

## 防災まちづくり事業推進のための資本市場からの資金調達にかかる地震リスクの評価

## その3: 地震リスクのリスクプレミアムとしての評価

正会員 ○福島誠一郎\*  
正会員 新井 伸夫\*\*  
正会員 矢代 晴実\*\*\*

都市政策 資金調達 市場原理  
地震リスク 証券の発行 リスクプレミアム

## 1. はじめに

本研究(その2)で提案した地震リスクについて、リスクプレミアムに相当する年間利率へと換算することを行い、その結果をもとに事業の実現性の評価を行う。

## 2. リスクプレミアムの定義

地震リスクの評価において設定した地震環境には不確実な要素も存在し、また適用した距離減衰式等にもばらつきが存在する。そこで、それらの不確実さを考慮し、評価された地震リスクの $\alpha$ 倍に相当する額を、リスクに見合った利息として償還額に上乗せすることとし、それをリスクプレミアムと設定する。

なお、リスクには、一般投資家が担うリスクと自治体が担うリスクが存在するが、自治体は、住民の負担を軽減するために自らのリスクに対する補償は求めないこととする。つまり、リスクプレミアムには自治体のリスクを考慮しない。

したがって、防災事業費用の償還に上乗せすべき利息(リスクプレミアム) $I_R$ は、償還年数を $T$ 、長期金利を $\beta$ とすると、

$$I_R = \alpha \cdot R_1(1+\beta)^T \quad (1)$$

となる。

一般投資家のリスク $R_1$ に対応するリスクプレミアム $I_R$ が、設定した償還年数で付与されるようにするには、リスクプレミアムに相当する年間の利率を $\gamma$ とすると次式が成立すれば良い。

$$C_B(1+\beta)^T + I_R = C_B(1+\beta+\gamma)^T \quad (2)$$

ここで、 $C_B$ は防災事業の総事業費であり、(2)式に(1)式を代入すると、次式を得る。

$$\begin{aligned} \alpha \cdot R_1(1+\beta)^T &= C_B[(1+\beta+\gamma)^T - (1+\beta)^T] \\ &\approx C_B(1+\beta T + \gamma T - 1 - \beta T) \\ &= C_B \cdot \gamma T \end{aligned} \quad (3)$$

これより

$$\gamma \approx \frac{\alpha \cdot R_1(1+\beta)^T}{T \cdot C_B} \quad (4)$$

が得られる。

(4)式により、リスクプレミアムに相当する年間の利率 $\gamma$ は、一般投資家の地震リスク $R_1$ と比例関係にあることがわかる。

## 3. リスクプレミアムの評価

(4)式を用いて(その2)に示した一般投資家のリスクの最大値( $a=b=0$ )をリスクプレミアムに相当する年間の利率に換算した。なお、一般投資家の地震リスクを計算するにあたっては、事業目的税の年額を1.0( $x=1.0$ )、償還年数を15(年)とし、長期金利は新井・他<sup>1)</sup>に倣い $\beta=0.02$ とした。これより、総事業費 $C_B$ は11.145となる。 $\alpha$ の値については、現在、金融市場においては一般的に5倍程度の値が採用されていることから、 $\alpha=5$ とした。

建物の fragility については、(その2)に示した値を採用した。地震ハザードについては、福島・矢代<sup>2)</sup>の検討に用いたモデルを用いた。なお、地震ハザードは工学的基盤で定義されているため、久保・他<sup>3)</sup>の増幅率(500m格子)を用いて地表位置での値に変換した。

図1に増幅率のマップを示す。本研究では東経3.75分、北緯2.5分の刻み(5km格子)の格子を用いるため、格子に含まれる増幅率の平均値を当該格子の増幅率とした。

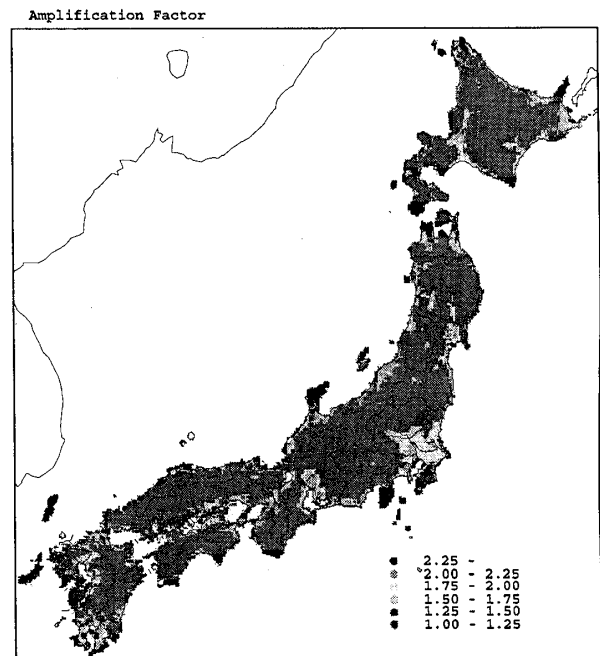


図1 地表の増幅率

Evaluation of the seismic risk for the funding method to promote urban policy

Part 3: Quantitative evaluation of risk premium

Sei'ichiro FUKUSHIMA\*

Nobuo ARAI\*\*

Harumi YASHIRO\*\*\*

リスクプレミアムに相当する年間利率のマップを作成した。それを図 2 に示す。房総半島から伊豆半島にかけての一带、紀伊半島、日向灘の一部でリスクプレミアムに相当する年間の利率  $\gamma$  が 5% を超えるが、他の地域では都市部（平野部）で 5% 未満、山間部で 3% 未満である。

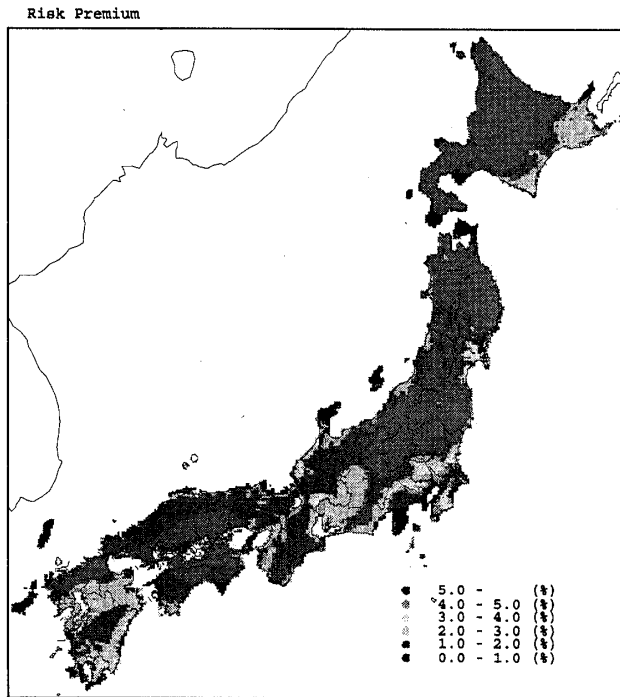


図 2 リスクプレミアムに相当する年間利率のマップ

4. リスクプレミアムから見た事業モデルの実現性

筆者らは、図 3 に示すようなモデル都市における老朽木造密集地域の耐震事業を対象に、(その 1) に示した事業スキームを提案し、住民負担の観点から当該事業モデルによる耐震化事業実施の実現可能性を検討した<sup>1)</sup>。

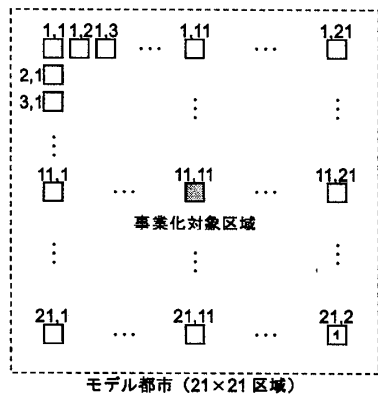


図 3 試算に際して設定した都市と区域

同検討において、住民負担額の算定にあたって、2%の長期プライムレートに 5%のリスクプレミアムを上乗せして 7%という利率を設定したとしても、その事業による便益を享受する住民が多ければ、事業目的税は住民にとって十分に負担可能な範囲にあることを示した。

この点からすると、ここで得られたリスクプレミアムは、一部の地域を除き、先の検討において設定した 5%という値に比して十分に小さいことから、住民の側から見て十分に負担可能な範囲にあると判断される。

また、リスクプレミアムに相当する年利を 5%としても負担可能であると仮定すれば、より大きなリスクプレミアムを設定したとしても、多くの地域で事業は成立する。これは、ここで検討した地震リスク以外のリスクをも十分に織り込む余地を有していること、資本市場からの資金調達をより確実にするために（一般投資家にとってより魅力的な債券とするために）ある程度の利息の上乗せを行ったとしても事業は成立することを示している。

これらの地域においては、リスクプレミアムが住民負担の範囲にあることから、自治体が住民の償還免除に対する補填をしなくとも事業が十分成立すると考えられる。

一方、地震危険度が高いか地盤条件が良くないことによりリスクプレミアムが 5%を超えるような地域については、自治体がリスクの一部を負担することでリスクプレミアムが過大になることを防ぎ、住民負担を現実的な範囲に留めることが必要となる。これは、脆弱な（あるいは危険な）地域にある脆弱な町並みに対しては、その耐震性を向上させるための事業を実施するにあたり、それを放置してきた自治体もリスクを取ることで、事業の実現性を高める責任があるということである。

5. まとめ

本研究では、既往の研究において提案した事業モデルについて、償還期限内の地震リスクを対象とし、リスク負担と債券発行におけるリスクプレミアムの観点から、事業の実現性を検討した。

参考文献

- 1) 新井伸夫, 矢代晴実, 福島誠一郎: 防災まちづくり事業推進のための市場原理に則った資金調達手法に関する基礎的検討, 日本建築学会環境系論文集, No.584, pp.91-98, 2004.10
- 2) 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価, 日本建築学会計画系論文集, No.552, pp.169-176, 2002.8
- 3) 久保智弘, 久田嘉章, 柴山明寛, 大井昌弘, 石田瑞穂, 藤原広行, 中山圭子: 全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化, 及び, 面的な早期地震動推定への適用, 日本地震学会, 地震第 56 巻, pp.21-37, 2003.3

\*東電設計(株)  
 \*\*(財)日本気象協会  
 \*\*\*東京海上日動リスクコンサルティング(株)

\* Tokyo Electric Power Service Co., Ltd.  
 \*\* Japan Weather Association  
 \*\*\* The Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co., Ltd.