地上コイルについて、地上コイル樹脂のコーンカロリメータ試験や支持輪タイヤ燃焼試験を行って、今後の防災上の指針となる考え方に関する見通しを得た。

## 5 総合技術評価

平成12年3月及び平成17年3月の評価委員会における技術評価において検証された安全性・信頼性を一層向上させた上で技術開発等が行われ、平成17年3月の評価時点で課題とされた長期耐久性の検証に関し、対象台車の長期耐久性目標走行距離を達成するとともに、更なるコスト低減のための技術開発及び営業線適用に向けた設備仕様の検討が進捗し、技術基準を念頭に置いて整理した評価項目全般にわたり、実用化に必要な技術が確立しているかまたは技術の確立の見通しが得られていると評価された。

また、環境対策について、基準値（案）の設定とともに実現可能な対策が整理され、いずれも営業に必要な技術が確立しているかまたは確立の見通しが得られていると評価された。

さらに、実務的運用を想定した異常時対応、保守体系についても各々対処方法が明確化されており、これらについても実用化に必要な技術や運営方法が確立しているかまたは確立の見通しが得られていると評価された。

これらにより、超高速大量輸送システムとして運用面も含めた実用化の技術の確立の見通しが得られており、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判断できる。

## 6 今後の課題と技術開発の方向性

今後は、更なる信頼性に関わる知見を取得するために、関係機関において、引き続き先行区間における走行試験等を実施するとともに、詳細な営業線仕様の策定等を行う必要がある。

既に実用化に必要な技術が確立している土木構造物等の地上設備については、今後速やかに営業線工事に適用可能な詳細仕様及び技術基準等の策定を行っていく必要がある。

また、実用化に必要な技術の確立の見通しが得られている、とした項目については、運営マニュアルの整備等を行った上で、全線完成後の山梨実験線において営業線適用仕様での長期耐久性、及びこれまでに整理された環境対策、異常時対応、保守体系等について最終確認を実施すべきである。また、これらの確認と並行して、更なるコスト低減等に有効な技術開発を継続し、より良い営業線仕様に向けてレベルアップしていくことを目指すことが望ましい。

さらに、山梨実験線全線工事完成時の完成検査や、走行試験実施前の総合調整試験等に当たっては、マニュアルや実施体制を事前に十分に整備した上で行い、初期トラブル等の防止に努めて安全安定な走行試験を実施していくこととし、その成果を営業線建設時および開業時に活かしていくことが望ましい。

なお、山梨実験線に関する技術開発、走行試験の実施状況及び技術基準等の策定については、状況を踏まえつつ、評価委員会として必要な評価を適宜行うこととする。

### [おわりに]

今般、平成17年度以降の超電導磁気浮上式鉄道の技術開発の実施状況について、走行試験の実施状況、実用化の技術を確立するために必要な開発項目の技術開発状況や性能確認試験等による検討状況について評価を実施したところである。

今後、引き続き、実験線の地元の方々の理解と協力を頂くとともに、山梨実験線全線の建設工事や走行試験における安全の確保にも留意する必要がある。

また、長年にわたって超電導磁気浮上式鉄道技術の開発に携わってこられている関係機関及び関係諸氏の努力に敬意を表するとともに、我が国独自の革新技术である超電導磁気浮上式鉄道が結実することを期待する。

## 評価委員会における審議状況

第15回評価委員会（平成21年1月）から第17回評価委員会（平成21年6月）における審議状況は以下の通り。

No.	委員の質問事項	対応状況
1	環境影響についての整理	評価委員会報告書3-3環境対策の検討（評価項目：i. 沿線騒音、j. 微気圧波・空気振動、k. 地盤振動、l. 沿線磁界・車内磁界）参照
2	車内・沿線の変動磁界の適合状況	車内・沿線の変動磁界についてもICNIRPガイドラインに適合している。評価委員会報告書3-3環境対策の検討（評価項目：l. 沿線磁界・車内磁界）参照
3	浮き床による重量増	浮き床による重量増は、約200kg/両である。この重量増分については、山梨実験線全線車両の計画重量に算入している。
4	浮き床の騒音低減効果	浮き床の振動絶縁効果により、約1dBの車内騒音低減効果がある。評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討（7）車内環境維持（評価項目：g. 車内環境維持）参照
5	2層推進コイルから単層推進コイルに変更した際の推力脈動の変化	2層推進コイルの場合、構造上ガイドウェイ側壁の切れ目に端部推進コイルが必要であった。端部推進コイルは推進コイルを前後に2分割しており、ガイドウェイ側壁の切れ目で推力が低下する。一方、単層推進コイルは側壁の切れ目をまたぐ必要がないため端部推進コイルが不要となり、2層推進コイルと比較すると推力の変動は1/20以下となる。
6	車内振動10Hz近傍の今後の対策	今後、単層推進コイルを採用するため、側壁ユニットピッチの振動である11Hzの加振源がなくなり、改善される方向となる。乗心地や車内騒音の改善は長期的な取り組みを要する課題であり、継続して改善を図っていく。
7	自立式ガイドウェイの締結ボルトの緩み対策	設置初期にはボルト軸力の低下が想定されるが、増し締めによりその後の緩みは発生しない。但し、念のため締結部については定期点検により継続的に点検する。
8	ガイドウェイ側壁の交換時間	営業線で想定している夜間の作業時間帯5時間（新幹線と同等）の中で交換が可能である。この5時間には、保守基地から交換作業場所までの保守用車の往復、旧ガイドウェイの撤去、新ガイドウェイの高精度設置、グラウト注入・硬化時間を含んでいる。評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討（1）軌道（ガイドウェイ）・構造物（評価項目：a. 軌道・構造物）参照
9	側壁の軽量化と長期耐久性との関係	側壁の設計強度は、超電導磁石故障時の左右荷重や地上コイルの層間短絡時の荷重で決まっており、通常走行では発生する応力は非常に小さく、今回の改良型自立式ガイドウェイでの軽量化のレベルで長期耐久性に影響することはない。



No.	委員の質問事項	対応状況
10	直線に近い微妙な曲線の整正方法	ガイドウェイ側壁については、計画線形から定まる3次元座標（基準点を基にした絶対座標）をユニットごとに設定し、各ユニットを許容誤差内に位置調整して設置する。直線、曲線とも設置時の方法は同様である。また、ガイドウェイの整正は桁のクリープ等、構造物の変位分だけ行う必要が生じる場合があり、その場合の管理方法は設置時と同じである。
11	電力変換器や位置検知の技術開発状況	評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討（3）電力変換器（評価項目：c. 電力変換器）、（4）運転保安（低コスト位置検知）（評価項目：d. 低コスト位置検知）参照
12	故障に際しての地上一次駆動としての整理	常に列車の状態を地上側から列車監視制御システム（保安制御システムの一部）で監視しており、列車の異常があれば直ちにその情報が保安制御システムに引き渡される構成としている。更に、列車監視制御システム自体の故障や地上～車上間の伝送断が発生した場合は、非常ブレーキで停止する制御としており、多重の安全を作り込んでいる。
13	ケーブル型推進コイル渦電流損低減対策	ケーブル型推進コイルは通常のケーブルに対してケーブルの素線を分割・細線化した上、各線を絶縁処理することにより渦電流損失低減を実現している。ケーブル型推進コイルの素線分割は非常に細かくできるため、渦電流損失低減に当たっては有利である。
14	ケーブル型推進コイルの信頼性	ケーブル型推進コイルは、絶縁技術の確立した汎用ケーブルの技術を使用していること、また、万一絶縁が破壊されても外皮導電層に地絡することから、層間短絡は発生しないと考えている。万一、飛来物等が地上コイルに衝撃しても、車両に面して浮上案内コイルを設置しており、ケーブル型推進コイルを保護している。
15	ケーブル型推進コイルのコネクタ数低減メリット	一体型地上コイルの推進コイルコネクタ数28箇所／ユニットに対し、ケーブル型推進コイルは6箇所／ユニットである。コネクタ取付作業量の低減によるコストダウンや、コネクタ数低減による信頼性向上を図ることができる。
16	地上コイル耐久性検証状況	機械加振、電磁加振、課通電、耐候性試験等を実施している。評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討（5）地上コイル（評価項目：e. 地上コイル）参照
17	地上コイルの耐候性	一体型コイル及び浮上コイルについては、耐候性試験を実施して来ている。具体的には、紫外線・吸湿・高温の各負荷を与えた後に機械的繰り返し負荷を与えるサイクル等で実施しており、十分な耐候性があることを確認している。 また、ケーブル型推進コイルに使用するケーブルについては、ケーブル自体が汎用技術であり、ケーブルは既に十分な実績を積んでいるものであるため、特に実証試験はしていない。評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討（5）地上コイル（評価項目：e. 地上コイル）参照

No.	委員の質問事項	対応状況
18	ガイドウェイ側壁及び地上コイルの寿命	地上コイルの寿命は35年と設定しており、機械的負荷及び電氣的負荷による耐久性検証を実施している。代表的な検証として、一体型地上コイルは営業線35年の加振相当の機械的負荷及び課電負荷による疲労試験、ケーブル型推進コイルは営業線35年の累積課電時間相当の課電負荷を与える長期課通電試験により耐久性を検証した。また、ガイドウェイ側壁は地上コイル寿命の2回分使用することとして寿命を70年と設定しているが、通常のコンクリート構造が100年程度の寿命であることから、無理のない設定である。評価委員会報告書3-2設備仕様等の検討(5)地上コイル(評価項目:e.地上コイル)参照
19	超電導リニアのエネルギー消費	単純にエネルギー消費を人キロ当りで比較すると、乗用車の約3/8、航空機の約1/2である。CO <sub>2</sub> 排出量で比較すると、乗用車の約1/4、航空機の約1/3と乗用車や航空機よりも環境性能に優れている。
20	レアメタル等希少元素の供給・調達見通し	超電導磁石製造のために必要となる希少元素については、日本への年間輸入量に対する使用量の比率は僅少であり、希少元素調達のリスクはないと想定される。
21	土木構造物コスト低減の具体的な内容	リニア特有の設備であるガイドウェイ側壁については、設計の合理化によりコスト低減を図っている。その他、土木構造物としての一般的なコスト低減方策として、今後、低磁性鉄筋等の調達方法の工夫によるコスト低減、施工方法の改善の検討等を実施する。
22	各種検知センサーや制御の故障への対応	既に先行区間立ち上げ時に保安関係については全ての装置についてFMEAを、重要事象についてはFTAも実施した。その結果を基に保安制御システムを作り込んでいる。
23	異常検知システムの点検、検査の考え方	A検査(2日、30日)・B検査(1年)・C検査(2年)の体系に従って、点検及び検査を遺漏なく行う。詳細な仕分けについては今後検討して行く。評価委員会報告書3-5保守体系の検討参照
24	オンコンディショニングの目的	安全・安定性の向上及び運営コスト低減のため、日常の検査をより効率的かつ効果的に実施するために活用していく。
25	地震に対する土木構造物対策	土木構造物は、橋脚と桁の間である程度の変形を許容する設計であるが、地震時の走行安全性確保の観点からガイドウェイの連続性を保つために桁同士の大い目違いを防止する構造としている。
26	突風対策	超電導リニアは、側壁や走行路盤で車両の下部が遮蔽されている上に、電磁力で超電導磁石を強固に支持・案内しているため、在来鉄道と比較して風には強い特性を持っている。しかしながら、突風については発生場所・発生状況・メカニズム等に関して気象庁も含めた勉強がなされており、成果がまとまり次第、具体的な対応を検討して行く。

No.	委員の質問事項	対応状況
27	地震発生後の運転再開プロセス	地震発生後、軌道の被害が想定される場合には、徒歩巡回や添乗巡回を行って安全を確認し、運転再開につなげていくこととしている。
28	台車艀装部品・配管類の落下防止	最新の台車においては、油圧機器のユニット化・マニホールドブロックへの配管内蔵等による簡素化、シリアル伝送化による制御・計測電線の統合・削減、ボルトナット類の緩み止めの徹底、等により落下防止対策を万全なものとしている。また、これらの対策により点検が容易になり、信頼性向上を果たしている。
29	ターミナル駅での電気設備構成	複数列車の制御・駆動については山梨実験線で既に検証を行っている。ターミナル駅においては、列車の到着・出発を効率良く行う必要があることから、ターミナル駅専用の変換器を複数台設置し、複数列車の制御・駆動を行うことを検討している。
30	2層推進コイルから単層推進コイルに変更した際の超電導磁石振動、発熱	先行区間当初の超電導磁石においては、単層推進区間における振動や発熱は2層推進区間に比べ大きいものであった。現在の超電導磁石は、構造の見直しにより単層推進区間の振動・発熱低減を図っている。その結果、現在の超電導磁石の単層推進区間における振動・発熱は、当初の超電導磁石の2層推進区間における振動・発熱と同様のレベルとなっている。
31	一体型コイルとケーブル型推進コイルの選定	現時点では大きな優劣はない。今後、山梨実験線全線での試験結果に基づき、判断をして行く。
32	一体型コイルを1個交換するケースの想定	層間短絡や外傷による場合を想定している。
33	山間部電力供給ルート	電力会社の既存の変電所等の設備からの送電線を建設することで、山間部においても必要な電力が確保出来ると考えている。
34	台車内機器の磁界対策	個別の機器ごとに設置箇所における磁界の強度・方向を考慮し、影響のある機器については個別に磁気シールドを施すなどの対策を行ってきている。例として、車載冷凍機用圧縮機への磁気シールド設置がある。
35	連続励磁状態への切替時期	山梨実験線全線にて本格的に実施する予定である。先行区間においても、台車単体での連続励磁時間の延長試験等を実施していく。
36	大深度地下トンネル区間の避難通路の照明	避難にも保守にも必要であるため、照明設備は漏れなく設置する。

No.	委員の質問事項	対応状況
37	ペースメーカー等体内埋込型機器への磁界対策、対応	代表的なペースメーカーを車内に持ち込み、自車磁界および対向車磁界（相対速度1,003km/h）で動作に問題ないことを確認している。
38	乗心地改善方策	軌道側の対策としてガイドウェイ側壁およびガイドウェイ基準点の設置方法を改善する予定である。また、車両側の対策として床フレーム支持構成の変更、および床フレームのねじれ剛性を向上することで、床振動を更に低減する予定である。
39	地上1次システムにおける車両側での緊急停止の必要性・可能性	車両側での緊急停止は考慮すべき事項であり、既に従来の超電導リニア車両においても「非常停止ボタン」および「列車防護ボタン」が設置され、車上での停止手配が可能である。
40	消雪方法、完全消雪の判定	降り始めからスプリンクラーによる温水散水を行い、積雪を予防する。ITVカメラによる監視、走行前の確認車確認に加え、排水温度など消雪設備のモニタリングにより消雪状況を確認する。
41	明かり区間の防護方法（ITVの視認性、小動物など）	低い高架区間、トンネル坑口付近などは明かりフードを設置して防護を行う。明かりフードを設置しない区間においては線路防護柵を設ける他、小動物に対しては侵入防止金網など新幹線で実績のある方法で防護を行う。 ITVカメラに加え、赤外線センサーや振動センサー、遠赤外線カメラの画像認識により侵入者検知を行う（在来鉄道で実績あり）。
42	大都市に於ける立坑のあり方	具体的な立地選定については現在検討中であるが、次の理由により対応可能と考えている。立坑の立地選定は周辺環境の状況、用地取得の難易度、道路からのアクセス、本線からの離隔などを十分考慮して計画し、以下のような周辺地域に配慮した対応等を行う。立坑の立地選定にあたっては、当該地域の都市計画を踏まえ、自治体との必要な協議を行う。施工に当たっては、周辺環境に十分に配慮した計画とし、地元の理解を得ることに努める。営業時においても、多孔板対策工等により騒音、微気圧波等を十分低減できると考えているが、さらに技術開発を進め、よりよい環境の提供に努める。

No.	委員の質問事項	対応状況
43	超電導リニアが先にできている場合の交差協議に於ける特殊事情の抽出	<p>下記理由により、在来鉄道と同等であり、近接工事を排除するものではない。</p> <p>① リニアのガイドウェイが在来鉄道の軌道とほぼ同等の精度で管理を実施していることから、近接交差にあっても、在来鉄道と同様の方法で構造物や軌道に対する影響をチェックすることで、安全性を確保できると考える</p> <p>② なお、上記のような管理の下で、万が一構造物が変位した場合についても、ガイドウェイの位置調整機能により対応可能である</p> <p>③ また、影響解析や対策工については、過去の鉄道における実績等を参考として、従来技術の範囲内で対処可能である</p>
44	新しい技術を導入した際に、絶えずフィードバックしているプロセスの存在	<p>全ての新規技術・新規品に対して、基本構想・発注・製作・据付・運用の各段階にてデザインレビューを実施し、レビューを実施しながら仕様の見直しを図るほか、これまでの走行試験やベンチテストの結果からの知見をフィードバックすることとしており、そのプロセスは現に運用中である。全体として、PDCAサイクルを成している。</p>
45	デザインレビューの体制はどうなっているか。審査専門の人は存在するか。	<p>本部長を主査とし、技術分野を超えて関係者全員で議論を行い、チェックシートを用いて確認を実施している。また、技術企画セクションという部門は、土木・電気・車両といった系統を超えて横断的にシステムを構築し、審査する立場であり、開発側とは独立した審査が可能となっている。</p>
46	FTAについて定量的評価、FMEAについてハザードレベルと頻度の情報を含む定量化を考えているか。	<p>保安装置設計においては、すでにFMCA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis) による定量的な信頼度解析を実施しており、更に精緻化を目指すとともに、国際規格に規定されたSIL (Safety Integrity Level) 等による定量的な設計手法の適用を検討していくこととする。</p>
47	地上コイルの素材であるエポキシ樹脂やSMC樹脂は燃えやすいのではないか。	<p>コーンカロリメータ試験の結果によれば、一般的な熱可塑性プラスチック製品と比較して、最大発熱速度は1/2～1/3であり、比較的燃えにくい樹脂である。</p>
48	浮上案内コイル、推進コイルからの発火はあるか。	<p>推進コイル異常時の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。</p>
49	案内輪からの発火はあるか。	<p>案内輪は中速以下でのみ使用すること、ブレーキ機構を持たず、発熱源は案内路面との摩擦のみであることから、発火源となる可能性は極めて低いと考えられる。</p>

No.	委員の質問事項	対応状況												
50	客室火災やガスタービン発電装置からの出火により、地上コイルに延焼することはないか。	車体の側面及び床面に磁気シールド鉄板を設置することとしており、この鉄板の火炎遮蔽効果により地上コイルへの延焼は起こらない。												
51	地上コイル近傍での発火源としては、どこが最も可能性が高いか。	これまで山梨実験線では一度も発火の事例がないが、高速着地や車輪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他より高いのは支持輪タイヤであると考えられる。但し、多重故障が発生しない限り発火しないため、その発生確率は極めて低い。												
52	今後の地上コイルの延焼防止対策検討として、どのような試験をするのか。	支持輪タイヤ燃焼試験の結果により加熱側の条件が明らかになったため、今後は実物大地上コイル燃焼試験等を行うことにより被加熱側の挙動を明らかにしていく。それらの結果を基に、地上側・車両側の着火・延焼防止対策を明確化し、システムの仕様として取り込んでいく。これにより、地上コイルの延焼防止対策を万全なものとしていく。												
53	ガスタービン発電装置の燃料を一般灯油からGTL灯油に変更するに当たり、火災が起きやすくなっているのではないか。	<p>製品安全データシート（MSDS）より、JIS1号灯油とGTL灯油とでは、火災に対する安全性という観点で取扱いに違いはない。また、GTL灯油の引火点も市場に出回っているJIS灯油の範囲内に入り、特に低いわけではない。従って、GTL灯油に変更しても火災の起きやすさに違いがある訳ではない。</p> <table border="1" data-bbox="539 1167 1380 1375"> <thead> <tr> <th></th> <th>JIS1号灯油</th> <th>GTL灯油</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>引火点</td> <td>40～75℃</td> <td>代表値43℃</td> </tr> <tr> <td>爆発限界</td> <td>1～7容量%</td> <td>0.6～6容量%</td> </tr> <tr> <td>真発熱量</td> <td>43.389 MJ/kg</td> <td>44.230 MJ/kg</td> </tr> </tbody> </table>		JIS1号灯油	GTL灯油	引火点	40～75℃	代表値43℃	爆発限界	1～7容量%	0.6～6容量%	真発熱量	43.389 MJ/kg	44.230 MJ/kg
	JIS1号灯油	GTL灯油												
引火点	40～75℃	代表値43℃												
爆発限界	1～7容量%	0.6～6容量%												
真発熱量	43.389 MJ/kg	44.230 MJ/kg												