

2. 4 コスト縮減方策を踏まえた事業採算性・費用便益比（B／C）

鉄軌道をはじめとする公共交通システムを導入する際には、単に事業採算性の面からだけでなく、広く社会全体への影響を考慮した評価がなされる必要がある。特に、公的な資金が導入される鉄軌道プロジェクトに関しては、事業の規模が大きいため社会へも多大な影響を及ぼす可能性が大きいと考えられることから、総合的な事業評価の実施が重要である。

このため、費用便益比（B／C）（詳細は次頁）等の指標を基に、社会的な意義、効果等から事業の妥当性を評価する。

本調査では、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2012改訂版(国土交通省 平成24年7月)」に準拠した形*で、前節で整理したコスト縮減方策を実施した際の費用を用い、本プロジェクトにより発生する効果のうち貨幣換算が可能な効果（便益）を計測したうえ、費用便益比（B／C）の算出を行い、各施策の有効性を検討した。

*平成23年度調査及び平成24年度調査では、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」に準拠してB／Cを算出していたが、改訂による、B／Cの算出手法に大きな変更点はないため、以後のB／Cの算出については、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2012改訂版」に準拠する。

(参考) 費用便益分析及び費用便益比 (B/C) について

「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 年改訂版」(国土交通省 平成 24 年 7 月) において、費用便益分析の定義、費用便益比の算定式は以下の通りとされている。

○ 費用便益分析

費用便益分析は、事業実施によって発現する多種多様な効果のうち、貨幣換算の手法が確立されている効果を対象に便益を計測した上で、事業における建設投資額等の費用と比較するものであり、社会的な視点からの事業効率性を評価するものである。(本調査で対象とする項目は次頁参照)

○ 費用便益比 (B/C)

費用便益比 (*CBR* : *Cost - Benefit Ratio*) は以下の式によって算出する。

$$CBR = \frac{B}{C}$$

ここで、

B : 総便益 [円]

C : 総費用 [円]

である。

費用便益比は費用に対する便益の相対的な大きさを比で表すものであり、この数値が大きいほど社会的に見て効率的な事業と評価することができる。

資料：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 改訂版 (国土交通省 平成 24 年 7 月)

なお、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 改訂版」においては、鉄道プロジェクトの評価に当たっては「事業による効果・影響の評価」、「採算性分析」、「費用便益分析」及び「事業の実施環境の評価」の 4 つの視点から事業を総合的に評価する必要があるとされている。

(参考) 費用便益分析の際に本調査で計測する効果

費用便益分析の際に本調査で計測する効果(便益)は、マニュアルで評価すべき効果項目を基本に、以下図に示した効果(網掛け部分)を計測対象とした。

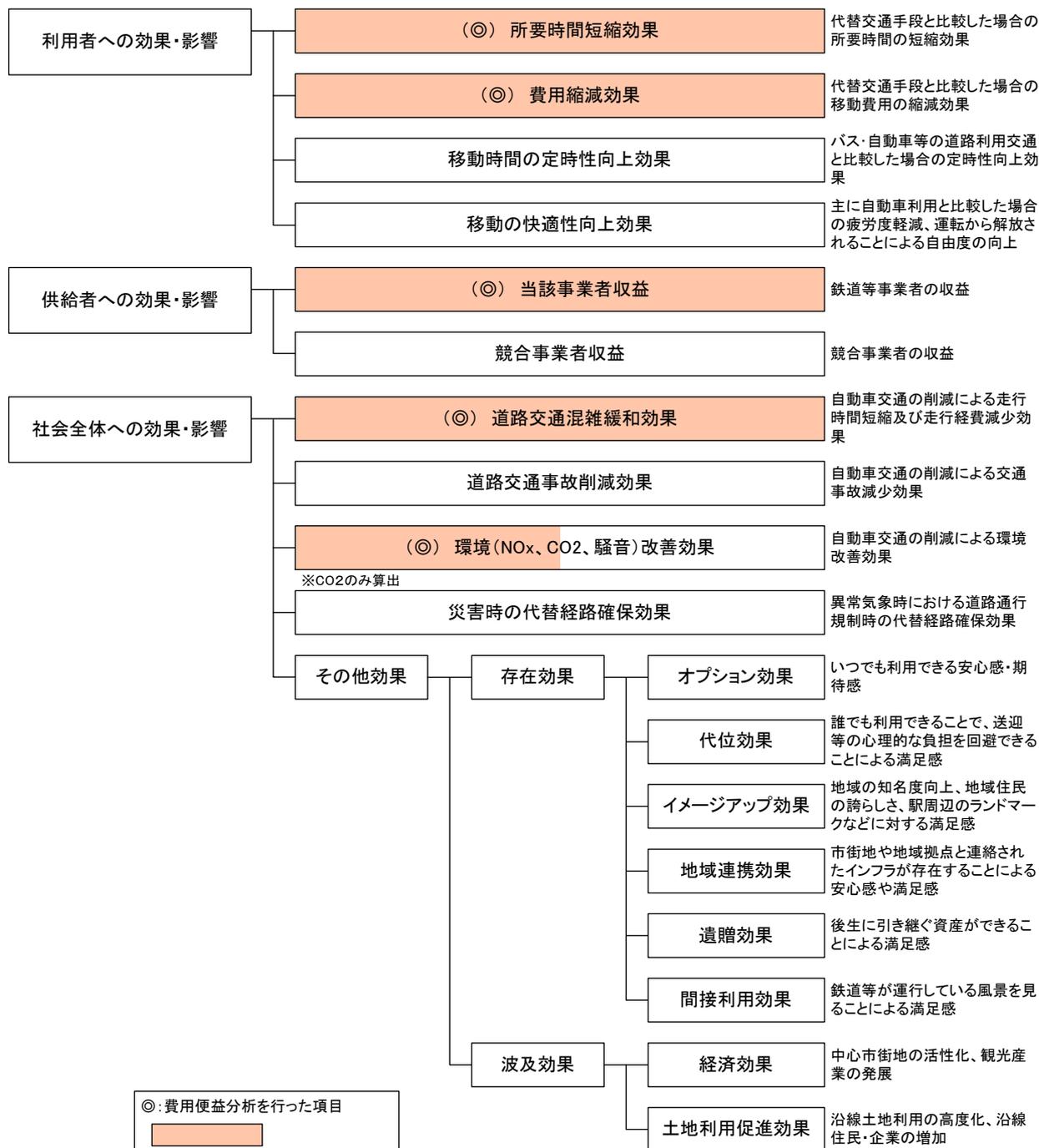


図 鉄軌道プロジェクト整備における評価項目体系

2. 4. 1 鉄道

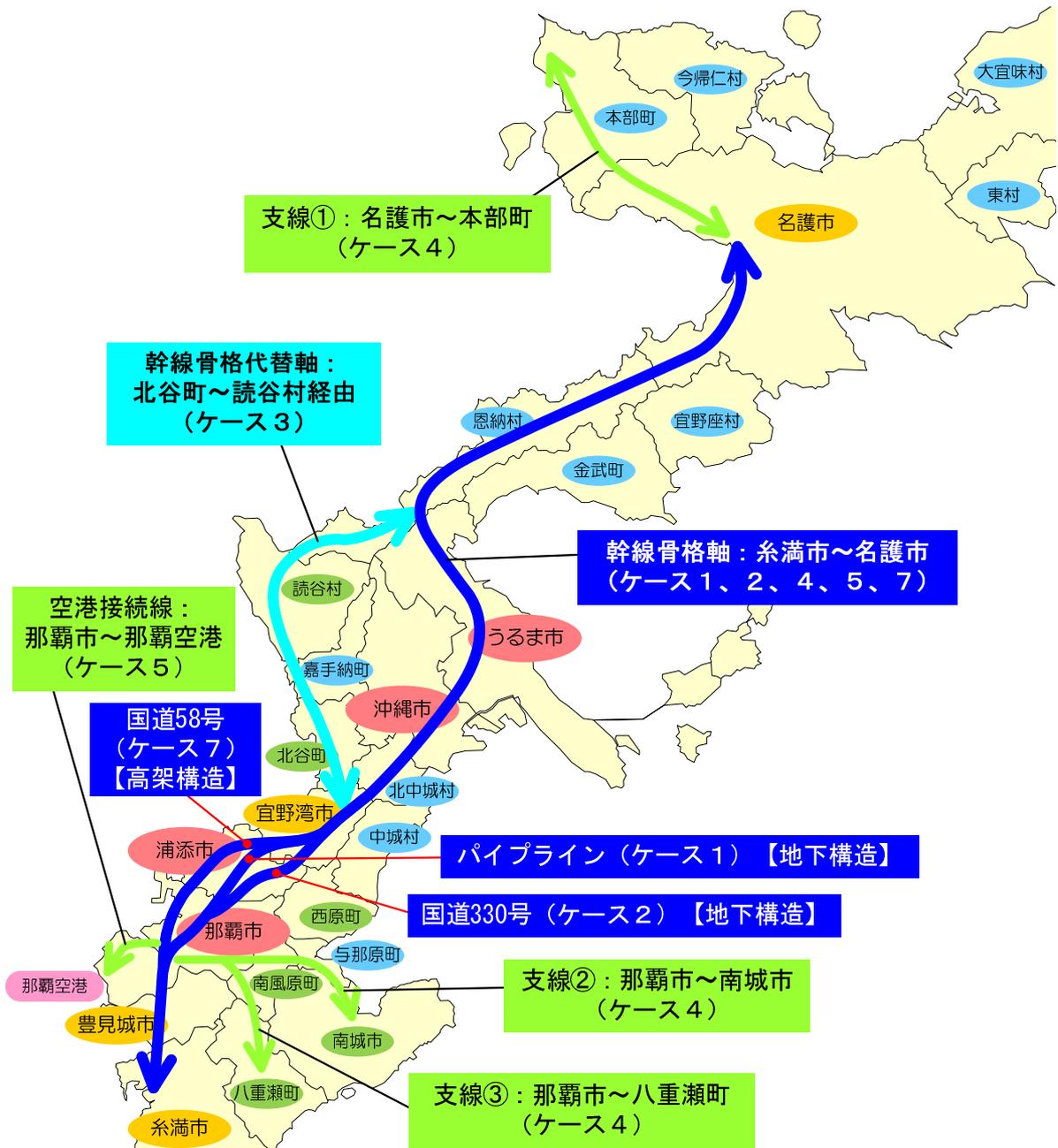
運行システムとして、鉄道を前提とした場合の、平成 25 年度調査で検討したコスト削減方策は以下の通りである。

- (1) 最新技術の採用
- (2) 単線区間の拡大
- (3) 全線単線化
- (4) 駅数の見直し
- (5) 小型システムの採用
- (6) 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）

次頁より、上記のコスト削減方策を実施した際の、需要予測値、損益収支、費用便益比（B/C）の算出結果を示す。なお、以下表に主な需要予測の前提条件について示す。（詳細については参考資料 2 を参照）

表 需要予測の前提条件

項目	設定内容	
鉄軌道	運賃	モノレールと同等の運賃水準を想定
	運行間隔	10 分間隔を想定（モノレールと同等）。 *部分単線化、単線区間の拡大、全線単線化ケースの場合、 単線区間は 20 分間隔を想定 *スマート・リニアメトロケースの場合、旭橋～宜野湾市役所北は 7 分間隔を想定
モノレール	延長予定区間（首里駅～浦西駅（仮称））の整備を前提	
道路	第 3 回沖縄本島中南部都市圏パーソントリップ調査のフルネットワーク（小禄道路の開通、沖縄西海岸道路の開通 等）の整備を前提	



ケース名	ルートの概要	経由地	那覇～普天間の導入空間
ケース1	幹線骨格軸	うるま	パイプライン
ケース2		うるま	国道330号
ケース3	幹線骨格代替軸	読谷	パイプライン
ケース4	ケース1+支線①②③	うるま	パイプライン
ケース5	ケース1+空港接続	うるま	パイプライン
ケース7	幹線骨格軸	うるま	国道58号

凡 例

- ↔ : 幹線骨格軸
- ↔ : 幹線骨格代替軸
- ↔ : 支線①～③、空港接続線
- 那覇市 : 市町村名 (人口10万人以上)
- 宜野湾市 : 市町村名 (人口5～10万人以上)
- 南城市 : 市町村名 (人口2～5万人)
- 嘉手納町 : 市町村名 (人口2万人未満)

(再掲) 図 各ケースにおける概略ルート

(1) 最新技術の採用

ケース 1R について、最新技術（SENS 工法）の採用を検討した結果を以下に示す。

最新技術（SENS 工法）を採用した結果、平成 23 年度調査のケース 1R（うるま・パイプラインルート of 全線複線）と比較して、事業費は約 9% の約 800 億円が縮減され約 7,700 億円となった。B/C は 0.04 改善され、0.43 と試算された。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（最新技術の採用・鉄道）

検討 ケース	経由地	那覇～ 普天間 までの 導入空間	キロ 程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R	うるま	パイプライン	77.0	① 6	7,700	9.6	▲6,000	0.43	平成 23 年度 検討に最新 技術の採用
				②注 3) (快速)66 (各駅)92	(8,500)		(▲6,500)	(0.39)	(平成 23 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度及び平成 24 年度調査の検討結果である。

注 3) 上り線下り線の所要時間は同じである。なお、以降で、特に注釈が無い場合は、上り線下り線の所要時間は同じである。

(2) 単線区間の拡大

ケース 1R～5R 及びケース 7R (鉄道) について、単線区間拡大を検討した結果を以下に示す。

平成 24 年度調査の単線区間を拡大した結果 (糸満市役所～旭橋、宜野湾市役所北または伊佐～名護を単線)、事業費は約 16～35%縮減した。

ケース 1R (糸満市役所～旭橋、宜野湾市役所北～名護を単線) は平成 24 年度調査のケース 1R (部分単線) と比較して、事業費は約 23%の約 1,700 億円が縮減され、約 5,800 億円となった。快速運行の設定が困難なこと、上下方向の行き違いのための停車時間増加がサービス水準を低下させ、輸送需要は減少すると予測された。このため、B/C は 0.03 低下して 0.41 と試算され、改善効果は見られなかった。

ケース 7R のうるま・国道 58 号ルートで単線区間を設定した (糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護を単線)。平成 24 年度調査では当該ルートについて単線区間を設定していなかったため、仮に、平成 24 年度調査のケース 7R (全線複線) と比較すると事業費は約 22%の約 1,700 億円が縮減され、約 6,000 億円と試算された。B/C は 0.08 上昇し、0.46 と試算された。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (単線区間の拡大・鉄道) (1/3)

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R-1-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～名護	77.0 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り) 87 (下り) 112	5,800	7.8	▲4,600	0.41	平成 25 年度 検討
ケース 1R-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	77.0 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り) 71 (下り) 79	6,700 ----- (7,500)	8.8	▲4,600 ----- (▲5,100)	0.49 ----- (0.44)	平成 24 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 24 年度 調査)
ケース 1R	うるま ・パイプ	-	77.0 (全線複線)	① 6 ② (快速) 66 (各駅) 92	7,700 ----- (8,500)	9.6	▲6,000 ----- (▲6,500)	0.43 ----- (0.39)	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 23 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の検討結果である。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（単線区間の拡大・鉄道）（2/3）

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42年度)	累積 損益収支 (億円) (40年後)	B/C (50年間)	備考
ケース 2R-1-1	うるま ・国道 330号	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～名護	76.8 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り)88 (下り)111	5,900	7.5	▲4,800	0.37	平成25年度 検討
ケース 2R-1	うるま ・国道 330号	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	76.8 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り)73 (下り)80	6,900 ----- (7,700)	8.5	▲4,900 ----- (▲5,300)	0.46 ----- (0.42)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 2R	うるま ・国道 330号	-	76.8 (全線複線)	① 6 ② (快速)67 (各駅)93	7,900 ----- (8,700)	9.3	▲6,200 ----- (▲6,700)	0.41 ----- (0.37)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 3R-1-1	読谷 ・パイプ	・糸満市役所 ～旭橋 ・伊佐～名護	73.0 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り)85 (下り)114	5,200	6.4	▲4,600	0.31	平成25年度 検討
ケース 3R-1	読谷 ・パイプ	・糸満市役所 ～豊見城 ・嘉手納ロータ ー～名護	73.0 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り)70 (下り)100	5,600 ----- (6,200)	7.3	▲4,300 ----- (▲4,600)	0.49 ----- (0.45)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 3R	読谷 ・パイプ	-	73.0 (全線複線)	① 6 ② (快速)60 (各駅)89	6,700 ----- (7,300)	8.3	▲5,700 ----- (▲6,000)	0.44 ----- (0.40)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)

注1) 平成25年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注2) () 内は、平成23年度調査及び平成24年度調査の検討結果である。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（単線区間の拡大・鉄道）（3/3）

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42年度)	累積 損益収支 (億円) (40年後)	B/C (50年間)	備考
ケース 4R-1-1	うるま ・パイプ +支線 ①②③	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～沖縄美 ら海水族館	92.8 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り)101 (下り)137	7,300	10.3	▲5,200	0.45	平成25年度 検討
ケース 4R-1	うるま ・パイプ +支線 ①②③	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～沖縄美 ら海水族館	92.8 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り)85 (下り)103	8,300 ----- (9,200)	11.5	▲4,600 ----- (▲5,100)	0.53 ----- (0.44)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 4R	うるま ・パイプ +支線 ①②③	-	92.8 (全線複線)	① 6 ②注3) (快速)78 (各駅)105	9,700 ----- (10,600)	12.6	▲7,000 ----- (▲7,200)	0.44 ----- (0.40)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 5R-1-1	うるま ・パイプ +空港 接続線	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～名護 ・県庁前 ～那覇空港	80.7 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り)3 (下り)3	6,100	6.6	▲5,100	0.39	平成25年度 検討
ケース 5R-1	うるま ・パイプ +空港 接続線	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市 役所～名護 ・県庁前 ～那覇空港	80.7 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り)3 (下り)3	7,100 ----- (8,000)	9.0	▲5,000 ----- (▲5,500)	0.48 ----- (0.43)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 5R	うるま ・パイプ +空港 接続線	-	80.7 (全線複線)	① 6 ②注4) (快速)3 (各駅)3	8,300 ----- (9,100)	9.8	▲6,600 ----- (▲7,100)	0.42 ----- (0.38)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 7R-1-1	うるま ・国道 58号	・糸満市役所 ～旭橋 ・宜野湾市役 所北～名護	77.9 (単線拡大)	①3～6 ②(各駅) (上り)89 (下り)110	5,000	7.2	▲4,300	0.41	平成25年度 検討
ケース 7R-1	うるま ・国道 58号	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	77.9 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り)71 (下り)77	6,000	8.0	▲4,600	0.46	平成25年度 検討
ケース 7R	うるま ・国道 58号	-	77.9 (全線複線)	① 6 ② (快速)66 (各駅)93	7,000 ----- (7,700)	8.6	▲6,000 ----- (▲6,400)	0.42 ----- (0.38)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)

注1) 平成25年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注2) ()内は、平成23年度調査及び平成24年度調査の検討結果である。

注3) ケース4 (4R, 4R-1, 4R-1-1) の所要時間は糸満市役所～沖縄美ら海水族館の所要時間である。

注4) ケース5 (5R, 5R-1, 5R-1-1) の所要時間は県庁前～那覇空港の所要時間である。

(3) 全線単線化

ケース 1R について、全線単線化（行き違いのため一部複線）を検討した結果を以下に示す。

全線単線化（行き違いのため一部複線あり）を検討した結果、平成 24 年度調査のケース 1R のうるま・パイプラインルートの部分単線（糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護を単線）と比較して、事業費は約 27%の約 2,000 億円が縮減され、約 5,500 億円となった。快速運行の設定が困難なこと、上下方向の行き違いのための停車時間増加したことで、サービス水準が低下し、輸送需要は減少すると予測された。B/C は輸送需要の減少よりもコスト縮減が大きいため、0.04 上昇し、0.48 と試算された。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（全線単線化・鉄道）

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R-1-2	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～名護	77.0 (全線単線 (一部複線))	①3～6 ②(各駅) (上り) 87 (下り) 101	5,500	8.1	▲4,100	0.48	平成 25 年度 検討
ケース 1R-1-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～名護	77.0 (単線拡大 (一部複線))	①3～6 ②(各駅) (上り) 87 (下り) 101	6,000	8.1	▲4,500	0.44	平成 25 年度 検討
ケース 1R-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	77.0 (部分単線)	①3～6 ②(快速) (上り) 71 (下り) 79	6,700 ----- (7,500)	8.8	▲4,600 ----- (▲5,100)	0.49 ----- (0.44)	平成 24 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 24 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度及び平成 24 年度調査の検討結果である。

(4) 駅数の見直し

ケース 1R 及びケース 7R について、駅数を見直して検討した結果を以下に示す。

駅数を見直した結果、地平駅よりも地上高架駅、地下開削駅を削減する方がコスト削減効果があった。

ケース 1R の駅数を 30 駅から 21 駅へ削減した結果、平成 23 年度調査と比較して、事業費は約 13% の約 1,100 億円が縮減され、約 7,400 億円となった。しかし、駅数が減ることにより駅へのアクセス時間が増加するため、輸送需要は減少すると予測された。このため、B/C は 0.03 低下して 0.36 と試算され、改善効果は見られなかった。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (駅数の見直し・鉄道)

検討ケース	ルート	駅数	キロ程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算事業費 (億円)	需要予測値 (H42 年度) (万人/日)	累積損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R-6	うるま・パイプ	21	77.0	① 6 ② (快速)65 (各駅)81	7,400	7.4	▲6,400	0.36	平成 25 年度 検討
ケース 1R	うるま・パイプ	30	77.0	① 6 ② (快速)66 (各駅)92	7,700	9.6	▲6,000	0.43	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用
					(8,500)		(▲6,500)		
ケース 7R-5	うるま・国道 58 号	21	77.9	① 6 ② (快速)64 (各駅)82	6,800	6.8	▲6,700	0.33	平成 25 年度 検討
ケース 7R	うるま・国道 58 号	30	77.9	① 6 ② (快速)66 (各駅)93	7,000	8.6	▲6,000	0.42	平成 24 年度 調査に最新 技術の採用
					(7,700)		(▲6,400)		

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト削減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の検討結果である。

(5) 小型システムの採用

ケース 1R 及びケース 7R について、鉄輪リアの改良型であるスマート・リアメトロをシステムとして採用し、検討した結果を以下に示す。

鉄輪リアの改良型のスマート・リアメトロを採用した結果、平成 24 年度調査の鉄輪リアと比較して、事業費は車両長の短縮による駅建設費の縮減により、約 7～19%縮減した。

鉄輪リアと比較して、ケース 1R の事業費は約 7%の約 500 億円が縮減され、約 6,800 億円となった。また、車両の小型化による輸送力の低下を回避するため、運行本数を 6 本から 9 本へ増便(旭橋～宜野湾市役所北間)した。このため、列車待ち時間の短縮が図られ、サービス水準が向上し、輸送需要は増加すると予測された。これらのコスト縮減、輸送需要増加により B/C は 0.04 改善され、0.47 と試算された。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (小型システムの採用・鉄道)

検討 ケース	ルート	システム	キロ 程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (H42 年度) (万人/日)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R-3	うるま ・パイプ	スマート・ リアメトロ	77.0	① 6～9 ② (快速)69 (各駅)94	6,800	10.6	▲5,300	0.47	平成 25 年度 検討
ケース 7R-2	うるま ・国道 58 号	スマート・ リアメトロ	77.9	① 6～9 ② (快速)69 (各駅)96	5,900	9.9	▲5,100	0.46	平成 25 年度 検討
ケース 1R-2	うるま ・パイプ	鉄輪リア	77.0	① 6 ② (快速)76 (各駅)100	7,300	9.4	▲5,700	0.43	(平成 24 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の検討結果である。

(6) 地下区間から地上区間への構造変更

1) 名護付近の構造変更

ケース 1R 及びケース 7R について、名護付近の構造形式を地下構造から高架構造に変更して検討した結果を以下に示す。

名護付近の構造形式を地下構造から高架構造へ変更したことにより、高架構造の割合は、ケース 1R では 16% から 19%、ケース 7R では 22% から 25% へと各 3% 増加した。

この方策は構造の変更のみのため、サービス水準は変更されず、輸送需要も変動しない。平成 23 年度調査と比較して、ケース 1R の事業費は約 12% の約 1,000 億円が縮減され、約 7,500 億円となった。B/C は 0.05 改善され、0.44 と試算された。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (名護付近の構造変更・鉄道)

検討 ケース	経由地	那覇～ 普天間 までの 導入空間	キロ 程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1R	うるま	パイプライン	77.0	① 6	7,500	9.6	▲5,800	0.44	(平成 23 年度 調査)
				② (快速) 66 (各駅) 92	(8,500)		(▲6,500)	(0.39)	
ケース 7R	うるま	国道 58 号 (高架構造)	77.9	① 6	6,800	8.6	▲5,800	0.43	(平成 24 年度 調査)
				② (快速) 66 (各駅) 93	(7,700)		(▲6,400)	(0.38)	

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度及び平成 24 年度調査の検討結果である。

2) 空港接続線の構造変更

平成 23 年度及び平成 24 年度調査における空港接続線は、本線部分をうるま・パイプラインとして県庁前から西消防署通りを通るルートで、空港接続線部分は全線地下構造であったが、平成 25 年度は可能な限り事業費の安価な地上構造でのルートを検討した。検討結果を以下に示す。

① うるま・パイプラインルート（鉄道）からの空港接続（空港接続ルート①）

空港接続線について平成 23 年度調査のルートを変更し、構造を地下構造から高架構造と地平構造へ変更した結果、ケース 5R の事業費は約 11% の約 1,000 億円が縮減され、約 8,100 億円となった。ルート変更に伴い、奥武山公園付近に新たに駅を設置したため、所要時間が約 2 分増加した影響で輸送需要が減少すると予測された。しかし、B/C はコスト縮減効果の方が大きかったため、0.05 上昇し、0.43 と試算された。

② 国道 58 号高架ルート（鉄道）からの空港接続（空港接続ルート②）

本線を国道 58 号とするルートからの空港接続線（7R-3・鉄道）については、空港接続線全線が地上構造となり、パイプラインに接続する空港接続ルート①（5R-2・鉄道）と比較し、空港接続線で 100 億円、本線部分を合わせて 800 億円のコスト縮減となった。B/C は、需要と便益が減少するため、同程度となった。

国道 58 号はパイプラインと比較して沿線の人口が少なく、また、西海岸道路の整備により国道 58 号からの交通の転換が予想され、パイプラインと比較して鉄軌道と競合する自動車での速達性が高いため、鉄軌道導入時の需要は小さくなる。また需要と同様に、国道 58 号に鉄軌道を導入した場合の時間短縮効果がパイプラインと比較して小さいため利用者便益も低くなる。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（空港接続ルート①②（鉄道））

検討ケース	接続する本線のルート	空港接続線のルート	空港接続線の主な導入空間	キロ程 ^{注4)} (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分) ^{注5)}	概算事業費 (億円)	需要予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 5R-2	うるま・パイプ	空港接続ルート①	国道 331 号 国道 332 号	80.7	①3~6 ② (快速)5 (各駅)5	8,100 [400]	8.3	▲6,600	0.43	平成 25 年度 検討
ケース 7R-3	うるま・国道 58 号	空港接続ルート②	国道 331 号 国道 332 号	81.5	①3~6 ② (快速)5 (各駅)5	7,300 [300]	8.2	▲6,400	0.39	平成 25 年度 検討
ケース 5R	うるま・パイプ	過年度検討ルート	西消防署通り	80.7	① 6 ② (快速)3 (各駅)3	8,300 [600] (9,100) [600]	9.8	▲6,600 (▲7,100)	0.42 (0.38)	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 23 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) []内は、空港接続線のみ概算事業費である。

注 3) ()内は、平成 23 年度調査の検討結果である。

注 4) キロ程は、本線と空港接続線を合計したものである。

注 5) 所要時間はケース 5R は県庁前～那覇空港、ケース 5R-2、7R-3 は旭橋～那覇空港の所要時間である。

2. 4. 2 ترامトレイン

運行システムとして、 ترامトレインを前提とした場合の、平成 25 年度調査で検討したコスト削減方策は以下の通りである。

- (1) 最新技術の採用
- (2) 単線区間の拡大
- (3) 全線単線化
- (4) 駅数の見直し
- (5) 地下区間から地上区間への構造変更（国道 58 号の地平構造を利用した検討、空港接続線の構造変更、支線①（名護～沖縄美ら海水族館）の構造変更）

以下より、上記のコスト削減方策を実施した際の、需要予測値、損益収支、費用便益比（B/C）の算出結果を示す。

(1) 最新技術の採用

ケース 1T について、最新技術（SENS 工法）の採用を検討した結果を以下に示す。

最新技術（SENS 工法）を採用した結果、平成 23 年度調査のケース 1T（全線複線）と比較して、事業費が約 13%の約 700 億円が削減され、約 4,800 億円となった。B/C は 0.06 改善され、0.59 と試算された。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（最新技術の採用・ ترامトレイン）

検討ケース	経由地	那覇～普天間までの導入空間	キロ程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算事業費 (億円)	需要予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1T	うるま	パイプライン	77.3	① 6 ② 122	4,800	8.8	▲2,300	0.59	平成 23 年度調査に最新技術の採用
					(5,500)		(▲2,900)	(0.53)	(平成 23 年度調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト削減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度及び平成 24 年度調査の検討結果である。

注 3) ترامトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

(2) 単線区間の拡大

ケース 1T～5T 及びケース 7T (トラムトレイン) について、単線区間拡大を検討した結果を以下に示す。

平成 24 年度調査の単線区間を拡大した結果 (糸満市役所～奥武山公園、宜野湾市役所北または伊佐～名護を単線)、平成 24 年度の部分単線ケースと比較して、事業費は約 10～37%縮減した。

平成 25 年度調査では、那覇～普天間間をパイプラインから国道 58 号ヘルート変更したケース 7T について検討した。ケース 7T を単線化 (糸満市役所～奥武山公園または旭橋、宜野湾市役所～名護区を単線) した結果、事業費が約 2,900 億円、B/C は 0.83 と試算された。

なお、うるま・国道 58 号ルート of 単線区間を設定したケースは、B/C が平成 25 年度調査中で最も良かった。

なお、読谷・パイプラインルート (3T) については、単線区間拡大でのコスト縮減が 300 億と他のルートよりも小さいため、B/C の結果は平成 24 年度調査の部分単線案 (3T-1) より下がっている。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (単線区間の拡大・トラムトレイン) (1/3)

検討ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算事業費 (億円)	需要予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1T-1-1	うるま・パイプ	・糸満市役所～奥武山公園 ・宜野湾市役所北～名護	77.3 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ② (上り)122 (下り)135	3,500	7.9	▲1,300	0.72	平成 25 年度 検討
ケース 1T-1	うるま・パイプ	・糸満市役所～豊見城 ・うるま市役所～名護	77.3 (部分単線)	①3～6 ② (上り)122 (下り)127	4,100 ----- (4,600)	8.0	▲1,700 ----- (▲2,200)	0.66 ----- (0.59)	平成 24 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 24 年度 調査)
ケース 1T	うるま・パイプ	-	77.3 (全線複線)	① 6 ②122	4,800 ----- (5,500)	8.8	▲2,300 ----- (▲2,900)	0.59 ----- (0.53)	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 23 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の検討結果である。

注 3) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（単線区間の拡大・トラムトレイン）（2/3）

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42年度)	累積 損益収支 (億円) (40年後)	B/C (50年間)	備考
ケース 2T-1-1	うるま ・国道 330号	・糸満市役所 ～奥武山公園 ・宜野湾市役 所北～名護	77.1 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ② (上り)122 (下り)135	3,700	7.6	▲1,400	0.67	平成25年度 検討
ケース 2T-1	うるま ・国道 330号	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役所 ～名護	77.1 (部分単線)	①3～6 ② (上り)122 (下り)127	4,300 ----- (4,700)	7.8	▲1,700 ----- (▲2,100)	0.62 ----- (0.58)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 2T	うるま ・国道 330号	-	77.1 (全線複線)	①6 ②122	5,000 ----- (5,500)	8.7	▲2,400 ----- (▲2,900)	0.56 ----- (0.52)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 3T-1-1	読谷 ・パイプ	・糸満市役所 ～奥武山公園 ・伊佐～名護	73.3 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ② (上り)108 (下り)140	3,700	6.3	▲2,200	0.54	平成25年度 検討
ケース 3T-1	読谷 ・パイプ	・糸満市役所 ～豊見城 ・嘉手納パーカー ～名護	73.3 (部分単線)	①3～6 ② (上り)108 (下り)121	4,000 ----- (4,100)	6.5	▲2,300 ----- (▲2,300)	0.60 ----- (0.60)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 3T	読谷 ・パイプ	-	73.3 (全線複線)	①6 ②108	4,800 ----- (4,900)	7.6	▲2,900 ----- (▲3,000)	0.55 ----- (0.55)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 4T-1-1	うるま ・パイプ +支線 ①②③	・糸満市役所 ～奥武山公園 ・宜野湾市役 所北～沖縄美 ら海水族館	93.1 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ②注3) (上り)141 (下り)166	4,900	10.2	▲2,100	0.56	平成25年度 検討
ケース 4T-1	うるま ・パイプ +支線 ①②③	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～沖縄美 ら海水族館	93.1 (部分単線)	①3～6 ② (上り)141 (下り)158	5,500 ----- (6,100)	10.2	▲2,500 ----- (▲3,000)	0.52 ----- (0.48)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 4T	うるま ・パイプ +支線 ①②③	-	93.1 (全線複線)	①6 ②141	6,500 ----- (7,200)	11.4	▲3,300 ----- (▲4,000)	0.50 ----- (0.46)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)

注1) 平成25年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注2) ()内は、平成23年度調査及び平成24年度調査の検討結果である。

注3) ケース4 (4T, 4T-1, 4T-1-1)の所要時間は糸満市役所～沖縄美ら海水族館の所要時間である。

注4) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（単線区間の拡大・トラムトレイン）（3/3）

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42年度)	累積 損益収支 (億円) (40年後)	B/C (50年間)	備考
ケース 5T-1-1	うるま ・パイプ +空港 接続線	・糸満市役所 ～奥武山公園 ・宜野湾市役 所北～名護 ・県庁前 ～那覇空港	81.0 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ② ^{注3)} (上り)10 (下り)13	3,700	7.2	▲1,700	0.69	平成25年度 検討
ケース 5T-1	うるま ・パイプ +空港 接続線	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市 役所～名護 ・県庁前 ～那覇空港	81.0 (部分単線)	①3～6 ② (上り)10 (下り)13	4,300 ----- (4,900)	8.1	▲2,000 ----- (▲2,400)	0.63 ----- (0.56)	平成24年度 調査に最新 技術の採用 (平成24年度 調査)
ケース 5T	うるま ・パイプ +空港 接続線	-	81.0 (全線複線)	① 6 ②10	5,200 ----- (5,900)	9.1	▲2,800 ----- (▲3,300)	0.57 ----- (0.53)	平成23年度 調査に最新 技術の採用 (平成23年度 調査)
ケース 7T-1-1	うるま ・国道 58号	・糸満市役所 ～奥武山公園 ・宜野湾市役 所北～名護	77.9 (部分単線 (単線拡大))	①3～6 ② (上り)117 (下り)140	2,900	7.9	▲900	0.83	平成25年度 検討
ケース 7T-1	うるま ・国道 58号	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	77.9 (部分単線)	①3～6 ② (上り)117 (下り)120	3,500	8.2	▲1,200	0.73	平成25年度 検討
ケース 7T	うるま ・国道 58号	-	77.9 (全線複線)	① 6 ②117	4,200	8.9	▲1,900	0.59	平成25年度 検討

注1) 平成25年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注2) () 内は、平成23年度調査及び平成24年度調査の検討結果である。

注3) ケース5 (5T, 5T-1, 5T-1-1) の所要時間は県庁前～那覇空港の所要時間である。

注4) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

(3) 全線単線化

ケース 1T について、全線単線化（行き違いのため一部複線）を検討した結果を以下に示す。

全線単線化（行き違いのため一部複線あり）を検討した結果、平成 24 年度調査のケース 1T の部分単線（糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護）と比較して、事業費は約 24% の約 1,100 億円が縮減され、約 3,500 億円となった。

鉄道の場合は全線単線化による輸送需要の減少が見られたが、トラムトレインは、鉄道と比較して駅数が多いことから、駅を行き違い施設として活用できるために鉄道と比べて単線運行の制約が少ない。また、停車時分が長くなる区間を複線とすることで、所要時間の増加を抑えることが出来るため、輸送需要への大きな影響を与えなかった。

その結果、B/C は 0.18 増加し、0.77 へ大幅に改善された。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (全線単線化・トラムトレイン)

検討 ケース	ルート	単線区間	キロ程 (km) (単線・複線)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1T-1-2	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～名護	77.3 (全線単線 (一部複線))	①3～6 ② (上り)122 (下り)127	3,500	7.9	▲1,200	0.77	平成 25 年度 検討
ケース 1T-1-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～名護	77.3 (単線拡大 (一部複線))	①3～6 ② (上り)122 (下り)127	3,700	8.1	▲1,400	0.76	平成 25 年度 検討
ケース 1T-1	うるま ・パイプ	・糸満市役所 ～豊見城 ・うるま市役 所～名護	77.3 (部分単線)	①3～6 ② (上り)122 (下り)127	4,100 ----- (4,600)	8.0	▲1,700 ----- (▲2,200)	0.66 ----- (0.59)	平成 24 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 24 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度及び平成 24 年度調査の検討結果である。

注 3) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

(4) 駅数の見直し

ケース 1T 及びケース 7T (トラムトレイン) について駅数を見直して検討した結果を以下に示す。

トラムトレインでは、駅数の見直しにより削減した駅の多くが地平構造であることから、コスト削減の効果が鉄道と比較して大きくない。平成 23 年度調査のケース 1T を 41 駅から 13 駅削減することにより、事業費は約 13% の約 700 億円削減され、約 4,800 億円となった。

駅数が減少することにより駅へのアクセス時間が増加し、輸送需要は減少すると予測される。B/C は 0.03 低下して 0.50 と試算され、改善効果は見られなかった。

表 費用便益比 (B/C) 等の算出結果 (駅数の見直し・トラムトレイン)

検討ケース	ルート	駅数	キロ程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算事業費 (億円)	需要予測値 (H42 年度) (万人/日)	累積損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 1T-3	うるま・パイプ	28	77.3	① 6 ②108	4,800 [4,767]	7.7	▲2,100	0.50	平成 25 年度 検討
ケース 7T-3	うるま・国道 58 号	25	77.9	① 6 ②104	4,200 [4,187]	7.2	▲2,200	0.44	平成 25 年度 検討
ケース 1T	うるま・パイプ	41	77.3	① 6 ②122	4,800 [4,844]	8.8	▲2,300	0.59	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用
					(5,500)		(▲2,900)		(0.53)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト削減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査の検討結果である。

注 3) [] 内は、四捨五入をする前の金額である。

注 4) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

(5) 地下区間から地上区間への構造変更

1) 支線①(名護～沖縄美ら海水族館)の構造変更

支線①(名護～沖縄美ら海水族館)のルートについて、内陸部を山岳トンネル構造として直線で結ぶルート(路線延長約16km)から海沿いの道路を使用した地平構造とするルート(路線延長約21km)に変更した結果を以下に示す。平成23年度調査と比較して、事業費は約17%の約1,200億円(支線部のみで約500億円)が縮減され、約6,000億円となった。B/Cは0.03改善されたが、0.49にとどまった。その要因としては、海沿いの道路上のルートとすることで路線長が大幅に伸びたこと、また曲線部の増加により走行速度が遅くなることで所要時間が増加するため、利用者便益(主に時間短縮効果)が低下したことによる。なお、地上走行によって車窓から景色を楽しむこと等の魅力向上が便益に与える影響は計測されていないため、B/Cの改善に向け、今後これらの便益を計測することができるかを検討する必要がある。

表 費用便益比(B/C)等の算出結果(支線①(名護～沖縄美ら海水族館)の構造変更)

検討ケース	ルート	名護～沖縄美ら海水族館までの導入空間	キロ程(km)	①本数(本/時) ②時間(分) ^{注4)}	概算事業費(億円)	需要予測値(万人/日)(H42年度)	累積損益収支(億円)(40年後)	B/C(50年間)	備考
ケース4T-2	うるま・パイプ + 支線①②③	海沿いルート(地平構造)	98.5	① 6 ② 41	6,000 [200]	11.3	▲3,000	0.49	平成25年度検討
ケース4T	うるま・パイプ + 支線①②③	丘陵部の短絡ルート(地下構造)	93.1	① 6 ② 18	6,500 [700]	(11.4)	▲3,300	0.50	平成23年度調査に最新技術の採用
					[7,200] [900]		(▲4,000)		

注1) 平成25年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注2) 所要時間および概算事業費における、[]内の数値は、支線①(名護～沖縄美ら海水族館)の所要時間および概算事業費を示す。

注3) ()内は、平成23年度調査の検討結果である。

注4) 所要時間は名護～沖縄美ら海水族館の所要時間である。

注5) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

2) 国道 58 号への地平構造による導入検討

那覇から普天間までを国道 58 号の地平構造に導入するルートを検討した結果を以下に示す。

平成 25 年度調査では、那覇～普天間間をパイプラインから国道 58 号へルート変更し、国道 58 号の地平構造を利用するケース 7T について検討した。当該ケースでは平成 23 年度調査のケース 1T と比較して、事業費は約 24%の約 1,300 億円が縮減され、約 4,200 億円となった。B/C は 0.06 改善されたが、0.59 にとどまった。その要因としては、国道 58 号はパイプラインに比べて周辺人口が少ないため、沿線地域の利用客が少なくなること、利用者便益（主に時間短縮効果）がパイプラインよりも発現しないことによる。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（国道58号の地平構造の利用・トラムトレイン）

検討 ケース	経由地	那覇～ 普天間 までの 導入空間	キロ 程 (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分)	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (40 年後)	B/C (50 年間)	備考
ケース 7T	うるま	国道 58 号 (地平構造)	77.9	① 6 ②117	4,200	8.9	▲1,900	0.59	平成 25 年度 検討
ケース 1T	うるま	パイプライン	77.3	① 6 ②122	4,800	8.8	▲2,300	0.59	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用
					(5,500)		(▲2,900)		

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) () 内は、平成 23 年度調査の検討結果である。

注 3) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

3) 空港接続線の構造変更

空港接続線全線が地上構造となり、本線を国道 58 号の地平構造とするルート（7T-2・空港接続ルート③）を検討した結果を以下に示す。

ケース 7T に空港接続線として国道 58 号の旭橋辺りから高架構造で那覇空港へ至るルートを追加した結果、事業費は約 4,300 億円となり、B/C は 0.62 と試算された。

表 費用便益比（B/C）等の算出結果（空港接続ルート③・トラムトレイン）

検討ケース	接続する本線のルート	空港接続線のルート	空港接続線の主な導入空間	キロ程 ^{注3)} (km)	①本数 (本/時) ②時間 (分) ^{注4)}	概算事業費 (億円)	需要予測値 (万人/日) (H42年度)	累積損益収支 (億円) (40年後)	B/C (50年間)	備考
ケース 7T-2	うるま・国道 58 号	空港接続ルート ③	国道 331 号 国道 332 号	81.6	①3~6 ② 6	4,300 [100]	8.1	▲2,100	0.62	平成 25 年度 検討
ケース 5T	うるま・パイプ	過年度検討ルート	西消防署通り	81.0	① 6 ② 10	5,200 [400] ----- 〔5,900〕 [400]	9.1	▲2,800 ----- (▲3,300)	0.57 ----- (0.53)	平成 23 年度 調査に最新 技術の採用 (平成 23 年度 調査)

注 1) 平成 25 年度調査の概算事業費は、最新技術の採用によるコスト縮減方策を考慮した金額である。

注 2) []内は、空港接続線のみ概算事業費である。

注 3) キロ程は、本線と空港接続線を合計したものである。

注 4) 所要時間は、ケース 5T は県庁前～那覇空港、ケース 7T-2 は旭橋～那覇空港の所要時間である。

注 5) トラムトレインの所要時間では、併用区間での信号待ちによる停車時分を考慮していない。

2. 5 コスト縮減方策のまとめ

(1) コスト縮減方策の効果

1) 平成 25 年度で検討したコスト縮減方策の整理

下表に平成 25 年度で検討したコスト縮減方策の内容とその効果について整理した。

表 平成 25 年度で検討したコスト縮減方策の内容とその効果

今年度検討したコスト縮減方策	内容及び効果
最新技術（SENS工法）の採用 （全線複線） （部分単線）	<ul style="list-style-type: none"> 平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査で検討したルート案（全線複線及び部分単線）において、最新技術（SENS工法）の採用を検討した。 鉄道及びトラムトレインにおいて、SENS工法の採用によりシールドトンネル区間においてコスト縮減が図られるため、B/Cは改善した（Bは一定のため）。
単線区間の拡大	<ul style="list-style-type: none"> 平成 24 年度調査で検討した単線区間をさらに拡大するケースを検討した。 鉄道では、コストは縮減したものの、所要時間が増加し、輸送需要が減少するため、平成 24 年度調査で検討した部分単線ケースよりもB/Cは改善しなかった。 トラムトレインでは、鉄道と比較して駅数が多いことから、駅を行き違い施設として活用できるために鉄道と比べて単線運行の制約が少なくなることで、所要時間の増加を抑えることが出来るため、輸送需要には大きな影響を与えなかった。その結果、コストが縮減され、B/Cは大幅に改善した。
全線単線化 （一部複線あり）	<ul style="list-style-type: none"> 全線を単線で検討した。なお、上り線下り線の行き違いによる駅での待ち時間短縮のため、一部では複線区間としている。 鉄道では、コストは縮減したものの、所要時間が増加し、輸送需要が減少するため、平成 24 年度調査で検討した部分単線ケースよりもB/Cは改善しなかった。 トラムトレインでは、鉄道と比較して駅数が多いことから、駅を行き違い施設として活用できるために鉄道と比べて単線運行の制約は少なくなる。また、停車時分が長くなる区間を複線とすることで、所要時間の増加を抑えることが出来るため、輸送需要には大きな影響を与えなかった。その結果、コストが縮減され、B/Cは大幅に改善した。
駅数の見直し	<ul style="list-style-type: none"> 駅建設費及び人件費削減の観点から、駅数の見直し（削減）を検討した。 鉄道及びトラムトレインにおいて、駅を削減することでコストは縮減したものの、駅数が減少することにより駅へのアクセス時間が増加し、輸送需要が減少するため、B/Cは改善しなかった。
小型システムの採用 （スマート・リニアメトロ）*鉄道のみ	<ul style="list-style-type: none"> 平成 24 年度調査では、鉄道での小型システムとして鉄輪リニアを採用するケースの検討を行い、一定のコスト縮減効果及びB/Cの改善が見られた。平成 25 年度調査では、小型システムとして鉄輪リニアの改良型であるスマート・リニアメトロの採用を検討した。 車両長の小型化による駅建設費の縮減によりコスト縮減が図られるため、平成 24 年度調査で検討した鉄輪リニアを採用したケースと比較して、B/Cは改善した。
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）*鉄道のみ	<ul style="list-style-type: none"> 一般に、地下区間（掘割構造、地下構造、トンネル構造）と地上区間（高架構造、盛土構造、地平構造）のコストを比較すると、地下区間の方が工事コストは高いため、なるべく地下区間を地上区間に変更する検討を行った。 平成 24 年度調査までは、幹線骨格軸ルートにおいて、名護付近は既成市街地のため、鉄道の場合、地下構造で道路下に導入することとしていた。平成 25 年度調査では、当該部分を高架構造に変更するケースを検討した。 名護付近における地下区間から地上区間への変更によりコスト縮減が図られるため、B/Cは改善した（Bは一定のため）。

今年度検討した コスト縮減方策	内容及び効果
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）＊トラムトレイ ンのみ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 24 年度調査までは、支線①（名護～沖縄美ら海水族館）のルートとして、丘陵部（山岳部）を山岳トンネル構造とする短絡ルートを設定していた。平成 25 年度調査では、地平構造で海岸沿いの道路を導入空間とするルートを検討した。なお、鉄道で地平構造ルートを採用する場合、交差する道路は全て立体交差とする必要があるため、地平構造での鉄道の導入は現実的でない。 ・ トラムトレインでは、支線①で、山岳トンネル構造の多い丘陵部（山岳部）ルートを地平構造で海岸沿いのルートに変更することで、コスト縮減が図られた。ただし、所要時間が増加するため、B/Cは改善しなかった。
地下区間から地上区 間への構造変更 （国道 58 号の地平空 間の利用）＊トラムト レインのみ	<ul style="list-style-type: none"> ・ トラムトレインにおいて、地下構造が多いうるま・パイプラインルートから、地平構造が多いうるま・国道 58 号ルートに変更したケースを検討した（鉄道は平成 24 年度調査時に検討済。） ・ うるま・国道 58 号ルートへの変更によりコスト縮減が図られるが、B/Cはわずかな改善にとどまった。 ・ 要因としては、国道 58 号はパイプラインに比べて周辺人口が少ないため、沿線地域の利用客が少なくなること、利用者便益（主に時間短縮効果）がパイプラインよりも発現しないことによる。
地下区間から地上区 間への構造変更 （空港接続線の構造 変更）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 24 年度調査までは、空港接続線のルートとして、那覇港を海底トンネルとする全線地下構造のルートを設定していた。平成 25 年度調査では、空港接続線のルートを国道 331 号および国道 332 号を経由するルートに変更し、構造形式を地下構造から高架構造とする新たなルートを検討した。 ・ 鉄道およびトラムトレインでは、空港接続線において、地下区間から地上区間への構造変更によりコスト縮減が図られるため、B/Cは改善された。

2) コスト縮減方策の組合せ検討

平成 23 年度調査から平成 25 年度調査までに検討したコスト縮減方策を組合せ、最も B/C が大きくなるコスト縮減方策のケースを検討した。検討結果を以下に示す。

ア) 鉄道

平成 23 年度調査から平成 25 年度調査までに検討したコスト縮減方策を組合せ、最も B/C が大きくなるケースを検討した結果、B/C は 0.58 となり、平成 24 年度調査時の 0.44 と比較して、0.14 改善した。なお、当該ケースでは、需要予測値が平成 24 年度調査の 8.8 万人/日と比較して、10.2 万人/日に増加している。これは、旭橋～宜野湾市役所北間の 1 時間当たりの運行頻度を 6 本から 9 本に増発する*ことで、駅での待ち時間が減少し、利用者増につながったためである。

*スマート・リニアメトロは普通鉄道と比較して、1 編成あたりの定員人数が少なく、平成 24 年度調査と同等の輸送力を確保するために、旭橋～宜野湾市役所北の 1 時間当たりの運行頻度を 6 本から 9 本に増発している。

表 コスト縮減方策の組み合わせ検討の結果（鉄道）

	コスト縮減方策	ルート	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (開業 40 年後)	B/C (50 年間)
平成 25 年度 調査	・最新技術（SENS 工法）の採用 ・部分単線（単線区間：糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護） ・小型システムの採用（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）	うるま・パイプ	6,000	10.2	▲3,900	0.58
平成 24 年度 調査	・部分単線（単線区間：糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護）	うるま・パイプ	6,700	8.8	▲4,600	0.49
			(7,500)		(▲5,100)	(0.44)
平成 23 年度 調査	・なし（全線複線）	うるま・パイプ	7,700	9.6	▲6,000	0.43
			(8,500)		(▲6,500)	(0.39)

注) 平成 23 年度及び平成 24 年度調査において、下段の () の数値は平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の試算結果であり、上段の数値は平成 23 年度及び平成 24 年度調査の試算結果に最新技術の採用を考慮した試算結果である。

イ) トラムトレイン

平成 23 年度調査から平成 25 年度調査までに検討したコスト削減方を組合せ、最も B/C が大きくなるケースを検討した結果、B/C は 0.83 となり、平成 24 年度調査時の 0.59 と比較して、0.24 増と大幅に改善した。当該ケースが高い B/C を示しているのは、地下構造から地平構造への変更を図ることが可能な国道 58 号を活用し、さらに糸満市役所～奥武山公園、宜野湾市役所北～名護で単線化を図ることで相当程度事業費の規模が圧縮されたことによる。

表 コスト削減方策の組み合わせ検討の結果（トラムトレイン）

	コスト削減方策	ルート	概算 事業費 (億円)	需要 予測値 (万人/日) (H42 年度)	累積 損益収支 (億円) (開業 40 年後)	B/C (50 年間)
平成 25 年度 調査	<ul style="list-style-type: none"> 最新技術（SENS 工法）の採用 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 号の地平構造の利用) 	うるま・ 国道 58 号	2,900	7.9	▲900	0.83
平成 24 年度 調査	<ul style="list-style-type: none"> 部分単線 (単線区間：糸満市役所～豊見城、うるま市役所～名護) 	うるま・ パイプ	4,100	8.0	▲1,700	0.66
			(4,600)		(▲2,200)	(0.59)
平成 23 年度 調査	<ul style="list-style-type: none"> なし (全線複線) 	うるま・ パイプ	4,800	8.8	▲2,300	0.59
			(5,500)		(▲2,900)	(0.53)

注 1) 平成 23 年度及び平成 24 年度調査において、下段の () の数値は平成 23 年度調査及び平成 24 年度調査の試算結果であり、上段の数値は平成 23 年度及び平成 24 年度調査の試算結果に最新技術の採用を考慮した試算結果である。

3) 事業採算性・費用便益比 (B/C)

最新技術の採用、全線単線化、単線区間の拡大、駅数の見直し、小型システムの採用、地下区間から地上区間への変更、組み合わせの各コスト削減方策毎に最もB/Cが高いケースを示したのが下表である。

鉄道をみると、全線単線化や単線区間の拡大、駅の見直しでは、コストは削減されるものの、サービスが低下し輸送需要が減少することから、B/Cは平成24年度と比較して▲0.03から0.08の変化で大幅な改善効果は見られなかった。そこで最新技術の採用 (SENS工法)、部分単線、小型システム (スマート・リニアメトロ) や地下区間から地上区間への変更 (名護付近を高架構造で導入) の方策の組み合わせについて試算を行ったが、平成24年度調査と比較して0.14改善され、0.58となっている。

最新技術の採用、地下区間から地上区間への構造変更は、サービス水準を低下させず需要が減少しないで、コスト削減が可能な施策であり、B/Cの改善が期待できることから、今後は、技術進化の動向やまちづくりと一体となった導入空間を考慮し、引き続き検討することが重要である。

トラムトレインをみると、うるま・58号ルートで単線区間を拡大したケースでは、平成24年度調査と比較してB/Cが0.24改善し、B/Cは検討した方策の中で最も良い0.83となり鉄道に比べ高くなっている。当該ケースが高いB/Cを示しているのは、地下構造から地平構造への変更を図ることが可能な国道58号を活用し、さらに糸満市役所～奥武山公園、宜野湾市役所北～名護で単線化を図ることで相当程度事業費の規模が圧縮されたことによる。なお、B/Cは鉄道に比べ高くなっている。

表 コスト削減方策毎に最もB/Cが高いケース

	コスト削減方策	ルート	概算事業費 【億円】	B/C (50年間)
鉄 道	最新技術の採用のみ	うるま・パイプ	7,700 [▲9%]	0.43 [0.04]
	単線区間の拡大 ^{注1}	うるま・58号	6,000 [▲22%]	0.46 [0.08]
	全線単線	うるま・パイプ	5,500 [▲27%]	0.48 [0.04]
	駅数の見直し	うるま・パイプ	7,400 [▲13%]	0.36 [▲0.03]
	小型システム(スマート・リニアメトロ)	うるま・パイプ	6,800 [▲7%]	0.47 [0.04]
	地下区間から地上区間への変更 (名護付近を高架構造で導入)	うるま・パイプ	7,500 [▲12%]	0.44 [0.05]
	施策の組み合わせ ・部分単線 ^{注2} ・小型システム(スマート・リニアメトロ) ・名護付近の構造変更	うるま・パイプ	6,000 [▲20%]	0.58 [0.14]
ト ラ ム ト レ イ ン	最新技術の採用のみ	うるま・パイプ	4,800 [▲13%]	0.59 [0.06]
	単線区間の拡大	うるま・58号	2,900 [▲37%]	0.83 [0.24]
	全線単線	うるま・パイプ	3,500 [▲24%]	0.77 [0.18]
	駅数の見直し	うるま・パイプ	4,800 [▲13%]	0.50 [▲0.03]
	ケース7+空港接続を ルート変更し、高架構造	うるま・58号 +空港接続③	4,300 [▲27%]	0.62 [0.09]
	施策の組み合わせ ・那覇～普天間間のルート変更 ・単線区間の拡大	うるま・58号	2,900 [▲37%]	0.83 [0.24]

注1) うるま・58号ルートの単線化は平成24年度調査で未試算である。平成25年度調査で新たに単線区間を設定し試算したケースがB/Cが最大となっている。

注2) 部分単線(単線区間:糸満市役所～豊見城,うるま市役所～名護)は平成24年度調査で検討したケースである。

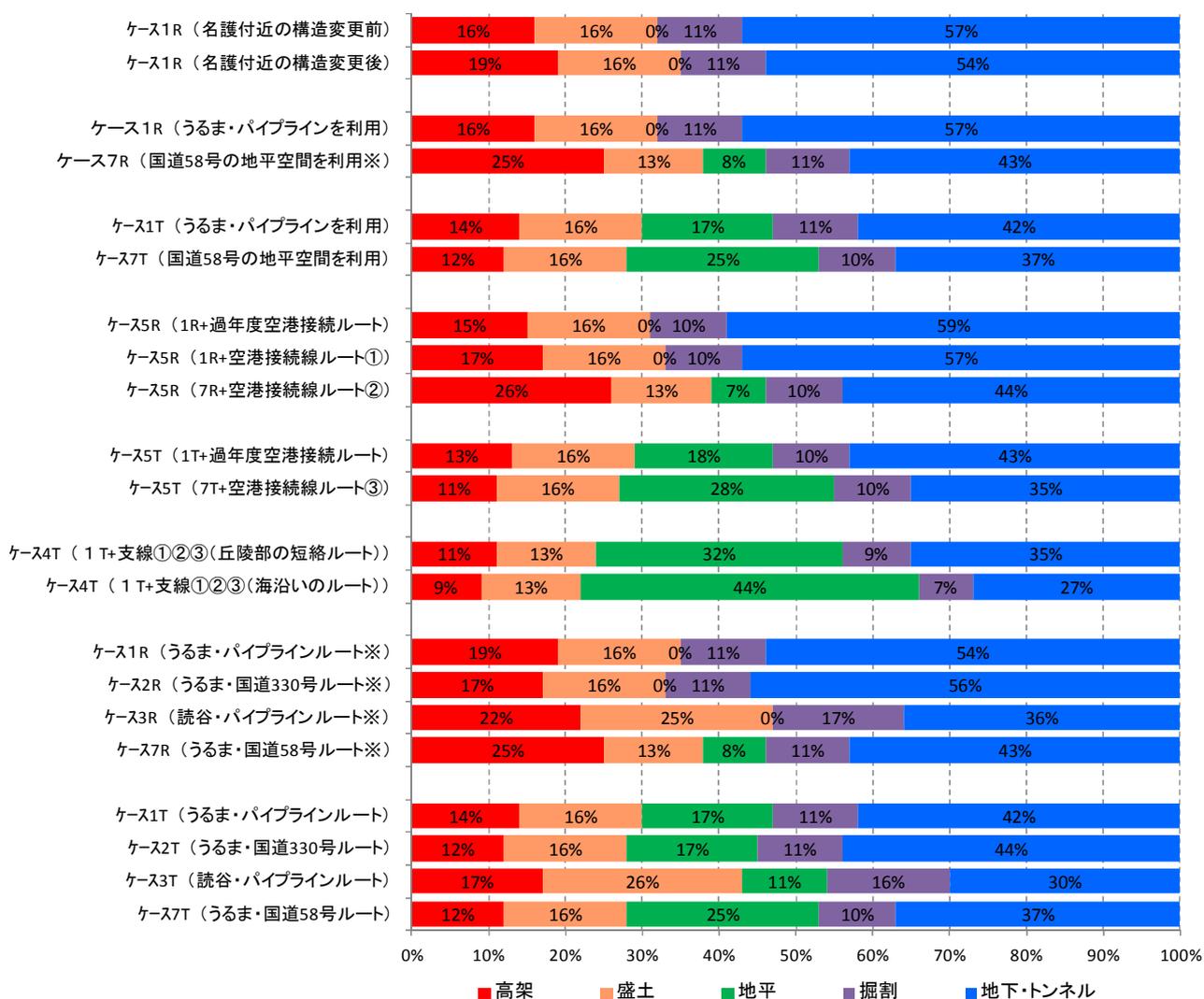
注3) []内は過年度調査からの変化(概算事業費は変化率、B/Cは差分)。

(2) 地下区間から地上区間への構造変更によるコスト縮減効果

一般に、地下区間（掘割構造、地下構造、トンネル構造）と地上区間（高架構造、盛土構造、地平構造）のコストを比較すると、地下区間の方がコストは高い。平成 25 年度では、コスト縮減の観点から、地下区間を可能な限り地上区間に構造変更する検討を行った。

鉄道では、平成 23 年度のケース 1R において、国道 58 号で高架構造、米軍基地跡地に地平構造で導入し、さらに名護付近を地下構造から高架構造に変更することにより、地上区間の割合が 32%から最大で 46%まで増加し、事業費は 20%縮減され、B/Cは 0.04 改善された。なお、ケース 3R の読谷・パイプラインルートで見ると、全線のうち地上区間の割合が 47%まで増加する。

これらの地下区間を地上区間へ変更する方策は、コストを縮減に資するだけでなく、車窓から景色が見えることで魅力向上により観光等需要が増大する効果やまちづくりと一体的に景観に配慮した導入区間を整備することでまちづくりが推進される効果等が期待される。



注) 名護付近の構造変更を考慮した割合である。

図 ケース別の構造形式の割合