

# インフラ事業者における代替的リスク移転手法の有用性に関する比較分析

京都大学大学院 学生会員 ○三浦 真一  
 京都大学大学院 正会員 Charles Scawthorn  
 京都大学大学院 正会員 清野 純史

## 1 序論

近年、保険に代わるリスクファイナンス手法として代替的リスク移転 (ART) が注目されている。本研究では、インフラ事業者が ART により地震リスクを行う有用性を検証する。ケーススタディとして、日本とトルコのガス事業者である、東京ガス (TG) とイスタンブールガス (IG) を取り上げる。東京およびイスタンブールは、共に近い将来大地震が発生する可能性が危惧されており、その対策が急務となっている。

## 2 代替的リスク移転 (ART)

ART はリスク引受容量が大きく、事業停止損失等の因果関係の明確でないリスクもカバーでき、迅速に資金の支払いが行われるといった利点を有する。そのため、大災害に対する巨大リスク移転手法として今後の発展が期待されている。本研究では、自然災害リスクを移転する ART として以下の二つの手法を考える。

### 2.1 CAT Bond

CAT Bond はリスクを証券化することで金融市場に移転する手法である。トリガーと呼ばれる予め約定された事象が発生すると、投資家が投資した元本もしくは金利が減額され、事業者に補償金が支払われる。図 1 に CAT Bond のスキームを示す。

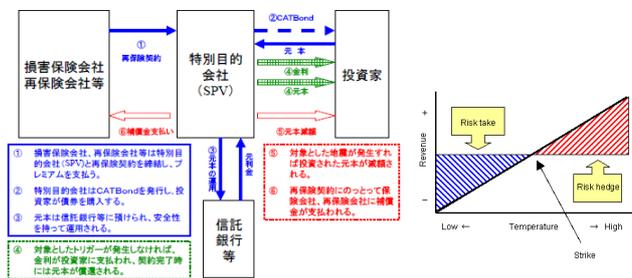


図 1 CAT Bond スキーム 図 2 スワップスキーム (国土交通政策研究第 62 号参照)

### 2.2 スワップ

スワップとは金融派生商品の一つで、二者間で同時に発生しない等価なリスクを交換する契約である。契

約当初は資金の支払いは生じないが、約定した事象により資金の授受が発生する。図 2 にスワップにおける資金の授受を示す。

## 3 リスク分析

リスク分析は図 3 に示した手順で行う。ガス事業者の損失として、資産損失、事業中断損失、および潜在的な賠償責任損失を考える。それぞれの損失額は、中央防災会議および JICA によって行われた被害想定結果を用いて推定した。推定された損失額は、推定誤差を有するため、モンテカルロシミュレーション (MCS) を用いて損失額の確率密度分布を推定する。MCS によって得られた確率密度分布とシナリオ地震の年発生確率から、リスクカーブを求めた。リスクカーブは縦軸が年超過確率、横軸が期待損失額を表し、リスクカーブと縦軸、横軸で囲まれた面積が年期待損失額を表す。図 4 に TG 及び IG のリスクカーブを示す。

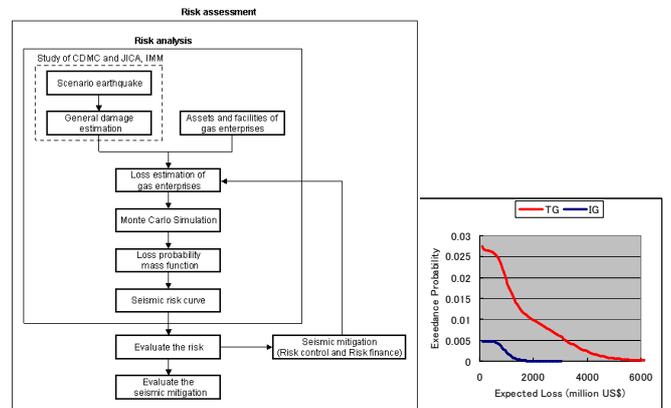


図 3 リスク分析手順 図 4 TG, IG のリスクカーブ

## 4 ART の有用性の評価

ART の有用性を費用便益分析、及び超過確率が 1/475 となる年期待損失額 (L475) の減少によって評価する。その際、潜在的賠償責任損失は考慮しない。CAT Bond の便益は移転された年期待損失、及び倒産回避による便益の和とし、費用は移転された年期待損失の 1.5 倍と仮定する。倒産回避による便益は、損失が資本を超える確率  $P(b)$  と純利益の NPV の積によって表される。

キーワード インフラ事業者, ART, CAT Bond, Swap, 費用便益分析

連絡先 〒615-8246 京都市西京区京都大学桂キャンパス C クラスタ 137 号室 TEL 075-383-3249

#### 4.1 TGにおけるCAT Bond

TGにおけるCAT Bondを設計するにあたり、トリガーとなるグリッドとマグニチュードの影響を分析する。図5及び図6に設定したグリッド及びマグニチュードと元本の減額を示す。元本の大きさはL475とTGの純利益の差から設定した。グリッドはグリッド1から3の順に対象範囲が広がる。

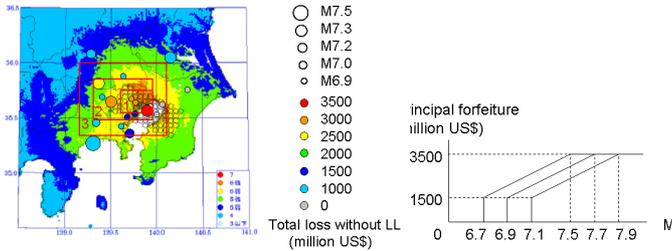
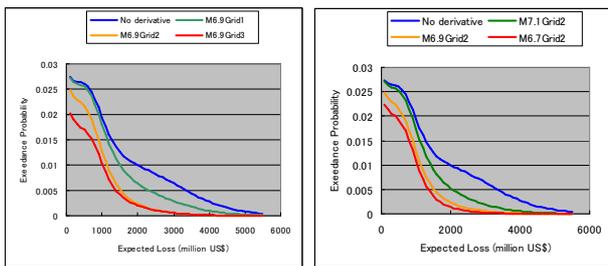


図5 グリッド 図6 Mと元本の減額

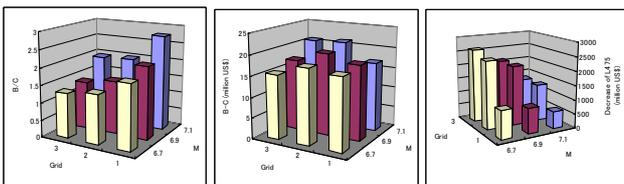
図7-(a), (b)はそれぞれM6.9の場合におけるグリッドの違いによるリスクカーブの変化、及びグリッド2の場合におけるマグニチュードの違いによるリスクカーブの変化を示す。図8-(a), (b)はそれぞれ一年あたりの費用便益比、及び純現在価値を示し、図9はL475の減少を示す。グリッドが大きくなるほど、またトリガーマグニチュードが小さくなるほどリスクは減少するが、費用便益比も減少し、リスク移転の効率は悪化する。純現在価値はグリッド2のケースで最大となる。

トリガーの設定は、どの程度のリスクを移転するか、経営者の意思決定が必要となる。得られた結果はCAT Bondによる有用性を示し、意思決定の際の基準として有用であると考えられる。



(a) グリッド (b) マグニチュード

図7 トリガーによるリスクカーブの変化



(a) B-C ratio (b) NPV 図8 L475の減少

図9 費用便益分析

#### 4.2 TG-IG間におけるスワップ

TG-IG間で年期待補填額が等しくなるように、Swapにおけるトリガーを図10のように設定した。元本は、IGのL475と資本の差から設定した。図11に両事業者におけるリスクカーブの変化、表1に便益とL475の変化を示す。

L475、倒産確率の減少に着目すると、東京ガスに比べIGDASの減少が大きく、TGよりもIGにとって有益であることがわかる。これは、元本をIGのリスクと資本から算定したことによると考えられる。

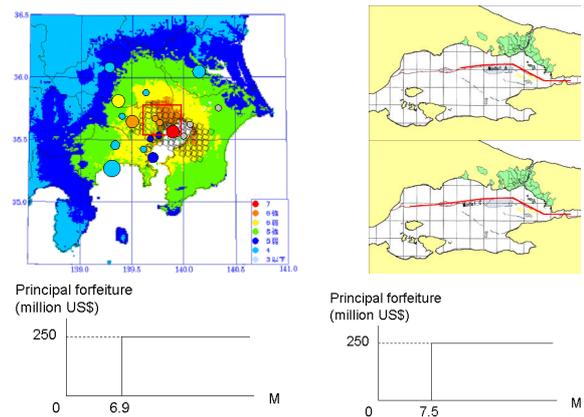


図10 TGおよびIGにおけるトリガー

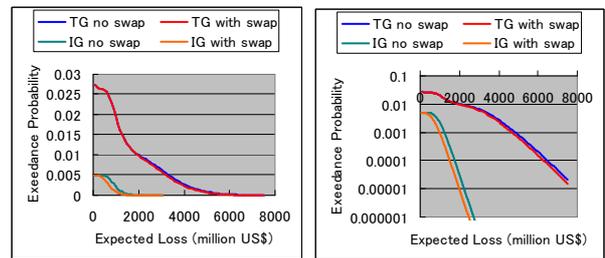


図11 TG-IGスワップによるリスクカーブの変化

表1 TG-IGスワップの便益とL475

	Tokyo Gas	IGDAS
Decrease of EAL (million US\$)	1.26	1.20
Decrease of L475 (million US\$)	156	250
Decrease of P(b)	0.00014	0.0014
Benefit (million US\$)	5.03	3.56

#### 5 結論

以下に、本研究で得られた結論を示す。

- ・ ガス事業における地震リスク分析を行い、インフラ事業者におけるART設計の実現可能性を示した。
- ・ 東京ガスにおけるCAT Bond、東京ガス-IGDAS間におけるスワップを設計し、その有用性を示した。最後に、今後の課題を列挙する。
- ・ より詳細なリスク分析
- ・ ARTと耐震対策を組み合わせたりスクマネジメント手法の評価
- ・ 地震リスクスワップを多事業者へ拡張