

検証テーマ 『社会基盤整備全般における取り組み』

検証担当委員 小林 潔司

京都大学大学院教授

(要 約)

1 阪神・淡路大震災の被害

- ① 被害総額：9兆9,268億円
- ② 被害総額に含まれていない間接的被害は多く、総被害額9兆9,268億円の3～4倍とも言われている。
(間接的被害例)
震災直後の被害：迂回等による時間損失(三宮～梅田 35分→224分)
経済損失(各社の収入減、ケミカルシューズ生産額(H7/H6=0.43))
震災後も続く被害：産業面(製造品出荷額(H14/H6=0.7)、神戸港のコンテナ取扱量(H6:6位、H13:27位))、交通事故(H7/H6=1.11)、心理面のストレス
- ③ 本震災の早期の復旧は、被災地域の社会経済の安定化に大きく貢献したことから高く評価することができる。その主要因は、全国から支援・協力が得られたこと、都市基盤復旧のための予算措置と新たな国庫補助制度が機会を失わずに適切に施行されたこと等があげられる。
- ④ 震災対策は、事後的救済よりも事前的救済のほうが経済的であることもわかった。事前的救済の中で適切な災害リスクマネジメントが必要。

2 災害リスクマネジメントの考え方

- ① リスクコントロール(損失の可能性を下げ、損失の規模を縮小する技術)
：防災投資、危機管理マニュアル(避難・誘導、交通・情報・通信)等
- ② リスクファイナンス(災害により生じた被害を社会全体に分散させる技術):災害保険等

3 現状と課題

【リスクコントロール(括弧内は(H6→H15データ))】

下記のように、それぞれ防災投資が進んでいるが、万全な整備ができるまでには、莫大な投資と多くの時間が必要である。そのため、平行してハザードマップの公開など、ソフト施策の充実が必要。

- (ハード) 上水道：耐震化(6.6%→15.4%)、緊急貯留システムの導入(4市町→9市町)、広域連携管(4路線→19路線)
ガス：低圧導管のポリエチレン化(3%→18%)、供給ブロックの細分化(55ブロック→126ブロック)
電力：交差二重外輪(500kV)システムの完成(H9.9)、漏電ブレーカー普及率(42.2%→62.2%)
通信：電線共同溝(61km→270km)、中継伝送路のループ化・2ルート化(70.4%→94.0%)
緊急輸送道路：道路防災対策箇所(2.7%(H8)→50.5%(H15))、橋梁震災対策箇所(5.3%(H8)→53.3%(H15))

広域輸送拠点への所用時間(16市町で短縮(H2→H13))

鉄道：耐震化率(88.1%(H15))

(ソフト)ハザードマップや地質情報(活断層等)の積極的公開、危機管理マニュアルの整備

【リスクファイナンス】

土木構造物の保険：年間約70億円(大半鉄道)

災害債券に代表されるようにファイナンス技術は急速に進展したが、課題は多い。

- 
- 自然災害リスクの特殊性から、リスクの評価が難しい
 - ・ 巨大性や集合性を持つ(カタストロフィック)
 - ・ 強度毎の発生確率の評価が難しい
 - ・ ある強度の自然災害に対する損失規模の評価が難しい
 - ・ 損失の物理的被害以外の経済的要因の評価が難しい
 - リスクコントロールとリスクファイナンスの適切な組み合わせが必要
 - ・ リスクコントロールについてはハード・ソフトの連携が必要(特に積極的情報公開(自助・公助・共助))
 - 総被害額(間接的被害も含めた)の把握が不十分

4 今後への提言

① 東南海・南海地震の被害想定

- ・平成15年4月17日、地震、津波、火災等による建物被害や人的被害、ライフライン被害及び経済被害など、被害想定結果がまとまった。
- ・今後、東南海・南海地震に関する地震防災対策のあり方について検討し、防災対策の確立を図ることとしている。

② 社会基盤の災害リスクの効果的軽減—アセットマネジメントの導入—

- ・新規のインフラ整備のニーズに応えその投資財源を確保しつつ、既存のインフラを有効に活用する効率的な維持・補修、更新に取り組むためには、インフラのアセットマネジメントの導入が不可欠である。
- ・今後、経済性・効率性・有効性を要求されるアセットマネジメントにおいては、財務・経済状況、災害発生、劣化進行、利用環境などのリスクを考慮した意志決定が行われる必要がある。
- ・適切な維持管理のために、管理する施設の状態を日常管理や定期的な点検によつて的確に把握し、現在及び将来における維持管理の作業量を計測及び予測できるようにデータの収集・蓄積が不可欠である。
- ・維持管理の財源は不安定との指摘もあり、安定的な財源確保の仕組みづくりが必要である。

③ 行政と地域住民の間の健全なリスク・コミュニケーションの確立

- ・リスク・コミュニケーションを確立するためには、災害リスク情報の開示を含め、各種の制度的な条件を整備する必要があり、地震、洪水、土砂崩れ、津波等に幅広く対応できる危機管理情報の整備・提供が不可欠である。
- ・取り組みの視点は、「監視の強化と情報の提供」、「防災情報の蓄積」、「地震被害予測システムと緊急時指揮支援システムの構築」、「ハザードマップの作成による情報の共有」である。
- ・また、防災投資に関しても、アウトカム指標を活用したアカウントビリティを積極的に進めることによって、地域住民が災害リスクやその回避などについて認識を高め、リスク・コミュニケーションの向上を図る必要がある。これにより、災害保険の普及にもつながる。

④ 防災便益評価の高度化

- ・高度化した災害リスクを軽減するためには、リスクファイナンス技術による家計の自己防衛行動等、総合的な災害リスクマネジメントが必要で、これに応じて防災投資の費用便益分析の内容も高度化される必要がある。
- ・防災投資の効果は、「資産の高度化効果」（災害被害減少→保険料安価→資産形成へ充当）と「事後的被害の減少効果」（災害被害減少→資産水準の上方シフト→心理的コストの減少）がある。
- ・防災投資便益は「資産の高度化効果」と「事後的被害の減少効果」の総和として表され、期待被害軽減額に災害保険のリスクプレミアムを乗じた値に一致する。
- ・災害保険のリスクプレミアムに関する情報が蓄積されれば、市場評価に基づいた防災投資の経済評価が可能になる。

⑤ リアルオプションアプローチによる防災投資評価の充実

- ・防災投資による便益分析は、直接的便益（期待被害額の減少）による整備時点の効果分析ではなく、時間軸の3つのオプション（最適実施時刻・発展可能性・成長オプション）がもたらす経済価値を積極的に評価する必要がある。
- ・社会は事前に防災投資を行うことによって災害時の被害を軽減できる。これは経済をより早期に成長過程に復帰させることを可能とし、災害が生起しなかった場合の成長経路との乖離を時間軸上で積分した災害による経済損失をも減少させることになる。
- ・政府が災害基金の蓄積を通じて異時点間にわたる財政移転を図ることにより、世代間のリスク配分を達成することが可能となる。しかし、災害基金は、その運営方法や設計について今後の大きな研究課題である。

⑥ 災害会計の確立

- ・計画的な防災投資を行うため、93SNAの蓄積勘定と整合がとれる災害会計原則を確立する必要がある。
- ・災害会計の整備により、災害基金や保険料の積み立て等による災害復旧費の準備状況を県民に公開するとともに、自然災害による被害を国民のストック量の増減として国民貸借対照表の中に明確に位置づけることが可能となる。

⑦ 総合的リスクマネジメントの構築

- ・災害リスクマネジメントにおいては、リスクコントロールとリスクファイナンスの適切な組み合わせを見出す必要がある。家計の自己責任による防災努力と防災投資によって、社会にとって望ましいリスクプレミアムと防災水準の関係となる最適防災投資水準が求まり、達成可能なひとつの努力目標として位置付けることができる。
- ・防災投資の経済便益を期待被害額で評価する方法は、災害リスクが有する同時性・巨大性というカタストロフリスクの特性を十分に評価できないという限界がある。
- ・高度化した災害リスクに対処するためには、リスクコントロール手法とリスクファイナンス手法を組み合わせた効果的なリスク管理体系を構築していく必要がある。それと併せて、費用便益分析の枠組みの高度化を図る必要がある。
- ・甚大な自然災害に対して、間接的被害も含めた総被害額の算出方法をルール化し、データを蓄積することが必要である。その際、被害に対して、リスクファイナンスされた内容についても把握する必要がある。平成16年度の台風23号、中越地震についても必要な調査を実施すべきである。

(本 文)

1 はじめに

阪神・淡路大震災は、阪神、淡路地域を中心として未曾有の被害をもたらした。その被害は家計部門、民間部門、さらには公共部門におよび、直接被害だけでも9兆9268億円に及ぶ。この被害総額以外にも、震災直後には迂回などによる時間損失や休業などによる経済損失が発生している。その他にも、総生産額の減少、神戸港の輸出入額の減少、卸売・小売販売額減少、地場産業生産額の減少など、産業面における被害は震災後も継続した。さらに、多くの人々は、将来設計の見通しが立たず、心理的な被害も被っている。兵庫県をはじめ関係機関の精力的な復旧により、驚異的なスピードで都市基盤の復旧を成し遂げ、被害を最小限に食い止めたものの、このように金額的に計算しにくい被害も含めれば、阪神・淡路大震災がもたらした被害は直接被害額の3～4倍にも及ぶとされている。阪神・淡路大震災によりわれわれが得た教訓の一つは、地震被害が発生したのちに被害者を事後的に救済したり、被害箇所を事後的に修復するよりも、地震が発生する以前の段階において、地震が発生すれば生じるであろう被害に対して、あらかじめ準備しておくことにより、経済効率性の面においても、心理的・社会的な側面においても、より望ましい結果をもたらすことを知った点にある。

阪神・淡路大震災より10年目を迎えるにあたって、社会基盤の直接的な復旧・復興過程に関してはほぼ完了していると評価できる。しかし、阪神・淡路大震災の影響は、単に社会基盤に大きな被害をもたらしただけではない。そのもっとも大きな影響は、社会基盤整備における防災投資のあり方、ミティゲーション^{注1)}のあり方など、災害リスクマネジメント^{注2)}あり方自体の見直しや変革を余儀なくさせた点にある。このような社会基盤に関わるリスクマネジメントの視点に立てば、依然として大きな課題が残されている。さらに、近い将来には東海地震、南海・東南海地震、宮城沖地震をはじめとする大規模な地震リスクが懸念されている。これらの地震リスクは、その影響を受ける地域が極めて広範囲であると同時に、近い将来に発生する可能性が極めて大きい点に特徴がある。阪神・淡路大震災から得られた教訓は、単に阪神・淡路地域だけの固有の問題ではない。今後発生するであろう大地震に対して阪神・淡路大震災の教訓を生かしてこそ、阪神・淡路大震災からの真の意味の復旧・復興が実現したものと評価することができよう。本検証においては、社会基盤の直接的な復旧・復興過程はほぼ完了したものであるという事実を評価したうえで、検証の重点を阪神・淡路大震災の教訓を踏まえて、今後の災害リスクマネジメントにいかにかかるといふ視点に引きたいと考える。

いうまでもなく、地震の発生確率やその強度の評価は難しい。また、地震の発生により道路をはじめとする社会資本がどのようなダメージを被るかに関する評価も難しく、地震災害リスクを的確に評価することは容易でない。地震災害リスクの評価においては、期待損失額^{注3)}を求めることが基本となっている。費用対効果分析マニュアルなどで広く用いられている期待損失額という評価方法は、「いつ起こるか分からない」地震に対して開発された方法である。しかし、いま発生が懸念されているのは「いつ起こってもおかしくない」地震リスクである。「いつ起こるか分からない」リスクと「いつ起こってもおかしくない」リスクとでは、それに対処するリスクマネジメントの考え方が抜本的に異なる。いささか専門的になるが、「いつ起こるか分からない」災害リスクの発生は、指数ハザードモデルで評価できる。しかし、「いつ起こるか分からない」災害リスクの発生に対しては、より高度なハザードモデルを

用いなければ、地震災害リスクを過小評価してしまう危険性がある。

地震災害リスクが巨大で、かつ広域的である場合、それと対応したリスクマネジメントが必要となる。地震災害リスク評価といえ、ともすれば道路などの社会資本が損壊される直接的な被害が強調されるきらいがあった。しかし、とくに道路をはじめとするネットワーク資産の損壊は、いったん幹線道路が遮断されれば、大幅な迂回を強いられ、人や物の流れが著しく滞ってしまい、道路施設の間接的な恩恵を受けている企業や家計にとっても、機会費用が生じることになる。社会基盤が被る直接的な損害よりも、それを利用する利用者や、社会経済が被る被害の方が圧倒的に大きい可能性が高い。その結果、地震災害リスク評価を直接的な被害に限定すれば、極めて限定的なリスクマネジメントにとどまってしまう。最後に、地震災害リスクが巨大であれば、その損失リスクを経済全体でどのようにシェアリングするのかという問題を避けて通れない。地震災害リスクのシェアリングに対する国民的コンセンサスをとっておく必要がある。そのためには、国民が直面している地震災害リスクやそれに対するリスクヘッジ^{注4)}の程度を記述する災害会計システムや継続的な耐震投資を実施するための防災投資勘定の設置が不可欠である。それでも地震災害が発生し、追加的な資金調達が必要となれば、政府信用により借り入れる自然災害復旧勘定が必要となる。この場合には、将来世代にも負担が及ぶことになる。来るべき大地震に備えて、いま生きている世代だけでなく、将来世代の負担も考え、社会基盤という国民資産を守るための制度的な仕組みを創っていかなければならない。

このように考えれば、災害リスクマネジメントとは、曖昧な災害リスクを可能な限り客観的に評価するとともに、災害により発生するであろう被害に対して、あらかじめ周到に準備して、起こるべき被害を最小限に押しとどめるための制度設計や財源整備まで包含する極めて射程の広いマネジメント技術であることが理解できる。このような裾野の広い災害リスクマネジメントを支えるリスクマネジメント技術の近年の発展には目覚ましいものがある。阪神・淡路大震災が発生した10年前には、このようなリスクマネジメント技術を利用することができなかった。しかし、過去10年間の間におけるリスクマネジメント技術の発展により、災害リスクをマネジメントするためには、1) 損失の可能性を下げ、損失の規模を縮小するリスクコントロール技術（たとえば、防災投資、危機管理マニュアルの作成）と、2) 災害により生じた被害を社会全体に分散させ、被害者の負担を可能な限り小さくするためのリスクファイナンス技術という2つの技術を駆使することが必要であることがわかってきた。そこで、本検証では、社会基盤の復旧・復興の過程を、災害リスクマネジメントという視点から捉えなおし、リスクコントロール技術としての社会基盤施設の整備状況を検証するという視点から分析作業を進めることとする。一方、リスクファイナンス技術は、近年の金融技術の発展により、急速に発展してきた技術であるが、残念ながらわが国においては、それほど普及しているとはいえないのが実情である。しかし、欧米諸国における実情をみると、わが国においても近い将来、リスクファイナンス技術を果敢に導入していくことは避けられないことだと考える。そこで、本検証においては、リスクファイナンス技術に関しては、最近の技術発展の成果をたどりながら、リスクファイナンス技術の導入にあたっての課題と問題点に関する最近の研究成果や実用事例をとりまとめるという作業を行うこととした。このようなリスクコントロール技術、リスクマネジメント技術の発展とその実用化という視点に立って、阪神・淡路大震災においてわれわれが得た教訓を、つぎの近い将来に発生することが懸念されている南海、東南海地震に対する災害リスクマネジメントの高度化に資するために残された今後の課題をとりまとめて本検証の結論としたい。

2 阪神・淡路大震災の被害

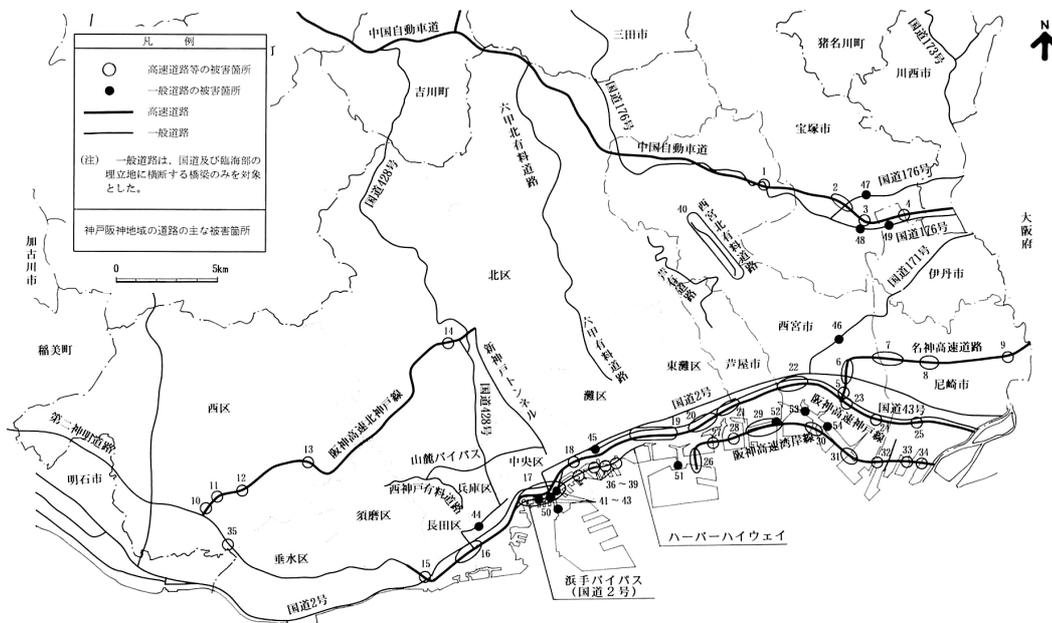
(1) 直接的被害

兵庫県南部地震は、人口 350 万人が密集した我が国の経済活動の中枢を担う阪神地域の直下で発生した地震であったため、その被害は戦後最大級のものとなり、「阪神・淡路大震災」と呼ばれるものとなった。

この災害による兵庫県の人的被害は、死者 6,281 名にのぼり、負傷者は 34,900 名に達した。また、建物被害では、倒壊家屋は 192,706 棟（全壊 92,877 棟、半壊 99,829 棟）にのぼった。さらに、今回の地震では、神戸市長田区をはじめ、同時多発的に火災が発生し、初期の消火活動も断水や道路の断絶などにより混乱したため、広範囲の火災延焼となり、7,456 棟（全焼 7,119 棟、半焼 337 棟）の家屋が焼失した。

表 2.1 ライフラインの被害の概要

震 災 直 後	
電力供給施設	260 万戸が停電 (大阪府北部を含む)
電気通信施設	交換機系約 28 万 5 千回線 加入者系約 19 万 3 千回線が不通
ガス供給施設	約 84 万 5 千戸が供給停止
上水道施設	約 127 万戸が断水
下水道施設	被害管渠延長約 180km



No.	道路名	道路構造	被害状況	No.	道路名	道路構造	被害状況	No.	道路名	道路構造	被害状況
1~4	中国自動車道	主に高架橋	橋脚損傷等	36~39	ハーバーハイウェイ	高架橋	橋脚破壊等	47~49	国道176号	高架橋	橋脚座屈、桁ずれ等
5~9	名神高速道路	高架橋	落橋、橋脚損傷等	40	西宮北有料道路	トンネル	トンネル内剥離、路面凹凸等	50	神戸大橋	橋梁	取付部離脱損傷等
10~14	阪神高速北神線	主にトンネル及び土構造	伸縮継手破壊等	41~43	浜手バイパス(国道2号)	高架橋	橋脚座屈等	51	六甲大橋	橋梁	橋台損傷
15~25	阪神高速神戸線	高架橋	落橋、倒壊等	44	国道28号	平面	路面陥没	52	浜風大橋	橋梁	橋台損傷
26~34	阪神高速湾岸線	高架橋	落橋、伸縮継手破壊等	45	国道43号	高架橋	倒壊	53	西宮大橋	橋梁	桁ひびわれ
35	第二神明道路		路面段差	46	国道171号	高架橋	落橋	54	甲子園浜橋梁	橋梁	支承破壊

図 2.1 高速道路などおもな被害箇所

これに加え、電話、電気、ガス、水道、下水道などのライフラインの被害も膨大な数にのぼり、発生一週間後（ピーク時の 1 月 23 日）には 1,153 箇所の避難所に 316,678 人が避難生活を強いられた。

一方、公共交通施設は、鉄道は 28 路線（延べ 389 km）、道路は 48 路線（62 区間）、港湾施設では 22 箇所のコンテナ埠頭が被災により、使用不能となり、発生直後からの救援・復旧活動に大きな混乱を及ぼした。

表 2.2 おもな被災市町別の道路の被災状況

	県管理道路（道路、橋梁合計）			市町管理道路（道路、橋梁合計）		
	管理延長 (km)	災害復旧 延長(km)	割合	管理延長 (km)	災害復旧 延長(km)	割合
尼崎市	46.5	8.1	17.4%	796.1	66.0	8.3%
西宮市	65.9	18.8	28.5%	860.5	495.0	57.5%
芦屋市	7.2	7.1	98.6%	182.5	113.9	62.4%
伊丹市	34.5	2.2	6.4%	346.5	6.0	1.7%
宝塚市	65.3	3.3	5.1%	774.3	12.0	1.5%
川西市	53.8	0.7	1.3%	420.9	13.8	3.3%
明石市	59.0	1.2	2.0%	502.1	49.8	9.9%
洲本市	90.7	0.1	0.1%	283.8	4.7	1.7%
淡路町	7.1	0.4	5.6%	71.4	2.0	2.8%
北淡町	51.2	2.3	4.5%	293.8	7.9	2.7%
一宮町	40.7	0.6	1.5%	344.8	8.8	2.6%
東浦町	10.0	0.1	1.0%	153.4	6.3	4.1%
合 計	531.9	44.9	8.4%	5030.1	786.2	15.6%

これらの被害総額は約 9 兆 9,268 億円（表 2.3）と試算されているが、これは直接的なものであり、間接的な被害もあわせれば、「40 兆円」（稲葉日本商工会議所会頭）、もしくはそれ以上とも言われている。

表 2.3 被害総額（平成 7 年 4 月 5 日推計）

項 目	概算被害額 (億円)	項 目	概算被害額 (億円)
①建築物	58,000	⑧農林水産関係	1,181
②鉄道	3,439	⑨保健医療、福祉関係施設	1,733
③高速道路	5,500	⑩廃棄物処理、し尿処理施設	44
④公共土木施設 (高速道路を除く)	2,961	⑪水道施設	541
		⑫ガス・電気	4,200
⑤港湾	10,000	⑬通信・放送施設	1,202
⑥埋立地	64	⑭商工関係	6,300
⑦文教施設	3,352	⑮その他の公共施設など	751
合 計		99,268 億円	

(2) 間接的被害（経済面）

公共公益施設などへの直接的な被害に対して、経済活動の停滞などを間接的な被害とみると、その影響はさらに大きなものとなる。

平成 6 年度の総生産（名目）は、前年度に比べて被災地域で 4.4%の減少（図 2.2）、県民所得（分配）では 5.6%の減少で（図 2.3）、全国水準が増加しているのに比べて大きく傾向が異なり、経済的損失があったものと推察できる。また、その影響は一時的には回復したものの、関西圏の景気の悪化とも相まってさらに全国水準から乖離する傾向にある。

仮に、全県の総生産が全国水準で推移した場合、実際の全県総生産との差は、平成 6 年度では約 1 兆 1 千億円、平成 13 年度まで累計すると約 11 兆 2 千億円にも及ぶ。

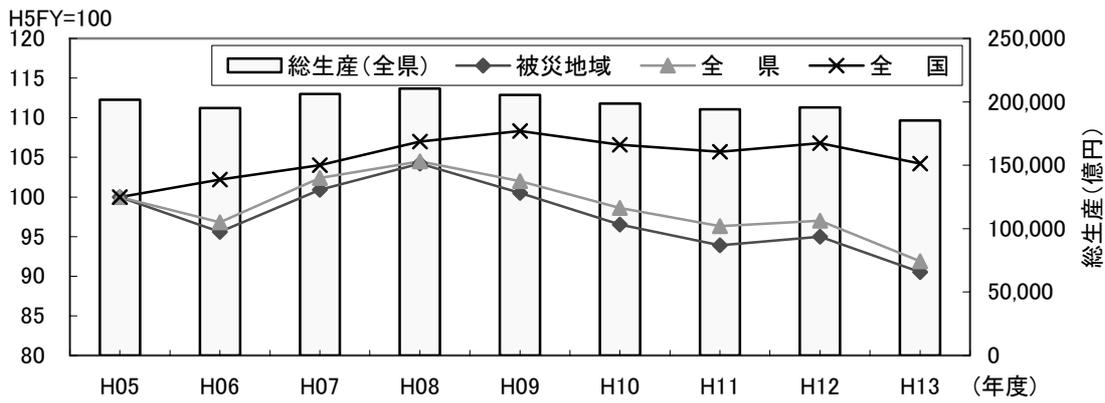


図 2.2 総生産（名目）¹⁾

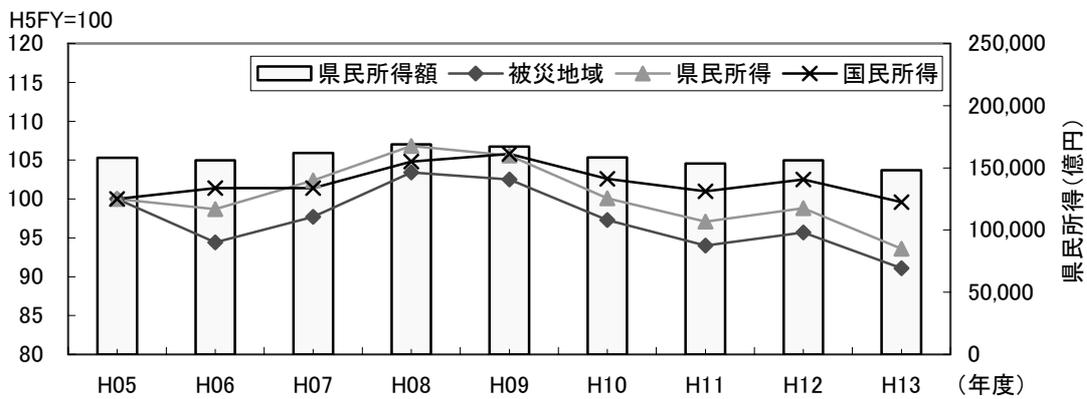


図 2.3 県民所得（分配）¹⁾

製造品出荷額など（図 2.4）についても、平成 14 年では平成 6 年と比較して、被災地域で 24.1%減少しており、全国の 10.5%減に比べて減少率が大きくなっている。

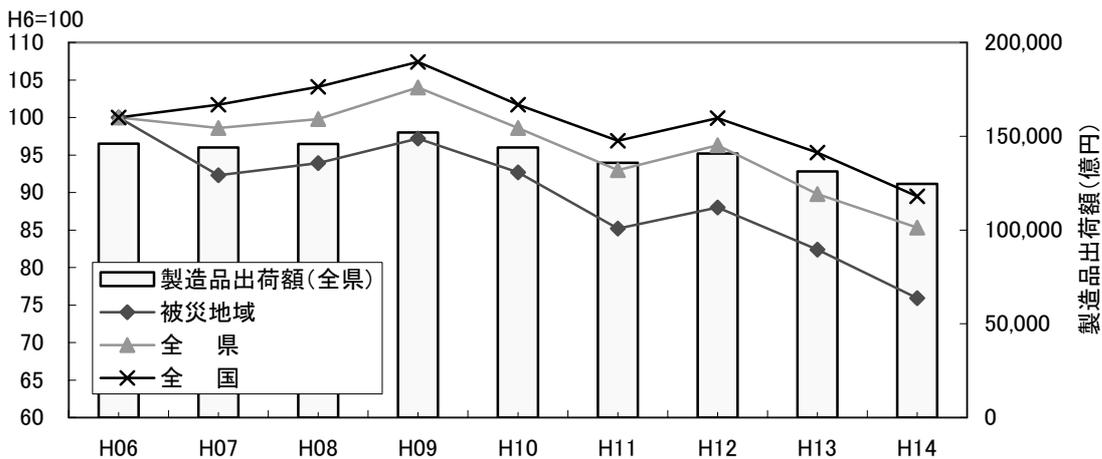


図 2.4 製造品出荷額など¹⁾

これを主要産業で概観すると、地場産業であるケミカルシューズでは、企業数は震災前の 6 割強まで減少し、生産額も、震災による大打撃により一時的に大きく落ち込み、その後徐々に回復はしているものの、平成 15 年においても震災前の約 8 割に止まっている（図

2.5)。この他、灘五郷生産量、淡路瓦生産量ともに平成15年で震災前の6割程度の水準にまで減少しており、地場産業は、震災の影響を大きく受けたのちも低迷を続けている。

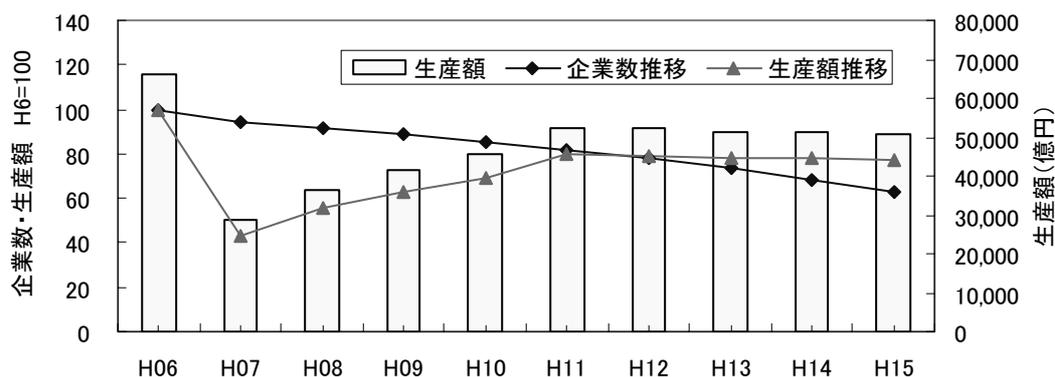


図 2.5 地場産業の状況（ケミカルシューズ）¹⁾

神戸港の輸出入額（図 2.6）は、震災前平成6年の水準に回復するのに3年間を要し、この間の総減少額は約3兆4千億円になる。また、取扱貨物数量も一時的に回復するものの減少傾向が続いており、世界のコンテナ取扱量ランキングでは、平成6年には6位であったが平成13年には27位に落ち込み、震災の影響が後年度に及んでいることが伺える。

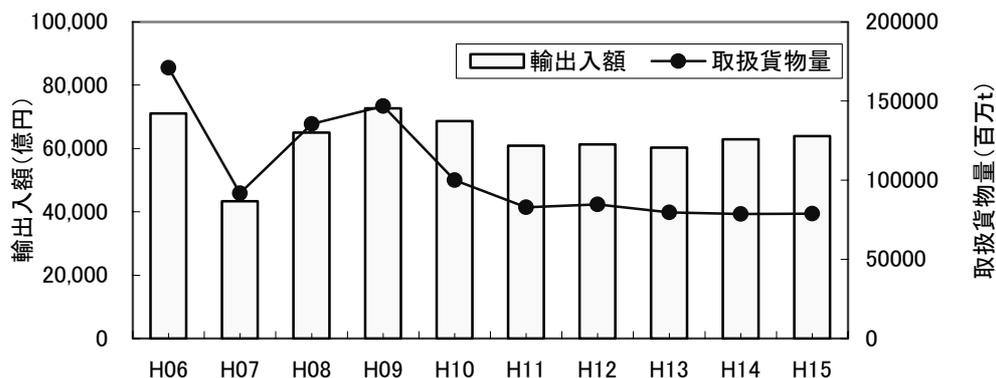


図 2.6 神戸港の輸出入額および取扱貨物量¹⁾

(3) 間接的被害（その他）

経済的な被害のみならず、鉄道・道路などの交通施設被害に伴って交通事故や交通の迂回に伴う所要時間の増加をもたらした。

震災後における兵庫県内の人身事故件数の推移（図 2.7）をみると、発災直後の1月には減少したものの、3月には前年比で19%増となり、その後年間を通して平均10%前後の程度の増加となった。さらに、平成8年には平成6年に比べて5%程度の増加となり、長期間にわたって交通事故という形で人的被害が生じたことを表している。

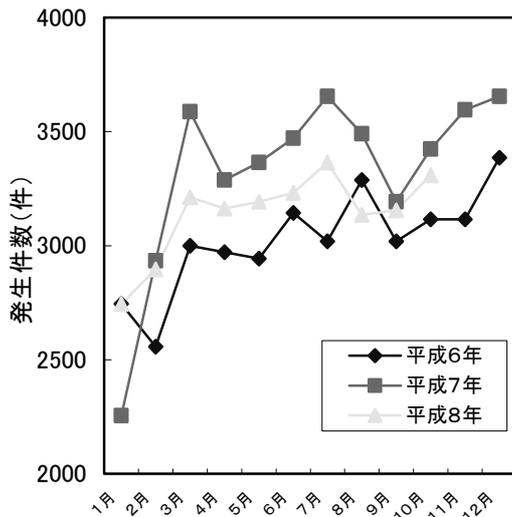


図 2.7 震災後の人身事故発生状況²⁾

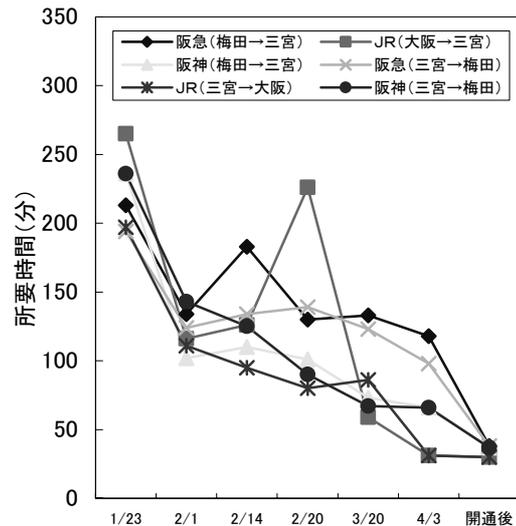


図 2.8 大阪－神戸間所要時間推計値²⁾

また、鉄道施設が被災し、その不通区間を徒歩や代替バスによって移動を余儀なくされたことに伴い、都市圏の移動時間が大幅に増大した。

図 2.8 のように、大阪・三宮間は通常 35 分の平均所要時間であるところが、被災直後には 224 分、4 月 3 日では 68 分を要しており、この区間の震災前の利用者が 80 万人であることを考えると、莫大な時間損失が生じたことになる。

加えて、間接的に大きな生産的損失も生じていたものと推測される。

このように、公共公益施設の被害額だけでは推し量れない膨大な直接・間接の経済的な損失があったものと推察される。

なお、神戸商工会議所が 1996 年 1 月下旬から 2 月上旬にかけて実施した企業アンケート調査の結果を用いて、神戸大学大学院の研究グループが行った産業面における直接、間接被害の推計結果によれば、社屋の損壊、機械・設備や商品の破損等による直接被害額 5 兆 9,300 億円に対して、震災による機会損失や得意先の喪失等による 1 年間の間接被害額は 7 兆 2,300 億円となっており、1 年間の間接被害額が直接被害額を 1 兆円も上廻るといふ推計結果が得られている。しかも、間接被害額は、震災復旧が滞れば毎年累積されていくので膨大な被害額になってしまいかねない。

3 災害リスクの特殊性と災害リスクマネジメント

(1) 災害リスクの捉え方

近年になり、巨大自然災害リスクに関する世界的な関心を惹くようになってきた。とりわけハリケーン「Andrew」(1992、アメリカ)、ノースリッジ地震(1994、アメリカ)や台風 19 号(1991、日本)、阪神・淡路大震災(1995、日本)などにおける民間保険金支払額の急激な上昇と、アメリカで発生した保険危機を契機として、自然災害リスクファイナンスに関する議論が活性化してきた。我が国でも、以前よりハード面の防災技術が着実に発展を続けてきたのに加えて、阪神・淡路大震災を契機として災害リスクマネジメントの重要性が認識されるようになってきた。災害リスクは生起する確率は希少であるものの、ひとたび生起すれば多くの経済主体が同時に甚大な損失を被るという性格をもつ。本検証報告書ではこのような巨大性と集合性を備えたリスクをカタストロフリスク^{注5)}と呼ぶ。災害リスクはカタストロフ性によって伝統的な保険市場では担保しえないという特殊性をもっている。本報告書では、災害リスクの特殊性を以下のように整理する。すなわち、1) 災害事象が生起する確率は希少であるが、一度生起すれば多くの個人や資産が同時に巨大

な損失を被る。2) 人命の損失など、非可逆的な被害をもたらす可能性がある。3) 災害事象の生起は外生的であるが、経済主体は防災投資を通じて、損失の大きさや損失の生起確率を部分的に制御できる。4) 災害は空間において一様でなく、局地的な現象である。経済主体は立地行動などを通じてリスクの生起状態を事前を選択できる。5) 防災投資の経済便益は、災害による損失を最終的に誰がどのように負担するかによって異なった値をとりえる。すなわち社会に備わる災害リスクの分散構造が、災害リスクと防災投資の経済評価に本質的な影響を与える。無論、他にも災害リスクの特殊性は存在する。たとえば、6) 災害が稀少かつ非日常的な規模の現象であるため、家計は防災投資に関する便益を理解しにくい。すなわち災害情報あるいは認知の不完全性によって、市場メカニズムに防災投資に関する個人選好が顕示されにくい。このように災害リスクは、通常の家計リスクとは異なるさまざまな特殊性を持っている。本報告書では、上記1)で指摘した、経済主体の被害の同時性を「集合性」と呼ぶ。そして巨大性・集合性をもつリスクを「くじ」では、被災する家計の総数（ないし富の総損失額）が決定する。第2段階の「くじ」では、第1段階で決まる被災者数の中から、実際に被災する家計（ないし損失の配分）が無作為に選ばれる。すなわち自然災害リスクの特徴は、個々の家計が直面する個人リスク（第2段階のリスク）と社会全体が直面する集合リスク（第1段階のリスク）により構成される複合的な2段階のリスクとして表現される点にある。このようなリスクを、それを初めに指摘した研究者にちなんで「Malinvaud=Arrow型リスク」と呼ぶ⁴⁾⁻⁶⁾。

伝統的な損害保険は個人リスクを対象とするものである。個々の家計がそれぞれランダムに損害を被る場合、個人リスクを家計全体でプールすることができる。この場合、大数の法則^{注6)}により、社会全体の総期待被害額に関する状態間の分散は非常に小さい。たとえば交通事故のリスクの場合、年間の被害者数は毎年ほぼ一定である。集合リスクは著しく小さいといえる。集合リスクが存在しない理想的な状況においては、個々の家計の被害リスクの軽減効果を期待被害額の変化により評価できる。しかし、同時性をもつ災害リスクの場合、ある社会においてほとんどの年で被害者はゼロであるものの、事象が生じた年にはほとんどすべての家計が被害者となる。すなわち社会全体の総被害額が大きく変動する。従って、ここに第1段階目の「くじ」で表される集合リスクが問題となる。多くの保険加入者が同時に損害を被った場合、保険加入者全体の富が減少するため、保険加入者による相互保険は有効に機能しない。カタストロフィックな被害が生じた場合、家計が互いに助け合うことには限界が生じ、社会全体として大きなロスが生じる。

社会全体で生じる巨大な集合リスクをヘッジするためには、対象地域の家計や災害保険の加入者だけによる相互補助だけでなく、より広範囲の地域における家計や企業の間でリスクを分散するシステムが必要となる。後述するように、近年のファイナンス技術の発達

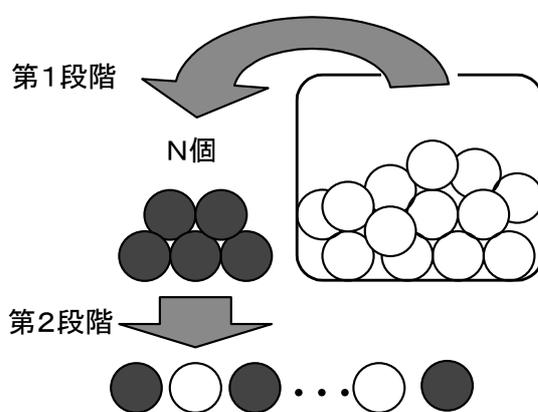


図 3.1 「2段階のくじ」モデル³⁾

により、国際資本市場を通じて災害リスクを分散することが可能となってきた。被害が巨大であるほど、災害リスクをヘッジするためにより多くの費用を要することになる。防災投資の経済便益は、防災投資が存在しなかった場合に存在するカタストロフリスクを国際資本市場でヘッジする際に要する費用を用いて評価することになる。

(2) 事後的救済から事前的救済へ

1995年の阪神・淡路大震災時に、家計が被った経済的損失は莫大な額にのぼる。その損失が損害保険契約によってカバーされている割合はきわめて低く、私有財産の補填を公的にできないという制約があるため、被災地域の家計は、深刻な経済的ダメージから回復するために、辛く、長い時間を過ごさなければならなかった。仮に、その損失が損害保険によりカバーされたとすれば、保険会社には膨大な保険金要求が生じただろう。第1章でとりまとめたような阪神・淡路大震災による被害額は、保険業界による保険金支払い能力をはるかに超えている。米国では、ハリケーン「Andrew」による保険金支払い要求のため多くの保険会社が破綻に追いやられた。阪神・淡路大震災の巨大性を考慮すれば、過大な保険金支払い要求の発生は、再保険市場を含めた国際保険市場に深刻な影響を及ぼしたであろう。

このように自然災害リスクは巨大であり、災害による被害が発生した後に、被害額の救済や補填を行うことに限界があることが判明した。そこで、被災した家計や企業を経済的に深刻な状態に追いやってしまう可能性のある自然災害に対して、災害が起きる前に講じる事前的な措置によって有効に対応しようとしている。それによって、災害により発生するであろう被害額を可能な限り小さくすることが求められる。ここでいう事前的な措置には、災害発生時における救命活動や災害復旧などの手順、すなわち、危機管理マニュアルを周到に作成しておくことばかりではなく、防災投資を通じて自然災害に頑強な街作りを進めるとともに、自然災害保険制度を充実していくことも含まれている。

事前的措置のために出費することに対して社会的合意を得ることが難しい。災害が発生しなければ、事前的措置を講じたことは無駄な投資になってしまう。あるいは、災害が発生して事前的措置により被害が軽減されたとしても、そのような事前的措置をしなくても被害を防げたのではないかという意見も現れる。確かに、いっさいの事前的な措置を講じなかったのにもかかわらず、幸運にも大規模な自然災害に遭遇することなければ、自然災害対策にかかったコストはゼロである。しかし、自然災害のように将来発生する可能性が不確実である事象に関して、事後的な、結果としてかかったコスト・ベースで災害対策費用を評価することは適切とはいえない。あらゆるリスク管理がそうであるように、自然災害リスクに関しても、事前的な措置のベネフィットやコストを期待値（平均）やそれらの変動の度合い（分散）などの事前の評価で考えていく必要がある。とくに、阪神・淡路大震災の発生時、深刻な財政問題を抱える公的セクターが災害発生後に救済的な政策措置を行う余裕がなかった。阪神・淡路大震災において、われわれは「事後的な救済に伴う経済的なコストよりも、事前的な措置にかかる費用の方が割安になる」ということを知った。これは、阪神・淡路大震災で得た大きな教訓である。

さらには、公的セクターの事後的な救済への期待が、家計や企業の事前的な措置を実施しようとするインセンティブを削いでしまう可能性も、広く指摘されてきた。たとえば、「どんな自然災害が起きても政府が救済してくれる」という期待が蔓延していれば、家計や企業の民間主体は事前的な措置を行おうとするインセンティブは著しく弱まる。その意味では、政府部門の財政事情とはまったく別の理由から、政府機関の事後的救済を制限し、事後的救済への期待を遮断しなければならない事情があるわけである（斎藤：2003）。

(3) 事後的救済における早期復旧の重要性

事前的措置の必要性については先に述べたが、事後的救済の中で早期復旧については非常に重要である。とりわけ、水道・ガス・電気等のライフライン及び鉄道・道路・港湾等の交通施設は、都市の生活を支える根幹的な基盤であり、これらの被害は、被災地の生活

に深刻な影響を与え都市基盤の復旧が遅れることによる社会経済上の損失は計り知れないものがある。そのため、被災地の生活再建や2章でも述べた間接的被害を抑制するためには、都市基盤を如何に速く復旧できるかに係っていた。

阪神・淡路大震災では、兵庫県をはじめ関係機関の昼夜を問わない努力の結果、世界でも例を見ない驚異的なスピードで都市基盤の復旧がなすとげられ、被災地域の住民の日常生活や社会経済の安定化に大きく貢献したことは高く評価することができる。中でも以下の5項目がスピードを速めた主要因と考えられる。

- ① 全国から支援・協力が得られたこと
- ② 都市基盤復旧のための予算措置と新たな国庫補助制度が機会を失わずに適切に施行されたこと
- ③ 新技術・新工法の採用による工事期間の短縮が図れたこと
- ④ 交通輸送対策により、緊急物資輸送等の円滑化と被災を受けた都市基盤に対する交通負荷が軽減されたこと
- ⑤ 市民生活に密接に関連する情報が様々なメディアを通じて情報提供され、市民がパニックに陥ることなく復旧が進められたこと

なお、震災直後に、地元の学識経験者で構成された「ひょうご創生研究会」から、阪神高速道路3号神戸線の復旧見合わせと一部路線(摩耶～神戸駅前)の地下化や代替手段(湾岸線等)への転換を促す提言がなされた。創造的復興の観点から地下化する案も考えられるが、復旧スピードや経済への影響なども含め総合的に判断すると、地下化ではなく原形復旧による復旧スピードを最優先した判断は正しかったと考える。

表 3.1 主要復旧事業の完成状況

事業種別	主な復旧事業	完成年月日
道 路	・ 中国自動車	1995. 7. 21
	・ 名神高速道路	1995. 7. 29
	・ 阪神高速道路湾岸線	1995. 9. 1
	・ 国道2号浜手バイパス	1996. 5. 2
	・ ハーバーハイウェイ	1996. 8. 24
	・ 阪神高速道路神戸線	1996. 9. 30
鉄 道	・ JR西日本(神戸線)	1995. 4. 1
	・ JR西日本(山陽新幹線)	1995. 4. 8
	・ 阪急電鉄(神戸線)	1995. 6. 12
	・ 阪神電気鉄道(本線)	1995. 6. 26
	・ 神戸新交通(六甲ライナー)	1995. 8. 23
港 湾	・ 神戸港	1997. 3. 31
	・ 尼崎西宮芦屋港	1997. 3. 31
電 気	(倒壊家屋等を除き復旧完了)	1995. 1. 23
ガ ス	(倒壊家屋等を除き復旧完了)	1995. 4. 11
水 道	(仮復旧完了)	1995. 2. 28
	(全戸通水完了)	1995. 4. 17
下 水 道	(仮復旧完了)	1995. 4. 20
電 話	(交換機系復旧完了)	1995. 1. 18
	(加入者系復旧完了)	1995. 1. 31

(4) リスクマネジメント技術

リスクマネジメントの分野では、損失の可能性を引下げ、損失の規模を縮小することをリスクコントロールと呼んでいる。一方、起こりうる損失をあらかじめ保険しておく(へ

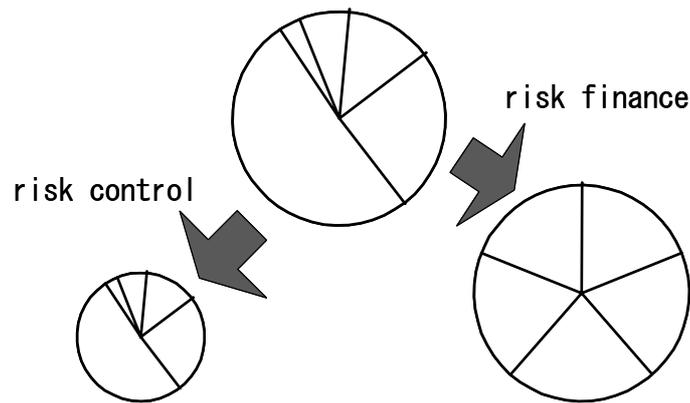


図 3.2 リスクコントロール技術とリスクファイナンス技術

ッジする) ことをリスクファイナンスと呼んでいる。このようなリスクマネジメントの考え方に基づけば、災害リスクをマネジメントする技術は、1) 災害リスク事象の生起確率そのものを減少させる技術(リスクコントロール)、2) 災害により生じた被害を社会全体に分散させる技術(リスクファイナンス)に分類できる。

防災投資は災害の生起確率や被害額を減少させるリスクコントロールである。緊急時における避難・誘導システムや交通・情報・通信システムの管理・運営技術、復旧マネジメント手法も重要なリスクコントロールである。一方、災害保険などによるリスクファイナンスはリスクを分散する手段である。災害が生じた場合、保険金の支払いにより被災者とそうでない家計の間で富の再配分が行われる。しかし、被災者に保険金の支払いが行われたとしても、社会全体で生じた富の総損失額が変化するわけではない。被害額が他人に移転しただけである。リスクコントロール技術とリスクファイナンス技術の本質的な違いは図 3.2 に模式的に示される。同図において、円の大きさは社会全体での富の損失を表す。リスクコントロール技術は社会全体で生起する富の損失の減少をもたらす。一方、リスクファイナンス技術は災害により生じた損害を家計間で配分する。被害がある特定の家計に集中し得るとき、事前において個々の家計が認識するリスクは膨大なものになり、家計は大きな心理的コストを負担することになる。しかし、損失を多くの家計の間で分散するシステムが用意され、個々の家計が被り得る最大の損失水準が知れてしまえば、家計が認識するリスクは小さなものにとどまる。

4 ミティゲーションと災害ポテンシャルリスク

(1) ミティゲーションによる災害ポテンシャルの軽減

地震国である我が国では、幾たびもの大地震による被災経験を踏まえ、耐震に関する研究の進展、施設点検と補強対策、技術基準類の見直しなどを通じて地震に強い社会基盤づくりが目指されている。昭和 46 年 2 月のロサンゼルス地震などを契機として、とくに大都市地震対策の重要性の認識が高まったことから、建設省(当時)所管の道路、ダム、堤防、下水道、公園、官庁建築物の地震に対する安全性などに関する点検が初めて行われた。その後も道路については、新たな知見による技術基準類などの見直し、および経年変化に伴う施設の劣化などに対応して、地震対策のための点検が昭和 51 年、54 年、61 年、平成 3 年に実施され、平成 8、9 年には道路防災総点検が同時に行われた。この点検では、平成 7 年 1 月に発生した阪神・淡路大震災の被災経験を踏まえ、橋梁、横断歩道橋、盛土、共同溝、擁壁、ロックシェッド・スノーシェッド^{注7)}に加えて、掘割道路、開削トンネル^{注8)}を追加し、8 項目について主要な市町村道まで含めて地震に対する耐震性の評価を行い、緊急性の高い箇所から順次必要な対策が行われている。とくに、阪神・淡路大震災において高架橋が倒壊するという被災が発生したことから、高速自動車国道、都市高速道路(首

都高速道路、阪神高速道路など)、一般国道などにおいて対策の緊急度の高い橋梁については、平成7年から3年間で橋脚補強などの所要の対策が実施された。

道路が目標とすべき耐震性について、阪神・淡路大震災の被災経験を踏まえて議論された(新時代を迎える地震対策—地震に強いみちづくりへの提言—、平成8年5月、地震に強いみちづくり研究会)。そのポイントは、次のとおりである。

- ① 想定する地震動の強さを2段階とすることを基本とする。
 - i) 構造物の供用期間中に1~2度発生する確率を有する地震動
 - ii) 構造物の供用期間中に発生する確率は低い、大きな強度を持つ地震動
- ② 道路の耐震性を「区間としての耐震性」と「ネットワークとしての耐震性」に分けて考える。すなわち、個々の道路施設の耐震性の確保と同時に、仮に一部の施設が損傷しても、道路ネットワークとして所要の機能を保持しようとする考え方である。

さらに、道路橋の耐震設計の考え方が改訂された(表4.1)。道路橋の設計にあたっては、2段階・3種類の地震動を考慮するとともに、高強度の地震動(レベルII)に対しては、構造物としての変形性能(柔軟性、ねばり)を高めて橋全体として地震に耐える構造系を目指すこととしている。

表4.1 耐震設計で考慮する地震動と目標とする道路橋の耐震性能

耐震設計で考慮する地震動		目標とする橋の耐震性能	
		標準的な橋	とくに重要度が高い橋
レベルI地震動 供用期間中に発生する確率が高い地震動		健全性を損なわないこと	
レベルII地震動 供用期間中に発生する確率は低い大きな強度を持つ地震動	タイプI プレート境界型	地震による損傷が橋として致命的にならないこと	損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかに行いうること

(2) ライフライン、交通システムの耐震化

阪神・淡路大震災後のおもなライフライン、交通システムの耐震化の概要と進捗度を以下では整理してみよう。ライフライン、交通システムとして、上水道、ガス、電力、通信、道路、鉄道をとりあげる。

ア 上水道

2段階耐震設計法の考え方が全面的に取り入れられ、重大な二次災害を起こす可能性のある施設、上流に位置する施設で代替施設のない基幹施設などの重要度の高い施設をランクA、その他の施設をランクBとし、地震動レベルと施設の重要性の組み合わせによって耐震水準を決定することとした。また、緊急遮断弁などにより配水池からの漏水を防ぎ、貯留機能を確保する緊急貯留システムは、神戸市、西宮市、宝塚市、川西市などで整備した。

- ① 耐震化のおもな対策(おおむね被災市町)
 - ・耐震化率*: 6.6%(712km: H6)→15.4%(1,898km: H15)
 - ※耐震型管路(NS、SI、SII型の耐震型継手を使用したダクタイル鋳鉄管溶接鋼管(パイプインパイプ工法も含む))
 - 《参考:工業用水(兵庫県企業庁)》
 - 耐震化率*: 0.0%(H6)→5.9%(H15)
 - ※耐震型管路(耐震型継手を使用したダクタイル鋳鉄管)

- ② ネットワークの信頼性向上のおもな対策：(H6)→(H15)
 - ・緊急貯留システムの導入（おおむね被災市町）：4市町→9市町
 - ・広域連携管（おおむね被災市町）：4路線→19路線
 - ・受配電設備などの耐震化（神戸市）：0箇所→1箇所
 - ・2回線受電、配電の二系統化（神戸市）：0箇所→4箇所
 - ・自家用発電機の設置（神戸市）：0箇所→1箇所

イ ガス

中圧導管は、震災の被害状況から、液状化地区や活断層地区の特殊な地形、地盤が複合した箇所を優先的に入替えまたは耐震補強をおこなった。また、とくに被害が集中した低圧のねじ接合鋼管についても、震災時に被害が少なかったポリエチレン管への入替えを実施している。

さらに、地震発生時、供給エリア内の地震計から瞬時に地震動情報を収集し、被害地域を把握するシステムが導入され、供給地域ではブロック化を採用し、被害の大きい地区のガス供給を停止し、被害のない地域は継続してガスを供給することにより、供給ネットワークの信頼性向上が図られた。

- ① 耐震化のおもな対策（大阪ガス全体）
 - ・中圧導管：非裏波溶接鋼管改修 98%完了(23kmのうち22km完了:H15)
 - ・低圧導管：ポリエチレン管 3%(1,200km:H6)→18%(7,600km:H15)
 ネジ接合鋼管(被害が大きい)11,000km(H6)→9,300km(H15)
- ② ネットワークの信頼性向上のおもな対策（大阪ガス全体）
 - ・供給ブロックの細分化：55ブロック(H6)→126ブロック(H15)
 - ・供給停止判断支援システム
- ③ システムのコントロールのおもな対策（大阪ガス全体）
 - ・地震計の増設：34箇所(H6)→238箇所(H15)…1~2箇所/ブロック
 - ・マイコンメーターの普及促進：75%(H6)→99.4%(H15) 家庭向けは完了
 - ・供給遮断システム：
 - 遠隔遮断装置（中圧導管）：約40箇所(H6)→346箇所(H15)
 - 感電遮断装置（低圧導管）：0(H6)→2,806箇所(H15)
 - ・リアルタイム地震被害予測システム

ウ 電力

現行耐震基準は、各電気設備が確保すべき耐震性を規定するものとして妥当であると評価された。地中設備については、可とう継手、可とう性のある管路を耐震対策として採用している。

- ① 耐震化のおもな対策（関西電力全体）
 - ・(変電設備) 変圧器アンカーボルト：85台すべて実施済み
 遮断機ブッシングずれ止め：36台すべて実施済み
 断路器ブレース追加：25台すべて実施済み
 - ・(架空送電設備) 旧構造鉄塔の補強：12基すべて実施済み
 - ・(地中送電設備) 可とう継手管路の採用：軟弱地盤箇所に適用
- ② ネットワーク信頼性向上のおもな対策（関西電力全体）
 - ・交差二重外輪^{注9)}(500kV)システムの完成(H9.9)
 - ・現状2ルートある通信回線の内の1ルートを代替業務拠点経由化(H13)
- ③ システムのコントロールのおもな対策（関西電力全体）
 - ・緊急遮断システム
 漏電ブレーカー普及率 42.4%(H6)→62.2%(H15)《東京電力 81.5%》
 新築時の漏電ブレーカー取り付け状況は約99%

エ 通信

各通信センタービルの基礎部分の強化、予備エンジン始動専用補給水槽の整備、フレキシブル配管の導入などにより、設備の耐震化を図ってきた。また、伝送路のループ化・2ルート化を整備し、通信ルートの信頼性を向上させた。

- ① 耐震化のおもな対策（NTT 西日本兵庫支店全体）
 - ・中口径管路：0.4km(H6)→36.7km(H15)
 - ・電線共同溝：61km(H6)→270km(H15)
 - ・フレキシブル配管・プラスチックドレン工法：液状化対策地域への採用
 - ・蓄電池の転倒防止：全ビル完了(H7)
 - ・シール蓄電池への更改：86.6%(H6)→99.7%(H15)
- ② ネットワークの信頼性向上のおもな対策（NTT 西日本兵庫支店全体）
 - ・通信センターの分散（中継交換機） 2箇所(H6)→3箇所(H13)
 - ・中継伝送路のループ化、2ルート化 70.4%(H6)→94.0%(H15)

オ 道路

平成8年度道路防災点検結果に基づく道路防災対策箇所を抽出し、計画的に対策を実施してきた。とくに緊急輸送路の要対策箇所における道路防災事業の実施率は、2.7%(H8)から50.5%(H15)にまで達した。

また、災害時に救援、救護、復旧活動の拠点となる広域輸送拠点、3次救急病院、高速道路インターチェンジと、各市町の地域防災拠点などの所要時間は、平成2年から13年までに広域輸送拠点へは16市町、3次救急病院は3市町、インターチェンジへは13市町で短縮された（表4.2）。

- ① おもな防災対策
 - ・道路防災点検結果に基づく道路防災対策箇所※
 - 対策箇所：29(1.4%) (H8) → 574(27.1%) (H15)
 - うち緊急輸送路：17(2.7%) (H8) → 316(50.5%) (H15)
 - うちバス路線：18(2.0%) (H8) → 328(37.2%) (H15)
 - ※H8道路防災総点検によるもの
 - ・橋梁点検結果に基づく橋梁震災対策箇所
 - 対策箇所：50(11.3%) (H6) → 249(56.5%) (H15)
 - うち緊急輸送路：8(5.3%) (H6) → 80(53.3%) (H15)
- ② ネットワークの信頼性向上のおもな対策
 - ・各市町から防災拠点などへの所要時間
 - 広域輸送拠点：16市町で短縮（平成2年から13年まで）
 - 3次救急病院：3市町で短縮（平成2年から13年まで）
 - 高速道路IC：13市町で短縮（平成2年から13年まで）

表 4.2 各市町からおもな防災拠点などへの所要時間

所要時間		①広域輸送拠点		②救命救急センター		③インターチェンジ	
		(H2)	(H13)	(H2)	(H13)	(H2)	(H13)
市町数	15分圏内	30	41	11	11	49	56
	30分圏内	64	67	29	30	61	67
	45分圏内	77	78	51	54	71	75
	60分圏内	81	82	75	75	74	79
	200分圏内	85	85	85	85	85	85
市町数	15分短縮	16		2		5	
	30分短縮	0		1		7	
	45分短縮	0		0		1	
計		16市町		3市町		13市町	

カ 鉄道

各鉄道会社では、公共交通の安全性を高めるため、橋脚の耐震補強を推進してきた（表 4.3）。

また、山陽新幹線では、地震対策として、地震の初期微動（P波）を検知して、地震の規模や発生位置を推定し、主要動（S波）が構造物に到達するまでに列車を停止あるいは減速させるシステム「ユレダス」（早期地震検知警報システム：Urgent Earthquake Detection and Alarm System）を平成7年4月より導入している。導入は震災後となっているが、震災前からの計画である。

JR在来線の地震対策としては、地震情報早期伝達システムにより、近畿圏の列車本数の多い線区にユレダスの情報と、地震計の警報を早期に伝達し、運行規制をおこなっている。

他の民鉄、公営地下鉄でも地震を感知した場合は、自動、手動の別はあるものの運行中の各列車に指令を行うようになっており、JR西日本の在来線と類似した初動体制となっている。

表 4.3 鉄筋コンクリート柱の耐震補強施工本数

		施工本数／耐震化必要本数（本）	
		うち緊急耐震補強計画	
JR西日本	山陽新幹線	16,750/17,700（94.6%）	
	在来線	1,750/2,100（83.3%）	
阪急電鉄		2,504/2,504（100.0%）	296/296（100.0%）
阪神電気鉄道		569/1,900（29.9%）	534/534（100.0%）
山陽電気鉄道		73/414（17.6%）	73/73（100.0%）
神戸電鉄		0	0
神戸高速鉄道		10/10（100.0%）	10/10（100.0%）
神戸市営地下鉄		310/310（100.0%）	40/40（100.0%）
計		21,966/24,938（88.1%）	

5 災害復旧・復興のための財源的措置

(1) 災害復旧の実態

道路施設の災害復旧の場合の費用負担については、対象とする道路の種類に応じて、法律が整備されている。すなわち、一般国道（直轄、補助）、都道府県道、市町村道の一般道路については「公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法」が、公団・公社の管理する道路に関しては、「道路整備特別措置法」、「日本道路公団法」、「首都高速道路公団法」、「阪神高速道路公団法」、「本州四国連絡橋公団法」および「地方道路公社法」がそれぞれ適用されている。

なお、日本道路公団の管理する道路の災害復旧に係る費用は、阪神・淡路大震災、有珠山噴火災害の場合の特例を除き、すべて公団負担が原則となっているなど、公団・公社の管理する道路に係る費用負担の規定は法律によって異なる。

また、一般道路の災害復旧については、道路の種類に応じて事業採択基準額が設定されており、この基準額以下の小規模な災害については、道路法の規定に基づき道路管理者が費用を負担することとなっている。

一方、道路施設の設置または管理に瑕疵があった場合の損害賠償の費用負担については、すべての道路について、「国家賠償法」に基づき、それぞれの道路の管理者たる国、都道府県、市町村、公団・公社において負担することとなっている。なお、都道府県、市町村、公社などにおいては、道路保険などに加入しこれに対応しているのが一般的である。道路施設の災害復旧・管理瑕疵による費用負担などについて表 5.1 に一括して整理している。

表 5.1 道路施設の災害復旧・管理瑕疵による費用負担など

道路種別	道路施設の災害復旧に係る費用負担		道路施設の設置または管理に瑕疵があった場合の損害賠償の費用負担	備 考
	災害復旧事業の場合	左記以外の適用除外の場合（小規模な場合など）		
高速自動車国道	費用負担者：JH 根拠法令など：日本道路公団法第 19 条		費用負担者： 日本道路公団 根拠法定など： 国家賠償法第 2 条	JH の場合は、災害復旧に係る費用はすべて、自社負担で行っている。公団法第 30 条適用により、国からの費用負担は、阪神・淡路大震災、有珠山噴火災害のみ
一般有料道路（JH）	費用負担者：JH 根拠法令など：日本道路公団法第 19 条		費用負担者： 日本道路公団 根拠法定など： 国家賠償法第 2 条	
首都高速道路	費用負担者： 首都高速道路公団、国、首都高速道路公団法第 4 条第 4 項の地方公共団体を定める政令で定める地方公共団体（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、横浜市および川崎市） 根拠法令など： 首都高速道路公団法第 41 条（参考：同法第 29 条第 1 項第 2 号）		費用負担者： 首都高速道路公団 根拠法定など： 国家賠償法第 2 条	
阪神高速道路	費用負担者： 阪神高速道路公団、国、阪神高速道路公団法第 4 条第 4 項の地方公共団体を定める政令で定める地方公共団体（大阪府・兵庫県・京都府・大阪市・神戸市および京都市） 根拠法令など： 阪神高速道路公団法第 41 条 1 項・2 項（参考：阪神高速道路公団法第 29 条 1 項 2 号）		費用負担者： 阪神高速道路公団	
一般有料道路（地方道路公社）	費用負担者： 国、地方公共団体 根拠法定など： 地方道路公社法第 30 条	費用負担者：公社 根拠法令など： 道路整備特別措置法第 19 条第 1 項、第 7 条の 16	費用負担者：公社 根拠法定など： 国家賠償法第 2 条 その他： 道路賠償責任保険に加入	
本州四国連絡道路	費用負担者：本四公団 根拠法令など： 本州四国連絡橋公団法第 29 条、第 4 号道路		費用負担者：本四公団 根拠法定など： 国家賠償法第 2 条	本四公団については、災害復旧工事を行う旨の規定はあるものの、補助

	整備特別措置法第 19 条第 1 項			金についての規定が公団法にない。 (他 3 公団は災害対策基本法施行前に設立、本州四国連絡橋公団は施行後に設立)
直轄国道	費用負担者： 国、地方公共団体 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 5 条	費用負担者： 国、都道府県 根拠法令など： 道路法第 13 条、第 50 条	費用負担者：国 根拠法令など： 国家賠償法第 2 条	災害復旧の事業採択基準額 500 万円以上の被害（直轄道路災害復旧事業事務取扱要綱）
補助国道	費用負担者： 国、地方公共団体 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 3 条	費用負担者：都道府県 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費第 6 条、道路法第 13 条、道路法第 50 条	費用負担者： 公共団体（都道府県） 根拠法令など： 国家賠償法第 2 条 その他： 道路保険の加入	災害復旧の事業採択基準額 120 万円以上の被害（公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法）
都道府県道	費用負担者： 国、都道府県 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 3 条	費用負担者：都道府県 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 6 条、道路法第 49 条 その他： 各県起債制度（単独災害復旧費）による復旧	費用負担者： 公共団体（都道府県） 根拠法令など： 国家賠償法第 2 条 その他：道路保険の加入	災害復旧の事業採択基準額 120 万円以上の被害（公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法）
市町村道	費用負担者：国、市町村 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 3 条	費用負担者：市町村 根拠法令など： 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第 6 条、道路法第 49 条	費用負担者： 公共団体（市町村） 根拠法令など： 国家賠償法第 2 条 その他： 道路保険の加入	災害復旧の事業採択基準額 60 万円以上の被害（公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法）

出典：国土交通省道路局調べ

(2) 社会基盤災害の復旧に関する法制度

社会基盤（とくに、道路施設）の復旧費用の負担根拠となっている法律を取りまとめれば、以下のようになる。

① 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法【昭和 26 年法律第 97 号】（抄） （国庫負担）

第三条 国は、法令により地方公共団体（港湾法（昭和二十五年法律第二百十八号）に基づく港務局を含む。以下第四条、第四条の二及び第六条第一項を除き同じ。）又はその機関の維持管理に属する次に掲げる施設のうち政令で定める公共土木施設に関する災害の災害復旧事業で、当該地方公共団体又はその機関が施行するものについては、その事業費の一部を負担する。

- 一 河川
- 二 海岸
- 三 砂防設備
- 四 林地荒廃防止施設
- 五 地すべり防止施設
- 六 急傾斜地崩壊防止施設
- 七 道路
- 八 港湾
- 九 漁港
- 十 下水道
- 十一 公園

（直轄事業に対する地方公共団体の負担率）

第五条 第三条各号に掲げる施設について 国が施行する災害復旧事業費で、地方公共団体がその費用の一部を負担するものについての当該地方公共団体の負担の割合は、他の法令の規定にかかわらず、当該地方公共団体又はその機関が施行する災害復旧事業で国が施行する当該災害復旧事業の原因となった災害と同年に発生した災害に係るものに対し第四条（前条の規定により読み替えて適用する場合を含む。以下同じ。）の規定により国が負担すべき割合を除いた割合によるものとする。

(適用除外)

第六条 この法律は、次に掲げる災害復旧事業については適用しない。

- 一 一箇所の工事の費用が、都道府県又は地方自治法（昭和二十二年法律第六十七号）第二百五十二条の十九第一項の市（以下「指定市」という。）（都道府県又は指定市が加入している地方公共団体の組合及び港務局であって都道府県又は指定市がその組織に加わっているものを含む。）に係るものにあつては百二十万円に、市（指定市を除く。以下同じ。）町村（市町村の組合及び市町村のみで組織している港務局を含む。以下同じ。）に係るものにあつては六十万円に満たないもの。

②道路法【昭和27年法律第180号】（抄）

(国道の維持、修繕その他の管理)

第十三条 前条に規定するものを除くほか、国道の維持、修繕、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法（昭和三十二年法律第九十七号）第二条第二項に規定する災害復旧事業（以下「災害復旧」という。）その他の管理は、政令で指定する区間（以下「指定区間」という。）内については国土交通大臣が行い、その他の部分については都道府県がその路線の当該都道府県の区域内に存する部分について行う。

(道路の管理に関する費用負担の原則)

第四十九条 道路の管理に関する費用は、この法律及び公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法並びに他の法律に特別の規定がある場合を除くほか、当該道路の道路管理者の負担とする。

(国道の管理に関する費用)

第五十条

- 2 国道の維持、修繕その他の管理に要する費用は、指定区間内の国道に係るものにあつては国がその十分の五・五を、都道府県がその十分の四・五を負担し、指定区間外の国道に係るものにあつては都道府県の負担とする。ただし、第十三条第二項の規定による指定区間内の国道の維持、修繕及び災害復旧以外の管理に要する費用は、当該都道府県又は指定市の負担とする。

③道路整備特別措置法【昭和31年法律第7号】（抄）

(地方道路公社の行なう有料の道路の維持、修繕等)

第七条の十六 地方道路公社は、第七条の十二第一項の許可又は第七条の十四第一項の許可を受けて新設し、又は改築した道路については、道路法第十三条第一項若しくは第三項、第十五条、第十六条第一項若しくは第二項本文、第十七条第一項若しくは第二項若しくは第八十八条第二項の規定、同法第十六条第二項ただし書若しくは第十九条第一項の規定に基づき成立した協議（同法第十六条第四項又は第十九条第四項の規定により成立したものとみなされる協議を含む。）又は道路の修繕に関する法律第二条第一項の規定にかかわらず、第十条第二項の規定により公告する工事完了の日の翌日から第十四条第一項の規定により公告する料金の徴収期間の満了の日まで、当該道路の維持、修繕及び災害復旧を行なうものとする。

(公団等の行なう有料の道路の管理等に関する費用)

第十九条 日本道路公団の管理する高速自動車国道又は公団等の管理する一般国道等の管理に関する費用は、この法律及び日本道路公団法（昭和三十一年法律第六号）、首都高速道路公団法、阪神高速道路公団法、本州四国連絡橋公団法又は地方道路公社法（昭和四十五年法律第八十二号）に特別の規定がある場合を除くほか、当該公団等の負担とする。

- 2 日本道路公団の管理する高速自動車国道に関する高速自動車国道法第十三条第一項（同法第十六条において準用する場合を含む。）の規定による特別沿道区域の指定に伴う補償に要する費用は、日本道路公団の負担とする。

④日本道路公団法【昭和31年法律第6号】（抄）

(業務の範囲)

第十九条 公団は、第一条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 一 その通行又は利用について料金を徴収することができる道路（道路法（昭和二十七年法律第八十号）による道路をいう。）の新設、改築、維持、修繕その他の管理を行うこと。
- 二 前号の道路に係る災害復旧工事を行うこと。

(補助金)

第三十条 政府は、予算の範囲内において、公団に対し、第十九条第一項第二号に掲げる業務に要する経費の一部を補助することができる。

⑤首都高速道路公団法【昭和34年法律第133号】（抄）

(業務の範囲)

第二十九条 公団は、第一条の目的を達成するため、東京都の区に存する区域及びその周辺の地域において、次の業務を行う。

- 一 その通行について料金を徴収することができる自動車専用道路（道路法（昭和二十七年法律第八十号）第四十八条の二第一項の規定による指定を受けたものに限る。）で都市計画において定められたものの新設、改築、維持、修繕その他の管理を行うこと。

二 前号の自動車専用道路に係る災害復旧工事を行うこと。

(補助金)

第四十一条 政府は、予算の範囲内において、公団に対して、第二十九条第一項第二号に掲げる業務に要する経費の一部を補助することができる。

2 第四条第一項又は第四項の政令で定める地方公共団体は、予算の範囲内において、公団に対して第二十九条第一項第一号及び第二号に掲げる業務に要する経費の一部を補助することができる。

⑥ 阪神高速道路公団法【昭和37年法律第43号】(抄)

(業務の範囲)

第二十九条 公団は、第一条の目的を達成するため、大阪市及び神戸市の区域並びに京都市の区域のうちこれらの両市の区域と自然的経済的社会的に密接な関係がある地域並びにそれらの地域の間及び周辺の地域において、次の業務を行う。

一 その通行について料金を徴収することができる自動車専用道路(道路法(昭和二十七年法律第百八十八号)第四十八条の二第一項又は第二項の規定による指定を受けた道路又は道路の部分をいう。)で都市計画において定められたものの新設、改築、維持、修繕その他の管理を行うこと。

二 前号の自動車専用道路に係る災害復旧工事を行うこと。

(補助金)

第四十一条 政府は、予算の範囲内において、公団に対して、第二十九条第一項第二号に掲げる業務に要する経費の一部を補助することができる。

2 第四条第一項又は第四項の政令で定める地方公共団体は、予算の範囲内において、公団に対して、第二十九条第一項第一号及び第二号に掲げる業務に要する経費の一部を補助することができる。

⑦ 地方道路公社法【昭和45年法律第82号】(抄)

(補助金)

第三十条 国は、予算の範囲内において、道路公社に対して、政令で定めるところにより、第二十一条第一項の道路の災害復旧について、当該道路の建設費等の償還の状況等を勘案して、これに要する経費の一部を補助することができる。

2 地方公共団体は、予算の範囲内において、道路公社に対して、第二十一条第一項の道路の災害復旧に要する経費の一部を補助することができる。

⑧ 本州四国連絡橋公団法【昭和45年法律第81号】(抄)

(業務の範囲)

第二十九条 公団は、第一条の目的を達成するため、次の業務を行なう。

一 その通行について料金を徴収することができる道路法(昭和二十七年法律第百八十八号)第三条第二号の一 一般国道で本州と四国を連絡するものの新設、改築、維持、修繕その他の管理を行なうこと。

二 本州と四国を連絡する鉄道施設の建設及び管理を行なうこと。

三 前号の規定により建設した鉄道施設を有償で鉄道事業者に利用させること。

四 第一号の道路又は第二号の鉄道施設に係る災害復旧工事を行なうこと。

道路施設の設置又は管理に瑕疵があった場合の損害賠償の費用負担

⑨ 国家賠償法【昭和22年法律第125号】(抄)

第二条 道路、河川その他の公の营造物の設置又は管理に瑕疵があつたために他人に損害を生じたときは、国又は公共団体は、これを賠償する責に任ずる。

1 前項の場合において、他に損害の原因について責に任ずべき者があるときは、国又は公共団体は、これに対して求償権を有する。

以上の法律に対して、阪神・淡路大震災は激甚災害に指定され、特別の措置として、「阪神・淡路大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」が制定され、公共土木施設災害復旧事業などに関する特別の財政援助などが講じられた。その内容は以下のとおりである。

・道路、港湾などの公共土木施設、公立学校、社会福祉施設などの災害復旧事業に係る国庫負担率の嵩上げなど

→激甚災害法の特例

・公園、街路、都市排水施設の災害復旧事業について、8/10の国庫補助

・阪神高速道路の災害復旧事業について、8/10又は2/3の国庫補助

・地方財政措置(H6年度2次補正)

→補助災害復旧事業債の対象(道路を含む公共土木施設の災害復旧事業など)、単独災害復旧事業債の対象(阪神高速道路公団の災害復旧事業に係る地方公共団体からの補助金など)

その他に、高速自動車国道（日本道路公団）に対する、災害復旧工事への国からの経費の一部補助措置が講じられた。（日本道路公団法第 30 条の適用）

(3) 災害ポテンシャルリスクに対する保険市場の現状

土木構造物保険（Civil Engineering Completed Risks Insurance）は鉄道、道路、橋梁、トンネルやレジャー施設、リゾート施設などの土木構造物が偶然な事故によって損害を被ったときに、当該土木構造物を損害が発生する直前の状態に復旧するために必要な費用を支払う保険である。わが国では土木構造物保険は 1991 年に販売が開始された。土木構造物保険は、エンジニアの保険である「技術保険」の 1 つである。技術保険の保険料は全世界で約 6000 億円、土木構造物保険はその 1 割ほどである。わが国における土木構造物保険料は、年間約 70 億円であり、大きな市場規模ではない。表 5.2 にはわが国における土木構造物保険の契約例を示している。災害により土木構造物に対して生じる被害に関して土木構造物保険である程度カバーできる。しかし、ビジネスリスクを含む構造物を取り巻くすべてのリスクのうち、損害保険でカバーできるリスクは、通常 1 割程度と言われている。復旧費以外の損害を土木構造物保険の特約でカバーする方法もある。たとえば、土砂崩れで落ちた土砂を全部取り除いて残土処理する費用や、道路が遮断されたことによる逸失利益などを特約で担保する例もある。

表 5.2 土木構造物保険の例

	対象土木構造物	保険金額 ^(注 1)	てん補限度額	
			1 事故当たり	期間中 ^(注 2)
1	橋梁（海上連絡橋）	2,400 億円	50 億円	100 億円
2	道路（林道）	1 億円	1 億円	1 億円
3	ゴルフ場	75 億円	1 億円	2 億円
		11 億円	1 千万円	2 千万円
4	鉄道	4 億円	2 億円	4 億円
		3,400 億円	5 億円	10 億円
		1,000 億円	1 億円	3 億円
5	港湾・海岸施設	23 億円	10 億円	10 億円

注 1：保険金額≒完成価格

注 2：この例にある保険期間は 1 年間

土木構造物保険の対象は、土木工事によって建設された完成後の土木建造物である。具体的には、1) トンネル、2) プール、水槽、3) 橋梁（道路橋、鉄道橋、管路橋）、4) 上下水道管路、共同溝管路、5) 道路、6) ゴルフ場、スキー場、宅地・工業用地、7) 鉄道・軌道、8) 空港用地、9) 河川管理施設（堤防、ダム、護岸、水門など）、水路、10) 港湾・海岸施設（防波堤、堤防、護岸、栈橋など）がある。これらの土木構造物に対して、土木構造物の完成後には、所有者が保険契約を結ぶ。構造物の完成前は当該構造物の請負業者が保険に加入する。わが国における土木構造物保険の対象となった土木構造物としては、鉄道がもっとも多い。次いでトンネル、港湾施設、橋梁である。道路に対して土木構造物保険に加入した事例はほとんどないが、私道の有料道路に土木構造物保険を付けようとする動きも出ている。また、火薬保管庫を囲む防爆壁に土木構造物保険を付け、実際に大爆発が起きて損害が生じた例もある。

一方、次の構造物は土木構造物保険の契約対象にならないとされる。すなわち、1) 住宅、店舗、工場、倉庫その他の建物、およびこれらに収容されている機械設備、装置、2) 保険の対象物に収容、貯蔵または保管されている物、3) 地下街および地下駐車場、4) ガス、電気、可燃性物質の供給、搬送、貯蔵、送受信設備、5) 石油、化学工場、その他特定の構内にあるパイプライン、タンク、6) 自然の地形または土地である。これらの施設の内、1)

～5) は、すでに火災保険の対象となっており、土木構造物保険の対象から除外される。6) は価値が不明なため保険の対象から外れている。

土木構造物保険に加入している場合、土木構造物に、偶然な事故による損害が生じた場合に保険金が支払われる。たとえば、次のような損害が支払いの対象となる。すなわち、1) 風水災による損害（例：暴風雨により河川が増水し、堤防が決壊した事例）、2) 土砂崩壊、陥没などによる損害（例：土砂崩れにより線路が崩れ落ちた事例）、3) 設計・施工上の欠陥による損害（例：設計波高の計算に誤りがあり、防波堤が決壊した事例。）、4) 他物の衝突による損害（例：船舶の衝突により岸壁が損壊した事例。）、5) 火災・爆発による損害（例：トンネル内で車両が炎上し、内壁が焼損した事例。）などである。一般に損害保険では、支払いの対象の定め方に、オールリスク方式と列挙リスク方式があるが、土木構造物保険はオールリスク方式である。

一方、次のような損害は支払いの対象とはならないとされる。すなわち、1) 故意、重大な過失、法令違反による損害、2) 戦争、革命、内乱、暴動、不発爆弾などによる損害、3) 国または公共団体による差し押さえ、徴発などによる損害（消防、水防その他災害発生の防禦のための措置として行われた場合は支払いの対象となる）、4) 核燃料物質などによる損害、5) 地震、噴火、津波による損害である。以上の 1)～5) は、他の一般の損害保険でも支払いの対象とならない。上記のほかに、次のような損害も支払いの対象とならない。すなわち、6) 瑕疵、さび、かび、腐食、ひび割れ、自然の消耗・劣化などの損害、7) 温度変化、湿度変化による膨張、縮小または凍結の損害、8) 土砂の圧密沈下^{注10)}のため追加しておこなった埋立・盛土・整地工事の費用および沈下した土木構造物の位置矯正費用、9) 芝、樹木その他の植物について生じた損害、10) 浚渫部分に生じた埋没・隆起の損害、11) 捨石、被覆石、消波ブロックなどの洗掘、沈下、移動の損害、12) 電氣的事故、機械的事故により当該機械・設備部分に生じた損害、13) 埋設、改造、修理などの工事中に当該工事部分に生じた損害である。

なお、地震に関しては、わが国では従来から免責の対象となってきた。これに対して、地震の少ないヨーロッパでは保険支払いの対象となっていることもある。ただし、日本でも最近では、支払い限度額を設けて地震による土木構造物の損害を保険で引き受けるケースも出てきた。これが土木構造物保険である。また、テロはもっとも厳しく免責の対象とされている。したがって、世界中でテロのターゲットとなるような象徴的な構造物は、テロに対して保険をかけることができない状態である。また、保険で支払われる損害の基本は、「Sudden and Unforseeable」であるために、さび、腐食、ひび割れ、塩害などは保険の対象外となっている。

このように土木構造物保険は現状において普及がそれほど進展していないのが実情である。土木構造物保険の有力な適用分野として、PFI^{注11)}が考えられる。PFI 事業が普及するにつれて、土木構造物保険の利用が進むと見られているが、現状では、まだ普及が進んでいない。PFI 事業では、BOT^{注12)}と BTO^{注13)}の違いにより、保険の利用方法が全く異なると考えられる。BOT の場合、PFI 事業者はファイナンスや出資者から保険をかけることを強制されることもありえる。この場合の器の一つが土木構造物保険である。また、土木構造物保険ではないがアメリカでは自治体の倒産リスクを保証する民間会社まで存在する。この保証を提供する場合、保険会社は自治体の支払能力を保証引受の判断材料としている。

保険によるリスクヘッジ以外に証券市場から資金を調達する方法が注目されている。事業者が直接災害債券を発行するケース（たとえば東京ディズニーランド）と、保険会社が保険金支払いの原資として災害債券を発行するケースがある。このような災害リスクの証券化に関しては次章で詳細に検討しよう。

このような特殊な債券の適用が成立する条件は、①リスクをトレードする相手がいる（ペアがある）ことと、②客観的なインデックスがあることである。災害債券のほかに、気象債券の利用が進んでいるが、気象債券はこれらの条件をクリアしやすい。たとえば、除雪

費用を調達する自治体と除雪業者、また暖房を提供するガス会社とクーラーの利用促進を望む電気会社やビール会社のペアがあり、インデックスは気温や降水量、風速などが採用されている。

現在の土木構造物保険のカバーは、保険金額 2400 億円のうち、期間中のでん補限度額は 100 億円に過ぎない。今後、災害債券などによってカバーを拡大していく必要がある。結局ヘッジできないリスクが多く残ると、事業費を集める際の格付けが下がり、投資家のコストが上昇する。その上で、マーケットから損害の補償の資金をどれだけ調達できるか、ということである。また、てん補限度額の設定の際は、予想最大損害の評価を正確に行う必要がある。

県や市などの公共団体に対しては、道路賠償責任保険が民間保険会社から提供されている。また、同様の保険は、高速道路公社などの道路管理者にも提供されている。この保険は、賠償責任保険をベースに、施設所有管理者特約条項や契約独自の特約書から保険契約内容が規定されているが、道路の所有・使用・管理に関わる法的な賠償責任に対する保険となっている。法的な賠償責任の根拠は、国や公共団体の場合は国家賠償法であり、民間の場合は民法によることになる。

保険の対象となる事故は、道路の設置または管理に瑕疵があったために、通行人などの第三者に損害を与えた場合の法的な損害賠償責任を対象とするものであり、被害者の身体賠償に対しては治療費、休業損害、慰謝料など、財物賠償に対しては修理費の他、訴訟時の訴訟費用や弁護士報酬などが支払われる。地震による道路の隆起や亀裂による走行中の自動車の転覆などは、一般に不可抗力として道路管理者に責任を生じないとされているが、保険では、「地震・噴火・洪水・津波もしくはこれらに類似の自然現象によって生じた事故」は免責条項で明確に対象外とされている。

道路所有者にとって、民間保険会社が提供する地震保険を、必要な規模だけ自由に購入するには困難な状況にある。したがって、自己負担との組み合わせの中で、最適な手当を実施せざるをえない。保険の原則である相互扶助や大数原理が十分に機能しない地震リスクについては、民間の保険会社は、再保険などを駆使しても、企業の望む保険キャパシティを完全に確保するのは困難であり、地震保険購入ニーズのある企業に対して、確保された限られたキャパシティを細切れに分割して提供しているのが実態である。

個人の住宅向け地震保険は、地震保険法に基づき、国のバックアップの中で運営されているが、各民間保険会社の自己責任で販売されている企業向けの地震保険は、保険会社としても経営上のリスクとならないよう慎重な対応が余儀なくされている。

発生が迫っている東海地震や東南海・南海地震に対しては、日本の保険マーケットだけでなく世界的な保険マーケットで見ても、すでに想定される被災地に所在する企業からの地震保険ニーズに対応してきている。このため、静岡県や愛知県を中心とした東海地区では、保険会社にとっての引受地震リスクの集積が進んでおり、新たなキャパシティの提供はなかなか困難な状況になっているのが現状である。企業が地震保険を必要とする場合、より高い保険料を支払わなければ地震保険の購入は難しく、これは言い換えれば、保険会社が、限られた保険提供キャパシティを、より保険料の高い契約にシフトしているともいえる。

このような中で、仮に地震保険を割高なコストで購入できたとしても、次に、実際に地震が発生した場合に、保険会社から保険金がどのように支払われるのかという問題が発生する。東海地震のような大規模な地震被害に対して、日本の保険業界は過去に実際に保険金を支払ってきた経験はなく、実際の保険金支払い実務がどのようになるかは不透明な面はあるものの、復旧工事完了後に保険金の支払い手続きが完了という事態も十分に想定される。地震直後に当面の資金を必要とする企業向けに、一時金を支払うような金融派生商品も販売されているが、購入できる補償額は大きくない。

6 災害リスクファイナンス

(1) ファイナンス技術と新しい災害保険

現在、自然災害リスクマネジメントの方法論は、理論と実践の両面において急進的な変革の最中にある。とりわけリスク移転の方法は著しく変化している。もっとも本質的な変化は、旧来、保険・再保険市場が引き受けていた自然災害リスクを、それより格段に大きな金融市場において分散することが可能になったことである。大災害債券（災害債券）をはじめとした金融デリバティブの流通に伴って、一地域の災害リスクは投機対象として世界市場で取引されるようになった。

1980年代後半より、自然災害の発生件数および保険金支払額は増加の一途を辿っている。表6.1は1970年から1997年間の損害保険金額で評価した上位10件の災害を示している。10件全てが87年以降に生じた災害である。また、保険の普及が発展途上段階にある開発途上国では、被害規模は膨大な死者数に反映されている。近年の世界の自然災害による死者の約85%、被災者の約95%が低所得国に所属するという結果がもたらされている⁷⁾。

表 6.1 損害保険金支払い額による世界 10 大災害（出典：Swiss Re）

損害保険金	犠牲者数	発生年	災害名	発生国
18,286	38	1992	ハリケーン"Andrew"	米国
13,529	60	1994	南カリフォルニア, ノースリッジ地震	米国
6,542	51	1991	台風"Mireille"	日本
5,636	95	1990	冬季ストーム"Daria"(強風)	欧州
5,427	61	1989	ハリケーン"Hugo"	プエルトリコ
4,230	13	1987	秋季ストーム	欧州
3,917	64	1990	冬季ストーム"Vivian"(強風)	欧州
2,712	167	1988	原油掘削プラットフォーム"Piper Alpha"爆発	英国
2,603	6,000	1995	阪神大震災	日本
2,211	59	1995	ハリケーン"Opal"	米国

そのような災害被害の巨大化の主たる原因として、大気や水質の汚染や乱開発による自然破壊が、地球温暖化や異常気象などによる自然災害リスクの巨大化の温床となっている点が指摘されている。また、開発途上国では爆発的な人口の増加やそれに伴う人口の集中が要因となっている。先進国では災害脆弱地域や都市部への人口・資産の集中や、産業の高度化、情報ネットワークなどを通じた相互関係の緊密化などが、災害による社会経済的被害を増幅させていると考えられる。他方、我が国でもそれらの要因を可能な限り織り込んだ首都圏大震災の被害シミュレーションが盛んに実施されている。例えば東京都の防災会議がまとめた報告書では、東京に1923年の関東大震災と同じマグニチュード7.9の地震が発生した場合、都内だけで9300人が死亡し、総被害額は90兆円から130兆円に上ると試算されている⁸⁾。

とくに、1990年代に入り災害保険に対する国際再保険市場における再保険料が増加した。その主たる原因は、図 6.1 に示すように、自然災害による被害額が 1990 年代に急増したことによる。近年の被害額の増加には種々の要因が関係している。まず、ハリケーン「Andrew」、ノースリッジ地震などに代表されるように数兆円規模の保険金支払いを必要とする災害が生じたことがあげられる。それらはカリフォルニア州、フロリダ州に高額所得者が集中したことにより、保険金支払いのリスクが増加した結果である⁹⁾。また、地球温暖化の影響を指摘する研究もある。これに対して、国際的な損害保険市場（再保険市場を含める）だけでは市場規模が小さすぎ、災害リスクを十分に吸収できないという問題が顕在化してきた。このような状況を背景として、損害保険市場よりはるかに規模の大きい国際資本市場において、災害証券（災害債券）の売買を通じて保険金支払いの原資を調達する手法が実用化された。

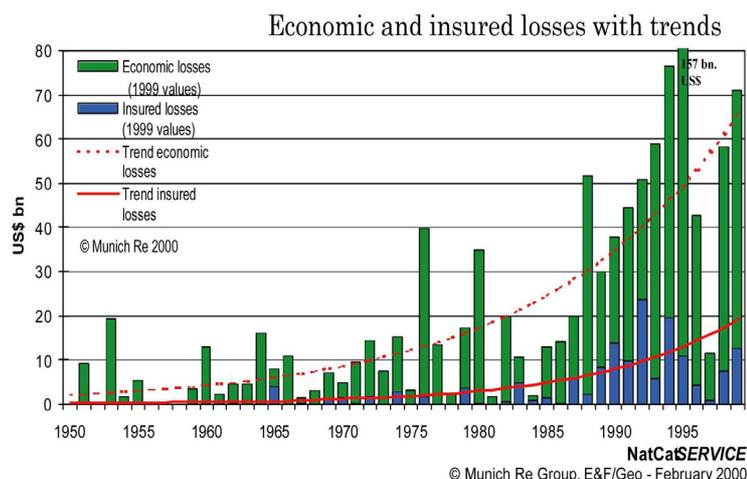


図 6.1 災害による保険金支払額の推移

保険会社にとって、自然災害はそのほかの損害保険と比較すると特殊な構造を持っている。1 つには、自然災害の発生頻度は大きくないものの、一度大規模な自然災害が発生すると、多額の保険金支払が必要となることである。いま 1 つには、地震などの大規模な自然災害は広域的に地域に集中して発生するため、国内で保険契約をプールしても完全にはリスクを分散できない。したがって、保険会社は引き受けた保険契約に対して再保険会社と再保険契約を結ぶ場合が少なくない。家計や企業と災害保険を提供し、災害リスクを引き受ける保険会社は元受保険会社と呼ばれる。元受保険会社は、災害保険契約により引き受けたリスクの一部を再保険により再保険会社に転嫁していく。再保険会社は、家族経営的な小規模なものから、高格付けを誇る大規模なものまでさまざまである。わが国の国内で、再保険を引き受ける規模は極めて小さい。その多くがアメリカ合衆国内の再保険市場（アジアシンジケート、バミューダシンジケートを含む）に立地している。中でも、バミューダ諸島に位置する再保険市場での取扱量が多い。バミューダ諸島では、1992 年に再保険会社に対して税制上の優遇措置を実施して以降、重要な再保険市場の拠点となった。再保険市場のもっとも深刻な問題点は、国際的な再保険市場の規模がそれほど小さくなく、再保険料が再保険会社の資本力に大きく左右されてきた点である。そのため、再保険料が極めて高い水準に設定されている場合が少なくない。たとえば、カリフォルニア州が主催している地震保険制度（the California Earthquake Authority, CEA）が 1996 年に米国再保険会社 Berkshire Hathaway と結んだ再保険料は、保険数理的な保険料の 6.3 倍にも相当している⁹⁾。また、1992 年の、ハリケーン Andrew、1994 年のノースリッジ地震に起因したよる保険金支払により、国際的再保険市場における支払い準備金が枯渇するという問題が起こった。たとえばハリケーン「Andrew」による保険支払いにより、国際再保険市場に

における保険金支払準備（保険料収入＋自己資本）は、1993年に1500億ドルに落ち込んだと言われる。その結果、1990年代前半を中心として、国際再保険市場における再保険料率が高騰するという結果を招いた。図6.2は、標準的な再保険料指標であるROLでみた再保険料の推移状態を表している。

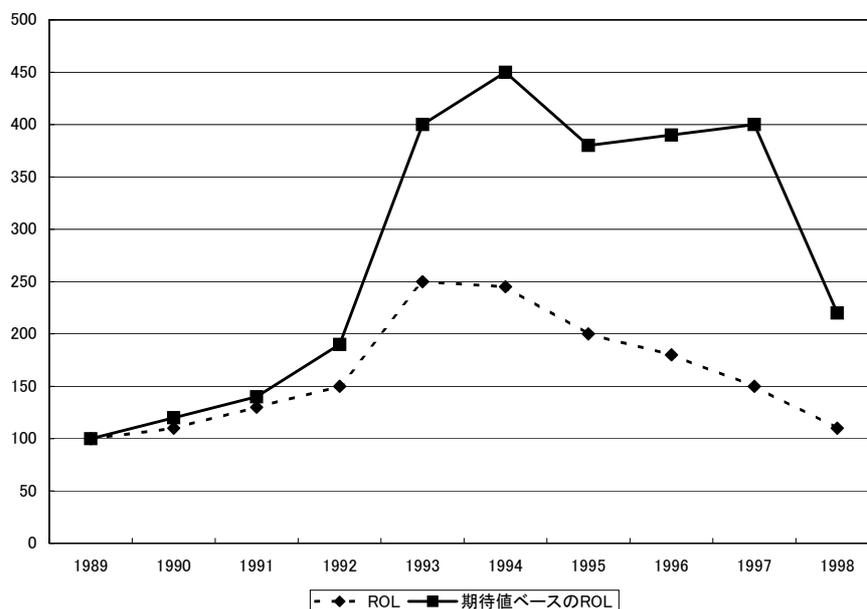


図 6.2 1990年代の再保険料の推移⁹⁾ (1989 = 100)

このように伝統的な再保険市場のリスク引受能力に限界があることが強く認識されてきたことから、再保険市場よりはるかに規模の大きい資本市場（米国では20兆ドル規模）を活用した再保険スキームが検討されるようになった。資本市場を活用した保険スキームの1つとして災害債券がある。図6.3は災害債券を活用した再保険スキームのキャットボンド^{注14)}の仕組みを示している。まず、元受保険会社（再保険会社のケースもある）、特別目的再保険会社（Special Purpose Reinsurer、以下ではSPR）を立ち上げる。SPRは、元受保険会社は再保険契約を取り結ぶとともに、資本市場の投資家に対して災害債券を発行する。災害債券で調達された資金は、金融市場で運用される。その運用益と元受保険会社がSPRに払い込んだ再保険料を合わせたものから手数料を控除したものが、災害債券の保有者に利回りとして支払われる。したがって、災害債券の利回りは、通常の市場金利よりも再保険料分だけ高いことになる。もし、満期までに条件を満たす自然災害が発生しなければ元本は全額償還されるが、自然災害が発生すれば元受保険会社が支払った保険金総額に応じて元本が部分的に、もしくは全部没収されてしまう。



図 6.3 キャットボンドの仕組み

災害債券は1994年にはじめて発行された後、次第に市場が拡大していった。表6.2に主要な災害債券の発行実績を示している。災害債券の発行規模は、生命保険証券化の規模をはるかに上回り、気候デリバティブ証券化の規模に匹敵していると言われる。災害債券に投資をおこなっている投資家には、投資信託、ヘッジ・ファンド、再保険会社、生命保険

会社、銀行、非生命保険会社などがある。災害債券を引き受けている投資家の地域構成に関しては、圧倒的にアメリカ合衆国内の投資家が占める割合が多い。

災害リスクは経済リスクと無相関であり、投機家は災害債券の購入により投機リスクを分散できる。この手法は図 2.1 に示した「2 段階のくじ」として表されるカタストロフリスクの第 1 段階の集合リスクを災害債券の販売を通じて分散するとともに、被災者に対する保険金支払いの原資を調達しようとするものである。小林などはパレート最適^{注15)}なリスク配分が可能となる理想的な災害債券の設計とそれを原資とする災害保険を提案し、このような災害保険が完備した状況における防災投資の経済便益を計測する方法を提案している。2 段階リスクの集合リスクを Arrow 証券（ある特定の状況が生じたときのみ支払いが行われる証券）でヘッジし、それを原資として保険加入者の間で被災後の所得移転を行うような相互保険を組み合わせた Malinvaud=Arrow 型災害保険を提案している¹⁰⁾。そしてこのような災害保険により、社会的最適な災害リスクの分散が可能であることを示した。さらに、最適なリスク分散方法が整備された場合でも、災害保険のリスクプレミアム^{注16)}は 1 以上の値をもつことを示している。現実には、災害リスクの内容に正確に対応したような災害債券を設計することは不可能である。現実の災害保険は個人リスク、集合リスクの組み合わせにより定義される状態と 1 対 1 には対応しない不完全な保険とならざるを得ない。従って、保険会社も保険金支払いのリスクを負担することになり、災害保険のリスクプレミアムは無視できない値をとることが予想される。災害リスクの特性を可能な限り反映しうる災害債券の設計と、災害保険のリスクプレミアムの設定方法に関する研究が今後に残された大きな課題である。

表 6.2 キャットボンドの事例

	保険会社名	債券額	発生した災害
1994	Hannover Re	0.85 億ドル	
1996	St. Paul Re	0.69 億ドル	
	AIG	0.25 億ドル	
1997	USAA	4.77 億ドル	東海岸ハリケーン災害
	Swiss Winterthur	2.69 億ドル	
	Swiss Re	1.37 億ドル	カリフォルニア地震災害
	Tokio Marine and Fire	1.00 億ドル	南関東地区地震災害
1998	USAA	4.50 億ドル	東海岸ハリケーン災害
	Centre Solutions	0.835 億ドル	フロリダの風水災害
	Yasuda Fire and Marine	0.80 億ドル	日本の台風災害
	Centre Solutions	0.566 億ドル	フロリダの風水災害
	Mosaic Re	0.59 億ドル	再保険支払

災害債券が発行され始めた当初は、再保険料を飛躍的に低下させる効果が期待された。とくに、災害債券は国際・地域経済の変動リスクと相関していない無相関資産であり、市場が完全であれば無相関資産のリスクプレミアムはゼロとなるべきである。したがって、機関投資家にとって災害債券は魅力の大きい資産であり、災害債券のリスクプレミアムは低い水準に抑えられると考えられていた。しかし、実際には投資家からは災害債券に対してきわめて高い利回りが要求された。その結果、元受保険会社からみると、災害債券の活用は必ずしも大幅な再保険コストの節約にはならなかった。その結果、1999 年時点で災害債券の残高規模は、たかだか 30 億ドル代半ばにとどまっている。

齋藤⁶⁾は災害債券の利点として災害債券市場と再保険市場の補完的な関係を強調している。現実には、災害債券の導入に対抗するために、再保険会社は相次いで再保険料の値下げに踏み切った。この意味で、災害債券の存在は、元受保険会社にとって好条件の再保険契約の引き金になったという点で再保険市場の規律付けになっていると指摘している。今後とも、災害債券と再保険市場は補完関係を保っていくことが予想される。災害債券の発行残高が必ずしも急激に拡大しなくても、災害債券の存在が再保険市場に規律を与えるとともに、巨大自然災害後に陥りやすい再保険会社の資本不足を補う役割を果たすことになる⁶⁾。

(2) 災害保険と政府の役割

阪神・淡路大震災の際、地震によって生じた被害を地震保険によりカバーできた家計や企業はごく少数にとどまった。世帯ベースで見ると全国平均で13%である。高い地震リスクが指摘されている南関東地域でも20%前後にしか満たない。兵庫県は、1995年の震災前は3%、震災後でも10%である。ノースリッジ地震の時、総被害額の40%が地震保険によりカバーされたことと比較すれば、わが国における地震保険の普及の遅れは明瞭である。災害保険の効用は、1)被災者の復興のための原資を給付するだけでなく、2)家計に自己責任による防災行動をとる誘因を与えることにある。例えば、建築物の耐水化の水準や居住地域により災害保険料率に変化する場合、家計は災害保険料率を節約できるような防災行動をとる可能性がある。このように、理論的には災害保険の普及により、家計の防災意識の向上と自己防災行動の活性化が期待できる¹¹⁾。

つぎに、日本において官民で提供されている家計向け地震保険制度を検討してみよう。日本の地震保険制度は、家計向け元受保険、再保険、再々保険を包括したものであり、地震保険の契約内容についてもさまざまな取り決めのある複雑な制度である。本制度の大きな問題点は、元受段階で提供されている保険契約がきわめて限定的であることである。第1に、地震保険契約が火災保険に付帯する形で提供され、保険金額の上限は火災保険金額の5割が限度とされている。第2に、保険料に地震リスクの度合いが十分に反映されていない。建物構造については、木造と非木造という分類しかなされておらず、地域特性については都道府県別に4等区分がなされているだけである。県内の地域特性の違いはいっさい反映されない。

とくに、保険料設定については、地震リスクをより木目細かく反映する工夫が必要であろう。現在のような粗い設定では、ミティゲーションのインセンティブが阻害されてしまう。建物構造部分については、公的な機関が評価基準を定めた建築基準によって、適切に評価された情報に基づいて保険料が設定されるべきであろう。また、県内の地域特性の違いも保険料設定に十分に加味されるべきである。地理情報システム^{注17)}などの情報技術の進展で、木目細やかな地域特性に関する情報を効率的に取り扱えることを考慮すると、地域特性を反映した保険料設定は技術的に十分に可能であろう。現在の制度では、民間損害保険会社が非営利ベースで関与していることから、積極的なセールス・インセンティブがなかったことも1つの要因である。

このような現行制度の先進的側面を積極的に活かしていくためには、政府の積極的な関与を高レイヤーに対する再保険キャパシティーの提供に純化していくことが1つの選択肢であろう。過度的な措置としては、すでに引受けてしまっている中・低レイヤー（約1兆円を下回る部分の保険金支払）の再保険について民間市場で十分に受容できることから、政府が民間再保険市場で再保険契約を結ぶか、政府自らが災害債券を発行することを考慮する余地もある。

一方では、元受市場における地震保険契約内容や保険料設定については民間保険会社に完全に委ねてしまう方向を打ち出すべきであろう。また、政府が提供する再保険キャパシティーについても、民間保険会社が引き受けてきた契約の地震リスクの程度や、ミティゲーションの度合いなどを、再保険プレミアムに的確に反映する仕組みを築く必要がある。

民間保険会社の効率的な経営と公的再保険制度の効率的な運営が伴ってはじめて、元受市場におけるリスク引受キャパシティが高まるとともに、地震災害損失規模そのものを縮小させるインセンティブ・メカニズムを取り込むことができる。

そのための環境整備として、公的セクターは、建築基準の設定や建物構造の強度情報の開示制度を整え、木目細かな地域別の地震リスクに関する基本的な情報の公開を促進すべきである。とくに、地方自治体は、地盤情報の積極的な開示をすすめるべきであろう。自然災害リスクに関する基本情報の開示が不十分であると、民間再保険会社や投資家は過度な情報収集コストを負担する必要に迫られ、災害債券の発行コストや再保険契約の締結コストを不必要に高めかねない。

(3) 災害保険と逆進的配分

キャットボンドを活用した新しい災害保険システムにおいて実現する市場均衡解は、富の大きな家計に、より大きな重みが割り当てられたような逆進的なリスク配分をもたらす。直観的に言えば、災害保険の導入により社会全体のパイは大きくなるものの、増分の大半が裕福な家計に帰着することになる。また、災害国である我が国の災害リスクを国際的な保険市場で分散する場合、リスクプレミアムとして事前に大きな富が海外に流出することは免れない。家計の防災投資に対する支払い意思額を集計する際に、災害保険市場の逆進性を認識することは重要である。

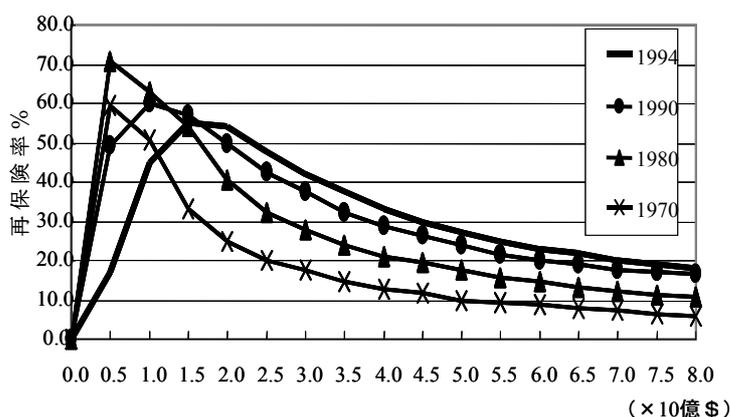


図 6.4 保険金支払いの Layer と再保険率⁹⁾

現実の災害保険市場の課題は、甚大な被害をもたらす大規模カタストロフリスクに対する再保険制度が完備されていない点にある。キャットボンドは災害リスクをヘッジする有効な手段として期待されているものの、現在のところ、例えば首都圏に生起する巨大災害を資本市場で効果的に分散するところまでは成長していない。図 6.4 は、災害リスクを保険金支払いの額に応じていくつかの Layer に分類し、保険会社がどの程度再保険に加入しているかを示している。同図において縦軸は再保険率を、横軸は保険金支払い額で表した災害リスクの規模を表している。大規模リスクを再保険市場でヘッジするためには、多額のリスクプレミアムを支払う必要が生じる。あるいは市場が成立しない可能性すらある。現行の保険制度の下では、図に示すように規模の小さい災害リスクに対しては、再保険率は高くなっている。しかし、大規模リスクに対しては再保険率が低く、大規模リスクに対する対応が不十分であると言わざるを得ない。大規模なカタストロフリスクを、ある時点における再保険市場、資本市場で分散することには限界がある。このような大規模リスクに関しては時間軸を通じて分散していかざるを得ない。災害基金のように、政府が異時点間リスク配分を実施できるような制度設計が必要である¹⁴⁾。

(4) 災害保険と自己責任原理

災害保険の効用は、1) 被災者の復興のための原資を給付するだけでなく、2) 家計に

自己責任による防災行動をとる誘因を与えることにある。例えば、建築物の耐水化の水準や居住地域により災害保険料率に変化する場合、家計は災害保険料率を節約できるような防災行動をとる可能性がある。このように、理論的には災害保険の普及により、家計の防災意識の向上と自己防災行動の活性化が期待できる¹¹⁾。しかし、残念ながら、わが国において災害保険の普及率はそれほど大きくないのが実状である。災害保険の先進国であるアメリカ合衆国においても、家計の災害リスクの認知水準が不十分であることが報告されている⁹⁾。災害保険の普及度が十分でない理由は数多く存在する。まず、災害情報の開示の問題があげられる。現在、ハザードマップ^{注18)}により災害リスク情報が公開されているが、詳細な情報であるとは言い難く認知度も十分ではない。また、家計が行政による被災時の救済処置を期待すれば災害保険を購入する誘因をもたないだろう。このように家計のリスクの不完全認知¹²⁾や道徳的危険、保険市場における取引費用が存在する場合、災害保険市場は失敗する可能性がある。一方、災害保険を強制保険として制度化するという考え方もあるが、被害者保護が目的の自賠責保険と異なり、自己の財産の回復が目的である災害保険の強制化は法的に無理があるという意見もある。横松・小林(2000)¹³⁾は地方自治体が住民から税という形で保険料を徴収し、その資金を原資として災害保険を運用するという方法を提案している。あるいは、政府による強制保険と市場を通じた災害保険の取引という混合保険システム¹⁵⁾が有用な場合もあろう。家計の災害リスク認知の不完全性、家計のモラルハザード^{注19)}を克服しうる望ましい災害保険制度に関する研究を多方面から蓄積していく必要があるだろう。

(5) 災害保険とリスク・コミュニケーション

防災安全度が向上すればするほど、住民は災害の危険性を無視するようになる。防災安全性は無料で確保できるものではない。家計は災害保険への加入という具体的な問題に直面することにより、災害保険の料率を通じて自分が直面している災害リスクを真剣に認知することになるだろう。災害保険の強制化に関しては種種の問題があり、必ずしも望ましいリスクファイナンス手法であるとは思えない。しかし、家計が防災意識を高めたり、災害リスクを的確に認知するためにも、積極的なPR活動を通じて災害保険の普及を図る努力を行うべきだろう。防災投資の効果は、災害保険の料率の減少効果として、市場評価されることになる。家計は災害保険の料率という価格情報を通じて、自らが直面する災害リスクを知ることが可能となる。災害保険の普及は行政と地域住民が、市場メカニズムを通じてリスク・コミュニケーション^{注20)}を図るためのひとつの重要な手段である。このようなリスク・コミュニケーションを確立するためには、災害リスク情報の開示を含め、各種の制度的な条件を整備する必要があるだろう。災害リスクの市場評価を行うためには、個々の画地における災害リスクを評価(格付け)する必要がある。格付けを行うプロフェッショナルの養成やその国際的な資格認定の制度が必要となる。金融市場の開放の潮流のなかで、この種の制度整備は焦眉の急となっている。現時点において実現可能な方法は、不動産売買あるいは新築・建て替えの時期に、災害リスクの判定結果の届け出を義務付けることであろう。災害保険の購入の有無は最終的に本人の自由意思に委ねるとしても、その意思を確認するという手続きを義務付けることも検討に値しよう。

7 来るべき東南海・南海地震に備えて

(1) 東南海・南海地震の被害想定

中部圏・近畿圏における、大都市震災対策の検討も含め、東南海・南海地震対策の速やかな確立などを図るため、平成13年6月28日に開催された中央防災会議において「東南海・南海地震などに関する専門調査会」の設置が決定された。

同調査会においては、東南海・南海地震が発生した場合の地震の揺れや強さ（図7.1）、津波の高さの分布（図7.2）などから、地震や津波による被害の想定、それらを踏まえた地震防災対策について検討を行っているところであり、平成15年4月17日に、地震、津波、火災などによる建物被害や人的被害、ライフライン被害および経済被害など、被害想定結果がまとまったところである（図7.3、表7.1）。

今後、被害想定結果から示された、東南海・南海地震の特徴である広域的に発生する被害や、近年の我が国における最大級の被害および巨大津波対策など、東南海・南海地震に関する地震防災対策のあり方について検討し、防災対策の確立を図ることとしている。

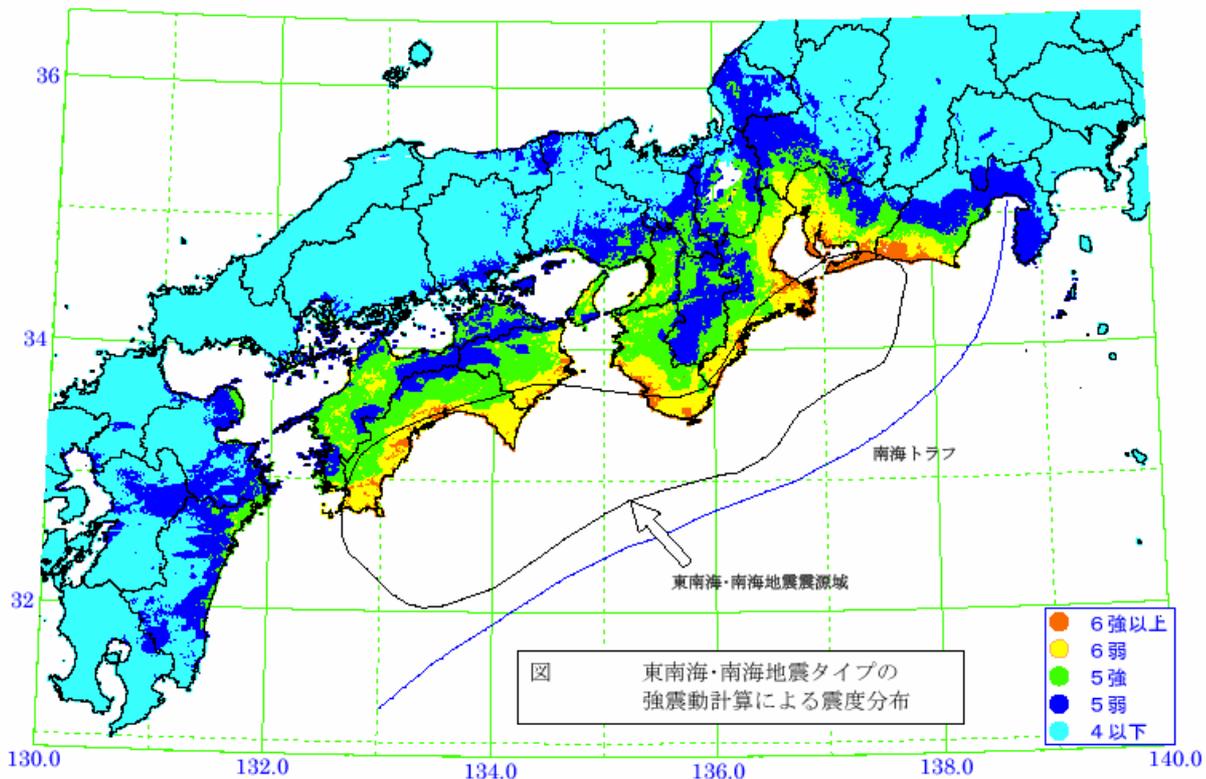


図 7.1 東南海・南海地震の想定震源域と震度分布

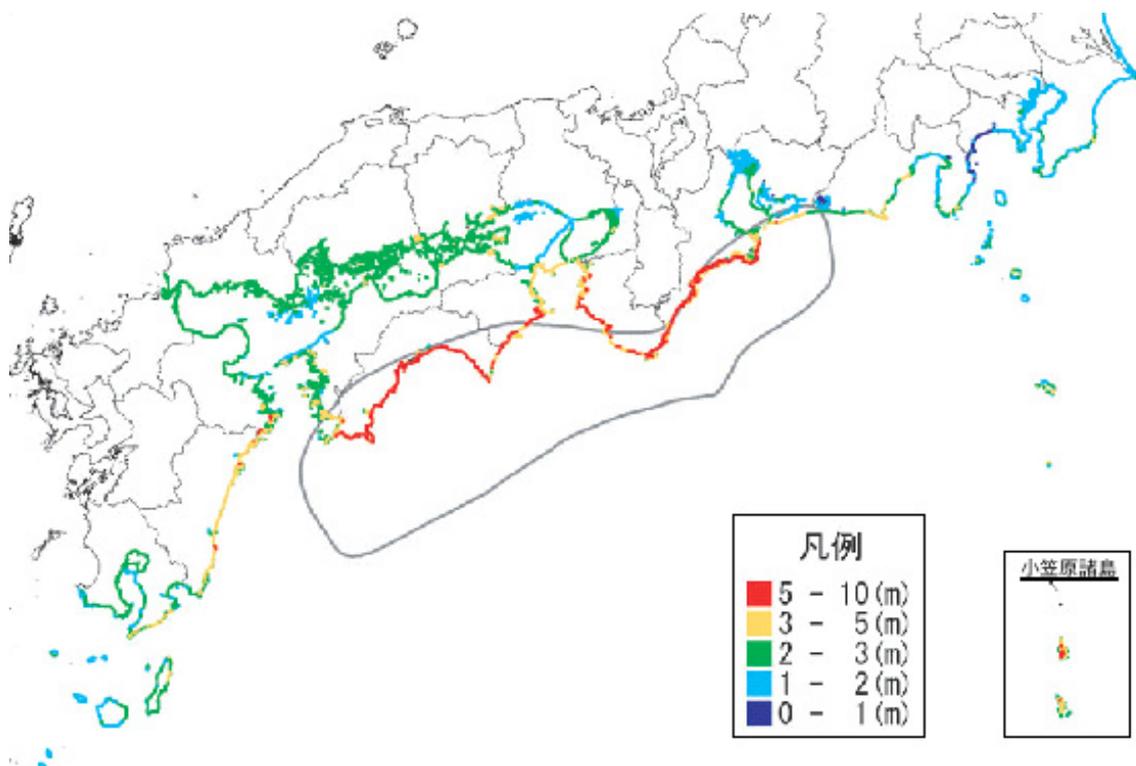


図 7.2 : 東南海・南海地震 海岸の津波の高さ (満潮位時)

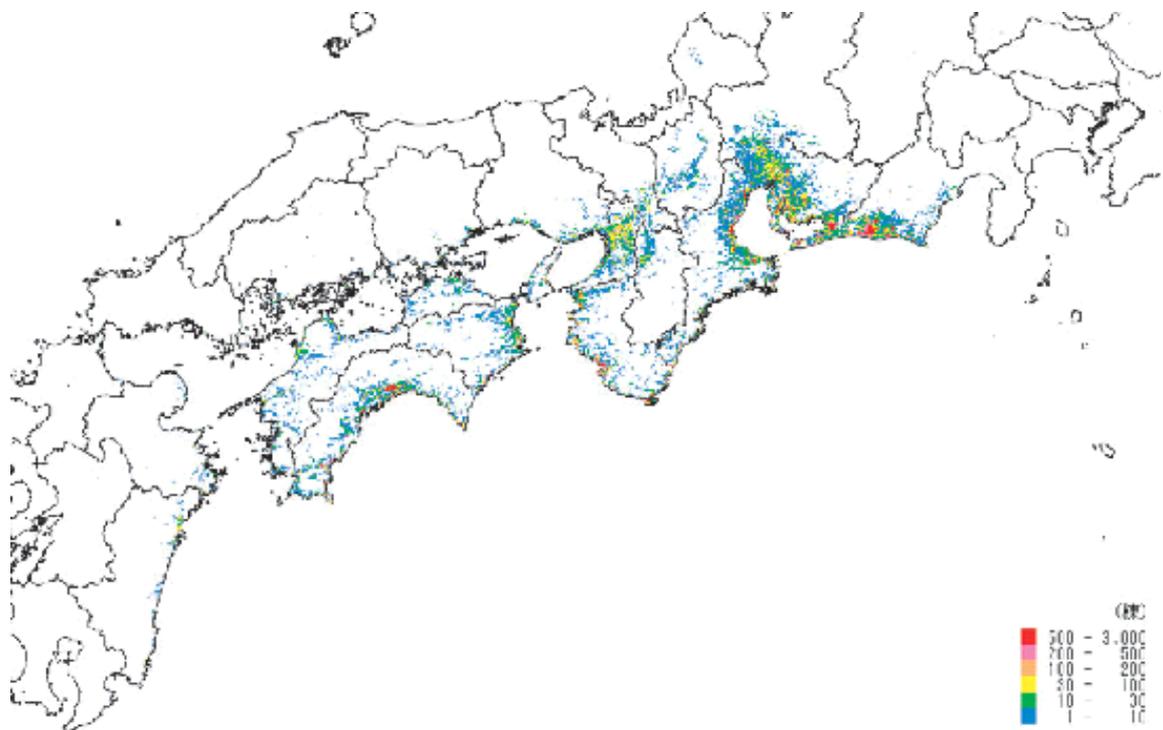


図 7.3 東南海・南海地震による建物被害の分布(揺れ、液状化、津波、火災、斜面)

表 7.1 東南海・南海地震（同時発生の場合）に係る被害想定結果について

■建物全壊棟数（朝5時のケース）

揺れ	静岡県、東海地方、和歌山県、高知県など強い揺れが生じる地域を中心に、約17万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約9万棟
津波	和歌山県、高知県などの沿岸部を中心に、約4万棟*
火災	（風速3m/sの場合）約1万棟、（風速15m/sの場合）約4万棟
崖崩れ	高知県などを中心に崖崩れが発生し、約2万棟
合計	（風速3m/sの場合）約32万棟、（風速15m/sの場合）約35万棟
*水門が正常に機能したときの値。 地震動により水門の閉鎖不能などを考慮した場合、津波による建物被害は約1.6万棟増加する。	

■ライフラインなど

水道	断水人口（発生直後）約1,400万人
電気	停電人口（発生直後）約1,000万人
ガス	供給支障人口（1週間後）約310万人
避難生活	地震発生後の1週間後には約440万人の避難者
交通施設	道路、鉄道などにも被害が発生し、一定期間利用困難となることも想定
	港湾は、とくに液状化や津波による機能低下・停止が想定
物資不足	米は7日目に約230万kg、飲料水は7日目に約13,000kl、その他食料、毛布、肌着などが不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約36,000人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物などの被害 海水浴シーズンには約10万人が訪れ、円滑な避難が困難な場合、甚大な被害が想定

■死者数（朝5時のケース）

揺れ	約6,500人
液状化	死者は発生せず
津波	住民の避難意識の程度により約3,300人～約8,600人
火災	（風速3m/sの場合）約100人、（風速15m/sの場合）約400人
崖崩れ	約1,900人
合計	約11,900人～約17,400人

直接被害 （個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害など）	約30兆円～約42兆円
間接被害	約10兆円～約14兆円
生産停止による被害	約4兆円～約5兆円
東西間幹線交通被害	約0.3兆円～約1兆円
地域外などへの波及	約6兆円～約8兆円
合計	約40兆円～約56兆円

※発生時間や火災などの状況により幅がある。

※過去の地震災害の実態を踏まえて推計。

※人的被害および公共土木被害は含まれていない。

(2) リスク評価の曖昧性の除去－アセットマネジメントの導入－

多くの先進諸国ではインフラストラクチャ（以下、インフラと略す）の整備が進展し、そのストックは膨大な量におよびつつある。インフラは国民の資産（アセット）であり、我々はその有効活用と保全を図り、将来世代に継承していく義務がある。21世紀を向かえ、高度成長期に蓄積されたわが国のインフラも老朽化を迎えつつあり、適切な維持管理を行わない場合、施設本来の機能の低下や、災害の危険性が増大すると予想される。

そこで、新規のインフラ整備のニーズに応えその投資財源を確保しつつ、既存のインフラを有効に活用する効率的な維持・補修、更新のためには、インフラのアセットマネジメント^{注21)}の導入が不可欠である。

そのためには、インフラの管理運営部門がインフラのサービス水準が適切に維持されているかどうかを継続的に把握・評価することが必要である。

しかし、維持管理はその財源問題としての不安定性も指摘されている。公共事業予算執行は景気対策の側面もあり、また一時的な予算繰延によってインフラ機能の低下などの影響が直ちに現れないことから、経済政策や財政状況により予算額が大きく変動することがある。会計システム上、新規投資と維持管理は明確に区分されていないことから、本来必要な維持管理・更新投資に関しても、一律に削減、繰延が行われる可能性もある。

このようにインフラの維持・補修予算は不安定な性格を有しており、必要な財源を調達するためにインフラ会計や管理会計システムなど、情報提供機能の整備を通じて安定的な財源確保を目指すことが不可欠である。

インフラにおけるマクロ的なアセットマネジメントは、維持・修繕・更新のための方針設定と事業実施のための資金調達についてユーザーや財務部局などへの説明責任（アカウンタビリティ）の確保という視点が不可欠であり、そのためには、企業会計の方法を援用した、とくに管理会計的なアプローチが重要である。

一方、インフラの維持・補修や修繕・更新問題を分析するための計画手法に関しては、オペレーションズ・リサーチ^{注22)}の分野で豊富な研究の蓄積が見られ、さらに、近年におけるファイナンス工学やリアルオプション理論の発展により、アセットマネジメントの高度化を達成することが可能となった。ファイナンス工学の効用は、インフラの資産価値の計測やアセットマネジメントにおけるリスク評価の枠組みを与える。それにより、構造物の性能設計、維持・補修戦略、プロジェクトファイナンス、費用便益分析、災害保険など、これまで個別に処理されてきた問題に対してリスクマネジメントという視点から総合的にアプローチできるような枠組みを開発することが可能となった。

今後、経済性・効率性・有効性を要求されるアセットマネジメントにおいては、財務・経済状況（大幅な金銭価値の変動や財源の過不足など）、災害発生（地震や豪雨豪雪の発生確率や規模の変化など）、劣化進行（劣化予測や寿命のずれなど）、利用環境（交通量のずれや荷重の変化など）などのリスクを考慮した意志決定が行われる必要がある。例えば、構造物の経済性は初期建設コストだけではなく、リスクや維持管理費を含めたライフサイクルコストを用いて意志決定を行うことも必要となってくる。

以上、インフラのアセットマネジメントは、計測・診断技術、分析・計画技術を基礎とする総合化の技術が必要とされるが、中でも、必要な基礎データ、情報の蓄積が当面の最大の課題である。適切な維持管理のために、管理する施設の状態を日常管理や定期的な点検によつて的確に把握し、現在および将来における維持管理の作業量を計測および予測できるようにデータの収集・蓄積が不可欠である。

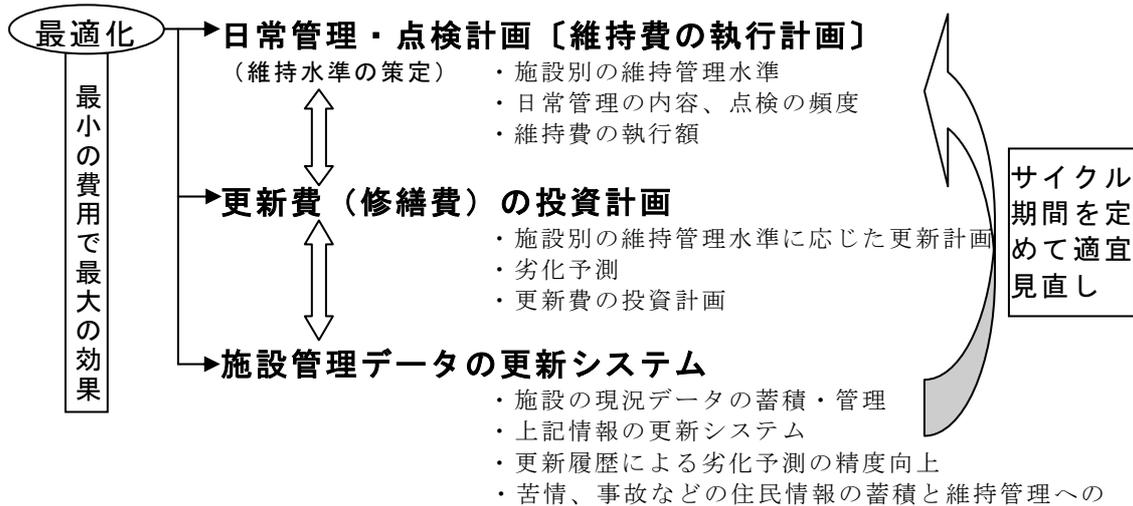


図 7.4 アセットマネジメントを導入した公共土木施設の維持管理計画

(3) 行政と地域住民の間の健全なリスク・コミュニケーションの確立

リスクコントロール技術の一つである防災投資によって災害の生起確率や被害額が減少し防災安全度が向上すればするほど、住民は災害の危険性を無視するようになる。防災安全性は無料で確保できるものではない。家計は災害保険への加入という具体的な問題に直面することにより、災害保険の料率を通じて自分が直面している災害リスクを真剣に認知することになる。

防災投資の効果は、災害保険の料率の減少効果として、市場評価されることになる。家計は災害保険の料率という価格情報を通じて、自らが直面する災害リスクを知ることが可能となる。災害保険の普及は行政と地域住民が、市場メカニズムを通じてリスク・コミュニケーションを図るための1つの重要な手段である。このようなリスク・コミュニケーションを確立するためには、災害リスク情報の開示を含め、各種の制度的な条件を整備する必要があり、地震、洪水、土砂崩れ、津波などに幅広く対応できる危機管理情報の整備・提供が不可欠である。そこで、今後、以下のような視点での取組みが求められる。

① 監視の強化と情報の提供

震度、潮位、のり面崩壊や落橋など、観測機器や遠隔監視カメラなどによる災害の発生状況をリアルタイムな情報収集能力を強化するとともにオンデマンドな情報を提供する。

② 防災情報の蓄積

堤防、道路のり面、橋梁やトンネルなど、日常管理・点検による防災情報の蓄積を図り、アカウントビリティを意識したGISなどによるデータベース化を推進する。

③ 地震被害予測システムと緊急時指揮支援システムの構築

地震被害予測システムによる重大な被害箇所の予測と、災害発生後の迅速な対応・復旧によって被害を最小限にとどめる緊急時指揮支援システムを構築する。

④ ハザードマップの作成による情報の共有

津波被害予想図や土砂災害危険図など、各種ハザードマップの作成と積極的な情報共有によって、避難や迂回など適切な誘導による被害の最小化を図る。

また、防災投資に関しても、アウトカム指標を活用したアカウントビリティを積極的に進めることによって、地域住民が災害リスクやその回避などについて認識を高め、リスク・コミュニケーションの向上を図る必要がある。

(4) 防災便益評価の高度化

防災安全性が低い段階では災害により生じる物的な期待損失も大きく、期待被害額を用

いた費用便益分析の意義は大きい。防災安全性の向上に伴って、小規模・多頻度の災害の生起頻度は減少し、家計の防災意識は低下していく。しかし、大規模・稀少頻度の災害というカタストロフリスクが減少したわけではない。高度化した災害リスクを軽減するためには、防災投資によるリスク制御技術だけでなく、リスクファイナンス技術による家計の自己防災行動など、総合的な災害リスクマネジメントが必要とされる。従って、防災投資の費用便益分析の内容も、総合的なマネジメント体系と整合がとれるように高度化される必要がある。行政と地域住民の間に健全なリスク・コミュニケーションを確立するためにも、心理的費用も考慮したきめ細かな被害予測と、災害リスクに関する詳細な情報公開が必要である。防災投資の経済評価は、地域住民がどのような自己防災行動を採用しているかと無関係ではない。

伝統的な費用便益分析では、防災投資便益を期待被害額の減少効果で評価する。この方法が正当化されるためには以下の3条件が整っていないなければならない。1)家計が被った損害が災害保険によりフルカバーされ、2)災害で生じた被害が保険金の支給により瞬時に元の状況に復元でき、3)災害保険市場において給付・反給付均等の原則^{注2 3)}が成立する。横松などは以上の3条件が等価であることを理論的に示している。しかしながら、災害リスク市場はこの条件を満足しない。

リスクファイナンス技術の発展により、災害保険料をある程度低減できよう。しかし、災害リスクは保険会社にとってもやはり危険なリスクであり、保険料には期待保険金額の他に保険会社のリスクプレミアム（保険会社がリスクを避けるために必要とする安全率）が加算される。すなわち、保険料は保険数理上公正ではなく、給付・反給付均等の原則が成立しない。保険料が期待保険金額にある一定の割合（1以上）マークアップされた水準に決定されるため、家計にとって災害保険は常に割高な商品となりフルカバーの災害保険を購入しようとするインセンティブは存在しない。災害による被害が災害保険によりフルカバーされていない以上、家計は事前に期待被害額で評価される以上の心理的コストを負担することになる。防災投資便益を直接的な富の損失だけでなく、心理的コストの軽減効果をも含めて評価する場合、災害により生じた被害を「誰が負担するのか」という問題を避けて通ることができない。

横松などは、期待被害額に基づいた防災投資の経済評価における問題点を明らかにするために、永久に同一の画地上に住み続ける家計の行動を以下のように定式化する。家計は家屋や家財などの物的資産と金融資産という2種類の資産を用いて富を蓄積する。家計は災害による被災リスクを災害保険によりヘッジする。災害が生じれば、家屋の損壊や家財の損失により物的資産に被害が生じる。災害により物的資産を喪失した場合、家計の物的資産と金融資産の蓄積過程は修正を余儀なくされる。家計はそれ以降の人生設計を見直し、失った資産の回復に努めるだろう。

そして家計は被災した際のこのような計画の修正を事前に予想している。そのため家計は事前に損害保険市場で掛け捨て型の保険を購入する。いま、災害時に災害保険金が1)被害額を瞬時に完全に補償する場合と2)被害額の一部を補償する場合とでは異なった計画プロセスが生起することに留意されたい。2)の場合、資産形成経路が被災時点で不連続になる。資産が下方にジャンプするため、家計の、減少した資産水準に基づいた人生設計の見直し行動が現われる。1)の場合には災害が生起してもしなくても資産形成経路は影響を受けない。そして災害保険が給付・反給付均等の原則を満足しないとき、家計にとって保険は割高となり、フルカバーの保険を購入しないことが効率的となる。その結果、家計は2)のプロセスを辿ることになる。

横松らは、上述のような保険市場と家計の資産形成行動の下で、2種類の防災投資効果を導出している。ひとつは、防災投資により災害被害が減少して災害保険料が安価になれば、家計は保険料の節約分の一部を資産形成に充当することができる効果である。このように、家計の物的資産形成が生涯にわたって増加する効果を「資産の高度化効果」と呼ぶ。

当然のことながら、資産の高度化効果の中には災害保険料の節約効果が含まれている。いまひとつは、防災投資により災害時の被害額が減少すれば、人生設計を見直す際の資産水準が上方にシフトする効果である。その結果、災害時点以降の資産の蓄積過程に変化が生じる。このことは事前において、保険によって除去できなかった災害リスクが減少することを意味する。すなわち災害時のジャンプ幅が小さくなることによる心理的コストが減少する。これは2)のプロセス特有の効果であり「事後的被害の減少効果」と呼ぶ。

従って災害保険市場のリスクプレミアムのレベルが防災投資便益を規定することになる。いま、リスクプレミアムを、災害保険料を期待保険金額で除した値と定義すると、給付・反給付均等の原則が成立する場合にはリスクプレミアムは最小値1をとる。横松らはさらに、家計がCobb=Douglas型効用関数^{注24)}を有する場合、「資産の高度化効果」と「事後的被害の減少効果」の総和として表される防災投資便益が、従来の費用便益分析で用いられてきた期待被害軽減額に災害保険のリスクプレミアムを乗じた値に一致することが示される。この方法は極めて簡便であり実用性も高い。しかし、わが国では災害保険市場が未整備であり、現在のところ各地域の災害リスクを反映したリスクプレミアムに関する情報は得られないのが実状である。金融ビッグバンによって、今後災害保険の市場が急速に拡大することが予想される。災害保険のリスクプレミアムに関する情報が蓄積されれば、市場評価に基づいた防災投資の経済評価が可能になるだろう。

(5) リアルオプションアプローチ

ひとたび防災施設を整備すると多額の費用がサンクする。その一方、防災施設は、完成時の性能を維持するには一定の費用が必要であるものの、半永久的な耐久性を有する。そのため防災施設整備の計画は、非常に長い時間（場合によっては無限の将来まで）を対象として費用と便益が比較されることになる。この点は掛け捨て型の災害保険などに代表されるリスクファイナンスの計画と対照的である。防災投資の費用にはライフサイクルコストという概念が必要となる。一方、防災施設がライフサイクルで発生させる便益を整備時点で正確に予測することは困難である。このような状況において、防災投資の意思決定にリアルオプションアプローチ^{注25)}を用いることが有効となる15)。

防災投資は期待被害額の減少という直接的な効果だけでなく、3つのオプションをもたらしている。ひとつは経済動向を勘案しながら防災投資の実施時期を最適に決定できるというオプション（最適実施時刻オプション）である。このオプションを考慮することにより、新しい情報を利用するために積極的に投資を留保する価値が評価される。それに対して、ある箇所の防災投資を実施することにより、いつでも残りの箇所の防災投資を実施できる機会を獲得するというオプション（発展可能性オプション）、また土地利用の高度化の基盤を獲得するというオプション（成長オプション）が示されている。伝統的な費用便益分析では、対象とする箇所の防災投資の効果のみに着目し、それを現時点で整備するかどうかのみを検討するという非常に限定された意思決定問題を考えている。今後はリアルオプションアプローチを導入することによって、直接的便益だけでなく、プロジェクトがもたらすさまざまなオプションを考え、その経済価値を積極的に評価していくことが必要となる。

経済が成長すると災害による被害も増大する。近年、都市部における地下水害や雑居ビル火災の危険性が唱えられている。また人口の過密や高齢者の人口比率の増加も都市部を災害に対して脆弱なものにしている。高度化した社会においては空間に多くの資産が蓄積されるようになる。すなわち、より多くの個人の家屋や家財、企業の生産施設や社会基盤、人的資本が被災のリスクに曝されることになる。そして災害が生起すると、それらの物的・人的な生産資本が損傷し、社会の生産のレベルが低下する。その後、社会は消費を減少させて貯蓄に回したり、外部から借入を行うことによって資本と産出水準の回復に努める。経済はある期間、災害からの復興の過程を辿ることになる。そして、物的・人的資本ストック、産出水準、居住環境、心理的被害などが災害前の状態にまで回復したとき、通常、

社会は災害から完全に復旧したと言われる。

しかしながら、マクロ経済が成長しているとき、経済の損失は災害復旧期間における一時的な消費の低迷に止まらない。経済の損失を災害が生起しなかった場合に辿る経路（without-case）との乖離によって評価しよう。このとき、被災した経済にとって復旧期間の長さに対応した経済成長の遅延がレベル効果として永続することになる。経済の成長率が without-case の成長率に収束したとしても、without-case が正の成長率を保持する限りは産出・消費のレベルが without-case に追いつくことはない。すなわち災害は経済成長の機会損失をもたらすことになる。復旧期間が終了したあとも災害は損失を生み出している。災害による経済損失は、災害が生起しなかった場合の成長経路との乖離を時間軸上で積分することによって評価されなければならない。

Yokomatsu and Kobayashi (2002)¹⁶⁾は災害後に永続するレベル効果を制御するための防災投資戦略について分析している。そこでは経済成長モデルが定式化され、災害の事前の、生産への投資と防災への投資の間の最適配分行動が導出されている。社会は事前に防災投資を行うことによって災害時の被害を軽減できる。被害レベルを軽減できれば、経済はより早期に成長過程に復帰することが可能となる。このとき without-case との乖離として評価した経済損失も減少させることができる。従って、経済が被災状態から災害前の状態に復興する期間の長さが、成長する社会が備える災害脆弱性のインデックスのひとつとなりえる。

また、政府による動学的災害リスクマネジメントに災害基金の蓄積がある。国際的なリスクファイナンス市場が未発展で、クロスセクションで分散できる災害損失のレベルが限定される状況においては、政府が異時点間でリスクを分散する必要が生じる。異時点間の所得移転政策の分析に関しては、経済学の分野で既に膨大な蓄積がある。また Gordon and Varian(1988)は世代重複モデルを用いて、異なる家計間における異時点間リスク配分問題にアプローチを試みている¹⁷⁾。災害基金の理念も本質的に Gordon and Varian(1988)と軌を一にするものである。すなわち市場では同時に生存しない家計の間でリスク配分契約を結ぶことはできない。世代間リスク配分は政府に委ねられた機能となる。政府が災害基金の蓄積を通じて異時点間にわたる財政移転を図ることにより、将来家計も含めたより多くの家計の間でリスク配分を達成することが可能となる。

しかしながら災害基金の運営方法に関する研究は緒についたばかりである。課税や借入を通じて蓄積された基金の運用方法に関しては、外国企業への投資に加えて、平常時と災害時で外国政府と行政コストの持ち合い比率を調整するなどの方策も考えられる。また災害基金の設計は、災害会計システムの整備とも密接に関連しており、今後の大きな研究課題となっている。

(6) 災害会計の提案

1993年に5つの関係国際機関(EC、IMF、OECD、UNおよび世界銀行)の共同編集による1993年度版SNA (Systems of National Accounts)^{注26)}が刊行された¹⁸⁾。93SNAの採択を受けて、OECD、EU加盟主要国は1999年までに93SNAの導入を完了した。日本では2000年10月に移行作業の主要部分を終え、93SNA体系に基づく平成13年度版国民経済計算が刊行されている。93SNAでは、自然災害などによる経済活動以外の原因による資産変動が重要視され、その記録方法に関して新しい会計手法が導入された。自然災害に起因する資産、負債、正味資産の変動を、単に蓄積活動の記録を補完するものとしてでなく、広義の(負の)蓄積活動の一部としてとらえ、蓄積勘定の内部に記録する方式が採用されている¹⁹⁾。従来より自然災害が発生するたびに災害がもたらした被害を克明に記録する努力が重ねられてきた。しかし災害による被害を蓄積勘定として体系的に記述する方法論が整備されていないため、ともすれば個々の災害被害の個別的な記述にとどまってきたのが実状である。異なる自然災害がもたらした被害を統一的な視点から相互に比較できる状況にはない。今後、93SNAにおける蓄積勘定と整合がとれるような災害会計原則を確立する必要がある。災害

会計の整備により、災害基金や保険料の積み立てなどによる災害復旧費の準備状況を国民に公開するとともに、自然災害による被害を国民のストック量の増減として国民貸借対照表の中に明確に位置付けることが可能となる。

(7) 総合的リスクマネジメントをめざす

災害リスクマネジメントにおいては、リスクコントロールとリスクファイナンスの適切な組み合わせを見出す必要がある。これら両手法の望ましい組み合わせは、その時点で利用可能な防災技術と災害保険技術の内容に規定される。リスクコントロールとリスクファイナンスの効果は互いに密接に関連している。図 7.5 は横軸に災害保険のリスクプレミアム、縦軸は社会が備えるべき最適防災投資水準を表している。曲線 A-A は災害保険のリスクプレミアムに対応する最適防災投資水準を表したものである。前述のように、防災投資便益は期待被害額に災害保険のリスクプレミアムを乗じた水準になる。すなわち、災害保険のリスクプレミアムが大きくなるほど防災投資便益は増加し、費用便益分析を用いて決定される社会の防災投資水準は増加する。その結果、リスクプレミアムと最適防災投資水準の関係を表す曲線は A-A に示すように右上がりとなる。言い換えれば、災害保険のリスクプレミアムが増加するほど社会はより高度な防災投資を必要とする。一方、曲線 B-B は防災水準とそれに対して市場均衡で求まる災害保険のリスクプレミアムの関係を示した曲線である。社会の防災水準が増加するほど災害ポテンシャルは減少し、その結果災害保険のリスクプレミアムは減少する。その結果、防災投資水準と市場均衡リスクプレミアムの関係は右下がりの曲線 B-B で表現される。社会にとって望ましいリスクプレミアムと防災水準の関係は曲線 A-A と曲線 B-B の交点 a で与えられる。一方、期待被害額に基づいた費用便益分析を用いた場合、最適防災投資水準は点 b で与えられる。社会にとって最適な状況 a と比較して、防災投資水準は過小になる。社会が高度化し、災害ポテンシャルが増加

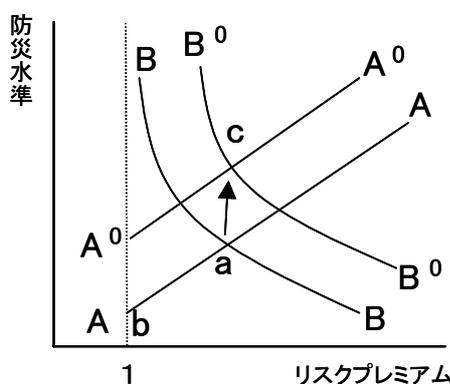


図 7.5 リスクプレミアムと防災投資水準

したとしよう。社会にとって必要な最適防災投資水準が増加するため曲線 A-A は上方へ(曲線 A'-A'へ)シフトする。さらに、災害ポテンシャルが増加するため曲線 B-B は右側に(曲線 B'-B'に)シフトする。従って、新しいリスクマネジメント戦略は曲線 A'-A'と曲線 B'-B'の交点 c へ移行する。最適防災投資水準は増加する。リスクプレミアムに関しては2つの曲線のシフトの大小関係に依存し、増加するか減少するかは一意には決まらない。現在、リスクファイナンス技術が急速に発展し、災害保険の市場均衡プレミアムの値が減少しつつある。その結果、曲線 B-B は左側にシフトしつつある。しかしリスクファイナンス手法により集合リスクを完全に分散できるわけではなく、リスクプレミアムは1より大きい値にとどまる。

以上の議論は、家計が災害リスクを認知でき、自己責任に基づいて災害保険を購入することを前提としたものである。家計が災害リスクの認知に失敗し、自己責任に基づいた自己防災行動をとらない場合、防災投資便益はリスクプレミアムを考慮した経済便益よりも

はるかに大きい値をとる。しかし、災害リスクを全て防災投資により軽減することは効率的な方法ではない。家計も自己責任による防災努力を行うべきである。本節で議論したようなリスクプレミアムとそれに基づく最適防災投資水準（点 a）は、家計が防災努力を行うことによって達成可能なひとつの努力目標として位置付けることができる。伝統的な費用便益分析では、防災投資の経済便益を期待被害額で評価する方法が採用されてきた。大規模な災害が生じれば、多くの家計や企業が同時に被災し、巨大な被害が生じる危険性がある。期待被害額に基づく方法は、災害リスクが有する同時性・巨大性というカストロフリスクの特性を十分に評価できないという限界がある。本章では、災害リスクを軽減する方法として防災投資に代表されるリスクコントロール手法と災害保険というリスクファイナンス手法の双方があることを紹介した。高度化した災害リスクに対処するためには、リスクコントロール手法とリスクファイナンス手法を組み合わせた効果的なリスク管理体系を構築していく必要がある。それと併せて、費用便益分析の枠組みの高度化を図る必要がある。

最後に、総合マネジメントを考える場合、総被害額を正確に算出することが前提となる。しかし、災害の被害額を算出するルールが確立されていないことから、過去の災害については算出方法が統一されていなかった。今後は、甚大な自然災害に対して、間接的被害も含めた総被害額の算出方法をルール化し、データを蓄積することが望まれる。その際、被害に対して、どの様にリスクファイナンスされた内容についても把握する必要がある。平成 16 年度の台風 23 号、中越地震についても必要な調査を実施すべきである。

8 おわりに

本検証において、繰り返し主張してきたように、災害リスクを効果的に軽減するためには、耐震強化投資や治水事業に代表されるリスクコントロールと災害保険などによるリスクファイナンスの双方が必要である。災害リスクマネジメントにおいては、リスクコントロールとリスクファイナンスの適切な組み合わせを見出す必要がある。これら両手法の望ましい組み合わせは、その時点で利用可能な防災技術と災害保険技術の内容に規定される。リスクコントロールとリスクファイナンスの効果は互いに密接に関係しており、両者の望ましい組み合わせは社会で利用可能な防災技術と災害保険技術の内容に依存している。

伝統的に地震災害リスクに対しては、各種の防災投資というリスクコントロール手段を通じて対処してきた。今後も、防災技術の役割の重要性は増加するものと期待される。効率的な防災投資を実施するためには、費用便益分析が有効である。伝統的な費用便益分析では、期待被害軽減額の現在価値を用いて防災投資の経済便益を評価している。防災投資に関わる費用便益分析マニュアルにおいても期待被害軽減額の現在価値を用いることを推奨している。期待被害額を用いた評価法は、小規模な危険事象が独立に多数生起するようなリスクを前提として開発されたものである。自然災害の生起頻度は稀少であるが、一度災害が生じれば多くの家計や企業・組織が同時に被災し、被害規模が巨大になる危険性がある。それによって期待被害額を用いた評価法を巨大性・同時性を有する災害リスクの軽減を目的とする防災投資の経済評価に用いることには限界があり、災害リスクのカストロフ性を考慮したような防災投資の経済評価の方法が必要となる。

期待被害額を用いた経済便益の評価法は、災害保険により自然災害による被害がフルカバーされており、被災時に災害保険金により被災者の損失が瞬時に修復されることを前提としている。それは保険システムを導入することによりリスクが家計間で相殺し合い、社会全体からリスクが消滅するような想定を意味している。期待被害軽減額はそのような状況における保険料の減少額と等価である。しかしながら災害は地域社会に対して毎期一定の損失をもたらすものではない。一家計や一地域にとって被災することは極めて稀な体験であり、社会全体で集計しても年毎の災害損失には大きな変動がある。すなわち災害現象には大数の法則が作動しない。それによって災害リスクに関しては、社会全体の集計的な富が変動するリス

クを考慮する必要が生じる。従って、災害リスクマネジメントは社会全体の集計的狀態に関するリスクを適切に表現したモデルによって分析されなければならない。

社会に集合リスクが存在するとき、災害保険システムは「給付・反給付均等の原則」を満足しない。災害保険料は集合リスクを担保するためのリスクプレミアムが含まれるため、期待保険金支払い額よりも割高に設定される。それによって家計はフルカバーの保険を選択しない。部分カバーの保険にとどまらざるを得ないことによって、家計はリスクが残存した状態に置かれることになる。リスクに曝された家計のコストは、物理的な期待被害額に、状態の変動そのものに対する心理的コストが加えられたもので構成される。このとき、防災投資が災害リスクを軽減することは、家計にとって期待被害額が減少すること以上の価値をもつ。すなわち防災投資の軽減効果は、期待被害軽減額に上記の心理的コストの軽減効果を加えた大きさによって評価されなければならない。換言すると、期待被害軽減額のみによる便益評価は、防災投資の経済便益を過小評価することになる。

防災投資の費用便益分析は、災害大国である我が国で長い歴史を通じて発展してきたハードの防災技術の評価論として意図されたものである。しかし、繰り返し述べてきたように、ハードの防災技術によるカタストロフ軽減機能の評価は、カタストロフ性を考慮したリスクファイナンス市場を想定することによってはじめて可能となる。

一方、キャットボンドに代表されるように、災害リスクに対するファイナンス技術が急速に発展してきた。しかし、現在までのところ、災害債券は当初の期待ほどには普及しておらず、投資家が評価する災害リスクに対するプレミアムは決して少なくない。言い換えれば、リスクファイナンス技術による災害リスクのヘッジ費用は決して安価なものではない。従って、リスクコントロール施策により、災害リスクのポテンシャルを軽減することが大前提となる。そのためには、前述したように防災投資の費用便益分析の方法を期待被害額に基づく方法から、リスクファイナンス市場を明示的に考慮したような方法論へと、評価パラダイムを大幅にシフトさせることが必要である。それと同時に、リスクファイナンス費用を削減する努力も必要である。

リスクファイナンス手法の拡充にあたっては、多くの課題が残されている。なかでも、災害リスク評価における曖昧性を可能な限り除去することが必要である。また、家計の災害リスク認知の不完全性に関わる問題の検討と、災害会計システムの構築は最重要課題の一つであろう。現在、家計の災害リスク認知の程度に関しては、災害リスクが資産価格にどの程度反映されているかを評価するヘドニックアプローチによる計測が始まっている。家計の災害リスク認知構造は、今後災害リスクマネジメントを市場が誘導することが効果的であるのか、あるいは公共がパターンリズム^{注27)}に則って市街地整備などの手法により行わざるをえないのかを方向付ける上で重要な要素となる。家計の災害リスク認知の定性的・定量的把握には、社会心理学などの知見を利用した、より学際的なアプローチが要求されるだろう。また、災害情報システム（ハザードマップの公開）災害会計システムを構築することによって災害被害を統一的な方法でより正確に記録し、また災害リスクマネジメントに関するアカウンタビリティを達成することが求められている。双方の課題ともに、災害リスクマネジメントの役割分担やガバナンスの議論を大きく前進させることになるだろう。

(用語説明)

第1章

注1) ミティゲーション (mitigation)

開発事業による環境に対する影響を軽減するための保全行為のことで、回避、代償等の措置がある。人工干潟やトンボ池などが代表的。

注2) リスクマネジメント

リスクとは、将来発生が予想される問題や事故のことであり、リスクマネジメント（リスク管理）とは将来どのような問題や事故が発生するかを想定すること、あるいは発生した問題にどのような対応をとるかということ。リスクを検討する場合には、予防対策（事前対策）と発生時対策（事後対策）の2つの考え方が必要。予防対策は、いかに将来発生する可能性を少なくするかということであり、発生時対策は、防ぎきれずに発生した問題に対してその影響度、重要度をできるだけ減らすかということ。

注3) 期待損失額

原資産の価値が減少していく確率分布を用いて割引かれた資産の現在価値のこと。

注4) リスクヘッジ

資産を運用する際に、資産価値を減少させるようなリスクが見込まれる場合、これを最小限に食い止めて資産価値の減少を回避すること。単にヘッジと呼ぶこともある。

第3章

注5) カタストロフリスク (catastrophe risk)

地震、洪水といった災害は何十年、何百年、何千年といった人間の寿命サイクルに比して長い時間的スケールで発生し、このような災害が一度発生すると、非常に大きな損害をもたらす。このような災害の危険性をカタストロフリスクという。

注6) 大数の法則

確率論・統計学における極限定理の一つ。ある試行において事象 ω が起きる確率（数学的確率、理論的確率などともいう）が p で、その試行を繰り返し行うときある回の試行が他の回の試行に影響を及ぼすことがない（独立試行）なら、 ω が起きる比率が試行回数を増やすにつれて近づく値（統計的確率あるいは経験的確率）は p である。（『ウィキペディア (Wikipedia)』による）

第4章

注7) ロックシェッド・スノーシェッド

道路を落石や雪崩などから守るために、コンクリートなどで道路を覆うようにつくられた施設のこと

注8) 開削トンネル

都市部のトンネルなどで、地表面から掘削して土留と支保工で溝をつくり、その中にトンネル躯体を築造したあと、埋戻して地盤面を復旧する工法

注9) 交差二重外輪

ある地点に電力を供給する場合に、ループ状のふたつの電力系統を交差させて供給させる方式のこと。ひとつの系統が遮断されても、他の系統から電力が供給される安全性を備えている。

第5章

注10) 圧密沈下

粘土性の地盤などで、地盤の上から荷重を受けると地盤中の粘土粒子の間にある水（間隙水という）が排水されて、地盤が徐々に沈下することをいう

注11) PFI (Private Finance Initiative)

公共施設等の設計、建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術能力を活用して行う手法のこと。

注12) BOT (Build Operate Transfer)

民間事業者が施設を整備（Build）し、契約期間内に維持管理、運営（Operate）を行い、契約終了後、施設の所有権を行政に譲渡（Transfer）する。

注13) BTO (Build Transfer Operate)

民間事業者が施設を整備（Build）した後、施設の所有権を行政に譲渡（Transfer）し、その後行政から施設の使用権や使用許可を得て維持管理、運営（Operate）を行う。

第6章

注14) キャットボンド (Catastrophe Bond)

地震や台風などの大災害リスクを証券化したもののこと。大災害が起こった場合に投資家に返さない債券を発行し、そのかわり大災害が起こらなかった場合は通常の債券より高い利回りが期待できる。

注15) パレート最適

経済学の分野で、他の誰かが効用を悪化させない限り、どの人の効用も改善することができない状態のことで、言い換えれば、全員が一致して望むような別の状態が存在しないこと。

注16) リスクプレミアム

保険会社がリスクを避けるために必要とする安全率

注17) 地理情報システム (GIS; Geographic Information System)

地図（地形等）データと位置のもつ統計データや属性データとをあわせてデジタル化し、加工、統合、分析、共有等を行うためのシステムをいう。

注18) ハザードマップ

住民の災害に関する正しい知識や防災意識を高めるために、災害がおきた時の状況を想定して、避難経路や避難方法等を地図上に表現したもの。災害に対するソフト面での対応策として有効と考えられる。

注19) モラルハザード

もともとは、保険関係の専門語で、危険回避のための手段や仕組みを整備することにより、かえって人々の注意が散漫になり、危険や事故の発生確率が高まって規律が失われることを指す。

(<http://pol.cside4.jp/socialism/2.htm>)

(<http://www.sipeb.aoyama.ac.jp/~kse-home/topics/moralhazard.htm>)

もっぱら、モラルが崩壊し、道徳観や倫理観を喪失する現象のことをいうことが多い。

注20) リスク・コミュニケーション

もともとは、化学物質による環境リスクに関する正確な情報を市民、産業、行政等のすべての者が共有しつつ、相互に意思疎通を図ることとされているが (<http://www.env.go.jp/chemi/communication>)、一般化されて、関係者間でリスクに関する共通理解の形成を図り協力を促進する手法と理解されている。

第7章

注 21) アセットマネジメント

アセット (asset ; 資産) を効率よく管理・運営する手法という意义があり、社会基盤施設を資産としてとらえ、効率的な効果的な管理運営をめざしたシステムのこと

注 22) オペレーションズ・リサーチ

線形計画法や待ち行列理論などの数学的、統計学的モデルを利用して、組織やシステムの意味決定を支援する方法のこと

注 23) 給付・反給付均等の原則

災害保険市場において、総保険料が期待被害額 (損失額) に一致する原則のこと

注 24) Cobb=Douglas 型効用関数

ミクロ経済学でいう効用関数としてもっともよく用いられる関数をいう。財 i の消費量を x_i とすれば Cobb=Douglas 効用関数はたとえば $\sum i \log x_i$ と表される。

注 25) リアルオプションアプローチ

金融オプションの考え方を援用し、将来のリスクをオプションとして捉え、そのオプション価値を投資評価に織り込むことで意思決定の柔軟性を考慮する手法のこと

注 26) 1993 年度版 SNA (Systems of National Accounts)

1993 年に国際連合によって採択され、各加盟国に勧告された国民経済計算の体系をいう。一国の包括的かつ体系的な賃借対照表を追加し、経常勘定、蓄積勘定、賃借対照表からなる。

注 27) パターナリズム (paternalism)

父親が自分の子供に対してするような仕方で、ある人に対してふるまうこと (父権主義、温情主義) で、個人の意志決定に関する関与のしかたのひとつ。

(参考文献)

- 1) 兵庫県産業労働部(2004):「産業振興の現状」
- 2) 社団法人土木学会関西支部:「大震災に学ぶー阪神・淡路大震災調査研究委員会報告書ー」第Ⅱ巻、pp.32,58
- 3) 小林潔司、横松宗太(2002):「災害リスクマネジメントと経済評価」、『土木計画学研究・論文集』、第19号、第1巻、(招待論文) pp.1~12
- 4) Arrow, K. J.(1964): “The role of securities in the optimal allocation of risk-bearing”, *Review of Economic Studies*, Vol.31, pp.91-96
- 5) Malinvaud, E. (1972): “The allocation of individual risks in large markets”, *Journal of Economic Theory*, Vol.4, pp.312-328
- 6) 齊藤誠 (2002):「自然災害リスクと地価形成: リスク・シグナルとしての地価」、西村清彦編著『不動産市場の経済分析: 情報・税制・都市計画と地価』、日本経済新聞社。
- 7) 井口武雄(1996):「大規模災害リスクへの対応」、『オペレーションズ・リサーチ』、第41号、第2巻、pp.80~84
- 8) 太田晴雄(2001):『「大震災」の経済学』、オーエス出版社
- 9) Froot, K. A. (ed.)(1999): *The Financing of Catastrophe Risk*, The University of Chicago Press
- 10) 小林潔司、横松宗太(2000):「治水経済評価のフロンティア: 期待被害額パラダイムを越えて」、『河川技術に関する論文集』、第6巻、pp.237~242
- 11) Froot, K.A.(1999): “Introduction” in: Froot, K.A. (ed.): *The Financing of the Catastrophe Risk*, The University of Chicago Press
- 12) Kunreuther, H. et al. (1978): *Disaster Insurance Protection: Public Policy Lessons*, John Wiley
- 13) 横松宗太、小林潔司(2000): 自治体保険による地域間最適災害リスク配分、土木計画学研究・論文集、第16号、pp.369~380
- 14) Blomqvist, A. and Johansson, P.-O. (1997): “Economic efficiency and mixed public/private insurance”, *Journal of Public Economics*, Vol.66, pp.505-516
- 15) 小林潔司、横松宗太、織田澤利守(2001):「サンクコストと治水経済評価: リアルオプションアプローチ」、『河川技術に関する論文集』、第7巻、 pp.417~422
- 16) Yokomatsu, M. and Kobayashi, K. (2002): “Economic Growth and Dynamic Mitigation Policy”, Second Annual IIASA-DPRI Meeting on Integrated Disaster Risk Management: Megacity Vulnerability and Resilience, IIASA
- 17) Gordon, R. J. and Varian, H. R.(1988): “Intergenerational risk sharing”, *Journal of Public Economics*, Vol.37, pp.185-202
- 18) Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, United Nations and World Bank(1993): *System of National Accounts 1993*
- 19) 経済企画庁経済研究所(2000):『我が国の93SNAへの移行について(暫定版)』

阪神・淡路大震災
復興10年総括検証・提言報告（7/9）
（平成17年3月発行）

企 画 兵 庫 県

〔兵庫県阪神・淡路大震災復興本部総括部復興企画課〕
〔神戸市中央区下山手通5-10-1 電話078-341-7711(代)〕

編集・発行 復興10年委員会

〔事務局：（財）阪神・淡路大震災記念協会〕
〔神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2 電話078-262-5580〕