

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00692

研究課題名(和文) 気候変動対策に関する利他的便益を考慮した効用関数の推定と費用便益分析モデル

研究課題名(英文) Cost benefit analysis framework and social welfare function on climate change policy considering altruistic benefits

研究代表者

板岡 健之 (Itaoka, Kenshi)

九州大学・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授

研究者番号：90553959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：従来の気候変動施策に対する費用便益分析(CBA)において、明示的に考慮されていない利他的便益を推定するため、気候変動影響対策について利他的便益を考慮した表明選好法調査(選択実験)を日本、米国、インドネシア(標本サイズは各国1000)で実施した。分析結果、健康被害削減を問うた質問では、利他的便益である他国のリスク削減に対して自国のリスク削減と大差ない支払意思額(WTP)が計測され、自国のリスク削減に対するWTPから2%の純粋時間選好が推定された。現代と将来の健康被害、物的被害、生態系被害の削減を合せてWTPを問うた場合、利他的便益の占める割合の大きい将来リスク削減が重視されることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究によって推定された利他的WTPの大きさから、気候変動対策の効果は利他的便益である他国将来のリスク削減に寄与する部分が多いとしても、対策国のWTPで評価することが全く不適切とは言えないことが示された。一方、他国の健康被害削減である利他的便益に関しては正の時間選好が示されず、被害全体に将来のリスク削減に対して一貫して重視する選好が推定されたことから、利他的便益を主とする気候変動対策の評価では割引率はあっても非常に低くすべきことが示された。これは、現在のCBA手法に割引率の点で大きな変更を求めるものであり、これにより気候変動対策の便益の金銭評価額は大きく上昇する可能性があることが示された。

研究成果の概要(英文)：Considering the magnitude of altruistic WTP estimated in this study, it is not necessarily inappropriate to evaluate effects of climate change measures using WTP estimated in a country executing the measures although the effects of the measures happen mainly in the other countries.

Meanwhile, because positive time preference was not observed for altruistic benefit (risk reduction of other countries) and future risk reduction on all climate change damages is consistently highly evaluated in public, the discount rate used in climate change measures evaluation should very low or zero. This finding requests traditional method of CBA on climate change measures to change conventional discount rate. Accordingly evaluated monetary benefits of climate change measures can be increased significantly.

研究分野：エネルギーシステム分析、環境経済

キーワード：気候変動対策 費用便益分析 利他的便益 支払意思額 確率的生命価値 コンジョイント分析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

気候変動対策の大幅な推進が必要とされている。現状の気候変動対策は基本的削減目標がまず先にあるため、主に費用対効果の観点、例えば削減量に対する費用の比較等を通じて検証されているが、これは削減しなければならないからどれだけ安くやれるかといった議論であってなぜやるべきかについては定量的に議論されていない、本来の費用対便益の観点、つまり対策費用をかけてもそれを上回る社会的便益があるからやるべきかといった議論を行う費用便益分析(以降 CBA と呼ぶ)とは説得力が違ふといえる。この点に立ち返って気候変動政策に関する費用便益分析(以降 CBA と呼ぶ)を行って、大掛かりで緊急な対策の必要性を主張したのが、Stern et al. (2007)である。Sternらの検討は、基本的に CBA の基礎となる伝統的な経済学の枠組みを踏まえた上で、CBA の条件設定にいくつかの特別な設定を置き(特に極端に低い割引率を設定し)、早く大掛かりな対策によって大きな便益がもたらされることを示した

しかしながら伝統的な枠組みでの気候変動対策に関する CBA 手法は、現状の気候変動に対する市民の選好態度と合致していない点があると考えられる。それは気候変動における利他的便益の考慮である。厚生経済学では、便益は財のもたらす効用を得るにあたって支払ってよいと思う金額(支払意思額:以降 WTP と呼ぶ)として経済的評価したものであり、個人の主観評価を基礎としている。さらに利己的な便益を追求する合理的個人が基本的には仮定されており、CBA を構成する重要な経済評価パラメータは利己的便益として評価されたものである。例えば、健康被害評価の最重要パラメータである、確率的生命価値(以降 VSL と呼ぶ)はあくまで個人の自己の死亡リスク削減のために示された WTP に基づいて推計されている。

実際、個人の購買活動はほとんど個人(家族も含む)の利己的な欲求の追求のためのものであるが、気候変動問題に限って考えると事情は異なっているのではないか。例えば、どう見ても直ちに個人的な便益をもたらすとは思えない CO<sub>2</sub> の排出削減に対する WTP が観察されている(例えば Achnicht, 2012)。これはほとんど他者の便益のための WTP ではないかと考えられる。社会における現実の気候変動対策の議論は現世代の利他的便益(利他的配慮)と利己的費用の間で検討が行われているのではないかと考えられる。つまり温暖化の影響の大半は将来世代、特に途上国(先進国においては他国)において発生すると予測され(Pachauri et al., 2014) 将来世代や他国市民という他者への影響の削減のために、現在世代がどの程度のお金を割いて対策が打てるかという議論である。これらを考慮すると、個人の効用を基礎に置く経済評価の観点からは、気候変動対策の便益評価においては利他的な便益を明確に評価していくことが現状の人々の行動に合致していると考えられる。

### 2. 研究の目的

従来の気候変動施策に対する CBA おいて明示的に考慮されていない利他的便益を、新たに CBA に導入することを想定しつつ気候変動対策における利他的便益に対する支払意思額(WTP)を推定し、CBA 手法の改善に貢献することを目的とする。これにより、現実との整合性の面において、気候変動対策についての CBA の理論的正当性が高まると同時に、CBA 評価の不確実性を低減し、政策判断材料の一つとして意義を向上させることができると考えられる。

### 3. 研究の方法

CBA 評価においては、すべての費用と便益は金銭単位で評価される必要がある。利他的便益も、それが具体的に何であれ、CBA 評価に導入するには金銭評価されなければならない。金銭評価は、基本的には評価対象に対する支払意思額(WTP)を評価することである。本研究では WTP 推定のための手法として、表明選好法調査(コンジョイント分析)を採用した。調査の中心となるコンジョイント質問の選択肢プロファイルの属性として、気候変動の影響被害そのものを取り上げ、環境外部被害評価手法やライフサイクルインパクトアセスメントにおける典型的な最終被害評価対象(Istubo et al., 2012)を採用した。これらの被害対象は気候変動を含む様々な環境影響分野において、様々な影響経路を経て共通する最終被害評価対象(保全対象、LCIA の safe guard subject)である。被害対象は市場財と非市場財に分けられ、市場財は経済的影響とも呼ばれる物的な資産影響であり、非市場財の主なものは、健康影響と生態系影響である。物的な資産影響に関しては、被害として GDP 減少、健康影響に関しては被害金額が大きい死亡リスク影響、生態系影響に関しては長期的種の絶滅影響を代表させ、コンジョイント質問の属性とした。気候変動対策により、これらの被害リスクを削減する異なる政策パッケージを選択肢とし、その中に属性として政策実施に必要な税金を導入した。社会調査の結果、これらの属性の評価から導かれる効用関数における金銭単位である税金と他の属性との限界代替率を算出することにより、他の属性に関する金銭評価が可能となる。

このような仮定の気候変動政策パッケージを選択肢とするコンジョイント質問に回答者に真剣に答えてもらうため、状況設定(想定への依頼)や気候変動被害・対策に関する情報提供を含んだ調査票の開発を行った。調査票の開発においては、計4回のフォーカスグループを実施し、状況設定や、選択肢を構成する属性の検討、質問や提供情報の分かりやすさなど、多岐にわたる点について検討を行った。最終的に採用した回答者に想定を依頼する文は以下のとおりである。

「温暖化対策は、世界共通の課題であり、国連を中心に世界各国で対策が進められています。今後、パリ協定(2015年)で示されたように、資金・技術面で先進国と途上国が協力して対策を進めて行くことが想定されます。そのような場で、将来の温暖化対策のパッケージが検討されて

おり、その効果が以下の様に試算されているとお考え下さい。」

この想定の下、気候変動による被害と対策を健康被害、物的被害、生態系被害の3つに分けて説明する情報提供を行い、次のような気候変動対策政策パッケージを選択するコンジョイント質問を行った。

「以下のような対策パッケージAあるいはBについて、あなたは税金増加を受け入れて、実施することを支持しますか。あなたは対策なしを支持することもできます、その場合は税金の増加はありません。支持するものを一つお選びください。」

コンジョイント質問は、(1)気候変動対策による効果発生時期と場所の異なる健康被害削減と税金増加額を選択肢プロファイル属性としたものと(図1)、(2)効果発生時期の異なる健康被害削減、物的被害削減、生態系影響削減、税金増加額を選択肢プロファイル属性としたもの(図2)の2種類用意した。

社会調査は2018年12月から2019年3月にかけて日本、米国、インドネシアの3か国の(標本サイズはそれぞれの国で1000、合わせて3000)でインターネットアンケートにより実施し、社会調査結果を混合ロジットモデルにより分析した。推定した効用モデルにおいては、温暖化対策実施に対するASQ(Alternative Specific Constant: ある選択肢に固有の固定項)を導入した。本研究でのコンジョイント質問では、現状維持(status quo)の選択肢として、税金の増加を伴う新たな気候変動対策パッケージ導入を支持しないという選択肢を用意しており、ASCはこのような現状維持の選択肢を選ばず提示された気候変動対策のパッケージのどちらかを選んだ際に対策パッケージの効果とは無関係に発生する効用を定数項として評価するものである。利他的効用(将来世代温暖化影響リスク削減、他国の温暖化影響リスク削減)と利己的効用(現在世代かつ自国の温暖化影響リスク削減)に分けて属性係数とWTP推定を行った。

被害分類	場所	発生時期	対策なし 被害量	対策パッケージV 被害量 (被害削減量)	対策パッケージW 被害量 (被害削減量)
健康被害	自国	現在-2050年まで 毎年 (10万人当たり)	5人	5人 (削減無し)	3人 (2人削減)
(年間死亡被害)		2050-2100年 毎年 (10万人当たり)	14人	11人 (3人削減)	14人 (削減無し)
	他国	現在-2050年まで 毎年 (10万人当たり)	10人	5人 (5人削減)	2人 (8人削減)
		2050-2100年 毎年 (10万人当たり)	28人	28人 (削減無し)	14人 (14人削減)
世帯当たり年間税金負担額		今後 毎年	0円	7万円	12万円
		支持する物をお選びください。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

図1 コンジョイント質問(1)

被害分類	被害発生時期	対策なし 被害量	対策パッケージX 被害量 (被害削減量)	対策パッケージY 被害量 (被害削減量)
健康被害 (年間死亡被害)	現在-2050年まで 毎年 (10万人当たり)	8人	8人 (削減無し)	6人 (2人削減)
	2050-2100年 毎年 (10万人当たり)	24人	18人 (6人削減)	24人 (削減無し)
物的被害 (年間物的被害)	現在-2050年まで 毎年	GDP 3.0%分	GDP 2.0%分 (1.0%削減)	GDP 2.5%分 (0.5%削減)
	2050-2100年 毎年	GDP 7.5%分	GDP 7.5%分 (削減無し)	GDP 6.0%分 (1.5%削減)
生態系被害 (長期的種の絶滅被害)	現在-2100年 徐々に発生 (世界の保全の重要性の高い地域*で 動植物種8万種の内の絶滅割合)	50%が絶滅	30%が絶滅 (20%削減)	50%が絶滅 (削減無し)
世帯当たり税金負担額	今後 毎年	0円	3万円	7万円
	支持する物をお選びください。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*南米アマゾンやガラパゴス諸島、アフリカ・マダガスカル、ロシア極東のアムール川流域、北極海など、生物多様性が豊かな35地域。

図2 コンジョイント質問(2)

#### 4. 研究成果

質問(1)に関するWTP推定結果を表1に示す。WTPの値は、被害削減に関する推定された属性係数を税金負担額(増加額)の属性係数で除したものである。ここで、税金負担額の属性係数は危険率1%以下となっている。属性係数の中で、自国で現在から2050年に発生する被害削減効果は、社会全体の被害リスクを削減する利他的便益と自己の被害リスクを削減する利己的な便益を含み、自国で2050年~2100年に発生する効果は、回答者の将来の被害リスク削減なので約30年後まで生存する可能性のある年齢によって利己的便益を含む。他国で現在から2050年と

2050年～2100年に発生する効果)は利他的便益と考えられる。

3か国のサンプルを合わせた全体の分析では、気候変動対策へのASCも含めて、全ての係数が有意となり、国別の分析では日本の自国での効果と米国のASC、インドネシアの他国現代の効果を除いて全ての係数が有意となった。米国、インドネシアのサンプルおよび全体を合わせたサンプルでは、利己的便益が占める割合の大きいと推定される自国の現在から2050年のリスク削減に対するWTPが最も大きく、他のリスク削減に対するWTPはそれより小さくある程度近い値であることが示された。日本だけ、自国のリスク削減に対する属性係数は有意ならず、日本ではもっぱら利他的便益である他国のリスク削減にWTPを示したことが明らかになった。

表1 コンジョイント質問(1)を通じたWTPの推計結果

対策効果による削減被害分類	対策効果発生場所	対策効果発生時期	単位	日本	米国	インドネシア	3か国全体
気候変動対策に対するASC			US\$	356 **	-	3,566 **	1,256 **
健康被害 (年間死亡被害)	自国	現在-2050年まで	US\$/10万人あたり死亡者数	-	50 *	43 **	27 **
		2050年～2100年		-	39 **	19 **	18 **
	他国	現在-2050年まで		11 *	31 *	-	16 **
		2050年～2100年		12 **	30 **	23 **	20 **

\*5%危険率以下(属性係数のp値), \*\*1%危険率以下(属性係数のp値)

気候変動対策に対するASCは、日本とインドネシアで有意となり正のWTPが計測されているが、インドネシアのASCの値は相当大きな額となっている。インドネシアの平均所得を考慮すると日本のASCの十倍近い値は奇異に感じられる。これは、インドネシアのサンプルが高収入層と高学歴層に偏ったものになっていることが原因と考えられる。インドネシアのサンプルは他の2国と比べるとサンプルの代表性が大きく劣っていると言うことができ、今回の調査結果からインドネシア市民の一般傾向を語ることはできない。これは本研究における課題の一つと言うことができる。

3か国全体サンプルで推定された効果の発生時期が異なる自国のリスク削減効果は、方や現在から効果が発生し、方や効果が30年後から発生するというので、効果発生タイミングが30年ずれている。WTPは毎年のリスク削減に対する毎年の支払いとして示されているため、効果と支払の期間は一致している。したがって2つのWTPは発生時期が30年異なる同じような便益と考えられ、割引の考え方から純粋時間選好(割引率)推定が可能と考えられる。この考えから割引率を推定すると3か国全体サンプルの場合2%の値となった。他国のリスク削減に関しては、将来の健康リスク削減に関するWTPの値が現在の値よりも大きく、正の時間選好は考察されなかった。評価対象である死亡リスクの削減に対するWTPからは、VSLの算出式( $VSL = \text{死亡リスク削減量に対するWTP} / \text{死亡リスク削減量}$ )(例えばKrupnick, 2007)適用することによりVSLに相当する値が算出できる。ここで、10万人あたり1人の死亡リスク削減、すなわち0.00001の死亡リスク削減に対するWTPとして算出されているので、例えば米国の現在の死亡リスク削減によるWTPの値US\$50を0.00001で除することにより、VSLに相当する値はUS\$5百万となる。この値は、個人の死亡リスク削減に対するWTPを基に算出する伝統的VSLとWTPの対象という点でやや異なるが、先進国で政策評価に利用されるVSL(United States Environmental Protection Agency, 2018)に近いものである。

質問(2)に関するWTP推定結果を表2に示す。WTPの値は、質問(1)の場合と同様に被害削減に関する推定された属性係数を税金負担額(増加額)の属性係数で除したものである。ここで、税金負担額の属性係数は危険率1%以下となっている。この質問は温暖化対策における包括的な被害リスク削減効果をもたらす政策パッケージを選択するものであるが、被害削減効果の発生する場所を自国と他国に分けていないため、全て回答者に関係する利己的便益と利他的便益が効果に含まれていると考えられる。ただし、時間軸では健康被害リスク削減と物的被害リスク削減それぞれに対して現在から2050年に発生効果と2050年～2100年に発生する効果に分けており、後者は明らかに利他的便益が占める割合の大きいと考えられる。

分析結果では、3か国のサンプルを合わせた全体の分析では、気候変動対策へのASCと、将来の2050年～2100年の健康被害リスク削減、物的被害リスク削減、生態系影響リスク削減の係数が有意となり、国別の分析では日本の自国での健康被害リスク削減が有意になっている点、インドネシアで将来の物的被害リスク削減が有意になっていない点以外は、全体での傾向と合致するものである。ただし、質問1)の傾向と比べると、現在～2050年までの健康被害削減の係数が有意になっていない点が、整合しない結果となった。2つの質問の回答に共通する強い傾向としては、将来2050年～2100年の被害リスク削減に対するWTPが一貫して示されている点である。

表2 コンジョイント質問(2)を通じた WTP の推計結果

対策効果による削減被害分類	対策効果発生時期	単位	日本	米国	インドネシア	3か国全体
気候変動対策に対するASC		US\$	758 **	-	2,280 **	-
健康被害 (年間死亡被害)	現在-2050年まで	US\$/10万人あたり死亡者数	15 *	-	-	-
	2050年～2100年		-	91 **	24 *	24 **
物的被害 (年間物的被害)	現在-2050年まで	US\$/%GDP	-	-	-	-
	2050年～2100年		41 **	-	-	40 *
生態系被害 (長期的種の絶滅被害)	2050年～2100年	US\$/%絶滅危惧種	-	85 **	27 **	22 **

\*5% 危険率以下 (属性係数のp値), \*\*1%危険率以下 (属性係数のp値)

気候変動対策に関する CBA 手法に関する示唆を整理する。他国の現在世代および将来世代の健康リスク削減に対する WTP の大きさは、自国の将来世代のリスク削減に対する WTP と近く、利他的便益に対する共通性が見られた。これらから、温暖化対策の効果は利他的便益である他国将来世代の被害リスク削減に寄与する部分が大いとしても、それを対策国の WTP で評価することがまったく不適切とは言えないことが示された。また、推定された利他的 WTP の大きさから、温暖化対策の便益 (United States Environmental Protection Agency, 2015) は一般的な VSL を用いた場合に近いことが示された。これらは現状の CBA 手法に対して肯定的な点である。その一方、他国の健康被害削減である利他的便益に関しては正の時間選好が示されず、評価対象被害全体において現在のリスク削減に対する選好が一貫しない中、将来のリスク削減に対しては一貫した選好が推定されることから、利他的便益を主とする温暖化対策の評価では割引率はゼロ (評価期間を限定する必要が発生する) あっても非常に低くすべきことが示された。これは、現在の CBA 手法に割引率の点で大きな変更を求めるものであり、これにより温暖化対策の便益の金銭評価額は大きく上昇する可能性があることが示された。

本研究における問題点としては、2 つ目のコンジョイント質問の設定 2 種類のコンジョイント質問の結果が完全に整合しない点や、質問票では利己的なものと利他的なものの混じった便益に関しての利他的便益程度が分からない点、情報提供の影響が不明な点、サンプルの偏り (インドネシア)、米国の結果の適合性の程度が他国より低い点、などが挙げられる。本研究は気候変動対策における利他的便益に対する WTP を評価するという新たな試みであり、今後質問票の改善や、よいサンプル得る手段の工夫による、より精度の高い評価分析を実施することが課題と考えられる。

#### < 引用文献 >

- Stern, N. H. (2007). The economics of climate change: the Stern review. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Achtnicht, M. (2012). German car buyers' willingness to pay to reduce CO<sub>2</sub> emissions. *Climatic change*, 113(3-4), 679-697.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). *Ippc*.
- Itsuno, N., & Inaba, A. (2012). LIME 2. *JLCA News* Life-Cycle Assess Soc Japan, 16.
- Krupnick, A. (2007). Mortality-risk valuation and age: stated preference evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 1(2), 261-282.
- United States Environmental Protection Agency (2018). Mortality Risk Valuation, (<https://www.epa.gov/environmental-economics/mortality-risk-valuation>), 2020 年 3 月 20 日閲覧
- United States Environmental Protection Agency. (2015). Regulatory Impact Analysis for the Final Standards of Performance for Greenhouse Gas Emissions from New, Modified, and Reconstructed Stationary Sources: Electric Utility Generating Unites. North Carolina: Author.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kenshi Itaoka
2. 発表標題 Estimation of altruistic benefits of GHG emission reduction for low carbon technology evaluation
3. 学会等名 The 4th European Technology Assessment Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----