

バイモーダルシステムによる モーダルシフト促進の取り組み



独立行政法人 交通安全環境研究所

林田 守正

発表の内容

1. バイモーダルシステムのご概念
2. バイモーダルシステムに関する取組みのねらい
3. 先行的なモデル事業による試作システム
4. 先行試作システムで残った課題と実用化に向けた開発項目
5. 平成20年度以降の実施体制と成果
6. 今後の課題
7. まとめ

1. バイモーダルシステムの概念

○ 新しい概念の交通システム

- ・ 同一の車両等が異なる交通モードを直通する旅客輸送サービス
- ・ 地域公共交通の活性化及び再生に関する法律(平成19年10月施行)では「新地域旅客運送事業」として定義
- ・ 通称として「デュアルモード」、「バイモーダル」等の用語
- ・ 地域の旅客輸送需要に適した効率的なシステム
- ・ 利用者には、乗り換え無しのメリット → マイカーからのモーダルシフトへの期待

○ 様々なタイプの実例

- ・ 鉄道と道路の直通(DMV)
- ・ 水路と道路の直通(水陸両用バス)
- ・ 新交通システム型専用路と一般道路の直通(ガイドウェイバス、IMTS)・・・本発表のタイプ



名古屋ガイドウェイバス



水陸両用バス(国交省殿パンフレット)

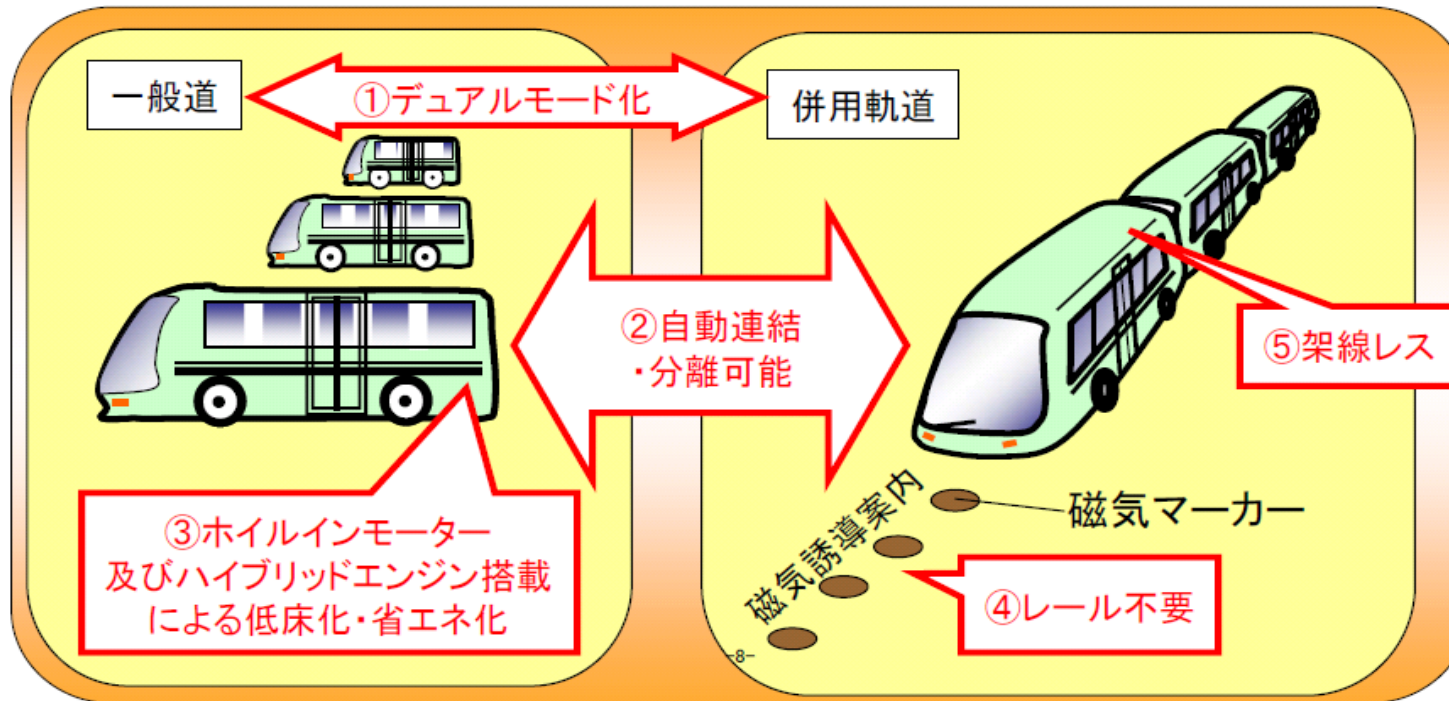


JR北海道 殿 DMV

[本発表で定義するバイモーダルシステム]

軌道系及びバスの両者のメリットを活かした
中量輸送機関

バス車両技術を
基本とする開発



(各々の特長を参照)

2. バイモーダルシステムに関する取組みのねらい

(次世代地域公共交通システム)

- 地域公共交通の活性化及び再生を推進するため、輸送需要が比較的少ない中規模の地方都市等へも導入が容易な、便利でコストパフォーマンスに優れ、輸送需要の変化にも柔軟に対応できる輸送機関が必要である。
- また省エネルギー、環境負荷低減の観点からもマイカーへの過度な依存から公共交通機関へのモーダルシフトの推進が急務である。
- 鉄道輸送の定時性・輸送力とバス輸送のキメ細かさという各々の長所を備え、反面の短所を補う「合いの子」的な中量輸送機関が実現すれば、マイカーの便利さに慣れた社会におけるモーダルシフトの有効なツールとなる。
- そこで専用レーン（軌道）上の連結走行と、一般道路上のバスとしての単独走行の機能を有し、両方を旅客が乗換なしで直通できる、いわゆるデュアルモード走行が可能な「バイモーダルシステム」の研究開発を行い、実用化をめざす。

[交通安全環境研究所のバイモーダルシステムに関する取組みの経緯]

平成16～17年度（先行的なNEDO技術開発機構^殿補助モデル事業を実施）

- ・ 交通研（幹事）、鉄道車両メーカー、自動車メーカー、コンサル企業等が連名で実施
- ・ 連結/分離および併用軌道/一般道路直通が可能なデュアルモードの交通システムを試作、評価
- ・ 技術要点は4輪自動操舵の同一軌跡走行、レール/鉄輪での逸脱防止、ホイールインモータ等
- ・ 市場性、導入効果、社会影響も評価

平成18～19年度（自主研究会の設置、実用化に向けた継続活動）

- ・ NEDO試作システムの試験評価の継続、および試験結果に基づく仕様改良の検討
- ・ 具体的な導入先の検討、候補事業者との協議（老朽軌道交通代替としての打診も）
- ・ 実用化に必要な研究開発内容を考察し、公的事業への応募等による体勢造りを模索
- ・ 国土交通省総合政策局^殿が平成20年度事業「次世代地域公共交通システムに関する技術開発」の委託先を公募し、これまでの実績を踏まえた当研究所からの提案を採択

平成20年度以降（総合政策局^殿受託事業として実施、実用化の方向性探索）

- ・ 受託事業の実施体制、年次計画を策定し、他団体と協力して実用化に向けた研究開発を推進
- ・ 併行して、導入モデル、導入効果、他方式デュアルモード交通等に関する調査、検討を実施

3. 先行的なモデル事業による試作システム (1)



プロトタイプ車両(1号車)



プロトタイプ車両(2号車)



機械式連結器(後部用)



ホイールインモータ
(タイヤ側:回転子、ハブ側:固定子)

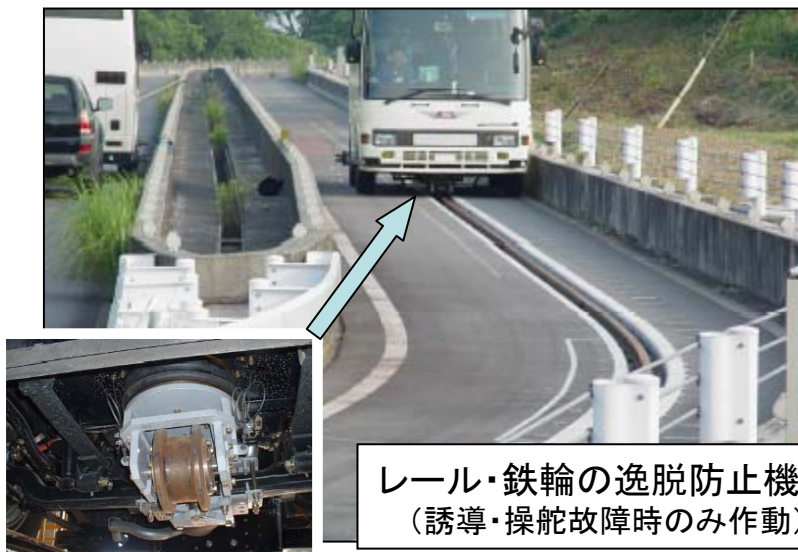
3. 先行的なモデル事業による試作システム (2)



軌道曲線上の連結走行



軌道走行時の前方風景(中央に磁気マーカのライン)



レール・鉄輪の逸脱防止機構
(誘導・操舵故障時のみ作動)



連結・分離

4-1. 先行試作システムで残った課題

- 走行をサポートする運行管理システムの欠如
- ホイールインモータ駆動システム、車上電源システムの実用性向上
- 高床観光バスベースのため、バリアフリー都市交通機関として不適
- 操舵故障に備える逸脱防止機構の簡素化ならび低床車両での成立
- 突出した機械式連結器の一般道路走行時の格納

4-2. 実用化に向けた技術開発項目

(1) 高度運行管理技術

- ・ 離合集散を伴うバイモダルシステムに最適な高度運行管理システム
- ・ GPS等による位置検知、汎用電話回線を活用したデータ通信

(2) 新型電気動力技術

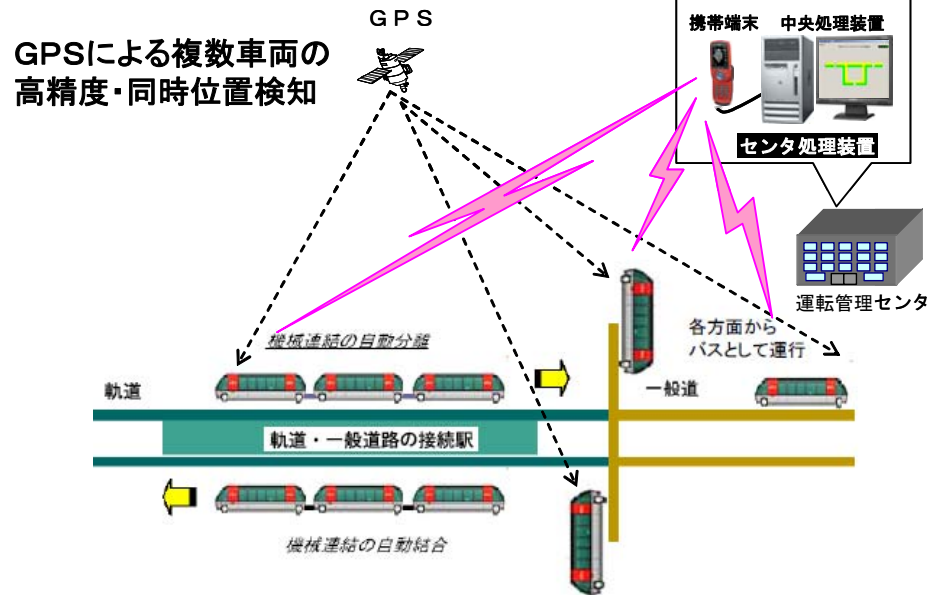
- ・ 実用性、信頼性を備えた電気モータ動力システムの基本設計
- ・ 新型蓄電機器・電圧変換器等の車上給電システム

(3) 低床車両間連結・自動操舵技術（軌道走行対応）・・・バリアフリー低床試験車両を試作

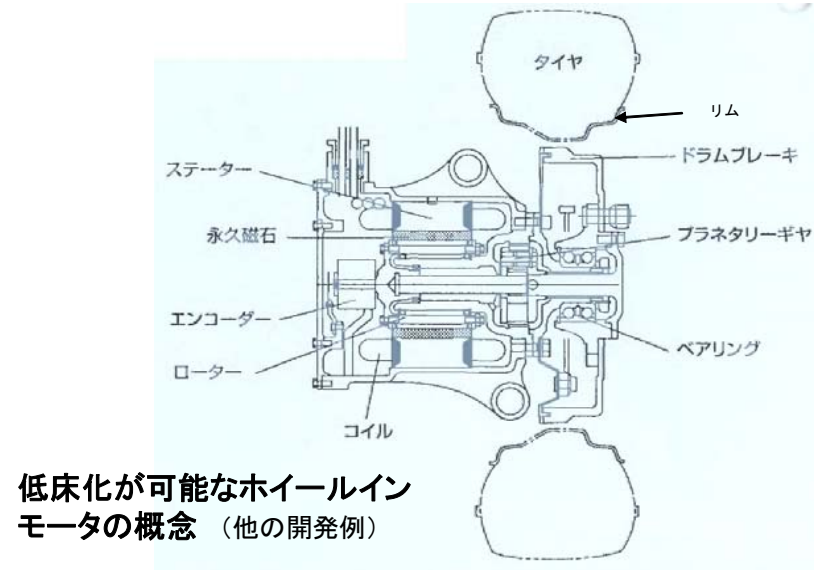
- ① 非接触ガイド・4輪自動操舵機構の多重系制御技術
- ② 操舵故障時の車両横滑り防止技術（走行路面舗装設計等）
- ③ 機械式連結器の収納機構（一般道路走行時）

[各技術開発項目の概要]

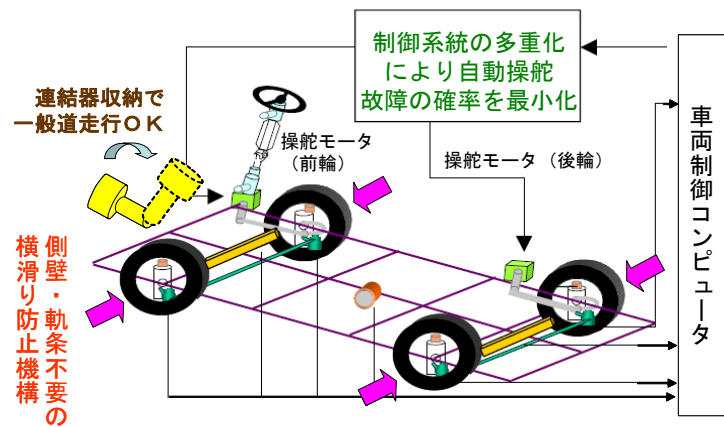
○ 高度運行管理技術



○ 新型電気動力技術(モータ、車上電源)



○ 低床車両連結・自動操舵技術(軌道走行対応)

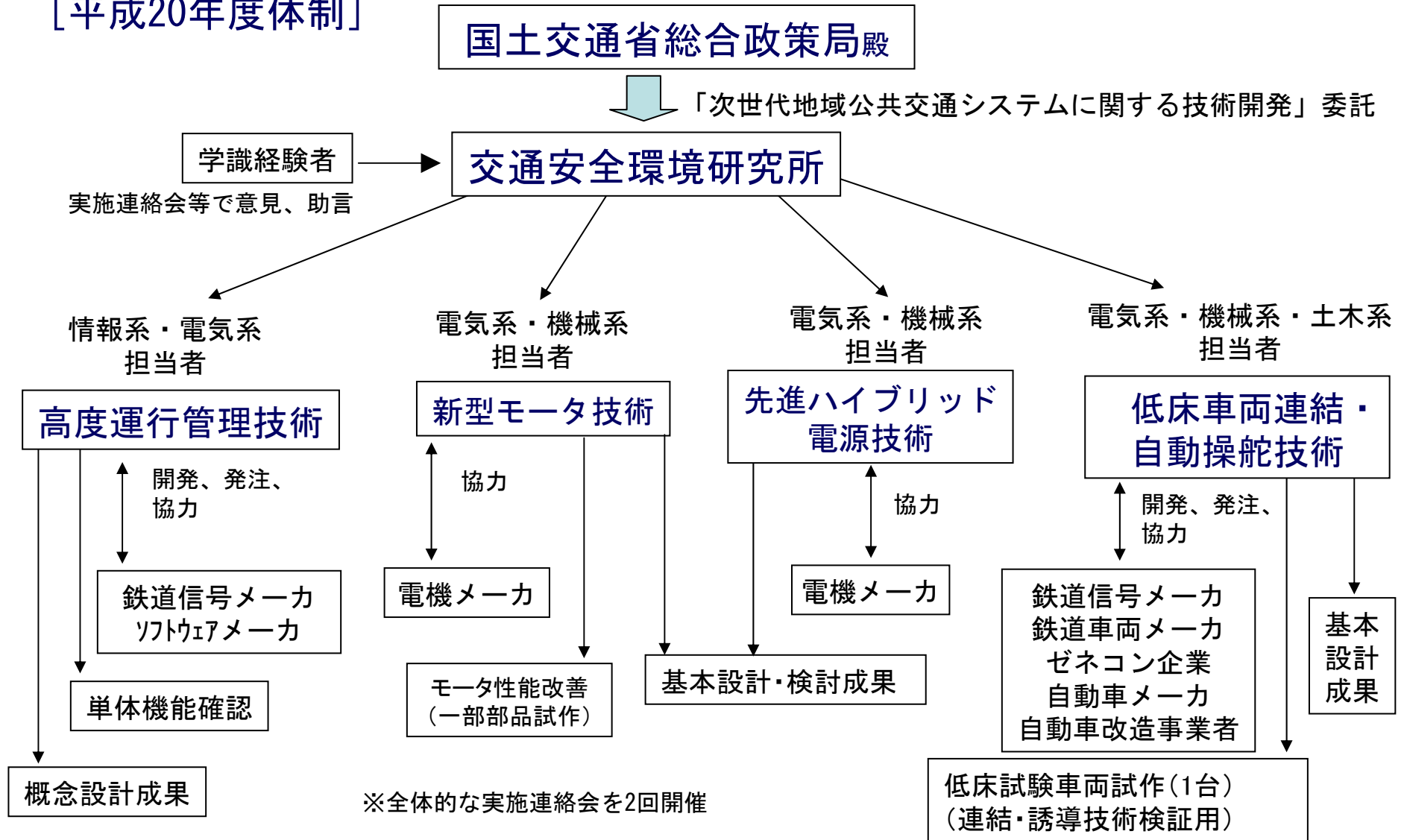


機能検証が行える**バリアフリーの低床試験車両**を試作



5. 平成20年度以降の実施体制と成果

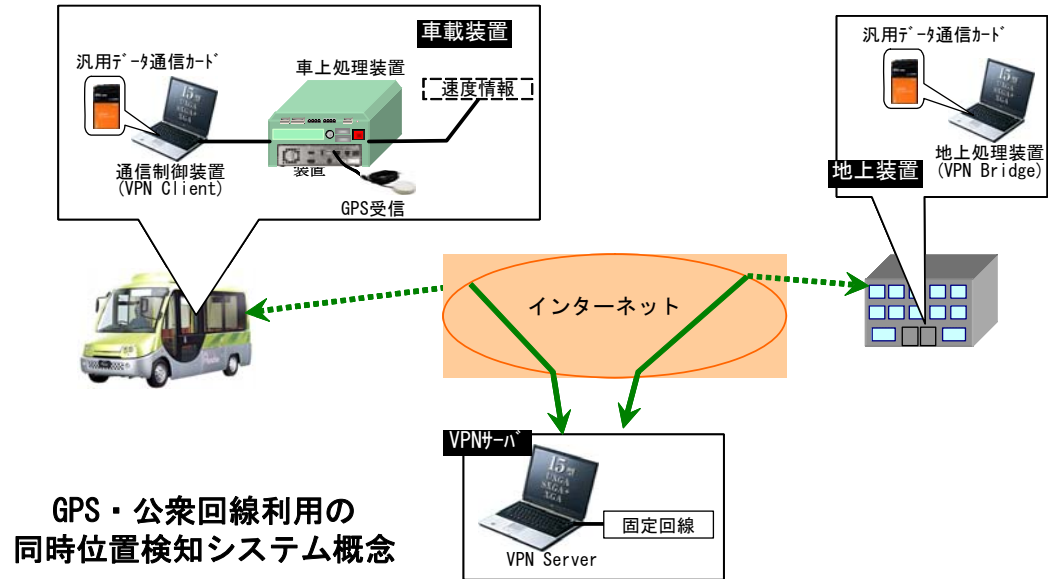
[平成20年度体制]



[各開発項目の成果（高度運行管理技術）]

高精度同時位置検知システムの基本設計

- ・車両位置検知にGPSを使用
- ・車両からセンタに位置や駅到着予想時刻等、センタから車両に駅での連結・出発指示等の情報を送信
- ・通信経路はインターネットをVPN（Virtual Private Network）として利用しネットワークを構築
- ・軌道上の連結走行、一般道路上の個別走行の双方を支援し、離合集散の円滑化が可能



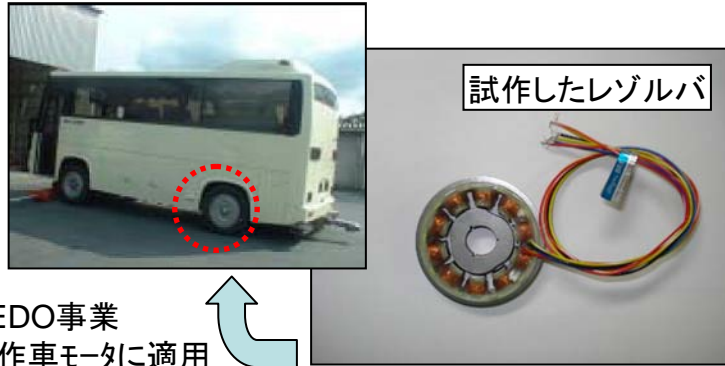
GPSを用いた車両位置検知技術の精度の確認

- ・営業鉄道路線上において列車の実走行によるGPS位置検知機能試験を実施
- ・走行中のGPS位置検知の誤差は、高速（60km/h以上）では進行方向後方に1～4m程度、低速（50km/h以下）では進行方向前後に概ね2m以内
- ・マップマッチングを併用すれば十分に高い精度が担保されることを確認

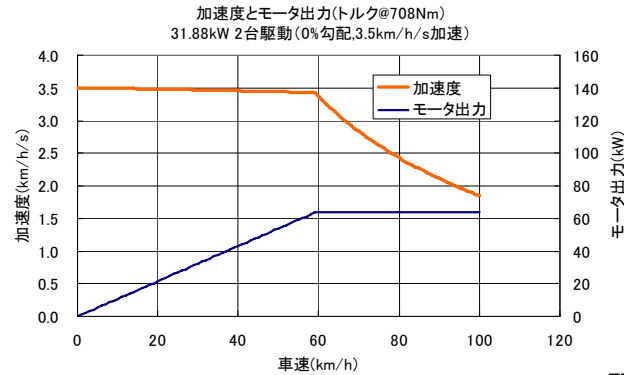


[各開発項目の成果（新型電気動力技術）]

ホイールインモータの実用性向上



NEDO事業
試作車モータに適用



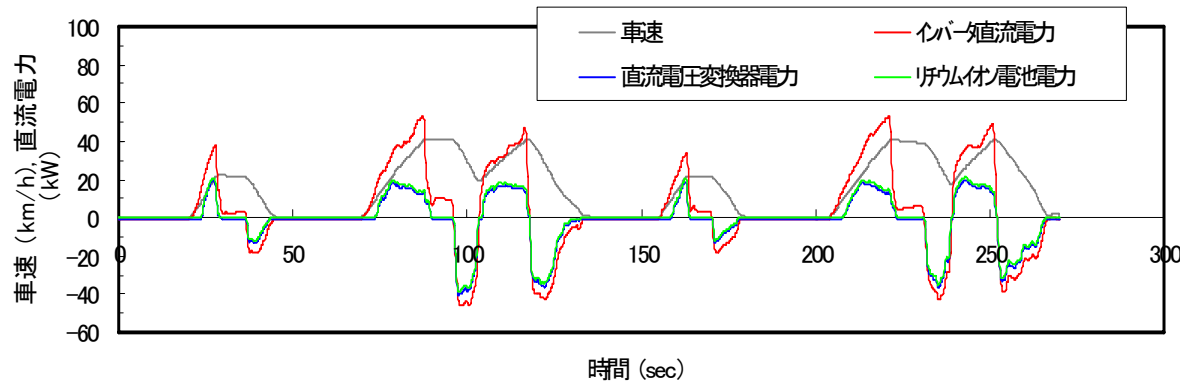
ホイールインモータの性能検討
(アウターロータ・減速ギア無案)



既存のPMモータに基づく効率予測
(インナーロータ・減速ギア併用案)

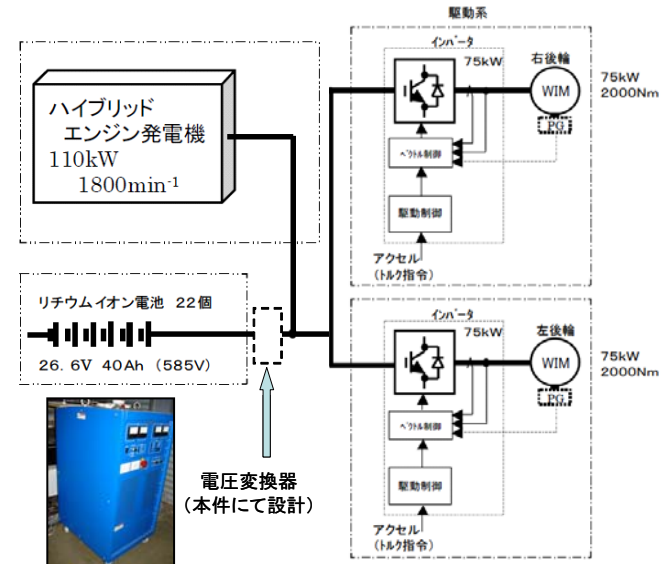
新方式角度センサによるアウターロータ
同期モータの動作信頼性向上

車上ハイブリッド電源システムの改良



既存の直流電圧変換器の実験データに基づく効率予測 (加減速運転で約90%)

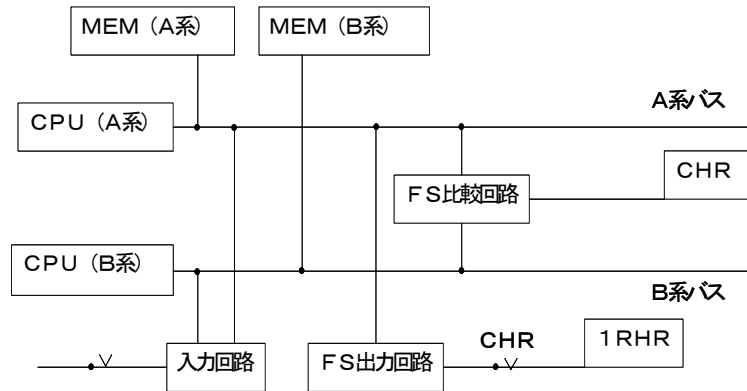
小型低床車両向けモータの基本検討



直流電圧変換器による電池モジュール数適正化

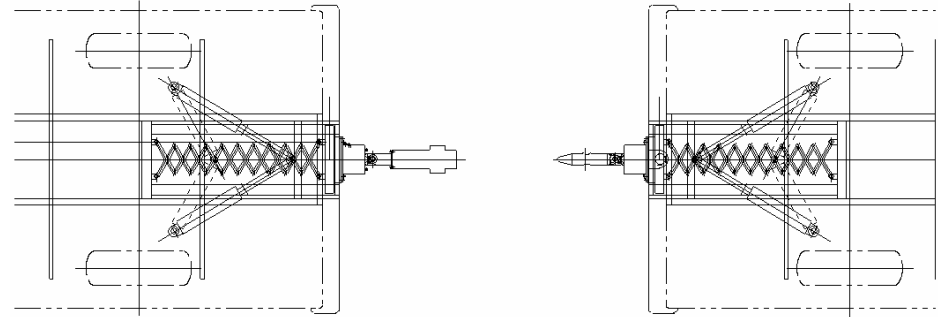
[各開発項目の成果（低床車両連結・自動操舵技術）]

自動操舵制御コンピュータの多重化



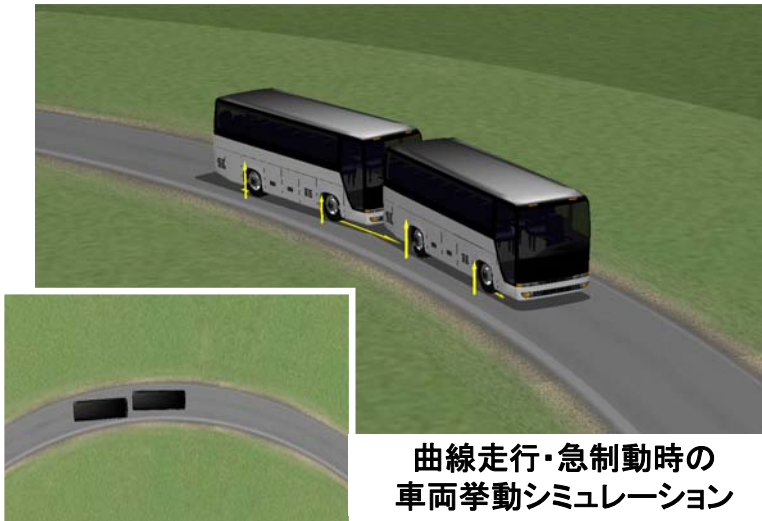
鉄道保安システム用フェールセーフ制御コンピュータの応用検討

機械連結器の収納機構（一般道路走行対応）

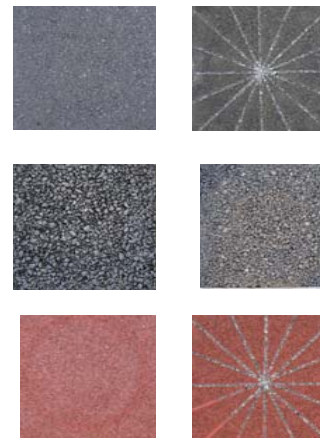


収納レイアウト設計の一例（伸縮収納方式）

自動操舵機構故障時の横滑り防止



曲線走行・急制動時の
車両挙動シミュレーション



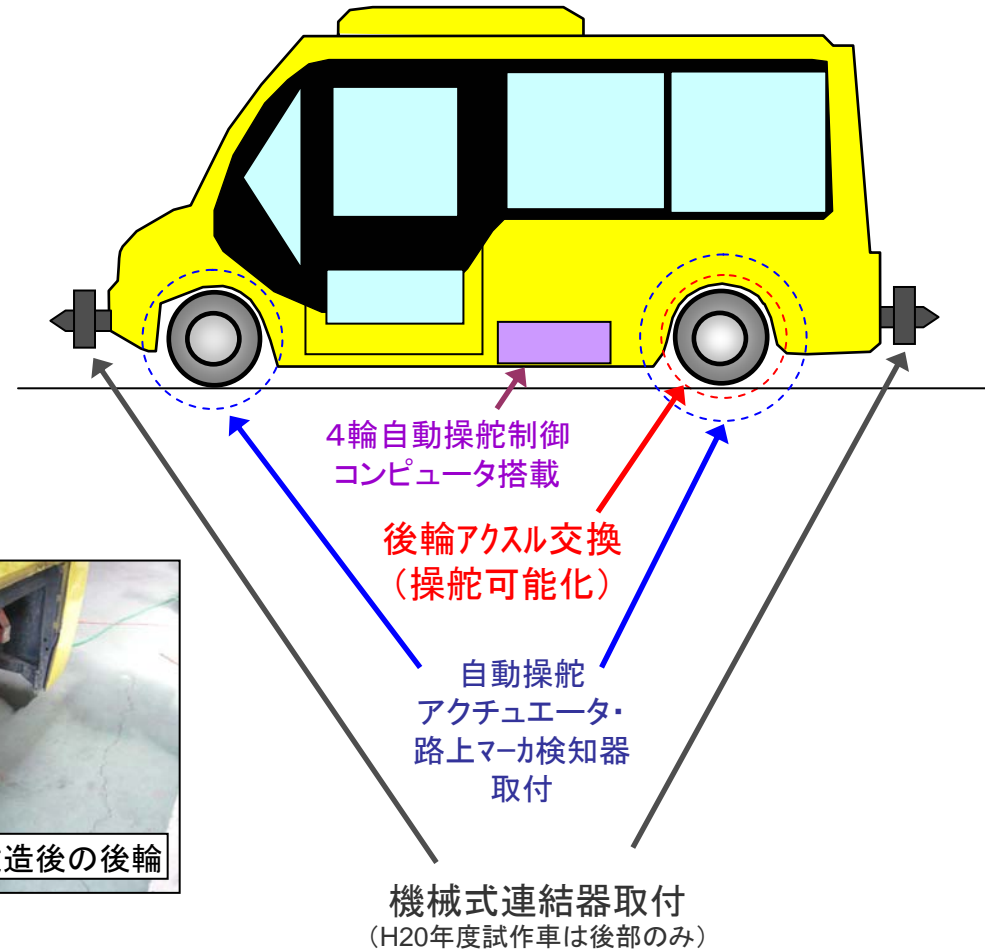
新設計路面試作サンプルと摩擦係数測定

[各開発項目の成果（連結・自動操舵技術を検証できる低床試験車両試作）]

ノンステップ小型バス（現在生産中止）をベースとした試験車両



ベース車両からの主な改造項目



後輪アクスル・サスペンション交換



4輪自動操舵化への改造

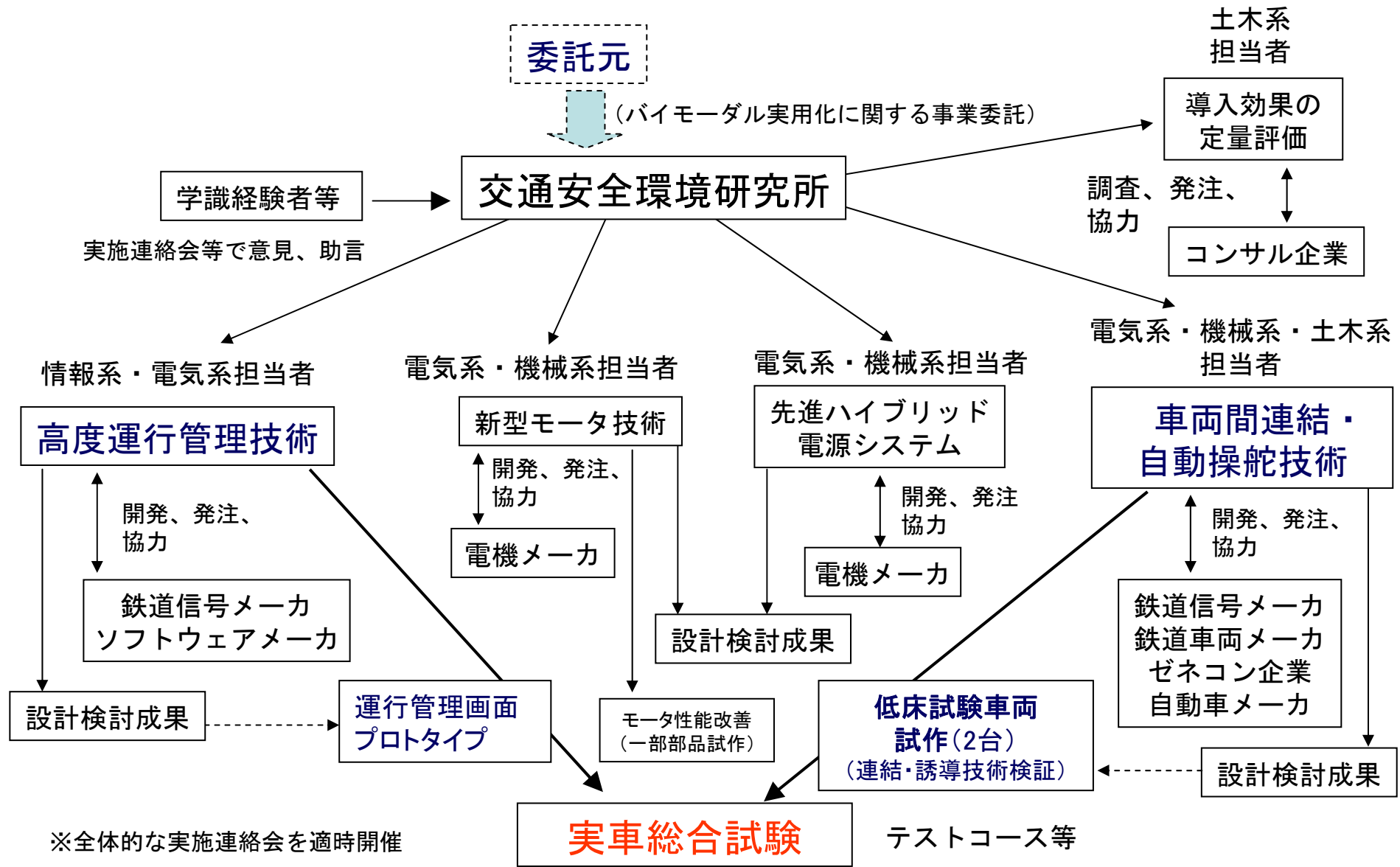


改造後の後輪

操舵アクチュエータ取付



[3年間を想定した体制 (案)]

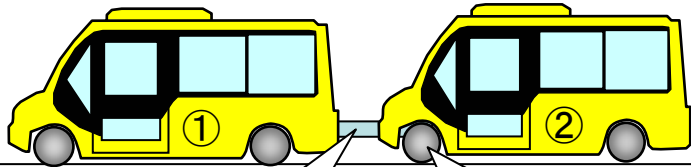


※全体的な実施連絡会を適時開催



[車両連結、自動操舵機能実証試験の構想]

小型ノンステップバスをベースとした試験車両

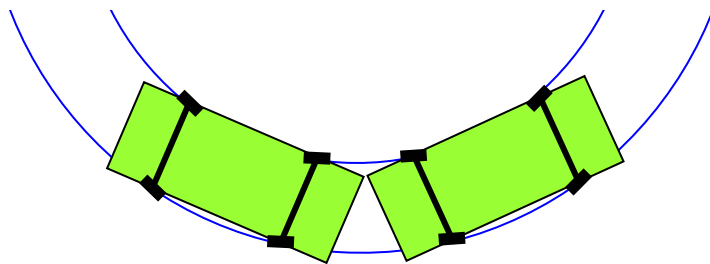


機械連結

・連結の分離も可能

4輪自動操舵

・前輪と後輪の通過軌跡が同一となるよう操舵制御



(4輪自動操舵・同軌走行による旋回)



(操舵故障時等の横滑り防止機能の確認)

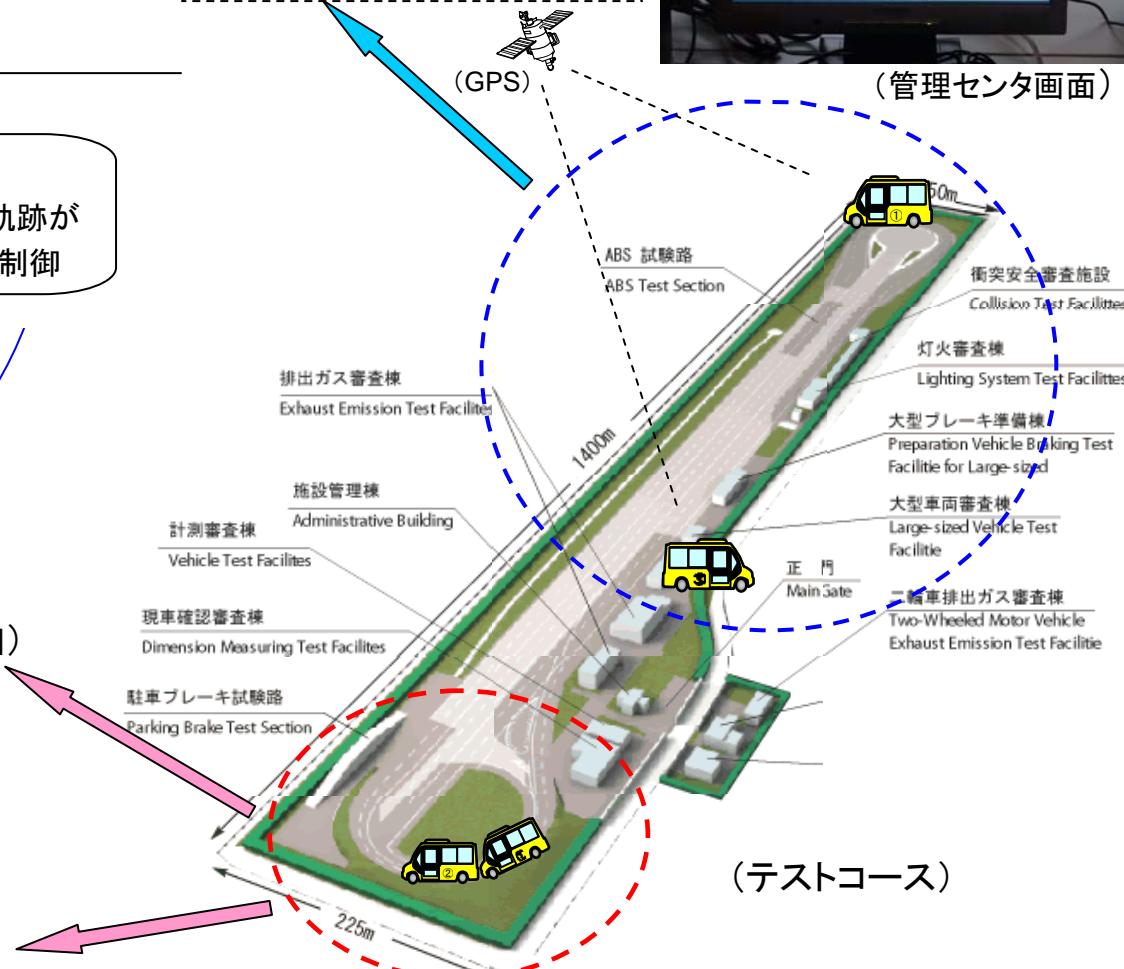
バスとして運行中の複数の車両位置をGPSで同時検知しながら連結地点に誘導し軌道走行に移行



(GPS)



(管理センタ画面)



(テストコース)



6. 今後の課題

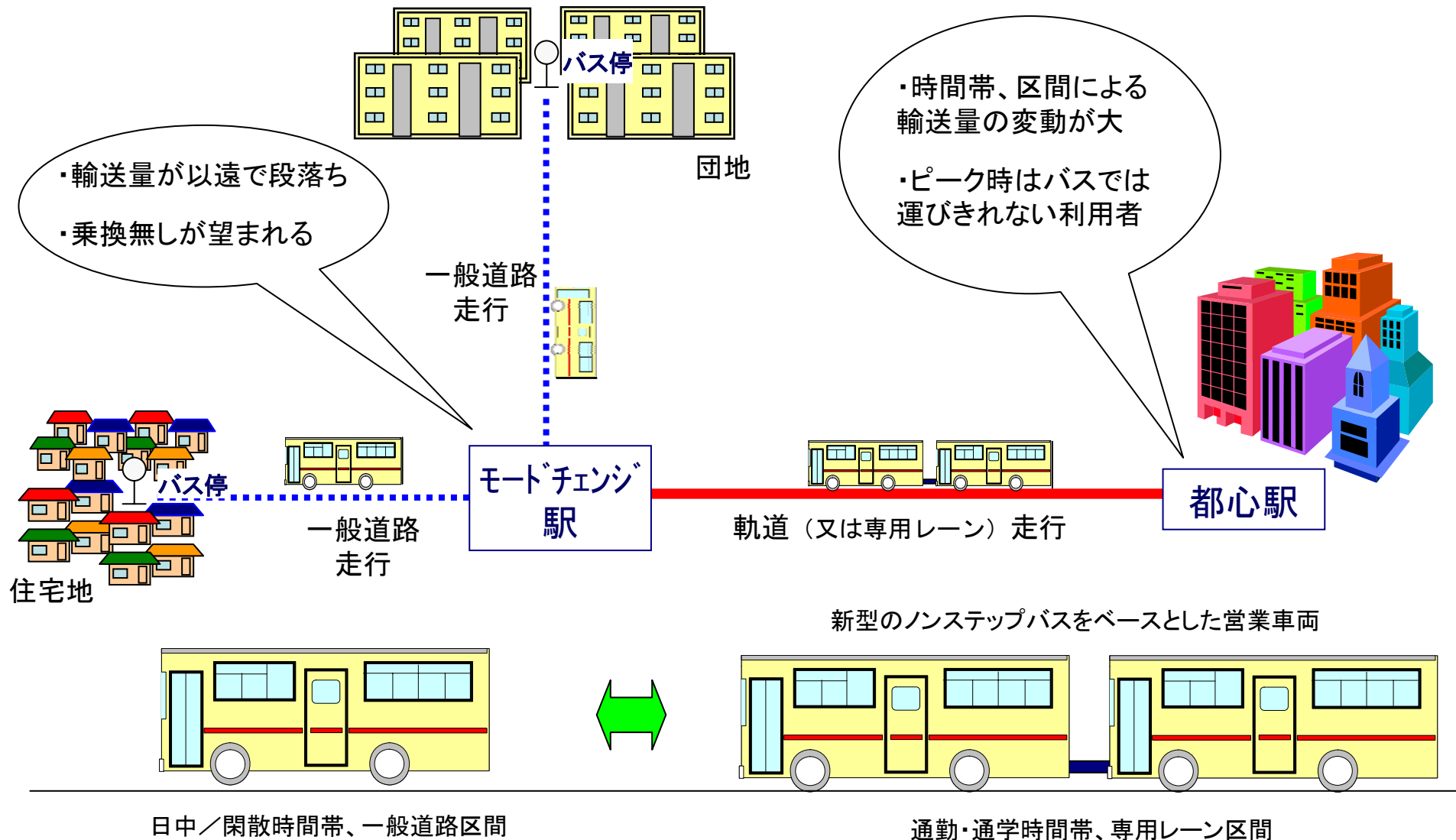
(1) 技術要素の開発推進およびシステムとしてのとりまとめ

- ・ 車両走行や運行形態に関する機能要件の考察
- ・ 低床試験車両による連結走行・4輪自動操舵技術の検証
- ・ バイモーダルシステムに最適な運行管理システムの構築
- ・ 新型駆動モータシステム、ハイブリッド電源システムのコンセプト確立
- ・ 法令への適合に関する検討（鉄軌道関係および自動車関係）

(2) 地域導入の実現に向けて

- ・ 導入効果（モーダルシフト、環境負荷低減等）の定量的な評価手法の検討
- ・ 導入モデル地域の選定、関係各方面との連携
- ・ 実用性を高めたプロトタイプの開発、試作
- ・ 社会実験、試験的運行

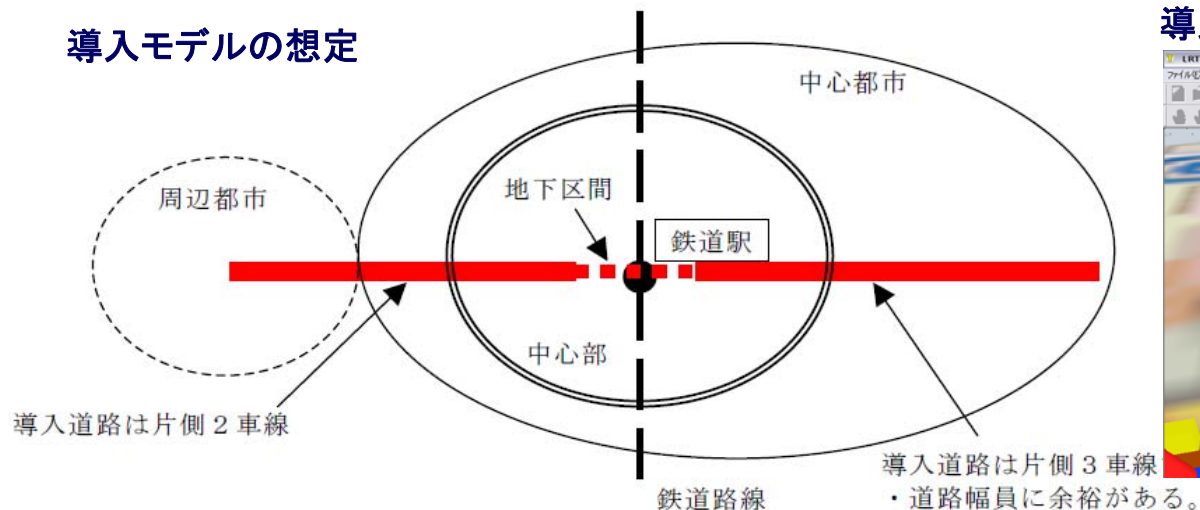
[バイモーダルシステム実現のイメージ]



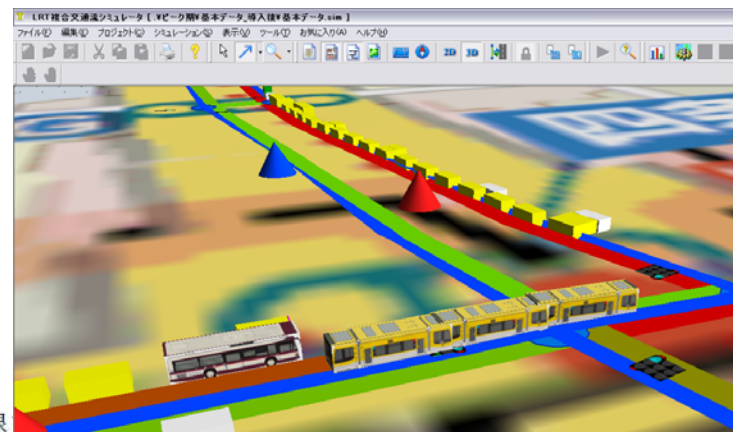
最大の特長：区間や時間帯ごとの輸送量の大幅な変化を車両の連結両数で調節可能

[バイモーダルシステム導入効果の定量的な評価のイメージ]

導入モデルの想定

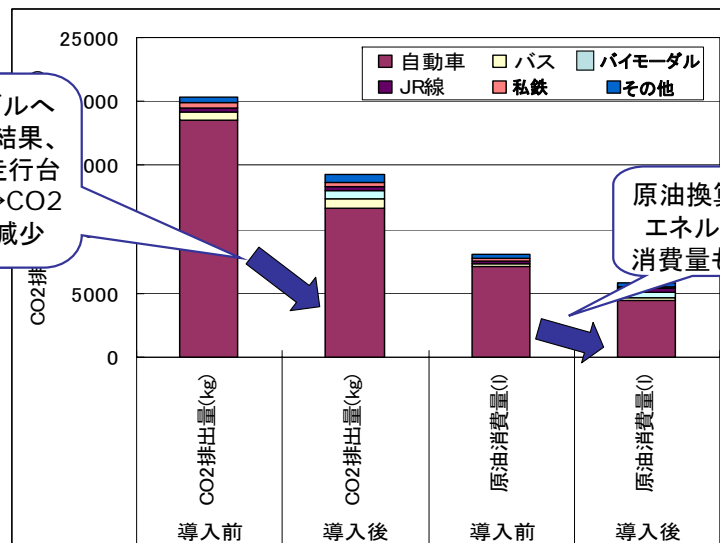
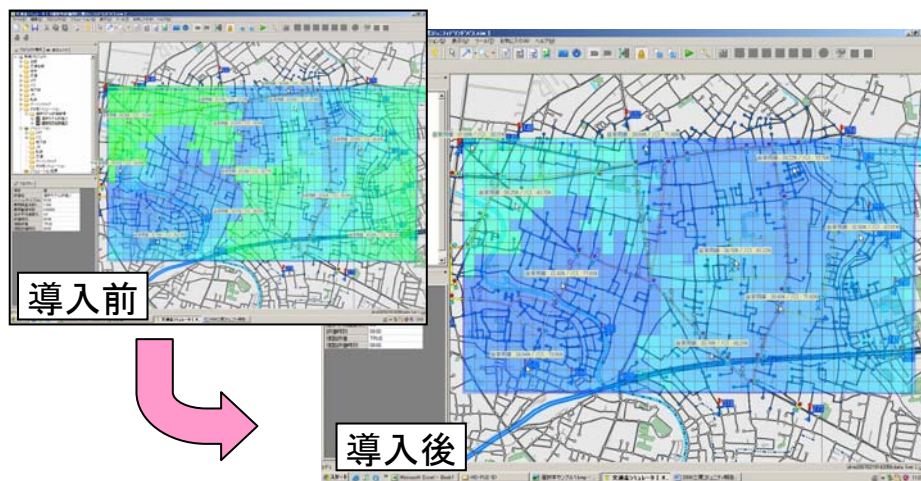


導入した場合の交通流のシミュレーション



環境負荷低減、省エネルギー効果の評価

地域導入前後の交通機関選択率予測 (青:公共交通、緑:マイカー)



バイモーダルへのシフトの結果、自家用車走行台数が減少→CO2排出量も減少

原油換算したエネルギー消費量も減少

7. まとめ

- バイモーダルシステムの概念と研究開発の経緯を示した。
- 先行的な試作システムの概要を紹介し、引き続き実用化に必要な技術開発項目を示した。
- 平成20年度以降の新たな実施体制を示し、以下の成果を報告した。
 - ・ 高度運行管理技術
 - ・ 新型電気動力技術(駆動モータ、車上電源)
 - ・ 低床車両連結、4輪自動操舵技術
- 今後の実証試験や成果とりまとめの構想、および次の段階であるバイモーダルシステム導入実現に向けた課題を示した。

謝 辞

バイモーダルシステムに関する研究開発を実施するにあたり、平成20年度事業を委託して下さいました国土交通省総合政策局殿、ならびに平成16～17年度モデル事業を補助して下さいました独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）殿に深く謝意を表します。

また当研究所と共に取組んで頂き、多大な御協力を賜りました関係各方面の方々に厚く御礼申し上げます。