

# 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第1作業部会第12回会合

## 及び IPCC 第36回総会 (IPCC-XXXVI) 出席報告

一般財団法人 リモート・センシング技術センター(RESTEC)

利用推進部 特任首席研究員

近藤洋輝

### はじめに

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、第1作業部会(WG1)第12回会合及び第36回 IPCC 総会を、スウェーデン・ストックホルムのブルワリー会議場で、2013(平成25)年9月23～26日の日程で開催した。

100カ国以上の国々、多数の国際機関から300名以上が出席した。日本からは、WG1担当の省庁では、文部科学省から環境エネルギー課小谷専門職と技術参与の筆者、気象庁からは、地球環境・海洋部高槻地球温暖化対策調整官、及び企画課国際室本田外事官、その他、環境省、経済産業省の関係官、関連組織の担当者のほか、来年3月のIPCC/WG2及びIPCC総会の開催地横浜市の関係者も参加した。

IPCCは1988年設立以来、気候変動に関する知見の集約・評価として、1990年、1995年、2001年、2007年について、2013～14年に第5次評価報告書(AR5)をまとめる予定である。第1作業部会(WG1)は、科学的知見(「自然科学的根拠」)を対象としており、世界中から選出された関係専門家による執筆陣が作成した、本文(Underlying Report)案と、それを政策決定者向けにまとめた「政策決定者向け要約(SPM)」の案に関し、専門家や加盟国政府による査読に対応した上で審議が行われた。

WG1会合の主要な任務は、SPMに関して1行1行にわたり(line by line)、科学的に正しく反映され、また政策決定者に分かりやすく表現されているかを審議し、承認(Approval)を行うことである。その上で、SPMと本文と一貫性が保たれるよう編集上の必要な訂正を加えることを前提に、専門家による学術文書である本文の受諾(Acceptance)が行われる。審議は、両共同議長が交代で司会を担当して進められた。また、総会の主要任務は、議長の下で、WG1会合の結果をIPCCとして公式に受諾することである。

以下、承認、受諾された会議文書及び筆者のメモに基づき、ENB(Earth Negotiations Bulletin)の文書も参考に報告する。また、本報告書における訳は、筆者の試訳である。

## 1. WG1 第12回会合開会セッション

開会宣言や挨拶が以下のようにおこなわれた。

**ストッカー(Thomas Stocker, スイス・ベルン大学教授) WG1 共同議長 :**

開会を宣言する。複数段階の査読や精査を経て、AR5は気候科学の信頼できる、必要不可欠な発信源である。その科学的知見によれば、強い緩和政策を前提とするシナリオでは、1.5度以下の昇温(工業化以前から)に抑えることが可能であるが、その他のシナリオでは、2度の昇温にとどめることができないかもしれない。

**チン(Dahe, Qin, 中国前気象局長) WG1 共同議長 :**

AR5にまとめられる知見は、気候変動に関する最近の理解を反映しており、各政府による政策策定の主要な科学的根拠として用いられるだろう。

**パチャウリ(Rajendra Pachauri, インド)IPCC 議長 :**

陸域、水、およびそれらの持続可能な管理は、これまでIPCCが焦点を当ててこなかった分野である。AR5の著者たちの60%はIPCCに関わるのが初めてであり、新たな方面からの人材を取り入れることがSPMは2015年における新たな合意にむけての交渉を促進するために、UNFCCC第19階締約国会議(COP19)に示すことが必須である。

**ジャロー(Michel Jarraud, フランス)世界気象機関(WMO)事務局長(ビデオ発言) :**

気候変動への人為起源の寄与についての知見が進展し、緩和や適応の基礎を形成していることは重要である。気温増加、海面水位上昇、氷河融解、及び極端気象現象に関する証拠が強化された。そのため、WG1の活動は、2015年の気候の合意に向けての交渉にとっても重要である。IPCCが気候変動に関する社会・経済的な面、例えばモンスーン降雨やエルニーニョに特別な関心を払っていることを歓迎する。

アヒム(Achim Steiner、ドイツ)国連環境計画(UNEP)事務局長(ビデオ中継) :

科学の発展に伴い、気候変動の大きな課題は全ての分野で新たな政策を求めている。UNFCCC の 2015 年の新たな合意に向けての活動に関連して、IPCC の活動は、グリーン経済の新たな雇用、市場、及び機会という観点から、気候システムで何が起きているか、および気候に関する活動の便益は何かのいずれに関しても理解を進展させることが、重要である。

ソーゲイルツソン(Halldor Thorgeirsson、アイスランド)UNFCCC 事務局長代理 :

AR5 は、前回の評価報告書よりも、UNFCCC のニーズに更に対応している。UNFCCC では、全球気温上昇の 2℃ の上限の合意のもとでレビュー過程が進行中である。累積排出量は重要な概念である。

エク(Lena Ek)スウェーデン環境大臣 :

開催国として、参加者を歓迎する。ストックホルム人間環境国際会議(1972 年)の 40 周年記念を 2012 年に祝ったところである。気候変動に関する努力の効果は既に北欧の国々では見ることができる。「新気候経済」イニシヤティブを 2013 年 9 月 24 日(明日)にニューヨークで立ち上げることを宣言する。

## 2. WG1/SPM の承認

最終ドラフト(2013 年 6 月 7 日)への各国政府査読コメントに執筆陣が対応した上程案は、見え消し版と修正反映版とが会議場の画面ではじめて表示されて審議が勧められた。いくつかの分野に関しては、休憩時間に、執筆陣から解説的なプレゼンテーションがなされた。

最初に司会を担当したストックホルム共同議長は、SPM には案にあるように 2 ページ以内におさまる、「簡単明瞭で(crisp)、引用可能な(quotable)」、ヘッドライン・ステートメント\*にまとめたたいなどを強調して審議が始まった。注：\*最終ドラフトでは 18 であったが、審議の結果 19 に増加

### 2.1 全体の構成

最終ドラフトでは、番号のない項目ごとにテキストがまとめられていたが、会議上程案では下記のような番号のもとで各項目とその内容が扱われることが提示され、了承されると共に、番号を付した各項目についての審議において一部訂正の上、承認された(最終ドラフトからの変更部分は青字) :

- A. はじめに
- B. 観測された気候システムの変化
  - B.1 大気、
  - B.2 海洋、
  - B.3 雪氷圏、
  - B.4 海面水位、
  - B.5 炭素その他の生物地球化学的循環
- C. 気候変化の駆動要因
- D. 気候システムとその最近の変動についての理解
  - D.1 気候モデルの評価、
  - D.2 気候システムの応答の定量化、
  - D.3 気候変化の検出と原因特定
- E. 将来の全球的及び地域的な気候変化
  - E.1 大気：気温、
  - E.2 大気：水循環、
  - E.3 大気：大気質、
  - E.4 海洋、
  - E.5 雪氷圏、
  - E.6 海面水位、
  - E.7 炭素その他の生物・地球化学的循環、
  - E.8 気候の安定化、気候変化の既定性と不可逆性

## 2.2 審議における主要な争点と結果

以下、主要な争点と、19 のヘッドライン・ステートメント(ここでは、◆印で示す。)をまとめる。その他の主な知見で表記する場合は原文通り●で示す。

### A 初めに

全体にわたる記述でもあり、全般的な見解も含め長時間の発言も多く、表現の調整にもてまどり、合意に達するのに長時間を要した。その後の議事進行に支障を生じることになった。

承認された内容では、AR4 からの発展としての特徴や、昨年公表された「極端現象に関する特別報告書(SREX)」にも基づいていることに触れながら述べている。

今回の会議でのほとんどの審議時間を費やす、このSPMの外観についても述べている。

また、知見の確からしさの程度に関し、確信度(「非常に低い」から、「非常に高い」まで)や、確率論的に定量化された可能性(「ほぼありえない」から、「ほぼ確実」まで)で評価する点についての説明がされている。

### B. 観測された気候システムの変化

提示された、ヘッドライン・ステートメントに関し、サウジは表現が警告的過ぎるとして、unequivocal や unprecedented を定量的表現にすべきであると、また「1950 年以来」を「1850 年以来」とすべきであり、さらに過去 15 年の昇温の減速に言及すべきと主張した。また、ロシアは「温暖化」は「変化」とすべきと主張した。その他の多数の国々は提示案に沿うことを支持し、unequivocal は AR4 で既に現れていることや、近年の昇温鈍化(“Hiatus”、ハイエイタス)は別途記述されることなどから、結局提示案に基づくことになった。

- ◆ 気候システムの温暖化は疑う余地がなく(Unequivocal)、1950 年代以降において、多くの観測された変化は、数十年から数千年にわたって、前例がない(Unprecedented)。大気と海洋は暖まり、雪氷の量は縮小し、海面水位は上昇し、温室効果ガスは増加した。

#### B1. 大気

全球平均地上気温(Global mean surface temperature)\*の観測された変化に関する記述において、基準年が争点となった。また、最近の 30 年についての気温を取り上げることについての明確化などが求められた。その結果、AR5 では、測器観測データが存在し、長期的変化傾向がみられない、1850~1900 年の平均(年々の変動分を取り去るため平均を取る)をより不確実性のすくない基準ということできりあげ、それ以前の工業化以前の基準年 1750 年前後の気温も近似的に同等と解釈するという観点で、新たな基準年からの変化分をもって工業化以前からの近似的な変化分としても扱おうというものである。それらをどう表現するかが議論となった。表記としては、1850 年~1900 年の平均値から最近年である 2003~12 年での平均値までの変化を示すこととなった。従来は工業化以前から予測モデルで予測の基準年としている 1990 年前後までに約 0.5°C 上昇しており、モデルの予測値に 0.5°C 加えれば、工業化以前からの上昇量が出た。\*注:「地上 Surface」の付ける点で一貫性を持たせる必要がある点は日本から再度指摘され、訂正された。

Eでも示されるが、AR5 では、CMIP5 予測実験の基準年が 1995 年前後(1986-2005 年)であるため、1850 年~1900 年からそれまでに 0.61 [0.55~0.67] °C (その内訳は、1990 年前後<1980~1999 年>までに約 0.5°C、それから 1995 年前後までには約 0.11°C 昇温していることになる)上昇しているという下駄を履かせることで、それまでの数値と比較ができる。

降水量に関しては、当初の案では、主に北半球に似関して言及されていることから、南半球の国々から、南半球に関する情報が政策決定者にとって重要であると主張があり、コンタクトグループでの議論にゆだねられた。その結果、SPM.2 図として新たに全球の降水量変化分布を、1901~2010 年、及び 1951~2010 年の 2 つの期間に関して示すことで決着した。

極端現象では、米国が、北米全体としては地域差があるが大雨の増加傾向を指摘したが、テキスト上は大陸規模での知見で示すと共に、表 SPM1 で地域的な変動の情報を示すということで合意された。

- ◆ 過去直近 3 回の 10 年間は地球表面が、1850 年以來、どの 10 年間よりも暖かかった。北半球においては、

1983-2012年(の30年間)は過去1400年において最も暖かい30年間であった**可能性が高い(中程度の確信度)**。

- 全球平均の気候と海洋の地上気温データから線形的傾向を計算すると、複数の独立に導出されたデータセットが存在している期間：1880 から 2012 年に、**0.85 [0.65~1.06] °C**の昇温を示している。単一で最長に利用可能なデータセットによれば、1850 - 1900 年での平均と、2003 - 2012 年での平均との間の平均的昇温は、**0.78 [0.72~0.85] °C**である。
- 1950 年頃以来、多くの**極端気象・気候現象の変化**が観測されてきた。寒い日・夜の数が減少し、暑い日・夜が増加したことは**全球的に非常に可能性が高い**。熱波の頻度は、ヨーロッパ、アジア及びオーストラリアのいずれも大部分で増加した**可能性が高い**。陸域では、**大雨現象が増加した地域のほうが減少した地域よりも多い可能性が高い**。北米やヨーロッパでは、大雨の頻度あるいは強度が増大した**可能性が高い**。その他の大陸では、大雨現象の変化に関する**確信度はせいぜいで、中程度**である。

## B.2 海洋

特に異論等がなく上程案が承認された。

- ◆ **海洋の温暖化は、気候システムに貯留されたエネルギー増加において卓越しており、1971 年から 2010 年に蓄積されたエネルギーの 90%以上を占めている(高い信頼度)**。
  - 1957~2009 年に海洋は 700m から 2000m が温暖化した**可能性が高い**。2000m 以深での水温変化の全球的な評価は、**1992~2005 年**に関し十分な観測値が利用可能である。同じ期間に、2000m~3000m には顕著な水温変化傾向はなかった**可能性が高い**。同じ期間に、**海洋は 3000m から海底まで温暖化した可能性が高く**、南大洋で最大の温暖化が生じた**可能性が高い**。
  - 大西洋子午面循環(AMOC)の変化傾向に関する観測的な証拠はない。

## B.3 雪氷圏

北極海氷の減少が加速的に進行していることを強調する必要があるのではないかとかのコメントに対し、執筆陣からは、衛星データなど短期間の記録しかないので、表現は慎重にせざるを得ないという説明があり、了解された。その他、形容詞の表現上のコメントが出たが、合意に達した。

- ◆ **過去 20 年間、グリーンランドと南極の氷床は質量が減少し、氷河はほとんど世界中で後退し続けてきており、また、北極海氷と北半球の春の積雪は面積が縮小し続けてきた(高い確信度)**。
  - 世界中の**氷河の平均減少率**は、氷床の周辺部での氷河(氷床に含めて扱う)を除くと、**1071~2009 年に 226 [91~36] Gt yr<sup>-1</sup>**であった**可能性が非常に高く**、**1993~2003 年に 275 [140~410] Gt yr<sup>-1</sup>**であった**可能性が非常に高い**。
  - グリーンランド氷床からの氷の**平均減少率**は、**1992~2001 年での 34 [-6~74] Gtyr<sup>-1</sup>**から、**2002~2011 年での 215 [157~274] Gtyr<sup>-1</sup>**に大幅に増大した**可能性が高い**。
  - 南極氷床の**平均減少率**は、**1992~2009 年の期間の 30[-37~97] Gtyr<sup>-1</sup>** から、**2002~2011 年の期間の 147[72~221] Gtyr<sup>-1</sup>**に増大した**可能性が高い**。これらの減少は主に南極大陸西部の南極半島北部やアムンゼン海地域で生じたということには**非常に高い確信度**がある。
  - 1980 年代以降、**凍土の温度がほとんどの地区で増大した**ことには高い確信度がある。観測された昇温は北アラスカの一部で**3°C** (1980 年代初期~2000 年代半ば)に、ヨーロッパ・ロシア北部の一部で**2°C**に及ぶ(1971~2010 年)。後者の地区では、1975~2005 年の期間に凍土の厚さと面積において**かなりの(considerable)減少**が観測されてきた(**中程度の確信度**)。

## B.4 海面水位

数カ国から、19 世紀末から 20 世紀初頭にかけて、海面水位上昇率に遷移が生じた点は政策に適切な知見として明示すべきことや、近年の海面水位の要因の 75%を特定できる点などを、最終ドラフトにない新たな 2 プレットで指摘すべきという見解が出て受け入れられた。また、古気候における海面水位上昇の原因の記述において異なる見解が表明されたが、執筆陣との協議の上、科学的に**高い確信度**のある表現に帰着した。

- ◆ **19 世紀半ば以降の海面水位上昇率は、それ以前の 2000 年間の平均上昇率よりも大きい(高い確信度)**。1901 ~2010 年の期間において、**全球平均海面水位は、0.19 [0.17~0.21] m** 上昇した。
  - 海面水位に関する代替データや測器観測データによれば、19 世紀末期から 20 世紀初頭にかけて、それま

で 2000 年間における比較的低い平均上昇率から、高い上昇率への遷移が示される(高い確信度)。全球平均の海面水位上昇が 20 世紀初頭以来増加し続けている可能性が高い。

- 最終間氷期(12 万 9 千年 - 11 万 6 千年前から現在まで)における全球平均海面水位の最大値は、数千年の間、少なくとも現在より 5m 高かったことには非常に高い確信度があり、また現在より 10m を超えなかったことには高い確信度がある。この最終間氷期に、グリーンランド氷床がこの高い全球平均海面水位に 1.4 ~ 4.3m 寄与した可能性は非常に高く、またそのことは南極氷床からの追加的な寄与があったことになるという点には中程度の確信度がある。この海面水位の変化は、異なる軌道外力に関連して、また数千年で平均して現在より少なくとも 2°C 暖かな高緯度地上気温により生じた(高い確信度)。

## B.5 炭素その他の生物地球化学的循環

ヘッドライン・ステートメントに関し、土地利用変化による大気中二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度への寄与も明記すべきとするブラジルなど、表現を巡るコメントがあり、別途非公式協議が行われ、結局下記の表現で合意された。一方、ブレットにおける、大気中の温室効果ガスに関する表現で、サウジは、化石燃料やセメント生産以外による CO<sub>2</sub> 排出や、他の GHG ガスや他の分野や他の排出源、確信度、対応年にも言及すべきと主張した。その他の国も多数コメントが出た。執筆陣は、工業分野では年毎のデータが入手可能であるが、土地利用変化に関する利用可能なデータは毎年の更新ができないなどの説明があり、各国のコメントを検討して改めて執筆陣が提示した案で承認された。

- ◆ 大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン、及び一酸化二窒素( N<sub>2</sub>O)の大気濃度は、少なくとも過去 80 万年間において前例がないレベルに増加した。
  - 温室効果ガスである、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の大気中濃度は全て 1750 年以来、人間活動により増加してきた。2011 年には、それぞれ 391ppm\*、1803ppb\*\*、324ppb であり、工業化以前より、それぞれ、40%、150%、20%増加している。注) \*ppm=分子数で 100 万分率、\*\*;同じく 10 億分率
  - CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の濃度は現在、過去 80 万年間における、氷床コアでの濃度の最高記録をかなり超えている。これらの過去 1 世紀にわたる大気中濃度の平均増加率は、非常に高い確信度をもって、過去 2 万 2 千年間において前例がないといえる。
  - 2002~2011 年での平均では、化石燃料燃焼とセメント製造による CO<sub>2</sub> の年間排出量は、8.3 [7.6~9.0] GtCyr<sup>-1</sup> {注: 1Gt(ギガトン)C=10<sup>15</sup> 炭素グラム<炭素換算での質量> = 1Pg(ペタグラム)C} であり( 高い確信度)、1990 年のレベルより 54%増である。人為起源の土地利用変化による年間の正味 CO<sub>2</sub> 放出量は 0.9 [0.1~1.7]GtCyr<sup>-1</sup> である。
  - 1750~2011 年に、化石燃料燃焼とセメント製造から大気へ 365 [335~395] GtC の CO<sub>2</sub> を排出しているのに対し、森林伐採など土地利用変化は 180 [100~260] GtC を放出している。この結果、人為起源の累積排出量は 545 [460~630]GtC となった。

## C. 気候変化の駆動要因

ここでは、放射強制力(RF)に関する図(原案では SPM.4 図、承認版では SPM.5 図)を巡って、政府コメントが多かったこともあり、コンタクトグループにより別途審議した。筆者も参加した。AR4 までは、各要因物質の大気中濃度に対応した放射強制力に関する知見として、可能性の範囲と最良の推量値(示せる場合)程度が示されたが、AR5 では、各要因物質の排出量とそれから生じる大気中物質が示された上で、各排出物質ごとの放射強制力を示すという点など視点がことなり、政策決定者に分かりにくいなどのコメントが出たが、結局新たな観点からの見方をしているという執筆陣の説明で了解された。なお、左側に、人為起源、自然起源の別を明示することをわが国から指摘し、受け入れられた。

また、火山性の成層圏エアロゾルについてのブレットが政府査読に基づき審議され追加された。

- ◆ 放射強制力(RF)の総合計は正であり、気候システムによるエネルギーの取り込みに帰着する。放射強制力総合計に対する最大の貢献は 1750 年以来的 CO<sub>2</sub> の大気中濃度の増大に起因する。
  - 1750 年基準での 2011 における人為起源 RF 合計は、2.29 [1.13~3.33] Wm<sup>-2</sup> であり、1970 年以来、それ以前の数十年よりも急速に増加してきた。2011 年における人為起源 RF 合計の最良の推定値は、AR4 で報告された、2005 年でのそれよりも 43%高い。これは、ほとんどの温室効果ガス濃度の継続する増加

と、正味では弱い冷却効果を示すエアロゾルによる RF の評価の改善とがあいまって生じた。

- 1750 年基準での 2011 年における、よく混合した温室効果ガス(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、及びハロカーボン類) 排出による RF は 3.00 [2.22~3.78] Wm<sup>2</sup> である。これらの 3 つのガスの濃度変化による RF は 2.83 [2.26 ~3.40] Wm<sup>2</sup> である。
- エアロゾルによる雲の調節を含む、大気中における全てのエアロゾルの効果による RF は、-0.9 [-1.9~ -0.1] Wm<sup>2</sup> である(中程度の確信度)。
- 火山性の成層圏エアロゾルの強制力は、火山噴火後数年の間気候に大きな影響を与えうる。幾つかの小さな噴火により、2008~2011 年には-0.11 [-0.15~-0.08]の RF を生じさせが、これは、1999~2002 年の間のそれより 2 倍ほどの強さである。
- 太陽放射照度の変化による RF は、0.05 [0.00~0.10] Wm<sup>2</sup> である。1978 年~2011 年における太陽放射照度の全変化の衛星観測値によると、最近の太陽活動極小値はその前の 2 つの極小値よりも低かったことが示された。その結果、2008 年の最近年の極小値と 1986 年の極小値との間の RF は、-0.04 [-0.08~0.00] Wm<sup>2</sup> である。

## D. 気候システムとその最近の変動についての理解

最終ドラフトでは、D 全体にわたるヘッドライン・ステートメントはなかったが、政府査読にもとづき、執筆陣から提示され、審議されて、下記のように新たに導入することが承認された。

- ◆ 気候システムに対する人間の影響は明らかである。それは、大気中の温室効果ガスの増加、放射強制力、観測される昇温、及び気候システムの理解によって証拠付けられる。

### D.1 気候モデルの評価

過去 10~15 年に地上気温上昇に減速の傾向があるのに対し、モデルが再現し切れていない点に関し、過去 10~15 年に関する再現性ではモデルの評価はできないというものから、逆にモデルの限界を明示すべきとするものまで、さまざまな見解が示された。また、過去 15 年を明示すべきという見解もでた。非公式協議が行われたが、結論が出ず、共同議長の見解で、1998~2012 年と明示することなどで、決着した。また、限界についての明示に関しては、それはまだ研究が進行中の分野であり、モデルの全般的に進展している再現性から見ると、SPM での明記はバランスを欠いた記述となるなどの説明があり、文中で不確実性に関する記述を示すことで結局了承された。

- ◆ 気候モデルは AR4 以来改善してきた。モデルは、20 世紀半ば以来の急速な温暖化や大きな火山噴火直後の寒冷化を含む、数十年にわたる観測された大陸規模の地上気温パターンや数十年にわたる変化傾向を再現する。
- 長期の気候モデルの再現実験によれば、**全球平均地上気温の 1951~2012 年にわたる変化傾向が観測された変化傾向に一致することが示された(非常に高い確信度)**。しかしながら、10~15 年の短い期間に関する再現実験と観測の変動傾向には差が存在する。
- 1998~2012 年にわたる地上気温上昇が、1951~2012 年の期間にくらべ、**減速の傾向が観測されているのは、放射強制力における減速的傾向と、海洋内熱再分配の可能性などの内部変動性による寒冷化への寄与とのほぼ同等の程度の原因による(中程度の確信度)**。放射強制力における減速的傾向は、主として、複数の火山噴火や太陽活動の 11 年周期における下降の位相のタイミングに起因する。しかしながら、放射強制力の変動が温暖化の減速傾向を生じさせる上での役割を定量化することに関しては、**確信度が低い**。10 年規模の内部変動性がかなりの程度、観測と再現実験の違いを生じさせていることに関しては、**確信度が中程度**であるが、再現実験は内部変動性のタイミングを再現することは期待されていない。また、外力の不適切性による寄与もあるかもしれないし、モデルによっては、増加する温室効果ガスその他の強制力(エアロゾルの効果が主役である)に対する応答を過度に見積もっているかも知れない。
- **地域規模では**、地上気温を再現するモデルに対する**確信度はより大きい規模の場合に比べ低い**。しかし、地域規模の地上気温は、AR4 の時点に比較して、より改善されている。
- 極端気象・気候現象の評価は、AR4 よりかなりの進歩があった。再現された、20 世紀の後半に渡る、極端に暑い日および、寒い日・夜の頻度の**全球的变化傾向は、観測と全般的に一致している**。

- いくつかの重要な気候現象はいまやよりよくモデルで再現される。AR4 以来、複数モデルによるモンスーンやエルニーニョ・南方振動(ENSO)の再現の統計量は改善してきたことには高い確信度がある。
- 気候モデルは今や、AR4 の時点に比較し、より多くの雲およびエアロゾルの過程やそれらの相互交換を含んでいるが、モデルにおけるそれらの過程の表現や定量化においては、まだ低い確信度にとどまっている。
- 1979 年以來の夏の北極海氷面積における減少傾向は今や、AR4 の時点に比較してより多くので再現されており、それらの 1/4 は、観測された傾向と同じかより大きな傾向を示している。南極で観測される海氷面積の小さな増加傾向とは反対に、モデル間の差は大きい。ほとんどのモデルは、小さな減少傾向の再現結果となっている。
- 多くのモデルは、観測された 1961~2005 年にわたる表層(0 - 700 m)の熱容量の変化を再現し、複数も出る間の平均の時系列は、ほとんどの期間に関して、入手可能な観測値による推定量の範囲内におさまる。
- 炭素循環を含む気候モデル(地球システムモデル)は、熱帯では放出し、中・高緯度で吸収する、海洋一大気間の CO<sub>2</sub> フラックスの全球的分布を再現する。これらのモデルの多くにおいては、20 世紀の後半における全球の陸域及び海洋の炭素の吸収は、観測からの見積もりの範囲内である。

## D.2 気候システムの応答の定量化

平衡気候感度応答では、可能な範囲の下限が、AR4 に比較して低くなっている点は、政策決定者にとって混乱を生じるおそれがあり、明確にする必要があるという見解が出た。執筆陣は、研究の進展で評価報告書ごとに知見は同じではない点を指摘したが、結局、違いやその理由を明記することで決着した。

温室効果ガス(GHG)指標(Metrics)に関して、政府コメントに基づき新たなプレートが執筆陣から提示されたが、多くの国が支持したのに対し、ブラジルは、指標として、GWP をとるか、GTP をとるかは異なる結果をもたらすので、AR5 における最も重要な問題の 1 つと考えるとして、非公式協議を提案した。非公式協議では合意に達し全体会議で承認された。

- ◆ **気温変化、気候フィードバック、および地球のエネルギー収支における変化に関し、観測やモデルによる総合的な研究を行うことにより、過去及び将来の外力への応答としての全球温暖化の大きさに対する確信もたらされる。**
  - 水蒸気の変化、大気と地表の温暖化の差を組み合わせた効果から生じる正味のフィードバックが正であるのは極めて可能性が高く、従って、気候変化を増大させる。すべてのタイプの雲を合わせた放射のネットのフィードバックは正である可能性が高い。雲のフィードバックの符号と大きさに関する不確実性は主として、引き続き存在する温暖化の低層雲に対する影響に関する不確実性による。
  - 平衡気候感度は、数世紀の時間スケールにおける一定の放射強制力に対する気候システムの応答を定量化したものである。この気候感度は、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度を倍増することによって生じる平衡状態までの全球平均地上気温の変化として定義される。平衡気候感度は、1.5~4.5°C の範囲である可能性が高く、1°C 未満である可能性は極端に低く(高い確信度)、また 6°C より高い可能性は非常に高い(中程度の確信度)。評価した可能性の高い範囲の下限は、このように、AR4 での 2°C と異なるが、上限は同じ。ここでの評価は、理解の改善、大気及び海洋での気温記録の延長、および放射強制力の新たな見積もりを反映している。
  - 全球気候変化の率と大きさは、放射強制力、気候フィードバック、及び気候システムによるエネルギーの貯蓄により決定される。過去数十年に対するこれらの量の見積もりは、評価された不確実性の範囲で、平衡気候感度の評価された可能性の高い範囲と整合する。
  - 過渡的気候応答(Transient Climate Response)は、十年規模から世紀規模で増加しつつある放射強制力に対する気候システムの応答を定量化する。CO<sub>2</sub> の大気中濃度が年率 1% 増のシナリオで、倍増したときにおける、全球平均地上気温の変化として定義される。過渡的気候応答は、1.0~2.5°C(高い確信度)の範囲にある可能性が高く、3°C より大きい可能性は極端に低い。
  - 関連する量として、累積炭素排出量に対する過渡的気候応答(TCRE=transient climate response to cumulative carbon emissions)がある。それは、累積炭素排出量に対する、気候システムの過渡的な応答を定量化する。TCRE は、大気に排出された 1000Gt あたりの全球平均地上気温変化として定義される。TCRE は、1000GtC あたり 0.8~2.5°C の範囲である可能性が高く、気温のピークを打つ時点の約

2000GtCに達するまでの累積炭素排出量に適用される。

- **様々な指標**が、異なる物質の排出による気候変化への寄与を比較するために用いることができる。もっとも適切な指標や対象期間は、気候変化のどの面が特定の適用にとって最も重要と考えられるかに依存するだろう。**指標のどの一つとして、異なる排出のすべての結果を性格に比較することはできないし、すべての指標は限界と不確実性がある。**地球温暖化ポテンシャル(GWP=Global Warming Potential)は、特定の対象期間にわたる累積放射強制力に基づき、**全球気温変化ポテンシャル(GTP=Global Temperature change Potential)**は、ある特定の選択された時点における、全球地上気温における変化に基づく。それらの更新された値はこの報告書にある。

### D.3 気候変化の検出と原因特定

人間の影響に関する様々な証拠が AR4 以来増加したことをヘッドライン・ステートメントで明記すべきとの見解が出て、多くは支持したが、異論も出てコンタクトグループで討議され、合意に達して下記のようにまとめられた。

- ◆ **人間の影響は、大気及び海洋の温暖化、全球的な水循環の変化、雪氷の減少、全球平均の海面水位上昇、及びいくつかの気候極端現象において検出される。人間の影響に関するこの証拠は AR4 以来進展している。人間の影響は 20 世紀半ば以来に観測された温暖化の主要な原因であることは極めて可能性が高い。**
  - 1951～2010 年の全球平均地上気温の観測された気温上昇の半分以上が、温室効果ガス濃度の人為起源の増加とその他の人為起源の外力とがあいまって引き起こされたことは**極めて可能性が高い**。
  - 1951～2010 年に、温室効果ガスは、全球平均地上気温上昇に  $0.5\sim 1.3^{\circ}\text{C}$  の範囲で寄与した**可能性が高く**、エーロゾルによる冷却効果などその他の人為起源の外力からの寄与は、 $-0.6^{\circ}\text{C}\sim 0.1^{\circ}\text{C}$  の範囲である**可能性が高い**。自然起源の外力からの寄与は、 $-0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.1^{\circ}\text{C}$  である**可能性が高く**、内部変動性からの寄与は、 $-0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.1^{\circ}\text{C}$  である**可能性が高い**。これらを合わせた寄与は、この期間に観測されたおよそ  $0.6\sim 0.7^{\circ}\text{C}$  の上昇量と整合する。
  - 南極大陸を除くすべての大陸規模地域では、人為起源の外力は、20 世紀半ば以降かなりの地上気温上昇を生じさせた**可能性が高い**。南極大陸では、観測上の大きな不確実性のために、人為起源の外力が、稼働可能な観測点にわたり平均的に観測された温暖化に寄与していることには**確信度が低い**。20 世紀半ば以降、非常に大きな北極域での温暖化に対する人為起源の寄与があった**可能性が高い**。
  - 人為起源の外力が、1970 年代以来観測された、全球の海洋表層の熱容量(0～700m) の増加にかなり寄与したことは**非常に可能性が高い**。
  - SREX 以来の気温極端現象に対する人間活動の影響に関する証拠がさらに強まってきた。人間活動の影響が 20 世紀半ば以降の日別の極端な気温の頻度や程度に寄与してきた**可能性は非常に高く**、人間の影響が、いくつかの地区で生じる熱波の生じる可能性を倍以上にした**可能性が高い**。
  - 1979 年以降の北極域の海氷の減少に人為的影響が寄与していた**可能性が非常に高い**。南極海氷面積にわずかな増加が観測されていることの科学的理解については**確信度が低い**。これは、変化の原因の科学的説明が不完全で、また互いに競合していることや、南極域の内部変動の大きさの見積もりの**確信度が低い**ことによる。
  - 観測されている 1970 年以降の北半球の春季の積雪面積の縮小に人為的寄与があった**可能性が高い**。1970 年代以降の全球平均海面水位の上昇にかなりの人為起源の寄与があった**可能性が非常に高い**。これは、熱膨張と氷河質量損失という海面水位上昇の二大要因に対する人為的影響の**確信度が高い**ことに基づいている。
  - 1970 年代以降の全球平均海面水位の上昇にかなりの人為起源の寄与があった**可能性が非常に高い**。これは、熱膨張と氷河質量損失という海面水位上昇の二大要因に対する人為的影響の**確信度が高い**ことに基づいている。
  - 全太陽放射照度の衛星による直接測定結果に基づく、1986～2008 年の期間の全球平均地上気温の上昇に、全太陽放射照度の変化が寄与していなかったことは**確信度が高い**。11 年周期の太陽の変動がいくつかの地域における十年規模の気候のゆらぎに影響していることは**確信度が中程度**である。宇宙線と雲量の変化の間に、強固な関連性は何も見出されていない。



## E. 将来の全球的及び地域的な気候変化

予測は、CMIP5 予測実験の結果に基づく。予測に関する表現においては、その基準年をこれまで工業化以前の 1750 年からの数値を示すべきとの見解など、基準年に関する審議がなされた。AR5 では、CMIP5 予測実験の基準年が 1995 年前後(1986-2005 年)であるため、測器観測データが利用可能な 1850 年~1900 年からそれまでに  $0.61 [0.55\sim 0.67] ^\circ\text{C}$  (その内訳は、1990 年前後<1980~1999 年>までに約  $0.5^\circ\text{C}$ 、それから 1995 年前後までには約  $0.11^\circ\text{C}$  昇温していることになる)上昇している。この下駄を履かせることで、モデル結果から、1850 年~1900 年からの予測値が出せる。

- ◆ 温室効果ガスの継続的な排出は、更なる温暖化と気候システム全ての要素の変化をもたらすだろう。気候変化を抑制するには、温室効果ガス排出量の大幅かつ持続的な削減が必要であろう。
  - 今後数十年間における予測結果は、21 世紀後半に予測される変化と類似した気候の変化の空間パターンを示すが、変化の程度はより小さい。内部変動は、気候に対し大きな影響を与え続け、それは特に近未来や地域規模で顕著であるだろう。21 世紀の半ばまでには、排出シナリオによる違いが、予測される変化の大きさに顕著に表れるようになる。
  - RCP シナリオに基づく気候変動予測は、シナリオの違いを考慮すれば、パターンと大きさの両方において AR4 に示されたものと類似している。高い放射強制力の RCP シナリオによる予測の全般的な幅は、第 4 次評価報告書で用いた同等のシナリオの結果と比べて狭くなっている。これは、第 4 次評価報告書で用いられた SRES シナリオとは対照的に、AR5 で用いた RCP シナリオは濃度経路として定義されているため、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与える炭素循環の不確実性は、濃度によって駆動される CMIP5 のシミュレーションでは考慮されないからである。海面水位上昇の予測は AR4 より大きくなっており、これは主に陸域の氷からの寄与のモデル化が改善されたためである。

### E.1 大気：気温

工業化以前の 1750 年は、政策決定者にとって重要であり、引用をすべきとの見解や、1850~1900 年からの予測を近似的に工業化以前からの予測と明示したら同化などの見解などもでて、コンタクトグループで議論され、結局、1850~1900 年からの予測として表現することで合意された。

- ◆ 1850~1900 を基準とした 21 世紀末\*までの全球地上気温変化は、RCP2.6 以外の全ての RCP シナリオで  $1.5^\circ\text{C}$  を超える可能性が高い。RCP6.0 および RCP8.5 では  $2^\circ\text{C}$  を超える可能性が高く、RCP4.5 では、どちらかといえば (*more likely than not*)  $2^\circ\text{C}$  を超える。温暖化は、RCP2.6 以外の全てのシナリオにおいて、2100 年の先でも継続する。温暖化は、年々~十年規模の変動を示し続け、地域的に一様ではないだろう。
  - 1986~2005 年に対する、2016~2035 年での全球平均地上気温の変化は、 $0.3\sim 0.7^\circ\text{C}$  の間である可能性が高い (中程度の確信度)。この評価は、複数の証拠に基づくものであり、大規模な火山噴火や全太陽放射照度の長期的な変化がないことを仮定している。近未来における季節平均や年平均気温の上昇量の、自然の内部変動に対する大きさは、中緯度よりも熱帯や亜熱帯において大きくなるだろう (高い確信度)。
  - 1986~2005 年に対する、2081~2100 年の全球平均地上気温の上昇量は、濃度で駆動される CMIP5 モデルシミュレーションから得られる幅によれば、RCP2.6 シナリオでは  $0.3\sim 1.7^\circ\text{C}$ 、RCP4.5 シナリオでは  $1.1\sim 2.6^\circ\text{C}$ 、RCP6.0 シナリオでは  $1.4\sim 3.1^\circ\text{C}$ 、RCP8.5 シナリオでは  $2.6\sim 4.8^\circ\text{C}$  の範囲に入る可能性が高いと予測される。北極域は全球平均より速く温暖化し、陸上における平均的な温暖化は海上よりも大きくなるだろう (非常に高い確信度)。
  - 1850~1900 年平均と比較して、21 世紀末までの全球平均地上気温変化は、RCP4.5 シナリオ、RCP6.0 シナリオ、RCP8.5 シナリオでは  $1.5^\circ\text{C}$  を上回って上昇する可能性が高い (高い確信度)。RCP6.0 シナリオ、RCP8.5 シナリオでは  $2^\circ\text{C}$  を上回って上昇する可能性が高く (高い確信度)、RCP4.5 シナリオではどちらかと言えば  $2^\circ\text{C}$  を上回るが (高い確信度)、RCP2.6 シナリオでは  $2^\circ\text{C}$  を超える可能性は低い (中程度の確信度)。RCP2.6 シナリオ、RCP4.5 シナリオ、RCP6.0 シナリオでは  $4^\circ\text{C}$  を上回る可能性は低く (高い確信度)、RCP8.5 シナリオでは  $4^\circ\text{C}$  を上回るか上回らないかはどちらも同程度である (中程度の確信度)。
  - 全球平均気温が上昇するにつれて、ほとんどの陸域で日々及び季節の時間スケールで極端な高温がより頻繁になり、極端な低温が減少することはほぼ確実である。熱波の頻度が増加し、より長く続く可能性が

非常に高い)。たまに起こる冬季の極端な低温は引き続き発生するだろう

## E.2 大気：水循環

原案で、なぜ RCP8.5 シナリオについての知見が述べられているかという質問に対し、執筆陣は、RCP8.5 では、内部自然変動の変化がそれほど顕著でないが、他のシナリオでは可能性による評価が得られなかったことよるとして、了解された。

- ◆ 21 世紀にわたる温暖化にตอบสนองして、全球的水循環における変化は一様ではない。湿潤域と乾燥域、また雨季と乾季の間の降水の対照は、地域的な例外はあるかもしれないが、増大するだろう。
- 高緯度域と太平洋赤道域では、RCP8.5 シナリオにおいて、今世紀末までに年平均降水量が増加する可能性が高い。RCP8.5 シナリオにおいて、中緯度と亜熱帯の乾燥地域の多くでは今世紀末までに年平均降水量が減少する可能性が高く、一方、ほとんどの中緯度の湿潤地域では年平均降水量が今世紀末までに増加する可能性が高い。
- 全球平均地上気温が上昇するにつれて、中緯度の陸域のほとんどと湿潤な熱帯域において、今世紀末までに極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高い。
- 全球的には、モンスーンシステムに含まれる領域は 21 世紀を通じて拡大する可能性が高い。モンスーンの風は弱くなる可能性が高い一方、モンスーンの降水は大気中の水蒸気量の増加により強まる可能性が高い。モンスーン期の開始期は早くなるか、またはあまり変化しない可能性が高い。モンスーン期の終了期は遅くなり、結果としてモンスーン期は多くの地域で長期化する可能性が高い。
- エルニーニョ・南方振動 (ENSO) は、21 世紀中においても全球的影響を持った太平洋熱帯域における経年変動の主要なモードのままである可能性が非常に高い。降水になり得る水分の増加により、ENSO に関係した降水量の変動度は強まる可能性が高い。地域規模での ENSO の振幅や空間パターンの自然変動は大きく、このため 21 世紀において ENSO やそれに関連した地域的な現象について予測されるいかなる変化についても依然として確信度は低いままである。

## E.3 大気：大気質

強固な知見がないためヘッドライン・ステートメントはまとめられなかった。

## E.4 海洋

特に異論がなく、原案のまま承認された。

- ◆ 全球的に海洋は 21 世紀において温暖化が続く。熱は表面から深海にまで浸透し、海洋循環に影響する。
- 最大の海洋の温暖化は熱帯域と北半球亜熱帯域の海面において予測されている。より深い深度においては、昇温は南大洋で最も大きいだろう (高い確信度)。21 世紀末までの海洋表層 (海面から水深 100m まで) における水温上昇の最良推定値は約 0.6°C (RCP2.6 シナリオ) から約 2.0°C (RCP8.5 シナリオ)、水深約 1,000m においては約 0.3°C (RCP2.6 シナリオ) から約 0.6°C (RCP8.5 シナリオ) である。
- 大西洋子午面循環 (AMOC) は、21 世紀を通じて弱まる可能性が非常に高い。CMIP5 による弱化的最良推定値と範囲は、RCP2.6 シナリオで 11% (1~24%)、RCP8.5 シナリオで 34% (12~54%) である。AMOC はおよそ 2050 年頃までにいくらか衰える可能性が高いが、大きな内部変動のために数十年規模で AMOC が強まる時期もあるかもしれない。
- 検討されたシナリオの範囲では、大西洋子午面循環 (AMOC) が 21 世紀中に突然に変化または停止してしまう可能性は非常に低い。解析の数が限られており、結果もはっきりしていないため、21 世紀より後の AMOC の変化に関する評価結果の確信度は低い。しかしながら、大規模な温暖化が持続することで 21 世紀より後において AMOC が停止してしまう可能性を否定することはできない。

## E.5 雪氷圏

原案の表現がやや激しいのではないかなどの見解が述べられたが、執筆陣からは、予測はシナリオに基づくモデルの予測結果に基づくものであり、E の冒頭に記してあると説明し了解された。

- ◆ 21 世紀を通して、全球平均地上気温の上昇の伴い、北極の海水は面積が縮小し、厚さが薄くなり続

け、北半球の春の積雪面積は減少するだろう。全球の氷河の体積は更に縮小することは非常に可能性が高い。

- マルチモデルの平均から、21 世紀の終わりまでに北極域の海水面積は通年で減少すると予測されている。この減少は、9 月においては RCP2.6 シナリオの 43%から RCP8.5 シナリオの 94%、2 月においては RCP2.6 シナリオの 8%から RCP8.5 シナリオの 34%の間である（中程度の確信度）
- 北極域の海水面積について、その気候学的な平均状態と 1979～2012 年の傾向を現実にかなり近く再現したモデルによる評価では、RCP8.5 シナリオにおいて今世紀半ばまでに 9 月の北極域で海水がほぼ無くなる可能性が高い（中程度の確信度）。9 月において 21 世紀のいつ頃に北極域の海水がほぼ無くなるのかについて、他のシナリオでは確信のある予測をすることができない。
- 北半球の春季の積雪面積は、モデル平均では 21 世紀末までに RCP2.6 シナリオで 7%、RCP8.5 シナリオで 25%減少すると予測されている（中程度の確信度）

## E.6 海面水位

全球平均の海面水位上昇のより高い予測が出ている根拠に関し、生じうる上限について、どこまで物理的に生じうるかを述べていないのはなぜかという質問に、執筆陣は、

◆ 全球平均の海面水位は 21 世紀を通して上昇し続けるだろう。海洋温暖化の増大や、氷河・氷床からの質量減少により、全ての RCP シナリオの下で、海面水位の上昇率は 1971～2010 年に観測された値を超えることは非常に可能性が高い。

- 全球平均海面水位上昇の予測についての確信度は、海面水位変化の要因に関する物理的理解の進展、諸過程に基づくモデル誤差Eと観測の整合性の改善、氷床の力学的変化を考慮したことによって、第 4 次評価報告書以降高まってきている。
- 1986～2005 年を基準とした、2081～2100 年の期間の全球平均海面水位の上昇は RCP2.6 シナリオで 0.26～0.55m、RCP4.5 シナリオで 0.32～0.63m、RCP6.0 シナリオで 0.33～0.63m、RCP8.5 シナリオで 0.45～0.82m の範囲となる可能性が高い（中程度の確信度）。RCP8.5 シナリオにおいて、全球平均海面水位の 2100 年における上昇幅は 0.52～0.98m の間であり、2081～2100 年の期間の上昇率は 1 年当たり 8～16mm である（中程度の確信度）。これらの範囲は、CMIP5 の気候予測と諸過程に基づくモデルを組み合わせた結果と、氷河、氷床の寄与に関する文献評価から導かれた。
- RCP シナリオに基づく予測において、21 世紀の全球平均海面水位上昇の 30～55%を熱膨張が占め、氷河による上昇は 15～35%である。グリーンランド氷床の表面融解の増加が降雪量の増加を上回るようになり、その結果、グリーンランド氷床表層における質量収支の変化は将来の海面水位に対して正の寄与となるだろう（高い確信度）。南極氷床の表面融解は少ないままである一方、南極氷床上での降雪量の増加が考えられ（中程度の確信度）、南極氷床表層の質量収支の変化は将来の海面水位に対して負の寄与となるだろう。両氷床からの流出の変化の合計は、2081～2100 年までに 0.03～0.20m の範囲で海面水位上昇に寄与する可能性が高い（中程度の確信度）。
- 現在の理解に基づく、全球平均海面水位の上昇が 21 世紀において可能性の高い範囲を大幅に超えて引き起こされ得るのは、南極氷床の海洋を基部とする部分の崩壊が始まった場合のみである。この追加的な寄与による 21 世紀中の海面水位上昇が数十 cm を超えないことの確信度は中程度である。
- 海面水位上昇は一様ではないだろう。21 世紀末までに、海洋面積の約 95%以上で海面水位が上昇する可能性が非常に高い。全球の海岸線の約 70%で、全球平均の海面水位変化の 20%以内の大きさの海面水位変化が起こると予測されている。

## E.7 炭素その他の生物・地球化学的循環

CO<sub>2</sub>の蓄積排出量と全球平均地上気温との関係を巡っては、様々な見解が生じ、コンタクトグループで審議が行われ、合意に達した。

◆ 気候変動は、大気中の CO<sub>2</sub>の増加を激化させるように炭素循環過程に影響を与える。海洋による更なる炭素の吸収は海洋の酸性化を増大させるだろう。

- 人為的に排出された二酸化炭素の海洋への吸収は、4 つある全ての RCP シナリオにおいて 2100 年まで継続し、それは高濃度の経路ほど高い吸収量であるだろう（非常に高い確信度）。陸域の炭素吸収が将来

どう変化するかはあまり確かではない。大部分のモデルは全ての RCP シナリオにおいて陸域での炭素吸収が継続すると予測しているが、幾つかのモデルは気候変動と土地利用変化の複合効果のために、陸域の炭素が減少することを予測している。

- 地球システムモデルによると、気候と炭素循環の間のフィードバックが 21 世紀に正であることの**確信度は高い**。即ち、気候変動は、大気中の二酸化炭素の増加によって引き起こされる陸地と海洋の炭素吸収の増加の一部を相殺するだろう。その結果、大気中に排出された人為起源の二酸化炭素のうち、より多くが大気中に残るであろう。百年～千年規模で気候と炭素循環に正のフィードバックがあることは、古気候に関する観測とモデリングの結果によって支持されている。
- 地球システムモデルは全ての RCP シナリオにおいて海洋酸性化の**全球的な進行**を予測している。21 世紀末までの海面の pH の低下量の幅は、RCP2.6 シナリオで 0.06～0.07、RCP4.5 シナリオで 0.14～0.15、RCP6.0 シナリオで 0.20～0.21、RCP8.5 シナリオで 0.30～0.32 である。
- 2050 年までに、RCP2.6 シナリオに従った地球システムモデルの結果から得られた二酸化炭素の年排出量は、1990 年の排出量より少なくなる（14～96%少ない排出量）。21 世紀末までに、モデルの約半数が 0 をわずかに超える程度の排出量を示唆しており、残りの半分は大気中から二酸化炭素を正味で取り除く事を示唆している。

### E.8 気候の安定化、気候変化の既定性(Climatic Change Commitment)と不可逆性

“Commitment” に関しては、わが国から、条約を初め社会的に用いられている用語でもあり、混乱を招く恐れがあるという見解を述べたが、ストッカー共同議長から、“Climate Change Commitment” は用語集で定義してあり、それに基づいて用いているとして了解を求めた。わが国の見解をサポートする国はなく、受け入れられた。原案最初のブレットでは、「TCRE の評価に基づけば、全ての人為起源からの CO<sub>2</sub> 排出のみにより生じる温暖化を工業化以前に比べ 2℃未満に抑える可能性が高いようにするには、工業化時代の初めからの全ての人為起源からの CO<sub>2</sub> 累積排出量を約 1000PgC に抑える必要があるだろう。」となっていたが、約 1000PgC に抑える必要性のみであると、政策示唆的(Policy Prescriptive)であるというコメントや、モデルでは工業化以前からの計算はしてないなど、様々な見解が出て、コンタクトグループが結成され合意に達し、第 2 ブレットとなった。一方、図が分かりにくいなどのコメントに対応して、新たなブレット案が最初のブレットとして了解された。

- ◆ CO<sub>2</sub> の蓄積排出量は、21 世紀末およびその先に、**全球平均地上気温上昇を主として決定する**。気候変動のほとんどの状況は、CO<sub>2</sub> 排出が停止しても多数の世紀にわたり持続するだろう。このことは、過去、現在、将来の CO<sub>2</sub> 排出により創り出された、多数の世紀にわたるかなりの気候変動既定性(Climatic change commitment)を表している。
- CO<sub>2</sub> の累積総排出量とそれに対する全球平均地上気温の応答は、ほぼ比例関係にある。どの温暖化レベルも、ある幅の累積二酸化炭素排出量と関連づけられ、従って、例えば早い年代に排出量が高ければ、後の年代の排出量は低くなることを示唆する。
- 人為起源の CO<sub>2</sub> 排出のみにより生じる温暖化を、ある確率で 1861～1880 年\*の平均から 2℃未満に抑えるには、全ての人為起源からの累積二酸化炭素排出量を、同期間以降で、**33%を超える確率の場合は 0～約 1560 GtC、50%を超える確率の場合は 0～約 1210 GtC、66%を超える確率の場合は 0～約 1000 GtC** の範囲に制限する必要があるだろう。これらの上限値は、RCP2.6 シナリオにおける二酸化炭素以外の強制力を考慮に入れると、それぞれ約 880 GtC、約 840 GtC、約 800GtC に減少する。2011 年までに 531 [446～616] GtC の二酸化炭素がすでに排出された。注：\*モデルの結果が利用可能な最初の 20 年
- CO<sub>2</sub> 排出による人為起源の気候変動の大部分は、大気中から CO<sub>2</sub> の正味での除去を大規模に継続して行う場合を除いて、**数百年から千年規模の時間スケールで不可逆である**。人為起源の CO<sub>2</sub> の正味の排出が完全に停止した後も、何世紀にもわたって、地上気温は高いレベルでほぼ一定のままとどまるだろう。海洋の表面から深層への熱輸送の時間スケールが長いため、海洋の温暖化は何世紀にわたって続くだろう。シナリオによって違いはあるものの、**排出された CO<sub>2</sub> の約 15～40%は、1,000 年以上大気中に残る**だろう。
- 熱膨張に起因する海面水位上昇が多く世紀にわたって継続するため、**2100 年以降も全球平均海面水位が上昇しつづけることはほぼ確実である**。2100 年以降に及ぶ予測結果が利用できる少数のモデル予測によると、RCP2.6 シナリオのようにピークに達した後減少し 500 ppm 未満を維持するような CO<sub>2</sub> 濃度に相当する放射強制力の場合、工業化以前と比べた **2300 年までの全球平均海面水位の上昇は 1m 未満**であることが

示されている。RCP8.5 シナリオのように 700 ppm を超えるが 1500 ppm には達しない CO<sub>2</sub>濃度に相当する放射強制力の場合、予測された水位上昇は 2300 年までに 1m から 3m 以上である（中程度の確信度）。

- 氷床の持続的な質量損失が起これば、より大きな海面上昇が生じるだろう。そして、この質量損失の一部は不可逆的であるかもしれない。あるしきい値を超える気温上昇が持続すると、千年あるいはさらに長期間をかけたグリーンランド氷床のほぼ完全な消失を招いて、7m に達する全球平均海面上昇をもたらすだろうということの確信度は高い。現在の見積もりでは、そのしきい値は工業化以前に対する全球平均気温の上昇量で 1℃より大きく（低い確信度）、4℃より小さい（中程度の確信度）とされている。南極氷床の海洋を基部とする部分の気候強制力に対する潜在的な不安定性により、急激かつ不可逆的な氷の消失が起こる可能性があるが、現在の証拠と理解は定量的な評価を行うには不十分である。
- ジオエンジニアリングと呼ばれる、気候変動に対抗するため意図的に気候システムを変えることを目指した方法が提案されている。証拠が限られているため、太陽放射管理（SRM）と CO<sub>2</sub>除去（CDR）の両方について、またそれらの気候システムへの影響について、総合的かつ定量的な評価は不可能である。CDR 法は、地球規模ではその潜在的利用可能性に生物地球化学的・技術的な限界がある。百年規模の時間スケールにおいて、CDR 法によりどの程度 CO<sub>2</sub>排出量を部分的に相殺することができるか定量化するには十分な知見がない。モデル結果によれば、いくつかの SRM 法は、もし実現可能であれば、全球の気温上昇をかなりの程度相殺する可能性があることを示しているが、それらは一方で全球の水循環を変化させ、また海洋酸性化は抑制できないだろう。もし SRM 法が何らかの理由で終了してしまった場合には、全球平均地上気温が温室効果ガスによる強制力と整合的な値にまで非常に急速に上昇するだろうということの確信度は高い。CDR 法および SRM 法は全球規模で副作用や長期的な影響をもたらす。

### 3. IPCC 第 36 回総会

総会は、WG1 第 12 回会合が期日を越えた 9 月 27 日未明に終了した後、早朝に開かれた。その主な議題として、AR5 の WG1 による SPM の承認と、本文の受諾を行った活動の受諾が拍手を持ってなされた。

#### 所感

今回の 2 つの会議ではほとんど全ての時間は WG1 の SPM の承認審議に費やされた。Introduction(はじめに)のところで、サウジなど数カ国がかなり長い全般的な見解表明を行ったことやその後の審議にも長い発言が続くなど、議事進行が大幅に遅れ、2 日目からは、夜間セッションを追加し、3 日目からは、更に早朝セッション、深夜セッション、4 日目にはそれに加えて最終日の翌日(27 日)明け方の 5 時半までのセッションでようやく結論に達し、全体を承認した。その後、数時間の休憩の後総会となった。午前 10 時からは、本来の予定として、IPCC のプレス発表があった。今後、1 日目の時間管理はかなりの検討課題と思われる。

SPM の審議では、最終ドラフト(2013 年 6 月 7 日)への各国政府査読コメントに執筆陣が対応した上程案が、画面上に、見え消しの形で示され、それに基づいて審議が進んだ。わが国から出された編集上の修正的なコメントや、他の国からも同様な内容で出されていたコメントに対しては、執筆陣が説明を求めたものもあるが、一応適切と思われる対応をしたものであった。それでも、会場で改めて上程案に更なる修正を求める見解が出され、司会の共同議長(交互に交代で担当)の判断で、説明をして了解を求める、コメントにそう修正提案する、あるいは、コンタクトグループによる関係国の別途の検討に任すなどの方式で、審議が進められた。日本からのコメントでは、多くは対応できたと考えられるが、Commitment に関しては、他の国からの支援的な発言が得られなかったこともあり、引き下げざるを得なかった。

AR5 では、予測において、これまでの評価報告書、とりわけ AR4 とは異なる点が目立った。第 1 に、従来は、社会・経済的な観点からの排出シナリオに基づき実施された気候モデルによる比較実験の結果がまとめられたのにたいし、参照シナリオ以外は全て安定化を目指す場合の代表的なもので、しかも濃度シナリオで提示され、あわせて 4 つの代表的濃度経路(RCP)に基づいた気候モデルの比較実験(CMIP5)の結果に基づいたものであった。第 2 に、CMIP5 それ自身は、1995 年前後を初期としての予測である。そのうえで、温度上昇に関する基準年と

して、これまで第三作業部会や統合報告書でよく用いられた工業化以前の年(1750年)が取られたのに対し、ここでは、測器観測のデータの入手可能な年の内、1850～1900年の平均値を取っている点が新しい点である。第3に、長期安定化の知見において、CO<sub>2</sub>の累積排出量に基づいて気温上昇量をほぼ線形的な関係として、議論を進める点であり、図も従来見られないものが登場することとなった。