



RIETI Discussion Paper Series 13-J-002

震災からの復旧期間の決定要因：東北製造業の実証分析

若杉 隆平
経済産業研究所

田中 鮎夢
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/>

震災からの復旧期間の決定要因：

東北製造業の実証分析

若杉隆平 (RIETI・京都大学・横浜国立大学*)

田中鮎夢 (RIETI)

要 旨

この論文は、東日本大震災の被災製造業に関して RIETI が独自に行った調査結果を用いて、震災からの事業の復旧に制約となった要因を検証する。推計結果は、被災の大きさ、電力・工業用水・輸送手段の寸断が復旧を長期化する外生的要因となったことに加えて、サプライ・チェーンの寸断が復旧に要する期間を長期化させる要因となったことを示す。さらに復旧期間の長短を加味した分位点回帰の推計結果から、比較的短期間で復旧した事業所にとっては電力供給の寸断が大きな障害となった一方、復旧に要する期間の長期化した事業所ほどサプライ・チェーンの寸断がもたらす影響が大きかったことが明らかとなった。これは新たな発見である。限られたデータによる分析から一般的な政策的含意を得ることは慎重でなければならないが、サプライ・チェーンの寸断が復旧期間を長期化させたという事実は、自然災害から産業が受ける被害を最小化する上で『サプライ・チェーンの複線化』が重要であることを示唆する。

キーワード：東日本大震災、復旧、サプライ・チェーン、分位点回帰、累積分布

JEL classification: L14、O10

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、(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。

* 連絡先：横浜国立大学成長戦略研究センター、〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-4
Fax: +81-(0)45-339-3593. Email: wakasugi@ynu.ac.jp

1. はじめに

2011年3月11日、東北地方を襲ったM9.2の大規模地震と20mを超す津波は沿岸住民の多くの尊い命と財産を一瞬にして奪った。また、東京電力福島第一発電所の大事故と放射能汚染は多くの住民に避難生活を強いている。東北地方の住民にもたらした震災の被害は大きく、未だにそのほとんどが復旧したとは言い難い悲惨な状況にある。震災による産業活動への影響も甚大なものであった。とりわけ沿岸地域における漁業・水産加工業は津波により壊滅的な打撃を被ることになった。

大震災は東北地方の製造業にも大きな影響をもたらした。震災直後の3月には鉱工業生産活動(2005年=100とする季節調整済生産指数)は65.8に低下した。しかし、半年後の9月には88.1に回復し、その後、さらに復旧が進み、1年後の2012年3月には99.6にまで達している。同時期の全国の鉱工業生産指数が95.4であったことと比較すると、鉱工業生産活動を見る限りは、被災地域の生産活動は1年の期間を経てほぼ全国水準に回復していると考えて良い。津波により壊滅的な影響を受けた住民生活、漁業・水産加工業、原子力発電所事故による放射能汚染に見舞われた地域の住民生活が遅々として回復していないことに比べると、鉱工業生産活動の震災の影響からの回復は比較的速かったといえる。(図1参照)

しかし、鉱工業に属する全ての産業や企業が歩調を合わせて回復しているわけではない。東北地域太平洋岸には非鉄金属、パルプ・紙などの基礎素材産業の数多くの工場が立地している。これらの産業では原材料・中間財・製品の多くが重量物であり、それらの輸送には港湾施設の利用が不可欠である。多くの生産工場は沿岸地域に立地しているため、地震と津波の両方の影響を受け、生産施設は壊滅的な影響を受け、操業の停止を余儀なくされた。東北地域には、輸送機械産業、機械産業、電子部品産業の生産工場も立地している。これらの産業では原材料・中間財・製品の輸送手段は陸送であるため、沿岸地域でなく、奥大道と呼ばれる東北自動車道沿線に多くの工場が立地している。内陸地域に立地する産業が津波による被災を免れたことは幸運であった。

図1

企業の立地地点の違いは、被災の程度の違い、ひいては被災後の企業の生産活動の回復に要する費用と時間に異なった影響をもたらす。被災が大きければ大きいほど生産活動への影響が大きくなることは言うまでもない。しかし、被災直後の生産活動の差異が自然災害の直接的影響によるものであるとしても、被災企業の生産低下が全国の生産活動に与える影響や被災からの回復のスピードにおける異質性は、自然災害による被災の程度だけでは必ずしも説明できないかも知れない。

東北被災地域の生産活動への震災の影響、回復の早さ、全国の生産活動に与える影響を産業レベルの鉱工業生産指数(2005年=100)によって観察すると、基礎素材型産業と加工

組立型産業との間での違いが顕著である。津波により大きな打撃を受けた基礎素材産業では、東北地域の生産額のウエイトが高いにもかかわらず、全国の生産水準への影響は相対的に小さかった。逆に、津波による打撃を受けたわけでない輸送機械工業、電子部品・デバイス工業では、東北地域の生産額のウエイトが顕著に高いわけではないにもかかわらず、全国の生産水準に与える影響は極めて大きかった。また、基礎素材産業は V 字型に生産が回復し、被災後 1 年で被災前の水準に回復した。初期の被災が大きかったことを考慮すると、輸送機械工業、電子部品・デバイス工業に比べて、基礎素材産業の回復の早さは驚くべき早いスピードであったと言える。このような違いがどのような要因によって生じたかを明らかにすることは、震災からの企業の被災を最小化し、復旧を迅速に進める上で重要な課題である。

しかしながら、東日本大震災からの企業の復旧過程に影響を与える要因を企業レベルまで立ち入って分析する試みはこれまでほとんど見られない。復旧に立ち向かう被災企業の活動に関する実証分析にはマイクロデータが不可欠であるが、そうしたデータがほとんどないことがその原因の一つである。こうした制約を乗り越えるために、RIETI は、浜口伸明（神戸大学）・戸堂康之（東京大学）が中心となって被災事業所を対象にした「東日本大震災による企業の被災に関するアンケート調査」（2011 年 12 月）を行った。この調査は、被災と復旧への問題点を知るための被災事業所に関する初めての大規模調査である。この論文ではこの調査結果をもとにして分析を行う。

本研究は、自然災害に関する経済学的分析に対して 2 つの貢献がある。一つは、サプライ・チェーンと操業再開期間との関係を初めて明らかにする点である。生産工程の分業が進んでいる現代の経済において、サプライ・チェーンが被災企業の操業再開に及ぼす影響を明らかにすることは不可欠であるといえる。しかし、これまでのところ、Henriet et al. (2012) の理論研究と浜口 (2013) の記述分析があるだけである。本研究は、分位点回帰の手法を用いた計量分析により、サプライ・チェーンの存在が操業再開に影響を与えることを明らかにする。

もう一つの貢献は、復旧を妨げる要因の影響は復旧期間の異なる事業所間で均一ではないことを明らかにする。Leiter et al. (2008) や植杉 (2012) など自然災害の経済分析に企業レベルのデータを用いる先行研究では、企業の異質性は考慮されていない。本研究は、分位点回帰の手法を用いることにより、操業停止期間が異なる企業間では、震災からの復旧を決定する要因に差異が見られることを明らかにする。

論文の構成を述べておく。次節では、自然災害に関する経済分析のストックをサーベイし、本研究の位置づけを明らかにする。第 3 節では、震災による生産活動への影響と復旧の早さを鉱工業生産指数によって観察し、産業間の差異を考察する。第 4 節では、被災事業所の復旧を左右する要因を分析する。分析枠組みを提示し、データに基づく被災事業所の復旧の累積分布を示す。第 5 節では操業再開に障害となった諸要因、特に、企業間のサプライ・チェーンの有無がもたらす操業再開への影響を推定する。特に、企業間での差異

に注目する。最後に残された課題と政策的含意を述べる。

2. 災害の経済分析：先行研究

Cavallo and Noy (2009) において展望されているように、自然災害の経済学的分析はこれまでに数多くなされている。その中で、自然災害が経済に及ぼす影響が必ずしも負ではないことが明らかになっている。著名な研究である Skidmore and Toya (2002) は、クロス・カントリー・データを用いて、災害の頻度の高い国ほど、人的資本蓄積率や全要素生産性の増加が大きく、経済成長率が高いことを明らかにしている。しかし、Skidmore and Toya (2002) のように横断面のマクロデータを用いた研究は、自然災害が経済に及ぼす厳密な因果関係を解明できないという弱点がある。その点で、Leiter et al. (2008) は、ヨーロッパの企業レベルのパネルデータを用いて、洪水が資本、労働、付加価値の成長に及ぼす影響を分析しており、厳密な因果関係の解明に貢献している。Leiter et al. (2008) によれば、洪水を経験した地域の企業ほど、資本や労働の成長率が高いことを見いだしている。また、洪水は生産性の成長に負の影響を及ぼすが、無形資産のシェアが高い企業ではその影響は小さいことを明らかにしている。

しかし、短期的には、自然災害が経済に及ぼす影響は負であることに留意しなければならない。例えば、Strobl (2012) は、中央アメリカとカリブ海の地域のデータを用いて、ハリケーンによって、地域の産出が 0.83%低下したことを明らかにしている。そのため、自然災害の負の影響を緩和するために何が必要であるのかを解明することは、極めて重要であるといえる。元々の国の特性、経済・社会制度が自然災害の被害の程度を決定する重要な要因となっていることが、Kahn(2005)、Toya and Skidmore (2007)、Noy (2009) らの研究で明らかになっている。Kahn(2005) は、豊かな国ほど、自然災害の死者数が少ないことを明らかにしている。同様に、Toya and Skidmore (2007) は、所得水準、教育水準、貿易開放度が高い国ほど、自然災害の被害が小さくなっていることを明らかにしている。Noy (2009) もまた、識字率、一人当たり所得、貿易開放度、政府支出水準が高い国ほど、災害の衝撃に強く、マクロ経済への負の波及を防げることを示している。

日本については、阪神淡路大震災に関する経済分析がある。豊田(1996)や Horwich (2000) は、阪神淡路大震災に関する一般的な考察を提供している。Sawada and Shimizutani (2007, 2008) は、消費者側について、阪神大震災の分析を行っている。生産者側の分析はこれまで、神戸大学の研究者による一連の研究がある。例えば、本台・内田 (1998) の研究は、神戸市の製造業の震災被害額の精確な推定を試みている。植杉他 (2012) は、企業レベルデータを用いた阪神淡路大震災の分析の先駆である。植杉他 (2012) は、被災地金融機関と取引関係にあった被災地企業の震災後の倒産確率が有意に上昇することを明らかにしている。さらに、被災地金融機関と取引関係があった被災地企業の設備投資の増加幅が抑制されることも確認している。

しかしながら、東日本大震災からの企業の復旧過程に影響を与える要因を企業レベルま

で立ち入って分析する試みは、浜口（2013）の記述分析がある以外は、これまでほとんど見られない。

3. 被災と復旧：産業別データ

東北沿岸地域に立地するパルプ・紙産業は津波により壊滅的な打撃を受けた。2011年3月の東北地域の生産活動は被災前の20%にまで低下した。しかし、この間における全国のパルプ・紙産業の生産活動の落ち込みはそれほど大きなものではなかった。ボトムであった2011年3月における全国の生産活動は被災前の90%に留まった。東北地方の生産が壊滅的な影響を受けたにもかかわらず、その後V字型に回復し、1年を経て被災前の水準に回復をした。（図2参照）

非鉄金属産業も同様に被災からV字型の回復を示している。2011年3月において東北地域の非鉄金属の生産活動は被災前の50%にまで低下する壊滅的な打撃を受けた。しかし、この間における全国の非鉄金属産業の生産活動の落ち込みはそれほど大きなものではなかった。ボトムであった2011年3月における全国の生産活動は被災前の80%の水準よりも低下しなかった。東北地域の生産設備が壊滅的な影響を受けたにもかかわらず、1年を経て生産活動は被災前の水準に回復をした。

図2

東北地域の輸送機械産業の生産水準は、2011年3月において被災前の60%まで低下する打撃を受けたが、この値は基礎素材産業の生産水準の低下ほどには大きくなかった。しかし生産水準が震災前の水準に回復するために約1年を要している。さらに注目すべきであるのは、この間、全国と東北地域の生産活動がほとんど平行に低下したことである。すなわち、東北地域での被災の影響は一気に全国に拡散し、全国の生産活動は東北地方の生産水準とほぼ同様に60%にまで低下した。（図3参照）また電子部品産業についても輸送機械産業と同様に、全国の生産水準が東北地方の生産水準と平行に低下している。（図4参照）

図3・図4

全国の生産水準を産業間で比較すると、加工組立産業（輸送機械産業、電子部品産業）の低下が基礎素材産業（パルプ・紙産業、非鉄金属産業）よりも大きい。これは東北地方の生産の全国生産に占めるウエイトが高いことによるものとは言えない。全国の鉱工業生産付加価値額（2010年）にしめる東北地方のウエイトは、パルプ・紙産業では9%、非鉄

¹ 鉱工業生産指数をもとにした産業別の被災と復旧に関する分析に関しては若杉(2012)を参照。

金属では17%である。一方、電子部品産業では12%であり、輸送機械産業では3%に過ぎない。東北の加工組立産業のシェアが基礎素材産業を大きく上回るものではない。

こうした産業間の違いが生じた理由として、いくつかのことが考えられる。基礎素材産業においては、被災企業の生産と非被災企業の生産とが独立的であり、被災企業に生産の減少が他企業に直接的に負の影響を与えることはなく、むしろ非被災企業の生産が独立的に増加することによって、生産が代替されてきた可能性がある。一方、加工組立産業においては、被災企業が生産停止が、サプライ・チェーン（取引の前方連関、後方連関）を通じて、他の被災企業・非被災企業が生産に対して制約を与え、非被災企業が生産に負の影響をもたらした可能性がある。さらに、サプライ・チェーンの有無が、同一産業に属する取引相手企業の生産だけでなく、被災からの復旧に要する期間に差異をもたらしたことが予想される。

4. 分析の枠組みとデータ

4.1 分析の枠組み

被災企業の復旧に要する期間とコストは、自然災害の影響の大きさによって異なるのは言うまでもないが、加えて、企業がサプライ・チェーンによって他企業と連関するか否かによって異なる可能性がある。被災企業がサプライ・チェーンを通じて取引相手である被災企業・非被災企業と連関する場合には、被災企業が生産減少は取引相手の生産の減少をもたらす、また、取引相手の被災による生産減少は被災企業が生産の制約となり、復旧のための期間を長期化させる。東北地方では多くの企業が被災しているため、地域内で連関を有する企業の被災が取引相手先の生産復旧を遅らせるスパイラルが発生した可能性がある。この仮説の検証するため、我々は、被災企業の生産復旧が、サプライ・チェーンを通じて取引相手の生産活動によってどの程度の影響を受けたかを計測するというアプローチを取る²。この分析には企業間の取引の変化を示すデータを必要とするが、RIETIによるサーベイはこのための情報を提供してくれる。

4.2 データ

RIETIが2011年12月に行った『東日本大震災による企業の被災に関するアンケート調査』は被災地域（青森、岩手、宮城、福島、茨城、栃木）の製造業の事業所を対象としている。表1は、調査回答の2117事業所数について、被災原因を地震と津波に区分し、受けた被害の程度を、(i)被害なし、(ii)一部損壊、(iii)半壊、(iv)全壊の4区分として、各区分に

² この他、非被災企業の生産活動からのアプローチがある。例えば、サプライ・チェーンを有する被災企業が生産の減少によって、非被災取引相手企業の生産がどのように影響を受けてきたかを直接的に判別する方法がある。この場合には、非被災企業の生産、非被災企業と被災企業とのネットワークに関する情報、取引相手先の被災に関する情報を必要とする。ただし、ここでの分析の目的が被災企業の復旧を妨げる要因の特定化にあるため、こうした方法をとらない。

該当する事業所数を示したものである。地震による一部損壊以上の被災事業所は 1376、津波による一部損壊以上の被災事業所は 115 である。うち、地震と津波の両方によって一部損壊以上の被災をした事業所は 58 である。いずれかによって一部損壊以上の被災を受けた事業所は 1433、被害を受けなかったとする事業所は 684 である。津波による被害を受けた事業所数は地震による被災企業に比べるとかなり少ないことに留意しておきたい。

2117 事業所のうち、復旧の状況を 8 区分（原状に回復した、回復する見込みである、工場を移転した、移転する予定、廃業した、廃業する予定、他社に合併・吸収された、その他）に分類し、該当する事業所数を表 2 に示す。2117 事業所のうち、回復したのは 1380 事業所であり、3 分の 2 に達する。事業所の移転を決めた、もしくはその予定があるとする事業所は 15、退出する事業所は 5 であり、非常に少ない。この数値からは、回復の早さ読み取ることができる。しかし、調査が震災後 8 ヶ月を経過した時点に行われているため、深刻な打撃を受けた企業や回復が遅れている企業ほど調査に回答していない可能性がある。また、事業所の移転、退出、他者への吸収合併の意思決定を行うためには、未だ時間が不足している可能性がある。対象調査の母集団に回復の方向へのバイアスがある可能性を排除できない。

表 1・表 2

4.3 被災企業の生産回復

最初に、被災から操業開始までの期間（以下では「操業停止期間」）に関する分布を観察する。図 5 は操業停止期間の事業所数に関する累積分布を示す。操業停止期間が 5 日以内であった事業所は 35%、5 日以上 10 日以内であった事業所は 65%、30 日以内の事業所では 90%に達する。震災の大きさを考慮するとかなりの事業所が驚異的な早さで操業が回復したと言える。

図 5

次に、被災の程度と操業停止期間の関係に関して観察する。図 6 は被災の程度を一部損壊、半壊、全壊に区分し、その区分毎に操業停止期間に対する事業所数を累積分布によって示したものである。当然ではあるが、被災が深刻になるに従って、累積分布を示す曲線が右にシフトし、操業停止期間が延びる傾向にある。30 日を経過した時点では、一部損壊事業所の 90%、半壊事業所の 80%が事業を再開したが、全壊事業所では 35%に留まっている。図は被災の大きさが操業回復期間を左右したことを示している。

図 6

被災事業所には操業回復のために国、地方公共団体などからの支援を得ている事業所は少なくない。図 7 は、事業所を公的な支援を受けたか否かに区分し、その操業開始までの期間に関する事業所の累積分布を示す。公的支援を受けた事業所はそうでない事業所よりも操業停止期間が長くなっているが、公的支援と操業停止期間との因果関係を示すものではない。操業停止期間が長い事業所は被災による影響が大きく、より深刻に被災した事業所に対して公的支援が重点的に行われてきたと解釈されるべきであろう。

図 7

被災事業所が操業を回復するには、外的条件が整わなければならない。RIETI サーベイでは、操業停止期間に影響を与えた外的要因として、電力供給の寸断、工業用水供給の寸断、輸送手段の寸断、サプライ・チェーンの寸断（部材仕入れ先の生産が回復しないこと）に関して調査をしている。我々は、これら 4 つの影響が事業所の操業停止期間にどのような影響を受けたかを観察する。図 8 は、4 つの要因のそれぞれに関して、操業停止期間の長さに関する事業所の累積分布を示している。これによると、電力供給による影響は最も短く、次いで工業用水供給の寸断と輸送手段の寸断であり、操業停止期間を最も長引かせたのはサプライ・チェーンの寸断であった。サプライ・チェーンの寸断以外の要因によって操業停止を余儀なくされた事業所では、30 日を経て操業開始した事業所は被災事業所の 90% に達するが、サプライ・チェーンの寸断による影響を受けた事業所では、30 日を経て操業を開始したのは 60% に留まっている。このことはサプライ・チェーンの寸断が操業停止期間を最も長引かせたことを示している。

図 8

5. 操業停止期間の決定要因

5.1 サプライ・チェーンの寸断

サプライ・チェーンの寸断によって被災事業所が操業を停止する場合に、電力供給の寸断、工業用水供給の寸断、輸送手段の寸断のいずれか一つ、あるいはそれらの全てが同時に影響を与える可能性がある。図 8 は、それぞれの要因を一つだけ取り上げて操業開始時期に関する累積分布を示したものであるが、これでは複数の要因による影響を判別することが出来ない。この節では、操業停止に影響を与える各要因が独立的であると仮定し、複数要因が同時に影響を与えたことを考慮して、サプライ・チェーンの寸断によって被災事業所の操業開始がどの程度の影響を受けたかを推計する。推計は以下の式による。

$$(1) \quad Y_i = X_i \beta + \varepsilon_i$$

ここで従属変数 Y_i は事業所 i が被災から操業開始までに要した日数、説明変数 X_i は、事業所 i が取引先とのサプライ・チェーンが寸断した日数及びその他の要因をコントロールするための変数から形成される。

コントロール変数には、事業所 i に対する電力供給の寸断日数、工業用水供給の寸断日数、輸送手段の寸断日数、事業所 i が津波の被災を受けているか否かを示すダミー変数（津波の影響を受けた場合=1）、事業所 i の被災の程度をあらわす変数（一部損壊=1、半壊=2、全壊=3）、事業所 i が事前に事業継続計画（Business Continuity Plan）を有している場合には 1 をとるダミー変数、事業所 i の本社が県外にある場合を 1 とするダミー変数、事業所 i が私的支援のみを受けた場合を 1 とするダミー変数、私的・公的支援を受けた場合を 1 とするダミー変数、事業所 i の規模をあらわす売上高、労働者数を含む。表 3 は各変数の記述統計量を示す。

OLS による推計結果は表 4 に示す。津波に被災した事業所、大きく被災した事業所、私的支援・公的支援を受ける事業所における操業開始期間が遅れている。また、電力供給の寸断、工業用水供給の寸断は操業開始を遅らせる要因となっていることが読み取れる。さらに、これらをコントロールした後であっても、サプライ・チェーンによって連関する相手先が被災したことが有意に操業開始時期を長期化させる影響を有したことが示されている。なお、輸送手段の寸断が操業回復を遅らせるほどの有意な影響は見られない。

表 3・表 4

5.2 分位点回帰

図 8 の操業停止期間の累積分布関数は「操業停止期間を最も長引かせたのはサプライ・チェーンの寸断であった」ことを示している。一方、OLS による推定結果は「サプライ・チェーンの寸断による影響は有意ではあるが、電力供給や工業用水供給の寸断による影響に比べると、操業開始までの期間に与えた影響の大きさとその有意性は必ずしも高くない」ことを示している。この両者の差異を説明する理由として、操業停止期間を決定する要因が事業所の普及に異質な影響を有し、操業停止期間の長さによって各要因が異なる影響を有した可能性を指摘することができる。たとえば、操業停止期間の短い事業所に関しては、サプライ・チェーンの寸断は影響を与えないが、操業停止期間の長い事業所に関してはサプライ・チェーンの寸断が強い影響をもたらした可能性がある。この仮説が検証されれば、サプライ・チェーンによる影響が操業停止期間を最も長くする影響をもたらしたことを示す累積分布関数（図 8）は整合的に説明される。

この仮説を検証するために、Greene(2012)、Koenker and Hallock(2012)に従い、我々は分位点回帰の方法を用いてサプライ・チェーンの影響を推定する。推計式は(2)式である。

$$(2) \quad Q(Y|X, q) = X' \beta_q \text{ s.t. } \text{Prob}[Y \leq X' \beta_q | X] = q, 0 < q < 1.$$

以下の関数を最小化することによって、パラメータ q の値に対応した係数を推定する。

$$(3) \quad F_n(\beta_q | Y, X) = \sum_{i: Y_i \geq X_i' \beta_q} q |Y_i - X_i' \beta_q| + \sum_{i: Y_i < X_i' \beta_q} (1-q) |Y_i - X_i' \beta_q|$$

$$= \sum_{i=1}^n g(Y_i - X_i' \beta_q | q)$$

$$\text{ここで } g(\varepsilon_{i,q} | q) = \begin{cases} q\varepsilon_{i,q} & \text{if } \varepsilon_{i,q} \geq 0 \\ (1-q)\varepsilon_{i,q} & \text{if } \varepsilon_{i,q} < 0 \end{cases}, \quad \varepsilon_{i,q} = Y_i - X_i' \beta_q$$

パラメータ q の値を変化させることによって、操業停止期間が長期に及ぶ事業所へのウエイト付けを変化させて推計し、異なる値の q に対応する係数 β を推計する。

表 5 で示される推計結果は、被災からの復旧に関して以下の興味深い結果を示す。

- (i) 操業停止期間が短い場合 (q が 0.5 を下回る場合) には、電力供給の寸断が復旧に大きな影響をもたらした。一方、サプライ・チェーンの寸断が操業停止期間に与える影響は有意ではない。
- (ii) 操業停止期間が長い場合 (q が 0.5 を上回る場合) には、電力供給の寸断が復旧に与えた影響は有意ではないが、サプライ・チェーンの寸断が操業停止期間の長さに対して有意で、かつ、大きな影響を与える。
- (iii) 企業規模（出荷額または従業者数）が操業停止期間に与える影響は、操業停止期間が長い場合にのみ有意となり、その影響は、操業停止期間を短くする方向に寄与している。これについての可能な解釈としては、操業停止期間が長引いている事業所では、規模が大きい事業所ほど復旧に投入する資源の利用可能性が高く、復旧期間を短くするが、小規模な事業所ではなかなか復旧することができないという実態をあらわしているのではないかと考えられる。
- (iv) 他のコントロール変数に関する推計結果は、表 4 の結果と整合的である。

以上の分位点回帰の結果において、特に注目すべきであるのは、操業停止期間の短い事業所ではサプライ・チェーンの寸断は操業回復期間に影響を与えないが、操業停止期間の長い事業所においては復旧を妨げる上でサプライ・チェーンの寸断が強い影響をもたらしたことである。

表 5

6. おわりに

東日本大震災後 2 年を迎えようとしている。東北地域の鉱工業生産活動はほぼ震災前の水準に回復していることが指摘される一方、一部の企業は復旧が遅々として進まないことが指摘される。この論文は、東日本大震災後 8 ヶ月を経過した時点で調査した被災企業に関するサーベイ・データを用いて、震災からの事業の復旧に制約となっていた要因を明らかにすることを目的としている。

基礎素材産業と加工組立産業を比較すると、基礎素材産業では、津波により大きく被災したにもかかわらず、加工組立産業にくらべると日本全体の生産活動に与える負の影響は少なく、津波に被災しなかった加工組立産業では、生産の減少が日本全体の生産活動に与える影響がむしろ大きかった。このことは、被災による影響が取引網（サプライ・チェーン）を通じて生じたものと予想される。こうした連鎖は復旧過程にも少なからず影響を与えた。RIETI によって実施された被災事業所に関するアンケート調査に基づいた我々の推計は、被災の大きさ、電力、工業用水、輸送手段における寸断が被災からの復旧を長引かせる外生的要因であっただけでなく、こうした要因をコントロールした後においても、サプライ・チェーンの寸断といった取引要因が復旧期間を長期化する要因となったことを明らかにした。

ただし復旧を妨げる要因がもたらす影響の大きさは復旧期間の長短によって異なるため、分析対象を均等として推計した結果だけでは十分とは言えない。これまでの自然災害の先行研究では復旧期間の異なる企業の異質性は考慮されてこなかったが、本論文では、分位点回帰の手法により、復旧に要する期間によって復旧の障害となる要因が異なることを明らかにする。この結果、比較的短期に復旧した事業所にとっては電力供給の寸断が大きな障害となった一方、復旧に要する期間の長期化している事業所ほどサプライ・チェーンの寸断がもたらす影響が大きかったことを実証的に明らかにした。このようなファインディングスは、筆者らの知る限り初めてのものである。

ただし、ここでの分析結果を一般化するには注意しなければならない。我々の分析の基礎となっているサーベイ調査の母集団はバイアスを有する可能性である。ここでは 2 つのことを指摘しておきたい。一つは、回答企業の代表性である。被災企業のうち、このような調査に回答を与える企業は比較的順調に復旧している企業が多いと見なければならぬ。深刻に被災した企業にはこのような調査に回答するような余裕はとてもないかも知れない。もう一つは、調査時期である。調査は被災から 8 ヶ月を経過した時点で行われている。震災からの復旧は短期的には実現したとしても、長期的な生産活動への影響はまだ明らかでない。本格的な復旧に向けて工場の移転や M&A を行うかも知れない。企業の意思決定は調査時点では完全には顕在化していないと考えておくべきである。

このような限界を認識しつつも、最後に政策的課題について触れておきたい。産業活動

が自然災害による影響を常に一定程度は受けざるを得ないとすれば、被災による影響をいかにして最小化し、復旧を早期に実現するかが課題となる。本論文で取り上げたサプライ・チェーンの寸断を通じた影響をどのように回避するかは、特に重要な課題である。操業回復が早期に行われたのは、取引網を通じた被災企業による影響が少ない事業所である。取引先事業所が被災したとしても、取引相手先に代替性があるならば被災の影響は軽減される。このことは、事業所間の連関の高い加工組立産業において、代替的な取引相手先を確保しておくことが重要であることを示唆している。加工組立産業における『サプライ・チェーンの複線化』はそのための一つの解決方法となる。

ただし『サプライ・チェーンの複線化』は差別化された財における生産者数の増加を通じて規模経済性の利益を低下させる可能性がある。特に、企業活動が小規模な市場にとどまる限り、規模の経済が発揮されない。こうした不利益を回避しながら『サプライ・チェーンの複線化』を実現するには、国際貿易を通じて企業が供給する市場を世界に拡大することが必要となる。企業取引を国際市場に発展させることは、取引先を多様化し、サプライ・チェーンの複線化に寄与するであろう。国際市場への企業活動の展開とそれを支える市場条件の整備は経済を活性化する上で重要であることは、これまで様々な局面で指摘されてきたことである。しかし、自然災害による被災の影響を最小化し、迅速な復旧を実現する観点からも重要であることを強調しておきたい。

【参考文献】

- Cavallo, Eduardo and Ilan Noy (2010) “The Economics of Natural Disasters: A Survey,” IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-124.
- Greene, William H. (2012) *Econometric Analysis*, 7th edition, Pearson, Essex, England.
- Henriet, Fanny, Stephane Hallegatte, and Lionel Tabourier (2012) “Firm-Network Characteristics and Economic Robustness to Natural Disasters,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(1): 150–167.
- Horwich, George (2000) “Economic Lessons of the Kobe Earthquake,” *Economic Development and Cultural Change*, 48(3): 521–542.
- Kahn, Matthew E. (2005) “The Death Toll from Natural Disasters: The Role of Income, Geography, and Institutions,” *Review of Economics and Statistics*, 87(2): 271–284.
- Koenker, Roger and Kevin F. Hallock (2012) “Quantile Regression,” *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 143–156.
- Leiter, Andrea Marald, Harald Oberhofer, and Paul A. Raschky (2009) “Creative Disasters? Flooding Effects on Capital, Labor and Productivity within European Firms,” *Environmental and Resource Economics*, 43: 333–350.
- Noy, Ilan (2009) “The Macroeconomic Consequences of Natural Disasters,” *Journal of Development Economics*, 88(2): 221–231.
- Sawada, Yasuyuki and Satoshi Shimizutani (2007) “Consumption insurance against natural disasters: evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) earthquake,” *Applied Economics Letters*, 14: 303–306.
- Sawada, Yasuyuki and Satoshi Shimizutani (2008) “How Do People Cope with Natural Disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake in 1995,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(2-3): 463–488.
- Skidmore, Mark and Hideki Toya (2002) “Do Natural Disasters Promote Long-run Growth?,” *Economic Inquiry*, 40(4): 664–687.
- Skidmore, Mark and Hideki Toya (2002) “Economic Development and the Impacts of Natural Disasters,” *Economics Letters*, 94(1): 20–25.
- Strobl, Eric (2012) “The Economic Growth Impact of Natural Disasters in Developing Countries: Evidence from Hurricane Strikes in the Central American and Caribbean Regions,” *Journal of Development Economics*, 97: 130–141.
- 浜口伸明 (2013) 『東日本大震災による企業の被災に関する調査』の結果と考察」RIETI Policy Discussion Paper Series, forthcoming.
- 本台進・内田智裕 (1998) 「神戸市製造業の震災被害額：`with and without`概念による推計」『国民経済雑誌』 178(5): 29—43。

豊田利久（1996）「阪神大震災の経済的諸問題」『国民経済雑誌』173(5): 1--11。

植杉威一郎他（2012）「大震災と企業行動のダイナミクス」RIETI Policy Discussion Paper Series, No. 12-P-001.

若杉隆平（2012）「東日本大震災からの産業復旧の現状と課題」『東日本大震災の産業・企業への影響と復旧の軌跡の調査に関する研究』横浜国立大学成長戦略研究センター

図1. 鉱工業生産指数（製造工業）

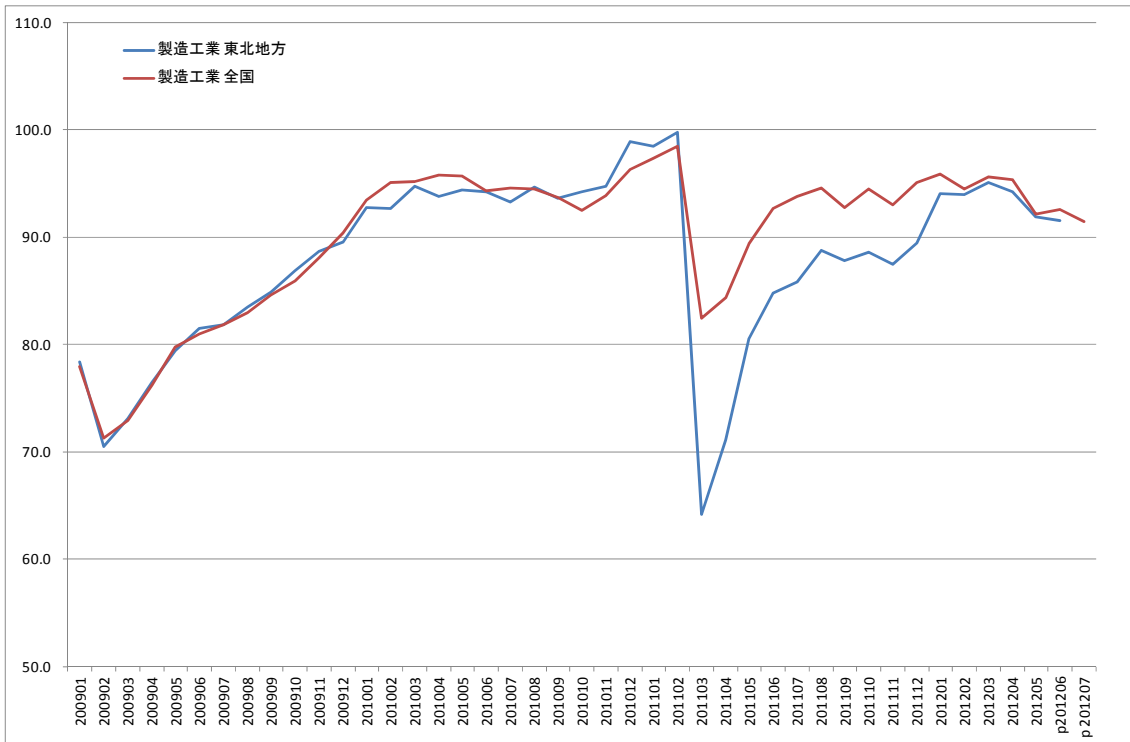


図2. 鉱工業生産指数（パルプ・紙・紙加工品工業）

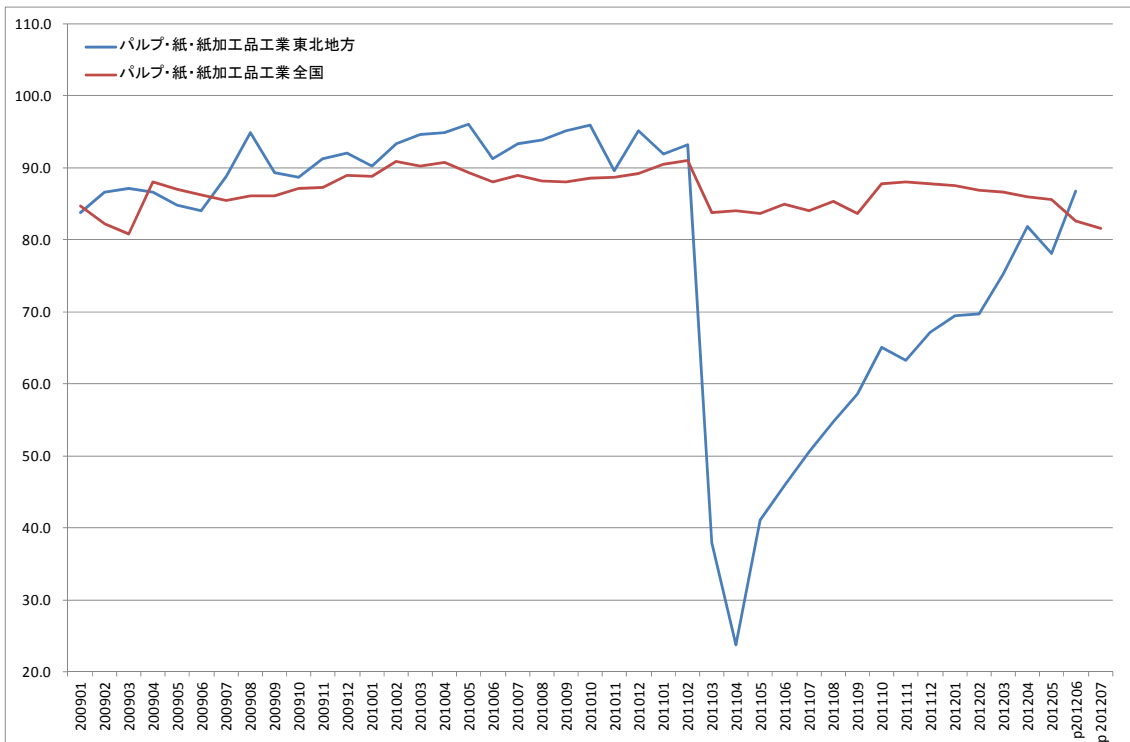


図 3. 鉱工業生産指数（輸送機械工業）

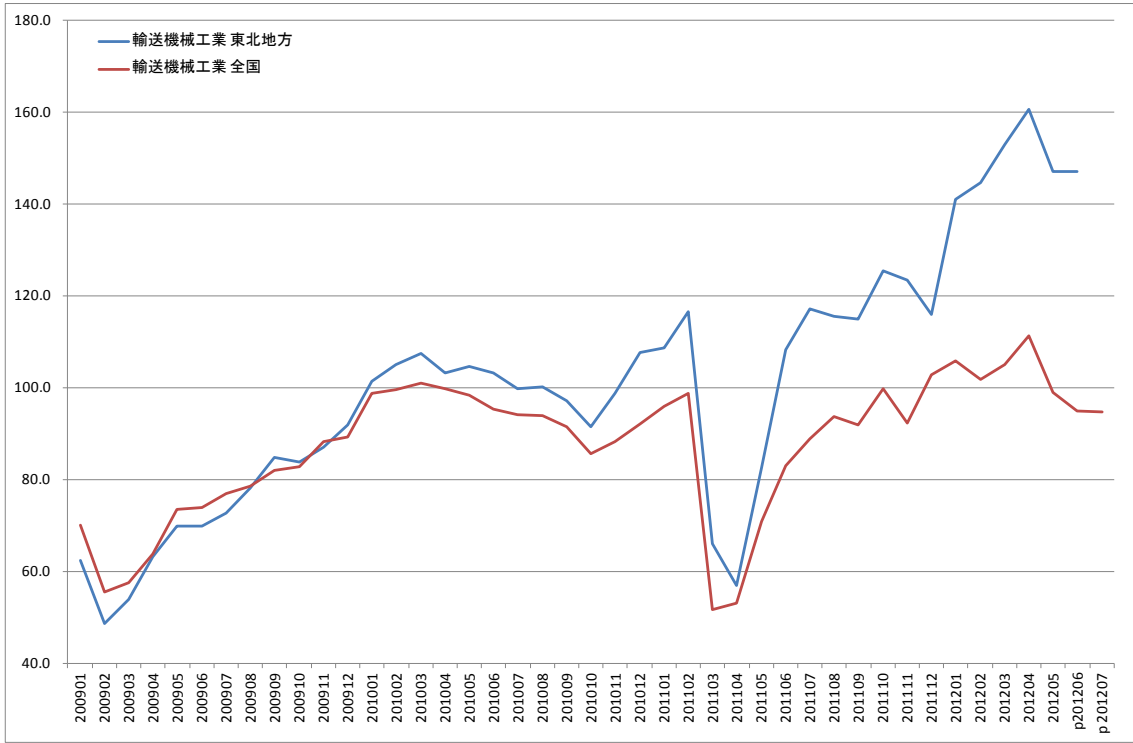


図 4. 鉱工業生産指数（電子部品・デバイス工業）

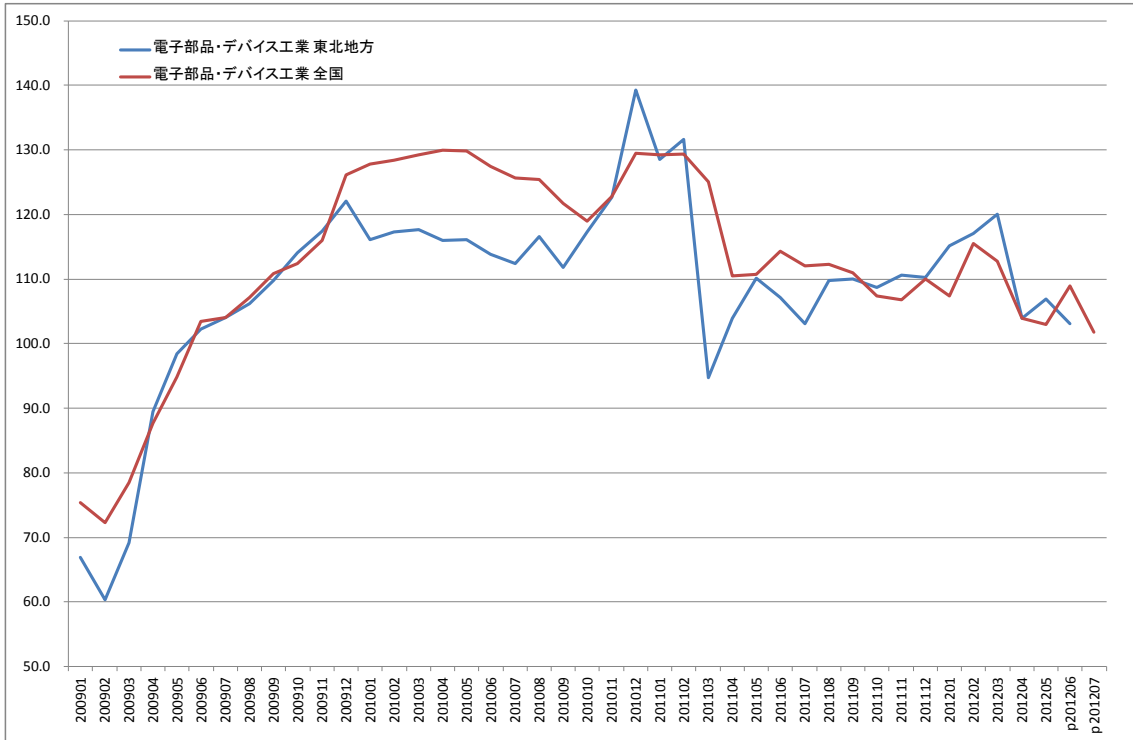


図 5. 操業停止日数と被災事業所数（累積分布）

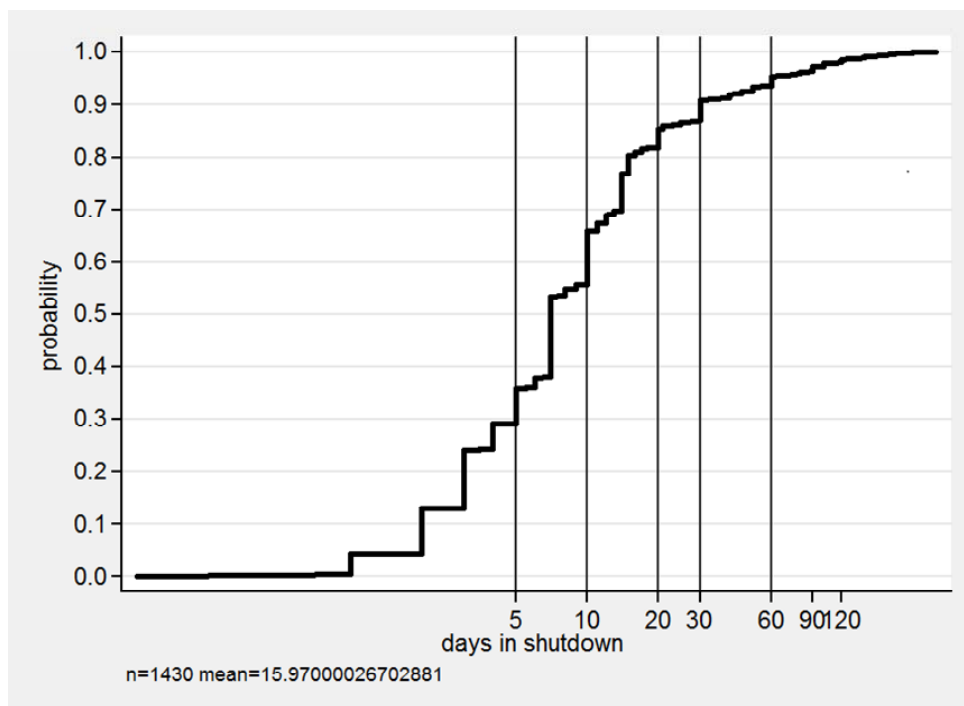


図 6. 操業停止日数と被災事業所数（被災程度区分別の累積分布）

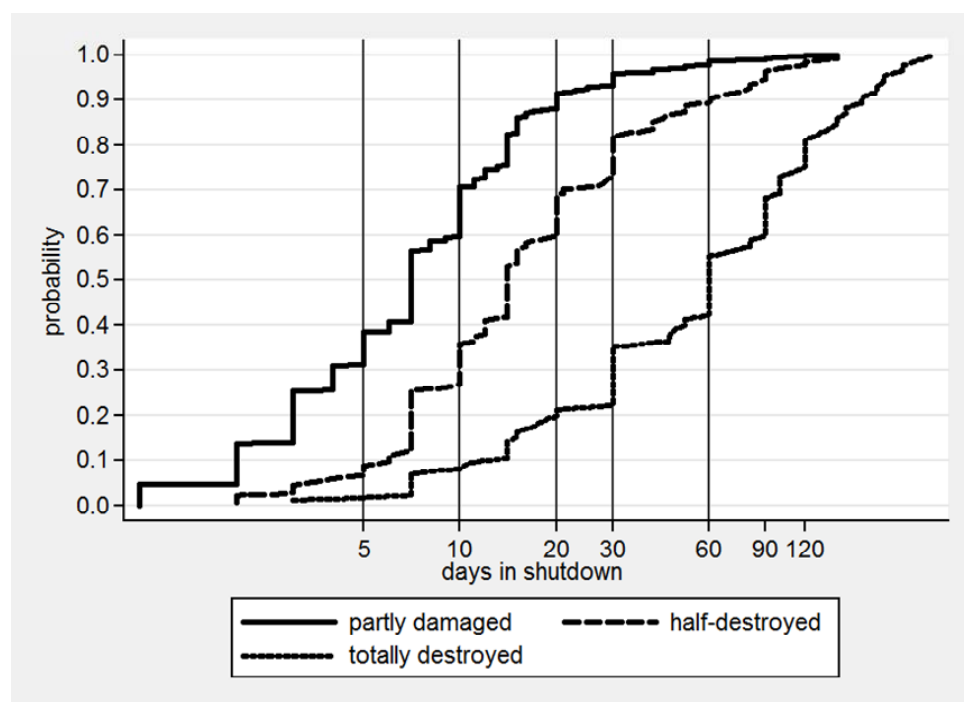


図 7. 操業停止日数と被災事業所数（公的支援の有無別の累積分布）

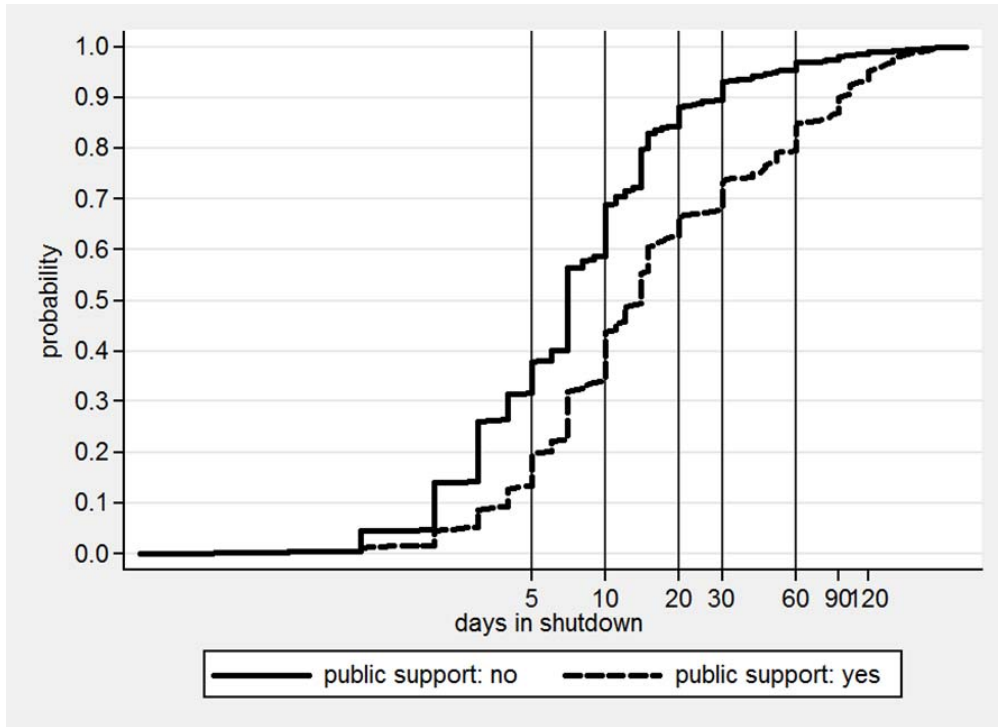


図 8. 操業停止日数と被災事業所数（災害要因別の累積分布）

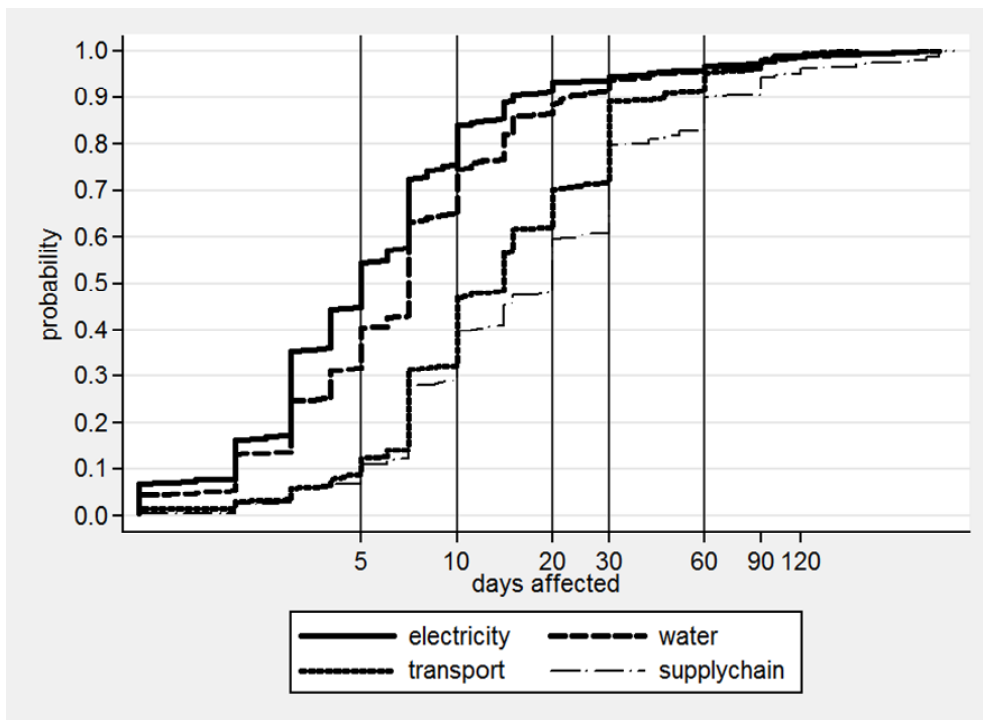


表1 被災事業所数（被災程度区分別）

	地震				合計
	被害なし	一部損壊	半壊	全壊	
津波					
被害なし	684	1,177	117	24	2,002
一部損壊	5	12	2	0	19
半壊	8	6	9	0	23
全壊	44	18	1	10	73
合計	741	1,213	129	34	2,117

表2. 復旧状況

復旧状況	事業所数	比率	累積比率
被害なし	597	28.20	28.20
復旧済み	1380	65.19	93.39
復旧予定	75	3.54	96.93
事業所移転済み	5	0.24	97.17
事業所移転見込み	10	0.47	97.64
廃業	2	0.09	97.73
廃業予定	3	0.14	97.87
吸収・合併	3	0.14	98.02
その他	42	1.98	100.00
合計	2117	100.00	

表3. 説明変数・非説明変数の記述統計量

variable	Description	N	min	mean	max	sd
ln # of days in shutdown	操業停止期間	1437	0.000	2.247	5.707	0.959
tsunami dummy	津波ダミー	2117	0.000	0.054	1.000	0.227
damage (1--3)	被害程度：一部損壊=1、半壊=2、全壊=3	1454	1.000	1.243	3.000	0.571
BCP	事業継続計画の有無	2117	0.000	0.085	1.000	0.280
hq_outside	県外に本社があるか否かのダミー	2117	0.000	0.011	1.000	0.106
ln electricity	電力寸断の影響日数	1978	0.000	1.282	5.707	1.055
ln water	水寸断の影響日数	2005	0.000	0.792	5.802	1.150
ln supplychain	サプライチェーン寸断の影響日数	1867	0.000	1.604	5.903	1.641
ln transport	輸送網寸断の影響日数	1844	0.000	1.317	5.802	1.432
private support only	私的支援のみのダミー	2117	0.000	0.185	1.000	0.388
private & public support	私的・公的支援ダミー	2117	0.000	0.088	1.000	0.284
ln sales2010	2010年の売上高	1691	2.944	9.400	17.910	1.507
ln l2010	2010年の従業員数	1963	0.000	3.061	7.021	1.021

表 4. 推計結果 (OLS)

	OLS	
	(1)	(2)
tsunami dummy	0.695*** [0.140]	0.704*** [0.127]
damage (1--3)	0.562*** [0.061]	0.510*** [0.057]
BCP	-0.156* [0.088]	-0.164* [0.084]
hq_outside	0.127 [0.332]	0.083 [0.302]
ln electricity	0.119*** [0.038]	0.125*** [0.035]
ln water	0.066** [0.026]	0.062** [0.025]
ln supplychain	0.034* [0.019]	0.032* [0.018]
ln transport	-0.006 [0.023]	0.003 [0.021]
private support only	0.134** [0.066]	0.130** [0.062]
private & public support	0.239*** [0.089]	0.263*** [0.086]
ln sales2010	-0.026 [0.018]	
ln l2010		-0.045* [0.026]
R square	0.447	0.450
N	698	797

表 5. 推計結果 (分位点回帰)

	q					q				
	0.10	0.25	0.50	0.75	0.90	0.10	0.25	0.50	0.75	0.90
tsunami dummy	0.410*** [0.146]	0.564** [0.244]	0.698*** [0.196]	0.896*** [0.226]	0.960*** [0.232]	0.543* [0.286]	0.675*** [0.231]	0.738*** [0.228]	0.743*** [0.194]	0.674*** [0.179]
damage (1--3)	0.361*** [0.112]	0.444*** [0.104]	0.518*** [0.059]	0.586*** [0.088]	0.617*** [0.127]	0.284*** [0.097]	0.374*** [0.072]	0.451*** [0.048]	0.568*** [0.063]	0.620*** [0.109]
BCP	-0.099 [0.084]	-0.075 [0.068]	-0.124 [0.143]	-0.238 [0.190]	-0.225 [0.207]	-0.073 [0.076]	-0.1 [0.109]	-0.122 [0.134]	-0.149** [0.073]	-0.181 [0.111]
hq_outside	0.588*** [0.061]	0.385*** [0.078]	0.139 [0.127]	0.061 [0.329]	-0.083 [0.472]	0.427*** [0.111]	0.338* [0.178]	0.141 [0.096]	0.012 [0.259]	-0.056 [0.391]
ln electricity	0.243*** [0.053]	0.347*** [0.063]	0.218** [0.091]	0.077 [0.057]	0.003 [0.063]	0.278*** [0.064]	0.331*** [0.038]	0.230*** [0.086]	0.11 [0.072]	-0.007 [0.058]
ln water	0.04 [0.043]	0.014 [0.037]	0.046** [0.023]	0.043 [0.037]	0.100*** [0.036]	0.055 [0.055]	0.032 [0.035]	0.034 [0.031]	0.047 [0.036]	0.089*** [0.018]
ln supplychain	-0.004 [0.018]	0.006 [0.012]	0.031** [0.016]	0.066*** [0.023]	0.079*** [0.029]	0.002 [0.031]	0.013 [0.020]	0.029 [0.019]	0.054** [0.026]	0.074** [0.033]
ln transport	0.033 [0.023]	0.042* [0.025]	0.026 [0.025]	-0.022 [0.042]	-0.058 [0.041]	0.034 [0.022]	0.041 [0.026]	0.032 [0.025]	-0.005 [0.014]	-0.072** [0.032]
private support only	0.157* [0.095]	0.141*** [0.050]	0.151* [0.083]	0.088** [0.041]	0.185 [0.126]	0.093 [0.091]	0.074 [0.099]	0.173 [0.111]	0.101 [0.074]	0.197*** [0.058]
private & public support	0.385*** [0.126]	0.274*** [0.078]	0.238 [0.154]	0.231*** [0.067]	0.143 [0.088]	0.402*** [0.038]	0.221** [0.110]	0.280** [0.123]	0.242*** [0.088]	0.245*** [0.069]
ln sales2010	0.01 [0.032]	-0.034** [0.017]	0.009 [0.028]	-0.006 [0.023]	-0.048*** [0.018]					
ln l2010						-0.038 [0.044]	0.009 [0.046]	0.004 [0.060]	-0.038 [0.039]	-0.089*** [0.030]
Pseudo R square	0.271	0.289	0.254	0.290	0.376	0.284	0.295	0.260	0.292	0.369
N	698					797				