

運輸省港湾技術研究所

港湾技術研究所 報告

REPORT OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH
INSTITUTE

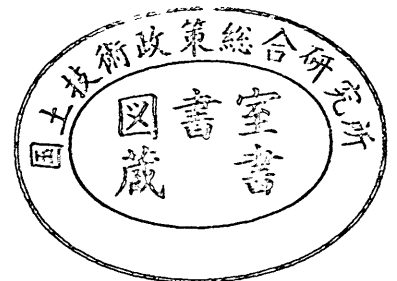
MINISTRY OF TRANSPORT

VOL. 38

NO. 3

Sept. 1999

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第 38 卷 第 3 号 (Vol. 38, No. 3), 1999 年 9 月 (Sept. 1999)

目 次 (CONTENTS)

1. Nonlinear Model for Wave Fields with Current
..... Md. Hasanat ZAMAN and Tetsuya HIRAISHI 3
(流れが考慮できる非線形波浪の計算モデルについて
..... エムディ・ハサナット ジャーマン・平石哲也)
2. 液化した砂地盤による消波システムの開発
... 姜 閔求・高橋重雄・山本 悟・三浦裕信・高野忠志・下迫健一郎・鈴木高二朗 29
(Development of a New Wave Absorbing System Using a Sand Liquefaction
..... Yoon-Koo KANG, Shigeo TAKAHASHI, Satoru YAMAMOTO, Hironobu MIURA,
Tadashi TAKANO, Ken-ichiro SHIMOSAKO and Kojiro SUZUKI)
3. 海面水位の変動が内湾域への水環境に及ぼす影響
— 大船渡湾での貧酸素水塊の形成と消滅機構 —
..... 日比野忠史・豊田政史・西守男雄・細川恭史・鶴谷広一 91
(Consequence of Sea level Distribution for an Estuary Environment along Japanese Coastal Waters
— Generation and Breakdown Mechanisms for Anoxic Layers in Ohfunato Bay —
..... Tadashi HIBINO, Masashi TOYOTA, Dan-o NISHIMORI, Yasushi HOSOKAWA
and Hiroichi TSURUYA)
4. 数値処理からみた CVM (仮想評価法) の信頼性分析
— 船舶事故による流出油対策の評価への適用事例 —
..... 鈴木 武 125
(An Analysis on the Reliability of CVM in Data Treatment Process
— The Application to Value the Countermeasures against Oil Spill Caused by Ship Accidents —
..... Takeshi SUZUKI)
5. 海成粘土地盤の間隙比 - 有効土被り圧関係に関する統一的な解釈
..... 土田 孝 153
(Unified Interpretation on the Void Ratio-Overburden Pressure Relationship of Marine Deposits
..... Takashi TSUCHIDA)

6. 低改良率で改良された杭式深層混合処理地盤の鉛直支持力
..... 北誥昌樹・中村 健・森永真朗・宇高 泰 181
(Centrifuge Model Tests on Bearing Capacity of Column Type DMM Ground with Low
Improvement Ratio
..... Masaki KITAZUME, Takeshi NAKAMURA, Masao MORINAGA and Yasushi UDAKA)
7. コンテナターミナルにおける荷繰り最小化による荷役効率化
..... 門前唯明・田邊俊郎・中島 晋 199
(Increasing the Container-Handling Efficiency by Minimizing of Rehandling at a Container Terminal
..... Tadaaki MONZEN, Toshiro TANABE and Susumu NAKASHIMA)
8. ファジィ制御および泥水リサイクルによるドラグサクシオン浚渫船の高効率化
..... 加藤英夫・谷本裕史・原田貴久 209
(Efficiency Improvement of Trailing Suction Hopper Dredger by Soil-water Mixture Recycling
System and Automatic Operation System with Fuzzy Control
..... Hideo KATO, Hirofumi TANIMOTO and Takahisa HARADA)

数値処理からみたCVM(仮想評価法)の信頼性分析 —船舶事故による流出油対策の評価への適用事例—

鈴木 武*

要 旨

CVM(Contingent Valuation Method)の推定結果の信頼性を分析するため、わが国周辺において船舶事故により発生する油流出への対策に対してCVMを適用し、その推定の作業過程・結果におけるCVMの持つ各種特性について、数値処理に焦点を当て分析を行った。分析項目は、「回答者の属性」、「効用関数型」、「サンプリング誤差」、「回答者の考慮範囲」による支払意思額の推定値への影響である。「回答者の属性」については、居住地域、所得水準、年齢、性別、職種の違いによる支払意思の差を確認した。「効用関数型」については、Logitモデルを対象として3種類の効用関数型について利害得失を比較した結果、対数線形型を適切に修正して使用することが実務上適していることがわかった。「サンプリング誤差」については、モンテカルロ・シミュレーションを行い、その結果を基に支払意思額中央値の誤差率とサンプル数の間の関係式を求めた。「回答者の考慮範囲」については、支払意思額に大きな影響を及ぼしている可能性が認められたので、このような場合にその影響を排除して支払意思額を求めるための中央値に替わる代表値を提案した。

キーワード：CVM, 流出油, 効用関数, サンプリング誤差, 考慮範囲

* 環境システム担当研究室長

239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1

Tel: 0468-44-5040, Fax: 0468-44-0575, e-mail: suzuki@cc.phri.go.jp

An Analysis on the Reliability of CVM in Data Treatment Process

— The Application to Value the Countermeasures against Oil Spill Caused by Ship Accidents —

Takeshi SUZUKI *

Synopsis

In order to analyze the reliability of Contingent Valuation Method (CVM) estimates, CVM was applied to value the countermeasures for protecting Japan's coastal environment from oil spill caused by ship accidents. Through the process and result of the estimate, the reliability of CVM was tested by considering the data treatment process. Test items considered were the effects caused by the attribute of respondents, the type of the utility function, the sampling error and the consideration scope of respondents. For the attribute of respondents, differences caused by the residential area, by the wage level, by the age, by the sexuality and by the job type were verified as significant. Three types of utility function were compared, and it was found that to use the logarithmic liner type function, modified appropriately, is the most practical. Sampling error was assessed by Monte Carlo Simulation, with the equation formulated between the error rate of Willingness to Pay (WTP) median value and the sample size. For the consideration scope of respondents; the possibility of its effects existing was confirmed. From the analysis performed, it is proposed that Acceptable Limit, which is a new representative value of the WTP, should be used to estimate WTP, so that consideration scope effects will be cancelled.

Keywords : Contingent Valuation Method (CVM), Scope of Consideration, Acceptable Limit, Oil Spill

* Chief, Environmental System Laboratory
3-1-1 Nagase, Yokosuka, Kanagawa 239-0826, JAPAN
Tel : 0468-44-5040, Fax : 0468-44-0575, e-mail : suzuki@cc.phri.go.jp

目 次

要 旨	125
1. はじめに	129
2. アンケートの基本設計	129
2.1 対象地区	129
2.2 サンプルング方法	130
2.3 質問項目	130
2.4 質問方式と質問金額	130
2.5 状況説明	131
2.6 費用負担シナリオ	131
2.7 第2回アンケートの支払意思額についての質問内容	133
3. アンケートの発送と回収	133
4. 支払意思額中央値の推定	134
4.1 第1回アンケートによる支払意思額の推定	134
4.2 第2回アンケートにおける支払意思額の推定	134
4.3 全国の支払意思の総額の推計	135
5. 流出油対策とその実施主体の選択特性	135
6. 回答者属性の影響	136
6.1 地域の影響	136
6.2 所得の影響	136
6.3 年齢の影響	137
6.4 性別の影響	137
6.5 職種別の影響	137
7. 効用関数型の分析	137
7.1 線形型と対数線形型	138
7.2 べき線形型	138
7.3 各関数型の特徴	139
8. サンプルング誤差の分析	140
8.1 サンプル集団の属性管理についての考察	141
8.2 サンプル数についての考察	141
9. 回答者の考慮範囲の影響	143
9.1 推定作業の構成	144
9.2 各種対策の承認率の推定	144
9.3 浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造に対する支払意思額	145

9.4	推定結果の感度特性	145
9.5	評価考慮範囲の影響への対処方法についての考察	145
9.6	受入限度の相対信頼区間	146
10.	結論	146
10.1	支払意思額中央値	146
10.2	流出油対策の種類と実施主体	147
10.3	回答者属性の影響	147
10.4	効用関数型の影響	147
10.5	サンプリング誤差	148
10.6	回答者の考慮範囲の影響	148
11.	おわりに	148
	参考文献	149
	付録	149

1. はじめに

米国では、1989年3月アラスカ沖で発生した Exxon Valdez 号(20万 D/W 級タンカー)の座礁事故による原油流出(流出量約 42,000kl)に対して、自然環境被害への補償が裁判で争われた。このとき被害額の推定に用いられたのが CVM(Contingent Valuation Method: わが国では仮想評価法, 仮想市場評価法, 擬制市場評価法などと訳されている。)で、渡り鳥などを対象とした環境の被害額は 28 億\$ と見積もられた。この推定額をもとに連邦・州政府と Exxon 社との間で交渉が行われた結果、自然の損害、回復及びリブレースに対して 1991 年から 2001 年の十年間で総額 9 億\$ を Exxon 社が支出することで和議が成立した。

こうした事例が契機となって、それまでは価格を推定することができないと考えられていた環境の価値を推定することがある程度可能であると考えられるようになり、様々な場面で CVM による環境価値の推定が試みられるようになった^{1), 2), 3)}。

わが国においては、政府の財政悪化や政府への国民不信の高まりなどを背景に政府活動の効率化が強く求められ、公共事業においても明確な投資効果分析を行うことが求められてきている⁴⁾。こうした要請に応え、費用便益分析の枠組みが徐々に整えられつつあるが、環境の価値をどのように評価するかは重要な課題の一つとなっている。基本的に、費用便益分析は費用と便益の比あるいは差を指標として分析がなされるが、通常、大規模な公共事業を行う場合、多くの環境資源を消費することになるので、その損失を費用として適切に見積もる必要があるとともに、近年増加が見られる環境質の向上を目的に内包する事業は、環境質の向上を便益として適切に見積もらなければ、その事業オプションの必要性を確認することができないのである。

市場の存在する環境財の価値を推定することは比較的容易であるが、市場・代替市場の存在しない環境財の価値を推定することはかなり難しい。市場・代替市場の存在しない環境財の価値を推定するために、現時点で広く認知されている方法は CVM など少数の方法だけである。このうち CVM は、環境状態の変化を仮定し、それに対する人々の選好をアンケートまたはインタビューによって調べ、統計的に処理する方法で、かなり広範な対象を評価することができるとされている。しかし、それは架空の環境状態の変化を基にアンケートやインタビューによって人々の選好を調べる方法であるため、数々の誤

差・偏差が存在し、得られた支払意思額をどこまで信頼できるのか統一的な解釈は得られていない^{5), 3), 1)}。

従って、市場・代替市場が存在しない環境財の評価を行うおうとすれば、CVM などにより得られる値を参考とするほかなく、現状では、CVM などの信頼性を少しでも明らかにすることが重要である。

本研究では、CVM の推定結果の信頼性を分析するため、まず、わが国周辺において船舶事故により発生する油流出への対策に対して CVM を適用し、その価値の推定を試みる。次に、その推定の作業過程・結果における CVM の持つ各種特性について、数値処理に関する部分に焦点を当て、分析を行う。分析対象は、CVM の数値処理において影響が想定される主要な要素である①回答者の属性、②効用関数型、③サンプリング誤差、④回答者の思考範囲それぞれによる支払意思額への影響である。

2. アンケートの基本設計

「船舶事故による油流出からわが国海岸の環境を守ることに對する支払意思額」を調べるためにアンケートを行った。アンケートでは、まず、船舶事故流出油による環境悪化防止に対する選好強度を直接調べることを目的に、対策の種類および実施主体についての情報を与えないで、第1回目のアンケートを実施した。次に、その回答者に対し、対策の種類及び実施主体についての判断を含めた応答を調査する第2回目のアンケートを実施した。アンケートの設計概要は次のとおりである。

2.1 対象地区

このアンケートは、国の役割としての流出油対策についての国民の意識を調査するものである。従って、全国がアンケートの母集団となる。しかし、母集団を完全に反映するサンプル集団を作るためには、あらゆる地域にある程度のサンプルがばらまかれなければならないが、そのためには大きなサンプル数が必要となり、送付先リストを作成することが非常に大変になるため、地域特性による違いをパターン化し、その特定されたパターンごとに対象地区を設定する。

回答パターンは、地域的な要因で違いが生じることが考えられる。都市化の度合い、産業構成の違い、歴史的要素などさまざまなものが考えられるが、実施可能サンプル数から考えて、それらを全てを代表するサンプルを確保することは困難である。このため、考慮する要素は、要素数が比較的少なく、効用関数に大きな影響を与える

と考えられる要素に限って考慮することとし、①沿岸部か内陸部か、②近年の流出油被害の大小、③大都市圏か地方圏か、とすることとした。これを基に作業のしやすさを考慮して福井県三国町、新潟県新潟市、神奈川県横須賀市、長野県長野市の4地区を選定した。

表-1 対象地区の特性比較

	沿岸部/ 内陸部	近年の流 出油被害	大都市圏/ 地方圏
福井県三国町	沿岸部	被害大	地方圏
新潟県新潟市	沿岸部	被害小	地方圏
神奈川県横須賀市	沿岸部	被害小	大都市圏
長野県長野市	内陸部	-	地方圏

2.2 サンプリング方法

サンプル数は、地区ごとにランダム・サンプリングとすることにした。ただし、性別及び年齢は均等に分布するように配慮している。アンケート内の各質問ごとに選択肢の回答率が、有意水準5%で誤差率10%以内となることを条件とし、自由度∞のt分布から必要サンプル数を100とした。これに対して、回収率を33%と想定して、送付サンプル数を求めた。この結果、各地区ごとに300サンプル、全体で1200サンプルに対して、アンケートを送付することにした⁶⁾。

アンケート結果を基に、効用関数を推定することになるが、この過程が複雑であるため、有意水準と一定の誤差範囲を指定して、これに必要なサンプル数を演繹的に定めることはかなり厄介である。桐越・塚本による研究⁷⁾では、交通手段選択における実際のモデルを模したある仮定の効用関数モデル(5変数)を考え、その説明変数の確率分布を仮定した上で乱数を用いてその実現値を定めるというシミュレーション手法を用いた結果、大略800~1,000サンプルあれば、いずれのパラメータも有意水準5%で相対誤差20%以内で推定できると結論づけられている。

しかしながら、CVMにおける精度と必要サンプル数の関係がその通りであるとは限らないので、今回は、経験的な推定パラメータの安定度を確保するために必要なサンプル数20⁸⁾を基に、パラメータを5個程度推定すると仮定すると必要サンプル数100と一致することもあるので、このサンプル数を採用する。

2.3 質問項目

第1回アンケートでは、「船舶事故による油流出からわが国海岸の環境を守るための税金の増加の許容額」を、対策および実施主体の選択肢を示さないで質問した。第

2回アンケートでは、対策および実施主体の選択肢を示した上で、「企業が費用を負担すべき対策の実施によって生じる物価上昇の許容額」および「政府が費用を負担すべき対策の実施に対する予算支出の許容額」を質問した。また、個別対策の事例として、「浚渫船・ゴミ回収船に油回収装置を付ける対策について政府予算支出の許容額」を質問した。質問した金額は、1家庭あたりの年間支出額である。

2.4 質問方式と質問金額

支払意思額の質問は、偏向が少ないとされるレファレンダム方式⁹⁾を採用し、中心的な質問である第1回の「税金増加許容額」と第2回の「政府全体の支出の許容額」は、データ数を多くするため、ダブルバウンド方式¹⁰⁾で質問した。

表-2 設定した質問金額(1家庭当たり)

	第1回アンケート	第2回アンケート		
	対策実施による税金の増加額	企業負担に伴う物価上昇金額	政府全体の支出金額	浚渫船・ゴミ回収船の改良に対する政府支出金額
質問金額	100円	300円	100円	60円
	200円	1,000円	300円	200円
	300円	3,000円	1,000円	600円
	600円	10,000円	3,000円	2,000円
	1,000円		10,000円	6,000円
	2,000円		30,000円	20,000円
	3,000円			
	6,000円			
	10,000円			
	20,000円			
30,000円				

表-3 質問金額の既往調査との比較

	本調査	エクソ・バルディーズ号事故調査 ¹⁾	松倉川ガム開発に関する調査 ¹⁾
1次質問金額(下限)	300円	10\$	300円
1次質問金額(上限)	10,000円	120\$	20,000円
ランク数	7	4	10
隣接質問金額の倍率	1.5~2	2~3	1.2~2
1次と2次の質問金額の倍率	3	2~3	1.6~3

第1回の質問金額は、予備調査により、YES/NOの変化が現れる領域が概ね100円から30,000円の範囲の中に収まると予想して、質問金額全体の範囲を100円から30,000円と設定した。修正質問金額(第2次の質問金額)と初回質問金額(第1次の質問金額)の比率は、予備調査の感触を基に概ね1:3と設定し、第1次質問金

額の範囲を 300 円から 10,000 円に設定した。第 2 次質問まで含めた質問金額の最大値は最小値の 10^4 倍であるため、質問金額の間隔は対数変換した値がほぼ均等になるように設定した。(表-2 参照) なお、既往の調査との比較結果は、表-3 のとおりである。¹⁾

第 2 回の「政府全体の支出の許容額」の質問金額は、第 1 回と同額及びその 1 ランク上と下の質問金額をサンプル数が概ね均等となるように設定した。また、油回収船の回答金額は、第 2 回アンケートの質問金額以下となると考え、第 1 回アンケートの質問金額の 1 ランクしたの質問金額を設定した。

表-4 船舶事故による油流出の被害に関する説明

日本の周辺海域は多くのタンカーが行き交っています。1996 年には、海外から日本にくる石油は年間 4 億トン(1 万トタンカーで 4 万隻分)、国内を移動する石油は年間 2 億トン(5,000 トタンカーで 4 万隻分)あり、この他に日本の近海を通過して外国と外国の間を行き来するタンカーもかなりあります。

また、1971 年以降日本の周辺海域では、大きな油流出事故は 9 回ほど起こっています。多くの人々の油除去の努力もあってか、これらの事故においては、「海岸や海の生物・渡り鳥が再生できないほどの影響を受けたり、きれいな海岸が失われたという報告」は、これまで出されていません。ただし、エクソン・バルディーズ号事故(アラスカ)などのように、海外では自然環境に影響が出たこともあります。また、油に含まれる多数の化学成分が生物にどのような影響をもたらすのか、まだ完全にはわかっていません。

油が流れ出すような事故を起こさないようにすることや、流れ出した油の回収費用や油による被害を補償することは、船会社や石油会社などの油の輸送に責任を持つ会社の責任ですが、油流出事故やその被害を完全になくすこと、流れ出した油の被害を完全に補償することは困難です。

2.5 状況説明

NOAA Guideline⁹⁾およびいくつかの事例^{1), 10)}を参考に、支払意思額についての質問にあたっての説明文を決定した(詳細は、付録:調査表を参照)。内容は表-4 のとおりである。

2.6 費用負担シナリオ

(1) 費用負担形式の選定

費用負担形式の代表的なものは、①基金を積み立てる、②現在徴収されている税金の中から支払う、③税金を増税する、といったものである。現在の社会情勢をもとに整理すれば、それぞれのシナリオの特徴は表-5 のようになる考えられる¹¹⁾。しかし、これらの傾向は、社会情勢に連動する国民の意識によって変化するので、その時々的情勢を分析した上で、どのような費用負担形式のシナリオを選ぶかを選定する必要がある。

本研究で使用する費用負担形式は、第 1 回アンケート、第 2 回アンケートの趣旨を考慮して選択する。本研究の趣旨は、「流出油から海岸を守る価格」を CVM で調査したとき、「流出油から海岸を守るための対策の価格」を CVM で調査したときの比較分析をすることであるので、まず、第 2 回アンケートに、現実にもっと近い「物価が上昇する形式」と「現在徴収されている税金の中から支払う形式」を採用することにした。次に、第 1 回アンケートは、最終的に政府の対策の価格を比較するが目的であるので、代理価格が税金である方法とし、その中でも、その結果が政策決定の参考となるように最も厳しい結果が出ると思われる「増税する形式」を採用した。

(2) 費用負担主体についての質問形態

a) 原因者による被害補償の限界

流出油被害の予防・軽減・回復・補償は、原因者負担が基本である。輸送における安全確保の責任主体がどこかは、輸送契約によって確定される。通常は、船会社はその責任を負うが、補償ルールの決め方や運送契約の結び方によっては、荷主会社や商社がその責任を持つ場合もある。

船会社等からの補償を受けるためには、船会社等との交渉を行い補償の必要を認めてもらう必要がある。その段階で話し合いがまとまらなければ、裁判で答えを出すことになる。このため、流出油の除去に要した費用および流出油の被害全てに対して補償金を得ることができるとは限らない。むしろ、被害者側に举证責任があるため、証拠不十分により十分な補償金を得ることができない場合があると考えざるを得ない。環境破壊のように被害者の特定が困難な場合は尚更である。

船会社等の場合は、法律によってその補償責任額の上限が定められているため、それを超える被害は補償を受けることができない。大規模な事故の場合には、この意味でも、流出油の除去費用と被害に対して、十分な補償を得ることができない可能性があることになる。

従って、原因者の補償を得られない部分の被害を誰が負担するかが問題になる。被害者が負担するのか、公共セクターが補償するのか、実際の状況に応じてそれらが決まって行くことになるので、これら費用負担の原理を十分に説明することは、非常に難しい。

b) 事前準備・事後対策の必要範囲

流出油を除去するための機材の準備や事故が起きないようにするための航行安全のためのシステム整備など事前の準備にも問題がある。

どこまで流出油対策の準備が必要か、原因者側(船会社や荷主会社等)と被害者側(地域住民、地方

表-5 各種費用負担形式の比較

分類	基金を積み立てる形式	現在徴収されている税金の中から支払う形式	増税する形式	物価が上昇する形式
内容 シナリオの	政府、NGO、NPOなどに基金を積み立てる	必要な資金を政府が負担するが、税収を変化せず、政府の予算をやりくりして、必要な資金を捻出する。	必要な資金を政府が負担するため、増税する。 この場合、資金需要が低下した政策分の税金は減税することが前提。	責任のある企業が負担し、企業がその費用を財・サービスの価格に転化するため、物価が上昇する。
シナリオの持つ意味	①政府に積み立てる場合は、目的税と同じである。 ②NGOやNPOに積み立てる場合は、国民からの出資だけではなく、税金からも出資する方法がある。 但し、そこまで考える人は多くないかもしれない。	①理論上、他の行政サービスが削減されることになるが、どの行政サービスがどれほど削減されるか想定が難しい。 ②費用負担の範囲が、納税額の範囲内に制限される。	①政府全体としての税金の無駄遣いの問題があり、そこを改善すれば増税をしなくても資金を供出できる可能性がある。 ②政府の信用が低下していて、目的通りに税金が使われるか疑問をもたれている。 ③今の日本では増税や減税が合理的かつ柔軟に行われることが想像できにくい。	①対策費用は企業の売り上げから捻出されるので、消費者が支払った金額から支払われる。 ②物価上昇がどれだけ発生するかは、対策費用以外の経費（企業利益を含む）をどれだけ削減するかで決まる。 ③長い期間の間に、物価変動の要因が、対策費用の支払いか他の要因か、消費者が判別することが困難になる。
回答への影響	①NGOやNPOへの信頼感の大小で、シナリオに対する抵抗感は増減する。 ②政府アンケートの場合、用途がある程度明確に限定されるため、用途に関する不信の影響が少なくなる。 ③政府アンケートの場合、新手の資金集めと見て、一部の回答者に反発を受ける場合がある。	①シナリオに対する抵抗感は少ない。 ②回答者の犠牲量の認知（金を支払う意識）が小さくなるので、回答に対する厳しさ・真剣さが低下する。 ③一人当たりの負担金額が大きくなると、低額納税者の回答額に上限が発生し、回答が歪む。	①政府アンケートの場合、この中でもっとも刺激的なシナリオで、アンケートの内容が最も真剣に受け止められる。 ②一部の回答者が、金額を冷静に判断せず、増税に感情的に反発する。	①対策費支出と物価上昇の関係が複雑なために、対策費用負担の責任は、企業にあって消費者にはないと誤解している人がかなりいる。

公共団体、国等)で、認識が異なる。原因者側は、流出油対策にかかる費用が事前準備と事後補償を合計してコストが小さくなるように、油除去のための器材や航行安全システム等の準備を考えるであろう。一方、被害者側は、必要な器材等が準備されていなければ、迅速な油の除去等ができず、回避しうる被害が回避できなくなってしまうので、ある程度安全サイドの油除去器材や航行安全システムを求めるであろう。つまり、どうせお金をかけるなら、被害が最小になるように事前の準備を求めるのである。

現実の解は、この間に位置し、原因者側が認めるレベルの準備を原因者側が費用を負担し、被害者側が求めるレベルと原因者側が認めるレベルの差を被害者側が自衛手段として費用を負担することになる。アンケートで必要なことは、前者および後者を区別した上で、それぞれの程度必要と考えるかを聞き出すことであるが、それは非常に難しい。

これは、どの程度油除去に費用を投入するかについても同じことがいえる。お金をかければかけるほど油を回収することができるが、いくらお金をかけても完全に除去することはできないため、この程度をめぐって事前準備と同じ議論が展開されることになる。

c)実施主体、費用負担主体と費用負担形式の問題

実施主体と費用負担主体は、様々な組み合わせが考えられる。考えられる基本的なパターンは、《実施主体数×費用負担主体数》だけあるといっても過言ではない。実施主体や費用負担主体は、基本的に、民間セクターと公共セクターに分けられるが、それぞれの中身がまた問題である。民間セクターには船会社、荷主会社、輸送代理店などがあり、公共セクターには国(国民)、都道府県(都道府県民)、市町村(市長村民)、町内会、慈善団体などがあり、現実にあった意思決定をするためには、それらを分けて考える必要がある。

しかも、費用の負担は特定の主体だけが負担するとは限らず、費用の按分が行われる場合があり、そのパターン数は前述の数に《費用負担主体の組み合わせ数×按分パターン数》を乗じた数になる。

また、費用負担主体と実施主体が異なる場合には、費用負担形式が様々な形態をとることが、内容を更に複雑にする。例えば、政府関係だけでも、当該費用を税金として納入する方法、負担金として政府に納入する方法、政府が必要とする資機材を現物納入する方法などがあり、内容は非常に多様である。

d)費用負担主体についての質問形式の設定

実際の実施主体と費用負担主体の関係は以上の通りで、アンケートで状況を説明するにはあまりにも複雑すぎ、アンケートの紙面で全てを書き尽くすことは困難である。仮に、十分な紙面を使ってそれを説明しようとしても、その内容はアンケート回答者が読み取り放棄や理解放棄を起こす可能性がある。このため、アンケートでは費用負担者についての整理を表面には出さず、主たる実施主体について整理し、主たる実施者が費用を負担することを暗示する形に整理をして質問を行った。

2.7 第2回アンケートの支払意思額についての質問内容

第2回アンケートでは、①実施すべき対策の種類と実施主体、②企業が費用負担すべき対策の実施によって生じる物価上昇の許容額、③政府が費用負担すべき対策の実施に対する予算支出の許容額、④浚渫船・ゴミ回収船への油回収装置の付加に対する予算支出の許容額、をこの順序で質問した。

このうち、実施すべき対策の種類と実施主体についての質問では、①船の安全運転を徹底する、②企業が負担する事故補償の範囲をもっと大きくする、③タンカーのタンクを油が漏れにくい構造にする、④石油会社等の油回収船の数や能力を増強する、⑤国の大型浚渫船や大型ゴミ回収船、地方自治体のゴミ回収船に油回収装置を設置する、⑥海上保安庁の巡視船や自衛隊の護衛艦などに載せる大型の油回収装置を配備する、⑦小型の油汲み取

りポンプを多くの場所に配備する、⑧ボランティアの受け入れ準備をしておく、⑨天然の微生物を使って油を分解する方法を研究する、⑩現状のまま、である。これら各対策ごとに、①企業が実施する、②国が実施する、③地方自治体を実施する、④その他が実施する、の中から対策ごとに適当な選択肢の組合せを作成し、これに⑤不採用、⑥答えられないの選択肢を加えたものを回答選択肢とした。回答では、これらの中から重複を認める条件で選択を求めた。また、アンケートの中では、各対策について、必要費用の大中小と、対策の長所短所の説明を付した。(詳細は、付録：調査表を参照。)

3. アンケートの発送と回収

第1回アンケートは、平成10年10月30日を回答期限として、平成10年9月30日から10月2日にかけて

表-6 地域別年代別調査票回収数

地域	20代	30代	40代	50代	60代	70代	合計
三国	12	14	19	25	15	6	91
	5	6	14	12	10	4	51
長野	7	21	18	17	12	11	86
	4	10	8	9	3	6	40
横須賀	11	14	12	21	14	5	77
	4	6	7	9	7	1	34
新潟	10	24	20	25	14	4	97
	5	9	10	14	7	1	46
合計	40	73	69	88	55	26	351
	18	31	39	44	27	12	171

注) 上段は第1回の回収数。下段は第2回の回収数。

表-7 類似 CVM 調査との比較

対象事故	Exxon Valdez 号事故 ¹⁾	ナホトカ号事故 ²⁾		船舶事故による油流出事故(本研究)
実施時期	1991年	1998年2月		1998年9~12月
実施主体	専門業者	専門業者		運輸省 港湾技術研究所
提示額-承認率 曲線モデル	Weibull	不明		Logit
調査地域	全米各地	全国主要都市		三国町, 新潟市, 横須賀市, 長野市
調査対象サンプル数	1,599	1,000		1,200
回収サンプル数	1043	242		351
調査方法	面接	郵送配布回収		郵送配布回収
質問対象環境財	海岸の生態系	海岸の景観・生態系		海岸の環境全般
質問対象対策	エスコート・シップ (水先案内, オイルフェンス)	海岸の油回収 (1回限り)		具体的対策を不明示
費用負担方式	基金への拠出金 (1回限り)	何らかの費用負担 (1回限り)	ボランティアへの参加 (延日)	税金の増額 (毎年度)
支払意思額 (中央値)	30\$ / 世帯	2,309円 / 人	31,920円 / 人	2,200円 / 家庭 / 年
質問方式	レファレンダム方式	支払カード方式	自由回答方式	レファレンダム方式

1,200 通発送し、351 通の回答（回収率 29%）を得た。また、第 2 回アンケートは、平成 10 年 12 月 7 日を回答期限として、平成 10 年 11 月 6 日に 351 通発送し、171 通の回答（回収率 49%）を得た。地域別年代別調査票回収数は表-6 のとおりである。

4. 支払意思額中央値の推定

4.1 第 1 回アンケートによる支払意思額の推定

第 1 回アンケートの結果をもとに「船舶事故による流出油から海岸環境を守るための支払意思額」を推定する。推定に使用するデータの中には、「海岸を守るためには、増税を考えることは間違いである」という意見を書き込んできた回答が多かったが、このような回答は、本来的な価値は認めているのだがアンケートで想定したシナリオには賛同できないということであるので、これらは「答えられない」と同等に取り扱うことにした。

第 1 回アンケートの結果をもとに「船舶事故による流出油から海岸環境を守ることに對する支払意思額」を推定する。

支払提示額に対する承認率の分布曲線は、広く用いられている効用関数を対数線形型とした Logistic 曲線を用い、最尤推定法によってパラメータを同定する¹³⁾。

仮定した Logistic 曲線は次のとおりである。

$$P(OC) = 1 / [1 + \exp(-\theta_0 + \theta_1 \cdot \ln OC)] \quad (1)$$

ここで、 OC は提示した税金の増加額、 θ_0 および θ_1 は推定パラメータ、 $P(OC)$ は提示額に対する支払承認率で

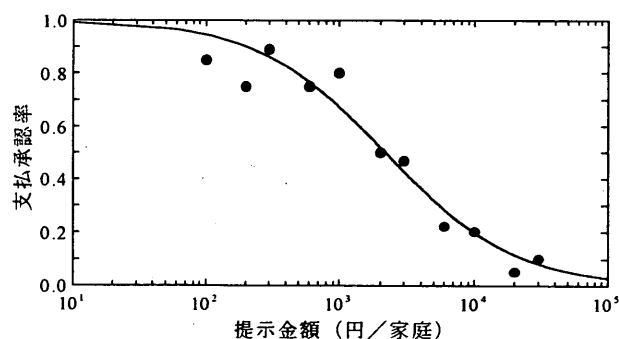


図-1 流出油から海岸を守る支払意思額

ある。この推定結果は図-1 のとおりとなり、承認率が 50% となる支払意思額（支払意思額の中央値）は 2,200 円/家庭であった。また、この場合、 θ_0 は 7.07115、 θ_1 は 0.919122 である。

4.2 第 2 回アンケートにおける支払意思額の推定

第 2 回アンケートにおける流出油対策に対する提示額-承認率曲線を、4.1 と同様の方法で推定した。結果を図-2 に示す。この推定にあたっては、「企業が全て負担すべき（物価上昇は認めない）」や「税金を使用する発想自体が誤り」といった質問のシナリオに納得していない回答は、4.1 と同様に「答えられない」に含めて整理した。

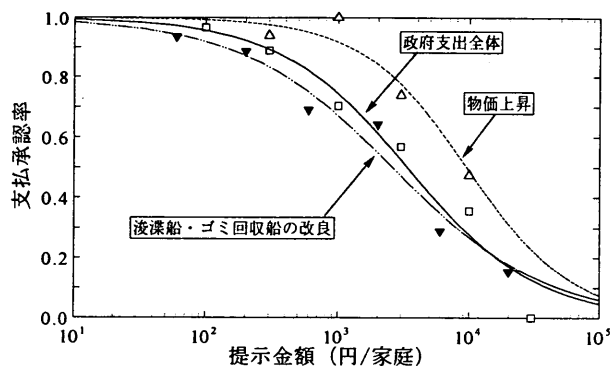


図-2 流出油対策に対する支払承認率

この結果、求められる支払意思額中央値は、企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇で 9,500 円/家庭、流出油対策に対する政府全体の支出で 3,400 円/家庭、浚渫船・ゴミ回収船改良のための政府支出で 2,600 円/家庭であった。

第 2 回アンケートは、第 1 回に比べてかなり煩雑な内容となっているため、このテーマに関心の高い者が回答した割合が高い可能性がある。このため、第 2 回アンケートにも回答している者の分だけで第 1 回アンケートの支払意思額中央値を再度計算すると、支払意思額は 2,700 円/家庭となり、修正前よりも金額が 500 円/家庭（23%）上昇した。これは、明らかに、アンケートが複雑になると、そのテーマに関心の少ない者の回答が減少し、関心が高い者の回答割合が高まっていることを意味する。アンケートを実施する上では、注意を要する要素であろう。

しかし、それでも、第 1 回の値は第 2 回アンケートの政府支出全体への支払意思額を 21% 下回っている。両アンケートの主な差異は、①対策情報の提示の有無と②税金の増額シナリオか税収内での政府支出シナリオかであるので、どちらがどれほど寄与しているかは判別できないものの、これらの要因が支払意思額を引き上げていると考えることができる。

4.3 全国の支払意思の総額の推計

全国の家庭の支払意思額をアンケートから求められる支払意思額中央値で代表させ、「答えられない」の回答を「支払意思額が 0 円/家庭である」と仮定すれば、全国の支払意思の総額は次式で算出することができる。

$$WTP_{total} = WTP_{sample} \times N_{households} \times R_{wip} \quad (2)$$

ここで、 WTP_{total} ：支払意思の総額、 WTP_{sample} ：アンケートで得られた支払意思額中央値、 $N_{households}$ ：全国の世帯数、 R_{wip} ：支払意思のある回答の割合、である。

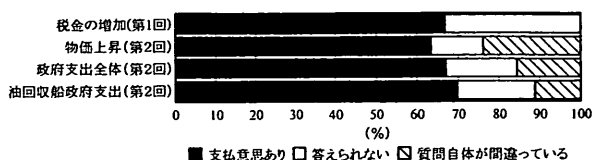


図-3 支払意思の有無

この計算をするために必要となる全国の世帯数は、平成 9 年 3 月 31 日時点の住民基本台帳ベースで 45,498,173 世帯であり、アンケートにおける支払意思が 0 ではない回答の割合は、図-3 のとおりである。

これらによって計算される支払意思の総額は、第 1 回アンケートの税金の増加が 670 億円/年、企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇が 2,700 億円/年、流出油対策に対する政府の総支出が 1,000 億円/年、浚渫船・ゴミ回収船改良のための政府支出が 830 億円/年となる。

5. 流出油対策とその実施主体の選択特性

第 2 回アンケートでは、流出油対策についての支払意思額を質問する前に、考えられる流出油対策のオプションを示し、どの対策オプションをどの主体が実施すべきかを質問している。その集計結果を図-4 に示す。

この質問は、9 種類の対策オプションと対策をとらない現状維持のオプションの中から回答者が適当と考えるオプションを選択するものであるが、各対策オプションと「対策なし」のオプションは排他的な関係にあるため、何らかの対策を採用とした場合、「対策なし」を採用とすることは論理矛盾となる。アンケート結果では、全ての回答で何らかの対策オプションが採用とされているので、「対策なし」を採用とする回答はあってはならないのであるが、実際は全体の 11% (N=11/96) が「対策なし」を採用とする回答であった。このため、「対策なし」を採用とした回答は表示しない処理をした。

このような論理矛盾を持つ回答行動が起こる原因は、「対策なし」の回答欄に現状の流出油対策についての説明が記載されているため、その回答欄が「対策なし」というオプションの採否を答える欄であると認識せず、説明にある現状の対策に対して採否を答えなければならないと誤解したためであるという可能性が考えられる。また、「対策なし」を「採用」と答えるのと同様に、「答えられない」を選択することもやや矛盾を含んでおり、現状を対策と誤解してその採否を答えることができないと認識した可能性もかなりある。

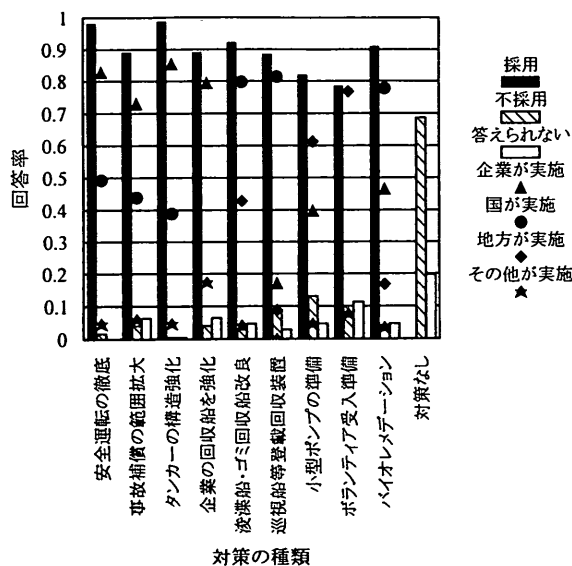


図-4 各対策の採否と実施主体

対策の採否は、全ての対策が概ね 80%以上で採択と回答されている。提示した対策は架空のものではあるが、回答者が少しでも現実感を持つように効果、実行可能性が高いと思われる対策のみを列挙しているの、全ての対策が高い採択率となっているのは、むしろ自然な回答傾向である。

対策の採択率は、「安全運転の徹底」と「タンカーの構造強化」の 100%弱のグループ、「事故補償の範囲拡大」と「様々な形での油回収船の増強」と「バイオレメデーションの研究」の 90%前後のグループ、「小型ポンプの準備」と「ボランティア受け入れ準備」の 80%前後のグループの 3 つのグループに分けられる。サンプル集団の採択率の誤差分布は Beta 分布に従うので、サンプル数 170 のときの信頼度 95%の信頼区間は、採択率 90%のとき 85%~94%で、採択率 80%のとき 74%

～86%となり、「採択率 100%, 90%, 80%の3グループの母集団の採択率は有意な差がある」ということが95%以上の信頼度で成立する。

この質問では、対策の採否と同時に実施主体の選択を求めているが、紙面の制約と質問が複雑になりすぎることを抑える必要から中心的実行主体、補助的実行主体及び費用負担主体を分けずに質問している。このため、実施主体の選択率は中心的実行主体を回答しているものが支配的とは考えられるものの、これに加えて補助的実行主体や費用負担主体を想定した回答が共存的もしくは排他的に合成されているので、実施主体の選択率の絶対値がサンプル集団の一致推定量であると認めることはできないが、各主体に対する回答者から観た実施主体としての適否について認識の強弱を傾向値として示しているもので、そのような見方をする場合には参考になる。特に、このアンケート結果では、対策の採択率と最も高い値となっている実施主体の選択率がほぼ等しいので、中心的実行主体としてふさわしいと回答者が認識している実施主体は、選択率が最高値となっている実施主体であると結論づけることがほぼ可能である。この結果、国が中心的実行主体として期待されている対策は、このアンケート上では、「浚渫船・ゴミ回収船の改良による油回収機能の付加」、「巡視艇等に搭載するための大型油回収装置の準備」および「バイオレメデーションの研究」であるということになる。

6. 回答者属性の影響

支払意思額を変化させる可能性があると考えられる代表的な回答者属性について、その影響がどれだけ生じているかを確認するため、居住地域別、家族一人当たり所得階層別、年齢階層別、性別および職種別に提示額-承認率曲線を作成し、属性の違いによる曲線の変化を確認する。

6.1 地域の影響

地域別に提示額-承認率曲線を作成したものが図-5である。金額の低い領域で新潟だけが特異な傾向を示しているが、それ以外の部分は地域ごとに大きな差は現れていない。

通常、サービスレベルが同じであれば費用が小さいものが選好されるので、この曲線は単調減少とならなければならないが、新潟の回答はいったん増加した後に減少するという常識的な人間の選好パターンに合致しない結果となっている。このため、新潟の金額の小さい領域には何らかの偏向が強く作用していると考えられる。

この偏向の要因としては、本来この分析の対象外としなければならない「シナリオに賛同できないと言う理由で支払額を承認しない回答」が使用データの中にかなり含まれていることが考えられる。「シナリオに賛同できないと言う理由で支払額を承認しない回答」の分離は、今回の処理方法から明らかなように、完全には分離しきれないと考えられる。現に、第2回アンケートで「税金を支出する発想自体が間違い」と回答した者のうち第1回アンケートで全て反対と回答した者の割合は38% (N=10/26) であるので、その可能性は高い。このような推論が正しいとすれば、今回のケースでは、支払意思額に対する回答行動は、金額の低い領域も含めて地域ごとに大きな差異は生じていないと判断することができる。

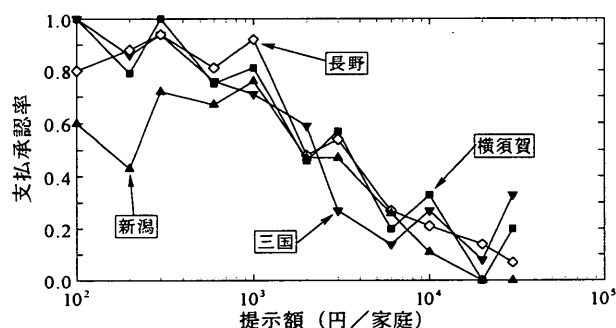


図-5 流出油から海岸を守る支払意思額 (地域別)

6.2 所得の影響

次に、家族1人当たりの所得階層を0以上120万円未満、120万円以上200万円以下、200万円以上の3グループに分けて提示額-承認率曲線を図-6のとおり作成した。この図には支払承認率がBeta分布をすると仮

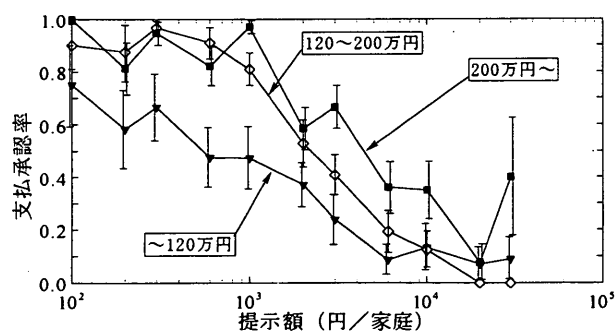


図-6 流出油から海岸を守る支払意思額 (所得/家族数別)

定した場合の信頼度 80% の信頼区間を合わせて示した。
 図を見ればわかる通り、所得階層別の 3 グループは
 かなり有意な水準でそれぞれ異なる回答パターンを示し
 ており、経済学で多くの場合に仮定される「効用は所得
 水準に左右される」という仮説が統計的には信頼度（各隣
 接グループ間の超過確率）90% 以上で確からしいこと
 がわかる。

6.3 年齢の影響

サンプルを 20~30 歳代、40~50 歳代、60~70 歳代
 の 3 区グループに分けて提示額-承認率曲線を作成した。

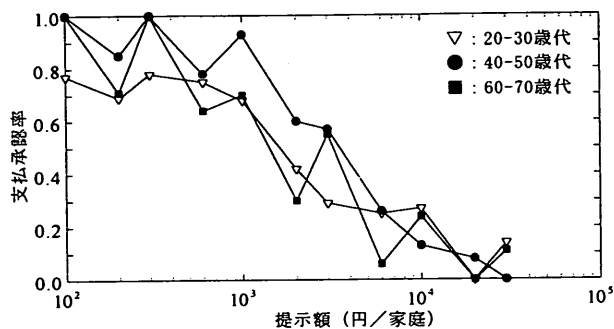


図-7 流出油から海岸を守る支払意思額 (年齢別)

結果は図-7 のとおりである。金額が小さい領域では、
 20~30 歳代のグループが低い承認率を示している。ま
 た、中央値付近では、40~50 歳代のグループが高い承
 認率を示している。

6.4 性別の影響

提示額-支払承認率を男女別にみると、図-8 のと
 おりであり、男女の間でほとんど差は生じていない。

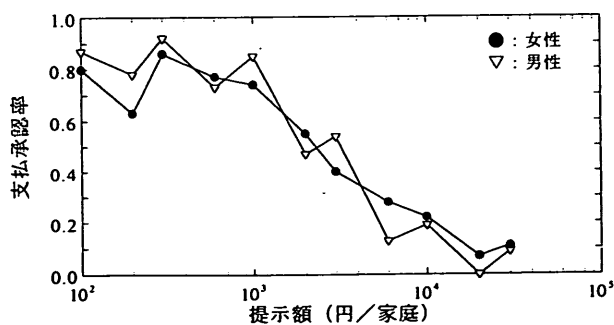


図-8 流出油から海岸を守る支払意思額 (性別)

6.5 職種別の影響

職種別に提示額-承認率曲線を作成した (図-9 のと

おり.)。ただし、「自由業」と「その他」はサンプル数
 が併せて 46 しかなかったため、図示していない。この
 結果を見ると、中央値付近では、「会社役員・議員・自
 営業」が高く、「無職・学生」が低い承認率を示してい
 る。

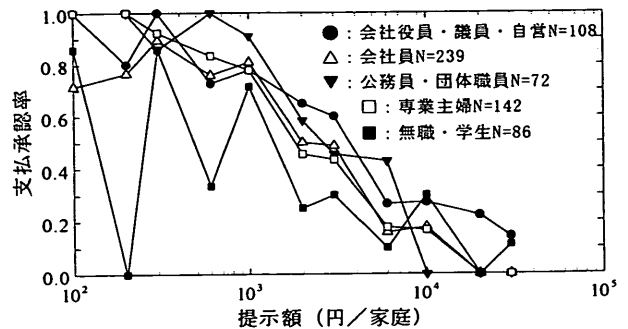


図-9 流出油から海岸を守る支払意思額 (職種別)

表-8 職種別家族一人当たり年間収入

職種	平均年収 (万円/人)
会社役員・議員・自営業	217
会社員	192
公務員・団体職員	249
専業主婦	187
無職・学生	129
全体平均	195

また、提示額が大きい領域では、「会社役員・議員・
 自営業」が高い承認率を、「公務員・団体職員」が低い
 承認率を示している。提示額が小さい領域では、「会
 社員」と「無職・学生」が低い承認率を示しているが、6.1
 で説明したとおり、「この増税シナリオに賛成できな
 い」という回答が不承認の回答にはかなり含まれてい
 ると考えられるので、増税シナリオに賛成できないとい
 う人が「会社員」と「無職・学生」に多いということにな
 る。

この傾向は、概ね家族一人当たりの所得レベルの傾向
 と一致しているので、職種の違いと言うよりは、職種毎
 の所得レベルによる影響である可能性がある。

7. 効用関数型の分析

価値学説にはさまざまなものがあるが、価値の源泉を
 人間の得る満足度、主観的評価、効用と見る価値学説が
 あり、効用価値学説 (主観価値学説) と呼ばれる。これ
 に従えば、選好の強弱が価値を表すと考えられる。選好
 の強弱は財・サービスや判断主体などの属性値で決まる
 ので、財・サービスや判断主体などの属性値などから選

好強度の順位に対応するカラー量を便宜的に導く関数を導入し、その関数で価値の大小を表現しようとするのが効用関数理論である。

効用関数理論では、効用関数を財・サービスや判断主体などの代表的属性値から求まる効用の確定項と、それ以外の事項を確率的に処理する誤差項からなると考える。この確定項を間接効用関数という。以下、この間接効用関数を単に効用関数と呼ぶことにする。

ある財・サービスの属性値を変化させた場合の選好強度の変化曲線は、その財・サービスを選び取る率の分布である。今回のアンケートであれば、財・サービスは「船舶事故による流出油から海岸環境を守ること」で、変化させた属性値は「支払いを求める金額」で、選好強度の変化曲線は「その提示額に対する承認率」である。

表-9 生起確率モデルの種類¹⁴⁾

モデルの名称	関係式 $P_r =$
One-hit	$1 - \exp(-\lambda D)$
Probit	$\Phi[(\log D - u) / \sigma]$
Logit	$1 / (1 + \exp(-\alpha + \beta \log D))$
Weibull	$1 - \exp\{-(\alpha + \beta D^m)\}$
Multi-hit	$\int_0^{\lambda D} \frac{u^{k-1} e^{-u}}{(k-1)!} du$
Multi-stage	$1 - \exp\left(-\sum_{i=0}^{\infty} \alpha D^i\right)$

注) P_r は生起確率、 D は説明変数、その他の代数は推定パラメータである。

当該事象を説明する幾つの変数の合成変数の値が、当該事象の生起確率を導くと考え、特性ベクトルから合成変数への写像を求め、合成変数に対する生起確率の分布形を仮定し、必要なパラメータを同定することによって発生確率分布を推定する方法が、疫学などの分野においては一般に用いられている。同じ方法が効用価値の推定にも用いられ、この合成変数が効用価値説の効用関数に該当する。また、疫学で用いられる生起確率の分布モデルは、表-9のとおり様々な形がある。

土木分野においては、合成変数を用いて確率現象を説明するために、土木計画学等において Logit モデルが広範に利用されてきた歴史がある。土木計画学においては、空間的広がりや多数の説明変数から必要な生起確率を求める必要があったため、その理論の精緻化と実例によるキャリブレーションが多数試みられてきている。ランダム効用理論において、誤差項を Gunbel 分布とした場合に、それらの超過確率分布を求めると、犠牲量に対する選好確率分布が Logistic 曲線として導かれる。これが Logit モデルである¹²⁾。

7.1 線形型と対数線形型

効用関数 V は様々な型のものが考えられているが、次のような線形型や対数線形型が通常よく使われる。

$$V = \sum_i (c_i \cdot R_i) + E_0 \tag{3}$$

$$V = \sum_i \{c_i \cdot \ln(R_i - R_{0i})\} + E_0 \tag{4}$$

但し、 R_i は財・サービスや判断者などの属性値、 c_i 、 R_{0i} 、 E_0 は定数である。

これまで、両形式のどちらが良いか、統一的な解釈は得られていないが、CVM では、対数線形型が比較的多く使われている。

精神物理学の分野では、知覚量は刺激量の対数に比例するという Weber-Fechner の法則¹⁵⁾がある。対数線形型の効用関数は、この理論に対応していると考えられる。

線形型の効用関数は、Laplace の理由不十分の原理 (Principle of Insufficient Reason) により導かれた関数型と考えられるので、刺激-知覚特性などの知見があればあまり意味をもたない。また、Weber-Fechner 則は刺激が微弱な領域では成立しないことが確認されているので、対数線形型もまた不完全な関数型である。

7.2 べき線形型

現代の精神物理学では、知覚量と刺激量のべき乗は比例するという Stevens の法則¹⁵⁾が成立すると考えられている。効用は知覚量であり、財・サービスなどの属性値は刺激量であるので、効用と財・サービスなどの属性値の関係は Stevens の法則を満たすと考えられる。効用価値理論が人間の感覚を基礎とした理論体系であることを考えれば、効用関数も人間の知覚メカニズムに従う必要があると考えられるので、Stevens の法則を基に効用関数の関数型を導いてみる。

Weber-Fechner の法則は、知覚量の尺度を C スケール (Character スケール)、刺激量の尺度を M スケール (Magnitude スケール) として、両者が比例するとして導かれた関係であるとされている。そこで、Stevens の法則を、知覚量の尺度を M スケール、刺激量の尺度を M スケールとして、両者が比例するとして導かれたものと置き直して考えると、

$$\frac{\Delta E}{(E - E_0)} = k \cdot \frac{\Delta R}{(R - R_0)} \tag{5}$$

となる。ここで E は知覚量、 E_0 は知覚量の偏差、 R は刺激量、 R_0 は刺激閾 (Stimulus threshold)¹⁵⁾、 k は定数である。これを積分・変形すると、

$$E = c \cdot (R - R_0)^k + E_0 \tag{6}$$

となる。ここで、 c は定数である。

これを刺激が数種類ある場合に拡張する。(5)式は偏微分方程式なので、異なる刺激を R_j 、その刺激閾を R_{0j} とし、 k_j 、 c_j は定数として、式(6)の E_0 を新たに

$$E_0 \equiv c_j \cdot (R_j - R_{0j})^{k_j} + E_0 \quad (7)$$

とおきなおすと、 R_j についても E に対する R の関係と同様の関係が成立することがわかる。更にこの方法を繰り返せば、多数の刺激について個々の刺激量と知覚量が(5)式の関係を満たす関数を導くことができる。導かれた複数種の刺激量と知覚量の関係式は、

$$E = \sum_i \{c_i \cdot (R_i - R_{0i})^{k_i}\} + E_0 \quad (8)$$

となる。Stevens の法則が成立することを前提とすれば、効用関数の関数型はべき線形型が必然的に導かれることになる。

7.3 各関数型の特徴

効用関数型は上記以外にも多数考案されているが、本論文では、代表的な線形型、対数線形型およびべき線形型の関数型の特性について比較する。

これら3種類の効用関数型が用いられる理論的背景は前述の通りそれぞれに異なる。そして、それら関数型の特徴は、理論的意味においての制約となるとともに、実用面での利害得失ともなっている。そこで、実務上どの関数型を用いることが合理的かを判断するために、各関数型の特徴を整理しておくことが有益である。以下に、各関数型の特徴を、各関数型相互の比較を中心に整理を試みる。

(1) 理論的意味

線形型は理由不十分の定理に、対数線形型は Weber-Fechner の法則に、べき線形型は Stevens の法則に基づいている。従って、べき線形型、対数線形型、線形型の順で、人間の知覚特性との整合性が高い。

(2) 犠牲量が小さい領域での信頼性

犠牲量が小さい領域では、Weber-Fechner の法則は成り立たないことが確認されている¹⁵⁾ので、そのような領域での選好確率を議論する場合には、対数線形型を単純に適用することは適当ではない。

(3) 犠牲量が 0 での信頼性とデータの利用可否

刺激閾を 0 とみなす場合、対数線形型は犠牲量が 0 に近づくとき選好確率は 100% に近づく。刺激閾を 0 とした対数線形型は、犠牲量が 0 であれば全ての人々が評価対象を選好することを意味しているため、このような状況が成り立つ場合のみ使用できるということになる。実際

はこのようにならない場合が多い。他の関数型では、選好確率が 100% に満たない値を取りうるため、問題はない。

このため、対数線形型は、少なくとも何らかの犠牲量を負担する意思を持つ人々のみを対象として整理し、そのような意思をいっさい持たない人々は別途考慮する方法で処理しなければならない。このために、そもそも犠牲量の負担をする意思のない人々のデータをまず取り除かなければならぬので、その分関数のパラメータを推定するために使用できるデータが少なくなる。べき線形型および線形型は、いっさい犠牲量を負担する意思のない人々のデータを除去する必要がないので、その分多くのデータを関数のパラメータ推定に使用することができる。

また、いっさい負担をする意思がない人々と何らかの負担をする意思のある人々の存在数は、犠牲量が 0 の場合の回答データと考えることができるため、それらデータをパラメータの推定や全体の選好確率の補正に使用することができる。これによって、実質的に使用できるデータ数が大きく増大し、その結果、犠牲量が小さい領域における効用関数の信頼性が向上する。中央値を犠牲量の代表値として用いる場合は、関数型の違いによって大きな差は生じないが、同時確率を計算する場合は、犠牲量の小さい領域が対象になるので、この場合はこのような方法が重要となる。

(4) 推定パラメータの数

べき線形型、対数線形型、線形型の順で推定パラメータの数が多い。刺激閾を外生的に与える場合は、対数線形型と線形型の推定パラメータの数は同じになる。実際、推定パラメータの数を少なくするため、刺激閾は 0 として処理される場合がほとんどである。

一般に、推定パラメータの数が多ければ、多くのデータが必要になる。逆に、同じデータ数であれば、推定パラメータの数が少ない方が推定誤差が小さくなる。この意味では、推定パラメータの少ない関数型が有利となる。

逆に、パラメータの多い関数は、その分複雑な曲線形を表現することができるので、実測データへの追随性は高い。

(5) 平均値の存在

完全な補償状態を仮定して Kaldor-Hicks の潜在的補償原理を用いる場合は、犠牲量の平均値を代表値とすることになる^{3), 5), 1)}。犠牲量の平均値を求めようとするとき、対数線形型効用関数の場合は、対数項の係数が -1 より大きくなると、理論上平均値が ∞ に発散してしまうため、平均値を求めることができない。その場合は、打ち切り区間を設けるなど特別な処理を施すことが必要にな

る。

(6) 実測データによる関数型別の推定結果比較

異なる関数型を使った場合、推定される提示額-承認率曲線がどれだけ異なるか、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」に対する回答データを用いて、対数線形型での推定結果に支払意思の有無の比率を全体に乗じたものと、提示額0円に相当するデータを加えて推定したべき線形型の2つの効用関数の推定を行って比較する。ここで用いた提示額-承認率の関係式はそれぞれ、

$$P(OC) = \frac{P(0)}{1 + \exp(-\theta_0 + \theta_1 \cdot \ln(OC))} \quad (9)$$

$$P(OC) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_0 + \theta_1 \cdot OC^{\theta_2})} \quad (10)$$

である。ここで、OCは提示額、P(OC)は承認率、P(0)は提示額が0の時の承認率、 $\theta_0 \sim \theta_2$ は推定パラメータである。

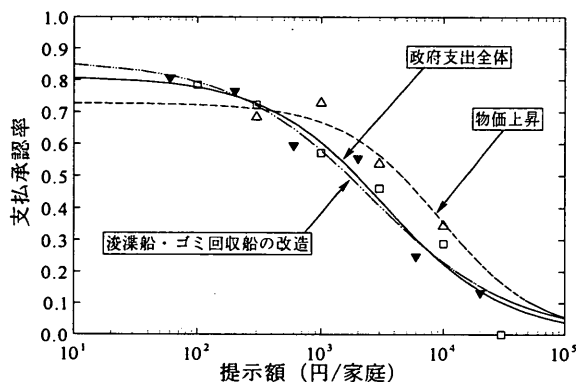


図-10 流出油対策に対する支払承認率（対数線形型効用関数の場合）

凡例：△物価上昇、▼政府支出全体、□浚渫船・ゴミ回収船の改造

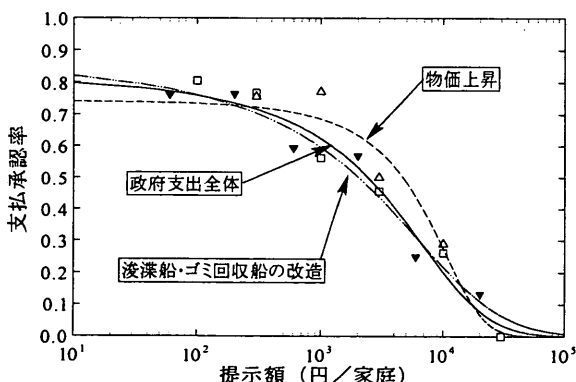


図-11 流出油対策に対する支払承認率（べき線形型効用関数の場合）

凡例：△物価上昇、▼政府支出全体、□浚渫船・ゴミ回収船の改造

推定結果を図-10、11に示す。また、それぞれの中

央値の一覧を表-10に示す。提示額-承認率の分布型は効用関数の関数型が異なっても全体的な傾向は大きく変わらない。また、それぞれの中央値の差も20%以下となっている。但し、これは提示額-承認率分布曲線のパターン形状が相似している、あるいは中央値に近い値をとるという意味であるので、例えば、提示額の大きい領域で承認率を比較する場合などのように、ここで述べた以外の尺度で比較する場合には、両者の差が非常に大きくなる場合もある。どのような関数型を用いることが適切かを判断するときには、こうした点に留意する必要がある。

表-10 各効用関数型による支払意思額中央値

評価対象	支払意思額中央値 (円/家庭)		(a-b)/b
	対数線形型:a	べき線形型:b	
物価上昇	4,541	4,675	-3%
政府支出全体	1,968	2,439	-19%
浚渫船・ゴミ回収船の改造	1,677	1,867	-10%

8. サンプリング誤差の分析

CVMにおいては様々な誤差・偏向が存在する。それらは、大きく分けると①サンプリング誤差、②母集団推定誤差、③計測誤差、④無意識の回答偏向、⑤意図的な回答偏向等であると考えられている^{10), 1), 3)}。このうち、サンプリング誤差は、母集団の特性を正しく表すサンプル集団を設定できないことによる誤差である。母集団推定誤差は、母集団の想定や非回答サンプルの存在などによる誤差である。計測誤差は、回答者が質問内容を誤解して答えたり、回答の選択を誤って不適切に行ったりすることによって発生する誤差である。無意識の回答偏向は、開始質問の影響や質問順序などによる心理的な影響である。意図的な回答偏向は、ある目的に結果を誘導しようとしたり、調査者に喜ばれようとしたりするために、意図的に回答が変えられることによる影響である。

CVMを用いる場合は、これら全ての要因について極力影響がでないように細心の注意を払って調査を設計・実施するとともに、調査結果についてその信頼性の確認をしなければならない。それぞれの要因について十分な研究が必要であるが、ここでは、調査費用の大小に大きな影響をもつサンプリング誤差の分析・推定を行う。

サンプリングの問題は、大きく①サンプル集団の属性分布の問題と②サンプル数の問題からなる。この各要因について順次考察することにする。

8.1 サンプル集団の属性管理についての考察

サンプリング誤差を小さく抑えるためには、サンプル集団の属性分布と母集団の属性分布の相似を確保しなければならない。母集団の属性の種類はきわめて多いため、調査結果に影響を持つ属性を何らかの方法で抽出し、それら属性についてサンプル集団と母集団の相似をとることになる。今回実施したアンケート結果をもとに分析した範囲では、一人あたり所得、年齢、職種といった属性が異なれば、支払意思額中央値付近における提示額に対する承認率が異なることが確認された。例えば、これらの属性だけを対象に、母集団とサンプル集団の相似を確保しようとしても、今回の経験からすれば、実際にこれを実現することは次の理由から容易ではない。

第一に、母集団リストとして用いることができる情報は電話帳や住民票であるが、それら情報には所得、年齢、職種などが含まれていない。このため、アンケート対象者リストの段階で、必要な属性をコントロールした対象者リストを作成することができない。

第二に、回答率が属性ごとに一律ではないため、アンケート対象者リストを精緻に作成しても、集まる回答データの属性分布は必ずしも想定した属性構成とはならない。

第三に、どのような属性に対して、母集団とサンプル集団の相似を確保すべきか、評価の対象となる環境財ごとに異なる可能性がある。この場合、サンプル集団の属性分布をコントロールすることは困難である。

第四に、前述の問題を克服するために、アンケートをかなり多めに行って回答データを集め、必要な属性が一定の分布になるように回答データを間引く方法が考えられる。しかし、この方法も、調査費用が著しく大きくなるため、実用にはかなり問題がある。また、この方法を採用する場合は、母集団の属性分布がわかっていなければならないが、一人あたりの所得や職種などは必ずしも十分な精度の統計がないため、この意味でもこのような方法を採用することは難しい。

最後に、サンプル集団の属性のコントロールが十分でないとしても、間接効用関数に説明変数として適切な属性変数を組み込み、全てのパラメータを適切に推定することができる。ただし、この方法も母集団の属性分布が分かっていることが前提である。

このため、簡便な調査においては、サンプル集団の属性はコントロールせず無作為抽出とすることが、現実的ではないかと思われる。

8.2 サンプル数についての考察

サンプルデータから母集団推計する場合、確率的な誤差が生じる。このような誤差の大きさを評価するために、様々な検定方法が確立しており、通常、それらの方法が用いられる。検定として重要な中央値の信頼区間の推定は、Taylor 展開による近似式やモンテカルロ・シミュレーションなどによって計算される^{7), 17), 18)}。本研究では、モンテカルロ・シミュレーションを用い、今回のアンケート結果を対象に、支払意思額中央値の信頼区間の推定を試みる。

(1) 必要サンプル数の推定

アンケートの結果から推定された提示額-承認率分布が母集団の真の承認率分布である場合を考え、サンプル数を様々に変化させて、その場合のサンプリング誤差を推定する。支払意思額の中央値のサンプリング誤差の信頼区間は、1,000 回のモンテカルロ・シミュレーションで推定する。

シミュレーションで仮定した母集団の提示額-承認率曲線は、

$$P(OC) = \frac{1}{1 + \exp(-4.59625 + 0.90062 \cdot OC^{0.208344})} \quad (11)$$

である。ただし、 OC は提示額、 $P(OC)$ は承認率のピークである。各提示額におけるサンプル集団の承認率はこの分布の値を平均値とする Beta 分布に従うものと仮定した。

こうして得られたサンプル集団から、支払意思額中央値を推定するために用いた提示額-承認率分布は、

$$P(OC) = 1 / \{1 + \exp(-\theta_0 + \theta_1 \cdot \ln(OC))\} \quad (12)$$

である。ここで、 θ_0 、 θ_1 は推定パラメータである。これ

表-11 提示額別サンプル数

提示額	サンプル配分率a	サンプル配分率b
100円	4%	8%
200円	7%	—
300円	11%	17%
600円	11%	—
1000円	11%	25%
2000円	11%	—
3000円	11%	25%
6000円	11%	—
10000円	11%	17%
20000円	7%	—
30000円	4%	8%
合計	100%	100%

を 1,000 回繰り返すモンテカルロ・シミュレーションを

行い、中央値の相対信頼区間（両側）を求めた。また、全サンプル数に対する各提示額ごとのサンプル数の配分率は、表-11のとおりである。

サンプル配分率 a のケースでは、サンプル数 50, 100, 150, 300, 600, 900, 1,500, 3,000, サンプル配分率 b のケースでは、サンプル数 100, 150, 300, 900, 1,500, 3,000 に対してシミュレーションを行った。この結果、サンプル数と支払意思額中央値の相対信頼区間（両側）の log-log プロットは図-12のとおりとなった。

そして、その 1,000 回のモンテカルロ・シミュレーションの場合、 χ^2 分布を仮定して信頼度 95% の支払意思額中央値の標準偏差の相対信頼区間（両側）を推定すると ±5% となる。これは、「支払意思額中央値の相対信頼区間（両側）」の相対信頼区間（両側）は ±5% であることを意味している。

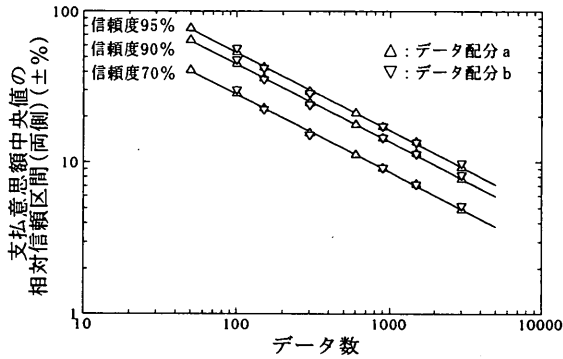


図-12 支払意思額中央値のサンプリング誤差

計算結果のプロットは直線となっている。そこで、サンプル配分率 a のケースで帰式を求めると、信頼度 95% で

$$ERR_{median} = 574.539 \cdot N_{sample}^{-0.515769} \quad (13)$$

信頼度 90% で

$$ERR_{median} = 482.169 \cdot N_{sample}^{-0.515769} \quad (14)$$

信頼度 70% で

$$ERR_{median} = 303.818 \cdot N_{sample}^{-0.515769} \quad (15)$$

となった。ここで、 ERR_{median} は支払意思額中央値の相対信頼区間（両側）（±%）、 N_{sample} はサンプル数である。そして、この関係式の相関係数は -0.9998 である。

また、信頼度を R_{rely} とし、 $\Phi^{-1}(x)$ を標準正規確率累積関数の逆関数とすると、式(13)から式(15)は、

$$ERR_{median} = 293.138 \cdot \Phi^{-1}(0.5 + R_{rely}/2) \cdot N_{sample}^{-0.515769} \quad (16)$$

また、信頼区間（片側）の場合は、

$$ERR_{median} = 293.138 \cdot \Phi^{-1}(R_{rely}) \cdot N_{sample}^{-0.515769} \quad (17)$$

と表すことができる。この関係式を用いれば、得ようとする支払意思額中央値の必要な信頼度、信頼区間を決定すれば、そのために必要なサンプル数を求めることができる。

(2) 部分サンプリングとの比較

このシミュレーションの結果がどれほど現実を正しく表現しているかを確認するため、今回得られた全データ（総データ数 699）を母集団として、その中からサンプルを単純無作為抽出で N_{sample} 個抽出する部分サンプリングを行い、その部分サンプルをもとにパラメータ推定するシミュレーションを 1,000 回繰り返すモンテカルロ・シミュレーションを行った。この結果と承認率分布を想定した場合との差異を比較する。

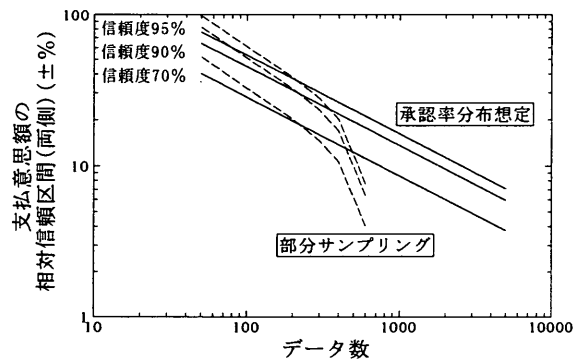


図-13 承認率分布想定と部分サンプリングの比較

部分サンプリング・シミュレーションでは、パラメータ推定のために仮定する提示額-承認率分布を、式(12)とした。また、部分サンプル数 50, 100, 200, 300, 400, 600 のそれぞれについてシミュレーションを行った。この結果を 8.2 (1) の整理と同じ方法で log-log プロットを作成すると、図-13のとおりとなった。

母集団の承認率を想定した場合と部分サンプリングの場合を比較すると、部分サンプル数が 100 から 400 のあたりでは、承認率分布を想定した場合のシミュレーション結果と概ね一致する。しかし、部分サンプル数が総データ数 699 に近づく場合、あるいは、部分サンプル数が小さい場合は、承認率分布を想定した場合との乖離が大きくなっている。

部分サンプリングは、各提示額グループごとにみれば、 N 個の賛成データと M 個の反対データがある中から、 k

個の部分サンプルを抽出する行為であるので、その中に n 個の賛成がある確率は、超幾何分布となる。

超幾何分布は、 N と M が n に対して十分に大きくなると、二項分布に近づき、同時にその分散も二項分布の分散に近づくことがわかっている¹⁹⁾。従って、部分サンプル数が大きくない場合は、各提示額ごとの承認率の分散は、承認率分布を想定したケースと部分サンプリングのケースとで理論上一致することになる。

また、部分サンプリングのケースでは、部分サンプル数が小さくなると、提示額グループごとの割り当てサンプル数のばらつきが相対的に大きくなり、提示額グループごとに母集団が持っている承認率分布の誤差の影響が大きくなる。実際、シミュレーションの結果では、サンプル数が小さい領域では、部分サンプリングのケースが承認率分布を想定したケースよりも支払意思額中央値の信頼区間が広がっている。

以上を勘案すると、承認率分布を想定してモンテカルロ・シミュレーションを行って求めたサンプル数と相対誤差の関係式は、今回の事例においては実際の状況を概ね正しく表現していると判断することができる。全てのケースについてこの関係式が成立するとは限らないが、このような分布形の提示額-承認率分布を持つ母集団において、今回のようなパターンで支払額を提示・質問する代表的な CVM を用いる場合は、この関係式が概ね成立すると予想される。

(3) 実務におけるアンケート数の設定

今回実施したアンケートで得られた総データ数は 699 である。これをもとに、式(16)を用いて信頼度 95%、90%、70%の支払意思額中央値の両側信頼区間を求めると、それぞれ $\pm 20\%$ 、 $\pm 16\%$ 、 $\pm 10\%$ となる。実務で用いる小型のアンケート調査としては、この信頼区間の幅は比較的小さいものである。しかし、アンケートの経費を低減するためにアンケート数を小さくして行けば、信頼区間の幅は急速に拡大する。このため、実務でアンケートを用いる場合は、アンケートの精度と経費の間で適切なバランスを取ることが不可欠になる。それを効率的に達成しようとするれば、サンプル数と求めようとする値の信頼区間の関係について、事前情報が与えられることが極めて有益である。

9. 回答者の考慮範囲の影響

今回のアンケートの結果では、「流出油に対する政府全体の支出に対する支払意思額」の中央値 3,400 円/家庭に対して、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造に対する支払意思額」の中央値は 2,600 円/家庭で、政

府全体の 76% に達している。例えば、提示した 9 個の対策の中で、実施主体を国もしくは地方公共団体とした回答割合が最も高い対策は「巡視船等に載せる油回収装置の配備」、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」、「バイオレメデーションの研究」、「ボランティアの受入準備」および「小型ポンプの各地への配備」の 5 個の対策である。アンケートの中では、それぞれが必要とする費用の大きさは、中、中、小、小、中程度であると示してあるので、その中で、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」への支払意思額だけで政府全体の 76% を占めるという結果は矛盾を含んでいると考えられる。

今回のアンケートでは、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」に対する提示額への回答は、「流出油に対する政府全体の支出」および「9 個の対策の採否」に関する全ての影響要素に思いを巡らせ、加えて、それら全てに整合を保ちながら思考を行い、意思を決定しなければならない。そのようなことができる、もしくは、できる余裕のある人間が多数存在していると考えるのは非現実的である。ある程度、他の要素との関連は考慮されているであろうが、適切な整合は保たれていないと考えべきであろう。

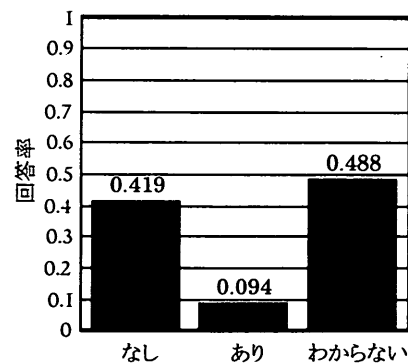


図-14 対策選択肢の重大な漏れの認識

また、今回のアンケートでは、運輸技術審議会で取りまとめられた対策パッケージ²⁰⁾をベースに対策オプションを作成した。加えて、アンケートの中で提示した政策オプションに大きな漏れがあるかを質問し、漏れがあるとの回答は 9% であったが、これでも政策オプションの範囲の設定が十分である確証はない。

そこで、人間の思考範囲は有限・不完全であると考え、その傾向を分析するため、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」に対する提示額への回答を、他の対策の採否がほとんど考慮されていないと仮定し、本来ならば他の対策の採否が及ぼすであろう影響の特性を、「9 個

の対策に対する採否」と「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造に対する提示額-承認率の関係」についてのデータを用いて推測する。

9.1 推定作業の構成

提示した対策の種類は9種類である。この9種類の対策のうち、「企業の油回収船の強化」、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」、「巡視船等に搭載する油回収装置の配備」は、実施主体は異なるが実施する内容はほぼ同じである。このような状態で、9種類の対策をまったく同等に取り扱ってランダム効用理論をあてはめると、IIA (independence from irrelevant alternatives) 特性によって結果が歪んでしまう。この問題を回避するため、この3種類の油回収船に関する対策を1つの対策として取り扱い、7種類の対策として選好を分析し、その後その3種類の油回収船対策間の選好を分析する2段階処理を行う¹²⁾。

7種類の対策としてアンケート結果を整理すると、7種類の対策全てを組み込んだ対策パッケージの採択率は60%となる。(表-12 参照)

まず7種類の各対策に対して、今回のアンケート結果から、少なくとも何らかの支払を許容する人の割合(即ち、支払意思額が0より大きい人の割合。以下、「採択率」という。)を知ることができる。この採択率は、各対策間の選好強度の関係と何らかの相関があると考えられるので、その値から、全体が多数決で承認される場合、即ち全体の承認率が50%となる場合の、各対策の承認率を推定する。

次に、油回収船関係の各対策について、同様の承認率推定作業を行う。

そして、求められた承認率に対して、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」への提示額-承認率曲線を用いて、対応する提示額を求め、それを真の支払意思額と考えるものとする。

9.2 各種対策の承認率の推定

一般に、n種類の対策がある場合、考えなければならない相関関係の数は $\sum_{i=2}^n nC_i$ となり、対策の種類が多くなると各対策が相互に独立である仮定を用いることが一般的とは言えなくなる。そこで、各対策間の独立を仮定せずに承認率の分析を行う。

回答者jの対策iに対する回答を z_{ij} (但し、 z_{ij} は承認の場合には1、不承認の場合には0をとる変数である。)とすると、n種類の対策に対して $(\delta_1, \dots, \delta_n)$ という回答パターン(但し、 δ_i は対策iに対して承認の場合

には1、不承認の場合には0をとる変数とする。)をした者の割合 $Z_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ は、

$$Z_{\delta_1, \dots, \delta_n} = \frac{1}{nr} \sum_{j=1}^{nr} \left[\prod_{i=1}^n \{ \delta_i \cdot z_{ij} + (1 - \delta_i)(1 - z_{ij}) \} \right] \quad (18)$$

となる。ここで、nrは回答者の総数である。

今回の結果について $Z_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ を計算する。この結果を基に、承認した対策の数ごとに回答率を求めると、表-12のとおりとなる。

次に、対策パッケージの承認率が P_{target} となる場合の $Z_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ の写像 $ZT_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ を考える。

表-12 承認対策数ごとの回答率

承認対策数	回答率
0	0
1	0.006
2	0.012
3	0
4	0.059
5	0.106
6	0.218
7	0.600
合計	1.000

$Z_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ の状態は、各対策の提示額が0のときの承認の可否であると考えられるため、各対策の提示額が0の状態からOCの状態へと遷移して行くと考えられる。その時に、全ての $Z_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ の値が一律 Δkx で低減し、その低減分が、 $(\delta_1, \dots, \delta_n)$ で承認とされた対策の承認が、0個以上減少する全ての回答パターンのZに均等に配分されるというモデルを仮定する。

そのとき $ZT_{\delta_1, \dots, \delta_n}$ は、

$$ZT_{\delta_1, \dots, \delta_n} = (1 - \Delta kx) \cdot Z_{\delta_1, \dots, \delta_n} + \Delta kx \cdot \sum_{\forall (i) (\delta_i \geq \bar{\delta}_i)} \left[Z_{\bar{\delta}_1, \dots, \bar{\delta}_n} / \left(2^{\sum \bar{\delta}_i} \right) \right] \quad (19)$$

と表される。ここで、 δ_{i1} は対策iに対して承認の場合には1、不承認の場合には0をとる変数である。また、式(19)は差分方程式であるので、計算にあたっては、 Δkx が0.1より大きい値となるときは、 Δkx をいったん0.1としてZTを計算し、そのZTをZと置き直しZTを再計算することを繰り返す方法を採用した。

次に、どのような場合に対策パッケージが承認されるかを考えてみる。

パッケージを構成する対策が個々に全て承認される場合のみ、対策パッケージが承認されると考えると、パッケージを構成する対策の数が多くなると、個々の対策の採択率がかなり高くても、対策パッケージは多数決ルー

ルでは承認されないという状況が生じる。しかし、現実には、①パッケージを構成する対策の大多数が承認できるものであって、②承認したくない対策の承認が大きな支障とならないのであれば、状況の説明や関係者間の交渉・説得等によって人々は妥協的承認をされると考えられる。

そこで、 n 個の対策のうち m 個が承認できる場合に、対策パッケージは承認されるという部分一致承認条件 (このような場合を、 m/n 部分一致承認条件と呼ぶことにする。) を仮定する。このとき、対策パッケージの承認率 P_{target} は、

$$P_{target} = \frac{\sum_i ZT_{\delta_1, \dots, \delta_n}}{\sum_i \delta_{zm}} \quad (20)$$

となる。

これを用いて、 $P_{target}=0.5$ の場合の各対策の承認率を計算すると、結果は表-13 のとおりで、各種対策パッケージの部分一致承認条件が 7/7, 6/7, 5/7 のとき、油回収船対策パッケージの承認率はそれぞれ 0.898, 0.763, 0.686 である。

表-13 各種対策の採択率・承認率

対策内容	採択率	承認率		
		7/7++	6/7++	5/7++
安全運転の徹底	0.982	0.898	0.763	0.686
事故補償の範囲拡大	0.882	0.806	0.685	0.616
タンカーの構造強化	0.971	0.887	0.754	0.678
油回収船対策パッケージ	0.982	0.898	0.763	0.686
小型ポンプの準備	0.812	0.742	0.630	0.567
ボランティア受入準備	0.776	0.710	0.603	0.542
バイオレメデーション	0.894	0.817	0.694	0.624
対策パッケージ	0.600	0.5	0.5	0.5

++ : 部分一致承認率

9.3 浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造に対する支払意思額

油回収船対策パッケージの部分一致承認条件を 3/3 および 2/3 として、油回収船対策についても、同様の手法で各油回収船対策の承認率を計算する。

この計算結果と、第 2 回アンケートから求めた提示額に対する承認率の関係式に、第 2 回アンケートから得られる支払意思額がある人の割合 $P(0)$ を乗じて修正した関係式 (式(9)参照) を用い、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」に対する支払意思額を推計する。結果は表-14 のとおりであった。

全ての対策を承認する場合に対策パッケージを承認す

表-14 浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造に対する支払意思額

部分一致承認率	各種対策	油回収船対策	承認率	支払意思額
6/7	3/3 2/3	— 0.760	—円/家庭 180円/家庭	
5/7	3/3 2/3	0.865 0.688	—円/家庭 420円/家庭	

る条件から、各種対策パッケージが 5/7 で油回収船対策パッケージが 2/3 の部分一致承認条件まで対策パッケージの承認条件を変えて、多数決条件の下で「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」に対する支払意思額を推計した。この結果、9 個の対策を示し、その中から「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」を選択する場合の支払意思額は、「解が存在しない」から 420 円/家庭までの範囲にある可能性があるとの結果が得られた。

9.4 推定結果の感度特性

「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改造」についての 9.3 の推計は、提示額-承認率曲線がほとんど水平に近い領域で計算を行っているため、承認率のわずかな変化で支払意思額が大きく変化する。このような敏感な領域での推定に耐えられるほど、求められた提示額-承認率曲線の精度は高くない。例えば、ある提示額において承認回答数/全回答数として求められる承認率について、サンプリングによる統計的な誤差分布を Beta 分布と仮定したとき、承認率 $P(0)$ の 95% 信頼区間は [0.80, 0.92] となる。これを承認率の上限値として用いているため、この影響を乗じた承認率 $P(200)$ の 95% 信頼区間は、[0.64, 0.88] となり、9.3 の全ての計算結果がこの範囲に入ってしまうことになる。

9.5 評価考慮範囲の影響への対処方法についての考察

ある評価したい対策に対して本来同時に考慮しなければならない対策が多数ある場合、人々の思考・感性は多様であるため、各対策に対する選好傾向は一般にばらつく。このため多数決で対策パッケージ全体に承認を得るためには、各対策の個々の承認率はかなり高いものでなければならない。言い換えれば、提示額がかなり小さい値でなければならないことになる。そのような状態では提示額がかなり小さいので、各対策の相互関係を考慮した回答行動による影響は小さくなっていると考えられ、9.1 ~ 9.4 のような推計をすることの妥当性は比較的高いと

考えられる。

提示額が小さい領域は提示額-承認率曲線が水平に近い状態であるので、必要とされる承認率がわずかに変化しただけで、対応する提示額、即ち支払意思額が非常に大きく変化してしまう。その大きな支払意思額の変化を引き起こす承認率の変化は、提示額-承認率曲線が持っているサンプリング誤差よりも小さいので、そのような範囲内での議論は実用上ほとんど意味がない。そこで、現実にあった提示額-承認率曲線の評価方法を考えることが必要となる。

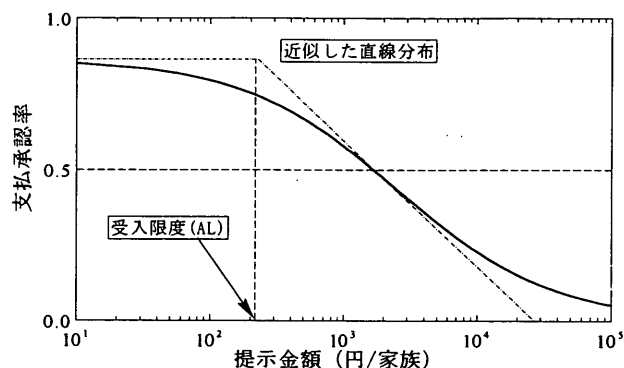


図-15 提示額-承認率曲線と受入限度の関係

多くの考慮すべき対策がある場合に、対策パッケージ全体を多数決で承認することを想定すれば、個々の対策の承認率はかなり高い値となる必要があり、その場合、支払意思額は提示額-承認率曲線がほぼ水平となる領域に収まってしまうと考えられる。そこで、片対数グラフ上で提示額-承認率分布を図-15のような直線分布に近似し、高い側の承認率の水平領域の最大値を求め、支払意思額はそれより小さい値であると見なす。この時、この水平領域の最大値を受入限度 (Acceptable Limit: AL) と呼ぶこととする。

提示額-承認率曲線に対数線形型効用関数を持つ Logistic 曲線の場合について、受入限度 AL を求める。

提示額を OC、採択率 (提示額が 0 の時の承認率) を P(0) としたときの承認率 P(OC) を

$$P(OC) = \frac{P(0)}{1 + \exp(-\theta_0 + \theta_1 \cdot \ln(OC))} \quad (21)$$

とする。ここで、 $\theta_0 \sim \theta_1$ は推定パラメータである。直線分布の遷移区間を、この分布曲線に対し、承認率 50% で接する直線と仮定すると、受入限度 AL は、

$$AL = (2 \cdot P(0) - 1)^{1/\theta_1} \cdot \exp\left[\frac{\theta_0 - 2 \cdot P(0)}{\theta_1}\right] \quad (22)$$

となる。

式(22)をもとに、流出油から海岸環境を守るために人々が許容する物価上昇額、政府支出額および浚渫船・ゴミ回収船を油回収船に改造する受入限度値を計算する。結果は、表-15 のとおりとなる。

これらの値を、これまで用いられてきた評価したい対策を単独で評価する方法、即ち中央値を用いる方法と比較すると、両者の間には約 3~7 倍という大きな差が存在する。これまでの作業過程からわかるように、単独で推計したものは、同時に考慮すべき他の対策がある場合にそれが考慮されていないため、過大な支払意思額が導かれている可能性がある。

表-15 受入限度と中央値の関係

評価対象	受入限度(AL):A	中央値:B	B/A
物価上昇	1,800 円/家庭	6,100 円/家庭	3.4
政府支出	440 円/家庭	2,000 円/家庭	4.5
浚渫船・ゴミ回収船の改造	230 円/家庭	1,700 円/家庭	7.3

9.6 受入限度の相対信頼区間

サンプル配分率を表-11 の b パターンとし、サンプル数が 100, 300, 900, 3,000 の場合について、8.2 (1) と同じ手法を用い、受入限度 (AL) の相対信頼区間 (両側) $ERR_{AL} (\pm\%)$ とサンプル数の関係式を求めると、

$$ERR_{AL} = 497.129 \cdot \Phi^{-1}(0.5 + R_{rely} / 2) \cdot N_{sample}^{-0.491211} \quad (23)$$

となる。また、相対信頼区間 (片側) の場合は、

$$ERR_{AL} = 497.129 \cdot \Phi^{-1}(R_{rely}) \cdot N_{sample}^{-0.491211} \quad (24)$$

となる。ここで、 $\Phi^{-1}(x)$ は標準正規確率累積関数の逆関数、 R_{rely} は信頼度、 N_{sample} はサンプル数である。また、サンプル数と相対信頼区間の対数変換値の相関係数は -0.99999 であった。

中央値に比べ、受入限度の相対信頼区間は、サンプル数の少ない領域では約 1.7 倍、サンプル数が増えるに従ってこの開きは拡大する。

10. 結論

10.1 支払意思額中央値

船舶事故による油流出からわが国海岸の環境を守ることに對する支払意思額を、CVM を用いて推定する作業を行った。この結果、今回の事例においては次の事柄が明らかになった。

今回求められた支払意思額中央値は、「流出油から海

岸環境を守るために必要となる税金の増額」で 2,200 円/家庭であった。これに対し、対策についての情報を提供した後で回答を求めた場合の支払意思額中央値は、「企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇」で 9,500 円/家庭、「流出油対策に対する政府全体の支出」で 3,400 円/家庭、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良のための政府支出」で 2,600 円/家庭となった。

このサンプルから求められた支払意思額中央値を全国の家庭の支払意思額とした場合、全国の支払意思の総額は、「流出油から海岸環境を守るための税金の増額」で 670 億円/年、「企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇」で 2,700 億円/年、「流出油対策に対する政府全体の支出」で 1,000 億円/年、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良のための政府支出」で 810 億円/年と算定された。

仮に、これらの支払意思の総額を政策判断情報としてそのまま採用するとした場合、これらの値はいずれも極めて大きな値である。これらの金額全額を流出油対策に投入することは、長期債務が約 600 兆円に達する一方で税率低減が課題となっているわが国政府や、景気の低迷に苦しんでいる石油会社、船会社等にとっては、明らかに支払を許容できるレベルを越えたものだといえる。これら支払意思の総額について政策決定者が理解しなければならないことは、これだけの金額を支払っても流出油から海岸の環境を守る価値があると国民が認識しているので、その金額よりもできる限り小さい金額で必要な対策を実現し、その 2 つの金額の差額を利益として社会が獲得するようにすることである。このため、社会の利益を最大化するための政府・企業等の努力が重要だということになる。

10.2 流出油対策の種類と実施主体

今回仮定した「安全運転の徹底」、「事故補償の範囲拡大」、「タンカーの構造強化」、「企業の油回収船の増強」、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良」、「巡視船等への搭載用油回収装置の準備」、「小型ポンプの準備」、「ボランティアの受け入れ準備」および「微生物を使った油分解方法の研究」の 9 種類の対策は全て 80% 以上の割合で支持された。そして、その中で、国が中心的実施主体となることが期待された対策は「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良」、「巡視船等への搭載用油回収装置の準備」および「微生物を使った油分解方法の研究」で、地方公共団体が中心的実施主体とあることが期待された対策は「小型ポンプの準備」と「ボランティアの受け入

れ準備」で、それ以外の対策が企業が中心的実施主体となることを期待された対策であった。(図-4 参照)

10.3 回答者属性の影響

船舶事故による油流出からわが国海岸の環境を守ることに對する支払意思額の質問に対する回答(第1回アンケート)から、回答者属性別の提示額-承認率曲線を作成し、その差違を比較した結果は次のとおりであった。

福井県三国町、新潟県新潟市、長野県長野市、神奈川県横須賀市の今回対象とした全ての地域で、提示額-承認率曲線がほぼ同じ形状であった。このことは、地域の①罹災歴の強弱、②内陸/沿岸の別、③大都市/地方の別で支払意思分布曲線に差異が生じないことを意味し、興味深い結果である。(図-5 参照)

家庭ごとの年収を構成人数で除した金額を所得水準の代表指標として、サンプルを 3 グループに分けた場合、提示額-承認率曲線は所得水準が高いグループほど同じ提示額で高い承認率、即ち高い支払意思を示し、しかもその大小関係は統計的に 90% 以上の信頼度を有していた。このことは、支払意思額の推定において、所得効果を適切に配慮しなければならないことを意味する。(図-6 参照)

この他、世代別には、40~50 歳代が他の年代より幾分か高い支払意思を示した。男女別では違いは見られなかった。また、職種別では「役員・議員・自営業者」のグループは高い支払意思を示し、「無職・学生」グループは低い支払意思を示した。(図-7~9 参照)

10.4 効用関数型の影響

一般的な CVM のように犠牲量の中央値を推定すればよい場合には、中央値周辺を中心に実測データが得られているので、今回検討した 3 種類の効用関数型のどの関数型を用いても推計結果に大きな違いは生じない。この意味ではどの関数型を用いてもよい。中央値を推計する場合は、Weber-Fechner の法則が成り立つ領域を中心に推計するので関数型に無理がないことと、パラメータ推定計算の安定性が他の関数型よりも著しくよいことから、実用上は対数線形型(式(9)参照)が適していると思われる。

犠牲量の中央値を求めるのではなく、犠牲量の小さい領域での選好確率を求める場合は、線形型は現実との乖離が大きくなると考えられるので使用すべきではない。また、対数線形型を単純に使用することも現実との乖離が大きくなるので、これもまた適当ではない。このような場合には、対数線形型を一定の補正を加えて用いる(例、

式(9) か、べき線形型を用いる必要があると考えられる。

10.5 サンプリング誤差

船舶事故による油流出から海岸環境を守るための費用負担について、CVM を用いて支払意思額の推定を行い、その結果得られる情報を CVM のサンプリング誤差の推定・分析に供した。アンケート回収データから求められるものと同じ提示額-承認率分布型を持つ母集団を仮定し、モンテ・カルロ法を用い、サンプル数と支払意思額中央値の相対信頼区間（両側）の関係を式(13)~(16)、信頼区間（片側）の場合は式(17)と求めた。そして、求めた式を部分サンプリングによるシミュレーション結果と比較し、求めた関係式が概ね妥当であることを確認した。

これら関係式は、従来は設計者によって経験的に設定されていた CVM の必要サンプル数について、推定しようとする支払意思額中央値に対して信頼区間と信頼度を設定すれば、参考値を予め与えることができるため、サンプリング設計の合理化に役立つものと考えられる。ただし、この関係式はあくまでも今回実施・仮定した条件での必要サンプル数についての情報であるので、サンプリングの設計にあたっては、これ以外の要因についても十分に注意を払う必要がある。

10.6 回答者の考慮範囲の影響

わが国周辺における船舶事故による流出油に対する対策について CVM を適用した事例分析から、次のことがわかった。

- i. 特定の対策に対して提示額-承認曲線を求めた場合、多くの人々は、関連する他の対策にまで思いを巡らせ、かつ、それら対策全てに対して整合を図りながら回答をしてはいない可能性が高い。
- ii. 現実の政策決定においては、かなり多岐に渡る要素を考慮し、様々な対策を組み合わせることでその可否を判断しなければならないことが多い。そのような場合は、特定の対策について調べた提示額-承認率曲線から支払意思額を求めようとするとき、考慮しなければならない対策は多数存在しているが、回答者は知り得ていないと考える必要があるため、求めようとする対策の承認率は本来かなり高いと考えなければならない。
- iii. 承認率が高い領域では、提示額-承認率曲線が水平に近くなっているため、承認率の変動に対する支払意思額の感度が極めて高い。このため、網羅的な対策を考慮した緻密な承認率の推計をして支払意思額を求めても、ほとんど意味がない。

iv. 承認率が高い領域での支払意思額は、承認率に対する感度が高いが、それは同時に提示額-承認率曲線の水平区間内にあることを意味する。そこで、提示額-承認率曲線を片対数グラフ上で直線分布に近似し、承認率が高い方の水平区間の提示額の最大値を受入限度 (Acceptable Limit: AL) とし (図-15, 式(22)参照)、支払意思額の代表値には AL を用いて評価を行うことを提案した。但し、AL を用いたとしても、それによって他のバイアスの問題が解決されるわけではない。

v. 支払意思額の代表値に AL を用いる場合は、従来用いられてきた中央値を用いる方法と比較して、かなり小さい値をとる。

今回のアンケートから求められる AL は、「企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇」で 1,800 円/家庭、「流出油対策に対する政府全体の支出」で 440 円/家庭、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良のための政府支出」で 230 円/家庭であった。この AL を全国の家計の支払意思額の代表値とした場合、全国の支払意思の総額は、「企業が流出油対策の費用を負担することによる物価上昇」で 820 億円/年、「流出油対策に対する政府全体の支出」で 200 億円/年、「浚渫船・ゴミ回収船の油回収船への改良のための政府支出」で 100 億円/年となる。

vi. AL のサンプリング誤差とサンプル数の関係を式(23)~(24)のとおり求めた。

11. おわりに

以上、今回実施したアンケートから幾つかの有益な知見が得られたが、CVM による価値の推定では、サンプルサイズを大きくとってデータを集め、得られたデータを適切に整理すれば、多くの場合、統計的にかなり有意性のある支払意思額が算出される。しかし、その結果には多数の誤差・偏向が生じ、CVM で求められた金額と現実の市場で決まる価格との間にはあきらかな乖離があることが幾つか指摘されている^{1), 3)}。それらは何らかの形で現実の市場が存在するケースでの比較結果を基礎とした主張ではあるが、この指摘の根底には、CVM で設定する仮定の市場が様々な意味で現実の市場に比べかなり不完全であるということがあるので、CVM をアンケートやインタビュー調査に依存する限り、この欠点を完全に克服することはほぼ不可能ではないかと思われる。この意味で、CVM はどのような対象に対しても合理的な価格を算出する万能な手法ではなく、その安易な用法は慎まなければならない。他方、市場・代理市場の存在しない環境財の価値を測定する方法は、現時点では、

CVM 以外の方法も含め、推定された数値をそのまま使えるレベルまで確立されたとは必ずしも断言できない。このため、例えば、CVM で得られた金額を単純にそのまま使用するのではなく、その特性を正しく理解し、結果の持つ意味を適切に解釈することができるのであれば、CVM は開発と環境保護の調和を導くにあたっての有益な情報分析手段の一つとして一定の役割を果たすことができる可能性をもつと考えられる。

今回得られた結果が CVM の実用性向上の一助になればと考える。

(1999年6月25日受付)

参考文献

- 1) 栗山浩一：公共事業と環境の価値－CVM ガイドブック，築地書店，1997年11月，174p.
- 2) Oil Spill Public Information Center ウェブサイト.
- 3) 竹内憲司：環境評価の政策利用 (CVM とトラベルコスト法の有効性)，勁草書房，1999年3月，158p.
- 4) 森杉壽芳：公共プロジェクト評価の意義と可能性，土木学会誌，土木学会，pp.21～24.
- 5) 岡敏広：厚生経済学と環境政策，岩波書店，1997年4月，pp.177～179.
- 6) 杉山明子：社会調査の基本，朝倉書店，1988年6月，pp.34～36.
- 7) 桐越信・塚本直幸：シミュレーションモデルによる非集計ロジットモデルの誤差分析，土木計画学研究発表会講演集，No.5，1983年，pp.450～461.
- 8) 石渡友夫・稲村肇・金子彰：港湾計画における環境アセスメント手法 (その2)，港技研資料，No.235，1979年3月，8p. .
- 9) *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*, Vol.58, No10, Jan 1999, p4601 (Proposed Rule).
- 10) KAWABE, M., and T. OKA: Benefit from Improvement of Organic Contamination of Tokyo Bay, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 32, No. 11, 1996, pp.788～793.
- 11) 矢部光保：CVM 評価額の政策的解釈と支払形態，環境評価ワークショップ (評価手法の現状)，築地書店，1999年2月，pp.60～74.
- 12) 大野栄治：奉仕労働による環境被害額の評価，土木計画学研究・演習集 21(1)，土木学会，1998年11月，pp.5～8.
- 13) 非集計行動モデルの理論と実際，土木学会土木計画学研究委員会編，土木学会，1995年5月，235p.
- 14) 内山巖雄：環境科学物質のリスクアセスメントの

現状と課題，水環境学会誌，Vol.17 No.4，1994年4月，pp.2～8.

- 15) 感覚・知覚心理学ハンドブック，誠信書房，1989年5月，1030p.
- 16) 竹内憲司：CVM は使えるか？，公共選択の研究第27号，Public Choice Studies 編集委員会・現代経済研究センター編，勁草書房，1996年6月，pp.55～66.
- 17) 森地茂・屋井鉄雄：非日常的交通への非集計行動モデルと選択肢別標本抽出法の適用性，土木学会論文集報告集，No.343，1984年，pp.161～170.
- 18) Hanemann W. M. and B. Knninen : The Statistical Analysis of Discrete-Response CV Data, *Working Paper No. 798*, University of California Berkeley, Jun. 1996 123p.
- 19) 鈴木義一郎：統計解析法の原理，朝倉書店，1988年4月，pp.88～90.
- 20) 運輸技術審議会：流出油防除体制の強化について，運輸技術審議会，1997年12月，pp.1～18.

付 録

以下に第1回アンケート及び第2回アンケートのアンケート用紙を付録として添付する。

船舶事故による流出油の対策に関するアンケート

ナホトカ号の沈没による油流出事故を契機として、船舶の事故で流れ出る油の対策に関心が高まりました。時がたち、これらの事故を冷静に考えることができるようになった現在、船舶事故で流れ出る油の対策について、一般の方々の意識を調査し、流出油対策をより良いものとして行くため、このようなアンケートをすることにいたしました。ご協力をお願いいたします。

なお、いただいた回答は、研究のための基礎資料として統計的に処理いたしますので、みなさまにご迷惑をおかけすることはありません。ご協力をお願いします。
(お手数ですが、このアンケートは10月30日までに返送をお願いします。)

平成10年10月 運輸省 港湾技術研究所 海水浄化研究室

質問1

次の言葉の内容を知っていますか。
(それぞれ、どれか1つに○をつけてください。)

ナホトカ号事故	1. だいたい知っている	2. 名前だけ知っている	3. 知らない
ダイヤモンドグラス号事故	1. だいたい知っている	2. 名前だけ知っている	3. 知らない
ボランティア	1. だいたい知っている	2. 名前だけ知っている	3. 知らない
油回収船	1. だいたい知っている	2. 名前だけ知っている	3. 知らない
生態系	1. だいたい知っている	2. 名前だけ知っている	3. 知らない

質問2

船舶事故で流れ出た油の除去作業にかかわったことがありますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 仕事でかかわった	2. ボランティアでかかわった
3. それ以外でかかわった ()	
4. かかわったことがない	

質問3

海辺にはどの程度行きますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. よく行く	2. たまに行く	3. 行かない	4. 海辺に住んでいる
---------	----------	---------	-------------

質問4

海辺には、主にどのような目的で行きますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 仕事	2. 観光	3. つり	4. 海水浴	5. 散歩
6. その他の目的 ()				
7. 海辺には行かない				

質問5

(説明) 日本の周辺海域は多くのタンカーが行き交っています。1996年には、海外から日本にくる石油は年間4億トン(1万トンタンカーで4万隻分)、国内を移動する石油は年間2億トン(5,000トンタンカーで4万隻分)あり、この他に日本の近海を通過して外国と外国の間を往来するタンカーもかなりあります。

また、1971年以降日本の周辺海域では、大きな油流出事故は9回ほど起こっています。多くの人々の油除去の努力もあってか、これらの事故においては、「海岸や海の生物・渡り鳥がひどい影響を受けたり、きれいな海岸が失われたという報告」は、これまで出されていません。ただし、エクソン・バルディーズ号事故(アラスカ)などのように、海外では自然環境に影響が出たこともあります。また、油に含まれる多数の化学成分が生物にどのような影響をもたらすのか、まだ完全にはわかっていません。

油が流れ出すような事故を起こさないようにすることや、流れ出た油の回収費用や油による被害を補償することは、船会社や石油会社などの油の輸送に責任を持つ会社の責任ですが、油流出事故やその被害を完全になくすこと、流れ出た油の被害を完全に補償することは困難です。

(質問) このため、船舶事故で流れ出た油から日本の海岸や海を守るために、あなたの家庭の税金が年間 円上昇するとしたら、あなたは賛成しますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対
3. 答えられない

追加質問5-1 「賛成」と答えた方におたずねします。

では、あなたの家庭の税金が年間 円上昇するとしたら、あなたは賛成しますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問5-2 「反対」と答えた方におたずねします。

では、あなたの家庭の税金が年間 円上昇するとしたら、あなたは賛成しますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問5-3 「答えられない」と答えた方におたずねします。

その理由は何ですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. もう少し時間や情報がないと判断できない。
2. 説明が難しく、意味がわからない。
3. 別の方法で調べてほしい。
4. その他 ()

質問6

質問5の質問金額に対するあなたの判断(回答)に、あなた自身どれほど納得していますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 十分納得している	2. 一応納得している	3. あまり自信がない
4. ほとんど自信がない		

質問7

国や地方自治体の仕事は政治家や役所が決めて実行しますが、あなたは、それらを政治家や役所に任せることができますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 任せることができる	2. 任せるほかない
3. 選挙の時に住民がチェックする必要がある	
4. 手間がかかるが、選挙の時以外にも住民がチェックする必要がある	
5. その他 ()	

ここからは、回答者ご本人について、お伺いします。

質問8

あなたの年齢、性別をお答えください。
(それぞれ、どれか一つに○をつけてください。)

年齢	1. 20代	2. 30代	3. 40代	4. 50代	5. 60代	6. 70以上
性別	1. 男	2. 女				

質問9

あなたの家族は、あなたを含めて何人ですか。

人

質問10

あなたの仕事を教えてください。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 会社や政府などの役員・議員・幹部	2. 自営業		
3. 会社員(事務系)	4. 会社員(技術系)	5. 会社員(労務系)	
6. 公務員(一般職員)	7. 団体職員(一般職員)	8. 自由業	
9. 専業主婦	10. 学生	11. 無職	12. その他 ()

質問11

あなたの会社または職業の種類をお答えください。
(どれか1つに○をつけてください。)

第1次産業	1. 農林業	2. 水産業	
第2次産業	3. 石油精製・石油製品関係	4. その他の第2次産業	
第3次産業	5. 海事関係	6. 観光関係	7. 石油流通関係
その他	8. 環境関係	9. その他の第3次産業	10. 無職

質問12

あなたの家庭の年収は、税込みでどのくらいですか(年金も含めます)。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 200万円以下	2. 200-300万円	3. 300-400万円
4. 400-600万円	5. 600-800万円	6. 800-1000万円
7. 1-1.5千万円	8. 1.5-2千万円	9. 2千万超

質問13

このアンケートの説明や質問のしかたに問題はありますか。
(どれか1つに○をつけてください。)

1. 特に問題はない	2. 問題がある
------------	----------

追加質問 「問題がある」と答えた方に質問します。

それはどのような問題か、下の欄に記入してください。

--

質問14

何かお気づきの点があれば、下の欄に記入してください。

--

以上、ご協力ありがとうございました。
このアンケートは、2度にわたって実施します。次のアンケートも、ご協力をお願いします。

港湾技術研究所 海水浄化研究室 担当: 鈴木武
〒239-0826 横浜須賀市長瀬3-1-1 TEL: 0468-44-5019

船舶事故による流出油の対策に関するアンケート（追加）

アンケートに回答いただき、ありがとうございました。先のアンケートは、アラスカ沖の原油事故の後にアメリカで行われた「渡り鳥保護についての調査」と同じような質問方法で、皆さんが「流出油から海岸を守るために必要と考える金額」を調査したものです。その結果、貴重なデータが得られましたが、その内容をさらに分析するために、再度、アンケートに答えていただく必要があります。どうか、ご協力をお願いいたします。

（お手数ですが、このアンケートは12月7日までに返送ください。）

平成10年11月 港湾技術研究所 海水浄化研究室

質問1

（説明）[第1回アンケートと同じです]

日本の周辺海域は多くのタンカーが行き交っています。例えば、1996年では、海外から日本にくる石油は年間4億トン（1万トンタンカーで4万隻分）、国内を移動する石油は年間2億トン（5,000トンタンカーで4万隻分）あり、この他に日本の近海を通過して外国と外国の間を行き来するタンカーもかなりあります。

また、1971年以降日本の周辺海域では、大きな油流出事故は9回ほど起こっています。多くの人々の油除去の努力もあってか、これらの事故においては、「海岸や海の生物・渡り鳥が再生できないほどの影響を受けたり、きれいな海岸が失われたという報告」は、これまで出されていません。ただし、エクソン・バルディーズ号事故（アラスカ）などのように、海外では自然環境に影響が出たこともあります。また、油に含まれる多数の化学成分が生物にどのような影響をもたらすのか、まだ完全にはわかっていません。

油が流れ出すような事故を起こさないようにすることや、流れ出た油の回収費用や油による被害を補償することは、船会社や石油会社などの油の輸送に責任を持つ会社の責任ですが、油流出事故やその被害を完全になくすこと、流れ出た油の被害を完全に補償することは困難です。

（質問）

日本周辺で発生する油流出事故の被害を少なくするための対策とその費用と内容を次のように仮定しました。それぞれの対策を実施すべきか、あなたの意見をお答えください。なお、対策を民間企業が実施する場合でも、原料や燃料に石油を使う様々な商品の値段に対策の費用が含まれるため、対策の費用はみなさんの生活費から支払われることになります。

（それぞれの対策ごとに、回答欄のなかのいずれかに○を記入してください。（複数回答可））

	新規対策（仮定）	費用（仮定） （今後20年間の必要額の大きさ）	回答欄 （どれかを選んでください。複数でもOK。）	対策の詳しい説明（仮定） （参考）
対策1	船の安全運転を徹底する 一般の安全運転のために、訓練を増やしたり、装置を整備したり、管理体制を強化したりする。	中	1. 企業が実施する 2. 国が実施する 3. それ以外が実施する () 4. 不採用 5. 答えられない	-日本周辺に限らず、輸送途中の国でも油流出事故が減る。 -外国の会社まで安全運転を徹底することは、かなりの努力が必要である。
対策2	企業が負担する事故補償の範囲をもっと大きくする	大	1. 企業が実施する 2. 国が実施する 3. それ以外が実施する () 4. 不採用 5. 答えられない	-流出油の除去費用や被害額をもっと幅広く補償することができる。 -流出油被害の補償の条約に加盟していない国がある。 -条約を変更する必要がある。 -流出油の被害自体を小さくすることはできない。 -環境悪化など被害額や被害者が定まらない場合は、補償を受けることができない。
対策3	タンカーのタンクを油が漏れにくい構造にする -タンカーのタンクを2重構造などにして、ある程度の事故が起こっても油が漏れないようにする。	大	1. 企業が実施する 2. 国が実施する 3. それ以外が実施する () 4. 不採用 5. 答えられない	-日本周辺に限らず、輸送途中の国でも油流出事故が減る。 -対策をとらない会社が出ると、規制の意味がなくなるので、世界中で厳しい取り締まりをする必要がある。
対策4	石油会社等の油回収船の数や能力を増強する	中	1. 企業が実施する 2. それ以外が実施する () 3. 不採用 4. 答えられない	-海岸に到達する前に、海上で油を回収することができる。 -事故が発生しないときに、その船をどのように使うかが課題。 -石油を輸送するために日本近海を通過するだけの石油会社等には、油回収船を日本に配備してもらおうことが、難しいかもしれない。
対策5	国の大型浚渫船（航路を掘る船）や大型ゴミ回収船、地方自治体のゴミ回収船に油回収装置をつける	中	1. 国が実施する 2. 地方自治体を実施する 3. それ以外が実施する () 4. 不採用 5. 答えられない	-大型浚渫船は大きなタンクを持っているので、かなり大量の油を回収することができる。 -ゴミ回収船は、機械で大量のゴミを海面から拾い上げる能力を持っているので、海面からガスが激しく蒸発しているときでも、油を吸い取るマットを大量に海面から拾い上げることができる。 -運航費は、やや高い。 -特殊な船なので、このような船は数が限られる。
対策6	海上保安庁の巡視船や自衛隊の護衛艦などに載せる大型の油回収装置を準備する	中	1. 企業が実施する 2. 国が実施する 3. 地方自治体を実施する 4. それ以外が実施する () 5. 不採用 6. 答えられない	-海岸に到達する前に、海上で油を回収することができる。 -油を大量に回収する場合は、とった油を貯める船を同行させる必要がある。 -運航費は、やや高い。
対策7	小型の油汲み取りポンプを多くの場所に準備する	中	1. 企業が実施する 2. 地方自治体を実施する 3. それ以外が実施する () 4. 不採用 5. 答えられない	-流出油が、海岸に漂着したときや、狭い場所に入って来たときでも、油を汲み取ることができる。 -漁船やタグボートなどに積めば、海上でも油を回収することができる。
対策8	ボランティアの受け入れ準備をしておく	小	1. 地方自治体を実施する 2. それ以外が実施する () 3. 不採用 4. 答えられない	-地方自治体にボランティアの受け入れ担当部署を設置する。 -ボランティアの受け入れ計画を作っておく。 -ボランティアのための宿泊、輸送、用具等の準備をしておく。 -過酷な条件のときなどに、ボランティアがかえって足手まといになる場合もある。
対策9	天然の微生物を使って油を分解する方法を研究する	小 (研究費の分です。)	1. 企業が実施する 2. 国が実施する 3. 地方自治体を実施する 4. それ以外が実施する () 5. 不採用 6. 答えられない	-岩や砂の隙間に滲り込んだ油を、分解することができる。 -海外では、油で汚染された土壌を回復するために、使われている。 -室内試験では数倍から数十倍の効果が得られたとの報告があるが、自然の海岸での効果はまだ明らかになっていない。 -微生物の栄養剤や別の場所にいる微生物を散布することで、自然がどのような影響を受けるのか、まだ確認されていない。 -大量に散布される化学薬品の油処理剤よりも環境への影響が少ないという意見もある。
対策なし	現状のまま -前回の対策1～9は全て実施しない。	なし	1. 採用 2. 不採用 3. 答えられない	-現在の体制で、可能な限り安全運転に努力する。 -現在の体制で、可能な限り油を除去する。 -油の被害額や除去費用は、補償額間の査定や裁判の結果に従って支払われる。被害者が一方的に求める補償は認められない。 -環境悪化など被害額や被害者が定まらない場合は、補償を受けることができない。 -船会社に過失がない場合は、条約で補償限度が約225億円と決まっている。

裏面につづく→

追加質問一つでも「答えられない」と答えた方におたずねします。
その理由は何ですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. もっと情報がないと判断できない。
2. 自信がないので回答できない。
3. 説明が難しく、意味がわからない。
4. 別の人に聞いてほしい。
5. その他 ()

質問 2

質問1の各対策に対するあなたの判断(回答)に、あなた自身どれほど納得していますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 十分納得している
2. 一応納得している
3. 自信がない

質問 3

質問1の各対策の「詳しい説明」は理解できましたか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 理解できた
2. 理解できなかった
3. 「詳しい説明」は読んでいない

質問 4

質問1で漏れている対策があると思いますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 大きな漏れがある(漏れている内容:)
2. 大きな漏れはない
3. わからない

質問 5

質問1の各対策についての記述は、正しい説明だと思いますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 正しくない部分がある(正しくない部分:)
2. 概ね正しい
3. わからない

質問 6

質問1で「実施する」を選んだ対策を実施するため、企業などが費用を支払った結果、物価が上昇するなどしてあなたの家庭の生活費が年間 円よけいにかかるとしたら、あなたは賛成しますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対(金額が大きすぎる)
3. 反対(企業が全てを負担すべき)
4. 答えられない

質問 7

質問1で「実施する」を選んだ対策を実施するため、費用を税金で支払う部分(事故が起こった場合は、船会社等に請求できる範囲で費用を請求します。)に対して、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。ただし、この金額だけ、他の政府予算が削減されることにします。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対(金額が大きすぎる)
3. 反対(税金を使う発想自体が間違い)
4. 答えられない

追加質問 7-1『賛成』と答えた方におたずねします。

では、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問 7-2『反対』と答えた方におたずねします。

では、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問 7-3『答えられない』と答えた方におたずねします。

その理由は何ですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. もっと情報がないと判断できない。
2. 自信がないので回答できない。
3. 説明が難しく、意味がわからない。
4. 別の人に聞いてほしい。
5. その他 ()

質問 8

質問7の質問金額に対するあなたの判断(回答)に、あなた自身どれほど納得していますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 十分納得している
2. 一応納得している
3. 自信がない

質問 9

質問1の「国などの大型廃船やごみ回収船に油回収装置をつける」対策の費用に、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。ただし、この金額だけ、他の政府予算が削減されることにします。(どれか1つに○をつけてください。)

い。

1. 賛成
2. 反対(金額が大きすぎる)
3. 反対(税金を使う発想自体が間違い)
4. 答えられない

追加質問 9-1『賛成』と答えた方におたずねします。

では、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問 9-2『反対』と答えた方におたずねします。

では、1家庭あたり年間 円分の税金を使うとしたら、あなたは賛成しますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 賛成
2. 反対

追加質問 9-3『答えられない』と答えた方におたずねします。

その理由は何ですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. もっと情報がないと判断できない。
2. 自信がないので回答できない。
3. 説明が難しく、意味がわからない。
4. 別の人に聞いてほしい。
5. その他 ()

質問 10

政府が対策を検討する初期段階で情報を得るため、対策に使用しても良いと国民が思っている金額を調べると仮定します。

その場合、第1回アンケートのように全体の説明から金額を質問する方法と、第2回アンケートのように対策についてある程度の情報を示して金額を質問する方法では、どちらが適切な方法だと思いますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 質問などを工夫すれば、第1回のような方法が良い
2. 第2回のような方法が良い
3. 第2回よりも更に具体的な説明をして、質問する方法が良い
4. 具体的な案がまとまる前に国民に金額を質問しても、有効な回答は得られない。
5. そもそも国民に金額を質問しても、あまり意味がない。
6. その他 ()

追加質問

それは主にどのような理由ですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. より多くの方が回答しやすい
2. より正しい回答をすることができる
3. 様々な仮定が少なくなる。
4. 時間や費用を節約することができる
5. その他 ()

質問 11

このアンケートの説明の内容や質問のしかたは公正だと思いますか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. 概ね公正だと思う
2. 公正ではないと思う
3. わからない

追加質問「公正ではない」と答えた方に質問します。

どのような点を修正する必要があるか、下の欄に記入してください。

質問 12

このアンケートの結果が不適切に使用される心配をお持ちですか。(どれか1つに○をつけてください。)

1. かなり心配がある
2. 少し心配がある
3. 特に心配してない
4. わからない

質問 13

何かご意見があれば、下の欄に記入してください。

以上、2度にご協力ありがとうございました。

なお、本アンケートは研究のために実施しているもので、流出油対策に関する運輸省及び海上保安庁の公式報告は、運輸白書(H9年度)、海上保安白書(H9年度)ならびに運輸省のホームページに掲載されていますので、関心がある方はご覧ください。

港湾技術研究所 海水浄化研究室 担当: 鈴木武
〒239-0826 横浜賀市長瀬3-1-1 TEL: 0468-44-5019