

2.4 最新技術等や沖縄特有の状況等を考慮した場合の概算事業費の精査

最新技術等（土木構造物、車両、軌道、電気設備等）や沖縄特有の状況等を考慮した場合の概算事業費の精査、交通システムとして、架線式蓄電池電車や水素燃料電池電車、次世代型バス輸送システムの開発状況等を把握するなど、最新技術等について調査検討を行った。

2.4.1 鉄軌道技術を構成する各種要素技術の動向把握

鉄軌道の各種要素技術の進歩は、海外も含めると目覚ましいものであり、とりわけAI技術や自動運転技術は年々進歩している。鉄軌道を整備するに当たり、コスト削減を図っている事例を収集するなど、更なるコスト削減方策に関する検討を行った。

鉄軌道技術を構成する各種要素技術について、イニシャルコスト及びランニングコストの削減、環境保全の観点から整理を行った。

表 鉄軌道技術を構成する各種要素技術の動向把握

各種要素	区分	技術動向	イニシャルコスト	ランニングコスト	環境保全
土木・建築	高架橋・橋りょう	ハイブリッド駅構造（土木・建築一体構造）、地中梁省略高架構造（地中梁を省力したラーメン高架橋）、背割式高架構造（高架橋の橋脚を背中合わせに配置したラーメン高架橋）、プレキャスト型枠工法（工場で作られた埋設型枠を使用した工法）、PCU桁式高架構造等	○	○	○
	盛土	気泡モルタル盛土工法、RRR工法（補強盛土工法）、HEP&JES工法（High Speed Element Pull & Jointed Element Structure）等	○	○	○
	トンネル	SENS工法（シールド工法とNATM（山岳トンネル工法）の利点を併せ持つ工法）、シールド切り開き工法、矩形シールド工法、都市NATM工法等	○		○
	建築	ハイブリッド駅構造（土木・建築一体構造）、ZEB（Net Zero Energy Building）、膜屋根工法、吊り免振工法、杭柱アジャストジョイント工法、J-DAIA工法等		○	○
軌道	—	弾性直結軌道（コンクリートスラブに弾性材（ゴムなど）を介して直結した軌道）、フローティングラダー軌道（レールと枕木を梯子状に配置した軌道）、CBM（状態基準保全）等		○	○
電気・機械	電灯・電力	インテグレート架線、回生電力蓄電装置（電車から制動中に戻される電力を蓄えるシステム）、回生インバータ装置（電車から制動中に戻される電力を交流電力に変換するシステム）、LED照明、太陽光発電装置、CBM（状態基準保全）等		○	○
	信号保安・通信	ATO（自動運転制御装置）、CBTC（無線式列車制御システム）、デジタル列車無線、CBM（状態基準保全）、5G、AI/IoT等	○	○	○
	バリアフリー・安全対策	ホームドア、可動式ホーム柵、回生電力活用エレベータ、人感センサー付エスカレータ、遠隔監視システム、AI/IoT等		○	○
車両	—	普通鉄道の規格化、スマート・リニアメトロ、高速AGT、HSST（磁気浮上方式）、粘着駆動方式小型鉄道、最新型高速鉄道（200km/h以上）、架線式蓄電池電車、水素燃料電池電車、ハイブリッド電車（ディーゼル発電・電気モーター駆動）、次世代型バス輸送システム、CBM（状態基準保全）等	○	○	○

○：コスト削減又は環境保全に寄与するもの

注）各種要素技術は現時点においても多用されている従来技術も含む。

2.4.2 架線式蓄電池電車の可能性検討

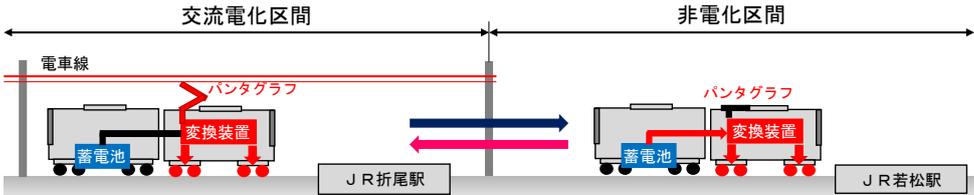
(1) 最新技術車両の導入事例の整理

鉄軌道を非電化で整備することによって、電化路線に比べてトンネルが小さくなり、土木工事費が削減できるだけでなく、電車線設備や変電設備等の電気設備の低減にもつながる。このため、非電化路線で導入された最新技術車両の導入事例について整理を行った。

1) 架線式蓄電池電車

車両の床下に蓄電池を搭載した架線式蓄電池電車の概要を以下に示す。国内ではJR九州及びJR東日本で導入されている。

表 架線式蓄電池電車の概要

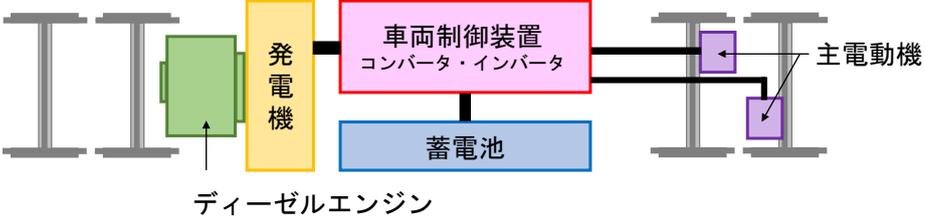
項目	JR九州・BEC819系 ^{※1} (DENCHA)
車両写真	
設計最高速度	120km/h
航続距離	90km (最大)
電気方式	交流 20,000V
編成定員	264人 (2両編成)
運行路線	JR 筑豊本線・若松線 若松・折尾間【非電化区間：10.8km】 JR 筑豊本線・篠栗線 折尾・桂川・博多間【電化区間】 JR 香椎線 西戸崎駅・宇美間【非電化区間：25.4km】
運行開始	平成 28 年 10 月
架線式蓄電池電車の特長	<p>■ 走行概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 交流電化区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の電車と同じように電車線からの交流電力で走行 ・ 走行及び停車中に電車線からの交流電力を変換して蓄電池に充電 ○ 非電化区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ パンタグラフを下げ、蓄電池のみの電力で走行 ・ ブレーキ時に回生エネルギーを蓄電池に充電  <p>図 架線式蓄電池電車の走行イメージ</p>
新製車両数	18 編成 36 両
車両費	約 53 億円 (11 編成)

※1 BEC819系: Battery Electric Car の略で、811系、813系、815系、817系に続く型式として819系としている。

2) ハイブリッド電車

蓄電池搭載型のディーゼルエレクトリック車両（ハイブリッド電車）の概要を以下に示す。なお、在来線車両ではJR大村線等（JR九州）でYC1系^{※2}が導入されており、特急車両ではJR高山線等（JR東海）でHC85系^{※3}が導入されている。その概要を以下に示す。

表 ハイブリッド電車の概要（その1）

項目	JR九州・YC1系 ^{※2}
車両写真	
設計最高速度	110km/h
編成定員・編成両数	232人（座席76人）2両編成
運行路線	長崎・佐世保間（JR長崎本線・大村線・佐世保線）
運行開始	令和2年3月
ハイブリッド電車の特長	<p>■ 環境負荷の低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ブレーキ時に発生する回生電力を蓄電池に充電させエネルギーの有効活用（キハ66・67気動車^{※4}と比較して燃料消費量約20%低減） エンジン駆動からエンジン発電式モーター駆動に置換えることで、二酸化炭素等の排出量や騒音を低減 <p>■ 安全・安定輸送の追及</p> <ul style="list-style-type: none"> 蓄電池のアシストによる効率的な走行性能を実現 気動車^{※4}に使用していた回転機器等の機械部品減少かつ、電車部品による気動車^{※4}特有の不具合を低減 <p>（出典：JR九州ニュースリリース、平成30年1月26日） https://www.jrkyushu.co.jp/news/_icsFiles/afieldfile/2018/01/26/180126_001821_1.pdf</p>  <p style="text-align: center;">図 ハイブリッド電車の仕組み</p>
新製車両数	20両（2両6編成・単車8両）
車両費	約59億円

※2 YC1：YCはYasashikute Chikaramochi（やさしくて力持ち）の略で、最初（1番目）の型式を示している。

※3 HC85系：HCはHybrid Carの略で、旧型車のキハ85系の後継車であることから85系となっている。

※4 内燃機関を動力源として用い自力で走行する車両のこと。

表 ハイブリッド電車の概要（その2）

項目	JR東海・HC85系 ^{※3}
車両写真	
設計最高速度	120km/h
編成定員	210人（56人+50人+68人+36人）
運行路線	特急ひだ（JR高山線他）・特急南紀（JR紀勢線他）
運行開始	令和4年7月
ハイブリッド電車の特長	<p>■安全性の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> エンジンで発電した電力と蓄電池に貯めた電力を組み合わせ、電動機で走行することにより、気動車^{※4}特有の推進軸等の回転部品が不要となり、安全性が向上 <p>■快適性の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 気動車^{※4}特有の変速機によるギアチェンジが解消されることにより、乗り心地が向上・エンジンを1両あたり2台から1台に削減するとともに、駅停車時のアイドリングストップを導入することにより、車内・車外の静粛性や乗り心地が向上 <p>■環境負荷の低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ブレーキ時に電動機によって電力を発生させる回生ブレーキを導入し、その回生ブレーキで発生した電力を蓄電池に充電し、加速時や停車時に使用 必要出力に応じて燃費の良いエンジン回転数を使い分ける制御の改善等、試験走行で得られた知見を活用⇒約35%の燃費向上 燃費向上に加え、エンジンの給気圧力・温度等に応じて燃料噴射量をきめ細かく調整する制御を導入 排出するCO₂を約30%、NO_xを約40%削減するなど、排出ガスを減少 <p>出典：東海旅客鉄道株式会社ホームページ ハイブリッド方式の次期特急車両「HC85系」量産車の新製について）https://jr-central.co.jp/news/release/_pdf/000040930.pdf</p> <p>■バイオディーゼル燃料での走行試験を令和4年2月より開始</p> <ul style="list-style-type: none"> 試験で用いられたのは、バイオマス由来の原料から製造されたユーグレナ社の燃料で軽油と同じ分子構造を持ち、同等の燃料特性を実現できるだけでなく、既存の車両のエンジンに手を加えなくとも使用できる。
新製車両数	64両（令和4年度～令和5年度）※別途、試験走行車（4両）改造する。
車両費	約310億円（車両製作費、試験走行車改造費、付帯工事費を含む）

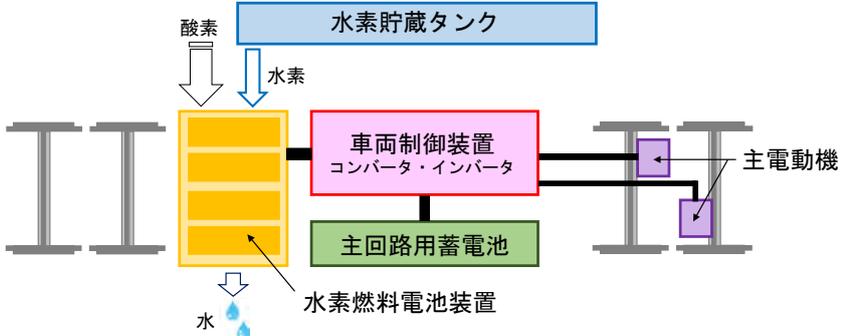
※3 HC85系：HCはHybrid Carの略で、旧型車のキハ85系の後継車であることから85系となっている。

※4 内燃機関を動力源として用い自力で走行する車両のこと。

3) 水素燃料電池電車

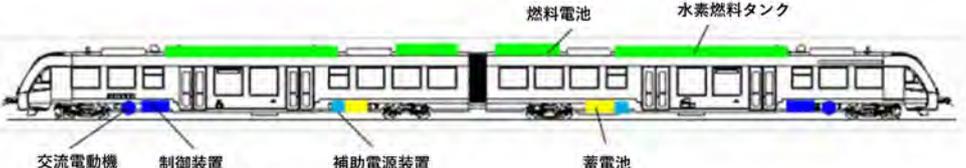
水素燃料電池及び蓄電池を搭載した水素燃料電池電車の概要を以下に示す。なお、国内ではJR東日本が日立製作所及びトヨタ自動車と共同開発し、JR鶴見線や南武線尻手支線、南武線(尻手・武蔵中原間)で試験走行が行われている。日立製作所は車体製造や艤装等を担当し、トヨタ自動車は水素燃料電池や水素タンクを共有している。また、海外におけるドイツの導入事例を次頁に示す。

表 水素燃料電池電車の概要(その1)

項目	JR東日本・日立・トヨタ FV-E991系※ ⁵ (HYBARI)																		
車両写真																			
設計最高速度	100km/h																		
編成定員	140km (最大)																		
運行路線	JR鶴見線・南武線尻手支線、南武線(尻手・武蔵中原間)																		
運行開始	令和4年3月23日																		
水素燃料電池電車の特長	<p>■車両諸元</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>FV-E991系仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>車両構成</td> <td>2両(1M1T)</td> </tr> <tr> <td>最高速度</td> <td>100km/h</td> </tr> <tr> <td>加速度</td> <td>2.3km/h/s</td> </tr> <tr> <td>航続距離</td> <td>約140km(最大)</td> </tr> <tr> <td>主回路装置</td> <td>電力変換装置(VVVFインバータ)、1C2M×2群、主電動機 95kW×4</td> </tr> <tr> <td>燃料電池装置</td> <td>固体高分子形: 60kW×4</td> </tr> <tr> <td>主回路用蓄電池</td> <td>リチウムイオン電池: 120kWh×2</td> </tr> <tr> <td>水素貯蔵ユニット</td> <td>最高充填圧力 70MPa (大気圧の約700倍) 水素貯蔵容量 510×5本×4ユニット</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図 水素燃料電池電車の仕組み</p>	項目	FV-E991系仕様	車両構成	2両(1M1T)	最高速度	100km/h	加速度	2.3km/h/s	航続距離	約140km(最大)	主回路装置	電力変換装置(VVVFインバータ)、1C2M×2群、主電動機 95kW×4	燃料電池装置	固体高分子形: 60kW×4	主回路用蓄電池	リチウムイオン電池: 120kWh×2	水素貯蔵ユニット	最高充填圧力 70MPa (大気圧の約700倍) 水素貯蔵容量 510×5本×4ユニット
項目	FV-E991系仕様																		
車両構成	2両(1M1T)																		
最高速度	100km/h																		
加速度	2.3km/h/s																		
航続距離	約140km(最大)																		
主回路装置	電力変換装置(VVVFインバータ)、1C2M×2群、主電動機 95kW×4																		
燃料電池装置	固体高分子形: 60kW×4																		
主回路用蓄電池	リチウムイオン電池: 120kWh×2																		
水素貯蔵ユニット	最高充填圧力 70MPa (大気圧の約700倍) 水素貯蔵容量 510×5本×4ユニット																		
新製車両数	2両1編成(試験車両)																		
車両費	約40億円(試験費用込み)																		

※5 FV-E991系: FVはFuel cell Vehicleの略で、EはJR東日本、900番台は試験車両を示している。

表 水素燃料電池電車の概要（その2）

項目	アルストム コラディア・リント
<p>車両写真</p>	
<p>設計最高速度</p>	<p>140km/h</p>
<p>編成定員</p>	<p>1,000km（最大）</p>
<p>運行路線</p>	<p>ドイツ・北部ニーダーザクセン州 ブクステフェーデ-ブレマーフェルデ-ブレマーハーフェン-クックスハーフェン（約124km）</p>
<p>運行開始</p>	<p>平成30年9月</p>
<p>水素燃料電池電車の の特長</p>	 <p> ■電気駆動システム ■燃料電池による一次エネルギー ■リチウムイオン蓄電池による中間貯蔵 ○更なる加速のために ○制御エネルギーの回収に ※推進とエネルギー貯蔵を組み合わせたシステム </p> <p> 約10メガワット 風力発電などが必要 </p>  <p> 供給量4メガワット 電解する </p> <p> 14編成を運用する </p> <p> 図 水素燃料電池電車の仕組み 出典：Alstom社（フランス）PR資料 </p>
<p>新製車両数</p>	<p>14編成（令和4年完了）</p>
<p>車両費</p>	<p>約8,100万ユーロ（約133億円 ※1ユーロ=164円）</p>

(2) 架線式蓄電池電車の可能性検討

前章において、架線式蓄電池電車、ハイブリッド電車及び水素燃料電池電車について、導入事例や車両仕様等の整理を行ったが、現在検討中の沖縄本島の鉄軌道路線は地下トンネル区間を有しているため、車両や地下駅、地下トンネル等において相応の火災対策が求められる。

ハイブリッド電車は、可燃性燃料として軽油を積載しており、かつ発電時にディーゼルエンジンから排気ガスが発生する。また、水素燃料電池電車は、水素燃料の漏洩及び引火爆発の危険性があるため、地下トンネル内への導入は困難であると考えられる。

このため、今年度においては、架線式蓄電池電車を想定して、その可能性について検討を行うものとした。

1) 架線式蓄電池電車の検討条件**①. 車両諸元**

架線式蓄電池電車の車両諸元を以下のとおり想定した。

表 車両諸元（架線式蓄電池電車と普通鉄道の比較）

項目	架線式蓄電池電車	普通鉄道（架線給電式電車）
参考車両	J R九州・BEC819系 	T X・2000系 
最高速度	120km/h	130km/h
起動加速度	電化区間：2.6 km/h/s 非電化区間：1.5 km/h/s	3.0 km/h/s
電気方式	電化区間：交流 20,000V 非電化区間：直流 1,600V	交流電化区間：交流 20,000V 直流電化区間：直流 1,500V
MT比率	1 M 1 T (M：モーター駆動車 T：付随車)	4 M 2 T (M：モーター駆動車 T：付随車)
主電動機	交流モーター（誘導電動機）	交流モーター（誘導電動機）
主電動機出力	95kW×4（2両編成）	190kW×16（6両編成）
制御装置	V V V F インバータ制御 Variable voltage variable frequency control（可変電圧可変周波数制御）	V V V F インバータ制御 Variable voltage variable frequency control（可変電圧可変周波数制御）
航続距離	電化区間：無制限 非電化区間：90km	電化区間：無制限 非電化区間：走行不可能
蓄電池	マンガン酸リチウムイオン電池 定格容量 384kWh	—
蓄電池走行の想定	蓄電池走行約 20km で、蓄電池の容量約 30%を消費（放電）すると想定、架線式給電走行約 10 分で約 30%消費分を充電 また、蓄電池走行の目安は 30km 以内と想定	—

参考として、架線式蓄電池電車に搭載する蓄電池に使用するリチウムイオン電池について、その種類ごとの比較を以下に示す。

J R九州・B E C 819 系 (D E N C H A) は、マンガン酸リチウムイオン電池を搭載しているが、安全性や寿命特性、調達価格など課題が多く残されている。

近年、中国製 E V には、安全性や寿命特性が高く、レアメタルを使用せず割安なリン酸鉄リチウムイオン電池が搭載されており、欧州製や米国製の E V においても近々搭載予定である。

表 リチウムイオン電池の比較

項目		リン酸鉄リチウム	チタン酸リチウム	三元系リチウム
使用部材	正極	リン酸リチウム	マンガン酸リチウム	コバルト、マンガン、ニッケルを含むリチウム
	負極	カーボン系	チタン酸リチウム	カーボン系
公称電圧		3.2V	2.4V	3.7V
特徴		●高安全・長寿命タイプ	●高安全・長寿命タイプ	●高電圧・高エネルギー密度タイプ
放電特性		●SOC (State Of Charge) が0%と100%付近で急激に電圧低下	●容量低下、電圧ともになだらかに低下	●容量低下、電圧ともになだらかに低下
メリット		●安全性、寿命特性が高い ●自己放電率が低い ●レアメタルを使用しない ●原材料価格が安い ●環境にやさしい	●安全性、寿命特性が高い	●高容量化、作動電圧、寿命特性など性能のバランスがよい
デメリット		●作動電圧、エネルギー密度が低い	●作動電圧、エネルギー密度が低い ●ガスが発生しやすい	●過充電や外部からの強い衝撃がかかると、ショートが起こり、熱暴走、発火、破裂のリスクがある
備考		●特に中国製のE Vに多く搭載されている ●米テスラや独メルセデスベンツも近々搭載予定 ●トヨタ自動車や日産自動車においても搭載予定		●J R九州・B E C 819 系 (D E N C H A) はマンガン酸リチウムイオン電池を搭載 ●日本製のE Vに搭載されている ●スマホやノートP Cはコバルト酸リチウムイオン電池が主流

②. 架線式蓄電池電車の非電化区間におけるトンネル区間の標準断面の設定

普通鉄道（架線式電車）及び架線式蓄電池電車の非電化区間におけるトンネル区間の標準断面図を以下に示す。架線式蓄電池電車の非電化区間は、架線（電車線）が不要であり、その分建築限界が小さくなるため、普通鉄道（架線式電車）よりシールドトンネルでは複線、単線ともに外径が小さくなり、山岳トンネルでは単線で断面積が小さくなった。

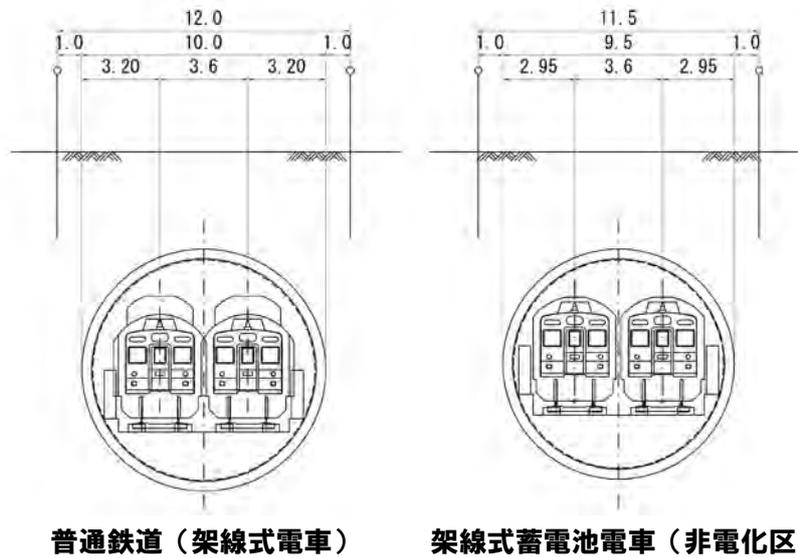


図 複線シールドトンネル区間の標準断面図

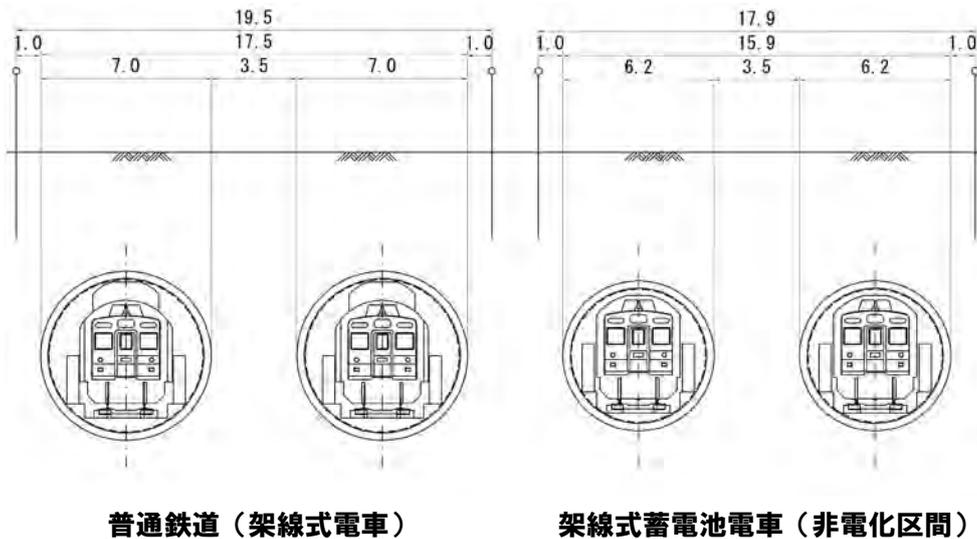


図 単線シールドトンネル区間の標準断面図

表 シールドトンネルの規模（普通鉄道と架線式蓄電池電車の比較）

項目		普通鉄道（架線式電車）	架線式蓄電池電車(非電化区間)
シールドトンネル	外径	複線：10.0m 単線：7.0m	複線：9.5m 単線：6.2m
	断面積	複線：78.5 m ² 単線：38.5 m ²	複線：70.9 m ² 単線：30.2 m ²

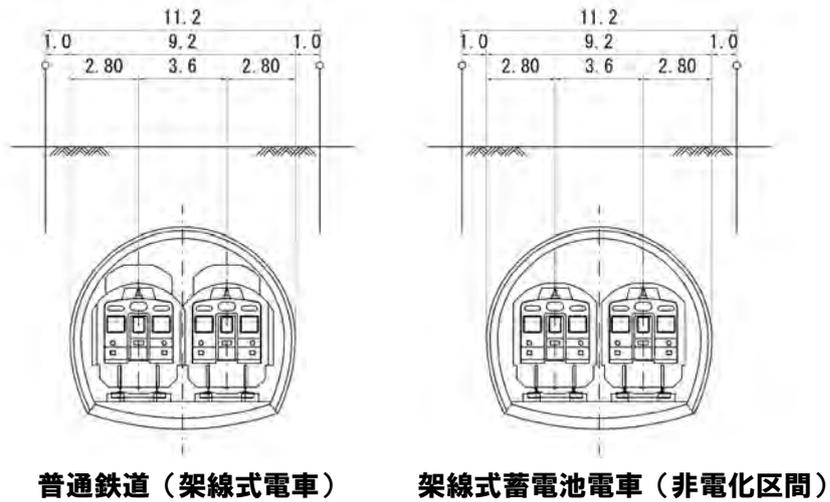


図 複線山岳トンネル区間の標準断面図

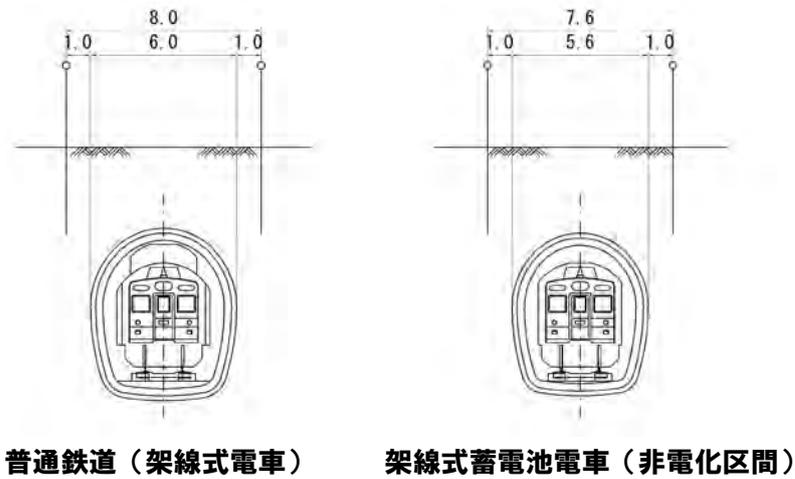


図 単線山岳トンネル区間の標準断面図



写真 非電化区間の単線山岳トンネル（JR男鹿線）

表 山岳トンネルの規模（普通鉄道と架線式蓄電池電車の比較）

項目		普通鉄道（架線式電車）	架線式蓄電池電車（非電化区間）
山岳トンネル	幅員	複線：9.2m 単線：6.0m	複線：9.2m 単線：5.6m
	断面積	複線：63.3 m ² 単線：35.7 m ²	複線：63.3 m ² 単線：31.5 m ²

2) 架線式蓄電池電車の電化区間及び非電化区間の設定

架線式蓄電池電車の非電化区間における航続距離や運行区間、蓄電池の消費量（放電量）、急速充電装置による充電性能、電化区間における充電性能等を踏まえて、電化区間及び非電化区間を設定した。

なお、架線式蓄電池電車の折り返しや長時間留置する駅（糸満市役所、うるま具志川、名護、那覇空港）では、フル充電できるように急速充電装置を設置するものとした。

架線式蓄電池電車を導入しているJR男鹿線（JR東日本）の終端駅となるJR男鹿駅では、急速充電装置が設置されており、当駅に設置されている風力発電設備で発電した電力（再生可能エネルギー）は、当駅施設や架線式蓄電池電車（一部）に供給されている。



写真 急速充電装置（JR男鹿駅）



写真 急速充電装置に電力を供給する変電設備及び風力発電設備（JR男鹿駅）

糸満市役所発名護行下り快速列車をイメージすると、糸満市役所では急速充電装置によりフル充電が完了しており、糸満市役所を出発後、普天間飛行場までの非電化区間は蓄電池で走行する。普天間飛行場からコザ十字路までの電化区間は架線からの給電によって走行、同時に充電を行う。コザ十字路から恩納までの非電化区間は蓄電池で走行し、恩納から喜瀬までの電化区間は架線からの給電によって走行、同時に充電を行う。喜瀬から名護までの非電化区間は蓄電池で走行し、終点の名護に到着する。

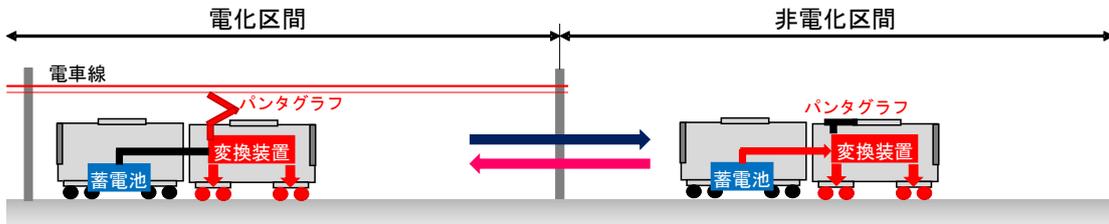


図 架線式蓄電池電車の走行イメージ

表 電化区間及び非電化区間の設定

線名	駅名	区間延長	所要時間 (快速)	電化・非電化	電気設備の対応
本線	糸満市役所	—	—	電化	急速充電装置設置
	糸満市役所・普天間飛行場間	約 21.7km	約 25分	非電化	
	普天間飛行場・コザ十字路間	約 10.7km	約 10分	電化	電車線・変電設備設置
	コザ十字路・うるま具志川間	約 5.8km	約 5分	非電化	
	うるま具志川	—	—	電化	急速充電装置設置
	うるま具志川・恩納間	約 18.4km	約 18分	非電化	
	恩納・喜瀬間	約 10.8km	約 10分	電化	電車線・変電設備設置
	喜瀬・名護間	約 8.3km	約 9分	非電化	
空港 接続線	名護	—	—	電化	急速充電装置設置
	旭橋・那覇空港間	約 3.9km	約 4分	非電化	
	那覇空港	—	—	電化	急速充電装置設置

参考までに、JR奥羽本線は電化されているため架線走行、JR男鹿線は非電化のため蓄電池走行となり、車内モニターでは、以下の写真のように表示される。



架線走行時（JR奥羽本線）



蓄電池走行時（JR男鹿線）

写真 架線式蓄電池電車の車内モニター

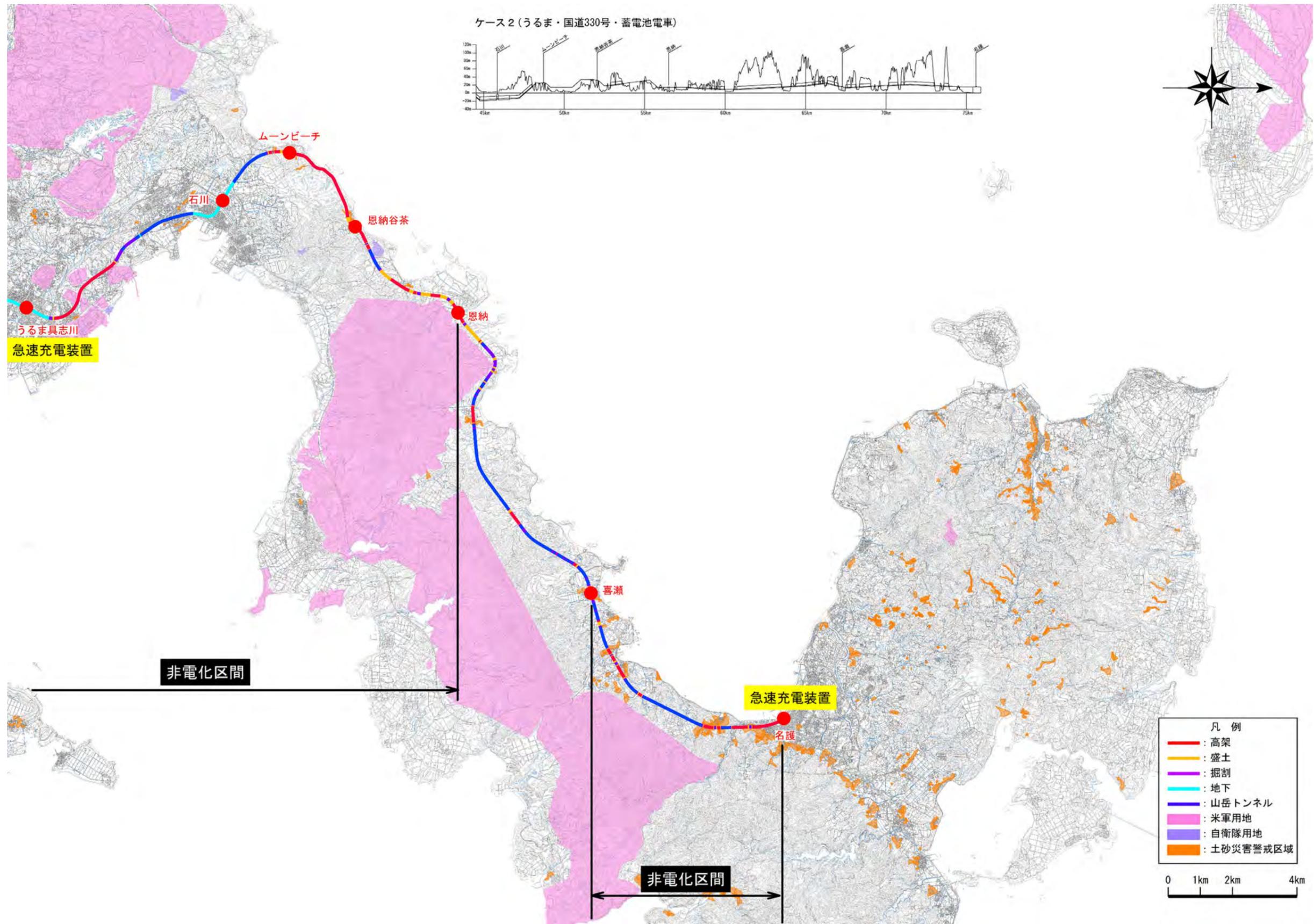


図 ルート検討図（沖縄本島北部地域）（架線式蓄電池電車）

出典：基盤地図情報（国土地理院）<https://www.gsi.go.jp/kiban/index.html> を加工して作成

5) 今後の検討課題

架線式蓄電池電車の可能性について、現在運用されている車両性能等に基づいて検討を行ったが、特に中南部地域においては急勾配区間が複数あるため、現在の蓄電池の性能では、電車の停車時や下り急こう配区間の制動時における回生電力を蓄電池に貯めたとしても、電力容量の面で厳しい側面がある。一方で、蓄電池については、国内外で熾烈な開発競争が繰り広げられており、これまで主流であったリチウムイオン電池から全固体電池へとシフトしていくものと考えられる。近い将来に全固体電池が量産化される予定であり、その性能によっては全線非電化とすることも視野に入れて引き続き検討を行っていく必要がある。なお、トヨタ自動車は令和9～10年を目標に、全固体電池を搭載する電気自動車（EV）を市販化する予定である。

【参考】全固体電池の開発競争

全固体電池とは、電解液がなく正極と負極の間に電解質セパレーター層（従来のセパレーターとは異なり、固体電解質がセパレーターの役割を果たす）のみがある電池のことをいう。しかし、現時点で量産技術が一部のみしか確立されておらず、本格的に使用されるまでには至っていない。

近年、電気自動車（EV）の普及とともに、その安全性が注目され、自動車メーカーや電機メーカーの間で研究開発が盛んに行われており、特に電気自動車の普及に向けては、現行の電池では航続距離や充電時間に課題があるため、全固体電池への期待度は大きく、実用化に向けて開発が進められている。

全固体電池の構成に関しては、リチウムイオン電池と類似しており、正極にコバルト酸リチウムが、負極に黒鉛等の炭素が使用されていることが多く、大きな違いとしては、リチウムイオン電池が電解液を使用するのに対して、全固体電池が電解液を使用しない点が挙げられる。

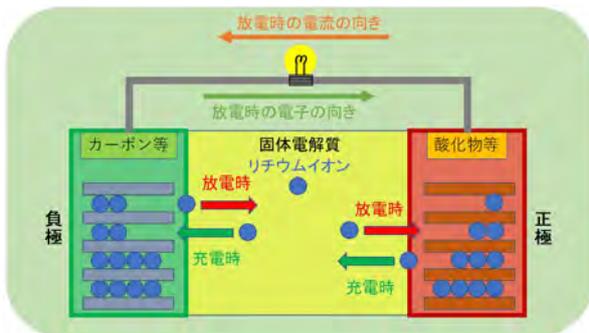


図 全固体電池の仕組み

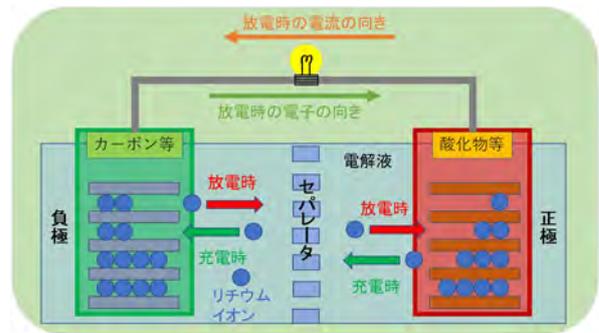


図 リチウムイオン電池の仕組み

表 全固体電池のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 安全性が高い ✓ 超急速充電が可能 ✓ 高エネルギー密度 ✓ 作動温度範囲が広い ✓ 設計の自由度が高い ✓ 劣化しにくい ✓ 液漏れが起こらない 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電極と電解質の界面抵抗が大きい <界面抵抗について> ✓ リチウムイオン電池と比べて、全固体電池では固体電解質のため、電極間のリチウムイオンの移動抵抗が高く、電池として出力を上げにくい

2.4.3 次世代型バス輸送システムの検討

令和4年度調査において検討した次世代型バス輸送システムについて、新たなモデルルートの検討や実用化に当たっての最新技術動向の整理、法令・制度の確立状況等の調査検討を行った。

(1) 新たなモデルルートの検討

令和4年度調査では、次世代型バス輸送システムについて、コスト削減、輸送力、速達性、定時性の確保等の実現可能性を検討した。想定ルートは、広幅員道路である国道58号(ケース8)に高架構造で導入することを前提として、読谷村を経由する幹線骨格代替軸を基本とした。また、沖縄市やうるま市方面、那覇空港方面については、フィーダー軸と位置付け、一般道の路面走行とし、幹線骨格代替軸から直通運転を行うものとした。

ただし、想定ルートはこれに限られるものではなく、鉄軌道系交通システムで検討してきた他のルートについても検討の余地が残されている。また、導入の前提としている、磁気誘導やGNSS※1等による100km/h以上の隊列自動走行が実現していないといった技術面の課題がある。

今年度調査においては、技術的課題の少ない支線軸に焦点を当てるものとし、そのうち、需要量が比較的に見込める沖縄本島中南部地域の支線②(旭橋～マリンタウン)、支線③(旭橋～東風平)、支線④(普天間飛行場～嘉手納)について検討を行った。なお、支線①(名護～沖縄美ら海水族館)については、沖縄北部テーマパークを経由するルートが望ましいが、その付近に片側2車線以上の広幅員道路がないことから、今年度は検討対象外とした。

※1 GNSS(衛星測位システムの総称)から受信する信号を利用してRTK測位(相対測位)を行うことで高精度測位を実現する技術



図 モデルルート(幹線骨格軸・幹線骨格代替軸・支線軸)

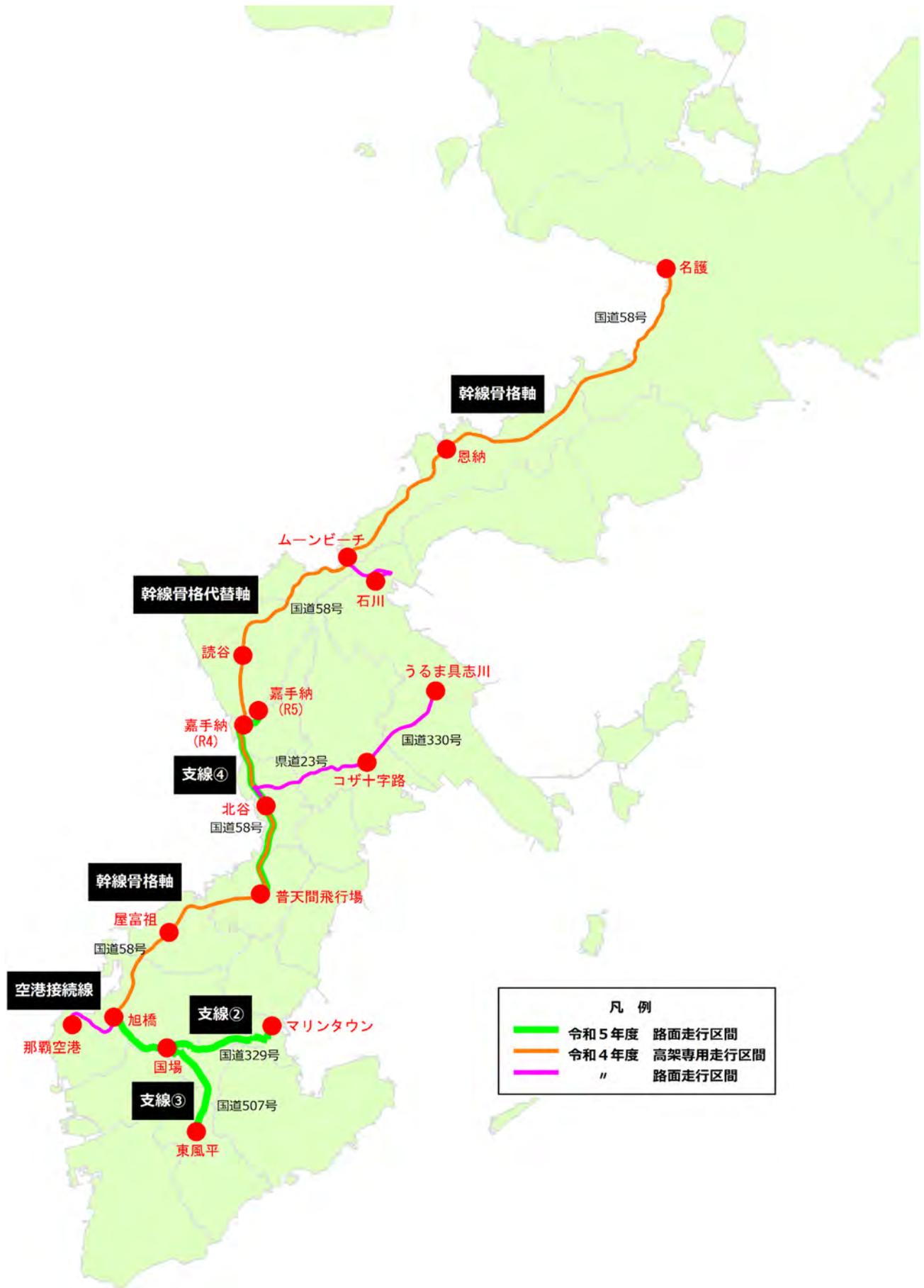


図 モデルルート（次世代型バス輸送システム）

次世代型バス輸送システムのモデルルートについては、コスト抑制の観点から路面走行を前提とし、類似事例である名古屋市の基幹バスの基幹1号系統（以下、東郊線と称す）を参考とした。

導入空間については、片側2車線以上の区間は東郊線と同様に第1走行車線にバス専用レーン（路側走行方式）を設置するものとした。なお、基幹バス2号系統（出来町線）では道路の中央を走行する方式を採用しているため、比較的大規模な道路改修が必要となったことから、今年度は東郊線の事例を参考とした。

運行するバスの車種は、輸送力確保や運行効率性等の観点から連節バス（EV）とし、ピーク時の運行本数及び表定速度は、東郊線並みのサービス水準を想定した。また、公共車両優先システム（PTPS：Public Transportation Priority System）を設置し、定時性、速達性を確保するとともに、自動運転が可能なシステムを搭載し、将来的には無人自動運転を行うものとする。

概算事業費は、支線②が約160億円、支線③が約150億円、支線④が約160億円となり、キロ当たりの概算事業費は、約14億円/km～約15億円/kmとなった。

表 次世代型バス輸送システムのモデルルートの検討概要

諸元	支線②	支線③	支線④
整備区間	旭橋～マリントウン	旭橋～東風平	普天間飛行場～嘉手納
路線延長	約10.50km	約9.88km	約11.80km
停留所数	16箇所	13箇所	16箇所
平均停留所間隔	約0.70km	約0.82km	約0.79km
バス専用レーン延長	約10.50km	約9.48km	約11.80km
バスの車種	連節バス（EV）	連節バス（EV）	連節バス（EV）
バス乗車定員	130人/台	130人/台	130人/台
ピーク時運行本数	12本/時	12本/時	12本/時
ピーク時輸送力	1,560人/時	1,560人/時	1,560人/時
ピーク時表定速度	14km/時	14km/時	14km/時
ピーク時片道所要時間	約45分	約43分	約51分
バス車両所要台数	22台	22台	約25台
概算事業費 （キロ当たり）	約160億円 （約15億円/km）	約150億円 （約15億円/km）	約160億円 （約14億円/km）

注）概算事業費は、消費税及び建設利息を含まない。自動運転システムを含む。

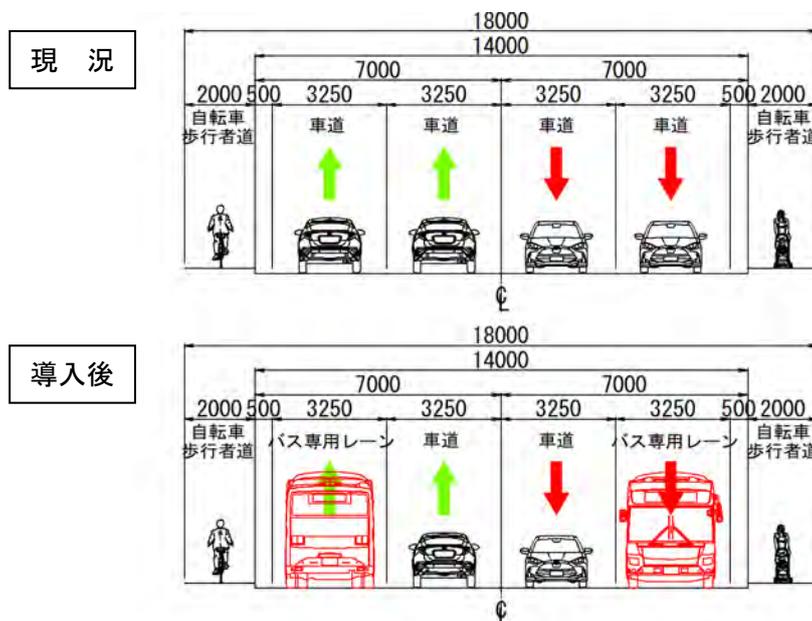


図 バス専用レーン区間の標準断面（支線②：国道507号・国道329号）

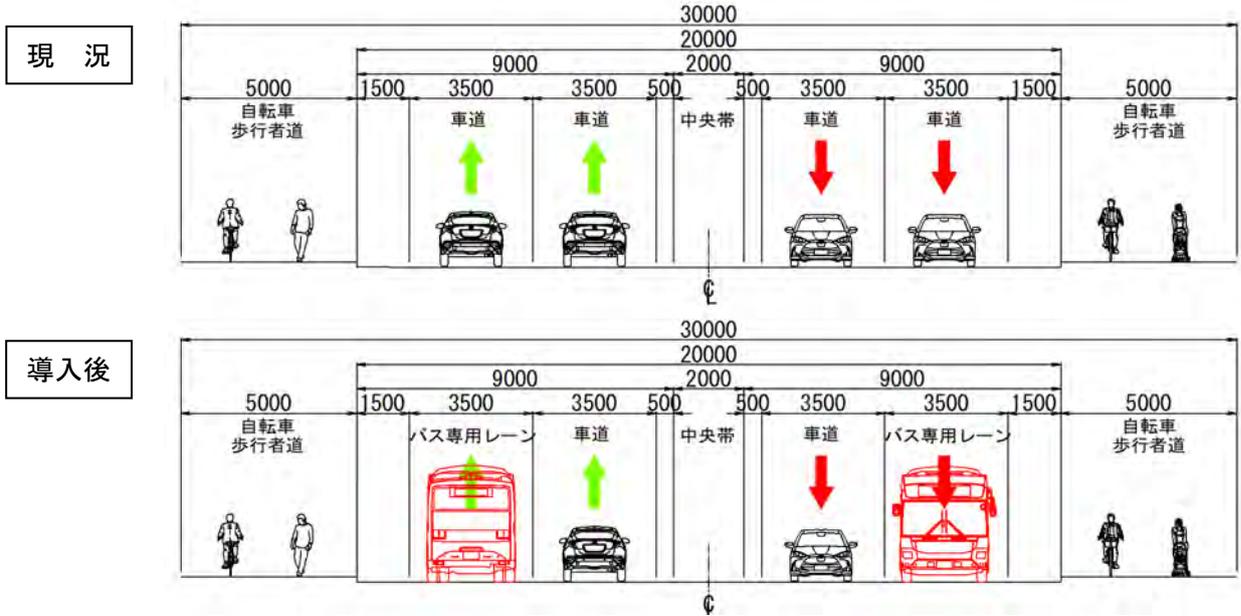


図 バス専用レーン区間の標準断面（支線③：国道507号（津嘉山バイパス））

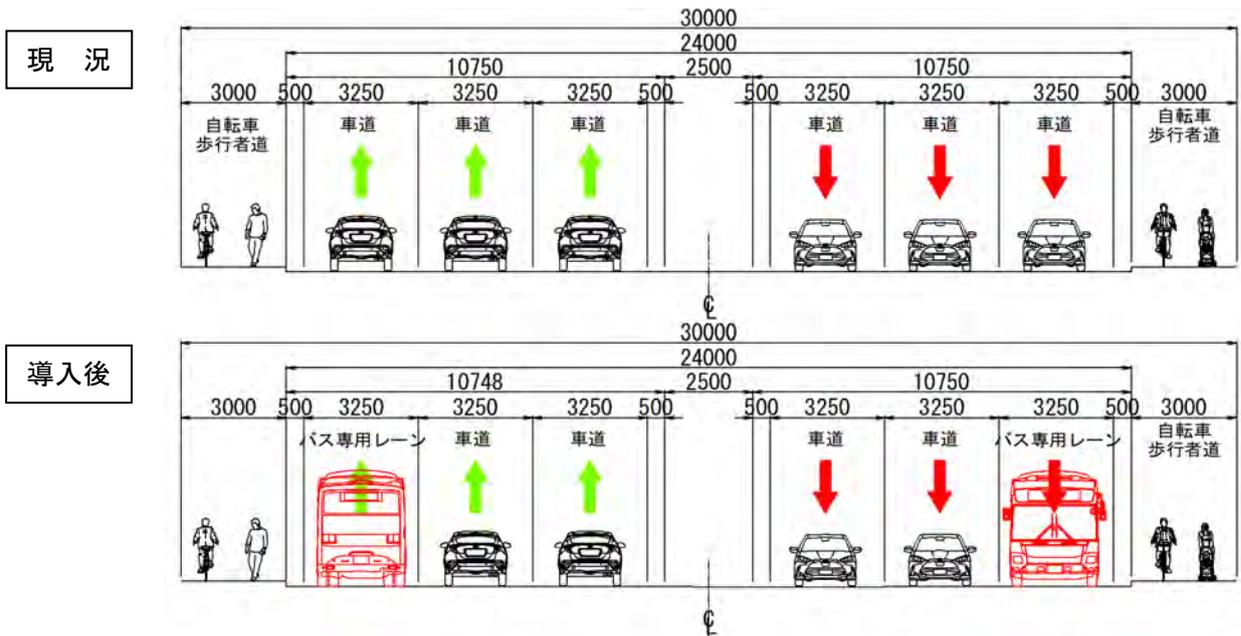


図 バス専用レーン区間の標準断面（支線④：国道58号（砂辺付近））

今年度調査では、比較的需要量が見込める3つの支線軸を対象に、次世代型バス輸送システムの導入について検討を行った。コスト抑制の観点から路面走行を前提とし、第1走行車線にバス専用レーンを設置し、定時性、速達性を確保する計画とした。一方で、片側1車線ずつ車線が減少するため、朝夕ピーク時の道路混雑がさらに増大する可能性がある。

他方、令和5年8月下旬に、宇都宮市でライトライン（LRT路線）が開業したが、朝夕ピーク時の道路混雑は開業以前と変わらない状況である。これまでマイカーで通勤していた沿線企業の従業員が、企業の働きかけや協力によって、LRT通勤に切り替わった（モダルシフト）ためであると言われている。このような成功例があることから、道路混雑を抑制するソフト施策も併せて実施する必要がある。

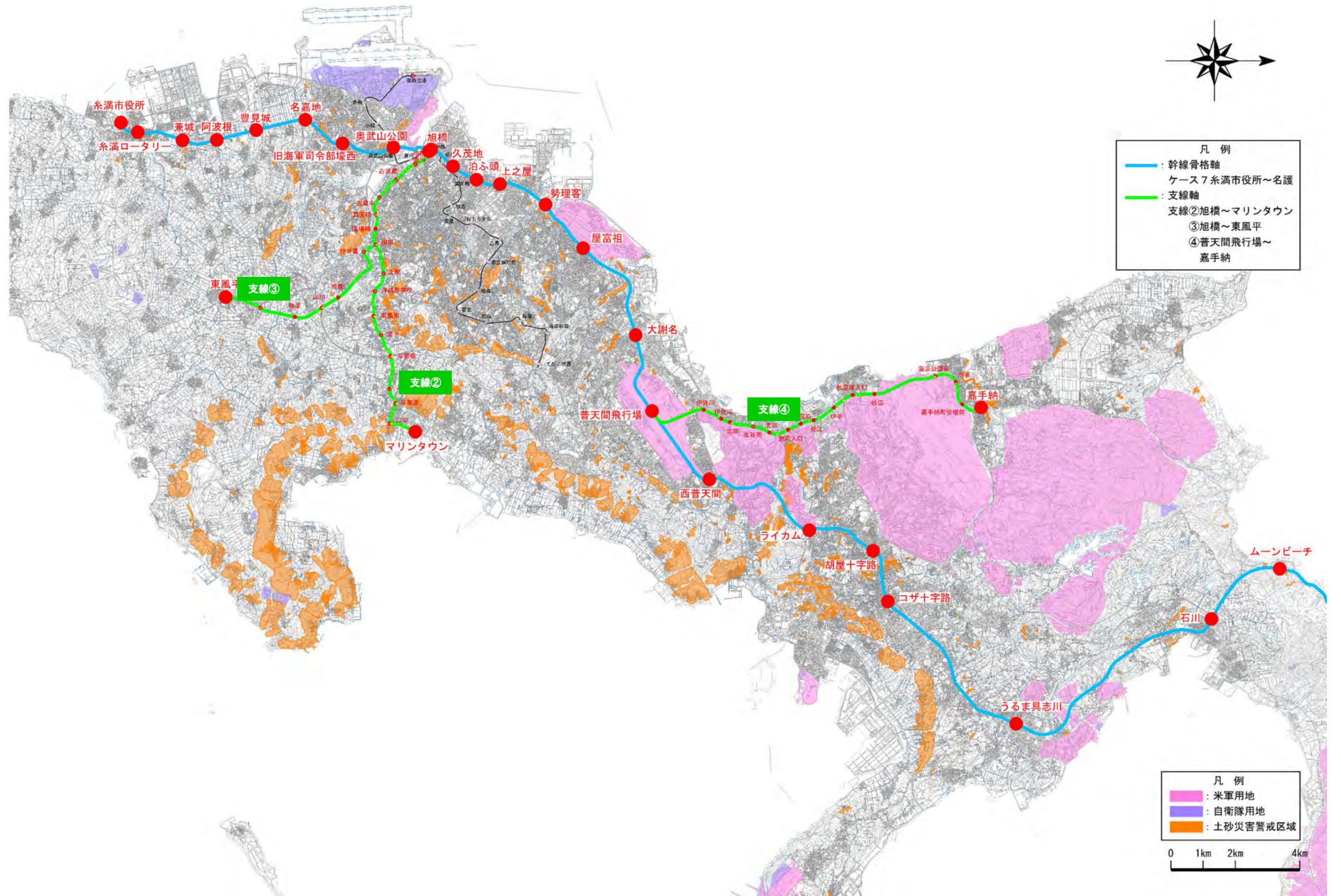


図 次世代型バス輸送システムのモデルルート（支線②・支線③・支線④）

出典：基盤地図情報（国土地理院）<https://www.gsi.go.jp/kiban/index.html> を加工して作成

(2) 実用化に当たっての最新技術動向の整理

1) 東広島市・JR西日本など

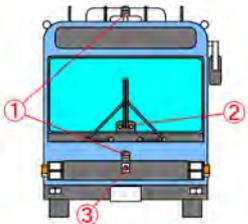
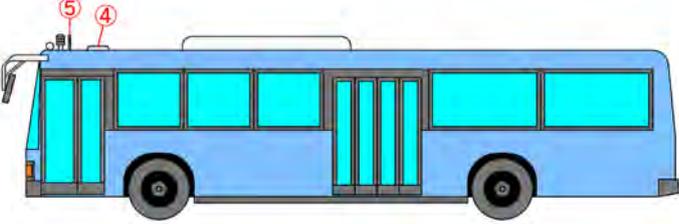
東広島市とJR西日本などは、令和5年11月上旬から令和6年2月上旬まで、自動運転・隊列走行BRTの実証実験をJR西条駅・広島大学東広島キャンパス間で実施した。実証実験の目的は、BRTや自動運転・隊列走行技術の社会実装に向けた課題の検証・洗い出しを行うこと、東広島市民等にBRTや自動運転・隊列走行等の新技術に関心を持ってもらうことの2点である。

また、実証実験は、『国土交通省地域公共交通確保維持改善事業（自動運転実証調査事業）』及び『国土交通省自動運転実証調査事業と連携した路車協調システム実証実験』の予算を活用して実施された。実証実験の実施概要は以下のとおりである。

表 実証実験の実施概要（その1）

項目	内容			
技術面	<ul style="list-style-type: none"> ● 連節バス、大型バスによる自動運転 <ul style="list-style-type: none"> ➢ RTK-GNSS※1を使用した自己位置推定 ➢ ACC※2による一般車が混在する中での走行 ➢ 信号連携は実施せず、手動介入によって交差点では安全確保 ● 2台の自動運転バス車両による隊列走行 <ul style="list-style-type: none"> ➢ LTE 回線による車車間通信 ➢ CACC※3による車間距離制御 ● 自動運転レベル2※4 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 先頭車、後続車共にテストドライバーが乗車 ➢ 実験項目は将来のレベル4※5認可取得を目指した内容 ● 路車協調システムによる発車支援 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 車載センサの死角を路側センサが補完 ➢ 発車時の安全性向上を検証 ● 速度40km/h（ブルーバール※6の制限速度は50km/h） <p>※1 GNSS（衛星測位システムの総称）から受信する信号を利用してRTK測位（相対測位）を行うことで高精度測位を実現する技術 ※2 Adaptive Cruise Controlの略、車両前方に取り付けたセンサで前方を走行する車両との車間距離を保って走行する技術 ※3 Cooperative Adaptive Cruise Controlの略、車車間通信する車両が相互に情報をやりとりすることでより精密な車間距離制御を行って走行する技術 ※4 ドライバーが運転操作の主体であり、システムがアクセル・ブレーキ操作およびハンドル操作の両方を部分的に実行 ※5 一定の条件下でシステムが全ての運転操作および作動継続が困難な場合への対応を実行 ※6 多車線で歩道も広く、街路樹などがある広幅員道路</p>			
経営面	<ul style="list-style-type: none"> ● 実装時に求められる車両、地上設備の概略検討 			
社会受容性面	<ul style="list-style-type: none"> ● イベントを通じたアンケート調査 ● 試乗会を通じたアンケート調査 			
実験車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 連節バス 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型バス 		
	定員	103名（座席37名）	定員	32名
	全長	17.99m	全長	11.27m
	全幅	2.49m	全幅	2.49m
全高	3.26m	全高	3.21m	

表 実証実験の実施概要（その2）

項目	内容	
自動運転装置		
	① LiDAR センサ	前方対象物の距離および形状を識別するための機器
	② ステレオカメラ	前方対象物の距離、形状、及び、白線を識別するためのカメラ
	③ 遠赤外線カメラ	前方対象物が発する遠赤外線を検知・認識するためのカメラ
	④ GNSS アンテナ	衛星測位のために、みちびき等の衛星信号を受信するためのアンテナ
⑤ LTE アンテナ	LTE 回線を送受信するためのアンテナ	
ルート	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行経路 1 周約 12km（うち、自動運転区間約 6km） <ul style="list-style-type: none"> A) 自動運転区間 中央公園前バス停（市役所側）→池ノ上学生宿舎前バス停 3.2km B) 手動運転区間 池ノ上学生宿舎前バス停→大学会館前バス停 2.0km C) 手動運転区間 大学会館前バス停→池ノ上学生宿舎前 2.8km D) 自動運転区間 池ノ上学生宿舎前→中央公園前バス停（くらら側）3.2km E) 手動運転区間 中央公園前バス停（くらら側）→中央公園前バス停（市役所側）0.6km ● 隊列走行区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ 池ノ上学生宿舎前→中央公園前バス停（くらら側）に向かう自動運転区間の中において、池ノ上学生宿舎前→御菌宇ランプ交差点 1.5km の範囲内において実施 ・ 連節バスが先頭車、大型バスが後続車で走行 ・ 車間距離は 15m を基本として、準備走行での状況も踏まえて調整 	
	 <p style="text-align: center;">図 実証実験ルート</p>	

出典：自動運転・隊列走行 BRT 東広島市での実証実験開始と内容詳細について（東広島市・J R 西日本）より引用して作成 https://www.westjr.co.jp/press/article/2023/11/page_23776.html

【実証実験試乗会】

令和6年1月中旬から2月上旬まで、一般市民や業界関係者等に試乗会が開催された。試乗会に参加して得られた情報や所感を以下に示すが、社会実装に向けて技術的な課題が多いことが分かった。

- 公道での連節バスの自動運転（レベル2）は全国初、接続バスと大型バスの隊列組成も全国初である。
- 交通信号の現示は認識しているが100%でないため、信号のある交差点では運転手がブレーキペダルで踏んで停止する。
- 陸橋がある区間は、GNSSの電波が弱いため、手動運転に切り替える。
- 自動運転でのバス停留所での正着性は、事前に座標値を設定しており、手動運転の場合と変わらない印象である。
- 隊列走行^{※1}の方は、隊列組成^{※2}に時間はあまりかからない（走りながらの組成も可能）。40km/h走行時で車間20mは維持できていた。

※1 バスが一定の間隔を保ち、隊列になって走行すること。

※2 バスを隊列に組成（ソフト連結）すること。

- 停留所などで停止している場合に、後続車（一般車）が走行区域に入ると、道路に設置したセンサー（一部のみ）で感知して運転手に赤ランプで知らせる実証実験も今回実施している。青ランプならば発車可能である。
- 今回は路肩駐車を回避する仕組みでないため、仮に、路肩駐車があった場合は運転手が手動で回避する。
- 自動運転区間の交差点直前で、信号現示が青色から黄色に変わったため、運転手が急ブレーキをかけていた。
- 積雪時は、信号現示の認識やスリップ等の課題があり、降雪の場合には実証実験は中止となる。



写真 前方から見た隊列走行の様子



写真 後方から見た隊列走行の様子

2) 日田彦山線BRT(JR九州)

沖縄鉄軌道の幹線骨格軸（幹線骨格代替軸）の中間駅や終端駅からのフィーダー交通の参考として、BRTの最新事例に加え、鉄道とBRTのホーム上での乗り換えを実現した、JR九州の日田彦山線BRTの整備事例について整理を行った。

かつては鉄道路線であったJR日田彦山線は、平成29年7月の九州北部豪雨の影響で、添田～夜明の約30kmが不通となった。その後、その復旧に向けてJR九州や沿線自治体等で長期間にわたり協議が行われ、その結果、BRTでの復旧が決まり、同区間は日田彦山線BRT『ひこぼしライン』として、令和5年8月下旬に復旧し、日田市中心部まで乗り入れるようになった。日田彦山線BRTは路線延長が約40kmあり、そのうち、鉄道路路を活用したBRT専用道区間は、彦山停留所～宝珠山停留所の約14kmであり、残存の線路を撤去し道路舗装を行ってBRT専用道を整備した。

鉄道当時と比べて駅（停留所）の数は3倍となり、便数は通勤通学の時間帯を中心に約1.5倍に増えた。日田彦山線BRTの路線概要を以下に示す。

表 日田彦山線BRTの路線概要

項目	内容
BRT運行区間	JR添田駅（停留所）～JR夜明駅（停留所）～JR日田駅（停留所）
BRT路線延長	約40km
専用道区間	彦山停留所～宝珠山停留所
専用道延長	約14km
停留所数	36箇所
運行本数	全区間運行：10往復/日 区間運行：上下合計12本/日 ※令和6年3月16日改正
路線図	<p>図 日田彦山線BRT路線図</p>
バス保有台数	8台（小型電気バス4台、中型ディーゼルバス3台、燃料電池バス1台）

鉄道線の終端駅となるJR添田駅では、鉄道とBRTのホーム上で乗り換えられるように配慮されており、乗換え動線がわかりやすく案内されている。また、JR添田駅付近にある営業所は、バス保有台数が8台と少ないため、非常にコンパクトにデザインされている。



写真 JR後藤寺線添田駅・日田彦山線BRT停留所



写真 日田彦山線BRT営業所



写真 彦山停留所

また、環境に配慮して、小型電気バスの他に水素燃料電池バスも導入されている。さらに、利便性促進の観点から主要な停留所については、運行案内表示装置が設置されており、BRTの現在位置などの運行状況が表示されている。



写真 燃料電池バス



写真 BRT運行案内表示

3) 横浜市西部地域の新たな交通の整備

横浜市西部地域（緑区、瀬谷区、泉区）は、南北を縦貫する環状4号線が整備されているが、公共交通機関は脆弱であり、路線バスがその役割を担っている。その区間の概ね中間部には、旧上瀬谷通信施設地区があり、現在、土地区画整理事業が行われており、その開発にあわせて交通渋滞が懸念されている。このため、横浜市は次世代技術（自動運転・隊列走行）を活用したバスによる新たな輸送システムの導入を目指して調査・検討を進めており、令和6年度に基本設計を実施することになっている。

瀬谷・上瀬谷間において、道路混雑の影響を受けないバス専用の道路を整備し、連節バスが最大3台で隊列走行することで、運転手の省人化を図るとともに、多くの来街者を円滑に輸送するシステムを目指している。

横浜市が公表した計画では、（仮称）瀬谷ターミナルと（仮称）上瀬谷ターミナル間を結び、バス専用道は概ね地下構造となっており、環状4号線の道路下をシールドトンネルで整備する予定である。

バスによる新たな輸送システムの整備は、2030年代前半の供用開始を目指しており、現時点での総事業費は約466億円を想定しており、社会資本整備総合交付金等（国費）の充当を検討している。

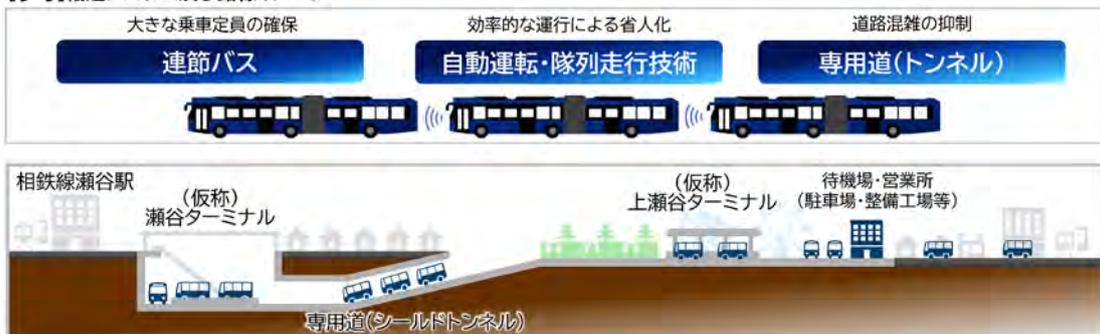
<公共交通ネットワークの今後の展開>

① 上瀬谷周辺の交通渋滞を抑制するバス専用道の構築
道路混雑の抑制や来街者への利便性向上のため、公共交通で来訪する方の需要に対応可能な輸送力・速達性・安定性を有する輸送システムを導入するため専用道を整備する

② 既存インフラの活用
八王子街道と環状4号線との立体交差道路や既存の環状4号線を活用し、バスのネットワークを構築していく



【参考】輸送システム及び路線イメージ



出典：本市西部地域における交通ネットワークの構築について（報告）横浜市都市整備局（令和6年2月13日）
<https://www.city.yokohama.lg.jp/shikai/kiroku/katsudo/r5/JohninKentodoR05.files/J-KTD-20240213-tb-32.pdf>

図 バスによる新たな輸送システム・路線のイメージ

(3) 法令・制度の確立状況等の調査

令和4年度調査では、次世代型バス輸送システムの機能（特徴）の一つとして、高架専用道の検討を行っているが、現状の法令や基準等を満たすためには、高速道路並みの幅員や構造等が必要になることが明らかとなった。また、導入の前提となる磁気誘導による100km/h以上の隊列自動走行が実現していないといった技術面の課題の他、これらが実現していないことにより、法令面・制度面において不確定な部分があることが明らかとなった。

高架専用道などの道路構造、自動運転、信号保安システム等、技術的な課題解決に向けての法令面・制度面の見直しについては、具体的な案件をもとに今後検討がなされていくものと考えられるため、本年度調査では、自動運転全般に焦点を当て、現時点における自動運転に関わる法令や制度、基準等の確立状況について調査し整理を行った。

1) 自動運転のレベル分け

自動運転のレベルは以下に示すように、レベル1～レベル5まで定義されている。レベル1はドライバーの運転支援（システムが前後・左右のいずれかの車両制御を実施）、レベル2は特定条件下での自動運転機能（レベル1の組み合わせ）、または特定条件下での自動運転機能（高性能化）、レベル3は条件付自動運転、レベル4は特定条件下における完全自動運転（特定条件下においてシステムが全ての運転タスクを実施）、レベル5は完全自動運転（常にシステムが全ての運転タスクを実施）である。

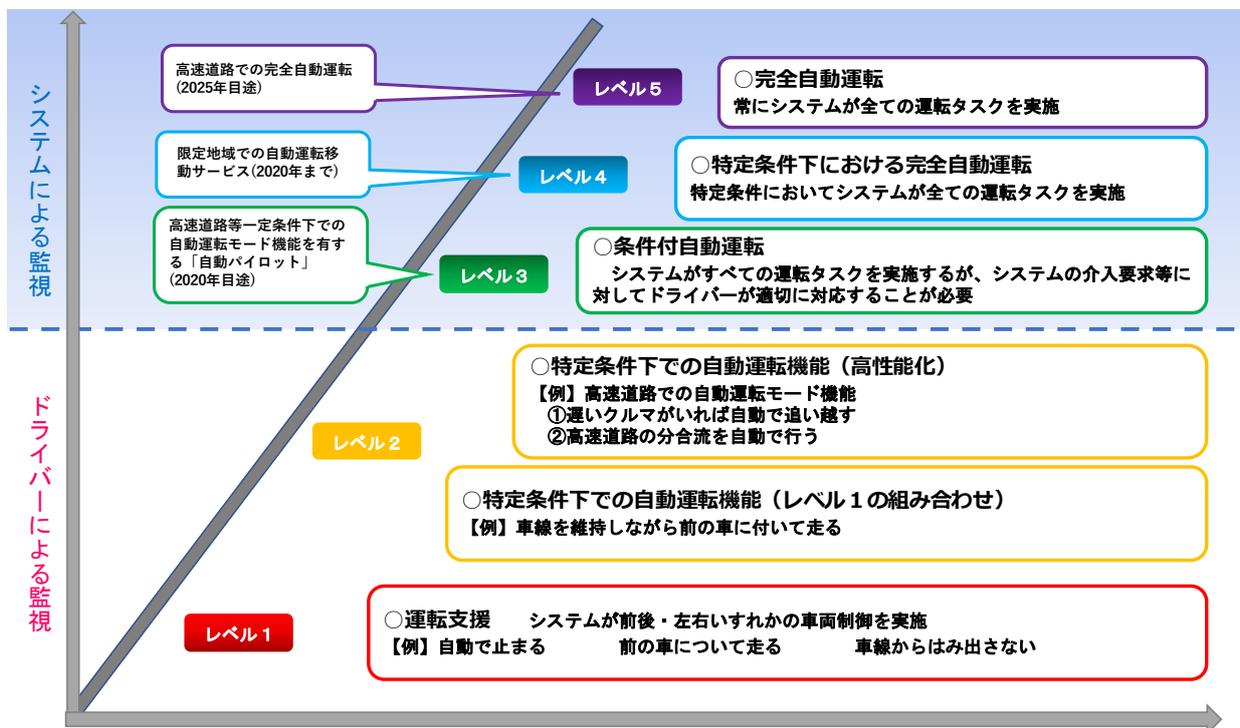


図 自動運転のレベル分けについて

出典：自動運転のレベル分けについて（国土交通省）を引用して作成

<https://www.mlit.go.jp/common/001226541.pdf>

2) 法令・制度・基準上の取り扱い

①. 道路交通法の一部改正

A. 令和2年4月改正

これまで道路交通法では、人が運転することを前提に安全運転の義務が定められており、自動運転システムで自動車を走行させる際の規定がなかった。このため、自動運転の自動車が公道を安全に走行できるようにするため、令和2年4月に道路交通法が一部改正された。道路交通法の一部改正の主なポイントは、以下の3点である。

- (1) 自動運行装置による走行も「運転」と定義
- (2) 自動運行装置を使う運転者の義務
- (3) 作動状態記録装置による記録を義務付け

(1) 自動運行装置による走行も「運転」と定義

- 「自動運行装置」とは、自動運転システムのことで、これまで運転者が担っていた認知、予測、判断、操作の全てを代替できる機能を持ち、その作動状態を記録する装置を備えたものである。この自動運行装置を使い、公道を走行することも「運転」と決められた。この定義が追加されたことで、レベル3の自動運転ができるようになった。

(2) 自動運行装置を使う運転者の義務

- 自動運転中に、車種ごとに定められている条件から外れてシステムから警報が鳴るなどした場合は、直ちに運転者は通常の運転に戻らなければならない。そのため、直ちに通常の運転に戻れないと考えられる飲酒や居眠りは認められていない。
- 万が一、自動運転中に事故・違反があったとしても、必ずしも運転者が免責されるとは限らない。

(3) 作動状態記録装置による記録を義務付け

- 車両の保有者等は自動運行装置の作動状態を記録し保存することが義務付けられた。これは、万が一、道路交通法令に反する動きをしたことなどを現場の警察官が認めた場合に自動運行装置が作動中か否かを確認することで、交通の危険の防止などに役立てられる。また、警察官から記録の提示を求められた場合には、この記録を提示する必要がある。

B. 令和5年4月改正

令和5年4月に道路交通法が一部改正され、自動運転レベル4（高度運転自動化）が解禁された。ただ、この法改正におけるレベル4の解禁は、自家用自動車（バス含む）のレベル4ではなく、自動運転車を使ったレベル4の移動サービスの社会実装を見越したものであり、こうした移動サービスを都道府県公安委員会の許可によって展開できるようになった。特定自動運行に係る許可制度の概要を以下に示す。

特定自動運行に係る許可制度の創設について

<背景>

2022年度目途に限定地域での遠隔監視のみの無人自動運転移動サービスの実現に向けた制度整備を図るなど、自動運転の更なる推進を図る必要（「コロナ克服・新時代開拓のための経済対策」（令和3年11月19日閣議決定）等）

(1) 特定自動運行の許可

- ・ レベル4に相当する、運転者がいない状態での自動運転（特定自動運行）を行うとする者は、都道府県公安委員会の許可が必要
- ・ 許可を受けようとする者は、下記(2)及び(3)の実施方法等を記載した特定自動運行計画を都道府県公安委員会に提出
- ・ 都道府県公安委員会は、許可しようとするときは、特定自動運行の経路を区域に含む市町村の長等から意見を聴取

(2) 許可を受けた者（特定自動運行実施者）の遵守事項

- ・ 特定自動運行計画に従って特定自動運行を実施
- ・ 遠隔監視装置を設置し、遠隔監視を行う者（特定自動運行主任者）を配置（特定自動運行主任者が乗車している場合を除く）
- ・ 特定自動運行主任者等に対する教育を実施

(3) 自動運転システムで対応できない場合の措置

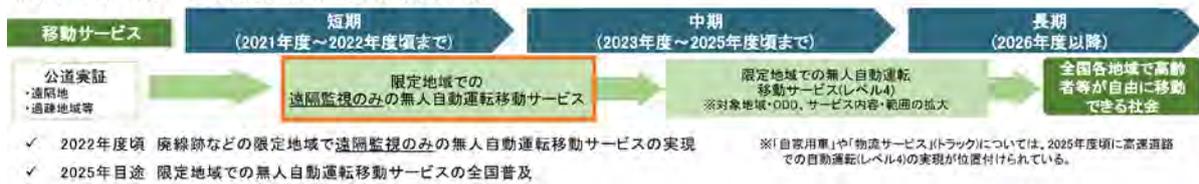
- ・ 警察官の現場における指示に従う必要がある場合、交通事故の場合等には、特定自動運行主任者等による対応を義務付け

(4) 行政処分等

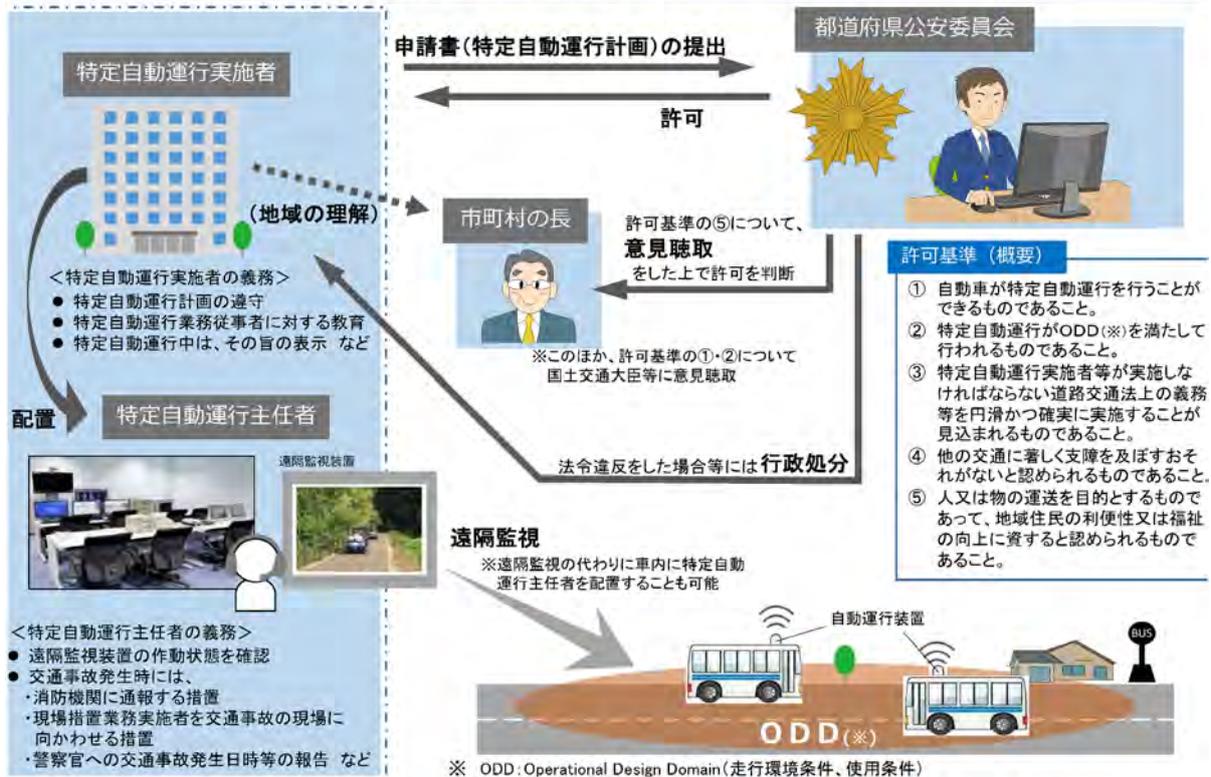
- ・ 都道府県公安委員会は、特定自動運行実施者等が法令に違反したときは、指示、許可の取消し等を行うことができる
- ・ 警察署長は、特定自動運行において交通事故等があったときは、許可の効力の仮停止ができる

政府目標：官民ITS構想・ロードマップ2020 (2020.7 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部等決定)

移動サービスに係る自動運転の市場化・サービス実現のシナリオ



特定自動運行の許可制度のイメージ



出典：特定自動運行に係る許可制度の創設について（警察庁）

<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/L4-summary.pdf>

②. 道路運送車両法の一部改正

道路運送車両法も道路交通法と同様に、令和2年4月に一部改正され、保安基準の対象装置※に「自動運行装置」が追加された。

自動運行装置は、「プログラムにより自動的に自動車を運行させるために必要な、自動車の運行時の状態及び周囲の状況を検知するためのセンサー並びに当該センサーから送信された情報を処理するための電子計算機及びプログラムを主たる構成要素とする装置」であり、「運転者の操縦に係る認知、予測、判断及び操作に係る能力の全部を代替する機能を有し、かつ、当該機能の作動状態の確認に必要な情報を記録するための装置を備えるもの」と規定された。

※保安基準の対象装置：走行装置や操縦装置、かじ取り装置等の車両を構成する多種多様な装置をいう。

道路運送車両法の一部を改正する法律(2019年5月)



○ 自動運転車等の安全な開発・実用化・普及を図りつつ、設計・製造過程から使用過程にわたり、自動運転車等の安全性を一体的に確保するため、2019年5月に道路運送車両法を改正。

保安基準の対象装置に「自動運行装置」を追加
(2020年4月施行)

システムが、運転者に代わって「認知」「予測」「判断」「操作」を行う、レベル3・4の自動運転システム(自動運行装置)を保安基準の対象装置に追加。



出典: bosch

無線によるソフトウェアアップデート等
に係る許可制度創設(2020年11月施行)

登録後の自動車に対して、無線によるソフトウェアアップデートを行う場合、あらかじめ、国土交通大臣の許可を義務付ける制度を創設。



出典: bosch

このほか、分解整備の範囲の拡大、点検整備に必要な技術情報の提供の義務付け、OBD検査導入のための(独)自動車技術総合機構の事務の整理、自動車検査証の電子化、完成検査の瑕疵に対する是正措置命令の創設等もあわせて措置

道路運送車両法の自動運行装置の定義



○ 道路運送車両法における自動運行装置とは、国土交通省が付する条件(走行環境条件)で使用する場合において、運転者の操作に係る認知、予測、判断、操作に係る能力の全部を代替する機能を有するもの。

イメージ



走行環境条件の付与手続き

- (1) 申請者は、場所、天候、速度など自動運転が可能となる状況等を記載した申請書等を国土交通省に提出
- (2) 国土交通省は当該状況における自動運行装置の性能が保安基準に適合すると認めるときは条件を付与(付与書を交付)

○福井県永平寺町

自動運転システムの例(概要)

1. 車両が電磁誘導線路上にあること
2. 悪天候等でないこと
3. 速度が12km/h以下であること
4. 路面が凍結等していないこと
5. 緊急車両が存在しないこと

出典：自動運行装置の保安基準の概要（国土交通省自動車局）

<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/council/jidouten/R03nendo/2021dailikaishiryu2.pdf>

③. 道路運送法施行規則等の一部改正

道路運送法施行規則等は、令和5年4月1日に道路交通法とあわせて一部改正された。この改正に伴い、「自動車運送事業者におけるICTを活用した新たな点呼（遠隔点呼・業務後自動点呼）」及び「自動車運送事業者等におけるレベル4相当の自動運転車を活用した事業」が実施できるようになった。具体的には、自動車運送事業者などが自動運転車を用いて事業を行う際、講ずべき輸送の安全確保に関する措置や実施すべき手続きなどが規定された。

A. 遠隔点呼・自動点呼関係

自動運転とは直接的に関係はないが、遠隔点呼、自動点呼など運行管理業務を一元化することによって、運転者の柔軟な配置が可能となり、人手不足の解消や経営の効率化等につながる可能性があり、自動運行従業者も該当する。国土交通省での遠隔点呼、自動点呼の検討状況を踏まえ、令和6年4月以降、営業所、車庫以外で遠隔点呼、業務後自動点呼が実施可能となるよう告示が改正される。主な改正事項は以下のとおりである。

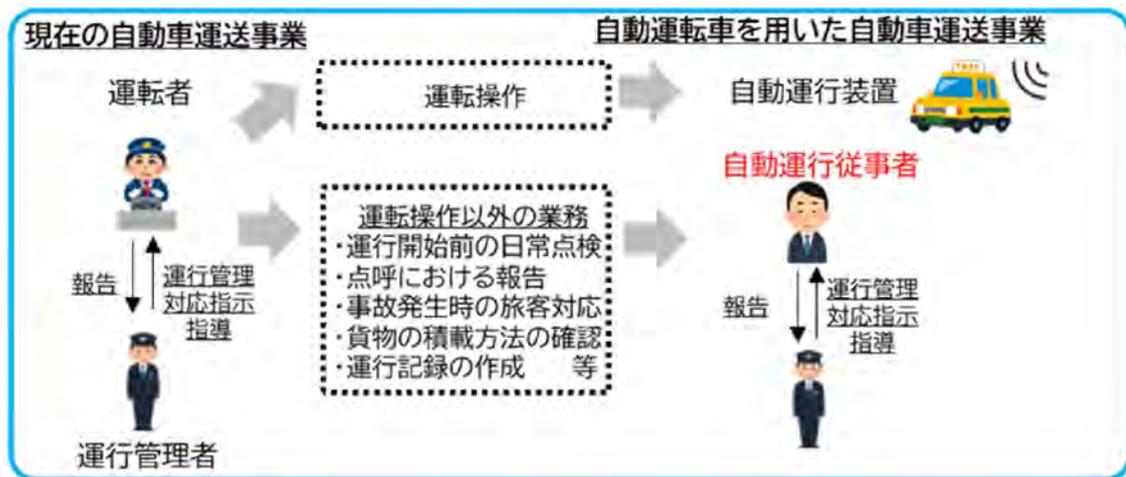
- 点呼実施場所を事前に定めること及び場所の記録を求める。
- 事前に定めた場所において点呼を実施していることの確認を求める。
- 営業所、車庫以外で実施する場合においても、なりすまし防止、アルコール検知器の不正使用防止のため、監視カメラの設置などを求める。
- 営業所・車庫以外で業務後自動点呼を実施する場合においては、その様子を静止画又は動画で記録し、業務後点呼実施後にその記録を通じて点呼の様子を事後に確認するか、運行管理者等がその様子を常時確認することを求める。

B. 自動運転関係

運転者がいない状態での自動運転である特定自動運行の許可制度の創設等を内容とする道路交通法の一部を改正する法律が成立したことを踏まえ、『自動運転車を用いた自動車運送事業における輸送の安全確保等に関する検討会(国土交通省)』は、旅客/貨物自動車運送事業者が、従来と同等の輸送の安全等を確保しつつ、自動運転車を用いて事業を行うことを可能とするために具体的に講ずべき事項等について検討を行い、下記の考え方をとりまとめた。

【基本的な考え方①】運転者が存在する場合と同等の輸送の安全等の確保

- 運転者が不在となる自動運転車を用いた自動車運送事業においても、これまで運転者が担っていた運転操作以外の業務を確実に実施し、運転者が存在する場合と同等の輸送の安全等を確保する。
- 運転操作以外の業務は、「自動運行従事者（仮）」が実施する。
- 自動運行従事者が遠隔で業務を行う場合には、遠隔地での業務に必要な設備（車室内外の状況を確認できるカメラやセンサー等）の設置等を求める。



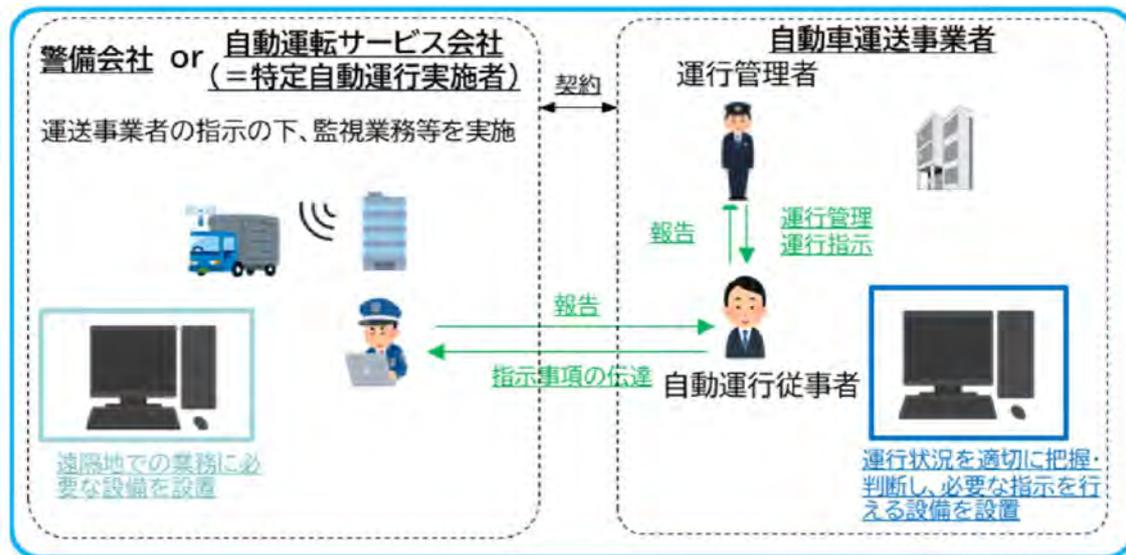
出典：自動運転車を用いた自動車運送事業における輸送の安全確保等に関する検討会 報告書（国土交通省）

<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001582761.pdf>

図 運転者が担っていた業務の役割分担イメージ

【基本的な考え方②】事業の形態によらない運送事業者の責任

- 運送事業者が、運行状態の監視業務や非常時の対応業務等を契約により外部の者に実施させることとする場合においても、運送事業者の責任の下、関係者の責務や役割分担を明確にした上で、従前と同等の輸送の安全等を確保する。
- 運送事業者が事業用自動車の運行に関する状況を適切に把握・判断し、必要な指示を行える体制・設備を整備する。



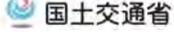
出典：自動運転車を用いた自動車運送事業における輸送の安全確保等に関する検討会 報告書（国土交通省）

図 運送事業者からの監視業務等の委託イメージ

④. 道路法等一部改正

令和2年11月27日に、道路法等が一部改正され、自動運転車の運行を補助する施設（磁気マーカ等）を道路附属物に「自動運行補助施設」として位置づけられた（民間事業者の場合は占有物件とする）。

また、「自動運行補助施設に必要な性能等」に加え、「その他、必要な事項」として、自動運行補助施設を設置した場合に公示すること及びその内容が省令に規定された。



自動運転を補助する施設の道路空間への整備

自動運行補助施設

- 自動運転車の運行を補助する施設（磁気マーカ等）を道路附属物に「自動運行補助施設」として位置づけ（民間事業者の場合は占有物件とする）
- 「自動運行補助施設に必要な性能等」に加え、「その他、必要な事項」として、自動運行補助施設を設置した場合に公示すること及びその内容を省令に規定。

省令にて定められている内容

【自動運行補助施設に必要な性能等】

<p>電磁誘導線</p>  <p>▲磁気誘導線による自動車位置特定による運行の補助</p>	<p>磁気マーカ</p>  <p>▲磁気マーカによる自動車位置特定による運行の補助</p>	<p>位置情報表示施設</p>  <p>▲位置情報表示施設による自己位置補正の補助</p>	<p>車両センサーの届かない箇所の補助</p>  <p>▲車両センサーの届かない箇所における道路状況等の補助</p>
--	--	--	---

<p>性能の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動運転車等の補助に必要な磁界等を発するもの 	<p>性能の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設置された道路の位置を示す情報を表示するもの 	<p>性能の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設置された道路等の構造、他の車両、人、障害物を表示するもの
--	--	---

【その他、必要な事項】

- 設置した施設について、以下の内容等を公示する旨を規定。
 - ・設置した場所
 - ・設置した施設の内容（磁気マーカ等）
 - ・設置した施設の性能（磁界の強さ等）
 - ・その他必要な事項

出典：令和2年改正道路法の施行について（国土交通省）

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001375675.pdf>

(4) まとめ及び今後の検討課題

次世代型バス輸送システムについて、新たなモデルルートの検討や実用化に当たっての最新技術動向の整理、法令・制度の確立状況等の調査検討を行った。

新たなモデルルートの検討では、沖縄本島中南部地域の支線軸に焦点を当て、路線計画や運行計画、概算事業費の算出等を行った。特に、キロ当たりの概算事業費は、約14億円/km～約15億円/kmとなり、鉄軌道と比較すると1/6以下であることが明らかとなった。ただし、バス専用車線の設置により片側1車線ずつ車線が減少し、朝夕ピーク時の道路混雑がさらに増大する可能性があるため、次世代型バス輸送システムへの転換誘導など、道路混雑を抑制するソフト施策も併せて実施する必要がある。

実用化に当たっての最新技術動向の整理では、東広島市・JR西日本などの事例を整理したが、バスの隊列走行には、信号現示の認識精度100%化、GNSS機能不全箇所への対応、路上駐車回避など克服すべき課題が多様であることが明らかとなった。

法令・制度の確立状況等の調査では、自動運転全般に焦点を当て、現時点における自動運転に関わる法令や制度、基準等の確立状況について調査し整理を行った。これまで、自動運転レベル4の実現に向けて改正が行われてきたが、現時点では自動運転車（バス含む）を使ったレベル4の移動サービスの社会実装を見越したものであり、自家用自動車（バス含む）での実施には至っていない。このため、自家用自動車（バス含む）のレベル4の解禁やレベル5の実現に向けて、引き続き、法令や制度、基準等の改正の動向を注視していく必要がある。また、自動運転をはじめとして、道路構造や信号保安システム等の検討・開発状況についても、名古屋ガイドウェイバスの磁気誘導による自動運転化や横浜市のバスによる新たな輸送システムなど、先行する案件の動向も踏まえて、検討の深度化を図る必要がある。

2.5 令和5年度調査のまとめ

2.5.1 令和5年度調査の検討結果

令和5年度調査では、過年度調査の成果や現地視察を踏まえつつ、モデルルートや交通システム、駅位置等を精査するとともに、近年の物価変動等を踏まえた概算事業費の精査を実施した。特に、令和4年度調査においてB/Cが最大となったHSST（磁気浮上方式）については、駅数削減及び那覇～名護ルートの検討も実施した。また、令和4年度調査にて検討した次世代型バス輸送システムについて、新たなモデルルートの検討や実用化に当たっての最新技術動向の整理、法令・制度の確立状況等の調査検討を行った。

(1) 最近の物価等を踏まえた概算事業費の精査

概算事業費については、最近の建設工事費デフレーターや土地価格の変動率等を鑑み、そのうち変動率が大きい用地費について精査を行った。概算事業費（令和5年度価格）は、約7,070億円～約1兆1,050億円に増加しており、いずれにおいても令和4年度価格に比べて、約0.3%～0.4%の上昇した。

(2) HSSTの駅数削減及び那覇～名護の検討

削減駅の候補については、単純に需要量だけでなく、駅の構造形式、まちづくりや再開発の動向、公共施設や集客施設等の立地、交通結節点などの拠点性、速達性の向上、駅間距離、路線バスによる補完可能性、フィーダー交通等の観点から総合的に判断し6駅を候補とした。概算事業費が約6,900億円となり、基本ケース（駅数削減前）の約7,070億円と比較して、約170億円（約2.4%）低減した。第4章で詳述するが、6駅削減によるコスト削減効果に見合った便益が得られないため、B/Cを悪化させることが明らかとなった。なお、今年度の駅数削減策については、多様な削減案がある中において、あくまで一つの案として検討を行ったものであり、今後、感度分析を実施し、全体コストや事業採算性、B/C等の観点から、最適な駅数や駅位置等、検討していく必要がある。

那覇～名護の検討については、那覇空港から名護への直達性、利便性等を考慮して、空港接続線（支線）の整備を前提とし、コスト削減の観点から駅数を削減するものとした。那覇～名護の概算事業費は、約5,730億円となり、スマート・リニアメトロと比較して約190億円（約3.2%）低減した。

(3) 架線式蓄電池電車の可能性検討

鉄軌道を非電化で整備することによって、電化路線に比べてトンネル断面が縮小となり、土木工事費が削減できるだけでなく、電車線設備や変電設備等の電気設備の低減にもつながる。このため、非電化路線で導入された最新技術車両の導入事例について整理を行った。

現在検討中の沖縄本島の鉄軌道路線は地下トンネル区間を有しているため、車両や地下駅、地下トンネル等において相応の火災対策が求められる。ハイブリッド電車は、可燃性燃料として軽油を積載しており、かつ発電時にディーゼルエンジンから排気ガスが発生するため、水素燃料電池電車は、水素燃料の漏洩及び引火爆発の危険性があるため、地下トンネル内への導入は困難であると考えられる。このため、今年度においては、架線式蓄電池電車を想定して、その可能性について検討を行うものとした。架線式蓄電池電車の概算事業費は、約7,780億円となり、基本ケ

ース（普通鉄道・部分単線案）の約8,290億円と比較して、約510億円（約6.1%）低減した。しかしながら、特に中南部地域においては急勾配区間が複数あるため、現在の蓄電池の性能では、電車の停車時や下り急こう配区間の制動時における回生電力を蓄電池に貯めたとしても、電力容量の面で厳しい側面がある。一方で、蓄電池については、これまで主流であったリチウムイオン電池から全固体電池へとシフトしていくものと考えられ、近い将来に全固体電池が量産化される予定であり、その性能によっては全線非電化とすることも視野に入れて引き続き検討を行っていく必要がある。

(4) 次世代型バス輸送システムの検討

新たなモデルルートの検討では、沖縄本島中南部地域の支線軸に焦点を当て、路線計画や運行計画、概算事業費の算出等を行った。特に、キロ当たりの概算事業費は、約14億円/km～約15億円/kmとなり、鉄軌道と比較すると1/6以下であることが明らかとなった。ただし、バス専用車線の設置により片側1車線ずつ車線が減少し、朝夕ピーク時の道路混雑がさらに増大する可能性があるため、次世代型バス輸送システムへの転換誘導など、道路混雑を抑制するソフト施策も併せて実施する必要がある。

実用化に当たっての最新技術動向の整理では、東広島市・JR西日本などの事例を整理したが、バスの隊列走行には、信号現示の認識精度100%化、GNSS機能不全箇所への対応、路上駐車回避など克服すべき課題が多様であることが明らかとなった。

法令・制度の確立状況等の調査では、自動運転全般に焦点を当て、現時点における自動運転に関わる法令や制度、基準等の確立状況について調査し整理を行った。これまで、自動運転レベル4の実現に向けて改正が行われてきたが、現時点では自動運転車（バス含む）を使ったレベル4の移動サービスの社会実装を見越したものであり、自家用自動車（バス含む）での実施には至っていない。このため、自家用自動車（バス含む）のレベル4の解禁やレベル5の実現に向けて、引き続き、法令や制度、基準等の改正の動向を注視していく必要がある。また、自動運転をはじめとして、道路構造や信号保安システム等の検討・開発状況についても、名古屋ガイドウェイバスの磁気誘導による自動運転化や横浜市のバスによる新たな輸送システムなど、先行する案件の動向も踏まえて、検討の深度化を図る必要がある。

2.5.2 今後の検討課題

(1) モデルルートや整備区間、駅位置等の最適化の検討

令和3年度調査以前では糸満市～名護市を想定して検討を行ってきたが、沖縄振興計画で「那覇から名護を1時間で結ぶ速達性、定時性等の機能を備えた鉄軌道を含む新たな公共交通システムの導入に取り組む」と明記されたことや沖縄県調査等を踏まえ、令和4年度調査では那覇市～名護市のルート（宜野湾市・沖縄市・うるま市・恩納村を經由したルート）についても検討を行い、B/Cや累積損益収支を試算した。

一方、沖縄県調査においては那覇市から北谷町を經由して名護市まで至るルートとしていることも踏まえ、引き続き、モデルルートや整備区間、駅位置等について複数案検討を行い、最適化を図っていくことが重要である。

(2) 概算事業費の精査

概算事業費については、平成29年度調査において実施した、検討精度の向上にあわせて、単価×数量による積み上げ方式によって算出を行った。平成30年度調査以降については、建設工事費デフレーターや土地価格の変動率等を考慮して、概算事業費の精査を行ってきた。しかしながら、土木費や軌道費、建築費、電気費等については一律の変動率を乗じており、昨今の労務費や資材価格の高騰などが十分に反映できていない。また、用地費についても沖縄県全用途一律の変動率を乗じており、市町村や用途地域などの格差が反映できていない。このため、工事単価や用地単価等、実態に即していない費目については、平成29年度調査と同様に、最新単価×数量による積み上げ方式で算出することが必要である。

(3) 運行形態の見直し

過年度調査では、H S S T等の小型システムは、糸満市役所～名護、那覇空港～うるま具志川、豊見城～普天間飛行場の3つの運行系統を設定しており、那覇空港から名護に直通する列車運行は想定していない。このため、那覇空港駅利用者はうるま具志川以北に行くためには、旭橋駅やうるま具志川駅等で乗換えが必要となっている。また、空港接続線の線路構造は、旭橋駅でポイントを通過するため速度制限を受けるとともに、単線整備のため自由な運行ダイヤを設定することは困難である。

那覇空港駅利用者の利便性向上に資する観点から、那覇空港から名護に直通する列車運行を基本とした運行系統の見直しについて、線路構造とあわせて検討することも重要である。

(4) 次世代型バス輸送システムの検討の深度化

次世代型バス輸送システムのモデルルートについては、沖縄本島中南部地域の支線軸を想定して検討を行ったが、幹線骨格軸や他の支線軸など、例えば、沖縄自動車道の一部活用したルート（ケース4）や那覇空港から糸満方面へのルートなどへの適用も考えられる。

また、高架構造等のバス専用道やバス専用レーン、一般車との混在区間など運行形態ごとに、技術開発や法令・制度改正、適用基準等が異なってくるため、引き続き、技術面や法令・制度面等の動向を踏まえつつ、モデルルートの検討を行っていく必要がある。

(5) 車両基地計画の深度化

車両基地は鉄軌道事業を行う上で必須な施設であり、これまで、普天間飛行場付近に設置することを想定しているが、その車両基地の具体的な検討を行っていない。このため、車両基地位置の検討に加えて、車両基地計画（留置線、検査線、洗浄線、試走線、入出庫線、建物等）を行い、用地費や工事費等の算出を行い、概算事業費の精度向上を図る必要がある。

(6) カーボンニュートラル実現に向けた検討

2050年のカーボンニュートラルはわが国として必達目標であり、鉄軌道分野においても、再生可能エネルギーや水素などを活用した公共交通システムの開発が必要と考えられる。また、新たに整備される鉄軌道に関しては、周辺開発との一体的な整備により、トータルでカーボンニュートラルを達成することが望まれる。

グリーンインフラは、米国で発案された社会資本整備手法で、自然環境が有する多様な機能を

インフラ整備に活用するという考え方を基本としており、近年欧米を中心に取組が進められている。このグリーンインフラの概念を踏まえ、鉄軌道の整備や周辺開発等について、様々な視点を盛り込み、鉄軌道の整備計画案を立案していく必要がある。

2.6 過年度・今年度調査結果一覧

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その1）

調査年次	コスト削減方策	ケース	ルート	概算事業費			
				コスト削減方策		縮減額 (縮減率)	
				適用前	適用後		
平成24年度調査	部分単線化	ケース1	うるま・パイプライン	8,500億円	7,500億円	▲1,000億円 (▲12%)	
		ケース2	うるま・国道330号	8,700億円	7,700億円	▲1,000億円 (▲11%)	
	小型システム（鉄輪リニア）	ケース1	うるま・パイプライン	8,500億円	7,300億円	▲1,200億円 (▲14%)	
	沖縄自動車道の活用	ケース6	沖縄自動車道	—	6,100億円	—	
	構造変更や基地跡地活用	ケース7	うるま・国道58号	—	7,700億円	—	
平成25年度調査	最新技術の採用 (SENS工法)	ケース1	うるま・パイプライン	8,500億円	7,700億円*1	▲800億円 (▲9%)	
		ケース2	うるま・国道330号	8,700億円	7,900億円*1	▲800億円 (▲9%)	
		ケース7	うるま・国道58号	7,700億円	7,000億円*1	▲700億円 (▲9%)	
	小型システム (スマート・リニアメトロ)	ケース1	うるま・パイプライン	8,500億円	7,200億円	▲1,300億円 (▲15%)	
	地下区間から地上区間への構造変更	名護付近の構造変更	ケース1	うるま・パイプライン	7,700億円*1	7,500億円*1	▲200億円 (▲3%)
		空港接続線の構造変更	ケース5	うるま・パイプライン + 空港接続線	8,300億円*1 [600億円*1]	8,100億円*1 [400億円*1]	▲200億円*2 (▲33%*2)
コスト削減方策の 組合せ	・最新技術の採用 (SENS工法) ・部分単線化 ・小型システム (スマート・リニアメトロ) ・地下区間から地上区間 への構造変更 (名護付近の構造変更)	ケース1	うるま・パイプライン	8,500億円	6,000億円 *1,*3	▲2,500億円 (▲29%)	
平成26年度調査	ルート等の見直し	ケース2	うるま・国道330号	7,900億円*1	7,600億円 *1,*3	▲300億円 (▲4%)	
		ケース7	うるま・国道58号	7,000億円*1	6,600億円 *1,*3	▲400億円 (▲6%)	
	コスト削減方策の 組合せ	・最新技術の採用 (SENS工法) ・部分単線化 ・小型システム (スマート・リニアメトロ) ・地下区間から地上区間 への構造変更 (名護付近の構造変更、 空港接続線の構造変更) ・ルート等の見直し	うるま・国道330号 + 空港接続線	—	6,400億円 *1,*3 [400億円*1,*3]	—	
			うるま・国道330号	7,900億円*1	6,000億円 *1,*3	▲1,900億円 (▲24%)	

*1：最新技術の採用によるコスト削減を考慮した金額である。

*2：空港接続線のみ概算事業費の縮減額及び縮減率である。

*3：平成25年度調査の地下区間から地上区間への構造変更のうち、「名護付近の構造変更」を適用している。

注1) 概算事業費のうち、[]内の数値は、空港接続線の金額を示す。

注2) 概算事業費は、平成23年度価格である。

注3) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能なルートがないためである。

注4) 上記は、各コスト削減方策の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その2）

調査 年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
平成 27 年度 調査	最新技術の採用 (地下駅のシールド切り開き工法)	ケース2	うるま・国道330号 (西海岸ルート)	【7,600億円*1】	【7,500億円*1】	【▲100億円】 【(▲1%)】
	地下区間から地上区間への構造変更 (浦添市役所～普天間飛行場)	ケース2	うるま・国道330号 (西海岸ルート)	【7,600億円*1】	【7,400億円*1】	【▲200億円】 【(▲3%)】
	コスト削減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (西海岸ルート)	7,100億円*1 【6,400億円*1】	6,800億円*2 【6,150億円*2】	▲300億円 (▲4%) 【▲250億円】 【(▲4%)】
平成 28 年度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース9	うるま・国道330号 +空港接続線 (東海岸ルート)	—	8,700億円*2 【7,900億円*2】	—
	支線軸の検討(LRT)	—	支線④ (普天間～嘉手納)	—	400億円 【360億円】	—
	沖縄県特有の地質条件等を 考慮したコスト (シールドトンネルから山岳トンネル(NATM)への構造変更)	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (西海岸ルート)	8,800億円*2 【8,000億円*2】	—*3	—
		ケース9	うるま・国道330号 +空港接続線 (東海岸ルート)	8,700億円*2 【7,900億円*2】	—*3	—
コスト削減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線	6,800億円*2 【6,150億円*2】	6,850億円*2 【6,200億円*2】	+50億円 (+1%) 【+50億円】 【(+1%)】	

*1：平成26年度調査までに検討した最新技術の採用（SENS工法）、地下区間から地上区間への構造変更（名護付近の構造変更）、ルート等の見直しを考慮した金額である。
 *2：*1に加え、最新技術の採用（地下駅のシールド切り開き工法）、地下区間からの地上区間の構造変更（浦添市役所～普天間飛行場）、沖縄特有の気候条件を考慮したコストを考慮した金額である。
 *3：詳細な地質データが不足しており、精査が必要と考えられることを踏まえ、適用を見送った。
 注1）コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。
 注2）【 】内の金額は、建設工事費デフレーター及び消費税率を考慮しない概算事業費を示している。
 注3）【 】なしの金額は、建設工事費デフレーターとして、平成27年度調査の適用前においては3%を、平成27年度調査の適用後及び平成28年度調査においては4%を考慮し、いずれにおいても消費税率として8%を考慮した概算事業費を示している。
 注4）コスト削減方策等の組合せの概算事業費については、10億円単位で示している。
 注5）概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能なルートがない場合、もしくは、コスト削減方策等の検討結果がない場合である。
 注6）上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その3）

調査 年次	コスト縮減方策等		ケース	ルート	概算事業費		
					新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
					適用前	適用後	
平成 29 年度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>検討精度の向上</u> (縮尺 1/10,000) ・ 最新技術の採用 (SENS 工法・地下駅の シールド切り開き工法) ・ 地下区間から地上区間 への構造変更 ・ ルート等の見直し ・ 沖縄特有の気候条件を 考慮したコスト ・ 駅施設等の安全方策等 	ケース 2	うるま・国道 330 号 + 空港接続線 (西海岸ルート) 〔全線複線案〕	【8,120 億円】	8,060 億円	▲60 億円 ▲1%
		<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>検討精度の向上</u> (縮尺 1/10,000) ・ <u>ルート等の見直し</u> ・ 沖縄特有の気候条件を 考慮したコスト ・ 駅施設等の安全方策等 	—	支線① (名護～沖縄美ら海 水族館) 〔全線単線案〕	[780 億円] (八重岳貫通ルート)	970 億円 (観光ルート)	+190 億円 +24%
		<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>検討精度の向上</u> (縮尺 1/10,000) ・ 最新技術の採用 (SENS 工法) ・ 部分単線化 ・ 小型システム (スマート・リニアメトロ) ・ 地下区間から地上区間 への構造変更 ・ ルート等の見直し ・ 沖縄特有の気候条件を 考慮したコスト ・ 駅施設等の安全方策等 	ケース 2	うるま・国道 330 号 + 空港接続線 〔部分単線案〕	【6,380 億円*】	6,270 億円	▲110 億円 ▲2%

*：最新技術の採用（地下駅のシールド切り開き工法）を考慮した金額である。

注1）コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2）[]内の金額は、平成 24 年度調査時に示した金額である。

注3）【 】なしの金額は、平成 29 年度価格、消費税率を考慮しない概算事業費を示しており、【 】内の金額は、平成 28 年度価格、消費税率を考慮しない概算事業費を示している。

注4）概算事業費については、10 億円単位（四捨五入）で示している。

注5）上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その4）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
平成30年度調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔全線複線案〕	8,060億円	7,590億円	▲470億円 ▲6%
		ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔全線複線案〕	8,060億円	8,080億円	+20億円 +0%
	支線軸の 検討	—	支線① (名護～沖縄美ら海 水族館) 〔全線単線案〕	[780億円] (八重岳貫通ルート) 970億円 (海岸ルート)	950億円 (今帰仁ルート)	+170億円 +22% ▲20億円 ▲2%
	コスト縮 減方策等 の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔部分単線案〕	6,270億円	5,960億円	▲310億円 ▲5%

- 注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。
注2) []内の金額は、平成24年度調査時に示した金額である。
注3) []なしの金額は、平成29年度価格、消費税率を考慮しない概算事業費を示している。
注4) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。
注5) 上記は、各コスト縮減方策の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その5）

調査年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和元年度調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (恩納経由) 〔全線複線案〕	【8,060億円】	8,700億円	+640億円 (+8%)
				8,700億円	8,690億円	▲10億円 (▲0.1%)
	支線軸の 検討	—	支線①(名護～ 沖縄美ら海水族館) 〔全線単線案〕	【950億円】 (今帰仁ルート)	1,120億円 (今帰仁ルート) ※名桜大学経由	+170億円 (+18%)

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和元年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、平成29年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その6）

調査 年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和 元年度 調査	コスト縮減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,270億円】	6,760億円	+490億円 (+8%)
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	6,680億円	—
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	6,350億円	—

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和元年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、平成29年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能な検討ケースがない場合である。

注5) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その7）

調査 年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和2 年度調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案]	8,700億円	8,640億円	▲60億円 (▲1%)
		ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案]	8,700億円	8,700億円	±0億円 (±0%)
	コスト削減 方策等 の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [部分単線案]	—	6,840億円	—

- 注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。
注2) 金額は、令和元年度価格の概算事業費を示している。なお、消費税率は考慮していない。
注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。
注4) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能な検討ケースがない場合である。
注5) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その8）

調査 年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和2 年度調査	コスト削減 方策等 の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	6,760億円	—	—
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	6,680億円	—	—
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	6,350億円	—	—

- 注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。
注2) 金額は、令和元年度価格の概算事業費を示している。なお、消費税率は考慮していない。
注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。
注4) 概算事業費の欄にある「—」は、新たなコスト削減方策等の検討結果がない場合である。
注5) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その9）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和3年度調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案]	【8,700億円】	9,090億円	+390億円 (+4%)
		ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案] + 支線① [単線案]	【9,820億円】	10,250億円	+430億円 (+4%)
	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [部分単線案]	【6,760億円】	7,130億円	+370億円 (+5%)	

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和3年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和元年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その10）

調査年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和3年度調査	コスト削減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,840億円】	7,080億円	+240億円 (+4%)
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,680億円】	6,980億円	+300億円 (+4%)
		ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,350億円】	6,560億円	+210億円 (+3%)

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和3年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和元年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その11）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和4年度調査	(鉄軌道系) 基本パターン	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案]	【9,090億円】	9,760億円	+670億円 (+7%)
	基本パターン (部分単線)	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [部分単線案]	【7,690億円】	8,250億円	+560億円 (+7%)
	基本パターン (北部支線軸考慮)	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [複線案] + 支線① [単線案]	【10,250億円】	11,010億円	+760億円 (+7%)

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和4年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和3年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その12）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和4年度調査	コスト縮減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,130億円】	7,650億円	+520億円 (+7%)
		ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,080億円】	7,590億円	+510億円 (+7%)
		ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,980億円】	7,500億円	+520億円 (+7%)

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和4年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和3年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その13）

調査年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和4年度調査	コスト削減方策等の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【6,560億円】	7,050億円	+490億円 (+7%)
	那覇～名護ルート	ケース11	那覇(旭橋)～名護 うるま・国道330号 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	5,900億円	—

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和4年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和3年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能な検討ケースがない場合である。

注5) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その14）

調査年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和5年度調査	(鉄軌道系) 基本パターン	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [全線複線案]	【9,760億円】	9,800億円	+40億円 (+0.4%)
	基本パターン (部分単線)	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [部分単線案]	【8,250億円】	8,290億円	+40億円 (+0.4%)
	基本パターン (北部支線軸考慮)	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) [複線案] + 支線① [単線案]	【11,010億円】	11,050億円	+40億円 (+0.4%)

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和5年度価格、土地価格の変動率を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和4年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その15）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和5年度調査	コスト縮減方策等の組合せ	ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,650億円】	7,680億円	+30億円 (+0.4%)
		ケース2	うるま・国道330号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,590億円】	7,630億円	+30億円 (+0.4%)
		ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,500億円】	7,520億円	+20億円 (+0.3%)

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和5年度価格、土地価格の変動率を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和4年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その16）

調査年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
令和5年度調査	コスト縮減方策等の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【7,050億円】	7,070億円	+20億円 (+0.3%)
	<u>那覇～名護</u> <u>ルート</u>	ケース12	那覇(旭橋)～名護 うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	5,730億円	—
	コスト縮減方策等の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	6,900億円	—

注1) コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和5年度価格、土地価格の変動率を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和4年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位(四捨五入)で示している。

注4) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能な検討ケースがない場合である。

注5) 上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（鉄道 その17）

調査年次	コスト削減方策等		ケース	ルート	概算事業費		
					新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
					適用前	適用後	
令和5年度調査	コスト削減方策等の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>検討精度の向上</u> (縮尺 1/10,000) ・ <u>最新技術の採用</u> (SENS工法) ・ <u>部分単線化</u> ・ <u>架線式蓄電池電車</u> ・ <u>地下区間から地上区間への構造変更</u> ・ <u>ルート等の見直し</u> ・ <u>沖縄特有の気候条件を考慮したコスト</u> ・ <u>駅施設等の安全方策等</u> ・ <u>概算事業費等の精査</u> ・ <u>CBTCの採用</u> 	ケース2	うるま・国道330号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	—	7,780 億円	—

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和5年度価格、土地価格の変動率を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和4年度価格の概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能な検討ケースがない場合である。

注5) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（トラムトレイン その1）

調査年次	コスト削減方策		ケース	ルート	概算事業費			
					コスト削減方策		縮減額 (縮減率)	
					適用前	適用後		
平成24年度調査	部分単線化		ケース1	うるま・パイプライン	5,500億円	4,600億円	▲900億円 (▲16%)	
			ケース2	うるま・国道330号	5,500億円	4,700億円	▲800億円 (▲15%)	
	施設の簡素化		ケース1	うるま・パイプライン	5,500億円	5,000億円	▲500億円 (▲9%)	
	沖縄自動車道の活用		ケース6	沖縄自動車道	—	4,100億円	—	
平成25年度調査	最新技術の採用 (SENS工法)		ケース1	うるま・パイプライン	5,500億円	4,800億円*1	▲700億円 (▲13%)	
			ケース2	うるま・国道330号	5,500億円	5,000億円*1	▲500億円 (▲9%)	
			ケース7	うるま・国道58号	—	4,200億円*1	—	
	単線区間の拡大		ケース1	うるま・パイプライン	4,800億円*1	3,700億円*1	▲1,100億円 (▲23%)	
			ケース2	うるま・国道330号	5,000億円*1	3,700億円*1	▲1,300億円 (▲26%)	
			ケース7	うるま・国道58号	4,200億円*1	2,900億円*1	▲1,300億円 (▲31%)	
	地下区間から地上区間への構造変更	支線①(名護～沖縄美ら海水族館)の構造変更		ケース4	うるま・パイプライン +支線①	6,500億円*1 [700億円*1]	6,000億円*1 [200億円*1]	▲500億円*2 (▲8%*2)
国道58号への地平構造による導入		ケース7	うるま・国道58号	—	4,200億円*1	—		
空港接続線の構造変更		ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線	—	4,300億円*1 [100億円*1]	—		
平成26年度調査	ルート等の見直し		ケース2	うるま・国道330号	5,000億円*1	4,900億円*1	▲100億円 (▲2%)	
			ケース7	うるま・国道58号	4,200億円*1	4,200億円*1	▲60億円*3 (▲1%*3)	
	コスト削減方策の 組合せ	<ul style="list-style-type: none"> 最新技術の採用 (SENS工法) 単線区間の拡大 地下区間から地上区間への構造変更 (国道58号への地平構造による導入、空港接続線の構造変更) ルート等の見直し 		ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線	—	2,900億円*1 [100億円*1]	—
				ケース7	うるま・国道58号	4,200億円*1 【2,900億円*1】	2,800億円*1	▲1,400億円 (▲33%) 【▲100億円】 【(▲3%)】
				ケース7	うるま・国道58号	—	2,900億円*1 [100億円*1]	—

*1：最新技術の採用によるコスト削減を考慮した金額である。

*2：支線のみ概算事業費の縮減額及び縮減率である。

*3：概算事業費の縮減額（縮減率）は、10億円単位を四捨五入する前の数値である。

注1）概算事業費のうち、[]内の数値は、支線又は空港接続線の金額を示す。

注2）概算事業費のうち、【 】内の数値は、平成25年度調査のコスト削減方策組合せ結果の金額、当該金額からの縮減額及び縮減率を示す。

注3）概算事業費は、平成23年度価格である。

注4）概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能なルートがないためである。

注5）上記は、各コスト削減方策の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（トラムトレイン その2）

調査 年次	コスト削減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
平成 27 年度 調査	最新技術の採用 (地下駅のシールド切り開き工法)	ケース7	うるま・国道58号 (西海岸ルート)	【4,180億円*1】	【4,110億円*1】	【▲70億円】 【(▲2%)】
	コスト削減方策等の組合せ ・最新技術の採用 (SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法) ・単線区間の拡大 ・地下区間から地上区間への構造変更 ・ルート等の見直し ・ 沖縄特有の気候条件を考慮したコスト	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート)	3,170億円*1 【2,870億円*1】	3,180億円*1 【2,910億円*1】	+10億円 (±0%) 【+40億円】 【(+1%)】
平成 28 年度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース10	うるま・国道58号 +空港接続線 (東海岸ルート)	—	4,690億円*1 【4,160億円*1】	—
	支線軸の検討(LRT)	—	支線④ (普天間～嘉手納)	—	400億円 【360億円】	—
	沖縄県特有の地質条件等を考慮したコスト (シールドトンネルから 山岳トンネル(NATM)への構造変更)	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート)	4,730億円*1 【4,200億円*1】	—*2	—
		ケース10	うるま・国道58号 +空港接続線 (東海岸ルート)	4,690億円*1 【4,160億円*1】	—*2	—
	コスト削減方策等の組合せ ・最新技術の採用 (SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法) ・単線区間の拡大 ・地下区間から地上区間への構造変更 ・ルート等の見直し ・沖縄特有の気候条件を考慮したコスト	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート)	3,180億円*1 【2,910億円*1】	—	—

*1：最新技術の採用（SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法）、地下区間から地上区間への構造変更、ルート等の見直し、沖縄特有の気候条件を考慮したコストを考慮した金額である。

*2：詳細な地質データが不足しており、精査が必要と考えられることを踏まえ、適用を見送った。

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】内の金額は、建設工事費デフレーター及び消費税率を考慮しない概算事業費を示している。

注3) 【 】なしの金額は、平成27年度調査の適用前においては3%を、平成27年度調査の適用後及び平成28年度調査においては4%を考慮し、いずれにおいても消費税率として8%を考慮した概算事業費を示している。

注4) 概算事業費は、10億円単位で示している。

注5) 概算事業費の欄にある「—」は、過年度調査に比較可能なルートがない場合、もしくは、コスト削減方策等の検討結果がない場合である。

注6) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（トラムトレイン その3）

調査 年次	コスト縮減方策等	ケース	ルート	概算事業費		
				新たなコスト縮減方策等		縮減額 (縮減率)
				適用前	適用後	
平成 29 年度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔全線複線案〕	[4,400億円*]	【4,290億円】	【▲110億円】 【▲3%】
	コスト縮 減方策等 の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔部分単線案〕	【2,960億円*】	【3,000億円】	【+40億円】 【+1%】
平成 30 年度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔全線複線案〕	【4,290億円】	【4,300億円】 (浦添西海岸ルート)	【+10億円】 【+0%】
	コスト縮 減方策等 の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (西海岸ルート) 〔部分単線案〕	【3,000億円】	—	—
令和 元 年度 調査 ・ 令 和 2 年 度 調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔全線複線案〕	【4,290億円】	4,620億円	+330億円 (+8%)
	コスト縮 減方策等 の組合せ	ケース7	うるま・国道58号 +空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【3,000億円】	3,230億円	+230億円 (+8%)

*：最新技術の採用（地下駅のシールド切り開き工法）を考慮した金額である。

注1）コスト縮減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト縮減方策等を示す。

注2）【 】なしの金額は、令和元年度価格、[]内の金額は、平成28年度価格、【 】内の金額は、平成29年度価格の概算事業費を示している。なお、いずれも消費税率は考慮していない。

注3）概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4）概算事業費の欄にある「-」は、コスト縮減方策等の検討結果がない場合である。

注5）上記は、各コスト縮減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（トラムトレイン その4）

調査 年次	コスト削減方策等		ケース	ルート	概算事業費		
					新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
					適用前	適用後	
令和3 年度調査	幹線骨格軸 (モデルルート) の精査	<ul style="list-style-type: none"> 検討精度の向上 (縮尺 1/10,000) 最新技術の採用 (SENS工法) 地下区間から地上区 間への構造変更 ルート等の見直し 沖縄特有の気候条件 を考慮したコスト 概算事業費等の精査 	ケース7	うるま・国道 58 号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔全線複線案〕	【4,620 億円】	4,850 億円	+230 億円 (+5%)
	コスト縮 減方策等 の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> 検討精度の向上 (縮尺 1/10,000) 最新技術の採用 (SENS工法) 部分単線化 地下区間から地上区 間への構造変更 ルート等の見直し 沖縄特有の気候条件 を考慮したコスト 概算事業費等の精査 	ケース7	うるま・国道 58 号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【3,230 億円】	3,400 億円	+170 億円 (+5%)

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和3年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和元年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 概算事業費の欄にある「-」は、コスト削減方策等の検討結果がない場合である。

注5) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

表 コスト削減方策等の検討結果概要（トラムトレイン その5）

調査 年次	コスト削減方策等		ケース	ルート	概算事業費		
					新たなコスト削減方策等		縮減額 (縮減率)
					適用前	適用後	
令和4 年度調査	(トラム) 基本パターン	<ul style="list-style-type: none"> 検討精度の向上 (縮尺 1/10,000) 最新技術の採用 (SENS工法) 地下区間から地上区 間への構造変更 ルート等の見直し 沖縄特有の気候条件 を考慮したコスト 概算事業費等の精査 	ケース7	うるま・国道 58 号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔全線複線案〕	【4,850 億円】	5,210 億円	+360 億円 (+7%)
	コスト縮 減方策等 の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> 検討精度の向上 (縮尺 1/10,000) 最新技術の採用 (SENS工法) 部分単線化 地下区間から地上区 間への構造変更 ルート等の見直し 沖縄特有の気候条件 を考慮したコスト 概算事業費等の精査 	ケース7	うるま・国道 58 号 + 空港接続線 (恩納経由) 〔部分単線案〕	【3,400 億円】	3,650 億円	+250 億円 (+7%)

注1) コスト削減方策等の太文字・下線部分は、新たなコスト削減方策等を示す。

注2) 【 】なしの金額は、令和4年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示しており、【 】内の金額は、令和3年度価格、建設工事費デフレーター等を考慮した概算事業費を示している。なお、どちらも消費税率は考慮していない。

注3) 概算事業費については、10億円単位（四捨五入）で示している。

注4) 上記は、各コスト削減方策等の代表的なケースの結果を示したものである。

注5) 那覇～名護60分間以内を達成することは不可能なトラムトレインについては、令和5年度調査では検討対象外とした。