

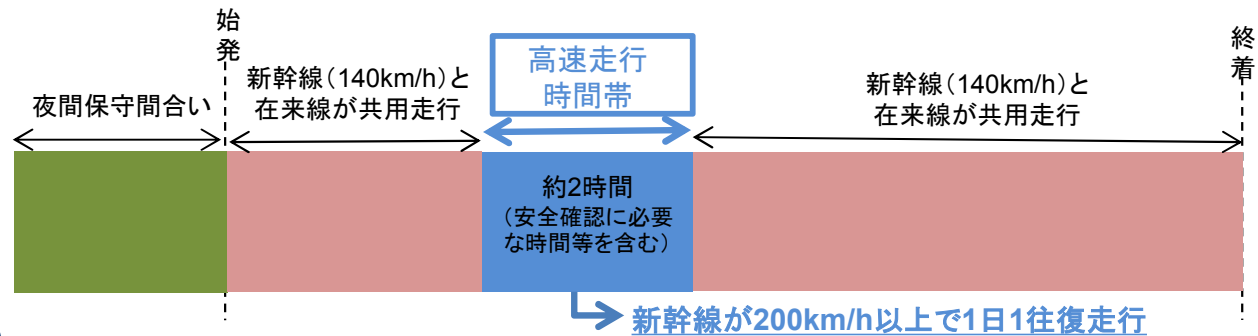
経緯

- 青函共用走行区間の新幹線の走行速度に関しては、安全性の観点から慎重な検討を要するため、当面は、現行の在来線の特急列車と同等の140km/hとされているが、その整備効果を高めるため、200km/h以上の高速走行の実現が求められている。
- このため、H24年度に、交通政策審議会の下部組織として、「青函共用走行区間技術検討WG」を設置し、高速走行の実現に向けて検討を行い、平成25年3月に「青函共用走行問題に関する当面の方針」をとりまとめた。

短期的な方策

○ 時間帯区分案

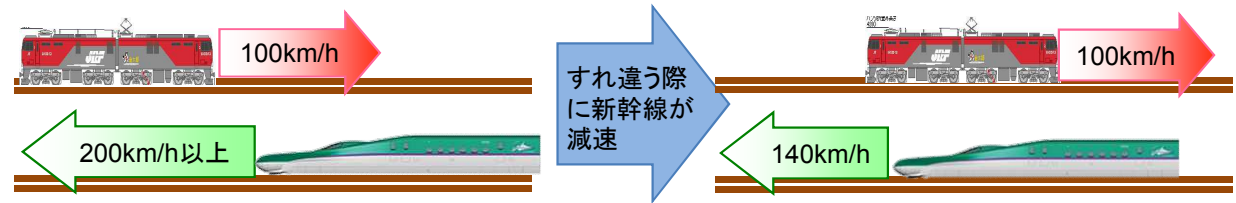
在来線列車と新幹線列車が走行する時間帯を分ける案



中長期的な方策

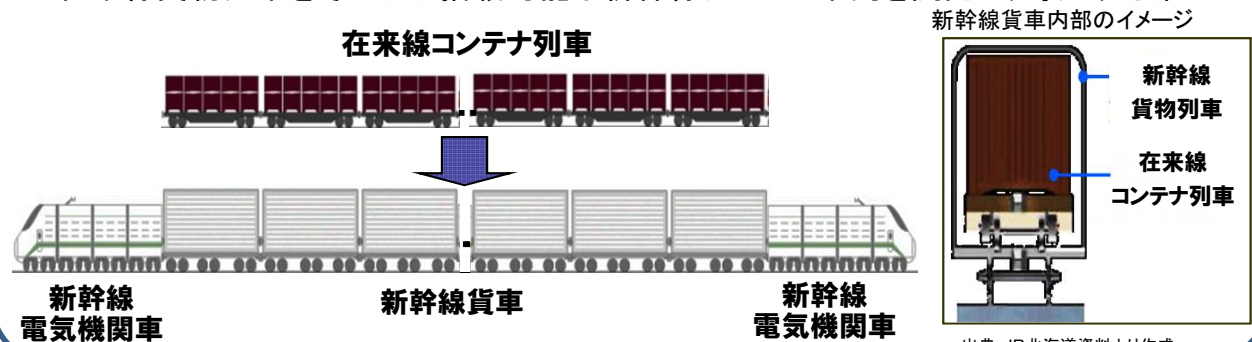
○ すれ違い時減速システム等による共用走行案

在来線列車とすれ違う際に新幹線列車が在来線並みの速度に減速すること等により、共用走行を行う案



○ 新幹線貨物専用列車導入案

在来線貨物列車をそのまま搭載可能な新幹線タイプの車両を開発し、導入する案



青函共用走行問題に関する当面の方針

- 「時間帯区分案」により、開業1年後のH29年春(防音壁等の完工時期)から1年後のダイヤ改正時H30年春に、安全性の確保に必要な技術の検証が円滑に進むことを前提として、1日1往復の高速走行の実現を目指す。
- 上記と並行して、「すれ違い時減速システム等による共用走行案」及び「新幹線貨物専用列車導入案」の技術的実現可能性の検討を深度化し、開発の方向性の見通しを得る。

青函共用走行問題の検討状況

別添B

	時間帯区分案	すれ違い時減速システム等による共用走行案	新幹線貨物専用列車導入案
検討会名称	「青函共用走行区間時間帯区分方式安全・技術実務検討会」	「青函共用走行区間すれ違い時減速システム等検討会」	「新幹線貨物専用列車技術評価検討会」
検討メンバー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学識経験者 ・ 鉄道事業者 ・ (独)鉄道・運輸機構 ・ (独)交通安全環境研究所 ・ (公財)鉄道総合研究所 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学識経験者 ・ 鉄道事業者 ・ (独)鉄道・運輸機構 ・ (独)交通安全環境研究所 ・ (公財)鉄道総合研究所 ・ 信号メーカー 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学識経験者 ・ 鉄道事業者 ・ (独)交通安全環境研究所
検討実績	<ul style="list-style-type: none"> ○ 第1回検討会 平成25年6月11日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 時間帯区分方式の論点 ○ 第2回検討会 平成26年1月31日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 共用走行におけるハザードの整理 ○ 第3回検討会 平成26年2月27日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 貨物列車を共用走行区間に入れさせない手法について ○ 第4回検討会 平成26年3月26日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 確認時間の短縮について ○ 第5回検討会 平成26年8月8日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 高速走行への速度切替手法について ○ 第6回検討会 平成26年12月12日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 支障物の確認の手法について ○ 第7回検討会 平成27年2月5日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 確認用車両の開発について ○ 第8回検討会 平成27年5月28日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 確認用車両の具体案について ○ 第9回検討会 平成27年10月1日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術検討WGへの検討状況報告案について 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 第1回検討会 平成26年2月28日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 本検討会での検討事項及び検討の進め方 ・ 過去の検討経緯についての情報共有 ・ システム構築にあたっての方向性と検討課題等 ○ 第2回検討会 平成26年4月25日 <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの基本的な考え方と検討課題の整理 ・ 鉄道事業者からのヒアリング等 ○ 第3回検討会 平成26年6月5日 <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの概略設計の進め方 ・ 時間短縮効果の検討等 ○ 第4回検討会 平成26年10月31日 <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの概略設計について ・ トンネル内気圧変動の影響に関する検討方針等 ○ 第5回検討会 平成27年1月22～23日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 信号保安設備、指令設備等の現地調査(函館他) ○ 第6回検討会 平成27年3月19日 <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの概略設計のまとめ ・ トンネル内気圧変動の影響に関する検討方針等 ○ 第7回検討会 平成27年9月29日 <ul style="list-style-type: none"> ・ システム構築上の課題について ・ 軌道上の安全確認方法等 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 第1回検討会 平成26年3月18日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 主な課題と開発の取り組み状況 ○ 第2回検討会 平成26年8月8日 <ul style="list-style-type: none"> ・ TonTモックアップ視察 ○ 第3回検討会 平成26年12月19日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 走行安全性、走行安定性について ○ 第4回検討会 平成27年9月15日 <ul style="list-style-type: none"> ・ 動力性能について

青函共用走行区間時間帯区分方式安全・技術実務検討会のメンバー

(学識経験者)

- ・中村 英夫 日本大学理工学部応用情報工学科教授
- ・須田 義大 東京大学生産技術研究所教授
- ・上浦 正樹 北海学園大学工学部社会環境工学科教授
- ・中谷 克利 日本鉄道運転協会顧問

(研究機関等)

- ・公益財団法人鉄道総合技術研究所
- ・独立行政法人交通安全環境研究所
- ・独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構

(鉄道事業者)

- ・北海道旅客鉄道株式会社
- ・日本貨物鉄道株式会社

(事務局)

- ・国土交通省鉄道局

(オブザーバー)

- ・東日本旅客鉄道株式会社

青函共用走行区間すれ違い時減速システム等検討会のメンバー

(学識経験者)

- ・中村 英夫 日本大学理工学部応用情報工学科教授 (座長)

(研究機関等)

- ・公益財団法人鉄道総合技術研究所
- ・独立行政法人交通安全環境研究所
- ・独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構

(鉄道事業者)

- ・北海道旅客鉄道株式会社
- ・東日本旅客鉄道株式会社
- ・日本貨物鉄道株式会社

(メーカー)

- ・日本信号株式会社
- ・株式会社京三製作所
- ・株式会社日立製作所

(事務局)

- ・国土交通省鉄道局

新幹線貨物専用列車技術評価検討会のメンバー

(学識経験者)

- ・谷藤 克也 新潟大学名誉教授 (座長)
- ・近藤 圭一郎 千葉大学大学院工学研究科教授
- ・中野 公彦 東京大学大学院情報学環准教授

(研究機関等)

- ・独立行政法人交通安全環境研究所

(鉄道事業者)

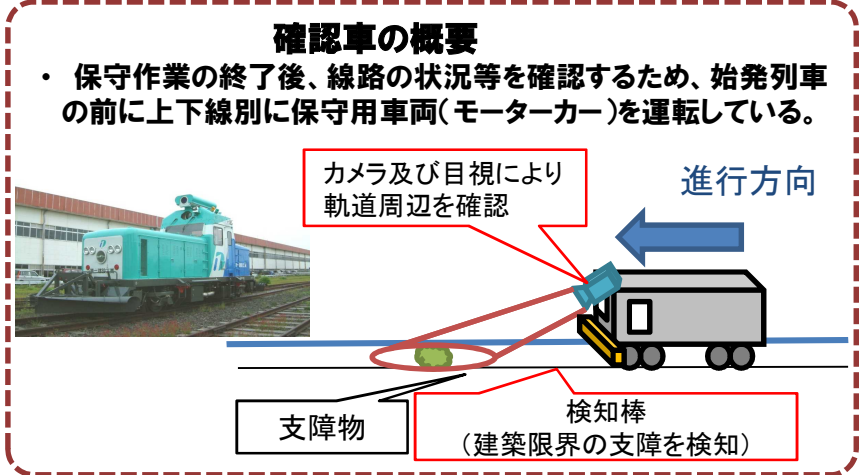
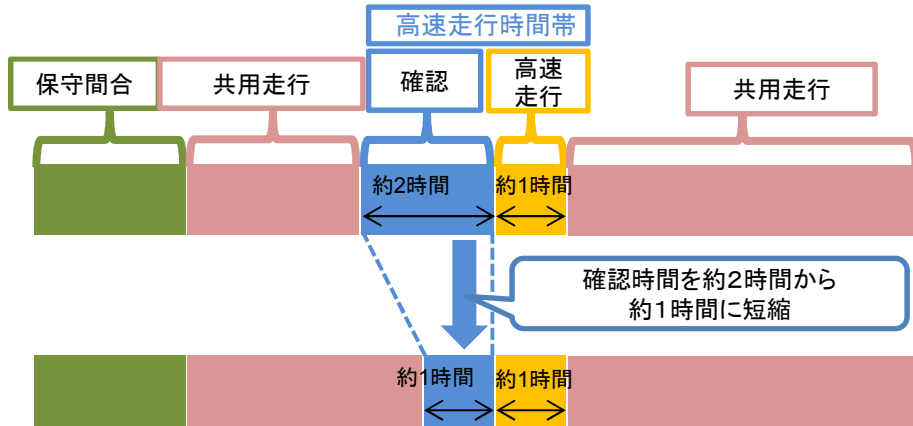
- ・北海道旅客鉄道株式会社
- ・東日本旅客鉄道株式会社
- ・日本貨物鉄道株式会社

(事務局)

- ・国土交通省鉄道局

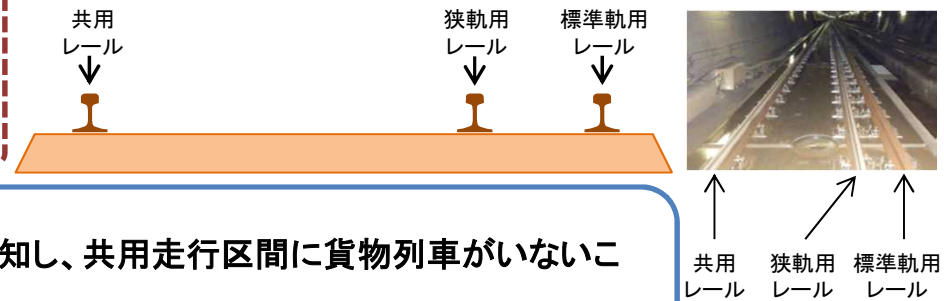
(1) 支障物の確認

- 新幹線の高速走行前の線路の状況等の確認を現行の確認車で行った場合、約2時間※必要。
※確認車の平均速度を60km/hとして計算。保守基地からの確認車の出入り時間等を含む。
- 上記の確認時間を1時間程度に短縮する方法や具体的な支障物の確認手段について、現在検討中。



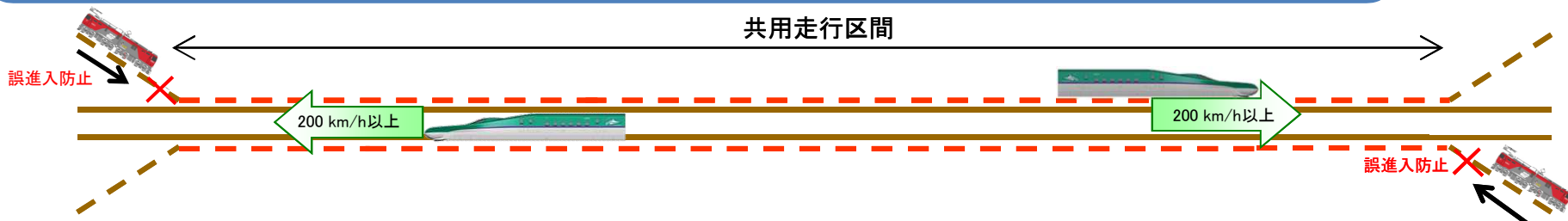
共用区間特有の課題

- 貨物列車からの落下物の可能性
- 3線軌道上の落下物等の検知(特に狭軌用レールと標準軌用レール間の狭い空間に入った落下物等)



(2) 貨物列車の誤進入を防止する新たなシステム

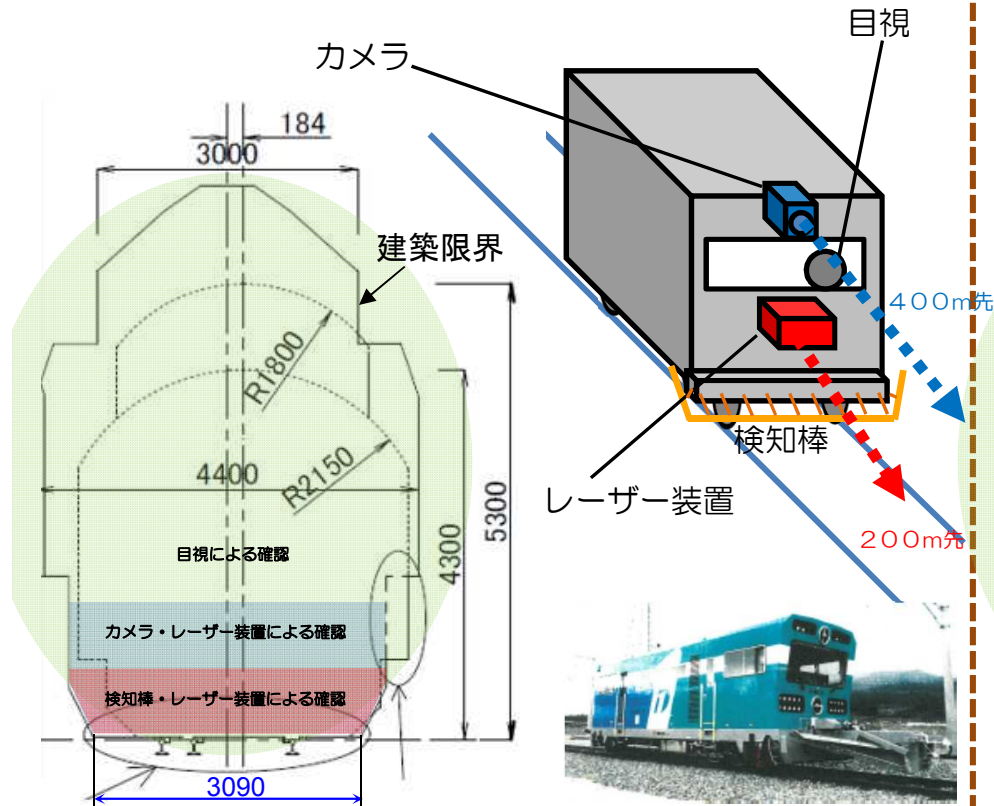
- 対向線路も含めて走行している貨物列車の位置を適確に検知し、共用走行区間に貨物列車がないことを確認した後に高速走行を開始するシステム
- 高速走行している間は、共用走行区間に、貨物列車を絶対に進入させないためのシステムについて、現在検討中。



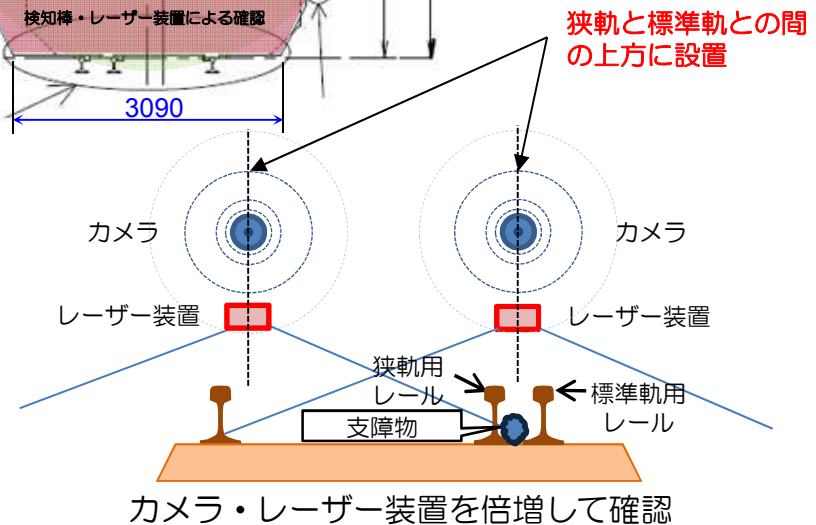
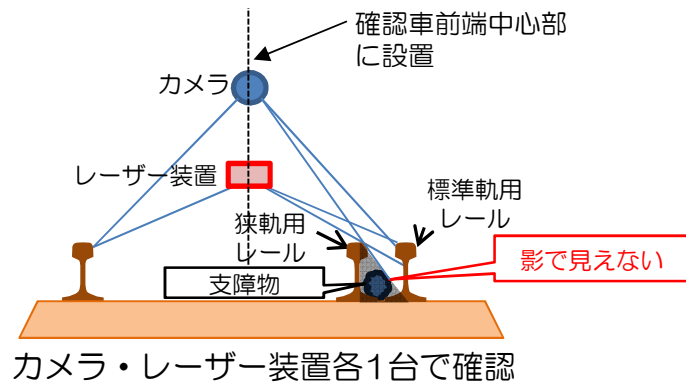
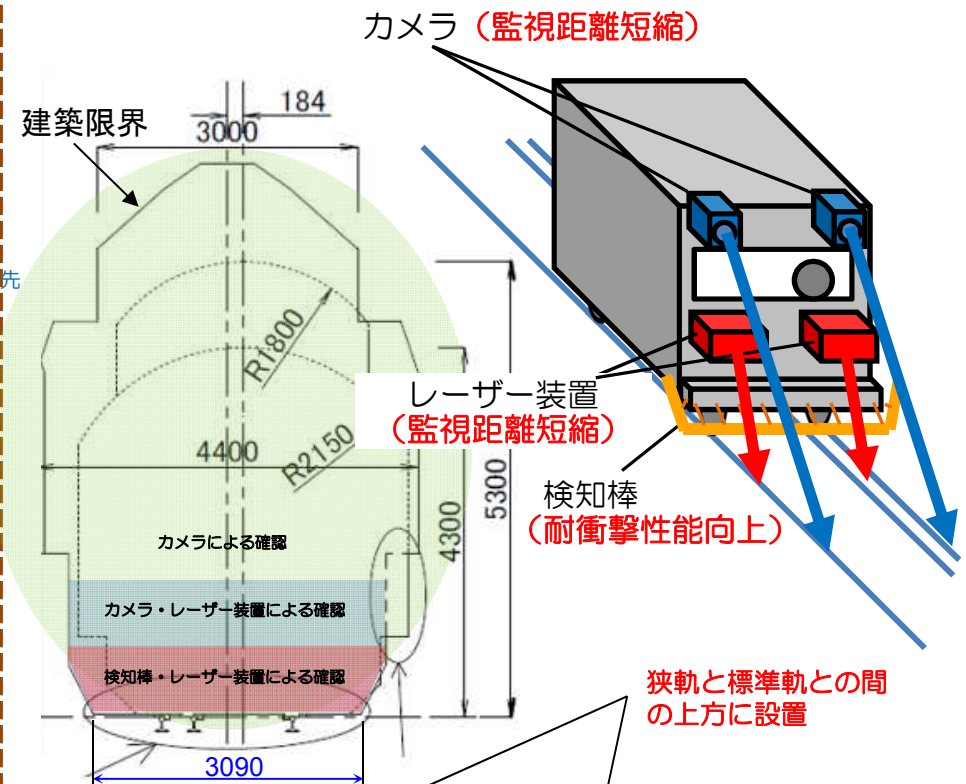
支障物の確認方法

別添1-1

現行確認車

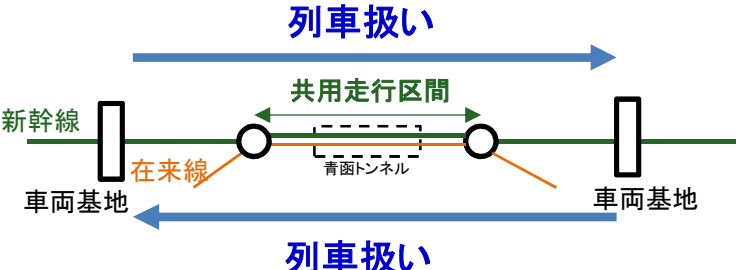
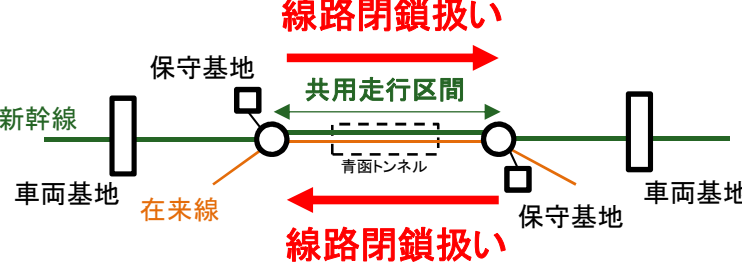


青函共用走行区間の確認車案



確認作業中の列車扱いと線路閉鎖扱いの比較

別添1-2

	列車扱い (新幹線ベース・電気機関車ベース)	線路閉鎖扱い (特急気動車ベース・現行確認車ベース)
定義	<ul style="list-style-type: none"> 旅客が乗車する車両等が安全に運行できるように、保安装置の使用や運行ダイヤの設定等の列車の運転ルールによる取扱い。 	<ul style="list-style-type: none"> 保守を行う区間や保守用車が走行する区間等に列車を進入させない措置(線路閉鎖)をする取扱い。
運行形態イメージ	 <p>列車扱い</p> <ul style="list-style-type: none"> 確認車を列車と同等に扱い、営業ダイヤの中で確認車を走行させる。(保安装置使用) 確認作業中も低速新幹線が走行可能。 	 <p>線路閉鎖扱い</p> <ul style="list-style-type: none"> 確認車を保守用車と同等に扱い、線路閉鎖扱いにより確認車を走行させる。(原則、保安装置無し) 線路閉鎖扱いのため確認作業中は他列車走行不可。
確認車の種類	<ul style="list-style-type: none"> 電気車 (青函トンネルは防災上、内燃車の列車走行は行っていない。) 	<ul style="list-style-type: none"> 電気車又は内燃車
確認時間の考え方	<ul style="list-style-type: none"> 車両基地から列車扱いで共用走行区間まで回送し、列車扱いのまま確認が可能であるため、線路閉鎖手続きを行う必要がなく、確認時間の短縮効果が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 保守基地からの入出庫や線路閉鎖手続きに時間を要するため、大幅な確認時間の短縮は難しい。 (特急気動車ベースの確認車を車両基地から列車扱いで回送する場合は入出庫の時間を要しない。)

青字: メリット 赤字: デメリット

専用の確認車案

別添1-3

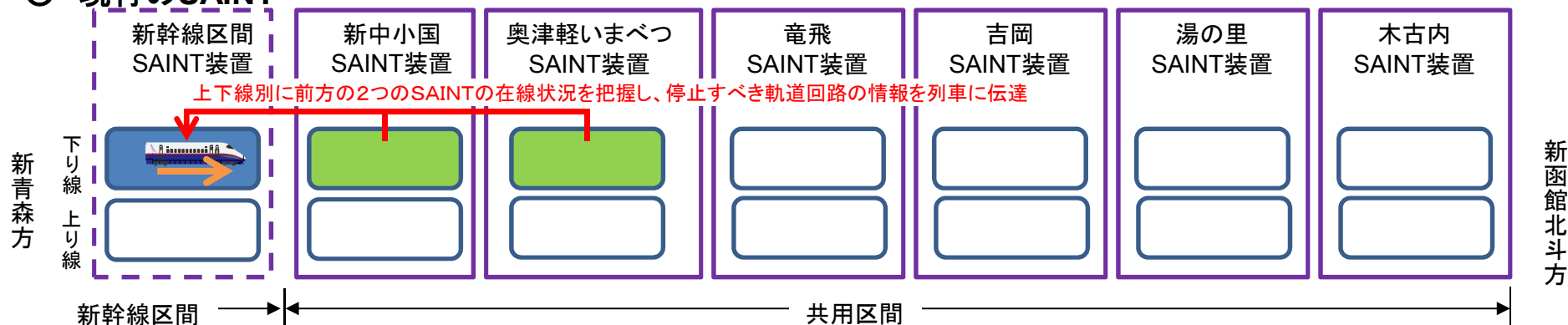
		案1:新幹線車両の改造 (E2系)	案2:電気機関車の改造 (EH800系)	案3:特急気動車の改造 (261系)	案4:現行の確認車の改造
確認車両イメージ		<p>○新幹線電車</p> 	<p>○貨物用電気機関車(AC25KV、20KV)</p> 	<p>○特急用気動車(内燃車)</p> 	<p>○現行確認車</p> 
主な改造		<ul style="list-style-type: none"> ・車両の延命措置(車体補強、電機品交換等) ・寒冷地対策 ・短編成化(10両→8両)等 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌化 ・速度140km/h程度に向上 ・新幹線用連結器の取付 ・軸重軽減のための出力半減 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌化 ・運転最高速度140km/h程度に向上 ・新幹線連結器の取付 ・DS-ATC設置 ・列車防護装置設置(電車線電圧の検知) ・自動消火装置設置 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計最高速度110km/h程度に向上
確認方法		<ul style="list-style-type: none"> ・狭軌と標準軌との間の上方にカメラ等を設置 ・速度140km/hに対応するためのカメラ等の開発(監視距離短縮(現行:カメラ400m、レーザー200m)) ・フランジウェイの確認は、標準軌化された確認車の走行により実施 ・性能の確認にあたっては、安全性評価を行う研究機関の協力・助言が必要 			<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・速度110km/h程度に対応するためのカメラ等の開発。 ・同左 ・同左
確認時間		1時間程度			1時間半程度※
編成両数 (必要編成数)		8~10両/編成 (3編成)	1両/編成 (3編成)	2両/編成 (3編成)	1両/編成 (5編成)
運用方法	共用走行 区間 (確認区間)	列車扱い		線路閉鎖扱い (DS-ATC利用、他列車進入不可)	線路閉鎖扱い (他列車進入不可)
	共用走行 区間外	列車扱いで回送			—
	留置場所	函館総合車両基地		函館総合車両基地、青森車両基地	奥津軽保守基地、木古内保守基地
課題等		<ul style="list-style-type: none"> ・車両基地に留置設備の整備 ・検修体制(予備品の確保(製造年が古いため調達困難)、検修設備、要員等) ・先頭形状が流線型のため確認装置の架装が困難 ・改造等に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> ・車両基地に留置設備の整備 ・機関車の運転士の確保 ・検修体制(機関車の検修設備、要員等) ・すれ違い時の安全性検証 ・耳ツン対策 ・改造等に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> ・車両基地に留置設備の整備 ・検修体制(気動車の検修設備、要員等) ・すれ違い時の安全性検証 ・耳ツン対策 ・改造等に時間を要する 	<p>※保守基地からの入出庫の手続き自動化等により、更に時間短縮効果が得られる可能性あり</p>

高速走行時間帯への貨物列車の誤進入防止システムの概要

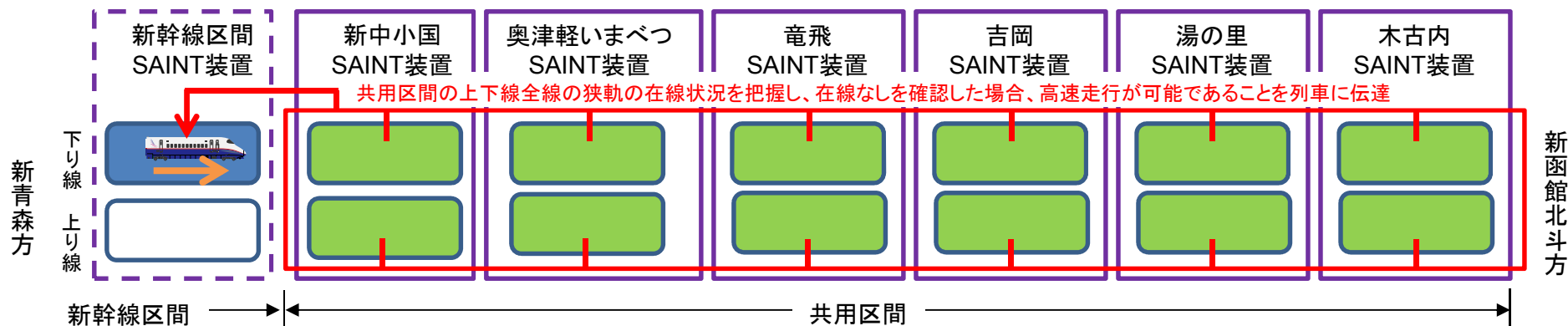
共用走行区間において高速新幹線を安全に走行させるための運転保安システムと運行管理システムを開発

- 対向線路も含めて走行している貨物列車の位置を適確に検知し、共用走行区間に貨物列車がないことを確認した後に高速走行を開始するシステム。
- 高速走行している間は、共用走行区間に、貨物列車を絶対に進入させないためのシステム。

○ 現行のSAINT



○ 時間帯区分方式のSAINT



注. SAINT (Shinkansen ATC and Interlocking System)

各駅の信号と転てつ器等の間に相互関係を持たせて列車の安全な進路構成をする連動装置と自動列車制御装置 (ATC) とを一体構成とした連動・ATC統合型システム。

1. すれ違い時減速システムの構築

別添2-1

基本的な考え方

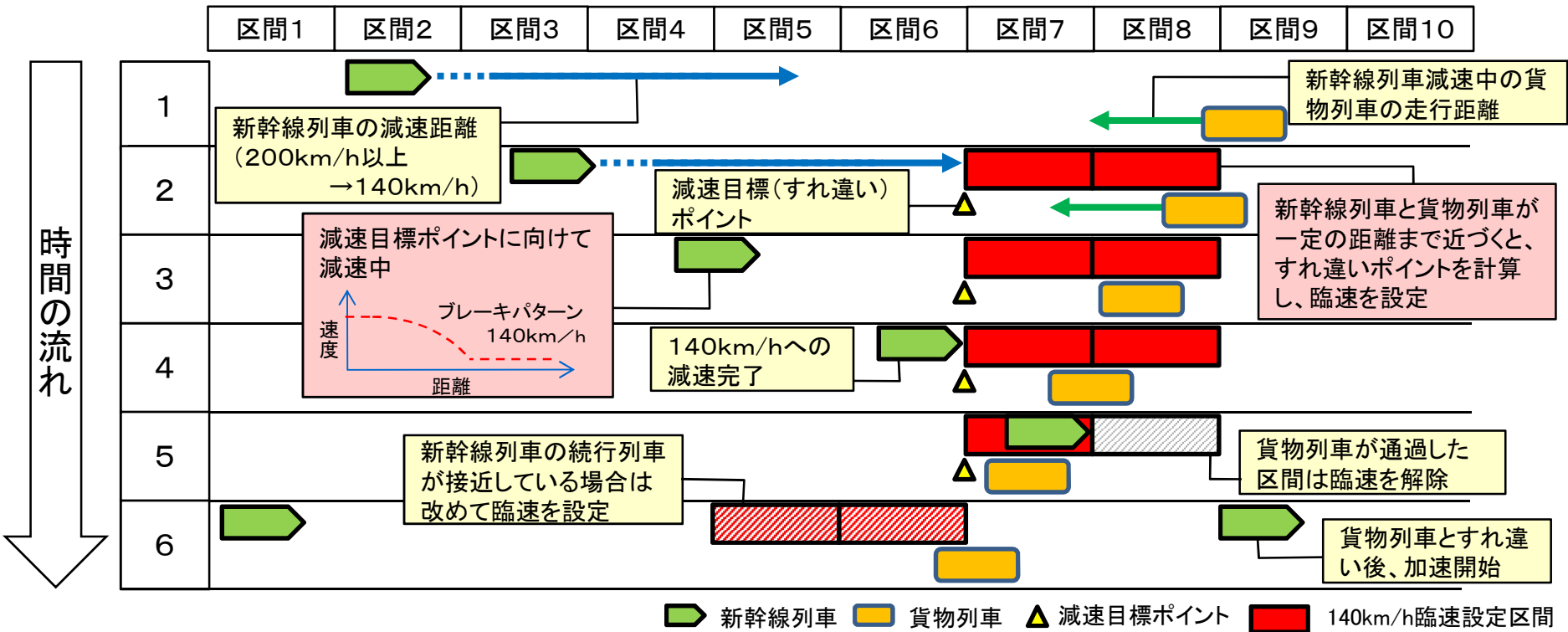
- シンプルなシステムとするため、新幹線列車の加減速により安全性の確保を行うこととし、**在来線列車の制御は行わない。**
- 新幹線列車と対向在来線列車の**位置の把握**は、実績のある**軌道回路による位置検知システム**を用いる。
- 新幹線列車の加減速は、実績のある**臨時速度制限**[※]の仕組みを用いる。[※]臨時速度制限: ある一定区間の最高速度を臨時に設定すること
- その他、安全面、コスト面を考慮し、新幹線の車上ATC装置など**既存システムの改修は最小限に抑える。**

主な検討課題

- 何らかの理由で、低速走行している新幹線列車が急加速するなど140km/hを超えてすれ違うパターンの可能性と防護策
- 後続の新幹線列車による臨時速度制限の設定が、先行する新幹線列車にブレーキを発生させない方策
- 乗務員や指令員への通知など運転・運行管理等実運用面を含めたシステムの改修範囲
- 列車速度のバラツキ、線路の縦断勾配などを考慮した時間短縮効果

システムのイメージ

○ 軌道回路による位置検知システムにより、新幹線列車と貨物列車の位置情報を把握し、両列車が一定の距離に近づいたときに臨時速度制限(臨速)を設定



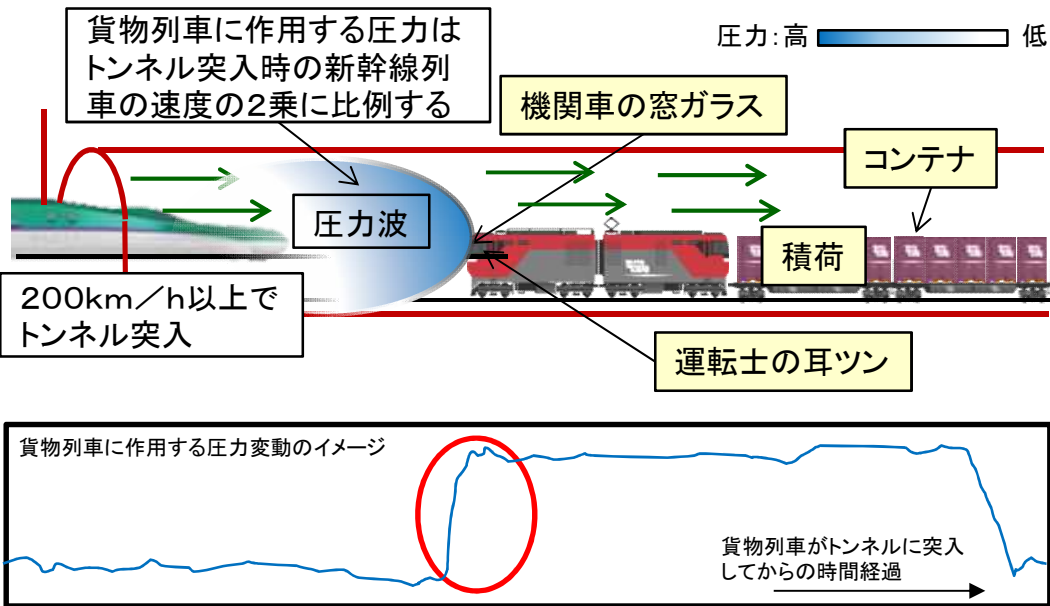
2. トンネル内の気圧変動が貨物列車へ与える影響 別添2-2

基本的な考え方

○ 数値シミュレーション等により、新幹線列車が高速でトンネル内に突入する際に発生する圧力波による機関車（運転士の耳ツンを含む）、コンテナ及び積荷への影響の検証・評価と対策の検討を行う。

圧力変化の最大値（正圧）

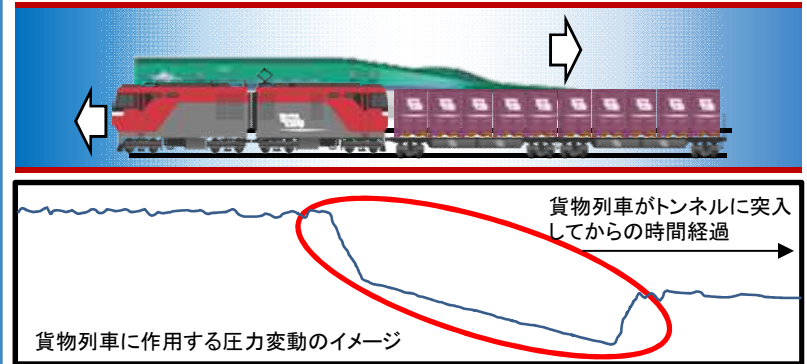
○ 単独列車同士によるすれ違いにおいては、新幹線列車がトンネル内に突入する際に発生した圧力波が貨物列車に到達する際に最大



圧力変化の最大値（負圧）

○ 列車同士がすれ違う時に膨張波（新幹線列車がトンネル内に突入する際に発生した圧力波は、トンネル反対側の抗口で反射して膨張波となり、再びトンネル内を折り返す）が到達すると負圧（コンテナ等を外側に拡げる力）側で最大となると考えられる

すれ違い時減速システムによるすれ違いにおいては、新幹線列車は140km/hに減速しているため、深刻な問題は発生しないと考えられる。



検討の流れ

検討項目

貨物列車に作用する圧力

- ・ 機関車の窓ガラス
- ・ 運転士の耳ツン
- ・ コンテナ
- ・ 積荷

モデル構築

圧力波が機関車、コンテナ及び積荷に与える影響を解析するためのモデルの構築

シミュレーション①

トンネル突入時の時間差等を考慮しつつ、貨物列車に作用する圧力変化の最大値を推計

検証・補正

実測データによる検証・補正

シミュレーション②

複数列車とのすれ違いなどシミュレーションを継続

検証・評価

対策の必要性の有無について判断

3. 軌道上の支障物等に対する安全性の確保

別添2-3

基本的な考え方

○すれ違い時減速案においては、時間帯区分案とは異なり、貨物列車と高速の新幹線列車が同時に青函共用走行区間内に在線することとなるため、確認車によらない確認方法により、軌道上の支障物等への対策など従来の新幹線区間と同等の安全性を確保する必要がある(特に同区間が三線軌構造であることに十分留意)。

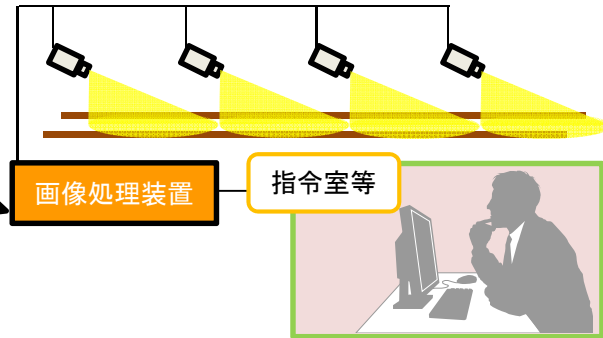
案1 地上側のカメラ等による方法

○基本的な考え方

- ・地上側に設置したカメラ、センサー等で軌道の状態を常時監視。画像処理技術等により支障物等を検知すると指令等へ通報し対処。

○システムのイメージ

画像処理技術等により異常を検知すると警報



○技術的検討課題

1. 監視範囲・検知能力の検討(必要な技術開発を含む)
 - ・検知可能距離や検知物のサイズ
 - ・霧・雨など様々な気象条件下での運用
 - ・氷雪と支障物の識別技術
2. 施工・メンテナンス上の課題の検討
 - ・カメラ等の設置スペース、落下防止措置
 - ・メンテナンスの内容・頻度と夜間作業時間帯の確保
3. 運用体制の検討
 - ・札幌新幹線指令等へのネットワーク接続と監視体制
 - ・支障物検知時の処理方法、カメラ等故障時のバックアップ

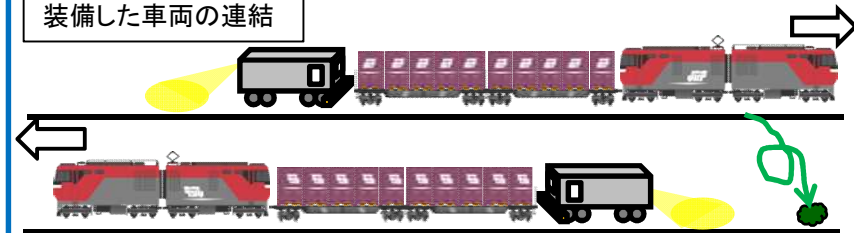
案2 検査用車両の連結による方法

○基本的な考え方

- ・青函共用走行区間を走行する全ての貨物列車の最後尾に、軌道の状態を確認する装置等を備えた車両を連結して軌道の安全を確認。

○確認のイメージ

カメラ・センサー等を装備した車両の連結



○技術的検討課題

1. 監視範囲・検知能力の検討(必要な技術開発を含む)
 - ・時速100kmで走行時の検知能力
 - ・反対側線路への落下物の検知
 - ・霧・雨など様々な気象条件下での運用
 - ・氷雪と支障物の識別技術
2. 運用体制の検討
 - ・検査用車両の連結など列車運用上の支障
 - ・支障物検知時の処理

今後の検討の方向性

○カメラ等で常時監視する方法等が現行の確認車と同程度の確認性能を担保できるかについては、安全上極めて重要な課題であって、従来の安全対策の考え方と大きく異なるため、引き続き慎重に検討していく必要がある。

新幹線貨物専用列車(トレイン・オン・トレイン(t/T)方式)案の主な課題と検討状況

別添3

基本性能の相違の整理

重量

- 最大積載時編成重量 (t/T: 2163t、新幹線: 501t)
- 最大積載荷重(1両) (t/T: 97.5t、新幹線: 52.4t)
- 最大積載軸重 (t/T: 16.3t、新幹線: 13.1t)

積空差

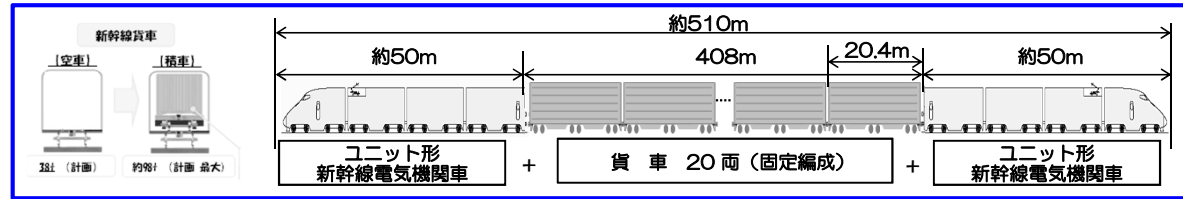
- 最大積空差 (t/T: 59.5t、新幹線: 6t)

重心

- 積載車両重心 (t/T: 1.9m、新幹線: 1.2m)
- 左右方向の偏り

車両構造

- 妻部の無い貨車構造
- 編成長 (t/T: 約510m、新幹線: 約250m)
- 車輪径 (t/T: 730mm、新幹線: 860mm)



検証手法

- シミュレーション
- 試験台車台上試験
- 風洞試験、模型
- 試作、試験

車両	主な課題	検証項目	実施概要	これまでの検証結果	技術評価検討会での検討状況		
車両	【走行安全性】	2軸3台車貨車の曲線や軌道変位のある軌道上を走行した場合の安全性	走行安全性	曲線や軌道変位のある軌道上を走行した際の脱線係数、積載コンテナ貨車の挙動シミュレーション	脱線せず、積載コンテナ貨車の動揺も小さい	シミュレーション及び台上試験を実施しており、その条件では走行安全性・安定性は確認できるものの、更に厳しい条件での検証が必要であり、現状では走行安全性・安定性が確立されていない。 (参考)更なる検証が必要な主な項目 ・機関車を含めた編成走行時の検討 ・より大きい軌道変位における走行時の検討 ・輪差比が管理値の限界までアンバランスになった場合の検討 ・小径車輪を採用したことによる影響の検討 ・中間台車に軸重が配分されていない場合の検討 ・中間荷重(空コンテナ貨車を積載した状態)での検討 走行安定性 ・磨耗車輪路面形状の検討 ・最小車輪径の検討 ・中間台車の運動特性を考慮した検討	
		左右動揺による新幹線貨車と在来線貨車の車両同士の干渉	分岐器通過(小径車輪)	小径車輪が分岐器を通過する時の無誘導長	8番分岐器のみ無誘導長発生。ノーズ可動にすることで対応可能(ただし、新たな設計等が必要)		
		小径車輪の分岐器通過安全性	転覆限界風速	風洞試験で横風に対する車両の空気力係数を測定、総研詳細式により転覆限界風速を計算	転覆限界風速が30m/s以上であることを確認。		
		強風時の安全性(転覆限界風速計算)	走行安定性	新幹線貨車TFC台車の台上試験により走行安定性(だ行動限界速度)の確認	210km/hでだ行動が発生しないことを確認		
	【走行安定性】	高速貨車走行の安定性(両端台車および中間台車蛇行動の発生の有無確認)	走行抵抗の推定	風洞試験で空気抵抗を測定し、新幹線貨物列車の走行抵抗を推定。列車性能を検討	走行抵抗を推定し、列車性能の検討に活用		駆動装置の台上試験等を実施しており、歯車装置、軸受及び軸継手に関する性能上に問題が無いことは確認できるものの、更に厳しい条件での検証が必要である。 (参考)更なる検証が必要な主な項目 ・歯車装置、軸受及び軸継手を台車に取り付けた状態における駆動装置トータルとしての性能及び耐久性能の検討
		【動力・ブレーキ性能】	駆動装置	歯車装置、歯車型たわみ軸継手の試作、試験	台上試験により問題ないことを確認		
	【自連力等】	座屈限界自連力	基礎ブレーキ装置				
		積載コンテナ貨車の前後動揺	座屈限界自連力				
	【車両構造、列車制御、救援】	コンテナ貨車を積載する貨車構造	新幹線貨車TFC構体				
		貨車構体強度	すれ違い圧力、コンテナ影響				
青函トンネルすれ違い圧力と積載コンテナへの影響確認		新幹線貨車TFCホロ					
編成長約510mの車両制御		車両制御システム					
【地震時の挙動】	地震時の貨車および積載コンテナ貨車の挙動	救援時自連力					
	地震時の積載コンテナ貨車の挙動	地震時の挙動					
環境対策・その他	騒音及び振動対策等	走行時騒音					
		地上施設					
地上施設	積載軸重増加及び3台車の走行等による軌道・構造物への影響	構造物への影響評価					
		スラブ軌道へ与える影響評価					