経済研究
Vol. 55, No. 1, Jan. 2004

【調　査】

特集：世代間衡平性の経済学

世代間衡平性への公理主義的アプローチ
―展望*―

鈴村興太郎・篠塚友一

現在世代の効用と比較して将来世代の効用を割り引いて，世代効用の無限流列の現在価値を【善】の指標とするアプローチは，ひとびとが登場する時間的順序を唯一の根拠として，現在世代と比較して将来世代を差別的に処遇している．ヘンリー・シジウィックが提起したこの批判を引き継いだアーサー・ピグーは，時間軸上の登場順序とは無関係に，同等の個人は同等に処遇すべきとする世代間衡平性の原理を主張した．ピーター・ダイアモンドは，シジウィック＝ピグーの手続き的衡平性の原理と，全世代が一致して示す選好は社会的な評価に正確に反映されることを要請する帰結主義的なパレート原理を満たす世代効用の無限流列の評価順序で，連続性の要請を満足するものは存在しないことを証明して，学界に波紋を広げた．本稿は，ダイアモンドの不可能性定理を出発点とする世代効用の無限流列の評価順序に関する研究を展望して，今後の研究の進路を探る目的で書かれている．

1. はじめに

現在世代の効用と比較して将来世代の効用を割り引いて，現在から将来にわたる世代効用の無限流列の現在価値を社会的な【善】の指標とするアプローチは，時間軸のうえでひとびとが登場する順序を唯一の根拠として，現在世代の【善】と比較して将来世代の【善】を差別的に処遇している．このアプローチは，同等の個人は同等に処遇すべきと考える功利主義の道徳哲学の基本原則とは，真っ向から対立する．ケンブリッジ大学の道徳哲学者ヘンリー・シジウィック(Sidgwick(1907))が提起したこの批判を引き継いで，【旧】厚生経済学を創始したアーサー・ピグー(Pigou(1920/1952))は，時間軸のうえでひとびとが登場する順序とは無関係に，同等の個人は同等に処遇すべきとする【世代間衡平性】(intergenerational equity)の原理を主張したのである．

これに対して，大西洋を隔てたアメリカのマサチューセッツ州ケンブリッジでは，異時点間の資源配分問題への合理的な対処方法として，効用流列の割り引き現在価値を最大化するアプローチが開発された[1]．アーヴィング・フィッシャーの利子論の2期間モデルを一般化したポール・サミュエルソン(Samuelson (1937))が先鞭を付けたこのアプローチは，異時点間の資源配分の最適化を表現する標準的な方法として，新古典派経済学のサークル内部では広範な支持を確立した．だが，サミュエルソン自身はこの定式化の適用可能性に関して，極めて慎重な態度を固持していたことに注意すべきである．第1に，サミュエルソンのモデルは効用流列の割り引き現在価値を定義する際に一定の割引率を採用しているが，彼はこの仮定の現実性に関して，強い留保を置いていた．第2に，サミュエルソンは異時点間の最適化モデルに登場する【効用】に経済【厚生】の観点から意義を賦与することを拒絶する見解を表明していた．だが，サミュエルソンが開拓した効用流列の割り引き現在価値の最大化アプローチを継承したひとびとは，サミュエルソンの留保境界を越えて，彼が開拓したアプローチの射程距離を延長することに邁進したのである．

この観点から注目すべき最初の貢献は，ロバート・ストロッツ(Strotz(1955-1956))の古典的論文「動学的最適性の近視眼的性格と非整合性」である．彼は，初期時点における最適計画をしばらく実行した後に，計画期間の残存部分にわたる最適計画を新たに編成すると，効用流列の割り引き現在価値最大化モデルでは，当初の最適計画の残存部分と残存計画期間にわたる新たな最適計画とは一般に一致しないという主旨の，【時間的非整合性】(time inconsistency) の問題を最初に指摘した．彼はさらに，効用流列の割り引き現在価値最大化モデルにおいて時間的非整合性の問題が発生しないための必要十分条件

は，サミュエルソンが前提した割引率一定のケースであることも指摘した．こうなってみると，サミュエルソンが多くの留保条件を付して定式化した一定の割引率をもつ効用流列の割り引き現在価値最大化モデルには，実はある意味で重要な規範的意義があることになる．

だが，ストロッツの分析は依然として合理的【個人】の異時点間の資源配分を対象とするものだった．これに対して，一定割引率をもつ効用流列の割り引き現在価値の最大化モデルを，現在から将来にわたる各【世代】の効用――厚生――流列の割り引き現在価値最大化モデルと読み替える新たな考え方が1960-1970年代に登場して，世代間衡平性の考察に際して標準的な理論モデルという位置を占めるに到ったのである．このモデルは，デーヴィッド・キャス(Cass(1965；1966))，チャリング・クープマンス(Koopmans(1965；1967))などの最適成長理論において最初に登場したが，われわれが本稿で注目する研究は，将来世代のために現在世代が資源を節約する行為の公正性を社会契約論的に正当化する可能性を検討したアメリカ・ケンブリッジの哲学者ジョン・ロールズ(Rawls(1971/1999))の正義論を切っ掛けにして登場したものである．

功利主義的な道徳哲学を批判して社会契約論的な道徳哲学の復活をもたらしたロールズは，倫理的には無視すべき情報が【無知のヴェール】(veil of ignorance)によって覆い隠された仮設的な社会契約の場では，平等な自由の優先的配分の原理と最も不遇な個人の処遇を最大限に改善すべきとする【格差原理】(difference principle)から構成される【正義の原理】(principles of justice) が合理的個人によって選択されることを主張して，学会に新鮮な衝撃を与えた．だが，世代間衡平性の問題との対決が要求される貯蓄に関する正義の原理を論じた箇所では，ロールズは彼の本来のアプローチを修正して他人の利害には無関心な合理的個人の仮定を捨てて，各世代はその直後の世代――子孫――の利害に対してパターナリステックな関心をもつことを仮定して，公正な貯蓄原理のスケルトンを描写しようとした．ロールズの試みに触発されて，異時点間の資源配分の世代間衡平性問題の理論的定式化に取り組んだケネス・アロー(Arrow(1973))，パーサ・ダスグプタ(Dasgupta(1974a；1974b))，ロバート・ソロー(Solow(1974))は，この論脈においてロールズ格差原理のインプリケーションをロールズ以上に徹底的に追跡して，世代間衡平性の理論のひとつの標準的な軌道を敷く役割を担った[2]．この分析に際して彼らが採用した基礎モデルこそ，現在から無限の将来にわたる世代の効用――厚生――流列の割り引き現在価値最大化モデルに他ならないのである．

明らかに，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の原理に集約されるイギリス・ケンブリッジの伝統と，サミュエルソンに端を発して，ロールズを経由してアロー＝ダスグプタ＝ソローが根付かせた世代効用の無限流列の割り引き現在価値最大化モデルに集約されるアメリカ・ケンブリッジの伝統とは，両立不可能である．別の表現をすれば，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の原理を満足しつつ，世代効用の無限流列の割り引き現在価値最大化の意味で社会的評価の【合理性】を満足することは，論理的に不可能なのである．異時点間の資源配分の論脈においては，衡平性と合理性との間に生じるこの論理的な衝突をどのように処理すべきかという問題が，基本的な重要性をもっている．本稿は，この問題に対する1960年代以降の主要な研究を展望して世代間衡平性の理論の現状を評価するとともに，この分野において今後一層の研究が期待される問題を確認することを目的としている．

本稿の構成は以下の通りである．第2節では，われわれの問題設定を正確にするために，世代効用の無限流列を評価する時間的な視野，現在から将来にわたる世代相互間の連結環，世代効用の無限流列を評価する際の情報的基礎という3つの観点から世代間衡平性を巡る議論の交通整理を行って，この研究領域のなかで本稿が展望する研究を位置付ける作業を行う．第3節では，世代効用の無限流列の評価に衡平性，合理性，連続性を要請することの論理的不可能性を指摘したピーター・ダイアモンド(Diamond(1965))の先駆的な貢献と，彼が確立した不可能性定理の頑健性を検討した研究を展望する．第4節では，世代効用の無限流列を社会的に評価する問題に対して，アロー(Arrow(1951/1963))の社会的選択の理論のアプローチを適用したジョン・フェレジョン＝タルボット・ペイジ(Ferejohn and Page(1978))の貢献を中核に据えて，世代効用の無限流列の割り引き現在価値を基準に採用する――学説史的には重要だが理論的には特殊な――集計ルールを一般化した評価集計ルールのもとで，世代効用の無限流列の合理的評価と世代間衡平性の要請との両立可能性を探った研究を展望する．最後に第5節では，

今後に残された研究課題を述べて本稿の考察を締め括る．

2. 最適化の時間的視野・世代間の連結環・評価の情報的基礎

2.1 異時点にわたる最適化の時間的視野

現在から将来にわたる異時点間の資源配分の最適化に際しては，どの程度遠い将来まで計画の視野におさめるかに応じて，その計画に含まれるひとびとの数と構成と個性，計画の基礎として考慮に取り込める情報のタイプと質と量などに，多くの差異が生じることは当然である．無限の将来にわたる最適計画をたてる場合には，そもそも最適計画の存在それ自体が数学的に微妙な問題となるうえに，計画の基礎となる情報の利用可能性と信頼性に関しても，遠い将来に到る程に難しい問題が生じてくる[3]．これに対して，現在時点1からある有限の計画視野 T に到るまでの有限期間の最適化を計画する場合には，計画目標の連続性と選択肢空間のコンパクト性を比較的緩やかな条件のもとに保障できる場合が多いために，最適計画の存在可能性は余り深刻な問題にはならないといって差し支えない．むしろ問題は，有限の計画視野 T の合理的な設定方法にあるというべきである．

計画の最終期が文字通り【世界の終末】(doomsday)であるために，その先の将来を考える必要が全くない計画を経済学者が考察することは非常に稀であって，計画終了の先に引き渡すべき期末の財ストックを制約条件として，計画期間内の資源配分を最適化する場合が殆どである[4]．だがこの問題設定との関連では，期末財ストックをどのように設定するべきかという問題が，さらに追求される必要がある．そもそも期末の財ストックを計画終了以降の将来に残すという制約条件は，計画視野 T 以降の経済活動の基礎として，その財ストックが価値をもつからこそ課されている．そうであれば，第1期から第 T 期に到る計画が最適計画だという表現が意味をもつためには，それ以降の資源配分を最適化するための有効な中継基地として，第 T 期末に残される財ストックは第1期から無限の将来に到る最適化の観点から是認できるものでなくてはならない．こう考えると，有限の計画視野をもつ最適計画を合理的に設計するためには，結局のところ無限の計画視野をもつ最適計画を考えざるを得なくなるのである．

このような観点から，本稿の考察の対象は，無限視野の最適化計画に関わる研究に絞られている[5]．

2.2 世代間の連結環：代替的な定式化

現在から無限の将来に到る世代効用の流列を社会的最適性の観点から評価する際には，世代間を繋留する連結環を定式化するモデルが必要となる．世代間衡平性に関するこれまでの分析は，以下の3つのモデルのうちのいずれかを採用しているといって基本的に差し支えない．

(1)重複世代モデル(overlapping generations model)

複数世代の経済活動を繋留する連結環を最初に定式化して多大な影響力を振るってきたモデルは，サミュエルソン(Samuelson(1958))によって開拓された重複世代モデルである[6]．単純化のために，各世代は若年期と老年期の2期のみ生存して，若年期には非耐久財を1単位生産するが，老年期にはなにも生産できないものとする．第 t 世代は $(1+n)^t$ 人誕生するが，誕生の時点と若年期・老年期の差異を除けばひとびとは全て同質的であり，人口成長率 $n>0$ は一定であるものとする．第 t 世代の若年期と老年期の消費をそれぞれ c_t^1, c_t^2 と記すことにすれば，彼の生涯消費計画は $\boldsymbol{c}_t := (c_t^1, c_t^2)$ で表わされる．そのとき，現在から無限の将来にわたる全世代の生涯消費計画の流列 $\{\boldsymbol{c}_t \mid t=1, 2, \ldots \text{ad inf.}\}$ が実行可能であるためには

$$c_1^1 \leq 1\,;\, c_t^1 + c_{t-1}^2/(1+n) \leq 1 \text{ for all } t = 2, 3, \ldots \text{ ad inf.} \tag{1}$$

という制約が満足される必要がある．このモデルでは財は非耐久的であり，どの世代も財を生産する能力をもつのは若年期のみなので，自らの老年期の生活を維持できるために各世代は若年期に生産する財の一部を老年期にある前世代に移転して，自らが老年期に到れば若年期にある次世代から彼らが生産する財の一部を移転してもらう他はない．この点に留意して，期間 t の収益率 r_t を以下のように定義する：

$$r_t := \{c_t^2 - (1-c_t^1)\}/(1-c_t^1). \tag{2}$$

このモデルは非常に単純だが，世代間衡平性に関する概念の多義性を理解するためには有効である．まず，各世代共通の生涯消費計画に関する効用関数

を u で表現して，$u_t := u(\boldsymbol{c}_t)$ $(t=1, 2, \ldots \text{ ad inf.})$ と定義する．そのとき，実現可能な全世代の生涯消費計画の流列 $\{\boldsymbol{c}_t \mid t=1, 2, \ldots \text{ ad inf.}\}$ が世代間衡平性を満足するという表現に対して，以下の3つの代替的な定義を与えることができる．

(α)生涯消費計画に関して世代間の羨望がないという意味の世代間衡平性

$$u_t = u_{t+1} \text{ for all } t = 1, 2, \ldots \text{ ad inf.}$$

(β)併存する世代間に消費に関して羨望がないという意味の世代間衡平性

$$c_t^2 = c_{t+1}^1 \text{ for all } t = 1, 2, \ldots \text{ ad inf.}$$

(γ)収益率に関して世代間の羨望がないという意味の世代間衡平性

$$r_t = r_{t+1} \text{ for all } t = 1, 2, \ldots \text{ ad inf.}$$

これらの代替的な定義は一般的には一致しない．実際，経済が均整成長径路を外れる場合には，これらの世代間衡平性の概念相互間にずれが生じるという事実こそ，社会保障プログラムに関する政策論争の底流にある問題点であるといって差し支えないのである．

(2)愛他的関心を連結環とするモデル(altruistic linkage model)

世代間の連結環を構成する第2の標準的方法は，ロールズの公正な貯蓄原理を吟味するためにアロー(Arrow(1973))とダスグプタ(Dasgupta(1974a；1974b))が開発したモデルである．彼らが取り扱った経済モデルは世代間衡平性を議論するための最小モデルともいうべき単純なシステムであって，消費にも資本蓄積にも用いられるひとつの財と定常的な人口を含んでいる．第 t 期の期首における資本ストックを K_t，第 t 期における財の消費量を c_t とすれば，第 t 期の貯蓄 $S_t := K_t - c_t$ と第$(t+1)$期の期首の資本ストック K_{t+1} は

$$K_{t+1} = \alpha(K_t - c_t), \alpha > 1 \qquad (3)$$

という関係によって結ばれる．ここで生産性のパラメーター α が1を越えるという仮定は，この経済が成長経済であるという想定を表現している．各世代が自らの消費から直接的に得る【効用】は全世代に共通の効用関数 u によって表現されるが，ロールズに倣って人々の【厚生】は直後の世代の効用にも影響されると仮定されているために，第 t 世代の厚生は

$$w(c_t, c_{t+1}) := u(c_t) + \beta u(c_{t+1}), 0 < \beta \leq 1 \quad (4)$$

で与えられる．ここで β は，直後の世代の効用を現世代の効用と比較して割り引く際の割引因子である．β がプラスという仮定は，各世代が直接の後継世代と愛他主義的な関心によって連結されているという想定を表現している．

ロールズに触発されてアロー＝ダスグプタが分析した世代間衡平性問題は，(3)と $K_t, c_t \geq 0$ for all $t \geq 1$ を満足する世代消費の無限流列 $\boldsymbol{c} = \{c_t \mid t=1, 2, \ldots \text{ ad inf.}\}$ の集合を $\mathbb{C}$ とするとき，無限の厚生流列 $\boldsymbol{w} = \{w(c_t, c_{t+1}) \mid t=1, 2, \ldots \text{ ad inf.}\}$ のなかの最小値 $w(c_{t^*}, c_{t^*+1})$ を最大化する消費の無限流列 $\boldsymbol{c}^* \in \mathbb{C}$ を発見する問題――享受する厚生水準が最も低いという意味で，最も不遇な世代の厚生水準を最大化する消費の無限流列を発見する問題――として定式化されている．この設定のもとに彼らが遭遇した当惑的な事実は，ロールズの意味の世代間衡平性を満足する消費径路が生成する世代厚生の無限流列は，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理とは無縁なジグザグ径路になるという逆説的なものだったのである[7]．

(3)非重複世代モデル(non-overlapping generations model)

重複世代モデルと愛他的関心を連結環とするモデルは，世代効用(厚生)流列の背後にある財の生産と消費の構造を明示して，世代間衡平性概念のモデルとの整合性を尋ねるという構成を，共通して採用している．これに対して，ダイアモンド(Diamond(1965))によって口火を切られた無限効用流列の評価の理論は，直接の関心対象となる効用流列の背後にある経済モデルは必ずしも明示せず，reduced form としての効用流列の評価方法に主として関心を絞って構成されている．各世代は1期のみ生存して，世代間の明示的な連結環は存在しない．とはいえ，各世代が享受する【効用】は――愛他的関心を連結環とするモデルにおける【厚生】のように――隣接世代を連結する愛他主義を内蔵する reduced form であると考えることは，もちろん可能である．この

意味では，ダイアモンド流の世代効用流列の非重複世代モデルは，必ずしも孤立的な世代の連鎖から構成されているわけではない．

同じモデルを解釈する別の方法は，評価の対象とされる無限流列は世代効用の流列ではなく，各世代がそれぞれ享受する消費財の無限流列であると解釈する方法である．この代替的な解釈方法は，ドナルド・キャンベル(Campbell(1985))，ラリー・エプシュタイン(Epstein(1986a))，マーク・フローベイ＝フィリップ・ミッシェル(Fleurbaey and Michel(2001))，篠塚友一(Shinotsuka(1998))などによって採用されている．

以下では，これら2つの解釈の可能性を念頭に置きつつ，効用ないし消費の無限流列の評価の理論に本稿の考察の対象を絞ることにする．

2.3 異時点間資源配分の社会的評価：情報的基礎

世代間衡平性の理論は，異時点間資源配分を評価する理論の情報的基礎という点からも，興味ある論点を提起してくれる．アマルティア・セン(Sen(1985；1999))による先駆的な問題提起を踏まえて鈴村興太郎(Suzumura(1999；2000；2003a))が論じたように，社会的評価の理論はその情報的基礎という観点から体系的に整理することができる．

第1に，ある経済システムないし経済政策の評価をそのシステムや政策がもたらす【帰結】(consequences)のみに注目して，他の情報源を無視して評価する立場を【帰結主義】(consequentialism)と呼ぶ．この立場が振り捨てる情報源には，帰結が実現されるプロセスないし手続きとか，帰結の背後にあって選択しようとすれば選択できた代替的選択肢の機会集合など，潜在的には非常に重要な情報が含まれている．

第2に，帰結主義の立場を採用するにしても，帰結を捕捉するための情報源には多様な可能性がある．ひとつの極端な立場は，ある経済システムないし経済政策の帰結をひとびとが享受する【効用】ないし【厚生】に反映される限りで捕捉して，このような主観的な鏡には反映されない帰結に関する非厚生情報を一切無視する【厚生主義的帰結主義】(welfarist-consequentialism)ないし【厚生主義】(welfarism)の立場である．ピグーが創始した【旧】厚生経済学や，ニコラス・カルドア，ジョン・ヒックス，ティボール・シトフスキーらによる補償原理に立脚した【新】厚生経済学のみならず，ポール・サミュエルソン＝アブラム・バーグソンが最初に導入した【社会的厚生関数】(social welfare function)に立脚する【新】厚生経済学や，ケネス・アローの社会的選択の理論の場合にも，実質的には厚生主義的アプローチが採用されているといってほぼ差し支えない．このように，【新】【旧】を問わず，規範的経済学における厚生主義の支配的な影響力はまことに顕著なのである．だが，ロールズが提唱した社会的基本財とか，センが提唱した【機能】(functionings)と【潜在能力】(capability)などのように，帰結の【善】を評価する重要な情報源として最近の道徳哲学や規範的経済学で提唱されてきた概念の多くは，帰結に関する非厚生情報であることも事実である[8]．

このような概念的整理を前提すれば，前項の3つのモデルにおける厚生評価の情報的基礎が，多くの場合に厚生主義の立場を採用していることは明らかである．効用流列として解釈された非重複世代モデルの場合にはこの点は陽表的だが，重複世代モデルや愛他的関心を連結環とするモデルの場合をも含めて，非厚生情報や非帰結情報を社会的評価の情報的基礎に取り入れて世代間衡平性の理論を探究する作業は，十分な深度に達しないままに残されているのが現状である．本稿ではこの新たな理論的展開方向の意義に関しては紙幅の制約もあってこれ以上触れることはできないので，興味をもたれる読者は鈴村(2002)，鈴村＝徐(Suzumura and Xu(2001；2002；2003))などを参照されることを求めておくことに留めたい．

3. 現在世代による世代効用流列の評価

3.1 ダイアモンドの不可能性定理

世代間衡平性への公理主義的アプローチの端緒となった重要な研究は，ダイアモンド(Diamond(1965))の論文「無限効用流列の評価」である[9]．無限効用流列の合理的で連続な評価順序の存在とシジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理とは必然的に矛盾せざるを得ないことを示したダイアモンドの不可能性定理は，世代間衡平性の理論が克服すべき論理的障害を最初に明確に示した道標として，その後の研究の出発点となったのである．

現在時点1から始まる世代効用の無限流列を $\boldsymbol{u}=(u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots)$ と書き，各世代の効用 $u_n(n=1, 2, \ldots \text{ ad inf.})$ は単位閉区間 $[0, 1]$ で値をとるものとする．したがって，世代効用の無限流列全体の集合は単位閉区間 $[0, 1]$ の可算無限個の直積 $X := [0,$

$1]\times[0,1]\times\cdots\times[0,1]\times\cdots$ で定義されることになる．世代効用の無限流列を評価する順序 R の連続性を定義するために，ダイアモンドは集合 X の任意の2要素 $\boldsymbol{u}=(u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots)$, $\boldsymbol{v}=(v_1, v_2, \ldots, v_n, \ldots)$ の間の距離を測る2つの方法を導入して集合 X に2種類の位相を定義した[10]．第1の方法は sup metric であって，

$$d_s(\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}) = \sup_n |u_n - v_n| \tag{5}$$

で定義される．第2の方法は product metric であって，

$$d_p(\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}) = \sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} |u_n - v_n| \tag{6}$$

で定義される[11]．評価順序 R は，世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u} \in X$ を任意に指定した場合に，優集合 $R(\boldsymbol{u}) = \{\boldsymbol{x} \in X \mid \boldsymbol{x}R\boldsymbol{u}\}$ と劣集合 $R^{-1}(\boldsymbol{u}) = \{\boldsymbol{x} \in X \mid \boldsymbol{u}R\boldsymbol{x}\}$ がいずれも X に導入された位相に関して閉集合であるとき，【連続性】(continuity)をもつという．

次に，評価順序 R に世代間衡平性の公理を課す準備作業として，自然数全体の集合を $\mathbb{N}$ と書き，$\mathbb{N}$ 上の置換全体の集合を $\Pi_{\mathbb{N}}$ と記すことにする．そのとき，任意の $\pi \in \Pi_{\mathbb{N}}$ と任意の $\boldsymbol{u} \in X$ に対して，

$$\pi \circ \boldsymbol{u} := (u_{\pi(1)}, u_{\pi(2)}, \ldots, u_{\pi(n)}, \ldots) \tag{7}$$

は，世代効用の流列 $\boldsymbol{u}$ を世代間で再分配した新たな流列を示している．$\mathbb{N}$ 上の置換 π は，十分大きな $n \in \mathbb{N}$ に対して $\pi(n) = n$ が成立すれば $\mathbb{N}$ 上の【有限置換】(finite permutation)であるという．以下では $\mathbb{N}$ 上の有限置換の集合を $\Pi_{\mathbb{N}}^{\mathrm{F}}$ と記すことにする．そのとき，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理に対して，次のような簡潔な表現を与えることができる．

【世代間衡平性】

$$\forall \pi \in \Pi_{\mathbb{N}}^{\mathrm{F}}, \forall \boldsymbol{u} \in X : (\pi \circ \boldsymbol{u}) I(R) \boldsymbol{u}.$$

世代間衡平性の公理を満足する連続な評価順序は存在するだろうか．この問いには肯定的に解答できる．あらゆる世代効用の無限流列を同等と評価する順序は，明らかに世代間衡平性の公理と連続性の公理の双方を満足するからである．このようなトリヴィアルな答を排除するため，ダイアモンドは2つの【感応性公理】(sensitivity axiom)を導入した[12]．いずれの公理も規範的経済学においては標準的に仮定されるパレート効率性の原理であって，これらの公理に関する異論の余地は非常に狭いといって差し支えない．

【弱いパレート原理】

$\boldsymbol{u} \geq \boldsymbol{v}$ ならば $\boldsymbol{u}R\boldsymbol{v}$ であり，$\boldsymbol{u} \gg \boldsymbol{v}$ ならば $\boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v}$ である．

【強いパレート原理】

$\boldsymbol{u} > \boldsymbol{v}$ ならば $\boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v}$ である．

この枠組みのなかで，ダイアモンドは2つの不可能性定理を樹立した．

定理1 ［Diamond (1965)］

【世代間衡平性の公理】と【弱いパレート原理】を満足しつつ，【直積位相に関する連続性】をもつ世代効用流列の評価順序は，論理的に存在しない．

定理2 ［Diamond (1965)］[13]

【世代間衡平性の公理】と【強いパレート原理】を満足しつつ，【sup metric 位相に関する連続性】をもつ世代効用流列の評価順序は，論理的に存在しない．

3.2 ダイアモンドの不可能性からの脱出路

ダイアモンドの不可能性定理の成立を支える条件は，世代効用の無限流列の評価が

(1)完備性，反射性，推移性を満足すること，

(2)シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理を満足すること，

(3)パレート原理を満足すること，

(4)選択空間に導入された位相に関して連続性をもつこと，

という4つのクラスに分類できる．このうち，反射性は非常に無害な条件である．また，パレート原理に関しては――全く異論の余地がないわけではないにせよ――比較的広範に支持されている条件であることは確かである[14]．推移性の条件は，評価の合理性の根幹に位置する要請であるという考え方が広く支持されているとはいえ，選択の合理性を支えるた

めには推移性は論理的に過剰な要請であるうえに，評価主体に異様に精密な識別能力があることを暗黙の前提としていることにも，疑問の余地がある[15]．

これだけの交通整理をしたうえで，ダイアモンドの罠を脱出するために彼が課した条件を緩和する可能性について，これまでに行われた重要な研究を簡潔に展望することにしたい．

世代効用の無限流列の評価の完備性に関しては，所得分配の不平等度の計測という異なる論脈においてセン(Sen(1997, 邦訳 pp. 8-9))が与えた議論が，当面の論脈においても重要な示唆を含んでいるように思われる：

> 不平等の観念には数多くの側面があるため，これらの諸側面に関する判断が一致する場合には明確な序列が可能になるが，もしいくつかの側面に関する判断の不一致があれば，選択肢を完全に序列付けることは不可能であるかもしれない．このような理由から，序列関係として表現された我々の不平等の観念は，本質的に不完備なものだと考えざるを得ない．そうであれば，完備な順序関係を可能にする不平等の測度をあえて探し求めると，本来はなかったはずの恣意的な問題が発生する可能性がある．なぜならば，測定尺度というものは，それが表現を与えようとする観念以上に正確なものには決してなり得ないからである．

実際には，世代効用の無限流列の評価の完備性の要請を放棄して，評価序列の要請を推移性と反射性に特徴付けられる【準順序】(quasi-ordering)に弱めれば，ダイアモンドのその他の要請を満足する評価原理の例を構成することは容易である．なかでも重要な一例は，パトリック・スッピス(Suppes(1966))によって最初に定式化された後，セン(Sen(1970/1979, Chapter 9))により精緻化された【正義の評価原理】(grading principle of justice) R_{SG} である[16]:

$$\forall \boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X : \boldsymbol{u} R_{SG} \boldsymbol{v} \Leftrightarrow \exists \pi \in \Pi_{\mathrm{N}}^{\mathrm{F}} : \pi \circ \boldsymbol{u} \geq \boldsymbol{v}. \quad (8)$$

スッピスの正義の評価原理は，世代効用の無限流列を評価する興味深い序列付けの原理であって，すべての無限流列の序列化はできないという意味で確かに非完備ではあるが，この原理に基づいて可能な限りの部分的な序列化は，推移性を備えた準順序になっている．

シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理とパレート原理を満足する準順序のもうひとつの著名な例は，フランク・ラムゼイ(Ramsey(1928))とカール・クリスチャン・フォン・ヴァイゼッカー(von Weizsäcker(1965))によって分析された【追い越し原理】(overtaking principle) R_{RW} である[17]:

$$\forall \boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X : \boldsymbol{u} R_{RW} \boldsymbol{v} \Leftrightarrow \exists N_0 \in \mathbb{N}, \forall N \in \mathbb{N} : N \geq N_0 \Rightarrow \sum_{n=1}^{N} (u_n - v_n) \geq 0. \quad (9)$$

シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理とパレート原理を満足する準順序の例はこれ以外にも当然あるが，ゲイア・アシェイム＝ヴォルフガング・ブーフホルツ＝バーティル・トゥンゴッデン(Asheim, Buchholz and Tungodden(2000))によって示されたように，R_{SG} はシジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理と強いパレート原理を満足する準順序全体の共通部分であるという顕著な性質をもっている．この性質は十分に魅力的であり，非完備な準順序に甘んじることを勧告するセンの議論にも説得力があって，この準順序をもってダイアモンドの罠からの理性的な脱出路と看做す立場には，それなりの根拠がある．だが，ダイアモンドの不可能性定理を出発点とするその後の研究は，むしろスッピスの正義の評価原理を完備化する方向を目指した．この進路を辿ってダイアモンドの罠からの脱出路を切り開くためには，ダイアモンドの公理群のうちで別の構成要素を攻撃する他はない．評価原理の連続性の仮定に内在する集合 X への位相の導入方法と，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理の2つの要請が，その攻撃対象の候補となった．

最初に，世代効用の無限流列の集合 X を，単位閉区間 $[0, 1]$ の可算無限個の直積から，実数の集合 $\mathbb{R}$ の可算無限個の直積 $\mathbb{R}^{\infty}$ ないし正の実数の集合 $\mathbb{R}_{+}$ の可算無限個の直積 $\mathbb{R}_{+}^{\infty}$ に拡張することにする．この拡張は，世代効用の無限流列の背後にある経済モデルを特定化する際の自由度を拡大することと，X に導入する位相の選択に関する自由度を拡大することの2つの理由で行われている．このように拡張された X に対しても，ダイアモンドの不可能性定理は依然として成立する．

評価原理の連続性の仮定に内在する集合 X の位相を，ダイアモンドが導入した sup metric が誘導

する位相や直積位相よりも強めることによって，世代効用の無限流列の評価順序の連続性の仮定を緩和すれば，ダイアモンドの不可能性定理を回避することができる．この事実を巧妙に示した最初の貢献こそ，ラース・グンナー・スヴェンソン(Svensson (1980))によるものだった．スヴェンソンは

$$d_{sv}(\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}) = \min(1, \sum_{n=1}^{\infty} |u_n - v_n|) \qquad (10)$$

によって定義される Svensson metric から誘導される位相――スヴェンソン位相――を用いて評価順序の連続性を定義し直せば，以下の可能性定理が成立することを論証したのである．

定理 3　[Svensson(1980)]

【世代間衡平性の公理】，【強いパレート原理】，【スヴェンソン位相に関する連続性】を満足する世代効用流列の評価順序が存在する．

スヴェンソンの理論的シナリオのひとつの問題点は，ダイアモンドが導入した位相より強い位相を導入して連続性の公理が満足され易くすれば，それと引き換えにコンパクト集合の集合族は縮小することになって，世代効用の無限流列の集合のなかで連続な評価順序の観点から最善な流列が存在する部分集合――世代効用流列の機会集合――のクラスが狭められることである．別の表現をすれば，連続性の公理の充足と最善な世代効用の無限流列の存在可能性との間には，ダイアモンド位相より強い位相の選択に関連して，明らかなトレード・オフ関係が存在するのである．しかも，ダイアモンド位相より強い位相を選択しても，ダイアモンドの不可能性定理から必ず脱出できる保障があるわけではない．この事実を例示する具体的な位相の例は，ドナルド・キャンベル(Campbell(1985))によって最初に導入された．彼が導入した位相は

$$d_c(\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}) = 0 \ if \ \boldsymbol{u} = \boldsymbol{v}\,;$$
$$\text{Otherwise, } d_c(\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}) = \frac{1}{n} \text{ for the smallest}$$
$$n \in \mathbb{N} \text{ such that } u_n \neq v_n. \qquad (11)$$

という Campbell metric から誘導される位相――キャンベル位相――であって，これはダイアモンドの直積位相よりも強い位相である[18]．だが彼は，以下のような不可能性定理を論証したのである．

定理 4　[Campbell (1985)]

【世代間衡平性の公理】と【キャンベル位相に関する連続性】を満足する世代効用流列の評価順序は，どのような世代効用の無限流列もすべて無差別と判定するものに限られる．

このように，ダイアモンド位相よりも強い位相を導入して世代効用の無限流列の評価順序の連続性の要請を緩和しても，ダイアモンドの不可能性定理を回避できる保障は一般に存在しない[19]．しかも，そもそもダイアモンドが彼の不可能性定理の基礎として導入した sup topology と直積位相は決して病理的な位相であるわけではなく，数学的にはむしろ標準的な位相と認められているものである．それだけに，ダイアモンドの不可能性定理を回避するために，これらの位相よりも強い位相の選択に精力を傾けるのは，少なくとも経済学の観点からは正統的な攻撃方法であるとはいい難いように思われる．

こうなってみると，ダイアモンドの概念的枠組みを基本的に維持して，彼の不可能性定理からの脱出路を探究するために精査すべき公理としては，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理のみが実質的に残されることになる．

まず，世代効用の無限流列を評価する論脈では，【衡平性の公理】を議論する集合 N の置換は有限置換に限定せざるを得ない理由があることを確認しておくことにしたい．試みに，【衡平性の公理】を以下のように強めてみる．

【強い世代間衡平性】

$$\forall \pi \in \Pi_{\mathbb{N}}, \forall \boldsymbol{u} \in X : (\pi \circ \boldsymbol{u}) I(R) \boldsymbol{u}.$$

そのとき以下の定理が成立する[20),21)]．

定理 5　[Lauwers(1997b, Lemma 1)]

【強い世代間衡平性の公理】と【強いパレート原理】を満足する世代効用流列の評価順序は，論理的に存在しない．

この定理の確認は容易である．2 つの効用流列

$$\boldsymbol{u} = (1, 0, 1, 0, 1, 0, \ldots)$$
$$\boldsymbol{v} = (1, 1, \boldsymbol{u})$$

を比較すると，明らかに $\boldsymbol{v} > \boldsymbol{u}$ が成立しているため，強い世代間衡平性の公理と強いパレート原理を満足する世代効用流列の評価順序 R が存在すれば，強いパレート原理によって $\boldsymbol{v}P(R)\boldsymbol{u}$ が成立しなければならない．しかるに，置換 $\pi \in \Pi_{\mathbb{N}}$ を

$$\pi(1) = 1, \pi(2) = 3, \pi(2n-1) = 2n+1, \pi(2n) = 2(n-1) \text{for all } n \in \mathbb{N} \text{ such that } n \geq 2 \qquad (12)$$

によって定義すれば $\pi \circ \boldsymbol{v} = \boldsymbol{u}$ となるため，強い世代間衡平性の公理によれば $\boldsymbol{u}I(R)\boldsymbol{v}$ が成立することになって，論理的な矛盾が発生するわけである．

実のところ，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理の説得力に関しては，広義の功利主義者の陣営の内部においても，世代間倫理を巡る二律背反に直面して態度決定に躊躇するひとびとが数多く存在していることに注意すべきである．この躊躇の理由をケネス・アロー(Arrow(1999, p. 13))は，以下のように簡潔に表現した[22]:

> 私見によれば，遠い将来にペイオフをもたらすようなプロジェクト――気候変動プロジェクトや核廃棄物処理プロジェクトなど――の評価に際して，時間に関する割り引きを適用すべきかどうかという問題は，主として倫理的な性質のものである．ラムゼイの論文(Ramsey(1928))が既に明らかにしているように，我々の道徳的直観には，明らかな矛盾が含まれている．一方では，道徳的な考慮は普遍化可能性に基づいている．この観点に立てば，我々は将来世代に対して我々自身を取り扱うのと同様な処遇を適用すべきであって，純粋な時間選好率はゼロであるべきである．だが，他方では，長期的視野の問題に適用される時間選好率がゼロであれば貯蓄率は途方もなく高くなり，視野が無限に遠くなるに伴って，1に接近しさえするかもしれない．この矛盾の解決のためには，ひとびとは自らにおよぶ犠牲がたとえいかに大であろうとも道徳律に完璧にしたがうことを倫理的に要請されているわけではないという考え方に，我々の判断を依拠させざるを得なくなる．

アローが要約した功利主義倫理の二律背反が実際問題として非常に深刻であることを示すために，フランク・ラムゼイ(Ramsey(1928))，ジェームス・マーリース(Mirrlees(1967))をはじめとする多くの経済学者は，将来世代の効用を割り引かない社会厚生関数の最大化を計画する場合には，現在世代に対して異様に高い貯蓄率を強いる結果になることを例示してきた．例えば，アロー(Arrow(1999, p. 15))が示したところによれば，弾力性一定の世代効用関数の単純和を最大化する計画において，もっともらしい弾力性の値――気候変動に関する政府間パネルにおいて採用された値である1.5以下――に対応する現在世代の貯蓄率は2/3以上になる．この結果に照らして，アロー(Arrow(1999, p. 16))は次のような結論を下している：

> すべての世代は同様な処遇を受けるべきであるという――それ自体としてはもっともな――強い倫理的要請は，ある特定世代に対して――それのみならず全ての世代に対してさえ――過酷に高い貯蓄率を要請するのは倫理的に許容できないという非常に強い直観と矛盾するというのが，私が到達した結論である．

アローが到達したこの結論は，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理の内在的な価値に対する批判に基づくものではなく，この公理の適用から直観的に承服できない結論が導かれる可能性があることを指摘するという意味で，帰結主義的な論法に基づくものである．この主旨の批判の説得力は，当該の公理から直観的に許容できない結論を導出する目的で用いられる仮説例の当否――例えば，マーリースやアローの反例で用いられる弾力性の数値の選択の当否――に，本質的に依存していることに注意すべきである．

シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理に対する帰結主義的批判には，もうひとつ別の次元がある．この批判を例示するために，任意の効用値 $\delta \in]0, 1[$ を無限に繰り返す世代効用の無限流列 ${}_{\mathrm{con}}\boldsymbol{\delta}$ を媒介項として，以下の3つの世代効用の無限流列を定義する：

$$\boldsymbol{u}(\delta) = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, {}_{\mathrm{con}}\boldsymbol{\delta}\right);$$

$$\boldsymbol{v}(\delta)=\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2},\frac{1}{2},{}_{\mathrm{con}}\boldsymbol{\delta}\right);$$
$$\boldsymbol{w}(\delta)=\left(\frac{2}{3},\frac{1}{2},\frac{1}{3},{}_{\mathrm{con}}\boldsymbol{\delta}\right). \tag{13}$$

これら3つの世代効用の無限流列に関して，シジウィック＝ピグーの公理が社会的評価に課す制約は，任意の $\delta\in\,]0,1[$ に対して $\boldsymbol{u}(\delta)I(R)\boldsymbol{w}(\delta)$ が成立すべきであるという事実に尽きている．$\delta=1/2$ という特殊な場合においてさえ――この場合，$\boldsymbol{v}(1/2)$ は全世代に平等に効用1/2を配分しているという顕著な事実にも関わらず――シジウィック＝ピグーの公理は，不平等な分配 $\boldsymbol{u}(1/2)$，$\boldsymbol{w}(1/2)$ と完全に平等な分配 $\boldsymbol{v}(1/2)$ との間の差異を評価の観点から的確に剔出することができないのである．このように，シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理は，ある世代が別の世代を犠牲にして不平等な優遇を受ける世代効用の無限流列と，優遇と冷遇の立場が逆転した世代効用の無限流列とは，社会的評価の観点からは無差別に取り扱われるべきことを要請するものに過ぎず，効用配分における平等性を不平等性よりも高く評価するという平等主義的な判断を要請するものではないのである．

この事実に注目して，手続き的衡平性に専ら関心を絞ったシジウィック＝ピグーの公理を補完する帰結主義的衡平性の公理を導入する企てが，最近2つの方向で試みられている．第1の試みは，世代効用の無限流列の評価に平等性への選好を内在化させるために，評価順序 R に凸性の要請を課す研究方向である．第2の試みは，所得と富の分配の不平等性の計測理論を蘇生させたアンソニー・アトキンソン(Atkinson(1970；1983))の足跡をなぞって，評価順序 R に対してピグー＝ドールトンの移転公理を課そうとする研究方向である．

第1の方向を開拓した坂井豊貴(Sakai(2003a))は，評価順序 R に対して以下の2種類の準凸性の要請を導入した．

【分配評価の準凸性】

任意の $\boldsymbol{u}\in X$ と任意の $\pi\in\prod_{\mathrm{N}}^{\mathrm{F}}$ に対して $\boldsymbol{u}\neq\pi\circ\boldsymbol{u}$ ならば，ある $s\in\,]0,1[$ が存在して

$$(s\boldsymbol{u}+(1-s)\pi\circ\boldsymbol{u})P(R)\boldsymbol{u},$$
$$(s\boldsymbol{u}+(1-s)\pi\circ\boldsymbol{u})P(R)\pi\circ\boldsymbol{u}$$

が成立する．

【分配評価の強準凸性】

任意の $\boldsymbol{u}\in X$ と任意の $\pi\in\prod_{\mathrm{N}}^{\mathrm{F}}$ に対して $\boldsymbol{u}\neq\pi\circ\boldsymbol{u}$ ならば，任意の $s\in\,]0,1[$ に対して

$$(s\boldsymbol{u}+(1-s)\pi\circ\boldsymbol{u})P(R)\boldsymbol{u},$$
$$(s\boldsymbol{u}+(1-s)\pi\circ\boldsymbol{u})P(R)\pi\circ\boldsymbol{u}$$

が成立する．

シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理との関連で先に用いた例では，$s=1/2$ に対して

$$s\boldsymbol{u}(\delta)+(1-s)\boldsymbol{w}(\delta)=\boldsymbol{v}(\delta)$$

が成立するため，分配評価の準凸性を満足する評価順序 R は，完全に平等な分配 $\boldsymbol{v}(1/2)$ を不平等な分配 $\boldsymbol{u}(1/2)$，$\boldsymbol{w}(1/2)$ よりも高く評価することになるのである．

それでは，異なる世代の処遇に関する手続き的衡平性と効用分配の帰結の平等主義的指向を，同時に満足する社会的評価順序は論理的に存在するだろうか．この設問に対しては，評価順序の連続性の要請を分水嶺として，肯定的な解答と否定的な解答が共存することになる．

定理6　[Sakai(2003a, Theorem 1)]

【シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理】，【分配評価の強準凸性】および【強いパレート原理】をすべて満足する評価順序が存在する．

定理7　[Sakai(2003a, Theorem 2)]

【シジウィック＝ピグーの世代間衡平性の公理】，【分配評価の準凸性】および【sup metric による位相に関する連続性】をすべて満足する評価の二項関係は存在しない[23]．

坂井が導いたこれらの命題は，世代効用の無限流列の評価の理論に，手続き的な衡平性という次元に加えて効用分配の帰結の平等主義的指向という帰結主義的な新次元を導入した点で，興味深い試みであることは確かである．とはいえ，分配評価の二項関係に準凸性を課すという方法は，平等主義的指向の導入方法としてはあまりに直截的に過ぎて，公理の

経済学的な動機付けの点では魅力に乏しいことは否み難い．これとは対照的に，マーク・フローベイ＝フィリップ・ミッシェル(Fleurbaey and Michel (2001))や坂井(Sakai(2003b))が最近の研究で示唆しているように，不平等度の計測理論で標準的な位置を占めているピグー＝ドールトンの移転公理によって効用分配の帰結の平等主義的指向に表現を与える方法は，経済学的にはさらに強固な基礎に立つ試みであるように思われる．

【ピグー＝ドールトンの移転公理】

任意の $\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X$ に対して，ある正数 $\varepsilon>0$ と自然数 $i, j \in \mathrm{N}$ が存在して

$$\begin{aligned} v_i &= u_i+\varepsilon \leq u_j-\varepsilon = v_j, \\ u_k &= v_k \text{ for all } k \in \mathrm{N}-\{i, j\} \end{aligned} \tag{14}$$

を満足するならば，$\boldsymbol{v}P(R)\boldsymbol{u}$ が成立する．

残念ながら，ピグー＝ドールトンの移転公理によって効用分配の帰結の平等主義的指向に表現を与える方法でさえ，依然として不可能性定理の罠に捕われざるを得ないのである．この事実は以下の定理によって明瞭に示されている[24),25)]:

定理 8 ［Suzumura and Shinotsuka(2003)］

【ピグー＝ドールトンの移転公理】，【強いパレート原理】，【sup metric による位相に関する連続性】をすべて満足する評価順序は存在しない．

証明：効用値 0 を無限に継続する世代効用の無限流列を ${}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}$ と書き，$\boldsymbol{u}^0=(1, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0})$ からスタートする世代効用の無限流列の無限列 $\{\boldsymbol{u}^n \in X \mid n \in \{0\} \cup \mathrm{N}\}$ を以下のような手順で構成する：

$$\boldsymbol{u}^1 = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);\ \boldsymbol{u}^2 = \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);$$

$$\boldsymbol{u}^3 = \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);$$

$$\boldsymbol{u}^4 = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);$$

$$\boldsymbol{u}^5 = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);$$

$$\boldsymbol{u}^6 = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);$$

$$\boldsymbol{u}^7 = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right);\ \cdots$$

ピグー＝ドールトンの移転公理によれば，この無限列は任意の $n \in \mathrm{N}$ に対して

$$\boldsymbol{u}^n P(R)\, \boldsymbol{u}^{n-1} P(R) \cdots P(R)\, \boldsymbol{u}^1 P(R)\, \boldsymbol{u}^0 \tag{15}$$

を満足する．また，強いパレート原理によって

$$\boldsymbol{u}^0 P(R)\, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0} \tag{16}$$

が成立する．

ところで，無限列 $\{\boldsymbol{u}^n \in X \mid n \in \{0\} \cup \mathrm{N}\}$ の無限部分列 $\{\boldsymbol{u}^{n^2-1} \in X \mid n \in \mathrm{N}\}$ の各項は

$$\boldsymbol{u}^{n^2-1} = \left(\frac{1}{2^n}, \frac{1}{2^n}, \cdots, \frac{1}{2^n}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}\right) \quad \left(\frac{1}{2^n} \text{は } 2^n \text{ 回繰り返す}\right) \tag{17}$$

という形状をもっている．したがって

$$\lim_{n\to\infty} d_s(\boldsymbol{u}^{n^2-1}, {}_{\mathrm{con}}\mathbf{0}) = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{2^n} = 0 \tag{18}$$

が成立する．仮定によって R は sup metric による位相に関する連続性を満足するため，(16)によって

$$\exists\, n^* \in \mathrm{N}, \forall\, n \in \mathrm{N}:\ n > n^* \Rightarrow \boldsymbol{u}^0 P(R)\, \boldsymbol{u}^{n^2-1} \tag{19}$$

が成立するが，これは(15)と R の推移性からしたがう $\boldsymbol{u}^{n^2-1} P(R)\, \boldsymbol{u}^0$ と矛盾するのである．‖

4. 世代別効用評価の民主的集計：アローの一般不可能性定理のヴァリアント

4.1 追い越し原理への社会選択理論的アプローチ

ダイアモンドが先鞭を付けた世代効用の無限流列の評価の理論は，現在世代の観点から無限の将来にわたる効用流列の選択肢を遥かに眺望して，社会的な評価順序を公理主義的に構成する可能性を尋ねるものだった．その際，無限の将来に到る継起的世代が表明する流列評価の無限列を，現在世代の流列評価を構成する情報的基礎として活用するという視点は，全く含まれていなかった．将来世代は無限に多く存在するのだから，この新たな視点を活用しよう

とすれば，我々は将来世代の流列評価の無限列を集計して，現在世代の総合的な流列評価を構成する問題——可算無限個の流列評価順序を，ひとつの社会的評価順序に集計する問題——に直面することになる．この問題を正面から取り上げて，世代間衡平性の理論に新局面を拓いた重要な研究を推進した先駆者は，ジョン・フェレジョン＝タルボット・ペイジ(Ferejohn and Page(1978); Page(1977))だった．本節では，この研究方向の現状と課題を検討することにしたい．

フェレジョン＝ペイジの問題は，明らかにケネス・アロー(Arrow(1951/1963))が開拓した社会的選択の問題と密接に関連している．アローは複数の個人の社会状態に関する評価順序を集計して，社会状態に関する社会的な評価順序を構成する可能性を尋ねて，個人的な評価順序の多様性の最大限の許容，全員一致して表明する個人的評価の社会的評価への正確な反映，社会的評価を形成するために必要な個人的評価に関する情報の最大限の節約という3つの公理を満足する集計方法は，ある特定の個人——独裁者——の評価を社会的評価として採用する独裁的ルールに限られるという主旨の【一般不可能性定理】(general impossibility theorem)を論証して，学界に激震をもたらしたのである．

アローの定理は，社会を構成する個人の総数が有限であることに本質的に依存していて，そのままでは現在から無限の将来にわたる可算無限個の世代の評価順序を社会的に集計する問題には適用不可能である．だが，現在から無限の将来に到る世代がそれぞれ表明する世代効用の無限流列に対する評価順序のプロファイルを民主的に集計して，社会的な評価順序を形成するプロセスないしルールに適用可能なアローの定理のヴァリアントが，ベングト・ハンソン(Hansson(1976))の業績の延長線上で得られている．まずこの定理について述べておきたい．

世代効用の無限流列の集合 $X=\mathbb{R}^{\infty}_{+}$ 上の論理的に可能な評価順序全体の集合を $\Re$ と書く．各世代 $n\in\mathbb{N}$ が表明する評価順序を R_n と書くとき，現在から無限の将来にわたる世代の評価順序のプロファイルは $\{R_n\}_{n=1}^{\infty}\in\Re^{\infty}$ と表現できることになる．このプロファイルを社会的な評価順序に集計するプロセスないしルールを F と書き，任意のプロファイル $\{R_n\}_{n=1}^{\infty}\in\Re^{\infty}$ に対して $R=F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty})$ と書くことにする．集計ルール F に対しては，以下の公理が満足されることを要請する．

【定義域の広範性】

流列評価の任意のプロファイル $\{R_n\}_{n=1}^{\infty}\in\Re^{\infty}$ に対して $R=F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty})\in\Re$ が成立する．

【パレート原理】

流列評価の任意のプロファイル $\{R_n\}_{n=1}^{\infty}\in\Re^{\infty}$ と，世代効用の任意の無限流列 $\boldsymbol{u},\boldsymbol{v}\in X=\mathbb{R}^{\infty}_{+}$ に対して

$$\{\forall n\in\mathbb{N}:\ \boldsymbol{u}P(R_n)\boldsymbol{v}\}\Rightarrow\boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v},\ \text{where}\ R=F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty}) \tag{20}$$

が成立する．

【無関連対象からの独立性】

流列評価の任意の2つのプロファイル $\{R_n\}_{n=1}^{\infty}$, $\{R_n^*\}_{n=1}^{\infty}\in\Re^{\infty}$ と，任意の2つの世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u},\boldsymbol{v}\in X=\mathbb{R}^{\infty}_{+}$ に対して

$$\{\forall n\in\mathbb{N}:\ \boldsymbol{u}R_n\boldsymbol{v}\Leftrightarrow\boldsymbol{u}R_n^*\boldsymbol{v}\}\Leftrightarrow\{\boldsymbol{u}R\boldsymbol{v}\Leftrightarrow\boldsymbol{u}R^*\boldsymbol{v}\},\ \text{where}\ R=F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty})\ \text{and}\ R^*=F(\{R_n^*\}_{n=1}^{\infty}) \tag{21}$$

が成立する．

これらの公理は，有限の個人から構成される社会の評価集計ルールに対してアローが課した公理と完全にパラレルであり，その意味も殆ど異ならない．定義域の広範性の公理は，評価集計ルールの構造が頑健であって，どのような世代評価順序の可算無限列に対しても，整合的な社会的評価順序を構成することができることを要請している．パレート原理は，評価集計ルールが非常に緩い意味で民主的な意思集計機構となっていて，可算無限の全世代が一致して表明する選好評価を正確に社会的評価に反映することを要請している．無関連対象からの独立性の公理は評価集計ルールの情報的効率性の要請であって，世代効用の無限流列のペアが任意に与えられたとき，これら2つの流列の相対的な社会的優劣を決定するためには，すべての世代がこれら2つの流列の相対的な優劣をどのように判断しているかという部分的な情報を獲得しさえすれば十分であって，その他の流列に関する情報——無関連対象との相対的な優劣比較に関する情報——を必要としないということを意味している．これら3つの公理を課したとき，そのもとで許容される評価集計ルールに対しては，以

下のような定理が成立する[26]．

定理 9 ［Hansson(1976); Kalai, Muller and Satterthwaite(1979)］

評価集計ルールが【定義域の広範性】，【パレート原理】，【無関連対象からの独立性】の 3 つの公理を満足すれば，N の部分集合の集合族 $\Im$ で，以下の条件を満足するものが存在する．

(α) N の部分集合 G に対して，

$$G \in \Im \Leftrightarrow [\forall \{R_n\}_{n=1}^{\infty} \in \Re^{\infty}, \forall \boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X : \{\forall n \in G : \boldsymbol{u}P(R_n)\boldsymbol{v}\} \Rightarrow \boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v}], \text{where } R = F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty}) \tag{22}$$

が成立する[27]；

(β) $\mathrm{N} \in \Im$ & $\emptyset \notin \Im$；

(γ) $G \in \Im$ & $G \subseteq G^* \Rightarrow G^* \in \Im$；

(δ) $G, G^* \in \Im \Rightarrow G \cap G^* \in \Im$；

(ε) $G \notin \Im \Rightarrow \mathrm{N} - G \in \Im$；and

(ζ) N の部分集合 G の補集合 $\mathrm{N} - G$ が有限集合であれば，$G \in \Im$ が成立する．

定理 9 の最後の部分——(ζ)——は特に興味深い．現在世代からある有限の将来世代までのグループ $G \subset \mathrm{N}$ は有限集合なので，その補集合 $G^* := \mathrm{N} - G$ は無限集合である．G^* の補集合 $G^{**} := \mathrm{N} - G^* = \mathrm{N} - (\mathrm{N} - G) = G$ は有限集合となるため，定理 9 の (ζ) によって $G^* \in \Im$ が成立する．この事実は，以下のように言い換えることができる．

$$\exists N_0 \in \mathrm{N}, \forall \boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X : \{\boldsymbol{u}P(R_n)\boldsymbol{v} \text{ for all } n \in \mathrm{N} \text{ such that } n \geq N_0\} \Rightarrow \boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v}, \text{where } R = F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty}). \tag{23}$$

明らかに，(23) を満足する評価集計ルール F は，第 3.2 節に登場した追い越し原理を彷彿とさせる社会的評価の形成原理になっている[28]．

4.2 クープマンスの定常的選好とフェレジョン＝ペイジの不可能性定理

無限効用流列の合理的な評価の理論への貢献のなかにおいて，チャリング・クープマンス(Koopmans(1960 ; 1972a ; 1972b); Koopmans, Diamond and Williamson(1964))は【定常的選好】(stationary preference)という概念に対して，操作的な定義を与えている．任意の世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u} = (u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots) \in X = \mathbb{R}_+^{\infty}$ に対して，

$${}_2\boldsymbol{u} = (u_2, \ldots, u_n, \ldots) \tag{24}$$

という記号法を導入する．この記号法を応用すれば，$\boldsymbol{u} = (u_1, {}_2\boldsymbol{u})$ とも書けることに注意したい．世代効用の無限流列の集合 $X = \mathbb{R}_+^{\infty}$ 上の評価順序 R は，

$$\forall \boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X : (u_1, {}_2\boldsymbol{u})R(u_1, {}_2\boldsymbol{v}) \Leftrightarrow ({}_2\boldsymbol{u})R({}_2\boldsymbol{v}) \tag{25}$$

を満足すれば，定常的な評価順序であるという．X 上の定常的な評価順序の集合を $\Re_s$ と記すことにする．以下では，フェレジョン＝ペイジ(Ferejohn and Page(1978); Page(1977))に倣って，評価集計ルールの定義域と値域に関する公理を以下のように修正することにする．値域を定常的選好の集合に限定すれば，許容される評価集計ルールのクラスは明らかに制約されることになる．事実，フェレジョン＝ペイジが示したように，アローの一般不可能性定理は【現在世代による独裁性】という新しい形式で，実質的に復活することになるのである[29]．

【定義域の広範性と値域の定常性】

流列評価の任意のプロファイル $\{R_n\}_{n=1}^{\infty} \in \Re^{\infty}$ に対して $R = F(\{R_n\}_{n=1}^{\infty}) \in \Re_s$ が成立する．

定理 10 ［Ferejohn and Page(1978)］

評価集計ルールが【定義域の広範性と値域の定常性】，【パレート原理】，【無関連対象からの独立性】の 3 つの公理を満足すれば，勝利結託の集合族 $\Im$ に関して

$$G \in \Im \Leftrightarrow 1 \in G \tag{26}$$

が成立する．

定理 10 によれば，現在世代のみから構成される N の部分集合 {1} は勝利結託となるため，現在世代は実は世代効用の無限流列の社会的評価における独裁者であることになるのである．

5. おわりに

世代間衡平性に対する公理主義的アプローチの進路には，様々な不可能性定理の陥穽が待ち構えている．ダイアモンドの不可能性定理——定理 1，定理 2——に端を発して，世代効用の無限流列に関する評価集計ルールが現在世代による独裁性に限られる

という主旨の定理——定理10——に到るまで，本稿でも数多くの不可能性定理に遭遇することになった．だが，これらの不可能性定理のメッセージは，必ずしも悲観的なものとは限らない．一群の公理を同時に満足する評価原理が存在しないという結論は，しばしばどの公理を緩和して過大な先験的要求に轡を填めれば，残された公理群がある評価原理を一意的に特徴付けることになるかという積極的な研究への出発点になるからである．本稿で触れた多くの不可能性定理も，実は著名な評価原理を公理的に特徴付ける定理と，紙一重の差で隣り合っていることが知られているのである．

不可能性定理の袋小路に入り込んだ研究プログラムを積極的・肯定的な分析の軌道に引き戻すもうひとつの方法は，社会的【選択】を社会的選好【評価】の最適化と直結する伝統的なプログラム——サミュエルソン＝ハウタッカーの顕示選好理論のプログラム——を脱却して，評価順序による合理化を前提することなく，社会的選択の決定に専念することである．例えば，ダンカン・フォーリー(Foley(1967))，セルジュ・コルム(Kolm(1971/1972))，ハル・ヴァリアン(Varian(1974))などによって開拓された羨望のない状態としての衡平配分の理論は，まさしくこのプログラムの典型的な実行例に他ならない．

世代間衡平性に対する伝統的アプローチの情報的基礎には，実はさらに根本的な批判の余地がある．例えば，現在世代が地球温暖化の長期的な影響を考慮して温暖化ガスの排出を制御する場合と，自らの生活の快適性を優先して温暖化ガスの大量の排出を無制約に放置する場合とでは，将来世代の数，構成および性格に大きな差異が生まれることは当然である．このように，現在世代が選択する行動次第では，将来世代が享受できる効用可能性集合は根本的な影響を受けることになって，世代効用の無限流列のうちで実現可能な選択肢は，$X=\mathrm{R}_{+}^{\infty}$の限られた一部でしかないことになる可能性がある．現在世代の観点からすれば，将来世代の数，構成および性格は可塑的であるという問題——デレク・パーフィット(Parfit(1984))が指摘した人格の【非同一性問題】(non-identity problem)——は，世代間衡平性の問題を考察する理論的枠組みを大きく修正することを不可避的に要求している．このメッセージを受け止めて，人格の非同一性問題を内生化した世代間衡平性の理論を構築する作業は，本稿の守備範囲を大きく越えた困難な課題であるといわざるを得ない．この課題に積極的に取組むためには，我々の理論的装備は本格的に改められる必要がある．様々な布石を敷いたうえで，次の機会を待つことにしたい．

(一橋大学経済研究所・小樽商科大学商学部)

注

＊　本稿を準備する過程では，文部科学省・科学研究費・特定領域研究プロジェクト《地球温暖化問題を巡る世代間衡平性と負担原則》のメンバーや，研究関心を共有する友人たちとの討論から裨益する点が多かった．特に，ウオルター・ボッサール氏，堀　元氏，岸本哲也氏，蓼沼宏一氏，原　千秋氏と討論を重ねた機会は，世代間衡平性の概念に関する我々の考え方を成熟させるうえで，非常に有益だった．ここに特記して厚く感謝しておきたい．

1)　興味深いことに，ピグーは「将来を見通す我々の望遠能力には欠陥があるため，将来の快楽は規模が縮小して見えてしまう」と指摘して，将来の効用を現在の効用と比較して割り引く慣行を——合理性の表現ではなく——むしろ非合理性の表現であると考えた．このように，欠陥を含む非合理的な選好に基づいて現在・近い将来・遠い将来への資源配分が行われるために，多大な経済的不調和がもたらされると考えたピグーは，異時点にわたる資源配分に関しては，国家によるパターナリスティックな介入の余地を大幅に認めたのである．

2)　アロー，ダスグプタ，ソローを始めとして，多くの経済学者によるロールズ正義論の定式化は，最も不遇な個人を認定する情報的基礎として，個人間で水準比較可能な効用概念を用いている．この慣行を拓いた先駆的な研究はアマルティア・センの『集団的選択と社会的厚生』(Sen(1970/1979, Chapter 9*))であるが，ロールズ自身は効用情報ではなく，彼が【社会的基本財】(social primary goods)と呼び，理性的な個人であれば誰しも欲求する【善】の束と定義した非効用情報を用いて，彼の正義論を構築した．この点には，第2節第3項において改めて触れることになる．

3)　無限視野の最適計画の存在問題に関する代表的な研究として，Becker, Boyd III and Sung(1989), Brock(1970a), Chakravarty(1962 ; 1969), Gale(1968), Ramsey(1928), Romer(1986), Takekuma(1980), von Weizsäcker(1965)などを挙げておくことにしたい．

4)　有限視野の最適計画の代替的な定式化は，期末の財ストック・ベクトルの構成比を固定してその長さを最大化する方法である．Cass(1966), Morishima(1961), Nikaido(1964), Radner(1961), Samuelson(1960)などによって確立された最終状態に関するターンパイク定理は，この意味における有限期間の最適計画の特性——計画視野が十分に長ければ，最終状態に関する最適計画はその計画期間の大部分をフォン・ノイマンの均斉成長経路の近傍で過ごすという特性——に関する命題である．

5) 有限視野の最適計画を合理化するもうひとつの方法は，次のような考え方に基づいている．現在の社会・経済・政治レジームは未来永劫に続くわけではなく，その先にまで現在時点で最適化を企てることは無意味だが，この終末がいつ到来するかは誰にも予測不可能である．そこで，有限の計画視野 T はある確率分布にしたがう確率変数であるとして，生産・消費の非負制約のみにしたがう有限視野 T の最適計画を構想して，終末 T が実際に到来した場合の期末の財ストックは，敢えて計画の制約条件に加えないというのがこの考え方である．

6) 重複世代モデルの特徴に関しては，Cass and Yaari(1966), Shell(1971)も参照せよ．

7) アロー＝ダスグプタの結論を中心とするその後の議論の展開などに関しては，Asheim(1988 ; 1991 ; 1997), Calvo(1978)を参照せよ．

8) センの機能と潜在能力の理論に関しては，Sen (1985 ; 1999)および鈴村(2003b) を参照せよ．

9) ダイアモンドの考察は，チャリング・クープマンス(Koopmans(1960); Beals and Koopmans (1969); Koopmans, Diamond and Williamson (1964))によって先導された研究——無限の消費流列の合理的評価は，相対的に好ましい消費計画を時間軸のうえで前倒しにすることを選好するという意味で，必然的に impatience 現象を内包せざるを得ないという主旨の研究——を背景として誕生している．

10) 順序 R は，【完備性】(completeness)，【反射性】(reflexivity)，【推移性】(transitivity)の3つの性質をもつ X 上の二項関係である．これらの性質の説明を必要とされる読者は，Arrow(1951/1963, Chapter II)，Sen(1970/1979, Chapter 1*)などを参照せよ．以下では，任意の2つの流列 $\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in X$ に対して $\boldsymbol{uRv}$ が成立するのは，評価者が $\boldsymbol{v}$ と比較して $\boldsymbol{u}$ は少なくとも同程度に望ましいと評価する場合であるものと定義する．また，R の非対称成分 $P(R)$ および対称成分 $I(R)$ を

$$\boldsymbol{u}P(R)\boldsymbol{v} \Leftrightarrow \boldsymbol{uRv} \;\&\sim \boldsymbol{vRu}\,;$$
$$\boldsymbol{u}I(R)\boldsymbol{v} \Leftrightarrow \boldsymbol{uRv} \;\&\; \boldsymbol{vRu}$$

によって定義すれば，$P(R)$ は厳密に高い評価を示す二項関係であり，$I(R)$ は同程度の評価を示す二項関係であることになる．

11) product metric は，いわゆる直積位相を距離付けする距離関数に他ならない．

12) 世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u}=(u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots)$, $\boldsymbol{v}=(v_1, v_2, \ldots, v_n, \ldots) \in X$ の大小関係は，以下のように定義される：

$$\boldsymbol{u} \geq \boldsymbol{v} \Leftrightarrow u_n \geq v_n \text{ for all } n = 1, 2, \ldots \text{ ad inf.};$$
$$\boldsymbol{u} > \boldsymbol{v} \Leftrightarrow \boldsymbol{u} \geq \boldsymbol{v} \text{ and } \boldsymbol{u} \neq \boldsymbol{v}\,;$$
$$\boldsymbol{u} \gg \boldsymbol{v} \Leftrightarrow u_n > v_n \text{ for all } n = 1, 2, \ldots \text{ ad inf.}$$

13) この定理は Yaari に負う．Diamond(1965)を参照せよ．

14) パレート原理に対する批判的な立場は，第2.3節の用語法でいえば非厚生主義的帰結主義または非帰結主義的な情報的基礎を重視する立場から提起されることが多い．このような立場に興味をもつ読者は Sen (1985 ; 1999)，Suzumura(2003a ; 2003b)を参照せよ．

15) 選択行動の合理性と選択に内在する選好関係の推移性との関係は，サミュエルソン(Samuelson (1947/1983, Chapter V))が創始した消費者選択の顕示選好理論の基本問題である．消費者選択の理論にこだわらずに，合理的選択と顕示選好の理論の一般化を試みた研究の現状を知りたい読者には，Suzumura (1983, Chapter 2)の参照を勧めたい．

16) スッピスとセンは，有限な人口が同時に並存する社会における正義の原理として彼らの評価原理を定式化したが，本稿で考察する正義の評価原理は，継起的な世代の効用の無限連鎖に対して，スッピスとセンの基本的な発想を拡大して適用したものになっている．

17) 追い越し原理——およびそれと密接に関連する原理——を適用した最適成長モデルの分析については Gale(1968)，Koopmans(1965)，McKenzie(1968)を，また追い越し原理の公理的特徴付けについては Brock(1970b)を参照せよ．

18) スヴェンソン位相とキャンベル位相との間には，位相の強弱関係は成立しない．

19) 同様に，篠塚友一(Shinotsuka(1998))はスヴェンソン位相に替えて，マッキー位相(Mackey topology)を導入した．マッキー位相はダイアモンドの直積位相より強い位相であるが，キャンベル位相との間には位相の強弱関係は成立しない．篠塚は，この位相に関する世代効用の無限流列の評価順序の連続性を導入して，ダイアモンドの不可能性定理の一般化に成功している．また，Lauwers(1997a)も参照せよ．

20) この事実を不可能性定理の形に洗練して指摘したのは Lauwers(1997b)であるが，既に Svensson (1980, p. 1252)は，この事実をさりげなく指摘していたことに注意しておきたい．

21) 定理5の成立を支えるためは，強い世代間衡平性の要請が過剰に強いことは，証明のプロセスをみれば明らかである．すなわち，(12)式を満足する無限置換に関する匿名性を要請しさえすれば，定理5の成立を支えるために十分なのである．さらに，Lauwers (1997b)の示唆にしたがって【有界置換】(bounded anonymity)という概念を「自然数 n を限りなく大きくしたとき，$\pi(n)/n$ が1に収束するならば，置換 π は有界置換である」と定義して，

【世代間衡平性の準強公理】
$\mathbb{N}$ 上の任意の有界置換 π と任意の世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u} \in X$ に対して

$$(\pi \circ \boldsymbol{u})\, I(R)\, \boldsymbol{u}.$$

が成立する．

を定義すれば，この公理が強いパレート原理と両立不可能であることも，定理5の証明から明らかである．

22)　将来世代の効用を割り引きしない場合には，世代効用の無限流列の効用和——連続時間の場合には現在から無限の将来にわたる世代効用の積分——が収束しない可能性が高い．この事実もまた，将来世代の効用を割り引く慣行の正当化事由として挙げられることが多いのだが，効用和や効用積分の収束は功利主義的倫理に関して最善の世代効用の無限流列を定義するための必要条件ではないことに留意すべきである．事実，もともとラムゼイ＝ヴァイゼッカーの追い越し原理は，無限期間にわたる効用和や効用積分が発散する場合にも，的確な意味で最善の世代効用の無限流列を定義するために導入された原理だったのである．

23)　定理7は，評価の二項関係が順序の公理——完備性，反射性，推移性——を満足することを要求していないという点で，特に興味深い．

24)　この定理はSakai(2003b)によって触発されたものである．

25)　以下の証明から明らかなように，この定理の成立のためにはピグー＝ドールトンの移転公理を定義する不等式(14)を等式で置き換えた【ピグー＝ドールトンの弱移転公理】で十分である．sup metricによる位相に関する連続性に関しても，これを上半連続性に弱めることによって，定理の内容を強めることができる．また，評価順序 R の推移性も定理8の成立にとって必要ではなく，$P(R)$ の推移性——R の準推移性——で十分であることも，証明を辿りさえすれば明らかである．

26)　厳密にいえば，この定理はHansson(1976)に帰される定理とも Kalai, Muller and Satterthwaite (1979)に帰される定理とも異なっているが，彼らが得た定理の自然な延長線上にある成果であるために，ここでは彼らに帰着させておくことにする．

27)　$\Im$ に属する集合 $G \subseteq \mathbb{N}$ は，そのメンバーが結束して $\boldsymbol{u} \in X$ を $\boldsymbol{v} \in X$ よりも高く評価すれば，G 以外の世代の評価とは関わりなく，社会的にも $\boldsymbol{u}$ が $\boldsymbol{v}$ よりも高く評価されることを保障することができる．この意味において，$\Im$ に属する集合 $G \subseteq \mathbb{N}$ は【勝利結託】(winning coalition)と呼ばれている．

28)　(9)式が定義するラムゼイ＝ヴァイゼッカーの追い越し原理にせよ，(23)式が定義するフェレジョン＝ペイジの追い越し原理にせよ，いずれも形式的には社会的評価形成の可能性を保障する原理である．だが，いずれの追い越し原理も，臨界的な世代 N_0 がどれほど将来の世代であるかに関しては完黙しているという事実は，これらの原理の規範的意義を考える際に，無視できない重要性をもっている．現在世代から100世代の将来までの福祉を無視すれば，世代効用の無限流列 $\boldsymbol{u}$ は代替的な流列 $\boldsymbol{v}$ を凌駕するといわれても，無視される100世代がこの判断を飲み下すことには多くの抵抗があるに違いないからである．

29)　現在世代による独裁性定理に関しては，Chichilnisky(1996)およびNg(2003)をも参照せよ．

参照文献

Arrow, K. J. (1951/1963) *Social Choice and Individual Values*, New York : Wiley ; 2nd ed., 1963(長名寛明(訳)『社会的選択と個人的評価』日本経済新聞社，1977年).

Arrow, K. J. (1973) "Rawls's Principle of Just Saving," *Swedish Journal of Economics*, Vol. 75, No. 4, pp. 323-335.

Arrow, K. J. (1999) "Discounting, Morality, and Gaming," in Portney, P. R. and J. P. Weyant, eds., *Discounting and Intergenerational Equity*, Washington, D. C.: Resources for the Future, pp. 13-21.

Arrow, K. J. and M. Kurz (1970) *Public Investments, the Rate of Return, and Optimal Fiscal Policy*, Baltimore : Johns Hopkins University Press.

Asheim, G. B. (1988) "Rawlsian Intergenerational Justice as a Markov-Perfect Equilibrium in a Resource Technology," *Review of Economic Studies*, Vol. 55, No. 3, pp. 469-484.

Asheim, G. B. (1991) "Unjust Intergenerational Allocations," *Journal of Economic Theory* Vol. 54, No. 2, pp. 350-371.

Asheim, G. B. (1997) "Individual and Collective Time-Consistency," *Review of Economic Studies*, Vol. 64, No. 3, pp. 427-443.

Asheim, G. B. and W. Buchholtz (2003) "The Malleability of Undiscounted Utilitarianism as a Criterion of Intergenerational Justice," *Economica*, Vol. 70, No. 279, pp. 405-422.

Asheim, G. B., Buchholtz, W., and B. Turgodden (2000) "Justifying Sustainability," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 41, No. 3, pp. 252-268.

Atkinson, A. B. (1970) "On the Measurement of Inequality," *Journal of Economic Theory*, Vol. 2, No. 3, pp. 244-263.

Atkinson, A. B. (1983) *Social Justice and Public Policy*, Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Basu, K. and T. Mitra (2003) "Aggregating Infinite Utility Streams with Intergenerational Equity : Impossibility of Being Paretian," *Econometrica*, Vol. 71, No. 5, pp. 1557-1563.

Beals, R. and T. C. Koopmans (1969) "Maximizing Stationary Utility in a Constant Technology," *SIAM Journal of Applied Mathematics*, Vol. 17, No. 4, pp. 1001-1015.

Becker, R., Boyd III, J. H., and B. Y. Sung (1989) "Recursive Utility and Optimal Capital Accumulation. I. Existence," *Journal of Economic Theory*, Vol. 47, No. 1, pp. 76-100.

Blackorby, C. and D. Donaldson (1984) "Social Criteria for Evaluating Population Change," *Journal of Public Economics*, Vol. 25, No. 1, pp. 13-33.

Blackorby, C., W. Bossert and D. Donaldson (1995) "Intertemporal Population Ethics : Critical-Level Utilitarian Principles," *Econometrica*, Vol. 63, No.

6, pp. 1303-1320.

Blackorby, C., W. Bossert and D. Donaldson (1997a) "Birth-Date Dependent Population Ethics: Critical-Level Principles," *Journal of Economic Theory*, Vol. 77, No. 2, pp. 260-284.

Blackorby, C., W. Bossert and D. Donaldson (1997b) "Critical-Level Utilitarianism and the Population-Ethics Dilemma," *Economics and Philosophy*, Vol. 13, No. 2, pp. 197-230.

Blackorby, C., W. Bossert and D. Donaldson (2000) "The Value of Limited Altruism," *Journal of Economic Theory*, Vol. 95, No. 1, pp. 37-70.

Brock, W. (1970a) "On the Existence of Weakly Maximal Programmes in a Multi-Sector Economy," *Review of Economic Studies*, Vol. 37, No. 2, pp. 275-280.

Brock, W. (1970b) "An Axiomatic Basis for the Ramsey-Weizäcker Overtaking Criterion," *Econometrica*, Vol. 38, No. 6, pp. 927-929.

Broome, J. (1992) *Counting the Cost of Global Warming*. Cambridge, UK: The White Horse Press.

Calvo, G. (1978) "Some Notes on Time Consistency and Rawls' Maximin Criterion," *Review of Economic Studies*, Vol. 45, No. 1, pp. 97-102.

Campbell, D. E. (1985) "Impossibility Theorems and Infinite Horizon Planning," *Social Choice and Welfare*, Vol. 2, No. 4, pp. 283-293.

Candeal, J. C. and T. Shinotsuka (1994) "A Note on Intergenerational Equity," mimeograph, Otaru University of Commerce.

Cass, D. (1965) "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation," *Review of Economic Studies*, Vol. 32, No. 3, pp. 233-240.

Cass, D. (1966) "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation: A Turnpike Theorem," *Econometrica*, Vol. 34, No. 4, pp. 833-850.

Cass, D. and M. E. Yaari (1966) "A Re-Examination of the Pure Consumption Loans Model," *Journal of Political Economy*, Vol. 74, No. 4, pp. 353-367.

Chakravarty, S. (1962) "The Existence of an Optimum Savings Program," *Econometrica*, Vol. 30, No. 1, pp. 178-187.

Chakravarty, S. (1969) *Capital and Development Planning*, Cambridge, Mass.: MIT Press.

Chichilnisky, G. (1996) "An Axiomatic Approach to Sustainable Development," *Social Choice and Welfare*, Vol. 13, No. 2, pp. 231-257.

Collard, D. (1994) "Inequality Aversion, Resource Depletion and Sustainability," *Economics Letters*, Vol. 45, No. 4, pp. 513-517.

Collard, D. (1996) "Pigou and Future Generations: A Cambridge Tradition," *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 20, No. 5, pp. 585-597.

Dasgupta, P. (1974a) "On Some Problems Arising from Professor Rawls' Conception of Distributive Justice," *Theory and Decision*, Vol. 4, No. 3/4, pp. 325-344.

Dasgupta, P. (1974b) "On Some Alternative Criteria for Justice between Generations," *Journal of Public Economics*, Vol. 3, No. 4, pp. 405-423.

Dasgupta, P. S. and G. M. Heal (1979) *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge: Cambridge University Press.

Diamond, P. A. (1965) "The Evaluation of Infinite Utility Streams," *Econometrica*, Vol. 33, No. 1, pp. 170-177.

Dobson, A. (1999) *Fairness and Futurity: Essays on Environmental Sustainability and Social Justice*, Oxford: Oxford University Press.

Epstein, L. (1986a) "Intergenerational Preference Orderings," Social *Choice and Welfare*, Vol. 3, No. 3, pp. 151-160.

Epstein, L. (1986b) "Intergenerational Consumption Rules: An Axiomatization of Utilitarianism and Egalitarianism," *Journal of Economic Theory*, Vol. 38, No. 2, pp. 280-297.

Ferejohn, J. and T. Page (1978) "On the Foundation of Intertemporal Choice," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 60, No. 2, pp. 269-275.

Fishburn, P. C. and A. Rubinstein (1982) "Time Preference," *International Economic Review*, Vol. 23, No. 3, pp. 677-694.

Fleurbaey, M. and P. Michel (2001) "Transfer Principles and Inequality Aversion, with an Application to Optimal Growth," *Mathematical Social Sciences*, Vol. 42, No. 1, pp. 1-11.

Foley, D. K. (1967) "Resource Allocation and the Public Sector," *Yale Economic Essays* 9, pp. 45-98.

Frederick, S., Loewenstein, G., and T. O'Donoghue (2002) "Time Discounting and Time Preference: A Critical Review," *Journal of Economic Literature*, Vol. 15, No. 2, pp. 351-401.

Gale, D. (1968) "On Optimal Development in a Multi-Sector Economy," *Review of Economic Studies*, Vol. 34, No. 1, pp. 1-18.

Gamow, G. (1961) *One Two Three ... Infinity: Facts and Speculations of Science*, New York: Viking(崎川範行・伏見康司訳・鎮目恭夫(訳)『宇宙=1, 2, 3 ... 無限大』白揚社, 1992年).

Goldman, S. M. (1980) "Consistent Plans," *Review of Economic Studies*, Vol. 47, No. 3, pp. 533-537.

Hansson, B. (1976) "The Existence of Group Preference Functions," *Public Choice*, Vol. 28, pp. 89-98.

Harrod, R. F. (1948) *Towards a Dynamic Economics*, London: Macmillan.

Kalai, E., Muller, E., and M. A. Satterthwaite (1979) "Social Welfare Functions when Prefer-

ences are Convex, Stricyly Monotonic, and Continuous," *Public Choice*, Vol. 34, Issue 1, pp. 87-97.

Kavka, G. S. (1981) "The Paradox of Future Individuals," *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 11, No. 2, pp. 94-112.

Kolm, S.-C. (1971/1972) *Justice et Équité*, Paris: CEPREMAP. Reprinted, Paris: CNRS, 1972.

Koopmans, T. C. (1960) "Stationary Ordinal Utility and Impatience," *Econometrica*, Vol. 28, No. 2, pp. 287-309.

Koopmans, T. C. (1965) "On the Concept of Optimal Economic Growth," in *The Econometric Approach to Development Planning*, Amsterdam: North-Holland, pp. 225-287.

Koopmans, T. C. (1967) "Intertemporal Distribution and 'Optimal' Aggregate Economic Growth," in Fellner, W., *et al.*, *Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fisher*, New York: John Wiley & Sons, pp. 95-126.

Koopmans, T. C. (1972a) "Representation of Preference Orderings with Independent Components of Consumption," in McGuire, C. B. and R. Radner, eds., *Decision and Organization*, Amsterdam: North-Holland, pp. 57-78.

Koopmans, T. C. (1972b) "Representation of Preference Orderings over Time," in McGuire, C. B. and R. Radner, eds., *Decision and Organization*, Amsterdam: North-Holland, pp. 79-100.

Koopmans, T. C., Diamond, P. A., and R. E. Williamson (1964) "Stationary Utility and Time Perspective," *Econometrica*, Vol. 32, No. 1, pp. 82-100.

Kotlikoff, L. J., Persson, T., and L. E. O. Svensson (1988) "Social Contracts as Assets: A Possible Solution to the Time-Consistency Problem," *American Economic Review*, Vol. 78, No. 4, pp. 662-677.

Lancaster, K. J. (1963) "An Axiomatic Theory of Consumer Time Preference," *International Economic Review*, Vol. 4, No. 2, pp. 221-231.

Lauwers, L. (1997a) "Continuity and Equity with Infinite Horizons," *Social Choice and Welfare*, Vol. 14, No. 2, pp. 345-356.

Lauwers, L. (1997b) "Rawlsian Equity and Generalized Utilitarianism with an Infinite Population," *Economic Theory*, Vol. 9, No. 1, pp. 143-150.

McKenzie, L. W. (1968) "Accumulation Programs of Maximum Utility and the von Neumann Facet," in Wolfe, N. N., ed., *Value, Capital, and Growth: Papers in Honour of Sir John Hicks*, Edinburgh: Edinburgh University Press.

Mirrlees, J. A. (1967) "Optimum Growth when Technology is Changing," *Review of Economic Studies*, Vol. 34, No. 1, pp. 95-124.

Morishima, M. (1961) "Proof of a Turnpike Theorem: The No-Joint Production Case," *Review of Economic Studies*, Vol. 28, No. 2, pp. 89-97.

Ng, Y.-K. (2003) "Appropriate Discounting of Future Utilities Need not be the Dictatorship of the Present: A Note on Chichilnisky," *Social Choice and Welfare*, Vol. 21, No. 1, pp, 113-116.

Nikaido, H. (1964) "Persistence of Continual Growth Near the von Neumann Ray: A Strong Version of Radner's Turnpike Theorem," *Econometrica*, Vol. 32, No. 1-2, pp. 151-162.

Olson, M. and M. J. Bailey (1981) "Positive Time Preference," *Journal of Political Economy*, Vol. 89, No. 1, pp. 1-25.

Page, T. (1977) *Conservation and Economic Efficiency*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Parfit, D. (1981) "Future Generations, Further Problems," *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 11, No. 2, pp. 113-172.

Parfit, D. (1984) *Reasons and Persons*, Oxford: Oxford University Press(森村　進訳『理由と人格：非人格性の倫理へ』勁草書房，1998年).

Peleg, B. and M. E. Yaari (1973) "On the Existence of a Consistent Course of Action when Tastes are Changing," *Review of Economic Studies*, Vol. 40, No. 3, pp. 391-401.

Phelps, E. S. and R. A. Pollak (1968) "On Second-Best National Saving and Game-Equilibrium Growth," *Review of Economic Studies*, Vol. 35, No. 2, pp. 185-199.

Pigou, A. C. (1920/1952) *The Economics of Welfare*, London: Macmillan, 1920; Fourth ed., 1952(永田清・気賀健三訳『厚生経済学』全4冊，東洋経済新報社，1973-1975年).

Pollak, R. A. (1968) "Consistent Planning," *Review of Economic Studies*, Vol. 35, No. 2, pp. 201-208.

Radner, R. (1961) "Paths of Economic Growth that are Optimal with Regard Only to Final States: A Turnpike Theorem," *Review of Economic Studies*, Vol. 28, No. 2, pp. 98-104.

Ramsey, F. (1928) "A Mathematical Theory of Saving," *Economic Journal*, Vol. 38, pp. 543-559.

Rawls, J. (1971/1999) *A Theory of Justice*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press(矢島鈞次(監訳)『正義論』紀伊国屋書店，1979年). Revised edition, 1999.

Reid, C. (1995) Hilbert, 2nd ed., Berlin: Springer-Verlag.

Romer, P. M. (1986) "Cake-Eating, Chattering, and Jumps: Existence Results for Variational Problems," *Econometrica*, Vol. 54, No. 4, pp. 897-908.

Sakai, T. (2002) "An Axiomatric Approach to Intergenerational Equity," *Social Choice and Welfare*, Vol. 20, No. 1, pp. 167-176.

Sakai, T. (2003a) "Intergenerational Preferences and Sensitivity to the Present," *Economics Bulletin*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-6.

Sakai, T. (2003b) "Equitable Intergenerational Preferences on Restricted Domains," mimeograph, University of Rochester.

Samuelson, P. A. (1937) "A Note on Measurement of Utility," *Review of Economic Studies*, Vol. 4, No. 1, pp. 155-161.

Samuelson, P. A. (1947/1983) *Foundations of Economic Analysis*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1947 : Enlarged 2nd ed., 1983(佐藤隆三[初版]訳『経済分析の基礎』勁草書房, 1967年).

Samuelson, P. A. (1958) "An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money," *Journal of Political Economy*, Vol. 66, No. 6, pp. 467-482.

Samuelson, P. A. (1960) "Efficient Path of Capital Accumulation in Terms of the Calculus of Variations," in Arrow, K. J., Karlin, S., and P. Suppes, eds., *Mathematical Methods of Social Sciences, 1959*, Stanford : Stanford University Press, pp. 77-88.

Schelling, T. C. (1995) "Intergenerational Discounting," *Energy Policy*, Vol. 23, No. 4/5, pp. 395-401.

Sen, A. K. (1970/1979) *Collective Choice and Social Welfare*, San Francisco : Holden-Day. Republished, Amsterdam : North-Holland, 1979(志田基与師監訳『集合的選択と社会的厚生』勁草書房, 2000年).

Sen, A. K. (1973/1997) *On Economic Inequality*, Oxford : Oxford University Press, 1973 ; Expanded edition with a substantial annexe by James E. Foster and Amartya Sen, 1997(鈴村興太郎・須賀晃一訳『不平等の経済学』東洋経済新報社, 2000年).

Sen, A. K. (1985) *Commodities and Capabilities*, Amsterdam : North-Holland(鈴村興太郎訳『福祉の経済学——財と潜在能力——』岩波書店, 1988年).

Sen, A. K. (1999) *Development as Freedom*, New York : Alfred A. Knopf(石塚雅彦訳『自由と経済開発』日本経済新聞社, 2000年).

Shell, K. (1971) "Notes on the Economics of Infinity," *Journal of Political Economy*, Vol. 79, No. 5, pp. 1002-1011.

Shinotsuka, T. (1994) "A Note on Equitable Intergenerational Preference Ordering," mimeograph, Otaru University of Commerce.

Shinotsuka, T. (1998) "Equity, Continuity, and Myopia : A Generalization of Diamond's Impossibility Theorem," *Social Choice and Welfare*, Vol. 15, No. 1, pp. 21-30.

Sidgwick, H. (1907) *The Methods of Ethics*, 7th ed., London : Macmillan.

Solow, R. M. (1974) "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources," *Review of Economic Studies*, Vol. 41, No. 1, pp. 29-45.

Strotz, R. H. (1955-1956) "Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization," *Review of Economic Studies*, Vol. 23, No. 3, pp. 165-180.

Suppes, P. (1966) "Some Formal Models of Grading Principles," *Synthese*, Vol. 16, pp. 284-306.

Suzumura, K. (1983) *Rational Choice, Collective Decisions and Social Welfare*, New York : Cambridge University Press.

Suzumura, K. (1999) "Consequences, Opportunities, and Procedures," *Social Choice and Welfare*, Vol. 16, No. 1, pp. 17-40.

Suzumura, K. (2000) "Welfare Economics Beyond Welfarist-Consequentialism," *Japanese Economic Review*, Vol. 50, No. 1, pp. 1-32.

鈴村興太郎(2002)「世代間衡平性の厚生経済学」『経済研究』第53巻第3号, pp. 193-203.

Suzumura, K. (2003a) "Welfarism, Individual Rights, and Procedural Fairness," presented at the Harvard Symposium on Human Rights and Welfare Economics, Harvard Law School. Forthcoming in Arrow, K. J., Sen, A. K., and K. Suzumura, eds., *Handbook of Social Choice and Welfare*, Vol. II, Amsterdam : Elsevier.

鈴村興太郎(2003b)「センの潜在能力アプローチと福祉国家システムの構想」塩野谷祐一・鈴村興太郎・後藤玲子(編)『福祉の公共哲学』東京大学出版会, pp. 55-82.

Suzumura, K. and T. Shinotsuka (2003) "On the Possibility of Continuous, Paretian, and Egalitarian Evaluation of Infinite Utility Streams," Project on Intergenerational Equity, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University.

Suzumura, K. and Y. Xu (2001) "Characterizations of Consequentialism and Non-Consequentialism," *Journal of Economic Theory*, Vol. 101, No. 2, pp. 423-436.

Suzumura, K. and Y. Xu (2002) "Welfarist-Consequentialism, Similarity of Attitudes, and Arrow's General Impossibility Theorem," forthcoming in *Social Choice and Welfare*.

Suzumura, K. and Y. Xu (2003) "Consequences, Opportunities, and Generalized Consequentialism and Non-consequentialism," *Journal of Economic Theory*, Vol. 111, No. 2, pp. 293-304.

Svensson, L.-G. (1980) "Equity among Generations," *Econometrica*, Vol. 48, No. 5, pp. 1251-1256.

Takekuma, S.-I. (1980) "A Sensitivity Analysis on Optimal Economic Growth," *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 7, No. 2, pp. 193-208.

Van Liedekerke, L. and L. Lauwers (1997) "Sacrificing the Patrol : Utilitarianism, Future Generations and Infinity," *Economics and Philosophy*, Vol. 13, No. 2, pp. 159-174.

Varian, H. R. (1974) "Equity, Envy and Efficiency," *Journal of Economic Theory*, Vol. 9, No. 1, pp.

63-91.

von Weizsäcker, C. C. (1965) "Existence of Optimal Programmes of Accumulation for an Infinite Time Horizon," *Review of Economic Studies*, Vol. 32, No. 2, pp. 85-104.

Weitzman, M. L. (1998) "Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 36, No. 3, pp. 201-208.