

### 2.6.3 概算事業費の算出

今帰仁ルート（名桜大経由）の概算事業費は約 1,120 億円となり、平成 30 年度調査（平成 29 年度価格）と比較して約 170 億円増加した。これは駅数が 1 駅、延長が約 1.01km 増加したこと、建設費の高騰によるものであると考えられる。

表 概算事業費（鉄道・支線①（今帰仁ルート（名桜大経由）））

システム	ケース	検討区間	ルート		検討年度 図面縮尺	路線延長 駅数 (名護含まず)	概算事業費 (キロ当たり)
			基本経由地	ルート名 (個別経由地)			
鉄道	支線①	名護～ 沖縄美ら海水族館	本部町役場付近	直線ルート	平成 23 年度 1/25,000	15.79km (全線単線) 2 駅	平成 23 年度価格 約 780 億円 (49 億円/km)
				海岸ルート (本部港)	平成 29 年度 1/10,000	20.30km (全線単線) 2 駅	平成 29 年度価格 約 970 億円 (48 億円/km)
				今帰仁ルート	平成 30 年度 1/10,000	19.45km (全線単線) 3 駅	平成 29 年度価格 約 950 億円 (49 億円/km)
				今帰仁ルート (名桜大経由)	令和元年度 1/10,000	20.46km (全線単線) 4 駅	令和元年度価格 約 1,120 億円 (55 億円/km)

注) 概算事業費は、10 億円単位（四捨五入）、消費税及び建設利息を含まない金額である。

表 概算事業費（鉄道・ケース 2（うるま・国道 330 号・恩納）+空港接続線+支線①（今帰仁ルート））

システム	ケース	検討区間	ルート			路線延長 駅数	概算事業費 (キロ当たり)
			経由地	那覇～普天間	うるま～名護 ～沖縄美ら海水族館		
鉄道	ケース 2	糸満市役所～ 沖縄美ら海水族館 + 空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道 330 号 (主に地下構造)	恩納（西海岸ルート） 今帰仁（名桜大経由）	99.94km 30 駅	令和元年度価格 約 9,820 億円 (98 億円/km)

注) 概算事業費は、10 億円単位（四捨五入）、消費税及び建設利息を含まない金額である。

## 2.7 最新技術の採用

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あたり、コスト削減を図っている事例を収集する等、さらなるコスト削減方策に関する研究・検討を行う。

### 2.7.1 鉄軌道技術を構成する各種要素技術の動向把握

最新の各種要素技術についてイニシャルコストやランニングコスト、環境特性（省エネ、低騒音・振動等）、施工性等の観点から比較検討を行い、有効なコスト削減方策を提案する。

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	最新技術動向	イニシャルコスト	ランニングコスト	環境特性
土木構造物	高架構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ハイブリッド構造(土木・建築一体構造)の高架駅</li> <li>● 地中梁省略高架構造(地中梁を省力したラーメン高架橋)</li> <li>● 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)</li> <li>● プレキャスト型枠工法(工場で製作された埋設型枠を使用した工法)等</li> </ul>	○	○	○
	盛土構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 気泡モルタル盛土工法</li> <li>● RRR工法(新土留め(補強盛土)工法)等</li> </ul>	○	—	○
	トンネル構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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)</li> <li>● シールド切り開き工法、矩形シールド工法等</li> </ul>	○	—	○
車両		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小型リニアモーター電車(鉄輪式リニアモーターカー、スマート・リニアメトロ等)</li> <li>● 新交通システム(高速AGT等)</li> <li>● 磁気浮上式鉄道(HSST等)</li> <li>● 蓄電池電車(架線レストラム等)</li> <li>● 燃料電池電車</li> <li>● ハイブリッド電車(電気・ディーゼル併用駆動)等</li> </ul>	△	○	○
軌道		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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)</li> <li>● 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)等</li> </ul>	▲	○	○
電気設備	電力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回生電力蓄電システム(電車から制動中に戻される電力を蓄えるシステム)</li> <li>● メガソーラー発電(大規模なソーラーパネルによる発電)等</li> </ul>	▲	○	○
	信号保安	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ATO(自動運転制御装置)</li> <li>● CBTC(移動閉そく式無線信号装置)</li> <li>● バス等の自動運転技術等</li> </ul>	○	○	—
	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可動式ホーム柵(左右スライド式、上下スライド式)</li> <li>● 遠隔監視システム等</li> </ul>	▲	○	—

※ ○：コスト削減に寄与する。△：土木工事費の削減に寄与する。▲：コスト削減に直接寄与しない。





## 2.7.2 最新技術車両の導入可能性の検討

過年度調査において検討した『スマート・リニアメトロ』については、現時点で実用技術が確立していないため、本年度調査では、60‰程度登坂可能な小型鉄道（粘着駆動方式）や高速AGT、HSST（磁気浮上方式）、高速鉄道（200km/h）の導入可能性について検討を行う。なお、全国新幹線鉄道整備法における「新幹線鉄道」とは、「その主たる区間を列車が200km/h以上の高速度で走行できる幹線鉄道をいう」と定義されている。

本年度調査では、小型の鉄軌道の代表例として愛知県（名古屋市・長久手市・豊田市）で導入実績のあるHSST（磁気浮上方式）を選択して、ケース7（うるま・国道58号・恩納経由＋空港接続線）で検討を行うものとする。

磁気浮上方式については、インチョン空港磁気浮上鉄道（韓国）や長沙リニア快線（中国）においても導入実績があり、双方、自国のメーカーが導入している。

表 最新技術車両の概要

交通システム	小型鉄道（粘着駆動方式）	高速AGT（粘着駆動方式）	HSST（磁気浮上方式）	高速鉄道（200km/h）
車両写真				
路線名	—	—	リニモ・東部丘陵線	北海道新幹線 東北新幹線 上越新幹線 北陸新幹線 東海道新幹線 山陽新幹線 九州新幹線
導入都市	—	—	愛知県（名古屋市・長久手・豊田市）	日本全国（四国除く）
運行事業者	—	—	愛知高速交通	JR北海道・JR東日本 JR東海・JR西日本 JR九州
車両メーカー	アルストム（仏）	三菱重工エンジニアリング	日本車輛製造	日立製作所・川崎重工業 日本車輛製造
最高速度	80km/h	120km/h	100km/h【130km/h】	320km/h【360km/h】 整備新幹線260km/h
車両サイズ	全長18m・全幅2.7m	全長12m・全幅2.8m	全長14m・全幅2.6m	全長25m・全幅3.4m
最小曲線半径	45m	30m	75m【50m】	400m
最急勾配	60‰	60‰【100‰】	60‰【70‰】	15‰（35‰）

（ ）はやむを得ない場合を示す。【 】は性能上のスペックを示す。

## 2.7.3 高速AGTの検討

最近では、鉄道並みの最高速度 120km/h の高速AGTが開発されており、鉄道に比べて車両が軽量であるためコスト縮減にも寄与することから、鉄道に代わるシステムとして高速AGTの検討を行う。

### (1) 路線計画

#### 1) 路線計画の検討方針

高速AGTについては、いわゆる『インフラ補助制度』を活用して整備される都市モノレール等（ゆいレールやゆりかもめ等）と同様な整備を想定し、基本的な考え方として道路空間（高架形式）への導入を前提とする。

すなわち、検討ケースは、ケース7（うるま・国道58号（恩納経由）＋空港接続線とする。なお、過年度調査の結果から、高速AGTにおいても全線複線とした場合は費用便益比（B/C）が1.0を大きく下回ると想定されることから、糸満市役所～豊見城間、うるま具志川～名護間、旭橋～那覇空港間については、単線による整備を前提とする。



図 ケース7（うるま・国道58号（恩納経由）＋空港接続線）

## (2) 線形諸元の設定

横浜シーサイドラインと高速AGTの線形諸元について比較を行う。

**表 線形諸元の比較**

項目	標準化 AGT (粘着駆動方式)	高速 AGT (粘着駆動方式)
参考路線 (メーカー)	横浜シーサイドライン (2000 形)	三菱重工エンジニアリング (Super AGT)
最小曲線半径 (本線)	100m [30m]	100m [30m]
最小曲線半径 (側線)	30m	30m
最小曲線半径 (停車場)	300m	300m
最小円曲線長	9.0m	10m
曲線間直線長	9.0m	10m
最急勾配 (本線)	60‰	60‰ [100‰]
最急勾配 (側線)	90‰	100‰
最急勾配 (停車場)	10‰ 車両の留置又は解結のある 区域は 5‰	10‰ 車両の留置又は解結のある 区域は 5‰
最急勾配 (分岐部)	10‰	10‰
縦曲線半径	1,000m [500m]	1,500m [1,000m]

注) 想定した諸元については 斜字体表記 としている。

## (3) 車両諸元の設定

標準化第1号となった横浜シーサイドラインと高速AGTの車両諸元について比較を行う。

**表 車両諸元の比較**

項目	標準化 AGT (粘着駆動方式)	高速 AGT (粘着駆動方式)
車両写真		
参考路線 (メーカー)	横浜シーサイドライン (2000 形)	三菱重工エンジニアリング (Super AGT)
運転方式	無人自動運転	無人自動運転
車両編成	5 両固定編成	2 両固定編成×2 編成
車両定員 (編成)	236 人 (座席 88 人+運転台座席 2 人) ※立席面積当たり 0.3m <sup>2</sup> /人	ベンチシート 256 人 (座席 156 人) クロスシート 220 人 (座席 148 人) ※立席面積当たり 6 人/m <sup>2</sup>
1 車両自重	11.5t	14.8t
車両外寸 (幅×高さ)	2.46m×3.344m	2.775m×3.8m
1 車両長 (最大)	8.0m (連結部 0.5m)	12.28m (連結部 0.75m)
編成長	45.0m	50.62m
ホーム有効長	45.0m	55.0m
営業最高速度	60km/h	120km/h
最大加速度	3.5km/h/s	3.5km/h/s
減速度 (常用最大)	3.5km/h/s	3.5km/h/s
減速度 (非常)	4.5km/h/s	4.5km/h/s

注) 想定した諸元については 斜字体表記 としている。

#### (4) 標準断面の設定

##### 1) 断面諸元の設定

横浜シーサイドラインと高速AGTの断面諸元について比較を行う。

高速AGTの断面諸元については、現在整備中のマカオLRT（澳門輕軌鐵路）の設計事例を参考として設定を行う。

表 断面諸元の比較

項目	標準化 AGT (粘着駆動方式)	高速 AGT (粘着駆動方式)
参考路線 (メーカー)	横浜シーサイドライン (2000 形)	三菱重工エンジニアリング (Super AGT)
車両限界 (幅×高さ)	2.5m×3.25m	2.815m×3.8m
建築限界 (幅×高さ)	3.0m×3.5m	高架区間：3.53m×4.05m トンネル区間：3.36m×4.05m
軌道中心間隔	3.75m	高架区間：4.8m トンネル区間：3.73m 亘り線区間：4.8m
軌道全体幅員 (複線)	7.6m	高架橋：9.0m シールドトンネル区間：9.2m
軌道全体幅員 (単線)	4.4m	高架橋：5.0m シールドトンネル区間：6.0m
軌道中心からホームの離れ	1.32m	1.43m
軌道中心間隔 (標準駅部)	8.34m	11.86m (ホーム有効幅員 9.0m)

注) 想定した諸元については 斜字体表記 としている。

##### 2) 標準断面図

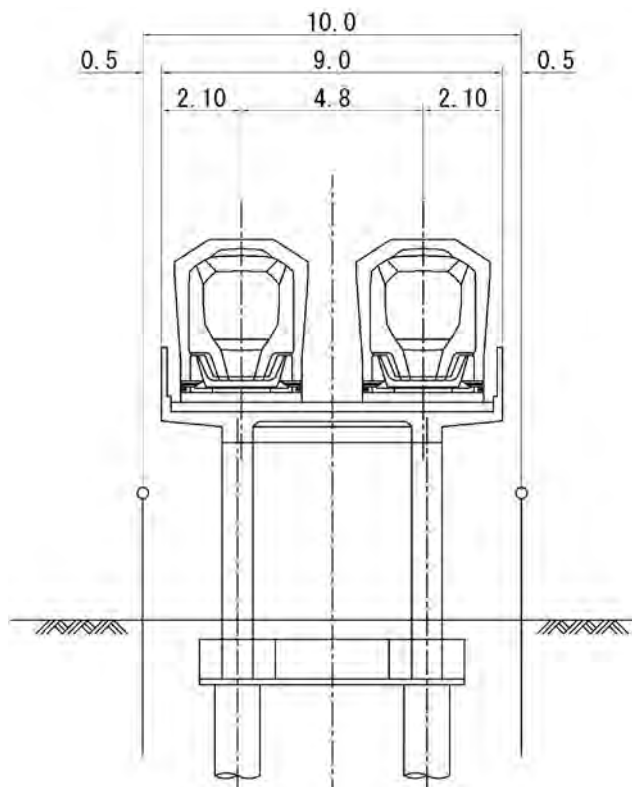


図 標準断面図 (高速AGT・一般部・高架橋)



**(5) 運行計画**

高速AGTの路線計画を踏まえ、運行計画を行った。

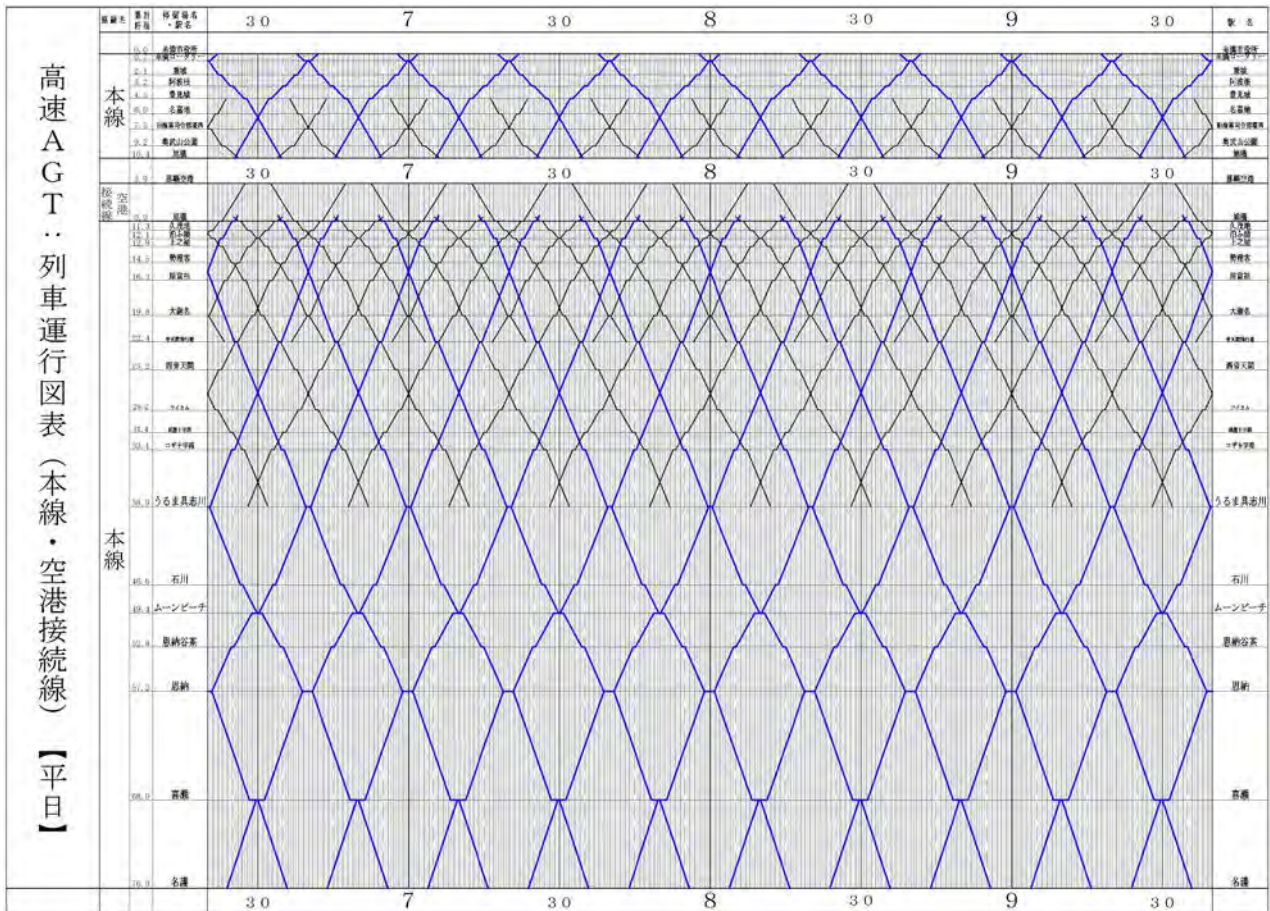
糸満市役所～名護間の快速列車の所要時間は約78分となり、スマート・リニアメトロの約83分と比較して約5分短縮した。

高速AGTの路線延長は、スマート・リニアメトロと比較して0.74km長いが、最高運転速度は120km/hであり、スマート・リニアメトロの100km/hより20km/h速いため、時間短縮に繋がったものと考えられる。

**表 糸満市役所～名護間の所要時間（高速AGT及びスマート・リニアメトロ）**

システム	ケース	検討区間	ルート			運転最高速度	路線延長	快速列車の所要時間
			経由地	那覇～普天間	うるま～名護			
高速AGT	ケース7	糸満市役所～名護 ＋空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道58号	恩納 (西海岸ルート)	120km/h (+20km/h)	80.22km (+0.74km)	約78分 (約-5分)
スマート・リニアメトロ	ケース2	糸満市役所～名護 ＋空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道330号	恩納 (西海岸ルート)	100km/h	79.48km	約83分

注) ( ) はスマート・リニアメトロとの差異を示す。



**図 運行ダイヤ（高速AGT）**

## (6) 概算事業費の算出（コスト縮減の複数組合せ）

高速AGTの概算事業費は約6,680億円となり、スマート・リニアメトロと比較して約80億円（約1%）縮減した。

高速AGTの概算事業費がスマート・リニアメトロと比較して低廉な理由としては、国道58号区間（旭橋～大謝名間）を高架構造としていることが主な要因として考えられる。

**表 概算事業費（コスト縮減の複数組合せ）**

システム	ケース	検討区間	ルート			路線延長	概算事業費
			経由地	那覇～普天間	うるま～名護		
高速AGT	ケース7	糸満市役所～名護 +空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道58号 (主に高架構造)	恩納 (西海岸ルート)	80.22km	平成29年度価格 約6,200億円
							令和元年度価格 約6,680億円
スマート・ リニアメトロ	ケース2	糸満市役所～名護 +空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道330号 (主に地下構造)	恩納 (西海岸ルート)	79.48km	平成29年度価格 約6,270億円
							令和元年度価格 約6,760億円
トラムトレイン	ケース7	糸満市役所～名護 +空港接続線 (部分単線案)	うるま	国道58号 (主に高架構造)	恩納 (西海岸ルート)	80.22km	平成29年度価格 約3,000億円
							令和元年度価格 約3,230億円

注) 概算事業費は、10億円単位（四捨五入）、消費税及び建設利息を含まない金額である。



## 2.7.4 HSST（磁気浮上方式）の検討

### (1) 路線計画

#### 1) 路線計画の検討方針

HSST（磁気浮上方式）については、いわゆる『インフラ補助制度』を活用して整備される都市モノレール等（ゆいレールやゆりかもめ等）と同様な整備を想定し、基本的な考え方として道路空間（高架形式）への導入を前提とする。

すなわち、検討ケースは、ケース7（うま・国道58号（恩納経由）＋空港接続線とする。なお、過年度調査の結果から、HSSTにおいても全線複線とした場合は費用便益比（B/C）が1.0を大きく下回ると想定されることから、糸満市役所～豊見城間、うま具志川～名護間、旭橋～那覇空港間については、単線による整備を前提とする。

#### 2) 線形諸元の設定

高速AGT（粘着駆動方式）及びHSST（磁気浮上方式）の線形諸元について比較を行う。

表 線形諸元の比較

項目	高速AGT（粘着駆動方式）	HSST（磁気浮上方式）
参考路線 （メーカー）	— （三菱重工エンジニアリング） （Super AGT）	リニモ・東部丘陵線 （日本車輛製造）
最小曲線半径（本線）	100m [30m]	100m [75m]
最小曲線半径（側線）	30m	50m
最小曲線半径（停車場）	300m	400m
最小円曲線長	10m	14m
曲線間直線長	10m	14m
最急勾配（本線）	60‰ [100‰]	60‰
最急勾配（側線）	100‰	70‰
最急勾配（停車場）	10‰ 車両の留置又は解結のある 区域は5‰	0‰（LEVEL） 車両の留置又は解結のある 区域は0‰（LEVEL）
最急勾配（分岐部）	10‰	0‰
縦曲線半径	1,500m [1,000m]	3,000m [1,500m]

注) 想定した諸元については 斜字体表記 としている。

### 3) 車両諸元の比較

高速AGT（粘着駆動方式）及びHSST（磁気浮上方式）の車両諸元について比較を行う。

**表 車両諸元の比較**

項目	高速AGT（粘着駆動方式）	HSST（磁気浮上方式）
車両写真		
参考路線 (メーカー)	— (三菱重工エンジニアリング) (Super AGT)	リニモ・東部丘陵線 (日本車輛製造)
運転方式	無人自動運転	無人自動運転
車両編成	2両固定編成×2編成	4両固定編成
車両定員(編成)	ベンチシート 256人(座席 156人) クロスシート 220人(座席 148人) ※立席面積当たり 6人/m <sup>2</sup>	328人(座席 140人)
1車両自重	14.8t	17.3t
車両外寸(幅×高さ)	2.775m×3.8m	2.6m×3.45m
1車両長(最大)	12.28m(連結部 0.75m)	先頭車 14.0m(連結部 0.9m) 中間車 13.5m(連結部 0.9m)
編成長	50.62m	57.7m
ホーム有効長	55.0m	60.0m
営業最高速度	120km/h	130km/h
最大加速度	3.5km/h/s	4.0km/h/s
減速度(常用最大)	3.5km/h/s	4.0km/h/s
減速度(非常)	4.5km/h/s	4.5km/h/s

注) 想定した諸元については 斜字体表記 としている。

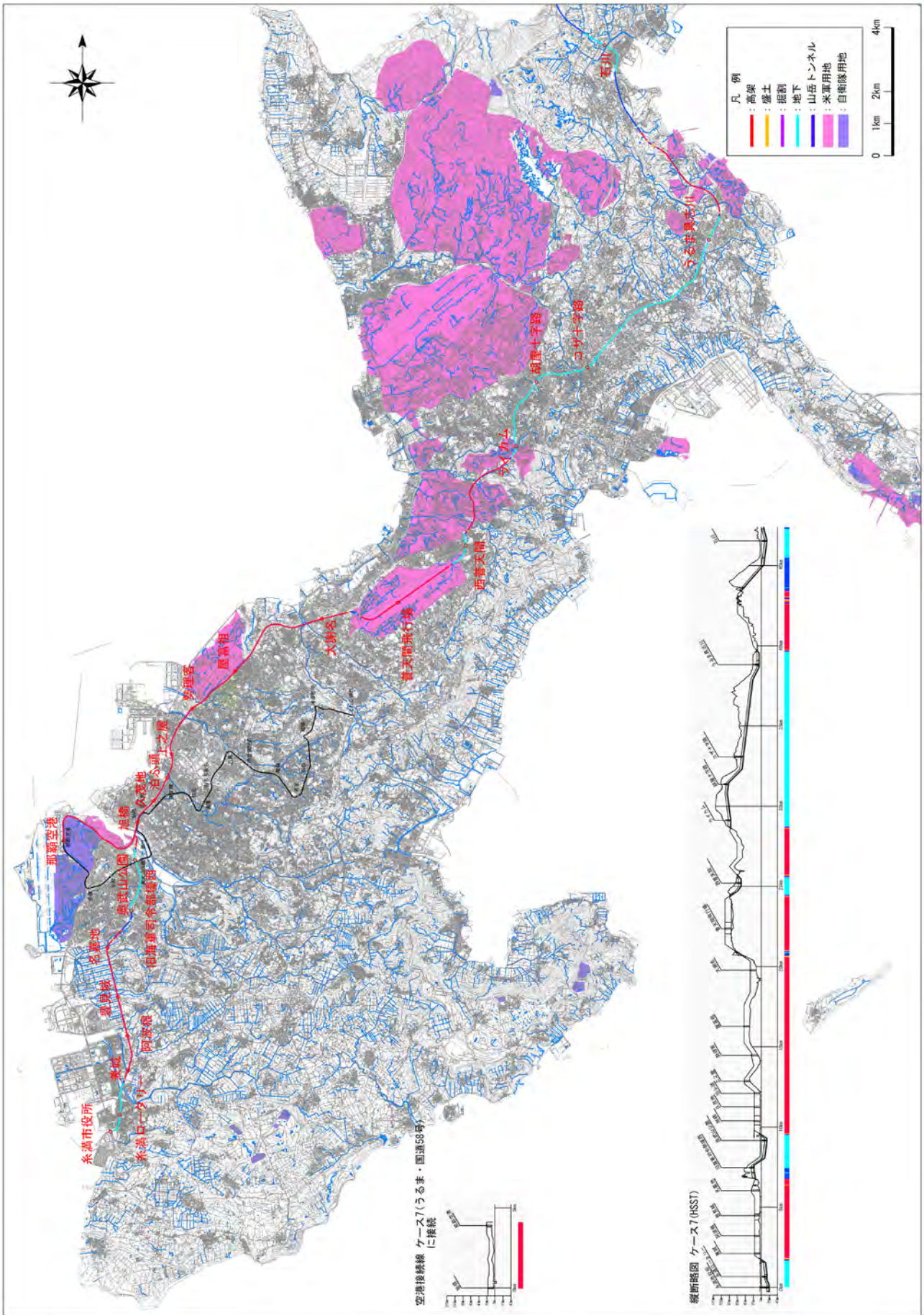


図 平面・縦断略図（HSST（磁気浮上方式））その1