

軌間可変電車（フリーゲージトレイン） の技術開発状況について

国土交通省鉄道局

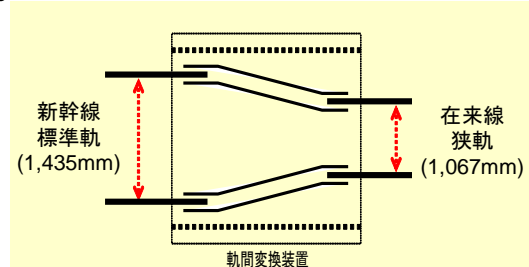
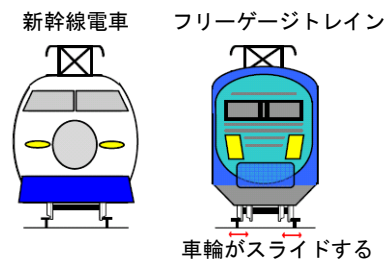
1. 軌間可変電車（フリーゲージトレイン）とは
2. 軌間可変のメカニズム
3. 開発目標と主な経緯
4. フリーゲージトレインの技術評価
5. 九州新幹線（長崎ルート）におけるフリーゲージトレイン

（参考）

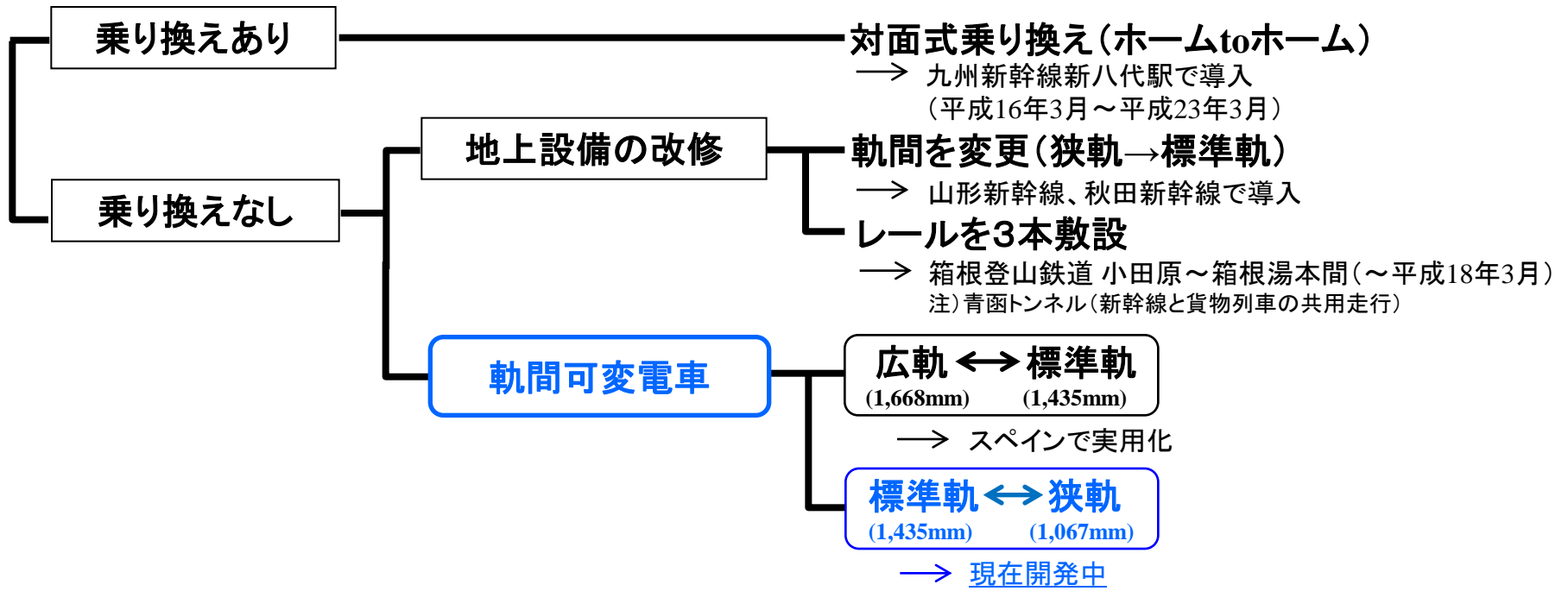
- ・世界の鉄道のレール幅
- ・スペインにおける軌間可変電車

軌間可変電車(フリーゲージトレイン)とは

- 軌間可変電車(フリーゲージトレイン)とは、新幹線(標準軌1,435mm)と在来線(狭軌1,067mm)など、異なる軌間(ゲージ)を直通運転できるよう、車輪の左右間隔を軌間に合わせて自動的に変換する電車である。
- 新幹線と在来線の乗換えが不要となることによって利便性が向上し、また、在来線の軌間を変更(軌間の拡大)する必要がなく、既存の施設を有効に活用することができる。



軌間(レール幅)の異なる路線間の運行方法



軌間可変のメカニズム

軌間変換の流れ

① 軌間変換区間に車両が進入すると、軸箱が支持レールに支えられ、車輪は浮いた状態になる

軸箱 車輪 走行レール 支持レール

② ロック装置が上昇し、車輪のロックが解除される

移動可能
ロック装置がU字溝から抜ける
ロック装置
ガイドレール

③ ガイドレールに沿って車輪が移動し、軌間変更される

ガイドレール

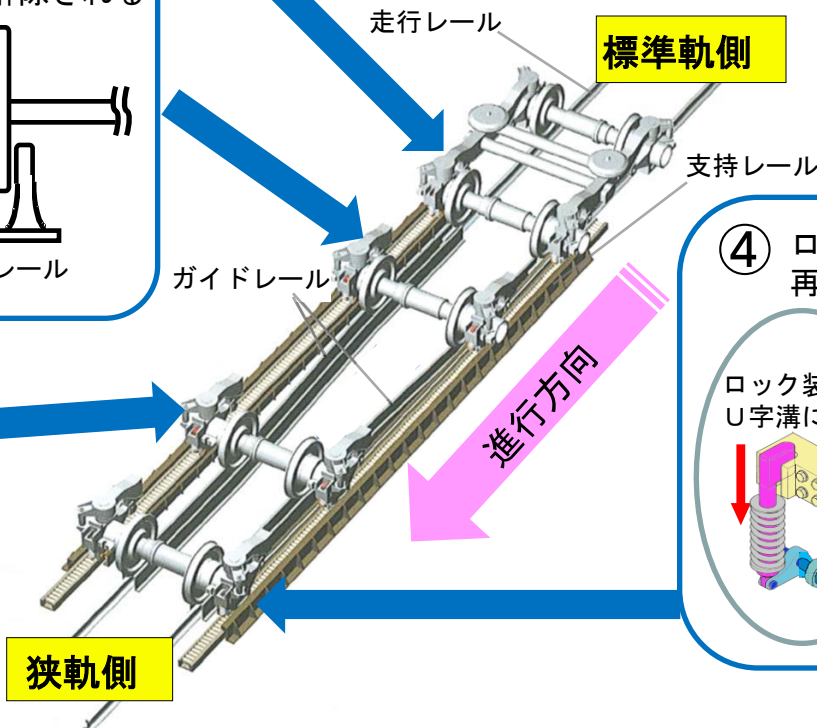
輪軸の構造

通常の車両
車輪と車軸が固定

車軸 車輪

フリーゲージトレイン
車軸と一体構造の外筒の中を、車輪と一体となった内筒が左右にスライド

外筒 ロック装置 車軸 車輪 コロ 内筒



④ ロック装置が下降し、車輪が再びロックされる

ロック装置がU字溝に入る
ガイドレール

開発目標と主な経緯

開発目標

- ① 軌間変換性能
 - ・電動台車で安全な軌間変換ができること。
- ② 新幹線(標準軌)における走行性能
 - ・270km/h以上で高速安全・安定走行ができること。
- ③ 在来線(狭軌)における走行性能
 - ・直線部において、130km/hで安全・安定走行ができること。
 - ・曲線部において、現行特急車両と同等の速度で安全・安定走行ができること。
- ④ 耐久性の評価に基づく安全性・経済性の分析・検証
 - ・車両・地上設備の製作コスト及び保守コストの分析・検証がなされていること。



1次車



2次車

開発の主な経緯

- 平成10年 : **試験車(1次車:2両編成→後に3両編成)完成**
- 11年 4月～13年 1月 : 米国プロトタイプ試験線にて試験実施 最高速度246km/h 耐久走行59万km 軌間変換回数2,084回
- 13年10月～16年 6月 : 在来線にて試験実施 最高速度130km/h (JR九州日豊線)
- 16年 8月 : 新幹線にて試験実施 最高速度210km/h (山陽新幹線)
- 18年 9月 : 軌間変換耐久試験 軌間変換回数4,548回
- 19年 3月 : **新型試験車両(2次車:3両編成)完成**
- 6月～21年 4月 : 在来線にて試験実施 最高速度130km/h (JR九州日豊線)
- 21年 7月～ 12月 : 新幹線にて試験実施 最高速度270km/h (九州新幹線)
- 22年 9月 : **軌間可変技術評価委員会による技術評価**
 - ・軌間変換技術の目途が立った
 - ・新幹線 270km/hでの安全・安定走行を確認
 - ・在来線 直線部で130km/hでの安全・安定走行を確認
 - 急曲線部では、目標速度を10～40km/h下回る性能に止まっている
- 23年 3月 : **改良台車完成**
- 6月～ 9月 : 走行試験実施 (急曲線の多いJR四国予讃線で実施)
- 10月 : **軌間可変技術評価委員会による技術評価**
 - ・在来線 急曲線部で目標の速度での安全・安定走行を確認
 - ・平成22年9月の技術評価と合わせて、基本的な走行性能に関する技術は確立している
- 12月～ : 在来線 (JR四国予讃線) での走り込み試験を実施中
- 24年度政府予算案に、更なる軽量化等を図った新たな試験車両の設計製作費等を計上(61億87百万円)

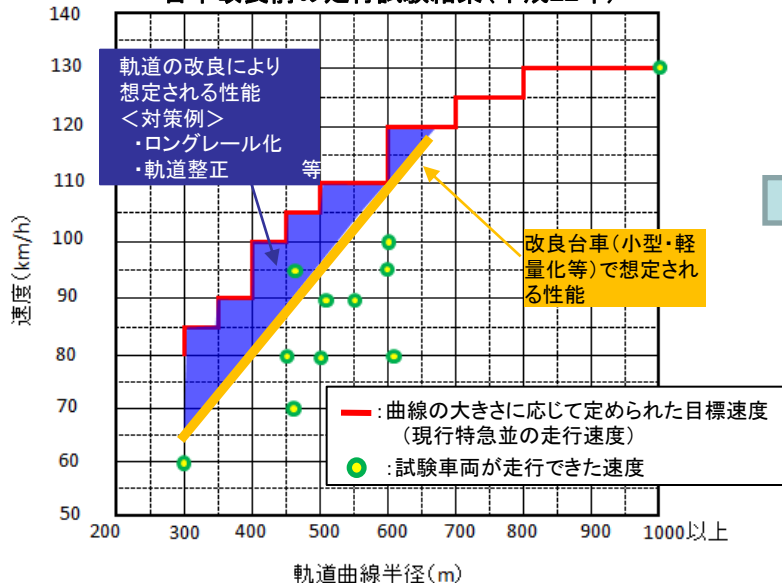
フリーゲージトレインの技術評価(1)

平成22年9月:軌間可変技術評価委員会技術評価(概要)

1. 技術開発に対する評価

- ①軌間変換性能:軌間変換技術の確立の目途が立った。
- ②新幹線(標準軌)における走行性能
270km/hで安全・安定走行できた。
- ③在来線(狭軌)における走行性能
 - ・直線区間では130km/hで安全・安定走行できた。
 - ・半径600m以下の曲線区間や一部の分岐器では現行特急の曲線通過制限速度を10~40km/h下回る性能に止まっている。

台車改良前の走行試験結果(平成22年)



2. 今後の対応(曲線通過性能のみ抜粋)

曲線通過性能の向上を図るため、小型・軽量化等を図った台車の改良及び軌道の改良を併せて実施することにより目標達成することを目指す。

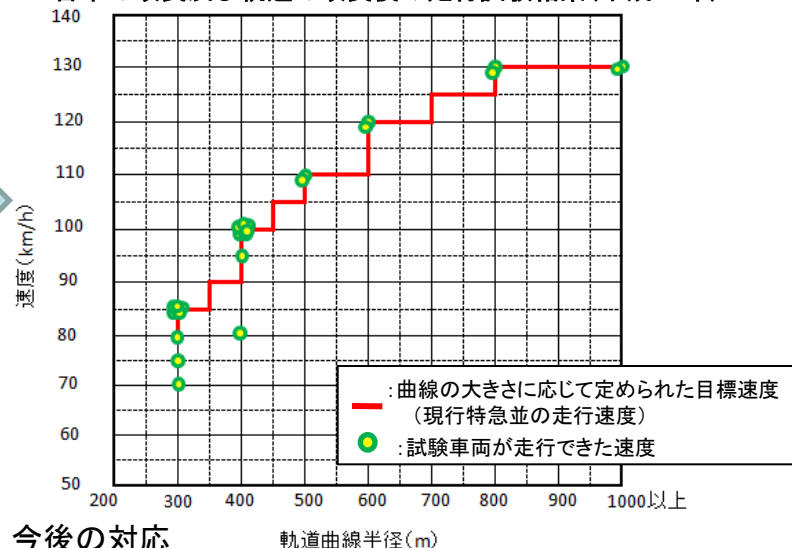
平成23年10月:軌間可変技術評価委員会技術評価(概要)

1. 技術開発に対する評価

在来線(狭軌)の曲線区間での走行性能については、小型・軽量化等による台車改良とロングレール化等の軌道の改良・整備を図ることにより、現行特急並の走行性能との目標を達成することを確認した。

これにより、平成22年9月の技術開発に対する評価と合わせて、新幹線及び在来線における走行試験において、目標の速度で安全・安定走行できることが確認され、軌間可変電車の実用化に向けた基本的な走行性能に関する技術は確立していると判断される。

台車の改良及び軌道の改良後の走行試験結果(平成23年)



2. 今後の対応

今後は、残る開発課題である「耐久性の評価に基づく保全性・経済性の分析・検証」のため、現行の試験車両による在来線及び新幹線での走行試験を行い、車輪等部品の摩耗やこれに伴う走行状態などの必要なデータの収集分析を行う。

その上で、車両としての総合的な検証のために、より一層の軽量化や長編成化等を図った試験車両等により、新幹線、軌間変換、厳しい線路条件を含む在来線での走行試験を実施する必要がある。

フリーゲージレインの技術評価(2)

軌間可変技術評価委員会委員

(敬称略、委員50音順)

委員長	西岡隆	筑波大学名誉教授
委員	石田東生	筑波大学大学院教授
〃	河村篤男	横浜国立大学大学院教授
〃	古関隆章	東京大学大学院准教授
〃	須田義大	東京大学教授
〃	谷藤克也	新潟大学名誉教授
〃	永瀬和彦	金沢工業大学客員教授
〃	水間毅	交通安全環境研究所理事
〃	宮本昌幸	明星大学教授

JR四国予讃線走行試験

直線・曲線通過性試験:平成23年6月~9月

耐久走行試験:平成23年12月~



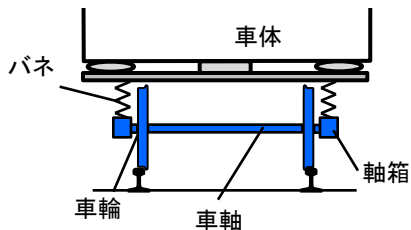
軌道及び台車の改良

平成22年9月の技術評価委員会の技術評価を受け、曲線通過性能の向上を図るために実施した台車と軌道の改良

【台車改良：軽量化等】

(バネ下重量の低減)

2.8 t → 2.3 t

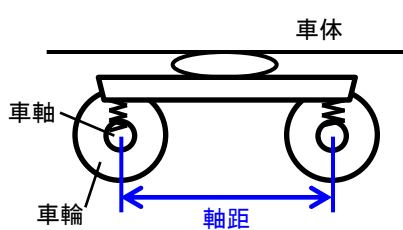


<バネ下重量>

- ・バネより下のレールに直接載っている部分の重量(車輪、車軸、軸箱、軌間変換機構等)
- ・軌道に直接負荷をかけるため、軽量であることが望ましい

(軸距の縮小)

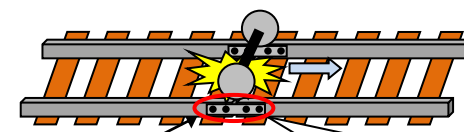
2,500 → 2,450mm



<軸距>

- ・台車の車軸間隔
- ・軸距が長いと高速走行安定性が増し、軸距が短いと急曲線でのスムーズな走行性能が増す
- ・新幹線2,500mm/在来線2,100mm、2,250mm等

【軌道改良：ロングレール化】



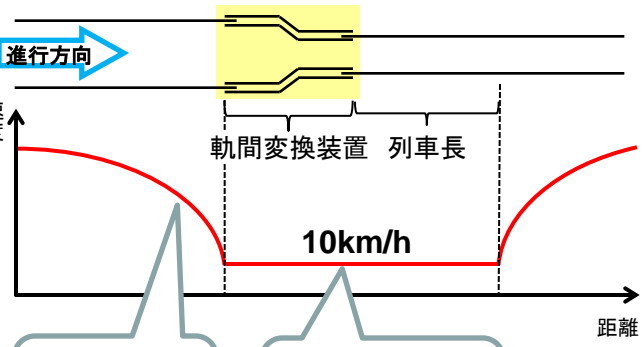
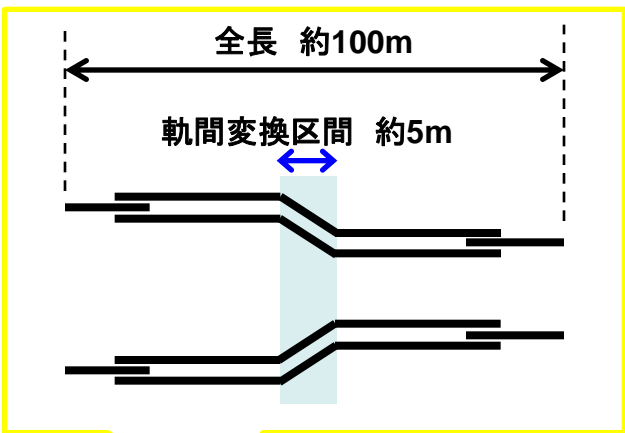
継目通過時に衝撃が発生

短いレールを溶接



継目がなくなりスムーズに通過

九州新幹線(長崎ルート)におけるフリーゲージトレイン

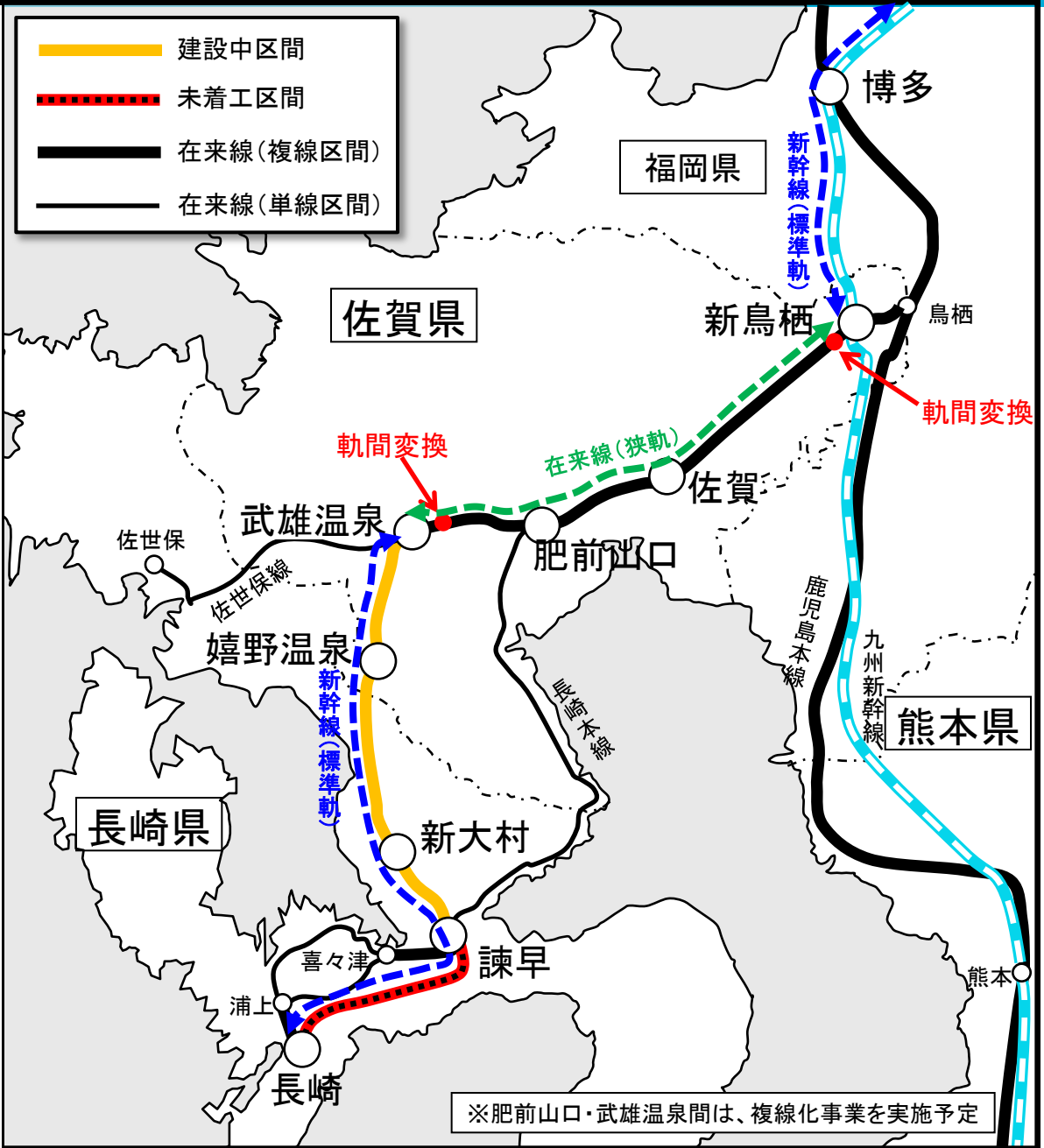


軌間変換装置の手前までに10km/hまで減速

列車最後尾が軌間変換装置を抜けるまで10km/h走行

約3分

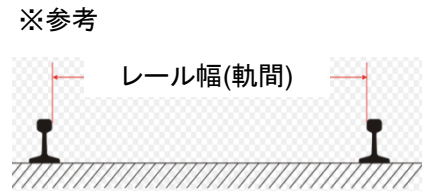
- 建設中区間
- - - 未着工区間
- 在来線(複線区間)
- 在来線(単線区間)



※肥前山口・武雄温泉間は、複線化事業を実施予定

世界の鉄道のリール幅

レール幅	主な使用事業者、使用国等	
1,067mm	日本	JR(在来線)、東武、西武、小田急、東急、相鉄、名鉄、南海、近鉄(一部) 等
	海外	アジア:台湾(在来線)、インドネシア、フィリピン その他:ニュージーランド、オーストラリア(一部の州)、アフリカの一部の国
1,435mm	日本	JR(新幹線)、京急、京成、阪急、京阪、阪神、近鉄 等
	海外	アジア:台湾(新幹線)、中国、韓国 欧米 :アメリカ、カナダ、ヨーロッパのほとんどの国 その他:オーストラリア
その他	日本	京王、東京都(新宿線、荒川線)、東急世田谷線……1372mm 近鉄(一部:762mm)
	海外	ベトナム、タイ、ブラジル…… 1000mm 南アフリカ……… 1065mm ロシア………1520mm オーストラリア(一部) ブラジル(一部) } ……・1600mm アイルランド スペイン、ポルトガル………1668mm インド……… 1676mm

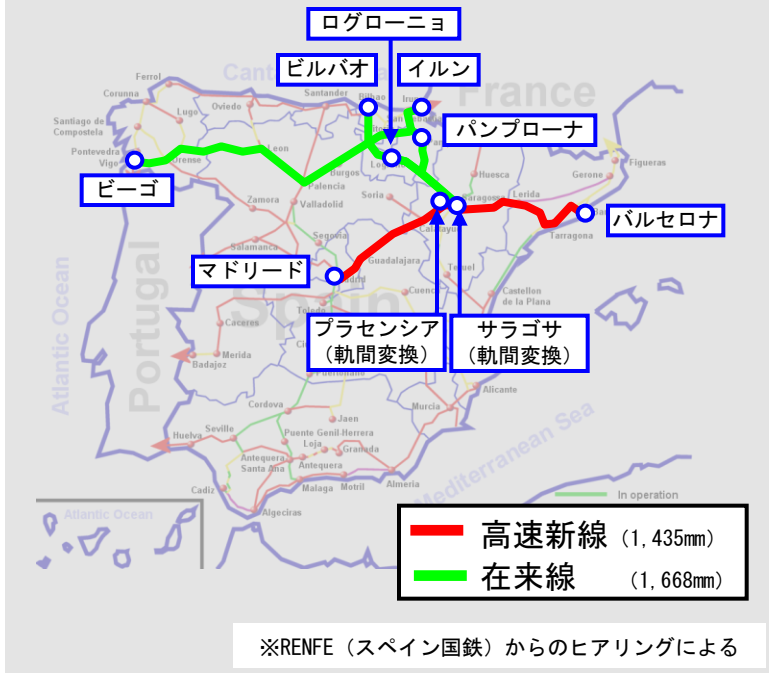


スペインにおける軌間可変電車

軌間可変電車の運行状況 (2009年3月時点)

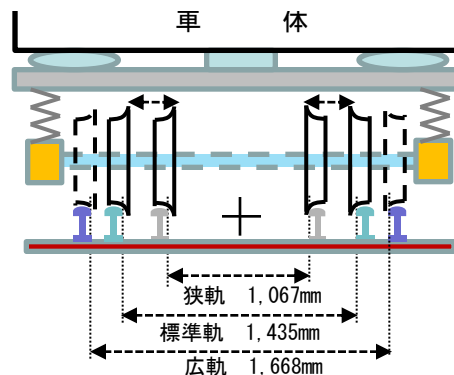


CAF社の軌間可変電車



日本とスペインでの 軌間可変電車の相違点

	日本	スペイン※
最高速度	130km/h / 270km/h	220km/h※ / 250km/h ※現在は160km/hで運行している模様
軌間	1,067mm ↔ 1,435mm	1,668mm ↔ 1,435mm
可変幅	368mm	233mm
軌間変換装置 通過速度	10km/h以下	20km/h以下
軸重 (最大定員乗車時)	12t(設計値)	16.2t
備考	—	<ul style="list-style-type: none"> ・2006年より導入※※ (マドリード～バルセロナ間) ・高速新線整備の進展に伴い 軌間変換装置の設置場所を 移動



※ 出典: 三浦幹男、秋山芳弘: 世界の高速列車、ダイヤモンド社、2008年

※※ 1969年から、動力のない客車が軌間変換し、電気機関車を取り替える方法による相互直通運行も行われている