



RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-004

東日本大震災の経済的影響

—過去の災害との比較、サプライチェーンの寸断効果、電力供給制約の影響—

徳井 丞次
経済産業研究所

荒井 信幸
和歌山大学

川崎 一泰
東海大学

宮川 努
経済産業研究所

深尾 京司
経済産業研究所

新井 園枝
経済産業研究所

枝村 一磨
東北大学

児玉 直美
経済産業研究所

野口 尚洋
経済産業研究所



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/>

東日本大震災の経済的影響*

—過去の災害との比較、サプライチェーンの寸断効果、電力供給制約の影響—

徳井丞次（経済産業研究所、信州大学）

荒井信幸（和歌山大学）、川崎一泰（東海大学）

宮川 努（経済産業研究所）、深尾 京司（経済産業研究所）

新井 園枝（経済産業研究所）、枝村 一磨（東北大学）

児玉 直美（経済産業研究所）

野口 尚洋（リサーチアシスタント・一橋大学）

要 旨

本稿は、東日本大震災の経済的影響を分析したもので、次の3つの内容から構成されている。第1章では、既存研究をサーベイして震災被害の概念を整理するとともに、今回の東日本大震災の経済的被害を、1995年に発生した阪神淡路大震災や、その他の世界の大地震の被害と比較している。第2章では、東日本大震災の産業別被害額の大きさを推計するとともに、それによって生じたサプライチェーン途絶効果の大きさを、地域間産業連関表を使って、産業連関の供給側の波及である前方連関の概念に基づき、製造業の投入におけるボトルネック効果も考慮しつつ分析している。第3章では、福島第一原発の事故に伴い国内の原子力発電の稼働に深刻な困難が予想されるようになったことなどから、短期的な電力制約や、発電方法の代替によって生じる電力価格上昇が、国内経済にどのような影響を与えるかを分析している。

キーワード：大震災、経済的被害、サプライチェーン、地域間産業連関表、電力制約、電力価格 JEL classification: L94, Q43, R11, R15

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献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、（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。

* 本稿を執筆する上で、藤田昌久経済産業研究所所長、中島厚志経済産業研究所理事長、森川正之経済産業研究所副所長他、経済産業研究所 PDP 検討会に出席していただいた多くの方々から貴重なコメントをいただいたことに感謝したい。執筆者一同、あらためて東日本大震災で亡くなられた方々の御冥福をお祈りするとともに、今なお被災されておられる方々にお見舞いを申し上げる。そして本稿が将来の大災害の予防にわずかながらでも貢献できることを願っている。

まえがき

本プロジェクトは、東日本大震災の経済的影響を分析し、その復興過程でどのような経済構造の変化が生じるかを予測することを目的としている。今回のポリシー・ディスカッション・ペーパーはこのプロジェクトの初期段階の成果をまとめたもので、3章構成となっている。

第1章は、東日本大震災を、世界をおそった様々な大災害と比較することによって、その特徴を浮き彫りにしようとしている。この章では、まず既存研究をサーベイして震災被害の概念を整理するとともに、今回の東日本大震災の被害を、1995年に発生した阪神淡路大震災や、その他の世界の大地震の被害と比較する。

東日本大震災は、地震、津波、事故を含む「複合災害」であり、直接の前例を見つけるのは困難である。このため、地震災害の前例として1995年の阪神・淡路大震災を、水害の前例として2005年のハリケーン・カトリーナを、事故被害の前例として、2001年の9/11を検討した。これらの災害の直接被害は被災地に限定されていたが、間接被害では運輸やエネルギーなど、特定産業で全国的な広がりを持った点では、東日本大震災と共通する点が少なくないことを指摘している。

第2章は、東日本大震災の直後に生じたサプライチェーン途絶効果を分析している。この章では、まず東日本大震災の産業別被害額の大きさを推計し、その推計値と地域間産業連関表を使って、産業連関の供給側の波及である前方連関の概念に基づき分析する。また、ここでは標準的な前方連関効果の分析方法を少し修正し、一次波及時には製造業から製造業への投入には最大被害部門がボトルネックとなる条件を加えて分析した。

震災による被災地の生産活動への直接被害は、被害の大きかった沿岸部での立地状況を反映して、商業、建設、電力などを中心とした非製造業に集中しているのに対して、サプライチェーン途絶による全国の生産活動への影響では自動車分野を始めとした製造業で顕著に生じることが分かる。また、サプライチェーン途絶による間接被害の影響は大きく、一次波及までも生産に対する直接被害を上回る影響が、二次波及以降の全効果ではさらに大きな影響が生じることが分かった。

また、こうしたサプライチェーン途絶による間接被害を「減災」する上で、サプライチェーンの供給元を2地域に分散させる効果は顕著で、東日本大震災の事例を使った我々のシミュレーションでは、これによって5分の1ほどに間接被害を軽減することができることが分かった。

第3章では、福島第一原発の事故発生によって国内の原子力発電の稼働に深刻な困難が予想されるようになったことなどから、電力供給の制約や、発電方法の代替によって生じる電力価格上昇が、国内経済にどのような影響を与えるかを分析している。

電力供給制約では、原子力発電所が全面的に停止した場合の経済的影響を短期、長期両面から検討する。もし原子力発電所が全面的に停止すれば、短期的に全体で13.3兆円生産額(年額ベース)が低下することになる。これは原子力発電所の停止に伴う直接的な電力生産の減少の約3倍弱にあたる。一方、これを長期的に火力発電で代替した場合、現在の電源毎の発電コストを元に試算すると、発電コストは7.8%上昇する可能性がある。この電力

価格上昇の影響は、地域、産業によって異なるが、経済全体では0.2%付加価値額が低下すると見込まれることが分かった。

以上3つの章の分析から得られる政策的インプリケーションは、各章ごとにそれぞれの章の纏めの節で論じている。

なお、各章の担当は次の通りである。

第1章：荒井信幸

第2章：徳井丞次、川崎一泰、野口尚洋、児玉直美

第3章：宮川努、深尾京司、新井園枝、川崎一泰、枝村一磨、児玉直美、野口尚洋

第1章 近年の巨大災害と東日本大震災の被害額推計の先行事例

1-1. 災害の被害額推計の重要性と方法

災害が発生すると、被害規模を表す被害額が推計される。被害額の推計が重要なのは、災害からの復興予算策定や、損害保険の支払を迅速に行うことが求められるという要因が大きい。また、防災投資の効果を評価する際の、費用便益分析を行うためにも、実際に災害が起こった場合に、どの程度の被害額が発生するのかを把握しておくことが重要である。

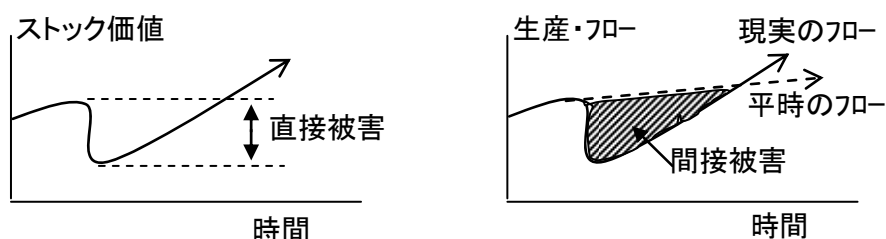
しかし何を持って被害額とするかについては特に決まりはない¹。良く使われる直接被害と間接被害という用語についても、大きく2つの考え方がある。このため、最初に直接被害と間接被害という用語について整理しておく。

1-1-1 直接被害と間接被害

(1) ストックの被害とフロー被害(経済活動押し下げ効果)

直接被害という場合、最も一般的な理解は、建物や構築物などのストックの滅失や損傷による損害である。これをストック被害と呼ぶこともある。ストック被害は基本的に、被災した時点で確定する一時的な損害である。

これに対応して間接被害といわれる場合は、災害がなかった場合に達成された時と比べて、災害によってどの程度経済活動が阻害されたかを表す。こちらはフロー被害とも呼ばれ、災害から復興して経済が従前の活動水準を取り戻すまでの積分値と考えられる。従って、間接被害は復興がどのように行われるかによって変化しうる。



(2) 被災経済活動押し下げ効果と、その波及効果

一方で直接被害とは被災によって直接に発生した経済活動の低下と捕らえるものもある。例えば資本ストックが被災して自社の供給力が低下するというケースである。これを一次被害と呼ぶ場合もある。

これに対応して間接被害といわれる場合は、直接被災はしていないものの、被災した企業の需給の変化が波及して、被害をこうむる場合である。例えば被災地域からの部品供給や受注が減少して、売上げが減る場合などである。これを二次被害と呼ぶ場合もある。

本研究では、第1章では、一般に広く使われている(1)の分類に沿って、ストック被害を直接被害、フロー被害を間接被害と呼んでいる。続く第2章では、ストックの損壊によって被災地の生産が減少する部分を直接被害と呼び、その結果、サプライチェーンなどの供給制約が関連産業に影響を及ぼす段階を波及効果と呼んでいる。第3章では電力への影響に焦点を

¹ 詳細は上野山・荒井(2007)を参照のこと。

絞ってフロー被害を拡張し、原子力発電所の被災とそれに伴う全国の原子力発電所停止による電力供給減の影響を短期的影響と呼び、発電が原子力から火力に代替されることに伴うコスト上昇の影響を長期的影響と呼んでいる。

1-1-2 直接被害(ストック被害)の評価方法

直接被害をストック被害に限定した場合でも、その金額は評価方法によって異なってくる。一般的に用いられるのは再取得価格であるが、経済学的には時価評価が望ましいのではないかとの考え方もある。また企業の損益からは簿価も考慮されよう。しかし、被害額の推計の目的として、災害からの復興予算を策定したり、損害保険金の支払をしたりするという実務的要請が強いこともあって、再取得価格が広く使われている。

1-1-3 間接被害(フロー被害)の推計方法

災害によるフロー被害額は、概念的には災害がなかった場合と現実の経済活動との差を足し上げてゆくことで計算できる。しかし実際には、被害の内容、空間的範囲、時間軸をどう取るかによって金額は大きく変わってくる²。これに加えて、推計の手法にも様々なものがある。

豊田(2001)は、間接被害の推計方法として3つの種類をあげている³。第1は産業ごとの生産関数を想定し、資本ストックの毀損による産出減を推計する方法である。この際、被災による生産関数の技術変化も考慮する場合がある。第2は災害によって各部門の生産構造が変化した結果、産業連関表がどのようになったかを追跡し分析するものである。第3は被災した企業からの聞き取りなどにより生産活動などのマイクロデータを集め、それを集計する方法である。

第1の方法は、被災前のシミュレーションや、被災直後にストック被害のみが分かっている生産についての情報が入手できていない場合に用いられる。ただしこの方法では波及効果が考慮されないため、サプライチェーン途絶による被害の拡大を過少評価しやすい一方、スラック(不稼動ストック)の存在や円滑な代替生産がある場合には、被害を過大評価することになる。第2の方法は、阪神・淡路大震災後に芦谷・地主(2001)が行っている。これには被災地域の産業別生産統計が必要なため、迅速な推計というより被災による産業構造への影響を長期的に分析するための手法といえる。第3の方法は、豊田・河内(1997)などで使われているが、被災企業から情報収集しなければならず、情報の入手が難しいという面がある。

この3つの方法の他に、米国などで使われる手法としては雇用統計に注目して生産の落ち込みを推計する方法がある。米国では生産と雇用の同調性が高く、失業に関する情報も失業保険給付の統計などから入手できることから、9/11やハリケーン・カトリーナの際も経済活動の分析に使われた。またマクロ的には、リアルタイムデータを使ったイベントスタディも行われている。これは経済活動に関する予測が、災害の前と後でどのように変化したかを見ることで、災害の影響を浮かび上がらせようとする方法である。

² 上野山・荒井(2007)前掲書。

³ 豊田(2001) p 9。

1-2. 近年の巨大災害と東日本大震災の被害額推計の先行事例

東日本大震災は、地震、津波、原子力発電所の事故などを含む「複合災害」であり、これだけの規模と複合性を持った災害の前例を見つけるのは困難である。従って東日本大震災をこれまでの巨大災害と比較するに当たっては、地震、水害、大事故が、経済に与えた多様な影響を考察することが重要である。こうしたことから、以下では、地震災害の前例として1995年の阪神・淡路大震災を、水害の前例として2005年のハリケーン・カトリーナを、大事故の前例として、2001年の9/11⁴を取り上げることとする。

1-2-1 阪神・淡路大震災

(1) 阪神・淡路大震災の概要

阪神・淡路大震災は、1995年1月17日早朝に、淡路島北部を震源として発生したマグニチュード7.3の直下型地震であり、神戸市を中心として兵庫県南部に大きな被害をもたらした。この災害による被害は死者6,433人、行方不明者3名、負傷者43,792人であった。

住宅被害は、全壊が10万5千棟、半壊が約14万4千棟に上った。また山陽新幹線の高架橋破損、阪神高速道路の倒壊など、一般道路も含め交通に大きな影響が出た。港湾も埠頭の沈下等で機能が損なわれた。ライフラインも電気、ガス、水道、電話すべてにわたって広域にサービスを停止した。

(2) 阪神・淡路大震災の直接被害(ストック被害)

(表1-1)

1995年4月5日に、兵庫県(1995)から直接被害額の推計が9.9兆円となると公表され、以後この数値がベンチマークとなった。自治体が迅速に被害額を公表するのは、復興予算作成のために、基礎となる数字が早急に必要だからである。9.9兆円の内訳は、構築物が5.8兆円、港湾1兆円などである。

これに対して、豊田・河内(1997)では、神戸商工会議所が1996年1月～2月にかけて被災企業に対して行ったアンケートに基づき、商工業に対する被害額を上乗せし、合計で13.3兆円近くになると推計している⁵。

直接被害のうち生産活動に関連する部分に注目した推計もある。さくら総合研究所(1995)が3月7日に公表した、生産活動に直接影響する資本ストックの損壊額は、5.4兆円と推計されている。構築物が1.9兆円、港湾が1兆円、商工関係0.6兆円、高速道路0.6兆円などである。産業別では、第1次産業が0.1兆円、第2次産業が1.6兆円、第3次産業が3.7兆円となっている。

⁴ 9/11は、単なる事故ではないが、WTCに航空機が衝突し、WTCや周辺ビルが倒壊したことが、ニューヨーク市や米国経済に与えた種々の経済被害という点に注目すれば、参考にすべき点が多い。

⁵ また、永松(2008)では、この豊田・河内推計に加え、住宅被害戸数が当初推計を上回っていた点を考慮すると、さらに3.1兆円拡大して、総額で16.4兆円になるとしている。

また小西(1996)は、生産に直接関連する部分では、民間資本が 5.3 兆円、社会資本が 2.2 兆円毀損したとして推計している。民間のうち製造業が 1.3 兆円、サービス業が 0.9 兆円、運輸通信業が 0.9 兆円、卸小売業が 0.8 兆円などとなっている。

(3) 阪神・淡路大震災による域内・域外の経済・産業への影響(フロー被害)

(表 1-2)

阪神・淡路大震災に伴う経済活動への影響(間接被害)については、震災直後から多くの機関が予想を発表した。その中で、さくら総合研究所(1995)は、経済波及効果を含む産出の減少額が 7.3 兆円に上るとし、産業部門別に第 1 次産業 0.1 兆円、第 2 次産業 3.6 兆円、第 3 次産業 3.6 兆円という推計を公表した。これは粗産出額であるため出荷額が膨らむ製造業のウェイトが比較的高くなっている。付加価値に当る GDP ベースでは全体で 3.5 兆円の影響があるとした。

小西(1996)は、復興についてのいくつかのシナリオを前提に、震災がなかった場合と比べた場合の兵庫県内総生産の減少額を推計している。方法としては各産業の生産関数に対して資本ストックの減少を反映させる形である。このうち、ある程度の復興需要があるシナリオにおいても、震災による総生産の落ち込みは、1995 年度～2005 年度の累計で、7.3 兆円に上る。産業別の落ち込み額は、製造業 3.6 兆円、小売業 2.0 兆円、運輸通信業 1.6 兆円、不動産業 1.3 兆円などとなっている。この中で小西は、震災が県の経済活動に与える被害の規模は、復興需要の大きさや、その需要を県内でどの程度充足できるか(県内の供給力)に依存することを指摘している。

豊田・河内(1997)では、被災後 1 年間の被災地の間接被害額は 7.2 兆円に上るとしている。これは神戸市商工会議所の会員企業へのアンケートをもとに推計したものである。

震災 5 年余を経て神戸大学の研究者によるいくつかの被害分析が発表された。その中で、芦谷・地主(2001)は、兵庫県下の被災地 10 市 10 町の産業連関表を推計し、復興需要の誘発効果や産業構造の変化を分析した。この推計による被災地の産出額(粗生産額)を、全国の産出量で割ると、1990 年の 2.7%から 1995 年には 2.4%に低下したことが分かる。産業別に 90 年から 95 年の全国シェアの変化を見ると、運輸(4.8%→2.9%)の落ち込みが最も大きく、商業(2.1%→1.4%)がこれに続く。製造業でも、鉄鋼(4.4%→3.6%)、窯業・土石(1.9%→1.3%)、食料品(4.5%→3.9%)、その他製造工業品(2.5%→1.9%)での落ち込み幅が大きかった。

芦谷・地主(2001)では、復興対策もあって、95 年から 97 年にかけて生産は急速に回復し、震災による生産の落ち込みからは抜け出したとしている。しかしこの間、被災地の産業構造は、製造業の比率が低下しサービス化が進んだ。また 95 年から 97 年にかけて発生した 9.9 兆円の復興需要が地元にもたらした付加価値の誘発額は 5.8 兆円にとどまり、製造業、商業、サービス業など多くの部門で、域外に付加価値が流れたことを指摘している。災害により被災地の供給力が低下した中で早期の復旧を行うためには、域外からの支援は不可欠であるが、これと被災地の雇用創出を両立させることの難しさを、この研究は物語っている。

兵庫県(2005)は、震災から 10 年を経過し、県下の人口、鉱工業生産指数、観光客数、有効求人倍率などは震災前の水準を回復したと述べている。

日本政策投資銀行(2011b)では、阪神・淡路大震災が兵庫県の経済に与えた影響を最近までの各種の指標によって検証している。県内総生産は被災直後、落ち込んだが、直後から6四半期連続でプラスになるなど、復興需要が早期に顕在化したことを示している。また公共投資や建設業での雇用も95,96,97年度に高水準となった。しかし復興が一段落した98年度以降は大きく水準を下げている。製造業では震災後の工場移転などもあり製造品出荷額は、全国との格差が拡大した。港湾は輸出入の国内シェアは震災後一貫して低下し、特に中継貿易の指標であるとトランシップ貨物量の減少が顕著である。

1-2-2 9/11

(1) 9/11の概要

2011年9月11日朝、ニューヨークのワールドトレードセンター(WTC)の2棟のビルに、ハイジャックされたアメリカン航空とユナイテッド航空の旅客機が相次いで衝突した。この影響でビルは炎上倒壊し、WTC周辺の5つビルも倒壊し、地下鉄駅なども破壊された。9/11による人的被害は、乗員乗客、WTC従業員などを含め、全体で3千人近くに上った。

(2) 9/11の直接被害(ストック被害)

(表 1-3)

9/11直後の10月4日にNYC(2001)が会計監査官(Comptroller)名で発表した報告書によると、9/11がニューヨーク市に与えた直接被害は、ビルやインフラなどの物的被害が340億ドル、人的被害が110億ドルであった。WTCを含むビル被害については、再取得価格で評価し、人的被害については犠牲者の平均所得の割引現在価値として計算している。

11月にNYCP(2001)(ニューヨーク市パートナーシップと商工会議所の合同)が発表した報告書によると物的被害は300億ドルと見積もられている。なお人的被害についての言及はない。

9/11から1年後の2002年9月にNYC(2002)が発表した包括的な報告書によると、直接被害額は305億ドルであった。このうち物的損失は218億ドル、人的損失が87億ドルと、1年前の推計と比べ、双方ともやや小さくなっている。

同時期にニューヨーク連邦準備銀行は機関誌に特集号を組んで9/11の影響を多方面から分析し、その中のFRBNY(2002)において、直接被害を物的被害216億ドル、人的被害78億ドルと推計している。物的被害は再取得価額、人的被害は生涯所得の割引現在価値として計算している。

(3) 9/11による域内・域外の経済・産業への影響(フロー被害)

(表 1-4)

9/11によって物理的に破壊されたのは、建物や構築物と航空機であったが、人々を不安に落とし入れ、ニューヨーク市のみならず、全米の多くの産業に大きな影響を与えた。

NYC (2001)によると、直接被害 450 億ドルの他に、間接被害として、450 億ドル～600 億ドルの被害(復興状況により幅がある)を見積もっている。また産業(商業、サービス、金融など)での雇用の喪失は 11 万 5 千人に上る。こうした産業への影響は、被災した産業の活動低下に加え、市内の企業が外部へ移転することに伴う賃料収入や賃金収入の低下も含んでいる。また航空産業への影響は全国規模で、100 億ドル規模の損失をもたらし、レイオフも 11 万 8 千人に上ると見ている。

NYCP(2001)は、間接被害として、2001 年に 50 億ドル、2002 年と 2003 年合せて 480 億ドルを見込んでいる。この報告書では様々な産業に対する 9/11 の影響について専門家の分析をまとめている。金融関係では 3 万 2 千人の職がダウタウンからミッドタウンに移り、1 万 9 千人の職が市外に流失した。また 2001 年に 2 万 5 千人の職が失われた。2005 年末までのニューヨーク市の各産業への影響として、金融サービスで 42 億ドル、旅行関係で年間 70 億ドル～130 億ドル、小売も年間 76 億ドル減少したとする。

NYC(2002)によると、間接被害は失われた市内総生産(GCP)として、2001 年が 115 億ドル、2002 年が 158 億ドル、2003 年と 2004 年計で 250～370 億ドルに上り、この間の合計では 523 億ドル～643 億ドルに上ると見ている。雇用面では WTC ビルと周辺ビルの崩壊により、計 10 万人が働く場所を失った。また航空産業は 9/11 後、空港が 1 週間閉鎖されただけでも 100 億ドルの損失をこうむり、11 万 8 千人が 2 週間レイオフされた。またニューヨーク市では観光産業(劇場、ホテル、運輸業)などが大きな打撃を受け、証券市場の閉鎖など金融業への影響も大きかったとしている。

国会の調査セクションである CRS(2002)によると、ニューヨーク市の地域総生産(GRP)は 2001 年と 2002 年合計で 273 億ドル減少し、税収も両年で 30 億ドル減少した。また被災地では 13 万人がレイオフされ、WTC 近辺の中小企業 1 万 8 千社が廃業などの影響を受けた。航空産業はもともと下降気味だったが、9/11 の影響で壊滅的な打撃を受け、政府から 150 億ドルに支援を受けた。さらに保険産業は人的物的な保険支払が 400 億ドルに上り、テロ保険の引き受けを制限した。農業や食品産業も、輸送の遅れやバイオテロへの不安から被害を受けるなど、先行きの不透明感の大きさが自然災害と大きく違っていると指摘している。

CRS(2004)では、9/11 は世界経済にもマイナスの影響を与え、DRI の予測を援用し、9/11 の前後で、世界経済の成長見通しは、2001 年で 1.4%、2002 年で 1.2%減少したとしている。ただし、これには 9/11 以外の要因も含まれている。米国の旅行関連産業での雇用は 2001 年から 2002 年にかけて 27 万人減少した。また民間保険会社がテロ保険から手を引いたあと米国では政府支援による T R I A によって、テロ保険の引き受けは再開されたが、保険料は上昇した。欧州でも保険料は 3 割上昇した。航空産業は政府支援にもかかわらず、倒産する企業もあった。そして国のセキュリティに多くの資源が振り向けられるようになったことも大きなコストであると指摘している。

国家安全保障省(DHS)(2009)は、毎月更新されるアナリストの GDP 予想が、9/11 の前後でどのように変化したかというイベントスタディに基づき、9/11 の影響で 2001 年の GDP が 0.5%程度押し下げられたとしている。この研究は個別の影響を積み上げるのではなく、real-time の予想を使うことで、極力 9/11 のみの影響を抽出しようとしている。なお、9/11 により失業率は 0.11%押し上げられ、59 万 8 千人の職が奪われたと推計している。

1-3. ハリケーン・カトリーナ

(1) ハリケーン・カトリーナの概要

2005年8月下旬にフロリダ半島を横断し、メキシコ湾でカテゴリー5まで勢力を強めたハリケーン・カトリーナは、8月29日、ルイジアナ州ニューオーリンズ付近に上陸した。カトリーナはメキシコ湾岸の石油、ガス関連施設に大きな被害を与え、ニューオーリンズでは高潮による堤防の破損により市域の80%が水没するという、甚大な被害をもたらした。カトリーナによる犠牲者は千人を超える。

(2) ハリケーン・カトリーナの直接被害(ストック被害)

(表 1-5)

ハリケーン・カトリーナによる直接被害は、ルイジアナ州を中心に、ミシシッピ州、アラバマ州、フロリダ州に及んだ。住宅やエネルギー関連施設を中心に甚大な被害が発生し、被害額を見る1つに指標である保険損害額では、史上最大であった⁶。

直接被害推計は、被災直後の9月9日にリスクコンサルティング会社であるRMS(2005)が保険損害額推計値として400億ドル～600億ドルを公表している。これは事業中断に伴う損失も含んでいる。

また、議会予算局(CBO)は、9月6日、9月29日と経済被害についての報告書を公表した後、10月6日にこれらをまとめた議会証言の形でCBO(2005c)を公表した。直接被害の規模は被害実態の詳細が分からない中での推計であったため、700億ドル～1300億ドルと幅があるが、このうち住宅が170億ドル～300億ドル、エネルギー分野が180億ドル～310億ドルで、その他民間、政府資産の損害も大きい。

この後、商務省経済分析局(BEA)は、BEA(2005)でGDP統計の一環⁷として、直接被害額が960億ドルに上るとの推計を公表した。内訳は個人資産が701億ドル、企業資産が222億ドル、政府企業が37億ドルである。

以上を総合すると、ハリケーン・カトリーナに伴う直接被害額は概ね1000億ドルであり、阪神淡路大震災と同程度の規模であったと考えられる。

(3) ハリケーン・カトリーナによる域内・域外の経済・産業への影響(フロー被害)

(表 1-6)

⁶ スイス再保険会社の統計によれば、保険損害額では、それまで1992年のハリケーン・アンドリュースが249億ドルと最高であったが、ハリケーン・カトリーナは723億ドルであった。

⁷ 当時の米国の国民所得生産勘定(NIPA)では、大災害に伴う資産の減失も固定資本減耗としてフローの所得勘定に反映されていた。しかし93SNAでは、稀な大災害による資産の減失はフローには反映させず、ストック統計の調整勘定として処理することになっており、日本もこの方式に従っている。なお、米国でも2009年の改訂により、93SNA方式を採用している。

カトリーナ被災直後に合同経済委員会である JEC(2005)は、カトリーナの潜在的影響について公表した。米議会予算局(CBO)の初期の試算を引用して、カトリーナによって全国の GDP が 0.5%~1.0%低下し、40 万人の職が奪われるとしている。また 9 月半ばにおいても、全米の石油精製施設の 5%に当るプラントが休止中であり、石油価格の上昇が CPI を 0.7%~1.0%押し上げるとしている。

米議会予算局(CBO)は、カトリーナ被災直後から被害額の推計を公表していたが、約 1 ヶ月後の CBO(2005c)では、間接被害として、2005 年第 3 四半期の全国の GDP を 1~1.5%引き下げると推計している。また、石油価格の上昇などで、全国の消費者物価は 1%程度押し上げられる。被災地域の雇用喪失は 29 万 3 千人~48 万人と幅のある推計になっている。産業別には、被災したメキシコ湾岸に石油関連施設が集中しており、直後には被災地の原油生産施設の 9 割、天然ガス生産施設の 7 割が休止したことから、エネルギー産業に甚大な影響があった。

商務省の ESA(2005)が年末にまとめたレポートによると、各種経済予測からはカトリーナによって 2005 年後半の米国の GDP が 0.5%から 1.0%低下すると予想されていたが、現実には影響は軽微であった。ただし雇用への影響は大きく、労働省の試算を援用して、カトリーナとその後のハリケーン(リタ、ウィルマ)により 60 万人の職が奪われたとしている。産業への影響では、メキシコ湾岸では、10 月には原油生産施設の 61%、天然ガス生産施設の 51%が停止していたほか、12 月になっても、原油の 28%、天然ガスの 23%が停止したままだったという。被災 3 州(ルイジアナ、ミシシッピ、アラバマ)の雇用の 18%を占める観光業への痛手は大きく 26 万人の雇用が影響を受け、このうち 19 万人がルイジアナ州であった。

被災から 1 年後に、労働省の BLS(2006)は、CES と QCEW という 2 種類の雇用統計から、ハリケーンの影響を推計した。CES によれば、2005 年 9 月のルイジアナ州の雇用は前年比 18 万人減となったことが分かった。また QCEW では 2005 年第 4 四半期の被災地の雇用は、前年比 18 万人減であった。これらは推計方法、推計期間、対象地域は異なるものの、結果は似通っており、ハリケーンが地域の雇用にもたらした影響は 20 万人近かったと理解される。

1-4. 東日本大震災

(1) 東日本大震災の概要

2011 年 3 月 11 日、牡鹿半島の東南東 130km 付近の三陸沖を震源とし、震源域が岩手県沖から茨城県沖の長さ 450km、幅 200km に及ぶ、マグニチュード 9.0 の地震が発生した。わが国観測史上最大、世界の 1900 年以降の地震の中で 4 番目にあたる巨大地震により、岩手県から千葉県までが震度 6 弱以上の揺れに見舞われ(最大は宮城県北部の震度 7)た。その後、東日本の太平洋岸を襲った巨大津波は、最大潮位 9.3m、最大遡上高 40.5m とかつてない規模であった。

2012 年 2 月 14 日現在で消防庁から公表されている犠牲者数は、死者 1 万 6140 人、行方不明者 3123 人の計 1 万 9263 人である。また全壊家屋 12 万 8582 棟、半壊家屋 24 万 4031 棟、一部損壊家屋 69 万 1882 棟となっている。また内閣府によれば、津波と地盤沈下に伴う浸水面積は全国で 561 平方キロメートルに及んだ。

この地震と津波に伴い、東京電力福島第一原子力発電所では、6基ある原子炉のうち運転中の1号機から3号機が緊急停止した。その後全電源が失われ、原子炉の冷却が困難となり、水素爆発と思われる爆発が相次いで発生した。この事故に伴い、大量の放射性物質が外部へ放出され、国際尺度でレベル7(広範囲な影響を伴う事故)の深刻な事故となった。

(2) 東日本大震災の直接被害(ストック被害)

(表1-7)

3月11日の被災直後の15日に、佐藤(2011)は、特別レポートの中で東日本大震災の被害額を推計している。直接被害額は、災害に伴う経済への影響を試算するための前提として、24兆円と36兆円の2つのシナリオとして提示されている。被害実態についての情報が揃わない中であっても、震災前に作成されていた東南海・南海地震の被害シミュレーションを援用することで、非常に早い段階で一定の判断を提示した。

3月21日には世界銀行が直接被害として1220億ドル～2350億ドル(GDPの2.5%～4.0%)という推計を発表した。1ドル80円で換算すれば9.8兆円～18.8兆円に相当する額である。

3月23日に、内閣府(2011a)は月例経済報告の閣僚会議資料として、震災のマクロ経済的影響を公表し、この中で直接被害額を16兆円～25兆円とした。幅がある数値とはいえ、中央政府が震災から12日後に被害額の試算を公表した意義は大きい。推計方法の詳細や資本ストック別の直接被害額については12月の内閣府(2011c)で公表されている。具体的には被災した7道府県の民間企業資本ストック、社会資本ストック、住宅ストック額から、被災した市区町村のストック額を推計し、これに損壊率を掛けている。このうちケース1では津波被害のあった地区の損壊率を阪神・淡路の損壊率の2倍とし、ケース2では津波被害のあった地区の建築物の損壊率を80%として計算している。この結果、ケース1の直接被害額内訳は、建築物が11兆円、電気・ガス・水道が1兆円、社会インフラ(道路・港湾等)が2兆円、他の社会資本が2兆円であった。ケース2では建築物の被害額が20兆円と推計されている。

4月12日に関西社会経済研究所(2011)は、資産の種類別のストック額に、被害状況や地震と津波から想定される被災率をかけて、直接被害額を17.8兆円と推計した。内訳としては住宅5.2兆円、社会インフラ7.2兆円、民間企業設備3.6兆円、自動車・船舶1.3兆円、流通在庫等0.4兆円である。

4月28日に日本政策投資銀行(2011a)は被災4県(岩手、宮城、福島、茨城)の被害額を16.4兆円と推計した。資産の種類別には、生活・社会インフラが8.4兆円、住宅が2.4兆円、製造業が1.6兆円、その他が4.0兆円などである。この推計で特徴的なのは、各県を内陸部と沿岸部に分けていることで、4県合計では、内陸部の被害が4.6兆円なのに対し、沿岸部の被害が11.8兆円に上っている。今回の地震による被害は、揺れよりも津波による方が大きかったことが明瞭である。

6月24日に内閣府(2011b)は、各県や関係府省からの被害情報に基づき、被害額を16.9兆円と発表した。内訳は住宅を含む構築物が10.4兆円、ライフライン施設1.3兆円、社会基盤施設2.2兆円、農林水産関係1.9兆円、その他1.1兆円である。以後、この数値が政府の正式推計として使われている。

8月30日に電力中央研究所(2011)が公表した直接被害額は17兆円であった。これは被災住宅の工事予定額や、同研究所が推計した民間資本ストック額や社会資本ストック額に、それぞれの被災率推計値を掛けて計算している。直接被害額内訳としては、住宅が2.5兆円、民間資本ストックが4.2兆円、社会資本ストックが10.4兆円となっている。

このほかにも、シンクタンクや金融機関による被害額推計⁸が公表されているが、いずれについても、福島第一原子力発電所の被害額などを明示的に扱ったものはない。

(3) 東日本大震災による域内・域外の経済・産業への影響(フロー被害)

(表1-8)

佐藤(2011)は、直接被害額と被災地のGDPについて、阪神・淡路大震災の直接被害額と地域GDP損失の割合を使って、東日本大震災による地域のGDP損失を6.3兆円～9.3兆円と試算した。短期的には地域の経済を落ち込ませるが、マクロ経済的な影響は限定的と考えている。この時点では電力の制約やサプライチェーン途絶の影響などは反映されていない半面、復興需要の効果とその半面としての財政破綻のリスクなどについて言及されている。

内閣府(2011a)は震災によるGDPの減少が、GDPの1.25%～2.25%になると推計している。GDPを500兆円として概算すると、6.3兆円～11.3兆円に相当する。この推計では、サプライチェーン途絶を通じた生産減は、半年で1.2兆円程度とされている。なお、内閣府は直接被害については6月23日に新しい推計を発表しているが、間接被害についての新たな推計は公表していない。

同じ4月12日、関西社会経済研究所(2011)は震災によるGDPの減少額を6兆円と推計した。GDPへの影響については、被災地域の雇用が1年間失われると想定し、被災地従業員が県内従業員に占める比率を用いて、県内総生産の落ち込みを推計している。そして産業別の生産減少額(粗生産)も推計し、農林水産業で0.3兆円、製造業で2.1兆円、卸売小売で1.1兆円、サービス業で1.3兆円の生産減となり、全体の生産額は8.9兆円減少するとしている。さらに、地域間産業連関表を使い、波及効果によって全国の生産が11.7兆円減少するとしている。

大和総研(2011)が4月18日に公表した推計では、震災による2011年度のGDP引き下げ効果を、1.8%としている。内訳として、サプライチェーンの停止で0.3%減、電力不足で1.1%減、消費マインド悪化で0.4%減となっている。その一方で、復興需要が3年間に集中して現れれば、毎年のGDPを1.3%押し上げるとする。産業への影響ではサプライチェーンの途絶で自動車生産が40万台減少し、6.5万人の雇用が失われ、電力供給が12%減少して鉱工業生産が1%減少するなどとしている。

⁸ 直接被害の推計としては本文以外に、3月段階でRMS(2011)が2000億ドル～3000億ドルの推計を発表した。また経済企画協会(2011)は4月12日にフォーキャスターのコンセンサスとして、20兆円を発表した。大和総研(2011)は4月18日に18.3兆円、同日三菱総研(2011)は、14.1兆円～18.1兆円、4月20日には三菱東京UFJ銀行(2011)が、20兆円超の見通しを公表している。6月13日にBNPパリバは、16.0兆円～22.3兆円の試算を公表した。

同じ4月18日の三菱総合研究所(2001)によれば、震災による各年のGDPへの影響は、2010年度は0.2%のマイナス、2011年度は1.0%のマイナス、2012年度は0.6%のプラスと推計している。

8月30日に電力中央研究所(2011)が公表した推計は、電中研マクロ経済計量モデルを用いて間接被害によって実質GDPが、2010年度は0.1%減、2011年度は1.3%減、2012年度は0.1%増となるとしている。震災によって復興需要が発生するものの、個人消費の抑制や、サプライチェーンや電力面からの生産制約がGDPを押し下げるとしている。なお、2020年までを見通した復興のマクロ経済への中期影響では、通常復旧では震災の影響はそれほど残らないが、復興の規模やスピードにより、かなりの違いが出ることを示している。

これらの各機関の推計で留意しなければならないのは、直接被害の場合と同様に福島第一原子力発電所の事故による影響が明示的にはなされていない点である。事故の影響を考慮している場合でも、電力供給への制約やマインドの悪化などに大胆な仮定をおいて、間接的に考慮するにとどまっている。

(4)本研究の特徴

これらの先行研究に対して、本研究は以下の特徴を持っている。第2章では、地域別、産業別の民間純資本ストックの減損を独自に推計し、これに伴う生産の減少を直接被害として試算している。そして直接被害に伴う部品などの中間投入制約(サプライチェーンの途絶)が東北地方と関東地方の産業別生産に与える波及効果(前方連関)を推計している。ここで特徴的なのは、地域の産業連関表および地域間産業連関表を用いて関東地域と東北地域の生産代替がある場合とない場合の生産への影響を比較している点である。

第3章では、福島第一原子力発電所の事故により全国の原子力発電所の再稼動が困難になり電力不足が生じる影響を短期的影響とし、原子力発電を火力発電に代替した場合のエネルギーコストの上昇が、電力を利用している産業に与える影響を長期的影響として分析している。震災直後に公表された先行研究では、当面の節電に伴う生産への影響を検討するものが中心であったのに対し、本研究ではその後の状況変化を踏まえ、広域的、長期的な視野から分析を行っているのが特徴である。

1-5. 小括：先行研究からのインプリケーション

(1) 災害の産業、地域への影響について

個別産業への影響を考えると、阪神・淡路大震災では、港湾施設の破壊により、海運を中心とした運輸業が特に大きな影響を受けた。港湾が復旧するまでの間に、利用する港湾が国内外の他の港湾に移ることで、神戸港の相対的地位が低下したといわれている。カトリーナでは、メキシコ湾岸の石油や天然ガスの生産施設が大きなダメージを受け、その影響は全国に及んだ。また主力の観光産業への影響は大きく、多くの雇用が失われた。9/11では、金融、観光などニューヨーク市の重要産業が痛手を受けたほか、航空業が損害保険加入できなくなり、旅客運行自体が危ぶまれる事態となった。政府の迅速な対応により航空業の運行は再開したが、テロ保険は、従来の民間保険から政府がバックアップする形になっている。

これに対し東日本大震災では、東北から関東にかけての太平洋沿岸の漁業が壊滅的な被害をこうむった。製造業では部品会社の被災に伴うサプライチェーンの途絶で生産ラインがス

トップし、その波及による需要減で関連産業が苦境に陥るなど甚大な影響が生じた。また電力業では、全国的に原子力発電所の稼働再開が困難となったことから、電力供給不足が生じ、電力依存の高い産業で特に大きな影響が生じた。

個々の地域への影響では、阪神・淡路大震災によって神戸では製造業と港湾の集積のメリットが弱まり、地域からの人口流出からの回復に時間がかかり、この間の地域の需要は弱い状態が続いた。カトリーナでは水没地域の人口が2年を経過しても20万人減少したままで、いまだに落ちこんだ状態が続いている。9/11では、マンハッタンのダウンタウンという狭い地域をとれば、金融関係の集積が、ミッドタウンや、隣接するニュージャージー州に流出するという事態となった。東日本大震災では、これらの事例と比較にならないほど広範な地域が被災しており、特に被災の深刻な地域では集積の喪失や、人口の減少が懸念される。

このように、大災害が発生すると、一義的にはその地域の産業集積にはマイナスの影響が及ぶことは避けられない。しかし、これをバネに新しい集積につなげられるかどうかは、その地域の持つポテンシャルに加え、復興の内容やスピードによっても左右されるといえる。

(2) 災害への備えと対応

複合災害は、経済活動には合成された形で影響を与えるが、災害への備えや対応のあり方という面では、個々の災害の特徴を考慮する必要がある。地震災害は揺れを通じて陸上の構造物を破壊するため、被災地域はかなり広範にわたる。このため、被災地域を事前に特定することは難しく、各人が個々の建造物を堅固に建築するしか対処の方法はない。インフラや都市基盤を堅牢に建設することや、建築基準の制定などは、中央、地方政府の役割であるが、一瞬の揺れで家屋が倒壊して発生する人的被害を防ぐのは、一義的には個々の建築物所有者の責任領域となる。

水害の場合は、被害発生場所は水際に限られる。今回の津波のように内陸5kmにまで浸水が及ぶ例外的ケースもあるが、一般的には高台や内陸都市に被害が及ばないと考えられる。通常の水害であれば堤防で守ることはできるが、大津波来襲時の人的被害を防ぐのは、避難しか方法がない。国の中央防災会議の専門委員会でも、稀な大津波に対しては、堤防によって対応するのは困難であり、避難を最優先とすべきと提言している⁹。中央、地方政府の役割としては、円滑な避難推進と、特に危険な地域については住宅の建築を禁ずるゾーニングが重要になる。危ないところに住まないという民間の責任と、住ませないという政府の責任の両方が重要である。

これに対し、大事故の場合は、個々の被害者が事前に備えることは不可能な場合が多く、事故発生を防ぐ対策を原因者と政府が行っていくしかない。

複合災害に限らず、稀な巨大災害による被害を完全に防止することはできない。災害発生後、人的救援に続く対応として、産業の面では迅速な復旧や事業の継続が重要になる。そのためには事前のバックアップ体制の整備や復旧手順の周知などの事業継続計画(BCP)の策定、浸透が重要である。

⁹ 中央防災会議の東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会の報告(2011年9月28日)によれば、発生頻度は極めて低いものの、甚大な被害をもたらす最大クラスの津波に対しては、住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立することが重要だとしている。

また政府も、一旦大災害が発生すれば、復興には多額の財政支出が必要となる。経済の厚生面からは、稀な巨大災害の復興のための負担は平準化されるべきであるが、政府の債務が大きくなっていると、追加的な債務拡大も困難になる。従って、平時に健全な財政状態を保っておくことは、不確実な大災害に対する政府の備えとして特に重要である。

第2章 東日本大震災におけるサプライチェーン途絶の影響

2-1. はじめに

自然災害による被害の大きさの推計では、復興費用の見積りの観点から注目される公共インフラや民間資本ストックの損壊、さらにこれらの被害に直接起因して発生する様々な生産活動の縮小・停止などが着目されてきた。しかし、今回の東日本大震災では、その広範囲にわたる規模の大きさから、単に被災地域の生産活動に留まらず、それ以外の地域の生産活動にも少なからぬ影響を及ぼしたことが注目される。これはサプライチェーン途絶の影響として、日本国内に限らず世界全体の生産活動(とりわけ自動車、電子機器などの分野)に対する懸念として大きく報道された。

表2-1は、地域別鉱工業生産指数から、各地域の震災直後の製造業生産の落ち込みをみたものである。今回の震災の主要な被害地である東北にとどまらず、関東、中部地域にも大きな生産縮小をもたらし、その影響は全国に及んでいることがわかる¹⁰。こうしたサプライチェーン途絶を通じる被災地域以外の生産活動への波及は、自然災害に伴うリスクの一つとして再認識されることになった。したがって、その影響の大きさについてもできるだけ正確な推計が試みられるべきであろう。

(表2-1)

また、こうしたサプライチェーン途絶による影響は、東日本大震災の直後にこそ深刻に懸念されたものの、その後の被災工場の復旧に向けた懸命の努力や、代替供給先の確保によって、数か月後にはその影響の大部分が解消されていったとみられる。そうしたプロセスは、大災害後の事業継続のノウハウとして個々の企業に蓄積されていくはずである。しかしそれに加えて、この経験が産業立地政策や災害復旧政策へどのような教訓を与えるかを考察するためには、様々な想定の下でサプライチェーン途絶の影響の大きさがどの程度違ったのかを比較してみることが出発点になるだろう。

サプライチェーン途絶による影響は産業連関を通じた波及の一種ではあるが、産業連関と言っても従来は、被災地域での経済活動縮小に伴う需要縮小の他地域への波及が取り上げられてきた。これに対して、今回我々が取り上げるのは、被災地からの部品・中間財の供給途絶という、産業連関の供給側の波及である。これは、Miller and Blair (2009)で、産業連関の需要側を通じた波及を後方連関(backward linkage)と呼んでいるのに対して、産業連関の供給

¹⁰ 表2-1の地域別製造業生産縮小率は、各地域経済産業局が発表している地域別鉱工業生産指数の製造工業の指数(季節調整済み)から、2011年2月と3月の数字を使って、3月10日までは2月の生産水準が継続し、3月11日以降に震災の影響による生産の落ち込みが生じたものと仮定して計算したもので、3月11日以降の3月中を震災直後と呼んでいる。

側を通じた波及として前方連関(forward linkage)と呼ぶものである。前方連関の概念とその基本的な手法は既に確立されたものだが、我々はこの方法を少し修正して適用する。

2-2. 前方連関効果の推計方法

よく知られているように、産業連関表の投入産出行列は、縦方向に並ぶ各行の産業部門の産出物が、横方向に並ぶ各列の産業部門に中間投入としてどれだけ投入されるかを記録している。通常の産業連関分析で需要側の波及、すなわち後方連関を扱うときには、産業連関表を横方向にみて波及効果を捉えるのに対して、供給側の波及、すなわち前方連関を扱うときには、産業連関表を縦方向にみて波及を捉える。すなわち、 X = 各部門の生産量ベクトル(転置した行ベクトルを X')、 Z = 中間投入の投入産出行列、 V = 各部門の要素費用ベクトル(転置した行ベクトルを V')として、産業連関表の縦方向の関係は次のように表される¹¹。

$$X' = i'Z + V'$$

次式のように、投入産出行列 Z の各行を各部門の生産額で割った行列を B と書くことにする。行列 $B = [b_{ji}]$ の j 行 i 列要素は、 j 部門の産出物が中間投入として各産業(i 部門)にどのように投入されたかの比率を表している。

$$B = \begin{bmatrix} Z_{11}/X_1 & \cdots & Z_{1n}/X_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1}/X_n & \cdots & Z_{nn}/X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/X_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1/X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{11} & \cdots & Z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & \cdots & Z_{nn} \end{bmatrix} = \text{diag}(1/X_j)Z$$

上の式から $Z = [\text{diag}(1/X_j)]^{-1}B = \text{diag}(X_j)B$ であるから、これを最初の式に代入すると次式が導かれる。

$$(2-1) \quad X' = [1 \cdots 1] \begin{bmatrix} X_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & X_n \end{bmatrix} B + V' = X' B + V'$$

この式の右辺の X' の j 番目(j 部門)の産出が何らかの理由で低下したとき、それが左辺の X' の i 番目(i 部門)の産出をどの程度低下させるか、その一次波及効果の大きさは B 行列の j 行 i 列要素(b_{ji})が表していることが分かる。この意味で、 B 行列の各要素は、前方連関の一次波及効果の大きさを表すものとなっている。

こうした前方連関の波及効果が次々と続いていくものとする、その効果の累積は、逆行列を使って(1)式を X' について解くことによって求めることができる。

$$X' = V'(I - B)^{-1}$$

ここで登場した逆行列には G という新しい記号を付けておくことにする。すなわち、

$$G = (I - B)^{-1} = \begin{bmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \cdots & g_{nn} \end{bmatrix}$$

と書くことにする。この記号を使って上の式を書き直すと次のようになる。

¹¹ 経済産業省が作成している地域間産業連関表の輸入品の取り扱い、競争輸入型である。このため投入産出行列の各要素からは、産業ごとに共通の輸入比率を使って輸入品部分を取り除く必要がある。ここでは説明の簡略化のため、式の展開でそれを明示していない。ここでの投入産出行列 Z は、その各要素から既に輸入品部分を取り除かれているものと理解されたい。

$$(2-2) \quad X' = V'G$$

この式の左辺の X' の第 i 部門の生産額 X_i について見ると、 $X_i = V_1g_{1i} + \dots + V_jg_{ji} + \dots + V_n g_{ni}$ であるから、 $\frac{\partial X_i}{\partial V_j} = g_{ji}$ となる。すなわち、 G 行列の j 行 i 列要素 (g_{ji}) は、第 j 部門に割り当てられる本源的生産要素(資本や労働)の制約が、要素所得単位で 1 単位だけ厳しくなったとき、第 i 部門の生産額がどれだけ減少してしまうかを表している。これは、 j 部門の要素投入制約から i 部門の生産への前方連関の累積効果を表している。

これが Miller and Blair (2009) に解説されている前方連関の基本的な考え方であるが、我々の分析目的のためには、以下で説明するような修正を行う。その一つは、我々の分析では、供給制約の発生を当該産業部門の産出額の低下(産出額ベースの推定被害額)として捉える方が、個々の生産要素の被害にいったん遡ってそれを要素所得単位に変換するよりもずっと容易であることから、このような方法に対応するために次のように考える。まず、次の 2 つの関係が成り立っている。

$$\frac{\Delta X_i}{\Delta V_j} = g_{ji} \quad \frac{\Delta X_j}{\Delta V_j} = g_{jj}$$

これらの 2 つの式を組み合わせて使うと、次のようになる。

$$\frac{\Delta X_i}{\Delta X_j} = \frac{\frac{\Delta X_i}{\Delta V_j}}{\frac{\Delta X_j}{\Delta V_j}} = \frac{g_{ji}}{g_{jj}}$$

すなわち、次の(3)式が得られる。

$$(2-3) \quad \Delta X_i = \frac{g_{ji}}{g_{jj}} \Delta X_j$$

この関係を使って、大震災に起因して j 部門の産業で生産の縮小が起こってしまったとき、前方連関、すなわちサプライチェーンの途絶を通じて i 部門の生産に累積的にどれだけ影響を与えるかは g_{ji}/g_{jj} で得られることが分かる。

さて、補論 2-1 に示すように、以上の前方連関の分析では、中間投入と最終生産物の関係はコブ・ダグラス型の生産関数で表される関係となっていることが分かる。すなわち、多数の中間投入のなかのどれかの供給が縮小しても、別の生産要素の投入を増やすことによる程度は代替可能であるような生産技術が前提となっている。例えば小売業なら、東北地方の製品の供給が途絶えたとしても、空いた棚に別の地域からの製品を並べて営業を続けることができるので、これは現実的な仮定であろう。ところが、多数の部品を組み立てて最終生産物を作るような製造業では、少なくとも短期的にはこうした代替可能性が満たされない。東日本大震災直後にサプライチェーン途絶が注目を集めたときには、特別仕様の部品を始めとしてまさに代替不可能性が発生していた。

そこで、詳細は補論 2-2 で説明するように、前方連関の一次波及の段階では、製造業から製造業への中間投入については、必要な投入のうち被害率が最大のものがボトルネックとなって、全体の生産がそれだけ落ち込むものと想定して計算を行った。サプライチェーン途絶効果の推計としては、このように推計した一次波及までの影響と、さらにその後の累積的

な波及まで考慮に入れた影響の2種類を求めた。後者の計算では、二次波及以降については、一次波及でそうであったような極端なボトルネックは想定していない。

前方連関の一次波及段階でこのようにボトルネックを想定する場合には、今回震災の被害地域が東北と関東に2地域にまたがることから、次のような論点が生じる。すなわち、地域間産業連関表で同一分類の産業であっても、東北地域と関東地域とではそれぞれ別の製品が供給されているとみて、どちらかの地域の最大被害率の産業からの供給途絶が共通のボトルネックとなると考えるのか、それとも同一分類の産業からの製品はその生産地が違って同じもので、例え一方の地域で大きな被害が生じてもう一方の地域の被害が小さければそちらである程度の代替が可能かということである。この点は、使用する地域間産業連関表の産業分類の細かさにも依存する問題である。そこで、我々はこの問題を、地域間の産業の代替性に関する異なる2つの想定の下で、地域間産業連関表の前方連関一次波及による震災被害の波及予測を、先に見た地域別製造業の実際の生産落ち込み度合いと比較して、両者の地域別パターンがより類似している方を採用することにした(詳細は第2-4節)。

詳しい報告は第2-4節に譲るが、このような比較から、我々の地域間産業連関表で同一分類であっても、東北地域と関東地域とではそれぞれ別の製品が供給されているとして扱う方が、より現実の生産縮小の地域間波及パターンに近い描写になっていることを確認し、こちらを現実に起こったことにより近い描写として採用した。これは、我々が使用している地域間産業連関表の産業分類が53部門(内製造業は30部門)と、産業連関表としては比較的粗い分類となっていることも反映しているものと推測される。

これに対して、東北と関東からの部品供給に代替性があったらと想定するケースは、現実の描写からは遠いが、企業が意識的に部品供給地を2地域に分散していたとしたら、今回生じたようなサプライチェーンの途絶による震災被害の間接的な波及をどの程度軽減することができたかという観点から、興味深いシミュレーションとなる。第2-6節では、このような観点から両ケースを比較し、供給地分散による被害軽減度合いを試算している。

2-3. 被災地の産業別被害額の推計

東日本大震災による被災地の産業別被害額が得られれば、前節で説明したような前方連関効果の推計方法を適用することによって、サプライチェーン途絶効果の大きさを推計することができる。それでは、被災地の産業別被害額をどのように推計するのか。それは、次に説明するように、まず被災地の市区町村別の実質純資本ストック及び産出額を求め、これに被災地市区町村別の被害率の推定値を掛けることによって推計した。

まず「平成21年経済センサス」から、被災地市区町村別、産業別の従業者数を知ることができる。一方、JIPデータベース(JIP2010)では、日本全体の産業部門別の従業者数に加えて、実質純資本ストック、産出額などが得られる。そこで、JIPデータ(2006年のデータ)から産業部門別に従業員1人当たり純資本ストックと、従業員1人当たり産出額をそれぞれ求めて、「平成21年経済センサス」の被災地市区町村別、産業別の従業者数に掛けることによって、被災地市区町村別、産業別の実質純資本ストック及び産出額を求めた¹²。

¹² この方法では、産業別の従業者1人当たり純資本ストック及び産出額について被災地域と全国平均とで共通と想定した推計を行っていることになる。この想定 of 妥当性をチェックするた

被災地市区町村別の被害率は、日本政策投資銀行地域振興グループの寺崎友芳氏が被災地である岩手、宮城、福島、茨城の4県の沿岸部、内陸部別に資本ストックの損壊額を推計した方法を、同じ4県の市区町村別に適用して求めた。具体的には、市区町村別の死者、行方不明者、避難者の合計数を住民基本台帳人口で割った人的被害率と、新聞報道された企業事業所数を従業員数100人以上の所在事業所数で割って求めた企業被害率(ただし4県の沿岸部、内陸部別)の平均をとり、同じ方法を阪神淡路大震災に適用したものを直接推計による資本ストック損壊額と比較して求めた修正係数を掛けることによって、市区町村別の被害率を求めた。

こうして求めた市区町村別の被害率を、先に推計しておいた被災地市区町村別、産業別の実質純資本ストック及び産出額に掛けていくことによって、被災地市区町村別、産業別の被害額(実質純資本ストックベース及び産出額ベース)を求めることができる。最後に、こうして求めた市区町村別の被害額を岩手、宮城、福島の3県について集計することによって東北地域の産業別被害額を、茨城について集計することによって関東地域の産業別被害額をそれぞれ求めた。

(図2-1、図2-2)

図2-1には、実質純資本ストックベースの推定被害額が産業別に棒グラフで示されている。棒グラフは、東北地域と関東地域の被害額が積み上げて描かれ、両地域の対応分は棒グラフの色分けで示されている。また、図2-2には、産出額ベースの推定被害額が同様に示されている。どちらの推定被害額でも、東北地域での被害が関東地域のそれを上回り、東日本大震災がとりわけ東北地域に甚大な被害を与えたことを確認させる。また、実質純資本ストックベースで被害額を求めた図2-1で特徴的なことは、資本ストックベースの被害は電力を始めとする非製造業の分野に集中していることである。これは、津波による大きな被害を受けた沿岸部の市区町村に非製造業が数多く立地していたことを反映していると考えられる。推計された純資本ストックの被害額合計は10兆7千億円である。これは、政府等が公表している資本ストック被害額(16兆円から25兆円)と比べるとやや小さな値となっているが、その理由は幾つか考えられる。その一つは、我々の推計の基礎が事業所・企業ベースであるため、これに含まれない個人の持ち家や、道路、橋などの公共インフラは含まれていないことである。第二に、政府等の資本ストック被害額推計値の多くが復興費用の把握を主たる目的とした再取得価格ベースであるのにたいして、ここでは資本設備の時間経過に伴う物理的減耗や経済的価値の陳腐化を反映させた純資本ストックベースの値となっているためである。

これに対して、産出額ベースの被害額を求めた図2-2では、商業を始めとする非製造業の分野での大きな被害が認められるものの、食品産業を始めとする製造業でも目立った被害が生じていることが分かる。また、産出額の年額ベース(ここで年額ベースとは、震災直後

め、県民経済計算から都道府県別の従業者1人当たり付加価値をチェックし、被災地域と全国平均とで大きな差異がないことを確認した。

の被害の状態が1年間続いた場合の推計値を言う。以下同様。)の直接被害額の推定値は6.5兆円である¹³。

2-4. サプライチェーン途絶の地域別波及

推計方法の説明(第2-2節)のなかで触れたように、サプライチェーン途絶効果の大きさは、部品供給の地域間代替性をどのように想定するかによって結果が異なってくる。そこで我々は、サプライチェーン途絶の製造業への一次波及の地域別パターンを、表2-1で示した震災直後の実際の地域別鉱工業生産指数(製造工業)の落ち込みパターンと比較して、両者がより近似する想定(東北地域の被災産業と関東地域の被災産業の代替性を想定しない)を採用した。採用された想定の下でも、産業前方連関の一次波及によって予測される地域別波及パターンに、なお震災直後の実際の地域別生産の落ち込みとなお隔たりがあり、今後の検討課題を残しているが、そのことを含めてここで報告しておく。

部品供給の地域間代替性に関して我々が採用した想定の下で、地域間産業連関表の前方連関によって推計されたサプライチェーン途絶の一次波及による製造業生産落ち込み率の地域別推計を、表2-1に示した震災直後の実際の製造業生産の低下率を比較したのが図2-3である。まず、製造業の生産低下率の大きさは、被災地の東北地域が実際には53パーセントであるのに対して推計値は23パーセント、関東地域が実際には30パーセントであるのに対して15パーセントと、推計値は実際の約半分程度とほぼ全地域で過小推計となっている。全国を8地域に分けた地域別の波及パターンは概ね似かよっているものの、中部地域では実際が27パーセントであるのに対して推計値は4パーセントと著しい過小推計となっている。しかしそれでも、部品供給の地域間代替性に関してもう一つの想定をした場合よりは地域別波及パターンがより近似しているので、これを採用した。

(図2-3)

一次波及の推計値は、実際の生産落ち込み率よりも、四国を除く他の7地域で過小推計になっていることについては、次のような理由が考えられる。まず、我々の方法で推計した資本ストック被害額のところで述べたように、我々の被害額推計方法では公共インフラへの被害を捉えていないため、道路、港湾など被害の伴う生産活動への影響を捉えきれていない。また、ここでは震災による川上産業への直接被害が次の段階の川下産業に波及する一次波及までの推計値を、震災直後(2011年3月中)の実際の生産落ち込みと比較しているが、震災直後の20日間であっても、一次波及に留まらずに既に二次、三次の川下産業への波及が起こっていた可能性もある。さらに、サプライチェーン途絶による実際の影響は、単に川上産業から川下産業への一方通行の前方連関だけではなくて、前方連関と後方連関を含むもつ

¹³ 産出額ベースの推定被害額においても、推計が事業所・企業をベースにしていることから、それらに含まれない個人ベースの経済活動が多い農林業や水産業の被害額は過小評価となっていることに注意が必要である。また、6.5兆円の数字は、粗生産額・年額ベースのものだが、第2-5節で述べるように、これは付加価値・年額ベースではGDPの0.7パーセントの金額、また3月から6月までの回復状況を反映させたこの期間の付加価値ベースではGDPの0.11パーセントの金額になる。

と複雑なものであったと考えられる。例えば、川下産業の A 社が、川上産業の B 社と C 社から部品を購入していて、このなかの B 社が被災して生産が止まったとする。この場合、B 社の被災は、川下産業の A 社の生産に影響を及ぼすだけでなく、A 社の生産が縮小することがさらに A 社から川上産業の C 社への部品発注を減少させることになる。

推計値と実際値のより顕著な乖離と言える、中部地域の実際の生産低下を、推計値が十分に捉えきれていない問題の説明にも、同様な理由を挙げることができる。なかでも、実際の影響が前方連関だけでなく、後方連関を含む複雑なものであったことは、自動車関連産業の集積地である中部地域の生産低下を、単なる前方連関による波及効果を大きく上回って拡大させた可能性がある。

2-5. サプライチェーン途絶効果の大きさ

それでは、以上のような想定の下で、サプライチェーン途絶効果の大きさと、その産業別の影響はどのようになるか。その規模を、産業前方連関の一次波及までの大きさと、二次波及以降の無限界の波及を集計した場合の大きさとで順に見ていくことにしよう。前に述べたことの繰り返しになるが、一次波及の段階では、製造業から製造業への中間投入は部品間の代替が利かず、最も大きな被害率の部門が全体のボトルネックになるものとし、また東北地域と関東地域の同一産業間でもこうした代替性はないものと想定して計算している。他方、二次波及以降になると、こうした最大被害部門のボトルネック効果は働かないものと想定して計算している。

(図 2-4、図 2-5)

このような想定の下での一次波及効果は図 2-4 に示されている。サプライチェーン途絶の一次波及効果でまず特徴的なことは、先にみた直接被害が非製造業部門に集中的であったのに対して、サプライチェーン途絶の影響は明らかに製造業に偏っていることである。製造業のなかでは、もともと直接被害額が大きい食品に加えて、化学素材、鉄鋼、一般機械、電子部品、自動車関連部門などで大きな影響がみられる。特に、自動車関連部門では、直接被害額は他産業と比較してそれほど大きくないにもかかわらず、サプライチェーン途絶の影響が大きく出ていることが特徴的である。これは、自動車の製造には数万点と言われる部品が使われ、それらが一次下請け、二次下請け、三次下請けなどといった複雑な分業構造の下に成り立っていることに起因しているものと考えられる。こうした各産業でのサプライチェーン途絶の一次波及分を合計すると、年額ベースで 27.3 兆円となり、推計された直接被害額の約 4 倍となり、震災直後にはサプライチェーンの途絶によって日本経済に大きな下方圧力がかかったことを示している。

図 2-5 で示されているのは、サプライチェーン途絶の一次波及効果に留まらずに、供給途絶の影響が二次、三次と次々に波及していったと想定した場合の累積効果を推計したものである。一次波及効果が大きかった各産業に加えて、化学、機械の各産業や金属加工などで累積効果が大きくなっている。また、自動車関連部門で、顕著に累積効果が大きくなっていることが注目される。また、粗生産額ベースの数字とはいえ、推計された年額ベースの影響額が 142 兆円と極めて大きくなることに驚かされる。

ただし、以上の大きな数字自体は、震災直後の生産に対する被害が最も大きかった状態がそのまま1年間続いたとしたら起きたであろう数字で、しかも産業ごとの粗生産額の合計となっていることに注意する必要がある。推計されたサプライチェーン途絶効果の大きさが、GDPベースでどのくらいの大きさなのかは、次のように求めることができる。まず、産業別に推計された粗生産額ベースの影響に、産業別の付加価値率(付加価値額÷粗生産額)を掛けてから合計することによって、付加価値・年額ベースの影響額を求める¹⁴。次に、震災直後の被害状況からの時間を追った回復を反映させる必要がある。このために、震災地域で特別集計された鉱工業生産指数の動きを観察すると、震災直後3月の最大被害状況を1として、4月は0.62、5月は0.33、6月は0.20となっており、この4カ月弱の期間で被災地の生産活動の落ち込みは8割回復し2割の被害が未回復のまま残される状況になっている。3月時点の落ち込みは3分の2ヶ月なので、3月から6月までの累計は、 $(1 \times 2/3 + 0.63 + 0.33 + 0.20) \div 12 = 1.82/12$ となる¹⁵。これを、先に求めた付加価値・年額ベースの影響額に掛けると、震災からの生産回復状況を考慮した3月から6月の累計ベースで、直接被害額がGDPの0.11パーセント、一次波及効果まででGDPの0.26パーセント、全効果ではGDPの1.35パーセントとなる。GDPベースでも、震災による直接被害額を大きく上回って、産業前方連関による間接的な波及の影響が生じていることが改めて確認される。

2-6. 産業立地分散による間接被害軽減効果

以上みてきたように、大震災による被災地生産活動に対する甚大な被害そのものは今更言うまでもないが、サプライチェーン途絶効果を通じた間接的な生産活動の落ち込みは全国に広がり、それらを合計すると、直接被害額をも上回るものであることが分かった。それならば、今後も大規模地震の発生を予測せざるを得ない国土では、サプライチェーンのネットワークを特定の地域に集中させるのではなくて、幅広く分散させておくメリットが考えられる。もとより、これは、普段の生産活動における集積のメリットと天秤にかけて経営判断されるべきことではあるが、少なくとも、ここで使ったサプライチェーン途絶効果分析の手法を使って、非常時に部品供給先の分散によって得られるメリットの大きさを知っておくことは、その判断の一助となる。

そこで、同じく東日本大震災の直接被害を受けながらその被害程度が異なる東北地域と関東地域からの部品供給が、被害程度が大きい地域で大きく落ち込んでも、被害程度の相対的に小さい別の地域からの供給である程度埋め合わせ可能であると想定したら、産業前方連関の手法を使って先の計算はどの程度異なってくるのか、これをシミュレーションとして比較

¹⁴ この段階の付加価値・年額ベースでは、震災による直接被害額推計値がGDPの0.7パーセント、一次波及までの影響がGDPの1.7パーセント、二次波及以降を含む全効果が8.9パーセントとなる。

¹⁵ 夏以降の日本経済は、ヨーロッパ金融不安に起因する円高、タイの大洪水などの影響も受けて、東日本大震災による単独の影響を識別できなくなるので、ここでは6月までの影響額を累計するのに留めた。被災地の鉱工業生産指数の動きは、6月以降横ばいが続いており、2割分の未回復の生産の落ち込みは未回復のままに留まっている。このなかには、復旧に困難を来している産業分野もあると考えられ、今後の復興政策の課題となっている。

してみよう。この場合の一次波及効果と全効果が、をそれぞれ図 2-6 と図 2-7 に示されている。

(図 2-6、図 2-7)

図 2-5 の一次波及効果をみると、東北地域と関東地域からの部品供給の代替性を想定するだけで、前方連関の一次波及の影響は、先に見た図 2-4 の場合に比べてかなり軽減されていることが分かる。この場合の年額ベースの一次波及効果は 6.1 兆円と、東北と関東の代替を想定しない場合の 5 分の 1 強になる。一次波及の産業別の影響をみると、この場合には、商業や建設業を始めとする非製造業のなかで比較的大きな影響を受けた部門と、製造業の各部門で顕著な違いはみられなくなる。また、製造業のなかで大きな影響を受ける部門は、電子部品、食品に続いて自動車部品となり、一次波及の段階では必ずしも自動車関連産業全般に著しい影響が出る様相にはならなかった。

続いて、図 2-7 で全効果をみると、二次、三次と次々に前方連関の波及を重ねた後では、産業連関の複雑な自動車関連部門での影響が相対的に大きくなっていくが、それでも直接被害の大きかった食品産業とさほど変わらず、また商業や建設といった非製造業のなかで被害の大きい部門ともほぼ拮抗する程度の大きさの影響に留まることが分かる。この場合の年額ベースの全効果は 30.5 兆円となり、先に見た図 2-5 の場合のやはり 5 分の 1 強となる。

このように、東日本大震災規模の広域に渡る大災害の備えとしても、サプライチェーンの供給元を 2 地域に分散させるだけで、生産活動に対する間接的な被害は 5 分の 1 程度の軽減することができるが、これを先に行った、3 月から 6 月の GDP ベースの影響額に当てはめれば、一次波及までで GDP の 0.05 パーセント、全効果まで含めても約 0.3 パーセントと、通常の経済変動に伴う GDP の動きに比べても比較的小さな範囲に収めることができる。また、こうした軽減効果は、復旧に時間がかかる場合ほど大きく、自動車産業に代表されるような多くのサプライチェーンを要する部門ほど大きくなると言える。

2-7. おわりに

日本の国土は過去にも幾多の大震災を経験してきたことが地震学者達によって明らかにされているが、東日本大震災は、日本経済の工業化が成熟し、国内に川上産業から川下産業への幅広い分業構造が構築された下で発生し、しかも震災地域が極めて広範囲に及ぶという特徴を持ったものであった。こうした事情から、震災の直接被害による生産活動の停止に加えて、少なくとも震災発生後数カ月間は、サプライチェーン途絶による日本経済全体の生産活動の縮小が注目されることになった。このことは、地域間産業連関表を使った我々の分析でも確認され、産業前方連関の一次波及までを見ても、直接被害の影響を上回る間接的な生産活動の縮小が生じることが分かった。二次波及以降の効果を加えると、間接的影響はさらに大きくなる。

東日本大震災によってまざまざと見せつけられた自然の猛威から、「減災」という言葉がしばしば聞かれるようになった。もとより、「減災」の第一義は、人命に対する被害を最小限にするという観点から、自然災害に対する備えを見直そうというものである。しかし、生命を守った次の局面では、人々の生活と雇用があることに思いを致せば、自然災害に対する

備えの一つとして、経済活動に対する「減災」という発想も必要になってくるのではないだろうか。

こうした観点でも、本章の分析は幾らかの示唆を与えてくれる。まず着目すべきは、第2-6節の分析から明らかになったように、サプライチェーンの供給元を2地域に分散させるだけで、東日本大震災規模の災害によって生じるサプライチェーン途絶の影響が5分の1にまで軽減されるということである。したがって、容易に代替が利かない中間投入については、供給先を少なくとも2地域に確保しておくことの「減災」効果は相当大きいと言えよう。

おそらく、東日本大震災の経験を経て、自社の事業継続計画(BCP)の一部として、こうした観点を検討し始めている企業が既にあることだろう。ただし、容易に代替が利かない中間投入とは、その製造者の無形資産に裏打ちされているものであり、供給先の多様化は容易なことではない。したがって、知的財産権を保護する工夫を駆使しながら、サプライチェーンの多少化を進めていくことが求められる。

また、100年に1度の規模の災害によって生じる影響を5分の1にするために、こうしたサプライチェーンの頑健化に取り組むことは、個別企業のレベルでは困難かも知れない。そこで、我々の分析から、前方連関の一次波及までの間接被害の大きさと、二次波及以降を含む全効果でのその比較を思い返すと、前方連関の波及連鎖をできるだけ短期間で止めることの「減災」効果もまた極めて大きいことが分かる。つまり、被災後にスムーズな生産復旧が可能になるような備えをしておくことも有効な対策なのである。

被災地の現地での速やかな復旧が可能な場合には、それを支援するのが最も有効な方法だろうが、それが容易でないほど深刻な被害が発生した場合には、代替の工場を探して操業を再開することになるだろう。しかし、何の準備もなければ、代替工場での操業再開までには何か月も要してしまうかもしれない。似通った生産技術に基づく産業集積、あるいは大規模な工場のある地域間で、情報交換しておき、いざ一方で大災害という時には他方が工場の空きスペースと設備を貸与して協力する協定を地域間で結んでおくのはどうだろうか。ただ、そうしたことが可能になるためには、日本のなかに製造業の活力がある複数の地域が残っていることが必要条件である。

補論 2-1 標準的な前方連関の場合の代替性

さて、2-2節の前段で説明したような前方連関の捉え方はどのような生産関数を前提としているのであろうか。直接的な前方連関を求める(2-1)式に立ち返ってみると、

$$(2-1) \quad X' = X' B + V'$$

この式の差分をとると、次のようになる。

$$\Delta X' = \Delta X' B + \Delta V'$$

この両辺に左から $\text{diag}(1/X_j)$ 掛けると次のようになる。

$$\Delta X' \cdot \text{diag}(1/X_j) = \Delta X' \cdot \text{diag}(1/X_j) \cdot \text{diag}(X_j) \cdot B \cdot \text{diag}(1/X_j) + \Delta V' \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

ここで、右辺の $\text{diag}(X_j) \cdot B \cdot \text{diag}(1/X_j)$ の部分は、補論 3 で示すように、通常の投入係数行列 A にほかならないから、上の式は次のように書き直すことができる。

$$\Delta X' \cdot \text{diag}(1/X_j) = \Delta X' \cdot \text{diag}(1/X_j) \cdot A + \Delta V' \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

すなわち、次のようになる。

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta X_1}{X_1} & \dots & \frac{\Delta X_n}{X_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta X_1}{X_1} & \dots & \frac{\Delta X_n}{X_n} \end{bmatrix} A + \begin{bmatrix} \frac{\Delta V_1}{X_1} & \dots & \frac{\Delta V_n}{X_n} \end{bmatrix}$$

投入係数行列 A の j 行 i 列要素を a_{ji} として、右辺第 1 項で生じた変化が左辺の第 i 部門の産出の変化率に与える影響を取り出すと次のようになる。

$$(A2-1) \quad \frac{\Delta X_i}{X_i} = \sum_{j=1}^n a_{ji} \frac{\Delta X_j}{X_j}$$

ここで左辺の X_j を投入であることを明確にするために Z_j と書き換えると、次式のように書き直すことができる。

$$\Delta \log X_i = \sum_{j=1}^n a_{ji} \Delta \log Z_j$$

これはすなわち、

$$X_i = \text{const} \cdot Z_1^{a_{1i}} \dots Z_n^{a_{ni}}$$

であるから、 a_{ji} を固定係数とみれば、この方法はコブ・ダグラス生産関数に基づいていることが分かる。

補論 2-2 一次波及でボトルネック効果を加えた前方連関

製造業の部品投入にはより補完性が強いと考えると、第 1 回目の波及としては、(A2-1) 式に替えて、次のように想定することができる。

$$(A2-2) \quad \pi_i = \left(\frac{\Delta X_i}{X_i} \right)^{1 \text{ 次波及}} = \sum_{j \in \text{製造業}} a_{ji} \cdot \max_{j \in \text{製造業}} \left[\frac{\Delta X_j}{X_j} \right] + \sum_{j \in \text{非製造業}} a_{ji} \frac{\Delta X_j}{X_j}$$

これは、製造業に対する製造業からの投入についてのみ、1 回目の波及の推計ではレオンチェフ型生産関数を想定し、最大の縮小率となった部門の投入がボトルネックになって同率の投入縮小となるものとしている。

*直接被害に加えて、一次波及効果まで計算する場合

直接被害に加えて、1 回目の波及効果まで計算する場合には、次のように行えばよい。

Step 1 まず上記(6)式に基づき、製造業に対する 1 回目の波及効果を推計する。すなわち、

$$\pi_i = \left(\frac{\Delta X_i}{X_i} \right)^{1 \text{ 次波及}} = \sum_{j \in \text{製造業}} a_{ji} \cdot \max_{j \in \text{製造業}} \left[\frac{\Delta X_j}{X_j} \right] + \sum_{j \in \text{非製造業}} a_{ji} \frac{\Delta X_j}{X_j}$$

のように求めた製造業各部門の π_i を、それぞれの部門の産出量 X_j に掛けて、1 回目の波及効果を受けた後の製造業産出量の変化 ΔX_i を求める。ただし、上の式で、 a_{ji} は通常の投入係数である。

Step 2 非製造業については、次の(A2-1)式を使うが、

$$\pi_i = \frac{\Delta X_i}{X_i} = \sum_{j=1}^n a_{ji} \frac{\Delta X_j}{X_j}$$

それは、

$$(\Delta X_i)^{1 \text{ 次波及}} = \pi_i X_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{X_i}{X_j} a_{ji} \right) \Delta X_j = \sum_{j=1}^n b_{ji} \Delta X_j$$

と同じになる。

Step 3 以上のように求めた製造業及び非製造業の前方産業連関の一次波及効果と、直接被害額を合計して、次のように求める。

生産に対する直接被害額+前方産業連関による一次波及効果

* 直接被害、一次波及効果に加えて、2次以降の累積的な波及効果も計算する場合

(2) 式に現れた波及効果行列 G をもう一度詳しく書くと次のようになる。

$$G = (I - B)^{-1} = I + B + B^2 + B^3 + \dots = I + B(I + B + B^2 + \dots) = I + BG$$

また、(2-3) 式をまとめた行列の式を書き直すと、次のようになる。

ここで、1 回目の波及に対応する行列にのみ (A2-2) 式で表される強いボトルネックが生じると想定し、これを仮に \bar{B} と書いておくと、次のようになる。

$$\bar{G} = I + \bar{B}(I + B + B^2 + \dots) = I + \bar{B}G$$

この新たな \bar{G} を使って (2) 式を書き直すと。

$$[\Delta X_1 \quad \dots \quad \Delta X_n] = [\Delta V_1 \quad \dots \quad \Delta V_n] \bar{G} = [\Delta V_1 \quad \dots \quad \Delta V_n] + [\Delta V_1 \quad \dots \quad \Delta V_n] \bar{B}G$$

これに G 行列の対角要素を使って、要素所得ベースの変化を生産額ベースの変化に転換する方法を適用すると、次のようになる。

$$[\Delta X_1 \quad \dots \quad \Delta X_n] = [\Delta X_1 \quad \dots \quad \Delta X_n] \text{diag} \left(\frac{1}{g_{jj}} \right) + \left[\frac{\Delta X_1}{g_{11}} \quad \dots \quad \frac{\Delta X_n}{g_{nn}} \right] \bar{B}G$$

Step 1+2 このうち、右辺第 2 項のうち \bar{B} を掛ける部分までを、最大のボトルネックを考慮した先の方法で、次のように計算する。

非製造業については、

$$(\Delta X_i)^{1 \text{ 次波及}} = \pi_i X_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{X_i}{X_j} a_{ji} \right) \frac{\Delta X_j}{g_{jj}} = \sum_{j=1}^n b_{ji} \frac{\Delta X_j}{g_{jj}}$$

製造業については、

$$\pi_i = \left(\frac{\Delta X_i}{X_i} \right)^{1 \text{ 次波及}} = \sum_{j \in \text{製造業}} a_{ji} \cdot \max_{j \in \text{製造業}} \left[\frac{\Delta X_j}{g_{jj} X_j} \right] + \sum_{j \in \text{非製造業}} a_{ji} \frac{\Delta X_j}{g_{jj} X_j}$$

から計算した $\pi_i X_i$ を 1 次波及効果とする。

Step 3 これらを上の式に代入して、残りの計算を行う。すなわち、

$$[\Delta X_1 \quad \dots \quad \Delta X_n] = [\Delta X_1 \quad \dots \quad \Delta X_n] \text{diag} \left(\frac{1}{g_{jj}} \right) + \{ \text{上で計算した第 1 次波及効果} \} G$$

補論 2-3 行列 B と行列 A との関係

通常の入係数行列 A は、次のように定義される。

$$X = Z + F$$

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} Z_{11}/X_1 & \dots & Z_{1n}/X_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1}/X_1 & \dots & Z_{nn}/X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/X_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1/X_n \end{bmatrix} = Z \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

一方、前方産業連関の B 行列は、

$B = \text{diag}(1/X_j) \cdot Z$ から、 $Z = \text{diag}(X_j) \cdot B$ なので、これを代入すると、

$$A = \text{diag}(X_j) \cdot B \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

あるいは、

$$B = \text{diag}(1/X_j) \cdot A \cdot \text{diag}(X_j)$$

次に、産出逆行列Gとレオンチェフ逆行列Lにも次のような関係が成り立つ。

$$(I - A) = I - \text{diag}(X_j) \cdot B \cdot \text{diag}(1/X_j) = \text{diag}(X_j) \cdot (I - B) \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

したがって、レオンチェフ逆行列Lは、

$$L = (I - A)^{-1} = \text{diag}(X_j) \cdot (I - B)^{-1} \cdot \text{diag}(1/X_j) = \text{diag}(X_j) \cdot G \cdot \text{diag}(1/X_j)$$

したがって、GとLの関係は、

$$G = \text{diag}(1/X_j) \cdot L \cdot \text{diag}(X_j)$$

参考文献

Miller, Ronald E. and Peter D. Blair (2009), Input-Output Analysis: Foundations and Extensions 2nd edition, Cambridge University Press.

第3章 もし原子力発電所が全面停止すれば…—エネルギー政策変更の地域的・産業的影響—

3-1. 東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故

本年3月11日に起きた東日本大震災の被害の中で、その影響が最も長期化すると懸念されるのが、福島第1原子力発電所の事故である。全電源喪失によってもたらされた炉心溶融と水素爆発によってもたらされた放射能の飛散は、震災地域を超えて広がり、その実態と被害の全容はいまだつかめていない。

世界最悪ともいえる、このような悲惨な事故を目の当たりにして、原子力発電所の再稼働や新設を拒む国民感情が湧きあがるのは当然と言えよう。しかし、これまで全電力供給の20%を賄ってきた原子力発電所の稼働を全面的に停止することは、経済全体に大きな影響を与える。

我々は、この問題を短期と長期の二つの問題に分けて考察する。短期の問題というのは、仮に現在の原子力発電所の再稼働が認められず、代替電源が間に合わなかった場合に、その結果生じる電力供給制約が各産業の生産にどのような影響をもたらすか、ということである。一方長期の問題とは、現在の原子力発電による電力供給が火力発電によって代替されたときに生じる電力価格の上昇が、他の財・サービスをどの程度引き上げるか、ということである。同時にこうした電力価格の上昇は、価格効果を通じて電力需要を減少させる効果があるが、一方で、石油危機に見られたように、供給サイドを通して、付加価値を減少させる可能性がある。

結論を簡単に要約すると、もし原子力発電所が全面的に停止すれば、短期的には全体で13.3兆円生産額(年額ベース)が低下することになる。これは原子力発電所の停止に伴う直接的な電力生産の減少の約3倍にあたる。一方、これを長期的に火力発電で代替した場合、現在の電源毎の発電コストを元に試算すると、発電コストは7.8%上昇する可能性がある。この電力価格上昇の影響は、地域、産業によって異なるが、経済全体で0.2%付加価値額が低下すると見込まれる。

3-2. 原子力発電所全面停止の影響

原子力発電所が全面停止した場合の経済的影響については、すでに政府のエネルギー・環境会議(2011)、(財)日本エネルギー経済研究所(以下 IEEJ と呼ぶ、IEEJ(2011a), IEEJ(2011b))及び(社)日本経済研究センター(以下 JCER と呼ぶ、JCER(2011)、館・落合(2011)、(財)地球環境産業技術研究機構(以下 RITE と呼ぶ、RITE(2012))が推計を行っている。¹⁶

政府資料は、2011年7月29日にエネルギー・環境会議において報告されたものである。この資料では、2012年夏の電力需要が、2010年と同様で、もし原子力発電所が全面的に停止した場合、各電力会社で供給予備率がどのようになるかを試算している。表3-1はこの試算をまとめたものだが、これによると、9電力全体で9.1%の供給不足が起きると予測さ

¹⁶ 政府のエネルギー・環境会議における短期的な電力需給の見通しについては、http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive01_02.html#haifu を参照されたい。

れている。特に東京、関西、四国、九州電力管内では10%以上の供給不足が見込まれている。¹⁷

(表 3-1)

2011年6月に発表されたIEEJ(2011a)では、もし原子力発電の再稼働が認められなければ、2012年半ばにはすべての原子力発電所は稼働を止めてしまうことになる」と述べた上で、これに伴う電力不足をすべて火力発電によって補うとすると、コストアップ分は3.7円/kwhと試算している。これにより家庭用の電力料金が1月あたり1049円(18.2%)上昇すると見込まれ、同額の上昇が産業用電力料金に課された場合は、36%の上昇となる。IEEJ(2011a)をもとにIEEJ(2011b)では、2012年夏の電力制約による経済的影響を試算し、この場合2012年7-9月期で、GDPが8兆円減少し、失業者が5万人増加すると述べている。¹⁸

一方、JCER(2011)は、9電力別に原子力発電への依存度と、原子力発電所が停止した場合の供給制約率を計算し、各地域の電力供給に対する生産への弾性値を下に、原子力発電所が全面停止した場合の潜在GDPの低下を年平均(2012-20年)で1.2%(年7.2兆円)と想定している。館・落合(2011)は、これを元に、地域間の財の代替弾力性も考慮したさらに複雑な一般均衡モデルを利用して、原子力発電所が全面停止した場合の地域別・産業別の影響を試算している。これによると、火力発電への代替が容易な中部、中国地方での経済的影響は軽微だが、東北地方や近畿地方では大幅なGDPの低下が見込まれている。また産業別では製造業よりも非製造業で生産の落ち込みが生じると報告されている。

最後にRITE(2012)は、経済モデルに電源別の技術変化を含むエネルギー需給モデルを加え、電源構成の将来変化が、GDPや産業構造だけでなくCO2排出量の変化にどのような影響を与えるかをシミュレーションしている。シミュレーションのパターンは多岐にわたっており、原子力発電所が震災前の想定通りに建設され、CO2排出量に対して制約を課さないケースを基本ケースとした上で、原子力発電所の稼働方法については、現状維持で稼働率を変更するケース、耐用年数に応じて原子力の稼働を止めていくパターンなど9パターンを想定し、かつ2020年のCO2排出量や炭素価格について3つのパターンを想定している。この想定にさらに省エネルギーのパターンが加わり、2020年時点だけをとっても基本ケースを除いて、実に76パターンものシミュレーションが行われている。数あるパターンの中で、原子力発電所を早期に全面停止した場合におけるGDPの変化に着目すると、CO2排出量に制約を設けない場合の基準ケースに対するGDPの減少率は意外と小さく、2020年時点でわずか0.4%のマイナスに過ぎない。しかし、鳩山政権時の公約であった2020年のCO2排出量を1990年比25%減とするという制約を課すと、GDPは基準ケースに比して13%のマイ

¹⁷ この試算に対して、猛暑であった2010年夏の電力需要を基準としていることや、再生エネルギーの供給を過小評価しているといった批判がある。したがってこれはかなり悲観的なケースの予想と解釈すべきである。

¹⁸ IEEJ(2011a)では、原子力発電所が全面停止した場合、2012年夏期における発電量が、最大電力を7.8%下回るとしている。また2011年夏期のように15%の節電を実施した場合でも1.7%の発電能力不足が生じるとみている。

ナスになる見込みである。ここことは、原子力発電の稼働停止と CO2 の排出削減という 2 つの目標を達成することが非常に難しいことを示している。¹⁹

政府の電力需給予測は、電力市場の需給に限ったものであり、電力不足の場合の電力需要者への波及効果については議論していない。一方、IEEJ、JCER、RITE の議論は、両者とも一般均衡的なマクロモデルを中心にエネルギー需給モデルや電力生産モデルを合わせた複雑なモデルを利用している。しかし残念ながらこうした報告では、モデルの構造が複雑になっているため、どのような経緯や因果関係で原子力発電所の全面停止が経済全体に波及しているかを把握することが難しい。したがって本稿では、舘・落合(2011)が利用した地域間産業連関表にしたがいながらも、原子力発電所が停止した場合の影響を短期と長期に分けて、産業別、地域別の影響を明らかにすることに主眼をおいた。

3-2-1 原子力発電所が全面停止した場合の電力供給制約

東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故により、東北電力及び東京電力の管内では、2011 年夏期の大幅な電力不足が懸念され、37 年ぶりに電力使用制限令が発動され、電力消費を対前年比で 15%減とする目標が掲げられた。この目標は、国民全体の節電努力により、ほぼ達成することができた。このことは、東京電力管内の電力販売量が対前年比で、7 月 11.0%減、8 月 16.8%減、9 月 16.5%減であったことから明らかである。一方この節電により、企業活動面への影響が懸念されたが、2011 年 7-9 月期の GDP は季節調整済み対前期比 1.5%、対前年比ほぼ横ばいと、電力不足の影響を感じさせない結果となった。このため、震災直後ほど電力不足に関する危機感は遠のいた感がある。しかしこの夏においても東京電力管内において柏崎刈羽第 5、第 6 原子力発電所は稼働しており、2012 年 1 月末でもわずかではあるが 2 基の発電所が稼働中であることを忘れてはならない。²⁰これらの原子力発電所が、順次定期検査に入り、現在定期検査中の原子力発電所の再稼働が認められなければ、2012 年半ばまでにすべての原子力発電所が停止することになる。経済活動は、回復途上にあるとはいえ、生産も依然震災前の 90%程度に止まっていることを考え合わせると電力供給不足の問題は解消されたとは言えないのである。

そこで我々は、現行の原子力発電所がすべて稼働を停止した場合の影響を短期及び長期に分けて考えた。短期というのは、原子力発電所の全面停止に伴う代替電源の手当てが間に合わない期間を指し、長期というのは、火力発電によって原子力発電の不足分が補える時期を指している。ただ、現在稼働中の原子力発電所の地域を見ても明らかのように、原子力発電への依存度は地域によって異なる(表 3-2 参照)。そこで我々は第 2 節と同じく 2005 年地域間産業連関表を利用して、原子力発電による電力供給が停止した場合の経済的影響を、産業連関表の前方連関効果を使って分析した。²¹地域間産業連関表では、産業連関表と同様、電

¹⁹ RITE(2012)のシミュレーションにおいて、原子力発電所を全面的に停止し、CO2 削減量を鳩山政権時の公約通りにした場合は、2020 年時点で約 17 円/kwh の電力価格上昇が起きると試算されている。

²⁰ 電気事業連合会のホームページ(<http://www.fepec.or.jp/library/data/operation/plant/index.html>)による。稼働中の原子力発電所は、泊第 3、柏崎第 6 号機である。

²¹ 地域間産業連関表の地域区分は北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄であり、必ずしも電力会社の電力供給地域と一致していない。しかしこの違いは、電力供給の

力供給は、列部門については事業用原子力発電のデータを取り出すことができるが、行部門では事業用電力として一本化されている。そこで、列部門における事業用原子力発電の比率を利用して、行部門における事業用電力内の原子力発電の金額を計算する。これにより、各産業における原子力発電による電力供給の部分を算出することができる。そしてサプライチェーンが寸断した場合と同じく、中間投入としての原子力発電供給が停止した場合の各産業への効果を推計する。

(表 3-2)

推計結果は、図 3-1 に示されている。原子力発電所の停止に伴う直接効果は、当然のことながら電力業の生産減少をもたらす、その金額は、4.9 兆円と推定される。これが前方連関効果によって各産業に波及すると、間接効果は 2 倍の 8.4 兆円、全体で 13.3 兆円が生産減少額となる。これは全体の生産額の 1.4% に相当する。地域別にみると、東北地域の生産減少がもっとも大きく、4.7% 減となっている。これに沖縄(3.1% 減)、四国(2.5% 減)、近畿(2% 減)が続いている。産業別の直接効果では、原子力発電依存度の高い近畿地方と、原子力発電量が絶対量として大きい、関東地方が突出し、これに東北地方が次いでいる。間接効果では、電力依存度の高い製造業への影響が非製造業に比べて大きい。特に東北地方のパルプ・紙、化学工業、鉄鋼などが大きな影響を受けると考えられる。一方サービス業では、近畿や関東地方での運輸業で大きな生産減が想定される。

(図 3-1-1、図 3-1-2)

ただ、こうした電力供給制約が 1 年を通して行われるわけではなく、実際には夏場のような電力需要が大きい時期に供給制約に直面すると考えたほうが現実的である。そこで、2011 年夏のように、7 月から 9 月まで電力の使用が制限された場合の効果を考えると、直接的に生産が減少する効果は 1.2 兆円、間接的に生産が減少する効果は 2.1 兆円で、全体で 3.4 兆円が生産減少となる。これは全体の生産を 0.4% 押し下げることになる。

なお、電力使用制限令が発動される場合、鉄道などの公共機関や病院などの公共施設はこの制限の対象外となる。しかし、2011 年夏に電力使用制限令が発動された際には、関東の鉄道は、特別ダイヤを組み一部の列車の運行を自主的に取りやめていることから、供給制約の影響はあると考えられる。したがって、地域産業連関表の区分で見ると、医療、保健、社会保障、介護が電力使用の制限を受けない分野であると想定される。これにもとづき、この分野のみ一次効果の段階で電力の供給制約を受けないと考えて、試算を行ったが、年間で換算した生産の減少が 170 億円程度小さくなる程度で、全体への影響はわずかであった。

3-2-2 火力発電で代替した場合の電力価格上昇の影響

地域間移出入で調整されている。例えば東北地域にある東京電力福島原子力発電所から供給される電力は、東北地域から関東地域への電力の移出として計上される。

長期的には、原子力発電所の全面停止は、設備投資により何らかの電源によって補われ電力供給制約は解消されると考えられる。この場合現時点では設備投資負担などの観点から火力発電によって代替されると考えるのが自然であろう。²²しかし火力発電等によって補われた場合、電力価格の上昇をもたらす可能性がある。電力料金については、電力会社が供給約款の設定または変更に基づいて、経済産業大臣に対して認可の申請を行い、審査の上で認められることになる。この審査の基準の一つに電気事業法第19条2項に定められた「料金が能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたものであること」が謳われており、原価の重要な部分を占める発電コストの動向が電力料金に大きな影響を与える。²³

さてこの電力料金に大きな影響を与える発電コストだが、この算定方法には大きく二つある。一つは、各発電所の耐用年数や稼働率について現実性のある一定の値をおき、発電コストを試算する方法である。これはモデル試算と呼ばれ、2003年12月に電気事業連合会が試算したケースでは、設備稼働率80%(水力のみ45%)、運転期間40年、割引率を3%とした場合、原子力の発電コストが5.3円/kwhと他の発電方法に比べて最も安価となっている。²⁴

もう一つの方法は、各電力会社の財務諸表を利用して、電源別の発電コストを算定する方法である。IEEJ(2011c)は、この方法で電源別の発電コストを1970年代から計算している。これによると、原子力発電のコストは、1970年代には水力や火力よりも高かったが、2000年代には水力よりも高くなっているものの、火力を下回るコストにまで低下している。我々もこの方法を利用して電源別の発電コストを調べた。計算方法は、総合資源エネルギー調査会、電気事業分科会、コスト等検討小委員会(2004年1月)において電気事業連合会から提出された方法にしたがっている。費用として考慮したのは、発電費用、資本コスト(簿価比を使って電源毎に配分)、一般管理費と事業税(電源別の発電費用と資本コストに応じて按分)、電源開発促進税(電源別発電量で按分)である。図3-2からわかるように、電力会社9社計、または10社計でも、原子力発電のコストは、水力と火力(汽力)よりも低くなっている。²⁵ただこの方法を利用すると、同じ発電方式でも各社の財務政策や投資政策によって発電コストが異なってくる。例えばほとんどの電力会社では、原子力発電のコストが火力(汽力)よ

²² 舘・落合(2011)でもそのように想定している。

²³ 本文に掲げた審査基準は、原価主義の原則と呼ばれている。この他に公正報酬の原則、需要家に対する公平の原則に基づいて審査が行われる。経済学から見た電気料金の決定及び実際の電気料金の決まり方については、穴山(2005)第3章が詳しい。

²⁴ 他の発電コストは、石炭火力が5.7円/kwh、LNG火力が6.2円/kwh、石油火力が10.7円/kwh、水力が11.9円/kwhである。まお法定耐用年数(16年)期間で運転した場合の原子力発電のコストは、7.2円/kwh(ただし割引率は2%)である。一方先ほど引用した政府のエネルギー・環境会議の資料では、燃料費だけを比較し、火力と原子力の燃料費の差を11.5円/kwhとしこれに、原子力発電所の発電量をかけ、3兆円のコスト増になるとしている。この3兆円のコスト増を電力料金の上昇率に換算すると20%の上昇率になるというのが、政府資料の試算である。残念ながらここでは、個々の電力会社のコスト構造は反映されていない。

²⁵ 原子力発電のコストに関し、発電後の放射性廃棄物の処理や使用済核燃料の再処理費用など所謂バックエンド費用が考慮されていない、といった批判がある。しかし、ここでの我々の試算は、現行の発電コストが電力料金に反映されているという前提で行われている。将来的にこうしたバックエンドのコストや除染費用を原子力発電のコストに含めたとしても、我々の前提は原子力発電の稼働自体をすべて火力発電に代替するケースを考えているので、ここでの試算には影響を与えない。

りも安くなっているが、中部電力と中国電力では、原子力発電のコストが火力(汽力)発電のコストを上回っている。このため、長期的に原子力発電を火力発電に代替し、その場合のコストの変化が電力料金にそのまま反映された場合、地域によって電力価格の変化が異なることになる。図3-3は、原子力発電を火力発電に代替した場合の電力コストの変化を、地域産業連関表の地域区分に調整して表示している。²⁶これをみると、近畿地方や四国地方では25%以上電力価格が上昇する可能性があるのに対し、原子力発電への依存度が小さい中部地方や中国地方では、火力発電への代替により、電力価格が低下する可能性を示唆している。²⁷

(図3-2、図3-3)

この電力価格の上昇の波及効果を、我々は2つの側面から検討する。一つは、電力価格の上昇が他産業の財・サービスの価格に及ぼす効果である。もう一つは、各産業が電力価格の上昇を財・サービス価格に転嫁できず、各産業の付加価値を減らす形で負担した場合の影響である。前者については、前節と同様産業連関表を利用する。産業連関表の標準的な均衡価格モデル(例えば総務省の「産業連関表分析の方法」(<http://www.stat.go.jp/data/io/2005/pdf/io05s702.pdf>)の第2節参照)を考えると、閉鎖経済の場合には、均衡条件として次式が成り立つ。

$$(3-1) \quad A'p + v = p$$

ただし、 A' は投入係数行列の転置行列、 p は価格ベクトル、 v は各産業の付加価値ベクトルである。今、外生的に一部の産業(現在の場合は各地域の事業用電力)の生産コストが上昇したとし、このコスト上昇をベクトル dc で表す。 V は不変とし、もたらされる最終生産物価格の変化を dp とすると、 dc と dp の間には、以下の関係が成り立つ。

$$(3-2) \quad A'dp + dc = dp$$

従って、価格変化は以下のように計算できる。

$$(3-3) \quad dp = (I - A')^{-1} dc$$

ただし、 I は単位行列である。

次に開放小国経済で輸入価格を与件として、この価格変化もまた各産業の製品コストに含まれ製品価格に100%反映される場合を考える。このとき輸入価格ベクトルを p_f 、輸入係数を対角要素とする輸入係数行列を \hat{M} とあらわすと、均衡条件式は以下のようなになる。

$$(3-1') \quad A'(I - \hat{M})'p + A'\hat{M}'p_f + v = p$$

輸入財価格は不変とすると、価格変化は以下のように計算できる。

$$(3-3') \quad dp = \left(I - A'(I - \hat{M})' \right)^{-1} dc$$

²⁶ 中部電力と北陸電力のコスト変化が、中部地域の電力コストの変化として表示されている。

²⁷ 我々と計算方法は異なるが、舘・落合(2011)でも原子力発電から他の電源への代替に伴って、中国、四国地方では電力価格が低下するとの試算を出している。

一般に、 $Y Y^{-1} = I$ なら、 $Y^{-1} Y = I$ だから、行列 Y の逆行列 Y^{-1} は Y^{-1} に等しい。従って、

$$(3-4') \quad \left(I - A'(I - \hat{M}) \right)^{-1} = \left(I - (I - \hat{M})A \right)^{-1}$$

なお、地域間地域間表は競争輸入非競争移入型であるため、輸入係数は自地域部門に係っている。この場合の $\hat{M}A$ を特に $\hat{M}A^*$ と表すこととすると、価格分析は次式で行えることになる。

$$(3-3'') \quad dp = \left(I - (A - \hat{M}A^*) \right)^{-1} dc$$

この(3)''式を利用して、電力コストの上昇を dc の中に代入して他産業の価格変化率をみたものが、表 3-3 である²⁸。表 3-3 をみると、やはり原子力発電への依存度が高い近畿、四国地方では各産業の製品価格が大きく上昇し、近畿地方全体では 0.82%、四国地方全体では 1.01% の価格上昇が予想される。逆に原子力発電の依存度が低い中部、中国地方では、製品価格が低下する産業も見られる。また原子力発電に全く依存しない沖縄でも、他地域から製品を移入するため、価格上昇の影響を受ける。産業別には、繊維、鉄鋼、非鉄金属、金属製品、電子部品が 0.3% 台、水道、廃棄物処理業で 0.5% 台の価格上昇が見込まれる。

(表 3-3)

2011 年 12 月 22 日に、東京電力が、全体で約 20% の電力料金値上げを申請する意向が伝えられた。この値上げ率は、ほぼ IEEJ(2001b) の予測に近いものだが、我々の試算にこの値上げをあてはめる(すなわち関東地区の電力料金上昇率を 8.1% ではなく 20% とする)と、関東地区の価格上昇は、電力料金の上昇率が 8.1% の場合が 0.24% に対し、20% の場合は 0.5% となる(表 3-4 参照)。また図 3-4 で関東地区の電力価格上昇率を産業別にみると、すべての産業で先の標準ケースよりも約 0.1% ずつ価格が上昇していることがわかるだろう。これにより他の地域の価格もわずかながら上昇する。また産業別には、当初 0.3% 台の価格上であつた産業は、0.4% 台へと上昇する。この結果、全国ベースの価格上昇率は、当初の試算の 0.34% から 0.47% にまで上昇する。²⁹

(表 3-4、図 3-4)

後者については、1970 年代に石油危機が起きた際に利用された Bruno and Sachs (1985) の手法を利用する。彼らは、労働力(L)、資本(K)、エネルギー(E)を生産要素とする産出関数

²⁸ dc はベクトルだが、初期の段階では、電力コストの部分だけ変化率を入れ、他のコストを 0 表示としたベクトルになる。

²⁹ 2012 年 1 月 18 日に東京電力は、4 月より契約種別が特別高圧季節時間帯別電力 A の電力料金を 18.1%、契約種別が、高圧・業種別の場合の電力料金を 13.4% 値上げすると発表した。本稿では、この値上げについての試算は行っていないが、この値上げによる関東地区の産業別価格の上昇率や付加価値の変化率は、関東の電力上昇率が 8.1% と 20% のケースの間になると考えてよい。

($Q = F(L, K, E)$)を考え、このうち、労働力と資本から生み出される実質所得(付加価値に相当する)がエネルギーの相対価格に依存すると考えた。このとき実質所得(V)の変化率は、

$$(3-5) \quad \frac{\dot{V}}{V} = \frac{1}{s_L + s_K} \left(s_L \frac{\dot{L}}{L} + s_K \frac{\dot{K}}{K} \right) - \frac{s_E}{1 - s_E} \frac{\dot{p}_E}{p_E}$$

と表すことができる(ここで、 s_X は各生産要素 X の産出に対するシェア、 p_E はエネルギーの相対価格を表す)。³⁰

この Bruno and Sachs (1985)モデルのエネルギーを電力に置き換えて、(5)式を考えると、電力相対価格の変化が実質所得をどれだけ変化させるかについて簡単な知見を得ることができる。図 3-5 は、地域間産業連関表を使って、電力価格の上昇が実質所得(付加価値)にどのような影響を与えるかを地域別に見たものである。これを見ると原子力発電が火力発電に代替されたときの影響は、地域毎に大きく異なることがわかる。原子力発電依存度が高く、原子力発電コストが火力発電より低い近畿、四国地方は、付加価値が 0.6%程度減少する。一方、原子力発電のコストが火力発電のコストを上回っていた中部、中国地域では火力発電への影響を受けないことになる。またこれを産業別にみると科学や鉄鋼、非鉄金属などの素材型製造業で、付加価値の低下が著しくなることがわかる(図 3-6 参照)

(図 3-5、図 3-6)

さて、我々の推計は、他の推計と比べてどのように評価できるだろうか。我々の推計は、全国的には 0.2%程度の付加価値額の低下率となる。この値は、さほど深刻な値として捉えられないかもしれない。しかしすでにみた IEEJ(2001b)では電力コストが 3.7 円/kwh アップしたのに伴い、家庭用の電力料金が 18.2%、産業用電力料金が 36%上昇すると見込んだ場合、GDP 成長率の低下は 0.1%と見込んでいる。なお価格分析と同じように東京電力が 20%の電力料金を引き上げた場合は、関東地区の付加価値の減少率は、0.14%から 0.37%まで拡大し、経済全体でも 0.3%のマイナスとなる。

舘・落合(2011)では、産業別・地域別の影響を見ているが、近畿地方の落ち込みが厳しく、中部地方の影響が軽微な点では我々と同じだが、その他の地域では違いが見られる。さらに、産業別でみると、舘・落合(2011)の結果は、我々の結果に比べ素材型産業へのマイナスの影響が相対的に小さい。おそらくこれは彼らが一般均衡モデルを用いる中で、経常収支を一定にするという前提を置いているからだと思われ。すなわち経常収支を一定とすれば、火力発電への代替が進む中で増加する輸入額に対して、輸出額の方も増加しなくてはならない。この増加する輸出額を製造業が担うため、製造業の付加価値額への影響が比較的軽微に算出されるものと思われる。

³⁰ (1)式の導出については、補論を参照されたい。なお、石油危機時に、エネルギー価格の上昇が供給サイドにどのような影響をもたらすかについては、鈴木・竹中(1980)、Kuroda, Yoshioka, and Jorgenson (1984)がある。

3-3. 復興政策、地域政策と統合的なエネルギー政策を

我々は、東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、全国の原子力発電所が停止した場合、どのような経済的影響が生じるかを短期と長期に分けて考えた。短期的には、原子力に代わる代替電源が手当てできず、一時的な電力供給制約が生じると考えられる。また長期的には、火力発電によって原子力発電による電力供給を代替できると考えるが、現行の発電コスト計算では、火力発電コストが原子力発電コストを上回るため、電気料金の上昇が生じると考えた。

マクロ経済的に見た経済的影響は、短期的に総生産額の1.4%、長期的に付加価値額の0.2%が減少する結果となる。短期的な総生産額の低下は深刻なように見えるが、これは1年間を通して電力供給制約が生じた場合の影響であり、ピーク時に限れば、影響はより少なくなると考えられる。また原子力発電が徐々に火力発電に代替されていくことにより、短期的な経済的影響は小さくなると考えられる。

むしろ問題は、マクロ経済的影響よりも地域レベルでの経済的影響の方にある。すなわち短期的に最も生産の低下が生じるのは被災地である東北地域である。東北地域は、発電実績からみた原子力発電への依存度が近畿地方に次いで高いことに加え、関東を中心とする他地域からの製品需要にも依存する割合が高いため、電力供給制約による生産への波及効果を受けやすくなっている。電力供給制約が生じた場合に、東北地方の生産が最も打撃を受けるという結果は、被災した東北地域の雇用機会をできるだけ確保しようとする復興政策の目標と矛盾することになる。

また長期的な経済的影響でも、地域における原子力発電所への依存度の差がそのまま経済的影響の違いとなって現れる。すなわち原子力発電への依存が大きい近畿や四国では付加価値の低下が大きいのに対し、原子力への依存度が小さい中部や中国ではさほど大きな影響は受けない。このことは、エネルギーの転換政策が地域格差の拡大を伴うことを意味する。マクロ的には、こうした地域別の価格差は、労働や資本の移動によって平準化されていくが、それは従来の地域政策が考えていた方向とは異なっているという認識が必要である。

最後に本章における分析の限界と課題について述べておこう。まず3-2-1節で行った原子力発電所が全面停止した場合の電力供給制約効果だが、これはすでに説明した通り、ピーク時における電力不足となって顕在化する。この電力需要がピークを迎える時期は夏場だが、この時期の電力不足量は気候や国民の節電努力によっても異なってくる。経済産業省の見通しでは、もし夏場の気候が2011年のようであれば、電力不足が顕在化する地域は、北海道と近畿(関西電力)の2地域ということで、本稿の推計は過大であると考えられる。³¹

一方、長期的に原子力発電を火力発電に代替することによる電力コスト上昇効果は、本稿での推計が、発電コストだけに焦点をあてていることから過小推計の可能性がある。すでに東京電力が我々の推計を上回る電力料金の値上げを想定していると報じられたように、単に原子力発電の停止に止まらず、廃炉にまで進展した場合、そのコストも電力料金に上乗せされていくことになる。さらに最近政府が検討しているような、原子力発電所の稼働期間を一定期間内(現状では40年程度)に止める政策が実施されれば、東京電力だけでなく、他の電力会社も当初の想定より廃炉を早める事態が起き、それに伴うコストを電力料金に上乗せせざ

³¹ 2012年1月8日付毎日新聞朝刊の記事による。

るを得なくなる可能性もある。³²この電力コスト増要因は、企業の海外立地をますます加速させ、国内雇用にマイナスの影響を与えるだろう。こうした長期的な電力コスト上昇を防ぐためには、従来の電力会社だけでなく、より多くの企業が発電市場に参入して発電コストの低下を競っていくべきである。

未曾有の原子力発電事故により、エネルギー政策の転換は必至と考えられる。ただしその政策の方向性は、単に電力市場の制度改革に止まるのではなく、成長政策や地域政策と統合的なものでなければならない。

³² 斎藤(2011)は、福島第一原子力発電所の「古さ」が今回の原発事故の非常に重要な要因であったと論じている。

補論 3-1 Bruno=Sachs (1985)モデルによる電力価格上昇の影響

本文で述べたように、Bruno and Sachs (1985)では、労働力(L)、資本(K)、エネルギー(E)を生産要素とする産出関数($Q = F(L, K, E)$)を考える。ここでエネルギーを電力と置き換えて、電力投入の限界生産力(Q_E)を考えると、 $Q_E = p_E$ となる。このとき、付加価値 V は、

$$(A3-1) \quad V = V(L, K; p_E)$$

と表すことができる。

(A3-1)式において、電力価格の付加価値に対する弾力性を計算すると

$$(A3-2) \quad \frac{\partial V}{\partial p_e} \frac{p_E}{V} = -\frac{p_E E}{V} = -\frac{P_E E}{PQ - P_E E} = -\frac{s_E}{1 - s_E}$$

となる。ここでは、産出量の最適化からエネルギー価格の限界的な上昇に伴う付加価値の変化が電力投入量に等しいという関係を利用している。この結果(A3-2)式から、電力価格の付加価値に対する弾力性は、電力投入額の産出シェアに依存することがわかる。(A3-2)式を使って、付加価値の変化率をとると、

$$\frac{\dot{V}}{V} = \frac{1}{s_L + s_K} \left(s_L \frac{\dot{L}}{L} + s_K \frac{\dot{K}}{K} \right) - \frac{s_E}{1 - s_E} \frac{\dot{p}_E}{p_E}$$

が得られる。

参考文献

- 芦谷恒憲・地主敏樹(2001)「震災と被災地産業構造の変化；被災地地域産業連関表の推定と応用」『国民経済雑誌』第183巻 第1号
- 穴山悌三(2005)『電力産業の経済学』NTT出版
- 上野山智也・荒井信幸(2007)「巨大災害による経済被害をどうみるかー阪神・淡路大震災、9/11/9、ハリケーン・カトリーナを例としてー」『ESRI Discussion Paper』No.177
- 関西社会経済研究所(2011)「東日本大震災による被害のマクロ経済に対する影響」『KISER Report』2011年4月12日
- 経済企画協会(2011)「ESPフォーキャスト調査」2011年4月12日
- 小西砂千夫(1996)「阪神・淡路大震災の経済復興に関する計量分析」『産研論集』第23号
- 斎藤誠(2011)『原発危機の経済学』日本評論社
- (財)日本エネルギー経済研究所(2011a)「原子力発電の再稼働の有無に関する2012年度までの電力需給分析」2011年6月13日
- (財)日本エネルギー経済研究所(2011b)「2012年夏期における電力不足の「経済影響試算」推計プロセスについて」2011年7月
- (財)日本エネルギー経済研究所(2011c)「有価証券報告書を用いた火力・原子力発電のコスト評価」2011年8月
- さくら総合研究所(1995)「阪神大震災の兵庫県下の生産活動に及ぼす影響」『地域レポート』1995年3月7日
- 佐藤主光(2011)「未曾有の東日本大震災による経済的損失の全貌 一橋大学大学院経済学研究科 佐藤主光教授緊急インタビュー」ダイヤモンド・オンライン特別レポート第138回
- 鈴木和志・竹中平蔵(1980)「今後のエネルギー価格上昇と成長経路の選択」『経済経営研究』vol.1-1 日本開発銀行設備投資研究所
- 大和総研(2011)「日本経済見通しー東日本大震災の影響をどう見るか?」『日本経済Monthly』2011年4月18日
- 舘佑太・落合勝昭(2011)「原子力発電前停止による地域・産業別影響の試算」*JCER Discussion Paper* No.132
- 電力中央研究所(2011)「東日本大震災のマクロ経済影響についてー電中研マクロ計量経済モデルによる試算ー」林田元就、浜渦純大、中野一慶、人見和美、星野裕子『(財)電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー』SERC11024
- 豊田利久・河内朗(1997)「阪神・淡路大震災による産業被害の推定」『国民経済雑誌』第176巻 第2号
- 豊田利久(1996)「地震と経済学 ー地震工学との接点を求めてー」『国民経済雑誌』第186巻 第1号
- 内閣府『防災白書』各年版
- 内閣府(2011a)「月例経済報告等に関する関係閣僚会議 震災対応特別会議資料ー東北地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析ー」2011年3月23日
- 内閣府(2011b)「東日本大震災における被害額の推計について」2011年6月24日

- 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』2011年12月、DP/11-01
- 永松伸吾(2008)『減災政策論入門』弘文堂
- 日本経済研究センター(2011)「第37回中期経済予測改訂」2011年6月14日
- 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
- 日本政策投資銀行(2011b)「大震災が地域経済に与える影響について～阪神・淡路大震災をケーススタディとして」2011年12月22日
- BNP PARIBAS(2011)「東日本大震災の被害額と復興費用の推計」『Weekly Economic Report』No.430
- 兵庫県(2005)「阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について」2005年10月
- みずほ総合研究所(2011)「東日本大震災の経済的影響をどうみるか～震災前水準への復帰には時間がかかる」『チーフエコノミストの視点』2011年4月12日
- 三菱総合研究所(2011)「2010～2012年度の内外景気見通し(東日本大震災後の改定値)」2011年4月18日
- 三菱東京UFJ銀行(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」『経済レビュー』No.2011-1
- RITEシステム研究グループ(秋元圭吾・佐野史典・本間隆嗣・小田潤一郎)(2012)「中長期の電力供給と地球温暖化対策の分析・評価」(財)地球環境産業技術研究機構 2012年2月27日公表レポート
- APEC (2005), “Chapter Two: The Economic Impact of Terrorism and Counter-Terrorism in the APEC Region,” *2005 APEC Economic Outlook*, 2005
- BEA(2006), “Business Situation Final Estimates for the Third Quarter of 2005,” *Survey of Current Business*, January 2006
- Bram, J., Orr, J. and Rapaport, C. (FRBNY)(2002), “Measuring The Effects of the September 11 Attack on New York City,” *FRBNY Economic Policy Review* , November 2002
- Bruno, M. and J. Sachs (1985), *Economics of Worldwide Stagflation*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Bureau of Economic Analysis (BEA)(2005) “Damages and Insurance Settlement from the Third-quarter Hurricanes,” December 21, 2005
- Bureau of Labor Statistics (BLS) (2006), “Hurricane Katrina’s effects on industry employment and wages,” *Monthly Labor Review*, August 2006
- City of New York (NYC)(2001), “The impact of the September 11 WTC Attack on NYC's Economy and City Revenues,” October 4, 2001
- NYC(2002), “One Year Later: The Fiscal Impact of 9/11 on New York City,” September 4, 2002
- NYC(2005), “The Impact of the September 11 WTC Attack on NYC’s Economy and City Revenues,” October 4, 2001

Congressional Budget Office (CBO)(2005a), "Macroeconomic and Budgetary Effect of Hurricane Katrina," September 6, 2005

CBO (2005b), "The Macroeconomic and Budgetary Effects of Hurricanes Katrina and Rita: An Update," September 29, 2005

CBO (2005c), "Macroeconomic and Budgetary Effects of Hurricanes Katrina and Rita," *CBO Testimony*, October 6, 2005

Congressional Research Service(CRS)(2005), "The Macroeconomic Effects of Hurricane Katrina," *Report for Congress,RS22260*

CRS(2002), "The Economic Effects of 9/11: A Retrospective Assessment," *Report for Congress, RL31617*

Economic Statistics Administration, U.S. Department of Commerce, (ESA)(2005), "Hurricane Katrina: Economic Impacts 3-1/2 Months after Landfall," December 2005

GAO (2002), "Impact of Terrorist Attack on the World Trade Center," GAO-02-700R

Joint Economic Committee (JEC) (2005), "Potential Economic Impacts of Hurricane Katrina," *Background Analysis*, September 2005

Kuroda, M., K. Yoshioka, and D. W. Jorgenson (1984), "Relative Price Changes and Biases of Technical Change in Japan," *Economic Studies Quarterly* vol. 35, no.2 (August), pp. 116-138.

New York City Partnership and Chamber of Commerce (NYCP) (2001), "Economic Impact Analysis of the September 11th Attack on New York," November 2001

RMS (2005), "Hurricane Katrina: Profile of a Super Cat: Lessons and Implications for Catastrophe Risk Management," October, 2005.

Roberts, B. W.(DHS)(2009), "The Macroeconomic Impact of the 9/11 Attack: Evidence from Real-Time Forecasting," Department of Homeland Security *Working Paper* August 2009

World Bank (2011), "The Recent Earthquake and Tsunami in Japan: Implications for East Asia," *World Bank East Asia and Pacific Economic Update 2011*, vol. 1

図表

表 1-1 阪神・淡路大震災の直接被害額推計(億円)

発表者		兵庫県	豊田・河内
発表年月日		1995年4月5日	1997年
直接被害額		99,268	132,682
資本ストック内訳	1 建築物	58,000	1-15の 99,268 を前提として 調整
	2 鉄道	3,439	
	3 高速道路	5,500	
	4 公共土木施設(高速道路を除く)	2,961	
	5 港湾	10,000	
	6 埋立地	64	
	7 文教施設	3,352	
	8 農林水産関係	1,181	
	9 保健医療・福祉関係施設	1,733	
	10 廃棄物処理・し尿処理施設	44	
	11 水道施設	541	
	12 ガス・電気	4,200	
	13 通信・放送施設	1,202	
	14 商工関係	6,300	
	15 その他の公共施設等	751	
修正	直接被害額過小額		33,874
	直接被害額(産業面)		59,274
	上記の重なり部分		-25,400
	鉄道部門過大推計		-460

発表者		さくら総研
発表年月日		1995年3月7日
直接被害額		53,898
生産活動に直接影響する資本ストック	1 建築物	19,000
	2 鉄道	3,530
	3 高速道路	6,000
	4 公共土木施設(高速道路を除く)	2,314
	5 港湾	10,400
	6 埋立地	0
	7 文教施設	177
	8 農林水産関係	975
	9 保健医療・福祉関係施設	0
	10 廃棄物処理・し尿処理施設	41
	11 水道施設	521
	12 ガス・電気	4,200
	13 通信・放送施設	440
	14 商工関係	6,300
	15 その他の公共施設等	0
産業別	第1次産業	975
	第2次産業	16,170
	第3次産業	36,753
	合計	53,898

発表者		小西
発表年月日		1996年3月
直接被害額		52,925
産業別資本ストック	製造業	12,630
	建設業	3,540
	卸小売業	8,104
	金融保険業	709
	不動産業	6,883
	運輸通信業	8,641
	サービス業	8,905
その他産業		0

表 1-2 阪神淡路大震災による域内・域外の経済・産業への影響

発表者	さくら総合研究所	小西	豊田・河内	芦谷・地主	日本政策投資銀行
発表日	1995年3月7日	1996年3月	1997年8月	2001年1月	2011年12月22日
出所	「阪神大震災の兵庫県下の生産活動に及ぼす影響」	「阪神・淡路大震災の経済復興に関する計量分析」『産研論集』第23号	「阪神・淡路大震災による産業被害の推定」『国民経済雑誌』第176巻 第2号	「被災地域産業連関表の推計とその応用」『国民経済雑誌』第183巻 第1号	「大震災が地域経済に与える影響について～阪神・淡路大震災をケーススタディとして～」
国内・域内経済への影響	<ul style="list-style-type: none"> 資本ストックの減少に伴う直接的な産出量減少:5兆6561億円 経済波及効果を含む産出減少額:7兆2964億円(GDPベース:3兆4872億円) 	<ul style="list-style-type: none"> 民間資本ストックが5兆3500億円毀損した前提で、ある程度の復興需要があった場合に、県内総生産の累計額の、震災がなかった場合からの減少額。 ①1995年度～2000年度計:4.3兆円 ②1995年度～2005年度計:7.9兆円 	<ul style="list-style-type: none"> 被災後1年間の間接被害額は、7兆2300億円。 ↑神戸商工会議所の会員企業アンケートと被災地の被災度を加味して推計 	<ul style="list-style-type: none"> 兵庫県の県内総生産の震災による影響の推計は以下 ・94年度:▲1兆円 ・95年度:0.8兆円(復興需要) ・96年度:0.8兆円 →生産も98年度には復旧 	<ul style="list-style-type: none"> 兵庫県の県内総生産(GRP)は ・95年第1四半期:▲1.2% ・95年第2四半期:+5.7% →以後5四半期はプラス成長 ・97年からは、復興需要一服で伸びはマイナス基調となり、全国との格差が拡大
域内雇用への影響		<ul style="list-style-type: none"> 民間資本ストックが5兆3500億円毀損した前提で、ある程度の復興需要があった場合に、年間の県内雇用が、震災がなかった場合と比べてどれだけ少ないか。 ①1995年度～2000年度平均:9.7万人 ②1995年度～2005年度平均:8.2万人 			<ul style="list-style-type: none"> 兵庫県の有効求人倍率は復興需要により、95、96、97年は回復したが、その後は低迷。 ・新規求人数は、95、96年度は特に建設業で高まったが98年度には震災前の水準に低下。
域内産業への影響	<ul style="list-style-type: none"> ①資本ストック減少に伴う産出額減 ・第1次産業:180億円 ・第2次産業:2兆9255億円 ・第3次産業:2兆7126億円 ②波及効果を含む産出額減 ・第1次産業:592億円 ・第2次産業:3兆5922億円 ・第3次産業:3兆6450億円 	<ul style="list-style-type: none"> ○域内経済への影響、1995年度～2005年度計:7.9兆円減少の産業別内訳 ・製造業:3.6兆円 ・建設業:(1.5兆円増)(復興需要) ・卸小売業:2.0兆円 ・金融保険業:0兆円 ・不動産業:1.3兆円 ・運輸通信業:1.6兆円 ・サービス業:0.9兆円 ↑当該産業の生産関数に資本ストックの減少を反映させたもの 		<ul style="list-style-type: none"> ・1990年と95、97年の産業連関表を推計し、復興需要の誘発効果や産業構造の変化を分析。 ・直接被害9.9兆円(兵庫県)を復興需要として、需要の誘発を計測。 ・生産能力の低下により、需要が移入として域外に漏出 ・震災により鉄鋼をはじめとした製造業の比率が低下、サービス化が進んだ 	<ul style="list-style-type: none"> ・兵庫県は震災後に工場移転が急増し、製造品出荷額は全国との格差が拡大 ・観光は95年度に大幅下落のあと、98年度にかけ急回復。 ・港湾は震災後、輸出入額の国内シェアの低下が続いた。特に中継貿易で落ち込みが大きい。 ・復興需要は95、96、97年度に集中し、以後公共投資額は減少
全国産業への影響					
その他の経済的・産業的影響		<ul style="list-style-type: none"> ・復興需要の大きさや、域内生産での需要充足度を加味したシナリオも検討 			

表 1-3 9/11 の直接被害額推計(億ドル)

発表者	NYC	NYCP	NYC	FRBNY
発表年月日	2001年10月4日	2001年11月	2002年9月4日	2002年11月
直接被害額	450	300	294	305
物的資本	340	300	218	216
WTC複合施設	67		67	67
WTC周辺の損壊建物	53		45	45
WTC複合施設内の財	技術喪失 130		52	52
インフラ	90		43	37
地下鉄				8.5
道路				5.5
施設				23
清掃と現場修復	(140)*	(140)*	11	15
人的損失	110		87	78

* NYC(2001)とNYCP(2001)の、清掃と現場修復費は、物的資本の直接被害額とは別枠であり、合計には含まれていない

表 1-4 9/11 による域内・域外の経済・産業への影響

発表者	NYC	NYCP	NYC	CRS	CRS	DHS
発表時期	2001年10月4日	2001年11月	2002年9月4日	2002年9月27日	2004年10月5日	2009/8
出所	"The Impact of the September 11 WTC Attack on NYC's Economy and City Revenues"	"Economic Impact Analysis of the September 11th Attack on New York City"	"One Year Later - The Fiscal Impact of 9/11 on New York City"	"The Economic Effects of 9/11: A Retrospective Assessment," CRS Report of for the Congress RL 31617.	"9/11 Terrorism: Global Economic Costs," CRS Report for the Congress RL 21937	"The Macroeconomic Impact of the 9/11 Attack: Evidence from Real-Time Forecasting." Working Paper
国内・域内経済への影響	<ul style="list-style-type: none"> 直接被害450億ドル(施設340億ドル、人的被害110億ドル)、 間接被害450~600億ドル(復興状況により変わる) 		<p>ニューヨーク市のGDP(市内総生産)は、2001年に115億ドル、2002年に158億ドル減少。2003年と2004年合計で、250億ドル~370億ドル減少して、2001年~2004年合計の減少額は、523億ドル~643億ドル</p>	<ul style="list-style-type: none"> ニューヨーク市のGRPは2001年、2002年合計で273億ドル減少。税金も2002,2003年度計で30億ドル減少。 連邦からの支援は267億ドル(112億ドルは保障など、50億ドルは経済インセンティブ)、55億ドルはインフラ) 	<ul style="list-style-type: none"> 世界経済にもマイナスの影響。DRIの予測によると、9/11の前と後で、GDP成長率の見直しは、2001年で▲1.4%、2002年で▲1.2%。これには9/11以外の要因もあるが、世界のGDPの1%は、3千億ドルに相当する。 	
域内雇用への影響	<ul style="list-style-type: none"> 産業(商業、サービス、金融など)での雇用の喪失は11万5千人と推計される。 	<ul style="list-style-type: none"> 金融関係では、32400人分の職がタウン・ミッドタウンへ、19000人分の職がニューヨーク市外へ移動。 2001年に旅行関係で25000人分の職が失われた 	<ul style="list-style-type: none"> WTCで勤務する人5万人、周辺ビルの勤務者5万人の計10万人は職場を失った。 	<ul style="list-style-type: none"> 13万人がレイオフされた 	<ul style="list-style-type: none"> 米国の旅行関連産業での雇用は、2001年から2002年にかけて27万人減少した。 	
域内産業への影響	<ul style="list-style-type: none"> 間接被害のうち、産業活動の低下に伴う分が210億ドルと推計される。 間接被害には、直接被災した分だけではなく、NYCから産業が出ていくことに伴う賃料収入の減少や賃金収入の減少も考慮している。集積の低下もこの形で絞殺。 	<ul style="list-style-type: none"> 2005年末までニューヨークの金融サービスの損失は42億ドル。 2003年にかけて、旅行関係の損失は、年間70億ドル~130億ドル。 ニューヨーク市の小売の減少額は、年率で76億ドル。 このレポートではコンサル会社が、さまざまな産業へのインパクトを検証している。 	<ul style="list-style-type: none"> 航空産業は、空港の閉鎖により1週間で100億ドルの損失を被り、11万8千人が2週間レイオフされた。 ニューヨーク市の観光産業(劇場、ホテル、運輸)が大きな打撃を受けた 証券市場の閉鎖など金融への影響も大。 	<ul style="list-style-type: none"> WTC近辺の中小企業18000社が廃業などの影響を受けた。 		
全国産業への影響	<ul style="list-style-type: none"> 航空産業への影響は全国規模でみて100億ドルに上り、レイオフも11万8千人と推計している。 			<ul style="list-style-type: none"> 航空産業は、下降気味だったが9/11で壊滅的な打撃を受け、政府から150億ドルの支援を受けた。ボーイングも影響を受けた。 保険産業は人的物的保険支払で400億ドル。テロの引き受けを制限。 農業も輸送の遅れで被害。食品産業はバイオテロのリスク高まる。 セキュリティコストの上昇は各方面に影響。 金融緩和などが奏功して落込抑止。 	<ul style="list-style-type: none"> 保険会社は、テロ保険から手を引いた。2002年にTRIAが成立して、保険は再開したが、保険料は上昇した。 欧州では、財産への保険料は約30%上昇した。 航空産業への政府支援にもかかわらず、倒産した企業もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 9/11によるGDPの押し下げ効果は、2001年で0.5%程度であり、失業率を0.11%引き上げ、59万8千人の職を奪った。 →この推計は、月次のreal-time予測が、9/11の前と後で平均して、0.5%程度低下したことをとらえたイベントスタディによるものである。
その他の経済的・産業的影響				<ul style="list-style-type: none"> 先行きの不透明感(unpredictable)が自然災害とは大きく違う。 	<ul style="list-style-type: none"> 国のセキュリティに振り向けられる資源もコストである。 	

表 1-5 ハリケーン・カトリーナの直接被害額推計(億ドル)

発表者	RMS	CBO	BEA
発表年月日	2005年9月9日	2005年10月6日	2005年12月21日
直接被害額	400～600	700～1300	960
フロリダ上陸	10～20		
沖合エネルギー施設	20～50		
ルイジアナ他風害	200～250		
ニューオーリンズ水害	150～250		
その他の損害	20～30		
住宅		170～330	
耐久消費財		50～90	
エネルギー分野		180～310	
その他民間分野		160～320	
政府		130～250	
個人資産			701
企業資産			222
政府企業			37

表 1-6 ハリケーン・カトリーナによる域内・域外の経済・産業への影響

発表者	JEC	CBO	BEA	BLS
発表時期	2005年9月	2005年10月6日	2005年12月15日	2006年8月
出所	"Potential Impacts of Hurricane Katrina"	"Macroeconomic and Budgetary Effects of Hurricane Katrina and Rita," <i>CBO Testimony</i>	"Hurricane Katrina: Economic Impacts 3-1/2 Months after Landfall,"	"Hurricane Katrina's effects on industry employment and wages," Bureau of Labor Statistics, <i>Monthly Labor Review</i>
国内・域内経済への影響	・2005年後半の全国のGDPを年率で0.5-1.0%低下させる。(CBOの試算を引用)	・直接被害は「住宅」、「エネルギー」、「政府資本」などで、700~1300億ドル ・間接被害は、2005年第3四半期の全国のGDPを1~1.5%程度引き下げる。 ・石油価格の上昇などで、消費者物価を、1%程度押し上げる。	・2005年後半の全国のGDPを年率で0.5-1.0%低下させる。(各種経済予想から) ↑ 現実のGDPは前期より加速し、影響はほとんどなかったとの評価	
域内雇用への影響	・40万人の職が奪われる(CBO)の記述を採用	・被災地域の雇用喪失は、29万3千人~48万人と推計。	・60万人の職が奪われた(Katrina, Rita, Wilma)の影響についての労働省の試算を採用)	○CESとQCEWという2つの雇用調査から、被災地の雇用喪失を推計している。 ①CESによれば、2004/9-2005/9のルイジアナ州の雇用喪失は18万人②QCEWによれば、2005/4Qの被災地の前年比雇用減は18万人。
域内産業への影響	9月半ばで、全米の石油精製の5%に当るプラントが休止中。	○エネルギー産業に大きな影響 ・湾岸の原油生産施設の90%、天然ガス生産施設の70%が休止	①10月にはメキシコ湾エリアの、原油生産の61%と天然ガス生産の51%が停止。12月でも石油の28%、天然ガスの23%が停止 ②3州(ルイジアナ、ミシシッピ、アラバマ)の雇用の18%を占める観光業に痛手。26万人の雇用が影響を受けた。	
全国産業への影響				
その他の経済的・産業的影響	・石油価格の上昇を通じてCPIを押し上げ。予想平均でCPIを0.7%~1.0%押し上げ。		・建設資材価格の上昇	

表 1-7 東日本大震災の直接被害額推計(億円)

発表者		内閣府	
発表年月日		2011年3月23日	
想定被災率のケース		ケース 1	ケース 2
直接被害額		160,000	250,000
資本 内 訳 ス ト ック	建築物	110,000	200,000
	電気・ガス・水道	10,000	10,000
	社会インフラ (道路・港湾)	20,000	20,000
	他の社会資本	20,000	20,000

(注) 1. 2011年3月23日には直接被害額の合計のみが公表され、内訳は2011年12月に公表された。
 2. ケース 1 は津波被害のあった地区の損壊率を阪神・淡路の2倍程度としたケース。ケース 2 は津波被害のあった地域の建築物の損壊率を80%程度としたケースである。

発表者		関西社研	
発表年月日		2011年4月12日	
直接被害額		177,800	
資本 ス ト ック 内 訳	住宅	52,000	
	社会インフラ	72,400	
	民間企業設備	36,200	
	自動車・船舶	12,800	
	流津在庫等	4,400	

発表者		三菱総研	
発表年月日		2011年4月18日	
直接被害額		141,000-181,000	
資本 ス ト ック 内 訳	社会資本	58,000-71,000	
	道路	11,000-14,000	
	港湾	12,000-13,000	
	水道・下水道・廃棄物処理	5,000-6,000	
	都市公園	1,000	
	文教施設	6,000-8,000	
	治山・治水・海岸	5,000-7,000	
	農業・漁業	17,000-21,000	
	住宅	23,000-31,000	
	企業設備	53,000-73,000	
	建物	34,000-46,000	
	機械・設備	20,000-27,000	
	在庫	6,000	
	製造業在庫	4,000	
商業商品手持額	2,000		

発表者		日本政策投資銀行		
発表年月日		2011年4月28日		
4県計		内陸部	沿岸部	合計
直接被害額		46,120	117,610	163,730
資本 内 訳 ス ト ック	生活・社会インフラ	24,030	59,850	83,870
	住宅	1,090	22,850	23,940
	製造業	6,500	9,870	16,370
	その他	14,510	25,040	39,550

発表者		内閣府	
発表年月日		2011年6月24日	
直接被害額		169,000	
資本 ス ト ック 内 訳	建築物等	104,000	
	ライフライン施設	13,000	
	社会基盤施設	22,000	
	農林水産関係	19,000	
	その他	11,000	

発表者		電力中央研究所	
発表年月日		2011年8月30日	
直接被害額		170,409	
資本 内 訳 ス ト ック	住宅	25,140	
	民間資本ストック	41,642	
	社会資本ストック	103,627	

表 1-8 東日本大震災による域内・域外の経済・産業への影響

発表者	佐藤主光	内閣府	関西社会経済研究所	大和総研	三菱総研究所	電力中央研究所	本稿(第2章)推計
発表日	2011年3月15日	2011年3月23日	2011年4月12日	2011年4月18日	2011年4月18日	2011年8月29日	2012年3月
出所	「未曾有の東日本大震災による経済的損失の全貌」『ダイヤモンドオンライン特別レポート』第138回	「東北地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析」『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』	「東日本大震災による被害のマクロ経済に対する影響」『KISER Report』	「日本経済Monthly」	「2010～2012年度の内外景気見通し(東日本大震災後の改定値)」『日本経済Monthly』	「東日本大震災のマクロ経済影響について-電中研マクロ計量経済モデルによる試算」林田他『電力中央研究所ディスカッションペーパー』SERC11024	「東日本大震災の経済的影響-過去との比較、サプライチェーンの寸断効果、電力供給制約の影響-」『RIETI Policy Discussion Paper』
国内・域内経済への影響	○直接被害:24～35兆円 ○地域GDPの損失:6.3兆円～9.3兆円。	○直接被害:16～25兆円 ○GDPの減少額:年間6.2兆円～11.2兆円(GDPを500兆円として)	○直接被害:17.8兆円 ○GDPの減少額:6兆円	○震災による2011年度の実質GDP押し下げ効果。 ①サプライチェーン停滞▲0.3% ②電力不足▲1.1% ③消費マインド悪化▲0.4% →合計で▲1.8% ○復興需要による押し上げ ・3年間で復興なら:年間1.3%	○震災によるストック毀損額 ・14.1～18.1兆円 ○各年度の実質GDPに対して、大震災の影響は 2010年度:▲0.2% 2011年度:▲1.0% 2012年度:+0.6%	○震災によるストック毀損額 ・17兆円 ○各年度の実質GDPに対して、大震災の影響は 2010年度:▲0.1% 2011年度:▲1.3% 2012年度:+0.1%	○東北と関東の部品供給に代替性がない場合に、2011年3月～6月の生産抑制による、実質GDPへの影響は 2011年:▲1.3%
域内雇用への影響			○被災地域の従業者の雇用が1年間失われるとして計算	①サプライチェーン途絶の波及効果で自動車生産が40万台減で、雇用6.5万人減			
域内産業への影響			○被災地域の従業者/県全体の従業者×県内総生産が、1年間生産停止したと考える。 被災地域の主要な生産減は ・農林水産:0.3兆円 ・製造業:2.1兆円 ・卸売小売等:1.1兆円 ・サービス業:1.3兆円 等を併せて、計8.9兆円の生産(粗生産ベース)が喪失	○全国的な影響ではあるが、域内でより顕著 ①サプライチェーン途絶の波及効果で自動車生産が40万台減(全国) ②電力供給が12%減で、IIPが11%減、GDPへの影響は最終的に▲1.1% ③消費マインド悪化や買いだめ反動でGDPが▲0.4%		○被災による復興需要は消費減を上回るが、生産面の制約も大きい。 ○実質GDP▲1.3%の寄与度内訳は ・復興需要:+1.0% ・個人消費:▲0.6% ・生産制約:▲1.9% ○2011年度の+0.1%の寄与度内訳は ・復興需要:+0.6% ・生産制約:▲0.4%	○被災による直接的な生産への影響は非製造業に多いが、サプライチェーンを通じた波及効果は製造業に顕著。 ○東北と関東で代替がない場合には、化学素材、鉄鋼、一般機械、電子部品、自動車関連部門などで大きな影響。
全国産業への影響		・サプライチェーンを通じた生産減:1.2兆円程度(半年のみ)	○地域間産業連関表により全国で11.7兆円の生産減				
その他経済的・産業的影響							

表 2-1 東日本大震災直後の地域別製造業生産水準の落ち込み

	2011年2月から3月の製造業生産指数(注1)		3月11日の震災前後に振り分け(注2)		震災直後の 生産落ち込み率(注3)
	2011年2月	2011年3月	3月10日まで	3月11日以降	
北海道	97.0	91.1	97.0	88.2	0.1
東北	99.7	64.7	99.7	47.2	0.5
関東	91.5	73.3	91.5	64.2	0.3
中部	100.3	82.1	100.3	73.0	0.3
近畿	101.7	96.6	101.7	94.1	0.1
中国	97.4	91.0	97.4	87.8	0.1
四国	102.0	103.6	102.0	104.4	0.0
九州	105.6	97.1	105.6	92.9	0.1

(注1)各地域経産局発表資料から。製造工業(鉱工業生産指数、季節調整済)。2005年=100。

(注2)震災直前まで2月の生産水準であったと想定し、3月生産指数の落ち込みは震災以降2/3カ月の落ち込みを反映しているとして計算。

(注3)3月10日までの指数に対する、3月11日以降の指数の落ち込み率。

図 2-1 実質純資本ストックベースの推定被害額

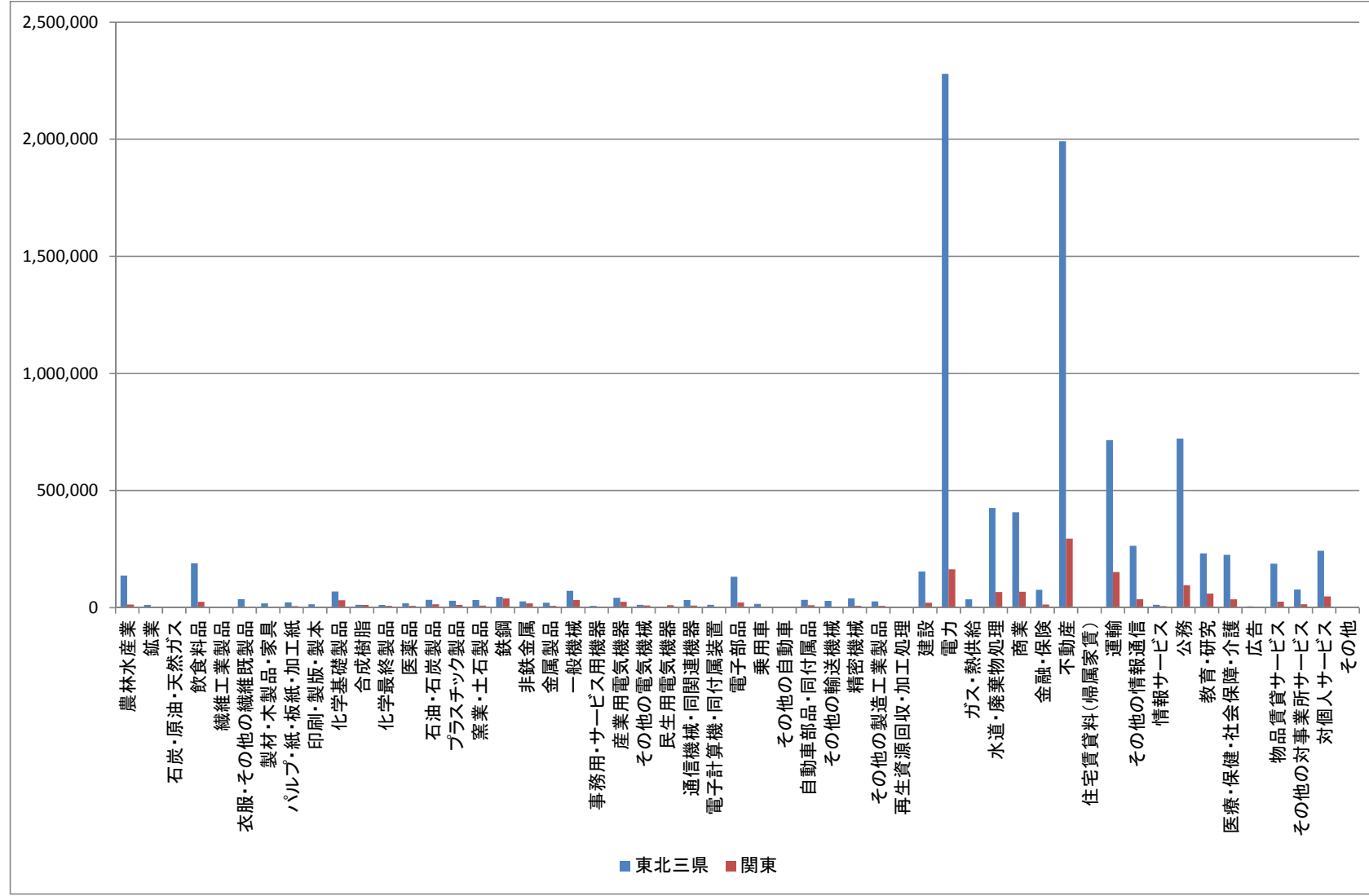


図 2-2 産出額ベースの推定被害額

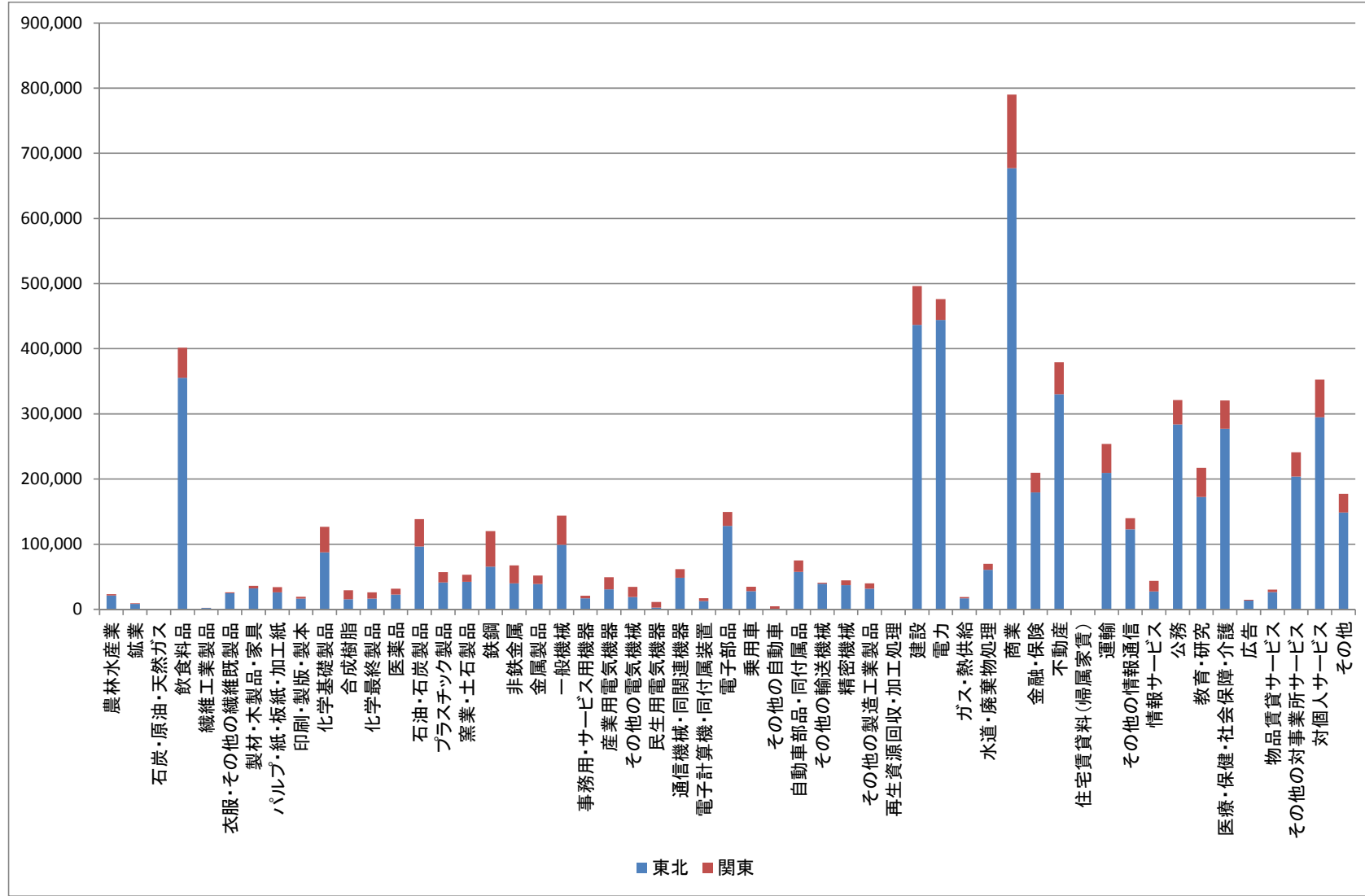


図 2-3 震災直後の地域別製造業生産落ち込み－産業前方連関の一次波及までの推計値と鉱工業生産指数からの実績値の比較

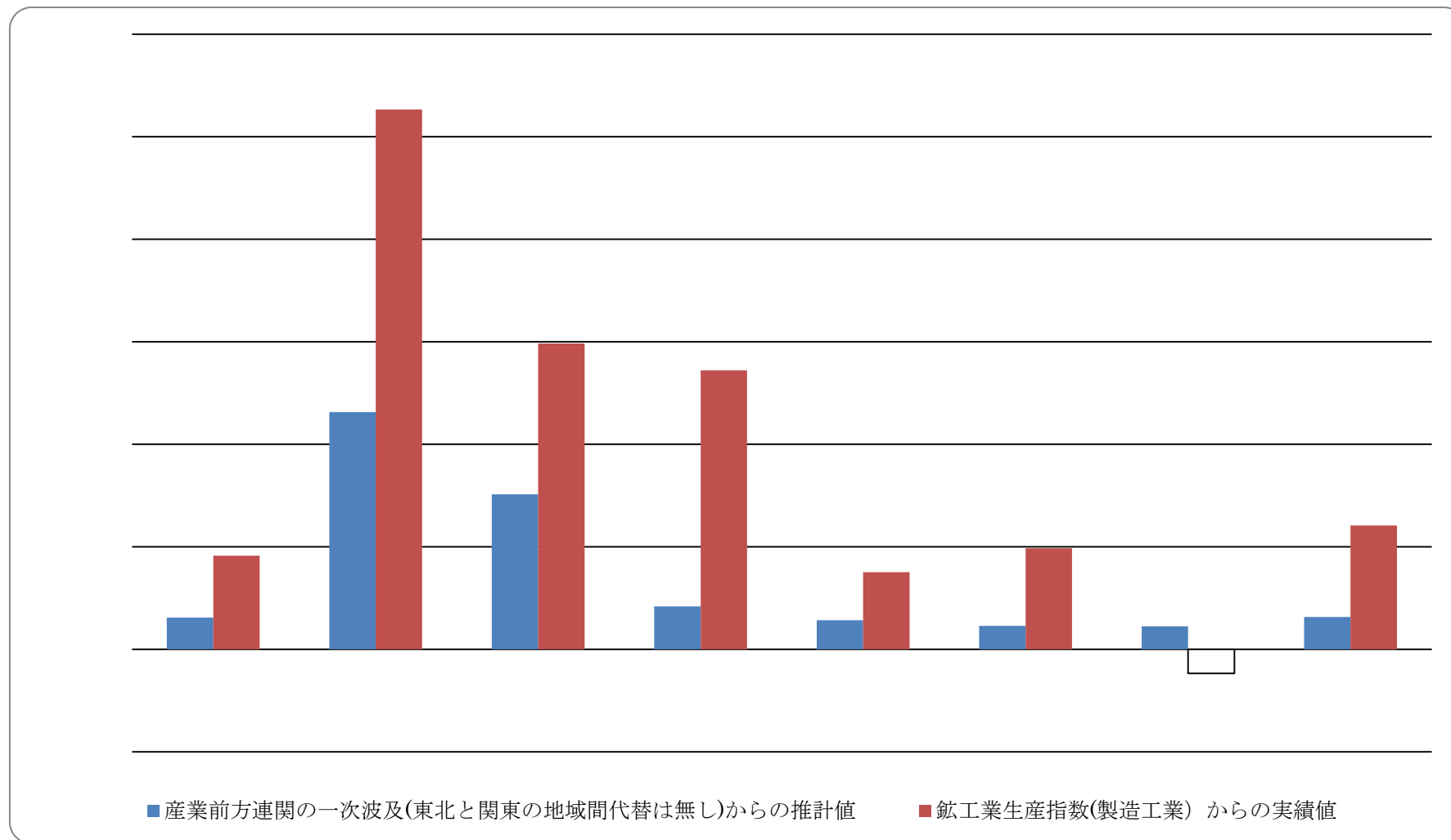


図 2-4 サプライチェーン途絶の一次波及効果—東北と関東で代替性なしの想定

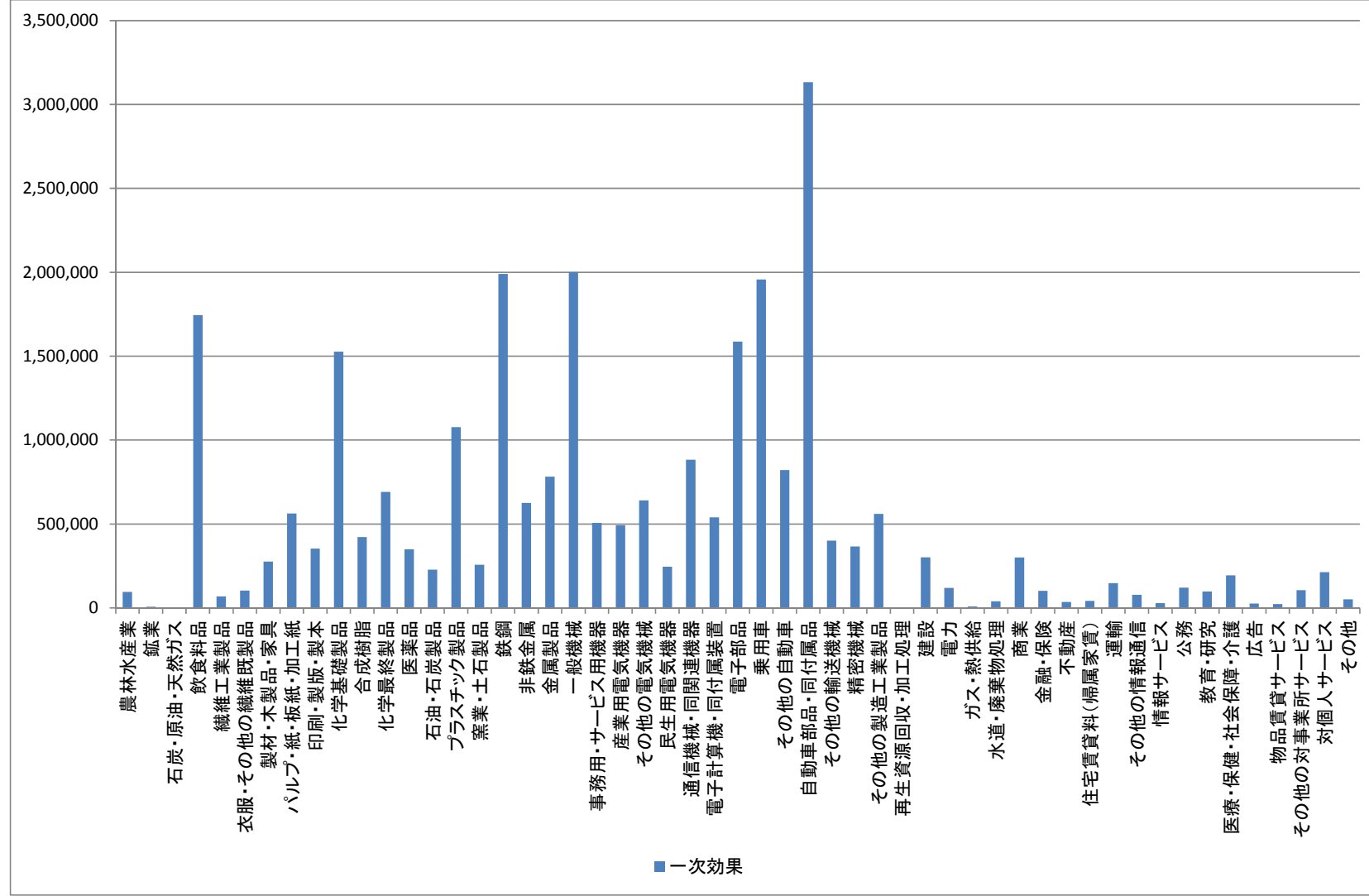


図 2-5 サプライチェーン途絶の全効果—東北と関東で代替性なしの想定

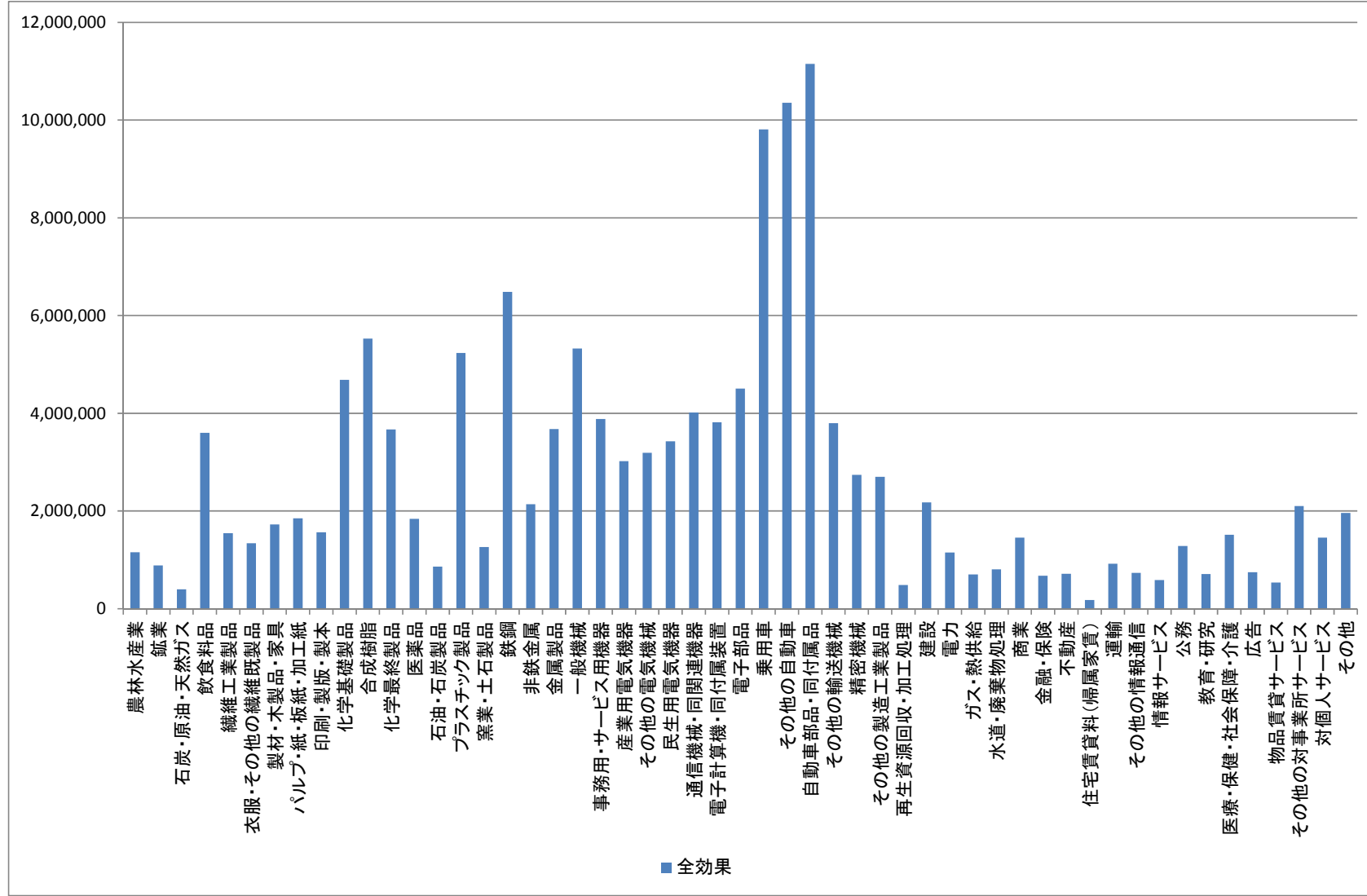


図 2-6 サプライチェーン途絶の一次波及効果—東北と関東で代替性ありの想定

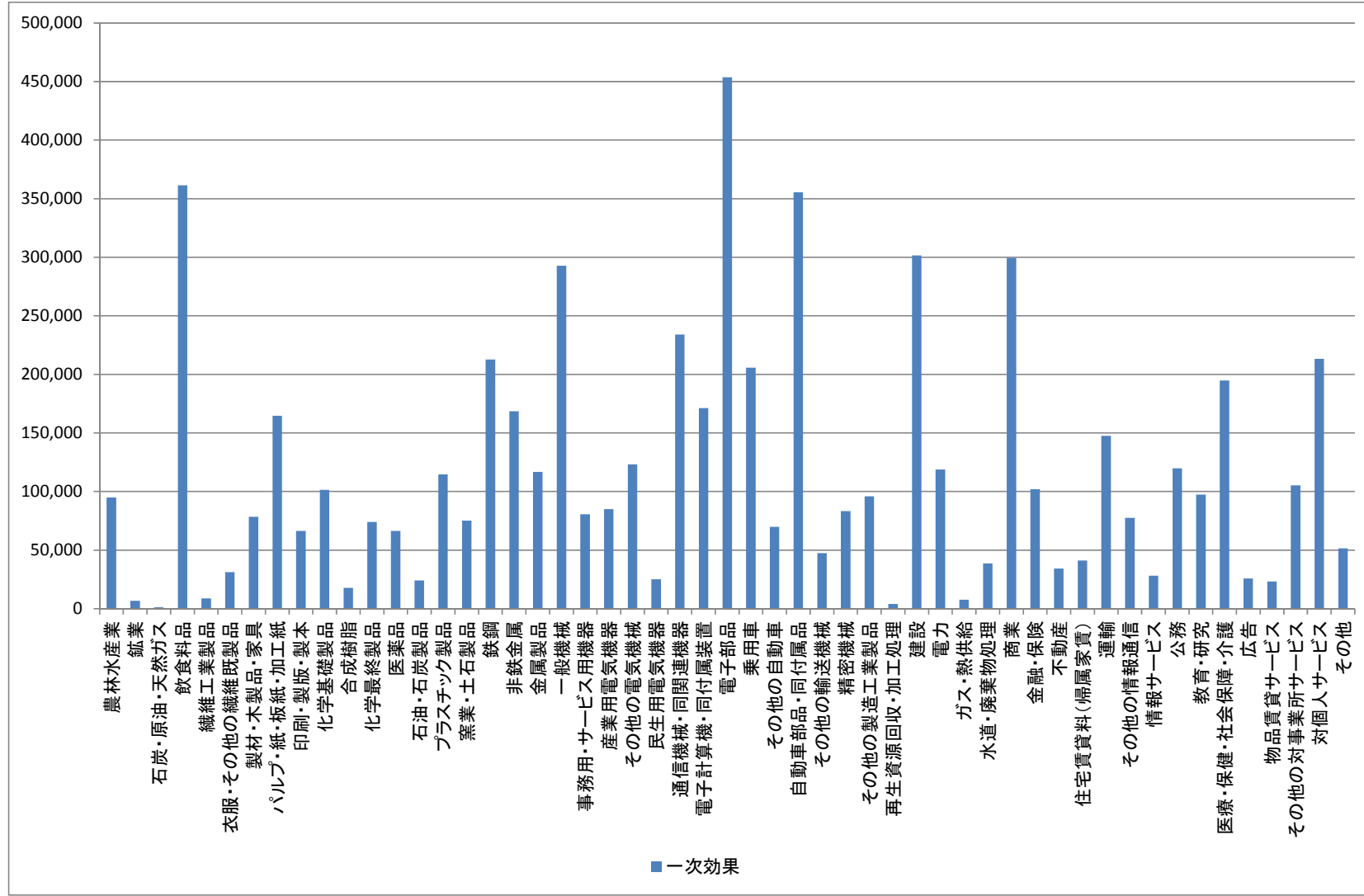


図 2-7 サプライチェーン途絶の全効果—東北と関東で代替性ありの想定

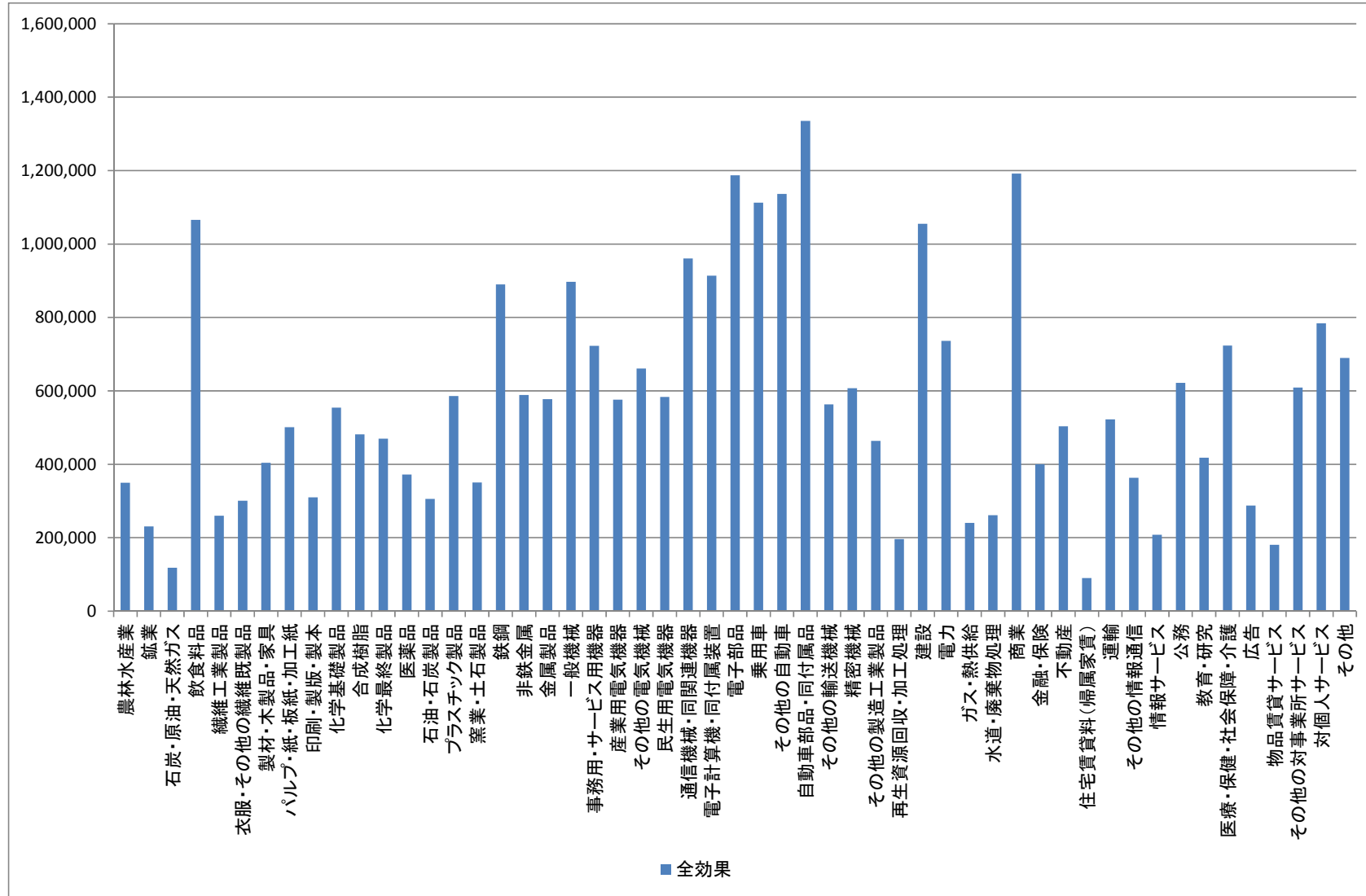


表 3-1 政府エネルギー・環境会議で決定された 2012 年夏の電力供給見通し

	(単位: 万kw)									
	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	9電力計
電力供給予備率 (マイナスの場合は 不足率)	-32	5	-807	41	-9	-605	33	-67	-216	-1656
()内は予備率(不 足率)	(-6.4%)	(0.3%)	(-13.4%)	(1.5%)	(-1.5%)	(-19.3%)	(2.7%)	(-11.3%)	(-12.3%)	(-9.2%)
最大電力需要	506	1480	6000	2709	573	3138	1201	597	1750	17954
供給力	474	1485	5193	2750	565	2533	1234	529	1534	16297
原子力	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
火力	369	1225	4455	2179	435	1854	1023	484	1178	13200
水力	70	169	316	143	140	238	49	60	110	1296
揚水	35	69	450	400	11	395	162	52	230	1804
地熱等	1	29	0	0	0	0	0	0	17	47
融通等	-1	-7	-28	28	-21	47	0	-67	0	-49

(資料) 2012年7月29日開催のエネルギー・環境会議における配布資料

表 3-2 電力会社別電源別発電比率 (2010 年度)

	(単位: %)									
	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
水力	11.73	11.33	4.27	7.09	17.56	11.46	7.37	7.12	5.03	0.00
火力	38.55	59.02	63.98	80.50	47.06	37.63	87.58	38.11	46.81	99.99
原子力	49.42	28.48	31.75	12.38	35.37	50.91	5.04	54.76	46.38	0.00
その他	0.31	1.17	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	1.78	0.01

(資料) 電気事業連合会

表 3-3 原発を火力で代替した場合の価格上昇率(価格分析による)

部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	産業別全地域平均
電力コストの上昇	16.01%	5.13%	8.12%	-1.71%	26.85%	-10.09%	28.06%	14.81%	0.00%	
農林水産業	0.19%	0.11%	0.13%	0.04%	0.27%	-0.02%	0.31%	0.21%	0.06%	0.15%
鉱業	0.58%	0.22%	0.25%	0.03%	0.78%	-0.18%	0.91%	0.62%	0.04%	0.36%
石炭・原油・天然ガス	0.73%	0.36%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.60%	0.00%	0.45%
飲食料品	0.31%	0.14%	0.17%	0.07%	0.38%	-0.03%	0.47%	0.27%	0.07%	0.21%
繊維工業製品	0.53%	0.28%	0.31%	0.09%	0.67%	-0.10%	0.80%	0.47%	0.13%	0.36%
衣服・その他の繊維既製品	0.61%	0.19%	0.21%	0.11%	0.44%	0.01%	0.53%	0.35%	0.12%	0.25%
製材・木製品・家具	0.35%	0.17%	0.18%	0.08%	0.45%	-0.04%	0.54%	0.32%	0.10%	0.23%
パルプ・紙・板紙・加工紙	0.37%	0.18%	0.19%	0.07%	0.39%	-0.01%	0.56%	0.36%	0.10%	0.25%
印刷・製版・製本	0.28%	0.16%	0.16%	0.07%	0.40%	0.01%	0.58%	0.39%	0.08%	0.21%
化学基礎製品	0.93%	0.29%	0.32%	0.08%	0.89%	-0.20%	0.81%	0.59%	0.08%	0.29%
合成樹脂	0.44%	0.23%	0.27%	0.13%	0.55%	-0.09%	0.46%	0.39%	0.00%	0.24%
化学最終製品	0.25%	0.19%	0.18%	0.10%	0.41%	-0.06%	0.67%	0.34%	0.11%	0.23%
医薬品	0.22%	0.13%	0.13%	0.07%	0.27%	-0.02%	0.29%	0.19%	0.08%	0.15%
石油・石炭製品	0.05%	0.03%	0.03%	0.01%	0.07%	-0.01%	0.08%	0.09%	0.01%	0.03%
プラスチック製品	0.51%	0.28%	0.30%	0.12%	0.67%	-0.07%	0.53%	0.51%	0.11%	0.32%
窯業・土石製品	0.49%	0.22%	0.22%	0.06%	0.56%	-0.15%	0.73%	0.40%	0.06%	0.26%
鉄鋼	0.52%	0.42%	0.33%	0.10%	0.86%	-0.18%	1.08%	0.52%	0.18%	0.33%
非鉄金属	0.37%	0.26%	0.30%	0.09%	0.74%	-0.15%	0.58%	0.51%	0.08%	0.30%
金属製品	0.32%	0.25%	0.24%	0.10%	0.57%	-0.08%	0.57%	0.39%	0.17%	0.30%
一般機械	0.33%	0.17%	0.19%	0.09%	0.41%	-0.01%	0.49%	0.30%	0.16%	0.22%
事務用・サービス用機器	0.29%	0.23%	0.20%	0.11%	0.40%	0.00%	0.32%	0.35%	0.17%	0.20%
産業用電気機器	0.36%	0.17%	0.20%	0.09%	0.37%	0.01%	0.34%	0.30%	0.15%	0.20%
その他の電気機械	0.36%	0.20%	0.19%	0.10%	0.44%	-0.05%	0.46%	0.32%	0.14%	0.26%
民生用電気機器	0.38%	0.18%	0.20%	0.11%	0.37%	0.01%	0.57%	0.31%	0.18%	0.26%
通信機械・同関連機器	0.29%	0.18%	0.19%	0.11%	0.35%	0.03%	0.33%	0.28%	0.00%	0.20%
電子計算機・同付属装置	0.60%	0.17%	0.18%	0.09%	0.34%	0.04%	0.34%	0.36%	0.00%	0.18%
電子部品	0.54%	0.25%	0.29%	0.10%	0.53%	-0.11%	0.95%	0.54%	0.00%	0.30%
乗用車	0.00%	0.17%	0.20%	0.13%	0.34%	0.04%	0.00%	0.22%	0.00%	0.16%
その他の自動車	0.28%	0.15%	0.20%	0.13%	0.31%	0.05%	0.19%	0.22%	0.00%	0.19%
自動車部品・同付属品	0.46%	0.22%	0.23%	0.11%	0.44%	0.00%	0.49%	0.29%	0.16%	0.18%
その他の輸送機械	0.37%	0.21%	0.22%	0.08%	0.52%	0.01%	0.52%	0.37%	0.09%	0.27%
精密機械	0.33%	0.20%	0.19%	0.08%	0.41%	0.00%	0.34%	0.29%	0.16%	0.22%
その他の製造工業製品	0.32%	0.19%	0.18%	0.09%	0.42%	-0.06%	0.46%	0.36%	0.09%	0.21%
再生資源回収・加工処理	0.48%	0.20%	0.27%	0.07%	0.71%	-0.18%	0.76%	0.37%	0.04%	0.26%
建設	0.20%	0.11%	0.12%	0.08%	0.24%	0.02%	0.24%	0.18%	0.07%	0.14%
事業用電力	16.60%	5.48%	8.48%	-1.70%	28.00%	-10.38%	29.46%	15.23%	0.03%	10.19%
自家発電	0.09%	0.05%	0.06%	0.03%	0.12%	0.00%	0.11%	0.09%	0.03%	0.06%
ガス・熱供給	0.31%	0.11%	0.19%	0.03%	0.35%	-0.11%	0.46%	0.35%	0.02%	0.21%
水道・廃棄物処理	0.88%	0.34%	0.43%	0.03%	1.27%	-0.34%	1.18%	0.80%	0.04%	0.54%
商業	0.31%	0.14%	0.13%	0.02%	0.40%	-0.13%	0.62%	0.31%	0.02%	0.18%
金融・保険	0.10%	0.05%	0.05%	0.02%	0.14%	-0.01%	0.17%	0.10%	0.02%	0.07%
不動産	0.22%	0.08%	0.09%	0.01%	0.27%	-0.06%	0.31%	0.16%	0.01%	0.12%
住宅賃貸料(帰属家賃)	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.02%	0.01%	0.00%	0.01%
運輸	0.27%	0.11%	0.20%	0.02%	0.58%	-0.10%	0.36%	0.24%	0.04%	0.23%
その他の情報通信	0.19%	0.09%	0.11%	0.03%	0.28%	-0.05%	0.33%	0.19%	0.04%	0.13%
情報サービス	0.16%	0.09%	0.09%	0.02%	0.22%	-0.07%	0.39%	0.18%	0.03%	0.10%
公務	0.28%	0.15%	0.17%	0.03%	0.48%	-0.12%	0.56%	0.31%	0.04%	0.22%
教育・研究	0.36%	0.16%	0.20%	0.02%	0.52%	-0.18%	0.65%	0.37%	0.01%	0.24%
医療・保健・社会保障・介護	0.23%	0.11%	0.13%	0.04%	0.34%	-0.07%	0.36%	0.22%	0.04%	0.17%
広告	0.15%	0.09%	0.11%	0.04%	0.27%	-0.04%	0.32%	0.17%	0.05%	0.13%
物品賃貸サービス	0.06%	0.04%	0.04%	0.02%	0.10%	-0.01%	0.10%	0.07%	0.02%	0.05%
その他の対事業所サービス	0.15%	0.10%	0.09%	0.04%	0.21%	-0.02%	0.22%	0.16%	0.05%	0.11%
対個人サービス	0.40%	0.18%	0.19%	0.04%	0.53%	-0.12%	0.63%	0.39%	0.04%	0.25%
その他	0.29%	0.16%	0.18%	0.09%	0.39%	-0.01%	0.45%	0.29%	0.10%	0.21%
地域別全産業平均	0.52%	0.34%	0.24%	0.03%	0.82%	-0.23%	1.01%	0.53%	0.04%	0.34%

表3-4 東京電力2割値上げの地域別産業別価格への影響(価格分析による)

部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	産業別全 地域平均
電力コストの上昇	0.160112	0.051349	0.2	-0.01712	0.268523	-0.10093	0.28058	0.1481	0	
農林水産業	0.002033	0.001358	0.002532	0.000653	0.002807	-0.00014	0.003225	0.002245	0.000676	0.001966
鉱業	0.005945	0.002661	0.005092	0.000683	0.007944	-0.00169	0.00922	0.006305	0.000514	0.004535
石炭・原油・天然ガス	0.007494	0.004346	0.007241	0	0	0	0	0.006086	0	0.006972
飲食料品	0.003346	0.001777	0.00312	0.00107	0.004023	-6.1E-05	0.004875	0.00281	0.000903	0.002785
繊維工業製品	0.005659	0.003464	0.005623	0.001382	0.006994	-0.00076	0.008201	0.004995	0.001752	0.004383
衣服・その他の繊維既製品	0.006405	0.002442	0.003402	0.001472	0.004683	0.000383	0.005536	0.003771	0.001458	0.003089
製材・木製品・家具	0.003725	0.002202	0.003381	0.001232	0.004725	-0.00025	0.005588	0.003401	0.001316	0.002909
パルプ・紙・板紙・加工紙	0.003392	0.002265	0.003587	0.001142	0.004271	8.11E-05	0.005878	0.003771	0.001252	0.003341
印刷・製版・製本	0.003015	0.00203	0.00301	0.001068	0.004251	0.000344	0.005998	0.004081	0.000961	0.002989
化学基礎製品	0.009799	0.003721	0.006301	0.001496	0.009251	-0.00174	0.008574	0.006158	0.001085	0.004401
合成樹脂	0.0058	0.003261	0.005416	0.002351	0.005923	-0.0004	0.004964	0.004456	0	0.004123
化学最終製品	0.003014	0.002707	0.003286	0.001545	0.004547	-0.00011	0.007205	0.003732	0.001602	0.003314
医薬品	0.002656	0.001821	0.002457	0.001054	0.002992	0.000112	0.003227	0.002195	0.001245	0.002235
石油・石炭製品	0.000571	0.000367	0.000579	0.000115	0.000704	-9E-05	0.000877	0.000981	8.46E-05	0.000442
プラスチック製品	0.005866	0.003849	0.005869	0.001965	0.007349	-9.1E-05	0.00618	0.005713	0.001794	0.004743
窯業・土石製品	0.00517	0.002807	0.004359	0.000971	0.005811	-0.00135	0.007462	0.004186	0.000749	0.003395
鉄鋼	0.005657	0.005196	0.006292	0.001554	0.008906	-0.00154	0.011129	0.00535	0.002008	0.004494
非鉄金属	0.00428	0.003268	0.005784	0.001346	0.007779	-0.00125	0.005864	0.005305	0.001007	0.004274
金属製品	0.003673	0.003226	0.004605	0.001484	0.006023	-0.00051	0.005895	0.004223	0.00201	0.004007
一般機械	0.003671	0.002327	0.003418	0.001382	0.004397	0.000181	0.005236	0.003291	0.002078	0.003012
事務用・サービス用機器	0.003639	0.003123	0.003492	0.001667	0.004447	0.000448	0.003647	0.003886	0.002417	0.003012
産業用電気機器	0.004049	0.002408	0.003751	0.001355	0.004035	0.000467	0.003736	0.003392	0.002037	0.002911
その他の電気機械	0.004104	0.002721	0.003354	0.00152	0.004836	-0.00018	0.005037	0.003531	0.002134	0.003557
民生用電気機器	0.004254	0.002487	0.003612	0.001592	0.004142	0.000541	0.006106	0.003393	0.002763	0.003522
通信機械・同関連機器	0.003714	0.002559	0.003281	0.001604	0.003919	0.000778	0.003731	0.003223	0	0.002892
電子計算機・同付属装置	0.006676	0.002369	0.003061	0.001442	0.003819	0.000905	0.00392	0.004009	0	0.002656
電子部品	0.006235	0.003309	0.005423	0.001583	0.005761	-0.00061	0.009985	0.005863	0	0.004175
乗用車	0	0.002556	0.003692	0.002048	0.003922	0.00083	0	0.002926	0	0.002563
その他の自動車	0.003398	0.002303	0.003506	0.001971	0.003679	0.000964	0.002391	0.002972	0	0.003142
自動車部品・同付属品	0.005115	0.003063	0.004211	0.001735	0.004946	0.000468	0.005349	0.003539	0.002077	0.00289
その他の輸送機械	0.004139	0.00289	0.004131	0.001321	0.00556	0.000477	0.00557	0.004017	0.001413	0.003539
精密機械	0.00377	0.002686	0.003596	0.001219	0.004441	0.000311	0.003835	0.003244	0.002024	0.003354
その他の製造工業製品	0.003587	0.002564	0.003412	0.001412	0.004538	-0.00024	0.004939	0.004014	0.001233	0.003043
再生資源回収・加工処理	0.005047	0.002579	0.00539	0.001112	0.007321	-0.0016	0.007768	0.003893	0.000586	0.003762
建設	0.002248	0.001468	0.002059	0.001035	0.002597	0.000349	0.002585	0.002003	0.000871	0.001897
事業用電力	0.166167	0.055431	0.207571	-0.01667	0.280207	-0.10366	0.294725	0.152443	0.000368	0.141182
自家発電	0.001095	0.0007	0.001071	0.000512	0.001331	0.000156	0.001218	0.001004	0.000377	0.000801
ガス・熱供給	0.003311	0.001388	0.003834	0.000473	0.003656	-0.00097	0.004717	0.003592	0.000346	0.003172
水道・廃棄物処理	0.009004	0.004131	0.008951	0.000727	0.01294	-0.00329	0.011943	0.008156	0.000472	0.007549
商業	0.003211	0.001682	0.00258	0.000377	0.00408	-0.00122	0.00625	0.003131	0.000281	0.00251
金融・保険	0.001114	0.000725	0.00107	0.000349	0.001499	-2.5E-05	0.001775	0.001064	0.000254	0.001012
不動産	0.002241	0.000946	0.001871	0.000213	0.002743	-0.00058	0.00319	0.001677	0.000157	0.001766
住宅賃貸料(帰属家賃)	0.000153	9.44E-05	0.00019	6.84E-05	0.000253	2.07E-05	0.000204	0.000141	5.46E-05	0.000167
運輸	0.002812	0.001363	0.004058	0.000438	0.005932	-0.00088	0.00373	0.002536	0.000485	0.003228
その他の情報通信	0.002063	0.001212	0.002134	0.000554	0.002898	-0.00034	0.003444	0.002021	0.000513	0.001997
情報サービス	0.001728	0.00112	0.001815	0.000406	0.002269	-0.00055	0.004062	0.001912	0.000385	0.001747
公務	0.003058	0.001876	0.003526	0.000535	0.004953	-0.00107	0.005739	0.00329	0.000623	0.002981
教育・研究	0.003707	0.001962	0.004246	0.000493	0.005331	-0.00171	0.006555	0.003751	0.000196	0.003435
医療・保健・社会保障・介護	0.002521	0.00147	0.00245	0.000615	0.003583	-0.00049	0.003808	0.002395	0.000604	0.002194
広告	0.001766	0.001261	0.002068	0.000665	0.00287	-0.00017	0.003404	0.001922	0.000651	0.002025
物品賃貸サービス	0.000717	0.000547	0.000758	0.000302	0.001116	-5.4E-06	0.001047	0.000758	0.000221	0.000736
その他の対事業所サービス	0.001718	0.001273	0.001697	0.000634	0.002254	1.86E-05	0.00236	0.001817	0.000663	0.001601
対個人サービス	0.004196	0.00223	0.003826	0.000702	0.005478	-0.00111	0.006416	0.003969	0.000547	0.003505
その他	0.003294	0.002149	0.003332	0.001323	0.004186	0.000254	0.004795	0.003214	0.00132	0.002998
地域別全産業平均	0.005405	0.003778	0.005221	0.00072	0.008438	-0.00212	0.010222	0.005429	0.000524	0.004716

図 3-1-1 直接効果(4.9 兆円)

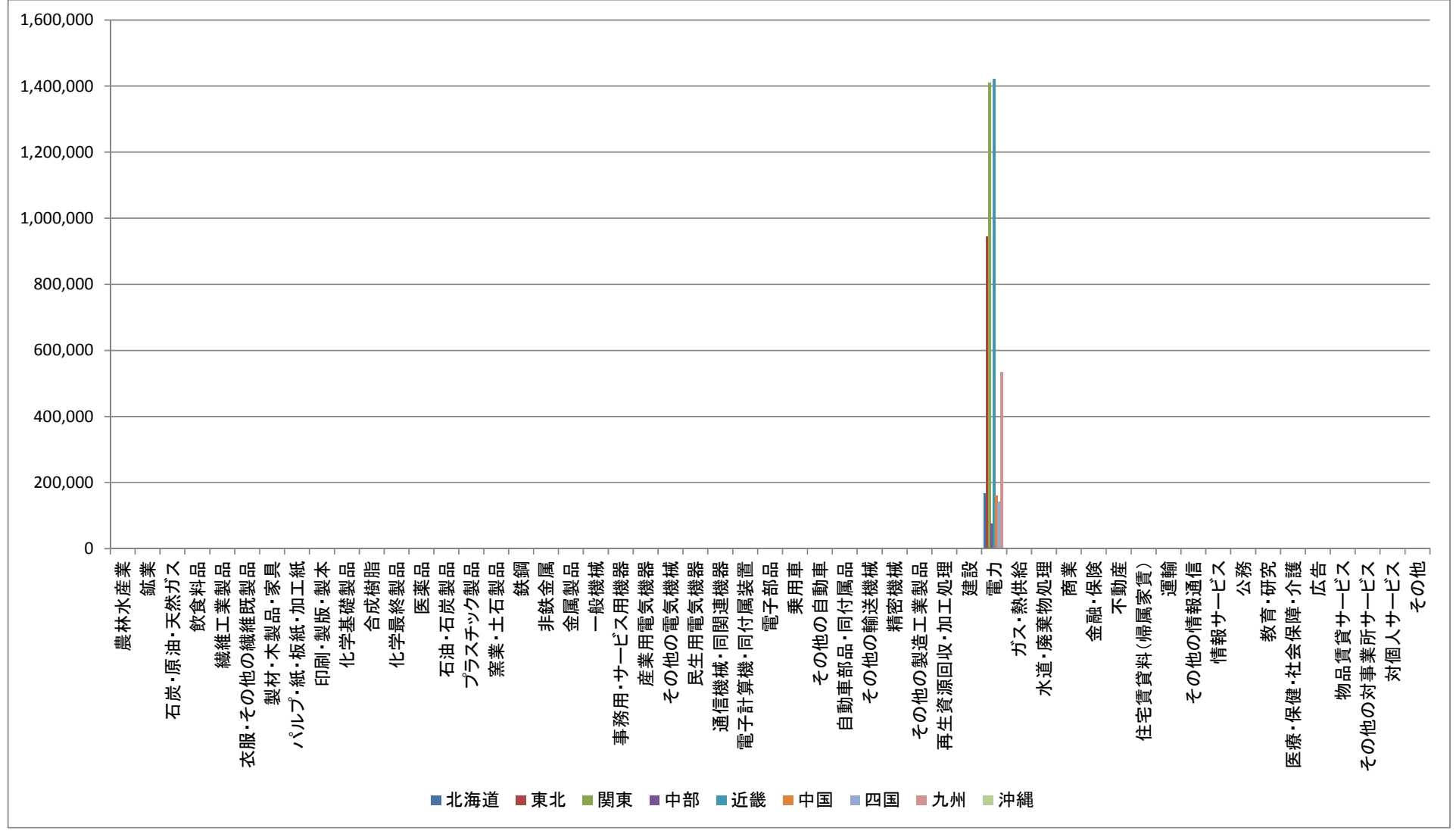


図 3-1-2 間接効果(8.4 兆円、直接+間接 13.3 兆円)

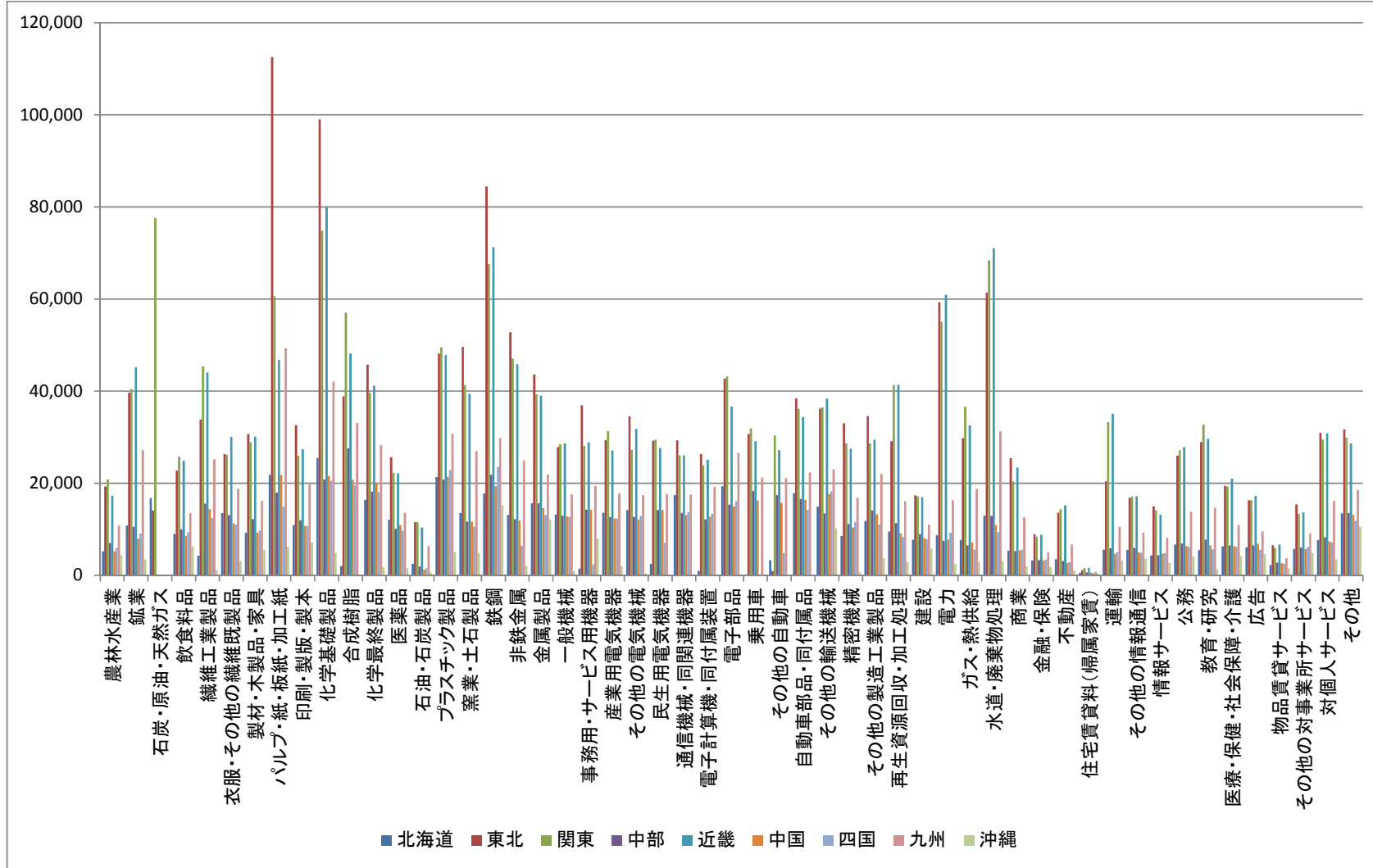


図 3-2 地域別・電源別発電コスト

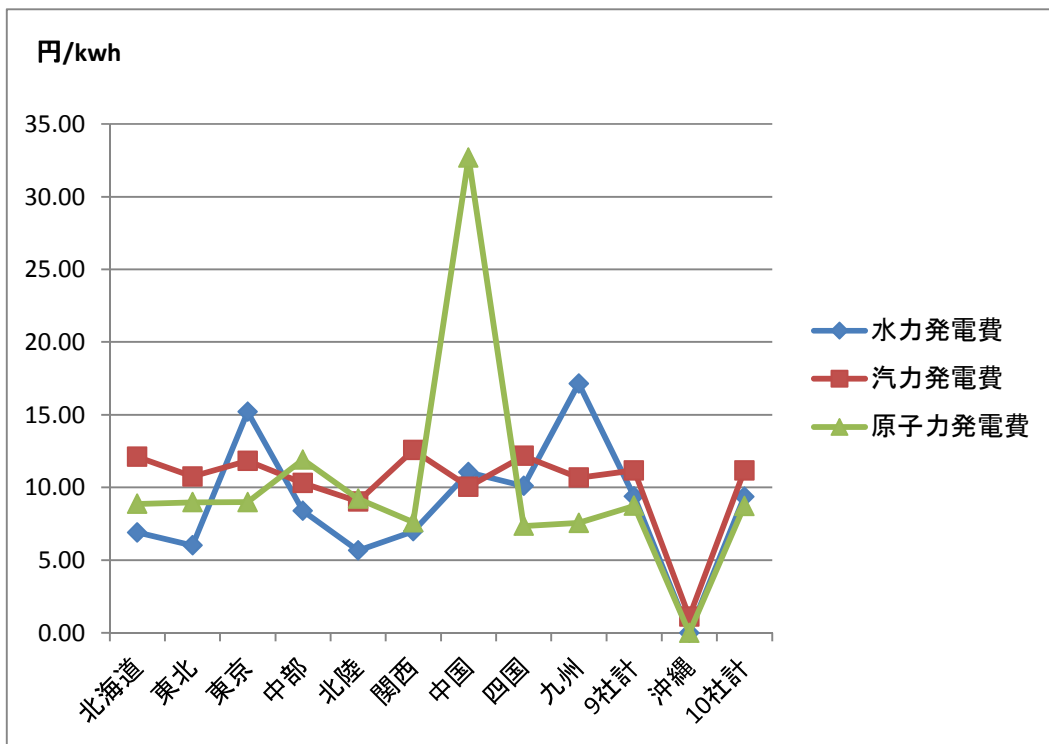


図 3-3 原子力発電を火力発電に代替した場合の電力コストの上昇率

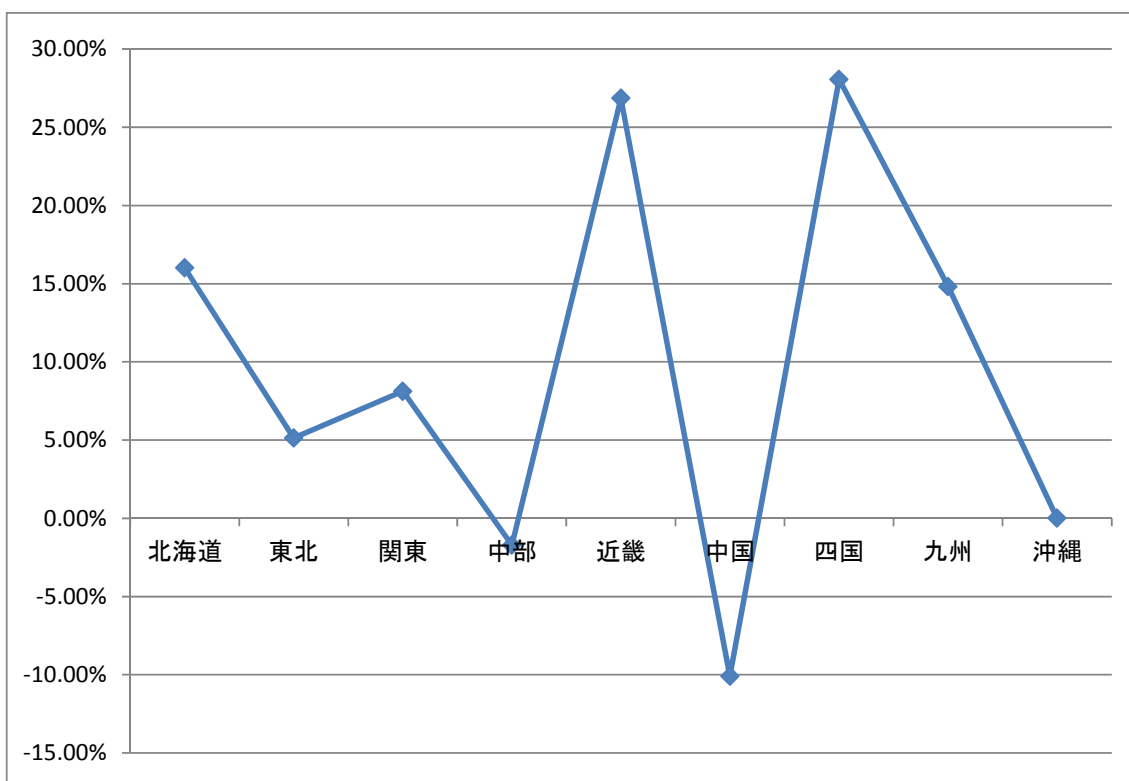


図 3-4 電力価格上昇による産業別価格上昇率

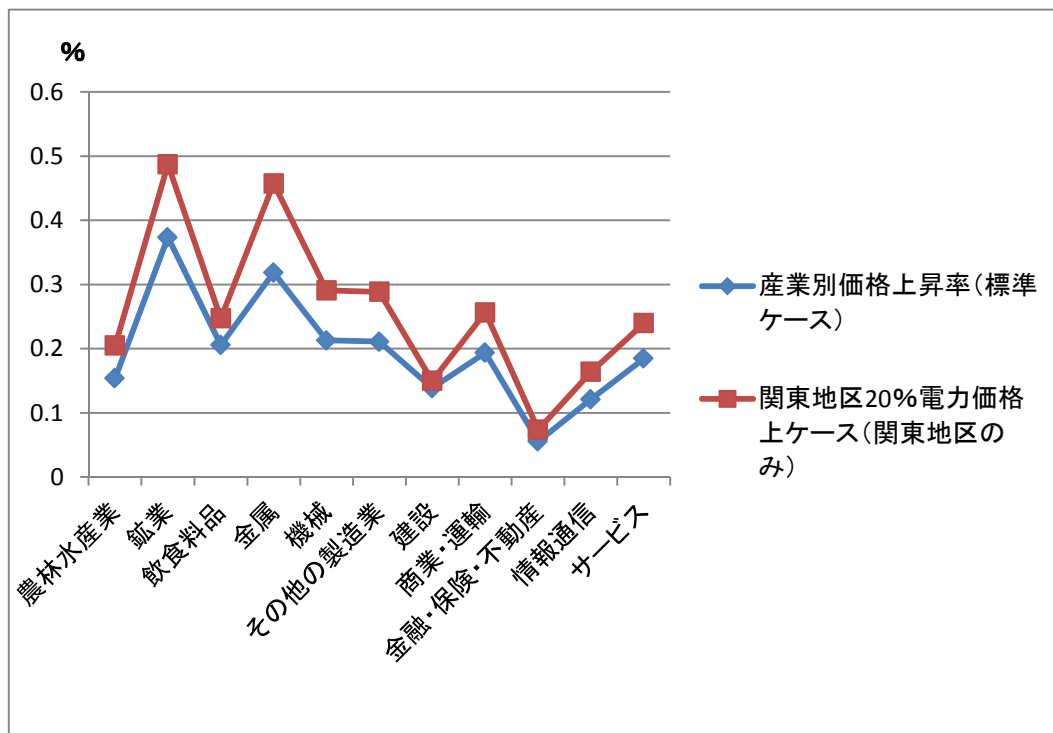


図 3-5 地域別付加価値変化率

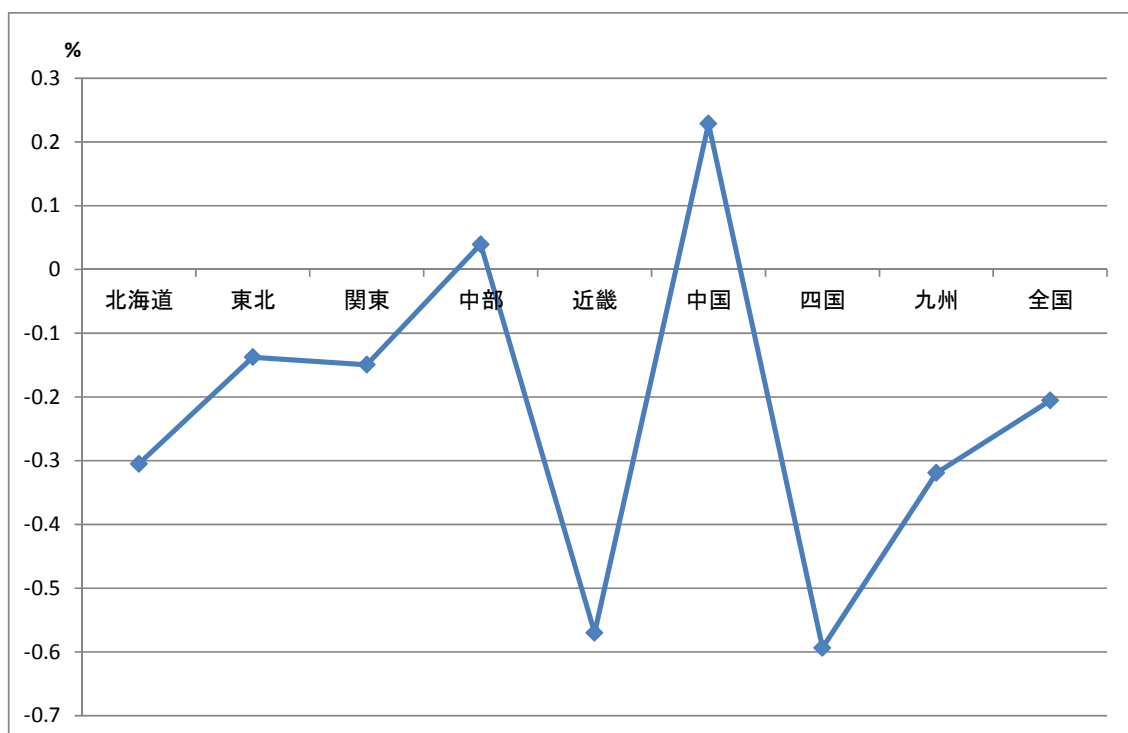


図3-6 産業別付加価値変化率

