

防災事業による住民の 「被災可能性に対する不安」軽減効果の評価

愛媛大学工学部 教授 矢田部龍一

概要：

防災事業では、「被災可能性に対する不安」の軽減効果について評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要とされているが、こうした災害に対する不安の軽減に関する便益については、これまで計測手法が確立されていないのが現状である。そこで、防災事業を実施することで確保される社会の安心・安全に関する便益の計測手法を確立することを最終目的とし、「被災可能性に対する不安」の軽減による効果を測定するための心理尺度の開発を試みた。統計解析の結果、信頼性と妥当性の高い不安尺度(13項目)が確認された。さらに、この不安尺度を用いて、被災可能性に対する不安の軽減効果を貨幣価値として判断するため、ROC (Receiver Operating Characteristic) 解析を実施した。

結果、松山市民の 77.9%は被災可能性に対する不安を軽減するための防災事業に対し、121 円以上/月の貨幣価値を見出していることが示唆された。

キーワード: 事業評価、被災可能性に対する不安尺度、貨幣価値

1. 研究の目的

東日本大震災では、多くの尊い命が失われるとともに、多方面で直接的・間接的に甚大な被害が発生した。また、愛媛県を含む太平洋沿岸地域では、東海・東南海・南海地震により、近い将来に甚大な被害が発生することが懸念されている。こうした被害を軽減するための防災施設の整備や、被災後の早期復興を可能とする交通網の多重化や高度化等のハード対策としての社会資本の整備を、避難誘導等のソフト対策と併せて着実に実施していくことが求められている。

我が国の社会資本は、これまで国民の安全・安心の確保や経済効率性の向上を目指して整備が進められてきたが、近年ではこれらに加え、快適性や自然環境、安心・安全等、社会の質を高めるという観点も重要視されるようになり、社会資本整備事業を評価する際にも、こうした観点を反映した評価手法が必要となっている。

国土交通省の「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）¹⁾」においても、防災事業については、「被災可能性に対する不安」の軽減効果について評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要とされている。しかしながら、こうした災害に対する不安の軽減や、社会の安心・安全の確保に関する便益について

は、これまで計測手法が確立されていないのが現状である。

そこで、本研究では、防災事業を実施することで社会の安心・安全が確保できるであろうという心理的效果を便益として計測する手法を確立することを目的とし、便益計測ツールのひとつとして「被災可能性に対する不安」の軽減効果を測定するための心理尺度の作成を試み、さらに作成された心理尺度を用いて、防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値を統計学的に検討した。

2. 研究の意義

防災事業の便益推計において、「被災可能性に対する不安」の軽減効果はリスクプレミアムと考えられ、推計すべきとされているものの、これまでの推計例には多くの課題が残されている。便益推計事例では、調査内容の妥当性やデータの信頼性に欠けるという根本的な問題があり、この原因として、金額に換算される対象である「被災可能性に対する不安」の軽減効果が、被験者の立場や精神面、そして価値観によって大きく左右されるということ、そして想定する災害の規模や種類が被験者によって異なることなどが考えられる。

一般的に「不安」とは、心配に思ったり、恐怖を感じ

たりすることである。また、このような状態に陥るのではないかという感情は「予期不安」という。心理学や精神医学の分野では「予期不安」が強いとパニック障害などを引き起こすと考えられ、クライアントの心理状況をスクリーニングするため、不安の程度を測定する心理テストなどを用いることが一般的である。

このことから、「被災可能性に対する不安」はこの「予期不安」に相当すると考えれば、「予期不安」の測定と同様に「被災可能性に対する不安」をスクリーニングするための心理尺度を作成することが可能なはずである。

つまり、本研究において、この心理尺度が作成できれば、被験者の立場や精神面、そして価値観によって大きく左右される「被災可能性に対する不安」の程度を数値化することが可能となる。

また、作成された心理尺度と防災事業に対する支払意思額を問うアンケート調査を実施することで、被験者の不安の程度に対応した防災事業に対する貨幣価値が、回答として得られることになる。この結果を用いることで、不安の程度に見合う、防災事業の貨幣価値を算出することが可能となると考えている。

3. 研究の方法

(1) 被災可能性に対する不安尺度の作成方法

本研究では、Spielberger の定義²⁾に準拠し、不安を特性不安と状態不安の概念に区別することとした。その上で、「被災可能性に対する不安」の特性不安を「災害が起きた状態を想定したときに他人はそれほど心配にならないことでも本人にとっては心配になるような、個人の性格に根ざした不安（自己不安、他者不安）」とし、状態不安を「災害が起きた状態を想定したときに抱く不安であり、過去の個人的な体験と個々の知識に依存している」と定義している。

まず、これらの定義に基づき、尺度となる質問項目を検討した。その際に、愛媛県の地震被害想定シナリオ³⁾を参考とした。こうして作成した項目は14項目であり、すべての項目に対して、「全く不安ではない」（1点）から「かなり不安」（4点）までの4件法による回答形式を採択した。

次に、作成した質問項目の尺度構成を確認するため、愛媛県八幡浜市、愛媛県伊予郡松前町の住民を対象とした「被災可能性に対する不安調査」を実施し、その回答傾向から、本尺度となる質問項目を抽出した。

最後に、抽出された質問項目を尺度として用いるために、それらの信頼性や妥当性を検証している。

(2) 防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値決定方法

防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨

幣価値決定には、ROC（Receiver Operating Characteristic）解析を用いる。

ROC 解析とは、主に医学分野で用いられ、正しい診断値を検証するための分析方法であり、Hanley ら⁴⁾によって開発されたものである。

ある計測値を使用し、2 群（疾患群と非疾患群）を判別（診断）する際、カットオフ値により、対象者の陽性率や陰性率が変化する。このカットオフ値を段階的に変化させることにより、2 群の判別特性である感度や特異度、オッズ比、的中率などがどのように変化するかを解析し、判別に最も適合するカットオフ値を決定することができる。

本研究では、疾患群を不安無群、非疾患群を不安有群と分類し、計測値を支払意思額とする。それらの関係を図-1 に示す。

		被災可能性に対する不安	
		無	有
支払意思額	安い	a (他の理由*で事業に投資するが、それほど価値はない)	b (不安はあるが、事業にそれほど価値を見出さない)
	高い	c (他の理由*で事業に価値を見出している)	d (事業には不安を軽減するための価値がある)

*他の理由:「不安を軽減するため」以外の理由

感度 = $a / (a + c)$

特異度 = $d / (b + d)$

図-1 不安有無群と支払意思額変動による度数変化領域の意味

カットオフ値を段階的に変化させる際に、感度と特異度の関係を示すのが ROC 曲線であり、これによって、計測値が診断に見合うデータであるかどうかという診断有用性を検証する。感度と特異度はそれぞれ、疾患群の陽性率と非疾患群の陰性率を示す。ROC 曲線は、図-2 のようにカットオフ値を変化させながら縦軸に感度、横軸に（1－特異度）をプロットする。つまり、変化させたカットオフ値における、疾患群の陽性率（真に病気と判断している率）と非疾患群の陽性率（偽に病気と判断している率）を図示している。疾患群の陽性率が高く、非疾患群の陽性率が低い方が、疾患と非疾患を診断するための計測値として妥当性が高いと判断できる。そのため、計測値の診断有用性は図示された ROC 曲線の下位面積で検証される。

下位面積は台形公式で計算し、面積の取り得る値の範囲は0.5～1.0である。2 群にオーバーラップがなく計測値によって完全に判別できている場合、ROC 曲線は左上隅点になり、値は1.0となる。また、両者が全く判別できていない場合、値は0.5となる。つまり、ROC 曲線下位面積値が1.0に近いほど計測値が診断に見合うデータであり、妥当性が高いといえる。

本研究では、まず、被災可能性に対する不安尺度を用いて不安の程度を測定した上で、この ROC 曲線下位面積

より、支払意思額が「被災可能性に対する不安」を診断できる値であるかどうか検証した。

その後、感度や特異度の変化を解析し、被災可能性に対する不安を持つ人の貨幣価値を診断するための最低価格（カットオフ値）を決定した。

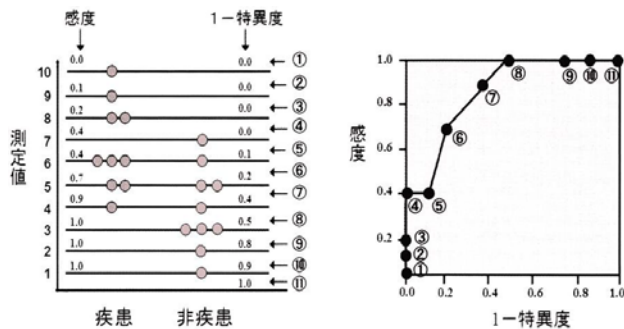


図-2 ROC 曲線の作図

4. 結果・考察

作成した質問項目を用いたアンケート調査を実施し、その回答傾向を統計解析した。その結果、被災可能性に対する不安尺度は、ライフライン断絶に対する不安尺度、二次災害に対する不安尺度、他者不安尺度の3つの下位尺度で構成されることがわかった。これらの尺度は信頼性、妥当性ともに高く、被災可能性に対する不安尺度（以下、不安尺度とする）の程度を数値化できることが確認できた。

尺度得点は、4件法の回答形式に従い「全く不安ではない：1点、あまり不安ではない：2点、やや不安：3点、かなり不安：4点」とし、算出する。不安尺度は計13項目あるため、最低点13点、最高点52点である。

確認された不安尺度項目を表-1に示す。

この不安尺度を用い、松山市民を対象とした調査を実施し、防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値をROC解析により検討した。

表-1 不安尺度項目

項目	内容
n01	断水になるかもしれない
n02	食料が足りなくなるかもしれない
n03	停電になるかもしれない
n04	避難所で生活できるだろうか
n05	電話は通じるだろうか
n06	家族は大丈夫だろうか
n07	がけ崩れが起こるかもしれない
n08	火災が起こるかもしれない
n09	津波が起こるかもしれない
n10	建物が崩壊するかもしれない
n11	避難ルートが破壊されるかもしれない
n12	障害のある方たちは大丈夫だろうか
n13	一人暮らしの高齢者は大丈夫だろうか

(1) 調査対象者の属性

調査用紙の回収率は72.9%（10,172名）であり、そのうち有効回答は5,978名であった。

表-2 調査対象者の属性

	度数 (%)
年齢	
10代	9 (0.2)
20代	62 (1.0)
30代	2636 (44.1)
40代	3051 (51.0)
50代	181 (3.0)
60代	30 (0.5)
70代以上	9 (0.2)
性別	
男性	851 (14.2)
女性	5127 (85.8)

(2) 防災事業に対する支払意思額による不安有無の診断有用性

対象者の不安の有無を決定するため、回答形式の語尾に「不安ではない」を含むものを選択した場合の最高得点をカットオフ値とし、それぞれの尺度得点から不安有群と不安無群に分類した。図-3は不安尺度得点の度数分布であり、不安の有無を特定する境界値を破線で示している。

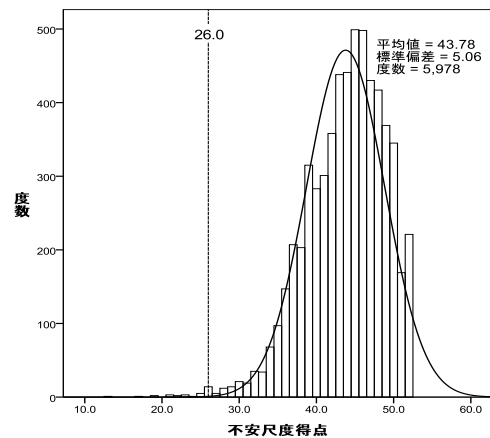


図-3 不安尺度得点の度数分布

次に、支払意思額が不安の有無を決定する指標として適しているのか、診断有用性を検証した。その結果、ROC曲線下面積（AUC=0.699）より、不安尺度得点により分類された不安の有無群を支払意思額によって判断可能であることが示唆された（図-4）。

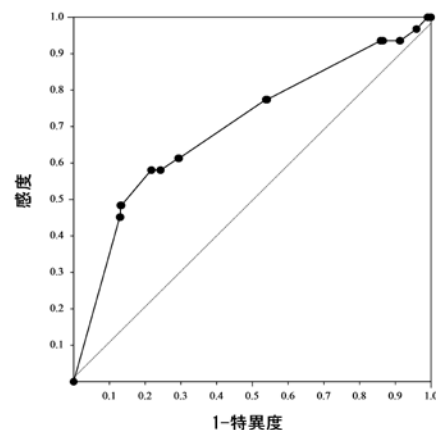


図-4 ROC 曲線

(2) 防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の
貨幣価値

ROC 曲線下面積より、不安の有無群を防災事業に対する支払意思額によって判断が可能であることがわかった。

そこで、ROC 解析により、支払意思額を変動させながら、感度、特異度を計算し、不安有無群を見極めるため

の基準となる金額を検討した。

その結果、不安無群の判断基準値は、防災事業に対する支払意思額が 120 円以下であることが示唆された。なお、支払意思額による不安無群の判断基準値（カットオフ値）の決定には Youden 指数を用いている（表-3）。

表-3 支払意思額による不安有無群の ROC 解析結果 (N=5,702 支払拒否除く)

支払意思額	感度	特異度	尤度比*	Youden指数**	[a]	[b]	[c]	[d]
0	0.00	1.00	-	0.0000	0	0	31	5671
4	0.45	0.87	3.50	0.3225	14	732	17	4939
10	0.45	0.87	3.49	0.3224	14	733	17	4938
15	0.45	0.87	3.46	0.3211	14	740	17	4931
20	0.45	0.87	3.46	0.3209	14	741	17	4930
30	0.48	0.87	3.70	0.3530	15	742	16	4929
50	0.48	0.87	3.68	0.3525	15	745	16	4926
54	0.48	0.87	3.62	0.3502	15	758	16	4913
100	0.48	0.87	3.62	0.3500	15	759	16	4912
120	0.58	0.78	2.68	0.3638	18	1230	13	4441
150	0.58	0.78	2.67	0.3636	18	1231	13	4440
200	0.58	0.78	2.66	0.3625	18	1237	13	4434
210	0.58	0.76	2.39	0.3382	18	1375	13	4296
250	0.58	0.76	2.39	0.3378	18	1377	13	4294
300	0.58	0.76	2.38	0.3371	18	1381	13	4290
350	0.61	0.71	2.10	0.3204	19	1659	12	4012
400	0.61	0.71	2.09	0.3200	19	1661	12	4010
500	0.61	0.70	2.08	0.3179	19	1673	12	3998
525	0.77	0.46	1.44	0.2364	24	3050	7	2621
600	0.77	0.46	1.44	0.2362	24	3051	7	2620
700	0.77	0.46	1.44	0.2358	24	3053	7	2618
750	0.77	0.46	1.44	0.2355	24	3055	7	2616
777	0.77	0.46	1.44	0.2353	24	3056	7	2615
800	0.77	0.46	1.44	0.2351	24	3057	7	2614
840	0.77	0.46	1.43	0.2335	24	3066	7	2605
900	0.77	0.46	1.43	0.2334	24	3067	7	2604
980	0.77	0.46	1.43	0.2332	24	3068	7	2603
999	0.77	0.46	1.43	0.2330	24	3069	7	2602
1000	0.77	0.46	1.43	0.2327	24	3071	7	2600
1200	0.94	0.14	1.09	0.0769	29	4869	2	802
1500	0.94	0.14	1.09	0.0764	29	4872	2	799
2000	0.94	0.13	1.08	0.0698	29	4909	2	762
2500	0.94	0.09	1.03	0.0233	29	5173	2	498
3000	0.94	0.09	1.02	0.0219	29	5181	2	490
4000	0.97	0.04	1.01	0.0088	30	5438	1	233
5000	0.97	0.04	1.01	0.0085	30	5440	1	231
5003	1.00	0.01	1.01	0.0097	31	5616	0	55
6000	1.00	0.01	1.01	0.0095	31	5617	0	54
10000	1.00	0.01	1.01	0.0093	31	5618	0	53
20000	1.00	0.00	1.00	0.0011	31	5665	0	6
30000	1.00	0.00	1.00	0.0004	31	5669	0	2

* 尤度比：感度/(1-特異度)

**Youden指数：感度+特異度-1

[a],[b],[c],[d]は図-1のa,b,c,dの値を意味する

(3)防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の評価

ROC 解析の結果、被災可能性に対する不安の有無を判断するための支払意思額は、120 円であることが判明した。これより、防災事業に対する支払意思額が 120 円以下の場合、不安無群と判定できると考えられる。

不安尺度により分類された不安有群と無群及び、支払意思額のカットオフ値（120 円）によって分類された金額の高い群と低い群をクロス集計することで、不安が有り、かつ不安を軽減するための防災事業に対する価値を見出している群が選定され、表-2 から、その度数が 4, 441 名であることが読み取れる。

つまり、防災事業に対して何らかの理由により貨幣価値を見出した人たちの内 77.9%（4, 441 名）は最低でも 121 円／月は支払う意思を持っているといえる。

これらの結果から、松山市において、防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値を推計する場合は、事業展開の対象地域における母集団の 77.9%に値する人数に 121 円を乗じれば良いと考えられる。

5. 結論

本研究では、まず、被災可能性に対する不安の程度を測るための不安尺度を作成した。愛媛県内の 3 市町を対象とした調査結果から、この不安尺度は信頼性・妥当性ともに高い尺度であることが確認された。次に、この尺度を用いて、防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値を統計学的に求めた。その結果、ROC 解析により、松山市民の 77.9%は被災可能性に対する不安を軽減するための防災事業に対し、121 円以上／月の貨幣価値を見出していることが示唆された。

そして、本解析で使用したデータ数は 5, 000 を超えており、統計学的には十分な値といえる。そのため、この 121 円／月という貨幣価値が正しいと仮定すれば、被災可能性に対する不安の貨幣換算方法として、以下の手順を示すことが可能であり、本稿における一提案としたいと考えている。

①母集団を選定し、アンケート調査の実施

- ・被災可能性に対する不安尺度（13 項目）
- ・防災事業に対する支払意思額

（前の質問のような不安を軽減させてもらえるような事業を行政や地域が実施するのであれば、あなたは、その事業に対し、月々いくらまでならお支払できますか？）※0 円可。支払も事業も両方拒否する場合は未記入

②不安尺度による不安有群（27 点以上）、不安無群（26 点以下）に分類

③支払意思額を 120 円以下、121 円以上に分類

④不安の有無と支払意思額（120 円：基準値）をクロス集計

⑤不安の有かつ支払意思額 121 円以上の度数割合を算出

⑥対象地域住民数に⑤の割合と 121 円を乗じる

6. 今後の課題

今後、地域経済状況などを考慮し、愛媛県以外の都道府県において、本研究で作成した不安尺度を用いた調査を実施し ROC 解析により、防災事業による被災可能性に対する不安軽減効果の貨幣価値を求めていく必要があると考えている。

謝辞

本調査にご協力いただいた愛媛県八幡浜市、伊予郡松前町、松山市の住民の皆様に深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：公共事業評価の費用分析に関する技術指針（共通編），2009.
- 2) 曾我祥子：不安のアセスメント - MAS, STAY-, 心理アセスメントハンドブック第 2 版, 第 25 章, pp.284-295, 1993.
- 3) 愛媛県：愛媛県地震被害想定調査概要版報告書, 2002.
- 4) Henley,JA and McNeil,BJ: A Method of Comparing the Areas under Receiver Operating Characteristic Curves Derived from the Same Cases, Radiology, Vol.148, No.3, pp.839-843, 1983.