

【人物伝】ワイツマンがノーベル賞を逃した意味とは

はじめに

環境経済学の発展に多大な貢献をした Martin Weitzman（通称：Marty）が、2019年8月27日マサチューセッツで亡くなった。首吊り自殺だった。私がこのニュースを知ったのは「Weitzman discount rate」と検索をかけた時だった。最近の Google 検索は非常に便利になっており、人物の検索をかけると Wikipedia の情報も側面に表示される。この時にワイツマンの情報が「Died」になっていたのだ。そして、すぐさま私は真っ先に自殺を疑った。この理由は後で述べるが、彼はその前年にノーベル賞を逃したのだ。ここでは、日本ではあまり知られていないワイツマンの功績の一部とノーベル賞や割引率と彼の関わりを私なりに述べる。

陰鬱な定理

彼は純粋な経済学者としての評価もちろん高いが、特に環境経済学における貢献が非常に有名である。化石燃料を大量消費する我々の産業活動は温室効果ガスの排出を通じて気候変動を加速させる。気候変動が進むと台風被害や海面上昇などによって経済活動にマイナスの効果をもたらすこととなる。となると、人間の経済活動が活発になるほどに気候変動による経済被害が大きくなるので、相反する2つの要素を合わせて経済を最大化させるような戦略を我々は取らなくてはならないのである。要は無秩序な消費を続けても最後には気候変動に伴う各種災害によって経済が停滞してしまうので、ある程度は現在の消費を我慢する必要もあるということである。

では、我々は気候変動対策をどの程度行うべきだろうか？この問いにチャレンジしたのが彼である。彼は費用便益比（B/C）を最大化する戦略にこれを求めた。例えば、気候変動対策には再生可能エネルギーの導入など追加的コストが必要になるが、導入により将来の被害を減らすことができる。彼はこの費用便益分析の枠組みの中で気候変動問題を考えた。彼と研究の議論を活発に進めてきた Gollier¹ は顕著な業績として「量と価格」、「割引」、「不確実性」を挙げている。この中で私と最も関係があるのは「割引」である。これは後で述べるとして、3つ目の「不確実性」についてはじめに紹介する。

「不確実性」とは陰鬱な定理（Dismal Theorem）² としてよく知られる。例えば、ある気温 T における被害額を確率変数 $D(T) \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ とした状況を考える。ここで、ある特定の被害額を $\forall d_i(T) \in D(T)$ と表現した時に得られる期待被害額は、

$$E[D(T)] = \sum_{i=0}^{\infty} \Pr(D(T) = d_i(T)) d_i(T) \quad (1)$$

となる。ここで被害額の上限を ∞ にしているところにポイントがある。例えば、地球温暖化によって地球が壊滅すればその被害は ∞ となるが、この確率はかなり低い。しかし、これに近い事象はあり得る。例えば、氷床や森林の喪失、モンスーンの変化など不可逆的な被害が発生して巨大な被害となるものである。これらは Tipping point や Catastrophic events と呼ばれる³。 ∞ とはいかなくても、被害額 d_i が非常に大きいイベントが起こると考えた時、その生起確率 $\Pr(D(T) = d_i(T))$ がどこまでも広がる対数正規分布のような裾野が広い確

率分布 (Fat-tail) であるならば、期待被害額 $E[D(T)] = \infty$ となってしまう。結果として、こうした甚大な被害の可能性を加味すると気候変動対策の費用便益分析が無意味なものになると一石を投じたのである。

割引率

地球温暖化問題はしばしば異時点間のトレードオフ問題として語られる。二酸化炭素に代表される温室効果ガスは排出後数百、数千年のオーダーで大気中に滞留する。そのため、現在の排出は滞留を通して超長期的に影響を与える。費用便益分析で一般的に用いられる社会的割引率は、リスクフリーレートと呼ばれる国債金利ないしは市場金利が用いられる。しかし、こうした金利は世代内の収益を反映したものではなく、50 年を超えるような世代を超える場合の選好を含んだものではない。こうした短期的な金利を長期的な費用便益分析に用いることは、将来世代の評価を誤ることとなる。ここで、社会的割引率 r を指数とした割引因子 DF_t を定式化すると、

$$DF_t(r) = \exp(-rt) \quad (2a)$$

$$DF_t(r) = 1, t = 0 \quad (2b)$$

$$DF_t(r) = 0, t = \infty \quad (2c)$$

ここに、 t は現在からの経過年数である。例えば、異時点で発生する便益を B_t とすると、その時点の費用は $DF_t(r) \times B_t$ として表現することができる。式から分かるように、割引因子は時間経過とともに小さくなっていくものであり、 $DF_{50}(0.02) = 0.37, DF_{50}(0.04) = 0.13, DF_{100}(0.02) = 0.13, DF_{100}(0.04) = 0.02$ から分かるように割引率が高くなると将来の便益はほとんど評価されなくなってしまう。相対的に高い割引率を用いるということは、現在の世代が温室効果ガス排出削減のために努力しても、その便益を相対的に低く評価することを意味する。結果として、現在の世代は消費を我慢して温室効果ガス排出抑制対策をすることなく将来にその負担を押し付けることとなる。そのため、地球温暖化とその対策を対象にした長期的な費用便益分析では、将来世代との公平性確保の観点から、事業性を評価する一般的な費用便益分析で用いる割引率よりも低率の社会的割引率を用いるべきだとする主張がなされることがある⁴。しかし、それでは短期的な収益性が犠牲になってしまうのだから市場利子率を用いるべきだとする伝統的な見方は依然として根強い⁵。前者の見方は規範的、後者は記述的な見方であり、どちらも一理ある。Stern Review⁴ を発端とした割引率を廻る議論は一種の倫理論争と言えるだろう。

この論争に革新的なアイデアを提示したのが Weitzman である。彼は逓減型割引率 (Declining Discount Rate: DDR) を提案してこの論争の落とし所を見出した。彼は割引率 r が不確実性を有する確率変数 R だとすると使用すべき割引率は時間の経過とともに逓減していくことを示した。まず、彼は将来の割引率が完全に予見できない状態、すなわち、確実性等価 (Certainty Equivalent) の条件における社会的割引率の期待値は図-1 のように時間とともに逓減していくことを示した⁶。

図は将来的にあり得る社会的割引率が 0% から 10% の間にある時に算定される社会的割引率の期待値である。計算のポイントとして、実際の金銭価値は割引因子を用いて重み付けされることであり、割引因子の期待値を計算してからそれを割引率に変換する必要があることである。割引率 R 自体を確実性等価として期待値 $E[R]$ を計算すれば、それは平均 r と同等であり、図の例で言えば $E[R] = 5\%$ がどの時点 t でもずっと続くだけである。一方、彼は実際の金銭価値は式(2a)の割引因子を用いて重み付けされる点に注目した。彼は一度 $\forall r \in R$

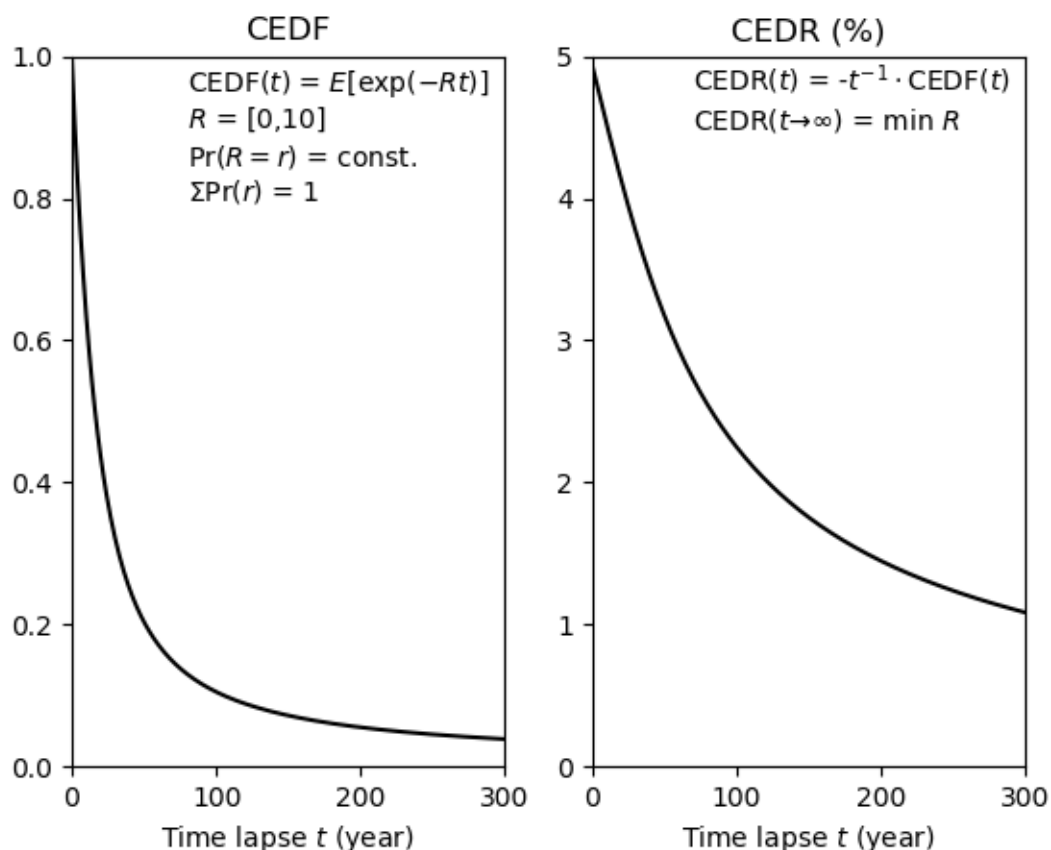


図-1 確実性等価割引因子と確実性等価割引率の算定例

について $DF_t(r)$ を計算した後に得られる期待値 $E[\exp(-Rt)]$ を割引率に戻すことを考えたのである。この結果得られたのが図-1である。この概念はあるもう一つの結論を導き出している。それは、 $t \rightarrow \infty$ における確実性等価割引率 (CEDR) はあり得る最小の割引率 $\min R$ に落ち着くことである。そこから彼は論文の表題である「超長期の将来はあり得る最小の割引率で割り引かれなくてはならない」と主張したのである。

また、同時に彼は政策的な提言も行っている。彼はタイムスパンを近い将来 ($t \leq T$) と遠い将来 ($t > T$) と分けて考えた。 T は現存する国債の償還年限のように T まで固定的な金利 $\tilde{r}$ が保証されるものが当てはまる。図から分かるように t が小さい時に CEDR は急激に低下し、 $CEDF(t = T) < DF_t(r = \tilde{r})$ となっているだろうとして $t > T$ においては $\tilde{r}$ が $\min R$ へと通減していく割引構造をとれば良いと主張した。この主張を即座に政策に反映したのは英国であり、英国の当時の最長の国債償還年限である 30 年を T として当初 30 年は 30 年国債の金利、その後は徐々に通減する割引率構造を採用した⁷。他にもフランスなどがこの流れに追随している⁸。

では、確実性等価の仮定が崩れる時はどうだろうか。彼は経済学者に長期的な環境評価の際に用いるべき固定的割引率についてアンケートをと

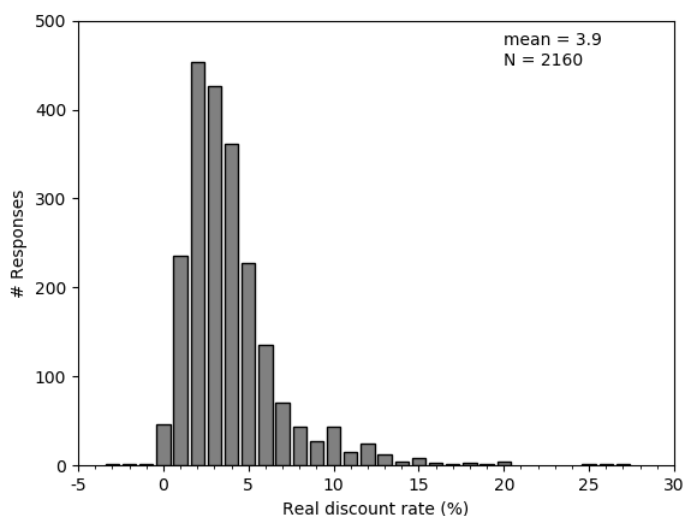


図-2 経済学者が用いるべきと考える割引率の分布

り、それを割引率の確率密度としたときにも同様に逓減型割引率が得られることを示した⁹。図-2は割引率のアンケート結果であり、経済学者それぞれが信ずる割引率のばらつきが結局は逓減型割引率を導くこととなる。彼はこの分布がガンマ分布に似ていることからこれを **Gamma discounting** と名付けた。

Weitzman の提案した割引構造は市場金利に基づいた短中期的な収益性を保証するとともに、長期評価で考慮すべき将来世代の保護という倫理観も考慮されたものであり、理論の精巧さも含め高く評価されるものである。この概念は後に冒頭の Gollier が逓増型割引率を導き出したことで **Weitzman-Gollier Puzzle** と呼ばれる長年の議論となるが、これは割引率が逓減するとして話は決着した¹⁰。

ノーベル賞落選。そして、自殺。

Weitzman は人生の多くを地球温暖化問題に費やしてきた。彼は経済の外部性として地球温暖化問題を取り上げ、経済学に取り込む形でそのトレードオフを考えたユニークな研究者であった。彼は統合評価モデルのように「理論武装」された複雑なモデルを用いることはあまりせず、古典的な経済学のように数式を用いて環境経済学に対して重要な知見を与えてきた。地球温暖化問題の経済評価を巡り長年議論を繰り広げてきた DICE モデル開発者である Nordhaus と並んで Weitzman は環境経済学のノーベル賞候補として共に名前が上がってきた。こうして迎えた 2018 年、遂に環境経済学に対してノーベル経済学賞が与えられることとなる。しかし、そこに Nordhaus の名はあれど、Weitzman の名前は無かった。そして、彼はその翌年に自殺した。報道によると、彼はノーベル賞の発表後に鬱になり、これまでは決して犯さなかったような数式のミスも見られるようになったという¹¹。

ノーベル賞候補として期待されつつもその受賞を逃した時の気持ちは私には計り知れない。なんせ私にとっては宇宙の星のような存在であるノーベル賞である。しかし、それを少し推し量る参考例を私は見てきた。私の知る人でノーベル賞を期待されつつも受賞を逃した人がいる。その人は他の大学からノーベル賞を輩出したことのない大学に研究所付きでハンティングされる形で移籍した。大学としては大学からノーベル賞が出ること大いに期待したことだろう。しかし、その人の研究テーマがノーベル賞を受賞した時にその名前はリストに無かった。ノーベル賞を一度逃せば基本的に次はない。その人は Weitzman と同様にその後鬱となり大学に来なくなるようになったそうである。大いに期待を受けてから突き放されることはどの年齢になっても心に傷を残すし、自分を否定された感じになる。また、期待を寄せていた人が無情にもその人から距離を置きはじめることもあるだろう。こうした事例を知っていたから彼の死を聞いた時に真っ先に自殺を疑ったのである。

非受賞の理由を考える

話を本質に戻すと、何故 Weitzman はノーベル賞を受賞できなかったのでしょうか。それについては彼と議論を繰り広げてきた Gollier の追悼論文¹²が幾分参考になる。彼が理由として挙げているのは **Dismal theorem** の存在である。これは Nordhaus の DICE モデルのような統合評価モデルの費用便益分析に疑問を投げかけるものであった。これは地球温暖化問題を暗に否定するものであり、ノーベル賞の選考委員会にはバツが悪いものであったのではないかとすることである。

しかし、これだけでは 2018 年度のノーベル経済学賞の謎は融解しない。それは Paul Romer の存在である。ノーベル経済学賞の [Wiki](#) を見れば分かるが、これまで同年に 2 つのテーマに対してノーベル経済学賞が与えられることは無かったが、2018 年度は DICE モデルの Nordhaus と並びイノベーションと経済成長の関係を

明らかにした Paul Romer にも賞が与えられた。どうしても結び付けることの難しいこの二人の同時受賞を予想した人は誰もいないはずである。これには Nordhaus 自身も驚いていた。そして、その翌年の 2019 年には世界の貧困を改善するためのアプローチを開発した 3 名に賞が与えられ、特異は平常に戻った。Romer の枠は本来 Weitzman の枠であり、Nordhaus だけの受賞では体裁が整わないと憂慮した委員会が Romer を受賞させたのではと勘ぐりたくもなるが、実際のところはわからない。

そして、Nordhaus の受賞は選考委員会が気候変動問題を大きくは捉えていないというメッセージを発してしまっているように思える。気候変動による甚大なリスクの存在を明示化した陰鬱な定理に対して彼は批判的であったし¹³、割引率も高めに設定することを好んでいた⁵。つまり、Weitzman を選ばずに Nordhaus のみを受賞させる委員会の決定は気候変動への対策をそう急ぐものではないと言うメッセージにも捉えられるのである。

おわりに

本稿では、Martin Weitzman 氏の環境経済学に対する功績として Dismal theorem と逓減型割引率の 2 つを解説し、彼がなぜ 2018 年のノーベル賞を逃し、そして自殺したのかを考察した。彼の業績で最も私と関係があるのが割引率の議論であり、日本の割引率の将来を考える上でも大きな参考となった¹⁴。日本でも社会的割引率が高すぎるのではないかと、その引き下げが議論されるようになってきたが¹⁵、議論の中心を成すべき彼が既に他界しているというのは残念でならない。

あまり知られていないが、ノーベル経済学賞は本流のノーベルではなく、スウェーデン国立銀行の働きかけによってノーベル財団に承認を受けた経済学賞として存在している。こうした経緯もあり、政治要素を多く含んだ自然科学ではない経済学がノーベル賞を名乗ることへの批判も根強い。数式を用いた主流派な経済学を好み、その多くの業績を単著で挙げてきた彼が受賞できなかったことは研究者に対する時代からのメッセージのようにも見て取れる。しかし、ノーベル賞を受賞できなくても彼の素晴らしい業績は論文として色褪せることなく後世に残り続けるはずである。研究者として真摯に課題に取り組み続けた Marty に感謝を。

参考文献

1. C. Gollier (2019) A Personal Biography of Marty Weitzman. *Environmental and Resource Economics* Vol.74, pp.943–947. Doi: 10.1007/s10640-019-00378-z
2. Weitzman ML (2009) On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change. *Review of Economics and Statistics* Vol.91, No.1, pp.1-19.
3. TM. Lenton *et al.* (2019) Climate tipping points — too risky to bet against. *Nature* Vol.575, pp.592-595. Doi: 10.1038/d41586-019-03595-0
4. N. H. Stern, Her Majesty's Treasury: Stern Review: The economics of climate change, 2007.
5. 例えば、W. D. Nordhaus (2007) A review of the “Stern review on the economics of climate change, *J. Econ. Lit.*, Vol. 45, No. 3, pp. 686–702.
6. Weitzman ML (1998) Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate, *J. Env. Econ. Manag.*, Vol.36, pp.201-208, Article No. EE981052.
7. Her Majesty's Treasury (2003) The Green Book: appraisal and evaluation in central government: Treasury

guidance.

8. 例えば, Lebègue Daniel. (2005) Révision du taux d'actualisation des investissements publics. Rapport du Groupe d'Experts, Commissariat Général du Plan.
9. Weitzman ML (1998) Gamma discounting, *American Economic Review*, Vol.91, No.1, pp.260-271.
10. C. Gollier and Weitzman ML (2010) How should the distant future be discounted when discount rates are uncertain? *Economics Letters*, Vol.107, No.3 , pp.350-353.
11. Martin Weitzman RIP: *Econospeak*, Aug. 28 2019 <http://econospeak.blogspot.com/2019/08/martin-weitzman-rip.html>
12. C. Gollier (2019) A Personal Biography of Marty Weitzman, *Environmental and Resource Economics*, Vol.75, pp.943-947, doi: 10.1007/s10640-019-00378-z
13. Nordhaus, William D., An Analysis of the Dismal Theorem (January 20, 2009). Cowles Foundation Discussion Paper No. 1686. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1330454>
14. 長谷川高平, 荒井康裕, 小泉明: 送配水システムのライフサイクルアセスメントにおける社会的割引率の影響の一考察, 土木学会論文集 G(環境), Vol.72, No.6, pp.Ⅱ_205-Ⅱ_216, 2016.
15. 参議院: 財政金融委員会 第 200 回国会, 第 5 回会議, 2019 年 12 月 5 日.

注: 本稿の内容は筆者個人の見解です.