

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点 — 技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして —

大 瀧 正 子

はじめに

1. 地球温暖化の累積性と経済的影響
2. 地球温暖化の経済分析結果と割引率の設定
 - 2.1. ノードハウス, クライン, スターンによる温暖化対策の相違点
 - 2.2. ノードハウス, クライン, スターンの割引率の選択
3. 将来世代の厚生評価に関する問題点
 - 3.1. 技術代替性の設定の問題点
 - 3.2. 地球温暖化問題の特性を考慮に入れた割引率の設定

おわりに

はじめに

IPCC (2007) の第4次報告書では、2100年における大気中の温室効果ガスの濃度や地球温暖化によって不可逆的な影響が生じると予測されている。そこで問題となるのは、過去から現在までの経済活動等を起因とした温室効果ガスの蓄積が、空間的に国境を超えるだけでなく、時間的にも現世代と共通の時間を有さない将来世代の厚生 (Welfare) に及ぼすと予想される影響をどのように評価し、適切な対応を講じるべきかである。そこで、世代を超える地球環境問題の分析では、世代間の衡平性を確保するために将来世代の厚生に配慮した現世代の経済活動のあり方、すなわち、現世代はどのような (規範的) 基準をもって行動すべきかが重要な課題となる。

この課題に関して、経済学の主流派である新古典派経済学では、金融市場で成立する長期利子率等で将来世代の経済厚生を割り引いて (現在価値に換算したうえで) 評価をしたり、自然資本と人工資本の間の技術的な代替性を前提にして影響を評価したりすることによって、結果

的に将来世代に比して現世代がより多くの資源の消費を合理化（正当化）する傾向が強かった。

そこで、本稿では、地球温暖化問題の経済学的分析に関して、割引率と資本間の技術的代替性の設定によって、将来世代の厚生に影響を及ぼすことを経済理論のおよび規範的観点から検証する。

本稿の構成は次の通りである。1.では、地球温暖化問題の特性が、温室効果ガスの累積的かつ長期にわたって地球環境に不可逆的な影響を及ぼし、経済学的に温暖化の費用と便益が世代間の厚生に対して影響が及ぶことを示す。そして、2.では、地球温暖化問題の経済的分析に関して、温暖化緩和のための費用と便益を計量的に分析した経済学者ノードハウス (Nordhaus (1994), 同 (2000)), クライン (Cline (1992), 同 (1994)), スターン (Stern (2007)) の研究を取り上げ、将来世代の費用と便益を現在価値に換算する際の割引率設定の違いに焦点を当てる。特に、三人の間で温暖化対策の結論がどのような割引の理論的背景から導かれているのかを比較、検討する。3.では、温暖化対策の割引率設定における将来世代の厚生評価の問題点を指摘する。現世代の過大な資源消費を正当化する相対的に高い割引率設定に関しては、資本間の代替可能性をどのように想定するかによって、将来世代の厚生の評価が変わる可能性を分析する。最後に、地球環境の「持続可能性 (Sustainability)」を実現するためには、世代間の厚生の衡平性が確保される割引率を設定することが重要であることを提示する。

1. 地球温暖化の累積性と経済的影響

IPCC (2007) によると、二酸化炭素をはじめとした温室効果ガスの排出は、現在の経済活動のみならず、産業革命期以降の長期にわたる活動が起因となり、累積したものである。そして、温室効果ガスの影響は、大気中に滞留する時間が超長期的であり、濃度変化に対する反応は地球の放射強制力¹⁾によって時間的間隔が長くなるため、空間及び時間を超えて、人類の生活基盤に与える影響は「累積的」となる。これまでに累積的な温室効果ガスの影響は、国家間・地域間では異なるが、2005年の米国の大型ハリケーンや2007年のバン格拉ディッシュのサイクロン（熱帯低気圧）を引き起こした可能性が強いとみられている。

地球温暖化問題を引き起こす温室効果ガスに関しては、世代を超えた長期的視点から検証することが必要である。温室効果ガスの排出は、すでに存在しない「過去世代」と、現存する「現世代」による選択の累積に依存しており、その選択による影響が一時的現象ではなく、長期に及ぶ。そして、温室効果ガスの累積性の影響は、先進国、開発途上国地域をはじめとした国・地域の空間的、時間的隔たりを超えて、未だ存在しない「将来世代」の自然資源や環境利用可能性を狭めたりすることを通じて、将来世代の厚生に正・負両面の影響を及ぼすとみられ

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧 2)。したがって、温室効果ガスの影響は、地球温暖化を通して「将来世代」に対する被害の増加として顕在化する傾向がある (Weiss (1989))。よって、地球温暖化問題における温室効果ガスを緩和する対策では、地球温暖化の長期の累積的影響を考慮に入れることが検討課題となる。

そこで、京都議定書に代表されるように温暖化抑制・緩和策 (以下、「温暖化対策」とする) では、累積的な温室効果ガスの影響を評価する分析手法が必要となる。温暖化対策に関しては、気候変動枠組条約第 2 条において「気候系に対して危険な人的干渉を及ぼすこととしない水準に温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである」としている。つまり、温暖化対策の実施に関しては、温室効果ガス濃度の安定化が実現したとしても、一方で経済開発に制約が課せられるような多大な費用を負担する場合には目的に沿わない政策とみなされてしまうのである。このため、温暖化対策では、温室効果ガス排出によって生じる費用と便益を比較、検討することが必要となる。

温暖化対策の費用と便益を比較する経済学的手法としては、「費用便益分析 (cost-benefit analysis)」を用いることができる。確かに、費用便益分析は、公共政策における意思決定と同じように、環境政策においても生態系への不確実な損害などを貨幣価値で評価することは本来困難である。しかし、費用便益分析では、環境保護や経済活動規制に要する費用を試算したり、経済活動の規制に慎重姿勢を示したりする場合の根拠として利用されてきた。一方で、温暖化対策に費用便益分析を用いる場合には、未だ存在していない将来の温暖化による損失回避の便益よりも費用負担が早く発生することから、一般的な公共政策とは費用と便益の評価において、時間的間隔が異なることを見過ごしてはならない。

したがって、地球温暖化問題は、国境を超えた影響のみならず、時間的視野が極めて長い特性をもつことから、地球温暖化の緩和のための費用負担は、地球温暖化の累積性と将来世代の経済的影響の評価において、現在のみならず、将来世代の厚生を含めた長期的な時間的間隔が必要となるのである。

2. 地球温暖化の経済分析結果と割引率の設定

地球温暖化問題の特性は、温室効果ガスの累積的影響と将来世代の厚生に大きく影響が及ぶことから、長期的な温暖化の進行が説明できる。一方で、温暖化対策を導入する際に、費用と便益に時間的間隔が発生するため、長期的な費用の算出は分析者によって大きな相違がみられる。つまり、温暖化対策の推進自体をめぐっては「温度差」が見受けられることになる。その

原因には、温暖化対策の異時点間の費用・便益の経済的評価が、個人もしくは社会の時間選好と相俟って、異時点間の費用と便益の発生時期が「割引率 (discount rate)」の設定の違いにある。

そこで、2. では、温暖化対策の推進をめぐって「温度差」が明らかになった具体的事例として、ノードハウス、クライン、スターンの温暖化の経済学的分析の研究結果を取り上げる。そして、三人の研究結果から温暖化問題の異時点間に発生する費用・便益の導出が、割引率の設定水準の理論的背景において異なることを検証し、割引率の設定水準によっては地球温暖化の費用と便益が将来世代の厚生に影響を及ぼすことを確認する。

2.1. ノードハウス、クライン、スターンによる温暖化対策の相違点

費用便益分析は一般的に公共政策を実施すべきかどうかを判断する際に、社会的な効果と損失を貨幣単位で推計し、効果が損失を上回れば政策を実施し、逆であれば中止するという選択に利用されている。そして、その判断が望ましいか否かの基準には経済厚生観点から「パレート最適性」が採用されている³⁾。なお、費用便益分析の効果と損失が及ぶ主体は、共通の時点に存在すると仮定されている。

これに対して、温暖化対策に費用便益分析を適用する場合は、費用を負担する世代と便益を受ける世代が異なる。そのため、異時点間の「費用」と「便益」に関して、経済学的に割引率を用いてどのように評価すればよいのかといった議論から始める必要がある⁴⁾。

地球温暖化問題において現世代が負担する社会的「費用」とは、羅・林 (2005) によれば、三つからなる。平均気温の上昇による異常気象、海面上昇、生態系の変化などによる影響及び感受性の損失に要する損害費用 (damage cost) がある⁵⁾。そして、急速な気候変化による損害を和らげたり、あるいは回避したりするために社会経済システムの行動調整 (インフラ設備、技術等) に要する適応費用 (adaptation cost) と、温室効果ガスの削減と吸収源を増加させたりして、温暖化の進行度を遅らせるために要する緩和費用 (mitigation cost) がある⁶⁾。これに対して、将来世代が享受する社会的「便益」とは、現世代の費用負担によって回避される将来の温暖化に伴う損失とみなすことができる。つまり、現時点において温暖化の改善策をとらなかった場合には、温暖化に伴う損害額が将来世代にとっては負 (マイナス) の「便益」となる。したがって、温室効果ガスの排出抑制を目的とした温暖化対策では、「費用」を負担する現世代が、将来世代の「便益」のためにどこまで対策を推進すべきか、すなわち、温暖化対策の費用を負担するのが望ましいのかといった問題が分析の対象になる (Fankhauser (1995) ⁷⁾。

1990年代初頭から現在まで、温暖化対策の異時点間の費用便益分析に取り組んだ先駆的な経済学者には、イエール大学経済学部のウィリアム・ノードハウス (William Nordhaus)、ピー

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧

ターソン国際経済研究所グローバル開発センターの主任研究員ウィリアム・クライン (William Cline)⁸⁾, および元世界銀行チーフ・エコノミストのニコラス・スターン (Sir Nicholas Stern) の三人が代表的である。しかし、温室効果ガス排出抑制の政策判断をめぐって、三人の経済学者の間では結論が異なる。そこで、以下では三人の経済学者の間における政策判断の相違を提示した上で、その相違が異時点間の費用便益分析に設けられた割引率の理論にあることに焦点をあてて当てて検証する。

まず、ノードハウス (1994,同 (2000)) は、最適成長論を基礎とした「気候と経済に関する動学的統合モデル (DICEモデル)」を用いて分析をした。ノードハウスは、温室効果ガスの濃度や排出量の安定化目標とは切り離した上で、一人当たり消費効用の現在価値の最大化を実現する最適成長経路を温暖化対策として提示した。つまり、最適成長経路をもとにして、地球温暖化による限界費用と限界便益の均等化は、温暖化ガス排出量を市場における炭素集約的な投入量や産出量の価格の調整によって制御可能であると想定している。ノードハウスの温暖化対策のシミュレーションによると、近い将来では排出抑制割合が大きくなるに従い抑制費用が急激に上昇するため、現世代の「負担」の大きさを考えると短期的な排出抑制に費用をかけるよりも、長期継続的に排出削減効果が期待できる温室効果ガス削減の技術開発に重点を置くほうが効率的な「温暖化政策経路 (climate-policy ramp)」とした⁹⁾。つまり、温暖化対策の「温暖化政策経路」とは、直接的な排出削減規制よりも、温室効果ガス排出量に対して相対的な安価な炭素税を導入することによって、企業の排出削減の技術開発が促進され、削減費用の上限が予測可能なので効率的だと説明される。それに加えて、温暖化対策における技術開発は、将来的に温室効果ガスの抑制方法だけではなく、生産効率的な削減経路であるとして将来世代の「便益」も達成可能であるという。したがって、ノードハウスは、温暖化対策が、温室効果ガス排出の価格調整と技術開発を想定した効率的な経済最適経路として望ましいと結論付けている。

ノードハウスの技術開発に依存した長期的な排出削減策に対して、クライン (Cline (1992)) は、危険回避的 (より危険な状況を主観的に回避する) 立場から、温暖化による損失を回避するために明確な削減量の数値目標を掲げた上で、早期の温暖化対策を推奨した。そして、現時点から温暖化対策が実行され、世界の温室効果ガスの大幅な排出削減量を社会的に正当化するために、費用便益分析を用いて、温暖化対策の限界削減費用よりも限界削減便益 (限界社会的便益) が上回ることを検証した。クラインによると、温室効果ガス削減のための「費用」とは、温室効果ガス集約的エネルギーへの投資の削減による現在の消費の削減である。つまり、削減には現在の生産の減少のみならず、将来の消費の減少まで含まれる。また、「便益」とは、温暖化防止の行動を起こすことによって避けることのできる損害である (Cline (1994))。つまり、便益には一般的な消費や投資による便益、アメニティーの増加、炭素税による税収効果が含ま

れている。したがってクライン（(1992), 同（1994））のシミュレーションによると、温暖化による経済的損失は、時間が経過するにつれて温暖化対策費用の増加傾向を含めて、温室効果ガスの蓄積が地球環境のみならず、経済活動に影響の及ぶ前段階で温室効果ガスの濃度の緩和を推奨した¹⁰⁾。

16年前のクライン（1992）の結論に近いのが、2006年に英国政府によって公表されたスターン（Stern（2007））による分析、いわゆる「スターン・レビュー（Stern Review）」である。スターン（2007）は、クリス・ホープ（Chris Hope（2003））のPAGE2002モデルを用いて分析をした。スターンは、温暖化による将来のリスクと不確実性を中心に捉えた上で、温暖化による経済的損失費用と、温室効果ガスの削減に必要な費用、さらに温暖化対策によってもたらされる便益を検証した。スターンのシミュレーションによると、排出削減の数値目標を定めずに二酸化炭素の排出を現状のまま放置した場合には、その気温上昇により生じる自然現象、経済活動によるリスクの確率が高くなることが明らかにした。そのため、温暖化対策においては、温室効果ガスの濃度の安定化レベルを人類の経済活動が深刻な影響を受けない濃度に設定すべきであることを示した¹¹⁾。そして、温室効果ガス排出の累積的な被害は長期的に甚大であるが、早期に削減すれば長期的に被害を回避するための費用は低く抑えられ、温暖化対策の便益は費用を凌駕することを提示した¹²⁾。したがって、スターンは早期の温暖化政策が経済的にも有益であることを根拠として、排出削減が温暖化リスクを予防的に回避することを推奨した。

以上のようにノードハウス、クライン、スターンは、温室効果ガス排出削減によって得られる「費用」と環境損害の回避できる「便益」を比較し、それが等しくなるところまで温暖化対策を実施するのが最適であるとして、「対策費用は成果に見合う」ことを導出した。一方で、三人の間では、温暖化自体の進行は認めたとしても、現世代がどの程度対策費用を負担すべきかについての結論は異なっているといえる。

2.2. ノードハウス、クライン、スターンの割引率の選択

ノードハウス、クライン、スターンは、地球温暖化の費用便益分析において、将来世代の「便益」と、その抑制（緩和）のために要する現世代の「費用」との比較を行い、現在から将来にむけて温室効果ガス排出の抑制をどの程度行うのが経済的に望ましいかを議論した。そして、三人の分析の中では、温暖化対策の実行をめぐって将来世代が享受する「便益」を現在価値に換算した（割引いた）上で、現世代が負担する「費用」と比較する費用便益分析の手法が採用されている。

割引くとは、異時点間で発生する費用と便益の評価に際して、名目値が同じであれば人々は将来の便益よりも現在の便益を選択し、費用の場合は現在よりも将来の負担を選択する傾向を示す。経済学では、割引く傾向を「時間選好（time preference）」というが、この傾向が強す

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧) ぎると、将来世代に不公平な結果をもたらすおそれがあることを見過ごしてはならない。したがって、割引率は、現世代による将来世代の厚生評価に大きく関わっている。

そこで、温暖化対策では、地球温暖化問題が温室効果ガスの蓄積による影響が超長期にわたることから、現世代の負担する「費用」や将来世代が享受する「便益」を世代間の衡平性を踏まえた上で、どのような割引率を適用して比較考量するのかといった重要な問題に直面する¹³⁾。

具体的に温暖化対策を検討する際に、割引率(年当たり)の設定に関して、クライン(1994)は1.5 - 2.0%, またスターン(2007)は1.4%と相対的に低い割引率を設定したのに対して、ノードハウス(1994), 同(2000)は4 - 6%とクラインやスターンよりも相対的に高い割引率を設定した(表1)。このように、温暖化の費用便益分析において割引率の設定基準が適切かに関しては、経済学者の間でも合意が得られていないのである¹⁴⁾。

そもそも、将来世代も視野に入れた効用を最大化するために、現世代の最適な負担(貯蓄率)を求めたのは、ラムゼイ(Ramsey(1928))が嚆矢である。ラムゼイは、社会的効用(現世代だけではなく将来世代も含めたすべての世代の効用)の最大化を目的として、最適な貯蓄理論の分析枠組みを説明した。社会的効用の最大化は、各世代の厚生が資本ストックの消費の効用に依存していることを想定している。つまり、社会的効用を最大化するためには、現世代による消費のみならず、後世代(将来世代)へ投資することによって、将来時点における生産能力増加の効果を維持(貯蓄)することが必要となる。したがって、ラムゼイの提示する社会的効用関数において社会的割引率は、現世代をはじめとする各世代が、所得の中からどれだけの割合を将来世代の消費拡大のために貯蓄へ回すことが最適かを示す社会的基準、すなわち、異時点間の効用を比較する基準として導入される。

そこで、世代間の効用の比較の観点から導入された割引率、すなわち「社会的割引率(r)」の基礎に「ラムゼイ方程式(Ramsey-equation)」を展開すると¹⁵⁾、二つの要素から決定されていることがわかる。一つは「純時間選好率(δ)」である。これは、人々は主観的に現在の消費を将来の消費よりも価値が高いと「近視眼的(myopia)」に評価する傾向があると仮定した場合に、将来より現在の便益を選好する「非耐忍(impatience)」の程度を示す主観的要素である。もう一つは、一人当たり消費の増加率である「成長率(g)」と、それが効用に与える影響の程度「消費の限界効用の弾力性(η)」を合成した項(ηg)である。両要素は、将来の消費拡大が将来世代の効用に及ぼす影響を示す客観的要素として考えられたものである。すなわち、ラムゼイ方程式における社会的割引率 r は δ と ηg の和($r = \delta + \eta g$)として表わすことができる¹⁶⁾。

ラムゼイ方程式では、各割引率の要素(δ , η , g)に時間選好という主観的な価値判断が含まれているため、それぞれの要素が何を根拠として求められるのかに関して必ずしも明確ではない。以下では、同方程式を利用して地球温暖化の経済分析における割引率の設定において、

ノードハウス (4-6%), クライン (1.5 - 2.0%), およびスターン (1.4%) の間で相違する理論的な背景に関して検証を試みる。

社会的割引率を決定する際の要素の一つである「消費の限界効用の弾力性 (η)」に関しては、ノードハウス、クライン、スターンとも同じ値 1 を設定しており、割引率はいずれも消費の増加率である「成長率 (g)」と「純時間選好率 (δ)」の和 ($r = \delta + g$) として求められている¹⁷⁾。

一方、純時間選好率 (δ) に関しては、クラインはゼロ、スターンはゼロに近い値を設定したのに対して、ノードハウスは 3% の値を設定している。三人の間で純時間選好率に大きな開きが見られるのは、現世代による温暖化対策の選択に対する主観的な価値判断が相違するからである。

ノードハウス (1994), 同 (2000) によると、完全市場を前提に純時間選好率 (δ) は、経済効率性の観点から市場利率と投資の期待収益率 (資本の限界生産性) に基づいて設定するのが望ましいとしている¹⁸⁾。つまり、完全市場を前提にすれば、投資の総額は投資の期待収益率と市場利率に等しくなる点で選択されると仮定されており、また、貯蓄と消費の選択は時間選好率と市場利率が等しくなる点でそれぞれ決定される。言い換えれば、温暖化問題における異時点間の費用便益分析に関して、ノードハウスは、金融市場で成立する利率を将来世代の「便益」を現在価値に割引く際の要素の一つとして選択しているのである。

一方、クライン (1992) やスターン (2007) の分析では、時間選好率をゼロもしくはゼロに近い値 (0.01%) が設定されている¹⁹⁾。両者の設定に関しては、長期にわたる環境投資において、将来世代の「便益」を割引くことがピグー (Pigou (1925)) の「展望能力の欠如 (lack of telescopic faculty)」と考えるので、割引くことを認めることができないのである。同様の判断は、ラムゼイ (1928) による「われわれは先の楽しみと比較して後の楽しみを割り引いたりしない。そうした割引は、道徳的に擁護しがたいし、単に想像力の貧しさから生じるに過ぎない」として、倫理的な観点から時間選好率をゼロと設定した。

このようにクライン並びにスターンによる時間選好率の設定は、温暖化をめぐる世代間の効用比較において市場利率と同水準の時間選好率を採用することが結果的に現世代の消費を過大評価し、将来世代の消費を過小評価することにつながるといった倫理的判断が含まれていると考えられる²⁰⁾。したがって、クライン、スターンは、このような倫理的判断から、将来世代の効用 (便益) を割り引かずに、現世代の厚生と同等に扱うことが望ましいと主張しているのである。

しかし、こうしたゼロに近い時間選好率に関して、ノードハウスをはじめとしてダスグプタ (Dasgupta (2006)) やワイツマン (Weitzman (2001), 同 (2007)) 等は、倫理的判断を別として、経済学的分析には非現実的であると批判した。ノードハウス (2007) によると、市場利子

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧) 率からかけ離れたゼロに近い時間選好率は、「今日の消費の代わりとなる将来の汚染削減を合理(正当)化し、遠い将来に生じる影響(便益)を過大評価している」と批判する²¹⁾。つまり、ゼロに近い時間選好率による低い割引率の設定は、投資の収益率が低い分野まで資金が流れる結果、社会全体の資本の限界生産性が極端に小さくなるおそれがあると指摘した上で、現在の国民所得や将来の消費水準が低くなるとの懸念が示されているのである。また、ダスグプタ((2006), 同(2007))によると、異時点間の持続可能な経済成長を実現するためには、資本の限界生産性が低くなるほど貯蓄率は高くなり²²⁾、現世代に対して過度に高い貯蓄率を要求すれば、特に途上国の現世代には大きな「犠牲」を強いることになるので受け入れ難いという。

確かに、ダスグプタ(2006)等の指摘の通り、低い割引率は途上国の現世代に高い貯蓄率といった「犠牲」を強いるおそれがある。しかし、地球温暖化問題では、現世代の消費による効用に配慮しすぎると、現世代の消費から排出される温室効果ガスの蓄積によって将来世代の「便益」が過度に小さくなったり、現世代が負担すべき温暖化対策の「費用」(環境投資や排出抑制)が低くなりすぎたりする可能性があることも見過ごしてはならない。現実問題として、温室効果ガスの影響が累積的かつ不可逆的な影響を及ぼすとの特性を考慮すれば、現世代が温暖化対策を講じなかった場合には、温暖化の影響を受ける地域の被害や生態系の損失などによって将来世代が被る損失(被害)が、対策の遅れに伴い急激に増加すると予測される。したがって、低い割引率の設定が途上国に高い貯蓄率の「犠牲」を強いるおそれがあるからといって、現世代が温暖化対策を怠ったり、放棄したりすることを正当化してはならないのであり、将来世代の厚生にも十分に配慮した温暖化対策の展開が必要なのである。

以上から、地球温暖化対策をめぐる費用便益分析では、対象とする時間的視野が長いため、温暖化対策に要する費用が対策を講じることによって生じる便益よりも時間的に相当早く発生する傾向がある。この結果、温暖化抑制を適切に実施するためには、将来世代の損失や便益を現在価値に換算する際の割引率の設定において、特に人々の主観的な時間選好率をどのような水準に設定するかが極めて重要になることを指摘できる。

ノードハウス、クライン、スターンの研究結果を通じて、異時点間の消費を均等化する時間選好率は、本来、個人によって異なる主観的要素だが、その関数として表される社会的な時間選好率の決定には、主観的な時間選好だけではなく、市場利子率や社会的な倫理判断も重要な要素となることを指摘した。そして、地球温暖化のような世代を超えて影響が及ぶ問題を検討する際には、現世代の「近視眼的」な選好が過度に優先されることがないように、国際的な合意等によって社会的な時間選好率を政策的に低く抑えるような対応も必要であろう²³⁾。その意味で、ラムゼイを嚆矢としてクラインやスターンが温暖化の費用便益分析に用いたゼロもしくはゼロに近い時間選好率の設定には、経済学的に非現実的であるという理由だけでは退けることのできない政策的含意があるといえる。

表1. 割引率の比較表

分析	r (割引率/年)	δ (純時間選好率)	η (限界効用の弾力性)	g (成長率)
ノードハウス (1994, 2000)	6.0% (0.06)	0.03	1	0.03
クライン (1992, 1994)	1.5% (0.015)	0	1	0.015
スターン (2007)	1.4% (0.014)	0.001	1	0.013

3. 将来世代の厚生評価に関する問題点

異時点間の費用便益分析では、費用と便益を現在価値に換算する際に割引率の水準如何によって、将来世代の「費用」あるいは「厚生」が過小にも、また過大にも評価される問題が生じる。ノードハウス、クライン、スターンの温暖化対策の費用便益分析においても、温室効果ガスの蓄積の緩和・抑制費用が数世紀及び、世代を超えて発生するため、現時点による割引現在価値の設定によっては、超長期の将来世代の厚生が過小にも過大にも評価されることが明らかになった。

そこで3.では、温暖化対策の割引率の設定によって、将来世代の厚生評価に問題を生じさせる理論的背景を検証する。割引の理論背景では、割引率が高い前提をもとに設定されていることを指摘する。その前提である客観的要素（成長率・限界効用の弾力性）においては、自然資本と人工資本の資本間の技術代替性が想定される。3.1. では、割引率の技術的代替性の前提を通して、割引率の設定による異時点間の厚生評価の影響を検証する。そして、3.2. では、割引率の前提から、地球温暖化問題が従来の割引の理論的背景と異なることを指摘した上で、地球温暖化問題における将来世代の厚生評価のためには、地球温暖化の特性を考慮に入れた温暖化対策の割引率が必要であることを提示する。

3.1. 技術代替性の設定の問題点

新古典派経済学の観点から、割引率は貯蓄に対して利子が生じるために用いられる。貯蓄すること、すなわち、現在の消費を犠牲にすることに意味があるのは、将来の消費を増大させる限りにおいてであり、現在の消費する価値の減少を利率が時間を超えて償うことである。このような割引率の設定には、現世代が将来世代の厚生を評価する際に二つの強い前提がおかれている。

一つ目の前提において、産業革命以降の経済成長の経験から将来世代は、現世代よりも高い

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧)

消費が可能となり、消費の限界効用が逡減することを想定している。つまり、消費の限界効用の逡減は、将来の消費が現在よりも低い比重が置かれ、時間が経つにつれて一人当たりの消費の成長率に比例する。そのため、将来世代は現世代と比較して所得からより多くの割合を投資に回しても現世代と同じ（あるいはより高い）効用を消費から得ることが可能になる。

この割引率の前提を温暖化対策に用いた場合には、現世代が温暖化抑制のために温暖化促進をするような投資を減らし、現在の消費を増やしても、将来世代がさらにその先の世代に引き継ぐ温暖化抑制の投資を減らすことにはならないと予想される (Krutilla & Fisher (1975))。

二つ目の割引率設定の前提には、自然資本（石油、森林など環境資産）と人工資本（建物、機械などの物的資産）の間における技術的代替可能性が想定されている。最適成長経路の分析において、各資本間が技術的に代替可能であれば、資本生産性が維持されることがソロー (Solow (1974)) によって指摘されたのと同じ意味をなす。すなわち、資本間の技術的代替が可能になれば、現世代が自然資本を減らしても、代替財である人工資本を増やし、蓄積することによって、生産能力を補うことが可能になる。結果として、資本間の技術的代替は、全資本の蓄積量を調節することを通じて、将来の消費量を増大させる。よって、資本間の代替可能は、将来世代の所得を生む資本の総量が維持され、一定の消費経路が実現されることになる。

したがって、割引率設定の二つの前提から、時間が経過するに連れて温暖化対策の費用効果的な影響を及ぼすことが明らかになる。つまり、将来のある時点までに、現時点よりも経済成長が実現されたり、資本間の代替によって生産能力が維持されたりする場合には、現時点で排出削減行為が可能であったとしても、将来へ繰り延べることが費用効果的になる。よって、割引率の選択は、主観的な時間選好だけではなく、持続的な経済成長と資本間の技術的な代替性を前提にすることであり、将来世代が享受する「便益」を現在価値に換算する際に、割引率を相対的に高く設定することが可能になるのである。

しかし、持続的な経済成長を実現するためには、資本の限界生産性が高く維持されなければならない。そのためには生産性を高める技術が継続的に開発されるという、ある種の技術革新に対する「楽観説」の成立が必要になる (Pearce (1993))。つまり、自然資本と人工資本の間の高い技術代替性を可能にするためには、自然資本の減少を補うことが可能な人工資本の継続的な開発が必要であり、ここでも技術革新に対する「楽観説」が求められることになる。技術革新に対する「楽観説」が成立しない場合とは、経済成長を支える技術進歩のペースが維持されなかったり、温室効果ガスの排出による環境劣化という自然資本の減少を人工資本の増加で技術的に代替できなかつたりする場合である。それらの場合において、相対的に高い割引率の設定は現世代の資源消費や温暖化投資の抑制を合理化（正当化）して、将来世代の「便益」を減らし（または「費用」を増やし）、世代間の衡平にとってマイナス（負）の影響を及ぼす可能性がある。つまり、「楽観説」が成立しない場合では、将来世代は現世代に比較して、より

低い消費水準による「便益」の低下に加え、より深刻な温暖化の「費用」負担を強いられることになる。特に、人工資本である経済的グッズ (goods) と温室効果ガスの蓄積によって生じる経済的バズ (bads) が空間的・時間的にも技術代替性に乏しい場合には、温暖化による環境劣化の累積が、将来世代の厚生に対して甚大かつ不可逆的な損失を及ぼす危険があるといえる (Daly & Cobb (1989))。

したがって、地球温暖化等の環境劣化に関わる政策において、相対的に高い割引率を想定することは、現世代による過大な技術革新に対する「楽観説」の根拠になると同時に、将来世代の厚生を過小評価してしまう可能性を排除できないのである。

3. 2. 地球温暖化問題の特性を考慮に入れた割引率の設定

異時点間で発生する将来の費用と便益の評価の際には、将来世代が自身の選好を直接表明することができないので、現在世代の時間的視野に基づく割引率の選択が重要になる。

そもそも、割引率の設定における時間的視野は、割引要素に用いられる市場の利子率及び純時間選好率が現時点と個人の主観的時間選好が反映する時間的視野の範囲である。新古典派経済学では、割引率が貯蓄に対して利子が生じるために用いられており、将来の所得は現在の所得よりも価値が低いと評価される。そのため、現在の消費を将来に繰り延べて投資に回す際に、資本市場で観察される実質利子率によっては、将来の資本の収益率の増加が測定できる時間的視野の範囲が想定される。したがって、割引率の算定においては、時間的視野の範囲が個人の主観的な時間選好率と市場で観察される資本の収益率が一致するのである。よって、新古典派経済学では、現行の市場金利ないし時間選好率は、現時点の生存している個人の選好が反映されており、超長期の将来世代 (未だ生まれていない世代) の選好までも直接的に含まれていないのである²⁴⁾。そのため、割引率の時間的視野は、完全市場の下で利子率が想定できる程度の近い将来が時間的範囲となる。

それに対して、地球温暖化問題は、数世紀にわたる費用と便益が発生するため、市場利子率並びに資本の限界生産性から導出される「割引率」の設定が、将来世代の厚生評価としては最善でないことがいえる。以下では、温暖化対策で発生する費用と便益の割引率の算出に際しては、将来世代の厚生評価をするために、新古典派経済学の割引理論の想定と異なった地球温暖化問題の特性である「時間的視野」, 「累積性」の二つを考慮に入れなければならないことを指摘する。

第一に、地球温暖化問題の「時間的視野」が、市場で成立する利子率よりも超長期であるため将来世代の厚生に対する評価が異なってくる。

温暖化対策は、数世紀にわたって超長期に費用と便益が発生するため、市場利子率の適用が将来世代の環境劣化に及ぶ影響に対する評価としては十分ではない。温暖化対策の費用便益分

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧)

析における割引率は、現時点で生存している現世代の意思決定の中に、1世紀、2世紀単位の超長期の将来世代の純便益や損失費用が十分に反映されていないからである。したがって、近い将来の時間的範囲において、温暖化対策の費用便益分析の割引率は、利率と一致する資本の限界収益率が必ずしも適切ではない。加えて、温暖化問題のように損失（費用）の発生時期が現在よりも遠ければ遠い程、市場利率が想定できる時間的範囲を超えており、定率、または相対的高い割引率を費用便益分析に設定することは、将来で発生する便益が過小評価されるおそれが生じるのである (Broome (1994))。

第二に、地球温暖化問題は、時間を通じて温室効果ガスが「累積」して、それによって気候系が変動し、気温上昇の不可逆的影響が環境劣化、生活環境の悪化として現世代と将来世代の厚生に及ぶ傾向がある。

温暖化対策の割引率設定において、温暖化問題の累積性とその影響による費用を考慮に入れた場合には、資本市場の投資における限界収益の評価で示されるほど、将来世代の生産量（消費量、すなわち効用）が増加しない可能性がある。それは、温暖化問題の環境劣化が、超長期の時間的視野における累積性と関連して、負（マイナス）の費用と「不確実性」の上で評価されているからだ。ワイツマン (Weitzman (1994)) が指摘するように、分析対象の時間的視野が長期になるほど環境劣化の累積による影響の「不確実性」が増加するので遠い将来の純便益を推計することは困難である。つまり、地球温暖化問題の不確実な状態とは、気候系の変動によって、農作物の増減、マラニアや疫病の発生、水没の危機に直面する島嶼国の住居環境の悪化の可能性等が直接的にも間接的にも将来世代に費用・便益の影響が及ぶであろう状態である。これらの累積性による不確実性の発生は、将来の経済活動に対するリスクが生じるのみならず、生活条件にも影響を及ぼすため、温暖化対策の費用と便益を正確に予測することは非常に困難である。したがって、地球温暖化問題のように環境劣化が累積する過程において将来世代の限界効用を引き下げる部分に関しては、割引率を修正することが必要となるのである。

以上から、温暖化対策の割引率設定の際には、異時点間の費用便益分析とは異なる理論背景を考慮に入れなければならない。温暖化問題のように数世紀を超えて影響が発生する場合において、近い将来の時間的視野の時間選好率の採用は、将来世代の厚生に損失が及ぶ危険が高い。割引率の設定によっては、現世代が経済活動という利益を獲得し、将来世代は温暖化という超長期的な犠牲に直面することになる。よって、温暖化対策における割引率の設定の際には、世代間の公平性を著しく損なう可能性のある場合と区別する必要がある。

おわりに

地球温暖化問題は、世代を超えて人類が直面する大きな挑戦である。温室効果ガスを緩和す

る対策の排出削減にかかる「費用」は現世代の負担であり、この費用と便益の比較においては、将来世代の「便益」は割引率を用いて現在価値に換算されてきた。温暖化対策をいつの時点で、実際に現世代が行うかに関しては、ノードハウス、クライン、スターンの三人の経済学者間で研究結果が異なっている。それらの結果の相違には割引率の理論設定に原因があった。

特に相対的に高い割引率の設定は、現在世代の所得が温暖化対策と関係のない現在の消費に費やされてしまう可能性があるため、将来の厚生（便益）が過小に評価されるおそれがあることを指摘した。将来世代の厚生の評価の問題点は、割引率の理論背景に存在する。

割引率の問題背景では、まず、温暖化の影響による資本収益率の負（マイナス）の外部性が含まれていないため、割引率の時間選好においては利子率と資本の限界収益率が整合しない可能性が挙げられる。また、相対的に高い割引率設定には、技術革新に対する楽観論が潜んでいることを見過ごしてはならない。例えば、自然芝生は人工芝生に代替可能であっても、自然の芝生の二酸化炭素吸収機能を技術的に代替することには困難であることから明らかである。

したがって、超長期に影響を及ぼす地球温暖化問題では、温室効果ガスが蓄積されることに伴い将来世代の厚生に犠牲が生じることを考えれば、将来世代の便益が過大に評価される高い割引率の設定を回避するのが望ましい。よって、温暖化対策の投資を他の一般的な投資の収益率とは区別した上で、将来世代の厚生（便益や費用を総合的に勘案した効用）を現在価値に換算する際に割引率を低く設定するべきである。

以上から、温暖化対策における割引率の設定基準は、現世代及び将来世代の厚生を確保する上で、重要な課題になることを提起した。そのために、地球温暖化の経済分析では、割引率の選択の際に、資本間の技術的代替性や技術進歩の楽観論を再考して、超長期の時間的視野における割引率の持つ意義を見直すことが必要となる。

注

- 1) IPCC (1995) によれば、放射強制力とは、「対流圏の上端（圏界面）における平均的な正味の放射の変化」と定義されている。また、IPCC (2007) によれば、放射強制力は対流圏での循環バランスが取れた状態を初期状態とし、これに何らかの原因によってズレが生じたとき、成層圏の気温の変化を考慮したうえで、再び対流圏で循環バランスがとれるようになるまで変わる放射の量として計算されている。
- 2) 但し、現時点において温暖化による将来のあらゆる事象や経済活動、人口規模や地球温暖化による影響は不可知であるため、過去、現世代の温室効果ガス排出行為が将来世代の厚生にどのような影響を及ぼすのか、現世代の温暖化抑制の選択が将来世代の被害を回避できるかに関して不確実性も残されている。
- 3) 仮に、ある選択がパレート最適ではない場合には、費用、便益の移転を通じた「補償原理」を用いて、「パレート改善」となる (Boardman, et al. (2001))。
- 4) 本稿では、温暖化対策に費用便益分析を用いるが、温暖化対策の正当性までは検討しない。

- 5) 損害とは、市場的影響のある農業に対する被害、海面上昇による被害、温暖化による気温上昇による電力需要の増加、非市場的影響のある生物種の損失、乾燥による河川水量の低下、環境アメニティーの低下といった貨幣価値に換算した額として想定される (Cline (1992))。
- 6) 温暖化の経済評価は、排出量の増大によって大気中の温室効果ガス濃度、気温上昇、気候変動と海面上昇、影響の複雑な因果関係を通じて評価される (IPCC (1997) p.125)。
- 7) 但し、本稿では、人口増加に関しては取り扱わないこととする。
- 8) The Senior Fellow, Peterson Center for Global Development, Institute for International Economics.
- 9) ノードハウス (1994),同 (2000),同 (2007) は、21世紀内に温室効果ガスの1990年度比の50%以上の厳しい削減策に、多額の温暖化対策費用のための投資が必要であると主張する。温暖化対策費用は重大な経済的利害に関わるので、現時点での大幅な温室効果ガス削減は、温暖化に影響する科学的、経済的知見 (費用が便益を上回っていること) から正当化できないとしている。
- 10) クライン (Cline (1992)) は、温暖化対策の目標を温室効果ガスが滞留する23世紀 (今後250 - 300年間) を射程に入れた。そして、2100年までに温暖化濃度の安定する1990年を基準として、毎年60億 - 40億トンまで削減することを科学的根拠に基づいて設定した。さらに、2100年までに排出量は増加する傾向から、80億トン (80%) の削減を目標として、最初段階では40億トン (60%) の削減を目指す (Cline (1992), Cline (1994))。一方で、クラインは経済学的根拠として、何も温暖化対策を実行に移さなかった場合に、温暖化の経済的損失、影響に関する推計を用いた。大気中の二酸化炭素量の倍増 (1990年比で2度、4度の気温上昇) における経済的損害 (1170億ドル) の推定値がGDPに換算して2 - 4%となると推測された。
- 11) IPCC (2007) によると大気中の温室効果ガス濃度450 - 550ppmまでが、最悪の事態となるリスクを避けられる数値である。そして、現在の排出活動の継続では2050年までには、少なくとも430ppmになるので、2050年から2035年までにはリスクを避けられる数値に達成する可能性がある。
- 12) スターン (Stern (2007)) は、温暖化政策の目標値に関して2050年までに1990年比の温室効果ガスの排出量の25%と設定した上で、その目標値の達成のための抑制費用と便益を検証した。そして、何も温暖化対策を実行に移さなかった場合に、将来に及ぶ温暖化の被害は、世界の一人当たり消費額の5%と推計され、健康に関する直接的影響や非市場の影響などを含めると11-20%のGDP減少が推計される。また、今後10年から20年の間で温暖化政策の目標値を実現するためには、排出削減の投資 (費用) によって世界がエネルギー関連技術などを通じた「脱炭素化」の技術政策、炭素税、排出量取引、排出量規制の炭素価格を通じて緩和されるとし、今後の排出量の増大が予想される発展途上国の経済発展に対しても、温暖化ガス排出に配慮し、環境保全と適合した持続可能な発展の道筋を示す好機であることを検証した。
- 13) 世代間の資源配分について、Weitzman (2000). Shelling (1995) を参照した。
- 14) Cline (1994) pp.235-274. Stern (2007) pp.46-61. Nordhaus (2007) p.9.
- 15) ラムゼイ方程式の展開に関しては、以下の通りである。現在の消費の限界の増加の結果として起きる厚生の変化 (消費増加による限界効用の変化) を $U(C)$ 、そして、将来の厚生 (限界効用) の増加を $U^t(C)$ とする。厚生は消費に伴い増加する ($U(C) > 0$) が、増加率は逓減的 ($U^t(C) < 0$) である。人口は一定とする。

$$\eta(C) \equiv -U^t(C)C/U(C) > 0$$

r (割引率) を t 年の消費利子率にすると、

$$r_t = \{ [U(C_t)/(1+\delta)^t] - [U(C_{t+1})/(1+\delta)^{t+1}] \} / \{ [U(C_{t+1})/(1+\delta)^{t+1}] \}$$
$$r_t = \delta + \eta(C_t) (dC_t/dt) / C_t$$

- 16) Dasgupta, P. Karl-Göran Mäler, Barrett, S. (1999)。
- 17) 消費による限界効用の弾力性とは、今日の消費よりも将来の消費の方が大きいという予測のもと、消費が増えるにつれて一人当たり消費の限界効用が減少する率であり、所得に関して世代間分布の社会的評価を表すことができる (Dasgupta (2006) p.6)。割引率の第二要素は、将来における追加的消費から得られる便益が小さいので、異時点間の消費における経済成長の不平等やリスク回避の予測が合わさって導出されている (Dasgupta (2006))。
- 18) 資本収益率を推計するためには三つの手法がある。第一に、コブ=ダグラス型生産関数を仮定して、労働と資本の投入を推定し、それを用いて資本収益率を推計する。第二に、金融資産の実質資本コストを検討する。完全市場では、当面税金を無視すると投資の収益率が限界的資本費用と一定になる。第三に、投資に対する実際の収益である。企業資本に対する収益率、企業以外の部門（消費者の耐久財購入）、人的投資、特に教育分野の投資が含まれている (Nordhaus (1994), Nordhaus (2000))。
- 19) Cline (1994), Cline (2007) p.249とStern (2007) pp.35-36を参照した。
スターンは、効用の割引は効用を得る主体が存在しなくなる可能性によって根拠づけられていると考えている。割引の根拠には、個人はいつか死ぬという事実があるが、温暖化政策のように社会全体に関わる政策では人類の存在可能性が根拠となるべきであると主張する。つまり、0.1%という割引率は人類が100年間の間で絶滅する確率が10%であるからということに対応しているのである (Stern (2007))。
- 20) スターンに関しては、Spash (2006) による評価である。クラインに関しては、Shantayanan (1999) による評価がある。
- 21) ノードハウスをはじめとした経済学者による批判は、スターンが英国政府による温暖化政策の色合いが濃い試算結果であることや、割引率があまりにも低いことやリスク、不完全性（将来の技術進歩等）の補償に対する評価が適切でないことを指摘した (Nordhaus (2007) pp.2-71), Dasgupta (2007), Mendelsohn (2007))。
- 22) ダスグプタの簡易計算（ジェニュイン・インベストメント）によると、現代は97.5%を将来世代の産出のために貯蓄しなければならないことになる。高貯蓄率は、現在英国のGDPの15%に当たることを指摘している (Dasgupta (2006) p.7, Dasgupta (2007) p.44)。
- 23) 但し、割引率の時間選好率をはじめとするパラメータを恣意的に操作することは、費用便益分析の理論的基礎に影響を与え、客観的な経済分析としての意義を失わせる危険も孕んでいることに注意が必要である (Mishan (1988))。
- 24) 但し、現代には将来世代に対する遺贈動機を有する場合がある。特に、世代が重複する親、子供、孫が同時に存在している場合に遺産動機が働きやすい。現代は、自身の厚生が現在の消費のみならず将来世代（子供、孫）の厚生水準によっても影響されるため、間接的に現代が将来世代の厚生を考慮する場合がある。

[参考文献]

Boardman, A. Greenberg, D. Vining, A. Weimer, D. (2001) *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, Pearson Education. [岸本光永監訳 (2004) 『費用・便益分析（公共プロジェクトの評価手

地球温暖化問題の経済分析における将来世代の厚生評価の問題点—技術代替性と割引率をめぐるNordhaus, Cline, Sternの比較を事例にして— (大瀧

法の理論と実践)』ピアソン・エデュケーション]

- Broom, J. (1994) “Discounting the Future” , *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 23, No.2, pp.128-156.
- Cline, W. (1992) *The Economics of Global Warming*, Institute for International Economics.
- Cline, W. (1994) “Costs and Benefits of Greenhouse Abatement: A Guide to Policy Analysis” , *The Economics of Climate Change: Proceedings of an OECD/IEA Conference*, OECD. pp. 87-105.
- Cline, W. (1999) “Discounting for the Very Long Term” , *Discounting and Intergenerational Equity*, RFF. pp. 131-140.
- Cline, W. (2007) “Comments on the Stern Review” , *Yale Symposium on the Stern Review*, Yale Center for the Study of Globalization, February.
- Daly, H. and Cobb, J. B. (1986) *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment and a sustainable future*, Beacon Press.
- Dasgupta, P. (2001) *Human Well-Being and the Natural Environment*, Oxford University Press. [植田和弘監訳 (2008) 『サステイナビリティの経済学：人間の福祉と自然環境』岩波書店]
- Dasgupta, P. (2006) “Comments on the Stern Review’ s Economics of Climate Change” , *Foundation for Science and Technology at the Royal Society*, London, November 8.
- Dasgupta, P. Karl-Göran Mäler, Scoot Barrett. (1999) “Intergenerational Equity, Social Discount Rates, and Global Warming” , *Discounting and Intergenerational Equity*, RFF. pp. 51-77.
- Fisher, A.C. and Krutilla, J.V. (1975) “Resource Conservation Environmental Preservation and the Rate of Discount” , *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 89, No. 3. pp. 358-370.
- Frankhauser, S. (1995) *Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse*, Earthscan.
- Goulder, L.H. and Stavins, R.N. (2002) “Discounting: An eye on the future” , *Nature*, 419. pp. 673-674.
- IPCC. (1995) “Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change” , *Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report*.
- IPCC. (2007) “Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change” , *Contribution of Working Group III to the IPCC, Forth Assessment Report*.
- Marglin, S.A. (1963) “The Social Rate of Discount and The Optimal Rate of Investment” , *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 43. pp. 95-111.
- Nijkamp, P., and Rouwendal, J. (1988) “Intergenerational Discount Rates and Long Term Plan Evaluation” , *Public Finance*, Vol. 43. pp. 195-211.
- Nordhaus, W.D. (1977) “Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem” , *American Economic Review*, Vol. 67. pp. 341-346.
- Nordhaus, W.D. (1994) *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press. [室田泰弘・山下ゆかり・高瀬香絵訳 (2002) 『地球温暖化の経済学』東洋経済新報社]
- Nordhaus, W.D. (1999) “Discounting and Public That Affect the Distant Future” , *Discounting and Intergenerational Equity*, RFF. pp. 145-162.
- Nordhaus, W.D. (2000) *Warming the world: economic model of global warming*, MIT Press.
- Nordhaus, W.D. (2007) “The Stern Review on the Economics of Climate Change” , *Yale University-Department of Economics: National Bureau of Economic Research, Working Paper*, No. W12741.
- Pearce, D. (1993) *Blueprint3*, Earthscan.
- Pigou, A.C. (1925) *Wealth and Welfare*, Macmillan.

- Price, C. (1993) *Time Discounting and Value*, Blackwell.
- Ramsey, F. (1928) "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal*, Vol. 38. pp. 532-559.
- Shelling, T.C. (1995) "Intergenerational Discounting", *Energy Policy*, Vol.23, pp. 395-402.
- Solow, R. (1974) "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources", *Review of Economic Studies*, Vol. 41. pp. 29-45.
- Spash, C. (2006) "The Stern Report: The Continuing Fallacy of Global Cost-Benefit Analysis", *European Society of Ecological Economics Newsletter on November*.
- Stern, N. (2007) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.
- Weiss, B. (1989) *In Fairness to Future Generations: International Law, Common Patrimony and Intergenerational Equity*, The United Nations University, Transnational Publishers.
- Weitzman, M. (1994) "On the 'Environmental' Discount Rate", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 26, pp.200-209.
- Weitzman, M. (2001) "Gamma Discounting", *The American Economic Review*, Vol.91, No.1, pp. 260-271.
- Weitzman, M. (2007) "The Stern Review of the Economics of Climate Change", *Journal of Economic Literature*, Vol.45, No.3, pp. 703-724.
- 羅星仁・林宰司 (2005) 「地球温暖化の社会的費用と衡平性」田中則夫・増田啓子編『地球温暖化防止の課題と展望』法律文化社, 187 - 205頁

(大瀧 正子, 立命館大学大学院国際関係研究科博士後期課程)

The Problem of Evaluations for Future Generation's Welfare based on the Economical Analysis of Global Warming: Discussion of the Discounting and Substitutability

This paper deals with the logic underlying discount rates in the context of global warming. Characterizing of global warming impact on not only the intragenerational but also intergenerational welfare with the transboundary economic activities cost and environmental destruction.

Among the economists, Nordhaus (1994, 2000), Cline (1992) and Stern (2007) revolved around the questions of how to determine how much of our present resources or cost should be allocated to alleviating effects of global warming that are not expected to become problematic until considerably into the distant future. Their positions were different that the present should compensate or invest for future's welfare immediately when the tremendous loss would be avoided or gradually when new technological innovation benefits would be become clear. The reason why may have different assumption of discount rate.

In this paper is examined the discount rate is included implicit assumptions for discounting future cost and benefits at a positive rate. One of the assumptions is the time preference draw the myopic decision. The other assumption is among capitals 'perfect substitutability' on technological term. In the analysis of global warming, the discount rate must meet the challenge of assessing and comparing paths that have very different trajectories and involve very long-term and large intergenerational impact.

(OTAKI, Masako, Doctoral Program in International Relations, Graduate School of International Relations, Ritsumeikan University)