

東北新幹線(八戸・新青森間)

九州新幹線(博多・新八代間)

付属資料

東北新幹線（八戸・新青森間）、九州新幹線（博多・新八代間）

事業評価監視委員会 付属資料

目 次

1. これまでの事業評価の経緯と評価手法.....	1 - 1
1 - 1 整備新幹線の事業評価の経緯と評価手法.....	1 - 1
1 - 2 事後評価における推計モデルと評価の体系.....	1 - 3
2. 事業効率.....	2 - 1
2 - 1 費用対便益算出方法の概要.....	2 - 1
（1）需要推計.....	2 - 1
（2）便益.....	2 - 1
（3）費用.....	2 - 1
（4）結果整理.....	2 - 1
2 - 2 費用対便益算出の前提条件.....	2 - 3
（1）対象路線・区間.....	2 - 3
（2）需要推計の前提条件.....	2 - 4
（3）需要推計の交通ネットワーク.....	2 - 7
2 - 3 需要推計モデル.....	2 - 1 1
（1）需要推計モデルの全体構造.....	2 - 1 1
（2）需要推計モデルの詳細とパラメータ推定結果.....	2 - 1 5
2 - 5 費用対便益の算出.....	2 - 3 5
（1）費用対便益の基礎.....	2 - 3 5
（2）便益の算出.....	2 - 3 5
（3）費用の算出.....	2 - 4 1
2 - 6 費用対便益算出結果.....	2 - 4 2
3. 事業による効果・影響.....	3 - 1
3 - 1 経済波及効果の算出方法.....	3 - 1
3 - 2 空間的応用一般均衡モデル（SCGE モデル）の概要.....	3 - 2
（1）モデルの概要.....	3 - 2
（2）モデルのフロー図.....	3 - 3
（3）モデルの定式化.....	3 - 4
3 - 3 経済波及効果算出結果.....	3 - 1 6
【参考資料】事業費内訳の比較.....	参 - 1

1. これまでの事業評価の経緯と評価手法

1-1 整備新幹線の事業評価の経緯と評価手法

整備区間	規格	認可	開業 (完成予定)	新規事業 採択時評価 ^(※1)	再評価 ^(※2)			事後評価 ^(※3)		
				評価年度 B/C ^(※4)	評価年度 B/C ^(※4)	評価手法	使用モデル等	評価年度 B/C ^(※4)	評価手法	使用モデル等
北陸新幹線(高崎・長野間)										
高崎・軽井沢間	フル規格	H1.6.28	H9.10.1					H19年度 B/C=1.8	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル
軽井沢・長野間	フル規格	H3.8.22								
東北新幹線(盛岡・八戸間)										
盛岡・沼宮内間	ミニ新幹線	H3.8.22	H14.12.1		H12年度 (B/C=1.6)	費用対効果	地域計量 経済モデル	H19年度 B/C=1.3	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル
	フル規格	H7.4.28								
沼宮内・八戸間	フル規格	H3.8.22								
九州新幹線(新八代・鹿児島中央間)										
新八代・西鹿児島間	スーパー特急	H3.8.22	H16.3.13		H12年度 (B/C=1.5)	費用対効果	地域計量 経済モデル	H20年度 B/C=1.1	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル
	フル規格	H13.4.25								
北陸新幹線(長野・金沢間)										
石動・金沢間	スーパー特急	H4.8.6	H27.3.14		(1回目) H13年度 (B/C=1.2)	費用対効果	地域計量 経済モデル			
					(2回目) H17年度にフル規格に変更となったため、対象外					
糸魚川・魚津間	スーパー特急	H5.9.22			H13年度にフル規格に変更となったため、対象外					
長野・上越間	フル規格	H10.3.12			H9年度 (B/C=1.5)	(1回目) H18年度 B/C=1.3 (2回目) H23年度 B/C=1.1	費用対便益 経済波及効果			
上越・富山間	フル規格	H13.4.25		H12年度 (B/C=2.1)						
富山・金沢間	フル規格	H17.4.27		H16年度 B/C=1.4 (B/C=2.3)						

(※1)新規事業採択時評価は国により実施されている

(※2)再評価は、国土交通省所管公共事業の再評価実施要領等に基づき実施。

(※3)事後評価は、国土交通省所管公共事業の事後評価実施要領等に基づき実施。

(※4)()内のB/Cは地域計量経済モデルを用いた値である。

整備区間	規格	認可	開業 (完成予定)	新規事業 採択時評価 ^(※1)	再評価 ^(※2)			事後評価 ^(※3)		
				評価年度 B/C ^(※4)	評価年度 B/C ^(※4)	評価手法	使用モデル等	評価年度 B/C ^(※4)	評価手法	使用モデル等
東北新幹線(八戸・新青森間)										
八戸・新青森間	フル規格	H10.3.12	H22.12.4	H9年度 (B/C=1.4)	H18年度 B/C=1.9	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル	H27年度 (今回対象) B/C=1.1	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 空間的応用 一般均衡モデル
九州新幹線(博多・新八代間)										
船小屋・新八代間	スーパー特急	H10.3.12	H23.3.12	H9年度 (B/C=1.7)	H13年度にフル規格に変更となったため、対象外			H27年度 (今回対象) B/C=2.1		
	フル規格	H13.4.25		H12年度 (B/C=2.1)	開業年度のため、対象外					
博多・船小屋間	フル規格	H13.4.25						費用対便益 経済波及効果		
北海道新幹線(新青森・新函館北斗間)										
新青森・新函館北斗間	フル規格	H17.4.27	(H27年度末)	H16年度 B/C=1.4 (B/C=3.7)	H23年度 B/C=1.1	費用対便益 経済波及効果	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル			
九州新幹線(武雄温泉・長崎間)										
武雄温泉・諫早間	スーパー特急	H20.3.26	(H34年度から 可能な限り前 倒し)	H16年度 B/C=1.1 (B/C=1.4)	H24年度にフル規格に変更となったため、対象外					
武雄温泉・長崎間	フル規格	H24.6.29	(平成27年1月の 政府・与党申合せ による)	H24年度 B/C=1.1						
北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)										
新函館北斗・札幌間	フル規格	H24.6.29	(H42年度末) (平成27年1月の 政府・与党申合せ による)	H24年度 B/C=1.1						
北陸新幹線(金沢・敦賀間)										
金沢・敦賀間	フル規格	H24.6.29	(H34年度末) (平成27年1月の 政府・与党申合せ による)	H24年度 B/C=1.1						

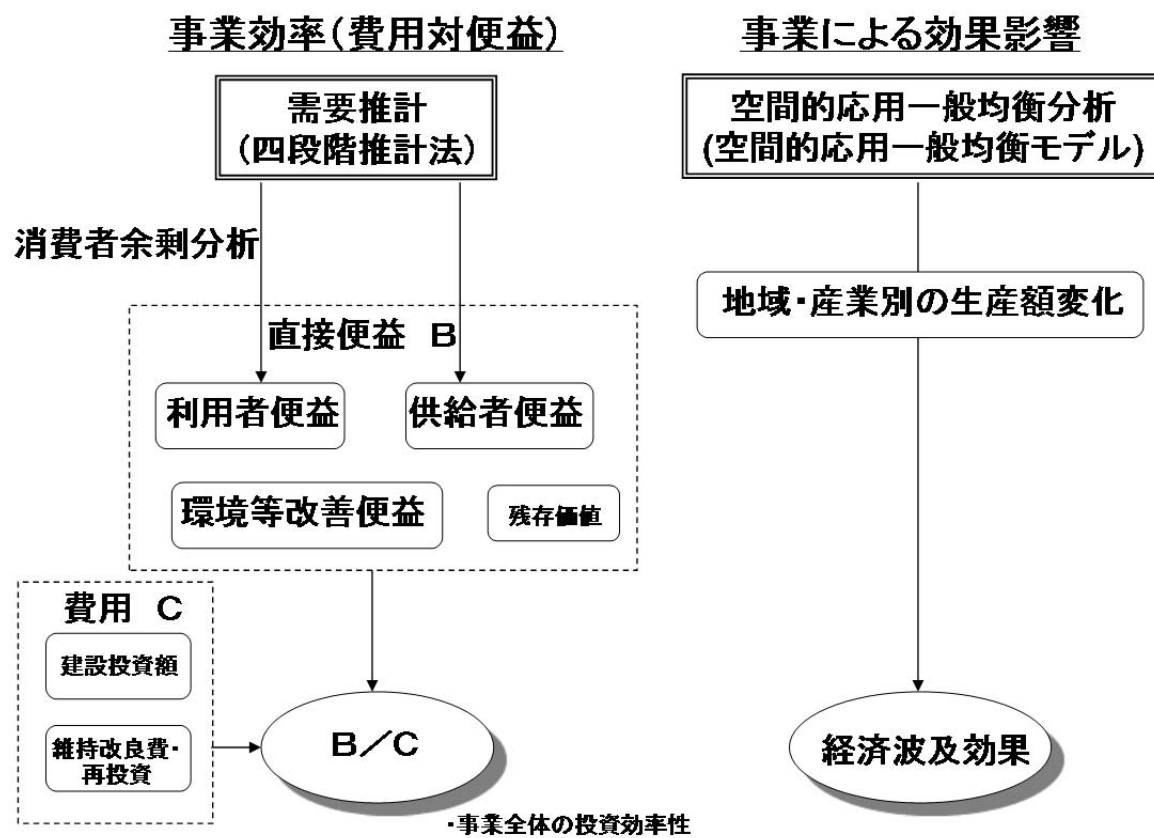
(※1)新規事業採択時評価は国により実施されている

(※2)再評価は、国土交通省所管公共事業の再評価実施要領等に基づき実施。

(※3)事後評価は、国土交通省所管公共事業の事後評価実施要領等に基づき実施。

(※4)()内のB/Cは地域計量経済モデルを用いた値である。

1 - 2 事後評価における推計モデルと評価の体系



2. 事業効率

2-1 費用対便益算出方法の概要

(1) 需要推計

「将来交通需要推計の改善について【中間とりまとめ】」（国土交通省、平成 22 年 8 月 19 日）を踏まえ、第 5 回全国幹線旅客純流動調査（2010 年）等の実績データを基に構築した需要推計モデル（非集計モデル）を用い、経済成長率、人口等の社会経済指標、交通ネットワークの拡充等を考慮して、新幹線整備後の実績を再現した上で、新幹線を整備する場合（with ケース）と整備しない場合（without ケース）の需要について、2010 年度（平成 22 年度）、2020 年度（平成 32 年度）、2030 年度（平成 42 年度）、2050 年度（平成 62 年度）の 4 時点を推計する。

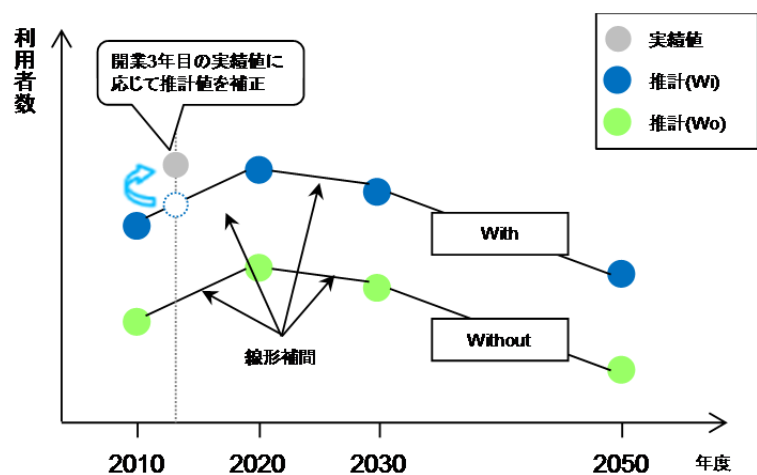


図 2-1 事後評価における需要推計の考え方

(2) 便益

「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 年改訂版」（国土交通省鉄道局監修）に沿って、需要推計結果を基に開業後 50 年間の利用者便益、供給者便益及び環境等改善便益を求める。

(3) 費用

建設開始から完了までの建設費、用地関係費の年度区分を設定する。また、建設投資額と法定耐用年数をもとに、50 年間の維持改良費・再投資（車両費含む）を設定する。

(4) 結果整理

現在価値化した便益及び建設費等から投資効果（B/C）を算出する。

表 2-1 便益・費用の内容

項 目	内 容
利用者便益	各OD間について、利用交通機関及び経路の所要時間あるいは運賃・料金等を用いて、需要推計モデル（ロジットモデル）から導出されるログサム変数に代入して一般化費用を算定し、一般化費用の変化と需要量との積により計算（消費者余剰法）
供給者便益	各OD間の需要推計の結果と、運賃・料金から、全国の鉄道事業者の営業収益増加分を算出し、全国の鉄道事業者の営業費増加分を差し引いて計算
環境等改善便益	各OD間の需要推計の結果から、局所的環境便益（NO _x ）、地球的環境改善便益（Co ₂ ）及び道路交通事故減少便益を計算
建設投資額	建設費、用地関係費
その他費用	維持改良費・再投資（車両費含む）
残存価値	建設費、用地関係費、維持改良費・再投資に対応する資産を対象として計算期末に便益として計上
消費税	消費税は除外して計算 ただし、利用者便益計測の際の旅客の運賃・料金に係る消費税は考慮する。
社会的割引率	「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 年 改訂版」に基づき 4 %

2-2 費用対便益算出の前提条件

(1) 対象路線・区間

本事後評価における費用便益分析の対象路線・区間は、下記の2ケースである。

①東北新幹線 八戸・新青森間

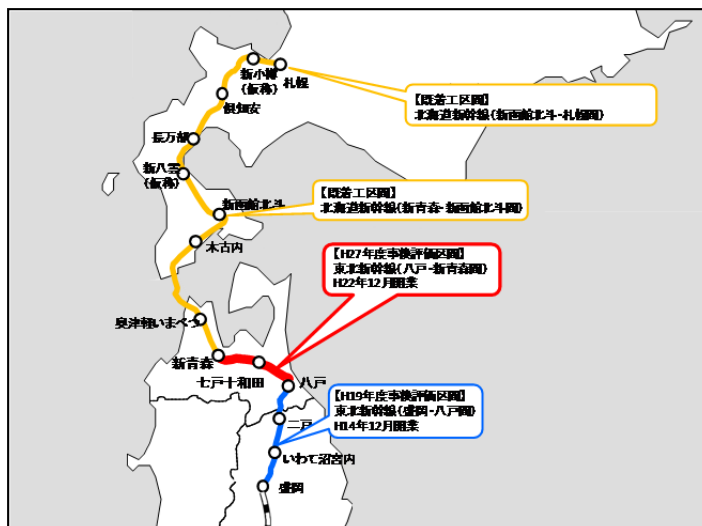


図 2-2 対象路線・区間の概要（八戸・新青森間）

②九州新幹線 博多・新八代間

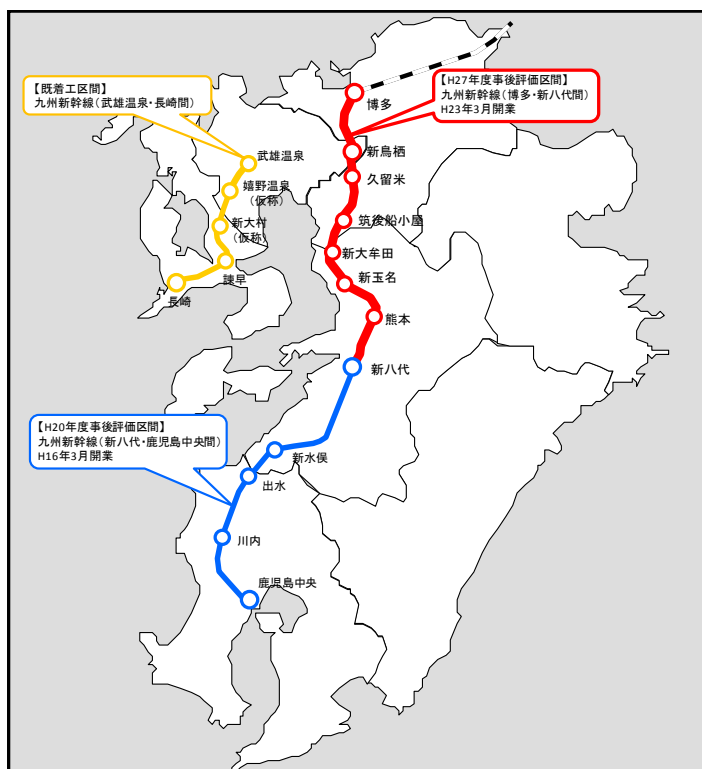


図 2-3 対象路線・区間の概要（博多・新八代間）

(2) 需要推計の前提条件

表 2-2 需要推計の前提条件

項目		内容	
経済成長率		2011 年までは実績、2013 年までは最新の政府予測である「平成 25 年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度」（平成 25 年 2 月 28 日閣議決定）を適用 2014 年以降は直近 10 年間（実績値）の年平均変化額を加算して設定 2030 年以降は一定 GRP については GDP と同様の考え方を適用して推計	
人口		過去の人口については、国勢調査（2010 年）を適用 将来の人口については、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」（平成 25 年 3 月）の中位推計値を適用	
各交通機関の整備状況	航空路線	2014 年 4 月の実績	
	鉄道	2014 年 4 月の実績	
	高速バス、フェリー	2014 年 4 月の実績	
	高速道路	2014 年 4 月の実績及び第 4 回国土開発自動車道建設会議（平成 21 年 4 月）を考慮	
各交通機関の運賃水準	航空	2014 年 4 月の運賃水準 （平成 22 年度航空旅客動態調査を考慮した実勢運賃）	
	鉄道	2014 年 4 月の運賃水準	
	J R ・ 私鉄	2014 年 4 月の運賃水準	
	高速バス、フェリー	2014 年 4 月の運賃水準	
所要時間 運行本数	対象となる新幹線		2014 年 4 月時刻表 緩行型・準速達型・速達型の 3 通りに分類して設定 所要時間は平均的所要時間を設定
	既設新幹線		2014 年 4 月時刻表 緩行型・準速達型・速達型の 3 通りに分類して設定 所要時間は平均的所要時間を設定
	関連する 優等列車	With	2014 年 4 月時刻表 所要時間は代表的列車の所要時間を設定
		Without	2010 年 11 月時刻表 所要時間は代表的列車の所要時間を設定
	その他優等列車		2014 年 4 月時刻表 所要時間は代表的列車の所要時間を設定
	航空		2014 年 4 月時刻表 所要時間は平均的所要時間を設定
	高速バス、フェリー		2014 年 4 月時刻表 所要時間は平均的所要時間を設定
	自動車		平成 22 年度道路交通センサスに基づき設定

1) 経済成長率

		実質GDP (十億円/年)	対前年度比 増減率	出 典
1994	H6	447,167.4	-4.2%	平成23年度国民経済計算確報 (内閣府)
1995	H7	459,057.6	2.7%	
1996	H8	471,311.4	2.7%	
1997	H9	472,005.5	0.1%	
1998	H10	464,970.4	-1.5%	
1999	H11	467,481.1	0.5%	
2000	H12	476,723.3	2.0%	
2001	H13	474,685.4	-0.4%	
2002	H14	479,870.8	1.1%	
2003	H15	490,755.9	2.3%	
2004	H16	497,912.6	1.5%	
2005	H17	507,158.0	1.9%	
2006	H18	516,038.2	1.8%	
2007	H19	525,469.9	1.8%	
2008	H20	505,794.7	-3.7%	
2009	H21	495,570.1	-2.0%	
2010	H22	512,315.6	3.4%	
2011	H23	513,742.1	0.3%	
2012	H24	518,879.5	1.0%	平成25年度の経済見通しと 経済財政運営の基本的態度 (H25.2閣議決定)に示された 実質GDP成長率を適用
2013	H25	531,851.5	2.5%	
2014	H26	535,757.2	0.7%	推計 (2030年までは直近10年間 の実質GDP平均変化量 (3905.67十億円/年)を加 算、2030年以降は一定値)
2015	H27	539,662.8	0.7%	
2016	H28	543,568.5	0.7%	
2017	H29	547,474.2	0.7%	
2018	H30	551,379.9	0.7%	
2019	H31	555,285.5	0.7%	
2020	H32	559,191.2	0.7%	
2021	H33	563,096.9	0.7%	
2022	H34	567,002.5	0.7%	
2023	H35	570,908.2	0.7%	
2024	H36	574,813.9	0.7%	
2025	H37	578,719.5	0.7%	
2026	H38	582,625.2	0.7%	
2027	H39	586,530.9	0.7%	
2028	H40	590,436.6	0.7%	
2029	H41	594,342.2	0.7%	
2030	H42	598,247.9	0.7%	
2031～2050	H43～H62	598,247.9	0.0%	

2) 人口

(単位:千人)

都道府県	将来人口			
	平成25年3月推計(国立社会保障・人口問題研究所)			
	中位推計			
	平成22年 (2010)	平成32年 (2020)	平成42年 (2030)	平成62年 (2050)
北海道	5,506	5,178	4,719	3,792
青森県	1,373	1,236	1,085	843
岩手県	1,330	1,206	1,072	849
宮城県	2,348	2,269	2,141	1,785
秋田県	1,086	959	827	633
山形県	1,169	1,062	949	756
福島県	2,029	1,874	1,684	1,344
茨城県	2,970	2,853	2,661	2,192
栃木県	2,008	1,926	1,800	1,487
群馬県	2,008	1,920	1,787	1,475
埼玉県	7,195	7,133	6,796	5,705
千葉県	6,216	6,122	5,806	4,849
東京都	13,159	13,315	12,957	11,137
神奈川県	9,048	9,122	8,833	7,550
新潟県	2,374	2,210	2,009	1,621
富山県	1,093	1,028	940	761
石川県	1,170	1,128	1,060	882
福井県	806	760	700	573
山梨県	863	809	741	603
長野県	2,152	2,019	1,851	1,510
岐阜県	2,081	1,978	1,830	1,502
静岡県	3,765	3,601	3,343	2,747
愛知県	7,411	7,440	7,213	6,204
三重県	1,855	1,773	1,649	1,364
滋賀県	1,411	1,414	1,375	1,185
京都府	2,636	2,567	2,418	2,012
大阪府	8,865	8,649	8,118	6,745
兵庫県	5,588	5,422	5,088	4,229
奈良県	1,401	1,330	1,223	992
和歌山県	1,002	917	820	651
鳥取県	589	544	494	399
島根県	717	655	588	471
岡山県	1,945	1,868	1,749	1,458
広島県	2,861	2,767	2,599	2,164
山口県	1,451	1,340	1,208	968
徳島県	785	723	649	517
香川県	996	937	860	700
愛媛県	1,431	1,329	1,206	972
高知県	764	693	616	486
福岡県	5,072	4,968	4,718	3,963
佐賀県	850	803	745	616
長崎県	1,427	1,313	1,185	949
熊本県	1,817	1,725	1,603	1,328
大分県	1,197	1,134	1,050	865
宮崎県	1,135	1,073	991	815
鹿児島県	1,706	1,588	1,454	1,189
沖縄県	1,393	1,417	1,405	1,239
全国計	128,057	124,100	116,618	97,076

※平成62年については、全国人口の中位推計における平成52年から平成62年までの全国人口の変化率で、各都道府県の人口が一律に変化するものと仮定して、平成52年の都道府県別人口の推計値から推計。

(3) 需要推計の交通ネットワーク

①対象区間

全国交通ネットワークを対象とする。

②ゾーン区分

ゾーン区分は、2010 年全国幹線旅客純流動調査で設定された全国 207 の生活圏ゾーンを基本とし、全国を 419 ゾーンに細分化して設定した。

【細分化の考え方】

- a) 新幹線の沿線府県を細分化する。
- b) 新幹線の駅間輸送密度の推計が可能となるように、同一ゾーン内に新幹線の駅が重複しないように細分化する。
- c) 離島空港を除き、同一ゾーン内に複数の空港が含まれないように細分化する。
- d) 細分化の単位は、最小ゾーンでも行政区分以上とし、地域毎の交通特性を適正に反映できるように既存交通調査等のゾーン区分を参考とする。
- e) 特に首都圏内 1 都 2 県（埼玉県、東京都、神奈川県）については、新幹線の駅における複数選択の可能性、新幹線の駅の利用状況などを勘案し、他地域より細かく細分化する。（例えば、東京都 23 区は区単位のゾーン区分）
- f) 三重県、奈良県については、近鉄と JR との鉄道経路選択を考慮し細分化する。

③ゾーン中心

各ゾーンの起終点となるゾーン中心は、当該ゾーンに都道府県庁が所在する場合は都道府県庁所在位置とし、所在しない場合は当該ゾーンに含まれる市区町村のうち人口が最大の市区町村の役所とする。

③交通ネットワーク

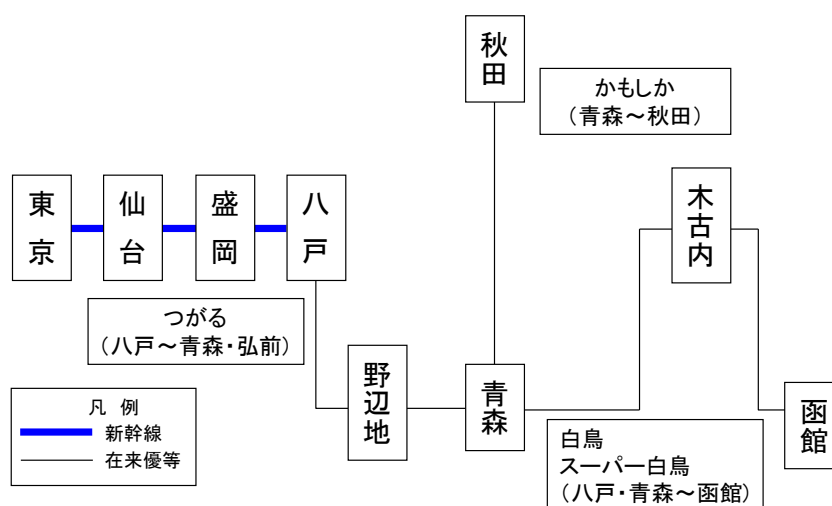
1) 鉄道

費用便益分析を行うためには、評価対象路線が整備された場合（with）と整備されなかった場合（without）のそれぞれの交通ネットワークを設定する必要がある。

整備あり（with）および整備なし（without）の鉄道ネットワークを下記に示す。整備なし（without）の鉄道ネットワークは 2010 年 11 月の時刻表をベースに設定している。ただし、東北新幹線は 2010 年 11 月時点では高速化されていないため、2014 年 4 月時点の時刻表をベースに全て八戸駅止まりと設定している。

<東北新幹線（八戸・新青森間）>

【新幹線開業前（2010 年 11 月）】



【新幹線開業後（2014 年 4 月）】

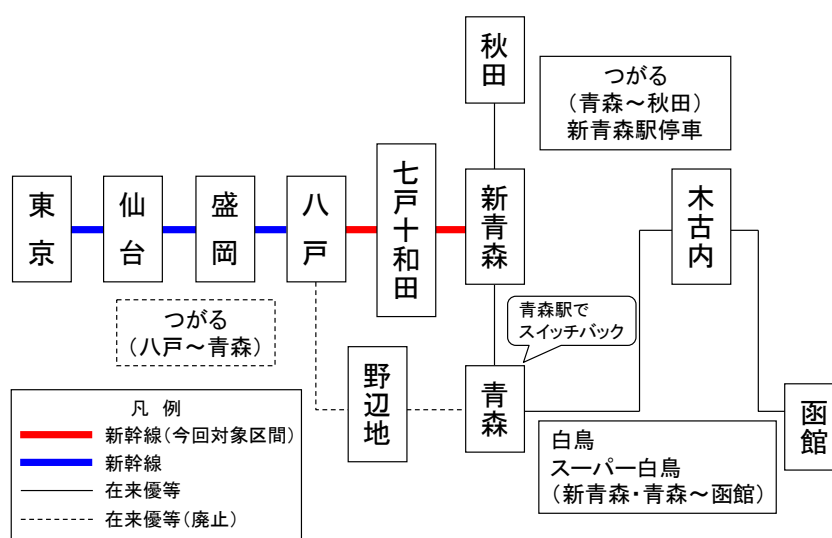
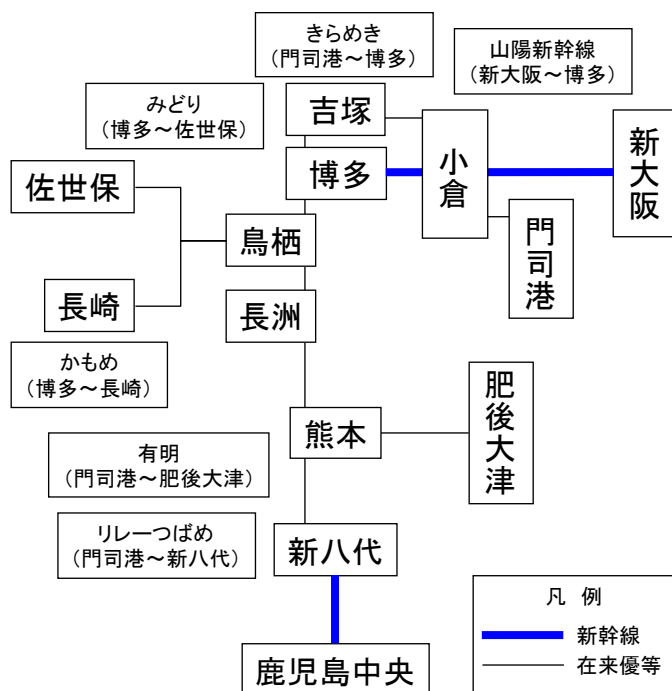


図 2-4 東北新幹線（八戸・新青森間）の開業前後の鉄道ネットワーク

<九州新幹線（博多・新八代間）>

【新幹線開業前（2010 年 11 月）】



【新幹線開業後（2014 年 4 月）】

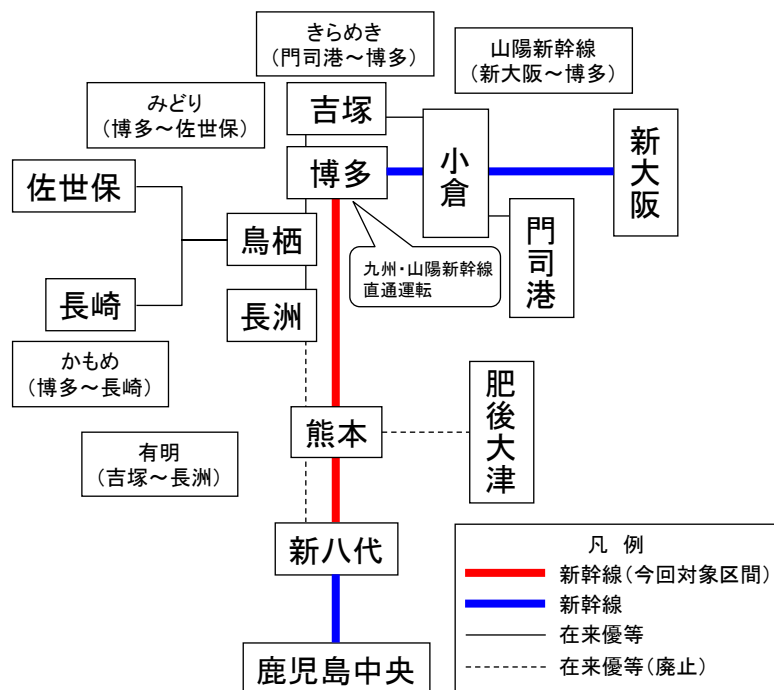


図 2-5 九州新幹線（博多・新八代間）の開業前後の鉄道ネットワーク

2) その他の交通機関

時刻表をベースに交通ネットワークを設定する。

・航空

2014 年 4 月の時刻表より設定する。

なお、往復割引や早割等の各種割引を考慮した料金水準を設定する。

【設定の考え方】

<LCC 路線以外>

2010 年航空旅客実態調査から路線別に正規運賃からの低減率を算出し、実勢運賃を設定する。

$$\text{実勢運賃} = \text{正規運賃} \times (1 - \text{低減率})$$

<LCC 路線>

LCC 会社を JJP (ジェットスター)、APJ (ピーチ)、VNL (バニラエア) とし、時刻表に幅で示されている運賃の平均値を実勢運賃と設定する。

なお、LCC 会社とそれ以外の会社が混在する路線については、座席数で重み付けして路線別の実勢運賃を設定する。

・高速バス

「高速バス時刻表 2013 年冬・春号」(交通新聞社)より設定する。

ただし、運賃は消費税 8% 導入後の「高速バス時刻表 2014 年夏・秋号」(交通新聞社)より設定する。

・自動車

所要時間は走行時間と休憩時間を考慮して算出し、走行時間は距離と速度から算出する。速度は「平成 22 年度道路交通センサス 一般交通量調査 基本集計表(平日)」(国土交通省道路局)を用いて設定し、距離は「道路時刻表 05~06」(道路整備促進期成同盟会全国協議会)、道路地図を用いて設定する。

費用は走行経費(燃料費)と高速道路等の有料道路料金から算出する。

交通ネットワークは開通している道路のほか、「第 4 回国土開発幹線自動車建設会議(平成 21 年 4 月)」の整備計画を考慮する。

・フェリー

「フェリー・旅客船ガイド 2014 春季号」(日刊海事通信社)より設定する。

2-3 需要推計モデル

(1) 需要推計モデルの全体構造

①全体構造

事後評価において適用する交通需要推計モデルの全体構造は、以下に示すとおりであり、「将来交通需要推計の改善について」【中間とりまとめ】(国土交通省平成 22 年 8 月 19 日)を踏まえ、構築している。

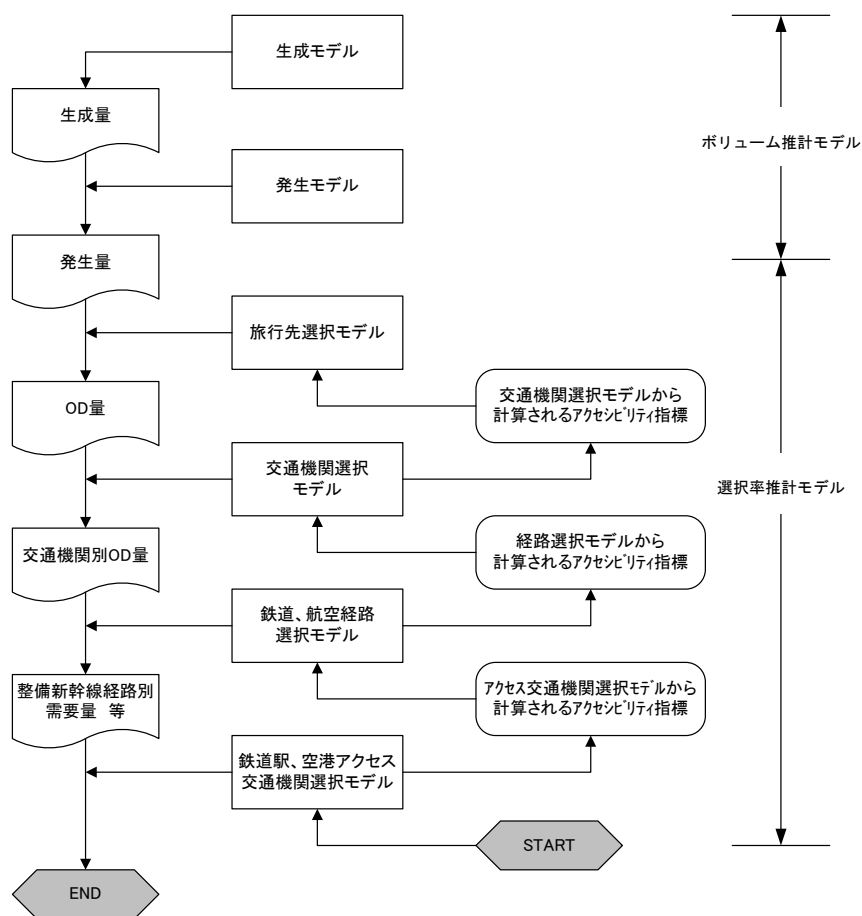


図 2-6 需要推計モデルの全体構造

各サブモデルの「生成モデル」「発生モデル」は幹線旅客の流動量を推計するためのモデルであることから“ボリューム推計モデル”、その他の“旅行先選択モデル”、“機関選択モデル”などは複数の選択肢（代替案）の選択確率を推計するためのモデルであることから、“選択率推計モデル”と言われている。

また、選択率推計モデルの各サブモデルは、下図のような階層構造を有するネステッド型非集計ロジットモデルである。

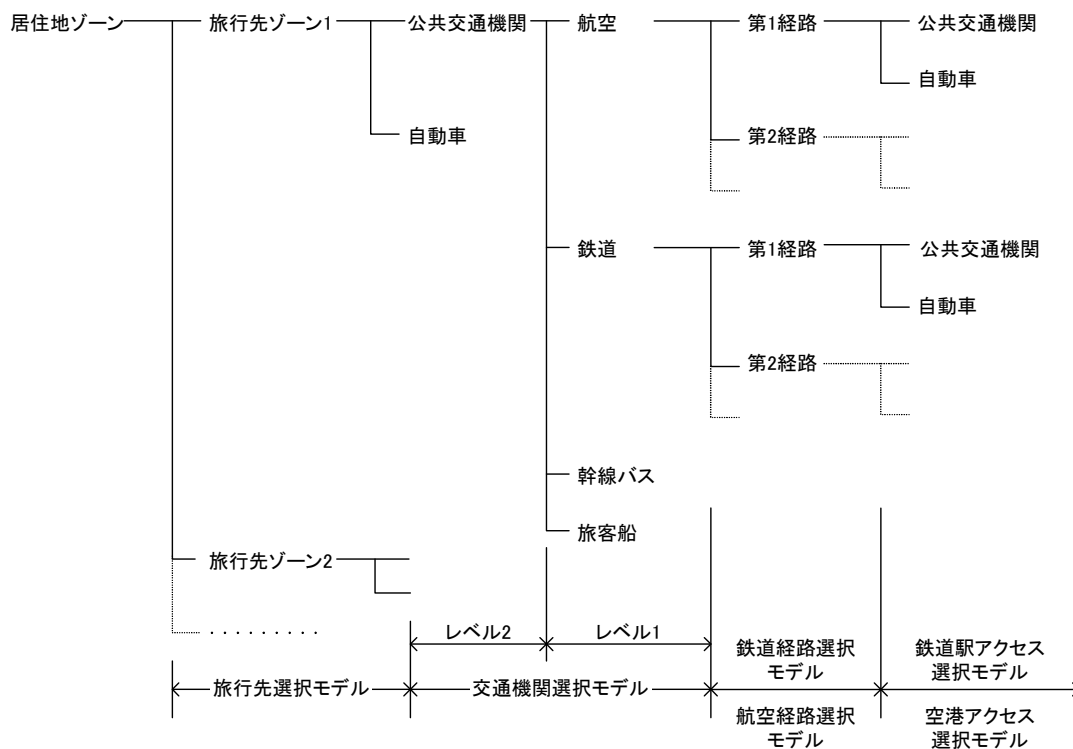


図 2-7 選択率推計モデルの階層構造

<ネステッド型非集計ロジットモデルの基本構造>

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{n \in C_{ij}} \exp(V_{ijn})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijk} + \gamma \cdot \text{Logsum}_{ijr}$$

P_{ijr} : ゾーン*i*、*j*間で選択肢*r*の選択率

V_{ijr} : ゾーン*i*、*j*間で選択肢*r*を選択するときの効用

C_{ij} : ゾーン*i*、*j*間で利用可能な選択肢の集合

X_{ijk} : ゾーン*i*、*j*間で選択肢*r*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

Logsum_{ijr} : 下層の選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標

β_{kr}, γ : パラメータ

②生成モデル

生成モデルは、国内幹線旅客の総流動量を推計するためのモデルである。

③発生モデル

発生モデルは、上記②の生成モデルにより推計された生成量（純流動量）をコントロールトータルとして、各ゾーンの発生量を推計するモデルである。

④旅行先選択モデル

旅行先選択モデルは、各居住地ゾーンからの旅行先の選択行動を、旅行先のポテンシャルと旅行先までの移動の利便性により評価するモデルである。ここで、移動の利便性は、後述する交通機関選択モデルで取り扱う全ての交通機関のサービス水準を考慮した指標を表わす。

なお③で推計された居住地別の発生量に、ここで推計された旅行先選択確率を乗じることにより、全交通機関の目的別 419 ゾーン単位 OD 表を推計する。

⑤交通機関選択モデル

交通機関選択モデルは、④により推計した全交通機関の目的別 419 ゾーン単位 OD 量（人／日）を交通機関別に推計するモデルであり、選択可能な交通機関は、「航空」、「鉄道」、「幹線バス」、「フェリー・旅客船」、「自動車」の5つとする。

本モデルは、2 段階の選択構造を有しており、第 1 段階では「公共交通機関」と「自動車」の選択構造、第 2 段階では、公共交通機関を選択した OD 量（人／日）について「航空」、「鉄道」、「幹線バス」、「フェリー・旅客船」の選択構造を表すものである。

⑥経路選択モデル

経路選択モデルは、鉄道経路選択モデルと航空経路選択モデルの 2 つとする。

1) 鉄道経路選択モデル

鉄道経路選択モデルは、代表交通機関が鉄道の場合に鉄道経路毎の選択率を表すモデルであり、複数の鉄道経路が利用可能な OD について、各経路に需要を配分するために適用される。

2) 航空経路選択モデル

航空経路選択モデルは、代表交通機関が航空の場合、同一の OD 間（居住地から旅行先）における異なる航空路線の利用（選択）状況を表すモデルである。

⑦アクセス交通機関選択モデル

アクセス交通機関選択モデルについても、経路選択モデルと同様、鉄道駅アクセス交通機関選択モデルと空港アクセス交通機関選択モデルの2つとする。

1) 鉄道駅アクセス交通機関選択モデル

鉄道駅アクセス交通機関選択モデルは、代表交通機関が鉄道の場合、居住地から最初の優等列車乗車駅、及び最後の優等列車降車駅から旅行先までの交通機関の利用（選択）状況を表現するモデルである。

モデル構造は、「公共交通機関（優等列車以外の鉄道、幹線バス、フェリー・旅客船）」と「自動車」の2つの交通機関選択を表現するモデルである。

2) 空港アクセス交通機関選択モデル

空港アクセス交通機関選択モデルは、代表交通機関が航空の場合、居住地から出発空港、到着空港から旅行先までの交通機関の利用（選択）状況を表現するモデルである。

モデル構造は、「公共交通機関（鉄道、幹線バス、フェリー・旅客船）」と「自動車」の2つの交通機関選択を表現するモデルである。

(2) 需要推計モデルの詳細とパラメータ推定結果

①パラメータ推定結果の評価の考え方

1) パラメータの妥当性

・符号条件

符号条件は、説明変数の増減に対する被説明変数の動きが合理的な選択行動に合致しているか、という点から妥当性を判断する。例えば、時間に係るパラメータについては、目的地までの所要時間が増加すれば利用者の利便性を悪化させることとなるため“マイナス”、運行頻度については、その増加が利用者の利便性を高めるため“プラス”とする。

・t 値

t 値は、その絶対値が概ね 2.0 を超えることを目安に妥当と判断する。ただし、モデルによっては、説明変数の重要性に鑑み、2.0 未満でもモデルを採用する場合もある。

・時間価値

時間と費用に係るパラメータの比率で算定される時間価値は、これまでに全国幹線旅客純流動データを用いて作成された非集計ロジットモデルの事例等を踏まえ、3,000～6,000 円／時間であることを妥当性判断の目安とする。

・乗換回数と時間換算値

時間と乗換回数に係るパラメータの比率で算定される乗換回数の時間換算値は、これまでに全国幹線旅客純流動データを用いて作成された非集計ロジットモデルの事例等を踏まえ、10 分／回～40 分／回であることを妥当性判断の目安とする。

・ログサム変数のパラメータ

ログサム変数、すなわち下位レベルのサブモデルより規定されるアクセシビリティ指標に係るパラメータは、0.0～1.0 であることとする。

2) モデル全体の妥当性

- ・ 尤度比

尤度比については、0.2 以上を目安に妥当と判断する。

- ・ 的中率

的中率については、概ね 0.7 以上を目安に妥当と判断する。

- ・ 相関係数

実績値と再現値の相関係数は、0.7 以上を目安に妥当と判断する。

②空港アクセス交通機関選択モデル

空港アクセス交通機関選択モデルは、代表交通機関が航空の場合、居住地から出発空港、到着空港から旅行先までの交通機関の利用（選択）状況を表現するモデルである。

1) モデルの構造

モデル構造は、「公共交通機関（鉄道、幹線バス、フェリー・旅客船）」と「自動車」の2つの交通機関選択を表現するモデルである。

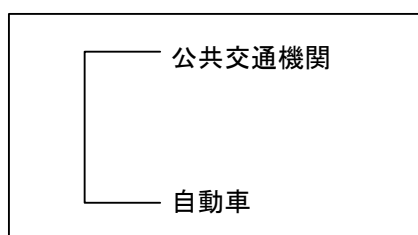


図 2-8 空港アクセス交通機関選択モデルの選択構造

$$P_{ijm} = \frac{\exp(V_{ijm})}{\sum_{n \in C_{ij}} \exp(V_{ijn})}$$

$$V_{ijm} = \sum_k \beta_{mk} \cdot X_{ijmk}$$

P_{ijm} : ゾーン i 、空港 j 間での空港アクセス交通機関 m の選択率

V_{ijm} : ゾーン i 、空港 j 間での空港アクセス交通機関 m を選択するときの効用

C_{ij} : ザーン i 、空港 j 間での利用可能な空港アクセス交通機関の集合

X_{ijmk} : ザーン i 、空港 j 間で空港アクセス交通機関 m を選択する場合の k 番目の交通サービス指標

β_{mk} : パラメータ

2) パラメータ推計結果

表 2-3 空港アクセス交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

	居住地モデル		旅行先モデル	
	選択肢	パラメータ	選択肢	パラメータ
アクセス時間 (分)	pc	-1.522417E-02 -22.5	pc	-1.512118E-02 -19.3
アクセス費用 (円)	pc	-2.335867E-04 -8.3	pc	-2.661927E-04 -11.3
公共交通ダミー	p	-9.975219E-01 -15.4	p	-2.613306E-01 -6.4
鉄道乗り入れダミー	p	6.938580E-01 7.1	p	9.239508E-01 15.9
羽田・成田・関空・伊丹 アクセスダミー	c	-1.565186E+00 -18.0	c	-1.465660E+00 -19.8
尤度比		0.41		0.36
的中率 (%)		86.0		78.3
時間評価値 (円/時)		3,911		3,408
公共交通ダミー時間換算値(分)		65.5		17.3
鉄道乗り入れダミー時間換算値(分)		45.6		61.1
羽田・成田・関空・伊丹 アクセスダミー時間換算値(分)		102.8		96.9
サンプル数		10,800		11,300

注：パラメータ欄 上段：パラメータ値、下段：t値、選択肢欄 p：公共交通、c：自動車

表 2-4 空港アクセス交通機関選択モデルの説明変数

変 数	機 関	説 明
所要時間 (分)	共通	空港アクセス所要時間 (居住地又は旅行先から空港までの所要時間であり、航空への乗り継ぎ時間は含まない)
費用 (円)	共通	空港アクセス費用
公共交通ダミー	公共	上記、2 変数では表現できない公共交通と自動車の利便性の差を表現するためのダミー変数
鉄道乗り入れダミー	公共	鉄道乗り入れ空港へアクセスする場合のダミー変数
羽田・成田・関空・伊丹ア クセスダミー	自動車	羽田空港・成田空港・関西空港・伊丹空港へアクセスする場合のダミー変数

③鉄道駅アクセス交通機関選択モデル

鉄道駅アクセス交通機関選択モデルは、代表交通機関が鉄道の場合、居住地から最初の優等列車乗車駅、及び最後の優等列車降車駅から旅行先までの交通機関の利用（選択）状況を表現するモデルである。

1) モデルの構造

モデル構造は、「公共交通機関（優等列車以外の鉄道、幹線バス、フェリー・旅客船）」と「自動車」の2つの交通機関選択を表現するモデルである。

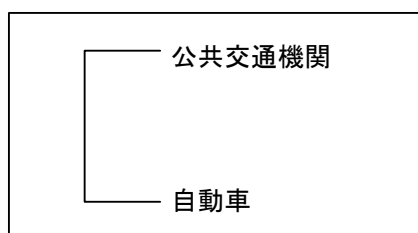


図 2-9 鉄道駅アクセス交通機関選択モデルの選択構造

$$P_{ijm} = \frac{\exp(V_{ijm})}{\sum_{n \in C_{ij}} \exp(V_{ijn})}$$

$$V_{ijm} = \sum_k \beta_{mk} \cdot X_{ijmk}$$

P_{ijm} : ゾーン*i*、駅*j*間での鉄道アクセス交通機関*m*の選択率

V_{ijm} : ゾーン*i*、駅*j*間での鉄道アクセス交通機関*m*を選択するときの効用

C_{ij} : ゾーン*i*、駅*j*間での利用可能なアクセス交通機関の集合

X_{ijmk} : ゾーン*i*、駅*j*間で鉄道アクセス交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

β_{mk} : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-5 鉄道駅アクセス交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

	居住地・旅行先モデル	
	選択肢	パラメータ
所要時間（分）	pc	-4.482654E-02 -16.8
費用（円）	c	-8.000268E-04 -8.4
公共交通ダミー	p	-1.368011E+00 -14.5
大都市圏駅自動車 ダミー	c	-3.067673E+00 -32.5
尤度比	0.27	
的中率（％）	88.5	
時間評価値（円／ 時）	3,362	
サンプル数	5,786	

注：パラメータ欄 上段：パラメータ値、下段：t値

選択肢欄 p：公共交通、c：自動車

注：大都市圏駅ダミーは駅が首都圏、中京圏、近畿圏内に存在する場合に設定

表 2-6 鉄道駅アクセス交通機関選択モデルの説明変数

変 数	機 関	説 明
所要時間（分）	共通	鉄道駅アクセス所要時間（居住地又は旅行先から鉄道駅までの所要時間であり、鉄道への乗り継ぎ時間は含まない）
費用（円）	自動車	鉄道駅アクセス費用
公共交通ダミー	公共	上記、2変数では表現できない公共交通と自動車の利便性の差を表現するためのダミー変数
大都市圏駅自動車ダミー	自動車	三大都市圏は、公共交通機関が充実していること、また、都市内渋滞や駐車場不足などから鉄道駅までのアクセス交通手段として自動車が敬遠されている傾向を表現するためのダミー変数

④航空経路選択モデル

航空経路選択モデルは、代表交通機関が航空の場合、同一の OD 間（居住地から旅行先）における異なる航空路線の利用（選択）状況を表すモデルである。

1) モデルの構造

航空経路選択モデルは、下位レベルの空港アクセス交通機関選択モデルより算定されるアクセシビリティ指標（ログサム変数）を説明変数の 1 つとするモデルである。

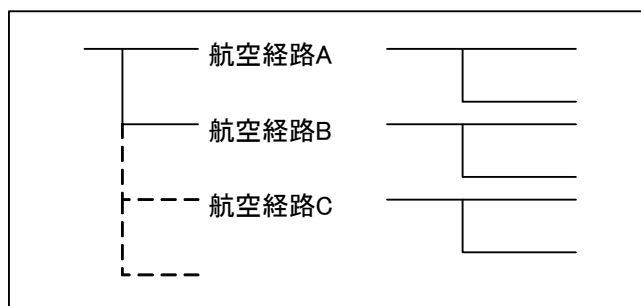


図 2-10 航空経路選択モデルの選択構造

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{n \in C_{ij}} \exp(V_{ijn})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijk} + \gamma \{ \text{Logsum}_{ijr1} + \text{Logsum}_{ijr2} \}$$

- P_{ijr} : ゾーン i 、 j 間での航空経路 r の選択率
 V_{ijr} : ゾーン i 、 j 間での航空経路 r を選択するときの効用
 C_{ij} : ゾーン i 、 j 間での利用可能な航空経路の集合
 X_{ijk} : ゾーン i 、 j 間で航空経路 r を選択する場合の k 番目の交通サービス指標
 Logsum_{ijr} : 空港アクセス選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標。
居住地側と旅行先側の空港アクセス（イグレス）利便性を表わす。
 β_{kr}, γ : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-7 航空経路選択モデルのパラメータ推定結果

	全目的 パラメータ
ラインホール所要時間（分）	-1.355656E-02 -8.1
ラインホール費用（円）	-1.708996E-04 -17.7
Ln（運航頻度（便/日））	8.523547E-01 30.3
アクセシビリティ指標	9.971190E-01 36
尤度比	0.21
的中率（%）	74.3
時間評価値（円/時）	4,759
サンプル数	6,560

注1： パラメータ欄 上段：パラメータ値、下段：t値

表 2-8 航空経路選択モデルの説明変数

説明変数	内 容	符号条件
ラインホール所要時間（分）	ラインホール乗車時間＋ラインホール乗継ぎ時間	－
ラインホール費用（円）	ラインホール費用	－
Ln（運行頻度）（便）	ラインホール区間の運行頻度 （複数路線を乗継ぐ場合は、少ない路線頻度を採用）	＋
アクセシビリティ指標（－）	空港アクセス交通機関選択モデルより求まる Logsum 値	＋

⑤ 鉄道経路選択モデル

鉄道経路選択モデルは、代表交通機関が鉄道の場合に鉄道経路毎の選択率を表すモデルであり、複数の鉄道経路が利用可能なODについて、各経路に需要を配分するために適用される。

1) モデルの構造

鉄道経路選択モデルは、下位レベルの鉄道駅アクセス交通機関選択モデルより算定されるアクセシビリティ指標（ログサム変数）を説明変数の1つとするモデルである。

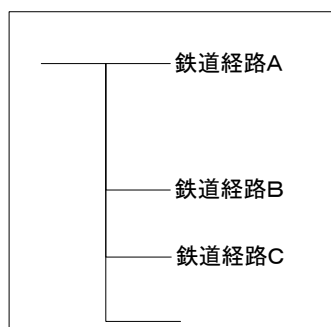


図 2-11 鉄道経路選択モデルの選択構造

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{n \in C_{ij}} \exp(V_{ijn})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijkkr} + \gamma \cdot \{ \text{Logsum}_{ijr1} + \text{Logsum}_{ijr2} \}$$

- P_{ijr} : ゾーン*i*、*j*間での鉄道経路*r*の選択率
- V_{ijr} : ゾーン*i*、*j*間での鉄道経路*r*を選択するときの効用
- C_{ij} : ゾーン*i*、*j*間での利用可能な鉄道経路の集合
- X_{ijkkr} : ゾーン*i*、*j*間で鉄道経路*r*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標
- Logsum_{ijr} : 鉄道駅アクセス交通機関選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標。居住地側と旅行先側の鉄道アクセス（イグレス）利便性を表わす。
- β_{kr}, γ : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-9 鉄道経路選択モデルのパラメータ推定結果

	全目的 パラメータ	
ラインホール所要時間 (分)	-1.926162E-02	-6.5
総費用 (円)	-2.480836E-04	-5.6
ラインホール乗換回数 (回)	-5.244339E-01	-8.4
ln (ラインホール運行頻度 (本/日))	7.244503E-01	5.9
アクセシビリティ指標	6.515866E-01	2.2
尤度比	0.59	
的中率 (%)	92.9	
時間評価値 (円/時)	4,658	
乗換回数時間換算値 (分/回) 注2	27.2	
運行頻度評価値 注3 (分/本)	1本→2本	26
	10本→11本	3.6
サンプル数	2,395	

注1: パラメータ欄 上段:パラメータ値、下段:t値

注2: 乗換回数時間換算値 (=乗換回数パラメータ÷所要時間パラメーター) 乗換回数1回に相当する所要時間

注3: 運行頻度評価値:運行頻度が変化したときの、その変化に相当する所要時間

運行頻度評価値 = (ln (with時の運行頻度) - ln (without時の運行頻度))

× 運行頻度パラメーター ÷ 所要時間パラメーター

表 2-10 鉄道経路選択モデルの説明変数

説明変数	内 容	符号条件
ラインホール所要時間 (分)	ラインホール乗車時間+ラインホール乗継ぎ時間	—
総費用 (円)	起終点間の総費用	—
乗換回数	ラインホール区間の乗換回数	—
ln (運行頻度 (本))	ラインホール区間の運行頻度 (複数路線を乗継ぐ場合は、少ない路線頻度を採用)	+
アクセシビリティ指標	居住地から優等列車に初乗車する駅までのアクセス 区間と、最後に優等列車を降車する駅から旅行先ま でのイグレス区間の鉄道駅アクセス交通機関連選択モ デルより求まる Logsum 値	+

⑥交通機関選択モデル

交通機関選択モデルは、「航空」、「鉄道」、「幹線バス」、「フェリー・旅客船」、「自動車」の利用（選択）状況を表すモデルである。

1) モデルの構造

交通機関選択モデルは、下位レベルの鉄道経路選択モデルおよび航空経路選択モデルより算定されるアクセシビリティ指標（ログサム変数）を説明変数の1とするモデルであり、レベル1とレベル2の2階層となっている。レベル1は、「航空」、「鉄道」、「幹線バス」、「フェリー・旅客船」の4つの公共交通機関の選択率を推計するモデルであり、レベル2は、「公共交通機関」と「自動車」の選択率を推計するモデルである。

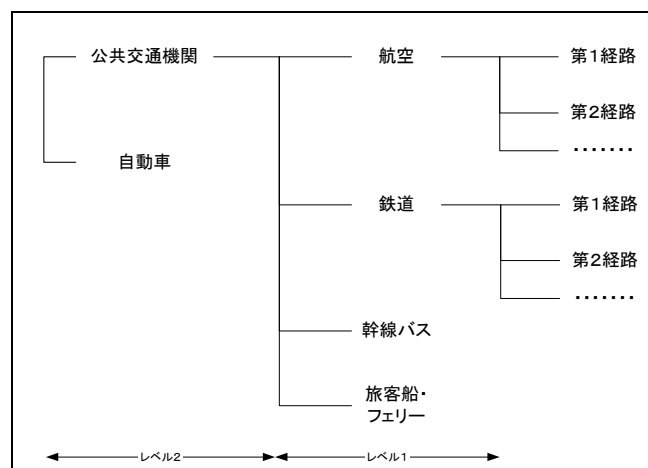


図 2-12 交通機関選択モデルの選択構造

[レベル1]

$$P_m1_{ijm} = \frac{\exp(V_m1_{ijm})}{\sum_{m \in c_m1_{ij}} \exp(V_m1_{ijm})}$$

$$V_m1_{ijm} = \sum_k \beta_m1_{mk} \cdot X_{ijmk} + \gamma_m1a \cdot \text{Logsum_m1}_{ij a} + \gamma_m1r \cdot \text{Logsum_m1}_{ij r}$$

$$\text{Logsum_m1}_{ijm(m=a \text{ 航空}, r \text{ 鉄道})} = \ln \left\{ \sum_{r \in c_r_{ij}} \exp(V_r_{ijr}) \right\}$$

P_m1_{ijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でのレベル1の交通機関*m*の選択確率

V_m1_{ijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m*を選択するときの効用

c_m1_{ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル1の交通機関の集合

X_{ijmk} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

$Logsum_m1_{ijm}$: 航空・鉄道の固有変数であるアクセシビリティ指標。

航空経路選択モデル、鉄道経路選択モデルから計算されるログサム変数。

$V_{r_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で航空または鉄道の経路*r*を選択するときの効用

$c_{r_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能な航空または鉄道の経路の集合

$\beta_{m1_{mk}}$ 、 γ_{m1a} 、 γ_{m1b} : パラメータ

[レベル2]

$$P_{m2_{ijm}} = \frac{\exp(V_{m2_{ijm}})}{\sum_{m \in c_{m2_{ij}}} \exp(V_{m2_{ijm}})}$$

$$V_{m2_{ijm}} = \sum_k \beta_{m2_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m2} \cdot Logsum_m2_{ijm}$$

$$Logsum_m2_{ijm(m=\text{公共交通機関})} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{m1_{ij}}} \exp(V_{m1_{ijm'}}) \right\}$$

$P_{m2_{ijm}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でのレベル2の交通機関*m*の選択確率

$V_{m2_{ijm}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択するときの効用

$c_{m2_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル2の交通機関の集合

X_{ijmk} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

$Logsum_m2_{ijm}$: レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標。レベル1から計算されるログサム変数。

$V_{m1_{ijm'}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m'*を選択するときの効用

$c_{m1_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル1の交通機関の集合

X_{ijmk} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

$\beta_{m2_{mk}}$ 、 γ_{m2} : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-11 交通機関選択モデルのパラメータ推定結果（レベル 1）

■機関選択レベル1

	業務目的		観光目的		私用目的	
	選択肢	パラメータ	選択肢	パラメータ	選択肢	パラメータ
総所要時間(分)	b, s	-1.559346E-02 -13.9	b, s	-1.345757E-02 -8.3	b, s	-1.355424E-02 -14.7
総費用(円)	b, s	-1.984751E-04 -2.8	b, s	-1.837949E-04 2.0	b, s	-2.174826E-04 -4.7
航空アクセシビリティ指標	a	9.270427E-01 21.1	a	9.542088E-01 13.0	a	9.705668E-01 17.8
鉄道アクセシビリティ指標	r	7.868014E-01 28.1	r	7.583464E-01 16.8	r	8.855925E-01 27.4
航空ダミー	a	-2.731449E+00 -11.7	a	-2.397238E+00 -6.4	a	-3.942922E+00 -13.0
新幹線利用ダミー	r	7.881438E-01 11.0	r	4.581944E-01 4.2	r	1.924460E-01 2.7
尤度比		0.83		0.60		0.34
的中率		88.8		88.2		90.1
時間評価値(円/時)		4,714		4,393		3,739
サンプル数		11,439		6,548		8,690

注1：パラメータ欄 上段：パラメータ値、下段：t値

選択肢欄 a：航空、r：鉄道、b：幹線バス、s：旅客船・フェリー

表 2-12 交通機関選択モデルの説明変数（レベル 1）

説明変数	内 容	符号条件
総所要時間（分）	起終点間の所要時間（分）	—
総費用（円）	起終点間の費用（円）	—
航空ダミー	選択肢が航空の場合 1、他は 0 のダミー変数	(特になし)
新幹線ダミー	設定する鉄道経路において、最短所要時間となる経路の ラインホール区間の全てを新幹線で移動する場合は 1、 他は 0 のダミー変数	+
航空アクセシビリティ指標	航空経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指 標	+
鉄道アクセシビリティ指標	鉄道経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指 標	+

表 2-13 交通機関選択モデルのパラメータ推定結果（レベル 2）

■機関選択レベル2

	業務目的		観光目的		私用目的	
	選択肢	パラメータ	選択肢	パラメータ	選択肢	パラメータ
総所要時間（分）	c	-1.426271E-02 -20.1	c	-1.086920E-02 -11.9	c	-1.596647E-02 -17.5
総費用（円）	c	-1.973854E-04 -7.7	c	-1.596687E-04 -4.8	c	-2.279029E-04 -6.5
公共アクセシビリティ指標	p	9.483413E-01 42.0	p	8.463963E-01 24.2	p	9.545411E-01 26.4
自動車ダミー	c	1.171804E+00 11.4	c	9.790375E-01 7.4	c	5.746265E-01 3.6
隣接府県自動車ダミー	c	1.286984E+00 8	c	1.469745E+00 7.0	c	1.987759E+00 11.6
尤度比		0.48		0.42		0.68
的中率		81.2		82.6		89.6
時間評価値（円/時）		4,335		4,084		4,203
サンプル数		18,371		8,241		15,493

注 1：パラメータ欄 上段：パラメータ値、下段：t値

選択肢欄 p：公共交通、c：自動車

表 2-14 交通機関選択モデルの説明変数（レベル 2）

説明変数	内 容	符号条件
総所要時間（分）	起終点間の所要時間（分）	—
総費用（円）	起終点間の費用（円）	—
公共アクセシビリティ指標	交通機関レベル 1 から計算されるアクセシビリティ指標	+
自動車ダミー	選択肢が自動車の場合 1、他は 0 のダミー変数	+
隣接府県自動車ダミー	起終点が隣接府県であり選択肢が自動車の場合 1、他は 0 のダミー変数	+

⑦旅行先選択モデル

旅行先選択モデルは、各居住地ゾーンからの旅行先の選択行動を、旅行先のポテンシャルと旅行先までの移動の利便性により評価するモデルである。

1) モデルの構造

旅行先選択モデルは、下位レベルの交通機関選択モデルより算定されるアクセシビリティ指標（ログサム変数）を説明変数の1とするモデルであり、推計単位は、目的別207ゾーン単位である。

$$P_{-d_{ij}} = \frac{\exp(V_{-d_{ij}})}{\sum_{j \in c_{-d_i}} \exp(V_{-d_{ij}})}$$

$$V_{-d_{ij}} = \sum_k \beta_{-d_k} \cdot X_{jk} + \gamma_{-d} \cdot \text{Logsum}_{-d_{ij}}$$

$$\text{Logsum}_{-d_{ij}} = \ln \left\{ \sum_{m \in c_{-2_{ij}}} \exp(V_{-m2_{ijm}}) \right\}$$

- $P_{-d_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*における旅行先ゾーン*j*の選択確率
 $V_{-d_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*において旅行先ゾーン*j*を選択するときの効用
 c_{-d_i} : 居住地ゾーン*i*から選択可能な旅行先ゾーンの集合
 X_{jk} : 居住地ゾーン*j*の*k*番目の魅力度指標
 $\text{Logsum}_{-d_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間のアクセシビリティ指標。
交通機関選択モデル（レベル2）から計算されるログサム変数。
 $V_{-m2_{ijm}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択するときの効用
 $c_{-m2_{ij}}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
 β_{-d_k} 、 γ_{-d} : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-15 旅行先選択モデルのパラメータ推定結果

	業務目的	観光目的	私用目的
アクセシビリティ指標	0.433 9.7	0.520 7.9	0.553 8.8
In（魅力度指標）	0.888 12.3	0.611 7.3	0.604 7.3
隣接県ダミー	0.465 1.9	0.385 1.3	0.436 1.3
相関係数	0.77	0.74	0.70
尤度比	0.34	0.34	0.41
サンプル数	204	195	192

注 1：上段：パラメータ 下段：t 値

注 2：サンプル数は、対象ゾーン数

表 2-16 旅行先選択モデルの説明変数

説明変数	内 容	符号条件
旅行先ゾーンの 魅力度指標	幹線旅客純流動データの年間データによる、ゾーン毎の集中量（1000 人／年）	+
隣接府県ダミー	選択肢である旅行先が当該府県と隣接していれば 1，そうでない場合は 0 のダミー変数	+
アクセシビリティ指標	交通機関選択モデルから算定されるアクセシビリティ指標	+

*：隣接府県ダミーは、府県（北海道は 4 地域に分割）境が接している場合に 1 とした。ただし、道南と青森のように県境が海となっている場合は隣接府県ダミーを付けない。

⑧発生モデル

発生モデルは、各居住地ゾーンからの発生量を推計するためのモデルである。下記⑨の生成モデルにより推計された生成量（純流動量）をコントロールトータルとして、各ゾーンの発生量を推計するモデルである。

なお、本調査における発生量は、居住地ベースとしており、推計単位は、目的別 50 府県単位である。

1) モデルの構造

発生モデルは、生成モデルに準拠し、人口指標、経済指標で説明するモデルとする。

$$\log(Q_i) = \alpha \times \log(POP_i) + \beta \times \log(GRP_i) + \gamma$$

Q_i : 居住ゾーン*i*の発生量（人／日）

POP_i : 居住ゾーン*i*の人口指標（1000 人）

[業務] 就業者数

[観光] 夜間人口

[私用] 夜間人口

GRP_{ik} : 居住ゾーン*i*の県内総生産（百万円）

α, β_k, γ : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-17 発生モデルのパラメータ推定結果

	業務目的	観光目的	私用目的
ln(県内総生産 (100 万円))	0.7329 2.0	0.5252 1.6	0.3121 0.6
ln (人口指標 (1000 人)) ※1	0.2791 0.7	0.3583 1.0	0.4025 0.5
北関東ダミー※2	0.4580 2.3	0.7087 3.6	1.0894 4.1
大都市圏ダミー※3	-	-0.1365 -0.9	-
首都圏ダミー※3	-0.4641 -1.9	-	-
中京圏ダミー※3	-0.6726 -3.2	-	-0.42 -1.3
近畿圏ダミー※3	-0.2139 -1.1	-	-0.2131 -0.8
大都市圏周辺ダミー※4	-	0.5479 -3.8	-
沖縄県ダミー	-1.3598 -4.1	-1.6943 -5.1	-2.1443 -4.3
切片	0.3000	1.7465	3.3834
相関係数	0.87	0.87	0.70

注：上段：パラメータ 下段：t 値

※1 人口指標：就業人口（業務目的）、夜間人口（観光・私用目的）

※2 北関東：茨城県、栃木県、群馬県

※3 大都市圏：首都圏（東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県）、中京圏（愛知県、岐阜県、三重県）、阪神圏（大阪府、京都府、兵庫県、奈良県）

※4 大都市圏周辺県ダミー：山梨県、静岡県、滋賀県、和歌山県、鳥取県、島根県

表 2-18 発生モデルの説明変数

説明変数	内 容	符号条件
ln(県内総生産)	県内総生産（100 万円、2010 年価格）を適用。	+
ln (人口指標)	人口指標（1000 人）として、業務目的では居住ゾーンの就業者数、観光および私用等目的では夜間人口を適用。	+

※北海道については、平成 10 年北海道内地域間産業連関表に基づき 4 地域（道北，道東，道央，道南）の粗付加価値額の比率により，道全体の総生産額を按分し適用した

⑨生成モデル

生成モデルは、国内幹線旅客の総流動量を予測するためのモデルである。なお、当該モデルは、平成 26 年 12 月に実施された統合モデルの WG 時に提出された結果を用いる。

モデル式は、以下のとおりである。

1) モデルの構造

【地域間生成量モデル式】

$$\log(Q_t) = \alpha \times \log(POP_t) + \beta \times \log(GDP_t) + \gamma_1 \times dum_{1990-95} + \gamma_2 \times dum_{2008}$$

Q_t : t 年の生成量（千人／年）

POP_t : t 年の全国の夜間人口（千人）

GDP_t : t 年のGDP（国内総生産）（10 億円）

$dum_{1990-95}$: 1990～1995 年は 1、これ以外のは 0

dum_{2008} : 2008 年は 1、これ以外のは 0

α, β, γ : パラメータ

2) パラメータ推定結果

表 2-19 生成モデルのパラメータ推定結果

	全目的
ln（人口指標（1000 人））	0.6828 1.91
ln(国内総生産（10 億円））	0.5014 1.56
1990 年～1995 年ダミー※1	-0.0909 -2.94
2008 年ダミー※2	-0.0343 -1.01

注：上段：パラメータ 下段：t 値

※1 ダミー変数：バブル前後の社会経済状況の構造変化を捉えた変数

※2 ダミー変数：リーマンショックによる社会経済状況の構造変化を捉えた変数

表 2-20 生成モデルの説明変数

説明変数	内 容	符号条件
l n（人口指標）	人口指標（1000 人）として、夜間人口を適用。	+
l n（国内総生産）	国内総生産（10 億円、2010 年価格）を適用。	+

2) 純流動量の算出

上記モデルを用いて、推計年次の総流動量を求める。更に、最新の国内幹線旅客純流動調査時における総流動量（推計値）に対する推計年次の総流動量の伸び率を求め、最新の国内幹線旅客純流動量(実績値)に当該伸び率を乗じて、推計年次の純流動量を算出する。

【純流動量の算出式】

推計年次の純流動量（推計値）

$$\begin{aligned}
 &= \text{最新の国内幹線旅客純流動調査時における純流動量（実績値）} \\
 &\times \text{推計年次の総流動量（推計値）} \\
 &\div \text{最新の国内幹線旅客純流動調査時における総流動量（推計値）}
 \end{aligned}$$

2-5 費用対便益の算出

(1) 費用対便益の基礎

①計測項目

本事後評価では、便益として利用者便益、供給者便益、環境等改善便益および残存価値の4つの項目を計測対象とする。また、費用として建設費投資額、車両費、維持改良費・再投資（車両費含む）の3つの項目を対象とする。

②基準年次

費用対便益分析を実施するための基準年次は2015年とする。

(2) 便益の算出

①利用者便益の算出

利用者便益は、消費者余剰法により計測する場合には「需要」と「一般化費用」によって決まる。

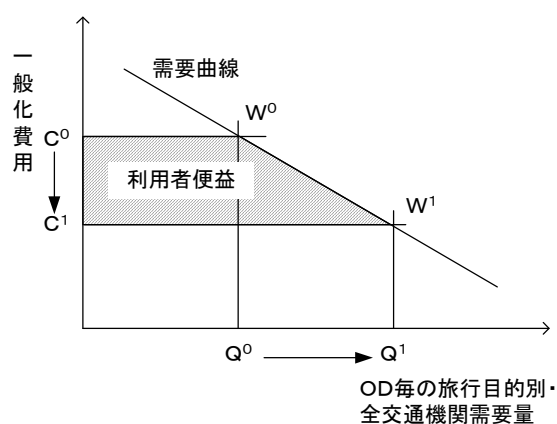


図 2-13 利用者便益の考え方

【消費者余剰法の計算式】

次式で OD 毎に旅行目的別の利用者便益を求める。

$$UB = 1/2 \times (Q^0 + Q^1) (C^0 - C^1)$$

ここで、

UB : OD 毎の旅行目的別利用者便益

添字 : 0 は without、1 は with

Q : OD 毎の旅行目的別・全交通機関需要量（人）

C : OD 毎の旅行目的別・全交通機関平均の一般化費用（円）

利用者便益は、旅行目的別 OD ペア別に算出し、それらの総和を求める。

なお、一般化費用は、需要推計モデルのうち、交通機関選択モデルから求められるログサム値を適用した。ログサム値は、地域（ゾーン間）間のアクセシビリティ（移動のしやすさ）を、所要時間、費用、運行頻度、乗り換え有無などの交通サービスにより表現される。

【一般化費用の計算式】

OD 毎の全交通機関平均の一般化費用＝交通機関選択モデルのログサム値÷ β

ここで、 β は交通機関選択モデルの費用パラメータである。

※ログサム値とは、OD 毎に全交通機関の総合的な利便性を表すものであり、交通機関選択モデルに説明変数（交通条件）を入力して算出される。なお、上式においてログサム変数を費用パラメータ β で除しているのは次元を円に合わせるためである。

②供給者便益の算出

供給者便益は、事業を実施した場合（with）と実施しない場合（without）との交通サービス供給者の利益の差として計測する。ここでの利益とは、物騰等を考慮せず基準年度価格で、営業収入と営業支出の差として算出された値を指している。

本検討では下記のように、全国の収益増加分から全国の営業費増加分を差し引いて、供給者便益を算出する。

$$\text{供給者便益} = \text{全国の収益増加分} - \text{営業費増加分}$$

1) 全国の収入増加分

全国の鉄道事業者の収益増加分は、需要推計による需要を基に収益増減額を算出した。また、運輸雑収入の増分を収益に加えて検討する。運輸雑収入は、「平成 24 年度 鉄道統計年報」（国土交通省鉄道局監修）より、JR6 社平均値を用いる。

2) 営業経費増加分

営業費を固定費、変動費に分類し、「平成 24 年度鉄道統計年報」（国土交通省鉄道局監修）より JR6 社の原単位を求めて、これらの原単位から営業費を推計する。

また、固定費は単位営業キロあたりとし、変動費は旅客人キロ当たりとする。また、第 3 セクター分についても同様に、別途原単位を設定する。

東北新幹線（八戸・新青森間）、九州新幹線（博多・新八代間）・・・JR6 社平均値
東北本線（八戸・青森間）・・・青い森鉄道株式会社

③環境等改善便益の算出

1) 計測項目

環境等改善便益として、道路交通事故減少便益、局所的環境改善便益（NO_x 排出量低減便益）、地球的環境改善便益（CO₂ 排出量低減便益）の3項目を計測する。

2) 道路交通事故減少便益

鉄道運行に掛かる事故の発生確率は道路交通と比較して極めて小さいため、道路交通による交通事故の損失額のみを計測対象とする。

本事後評価では、下記理由により高速道路についての改善便益の計測式を適用する。

- ・需要推計で沿道状況別／車線別／中央分離帯有無別を判別できないこと
- ・整備新幹線は幹線交通（足の長い距離で利用）であること
- ・高速道路利用を前提とする方が最も安全側の評価（改善便益額が少ないこと）

交通事故の損失額は「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局 都市・地方整備局、平成20年11月）に基づき計測する。

$$\text{交通事故損失額（千円／年）} = 360 \times \text{走行台キロ（千台・km／年）}$$

3) 局所的環境改善効果（NO_x 排出量低減便益）

鉄道運行に掛かる排出が道路交通の排出と比較して極めて微小と考えられるため、道路交通のみを計測対象とする。

NO_x の排出量は、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成10年6月）に基づき、車種（混入率）、走行速度別のパラメータおよび交通量を用いて計測する。

$$\begin{aligned} \text{NO}_x \text{ 排出量（g／km／日）} &= (\alpha \times \text{小型車混入率} + \beta \times \text{大型車混入率}) \\ &\quad \times \text{自動車交通量（台／日）} \\ \alpha、\beta &: \text{パラメータ} \end{aligned}$$

上記で算出されたNO_xの排出量をもとに、NO_xの貨幣換算原単位を用いて貨幣換算し、便益を算出する。なお、NO_xの貨幣換算原単位は非市街地平地部と想定する。

4) 地球的環境改善効果（CO₂ 排出量低減便益）

地球環境へ影響を与える要因であるため、全交通機関を計測対象として、交通機関毎に排出量を算出し、それらを合算して求める。

自動車の CO₂ 排出量は、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成 10 年 6 月）に基づき、車種（混入率）、走行速度別のパラメータおよび交通量を用いて計測する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g-c/km/日)} = (\alpha \times \text{小型車混入率} + \beta \times \text{大型車混入率}) \\ \times \text{自動車交通量 (台/日)}$$

α 、 β : パラメータ

その他交通機関からの CO₂ 排出量は、国土交通省ホームページの 2012 年度の輸送量あたり二酸化炭素の排出量（旅客）と輸送量から算出する。

【2012 年度輸送量あたりの二酸化炭素排出量】

航空：110g-CO₂/人キロ

鉄道：18g-CO₂/人キロ

④残存価値の算出

残存価値は、企業会計上で非償却資産に当たる用地、償却資産に当たる建設費、維持改良費・再投資に対応する資産を対象とし、計算期末に便益として計上する。

減価償却は、定額法（残存価値は初期投資の10%を仮定）により計算する。

用地関係費と建設費、車両費の残存価値は次のとおりとする。

- ・ 用地関係費： 取得費の65%を計算期末に計上。
- ・ 建設費（償却期間50年以上の費目）： 建設費の10%を計算期末に計上。
- ・ 建設費（償却期間50年未満の費目）： 建設費の全額※を計算期末に計上。
- ・ 車両費： 耐用年数を15年とし、計算期末の残存簿価を計上。

※建設費の償却期間50年未満の費目については、維持更新が適切に行われ資産価値は減少しないものとして建設費の全額を残存価値として計上している。

(3) 費用の算出

①建設投資額

建設費および用地関係費について整備区間に要した費用を計上する。ただし、消費税を除き、建設工事費デフレータを用いて平成 27 年度価格に統一する。

②維持改良費・再投資（車両費を含む）

整備区間及び関連線区の維持更新に必要な経費であり、整備区間では開業後 11 年目から発生することとしており、耐用年数 50 年未満のものを対象として、科目毎に 1 年当たりの費用を算出し、その合計値を年額として毎年計上する。なお、耐用年数 50 年以上のものは対象外とする。

各項目の 1 年当たりの費用は、次式に示すとおりであり、建設費からスクラップ価格として 10%を除き、耐用年数で割った金額とした。

$$\text{科目別維持更新費} = \text{科目別建設費} \times 90\% \div \text{耐用年数}$$

車両費は整備区間および関連線区で発生するものを計上し、車両更新年数は 15 年とした。

2－6 費用対便益算出結果

表 2-21 東北新幹線（八戸・新青森間）
「事業全体の投資効率性」の費用対便益分析結果

前提条件					
評価年次	平成 27 年度	開業年次	平成 23 年度	建設期間	平成 10 年度～ 平成 25 年度
社会的割引率	4%	時間評価値	77.6 円／分 (鉄道経路選択モデル：全目的)		
総便益・総費用の内訳 [平成 27 年度価格] 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		3,635 億円		
		時間短縮便益	3,128 億円		
		費用節減便益	-152 億円		
		利便性向上便益（乗換）	1,273 億円		
		利便性向上便益（頻度）	-614 億円		
	供給者便益		3,979 億円		
	環境便益		52 億円		
	残存価値		246 億円		
便益計		7,911 億円			
費用	建設投資額		6,658 億円		
		建設費	6,398 億円		
		用地関係費	261 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		552 億円		
	費用計		7,211 億円		

※利用者便益を求める際の一般化費用の算出にはログサム変数を用いており、利用者便益の内訳を直接的に算出できないため、条件を 1 個ずつ変更して便益を求め（時間短縮効果を算出する場合には、所要時間のみを変更して便益を算出）、それにより配分して算出した。

※端数四捨五入のため、便益計・費用計は内訳額の合計と一致しない場合がある。

表 2-22 評価指標値の算出結果 東北新幹線（八戸・新青森間）

① 費用便益比	B/C	=	7,911	／	7,211	=	1.097
② 純現在価値	NPV	=	7,911	-	7,211	=	700 [億円]
③ 経済的内部収益率	EIRR	=	4.5%				

年度		供用 年数	社会的割引率による 現在価値化の係数	利用者便益		供給者便益		環境便益		残存価値		便益 総計	費用総計	
				割引後		割引後		割引後		割引後		(割引後)	割引後	
H9	1997年度		2.026										0	0
H10	1998年度		1.948										26	52
H11	1999年度		1.873										111	208
H12	2000年度		1.801										182	328
H13	2001年度		1.732										200	346
H14	2002年度		1.665										265	441
H15	2003年度		1.601										375	601
H16	2004年度		1.539										471	725
H17	2005年度		1.480										477	706
H18	2006年度		1.423										600	853
H19	2007年度		1.369										613	839
H20	2008年度		1.316										653	859
H21	2009年度		1.265										395	500
H22	2010年度		1.217										144	176
H23	2011年度	1	1.170	145	170	159	186	2	2			359	45	52
H24	2012年度	2	1.125	145	164	159	179	2	2			345	22	25
H25	2013年度	3	1.082	145	157	159	173	2	2			332	2	2
H26	2014年度	4	1.040	145	151	160	166	2	2			319	0	0
H27	2015年度	5	1.000	145	145	160	160	2	2			307	0	0
H28	2016年度	6	0.962	145	140	160	154	2	2			296	0	0
H29	2017年度	7	0.925	146	135	160	148	2	2			284	0	0
H30	2018年度	8	0.889	146	129	160	142	2	2			273	0	0
H31	2019年度	9	0.855	146	124	160	137	2	2			263	0	0
H32	2020年度	10	0.822	146	120	160	132	2	2			253	0	0
H33	2021年度	11	0.790	145	115	160	126	2	2			243	27	21
H34	2022年度	12	0.760	145	110	159	121	2	2			233	27	21
H35	2023年度	13	0.731	144	106	159	116	2	1			223	27	20
H36	2024年度	14	0.703	144	101	158	111	2	1			214	27	19
H37	2025年度	15	0.676	144	97	158	107	2	1			205	72	48
H38	2026年度	16	0.650	143	93	158	102	2	1			197	27	18
H39	2027年度	17	0.625	143	89	157	98	2	1			189	27	17
H40	2028年度	18	0.601	143	86	157	94	2	1			181	27	16
H41	2029年度	19	0.577	142	82	156	90	2	1			174	27	16
H42	2030年度	20	0.555	142	79	156	87	2	1			166	27	15
H43	2031年度	21	0.534	141	75	155	83	2	1			159	27	15
H44	2032年度	22	0.513	140	72	153	79	2	1			151	27	14
H45	2033年度	23	0.494	139	68	152	75	2	1			144	27	13
H46	2034年度	24	0.475	137	65	151	71	2	1			138	27	13
H47	2035年度	25	0.456	136	62	149	68	2	1			131	27	12
H48	2036年度	26	0.439	135	59	148	65	2	1			125	27	12
H49	2037年度	27	0.422	134	57	147	62	2	1			119	27	11
H50	2038年度	28	0.406	133	54	145	59	2	1			114	27	11
H51	2039年度	29	0.390	132	52	144	56	2	1			108	27	11
H52	2040年度	30	0.375	131	49	143	54	2	1			103	72	27
H53	2041年度	31	0.361	130	47	141	51	2	1			98	27	10
H54	2042年度	32	0.347	129	45	140	49	2	1			94	27	9
H55	2043年度	33	0.333	128	43	139	46	2	1			89	27	9
H56	2044年度	34	0.321	127	41	137	44	2	1			85	27	9
H57	2045年度	35	0.308	126	39	136	42	2	1			81	27	8
H58	2046年度	36	0.296	124	37	135	40	2	1			77	27	8
H59	2047年度	37	0.285	123	35	133	38	2	0			74	27	8
H60	2048年度	38	0.274	122	34	132	36	2	0			70	27	7
H61	2049年度	39	0.264	121	32	131	34	2	0			67	27	7
H62	2050年度	40	0.253	120	30	129	33	2	0			64	27	7
H63	2051年度	41	0.244	120	29	129	32	2	0			61	27	7
H64	2052年度	42	0.234	120	28	129	30	2	0			59	27	6
H65	2053年度	43	0.225	120	27	129	29	2	0			57	27	6
H66	2054年度	44	0.217	120	26	129	28	2	0			54	27	6
H67	2055年度	45	0.208	120	25	129	27	2	0			52	72	15
H68	2056年度	46	0.200	120	24	129	26	2	0			50	27	5
H69	2057年度	47	0.193	120	23	129	25	2	0			48	27	5
H70	2058年度	48	0.185	120	22	129	24	2	0			47	27	5
H71	2059年度	49	0.178	120	21	129	23	2	0			45	27	5
H72	2060年度	50	0.171	120	21	129	22	2	0	1,438	246	289	27	5

表 2-23 九州新幹線（博多・新八代間）
「事業全体の投資効率性」の費用便益分析

前提条件					
評価年次	平成 27 年度	開業年次	平成 23 年度	建設期間	平成 10 年度～ 平成 25 年度
社会的割引率	4%	時間評価値	77.6 円／分 (鉄道経路選択モデル：全目的)		
総便益・総費用の内訳 [平成 27 年度価格] 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		15,767 億円		
		時間短縮便益	15,470 億円		
		費用節減便益	-5,184 億円		
		利便性向上便益（乗換）	3,971 億円		
		利便性向上便益（頻度）	1,510 億円		
	供給者便益		13,727 億円		
	環境便益		223 億円		
	残存価値		592 億円		
	便益計		30,308 億円		
費用	建設投資額		12,248 億円		
		建設費	10,809 億円		
		用地関係費	1,439 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		2,086 億円		
	費用計		14,334 億円		

※利用者便益を求める際の一般化費用の算出にはログサム変数を用いており、利用者便益の内訳を直接的に算出できないため、条件を 1 個ずつ変更して便益を求め（時間短縮効果を算出する場合には、所要時間のみを変更して便益を算出）、それにより配分して算出した。

※端数四捨五入のため、便益計・費用計は内訳額の合計と一致しない場合がある。

表 2-24 評価指標値の算出結果 九州新幹線（博多・新八代間）

① 費用便益比	B/C	=	30,308	／	14,334	=	2.114
② 純現在価値	NPV	=	30,308	-	14,334	=	15,974 [億円]
③ 経済的内部収益率	EIRR	=	8.8%				

年度		供用 年数	社会的割引率による 現在価値化の係数	利用者便益		供給者便益		環境便益		残存価値		便益 総計	費用総計	
				割引後		割引後		割引後		割引後		(割引後)	割引後	
H9	1997年度		2.026										0	0
H10	1998年度		1.948										26	51
H11	1999年度		1.873										94	176
H12	2000年度		1.801										136	244
H13	2001年度		1.732										297	515
H14	2002年度		1.665										286	476
H15	2003年度		1.601										510	817
H16	2004年度		1.539										831	1,279
H17	2005年度		1.480										928	1,374
H18	2006年度		1.423										935	1,330
H19	2007年度		1.369										1,057	1,446
H20	2008年度		1.316										1,213	1,597
H21	2009年度		1.265										1,508	1,908
H22	2010年度		1.217										1,166	1,419
H23	2011年度	1	1.170	609	713	537	629	9	10			1,351	96	112
H24	2012年度	2	1.125	611	687	538	605	9	10			1,302	56	63
H25	2013年度	3	1.082	612	662	539	583	9	9			1,254	10	11
H26	2014年度	4	1.040	613	638	540	562	9	9			1,209	0	0
H27	2015年度	5	1.000	615	615	541	541	9	9			1,164	0	0
H28	2016年度	6	0.962	616	593	542	521	9	8			1,122	0	0
H29	2017年度	7	0.925	618	571	543	502	9	8			1,081	0	0
H30	2018年度	8	0.889	619	550	543	483	9	8			1,041	0	0
H31	2019年度	9	0.855	621	530	544	465	9	8			1,003	0	0
H32	2020年度	10	0.822	622	511	545	448	9	7			966	0	0
H33	2021年度	11	0.790	622	491	545	430	9	7			929	57	45
H34	2022年度	12	0.760	622	472	544	414	9	7			893	57	43
H35	2023年度	13	0.731	621	454	544	397	9	6			858	57	42
H36	2024年度	14	0.703	621	436	543	382	9	6			824	57	40
H37	2025年度	15	0.676	621	420	543	367	9	6			792	525	355
H38	2026年度	16	0.650	621	403	542	352	9	6			761	57	37
H39	2027年度	17	0.625	621	388	542	338	9	5			732	57	36
H40	2028年度	18	0.601	621	373	541	325	9	5			703	57	34
H41	2029年度	19	0.577	620	358	541	312	9	5			676	57	33
H42	2030年度	20	0.555	620	344	541	300	9	5			649	57	32
H43	2031年度	21	0.534	617	329	537	287	9	5			620	57	30
H44	2032年度	22	0.513	613	315	533	274	9	4			593	57	29
H45	2033年度	23	0.494	609	301	529	261	9	4			566	57	28
H46	2034年度	24	0.475	606	288	525	249	9	4			541	57	27
H47	2035年度	25	0.456	602	275	522	238	9	4			517	57	26
H48	2036年度	26	0.439	599	263	518	227	8	4			494	57	25
H49	2037年度	27	0.422	595	251	514	217	8	4			471	57	24
H50	2038年度	28	0.406	591	240	510	207	8	3			450	57	23
H51	2039年度	29	0.390	588	229	506	198	8	3			430	57	22
H52	2040年度	30	0.375	584	219	503	189	8	3			411	525	197
H53	2041年度	31	0.361	581	209	499	180	8	3			392	57	21
H54	2042年度	32	0.347	577	200	495	172	8	3			375	57	20
H55	2043年度	33	0.333	573	191	491	164	8	3			358	57	19
H56	2044年度	34	0.321	570	183	487	156	8	3			342	57	18
H57	2045年度	35	0.308	566	175	484	149	8	2			326	57	18
H58	2046年度	36	0.296	563	167	480	142	8	2			311	57	17
H59	2047年度	37	0.285	559	159	476	136	8	2			297	57	16
H60	2048年度	38	0.274	555	152	472	129	8	2			284	57	16
H61	2049年度	39	0.264	552	145	468	123	8	2			271	57	15
H62	2050年度	40	0.253	548	139	464	118	8	2			259	57	14
H63	2051年度	41	0.244	548	134	464	113	8	2			249	57	14
H64	2052年度	42	0.234	548	128	464	109	8	2			239	57	13
H65	2053年度	43	0.225	548	123	464	105	8	2			230	57	13
H66	2054年度	44	0.217	548	119	464	101	8	2			221	57	12
H67	2055年度	45	0.208	548	114	464	97	8	2			213	525	109
H68	2056年度	46	0.200	548	110	464	93	8	2			204	57	11
H69	2057年度	47	0.193	548	106	464	89	8	1			197	57	11
H70	2058年度	48	0.185	548	102	464	86	8	1			189	57	11
H71	2059年度	49	0.178	548	98	464	83	8	1			182	57	10
H72	2060年度	50	0.171	548	94	464	80	8	1	3,457	592	766	57	10

3. 事業による効果・影響

3-1 経済波及効果の算出方法

東北新幹線（八戸・新青森間）、九州新幹線（博多・新八代間）に係る経済波及効果については、「都道府県間産業連関表」、「全国幹線旅客純流動調査」等のデータを基に空間的応用一般均衡（SCGE：Spatial Computable General Equilibrium）モデルを構築する。

本モデルに新幹線を整備する場合（with）、新幹線を整備しない場合（without）の交通サービスデータを入力し、地域別・産業別の生産額変化を推計する。

3-2 空間的応用一般均衡モデル（SCGE モデル）の概要

（1）モデルの概要

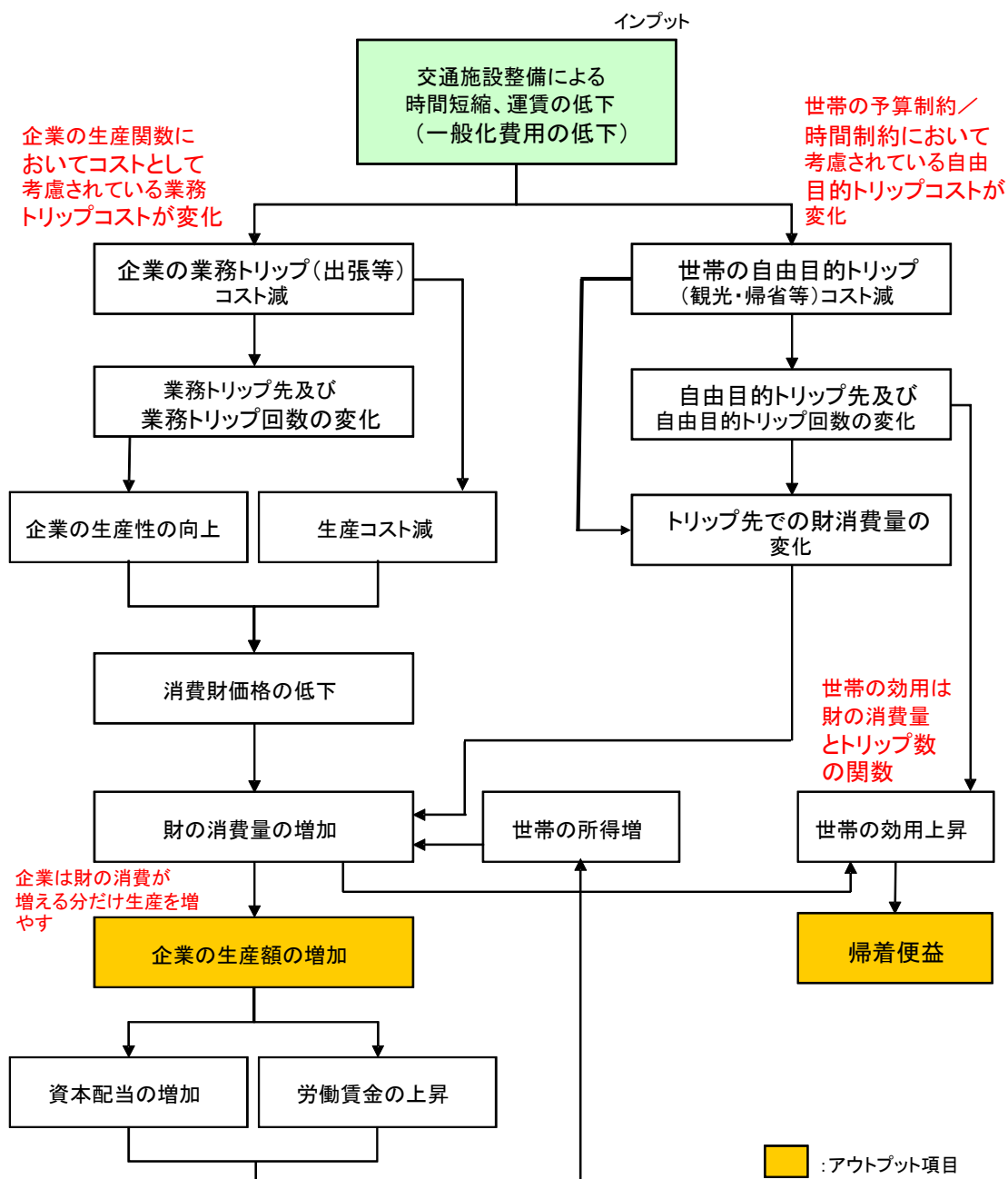
一般均衡とは、「全ての市場において『需要』＝『供給』が成立し、市場価格が決定される」という均衡状態を表現する概念である。空間的応用一般均衡（SCGE：Spatial Computable General Equilibrium）モデルは、この概念を応用し、複数地域を対象に、複雑に相互依存する経済主体の間を連鎖的に波及する経済効果について把握するために考案された分析手法である。

交通整備は一般化交通費用を低下させ、企業における中間投入財の輸送コスト（貨物輸送）を変化させるとともに、世帯における観光・自由トリップを変化させる。企業は輸送コストが減少することで生産性が向上すると仮定し、世帯は一般財と同様、自由トリップをおこなうことでも効用水準を増加させることができると仮定する。

ここでは、企業の貨物輸送と世帯の観光・自由トリップを明示した空間的応用一般均衡モデルの構築をおこなう。まず、本モデルが対象とする経済の全体構造を示し、モデル構築に際しての各経済主体（企業、世帯、貨物運輸企業、旅客運輸企業）の仮定を説明する。つぎに、各経済主体の行動において貨物輸送と観光・自由トリップを明示した定式化をおこなう。それら各々の最適化行動の結果、得られる需要と供給が均衡する条件より均衡価格が決定し、生産財価格、世帯の効用水準等が決定できることを示す。さらに、対象プロジェクトの整備前後の変化から社会的便益が求められることを示す。

ここでの着目点は、企業、世帯、貨物運輸企業、旅客運輸企業における貨物輸送および観光・自由トリップをとり込む考え方、また、世帯における世帯生産関数の概念を導入することにより、旅行先の財消費量が内生的に決まるところにある。さらに、交通と交通以外の財の代替関係が考慮されているので、誘発される交通需要や目的地での最終需要が計測できることに注目する。

(2) モデルのフロー図



(3) モデルの定式化

モデル構築に際して以下のような仮定をおく。

- 1) S 個に分割され、かつ閉じた国土空間を考える。
- 2) 経済主体は各地域毎に企業、世帯、旅客交通企業、貨物交通企業の 4 主体より構成されている。各地域の各産業（アクティビティベース）毎に企業が 1 つ存在する。また、世帯・旅客運輸企業・貨物運輸企業は各地域毎に 1 つ存在する。
- 3) 社会は長期的均衡状態にある。
- 4) 各経済主体の行動原理は以下のように仮定する。

(a) 世帯

企業に生産要素（労働、資本）を提供し対価を受け取り、各地域で生産される財・サービス、トリップ投入型消費の合成財（交通サービス、レクリエーション時間、旅行先での財・サービスの合成財）を消費することにより、効用を最大化する。

(b) 企業

自地域及び他地域で生産された中間投入財と、自地域の世帯から提供される労働、資本、および業務トリップを生産要素として、財を生産し、利潤を最大化する。

(c) 旅客交通企業

自地域の世帯からの資本、労働を生産要素として、旅客交通サービスを生産し、世帯・企業に対して提供することにより、利潤を最大化する。超過利潤は世帯に分配される。

(d) 貨物交通企業

輸送する財・サービスの一部をマージンとして投入して交通サービスを産出し、自地域で生産された財・サービスを自地域および他地域の企業および世帯に向けて輸送する。

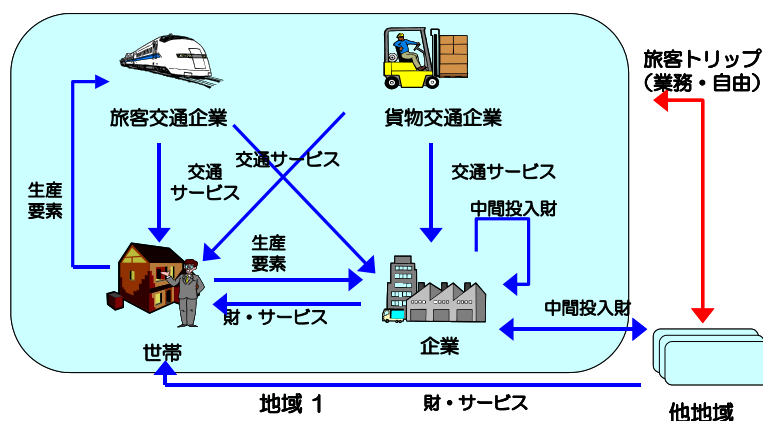


図 3-1 SCGE モデルの全体構造

また、以下のように変数を設定する。

$s \in \mathbf{S} = \{1, \dots, s, \dots, S\}$: 地域を表すラベル

$i \in \mathbf{I} = \{1, \dots, i, \dots, I\}$: 財の種類を表すラベル

$k \in \mathbf{K} = \{1, \dots, k, \dots, K\}$: 投入要素の種類を表すラベル

①企業の行動モデル

地域 s に立地し財 i を生産する企業は、自・他地域で生産された中間投入財 x_{ii}^s と自地域の世帯から提供される労働力、資本により構成される生産要素 f_{ki}^s を投入して、(a.) 式に示すような生産関数構造を用いて商品 Q_i^s を生産するとする（レベル1）。

ここで、各産業から購入する中間投入財 x_{ii}^s は、自・他地域から購入する各産業の財 x_{ii}^{rs} の合成財として表現される（レベル2）。また、付加価値 VA_i^s は、自地域の世帯から提供される労働 f_{li}^s ・資本 f_{2i}^s 、および業務トリップ f_{3i}^s の合成財として表現される（レベル3）。

ここで、レベル2において、企業が自・他地域から財を購入する際に、企業は財の生産地の価格ではなく、生産地の価格に物流コスト等によるマージンを加えた消費地価格で財を購入しなければならない。

さらに、レベル4、5においては、生産要素として業務トリップを投入する必要がある、そのために交通費用および時間費用を支出する必要がある。

【レベル1】

財の中間投入、付加価値の投入を表現するレベルであり、以下のようにレオンチェフ型生産関数で定式化する。

$$Q_i^s = \min \left[\frac{VA_i^s}{a_{vi}^s}, \frac{X_{ii}^s}{a_{ii}^s}, \dots, \frac{X_{ii}^s}{a_{ii}^s}, \dots, \frac{X_{ii}^s}{a_{ii}^s} \right] \quad (a.)$$

VA_i^s : 付加価値関数
 X_{ii}^s : 中間投入合成財（自他地域から移入される財の合成財）
 a_{ii}^s : 投入係数
 a_{vi}^s : 付加価値係数

【レベル2】

地域間の交易を表現するレベルであり、以下のように CES 型関数で定式化を行う。

$$\min_{X_{ii}^{rs}} \sum_{r \in R} P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) X_{ii}^{rs}$$

$$\text{s.t. } X_{ii}^s = \phi_{2ii}^s \left[\sum_{r \in R} \delta_{ii}^{rs} X_{ii}^{rs} \frac{\sigma_{2i}-1}{\sigma_{2i}} \right]^{\frac{\sigma_{2i}}{\sigma_{2i}-1}} \quad (b.)$$

τ_i^{rs} : i' 産業の財を r 地域から s 地域へ輸送する際の輸送マージン
 P_i^r : 生産地価格（ r 地域・ i' 産業の生産財）

- X_{ii}^{rs} : r 地域・ i 産業から s 地域・ i 産業へ輸送される財
 δ_{ii}^{rs} : 分配パラメータ
 ϕ_{2ii}^s : 効率パラメータ
 σ_{2i} : 代替パラメータ

また、輸送マージンは地域間のアクセシビリティ指標の関数として、以下のように設定する。

$$\tau_i^{rs} = \alpha_i t^{rs} \quad (c.)$$

α_i : 輸送マージンに関するパラメータ
 t^{rs} : 地域間アクセシビリティ指標

【レベル3】

生産要素（労働、資本）の投入を表現するレベルであり、以下のように CES 型関数で定式化を行う。

$$VA_i^s = \phi_{ii}^s \left[\sum_{k \in K} \delta_{ki}^s f_{ki}^s \frac{\sigma_{ii}-1}{\sigma_{ii}} \right]^{\frac{\sigma_{ii}}{\sigma_{ii}-1}} \quad (d.)$$

ϕ_{ii}^s : 効率パラメータ
 δ_{ki}^s : 分配パラメータ ($0 < \delta_{ki}^s < 1$)
 σ_{ii} : 代替パラメータ

これらの式より、付加価値 1 単位あたりの生産要素需要 cf_{ki}^s が以下のように求まる。

$$cf_{ki}^s = \frac{f_{ki}^s}{VA_i^s} = \phi_{ii}^{s-1} \delta_{ki}^s \sigma_{ii} w_k^{s-\sigma_{ii}} \left[\sum_{k' \in K} \delta_{k'i}^s \sigma_{ii} w_{k'}^{s-1-\sigma_{ii}} \right]^{\frac{\sigma_{ii}}{1-\sigma_{ii}}} \quad (e.)$$

ただし、 w_k^s : 生産要素価格

ここで、 $k=1$: 労働力、 $k=2$: 資本財、 $k=3$: 業務トリップとする。

これらの式より、中間投入合成財 1 単位あたりの各地域からの移入財需要 cX_{ii}^{rs} が以下のように求まる。

$$cX_{ii}^{rs} = \frac{X_{ii}^{rs}}{X_{ii}^s} = \phi_{2ii}^{s-1} \delta_{ii}^{rs \sigma_{2i}} \left[P_i^r (1 + \alpha_i t^{rs}) \right]^{-\sigma_{2i}} \left[\sum_{r' \in R} \delta_{ii}^{r's \sigma_{2i}} \left[P_i^{r'} (1 + \alpha_i t^{r's}) \right]^{1-\sigma_{2i}} \right]^{\frac{\sigma_{2i}}{1-\sigma_{2i}}} \quad (f.)$$

【レベル４、５】

次に、業務交通による生産投入要素は各地域への業務交通合成財の関数として表現され、その選択行動は以下の最小化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{x_{s'i}^s} \quad & \sum_{s' \in \mathbf{S}} p_{s'i}^s x_{s'i}^s \\ \text{s.t.} \quad & f_{3i}^s = \phi_{2i} \left[\sum_{s' \in \mathbf{S}} A_{s'i}^s x_{s'i}^s \frac{\sigma_{2i}-1}{\sigma_{2i}} \right]^{\frac{\sigma_{2i}}{\sigma_{2i}-1}} \end{aligned} \quad (\text{g.})$$

ただし、

- $p_{s'i}^s$: $s'(\in \mathbf{S})$ までの交通合成財の価格
- $x_{s'i}^s$: s' までの業務交通合成財
- $A_{s'i}^s$: 目的地選択に関するシェアパラメータ
- ϕ_{2i} : 効率パラメータ
- σ_{2i} : 代替パラメータ

また、業務交通合成財は交通手段別業務交通量の関数として表現され、その選択行動は以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} x_{s'i}^s = \max \quad & \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \left(\gamma_{s'}^{s,aB} \right)^{\frac{1}{\sigma_{3i}}} \left(x_{s'i}^{s,a} \right)^{\frac{\sigma_{3i}-1}{\sigma_{3i}}} \right]^{\frac{\sigma_{3i}}{\sigma_{3i}-1}} \\ \text{s.t.} \quad & x_{s'i}^s p_{s'i}^s = \sum_{a \in \mathbf{A}} \left(p_{s'}^{s,a} + w_1^s t_{s'}^{s,a} \right) x_{s'i}^{s,a} \end{aligned} \quad (\text{h.})$$

ただし、

- $p_{s'}^{s,a}$: $s'(\in \mathbf{S})$ までの交通手段 a による交通費用
- $t_{s'}^{s,a}$: s' までの交通手段 a による所要時間
- $x_{s'i}^{s,a}$: s' までの交通手段 a の業務交通量
- $\gamma_{s'}^{s,aB}$: 交通機関選択に関するシェアパラメータ
- σ_{3i} : 代替パラメータ

上記の最大化問題をラグランジュ未定乗数法を用いて解くと、以下のように交通手段別需要関数とその価格が求まる。

$$x_{s'i}^{s,a} = \frac{\left(p_{s'}^{s,a} + w_1^s t_{s'}^{s,a} \right)^{-\sigma_{3i}} \gamma_{s'}^{s,aB} x_{s'i}^s p_{s'i}^s}{\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s,aB} \left(p_{s'}^{s,a} + w_1^s t_{s'}^{s,a} \right)^{1-\sigma_{3i}}} \quad (\text{i.})$$

$$p_{s'i}^s = \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aB} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\sigma_{3i}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{3i}}} \quad (\text{j.})$$

上式より、業務交通 1 単位あたりの各地域への業務交通需要 $cx_{s'i}^s$ が以下のように求まる。

$$cx_{s'i}^s = \frac{x_{s'i}^s}{f_{3i}^s} = \phi_{2i}^{-1} A_{s'i}^{s, \sigma_{2i}} \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aB} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\sigma_{3i}} \right]^{\frac{-\sigma_{2i}}{1-\sigma_{3i}}} \times \left[\sum_{s'' \in \mathbf{S}} A_{s''i}^{s, \sigma_{2i}} \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aB} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\sigma_{3i}} \right]^{\frac{1-\sigma_{2i}}{1-\sigma_{3i}}} \right]^{\frac{\sigma_{2i}}{1-\sigma_{2i}}} \quad (\text{k.})$$

さらに、そのときの業務交通 1 単位あたりの費用は業務交通の生産要素価格 w_3^s と等しくなり、以下のように求まる。

$$w_3^s = \sum_{s' \in \mathbf{S}} \sum_{i \in \mathbf{I}} \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aB} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\sigma_{3i}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{3i}}} cx_{s'i}^s \quad (\text{l.})$$

ここで、企業の技術は規模に関して収穫一定であるため、企業の提供する生産財の価格は、単位生産量あたりの生産費用に等しい水準となる。すなわち、以下の式が成立する。

$$p_i^s = a_{vi}^s \sum_{k=1,2,3} w_k^s c f_{ki}^s + \sum_{i' \in \mathbf{I}} \left[\sum_{r \in \mathbf{R}} P_{i'}^r (1 + \alpha_{i'} t^{rs}) c X_{i'i}^{rs} \right] a_{i'i}^s \quad (\text{m.})$$

すなわち、生産財価格が上式を満たしている場合、全ての企業において超過利潤が発生しない。

②世帯の行動モデル

地域 s の世帯は、自地域に立地する企業に生産要素を提供することにより所得を得る。

その所得によって規定される予算制約内において、各地域で生産される財・サービス

の合成財 d_i^s 、トリップ投入型消費（観光を表現する）の合成財 z^s を消費する（レベル 1）。

レベル 2-1 では、財・サービスの購入先を選択する。また、レベル 2-2 では、トリップ投入型消費の目的地（観光の目的地） $z_{s'}^s$ を選択する。レベル 3 ではトリップ投入型

消費において、費用を交通サービス $x_{s'h}^s$ の購入費用とそれ以外の費用（レクリエーション合成財 $R_{s'}^s$ ）にどれだけ割り振るかを決定する。レベル 4 では、レクリエーション消費 $R_{s'}^s$ において、費用を旅行先での財消費 $d_{is'}^s$ （土産物の購入など）と余暇時間の消費 $t_{s'R}^s$ にどれだけ割り振るかを決定する。

【レベル 1】

各財とトリップ投入型消費の合成財の消費を表現するレベルであり、以下のように CES 型関数で定式化する。

$$\begin{aligned}
 V^s = \max & \left[\sum_{i \in I} \left(\gamma_{li}^s \right)^{\frac{1}{\rho_1}} \left(d_i^s \right)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} + \left(\gamma_{lZ}^s \right)^{\frac{1}{\rho_1}} \left(Z^s \left(d_{s'i}^s, x_{s'h}^s, t_{s'R}^s \right) \right)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} \right]^{\frac{\rho_1}{\rho_1-1}} \\
 \text{s.t. } & \sum_{i \in I} P_{hi}^s d_i^s + \sum_{s' \in S} \sum_{i \in I} P_{is'}^s d_{is'}^s + \sum_{s' \in S} p_{s'}^s x_{s'h}^s = \sum_{k=1,2} w_k^s F_k^s + \pi_0^s \\
 & T^s = F_1^s + \sum_{s' \in S} t_{s'}^s x_{s'h}^s + \sum_{s' \in S} t_{s'R}^s
 \end{aligned} \tag{n.}$$

V^s : 間接効用関数
 γ_{li}^s : 最終需要に関するシェアパラメータ
 γ_{lZ}^s : トリップ投入型消費の合成財に関するシェアパラメータ
 P_{hi}^s : 財・サービスの合成財価格
 ρ_1 : 消費財の代替弾力性
 F_k^s : 世帯が所有する生産要素（労働、資本） $k=1,2$
 T^s : 世帯の総利用可能時間
 π_0^s : 旅客交通企業からの分配所得

なお、制約条件の第一式は所得制約、第二式は時間制約を現している。これらは一般化価格での制約条件として以下のようにまとめることができる。

$$\begin{aligned}
& \sum_{i \in \mathbf{I}} P_{hi}^s d_i^s + \sum_{s \in \mathbf{S}} \sum_{i \in \mathbf{I}} P_i^{s'} d_{is'}^s + \sum_{s' \in \mathbf{S}} \left((p_{s'}^s + w_1^s t_{s'}^s) x_{s'h}^s + t_{s'R}^s \right) \\
& = w_1^s T^s + w_2^s F_2^s + \pi_0^s
\end{aligned} \tag{o.}$$

これらの式より、各財の需要関数が以下のように求まる。

$$\begin{aligned}
Z^s &= \frac{\gamma_{1Z}^s I}{P_Z^{s\rho_1} \left(\sum_{i \in \mathbf{I}} \gamma_{1i}^s P_{hi}^{s^{1-\rho_1}} + \gamma_{1Z}^s P_Z^{s^{1-\rho_1}} \right)} = \frac{\gamma_{1Z}^s (w_1^s T^s + w_2^s F_2^s + \pi_0^s)}{P_Z^{s\rho_1} \left(\sum_{i \in \mathbf{I}} \gamma_{1i}^s P_{hi}^{s^{1-\rho_1}} + \gamma_{1Z}^s P_Z^{s^{1-\rho_1}} \right)} \\
d_i^s &= \frac{\gamma_{1i}^s I}{P_{hi}^{s\rho_1} \left(\sum_{i \in \mathbf{I}} \gamma_{1i}^s P_{hi}^{s^{1-\rho_1}} + \gamma_{1Z}^s P_Z^{s^{1-\rho_1}} \right)} = \frac{\gamma_{1i}^s (w_1^s T^s + w_2^s F_2^s + \pi_0^s)}{P_{hi}^{s\rho_1} \left(\sum_{i \in \mathbf{I}} \gamma_{1i}^s P_{hi}^{s^{1-\rho_1}} + \gamma_{1Z}^s P_Z^{s^{1-\rho_1}} \right)}
\end{aligned} \tag{p.}$$

ただし、

P_Z^s : トリップ投入型消費の合成財価格

【レベル 2－1】

財・サービスの購入先を表現するレベルであり、下式のように CES 型関数で定式化する。

$$\begin{aligned}
d_i^s &= \max_{d_i^{rs}} \left\{ \sum_{r \in R} \left(\gamma_{21}^{rs} \right)^{\frac{1}{\rho_{21}}} \left(d_i^{rs} \right)^{\frac{\rho_{21}-1}{\rho_{21}}} \right\}^{\frac{\rho_{21}}{\rho_{21}-1}} \\
\text{s.t. } P_{hi}^s d_i^s &= \sum_{r \in R} P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) d_i^{rs} \\
\gamma_{21}^{rs} &: \text{購入地選択に関するシェアパラメータ} \\
\rho_{21} &: \text{代替パラメータ}
\end{aligned} \tag{q.}$$

これらの式より各地域からの財・サービスの需要量 d_i^{rs} が以下のように求まる。

$$d_i^{rs} = \frac{\gamma_{21}^{rs} P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) d_i^s}{\left\{ P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) \right\}^{\rho_{21}} \sum \gamma_{21}^{rs} \left\{ P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) \right\}^{1-\rho_{21}}} \tag{r.}$$

さらに、この最適化条件に付随するラグランジュ乗数より、各地域の財・サービスの合成財価格 P_{hi}^s が以下のように求まる。

$$P_{hi}^s = \left[\sum_{r \in R} \gamma_{21}^{rs} \left\{ P_i^r (1 + \tau_i^{rs}) \right\}^{(1-\rho_{21})} \right]^{\frac{1}{1-\rho_{21}}} \tag{s.}$$

【レベル２－２】

トリップ投入型の合成財をどこで消費するか、という目的地選択を表現するレベルであり、下式のように CES 型関数で定式化する。

$$Z^s = \max_{z_{s'}^s} \left\{ \sum_{s' \in S} \left(\gamma_{22s'}^s \right)^{\frac{1}{\rho_2}} \left(z_{s'}^s \right)^{\frac{\rho_{22}-1}{\rho_{22}}} \right\}^{\frac{\rho_{22}}{\rho_{22}-1}} \quad (t.)$$

$$\text{s.t. } P_Z^s Z^s = \sum_{s' \in S} P_{s'z}^s z_{s'}^s$$

$\gamma_{2s'}^s$: 目的地選択に関するシェアパラメータ
 $P_{s'z}^s$: 地域毎のトリップ投入型消費の合成財価格
 ρ_2 : 代替パラメータ

これらの式より各地域毎のトリップ投入型消費の合成財の需要量 $z_{s'}^s$ が以下のように求まる。

$$z_{s'}^s = \frac{\gamma_{22s'}^s P_Z^s Z^s}{P_{s'z}^s \rho_{22} \sum \gamma_{22s'}^s P_{s'z}^s}^{1-\rho_{22}} \quad (u.)$$

さらに、この最適化条件に付随するラグランジュ乗数より、トリップ投入型消費の合成財の価格 P_Z^s が以下のように求まる。

$$P_Z^s = \left[\sum_{s' \in S} \gamma_{22s'}^s P_{s'z}^s (1-\rho_{22}) \right]^{\frac{1}{1-\rho_{22}}} \quad (v.)$$

【レベル３】

トリップ投入型の合成財のうち、交通サービスとレクリエーション合成財にどのように費用を振り分けるかを決定するレベルであり、以下のようにレオンチェフ型で定式化する。

$$C_{s'}^s = \min \left[p_{s'h}^s x_{s'h}^s + P_{s'R}^s R_{s'}^s \right] \quad (w.)$$

$$\text{s.t. } z_{s'}^s = \min \left\{ \frac{x_{s'h}^s}{b_1}, \frac{R_{s'}^s}{b_2} \right\}$$

$R_{s'}^s$: レクリエーション合成財
 b_1, b_2 : 消費割合を表すパラメータ
 $P_{s'R}^s$: レクリエーション合成財の価格

これらの式より、交通需要量 $x_{s'h}^s$ と各消費地でのレクリエーション合成財の需要量 $R_{s'}^s$ が以下

のように求まる。

$$x_{s'h}^s = z_s^s b_1 \quad , \quad R_{s'}^s = z_s^s b_2 \quad (\text{x.})$$

【レベル４－１】

観光目的交通合成財は交通手段別観光交通量の関数として表現され、その選択行動は以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} x_{s'h}^s &= \max \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \left(\gamma_{s'}^{s, aP} \right)^{\frac{1}{\rho_3}} \left(x_{s'h}^s \right)^{\frac{\rho_3-1}{\rho_3}} \right]^{\frac{\rho_3}{\rho_3-1}} \\ \text{s.t.} \quad x_{s'h}^s p_{s'h}^s &= \sum_{a \in \mathbf{A}} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right) x_{s'h}^{s, a} \end{aligned} \quad (\text{y.})$$

ただし、

$$\begin{aligned} x_{s'h}^{s, a} &: s' \text{ までの交通手段 } a \text{ の観光交通量} \\ \gamma_{s'}^{s, aP} &: \text{交通機関選択に関するシェアパラメータ} \\ \rho_3 &: \text{代替パラメータ} \end{aligned}$$

上記の最大化問題をラグランジュ未定乗数法を用いて解くと、以下のように交通手段別需要関数とその価格が求まる。

$$x_{s'h}^{s, a} = \frac{\left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{-\rho_3} \gamma_{s'}^{s, aP} x_{s'h}^s p_{s'h}^s}{\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aP} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\rho_3}} \quad (\text{z.})$$

$$p_{s'h}^s = \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aP} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\rho_3} \right]^{\frac{1}{1-\rho_3}} \quad (\text{aa.})$$

さらに、各地域のトリップ投入型消費の合成財 z_s^s の価格 $p_{s'z}^s$ は 1 単位あたりの費用として以下のように求まる。

$$p_{s'z}^s = \left[\sum_{a \in \mathbf{A}} \gamma_{s'}^{s, aP} \left(p_{s'}^{s, a} + w_1^s t_{s'}^{s, a} \right)^{1-\rho_3} \right]^{\frac{1}{1-\rho_3}} b_1 + p_{s'R}^s b_2 \quad (\text{bb.})$$

【レベル４－２】

レクリエーション合成財 $R_{s'}^s$ （旅行先で消費する財消費 $d_{is'}^s$ と旅行先で費やす余暇時間 $t_{s'R}^s$ の関数）における各財と余暇時間の消費水準を決定する段階であり、以下のように CES 型の生産関数を想定する。

$$\begin{aligned} \min_{d_{is'}^s, t_{s'R}^s} & \left(\sum_{i \in \mathbf{I}} P_i^{s'} d_{is'}^s + w_1^s t_{s'R}^s \right) \\ \text{s.t. } R_{s'}^s &= \phi_{s'h}^s \left[\sum_{i \in \mathbf{I}} \delta_{ih}^s d_{is'}^s \frac{\sigma_h - 1}{\sigma_h} + \delta_{0h}^s t_{s'R}^s \frac{\sigma_h - 1}{\sigma_h} \right]^{\frac{\sigma_h}{\sigma_h - 1}} \end{aligned} \quad (\text{cc.})$$

$\phi_{s'h}^s$: 効率パラメータ

$\delta_{ih}^s, \delta_{0h}^s$: 世帯生産関数におけるシェアパラメータ

σ_h : 世帯生産関数における代替パラメータ

本式より、レクリエーション合成財 1 単位あたりの当該地域での財消費量および余暇時間消費量が以下のように求まる。

$$d_{is'}^s = R_{s'}^s \cdot \phi_{s'h}^{s-1} \delta_{ih}^s \sigma_h P_i^{s'} \left[\sum_{i \in \mathbf{I}} \delta_{ih}^s \sigma_h P_i^{s'1-\sigma_h} + \delta_{0h}^s \sigma_h w_1^{s'1-\sigma_h} \right]^{\frac{\sigma_h}{1-\sigma_h}} \quad (\text{dd.})$$

$$t_{s'R}^s = R_{s'}^s \cdot \phi_{s'h}^{s-1} \delta_{0h}^s \sigma_h w_1^s \left[\sum_{i \in \mathbf{I}} \delta_{ih}^s \sigma_h P_i^{s'1-\sigma_h} + \delta_{0h}^s \sigma_h w_1^{s'1-\sigma_h} \right]^{\frac{\sigma_h}{1-\sigma_h}} \quad (\text{ee.})$$

さらに、レクリエーション合成財の価格 $P_{s'R}^s$ はレクリエーション合成財 1 単位あたりの生産費用と等しくなり、以下のように求まる。

$$P_{s'R}^s = \sum_{i \in \mathbf{I}} \left(P_i^{s'} \frac{d_{is'}^s}{R_{s'}^s} \right) + w_1^s \frac{t_{s'R}^s}{R_{s'}^s} \quad (\text{ff.})$$

③貨物運輸企業の行動モデル

貨物運輸企業は、自地域で生産する輸送マージンに相当する財 X_i^{sF} を生産要素として、貨物運輸サービスを生産する（Iceberg 型生産関数）。この貨物運輸サービスは世帯・企業に対して提供される。この貨物運輸企業は、各地域の交通機関（道路、鉄道、航空、旅客船等）をまとめて代表するものである。また、貨物運輸企業の行動は以下のように定式化する。

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R} P_i^s \tau_i^{sr} X_{ii'}^{sr} + \sum_{r \in R} P_i^s \tau_i^{sr} d_i^{sr} = P_i^s X_i^{sF} \quad (\text{gg.})$$

④旅客運輸企業の行動モデル

旅客運輸企業は、自地域の世帯から提供される労働 f_{10}^s 、資本 f_{20}^s を生産要素として、旅客運輸サービス Q_0^s を生産する。この旅客運輸サービスは世帯・企業に対して提供される。この旅客運輸企業は、各地域の交通機関（道路、鉄道、航空、旅客船等）をまとめて代表するものである。また、その生産関数を以下のように定式化する。

$$Q_0^s = \min \left[\frac{f_{10}^s}{c_1^s}, \frac{f_{20}^s}{c_2^s} \right] \quad (\text{hh.})$$

ただし、

c_1^s, c_2^s : 旅客運輸企業の投入係数

上式より、旅客運輸企業における生産要素需要関数は以下のように求まる。

$$f_{k0}^s = c_{k0}^s Q_0^s \quad \text{ただし、} k=1,2 \quad (\text{ii.})$$

また、旅客運輸企業は規模に関して収穫一定の技術を仮定しているため、常に、需要に見合うだけの供給を生産し、超過利潤が以下ようになる。

$$\pi_0^s = \sum_{a \in A} \sum_{s' \in S} P_{s'}^a \left(\sum_{i \in I} X_{s'i}^{sa} + X_{s'h}^{sa} \right) - \sum_{k=1,2} w_k^s f_{k0}^s \quad (\text{jj.})$$

ただし、

$$Q_0^s = \sum_{a \in A} \sum_{s' \in S} \left(\sum_{i \in I} X_{s'i}^{sa} + X_{s'h}^{sa} \right)$$

⑤市場均衡条件

本モデルは、企業の生産に対して、規模に関して収穫一定の技術を仮定しているため、企業は常に需要に見合うだけの生産を行う。すなわち、本モデルの均衡条件としては生産要素市場に関する均衡条件が満たされればよい。

【労働市場】

$$\sum_{i \in I} a_{vi}^s Q_i^s(\mathbf{D}^s) c_{1i}^s + c_1^s Q_0^s(\mathbf{D}^s) = T^s - \sum_{s' \in S} t_{s'h}^s x_{s'h}^s(\mathbf{P}^s) - \sum_{s' \in S} t_{s'R}^s(\mathbf{P}^s) \quad (\text{kk.})$$

(各企業の労働需要) + (旅客運輸企業の労働需要) = (世帯の労働供給)

【資本市場】

$$\sum_{i \in I} a_{vi}^s Q_i^s(\mathbf{D}^s) c_{2i}^s + c_2^s Q_0^s(\mathbf{D}^s) = F_2^s \quad (\text{ll.})$$

(各企業の資本需要) + (旅客運輸企業の資本需要) = (世帯の資本供給)

$\mathbf{D}^s$: 地域 s の消費ベクトル, $\mathbf{P}^s$: 地域 s の生産財価格ベクトル

また、旅客運輸サービスに関する生産要素需要は常に満たされる。さらに、企業の生産量は、各地域・各企業および貨物運輸企業からの生産財需要と世帯の消費の関数として以下のように表現できる。

$$Q_i^s = \sum_{r \in R} \sum_{i' \in I} X_{ii'}^{sr} + \sum_{r \in R} d_i^{rs} + \sum_{s' \in S} d_{si}^{s'} + X_i^{sF} \quad (\text{mm.})$$

3-3 経済波及効果算出結果

表 3-1、図 3-2 に空間的応用一般均衡モデルによる経済波及効果（生産額変化）の算出結果を示す。

表 3-1 経済波及効果（生産額変化）

	生産額の変化
東北新幹線（八戸・新青森間）	年間 約 235 億円
九州新幹線（博多・新八代間）	年間 約 734 億円

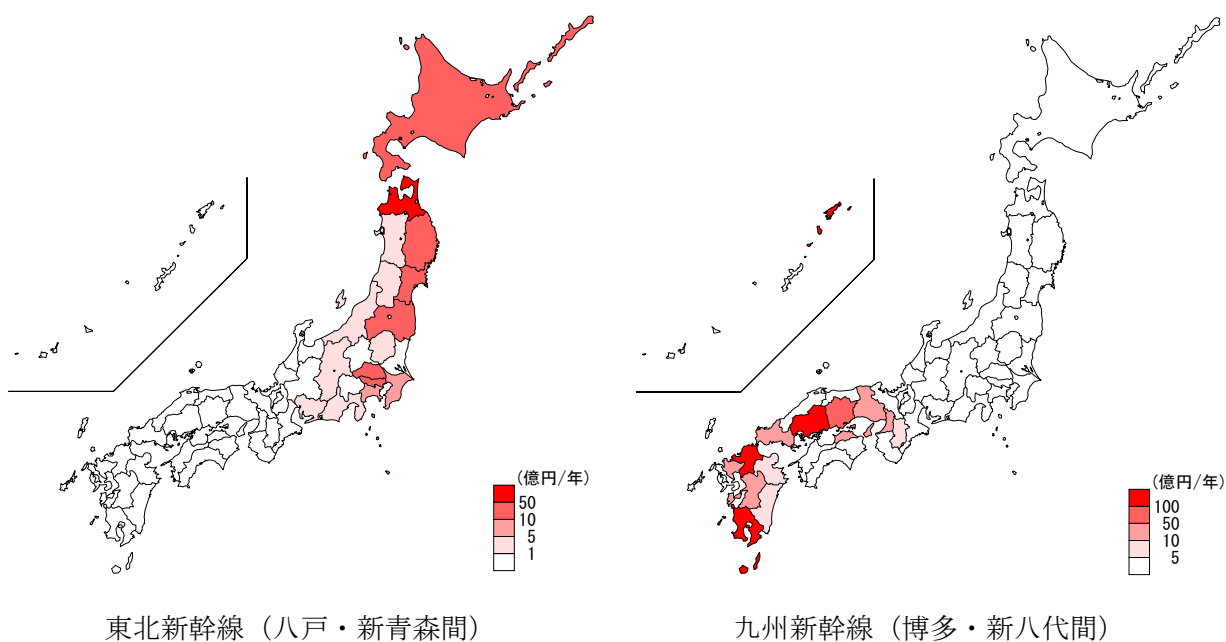


図 3-2 経済波及効果の分布

【参考資料】

事業費内訳の比較

今回の事後評価対象区間である東北新幹線（八戸・新青森間）（以下、東北（八・青））と九州新幹線（博多・新八代間）（以下、九州（博・八））において、工事延長あたりの事業費を比較したところ、約 17 億円/km の差が生じている（表 1）。工事延長あたりの事業費の差を分析するため、表 2、表 3 に各線区の諸元を整理した。

表 1 工事延長あたりの事業費

	単位	東北（八・青）	九州（博・八）
総事業費	億円	4,575	8,794
工事延長	Km	81.2	121.1
工事延長あたりの事業費	億円/km	56	73

表 2 各線区の諸元

	単位	東北（八・青）		九州（博・八）	
		全 数	1 km あたり	全 数	1 km あたり
工事延長	Km	81.2	—	121.1	—
駅数	箇所	2	0.025	6	0.050
車両基地数	箇所	1	—	1	—
車両基地の面積	m ²	130,000	—	200,000	—
取得用地面積	m ²	1,340,000	16,502	1,930,000	15,937
支障物件数	戸	123	1.5	735	6.1
沿線人口※	千人	554	6.8	2,944	24.3

※ 沿線人口は新幹線駅の存在する市町村人口とする。

表 3 車両基地規模の比較

	青森車両基地（東北）	熊本総合車両基地（九州）
車両基地の種類	車両留置、仕業検査を主とした車両基地	全般検査も可能な総合車両基地
着発収容線	3 線	1 3 線
仕業検査線	1 線	2 線
全般検査線	0 線	1 線
その他	2 線	7 線

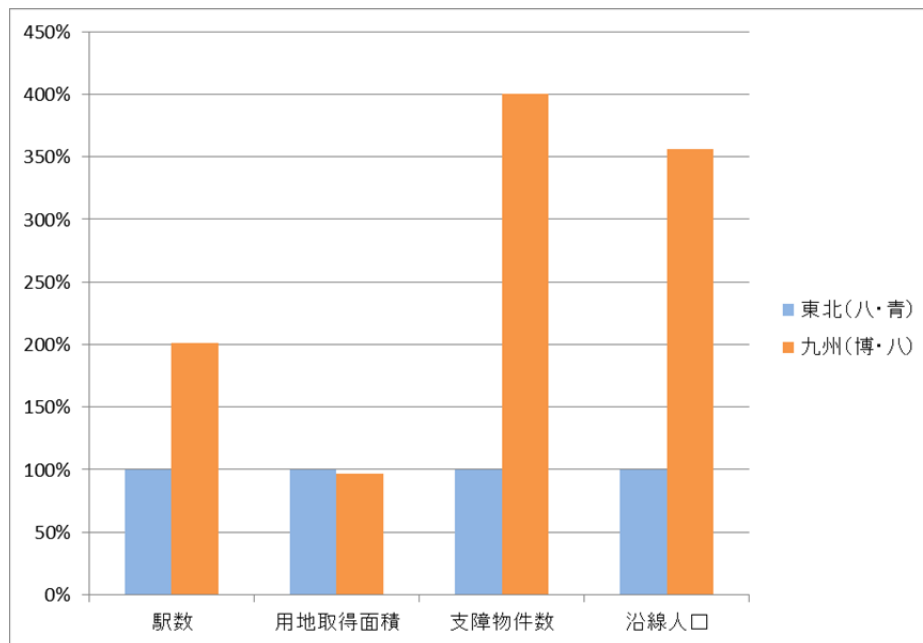


図 1 諸元の比較（工事延長あたり換算値）

各諸元の工事延長 1 km あたりの数量について、東北（八・青）を 100 とした場合の比較を図 1 に示す。駅数及び支障物件数の項目で、九州（博・八）の割合が高いことがわかる。

○工事延長に対する駅数が多い

東北（八・青）：工事延長 81.2km に対して 2 駅（平均駅間距離 約 41km）

九州（博・八）：工事延長 121.1km に対して 6 駅（平均駅間距離 約 20km）

→ 駅ごとに駅設備（高架橋、分岐器、駅上屋、照明、改札機など）が必要。

→ 駅数が多いほど、工事延長あたりの事業費が高い。

○支障物件数が多い

東北（八・青）：123 戸（1km あたり約 1.5 戸）

九州（博・八）：735 戸（1km あたり約 6.1 戸）

→ 九州（博・八）は在来線併設駅が多く、市街地を通過する延長が長いため、支障物件数が多い。

→ 支障移転補償費が必要であるため、事業費が高い

この他には、車両基地の規模の違い（九州は総合車両基地）による施設の違いや市街地の用地取得単価が高いこと等が、九州（博・八）の事業費が高い要因と考えられる。