

# 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震における生産施設の被災状況分析

奈良岡 浩二 高橋 郁夫  
(技術研究所) (技術研究所)

## Study on Damage of Factories Caused by The 2011 Off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake

by Koji Naraoka and Ikuro Takahashi

### Abstract

Information on damage of factories caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake was collected by the use of released information, and the relations between the damage and JMA seismic intensity scales of the factory location points were studied. The damage ratios to buildings and facilities increase with the higher JMA seismic intensity scale. Due to the tsunami damage, factories located in the coast areas such as material, energy, life and medical industries needed more recovery days than other factories in the inland areas such as electric, information, automobile, and machinery industries.

### 概要

今後のBCPに向けての基礎資料の提供を目的として、平成23年東北地方太平洋沖地震における生産施設の被災状況を公開情報に基づいて収集し、立地地点における震度階と関連付けて、建屋や設備などに被害が生じた生産施設の割合や復旧日数と震度階との関係分析を行った。震度階と共に建屋や設備の被害割合が高くなる顕著な傾向が見られ、特に電機・情報関連の生産施設では他産業よりもこれらの割合が高くなる傾向が認められる。復旧日数についても平均的には震度階と共に長くなる傾向が認められる。また、津波被害を受けている沿岸部に施設が多く位置している素材・エネルギーや生活・医療関係の施設では復旧日数が長くなる傾向にある。

### § 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東北から関東にかけての太平洋側の広域に大津波や大きな揺れをもたらした。東北地方には、ものづくり拠点が集まっており、この地震によって多くの企業が被災し、サプライチェーンの寸断も伴って日本経済のみならず世界経済にも大きな影響を及ぼしている。本報告は、今回の大地震を貴重な教訓とし、今後の事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)や地震防災の参考となる基礎資料の提供を目的として、企業の被災状況についての公開情報を収集し、今まではあまり行われていない企業の被災状況と立地地点における震度階との関係分析を行い、結果をとりまとめたものである。

民間企業の地震被害に関する既往の研究においては、まとまった量の公開情報に基づく被災状況分析は行われていないと考えられる。これは、以前は企業から適時公開情報が提示されていなかったためである。近年では、四半期毎の中間決算情報の公開などに加えて、経営に与える情報は、東京証券取引所などの適時開示情報により

公表されている。今回は、広い範囲で大きな揺れに見舞われたため、影響を受けた企業も多い。経済産業省は、東日本大震災後の産業実態を把握するために、産業実態緊急調査を実施し、製造業の生産拠点の復旧状況・見通し、自社のサプライチェーンへの影響などの調査結果を公開している<sup>1)</sup>。また、企業ヒアリング等を実施して、サプライチェーンの復旧に向けた産業界の取組の資料も公開している<sup>2)</sup>。これらの調査は、地震後の産業実態の把握が目的であるため、地震動の強さと被害の大きさの関係は論じられていないが、業種別復旧状況や取組が、具体的に示されている。

企業からの公開情報には、建屋や設備などに被害が生じた等の情報の他に、施設が無被害であったとの情報も含まれている。これらの公開情報は、企業によって公開の程度に差があり、必ずしも十分な内容ではないが、広域におけるまとまった量の被災情報を用いることにより、震度階と建屋や設備などに被害が生じた割合との一般的な関係分析は、ある程度行えると考えられる。このため、公開情報の中から生産施設の情報を抽出して被災状況の分析を行う。

## § 2. 生産施設の被災状況の概要

### 2.1 地震の影響が公表された主な生産施設と震度階との関係

情報収集の対象とした企業の生産施設数と生産施設の産業別の構成を図-1に示す。また、産業別の生産施設数と立地地点における震度階との関係を図-2に示す。これらの企業情報は、地震発生から2ヶ月後の5月11日までの東京証券取引所の適時開示情報<sup>3)</sup>、新聞記事(日本経済新聞、朝日新聞、ロイター情報BOX<sup>4)</sup>、各社のホームページなどから収集を行ったものである。収集したデータの生産施設の数 は 546 であり、その内訳は、「電機・情報」(135)、「素材・エネルギー」(134)、「自動車・機械」(80)、「生活・医療」(197)である。

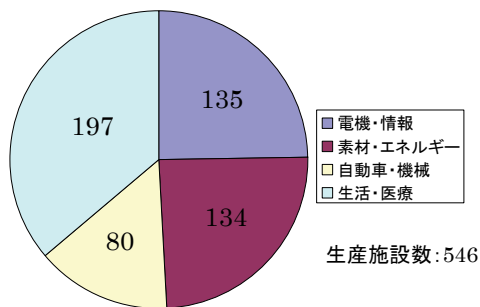


図-1 情報収集の対象とした生産施設数と産業別の構成

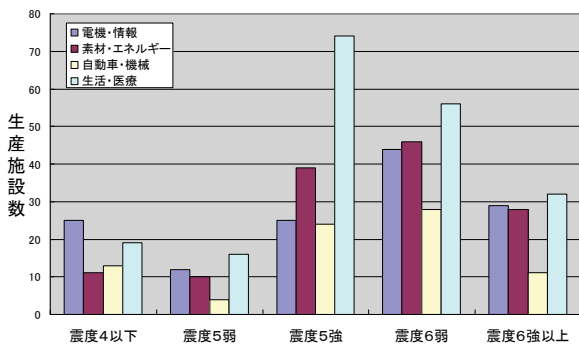


図-2 産業別生産施設数と震度階との関係

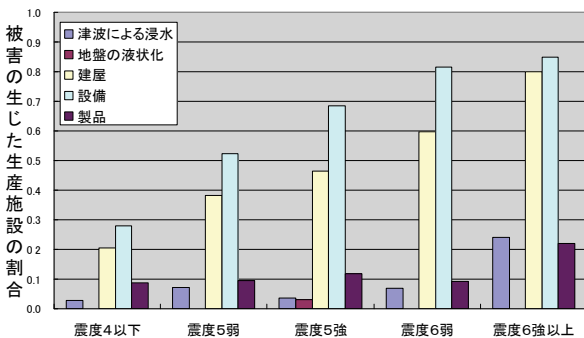


図-3 被害が生じた生産施設の割合と震度階との関係

「電機・情報」(135)、「素材・エネルギー」(134)、「自動車・機械」(80)、「生活・医療」(197)である。なお、「電機・情報」は、電機機器、精密機器など、「素材・エネルギー」は、石油精製、製紙、製鉄、セメント、化学など、「自動車・機械」は、自動車部品など、「生活・医療」は、食品、飲料、医薬品などの生産施設を含む。収集した情報は、各生産施設の所在地と被害の状況(津波による浸水、地盤の液状化、建屋(天井や間仕切壁を含む)、設備(建築設備と生産設備を含む)、製品の各被害の有無)と復旧状況や復旧日数(予想も含む)などである。公開された被害情報には、大企業を中心とした相当数の情報が含まれていると考えられるが、情報収集の方法の制約上、全ての被災情報を網羅している訳ではない。

情報が公開された主な企業の生産施設所在地における推定震度階と、津波による浸水・地盤の液状化・建屋・設備・製品の被害が公表された生産施設の割合との関係を図-3に示す。建屋や設備に被害が生じた生産施設が多く、また、震度階が高くなるにつれ、建屋と設備に被害が生じる割合が高くなる傾向が見られる。

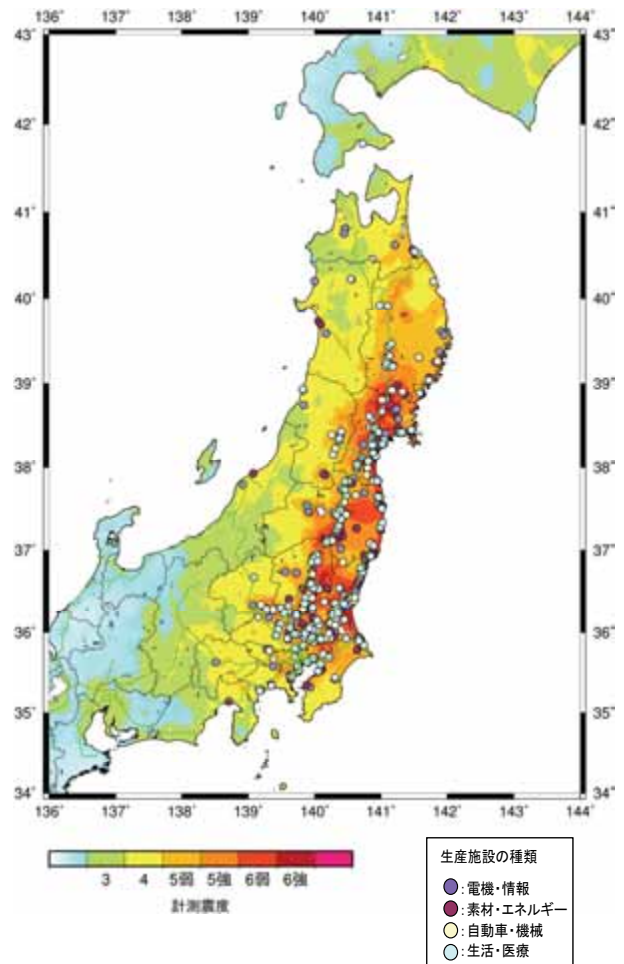


図-4 (独)産業技術総合研究所の QuiQuake による計測震度相当値分布図<sup>5)</sup>と情報収集した生産施設の所在地

## 2.2 地震の影響が公表された主な生産施設の所在地

情報収集した生産施設の所在地と(独)産業技術総合研究所の QuiQuake<sup>5)</sup>による計測震度相当値分布図との関係を図-4に示す。今回の大地震による影響が公表された生産施設は、東北から関東の沿岸地域と東北自動車道周辺の内陸部に位置しているものが多い。産業別に見ると、素材・エネルギーと生活・医療の生産施設は、他産業に比べて沿岸部に位置しているものが多い。

## § 3. 生産施設の被災状況分析

### 3.1 生産施設の被災状況と震度階との関係

企業の被災状況と震度階との関係について産業による違いをみるために、生産施設を先に示した①電機・情報、②素材・エネルギー、③自動車・機械、④生活・医療に分けて、また、津波による浸水被害が公表されている生産施設を除外して、建屋に被害が生じた割合と震度階との関係を調べた結果を図-5に示す。ここで、各企業が業種や立地にかかわらず、同じような比率で、同じような水準・詳細さの情報公開をしていると仮定している。建屋が被害を受けた割合は、建屋の被害が公表されている生産施設数を同じ震度階における生産施設数で除して

算出している。震度階が高くなるにつれ、建屋被害が生じた割合が高くなっており、特に、電機・情報の生産施設では、他産業に比べて建屋に被害が生じた割合が高くなっている。次いで、生活・医療の生産施設の建屋の被害割合が高く、素材・エネルギーと自動車・機械はこの分類の中では建屋の被害割合が低く、同様の傾向を示している。なお、震度階が低いところでは無被害で情報を公開していない企業も多いと推察されるため、被害が生じた割合はもっと少ない可能性がある。

建屋の被害と同様に、津波による浸水被害が公表されている生産施設を除外して、設備が被害を受けた生産施設の割合と震度階との関係を図-6に示す。建屋被害と同様に震度階が高くなるにつれ、設備が被害を受けた割合も高くなる傾向が見られる。建屋の被害の場合と異なり、設備が被害を受けた割合は生産施設の産業の種類による大きな違いは見られない。震度5強以上では、60%以上の生産施設で何らかの設備被害が生じており、震度6強以上になると、多くの生産施設が設備被害を受けることがわかる。

建屋と設備が被害を受けた割合が産業により異なっている要因として、建屋の構造や立地条件の他に、企業や業種により公表を求められる被害の種類や程度に差がある可能性がある。例えば、精密加工を必要とする電機・

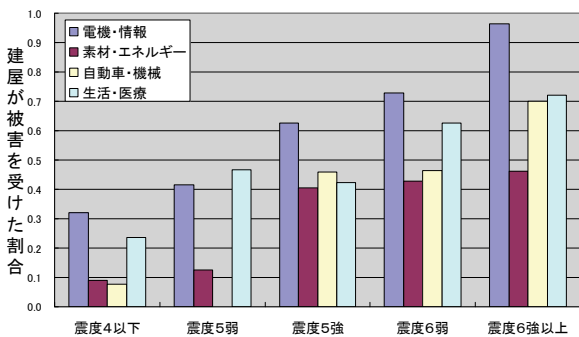


図-5 生産施設の建屋が被害を受けた割合と震度階との関係

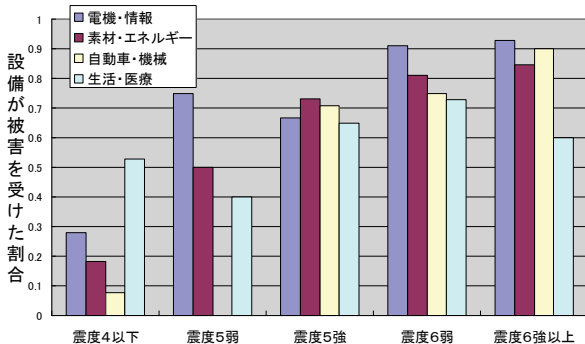


図-6 生産施設の設備が被害を受けた割合と震度階との関係

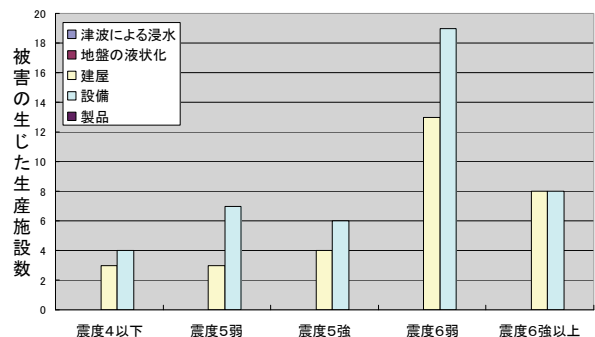


図-7 半導体関連施設における被害の生じた施設数と震度階との関係

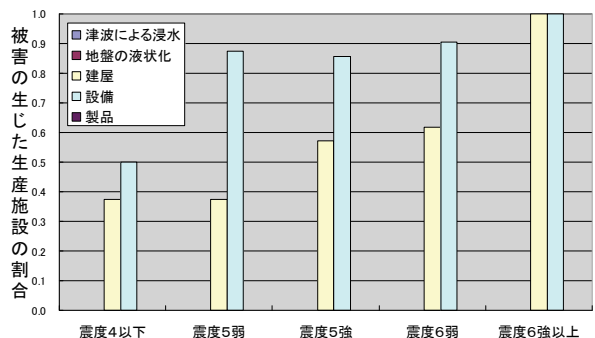


図-8 半導体関連施設における被害割合と震度階との関係

情報では、軽微な被害でも業務上の支障が大きいため、他産業よりも積極的な情報開示が行われている可能性がある。

半導体関連施設は、生産装置などが地震による影響を受けやすいものが多いと考えられる。例えば、電子回路を焼き付ける工程などは非常に精密な機械で構成されるため、振動に弱い。また、ひとたび振動を受けると大きな損傷はなくとも、検査や調整を余儀なくされる。このため、半導体関連施設だけを対象とした分析を行った。まず、半導体関連施設において、被害の生じた生産施設数と震度階との関係を図-7に示す。津波による浸水や地盤の液状化被害が公表された施設はない。次に、被害が生じた施設の割合と震度階との関係を図-8に示す。被害が生じた割合は半導体関連施設を含んだ電機・情報全体の電機・情報よりも高く、半導体関連施設は地震による影響を特に受けやすい傾向を示している。

### 3.2 産業別の復旧状況

本分析における復旧日数は、5月11日までに各社のホームページや新聞記事などで公表された情報に基づいて、生産再開あるいは一部の生産を開始するまでの日数とした。「生産再開は4月上旬となる見込み」などと公表されている場合は、対象期間の中間を復旧日数とみなして算出している。復旧状況についての情報が公開されていない場合は未定・不明とし、代替生産による生産の再開も復旧に含めている。ここで、一部再開と本格的な再開に対する復旧日数には大きな差が生じる場合もあるが、復旧状況に関する詳細な情報はほとんど公表されていないため、上記の復旧日数を用いている。また、復旧日数には施設被害の復旧日数に加えて、電力不足やサプライチェーンの影響も含まれていることに留意する必要がある。以下、生産施設の復旧日数と震度階との関係を①電機・情報、②素材・エネルギー、③自動車・機械、④生活・医療に分けて図-9~12に示す。

図-10を見ると、素材・エネルギーの生産施設は沿岸部にあったものが多く、震度6強以上の強い揺れを受けた生産施設の50%強が津波による浸水被害も受けているため、調査時点では復旧の見通しが立っていない生産施設が多い。図-12に示した生活・医療の生産施設においても沿岸部で津波被害を受けたものが多いため、復旧の見通しが立っていないものが比較的多い。また、素材・エネルギー、生活・医療の生産施設においては、震度階が高くなるにつれて復旧の見通しが立たない生産施設が多くなる傾向が現れている。これに対して、電機・情報の生産施設では復旧時期が未定・不明のものは少なく、復旧日数が20日以下のものが多い。震度階が低いほど10日以下に復旧する割合が高くなり、反対に、震度階が

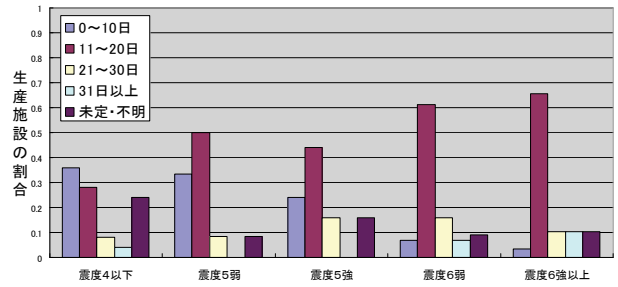


図-9 電機・情報の生産施設における復旧日数と震度階との関係

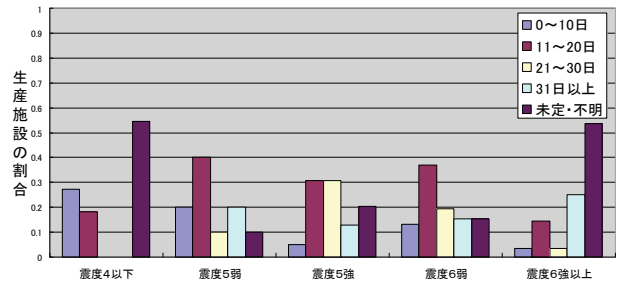


図-10 素材・エネルギーの生産施設における復旧日数と震度階との関係

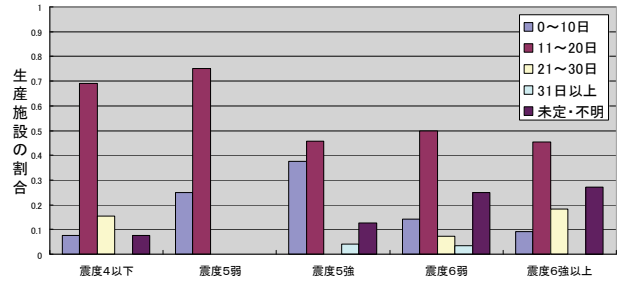


図-11 自動車・機械の生産施設における復旧日数と震度階との関係

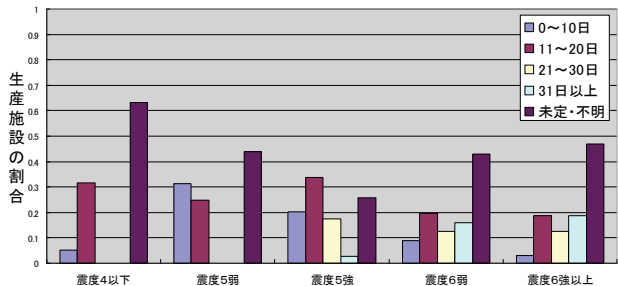


図-12 生活・医療の生産施設における復旧日数と震度階との関係

高いほど11~20日で復旧する割合が概ね高くなる傾向がある。自動車・機械の生産施設では復旧日数が20日以下の生産施設が多いが、震度5弱以下の震度を受けた生産施設でも復旧に11~20日かかっている生産施設が多

い点、震度階が高くなるにつれ未定・不明の割合が高くなる傾向にある点が、電機・情報の生産施設の傾向とはかなり異なっている。この理由としては、例えば、部品や原材料等の在庫がなくなり、供給も途絶えたことや、自動車の完成車メーカーが震災後 2 週間程度生産を止めたことなどが影響していると考えられる。

また、どの産業においても、復旧日数が 1 ヶ月を超える生産施設の割合は少ない。ただし、復旧の見通しが立たない生産施設の割合が多い素材・エネルギー、生活・医療の生産施設では、復旧日数が 1 ヶ月を超える生産施設の割合も多く、電機・情報、自動車・機械の生産施設との傾向の相違がこの点にも明確に現れている。

次に、津波被害を受けた生産施設と復旧日数が未定・不明のものを除いて算出した産業別の平均復旧日数と震度階との関係を図-13 に示す。一般的な傾向として、平均復旧日数は震度階と共に長くなる傾向が見られるものの、素材・エネルギーの生産施設は震度 5 弱以上では復旧日数がどの震度階でも平均 20 日以上をかかっている点、自動車・機械の生産施設では、震度 5 弱以上においても復旧に平均 10 日程度を要し、揺れが小さかった震度 4 以下の生産施設であってもそれ以上の時間がかかっている生産施設が多い点など、産業の種別によって明らかに違った傾向が現れている。

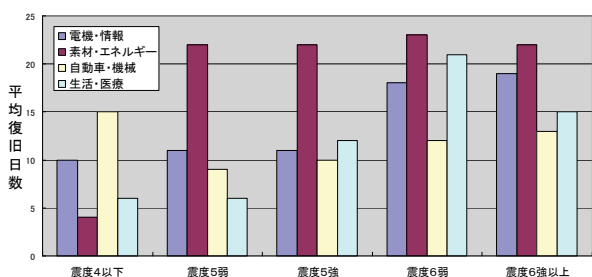


図-13 産業別の平均復旧日数と震度階との関係  
(津波被害を受けた生産施設と復旧日数が未定・不明のものを除く)

### 3.3 生産再開における障害について

企業から公表された情報に基づいて、生産施設の生産再開に向けた復旧活動において、自社施設の建屋や設備などの復旧以外に障害となった事象を以下に示す。

#### (1) インフラの被害

電力や工業用水のインフラが復旧されないことから、被害状況の把握ができない、あるいは生産を再開できない生産施設が見られた。特に、津波被害を受けた地域ではインフラ復旧にかなりの日数を要する状況となっている。燃料不足や必要な資材の調達困難、および人手不足による復旧作業の遅れなどの事例も生じている。また、

火災発生のおそれがあるため、津波による浸水被害を受けた生産施設で通電できなかった事例も見られた。

#### (2) 部品や原材料の入手困難

自動車産業では、特定の部品の供給が途絶えたことにより、操業停止や減産となる事例が国内だけでなく海外でも生じている。

一方、情報機器の製造に関係する部品や生産装置および組立工場も多く被災しているが、1 ヶ月以内に生産を再開しているところが多い。

#### (3) 計画停電

計画停電の実施期間中は工場の連続稼働ができないため、生産を再開できない生産施設が見られた。

#### (4) 余震の影響

4月7日の余震(M7.1、最大震度6強)や4月11日の余震(M7.0、最大震度6弱)による停電や被害発生のため、生産再開となっていた事業所が再び生産停止となった例が見られた。

### 3.4 被災した生産施設の生産再開に向けた対応例について

公開情報の中から、被災した生産施設が建物や設備の修復のほかに生産再開に向けて取った対応例を以下に示す。

#### (1) 国内の他施設での代替生産

事業継続がスムーズに達成された事例として、BCPを発動して同じ製品や原材料を生産している西日本などの工場代替生産を行った例が複数見られた。また、夏場の電力不足に備えて西日本の工場代替生産する例や、他社の工場を借り受けて生産を再開した例も見られた。

#### (2) 代替製品の調達

今回の大地震で被災を免れた山形県や新潟県の工場から代替製品を調達する動きが見られた。震度分布から分かるように、秋田県、山形県、新潟県などの日本海側では震度が4以下の所が多く、被災を免れた工場が多かったためと考えられる。

#### (3) 生産施設の移転検討

津波により太平洋沿岸地域で壊滅的な被害を受けた企業では、近県の内陸部や既に事業展開を行っている海外への生産施設の移転を検討する事例が見られた。

#### (4) 被災した生産施設の復旧支援

自動車などの部品を製造している工場では、取引先企業からの応援により復旧作業がスピーディーに進んだ例が見られた。

### 3.5 サプライチェーンへの影響について

液晶パネルや自動車関連の生産施設においては、サプライチェーンへの影響が報じられた。サプライチェーン

を構成する拠点における震度階と被災箇所、および復旧日数の例を液晶パネルと自動車について、表-1、2に示す。表-1のA社～D社は、素材、部品、生産装置の製造工場であり、E社とF社は組立工場である。これらの施設は地震の影響を受けやすいため、生産装置の位置ずれなどによって操業停止が生じている。液晶パネルの関連施設では通常1ヶ月程度の在庫を保有していると言われていたため、サプライチェーンの支障は生じなかったようである。

表-2のG社～L社は、素材、部品の製造工場であり、M社は自動車組立工場である。自動車関連施設では、約150種類の部品が調達難になったと報じられている<sup>6)</sup>。代替品の調達ができない自動車用マイコンや合成樹脂やゴムなどの生産の原料となるエチレンを生産する工場が被災したことなどの影響が大きかったようである。

#### § 4. まとめ

2011年東北地方太平洋沖地震による被災状況や影響が公表された企業情報を東京証券取引所の適時開示情報や各社のホームページなどから収集し、生産施設の立地地点における震度階と組み合わせることにより、建屋や設備被害と震度階との関係、および復旧日数と震度階との関係について分析を行った。収集した情報の内容は不十分であるが、生産施設が被害を受けた割合は震度階と共に高くなる明瞭な傾向が認められた。産業別にみると、電機・情報産業の生産施設では、他産業に比べて天井や間仕切壁を含む建屋に被害が生じた割合が高い傾向が見られた。また、復旧日数に関しては、素材・エネルギー、生活・医療の生産施設では、復旧日数が未定・不明あるいは、1ヶ月を超える生産施設の割合も多く、明らかに電機・情報、自動車・機械の生産施設とは傾向が異なることがわかった。

#### <参考文献>

- 1) 経済産業省、東日本大震災後の産業実態緊急調査、2011年4月
- 2) 経済産業省、サプライチェーンの復旧に向けた産業界の取組、2011年4月
- 3) 東京証券取引所、適時開示情報(2011年3月11日～31日)
- 4) ロイター、情報BOX—地震による企業の被災状況一覧(2011年3月12日～29日)
- 5) 独立行政法人 産業技術総合研究所、QuiQuake —地震動マップ即時推定システム—<http://qq.ghz.geogrid.org/QuakeMap/>
- 6) 日本経済新聞 電子版 2011年4月26日 6:00

表-1 サプライチェーンを構成する拠点の被災例 (液晶パネル)

企業	生産製品	震度階	被災箇所	復旧日数
A社	ステップ	6弱	建屋、設備	20日
B社	液晶パネルの電極膜	5強	建屋、設備	20日
C社	製造用ガス	5強	設備	27日
D社	コネクタ	6弱	設備	13日
E社	中小型液晶パネル	5弱	設備	17日
F社	中小型液晶パネル	4	建屋、設備	18日

表-2 サプライチェーンを構成する拠点の被災例 (自動車)

企業	生産製品	震度階	被災箇所	復旧日数
G社	自動車用マイコン	6強	建屋、設備	90日
H社	エチレン	5強	設備	60日
I社	自動車部品	6強	設備	22日
J社	自動車部品	6強	建屋、設備	14日
K社	自動車部品	6弱	設備	17日
L社	自動車部品	5強	建屋、設備	7日
M社	乗用車	5強	設備	37日

#### 謝辞

公開情報に基づく企業の被災状況の情報収集に関して、清水建設(株)技術戦略室の協力を得ました。また、東京証券取引所の適時開示情報の収集と生産施設の立地地点における震度階推定については、清水建設(株)技術研究所の渡辺基史副主任研究員の協力を得ました。ここに、感謝の意を表します。