

(社) 日本地すべり学会関西支部シンポジウム

「政 権 交 代 と 地 す べ り 防 災 」

日 時：平成22年6月25日（金）10:00～17:00

場 所：大阪建設交流館8階グリーンホール（大阪市西区立売堀）

TEL：06-6543-2551 <http://www.wjcs.net/jigyoku/kory.html>

----- プログラム -----

- 10:00～11:00 特別講演 「あの日からの想い～
大規模災害対策への政治の取り組み」
民主党衆院議員・衆院災害対策特別委員会理事 高橋昭一
- 11:00～11:40 話題提供（質疑応答含む）
(1) 宅地造成等規制法の改正と危機管理
浄土真宗寶福寺 廣野一道
- 11:40～12:10 (社)日本地すべり学会関西支部総会
12:10～13:30 昼 食
- 13:30～15:30 話題提供（質疑応答含む）
(2) BCP、災害の危機管理としなやかな社会
京都大学防災研究所 牧 紀夫
関西大学社会安全学部 永松伸吾
(3) 南海地震対応のBCP策定事業
高知大学 大年邦雄
(4) BCPにおける危険斜面のスクリーニングや被害想定に
活用できる要素技術
地層科学研究所 里 優
- 15:45～17:00 パネルディスカッション「新時代の地すべり防災事業」
司 会 太田英将（太田ジオリサーチ）
パネラー 話題提供者、
長島忠美（衆議院議員災害対策特別委員会委員）
- 17:30～19:00 意見交換会

主 催 (社)日本地すべり学会関西支部

後 援 (社)砂 防 学 会

(社)地盤工学会関西支部

(社) 日本地すべり学会関西支部長
藤村 尚 (鳥取大学)

シンポジウム実行委員

委員長	福岡	浩	(京都大学防災研究所)
委員	太田	英将	(太田ジオリサーチ)
委員	釜井	俊孝	(京都大学防災研究所)
委員	末峯	章	(京都大学防災研究所)

《特別講演》

あの日からの想い～大規模災害対策への政治の取り組み

衆議院議員・衆院災害対策特別委員会理事 高橋昭一

1. はじめに

1995年1月17日午前5時46分。この瞬間から始まった一連の経験がなければ、現在の私は衆議院議員ではないと思う。「政治が機能しなければ人が死ぬ」という切実な被災地経験から生じた大きな問題意識は15年を経て、私を国政の壇上にまでたどり着かせてくれた原動力になった。多くの人の死を目の当たりにし、その初動からの政治の対応の遅れ、また大規模災害であるがゆえの対応の限界など、身をもって課題を痛感した。今日、衆議院災害対策特別委員会次席理事として、日本の災害対策に携われる身とならせていただいたことを感謝したい。



現在、国会の場で様々な情報を得て、あの日からの15年の取り組みを見てみると、阪神・淡路大震災がきっかけとなって整備されてきたものがたくさんある。それだけに、大震災での対応にさかのぼって批判することは間違っている。

私の立場は、あの当時、政治の場で災害の初動に携わった皆様や地域の行政の皆様の必死の取り組みを批判するものではない。どちらかという、私自身が国会議員となって改めてあの日のことを再検証し、「まだ足りないことは何か」を探し出し備えるということが重要だと感じている。

今回、本シンポジウムに寄稿させていただけることに改めて感謝を申し上げ、当時の出来事、また現在の災害対策について感じるところを話題として提供させていただきたい。

2. 災害対策は地球エネルギーとの闘い

あの瞬間に被災した人々は何を感じただろうか。私の持った直感は「人間の手に負えない何かが発生している」というものだった。地平線までが上下しているような感覚。もう逃げ場がないという焦燥感と無力感。地球規模で起こる災害に対して私たち人類はあまりにも無力だった。

実際に被災した街を見ると、おおよそ想像のつかない壊れた方をしている建物が多い。大震災の大きな破壊力は、通常ではありえない影響を建物に与え、予測不能な状況を作り出した。

地球規模のエネルギーによる災害に対して、小さな存在である私たち人類のとりえる対策は、完全な「防災」ではなく、可能な限り減らす「減災」であると割り切るしかないの

かもしれない。しかし、私たちは出来る限り「完璧」に近づけるための努力を怠るわけにはいかない。その意味で災害対策はまさに地球エネルギーとの闘いそのものであるのではないか。

3. 阪神・淡路大震災から15年で出来たこと

この15年、あの大震災をスタートにして様々な施策が順次決定されていった。自衛隊への出動要請も迅速化された。

チリ大地震による津波の発生が予測された本年2月28日。関西にいた私は急遽伊丹空港から仙台空港に飛び、夜には宮城県の女川港に到着した。すでに陸上自衛隊の災害派遣の標識をつけた車列が女川で待機していた。これは防衛省による自主的な待機であり、防衛省内での正式な手続きに基づいてあらかじめ派遣されていたのである。あの大津波のように事前に予測がつく災害は数少ないかもしれないが、大震災の被災地で自衛隊の出動を願い続けた私としては、このフットワークには安堵感を覚えた。

また、被災者生活再建支援法も、この15年で適用範囲が拡大した。大震災直後から「個人の財産に対する国の支援」について、私たちは激しく戦ってきたが、当時の大蔵省は「日本は共産主義国家ではないので無理」だと頑として受け付けなかったことを考えると大きな進歩であると思う。

また昨年の台風9号による被害の視察で兵庫県佐用町のボランティアセンターでお話をお聞きする機会をいただいたが、「ボランティアのマッチング」作業が極めて円滑だったという話を聞きとても頼もしく思った。

そもそも、災害ボランティア活動を推進する上で最も重要なものの一つが、来られたボランティアさんと作業をつなぎ合わせる「マッチング」であると認識している。これが円滑に行われないと、たくさんの方々に来ていただいても、期待通りの効果が得られない。ゆえに、この佐用の例は、災害が頻発した兵庫県のノウハウ蓄積のたまものであるといえる。

阪神・淡路大震災での教訓が徐々にではあるが、確実に形になっていった15年だったといえよう。

4. さらにハードルが高い大規模災害対策

しかし、今後予測される大規模災害は、阪神・淡路大震災を上回っている。そういう意味では、まだまだ高いハードルが据えられていることに、私たちは注視しなくてはならない。

これまで、東海地震の発生が予測され、多くの対策が東海地震に集中していた。今国会で、昭和55年に制定された「地震財特法（地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律）」の延長を決定したが、この特措法もそもそもが「東海地震」に備えたものである。私が国会議員になったはじめての内閣府か

らのヒヤリングの時にも「東海地震だけでなく、南海地震、東南海地震が連動する可能性があるのに、3地震連動の対策はないのか」と質問させていただき、その後の委員会質問でも、防災大臣に対して同趣旨の質問をさせていただいた。中井防災大臣からは「同様の心配をしており、早急に対策を進める」との答弁があり、実際に4月21日には同会議が「3地震連動を想定して防災訓練を行う」という方針が明示された。やっと、内閣府として3地震について明確化されたことは少し前進したといえる。ただ、被害想定では死者25000人を超える。この被害想定をいかに減らすかが大きな課題である。

しかし、実際に、現在の政府の大規模災害対策の状況をヒヤリングすると、やはり不安がのこる。帰宅困難者支援や、避難経路という指摘があるが、実際に大災害が発生すると、帰宅経路が想定どおり確保できるかわからないし、その間に要救助者が山積し、また火災が発生しているかもしれない。大規模な防災訓練でビル一棟を対象にしたものに参加したことがあるが、大規模災害現場ではそのビルが100も200も存在する過酷な状況である。

今、私たちは「大規模災害発生時の徹底したシミュレーションの再確認」を行わなくてはならないと感じている。特に初動時の危機管理意識の向上は、かなり厳しい設定の下で行わなくてはならない。これはマニュアルというよりはどちらかというと「危機管理対応能力の育成」的なものではないだろうか。

5. ハイチ大地震に出動したイスラエルの野戦病院

ハイチで現地視察を行った調査団の報告によると、イスラエル軍の野戦病院が48時間以内に設置されたという。どのようなマニュアルがあったのか。それは「とにかくドクター達を乗せて飛び立つ」というようなものだった。行き先もわからず野戦病院の装備をのせた飛行機はイスラエルを離陸する。ハイチ上空で、管制塔からは隣国である「ドミニカ」に着陸要請を受けたという。しかし、彼らは拒否した。ドミニカからでは入国手続きや通関、陸路移動で78時間かかってしまう。それでは救える命も救えない。ということで、管制塔との交渉のため上空旋回の後、ハイチの空港に着陸。実際に48時間以内の野戦病院設置を行った。また装備の中には、出産後のための保育器まで装備されていた。

適切な目的意識と作業を明確したプロフェッショナルがまさに危機管理意識を高くもって災害対策にあたる。正直、今の日本ではここまでの行為は「無謀」にみえるかもしれない。しかし、彼らは「命の危機」を知っているがゆえに、そのアクティビティによって多くの人命を救った。

阪神・淡路大震災の過酷な現場にいた私は、危機管理がときに「極端で勇気のいる決断」を迫られることを知っている。事なかれ主義が人の命を奪うことも知っている。

ゆえに、「日本政治の危機管理力向上」については譲れないのである。私は、この件について具体的なプログラム立案を行う研究を深めたいと考えている。

6. 地震対策特別措置法の改正を目指す

日本列島は、先ほどの3地震だけでなく、いつどこで大地震が起こってもおかしくない「地震列島」である。勿論、3地震対策だけでは手ぬるい。今回「首都直下型地震対策議員連盟」が正式に発足し、私も事務局次長を拝命した。言うまでもなく3地震、首都直下型だけのものではあってはならない。どの地域にも活断層が走り、火山があり、プレートの影響も重なって、「全国を対象」とする対策が必要だ。

そのために、来年3月末で期限がきれる「地震対策特別措置法（地防法）」を、単純延長ではなく、前述の「財特法」並みにかさ上げすることを検討しなくてはならない。「財特法」が東海地震対応なのに対し「地防法」は全国に網がかかる。これは、単に法律を変えるだけでなく、日本政府として「全国を対象に徹底して防災対策を行う」という大きな意思表示でもある。

この件は予算案件であるので、まだまだ詳細な立案を行わなくてはならないが、可及的速やかに方針を煮詰めて行きたい。

7. まとめに

「天災は忘れた頃にやってくる」という警句は故寺田寅彦氏のものだが、昨今は「いま隣にある危機」というほどに、災害はひっきりなしにやってくる。阪神・淡路大震災の時期をきっかけに地球規模での地震の活性化期に入ったと指摘する研究者もおられる。然るに、「防災」と「危機管理」の2本立てでの政策推進は急務である。ふせぎつつ、発生した時点のことを十分に考える。これは今後の政治のあり方の中で極めて大きな位置を締める。

「危機管理庁創設」の議論もあるが、これは新省庁をつくるのが目的ではない。省庁横断型で機能的な危機管理体制の樹立が本意である。阪神・淡路大震災からの「命への責任」「未来への責任」を果たすために、全力で闘い続けることをお約束したい。

《話題提供》

宅地造成等規制法の改正と危機管理

真宗大谷派寶福寺 廣野一道

1. はじめに

2005年当時、私は国土交通省の宅地造成等規制法（以下、宅造法）の技術面を所管する部署に在籍していましたが、宅地造成部門は、組織的にも、技術面でも、政策面でも、脆弱な部門であり、予算も調査費が少々あるのみといった寂しい状況でした。前年の2004年には、新潟県中越地震が発生し、多くの宅地に被害が発生していました。この災害では、現在の長岡市を中心に、1,000箇所を越える宅地が被災し、擁壁や盛土といった人工地盤の脆弱性が露呈しました。特に、宅地造成地での盛土の"滑動崩落"という現象が注目されました。

今から15年前の阪神・淡路大震災以降、各地で地震による宅地の被害が発生するたびに、被災宅地の復旧体系の不備や、宅地の耐震化を促進していないことが、マスコミや国会で批判されていました。それ以前にも1978年の宮城県沖地震で、仙台市緑が丘などで大規模な盛土の変状や地すべりが発生し、社会問題化したこともありましたが、宅造法などの改正は行われませんでした。しかし、阪神・淡路大震災で、緩斜面の地盤の変状が各地で発生し、これは京都大学防災研究所の釜井俊孝氏の調査研究によって、谷を埋め立てて宅地造成をした盛土（以下、谷埋め盛土）が地震動によって"滑動"したことが明らかにされました。

しかし、当時、建設省は宅造法の主対象である擁壁の被害を重視し、谷埋め盛土の滑動崩落現象には関心が払われませんでした。宅造法の許可を受けた擁壁の被害が、0.01%（総数55,700箇所のうち被災擁壁は7箇所）と低かったこともその一因です。その後「宅地擁壁の復旧技術マニュアル」の策定、宅地造成に携わる行政や開発者向けの技術指針である「宅地防災マニュアル」（通達）の改訂時に、耐震に関する知見が盛り込まれました。併せて被災宅地危険度判定制度が創設されました。しかし、宅造法の技術関連の改正はされませんでした。

一方、住宅関係の法律や各種基準、制度が阪神・淡路大震災以降、耐震化を促進するために大幅に整備されていきました。また、砂防関係でも、災害関連緊急傾斜地崩壊対策事業の特例措置（民間宅地擁壁を対象）や土砂法の策定と警戒避難態勢の整備などのハード・ソフトに亘る充実した対応が進められました。その後も、2000年鳥取県西部地震、2001年芸予地震、2003年十勝沖地震といった宅地の被害を伴う地震が続きましたが、宅造法そのものを見直す契機とはなりませんでした。

そんな中、宅造法を所管する私の部署に、内閣府で防災担当の企画官をされていた渋谷和久氏が異動してこられ、たまたまその年に新潟県中越沖地震が発生し、一気に宅造法改正へと流れができたのでした。

2. マージナルな宅地という世界

宅地は、俗に言う「はみご」「マージナル（境界）」な存在だと私は思っています。1点目の理由としては、技術の分野として、宅地はマージナルな存在であるということです。地盤工学や地すべり学などは土木系に属しますし、建築学は建築系に、というふうに分類されますが、宅地は学問としても独立していません。宅地は、どこまでいっても不可知な土という世界と、思い通りに造ることのできる建築という世界の境界にいるからかもしれません。そんなことから宅地の専門家や研究者が少ないのかもしれませんが。また地盤災害に関しては、地盤工学系、地質学系、砂防系といった各分野の扱う目的、手法、時間スケールなどの違いが影響して、余計に宅地という分野が敬遠されているような気がします。2点目は、組織的な問題です。宅地造成技術を専門に扱う国交省本省の人間はわずか数人というマンパワー不足です。もともと、宅造法は住宅局が策定し、運用していた法律でした。その後、計画局（現在の総合政策局）、建設経済局（同左）、総合政策局、都市・地域整備局（宅地課は解散し、都市計画課へ一部吸収、その後都市・地域安全課へ移行）と、まるでジプシーのように彷徨う「はみご」のような部署なのです。そうしたことから法改正など夢のまた夢だったのです。

3. 宅造法の改正

2004年の新潟県中越地震が宅造法を改正する契機となったことは先に述べました。阪神・淡路大震災後においても宅地の耐震化が各種検討はされましたが、住宅や都市の耐震化の検討が先行し、宅地耐震化の動きは前節のような状況下にあったため、法改正にまでは至らなかったのです。ただ、技術的検討は進められた結果、平成10年の宅地防災マニュアルの抜本改定という形で、宅地防災・開発許可行政の現場に活用されています。

しかし、新潟県中越地震では、宅地の被害がクローズアップされ、緊急対応としては阪神・淡路大震災の時以上の緊急対応（被災宅地危険度判定実施、被災宅地相談窓口設置、被災宅地復旧支援隊派遣と各宅地ごとの復旧手法提案、被災宅地復旧技術マニュアル作成、融資・基金による被災宅地復旧助成など）をしたのですが、次に述べるような背景で、宅造法の改正に向けた検討を2005年5月から始めたのです。

- ・日本全体が地震の活動期に入り、被害地震が頻発すると共に、東海地震や南海・東南海地震などが切迫していること、
- ・新潟県中越地震で見られたように、住宅の構造や基礎が耐震化されていても、地盤そのものが耐震化されていないと意味がないこと、
- ・大規模盛土が被災すると、その復旧には巨費が必要となり、被災住民だけでは負担し

- きれず、場合によっては移転せざるを得ないこと、
- ・大規模盛土の被害は、住宅のみならず、周辺の道路や河川、ライフラインなどの復旧を困難にしてしまうこと、
 - ・耐震性の低い、隠れた瑕疵を持つ大規模な谷埋め盛土や腹付け盛土が全国に無数に存在していること、しかもそこに住む人や行政がその危険性に全く気づいていないこと、
 - ・私有財産である宅地には、直接に公的支援をしないとす政府の方針があり、被災後の対応より、事前の耐震化による減災を選択すべきこと、
 - ・谷埋め盛土の位置を把握し、その地震時安定性を評価し、妥当な費用で耐震対策が可能な技術が確立されていると確信したこと、

そこで、東京工業大学の太田秀樹氏を座長とする「総合的な宅地防災対策に関する検討会」を5月に設置し、翌年1月に報告をいただき、その報告をもとにした改正法案を1月31日に閣議決定し、3月末に国会で可決され、4月1日に公布されました。

4. 宅造法の技術基準

4.1 頑丈すぎた擁壁の基準

改正前の宅造法（以下、旧宅造法）は、豪雨によるがけ崩れと土砂の流出に対応するために策定され、その目的は「宅地造成に伴いがけくずれ又は土砂の流出を生ずるおそれがある市街地又は市街地となろうとする区域内において、宅地造成に関する工事等について災害の防止のため必要な規制を行うことにより、国民の生命及び財産の保護を図り、もって公共の福祉に寄与すること」とされています。今回の改正でも基本は同じですが、地震による盛土の対策を加えた点が特筆されます。

旧宅造法は、地震などの数十年から数百年に一度というような異常な災害を含んでいなかったのです。これは技術的な問題もあったとは思いますが、当時の宅地開発の主体であった民間事業者には過大な安全性を要求することにより、事実上宅地造成を諦めさせてしまいかねないという経済上の配慮がなされていたのだと思います。その上で作成された技術基準は、切土、盛土、擁壁、排水という最低限必要な項目に絞って作成されました。

しかし擁壁に関する基準は厳しく、当時一般的に施工されていたフォーム（練積み仕様規定の場合）より倍以上分厚くなり、かなり安全側に設計されていました。その後少し緩和されたようですが、それでも、家屋に隣接して造られ、管理が行き届かない一般人の所有であり、第三者被害を防がなければならないのだからということで、道路などの公共擁壁よりも頑丈に設計されていました。地震力や水圧（水抜き穴が機能するという前提）は見込まれていないにも関わらず、宅造法の許可を受けた擁壁が実際の地震を受けてもほとんど壊れていないと報告されているのは、この頑丈さのおかげだと思います（支持力不足による沈下や増し積みされた違反造成での被災はあります）。改正法でもこの部分は基本的に変更されていません。結果的に、空石積みの技術は失われ、練石積みの擁壁ばかりの単調なデザインになってしまった代わりに、安全性を手に入れたと言ってもよいでしょう。

4.2 地盤の耐震化

旧宅造法の地盤に関する基準としては、政令に地表排水、地すべり防止対策、締固め、段切りについて記述されていました。また強制力のない宅地防災マニュアルには、耐震設計法や盛土内排水対策、間隙水圧対策、軟弱地盤対策（液状化防止）などの記述がありました。

今回の宅造法の改正は、地震による盛土の"滑動崩落"という現象に着目して改正されたことは先に述べました。"滑動崩落"とは、盛土全体が、盛土底面部を滑り面として、旧地形に沿って流動・変動・崩落する現象と定義しました。阪神・淡路大震災の時の西宮市仁川（腹付け盛土の崩壊事例）のように完全に"崩落"しきってしまうこともあります。いわゆる谷埋め盛土の"滑動"は数十cmから数m程度移動しただけで止まる事例が多く見られました。また新潟県中越地震でも、長岡市高町団地に見られるような腹付け盛土の"崩落"が数多く発生しました。いずれも従来は、人工地すべりと人工がけ崩れとされる、自然斜面を対象とする砂防事業では、原則的に手を出しにくかった領域だったのです。

このような危険な盛土造成地は、従来の宅地造成工事規制区域（国内全面積の2.7%が指定されている）の外にも数多く存在することが推測されるため、それらを造成宅地防災区域として知事等が指定できるようにしたのです。指定の要件として、地震時に地すべりの安定解析で安全率が1を下回らないことを条件にしています。ただ、政令には、二次元安定計算（円弧すべり法）を念頭においた安定解析の方法が記述されています。地すべり学会に委託した検討業務においては、谷埋め盛土の滑動の特徴である側方抵抗を計算に盛り込むことで、より被災の実態に近い結果が算出できる簡便でわかりやすい計算モデルが検証できていました。ただ、モデルの妥当性を検証できる事例が少ないこと、二次元モデルに比べて安全率が3割ほど高めに出ること（対策費用が従来より大幅に低減）、谷埋め盛土の対策工法が発展途上にあること、などの前提があったのでしょうか。

なにはともあれ、地震時に谷埋め盛土全体が水圧で浮き上がった時（ホバークラフト状態）に、側方抵抗が滑動を大きく規制するという説明は、素人の私にはとてもわかりやすいものでした。地すべりの全てがこの方法で説明できるとは思えませんが、この分野の研究が進んでいくことを期待します。

5. 検討途上での悩み

今回の総合的な宅地防災対策の検討の途上でいくつか悩んだ点を下に挙げてみました。具体的な内容については、シンポジウム当日お話しします。

- ・危険な大規模谷埋め盛土は1,000箇所？
- ・盛土が液状化する？
- ・幅／厚さ比10の謎

- ・ 3,000 m²の根拠
- ・ 谷埋め盛土のハザードマップは作れるのか？

6. おわりに

2010年3月末現在、52の市町村が、宅地耐震化事業を利用して、谷埋め盛土ハザードマップを公表されているそうです。大規模盛土造成地滑動崩落防止事業も、新潟県中越沖地震で被害を受けた柏崎市で全国で初めて事業が実施されました。

既設の宅地耐震化というパンドラの箱を開けてしまった以上、後退は許されません。谷埋め盛土の関係する住民、行政、技術者が連携して、迫りくる大地震に、一刻も早く備えていかなければなりません。自分の足下の隠れた瑕疵を積極的に探して、直して、というのは、得るものがない苦痛な作業のように思われますが、地震が起きてから嘆いても遅いのです。耐震化とまでいなくても、まずはそういう危険性がある土地である、と気づき、それを智慧として共有していく作業から、まずは始めていきましょう。その作業が、いのちを救う減災につながるのですから。

参考文献

- 国土交通省(2006)：総合的な宅地防災対策に関する検討会報告. http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/04/040125_2_.html
- 宅地造成等規制法及び政令 (2006): <http://law.e-gov.go.jp/html/dat/S36/S36HO191.html>
- 国土交通省：宅地防災マニュアル (2007): http://www.mlit.go.jp/crd/web/topic/pdf/takuchibousai_manual070409.pdf
- (社)日本地すべり学会 (2006)：平成17年度谷埋め盛土造成地の危険度評価・安定解析手法に関する検討業務報告書. 国土交通省委託業務報告書.
- 沖村孝・二木幹夫・岡本敦・南部光弘：兵庫県南部地震による宅地擁壁被害の特徴と原因 (1999): 土木学会論文集, No. 637 / VI-45, 63-77, pp.29-41.

《話題提供》

BCP, 災害の危機管理としなやかな社会

京都大学防災研究所 牧 紀男
関西大学社会安全学部 永松 伸吾

1. 業務継続 (Business Continuity) とレジリエンス (Resilience)

業務継続 Business Continuity が防災対策における新しい目標となっている。Business Continuity という考え方は以前から存在していたのであるが、注目されるようになったのは 2001 年に発生した米国・同時多発テロである。同時多発テロでは、ワールドトレードセンタービルが、航空機を使ったテロにより倒壊し、世界企業の本社機能が集中する地区で業務が停止した。しかし、別の地域にバックアップセンターを設置していた企業では速やかに業務が再開されたことから一躍、業務継続マネジメント (Business Continuity Management, BCM) が注目されるようになり、業務継続のための計画 (Business Continuity Plan, BCP) が欧米の多くの企業で策定されるようになる。

日本においても業務継続の重要性が認識されるようになり、内閣府中央防災会議は 2003 年に「民間と市場の力を活かした防災力向上に関する専門調査会」を設置し、企業の業務継続マネジメントを考える際の指針となる「事業継続ガイドライン」¹が 2005 年に公表される。図 1 はガイドラインに掲載された事業継続計画の概念である。

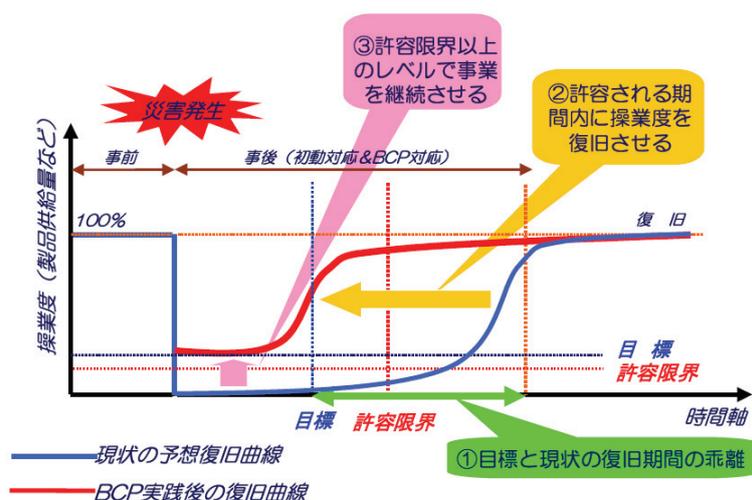


図 1 事業継続計画の概念 (出典：内閣府防災担当、2005)

日本における事業継続計画の柱の一つは地震対策である。日本は、地震多発国であり、企業はこれまでも地震防災対策を実施してきている。にも関わらず、なぜ新たに業務継続マネジメントという事が言われるようになったのであろうか。事業継続とこれまでの防災対策との最大の違いは「復旧」、言い換えれば「いつまでに業務が再開できるのか」という視点で防災力を評価するという事にある。これまでの防災対策においては、耐震改修等の被害を出さないための被害抑止対策（Mitigation）、非常連絡網や人命救助といった発生直後の緊急対応（Response）に重点が置かれ、防災力を評価する指標としては、人的被害や物理的被害が用いられてきた。防災力を復旧日数で評価するという考え方は、ライフライン等、一部の分野を除いて存在しなかった。

業務継続を目的とした防災対策を考える上でのキーワードがレジリエンス（Resilience）である。レジリエンスとは「弾力、回復力」と訳されるが、形状記憶合金のように折れにくいし、さらに折れてもすぐに元に戻る、しなやかさの事である。図2にレジリエンスの概念を示す。図2は図1をより概念的に示したものとなっていることが分かる。レジリエンスの向上とは、1) 被害を出さないための被害抑止対策（Mitigation）と発生した被害を最小限に食い止める被害軽減対策（Preparedness）を組み合わせる事により、復旧時間を短くすることで、災害による社会的影響を最小限にしようとする考え方である。

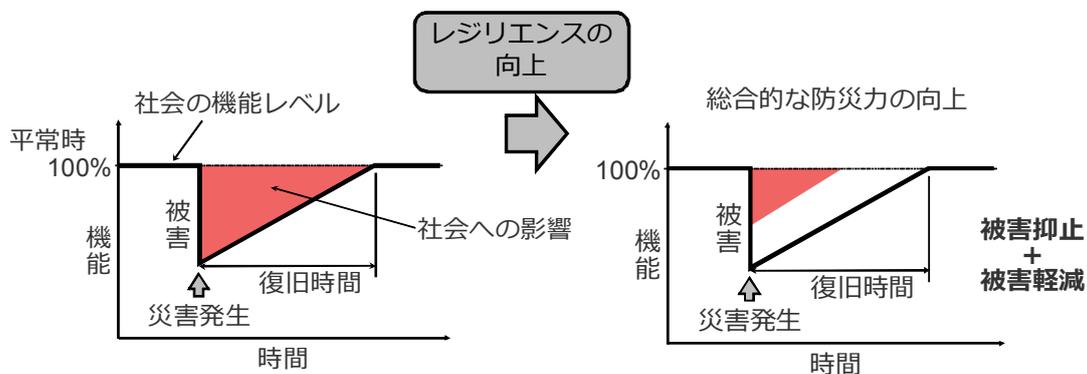


図2 防災におけるレジリエンス（出典：MCEER, Resilience Framework）

2. 危機に対処するための4つの方法

これまでの防災対策はともすれば砂防ダムを造る、構造物の耐震性を上げる、堤防を整備するといった被害を出さないための対策を中心として考えられて

きた。しかしながら、リスクへの対処の考え方として大きくは、1) 被害を出さない(被害抑止 : Mitigation)と、2) 発生した被害を最小限に食い止める(被害軽減 : Preparedness) という 2つの考え方が存在する。さらに、被害抑止対策として、1) 砂防ダムのような構造物により被害を「軽減:Reduction」する対策と、2) 土砂災害特別警戒区域を設定して危険地域に人が住まないようにするといった被害を回避 (Avoidance) 対策という 2つの対策が存在する。また、被害軽減対策として、3) 被害が発生しても復旧可能なように保険に入るといった被害を転嫁 (Transfer) 対策と、4) 被害が発生する事はやむを得ないとするが発生した被害に対処するといった被害を受容 (Acceptance) するという 2つの対策が存在する。すなわち、リスクへの対処という観点から防災対策を整理すると 4つの対処方法が存在するのである (図 3)。

これまでの防災対策では、被害軽減対策を中心に考えられてきたが、この 4つの対策をうまく組み合わせて、総合的な対策を実施していくことが「レジリエンス」を高める上で重要になる。業務継続を目的とした対策を考えるためにこの 4つの対策を組み合わせ、総合的な防災力を向上させる事が必要である。

		検討対象	
		自然現象	社会現象
目的	被害抑止	軽減 (risk reduction) 砂防ダムを設置する	回避 (risk avoidance) 危険区域から移転する
	被害軽減	転嫁 (risk transference) 保険・共済制度	受容 (risk acceptance) 災害対応

図 3 リスクに対処する 4つの方法

3. どのようにして業務継続を目的として危機管理を行うのか

業務継続計画を策定する場合の最初のステップは業務継続計画を策定するための組織を立ち上げる事である。通常は、業務継続マネジメントのための組織横断的なプロジェクトチームが設立される。プロジェクトチームを立ち上げる上で、考慮すべき点は 1) トップが関与している事、2) 関連する全てのステ

ークホルダーが参画している事である。

近年の環境、品質管理の分野で ISO に基づく計画が策定されるようになって
いるが、そこで重視されているはトップによるレビューである。防災分野に関
連の深いリスクマネジメントについてもトップのレビューが求められるよう
になっている（図 4）。業務継続マネジメントにおいても図 5 に示すようにトッ
プの関与が不可欠とされる。

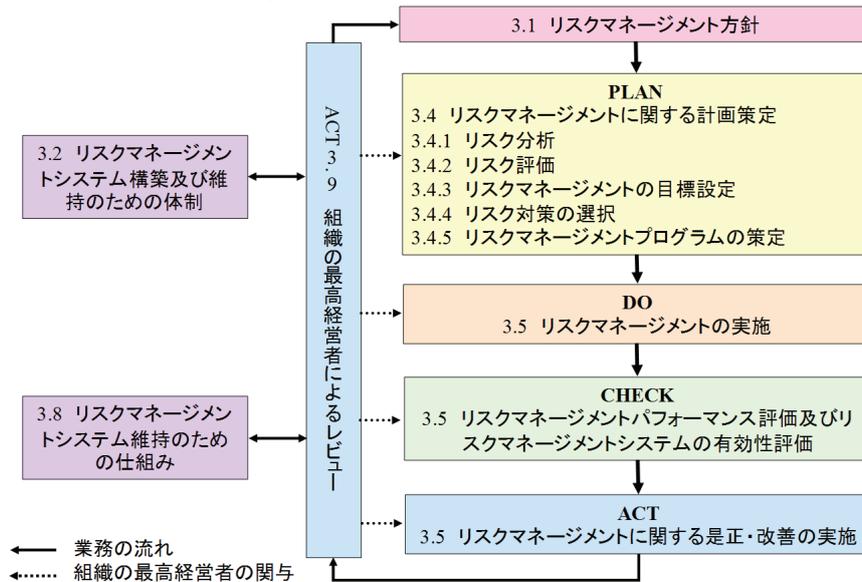
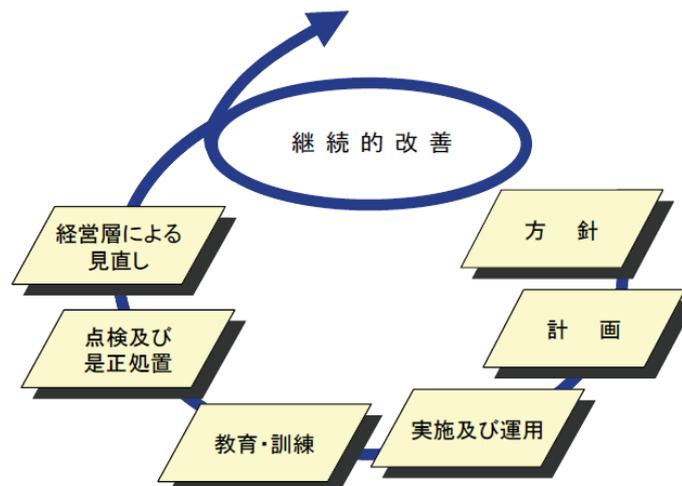


図 4 JIS が規定するリスクマネジメントシステム（JIS Q2001）



継続的改善

図 5 事業継続マネジメントの流れ（出典：内閣府、2005³）

図6は業務継続を目的とした危機管理の具体的な取り組みについて示したものである。危機管理を行うためには、1) リスクの評価→2) 戦略計画の策定→3) 被害抑止対策を講じなかったリスクに対して危機対応計画を策定する（「標準的な危機管理システム」）→4) 研修・訓練を実施する、という4つのプロセスが存在し、さらにこのプロセスを継続的に実施していく必要がある。



図6 危機管理のための4つのステップ

リスクの評価は、1) リスクの同定、2) リスクの評価というプロセスで実施される。リスクの同定とは、組織を取り巻くあらゆる危機を列挙する作業である。対処できる、できないという事に関わらず、想定される全ての危機を洗い出す必要がある。同定した危機を図7に示すように、「内的・外的」「に非常・非日常」という軸に従って分類する。4つの象限に危機を分類するのは、各象限により求められる対策が異なるためである。

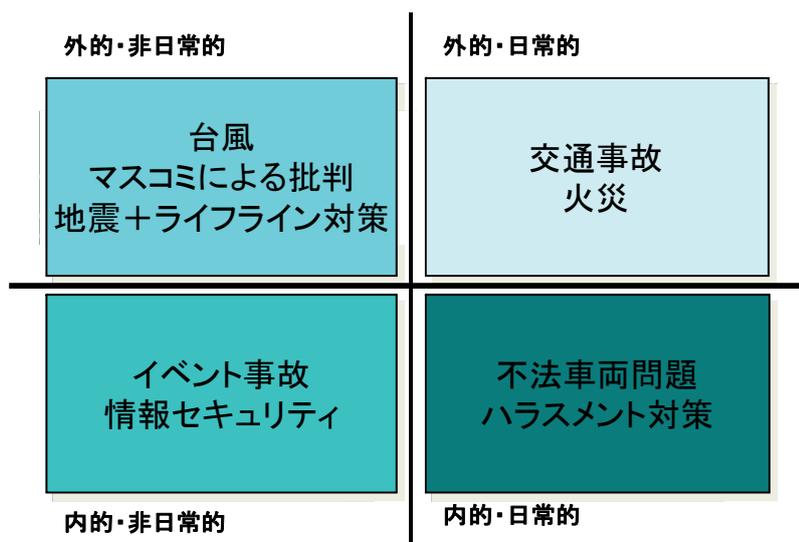


図7 リスクの分類と評価

(出典：林春男・牧紀男他、2008⁵)

その後、リスクの定義である、発生確率×影響度という観点から評価を行い「内的・日常」「内的・非日常」「外的・日常」「外的・非日常」という象限毎にリスクの大きい危機を洗い出す。

抽出された危機に対しての対策を策定するのが「戦略計画の策定」である。先述の4つのリスクへの対処方法を用いてどのような対策をとるのか検討していく。

ある程度の被害が発生する事を許容する対策を取ることを意志決定した場合、危機事案が発生した場合の対応計画を策定する必要がある。次章で説明する Incident Command System の考え方にに基づき組織の危機対応計画を策定するのが「標準的な危機対応システム」である。

また、危機事案は減多に発生しないので、危機事案に備えて訓練、研修を行っていくことが重要であり、最後のステップとして「研修・訓練」が存在する。

4. 危機対応の組織

総合的な危機管理を実施するためには、発生した危機にどのように対応するのが重要になる。現在、世界の標準的な危機対応システムとなっているのが Incident Management System, ICS である。ICS は 1970 年代にカリフォルニア州における森林火災の消火活動の中から生まれた危機対応システムであり、1990 年代になると米国では大規模イベント等も含めたあらゆる危機対応に使われるようになる。さらに 2001 年の同時多発テロの反省から、米国において全米共通の標準的な危機対応システム、National Incident Management System, NIMS が構築され、この NIMS も ICS の考えたに基づく危機対応システムとなっている。

ICS とは、危機対応の仕組みの標準化を図り、危機対応時に組織相互の連携を可能にする仕組みであり、その特徴として以下の 10 のポイントが上げられる。1) 危機対応の 5 つの機能(Five Functions)、2) 状況に応じた組織編制 (A Modular Organization)、3) 標準化された概念・呼称(Common Terminology)、4) 空間利用の標準化 (Designated Incident Facilities)、5) Incident Commander 責任制(Unified Command Structure)、6) 一元的な指揮命令系統 (Unity of command)、7) 直接指揮人数の制限 (Span of Control)、8) 責任担当期間 (Operational Period)、9) 日誌の義務化 (Unit Log)、10) 業務計画策定(Consolidated Incident Action Plan)

図 8 は ICS が規定する危機対応に必要な機能を示したものである。ICS の特

徴として、1)「情報作戦部門」、「資源管理部門」、「庶務財務部門」という指揮調整者と支援する「参謀機能」の内容について明確に規定していること、2) 実際の危機対応を実施する「事案処理部門」について、達成目標毎に対応組織構成する「部局班」と、場所毎に対応組織を構成する「地区班」という2つの考え方が示されていること、が上げられる。

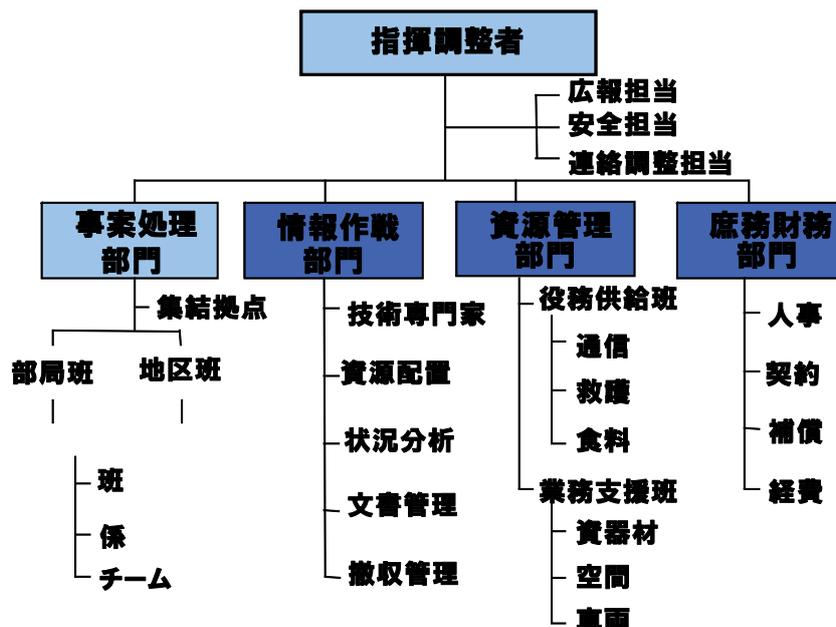


図8 ICSが規定する危機対応の機能（出典：林春男・牧紀男他、2008⁶）

5. 上手く危機対応を行うために

危機対応を行う上で最も重要になるのが「状況認識の統一」（Common Operational Picture, COP）である。「状況認識の統一」とは危機対応に関わる全ての人と同じ情報を持って危機対応を行うという事であり、危機対応の成否は「状況認識の統一」ができていようかどうかによって決まるといっても過言ではない。「状況認識の統一」を上手く行うための危機対応の仕組みがICSである。

図9に危機対応における情報処理の流れを示す。危機対応を行うための情報としては1)組織を取り巻く外的状況、2)組織内各部局の被害・対応状況という2つの情報が存在する。危機対応時には、ともすれば被害情報（「組織を取り巻く外的状況」）を収集する事だけ集中してしまいがちであるが、危機対応を行う上では、自らの組織が今何を実行しているのか、どれだけの人的・物的資源があるのかという「組織内部の状況」についての情報も重要である。いく

ら被害状況が把握できていても、発生した危機に組織としてどのように対応しているのが分からなくては情報としては不完全であり、状況認識の統一は、外的状況・内部の状況の2つの情報を併せて初めて達成される。

危機対応は、1) 外的状況・内的状況を統合した情報に基づき次の災害対策本部会議までの期間（Operational Period）までに達成すべき計画（Incident Action Plan, IAP）を作成、2) 策定された計画に基づき危機対応の実施、3) 次の災害対策本部会議では、計画の達成状況の報告、次の災害対策本部会議までの計画の承認、という流れを繰り返す事で実施される。

図10は2005年に発生したハリケーンカトリーナの危機対応時にニューオーリンズ市の災害対策本部会議で利用された資料の抜粋である。天候の説明に引き続いて、先述のように対応計画の重点、対応状況、次の24-48時間に対応すべき課題という内容が報告されている事が分かる。

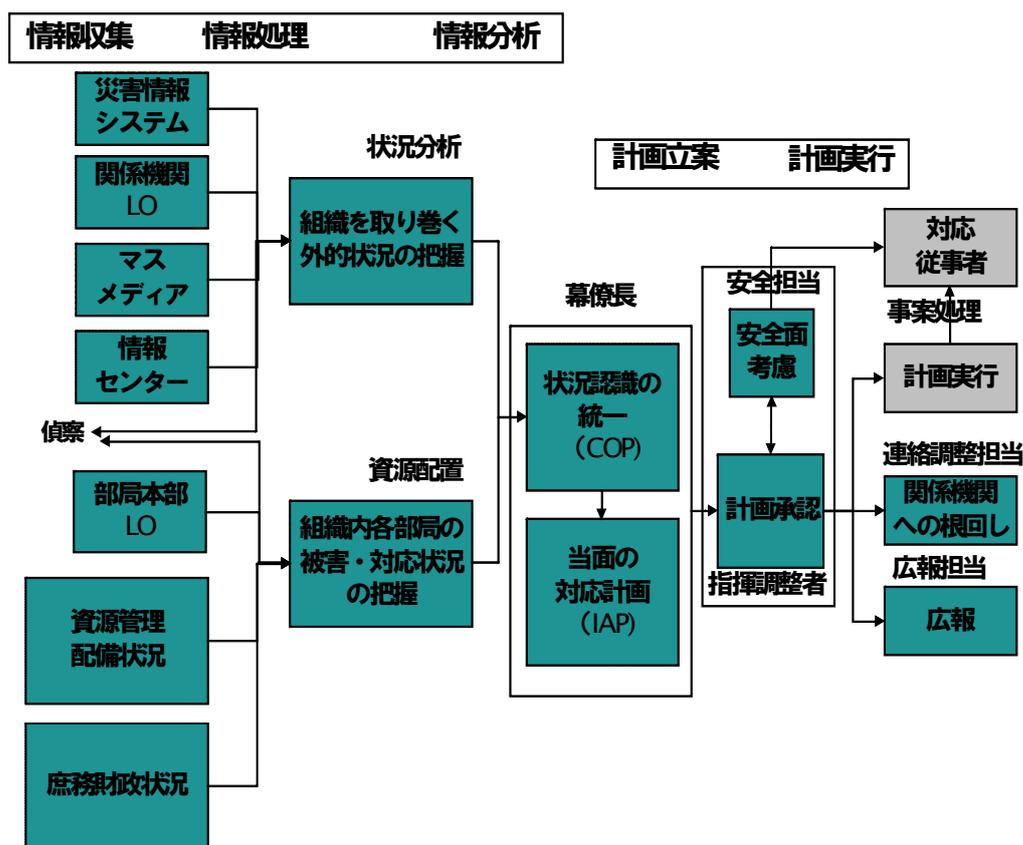


図9 危機対応における情報処理（出典：林春男・牧紀男他、2008⁷⁾）

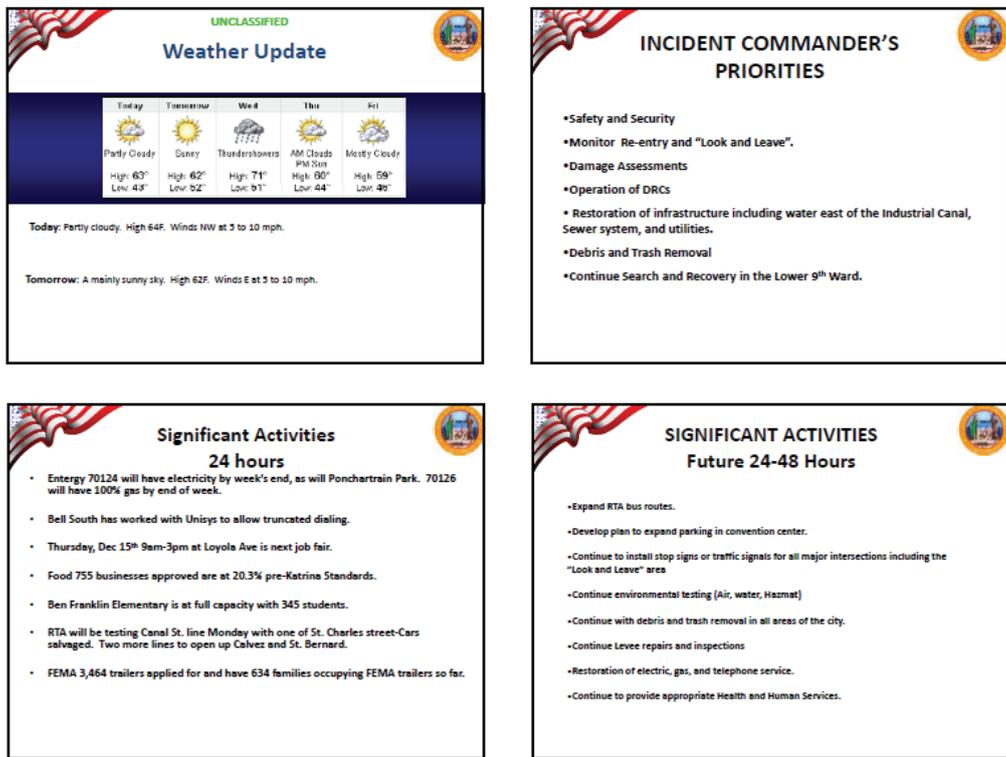


図 10 2005 年ハリケーンカトリナの新オーリンズ災害対策本部会議で使用された資料（2005 年 12 月 5 日分、抜粋）

そして、危機対応を実施する空間が危機対応センター（Emergency Operation Center, EOC）である。「状況認識の統一」が危機対応の鍵であり、EOC の空間構成は、危機対応に関わる全ての人々が同じ空間に集まって対応を行う事により、自然に「状況認識の統一」を計るような空間とすることが必要になる。図 11 は日本の地方自治体における ICS の考え方に基づく EOC のあり方を示したものである。

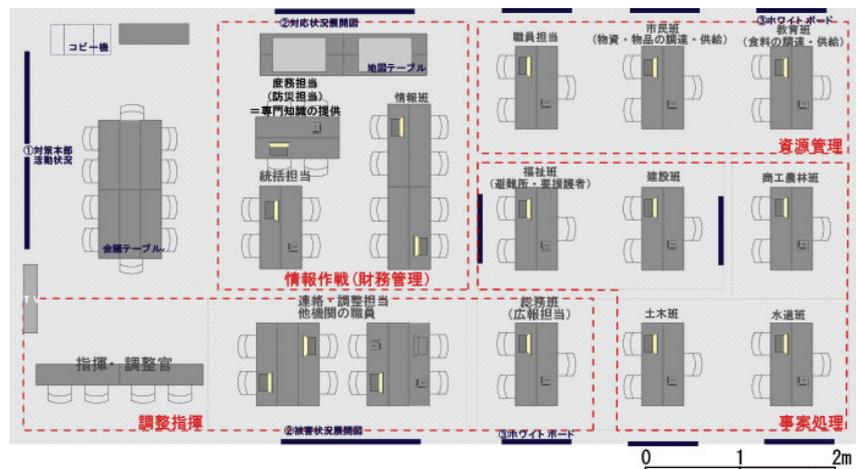


図 11 標準的な危機対応センター
（出典：林春男・牧紀男他、2008⁸）

6. 災害に強いしなやかな社会を目指して

ここまで、災害発生後の「被害を最小限に食い止める対策」も考慮したレジリエンスという考え方に基づく業務継続を目的とした新たな防災対策のあり方について論述してきた。

本稿で述べたのは、被害抑止・被害軽減という2つの防災対策を組み合わせる事によりレジリエンスを高めるというものであるが、レジリエンスに関わる議論にはもう一つの側面がある。自立分散型のシステムを構築する事で、被害の拡大を最小化、さらには迅速な復旧を可能にし、レジリエンスを高めるというものである。現在、スマートグリッドと呼ばれる自然エネルギーも取り入れた電力ネットワークの構築が検討されているが、これは様々なエネルギーを上手く組み合わせて、自立分散型の電力ネットワークを構築するものである。レジリエンスに関わるもう一つのキーワードである「自律分散」という事について本稿で論述することはできないが、もし関心があれば、筆者も研究会のメンバーとして参加し、執筆した京大・NTTレジリエンス共同研究グループ著「しなやかな社会の創造」⁹を参照していただきたい。

参考文献

- 1 内閣府防災担当 (2005): 企業等の事業継続・防災評価検討委員会「事業継続ガイドライン (第1版)」、内閣府防災担当, p1.
- 3内閣府防災担当・企業等の事業継続・防災評価検討委員会(2005):「事業継続ガイドライン」(第1版)、内閣府, p9.
- 5 林春男・牧紀男・田村圭子・井ノ口宗成 (2008): 組織の危機管理入門 リスクにどう立ち向かえばよいのか (京大人気講義シリーズ)、丸善, p40.
- 6 同上, p109.
- 7 同上, p117.
- 8 同上, p115.
- 9京大・NTTレジリエンス共同研究グループ (2009): 「しなやかな社会の創造」、日経BP企画, 207p.

《話題提供》

南海地震対応のBCP策定事業

高知大学・南海地震防災支援研究センター 大年邦雄

1. はじめに

今世紀前半にも発生する東南海・南海地震は、西日本一帯にわたり広域で大規模な被害を引き起こすことが予測されている。中央防災会議での被害想定によると、四国では高知および徳島を中心に、揺れ・液状化・津波・火災などによって、最大約8,000人の死者と約134,700棟の全壊家屋という数字が試算されている。また、交通施設、電気、ガス、水道などライフラインにも甚大な被害の発生することが想定されている。

揺れや津波などによる被災地域はしばらく孤立し、外部からの支援が無い状況下での緊急活動や応急復旧を余儀なくされる。四国は正にそのような地域であることから、事前の対策によって被害軽減（減災）を図るとともに、地域の力で難局を乗り切る防災力（克災）の強化が求められている。

そのため、国土交通省四国地方整備局は、緊急対応時に最前線で活動することが期待されている建設業と連携しながら災害対応力の強化を図り、緊急復旧業務を確実・円滑に実施することを担保するため、平成8年3月、四国4県の建設業協会との間に災害協定を締結した。しかし、協定はとかく形骸化しがちである。

その協定に活力を吹き込み、より実践的な運用を実現するために、四国地整は、建設会社における災害時の事業継続力を審査し、認定を行う制度（以下、BCP認定制度という）を平成21年度に新設した。第1回目となる21年度審査では、四国全体で45社が認定を受けている。

本報では、BCP認定制度の概要と審査内容、および著者が直接関わっている高知県での活動について報告する。

2. BCP認定制度の概要

2. 1 制度設計に向けた議論¹⁾

平成21年1月、「建設業BCP懇談会」が設立された。本懇談会は、BCPの啓発普及を目的としており、四国地方整備局（事務局）、四国内の5大学（徳島、愛媛、香川、高知、高知工科）、四国4県、4県の建設業協会等で構成されている。（**新聞記事—1**参照）

第1回懇談会では、各県に部会を設け、啓発普及活動を行うことが提案された。現在は、4県の部会が独自に研究会活動を行っている。

BCP懇談会が発足

整備局ら 企業の策定取組み支援

四国の地元建設業のBCP（事業継続計画）普及に向けた「建設業BCP懇談会」が16日、発足する。メンバーは

四国地方整備局、四国4県、四国内の工学系5大学、4県の建設業協会、建設コンサルタツソ協会四国支部など。事務局は、整備局企画部防災課。

BCPは、徳島大学環境防災研究センターの中野晋教授を中心に、愛媛大学、高知大学など四国地域内の大学がそれぞれ地元建設業との勉強会を進めてきている。16日には土木学会四国支部が主催するフォーラムのパネルディスカッションで地元企業が取り組み状況を発表する。

発足に当たっては、整備局、県、各県の建設業協会などが各大学の指導のもと参加、地元企業の策定取組みに向け、支援していく体制を立ちあげた。整備局など発注機関では、BCP策定企業への評価を総合評価制度の新たな項目として2009年度に検討課題として取り組むべく、作業などを進めている。

防災課では「各大学を中心に地元建設業と勉強会を進めてきている。予測される東南海・南海地震による災害、土砂・風水害災害などに対して、早期の公共施設復旧、地域の復興など、安全で安心できる体制を実現するためにも建設業のBCPは欠かせない。懇談会には各県部会を配属し、大学の指導のもと、策定企業に対して具体的な支援を進めたい」と、いざという時の体制を期している。

一方、16日午後1時10分からは「2009年自然災害フォーラム・建設業界のBCP推進に向けて」と題したフォー

建設業BCP懇談会

建設通信新聞 2009年1月16日

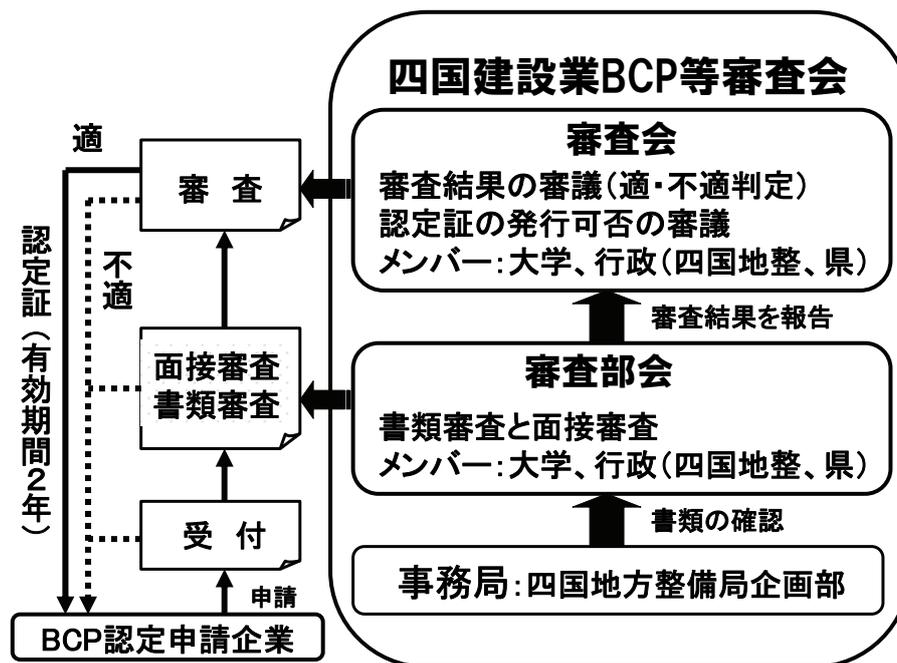
新聞記事—1 建設業BCP懇談会に関する新聞記事

第2回懇談会では、整備局が検討している建設業BCP認定制度の制度設計について議論された。四国地整が提案したBCP認定制度の仕組みを図-1に示している²⁾。基本的には、平成21年6月より運用を開始した関東地整のものを踏襲しているが、以下の点に違いがある。

- 1) 審査部会に大学および県が参加する。
- 2) 平成21年度からレベル1の認定の運用を始め、今後より高度なレベル2の認定の運用を始める。ここで、レベル1は関東地整の「建設会社における災害時の基礎的事業継続力評価要領」に準拠した水準、レベル2は「中小企業BCPステップアップ・ガイド（第4版）」（NPO法人事業継続推進機構）に準拠した水準である。

この提案に対して、以下のような意見が出された。

- ① 地域防災力の向上を目指して地域と一体となって活動している大学が認定に関わることで、BCPの内容についても地域性を反映した評価を行うことができる。
- ② 道路・河川・港湾などの公共施設の災害復旧を担っている地方整備局が建設会社に求める事項がレベル1で満たされるのであれば、あえて完全なBCPを目指すレベル2の設定は不要ではないか。
- ③ 認定制度の運用にあたっては、BCP普及の初期段階であることを勘案し、質より量を確保する必要があるのではないか。
- ④ レベル1が建設会社としての事業継続力の必要条件となっているのならば、レベル1の中にグレードをつければ良いのではないか。



図一 1 建設業 BCP 認定制度の仕組み (国土交通省四国地方整備局)

これらの意見やその後の個別意見交換などを経て、認定の制度設計にあたっては、BCP 普及期であることを踏まえ、多くの建設会社が BCP 策定に向けて第一歩を踏み出す道筋をつけることを優先することとなった。したがって、初期の認定にあたっては、ハードルを下げておくことが必要であるが、どの程度まで下げるかについては、審査会で議論することとなった。

認定の対象となる会社は、当面の間、四国地方整備局における平成 21・22 年度一般競争参加資格の内、「一般土木工事」の「C 等級」に認定されている「四国内に本社を有する建設会社」とされている。該当する会社は、四国全体で約 200 社である。

認定を受けた会社には 2 年間有効な認定証が交付され、総合評価方式における企業評価点に加算されることとなっている。

2. 2 審査内容

現在、建設業界は特に厳しい状況にあり、BCP の信頼性を高めるための新たな投資を期待することは極めて困難である。多額の投資を必要とする認定基準は、BCP の普及に大きな障害となることが想定される。したがって、認定にあたっては、現状で十分な努力がなされていること (最小限の対策と訓練)、自社の抱える課題を的確に把握し計画的に克服していく姿勢 (アクションプラン) が重要な評価要素であるとの考えから、審査会では、表一 1 に示す A～F の全ての項目に関する計画書類の提出を求めることとした。

審査は、書類審査と面接審査の 2 段階で行われる。書類審査では、1) 災害対応を行える

内部体制となっているか、2) 行政機関等と連絡できる体制が整っているか、3) 災害対応のための資機材や人員を確保できる体制が整っているか、4) 災害時に有効に機能するための訓練を実施しているか、などの点を確認しながら書類を審査する。面接審査では、書類に記載している内容を踏まえて、a) 災害時に確実に機能するか、b) 災害時に機能するための準備がなされているか、などの観点から計画の実効性を確認する。

以上の審査内容に関する詳細は、「災害時の事業継続力認定審査要領」として、四国地方整備局のホームページで閲覧可能である。

第1回目となる21年度審査では、45社（徳島県5、香川県9、愛媛県17、高知県14）が認定を受けている。

表—1 確認項目と確認内容

確認項目		確認内容
A	重要業務の選定と目標時間の把握	A-1 受ける被害の想定 A-2 重要業務の選定 A-3 目標時間の設定
B	災害時の対応体制	B-1 社員及び家族の安否確認方法 B-2 災害対応体制 B-3 災害対策本部長の代理者及び代理順位
C	対応拠点の確保	C-1 対応拠点、代替連絡拠点の確保 C-2 対応の発動基準
D	情報発信・情報共有	D-1 発災直後に連絡を取ることが重要な国、県、市町村との相互の連絡先の認識
E	人員と資機材の調達	E-1 自社で確保している資源の認識 E-2 協力会社との緊急時の連絡先、連絡手段の相互認識
F	訓練の実施	F-1 訓練計画及び実施 F-2 事業継続計画の改善計画及び実施

3. 高知県部会の活動

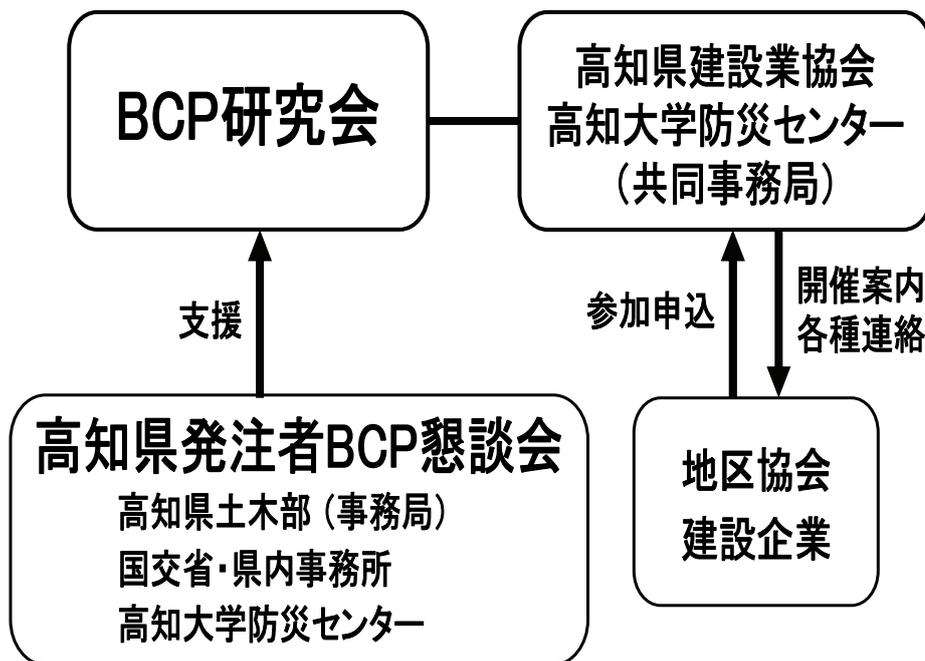
現在、建設業のBCP作成を支援する県部会が四国4県でそれぞれ組織されている。高知県では、図—2に示すように、「企業対象のBCP研究会」と「発注者によるBCP懇談会」とを並設し、それぞれの立場で議論・検討を深めることとしている。

以下、それぞれの活動について報告する。

3. 1 BCP研究会

著者が平成21年の夏に行った高知県内建設会社68社へのアンケート調査によると、

BCP の作成は「建設業としての社会的責任を果たすために必要である」との認識を多くの会社が有しているものの、「作成ノウハウが無い」68%、「人的・時間的余裕が無い」50%、「民間企業だけ作成しても効果が無い」25%という回答であった。また、BCP 作成に必要なものとして、「ノウハウの提供」60%、「自社内での人材育成」25%、「行政からの支援・指導」40%であった。上述した BCP 認定制度のように、「入札におけるメリット」を求める回答は、従業員 50 人以上の会社で 44%、50 人以下の会社で 19% であった。



図一 2 高知県部会の構成

BCP 策定のボトルネックになっているものは、人材・時間・ノウハウ・BCP 策定を後押しする経営・取引環境などであることが推察されるが、中でも、ノウハウ不足が最多となっており、ノウハウの提供に対する潜在的要望が高い結果となっている。

このような背景を受け、BCP 研究会を平成 21 年 9 月に正式に立ち上げ、高知県内の建設関連企業が BCP 策定を行う上で必要となる情報を行政機関や大学等から提供を受けるとともに、会員企業間での情報交換を通して BCP 策定を推進することを目的とした。

具体的には、1) 審査要領や各種テキストを参考にしながら各社が自社の BCP を策定する、2) 研究会で自社の BCP 策定状況や課題を報告する、3) 課題などについて大学・行政機関・会員企業が助言する、という内容で一步ずつ進めている。これまでに 6 回の研究会を開催しており、約 30 社が参加している。

また、BCP を作成する上で必要となるライフライン関連の情報を得るために、電力・通信・ガス・水道・道路などに係わる機関、および県の防災部署からの情報提供を受け

る研修会を平成 22 年 2 月 22 日に開催した。今後も適宜開催することとしており、次回は 8 月を予定している。

3. 2 高知県発注者 BCP 懇談会

発注者 BCP 懇談会では、発注者間の情報共有を図るとともに南海地震後の緊急対応時における官民連携の仕組みづくりを議論しており、業界全体としての合意形成を図る意見交換会なども実施している。

参加機関は、高知県土木部（事務局）、国土交通省の事務所、高知大学である。具体的な検討内容は、表—2 に示す通りである。

表—2 高知発注者 BCP 懇談会での検討内容

<p>前提：行政 BCP は機能する。</p> <p>災害協定を機能させるために・・・</p> <ul style="list-style-type: none">● 資機材・重機・オペレータ・作業員などの保有状況の把握 (建設業協会の支部単位で)● 広域的な防災対応・支援システムの作成<ul style="list-style-type: none">・ Area Management：最適な復旧工程・優先すべき工事・ 緊急時のリーダーシップと指示命令系統・ 建設業と行政とが災害時にどのように動くべきか・ 建設業協会と支部の位置づけ・ 建設系コンサルタントの役割● 建設業の体力維持方策と建設業 BCP 作成意欲の高揚策● 業界全体の合意形成を図るセミナー等の開催● その他（被災現場でのマスコミ対応など）

平成 22 年 2 月 24 日には、建設業界全体の合意形成を図る目的で、発注者 BCP 懇談会のメンバー、高知県建設業協会および同支部の代表が一堂に会した意見交換会を実施した。当日の議事は表—3 に示すとおりである。

4. おわりに

四国地方では、東南海・南海地震による甚大な被害が想定されている。被害軽減と難局を乗り切る地域防災力の強化が求められている。そのためには、緊急対策、復旧・復興を直接担う建設会社の事業継続力の確保は重要な課題である。

表一 意見交換会での議事（平成 22 年 2 月 24 日）

(1) 高知県発注者 BCP 懇談会について [大年教授]
(2) 四国東南海・南海地震対策連絡調整会議での検討事項 [地震・防災課]
(3) 被災から災害復旧までの流れ [高知県土木企画課] ・別添資料「被災から災害復旧までの流れ」
(4) 地震発生前の事前準備及び地震発生後に必要な対応 [全体討議] ○ 発注者からの議題 ※回答は高知県建設業協会 1) 被害情報の提供 2) 出勤可能な会社毎に資機材・技術者を定期的に把握 3) 情報連絡体制の強化 4) 地震発生後に協定に基づく応急復旧作業の実施の可否 5) 窓口の一本化 6) 長期浸水に備えた資機材の分散保管 7) 機材に必要な燃料確保のための種類と必要量の把握 8) 機材の操作方法の習熟度強化 9) 各建設会社および協会の B C P の作成 ○ 高知県建設業協会からの議題 ※回答は、国および県 1) 建設会社の自主的な復旧活動体制の確立と事前の地区割り 2) 書類不足が想定される中での復旧活動費の支払い 3) 発注者からの支援要請に対する優先順位

本報では、国土交通省四国地方整備局が平成 21 年度から導入した「建設会社における災害時の事業継続力認定制度（BCP 認定制度）」の概要と高知県における啓発・普及の取り組みを紹介した。

この認定制度や 4 県で実施している県部会での活動を通して、建設会社の事業継続力・災害対応力が高まるとともに、建設会社への信頼性や社会的評価の一層の向上にもつながり、目的とする早期復旧への駆動力となることを期待している。

参考文献

- 1) 鳥居謙一，中野 晋，大年邦雄，白木 渡，村上仁士：建設業における事業継続計画普及の課題と解決策，安全問題研究論文集，Vol. 4，2009.
- 2) 四国地方整備局：四国建設業 BCP 審査会～審査方法のイメージ～，第 2 回建設業 BCP 懇談会資料，資料 6，2009.

《話題提供》

BCPにおける危険斜面のスクリーニングや被害想定に活用できる要素技術

株式会社地層科学研究所 里 優

1. はじめに

豪雨や地震などの自然災害に対しては、降雨予測の高度化や耐震技術などによって人命を守る努力がなされる一方で、災害が国民の社会生活や経済活動に及ぼす影響を最小化するための取り組みも行われている。これはBCP（事業継続計画）の策定と呼ばれ、災害からの迅速な社会活動の復元を目的として事前に行われる検討であり、国家レベルから一企業に至るまで幅広く浸透しつつある（国土交通省（2006））。

とりわけ、物流を担う道路に関しては、まさに経済活動のライフラインであることから、国土交通省を中心に活発な検討が行われている。道路に関するBCPの策定においては、まず日ごろの点検結果や地形・地質情報などを総合し、切土斜面や盛土などについて危険個所がスクリーニングされる。続いて、豪雨時や地震時における被害想定がなされ災害リスクが評価される。さらに、想定された被害に対して復旧するための方法や時間が検討され、最終的に被災時に採るべき行動が定められる。

このBCP策定において障壁となるのは、道路の膨大な延長距離である。BCPの基礎となるスクリーニングや被害想定を、すべての延長距離に対して検討することは容易ではない。しかし、近年は航空レーザ計測とGISを組み合わせ、得られた幾何学的情報をもとに、高速にスクリーニングすることも可能となっている。本報告では、このような手法に、さらに運動学的な手法を取り入れる方法について提案する。

2. 危険斜面のスクリーニングや被害想定に活用できる要素技術

2.1 地盤情報のデータベース化

BCP策定においては、日ごろの点検結果や道路周辺の地形・地質情報、あるいは過去の被災事例などを総合的に判断してスクリーニングが行われる。先に述べたとおり、これを膨大な延長距離に対して行うためには、これらを最初にデータベース化しておくことが望ましい（図-1）。特に、点検結果や被災事例などはスクリーニングにおいて重要な要素と

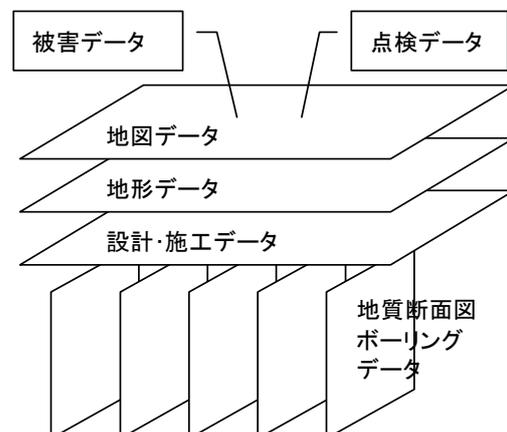


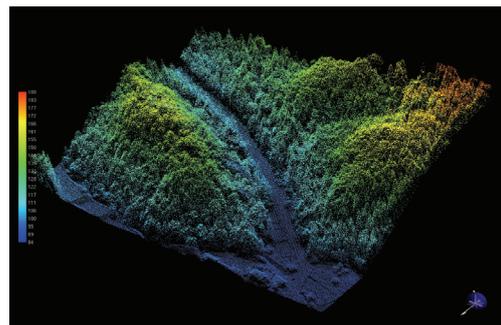
図-1 地盤情報データベースの概念

なることから、道路の座標にリンクさせて管理する必要がある。これには、いわゆる GIS が便利であり、レーザ計測などにより得られた 3 次元地形データを基礎としてデータベース化する。過去のボーリングデータや地質断面図、被災状況なども同様である。以下に示すような、運動学的な手法によるスクリーニング支援においても、情報が整理されていることで、迅速な検討が可能となる。

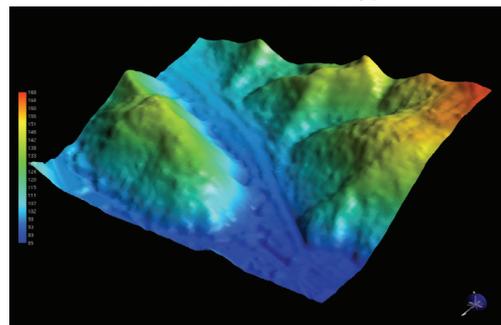
2.2 数値シミュレーションとの連携

スクリーニングや被害想定を行う際に、種々の数値シミュレーションを活用することが考えられる。例えば、地下水位の推定や落石の到達範囲の予測には、数値解析が有効な情報を提供する。しかし、このためには地表面の DEM や、2 次元あるいは 3 次元のメッシュデータが必要になる。

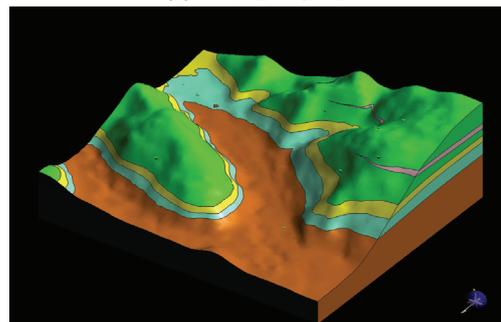
このような場合には、GIS によりデータベース化されているデータを活用し、高速に要素メッシュデータを作成する。例えば、レーザデータがあれば、様々なフィルタリングにより法面を露出させ DEM を得る。さらに、ボーリングデータや地質断面図データをもとに、地球統計学的手法などにより地層をモデル化する。地層モデルからは容易に断面図が作成でき、2 次元での数値シミュレーションへ迅速に手渡すことができる。最近では、3 次元地層モデルより直接有限要素モデルなどを発生させることも可能となっている（図-2）。これにより、3 次元的な検討が不可欠な分野、例えば地下水流動解析、落石解析、応力場の解析などを迅速に実施できるようになる。



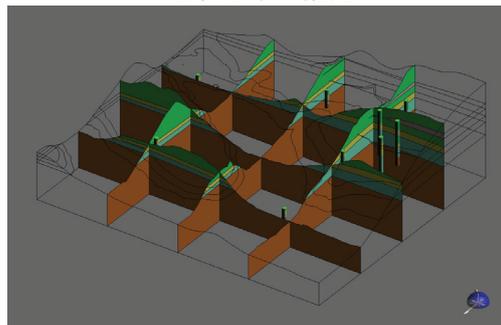
レーザデータの取得



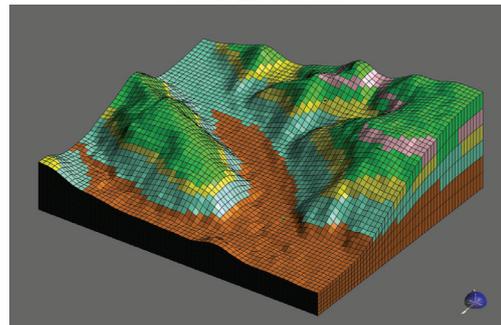
樹木などの除去



地層分布の推定



断面図の作成



有限要素メッシュの生成

図-2 数値解析との連携を図る作業

2.3 斜面の安定性に関する評価

スクリーニングにあたり、切土斜面やトンネル坑口斜面などの危険度の判定が必要となる。一般的には、点検結果や地質情報に傾斜や比高などの斜面の幾何学的な性状を加味して点数化し、数量化理論やニューラルネットワークなどの学習型推論を用いて、路線全体にわたる危険度の評価が行われることが多い（上出他（2010））。

これらの評価には、運動学的見地からの評価を加えることで、スクリーニングの確度を向上させることができると考える。例えば、同じ傾斜で類似の地層からなる斜面においても、背後に山地を控える場合には山地の自重により斜面の応力状態は異なる（図-3）。斜面の安全率を、例えば応力状態と地盤強度との比から求めるとした場合には、斜面全体の応力状態を推定する必要が生ずるが、これは3次元弾性解析により可能である。また、同様の評価を地震時において行う場合には、3次元動的解析を実施すればよい。

厳密には、地盤物性の推定や境界条件の設定などを正しく行う必要があるが、スクリーニングに必要な相対的な危険度の評価に関しては、弾性解析などの初歩的な手法であっても、多くの情報を得ることができると考える。

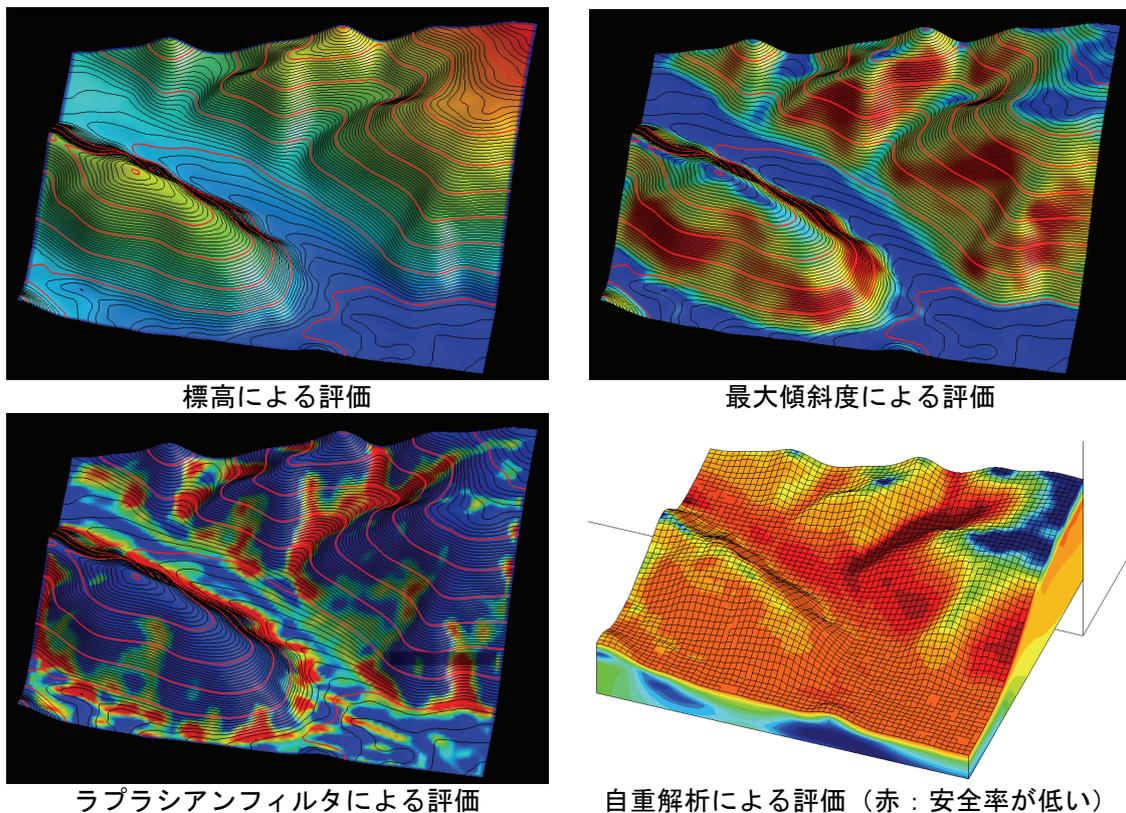


図-3 幾何学的手法と運動学的手法による斜面危険度の評価の一例

2.4 地下水位の推定

斜面の危険度評価においては、地下水の影響を受けやすいかどうかも重要な要素である。このためには、2次元あるいは3次元の浸透流解析を行って、斜面付近の地下水位を推定し、危険度評価に加えることが考えられる（例えば小山他（2010））。浸透流解析には、地盤の浸透特性の分布や降雨条件、分水界の設定など、厳密な解析を行うためには複雑な手続きが必要となる。しかし、分水界の設定はGISより容易に求めることができ、地盤の透水性は均質であると仮定すれば、透水係数などの透水特性が得られていなくとも定常解析により地下水位を求めることができる。地盤の透水性を均質とする仮定は、亀裂性の岩盤などでは乱暴なものではあるものの、解析結果はスクリーニングを行う上で重要な情報を提供する。

解析には、地層モデルにより得られた2次元断面や3次元の有限要素モデルを用いるが、2次元断面での解析では地下水の影響を考慮した円弧すべり計算などにより、豪雨時などの危険度を具体的に評価することも可能である。また、3次元解析を行うことで、地形の影響によって地下水位が高くなり易い箇所や湧水量が大きくなる箇所などを推定することができる（図-4）。

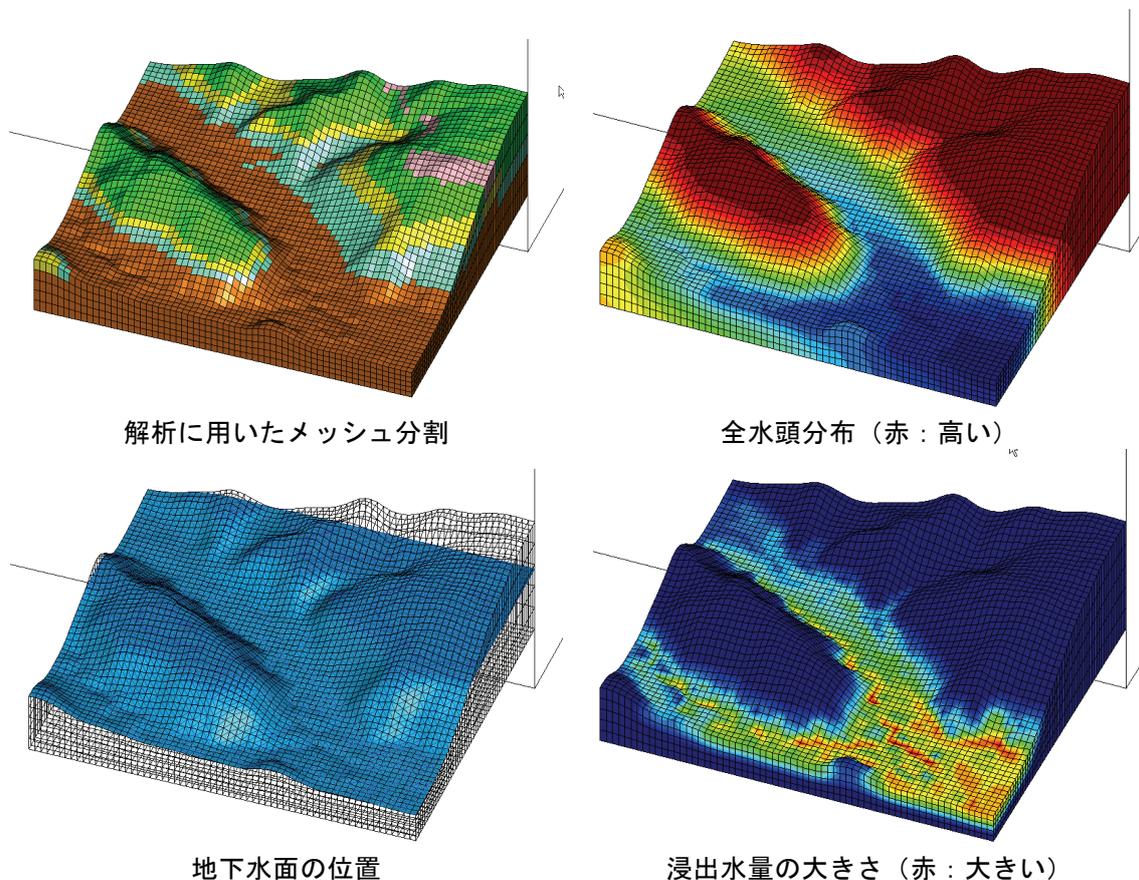


図-4 3次元浸透流解析による地下水位分布推定の一例

2.5 集水域の自動抽出

豪雨時などに排水工が機能不全に陥った場合には、盛土の崩壊にも繋がりにかねないため、豪雨時に排水工に流れ込む地表水の流量は危険度評価の重要な情報である。このためには、雨水の集水域を正確に把握しておくことが望ましい。また、大規模な集水域のうち傾斜が大きいものは、豪雨時に土石流の発生が懸念されることから、集水域の広さだけでなく、形状や傾斜も把握しておく必要がある。

航空機を用いたレーザ計測からは、ラストパルスの解析やフィルタリングによって、地表面の形状をより精密に取得できるようになってきている。このデータを用い、集水域を改めて算定し、道路設計時のデータと比較して排水工の余力を評価したり、形状や傾斜などから土石流発生の危険度を評価することができる。

このためには、排水工に直接関係する集水域をすばやく算定する必要がある。これには、まずレーザ計測に基づく DEM より地表水の流向を格子単位で求め、検討対象の排水工から逆流する方向へ流向をたどり集水域を探索する。集水域の自動探索は、GIS の基本機能として備わっている場合もあり、これを活用することで迅速な作業が可能となる（図-5）。また、最急勾配や平均勾配、集水面積などの情報も同時に取得することができ、土石流の危険度評価に活用することができる。さらには、後に述べるような手法で、集水域を対象とした流水解析や質点系の落石解析を行うことで、土石流が発生した場合の影響範囲を推定することも可能となる。

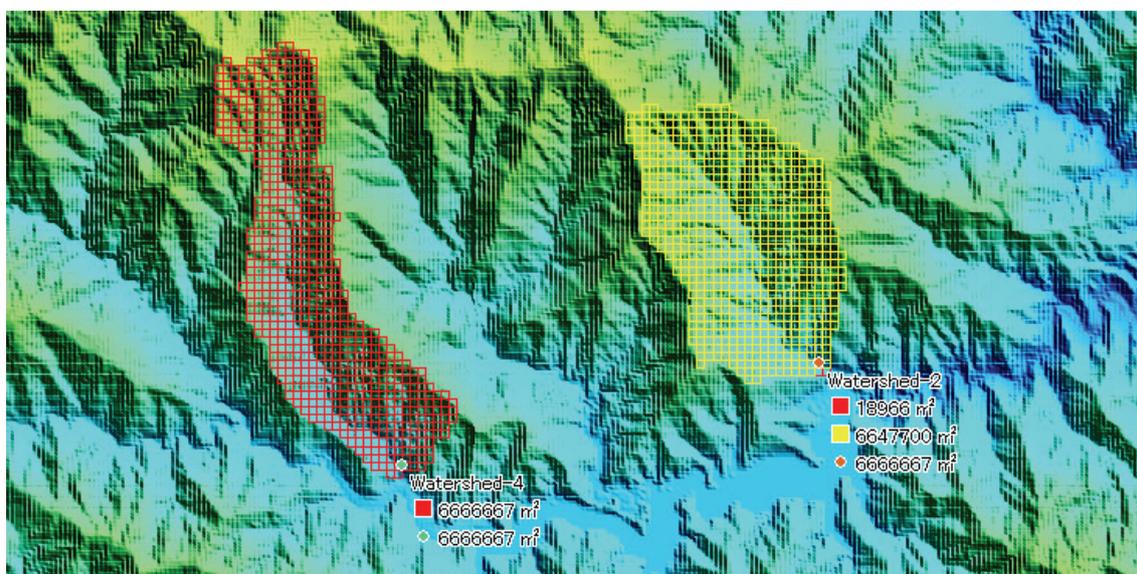
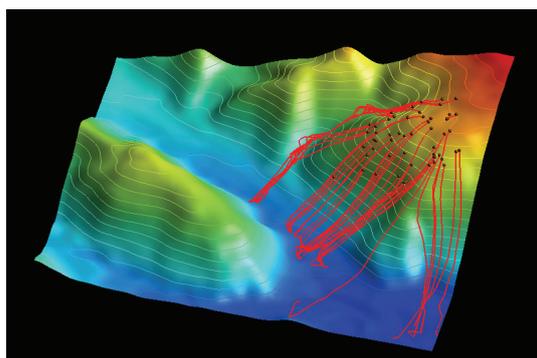


図-5 集水域の自動抽出例

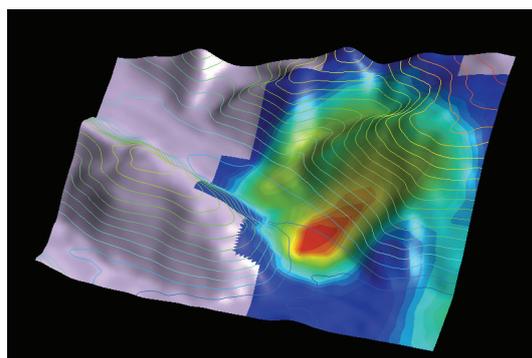
2.6 落石解析と被害想定

レーザ計測により得られた DEM は、航空写真などから得られたものに比べ地表面形状をより忠実に表現している。これを用いた 3 次元の落石解析を行うことで、斜面崩壊や土石流などの到達範囲を求めることができ、BCP で必要となる被害想定に役立てることができる。落石解析には、質点系の理論に基づくもの（右城他（2000））や個別要素法を応用したもの（西村他（2010））などがある。また、落石の代わりに水滴を流下させることにより、流水の速度や範囲を推定することも可能である。

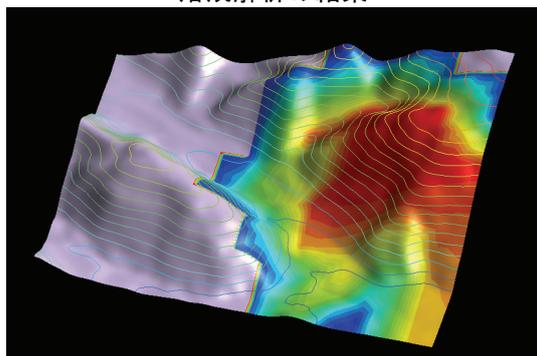
これらの解析では、落石や水滴の軌跡が得られるが、多数の解析を繰り返し実施し、DEM 上で軌跡の密度や停留時間などを計測しておけば、種々の評価基準に基づきいわゆるハザードマップを作成することもできる（図-6）。これらと人口構造物などとの距離などから被害の範囲や大きさを特定していき、被害想定に結び付けていくことができる。より精密には、3 次元の流体解析や粒状体解析などを実施することも考えられるが、流体と地表部の摩擦などの評価が必要となるなど多大な労力が必要となることから、現状ではスクリーニングや被害想定には適していないと考える。



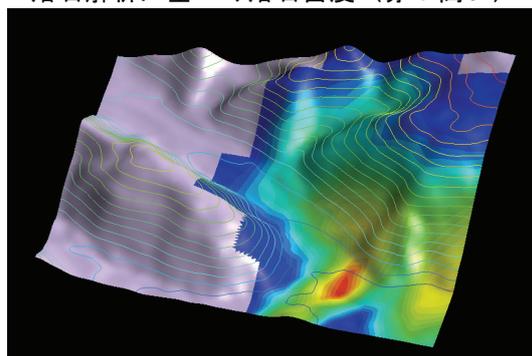
落成解析の結果



落石解析に基づく落石密度（赤：高い）



落石解析に基づく到達時間分布（赤：早い）



落石解析に基づく落石速度分布（赤：大きい）

図-6 落石解析に基づく被害想定の一例

2.7 トンネル変状の抽出

道路の BCP のうち地盤に関する検討には、トンネルの坑口斜面の安定性やトンネル覆工の健全性も対象に含まれる。トンネルの点検は、これまで目視を中心に行われてきたが、近年では車両からのレーザスキャニングによって表面の座標計測を行うことが可能となり、これと精密な写真などをもとに変状の抽出を行うことができるようになってきた。このような技術は、スクリーニングや被害想定に必要となる高速性や連続性を備えており、道路の BCP 検討に適した手法と判断できる。

レーザスキャニングにより得られたデータは、トンネル覆工面を正しく抽出するために航空レーザと同様にフィルタリング処理がされる（図-7）。その後、施工直後の形状からの差が推定され（図-8,9），写真データやその他の点検結果とともに総合的に検討されて、変状の有無や変状の進行予測がなされる。変状の原因を探るためには、地層分布や不連続面の 3 次元形状、あるいは施工時の記録や計測データなどの照らし合わせ判断することが望ましい。このためにも、地盤情報のデータベース化を進め、同時に 3 次元 GIS による可視化技術などの開発を進めて、スクリーニングや被害想定 の迅速化を図る必要がある（図-10）。

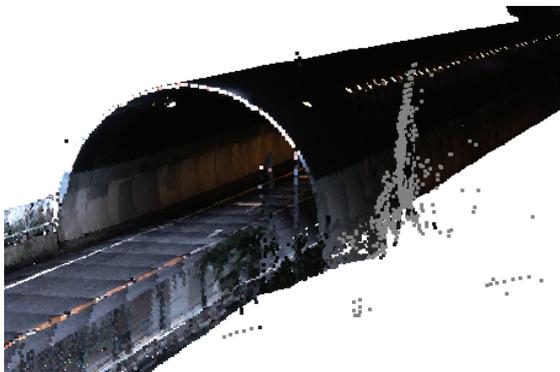


図-7 車両レーザスキャニングの例

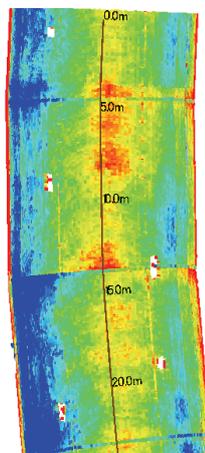


図-8 点群データより求めたトンネル形状

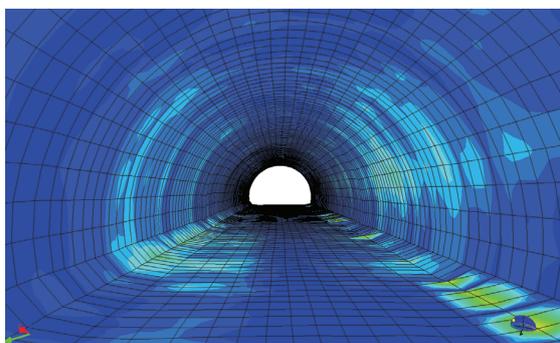


図-9 形状分布の評価の一例

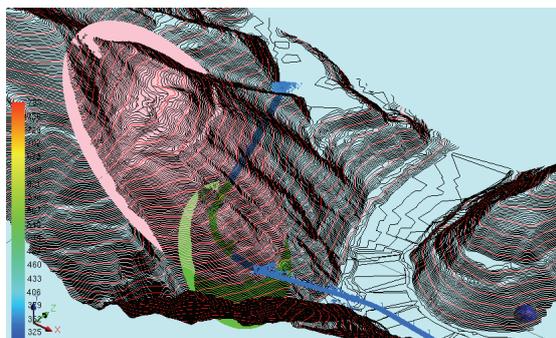


図-10 地形や地層分布を含めた可視化例

3. まとめ

これまでに、道路の BCP 検討に活用できると考える要素技術を紹介した。特に、スクリーニングや被害想定の場合で用いることができる数値シミュレーションや、これを実施するためのレーザ計測や GIS の活用方法についても言及した。

道路の BCP 検討では、膨大な延長距離が対象となることから、スクリーニングにあたっては処理の高速性が課題となる。本報告では、地盤の物性を均質とみなした 3次元弾性解析や浸透流解析、あるいは落石解析などを提案した。これらは地表面形状などの幾何学的データに基づくスクリーニングを補う情報となると考えるが、やはり定性的で相対的な評価に終始するものである。このような運動学的手法による危険度評価の精度や信頼性を高めていくためには、日常的な計測データに基づくシミュレーション結果の見直しが必要であると考ええる。例えば、連続的な水位観測や変形観測（例えば福岡他（2009））を多数実施し、逆解析的な手法により地盤の物性分布を推定し、これを用いて再度数値シミュレーションを実施し、危険度評価などを適時に見直すことである。

このような長期モニタリングには、現状では多くの労力と費用が必要であるが、インターネットを活用したモニタリングや、無線センサーネットワークを活用した多点モニタリング、MEMS 技術を用いたセンサーなど、コストダウンや信頼性向上に結びつく技術が開発されてきている。このような技術も含め、ここで提案した技術が BCP の検討に寄与することを望む次第である。

参考文献

- 国土交通省（2006）：安全・安心のためのソフト対策推進大綱，<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010629/03.pdf>, 69 pages.
- 上出定幸・土肥泰之・小泉圭吾・細木康夫・殿垣内正人・中辻啓二（2010）：降雨を考慮した斜面の崩壊危険度評価に関する考察.地盤工学ジャーナル, Vol. 5, No. 1, pp.159-168.
- 小山倫史・高橋健・大西有三（2010）：斜面における統合型地下水解析手法の開発およびその実斜面への適用. 地盤工学ジャーナル, Vol. 5, No. 1, pp.103-118.
- 右城猛（2000）：落石シミュレーション手法の開発,地すべりと斜面崩壊に関する論文集, 地盤工学会四国支部.
- 西村強・福田毅・木山英郎（2010）：斜面微地形が落石軌跡に与える影響に関する数値実験. 材料, Vol. 59, No. 3, pp.199-204.
- 福岡浩・佐藤一敏・松浦友紀（2009）：RTK-GPS を用いた斜面定期健康診断構想. (社) 日本地すべり学会関西支部シンポジウム「斜面定期健康診断の可能性」, pp.30-52.

(社)日本地すべり学会関西支部協賛会員名簿

(口数・五十音順)(2010年6月11日現在) 29社

(会社名)	(電話番号)	(口数)
有限会社 太田ジオリサーチ	078-907-3120	3
中央復建コンサルタンツ株式会社 情報マネジメント室	06-6160-1121	3
日本工営株式会社 大阪支店	06-6449-5800	3
株式会社 アーバン・プロジェクト	088-655-5500	2
アジア航測株式会社 西日本コンサルタント部	06-4801-2250	2
株式会社 荒谷建設コンサルタント 調査設計部	082-292-5481	2
株式会社 宇部建設コンサルタント	0836-72-0392	2
株式会社 エイト日本技術開発	086-252-8917	2
株式会社 オサシテクノス	088-850-0535	2
応用地質株式会社 四国支店	089-925-9516	2
河井建設工業株式会社	0868-26-3787	2
川崎地質株式会社 西日本支社	06-6649-2215	2
紀東工営株式会社	0737-25-0333	2
株式会社 クボタ	06-6648-2283	2
国土防災技術株式会社 大阪支店	06-6136-9911	2
国土防災技術株式会社 高知支店	088-825-1330	2
株式会社 コスモ建設コンサルタント	0853-72-1171	2
株式会社 四国トライ	088-883-5908	2
株式会社 四国ボーリング工業	0883-52-1621	2
島建コンサルタント株式会社	0853-53-3251	2
住鉱コンサルタント株式会社 四国支店	0897-33-3123	2
株式会社 相愛	088-846-6700	2
株式会社 ダイヤコンサルタント 関西支社	06-6339-9141	2
中央開発株式会社 関西支社	06-6386-3691	2
株式会社 東建ジオテック	089-945-3328	2
株式会社 ナイバ	0878-62-5121	2
日本工営株式会社 四国支店	087-836-0240	2
三菱マテリアルテクノ株式会社	079-679-4511	2
明治コンサルタント株式会社 大阪支店	0727-51-1659	2