

IPCC、1.5度特別報告書

—政策決定者向け要約から—



杉山 大志

キヤノングローバル戦略研究所
 上席研究員

標記報告書が一〇月六日にIPCC総会で採択された。本稿はその「政策決定者向け要約 (S.P.M.: Summary for Policy Makers)」の解説である。なお筆者は著者の一人として同報告書に寄与したが、本解説はその立場を離れて、一研究者として、日本の読者の理解促進のために書くものである (本稿は個人の文責でありいかなる団体機関の責では無い)。

本稿の要約

本稿は気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 一・五度特別報告書の「政策決定者向け要約」の解説の速報版である。以下にまず本稿を要約する (注: 以下で、「ブラケット」の括りはIPCC報告の内容紹介、他は筆者の解説)。

報告書の位置づけ: IPCCの一・五度特別報告書は、二〇一五年のパリ会議で気候変動枠組み条約から要請され、二〇一八年一〇月六日に採択された。今後開催されるCOPで諸国はこれを検討する予定になっている。

IPCCとは何か: IPCCは科学的諮問機関であって、政策提言は禁じられている。対策を迫ったり、政治的な狙いを持つこともない。いつ一・五度になるか: 「現時点で、

産業革命前に比べて既に約一・〇度の温暖化が起きている。(六六%以上の信頼区間は〇・八度から一・二度の間)」。現在の速さで温暖化が進めば、一・五度に達するのは二〇三〇年から二〇五二年の間になる (六六%以上の信頼区間)」。このように誤差幅が随分大きいので、あまり歯切れよくいつ一・五度に達するとは言えない。

どのような環境影響があるか: 「全般に二度の場合に比べて一・五度の場合の方が環境影響は少ない」と報告されている。しかし、大半の項目では記述は抽象的で、具体的にリスクの大きさがどの程度なのか、読み取れない。例外的に、今回特に目立つのは、「サンゴ礁について、「二度でほとんど(九九%以上が)消滅する、一・五度でも今後七割から九割が失われる」という記述である。これは既往のIPCC報告よりもかなり踏み込んだ悲観的な記述である。この記述を巡っては今後学界で議論になるだろう。

排出削減のシナリオ: 「排出を削減するほど、一・五度以下に抑制される確率は高まる」。しかし、不確実性幅があるので、一・五度以下というのは確実に達成されるという性質のものではなく、その達成の確率

が高まるに過ぎない。

「今回IPCCが収集したシナリオを統計的に分析すると、「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」では、地球全体の純人為的CO₂排出量は、二〇三〇年までに二〇一〇年比で約四五%減少し (四分位範囲では四〇%~六〇%)、二〇五〇年にはゼロになる (四分位範囲では二〇四五年~二〇五五年)。

これに対して、温暖化を二度以下に抑制する場合は、CO₂排出量は二〇三〇年までに大半のシナリオで約二〇%減少し (四分位範囲では一〇%~三〇%)、二〇七五年には純排出量がゼロになる (四分位範囲では二〇六五年~二〇八〇年)。

一・五度に抑制するためには、ありとあらゆる対策が実施されることが想定される。ただし、どのような技術が利用されるかという点において、シナリオには幾つかの類型がある。

「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」における、二一世紀の世界全体の平均的な割引限界費用の推計には、幅広い範囲がある。それは、おおむね、二度以下に抑制する排出経路よりも約三~四倍高い。一・五度の排出経路の総コストに関する文献は限られて

いるとされて、この報告書では評価されていない。なお産業や都市インフラでの排出削減には経済性等が壁となりうるとされている。

全ての「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」では、バイオエネルギーとCCS (BECCS)による大気中からのCO₂除去を二一世紀の間に一〇〇〜一〇〇〇ギガトCO₂実施すると予測している。ただし数百ギガトCO₂ものBECCSの実施には実施可能性および持続可能性の制約がある。

パリ協定で各国が提出した排出削減予定量の合計は二〇三〇年に年間五二〜五八ギガトCO₂と推計される。しかし、これを反映した排出経路は、仮に二〇三〇年以降に大幅な排出削減をするとしても、地球温暖化を一・五度へ抑制しない」。

総括…一定確率で一・五度以下に抑制するシナリオでのCO₂削減量が示されたことは、今年末以降のCOPでの交渉において参照されるだろう。

地球温暖化のリスクについては、全般に一・五度の場合の方が二・〇度の場合よりも少ないとされるが、具体的にどの程度重大なリスクなのか読み取れない(ただしサンゴ礁についての記述は例外)。

排出削減策および適応策にSDGs (国連の持続可能な開発目標)とシナジーおよびトレードオフがあることには、多くの紙幅が割かれたが、多様なシナジーとトレードオフがありうる、という以上の結論は無かった。

【コストについては限界費用(炭素税の場合はその税率に相当)が二度の場合に比べて一・五度の場合には四倍になるという数値が示された】。しかし、全体を通じて、一・五度の達成には大規模な排出削減が伴うとしているにも関わらず、政策決定者にとって重要な、経済的な負担の評価が軽視されている。

一 IPCC報告とは何か

IPCCは政策に関連する(Policy relevant)報告を行うことが義務付けられているが、政策提言(policy prescription)は禁じられている。メディア報道では、しばしば「IPCCが提言した」「IPCCが諸国に対策を迫った」「IPCCの狙いは温暖化対策の強化」等の記述が見られるが、これは全て誤りである。IPCCは、提言したり、対策を迫ったり、政治的な狙いを持つことは禁止されている。

またIPCCの役割は既往の文献

を調査(assessment)し報告することであって、独自に研究(research)することではない。

二 本稿について

一・五度特別報告書は、「政策決定者向け要約(SPM: Summary for Policy Makers)」および本文からなる。何れもIPCCホームページから入手できる(二〇一八年一月八日アクセス): <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

SPMは、IPCC総会において政府交渉団と議長団によって一週間 にわたって一言一句交渉が行われ、採択される。SPMが採択されると、本文はそれに引き続いて(交渉されることなく)受諾される。ただしSPMの変更に伴って一部改訂されることがある。

以下、本稿ではSPMの解説を行う。本稿での約束事は以下の通りである。

・英文は採択されたSPMからの直接の転載である(参考までに時折転載するが、極力読まなくても意味が通じるように日本語で解説する。読み飛ばしていただいても構わない)

・報告書の筆者による日本語訳(ないし抄訳)は「」で括弧である。

・他の部分は筆者による解説である

以下、序文から始めて、セクションA、B、C、Dを順に見ていこう。

三 IPCC一・五度特別報告書序文

パリ協定では地球温暖化について「二度を十分下回る」との目標が合意され、一・五度については努力目標とされた。しかし、これでは十分であるとの認識がフィジーなどの一部の国にあったため、交渉の結果、IPCCに対して、二度目標と一・五度目標の違い等についての分析を依頼することとなった。この結果を受けて二〇一八年末のCOPでさらに交渉が行われることになる。

(参考…不確実性について、IPCCは以下の表記法をとっている。「確信度 confidence level」は「高い high」「低 low」等と記述される。確からしさを示す場合には、「likely」が「六六%以上」、等の独特の決められたいい回しを使う。

四 セクションA

「一・五度の地球温暖化を理解する」

「一産業革命前に比べて既に約一・〇度の温暖化が起きている(六六%以上の信頼区間は〇・八度から一・

リスク記述に深刻さ読み取れず 温暖化抑制に四類型の排出経路

二度の間)。現在の速さで温暖化が進めば、一・五度に達するのは二〇三〇年から二〇五二年の間になる(六六%以上の信頼区間)。

誤差幅が随分大きいので、あまり歯切れよくいつ一・五度に達するとは言えない。現時点の温暖化についても〇・八度から一・二度といった具合に幅がある。加えて、将来については、どの程度温暖化が起きるかといった気候システムについての不確実性もあるもので、いつごろ一・五度に達するかを予言するのは、さらに難しくなる。

なお以上では、信頼区間、不確実性といった統計の用語を用いて説明しているが、予想される温度上昇の大きさに関する幅は、物理現象の不確実性ではなく、気候モデル(およびその作成者)の間の予測結果なし意見の違いを示すものであることを注記しておく。(以下も同様)。

温室効果ガス排出を削減するほど、一・五度以下に抑制される確率は高まる。しかし、不確実性幅があるので、一・五度以下というのは確

実に達成されるという性質のものでなく、その達成の確率が高まるに過ぎない。

「2.これまでの温室効果ガス排出だけでも一定の温暖化が起きるが、それだけで一・五度を超える確率は三三%以下である」。

つまり仮に今すぐ全ての温室効果ガス排出を止めることができれば、六六%以上の確率で一・五度以下に収まる、ということ。

五 セクションB:
「予測された気候変動、ありうる影響と関連するリスク」

「気候モデルは現在の気候、一・五度上昇時の気候、二度上昇時の気候について、その違いを予測している(高い信頼度)」。

このセクションBでは、一貫して、二度上昇の場合に比べて一・五度上昇の場合の方が温暖化のリスクが小さいこと」が述べられている。

だが残念なのは、一・五度の場合も二・〇度の場合も、「リスクが増大する」と言っているが、そのリス

クが「温暖化以外の自然変動、温暖化以外の人為的な環境変化、温暖化とは無関係な人間社会の変化等との比較において、どの程度深刻なのか」という相対化がなされていないため、どの程度深刻なリスクなのか読み取れないことである(これはこれまでのIPCCの環境影響評価の一貫した弱点でもある)。

例えば過去一〇〇年で日本は既に一度上昇し、東京に至っては都市熱の寄与が二度あったので都合三度も上昇したが、この間、特に困ったことは無かった。人間は自然体で温度上昇に適応してしまっただけである。むしろこの間、日本の生活水準は飛躍的に向上してきた。あと〇・五度ないし一・〇度上昇した場合にも、当然、かなりの程度、人間は自然体で適応するはずである。自然体で適応できないようなリスクがあるなら、それが何なのか、はつきりさせるべきだった。

例外的にはつきり述べてあるのは、サンゴ礁についての記述である。「サンゴ礁については、二度でほとんど(九九%以上)が消滅する(非常に高い確信度)、一・五度でも今後七割から九割が失われる(高い確信度)」としている。

これは、二〇一四年の第五次評価

報告の記述と比較しても、かなり踏み込んだ悲観的な記述となっている。異なる意見を持っている研究者もいることから、この記述を巡っては、今後、学界で議論になると予想される。

六 セクションC:
「一・五度の地球温暖化と整合性のある排出経路とシステム・トランジション」

まず標題のシステム・トランジションとは何か説明する。一・五度の排出経路のような大幅な排出削減は、当然のことながら、エネルギー・土地利用に関わるあらゆる部門での大幅な変化を伴う。このような大規模な変化のことが、トランジションとかシステム・トランジション等と呼ばれている。

排出経路とパリ協定との関係
ここはCOPでの国際交渉で参照されそうなので、やや丁寧に説明する。まず直訳しよう。

「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」では、地球全体の純人為的CO₂排出量は、二〇三〇年までに二〇一〇年比で約四五%減少し(四分位範囲では四〇%〜六〇%)、二〇五〇年にはゼロになる(四分位範囲では二〇四五年〜二〇五五年)。

これに対して、温暖化を二度以下に抑制する場合は、CO₂排出量は二〇三〇年までに大半のシナリオで約二〇%減少し（四分位範囲では一〇%～三〇%）、二〇七五年には純排出量がゼロになる（四分位範囲では二〇六五年～二〇八〇年）。

CO₂以外の温室効果ガス排出の経路は、「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」は温暖化を二度以下に抑制する場合と類似の大幅な減少を示す。

さて、ひも解いていこう。まず「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」とは何かの説明は、page32を見る

と説明がある…
【「排出経路」とは、二一世紀にわたる地球全体の人為的な温室効果ガス排出の数値モデルによる軌跡のことである。

・「排出経路」は二一世紀にわたる温度の軌跡によって以下のように分類する…

・五〇%以上の確率で一・五度以下に抑制する排出経路は「オーバーシュートの無い排出経路」と分類する

・一・六度以下に温度を保ち二一〇〇年までに一・五度に戻るものを「オーバーシュートの限定的な排出

経路」と分類する

・一・六度を超えるけれども二一〇〇年までに一・五度に戻るものを「オーバーシュートの大きい排出経路」と分類する

次に「四分位範囲」とは何かというと、データが一〇〇個あるとして、それを小さい順に並べたときに、小さい方から二五番目のデータから七五番目のデータまでの範囲である。全データの半分が四分位範囲に収まることになる。

「純人為的CO₂排出量」というのは、エネルギー利用や森林破壊などに起因するCO₂排出量から、植林などによるCO₂の吸収量を差し引いたCO₂の純排出量のことである。CO₂の海洋による吸収等は人為的で無いので含まれない。

「CO₂排出以外の温室効果ガス」には、メタン、亜酸化窒素(N₂O)、代替フロン等がある。

パリ協定における各国の排出削減目標（＝自国決定貢献（NDC））はおおむね二〇三〇年を対象としており、また同協定における「長期戦略」はおおむね二〇五〇年を対象としている。ここで示された数値は、一・五度および二度をそれぞれ目指そうとする場合に、どの程度の排出削減目標を二〇三〇年および二〇五

〇年に設定しなければならぬか、という国際交渉において参照されることになる、と予想する。

排出経路の四つの類型

SPMには五〇%以上の確率で一・五度以下に温暖化を抑制する排出経路の累計として四つのパターンが示されている。順に、

P1…イノベーションによって大幅にエネルギー消費削減が進む

P2…持続可能性を重視した社会

P3…P2とP4の中間

P4…エネルギー・資源消費が増大、経済成長とグローバルゼーションが進行

となつている。
この四つの類型を提示していることと目的であるが、Figure SPM.3bのキャプションに書いてあり、これらの「示唆的な（Illustrative）排出経路」を示す目的は、

・排出削減へのアプローチには多様なものがありうることを示唆すること、

・排出削減戦略の相対的な違いを示すこと

であつて、中央値の推計でもなければ、国家戦略でもなく、要求事項を示すものでもない、とされている。

カーボンバジェット
まず、カーボンバジェットの定義

…についての記述はpage32にある。

「トータルカーボンバジェット」とは、ある一定の温度以下に一定の確率で抑制するとした場合に、産業革命前から純CO₂排出量ゼロが達成されるまでの、累積の純CO₂排出量のことである。

「残余のカーボンバジェット」とは、ある一定の温度以下に一定の確率で抑制するとした場合に、当該時点から、純CO₂排出量ゼロが達成されるまでの累積の純CO₂排出量のことである」。

以上の準備のもとに、カーボンバジェットについての記述を見てみよう…

【トータルカーボンバジェットは、産業革命前から測ると、一・五度の場合には二二〇〇±三二〇ギガトンCO₂であり、年々これが四二±三ギガトンCO₂減っている。

現時点（二〇一七年末）での残余のカーボンバジェットは、五〇%の確率で一・五度以下を達成するならば五八〇ギガトンCO₂、六六%の確率なら四二〇ギガトンCO₂となっている。

ただしこれは第五次報告（AR5）における地球平均温度の定義による。地球平均温度の定義をGMS T（詳細はpage32）というものに変えると、それぞれ七七〇ギガトンCO₂

と五七〇^{ギガト}CO₂になる。

そして、これには様々な不確実性がある…

- ・気候システムの応答の不確実性によってカーボンバジェットには±四〇〇^{ギガト}CO₂の不確実性がある
- ・過去の温暖化の程度の不確実性によってカーボンバジェットには±二五〇^{ギガト}CO₂の不確実性がある
- ・永久凍土の融解および湿地からのメタン排出により最大で一〇〇^{ギガト}CO₂だけカーボンバジェットは減少する

・CO₂以外の温室効果ガスの将来の排出量によって±二五〇^{ギガト}CO₂の不確実性がある」。

このようにしてみると、カーボンバジェットという概念は、AR5で提示されて以来かなり注目されてきたものの、ここに至って、不確実性の大きい概念であることがより鮮明になった。特に気候システムの応答および過去の温暖化の程度の不確実性がもたらすカーボンバジェットの不確実性はかなり大きい。

大幅な排出削減なし「トランジション」

「一・五度に抑制するためには、ありとあらゆる技術が動員されることが想定される。ただし、どのような技術が利用されるかという点にお

いて、シナリオには幾つかの類型がある」。

以下、やや細かい点を補足すると、「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」では二〇五〇年に七〇%〜八五%（四分位幅）の電力が再生可能エネルギーによって供給されるとなっている。原子力およびCCSのシェアも増える」となっている。

「再生可能エネルギーには課題もあり、技術や国ごとに状況は異なるが、近年の太陽・風力・蓄電は過去数年でかなり進歩した。これは発電部門のトランジションの可能性を示唆するものである」、と前向きに結ばれている。

「産業、および都市・インフラについては、経済をはじめとして、トランジションには多様な障壁がある」、とされている

太陽放射管理

太陽放射管理（SRM）とは、成層圏に硫酸を撒くなどして太陽光を遮り地球を冷やす技術である。これについてはパラグラフC1.4 (p16)で「理論的にはオーバーシュートを減らす効果があるが、「大きな不確実性、知識の不足、かなりのリスク、制度的・社会的制約」があるとしており、今回報告された排出経路には

含まれていない」、としている。排出削減のコスト

一・五度に抑制するためのトランジションのコストについては、このパラグラフ一つしか言及が無い。

「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」における、二一世紀の世界全体の平均的な割引限界費用の推計には、幅広い範囲がある。それは、おおむね、二度以下に抑制する排出経路よりも約三〜四倍高い（高い信頼度）。一・五度の排出経路の総コストに関する文献は限られていて、この報告書では評価されていない」。

負の排出技術（BECCS）

【全ての「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」では、CO₂除去（CDR）を二一世紀の間に一〇〇〜一〇〇〇^{ギガト}CO₂実施すると予測している。数百^{ギガト}CO₂ものCDRの実施には実施可能性および持続可能性の制約がある（高い信頼度）】。

ここでCO₂除去（CDR）とは、大気中のCO₂を除去する技術のことである。これには空気回収（*air capture*）等、様々なものがありうるが、今回の報告書の排出経路で検討されたのはBECCS（ベックス）のみである。BECCSとは、バイ

オエネルギーを生産し、それを発電所や工場で燃焼させたのち、排出されるCO₂を地中に貯留する技術である。まだ実用化されていない。【BECCSを大規模利用することは、生物多様性の保護、食料生産との競合、CO₂の地中処分地についての社会的合意等、さまざまな制約がある」、とされている。

七 セクションD:

持続可能な開発および貧困根絶の努力の文脈における地球規模の対応の強化 諸国の排出削減目標の評価

【パリ協定で各国が提出した排出削減予定量の合計は二〇三〇年と二〇五〇年との間に二〇三〇年以降に大幅な排出削減をしても、地球温暖化を一五度以下へ抑制しない。

「オーバーシュートが無いもしくは限定的な一・五度排出経路」は、二〇三〇年までに明確な排出削減目標は、二一〇〇年までの間で温度上昇を約三度とした場合のコスト効率のな排出経路に相当する」。

以上の文言も二〇一八年末のCOPにおける国際交渉で参照されることになるだろう。