



RIETI Discussion Paper Series 14-J-004

東日本大震災における復興投資の地域間再分配効果の計測

林山 泰久
東北大学

中嶋 一憲
兵庫県立大学

坂本 直樹
東北文化学園大学

阿部 雅浩
東北大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

東日本大震災における復興投資の地域間再分配効果の計測*

林山 泰久（東北大学）

中畷 一憲（兵庫県立大学）

坂本 直樹（東北文化学園大学）

阿部 雅浩（東北大学）

要 旨

東日本大震災後、政府による復興投資は震災により毀損した資本ストックを復旧させるものであり、その長期的効果を明らかにするためには動学的視点が必要となる。一方、復興需要の効果が注目されているように、復興投資は被災地における総需要の増加を意味し、震災によって毀損したままの資本ストック量を所与としたとしても、被災地の総所得や総生産を増加させるとともに、被災地以外への波及効果も考えられる。そこで、本研究は被災地に対する局所的な需要創出という復興投資の需要サイドへの影響に着目し、47都道府県別・20産業部門別の多地域応用一般均衡モデル(MRCGE)を用いることによって、復興投資が静学的に被災地に及ぼす経済的影響およびその地域間波及効果を計測する。

キーワード: 多地域応用一般均衡モデル, 東日本大震災, 復興投資, 再分配効果

JEL classification: C68, D58, D61, H54

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

* 2013年7月12日に急逝された林山泰久教授には、本研究を遂行するにあたって多大なご助言を頂いた。ここに研究メンバー一同、追悼と感謝の意を表す。本研究は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「東日本大震災に学ぶ頑健な地域経済の構築に関する研究」(代表: 奥村誠教授(東北大学))の成果の一部である。本研究を遂行するにあたり、経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝の意を表す。なお、本論文における誤りの全ては、筆者らに帰することは言うまでもない。

1. はじめに

東日本大震災による資本ストックの毀損額は、内閣府(2011a), (2011b)によると、16兆円程度とされている(表-1参照)。さらに、これと同規模の毀損額を試算している日本政策投資銀行(2011)によれば、資本ストックの毀損率は被災4県をあわせて7.9%であるとされている。この毀損率は沿岸部で大きく、岩手県の沿岸部では、東日本大震災前のおよそ半分にあたる47.3%の資本ストックが毀損したとされる。また、宮城県の沿岸部においても21.1%もの資本ストックが大地震とその後に発生した大津波によって失われたという試算結果となっている。ただし、以上の試算においていずれも、福島第一原子力発電所の事故による被害は含まれていないことに注意されたい。

こうした資本ストックの毀損による影響は、供給サイドと需要サイドの両者に及んだと考えられる。供給サイドに対しては、中間財と最終財を問わず供給制約となって、被災地は言うまでもなく、それ以外の地域へも被害をもたらしたと考えられる。特に中間財の供給制約は被災地以外の地域における生産を減少させるという意味で地域間波及効果が少ない。さらに、供給制約は被災地における雇用機会の減少とそれに伴う所得の減少を通じて、需要サイドへも影響を及ぼす。被災地における所得の減少はそのまま被災地における需要の減少となり、その影響は供給サイドへフィードバックしていく。

東日本大震災からの被災地の復興を加速させるため、安倍政権は、2013年1月29日に、菅政権時に2011年度(平成23年度)から2015年度(平成27年度)までに「少なくとも19兆円程度」と見込んでいた復興予算のフレームを約23.5兆円に拡大することを決めた。平成23年度から平成24年度までの間に予算に計上された施策・事業の規模は約17.5兆円であり、平成25年度予算として約3.3兆円、26年度以降も復興交付金や災害復旧などで2.7兆円程度の実施が見込まれている。このための財源の確保に関しては、「東日本大震災からの復興のための施策を実施するために必要な財源の確保に関する特別措置法」によると、復興債を発行するとともに、財政投融资特別会計財政融資資金勘定からの国債整理基金特別会計への繰入れと、日本たばこ産業株式会社及び東京地下鉄株式会社の株式の所属替等の措置を行うほか、復興債の償還費用等にあてるための復興特別所得税および復興特別法人税が創設されている。

こうした政府による復興投資は、東日本大震災によって毀損した資本ストックを復旧させるものであり、その長期的な効果を明らかにするためには動学的な分析が必要である。

一方で、いわゆる「復興需要」の効果が注目されているように、復興投資は被災地における総需要の増加を意味し、毀損したままの資本ストックの量を所与としたとしても、被災地の総所得や総生産を増加させ、それが被災地以外の経済へ波及することも考えられる。こうした資本ストックへの影響を考慮しない短期的な効果を明らかにするためには、通常、静学的な分析が行われる。

そこで、本研究は被災地への局所的な需要創出である復興投資が需要サイドに与える効果に着目し、それが静学的に被災地にいかなる影響を与え、いかなる地域間波及効果を持つのかを明らかにすることを目的とする。そのため、本研究では 47 都道府県別・20 産業部門別の影響を定量的に把握することが可能な多地域応用一般均衡モデル(MRCGE: Multi-Regional Computable General Equilibrium Model)を構築する。シミュレーション分析においては、はじめに被災地における資本ストックの毀損による経済的被害を計測した上で、復興投資の効果を計測する。復興投資の財源としては、復興債が復興特別税(復興特別所得税および復興特別法人税)からの税収によって償還されることを鑑み、税収を想定することとする。さらに、復興投資に関するベンチマークとして、復興投資のための財源が被災地のみではなく、47 都道府県に均等に配分される場合の効果についても計測する。

本研究の構成は以下のとおりである。2. において、分析に用いられる社会会計表の作成手順の説明および多地域応用一般均衡モデルの定式化を行う。3. ではシミュレーション分析で用いられる民間企業設備の毀損による供給制約および復興投資に関するシナリオの前提条件を説明する。4. では MRCGE を用いた震災の影響および復興投資に関するシミュレーション分析を行い、その結果の考察を行う。最後に、5. において本研究で得られた知見の取りまとめ、および今後の課題について述べる。

表－1：既存研究による東日本大震災の被害推計の概要

既存調査研究	分析の枠組み	分析の有無		試算結果
		直接的*	間接的**	
内閣府(2011a)	<ul style="list-style-type: none"> 生産関数アプローチ 資本ストック(社会資本, 民間企業設備)の毀損額 民間企業設備の毀損による供給制約, サプライチェーンの寸断による供給制約, 電力供給制約を対象 資本ストック再建による生産増 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 被災地全域の資本ストック毀損額は約16~25兆円 民間企業設備の毀損による供給制約がもたらしたGDP減少額は年間1.25~2.25兆円程度 サプライチェーンの寸断によるGDP減少額は2011年度前半に0.25兆円程度 電力供給制約の影響は不確実性が高いため, 数値の算出は困難 資本ストックの再建によるGDP増加額は2011年度5~7兆円, 2012年度6~9兆円程度
山崎・落合(2011)	<ul style="list-style-type: none"> 多地域応用一般均衡モデル(8地域17部門) 電力供給制約およびサプライチェーンの寸断による供給制約を対象 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 震災に加え関東地方の10%の電力不足を電力割当で対処した場合, 関東地方の実質GDPは▲8.0%(通年で▲2.0%) 上記の厚生損失は東北地方が年間約4.2兆円, 関東地方が年間約4.3兆円
長内(2011)	<ul style="list-style-type: none"> 生産関数アプローチによるGDPギャップの算出 資本ストック毀損率は5%, 2.5%, 1%を想定 稼働率低下は20%, 10%, 5%を想定 	△	△	<ul style="list-style-type: none"> 資本ストック毀損によるGDPギャップは限定的 稼働率低下の影響は大きい 供給制約は中長期的課題にはならない <p>(感度分析的なケース設定のため直接的影響は△とした)</p>
石丸(2011)	<ul style="list-style-type: none"> 供給サイドの分析 生産関数アプローチ 資本ストック毀損額 サプライチェーン寸断による供給制約, 電力供給制約を対象 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 資本ストック毀損額は被災11道県で合計20兆円超(民間企業設備は約8兆円)
石丸・高山(2011)	<ul style="list-style-type: none"> 需要サイドの分析 	×	○	<ul style="list-style-type: none"> 消費マインド悪化により, 先行きの不透明感が根強く, 回復が遅れるリスクが生じる 投資は復旧需要で持ち直す 輸出は生産力低下から輸出がしばらく停滞する
日本政策投資銀行(2011a)	<ul style="list-style-type: none"> 既存統計と阪神・淡路大震災を参考に算出 	○	×	<ul style="list-style-type: none"> 東北地方の資本ストック毀損額は総計約16.4兆円
林山ら(2012)	<ul style="list-style-type: none"> 多地域応用一般均衡モデル(47地域15部門) 民間企業設備の毀損による供給制約, サプライチェーン寸断による供給制約を対象 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 実質GDP変化の総額は▲1.51~2.83兆円 民間企業設備の毀損による実質GDPの変化は全国で▲1.12兆円/年, 厚生の変化は全国で▲671億円/年, 生産額の変化は全国で▲1.63兆円 サプライチェーン寸断による実質GDPの変化は全国で▲0.39~▲1.71兆円, 厚生の変化は全国で▲1.04兆円, 生産額の変化は▲3.49兆円
武藤ら(2012)	<ul style="list-style-type: none"> 空間的応用一般均衡モデル(9地域23部門) 民間資本ストックの毀損を対象 	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 民間資本ストック毀損による厚生損失は日本全体で▲2.50兆円/年, 東北地域で▲2.27兆円/年 日本全体で生産量は▲0.445%, 税収は▲0.667%

* 直接的影響: 資本ストック, 企業の生産設備毀損, ** 間接的影響: GDP変化, 厚生損失, 生産水準の変化
出所: 林山ら(2012)を参考に筆者ら加筆・修正

2. 多地域多部門応用一般均衡モデルの構造

(1) 47 都道府県地域間産業連関表と社会会計表

ここでは、MRCGE の主な基準均衡データとして用いる 47 都道府県地域間産業連関表について解説するとともに、社会会計表(Social Accounting Matrix, SAM)の作成手順を示す。

本研究では、2000 年 47 都道府県地域間産業連関表(45 産業部門分類)を用いる。2000 年 47 都道府県地域間産業連関表の詳細については、宮城ら(2003)、石川・宮城(2004)、および石川(2005a)(2005b)を参照されたい。

次に、本研究における MRCGE の基準均衡データとなる SAM を構築するための手順を以下の①から⑦に示す。本研究の MRCGE においては、計算作業等の煩雑さを緩和するために、表-2 に示すように産業部門分類を 45 産業部門分類から 20 産業部門分類に統合している。また、地域区分については、表-3 のように 47 都道府県を対象としている。なお、都道府県の人ロデータに関しては、総務省(2001)による平成 12 年国勢調査を用いる。

① 中間投入部門

中間投入について、47 都道府県地域間産業連関表の内生部門の値を用いている。ここでは、Takeda(2007)の手法を参考に、負値の場合にはゼロとし、また全ての値について小数点以下を切り捨てている。これは中間投入財の最も大きい金額の桁数と最も小さい金額の桁数が大きく異なった場合に、計算作業が困難になることに起因する。このような処理の結果、行列のバランスが大きく崩れることから、行列バランスを担保するため、RAS 法によって行列調整し、これを社会会計表の中間投入部門とする。なお、RAS 法については、金子(1971)を参照されたい。

② 付加価値部門

付加価値部門は、47 都道府県地域間産業連関表の付加価値部門を労働、資本および生産税の 3 つの部門に統合している。付加価値部門統合の内訳は、「労働 = 家計外消費支出(行) + 雇用者所得」、「資本 = 営業余剰 + 資本減耗引当」、「生産税 = 間接税(生産税) + 控除補助金」である。また、計算を簡素化させるため、中間投入部門と同様に小数点以下を切り捨て、差を生産税で調整する。

表－２：MRCGE における産業部門分類

No.	MRCGE における 20 産業部門分類	Code	47 都道府県地域間産業連関表における 45 産業部門分類
1	農業	AGR	農業
2	林業	FRS	林業
3	漁業	FSH	漁業
4	鉱業	MIN	鉱業
5	食料品	FOD	食料品・たばこ
6	その他製造業	OMF	繊維製品，製材・木製品，家具・装備品，パルプ・紙・紙加工品，印刷・出版，皮革・同製品，窯業・土石製品，その他製造業
7	化学製品	CPR	化学製品，プラスチック製品，ゴム製品
8	石油・石炭製品	P_C	石油・石炭製品
9	鉄鋼	I_S	鉄鋼製品
10	金属製品	MTL	非鉄金属製品，金属製品
11	機械	MCH	一般機械，事務用・サービス用機器，自動車，その他輸送用機械
12	電子機器	ELM	民生用電気機械，電子・通信機械，その他電気機械，精密機械
13	建築・土木	CNS	建築・建設補修，土木
14	電力	ELY	電力
15	ガス・熱供給	GDT	ガス・熱供給
16	水道・廃棄物処理	WTR	水道・廃棄物処理
17	商業	COM	商業，金融・保険，不動産
18	運輸	TRS	運輸
19	医療・保険・社会保障	MED	医療・保険・社会保障
20	その他サービス	ANC	通信・放送，公務，教育・研究，その他公共サービス，対事業所サービス，対個人サービス，その他

表－3: MRCGE における都道府県

No.	都道府県	Code	No.	都道府県	Code	No.	都道府県	Code
1	北海道	HKD	17	石川	ISK	33	岡山	OKY
2	青森	AMR	18	福井	FKI	34	広島	HRS
3	岩手	IWT	19	山梨	YMN	35	山口	YGC
4	宮城	MYG	20	長野	NGN	36	徳島	TKS
5	秋田	AKT	21	岐阜	GIF	37	香川	KGW
6	山形	YGT	22	静岡	SZK	38	愛媛	EHM
7	福島	FKS	23	愛知	ACH	39	高知	KOC
8	茨城	IBR	24	三重	MIE	40	福岡	FKO
9	栃木	TCG	25	滋賀	SIG	41	佐賀	SAG
10	群馬	GMM	26	京都	KYT	42	長崎	NGS
11	埼玉	STM	27	大阪	OSK	43	熊本	KMT
12	千葉	CHB	28	兵庫	HYG	44	大分	OIT
13	東京	TKY	29	奈良	NAR	45	宮崎	MYZ
14	神奈川	KNG	30	和歌山	WKY	46	鹿児島	KGS
15	新潟	NGT	31	鳥取	TTR	47	沖縄	OKW
16	富山	TYM	32	島根	SMN			

③ 最終需要部門

最終需要は、家計消費、政府支出、民間投資、および政府投資から成る。このうち家計消費および政府消費の内訳は、「家計消費 = 家計外消費支出(列) + 民間消費支出」、「政府支出 = 一般政府消費支出」である。一方、本研究で用いる 47 都道府県地域間産業連関表において、投資は「投資 = 総固定資本形成 + 在庫純増」として表すことができるものの、民間投資および政府投資として明示的に分割されていない。そこで、本研究では政府投資項目を作成するために、平成 12 年度県民経済計算を用いて、総固定資本形成のうち公的資本形成と民間資本形成との割合を都道府県ごとに算出し、この割合を用いて 47 都道府県地域間産業連関表における投資項目を民間投資および政府投資に按分する。表－4 に公的資本形成と民間資本形成との割合を示す。また、中間投入と同様、最終需要における負値を

MRCGE の枠組みで表現することは難しいことから、負値はゼロに置き換え、また小数点以下は切り捨てるものとし、生じた差を外国部門の輸入に加えることで行列のバランスを調整する。

表－4：47都道府県における公的資本形成および民間資本形成の割合

	民間	公的		民間	公的		民間	公的
北海道	0.517	0.483	石川県	0.653	0.347	岡山県	0.673	0.327
青森県	0.644	0.356	福井県	0.623	0.377	広島県	0.722	0.278
岩手県	0.570	0.430	山梨県	0.669	0.331	山口県	0.669	0.331
宮城県	0.715	0.285	長野県	0.673	0.327	徳島県	0.625	0.375
秋田県	0.564	0.436	岐阜県	0.642	0.358	香川県	0.745	0.255
山形県	0.655	0.345	静岡県	0.791	0.209	愛媛県	0.668	0.332
福島県	0.719	0.281	愛知県	0.823	0.177	高知県	0.507	0.493
茨城県	0.718	0.282	三重県	0.758	0.242	福岡県	0.715	0.285
栃木県	0.765	0.235	滋賀県	0.736	0.264	佐賀県	0.622	0.378
群馬県	0.749	0.251	京都府	0.694	0.306	長崎県	0.611	0.389
埼玉県	0.788	0.212	大阪府	0.816	0.184	熊本県	0.677	0.323
千葉県	0.749	0.251	兵庫県	0.721	0.279	大分県	0.693	0.307
東京都	0.837	0.163	奈良県	0.622	0.378	宮崎県	0.587	0.413
神奈川県	0.802	0.198	和歌山県	0.567	0.433	鹿児島県	0.577	0.423
新潟県	0.645	0.355	鳥取県	0.579	0.421	沖縄県	0.567	0.433
富山県	0.683	0.317	島根県	0.462	0.538			

④ 外国部門(輸出入および外国貯蓄)

外国部門は、47都道府県地域間産業連関表における輸出および輸入を用い、輸入から輸出を差し引いた額を外国貯蓄とする。本研究において、この外国貯蓄を外生変数とすることでモデルを閉じている。最終需要部門における負値の調整によって輸入の値は少なからず変化しており、このことが計算結果に影響を及ぼす可能性は否定できない。

⑤ 要素賦存部門

要素賦存については、各都道府県における労働と資本の投入から算出する。47都道府県地域間産業連関表において、労働と資本の地域間移動が無いことから、各地域において労働と資本は自給率 1.0 である。したがって、各地域の産業部門に投入される労働投入および資本投入の和が、各要素賦存量に等しいことになる。しかしながら、現実の経済では労働・資本の移動が存在しており、多くの MRCGE でも労働・資本の移動を再現している。この点については、労働・資本移動のデータベースの整備を中心に、今後の改善が必要であろうと考えられる。

⑥ 直接税部門・家計貯蓄部門・政府貯蓄部門

①から⑤については、既存データを用いて対応する行和と列和が等しいという SAM の定義から値を導出することができる。しかしながら、直接税、家計貯蓄および政府貯蓄については、行和と列和が共に決定しないことから、SAM の定義を利用することが困難である。したがって、行和、あるいは列和の何れか一方を外生値とする必要があることから、本研究では、伴(2007)の手法を用いることにより、直接税率を外生的に与えることで直接税を求めるものとする。伴(2007)は直接税率を全国一律とし、直接税率を国民経済計算から求め、各地域の家計の労働・資本所得に乗ずることで直接税額を算出している。そこで、本研究も同様に、日本全体の総直接税額を、国民経済計算の「制度部門別所得支出勘定一般政府部門」の平成 17 暦年における「所得・富等に課される経常税(受取)」とし、これを 47 都道府県地域間産業連関表における総労働・資本所得で除すことにより全国一律の直接税率(=0.09)を算出した。したがって、各都道府県の直接税額の総和は、国民経済計算の直接税額と一致することになる。さらに、直接税を算出したことから、行和と列和が一致するという性質を利用し、家計貯蓄は「家計貯蓄 = 要素所得 - 家計消費 - 直接税」、政府貯蓄は「政府貯蓄 = 直接税 + 生産税 - 政府支出」により求める。

⑦ 所得移転部門

最後に、地域間所得移転は「移入額 - 移出額」から決定し、この純移出入額が直接投資によって域内に投資されると仮定することにより、「所得移転 = 民間投資支出 - 家計貯蓄 + 政府貯蓄 - 外国貯蓄」が成立する。なお、これについては、上田(2010)および武藤ら(2010)を参照されたい。

(2) MRCGE の構造と連立方程式体系

本研究で構築する MRCGE の構造とその連立方程式体系について、①国内生産部門、②家計消費部門、③政府消費部門、④投資部門(民間投資と政府投資)、⑤輸出・国内変形および輸入・国内代替、⑥市場均衡条件の順に示す。本研究の MRCGE は基本的に林山ら(2011)および林山ら(2012)に依拠しているものの、SAM を構成するための都道府県地域間産業連関表、対象とする産業部門分類数、政府投資部門の存在、および代替弾力性の設定値がこれらの研究と異なるため、本研究の分析結果は同じ想定シナリオであっても異なることに注意が必要である。また、林山ら(2011)および林山ら(2012)のモデル構造は細江ら(2004)および伴(2007)に基づいて構築されている。細江ら(2004)は、数値解析ソフト GAMS(General Algebraic Modeling System)による CGE モデルのプログラミングについて、実証分析を踏まえて詳細に解説する数少ない文献であり、基本的な一国モデルや二国間モデルおよび不完全競争モデルについて取り扱っている。本研究では、スケールパラメータやシェアパラメータ等のキャリブレーションおよび方程式群の導出方法については、細江ら(2004)の手法を応用している。一方、細江ら(2004)は MRCGE を考慮していないことから、地域間に関する部分については伴(2007)のモデル構造を参考としている。伴(2007)は日本の多地域動学的 CGE モデルであり、Peter et. al(1996)による MONASH-MRF をベースとし、また Paltsev(2004)の動学構造を基本としたモデルである。伴(2007)のモデルは GAMS で構築され、そのプログラムの全てが論文付録において公開されている。このように上記2つの研究はモデルの詳細を公開し、かつ解説している数少ない文献であり、公開によってモデルの高い透明性と一般性を確保している。そのため本研究ではモデルの構築に際し、細江ら(2004)および伴(2007)の手法や弾力性パラメータの値を踏襲することでモデル構造およびシミュレーション結果の一般性を高めている。なお、本研究における MRCGE は静学モデルであり、伴(2007)の静学的部分のみを参考としている。

なお、以下においては、 $S(s \in S)$ は財の消費地集合(47 都道府県)、 $R(r \in R)$ は財の生産地集合(47 都道府県)、 $I(i \in I)$ は財の種類集合(20 財)、 $J(j \in J)$ は産業部門集合(20 産業部門)とする。ここで、Armington の仮定とは、同一財であっても移輸出入においては、別々の財と見なすという仮定を意味している(Armington(1969))。

① 国内生産部門

国内生産部門については、図-1 のような Nested 構造としている。まず、地域 $s(s \in S)$ 部門 $j(j \in J)$ は、労働 L_j^s および資本 K_j^s を投入し、利潤最大化の仮定の下、仮想的に合成

生産要素 Y_j^s を生産するものとする。同様に、中間投入についても、利潤最大化の仮定の下、仮想的に地域間合成中間投入財 X_{ij}^s を生産すると仮定する。また、 Y_j^s および X_{ij}^s の生産関数は、CES(Constant Elasticity of Substitution)型生産関数を仮定する。さらに、地域 s 部門 j は、仮想的に生産された合成生産要素 Y_j^s と合成中間投入財 X_{ij}^s を投入し、地域 s 部門 j の生産財 Z_j^s を生産する。このとき、 Z_j^s の生産関数は投入係数パラメータ一定の Leontief 型生産関数を仮定し、生産要素間の完全非代替性を表現する。このように、地域間の代替関係と合成生産要素を含む中間投入間の代替関係を分離して考慮することによって、より地域別の影響を捉える事を可能としている。なお、本研究においては、生産関数に弱分離型を仮定しているため、 Z_j^s の生産における各合成生産要素の最適化のみにより、それ以下の段階においても最適値が導出されることになる。しかしながら、細江ら(2004)で採用されているように、合成財の生産に仮想的な企業による利潤最大化行動を仮定することにより、MRCGE における各々の方程式を簡素化することができることから、上記のような定式化を行っていることに注意されたい。

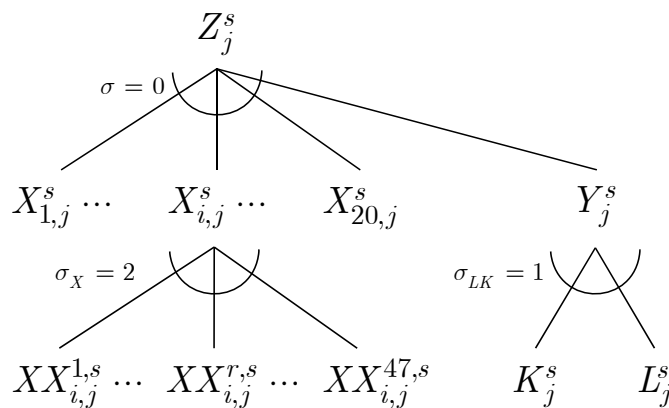


図-1: 国内生産部門の構造

本研究における MRCGE の国内生産部門の経済行動は、下記の最適化問題(P.1)~(P.3)で表現される。

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{K_j^s, L_j^s} p_{Y_j^s} Y_j^s - \left(p_{K_j^s} K_j^s + p_{L_j^s} L_j^s \right) \\ \text{s.t. } Y_j^s = \alpha_{LK_j^s} \left[\beta_{L_j^s} \left(K_j^s \right)^{\frac{\sigma_{LK}-1}{\sigma_{LK}}} + \beta_{K_j^s} \left(L_j^s \right)^{\frac{\sigma_{LK}-1}{\sigma_{LK}}} \right]^{\frac{\sigma_{LK}}{\sigma_{LK}-1}} \end{array} \right. \quad (\text{P.1})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{XX_{ij}^{rs}} p_{X_{ij}^s} X_{ij}^s - \sum_{r \in R} p_{Q_r^s} XX_{ij}^{rs} \\ \text{s.t. } X_{ij}^s = \alpha_{XX_{ij}^s} \left[\sum_{r \in R} \beta_{XX_{ij}^{rs}} \left(XX_{ij}^{rs} \right)^{\frac{\sigma_X-1}{\sigma_X}} \right]^{\frac{\sigma_X}{\sigma_X-1}} \end{array} \right. \quad (\text{P.2})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{Y_j^s, X_{ij}^s} p_{Z_j^s} Z_j^s - \left(p_{Y_j^s} Y_j^s + \sum_{i \in I} p_{X_{ij}^s} X_{ij}^s \right) \\ \text{s.t. } Z_j^s = \min \left[\frac{Y_j^s}{\alpha_{Y_j^s}}, \frac{X_{1,j}^s}{\alpha_{X_{1,j}^s}}, \dots, \frac{X_{20,j}^s}{\alpha_{X_{20,j}^s}} \right] \end{array} \right. \quad (\text{P.3})$$

なお、産業部門を示す i, j の略記については表-2を参照されたい。また、式(1)~(8)は、国内生産部門を構成する方程式群である。

$$Y_j^s = \alpha_{LK_j^s} \left[\beta_{K_j^s} \left(K_j^s \right)^{\frac{\sigma_{LK}-1}{\sigma_{LK}}} + \beta_{L_j^s} \left(L_j^s \right)^{\frac{\sigma_{LK}-1}{\sigma_{LK}}} \right]^{\frac{\sigma_{LK}}{\sigma_{LK}-1}} \quad (1)$$

$$K_j^s = \left[\frac{\alpha_{LK_j^s} \beta_{K_j^s} p_{Y_j^s}}{p_{K_j^s}} \right]^{\sigma_{LK}} \frac{Y_j^s}{\alpha_{LK_j^s}} \quad (2)$$

$$L_j^s = \left[\frac{\alpha_{LK_j^s} \beta_{L_j^s} p_{Y_j^s}}{p_{L_j^s}} \right]^{\sigma_{LK}} \frac{Y_j^s}{\alpha_{LK_j^s}} \quad (3)$$

$$X_{ij}^s = \alpha_{XX_{ij}^s} \left[\sum_{r \in R} \beta_{XX_{ij}^{rs}} \left(XX_{ij}^{rs} \right)^{\frac{\sigma_X-1}{\sigma_X}} \right]^{\frac{\sigma_X}{\sigma_X-1}} \quad (4)$$

$$XX_{ij}^{rs} = \left[\frac{\alpha_{XX_{ij}^s} \beta_{XX_{ij}^{rs}} p_{X_{ij}^s}}{p_{Q_i^r}} \right]^{\sigma_X} \frac{X_{ij}^s}{\alpha_{XX_{ij}^s}} \quad (5)$$

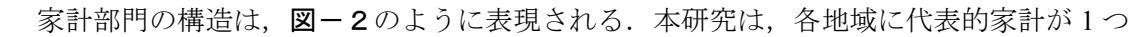
$$Y_j^s = \alpha_{Y_j^s} Z_j^s \quad (6)$$

$$X_{ij}^s = \alpha_{X_{ij}^s} Z_j^s \quad (7)$$

$$p_{Z_j^s} = p_{Y_j^s} \alpha_{Y_j^s} + \sum_{i \in I} p_{X_{ij}^s} \alpha_{X_{ij}^s} \quad (8)$$

ここで、 $p_{Y_j^s}$ は地域 s 部門 j の合成生産要素価格、 $p_{L_j^s}$ は地域 s 部門 j の労働価格、 $p_{K_j^s}$ は地域 s 部門 j の資本価格、 $\sigma_{LK} (= 1)$ は代替弾力性(Elasticity of Substitution)、 $\alpha_{LK_j^s}$ はスケールパラメータ、 $\beta_{L_j^s}$ は地域 s 部門 j の労働投入のシェアパラメータ、 $\beta_{K_j^s}$ は地域 s 部門 j の資本投入のシェアパラメータ(ただし、 $\beta_{L_j^s} + \beta_{K_j^s} = 1$)、 $p_{Q_i^r}$ は地域 $r (r \in R)$ 産 Armington 合成財 Q_i^r の価格、 $\beta_{XX_{ij}^{rs}}$ は中間投入シェアパラメータ(ただし、 $\sum_{r \in R} \beta_{XX_{ij}^{rs}} = 1$)、 $p_{X_{ij}^s}$ は合成中間投入財価格、 $\alpha_{XX_{ij}^s}$ はスケールパラメータ、 $\sigma_X (= 2)$ は代替弾力性、 $p_{Z_j^s}$ は地域 s 部門 j の国内生産財価格、 $\alpha_{Y_j^s}$ および $\alpha_{X_{ij}^s}$ は投入パラメータである。

② 家計部門

家計部門の構造は、 のように表現される。本研究は、各地域に代表的家計が1つ存在し消費を行うと仮定する。地域 s の家計は予算制約の下、効用最大化条件に基づいて家計合成消費財 XH_i^{rs} の消費を決定し効用水準 UH^s を得る。ここで、効用関数および家計合成消費財を生産する関数は代替弾力性 $\sigma_H (= 0.5)$ の CES 型効用関数を仮定する。また、家計は所得の一定割合を直接税 TD^s と貯蓄 SH^s として支出すると仮定する。ここで、 $\beta_{XH_i^{rs}}$ は地域 s 家計の地域 r 産家計消費財 XH_i^{rs} に関するシェアパラメータ(ただし、 $\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \beta_{XH_i^{rs}} = 1$)、 \bar{L}^s および \bar{K}^s は地域 s 家計の労働初期賦存量および資本初期賦存量、 $\tau_D (= 0.09)$ は直接税率、 μ_{SH}^s は地域 s 家計の貯蓄率である。ただし、直接税率 τ_D は全地域一律として外生的に与えている。以上の本研究における MRCGE の家計部門の行動は、下記の最適化問題(P.4)によって表現することができる。

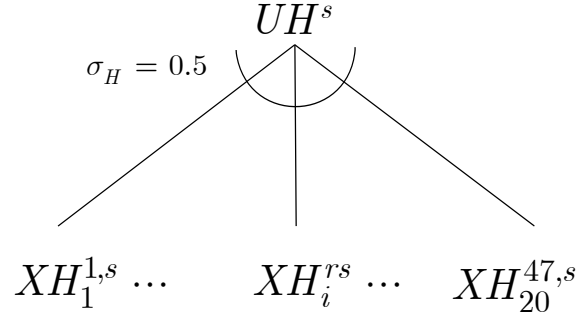


図-2: 家計消費部門の構造

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{XH_i^{rs}} .UH^s = \left[\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \left(\beta_{XH_i^{rs}} \right)^{\frac{1}{\sigma_H}} \left(XH_i^{rs} \right)^{\frac{\sigma_H - 1}{\sigma_H}} \right]^{\frac{\sigma_H}{\sigma_H - 1}} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{r \in R} \sum_{i \in I} p_{Q_i^r} XH_i^{rs} = p_{K^s} \bar{K}^s + p_{L^s} \bar{L}^s - TD^s - SH^s \end{array} \right. \quad (\text{P.4})$$

また、式(9)から式(11)は、本研究の MRCGE の連立方程式体系において、家計部門を構成する方程式群である。

$$XH_i^{rs} = \frac{\beta_{XH_i^{rs}} \left(p_{K^s} \bar{K}^s + p_{L^s} \bar{L}^s - TD^s - SH^s \right)}{\left(p_{Q_i^r} \right)^{\sigma_H} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XH_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r} \right)^{(1 - \sigma_H)} \right]} \quad (9)$$

$$TD^s = \tau_D \left(p_{K^s} \bar{K}^s + p_{L^s} \bar{L}^s \right) \quad (10)$$

$$SH^s = \mu_{SH}^s \left(p_{K^s} \bar{K}^s + p_{L^s} \bar{L}^s \right) \quad (11)$$

本研究における効用水準および社会厚生は等価変分(Equivalent Variation: EV^s), すなわち、「変化後の効用水準を維持するという条件下で状態変化を諦めるために家計が必要と考える最小補償額(Willingness to Acceptance)」で定義しており、式(12)および(13)で表現され

る. ここで, $E_t^s \left[\overline{\mathbf{p}_0^s, UH_t^s(\mathbf{XH}_t^s)} \right]$ は地域 s の家計の支出関数(Expenditure Function), $\overline{UH_t^s(\mathbf{XH}_t^s)}$ は t 期における地域 s の家計の効用水準(外生), \mathbf{XH}_t^s は t 期における地域 s の家計消費財ベクトル, \mathbf{p}_t^s は t 期における地域 s の家計消費財価格ベクトルを意味する. なお, $t = 0, 1$ は震災の有無を表す.

$$E_t^s \left[\overline{\mathbf{p}_0^s, UH_t^s(\mathbf{XH}_t^s)} \right] \equiv \min_{\mathbf{XH}_t^s} \left[\mathbf{p}_0^s, \mathbf{XH}_t^s \mid UH_t^s(\mathbf{XH}_t^s) \right] \quad (12)$$

$$EV^s \equiv E_1^s \left[\overline{\mathbf{p}_0^s, UH_1^s(\mathbf{XH}_1^s)} \right] - E_0^s \left[\overline{\mathbf{p}_0^s, UH_0^s(\mathbf{XH}_0^s)} \right] \quad (13)$$

③ 政府消費部門

政府消費部門の構造は, 図-3 のように表現される. 本研究は伴(2007)の仮定を参考として, 中央政府は存在せず, 各都道府県に存在する政府消費部門が仮想的な政府効用 UG^s を最大化するよう各財への政府消費 XG_i^{rs} を決定すると仮定する. また, 家計消費部門と同様に, 政府部門は税收の一定割合 μ_{SG}^s を貯蓄するものと仮定することにより, 政府の予算制約は各産業部門からの生産税の合計 $\sum_{i \in I} TZ_i^s$ と直接税 TD^s から成る税收全体から政府消費 XG_i^{rs} および政府貯蓄 SG^s を引いたものとして表される. 本研究における MRCGE の政府消費部門の行動は, 下記の最適化問題(P.5)によって表現することができる.

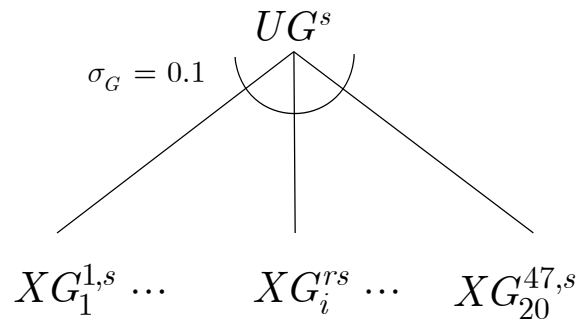


図-3: 政府消費部門の構造

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{XG_i^{rs}} .UG^s = \left[\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \left(\beta_{XG_i^{rs}} \right)^{\sigma_G} \left(XG_i^{rs} \right)^{\frac{\sigma_G - 1}{\sigma_G}} \right]^{\frac{\sigma_G}{\sigma_G - 1}} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{r \in R} \sum_{i \in I} p_{Q_i^r} XG_i^{rs} = \sum_{j \in J} TZ_j^s + TD^s - SG^s \end{array} \right. \quad (\text{P.5})$$

また、本研究における政府消費部門に関する方程式群は式(14)から式(16)で表現される。

$$XG_i^{rs} = \frac{\beta_{XG_i^{rs}} \left(\sum_{j \in J} TZ_j^s + TD^s - SG^s \right)}{\left(p_{Q_i^r} \right)^{\sigma_G} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XG_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r} \right)^{(1 - \sigma_G)} \right]} \quad (14)$$

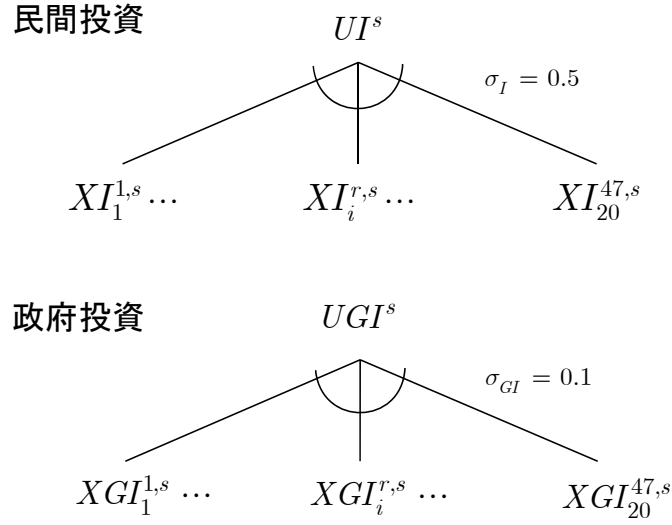
$$TZ_j^s = \tau_{Z_j^s} p_{Z_j^s} Z_j^s \quad (15)$$

$$SG^s = \mu_{SG}^s \left(\sum_{j \in J} TZ_j^s + TD^s \right) \quad (16)$$

ここで、 $\sigma_G (= 0.1)$ は代替弾力性、 $\beta_{XG_i^{rs}}$ は地域 s 政府の地域 r 産政府消費財 XG_i^{rs} に関するシェアパラメータ(ただし、 $\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \beta_{XG_i^{rs}} = 1$)、 TZ_j^s は地域 s 部門 j の生産税支払い、 $\tau_{Z_j^s}$ は生産税率、 SG^s は地域 s 政府の貯蓄および μ_{SG}^s は地域 s 政府の貯蓄率である。

④ 投資部門: 政府投資と民間投資

投資部門は図-4に示すように、民間投資部門および政府投資部門を想定し、これらは家計部門および政府部門と同様に、各地域に1つずつ存在すると仮定し、仮想的な効用 UI^s および UGI^s を最大化するように民間投資財 XI_i^{rs} および政府投資財 XGI_i^{rs} への支出を行うとする。一方、総投資の原資となる総貯蓄は家計貯蓄 SH^s 、政府貯蓄 SG^s 、外国貯蓄 SF^s 、所得移転 TR^s から成るとし、政府貯蓄はすべて政府投資財への支出に用いられる。なお、政府投資は自地域の産業部門のみに行われる。本研究における民間投資部門の行動は下記の最適化問題(P.6)、また政府投資部門の行動は最適化問題(P.7)によって、それぞれ表現することができる。



図－4：民間投資部門および政府投資部門の構造

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{XI_i^{rs}} UI^s = \left[\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \left(\beta_{XI_i^{rs}} \right)^{\frac{1}{\sigma_I}} \left(XI_i^{rs} \right)^{\frac{\sigma_I - 1}{\sigma_I}} \right]^{\frac{\sigma_I}{\sigma_I - 1}} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{r \in R} \sum_{i \in I} p_{Q_i^r} XI_i^{rs} = SH^s - SG^s + \varepsilon SF^s + TR^s \end{array} \right. \quad (\text{P.6})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{XGI_i^{rs}} UGI^s = \left[\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \left(\beta_{XGI_i^{rs}} \right)^{\frac{1}{\sigma_{GI}}} \left(XGI_i^{rs} \right)^{\frac{\sigma_{GI} - 1}{\sigma_{GI}}} \right]^{\frac{\sigma_{GI}}{\sigma_{GI} - 1}} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{r \in R} \sum_{i \in I} p_{Q_i^r} XGI_i^{rs} = SG^s \end{array} \right. \quad (\text{P.7})$$

本研究における民間投資部門および政府投資部門に関する方程式群は式(17)から式(20)で表現される。

$$XI_i^{rs} = \frac{\beta_{XI_i^{rs}} (SH^s - SG^s + \varepsilon SF^s + TR^s)}{\left(p_{Q_i^r} \right)^{\sigma_I} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XI_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r} \right)^{(1 - \sigma_I)} \right]} \quad (17)$$

$$XGI_i^{rs} = \frac{\beta_{XGI_i^{rs}} SG^s}{\left(p_{Q_i^r}\right)^{\sigma_{GI}} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XGI_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r}\right)^{(1-\sigma_{GI})} \right]} \quad (18)$$

$$SF^s = \sum_{j \in J} \left(p_{IM_j}^W IM_j^s - p_{EX_j}^W EX_j^s \right) \quad (19)$$

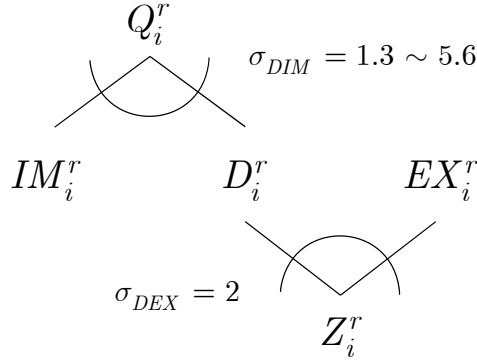
$$TR^s = \sum_{r \in R} \sum_{i \in I} p_{Q_i^r} XGI_i^{rs} - SH^s + SG^s - \varepsilon SF^s \quad (20)$$

ここで、 $\sigma_I (= 0.5)$ および $\sigma_{GI} (= 0.1)$ は代替弾力性、 $\beta_{XGI_i^{rs}}$ は地域 s 民間投資部門の地域 r 産民間投資財 XGI_i^{rs} に関するシェアパラメータ(ただし、 $\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \beta_{XGI_i^{rs}} = 1$)、 $\beta_{XGI_i^{rs}}$ は地域 s 政府投資部門の地域 r 産政府投資財 XGI_i^{rs} に関するシェアパラメータ(ただし、 $\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \beta_{XGI_i^{rs}} = 1$)、 SF^s は地域 s の外国貯蓄、 ε は外貨建て為替レート、 $p_{EX_j}^W$ は輸出財 j の国際価格、 $p_{IM_j}^W$ は輸入財 j の国際価格、 TR^s は地域 s が受け取る所得移転を表す。

本研究は、本来的に動学的経済活動である投資を静学モデルとして扱うために、強い仮定を置かざるを得ない。しかしながら、細江ら(2004)においても同様の仮定が置かれていることから、本研究は投資および貯蓄に関する定式化は細江ら(2004)を基本とし、動学的な記述については今後の課題とする。

⑤ 輸出・国内変形および輸入・国内代替

輸出・国内変形部門および輸入・国内代替部門の構造は図-5により示すことができる。本研究は Armington の仮定によって、国内で生産された財 Z_i^r を仮想的企業が国内供給財 D_i^r と輸出財 EX_i^r とに変形するものとする。ここで、本研究は総生産高を対外輸出と国内供給に変換する最適配分手法として変形関数(Transformation Function)の概念を用いるものとし、変形弾力性一定である CET 型(Constant Elasticity of Transformation)変形関数を仮定する。さらに、仮想的企業は利潤最大化条件に基づいて行動するものと仮定すると、この仮想的企業の行動は最適化問題(P.8)で表現される。



図－5：輸出・国内変形および輸入・国内代替の構造

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{D_i^r, EX_i^r} p_{D_i^r} D_i^r + p_{EX_i^r} EX_i^r - (1 + \tau_{Z_i^r}) p_{Z_i^r} Z_i^r \\ \text{s.t. } Z_i^r = \alpha_{DEX_i^r} \left[\beta_{D_i^r} \left(D_i^r \right)^{\frac{\sigma_{DEX}+1}{\sigma_{DEX}}} + \beta_{EX_i^r} \left(EX_i^r \right)^{\frac{\sigma_{DEX}+1}{\sigma_{DEX}}} \right]^{\frac{\sigma_{DEX}}{\sigma_{DEX}+1}} \end{array} \right. \quad (\text{P.8})$$

輸入・国内代替について、国内供給財 D_i^r と輸出財 EX_i^r の関係と同様に、国内供給財 D_i^r と輸入財 IM_i^r の間にも Armington の仮定を置くものとする。Armington 合成財生産関数は国内供給財と輸入財を投入要素とする CES 型生産関数であり、Armington 合成財 Q_i^r を生産する仮想的企業の利潤最大化行動により生産される。この仮想的企業の行動は、最適化問題 (P.9) で表現され、式(21)から式(28)は、輸出・国内変形および輸入・国内代替に関する方程式群である。

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{D_i^r, IM_i^r} p_{Q_i^r} Q_i^r - (p_{D_i^r} D_i^r + p_{IM_i^r} IM_i^r) \\ \text{s.t. } Q_i^r = \alpha_{DIM_i^r} \left[\beta_{DD_i^r} \left(D_i^r \right)^{\frac{\sigma_{DIM}-1}{\sigma_{DIM}}} + \beta_{IM_i^r} \left(IM_i^r \right)^{\frac{\sigma_{DIM}-1}{\sigma_{DIM}}} \right]^{\frac{\sigma_{DIM}}{\sigma_{DIM}-1}} \end{array} \right. \quad (\text{P.9})$$

$$EX_i^r = \left[\frac{\alpha_{DEX_i^r} \beta_{EX_i^r} (1 + \tau_{Z_i^r}) p_{Z_i^r}}{p_{EX_i^r}} \right]^{-\sigma_{DEX}} \frac{Z_i^r}{\alpha_{DEX_i^r}} \quad (21)$$

$$D_i^r = \left[\frac{\alpha_{DEX_i^r} \beta_{D_i^r} (1 + \tau_{Z_i^r}) p_{Z_i^r}}{p_{D_i^r}} \right]^{-\sigma_{DEX}} \frac{Z_i^r}{\alpha_{DEX_i^r}} \quad (22)$$

$$Z_i^r = \alpha_{DEX_i^r} \left[\beta_{D_i^r} (D_i^r)^{\frac{\sigma_{DEX}+1}{\sigma_{DEX}}} + \beta_{EX_i^r} (EX_i^r)^{\frac{\sigma_{DEX}+1}{\sigma_{DEX}}} \right]^{\frac{\sigma_{DEX}}{\sigma_{DEX}+1}} \quad (23)$$

$$Q_i^r = \alpha_{DIM_i^r} \left[\beta_{DD_i^r} (D_i^r)^{\frac{\sigma_{DIM}-1}{\sigma_{DIM}}} + \beta_{IM_i^r} (IM_i^r)^{\frac{\sigma_{DIM}-1}{\sigma_{DIM}}} \right]^{\frac{\sigma_{DIM}}{\sigma_{DIM}-1}} \quad (24)$$

$$D_i^r = \left[\frac{\alpha_{DIM_i^r} \beta_{DD_i^r} p_{Q_i^r}}{p_{D_i^r}} \right]^{\sigma_{DIM}} \frac{Q_i^r}{\alpha_{DIM_i^r}} \quad (25)$$

$$IM_i^r = \left[\frac{\alpha_{DIM_i^r} \beta_{IM_i^r} p_{Q_i^r}}{p_{IM_i^r}} \right]^{\sigma_{DIM}} \frac{Q_i^r}{\alpha_{DIM_i^r}} \quad (26)$$

$$p_{EX_i^r} = \varepsilon p_{EX_i}^W \quad (27)$$

$$p_{IM_i^r} = \varepsilon p_{IM_i}^W \quad (28)$$

ここで、 D_i^r は地域 r 産国内財 i の供給量である。 D_i^r は輸出・国内変形と輸入・国内代替の両方に含まれているが、**図-5** に示されるように、1 つの変数である。 よって、上記の式(22)から式(25)における D_i^r は均衡においてすべて同じ値となることに注意されたい。 次に、 $\beta_{D_i^r}$ は地域 r 産国内財 i のシェアパラメータ、 $\beta_{EX_i^r}$ は地域 r 産輸出財 i のシェアパラメータ(ただし、 $\beta_{D_i^r} + \beta_{EX_i^r} = 1$)、 $\alpha_{DEX_i^r}$ はスケールパラメータ、 $p_{EX_i^r}$ は地域 r 産輸出財 i の価格、 $\sigma_{DEX}(= 2)$ は代替弾力性、 $p_{D_i^r}$ は地域 r 産国内財 i の価格を意味する。 一方、 Q_i^r は地域 r 産 Armington 財 i の供給量、 $\beta_{DD_i^r}$ は地域 r 産国内供給財 i のシェアパラメータ、 $\beta_{IM_i^r}$ は地域 r 産輸入財 i のシェアパラメータ(ただし、 $\beta_{DD_i^r} + \beta_{IM_i^r} = 1$)、 $\alpha_{DIM_i^r}$ はスケールパラメータ、 $p_{IM_i^r}$ は地域 r 産輸入財 i の価格、 σ_{DIM} は代替弾力性を意味する。 ここで、各産業部門における σ_{DIM} の値は GTAP7.1 の値を用い、それらの値は**表-4** に示される。 また、本

研究では細江ら(2004)に倣い小国の仮定を採用するため、輸出財価格および輸入財価格と国際輸出財価格 p_{EX}^W および国際輸入財価格 p_{IM}^W との関係を式(27)および式(28)によってそれぞれ表している。

表－4：代替弾力性 σ_{DIM} の設定値

産業部門	弾性値	産業部門	弾性値
農業(AGR)	2.5	機械(MCH)	3.6
林業(FRS)	2.5	電子機器(ELM)	4.4
漁業(FSH)	1.3	建築・土木(CNS)	1.9
鉱業(MIN)	5.6	電力(ELY)	2.8
食料品(FOD)	2.5	ガス・熱供給(GDT)	2.8
その他製造業(OMF)	3.4	水道・廃棄物処理(WTR)	2.8
化学製品(CPR)	3.3	商業(COM)	1.9
石油・石炭製品(P_C)	2.1	運輸(TRS)	1.9
鉄鋼(I_S)	3.0	医療・保険・社会保障(MED)	1.9
金属製品(MTL)	3.9	その他サービス(ANC)	1.9

⑥ 市場均衡条件

最後に、財および生産要素の需要と供給が各市場で均衡するための条件式として、式(29)から式(32)を仮定する。

$$Q_i^r = \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} XX_{ij}^{rs} + \sum_{s \in S} XH_i^{rs} + \sum_{s \in S} XG_i^{rs} + \sum_{s \in S} XI_i^{rs} + \sum_{s \in S} XGI_i^{rs} \quad (29)$$

$$\bar{L}^s = \sum_{j \in J} L_j^s \quad (30)$$

$$\bar{K}^s = \sum_{j \in J} K_j^s \quad (31)$$

$$\sum_{s \in S} TR^s = 0 \quad (32)$$

まず、式(29)は Armington 合成財(供給)が中間投入財，家計消費財，政府消費財，民間投資財および政府投資財の合計(需要)に等しいことを意味し，これによって財市場の均衡が表される．また，式(30)は労働市場の需給均衡を，一方，式(31)は資本市場の需給均衡がそれぞれ表される．そして，式(32)は，所得移転の地域合計がゼロであることを意味する．

以上により，本研究における MRCGE を構成する全ての連立方程式体系が示された．これらの連立方程式体系において外生値としたスケールパラメータ，シェアパラメータ，投入パラメータ，貯蓄率および生産税率は，キャリブレーション(Calibration)によって導出される．一方，代替弾力性および変形弾力性は，キャリブレーションでは推定が困難であるため，多くの既存研究においては，過去の同様な研究，あるいはベースとしたモデルにおいて用いられた値などをアドホックに用い，感度分析によってモデルの信頼性を保つという方法を採用している．それゆえ，本研究も同様に，モデル構築において参考にした細江ら(2004)，伴(2007)，および GTAP7.1 の値を用いるものとする．

3. シミュレーションの前提と分析枠組み

(1) 分析対象地域とシナリオの概要

本研究における東日本大震災の被災地(DSA: Disaster Stricken Area)は岩手県，宮城県，福島県および茨城県の太平洋岸 4 県とする．また当該地域に直接的被害が発生し，この影響が 47 都道府県および 20 産業部門に波及するものとする．

次に，本研究は東日本大震災による資本ストックの毀損や，被災地域を対象とした復興投資が日本経済に及ぼす影響を分析するため，主に以下の 2 点の分析シナリオを想定する．

- ① 民間企業設備の毀損による供給制約
- ② 復興投資による地域間再分配

(2) 東日本大震災による資本ストック毀損額の想定

資本ストックの直接的被害額は，東日本大震災後の数カ月間に内閣府(2011a)，(2011b)，(2011c)および日本政策投資銀行(2011a)，(2011b)によって示されている(表 5)．内閣府(2011a)，(2011b)，(2011c)は，対象地域を北海道，青森県，岩手県，宮城県，福島県，茨城

県および千葉県の7道県として、それらの被害額を約16兆円から約25兆円と推計している。一方、日本政策投資銀行(2011a), (2011b)は、表-5および表-6に示すような資本ストック毀損額を推定している。これらを見ると、多少の対象範囲の相違があるものの、何れの算出結果においても、東日本大震災がもたらした資本ストック毀損額は16兆円程度(特に、東北3県では何れも14兆円程度)であることが分かる。なお、これらの算出結果は、何れも、福島第一原子力発電所事故による様々な被害は含んでいないことに注意されたい。

次に、本研究のMRCGEにおいて適用する資本ストックの毀損額を想定する。上述した資本ストックの毀損額はストック概念である。一方、MRCGEで用いられるデータはフロー概念であるため、資本ストック毀損額(ストック概念)をフロー概念に変換しなければならない。本研究はこの変換を林山ら(2012)と同様の方法を採用する。まず、資本ストック毀損額(産業部門計)を現状の資本ストック毀損額(産業部門計)で除して、地域 s 産業部門計の資本ストック毀損率 δ^s を算出した。なお、この値は表-6における最右列の値と同一である。そして、算出した資本ストック毀損率を差し引き、この値をMRCGEにおいて被災前の状態を意味する $t=0$ 状態における地域 s の民間企業資本投入額の合計、つまり資本賦存額 $\bar{K}^s|_{t=0}$ に乘じることにより、被災後を意味する $t=1$ 状態における地域 s の資本賦存額 $\bar{K}^s|_{t=1}$ を算出する。それゆえ、式は被災後の資本賦存額を意味する。なお、この過程を経たことは、本研究における東日本大震災の直接的影響である資本ストック毀損額が16.4兆円(GDP比3.15%)であり、日本政策投資銀行(2011a), (2011b)による被害推定の結果そのものを採用したことを意味する。

$$\bar{K}^s|_{t=1} = (1 - \delta^s) \bar{K}^s|_{t=0} \quad (33)$$

震災名	東日本大震災										阪神淡路大震災 ³⁾		
	内閣府(経済財政分析担当)					日本政策投資銀行						内閣府(防災担当)	
発表機関	2011/3/23 (2011年12月)					2011年4月28日					国土庁防災局		
発表年月日	内閣府(2011a)、(2011c)					日本政策投資銀行(2011a)、(2011b)					1995年2月16日		
発表資料	ケース1					ケース2					内閣府(2011b)		
ストック損壊率の想定 ¹⁾	3県	4県	3県	4県	合計	3県	4県	合計	3県	4県	合計	合計	
対象地域 ²⁾	15,000	1,700	16,700	1,700	25,700	24,000	1,700	25,700	3,129	2,476	16,373	16,900	
直接被害額	10,000	1,000	11,000	1,000	20,000	19,000	1,000	20,000					
建築物等													
住宅・宅地、店舗・事務所・工場、機械等												10,400	
住宅													
製造業													
電気・ガス・上下水道	1,000	300	1,300	300	1,300	1,000	300	1,300					
水道、ガス、電気、通信・放送施設													
運路・港湾等	2,000	200	2,200	200	2,200	2,000	200	2,200					
河川、道路、港湾、下水道、空港等													
社会基盤施設													
生活・社会インフラ													
他の社会資本	2,000	200	2,200	200	2,200	2,000	200	2,200	2,400	2,887	1,226	8,387	
その他													
農林水産													
その他													
その他									992	1,681	689	593	3,955
合計													1,100

1) ケース1の損壊率は津波被害ありの地域を阪神淡路大震災の約2倍に、津波被害なしの地域を同程度、ケース2の損壊率は津波被害ありの地域を同程度、津波被害なしの地域を同程度とする。

2) 3県とは岩手、宮城、福島における対象市区町村を、4県とは北海道、青森、茨城、千葉における対象市区町村を表す。

3) 阪神淡路大震災の被害額は、内閣府(防災担当)の発表資料より作成した。

出所: 内閣府(2011a)、(2011b)、(2011c)、日本政策投資銀行(2011a)、(2011b)および中野(2013)より筆者ら作成。

表-5: 東日本大震災における資本ストック被害額の推計値

表－6：日本政策投資銀行による資本ストック毀損額の推定

対象地域		推定資本 ストック (10 億円)	推定資本ストック毀損額(10 億円)					毀損率 (%)
			インフラ	住宅	製造業	その他	合計	
岩 手 県	内陸部	26,369	457	22	64	211	754	2.9
	沿岸部	7,449	1,943	607	191	781	3,522	47.3
	合 計	33,818	2,400	629	255	992	4,276	12.6
宮 城 県	内陸部	31,443	856	40	148	551	1,595	5.1
	沿岸部	23,182	2,031	1,446	290	1,130	4,897	21.1
	合 計	54,625	2,887	1,486	438	1,681	6,492	11.9
福 島 県	内陸部	34,314	630	7	263	370	1,270	3.7
	沿岸部	15,941	1,244	145	151	319	1,859	11.7
	合 計	50,254	1,874	152	414	689	3,129	6.2
茨 城 県	内陸部	47,827	460	40	175	318	993	2.1
	沿岸部	21,727	766	87	355	275	1,483	6.8
	合 計	69,553	1,226	126	530	593	2,476	3.6
総 計	内陸部	139,952	2,403	109	650	1,451	4,612	3.3
	沿岸部	68,299	5,985	2,285	987	2,504	11,781	17.2
	合 計	208,251	8,387	2,394	1,637	3,955	16,373	7.9

(3) 東日本大震災後における復興投資の想定

東日本大震災の後、2012年2月10日、復興庁設置法施行により復興事業を実施するための組織として復興庁が発足した。復興庁(2011)、(2013)によると、復興期間10年間のうち復興需要が高まる初めの5年間(平成25年度末まで)を「集中復興期間」と位置付け、この期間内に実施される施策や事業の規模(国・地方の公費分)は23.5兆円程度と見込まれている。また、復興庁(2013)から2013年1月29日現在、集中復興期間において復旧・復興に充てる財源として約19兆円が確保されており、さらに日本郵政株式の売却収入の約4兆円、および平成23年度決算剰余金等の約2兆円を確保することにより、集中復興期間における財源として合計25兆円程度を予定するとしている。集中復興期間中の復旧・復興事業のための財源確保に関して、復興庁(2011)は「平成23年度第1次補正予算等及び第2次補正予算における財源に加え、歳出の削減、国有財産売却のほか、特別会計、公務員人件費等の見直しや更なる税外収入の確保及び時限的な税制措置により13兆円程度を確保す

る。税制措置は、基幹税などを多角的に検討する。また、与野党間の協議において、平成23年度税制改正事項について合意が図られる際には、改正事項による増収分を復旧・復興財源に充てることも検討する。」としている。さらに、「東日本大震災からの復興のための施策を実施するために必要な財源の確保に関する特別措置法」によると、復興債を発行するとともに、財政投融资特別会計財政融資資金勘定からの国債整理基金特別会計への繰入れと、日本たばこ産業株式会社及び東京地下鉄株式会社の株式の所属替等の措置を行うほか、復興債の償還費用等にあてるための復興特別所得税および復興特別法人税によって、必要な財源を確保するとされている。

本研究のMRCGEにおいて復興投資を想定するに際して、仮想的な復興庁を仮定する。この仮想的な復興庁の行動は、各都道府県の税収からある割合 ϕ^s で税金を徴収し、復興投資の財源として各地域の政府貯蓄へ何からの方法で配分するのみと仮定する。そのためMRCGEにおいて復興庁の行動は明示的に表されない。各都道府県から集められた復興庁の収入、つまり復興財源 SRE は式(34)で表される。

$$SRE = \sum_{s \in S} \phi^s \left(\sum_{j \in J} T_{Z_j^s} + TD^s \right) \quad (34)$$

ここで、地域 s への復興財源の配分額を RI^s 、復興財源の配分率を θ^s とすれば、復興財源の配分額 RI^s は式(35)で表される。なお、復興財源を岩手県、宮城県、福島県、茨城県の被災4県に均等配分する場合、配分率は $\theta^s = 1/4$ である。

$$RI^s = \theta^s \cdot SRE \quad (35)$$

このとき、復興財源の配分額は政府貯蓄へ加えられることから、政府消費部門および政府投資部門の予算制約は改められ、政府消費需要は式(36)として、また政府投資需要は式(37)として、それぞれ改められる。

$$XG_i^{rs} = \frac{\beta_{XG_i^{rs}} \left[\sum_{j \in J} TZ_j^s + TD^s - (SG^s + v \cdot RI^s) \right]}{\left(p_{Q_i^r} \right)^{\sigma_G} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XG_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r} \right)^{(1-\sigma_G)} \right]}, \quad (36)$$

$$v = \begin{cases} 0, & \text{復興財源なし} \\ 1, & \text{復興財源あり} \end{cases}$$

$$XGI_i^{rs} = \frac{\beta_{XGI_i^{rs}} (SG^s + v \cdot RI^s)}{\left(p_{Q_i^r} \right)^{\sigma_{GI}} \left[\sum_{i \in I} \beta_{XGI_i^{rs}} \left(p_{Q_i^r} \right)^{(1-\sigma_{GI})} \right]} \quad (37)$$

$$v = \begin{cases} 0, & \text{復興財源なし} \\ 1, & \text{復興財源あり} \end{cases}$$

本研究では、式(37)で表される復興財源を加えた政府投資需要を復興投資として考える。

(4) 分析対象とする影響の想定

東日本大震災のような巨大災害が発生した場合の経済被害には、上野山・荒井(2007)が述べるように様々な項目が考えられる。また、今回の震災の特徴は、被害が大規模であるだけでなく、様々な経路を通じて被災地以外にも影響と考えられることから、既存研究で扱っている影響項目、および本研究が対象とする影響項目を表-7に示す。本研究では、表-7の網掛け部分の影響項目について検討する。

まず、本研究におけるMRCGEは静学モデルであることから、東日本大震災による影響が長期化した場合に考慮しなければならないマクロ経済構造の変化に基づいた分析を行うことは不可能である。すなわち、この変化を捉えるためには、MRCGEの静学構造を動学構造に置き換える必要があり、かつMRCGEにおいて用いる47都道府県地域間産業連関表の各係数も動的に取り扱う必要性があることから、本研究ではこのモデルの動学化を断念することとし、今後の課題としたい。

次に、林山ら(2012)で検討しているサプライチェーンの寸断による供給制約、および山崎・落合(2011)で検討している電力供給制約による影響について、これら供給制約の影響は震災発生後の数カ月のうちに解消していることから、本研究においては取り扱わないこととする。特に、電力供給制約による影響は原子力発電が停止している現在においても、

無視し得る問題ではないが、本研究の MRCGE の 20 産業部門分類では電力を一括して取り扱っていることから、電力生産を発電源毎に調整することが困難であるため、本研究では電力供給制約による影響について計測対象外とする。

以上のことから、本研究では東日本大震災による経済的被害、および復興投資による経済的効果に関するマクロ経済的影響を計測するために、表 7 における①民間企業設備の毀損による供給制約、および②復興投資による地域間再分配の 2 つの影響項目に論点を絞るものとする。

表 7: 東日本大震災に関連する影響項目

		マクロ経済構造	
		変化なし(短期的)	変化あり(長期的)
東日本 大震災 の影響	直接的 影響 (ストック)	<ul style="list-style-type: none"> 資本ストックの毀損額 (=約 16.4 兆円) 	<ul style="list-style-type: none"> 震災による影響の長期化 持続的な復興対策
	間接的 影響 (フロー)	<ul style="list-style-type: none"> 民間企業設備の毀損による供給制約 <ul style="list-style-type: none"> 林山ら(2011) 武藤ら(2011) 	
		<ul style="list-style-type: none"> サプライチェーンの寸断による供給制約 <ul style="list-style-type: none"> 林山ら(2011) 山崎・落合(2011) 	
		<ul style="list-style-type: none"> 電力供給制約 <ul style="list-style-type: none"> 山崎・落合(2011) 	
復興		<ul style="list-style-type: none"> 復興投資による地域間再配分 	

(5) 分析シナリオ

① 民間企業設備の毀損による供給制約

民間企業設備の毀損による供給制約がもたらす影響を算出するためには、表 6 における網掛け部分の値を式(33)の毀損率 δ^s に用いることにより、被災後($t = 1$ 状態)における地域 s の資本賦存額 $\bar{K}^s|_{t=1}$ を算出すればよい。

② 復興投資による地域間再分配

復興投資の影響を算出するためには、被災後の状態において、式(34)の仮想的な復興庁が各都道府県から徴収する税金の割合 ϕ^s 、および式(35)の復興財源の配分額を決める配分

率 θ^s をそれぞれ設定すればよい。本研究では、各都道府県において徴収された税金から全国一律1%の税金を復興財源として集めることとする。つまり、 $\phi^s = 0.01$ とする。MRCGEにおいて税収は約82兆円であるため、MRCGE内の復興財源は約8,000億円程度となる。上述したように集中復興期間において約25兆円の財源を予定していることを考慮すれば、本研究で想定する復興財源はかなり小さいものであるが、本研究は被災地を対象とした復興投資による局所的な需要創出がもたらす地域間再分配効果を計測することを目的としているため、そのベンチマークとして各都道府県の税収の1%を復興財源とすることと仮定する。また、復興財源の配分率 θ^s に関しては、岩手県、宮城県、福島県、茨城県の被災4県に均等配分するシナリオ($\theta^s = 1/4$)、および復興財源を全国に均等配分するシナリオ($\theta^s = 1/47$)の2つのシナリオを想定する。

4. シミュレーション結果と考察

(1) 民間企業設備の毀損による供給制約の影響

民間企業設備の毀損による供給制約がもたらしたマクロ経済的影響に関するシミュレーション結果を図-6から図-9および表-8に示す。

第1に、図-6を見ると、東日本大震災による民間企業設備の毀損による供給制約がもたらした実質GDPの変化額は、全国計で▲1.24兆円/年であり、また被災地合計では▲1.20兆円/年であることから、被災地の実質GDPの減少が顕著であることが分かる。一方、東海地方から西日本の多くは実質GDPが微増しており、本研究における生産関数の定式化における地域間の代替性が結果に影響を及ぼしていると考えられる。林山ら(2012)の推計結果と比べると、全国計で▲1.12兆円/年程度、被災地合計で▲1.37兆円程度であることから、本研究の推定結果とほぼ同じ結果であることが分かる。

第2に、図-7を見ると、厚生の変化は全国計で▲1.09兆円/年であり、また被災地合計では▲0.86兆円/年である。林山ら(2012)は全国計で▲671億円/年、被災地合計では▲656億円/年との推計結果を示し、また武藤ら(2012)は全国計で▲2.50兆円/年であり、また被災地合計では▲2.27兆円/年との推計結果を示していることから、民間企業設備の毀損による厚生変化にはばらつきが見られ、本研究はこれらの推計結果の中間くらいの値を示している。

さらに、図-8に示した1人当たり厚生の変化を見ると、宮城県が▲145.5千円/人年、岩手県が▲152.0千円/人年と大きく減少していることが分かる。

第3に、図-9に示した都道府県別の生産額の変化を見ると、全国計で▲2.13兆円/年であり、被災地合計では▲2.04兆円/年にのぼる。これらの生産額の変化は全国計で▲0.23%、被災地合計で▲3.24%を意味する。武藤ら(2012)は東日本大震災による生産額の変化を全国計で▲0.445%、被災地合計で▲7.443%と推計している。また、表-8に示した都道府県別産業部門別生産額の変化を見ると、産業部門別では、商業、その他サービス、建築・土木、食料品、および電子機器への影響が大きく、それぞれ順に▲0.518、▲0.365、▲0.182、▲0.168、▲0.151兆円/年となっている。さらに、表-8を詳細に検討すると、微少ながら正值および負値が散見される。これらの相違は生産の地域間代替および財の調達先の地域間代替が発生していることを表していると解釈することができる。

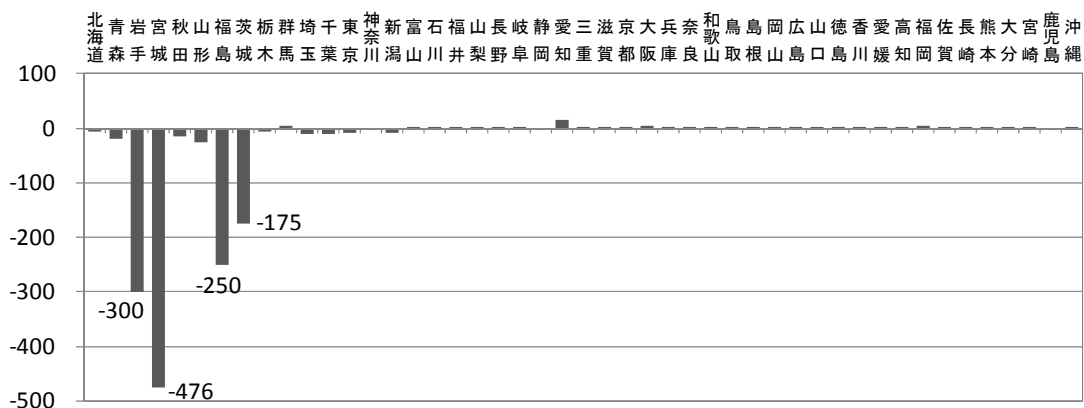


図-6：民間企業設備の毀損による都道府県別実質 GDP の変化 (10 億円/年)

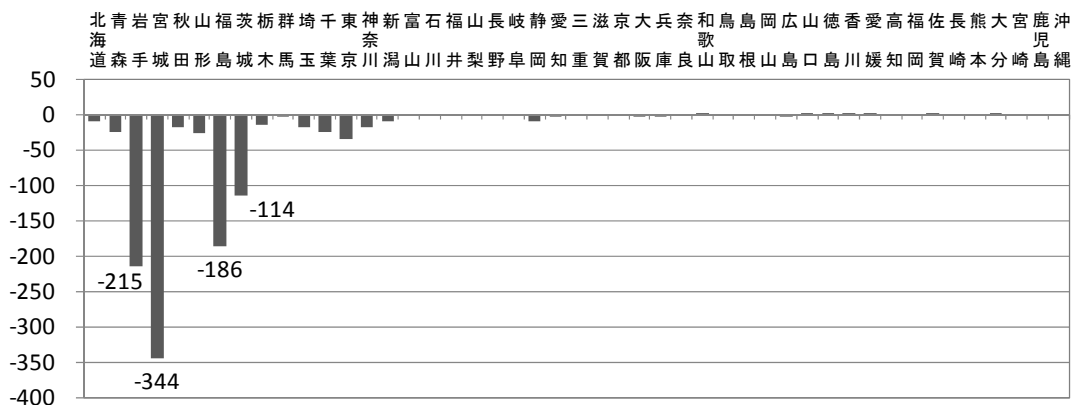
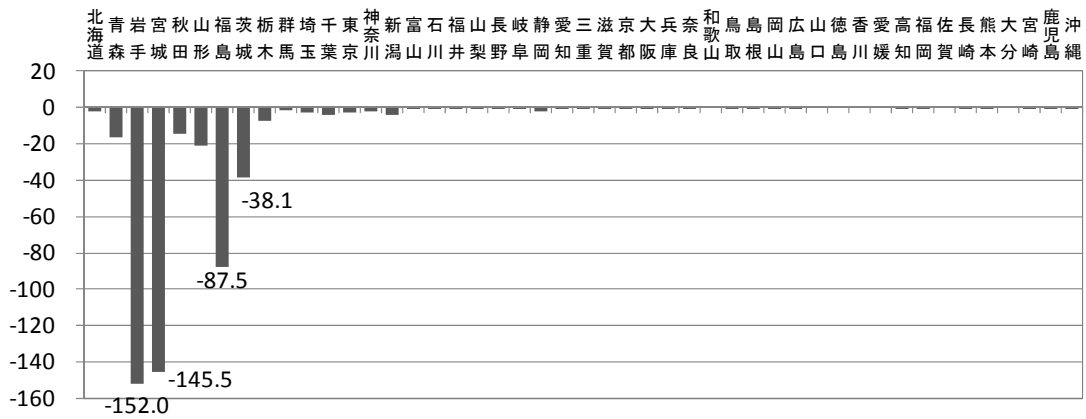
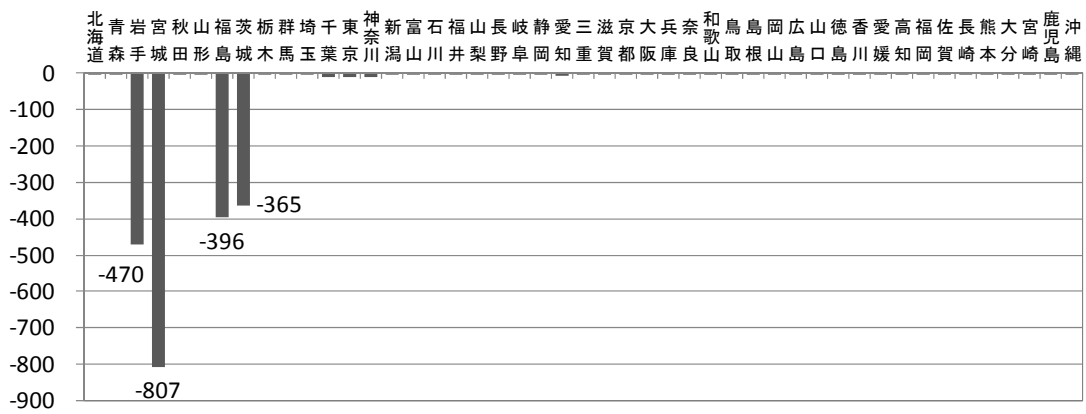


図-7：民間企業設備の毀損による都道府県別厚生の変化 (10 億円/年)



図－ 8： 民間企業設備の毀損による都道府県別 1 人あたり厚生の変化 (千円/人年)



図－ 9： 民間企業設備の毀損による都道府県別生産額の変化 (10 億円/年)

表一 8：民間企業設備の毀損による都道府県別産業部門別生産額の変化 (10 億円/年)

	農業	林業	漁業	鉱業	食料品	その他製造業	化学製品	石油・石炭製品	鉄鋼	金属製品	機械	電子機器	建築・土木	電力	ガス・熱供給	ガス・廃棄物処理	商業	運輸	医療・保険・社会保障	その他サービス	全産業部門合計
北海道	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	-2	0	0	1	-2
青森	1	0	0	0	-4	1	0	0	0	0	-1	0	-3	0	0	0	1	1	-1	0	-4
岩手	-33	-7	-3	-2	-35	-22	-6	-1	-3	-4	-13	-43	-43	-12	-1	-7	-127	-17	-13	-80	-470
宮城	-26	-3	-4	-2	-54	-50	-10	-10	-10	-20	-9	-49	-61	-29	-2	-8	-239	-32	-19	-168	-807
秋田	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	1	-2	0	0	0	0	0	0	0	-2
山形	1	0	0	0	-1	1	1	0	0	0	0	-3	-3	0	0	0	0	1	-1	0	-2
福島	-14	-2	0	-2	-25	-17	-16	0	-1	-7	-5	-32	-29	-84	0	-3	-72	-9	-11	-66	-396
茨城	-14	0	0	-1	-21	-17	-41	-6	-19	-18	-12	-18	-25	-17	0	-4	-71	-18	-8	-56	-365
栃木	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	1	0	-1	-2	0	0	0	0	0	-1	0	-4
群馬	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
埼玉	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	1	-2	0	-2	0	0	0	0	1	-1	1	-5
千葉	0	0	0	0	-3	0	-1	-4	-1	0	0	0	-2	1	0	0	-2	1	-1	0	-9
東京	0	0	0	0	-3	-2	-1	0	-1	0	0	-1	-2	0	0	0	-1	1	-2	0	-10
神奈川	0	0	0	0	-4	0	-1	-3	0	-1	-1	2	-2	0	0	0	-1	0	-1	2	-10
新潟	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	-2
富山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
石川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
福井	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
山梨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
長野	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
岐阜	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
静岡	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	1	-4	-1	0	0	0	1	0	0	1	-4
愛知	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	4	-2	-1	0	0	0	-2	0	0	-1	-6
三重	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
滋賀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
京都	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
大阪	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-4
兵庫	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
奈良	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
和歌山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鳥取	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
島根	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
岡山	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
広島	0	0	0	0	0	0	1	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	-3
山口	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
徳島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
香川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
愛媛	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
高知	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
福岡	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
佐賀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長崎	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
熊本	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大分	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
宮崎	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鹿児島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
沖縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全国計	-84	-11	-8	-4	-168	-113	-80	-27	-40	-50	-41	-151	-182	-138	-4	-18	-518	-71	-58	-365	-2,130

(2) 被災地への復興投資による地域間再分配の効果

① 復興財源を被災地へ均等配分する復興投資の効果

復興財源を被災地へ均等配分する復興投資による地域間再分配効果に関するシミュレーション結果を図-10から図-13および表-9に示す。このことは式(35)において、復興財源の配分率を $\theta^* = 1/4$ とし、各被災地は約2,066億円/年の復興財源を政府投資に用いることを意味する。なお、復興投資に関するシミュレーション分析においては、震災後の状態(民間企業設備が毀損している状態)から復興投資を行うことによって、どれだけ変化するか、つまり復興投資を行った状態と震災後の状態との差分を考えることにより、復興投資の効果を捉える。以下の結果において、経済指標の変化が正值を取る場合は、復興投資によって震災後の状態から経済状態が改善すると考え、一方で経済指標の変化が負値を取る場合は、復興投資によって震災後の状態から経済状態が悪化すると考えることに注意されたい。

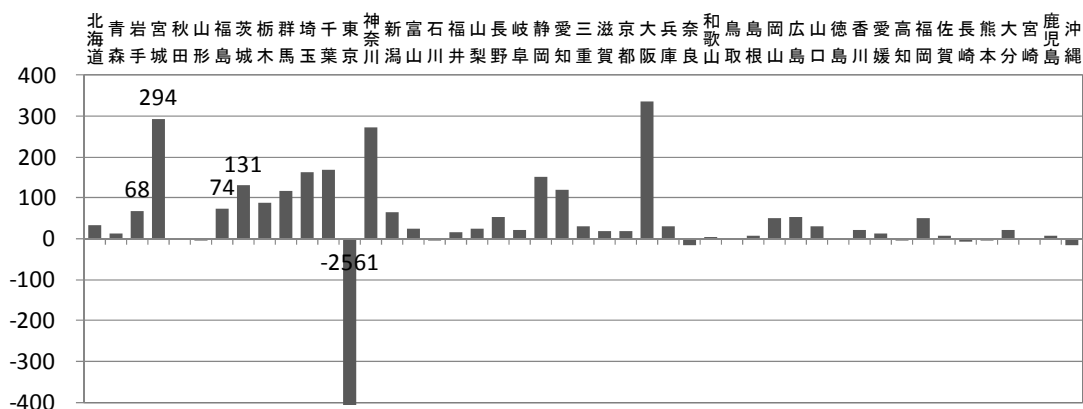
第1に、図-10を見ると、東日本大震災後の復興投資がもたらした実質GDPの変化額は、全国計で160億円/年の改善であり、また被災地合計では5,670億円/年の改善であることから、復興投資が被災地の実質GDP改善に大きく寄与していることが分かる。特に、宮城県で2,940億円/年の実質GDPの改善が見られる。一方、復興投資によって多くの地域の実質GDPが改善されるものの、東京都の実質GDPは震災後の状態よりも悪化しており、震災後からの減少額は▲2,561億円/年と著しく大きい。このことは、東京都は大きな税収ゆえに、復興財源のために大きく差し引かれる分を通じて、政府支出が大きく減少することに起因すると考えられる。

第2に、図-11を見ると、復興投資による厚生の変化は全国計で3.60兆円/年の改善であり、また被災地合計では1.21兆円/年の改善であることが分かる。特に、宮城県において5,120億円/年の厚生の改善が見られる。一方、被災地以外の多くの地域の厚生も改善するものの、東京都の厚生悪化が著しいことが分かる。さらに、図-12に示した1人当たり厚生の変化を見ると、宮城県が216.5千円/人年の改善をはじめとして、被災地4県の1人あたり厚生の改善が大きいことが分かる。

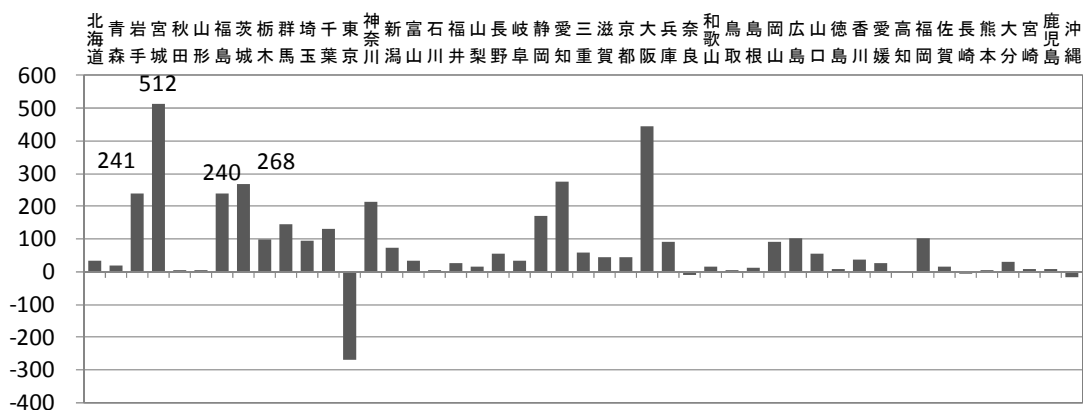
第3に、図-13より、復興投資による都道府県別の生産額の変化は、全国計で730億円/年の改善であり、被災地合計では1,770億円/年の改善が見られる。これらの生産額の変化は全国計で0.01%の回復を、被災地合計で0.28%の回復をそれぞれ意味する。また、表

－ 9 に示した復興投資による都道府県別産業部門別生産額の変化を見ると、産業部門別では、建築・土木および電子機器がそれぞれ 7,000 億円/年、2,290 億円/年と生産が改善しており、一方でその他サービスおよび医療・保険・社会保障がそれぞれ▲3,480 億円/年、▲2,840 億円/年と生産が悪化していることが分かる。

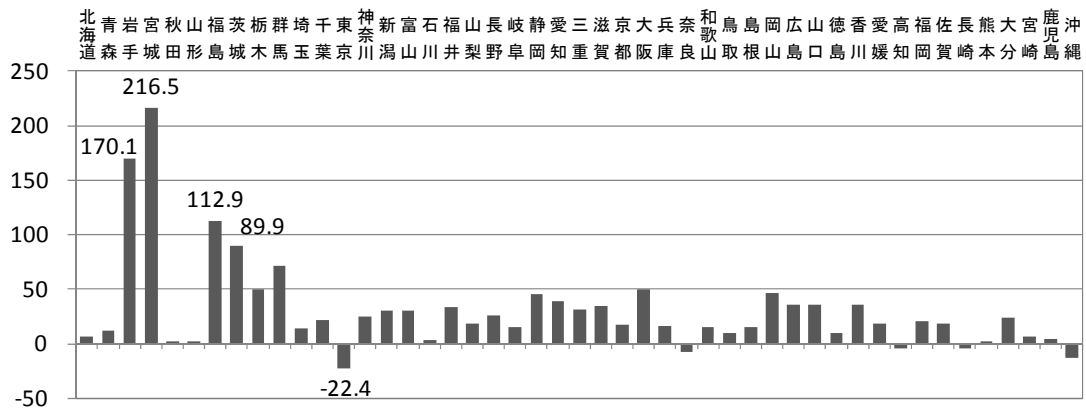
以上の結果から、復興財源を被災地へ均等配分する復興投資によって、被災地における実質 GDP，厚生，および生産額は震災後の状態(民間企業設備が毀損している状態)から改善されることが示された。また、東京都は復興投資によって、大きく経済状態が悪化するものの、これら 3 つの経済指標の全国合計値については、復興投資によって震災後の状態から改善されることが示された。被災地の早急な復旧・復興を目的とした被災地均等配分の復興投資は、税収の 1%を復興財源としたものであれ、効果的であると言える。



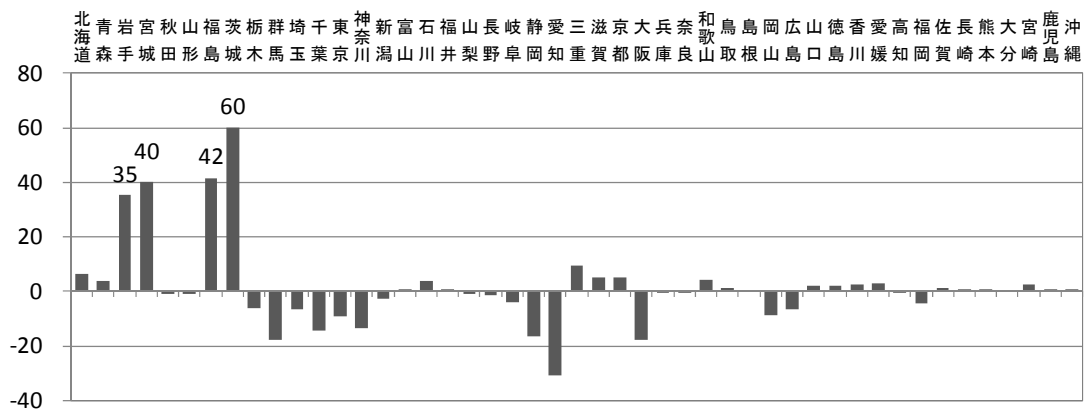
図－ 1 0：復興投資による震災後からの都道府県別実質 GDP の変化 (10 億円/年)



図－ 1 1：復興投資による震災後からの都道府県別厚生の変化 (10 億円/年)



図一 1 2: 復興投資による震災後からの都道府県別 1 人あたり厚生の変化 (千円/人年)



図一 1 3: 復興投資による震災後からの都道府県別生産額の変化 (10 億円/年)

表－9：復興投資による震災後からの都道府県別産業部門別生産額の変化(10億円/年)

	農業	林業	漁業	鉱業	食料品	その他製造業	化学製品	石油・石炭製品	鉄鋼	金属製品	機械	電子機器	建築・土木	電力	ガス・熱供給	ガス・廃棄物処理	商業	運輸	医療・保険・社会保障	その他サービス	全産業部門合計
北海道	-1	0	1	0	0	-5	0	9	-1	-1	-2	-1	4	1	0	0	8	-5	2	-6	6
青森	0	0	0	0	3	-2	-1	0	1	2	1	0	2	0	0	0	1	-2	0	-1	4
岩手	5	3	1	1	15	10	0	0	1	3	5	10	69	2	0	-12	64	11	-69	-82	35
宮城	0	-1	-2	-1	13	-11	-6	9	-3	-1	-1	-11	138	-1	0	-2	103	10	-65	-128	40
秋田	-1	0	0	0	0	-3	0	0	0	2	0	-2	0	1	0	0	3	0	0	-1	-1
山形	-1	0	0	0	-2	-1	-1	0	0	1	1	-1	0	0	0	0	2	0	0	1	-1
福島	5	1	0	1	14	13	-3	0	1	7	5	18	94	14	0	-2	54	12	-80	-114	42
茨城	-3	0	0	1	6	8	3	7	11	19	15	29	109	0	0	-5	57	12	-68	-140	60
栃木	-1	0	0	-1	-5	-5	-12	0	0	-3	-2	2	13	-1	0	0	9	-2	2	1	-6
群馬	-2	0	0	0	-8	-4	-7	0	-1	-6	-16	-8	17	-1	0	0	13	-2	5	3	-18
埼玉	-2	0	0	0	-19	-19	6	-1	2	3	19	14	9	0	0	-2	-1	-14	5	-6	-6
千葉	-1	0	0	0	-8	-5	-6	-2	1	0	1	3	14	-4	0	-1	6	-10	4	-7	-14
東京	2	0	1	4	-4	153	87	0	16	43	92	271	-6	1	-15	-12	-615	-57	-101	130	-9
神奈川	0	0	0	0	-10	-5	-6	-7	2	1	10	11	17	-4	1	-2	13	-9	7	-33	-13
新潟	1	0	0	-1	0	-5	-4	0	-2	-7	-1	-4	9	1	0	0	10	-2	3	-2	-2
富山	1	0	0	0	1	-2	-5	0	-1	-3	-1	-1	5	0	0	0	6	-1	1	1	1
石川	1	0	0	0	5	-1	-1	0	0	-1	1	-2	0	1	0	0	2	-1	1	-2	4
福井	0	0	0	0	1	-3	-4	0	0	-1	-1	-3	4	2	0	0	5	0	1	1	1
山梨	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	-2	-1
長野	0	0	0	0	-1	-3	-1	0	0	-2	1	-5	8	1	0	0	6	-2	2	-4	-1
岐阜	1	0	0	0	1	-5	-4	0	-1	-2	-6	-3	5	1	0	0	7	-1	1	1	-4
静岡	1	0	0	0	1	-22	-17	0	-1	-7	-19	-1	24	0	0	0	-6	22	5	4	-16
愛知	2	0	0	0	8	-9	-17	7	-14	-10	-120	-9	35	4	1	2	62	1	9	18	-31
三重	1	0	-1	0	4	-1	-9	11	-1	-4	-7	-6	9	1	0	0	7	-1	2	5	10
滋賀	1	0	0	0	2	-2	-9	0	-1	-3	-3	-4	7	0	0	0	10	1	2	3	5
京都	1	0	0	0	7	-7	-3	0	0	-2	-6	-7	5	1	0	0	12	0	2	2	5
大阪	0	0	0	-1	-1	-30	-40	4	-23	-23	-19	-24	37	1	3	2	86	-10	17	3	-18
兵庫	1	0	0	-1	11	-5	-13	3	-18	-4	-9	-11	11	3	1	0	25	-3	4	4	0
奈良	1	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	0	0	2	0	0	-1	0
和歌山	1	0	0	0	2	-2	-3	8	-7	-1	-1	-1	2	1	0	0	3	0	1	1	4
鳥取	1	0	0	0	2	-1	0	0	0	0	0	-2	1	0	0	0	1	0	0	0	1
島根	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	1	1	0	0	2	0	0	-1	0
岡山	0	0	0	-1	1	-3	-12	5	-15	-3	-6	-5	10	0	0	0	15	-3	3	5	-9
広島	1	0	0	-1	6	-3	-7	0	-22	-5	-12	-4	12	0	0	0	24	-3	4	3	-7
山口	1	0	0	-1	2	-2	-11	8	-5	-2	-5	-1	7	0	0	0	8	-1	2	3	2
徳島	1	0	0	0	3	-1	-2	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	2	0	1	0	2
香川	0	0	0	0	0	-3	-2	2	0	-2	-2	-1	5	0	0	0	6	-1	1	2	3
愛媛	1	0	1	0	3	-8	-2	3	0	-1	0	-3	3	1	0	0	4	-2	1	2	3
高知	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0
福岡	1	0	0	-1	7	-5	-6	1	-11	-3	-12	-6	10	0	0	0	22	-4	5	-2	-4
佐賀	1	0	0	0	1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	2	1	0	0	2	0	1	0	1
長崎	1	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	2	0	0	0	0	0	0	1
熊本	2	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	2	0	0	-1	1
大分	-5	0	0	-1	2	0	-2	2	-4	0	-1	2	3	0	0	0	3	-1	1	0	0
宮崎	1	0	0	0	2	-1	-1	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	2	0	1	-1	2
鹿児島	1	0	0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	-1	0	-2	1
沖縄	0	0	0	1	-1	0	0	3	0	0	0	0	-2	0	0	0	1	1	0	-2	1
全国計	17	3	2	-1	68	-9	-124	73	-99	-18	-106	229	700	33	-5	-38	52	-71	-284	-348	73

② 復興財源を全ての都道府県に全国一律で配分する復興投資の効果

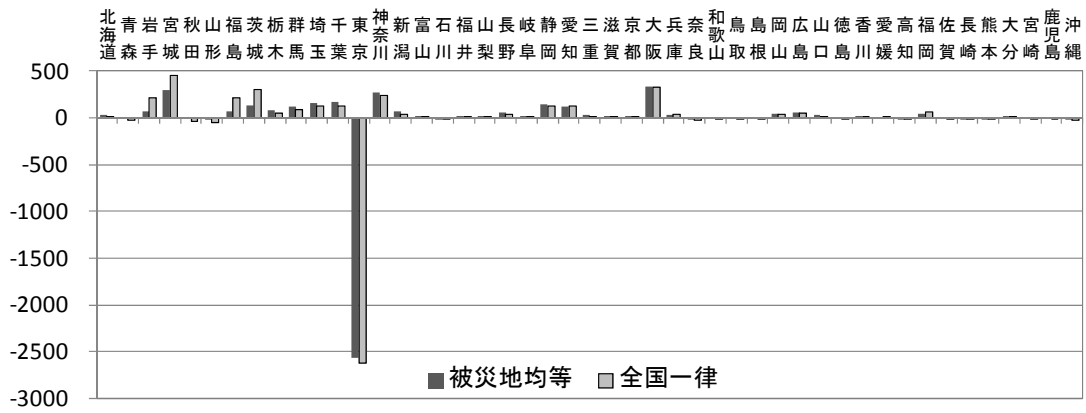
復興財源を各都道府県に全国一律で配分する復興投資の効果に関するシミュレーション結果を図-14から図-17に示す。ここでは式(35)において、復興財源の配分率を $\theta^* = 1/47$ としており、各都道府県は約176億円/年の復興財源を政府投資に用いることを意味する。この一律配分の復興投資は、各都道府県から徴収した復興財源を復興投資として支出する際のベンチマークとして、被災地へ均等配分する復興投資との比較のみに用いられるシナリオにすぎない。以下においても、復興投資を行った状態と震災後の状態(民間企業設備が毀損している状態)との差分を考えることにより、復興投資の効果を捉える。

第1に、図-14を見ると、復興財源を全国一律に配分した復興投資がもたらす実質GDPの変化額は、全国計で▲120億円/年の悪化であるのに対して、被災地合計では11,970億円/年の改善であることから、復興投資が被災地の実質GDP改善に大きく寄与していることが分かる。一方、復興財源を被災地へ均等配分した復興投資は、全国計および被災地合計のどちらも改善する。

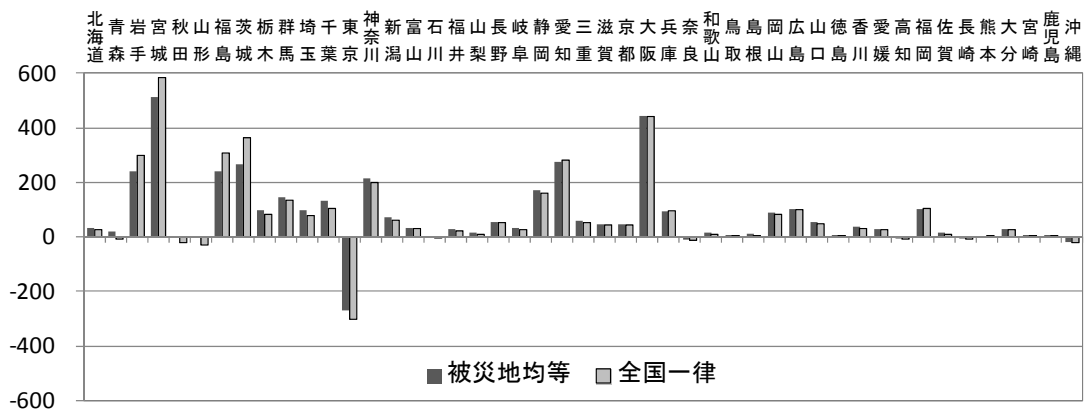
第2に、図-15を見ると、全国一律配分の復興投資による厚生の変化は全国計で3.57兆円/年の改善であり、また被災地合計では1.56兆円/年の改善であることが分かる。これに対して、被災地均等配分の復興投資による厚生の変化は全国計で3.60兆円/年の改善であった。このことは経済厚生観点から被災地均等配分の復興投資は全国一律配分の復興投資と少なくとも同等のプロジェクトであると考えられる。また、図-16に示した1人あたり厚生の変化は、宮城県における247.1千円/人年の改善をはじめとして、被災地4県の1人あたり厚生の変化は大きい。

第3に、図-17より、都道府県別の生産額の変化を見ると、全国一律配分の復興投資は全国計で910億円/年の改善(震災後の状態から0.01%の回復)であり、被災地均等配分の復興投資のそれを上回る改善を見せるものの、被災地合計では▲100億円/年の生産額減少(震災後の状態から▲0.02%の悪化)となる。

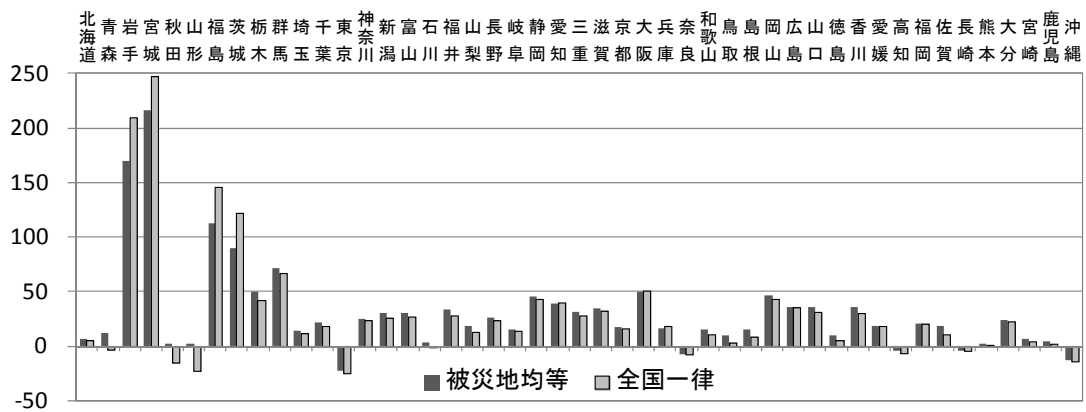
以上の結果から、厚生の変化は、被災地において被災地均等配分の復興投資が1.21兆円/年の改善であるのに対して、全国一律配分の復興投資は1.56兆円/年の改善である。一方、被災地以外の地域において、被災地均等配分の復興投資は $2.39(=3.60-1.21)$ 兆円/年の厚生改善であるに対して、全国一律配分の復興投資は $2.01(=3.57-1.56)$ 兆円/年の厚生改善である。それゆえ、被災地だけに復興投資を行うことは、全国一律の復興投資を行うことよりも、被災地以外の地域において厚生改善をもたらすということができる。



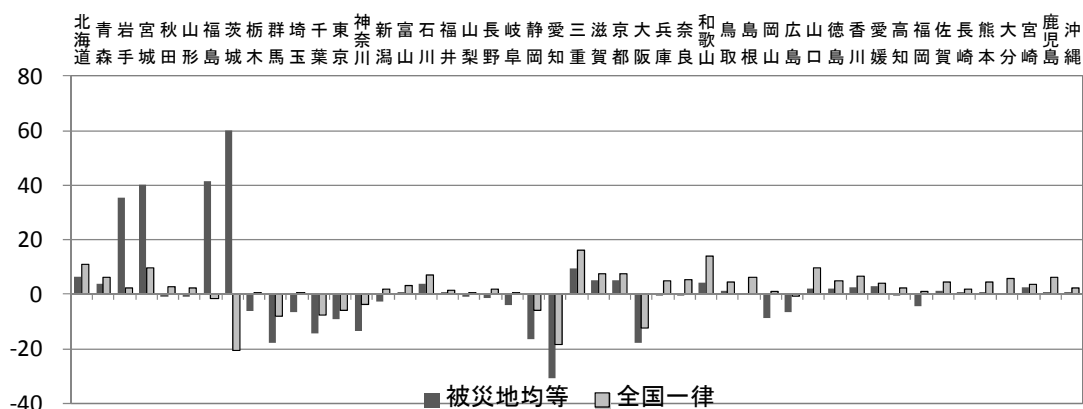
図一 14: 被災地均等と全国一律の復興投資による実質 GDP 変化の比較 (10 億円/年)



図一 15: 被災地均等と全国一律の復興投資による厚生変化の比較 (10 億円/年)



図一 16: 被災地均等と全国一律の復興投資による 1 人あたり厚生変化の比較(千円/人年)



図－17：被災地均等と全国一律の復興投資による生産額変化の比較 (10 億円/年)

5. おわりに

本研究は、被災地に対する局所的な需要創出という復興投資の需要サイドへの影響に着目し、47 都道府県別・20 産業部門別の多地域応用一般均衡モデルを用いることにより、東日本大震災後に行われる復興投資が静的に被災地に及ぼす経済的影響およびその地域間波及効果を計測した。その結果、本研究において得られた知見を以下に示す。

- ① 東日本大震災による民間企業設備の毀損がもたらした実質 GDP の変化額は、全国計で▲1.24 兆円/年、被災地合計で▲1.20 兆円/年と推計された。また、このときの厚生の変化は全国計で▲1.09 兆円/年、被災地合計で▲0.86 兆円/年であり、1 人あたりの厚生変化は宮城県が▲145.5 千円/人年、岩手県が▲152.0 千円/人年と大きな減少が示された。さらに、都道府県別の生産額の変化は全国計で▲2.13 兆円/年(▲0.23%)、被災地合計で▲2.04 兆円/年(▲3.24%)であり、産業部門別では商業、その他サービス、建築・土木での生産額の大きな減少が示された。
- ② 復興財源を被災地へ均等配分する復興投資がもたらした実質 GDP の震災後の状態(民間企業設備の毀損)からの変化は、全国計で 160 億円/年の改善、被災地合計では 5,670 億円/年の改善であり、また厚生の変化も全国計で 3.60 兆円/年の改善、被災地合計で 1.21 兆円/年の改善が示された。さらに、都道府県別の生産額の変

化は全国計で 730 億円/年(0.01%)の改善，被災地合計で 1,770 億円/年(0.28%)の改善であり，また産業部門別では建築・土木および電子機器の生産が改善されるのに対して，その他サービスおよび医療・保険・社会保障の生産が悪化していることが示された．復興財源を被災地へ均等配分する復興投資によって，被災地における実質 GDP，厚生，および生産額は震災後の状態から改善されることから，復興投資が被災地の経済改善に大きく寄与していることが示された．

- ③ ベンチマークとして計算した全国一律配分の復興投資は，全国計で 3.57 兆円/年の厚生を改善するのに対して，被災地均等配分の復興投資による厚生の変化は，全国計で 3.60 兆円/年の改善であることから，経済厚生上，被災地均等配分の復興投資は全国一律配分の復興投資と少なくとも同等のプロジェクトであることが示された．
- ④ 被災地以外の地域における厚生の変化を見ると，被災地均等配分の復興投資が 2.39 兆円/年の厚生改善であるのに対して，全国一律配分の復興投資は 2.01 兆円/年の改善であることから，被災地だけに復興投資を行うことは，全国一律の復興投資を行うことよりも，被災地以外の地域において厚生改善をもたらすということが示された．

今後の本研究の課題として，第 1 に MRCGE の動学化が挙げられる．本研究の MRCGE は静学モデルであるため，東日本大震災による影響の長期化や，震災後からの復興過程のようなマクロ経済構造変化に基づいた分析を行うことは不可能であった．この変化を捉えるためには，Paltsev(2004)や伴(2007)をはじめとした動学構造を持つ CGE モデルのように MRCGE のモデル構造を修正する必要がある．第 2 に，本研究の復興財源は各都道府県において徴収された税金のうち全国一律 1%の税金を徴収するものと想定した．しかしながら，この財源確保のための徴収率 1%には確たる根拠がなく，現実的妥当性に欠けることから，感度分析を行うことによって結果の妥当性を検討する必要がある．

参考文献

- 1) Armington, P.S. (1969), A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production, International Monetary Fund Staff Papers, Vol.16, pp.159-176.
- 2) Peter, M.W., M. Horridge, G.A. Meagher, F. Naqvi and B.R. Parmenter (1996), The Theoretical Structure of MONASH-MRF, Centre of Policy Studies/IMPACT Centre Working Papers, No.OP-85.
- 3) Paltsev, S. (2004), Moving from Static to Dynamic General Equilibrium Economic Models: Notes for A Beginner in MPSGE, Technical Note 4, Joint Program on the Science and Policy of Global Change MIT, pp.1-47.
- 4) Takeda, S. (2007), The Double Dividend from Carbon Regulation in Japan, *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.21, No.3, pp.336-364.
- 5) 石川良文・宮城俊彦 (2004), 全国都道府県間産業連関表による地域間産業連関構造の分析, *地域学研究*, Vol.34, No.1, pp.139-152.
- 6) 石川良文 (2005a), 地域産業連関分析における地域間交易推計のための Non-Survey 手法の評価, *南山大学研究*, Vol.19, No.3, pp.369-382.
- 7) 石川良文 (2005b), 地域環境 SAM の構築と課題, *南山大学研究*, Vol.20, No.3, pp.251-262.
- 8) 石丸康宏 (2011), 東日本大震災の経済的影響について(その1): 生産サイドからの分析, 三菱東京 UFJ 銀行, *経済レビュー*, No.2011-1, pp.1-15.
- 9) 石丸康宏・高山真 (2011), 東日本大震災の経済的影響について(その2): 需要サイドからの分析, 三菱東京 UFJ 銀行, *経済レビュー*, No.2011-3, pp.1-15.
- 10) 上田孝行編著 (2010), *Excel で学ぶ地域・都市経済分析*, コロナ社.
- 11) 上野山智也・荒井信幸 (2007), 巨大災害による経済被害をどう見るか: 阪神・淡路大震災, 9/11 テロ, ハリケーン・カトリーナを例として, *ESRI Discussion Paper Series*, No.177, pp.1-18.
- 12) 長内智 (2011), 震災後の供給制約が GDP ギャップへ与える影響について, *大和総研, Economic Report*, pp.1-6.
- 13) 金子敬生 (1971), *産業連関表の理論と適用*, 日本評論社.
- 14) 総務省 (2001), 平成 12 年国勢調査, 総務省統計局.
- 15) 内閣府 (2011a), 月例経済報告等に関する関係閣僚会議 震災対応特別会合資料: 東北

地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析, 平成 23 年 3 月 23 日.

<http://www5.cao.go.jp/keizai/bousai/pdf/keizaitekieikyoku.pdf>

(最終アクセス日: 2012 年 8 月 27 日)

- 16) 内閣府 (2011b), 東日本大震災における被害額の推計について, 平成 23 年 6 月 24 日.
<http://www.bousai.go.jp/oshirase/h23/110624-1kisyu.pdf>
(最終アクセス日: 2012 年 8 月 27 日)
- 17) 内閣府 (2011c), 東日本大震災によるストック毀損額の推計方法について, 岩城秀裕・是川夕・権田直・増田幹人・伊藤久仁良, 経済財政分析ディスカッションペーパー, DP/11-01, 2011 年 12 月, pp.1-14.
- 18) 中嶋一憲 (2013), 第 2 章 防災の費用便益分析, 馬奈木俊介編著, 災害の経済学, 中央経済社, pp.19-45.
- 19) 日本政策投資銀行 (2011a), 『東日本大震災資本ストック被害金額推計』について: エリア別 (県別/内陸・沿岸別) に推計, DBJ News, 2011 年 4 月 28 日.
http://www.dbj.jp/ja/topics/dbj_news/2011/html/0000006633.html
(最終アクセス日: 2012 年 8 月 27 日)
- 20) 日本政策投資銀行 (2011b), 東日本大震災資本ストック被害金額推計について: エリア別 (県別/内陸・沿岸別) に推計, 2011 年 7 月 21 日.
http://www.esri.go.jp/jp/forum1/110623/gijishidai47_2.pdf
(最終アクセス日: 2012 年 8 月 27 日)
- 21) 林山泰久・阿部雅浩・武藤慎一 (2011), 47 都道府県 Multi-Regional CGE による GHG 排出削減政策の評価, 応用地域学研究, No.16, pp.67-91.
- 22) 林山泰久・阿部雅浩・坂本直樹 (2012), 多地域多部門応用一般均衡モデルによる東日本大震災のマクロ経済的被害の計測, 総合政策論集(東北文化学園大学総合政策学部紀要), 第 11 巻第 1 号, pp.159-190.
- 23) 伴金美 (2007), 日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発: Forward Looking の視点に基づく地域経済分析, RIETI Discussion Paper Series, 07-J-043.
- 24) 復興庁 (2011), 東日本大震災からの復興の基本方針, 2011 年 8 月 11 日.
<http://www.reconstruction.go.jp/topics/110811kaitei.pdf>
(最終アクセス日: 2013 年 12 月 2 日)
- 25) 復興庁 (2013), 今後の復旧・復興事業の規模と財源について, 2013 年 1 月 29 日.

http://www.reconstruction.go.jp/topics/20130207_shiryou01.pdf

(最終アクセス日: 2013 年 12 月 2 日)

- 26) 細江宣裕・我澤賢之・橋本日出男 (2004), テキストブック応用一般均衡モデリング, 東京大学出版会.
- 27) 宮城俊彦・石川良文・由利昌平・土谷和之 (2003), 地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.1, pp.87-95.
- 28) 武藤慎一・森杉壽芳・桐越信・青木優 (2010), Barro 型 CES 関数を用いた SCGE モデルによる地域間交通整備の便益評価, 2010 年度応用地域学会第 24 回研究発表大会(於名古屋大学).
- 29) 武藤慎一・森杉壽芳・桐越信・青木優・上泉俊雄 (2012), SCGE モデルによる東日本大震災のマクロ経済的被害計測, 土木計画学研究・講演集 CD-ROM, Vol.45.
- 30) 山崎雅人・落合勝昭 (2011), 東日本大震災および関東地方における電力制約の経済影響: 日本の多地域 CGE(応用一般均衡)モデルによる分析, JCER, Discussion Paper, No.131, pp.1-24.