

平成 29 年度「沖縄における鉄軌道をはじめとする新たな公共交通システム導入課題詳細調査」報告書について

1 調査目的等

平成 22 及び 23 年度に内閣府で実施した「鉄軌道等導入可能性検討調査」では、新たな公共交通システムの導入に関し、仮定のモデルルートを設定し、需要予測するとともに、事業採算性や費用便益比（以下、B/C）等の検討を実施したところ、累積赤字や概算事業費が多額になることや B/C が 1 を大幅に下回ることなど、様々な課題があることが明らかとなった。

このため、平成 24 年度より鉄軌道をはじめとする新たな公共交通システムの導入課題の基礎調査を実施し、平成 24 年度調査～平成 26 年度調査では、コスト縮減方策の検討や県外来訪者需要予測モデルの見直しに取り組むとともに、事業採算性や B/C の試算を行うことに加え、需要喚起方策の検討や鉄軌道導入効果の計測方法の検討を行った。また、平成 27 年度及び平成 28 年度調査では、これまでの調査で抽出された課題を踏まえつつ、一層の B/C の改善に向けて、県民の需要予測モデルの見直し等について引き続き検討を行い、さらなるコスト縮減方策の検討や、鉄軌道に関する制度等についての研究等を行った。この結果、平成 23 年度調査と比較して概算事業費の縮減や B/C の改善が図られたが、依然として B/C が 1 を下回ることや、事業採算性の確保等に課題がある。

平成 29 年度調査では、過年度調査を踏まえつつ、沖縄県とも情報交換等を行いながら、支線を含めたモデルルートや概算事業費等について精査するとともに、制度面等に関して更に研究等を行うこととする。

*：コスト縮減方策として、過年度調査では、「部分単線化」、「単線区間の拡大」、「小型システムの採用（鉄輪リニア、スマートリニアメトロ）」、「施設の簡素化」、「沖縄自動車道の活用」、「駅数の見直し」、「最新技術の採用（SENS 工法）」、「地下から地上への構造変更」等を検討するとともに、ランニングコスト縮減方策の可能性検討を行った。

2 調査結果

2.1 コスト縮減方策等の検討

2.1.1 過年度調査の概要

(1) 平成 22 年度調査の概要

平成 22 年度調査では、沖縄県の新たな公共交通システム導入の可能性検討として、需要予測モデルの構築に主眼を置き、モデルルートでの将来需要の予測を行っており、概算事業費の算出は行っていない。

(2) 平成 23 年度調査の概要

平成 23 年度調査では、平成 22 年度のモデルルートを基本に、ルートとシステムの組合せによるモデルケースを設定し、新たな公共交通システムの需要予測、概算事業費、事業採算性等のシミュレーションを行った。

1) モデルケースの設定

- ① 糸満市役所～名護を基本とし、うるま経由、読谷経由の 2 ルートを想定した。
- ② うるま経由はさらに県道 251 号（以下、パイプライン）ルート、国道 330 号ルート、支線設定、空港接続線設定の 4 パターンとし、計 5 つのモデルケースを設定した。
- ③ 交通システムについては、鉄道又はトラムトレイン（支線の一部は LRT）を想定した。

2) 概算事業費

- ① 地形条件等を踏まえて路線計画・運行計画を設定し、ケース毎に概算事業費を算出した。路線計画に当たっては、沖縄県特有の地形条件（低地部と丘陵部が錯綜）等を踏まえるとともに、道路交通への影響等の観点から、都心部の鉄道については地下構造を基本とした。
- ② 概算事業費は、鉄道で 7,300～10,600 億円（キロ当たり 100 億円程度）、トラムトレインで 4,900～7,200 億円（キロ当たり 70 億円程度）となった。

(3) 平成 24 年度調査の概要

平成 24 年度調査では、コスト縮減方策として、部分単線化、小型システムの採用、施設の簡素化、沖縄自動車道の活用、構造変更・基地跡地活用の検討を行った。

1) 部分単線化

うるま以北及び豊見城以南等の需要が少ない区間を単線とする部分単線化については、平成 23 年度調査と比べて、鉄道は約 11～15%、トラムトレインは約 15～17%のコスト縮減効果があるが、単線区間でのサービス水準の低下等の課題がある。今後は、サービス水準とのトレードオフを見極めつつ、単線区間の延長の可能性について検討することが必要である。

2) 小型システムの採用

鉄道については、小型・急勾配対応システムである鉄輪リニアを採用することで、平成 23 年度調査の鉄道と比べて約 14%のコスト縮減効果があったが、現状では輸送力の低下や所要時間の増加等の課題もある。今後は、技術進化の動向等も見つつ、引き続きコスト縮減方策として検討する必要がある。

3) 施設の簡素化

トラムトレインについては、2 層以上の地下駅の 1 層化（浅深度化）等による施設の簡素化を検討した。これにより、平成 23 年度調査と比べて約 9%のコスト縮減効果があるが、防災設備等の設置空間の確保や開削工事増大に伴う道路交通や周辺環境への影響等の課題もある。トラムトレイン駅の規模（特にホーム長）が小さいため、土木工事費の縮減にはつながりにくい、設備関連の簡素化は一定程度の縮減効果があった。

4) 沖縄自動車道の活用

沖縄自動車道（那覇 I C～許田 I C）の路面空間を活用することによって、平成 23 年度調査のケース 1（うるま・パイプライン）と比べて鉄道、トラムトレインともに約 30%弱のコスト縮減が可能であるが、一方で、大幅な需要減やそれに伴う事業収支の悪化、車線減少による自動車交通の影響等の課題もあることから、沖縄自動車道の全線に鉄軌道を導入する案は極めて困難である。

5) 構造変更・基地跡地活用

鉄道については、国道 58 号に高架構造で導入、米軍基地跡地内に地平で導入することにより、平成 23 年度調査のケース 1（うるま・パイプライン）と比べて約 9%のコスト縮減効果があるが、米軍基地跡地への地平構造での導入にはまちづくりや道路交差等の観点から課題もある。今後は、トラムトレインも含めて引き続き検討を行う必要がある。

(4) 平成 25 年度調査の概要

平成 25 年度調査では、平成 24 年度調査のコスト縮減方策の検討結果を踏まえ、最新技術の採用、単線区間の拡大、全線単線化、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構造変更を検討した。

なお、「SENS 工法*」は、全てのコスト縮減方策に適用したが、ここでは、各コスト縮減方策のみの効果を把握するために、「SENS 工法」のコスト縮減を除いて、平成 23 年度及び平成 24 年度試算結果のうち比較が可能なケースからのコスト縮減率を記述した。

*：SENS 工法は、シールドマシンで土を掘った後、トンネル空間の地盤の安定を保つためにシールド工法で用いられているセグメント（既製鉄筋コンクリート）の代わりに、現場打ちコンクリート（全ての作業工程を現場で施工）を用いる工法である。現場打ちコンクリートに変えることにより、工場製作費（人件費＋工場管理経費）と運搬費が削減され、コストが縮減される。

1) 最新技術の採用(SENS工法)

地下区間で想定している「シールドトンネル」について、コスト削減効果が期待され施工実績がある「SENS工法」を採用することにより、鉄道では約9%、トラムトレインでは約13%のコスト削減が図られた。SENS工法は、沖縄の地盤条件においても適用可能と考えられることから、その他全てのケースに対しても適用した。

2) 単線区間の拡大

平成24年度調査の単線区間を北部地域は宜野湾市役所または伊佐、南部地域は旭橋(トラムトレインは奥武山公園)まで拡大した結果、平成23年度調査及び平成24年度調査の全線複線と比較して、鉄道では約16~29%、トラムトレインでは約23~31%のコスト削減が図られた。単線区間の拡大は、コスト削減が図られるものの、所要時間が増加することや運行の自由度が低下する課題もある。

3) 全線単線化

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年度調査の部分単線と比較して、鉄道では約18%、トラムトレインでは約15%のコスト削減が図られた。全線単線化は、コスト削減効果は大きいものの、所要時間が大幅に増加することや運行の自由度が低下する課題がある。また、将来的に複線化する場合には、当初から複線で整備する場合に比べて、コストが大幅に増嵩する点に留意する必要がある。

4) 駅数の見直し

各駅の乗降人員や駅間距離等から、鉄道は30駅から21駅、トラムトレインは39~41駅から25~28駅に駅数を削減した結果、平成23年度及び平成24年度調査と比較して、鉄道では約3~4%のコスト削減となった。また、トラムトレインでは、削減した駅の多くが事業費の安い地平構造であることから、平成23年度及び平成24年度調査と比較して約1.2~1.4%のコスト削減にとどまった。駅数が減ることにより、駅へのアクセス時間が増加し、利便性が低下する課題もある。

5) 小型システムの採用

鉄輪リニアの改良型として現在技術開発中のスマート・リニアメトロを採用することで、車両長の短縮により駅のホーム長が短縮し、普通鉄道と比較して約15%のコスト削減となった。小型システムは、普通鉄道に比べて車両幅が狭いことから乗車時の快適性が劣ることや所要時間が増加すること等の課題がある。

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

鉄道において、名護付近の構造形式を地下構造から高架構造へ変更することにより、平成23年度及び平成24年度調査と比較して高架構造の割合は、ケース1(うるま・パイプライン)では16%から19%、ケース7(うるま・国道58号)では22%から25%へと各3%増加し、約3%のコスト削減となった。ただし、国道58号への高架構造導入を前提としているため、車線数減少による交通容量の減少及び道路交通への影響に留意する必要がある。

②. 支線①(名護~沖縄美ら海水族館)の構造変更

支線①のトラムトレインについて、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、支線①だけで見ると、平成23年度調査と比較して約71%と大幅なコスト削減が図られた。ただし、道路空間への導入を前提としているため、道路交通への影響があることや、海沿いルートとしたことで路線長が伸びたこと、曲線部の増加により走行速度が遅くなることによる所要時間の増加等の課題もある。

③. 国道 58 号の地平構造を利用した検討

平成 24 年度調査で鉄道を国道 58 号に高架構造で導入する検討を行ったことを踏まえ、国道 58 号に地平構造でトラムトレインを導入した結果、平成 23 年度調査と比較して、約 13% のコスト縮減が図られた。ただし、米軍基地跡地への地平構造での導入には、まちづくりや道路交差等の観点からの課題がある。

④. 空港接続線の構造変更

県庁前から那覇空港までの空港接続線を西消防署通りの地下及び那覇港の海底下を通るルートから国道 331 号及び国道 332 号を経由するルートに変更することで、鉄道では地下区間の約 50～100% が高架構造となり、平成 23 年度調査と比較して、約 33～50% と大幅なコスト縮減が図られた。ただし、国道 331 号及び国道 332 号を経由するルートについては、米軍施設である那覇港湾施設用地の一部共同使用が必要となる。

(5) 平成 26 年度調査の概要

平成 26 年度調査では、平成 25 年度調査までに検討した各モデルルートのルート及び構造形式の見直しを行った。また、平成 25 年度調査までは、イニシャルコスト^{*1}の縮減方策（最新技術の採用、構造変更等）について検討したが、平成 26 年度調査では、これに加えてランニングコスト^{*2}（メンテナンス、運行等）やその他更なるコスト縮減の可能性を検討した。

*1：イニシャルコストとは、建物や設備を施工・設置するためにかかる初期投資金額のこと。

*2：ランニングコストとは、建物や設備を施工・設置した後、それらを使用していくために必要となる人件費、動力費及び修繕費等の経費のこと。

1) 各モデルルートのルート及び構造形式の見直し

これまで検討したモデルルートについて、現地の地形、土地利用状況等を踏まえ、西普天間付近～ライカム付近を地下構造等から高架構造に変更し、喜瀬付近～名護付近を国道 58 号の山側にルート変更して山岳トンネルから盛土構造にする等、コスト縮減を考慮しつつ、より現実性の高い構造形式に見直した。平成 25 年度調査のケース 2（うるま・国道 330 号）及びケース 7（うるま・国道 58 号）と比較して、鉄道では約 4～6% 程度、トラムトレインでは約 1～2% 程度のコスト縮減となった。

2) ランニングコストの縮減方策の可能性検討

車両の運行に関して、「ドライバーレス運転^{*}」を導入する場合は、人件費が年間約 6.5 億円削減可能との試算結果が得られた。ただし、地下構造の鉄道でドライバーレス運転を実施している例はないため、地下構造部における異常時の旅客の安全確保の課題がある。また、省エネルギー技術では、「架線とバッテリーとのハイブリッド方式」による車両の電力費が従来の架線による給電のみを行う「電車」と比較して約 10% の省エネ効果があるとのヒアリング結果が得られ、ケース 1（うるま・パイプライン）の全 21 編成では年間約 4,900 万円のコスト削減可能性がある。他方、駅部で充電を行う場合には、停車時間がその分延びるため、従来の架線による給電のみを行う「電車」と比較して目的地までの所要時間が増加するという課題がある。

*：ドライバーレス運転は、列車を運転する係員が列車に乗務しない運転を示す。

3) 最新の交通システムの情報収集

更なるコスト縮減方策の 1 つとして、「高速新交通システム」に関する情報収集を行った。「高速新交通システム」では、現在 120km/h 走行に向け開発中であり、その場合には従来の新交通システムと比べて目的地までの所要時間が短縮されることや、車両重量が普通鉄道より軽量のため、土木構造物のスリム化等により建設費が安価となる可能性があること等がわかった。他方、普通鉄道に比べて車両長が短いため、普通鉄道ほどの輸送力はない。なお、「高速新交通システム」の維持補修費については、今後精査が必要となる。

(6) 平成 27 年度調査の概要

平成 27 年度調査では、平成 26 年度調査までに検討したモデルルートのうち、①旭橋～糸満市役所を対象としたモデルルートの精査、②最新技術である地下駅を対象としたシールド切り開き工法の採用、③新都心～普天間飛行場（国道 330 号）を対象とした地下区間から地上区間への構造変更の検討を行った。あわせて、詳細調査であることから、沖縄特有の気候条件を考慮したコスト、建設工事費デフレーター*を考慮したコストの前提条件の精査を行った。

*：建設工事費デフレーターは、建設工事に関連する物価変動及び労務単価の変化割合を示す。

1) モデルルートの精査(旭橋～糸満市役所)

これまで検討したモデルルートの幹線骨格軸のうち、旭橋～糸満市役所は、現在、豊見城市周辺ルート（臨海部付近、沖縄空手会館付近）の道路整備や土地区画整理事業等の地域開発が活発に行われている状況を踏まえて、那覇空港を経由するルートを含めて、5 ルートについて導入空間の検討を行った。

鉄道及びトラムトレインともに、いずれの検討ルートも過年度調査ルートに対して、概算事業費は 1～4%と微増となった。したがって、コスト縮減の観点からは、糸満市役所～旭橋のモデルルートを精査した結果、平成 26 年度調査ルートが最も低廉となった。

2) 最新技術(地下駅のシールド切り開き工法)の採用

過年度調査では、地下区間の駅部については開削工法、駅間部についてはシールド工法を前提としているため、駅部の深度が深くなるにつれてコストが増加する傾向にあり、駅部の開削工事の規模がコスト増高要因のひとつとなっていた。そこで、更なるコスト縮減を図るため駅部にも着目し、駅部全体を掘削する開削工法から、ホーム部のみ掘削するシールド切り開き工法*への変更を検討した。

検討の結果、掘削土量が過年度調査より約 35%に減少し、地下駅をシールド切り開き工法に変更したことにより、平成 26 年度調査の鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号）と比較して約 1%程度のコスト縮減、トラムケース 7（うるま・国道 58 号）は微減となった。

*：シールド切り開き工法は、シールドトンネル工法で軌道のみを施工した後に、必要な箇所のみ開削工法で駅施設空間を施工する工法を示す。

3) 構造形式の見直し(新都心～普天間飛行場・国道 330 号)

モデルルートの「ケース 2（うるま・国道 330 号）」は路線長の半分以上が地下構造であることから、地下構造で構造形式が設定されている新都心～普天間飛行場間において、新たに導入空間の見直しを検討した。

検討の結果、ゆいレールの導入区間外の浦添市役所～普天間飛行場間について、高価な地下構造から安価な高架構造に変更したことで、平成 26 年度調査の鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号）と比較して約 3%程度のコスト縮減となった。

4) コストの前提条件の精査

①. 沖縄特有の気候条件を考慮したコスト

通年で湿度が高く、台風などの強風の発生頻度が高い沖縄特有の気候を考慮し、高架構造に用いられるコンクリート構造の塩害対策として、エポキシ樹脂鉄筋を用いるコスト、及び高架構造の強風対策として防風柵を設置するコストを考慮したため、高架構造の工事費単価は約 12%増加した。

②. 建設工事費デフレーター

平成 27 年度調査で考慮した建設工事費デフレーターは、近年の経済状況を踏まえると概算事業費に考慮しておく必要がある項目といえる。このため、平成 26 年度調査では、平成 23 年度調査の建設工事費に対して 3%増加のデフレーターを考慮した概算事業費も算出していたが、平成 27 年度調査では、最新デフレーターを調査整理し 4%増加を考慮した。

(7) 平成 28 年度調査の概要

平成 28 年度調査では、平成 27 年度調査までに検討した幹線骨格軸（モデルルート）に加えて、新たに金武町や宜野座村を経由した「東海岸ルート」について検討を行うとともに、支線軸についても平成 27 年度調査までに検討した支線①（本部方面）、支線②（与那原・佐敷方面）及び支線③（東風平方面）以外に、新たに 3 つの支線軸として、支線④（宜野湾市から読谷村方面）、支線⑤（うるま市から宜野座村方面）及び支線⑥（うるま市から恩納村・名護市方面）について検討を行った。

また、沖縄県特有の地質条件等を踏まえた構造形式の見直し検討、鉄軌道交通の安全を確保するための駅施設等の検討、道路への鉄軌道導入に伴う道路交通への影響についての検討等を行った。

1) 幹線骨格軸(モデルルート)の検討

うるま市（石川付近）～名護市を対象とした幹線骨格軸（モデルルート）の精査では、「東海岸ルート」（金武・宜野座経由）について路線検討を行い、概算事業費を比較した。鉄道、トラムトレインともに、明かり区間の割合が大きくなったため「西海岸ルート」（恩納経由）に比べて約 1 % 縮減した。

2) 支線軸の検討

支線軸の検討では、従来の支線①（本部方面）、支線②（与那原・佐敷方面）、支線③（東風平方面）以外に、新たに 3 つの支線軸、支線④（宜野湾市から読谷村方面）、支線⑤（うるま市から宜野座村方面）及び支線⑥（うるま市から恩納村・名護市方面）を行ったが、L R T の導入が必要となる需要量が見込まれる区間は、支線④（普天間飛行場～嘉手納）のみとなった。なお、支線④の L R T 区間の路線延長は約 11.7km で概算事業費は約 370 億円となった。

3) 鉄軌道交通の安全を確保するための駅施設等の安全方策等についての検討

鉄軌道交通の安全を確保するための駅施設等の安全対策等については、旅客のホーム転落防止対策等、鉄軌道導入に当たっての各種課題について検討を行った。特に旅客のホーム転落防止対策については、可動式ホーム柵（ホームドア）の設置が有効であるが、コスト増嵩の要因となっていることが明らかとなった。

4) 沖縄特有の地質条件等を踏まえた構造形式の見直し検討

沖縄県特有の地質条件等を踏まえた沖縄市～うるま市を対象としたトンネル構造変更では、シールドトンネルから山岳トンネル（N A T M）への構造変更を検討したものの、詳細な地質データが不足しており、構造変更の可能性や補助工法の必要性などの精査が必要であり、平成 28 年度調査においては構造形式の変更を見送ることとした。

5) 道路への鉄軌道導入に伴う道路交通への影響についての検討

鉄軌道導入に伴う道路交通への影響検討において、都心方向の交通量は、車線減少に伴う交通容量の低下によって大きく減少する一方、平行する道路の交通量が増加した。また、混雑度への影響を見ると、鉄軌道整備なしの状態よりも工事期間中に各道路の混雑度が上昇するが、鉄軌道導入後には各道路の混雑度が工事期間中の混雑度よりも改善された。

6) コスト縮減の組み合わせ検討

コスト縮減の組み合わせ検討では、鉄道のケース 2（スマートリニア・うるま・国道 330 号＋空港接続線・部分単線）について、平成 27 年度調査で効果があったコスト縮減方策に加えて、平成 28 年度調査で新たに検討したコスト縮減方策等を考慮した。結果として、概算事業費は平成 27 年度調査と比較して約 1 %（主として建築費）増加した。

2.1.2 平成 29 年度調査の検討結果

平成 29 年度調査では、検討精度の向上を図る目的で縮尺 1/10,000 の地形図（国土地理院の基盤地図）を使用し、幹線骨格軸（糸満市役所～名護間）について、平面・縦断線形、駅計画、構造検討

等の路線計画及び運行計画を行うとともに、最新の工事単価を設定し、概算事業費の算出を行った。支線軸については、支線①（名護～沖縄美ら海水族館間）について、観光振興や需要喚起等の観点から、路線計画の見直しを行った。

また、沖縄県においては沖縄本島南部断層系の大規模地震等が想定され、液状化危険度が高い地域が沖縄本島東西の海岸沿いに見られることから、地盤液状化対策について検討を行った。

さらに、鉄軌道導入後や工事期間中の道路交通への影響検討、自動運転技術・欧州等鉄軌道関連技術や交通システム（フィーダー交通）について比較・整理を行った。

(1) 検討精度の向上

検討ケースとして、鉄道はケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸ルート＋空港接続線）、トラムトレインはケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸ルート＋空港接続線）を選定し、全線複線による整備を前提とした。

路線計画を行った結果、鉄道については平成 28 年度調査と比較して約 0.10km 長くなり、トラムトレインについては約 0.12km 長くなった。

運行計画では、運転曲線図を作成し運行ダイヤの検討を行った結果、糸満市役所～名護間の所要時間は、鉄道の快速列車で約 64 分、各駅停車で約 81 分となり、平成 28 年度調査と比較して、快速列車で約 1 分、各駅停車で約 6 分短縮した。一方、トラムトレインについては約 119 分となり、過年度調査と同時間となった。

概算事業費については、鉄道は約 8,060 億円となり、平成 28 年度調査と比較して約 60 億円（約 1%）縮減した。トラムトレインについては約 4,290 億円となり、約 110 億円（約 3%）縮減した。コスト縮減額については複合的な要素によるものであるため一概に言えないが、コスト縮減要因としては、検討図面の精度向上により地盤線が明確となり、地下区間の縦断線形（深度）が相対的に浅くなったこと、建築限界外余裕やセグメント厚等の精査により、シールドトンネルの断面が縮小したこともコスト縮減に寄与しているものと考えられる。

なお、トラムトレインの方が鉄道より縮減効果が大きい理由としては、全体事業費に占めるトンネル区間のウェイトが高いことによるものと考えられる。

(2) 支線①の路線計画の見直し

支線①（名護～沖縄美ら海水族館間）については、これまで速達性を重視する観点から八重岳を直線的に貫くルートとしており、車窓からの景色を楽しむことは困難である。このため、観光ルートとしての魅力を高める観点から、可能な限り西海岸沿いのルートについて検討を行った。なお、平成 25 年度調査においてトラムトレインについては、海岸沿いを走る国道 449 号への導入を検討していることから、平成 29 年度調査は鉄道のみ検討を行うものとした。また、コスト縮減の観点から全線単線とし、中間駅については本部町内に 1 箇所設定を行うものとした。

路線計画を行った結果、路線延長は約 20.3km となり、八重岳貫通ルートと比較して約 4.5km 長くなった。所要時間については約 16 分となり、概算事業費は約 970 億円（キロ当たり約 48 億円）となった。

(3) 大規模地震時等の地盤液状化対策の検討

沖縄本島南部断層系の大規模地震等による地盤液状化を想定し、地盤液状化の対策工及び対策費用について検討を行った。

地盤液状化の危険度は液状化指数（ P_L 値）で示されており、鉄道のケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸ルート＋空港接続線）では約 79.5km 中の約 24.2km（約 30%）、トラムトレインのケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸ルート＋空港接続線）では約 80.2km 中の約 23.2km（約 29%）で地盤液状化の可能性があることが明らかとなった。

また、地盤液状化の対策工について構造種別ごとに検討を行い、その対策費用について参考値として試算を行った。

(4) 自動運転技術・欧州等鉄軌道関連技術の整理

自動運転技術では、鉄道はもとより、LRT についても中国において自動運転技術も確立されつつあることが明らかとなった。また、欧州等鉄軌道関連技術では、CBTC（無線列車制御システ

ム)は海外では都市鉄道を中心に一般的に普及していること、我が国では東京メトロ丸ノ内線において2022年度末の稼働を目指していることが明らかとなった。

(5) 交通システムに関する比較・整理

交通システムに関する比較・整理では、支線軸(フィーダー路線)への導入や需要喚起方策に資する目的として、交通システム(路線バス、タクシー、レンタカー等)に関して比較・整理を行った。なかでも、沖縄県では基幹バスや乗合タクシーの導入、レンタカーの利用促進等が図られており、フィーダー交通としての活用可能性について整理を行った。

(6) 道路への鉄軌道導入による道路交通への影響についての検討

鉄軌道導入に伴う道路交通への影響検討において、都心方向の交通量は、車線減少に伴う交通容量の低下によって大きく減少する一方、平行する道路の交通量が増加した。

また、混雑度への影響を見ると、鉄軌道整備なしの状態よりも工事期間中に各道路の混雑度が上昇し、鉄軌道導入後には各道路の混雑度が工事期間中の混雑度よりも改善された。しかしながら、工事期間前と比較して混雑度が上昇している箇所が存在している。

(7) コスト縮減方策の複数組合せ案の検討

コスト縮減方策の複数組合せ案の検討では、鉄道のケース2(スマート・リニアメトロ・うるま・国道330号・西海岸ルート+空港接続線・部分単線案)について、路線計画及び運行計画を行うとともに、概算事業費の算出を行った。

概算事業費は約6,270億円となり、平成28年度調査と比較して約110億円(約2%)縮減した。

トラムトレインのケース7(うるま・国道58号・西海岸ルート+空港接続線・部分単線案)については、約3,000億円となり、約40億円(約1%)増嵩した。

スマート・リニアメトロの概算事業費が縮減した理由としては、鉄道やトラムトレイン(全線複線案)と同様に、検討図面の精度向上により地盤線が明確となり、地下区間の縦断線形(深度)が相対的に浅くなったことが一因として考えられる。

一方、トラムトレインの概算事業費が増嵩した理由としては、地平区間(併用区間)のうち、西普天間~コザ十字路間について、急勾配区間が連続しており、すれ違いを行うための分岐器の設置が容易ではないことから、当該区間を単線整備から複線整備に変更したことが主な要因である。

(8) 平成29年度調査のまとめ

平成29年度調査では、縮尺1/10,000の地形図(国土地理院の基盤地図)を使用し検討精度の向上を図った結果、コスト縮減方策の複数組合せ案の検討では、概算事業費は鉄道(スマート・リニアメトロ)で約2%の縮減、トラムトレインは約1%増嵩となった。

イニシャルコストの縮減については、これまで小型システムの採用や最新技術の導入等の検討を進めてきたが、平成28年度調査及び平成29年度調査では、コスト縮減額が微減に留まっているため、駅数の削減等も含めたさらなるコスト縮減策を検討していくことも考えられる。

うるま市以北については、日常交通を主体に大幅に需要量が減少することから、コスト縮減の観点から専用空間を走行するBRT等の中量軌道系で比較的安価な交通システムについて、その導入可能性について検討を行うとともに、幹線骨格軸と一体となったフィーダー交通(東海岸方面や名護市以北等)について路線計画や事業性評価等を行うことも重要である。

平成29年度調査においては、大規模地震時等による地盤液状化について、その影響範囲を把握するとともに、その対策工及び対策費について検討を行った。同様に大規模地震時等による大津波対策について、その影響範囲の把握・整理を行うとともに、縦断線形の見直し(線路の嵩上げ)や内陸への平面線形の見直し、遮水壁の設置等の検討を行うことも必要である。

表 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その1）

| 調査年次 | コスト縮減方策 | ケース | ルート | 概算事業費 | | | |
|-------------|---|--|------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|
| | | | | コスト縮減方策 | | 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・パイクライン | 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(鉄輪ニア) | ケース1 | うるま・パイクライン | 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・パイクライン | 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・リアメトロ) | ケース1 | うるま・パイクライン | 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・パイクライン | 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・パイクライン + 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) |
| コスト縮減方策の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 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・パイクライン | 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%) | |
| | コスト縮減方策の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 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 | ケース2 | 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縮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) 平成26年度調査までの概算事業費は、平成23年度価格であり、建設工事費デフレーター3%、消費税8%を含まない金額である。

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 コスト縮減方策等の検討結果概要（鉄道 その2）

| 調査 年次 | コスト縮減方策等 | ケース | ルート | 概算事業費 | | |
|----------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|--|
| | | | | コスト縮減方策 | | 縮減額 (縮減率) |
| | | | | 適用前 | 適用後 | |
| 平成 27 年度 調査 | 最新技術 (SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法)の採用 | ケース2 | うるま・国道330号 (西海岸ルート) | 【7,600億円】 | 【7,500億円】 | 【▲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】 | 【7,400億円】 | 【▲200億円】 【(▲3%)】 |
| | 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) | 7,100億円 【6,400億円】 | 6,800億円 【6,150億円】 | ▲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 【7,900億円】 | — |
| | 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 【8,000億円】 | — | — |
| | 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 【7,900億円】 | — | — | |
| 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 | 6,800億円 【6,150億円】 | 6,850億円 【6,200億円】 | +50億円 (+1%) 【+50億円】 【(+1%)】 | |

注1) デフレーターは、物価変動及び労務単価の変化割合を示す。

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) 建設工事費デフレーターとして4% (平成26年度調査3%)、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) コスト縮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、コスト縮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 | | |
|----------|------------------|------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | コスト縮減方策 | | 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%】 |
| | 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】 (観光ルート) | 【+190億円】 【+24%】 |
| | 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 〔部分単線案〕 | 【6,380億円】 | 【6,270億円】 | 【▲110億円】 【▲2%】 |

注1) 【 】内の金額は、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2) 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3) 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 コスト縮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 | コスト縮減方策 | | ケース | ルート | 概算事業費 | | | |
|----------|---------------------|--|------|------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---|
| | | | | | コスト縮減方策 | | 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) | |
| | コスト縮減方策の組合せ | 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] | — |
| | | | | | 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%)】 |
| | | | | | | | | |

*1：最新技術の採用によるコスト縮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、支線また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年度調査のコスト縮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）平成26年度調査までの概算事業費は、平成23年度価格であり、建設工事費デフレーター3%、消費税8%を含まない金額である。

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 コスト縮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 | コスト縮減方策等 | ケース | ルート | 概算事業費 | | |
|----------|---|-------|---------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | コスト縮減方策 | | 縮減額 (縮減率) |
| | | | | 適用前 | 適用後 | |
| 平成27年度調査 | 最新技術 (SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法)の採用 | ケース7 | うるま・国道58号 (西海岸ルート) | 【4,180億円】 | 【4,110億円】 | 【▲70億円】 【(▲2%)】 |
| | 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) | 3,170億円 | 3,180億円 | +10億円 (±0%) |
| 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 【4,160億円】 | — |
| | 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 【4,200億円】 | — | — |
| | | 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 【4,160億円】 | — | — |
| | 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 | 3,180億円 【2,910億円】 | — | — |

注1) デフレーターは、物価変動及び労務単価の変化割合を示す。

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) 建設工事費デフレーターとして4% (平成26年度調査3%)、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、コスト縮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 | | |
|----------------------|--------------------------|------|--|-----------|-----------|-------------------|
| | | | | コスト縮減方策 | | 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%】 |

注1) 【 】内の金額は、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2) 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3) 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。

2.2 B/C等の算出

2.2.1 過年度調査の概要

(1) 平成22年度調査の概要

平成22年度調査では、主に需要予測モデルの構築を行った。需要予測の前提となる仮定のモデルルートを設定するとともに、鉄道系と路面系の特性の違いを反映した需要予測モデルを構築して、将来需要を予測した。

(2) 平成23年度調査の概要

平成23年度調査では、平成22年度のモデルルートを基本に、5つのルートと鉄道またはトラムトレイン（支線の一部はLRT）の2つのシステムの組み合わせによるモデルケースを設定し、将来需要、事業採算性、B/Cの算出を行った。B/Cは、鉄道では最大で0.40、トラムトレインでは最大で0.55と試算された。

(3) 平成24年度調査の概要

平成24年度調査では、部分単線化、小型システムの採用、施設の簡素化、沖縄自動車道の活用、構造変更・基地跡地活用を検討した結果、B/Cは平成23年度調査と比較して、鉄道では最大で0.05、トラムトレインでは最大で0.06上昇した。

(4) 平成25年度調査の概要

平成25年度調査では、最新技術の採用（SENS工法）、部分単線化又は単線区間の拡大、小型システム（スマート・リニアメトロ）、名護付近の地下区間から地上区間への構造変更や国道58号の地下から地上構造への導入を検討した結果、B/Cは鉄道では最大で0.58、トラムトレインでは最大で0.83となった。

(5) 平成26年度調査の概要

1) 需要予測モデル等の再構築

①. 県外来訪者の需要予測

最新の統計データ及び平成26年度調査で実施したアンケートから得られたデータを用いて、OD表*の更新及び交通手段選択モデルの再構築に取り組んだ。

*：ODとは、Origin（出発地）Destination（目的地）を表し、OD表とは、発地と着地の組み合わせ毎に、発地と着地の間を移動する交通量（トリップ）を表した表のこと

A. アンケート調査等に基づく県外来訪者のOD表の更新

平成22年度調査では、平成42年の那覇空港将来利用者数の推計値（平成21年那覇空港構想施設計画検討協議会）を基にして県外来訪者のOD表*¹を設定していたが、平成26年度調査では、最新の情報（平成24年第5次沖縄県観光振興基本計画）に基づく将来旅客数*²及び平成26年度調査で実施したアンケートから得られたデータを考慮して、OD表を設定した。

*1：平成22年度調査において、平成42年度の県外来訪者数を856万人と設定。

*2：平成24年第5次沖縄県観光振興基本計画における、平成33年度観光入込客数目標値1,000万人を適用。

B. 他交通機関から鉄軌道への転換を評価

過年度調査の交通手段選択モデルではレンタカーから鉄軌道への転換のみを評価していたが、平成26年度調査で再構築した交通手段選択モデルは、モノレール、路線バス、タクシーといった他交通機関から鉄軌道への転換を評価できるモデルとした。

C. 3つの区分で交通手段選択モデルを構築

アンケート調査により、利用意向が異なることが把握された外国人来訪者と観光目的の日本人県外来訪者、業務目的の日本人県外来訪者の3つの区分により、それぞれ交通手段選択モデルを構築した。

D. 日本で有効な自動車運転免許の有無を考慮

説明変数として「日本で有効な自動車運転免許の保有」を採用して、免許保有の有無による交通手段の選択傾向の違いをモデルで表現した。

E. 海が 10 分見えることを考慮

説明変数として「海が 10 分見えること」を採用して、海が 10 分見えるか否かで交通手段の選択傾向の違いをモデルで表現した。

②. 県民の需要予測

平成 26 年度調査では、最新の情報（平成 22 年国勢調査）に基づく人口データ等を考慮して、OD 表を設定した。

2) B/C の算出結果

平成 26 年度調査で実施したルート等の見直しや県外来訪者需要予測モデルの再構築結果に加えて、過年度調査で成果のあったコスト削減方を適用した結果、B/C 最大ケースは、鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号＋空港接続線）の 0.60、トラムトレインケース 7（うるま・国道 58 号＋空港接続線）の 0.84 と試算された。

(6) 平成 27 年度調査の概要

1) 需要予測モデル等の再構築等

①. 県民の需要予測の見直し

平成 27 年度調査では、最新の将来開発プロジェクトを反映するとともに、平成 26 年度調査で実施した「県民へのアンケート調査」の結果等を踏まえ、交通手段選択モデルを再構築した。

A. 鉄道系・路面系のモデルの統合

過年度調査では、鉄道系（鉄道・トラムトレイン）と路面系（LRT）の 2 つに分けてモデルを作成していたが、平成 27 年度調査ではこれら 2 つのモデルを統合することとした。

B. 説明変数への自動車費用の追加

過年度調査で構築した需要予測モデルにおいて、自動車の説明変数は「所要時間」のみとなっていたが、平成 27 年度調査では、「自動車費用（燃料費・高速道路料金）」を説明変数に加え、手段選択の際に自動車の費用を考慮できるモデルを構築した。

②. 県外来訪者の需要予測の精査

平成 27 年度調査では、モデルの精度向上に向けて、サンプルやモデル構造の精査を実施した。また、最新の将来開発プロジェクトの反映等を行った。

A. レンタカーの利用特性の考慮

県外来訪者の主たる交通手段であるレンタカー利用は、レンタルした段階で、それ以降のトリップにおいて他の交通手段を選択する可能性が極めて低いと考えられるため、まず、沖縄県（本島）での全行程において、レンタカーの利用の有無を予測し、次に、レンタカーを利用しないトリップチェーン*に対して、個別トリップごとにレンタカー以外の交通手段選択を行うものとして、モデルの精査を行った。

*：例えば、自宅→勤務先→取引先→友人宅→自宅といった 1 日の交通行動の全体のこと。

B. タクシーの説明変数として「滞在期間中総トリップ数」を考慮

平成 26 年度調査で再構築した県外来訪者の交通手段選択モデルでは、タクシーの説明変数として、総時間と総費用を設定していたが、タクシーには、乗降の負担が比較的小さく、総トリップ数が多い場合には、相対的にタクシー利用が選択されやすくなるという特性があるため、

タクシーの説明変数として「滞在期間中総トリップ数*」を追加した。

*：県外来訪者における沖縄県（本島）滞在期間中の総トリップのこと。

2) 需要予測、事業採算性、B/Cの算出について

平成 26 年度調査で設定した検討ルートに関して、コスト削減方策等及び需要予測モデルの見直しを踏まえた結果、B/C最大ケースは、鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号+空港接続線）の 0.62、トラムトレインケース 7（うるま・国道 58 号+空港接続線）の 0.84 と試算された。

(7) 平成 28 年調査の概要

1) 需要予測モデル等の精緻化等

①. 県民需要予測モデルの精緻化

平成 28 年度調査では、最新の将来開発プロジェクトを反映するとともに、道路交通サービスの精査として、鉄軌道の整備に伴う特定時間帯での道路交通への影響を適正に捉えることを目的に、朝ピーク時におけるOD交通量と交通容量を設定し、特定時間帯での道路混雑を適切に評価できるように自動車交通量配分システムの更新（時間帯別交通量配分システム）を検討した。

また、平成 27 年度調査で再構築した交通手段選択モデルを補足する推計手法として、徒歩・二厘から鉄軌道への転換を考慮できる推計手法や鉄軌道の端末としてのモノレール利用を考慮できる推計手法について検討した。

②. 県外来訪者需要予測モデルの精査

平成 28 年度調査では、最新の将来開発プロジェクトを反映するとともに、外国人観光客にツアー一等を提供している旅行会社を対象にヒアリング調査を実施し、外国人観光客の行動特性やツアー一等における鉄軌道の活用可能性を把握し、次年度以降のモデル更新に向けた方向性を整理した。

2) 需要予測、事業採算性、B/Cの算出について

開発プロジェクトの更新によるOD表の再推計とコスト削減方策等を実施し、さらに、過年度調査で成果のあったコスト削減方策等を組み合わせた結果、B/C最大ケースは、鉄道は鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸+空港接続線）の 0.64、トラムトレインはトラムケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸+空港接続線）の 0.86 と試算された。

2.2.2 平成 29 年度調査の検討結果

県民モデルについては道路交通のサービスレベルの精査、県外来訪者モデルでは、県の将来フレーム見直しに伴う将来OD表の更新を行うとともに、目的地選択モデルの構築検討及び新たな予測手法の検討を行った。

また、県民モデル、県外来訪者モデルともに、開発プロジェクトを最新の情報に更新し、それにより再推計したOD表を用いて、需要予測値、B/C等を算出した。

(1) 需要予測モデルの精緻化

1) 県民需要予測モデルの精緻化

①. 将来開発プロジェクトの更新

需要予測モデルの前提となる将来開発プロジェクトについて収集整理を行ったものの、平成 28 年度調査から更新すべき将来開発プロジェクトが存在しないため、平成 29 年度調査では平成 28 年度調査と同様の将来開発プロジェクトを考慮して、需要予測を行った。（県民需要予測用の将来OD表は平成 28 年度調査から変更なし）

②. 道路交通サービスの精査

平成 28 年度調査においては、鉄軌道の整備に伴う特定時間帯での道路交通への影響を適正に捉えることを目的に、朝ピーク時におけるOD交通量と交通容量を設定し、特定時間帯での道

路混雑を適切に評価できるように自動車交通量配分システムの更新（時間帯別交通量配分システム）を検討したが、現況再現の精度において課題があったために、引き続き精査を行い、精度向上を図った。

2) 県外来訪者需要予測モデルの精査

①. 将来開発プロジェクトの更新

平成 28 年度調査の将来開発プロジェクトに加え、大規模ホテルを新たに見込み、計画人口の見直しを行った。

②. 将来OD表の更新

県外来訪者モデルの将来フレームを県の計画の最新版に更新するとともに、従来考慮されていなかった外国人来訪者のうち海路経由の来訪者の行動を調査し、将来OD表に反映することで精度向上を図った。

③. 目的地選択モデルの構築

鉄軌道の整備に伴い、特に観光客のODが大幅に変化することが想定されることから、交通サービスの変化が目的地選択に与える影響を考慮した需要予測手法の検討を行った。

(2) 需要予測、事業採算性、B/Cの算出について

鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）、トラムケース 7（うるま・国道 58 号＋空港接続線）の 2 ルートに対し、コスト縮減方策等及び需要予測モデルの精緻化を踏まえ、将来需要、事業採算性、B/C を算出した。

1) モデルルートの精査

①. 鉄道

平成 29 年度調査において実施したモデルルートの精査の影響を確認するため、鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）について試算を行った。

その結果、鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）について、概算事業費*は平成 29 年度で検討したコスト縮減方策等の実施により、平成 28 年度調査から約 60 億円減少し、約 8,060 億円となった。また、OD表の更新により需要が増加した一方で、事業収支の前提条件の見直し等より、総便益が減少し、B/C は 0.01 減少し、0.51 と試算された。

：B/C算出の基礎となる概算事業費は、「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」に基づき消費税を含まない。以下、本文中において「概算事業費」と記載する。

②. トラムトレイン

平成 29 年度調査において実施したモデルルートの精査の影響を確認するため、トラムケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸＋空港接続線）について試算を行った。

トラムケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸＋空港接続線）は、平成 29 年度で検討したコスト縮減方策等の実施により、平成 28 年度調査と比較して、概算事業費*は約 110 億円減少し、約 4,290 億円となった。また、OD表の更新により需要が増加し、B/C は 0.03 増加し、0.67 と試算された。

2) コスト縮減方策等の組み合わせ検討

①. 鉄道(鉄道ケース2(うるま・国道 330 号＋空港接続線))

平成 28 年度調査において B/C が最大とされた鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）について、OD表の更新の影響に加え、過年度調査で検討したコスト縮減方策等と、平成 29 年度調査で新たに検討したコスト縮減方策等を組み合わせて適用した場合の試算

を行った。

平成 28 年度調査において B/C が最大とされた鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）について、概算事業費*は平成 29 年度で検討したコスト縮減方策等の実施により、平成 28 年度と比較して約 110 億円減少し、約 6,270 億円となった。

B/C については、概算事業費*が減少したことに加え、OD 表の更新により需要が増加したため、平成 28 年度調査の B/C 最大ケースと比較して約 0.02 上昇し、0.66 と試算された。

*1：最新技術（SENS 工法・地下駅のシールド切り開き工法）、部分単線化（単線区間：糸満市役所～豊見城、うるま具志川～名護）、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（浦添市役所～普天間飛行場）、沖縄特有の気象条件を考慮したコスト

②. ترامトレイン(トラムケース7(うるま・国道 58 号＋空港接続線))

平成 28 年度調査において B/C が最大とされたトラムケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸＋空港接続線）について、OD 表の更新の影響に加え、過年度調査で検討したコスト縮減方策等と、平成 29 年度調査で新たに検討したコスト縮減方策等を組み合わせて適用した場合の試算を行った。

平成 28 年度調査において B/C が最大とされたトラムケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸＋空港接続線）について、概算事業費*は平成 28 年度調査から約 40 億円増加し、約 3,000 億円となった。

B/C については、OD 表の更新により需要が増加したため、平成 28 年度調査の B/C 最大ケースと比較して約 0.01 上昇し、0.87 と試算された。

*1：最新技術（SENS 工法・地下駅のシールド切り開き工法）の採用、単線区間の拡大（単線区間：糸満市役所～奥武山公園、西普天間～名護）、沖縄特有の気象条件を考慮したコスト

3) 平成 29 年度調査のまとめ

開発プロジェクトの更新、将来観光客フレームの見直し、外国人海路経由来訪者分の考慮等による OD 表の再推計とコスト縮減方策等を実施し、さらに、過年度調査で成果のあったコスト縮減方策等を組み合わせた結果、平成 29 年度調査の B/C 最大ケースは、鉄道は鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号・西海岸＋空港接続線）の 0.66、 ترامトレインは ترامケース 7（うるま・国道 58 号・西海岸＋空港接続線）の 0.87 となり、平成 28 年度調査の B/C よりも上昇しているものの依然として 1 を下回る結果となっている。

今年度は、需要予測モデルの精緻化として、県民需要予測に関しては道路交通サービスの精査として、時間帯別交通量配分システムの精度向上を行ったが、来年度以降、ベースとなる交通量調査データの更新やマイクロ交通シミュレーションの検討など一層の精度向上に努めていく必要がある。また、需要予測のベースとなる将来人口の見直しや需要予測モデル（発生・集中、OD 分布、手段選択の各ステップ）の改良なども引き続き行っていく必要がある。

県外来訪者需要予測に関しては、将来観光客フレームの見直し、外国人海路経由来訪者分の考慮のほか、今年度新たな試みとして目的地選択モデルも構築を行ったが、需要予測や B/C 等への反映に当たっては、更なる精度向上や検証が必要である。

表 コスト縮減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（鉄道 その1）

| 調査年次 | コスト縮減方策 | ケース | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益 収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) | |
|-------------|---|--|-----------------------|------------------------|---|------------------------------|---------------|------|
| 平成23年度調査 | - | ケース1 | うるま・パイクライン | 8,500 | 9.6 | ▲6,500 | 0.39 | |
| | - | ケース2 | うるま・国道330号 | 8,700 | 9.3 | ▲6,700 | 0.37 | |
| 平成24年度調査 | 部分単線化 | ケース1 | うるま・パイクライン | 7,500 | 8.8 | ▲5,100 | 0.44 | |
| | | ケース2 | うるま・国道330号 | 7,700 | 8.5 | ▲5,300 | 0.42 | |
| | 小型システム（鉄輪リニア） | ケース1 | うるま・パイクライン | 7,300 | 9.4 | ▲5,700 | 0.43 | |
| | 沖縄自動車道の活用 | ケース6 | 沖縄自動車道 | 6,100 | 5.4 | ▲6,800 | 0.25 | |
| | 構造変更や基地跡地活用 | ケース7 | うるま・国道58号 | 7,700 | 8.6 | ▲6,400 | 0.38 | |
| 平成25年度調査 | 最新技術の採用 (SENS工法) | ケース1 | うるま・パイクライン | 7,700* | 9.6 | ▲6,000 | 0.43 | |
| | | ケース2 | うるま・国道330号 | 7,900* | 9.3 | ▲6,200 | 0.41 | |
| | | ケース7 | うるま・国道58号 | 7,000* | 8.6 | ▲6,000 | 0.42 | |
| | 小型システム（スマート・リエアトロ） | ケース1 | うるま・パイクライン | 6,800* | 10.6 | ▲5,300 | 0.47 | |
| | 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・パイクライン | 7,500* | 9.6 | ▲5,800 | 0.44 |
| | | 空港接続線の構造変更 | ケース5 | うるま・パイクライン + 空港接続線 | 8,100* [400*] | 8.3* ³ | ▲6,600 | 0.43 |
| コスト縮減方策の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 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・リエアトロ） 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・パイクライン | 6,000* ^{*,*2} | 10.2* ³ | ▲3,900 | 0.58 | |
| 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 + 空港接続線 | 8,100* [400*] | 8.6* ³ | ▲6,300 | 0.49 | |
| | | ケース7 | うるま・国道58号 + 空港接続線 | 6,800* [200*] | 8.8* ³ | ▲5,000 | 0.59 | |
| | コスト縮減方策の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 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・リエアトロ） 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 | ケース2 | うるま・国道330号 + 空港接続線 | 6,400* ^{*,*2} [400* ^{*,*2}] | 9.8* ³ | ▲4,300 | 0.60 |

*：最新技術の採用によるコスト縮減を考慮した金額である。

*2：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。

*3：需要予測値、累積損益収支、B/Cは、本線と空港接続線を合計した値である。

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）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。

注3）概算事業費は平成23年度価格であり、最新デフレーター3%、消費税8%を含まない金額である。

注4）平成26年度調査では、再構築後の県外来訪者の需要予測モデルを適用している。

表 コスト削減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（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 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益 収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) |
|----------|---|--|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| 平成27年度調査 | <ul style="list-style-type: none"> 最新技術（SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法）の採用 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対象） 沖縄特有の気候条件を考慮したコスト | ケース2 | うるま・国道330号 +空港接続線 | 8,800 [600] | 8.7 | ▲ 6,100 | 0.50 |
| | | ケース7 | うるま・国道58号 +空港接続線 | 7,800 [300] | 8.9 | ▲ 5,500 | 0.59 |
| | コスト削減方策等の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 最新技術の採用（SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法） 部分単線化 小型システム（スマート・リアマトロ） 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 | ケース2 | うるま・国道330号 +空港接続線 | 6,800 [600] | 9.9 | ▲ 3,950 |
| 平成28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） | 8,800 [600] | 8.7 | ▲ 6,100 | 0.52 |
| | | ケース9 | うるま・国道330号 +空港接続線 （東海岸ルート） | 8,700 [600] | 8.6 | ▲ 6,200 | 0.49 |
| | コスト削減方策等の組合せ | <ul style="list-style-type: none"> 最新技術の採用（SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法） 部分単線化 小型システム（スマート・リアマトロ） 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 （西海岸ルート） | 6,850 [600] | 9.9 | ▲ 3,950 |

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) コスト削減方策等の組合せの概算事業費及び累積損益収支は、10億円単位で示している。

注3) 上記の概算事業費は、建設工事費デフレーター4%及び消費税率8%を考慮した金額であるが、B/Cを算出する際には、「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」に基づき、消費税を考慮しない概算事業費を用いることとなる。

表 コスト削減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（鉄道 その3）

| 調査年次 | コスト削減方策等 | ケース | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益 収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) |
|----------|--|------|-----------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| 平成29年度調査 | <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 | 8,060 | 8.8 | ▲ 6,020 | 0.51 |
| | <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 ・ 小型システム（スマート・リアメトロ） ・ 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 | 6,270 | 10.0 | ▲ 3,580 | 0.66 |

注1) 概算事業費は、平成29年度価格、10億円単位（四捨五入）で消費税及び建設利息は含んでいない。

注2) 累積損益収支は、10億円単位（四捨五入）で示している。

注3) B/Cを算出する際には、「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」に基づき、消費税を考慮しない概算事業費を用いることとなる。

表 コスト縮減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（トラムトレイン その1）

| 調査年次 | コスト縮減方策 | | ケース | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益 収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) | |
|----------|---------------------|---|------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|------|
| 平成23年度調査 | - | | ケース1 | うるま・パイプライン | 5,500 | 8.8 | ▲2,900 | 0.53 | |
| | - | | ケース2 | うるま・国道330号 | 5,500 | 8.7 | ▲2,900 | 0.52 | |
| 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 | 4,600 | 8.0 | ▲2,200 | 0.59 | |
| | | | ケース2 | うるま・国道330号 | 4,700 | 7.8 | ▲2,100 | 0.58 | |
| | 施設の簡素化 | | ケース1 | うるま・パイプライン | 5,000 | 8.8 | ▲2,600 | 0.57 | |
| | 沖縄自動車道の活用 | | ケース6 | 沖縄自動車道 | 4,100 | 5.1 | ▲3,800 | 0.46 | |
| 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 | 4,800* | 8.8 | ▲2,300 | 0.59 | |
| | | | ケース2 | うるま・国道330号 | 5,000* | 8.7 | ▲2,400 | 0.56 | |
| | | | ケース7 | うるま・国道58号 | 4,200* | 8.9 | ▲1,900 | 0.59 | |
| | 単線区間の拡大 | | ケース1 | うるま・パイプライン | 3,700* | 8.1 | ▲1,400 | 0.76 | |
| | | | ケース2 | うるま・国道330号 | 3,700* | 7.6 | ▲1,400 | 0.67 | |
| | | | ケース7 | うるま・国道58号 | 2,900* | 7.9 | ▲900 | 0.83 | |
| | 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 | 6,000* [200*] | 11.3*2 | ▲3,000 | 0.49 |
| | | 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* | 8.9 | ▲1,900 | 0.59 |
| | | 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* [100*] | 8.1*2 | ▲2,100 | 0.62 |
| 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＋空港接続線 | 5,000* [100*] | 9.2*2 | ▲1,900 | 0.61 | |
| | | | ケース7 | うるま・国道58号＋空港接続線 | 4,200* [100*] | 8.0*2 | ▲2,000 | 0.64 | |
| | コスト縮減方策の組合せ | <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* [100*] | 7.3 | ▲900 | 0.84 |

*：最新技術の採用によるコスト縮減を考慮した金額である。

*2：需要予測値、累積損益収支、B/Cは、本線と空港接続線及び支線を合計した値である。

注1）概算事業費のうち、[]内の数値は、支線または空港接続線の金額を示す。

注2）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。

注3）概算事業費は平成23年度価格であり、最新デフレーター3%、消費税8%を含まない金額である。

注4）平成26年度調査では、再構築後の県外来訪者の需要予測モデルを適用している。

表 コスト縮減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（トラムトレイン その2）

| 調査年次 | コスト縮減方策等 | ケース | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益 収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) |
|----------|---|-------|---------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| 平成27年度調査 | <ul style="list-style-type: none"> 最新技術（SENS工法・地下駅のシールド切り開き工法）の採用 沖縄特有の気候条件を考慮したコスト | ケース2 | うるま・国道330号 +空港接続線 | 5,350 [100] | 9.3 | ▲ 2,200 | 0.63 |
| | コスト縮減方策等の組合せ <ul style="list-style-type: none"> 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 | 3,180 [100] | 7.4 | ▲ 1,100 | 0.84 |
| 平成28年度調査 | 幹線骨格軸（モデルルート）の精査 <ul style="list-style-type: none"> 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 | ケース7 | うるま・国道58号 +空港接続線 （西海岸ルート） | 4,730 [100] | 8.1 | ▲ 2,200 | 0.64 |
| | | ケース10 | うるま・国道58号 +空港接続線 （東海岸ルート） | 4,690 [100] | 7.8 | ▲ 2,300 | 0.63 |
| | コスト縮減方策等の組合せ <ul style="list-style-type: none"> 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 [100] | 7.4 | ▲ 1,100 | 0.86 |

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10億円単位、累積損益収支は100億円単位で示している。

注3) 上記の概算事業費は、建設工事費デフレーター4%及び消費税率8%を考慮した金額であるが、B/Cを算出する際には、「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」に基づき、消費税を考慮しない概算事業費を用いることとなる。

表 コスト縮減方策等を踏まえた需要予測値及びB/Cの算出結果（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 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成 42 年度) | 累積損益 収支 (億円) (40 年間) | B/C (50 年間) |
|----------------------|---|------|------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|
| 平成 29 年度 調査 | <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 | ケース7 | うるま・国道 58 号 + 空港接続線 | 4,290 | 8.2 | ▲ 2,290 | 0.67 |
| | 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 | ケース7 | うるま・国道 58 号 + 空港接続線 | 3,000 | 7.5 | ▲ 1,370 | 0.87 |

注1) 概算事業費は、平成 29 年度価格、10 億円単位（四捨五入）で消費税及び建設利息は含んでいない。

注2) 累積損益収支は、10 億円単位（四捨五入）で示している。

注3) B/C を算出する際には、「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」に基づき、消費税を考慮しない概算事業費を用いることとなる。

2.3 需要喚起方策の検討

2.3.1 過年度調査の概要

(1) 平成 24 年度調査の概要

平成 24 年度調査では、既存統計分析、事例収集、アンケート調査等により、鉄軌道の需要喚起方策について、旅客（県民+観光客）における需要喚起、貨物における需要喚起、まちづくりにおける需要喚起、自動車利用抑制策の 4 つに整理・分類した。

(2) 平成 25 年度調査の概要

平成 25 年度調査では、需要予測結果に基づき、鉄軌道の利用状況を分析し、需要喚起を図るべき対象を把握するとともに、需要喚起に有効な施策について検討した。また、鉄軌道整備による他交通機関への影響を検討した。

1) 旅客(県民+観光客)の需要喚起方策

需要予測結果から鉄軌道の利用割合や他交通機関からの転換状況を把握するとともに、意識調査結果から県民や観光客の鉄軌道へのニーズを把握した。

①. 運賃施策の事例分析

短距離帯での鉄軌道利用を促進させる施策として、短距離割引（1 駅のみ利用の運賃を半額程度に割引く施策）の事例を収集した。その結果、実施例のひとつである沖縄県のゆいレールにおいて、需要喚起に一定の効果があることを確認した。

②. 鉄軌道とバス路線の結節のあり方の検討

鉄軌道とバス路線の結節のあり方を検討するため、鉄道ケース 1（うるま・パイプライン）とバス路線の県庁周辺までのサービス水準を比較した。その結果、県庁周辺から概ね 10km 以遠については、鉄軌道の所要時間及び費用面での優位性が高く、バス路線のフィーダー化*が需要喚起に有効であることを示した。

*：従来の路線バスを幹線である鉄軌道への支線として運行するバスにすること。

2) その他の需要喚起方策

①. 自動車利用適正化施策

ロードプライシング*についての海外事例を収集した結果、鉄軌道への需要喚起の面では一定の効果が期待されるものの、住民・関係者の合意形成等の課題を示した。

*：道路混雑解消や環境問題の解決等を目的に、都心部等の特定地域への自動車の流入抑制を図るため、道路利用者に対し課金を行う施策。

(3) 平成 26 年度調査の概要

平成 26 年度調査では、鉄軌道のモデルルートとの結節のためのフィーダー交通についてケーススタディを実施した。

1) 鉄軌道のモデルルートとの結節のためのフィーダー交通について

①. 鉄軌道のモデルケースとバスの連携の考え方

鉄軌道とバス路線の結節のあり方を検討するため、鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号+空港接続線）とバス路線の旭橋までのサービス水準を比較した。その結果、普天間以北及び糸満以南のエリアについては、鉄軌道の整備により時間短縮や費用縮減が図られ、移動の利便性が高まることが予測された。

②. フィーダー化に関するケーススタディの検討結果

鉄軌道の需要喚起方策として、バスのフィーダー化と併せて長距離路線の見直しケーススタ

ディを行った。この結果、鉄軌道の運賃収入は年間 4.6 億円増加すると予測された。

一方、バスの運賃収入は、鉄軌道の整備により年間約 5.3 億円減少するが、フィーダー化と併せて長距離路線を見直すことで運行経費が削減され、バスの収支は年間約 2.7 億円の悪化にとどまると予測された。

(4) 平成 27 年度調査の概要

平成 27 年度調査では、先行事例を活用し沖縄で有効と見込まれる需要喚起方策を抽出した上で、様々な需要喚起方策の沖縄における適用可能性を研究する一環として、エリア別の展開が特に有効な方策であるパーク&ライドを対象に、定量的に需要喚起方策と課題を把握した(ケーススタディ)。

その結果、名護駅および普天間飛行場駅でパーク&ライドを実施した場合、一定の需要喚起効果が見込まれる一方で、駅周辺の土地および駐車場建設費用の確保、駐車場の維持管理費の確保、フィーダーバスとの適切な役割分担といった課題があることが確認された。

このほか、ゆいレール周辺の開発状況等のまちづくりに関する先行事例の収集整理を行った。

(5) 平成 28 年度調査の概要

平成 28 年度調査では、県外来訪者を対象とした需要喚起方策の検討として、統計資料や平成 26 年度に実施した県外来訪者アンケート調査を基に、沖縄で有効と考えられる需要喚起方策の対象として「国内シニア層」、「インバウンド(特に中国・台湾)」、「少人数グループ(特に2人)」、「修学旅行生」を設定し、需要喚起方策事例を踏まえ、有効と考えられる需要喚起方策を抽出した。

また、鉄道各駅において求められる特性の整理等では、コンパクトシティの先進都市とされている富山、ポートランド(アメリカ)、バンクーバー(カナダ)都市圏について、都市・交通政策及び駅周辺の土地利用・交通状況等について調査し、駅分類ごとに沖縄本島において適用可能性が高い地域を整理した。

このほか、パーク&ライドについて、無料の場合及び利用可能駅を拡大した場合の検討を行った。

2.3.2 平成 29 年度調査の検討結果

平成 29 年度調査では、県外来訪者を対象とした需要喚起方策の検討、鉄道各駅において求められる特性の整理等を行った。

(1) 県外来訪者を対象とした需要喚起方策の検討

1) 県外来訪者の需要分析

過年度の需要予測結果を基に県外来訪者の需要分析を行った。その結果、沖縄において有効と考えられる需要喚起の方向性を「北部や中部への来訪・立ち寄りの促進」、「那覇市から比較的近い中部エリアにおける利用促進」、「鉄軌道ではカバーできない北部を中心に、近距離移動におけるフィーダー交通の対応」として整理した。

2) 県外来訪者の鉄軌道利用意向の整理

観光客アンケート調査(平成 28 年 8 月、沖縄県調査)、旅行会社ヒアリング調査(平成 28 年度、内閣府調査)を基に、県外来訪者の鉄軌道利用意向の整理を行った。

結果として、鉄軌道を利用する条件として重視されているのは、「運行サービス」、「駅配置・まちづくり」、「フィーダー交通」、「情報提供」、「荷物への対応」など、フィーダー交通としては公共交通(路線バス・タクシー)に加えてレンタカーも重要であること、団体旅行の利用促進のためには、「コンパートメント席や貸切運用」、「車内イベント」、「座席の事前予約」、「団体割引」などが有効であることが明らかとなった。

3) 沖縄において有効と考えられる需要喚起方策

上記の 1) 県外来訪者の需要分析、2) 県外来訪者の鉄軌道利用意向の整理を踏まえ、沖縄において有効と考えられる需要喚起方策を「運行サービス」、「フィーダー交通」、「団体対応」、「その他」の観点から抽出し、最新事例を用いて期待される効果や導入するに当たっての課題、沖縄に

において適用性が高いエリア等を整理した。

(2) 鉄道各駅において求められる特性の整理等

1) 事例調査

過年度調査において検討が行われていない「コンパクト・プラス・ネットワーク」、「観光を活かした地方創生」の観点から事例を整理し、まちづくりの考え方や取り組み、駅に求められる機能、目標値等について調査した。

調査対象は、鉄軌道計画沿線の主要都市をタイプ分類した上で、条件が類似している都市を対象とした。日常利用が主と想定される「日常駅」については、人口・人口密度に着目してタイプ分類を行い、人口・人口密度が同条件で、立地適正化計画と公共交通網形成計画の両方を策定している都市とした。一方、観光利用が主と想定される「観光駅」については、観光まちづくりの最新事例とした。

2) 沖縄における人口や都市計画の概況整理

上記の事例調査を沖縄に適用するに当たり、沖縄本島の人口分布や都市計画の概況を整理した。都市計画については、鉄軌道が通過する予定である主要都市圏として、那覇広域都市圏、中部広域都市圏、名護都市圏別に、沖縄県が策定している区域別の都市計画マスタープラン（都市計画区域の整備、開発及び保全の方針）を基に、都市圏構造や土地利用の方針を整理した。

3) 沖縄において考えられるまちづくりの方向性や駅に求められる機能等

上記の1)事例調査、2)沖縄における人口や都市計画の概況整理、さらに平成27年・28年度に実施したまちづくりに関する事例調査、パーク&ライドに関する検討などを踏まえ、沖縄において考えられるまちづくりの方向性や駅に求められる機能等を那覇広域都市圏、中部広域都市圏、名護都市圏の3エリア別に整理した。

①. 那覇広域都市圏

那覇広域都市圏においては、那覇市の都心部では駅周辺施設として住宅（マンション）、デパート、公共施設、オフィス、官公庁、観光施設、ホテル等の多様な機能が求められる。また、交通結節機能についても、鉄軌道、バス（観光バスを含む）、タクシー、レンタカー、レンタサイクル等が考えられる。

浦添市、宜野湾市、豊見城市、糸満市等の都心外延部では、駅周辺施設としてショッピングモール・生活便利施設等、交通結節機能としてフィーダー交通・パーク&ライド等が考えられる。また、駅周辺で人口密度が50人/haに満たないエリアでは居住や都市機能の誘導が求められる。都心外延部駅にアクセスするフィーダー交通としては、主に人口密度が高い地域からは高頻度（概ね3本/時程度）のバス、人口密度が低い地域からはパーク&ライドが考えられる。

②. 中部広域都市圏

中部エリアにおいては、沖縄市、うるま市等の中心部では、駅周辺施設として公共公益施設、商業施設、大学等、また、交通結節機能としてバス、パーク&ライド、駐輪場などが考えられる。また、駅周辺で人口密度が50人/haに満たない地域には居住や都市機能を誘導することが求められる。

フィーダー交通については、主に人口密度が高い地域からは高頻度（概ね3本/時程度）のバス、人口密度が低い地域からはパーク&ライドのほか、西海岸や東海岸などでは観光回遊も兼ねたフィーダー交通の導入も考えられる。

③. 名護都市圏

名護都市圏においては、郊外地域中心駅となる名護市中心駅では、駅周辺施設として公共公益施設、商業施設、大学、交通結節機能としてバス、パーク&ライド、駐輪場等が考えられる。

また、観光・集客施設アクセス駅も兼ねるため、駅周辺施設として、観光・商業施設、公園等、交通結節機能としてバス、タクシー、レンタカー、レンタサイクル等も求められる。

フィーダー交通としては、観光周遊や都市の拠点間連携も兼ねたフィーダー交通、人口密度が低い地域からはパーク&ライドが考えられる。

(3) 平成 29 年度調査のまとめ

県外来訪者を対象とした需要喚起方策では、既存調査や最新事例を基に沖縄本島において有効と考えられる方策を抽出した。また、鉄道各駅において求められる特性の整理では、「コンパクト・プラス・ネットワーク」、「観光を活かした地方創生」の観点から、沖縄本島と条件が類似する都市の事例を整理した。さらに、それら及び平成 27・28 年度調査における国内外の先進事例、パーク&ライドに関する検討を基に沖縄本島において考えられるまちづくりの方向性や駅の特性等を整理した。

今後は、これまで検討してきた需要喚起方策を、本鉄軌道計画の検討段階に合わせて深度化していくことが考えられる。例えば、ルートや駅位置の検討段階では、フィーダー交通と連携した県民のアクセスシビリティや観光客の回遊ルート、駅周辺のまちづくりなどの深度化が考えられる。また、運行サービス検討段階では、潜在需要を創出するための運賃やダイヤなどの深度化が考えられる。

2.4 鉄軌道導入効果の計測方法の検討

2.4.1 過年度調査の概要

(1) 平成 23 年度調査の概要

本調査のB/C算出に当たっては、利用者行動に基づいて発現する効果*を計測対象としている。他方で、定時性向上効果や存在効果のように鉄軌道整備によって生じる効果には、本調査の需要予測において考慮されていない効果もある。

このため、まず平成 23 年度調査では、国土交通省「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル(2012年改訂版)」(以下、鉄道評価マニュアル)で示されている「事業特性を踏まえ、必要に応じて計上可能だが、計上に当たり特に注意が必要な効果」について、計測可能性を検討した。

なお、鉄軌道利用者が得られる効果として快適性向上効果等を、社会的に得られる効果として地域振興等を、それぞれ定性的に検討した。

*: 鉄道評価マニュアルで『計測すべき効果』、『事業特性を踏まえ、必要に応じて計上可能な効果』と示されている。

(2) 平成 24 年度調査の概要

平成 24 年度調査では、利用者効果の定時性向上効果及び快適性向上効果並びに社会的効果の存在効果を実際に計測できるか、予備調査を実施して、効果計測方法の検討を行った。検討の結果、CVM*の採用を決定した。

*: CVM (Contingent Valuation Method) は、アンケート調査を用いて人々に支払意思額等を尋ねることで、市場で取り引きされていない財(効果)の価値を計測する手法である。

(3) 平成 25 年度調査の概要

平成 25 年度調査では、国土交通省「仮想的市場評価法(CVM)適用の指針」(以下、CVM指針)及び鉄道評価マニュアルの手順に則り、県民に対してアンケート調査を実施し、CVMにて定時性向上効果、快適性向上効果の支払意思額を推計した。

また、鉄軌道があることによる社会的な効果(存在効果)のうち、「いつでも利用できる安心感・期待感(オプション効果)」及び「送迎等の心理的な負担を回避できることによる満足感(代位効果)」について、回答者である県民の過半数以上が期待していることを確認した。一方で「後世によい移動環境を残せるという安心感(遺贈効果)」「地域のイメージが向上すること等による満足感(イメージアップ効果)」「間接的に利用することによる満足感(間接利用効果)」について、回答者(県民)のうち効果として期待している者の割合はそれぞれ2割程度にとどまり、効果としては小さいことを確認した。

(4) 平成 26 年度調査の概要

平成 26 年度調査では、定時性向上効果、快適性向上効果、存在効果の便益試算を行うとともに、鉄軌道整備による他交通機関への影響把握を行った。

1) CVMによる定時性向上効果等の計測

定時性向上効果及び快適性向上効果として、日本人県外来訪者、外国人来訪者の双方に対してアンケート調査を実施の上、CVMにて定時性向上効果と快適性向上効果に対する支払意思額を推計し、鉄道ケース2(うるま・国道330号+空港接続線)の便益及びB/Cの算定を行った結果、定時性向上効果は0.053、快適性向上効果は0.044となった。

また、存在効果としてオプション効果と代位効果について、県民にアンケート調査を実施の上、CVMにて支払意思額を推計し、鉄道ケース2(うるま・国道330号+空港接続線)におけるB/Cを算出した結果、0.031となった。

ただし、国土交通省のCVM指針では、CVMで推計される便益の精度に課題があり、慎重な対応が必要と指摘されていることから、B/Cとしては参考値の扱いと整理した。

2) 鉄軌道の整備による他交通機関への影響把握

鉄軌道が整備された場合の他交通機関への影響を検討した結果*¹、モノレールの運賃収入は年間約 2.9 億円 (7.3%*²) の減収となることが予測された。また、バスについては全体で見ると年間約 5.3 億円 (4.6%*²) の減収となることが予測された。

*¹ : 鉄道ケース 2 (うるま・国道 330 号+空港接続線) の予測結果であり、諸条件 (ルート、システム、駅位置、速度等) が異なる他のケースでは、予測結果が大きく異なる可能性があることに留意する必要がある。

*² : 鉄軌道整備なしの場合の運賃収入からの減少率

(5) 平成 27 年度調査の概要

平成 27 年度調査で更新を行った鉄軌道利用需要予測結果を基に、定時性向上効果、快適性向上効果、存在効果の便益試算を行うとともに、鉄軌道整備による他交通機関への影響把握、海外の鉄軌道整備効果の事例収集を行った。

1) 利用者効果の詳細な計測

鉄道ケース 2 (うるま・国道 330 号+空港接続線) について、過年度調査において CVM を用いて推計した定時性向上効果と快適性向上効果の支払意思額と、平成 27 年度調査で更新した鉄軌道利用需要結果を用いて便益及び B/C を参考値として算定した。

需要予測の見直しに伴い鉄道需要が若干増加した結果、B/C は、定時性向上効果で 0.054、快適性向上効果で 0.045 となった。

2) 鉄軌道の整備による他交通機関への影響把握

平成 27 年度調査で再構築した需要予測モデルを用いて鉄軌道整備による他交通機関への影響を定量的に把握した*。

* : 鉄道ケース 2 (うるま・国道 330 号+空港接続線) について計測を実施。

運賃収入の変化については、モノレールの運賃収入は年間約 3.1 億円 (7.6%*) の減収となることが予測された。また、バスについては鉄軌道の駅へのアクセス利用者数は増加するものの、長距離利用者数は鉄軌道への転換により減少するため、全体で見ると年間約 5.4 億円 (4.8%*) の減収となることが予測された。県外観光客のタクシー利用は年間 3.1 億円 (3.5%*) の減少が見込まれた。

* : 鉄軌道整備なしの場合の運賃収入からの減少率

3) 海外の鉄軌道整備効果の事例収集

海外の鉄軌道整備効果についての事例収集を実施した。国内での適用事例がなく、確立された評価手法がない便益や効果項目として、所要時間信頼性便益*¹と健康増進便益*²や、土地利用交通モデル*³を用いた土地利用への効果の計測事例について収集・整理を行った。

*¹ : 鉄軌道整備により移動時間の信頼性が向上し、移動時間のばらつきが減少する効果

*² : 自動車等から鉄軌道への転換により徒歩等が増加することでの医療費削減による効果

*³ : 鉄軌道整備による世帯や企業の集積等の土地利用に与える効果

(6) 平成 28 年度調査の概要

平成 28 年度調査で更新を行った鉄軌道利用需要予測結果をもとに、定時性向上効果、快適性向上効果、存在効果の便益試算を行うとともに、鉄軌道整備による他交通機関への影響把握、広範な経済波及効果の計測方法の検討を行った。

1) 利用者効果の詳細な計測

鉄道ケース 2 (うるま・国道 330 号+空港接続線) について、過年度調査において CVM を用いて推計した定時性向上効果と快適性向上効果の支払意思額と、平成 27 年度調査で更新した鉄軌道利用需要結果を用いて便益及び B/C を参考値として算定した。

需要予測における将来フレームの見直しにより、B/C は定時性向上効果で 0.054、快適性向上

効果で 0.046 となった。

2) 鉄軌道の整備による他交通機関への影響把握

平成 27 年度調査で再構築した需要予測モデルを用いて鉄軌道整備による他交通機関への影響を定量的に把握した*。

*：鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号+空港接続線）について計測を実施。

運賃収入の変化については、モノレールの運賃収入は年間約 3.0 億円（7.5%^{*1}）の減収となることが予測された。また、バスについては鉄軌道の駅へのアクセス利用者数は増加するものの、長距離利用者数は鉄軌道への転換により減少するため、全体で見ると年間約 5.4 億円（4.7%^{*1}）の減収となることが予測された。県外観光客のタクシー利用は年間 3.3 億円（3.7%^{*1}）の減少が見込まれた。

*1：鉄軌道整備なしの場合の運賃収入からの減少率

3) 広範な経済波及効果の計測方法の検討

英国の費用便益分析マニュアルに位置づけがある広範な経済波及効果について計測方法を検討し、イギリスのマニュアルに示されるパラメータを活用して便益額を参考値として試算した。

一定の条件下に基づく試算ではあるものの、一定の集積の効果が見込まれることが確認された一方で、本格的な計測に向けてはパラメータの設定等において現時点では様々な課題があることがわかった。

2.4.2 平成 29 年度調査の検討結果

平成 29 年度調査の需要予測のフレーム見直しを踏まえ、利用者効果の計測、存在効果*の計測を行った。また、利用者効果、存在効果の精度向上に向けた調査方針の検討を行った。

また、鉄軌道を整備した場合の他交通機関への影響把握として、モノレール、バス、タクシーの利用者数・収入の変化及びレンタカー利用者数の変化について試算を行った。また、英国における広範な経済波及効果のうち、集積効果を対象に沖縄本島のパラメータを設定し、便益の試算を行った。

*：存在効果については計測を実施したが、開発プロジェクトの情報更新に伴う鉄軌道沿線の夜間人口の変化がなかったことから、数値に変化は生じなかった。

(1) 利用者効果の詳細な計測

鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号+空港接続線）について、過年度調査において CVM を用いて推計した定時性向上効果と快適性向上効果の支払意思額と、平成 27 年度調査で更新した鉄軌道利用需要結果を用いて便益及び B/C を参考値として算定した。

需要予測における将来フレームの見直しにより、B/C は定時性向上効果で 0.055、快適性向上効果で 0.046 となった。

また、今年度調査では昨年度に引き続き利用者効果、存在効果の精度向上に向け、予備調査を実施し、本調査に向けた調査計画を立案した。今後は今回の調査結果等から得られた知見をもとに精度向上に向けた検討を実施していく。

(2) 鉄軌道の整備による他交通機関への影響把握

平成 29 年度調査の需要予測のフレーム見直しを踏まえ、鉄軌道整備による他交通機関への影響を定量的に把握した*。

*：鉄道ケース 2（うるま・国道 330 号+空港接続線）について計測を実施。

1) 利用者数の変化

鉄軌道の利用者数は約 87.6 千人/日と予測された。利用者数の変化については、公共交通では、鉄軌道とモノレールで那覇空港～旭橋等の競合区間が生じることから、モノレールの利用者数は約 5.7 千人/日減少すると予測された。一方、バスの利用者数は鉄軌道への転換により約 10.4 千人/日減少するものの、鉄軌道へのアクセス利用が約 12.1 千人/日増加し、バス利用者全体で見ると約 1.7 千人/日増加すると予測された。また、観光客のレンタカー利用は約 7.5 千人/日減少、

観光客のタクシー利用は約 1.2 千人/日減少すると予測された。

2) 運賃収入の変化

鉄軌道の運賃収入は年間約 72.7 億円と予測された。運賃収入の変化については、モノレールの運賃収入は年間約 3.1 億円 (7.6%^{*1}) の減収となることが予測された。また、バスについては鉄軌道駅へのアクセス利用者数は増加する一方で、長距離の利用は鉄軌道への転換により減少するため、全体でみると年間約 5.4 億円 (4.8%^{*1}) の減収となることが予測された。県外来訪者のタクシー利用は年間 4.4 億円 (4.3%^{*1}) の減少が見込まれた。

昨年度の結果と比較すると、海路利用者の鉄軌道需要を新たに考慮したことに伴い、タクシーの減少率は若干大きくなる傾向となった。

鉄軌道整備によりモノレール、バス、タクシーといった公共交通機関やレンタカーの収入を押し下げる影響がある。鉄軌道整備に際しては、モノレール、バスのほか、タクシー、レンタカー^{*2}についても、その経営に与える影響を考慮する必要がある。

*1：鉄軌道整備なしの場合の運賃収入からの減少率

*2：レンタカーについては、利用料金が旅行のバック料金に含まれるなど料金体系の実態が明確でなく、1人当たりの費用の設定が困難なことから収入変化の計算は実施しなかった。

(3) 広範な経済波及効果の計測方法の検討

平成 28 年度調査において計測方法の検討を行った英国で導入されている Wider economic benefit (広範な経済波及効果)のうち、効果のウェイトが大きいと考えられる集積効果を対象に、沖縄本島版のパラメータを設定の上、試算を実施した(参考値扱い)。過年度実施した英国のパラメータによる試算結果よりもオーダーは小さくなるが、集積の効果が見込まれることが確認された。本格的な計測に向けてはパラメータの設定など様々な課題があるが、今後も引き続き計測に向けた検討を行っていく。

(4) 平成 29 年度調査のまとめ

鉄道ケース 2 (うるま・国道 330 号+空港接続線)を対象に、定時性向上効果と快適性向上効果について、過年度調査で計測した支払意思額と平成 28 年度調査で更新した鉄軌道利用需要結果を基に便益及び B/C を計測したところ、定時性向上効果の B/C は 0.055、快適性向上効果の B/C は 0.046 となった。ただし、国土交通省の CVM 指針では、CVM で推計される便益の精度に課題があり、慎重な対応が必要と指摘されていることから、平成 27 年度の調査結果同様、B/C としては参考値の扱いとする。

また、今年度調査では昨年度に引き続き利用者効果、存在効果の精度向上に向け、予備調査を実施し、本調査に向けた調査計画を立案した。今後は今回の調査結果等から得られた知見を基に精度向上に向けた検討を実施していく。

また、平成 29 年度調査でフレームの見直しを踏まえた需要予測結果を基に、バス、モノレール、タクシー(観光客利用)について鉄軌道の整備による運賃収入の変化を試算した結果、これら交通機関の利用者数や収入を押し下げる影響があることがわかった。需要予測の精度向上等を踏まえ、今後も引き続き、鉄軌道整備による他交通機関への影響把握の検討の深度化を行っていく。

このほか、英国の費用便益分析マニュアルで適用がある広範な経済波及効果について、沖縄本島版のパラメータを設定の上試算を実施したが、本格的な計測においてはモデル式のパラメータ設定等様々な課題があるため、今後も引き続き計測に向けた検討を行っていく。

2.5 鉄軌道等に関する制度等の研究

2.5.1 過年度調査の概要

(1) 平成 26 年度調査の概要

平成 26 年度調査では、軌道に関する適用法令や関連する助成制度について基礎的な研究を行い、鉄軌道に関する制度、整備スキーム、整備・保有主体の形態、整備・保有主体と運行主体の役割分担等、さらなる研究を要する課題が多く確認された。

(2) 平成 27 年度調査の概要

平成 27 年度調査では、事業制度について、「都市鉄道等利便促進増進法」や「全国新幹線鉄道整備法」等に基づく補助制度について先行事例を収集し、整備スキーム、建設主体と営業主との役割分担の研究を行った。

(3) 平成 28 年度調査の概要

平成 28 年度調査では、支線整備に関する基本的な法制度、既存交通事業者の影響への対応事例の収集、環境評価法に基づく環境アセスメントの法体系や手続きの枠組みについて研究を行った。

2.5.2 平成 29 年度調査の検討結果

平成 29 年度調査では、事業実施上の制度に関する課題（本線・支線の一体的整備、公共交通再編整備、環境アセスメントの実施等）や幹線公共交通整備に伴うまちづくり効果について整理することとした。

(1) 本線と支線の一体的整備に関する事例研究

富山市では J R 北陸新幹線の整備や連続立体交差事業等の本線整備とあわせて、支線である J R 富山港線の路面電車化事業及び路線バスの再編（フィーダーバス化）が行われた。

本線と支線の一体的な計画・整備においては、国や地方公共団体、交通事業者間で役割分担が図られ、これにより、連続立体交差事業の負担金を路面電車化事業の財源に充てることで地方公共団体の負担が抑えられた。また、利用者にとっては、鉄道駅と路面電車停留場が近接整備されることで、利便性の高いシームレスな乗継環境が実現された。

また、公共交通の全体ネットワークとしても、路面電車化と合わせて並行する路線バスを再編・フィーダー化することで、基幹交通と二次交通の役割分担により運行頻度等のサービス向上が図られ、結果として公共交通利用者数の増加につながっている。

鉄道等の幹線公共交通整備においては、国及び地方公共団体や交通事業者の協働により、財源の役割分担を行い、公共交通ネットワークの形成に向けて有機的な連携を図っていくことが重要である。

(2) 公共交通再編整備等に関する事例研究

新たな鉄軌道整備など基幹公共交通の導入に際しては、「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」に基づき、既存公共交通の再編等を含め、地域公共交通網形成計画を作成することが可能となる。その際、地方公共団体が中心となり、公共交通事業者、道路管理者等により構成される法定協議会を設立し、その場を通じて協議・意見交換・合意を行い計画策定を進めるとともに、事業推進を図ることが必要である。

先行事例においては、BRT や LRT 等の基幹公共交通の導入に合わせて、既存公共交通であるバス路線等を再編し、階層的な公共交通ネットワークの構築により、サービス水準の向上や運行の効率化が進められている。これら公共交通の再編においては、関係主体との協議調整を踏まえ、地方公共団体と交通事業者等との適切な役割分担の下、事業が推進されている。

(3) 環境アセスメントの実施事例の収集整理

沖縄県環境影響評価条例では、鉄軌道に関しては、長さ 5 km 以上（特別配慮地域 2.5km 以上）のものが環境アセスメントを行う事業とされており、これまでに県内では沖縄都市モノレールが対象

事業として環境アセスメントが実施されている。

その特徴は、自然環境等の県土の特性を考慮して、環境影響評価手続において「特別配慮地域」を設定し、一般の地域より小規模なものから環境影響評価の対象としていることや、対象となる環境要素に、「赤土等による水の濁り」、「歴史的・文化的環境」を盛り込んでいることである。また、沖縄県条例の配慮書手続きにおいて説明会の開催と位置等の選定結果の公表を行うことが規定されている。

(4) 幹線公共交通整備に伴うまちづくり効果の事例研究

我が国における今後のまちづくりは、人口の急激な減少と高齢化を背景として、都市全体の構造を見直し、「コンパクト・プラス・ネットワーク」の考えで進めていくことが重要とされており、都市再生特別措置法に基づく立地適正化計画では、都市機能の増進に必要な施設の立地を適正化するために居住や医療・福祉・商業等の施設誘導を図っていくことが示されている。また、地域公共交通の活性化及び再生に関する法律に基づく地域公共交通網形成計画では、公共交通ネットワーク全体を一体的に形成し、持続させることを目的に、地域全体の公共交通のあり方、住民・交通事業者・行政の役割を定めることが示されている。

これら2つの計画では、拠点間を結ぶ交通サービスの充実や、公共交通沿線への居住・都市機能の誘導など、整合を図りながら推進していくことが重要とされている。

先行事例においても基幹公共交通整備と合わせて、土地区画整理事業等によるまちづくりを一体的に進めることで、沿線人口の増加などまちづくりへの波及効果が確認された。

(5) 平成 29 年度調査のまとめ

平成 29 年度調査では、本線・支線の一体整備により、財源や利用者の利便性の向上が図られることから、関連主体が一体となった公共交通ネットワークの構築が必要であることが明らかとなった。また、これら基幹公共交通の導入に際しては、交通事業者等を含めた連携や、まちづくりとの整合を図りながら進めていくこと、ならびに環境アセスメントの重要性が明らかとなった。

鉄軌道に関する制度については、事業実施上の制度等に関する課題やその事業スキーム、ならびに環境アセスメント等に関し、研究を要する課題が依然多く残されていることから、引き続き研究を行う。

2.6 平成 29 年度調査全体のまとめ

平成 29 年度調査では、幹線骨格軸（モデルルート）の精査や支線軸の検討を行うとともに、更なるコスト縮減方策等の検討を行った。また、需要予測モデルの精緻化として、将来開発プロジェクトの見直し、将来観光客フレームの見直し、外国人海路経由来訪者分の考慮等を行うなどしたが、B/Cや事業採算性等に依然として課題が残されていることがわかった。また、鉄軌道整備時の道路交通量への影響等の課題も新たに整理された。

需要喚起方策の検討に関しては、県外来訪者を対象とした需要喚起、鉄道各駅において求められる特性の整理等を整理した。また、鉄軌道導入効果の計測方法の検討に関しては、これまでの検討に加えて、海外での適用事例のある広範な経済波及効果について沖縄県版パラメータに基づく試算を実施するとともに適用に当たっての課題を整理した。平成 26 年度調査から実施している鉄軌道に関する制度研究に関しては、今年度調査では本線と支線の一体的整備や公共交通再編整備等に関する事例整理、そして、幹線公共交通整備に伴うまちづくり効果の事例研究等についてターゲットをあてて整理した。

平成 30 年度調査では、このような平成 29 年度調査結果を踏まえつつ、沖縄県とも情報交換等を行いながら、引き続きモデルルートや概算事業費の精査、需要予測モデルの精緻化等について行う。また、これまで行ってきた鉄軌道導入効果計測に関わる新たな手法および鉄軌道に関する制度等について、引き続き更なる研究を行っていく。

参考資料 1 B/C最大ケース推移

平成 29 年度調査までに検討したコスト縮減方策等のうち、各年度でB/Cが最も高くなった組み合わせケースについて、B/C等の推移を示す。

表 B/C最大ケースの推移（鉄道）

| 調査年次 | 前年度から追加したコスト縮減方策等 | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成 42 年度) | 累積損益収支 (億円) (40 年間) | B/C (50 年間) |
|-----------------------|--|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| 平成 23 年度 調査(基本ケース) | - | うるま・パイプライン | 8,500 ^{*1} | 9.6 | ▲6,500 | 0.39 |
| 平成 24 年度 調査 | ・部分単線化 | 読谷・パイプライン | 6,200 ^{*1} | 7.3 | ▲4,600 | 0.45 |
| 平成 25 年度 調査 | ・最新技術の採用 ・小型システム(スマート・リアマトロ)の採用 ・名護付近の構造変更 | うるま・パイプライン | 6,000 ^{*1} | 10.2 | ▲3,900 | 0.58 |
| 平成 26 年度 調査 | ・ルート等の見直し ・空港接続線の構造変更 | うるま・国道 330 号 +空港接続線 | 6,400 ^{*1} | 9.8 | ▲4,300 | 0.60 |
| 平成 27 年度 調査 | ・地下駅シート ² 切り開き工法の採用 ・地下区間から地上区間への構造変更 ・沖縄特有の気象条件を考慮 ・建設工事費デフレターの考慮 | うるま・国道 330 号 +空港接続線 | 6,330 ^{*2} | 9.9 | ▲3,950 | 0.62 |
| 平成 28 年度 調査 | ・地下駅シート ² 切り開き工法の採用 ・地下区間から地上区間への構造変更 ・沖縄特有の気象条件を考慮 ・建設工事費デフレターの考慮 ・駅施設等の安全方策等 | うるま・国道 330 号 +空港接続線 | 6,380 ^{*2} | 9.9 | ▲3,950 | 0.64 |
| 平成 29 年度 調査 | ・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 ・小型システム(スマート・リアマトロ) ・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 | うるま・国道 330 号 +空港接続線 | 6,270 ^{*3} | 10.0 | ▲3,580 | 0.66 |

*1：平成 26 年度調査までの概算事業費は、平成 23 年度価格であり、最新デフレター 3%、消費税 8%を含まない金額である。

*2：平成 27 年度調査及び平成 28 年度調査における、B/C算出に用いる概算事業費は、建設デフレターのみを考慮した(消費税は含まない)金額であり、コスト縮減方策等の検討で示された概算事業費とは異なるので注意が必要である。

*3：平成 29 年度調査は、平成 29 年度価格であり、消費税 8%を含まない金額である。

注) 概算事業費及び累積損益収支は、100 億円単位で整理している。なお、平成 27 年度調査、平成 28 年度調査及び平成 29 年度調査は、詳細調査であることから 10 億円単位で表記している。

表 B/C最大ケースの推移（トラムトレイン）

| 調査年次 | 前年度から追加したコスト縮減方策等 | ルート | 概算事業費 (億円) | 需要予測値 (万人/日) (平成42年度) | 累積損益収支 (億円) (40年間) | B/C (50年間) |
|---------------------|--|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|
| 平成23年度 調査(基本ケース) | - | うるま・パイプライン | 5,500* ¹ | 8.8 | ▲2,900 | 0.53 |
| 平成24年度 調査 | ・部分単線化 | 読谷・パイプライン | 4,100* ¹ | 6.5 | ▲2,300 | 0.60 |
| 平成25年度 調査 | ・最新技術の採用 ・単線区間の拡大 | うるま・国道58号 | 2,900* ¹ | 7.9 | ▲900 | 0.83 |
| 平成26年度 調査 | ・ルート等の見直し ・空港接続線の構造変更 | うるま・国道58号 +空港接続線 | 2,900* ¹ | 7.3 | ▲900 | 0.84 |
| 平成27年度 調査 | ・地下駅シールド切り開き工法の採用 ・沖縄特有の気象条件を考慮 ・建設工事費デフレターの考慮 | うるま・国道58号 +空港接続線 | 2,960* ² | 7.4 | ▲1,100 | 0.84 |
| 平成28年度 調査 | ・地下駅シールド切り開き工法の採用 ・沖縄特有の気象条件を考慮 ・建設工事費デフレターの考慮 | うるま・国道58号 +空港接続線 | 2,960* ² | 7.4 | ▲1,100 | 0.86 |
| 平成29年度 調査 | ・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 | ケース7 | 3,000 | 7.5 | ▲1,370 | 0.87 |

*1：平成26年度調査までの概算事業費は、平成23年度価格であり、最新デフレター3%、消費税8%を含まない金額である。

*2：平成27年度調査及び平成28年度調査における、B/C算出に用いる概算事業費は、建設デフレターのみを考慮した（消費税は含まない）金額であり、コスト縮減方策等の検討で示された概算事業費とは異なるので注意が必要である。

*3：平成29年度調査は、平成29年度価格であり、消費税8%を含まない金額である。

注）概算事業費及び累積損益収支は、100億円単位で整理している。なお、平成27年度調査、平成28年度調査及び平成29年度調査は、詳細調査であることから10億円単位で表記している。

参考資料 2 導入システムの比較

表 導入システムの比較

| システム | | 普通鉄道 | スマート・リニアメトロ | トラムトレイン | LRT (Light Rail Transit) 次世代型路面電車システム |
|------------|-------------------|---|---|---|--|
| 概念 | | <ul style="list-style-type: none"> 鉄輪を有し、専用空間内の2本のレール上を走行する交通システム | <ul style="list-style-type: none"> 鉄輪リニアの改良型であり、速達性の向上、ドライバーレス運転等を可能とする交通システム | <ul style="list-style-type: none"> LRTが普通鉄道の専用軌道（レール）に直接乗り入れる形態の交通システム | <ul style="list-style-type: none"> バリアフリー化や先進的なデザインを採用した車両を用いる他、まちづくりとも連携した路面電車を高度化した交通システム |
| 外観 | |  |  出典：日本地下鉄協会のパンフレット |  |  |
| 特徴 | 適用範囲 | <ul style="list-style-type: none"> 広域的な拠点都市間の連絡に適している 長距離運行に適している 大量輸送に適している | <ul style="list-style-type: none"> 普通鉄道ほどではないが、広域的な拠点都市間の連絡に適している 長距離運行に適している 中量輸送に適している | <ul style="list-style-type: none"> 拠点都市間の連絡や都市内移動に対応可能 長距離運行も対応可能 中量輸送に適している | <ul style="list-style-type: none"> 都市内の移動に適している 中距離以下の運行に適している |
| | 速達性 | <ul style="list-style-type: none"> 高速運転が可能であり、スマート・リニアメトロと比べて所要時間が短い | <ul style="list-style-type: none"> 普通鉄道に次ぐ高速運転が可能である | <ul style="list-style-type: none"> 低速～高速の広い範囲の運転が可能であり、専用軌道を走行する場合には所要時間が短くなる | <ul style="list-style-type: none"> 低速～中速度域の運行に適している |
| | 定時性 | <ul style="list-style-type: none"> 高い | <ul style="list-style-type: none"> 高い | <ul style="list-style-type: none"> 自動車と分離された専用区間の走行が多いと定時性は高くなる | <ul style="list-style-type: none"> 街なかの道路上で自動車や歩行者と一体的に走行する区間が多いと定時性が低くなる可能性がある |
| 性能 | 車両寸法 (幅×全長×高さ) | 約 3.0m×約 20m×約 4.0m | 約 2.5m×約 12m×約 3.1m | 約 2.5m×約 12～30m×約 3.8m | 約 2.5m×約 12～30m×約 3.8m |
| | 最高速度 | 130km/h ^{注1)} | 100km/h | 専用区間：100km/h 併用区間：40km/h | 専用区間：100km/h 併用区間：40km/h |
| | 表定速度 | 30～80km/h | 30～60km/h | 18～40km/h | 18～40km/h |
| | 最小曲線半径 | 160m | 70m | 20m ^{注2)} | 20m ^{注2)} |
| | 最急勾配（一般部） | 35‰ | 60‰ | 40‰（特殊な箇所：67‰） | 40‰（特殊な箇所：67‰） |
| 1両当たりの車両定員 | | 約 130～160人 | 約 65～75人 | 約 80人～160人 | 約 80人～160人 |
| 平均的な連結車両数 | | 6～15両 | 2～4両 | 1両単車～5連接車 | 1両単車～5連接車 |
| 経済性 | | 建設費は比較的高額 | 建設費は普通鉄道より安価 | 建設費は比較的安価 | 建設費は比較的安価 |

注1) 特別急行列車の場合は、これを上回る速度での走行が可能。

注2) 軌道建設規程（路面電車等の建設に関する基準（国土交通省所管））では11mとされているが、低床車の仕様では概ね12～18mが最小回転半径とされている。

参考資料 3 平成 29 年度調査での検討ケース及びルートの概念図

表 平成 29 年度調査で試算した検討ケース

| 検討番号 | 目的 | 検討区間 | 検討ケース | ルート | | | システム | | 備考 | |
|------|-------------------------------------|----------------|-------|-------|--------|----------------|------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | | 基本ルート | 那覇～普天間 | うるま～名護 | 鉄道 | トラム トレイン | 需要予測 モデル | コスト削減 |
| 21 | モデルルートの精査 | 糸満市役所～名護+空港接続線 | ケース2 | うるま | 国道330号 | 恩納 (西海岸ルート) | ○ | - | H29モデル (海路考慮、目 的地選択モデル 非適用) | 消費税8% デフレーター 4% |
| 22 | | 糸満市役所～名護+空港接続線 | ケース7 | うるま | 国道58号 | 恩納 (西海岸ルート) | - | ○ | | |
| 23 | H26+H27+H28+H29コ スト縮減方策の影響 確認 | 糸満市役所～名護+空港接続線 | ケース2 | うるま | 国道330号 | 恩納 (西海岸ルート) | ○ (リニア) | - | | |
| 24 | | 糸満市役所～名護+空港接続線 | ケース7 | うるま | 国道58号 | 恩納 (西海岸ルート) | - | ○ | | |

【ケース 2 (うるま・国道 330 号・西海岸)】



【ケース 7 (うるま・国道 58 号・西海岸)】

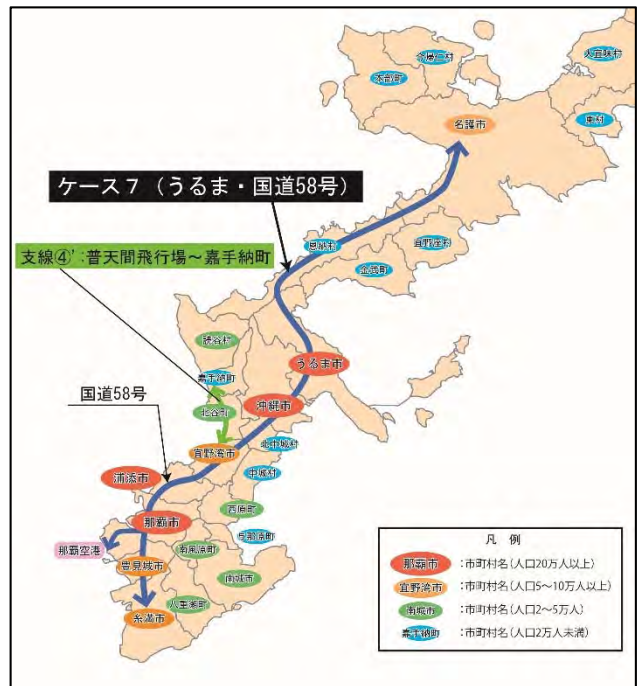
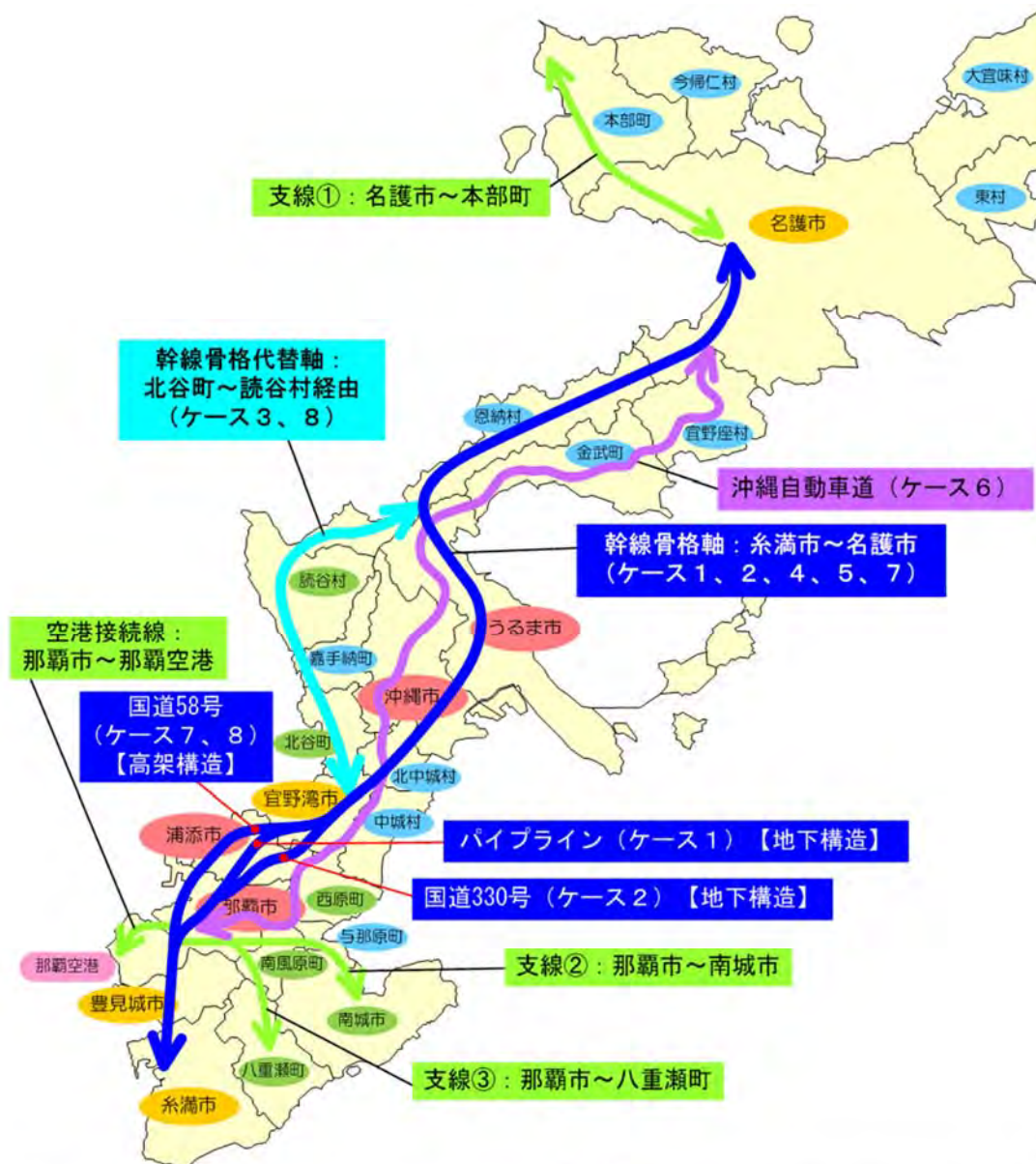


図 平成 29 年度調査での検討ルートの概念図

参考資料 4 これまで検討したモデルルート概要



| ケース | ルートの概要 | ルート | |
|------|--------------|-----|-------------|
| | | 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 | 幹線骨格軸 | 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 + 空港接続線 | うるま | パイプライン |
| ケース6 | 沖縄自動車道 | | 沖縄自動車道 |
| ケース7 | 幹線骨格軸 | うるま | 国道58号 |
| ケース8 | 幹線骨格代替軸 | 読谷 | 国道58号 |

| 凡例 | |
|----|-------------------------|
| | 幹線骨格軸 |
| | 幹線骨格代替軸 |
| | 沖縄自動車道 |
| | 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) |

出典: 平成 27 年度沖縄における鉄軌道をはじめとする新たな公共交通システム導入課題検討に向けた基礎調査 (内閣府) 調査報告書