

九州新幹線（武雄温泉・長崎間）

北陸新幹線（金沢・敦賀間）

付属資料

九州新幹線（武雄温泉・長崎間）

北陸新幹線（金沢・敦賀間）

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 再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 3
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

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	消費者 余剰分析 地域計量 経済モデル			
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					
	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						H27年度 (今回対象) B/C=2.1	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
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	H28.3.26	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) (平成27年1月の 政府・与党申合せ による)	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		H24年度 B/C=1.1	H30年度 (今回対象) B/C=0.5	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			
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	H29年度 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			
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	H29年度 B/C=1.0	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			
					H30年度 (今回対象) B/C=0.9	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			

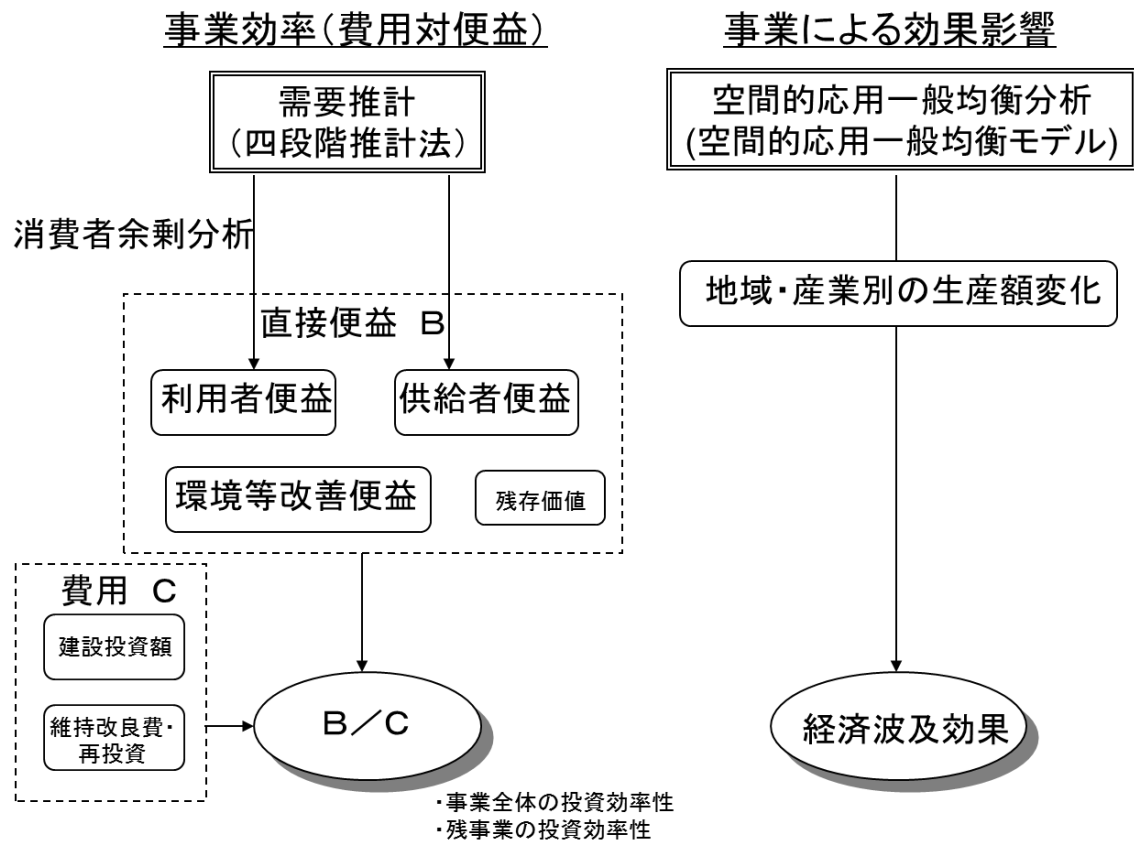
(※1)新規事業採択時評価は国により実施されている

(※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 再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、2020 年度（平成 32 年度）、2030 年度（平成 42 年度）、2040 年度（平成 52 年度）、2060 年度（平成 72 年度）の 4 時点を推計し、その他の年度の需要は線形補間によって求める。また、2060 年度以降の需要は一定とする。

(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

本再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。

①九州新幹線 武雄温泉・長崎間

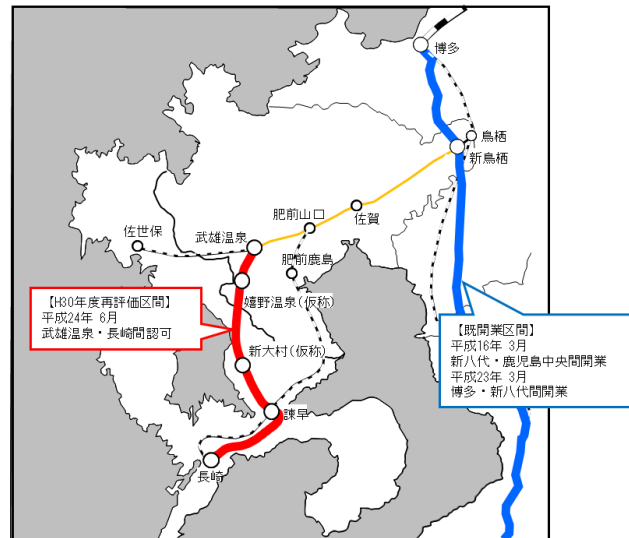


図 2-1 対象路線・区間の概要 九州新幹線（武温泉・長崎間）

②北陸新幹線 金沢・敦賀間

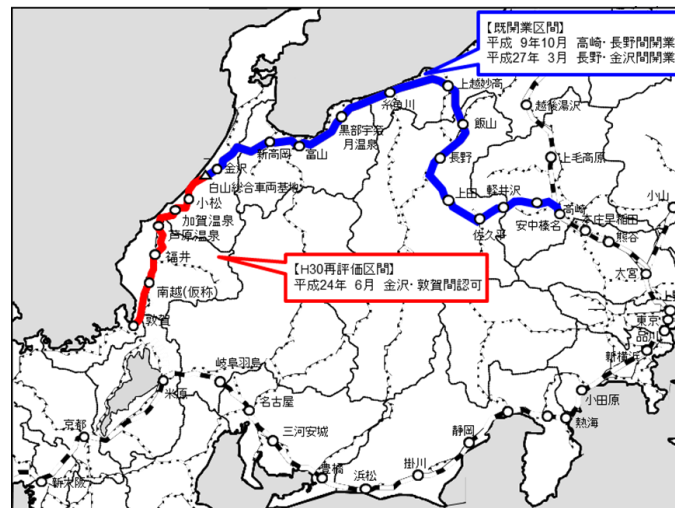


図 2-2 対象路線・区間の概要 北陸新幹線（金沢・敦賀間）

※平成 27 年 1 月 14 日の政府・与党申合せにおいて、沿線地方公共団体の最大限の取組を前提に、

九州新幹線 : フリーゲージトレインの技術開発を推進し、完成・開業時期を平成34年度から可能な限り前倒しする。

北陸新幹線 : 完成・開業時期を平成 37 年度から 3 年前倒しし、平成 34 年度の完成・開業を目指す。こととされた。

(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	
将来人口		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	2016 年 4 月の実績	
	鉄道	2016 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	2016 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	2016 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	
	高速道路	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		2016 年 4 月時刻表 緩行型・速達型の 2 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		2016 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	廃止（並行在来線）
		Without	2016 年 4 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		2016 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		2016 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%	
2031～2060	H43～H72	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32年 (2020)	平成42年 (2030)	平成52年 (2040)	平成72年 (2060)
北海道	5,178	4,719	4,190	3,388
青森県	1,236	1,085	932	754
岩手県	1,206	1,072	938	758
宮城県	2,269	2,141	1,973	1,595
秋田県	959	827	700	566
山形県	1,062	949	836	676
福島県	1,874	1,684	1,485	1,201
茨城県	2,853	2,661	2,423	1,959
栃木県	1,926	1,800	1,643	1,329
群馬県	1,920	1,787	1,630	1,318
埼玉県	7,133	6,796	6,305	5,098
千葉県	6,122	5,806	5,358	4,332
東京都	13,315	12,957	12,308	9,951
神奈川県	9,122	8,833	8,343	6,746
新潟県	2,210	2,009	1,791	1,448
富山県	1,028	940	841	680
石川県	1,128	1,060	974	788
福井県	760	700	633	512
山梨県	809	741	666	539
長野県	2,019	1,851	1,668	1,349
岐阜県	1,978	1,830	1,660	1,342
静岡県	3,601	3,343	3,035	2,454
愛知県	7,440	7,213	6,856	5,543
三重県	1,773	1,649	1,508	1,219
滋賀県	1,414	1,375	1,309	1,059
京都府	2,567	2,418	2,224	1,798
大阪府	8,649	8,118	7,454	6,026
兵庫県	5,422	5,088	4,674	3,779
奈良県	1,330	1,223	1,096	886
和歌山県	917	820	719	582
鳥取県	544	494	441	357
島根県	655	588	521	421
岡山県	1,868	1,749	1,611	1,303
広島県	2,767	2,599	2,391	1,934
山口県	1,340	1,208	1,070	865
徳島県	723	649	571	462
香川県	937	860	773	625
愛媛県	1,329	1,206	1,075	869
高知県	693	616	537	434
福岡県	4,968	4,718	4,379	3,541
佐賀県	803	745	680	550
長崎県	1,313	1,185	1,049	848
熊本県	1,725	1,603	1,467	1,186
大分県	1,134	1,050	955	772
宮崎県	1,073	991	901	728
鹿児島県	1,588	1,454	1,314	1,062
沖縄県	1,417	1,405	1,369	1,107
全国計	124,100	116,618	107,276	86,737

※平成72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72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。

1) 鉄道

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2016年4月の時刻表をベースに設定している。

＜九州新幹線（武雄温泉・長崎間）＞

凡 例

- 新幹線
- 在来優等

長崎 諫早 武雄温泉 肥前山口 佐賀 新鳥栖 博多 新大阪

肥前鹿島 かもめ 鳥栖

みどり、ハウステンボス※
※ハウステンボス行き

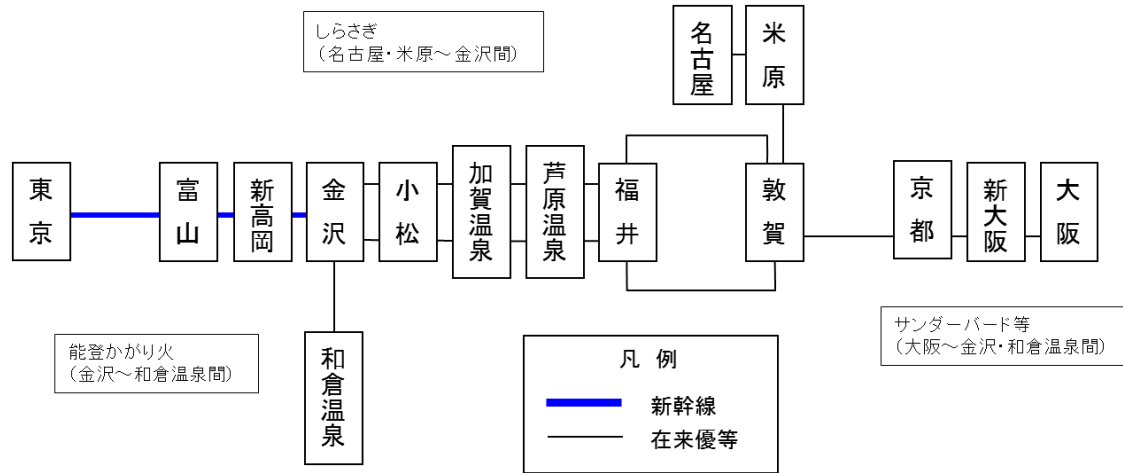
佐世保

[illegible]

2-8

<北陸新幹線（金沢・敦賀間）>

【新幹線整備前（2016 年 4 月ベース）】



【新幹線整備後】

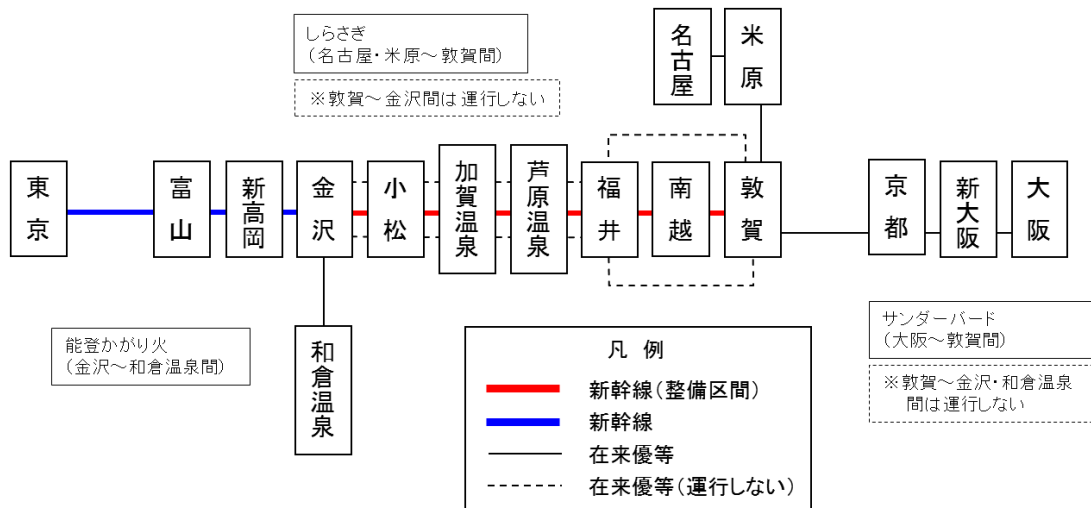


図 2-4 北陸新幹線（金沢・敦賀間）の整備前後の鉄道ネットワーク

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

2016 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 年航空旅客動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。

(1) 需要推計モデルの全体構造

再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。

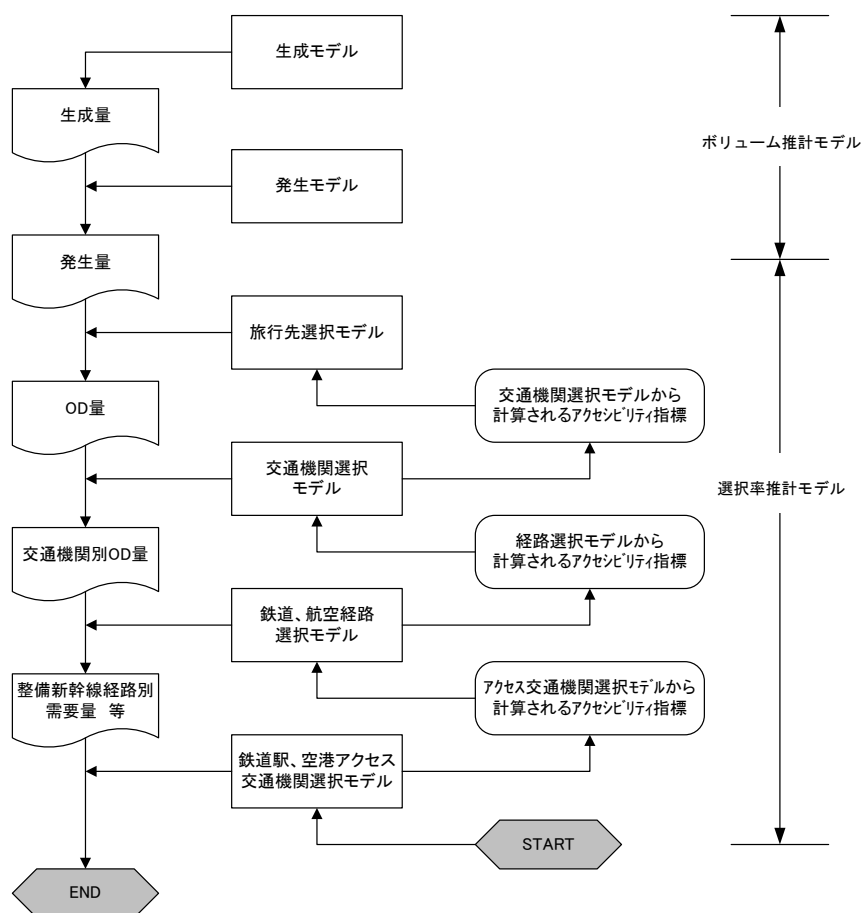


図 2-5 需要推計モデルの全体構造

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。

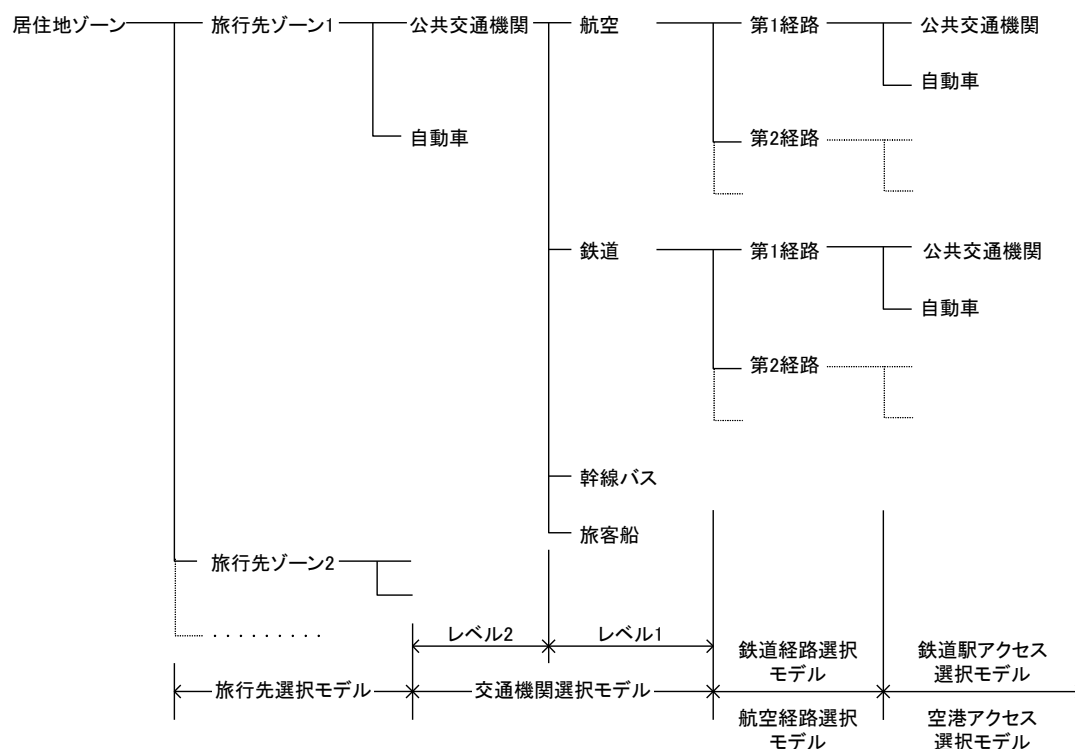


図 2-6 選択率推計モデルの階層構造

<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。

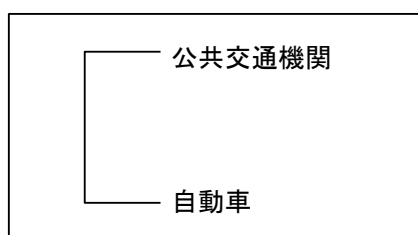


図 2-7 空港アクセス交通機関選択モデルの選択構造

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

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

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} : ゾーン*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} : ゾーン*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。

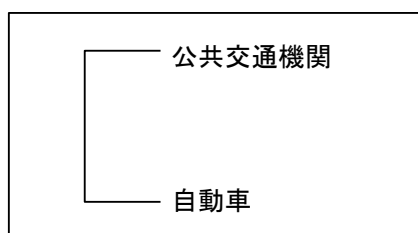


図 2-8 鉄道駅アクセス交通機関選択モデルの選択構造

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

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

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）	p c	-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。

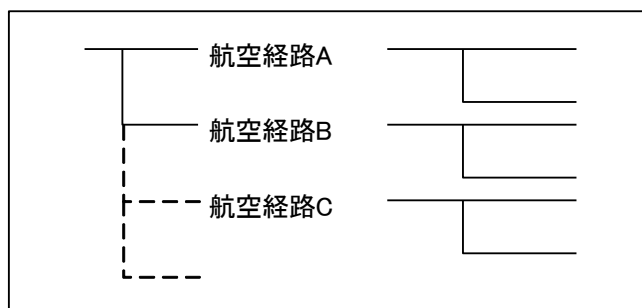


図 2-9 航空経路選択モデルの選択構造

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

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

- 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。

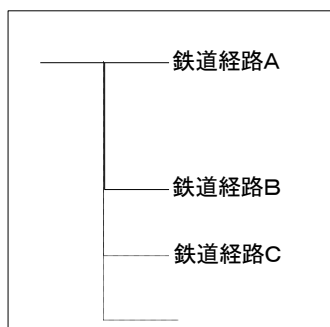


図 2-10 鉄道経路選択モデルの選択構造

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

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

- 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_{ijk_r} : 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 = $(\ln(\text{with時の運行頻度}) - \ln(\text{without時の運行頻度}))$

$\times$ 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。

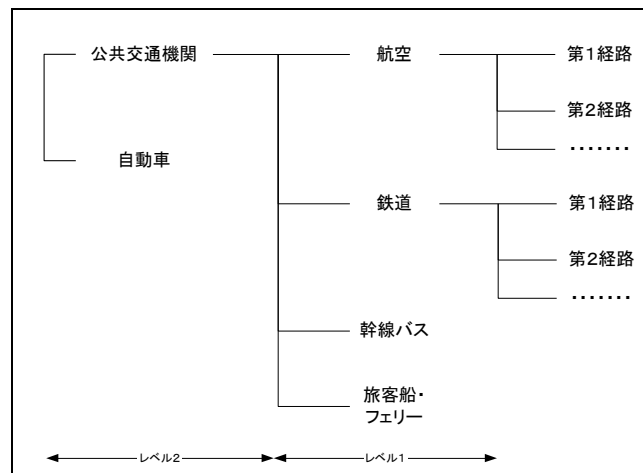


図 2-11 交通機関選択モデルの選択構造

[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

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_{ijr} : 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

β_m1_{mk} 、 γ_m1a 、 γ_m1b : パラメータ

[レベル2]

$$P_m2_{ijm} = \frac{\exp(V_m2_{ijm})}{\sum_{m \in c_m2_{ij}} \exp(V_m2_{ijm})}$$

$$V_m2_{ijm} = \sum_k \beta_m2_{mk} \cdot X_{ijmk} + \gamma_m2 \cdot Logsum_m2_{ijm}$$

$$Logsum_m2_{ijm(m=公共交通機関)} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_m1_{ij}} \exp(V_m1_{ijm'}) \right\}$$

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

β_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

本再評価では、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、費用として建設投資額、維持改良費・再投資（車両費含む）の2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2018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。

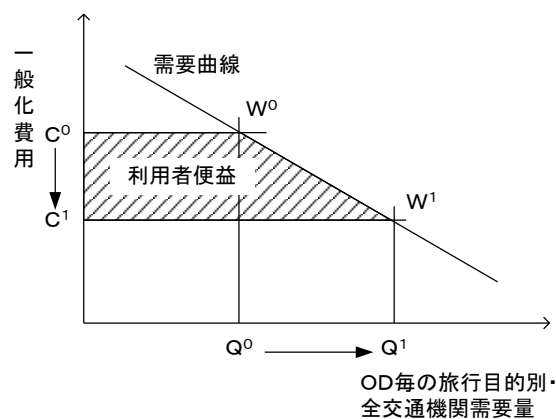


図 2-12 利用者便益の考え方

【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 27 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 27 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、並行在来線についても同様に、既存の第 3 セクターの実績から別途原単位を設定する。

- ・北陸新幹線（金沢・敦賀間）、
九州新幹線（武雄温泉・長崎間）・・・JR6 社平均値
- ・北陸本線（金沢・敦賀間）・・・しなの鉄道の実績を適用
- ・長崎本線（肥前山口・諫早間）・・・肥薩おれんじ鉄道の実績を適用

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。

本再評価では、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、定率法により計算する。

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 59%を計算期末に計上。
- ・ 建設費（償却期間 50 年以上の費目）： 計算期末の残存簿価を計上。
- ・ 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ーを用いて平成 30 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、建設費を耐用年数で割った金額とした。

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

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。

③事業中止時の費用等

残事業の投資効率性についての評価では、事業中止時を without ケースとして設定する。事業中止ケースの費用等については、出来る限り建設中の構造物を存置することを想定し、トンネル坑口の封鎖、立入禁止柵の設置、年度ごとの用地内の維持管理費、施工会社に対する違約金、土地の固定資産税を考慮する。

1) トンネル坑口の封鎖

掘削済および掘削中のトンネル内については、そのままの状態とし、坑口については、安全対策処置として封鎖を行うこととし、係る経費を費用として計上する。

2) 立入禁止柵

明かり構造物区間のうち、既買収地の着工区間及びトンネル坑口付近については、安全対策のため、用地範囲を柵で囲うものとする。

3) 用地内の維持管理費

構造物の存置用地内およびトンネル坑口周辺は、近隣対策として、治安、環境、景観、の

観点から、1年に2回の除草を行うこととし、経費をマイナスの便益として計上する。

4) 用地の固定資産税

存置用地に対する固定資産税について、マイナスの便益として計上する。固定資産税率は1.4%とする。

5) 違約金

2019年4月時点で工事中止することによる施工会社に対する違約金について費用計上する。1ヶ月分の工事に要する費用について材料費、人件費等を施工会社に支払うものとする。

6) 用地売却収入

既買収地の未着工区間の用地は、売却することとし、収入を便益として計上する。

2－6 費用対便益算出結果

表 2-21 九州新幹線（武雄温泉・長崎間）

「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 30 年度	開業年次	平成 34 年度	建設期間	平成 19 年度～ 平成 37 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 30 年度価格] 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		1,700 億円		
		時間短縮便益	1,481 億円		
		費用節減便益	－ 234 億円		
		利便性向上便益（乗換）	－ 90 億円		
		利便性向上便益（頻度）	542 億円		
	供給者便益		1,388 億円		
	環境便益		34 億円		
	残存価値		258 億円		
便益計		3,380 億円			
費用	建設投資額		6,062 億円		
		建設費	5,427 億円		
		用地関係費	634 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		560 億円		
	費用計		6,622 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 九州新幹線（武雄温泉・長崎間）
「事業全体の投資効率性」の評価指標値の算出結果

① 費用便益比	B/C	=	3.380	／	6.622	=	0.510
② 純現在価値	NPV	=	3.380	-	6.622	=	-3.242 (億円)
③ 経済的内部収益率	EIRR	=	1.0%				

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	
H19	2007年度		1.539										0	0
H20	2008年度		1.480										14	21
H21	2009年度		1.423										23	33
H22	2010年度		1.369										85	116
H23	2011年度		1.316										183	241
H24	2012年度		1.265										208	263
H25	2013年度		1.217										207	252
H26	2014年度		1.170										250	292
H27	2015年度		1.125										336	378
H28	2016年度		1.082										513	555
H29	2017年度		1.040										642	668
H30	2018年度		1.000										1,123	1,123
H31	2019年度		0.962										847	814
H32	2020年度		0.925										813	752
H33	2021年度		0.889										518	460
H34	2022年度	1	0.855	95	81	78	67	2	2			150	90	77
H35	2023年度	2	0.822	95	78	78	64	2	2			144	54	44
H36	2024年度	3	0.790	95	75	78	62	2	2			138	27	21
H37	2025年度	4	0.760	95	72	78	59	2	1			133	12	9
H38	2026年度	5	0.731	95	69	78	57	2	1			128	0	0
H39	2027年度	6	0.703	95	67	78	55	2	1			123	0	0
H40	2028年度	7	0.676	95	64	78	53	2	1			118	0	0
H41	2029年度	8	0.650	95	61	78	51	2	1			113	0	0
H42	2030年度	9	0.625	95	59	78	49	2	1			109	0	0
H43	2031年度	10	0.601	94	56	77	46	2	1			104	0	0
H44	2032年度	11	0.577	93	54	77	44	2	1			99	37	21
H45	2033年度	12	0.555	93	52	76	42	2	1			95	37	21
H46	2034年度	13	0.534	92	49	76	40	2	1			91	37	20
H47	2035年度	14	0.513	92	47	75	39	2	1			87	37	19
H48	2036年度	15	0.494	91	45	75	37	2	1			83	103	51
H49	2037年度	16	0.475	91	43	74	35	2	1			79	37	18
H50	2038年度	17	0.456	90	41	74	34	2	1			76	37	17
H51	2039年度	18	0.439	90	39	73	32	2	1			72	37	16
H52	2040年度	19	0.422	89	38	73	31	2	1			69	37	16
H53	2041年度	20	0.406	88	36	72	29	2	1			66	37	15
H54	2042年度	21	0.390	88	34	72	28	2	1			63	37	14
H55	2043年度	22	0.375	87	33	71	27	2	1			60	37	14
H56	2044年度	23	0.361	87	31	70	25	2	1			57	37	13
H57	2045年度	24	0.347	86	30	70	24	2	1			55	37	13
H58	2046年度	25	0.333	85	28	69	23	2	1			52	37	12
H59	2047年度	26	0.321	85	27	69	22	2	1			50	37	12
H60	2048年度	27	0.308	84	26	68	21	2	1			48	37	11
H61	2049年度	28	0.296	84	25	68	20	2	0			45	37	11
H62	2050年度	29	0.285	83	24	67	19	2	0			43	37	11
H63	2051年度	30	0.274	82	23	66	18	2	0			41	103	28
H64	2052年度	31	0.264	82	22	66	17	2	0			39	37	10
H65	2053年度	32	0.253	81	21	65	17	2	0			38	37	9
H66	2054年度	33	0.244	81	20	65	16	2	0			36	37	9
H67	2055年度	34	0.234	80	19	64	15	2	0			34	37	9
H68	2056年度	35	0.225	80	18	64	14	2	0			33	37	8
H69	2057年度	36	0.217	79	17	63	14	2	0			31	37	8
H70	2058年度	37	0.208	78	16	63	13	2	0			30	37	8
H71	2059年度	38	0.200	78	16	62	12	2	0			28	37	7
H72	2060年度	39	0.193	77	15	61	12	2	0			27	37	7
H73	2061年度	40	0.185	77	14	61	11	2	0			26	37	7
H74	2062年度	41	0.178	77	14	61	11	2	0			25	37	7
H75	2063年度	42	0.171	77	13	61	11	2	0			24	37	6
H76	2064年度	43	0.165	77	13	61	10	2	0			23	37	6
H77	2065年度	44	0.158	77	12	61	10	2	0			22	37	6
H78	2066年度	45	0.152	77	12	61	9	2	0			21	103	16
H79	2067年度	46	0.146	77	11	61	9	2	0			21	37	5
H80	2068年度	47	0.141	77	11	61	9	2	0			20	37	5
H81	2069年度	48	0.135	77	10	61	8	2	0			19	37	5
H82	2070年度	49	0.130	77	10	61	8	2	0			18	37	5
H83	2071年度	50	0.125	77	10	61	8	2	0	2,062	258	276	37	5

表 2-23 九州新幹線（武雄温泉・長崎間）
「残事業の投資効率性」の費用便益分析

前提条件					
評価年次	平成 30 年度	開業年次	平成 34 年度	建設期間	平成 19 年度～ 平成 37 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 30 年度価格] 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		1,700 億円		
		時間短縮便益	1,481 億円		
		費用節減便益	－ 234 億円		
		利便性向上便益（乗換）	－ 90 億円		
		利便性向上便益（頻度）	542 億円		
	供給者便益		1,388 億円		
	環境便益		34 億円		
	中止した場合に必要な固定資産税等		23 億円		
	残存価値		190 億円		
	便益計		3,334 億円		
費用	建設投資額		2,119 億円		
		建設費	2,024 億円		
		用地関係費	95 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		560 億円		
	中止した場合に必要な違約金等		－94 億円		
	費用計		2,585 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（武雄温泉・長崎間）

「残事業の投資効率性」の評価指標値の算出結果

① 費用便益比	B/C	=	3.334	／	2.585	=	1.290
② 純現在価値	NPV	=	3.334	-	2.585	=	749（億円）
③ 経済的內部収益率	EIRR	=	5.9%				

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		中止した場合に必要な 固定資産税等		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)	割引後	
H19	2007年度		1.539												0	0
H20	2008年度		1.480												0	0
H21	2009年度		1.423												0	0
H22	2010年度		1.369												0	0
H23	2011年度		1.316												0	0
H24	2012年度		1.265												0	0
H25	2013年度		1.217												0	0
H26	2014年度		1.170												0	0
H27	2015年度		1.125												0	0
H28	2016年度		1.082												0	0
H29	2017年度		1.040												0	0
H30	2018年度		1.000												0	0
H31	2019年度		0.962							-4	-4			-4	749	720
H32	2020年度		0.925							1	1			1	813	752
H33	2021年度		0.889							1	1			1	518	460
H34	2022年度	1	0.855	95	81	78	67	2	2	1	1			151	90	77
H35	2023年度	2	0.822	95	78	78	64	2	2	1	1			145	54	44
H36	2024年度	3	0.790	95	75	78	62	2	2	1	1			139	27	21
H37	2025年度	4	0.760	95	72	78	59	2	1	1	1			134	12	9
H38	2026年度	5	0.731	95	69	78	57	2	1	1	1			129	0	0
H39	2027年度	6	0.703	95	67	78	55	2	1	1	1			124	0	0
H40	2028年度	7	0.676	95	64	78	53	2	1	1	1			119	0	0
H41	2029年度	8	0.650	95	61	78	51	2	1	1	1			114	0	0
H42	2030年度	9	0.625	95	59	78	49	2	1	1	1			110	0	0
H43	2031年度	10	0.601	94	56	77	46	2	1	1	1			105	0	0
H44	2032年度	11	0.577	93	54	77	44	2	1	1	1			100	37	21
H45	2033年度	12	0.555	93	52	76	42	2	1	1	1			96	37	21
H46	2034年度	13	0.534	92	49	76	40	2	1	1	1			91	37	20
H47	2035年度	14	0.513	92	47	75	39	2	1	1	1			87	37	19
H48	2036年度	15	0.494	91	45	75	37	2	1	1	1			83	103	51
H49	2037年度	16	0.475	91	43	74	35	2	1	1	1			80	37	18
H50	2038年度	17	0.456	90	41	74	34	2	1	1	1			76	37	17
H51	2039年度	18	0.439	90	39	73	32	2	1	1	1			73	37	16
H52	2040年度	19	0.422	89	38	73	31	2	1	1	1			70	37	16
H53	2041年度	20	0.406	88	36	72	29	2	1	1	1			66	37	15
H54	2042年度	21	0.390	88	34	72	28	2	1	1	0			63	37	14
H55	2043年度	22	0.375	87	33	71	27	2	1	1	0			60	37	14
H56	2044年度	23	0.361	87	31	70	25	2	1	1	0			58	37	13
H57	2045年度	24	0.347	86	30	70	24	2	1	1	0			55	37	13
H58	2046年度	25	0.333	85	28	69	23	2	1	1	0			53	37	12
H59	2047年度	26	0.321	85	27	69	22	2	1	1	0			50	37	12
H60	2048年度	27	0.308	84	26	68	21	2	1	1	0			48	37	11
H61	2049年度	28	0.296	84	25	68	20	2	0	1	0			46	37	11
H62	2050年度	29	0.285	83	24	67	19	2	0	1	0			44	37	11
H63	2051年度	30	0.274	82	23	66	18	2	0	1	0			42	103	28
H64	2052年度	31	0.264	82	22	66	17	2	0	1	0			40	37	10
H65	2053年度	32	0.253	81	21	65	17	2	0	1	0			38	37	9
H66	2054年度	33	0.244	81	20	65	16	2	0	1	0			36	37	9
H67	2055年度	34	0.234	80	19	64	15	2	0	1	0			35	37	9
H68	2056年度	35	0.225	80	18	64	14	2	0	1	0			33	37	8
H69	2057年度	36	0.217	79	17	63	14	2	0	1	0			31	37	8
H70	2058年度	37	0.208	78	16	63	13	2	0	1	0			30	37	8
H71	2059年度	38	0.200	78	16	62	12	2	0	1	0			29	37	7
H72	2060年度	39	0.193	77	15	61	12	2	0	1	0			27	37	7
H73	2061年度	40	0.185	77	14	61	11	2	0	1	0			26	37	7
H74	2062年度	41	0.178	77	14	61	11	2	0	1	0			25	37	7
H75	2063年度	42	0.171	77	13	61	11	2	0	1	0			24	37	6
H76	2064年度	43	0.165	77	13	61	10	2	0	1	0			23	37	6
H77	2065年度	44	0.158	77	12	61	10	2	0	1	0			22	37	6
H78	2066年度	45	0.152	77	12	61	9	2	0	1	0			22	103	16
H79	2067年度	46	0.146	77	11	61	9	2	0	1	0			21	37	5
H80	2068年度	47	0.141	77	11	61	9	2	0	1	0			20	37	5
H81	2069年度	48	0.135	77	10	61	8	2	0	1	0			19	37	5
H82	2070年度	49	0.130	77	10	61	8	2	0	1	0			18	37	5
H83	2071年度	50	0.125	77	10	61	8	2	0	1	0	1,517	190	207	37	5

表 2-25 北陸新幹線（金沢・敦賀間）
「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 30 年度	開業年次	平成 34 年度	建設期間	平成 24 年度～ 平成 37 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 30 年度価格] 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		7,346 億円		
		時間短縮便益	6,401 億円		
		費用節減便益	－1,011 億円		
		利便性向上便益（乗換）	－387 億円		
		利便性向上便益（頻度）	2,343 億円		
	供給者便益		4,368 億円		
	環境便益		85 億円		
	残存価値		496 億円		
	便益計		12,294 億円		
費用	建設投資額		12,423 億円		
		建設費	11,394 億円		
		用地関係費	1,030 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		1,380 億円		
	費用計		13,803 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 2-26 評価指標値の算出結果 北陸新幹線（金沢・敦賀間）

「事業全体の投資効率性」の評価指標値の算出結果

① 費用便益比	B/C	=	12,294	／	13,803	=	0.891
② 純現在価値	NPV	=	12,294	-	13,803	=	-1,509（億円）
③ 経済的内部収益率	EIRR	=	3.7%				

（億円）

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 (割引後)	費用総計	
				割引後	割引後	割引後	割引後	割引後	割引後	割引後	割引後		割引後	割引後
H23	2011年度		1.316										0	0
H24	2012年度		1.265										9	11
H25	2013年度		1.217										56	68
H26	2014年度		1.170										69	81
H27	2015年度		1.125										274	308
H28	2016年度		1.082										726	785
H29	2017年度		1.040										1,221	1,270
H30	2018年度		1.000										2,416	2,416
H31	2019年度		0.962										3,041	2,924
H32	2020年度		0.925										2,757	2,549
H33	2021年度		0.889										1,504	1,337
H34	2022年度		0.855										847	724
H35	2023年度	1	0.822	433	356	258	212	5	4			572	196	161
H36	2024年度	2	0.790	432	342	258	204	5	4			549	67	53
H37	2025年度	3	0.760	431	328	257	196	5	4			527	36	27
H38	2026年度	4	0.731	430	314	257	188	5	4			506	0	0
H39	2027年度	5	0.703	429	302	256	180	5	3			485	0	0
H40	2028年度	6	0.676	428	289	256	173	5	3			465	0	0
H41	2029年度	7	0.650	427	278	255	166	5	3			446	0	0
H42	2030年度	8	0.625	426	266	255	159	5	3			428	0	0
H43	2031年度	9	0.601	424	254	253	152	5	3			409	0	0
H44	2032年度	10	0.577	421	243	251	145	5	3			391	0	0
H45	2033年度	11	0.555	419	232	250	139	5	3			374	69	38
H46	2034年度	12	0.534	416	222	248	133	5	3			357	69	37
H47	2035年度	13	0.513	413	212	247	127	5	2			341	69	35
H48	2036年度	14	0.494	411	203	245	121	5	2			326	69	34
H49	2037年度	15	0.475	408	194	243	116	5	2			312	409	194
H50	2038年度	16	0.456	406	185	242	110	5	2			298	69	31
H51	2039年度	17	0.439	403	177	240	105	5	2			284	69	30
H52	2040年度	18	0.422	401	169	239	101	5	2			272	69	29
H53	2041年度	19	0.406	398	161	237	96	5	2			259	69	28
H54	2042年度	20	0.390	395	154	235	92	5	2			248	69	27
H55	2043年度	21	0.375	392	147	233	88	5	2			236	69	26
H56	2044年度	22	0.361	390	141	232	84	5	2			226	69	25
H57	2045年度	23	0.347	387	134	230	80	5	2			215	69	24
H58	2046年度	24	0.333	384	128	228	76	4	1			206	69	23
H59	2047年度	25	0.321	382	122	226	73	4	1			196	69	22
H60	2048年度	26	0.308	379	117	225	69	4	1			187	69	21
H61	2049年度	27	0.296	376	111	223	66	4	1			179	69	20
H62	2050年度	28	0.285	373	106	221	63	4	1			171	69	20
H63	2051年度	29	0.274	371	102	219	60	4	1			163	69	19
H64	2052年度	30	0.264	368	97	217	57	4	1			155	409	108
H65	2053年度	31	0.253	365	93	216	55	4	1			148	69	17
H66	2054年度	32	0.244	362	88	214	52	4	1			141	69	17
H67	2055年度	33	0.234	360	84	212	50	4	1			135	69	16
H68	2056年度	34	0.225	357	80	210	47	4	1			129	69	16
H69	2057年度	35	0.217	354	77	209	45	4	1			123	69	15
H70	2058年度	36	0.208	351	73	207	43	4	1			117	69	14
H71	2059年度	37	0.200	349	70	205	41	4	1			112	69	14
H72	2060年度	38	0.193	346	67	203	39	4	1			107	69	13
H73	2061年度	39	0.185	346	64	203	38	4	1			102	69	13
H74	2062年度	40	0.178	346	62	203	36	4	1			99	69	12
H75	2063年度	41	0.171	346	59	203	35	4	1			95	69	12
H76	2064年度	42	0.165	346	57	203	33	4	1			91	69	11
H77	2065年度	43	0.158	346	55	203	32	4	1			88	69	11
H78	2066年度	44	0.152	346	53	203	31	4	1			84	69	10
H79	2067年度	45	0.146	346	51	203	30	4	1			81	409	60
H80	2068年度	46	0.141	346	49	203	29	4	1			78	69	10
H81	2069年度	47	0.135	346	47	203	28	4	1			75	69	9
H82	2070年度	48	0.130	346	45	203	26	4	1			72	69	9
H83	2071年度	49	0.125	346	43	203	25	4	1			69	69	9
H84	2072年度	50	0.120	346	42	203	24	4	0	4,122	496	562	69	8

表 2-27 北陸新幹線（金沢・敦賀間）
「残事業の投資効率性」の費用便益分析

前提条件					
評価年次	平成 30 年度	開業年次	平成 34 年度	建設期間	平成 24 年度～ 平成 37 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 30 年度価格〕 計算期間：50 年					
便益	利用者便益		7,346 億円		
		時間短縮便益	6,401 億円		
		費用節減便益	－1,011 億円		
		利便性向上便益（乗換）	－387 億円		
		利便性向上便益（頻度）	2,343 億円		
	供給者便益		4,368 億円		
	環境便益		85 億円		
	中止した場合に必要な固定資産税等		－66 億円		
	残存価値		411 億円		
	便益計		12,143 億円		
費用	建設投資額		7,486 億円		
		建設費	7,252 億円		
		用地関係費	234 億円		
	維持改良費・再投資、車両費		1,380 億円		
	中止した場合に必要な違約金等		－200 億円		
	費用計		8,666 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 2-28 評価指標値の算出結果 北陸新幹線（金沢・敦賀間）

「残事業の投資効率性」の評価指標値の算出結果

① 費用便益比	B/C	=	12,143	／	8,666	=	1.401
② 純現在価値	NPV	=	12,143	-	8,666	=	3,477（億円）
③ 経済的内部収益率	EIRR	=	6.3%				

（億円）

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		中止した場合に必要な 固定資産税等		残存価値		便益 総計 (割引後)	費用総計	
				割引後		割引後		割引後		割引後		割引後			割引後	
H23	2011年度		1.316												0	0
H24	2012年度		1.265												0	0
H25	2013年度		1.217												0	0
H26	2014年度		1.170												0	0
H27	2015年度		1.125												0	0
H28	2016年度		1.082												0	0
H29	2017年度		1.040												0	0
H30	2018年度		1.000												0	0
H31	2019年度		0.962							-113	-109			-109	2,834	2,725
H32	2020年度		0.925							2	2			2	2,757	2,549
H33	2021年度		0.889							2	2			2	1,504	1,337
H34	2022年度		0.855							2	2			2	847	724
H35	2023年度	1	0.822	433	356	258	212	5	4	2	2			574	196	161
H36	2024年度	2	0.790	432	342	258	204	5	4	2	2			551	67	53
H37	2025年度	3	0.760	431	328	257	196	5	4	2	2			528	36	27
H38	2026年度	4	0.731	430	314	257	188	5	4	2	1			507	0	0
H39	2027年度	5	0.703	429	302	256	180	5	3	2	1			486	0	0
H40	2028年度	6	0.676	428	289	256	173	5	3	2	1			467	0	0
H41	2029年度	7	0.650	427	278	255	166	5	3	2	1			448	0	0
H42	2030年度	8	0.625	426	266	255	159	5	3	2	1			430	0	0
H43	2031年度	9	0.601	424	254	253	152	5	3	2	1			411	0	0
H44	2032年度	10	0.577	421	243	251	145	5	3	2	1			392	0	0
H45	2033年度	11	0.555	419	232	250	139	5	3	2	1			375	69	38
H46	2034年度	12	0.534	416	222	248	133	5	3	2	1			358	69	37
H47	2035年度	13	0.513	413	212	247	127	5	2	2	1			342	69	35
H48	2036年度	14	0.494	411	203	245	121	5	2	2	1			327	69	34
H49	2037年度	15	0.475	408	194	243	116	5	2	2	1			313	409	194
H50	2038年度	16	0.456	406	185	242	110	5	2	2	1			299	69	31
H51	2039年度	17	0.439	403	177	240	105	5	2	2	1			285	69	30
H52	2040年度	18	0.422	401	169	239	101	5	2	2	1			273	69	29
H53	2041年度	19	0.406	398	161	237	96	5	2	2	1			260	69	28
H54	2042年度	20	0.390	395	154	235	92	5	2	2	1			249	69	27
H55	2043年度	21	0.375	392	147	233	88	5	2	2	1			237	69	26
H56	2044年度	22	0.361	390	141	232	84	5	2	2	1			226	69	25
H57	2045年度	23	0.347	387	134	230	80	5	2	2	1			216	69	24
H58	2046年度	24	0.333	384	128	228	76	4	1	2	1			206	69	23
H59	2047年度	25	0.321	382	122	226	73	4	1	2	1			197	69	22
H60	2048年度	26	0.308	379	117	225	69	4	1	2	1			188	69	21
H61	2049年度	27	0.296	376	111	223	66	4	1	2	1			179	69	20
H62	2050年度	28	0.285	373	106	221	63	4	1	2	1			171	69	20
H63	2051年度	29	0.274	371	102	219	60	4	1	2	1			163	69	19
H64	2052年度	30	0.264	368	97	217	57	4	1	2	1			156	409	108
H65	2053年度	31	0.253	365	93	216	55	4	1	2	1			149	69	17
H66	2054年度	32	0.244	362	88	214	52	4	1	2	0			142	69	17
H67	2055年度	33	0.234	360	84	212	50	4	1	2	0			135	69	16
H68	2056年度	34	0.225	357	80	210	47	4	1	2	0			129	69	16
H69	2057年度	35	0.217	354	77	209	45	4	1	2	0			123	69	15
H70	2058年度	36	0.208	351	73	207	43	4	1	2	0			118	69	14
H71	2059年度	37	0.200	349	70	205	41	4	1	2	0			112	69	14
H72	2060年度	38	0.193	346	67	203	39	4	1	2	0			107	69	13
H73	2061年度	39	0.185	346	64	203	38	4	1	2	0			103	69	13
H74	2062年度	40	0.178	346	62	203	36	4	1	2	0			99	69	12
H75	2063年度	41	0.171	346	59	203	35	4	1	2	0			95	69	12
H76	2064年度	42	0.165	346	57	203	33	4	1	2	0			91	69	11
H77	2065年度	43	0.158	346	55	203	32	4	1	2	0			88	69	11
H78	2066年度	44	0.152	346	53	203	31	4	1	2	0			85	69	10
H79	2067年度	45	0.146	346	51	203	30	4	1	2	0			81	409	60
H80	2068年度	46	0.141	346	49	203	29	4	1	2	0			78	69	10
H81	2069年度	47	0.135	346	47	203	28	4	1	2	0			75	69	9
H82	2070年度	48	0.130	346	45	203	26	4	1	2	0			72	69	9
H83	2071年度	49	0.125	346	43	203	25	4	1	2	0			69	69	9
H84	2072年度	50	0.120	346	42	203	24	4	0	2	0	3,418	411	478	69	8

3. 事業による効果・影響

3-1 経済波及効果の算出方法

九州新幹線（武雄温泉・長崎間）、北陸新幹線（金沢・敦賀間）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

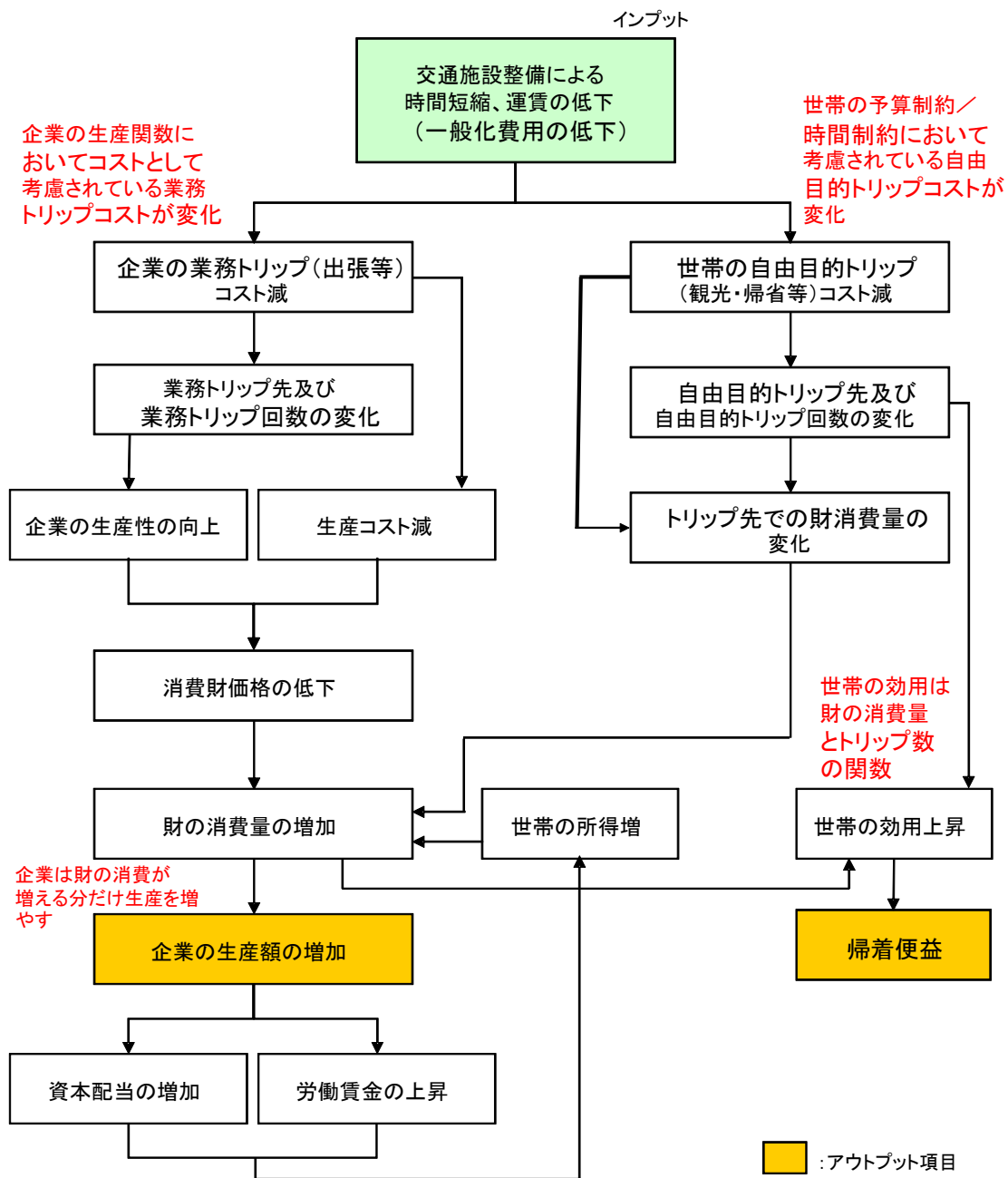
一般均衡とは、「全ての市場において『需要』＝『供給』が成立し、市場価格が決定される」という均衡状態を表現する概念である。空間的応用一般均衡（SCGE：Spatial Computable General Equilibrium）モデルは、この概念を応用し、複数地域を対象に、複雑に相互依存する経済主体の間を連鎖的に波及する経済効果について把握するために考案された分析手法である。

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。

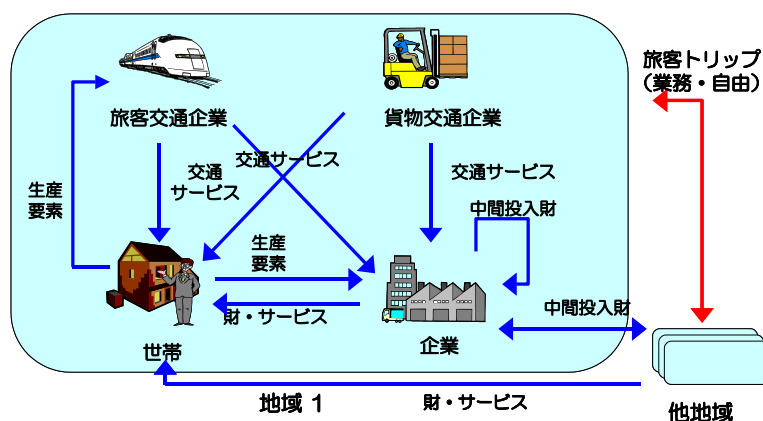


図 3-1 SCGE モデルの全体構造

また、以下のように変数を設定する。

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

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

$k \in \mathbf{K} = \{1, \Lambda, k, \Lambda, K\}$: 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_{2i}^s ・資本 f_{3i}^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。

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

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。

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

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

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）

$$\begin{aligned}
X_{ii}^{rs} &: r \text{ 地域} \cdot i' \text{ 産業から } s \text{ 地域} \cdot i \text{ 産業へ輸送される財} \\
\delta_{ii}^{rs} &: \text{分配パラメータ} \\
\phi_{2ii}^s &: \text{効率パラメータ} \\
\sigma_{2i} &: \text{代替パラメータ}
\end{aligned}$$

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。

$$\begin{aligned}
\tau_i^{rs} &= \alpha_i t^{rs} \\
\alpha_i &: \text{輸送マージンに関するパラメータ} \\
t^{rs} &: \text{地域間アクセシビリティ指標}
\end{aligned} \tag{c.}$$

【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。

$$\begin{aligned}
VA_i^s &= \phi_{1i}^s \left[\sum_{k \in \mathbf{K}} \delta_{ki}^s f_{ki}^s \frac{\sigma_{1i}-1}{\sigma_{1i}} \right]^{\frac{\sigma_{1i}}{\sigma_{1i}-1}} \\
\phi_{1i}^s &: \text{効率パラメータ} \\
\delta_{ki}^s &: \text{分配パラメータ} \quad (0 < \delta_{ki}^s < 1) \\
\sigma_{1i} &: \text{代替パラメータ}
\end{aligned} \tag{d.}$$

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。

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

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。

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

【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。

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

V^s : 間接効用関数
 γ_{1i}^s : 最終需要に関するシェアパラメータ
 γ_{1Z}^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。

$$\begin{aligned}
 Z^s &= \max_{z_{s'}^s} \left\{ \sum_{s' \in S} \left(\gamma_{22s'}^s \right)^{\frac{1}{\rho_2}} \left(z_{s'}^s \right)^{\frac{\rho_{22}-1}{\rho_2}} \right\}^{\frac{\rho_{22}}{\rho_{22}-1}} \\
 \text{s.t. } P_Z^s Z^s &= \sum_{s' \in S} P_{s'z}^s z_{s'}^s
 \end{aligned} \tag{t.}$$

$\gamma_{2s'}^s$: 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。

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

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。

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

【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。

$$\begin{aligned}
 C_{s'}^s &= \min \left[p_{s'h}^s x_{s'h}^s + P_{s'R}^s R_{s'}^s \right] \\
 \text{s.t. } z_{s'}^s &= \min \left\{ \frac{x_{s'h}^s}{b_1}, \frac{R_{s'}^s}{b_2} \right\}
 \end{aligned} \tag{w.}$$

$R_{s'}^s$: 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。

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

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。

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

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

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。

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

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。

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

ただし、

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

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】

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

(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】

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

(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、図 3-3 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
九州新幹線 （武雄温泉・長崎間）	年間 約 73 億円
北陸新幹線 （金沢・敦賀間）	年間 約 506 億円

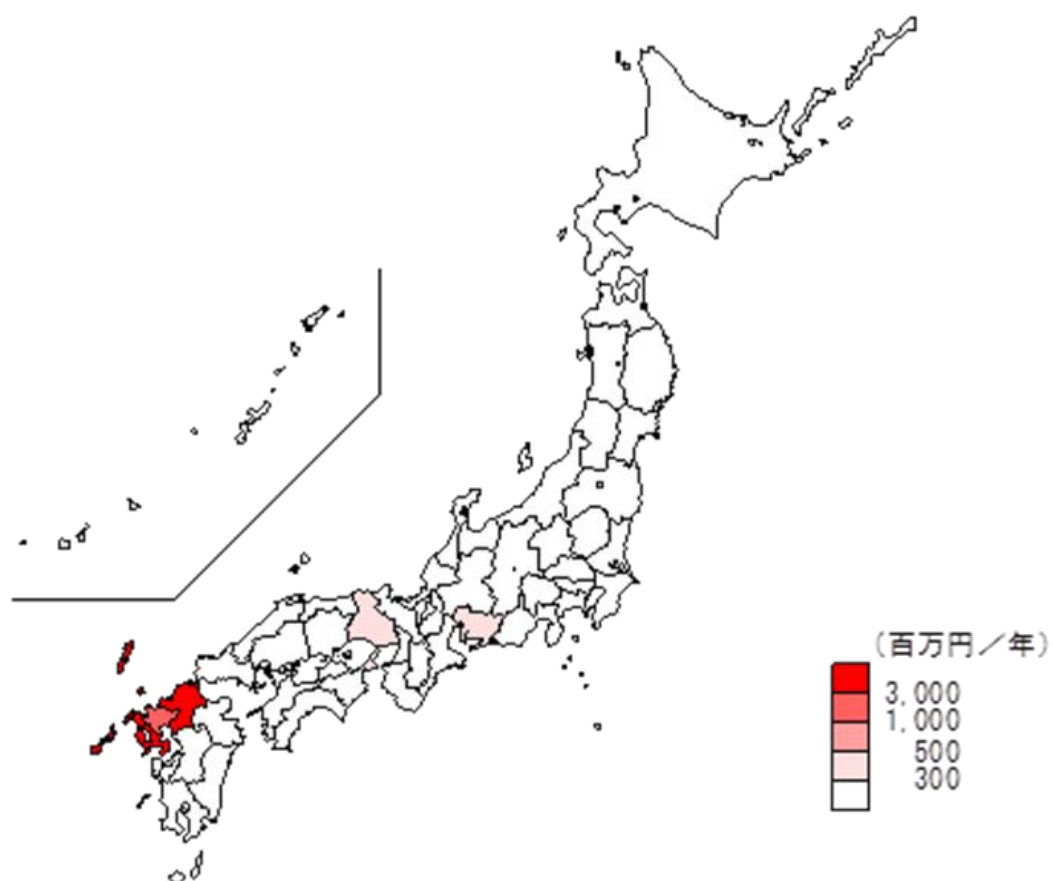


図 3-2 経済波及効果の分布 九州新幹線（武雄温泉・長崎間）

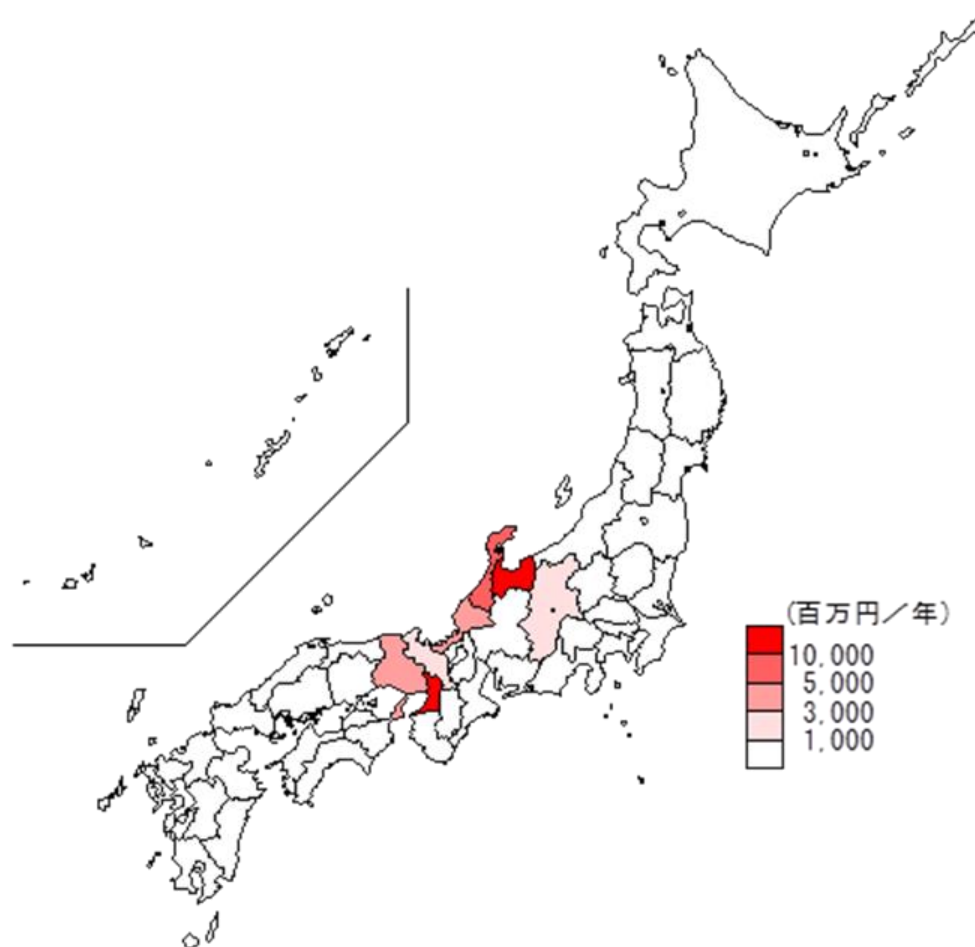


図 3-3 経済波及効果の分布 北陸新幹線（金沢・敦賀間）