

# 不確実性の下でのリスクマネジメント

## Risk/Risk Trade-off

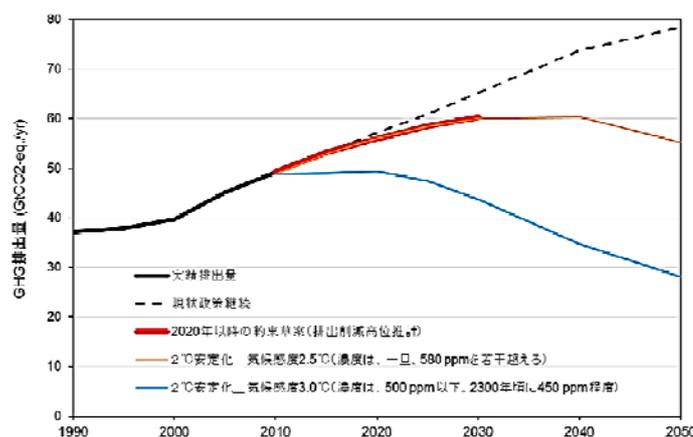
山口 光恒\*

### 1. 気候変動問題と不確実性

気候変動問題を考える際に最も重要な要素はその不確実性である。IPCC 第5次報告によれば20世紀中葉以降の気温上昇の主因は人間活動である。気温上昇は次の因果関係で発生する。人間活動(経済活動)→温室効果ガス(GHG)排出増→温室効果ガス濃度上昇→(放射強制力上昇)→気温上昇→気候損害発生。このいずれにも不確実性があるが、中でも人間の経済活動、温室効果ガス濃度上昇に伴う気温上昇、それに気温上昇に伴う損害についての不確実性が大きい。例えば経済活動面では景気循環があり、1997年のアジア金融危機や2008年のリーマンショックのあと世界のGHG排出量は減少した。反面中国の急激な成長の結果世界のGHG排出量は2000年代に激増した。

もう一つの例は気候感度(CO<sub>2</sub>濃度倍増時の気温上昇の程度)の不確実性で、最新のIPCC第5次報告では1.5-4.5℃と上下の幅が3倍にもなる。CO<sub>2</sub>濃度は工業化以前の278ppmから2015年には400ppmへと44%増加し、しかも毎年2ppm以上のペースで上昇中なので特段の対策をとらなければ今世紀中に550ppmと工業化以前の2倍に達する可能性もある。気候感度次第でパリ協定で目標とした工業化からの気温上昇を「2℃を十分に下回る水準」でとどめることは夢物語になる。図1を参照願う。

図1 気候感度の相違による2℃安定化達成の排出経路(2050年まで)



出典: Kaya et al.<sup>1</sup> Fig. 1 を一部簡略化して日本語としたもの。黒の実線はGHG排出実績、赤はパリ協定の下での各国のNDCの集計である。黒の点線は既存政策の下での排出、茶色は気候感度2.5℃の場合の2℃目標に向けた排出経路、水色は気候感度3℃の場合のそれである。

\* (公財)地球環境産業技術研究機構 参与、(一財)日本エネルギー経済研究所 特別客員研究員

<sup>1</sup> 茅・山口・秋元 “The uncertainty of climate sensitivity and its implication for the Paris negotiation”, Sustainable Science, May 2016, Vol. 11, Issue 3, 515-518

図の通りもし気候感度が 2.5°C以下であればパリ協定の下での各国のプレッジは 2°C目標の軌道に乗っているが、気候感度が 3°Cの場合には赤線と水色線の差から目標達成は極めて厳しい。ましてやこれ以上の場合には絶望的である。同様のことは最近頃に言われる炭素予算 (2°C目標達成のための累計 GHG 排出量) の議論にも当てはまる。気候感度が違えばその量は全く違ってくる。

このような大きな不確実性がある中で 2100 年を目処に 2°C目標を掲げ、これを「願望」としてその達成を目指して世界が協力することは意味があるが、2°C目標を **Must** と考え、これと 2030 年までの各国のプレッジの差を何が何でも埋めようとするのは却って国際協力を阻害することにならないか、再考が必要である。

次に気温上昇と損害の関係はどうか。この点で最も有名な図は IPCC 報告の「懸念の理由」と題する図である。紙数の関係で図は省略するが、そこでは種の多様性、異常気象、大規模不可逆な損害など 5 つの類型別に気温上昇に伴うリスクの増加程度が示されている。人間はこうしたリスクが高まればそれに対する適応対策をとるが、この点は考慮されていない。また、これはリスクの増加であって損害の程度ではない。勿論気候変動による人命や種の多様性の損害の金銭評価は困難である。また、西部南極大陸の氷床崩壊に伴う大幅海面上昇等大災害の損害も把握が困難である。その上で、IPCC 第 5 次報告では不確実ではあるがとして、当時から更に気温が 2°C上昇する (工業化以降では 2.6°C上昇) 場合の経済損害を GDP の 0.2-2.0% (但しこれより大きい可能性が高い) と推定している。つまり工業化から 2°C上昇の損害はこれより小さい可能性が高い。それでは 2°C目標達成の対策コストはどの程度か。IPCC 第 5 次報告では 2100 年には世界の GDP の 4.8%、ただしこれは GDP の成長率をたった 0.06%下げるに過ぎないとしている。但し CCS が無ければコストは 2.4 倍とある。しかしここで注意が必要なのは全てのモデルで世界共通炭素税を仮定していることである。しかしこの仮定は全く非現実的である。秋元らの論文<sup>2</sup>から計算すると、世界の国が自国の 2030 年に向けてのプレッジを自国の最小費用で達成するコストの合計は、同量の削減を世界共通炭素税で実施したときのコストの 6.5 倍となる。前者は各国が自国のプレッジをそれぞれの炭素税で削減することを前提としており、これ自体も極めて現実味に乏しいことを考えると、世界のコストは GDP の 4.8%とは桁違いに大きいと考える方が現実的である。損害にもこれほどの不確実性がある。こうしたことを考えると費用と便益の観点からはたして 2°C目標が正当化できるかが疑問となってくる。

## 2. 不確実性の下でのリスクマネジメント

筆者はこうした諸点から昨年の本欄で、2°C目標に代えて気温安定化に向けての「長期 CO<sub>2</sub> 正味ゼロ排出」を提唱した。2°C目標との相違は目標とする気温上昇には触れず、2100 年までのタイムリミットを設けない点である。この考えは今でも変わっていない。ただしこの場合 2°Cを超える確率が極めて高くなる。この場合どうするか。

第 1 は気候変動の科学の研究を深め、不確実性を減少させることである。例えば気候感度の不確実性が狭まる、あるいは最良推定値について専門家が合意出来ればかなりの確率で気温上昇が予想できる。また、その結果損害の程度がより明瞭になれば、どの程度の対策を打つかの幅も狭まる。第 2 は R&D への投資と国際協力推進である。これにより技術的に気温上昇をどの程度まで抑えることが可能かも明らかになる。また、こうした不確実性が減少することで対

<sup>2</sup> 秋元・佐野・ショナイ “The analyses on the economic costs for achieving the nationally determined contributions and the expected global emission pathways”, *Revolutionary and Institutional Economics Review*, 14-1, 193-206

策コストの不確実性も減る。さらに排出される CO<sub>2</sub> を他で有効利用が出来れば事態は大きく改善できる。第3は適応に従来以上に注力することである。これにより同じ気温上昇でも損害は小さくなる。緩和策（GHG 削減策）は長期的に必須であるが、効果が顕在化するにはかなりの時間がかかる。これに対して適応は短期間で効果が表れる。直接被害を受けやすい途上国では特に有効な対策である。

それでも気温が 3°C 或いは 4°C を超えて上昇するリスクは否定できない。気候感度次第ではこうした事態は容易に起こりうる。イギリスの 2050 年 80% 削減目標の根拠の一つに、世界の気温が 4°C 以上上昇する確率を 1% 以下に抑えるとの条件がある。こうしたリスクをどう管理するか。ここにジオエンジニアリングが登場する。この典型は太陽放射熱管理（SRM）といわれるもので、これは大気中に気温低下効果を持つ SO<sub>2</sub> を大量に散布する手法で、実際 1991 年のフィリピンのピナツボ火山爆発で 2000 万トンの SO<sub>2</sub> が大気中に放出された結果、翌年の地球の気温は 0.5°C 低下した。SRM の特徴はコストが極めて低いこと、他の手段と違って直ぐに効果が表れることであるが、これには未知の副作用のリスクがある。この場合気候変動のリスクを減少するために新たなリスクを許容するかどうかの選択となる。リスクがある程度定量化できない限りこのリスクと気候変動のリスクのどちらを受容するか、つまり Risk/Risk Trade-off の評価のしようがない。従来 SRM というとその副作用が未知の故に研究さえ拒否反応を示す人たちがいたが、本当に気温が上昇してくればこうした選択肢も視野に入れざるを得ない。この意味で SRM のリスクの更なる研究は必須である。同様のことは気候変動対策としての BECCS（バイオ燃料を使い、排出される CO<sub>2</sub> を地下に貯留する）或いは大量植林・再植林にも当てはまる。気候変動のリスクを回避する為に食糧安全保障や生態系への悪影響のリスクをどこまで進めるかという問題である。こうした意味で気候変動問題はまさに不確実性の下でのリスクマネジメントの問題である。

CO<sub>2</sub> 排出は人口と共に増える。ここまで考えてくると果たして人類の一人勝ちの現状をどう考えるかという哲学的問題にも行き着くことになるが、この点は読者の判断に任せたい。

#### 執筆者紹介

山口 光恒（やまぐち みつつね）

1999年東京海上火災保険株式会社を退社後（役員待遇理事）、慶應義塾大学経済学部教授、東京大学先端科学技術研究センター特任教授等を歴任、2012年4月から現職。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第3作業部会リードオーサー、第5次IPCC報告書国内連絡会座長代理等、気候変動・環境問題にかかる審議会・委員会委員を多数歴任。