

### 3 需要予測モデルの精緻化

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た。

#### 3.1 過年度調査の概要

##### 3.1.1 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。

##### 3.1.2 平成 26 年度調査の概要

###### (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

###### 1) 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\*<sup>1</sup>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\*<sup>2</sup>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。

###### 2) 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。

###### 3) 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。

###### 4) 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。

###### 5) 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。

### 3.1.3 平成 27 年度調査の概要

#### (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。

##### 1) 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。

##### 2) 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。

##### 1) 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。

##### 2) 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。

### 3.1.4 平成 28 年度調査の概要

#### (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。

## 3.2 平成 29 年度調査の検討結果

### 3.2.1 全体の検討方針

過年度の検討課題をふまえ、本年度調査では以下の実施方針に基づき精緻化を行った。

#### 【県民需要予測の精緻化の方針】

- 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い、その結果をそれぞれの需要予測モデルに反映を行う。
- 交通手段選択モデルに適用する自動車の所要時間算定のベースとなる自動車交通量配分モデルについて、引き続き精査を行うことにより、精度向上を図る。

#### 【県外来訪者需要予測の精査の方針】

- 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い、その結果をそれぞれの需要予測モデルに反映を行う。
- 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海路経由の来訪者の行動を調査し、モデルに反映することで精度向上を図る。
- 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を検討し、精度向上を図る。

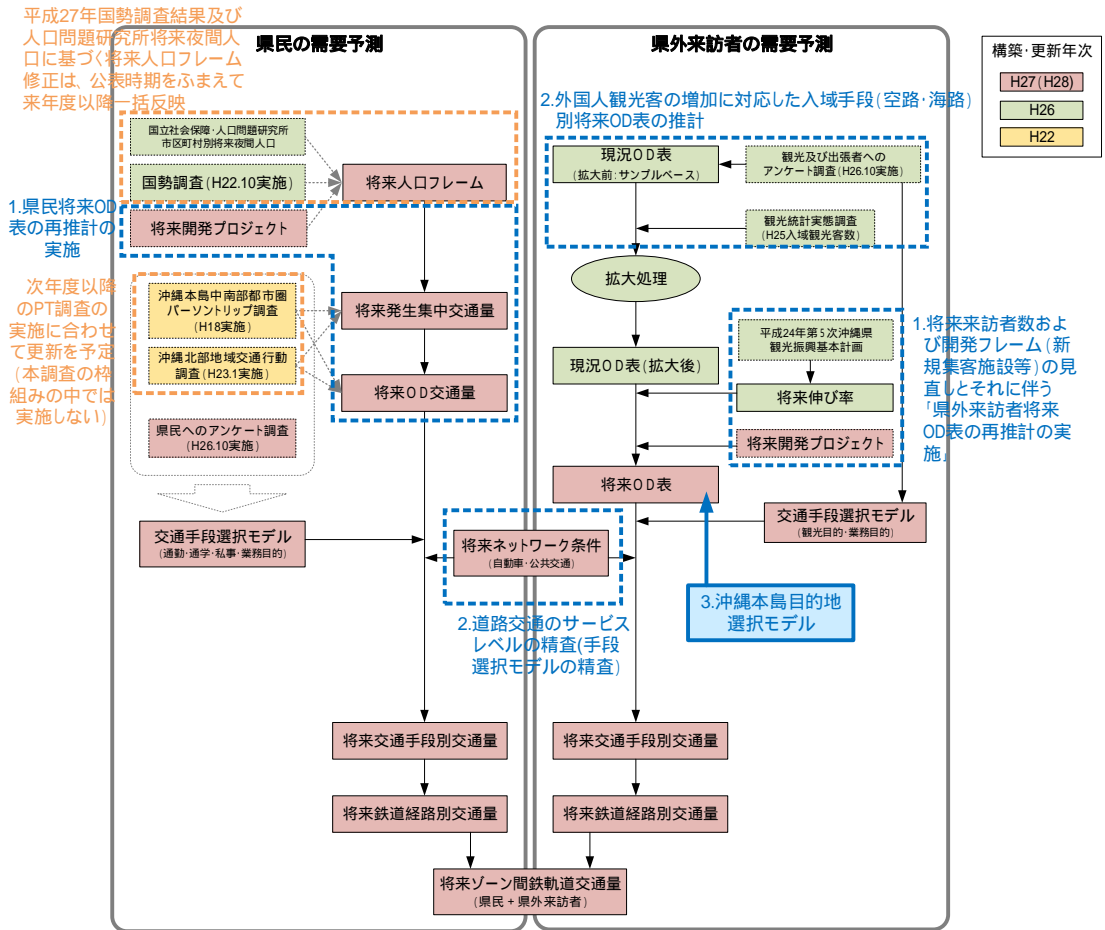


図 検討の全体フレーム

### 3.2.2 県民需要予測モデルの精緻化

#### (1) 全体方針

「最新の開発プロジェクトの反映( 毎年調査で実施 )」に伴う将来OD表の更新にとどまらず、交通手段選択モデルの精緻化を図っていくことで、予測精度を高め、妥当性および説得性の一層の向上を図る。



図 県民需要予測モデルの精緻化 全体方針

#### (2) 最新の開発プロジェクト整理

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)

### (3) 道路交通サービスレベルの精査

#### 1) 精査の方針

平成 28 年度調査においては、道路交通サービスの精査の一環として、時間帯別配分システムの構築を行ったものの、主要幹線道路における現況再現状況が芳しくなく、需要予測モデルへの適用に当たっては課題がある。

今年度においては、下図のように引き続き現況再現の実施による精度向上に努め、需要予測モデルへの適用を行い、道路交通への影響をより精緻に考慮できるようにする。

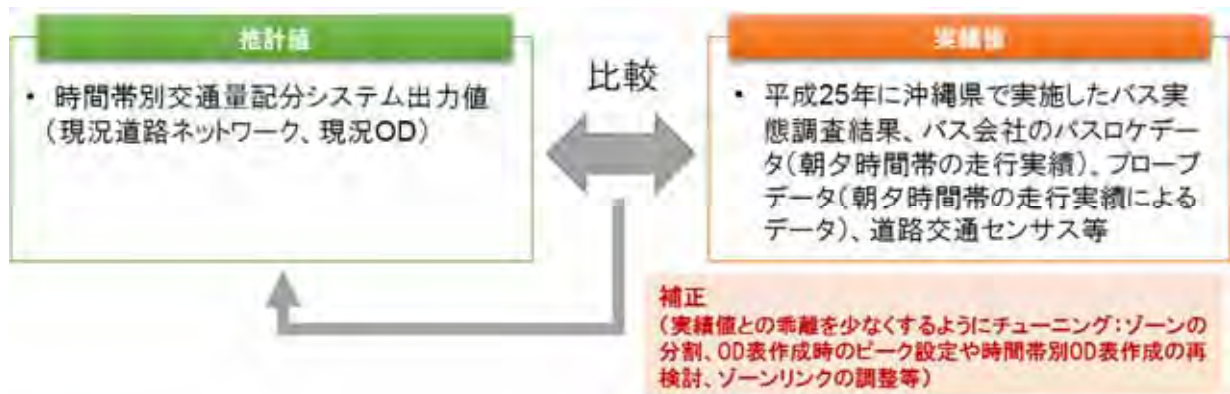


図 精度向上のための方針

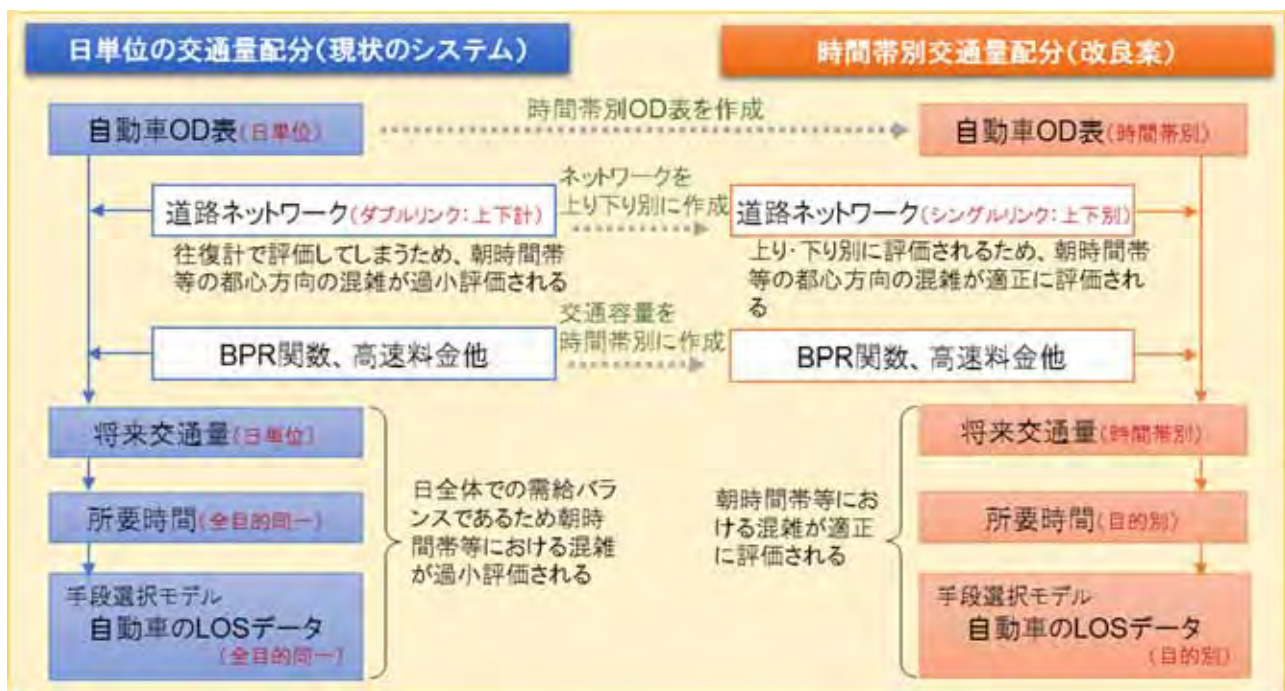


図 時間帯別交通量配分の概要

## 2) 交通量配分方法

全車種による利用者均衡配分手法を用いる。以下に利用者均衡配分による予測フロー図を示す。

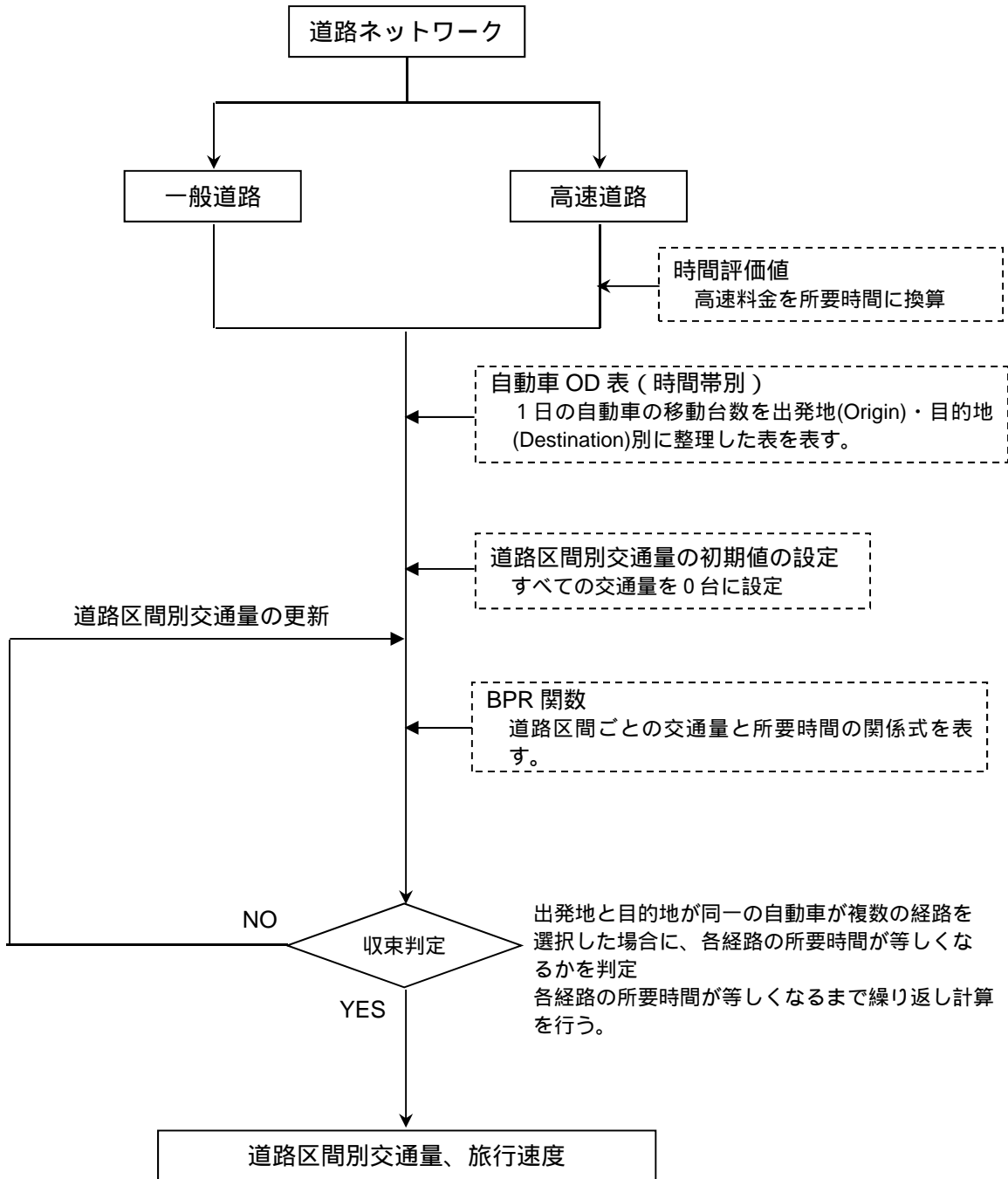


図 利用者均衡配分による交通量予測フロー

### <時間帯別利用者均衡配分モデルにおける残留交通量の扱い>

時間帯別利用者均衡配分モデルの実施においては、残留交通量(ある時間帯内に目的地までに到達できなかった車両)を考慮する必要がある。時間帯内に目的地までに到達できなかった車両は時間帯終了時点で各リンク上に残っているが、これを便宜的に後続時間帯のOD表に加算して扱う「OD修正法」を用いている。

### 3) 時間帯別OD表作成方法

時間帯別OD表の作成は、日ベースのVTOD表を時間帯別に分割することにより作成した。  
日ベースの自動車OD表は沖縄中南部PT調査におけるVTOD表を活用した。

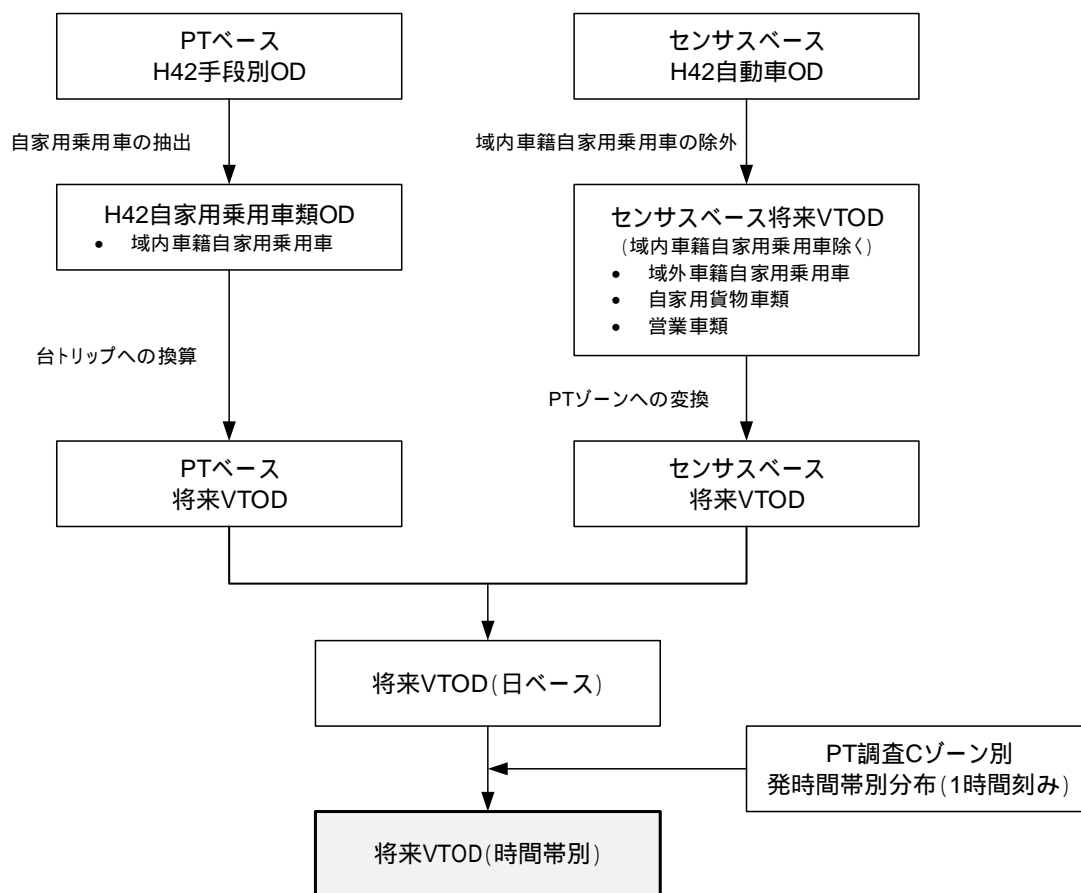


表 VTOD表の作成フロー



#### 4) 将来道路ネットワークの設定

過年度調査までと同様に、沖縄中南部 P T 調査における基本ケースで想定している道路網から那覇インターアクセス道路を除いたものである。

また、主要幹線道路については、平成 28 年度調査と同様、道路ネットワークをすべてダブルリンクとし、上り・下り別の交通量を適切に予測できるようにした。

#### 5) リンクパフォーマンス関数の設定

##### 方針

利用者均衡配分の実施に当たっては、リンク交通量と走行速度の関係を示すリンクパフォーマンス関数を設定する必要があるが、本調査では代表的なリンクパフォーマンス関数である B P R 関数（米国道路局 US Bureau of Public Roads により示された関数）を用いて行うものとする。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \cdot \left\{ 1 + \alpha \cdot \left( \frac{x_a}{c_a} \right)^\beta \right\}$$

- $t_a$ : リンク  $a$  の旅行時間（分）
- $t_{a0}$ : リンク  $a$  の自由旅行時間（分）
- $x_a$ : リンク  $a$  の交通量（台/時）
- $c_a$ : リンク  $a$  の交通容量（台/時）
- $\alpha, \beta$ : B P R 関数のパラメータ

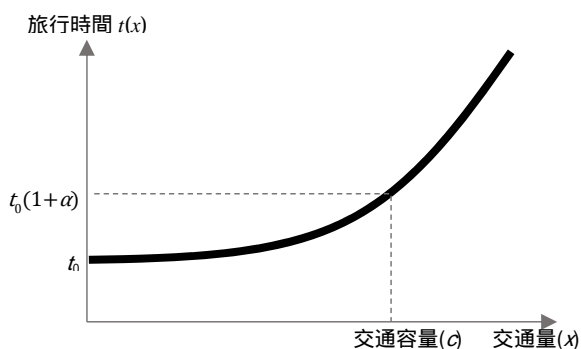


図 B P R 関数の概形

出典：道路交通需要予測の理論と適用  
第 編利用者均衡配分モデルの展開（土木学会）

表 B P R 関数パラメータの性質

パラメータ	性質
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 交通量が交通容量に達したときに、走行時間が自由旅行速度の何倍になるかを示す。例えば、2 倍であるとするとき <math>\alpha</math> は 1 となる。</li> <li>• <math>\alpha</math> が小さいと交通量が交通容量に達してもあまり旅行時間が増加しない。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B P R 関数の曲がり具合を示す。</li> <li>• <math>\beta</math> が大きいと交通量に対して旅行時間が急激に増加する</li> </ul>
自由旅行時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 交通量がゼロの場合の旅行時間</li> </ul>
交通容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 交通量がそれ以上増加しないという意味での交通容量ではなく、便宜的なパラメータであり、交通容量を超える交通量が流れることもある。</li> </ul>

出典：道路交通需要予測の理論と適用 第 編利用者均衡配分モデルの展開（土木学会）

・ピーク率の設定

沖縄中南部PT調査における自動車交通量予測は、道路構造令の道路種別に対応した日交通容量を設定している。本調査では日交通容量に「道路構造令の解説と運用(昭和45年11月)」において掲載されている道路種別のピーク率を乗じることにより、ピーク時の交通容量を設定した。

表 道路種別ごとのピーク率

【多車線(1車線当たり)】

種別	地形	ピーク率
第1種	平地	12%
	山地	14%
第2種	都市部	9%
第3種	平地	12%
	山地	14%
第4種	都市部	9%

【2車線(2車線当たり)】

種別	地形	ピーク率
第1種	平地	12%
	山地	14%
第3種	平地	12%
	山地	14%
第4種	都市部	9%

出典：道路構造令の解説と運用(昭和45年11月)

6) 現況再現

ピーク時(8時台)の実測交通量と現況再現交通量の相関係数は0.987となり、昨年と比較して精度が向上し、良好な結果が得られた(平成28年度調査における相関係数は0.838)。

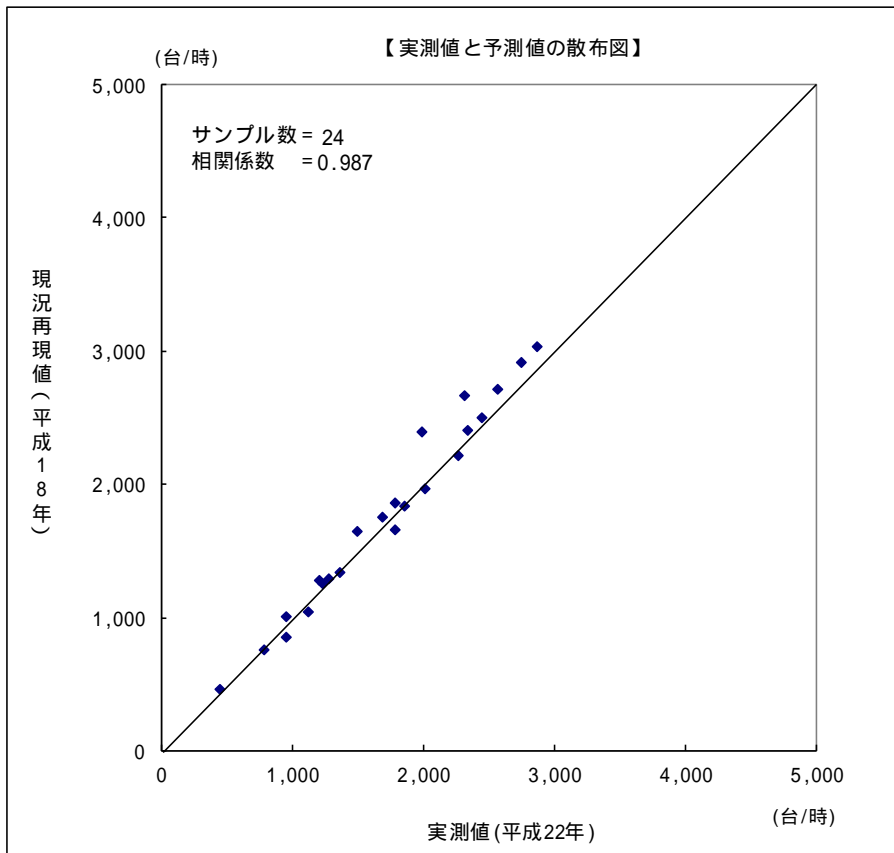


図 現況再現結果(平成18年、ピーク時交通量)

### 3.2.3 県外来訪者需要予測モデルの精査

#### (1) 全体方針

最新の開発プロジェクトの反映（毎年の調査で実施）や第5次沖縄県観光振興基本計画改定版（H29.3）の公表に伴う将来来訪者数の更新（改定後：平成33年1200万人）に加え、さらなる将来OD表の精緻化を図っていくことで、予測精度を高め、妥当性および説得性の一層の向上を図る。



図 県外来訪者需要予測モデルの精査 全体方針

#### (2) 最新の開発プロジェクト整理

平成27年度調査ではイオンモール沖縄ライカム等、平成28年度調査では旭橋再開発をはじめ最新の情報に基づく開発フレームの反映を実施した。

今年度調査では、昨年度に引き続き、軍用地跡地開発計画、土地区画整理事業、市街地開発事業、大規模商業施設・ホテルをはじめとする新たな開発計画等について、最新の情報を踏まえ、適宜、需要予測システムに反映した。

### (3) 海路による来訪者の本島内交通行動調査および鉄軌道利用意向調査

第5次沖縄県観光振興基本計画改定版では、将来来訪者数の見直しが行われ、新たに外国人の海路経由の来訪者のフレームが設定された。空路経由と海路経由では、滞在日数や来訪エリア、手段選択の実態が異なることが予想されるとともに、鉄軌道の利用意向も異なると想定されることから、海路による来訪者の本島内交通行動調査および鉄軌道利用意向調査を行った。

#### 1) 調査目的

那覇空港利用者との移動特性の違いを分析した上で、需要予測システムに反映する検討を行うため、クルーズ船等利用者の「沖縄本島滞在中の移動パターン」や「鉄軌道の利用意向」等を把握するアンケート調査を実施した。

#### 2) 調査方法

那覇港クルーズ船ターミナルの出入り口付近において、来訪者がターミナルから出る際（入国時）に調査員が配布し、来訪者が観光行動を終えてターミナルに戻る際（出国時）に回収した。

#### 3) 調査場所

那覇港泊ふ頭（8号バス）及び新港ふ頭（9号バス）のクルーズ船ターミナルの1階付近（制限区域外）において実施した。



図 調査場所（左：泊ふ頭8号、右：新港ふ頭9号）

出典：那覇港管理組合 HP

#### 4) 多言語対応

中国語簡体字（中国本土）、中国語繁体字（香港・台湾）、英語の3カ国語対応の調査票を用意した。

## 5) 調査対象便

調査対象便は、下表のとおりである。2017年12月下旬から2018年1月上旬にかけて、計5便を対象に調査を実施した。

表 調査対象便

No	調査対象便	区分	入港・出港日時	停泊時間	航路	客室数
	SUPERSTAR AQUARIUS	入港	12月27日(水)16:00	23.0h	基隆-那覇-基隆	756室
		出港	12月28日(木)15:00			
	SKYSEA Golden Era	入港	1月5日(金)8:00	12.0h	深圳-平良-那覇-上海	907室
		出港	1月5日(金)20:00			
	COSTA FORTUNA	入港	1月7日(日)14:00	23.0h	基隆-那覇-基隆	1,358室
		出港	1月8日(月)13:00			
	QUANTUM OF THE SEA	入港	1月9日(火)13:00	9.0h	上海-那覇-上海	2,090室
		出港	1月9日(火)22:00			
	SUPERSTAR VIRGO	入港	1月10日(水)16:00	9.0h	上海-那覇-上海	935室
		出港	1月11日(木)1:00			

: 客室数は各対象便の上限客室数であり、実際の乗船者数とは異なる。

## 6) 配布・回収数

調査対象便別の配布・回収状況は下表のとおりである。回収率は15.1%であり、計509票の調査票を回収した。

表 調査対象便別の配布・回収状況

No	a. 配布	b. 回収	c. 回収率 (b/a)
	497票	62票	12.5%
	548票	61票	11.1%
	1,283票	260票	20.3%
	708票	10票	1.4%
	346票	116票	33.5%
計	3,382票	509票	15.1%
当初予定	6,200票	800票	13.0%

4便目は雨天時での調査であり、かつ調査場所の都合上回収ブースを設営不可であったため、受取・回収拒否が頻発した。

## 7) 調査結果概要

調査結果概要は以下の通りである。

### ・ 回答者の属性

- 性別は男性が約3割、女性が約7割と女性が多い。
- 年齢構成は、大きな偏りは見られない。
- 国籍構成は、中国および台湾で全体の約9割程度を占めている。
- 滞在日数は、約4割が日帰り、残り約6割が1泊2日となっている。
- 宿泊時の宿泊場所は大半が船舶内となっている。

### ・ 移動特性

- 那覇市内が約8割と圧倒的に多く、空路経由と比較して行動範囲は狭く、周遊箇所数は1～2箇所程度が大半である。
- 移動手段は、徒歩、タクシー利用が圧倒的に多い。

### ・ 鉄軌道の利用意向

- タクシーと比較した鉄軌道の利用意向は、概ね5～7割程度である。レンタカーと同様に、2人で周遊している回答者が多いため、料金の設定上タクシーよりも鉄軌道の方が有利となり、鉄軌道の利用意向が高くなっていると推察される。

#### (4) 目的地選択モデルの構築

##### 1) 構築の目的、構築対象

鉄軌道の整備によって、観光客のOD分布は影響を受けると考えられる（例えば、鉄軌道の整備によって大幅に時間短縮効果がみられるODでは、OD量自体が増加する）

そのため、鉄軌道整備の影響を考慮するためには、現在パターン法（従来モデルの方法）ではなく、モデルによる推計を行う必要がある。

そこで、交通サービス（所要時間等）の変化等が目的地選択に与える影響を考慮した目的地選択モデルを構築した。

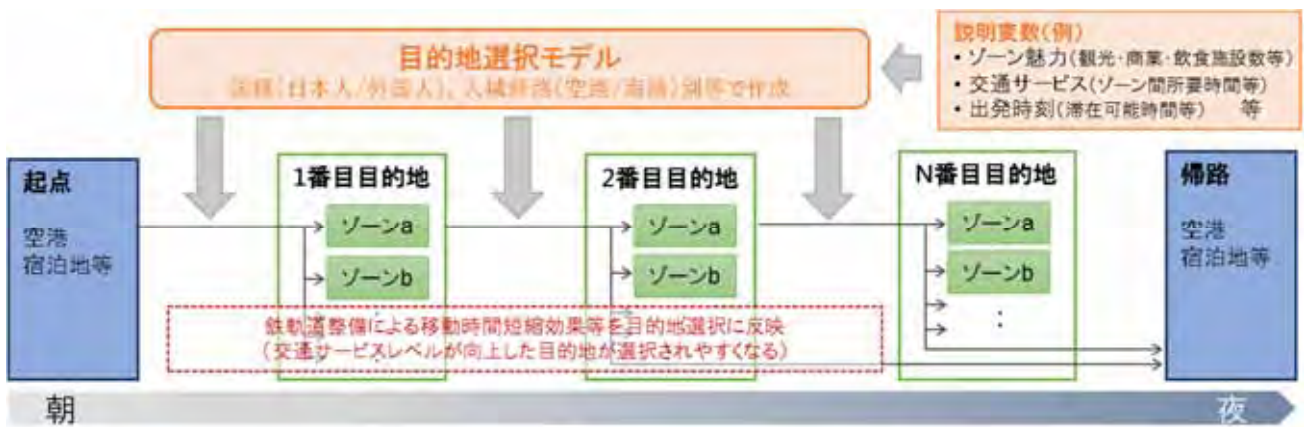


図 目的地選択モデル(周遊行動モデル)のイメージ

2) モデルの考え方および構造について

周遊手段選択と周遊・帰路・目的地選択からなるネステッドロジットモデルを構築した。

周遊・帰宅・目的地選択モデルについては、周遊と帰路の選択、周遊を選択した場合の周遊先選択の二層を設定した。

周遊手段選択モデルについては、空路（日本人、外国人）については平成 27 年調査で構築したものを活用した。また、海路（外国人）については、今回新たに構築を行った。

目的地選択モデルに関しては、更なる精度向上や検証が必要であるため、今年度についてはモデル構築までとし、需要予測や B / C 等への反映は行っていない。

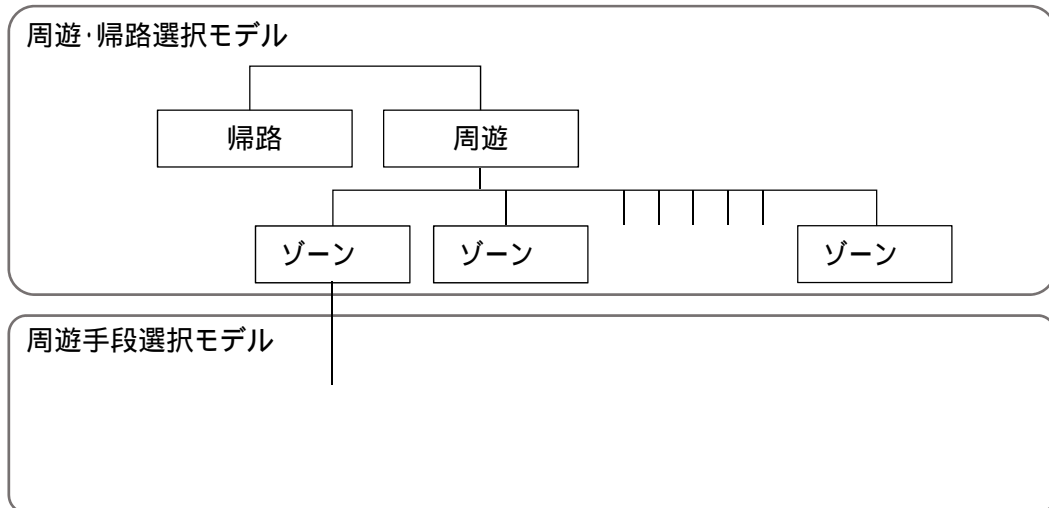


図 モデルのツリー構造

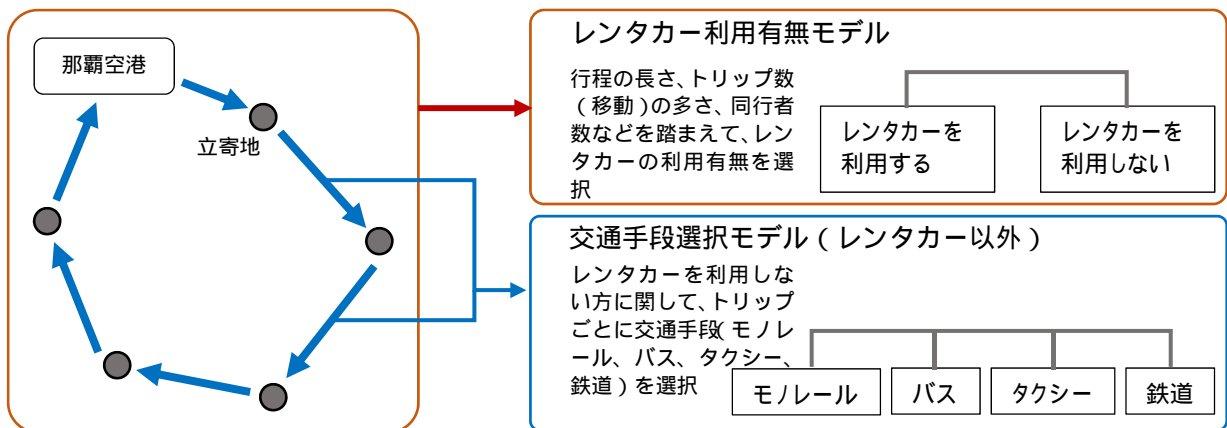


図 県外来訪者（空路）の代表交通手段選択モデルの構造：平成 27 年調査にて構築



(5) 将来OD表の見直し

1) 作成方法の検討

将来OD表作成のベースとなる沖縄県観光振興基本計画の将来目標値が平成 29 年 3 月に改定されたため、将来伸び率を変更した。

日本人に関しては、将来目標値が不変であるため新規開発プロジェクトの考慮前の将来OD表は不変である。

外国人来訪者に関しては、従来は海路経由の来訪者分も空路経由扱いとして、拡大係数および将来伸び率を設定していたが、今回改定された将来目標値が空路と海路のそれぞれで設定されていることから、空路と海路で分離して推計する方式に変更した。

外国人空路に関しては、平成 26 年度調査で実施した那覇空港利用者を対象としたアンケート調査をベースに空路分のみの拡大係数および将来伸び率を設定して将来OD表を推計した。

また、外国人海路に関しては、今年の調査で実施した那覇クルーズターミナル等利用者を対象としたアンケート調査をベースに拡大係数及び将来伸び率を設定して将来OD表を推計した。

いずれの属性（日本人、外国人空路、外国人海路）のOD表に関して、将来開発プロジェクトの影響を反映した。

表 年間観光客数将来目標値（平成 33 年度目標 単位：万人/年）

	日本人	外国人			合計
		空路	海路	合計	
改定前	800	200		200	1,000
改定後	800	200	200	400	1,200

出典：第 5 次沖縄県観光振興基本計画改定版（平成 29 年 3 月改定）

表 年間観光客数実績値（単位：人/年）

年度	日本人	外国人			合計	合計
		空路	海路	合計		
平成25年度	5,953,100	435,700	191,500	627,200	6,580,300	空路用の母集団数
平成28年度	6,640,100	1,430,800	698,300	2,129,100	8,769,200	海路用の母集団数

出典：平成 28 年度版沖縄県観光要覧

空路による来訪者分(日本人+外国人)

海路による来訪者分(外国人のみ)

従来は海路経由の外国人も空路経由扱いで処理

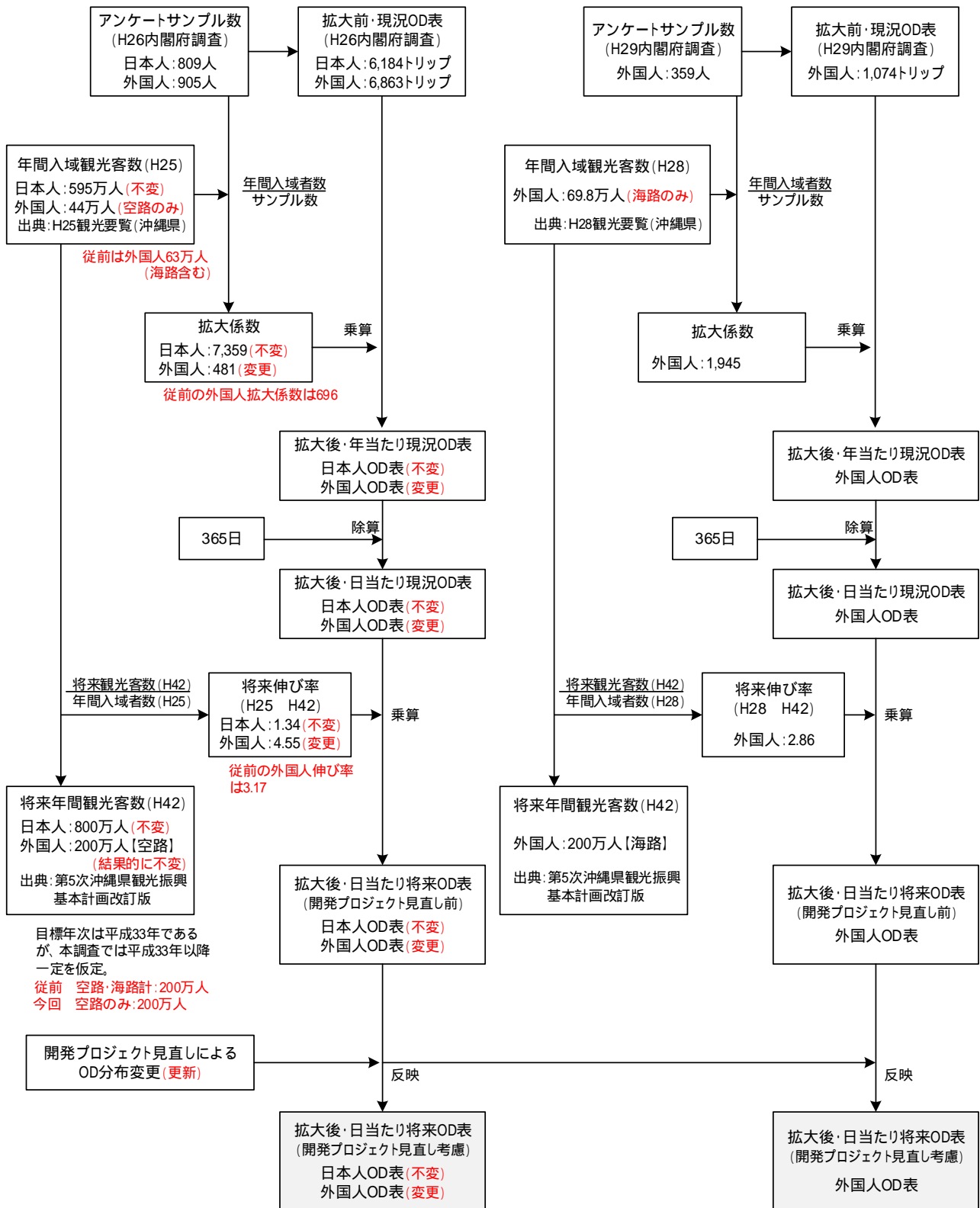


図 入域手段別OD表の作成フロー

## 2) 見直し結果

県外来訪者の発生集中度推計結果を以下に示す。

### ・ 空路による来訪者分の発生集中度

表 空路による来訪者分の発生集中度（単位：千トリップ/日）

市町村名	外国人			観光			業務			空路経由 合計		
	発生集中度			発生集中度			発生集中度			発生集中度		
	2018年度 調査	2017年度 調査	増減率	2018年度 調査	2017年度 調査	増減率	2018年度 調査	2017年度 調査	増減率	2018年度 調査	2017年度 調査	増減率
うるま市	0.8	0.7	1.05	5.3	5.0	1.05	0.1	0.0	2.72	6.1	5.8	1.06
豊見城市	2.1	2.0	1.07	7.1	6.2	1.14	0.4	0.2	2.07	9.6	8.3	1.14
名護市	1.8	1.8	1.03	10.4	10.1	1.03	0.2	0.2	1.46	12.5	12.1	1.03
恩納村	5.3	5.2	1.02	20.0	19.5	1.03	0.8	0.8	1.10	26.2	25.5	1.03
市町村合計	52.8	52.8	1.00	249.7	249.7	1.00	15.1	15.1	1.00	317.6	317.6	1.00

今年度新たに設定された開発プロジェクトが位置する市町村のみの発生集中度を示す。

転換対象分（モノレール、路線バス、タクシー、レンタカー）の発生集中度を示す。

### ・ 海路による来訪者分の発生集中度

表 海路による来訪者分の発生集中度（全手段）（単位：千トリップ/日）

	発生・集中度
那覇市	29.0
うるま市	0.0
読谷村	0.0
嘉手納町	0.0
沖縄市	0.1
北谷町	0.4
宜野湾市	0.0
北中城村	0.2
中城村	0.0
西原町	0.0
浦添市	0.0
与那原町	0.0
南風原町	0.0
南城市	0.3
八重瀬町	0.0
豊見城市	1.9
糸満市	0.1
国頭村	0.1
大宜味村	0.0
東村	0.0
本部町	0.0
今帰仁村	0.1
名護市	0.1
宜野座村	0.0
恩納村	0.3
金武町	0.1
市町村合計	32.7

### 3.2.4 平成 29 年度調査のまとめ

今年度は、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表の再推計を行った。

このほか、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ミ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。