

国土交通政策研究 第62号

社会資本運営における金融手法を用いた 自然災害リスク平準化に関する研究

2006年2月

国土交通省国土交通政策研究所

前研究調整官 瀬本 浩史

研究調整官 山田 哲也

前研究官 江岡 幸司

研究官 渡真利 諭

はじめに

日本は災害大国であり、台風・地震・豪雨・豪雪などの自然災害に常に襲われている。平成16年の新潟県中越地震の発生はまだ記憶に新しいものであり、また、近年の台風はかつてないほど連続して日本本土に上陸し、またその規模も大型化しているともいわれており、国民生活に大きな影響を与えている。

社会資本についても台風や地震などの自然災害の発生により、洪水による破堤や盛土の崩壊による社会資本そのものの損害から、道路の通行止めなどによる利用者の減少や降雪による機能低下等の間接的な損害など様々な影響を受けている。

地震や豪雪などの自然災害は突発的に発生するため、事前に予測して対応することは困難であり、その多くが予期せぬ損害を発生させる場合もある。

社会資本に対する損害は、社会資本そのものの破損等といった直接的な損害のほか、利用者の減少や降雪等により利用が困難となるなどの間接的な損害を受ける。これらの間接的な損害からは利用者の減少による料金収入の減少や維持管理費の増大などの金銭的な影響を受けている。

特に近年、PFIなどをはじめ、民間資金を活用した社会資本整備が行われつつある中で、安定的な社会資本の運営が行われるためには社会資本における自然災害リスクを平準化することが重要となると考えられる。

一方、民間では、このような様々な自然災害リスクを、従来から活用されている保険に加え、大規模災害債券（Catastrophe Bond:以下 CatBond）や天候デリバティブ等の金融手法により回避・平準化している例が見られる。これらはあらかじめ約定した指数（降雨量、気温、地震のマグニチュードなど）に応じて自動的に迅速に約定額の支払いが行われるものであり、保険とは異なり、直接的な物理損害だけではなく、利用者の減少などの間接的な損害に対しても補填を可能とすることにより、不確実な自然災害リスクをマネジメントしている。

そこで、本研究では、社会資本運営における自然災害リスクに対するリスクマネジメント手法として、民間の資金・金融手法の活用について検討を行うことを目的とし、第1章において自然災害リスクが社会資本運営に与える影響を整理するとともに、現状での自然災害リスクへの対処方法について整理し、第2章において金融手法による自然災害リスク回避・平準化手法の整理を行った。

本研究を進めるにあたっては、三井住友海上火災保険株式会社金融ソリューション部ARTグループ、火災新種保険部費用技術グループの方々から貴重なご意見をいただいた。ここに厚く感謝の意を表する次第である。

2006年2月

国土交通省国土交通政策研究所

前研究調整官 瀬本 浩史

研究調整官 山田 哲也

前研究官 江岡 幸司

研究官 渡真利 諭

本研究の要旨

社会資本運営における自然災害リスクとしては、構造部の破損等直接的な損害のほか、維持管理費の増大や有料道路等における収入の減少等が挙げられる。自然災害は規則的に発生するものではないため、期間毎にばらつきがあるこれらのリスクを平準化する必要がある。

本研究では、これらの自然災害リスクを平準化する手法として、民間において活用されつつある代替的リスク移転（Alternative Risk Transfer：ART）と呼ばれる金融手法について整理した。

第1章では、わが国の自然災害の特徴、近年発生した自然災害による被害状況及び災害復旧関係事業や保険といった現在主に活用されている仕組みについて概観した。ここで、社会資本運営における自然災害リスクを、自然災害との因果関係により分類するとともに、現行の仕組みがどの程度カバーしているかについて整理した。自然災害との因果関係が明確でない損害については、現行の仕組みの対象となっておらず、第2章で取り上げるARTを活用する余地があると考えられる。

第2章では、金融工学を活用して自然災害リスクを平準化する手法であるARTの主な手法について整理した。ARTでは、自然災害リスクを保険会社ではなく資本市場が引き受けるため、大規模な損害に対しても補償が可能である等のメリットがある。具体的には、リスクの証券化（大規模災害債券（Catastrophe Bond：CatBond））、天候デリバティブ、キャプティブの3手法について、基本的なスキーム、民間における活用状況及びメリット・デメリットを整理した。主なデメリットとして、CatBond及び天候デリバティブにおけるベースリスク（実際の損害額と補償額が乖離するリスク）が挙げられ、商品設計に当たっては精度の高いリスク分析が求められる。

キーワード：自然災害、リスク平準化、大規模災害債券、天候デリバティブ、キャプティブ

Research on the natural disaster risk equalization using the financial technique in social infrastructure management

Summary

The natural disaster risks in social infrastructure management are an increase of maintenance costs and a decrease of revenue from toll road etc., as well as direct damage such as injury to structures. The natural disaster occurs without regularity, so we need equalization of these risks. In this research, we survey the financial technique called as “Alternative Risk Transfer (ART)” that is being practically used for the natural disaster risk equalization in the private sector.

In chapter 1, we survey the characteristics of natural disaster in Japan, the damage conditions of natural disasters that occurred in recent years, and the present system such as disaster restoration works and damage insurance. We classify the risks in social infrastructure management by causal relationship between damage and natural disaster, and examine to what extent the present system covers the damage. The damage with unclear causality is not covered in the present system, so it is considered there is possibility that ART is applicable to the natural disaster risk equalization.

In chapter 2, we survey ART, a technique of risk equalization using financial engineering. By ART, the natural disaster risk is transferred to capital market, not to insurers, therefore ART has merits that great damage can be compensated, for example. Specifically about three techniques of ART - Catastrophe Bond, Weather Derivative and Captive, we examine fundamental schemes, the use situation in private sector, and the merits/demerits. The major demerit is that Catastrophe bond and Weather Derivative has basis risk (risk of difference between the amount of damage and compensation), so the product design requires risk analysis with precision.

Key word: Natural disaster, Risk equalization, Catastrophe Bond, Weather Derivative, Captive

目 次

第1章 社会資本運営における自然災害リスクについて	
1．わが国の国土及び自然災害の状況	1
(1) 国土の状況	1
(2) 自然災害の状況	2
2．社会資本運営における自然災害リスク	4
(1) 平成16年の災害	4
(2) 被害の分類	7
(3) 社会資本の機能停止に伴う損害	8
3．現在の自然災害リスクへの対応手法	8
(1) 災害復旧制度	8
(2) 保険市場の現状	10
4．損害と補償	12
第2章 自然災害リスクを平準化する金融手法について	
1．現代社会におけるリスク	13
2．自然災害リスク平準化手法	14
3．リスクの証券化(CatBond)	15
(1) CatBondとは	15
(2) CatBondの歴史	15
(3) CatBondの仕組み・現状	16
(4) CatBondのメリット・デメリット	28
4．天候デリバティブ	30
(1) 天候デリバティブとは	30
(2) 天候デリバティブの歴史	30
(3) 天候デリバティブの仕組み・現状	31
(4) 天候デリバティブのメリット・デメリット	36
5．キャプティブ	38
(1) キャプティブとは	38
(2) キャプティブの歴史	38
(3) キャプティブの仕組み・現状	38
(4) キャプティブのメリット・デメリット	42
おわりに	45
参考資料	47
参考文献	65

第 1 章

社会資本運営における自然災害リスクについて

第1章 社会資本運営における自然災害リスクについて

1. わが国の国土及び自然災害の状況

(1) 国土の状況

日本は、環太平洋変動帯に位置し、地球のわずか 0.1%の面積で、地震放出エネルギーが約 10%、世界のマグニチュード 6.0 以上の地震の約 20%が発生している(図 1-1)世界でも有数の地震常襲国である。その上可住地面積の約 4 分の 1 が軟弱地盤であり、同時にこのエリア内で高度な社会経済活動が営まれていることから、一度大規模な地震が発生するとその被害は深刻なものとなってしまう。さらに、環太平洋火山帯に位置し、全世界の約 10%にあたる 108 の活火山が分布しており(図 1-2)最近では有珠山、三宅島、浅間山において噴火現象や火山性地震等による火山災害が発生している。

また、日本は、国土の大部分が急峻な山岳で占められており、年間雨量が 1,750mm と世界平均の 800mm を大きく上回る多雨な国であり、梅雨時や台風等による豪雨により、災害発生危険性が高くなっている。さらに、国土の約 6 割が積雪寒冷地¹であり(図 1-3)その地域の人口密度は、世界有数の積雪寒冷地であるカナダの 2 人 / km²、ノルウェーの 12 人 / km² を大きく凌ぐ 112 人 / km² となっており、豪雪時には交通マヒなど都市活動に多大な影響を与えている。

図 1-1 マグニチュード 6.0 以上の地震回数²

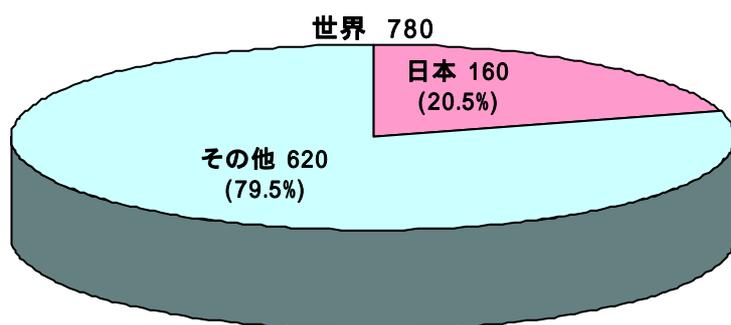
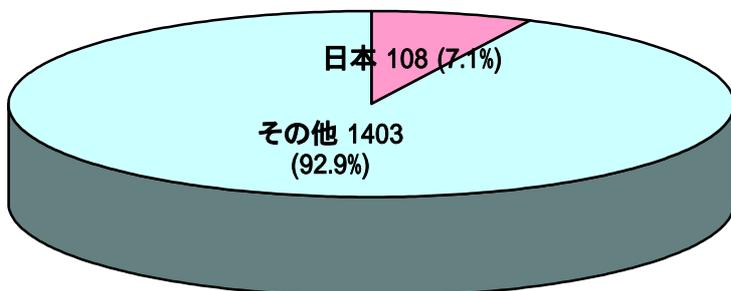


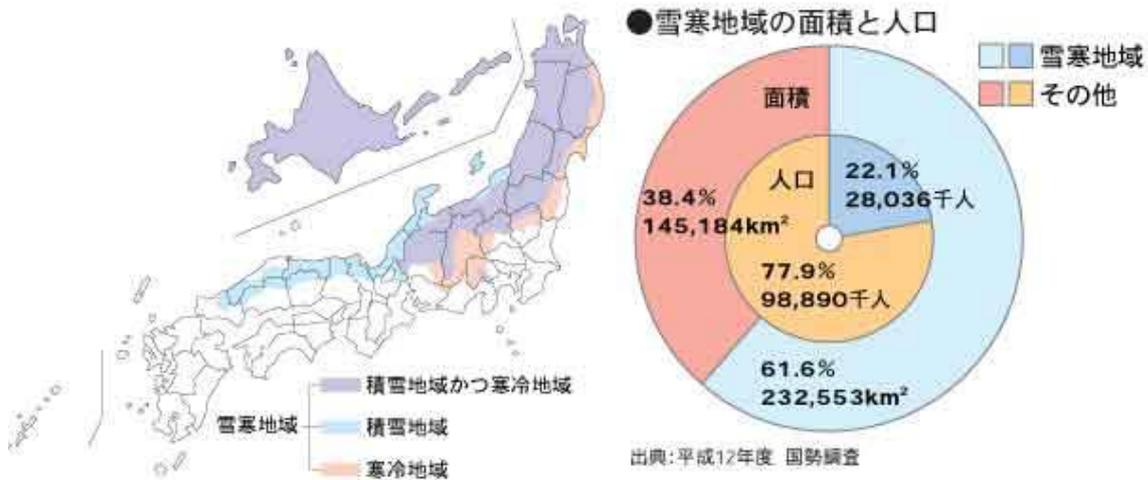
図 1-2 活火山数³



¹ 所定の要件を満たすことにより、積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法(昭和 31 年法律第 72 号)第 3 条第 1 項の指定を受ける「2 月の積雪の深さの最大値の累年平均(最近 5 年以上の間における平均)が 50cm 以上の地域または 1 月の平均気温の累年平均が摂氏 0 度以下の地域」をいう。

² 平成 15 年防災白書(内閣府)

図 1-3 日本の積雪寒冷地域⁴



(2) 自然災害の状況

日本は国土の地理的、地形的、気象的な要因から世界的に見ても非常に災害を受けやすく、自然災害が発生するたびに多くの人命や財産が失われている（表 1-1、図 1-4）。戦後においても昭和 30 年代までは大型台風や大規模地震により、年間死者 1,000 人を超える被害が多発したが、近年は減少してきている。これは国土保全の進展や災害情報伝達の充実、防災体制の整備等によるといわれている⁵。しかしながら、近年においても、平成 7 年に発生した阪神・淡路大震災では 6,400 人を超える死者が出ており、さらに、平成 16 年には 46 人の死者を出した新潟県中越地震の発生のほか、台風・豪雨による災害が頻発し多くの死傷者が出た。将来においても東海地震等大規模地震や内陸直下型地震の発生が懸念されている状況であり、今後も自然災害により大きな被害が発生することが予想される。

³ 平成 15 年防災白書（内閣府）

⁴ 国土交通省道路局ホームページ(http://www.mlit.go.jp/road/bosai/dourokuukan/img/top_6_2.jpg)

⁵ 「わが国の災害対策」（内閣府防災担当）

表 1-1 過去 50 年のわが国の主な自然災害の状況⁶

年月日	災害名	主な被災地	死者・行方不明者数
昭和 32.7.25 ~ 28	諫早豪雨	九州（特に諫早周辺）	722
33.6.24	阿蘇山噴火	阿蘇山周辺	12
9.26 ~ 28	狩野川台風	近畿以東（特に静岡）	1,269
34.9.26 ~ 27	伊勢湾台風	全国（九州を除く、特に愛知）	5,098
35.5.24	チリ地震津波	北海道南岸、三陸沿岸、志摩半島	139
38.1	豪雪	北陸	231
39.6.16	新潟地震(M7.5)	新潟県、秋田県、山形県	26
40.9.10 ~ 18	台風第23,24,25号	全国（特に徳島、兵庫、福井）	181
41.9.23 ~ 25	台風第24,26号	中部、関東、東北（特に静岡、山梨）	317
42.7 ~ 8	7,8月豪雨	中部以西、東北南部	256
43.5.16	十勝沖地震(M7.9)	北海道南部・東北（特に青森）	52
47.7.3 ~ 15	台風第6,7,9号及び7月豪雨	全国（特に九州北部、島根、広島）	447
49.5.9	伊豆半島沖地震(M6.9)	伊豆半島南端	30
51.9.8 ~ 14	台風第17号及び9月豪雨	全国（特に香川、岡山）	171
51.12 ~ 52.3	豪雪	全国（特に東北、近畿北部、北陸）	101
52.8.7 ~ 53.10	有珠山噴火	北海道	3
53.1.14	伊豆大島近海地震(M7.0)	伊豆半島	25
6.12	宮城県沖地震(M7.4)	宮城県	28
54.10.17 ~ 20	台風第20号	全国（特に東海、関東、東北）	115
55.12 ~ 56.2	豪雪	全国（特に東北、北陸）	152
57.7 ~ 8	7,8月豪雨及び台風第10号	全国（特に長崎、熊本、三重）	439
58.5.26	日本海中部地震(M7.7)	秋田県、青森県	104
7.20 ~ 29	7月豪雨	山陰以東（特に島根）	117
10.3	三宅島噴火	三宅島周辺	-
12 ~ 59.4	豪雪	全国（特に東北、北陸）	131
59.9.14	長野県西部地震(M6.8)	長野県西部	29
61.11.15 ~ 12.18	伊豆大島噴火	伊豆大島	-
平成 2.11.17 ~	雲仙岳噴火	長崎県	44
3.9.24 ~ 10.1	台風第19号	全国	62
5.7.12	北海道南西沖地震(M7.8)	北海道	230
7.31 ~ 8.7	8月豪雨	西日本（特に九州南部）	79
7.1.17	阪神・淡路大震災(M7.3)	兵庫県	6,436
10.9.21 ~ 24	台風第7,8号、前線	全国（九州・沖縄を除く）	18
11.9.16 ~ 25	台風第18号、前線	全国	36
12.3.31 ~	有珠山噴火	北海道	-
12.6.25 ~	三宅島噴火及び新島・神津島近海地震	東京都	1
12.9.8 ~ 17	台風第14号、前線	全国（北海道を除く）	11
16.9.4 ~ 8	台風第18号	全国	45
16.10.18 ~ 21	台風第23号	全国（北海道を除く）	97
16.10.23	新潟県中越地震(M6.8)	新潟県	40

（注）

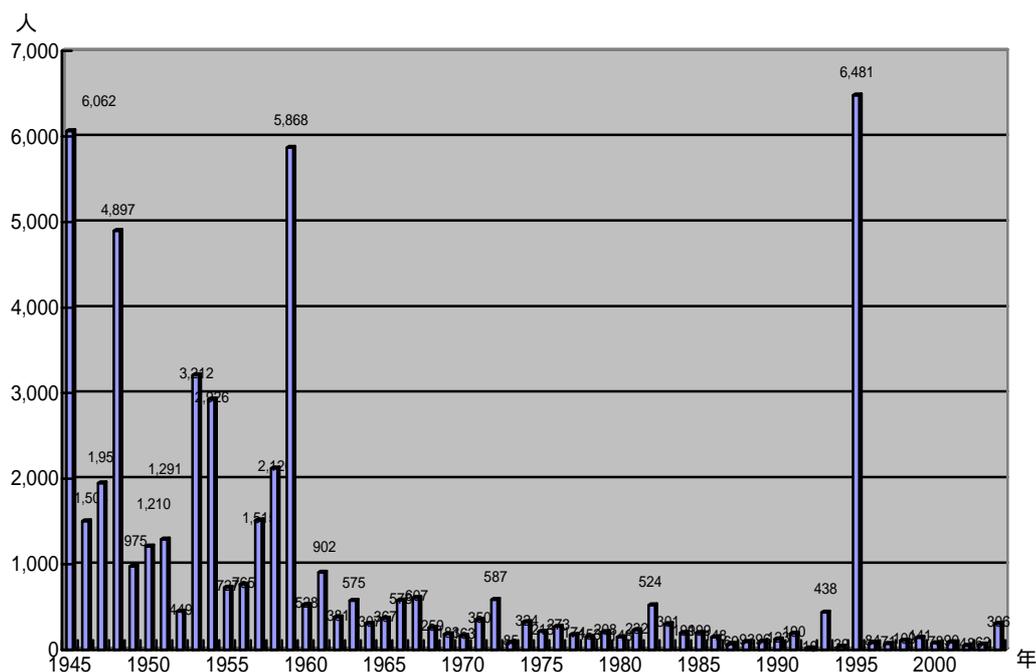
1 風水害は死者・行方不明者500人以上、地震・津波・火山噴火は死者・行方不明者10人以上、国務大臣が本部長となった災害対策本部が設置されたもののほか、平成元年以降については保険金支払額1,000億円以上のものを掲げた。

2 阪神・淡路大震災の死者・行方不明者については平成15年12月25日現在の数値。

3 三宅島噴火及び新島・神津島近海地震の死者は、平成12年7月1日の地震によるもの。

⁶ 平成 16 年国土交通白書

図 1-4 自然災害による死者・行方不明者⁷



2. 社会資本運営における自然災害リスク

ひとたび自然災害が発生すると、社会全般と同様に社会資本も被害を受けるが、その被害の発生を社会資本運営における自然災害リスクと捉えると、構造上主要な部分の損壊による機能不全、構造的な損害は生じないものの、物理的な障害により社会資本としての利用ができなくなること（降水量等気象状況が一定の基準を超え災害が発生するおそれがある場合に管理者が利用を停止する場合を含む）、有料施設における利用停止に伴う収益減少などに分類される。道路を例にとると、地震による橋梁の破損、積雪・降灰・土砂崩れ等による通行不能、及びによる有料道路の通行止めに伴う運営主体の収益減少が挙げられる。及びは社会資本の機能を低下させる直接的損害、は社会資本の機能停止に伴う間接的・二次的損害と分類することもできる。

(1) 平成 16 年の災害

平成 16 年においては、表 1-2 のように地震・災害等国民の生命・財産に重大な損害を与えた災害が多く発生した。ここでは、その中でも特に被害の大きい台風 23 号及び新潟県中越地震を例に挙げて社会資本運営における自然災害リスクを整理する。自然災害においては、地震動による住宅の倒壊や豪雨に伴う崖崩れなど、自然現象により国民の生命・財産が直接受けるタイプの損害があるが、ここでは、社会資本に生ずる被害及びそれによる住民等への影響を取り上げることとする。

⁷ 平成 17 年防災白書（内閣府）

表 1-2 平成16年の主な自然災害と被害の状況

発生時期	自然災害名	主な被害
6月18日～22日	平成16年台風第6号	死者2人、行方不明3人
7月12日～13日	平成16年7月新潟・福島豪雨	死者16人、行方不明1人
7月17日～18日	平成16年福井豪雨	死者4人、行方不明1人
7月29日～8月2日、8月4日～5日	平成16年台風第10号、台風第11号及び関連する大雨	死者3人
8月17日～20日	平成16年台風第15号と前線に伴う大雨	死者10人
8月27日～31日	平成16年台風第16号	死者14人、行方不明3人
9月4日～8日	平成16年台風第18号	死者41人、行方不明4人
9月5日	平成16年 紀伊半島沖を震源とする地震及び東海道沖を震源とする地震	
9月25日～30日	平成16年台風第21号	死者26人、行方不明1人
10月7日～9日	平成16年台風第22号	死者7人、行方不明2人
10月18日～21日	平成16年台風第23号	死者95人、行方不明3人
10月23日～27日	平成16年(2004年)新潟県中越地震	死者46人

注) 1. 内閣府防災担当ホームページ (<http://www.bousai.go.jp/index.html>) から抜粋

2. 発生時期は台風、豪雨については主な雨量を観測した期間、新潟県中越地震は震度6弱以上の地震を観測した期間とした。

(イ) 平成16年台風23号

台風第23号は、10月13日9時にグアム島近海で発生し、北西に進みながら超大型で強い勢力に発達し、19日には進路を北北東に変えて南西諸島沿いに進み、広い暴風域を維持したまま、20日13時頃、高知県土佐清水市付近に上陸し、その後、近畿、中部、関東地方を通過して、21日6時に鹿島灘へ抜け、9時に関東の東海上で温帯低気圧に変わった台風である。暴風域が広く、また本州付近に停滞していた前線の活動が活発になったため、西日本から東北地方の広い範囲で暴風、大雨、高波となった。20日には、京都府舞鶴市でこれまでの記録を上回る51.9mの最大瞬間風速を記録し、また、九州から関東にかけての多くの地点でこれまでの日降水量の記録を上回る降水量を観測し、京都府舞鶴市では由良川の洪水(図1-5)により一般国道175号を通行していた兵庫県豊岡市の観光バスの乗客37人が立ち往生するなど、中国、近畿地方で大きな被害をもたらしている。

国土交通省の災害情報に基づき、平成16年台風23号における各社会資本の受けた被害とその影響について整理した(表1-3)。

図 1-5 台風 23 号による由良川の出水(京都府大江町)⁸



表 1-3 台風 23 号による社会資本の被害及びその影響

社会資本	施設の被害	住民等への影響
河川	堤防ひび割れ、破堤、堤防欠損、漏水	家屋・農地等浸水、道路冠水、バス立ち往生
海岸	護岸崩壊、護岸破損、護岸洗掘	家屋の浸水
道路	法面崩壊、土砂流入、路面冠水	通行規制
鉄道	土砂流入、橋梁流出	運転中止
下水道	処理場浸水、下水管渠破損	使用不能
公園	施設の破損、倒木	使用不能

(ロ) 新潟県中越地震

新潟県中越地震は、平成 16 年 10 月 23 日(土) 17 時 56 分頃に新潟県中越地方を震源としたマグニチュード 6.8 の地震で、川口町で震度 7、小千谷市等で震度 6 強を記録した。それ以降も震度 6 弱以上を記録した余震が 4 回発生するなど、大規模な被害をもたらした(図 1-5、表 1-4)。道路、鉄道など主要な交通インフラは多くの区間で不通となり⁹、復旧までに多くの時間を要したため、付近住民の生活や企業の経済活動に大きな影響を与えた。また、道路の寸断や、芋川流域における山腹崩壊から生じた河道閉塞により、小千谷市や山古志村等において孤立集落が発生した。

新潟県の見通しによれば、インフラや農林水産業等の直接被害や、交通機関の不通等による県内産業への影響などの県内被害額は約 3 兆円と推計されている¹⁰。

⁸ 国土交通省近畿地方整備局福知山河川国道事務所ホームページ
(<http://www.kkr.mlit.go.jp/fukuchiyama/taifuu23/ooe.html>)

⁹ 高速道路については、関越自動車道(月夜野 - 長岡 JCT)において 1 週間以上もの間通行止め(11 月 5 日通行止め解除、11 月 26 日から前線 4 車線で通行可能)となるなどの被害が発生した。一般道においても 224 箇所が通行止めとなり、うち 50 箇所については、平成 17 年 1 月 20 日現在通行止めを継続中である(新潟県調べ)。また、鉄道についても、上越新幹線が 12 月 28 日の全面開通まで長期間にわたり不通となった。

¹⁰ (財)新潟経済社会リサーチセンター(2004)

図 1-6 新潟県中越地震に伴う土砂崩れによる河道閉塞(新潟県山古志村)¹¹



表 1-4 新潟県中越地震による社会資本の被害及びその影響

社会資本	施設の被害	住民等への影響
河川	堤防亀裂、沈下、水門等施設損傷、河道閉塞	家屋・農地等の浸水
ダム	堤体亀裂、漏水	下流域住民の避難
道路	路面陥没、段差発生、トンネル損傷	通行規制
鉄道	線路陥没、土砂崩落、高架橋損傷	運転中止
下水道	処理場浸水、下水管渠破損	使用不能
公園	施設の破損	使用不能

(2) 被害の分類

自然災害による社会資本の被害と、それに伴う住民等の被害との関係は表 1-3 及び表 1-4 のように表すことができる。公共施設の損壊により住民が受ける影響は、河川・ダムなど国土保全型施設と、道路・鉄道等の産業基盤型施設、下水道・公園等の生活基盤型施設とで異なる。国土保全型施設が損壊した場合、その機能が失われることから、住民等の財産・生命に対し直接損害を与え、国民生活における安全・安心が脅かされるリスクが大きくなる。一方、産業基盤型又は生活基盤型施設が損壊した場合は、復旧するまで輸送等通常利用できるサービスが利用できなくなり住民等の利便性が失われるなどの被害が生ずる。

これらに対する費用負担は、施設そのものの損傷については、一義的には施設の管理者が負担するものの、災害復旧制度等(3.(1)参照)により国から一部補助金が交付される。また、一般の住宅等が受けた被害については、民間保険会社が提供する火災保険・地震保険等に参加している場合はそれによる補償を受けられるほか、世帯収入が一定の額以下である等所定の要件を満たす場合は、被災者生活再建支援法(平成 10 年法律第 66 号)に基づき、被災者が自立した生活を送るために必要な経費(住宅を賃借する場合の家賃、移転費等)として、都道府県から最高 300 万円(平成 16 年 4 月 1 日以降の災害について適用)の被災者生活再建支援金の支給を受けることができる。しかし、社会資本の損壊により住民等が当該社会資本の提供するサービスを受けられない等の損害については、計測が困難

¹¹ 国土交通省北陸地方整備局ホームページ(<http://www.hrr.mlit.go.jp/river/1023jishin/jishin/index.html>)

なこともあり金銭的な補償は受けられない。

(3) 社会資本の機能停止に伴う損害

(2)で述べたとおり、自然災害による損害には、社会資本が破損等により機能停止し、一般の住民、企業等が当該社会資本の便益を享受できなくなるという間接的な損害も含まれる。道路を例にとると、豪雨を中心とした様々な災害の発生に伴い、実施される通行止め回数は表 1-5 のとおりとなっている。社会資本の機能停止が国民生活や経済活動に支障を来しているとともに、それが有料道路等である場合には、通行止めに伴う利用者の減少が管理・運営主体の収益減少にもつながっている。

表 1-5 自然災害による道路の通行止め回数¹²

	豪雨	地震	豪雪	地吹雪	雪崩	路面凍結	霧	強風	波浪	河川氾濫	その他	合計
平成元	4,533	12	373	88	17	439	112	37	42	340	327	6,320
2	7,610	23	392	167	71	322	140	162	131	651	235	9,904
3	6,761	2	396	9	1	338	152	1,462	130	241	646	10,138
4	2,644	152	390	31	5	281	127	166	26	116	209	4,147
5	3,889	197	847	263	-	279	452	201	308	171	3,977	10,584
6	2,028	263	124	38	4	121	0	82	36	49	102	2,847
7	2,984	22	366	207	100	359	6	33	46	108	220	4,451
8	3,018	39	392	159	100	419	20	151	50	48	252	4,648
9	5,185	52	531	89	23	304	3	40	44	117	232	6,620
10	8,773	37	327	115	27	262	13	338	47	150	287	10,376

注) 1.道路管理者が道路法第 46 条に基づき実施した通行止めを、主たる原因別に計上した。
2.通例の積雪による冬期閉鎖など異常気象に伴うものではない通行止めは計上していない。

3. 現在の自然災害リスクへの対応手法

自然災害リスクへの対応手法は、リスクコントロールとリスクファイナンスに分類される。前者は、災害発生時の物理的損害の予防・軽減を目的として、予め自然災害の発生前に耐震改修等の防災投資を行う等の手法である。一方、後者は、自然災害の発生に伴う損害を填補するため、費用負担者の配分等を定めて必要なファイナンスを行う手法である。本研究の目的は、社会資本運営における自然災害リスクに対するリスク平準化手法として、民間の資金・金融手法の活用について検討を行うものであることから、本節においては、リスクファイナンスに関する現行のスキームについて説明する。

(1) 災害復旧制度

前節で整理したとおり、自然災害の発生により社会資本は様々な影響を受ける。

自然災害に限らず社会資本の管理・利用に伴うリスクに対処する手法としては、一般的には保険が考えられる。保険は、事故と損害との因果関係が明らかな上に、その損害に応じて金銭的な支払いが行われる制度であり、商法(明治 32 年法律第 48 号)に規定されている。

しかし、各社会資本について、その本体が破損したときに備える損害保険に加入してい

¹² 国土交通省道路局ホームページ

る例はあまり多くない¹³。社会資本の場合には、その本体が破損した場合の復旧費を支援する制度として、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）（以下「負担法」という。）がある。これは、「災害の速やかな復旧を図り、もつて公共の福祉を確保すること」（負担法第 1 条）を目的として、公共土木施設の災害復旧事業費について、地方公共団体の財政力に適應するように国の負担を定めているものである。負担法の対象となる社会資本については表 1-6 のとおりである。

この制度は災害が生じ損害を受けた施設を原型に復旧することを基本としているが、原型に復旧することが不可能又は不適切な場合には、社会資本の速やかな機能回復を目的としているため、同様の代替施設を整備することも可能となっており、さらに、被災していない箇所を含む一連の社会資本を、再度災害を防止するために一定計画に基づいて改良することも行われている（表 1-7 参照）。災害復旧事業費の費用負担については、地方公共団体の財政力に勘案して定めることを規定しており、損害に対してその全額が支払われるわけではなく、通常は国が補助する割合は事業費総額の 2/3 以上となっている。

また、自然災害による維持管理費¹⁴の増大に対応した制度として、積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法（昭和 31 年法律第 72 号）による除雪費の補助が挙げられる。これは 2 月の累計降雪深が 50cm 以上の地域で国土交通大臣が指定した路線（都道府県道以上）における除雪費を国が補助するもので、国が補助する割合は 2/3 となっている。

さらに、火山の爆発に伴う降灰については、活動火山対策特別措置法（昭和 48 年法律第 61 号）において、市町村道や下水道等の降灰除去費の補助が定められている。

表 1-6 負担法の対象となる国土交通省所管の公共土木施設

河川	河川法（昭和 39 年法律第 167 号）が適用され、若しくは準用される河川若しくはその他の河川又はこれらのものの維持管理上必要な堤防、護岸、水制、床止めその他の施設若しくは沿岸を保全するために防護することを必要とする河岸。ただし、砂防法（明治 30 年法律第 29 号）第 3 条ノ 2 の規定によって同法が準用される天然の河岸を除く。
海岸	国土を保全するために防護することを必要とする海岸又はこれに設置する堤防、護岸、突堤、その他海岸を防護するための施設
砂防設備	砂防法第 1 条に規定する砂防設備、同法第 3 条の規定によって同法が準用される砂防のための施設又は同法第 3 条ノ 2 の規定によって同法が準用される天然の河岸
地すべり防止施設	地すべり等防止法（昭和 33 年法律第 30 号）第 2 条第 3 項に規定する地すべり防止施設
急傾斜地崩壊防止施設	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（昭和 44 年法律第 57 号）第 2 条第 2 項に規定する急傾斜地崩壊防止施設
道路	道路法（昭和 27 年法律第 180 号）第 2 条第 1 項に規定する道路（道路の附属物については、主務大臣の指定するものに限る。）
港湾	港湾法（昭和 25 年法律第 218 号）第 2 条第 5 項に規定する水域施設、外郭施設、係留施設、廃棄物埋立護岸又は港湾の利用及び管理上重要な臨港交通施設
下水道	下水道法（昭和 33 年法律第 49 号）第 2 条第 3 号に規定する公共下水道、同条第 4 号に規定する流域下水道又は同条第 5 号に規定する都市下水路
公園	都市公園法施行令（昭和 31 年政令第 290 号）第 25 条各号に掲げる

¹³ 例外として、土木構造物保険等が挙げられる（本節（2）参照）。

¹⁴ 積雪により道路を損壊することは稀であるが、社会資本としての利用を阻害する物理的現象であり、2. の直接的損害に対応する。

	施設（主務大臣の指定するものを除く。）で、都市公園法（昭和31年法律第79号）第2条第1項に規定する都市公園又は都市公園等整備緊急措置法（昭和47年法律第67号）第2条第1項第3号に規定する公園若しくは緑地に設けられたもの
--	---

表 1-7 災害復旧関係事業

河川等災害復旧事業（単災）	異常な天然現象によって被災した公共土木施設を災害復旧事業費をもって原形に復旧する事を基本とする事業。
河川等災害復旧事業〔一定災〕	公共土木施設が広範囲にわたって激甚な被災を受けた場合、一定の計画に基づいて復旧するもので、原形復旧とみなされる。（単災の一部）
河川等災害関連事業（関連）	被災箇所あるいは未災箇所を含む一連の施設について、一定計画等に基づき災害復旧事業費に改良費を加えて実施する改良事業。
河川災害復旧助成事業（助成） 海岸災害復旧助成事業（助成）	河川又は海岸の災害が激甚であって、災害復旧工事のみでは十分な効果を期待できない場合において、災害復旧事業費に助成費（改良費）を加えて一定計画の下に施行する改良事業。
特定小川災害関連環境再生事業	小規模な河川において、災害復旧事業費に改良費を加えて、河川の環境機能の改良を図る事業。
河川等災害特定関連事業	河川、砂防、道路において「単災」の被災原因となった障害物を除去又は是正する事業。
河川等災害関連特別対策事業	河川、砂防において「関連」「助成」による改良の際に、その上下流で流下能力の確保に支障となる箇所を是正する事業。

（2）保険市場の現状

自然災害等による社会資本の損害に対しては、既存の保険では土木構造物保険が最も活用されている。土木構造物保険は、道路、鉄道など土木工事によって建設された完成後の構造物¹⁵が偶然な事故によって損害を被ったときに復旧費用が支払われるものである。この保険では不測かつ突発的な事故を支払い対象としており、例えば、豪雨による構造物の流失、土砂崩壊・陥没による損害、火災・爆発による損害等が挙げられる。一方、地震・噴火・津波による損害は不担保の場合が多く、また戦争、原子力、自然の消耗・劣化による損害等については支払い対象とならない。

保険金額は、保険の対象となる構造物の再調達価額となるが、土木構造物の再調達価額は一般に高額であり、その全額を補償する場合保険会社の経営への影響が大きいため、保険金額とは別に、支払われる保険金の限度額（てん補限度額）が設定されることが多い。保険料については、個々の構造物についての築年数、地形・地質（地盤の強度等）、過去の事故歴、耐震性（地震危険を担保する場合）等を考慮の上決定される。災害等により構造物に被害が生じた場合に保険金が支払われるが、特に大規模災害の場合には、損害額の査定等が複雑となり、実際に保険金が支払われるまでに一定の時間を要することもある。

¹⁵ 多くの種類の土木構造物が保険の対象となっているが、実際には、鉄道関連施設や空港が多くを占めている。

表 1-8 損害保険と災害復旧の比較

	支払い額の決定方法	支払いの条件	支払い時期
保険	損害に応じて支払う(実損填補)	事故と損害との間に因果関係が必要	損害額の査定後事後的に支払われる。
災害復旧	原型復旧を基本とするが、速やかな機能回復の観点から復旧額が決定され、地方公共団体の財政力に応じて額が決定する(2/3以上)	自然災害と損害との間に因果関係が必要	損害額の査定後事後的に支払われる。

表 1-9 近年の主な自然災害における損害保険支払い額と災害復旧費(国費)

単位：億円

年度	災害復旧等 ¹⁶	主な災害	損害保険支払い額 ¹⁷
昭和 56 年度	7,620	-	
57	9,640	-	
58	8,759	日本海中部地震	7
59	4,759	-	
60	6,402	-	
61	5,815	-	
62	5,483	-	
63	6,577	-	
平成元年度	5,878	-	
2	7,962	台風 19 号	365
3	7,886	台風 19 号	5,679
		雲仙・普賢岳噴火	13
4	4,754	釧路沖地震	10
5	12,806	台風 13 号	977
6	12,301	兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)	783
		北海道東方沖地震	13
		三陸はるか沖地震	12
7	36,960	-	
8	9,682	鹿児島県薩摩地方を震源とする地震	5
9	8,644	-	
10	13,105	台風 7 号	1,600
11	9,419	台風 11 号	3,147
		有珠山噴火	4
12	6,892	平成 12 年 9 月豪雨	1,030
		ひょう災	700
		芸予地震	169
		鳥取県西部地震	29
13	6,184	-	
14	-	-	

¹⁶ 補正後予算額(国費)である。内閣府防災担当ホームページ(<http://www.bousai.go.jp/>)参照。

¹⁷ (社)日本損害保険協会(2004)(2005)

15	-	十勝沖地震	59
		宮城県北部を震源とする地震	22
		宮城県沖を震源とする地震	19
16	-	台風 18 号	3,823
		台風 23 号	1,292
		台風 16 号	1,175
		新潟県中越地震（見込みを含む）	140

4. 損害と補償

災害復旧事業などの現行制度を勘案すると、社会資本運営における自然災害リスクを検討する上で、社会資本に対する自然災害による損害は、損害額と自然災害との因果関係から整理する必要がある（表 1-10）。これまで述べてきたように、災害復旧事業や保険等が対象とする損害は、2. 冒頭において述べた直接的損害に対応し、自然災害との因果関係が明確になっているのが特徴である。但し、社会資本運営において一部活用されている土木構造物保険についても、てん補限度額に制限があることや、原則として地震による損害が填補されず、これを復活担保する場合には相応の追加保険料が必要である等の要因もあり、十分に普及しているとはいえない状況にある。

また、施設の構造に破壊的な損傷をもたらすものではないが復旧に相当の費用を要するものとして、積雪が挙げられるが、積雪寒冷特別地域（図 1-3 参照）以外においては国の補助制度が存在せず各道路管理者が個別に対応している。積雪量は年により変動が大きく、予想以上の積雪が管理者の除雪費等予算を圧迫する例も見られる。

さらに、自然災害との因果関係が必ずしも明確になっていない損害もあり、それについては保険や災害復旧制度では対応できない。有料施設における収益の減少等間接的・二次的損害がそれに該当する。これらに対しては、管理者ごとに基金の取り崩しや借入れなどで対応しているところであり、場合によってはその運営に大きな影響を与えている。

このような状況に際し、民間企業においては、自然災害その他経営に大きな損害を与えるリスクに対処するため、Cat Bond や天候デリバティブ等金融的手法の活用が普及しつつある。社会資本運営における自然災害リスクへの対応についても、災害復旧制度等既存の制度を補完するため、このような手法を応用できる可能性がある。そこで、次章においては、金融的手法を用いたリスク対応の仕組みについて説明する。

表 1-10 社会資本における損害と自然災害の因果関係

損害の状況	損害額と自然災害の因果関係	現状
社会資本そのものの破損	明確	災害復旧費で対応
除雪費等維持管理費の増大	通常の維持管理レベルと超過部分が明確でない	一部未対応
通行規制等による収入減少	自然災害による収入減少額が明確でない	未対応

第 2 章

自然災害リスクを平準化する金融手法について

第2章 自然災害リスクを平準化する金融手法について

1. 現代社会におけるリスク

民間では様々な自然災害リスクに対する備えとして、従来から保険という手法が幅広く使われてきた。保険市場は資本市場に比べて相対的に小さい市場規模しかなく、また、保険金支払い条件については、商法によって、実損補填及び事故と損害との因果関係の明確化など厳格に定められている。そのため大規模・広範囲に発生する自然災害や利用者の減少による収入減などの事故と損害との因果関係が明確ではないものについては、保険では対応できない可能性が高い。また、保険は事後的に損害査定を行い損害額が確定した後に支払いが行われるため、災害対応など迅速に対応しなければならない場合には十分ではない。

現代社会におけるリスクは、都市への人口集中、業務の集積、国際情勢における不安定要因の増大（軍事、テロリズム等）経済規模の拡大等により、巨大化、広範囲化してきている。

実際のところ、1970～2001年までの約30年間に発生した巨大損害のうち、そのほとんどが最近の10年間に発生している。（表2-1）

表2-1 主な大規模損害保険金支払い

(1970～2001年 上位15位)

(損害額の単位：百万米ドル)

年月日	国・地域	事象	犠牲者	保険損害額
2001/09/11	米国	米国同時多発テロ	3,122	30,000以上
1992/08/23	米国、パハマ諸島	ハリケーン アンドリュー	38	20,185
1994/01/17	米国	ノースリッジ地震	60	16,720
1991/09/27	日本	台風19号	51	7,338
1990/01/25	フランス、英国他	冬の暴風 ダリア	95	6,221
1999/12/25	フランス、スイス	冬の暴風 ロリータ	80	6,164
1989/09/15	プエルトリコ、米国他	ハリケーン ヒューゴ	61	5,990
1987/10/15	フランス、英国他	欧州における暴風・洪水	22	4,674
1990/02/25	ヨーロッパ	冬の暴風 ビビアン	64	4,323
1999/09/22	日本	台風18号	26	4,293
1998/09/20	米国、カリブ海諸国	ハリケーン ジョージェス	600	3,833
2001/06/05	英国	熱帯暴風雨 アリソン	33	3,150
1988/09/20	英国	パパー・アルファ オイルガ 爆発	167	2,994
1995/01/17	日本	阪神淡路大震災	6,425	2,872
1999/12/27	フランス、スイス、スロ	冬の暴風 マーチン	45	2,551

出典：国土交通政策研究所政策課題勉強会資料（参考資料 P49 参照）

2. 自然災害リスク平準化手法

保険では、上述のような巨大なリスクに対して、十分な金額の補償、十分な範囲(間接的な損害を含む)の補償、迅速な(損害査定のない)支払いを行うことが困難であることから、近年、保険と金融が結びついたART¹⁸という手法が注目を集めている。

ARTは、保険ではなく、最終リスク引き受けが保険市場に限られないもので、リスクを資本市場に移転するものである。ARTはいわば保険と金融の融合ともいべき手法であり、顧客が負っているリスクに対して、保険とは異なり、リスクを資本市場で保有するため、保険市場と比較して十分な金額の補償が可能である、商法上の厳格な支払い要件がないため、十分な範囲(間接損害を含む)の補償が可能である、また迅速な(損害査定のない)支払いが可能である、という3つの長所がある。

ARTの一手法である天候デリバティブと保険を比較すると(表2-2)、保険もデリバティブも一定の支払い条件に従って契約者が資金を受け取り、契約者の損害がカバーされるという点では共通するが、支払い額の決定方法や支払いの条件、支払いのタイミング等が異なっている。

表2-2 保険と天候デリバティブの違い

	保 険	天候デリバティブ
支払い額の決定方法	損害に応じて支払う (実損補填)	予め約定した指数に応じて約定金額を支払う
支払いの条件	事故と損害との間に因果関係が必要	・指数の変動と損害との間に因果関係は不要 ・間接的な損害を含む全ての損害を補填可能
支払い額評価、支払いのタイミング	損害査定により評価され事後的に支払われる	指数に応じて自動的に評価され迅速に支払われる
最終的なリスクの引き受け手	保険市場 (約20兆円)	資本市場 (約3,500兆円)

出典：国土交通政策研究所政策課題勉強会資料(参考資料P54参照)

本章では、自然災害リスクのマネジメント手法であるARTの代表事例として、(1)リスクの証券化(CatBond)、(2)天候デリバティブ、(3)キャプティブについて取り上げ、その詳細について説明する。

¹⁸ 代替的リスク移転：Alternative Risk Transfer ここていう「代替的」とは、「リスク移転手法」が保険ではなく金融工学・技術を活用した金融取引(証券化・デリバティブ)であること、「リスク移転先」が保険市場ではなく金融市場であること、という2つの意味を包含している。ARTの具体的な商品例としては天候デリバティブや地震リスク・台風リスクの証券化(CatBond(後述))が挙げられる。

3. リスクの証券化 (CatBond)

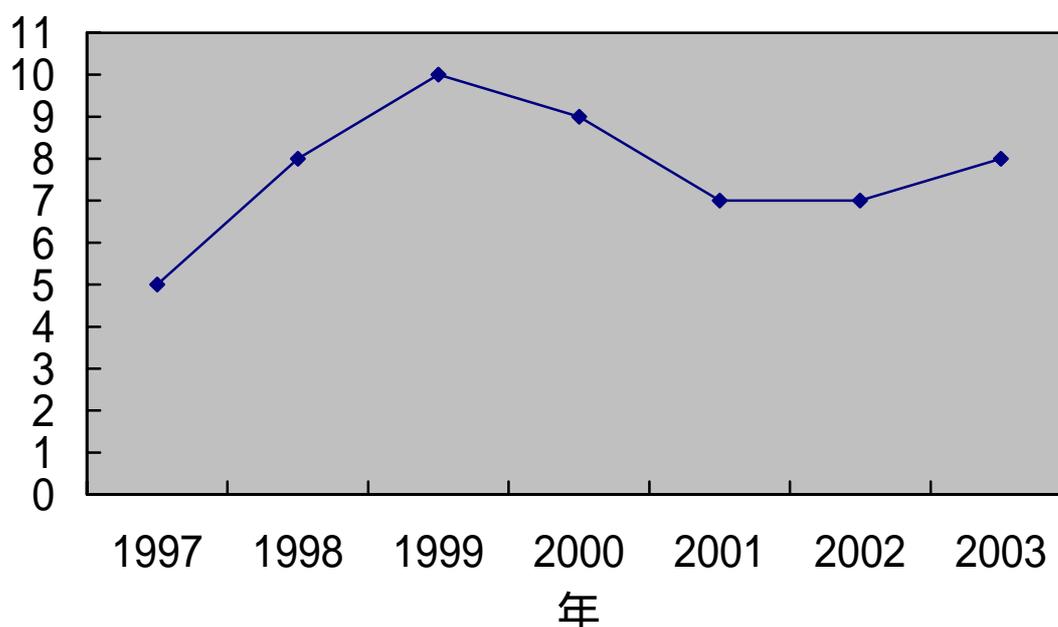
(1) CatBond とは

CatBond (Catastrophe Bond:大災害債券)とは、地震やハリケーンなどの大災害によって被る損失を回避・軽減するために、保険会社、再保険会社、一般企業等が発行する債券であり、大災害リスクを証券化する手法である。CatBondによって大災害リスクは第三者である債券の投資家に移転される。CatBondでは、予め約定した事象(ex.「マグニチュード の地震」「 億円の損害の発生」など)が発生した場合、債券に投資した投資家は、事前に約定した通り、債券の元本の一部もしくは全部及び利息の支払いが受けられなくなる。事象が発生しない場合には、債券の元本及び利息の支払いが受けられる。

(2) CatBond の歴史

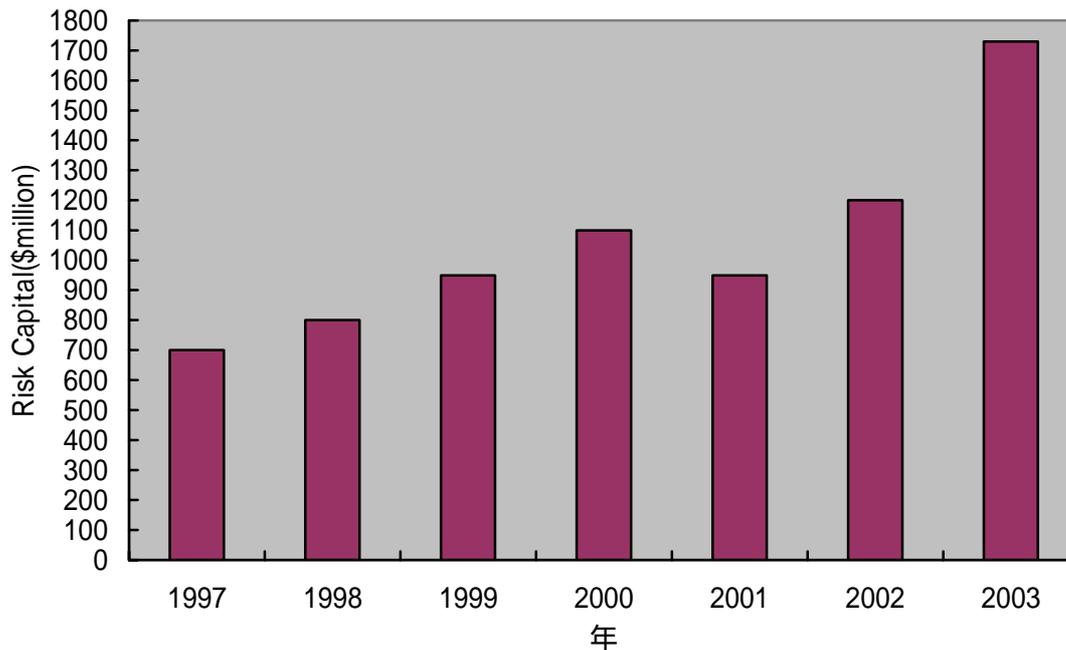
リスクの証券化はまだ歴史が浅く、第一号債券は 1994 年に発行されたハノーバー再保険会社が発行したものである。1997 年から CatBond 発行が本格的に行われ、現在までに 50 億ドル程度発行されている。この 5 年間では平均するとほぼ 10 億ドルずつ発行されている(図 2-1, 2-2)。近年のリスクの巨大化、広域化及び再保険市場のリスクキャピタルの縮小に伴い、債券発行は堅調に伸びている。

図 2-1 各年の CatBond の取引数



出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

図 2-2 各年の CatBond の発行額



出典: Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

(3) CatBond の仕組み・現状

CatBond のスキーム (図 2-3)

CatBond の典型的な取引は特別目的会社 (SPV¹⁹) がスポンサーである元受保険会社や再保険会社、一般事業会社などのリスクを移転しようとする会社と再保険契約等を締結し、同時に移転しようとする災害リスクを対象とした CatBond を投資家に発行する形態である。CatBond は、リスクを転嫁しようとしている会社が直接発行することもできるが、多くの場合は特別目的会社 (SPV) を通じて発行される。投資家から払い込みを受けた資金は、信託銀行等により安全性をもって運用がなされる。投資家は損害事故の発生がなければ、元本の返還とリスクに見合った利払いを受ける。しかし、前もって約定したトリガー²⁰が発生すると、債券の元本及び利息から再保険契約を履行する補償に充てられるため、投資家は元本及び利息の一部又は全部を失う。

¹⁹ Special Purpose Vehicle : 特別目的媒体。証券化の一般的な構造において、原資産を保有し、各種の必要な債券を発行するという重要な機能を担う。具体的な選択肢としては SPC (Special Purpose Company) や信託等があり、目的に応じて併用されたり、使い分けられたりしている。

²⁰ 約定された支払い責任を発生させる事象 (条件) のこと。近年の CatBond では客観的なインデックスをトリガーとすることが増えている。

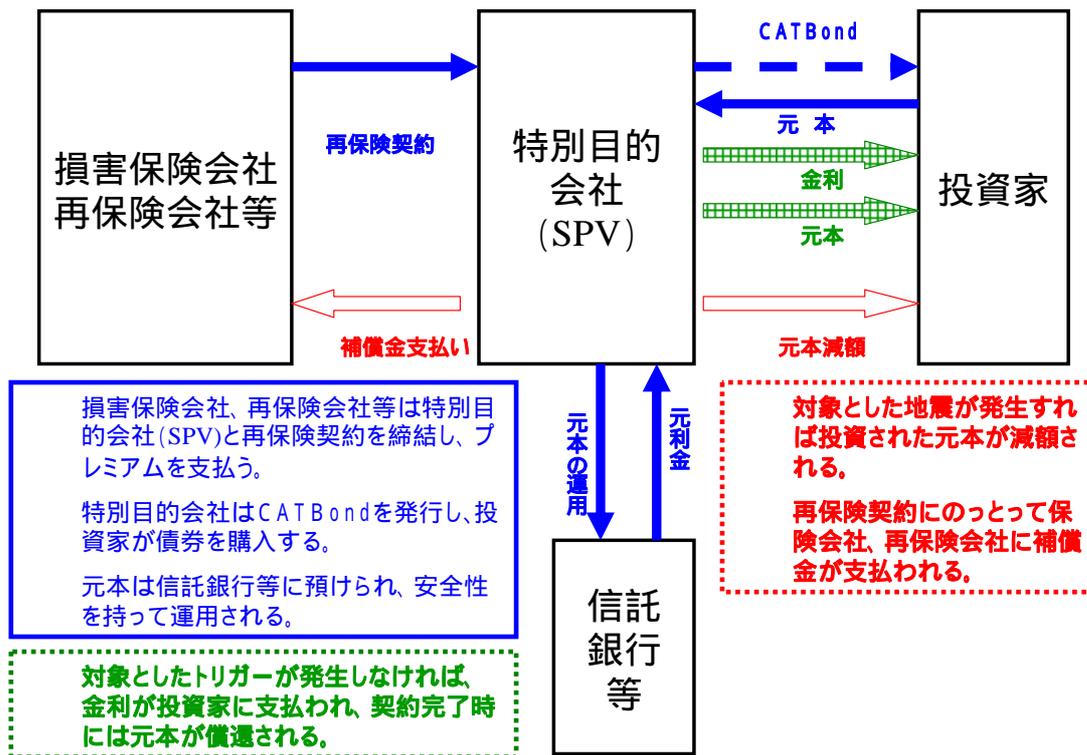


図 2-3 CatBond のスキーム

CatBond の具体例

株式会社オリエンタルランドが発行した CatBond を具体例として取り上げる。オリエンタルランド社は事業基盤（東京ディズニーランドの運営）が千葉県浦安市舞浜に集中しており、地震発生時には建物や各種アトラクションの直接損害だけでなく、交通機関の被害やレジャーに対する消費者心理の冷え込みによって、入場料収入が減少することが予想される。そこで同社は東京ディズニーシーを建設する際に、CatBond の手法を用いて地震リスクの移転を行った。債券発行はゴールドマンサックス社のアレンジによってなされ、元本リスク型債券 1 億ドルと信用リスク・スイッチ型債券の 1 億ドルの 2 種類を発行した（表 2-3、図 2-4）。

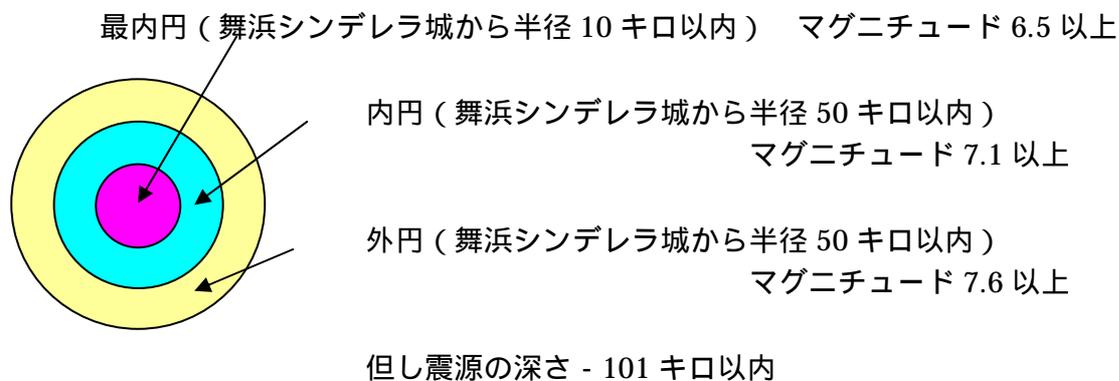
元本リスク型は、図 2-4 のトリガーが発生すると元本及び利息が返還されないが、信用リスク・スイッチ型では、文字通り、トリガーが発生すると、元本は新たにオリエンタルランドが発行する社債の購入に充てられるものであり、リスクが地震発生リスクからオリエンタルランド社の信用リスクに振り返られる。そのためトリガーが発生しても、ただちに元本が欠損するものではない。

表 2-3 オリエンタルランド発行の CatBond の内容

	元本リスク型債発行条件	信用リスク・スイッチ型債発行条件
発行額	1 億米ドル	1 億米ドル
利回り	6 ヶ月 LIBOR ²¹ + 3.1%	6 ヶ月 LIBOR + 0.75%
格付	B B + (S & P ²² 社他)	A (ダフ・アンド・フェルプス社他)
債券の種類	元本が地震の発生規模により「支払いテーブル」に従って減額される。	元本償還型債券。なお地震が発生した場合はオリエンタルランド社の発行する社債を購入する。(社債の購入は信託勘定にある資金を取り崩して行う)
償還価格	下記の図 2-4 記載の地震が発生した場合、債券の償還価格は 75% ~ 0% の範囲において減少する。	元本 100% 補償。
償還期限	5 年	5 年 (地震が発生した場合は発行日から 8 年を範囲で 5 年間延長される)

出典：甲斐良隆他『リスクファイナンス入門』(社)金融財政事情研究会

図 2-4 オリエンタルランドの CatBond のトリガーについて



出典：甲斐良隆他『リスクファイナンス入門』(社)金融財政事情研究会

²¹ London Interbank Offered Rate : ロンドンの銀行間取引の金利。変動金利の指標金利とされることが多い。LIBOR は英国銀行協会(BBA)により、日に一度発表されている。BBA は、毎営業日のロンドン時間午前 11 時の時点で指定 16 行に「対銀行貸出レート」をヒアリングし、上下 4 行の数字を除いた中 8 行の平均値を算出・発表している。

²² Standard & Poor's 社

CatBond が対象とするリスク

CatBond が対象とするリスクはカリフォルニア地震、北米東海岸のハリケーン、ヨーロッパ暴風、日本の地震が中心である。近年は日本の地震、台風に関する債券発行が増えている（表 2-5）。

表 2-4 証券化された自然災害リスク: Risk Capital(\$ millions)

年	カリフォルニア 地震	東海岸 ハリケーン	ヨーロッパ 暴風	日本 地震	日本 台風	その他
1997	112	395	0	90	0	36
1998	145	721	0	0	80	45
1999	227	507	167	217	17	292
2000	485	455	481	217	17	344
2001	577	552	432	150	0	240
2002	502	477	334	384	0	253
2003	848	517	575	801	278	225
合計	2897	3624	1989	1858	392	1436

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

CatBond におけるリスク提供者

保険会社又は再保険会社が自社の抱えるリスクのポートフォリオ²³に対して、そのリスク回避・軽減を図るために CatBond を発行するケースが多い。但し近年、個別事業会社の抱えるリスクに対しても一部債券が発行されている。前述のオリエンタルランドや LA ユニバーサルスタジオ等は事業会社が CatBond 発行を行った例である(表 2-6)。

²³ もともとは紙ばさみを意味する言葉であったが、有価証券は紙ばさみに挟んで保管されることが多かったため保有証券を意味するようになった。投資家が保有する有価証券・資産を一体として見る時、それをポートフォリオという。

表 2-5 CatBond 取引の例

発行年	SPV	スポンサー	リスク総額	トランシェ	債券の格付	対象危険	リスク地
1997	Winterthur	Winterthur	6	Notes	NR	ひょう	スイス
1997	Residential Re	USAA	82 313	ClassA-1Notes ClassA-2Notes	AAA(S&P) BB(S&P)	ハリケーン	東海岸
1997	SLF Re I	Reliance National	~ 30			マルチ	
1997	Swiss Re Cal Eq	Swiss Re	60 15 25 12	B Notes C Notes ClassA-1Notes ClassA-2Notes	BB(F) B - (F) BBB - (F) BBB - (F)	地震	カリフォルニア
1997	Parametric Re	東京海上	80 10	Notes Units	BB(F)	地震	日本
1998	Trinity Re	Zurich Re	11 61	ClassA-1 Notes ClassA-2 Notes	AAA(F) BB(F)	ハリケーン	フロリダ
1998	SLF Re	Reliance National	10			マルチ	アメリカ合衆国
1998	SLF Re	Reliance National	35			マルチ	アメリカ合衆国
1998	Residential Re	USAA	450	Notes	BB(F)	ハリケーン	東海岸
1998	Pacific Re	安田火災	80	Notes	BB-(F)	台風	日本
1998	Mosaic Re	St Paul F&G Re	9 15 21	Certificate ClassA Notes ClassB Notes	AAA(F) BB(F) B(F)	ハリケーン 地震	アメリカ合衆国 アメリカ合衆国
1998	Mid Ocean Re	XL Mid Ocean Re	50 50	A B		マルチ	アメリカ
1998	Trinity Re	Zurich Re	2.5 51.6	ClassA-1Notes ClassA-2Notes	AAA(F) BB(F)	ハリケーン	フロリダ
1999	Mosaic Re	St Paul F&G Re	1.4 24.3 20	Certificate ClassA Notes ClassB Notes	AAA(F) BB(F) B(F)	ハリケーン 地震	アメリカ合衆国 アメリカ合衆国
1999	SLF Re	Reliance National	10			マルチ	アメリカ合衆国
1999	Halyard Re	Sorema	17	Notes	BB-(F)	風雨 地震 台風	ヨーロッパ 日本 日本
1999	Residential Re	USAA	200	Notes	BB(S&P)	ハリケーン	東海岸
1999	Domestic Re	Kemper	80 20	Notes Shares	BB+(S&P) NR	地震	ニューマドリッド (U.S)
1999	Gemini Re	Allianz Risk Transfer	150	Notes	BB(F)	暴風雨	ドイツ
1999	Concentric	オリエンタルランド	100	Notes	BB+(S&P)	地震	日本

発行年	SPV	スポンサー	リスク総額	トランシェ	債券の格付	対象危険	リスク地
1999	Juno Re	Gerling Global Re	80	Notes	BB(S&P)	ハリケーン	フロリダ東海岸
1999	Gold Eagle	American Re	50 126.6 5.5	ClassA Notes ClassB Notes ClassB Shares	BBB-(F) BB(F) BB+(F)	ハリケーン 地震	アメリカ アメリカ
1999	Namazu Re	Gerling Global Re	100	Notes	BB(S&P)	地震	日本
2000	Seismic Ltd.	Lehman Re	145.5 4.5	Notes Shares	BB + (S&P) NR	地震	カリフォルニア
2000	Atlas Re	SCOR	70 30 100	ClassA Notes ClassB Notes ClassC Notes	BBB+(S&P) BBB-(S&P) B(S&P)	地震 地震 暴風雨	アメリカ 日本 ヨーロッパ
2000	Atlas Re	SCOR	70 30 100	ClassA Notes ClassB Notes ClassC Notes	BBB+(S&P) BBB-(S&P) B(S&P)	地震 地震 暴風雨	アメリカ 日本 ヨーロッパ
2000	Alpha Wind	State Farm	37.5 52.5	Shares Notes	BB(S&P) BB+(S&P)		
2000	Halyard Re 2000	Sorema	17	Notes	NR	暴風雨 地震	ヨーロッパと日本 日本
2000	Residential Re	USAA	200	Notes	BB(S&P)	ハリケーン	東海岸
2000	NeHi	Vesta Fire Insurance	41.5 8.5	Notes Shares	BB(F) NR	暴風雨 暴風雨	アメリカ ハワイ
2000	Mediterranean Re	AGF	41 88	ClassA Notes ClassB Notes	BBB+(S&P) BB+(S&P)	暴風雨 地震	フランス モナコ
2000	Prime Capital	Munich Re	159 6 3	Notes Shares Units	BB+(S&P) NR NR	ハリケーン	ニューヨーク マイアミ
2000	Prime Capital	Munich Re	129 6 3	Notes ClassB Shares Units	BB(S&P) NR NR	地震 暴風	カリフォルニア ヨーロッパ
2000	Western Capital	Swiss Re	97 3	Notes Shares	BB+(S&P) NR	地震	カリフォルニア
2001	Gold Eagle	American Re	116.4 3.6	Notes ClassB Shares	BB+(S&P) NR	ハリケーン 地震	東海岸 アメリカ中西部
2001	SR Wind	Swiss Re	58.2 58.2 1.8 1.8	ClassA-1 Notes ClassA-2 Notes ClassB-1 Shares ClassB-2 Shares	BB+(S&P) BB+(S&P) BB(S&P) BB(S&P)	暴風雨 暴風雨 暴風雨	プエルトリコ フロリダ / 東海岸 フランス
2001	Residential Re 2001	USAA	150	Notes	BB+(S&P)	ハリケーン	東海岸

発行年	SPV	スポンサー	リスク総額	トランシェ	債券の格付	対象危険	リスク地
2001	Trinom Ltd	Zurich Re	60 97 4.9	ClassA-1 Notes ClassA-2 Notes Shares	BB(S&P) BB+(S&P) B+	ハリケーン 地震 暴風雨	フロリダ/東海岸 カリフォルニア ヨーロッパ
2001	Redwood Capital	Lehman Re	160 4.95	Notes Pref Shares	BB+(S&P) BB+(S&P)	地震	カリフォルニア
2001	Atlas	SCOR	50 100	ClassA Notes ClassB Notes	A- (S&P) BB+(S&P)	地震 地震 暴風雨	アメリカ 日本 ヨーロッパ
2002	Redwood Capital	Lehman Re	194 6	Notes Preference	BBB-(S&P)	地震	カリフォルニア
2002	St. Agatha Re	Lloyds-Syndicate 33	33	Notes	BB+(S&P)	地震	カリフォルニア & ニューマドリッド
2002	K3	Hannover Re	230			地震 ハリケーン 暴風	アメリカ & 日本 アメリカ ヨーロッパ
2002	Residential Re 2002	USAA	125	Notes	BB+(S&P)	ハリケーン	東海岸 & ハワイ
2002	Fujiyama Ltd	日生同和火災	67.9 2.1	Notes Pref Shares	BB+(S&P) BB(S&P)	地震	東京 & 東海 (日本)
2002	Pioneer 2002 Ltd.	Swiss Re	93.5 76 66.2 67.25 55.55 28	ClassA Notes ClassB Notes ClassC Notes ClassD Notes ClassE Notes ClassF Notes	BB+(S&P) BB+(S&P) BB+(S&P) BBB-(S&P) BB+(S&P) BB+(S&P)	ハリケーン 暴風雨 地震 地震 地震 上記全て	北大西洋 ヨーロッパ カリフォルニア アメリカ中心部 日本 上記全て
2002	Studio Re Ltd	Vivendi S.A (through Swiss Re)	150 25	Notes Preference Shares	BB+(S&P) BB(S&P)	地震 地震	南カリフォルニア 南カリフォルニア
2003	Residential Re 2003	USAA	160	Notes	BB+(S&P)	ハリケーン 地震	東海岸 & ハワイ アメリカ
2003	Phoenix Quake Wind Ltd	全共連 (JA 共済)	192.5	Notes	BBB+(S&P)	地震 台風	日本 日本
2003	Phoenix Quake Ltd	全共連 (JA 共済)	192.5	Notes	BBB+(S&P)	地震	日本
2003	Phoenix Quake Wind Ltd	全共連 (JA 共済)	85	Notes	BBB - (S&P)	地震 台風	日本 日本
2003	Palm Capital Ltd.	Swiss Re	41.35	Notes	BBB+(S&P)	地震	日本
2003	Oak Capital Ltd.	Swiss Re	23.6	Notes	BB+(S&P)	暴風雨	ヨーロッパ

発行年	SPV	スポンサー	リスク総額	トランシェ	債券の格付	対象危険	リスク地
2003	Sequoia Capital Ltd	Swiss Re	22.5	Notes	BB+(S&P)	地震	カリフォルニア
2003	Sakura Ltd.	Swiss Re	14.7	Notes	BB+(S&P)	地震	日本
2003	Arbor Ltd.	Swiss Re	163.85	Notes	B(S&P)	ハリケーン 暴風雨 地震 地震	北大西洋 ヨーロッパ カリフォルニア 日本
2003	Arbor Ltd.	Swiss Re	26.5	Notes	A+(S&P)	ハリケーン 暴風雨 地震 地震	北大西洋 ヨーロッパ カリフォルニア 日本
2003	Pioneer2002 Ltd.	Swiss Re	16.25 20.25 13.75 59.1 8 8.14	ClassA Notes ClassB Notes ClassC Notes ClassD Notes ClassE Notes ClassF Notes	BB+(S&P) BB+(S&P) BB+(S&P) BBB-(S&P) BB+(S&P) BB+(S&P)	ハリケーン 暴風雨 地震 地震 地震 上記全て	北大西洋 ヨーロッパ カリフォルニア アメリカ中心部 日本 上記全て
2003	Formosa Re	Central Re	100	Notes	NR	地震	台湾
2003	Redwood Capital	Swiss Re	150	Notes	BB+(S&P)	地震	カリフォルニア
2003	Redwood Capital	Swiss Re	200	Notes	BBB-(S&P)	地震	カリフォルニア
2003	Pylon Ltd.	Electricite de France	85.4 146.4	Series A Notes Series B Notes	BBB+(S&P) BB+(S&P)	暴風雨 暴風雨	フランス フランス

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

注1．リスク総額の単位は百万ドル

2．「債券格付」の欄において、「S & P」は Standard & Poor's 社、「F」は Fitch 社を指す。

発行された CatBond の格付

発行された CatBond の格付は BB 格²⁴が中心である（表 2-7）。一部に A 格、B 格の例もある。

表 2-6 CatBond の各トランシェ²⁵の格付

	B		BB		BBB		A		AA		AAA	
	数	百万 \$	数	百万 \$	数	百万 \$	数	百万 \$	数	百万 \$	数	百万 \$
1997	1	15.00	3	453.00	2	37.00	0	0.00	0	0.00	1	82.00
1998	1	21.00	5	657.60	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	22.50
1999	1	20.00	9	877.90	1	50.00	0	0.00	0	0.00	1	1.40
2000	1	100.00	7	815.50	3	141.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2001	0	0.00	9	896.80	0	0.00	1	50.00	0	0.00	0	0.00
2002	0	0.00	9	695.15	2	261.25	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2003	1	163.85	12	624.94	6	814.50	1	26.50	0	0.00	0	0.00
合計	5	319.85	54	5020.89	14	1303.75	2	76.50	0	0.00	5	105.90

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

発行された CatBond の期間

CatBond が発行された初期は債券期間 1、2 年が主であったのが、最近は 3 ~ 5 年が主に変化してきている（表 2-8）。これは災害リスクの予測技術の精度向上により、ある程度長期の自然災害リスクについて予測が可能となってきたことによる。

表 2-7 発行された CatBond の期間

発行年 \ 期間	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	10 年
1997	2	1	1	0	0	1
1998	7	0	0	0	1	0
1999	5	0	3	0	2	0
2000	3	1	4	0	1	0
2001	2	1	3	1	0	0
2002	0	1	4	2	0	0
2003	0	2	4	1	2	0
合計	19	6	19	4	6	1

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

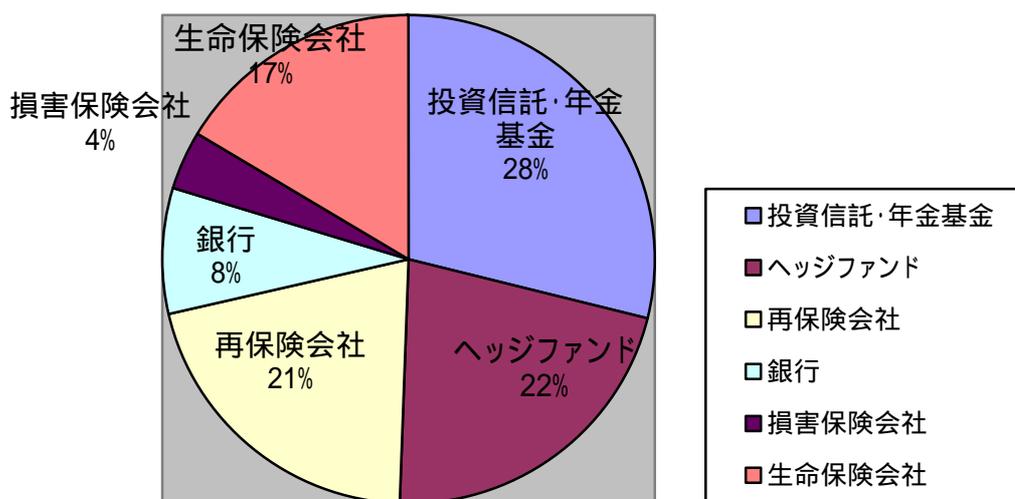
²⁴ 定義：債務履行の確実性は当面問題ないが、将来環境が変化した場合、十分注意すべき要素がある。格付投資情報センターHPより（<http://www.r-i.co.jp/jpn/rating/rating/definition.html>）

²⁵ フランス語で一切れの意。証券化によって生じた証券をスプレッド格差に応じて切りわけたもの

CatBond の投資家 (図 2-5)

CatBond の投資家としては、投資信託・年金基金等の機関投資家が中心であり、CatBond 専門の投資信託も組成されている。ヘッジファンド²⁶の投資も近年、増加傾向にある。投資が活発化している理由は、CatBond は伝統的投資資産 (株式、債券) との相関関係がゼロに近いゼロ²⁷資産に位置づけられており²⁸、このため CatBond をポートフォリオに加えても全体のリスクは増加せず、また CatBond は他の金融資産と比べてリターンが高いため、リスクを増やすことなくリターンを増加させることが可能となるためである。

図 2-5 CatBond の投資家の分布



出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

CatBond の支払い条件：

CatBond が登場した当初は、実際に発生した損害額に基づいたトリガー(indemnity base)が用いられていた。しかし近年はトリガーを損害額以外の客観的数値、すなわちインデックス (index base²⁹) によって支払いの有無、額を決定する方式が中心となってきた (表 2-9, 10, 11)。これはインデックス型トリガーの方が、損害発生額型トリガーよりも透明性、簡便性が高いためであり、債券投資家や格付機関の立場からも高く評価されている。それぞれのトリガーには CatBond 発行体、投資家それぞれにとって長所、短所が存在しており、表 2-12、13 に整理する。

²⁶ 投資対象を分散することで、資産間のリスクを相殺させ高いリターンを求める投資ファンド

²⁷ 個別証券 (あるいはポートフォリオ) の収益が証券市場全体の動きに対してどの程度敏感に反応して変動するかを示す数値で、現代ポートフォリオ理論でよく用いられる。

²⁸ 金利、為替その他のマクロ経済の変動要因が株式市場に与える影響は大きい、天災と株式市場の相関関係は低いことによる。

²⁹ index base はさらに保険業界全体の損害をインデックスとしたもの (Industry-Loss index) と 物理的な数値をインデックスとするもの (Parametric index) がある。

表 2-8 トリガーの概略(全発行分について)

年	損害発生	損害以外のトリガー
1997	3	2
1998	8	0
1999	7	3
2000	4	5
2001	1	6
2002	2	6
2003	2	7
合計	27	33

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

表 2-9 トリガーの概略(保険会社発行分について)

年	損害発生	損害以外のトリガー
1997	3	1
1998	5	0
1999	4	0
2000	2	2
2001	1	0
2002	1	1
2003	2	2
合計	18	6

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

表 2-10 トリガーの概略(再保険会社発行分について)

年	損害発生	損害以外のトリガー
1997	0	1
1998	3	0
1999	3	2
2000	2	3
2001	0	6
2002	1	7
2003	0	5
合計	9	24

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2003,
MMC SECURITIES

表 2-11 トリガーの長所・短所 (CatBond 発行体)

トリガー	長所	短所
Indemnity base	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースリスク³⁰がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・モデリング機関による、詳細なリスク分析が必要となる。 ・高精度の格付をするのに時間がかかる。 ・競合相手に自社のポートフォリオの詳細を開示することになる。 ・流動性が低くなる可能性が高い ・発行体ポートフォリオの成長分を調整する必要がある。 ・損害復旧までの期間が長い。
Industry-loss index	<ul style="list-style-type: none"> ・プロセスが単純である ・格付に要する時間が短い ・発行体が自社の機密情報を開示する必要がない ・支払いに要する期間が短い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースリスク ・業界全体の損害積算が利用できない場合はモデルによる損害積算によるアプローチを行う必要がある ・業界全体のポートフォリオの成長分を調整する必要がある
Parametric index	<ul style="list-style-type: none"> ・プロセスが単純である ・格付に要する時間が短い ・発行体が自社の機密情報を開示する必要がない ・支払いに要する期間が短い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースリスク

表 2-12 トリガーの長所・短所 (投資家)

トリガー	長所	短所
Indemnity base	<ul style="list-style-type: none"> ・他のトリガーとの比較では特に長所はなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・損害額の積算に長期間要し、非効率的である ・モラルハザード³¹
Industry-loss index	<ul style="list-style-type: none"> ・発行にあたりモラルハザードがない ・流動性が高い ・Indemnity に比較するとトリガー発生確認が迅速に行える 	<ul style="list-style-type: none"> ・損害額の積算に長期間要し、非効率的である ・モデルによる損害積算の場合には、積算過程がブラックボックスである。
Parametric index	<ul style="list-style-type: none"> ・発行にあたりモラルハザードがない ・流動性が高い ・トリガー発生確認が迅速に行える 	<ul style="list-style-type: none"> ・他のトリガーとの比較では特に短所はなし

出典：Market Update :The Catastrophe Bond Market at year-end 2002,
MMC SECURITIES

³⁰ リスクのヘッジを行う主体に発生した損害額と、証券化商品の利用によって回収できる金額の差のこと。

³¹ 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。金融においては、セーフティネットの存在により、金融機関の経営者、株主や預金者等が、経営や資産運用等における自己規律を失うことを指す。

CatBond 市場の動向

表 2-1、2 の通り CatBond 市場は堅調に推移している。理由としては近年の再保険市場の体力の弱体化等によって、リスクファイナンスにおける資本市場の役割が高まっているためと考えられる。WTC 事故（2001 年 9 月 11 日）及び世界的株安によって、再保険市場のリスクキャピタルはおよそ 20% 減少しており、その結果、リスク引き受け先が減少、再保険料率の上昇がもたらされた。保険会社の財務体質が悪化した結果、格付の引き下げも相次ぎ、AAA 格の保険会社はごくわずかとなってきており、資本市場へリスクを移転する CatBond の役割が上昇している。

(4) CatBond のメリット・デメリット

CatBond のメリット

）潤沢な資本市場の資金量の活用が可能である

保険市場と比して、市場規模が大きい資本市場にリスクを移転することによって、多額のリスクの引き受けが可能となる。

）長期契約が可能である。

近年のリスク計測、予測技術の向上により、債券期間が長期化しており、3～5 年間の長期のコストを固定することが可能となる（表 2-8 参照）。

）リスクの引き受け先の信用リスクが回避できる。

CatBond 発行時に、債券投資家からの資金の払い込みが終了するため、リスク引き受け先の信用リスクから分離され、確実なリスク引き受けが行われる。

）トリガーをインデックスにすることにより、仕組みがわかりやすくなり、資金回収までの時間の短縮が可能となった。

）保険では補償できないリスクも補償可能となる。

具体的には、地震による収益変動等、保険の条件設定が困難なリスクや損害査定が困難なリスク、多数の施設の一極集中など保険設定に手間がかかるリスクなどの補償が可能となる。

）CatBond の活用により、収益 / キャッシュフローの安定化が図れる。

CatBond のデメリット

）客観的なリスク分析を実施する必要がある

災害発生確率、損害可能性などにつき客観的な分析がされることが必要であり、その分析は第三者のリスクモデリング機関などの専門機関が行う必要があり、そのためのコストが必要となる。

）発行債券は格付取得が原則である。

発行債券は投資家の投資判断のために、格付取得が原則であり、格付取得費用がかかる。

) CatBond 発行に伴う初期費用がかかる。

債券発行に際し、弁護士、公認会計士、SPV の設立諸費用などのコストが必要となる。

) 発行までに一定期間を要する

リスクモデリング、格付取得、SPV の設立などのプロセスを伴うことから、債券発行までに 2 ~ 6 ヶ月程度を要する。

) ベーシスリスクが存在する

実際の損害と CatBond による補償金額とが乖離するベーシスリスクが存在するため、発生損害に関して満額の補償が得られない場合がある。その意味でもリスク測定・分析が重要となる。

4. 天候デリバティブ

(1) 天候デリバティブとは

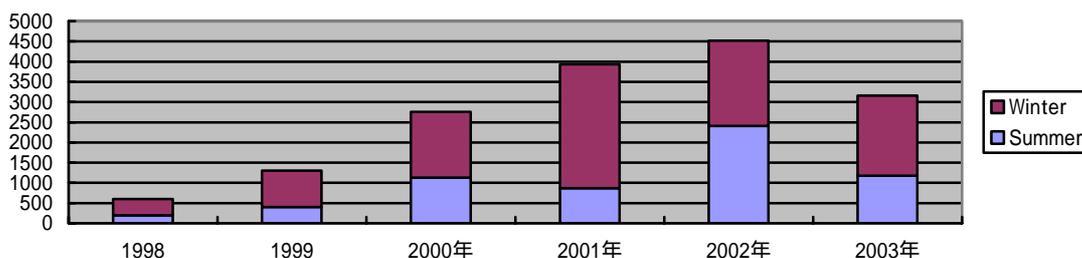
天候デリバティブとは、異常気象・天候不順によって被る損失を回避・軽減するために、異常気象・天候不順という気象現象を、気温や雨・雪などの気象データを用いて指数化し、予め取り決めた指数と実際の気象現象から得られた指数との差異に応じ、金銭を授受する金融取引である。

デリバティブには金利・為替を対象とした金融デリバティブをはじめ、原油などを対象とした商品デリバティブ、株式の価格を対象としたエクイティ・デリバティブ、対象企業の信用リスクを対象としたクレジットデリバティブなどがあり、これらは 1998 年に保険業法や銀行法の改正により、損害保険会社、銀行などは付随業務として取り扱いが認められているが、天候デリバティブに関しては法律上の明文規定はない。そこで現在、天候デリバティブの法的根拠は、将来の一定の気象条件がデリバティブのオプションの買い手の信用力に影響を与えるという意味で、広義のクレジットデリバティブに該当すると解釈されている³²。

(2) 天候デリバティブの歴史

天候デリバティブはまだ歴史が浅く、1997 年に米国にて行われたエンロンによる取引が最初といわれている。その後米国ではエネルギーの自由化も行われ、エネルギー会社は気温による収益の変動をコントロールする必要から、天候デリバティブ取引が急速に普及した。日本では 1999 年 6 月に三井海上火災保険株式会社（現三井住友海上火災保険株式会社）がスキー用品店と国内での第一号契約を行っている（(3) 表 2-11 参照）。その後異常気象が相次いだこともあり、日本でも取引が急速に拡大している。WRMA³³の調査では、2003 年時点での世界での OTC³⁴での取引件数は約 3,200 件、CME³⁵に上場されている天候デリバティブの取引件数は約 21,000 件であり、取引額は約 45 億ドルと、堅調に市場規模が拡大している（図 2-6、図 2-7、図 2-8）³⁶。

図 2-6 世界の天候デリバティブの取引数(除く CME での取引)



出典：「Results of 2004 PwC Survey」PricewaterhouseCoopers

³² 「当該当事者間で取り決めた者の信用状態等に係る事象の発生に基づき、金銭の支払いまたは財産の移転を相互に約する取引その他これに類似する取引」（保険業法施行規則第 52 条第 3 項第 6 号）

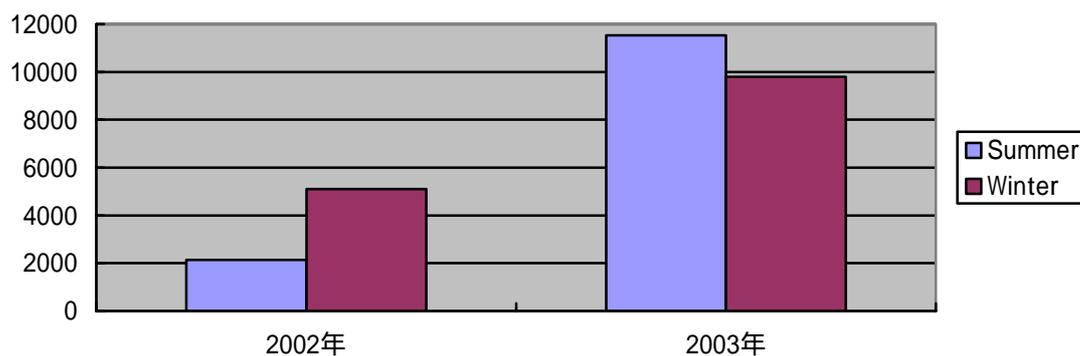
³³ Weather Risk Management Association：天候リスクマネジメント協会。1999 年米国で設立された国際的な非営利団体

³⁴ OTC：Over the Counter 相対取引のこと

³⁵ The Chicago Mercantile Exchange：シカゴマーカンタイル取引所

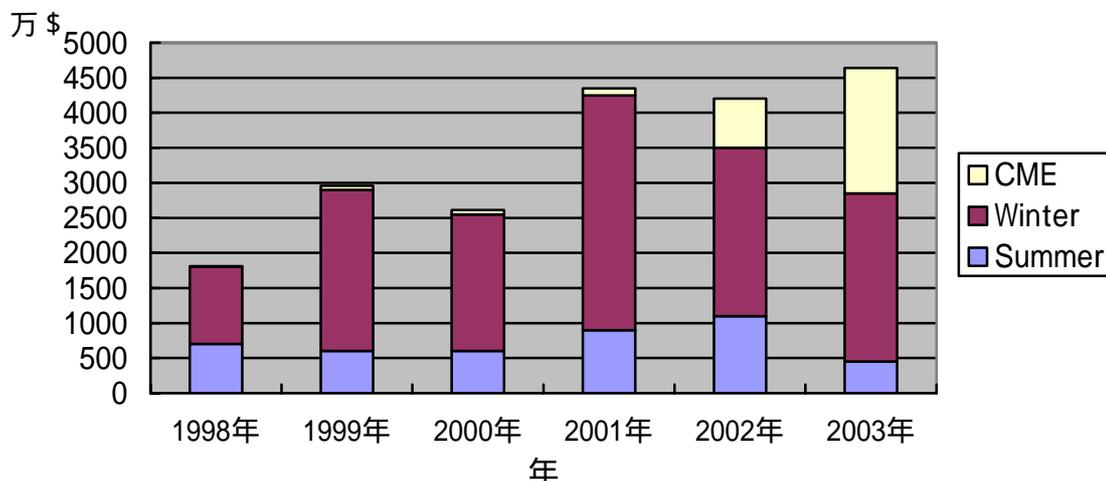
³⁶ CME での市場取引以外の OTC 取引については、WRMA に加入している金融機関等についての調査であるため、市場で取引された全ての天候デリバティブ契約を網羅しているものではない。

図 2-7 世界の天候デリバティブの取引数(CME での取引)



出典：「Results of 2004 PwC Survey」PricewaterhouseCoopers

図 2-8 世界の天候デリバティブの取引額



出典：「Results of 2004 PwC Survey」PricewaterhouseCoopers

(3) 天候デリバティブの仕組み・現状

天候デリバティブの取引形態

天候デリバティブはデリバティブ取引としての取引形態（オプション取引³⁷、スワップ取引³⁸）と支払い条件、支払い金額の決定方法（日数カウント型、度数累積型、期間平均型）によって分類できる。

）オプション取引とスワップ取引

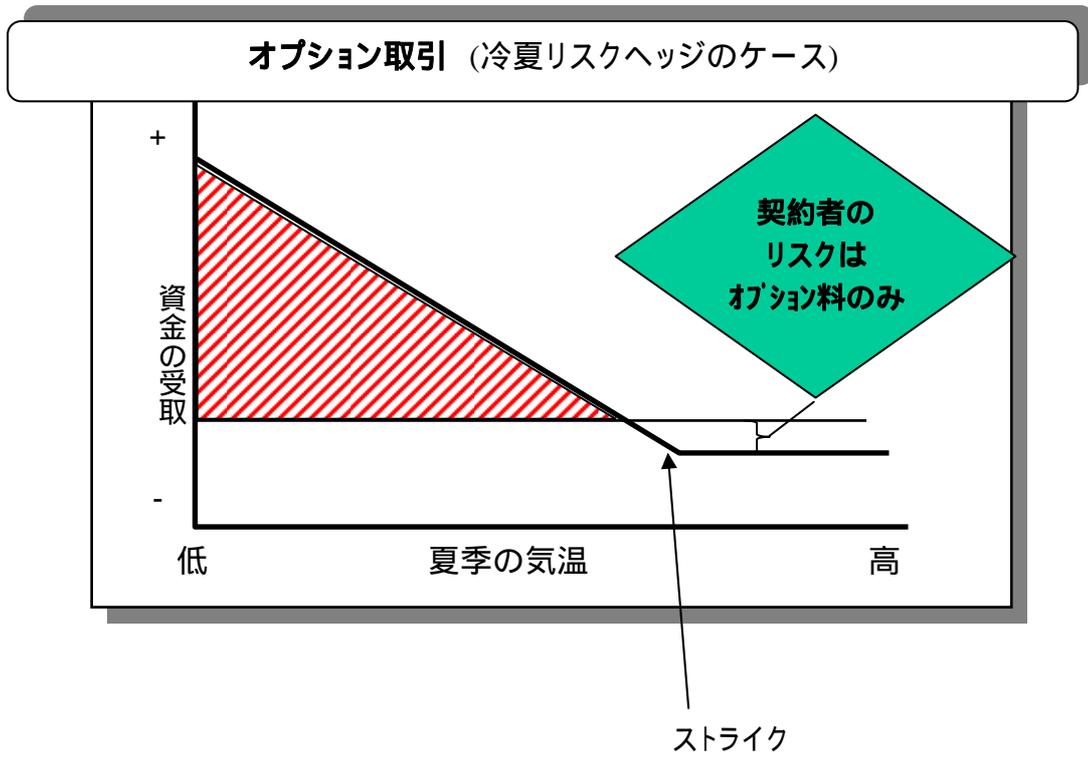
・オプション取引（図 2-9）

予めオプション料を支払うことによりリスクをヘッジする取引のことである。損害保険契約にイメージが近い。オプション購入者は事前に約定した天候次第で資金を受け取ることができる。支払いは、契約当初に支払うオプション料に限定される。

³⁷ ある金融商品を予め決めた値段で売買するかしないかを選べる権利を取引すること。

³⁸ 等価のキャッシュフローを交換する取引の総称。金利スワップや通貨スワップなどがある。

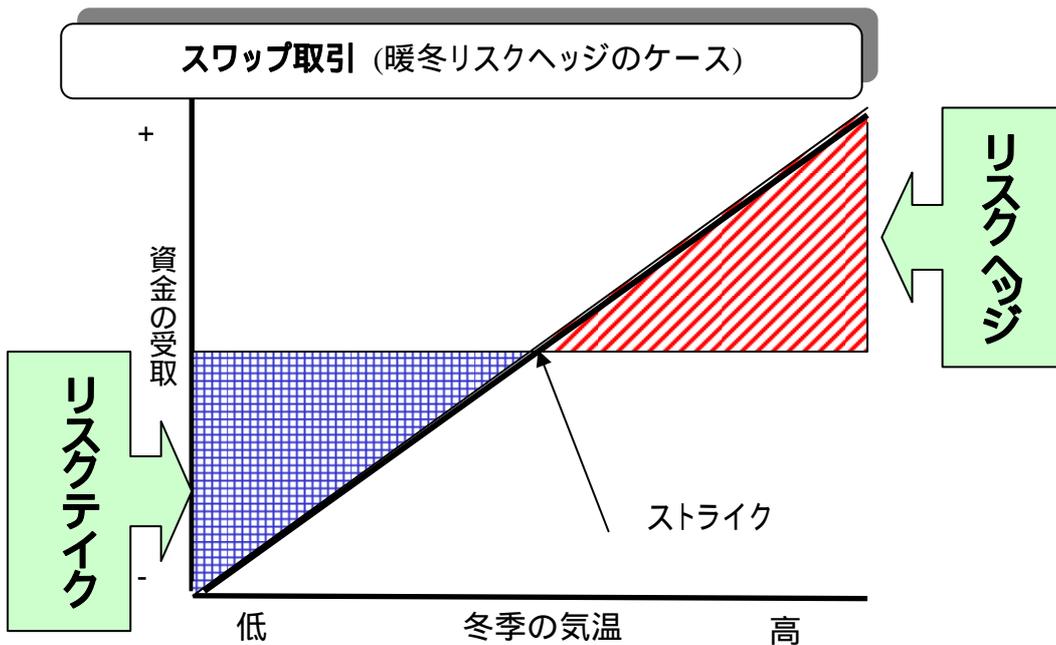
図 2-9 オプション取引



・スワップ取引 (図 2-10)

当初資金を支払うことなくリスクをヘッジする取引である。反対のリスクを保有する者同士が危険を交換(スワップ)する。スワップ取引契約者は、当初支払いがない反面、事前に約定した天候次第で資金支払いが発生する

図 2-10 スワップ取引



）日数カウント型、度数累積型、期間平均型

・日数カウント型

観測期間中に一定の気象条件を満たす日が、一定の日数を超えた場合に、1日につき一定金額を支払う取引のことである。

・度数累積型（HDD スワップ、CDD スワップ³⁹）

観測期間中の1日の平均気温と一定の気温（華氏65度など）との差を合計した数値を基準として、その数値が一定数値より上回れば1度につき、一定金額を支払うが、一定数値より下回れば、1度につき一定金額を受取る取引のことである。

・期間平均型

度数累積型の変形バージョンの取引である。期間平均値が一定数値より上回る、もしくは下回ると資金の受取が発生する取引のことである。

天候デリバティブの取引要素

）対象となる気象要素

基本的には気象庁がデータを公表している全ての気象要素が対象となりうるが、実際に商品化されているのは、一部である。また単一の要素のみでなく、複数の気象要素を複合した形態の契約も可能である。

）観測ポイントの設定

天候デリバティブの取引には、取引の対象とする気象要素を観測する観測ポイントも設定するが、わが国の場合、気象庁の全国約150ヶ所の気象官署⁴⁰（1961年から観測）と全国約1300ヶ所のアメダス⁴¹（1976年から観測）により全国をカバーしている。

）閾値（しきいち）

降水デリバティブの場合、日降水量が1mm以上となる日の日数を指標として用いる場合での、1mmという値のことである。取引形態が日数カウント型以外の取引では指標の要素として用いられない。

）観測期間

観測期間は天候デリバティブで予め設定する天候リスクを回避したい期間である。必ずしも一定期間の全日数を対象にする必要はなく、一定期間中の土曜日、日曜日、祝日のみ指定するといった契約も可能である。観測期間は、3 - 6ヶ月の短期間のものが中心に取引がされている。

³⁹ それぞれ「Heating Degree Day」と「Cooling Degree Day」の頭文字をとったもの。「Degree Day」とは一日の平均気温と華氏65度(摂氏18.33度)との差である。HDDとCDDの計算方法は以下の通りで、米国ではこのHDD・CDDの累積値を天候デリバティブの一般的な取引指標として用いている。

HDD = 華氏65度 - 1日の平均気温(但し最低0) 1日の暖房必要度を表し、数値が低いほど暖冬になる。
CDD = 1日の平均気温 - 華氏65度(但し最低0) 1日の冷房必要度を表し、数値が低いほど冷夏になる。

⁴⁰ 管区气象台、地方气象台及び測候所等を指す。气象台と測候所は全国に154ヶ所ある。

⁴¹ 気象庁が全国約1300ヶ所に展開している自動気象観測システム。データは日・時刻別の気温、降水量、風力、日照時間、積雪量（一部は日別値のみ）等であるが、収集できる気象要素は観測地点毎に異なる。

) ストライク (免責値)

ストライク (免責値) は資金の受取が発生する指数の一定数値のことである。但しスワップ取引ではストライクとはいわない。カラー取引⁴²の場合、ではストライクが2つ存在する。

) プレミアム (オプション料)

プレミアムとはオプション取引でオプションの買い手がオプションの売り手に対して支払う資金である。スワップ取引などでは、資金授受は観測期間の指数を確定した後にのみ行われるため、プレミアムの授受は発生しない。

) オプション変動金額 (決済金額)

オプション取引の売り手がオプションの買い手に対して、予め定められた計算式に観測期間中の気象データを当てはめて計算した結果に従い、支払う金額のことである。

) 最大支払い額

通常、OTC 取引の場合、取引形態に拘わらず最大支払い額が決定されている。支払われるべき金額が最大支払い額を超えても、最大支払い額の支払いがなされる。

天候デリバティブの具体的契約例 (表 2-11)

天候デリバティブの契約の具体例を取り上げる。以下の契約はスキー場に積雪量が一定以上ない日が増加するとスキーに行く人が減少し、スキー用品の売り上げが減少するため、そのリスクをヘッジするためにスキー用品販売会社が三井住友海上火災保険会社と行った契約である。

表 2-13 天候デリバティブの具体例

日本初の三井住友海上社の積雪デリバティブ

- ・気象要素 : 積雪量
- ・観測ポイント : 長野県野沢温泉、菅平、岐阜県六庇
- ・閾値 : 日積雪量 10 cm 以下
- ・観測期間: 1999年12月1日から1999年12月31日まで
- ・ストライク値 : 75日 (3観測地点の合計)
- ・決済金額の計算方法: { (所定の閾値が観測された日数) - (ストライク値) }³ × (単位価額) 決済金の最低額は0、最高額は、最大支払金額と同一となる。
- ・単位価額 : 6,000,000円
- ・最大支払金額 : 108,000,000円
- ・プレミアム : 10,000,000円

出典: 甲斐良隆他 『リスクファイナンス入門』(社)金融財政事情研究会

⁴² オプション取引の一類型

天候デリバティブの商品提供者

) 日本市場

天候デリバティブの商品提供者としては、損害保険会社、銀行、証券会社、総合商社、エネルギー関連会社などである。

) 海外市場（現状は欧州と米国が中心）

天候デリバティブの商品提供者は投資銀行、再保険会社、エネルギー関連会社が中心となっている。米国でのエンロン破綻時（2001年）まではエネルギー関連会社が商品提供者の中心であったが、同社破綻後のきなみ市場から撤退した一方、投資銀行が参入した。現在はOTC取引での取引相手の信用リスク回避のため、CMEでの市場取引が急拡大している（前掲図2-7、2-8参照）。

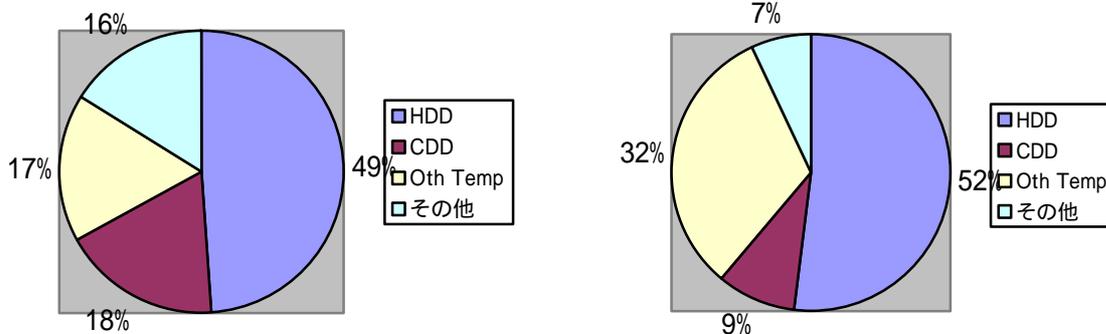
天候デリバティブの投資家

天候デリバティブの投資家は、エネルギー関連会社、金融機関、一般事業会社などが中心である。

天候デリバティブの商品動向

天候デリバティブの商品は、全世界で見ると、気温関連の契約が大半を占める。一方四季がはっきりしており、様々な気象現象に影響を受ける日本では、気温以外にも降水、積雪、強風など様々な天候デリバティブが開発され、販売されており、相対的に気温関連の契約のシェアは低くなっている。

図 2-11 天候デリバティブの契約数及び契約額（CMEでの取引含まず）
< 契約数 > < 契約額 >



出典：「Results of 2004 PwC Survey」PricewaterhouseCoopers

天候デリバティブの市場動向

世界における天候デリバティブ市場は前掲の図 2-6,7,8 の通り、急拡大している。現在取引の中心は米国と欧州であるが、アジアにおいても取引が急増している（図 2-12）。アジアでの取引は日本が中心であるが、台湾や中国等でも取引が開始され、市場が拡大している。以下近年の日本市場の動向について整理する。

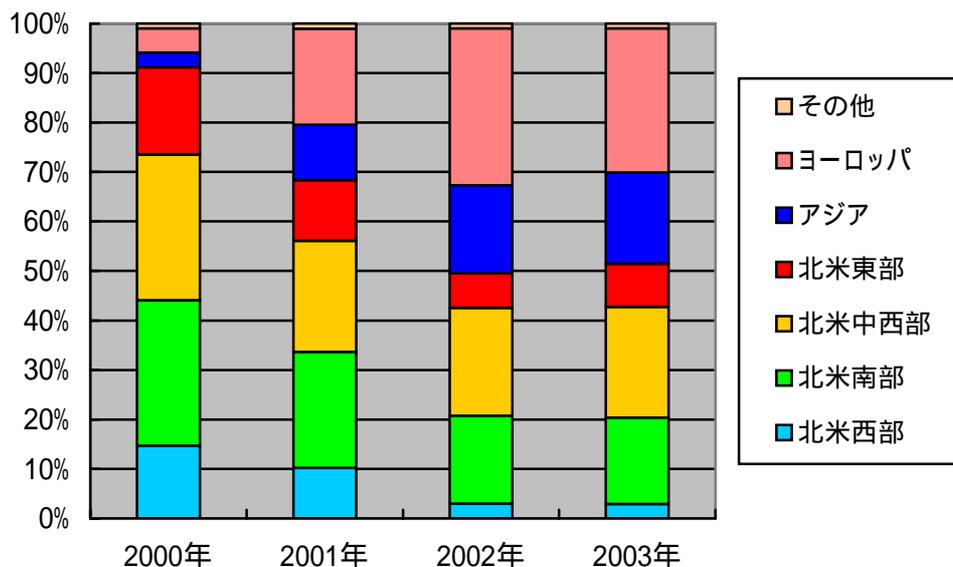


図 2-12 地域別の天候デリバティブのシェア
(除くCMEでの取引)

出典：「Results of 2004 PwC Survey」PricewaterhouseCoopers

< 日本市場の動向 >

- ・近年の異常気象もあり、右肩上がりで市場が拡大している⁴³。
- ・銀行での窓口販売が行われており、小口定型商品が主力商品となっている。
- ・地場の中小規模事業者による短期取引が多い。
- ・一方で電力会社、ガス会社による大口取引が行われている。
- ・取引所上場の動きがある⁴⁴。

(4) 天候デリバティブのメリット・デメリット

メリット

) 潤沢な資本市場の資金量の活用が可能である。

保険市場と比して、銀行、商社、証券会社、エネルギー会社などの参入により、市場規模が大きい資本市場にリスクを移転することによって、多額のリスクの引き受けが可能となる。

) インデックスによる取引であり、仕組みがわかりやすくなり、資金回収までの時間の短縮が可能となった。

損害保険のような厳格な支払い要件はなく、損害査定も不要であり、資金の受取が早期に可能である。

⁴³ 日本経済新聞 (2005年6月2日)

⁴⁴ TIFFE (東京金融先物取引所) などへの上場の動きがある。取引所への上場によって、市場参加者の多様化、市場の厚みの構築、カウンターパーティーの信用リスクの排除等が期待でき、天候デリバティブの一層の普及が期待される。

) 保険では補償できないリスクも補償可能となる。

具体的には、天候による収益変動等、保険の条件設定が困難なリスクや損害査定が困難なリスク、因果関係の証明が困難など保険設定に手間がかかるリスクなどの補償が可能となる。

) 天候デリバティブの活用により、収益/キャッシュフローの安定化が図れる。

デメリット

) ベーシスリスクが存在する。

実際の損害と天候デリバティブによる補償金額とが乖離するベーシスリスクが、3. の CatBond 同様存在するため、発生損害に関して満額の補償が得られない場合がある。

) 市場が未整備である。

市場がまだ十分に整備されておらず、プレミアムに関して割高感がある。

5. キャプティブ

(1) キャプティブとは

キャプティブとは、ある企業に専属した保険会社のことであり、保険マーケットでは調達しにくい保険の手当や従来の保険に比べて、割安な保険料を追求するために、親会社のリスクを引き受ける器として設立される保険子会社である。通常は親会社の出資により子会社として設立される。親会社である企業は、自身が抱えるリスクについて保険契約を用いてキャプティブに移転する。

(2) キャプティブの歴史

キャプティブは、もともとアメリカの企業が国内における厳しい保険規制と高税率を回避するために、海外の軽課税国に設立するようになったのが始まりである。次第に保険料コスト節減だけでなく、リスクマネジメントの一環の手段として利用されるようになった。1980年代前半に、アメリカで生産物賠償責任や医療過誤賠償責任の増大による保険危機を契機として、保険マーケットでは引き受けてもらうことが困難なリスクの自家保険対策として脚光をあびた。欧米の大企業の多くは、何らかの形でキャプティブに参与してリスクマネジメントを行っている。

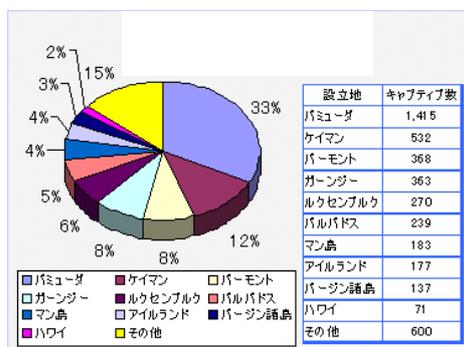
現在キャプティブは、世界全体で、件数で約 4,560 件、保険料規模で 250 億ドル、総資産 1,380 億ドルに達している（2001 年）⁴⁵。キャプティブは欧米の大企業の保険付保に大きな変化をもたらし、現在全世界の企業物件の 30% 以上はキャプティブ（類似の自家保険引き受け機構）によって占められている。1998 年以降キャプティブマーケットは年率 10% の伸びを示したのに対し、伝統的企業保険は低迷した。

(3) キャプティブの仕組み・現状

キャプティブの目的

キャプティブは前述の通り、保険マーケットでは調達しにくい保険の手当や従来の保険に比べて、割安な保険料を追求するために、親会社のリスクを引き受ける器として設立される保険子会社である。一般的にキャプティブは親会社によって人的・資本的に経営が支配されており、バミューダ、ケイマン、シンガポール、アイルランド、ルクセンブルク等の保険事業認可や会社設立の規制が緩い軽課税国に設置される（表 2-12）。

表 2-14 主なキャプティブ設立地



（出典：NNI グループホームページ⁴⁶）

⁴⁵ Swiss Re, sigma No.1/2003

⁴⁶ <http://www.nni.ne.jp/>

キャプティブのスキーム

< 設立 >

キャプティブとは、企業や団体が、親会社のリスクを引き受ける器として設立される保険子会社である。自らが加入する保険契約を再保険という形で引き受けるために再保険会社として設立されることが多い（キャプティブ類型参照）。ここでは後述のフロンティング方式のキャプティブのスキームを取り上げる。

図 2-13 キャプティブ設立



< 運営 >

企業は、元受保険会社を通じて、自社が支払った保険料を再保険会社（キャプティブ）へ出再⁴⁷を行う。

図 2-14 キャプティブの運営



< 収益 >

キャプティブへの出再の結果、保険金の支払いは、元受保険会社とキャプティブの保険料の引き受け割合に応じて支払いを行う。その結果、保険金支払い後にキャプティブ会社に残った保険料が再保険会社の利益となり、親会社の企業へ配当として還元が行われる。

図 2-15 キャプティブによる収益



このように、キャプティブとは企業が自ら保険子会社を運営し、自社の加入保険から利益を得るというシステムであり、そういった意味からキャプティブ（（企業に）拘束された）という呼び名が使われている。多くの場合は、万一の巨大損害に備えるために、キャプティブから他の再保険会社へ、出再を行い、リスクを移転している。

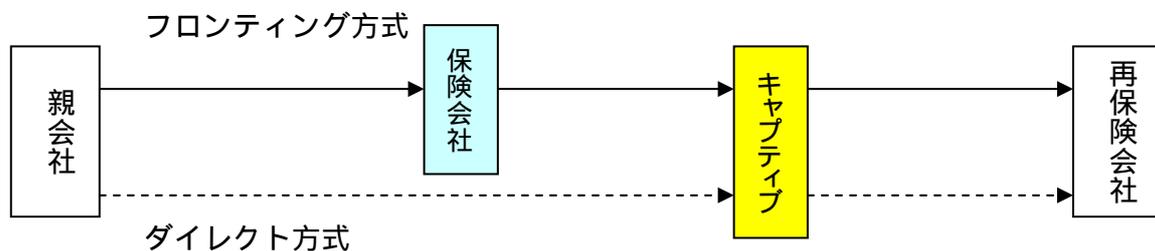
⁴⁷ 再保険を引き受けてもらうこと。逆に再保険を引き受けることを受再という。

キャプティブ類型

）フロンティング方式とダイレクト方式

キャプティブの保険引き受けの観点からの分類は2類型ある。一つは元受保険会社を経由するフロンティング方式と、もう一つは元受保険会社を経由しないダイレクト方式である(図2-16)。わが国ではフロンティング方式のみが認められている⁴⁸。フロンティング方式では、親会社のリスクは、一旦国内で営業免許を有する保険会社へ通常の保険契約として移転され、保険会社は引き受けたリスクを海外のキャプティブへ再保険で移転する。ここにおいて国内の保険会社は保険契約条件の決定と引き受け判断、保険証券の発行、保険料の徴収、再保険契約の締結、保険クレームの処理などキャプティブの経営に必要な国内における窓口業務を担う。

図2-16 キャプティブの類型



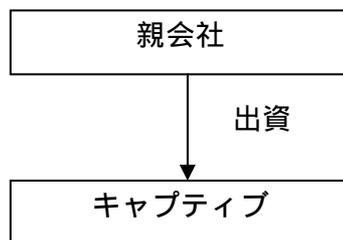
(出典：リスクファイナンス入門)

）シングル・キャプティブ、グループ・キャプティブ、レンタ・キャプティブ

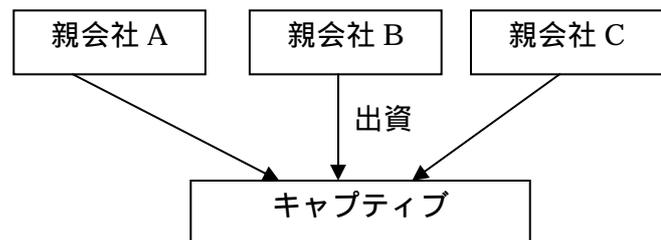
キャプティブの所有形態からの分類として、単一の企業が所有するシングル・キャプティブと複数の企業が所有するグループ・キャプティブがあり(図2-17)、中間形態としてレンタ・キャプティブがある。

図2-17 シングル・キャプティブとグループ・キャプティブ

<シングル・キャプティブ>



<グループ・キャプティブ>



⁴⁸ 日本では、海外企業が賠償責任保険等を元請けすることが禁止されている一方、海外企業が再保険を受再することは認められていることから、国内損害保険会社が一旦保険を引き受けて海外に設立されたキャプティブに再保険を出再する手法が用いられる。

・ レンタ・キャプティブ

レンタ・キャプティブとは第三者のキャプティブを借り受けることにより、保険料を受取り、利益が発生すれば、この一部を受け取る仕組みである（図 2-18）。大家であるレンタ・キャプティブ保有者は、基本的にリスクを負担せず、ファンドの維持管理を行う。レンタ・キャプティブのメリットとしては、 レンタ・キャプティブに支払う運営費のみで開始できるので、キャプティブ設立・管理に係る費用を大幅にカットできる点（図 2-19） 自社キャプティブの設立が困難な場合でも利用が可能な点である。このメリットのため、キャプティブを独自に設立するには保険料が少なすぎたり、キャプティブ設立のための試行手段として活用されたりするのが一般的である。

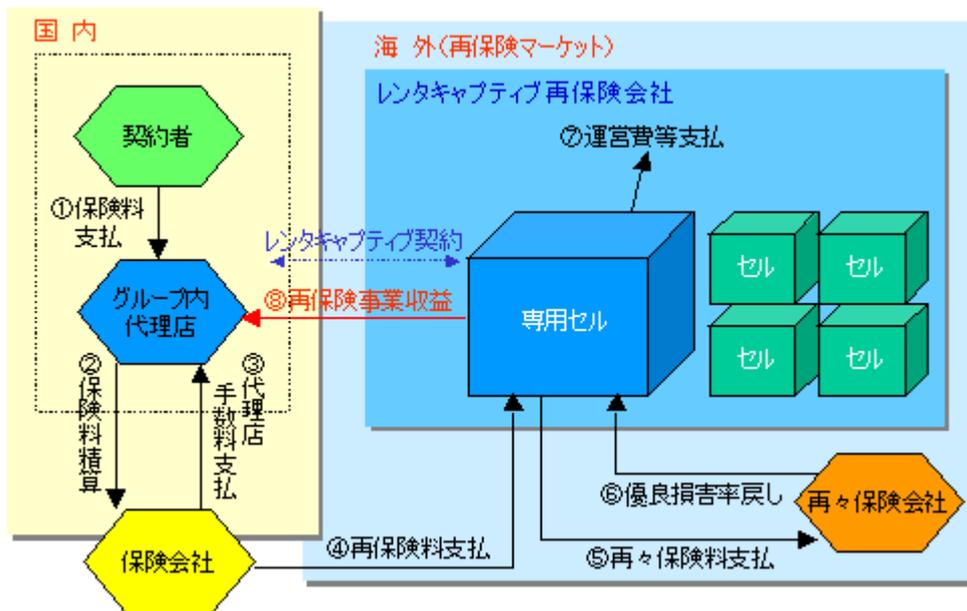


図 2-18 レンタ・キャプティブのスキーム
(出典:NNIホームページ)

	キャプティブ	レンタキャプティブ
資産の法的分離	独立会社	独立区分経理
マネジメント費用	1000万円程度	250万～600万円
収益の分配	有	有
プログラムの終了	手続複雑	手続容易
会社設立、登記手続	要	不要 アウトソーシング
設立費用	数百万円	
資本金の準備	数千万円	
マネジメント契約	要	
法律顧問契約	要	
会計監査契約	要	
保険法上の報告義務	要	
会社法、商法上の手続	要	
再保険業務	要	

図 2-19 キャプティブとレンタ・キャプティブの設立費用
(出典:NNIホームページ)

キャプティブ市場の現状

キャプティブは、前述の通り、世界の4,500社を超える企業に積極的に活用されており、保険料規模も250億ドル超となっている。これは全世界の企業保険の20%に該当し、アメリカでは企業保険の30%以上がキャプティブでの取り扱いとなっている。

しかしながら日本においては、企業のキャプティブ会社設立は、1953年に初めて設立されてからわずか80社程度にとどまっているといわれている。これは、キャプティブに関する情報があまり開示されていなかったこと、またキャプティブ会社設立・運営ノウハウが必要であった、維持コストがかかり巨額の保険料を払っていないとメリットが出ないという3点が障害となり、大企業しか利用できなかったためである。

しかし近年上述のレンタ・キャプティブが普及し始め、今後も企業のリスクマネジメントへの活用が期待される場所である⁴⁹。

(4) キャプティブのメリット・デメリット

メリット

再保険引き受け収益の獲得

キャプティブを利用することは、前述(3)の通り自社グループの中に保険会社を運営しているのと同じことであり、キャプティブに投入した保険契約の事故が少なければ、事業収益(キャプティブ収益)を確保することができる。

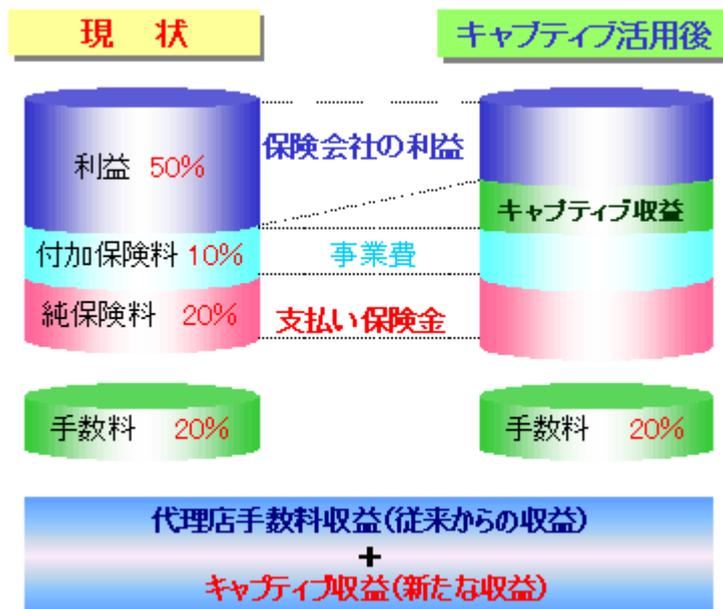


図 2-20 キャプティブ収益
(出典:NNIホームページ)

⁴⁹ 沖縄県名護市から金融テクノロジー開発特区との特区構想でキャプティブ保険会社制度設立を提案する等の動きがある。

）リスクコスト⁵⁰の抜本的削減

事故の少ない優良な保険契約に係る再保険の一部をキャプティブで引き受けることにより、再保険引き受け収益を獲得でき、結果として企業のリスクコストの抜本的節減につなげることが可能である。保険損害率が低下すれば、そのメリットが再保険引き受け収益の増加という形で企業に直接還元されるという仕組みを持つ結果、企業のリスクマネジメントに対するマインドを高める大きなインセンティブとなる。また、リスクコストを保険会社と企業で公平に負担することができるため、リスクが分散される。

）新しい補償の手配とノウハウ蓄積

キャプティブを通じて海外の再保険市場へのアクセスが可能となり、国内では得られない様々な補償の手配が可能となる。その結果、元受保険会社が一般商品として開発困難な特定企業固有の特殊なリスクに対し、先進的なリスクマネジメント新手法を導入する可能性が開け、企業のリスクマネジメントの選択肢が大きく広がることとなる。さらに、保険ならびにリスクマネジメントのノウハウを蓄積することが可能となる。

）経営資源の有効活用（キャッシュフローの向上）

従来、保険会社に支払われていた保険料を自社子会社であるキャプティブに還流させることにより、グループ内に資金を内部留保させることが可能になり、グループ内キャッシュフローの向上を図ることが可能となる。

）ロスコントロールマインド⁵¹の醸成

キャプティブを活用したリスクコストの把握により、ロス・コントロールが機能しているかどうか、それによりリスクコストが低減したかなどの検証を行うことが可能となり、発生損害の防止や低減、リスクコストの節約、ひいては企業活動そのものの指針策定などにつなげることが可能となる。

デメリット

）再保険の手配が困難な場合がある

キャプティブ設立の目的の一つに保険で手配しにくいリスクの手当を行うことがあり、そのような特異リスクを出再しようとした場合、再保険市場でも、手当ができない場合がある。

）設立費用等のコストがかかる

キャプティブ設立地によって差異があるが、最低資本金規定やソルベンシーマージン規定のために、通常数千万円から数億円単位の資本金が必要となる。またキャプティブ

⁵⁰ 企業活動に伴うリスクの管理に伴うコストを「コスト・オブ・リスク (Cost of Risk)」、あるいは「リスクコスト (Risk Cost)」と呼び、正味保険料、保有損失、リスクコントロール費用及び損害防止費用、リスクマネジメントに関する管理費用の4つのコスト要因により構成される。2000年のアメリカ企業全般のリスクコストは売り上げ1000ドルに対して4.83ドルである。(Risk & Insurance Management Society Inc.、及び、Ernst Young社の共同調査による)

⁵¹ 企業が損害の発生を防止・低減させる活動をロス・コントロールといい、ソフト・ハード両面の防災活動、製品・サービスの安全向上に始まり、ひいては業務分野そのものの取捨選択など、広く企業活動にかかわってくる。

の運営は、マネジメント会社に委託するのが一般的であり、高額なマネジメント費用が必要となる。また、マネジメント会社や弁護士事務所、監査法人の選定や契約の締結が必要であり、商法規定によって取締役会や株主総会等も義務付けられる場合がある。これらのもろもろのコストによって、結果としてキャプティブの損益分岐点が高くなるケースが多い。但し近年は上述のレンタ・キャプティブの普及により、キャプティブの設立・運営コストが下がってきている。

お わ り に

おわりに

本研究では、「第1章 社会資本運営における自然災害リスクについて」において、日本の自然災害リスクの特性、実際の自然災害リスクの発生およびそれによる損害状況について概観し、自然災害リスクが社会資本運営にどのような影響を与えているかについて整理・検討を行い、また現在取られている自然災害リスクへの対処方法についても検討を行った。第1章を受けて「第2章 自然災害リスクを平準化する金融手法について」では、現在民間で市場が急拡大している自然災害リスク平準化のための先端的な金融手法（ART）について整理・検討を行った。具体的にはリスクの証券化（CatBond）、天候デリバティブ、キャプティブの3手法について、その概要、スキーム、発行・流通市場、手法導入のメリット、デメリット等の検討を行った。

第2章で検討を行った金融手法はいずれも、第1章で整理した社会資本運営上の自然災害リスクの平準化に対して、克服すべき課題はあるが適用が可能なものと考えている。

例えば道路を例にとると、地震や巨大台風などのカストロフィックなリスクに伴う道路自体の損壊及び有料道路での料金収入の減少等に対してはCatBondによるリスクの移転が、また集中豪雨、積雪等による維持管理費の増大及び有料道路における料金収入の減少には、天候デリバティブによるリスク移転が考えられる。またPFI等による民間管理・運営の下では、キャプティブの利用によるリスクマネジメントを行う余地も考えられる。

もちろん道路以外にも様々な社会資本への適用が想定される。特に、国と比較して財政力が弱い自治体や料金収入の確保が死活問題となる民間事業者にとっては、休業による損失の補填や維持管理等社会資本運営に係る資金調達を迅速に行うことが必要となるケースもある。

本報告書において取り上げた金融手法を実際の社会資本運営に適用するに当たっては、会計処理方法等の制度的な制約を整理・検討する必要があるとは考えられるものの、財政的に益々厳しい状況となる中で、自然災害リスクへの対処として有効な手段の一つであると確信している。

参 考 资 料

参考資料

本研究の推進の一環として、2004年4月14日に三井住友海上火災保険株式会社金融ソリューション部次長兼ARTグループ長 福原健一氏に当研究所主催の政策課題勉強会にて、貴重な講演を賜った。ここに参考資料として当勉強会資料で配付された資料を掲載する。また貴重な講演を賜った講師の福原氏に心から感謝申し上げます。

- ・参考資料

「金融的手法を活用した巨大リスクマネジメント
～デリバティブ・証券化を活用した自然災害リスク等への対応～」

2004年4月14日開催

講師：三井住友海上火災保険株式会社金融ソリューション部
次長兼ARTグループ長 福原健一氏

金融的手法を活用した巨大リスクマネジメント
～デリバティブ・証券化を活用した自然災害リスク等への対応～

2004年4月14日

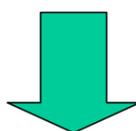


三井住友海上火災保険株式会社

・現代社会における巨大リスク

現代社会における巨大リスクの特徴

経済のソフト化 / サービス化
 都市部への人口、価値の集積
 高度ネットワーク化社会
 国際社会における不安定要因の増大(軍事、テロリズムetc.)
 ボーダーレス化
 ・経済規模の拡大
 ・垂直分業、ワールドワイドでのサプライチェーン



リスクの巨大化、広範囲化 新たなリスクの発生

世界の巨大損害の例

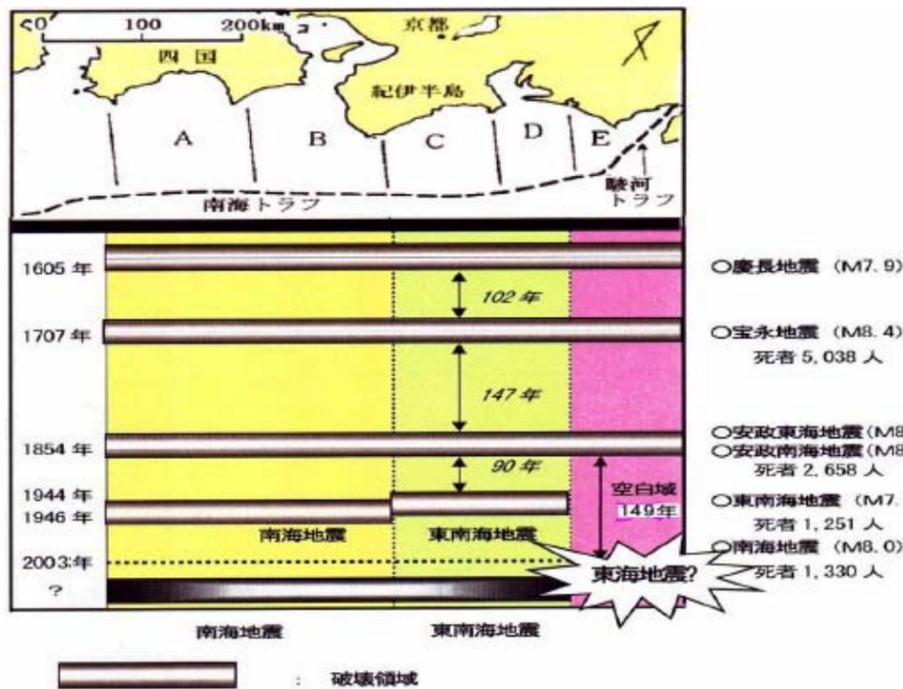
(損害額の単位: 百万米ドル)

年月日	国	事故	犠牲者	保険損害額
2001年9月11日	米国	米国同時多発テロ	3,122	30,000以上
1992年8月23日	米国、バハマ諸島	ハリケーン・アンドリュー	38	20,185
1994年1月17日	米国	ノースリッジ地震	60	16,720
1991年9月27日	日本	台風19号	51	7,338
1990年1月25日	フランス、英国他	冬の暴風ダリア	95	6,221
1999年12月25日	フランス、スイス	冬の暴風ロリータ	80	6,164
1989年9月15日	プエルトリコ、米国他	ハリケーン・ヒューゴ	61	5,990
1987年10月15日	フランス、英国他	欧州における暴風・洪水	22	4,674
1990年2月25日	中・西欧	冬の暴風ビビアン	64	4,323
1999年9月22日	日本	台風18号	26	4,293
1998年9月20日	米国、カリブ海諸国	ハリケーン・ジョージェス	600	3,833
2001年6月5日	米国	熱帯暴風雨アリソン	33	3,150
1988年9月20日	英国	パイパー・アルファー オイルリグ爆発	167	2,994
1995年1月17日	日本	阪神淡路大震災	6,425	2,872
1999年12月27日	フランス、スペイン、スイス	冬の暴風マーチン	45	2,551

(1970~2001年 上位15位)

<参考> 米国同時多発テロ 3.3兆円以上 (予想経済損失 約10兆円)
 日本の国家予算(平成15年度) 8.1兆円 東京都の会計予算(平成15年度) 1.2兆円

東海地震、東南海・南海地震の歴史



駿河湾から九州にかけての太平洋沿岸では、歴史的に見て100年～150年おきにプレート境界型地震が発生している



駿河湾付近ではこの約150年間、大きな地震が発生していない



東海地震が起きると言われているこの領域には相当の歪みが蓄積



いつ大地震が発生してもおかしくない

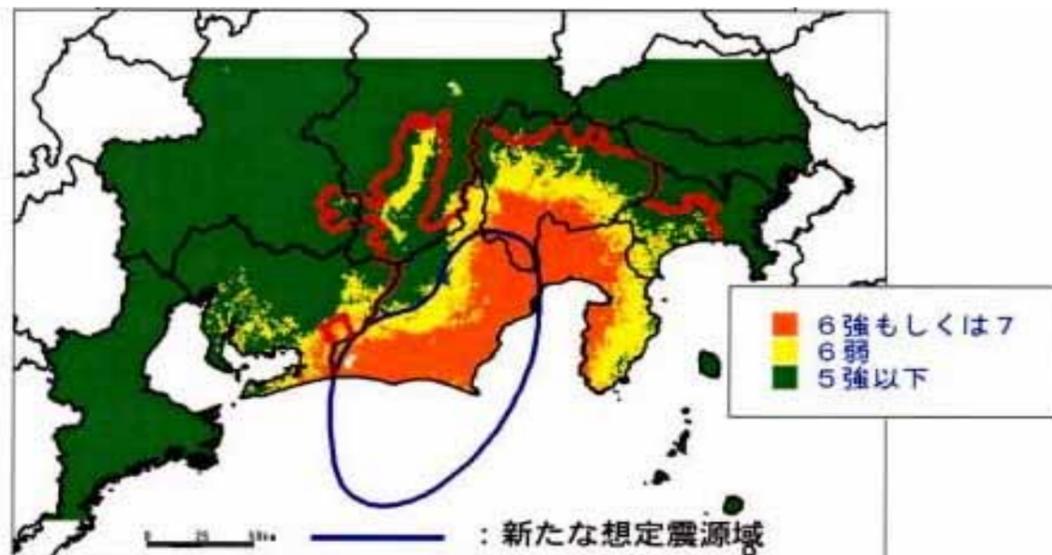
出典: 気象庁HP

迫りくる東海地震

・地震発生確率の評価(地震調査研究推進本部)

	南海地震	東南海地震	東海地震	(参考)
地震の規模 (マグニチュード)	8.4前後	8.1前後	8.0前後	交通事故による死亡 火災による死傷者
今後30年以内の 発生確率	40%	50%	いつ発生しても おかしくない	約0.2%

・東海地震が発生したら(震度分布)



出典: 中央防災会議

東海地震、東南海・南海地震の被害想定

(平成15年9月 中央防災会議)

想定地震		東海地震		東南海・南海地震 同時発生	東海・東南海・南海地震 同時発生	[参考] 1995年 兵庫県南部地震 (阪神大震災)
項目						
地震の規模 (マグニチュード)		8.0		8.5	8.6	7.3
経済損失	直接損害	(予知なし) 2.6兆円	(予知あり) 2.2兆円	4.3兆円	6.0兆円	1.3兆円
	間接損害	1.1兆円	0.9兆円	1.4兆円	2.1兆円	
合計	3.7兆円	3.1兆円	5.7兆円	8.1兆円		
全壊建物数	<発生時刻>	(予知なし)	(予知あり)			10.5万棟
	午前5時	2.6万棟	2.3万棟	3.6万棟	5.5万棟	
	正午	2.6万棟	2.3万棟	3.6万棟	5.5万棟	
	午後6時	4.6万棟	2.9万棟	6.3万棟	9.4万棟	
死者数	<発生時刻>	(予知なし)	(予知あり)			6,430人
	午前5時	9,200人	2,300人	17,800人	24,700人	
	正午	4,700人	1,100人	8,200人	11,800人	
	午後6時	5,900人	1,400人	12,500人	16,600人	
津波被害を含む						

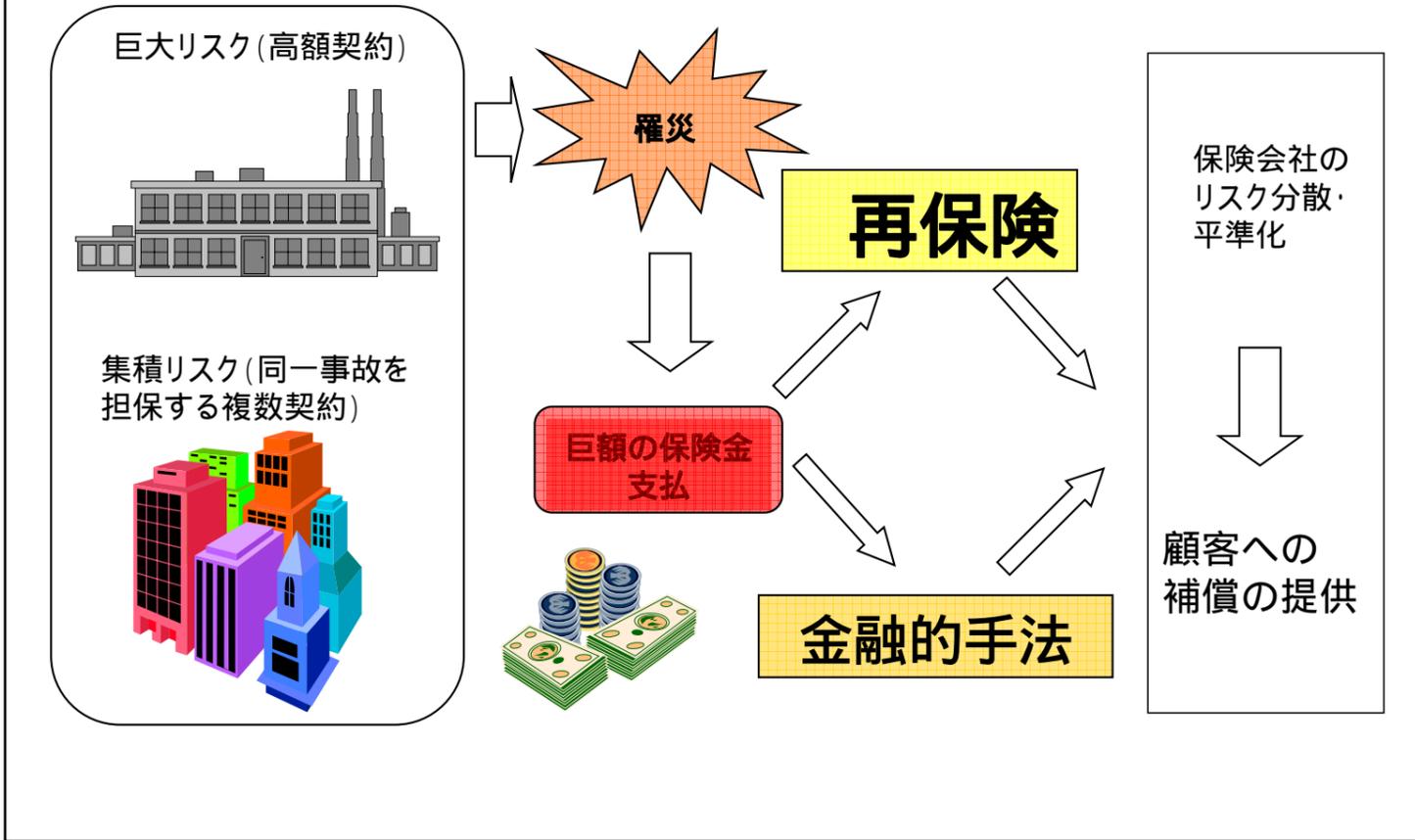
経済的被害：過去の地震災害の実態を踏まえて類推。人的被害及び公共土木被害は除く

全壊建物数・死者数はいずれも最悪のケースを想定

予知ありの場合には、延焼棟数が減少するため、全壊建物被害数は減少する。

・金融的手法を活用した巨大リスクへの対応

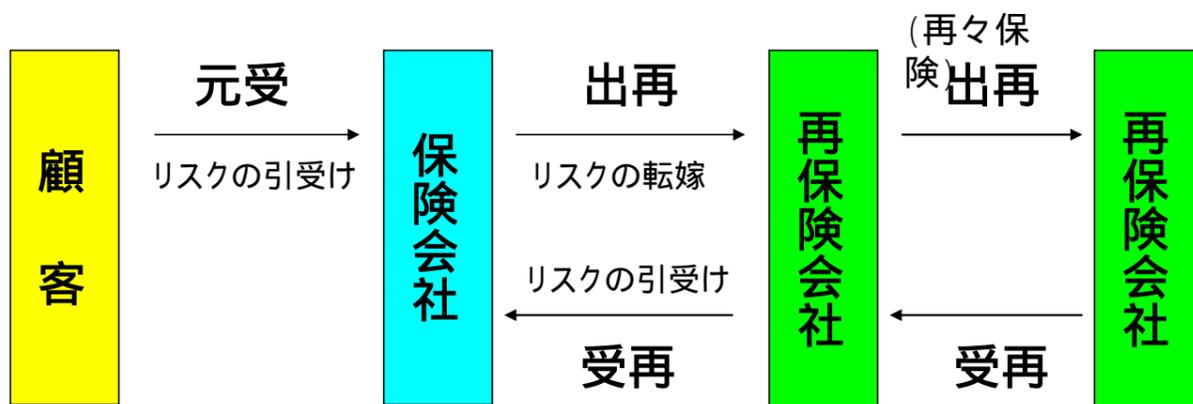
保険会社としての巨大リスクへの対応



再保険取引～リスク分散のネットワーク

< 対顧客取引 >

< 業者間取引 >



自己勘定でリスク
を取ること = 保有

保険の限界と金融的手法の活用

保険の限界

- ・資本市場に比べ相対的に小さい市場規模 (100分の1)
- ・厳格な保険金支払条件(実損填補、事故と損害との因果性)(商法629条)



顧客が負っている巨大なリスクに対し、
 十分な金額の補償
 十分な範囲(間接損害を含む)の補償
 迅速な(損害査定のない)支払い

} を保険で提供することは困難



保険と金融の融合

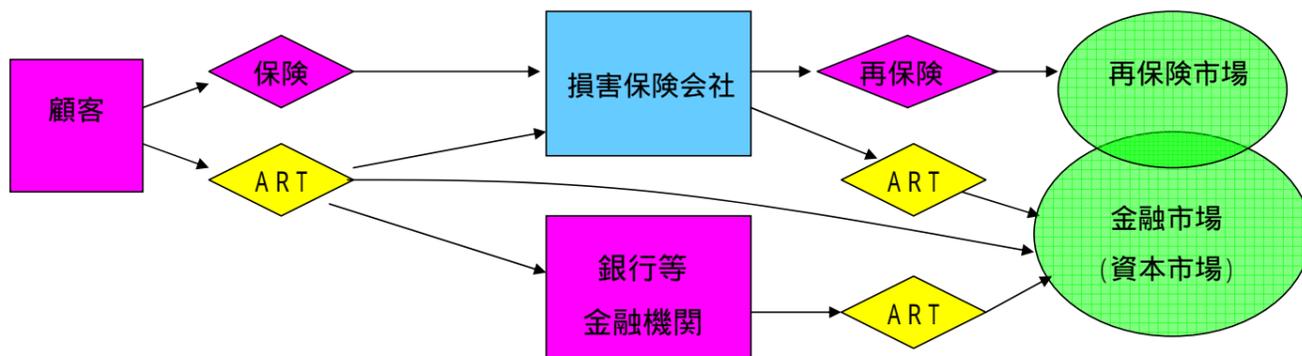
デリバティブ、証券化の活用

保険商品と金融商品の融合 ~ ART

(1) ART (Alternative Risk Transfer)

・「代替的リスク移転」= 伝統的な保険形態を採らずにリスクを外部に移転すること

- 商品が保険でない デリバティブまたは証券化
- 最終的リスク引受けが保険市場に限らない 資本市場での引受・流通(二次市場)



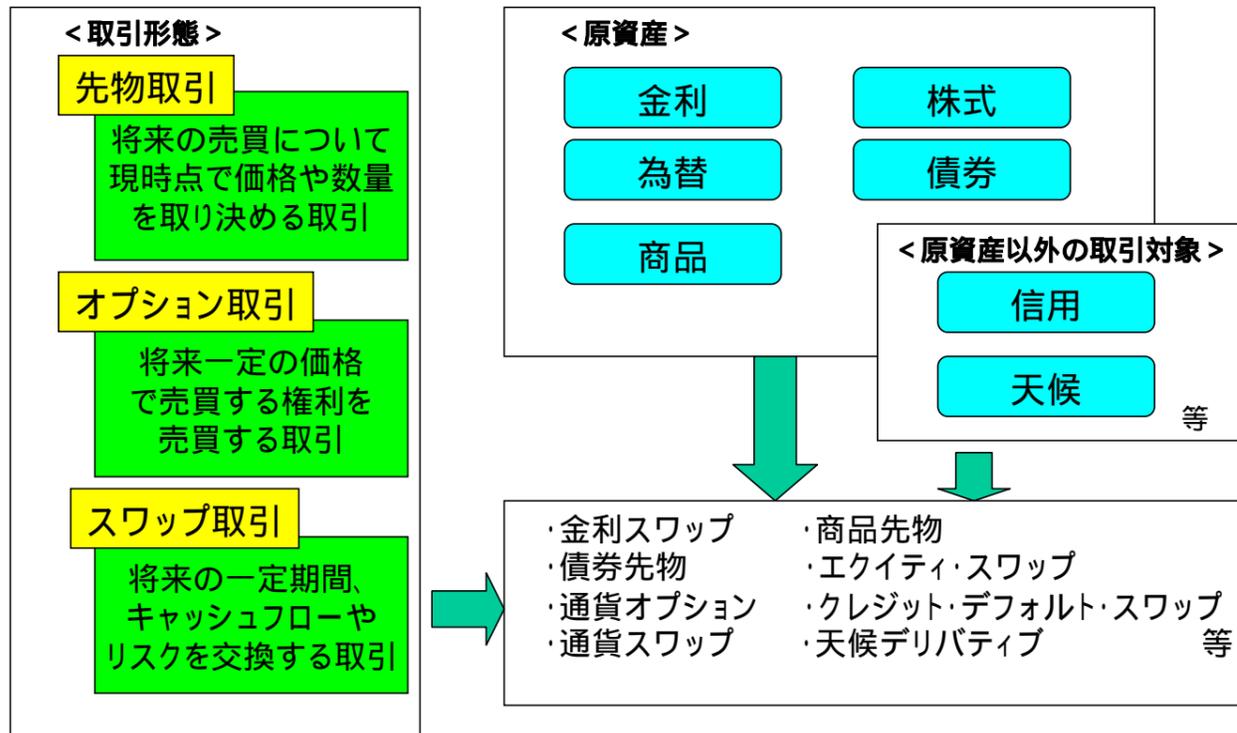
(2) ART商品の具体例

デリバティブ(スワップ、オプション)や証券化などの金融手法の活用
 天候デリバティブ、地震デリバティブ、地震リスクの証券化など

デリバティブとは

“Derivatives” = 「金融派生商品」

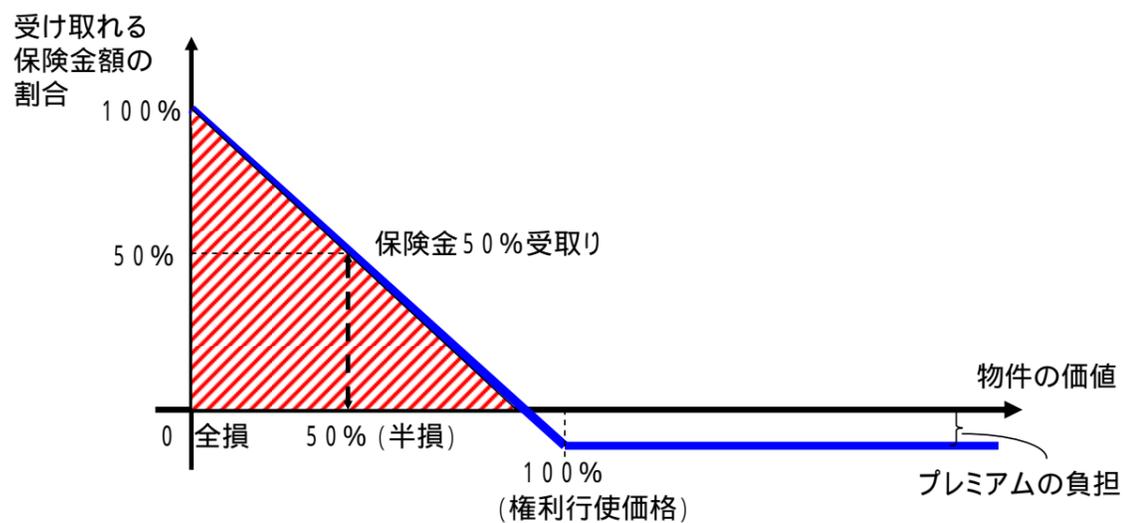
…原資産の取引から派生した金融取引



保険とデリバティブの類似点

共通点

- 保険もデリバティブも、一定の条件に従って契約者が資金を受取り、契約者の損害がカバーされるという点で共通する
- 保険は契約者にとってプットオプションの購入と表現できる (対象物件の価値が下落すると当該損害分を保険会社から受取れる)



保険とデリバティブの違い

	保険	デリバティブ
支払額の決定方法	損害に応じて支払う(実損填補)	あらかじめ約定した指数に応じて支払う
支払いの条件	事故と損害との間に因果関係が必要	指数の変動と損害との間に因果関係は不要であり、間接損害を含む大くりの損害を補填可能
支払額評価のタイミング	事後的(事故発生後、損害査定により評価)	指数に応じて自動的に評価される
支払いのタイミング	損害査定が必要なため、時間がかかる場合もある	迅速な支払い
ベースリスク (支払額と実損額の差)	なし	あり
最終的なリスクの引受け手 (米国におけるキャパシティ)	再保険会社 (約20兆円)	投資家(資本市場) (約2000兆円)

地震デリバティブ、地震リスクの証券化

デリバティブ・証券化を活用した地震リスクのヘッジ

顧客は保険会社と、保険会社はSPCと地震デリバティブ契約を締結しプレミアムを支払う。

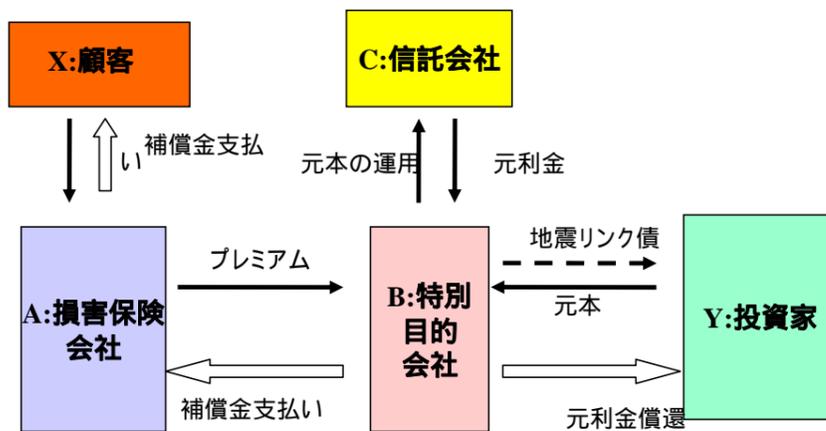
SPCは地震リンク債を発行し投資家が債券を購入する(代金は元本対応額)。

元本は信託に預けられ、安全性をもって運用される。

もし、対象とした地震が発生しなければ、上記金利が投資家に支払われ、契約終了時には元本が償還される。

もし、地震が発生すれば顧客に補償金が支払われ、投資家に償還されるべき元本が減額される。

<スキーム図>

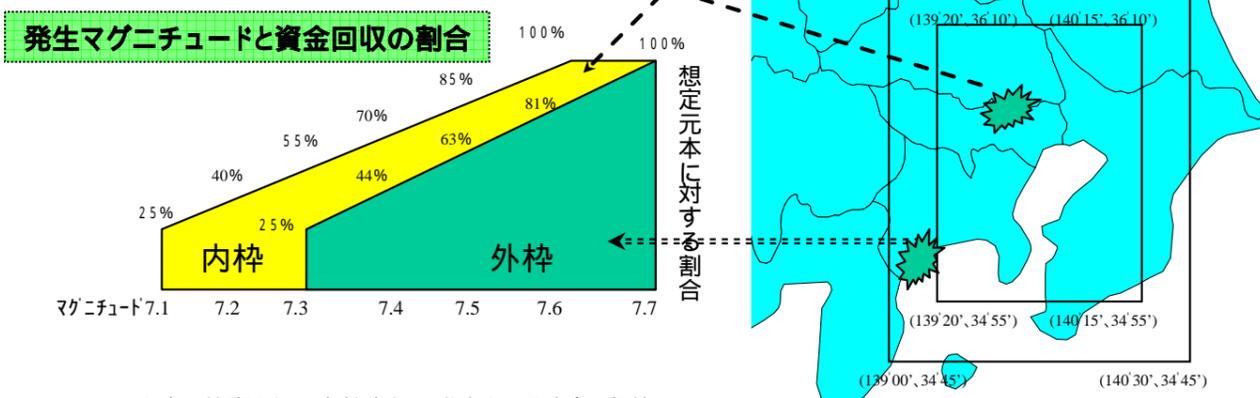


<契約方式のイメージ>

対象とする地震を、発生場所・発生規模・震源の深さなどにより特定し、支払う金額を予め定める。

例: 関東地域の地震リスクの証券化のトリガー

- ・右下図枠内地域で発生
- ・内枠内でマグニチュード7.1以上、あるいは外枠内で7.3以上
- ・震源の深さが61km以内



トリガー: 約定された支払責任を発生させる事象(条件)のこと。
CAT BONDの場合はリスクを引き受ける投資家が必ずしも保険契約に精通しているとは限らないため、支払条件として客観的な事象を設定する場合が多い。

証券化のメリット(1)

潤沢な資本市場の資金量活用可能

多額のリスク引受が可能

長期契約(3~10年)可能

長期間コストを固定することが可能

リスクの引受手の信用リスク回避

CAT BOND発行時に
資金の払い込み終了

トリガーをインデックスにすることで、資金回収の仕組みがわかりやすくなり、資金回収までの時間の短縮が可能

保険でカバーしにくいリスクもカバー可能

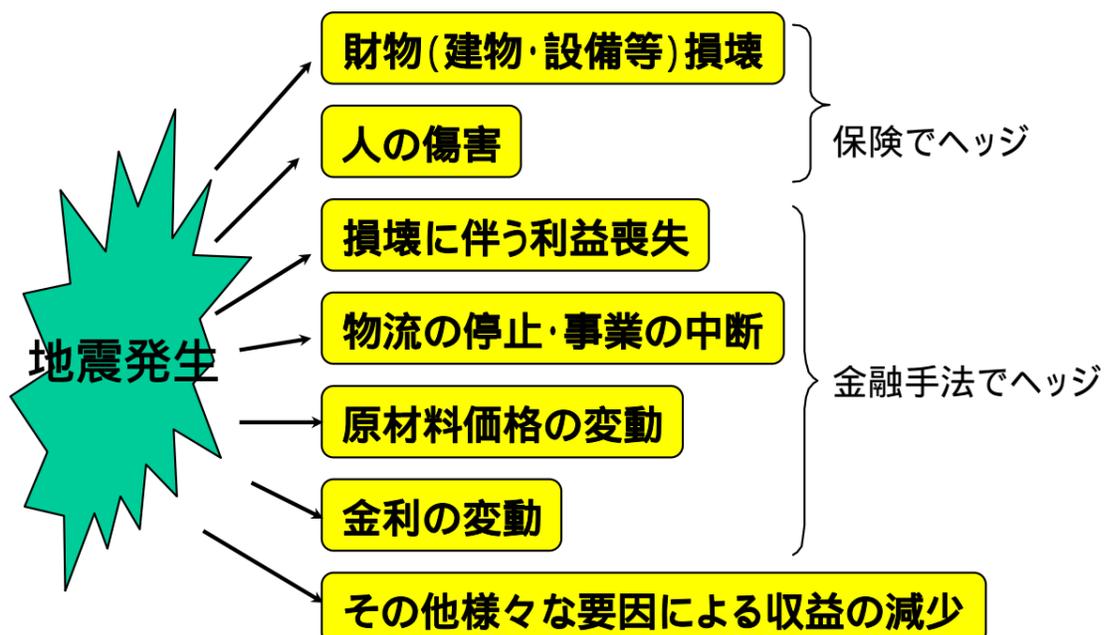
具体的には、

地震による収益変動等、保険の条件設定が困難なリスク、査定が困難なリスク
多数の施設の一地域内集中等、保険設定に手間がかかるリスク

証券化のメリット(2)

収益/キャッシュフローの安定化に寄与

→ リスク管理の姿勢を内外の投資家・株主・アナリストにアピール



証券化の留意点

ベースリスクの存在

トリガーにインデックスを用いた場合、実際の損害額とCAT BONDからの回収額との間に乖離が生じ得る。(当該リスクは契約者が負担する。)

客観的なリスク分析の実施

発生確率、損害可能性などにつき客観的な形で説明されることが必要。分析は第三者の専門機関が行うことが原則とされている。

発行債券の格付取得が原則

投資家の判断のために格付け取得が原則である。格付レベルはBB格が多い。

CAT BOND発行に伴う初期費用がかかる

1件1件手作りのため、保険料以外に、弁護士、会計士、格付機関、リスク分析機関、SPC諸費用などを要する。

発行までに一定時間を要する

上記プロセスを行うことから、債券発行までに2～6ヶ月要する

証券化をめぐる動向(1)

1. 証券化の歴史

- 1994年第1号公募債、97年頃から本格化。
- これまで50億ドル程度発行(この5年毎年10億ドル)。

2. 対象とするリスク

- 日本地震、カリフォルニア地震、米中西部地震、フロリダハリケーン、欧州暴風雨が中心。

3. リスク提供者

- 保険会社のポートフォリオが中心
- 一部に個別リスク(東京ディズニーランド、LAユニバーサルスタジオ)

4. 発行債券の格付け

- BB格が中心、一部にB格あるいはA格の例もある。
- 昨今は無格付け債券の発行例もある。

5. 債券の期間

- 5年前は、1-2年が主であったのが、最近では3-5年が主に変化。

証券化をめぐる動向(2)

6. 投資家

- 5年前は、保険・再保険会社が主たる投資家、投資ファンドが従。
- 昨今は、投資ファンドが主、キャットボンド専門の投資ファンドも組成されている。ヘッジファンドの投資も増加。
- 伝統的資産運用(株・金利・為替)とのリスクの相関が低いとの判断および利回りが相対的に高いことなどが上記変化の理由。
- セカンダリー市場(既発行債の取引)も存在

7. 支払条件

- 昨今はパラメトリック(客観的数値により支払有無・額を決定する)方式が中心。

8. 再保険市場の動向

- WTC事故および世界的株安により、再保険市場のリスクキャピタルは20%減少。
- リスク取り手の減少、料率上昇。
- 財務体質が悪化した結果、格下げも相次ぎ、AAA格の保険会社はごく僅か。

. 天候デリバティブ

天候デリバティブとは

定義

- ▶ 異常気象・天候不順によって 企業が被る損失(財務リスク)をヘッジ(回避・軽減)するために、
- ▶ 異常気象・天候不順という気象現象を、気温や雨・雪などの 気象データを用いて指数化(数字に置き換え)し、
- ▶ 予め取り決めた指数と、実際の気象現象から得られた指数との差異に応じ、 金銭を授受する金融取引

天候デリバティブの取引要素(1)

対象となる気象要素

気象庁がデータを公表している全ての気象要素が対象

- | | |
|-------|-------------------|
| ✓ 気温 | 最高気温・最低気温・平均気温 |
| ✓ 雨 | 降水量 |
| ✓ 雪 | 積雪量・降雪量 |
| ✓ 風 | 最大風速・平均風速 |
| ✓ 日照量 | 日照時間 |
| ✓ その他 | 客観的なデータが入手可能な気象要素 |

複合型も
可能

対象外

雹、霧、雷、海水温度、波の高さ

天候デリバティブの取引要素(2)

観測ポイントの設定

国内 通常は気象庁

- ◆ 気象庁 気象官署・データ
 - ・ 全国約150ヶ所
 - ・ 1961年より観測 (過去40年)

地方气象台、測候所
データ欠測少ない

- ◆ 気象庁アメダス・データ
 - ・ 全国約1300ヶ所
 - ・ 1976年より観測 (過去25年)

データ欠測若干あり

全国約1450ヶ所の観測ポイントを全て網羅

天候デリバティブの設計

お客様の天候リスクに関する情報

天候リスクの概要	例) 雪によるゴルフ場のクローズ、雨による入場者数減少、低温による売上減少
観測期間	例) 12月から3月まで、6月から9月までの土日祝日
観測地点	例) 施設のある 市、売上が多いx x と
対象となる気象要素	例) 平均気温、最高気温、降水量、積雪量、風速、もしくはその組み合わせ
資金受領発動の要件 (免責の設定レベル)	例) 気温 以下、降水量 mm・積雪量 x cm以上の日が 日以上、風速 m以下

気象要素を特定

観測期間を特定

観測地点を特定

商品設計に必要な情報

プレミアム支出額の目処	例) 上限 万円
1単位あたりの 資金受取希望額	例) 1 ・ 10mm・1cm・1mあたり 万円、1日あたりx x x 万円
資金受取額の最大額	例) 万円、x x x x 万円

コスト目処を確認

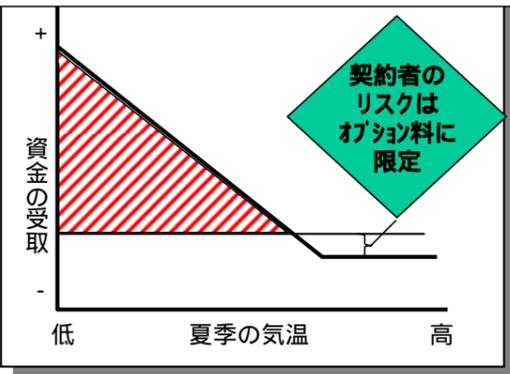
リスク分析後
案内することも可能

天候デリバティブの取引形態

オプション取引

予めオプション料を支払うことによりリスクヘッジする取引
 オプション購入者は天候次第で資金を受け取れる(支払いは、契約当初に支払うオプション料に限定される)

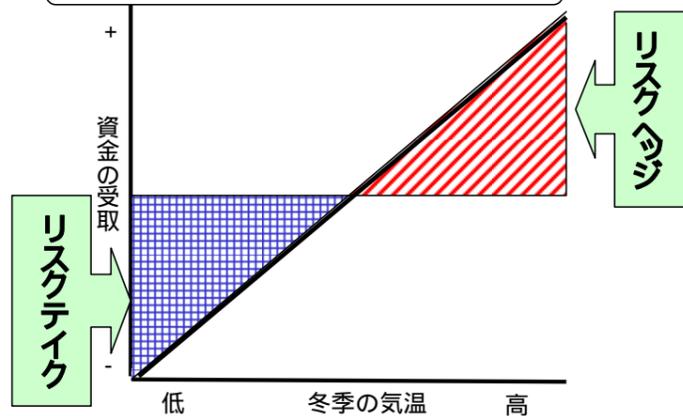
オプション取引 (冷夏リスクヘッジのケース)



スワップ取引

当初資金を支払うことなくリスクヘッジする取引
 スワップ取引契約者は、当初支払いがない反面、天候次第で資金支払が発生する

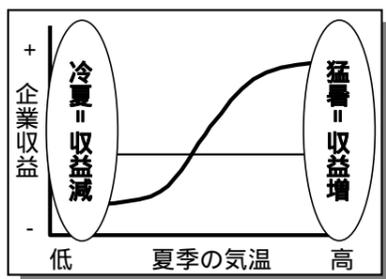
スワップ取引 (暖冬リスクヘッジのケース)



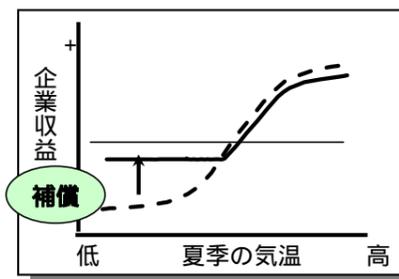
天候デリバティブの利用効果

異常気象や天候不順による企業収益減少に対するプロテクション

= 収益の安定化 **リスクヘッジ**



ヘッジ後



【リスク管理】の姿勢を株主・投資家・アナリスト等對外アピール

従来の認識

「天候リスクは回避できない」

天候デリバティブの登場

・収益変動に対する影響度を勘案し、必要に応じてリスクヘッジ策を講じることが可能

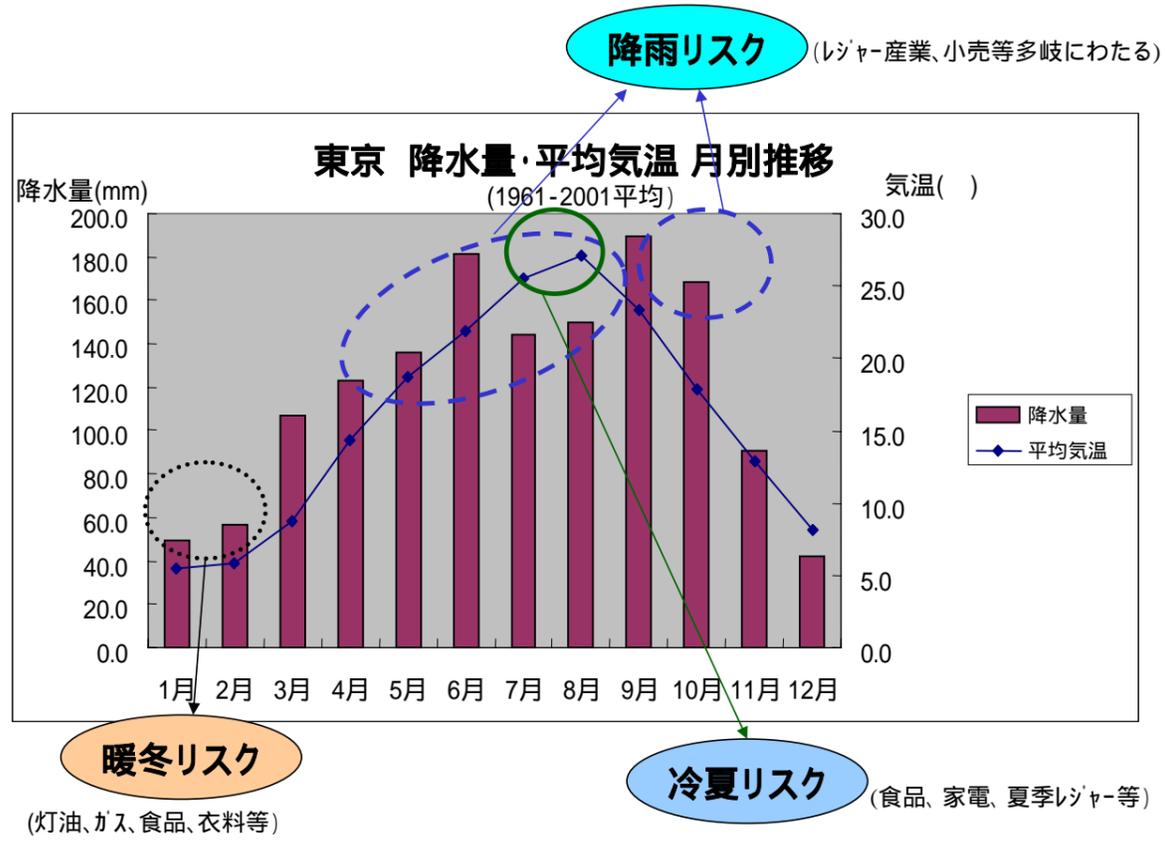
企業活動に影響を及ぼすような大規模な収益変動

天候デリバティブを活用したリスクヘッジ

リスク管理方針の明確化

他社との差別化

日本の四季と天候デリバティブのニーズ



天候デリバティブ活用事例

気温関連のリスク

公表日	業種	対象リスク	リスクヘッジ内容
<冷夏リスク>			
2000年3月	プール運営	冷夏	冷夏によるプール利用客減
2000年4月	アイス列-A製造販売	多雨・低温	降雨・低温による売上減少
2001年1月	婦人用靴卸売	冷夏	冷夏による婦人靴(サンダル等)売上減少
2001年5月	うなぎ卸売業	冷夏	冷夏による食品(うなぎ)売上減少
2001年6月	スーパー	冷夏	冷夏時にエアコン購入者に対するキャッシュバック
2001年7月	スーパー	冷夏	エアコン購入者に対する冷夏時キャッシュバック
2001年7月	家電販売	猛暑	エアコン購入者に対する冷夏時キャッシュバック
2002年2月	エアコン製造	冷夏	エアコン購入者に対する冷夏時のキャッシュバック
2002年3月	飲料運送	冷夏	冷夏による飲料売上高減に伴う売上減少
2002年6月	家電販売	冷夏	エアコン購入者に対する冷夏時のキャッシュバック
2002年6月	運送・電気通信工事業	冷夏	冷夏によるエアコンの販売減に伴う売上減少(配送減、工事収入減)
2002年6月	フィルム加工	冷夏	冷夏による観光客減少に伴う写真フィルム売上減少
2002年6月	飲料メーカー	冷夏	冷夏による売上減少
2002年6月	冷蔵庫販売会社	冷夏	冷夏による売上減少
2002年7月	自販機オペレーター	冷夏	冷夏による売上減少
2002年7月	小売	冷夏	冷夏による売上減少
<猛暑リスク>			
2000年8月	たこ焼き販売	猛暑	猛暑で屋外に行列するのを避けるため売上減少
2001年2月	節電機器販売	猛暑	猛暑による節電効果保証発生による費用増加
2001年7月	扇子卸売業	猛暑	猛暑による百貨店等来店客減少に伴う売上減少
2001年7月	ゴルフ場運営	猛暑	プレーヤーへの猛暑時キャッシュバック
2002年3月	パン製造販売	猛暑	猛暑による売上減少
2002年6月	なっとう製造販売	猛暑	猛暑による納豆の売上減少
2002年6月	養鶏業者	猛暑	猛暑による鶏の熱死リスクに伴う追加費用、売上減少リスクヘッジ

公表日	業種	対象リスク	リスクヘッジ内容
<暖冬リスク>			
2000年7月	スキー用品販売	少雪・暖冬	スキー用品売上げの減少
2001年3月	ふぐ卸売業	暖冬	暖冬によるなべ物(ふぐ)需要の低迷
2001年9月	手袋製造	暖冬	暖冬による手袋売上高減少
2001年9月	自動車用品販売業者	暖冬	暖冬による冬用自動車用品売上減少
2001年10月	自販機オペレーター	暖冬	暖冬による飲料売上減少
2001年12月	灯油販売	暖冬	暖冬による売上減少
2001年12月	スキー・スノー用品販売	暖冬	暖冬による売上減少
2001年12月	おでん用食材加工	暖冬	暖冬による売上減少
2002年1月	水道配管工事業	暖冬	暖冬による水道管補修工事の減少に伴う売上減少
<暖冬リスク>			
2001年12月	遊園地販売業者	多雨・暖冬	多雨・暖冬による展示場への来場客減少
<その他のリスク>			
2000年3月	百貨店	低温	低温による防寒衣料の売上不振
2000年7月	商品先物取扱業者	低温	低温による大豆の取引量減少 和菓子メーカー仕入コスト上昇
2002年2月	スーパー	冷夏・猛暑	エアコン購入者に対する冷夏及び猛暑時のキャッシュバック
2002年3月	家電販売	冷夏・猛暑	エアコン購入者に対する冷夏及び猛暑時のキャッシュバック

上記採用事例は新聞・雑誌等で公表された情報に基づき当社で作成しておりますが、その内容の正確性・完全性について当社は一切責任を負いません。

天候デリバティブ活用事例

降雨リスク

公表日	業種	対象リスク	リスクヘッジ内容	公表日	業種	対象リスク	リスクヘッジ内容
2000年4月	アイスリム製造販売	多雨・低温	降雨・低温による売上減少	2001年11月	不動産販売代理・マンション分譲	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加、及びモジュール来店客減少
2001年2月	観光農園	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2001年11月	遊技場経営	降雨	降雨による来店客減少リスク
2001年2月	アパレル販売	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2001年11月	住宅販売業者	降雨	降雨による来店客減少リスク
2001年3月	ゴルフ場運営	降雨	降雨によるゴルフ場来場客数減少に伴う売上減少	2001年11月	遊技場経営	降雨	降雨による来店客減少リスク
2001年4月	遊園施設運営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2001年11月	マンション分譲	降雨	降雨による来店客減少リスク
2001年4月	観光農園	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2001年11月	住宅販売業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加
2001年6月	観光船運営	増水	増水による観光船運休に伴う収益減少	2001年11月	不動産販売・仲介・管理	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加
2001年6月	ビアガーデン	降雨	降雨による来場客数減少に伴う収益減少	2001年11月	建設業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加
2001年6月	焼肉チェーン	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2001年11月	建設業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加
2001年6月	造船機	降雨	降雨による造船機工事遅延に伴う費用増加	2001年11月	不動産	降雨	降雨による来店客減少リスク
2001年6月	回転寿司	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2001年12月	遊技場経営	降雨・厳冬	降雨・厳冬による展示場への来場客減少
2001年6月	ゴルフ場運営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2001年12月	建設業者	降雨	降雨による工事遅延リスク
2001年6月	中古車販売	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年1月	ガソリンスタンド	降雨	降雨による洗車需要不足に伴う売上減少
2001年6月	野菜加工販売	降雨	降雨による収穫量減少に伴う仕入コスト増加	2002年3月	ガソリンスタンド	降雨・降雪	降雨・降雪による売上減少
2001年7月	遊園施設運営	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年3月	イベント企画運営	降雨	降雨による売上減少
2001年7月	サファリパーク施設運営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年3月	鉄道会社	降雨	降雨による乗客減少
2001年7月	スーパー・レストラン	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年5月	陸砂利採取・販売	降雨	降雨による建設工場の遅れに伴う売上高減少リスク
2001年7月	喫茶店経営	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年5月	ホテル	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年7月	ゴルフ場	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年5月	サッカー場運営	降雨	降雨による来場客減少
2001年8月	遊具備付業者	降雨	降雨による備付作業遅延に伴う費用増加	2002年5月	自動車用品販売業者	降雨	降雨による売上減少
2001年8月	建設業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加	2002年6月	飲料製造・販売	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年8月	美術館経営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年6月	遊技場経営	降雨	降雨に伴う工期遅延に伴う追加費用ヘッジ
2001年8月	遊園地運営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年6月	米穀卸・小売り	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年9月	生コン製造業	降雨	降雨による工事・作業遅延に伴う費用増加	2002年6月	飲食店	降雨	夏季の降雨による売上減少リスク
2001年10月	レジャー施設運営	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年7月	漁業(巻網漁)	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年10月	青果卸	降雨	降雨による青果出荷量減少に伴う売上減少	2002年7月	サッカー場運営	降雨	降雨による来場客減少
2001年10月	靴販売	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年7月	よしず製造・卸	降雨	降雨による売上減少
2001年10月	ゴルフ場	降雨	降雨による来場客数減少に伴う売上減少	2002年7月	コンビニエンスストア	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年11月	書店経営	降雨	降雨による来店客数減少に伴う売上減少	2002年7月	衣料品販売	降雨	降雨による売上減少
2001年11月	住宅販売業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加	2002年7月	スーパー	降雨	祭り期間中の降雨による観光客減少に伴う売上減少
2001年11月	マンション分譲	降雨	降雨による来店客の減少	2002年7月	小料理店	降雨	降雨による売上減少
2001年11月	住宅販売業者	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加	2002年7月	遊技場経営	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年11月	遊技場経営	降雨	降雨による来店客の減少	2002年7月	ホテル	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少
2001年11月	道路舗装工事業	降雨	降雨による工事遅延に伴う費用増加	2002年7月	焼き鳥販売	暴風雨(台風)	台風到来による売上減少

上記採用事例は新聞・雑誌等で公表された情報に基づき当社で作成しておりますが、その内容の正確性・完全性について当社は一切責任を負いません。

天候デリバティブ活用事例

雪関連のリスク

公表日	業種	対象リスク	リスクヘッジ内容
<小雪リスク>			
2000年7月	スキー用品販売	少雪・気温	スキー用品売上げの減少
2000年10月	スキー用品販売	少雪	スキーウェア売上減少
2000年12月	スキー場運営	少雪	少雪による来場客数減少に伴う売上減少
2001年9月	自動車用品販売業者	少雪	少雪による冬期用自動車用品売上減少
2001年11月	除雪受託	少雪	少雪による除雪受託の売上減少
2001年12月	カー用品販売	少雪	スタッドレスタイヤ購入者に対する少雪時キャッシュバック
2002年1月	スキー場リフト運営	降雪	少雪によるスキー場休止
2002年1月	スキー場運営	積雪	少雪による来場客減少
<豪雪リスク>			
2000年11月	食料品等小売業	降雪	降雪により商品配送に支障が出ることに伴う売上減少・費用増加
2000年12月	ゴルフ場運営	降雪	降雪によるゴルフコースクローズ・来場客数減少に伴う売上減少
2001年2月	ゴルフ場運営	積雪	積雪によるゴルフコースクローズ・来場客数減少に伴う売上減少
2001年4月	ゴルフ場運営	積雪	積雪によるゴルフコースクローズ・来場客数減少に伴う収益減少
2001年9月	遊園施設運営	降雪	降雪による来場客数減少に伴う売上減少
2001年10月	回転寿司チェーン	降雪	降雪による来店客数減少に伴う売上減少
2001年10月	ゴルフ場経営	積雪	積雪によるゴルフ場クローズ
2001年10月	印刷・包装資材製造販売	降雪	駐車場除雪費用増加ヘッジ
2001年10月	遊園施設運営	降雪	駐車場除雪費用増加ヘッジ
2001年11月	コンビニ	降雪	降雪による売上減少
2001年12月	駐車場経営	降雪	駐車場除雪費用増加ヘッジ
2001年12月	青果卸	降雪	駐車場除雪費用増加ヘッジ
2001年12月	スキー場運営	降雪	豪雪によるリフト休止に伴う売上減少
2002年3月	ガソリンスタンド	降雨・降雪	降雨・降雪による売上減少

上記採用事例は新聞・雑誌等で公表された情報に基づき当社で作成しておりますが、その内容の正確性・完全性について当社は一切責任を負いません。

参 考 文 献

参考文献

< 日本語文献 >

- 小野雅博(2004)『解る！使える！天候デリバティブ』シグマベイスキャピタル
甲斐良隆他(2004)『リスクファイナンス入門』(社)金融財政事情研究会
国土交通省(2004)『国土交通白書 平成16年版』ぎょうせい
(財)道路経済研究所(2003)『道路施設災害リスクファイナンスに関する研究』
(財)道路経済研究所(2003)『道路施設災害リスクファイナンスに関する研究2』
(財)新潟経済社会リサーチセンター(2004)『新潟県中越地震～被害の影響と教訓～
-発生から1ヶ月後のアンケートとヒアリング調査から-』
(社)日本損害保険協会(2004)(2005)『日本の損害保険 - ファクトブック 2004』『日本
の損害保険 - ファクトブック 2005』
内閣府(2003)『防災白書 平成15年版』国立印刷局
内閣府(2002)『わが国の災害対策』
ニコラ・ミザーニ著 丁野昇行訳(1996)『保険リスクの証券化と保険デリバティブ』
シグマベイスキャピタル
土方薫(2000)『天候デリバティブ』シグマベイスキャピタル
土方薫(2003)『総論 天候デリバティブ』シグマベイスキャピタル
日吉信弘訳(1996)『キャプティブ保険会社』保険毎日新聞社
三井住友海上火災保険株式会社政策課題勉強会資料(2004)『金融的手法を活用した巨大
リスクマネジメント ~デリバティブ・証券化を活用した自然災害リスク等への対応~』
Swiss Re(2003)[Sigma 2003年第1号ARTの実態]

< 外国語文献 >

- MMC SECURITIES(2004) “Market Update :The Catastrophe Bond Market at
year-end 2003”

MMC SECURITIES(2003) “Market Update :The Catastrophe Bond Market at
year-end 2002”

PricewaterhouseCoopers(2004) “Results of 2004 PwC Survey June 10,2004”

< 参照 URL >

- 格付投資情報センター：<http://www.r-i.co.jp/>
株式会社NNIグループ：<http://www.nni.ne.jp/>
株式会社損害保険ジャパン：<http://www.sompo-japan.co.jp/>

株式会社東京金融先物取引所：<http://www.tfx.co.jp/>
国土交通省道路局：<http://www.mlit.go.jp/road/index.html>
国土交通省北陸地方整備局：<http://www.hrr.mlit.go.jp/>
国土交通省近畿地方整備局福知山河川国道事務所：
<http://www.kkr.mlit.go.jp/fukuchiyama/>
（財）損害保険事業総合研究所：<http://www.sonposoken.or.jp/>
社団法人日本損害保険協会：<http://www.sonpo.or.jp/>
損害保険料率算出機構：<http://www.nliro.or.jp/>
東京海上日動火災保険株式会社：<http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/>
独立行政法人防災科学技術研究所：<http://www.bosai.go.jp/>
内閣府防災担当：<http://www.bousai.go.jp/>
保険毎日新聞社：<http://www.homai.co.jp/>
三井住友海上火災保険株式会社：<http://www.ms-ins.com/>
Hannover Re：<http://www.hannover-re.com/index.html>
Swiss Re：<http://www.swissre.com/>
Weather Risk Management Association：<http://www.wrma.org/>