

レジリエンス確保に関する技術検討委員会 「分散化分科会」検討報告書

(「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書：付録V)

2018年6月

土木学会

平成29年度会長特別委員会

「レジリエンス確保に関する技術検討委員会」

分散化分科会

レジリエンス確保に関する技術検討委員会「分散化分科会」 委員名簿

役職	氏名	所属
主査	藤井聡	京都大学
幹事長	田中皓介	東京理科大学
委員	片山慎太郎	一般社団法人 システム科学研究所
〃	小池淳司	神戸大学
〃	白水靖郎	中央復建コンサルタンツ株式会社
〃	田名部淳	株式会社 地域未来研究所
〃	中尾聡史	京都大学
〃	東徹	一般社団法人 システム科学研究所
〃	樋野誠一	一般社団法人 計量計画研究所
〃	毛利雄一	一般社団法人 計量計画研究所

目次

1. はじめに	3
2. MasRAC の概要	3
3. 「分散化対策」の費用と効果	7
3. 1 整備を想定するインフラ	7
3. 2 評価方法	9
3. 3 新幹線整備による分散化効果	9
3. 4 「地方新幹線整備」による、減災効果	10
(1) 首都直下地震に対する減災効果	10
(2) 東京湾の巨大高潮（室戸台風ベース）に対する減災効果	12
(3) 東京荒川巨大洪水に対する減災効果	13
(4) 全国新幹線整備による減災効果	14
（参考文献3）根津佳樹,藤井聡：交通インフラ投資によるマクロ経済への影響分析のためのシミュレーションモデル MasRAC の構築	15

【修正履歴 2018年6月14日】

- ・ P10 52兆円→39兆円
- ・ P12 3.3兆円→2.5兆円 3.3兆円→2.7兆円 7万人→6万人 約400人→約330人
- ・ P13 1.8兆円→1.4兆円 2.1兆円→1.5兆円 7万人→5万人 122人→約90人
（※ 以上、表3，表5，表7に掲載した数字に、本文中の数字を修正）
- ・ 「(4) 全国新幹線整備による減災効果」「表8」を追加
（※ 表3，表5，表7に掲載した数字に基づいて表8を作成し、追記）

1. はじめに

本報告書 2. の検討より、地震や高潮、洪水の被害は、いずれにしてもそれが首都圏の場合に甚大な水準となることが明らかとなっている。

こうした結果となったのは、「首都圏への人口と経済活動の一極集中」が生じているためである。

ついてはここでは、首都圏の一極集中を緩和し、それを通して、地震、高潮、洪水の被害の方途を技術的に検討する。

なお、首都圏の一極集中の緩和、すなわち、首都圏からの地方分散化策には様々なものが考えられるが、これまでの様々な議論にも関わらず、効果的な方策が見いだされていないのが現状である。ただし、近年の研究より、「交通インフラの一極集中」が、首都圏の一極集中を導いていることが、近年の国際比較分析と国内の時系列分析¹⁾、ならびに、様々なマクロシミュレーション分析²⁾より明らかにされている。

ついてはここでは、「首都圏への一極集中の緩和」を企図した、地方部における交通インフラ投資の中でも代表的な「新幹線」の整備による、一極集中の緩和効果を計量的に推計する。

2. MasRAC の概要

本分科会にて、インフラ整備による地方分散化効果を測定するのは、交通インフラ投資によるマクロ経済、土地利用、人口分布への影響分析のために開発されたシミュレーションモデル MasRAC (Macro econometric simulator that accounts for Regional ACcessibility) である (参考文献3参照: ただし、モデル内のパラメータについては参考文献3にて報告しているものではなく、改めて推計した値を用いた)。

このモデルシステムは、日本全体のマクロ経済状況を推計する「マクロ経済モデル」と、そのアウトプットに基づいて、日本国内の各生活圏ごとの経済状況を推計する「地域経済推計モデル」の二つから構成されている。具体的には、前者で日本全体のGDPを推計した後に、全国の各生活圏ごとの総生産であるGRPや人口、地方税収を後者のモデルで推計する構造となっている(図1参照)。

マクロ経済モデルの概要を図2に示す。このモデルは各ゾーンのアクセシビリティと労働人口、ならびに、政府支出額(投資および消費)と海外要因(米国の金利とGDP)を入力することで、図1に示したプロセスで、GDPをはじめとした各種のマクロ経済指標を推計するモデルシステムである。

このモデルは各ゾーンのアクセシビリティと政府支出額を入力データとしていることから、先に示した新幹線や高速道路整備による影響を推計することが可能なかたちとなっている。

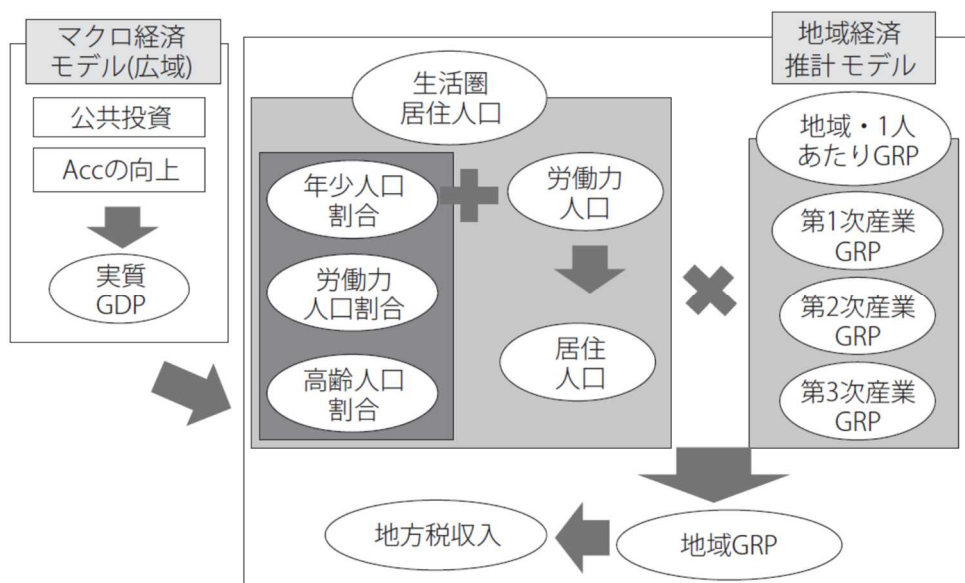


図1 MasRACの各指標推計の基本的な流れ

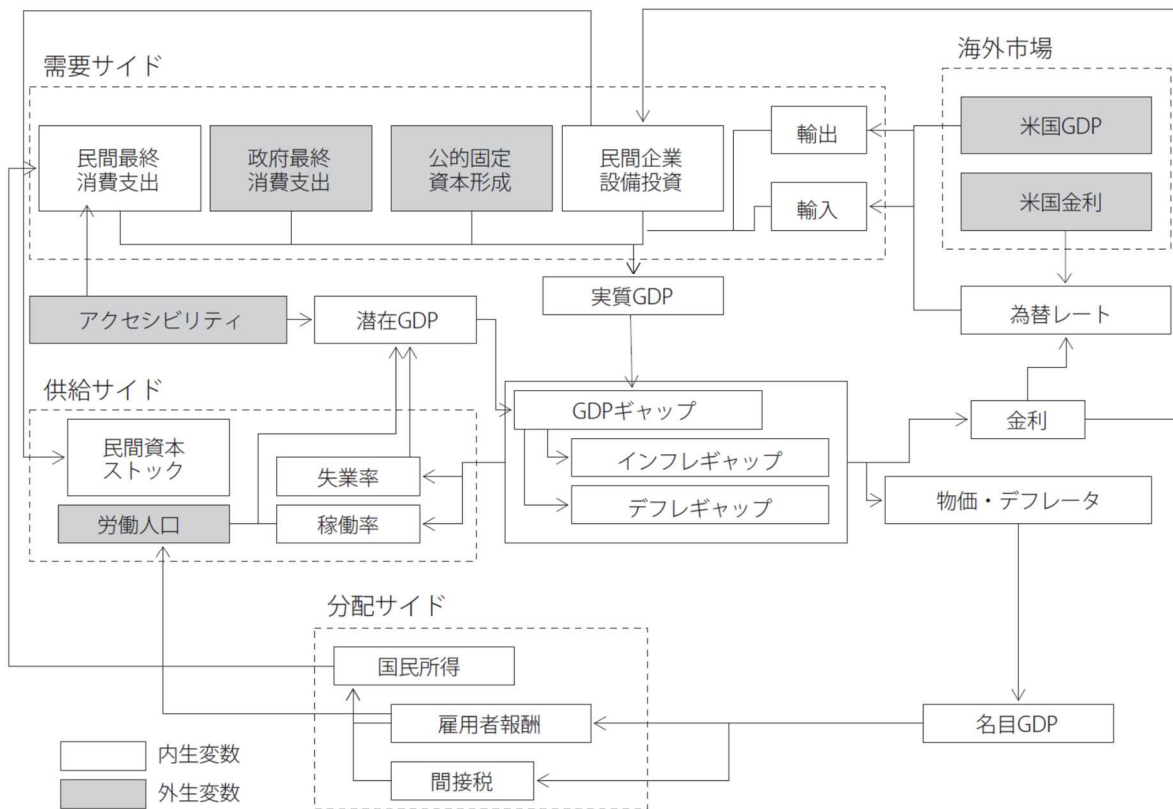


図2 MasRACのマクロ経済モデルの各指標推計の基本的な流れ

3. 「分散化対策」の費用と効果

3. 1 整備を想定するインフラ

○整備想定の新幹線区間

本分析では、現在の政府が策定している新幹線の計画路線を整備することを想定する。すなわち、全国新幹線鉄道整備法の基本計画に基づき以下を全国整備の想定路線とする。

- ① 北海道新幹線（札幌－新青森 間）
- ② 羽越新幹線（新青森－新潟 間）
- ③ 奥羽新幹線（秋田－福島 間）
- ④ 北陸新幹線（金沢－新大阪 間）
- ⑤ 北陸中京新幹線（敦賀－米原 間）
- ⑥ 山陰新幹線（敦賀－出雲 間）
- ⑦ 伯備新幹線（米子－岡山 間）
- ⑧ 四国横断新幹線（新大阪－松山 間）
- ⑨ 四国縦断新幹線（岡山－高知 間）
- ⑩ 東九州新幹線（小倉－鹿児島中央 間）
- ⑪ 長崎新幹線（新鳥栖－長崎 間）



(図は「<http://www.jrnt.go.jp/02Business/Construction/images/imgConstSeibi02.gif>」を加工したもの)

図3 整備対象として想定した全国の新幹線網

○事業費 21.5 兆円

- ※ 現在、建設中路線も含めた金額。各路線の総延長、および金額を下記表に示す。
- ※ 過去に既に建設費が算定されている路線については算定値を、それ以外については1キロ80億円と想定して算定した。
- ※ 北海道新幹線、長崎新幹線、北陸新幹線(金沢－敦賀間)については平成24年3月に開かれた国土交通省交通政策審議会整備新幹線小委員会によって示された試算、5783億円、5000億円、11300億円 (<http://www.mlit.go.jp/common/000205176.pdf>) を建設費として採用した。敦賀以西の北陸新幹線(小浜・京都ルート)については平成28年11月の与党整備新幹線建設推進プロジェクトチームによる試算、20700億円を建設費として採用した(<http://www.mlit.go.jp/common/001152043.pdf>)。また東九州新幹線については平成28年3月の東九州新幹線鉄道建設促進期成会による試算、26730億円を建設費として採用した。
(https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjzisytzNzaAhXBj5QKHZi0C94QFgg4MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.pref.oita.jp%2Fuploaded%2Flife%2F1058839_1461169_misc.pdf&usq=AOvVaw32qjEqGiamb8KBWMse5caZ)。)
- ※ 建設費用が未だ定まっていない路線に関しては、上記の路線を基データとし建設費用と総延長の関係を回帰分析で求めたところ、表1となった。

表1 建設費用と総延長の単回帰分析

(説明変数) 建設費用(億円)	係数	t 値	p 値
総延長(km)	80.05	8.463	0.000

N=6, 修正済み R²=0.922

この分析結果により、総延長(km)の係数が80.05で有意となったため、上記以外の路線については建設費用が1km当たり80億円を要するという前提のもと、建設費用を算出した結果、下記となった。

表2 新規整備新幹線の費用と総延長

新幹線名	建設費用(億円)	総延長(km)
北海道新幹線(新青森－新函館間)	5,783	66
北海道新幹線(新函館－札幌間)	16,700	212
奥羽新幹線	22,720	284
羽越新幹線	36,000	450
山陰新幹線	22,776	285
北陸中京新幹線	3,600	45
伯備新幹線	10,560	132
四国横断新幹線	27,440	343
四国縦断新幹線	11,840	148
長崎新幹線	5,000	66
北陸新幹線(金沢－敦賀間)	11,300	130
北陸新幹線(敦賀－新大阪間)	20,700	140
東九州新幹線	26,730	380
合計	215,366	2,681

3. 2 評価方法

本分析で、インフラ整備による地方分散化効果を測定するのは、上述のように交通インフラ投資によるマクロ経済、土地利用、人口分布への影響分析のために開発されたシミュレーションモデル MasRAC (Macro econometric simulator that accounts for Regional ACcessibility) である³⁾。詳細は、本報告書の2. ならびに、本報告書の文末の参考文献3) を参照されたい。

3. 3 新幹線整備による分散化効果

○新幹線整備による「人口」の分散化効果：関東の人口が4.2%縮減(18万人)。

○新幹線整備による「経済」の分散化効果：関東のG R Pが5.4%縮減(約10.4兆円/年)。

※ 図4、図5に示す様に、現状の新幹線の諸計画を推進すると、関東地方の人口、G R Pはそれぞれ4.2%(18万人)、5.4%(10.4兆円)縮小する。

※ ただし、東北、北海道、ならびに、中国、九州の人口も縮小することも示されている。これは、現在、整備することが計画決定している「リニア中央新幹線」(以下、リニア)を整備することで、リニアが整備される地方である近畿、東海以外が全て、人口、経済が縮小していく効果が生ずるためである(図4、5参照)。

※ 一方で、リニアを作るケースによって人口、経済が縮小してしまう北海道、東北、中国、四国、九州の人口・経済の縮小率が緩和することが示されている。このことは、リニア整備が計画決定している以上、それによるこれら地域の人口・経済縮小傾向を緩和するためにも、各地域の整備新幹線構想を推進することが必要不可欠であることを示している。

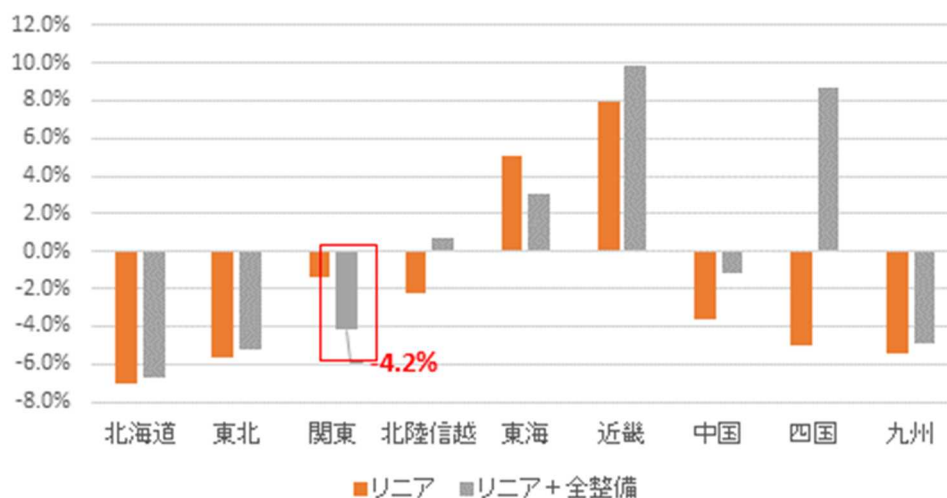


図4 新幹線整備時(リニアのみ、およびリニア+全線)の各地方の人口増減率

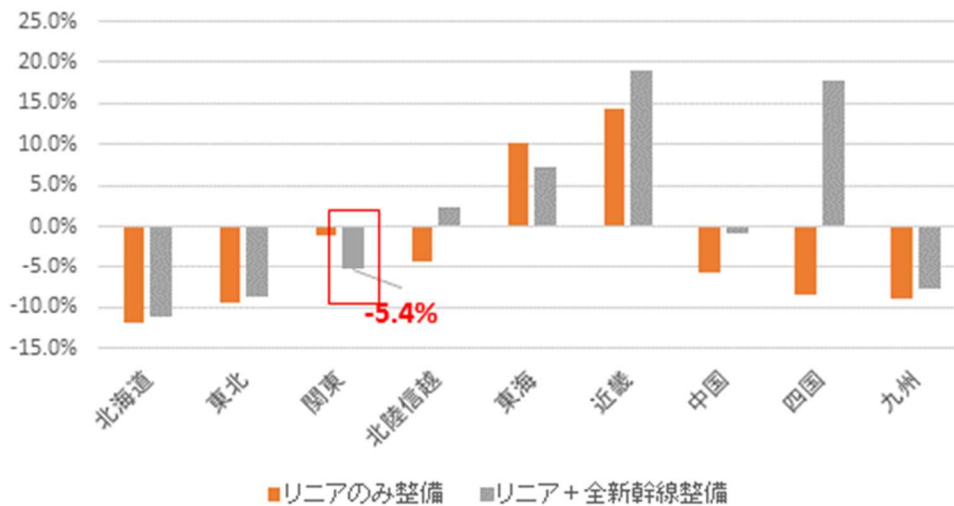


図5 新幹線整備時（リニアのみ、およびリニア+全線）の各地方の地方G R P増減率

3. 4 「地方新幹線整備」による、減災効果

(1) 首都直下地震に対する減災効果

○ 20年経済効果に対する、新幹線整備による減災効果 39兆円

○ 人的被害に対する、新幹線整備による 約1200人

※ 上記3. 3で示した「関東からの分散化効果」に基づいて、減災効果を推計。

※ 「20年経済被害」については、関東からのG R Pの分散化率5. 4%、縮減されると想定。

※ 「人的被害」については、関東からの人口分散化率4. 2%、縮減されると想定。

○ その他の対策と合わせた減災効果

※ 「道路・津波・耐震強化による減災効果」で縮減した総被害が、関東からの分散化率（G R Pについては5. 4%、人口については4. 2%）で縮減すると想定し、それと、「道路・津波・耐震強化による減災効果」を足し合わせ、総合的減災効果を推計。その推計結果は、表3となった。下記の通り、人的被害が約2割、経済被害が約4割減少することが示された。

表3 首都直下地震に対する、新幹線整備の減災効果

	被害 (対策前)	新幹線の分散 化による減災 効果(単独)	道路・津波・ 耐震強化によ る減災効果	道路・津波・耐 震強化&新幹線 分散化効果
経済被害(20年)	731兆円	39兆円	243兆円	269兆円
減災率	-	5.4%	33.2%	36.8%
人的被害	23,000人	966人	3,473人	4,293人
減災率	-	4.2%	15.1%	18.7%

○ 「30%の分散化」が果たせた場合の、減災効果 219兆円&6900人

※ 30%の分散化が果たされた場合の減災効果を、表4に示す。

※ 30%の分散化の減災効果は、20年経済効果の視点から219兆円となる。そして、その他の対策とあわせて対策を行えば、首都直下地震の経済被害が「半分以下」に縮減することが示された。

※ 全国の新幹線の整備だけで「GRPについては5.4%、人口については4.2%」の分散化効果があるが、残りの約23~25%分の分散化については、

- ・ 全国の高規格幹線道路の整備
- ・ 全国の港湾投資
- ・ 地方都市内における交通インフラ投資
- ・ 地方都市の産業育成投資
- ・ 分散化を促す税制・補助金の整備 等

を総合的に展開していく必要がある。

表4 首都直下地震に対する、30%分散化時の減災効果

	被害 (対策前)	30%分散化 による減災効 果(単独)	道路・津波・ 耐震強化によ る減災効果	道路・津波・耐 震強化&30% 分散化効果
経済被害(20年)	731兆円	219兆円	243兆円	389兆円
減災率	-	30.0%	33.2%	53.3%
人的被害	23,000人	6,900人	3,473人	9,331人
減災率	-	30.0%	15.1%	40.6%

(2) 東京湾の巨大高潮（室戸台風ベース）に対する減災効果

- 20年経済効果に対する、新幹線整備による減災効果 2.5兆円
- 資産被害の、新幹線整備による減災効果 2.7兆円
- 浸水域内人口の、新幹線整備による減災効果 6万人
- 人的被害に対する、新幹線整備による 約330人

※ 上記3.3で示した「関東からの分散化効果」に基づいて、減災効果を推計。

※ 「20年経済被害」については、関東からのGRPの分散化率5.4%、縮減されると想定。

※ 「人的被害」については、関東からの人口分散化率4.2%、縮減されると想定。

○ その他の対策と合わせた減災効果

※ 「ランクS対策、ランクA対策」で縮減した総被害が、関東からの分散化率（GRPについては5.4%、人口については4.2%）で縮減すると想定し、それと、「ランクS対策、ランクA対策による減災効果」を足し合わせ、総合的減災効果を推計。その推計結果は、表5となった。

※ ランクA対策を基本とした場合、新幹線整備を行うと、ランクS対策に格上げするのとおおよそ同水準の減災効果が得られる結果となった（「ランクA対策&新幹線分散化効果」と「ランクS対策」の減災効果がおおよそ同水準であるため）。

表5 東京湾の巨大高潮（室戸台風ベース）に対する、新幹線整備の減災効果

	被害 (対策前)	新幹線の分散 化による減災 効果(単独)	ランクA対策 (単独)	ランクS対策 (単独)	ランクA対策& 新幹線分散化 効果	ランクS対策 &新幹線分散 化効果
経済被害（14ヶ月）	46兆円	2.5兆円	26兆円	27兆円	27兆円	28兆円
減災率	-	5.4%	56.5%	58.7%	58.9%	60.9%
資産被害	64兆円	2.7兆円	35兆円	37兆円	36兆円	38兆円
減災率	-	4.2%	54.7%	57.8%	56.6%	59.6%
浸水域内人口	140万人	6万人	38万人	48万人	42万人	52万人
減災率	-	4.2%	27.1%	34.3%	30.2%	37.0%
人的被害	8,000人	336人	5,100人	5,300人	5,222人	5,413人
減災率	-	4.2%	63.8%	66.3%	65.3%	67.7%

○ 「30%の分散化」が果たせた場合の、減災効果 経済被害（14ヶ月）14兆円縮減

※ 30%の分散化が果たされた場合の減災効果を、表6に示す。

- ・ 経済被害（14ヶ月）が14兆円縮減、

- ・資産被害が 19 兆円縮減
- ・浸水域内人口が 42 万人縮減
- ・人的被害が 2400 人縮減

※ ランク A 対策にあわせて 30%分散化を果たせば、14 ヶ月経済被害が 7 割程度、30 兆円以上、縮減できる。

※ 全国の新幹線の整備だけで「GRP については 5.4%、人口については 4.2%」の分散化効果があるが、残りの約 23~25%分の分散化については、

- ・全国の高規格幹線道路の整備
- ・全国の港湾投資
- ・地方都市内における交通インフラ投資
- ・地方都市の産業育成投資
- ・分散化を促す税制・補助金の整備 等

を総合的に展開していく必要がある。

表 6 東京湾の巨大高潮（室戸台風ベース）に対する、30%分散化時の減災効果

	被害 (対策前)	30%分散化 による減災効果 (単独)	ランク A 対策 (単独)	ランク S 対策 (単独)	ランク A 対策 & 30%分散化効果	ランク S 対策 & 30%分散化 効果
経済被害 (14ヶ月)	46兆円	14兆円	26兆円	27兆円	32兆円	33兆円
減災率	-	30.0%	56.5%	58.7%	69.6%	71.1%
資産被害	64兆円	19兆円	35兆円	37兆円	44兆円	45兆円
減災率	-	30.0%	54.7%	57.8%	68.3%	70.5%
浸水域内人口	140万人	42万人	38万人	48万人	69万人	76万人
減災率	-	30.0%	27.1%	34.3%	49.0%	54.0%
人的被害	8,000人	2,400人	5,100人	5,300人	5,970人	6,110人
減災率	-	30.0%	63.8%	66.3%	74.6%	76.4%

(3) 東京荒川巨大洪水に対する減災効果

- 14 か月経済効果に対する、新幹線整備による減災効果 1.4 兆円
- 資産被害の、新幹線整備による減災効果 1.5 兆円
- 浸水域内人口の、新幹線整備による減災効果 5 万人
- 人的被害に対する、新幹線整備による 約 90 人

※ 上記 3.3 で示した「関東からの分散化効果」に基づいて、減災効果を推計。

※ 「14 か月経済被害」については、関東からの GRP の分散化率 5.4%、縮減されると想定。

- ※ 「人的被害」については、関東からの人口分散化率4.2%、縮減されると想定。
- ※ なお、洪水に対する「ランクS」対策を施せば、洪水が生じなくなることが想定される。また、下記表7には、30%分散化の際の減災効果も示す。

表7 東京荒川巨大洪水に対する、新幹線整備、30%分散化時の減災効果

	被害 (対策前)	新幹線の分散 化による減災 効果(単独)	30%分散化 による減災効 果(単独)	ランクS対策 (単独)
経済被害 (14ヶ月)	26兆円	1.4兆円	8兆円	26兆円
減災率	-	5.4%	30.0%	100.0%
資産被害	36兆円	1.5兆円	11兆円	36兆円
減災率	-	4.2%	30.0%	100.0%
浸水域内人口	126万人	5万人	38万人	126万人
減災率	-	4.2%	30.0%	100.0%
人的被害	2,100人	88人	630人	2,100人
減災率	-	4.2%	30.0%	100.0%

(4) 全国新幹線整備による減災効果

以上の結果における、全国新幹線整備による分散化による減災効果を表8にとりまとめる。
上記に考慮した3つの災害については、合計で約43兆円の減災効果を持つことが示された。

表8 分散化による減災効果のまとめ

	全国新幹線整 備の減災効果
首都直下地震	39兆円
東京湾の巨大高潮	2.5兆円
東京荒川巨大洪水	1.4兆円
合計	43兆円

【参考文献】

- 1) 平田 将大：インフラ投資が人口等の一極集中化に与える影響に関する研究、京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻修士論文、平成30年2月、2018.
- 2) 根津佳樹,藤井聡,波床正敏：東西経済の不均衡解消を企図した新幹線国土軸整備による経済不均衡改善に関する分析—マクロ経済シミュレーションモデル MasRAC を用いて—, 実践政策学,2(2),pp175-185,2016.
- 3) 根津佳樹,藤井聡：交通インフラ投資によるマクロ経済への影響分析のためのシミュレーションモデル MasRAC の構築, 科学・技術研究 5(2),pp185-195,2016.

交通インフラ投資によるマクロ経済への影響分析のためのシミュレーションモデル MasRAC の構築

根津 佳樹 (国土交通省 国土技術政策総合研究所, nezu-y92ta@nilim.go.jp)
藤井 聡 (京都大学 大学院工学研究科, fujii@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

Construction of simulation model masrac for impact analysis of the macro economy by transportation infrastructure investment

Yoshiki Nezu (National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan)
Satoshi Fujii (Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan)

要約

高速道路や新幹線のような交通インフラ整備は、事業実施に伴う短期的なフロー効果のみならず、整備地域沿線に人口、企業等の各種都市機能を集積させ、沿線地域を成長させるストック効果がある。特に都市間を高速で接続する新幹線網の整備の波及効果は大きく、整備地域のみならず、我が国全体の経済発展を促す効果が考えられる。そのため、交通インフラ整備の有用性を判断するにあたっては、上記のような効果をきちんと評価する必要がある。しかしながら応用一般均衡モデルとは異なる既往のマクロ経済モデルでは地域帰着量が推計できず、逆に一般均衡を想定した地域への帰着便益推計モデルでは、マクロ経済に及ぼす影響を考慮できなかった。そこで本研究では、新幹線等の都市間交通インフラ整備が国全体や地域に及ぼす影響を総合的に評価可能なモデルシステムの構築を既存のモデルの枠組みを活用しながら行った。その上で、構築したモデルシステムの挙動の検証を行い、有用性を確認した。

キーワード

新幹線, 公共投資, 整備効果, マクロ経済モデル, 地域経済

1. 本研究の背景と目的

これまで、我が国において、時代背景を踏まえた全国総合開発計画などの国土計画が策定され、本計画に基づき、様々なインフラ整備が進められてきた。とりわけ高度経済成長期以降、我が国においては急速な人口増加、経済成長、都市化に対応し、人、物をより大量かつ高速に輸送し、円滑な経済活動を支える必要に迫られてきた。そのため、東京を中心に各都市部や都市間を結ぶ幹線交通網の整備が行われ、首都圏を中心に整備沿線地域はさらなる人口の集積、経済成長を成し遂げた。

しかしながら特に近年、今後少子高齢化の進展に伴う人口減少が見込まれることや、国家財政が厳しい状況であること、インフラ整備の成熟間等が国民世論に共有されていること等により、社会資本整備に対する効率性を厳正に求めるようになってきた。こうした状況を受け、現在わが国における交通インフラ整備の効率的で効果的な実施を目的とする判断基準として費用便益分析(以下B/C)が用いられるようになった。B/Cは、インフラ整備による便益(Benefit)として走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益の3便益の総和を計上し、整備と維持管理に必要とされる費用で除したものである。(国土交通省, 2008)しかしながらこれらの3便益は上記で触れたような交通網の整備による人口、企業の集積といった新規整備を行った地方への分散・集積効果や、結果として首都圏一極集中を緩和することによる、災害時のリダンダンシー確保等有事の際の役割が勘案されていない。さらに、事業実施による公共事業費の投資によるマクロ経済効果

も一切考慮されておらず、極度に便益を過小評価した評価基準であるという指摘がなされている。(例えば藤井, 2008) B/C(偏重の評価による社会資本整備を行う背景には、上記のような地域経済発展効果等の過去進められてきたインフラ整備の波及効果が十分認識されていない可能性が考えられる。

そこで、本研究では社会資本整備、とりわけ地域の発展、分散化に極めて大きな影響を及ぼすと考えられる、新幹線網の整備効果を、マクロ経済並びに整備地域への影響を共に評価可能なモデルシステムの提案を既往の研究で提案されている全国マクロ経済シミュレーションモデル(計量計画研究所, 2012)を活用し、パラメータを再推定、改訂し行うこととする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

交通インフラ整備による効果としては大きくストック効果とフロー効果に大別できる。(国土交通省, 2014) ストック効果とは交通網の発達により、直接的に移動時間の短縮や、輸送費の低下、効率化による経済活動の生産性の向上をもたらす、さらにその間接、波及効果として周辺環境の改善といった衛生、安全性を向上させることによる生活水準の向上等、完成した交通インフラによって生じる便益(供給の拡大)を指す。このストック効果は交通インフラが完成して生じる便益であり、交通インフラ整備事業の実施によりただちに発現するものではない。

一方、フロー効果とは公共事業として投資される事業費により生産活動、雇用の創出に伴う所得の増加による消費(需要)の拡大を指す。つまり事業(公共投資)実施とともに生じる効果であるといえる。このフロー効果には、ある公共投資を行ったとすると、その事業費により直接建設会社や材料メーカーの関係者の所得となるだけでなく、そうして支払わ

れた所得が新たな消費（需要）を生み出すといった乗数効果が存在することが指摘されている。加えてフロー効果には交通インフラ整備による交通サービス水準の上昇が、GDP等のマクロ指標に及ぼす効果も指摘されている。本章では、こうした交通インフラ整備効果が評価可能な既往研究を整理する。

中川ら（1993）は、鉄道（在来線）や高速道路の整備の有無により、市町村内で生ずる長期的な人口増加率の変化を明らかにした。この研究では、鉄道が整備された市町村の人口増加率が明らかに高いことや、1960年代以降は高速道路の整備に関しても同様の傾向があることを指摘している。さらに、整備前まで人口規模が小さく、集積の乏しい地域であったとしても、整備による効果は同様に見られるとしている。これは、交通インフラ整備と人口や経済機能の分布が変化、沿線への集積との関係を実証的に明らかにしたものと見える。

また亀山（1988）は長野県内の高速道路整備による、インターチェンジ周辺の土地利用の変化について、アンケート調査を行った。これによると調査範囲とした、開設されたインターチェンジから周辺1km以内においては、それまでの都市開発の変遷に影響を受けるものの、工業団地の立地や地価の上昇には効果があると指摘している。

近年では、佐藤ら（2012）は高速道路整備の地域産業への影響を調査し、高速道路のインターチェンジまでの所要時間が短くなるほど農業出荷額は伸び、製造品の出荷額に関しては、インターチェンジの開設により増進されることを示した。

また、鯉江（2010）は上越、長野および東北新幹線開業に伴う路線沿線都市における人口、事業所数、交通機関分担率等を開業前後でその変化を調査し、新幹線停車市町村が非停車市町村と比べ、人口増加率や事業所数の増加数が高くなる傾向があることを指摘している。

小野ら（2005）は長野新幹線を事例に長野県内の市町村を対象に人口、買い物客、企業数等の開業前後の変化を調査し、新幹線整備により期待される効果よりは小さいものの、非停車市町村よりも整備効果が表れること。地域差はあるものの、新幹線の整備により、沿線地域の人口増加、経済活動の活性化が促されること。もしくは中小都市が大都市と交通インフラで接続された際に中小都市の都市機能が大都市に移転するストーリー効果の影響は現地の住民が感じるよりは小さい可能性があることを指摘している。

さらに、藤井（2012）はデフレーション下において公共事業を実施することによって、名目GDPや税收、平均給与や出生数の増加、失業率の減少等、さまざまな指標において効果があることを述べている。とりわけ、デフレーション経済化において、1兆円の公共事業の増加は、約5兆円の名目GDPの増加や約1.6兆円の総税収の増加等と統計的に優位に関連していることを示し、1998年より10兆円弱減少した税収の背景に、公共事業の削減がある可能性を指摘している。

上述してきたように、これまでインフラ整備や公共投資の実施により、生じうるストック効果、評価、計測には様々な指標が用いられ、よりの確かな評価を行えるように改良が加えられてきた。しかしながら、その評価対象地域は鉄道や道路整備地域内での人口分布や経済規模の変化を評価したものが多く、広域的な効果を評価しているとはいえないと考えられ

る。逆に、公共投資実施による広域的なGDPといったマクロ指標といったフロー効果を推計、評価した研究では、個別の地域への便益の帰着量は評価できていない、という問題点があげられる。

小池ら（2000）は都市圏での公共投資政策を評価できるモデルの構造を示した。この研究では、公共投資による総合的な効果を把握できる点において大きな特徴を有するが、均衡を前提とした分析の枠組みとなっており、市場における需要と供給のインバランスの存在の影響、ならびに、それを解消することによる経済成長効果など、例えば今日の「アベノミクスによるデフレ脱却政策」において期待されている経済浮揚効果については、的確な評価が困難であるという課題を有している。

このようにGDPの押し上げなど、交通インフラ整備による国全体へ波及するマクロ効果と、整備インフラ沿線に帰着するミクロな便益を接続した評価ができ、需要と供給のインバランスの影響を考慮可能な総合的な経済シミュレーション手法が確立されていなかった。

それらを総合的に評価した事例として筆者ら（2013）の研究がある。当該研究では、門間ら（2011）、樋野ら（2012）によって提案されたインフレ、デフレ期といった経済状況の違いによる影響と道路投資額、および道路整備量を考慮し、国内総生産の変化等を推計することを可能にしたマクロ計量経済モデルの枠組みを利用している。それにより推計されたGDPを基に、地域単位でのGRP、税收といった各種指標を推計、評価できるモデルシステムとなっている。本研究では、上記モデルシステムに改良を加え、道路整備のみならず、新幹線等の鉄道整備効果も推計可能となるようパラメータの再推定を行うとともに、より長期間にわたる交通インフラ整備による投資効果や地域単位の人口分布を評価できるよう再構築する。

3. 分析モデルシステム（MasRAC）の構築

本章では、新幹線等の交通インフラ投資によるマクロ経済効果、ならびに地域に帰着する便益、人口の推移などがどのようなものであるのか、を評価可能なモデルシステムの構築を行う。なお、本研究において構築したモデルシステムの名称を「MasRAC（Macroeconomic simulator that accounts for Regional Accessibility）」とし、以下MasRACと表記する。次節より、モデル構造の概要並びに、MasRACを構成する上位モデルであるマクロ経済モデル、下位モデルである地域経済評価モデルの詳細について記述していく。

3.1 MasRACによるシミュレーションの流れ

MasRACによるシミュレーション過程の概要であるが、上記で記述した樋野らのモデルを基本とした既往のマクロシミュレーションモデルでは、道路整備による交通アクセス性の改善を評価の対象としており、鉄道アクセスの向上が考慮されていなかった。そこで、新たに新幹線整備の効果を評価可能な説明変数を追加するとともに、新幹線の整備効果が把握できるようにするために、各種パラメータの推定期間を新幹線が整備される以前の時期も含む1960年以降について行

い推計可能な期間を拡張した。さらに、精緻な分析が行えるよう、産業分野別にモデル推定を行うとともに、生産性の向上を考慮できる形へと改良を行っている点に特徴がある。

モデルの構造を図1に示す。マクロ経済モデルを上位モデルとして利用し、設定したシナリオごとに日本全体へのマクロ経済効果 (GDP) を推計した上で、地域単位での総生産であるGRP、人口、地方税収を下位モデルで推計する構造となっている。なお本研究で扱う地域単位として207生活圏ゾーン (国土交通省, 2005) を使用する。(図2参照) なお、各生活圏内に居住している人は当該生活圏で労働しているという仮定をおくこととする。

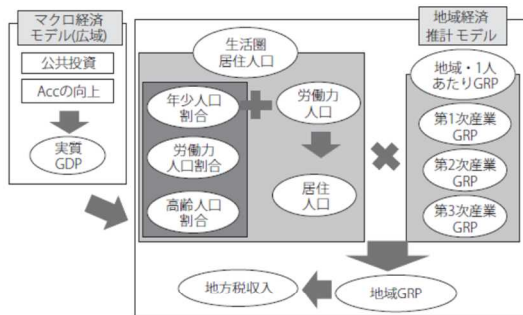


図1: MasRACによる推計の流れ概要

次項よりMasRACの上位モデルである、マクロ経済モデル、ならびに下位モデルである地域滞着便益、経済状況の評価モデルの詳細について記述していく。

3.1.1 国内全体の経済状況の推計手法

本項では、MasRACの上位モデルを形成する、マクロ経済モデルについて記述する。第2章でも述べたように、筆者ら(2013)の研究でも使用している公共投資のマクロ経済効果のシミュレーションモデルを拡張して用いる。(モデル概要図は図3参照) このモデルは、交通インフラ網整備による、地域間の連結性を表現するアクセシビリティ (Acc) の向上や、公共投資額の変化に応じた実質GDP等の変化を推計することができることに加え、インフレ・デフレ状況といった異なる経済情勢下で公共投資の乗数効果が異なることを考慮した変数を内在化させている点に特徴がある。

この上位モデルの全体の枠組みは、物価の影響を考慮し、道路投資のフロー効果・ストック効果を算出するモデルとなっている。モデルの体系は、実質GDP (需要) が需要項目別に推計され、潜在 (供給) GDPは、投資から推計された民間資本ストック、分配サイド (雇用者報酬) から推計された労働人口から稼働率や失業率を考慮し推計される。得られた実質GDPと潜在GDPの比較によりインフレギャップ及びデフレギャップが算定され、このギャップ変数に基づき、需要項目別のデフレータ等の物価変数が推計される。物価変数によりGDPデフレータが算定され、各名GDPが求まり、雇用者報酬などの所得分配が決定される。所得が民間最終消費支出等の実質GDPにフィードバックしてモデルが閉じる。また一方、

推計された金利より為替レートが算定され、アメリカのGDPとあわせて輸出入額が求まり、これらより実質GDPが推計される構造となっている。

なお、筆者ら(2013)の研究ではAccの算出において、各移動モードの分担率は固定値を使用していたが、各種インフラ整備の進展に伴い、分担率は変動するものであるから、その点を考慮するため、式(1)、(2)に示すように、道路 (自動車使用)、鉄道と、鉄道並びに航空路線併用の各パターンで生活圏間の所要時間、料金 (運賃) 及び一般化費用を国土交通省「NITAS (総合交通分析システム)」を用いて算出した値に、分担率を乗じたものの総和を取り、以下の式に基づいて各生活圏並びに日本全体におけるアクセシビリティ (Acc) を算出した。なお、一般化費用算定の際には、時間価値を20.4円/分と仮定して算出した(17)。

$$Acc_i^m = \frac{\sum_j POP_j}{\sum_j POP_j \cdot \sum_k MS_{ij}^k \cdot GC_{ij}^{m,k}} \quad (1)$$

Acc_i^m : 生活圏*i*の旅客アクセシビリティ (*m*: 旅客を表す接尾辞)

MS_{ij}^k : 生活圏*i-j*間の交通手段*k*の分担率

$GC_{ij}^{m,k}$: 生活圏*i-j*間の交通手段*k*の一般化費用

POP_j : 生活圏*j*の人口

$$Acc^m = \frac{\sum_i POP_i \times Acc_i^m}{\sum_i POP_i} \quad (2)$$

Acc_m : 全国のアクセシビリティ

Acc_i^m : 生活圏*i*の旅客アクセシビリティ

なお、各生活圏間の自動車、鉄道、航空を使用した際の一般化費用にそれぞれの機関の分担率を乗じ、その総和を使用しアクセシビリティ (Acc) を求めた。なお分担率は、第5回(2010年)全国幹線旅客純流動調査より207生活圏間の自動車、鉄道、航空の3交通手段の分担率を目的変数に、生活圏間の交通手段別の一般化費用を説明変数とした、都市間交通分担率推計モデル (集計ロジットモデル、式(3)及び(4))により算定した。モデルのパラメータ推定結果を表1に示す。

$$P_{mij} = \frac{\exp(V_{mij})}{\sum_n \exp(V_{nij})} \quad (3)$$

$$V_{mij} = \alpha \cdot GC_{mij} + \varepsilon_m \quad (4)$$

P_{mij} : 生活圏*ij*間の交通手段*m*の分担率

V_{mij} : 交通手段*m*の効用

α : パラメータ (一般化費用)

GC_{mij} : 交通手段*m*の生活圏*ij*間の一般化費用

ε_m : 交通手段*m*の誤差項

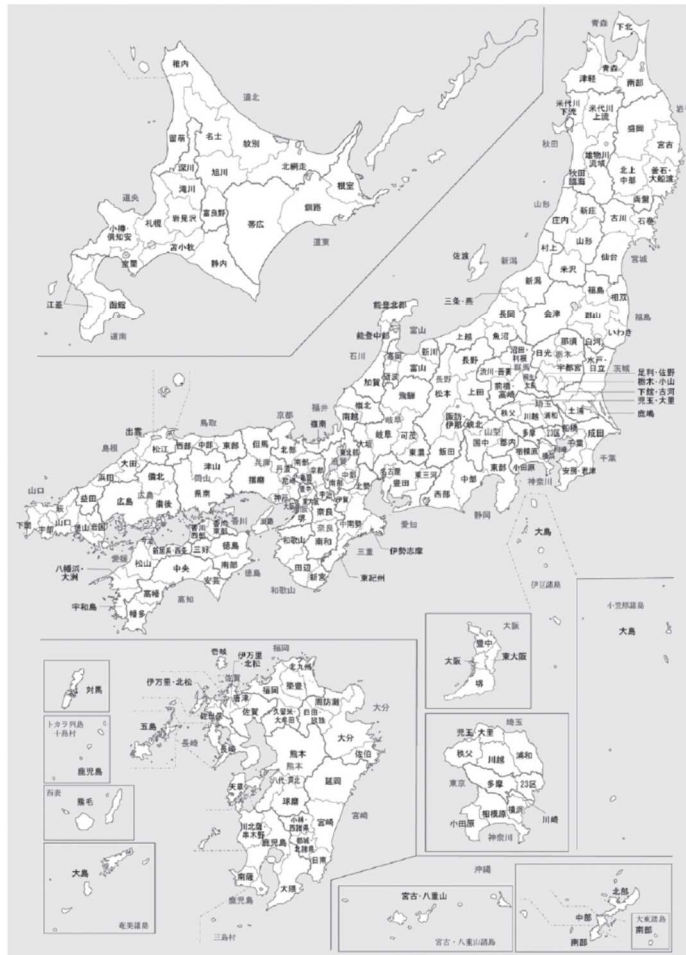


図2：207生活圏ゾーン概要

表1：都市間交通分担率推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
一般化費用(円)	-2.00×10^{-3}	-34.64 *
初期尤度	-4204.39	
最終尤度	-2137.53	
尤度比	0.508	

注：*：1%有意

3.1.2 地域ごとの各ケースの推計手法

本項では、MasRACの下位モデルを形成する、地域に帰着する便益評価モデルについて記述する。第2章で挙げた、筆者ら(2013)の研究で使用している地域配分モデルを改良して用いる。当該研究では、地域内総生産(GRP)を第1次、第2次産業の総数と、第3次産業をそれぞれ、地域ごとのアクセシビリティ(Acc)等を説明変数とする推計モデルを構築していた。しかしながら上記モデルでは、交通インフラ整備による

労働生産性の向上や、人口分布の変化を評価できていなかった。本研究では、それらを考慮するため、図3にあるように、地域内の第1、2、3次産業それぞれの1人当たりの生産額を推計し、同時に推計された域内人口と乗じることで、地域内総生産(GRP)を推計する流れとした。この際、地域ごとに推計された人口、総生産の総和は日本全体の人口の推移、並びに前節で説明したマクロ経済モデルのGDP推計値と異なるため、これらをコントロールトータルとし、地域ごとに推計された割合に応じて按分する。以下に各モデルの推定結果並びに算出式を記載する。

なお下位モデルにおいて、人口は生活圏単位でパラメータ推定並びに推計を行うが、1人当たりGRPについては、生活圏単位でのデータ収集が困難であったことから、内閣府県民経済計算に記載のデータを用い、都道府県単位でパラメータ推定、及び推計を行った。

まず、生活圏人口推計モデルの流れを説明する。既往研究でもあるように、交通インフラ整備の程度が、域内人口の多

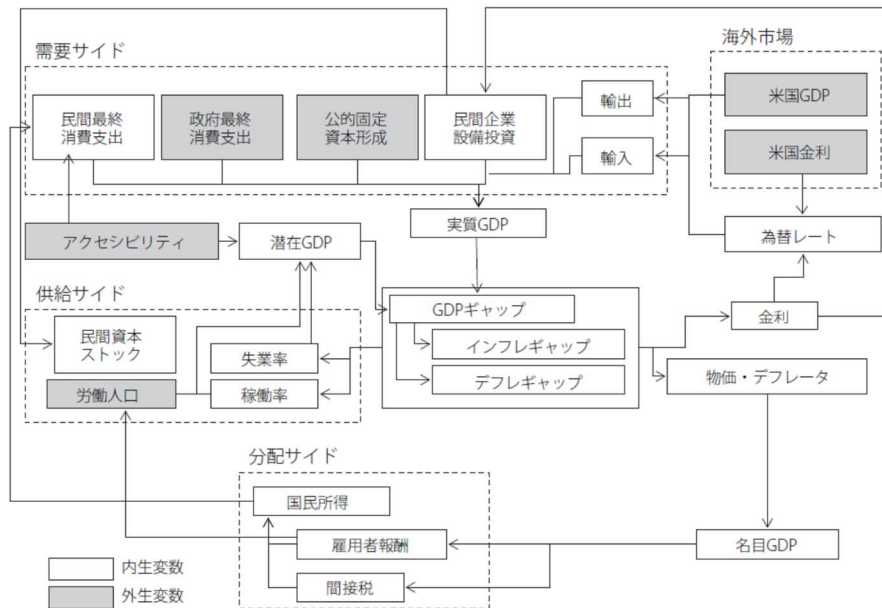


図3：マクロ経済効果推計モデルの概要

寡に影響を与えることが考えられる。生産年齢人口（15歳以上65歳未満）であれば、インフラ整備による産業の集積に影響を受けることで、人口が増加することが考えられるが、逆に老年人口（65歳以上）は、地方部に多くの方が居住する傾向がある等、年代間で異なる傾向があることが考えられる。本モデルでは、そうした年齢階層別の交通インフラ整備による居住地域への影響の違いを評価できるように、全人口を年少人口（15歳未満）、生産年齢人口、老年人口の3階層に分け、それぞれ推計することとする。なお、地域単位として207生活圏ゾーンを用いているが、その域内人口の絶対数は、地域により大きく異なっている。そのため、目的変数を3階層それぞれが域内人口に占める割合（%）とし、推計する。その後、域内の生産年齢人口の絶対数を別途推計するモデルを構築し、推計された生産年齢人口並びに各階層の割合により、域内の居住人口を推計する流れとなっている。（次頁参照）

・ 域内居住人口推計の流れ

$$\text{域内居住人口(暫定値)}(\text{人}) = (\text{生産年齢人口}(\text{人})\text{推計値}) \times (\text{年少人口割合} + \text{生産年齢人口割合} + \text{老年人口割合}) \div (\text{生産年齢人口割合})$$

$$\text{域内居住人口}(\text{人}) = (\text{域内居住人口(暫定値)}(\text{人})) \times (\text{全国の居住人口}(\text{人})) \div (\text{居住人口(暫定値)}(\text{人})\text{の全国の総和})$$

まず、生活圏内労働力人口推計モデルについて説明する。鉄道利用時の鉄道アクセシビリティ（Acc）、自動車利用時の道路アクセシビリティ（Acc）、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、複合指標として、鉄道アクセシビリティ（Acc）×新幹線ダミー並びに新幹線ダミー×Ln（人

表2：生活圏内労働力人口（人）推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	3.29×10^5	14.56 **
鉄道Acc (1/円)	2.49×10^9	4.99 **
道路Acc (1/円)	-4.56×10^{-9}	-6.94 **
鉄道Acc(1/円)×新幹線ダミー	9.34×10^9	9.58 **
1960年代ダミー	-7.68×10^4	-3.69 **
1970年代ダミー	-6.40×10^4	-3.19 **
1980年代ダミー	-2.85×10^4	-1.43
1990年代ダミー	-6.33×10^3	-0.32
北海道地域ダミー	-2.15×10^4	-0.78
東北地域ダミー	-1.01×10^4	-0.39
北関東地域ダミー	5.93×10^4	1.92 *
南関東地域ダミー	1.49×10^5	3.89 **
北陸信越地域ダミー	1.45×10^4	0.53
東海地域ダミー	3.13×10^4	1.03
近畿地域ダミー	-1.23×10^4	-0.37
中国地域ダミー	1.87×10^4	0.66
四国地域ダミー	-8.69×10^3	-0.28
首都ダミー	2.47×10^6	19.81 **
三大都市圏ダミー	4.71×10^5	14.98 **
三大都市ダミー	-1.38×10^4	-0.19
23区県庁所在地ダミー	2.04×10^5	11.62 **
新幹線ダミー	-1.16×10^7	-17.16 **
新幹線ダミー×Ln（人口(人)）	8.37×10^5	17.90 **
(調整済み) $R^2 = 0.748$		

注：*：10%有意、**：1%有意

口(人)、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表2参照)なお、道路、鉄道アクセシビリティは、自動車並びに鉄道をそれぞれ使用したときに要する一般化費用(円)と着地先の人口の積を式(1)の分母に代入したものである。

生活圏内の労働力人口は交通の利便性に大きく影響を受けるものと考えられる。そこで、道路、鉄道アクセシビリティ、並びに新幹線停車駅ダミーを説明変数として用いた。さらに、新幹線整備における地域労働力人口の伸びは、新幹線整備による交通利便性向上度合いと、域内の当初の人口規模に影響を受けることが考えられることから、鉄道アクセシビリティ(Acc)×新幹線ダミー、新幹線ダミー×Ln(人口(人))を説明変数として用いた。結果として交通利便性を表現する説明変数を複数有するため、パラメータによっては交通利便性の向上が労働力人口の増加に寄与しないものも存在するが、モデル全体では、交通利便性の向上が労働力人口の増加をもたらすという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.748となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

推定に用いたデータは、労働力人口は昭和35年以降の国勢調査を使用している。

なお、当モデルにおける年代ダミーの基準は2000年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

また以下用いる地域、年代ダミーで定義される地域、年次は次の通りである。

- ・ 北海道地域：北海道並びに北海道内の各生活圏
- ・ 東北地域：青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島県並びに県内の各生活圏
- ・ 北関東地域：茨城、栃木、群馬各県並びに県内の各生活圏
- ・ 南関東地域：埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨各都県並びに都県内の各生活圏
- ・ 北陸信越地域：新潟、富山、石川、福井、長野各県並びに県内の各生活圏
- ・ 東海地域：岐阜、静岡、愛知、三重各県並びに県内の各生活圏
- ・ 近畿地域：滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山各府県並びに府県の各生活圏
- ・ 中国地域：鳥取、島根、岡山、広島、山口各県並びに県内の各生活圏
- ・ 四国地域：徳島、香川、愛媛、高知各県並びに県内の各生活圏
- ・ 九州地域：福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄各県並びに県内の各生活圏
- ・ 首都：東京都並びに23区生活圏
- ・ 三大都市圏：埼玉、千葉、東京、神奈川、愛知、京都、大阪、兵庫各都府県並びに都府県内の各生活圏
- ・ 三大都市：東京、愛知、大阪各都府県並びに23区、名古屋、大阪生活圏
- ・ 23区・県庁所在地：東京都23区生活圏並びに46道府県の県庁所在地を含む各生活圏

- ・ 1960年代：1960年～1969年
- ・ 1970年代：1970年～1979年
- ・ 1980年代：1980年～1989年
- ・ 1990年代：1990年～1999年
- ・ 2000年代：2000年以降の全ての年次

次に、生活圏内年少人口割合推計モデルについて説明する。交通全般の利便性を表現するアクセシビリティ(Acc)、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表3参照)

表3：生活圏内年少人口割合(%)推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	1.90×10^2	82.43 ***
Acc (1/円)	-1.51×10^4	-3.42 ***
1960年代ダミー	1.21×10^1	62.61 ***
1970年代ダミー	6.48×10^1	34.03 ***
1980年代ダミー	4.58×10^1	24.22 ***
2000年代ダミー	-3.85×10^1	-22.30 ***
北海道地域ダミー	-8.51×10^{-1}	-3.52 ***
東北地域ダミー	2.68×10^{-1}	-1.21
北関東地域ダミー	8.60×10^{-2}	0.301
南関東地域ダミー	-3.07×10^{-1}	-0.858
北陸信越地域ダミー	-1.17×10^0	-4.77 ***
東海地域ダミー	7.34×10^{-1}	-2.58 **
近畿地域ダミー	-1.10×10^1	-3.70 ***
中国地域ダミー	-1.74×10^1	-7.09 ***
四国地域ダミー	-1.62×10^1	-6.13
首都ダミー	6.07×10^1	7.26
新幹線ダミー	2.39×10^{-1}	1.28
三大都市圏ダミー	-1.26×10^{-1}	-0.48
23区県庁所在地ダミー	-2.39×10^{-1}	-1.66 *
(調整済み) $R^2 = 0.826$		

注：*：10%有意、**：5%有意、***：1%有意

生活圏内の年少人口割合は交通の利便性に影響を受けるものと考えられる。そこで、アクセシビリティ並びに新幹線停車駅ダミーを説明変数として用いた。アクセシビリティの向上が年少人口割合を低下させるモデルとなっているが、すでにアクセシビリティが高い都市部を中心に新幹線整備がなされていることを考慮すると、モデル全体では、交通利便性の向上、とりわけ新幹線整備が年少人口割合の増加をもたらすという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.826となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

なお当モデルにおける年代ダミーの基準は1990年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

次に、生活圏内生産年齢人口割合推計モデルについて説明

表4：生活圏内生産年齢人口割合（%）推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	1.85×10^1	18.12 ***
Acc (1/円)	1.90×10^0	4.35 ***
前年生産年齢人口割合 (%)	7.00×10^{-1}	42.94 ***
新幹線ダミー	3.95×10^{-1}	2.55 **
1960年代ダミー	2.60×10^0	13.06 ***
1970年代ダミー	8.74×10^{-1}	5.66 ***
1980年代ダミー	-1.68×10^{-1}	-1.10
2000年代ダミー	-2.36×10^0	-16.44 ***
北海道地域ダミー	1.05×10^0	4.86 ***
東北地域ダミー	2.97×10^{-1}	1.57
北関東地域ダミー	6.59×10^{-1}	2.67 ***
南関東地域ダミー	2.98×10^{-1}	0.97
北陸信越地域ダミー	-7.00×10^{-2}	-0.33
東海地域ダミー	-9.00×10^{-3}	-0.38
近畿地域ダミー	-3.01×10^{-1}	-1.18
中国地域ダミー	-3.47×10^{-1}	-1.66 *
四国地域ダミー	-1.78×10^{-1}	-0.79
首都ダミー	-3.62×10^0	-4.98 ***
三大都市圏ダミー	4.46×10^{-1}	2.00 **
23区県庁所在地ダミー	6.74×10^{-1}	5.32 ***
(調整済み) $R^2 = 0.730$		

注：*：10%有意、**：5%有意、***：1%有意

する。交通全般の利便性を表現するアクセシビリティ (Acc)、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、前年の生産年齢人口の割合、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表4参照)

生活圏内の生産年齢人口割合は上記の労働力人口推計モデルと同様、交通の利便性に大きく影響を受けるものと考えられる。そこで、アクセシビリティ並びに新幹線停車駅ダミーを説明変数として用いた。交通利便性の向上、とりわけ新幹線整備が生産年齢人口割合を向上させるという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.730となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。なお当モデルにおける年代ダミーの基準は1990年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

つづいて、生活圏内老年人口割合推計モデルについて説明する。交通の利便性を表現するアクセシビリティ (Acc)、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表5参照)

生活圏内の老年人口割合は、交通利便性の比較的低い地方部が高くなる傾向が考えられる。そこで、アクセシビリティ並びに新幹線停車駅ダミーを説明変数として用いた。交通利便性の向上、とりわけ新幹線整備地域では老年人口割合が減少するという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得ら

表5：生活圏内老年人口割合（%）推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	1.93×10^1	79.10 **
Acc (1/円)	-4.58×10^4	-9.78 **
新幹線ダミー	-1.56×10^0	-7.93 **
1960年代ダミー	-1.02×10^1	-49.85 **
1970年代ダミー	-7.72×10^0	-38.35 **
1980年代ダミー	-4.77×10^0	-23.88 **
2000年代ダミー	7.66×10^0	42.01 **
北海道地域ダミー	-2.96×10^0	-11.57 **
東北地域ダミー	-7.92×10^{-1}	-3.38 **
北関東地域ダミー	-1.62×10^0	-5.36 **
南関東地域ダミー	-5.36×10^{-1}	-1.42
北陸信越地域ダミー	4.89×10^{-1}	1.89 *
東海地域ダミー	-7.70×10^{-2}	-0.26
近畿地域ダミー	9.49×10^{-1}	3.04 **
中国地域ダミー	1.85×10^0	7.16 **
四国地域ダミー	1.57×10^0	5.61 **
首都ダミー	2.79×10^0	3.16 **
三大都市圏ダミー	-1.49×10^0	-5.38 **
23区県庁所在地ダミー	-1.84×10^0	-12.11 **
(調整済み) $R^2 = 0.858$		

注：*：10%有意、**：1%有意

れたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.858となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

なお当モデルにおける年代ダミーの基準は1990年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

次に、生活圏内総生産推計モデルの流れを説明する。輸送時間、費用の低減などの効果が交通インフラ整備により発揮され、その結果域内に居住する人の労働生産性の向上に寄与することが考えられる。しかしながら、例えば農業、林業、漁業といった第1次産業は交通インフラ整備が進んでも、産業自体が地域の地形の等地理的条件に大きく影響を受け、インフラ整備の影響を受けづらいたことが考えられる。また、製造業などの第2次産業は交通インフラ整備の中でも製品輸送の観点から高速道路整備に強く影響が考えられ、第3次産業であれば、人の流動を促す鉄道インフラ近傍に集積しやすいといったように、産業種別ごとに交通インフラ整備による影響の受け方が異なることが考えられる。本モデルでは、そうした産業別の交通インフラ整備による労働生産性の影響の違いを評価できるよう、全産業を第1次、2次、3次産業の3つに分類し、それぞれ推計することとする。それらの総和をとることで、域内の1人当たりの生産額を推計し、上記で述べた人口推計値と乗じることで、地域内総生産 (GRP) を推計する流れとなっている。(下記参照)

- ・ 域内総生産 (GRP) 推計の流れ

$$\text{地域内総生産 (GRP) (暫定値)} = (\text{居住人口推計値}) \times (\text{第$$

1次産業1人当たり生産額推計値+第2次産業1人当たり生産額推計値+第3次産業1人当たり生産額推計値)
 地域内総生産 (GRP) (百万円) = 地域内総生産 (GRP) (暫定値) 推計値 × (マクロモデルによる GDP 推計値) ÷ (地域内総生産 (GRP) の全国の総和)

まず、地域内第1次産業1人当たり生産額推計モデルについて説明する。交通全般の利便性を表現するアクセシビリティ (Acc)、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、地域内の国道延長距離、農作物作付面積、複合指標として、新幹線ダミー × Ln (1人当たり第1次産業GRP (千円))、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表6参照)

地域内第1次産業1人当たり生産額は、交通利便性全般は比較的好くない地方部が高くなる一方で、農作物などの輸送の観点から、道路網の整備の進展により生産性の向上がもたらされることや、人口の集積が進んでいる新幹線整備のなされた地域周辺においては当初の生産性の度合いに応じて農産品の出荷額が増加する傾向があることが考えられる。そこで、アクセシビリティ並びに新幹線停車駅ダミー、国道延長距離等を説明変数として用いた。交通利便性が低い地域に集積しやすい産業ではあるが、周辺人口に影響を及ぼす可能性のあ

表6：第1次産業1人あたり生産額 (都道府県単位) (千円) 推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	6.38×10^1	19.60 **
Acc (1/円)	-3.12×10^4	-4.36 **
農作物作付延べ面積 (ha)	5.63×10^{-5}	5.86 **
道路実延長国道 (km)	3.10×10^{-2}	10.64 **
1960年代ダミー	-4.03×10^1	-11.21 **
1970年代ダミー	2.13×10^1	8.00 **
1980年代ダミー	4.10×10^1	18.11 **
1990年代ダミー	3.61×10^1	16.30 **
総固定資本形成(公的) (千円)	-2.28×10^{-5}	-7.61 **
北海道地域ダミー	-2.26×10^2	-13.61 **
東北地域ダミー	1.28×10^1	4.91 **
北関東地域ダミー	9.66×10^1	29.59 **
南関東地域ダミー	-2.81×10^1	-8.10 **
北陸信越地域ダミー	-6.56×10^1	-24.96 **
東海地域ダミー	-1.53×10^1	-4.84 **
近畿地域ダミー	-3.21×10^1	-10.39 **
中国地域ダミー	-1.04×10^1	-3.74 **
四国地域ダミー	4.86×10^0	1.66 *
首都ダミー	5.92×10^0	0.93
三大都市圏ダミー	1.44×10^1	4.64 **
新幹線ダミー × Ln (1人当たり第1次産業GRP (千円))	8.81×10^0	5.92 **
新幹線ダミー	-1.13×10^2	-9.72 **
(調整済み) $R^2 = 0.737$		

注：*：10%有意、**：1%有意

る新幹線整備により地域内第1次産業1人当たり生産額が増加するという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項 (年代、地域ダミーを含む) を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.737であり、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

推定に用いたデータは、人口は昭和35年以降の国勢調査、GRPは内閣府の県民経済計算を、農作物作付延べ面積は農林水産省「農作物作付延べ面積及び耕地利用率年統計」を、国道実延長は昭和35年～平成12年までは建設省道路局「道路統計年報」を平成13年以降は国土交通省道路局「道路統計年報」を、また公的総固定資本形成は内閣府「県民経済計算」を使用している。

なお当モデルにおける年代ダミーの基準は2000年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

次に、地域内第2次産業1人当たり生産額推計モデルについて説明する。地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、地域内の国道延長距離、公的総固定資本形成、複合指標として、新幹線ダミー × Ln (1人当たり第2次産業GRP (千円))、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表7参照)

地域内第2次産業1人当たり生産額は、工場からの製品輸送の観点から、道路網の整備の進展により生産性の向上がもたらされることや、公的資本形成による押し上げ効果、人口の集積が進んでいる新幹線整備のなされた地域周辺において

表7：第2次産業1人あたり生産額 (都道府県単位) (千円) 推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	8.58×10^2	16.81 ***
道路実延長(国道) (km)	-3.60×10^{-1}	-9.12 ***
1960年代ダミー	-9.53×10^2	-22.64 ***
1970年代ダミー	-6.39×10^2	-17.50 ***
1980年代ダミー	-2.50×10^2	-7.39 ***
1990年代ダミー	-6.06×10^1	-1.68 *
総固定資本形成(公的) (百万円)	1.00×10^{-3}	17.81 ***
北海道地域ダミー	7.24×10^2	3.68 ***
東北地域ダミー	7.62×10^1	1.82 *
北関東地域ダミー	1.77×10^3	35.64 ***
南関東地域ダミー	1.16×10^2	2.10 **
北陸信越地域ダミー	-3.22×10^1	-0.77
東海地域ダミー	9.48×10^2	19.38 ***
近畿地域ダミー	1.38×10^2	2.97 ***
中国地域ダミー	2.83×10^2	6.63 ***
四国地域ダミー	1.72×10^2	3.80 ***
首都ダミー	1.68×10^3	16.63 ***
三大都市圏ダミー	6.76×10^2	13.68 ***
新幹線ダミー × Ln (1人当たり第2次産業GRP (千円))	5.33×10^2	25.06 ***
新幹線ダミー	-2.08×10^3	-23.54 ***
(調整済み) $R^2 = 0.739$		

注：*：10%有意、**：5%有意、***：1%有意

当初の生産性の度合いに応じて出荷額が増加する傾向があることが考えられる。そこで、国道延長距離並びに新幹線停車駅ダミー等を説明変数として用いた。道路や新幹線といった交通網の発達や、その前提となる公共投資の増加、それに伴う周辺人口の集積により地域内第2次産業1人当たり生産額が増加するという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.39となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

推定に用いたデータは、人口は昭和35年以降の国勢調査、GRPは内閣府の県民経済計算を使用している。

推定に用いたデータは、人口は昭和35年以降の国勢調査、GRPは内閣府の県民経済計算を、国道実延長は昭和35年～平成12年までは建設省道路局「道路統計年報」を平成13年以降は国土交通省道路局「道路統計年報」を、また公的総固定資本形成は内閣府「県民経済計算」を使用している。

なお当モデルにおける年代ダミーの基準は2000年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

つづいて地域内第3次産業1人当たり生産額推計モデルについて説明する。交通全般の利便性を表現するアクセシビリティ(Acc)の対数値、地域内の新幹線停車駅の有無を表現する新幹線ダミー、さらに年代、地域ダミーを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表8参照)

地域内第3次産業1人当たり生産額は、サービス業等人口が集積する地域で発達する傾向があることが考えられる。そこで、新幹線停車駅ダミー等を説明変数として用いた。とりわけ都市の発展、人口集中を促すと考えられる新幹線鉄道網

表8：第3次産業1人あたり生産額(都道府県単位)(千円)推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	1.33×10^3	2.00 *
Ln(Acc(1/円))	-1.37×10^2	-2.08 *
1960年代ダミー	-2.97×10^3	-32.60 **
1970年代ダミー	-2.39×10^3	-26.93 **
1980年代ダミー	-1.44×10^3	-16.39 **
1990年代ダミー	-2.77×10^2	-3.16 **
北海道地域ダミー	2.94×10^2	1.44
東北地域ダミー	-8.81×10^1	-0.81
北関東地域ダミー	1.76×10^3	13.47 **
南関東地域ダミー	9.55×10^2	8.00 **
北陸信越地域ダミー	-4.98×10^2	-4.47 **
東海地域ダミー	4.56×10^2	3.63 **
近畿地域ダミー	1.00×10^1	0.09
中国地域ダミー	-4.27×10^0	-0.04
四国地域ダミー	5.21×10^1	0.44
首都ダミー	9.50×10^3	43.36 **
新幹線ダミー	3.44×10^2	4.48 **
(調整済み) $R^2 = 0.680$		

注：*：5%有意、**：1%有意

の発達により、地域内第3次産業1人当たり生産額が増加するという、論理的に整合する結果であるといえる。また、定数項(年代、地域ダミーを含む)を除き、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.680となっており、当モデルは説明力を有するといえる。

推定に用いたデータは、人口は昭和35年以降の国勢調査、GRPは内閣府の県民経済計算を、農作物作付け延面積は農林水産省「農作物作付け延面積及び耕地利用率年統計」を使用している。

なお当モデルにおける年代ダミーの基準は2000年代、地域ダミーにおける基準は九州地域である。

最後に、地域内地方税収推計モデルについて説明する。各地域の地方税収は当該地域名での総生産額(GRP)に大きく影響を受けるものと考えられる。また、経済状況の趨勢として、インフレ期には企業業績の改善や、個人消費の活性化に合わせて、地方税収がGRPの伸びよりさらに増加することが考えられる。対照的にデフレ期にはGRPの伸び(もしくは減少)より大きな地方税収の減少が考えられる。本モデルでは、そうした地域内での経済活動の程度やマクロ的な経済情勢の変化が地方税収の多寡に与える影響を表現できるよう、上記モデルで推計された地域内総生産、並びにGDPデフレーターを説明変数とする重回帰モデルを構築する。(表9参照)

表9：都道府県内地方税収(百万円)推計モデル パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t値
(定数)	-9.55×10^4	-24.94 *
都道府県内総生産(百万円)	4.50×10^2	185.79 *
GDPデフレーター変化率(%)	8.09×10^3	12.87 *
(調整済み) $R^2 = 0.938$		

注：*：1%有意

地域経済の絶対数である総生産額の増加や、経済状況がインフレ期(GDPデフレーターが正)において地方税収が増加するという、論理的に整合する結果であるといえる。また、推定で得られたパラメータは全て有意であり、 R^2 値は0.938となっており、当モデルは十分な説明力を有するといえる。

推定に用いたデータは、都道府県地方税収は昭和35年～昭和56年までは自治省「地方財政統計年鑑」、昭和57年～平成14年までは地方財政調査研究会「地方財政統計年報」、平成15年以降は総務省「地方財政統計年報」を使用している。

以上、本研究にて構築したMasRACのモデル概要を述べたが、最後に、本研究で構築したMasRACのモデル挙動を確認するために、以上に推計したモデルパラメータを用い、1960年から2010年にかけての政府最終消費支出、公的資本形成、Accを外生変数としてモデルに投入しつつ、国内の実質GDPを推計した結果を図4に示す。図4に示した通り、バブルが崩壊し、デフレ不況に突入した90年代に実質GDPの成長が停滞し、500兆円付近を推移する様子が出力されており、実績値と比較してもおおむね実質GDPの推移を再現している様子が確認できる。

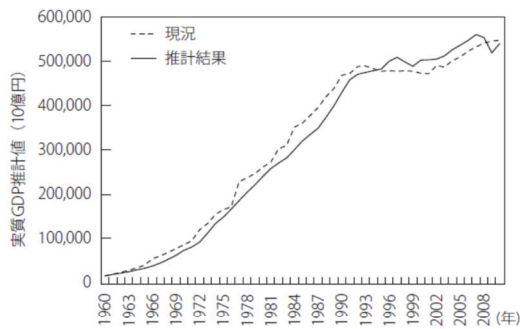


図4：実質GDP推計結果

一方、MasRACでは、以上の全国の実質GDPの出力結果に基づいて、各地域のGRPを出力する構成となっているが、図5には、その一例として、山陰地域（鳥取、島根県）内の主要地域でのGRPを推計した結果を示す。この図に示したように、全国のGDPの推移と同様、地域ごとのGRPも90年代以降、成長が停滞し、横ばいで推移している実情が再現されている様子が確認できる。

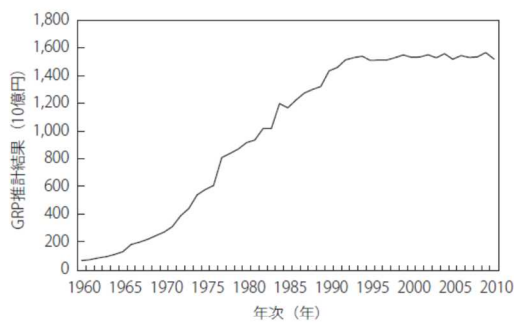


図5：鳥取、島根県内GRP推計結果

最後に、MasRACは、これらの出力データの、交通インフラ投資に伴う変化を推計可能な構成となっている。については、本稿では交通インフラ投資が、最終的な出力データに対する感度が存在するか否かを確認するために、現在、事業化され、工事が進められている「中央リニア新幹線」に関して、以下の二つのシナリオを想定し、それぞれの2045年時点のGDP（名目値）を推計した。（図6参照）

- ・ 大阪～名古屋間2045年開業シナリオ：現在想定されているシナリオ。名古屋～東京間は2027年に開通す一方、大阪～名古屋間は2045年に開通する。
- ・ 大阪～名古屋間同時開業シナリオ：2027年に、現在想定されている名古屋～東京間のみでなく、名古屋～大阪間も同時に開業するシナリオ。

推計にあたっては、現在公表されている中央リニア新幹線

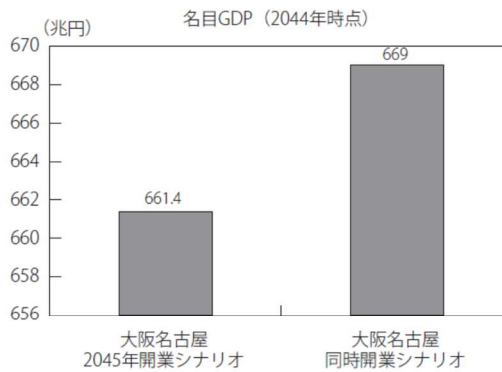


図6：リニア中央新幹線整備シナリオ別推計結果

での所要時間の短縮効果、ならびに、その建設費用を投入した。将来人口については、社会保障人口問題研究所の将来推計人口の中位推計を想定し、投入した（投入した外生変数のさらなる詳細は、根津佳樹・藤井聡：東西経済の不均衡解消を企図した新幹線国土軸整備による経済不均衡改善に関する分析、第51回土木計画学研究会発表会・講演集を参照されたい）。

ご覧の様に、リニア中央新幹線が同時開業することによって、2027年時点で部分開業となるシナリオよりもGDPが幾分(1.1%)大きくなるという結果となった。この結果は、MasRACで、交通インフラ投資によるGDPに対する感度が推計できる構成となっていることを示すものである。なお、この感度の妥当性については、現状においてはMasRAC内の各モデルが現状データに適合しているという点から、一定の妥当性があるものと考えられることができるが、モデルトータルとしてのモデル妥当性に関しては、さらなる検討、検証が必要である。

4. まとめ

本研究では、新幹線網整備をはじめとする、交通インフラ投資のマクロ効果及び地域に帰着する効果の評価が可能なモデルシステムMasRACの構築を行った。本モデルシステムの特徴は、既存のマクロ経済モデルの枠組みを上位モデルとして援用しつつ、下位モデルとして地域配分モデルを再構築し、交通インフラ投資を行った地域や、周辺地域への波及効果を分析可能とするとともに、新幹線整備による影響をより精緻に評価できる点である。そのため、Acc指標に鉄道の利便性向上効果を考慮するとともに、各種モデル内に新幹線整備効果を表現できる説明変数を加えた。さらに、推定にあたっては我が国の新幹線整備が始まる1960年代以降のデータを使用し、より現実に即した、適正な評価ができることを目指した。また実際の推計結果より、それぞれの計量経済モデルのデータ適合性を検証し、その適合性の高さを確認した。そして最後に、MasRACを用いた日本全体のGDPならびに、各地域後のGRPの推移を計算すると共に、交通インフラ投資の有無別の将来GDP推計値を計算した。その結果、それら指標の時系列的推移が一定程度の妥当性を持つものであったこと、及

び交通インフラ投資がGDPに対して一定の感度を推計可能なものである点を確認した。ただし今後は、こうして算定される感度の妥当性を確認するためにも、過去のインフラ投資効果を推計する等を通じたモデル検証が必要とされている。また、そうしたモデル検証作業を重ねていくと同時に、本モデルシステムを活用し、具体的新幹線等の交通インフラ整備が地域に及ぼす影響について、様々な整備シナリオを設定しシミュレーション分析を行って都市間交通インフラが地域へ及ぼす影響について、知見を得ていくことが必要である。

さらには、こうしたモデルの検証、適用作業を重ねていく中で、モデルの実務的課題を明らかにしていく事を通して、モデルをさらに改良していくことが必要である。例えば、現状のモデルでは新幹線整備直後にその影響が発現することや、地域単位で用いた生活圏ごと人口や面積についてのばらつき存在、さらには、時系列データを活用した因果プロセスをより明示的に導入したモデルの推計とその導入などが、モデルの実践的課題として問題となる可能性が考えられる。今後はこれらの課題の一つ一つを、実践事例の中で確認していくことが必要である。いずれにせよ、本稿で述べたMasRACはその「バージョン1」として提案されたものであり、今後、実務的に検討することがより強く求められていくことも想定される新幹線を含めた交通インフラ投資のフロー効果とストック効果の双方を同時に推計可能なモデルとして、さらなる改良を図る端緒を与えるものと位置づけられる。今後はこうした認識の下、さらなる改良を図っていくことが必要である。

なお、本研究は筆頭著者が京都大学大学院工学研究科の修士課程所属時に行ったもの論文として取りまとめたものである。

引用文献

- 藤井聡(2008). 土木計画学. 学芸出版社.
- 藤井聡(2012). デフレーション下での中央政府による公共事業の事業効果分析. 土木計画学研究・講演集, Vol. 46, No. 194, 1-9.
- 樋野誠一・門間俊幸・小池淳司・中野剛志・藤井聡(2012). インフレ・デフレ状況を内生化したケインズモデルによる公共投資効果の分析. 土木学会論文集 F4, Vol. 68, No. 4, 21-32.
- 一般社団法人計量計画研究所(2012). 現下の経済情勢等を踏まえた公共投資に係る施策の経済波及効果分析業務 報告書.
- 亀山章(1988). 高速道路インターチェンジ周辺の土地利用の変遷. 信州大学農学部紀要, Vol. 25, No. 2, 85-100.
- 鯉江康正(2015). 新幹線整備が地域経済に与えた影響事例. http://www.nagaokauniv.ac.jp/m-center/chiken/pdf/vol_21/051_koie.pdf.
- 小池淳司・上田孝行・宮下光弘(2000). 旅客トリップを考慮したSCGEモデルの構築とその応用. 土木計画学研究・論文集, Vol. 17, 237-245.
- 国土交通省(2005). 第4回全国幹線旅客純流動調査. 207生活圏.

- 国土交通省(2008). 費用便益分析マニュアル.
- 国土交通省(2008). 時間価値原単位および走行経費原単位(平成20年価格)の算出方法.
- 国土交通省(2013). 社会インフラの歴史とその役割.
- 国土交通省(2013). 第5回全国幹線旅客順流動調査の結果公表について.
- 国土交通省(2015). NITASの機能紹介. <http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/nitas/140114NITAS.pdf>.
- 門間俊幸・樋野誠一・小池淳司・中野剛志・藤井聡(2011). 現下の経済動向を踏まえた公共投資効果に関する基礎的研究. 土木学会論文集 F4, Vol. 67, No. 4, 327-338.
- 内閣府(2015). 県民経済計算. http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kenmin/kenmin_top.html.
- 中川大・西村嘉浩・波床正敏(1993). 鉄道整備が市町村人口の変遷に及ぼしてきた影響に関する実証的研究. 土木計画学研究・講演集, Vol. 11, 57-64.
- 根津佳樹・神田佑亮・小池淳司・白水靖郎・藤井聡(2013). 交通インフラ整備による地域に帰着するマクロ経済効果の予測手法に関する研究. 第48回土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 48, No. 195, 1-10.
- 小野政一・浅野光行(2005). 高速交通機関がもたらすスロー効果に関する研究—長野新幹線沿線を対象とした統計データによる検証—. 土木計画学研究・講演集, Vol. 32, No. 75, 1-4.
- 佐藤慎祐・藤井聡(2012). 高速道路整備の地域産業への影響に関するパネル分析. 第46回土木計画学研究発表会・講演集, No. 199, 1-4.

(受稿：2016年7月21日 受理：2016年8月27日)