松　山　大　学　論　集
第 29 巻 第 4 号 抜 刷
２０１７ 年 10 月 発 行

熊本地震に伴う大手半導体メーカーの被害状況と復旧過程

伊　東　維　年

熊本地震に伴う大手半導体メーカーの被害状況と復旧過程

伊　東　維　年

は　じ　め　に

日本は「地震大国」である。1995年以降だけでも兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災，1995年1月），三陸南地震（2003年5月），新潟県中越地震（2004年10月），東北地方太平洋沖地震（東日本大震災，2011年3月）と相次いで大規模地震が発生した。大規模地震の発生確率が低いと見られていた熊本においても2016年4月に大規模地震が起こり，大きな被害をもたらした。

「平成28年（2016年）熊本地震」（以下，「熊本地震」と略称する。）では，4月14日21時26分に熊本県熊本地方を震央とするマグニチュード（気象庁Mj）6.5の地震（前震）が発生し，熊本県益城町で震度7を観測した。その28時間後の4月16日1時25分には，同じく熊本県熊本地方を震央とするマグニチュード7.3の地震（本震）が発生し，益城町と西原村で震度7を記録した。九州地方で震度7の地震を記録したのは，気象庁の観測が始まって以降初めてのことであり，前掲の地震と比較すると，熊本地震のマグニチュードと最大震度は阪神・淡路大震災（マグニチュード7.3，最大震度7）と同規模である[1)]。

大規模地震は，言うまでもなく当該地域の人，家屋，企業などに甚大な被害を及ぼす。企業にとっては存亡の危機に立たされるケースも少なくない。本稿では，熊本地震の震源地付近に半導体前工程・一貫工場を展開している三つの大手半導体メーカーを取り上げ，熊本地震に伴う被害状況と復旧過程を考察

し，今後も発生が予想される大規模地震に対する半導体メーカーの対応策について言及したい。まず第1節では，地震に対する半導体産業の脆弱性に関して触れておく。続く第2節から第4節にかけては，熊本地震に伴うルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場，ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンター，三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所の三つの半導体前工程・一貫工場の被害状況と復旧過程，および各メーカーの損失額（直接・間接の影響額）について順に考察する。そしてこれらの考察をもとに最後の第5節において，地震に対する半導体メーカーの対応策，とくに半導体メーカーのBCP（Business Continuity Plan，事業継続計画）と半導体関連産業を含めたメーカー間の相互連携・協力に的を絞り言及することにしたい。

本稿を執筆するに当たり前掲の三つの半導体前工程・一貫工場のヒアリング調査を行った。また，熊本大学主催のシンポジウム「半導体先端工場の地震対策」（2017年3月18日開催）に参加し，ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング宮本佳幸代表取締役社長およびソニーセミコンダクタマニュファクチャリング上田康弘代表取締役社長から熊本地震に伴う両社の半導体工場の被害・復旧状況および今後の地震対策に関する講演を聴講した。

大規模地震における半導体工場の被害状況，復旧過程，対策については，阪神・淡路大震災における三菱電機の半導体開発部門の被害と対策を著した平山誠（1996）の論説，東日本大震災で深刻な被害に見舞われたルネサスエレクトロニクス那珂工場の被害からの復旧過程を克明に辿った木村雅秀（2012a，b，c）のレポート，同じく東日本大震災における半導体工場の被害・復旧状況を書き表した藤田聰・皆川佳祐（2012）の論文や林田吉生（2013）の研究紹介などがある。さらに，半導体産業のBCPに関しては，SEMI（Semiconductor Equipment and Materials International）北米地区事業継続協議会が2003年に公表した“The SEMI Business Continuity Guideline for the Semiconductor Industry and its Supply Chain”や中村和仁（2006），黄野吉博（2007），粕淵義郎・中野晋（2011）の

研究論文などがある。

本稿は，前記のヒアリング調査，講演，先行研究などを参考にして著した。

1．地震に対する半導体産業の脆弱性

半導体が「産業の米」としてユビキタス情報社会（Ubiquitous Information Society）の実現に貢献してきたように，近未来のアンビエント情報社会（Ambient Information Society）の実現においても高性能のセンサーをはじめ進化した各種の半導体がキーテクノロジーとして重要な役割を果たすことは間違いない[2]。このように，秒進分歩と称されるほど早い技術革新によって進化を遂げ，アプリケーション分野を拡大してきた半導体，そしてそれを製造する半導体産業は生活・産業・社会のインフラストラクチャーであり，それらを変革する原動力でもある。それだけに生活・産業・社会に対する半導体，半導体産業，半導体メーカーの影響力は大きい。

しかし，その一方で半導体産業は災害，とくに地震に対して脆弱性を有する産業である。半導体の製造工程では，ナノメートルレベルの超微細なパターンを形成しているため，そこで用いられる製造装置・製造設備は性質上振動には極めて弱い[3]。特に，高温の炉内にシリコンウェハを導入し，酸化雰囲気で Si（シリコン）表面に SiO2 膜（Si 酸化膜）を形成したり，ウェハ表面に導入された不純物（dopant，ドーパント）を熱により活性化させたり，不純物を所定の深さまで拡散させるための熱処理炉である酸化・拡散炉や，薄膜材料を構成する元素からなる１種または数種の化合物ガス，単体ガスをウェハ上に供給し，ウェハ表面で化学反応により所望の薄膜を形成する CVD 装置（Chemical Vapor Deposition System，薄膜形成装置）といった装置の炉芯管に使用される石英ガラス管（石英ガラス治具）は振動に対して損傷しやすい。「光学レンズ機構を持つスキャナー装置やステッパー装置も振動に弱く，強い加速度を伴う地震動には極めて脆弱である」[4]。

また，微量のパーティクルや有機物ダスト，金属原子，各種のイオンなどの

不純物が存在すると，正常なパターン形成を阻害するため，半導体の前工程（ウェハ処理工程）はクリーンルーム内にて行われる。このクリーンルームには，室内の温度，清浄度を確保する空調・除塵設備，製造装置に必要な冷却水，特殊材料ガス，純水などを供給するユーティリティ設備，これらの設備の冷却，加温，加湿などを行う熱源設備，室内の状態，設備機器の運転・停止動作，故障の把握などを行う監視・制御設備が必要である[5]。地震等の災害によりクリーンルームの外壁が損壊し，外気が侵入すると，また地震等の災害に伴う停電や損傷によってクリーンルームを構成するこれらの設備が一か所でも停止すると，クリーンルーム内の仕掛かりウェハが不純物に汚染され，あるいは特性不良を起こすなど使用不可能となる。前工程で使用される，可燃性，毒性，腐食性といった危険性の高いガスや薬液を供給するユーティリティ設備が損壊した場合には，工場内だけでなく，周辺地域にも漏洩して被害を及ぼす。

それだけではなく，地震等の災害により半導体製造装置・設備が損壊した場合には，生産ラインの不稼働・低稼動によって生じる半導体メーカーの機会損失も大きく，生産ラインの不稼動が 1 週間続いただけでも，半導体メーカーにとっては物的損失を大幅に上回る機会損失が発生すると称されるほどである。

さらには，半導体産業は半導体関連材料・部材から半導体設計・設計ツール，組込みソフトウェア，半導体製造装置・設備，メンテナンス，半導体商社等に至るまで，幅広い業種や分野に関係した裾野の広い関連産業を必要としており，地震等の災害によってサプライチェーンが寸断された場合には生産ラインの不稼動に追い込まれることになる。

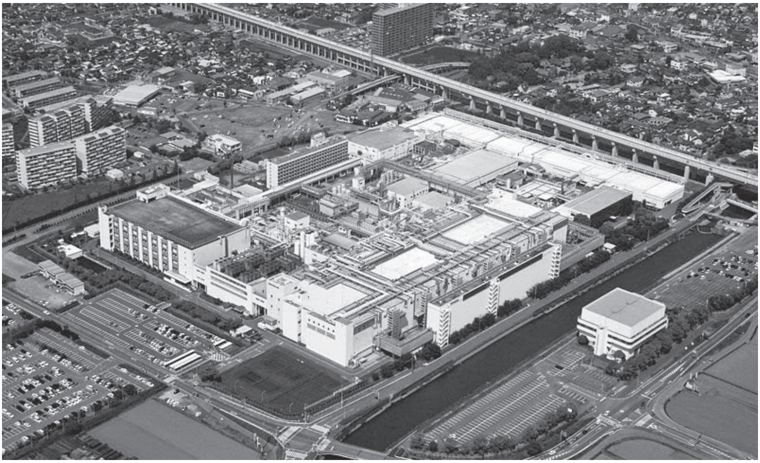
このように，半導体産業は災害，とくに地震に対して脆弱性を有している。このことは，阪神・淡路大震災や東日本大震災によって証明されたことであり，熊本地震によっても改めて証明された。

2．熊本地震に伴うルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場の被害状況と復旧過程，およびルネサスエレクトロニクス㈱の損失額[6)]

⑴　ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場の概況

ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場（以下，「ルネサス川尻工場」と略称する。写真１）は，日本電気（NEC）によって1969年９月に設立され，翌1970年４月に操業を開始した九州日本電気を起源としている。その後，紆余曲折を経て2010年４月に，親会社であったNECエレクトロニクスがルネサステクノロジと合併してルネサスエレクトロニクスが設立されたのに伴いルネサスセミコンダクタ九州・山口の本社・熊本川尻工場となった。さらに，2014年４月に実施されたルネサスエレクトロニクスの国内製造関連グループの再編により，現在の社名・工場名となっている。

写真１　ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場

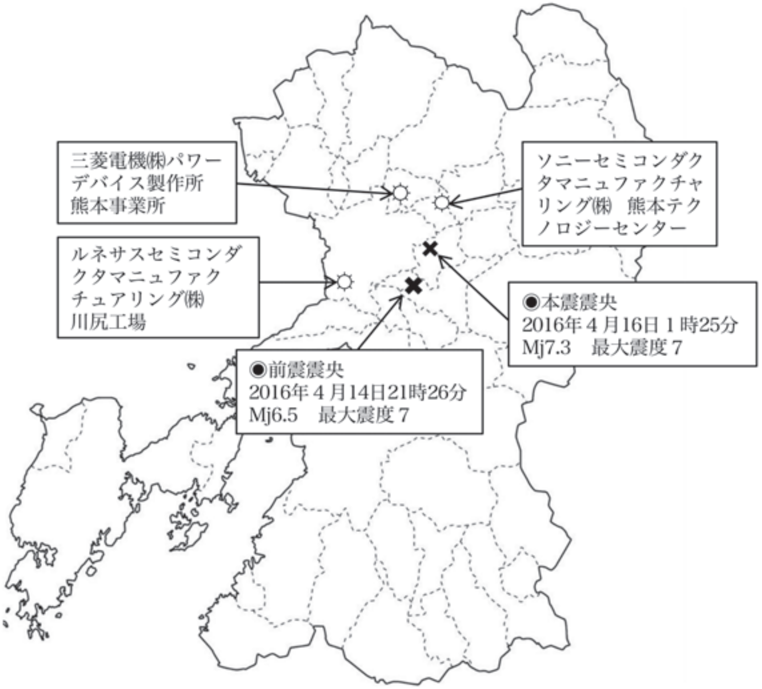


（出所）ルネサスエレクトロニクス㈱提供。

ルネサス川尻工場は，現在，第 8 工場（3 階建て，延べ床面積約 5 万 m^2）にある第 8 拡散ライン（8 インチウェハライン）において車載用マイコンを中心に，各種のマイコン，システム LSI，パワー半導体の前工程（ウェハ処理工程）を行っており，同社のマイコンの主力工場と位置づけられている。ヒアリング調査を行った 2017 年 1 月 20 日現在，従業員数は 920 名ほどで，2016 年 4 月の熊本地震の際にも同じ従業員数を有していた。

本工場は，熊本市内の南部に当たる熊本市南区八幡に立地しており，熊本地震の前震の震央から約 11 km 離れ，前震が発生した 4 月 14 日 21 時 26 分には震度 6 弱の揺れを，本震の震央からは約 13 km 離れ，本震が発生した 4 月 16 日 1 時 25 分にも同じく震度 6 弱の揺れを受けた（図 1）。

図 1　熊本地震の震央と大手半導体メーカー 3 社 3 工場の位置



（出所）国土地理院，気象庁の資料などにより筆者作成。

⑵　被害状況

①人的被害

4月14日の前震発生当時，製造ラインで勤務していた従業員はおよそ180名いたが，本工場は地震発生後直ちに稼働停止，行動マニュアルに従って従業員を屋外へ誘導した。安否確認システムに則り全従業員の安否確認をした結果，従業員には全く被害はなかった。

その後，再び従業員が工場内に入れるか否かを見極めるため，各種の監視モニターで工場内の有害物質の濃度等を計測し，安全領域内にあることを確認したうえで，トレーニングを積んだ専門のメンバー（Emergency Response Team, ERT）が空気呼吸器を背負って工場内に入り，内部の点検作業を行った。

その結果，稼働再開は無理と判断し，機械・設備の保全員とオペレーターに分け，保全員70名ほどを残して，オペレーター110名を帰宅させた。以降，4月14日の夜勤（勤務時間：22時20分～5時50分）からオペレーターは自宅待機となった。

翌4月15日には保全員が出勤し，地震が断続的に続くなか，建屋，付帯設備，生産設備の被害状況の確認作業を行った。

4月16日の本震発生時には，保全員50名ほどが出勤し，生産設備等の被害状況の確認作業に従事していた。この本震発生の際にも全員が屋外に避難し無事であった。東日本大震災によりルネサス那珂工場が被災した際には，軽傷者1名，骨折者1名が出たが[7]，川尻工場においては地震による人的被害は全く出なかった。川尻工場では地震を想定した避難訓練は行っていなかったものの，火災を想定した避難訓練を定期的に行っていた。これに加え，地震発生に伴い危険性の高いガスや薬液の供給を自動的に閉止する遮断弁が作動し，ガス漏れが発生しなかったこと，東日本大震災の教訓をもとに建屋，付帯設備，生産設備の地震対策が強化され，揺れによる生産設備の転倒・大幅な移動の防止策，天井の構造物落下対策などが講じられたことが人的被害を出さなかったことに繋がったと考えられる。

②建屋，付帯設備，生産設備の被害状況

建屋，クリーンルームには大規模な損傷はなかった。その一方で，純水貯水タンクや上水用のタンクが損傷したり，装置に繋がっている配水管が破損したため，いたるところで漏水が生じた。とりわけウェハ測定（検査）ラインにおいて漏水が顕著であった。

製造装置は，免震台に載せ，クリーンルームのグレーチング床の下の軀体に固定していたため，転倒や移動はなかったものの，ステッパー（縮小投影型露光装置）の投影レンズの位置ずれ・破損や，精度の高いそれぞれの装置のユニット部分の設定にくるいが生じた。また，一部に装置配管が破損していた。中でも，装置と装置の間，ウェハ等をストックしている棚と棚の間を連結している搬送系の装置は物理的に大きなダメージを受けた。

半導体の製造材料や各種機械部品・治工具の分野では，酸化・拡散炉や CVD 装置，洗浄容器等に使用される石英ガラス治具が大きな被害に遭った（写真２）。製造途中にあるウェハについても，本震により 35％が被害を負った。

写真２　石英ガラス治具の損傷

（出所）　ルネサスエレクトロニクス㈱『変革プラン振り返り』2016 年 5 月 16 日，p. 3。

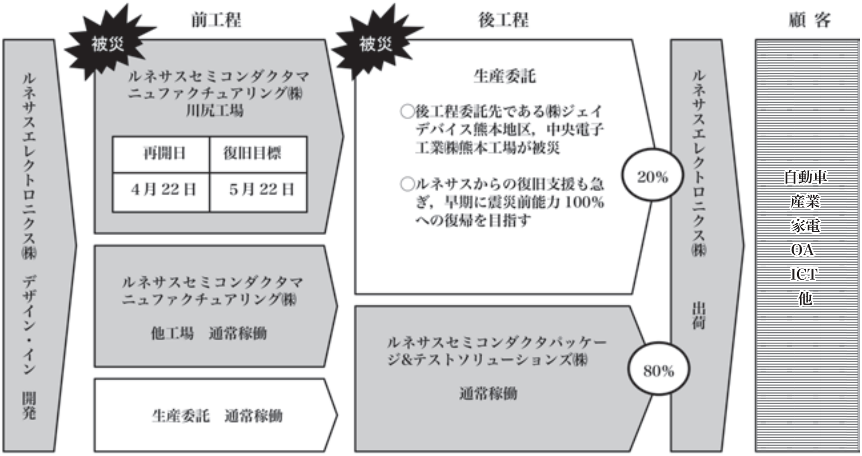
⑶　復旧過程

4月14日の地震発生後直ちにルネサスエレクトロニクスでは本社に緊急対策本部を，川尻工場に現地対策本部を設置した。16日の本震を受けて川尻工場では17日にクリーンルームや各種製造設備の被害状況の再調査を実施し，その状況を踏まえて緊急対策本部及び現地対策本部にて検討を行い，復旧計画（図２）を作成し，それをもとに18日から復旧作業に取り掛かり，22日よりウェハ測定工程から生産を再開した。その後，製造装置が復旧した工程から生産を順次再開し，５月22日に震災前の生産能力（生産着工ベース）へと復旧させた。

復旧の中心作業となったのは，石英ガラス治具の交換，破損し飛散した石英ガラスの除去，製造装置の修復，支援要請等であった。

破損し交換に要した石英ガラス治具の90%は予備への取り換え，８%は他工場からの持ち込みで済ませ，調達まで時間を要する新規購入分は２%に過ぎなかった。

図２　ルネサスエレクトロニクス㈱の「震災からの復旧計画」



（注）　復旧とは，震災前の生産能力に100%復帰させること（生産着工ベース）を指す。
（出所）　ルネサスエレクトロニクス㈱『変革プラン振り返り』2016年5月11日，p. 4の「震災からの復旧計画」に修正を加え筆者作成。

復旧には，ルネサスエレクトロニクス本社(約20名)，装置メーカー(90社，延べ4,400名)，トヨタ自動車（同15名)，デンソー（同268名）から支援を受けた。装置メーカーが4月18日にどこよりも早く支援に駆けつけたことで，工場内で育成していた自前で製造設備を修理できる保全多能工と一体となって製造設備の復旧作業に当たった。被害に見舞われた後工程委託先2社も5月10日までに復旧し，本震後35日という早さで復旧を完了させることができた。このため，代替生産を行うこともなかった。

(4)　ルネサスエレクトロニクス㈱の損失額

ルネサスの『第15期（自平成28年4月1日　至平成28年12月31日）有価証券報告書』では，熊本地震の損失額として，固定資産の修繕費43億55百万円，操業休止の固定費21億14百万円，たな卸資産廃棄損18億35百万円，その他6億11百万円，計89億15百万円（未収受取保険金10億円を含む。）を計上している。そのほかに，熊本地震で川尻工場の生産ラインが稼働停止したことにより売上高が減少し，また機会損失の発生により営業利益が減少したことを記載している。なお，同社が2016年6月7日に発表した『2016年12月期第1四半期業績予想』においては，川尻工場の稼働停止による売上高影響として140億円の減収，売上（生産）減による営業利益への影響として80億円の減益を見込んでいる。

3．熊本地震に伴うソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンターの被害状況と復旧過程，およびソニー㈱の損失額[8)]

(1)　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンターの概況

ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンター（以下，「ソニー熊本TEC」と略称する。）は，ソニー（SONY）㈱が，ソニー

国分㈱・ソニー大分㈱・ソニー長崎㈱の３社を合併して2001年４月に設立したソニーセミコンダクタ九州㈱（本社，福岡市）の第４のテクノロジーセンターとして熊本県菊池郡菊陽町原水のセミコンテクノパークに創設したソニー初の300 mmウェハ使用の一貫生産工場である（写真３）。2001年10月に竣工・稼働開始した１号棟と，2005年５月に着工，2006年５月から稼働（量産開始）した２号棟を有している。１号棟ではデータプロジェクター向けなどのH-LCD（高温ポリシリコン液晶ディスプレイ）と，デジタルカメラ，カムコーダなどに組み込まれるCCDイメージセンサー（固体撮像素子）の量産を，２号棟ではCMOSイメージセンサーとCCDイメージセンサーの混流生産を行っている。

ソニーセミコンダクタ九州は，2013年４月に本社所在地を福岡市から，既に実質的な本社機能を有していた熊本TECに移転し，さらに2016年４月には社名を現在のソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱に変更している。

写真３　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンター

（出所）　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱提供

ソニー熊本TECの従業員数は，2017年4月1日現在約2,700名である。熊本地震が発生した2016年4月には約3,200名を数えた。

ソニー熊本TECは，熊本地震の前震の震央から約17km離れ，前震が発生した4月14日21時26分には震度5強の揺れを，本震の震央からは約12km離れ，本震が発生した4月16日1時25分には震度6強の揺れを受けた（前掲図1参照）。

⑵ 被害状況

①人的被害

4月14日の前震発生当時，ソニー熊本TECにおいて勤務していた従業員は約1,200名，このうち約500名が製造ライン内で業務に従事していた。地震発生と同時に従業員は建屋外に一斉に避難を開始した。避難訓練で使用していた避難経路の中にはパネルの剝落等で行方を阻まれ使用できないところもあり，従業員の避難には訓練時以上の時間を要したが，全員無事に避難した。社員の安否確認は早期にできたが，請負会社の社員の出退勤については請負会社の監督に任されていたので，請負会社の社員の安否確認に時間が掛かった。また，製造ライン内で業務に従事していた従業員は，通勤に利用する自動車や自宅の鍵をロッカーに入れたままで避難したことから，帰宅するのに困難を来した。このため，現在ではクリーンルーム内の従業員にも鍵を持たせて入室させている[9)]。

前震を受けて生産ラインが停止したため，翌4月15日から復旧作業準備要員と保安要員を除き，従業員は自宅待機となった。これら復旧作業準備要員と保安要員は，余震が続くなかで建屋や製造装置の被害状況の確認作業に従事した。この確認作業中の16日深夜，約60名の復旧作業準備要員と保安要員が本震に見舞われた。しかし，全員が無事避難した。このため，ソニー熊本TECにおいても熊本地震による従業員の人的被害はなかった。

②建屋，付帯設備，生産設備の被害状況

その一方で，上田康弘社長が地震発生後初めて被災現場に足を踏み入れた時「現場を前に足がすくんだ。熊本からの撤退を考えるほど状況はひどかった」[10)]と語るほど物的被害は甚大であった。それは，ソニー熊本TECの想定を超えた地震の揺れにあった。熊本TECでは，地震が発生しても震度6，振動加速度360ガル（Gal）までは耐えられる耐震構造を設定していた。従って，前震が発生した際には，震度5強，地表面で最大加速度369ガルの揺れ（推定），すなわち熊本TECが想定していた程度の揺れで，被害も少なかった。しかし，本震の際には想定の2倍の加速度708ガルの振動（推定）が発生し，被害を大きくした。

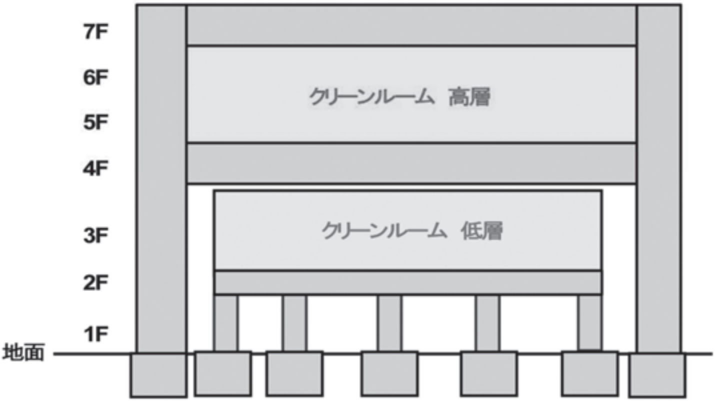
建屋については，建屋を支えるH形鋼（H-beam）の変形，H形鋼の土台の粉砕（写真4），ブレースの座屈変形，配管の破損，捩じ切れたボルト，パネルの剥落，天井の落下，事務棟と工場棟の連結部の損壊などが見られた。

熊本TECのクリーンルームは図3のように二層構造になっている。低層階のクリーンルームはより高い精密度を要求されるウェハ処理工程を設置してお

写真4　H形鋼の土台の粉砕

（出所）　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱提供

図3　ソニー熊本TECの基本構造



（出所）　ソニー㈱提供。

り，強固な構造体として建造されていた。このため，低層階の「クリーンルームとその中の生産ラインには大きな悪影響は生じ」[11] なかった。それでも，拡散炉が破損し（写真５），石英ガラス治具が損壊し，自動搬送装置のレールが落下した（写真６）。天井や壁，排気ダクト，配電設備なども剝がれ，落下した。製品ストッカーが壊れ，いたるところでフープ（FOUP，SEMI規格に準拠している300 mmウェハ用の搬送容器）が落ち，割れたウェハが散乱した。

写真５　拡散炉の破損

（出所）　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱提供

写真６　自動搬送装置のレール落下

（出所）　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱提供

また露光装置の免震架台が破損し，その修復が生産ラインの立ち上げに時間を要した。

他方，高層階のクリーンルームには，組立や測定などの後工程やカメラモジュールの生産設備などが設置されていた。この高層階のクリーンルームは，構造上高位に位置することもあって，地震の揺れがより激しく，甚大な被害が生じた。クリーンルーム自体が損壊し，製造装置，空調設備，配管・配電などファシリティが多大な被害に見舞われた（写真７）。量産に向けた準備を行ってきた外販向けの高機能カメラモジュールの設備も被害に遭い，加えてカメラモジュールがスマートフォン市場の成熟化などで需要が減少傾向にあることから，ソニーは長期的観点から熊本 TEC における高機能カメラモジュールの開発・製造から撤退することとなった。[12]

今回の熊本地震で熊本 TEC ではクリーンルーム内の製造装置の２割が被害を負った。

写真7　1号棟6階クリーンルームの損壊

（出所）ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱提供

⑶　復旧過程

ソニー熊本TECでは，地震発生直後，対策本部を設置し，4月16日朝から復旧作業準備要員と保安要員で被害の確認作業を開始した。SEAJ（一般社団法人日本半導体製造装置協会）の「災害発生後のクリーンルーム内入室作業に関するガイドライン Rev. 1. 01」に則り本震発生後，24時間を経過した後，クリーンルーム内に入り，確認作業を行った。

上田社長は，16日の本震から6日後，ルネサス川尻工場を訪ねた。ルネサスは2011年の東日本大震災で那珂工場が約3か月間操業を停止した経験があり，当時の担当者から復旧スケジュールの立て方についてノウハウ・アドバイスを得るためであった。

4月21日に復旧に向けて決起集会を開き，翌22日から従業員等が建屋内に入り，安全が確認された所から復旧作業を開始した。

熊本TECでは，被害状況の確認，ルネサスをはじめ装置メーカー，関連企

業からのアドバイス，早期復旧に向けた準備などを総合的に検討した結果，大きな損傷がなかった低層階のウェハ処理工程については5月末を目途に稼働を開始することを見込み，4月28日に公表した。

復旧のために，同社の他工場からの社員をはじめ，プラントメーカー，装置メーカー，サプライチェーンに関わる企業から，最大時には2,500～2,600名が支援に駆けつけ，専門技術・技能を活かし分担して復旧作業に当たった。

実際に稼働開始が早かったのは，高層階に位置する，後工程の一部である測定工程で，5月9日より段階的に稼働を再開した。高層階に位置する組立工程など他の工程については，5月17日より順次稼働を開始した。低層階に位置するウェハ処理工程は，テストランを行ったうえで，5月21日から順次稼働を開始し，7月末までに全工程の生産を再開した。9月末には出荷ベースで震災前の水準に回復した。

上田社長は，熊本TECが復旧までに3か月半の長期間を要した要因について次の三つのことを挙げている。一つは必要な耐震強度を見落としていたこと，二つは地震の揺れに対する想定の甘さ，三つはプロアクティブな行動になっていなかったこと，すなわち東日本大震災によって深刻な被害に見舞われたルネサス那珂工場に本社を置くルネサスの前工程製造子会社，ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリングの宮本佳幸社長から震災復旧のノウハウについて教えを請うていれば，1か月くらいは復旧が短縮したであろうということである。なかでも，プロアクティブな行動になっていなかったことが決定的な要因であったと述べている。

⑷　ソニー㈱の損失額

ソニーの『2016年度（自2016年4月1日　至2017年3月31日）有価証券報告書』では，熊本地震による被害に直接関連する修繕費及び棚卸資産の廃棄損等を含む追加の損失及び費用（以下，「物的損失」と略称する。）として166億82百万円，稼働停止期間中の製造事業所の固定費等を含む費用として93億

65 百万円を計上しており，また物的損失のうち，106 億 82 百万円は保険金請求により回収する保険収入により相殺されるとして，当年度の連結損益計算書の売上原価には，熊本地震に関連する費用（純額）154 億円が半導体分野に計上されている。

ソニーが 2017 年 4 月 28 日に発表した『2016 年度連結業績概要（2017 年 3 月 31 日に終了した 1 年間)』は，「熊本地震の営業利益への影響額の試算」として表 1 を提示している。それによると，年間試算額（連結）は，半導体分野で物的損失 167 億円，復旧費用・その他 18 億円，機会損失 203 億円，合計 388 億円，イメージング・プロダクツ＆ソリューション分野の地震影響（機会損失

表 1　熊本地震の営業利益への影響額の試算

（単位：億円）

		1Q 試算額	2Q 試算額	3Q 試算額	4Q 試算額	年間 試算額
イメージング・プロダクツ＆ソリューション（IP&S）	地震影響（機会損失のみ）	△70	△30	△5	−	△105
半導体	地震影響合計	△247	△99	△31	△11	△388
	物的損失	△68	△72	△17	△10	△167
	復旧費用・その他	△13	△3	△1	△1	△18
	機会損失	△166	△24	△13	−	△203
全社（共通）	地震影響（機会損失のみ）	△25	△8	△2	−	△35
連結	地震影響合計	△342	△137	△38	△11	△528
	物的損失	△68	△72	△17	△10	△167
	復旧費用・その他	△13	△3	△1	△1	△18
	機会損失	△261	△62	△20	−	△343

（注）1．表に記載している数値には，受け取りを見込んでいる保険金は含まない。
　　　2．機会損失には，稼働停止期間中の製造事業所の固定費などを含む費用および販売機会の喪失による逸失利益を含む。
　　　3．全社（共通）の機会損失は，IP ＆ S 分野および半導体分野の売上高が地震前の想定を下回ることにより，売上高に応じて配賦されるべき固定費が両分野へ配賦されないことによる。
（出所）　ソニー㈱『2016 年度連結業績概要（2017 年 3 月 31 日に終了した 1 年間)』2017 年 4 月 28 日，p. 5 の表「熊本地震の営業利益への影響額の試算」を一部修正して筆者作成。

のみ）105億円，全社（共通）の地震影響（機会損失のみ）35億円に及び，地震影響合計額は528億円に上るとしている。

ソニーが2016年5月24日に発表した『2015年度連結業績概要及び2016年度連結業績見通し』では，熊本地震の連結営業利益への影響額を合計で約1,150億円と見通していたが，ウェハ投入ベースでのフル稼働が7月末に前倒しできたことなどにより，機会損失が大幅に縮小したため，熊本地震の連結営業利益への影響額は5月の試算額の半額以下となっている。とは言え，熊本地震の連結営業利益への影響額は500億円を上回っており，機会損失は物的損失，復旧費用・その他の合計額のおよそ2倍に達していることは特筆すべきところである。

4．熊本地震に伴う三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所の被害状況と復旧過程，および三菱電機の損失額[13)]

⑴　三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所の概況

三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所（以下，「三菱電機熊本事業所」と略称する。写真8）は，三菱電機により1970年3月にトランジスタ・ICを組み立てる熊本第二工場として設立されたもので，以来50年近くの歴史を有す。かつては，電卓用のPMOSICや，MCU，DRAMの生産を行っていたが，96年2月からDRAMと併せてMOS系パワーデバイスの生産を，2002年7月からはIGBTの生産を開始した。

2003年4月に日立製作所と三菱電機の半導体部門（パワー半導体を除く）を分社・統合して㈱ルネサステクノロジが設立されたことから，三菱電機熊本工場は三菱電機パワーデバイス製作所熊本事業所とルネサステクノロジ熊本工場とに分割されることとなった。その後，三菱電機熊本事業所では同年12月にバイポーラ系パワーデバイスの生産を開始し，翌2004年1月にウェハ裏面ラインを完成させた。さらに，2008年4月に三菱電機がルネサステクノロジ熊本工場を買い戻し，これによって三菱電機熊本事業所のクリーンルームは従前

写真 8　三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所

（出所）　筆者撮影（2017 年 6 月 18 日）

の 1.2 万 m^2 から 2.4 万 m^2 へと倍増した。同事業所では，現在，パワーモジュール，大電力デバイス，高周波デバイス，ドライバ IC・センサ，光デバイス等のパワーデバイスのウェハ処理工程（表面・裏面工程）および完成ウェハのテストを行っている。

ヒアリング調査を行った 2017 年 2 月 15 日現在の三菱電機熊本事業所の従業員数は約 800 名，構内に所在するメルコセミコンダクタエンジニアリング㈱，極陽セミコンダクターズ㈱等の関係会社の従業員数を合わせるとおよそ 1,600 名が同事業所内で就業している。

三菱電機熊本事業所は，熊本市北区の東側に隣接した合志市御代志に立地しており，熊本地震の前震の震央から約 18 km 離れ，前震が発生した 4 月 14 日 21 時 26 分には震度 5 弱の揺れを，本震の震央からは約 11 km 離れ，本震が発生した 4 月 16 日 1 時 25 分には震度 6 弱の揺れを受けた（前掲図 1 参照）。

⑵　被害状況

①人的被害

4月14日の前震発生当時，三菱電機熊本事業所においては事務所に約30名が，製造ラインに220～230名が勤務していた。地震発生直後から同事業所も操業停止状態となり，災害対策マニュアルに従い全従業員が屋外へ避難した。三菱電機熊本事業所では，夜勤者を対象とした夜間防災訓練を行うなど，事業所の実情を踏まえた防災訓練を実施していたことなどもあって，幸い被害者は誰一人もいなかった。避難後も地震が継続していたこと，設備・機械の損壊状況が不明であったため，従業員をしばらくの間待機させたあと，一部の職員および機械・設備の保安要員を残し，24時までには従業員を帰宅させた。

三菱電機熊本事業所では，可燃性ガス，支燃性ガス，有毒ガス等のガス漏れが発生した場合には警報機が鳴るシステムが設置されていたが，緊急遮断弁が作動したため，ガス漏れは発生しなかった。しかし，念のためガスマスクを付け，防護服を着た保安要員を24時頃に建屋内に入れ，製造ラインの機械・設備等の状況確認に当たらせた。

4月15日は，昼勤（9時～21時）を休みとし，保安要員による工場内の安全確認後，21時から人数を絞り，120～130人の従業員で機器点検や清掃などの復旧作業を開始した。復旧作業開始後，4時間半近く経過した16日1時25分に本震が発生した。復旧作業に従事していた全従業員は作業長の誘導により屋外へ退避し，3時間程度屋外で待機したのち，工場内で損壊を受けず安全性が確保できた従業員の福祉会館みたいなところで夜を明かした。16日早朝，先遣隊が従業員のロッカーまで行けるかどうか，ガス漏れ，薬液漏れ，倒壊，階段の確保等を確認したあと，従業員を5名ずつのグループに分けロッカーへ向かわせ，着衣や私物を持ち出し，帰宅させることを優先した。この作業に朝7時から始めて昼過ぎまで時間を要した。この本震の際にも重篤な被害者を出さずに済んだ。

②建屋，付帯設備，生産設備の被害状況

建屋は震度 6 に耐えられるように造られていたため，建屋自体には大きな損傷はなかったが，空中渡り廊下の段ずれ，天井の落下，水漏れなどが生じた。停電しなかったので，クリーンルームは，循環空調機の運転継続により清浄度を維持したものの，被害を負った。例えば，クリーンルームを仕切ったパーティションが位置ずれ，脱離により倒壊したところや，一部に天井が落下し壁が崩れたところがあった。また，配管が落下したり，配管漏れを生じたところが多数見受けられた。

製造装置は，免震台の上に載せてはいなかったが，特殊な金具を用いて固定していた。しかし，阪神・淡路大震災によって被災を受けた三菱電機北伊丹事業所と同じように，今回の熊本地震によっても，製造装置が被害に遭った。想定を超えた震度・加速度により装置を固定していた金具が飛んでしまったり，装置の固定金具が折れたりしたため，位置ずれを起こした装置が数多くあった。北伊丹事業所のケースでは「転倒にいたる設備は無かった…そして装置本体の破損はほとんど見られなかったことも共通の現象」[14] であったのに対し，熊本事業所においては装置の転倒が起きたばかりでなく，天井の落下で潰れ使用できなくなった装置も生じた。

⑶　復旧過程

三菱電機では，4 月 14 日の地震発生後直ちに本社に全社災害対策室を，翌 15 日朝に熊本事業所に現地対策本部を設置した。水・電気・ガスなどのインフラ関係の修理に 17 日の夕方から取り掛かり，18 日には本格的な復旧作業を開始した。建屋・製造ライン内に入り，清掃および設備の詳細確認などを進めながら，早期生産再開に向けた作業に着手した。

復旧作業には，インフラ関係の工事事業者，建築事業者，装置メーカー，材料・部材メーカーなどのほか，三菱地所，ニコンなどを含め三菱電機グループを挙げて取り組んだ。

クリーンルームは4月27日に復旧した。その一方で，生産設備の立ち上げ調整作業を継続し，5月9日に調整作業を終えたウェハテスト工程から生産を再開した。その後，電極形成，素子形成（ウェハプロセス）と生産工程の後ろから前へ順に立ち上げ調整作業を進め，5月31日に地震発生前の生産能力に復帰した。

⑷　三菱電機㈱の損失額

熊本地震により三菱電機熊本事業所と同時に，三菱電機の全額出資子会社で産業用・車載用中小型液晶ディスプレイを開発・製造しているメルコ・ディスプレイ・テクノロジー㈱（熊本県菊池市）が被害に遭った。三菱電機の『第146期（自2016年4月1日　至2017年3月31日）有価証券報告書』では，熊本地震によって両工場が被災したことによる当連結会計年度の災害損失として，被害の原状回復等に係る固定資産の補修・撤去費，棚卸資産の廃却・検査費，操業度低下期間中の固定費等83億26百万円を計上している。また，電子デバイス事業について，通信用光デバイス等の需要増加により，受注は前連結会計年度を上回ったが，パワー半導体や液晶モジュールの売上減少に加え，円高の影響もあり，売上高は前連結会計年度比12％減の1,865億円，営業利益は，売上減少などにより，前連結会計年度比84億円減の83億円となったことを記載している。

5．BCPの絶えざる見直しによる耐震対策の強化とメーカー間の提携・協力

既述のように半導体，半導体産業，半導体メーカーは，生活・産業・社会のインフラストラクチャーであり，それらを変革する原動力でもある。それだけに生活・産業・社会に対する影響力は大きい。しかし，その一方で半導体産業は地震に対して脆弱性を有する産業である。日本では大規模な地震が相次いで発生し，多大な被害をもたらしてきた。その度ごとに，半導体メーカーにおい

ては，従業員の負傷や設備の損壊等の直接的被害に見舞われるばかりでなく，工場の操業停止に伴うサプライチェーン（供給網）の寸断による間接的な被害をも与えてきた。

半導体産業にとって事業を中断させるリスクは，もちろん地震のみではない。事故，事件，テロ，停電，水害などがある。2001年9月11日に発生したアメリカの同時多発テロ事件を受けて，SEMIは本部にSEMI北米地区事業継続協議会を設置し，同協議会は，ニューヨークのワールドトレードセンター地区で被災したメリルリンチ証券をはじめとする数社がハリケーン用のBCPを転用し，安否確認，バックアップオフィスの活用，代替ITシステムの確保等を行い，１週間から４週間という短期間で速やかに事業を復旧し，事業の中断を最小限に抑えたことに注目し，これらの企業の事前対策と事後対策を調査研究し，その成果を半導体関係産業向けに提供する目的で，“The SEMI Business Continuity Guideline for the Semiconductor Industry and its Supply Chain”を作成した。本書の第２版は2003年３月に公表され，2004年６月に黄野吉博らによって『半導体関係産業向け事業継続ガイドライン Version 3.2』として翻訳されている。[15]

本書第２版は第１章から第６章までのガイドラインの部分と第７章のBCM（Business Continuity Management，事業継続マネジメント）の各種テンプレートの二部構成になっている。「本書の目的は，半導体関係産業の企業が直面している事業を中断させる脅威に対して理解を深め，リスクを軽減化する方法とその運用を明確にし，事業を継続させること」[16]であるとして，BCMについて大半を割いている。本書は，BCMについて「危機に際して，事業活動が全面的に通常の状態に回復するまで，企業が対策を施し，中枢事業を継続／再開できるよう災害からの影響を軽減するため作成した事前対策のプロセス」[17]と定義している。その上で，BCMのプロセスを次の六つの構成要素，１.事業影響分析，２.事業継続，３.災害（非常事態）からの復旧，４.通常事業への復旧，５.サプライチェーン，６.各事業所での準備に分けて紹介している。また

同時に，BCP は「ある BCM 期間中に行なわれる，明確に定義された指示，助言，方針および手順を含まなければならない」[18] とし，本書の中で随所に取り上げられている。本書の公表を契機に，BCM，BCP が半導体関連産業の企業の間で世界的に浸透し，日本の大手半導体メーカーにおいても BCM への認識が高まり，BCP の策定に繋がっていった。

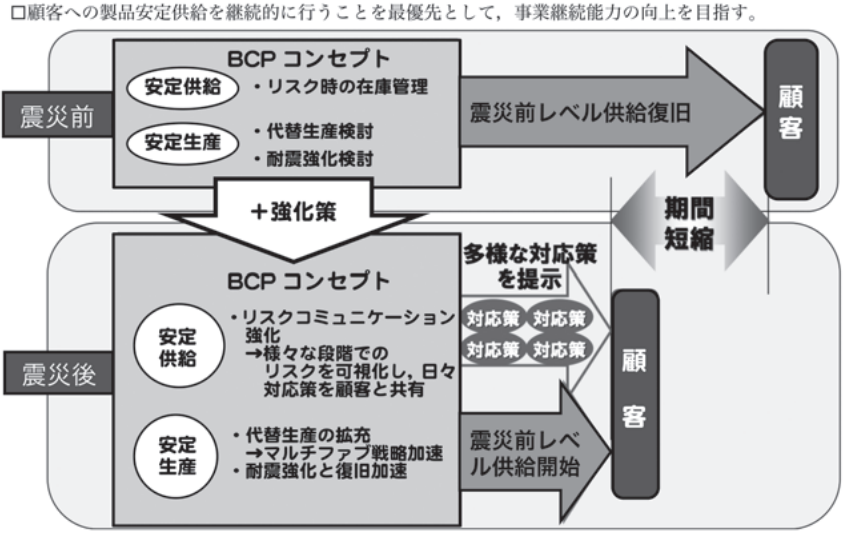
ISO 22301：2012 Societal security－Business continuity management systems－Requirements（JIS Q 22301：2013　社会セキュリティ－事業継続マネジメントシステム－要求事項）は，BCM を「組織への潜在的な脅威，及びそれが顕在化した場合に引き起こされる可能性がある事業活動への影響を特定し，主要な利害関係者の利益，組織の評判，ブランド，及び価値創造の活動を保護する効果的な対応のための能力を備え，組織のレジリエンスを構築するための枠組みを提供する包括的なマネジメントプロセス」と，また BCP を「事業の中断・阻害に対応し，事業を復旧し，再開し，あらかじめ定められたレベルに回復するように組織を導く文書化した手順」と定義している。要するに，BCM は BCP を作るための上位概念である。[19]

日本では，大きな地震の発生の度に，半導体工場が被災を受け，大手半導体メーカーでは地震対策の強化，BCM の改善，BCP の策定・見直しを行ってきた。阪神・淡路大震災で北伊丹事業所が被害に遭った三菱電機はその教訓を活かして各拠点工場で BCP を策定した。[20] 2003 年 5 月 26 日の三陸南地震，同年 7 月 26 日の宮城県北部連続地震と二度にわたる大地震で約 30 億円の被害を負った宮城沖電気㈱（現在のラピスセミコンダクタ宮城㈱）は被災後すぐに BCM チームを立ち上げ BCP を作成し，防振・耐震工事に取り組むとともに，2005 年には特定非営利活動法人リアルタイム地震情報利用協議会（REIC）と共同で緊急地震速報を活用した「リアルタイム地震防災システム」を開発・導入した。[21]

東日本大震災で主力工場である那珂工場が建屋や生産設備の被災などにより 2011 年 3 月の震災発生から 6 月初旬まで約 3 か月間操業を停止したルネサス

エレクトロニクスは，2011 年 8 月 2 日開催の 2012 年 3 月期第 1 四半期決算説明会において，BCP の強化策を公表した。ルネサスが公表した BCP 見直しのポイントは，⑴耐震強化と復旧加速（耐震強化，早期復旧施策による丈夫な生産工場の構築），⑵代替生産の拡充（マルチファブ化を含めたファブネットワーク構築の更なる加速），⑶リスクコミュニケーション強化（リスクの見える化を推進し，顧客へリスクに合わせた多様なメニューを提供する）といったものである（図 4，表 2）。この BCP の見直し・強化策に基づいて，ルネサスは，約 100 億円を投じて川尻工場を含む国内各地の主要生産拠点において震度 6 強を想定した耐震補強を進め，2013 年 9 月までに計画されたすべての対策を終えた。[22] 今回の熊本地震よる被災からの復旧について，ルネサス川尻工場の佐竹和也工場長は「BCP が有効に機能し，早期に震災前の生産着工ベースに復帰させることができた」[23]「対策を進めているときは正直，半信半疑だったが，

図 4　ルネサスエレクトロニクス㈱の BCP の強化策（BCP コンセプト）



（出所）　ルネサスエレクトロニクス㈱『ルネサスエレクトロニクス事業方針』2011 年 8 月 2 日の p. 53「ルネサスの BCP」を一部修正して筆者作成。

表２　ルネサスエレクトロニクス㈱のBCPの強化策のポイント

１．耐震強化，早期復旧施策による丈夫な生産工場の構築

■耐震強化

耐震６弱 → 耐震６強（東日本大震災と同レベル）へ強化

➢前工程１か月以内，後工程0.5か月以内での生産着手を目標とする。

■早期復旧施策

東日本大震災の被災によるダメージが大きく復旧に時間がかかったポイントを洗い出し，

用役・建屋・CR復旧 ➡ 装置立ち上げ ➡ テストラン

・ダクトの修復　・装置の修復　・レチクルの手配

・ポンプの修復　・生産治工具の手配

➢今回の被災で学んだ上記早期復旧のための強化ポイントを重点的に改善する。

これらの施策により，壊れにくく直りやすい丈夫な生産工場を構築する。

２．更なるBCP強化として「ファブネットワーク」構築を加速

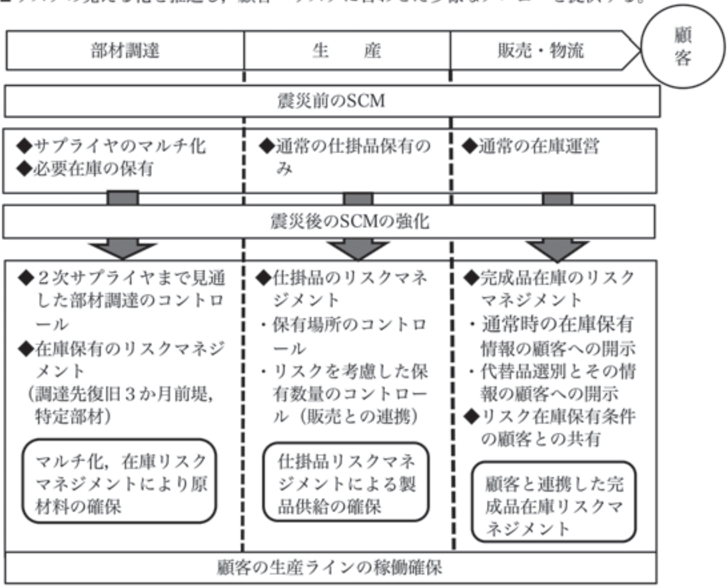
■100日プロジェクト当時から計画／推進しているマルチファブ化を含めたファブネットワークの構築を更に加速する。

・主力のマイコンでは，90％以上の製品（0.15μm以下）で顧客の承認があれば，他のファブでの生産が可能となる体制の整備を目指す（現状80％程度）。

■システム，アナログ等における一部の製造プロセスの絞込みを行い，よりマルチファブ化がスムーズに実行できる体制を構築する。

３．安定供給への取り組み

■リスクの見える化を推進し，顧客へリスクに合わせた多様なメニューを提供する。



（出所）　ルネサスエレクトロニクス㈱『ルネサスエレクトロニクス事業方針』2011年８月２日，pp. 52〜58の「３．事業継続計画（BCP）」より筆者作成。

実際に被災してみると対策に意味があったことが良く分かった。何も対策をしなかったら復旧はもっと遅れたはずだ」[24]と語っている。

ソニーセミコンダクタマニュファクチャリングは，熊本地震で甚大な被害に遭った熊本 TEC について，今回のような大規模災害が発生した際でも 2 か月でフル生産に回復するよう BCP の見直しを行った。また，同社は，「今回の経験をソニーだけの知見にとどめず，半導体にかぎらず，いろんな製造業が立ち直っていけるノウハウになるよう共有したい」[25]（同社上田康弘社長）との考えから，上田社長自らシンポジウムで講演したり，被災した熊本 TEC を報道陣に公開したり，熊本 TEC の被害状況や復旧過程を撮影した DVD・CD を作成・配布し，改定した BCP を，取引先等を対象に公開するなど，積極的に情報の公開・共有に努めている。

「地震大国」日本では，マグニチュード 8 ～ 9 クラスの巨大地震「南海トラフ地震」の発生が予測されるなど，いつ，どこで大規模地震が発生してもおかしくない状況下にある。これに併せて防振・耐震技術も絶えず進歩している。また企業を巡る国内外の事業環境も刻々と変化している。日本の半導体メーカーにあっては，情報の収集，相互交流を図り，PDCA サイクルに則り継続的な BCP の見直し・改定に努め，耐震対策の強化を図ることが重要である。

日本の大手半導体メーカーはいずれも BCP を作成している。この BCP は BCM に基づき作成されるもので，基本方針，事業の優先順位書，使用部品表，輸送経路書，リスク評価表，緊急時対応マニュアル，連絡網，指揮系統図，緊急時財務書，緊急時人事書，IT 復旧計画書，事業復旧計画書などの関係文書が含まれる[26]。これら BCM，BCP の大前提は人命最優先であることを忘れてはならない[27]。

ところで，東日本大震災で深刻な被害に見舞われたルネサス那珂工場は，生産設備内で破損した長納期部品の一部について，社内外の半導体工場から融通を受けた[28]。今回の熊本地震で甚大な被害に遭ったソニー熊本 TEC では，石英ガラス治具を同社の他工場，パーツメーカー，他の半導体メーカーから入手し

ている。このような半導体メーカー間の協力関係は災害時には不可欠のことである。

東日本大震災や熊本地震で半導体メーカー各社の工場が被災を受けた経験をもとに，2016年度から，ルネサスエレクトロニクスやソニーなど，電子情報技術産業協会（JEITA）の半導体部会で役員会社を務める7社が，部材調達網の相互利用を中心に，震災など非常時に各社が生産を継続できる連携体制づくりに向けて議論を始めることとなった。[29] このような議論を通して半導体関連メーカーを含めたメーカー間の相互連携・協力体制が早期に構築されることが必要である。

注

1）小田・東・松永・山中・溜渕・秋野（2016）p. 3 。
2）アンビエント情報社会と半導体の役割・関連については，電子情報技術産業協会ICガイドブック編集委員会（2012）pp. 20-27を参照されたい。
3）藤田　聡・皆川佳祐（2012）p. “655-7”。
4）粕淵義郎・中野　晋（2011）p. I_90。
5）「クリーンルームの概要」㈱日立プラントサービスのWebページ（http://www.hitachi-hps.co.jp/business/cleanroom/outline/index.html，2017年7月8日アクセス）参照。
6）ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場については，同工場でのヒアリング調査（2017年1月26日），Eメールでの問い合わせに対する回答（2017年1月27日），熊本大学主催のシンポジウム「半導体先端工場の地震対策」（2017年3月18日開催）における同社宮本佳幸代表取締役社長の講演「ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング熊本の震災復興」，ルネサスエレクトロ二クス㈱のニュースリリース「『熊本地震』による当社事業への影響について（第1報：2016年4月15日～第8報最終報：2016年5月23日）」，熊本県企業誘致連絡協議会（2017）pp. 19-20の「BCPが有効に機能し早期復旧を実現　東日本大震災の教訓を生かし　ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場」をもとに，今村　徹（2016），熊本日日新聞社編集局（2016）p. 135，松本泰治（2016），産業タイムズ社（2016）p. 266の「ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱熊本川尻工場」，新聞各社の記事などを参考にして著した。
7）木村雅秀（2012c）p. 73参照。
8）ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンターについては，同工場でのヒアリング調査（2017年2月7日），Eメールでの問い合わせに対する回

答（2017 年 5 月 11 日），熊本大学主催のシンポジウム「半導体先端工場の地震対策」（2017 年 3 月 18 日開催）における同社上田康弘代表取締役社長の講演「熊本地震振り返り」，ソニー㈱のニュースリリース「平成 28 年（2016 年）熊本地震の影響について（第 1 報：2016 年 4 月 18 日～第 4 報：2016 年 5 月 13 日）」，ソニー㈱『2015 年度連結業績概要（2016 年 3 月 31 日に終了した 1 年間）』（プレゼンテーション資料）2016 年 4 月 28 日の「■地震の影響について」pp. 2 - 5，熊本県企業誘致連絡協議会（2017）pp. 9 -10 の「想定外の激震も 1 か月前倒しで完全復旧　BCP の見直しで生産再開を 2 か月以内へ　ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンター」をもとに，毎日新聞西部本社（2017）pp. 53-54，甲木昌宏（2016）pp. 61-62，産業タイムズ社（2016）p. 225 の「ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング㈱熊本テクノロジーセンター」，新聞各社の記事などを参考にして著した。

9）毎日新聞西部本社（2017）p. 54。

10）同前，p. 53。

11）前掲ソニー㈱『2015 年度連結業績概要（2016 年 3 月 31 日に終了した 1 年間）』（プレゼンテーション資料）p. 4 。

12）ソニー㈱『経営方針説明会』（スピーチ付き）2017 年 5 月 23 日，p. 18 参照。

13）三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所については，同事業所でのヒアリング調査（2017 年 2 月 15 日），三菱電機株式会社パワーデバイス製作所『パワーデバイス製作所（熊本）事業概要ご説明』2017 年 2 月 15 日，三菱電機㈱「『平成 28 年熊本地震』の影響に関するお知らせ」（2016 年 4 月 16 日， 6 月 27 日），三菱電機㈱「『熊本地震』における当社半導体・デバイス関係　工場の状況について」（2016 年 4 月 27 日， 6 月 1 日， 6 月 27 日），熊本県企業誘致連絡協議会（2017）pp. 17-18 の「『 5 月末全面再開！』を唱和し，組織は同じベクトルへ　在庫の適正量に確かな指標も　三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本事業所」をもとに，甲木昌宏（2016），産業タイムズ社（2016）p. 259 の「三菱電機㈱パワーデバイス製作所熊本工場」，新聞各社の記事などを参考にして著した。

14）平山　誠（1996）p. 229。

15）SEMI North America（2003）邦訳 p. 1 ，黄野吉博（2007）p. 330 参照。

16）SEMI North America（2003）p. 5 ，邦訳 p. 5 。

17）同前，p. 6 ，邦訳 p. 7 。

18）同前，p. 2 ，邦訳 p. 3 。

19）黄野吉博（2007）p. 331。

20）「事業継続計画 機能に差　1 週間で復旧／建物被災で遅れ」『朝日新聞』2016 年 5 月 17 日朝刊。

21）沖電気工業株式会社（2006）pp. 6 - 7 ，新建新聞社（2007）pp. 8 -13，藤田　聡・皆川佳祐（2012）p. “655-4”。

22）熊本日日新聞社編集局（2016）p. 135，内閣府防災担当（2017）p. 75。

23）松本泰治（2016）p. 76。
24）熊本日日新聞社編集局（2016）p. 135。
25）山田奈々（2016）。
26）黄野吉博（2007）p. 331。
27）中村和仁（2006）p. 4 。
28）林出吉生（2013）p. 245。
29）「ルネサス・東芝など半導体生産 7 社，災害時の部材調達網の相互利用で連携へ」『日刊工業新聞』2016 年 9 月 22 日，Wedge 編集部（2016）p. 17。

参　考　文　献

今村　徹（2016）：『ナショナル・レジリエンス懇談会資料　熊本地震後の状況と課題（地域産業の視点より）』熊本県産業技術センター。

Wedge 編集部（2016）：「RESILIENCE 早期復旧できた理由　熊本地震から半年 想定外に威力を発揮する『供給網の見える化』」『Wedge』第 28 巻第 11 号，pp. 16-18。

沖電気工業株式会社（2006）：「半導体工場を守る『リアルタイム地震防災システム』」『社会的責任レポート 2006』沖電気工業株式会社，pp. 6 - 7 。

小田・東・松永・山中・溜渕・秋野（2016）：「熊本地震と地域経済」『KUMAMOTO 地方経済情報』通巻 50 号，pp. 3 - 9 。

粕淵義郎・中野　晋（2011）：「効果的な BCP を進めるための設備耐震性強化に関する考え方－半導体工場を念頭にして－」『土木学会論文集 F6（安全問題）』第 67 巻第 2 号，pp. I_89-I_94。

甲木昌宏（2016）：「ソニー，ルネサスなど震災前の生産能力へ回復　堀場製作所は被災地・西原村に新工場　“挽回・増産”に取り組む半導体デバイス・製造装置企業」『くまもと経済』第 423 号，pp. 60-70。

木村雅秀（2005）：「Cover Story　地震からの復活　三洋に学ぶ半導体工場のリスク管理」『NIKKEI MICRODEVICES』第 245 号，pp. 31-45。

木村雅秀（2012a）：「Documentary　ルネサス，震災からの復旧（第 1 回）これはもう直せない…」『日経エレクトロニクス』第 1081 号，pp. 86-89。

木村雅秀（2012b）：「Documentary　ルネサス，震災からの復旧（第 2 回）製造フロー，全部見せます」『日経エレクトロニクス』第 1082 号，pp. 74-77。

木村雅秀（2012c）：「Documentary　ルネサス，震災からの復旧（最終回）皆が喜び合える瞬間を」『日経エレクトロニクス』第 1083 号，pp. 70-73。

熊本県企業誘致連絡協議会（2017）：『世界と勝負する最先端の製造拠点を巨大地震が直撃！　熊本地震復旧の軌跡　創造的復興へ～誘致企業は如何にしてその危機を乗り越えたのか～　熊本県企業誘致連絡協議会会報　EPOCHAL Vol. 31』熊本県企業誘致連絡協議会。

熊本日日新聞社編集局（2016）：『熊本地震　連鎖の衝撃』熊本日日新聞社。

九州経済調査協会調査研究部動向班（2016）:「熊本地震の九州製造業への影響～自動車・半導体事業所への影響」『九州経済調査月報』通巻 853 号，pp. 16-23。

黄野吉博（2007）:「事業継続マネジメント（BCM）の考え方」『空気清浄』第 44 巻第 5 号，pp. 330-334。

産業タイムズ社（2016）:『半導体産業計画総覧 2016-2017 年度版』産業タイムズ社。

新建新聞社（2007）:「ドキュメント　2 度の絶望からの決断・“あいつ”は必ず来る　地震に打ち勝つ半導体工場」『リスク対策. com』2007 年 7 月号，pp. 8 -13。

電子情報技術産業協会 IC ガイドブック編集委員会（2012）:『IC ガイドブック 2　未来を創る！半導体』産業タイムズ社。

内閣府防災担当（2017）:『企業の事業継続に関する熊本地震の影響調査報告書』。

中村和仁（2006）:「半導体関連産業における事業継続計画」『TRC EYE』東京海上日動リスクコンサルティング株式会社，Vol. 99，pp. 1 - 4 。

日本政策投資銀行政策企画部ロサンゼルス駐在員事務所（2006）:『事業継続計画（BCP）を巡る動向と今後の展開～事業継続マネジメントによる企業価値向上～』日本政策投資銀行。

林出吉生（2013）:「災害に強い半導体工場への取り組み」『応用物理』第 82 巻第 3 号，pp. 243-246。

平山　誠（1996）:「阪神・淡路大震災における三菱半導体開発部門の被害と対策」『第 11 回年次学術大会講演要旨集』研究・技術計画学会，pp. 228-233。

藤田　聡・皆川佳祐（2012）:「東日本大震災における半導体製造工場の被害と復旧」『Dynamics & Design Conference』2012，日本機械学会，pp. “655-1” - “655-9” 。

毎日新聞西部本社（2017）:『熊本地震　明日のための記録』石風社。

松本泰治（2016）:「車載マイコンの製造拠点，震災から挽回生産へ　佐竹和也　ルネサスセミコンダクタマニュファクチュアリング㈱川尻工場長に聞く」『くまもと経済』第 423 号，pp. 76-79。

村田晋一郎（2016）:「半導体工場を襲った熊本地震　完全復旧が遅れるソニー，ルネサス」『経済界』第 51 巻第 12 号，pp. 50-51。

山田奈々（2016）「ビジネス特集　熊本地震～企業の教訓はライバルと連携～」NHK　NEWS WEB 2016 年 10 月 14 日（http://www3.nhk.or.jp/news/business_tokushu/2016_1014.html，2017 年 6 月 14 日アクセス）。

SEMI North America（2003）: *THE SEMI Business Continuity Guideline for the Semiconductor Industry and its Supply Chain*. SEMI 北米地区事業継続協議会著，黄野吉博ほか訳（2004）『半導体関係産業向け事業継続ガイドライン Version 3. 2』一般社団法人レジリエンス協会の Web サイト（https://resiliencej.files.wordpress.com/2014/07/semi_bc_guidelines_j.pdf，2017 年 7 月 11 日アクセス）。