

統計的生命価値のメタ分析

藤見 俊夫¹・河野 達仁²・多々納 裕一³・柿本 竜治⁴

¹正会員 京都大学 准教授 防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: fujimi.toshio.7x@kyoto-u.ac.jp

²正会員 東北大学大学院 院教授 防災研究所 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

E-mail: kono@plan.civil.tohoku.ac.jp

³正会員 京都大学 教授 防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: tatano.hirokazu.7s@kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 熊本大学大学院 教授 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1)

E-mail: kakimoto@kumamoto-u.ac.jp

防災・減災をはじめ多くの公共政策の費用便益の検討において、人的損失リスク軽減の経済価値を推定することは重要である。人的損失リスク軽減の金銭評価には統計的生命価値が用いられることが一般的である。日本においても統計的生命価値の推定については数多くの研究蓄積がある。本研究では、これらの先行研究に対してメタ分析を実施することで、統計的生命価値の推定値の検証を行った。その結果、各研究の推定額には大きなばらつきが見られたが、本研究の選出基準を満たした研究の推定値を、2018年基準に年度調整して統合した結果、内閣府の推定値（年度調整済み）である2.5億円に近い金額となった。また、統合した推定値の95%信頼区間はおよそ1億円から6億円の範囲にあることが示された。

Key Words: VSL, value of statistical life, meta-analysis, evidence-based policymaking

1. はじめに

防災・減災をはじめ多くの公共政策の便益を評価するにあたり、人的損失リスクの軽減は大きな価値を有すると考えられる。費用便益分析において、人的損失リスクの軽減の価値を政策費用と比較するためには、それを金銭評価する必要がある。そこでは統計的生命価値が用いられることが一般的である。わが国では、内閣府（2007）¹⁾「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究」で推定された2.26億円が統計的生命価値として標準的な値になっている。国土交通省²⁾「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」においても、この値の使用が推奨されている。しかし、内閣府¹⁾の推定値は単一調査の結果を用いており、そのエビデンスは十分に高いとは言い難い。一方、日本の統計的生命価値の推定については数多くの研究蓄積がある。本研究では、これらの先行研究に対してメタ分析を実施することで、統計的生命価値の推定値の検証を行うことを目的とする。特に、本ガイドラインで採用する内閣府¹⁾と同じ手法（仮想市場評価法、WTP中央値）で得られた統計的生命価値に焦点を当てる。

本研究の構成は以下のとおりである。2節で統計的生命価値の理論と推定手法を簡単に紹介する。3節ではメタ分析に含める研究の選出手順について説明し、4節ではメタ分析の結果を示す。5節で成果をまとめる。

2. 統計的生命価値

(1) 理論

人的損失リスクを軽減する政策の経済価値を行うに当たり評価されるべきなのは、人一人の命の経済価値ではなく、政策により死亡確率が軽減されることの経済価値であることに注意が必要である。ある死亡リスク軽減の経済価値は、そのリスク軽減のために各個人が支払ってもよいと思う最大額である「支払意思額」(WTP: Willingness To Pay) を、そのリスクに晒されている人々で集計したものとなる。

例えば、 N 人の住民が津波リスクに晒されており、防潮堤を嵩上げすることで津波による個人 i ($= 1, \dots, N$) の死亡確率が Δp_i だけ軽減されるとする。また、各個人 i は死亡確率を Δp_i だけ軽減するために最大で $WTP_i(\Delta p_i)$ 円を支払ってもよいと考えているとする。このとき、防

潮堤を嵩上げの死亡リスク軽減の経済価値 B は下式で表される。

$$B = \sum_{i=1}^N WTP_i(\Delta p_i)$$

ここで、 Δp_i は防潮堤嵩上げによる個人 i の死亡確率の減少量、 $WTP_i(\Delta p_i)$ は個人 i が死亡確率を Δp_i 軽減するために支払ってもよい最大額である。

上記が死亡リスク軽減の経済価値 B の正しい算出方法であるが、各個人について堤防嵩上げによる死亡確率の軽減 Δp_i とそのための支払意思額 WTP_i を推定することは実務上難しい。そのため、「統計的生命価値」という概念を用いることで、死亡リスク軽減の経済価値 B を求めることが一般的である。個人 i の統計的生命価値 S_i の定義は下式である。

$$S_i = WTP_i(\Delta p_i) \times \frac{1}{\Delta p_i}$$

例えば、ある人にとって死亡確率を 10 万分の 1 (0.001%) 減少させるために最大で 1,000 円支払ってもよいと考えるなら、その人の統計的生命価値は 1 億円 (=1,000 ÷ 0.001%) となる。

評価対象となる N 人の住民の統計的生命価値の平均値を S とすると、いくつかの仮定を置くことによって、(1)式で示した死亡リスク軽減の経済価値 B は下記の(2)式でも求められる。

$$B = S \times \Delta n$$

ここで S は統計的生命価値の平均値 (= $\sum_{i=1}^N S_i / N$)、 Δn ：堤防嵩上げによって減少する死者数の期待値である。

統計的生命価値は、その名称の印象から、一人の命を経済評価したものと誤解されることが多い。その本当の意味は、死亡リスクの微小な減少（例：10 万分の 1 の減少）に対する支払意思額を、減少リスクが 1 となるまで集計（例：10 万人で集計）した金額である。つまり、死亡リスク軽減の経済価値の算出を簡単にするために用いられる便宜的な金額であり、その額自体について意味のある解釈を与えることは難しい。これまで統計的生命価値という名称は誤解を招くと批判され、いくつかの新しい名称も提案されている³⁾。しかし新しい名称で定着したものはないため、ここでも慣例に従い統計的生命価値という名称を用いる。

(2) 推定手法

世界各国の様々な政策評価において、死亡リスク軽減

の経済価値を算出するために統計的生命価値が用いられている。統計的生命価値の推定方法には顕示選好法と表明選好法の大きく二つある。前者は、職業ごとの死亡確率と賃金のデータを使うなど人々の実際の選択データを用いる方法であり、主に米国で採用されている。後者は、ある仮想的な死亡確率の軽減政策に対する人々の最大支払意思額をアンケート調査によって尋ねる方法であり、欧州各国やカナダ、オーストラリアで用いられている⁴⁾。日本では、内閣府⁵⁾が表明選好法を用いて統計的生命価値を 2.26 億円と推定している。国土交通省²⁾「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」は、この推定額の使用を推奨している。

3. メタ分析に含める研究の選出手順

本節では、メタ分析に含める研究の選出手順を説明する。まず、CINI により関連研究の検索を行った。検索キーワードは「統計的生命」、「生命価値」、「死亡リスク」、「確率的生命」、「Value of statistical life」、「VSL」である。それにより 36 件の研究がマッチした。さらに、これらの研究の引用文献から 17 件の関連研究を発見し、計 53 件の研究を収集・精読した。

このうち、日本国内の統計的生命価値を対象として独自に推定している研究であり、調査対象が一般市民、調査標本数が 50 以上の研究を選出した。また、複数の研究で同一データを使用している場合は、①行政のガイドライン、②学術研究論文、③学術報告論文集、④報告書やワーキングペーパー、の優先順位で一つの研究を選出した。その結果、仮想市場評価法 15 件、コンジョイント法 3 件、ヘドニック法 4 件の計 22 件の研究が選出された。

ここでは、内閣府⁵⁾と同様に、仮想市場評価法を用いて WTP 中央値の推定結果から統計的生命価値を算出した研究に焦点を絞る。また、メタ分析により各研究の結果を統合するため、統計的生命価値の推定値の 95%信頼区間が記載されているか、95%信頼区間が算出可能なデータを記載している研究を選出した。最終的に、7 件の研究が選出された。

4. メタ分析の結果

(1) 推定手法

最終的に選出された 7 件の研究には、全標本を複数に分割し、それぞれの部分標本において異なるリスク軽減量に対する WTP を尋ねることで、複数の統計的生命価値を推定しているものがある。このように、同じ研究内でも、異なる部分標本で推定された統計的生命価値はメタ分析に採用する。他方、同一の標本に対して、複数の

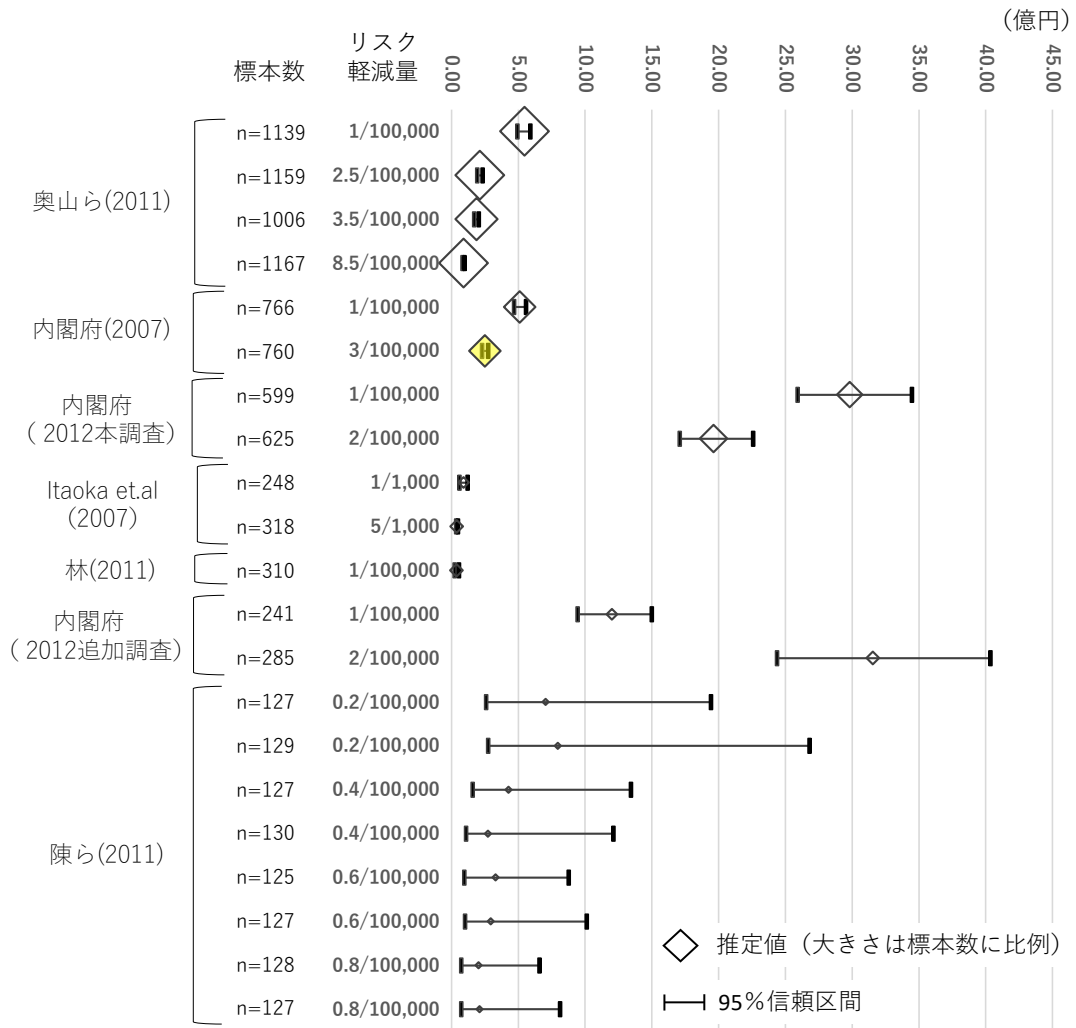


図-1 統計的生命価値の推定値（中央値）のフォレストプロット

表-1 メタ分析で統合された統計的生命価値の推定値（2018年基準） (億円)

	統合された推定値	95%信頼区間	
		下限	上限
変量効果モデル	3.77	2.53	6.04
メタ回帰モデル	1.61	0.91*	2.90*
参考：内閣府（2007）	2.50	2.28	2.74

*メタ回帰分析における 95%信頼区間の下限と上限は推定モデルの分散共分散行列から 1 万回のモンテカルロシミュレーションで算出

シナリオ提示や異なる統計モデルの適用によって複数の統計的生命価値を推定している場合もある。この場合、内閣府（2007）の方法と整合性を取るため、最初に回答者に提示したシナリオに対する WTP 回答を用い、定数項と提示額のみを含むモデルで推定された結果を一つだけ採用した。以上により、21 個の統計的生命価値の推定結果が選出された。95%信頼区間の推定は、内閣府（2007）と同様に、モデル推定で得られるパラメータの分散共分散行列を使用して 1000 回のモンテカルロシミュレーションで行った。これらの結果を 2018 年基準に年調整して図-1 にフォレスト・プロットで示す。

上図の黄色の菱形で示した値が、本ガイドラインで採用した内閣府（2007）の推定値を 2018 年基準に年度調整した金額（2.5 億円）である。それ以外の推定値も、内閣府（2012）の本調査と追加調査の結果を除けば、内閣府（2007）の推定値を中心におよそ 0~6 億円の範囲で散らばっている。内閣府(2012)の推定値が大きくなった理由については、その報告書の中でも詳細に検討されているものの、明らかになっていない。これを除外する合理的な理由がないため、メタ分析による統合においても含めることにする。

(2) 統計的生命価値の統合

上記の 27 個の推定値をメタ分析の手法を用いて統合する。まず、統計的生命価値が対数正規分布に従うと仮定して変量効果モデルを用いて統合した。また、統計的生命価値の対数値を目的変数、リスク削減量の対数値とリスク種類ダミー変数を説明変数としたメタ回帰分析を行い、推定された回帰式を用いて統計的生命価値の予測値を求めた。これらの結果を表-1 に示す。

表-1 より、変量効果モデルとメタ回帰モデルで統合した結果は、本ガイドラインで採用した内閣府 (2007) の推定値と近いことが分かる。また、メタ分析の結果から、統計的生命価値は 1 億円～6 億円の幅にあることが推察される。そのため、死亡リスク軽減の経済価値の算出において、統計的生命価値を 1 億円と 6 億円としたケースの試算も有益であると考えられる。

5. まとめ

本研究では日本における統計的生命価値についてメタ分析を行った。その結果、各研究の推定額には大きなばらつきが見られたが、本研究の選出基準を満たした研究の推定値を、2018 年基準に年度調整して統合した結果、内閣府の推定値 (年度調整済み) である 2.5 億円に近い金額となった。また統合した推定値の 95%信頼区間は 1 億円から 6 億円の範囲であった。

参考文献

- 1) 内閣府(2007)「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究」
- 2) 国土交通省 (2009) 「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 (共通編)」
- 3) キヤス・サンズーティーン (山形浩生 訳) 「命の価

- 値—規制国家に人間味を」2017 年, 勁草書房
- 4) Robinson, L. A., Hammitt, J. K. and O'Kee, L.(2019) Valuing mortality risk reductions in global benefit-cost analysis. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 10(S1):15-50
 - 5) OECD. 2012. *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*. Paris: OECD Publishing.
 - 6) U.S. Department of Health and Human Services. 2016. *Guidelines for Regulatory Impact Analysis*.
 - 7) U.S. Department of Transportation. 2016. "Guidance on Treatment of the Economic Value of a Statistical Life (VSL) in U.S. Department of Transportation Analyses – 2016 Adjustment." Memorandum to Secretarial Officers and Modal Administrators from M. J. Moran, Acting General Counsel, and Carlos Monje Assistant Secretary for Transportation Policy.
 - 8) U.S. Environmental Protection Agency. 2010a. (with 2014 update). *Guidelines for Preparing Economic Analyses*.
 - 9) Itoaka, K. Saito, A. Krupnick, A. Adamowicz, W. and Taniguchi, T. (2006) The effect of risk characteristics on the willingness to pay for mortality risk reductions from electric power generation, *Environmental and Resource Economics*, 33(3), 371-98.
 - 10) 奥山忠裕, 野原克仁, 林山泰久, 稲垣雅一 (2011) 「道路整備による死亡リスク削減便益の計測--交通事故および心停止に対する統計的生命の価値」, *高速道路と自動車*, 54(11), 20-28.
 - 11) 陳玲, 佐尾博志, 大野栄治, 森杉雅史 (2011) 「死亡リスク削減のための支払意思額に基づく統計的生命価値の計測」, *都市情報学研究* (16), 33-38.
 - 12) 内閣府 (2012) 「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査」
 - 13) 林承煥 (2011) 「統計的生命価値の理論と実際」, *公益事業研究* 63(2), 53-60. 本間仁, 安芸皓一: 物部水理学, pp.430-463, 岩波書店, 1962.

META-ANALYSIS ON VALUE OF STATISTICAL LIFE

Toshio FUJIMI, Tatsuhito KONO, Hirokazu TATANO, Ryuji KAKIMOTO

Estimating the economic value of human loss risk reduction is important in the cost-benefit analysis of many public policies, including disaster prevention and mitigation. Value of Statistical Life (VSL) is commonly used to evaluate the monetary value of human loss risk reduction. In Japan, there have been many studies on the estimation of VSL. In this study, we conducted a meta-analysis of these previous studies. As a result, although there was a large variation in the estimated value of each study, the integrated value of VSL estimates is close to the Cabinet Office's estimated value of 250 million yen. The 95% confidence interval of the integrated estimate was also shown to be in the range of approximately 100 million to ¥00 million.