

22. 地球温暖化による熱中症死亡リスクの経済評価 —CVMによるVSLの計測—

大野 栄治^{1*}・林山 泰久²・森杉 壽芳²・中嶋 一憲³

¹名城大学都市情報学部（〒509-0261岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3）

²東北大学大学院経済学研究科（〒980-8576宮城県仙台市青葉区川内27-1）

³東北大学大学院生命科学研究所（〒980-8576宮城県仙台市青葉区川内27-1）

* E-mail: ohno@urban.meijo-u.ac.jp

地球温暖化による熱中症死亡リスクの増加は、人々の生命を脅かす深刻な地球温暖化問題の一つとして捉えられている。本研究では、地球温暖化対策としての熱中症防止に関する費用対効果を検討する際に必要となる貨幣評価原単位の算出を目的として、CVM（仮想市場評価法）により熱中症に対するVSL（統計的生命価値）を計測した。その結果、熱中症死者数の増加による被害コストを死亡リスクの変化量の関数で表現することが可能となった。また、VSLは0.902～1.055億円と推計された。

Key Words : contingent valuation method, global warming, heatstroke, mortality risk, value of statistical life

1. はじめに

近年、地球温暖化が急速に進行し、これに伴って「異常気象の発生」「熱中症の増加」「生態系の破壊」「海面の上昇」などが懸念されている。特に熱中症の増加は人々の生命を直接的に脅かす深刻な地球温暖化問題の一つとして捉えられている。

熱中症とは、体の中と外の“あつさ”によって引き起こされる様々な体の不調のことであり、専門的には「暑熱環境下にさらされる、あるいは運動などによって体の中でたくさんの熱を作るような条件下にあった者が発症し、体温を維持するための生理的な反応より生じた失調状態から全身の臓器の機能不全に至るまでの連続的な病態」と定義されている¹⁾。

現在、日本における熱中症の患者数は年間3万人を超えると推定されており、そのうち約1%の患者が死亡している。表-1は種々の死因に関する死亡率（人口10万人あたりの年間の死亡者数）を示したものであるが²⁾、ここから熱中症の死亡率はダイオキシンの有害物質の死亡率とほぼ同じであることがわかる。地球温暖化がこのまま進行して、高温が続くようになると、熱中症の患者が増加して、特に高齢者の致死率（患者数に占める

死亡者数の割合）が高くなると予測されている。

表-1 種々の死因に関する死亡率

死 因	死亡率
が ん	250
肥 満	140
心臓病・血管関係の病気	127
自 殺	24
交通事故	9
火 事	1.7
他 殺	0.52
熱中症	0.3
ダイオキシンなどの有害物質	0.3
自然災害	0.1
HIV／エイズ	0.04
航空機事故	0.013
食中毒	0.004
サプリメント・痩せ薬	0.0008
BSE	0.000001

注) 死亡率：人口10万人あたりの年間の死亡者数

本研究では、地球温暖化対策としての熱中症防止に関

する費用対効果を検討する際に必要となる貨幣評価原単位の算出を目的として、CVM（Contingent Valuation Method: 仮想市場評価法）により熱中症に対する VSL（Value of Statistical Life: 統計的生命価値）を計測する。

2. 既存研究のレビュー

「生命の価値」の評価は、死亡した個人が死亡しなければ得たであろう賃金の評価から始まり、生きている個人が死亡リスクを回避するために支払ってもよいと考える金額の評価へと拡張されてきた。このような支払意思額をベースとした評価値が「統計的生命価値」であり、次式で定義される。

$$VSL = \frac{WTP(\Delta Risk)}{\Delta Risk} \quad (1)$$

ただし、VSL：統計的生命価値 VSL（Value of Statistical Life）

WTP(ΔRisk)：リスクの減少量に対する支払意思額 WTP（Willingness to Pay）

ΔRisk：リスクの減少量

米国や英国では、政策の可否を判断するリスク費用便益分析の分野において式(1)で定義される「統計的生命価値」を用いる方法が実用化されている³⁾。近年、米国 EPA（Environmental Protection Agency: 環境保護庁）は、26の死亡リスク削減便益研究からそれぞれの最善推計 VSL 値を抽出して平均値 480 万ドル（1990 年値）を算出し、その後は物価上昇に合わせて数値を更新して 630 万ドル（2000 年値）を提示している⁴⁾。ここで、米国 EPA が引用した 26 研究のうち、21 研究は賃金リスク法によるもの、5 研究は CVM によるものであった。CVM による 5 研究の最善推計 VSL 値は表-2 に示すとおりであるが、その平均値 290 万ドル（1990 年値）は全体平均値 480 万ドル（1990 年値）の約 60%に相当し、賃金リスク法より小さく評価されていることがわかる。その他、米国を中心とした地域におけるメタ分析による VSL 推計値を表-3 の前半に示すが、60 万～760 万ドルの範囲で推計されていることがわかる。

日本では、「生命の価値」について、実務上、暫定的に医療費＋遺失利益＋慰謝料等の損害合計額から約 3,000 万円の数値が道路建設等の分野で用いられている⁵⁾。また、CVM による VSL 推計も行われているが、研究蓄積はまだ十分ではなく、実用化には至っていない。ここで、日本における VSL 推計に関する 13 研究を表-3 の後半に示す。これらのうち、健康リスクに関する VSL 推

計は山本・岡の研究（水道水の水質による死亡リスクの評価）と松岡らの研究（大気汚染による死亡リスクの評価）のみであり、その他の 11 研究は交通事故による死亡リスクを評価したものである。これらより、同じ死亡リスクの評価であっても、事故による場合と病気による場合とでは、人々の評価が大きく異なることがわかる。さらに、病気の種類によって VSL 推計値が異なるのではないかと予想される。

地球温暖化による熱中症の増加は、人々の生命を脅かす深刻な地球温暖化問題の一つとして捉えられている。そして、日本における地球温暖化対策としての熱中症の防止と制御のあり方を検討する際には、（他の死亡リスクではなく）熱中症による死亡リスクに基づく VSL 推計値を用いるべきであり、また（諸外国の VSL 推計値の為替レート換算値ではなく）日本人の VSL 推計値を用いるべきである。しかし、日本人の熱中症に対する VSL 推計値は本研究以外に見当たらない。

表-2 CVM による VSL 推計値（米国 EPA の引用）

研究事例	VSL (1990 年値)
Miller and Guria (1991)	\$1.2 mil.
Viscusi, Magat and Huber (1991)	\$2.7 mil.
Gegax et al. (1985)	\$3.3 mil.
Gerking, de Haan and Girard (1988)	\$3.4 mil.
Jones-Lee (1989)	\$3.8 mil.
平均値	\$2.9 mil.

3. データ収集

(1) アンケート調査の実施

VSL 推計用のデータを得るために、2008 年 5 月中旬に全国の成人男女を対象にして、インターネット利用のアンケート調査を実施した。ここで、定量分析におけるインターネット調査には、オープン型、クローズ型、セミクローズ型の 3 タイプがあるが、今回の調査はクローズ型である。被験者はあらかじめインターネット調査会社に登録している一般人であるため、多様な個人属性を把握することができ、回収の予測が立てやすいというメリットがある。さらに、被験者に対して調査会社より謝金を支払われるため、当該分野について関心の低い人も回答する可能性が高く、郵送調査による回答集団（関心のある人のみの集団である恐れ）と母集団との乖離の問題は幾分解消されるのではないと思われる。

本調査では 1,193 件の回答が得られた。ここで、最初の回答の受け付けから最後の回答の受け付けまでに要した時間は 96 時間 00 分であった。ちなみに、1,000 件目の

受け付けまでに要した時間は 13 時間 20 分であった。なお、回答者の地域分布と年齢分布が偏らないようにアンケート票を配信、回答を受信した。回答者の属性分布（性別・年齢・職業・年収）は以下のとおりである。

【性別】 男性：50.1%，女性：49.9%

【年齢】 20～29 歳：18.6%，30～39 歳：20.2%，40～49 歳：20.2%，50～59 歳：20.4%，60 歳以上：

20.6%

【職業】 給与所得者：43.8%，自営業者：7.3%，自由業者：5.4%，主婦・主夫：25.6%，学生：4.9%，無職：11.0%，その他：2.1%

【年収】 200 万円未満：8.5%，200～399 万円：20.7%，400～599 万円：21.8%，600～799 万円：14.1%，800～999 万円：10.1%，1000 万円以上：11.7%，未回答：13.1%

表-3 既存研究における VSL 推計値

研究者名 (発表年)	分析方法	分析対象地域	VSL 推計値	基準年
Desvousges et al. ⁶⁾ (1998)	メタ分析 (ヘドニック賃金法, CVM)	米国ほか	\$3.6 mil.	1993
Day ⁷⁾ (1999)	メタ分析 (ヘドニック賃金法)	米国, カナダ, 英国	\$5.63 mil.	1996
Miller ⁸⁾ (2000)	メタ分析 (ヘドニック賃金法, CVM)	米国計 13 地域	\$0.6～0.9 mil.	1995
		北米	\$1.6～2.6 mil.	
		EU	\$2.5～3.6 mil.	
Mrozek and Taylor ⁹⁾ (2001)	メタ分析 (ヘドニック賃金法)	米国ほか	\$2 mil.	1998
Viscusi and Aldy ¹⁰⁾ (2003)	メタ分析 (ヘドニック賃金法)	米国ほか計 10 地域	\$5.0～6.2 mil.	2000
		米国	\$5.5～7.6 mil.	
Kochi et al. ¹¹⁾ (2006)	メタ分析 (ヘドニック賃金法, CVM)	米国, カナダ, 英国, オーストラリア	\$5.4 mil.	2000
山本・岡 ¹²⁾ (1994)	水質による死亡リスク (CVM)	日本	22.4～35.5 億円 (平均値)	1993
今長 ¹³⁾ (2001)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	4.6 億円 (中央値)	2000
竹内・岸本・柘植 ¹⁴⁾ (2001)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	0.2～2.4 億円 (中央値)	2001
松岡ら ¹⁵⁾ (2002)	大気汚染による死亡リスク (CVM)	マレーシア	\$0.30～0.65 mil.	2001
		日本	\$3.14～4.32 mil.	
兒山・竹内 ¹⁶⁾ (2003)	交通事故による死亡リスク (スタンダード・ギャンブル法)	日本	1.5 億円 (中央値)	2002
古川・磯崎 ³⁾ (2004)	交通事故による死亡リスク (賃金リスク法)	日本	7.9～9.9 億円 (平均値)	1998
経・山中・田村 ¹⁷⁾ (2004)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	2.66 億円 (中央値)	2003
越 ¹⁸⁾ (2004)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	14 億円 (平均値)	2003
国土交通省道路局 ¹⁹⁾ (2005)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	1.6 億円 (平均値)	2004
Tsuge et al. ²⁰⁾ (2005)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	3.5 億円 (平均値)	2004
Ito et al. ²¹⁾ (2005)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	1.03～3.44 億円 (平均値)	2004
鹿島 ²²⁾ (2006)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	9.6 億円 (平均値)	2005
内閣府 ²³⁾ (2007)	交通事故による死亡リスク (CVM)	日本	2.26 億円 (中央値)	2006

4. 評価モデル

熱中症による死亡者数の増加を回避するための WTP、すなわち熱中症死亡リスクの減少量に対する WTP を評価するために、個人の効用関数を式(2)で特定化する。式(2)は、熱中症の増加を回避するための政策に対して賛成する場合の効用と反対する場合の効用の差を、個人の「熱中症の増加に対する関心度」、政策の「ダミー変数」または「熱中症死亡リスクの減少量」、個人の「政策に対する負担金」の関数で表現しようとしたものである。

【モデル1】

$$\Delta V = a \cdot x + \sum_{k=2}^4 b_k d_k + c \cdot \ln(p) \quad (2)$$

【モデル2】

$$\Delta V = a \cdot x + b \cdot \ln(\Delta r) + c \cdot \ln(p) \quad (3)$$

ただし、 ΔV ：熱中症に関する政策に対して賛成する場合の効用 (V_{yes}) と反対する場合の効用 (V_{no}) の差 ($V_{yes} - V_{no}$)

x ：熱中症の増加に対する関心度（非常に関心がある：1.0、かなり関心がある：0.75、普通に関心がある：0.5、少し関心がある：0.25、全く関心がない：0.0）

d_k ：政策ケース k のダミー変数（あり：1、なし：0）

Δr ：政策の熱中症死亡リスクの減少量〔熱中症人数/人口/年〕（なお、評価モデルには Δr の 1,000 万倍の数値を適用した）

p ：政策に対する負担金〔円/年〕

a, b, b_k, c ：未知のパラメータ

式(2)および式(3)のパラメータは、熱中症に関する政策に対する賛成あるいは反対の選択行動（表-4）より推定される。この選択行動をランダム効用理論の枠組みで捉え、各選択肢の理論的選択確率が与えられる。このとき与えられる種々の確率モデルのうち、もっとも操作性の高いロジットモデルを以下に示す。

$$P_{yes} = \frac{\exp(w \cdot V_{yes})}{\exp(w \cdot V_{yes}) + \exp(w \cdot V_{no})} = \frac{1}{1 + \exp(-w \cdot \Delta V)} \quad (4)$$

$$P_{no} = 1 - P_{yes} \quad (5)$$

ただし、 P_{yes}, P_{no} ：熱中症に関する政策に対する賛成・反対の理論的選択確率

w ：ランダム効用の分散パラメータ（一般的に $w = 1$ と仮定する）

式(4)および式(5)の理論的選択確率を用いて選択結果集合の同時確率関数（尤度関数）を構築する。そして、アンケート調査結果のデータを適用し、最尤法により効用関数のパラメータを推定する。

本研究では、「リスク減少あり」かつ「支払いあり」のときの効用と「リスク減少なし」かつ「支払いなし」のときの効用との差 ΔV がゼロとなるとき WTP により、熱中症の増加に対する関心度 x をもつ個人の WTP と定義する。この WTP は次式で与えられる。

【モデル1】

$$WTP = \exp \left(- \frac{a \cdot x + \sum_{k=2}^4 b_k d_k}{c} \right) \quad (6)$$

【モデル2】

$$WTP = \exp \left(- \frac{a \cdot x + b \cdot \ln(\Delta r)}{c} \right) \quad (7)$$

ただし、 WTP ：特定の個人の WTP

さらに、熱中症の増加に対する関心度 x をもつ個人の分布より、WTP の平均値は次式で与えられる。

$$WTP_{mean} = \sum_{i=1}^5 f(x_i) WTP(x_i) \quad (8)$$

ただし、 WTP_{mean} ：WTP の平均値

$f(x_i)$ ：熱中症の増加に対する関心度 x_i をもつ個人の構成比

$WTP(x_i)$ ：熱中症の増加に対する関心度 x_i をもつ個人の WTP

ここで推計する WTP について、平均値と中央値のいずれを採用すべきであるかという問題がある。もしその値に基づいて費用便益分析を行おうとするならば、その値は平均値を採用すべきである（なぜならば、その値 $\times$ 人口 = 総便益、その値 = 総便益 / 人口 = 平均値）。もしその値に基づいて住民投票を行おうとするならば、その

値は中央値を採用すべきである（なぜならば、半数の賛成を得る値＝中央値）。本研究では、地球温暖化対策としての熱中症防止に関する費用対効果を検討する際に必要となる貨幣評価原単位の算出を目的としているので、平均値を採用する。

熱中症に対する VSL は、式(1)の定義に基づき、上記の手順でリスクの減少量に対する WTP を計測した後、これをリスクの減少量で割ることによって求められる。

5. 評価結果

まず、モデル1およびモデル2のパラメータ推定結果は、表-5 および表-6 に示すとおりである。ここで、回答者数は 1,193 人であるが、1 人が 9 回の一対比較質問に答えていることから、全体の標本数は 10,737 件である。このうち、モデル1 A・1 C・2 A・2 Cの推定に際しては質問の趣旨を理解していない者（毎年 100 円の負担金に反対した者の中で「負担のあり方で反対した者」と「情報不足で反対した者」）を除外し、またモデル1 B・1 D・2 B・2 Dの推定に際しては質問の趣旨を理解していない者および高額回答者（毎年 30,000 円以上の負担金に賛成した者）を除外した。なお、モデル1 C・1 D・2 C・2 Dの推定に際しては個人属性（性別、年齢、年収）がすべてそろっていない者を除外した。その結果、パラメータ推定に用いられた標本数は 10,737 件より少なくなった。

まず、モデル1 A・1 Bおよび2 A・2 Bは、式(2)および式(3)の基本形である。いずれの推定パラメータについても、帰無仮説が有意水準 0.0005（ t 臨界値 3.291）で棄却されることがわかる。また、的中率は 0.8 前後という十分な値である。しかし、モデル1について、政策ケースのダミー変数の推定パラメータはリスクの減少量に応じて $0 < b_2 < b_3 < b_4$ となるべきところ、必ずしもそのようになっていない。すなわち、モデル1はスコープテスト²⁹⁾に合格しない。このとき、各被験者は上記 4 ケースのうちの 1 ケースに回答するだけであるため、内部テスト（同一被験者内のスコープテスト）ではなく、外部テスト（異なる被験者間のスコープテスト）に合格しないのである。この問題はデータの信頼性に関わるものであるが、一般の CV 調査においても起こりうる現象（例えば、同じアンケート票でも被験者が異なると結果が異なるなど）である。この問題の究明については今後の課題としたい。そこで、本稿ではモデル2を採用する。

一方、モデル1 C・1 Dおよび2 C・2 Dは、式(2)および式(3)に個人属性を導入した一般形である。モデル2 C・2 Dの男性ダミー変数に関する推定パラメータ

を除き、帰無仮説が有意水準 0.0005（ t 臨界値 3.291）で棄却されることがわかる。しかし、当該変数の推定パラメータについては、帰無仮説が有意水準 0.05（ t 臨界値 1.645）で棄却されず、モデル2 C・2 Dは性別の影響を受けないことがわかる。

次に、表-6のモデル2 A・2 Bのパラメータ推定値を式(7)および式(8)に代入し、熱中症の増加に対する関心度の分布（非常に関心がある(1.0)：13.8%、かなり関心がある(0.75)：34.7%、普通に関心がある(0.5)：35.8%、少し関心がある(0.25)：12.3%、全く関心がない(0.0)：3.4%)を考慮してWTPの平均値を計測した（表-7および表-8）。さらに、WTPの平均値を政策による死亡リスクの変化分で割ることにより、熱中症におけるVSLを計測した（表-9および表-10）。表-9および表-10より、高額回答者（毎年30,000円以上の負担金に賛成した者13人）を含むモデル2 AはVSLを0.955～1.111億円と推計し、それを除いたモデル2 BはVSLを0.902～1.055億円と推計したことがわかる。ここで除かれた13人は全体1,069人の1.2%に相当すること、またこれを除くことによる評価結果の違いは5%程度であることから、この13人はWTPの過大評価を避けるためのトリミングの対象として差し支えないものと考えられる。したがって、本研究の結果はVSL=0.902～1.055億円となる。

この結果は、表-3 に示される既存研究の推計値の上限と下限の範囲内にあり、常識的な数値であると言えるが、全体的にみると低い数値である。

6. まとめ

本研究では、地球温暖化対策としての熱中症防止に関する費用対効果を検討する際に必要となる貨幣評価原単位の算出を目的として、CVMにより熱中症に対するVSLを計測した。その結果、熱中症死者数の増加による被害額を死亡リスクの変化量の関数で表現することが可能となった。そして、VSLは0.902～1.055億円と推計された。この結果については、既存研究のVSL推計値と比べて上限値と下限値の範囲内にあり、常識的な数値であると言えるが、全体的にみると低い数値である。

一方、本研究の過程において、スコープテスト（外部テスト）に合格しないという問題が発生した。この問題はデータの信頼性に関わるものであるが、一般のCV調査においても起こりうる現象である。したがって、この問題については、その原因を究明した上で解決方法あるいは対処方法を考案する必要がある。これは今後の検討課題としたい。

表-5 モデル1のパラメータ推定結果

	モデル1 A	モデル1 B	モデル1 C	モデル1 D
a	3.639 (34.211)	3.735 (34.134)	2.783 (22.324)	2.848 (22.245)
b_2	0.951 (13.958)	1.014 (14.500)	0.626 (8.045)	0.692 (8.679)
b_3	0.769 (12.028)	0.852 (13.033)	0.583 (7.942)	0.669 (8.904)
b_4	0.774 (12.618)	0.806 (12.804)	0.242 (3.312)	0.258 (3.457)
c	-0.497 (-45.355)	-0.519 (-45.536)	-0.759 (-44.945)	-0.789 (-44.805)
MALE	-	-	0.267 (4.615)	0.211 (3.585)
AGE	-	-	0.034 (17.008)	0.036 (17.392)
INCOME	-	-	0.170 (17.690)	0.175 (17.850)
的中率	0.749	0.759	0.795	0.799
尤度比	0.253	0.266	0.342	0.357
標本数	9,621	9,504	8,370	8,280

注) ()内の数値: t 値

モデル1 A: 「質問の趣旨を理解していない者」を除外, モデル1の基本形

モデル1 B: 「質問の趣旨を理解していない者」と「高額回答者」を除外, モデル1の基本形

モデル1 C: 「質問の趣旨を理解していない者」を除外, 個人属性を導入, モデル1の一般形

モデル1 D: 「質問の趣旨を理解していない者」と「高額回答者」を除外, 個人属性を導入,
モデル1の一般形

MALE: 男性ダミー (男=1), AGE: 年齢, INCOME: 年収 [百万円]

表-6 モデル2のパラメータ推定結果

	モデル2 A	モデル2 B	モデル2 C	モデル2 D
a	2.576 (22.351)	2.642 (22.185)	2.215 (16.903)	2.252 (16.672)
b	0.939 (36.383)	0.994 (36.756)	0.771 (25.476)	0.824 (26.147)
c	-0.879 (-49.033)	-0.928 (-48.811)	-0.981 (-46.038)	-1.031 (-45.702)
MALE	-	-	0.096 (1.565)	0.028 (0.441)
AGE	-	-	0.017 (7.984)	0.018 (8.158)
INCOME	-	-	0.141 (13.760)	0.146 (13.894)
的中率	0.806	0.812	0.820	0.823
尤度比	0.370	0.390	0.404	0.423
標本数	9,621	9,504	8,370	8,280

注) ()内の数値: t 値

モデル2 A: 「質問の趣旨を理解していない者」を除外, モデル2の基本形

モデル2 B: 「質問の趣旨を理解していない者」と「高額回答者」を除外, モデル2の基本形

モデル2 C: 「質問の趣旨を理解していない者」を除外, 個人属性を導入, モデル2の一般形

モデル2 D: 「質問の趣旨を理解していない者」と「高額回答者」を除外, 個人属性を導入,
モデル2の一般形

MALE: 男性ダミー (男=1), AGE: 年齢, INCOME: 年収 [百万円]

表-7 WTPの平均値 (モデル2 A)

ケース	関心度 1.0 の個人の WTP (13.8%)	関心度 0.75 の個人の WTP (34.7%)	関心度 0.5 の個人の WTP (35.8%)	関心度 0.25 の個人の WTP (12.3%)	関心度 0.0 の個人の WTP (3.4%)	WTP の平均値
1	711	341	164	79	38	287
2	1,491	716	344	165	79	601
3	3,127	1,502	722	347	167	1,261
4	7,438	3,574	1,718	825	397	2,999

注) ()内の数値：構成比，単位：円/年

表-8 WTPの平均値 (モデル2 B)

ケース	関心度 1.0 の個人の WTP (13.8%)	関心度 0.75 の個人の WTP (34.7%)	関心度 0.5 の個人の WTP (35.8%)	関心度 0.25 の個人の WTP (12.3%)	関心度 0.0 の個人の WTP (3.4%)	WTP の平均値
1	658	323	159	78	38	271
2	1,382	679	333	164	80	569
3	2,904	1,426	700	344	169	1,195
4	6,923	3,399	1,668	819	402	2,849

注) ()内の数値：構成比，単位：円/年

表-9 WTPとVSLの評価結果 (モデル2 A)

ケース	死亡リスクの変化 (人口 10 万人あたり 年間死亡者数)	WTP [円/年]	WTP の 95%信頼区間 [円/年]	VSL [万円]
1	0.6→0.3	287	275 - 298	9,551
2	0.9→0.3	601	578 - 624	10,016
3	1.5→0.3	1,261	1,211 - 1,310	10,505
4	3.0→0.3	2,999	2,882 - 3,116	11,107

表-10 WTPとVSLの評価結果 (モデル2 B)

ケース	死亡リスクの変化 (人口 10 万人あたり 年間死亡者数)	WTP [円/年]	WTP の 95%信頼区間 [円/年]	VSL [万円]
1	0.6→0.3	271	260 - 281	9,023
2	0.9→0.3	569	547 - 590	9,480
3	1.5→0.3	1,195	1,150 - 1,240	9,959
4	3.0→0.3	2,849	2,741 - 2,956	10,550

謝辞：本研究は、環境省の平成 20 年度地球環境研究総合推進費（研究課題：温暖化の危険な水準および温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究、代表者：三村信男）を受けた研究成果の一部である。また、本研究の遂行において小野雅司氏（国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室）より貴重な助言を賜ったことを付記するとともに、謝意を表したい。

参考文献

- 1) 森田茂穂：熱中症 その予防と治療のポイント，救急医療ジャーナル，Vol.21，pp.8-11，1996.
- 2) <http://www.yasuienv.net/RiskComp.gif>
- 3) 古川俊一・磯崎肇：統計的生命価値と規制政策評価，日本評価研究，Vol.4，No.1，pp.53-65，2004.
- 4) U.S.EPA: The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1990 to 2010, EPA Report to Congress, EPA-410-R-99-001, November 1999.
- 5) 金本良嗣：プロジェクト評価に向けての課題，エコノミクス，No.3，pp.64-69，2000.
- 6) Desvousges, W.H., Johnson, F.R. and Banzhaf, H.S.: Environmental Policy Analysis with Limited Information: Principles and Applications of the Transfer Method, Edward Elgar, 1998.
- 7) Day, B.H.: A Meta-Analysis of Wage-Risk Estimates of the Value of a Statistical Life, in Benefits Transfer and the Economic Valuation of Environmental Damage in the European Union with Special Reference to Health, Final Report to the DG-XII, European Commission, contract ENV4-CT96-0227, 1999.
- 8) Miller, T.R.: Variations between Countries in Values of Statistical Life, Journal of Transport Economics and Policy, Vol.34, pp.169-198, 2000.
- 9) Mrozek, J.R. and Taylor, L.O.: What Determines the Value of Life? A Meta-Analysis, Journal of Policy Analysis and Management, Vol.21, No.2, pp.253-270, 2002.
- 10) Viscusi, W.K.: The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World, Journal of Risk and Uncertainty, Vol.27, No.1, pp.5-76, 2003.
- 11) Kochi, I., Hubbell, B. and Kramer, R.: An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of a Statistical Life for Environmental Policy Analysis, May 2003.
- 12) 山本秀一・岡敏弘：飲料水リスク削減に対する支払い意思調査に基づいた統計的生命価値の推定，環境科学会誌，Vol.7，No.4，pp.289-301，1994.
- 13) 今長久：道路交通事故の社会的損害額の計算，道路交通経済，No.7，pp.98-105，2001.
- 14) 竹内憲司・岸本充生・柘植隆宏：表明選好アプローチによる確率的生命価値の推計，環境経済・政策学会 2001 年大会報告論文集，2001.
- 15) 松岡俊二・白川博章・本田直子・竹内憲司・松本礼史：東アジアにおける環境政策の効率性評価に関する研究：マレーシア・クアラルンプール，広島市を例に，国際東アジア研究センター Working Paper Series Vol.2002-10，2002.
- 16) 兒山真也・竹内憲司：スタンダード・ギャンブルによる交通事故障害の経済評価，会計検査研究，No.27，pp.129-158，2003.
- 17) 経環・山中英生・田村英嗣：CV 調査と SG 調査を用いた交通事故の人的費用の計測，土木計画学研究・論文集，Vol.21，No.1，pp.137-144，2004.
- 18) 越正毅：交通事故による非金銭的な人身被害の金額評価，道経研シリーズ A-112，2004.
- 19) 国土交通省道路局・財団法人道路経済研究所：道路交通における人身被害に伴う損失額推計に関する調査研究報告書，2005.
- 20) Tsuge, T., Kishimoto, A. and Takeuchi, K.: A Choice Experiment Approach to the Valuation of Mortality, Journal of Risk and Uncertainty, Vol.31, No.1, pp.73-95, 2005.
- 21) Itaoka, K., Krupnick, A., Akai, M., Alberini, A., Cropper, M. and Simon, N.: Age, Health, and the Willingness to Pay for Mortality Risk Reductions: A Contingent Valuation Survey in Japan, Resources for the Future Discussion Paper 05-34, 2005.
- 22) 鹿島茂：業務用自動車を対象とした交通事故削減施策の費用便益分析，日交研シリーズ A-411，2006.
- 23) 内閣府：交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書，2007.
- 24) 竹村和久：フレーミング効果の理論的説明，心理学評論，Vol.37，No.3，pp.270-291，1994.
- 25) 藤井聡・竹村和久：リスク態度と注意 状況依存焦点モデルによるフレーミング効果の計量分析，行動計量学，Vol.28，No.1，pp.9-17，2001.
- 26) 栗山浩一・岸本充生・金本良嗣：死亡リスク削減の経済的評価とスコープテストによる信頼性の検証，環境経済学ワーキングペーパーNo.0702，2007.

(2009.3.16 受付)

(2009.7.24 受理)

Economic Evaluation of Heatstroke Mortality Risk by Global Warming
-Measurement of VSL by CVM-

Eiji OHNO¹, Yasuhisa HAYASHIYAMA²,
Hisayoshi MORISUGI² and Kazunori NAKAJIMA³

¹Faculty of Urban Science, Meijo University

²Graduate School of Economics and Management, Tohoku University

³Graduate School of Life Sciences, Tohoku University

Increase of heatstroke mortality risk due to global warming is one of serious problems that threaten human life. This study aims to provide basic data for the cost benefit analysis of countermeasures against heatstroke, and measures the VSL (Value of Statistical Life) concerning heatstroke mortality risk by using the CVM (Contingent Valuation Method). As a result, we have derived the damage cost function of heatstroke, which includes the mortality risk change as its variable. The VSL has been estimated 90.2-105.5 million yen.