

越境汚染物質を対象とした 大気汚染物質の改善便益の計測

奥山 忠裕¹

1 正会員 博士（経済学）長崎県立大学経済学部地域政策学科（〒858-8580 佐世保市川下町 123）

E-mail: okuyama@sun.ac.jp

本研究の目的は、黄砂および PM2.5 といった大気汚染物質の削減に対する支払意思額の計測である。比較対象として、インフルエンザおよび花粉を加え、コンジョイント分析を用いた推計を行った。調査対象は福岡市および北九州市市民である。便益計測の結果、PM2.5 の削減に対する支払意思額が最も高く 2000 円／1 か月であり、次いでインフルエンザが 1300 円／1 か月、花粉が 1200 円／1 か月、黄砂が 700 円／1 か月と計測された。次に、地域別の推計および便益計測を行ったところ、花粉（1400 円／1 か月）、黄砂（700 円／1 か月）、PM2.5（3800 円／1 か月）の便益値は福岡の方が高い可能性があり、特に、PM2.5 の便益値は福岡の値が高いことが示された。

Key Words: willingness to pay, conjoint analysis, air quality, anxiety

1. はじめに

大気汚染（空気質の悪化）は、人体に甚大な被害を与える公害の一つである。日本では、1970 年代までに、国内の工場や自動車から発生する大気汚染物質によって空気質が悪化し、大気汚染は深刻な社会問題となったものの、その後、様々な大気汚染の改善施策が実施されたため、現在では、多くの地域で空気質が改善した。

しかしながら、近年、外国からの越境汚染による空気質の悪化が新たな社会問題となっている。日本に飛来する主たる汚染物質は、黄砂と PM2.5 である。外務省によると、黄砂とは、ゴビ砂漠の砂が上昇気流によって巻き上げられ、偏西風に乗って日本まで飛来する物質である。PM2.5 は、大気中に浮遊する粒子状物質であり、黄砂と同様に偏西風に乗って日本に飛来する物質である。

双方の物質は、健康に被害を与える可能性がある。福岡市黄砂影響検討委員会報告書によると、556 人中 152 人の市民が、黄砂が飛来した時に、咳やのどの痛み等の体調の変化があったと回答している。そのため、国・地方自治体では、このような被害をもたらす黄砂や PM2.5 などの大気汚染物質への対策として、大気中の汚染物質の情報公開や警報の発令などの対策を行っている。今後、この越境汚染物質による大気汚染被害が拡大する可能性もあり、そのための対策を立てるとともに、その対策を実行する根拠となりうる便益計測を行

うことは重要な作業と考えられる。

本研究では、主に人体への被害が発生する状況を想定し、黄砂、PM2.5 を対象とした汚染物質の削減から発生する便益計測を行う。

既存研究として、住居の購入等を想定し、ヘドニック法による便益計測を行った Anselin and Lozano-Gracia (2008)¹⁾、仮想市場法 (Contingent Valuation Method ; 以下、CVM と称す) を使い、大気汚染による病気・健康被害・死亡リスクの回避に対する便益計測を行った Alberini *et al.* (1997)²⁾、Aunan *et al.* (1998)³⁾、Navrud (2001)⁴⁾、Wang and Mullahy (2006)⁵⁾、Yoo *et al.* (2008)⁶⁾、Wang and Zhang (2009)⁷⁾、NO₂ や PM₁₀、TSP 等の空気質を対象とした計測を行った Krupnick *et al.* (1996)⁸⁾、Brajer *et al.* (2012)⁹⁾、Kumar and Paramjit (2012)¹⁰⁾ がある。

既存研究では大気汚染による死亡リスクを評価対象とした研究もあるが、我が国では、大気汚染に関するリスク（確率分布）に関する情報が少なく、リスク削減便益を計測することは困難である。そこで、Wang and Zhang (2009)⁷⁾ のように、被害に関する情報を提示し、その程度は回答者の主観的な判断に任せることとした。既存研究と同様、明確な被害状況の想定が困難なため、本研究の便益の種類は、ある個人が大気汚染から被害を受けるかもしれないという不安から発生するストレスを軽減することから得られる便益、つまり不安軽減便益と考えられる。Zeidner and Shechter (1994)¹¹⁾、Moore and Shepherd (2006)¹²⁾ は、ストレス、不安、

表-1 プロファイルの構成要素

構成要素	マスクの効果
インフルエンザ	99%除去する, 効果なし
花粉	99%除去する, 効果なし
黄砂	99%除去する, 効果なし
PM2.5	99%除去する, 効果なし
購入金額 (1 か月分)	500 円, 1000 円 3000 円, 5000 円

		新しいマスク その 1	新しいマスク その 2
効 果	インフルエンザ	除去率が 99%	効果がない
	花粉	除去率が 99%	効果がない
	黄砂	効果がない	除去率が 99%
	PM2.5	効果がない	除去率が 99%
マスクの価格 (1 か月分) * 3 か月間同じ金額を払う		1000 円	3000 円

図-1 提示されたプロファイルの例

恐怖といった感情的要因に対する便益計測を行っており、本稿はこれらの類似の研究と考えられる。

本研究の構成は、次のとおりである。2. において推計モデルを解説し、3. において、調査の概要を説明する。4. において推計および結果を述べ、5. において本研究の結果と考察を述べる。

2. 推計モデル

本研究では、便益計測のために選択実験型のコンジョイント分析を行う。推計には、条件付きロジットモデルを用いた。

財のロファイルの集合を Ω とし、 j, k は Ω の要素であり、 $k \neq j$ とする。回答者 i が財のプロファイル j を選択したときの全体効用を U_j 、観察可能な部分を V_j 、観察不可能な部分を誤差項 ε_j とし、 $U_j = V_j + \varepsilon_j$ とする。ここで、観察可能な部分 V_j は財のプロファイル j のベクトル $\mathbf{x}_j$ 、推計パラメータの転置ベクトル $\mathbf{b}'$ からなり、 $V_j = \mathbf{b}'\mathbf{x}_j$ である。ここで、 $\mathbf{x}_j$ は選択肢特有の説明変数 (Alternative-specific Regressors) を表している。次に、誤差項が第一種極値分布に従うと仮定すると、財のプロファイル j が選択される確率 $\Pr\{j\}$ は式(1)として定義される。 λ はスケールパラメータであり、 $\lambda=1$ として標準化する。式(1)から対数尤度関数は式(2)として定義される。なお、 d_{ij} は回答者 i が財のプロファイル j を選択したとき 1 となるダミー変数であり、購入しないが選択された場合、 $V_j = \beta_0 \times ASC$ (ASC: Alternative Specific Constant) である。

$$\Pr\{j\} = \exp(\lambda V_j) / \sum_k \exp(\lambda V_k) \quad (1)$$

$$\ln L = \sum_i \sum_j d_{ij} \left(\exp(\lambda V_j) / \sum_k \exp(\lambda V_k) \right) \quad (2)$$

3. 調査票の設計

(1) プロファイルの設計

本節では、コンジョイント分析のためのデータ収集に用いたプロファイルの属性と水準を解説する。

選択実験型コンジョイント分析では、回答者に複数の財を提示し、その中から一つを選択してもらうことで選好のパラメータを推計する。本研究では、

大気汚染物質を削減する財を想定する必要があることから、これらの物質を除去する効果を持つマスクを財として想定することとした。プロファイルの属性の一つは、このマスクの価格である。

次に、汚染物質に対するマスクの除去効果をプロファイルの属性として設定している。除去効果の水準は、汚染物質の 99% を除去する、および、除去の効果無しの 2 水準である。

次に、除去の効果がある汚染物質の選定である。まず、本研究の目的から黄砂および PM2.5 が選択される。ここで、この 2 つの物質のみをプロファイルの構成要素 (人々の選好) とした場合、相対的な不安解消便益の程度を示すこと困難になる。そのため、比較対象となる他の物質を考慮する必要がある。黄砂および PM2.5 は、その健康被害の程度や認知率が低いことから、対照的な物質を選択することが望ましい。そのため、本研究では、空気を通じて感染する可能性があり、かつ、市民が健康被害等をよく知っている物質として、インフルエンザ・ウィルスおよび花粉をプロファイルの構成要素として加えた。インフルエンザ・ウィルスは、高熱を発する病気の原因となるウィルスであり、世界的にも知名度が高い。花粉は、杉などの花粉が空气中に飛散し、人体に取り込まれることで、咳、鼻水、くしゃみなどの症状を引き起こす原因となる物質である。

インフルエンザおよび花粉の双方は、国内における知名度も高く、感染者も多いため、本調査のプロファイルの構成要素として妥当と考えられる。

結果として、プロファイルの構成要素は、インフルエンザ (INFL)、花粉 (POL)、黄砂 (YWD)、PM2.5 (PM25) および (マスクの) 価格 (PRICE) と設定した。プロファイルの構成要素を表-1 に、質問の例を図-1 に示す。2 つの効果の異なる効果を持つマスクが回答者に提示され、どちらを購入するかが質問された。もし購入しない場合は、選択肢: 購入しないを選択してもらった。回答者は計 12 個の質問に回答している。統計ソフト R にある関数 Algebricdesign をプロファイルの設計に用いた。

(2) 仮想的なシナリオ

大気の汚染状況は、日々変動するため、本研究では、大気汚染の期間を固定することとした。認知度の高い、インフルエンザや花粉の流行期間が 2 か月～3 か月であることから、本研究では、3 か月間、

表-2 個人属性

項目	変数	変数の説明	平均値	標準偏差
性別	<i>GND</i>	1: 男性, 0: 女性	0.4850	0.5000
年齢	<i>AGE</i>	実年齢 (歳)	44.1814	13.3186
居住地	<i>HUKU</i>	1: 福岡市居住者, 0: その他	0.6164	0.4864
収入	<i>ICM</i>	回答者の税込収入 (十万円)	48.7071	32.3961
寄付	<i>CTB</i>	1: グループ B の回答者, 0: その他	0.5000	0.5002
学歴: 中学	<i>EJNR</i>	1: 中学卒業, 0: その他	0.0129	0.1127
学歴: 高校	<i>HIGH</i>	1: 高校卒業, 0: その他	0.2879	0.4529
学歴: 大学	<i>UNIV</i>	1: 大学卒業, 0: その他	0.3979	0.4896
職種: 医療	<i>MED</i>	1: 職業が医療・福祉, 0: その他	0.0750	0.2635
職種: 学生	<i>STU</i>	1: 学生, 0: その他	0.0336	0.1802
職種: 無職	<i>NEMP</i>	1: 無職/退職, 0: その他	0.0993	0.2992
予防: 手洗い	<i>HAND</i>	1: 予防のために手洗いをしている, 0: その他	0.6914	0.4621
予防: うがい	<i>GARG</i>	1: 予防のためにうがいをしている, 0: その他	0.5850	0.4929
予防: マスク	<i>MASK</i>	1: 予防のためにマスクを着用している, 0: その他	0.5643	0.4960
知識①	<i>KINFL</i>	1: インフルエンザに関する知識がある, 0: その他	0.4436	0.4970
知識②	<i>KPOL</i>	1: 花粉症に関する知識がある, 0: その他	0.4329	0.4956
知識③	<i>KYWD</i>	1: 黄砂に関する知識がある, 0: その他	0.2664	0.4422
知識④	<i>KPM2</i>	1: PM2.5 に関する知識がある, 0: その他	0.2607	0.4392
経験①	<i>AINFL</i>	1: インフルエンザの経験がありかつ不安がある, 0: その他	0.6829	0.4655
経験②	<i>APOL</i>	1: 花粉症に罹った経験がありかつ不安がある, 0: その他	0.6514	0.4767
経験③	<i>AAIR</i>	1: 黄砂もしくは PM2.5 から体調不調になった経験がありかつ不安がある, 0: その他	0.6843	0.4650

インフルエンザ, 花粉, 黄砂および PM2.5 が環境基準を超過している状況を想定させ, この 3 か月間の間, 1 か月毎に提示されているマスク (30 枚分) を購入するか否かを質問した。次に, 半数の回答者に対し (グループ B), 越境汚染を防止するため, 購入金額の 10% を諸外国の大気汚染対策に寄付するという条件をつけて質問を行った。もし, これらの回答者の支払意思額 (Willingness to Pay; 以下, *WTP* と称す) が寄付という条件を付けていない回答者 (グループ A) の *WTP* よりも低い場合は, 諸外国の汚染対策のために寄付する意思が低い結果となる。他方, 寄付してもよいと考えるならば, *WTP* は同等もしくは高い値になると考えられる。この調査票の差異は変数 *CTB* とした。

4. 推計および便益計測

(1) 調査概要

本調査は, 2013 年 3 月にインターネットを通じて行われた。まず, インターネット会社に登録されている 20 歳代～60 歳代の福岡および北九州市の市民に対し, 居住地の確認等を行うメールが送付された。その後, 福岡市および北九州市に居住していると回答した回答者に対し, 本調査が行われた。結果として, 約 1400 人 (うち, 福岡市の居住者が 863 人, 北九州市の居住者が 537 人) から回答を得た。

(2) 個人属性の集計と社会統計データの比較

回答者の個人属性に関する集計結果を表-2 に示す。まず, 性別(*GND*)について回答者の男性割合は約 48.5% である。次に, 年齢について, 回答者の平均年齢は約 44.2 歳である。ここで平成 22 年の国勢調査から, 20 歳代～60 歳代の福岡市および北九州市の人口に占める男性比率は約 47.9%, 平均年齢は約 44.4 歳となっており, 本研究の標本データとほぼ同じ値である。次に, 居住地について, 回答者の約 61.6% は福岡の居住者である。同様に, 国勢調査のデータから, 福岡市と北九州市の総人口に占める福岡市の人口比率は約 61.6% であり, 本研究の調査データに等しい値となっている。

最後に, 収入について, 回答者の平均収入は約 448 万円である。所得に関する情報は, 厚生労働省「賃金構造基本統計調査」のデータから, 都道府県別の年収を計算・公表している web サイト『年収ラボ』から収集した。このサイトのデータによると, 福岡市および北九州市のある福岡県の平均年収は約 430 万円である。本調査の結果とこのデータを比較すると, 本研究の回答者の年収は社会統計データの値よりも高い。

その他の個人属性に関する変数として, まず, 学歴 (中学, 高校, 大学以上) を質問した。結果として, 大学以上が最終学歴と回答したものが約 39.9% と最も多かった。次に, 職業について質問を行った。その中から, 医療・福祉に従事しているもの, 学生, 無職/退職と回答したもののデータを利用するこ

表-3 推計結果

変数	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
<i>INFL</i>	0.9973 ^a [0.9334, 1.0627]	0.9993 ^a [0.9352, 1.0627]	1.0029 ^a [0.9382, 1.0654]	1.0052 ^a [0.9416, 1.0698]
<i>POL</i>	0.9116 ^a [0.8475, 0.9742]	0.9131 ^a [0.8497, 0.9769]	0.9156 ^a [0.8517, 0.9792]	0.9177 ^a [0.8551, 0.9815]
<i>YWD</i>	0.5674 ^a [0.5060, 0.6258]	0.5653 ^a [0.5061, 0.6247]	0.5613 ^a [0.5001, 0.6231]	0.5591 ^a [0.4975, 0.6197]
<i>PM2</i>	1.5323 ^a [1.4660, 0.1595]	0.1532 ^a [0.1468, 1.5984]	1.5315 ^a [1.4654, 1.5976]	1.5320 ^a [1.4676, 1.5980]
<i>PRICE</i>	-4.2403e-04 ^a [-4.4067e-04, -4.0728e-04]	-4.9930e-04 ^a [-5.5491e-04, -4.4318e-04]	-6.3655e-04 ^a [-6.7203e-04, -6.0035e-04]	-7.4655e-04 ^a [-7.9274e-04, -7.0015e-04]
<i>ASC</i>	2.0100 ^a [1.9090, 2.1065]	2.0059 ^a [1.9088, 2.1037]	1.9975 ^a [1.8984, 2.0957]	1.9937 ^a [1.8958, 2.0919]
<i>COST_X</i>				
<i>GND</i>		2.3496e-05 ^c [-1.1554e-06, 4.8367e-05]		8.6622e-05 ^a [6.1777e-05, 1.1161e-04]
<i>AGE</i>		-5.3428e-07 ^d [-1.5123e-06, 4.2503e-07]		
<i>HUKU</i>		5.9927e-05 ^a [3.5125e-05, 8.5194e-05]		5.8540e-05 ^a [3.4215e-05, 8.3767e-05]
<i>ICM</i>		1.0930e-06 ^a [7.0788e-07, 1.4849e-06]		8.3511e-07 ^a [4.7877e-07, 1.1941e-06]
<i>CTB</i>		-2.8163e-05 ^b [-5.2048e-05, -4.3021e-06]		-3.0940e-05 ^b [-5.5251e-05, -7.1622e-06]
<i>EJNR</i>		-8.7455e-05 ^d [-2.0888e-04, 3.4886e-05]		
<i>HIGH</i>		-6.9282e-06 ^d [3.9084e-05, 2.4672e-05]		
<i>UNIV</i>		2.2667e-05 ^d [-6.6307e-06, 5.2034e-05]		
<i>MED</i>		-4.9513e-06 ^d [-5.0360e-05, 4.0767e-05]		
<i>STU</i>		2.2663e-05 ^d [-4.5610e-05, 9.1934e-05]		
<i>NEMP</i>		1.4918e-06 ^d [-4.0790e-05, 4.4671e-05]		
<i>HAND</i>			4.4716e-05 ^b [1.0019e-05, 8.0192e-05]	5.5917e-05 ^a [2.6914e-05, 8.4724e-05]
<i>GARG</i>			1.0636e-05 ^d [-2.0325e-05, 4.2562e-05]	
<i>MASK</i>			8.3322e-05 ^a [5.5474e-05, 1.1118e-04]	1.1238e-04 ^a [8.5389e-05, 1.3911e-04]
<i>KINFL</i>			1.2190e-05 ^d [-2.8337e-05, 5.2136e-05]	
<i>KPOL</i>			-1.4112e-05 ^d [-5.6867e-05, 2.8615e-05]	
<i>KYWD</i>			9.0390e-05 ^a [4.4344e-05, 1.3572e-04]	9.4983e-05 ^a [6.8320e-05, 1.2097e-04]
<i>KPM2</i>			9.4798e-06 ^d [-3.4389e-05, 5.4039e-05]	
<i>AINFL</i>			2.3882e-05 ^d [-5.6340e-06, 5.3955e-05]	
<i>APOL</i>			2.4202e-05 ^d [-5.1069e-06, 5.4234e-05]	
<i>AAIR</i>			8.1593e-05 ^a [5.2425e-05, 1.1128e-04]	1.0492e-04 ^a [7.6427e-05, 1.3289e-04]
<i>LL</i>	-14489.0700	-14443.0561	-14359.6466	-14311.1923
<i>AIC</i>	28990.1400	28920.1122	28751.2932	28650.3846
<i>BIC</i>	29021.6054	29009.2641	28835.2008	28723.8038

ととした。医療・福祉に従事しているものは *WTP* が高く、学生および無職・退職者の *WTP* は低い可能性があるためである。次に、日常的な大気汚染物質への対策（予防）として、手洗いを行っているか否

か、うがいを行っているか否か、マスクを着用しているか否かを調査した。結果として、回答者の約 69.1% が手洗いを行っており、約 58.5% がうがい、約 56.4% がマスクを着用していると回答した。

表-4 汚染物質に対する支払意思額

	インフルエンザ	花粉	黄砂	PM2.5
推定値	1346.4231	1229.2801	748.8402	2052.0314
計測値の下限・上限	[1261.2681, 1432.9305]	[1145.4096, 1314.7315]	[666.4291, 830.1149]	[1965.8811, 2140.4902]
有効数字考慮済み	1300 円	1200 円	700 円	2000 円

次に、調査対象とした大気汚染物質に対する詳細および健康被害の知識があるか否かを質問した。結果として、インフルエンザに関する知識があると回答したものは約 44.4%、花粉症に関する知識があると回答したものは約 43.3%、黄砂に関する知識があると回答したものは約 26.6%、PM2.5 に関する知識があると回答したものは約 26.1%であった。この結果から、インフルエンザや花粉症に対する認知率は、黄砂や PM2.5 よりも高いことが示された。

(3) 推計結果

推計は R ver 3.01 にある mlogit 関数を用いて行った。その結果を表-3 に示す。推定値にあるスーパースクリプトは、a: p-値が 1%未満, b: p-値が 5%未満, c: p-値が 10%未満, d: p-値が 10%以上であることを意味している。推定値にある e は、たとえば $2.345e-04$ ならば推定値が 2.345×10^{-4} であることを意味する記号である。推定値の下にある括弧は、Krinsky and Robb (1986)¹³⁾に基づき計測された推定値の下限および上限の値である。Model 1 は主要素のみの推計結果、Model 2 は主要素および価格と個人属性の交差項の推計結果、Model 3 は交差項として予防、知識、経験を用いた場合の推計結果である。最後に、Model 4 は、Model 1~Model 3 の結果から、p-値の値が 10%未満となった変数のみを用いた場合のモデルである。LL は最大対数裕度、AIC は赤池の情報統計量、BIC はベイズ統計量である。

まず、Model 1~Model 4 において、INFL、POL、YWD、PM25 の値は正值かつ p-値は 1%未満となり、本調査で採用した大気汚染物質に対する除去効果のあるマスクが好まれることがわかった。同様に、Model 1~Model 4 において、PRICE の値は負値かつ p-値は 1%未満となっている。なお、ASC は、どちらも購入しないを選んだ場合、1 となる変数である。次に、Model 2 および Model 3 の交差項の結果から、p-値が 10%未満で WTP に影響する項目を述べる。WTP に正の影響を及ぼす項目として、GND、HUKU、ICM、HAND、MASK、KYWD、AAIR があげられた。所得の高い回答者の WTP が高いことは理論モデルと整合的である。また、手洗いやマスクといった予防をしている回答者、黄砂に関する知識のある回答者、大気汚染に不安を感じている回答者の WTP が高いことが示された。次に、WTP に負の影響を及ぼす項目として、CTB があげられた。本研究では、購入金額の 10%の寄付金という形式で質問を行っており、追加的な金額を支払う等の余分な支出を想定した形式ではないにもかかわらず、WTP が負値と

なったことから、回答者は海外での対策のための寄付金の支払いに反対しているものと考えられる。

(4) 便益計測と考察

Model 1~Model 4 までの AIC および BIC の値を比較すると、最も値の小さいモデルは Model 4 という結果になった。そのため、本研究では Model 4 を用いた便益計測を行う。価格のパラメータを β_p 、計測の対象となる第 i 財の変数のパラメータを β_i とすると、第 i 財に対する WTP_i は $WTP_i = \beta_i / \beta_p$ である。

この計測式から計算された WTP の結果を表-4 に示す。表-4 の上段の計測値の行にある各値は、Model 4 の推定値の値から直接計算された値であり、中断の項目は、上限・下限から計測された値、下段の項目は、上段の値の有効数字を考慮した場合の WTP の値である。

まず、上段の値から、各汚染物質の除去に対する WTP に差があるか否かを検証する。WTP の値が最も小さい要素は黄砂である。この値は、次に値の小さい花粉の信頼区間に含まれていないことから、花粉に対する WTP よりも小さいと考えられる。同様に、花粉の値はインフルエンザの信頼区間に含まれず、インフルエンザの推定値は PM2.5 の信頼区間に含まれていない。そのため、最も WTP が高い汚染物質は PM2.5 であり、次いで、インフルエンザ、花粉、黄砂の順となった。

この結果を踏まえ、かつ、本調査の提示額の最小単位が 100 円単位であることから、有効数字を 100 円単位からとすると、PM2.5 に対する WTP (3 か月間中の 1 か月当り) は 2000 円であり、インフルエンザに対する WTP は 1300 円、花粉に対する WTP は 1200 円、黄砂に対する WTP は 700 円と計測された。黄砂と PM2.5 はそれぞれ同様の健康被害をもたらす大気汚染物質であるにもかかわらず、それぞれの WTP には大きな差が見られた。この結果となった理由として、黄砂は昔から自治体によって計測がなされていたため、ある程度慣れがあること、逆に、PM2.5 は、近年計測され始めた物質であるため、回答者の不安が大きかったことが考えられる。

5. おわりに

本研究は、黄砂および PM2.5 といった越境汚染被害をもたらす大気汚染物質の削減に関する便益計測を目的として行われた。これらの物質は、現在の日本では、健康被害との明確な因果関係が計測され

ていないため、本研究では、不安解消便益としてその計測を行った。

調査は、福岡市および北九州市の市民を対象とした選択型のコンジョイント分析に基づき行われた。プロファイルの構成要素は、黄砂およびPM2.5に加え、毎年発生しているインフルエンザおよび花粉、これらの汚染物質に対する防災対策としてのマスクの購入価格である。インフルエンザおよび花粉を用いた理由は、黄砂およびPM2.5に対する支払意思額の程度を比較するためである。

結果として、PM2.5に対する支払意思額が2000円と最も高く、次いで、インフルエンザが1300円、花粉が1200円、黄砂が700円となった。黄砂とPM2.5の間に大きな差ができた理由として、黄砂はこれまでも観測がなされてきているものの、PM2.5は近年観測され始めたばかりの物質であり、回答者の不安が高いためと推察される。

参考文献

- 1) Anselin, L. and Lozano-Gracia, N.: Errors in variables and spatial effects in hedonic house price models of ambient air quality, *Empirical Economics*, Vol.34, pp.5-34, 2008.
- 2) Alberini, A., Cropper, M., Fu, T.T., Krupnick, A., Liu, J.T., Shaw, D. and Harrington, W.: Valuing health effects of air pollution in developing countries: The case of Taiwan, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.34, Issue 2, pp.107-126, 1997.
- 3) Aunan, K., Páztay, G., Aaheim, H.A. and Seip, H.M.: Health and environmental benefits from air pollution reductions in Hungary, *Science of The Total Environment*, Vol.212, No.2-3, pp.245-268, 1998.
- 4) Navrud, S.: Valuing health impacts from air pollution in Europe, *Environmental and Resource Economics*, Vol.20, No.4, pp.305-329, 2001.
- 5) Wang, H. and Mullahy, J.: Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing, China, *Science of The Total Environment*, Vol.367, No.1, pp. 50-57, 2006.
- 6) Yoo, S.H., Kwak, S.J. and Lee, J.S.: Using a choice experiment to measure the environmental costs of air pollution impacts in Seoul, *Journal of Environmental Management*, Vol.86, No.1, pp.308-318, 2008.
- 7) Wang, Y. and Zhang, Y.S.: Air quality assessment by contingent valuation in Ji'nan, China, *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, pp.1022-1029, 2009.
- 8) Krupnick, A., Harrison, K., Nickell, E. and Toman, M.: The value of health benefits from ambient air quality improvements in Central and Eastern Europe: An exercise in benefits transfer, *Environmental and Resource Economics*, Vol.7, No.4, pp.307-332, 1996.
- 9) Brajer, V., Mead, R.W. and Xiao, F.: Valuing the health impacts of air pollution in Hong Kong, *Journal of Asian Economics*, Vol.17, No.1, pp.85-102, 2006.
- 10) Kumar, S. and Paramjit: Valuation of health impacts of air pollution in India, *Research Journal of Economics, Business and ICT*, Vol.5, pp.1-7, 2012.
- 11) Zeidner, M. and Shechter, M.: Reduction of test anxiety: A first attempt at economic evaluation, *Anxiety, Stress & Coping: An International Journal*, Vol.7, pp. 1-18, 1994.
- 12) Moore, S.C. and Shepherd, J.P.: The cost of fear: Shadow pricing the intangible costs of crime, *Applied Economics*, Vol. 28, pp.293-300, 2006.
- 13) Krinsky, I. and Robb, A.L.: On approximating the statistical properties of elasticities, *Review of Economics and Statistics*, Vol.68, No.4, pp. 715-719, 1986.

(2014. 7. 11 受付)

MEASURING BENEFITS OF IMPROVING AIR QUALITIES IN TRANSBOUNDARY POLLUTIONS

Tadahiro OKUYAMA

Purpose of this paper is to estimate a willingness to pay for reducing transboundary air pollutions such as yellow sands and PM2.5. The conjoint analysis was employed for estimation. Influenza virus and pollen dust were also included in profiles for comparisons. Our research objects were residents lived in Hukuoka city and Kitakyushu city. As results, the willingness to pay for reducing PM2.5 was about 2000 yen per a month, the one of Influenza virus was about 1300 yen per a month, the one of pollen dust was about 1200 yen per a month, and the one of yellow sands was about 700 yen per a month. Results also indicates that willingness to pay calculated from Hukuoka's data were higher than Kitakyushu's. Especially, Hukuoka's willingness to pay for PM2.5 was considerably higher than Kitakyushu's.