地震災害への備えと経済厚生
～消費の2期間モデルを用いた分析～

愛知大学経済学部・蓮井ゼミD班

2021年11月20日＠中部経済学インターゼミ

研究報告のアウトライン

1　研究の動機
2　モデルによる分析
3　結論
4　研究課題

1　研究の動機

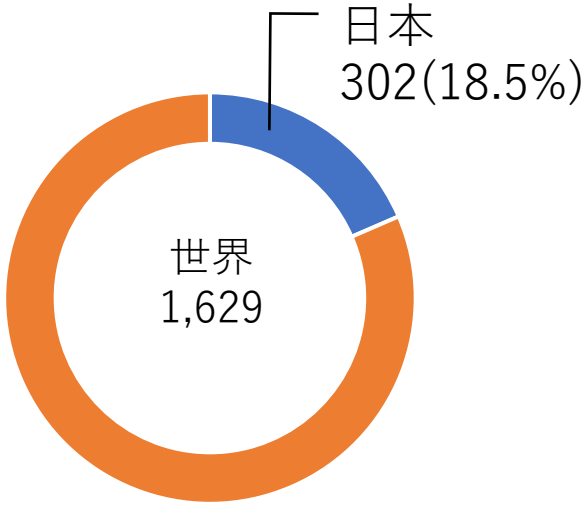
近年の日本の地震の発生状況

◎2021年度の主要な地震

発生年月日	震源	マグニチュード	最大震度	人的被害	物的被害
2021年10月7日	千葉県北西部	5.9	5強	負 47	建物火災 1件等【令和３年10月15日現在】
2021年10月6日	岩手県沖	5.9	5強	負 3	住家一部破損1棟【令和３年10月13日現在】
2021年5月1日	宮城県沖	6.8	5強	負 4	なし【令和３年5月10日現在】
2021年3月20日	宮城県沖	6.9	5強	負 11	住家一部破損2棟等【令和３年3月29日現在】
2021年2月13日	福島県沖	7.3	6強	負 187 死 1	住家一部破損2棟等【令和３年3月29日現在】

出典：気象庁「日本付近で発生した主な被害地震（平成28年以降）」

M6.0以上の地震回数
（2004年～2013年）



出典：国土交通省

巨大地震が発生する確率

- 首都直下地震（2020年1月24日時点）
  M7クラスの地震の30年以内の発生確率：70％程度
- 南海トラフ地震(2020年1月24日時点)
  M8～9クラスの地震の30年以内の発生確率：70～80％程度

出典：国土交通省白書2020「第2節　地震環境・自然災害に関する予測」

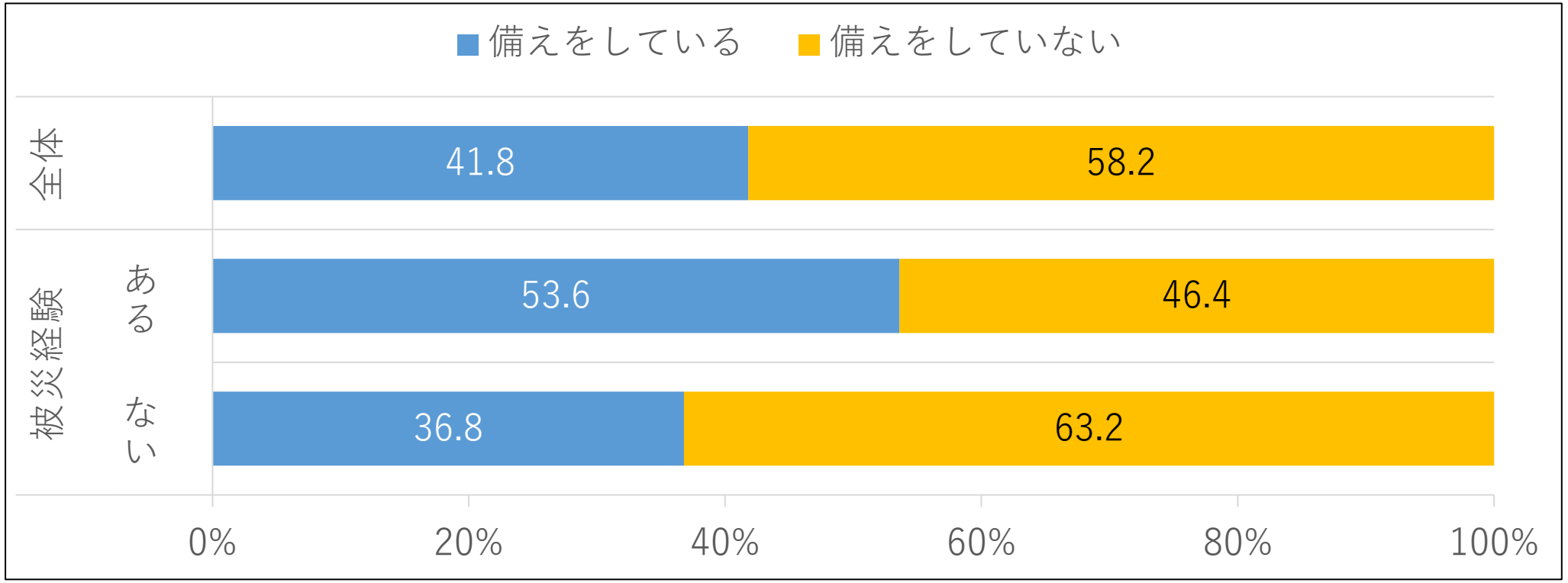
↓

今後も大地震発生の可能性が高いと考えられている

災害への備え

災害への備えをしている割合：

- 全体のうち、災害への備えをしているのは**約42%**
- 被災経験がない場合は、災害への備えをしているのは**約37%**



出典：auコマース＆ライフ「災害の備えに対する最新意識調査」

災害への備え（続き）

備蓄品量の目安：
政府が推奨する備蓄品量の目安は「**3日程度**」（首相官邸ホームページ「災害に対するご家庭での備え」による）

→政府が推奨する3日程度の備蓄を備えていると回答した人は、

備蓄を行っていると答えた人の**約46%**というアンケート結果がある

損保ジャパン「災害への備えに関するアンケート結果」

本研究の目的

高い確率で大地震が起こると指摘されているが、災害への備蓄をしている人は多いとは言い難い

そもそも、災害への備蓄は経済厚生上どのような効果があるのか？

本研究では、災害への備蓄が、経済厚生にどのような影響を与えるのか、モデルを構築し、理論的に分析を行う

分析の結果

あらかじめ分析の結果を報告すると、以下のことが判明した：

地震発生確率が高くなるほど、備蓄が増加する

地震発生確率が高くなるほど、備蓄がない場合より備蓄がある場合の方が効用が大きくなる

2　モデルによる分析

分析するモデルの外観

マンキュー「マクロ経済学：応用編」第5章の、消費の2期間モデルに、以下の拡張を行い、分析する

- 災害への備蓄の導入
- 2期目に確率pで地震が発生する
  -地震が発生すると2期目の所得が大きく落ち込む
  -地震が発生すると預金が引き出せなくなる

⇒災害への備蓄の有無で、経済厚生がどのように変わるのかを分析

家計の行動

家計の効用：　$\log C_1 + \beta \log C_2 + \chi \log X_{12}$

1期目の行動：

$$C_1 + X_{12} + S_{12} = Y_1、\ X_{12} \geq 0$$

2期目の行動

$$C_2 = (1-p)(1+r)S_{12} + (1-p)Y_{2H} + pY_{2L} + (1-\delta)X_{12}$$

<u>変数の説明：</u>

C_1：1期目の消費、 C_2：2期目の消費　X_{12}：1期目から2期目の災害への備蓄、
S_{12}：1期目から2期目の貯蓄

<u>パラメータの説明：</u>

Y_1 ：1期目の所得、 Y_2 ：1期目の所得、 r:利子率　δ:備蓄の減耗率、 β:割引率、
χ:備蓄による安心感

効用最大化

効用最大化を行うと、 C_1、C_2、X_{12}は以下のようになる：

$$C_1 = \frac{(1-p)(1+r)Y_1 + (1-p)Y_{2H} + pY_{2L}}{(1-p)(1+r)(1-\chi+\beta)}$$

$$C_2 = \beta(1-p)(1+r)C_1$$

$$X_{12} = \frac{x(1-p)(1+r)}{(1-\delta)-(1-p)(1+r)}C_1$$

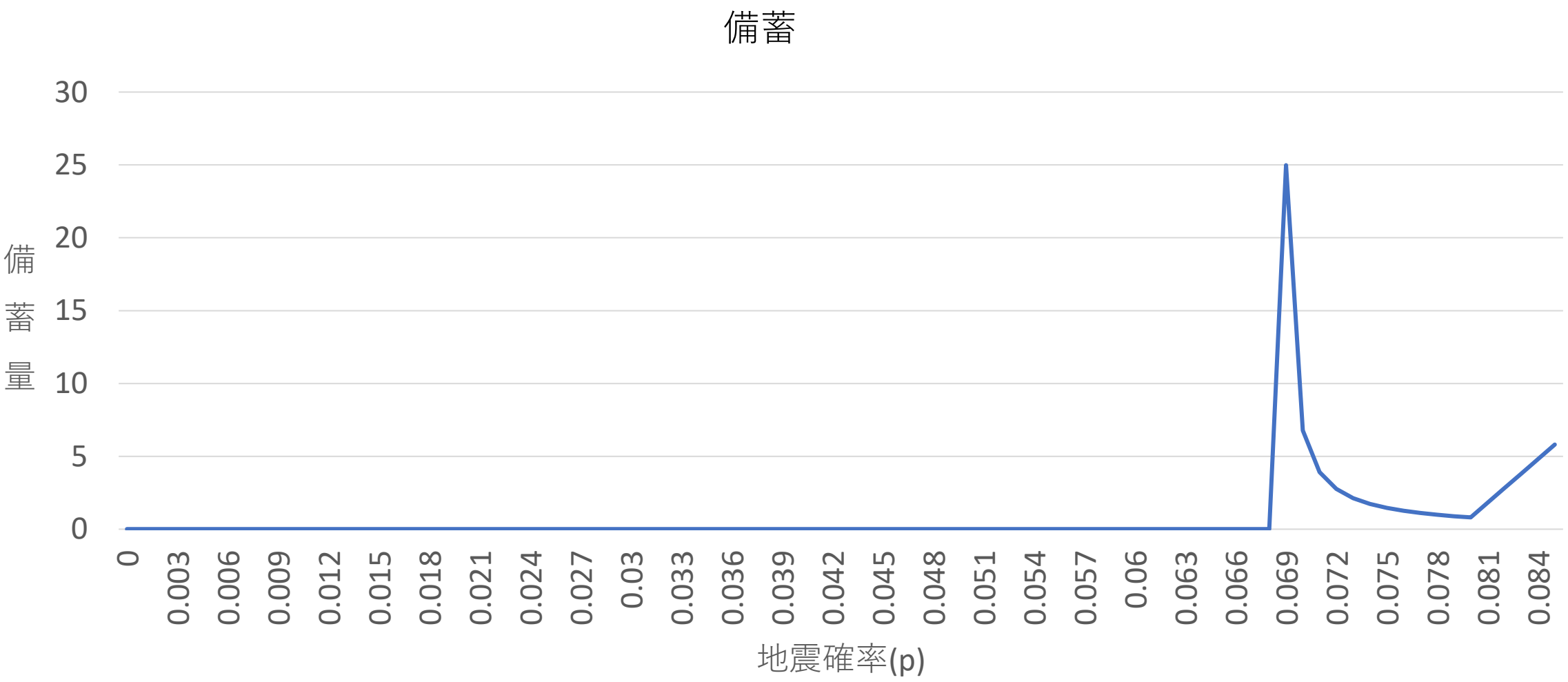
パラメータに値を代入し分析

パラメータの値を以下のように設定：

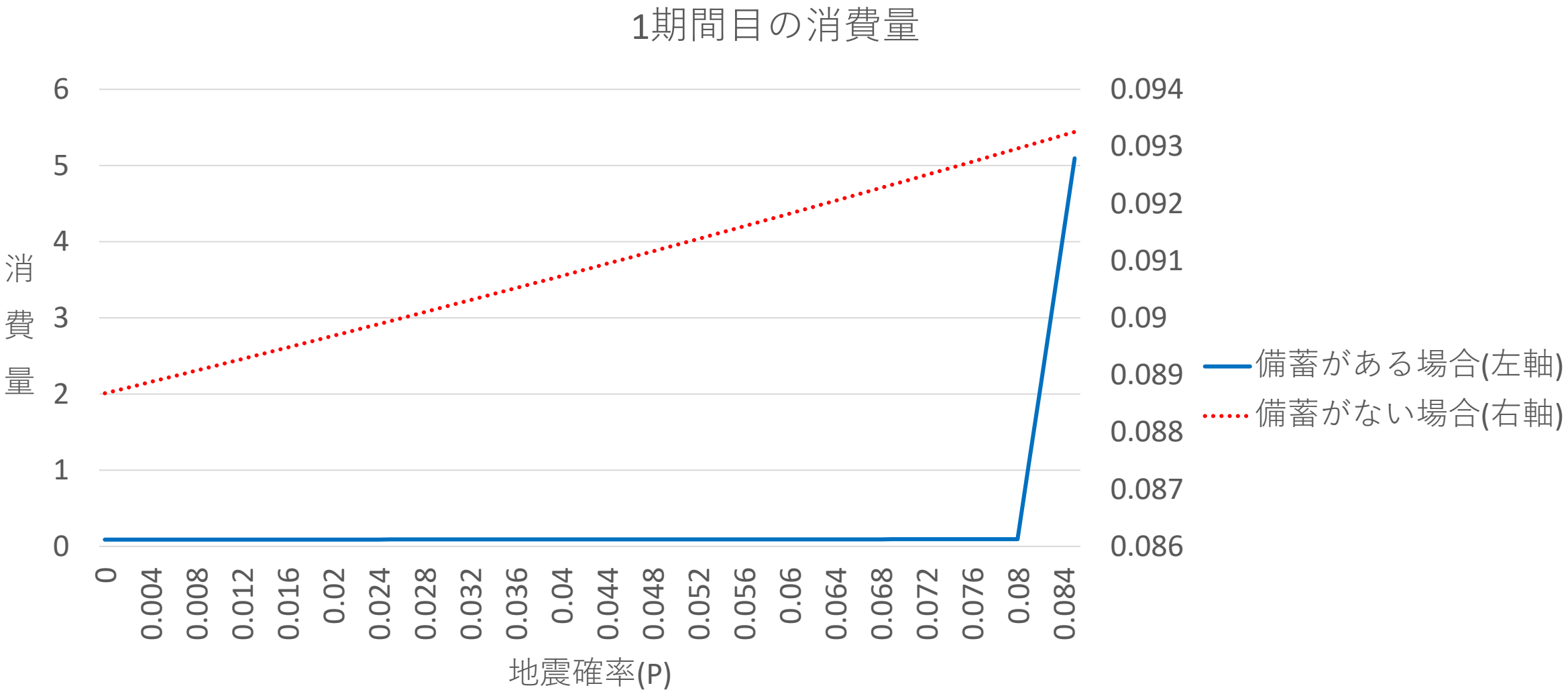
χ =0.01、β =0.99、δ =0.05、r=0.02、Y_1 =9、Y_{2H} =9、Y_{2L} =0.1

地震が発生する確率pが大きくなると、地震への備蓄X_{12}、1期目の消費C_1、2期目の消費C_2がどのように変化するのか分析

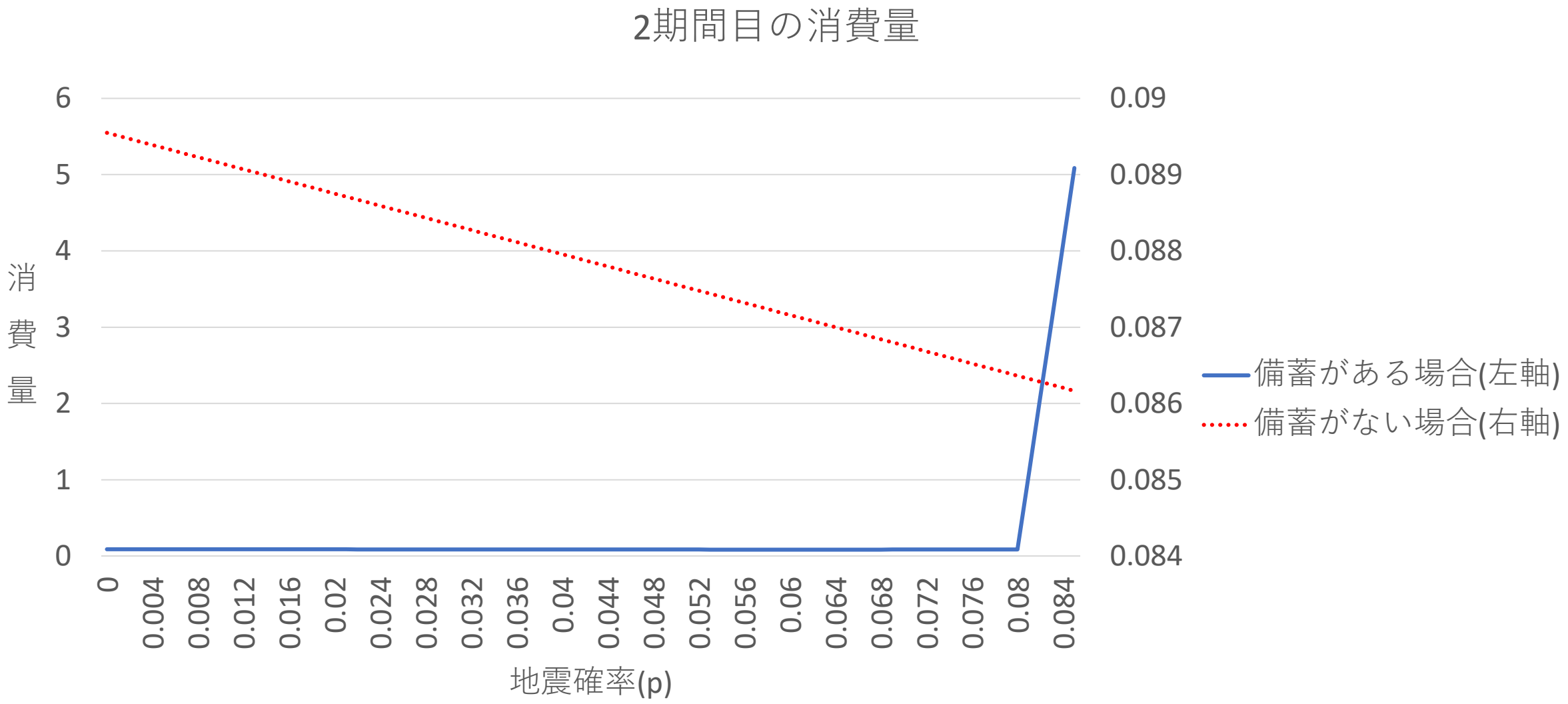
備蓄X_{12}の地震発生確率pに対する変化



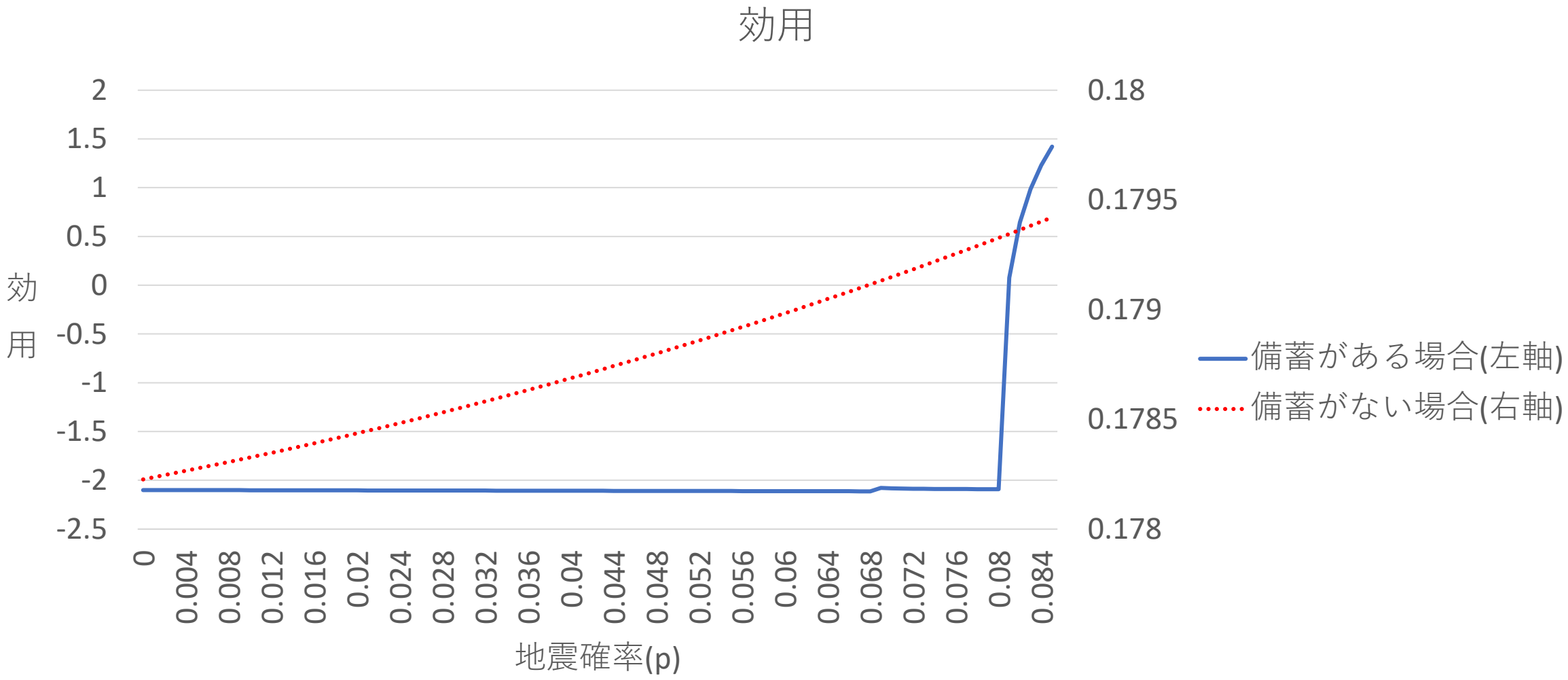
1期目の消費C_1の地震発生確率pに対する変化



2期目の消費C_2の地震発生確率pに対する変化



効用（厚生）の地震発生確率*p*に対する変化



分析結果の解釈（1）

- 地震確率(p)が高くなるほど、備蓄は大きくなる
- 消費C_1は、備蓄がない場合、一定の割合で増加する
  備蓄がある場合、地震確率(p)が0.08以上で急激に増加する
- 消費C_2は、備蓄がない場合、一定の割合で減少する
  備蓄がある場合、地震確率(p)が0.08以上で急激に増加する

分析結果の解釈（2）

- 地震確率(p)が0.08未満のとき：　備蓄がある場合の効用＜備蓄がない場合の効用
- 地震確率(p)が0.08以上のとき：　備蓄がある場合の効用＞備蓄がない場合の効用

3　結　論

分析結果のまとめ

地震発生確率(p)が高くなるほど、備蓄がない場合より備蓄がある場合の方が効用が大きくなる

↓

地震が発生する確率が高い場合は、備蓄によって経済厚生を高めることができる可能性がある

4　研究課題

分析の課題

- 所得が外生である点
  ⇒実際には働くことで所得が得られる
- 期間を２期間に限定している
- 人的被害を考慮できていない
  ⇒人が亡くなる悲壮感等が効用に含まれていない
- 地震によりライフラインが使用できなくなる影響が分析できていない（貯蓄が使用できなくなる場合のみ分析）

参考文献

- ＮＧ.マンキュー「マンキューマクロ経済学Ⅱ（応用篇）【第3版】」

足立英之・地主敏樹・中谷武・柳川隆（訳），東洋経済新報社，2012年

- 気象庁「日本付近で発生した主な被害地震（平成28年以降）」

https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai1996-new.html（最終閲覧日2021年11月8日）

- 国土交通省白書2020「第2節　地震環境・自然災害に関する予測」

https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r01/hakusho/r02/html/n1222000.html （最終閲覧日2021年11月8日）

- auコマース＆ライフ「震災への備えに関する最新意識調査」

https://www.au-cl.co.jp/press/20200825/（最終閲覧日2021年11月8日）

- 損保ジャパン「災害への備えに関するアンケート結果」

https://www.sompo-japan.co.jp/-/media/SJNK/files/news/2020/20201228_1.pdf?la=ja-JP（最終閲覧日2021年11月8日）

・首相官邸「災害に対するご家庭での備え　これだけは準備しておこう！」

https://www.kantei.go.jp/jp/headline/bousai/sonae.html（最終閲覧日2021年11月9日）

補　論

モデル

家計の効用：　$\log C_1 + \beta \log C_2 + \chi \log X_{12}$

1期目の行動：

$$C_1 + X_{12} + S_{12} = Y_1、X_{12} \geq 0$$

2期目の行動

$$C_2 = (1-p)(1+r)S_{12} + (1-p)Y_{2H} + pY_{2L} + (1-\delta)X_{12}$$

log：自然対数⇒限界効用逓減

地震発生確率と所得・貯蓄

地震は確率pで2期目に発生する

- 貯蓄
- 2期目の所得

確率pが上がるにつれて貯蓄は増加する

確率pが上がるにつれて2期目の所得は減少する

予算制約式

1期目の予算制約式と2期目の予算制約式を結合：

$$C_2 = (1-p)(1+r)(Y_1 - \mathrm{C}_1 - X_{12}) + (1-\mathrm{p})Y_{2H} + \mathrm{p}Y_{2L} + (1-\delta)X_{12}$$

以下のように整理：

$$(1-p)(1+r)(Y_1 - \mathrm{C}_1) + Y_{2H} + \mathrm{p}Y_{2L} + [(1-\delta) - (1-p)(1+r)]\, X_{12} - C_2 = 0$$

効用最大化問題

ラグランジュ乗数法

$$L = \log \mathrm{C}_1 + \beta \log C_2 + \chi \log X_{12}$$
$$+ \lambda\{(1-p)(1+r)(Y_1 - \mathrm{C}_1) + Y_{2H} + pY_{2L} + [(1-\delta) - (1-p)(1+r)]\, X_{12} - C_2\}$$
$$+ \lambda_x X_{12}$$

- λ：予算制約式のラグランジュ乗数
- λ_x：X_{12}の非負制約のラグランジュ乗数

効用最大化の1階の条件

C_1、C_2、X_{12}で微分しイコールゼロとする：

- $\frac{dL}{dC_1}$ ： $\frac{1}{C_1} - (1-p)(1+r)\lambda = 0$
- $\frac{dL}{dC_2}$ ： $\frac{\beta}{C_2} - \lambda = 0$
- $\frac{dL}{dX_{12}}$ ： $\frac{\chi}{X_{12}} - [(1-\delta) - (1-p)(1+r)]\lambda - \lambda_x = 0$

λ を消して C_2 と X_{12} を C_1 を使って表す

- $C_2 = \beta(1-p)(1+r)C_1$
- $X_{12} = \frac{\chi(1-p)(1+r)}{(1-\delta)-(1-p)(1+r)} C_1, (\lambda_x = 0)$
- $X_{12} = 0, (\lambda_x > 0)$：
  $\lambda_x > 0$ の時、X_{12} はゼロ（クーンタッカー条件）

C_1を計算

前スライドの式すべてを予算制約式に代入（ただし、X_{12}=0とX_{12}>0とで場合分け）

⇒ C_1を Y_1と Y_{2L}、 Y_{2H}で表すように計算：

- X_{12}>0のとき：

$$C_1 = \frac{(1-p)(1+r)Y_1 + (1-p)Y_{2H} + pY_{2L}}{(1-p)(1+r)(1-\chi+\beta)}$$

- X_{12}=0のとき：

$$C_1 = \frac{(1-p)(1+r)Y_1 + (1-p)Y_{2H} + pY_{2L}}{(1-p)(1+r)(1+\beta)}$$

C_2とX_{12}を計算

C_1をが計算できたので、 C_2とX_{12}も以下から計算できる

- $C_2 = \beta(1-p)(1+r)C_1$
- $X_{12} = \frac{\chi(1-p)(1+r)}{(1-\delta)-(1-p)(1+r)}C_1$