

気候変動への適応と対策、その概念とリテラシー

野尻幸宏 弘前大学理工学研究科

国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスマネージャー

• 私の最近の活動

- 気候変動・エネルギーに関する関係者との多くの会合
- 気候変動問題を専門としない学術団体等での解説講演
- 市民活動集会での解説講演
- 大学での単発の講義 上智大学
- 気候変動だけを扱う1単位8回の講義 放送大学青森サテライト・中央大学大学院
- 気候変動だけを扱う2単位15回の講義 弘前大学、IPCC AR5 WG1,2,3のSPM和訳全文を読む

• 今回の解説: AR5 WG1, 2, 3 (2013-2014)の重要な図表を中心に、気候変動の現象・適応・対策に関する概念整理

- 最近の活動を受けて、重要な考え方であるにもかかわらず、その多くで専門家、行政職員、報道関係者、市民の気候変動リテラシーに問題があると感じている

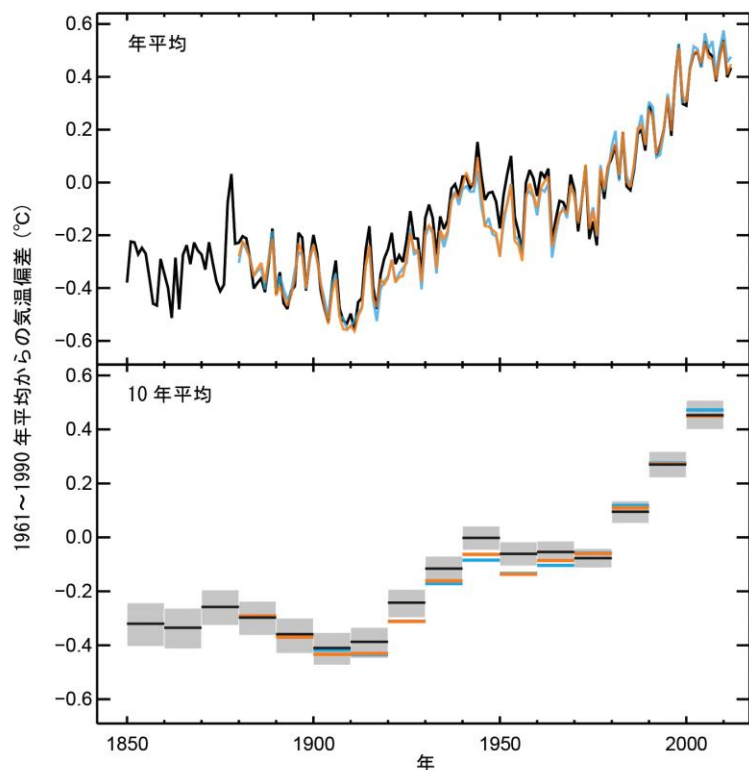
• 気候変動への適応と対策を進めるためのリテラシー

- 「リテラシー＝読解記述力」、転じて「表現されたものを適切に理解・解釈・分析し、改めて記述・表現する」という意味
- この意味では、理解・解釈・分析に基づいて他人に伝えることが仕事である行政、報道、教育にたずわる人々には、特に求められる能力
- これらの人の気候変動リテラシーを高めるための大学教育の役割

● 観測された気候の変化 → IPCCの表現そのものの場合(IPCC)と記載

- 1880～2012年の全球気温上昇0.85度[0.65～1.06]度(IPCC) ← 観測値から全球平均気温の算出が次第に正確になってきたことは理解してもらえる、世界の観測値を統合した結果であると説明すれば、観測に対する不信(温暖化していないという主張)を示す人はいない
- 産業革命以降の昇温が約1度であり、「いわゆる2度目標」にあと約1度の余裕しかないことが、理解してもらえる

(a) 観測された世界平均地上気温
(陸域 + 海上) の偏差 (1850 ~ 2012 年)



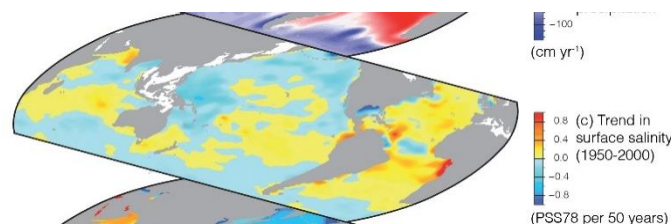
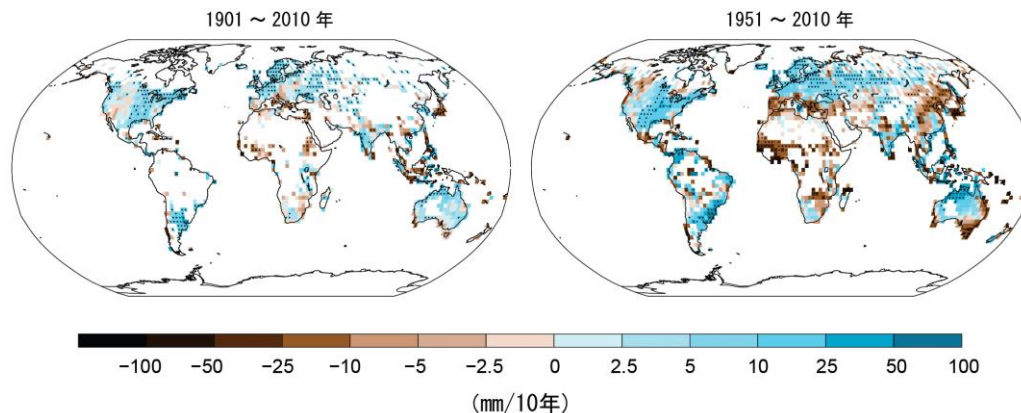
IPCC AR5 WG1 図SPM.1(a)、図SPM.2

翻訳 2014気象庁 から

海洋塩分: IPCC AR5 WG1 CH3 FAQ2(部分)

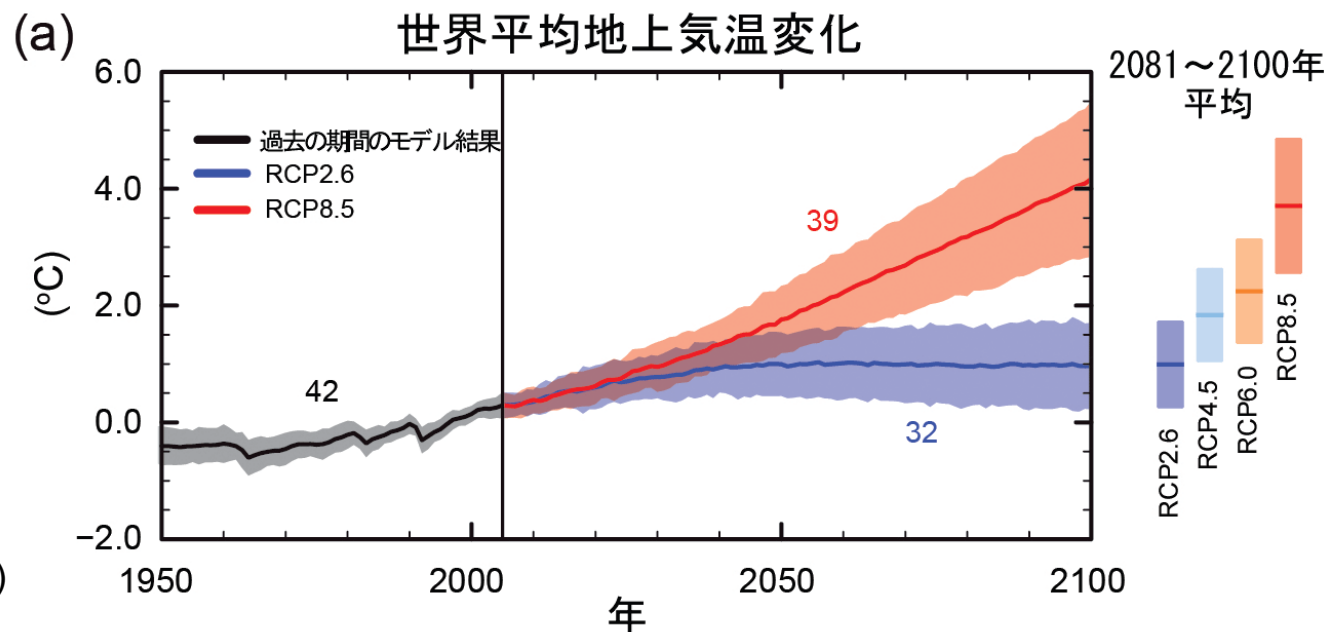
- 乾燥地域の乾燥が進み、湿潤地域の降水量が増えてきたことはそれほど知られていないが、アラル海、チャド湖の事例などを話すと理解してもらえる
- 観測された海洋の塩分時系列変化(亜熱帯大西洋で上昇、赤道・高緯度で低下)を証拠に示すと全球降水量変化傾向を理解してもらえる←気候変動のトリビア

観測された陸域の年降水量の変化



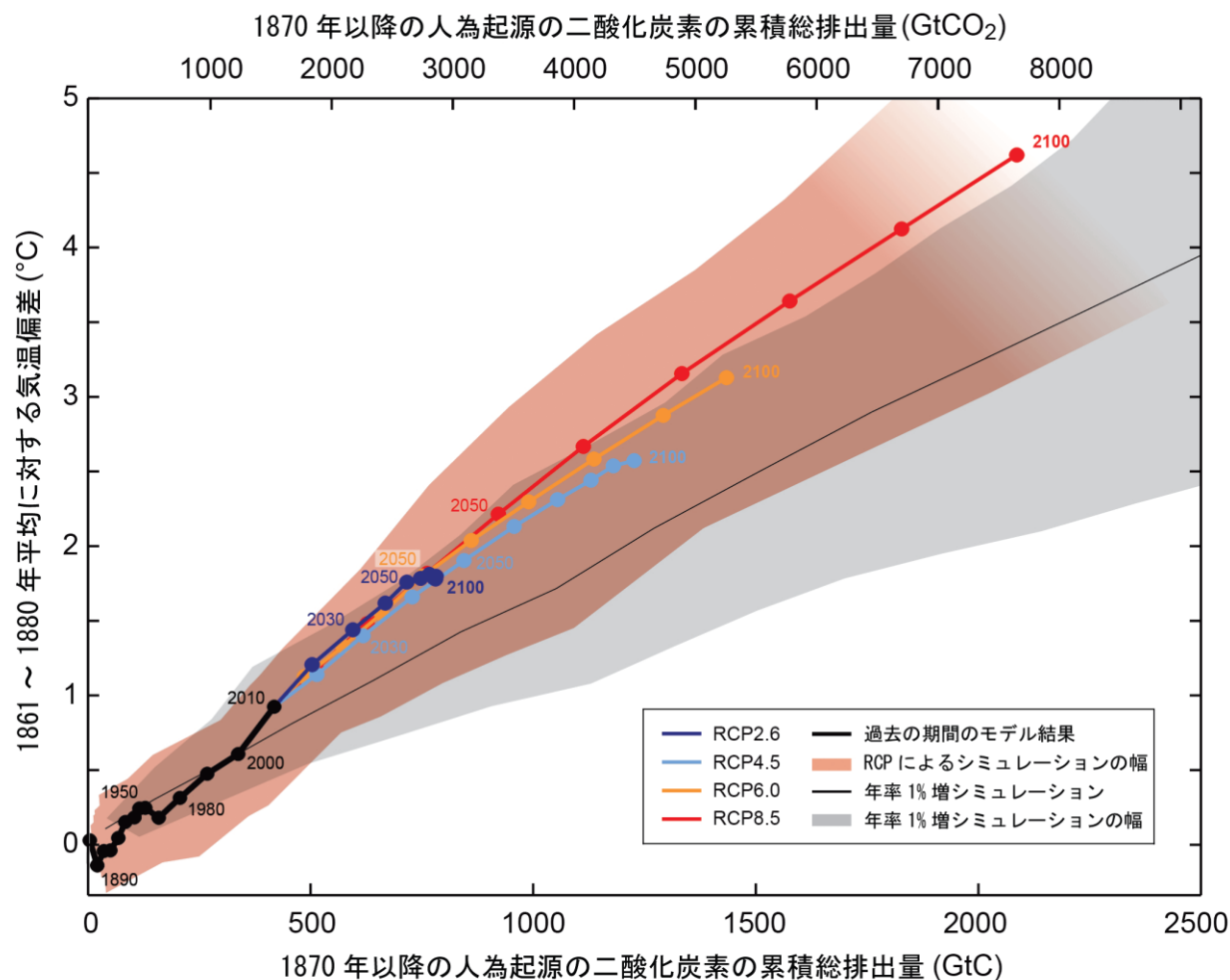
● 全球気温の将来予測

- IPCC WG1 SPMでは、RCP8.5と2.6シナリオの将来予測を示している、「最も深刻な温暖化のケースではRCP8.5のような気温変化になる、温暖化が進まないケースではRCP2.6のような気温変化になる」のような正確さに欠ける紹介例が多く、「原因」が「温暖化」で「将来気温変化」の「結果」が生じると誤解
- 「原因」は社会経済シナリオのもとでの排出予測を条件とする温室効果ガス濃度(放射強制力)変化であり、大気物理を表現する全球気候モデルをスーパーコンピュータ上で駆動することで、「将来気温変化」という「結果」が導かれる、このことをまずていねいに説明しなくてはならない
- RCP8.5シナリオは「放射強制力が2100年までに 8.5Wm^{-2} 以上に達する高いレベルへの濃度経路の一つであり、その後もある程度の期間上昇を続ける(IPCC)」、すなわちGHGの濃度は2100年にはまだ安定化しないため、100年以降もさらに大きな昇温が続くという認識が重要
- RCP2.6シナリオは「2100 年以前に放射強制力がおよそ 3Wm^{-2} でピークに達し、その後減少する濃度経路の一つ(IPCC)」、考えるほぼ最大限の対策を行うシナリオで、21世紀後半にCO₂ゼロエミッションが前提という認識が重要、WG1 SPMのみの読解では、対策との関係が明示されないことが問題



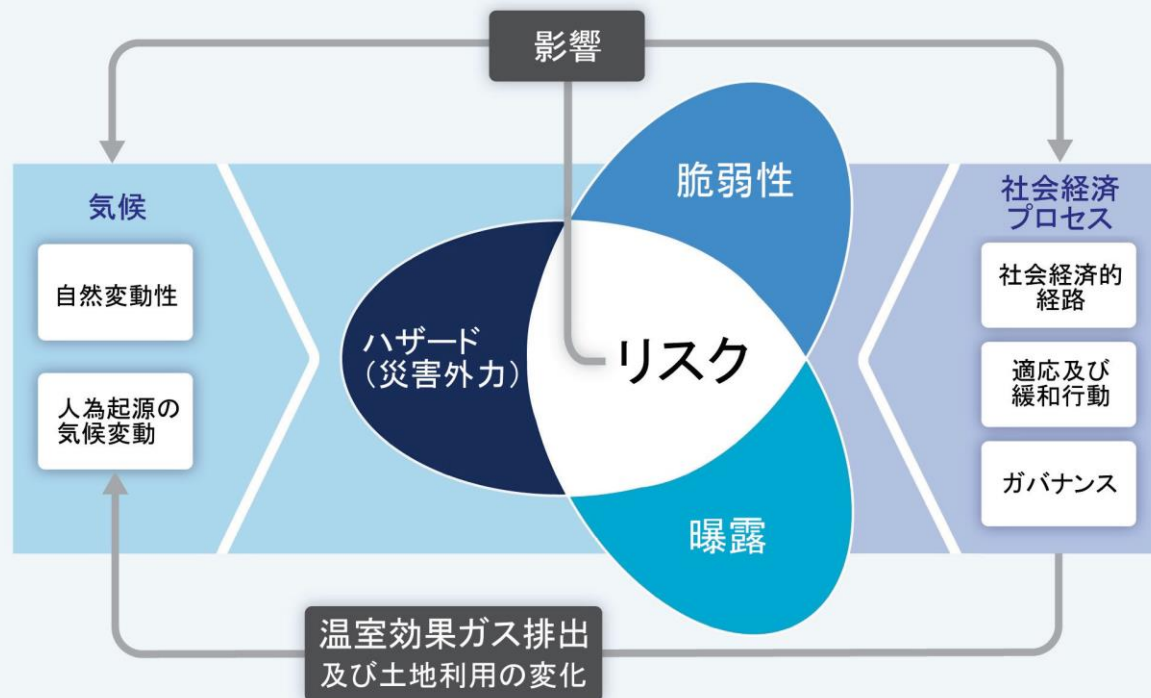
● 人為起源CO₂の累積総排出量

- IPCC WG1が、国際政治関係者と広く市民に向けた最も重要なメッセージ、これまでの全球平均気温はCO₂の累積総排出量とほぼ比例関係の応答を示してきた、将来においてもこの比例関係はあまり変わらないであろう
- 実現すべき昇温限度に目標を定めると、許容される世界人為起源CO₂排出量が決定されるという、重要で単純な関係
- 気候関係者の努力で、気候問題に関心のある人たちには一定程度の理解が得られるようになってきた？



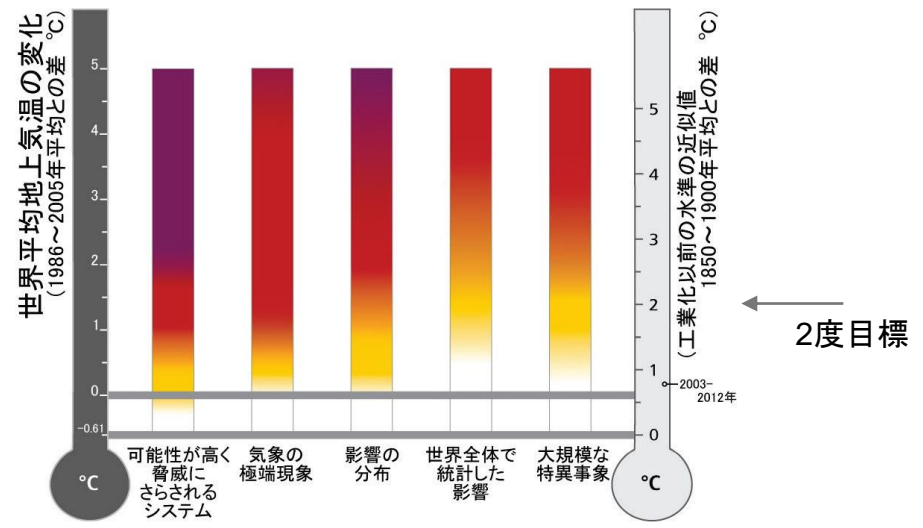
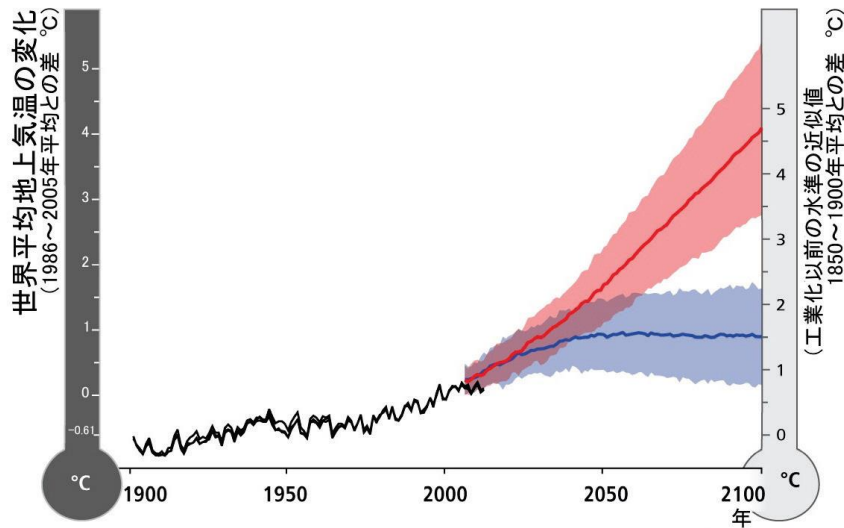
● 影響・適応・脆弱性の概念

- 気候に関連した影響のリスクは、気候に関連するハザード(災害外力)と、人間及び自然システムの脆弱性や曝露との相互作用の結果もたらされる。気候システム(左)及び適応と緩和を含む社会経済プロセス(右)双方における変化が、ハザード、曝露及び脆弱性の根本原因である。(IPCC)
- 緩和行動により温室効果ガス排出削減を通して人為起源の気候変動が抑制され、ハザードは和らげられる
- 「緩和」(→すなわち根本対策→)を「温室効果ガス対策」と読み替える方が、日本語訳として適切だろう
- 緩和ケア(病気そのものの治癒を追及する医療ではなく、患者のからだやこころのさまざまな苦痛を取り除き、人生と生活の質を高めていく医療)が現代日本語で最も頻繁に使われる「緩和」(google検索では圧倒的)、次が金融緩和(金利を下げ厳しさを和らげる)など、「気候変動の緩和」とは著しくニュアンスが異なる
- 「適応」とは、一定のハザードのもとであっても、暴露を回避し、脆弱性を弱める(強靱性を高める)ことで、リスクを減らすこと →ステークホルダーの理解には、この概念の解説が必要



● 気候関連のリスクと全球気温上昇

- 固有性が高く脅威にさらされるシステムとして、「適応能力が限られている多くの生物種やシステム、特に北極海氷やサンゴ礁のシステムは、 2°C の気温上昇で非常に高いリスクにさらされる(IPCC)」としていて、2度目標が必ずしも十分ではない目標とされた
- 世界全体で総計した影響として、「広範な生物多様性の損失に伴う生態系の財及びサービスの損失は、約 3°C の気温上昇でリスクが高くなる(IPCC)」とした
- それ以上の昇温が起こると、「世界平均地上気温が工業化以前の水準に比べて 4°C 又はそれ以上上昇すれば、全世界の気候変動リスクは全ての懸念材料において、高い状態から非常に高い状態となる(IPCC)」
- IPCCでは、これまでの各次報告書では懸念される昇温水準の記述に慎重だったが、AR5では 3°C と 4°C の明示的な懸念を示した、気候変動関係の専門家に、このことの認識が不足している人がいると感じる



気候変動による追加的リスクの水準

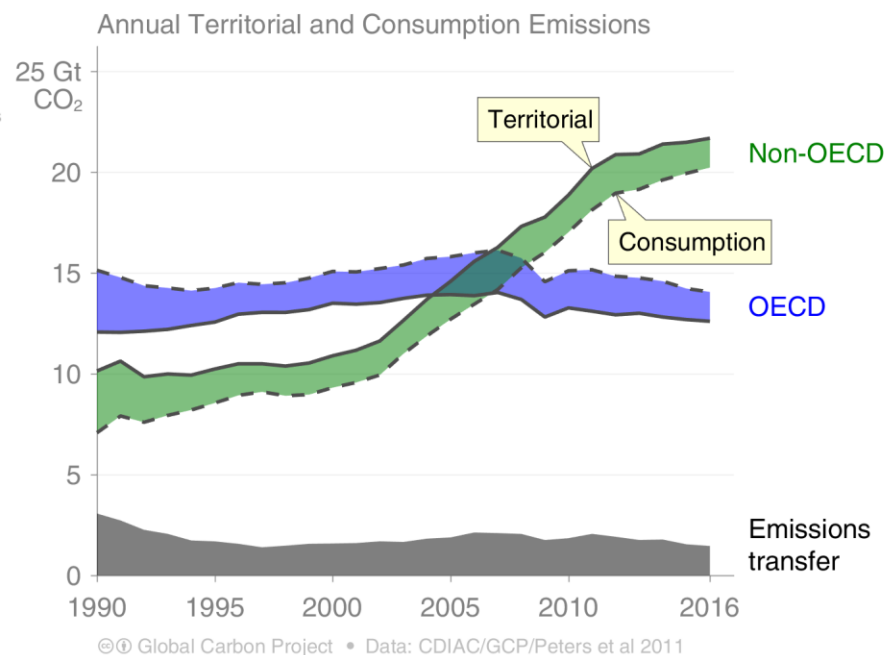
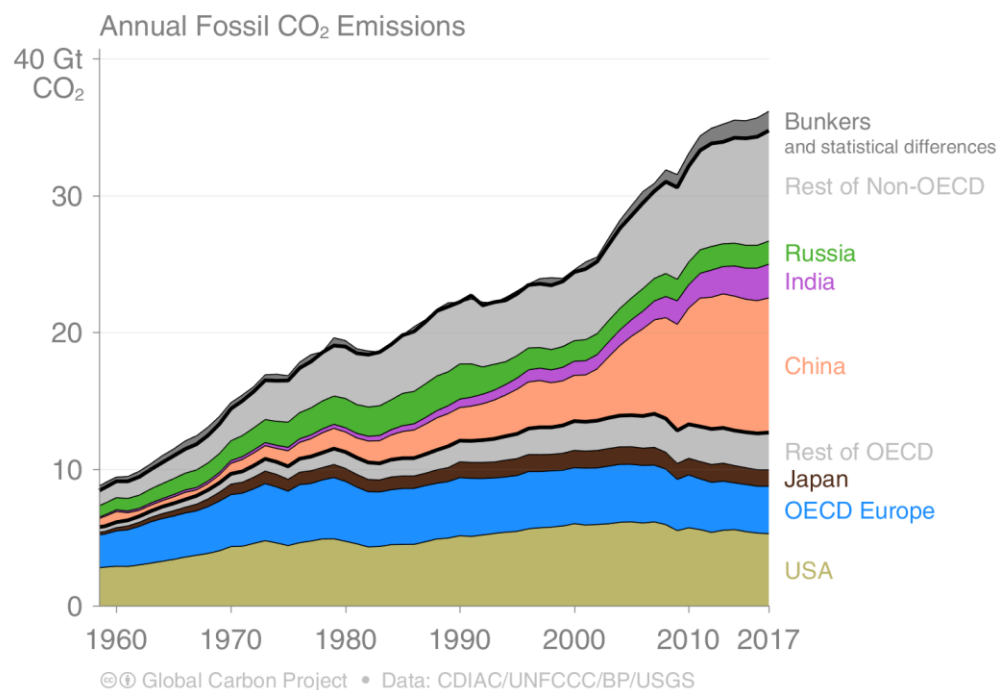
検出できない 中程度 高い 非常に高い

● 貧困の問題、衡平性と倫理

- IPCC AR5 WG2報告書での「生計及び貧困」の記述
 - 21世紀を通じ、気候変動の影響により経済成長が減速し、貧困削減がより困難となり、食料安全保障がさらに蝕まれると予測される。。。。。気候変動の影響は、ほとんどの開発途上国において貧困を悪化させ、先進国、開発途上国双方の不平等が拡大している国々において、新たな局所的貧困を作り出すと予想されている。食料不足が深刻であり不平等性の高い地域(特にアフリカ)も含め、都市域及び農村域では、食料純購入者たる賃金労働に依存する貧困世帯が、特に食料価格の高騰による影響を受ける。。。。。
- IPCC AR5 WG3報告書での「衡平性と倫理」の記述
 - 持続可能な開発と衡平性が、気候政策の評価の基礎であり、これらによって、気候変動のリスクに取り組む必要性が強調されている。気候変動の影響を制限することが、貧困の撲滅を含む持続可能な開発及び衡平性の達成に必要である。。。。。
 - GHG のほとんどは長期にわたって蓄積し、世界中に広がり、またあらゆる主体(例えば個人、共同体、会社、国)からの排出が他の主体に影響を及ぼすことから、気候変動は世界的な集合行為問題という性質を有している。従ってGHG の排出を効果的に緩和し、その他の気候変動問題に対処するため、国際協力が必要である。。。。。
 - 緩和と適応それぞれに関して、衡平性、正当性、及び公正についての課題が生じている。各国が、過去及び将来に、大気中のGHG の蓄積に対してどれだけ寄与するかはそれぞれ異なる。また、各国は異なる課題及び状況に直面しており、緩和と適応の政策の実行能力にも差がある。結果が衡平と見做される場合、より効果的な協力につながり得ることを示唆する証拠がある。
 - 気候政策立案の多くの領域で、価値判断と倫理的配慮が必要である。これらの領域は、気候システムへの危険な介入を防ぐためにはどれだけの緩和が必要かという問いから、緩和又は適応のための特定の政策の選択にまで及ぶ。。。。。
- 気候変動は、人與人(あるいは国と国)の間の衡平性の問題、国際政治で倫理的配慮が必要な問題、と捉えるべきである → 専門家でも認識が不足しているのではないか？

● 世界の国・地域別排出量

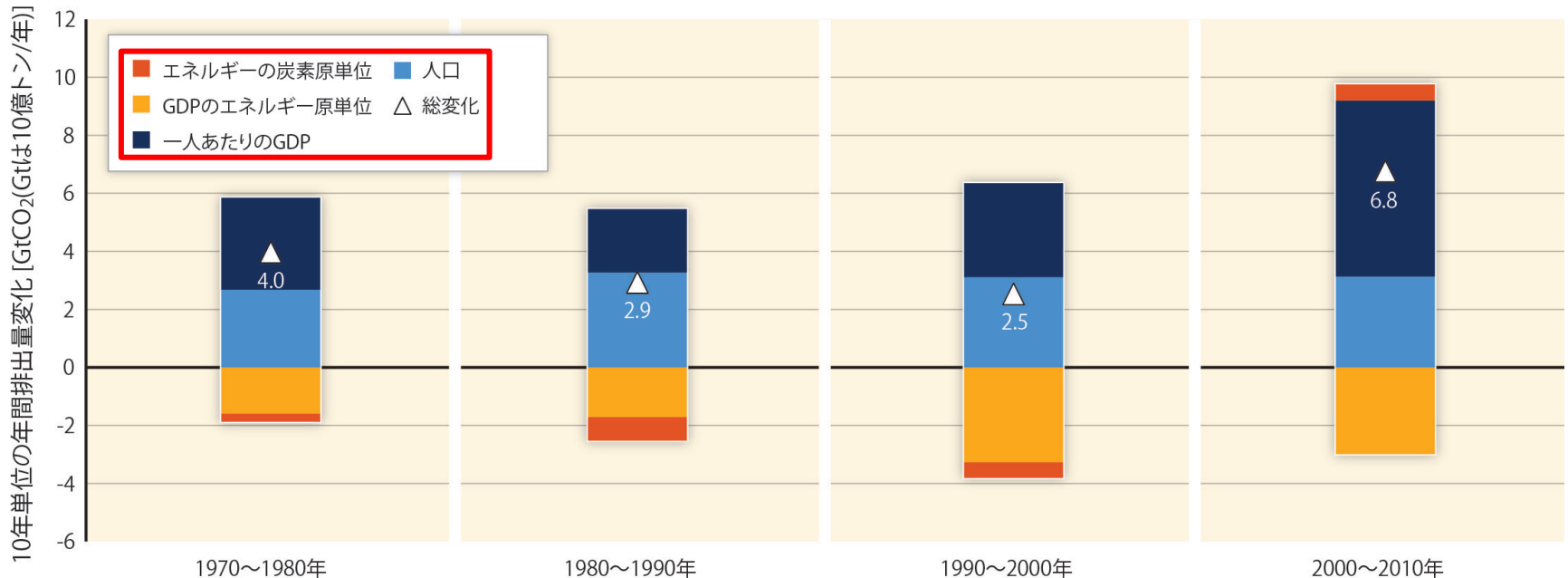
- 2000-2010年の世界のCO₂排出量増加の大部分が中国・インド・他途上国による増加であること
- 2004年には非OECD国の排出がOECD国の排出を上回ったこと、Emission transferを考慮しても2008年には非OECD国の排出がOECD国の排出を上回ったこと
- 排出上位16カ国の半分を途上国が占めていること(中国、インド、韓国、イラン、インドネシア、ブラジル、メキシコ、サウジアラビア、IPCC AR5 WG3では2010年データ)、韓国、サウジアラビアは非付属書I国であるが、日本より一人あたり排出が多いこと、中国の一人あたりCO₂排出は既に世界平均を上回ること、など途上国排出量の具体的な情報は、それほど知られていない
- ただし、2012年頃から中国の排出量増加が鈍化してきた



● 化石燃料燃焼由来のCO₂年間総排出量変化の要因分解

- 世界的には、経済成長(一人あたりGDP)と人口の増加が、化石燃料燃焼によるCO₂排出の増加の最も重要な駆動要因となっている状態が続いている。(IPCC)
- 2000年から2010年までの間では、他のエネルギー源と比べて石炭の使用量が増加したことにより、世界のエネルギー供給が徐々に低炭素化するという長期的傾向が逆転した。(IPCC) → エネルギーの炭素原単位要因が減少への寄与から増加への寄与に転じた
- エネルギーの炭素原単位要因が増加への寄与に転じ、GDPのエネルギー原単位低下の減少への寄与が増加への寄与に転じたことは、ともに途上国の発展が原因であり、中でも中国・インドで経済が特に発展し石炭火力発電が増えたことが原因である
- 世界の経済拡大がCO₂排出を増やしてきた → CO₂排出削減には途上国の開発との間にジレンマがある

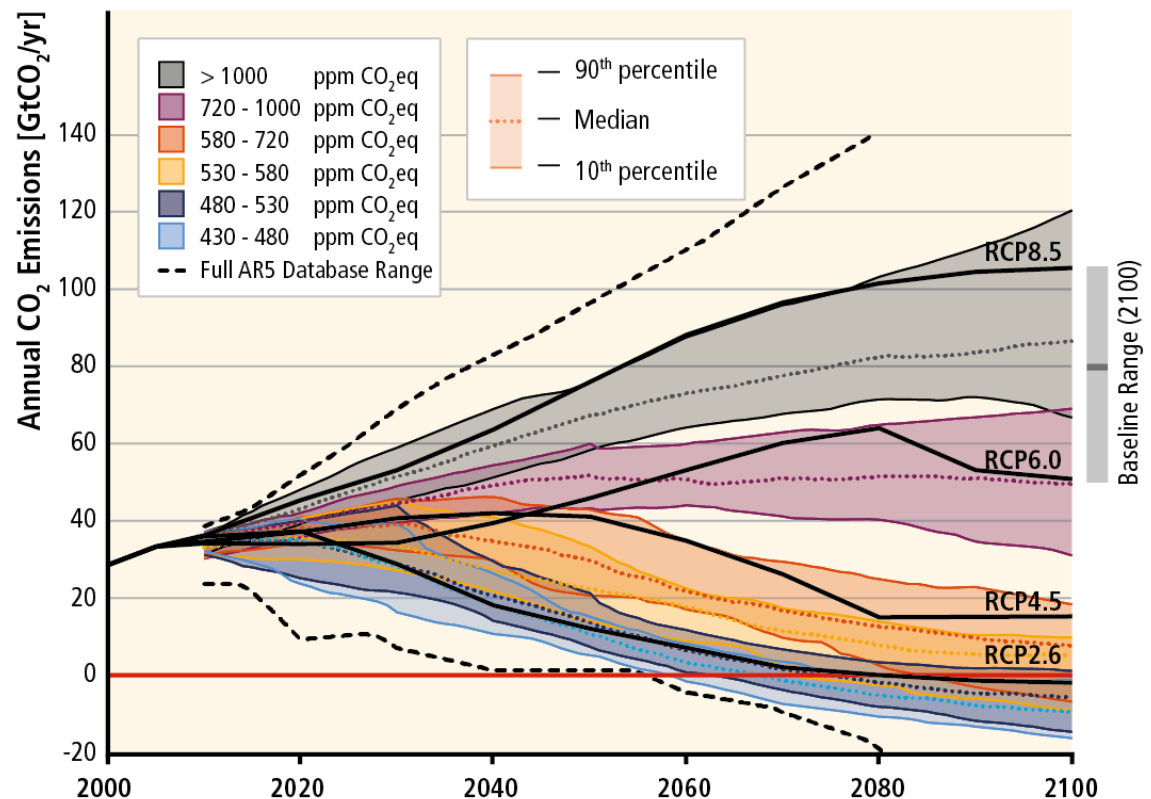
化石燃料燃焼からの世界のCO₂年間総排出量における変化の要因分解



● 温室効果ガス対策シナリオにおける世界のGHG 排出量

- ・ ベースラインシナリオ(排出を抑制する明確な追加的な努力を織り込まないシナリオ)(IPCC)は、RCP6.0とRCP8.5の間にある、RCP8.5が「最悪シナリオ」として紹介される理由だが、2015年まで世界排出量はおおむねRCP8.5に沿って増加してきた、2016年頃からやや下離れ
- ・ 2100年の大気GHG(CO₂換算)濃度が430-580ppmとなるシナリオが低排出シナリオ群であり、2100年の昇温は1.5-2.3℃程度になる
- ・ RCP2.6は考えるほぼ最大限の対策シナリオであり、2080年頃までにCO₂ゼロエミッション達成が必要
- ・ 各省和訳は原文に忠実なので、
「(例)2100 年までに低排出シナリオは、世界全体でのGHG排出量が2050 年の時点で2010 年より低く、世界全体で40%～70%少ない**という特徴があり**、2100年にはほぼゼロかそれ以下に至る**という特徴がある**。」
- ・ 意味するところは「。。。。世界全体でのGHG排出量を2050 年の時点で2010 年より低く、世界全体で40%～70%まで**削減しなくてはならず**、2100年にはほぼゼロかそれ以下に**しなくてはならない**。」
- ・ いうように、読み変えて解説しないと理解されにくい

Total CO₂ Emissions in all AR5 Scenarios



● 評価されたシナリオの主な特徴 ←実現に見合うGHG排出削減量

- 低排出シナリオ(480-530ppm)では、2050年排出を2010年比-50%、2100年排出を-90%削減(ほぼゼロエミッション)する必要がある、2100年気温は産業革命以降1.8度の昇温となる
- 幅の中央値で削減量と昇温予測を示すと、より簡単な説明となる
- もう一つ重要なこと: 中程度の排出シナリオで3度程度の昇温を目指すには、世界排出量を2050年時点で2010年以下に削減し、2100年時点でさらに大幅削減(RCP4.5の中央値で約-70%)しなくてはならない
- このことは、RCP4.5もRCP6.0もGHG濃度が安定化するシナリオであるため、将来のどこかの時点で人為起源CO₂排出量を自然吸収量程度かそれ以下にしなくてはならない、いいかえると、化石燃料資源はもう使えなくなる ←過去のIPCC報告書にはこの点を強調した図があったがAR5にはない

2100 年の CO ₂ 換算濃度 区分ラベル (濃度幅) ^a	細区分	RCP シナリオの 相対的位置 ^b	累積 CO ₂ 排出量 ^c (GtCO ₂ (Gt は 10 億トン))		2010 年比の CO ₂ 換算 排出量変化 (%) ^d		温度変化(1850-1900 年平均比) ^{e, f}						
			2011~2050 年	2011~2100 年	2050 年	2100 年	2100 年の 温度変化 (°C) ^g	21 世紀に下記の温度水準未満に留まる可能性(%) ^h					
								1.5°C	2.0°C	3.0°C	4.0°C		
< 430	430ppmCO ₂ 換算未満では限られた数のモデルしか研究されていない												
450 (430~480)	全体幅 ^{9, 10}	RCP2.6	550~1300	630~1180	-72 ~ -41	-118 ~ -78	1.5~1.7 (1.0~2.8)	どちらかと言えば 可能性が低い	可能性が高い	可能性が高い	可能性が高い		
500 (480~530)	530ppmCO ₂ 換算 のオーバーシュート無		860~1180	960~1430	-57 ~ -42	-107 ~ -73	1.7~1.9 (1.2~2.9)	どちらかと言えば 可能性が高い	可能性が高い				
	530ppmCO ₂ 換算 のオーバーシュート		1130~1530	990~1550	-55 ~ -25	-114 ~ -90	1.8~2.0 (1.2~3.3)	どちらも同程度	可能性が高い				
550 (530~580)	580ppmCO ₂ 換算 のオーバーシュート無		1070~1460	1240~2240	-47 ~ -19	-81 ~ -59	2.0~2.2 (1.4 ~ 3.6)	可能性が低い	どちらかと言えば 可能性が低い ¹²			可能性が高い	
	580ppmCO ₂ 換算 のオーバーシュート		1420~1750	1170~2100	-16 ~ 7	-183 ~ -86	2.1~2.3 (1.4~3.6)						
(580~650)	全体幅	RCP4.5	1260~1640	1870~2440	-38 ~ 24	-134 ~ -50	2.3~2.6 (1.5~4.2)			可能性が低い ¹¹	どちらかと言えば 可能性が高い		可能性が高い
(650~720)	全体幅		1310~1750	2570~3340	-11 ~ 17	-54 ~ -21	2.6~2.9 (1.8~4.5)						
(720~1000)	全体幅	RCP6.0	1570~1940	3620~4990	18 ~ 54	-7 ~ 72	3.1~3.7 (2.1~5.8)						
>1000	全体幅	RCP8.5	1840~2310	5350~7010	52 ~ 95	74 ~ 178	4.1~4.8 (2.8~7.8)	可能性が低い	可能性が低い	可能性が低い	どちらかと言えば 可能性が低い		

IPCC AR5 WG3 表SPM.1

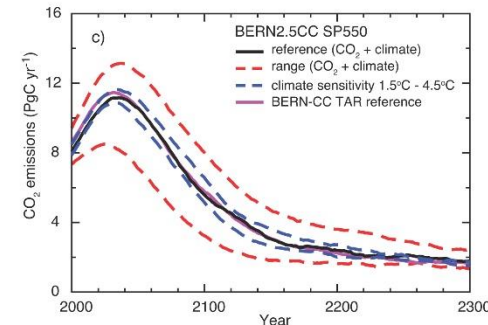
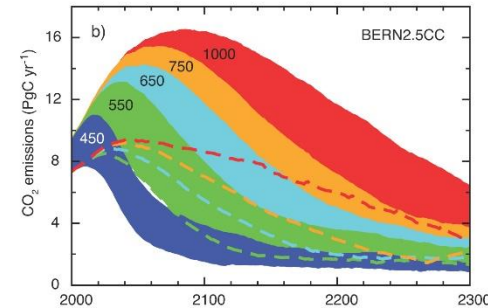
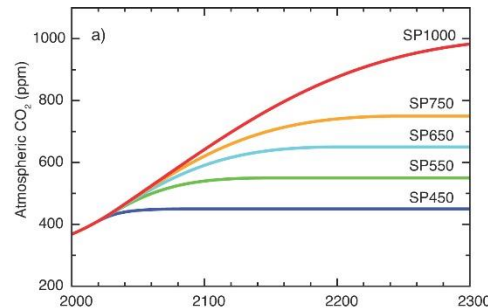
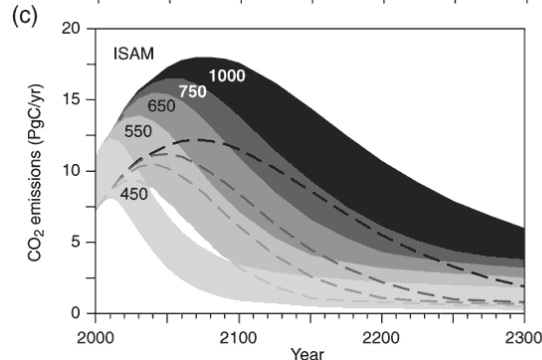
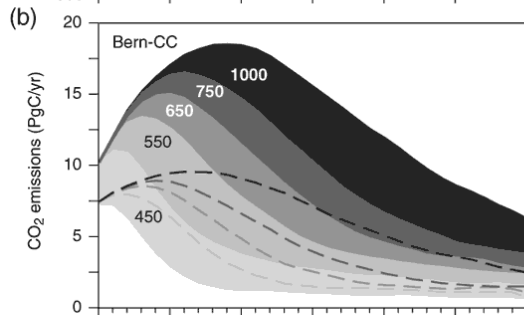
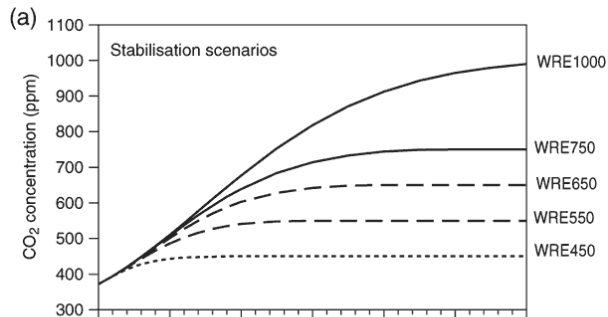
翻訳 2014経産省 から

低排出シナリオ群

中程度の排出シナリオ

● 安定化シナリオの必要条件

- 濃度安定化シナリオにおいて、大気濃度を安定させるためには、高い濃度安定化であっても、いずれは排出量を自然吸収量相当(1-2GtC/y)まで削減する必要があるという考え方は、AR3(2001)とAR4(2007)にほぼ同じ図が再掲され、その重要性が強調された ← 気候変動枠組み条約2条(気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中のGHGの濃度を安定化させることを究極的な目的とする)と関連
- 陸域と海洋の吸収源機能の理解の不確実性がやや減り、AR4で将来排出量の幅がやや小さくなった

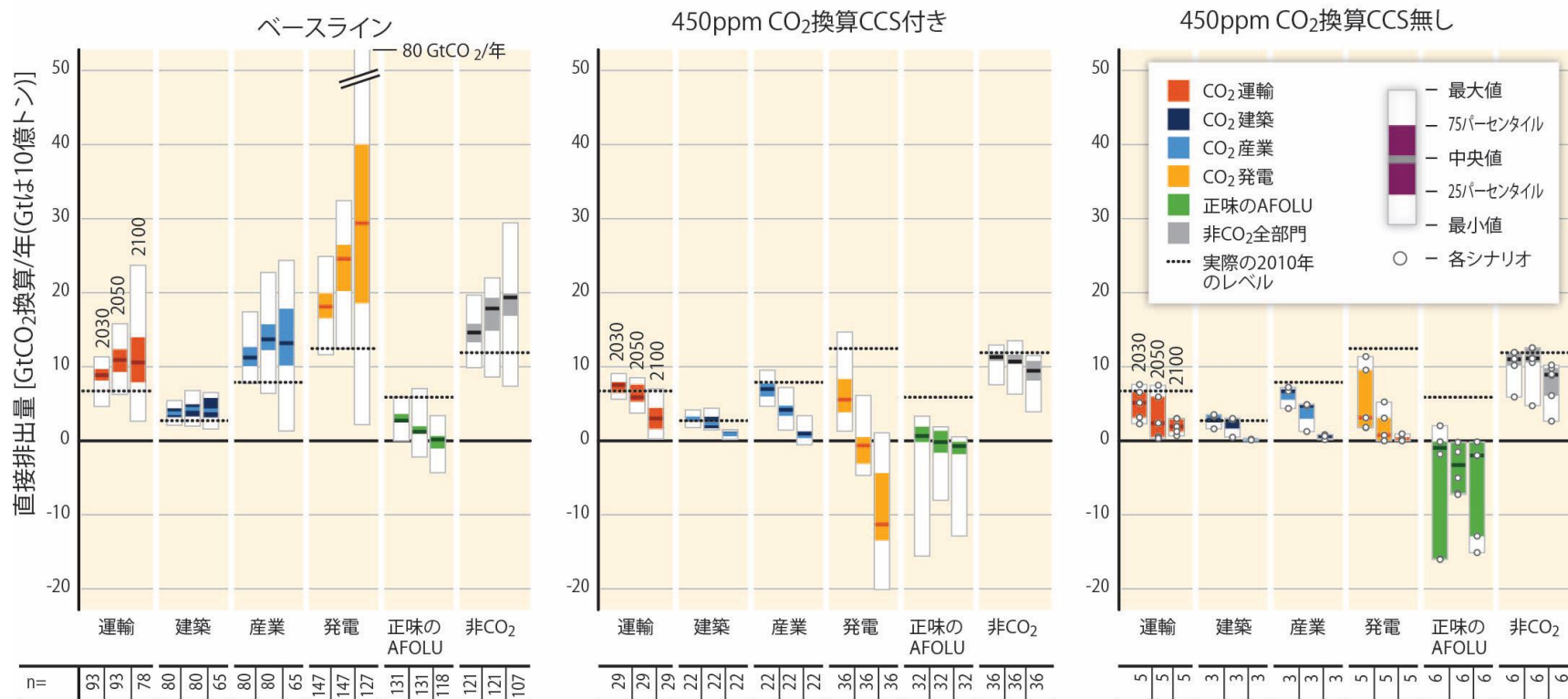


左図: IPCC AR3 WG1 Figure 3.13
右図: IPCC AR4 WG1 Figure 10.21

● 低排出シナリオ達成の条件

- 低排出シナリオ(2100年CO₂換算濃度430-480ppm)では、発電部門のCO₂排出を2050年でゼロに、2100年では正味の吸収にする必要がある、すなわち、BECCSの大規模な導入
- 一方、CCSを使わない場合、土地利用部門を2030年から正味のマイナスにする必要がある、研究されたシナリオ(机上の将来推定)数がごく少ないのは森林吸収量増加は机上ですら困難で実現性が低いため
- CCS無しにはほとんどのモデルにおいて2100年までに450ppmCO₂換算濃度に到達できない(IPCC)
- BECCS導入シナリオでは、化石燃料利用発電もそのほとんどでCCSによりCO₂排出をなくしている
- すなわち、低排出シナリオの実現には、2050年までにCCSを用いない化石燃料発電はやめることになる

ベースライン及び緩和シナリオにおけるCCS有・無の場合のCO₂及び非CO₂の部門別直接GHG排出量



● 環境制約のもとでのエネルギーセキュリティ、正しい適応

- 大多数の低安定化レベル(430~530ppmCO₂換算)達成シナリオでは、低炭素発電(再生可能エネルギー(RE)、原子力及びCCSで構成される)の割合が、現在の30%から、2050年までには80%を超えるまで増加しており、CCS無しの化石燃料発電は2100年までにはほぼ完全に姿を消している(図SPM.7)。(IPCC)
- 2100年までに約450ppmCO₂換算に達する緩和シナリオでは、CCSを伴わない天然ガス発電が「つなぎ」の技術として用いられ、その普及は、増加してピークに達した後2050年までに現在の水準未満に低下し、今世紀後半にさらに減少する(証拠: 確実、見解一致度: 高い)。(IPCC)
- このことから、「**気候変動抑制を最重要視する環境制約**」のもとでは、化石燃料資源の新規開発行為は必要がなくなり、既存の資源の流通が保障されれば、エネルギーセキュリティは確保されるのではないか？
- あるいは、化石燃料資源の利用は、発電のような大規模発生源で、CCSを併用しやすい条件のもとを中心に行われるようシフトするであろう ← 従来型油田・天然ガス田(・炭田)に隣接する発電施設
- 世界が「**気候変動抑制を最重要視する環境制約**」に向かうかどうかは、国連気候変動枠組み条約のもとでなされる国際政策の議論に依存する
- また、AR5では対策の遅れがもたらす結果として2度目標達成が困難になることを、明示的に示した
- 2030年のGHGの年間排出量が550億トンCO₂換算(2010年比12%増)を超えると、多くのモデルでは、産業革命前の水準に比べて気温変化を2℃未満に抑えられるかどうかの可能性がどちらも同程度となる大気濃度水準に達するシナリオを作ることができなかった。(IPCC)
- 気候変動が免れ得ないものならば「適応」すればいい、は間違いであり
気候変動のもとで「適応」の助けが必要になるのだから、備え始めるほうがよい
が「適応」に対する正しい考え方である

● 弘前大学における講義

- ・ 講義のタイトルは「気候変動と現代社会」である、シラバスが公開
- ・ IPCC AR5 WG1,2,3とSYR(統合報告書)のSPM(政策決定者向け要約)を、各省が日本語に翻訳した公開資料をテキスト冊子(135ページ)とし、2単位15回の講義でその全文を読む
- ・ 文章の記述を読むことに加え、図表の解説をできるだけ丁寧に行い、関連する国際情勢などについて話す
- ・ 農生・人文・医・教育・理工の5学部から、主に1年生が教養教育科目として受講
- ・ 2016年度100名、2017年度166名、2018年度209名が単位を取得
- ・ WG1を4回、WG2を4回、WG3を4回で読み、それぞれ最終回に小テストを実施する
- ・ 最後の2回で、復習としてSYRを読む
- ・ 学生の出席率は高く、70%の学生が無欠席であった(2018年度)
- ・ 小テストは毎回3択10問であり各回の平均点8.0, 7.9, 8.0点、30問全正解2名、1問のみ不正解15名(2018年度) →気候問題の専門家でも全問正解は難しいのでは？

気候変動 2014

IPCC 第5次評価報告書

政策決定者向け要約

翻訳：第1作業部会：気象庁、文部科学省（協力）

第2作業部会：環境省

第3作業部会：経済産業省

統合報告書：文部科学省 経済産業省 気象庁 環境省

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）編



小テストの例 IPCC第5次評価報告書第2作業部会政策決定者向け要約の和訳にある記述である。正しいものの数字を選ぶこと。

- Q1. ここ数十年、気候変動は、全ての大陸と海洋にわたり、自然及び人間システムに影響を与えている。気候変動の影響の証拠は自然システムにおいて最も強くかつ最も包括的に現れている。人間システムに対する影響の一部も気候変動が原因として(1.特定、2.推定、3.示唆)され、他の影響から区別可能な気候変動の影響を大なり小なり伴っている。
- Q2. リスク: 多様な価値が認識される中、価値あるものが危機にさらされ、その結果が不確実である場合に、望ましくない結末が生じる可能性があること。リスクは、危険な事象の発生確率もしくは傾向とそれらの事象もしくは傾向が発生した場合の影響の大きさの(1.和、2.比、3.積)として表されることが多い。リスクは、脆弱性、曝露及びハザードの相互作用によって生じる。
- Q3. 現在のところ、気候変動による人間の健康障害により世界規模で生じている負担は、他のストレス要因の影響に比べて相対的に小さく、十分に定量化されていない。しかし、一部の地域では温暖化の結果として(1.食料不足、2.暑熱、3.睡眠障害)に関連する死亡率が増加し、寒さに関連する死亡率が減少してきている。
- Q4. 固有性が高く脅威にさらされるシステム: 固有性が高く脅威にさらされるシステム(生態系や文化など)には、すでに気候変動によるリスクに直面しているものがある。深刻な影響のリスクに直面するシステムの数は、約1°Cの気温上昇でより増加する。適応能力が限られている多くの生物種やシステム、特に北極海氷や(1.サンゴ礁、2.熱帯雨林、3.乾燥地)のシステムは、2°Cの気温上昇で非常に高いリスクにさらされる。
- Q5. 温暖化の程度が増大すると、深刻で広範囲にわたる不可逆的な影響が生じる可能性が高まる。気候変動リスクには、工業化以前の水準に比べて1又は2°Cの気温上昇でかなり高くなるものがある。世界平均地上気温が工業化以前の水準に比べて(1. 3°C、2. 4°C、3. 6°C)又はそれ以上上昇すれば、全世界の気候変動リスクは全ての懸念材料において、高い状態から非常に高い状態となり、リスクとしては、固有性が高く脅威にさらされるシステムへの深刻で広範な影響、多くの生物種の絶滅、世界及び地域の食料安全保障に対する大きなリスク及び通常の人間活動(例えば、ある地域のある時期における食料生産や野外活動など)を危険にさらす高温と多湿の複合などがある。
- Q6. (1.海面上昇、2.海岸侵食、3.海洋酸性化)は、植物プランクトンから動物までの個々の生物種の生理学的、行動学的及び個体数変動学的な影響に伴い、中程度から高い排出シナリオ(RCP4.5、6.0及び8.5)において、特に極域の生態系やサンゴ礁といった海洋生態系に相当のリスクをもたらす。
- Q7. 今世紀半ばまでに、予測される気候変動は主に既存の健康上の問題を悪化させることで人間の健康に影響を与えるだろう(確信度が非常に高い)。21世紀を通じて、気候変動は、それがないベースラインと比較して、多くの地域、特に(1.気温上昇幅の大きい高緯度の諸国、2.低所得の開発途上国、3.標高の高い山岳国家)において、健康被害の増大をもたらすと予想される。
- Q8. 21世紀を通じ、気候変動の影響により経済成長が減速し、貧困削減がより困難となり、(1.食料安全保障、2.居住環境、3.都市と農村の住民間の関係)がさらに蝕まれると予測される。そして、既存の貧困の罅は長引き、新たな貧困の罅は特に都市域や新たな飢餓のホットスポットにおいて作り出されると予測される。
- Q9. 気候変動のリスクマネジメントには、将来世代、経済及び環境への影響を意識した適応と緩和の(1.意思決定、2.問題認識、3.価値判断)が含まれている。本節は、レジリエンスを構築し、気候変動の影響を調整する手段として適応を評価する。
- Q10. 気候変動がより速い速度やより大きな程度になると、適応の限界を超える可能性が高まる。主体の目的やシステムの要求に対する許容できない(1.経済損失、2.リスク、3.市民の不满)を回避するための適応策をとりえない場合や、現時点で利用できない場合には、適応の限界が生じる。

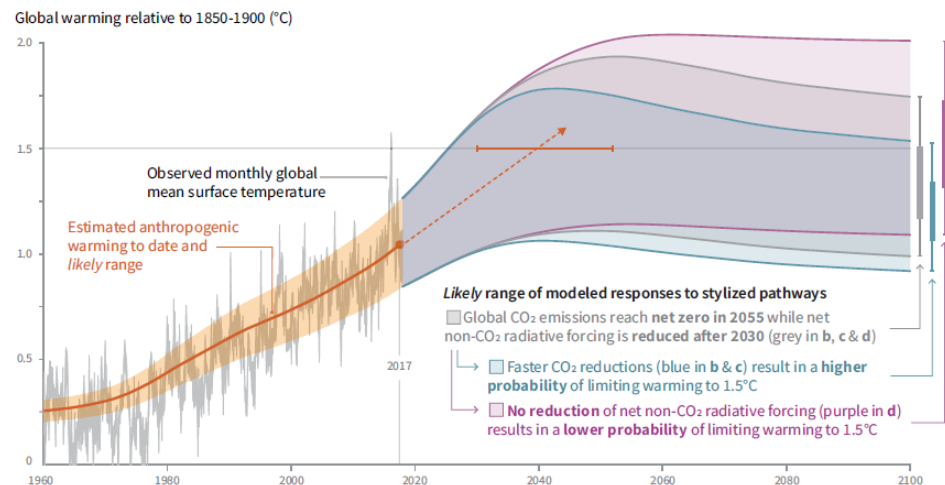
● 大学における講義の意義について

- IPCC AR5 WG3 表TS.9では、「政府による公共財・サービスの整備」と「自主的行動」の中で「教育」がソフトな対策の一つに示されている
- 一般向け講演、環境関連団体での講習などは、1回最大2時間程度であり、自然科学から社会科学にわたる広い気候の問題としては、断片的にしかなりえない、長いテキスト全文を読むことは不可能
- 一般向け講演、サイエンスカフェにおいて、100名を越す人を集めることは簡単ではない
- 講演を集中して聴くことのインセンティブもない → **リテラシーに相当するような水準には向上させられない**
- 大学の講義で学生には、良い成績を取る目的があり、講義を真剣に聞くことに「インセンティブ」が生ずる
- テストに備えてテキストを読み返すことでよい成績が取れる
- 大教室の講義でも効果があった
- 短時間の講義・講演では伝えきれない
 - 将来の社会経済がたどるシナリオに応じて気候変動を予測すること
 - 気候変動の問題は、貧困と南北問題、衡平性といった国際社会の倫理に関わる問題であること
 - 低排出シナリオ実現には、本質的な削減、今世紀末のゼロエミッションという厳しい対策が必要なこと
 - 化石燃料資源からCO₂を排出しないエネルギー源に速やかに変える必要があること
 - など、重要な考え方全てを繰り返し語り、十分に理解してもらえる → **リテラシーの向上**
- 受講した学生の気候変動問題に関する正しい理解は、彼らの生活のGHG排出削減を導く
- 例えば100大学で200名の講義を毎年実施すれば、10年間に20万人の日本人が気候変動問題の本質を理解し、排出削減活動に参加するだろう、家族・職場(特に教育の場)で伝えることで、その数倍の効果をもたらす? → $20万人 \times 5(家族・職場) \times 3\text{トンCO}_2 = 300\text{万トンCO}_2$ の排出削減ポテンシャル
- 初等・中等学校における教育も重要だろう

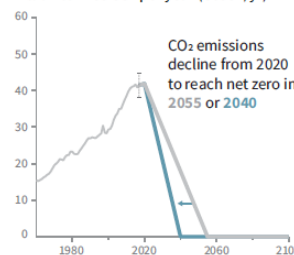
● 1.5度特別報告書について

- 1.5°Cの地球温暖化: 気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な開発及び貧困撲滅への努力の文脈における、工業化以前の水準から 1.5°Cの地球温暖化による影響及び関連する地球全体での温室効果ガス(GHG)排出経路に関するIPCC 特別報告書
- という長い名前の特別報告書が2018年10月6日に承認され、環境省からSPM仮訳が最近公開された
- 持続可能な開発及び貧困撲滅、というIPCCが重視する問題がタイトルに含まれたことに注目されたい
- 人為活動は、工業化以前の水準よりも約1°C温暖化させたと推定される。地球温暖化は、現在の度合いで続けば、2030年から2052年の間に1.5°Cに達する可能性が高い。(IPCC)
- 1.5°Cの達成が可能な経路は、世界排出量(左下)が2040年もしくは2055年にゼロとなるものであり、累積排出量(中下)からは、今後の排出量が2055年ゼロ排出の経路であっても、1000億トン未満(現状の約20年分)に限定される
- 非CO₂ GHGの排出動向(右下)に依存し、排出が低下しないと、1.5°C目標の実現可能性が下がる

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

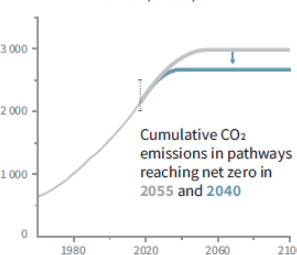


b) Stylized net global CO₂ emission pathways
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



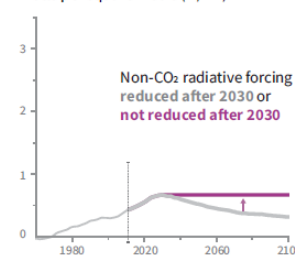
Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in

c) Cumulative net CO₂ emissions
Billion tonnes CO₂ (GtCO₂)



Maximum temperature rise is determined by cumulative net CO₂ emissions and net non-CO₂ radiative forcing due to methane, nitrous oxide, aerosols and other anthropogenic forcing agents.

d) Non-CO₂ radiative forcing pathways
Watts per square metre (W/m²)

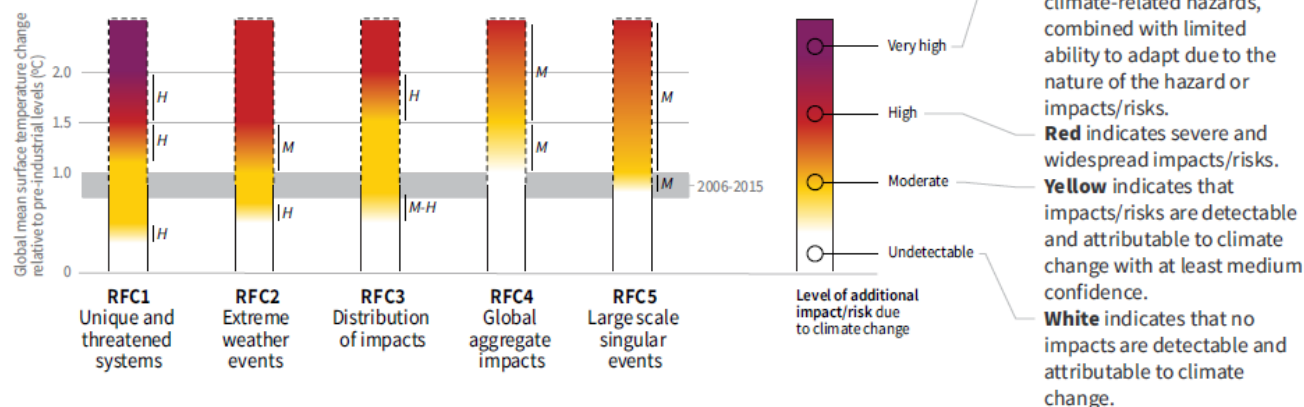


● 1.5度特別報告書について

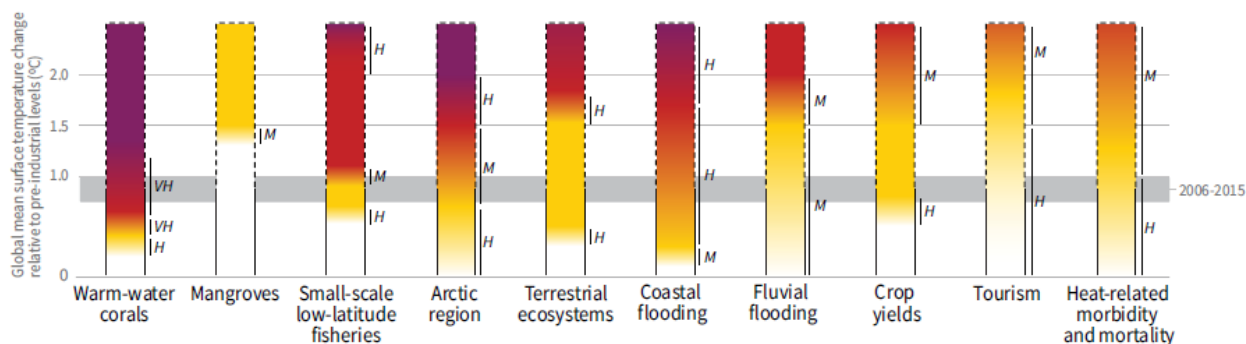
- 1.0℃から2.0℃程度の地球温暖化がおよぼす影響評価が、AR5より詳細に示された
- 1.0℃(おおむね現在)から1.5℃の地球温暖化でも敏感なシステムに、暖水性サンゴ、低緯度の小規模漁業、北極域、沿岸洪水などがあげられた
- 多くのシステムで、1.5℃から2.0℃にかけての温暖化によって、よりリスクが高まる

Five Reasons For Concern (RFCs) illustrate the impacts and risks of different levels of global warming for people, economies and ecosystems across sectors and regions.

Impacts and risks associated with the Reasons for Concern (RFCs)



Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



● 1.5度特別報告書について

- 1.5°Cを越さないか、一時的に越すとしてもその程度がわずかな、2100年までの4種の経路
- CCSもBECCSも用いないP1から、これらに大きく依存するP4までが、今後たどることになる排出量経路として示され、それらは例示であって必要条件ではないと述べられた
- P1は緊縮型社会(エネルギー需要32%減)であり、P4はBECCS技術利用に依存する成長社会(エネルギー需要44%増)である
- いずれの経路でも、再生可能エネルギーのシェアを2030年までに急速に25-60%へと高め、2050年にはそれが63-81%に達するという、**再生可能エネルギー依存社会**の構築が前提である

Breakdown of contributions to global net CO₂ emissions in four illustrative model pathways

● Fossil fuel and industry ● AFOLU ● BECCS

