

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22760397

研究課題名（和文）

リバタリアン・パターナリズムに基づく家屋耐震化の促進制度に関する研究

研究課題名（英文）

Policy for promoting seismic retrofitting based on Libertarian Paternalism

研究代表者

藤見 俊夫 (FUJIMI TOSHIO)

熊本大学・自然科学研究科・准教授

研究者番号：40423024

研究成果の概要（和文）：本研究は家屋の耐震補強の実施を促すため、Thaler and Sunstein (2008)により提案された「ナッジ」と呼ばれるコンセプトを適用した政策を提案した。ナッジとは、選択フレームを上手く設計することによって人間の意思決定をより良い方向に促すアプローチである。本研究は、世帯に家屋の耐震補強をするインセンティブを与えるナッジ政策として、耐震補強した家屋に保証書を付加する政策を提案した。その効果を推計したところ、保証書の付加によって耐震補強の価値は33%増大することが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：This study proposes a new type of warranty policy that applies the “nudge” concept developed by Thaler and Sunstein (2008) to encourage homeowners in Japan to implement seismic retrofitting. Homeowner adaptation to natural disasters through loss reduction measures is known to be inadequate. To encourage proactive risk management, the “nudge” approach capitalizes on how choice architecture can influence human decision-making tendencies. For example, people tend to place more value on warranty for consumer goods than on actuarial value. This study proposes a “warranty for seismic retrofitting” as a “nudge” policy that gives homeowners the incentive to adopt loss reduction measures. Under such a contract, the government guarantees all repair costs in case the house gets damaged by an earthquake if the homeowner implements seismic retrofitting. To estimate the degree to which a warranty will increase the perceived value of seismic retrofitting, we use field survey data from 1,200 homeowners. Our results show that a warranty increases the perceived value of seismic retrofitting by an average of 33%, and an approximate cost benefit analysis indicates that such a warranty can be more economically efficient than an ex-ante subsidy. Furthermore, we address the failure of the standard expected utility model to explain homeowners’ decisions based on warranty evaluation, and explore the significant influence of ambiguity aversion on the efficacy of seismic retrofitting and non-analytical factors such as feelings or trust.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：防災学

科研費の分科・細目：土木工学、土木計画学・交通工学

キーワード： ナッジ、行動経済学、耐震補強、防災、減災、リスク、地震

1. 研究開始当初の背景

東海・東南海地震などの巨大地震、地球温暖化やヒートアイランドによる集中豪雨、社会基盤の劣化や人口・資産の都市集中による脆弱性の増大など、わが国は深刻な災害リスクに直面している。一方で、巨額の財政赤字、住民の権利意識の向上、行政不信などにより、行政の取りうる災害対策の範囲は限られている。また、地域コミュニティの衰退により共助に過度の期待をよせることはできない。自然災害から生命や財産を守るためには、個人や世帯の自助が極めて重要である。自助が機能するためには、個人や世帯の自発的なリスク移転・軽減のための手段や制度が整備されていなければならない。各種の災害保険や家屋の耐震補強、洪水ハザードマップなどは、そのような手段や制度の例である。

しかし、これらの手段・制度が広く活用されているとは言い難い。地震保険の加入率は全国平均で約21%（2007年）と低く、耐震化率は75%（2006年）と目標の90%から遠く離れており、ハザードマップの認知率も5割以下であることが多いのが現状である。自助によるリスク移転・軽減の手段や制度が普及しない主な理由の一つとして、非常に稀にしか発生しないがその影響は甚大であるという災害リスクの特徴が挙げられる。そうした特徴をもつリスクに対して、人々は合理的に意思決定することが苦手であり、ある一定の誤りのパターン（バイアス）が頻繁に見られることが行動経済学の知見によって明らかにされている。

災害リスクに対する人々の合理的な選択が期待できないなら、被災者に対して、自助によるリスク移転・軽減を怠ったための自業自得として放置することは適切な態度ではない。その一方で、住民の利益になる措置だとしても、行政が地震保険の加入や耐震補強を義務付けたり、避難指示に従わない住民を強制連行することは望ましいとは言えない。なぜなら、行政による強制は、人々の多様な価値観に基づく自由な選択を認めないという問題があるからである。こうした二律背反のように見える問題に対する解決案として、Thaler and Sunstein (2008)の提案するナッジと呼ばれるアプローチが有効であると期待される。

ナッジとは、人々の選択の自由は維持したまま、陥りやすい意思決定のバイアスに逆らわず、むしろ利用することで、結果的により良い選択を促すように選択肢の設計が行うアプローチである。ナッジを用いた政策の実

施は情報公開されており、人々はその政策を拒否する自由をもつ。また、価値観や選好については介入しないため、行政による強制や意見操作といった倫理的問題は生じない。

防災研究の分野では、災害メカニズムの解明、被害予測、被害軽減手段の提案、住民とのコミュニケーション・ツールの開発などの研究は進んでおり、大きな成果を挙げている。しかしながら、災害の危険性を住民に伝え、有効な対策を提案したとしても、住民がそれを実践しないという深刻な問題が残されている。これは防災のラスト・マイル問題として知られている。本研究では、このラスト・マイル問題を解決するために、ナッジに基づく災害リスクの移転・軽減制度の設計と、その効果の検証を目的とする。特に、家屋の耐震補強の補助制度を事例として検討する。

2. 研究の目的

家屋の耐震化政策は国の重要な防災対策の一つとして位置づけられており、耐震診断と耐震補強に対して地方自治体より補助金の支給がなされたり、耐震性に応じて地震保険料が割り引かれたりするなどの対策がとられている。しかしながら、必ずしもその効果が顕著に現れていないのが現状である。内閣府(2004)は、耐震補強の進まない理由として、費用・労力負担、技術的知識の不足、ライフサイクルとの不適合、想定される地震被害への意識の低さ、耐震補強効果の曖昧性を挙げている。本研究では耐震補強の効果の曖昧性に着目する。

多くの家計にとって、耐震補強は金銭コスト、時間コストとも負担が大きいにもかかわらず、どれほど効果があるのかについて理解することは難しい。また、家屋のリフォームに関する手抜き工事や詐欺などの事件が大きく報道されることにより、業者への信頼も高いとは言い難い状況にある。つまり、家計にとって耐震補強の効果が曖昧である。曖昧な状況下では、人々は過度に悲観的な予測に基づいて意思決定することが先行研究から知られている(Camerer and Weber;1992)。そうした曖昧性回避的な判断のもと、家計は耐震補強を行わない可能性がある。

本研究では、効果の曖昧性のために耐震補強を過小評価しがちな家計に対し、耐震補強を促すようなリパタリアン・パターナリズムに基づく制度を提案する。それは、耐震補強後の家屋が地震により損壊した場合、無料で元の状態まで修理するという保証書を付加する制度である。この制度により、家計は必

ず耐震補強の効果が得られるので、耐震補強効果の曖昧性の影響は解消することになる。実際、家電や自動車などでは保証書という形で機能している。本研究では、耐震補強に保証書を付加することにより、その価値はどの程度増大するかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) ウェブ・アンケート調査

一戸建ての家屋を所有する 1200 世帯を対象に、耐震補強への支払意志額を尋ねるウェブ・アンケート調査を行った。対象となる世帯は全国各地の都道府県から人口に比例して抽出した。具体的な調査は以下の手順で行った。

まず、確率地震動地図を回答者に提示して居住地域の地震発生の客観確率を伝えたあと、震度 6 弱、震度 6 強、震度 7 の地震が居住地域で発生する回答者の主観確率を尋ねた。さらに、その主観確率にどの程度自信を有しているかを知るために、その主観確率が 95% の確率で含まれるような範囲の上限と下限を回答者に尋ねた。ここでは、回答を容易にするために図 1 に示すウェブ・ツールを用いている。この範囲は主観確率の 95% 信頼区間であり、本研究ではそれを曖昧性として扱う。

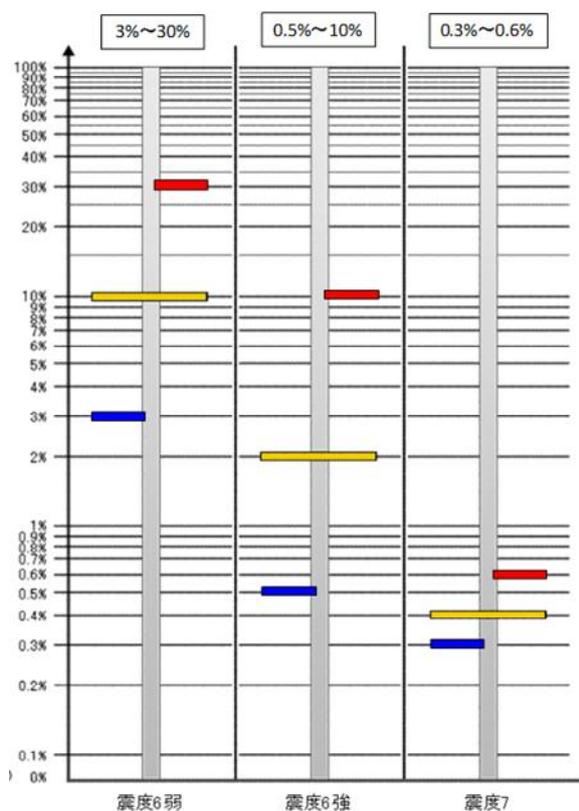


図 1 主観確率・曖昧性を尋ねるためのウェブ・ツール

つぎに、震度 6 弱の地震が発生したとき、回答者の家屋が一部損壊、半壊、全壊する主観確率と曖昧性をそれぞれ図 1 のようなウェブ・ツールを用いて尋ねた。同様に、震度 6 弱、震度 7 強の地震が発生した場合についても、一部損壊、半壊、全壊の主観確率をそれぞれ尋ねた。さらに、家屋の耐震補強について簡単に説明を行い、仮想的な耐震補強を実施したときの家屋の一部損壊、半壊、全壊の主観確率を、震度 6 弱、6 強、7 の場合でそれぞれ尋ねた。ここでも、図 1 のようなウェブ・ツールを用いている。

最後に、1200 世帯を無作為に二つに分け、600 世帯には保証書のない通常の耐震補強の支払意志額を尋ね、残りの 600 世帯には保証書のある耐震補強の支払意志額を尋ねた。支払意志額は 2 段階 2 肢選択方式で尋ねており、最初の提示額は 5 万円、受託した場合は 10 万円、拒否した場合は 2 万円を提示した。

(2) 推計モデル

耐震補強と保証書の価値を推定するために、拡張期待効用理論に基づく計量経済モデルを構築した。

4. 研究成果

(1) 単純集計結果

ウェブ・アンケート調査の世帯属性の平均（標準偏差）を表 1 に示す。グループ A は保証書のない耐震補強プランを提示したグループであり、グループ B は保証書のある耐震補強プランを提示したグループである。これら二つのグループで、世帯属性の平均に大きな差は見られない。

図 2 に保証書ありと保証書なしの耐震補強に対する WTP の分布を表している。どちらのグループも世帯属性に差がないことを考慮すると、保証書ありの耐震補強のほうが保証書なしの耐震補強に比べてより高く評価されていることがわかる。

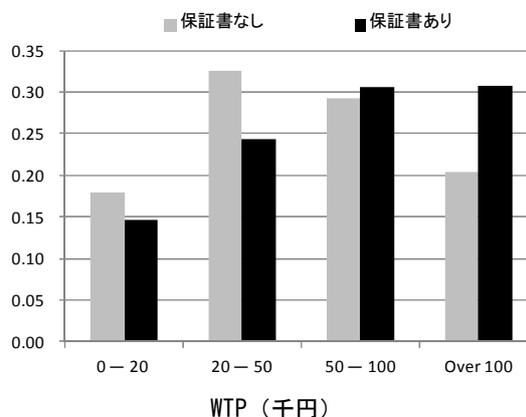


図 2 保証書ありと保証書なしの耐震補強に対する WTP

表 1 世帯属性の平均値と標準偏差

変数	定義	グループ A (N=600)		グループ B (N=600)		全体 (N=1200)	
		平均	(標準偏差)	平均	(標準偏差)	平均	(標準偏差)
OE_RISK	震度6弱以上の客観地震リスク (1, 1%-未満; 2, 1%-3%; 3, 3%-6%; 4, 6%-26%; 5, 26%以上)	3.41	(1.18)	3.32	(1.22)	3.37	(1.20)
HOUSE_VALUE	家屋の価値 (百万円)	12.0	(14.5)	13.1	(18.3)	12.5	(16.5)
INCOME	年収 (百万円)	6.4	(3.9)	6.5	(4.1)	6.4	(4.0)
ASSET	家屋以外の資産 (百万円)	15.8	(21.6)	15.6	(20.7)	15.7	(21.2)
HOUSE_AGE	築年数	24.7	(17.9)	24.3	(14.7)	24.5	(16.4)
WOOD	木造なら1, それ以外0のダミー変数	0.87		0.86		0.86	
FEMALE	性別(1, 女性; 0, 男性)	0.44		0.44		0.44	
AGE	世帯主の年齢	48.7	(12.9)	48.6	(12.8)	48.7	(12.8)
MARRIAGE	結婚 (1, 既婚; 0, 未婚)	0.74		0.72		0.73	
EDUCATION	大学卒業なら1, それ以外0のダミー変数	0.53		0.51		0.52	
EXPERIENCE	被災経験 (1, あり; 0, なし)	0.25		0.20		0.22	
SELF_EMPLOYED	自営業なら1, それ以外0のダミー変数	0.13		0.17		0.15	
DISTRUST	業者への信頼 (1, 信頼している; 2, ある程度信頼している; 3, どちらでもない; 4, ある程度信頼していない; 5, 信頼していない)	3.07	(0.88)	3.06	(0.87)	3.06	(0.88)
CHILDREN	子供(1, いる; 0, いない)	0.18		0.15		0.17	
NUM_FAMILY	世帯人数	3.40	(1.54)	3.40	(1.46)	3.40	(1.50)

表 2 耐震補強・保証書評価モデルの推定結果

パラメータ	定義	CRRA			Logarithm
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
α ($\hat{\alpha}$)	相対リスク回避度	0.1330 (0.0375)***	0.0848 (0.0419)**	0.1302 (0.0375)***	
γ^0	耐震改修前の曖昧性回避度	-0.1448 (0.1623)	1.2973 (0.7463)*		-0.0853 (0.0596)
γ	耐震改修後の曖昧性回避度	-2.8827 (1.0951)***	-0.7115 (2.3548)	-2.6463 (1.0667)**	-0.7278 (0.3985)*
λ	耐震改修の心理的価値	0.0430 (0.0035)***	0.0472 (0.0043)***	0.0431 (0.0036)***	0.0102 (0.0007)***
ξ	耐震改修の保証書の心理的価値	0.0111 (0.0029)***	0.0111 (0.0033)***	0.0109 (0.0028)***	0.0035 (0.0010)***
σ	誤差項の標準偏差	0.0385 (0.0028)***	0.0413 (0.0035)***	0.0387 (0.0029)***	0.0139 (0.0004)***
N		990	794	990	990
log L		-1358	-1088	-1358	-1631
AIC		2.76	2.76	2.75	3.30

(2) モデル推定結果

耐震補強・保証書評価のための計量経済モデルの推定結果を表 2 に示す。相対リスク回避度、耐震改修後の曖昧性回避度、耐震改修の心理的価値、その保証書の心理的価値を規定するパラメータが統計的に有意である。以下では Model 3 の推定結果について考察していく。相対リスク回避度が 0.1302 であるということは、意思決定者はわずかにリスク回避的であることを示している。耐震補強後の曖昧性回避度が負であることは、耐震補強の効果に曖昧性があることを嫌う傾向を示している。また、耐震改修およびその保証書の心理的価値が正であることは、それらを実施したり付加することによる安心感などの心理的価値があることを示している。

つぎに、耐震補強とその保証書の評価に世帯属性が及ぼす影響の推定結果を表 3 に示す。この表から、世帯主の年齢が高いほどリスク回避的になり、教育水準が高いほど曖昧性回避の程度が弱まることが示された。また、耐震補強の心理的価値は、業者への信頼感が高いほど大きくなることが示された。

(3) 耐震補強と保証書の価値

推定された計量経済モデルに基づき、耐震補強とその保証書の評価額を算出する。また、その構成要素である、主観確率を用いた期待値、リスクプレミアム、曖昧性プレミアム、耐震補強の心理的価値、保証書の心理的価値も算出した。それらの結果を表 4 に示す。

表 3 世帯属性を考慮した推定結果

	Model 6	Model 3 (reprinted)
α		
CONSTANT	-0.0612 (0.0653)	0.1302 (0.0375)***
FEMALE	-0.0173 (0.0259)	
AGE	0.0047 (0.0012)***	
MARRIAGE	-0.0421 (0.0370)	
EDUCATION	0.0334 (0.0236)	
EXPERIENCE	-0.0225 (0.0280)	
SELF_EMPLOYED	0.0041 (0.0334)	
γ		
CONSTANT	-4.6101 (6.0958)	-2.6463 (1.0667)**
FEMALE	2.0412 (2.4392)	
AGE	-0.0119 (0.1301)	
MARRIAGE	-2.0381 (2.7415)	
EDUCATION	8.5873 (2.9784)***	
DISTRUST	-1.3190 (1.5165)	
EXPERIENCE	2.1638 (3.0111)	
SELF_EMPLOYED	-2.1472 (3.2246)	
λ		
CONSTANT	0.0562 (0.0083)***	0.0431 (0.0036)***
CHILDREN	-0.0010 (0.0038)	
NUM_FAMILY	-0.0005 (0.0009)	
DISTRUST	-0.0045 (0.0023)*	
ξ		
CONSTANT	0.0176 (0.0098)*	0.0109 (0.0028)***
DISTRUST	-0.0022 (0.0031)	
σ		
	0.0369 (0.0028)***	0.0387 (0.0029)***
N	990	990
LogL	-1343	-1358
AIC	2.76	2.75

保証書ありの耐震補強の価値は平均値で年間 70,300 円、中央値で年間 69,700 円であると推計された。一方、保証書ありの耐震補強の価値は平均値で年間 52,700 円、中央値で年間 54,000 円であると推計された。つまり、保証書の価値は年間 17,600 円であり、保証書の付加により耐震補強の価値は 33% 増大すると推計された。

また、保証書の価値の構成を見ると、大半は安心感や自宅への愛着などの心理的価値であることが明らかになった。ただし、曖昧性を解消することによる価値である曖昧性プレミアムは年間 3,000 円であり、無視できない大きさであることが示された。

(4) 政策的含意

本研究の成果により耐震補強促進のための政策的含意が得られる。まず、人間の曖昧性を回避するという心理傾向、また、安心感を得たいという心理傾向により、保証書を付加することで耐震補強の価値が高まり、その実施を促すことが示唆された。

保証書の主観的価値は客観確率に基づく期待損失補填の価値より高いため、事前に補助金を支払うより効率的である。政府報告書に基づき、今後 30 年間の客観的な保証書付加コスト、つまり、耐震補強後の家屋修復の期待費用を概算したところ、年間約 9500 円であった。一方、保証書の便益は 17,600 円である。そのため、耐震補強促進のために補助金を出すのであれば、まず保証書コストにそれを用い、その残額を補助金としたほうが効率的である。

本研究の残された課題として、保証書のコストを誰がどれだけ負担するかを適切に設計する必要がある。行政がすべて負担すれば、業者の手抜き工事を誘因する可能性があり、業者がすべて負担すれば地震リスクの曖昧性により保証書サービスの提供を拒否すると考えられる。さらに、本研究では耐震補強の価値の大半が心理的価値であったが、それらを詳細に検討する必要がある。

表 4 耐震補強・保証書の価値

価値の構成要因	耐震補強の価値		保証書の価値
	保証書あり	保証書なし	
期待値	1.4	0.7	0.7
リスクプレミアム	0.0	0.0	0.0
曖昧性プレミアム	-	-3.0	3.0
耐震補強の心理的価値	55.0	55.0	-
保証書の心理的価値	13.9	-	13.9
平均 WTP	70.3	52.7	17.6
中央 WTP	69.7	54.0	15.7

(千円)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Fujimi, T., Tatano, H.: Promoting Seismic Retrofit Implementation through “Nudge”: Using Warranty as a Driver, Risk Analysis (in press), 査読あり
- ② Fujimi, T., Watanabe, M., Kakimoto, R., and Tatano, H.: Perceived Ambiguity of Earthquake and House Destruction Risk, Proceedings of the 9th Annual Conference of International Institute for Infrastructure, Renewal and Reconstruction (in press), 査読あり
- ③ Fujimi, T., Tatano, H.: An Econometric Model based on the Maxmin Expected Utility Model: An Application to Earthquake Insurance, In Ermoliev, Y., Makowski, M., and Marti, K. (Eds.): Managing Safety of Heterogeneous Systems: Decisions under Uncertainties and Risks, Lecture Notes Series on Economics and Mathematical Systems Vol.658, Berlin/Heidelberg/New York, Springer, p.89-106, 2012, 査読あり
- ④ Fujimi, T., Kakimoto, R.: Investigation on Factors to Bias Perceived Risk of House Destruction, Proceedings of the 8th Annual Conference of International Institute for Infrastructure, Renewal and Reconstruction, No.B6-5, 2012, 査読あり
- ⑤ Fujimi, T., Tatano, H.: Evaluation of Ambiguity Effect of Earthquake Retrofit on Willingness to Pay, Proceedings of the 7th Annual Conference of International Institute for Infrastructure Renewal and Reconstruction, CD-ROM, Paper ID 142, 2011, 査読あり
- ⑥ 藤見俊夫: 災害リスクの曖昧性とリバタリアン・パターナリズム, 自然災害科学, Vol. 30, No. 2, pp.222-224, 2011, 査読なし

[学会発表] (計 10 件)

- ① Toshio Fujimi: Promoting Seismic Retrofit Implementation through “Nudge”: Using a Warranty as a Driver, 9th Annual Symposium, Canadian Risk and Hazards Network, October 24 - 26, 2012, Sutton Place Hotel, Vancouver, BC, Canada
- ② Toshio Fujimi: Promoting Seismic Retrofit Implementation through “Nudge”: Using a Warranty as a Driver, US-UC-KU International Joint Seminar, August 28, 2012 in Birch Hall, University of Seoul
- ③ Toshio Fujimi: Investigation on Factors to Bias Perceived Risk of House Destruction, The 8th Annual Conference of International Institute for Infrastruc-

ture, Renewal and Reconstruction, 24th - 26st August 2012, Kumamoto University, Kumamoto, Japan

- ④ 藤見俊夫: リバタリアン・パターナリズムに基づく耐震補強促進政策の定量評価, 第6回防災計画研究発表会, 2011年, 9月22日~9月23日, 京都大学防災研究所
- ⑤ Toshio Fujimi: Evaluation of Ambiguity Effect of Earthquake Retrofit on Willingness to Pay, The 7th Annual Conference of International Institute for Infrastructure, Renewal and Reconstruction, 19th - 21st July 2011, Heritance Kandalama, Sri Lanka
- ⑥ Toshio Fujimi: Evaluation of Ambiguity Effect on Willingness to Pay for Earthquake Retrofit, The 2nd Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk Management, 14-16 July 2011, University of Southern California (USC) in Los Angeles, USA
- ⑦ 藤見俊夫: 耐震補強効果の曖昧性が支払意志額に及ぼす影響の定量評価, 京都大学防災研究所研究発表会, 2011年, 2月22日~2月23日, 京都大学防災研究所
- ⑧ 藤見俊夫: 耐震補強効果の曖昧性が支払意志額に及ぼす影響の定量評価, 土木計画学会・講演集, 学術研究論文発表会, 2010年, 11月21日~11月23日, 山梨大学
- ⑨ Toshio Fujimi: Evaluation of Ambiguity Effect of Earthquake Retrofit on Willingness to Pay, The 6th Annual Conference of International Institute for Infrastructure, Renewal and Reconstruction, November 13 - 16, 2010, Hawaii University, Hawaii, U.S.
- ⑩ Toshio Fujimi: An Empirical Analysis of Individual Heterogeneity Effect on Ambiguity Aversion, 4th IIASA/GAMM Workshop on Coping with Uncertainty Managing Safety of Heterogeneous Systems, November 13 - 16, 2009, IIASA, Vienna, Austria

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤見 俊夫 (FUJIMI TOSHIO)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号: 40423024