

How Do People Cope with Natural Disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake in 1995

Sawada Yasuyuki, and Satoshi Shimizutani (2008)

交通・都市・国土学研究室 修士2年

前田歩美

0. 要約

1. 論理的枠組みと推定モデル

2. データセット

調査の概要

世帯属性・被害情報・リスク対処手段

世帯タイプの判別

3. 推定結果

(1) 震災後、世帯の全体的な消費行動に変化があったか

(2) 借入制約によるリスク対処手段の違い

(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

4. 結論

0. 要約

阪神淡路大震災(1995)の被災世帯のアンケート調査結果を用い、以下の2観点から、相互保険の機能と世帯の外生的損害への対処手段について分析した。

(1) 損害額による消費行動の変化

損失が大きい世帯ほど消費を減少させており、「効率的リスクシェアリング仮説※」と矛盾

= **リスクシェアリングが不完全**

※同じ条件の世帯が同等のリスクに曝された場合、実現した損失の大きさに拘らず、事後的な損失は等しくなるはずという仮説

(2) 被災世帯がどのように損害に対処したか

多くの世帯が地震保険未加入だったため、消費の削減、借入、私的支援金、公的支援金への依存を迫られた

①**借入(借金)** : 全て担保付きで、「借入額 ≤ 担保資産の価値」と仮定

→震災前に借入制約拘束を受けていた世帯とそうでない世帯で、事後的な未使用借入枠の大小に拘らず、借入の可能性が大きく異なった。**(拘束のある世帯の消費が損害によって大きく落ち込んだ)**

②**私的支援金** : 保険会社からの保険金、他家からの義援金などを想定

→拘束のあった世帯もなかった世帯も私的支援金に依存したが、その割合は**損害の大きさに相関**した

※借入制約拘束がある = これ以上借入できない / 借入制約拘束がない = 担保にできる資産がまだある 状態を指す。

1.論理的枠組みと推定モデル

研究の位置付け

- データセットは、地震による損害の種類・程度を区別でき、明確な実証分析が可能
→自然災害へのリスク対処手段それぞれの相対的有効性を検証できた。
- 世帯レベルのデータを用いて、自然災害への対処手段としての借入/私的支援金の役割を調べた既往研究はわずか

世帯間の消費保険

各世帯は、家計への多様な衝撃に対処するために、様々なリスク対処手段を採用している

私的：フォーマルな保険市場、信用市場取引(株・債券など)、親族/友人/隣人間のインフォーマルな金銭授受 など

公的：政府からの直接的な支援金 など

これらが完璧に機能しているなら、**全世界帯が抱える潜在リスク量は同じはず。**

1.論理的枠組みと推定モデル

完全消費保険仮説

世帯の消費 c に基づく効用を $u(c)$ とする.

世帯間で事前のリスク暴露量が同じ = 「効率的リスクシェアリング」が成立しているとき,

任意の2世帯間の**限界効用比 $\frac{u'(c_1)}{u'(c_2)}$** は**時間的に一定** (消費が同じ比率で変動する)

⇒ リスクが実現したとき, 実際に被った損害額に拘らず, 事後的な限界効用は変動を共有する

⇒ 災害による損害などの**家計への特異な衝撃は, 消費に影響を与えないはず** (損害を被る世帯はごく一部なので)

※ Jappelli and Pistaferri (1999) (Bank of Italy Survey of Household Income and Wealthから抽出したパネルを用いて分析) で強く否定されている

リスクシェアリング的 最適配分の求解方法

- ① 社会的資源制約下で, 人々の生涯効用の加重和を最大化する
= 善意ある社会計画家問題 (benevolent planner's problem) を解く (Mace, 1991)

$$L = \sum_{j=1}^J \omega^j \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \sum_{\tau=1}^S \pi(s_{t\tau}) U [C_t^j(s_{t\tau}), b_t^j(s_{t\tau})]$$

世帯jの社会的重み
時間割引率
t期に状態τである確率
効用関数
t期の収入
収入の消費への変換率

- ② 完全偶発市場を用いた家計最適化問題を解く

完全市場: 次の2条件を満たす. a)完全情報で取引コストが無視できる(→市場の不均衡は瞬時に解消される), b)全ての資産の全てのあり得る状態に価格が付けられる

偶発市場: 商品取引が偶発的に発生する

相互保険市場と証券取引市場があれば最適なリスクシェアリングが可能

1.論理的枠組みと推定モデル

本モデルの前提

a. 日本は閉鎖経済で、地震は日本経済にとって総体的なリスクイベントである

→リスクシェアリングにより、家計への衝撃は均される

b. 神戸地域に住む世帯は、事前的な震災リスク量が等しい

地震保険の提供者(損保会社)も、都道府県単位のハザードマップを採用している

- 日本政府は地震保険料を厳しく規制しており、保険料区分は4段階のみ。近畿地方はレベル3
- 1994年12月現在、兵庫県では世帯の地震保険加入率はわずか3%だった

この前提の下、効率的リスクシェアリングについて検証する

神戸地域内の同属性の世帯を考えた場合、事後の実現したリスク量に拘らず、両世帯の消費は同程度に減少するはず

※現実的に、事前リスクを負っていない世帯も多少は損失を引き受けており、その分担量は世帯のリスク回避度やリスクシェアリングの相対的規模に依存

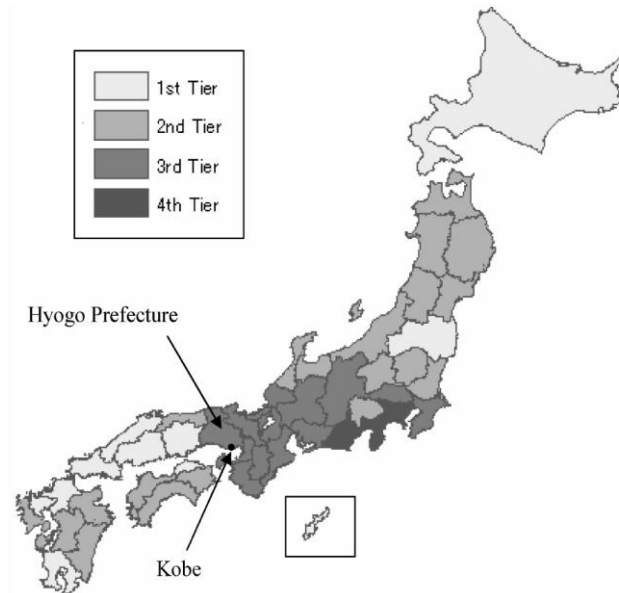


図1：阪神淡路大震災以前の地震保険料区分

1.論理的枠組みと推定モデル

世帯の最適化モデル

- 世帯は標準的な異時点間予算制約と借入制約の下、割引生涯効用の条件付き期待値を最大化する経路(その期の消費額)を選択すると仮定 ※Zeldes (1989), Deaton (1991), Ljungqvist and Sargent (2004, chap.16) 参照

$$\max_{\{c_{i,t}\}} E_t \sum_{j=0}^{\tau} \left(\frac{1}{1+\delta} \right)^{t+j} u(c_{i,t+j})$$

予算制約: $A_{i,t+1} = (1+r)(A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} - c_{i,t})$, $A_{i,0}$ given, $A_{i,T} \geq 0$

借入制約: $A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} + z_{i,t} \geq c_{i,t}$, $z_{i,t} \leq 0$

c : 世帯の消費額

$u(c)$: 世帯の消費による即時効用関数 (上に凸)

A : 世帯の期始における資産額

L : 地震による外生的な資産損失

r : 実利率 (元金1が一年後に $1+r$ になる)

δ : 世帯の主観の割引率 ※一定と仮定

y : 各期の収入 (所得 + その他)

z : 借入額 - 担保資産額

- 効率的リスクシェアリングを実現する仕組みがなくても、貯蓄によって、世帯は予期せぬ家計への衝撃に対して自己保険を賭けられる

1.論理的枠組みと推定モデル

借入制約の定義

借入制約には一般に2種類ある.

① 担保ありの場合： $z = \text{借入額} - \text{担保資産額} \leq 0$

総財産価値は非負 ($A - L + y + z \geq c > 0$). アドホック(一時的な)借入制約ともいう

② 無担保の場合：現在の総財産価値を超えて借入できる, つまり $z > 0$

例) 自然借入限度額(生涯収入まで借り入れできる)など ※Ljungqvist and Sargent (2004, pp.549, 577) 参照

実社会では, 住宅ローンを組んで購入した住宅の不動産価格が急落し「住宅の売却額 < ローン残高」
となった場合に起こり得る

本論文では, ①の定義のみ採用する

- モデル上, 全てのローンが1期限りと仮定しているため, もし全ローンに頭金(担保)が必要であれば, 貸出は純資産以下になり, 必ず $z \leq 0$ になる
- データセットには世帯の金融資産額や借入残高の情報が含まれず, ①②を区別できないため.

1.論理的枠組みと推定モデル

借入制約拘束の有無の判別

若林・堀岡(2005)：平時のデータを用いて、担保ありの借入制約に拘束されている世帯/いない世帯を判別
→この推計結果を利用

拘束あり： $A - L + y + z = c$

拘束なし： $A - L + y + z > c$

ラグランジュ乗数 $\tilde{\mu}$ を導入すると、世帯の最適化モデルは

$$\max_{c_{i,t}} \left[E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\delta} \right)^{t+j} u(c_{i,t+j}) + \tilde{\mu}_{i,t} (A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} - c_{i,t} + z_{i,t}) \right]$$

これと一次条件から導かれる包絡条件を組み合わせて、借入制約拘束に関して拡張した消費オイラー方程式は ※Zeldes (1989)

$$u'(c_{i,t}) = E_t \left[u'(c_{i,t+1}) \left(\frac{1+r}{1+\delta} \right) \right] + \tilde{\mu}_{i,t} \dots (*)$$

$$A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} + z_{i,t} \geq c_{i,t} \text{ if } \tilde{\mu}_{i,t} = 0 \quad \Rightarrow \text{拘束されていない世帯}$$

$$A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} + z_{i,t} = c_{i,t} \text{ if } \tilde{\mu}_{i,t} > 0 \quad \Rightarrow \text{拘束下の世帯}$$

※ 消費オイラー方程式：2時点間を通して効用最大化するように、予算制約下で消費量(c_1, c_2)を配分する条件式。
参考：http://www3.u-toyama.ac.jp/shira/kderwb/supplement/suppli7_9.html

• $\tilde{\mu}$ は借入制約拘束が生む負の厚生効果を表す指数

=現在の借入制約が1単位緩和された場合に生じる期待生涯効用の増加量に等しい。拘束下の世帯は、貯蓄増→消費増→効用上昇するので、 $\tilde{\mu} > 0$ 。

1.論理的枠組みと推定モデル

消費オイラー方程式の導出

t時点における世帯の最適化モデルは

$$\begin{aligned} & \max_{c_{i,t}} \left[E_t \sum_{j=0}^{\tau} \left(\frac{1}{1+\delta} \right)^j u(c_{i,t+j}) + \tilde{\mu}_{i,t} (A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} - c_{i,t} + z_{i,t}) \right] \quad H(c_{i,t}) \text{ とおく} \\ & = \max_{c_{i,t}} \left[E_t \left\{ u(c_{i,t}) + \frac{1}{1+\delta} u(c_{i,t+1}) + \dots + \left(\frac{1}{1+\delta} \right)^{\tau} u(c_{i,t+\tau}) \right\} + \tilde{\mu}_{i,t} (A_{i,t} - L_{i,t} + y_{i,t} - c_{i,t} + z_{i,t}) \right] \quad = 0 \end{aligned}$$

予算制約式より $\frac{\partial c_{i,t+1}}{\partial c_{i,t}} = \frac{\partial A_{i,t+1}}{\partial c_{i,t}} = -(1+r)$, よって $\frac{\partial c_{i,t+j}}{\partial c_{i,t}} = \{-(1+r)\}^j$ なので,

$$H'(c_{i,t}) = \sum_{j=0}^{\tau} \left(-\frac{1+r}{1+\delta} \right)^j u'(c_{i,t+j}) - \tilde{\mu}_{i,t}$$

一次条件(2時点間)のみ考慮するとき,

$$H'(c_{i,t}) = u'(c_{i,t}) - \frac{1+r}{1+\delta} u'(c_{i,t+1}) - \tilde{\mu}_{i,t}$$

∴ $E_t H'(c_{i,t}) = 0$ より, (*)

1.論理的枠組みと推定モデル

モデルの理論的意味 →実証分析で検証

- 全ての借入は担保付きで、借入にはコストがかかるので、世帯はなるべく借入に頼らないようにするための措置をとる。しかし被災世帯の一部は、事前または事後の借入制約拘束に直面する
→被災世帯を3タイプに分類

表2：借入制約の状態による世帯の分類

	震災前から借入制約に拘束されていた		震災前は借入制約に拘束されていなかった	
<i>Ex ante</i> status	$\mu_{iT-1} > 0$		$\mu_{iT-1} = 0$	
<i>Ex post</i> status	$\mu_{iT} > 0$	$\mu_{iT} = 0$	$\mu_{iT} > 0$	$\mu_{iT} = 0$
Type of household	Type I ①	Unlikely to happen 考慮しない	Type II ②	Type III ③

- 初期条件の (1)純資産がプラスかゼロか、(2)住宅損失と所得損失のいずれが発生したか は期初に判明していると仮定
- 借入の可否は、世帯の資産価値と借入制約の時間経路に依存
- 地震が発生した時点をT、地震発生直前の期間をT-1 とする

1.論理的枠組みと推定モデル

被災世帯の分類 - 借入制約の観点から

消費額の変化： $\Delta c_{i,T} = c_{i,T} - c_{i,T-1} = (A_{i,T} - L_{i,T}) - A_{i,T-1} + \Delta y_{i,T} + \Delta z_{i,T}$

① 震災前に拘束あり→震災後も拘束あり

常にその時の資源に制約される

資源は前期の借入制約に依存 $A_{i,T} = (1+r)(-z_{i,T-1})$ (\because 予算制約式)

所得減少 $\Delta y_{i,T} < 0 \rightarrow$ 消費も減少 $\Delta c_{i,T} < 0$

所得と借入制約が変わらなくても、被災による資産額(市場価値)の減少 $(A_{i,T} - L_{i,T}) - A_{i,T-1} < 0 \rightarrow$ 消費減少

住宅ローンのある世帯は、損壊した持家を売ってもローンを返済できない。

全てのローンが単期型るとき、損害額を外生的な所得でカバーできない世帯は、その額に応じて消費を減らさざるを得ない。 \Rightarrow 消費は所得以上に落ち込む

借入制約が減少 $\Delta z_{i,T} < 0$ するとさらに減少するが、私的/公的支援金があれば緩和される

資産が提供する「消費サービスフロー」を考慮するとさらに負の影響は大きくなる

例) 家の消費ができなくなってもローンは払い続ける等。新居を借りるために他の支出を減らす必要

② 震災前は拘束なし→震災後は拘束あり

震災後はタイプ①と同じだが、消費の平準化のために上限まで借金している

③ 震災前は拘束なし→震災後も拘束なし

常に式(3)で $\mu = 0$ としたものが成り立ち、追加的に借金する戦略が取れる

1.論理的枠組みと推定モデル

実証する予測

- I. 被災した世帯全体に占めるタイプ①世帯の割合より、被災後消費に変化があった世帯に占める①世帯の割合の方が高い
= タイプ②③世帯よりも、**①世帯の方が被災後に消費が変化しやすい**

- II. 借入が主要なリスク対処手段であったと報告するタイプ①世帯の割合は、②③世帯の合算よりも低い
= タイプ**①世帯は借入を利用しにくい**

- III. タイプ①世帯の多くが、私的支援金が最重要な対処手段であった、または利用した対処手段の一つだったと報告する
損害を被った**①世帯は**、消費から得られる効用が最も低いため、最も緊急なニーズを持っており、**支援金の目的はこれら①世帯が損失に対処するのを助けること**だったという仮定に基づく

2. データセット

調査の概要

- 「阪神・淡路大震災後の暮らしの変化と消費行動に関する調査報告書」（兵庫県生活文化部，1996年10月）のマイクロデータを使用
- 調査対象地域：神戸市東灘区，北区，須磨区，明石市，西宮市
- ※ 回答者は**震災21カ月後も被災地に住み続けている人**。被災地外への転居世帯は被災地内への残留世帯よりも自宅被害が大きい（林・田月，1999）ので，本論文の実証結果は**震災の影響を過小評価している可能性**あり
- ※ リスク対処手段の情報を提供しなかったサンプルは除外



2. データセット

世帯属性

- 震災前の持ち家率が71.8%
- 住宅ローンありが31.9%
- 平均年齢51歳
- 学歴は高校以下が大半
- 被災当時、過半数は子供と同居しており，二世帯住宅住みが4分の1近く
- 独身率は4%
- 計量経済学的分析では，震災の影響の地域差による観測不能な異質性を調整するため，地区ダミーを導入

変数	平均値 (標準偏差)
Household characteristics ^b	
Dummy = 1 if the household owned a house prior to the earthquake	0.718
Dummy = 1 if the household had an outstanding mortgage prior to the earthquake	0.319
Age of the respondent	51.190 (10.842)
Age squared	2,737.731 (1,135.305)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was high school	0.518
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was junior college or the equivalent	0.243
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was university	0.137
Dummy = 1 if the respondent was single	0.042
Dummy = 1 if the respondent lived with children	0.623
Dummy = 1 if the respondent lived with parents or grandchildren (extended family)	0.198
Regional dummy variables ^b	
Dummy = 1 for Higashinada Ward (default category)	0.163
Dummy = 1 for Kita Ward	0.136
Dummy = 1 for Suma Ward	0.136
Dummy = 1 for Akashi City	0.370
Dummy = 1 for Nishinomiya City	0.181
Dummy = 1 for other areas	0.014

2. データセット

被害情報

- 震災の前後で世帯の消費行動が変わった人が6割以上
←減少したと考えるのが妥当
- 回答者の85%が住居の被害あり。被害程度は、大: 17%, 中: 25%, 軽: 43%
- 回答者の87%が家財の被害あり。被害程度は、大: 10%, 軽: 77%
- 回答者の80%が震災後に支出増
この対処手段には、以下が考えられる
 - **消費の削減 – reallocation of consumption expenditure**
 - **借入 – borrowing**
金融機関, 親戚, 友人などから。フォーマル/インフォーマルともに含める
 - **公的支援金 – public transfers**
政府からの支援金(公的融資制度による給付, 被災地住民への補助金など), NPOからの寄付など
 - **私的支援金 – private transfers**
保険会社からの保険金, 他家からの贈与など。公的支援金以外のフォーマル/インフォーマルな支援金と定義

変数	平均値
Expenditure shock ^a	
Dummy = 1 if household consumption changed after the earthquake	0.627
Dummy = 1 if the household faced an increase in its expenditure due to the earthquake	0.803
Shock variables ^b	
Dummy = 1 if the earthquake caused major damage to the home	0.174
Dummy = 1 if the earthquake caused moderate damage to the home	0.251
Dummy = 1 if the earthquake caused minor damage to the home	0.431
Dummy = 1 if the earthquake caused major household asset damage	0.094
Dummy = 1 if the earthquake caused minor household asset damage	0.773
Dummy = 1 if the earthquake adversely affected the health of a family member	0.213

2. データセット

リスク対処手段

質問①：最重要だった対処手段は？(単一選択)

消費構成の変更: 25.0% > 借入: 9.6% > 公的支援金: 7.4% > 私的支援金4.6%

質問②：採用した全ての対処手段は？(複数選択)

消費構成の変更: 71.9% > 私的支援金: 51.9% > 借入: 29.8%

- 多くの世帯が地震保険未加入だったため、消費削減、借入、私的/公的支援金への依存を迫られた
→震災後の共済システム構築に大きな役割を果たしたと思われる ①借入 と ②私的支援金 に注目し、その決定要因の差異を明らかにする
- ※ このデータでは、「被災地域世帯間のリスクシェアリング」と「世帯内のリスクシェアリング」を区別できない。今回の目的は世帯間の保険メカニズムの有効性の検証なので、自己保険の可能性は分析から除外したが、貯金の切り崩しは、より小さな資産損害への対処のみ活用される(澤田・清水谷, 2005)
- ※ 公的支援金 = 政府やNPOからの支援金は、被災世帯の要望に応じてではなく自動的に行われたものであり、世帯あたりの補償額も比較的小さかったため、分析対象にはせず

変数	平均値
Coping variables ^b	
<i>The most important coping strategy</i>	
Dummy = 1 if a reallocation of consumption expenditure was the most significant means of coping (default category)	0.250
Dummy = 1 if borrowing was the most significant means of coping	0.096
Dummy = 1 if private transfers were the most significant means of coping	0.042
Dummy = 1 if public transfers were the most significant means of coping	0.074
<i>All coping strategies</i>	
Dummy = 1 if a reallocation of consumption expenditure was one of the means of coping (default category)	0.719
Dummy = 1 if borrowing was one of the means of coping	0.298
Dummy = 1 if private transfers were one of the means of coping	0.519
Dummy = 1 if public transfers were one of the means of coping	0.204

2. データセット

世帯タイプの判別

- 既往研究

若林・堀岡(2005)：『貯蓄と消費に関する世論調査』(貯蓄情報センター(現・金融広報中央委員会))のマイクロデータから、各世帯が借入制約に直面しているかどうかを検証。 ※平常時のみ

借入制約の有無の指標：金融機関の審査に対する不満の有無

世帯の借入制約に影響を与える変数：所得の二乗、金融資産、世帯主の年齢、借入残高、家族規模、持ち家、雇用形態など

Jappelli, Pischke, and Souleles (1998)：明示的な借入制約拘束の情報を用いて、消費オイラー方程式を推計する手順を開発

- 借入制約拘束の有無はデータからは分からないため、
 - i. 若林・堀岡 が推定したプロビットモデルの係数を使用し、
 - ii. Jappelli, Pischke, and Souleles が開発した手順に従って震災前の世帯タイプ(❶ or ❷❸)を確率的に判別→ ❶世帯が27.74%、❷❸世帯が72.26% (若林・堀岡(2005)の結果と同じ)

世帯タイプ

- ❶ 震災前に拘束あり→震災後も拘束あり
- ❷ 震災前は拘束なし→震災後は拘束あり
- ❸ 震災前は拘束なし→震災後も拘束なし

- 推定の頑健性を確認するため、震災の前後とも住宅を所有している世帯(≡❸世帯)について、同様に分析
←世帯が純資産を上限として借入を行えるという仮定より、

「住宅購入時に払った頭金(担保)<震災時の住宅価値」である可能性が高いため、他に多額の無担保ローンを抱えていない限り、純金融価値>0だったといえる。もし生活が苦しいなら家を買ったはず。

3. 推定結果 検討課題(1) 震災後、世帯の全体的な消費行動に変化があったか

検証すべき仮説

消費保険仮説 (Townsend (1987,1994), Mace (1991), and Cochrane (1991)) :

相互保険によって世帯間でのリスク分担が成立しているとき、世帯の消費は、一時的ショック(災害による損害、世帯所得の変動など)によって変動しない。

※全体のリスクの変動(平均消費の変化)や世帯消費嗜好の変化によっては変動する

→消費保険仮説が成立しているなら、**全世界帯が「損害を被ったが消費行動を変えなかった」と回答するはず**

表4-A：地震被害の程度・地域別の世帯分布(%)

- 自宅の被害は、東灘区 >> 明石市 > 須磨区 > 西宮市 >> 北区 の順に大きい
- 家財の被害も、地域によるばらつきあり

Region	Damage to home			
	Major damage	Moderate damage	Minor damage	No damage
All	12.90	17.54	40.93	28.63
Higashinada	23.26	25.00	37.79	13.95
Kita	2.56	7.26	50.00	40.17
Suma	13.86	18.32	36.63	31.19
Akashi	16.15	25.44	33.85	24.56
Nishinomiya	6.90	10.34	51.38	31.38

Region	Damage to assets			
	Major damage	Moderate damage	No damage	Health damage
All	7.91	70.74	21.35	17.71
Higashinada	16.07	77.38	6.55	29.71
Kita	3.04	58.70	38.26	10.17
Suma	9.90	61.39	28.71	12.87
Akashi	9.89	80.88	9.23	25.38
Nishinomiya	1.74	70.83	27.43	7.17

3. 推定結果 検討課題(1) 震災後、世帯の全体的な消費行動に変化があったか

表4-B：消費行動の変化・地震被害の程度別の世帯分布(%)

- 消費行動の変化割合は、住宅損害の程度と正の相関あり
 自宅が大損害を受けた世帯では8割以上が消費行動を変化 ⇔ 被害なし世帯では半数のみ
 ∴ (調査地域全体として) **効率的なリスクシェアリングが行われていない**ことを示唆
- 家財損失の程度についても同様のパターンあり

		Consumption changed substantially	Consumption changed slightly	No change
All		9.49	53.23	37.28
Home	Major damage	23.08	57.14	19.78
	Moderate damage	13.15	60.16	26.69
	Minor damage	5.79	54.86	39.35
	No damage	5.56	44.93	49.52
Assets	Major damage	28.18	53.64	18.18
	Moderate damage	8.44	57.99	33.57
	No damage	5.94	37.95	56.11
Health		15.69	62.75	21.57

表4-C：消費行動の変化・自宅損害の程度・地域別の世帯分布(%)

- リスクシェアリングの範囲を地域内に限定しても、消費保険仮説は成立しない

Region	Extent of damage	Consumption changed substantially	Consumption changed slightly	No change
Higashinada	Major or moderate	15.00	66.25	18.75
	Minor/no	5.75	56.32	37.93
Kita	Major or moderate	19.05	61.90	19.05
	Minor/no	3.92	52.45	43.63
Suma	Major or moderate	16.39	54.10	29.51
	Minor/no	5.26	45.11	49.62
Akashi	Major or moderate	17.22	57.22	25.56
	Minor/no	7.51	54.15	38.34
Nishinomiya	Major or moderate	10.42	68.75	20.83
	Minor/no	5.98	45.73	48.29

3. 推定結果 検討課題(1) 震災後、世帯の全体的な消費行動に変化があったか

なぜ仮説が成立しなかったか

考えられる可能性

- 地震保険の税額控除の範囲や補償水準が限定的だった
- 神戸住民のうち地震保険に加入者はごく一部だった
 - a) 世帯が「地域内のリスクが均一でない」と考えていたか、事前リスクが同じ世帯でも、地震の発生確率に関する事前情報が異なった
 - b) 借入制約によって保険加入ができない世帯があった
のいずれかを示唆

3. 推定結果 検討課題(2) 借入制約によるリスク対処手段の違い

実証する予測 (再掲)

- I. 被災した世帯全体に占めるタイプ①世帯の割合より、被災後消費に変化があった世帯に占める①世帯の割合の方が高い
- II. 借入が主要なリスク対処手段であったと報告するタイプ①世帯の割合は、②③世帯の合算よりも低い
- III. タイプ①世帯の多くが、私的支援金が最重要な対処手段であった、または利用した対処手段の一つであったと報告する

表5：最重要だったリスク対処手段(%) (地震被害の程度・借入制約タイプ別の世帯割合)

	Home			Assets	
	Major damage	Moderate damage	Minor damage	Major damage	Minor damage
消費構造の変更					
タイプ①	16.7	21.1	50.0	22.2	34.3
タイプ②	4.4	8.3	28.8	6.5	20.7
タイプ③	1.8	6.9	31.3	0.0	21.7
借入					
タイプ①	20.8	10.5	5.8	22.2	3.8
タイプ②	13.4	14.6	9.0	6.5	11.0
タイプ③	16.1	15.8	8.4	16.7	10.5
私的送金					
タイプ①	0.0	2.6	7.7	0.0	4.8
タイプ②	2.9	3.1	6.8	22.2	4.4
タイプ③	3.6	2.0	6.2	0.0	4.1

世帯タイプ

- ① 震災前に拘束あり→震災後も拘束あり
- ② 震災前は拘束なし→震災後は拘束あり
- ③ 震災前は拘束なし→震災後も拘束なし

3. 推定結果 検討課題(2) 借入制約によるリスク対処手段の違い

表5：最重要だったリスク対処手段(%)

- ① > ② > ③の順に、消費行動を変化させた割合が高い**
 = 予測Ⅰと整合
 ← ①世帯ほど借入に依存できる可能性が低く、結果として支出を減らさざるを得なかったため当然
- 自宅が大被害を受けた世帯で借入を最重要な対処手段と答えた割合は、**① > ②③**
 この結果は予測Ⅱと矛盾する？
 → 表5は、世帯属性などをコントロールせずに得られたもの。この結果は省略した変数によるバイアスである可能性がある
 実際、①世帯の借入の有意性は、世帯特性をコントロールした後では消失する(後述)
- 私的支援金の利用は、借入制約の異なる世帯間で大差なし**
 借入制約があった世帯では、借入ができなかったため、民間資金を最も重要な対処手段か少なくとも1つとして報告する比率が高かった
 ③世帯にとっても民間支援金は重要であつたらしい

	Home			Assets	
	Major damage	Moderate damage	Minor damage	Major damage	Minor damage
消費構造の変更					
タイプ①	16.7	21.1	50.0	22.2	34.3
タイプ②	4.4	8.3	28.8	6.5	20.7
タイプ③	1.8	6.9	31.3	0.0	21.7
借入					
タイプ①	20.8	10.5	5.8	22.2	3.8
タイプ②	13.4	14.6	9.0	6.5	11.0
タイプ③	16.1	15.8	8.4	16.7	10.5
私的送金					
タイプ①	0.0	2.6	7.7	0.0	4.8
タイプ②	2.9	3.1	6.8	22.2	4.4
タイプ③	3.6	2.0	6.2	0.0	4.1

3. 推定結果 検討課題(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

使用する数理モデル

各対処手段に対する、**順序付きプロビットモデル** (最重要手段→ $p_{ki} = 2$, 手段の一つ→ $p_{ki} = 1$, 利用なし→ $p_{ki} = 0$)

※対処手段の強度は観測できないため

※異なるリスク対処戦略の組み合わせに対する世帯の選択はモデル化できていないので、2つの主要な対処戦略 (借入 b , 私的支援金の受け取り y^{PRT}) の決定要因をそれぞれ調査

借入 b_i 被災情報 世帯属性 誤差項

$$= S_i\theta_1 + H_i\beta_1 + \varepsilon_{1i}$$

私的支援金 y_i^{PRT}

$$= S_i\theta_2 + H_i\beta_2 + \varepsilon_{2i}$$

- S_i : 世帯の被災情報
- H_i : 世帯固有の属性
- θ_k, β_k : 推定するパラメータ ($k=1,2$)
- ε_{ki} : 誤差項 (独立な正規分布)
- $f(z)$: 確率密度関数
- $F(z) = \int_{-\infty}^z f(z)dz$: 累積分布関数

- 自宅の被害程度-大/中/小
- 財産の被害程度-大/小
- 健康被害あり
- 持ち家(震災前)
- ローンあり(震災前)
- $\sqrt{\text{年齢}}$ ※ダミーじゃない
- 最終学歴-高校/短大相当/大学
- 独身
- 子供と同居
- 親か孫と同居(2世帯住宅)
- 居住地(震災前)-神戸市北区/須磨区/明石市/西宮市/その他地域

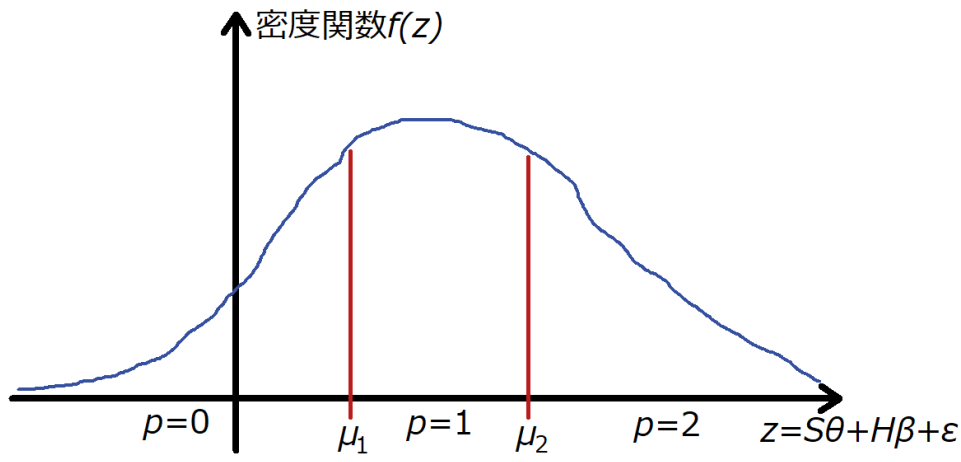
選択確率:

$$\Pr(p = 0) = F(\mu_1 - z)$$

$$\Pr(p = 1) = F(\mu_2 - z) - F(\mu_1 - z)$$

$$\Pr(p = 2) = 1 - F(\mu_2 - z)$$

→最尤法でパラメータ θ_k, β_k と μ_1, μ_2 を推定



3. 推定結果 検討課題(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

表6：リスク対処手段間の比較①

限界効果 (Huber-Whiteのロバスト標準偏差) ※*/**/**：統計的優位性(10%,5%,1%)

借入：**①世帯**と**②③世帯**の間に顕著な差

私的支援金：住宅の大～中被害の係数は両タイプとも全て正で、ほとんどが統計的に有意

Explanatory variables	借入 Borrowing				私的支援金 Private transfers			
	①世帯		②③世帯		①世帯		②③世帯	
	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake
	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important
Dummy = 1 if the earthquake caused major damage to the home	0.137 (0.090)	0.067 (0.060)	0.119 (0.041)***	0.135 (0.071)*	0.316 (0.055)***	0.108 (0.060)*	0.290 (0.037)***	0.130 (0.052)**
Dummy = 1 if the earthquake caused moderate damage to the home	-0.010 (0.086)	-0.003 (0.029)	0.111 (0.041)***	0.110 (0.053)**	0.270 (0.073)***	0.052 (0.032)	0.302 (0.049)***	0.091 (0.034)***
Dummy = 1 if the earthquake caused minor damage to the home	-0.091 (0.077)	-0.030 (0.025)	0.050 (0.044)	0.039 (0.035)	0.075 (0.093)	0.008 (0.012)	0.032 (0.075)	0.005 (0.011)
Dummy = 1 if the earthquake caused major household asset damage	-0.065 (0.100)	-0.020 (0.027)	-0.064 (0.061)	-0.040 (0.033)	0.111 (0.133)	0.015 (0.025)	0.049 (0.100)	0.008 (0.019)
Dummy = 1 if the earthquake caused minor household asset damage	-0.152 (0.088)*	-0.073 (0.057)	-0.004 (0.041)	-0.003 (0.032)	0.209 (0.128)	0.015 (0.010)	-0.019 (0.069)	-0.003 (0.011)
Dummy = 1 if the earthquake adversely affected the health of a family member	0.018 (0.065)	0.007 (0.024)	0.040 (0.030)	0.033 (0.027)	-0.013 (0.081)	-0.001 (0.007)	-0.024 (0.053)	-0.003 (0.007)
Dummy = 1 if the household owned its home prior to the earthquake	0.170 (0.094)*	0.093 (0.079)	0.025 (0.054)	0.017 (0.035)	-0.234 (0.163)	-0.014 (0.009)	-0.067 (0.071)	-0.012 (0.015)

被害変数の限界効果は有意でない
→ **①世帯は借入を大損害の対処手段として利用できなかった可能性**

正かつ統計的に有意
→ **②③世帯は借入によって自宅被害に対処できた**

両タイプとも、**自宅被害が大きいほど私的支援金への依存傾向強い**
→借入制約拘束の有無に拘らず、私的支援金は一般的な対処手段だった

3. 推定結果 検討課題(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

表6：リスク対処手段間の比較②

限界効果 (Huber-Whiteのロバスト標準偏差) ※*/**/**：統計的優位性(10%,5%,1%)

Explanatory variables	借入 Borrowing				私的支援金 Private transfers			
	①世帯		②③世帯		①世帯		②③世帯	
	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake
	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important
Dummy = 1 if the household had an outstanding mortgage prior to the earthquake	-0.017 (0.121)	-0.006 (0.039)	-0.005 (0.029)	-0.004 (0.021)	0.142 (0.145)	0.022 (0.038)	0.034 (0.048)	0.005 (0.007)
Age of the respondent	-0.011 (0.038)	-0.004 (0.013)	0.003 (0.010)	0.002 (0.008)	-0.026 (0.046)	-0.002 (0.004)	-0.008 (0.016)	-0.001 (0.002)
Age squared	0.0002 (0.0004)	0.00006 (0.0002)	-0.00005 (0.0001)	-0.00004 (0.00007)	0.0003 (0.0005)	0.00003 (0.00005)	0.00003 (0.0002)	0.000005 (0.00002)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was high school	-0.099 (0.083)	-0.035 (0.032)	-0.028 (0.043)	-0.021 (0.033)	0.157 (0.116)	0.161 (0.015)	0.004 (0.069)	0.001 (0.010)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was junior college or the equivalent	-0.125 (0.090)	-0.038 (0.026)	-0.017 (0.049)	-0.012 (0.035)	0.140 (0.121)	0.018 (0.021)	0.059 (0.078)	0.010 (0.014)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was university	-0.152 (0.085)*	-0.039 (0.020)*	-0.056 (0.055)	-0.036 (0.031)	0.090 (0.134)	0.011 (0.021)	-0.019 (0.091)	-0.003 (0.012)
Dummy = 1 if the respondent was single	-0.092 (0.073)	-0.028 (0.021)	-0.015 (0.018)	-0.011 (0.013)	-0.022 (0.050)	-0.002 (0.005)	0.005 (0.033)	0.001 (0.005)
Dummy = 1 if the respondent lived with children	-0.047 (0.082)	-0.018 (0.034)	0.055 (0.029)*	0.039 (0.020)**	-0.019 (0.088)	-0.002 (0.009)	-0.038 (0.046)	-0.006 (0.007)

3. 推定結果 検討課題(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

表6：リスク対処手段間の比較②

限界効果 (Huber-Whiteのロバスト標準偏差) ※*/**/**：統計的優位性(10%,5%,1%)

- 神戸市北区／須磨区ダミーの限界効果の一部が、私的支援金で負に有意
 → 個々の世帯の被害程度に拘らず、**被害が軽微だった地域ほど私的支援金を受けにくかった**
 (総体的な被害が大きい地域ほど私的支援金の重要性が高かった)ことを示唆
 ※自宅被害は、東灘区 >> 明石市 > 須磨区 > 西宮市 >> 北区

Explanatory variables	借入 Borrowing				私的支援金 Private transfers			
	①世帯		②③世帯		①世帯		②③世帯	
	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake	Subject to a borrowing constraint before the earthquake	Not subject to a borrowing constraint before the earthquake
	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important	One of the means	Most important
Dummy = 1 if the respondent lived with parents or grandchildren (extended family)	0.050 (0.075)	0.019 (0.031)	0.034 (0.030)	0.028 (0.027)	-0.131 (0.089)	-0.010 (0.007)	-0.075 (0.056)	-0.010 (0.006)
Dummy = 1 for Kita Ward	-0.144 (0.092)	-0.037 (0.020)	-0.056 (0.048)	-0.036 (0.027)	-0.242 (0.157)	-0.013 (0.008)*	-0.189 (0.079)**	-0.019 (0.007)***
Dummy = 1 for Suma Ward	-0.026 (0.102)	-0.009 (0.032)	-0.034 (0.045)	-0.023 (0.029)	0.088 (0.113)	0.011 (0.019)	-0.140 (-0.075)*	-0.015 (0.007)**
Dummy = 1 for Akashi City	-0.007 (0.087)	-0.002 (0.030)	-0.011 (0.036)	-0.008 (0.026)	-0.169 (0.108)	-0.015 (0.011)	-0.011 (0.058)	-0.002 (0.008)
Dummy = 1 for Nishinomiya City	0.036 (0.097)	0.138 (0.040)	0.009 (0.043)	0.007 (0.034)	-0.139 (0.125)	-0.010 (0.008)	-0.102 (0.742)	-0.012 (0.008)
Dummy = 1 if the respondent lived in another area	-0.036 (0.177)	-0.011 (0.050)	-0.068 (0.114)	-0.040 (0.053)	-0.149 (0.201)	-0.009 (0.009)	-0.065 (0.154)	-0.008 (0.015)
Sample size	152	152	430	430	189	189	473	473

3. 推定結果 検討課題(3) 他の世帯属性を調整したリスク対処手段の決定要因を調査

表7：リスク対処手段間の比較 (㊦世帯・借入のみ)

限界効果 (Huber-Whiteのロバスト標準偏差) ※*/**/**：統計的優位性(10%,5%,1%)

- 表6と同様の結果

Explanatory variables	Borrowing	
	One of the means	Most important
Dummy = 1 if the earthquake caused major damage to the home	0.101 (0.043)**	0.116 (0.073) _§
Dummy = 1 if the earthquake caused moderate damage to the home	0.109 (0.042)**	0.111 (0.055)**
Dummy = 1 if the earthquake caused minor damage to the home	0.033 (0.045)	0.026 (0.036)
Dummy = 1 if the earthquake caused major household asset damage	0.014 (0.066)	0.011 (0.057)
Dummy = 1 if the earthquake caused minor household asset damage	-0.011 (0.041)	-0.009 (0.034)
Dummy = 1 if the earthquake adversely affected the health of a family member	0.033 (0.030)	0.028 (0.028)
Dummy = 1 if the household had an outstanding mortgage prior to the earthquake	-0.003 (0.029)	-0.002 (0.022)
Age of the respondent	0.008 (0.011)	0.006 (0.009)
Age squared	-0.00010 (0.00010)	-0.00008 (0.00008)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was high school	-0.018 (0.045)	-0.014 (0.036)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was junior college or the equivalent	-0.015 (0.051)	-0.012 (0.038)
Dummy = 1 if the highest level of education of the respondent was university	-0.043 (0.057)	-0.030 (0.036)
Dummy = 1 if the respondent was single	-0.013 (0.018)	-0.010 (0.014)
Dummy = 1 if the respondent lived with children	0.050 (0.030)*	0.037 (0.020)*
Dummy = 1 if the respondent lived with parents or grandchildren (extended family)	0.026 (0.031)	0.022 (0.027)
Dummy = 1 for Kita Ward	-0.067 (0.048)	-0.044 (0.027)
Dummy = 1 for Suma Ward	-0.045 (0.046)	-0.032 (0.028)
Dummy = 1 for Akashi City	-0.021 (0.037)	-0.016 (0.028)
Dummy = 1 for Nishinomiya City	0.029 (0.042)	0.024 (0.038)
Dummy = 1 if the respondent lived in another area	0.017 (0.050)	0.014 (0.044)
Sample size	411	411

4. 結論

結果のまとめ

阪神淡路大震災後のリスクシェアリング・リスク対処行動に関して、被災世帯レベルのデータを分析し、以下の知見を得た。

- I. 調査対象地域全体でも地域ごとでも、震災で大損害を被った世帯は消費行動を変化させる傾向がある
⇒ **効率的リスクシェアリング仮説の棄却**を示唆
信用市場の機能の不十分性が原因か
- II. 世帯のリスク対処手段の相対的な有効性を検証
 - **震災前に借入制約拘束を受けていた世帯は、震災後追加の借入ができず**、消費を減少させざるを得なかった
 - 私的支援金はどのタイプの世帯でも利用され、その**依存度は世帯の被害程度に相関**した

実証結果が与える示唆・今後の課題

- I. 効率的リスクシェアリングのメカニズムについて、さらなる検討が必要
世帯の反応やリスク対処選択の詳細を調べた研究はほとんどない。また、本研究では異常な自然災害による経済損失のケースに焦点を当てたが、他種類の衝撃についても研究が必要
- II. 自然災害被害に対して、世帯が取り得る対処手段への不平等性を政策で考慮すべき
政府は世帯が家計への衝撃に対処するのに直接的・間接的に支援できるが、大規模災害で被災者数が非常に多く、一人あたりの支援金が少なくなる場合は困難
- III. 地震保険への加入率の低さも、消費水準が下がった原因だが、地震保険には課題も多数
 - ①地震は稀な現象であること、②地震に関する詳細な長期履歴データの入手が困難であることより、適切な保険料設計が困難で、**効率的な地震保険メカニズムの提供は容易でない**
 - 地震は稀な現象なので、**人々は地震リスクを軽視する傾向がある**(Kunreuther et al. 1978)
 - 大地震は**共分散性の高いリスク**であり、国内では分散化し切れないため、保険会社は国際再保険市場を利用する必要があるが、大災害リスクへの再保険市場の規模は現状非常に小さい

参考文献

- 阪神高速 技術のチカラ「兵庫県南部地震の概要」 <https://www.hanshin-exp.co.jp/company/skill/quake/map.html>
- 慶應義塾大学 パネルデータ設計・解析センター「地震保険加入と震災後の世帯消費の変化－消費保険仮説の再検証－」 <https://www.pdrc.keio.ac.jp/uploads/DP2011-007.pdf>
- 兵頭哲朗(東京海洋大学)「Ordered Logit/ Ordered Probit モデルとその推定」 https://www2.kaiyodai.ac.jp/~hyodo/OrderedLogit_memo.pdf
- Tullio Jappelli and Luigi Pistaferri (1999). “Consumption Insurance or Consumption Mobility”, *CENTRO STUDI ECONOMIA E FINANZA*. <https://www.csef.it/WP/wp19.pdf>
- 経済学で出る数学「2 期間消費モデルの最適消費（指数割引モデル）【『経出る』練習問題7.7】」 http://www3.u-toyama.ac.jp/shira/kderwb/supplement/suppli7_9.html