

# 世銀レポート「Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided」(2012年11月)の概要\*

摘要: 気候変動緩和のための現行の全ての約束・公約が実行されたとしても、2100年までに4°Cを超える気温上昇(産業革命前比)(以下「+4°C」)が生じる可能性が概略20%ある。同約束・公約が実行されない場合には2060年代にも+4°Cが生じる。

本報告書は科学の現状と+4°Cの世界における開発(開発途上国の(特に貧困削減))への潜在的影響の理解を助けるためのものである。

+4°Cの世界では、沿岸都市の浸水、食料生産に係るリスク増大・栄養不足の拡大、多くの乾燥地域の更なる乾燥、同湿潤地域の一層の湿潤化、前例のない熱波の多くの地域(特に熱帯地方)への襲来、多くの地域の水不足の深刻化、強いサイクロンのより頻繁な発生、珊瑚礁を含む生物多様性の不可逆的な喪失、が予測される。

+4°Cの世界は現在の世界とは大きく異なり、大きな不確実性と新たなリスクを伴っているため、我々が将来の適応策の必要性について予測・計画する能力を脅かす。

上記の解決策は、気候金融(climate finance)や気候プロジェクト(climate projects)にのみあ  
るのではなく、効果的なリスク管理と、我々の全ての行為・思考における+4°Cの世界の考慮にある。



※執筆者: ポツダム気候影響調査・気候分析論研究所(Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics)のチーム

©2012 The World bank

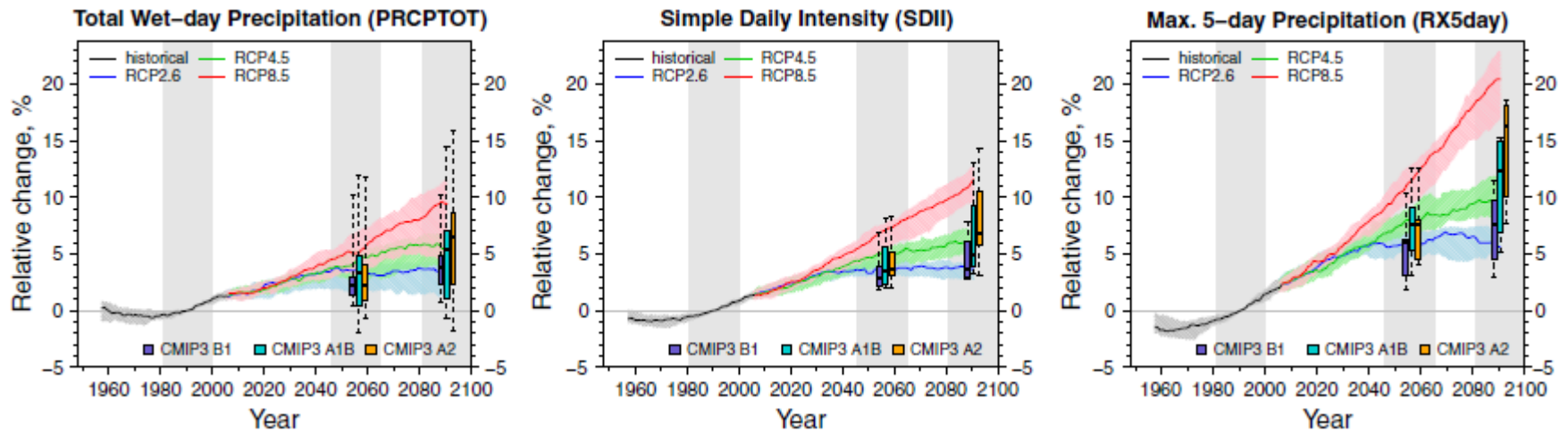
\* THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a 4°C Warmer World Must be Avoided", pp.vii- x, x iii, 2012.

# 洪水に係る将来予測(1)\*3,4

降雨日(1mmを超える降水量の日)の降水量の年合計値は2100年までに一般に概略10%増加すると予測(1981~2000年比)。年間の最多連続5日雨量はRCP8.5シナリオ\*1において南アジアで30%、アラスカ、グリーンランド、北ヨーロッパ、西・東アフリカ、東南アジア、東アジア、チベット、北アジアで20~30%(いずれも中央値)増加し、更なる洪水リスク増加を示している。\*2

年最大日降水量の増加が更に広範囲で予測され、南アジア、東南アジア、西・東アフリカ、アラスカ、グリーンランド、北ヨーロッパ、チベット、北アジアでは20~30%の増加が予測されている。

2100年に概略+4°Cとなった場合、強い熱帯性低気圧の発生頻度の増加により、経済被害が倍増する。(特に北米、東アジア、カリブ海、中米)



©2013. American Geophysical Union. (This material is reproduced with permission of John Wiley & Sons, Inc.)

降雨日の年合計降水量(左)・降雨日の単純平均降水量(中)・年最多連続5日間雨量(右)の各変化率の将来予測  
(基準期間:1981~2000年。実線は中央値、影部は25~75パーセンタイルの範囲(CMIP5 RCP8.5)。CMIP3(11の気候モデル)に係る縦長四角は25~75パーセンタイルを示し、上下の線はwhiskers(四角の端から四角の高さの1.5倍以内の極値まで結ぶ))\*4

\*1 大気への熱放射バランスが2100年時点で $8.5\text{W/m}^2$ となる温室効果ガス濃度シナリオ。IPCC第5次評価報告書(Fifth Assessment Report)で用いられる見込みの温室効果ガス濃度の4つのシナリオ(Representative Concentration Pathways)の中で最も激しい温暖化シナリオ。同シナリオでは気候変動緩和策を考慮している。なお、同第4次評価報告書(2007)で用いられた気候予測シナリオでは同緩和策の仮定が含まれていなかった。

\*2 CMIP5(Coupled Model Intercomparison Project Phase 5)の13の気候モデルの最新結果による。(同結果はIPCC第5次評価報告書の主要インプットとなる見込み)

\*3 THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a 4°C Warmer World Must be Avoided", pp.22, 26-27, 2012.

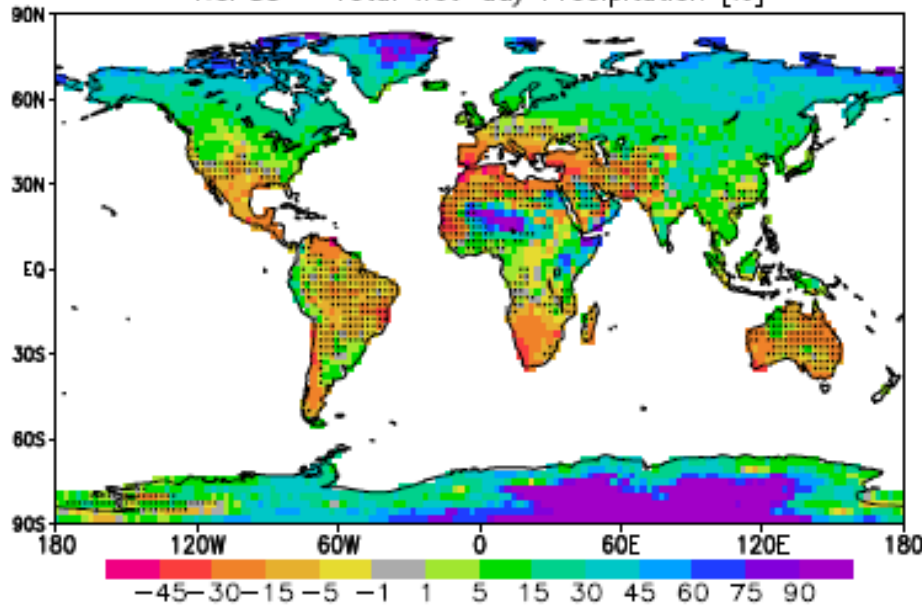
\*4 Sillmann, J., V.V. Kharin, F. W. Zwiers, X. Zhang, and D. Bronaugh (2013), Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2473-2493, doi:10.1002/jgrd.50188. pp.X-10 - X-11, X-21, X-23 - X-24, X-40 - X-41, X-49.

# 洪水に係る将来予測(2)\*1

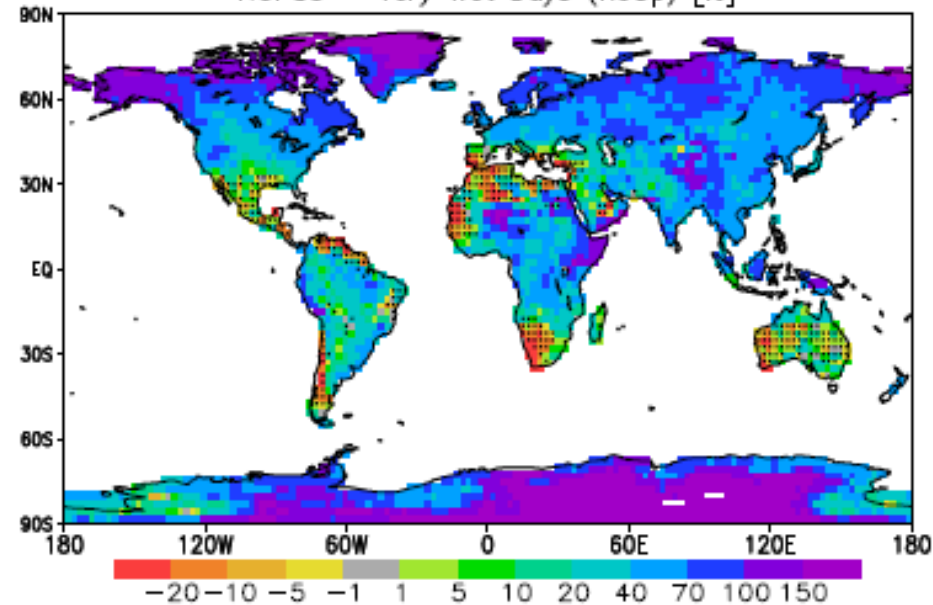
2081～2100年の「降雨日の年間降水量」と「95%多雨日\*2の年間降水量」の各平均値の複数モデルの中央値の変化率(基準期間:1981～2000年)は下図のとおり。

降雨日の年間降水量は東アフリカ、南アジア、東南アジア、南極で大きく増加すると予測。  
95%多雨日の年間降水量は東アフリカと南極で特に増加すると予測。

RCP85 - Total Wet-day Precipitation [%]



RCP85 - Very Wet Days (R95p) [%]



©2013. American Geophysical Union. (This material is reproduced with permission of John Wiley & Sons, Inc.)

2081～2100年の降雨日の年間降水量(左)と95%多雨日\*2の年間降水量(右)の各平均値の複数モデルの中央値の変化率(基準期間:1981～2000年)

\*1 Sillmann, J., V.V. Kharin, F. W. Zwiers, X. Zhang, and D. Bronaugh (2013), Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2473–2493, doi:10.1002/jgrd.50188. pp.X-10, X-22 – X-23, X-50.

\*2 日降水量が降雨日の同95パーセンタイル値を超える降雨日。

# 海面上昇に係る将来予測(1)\*1

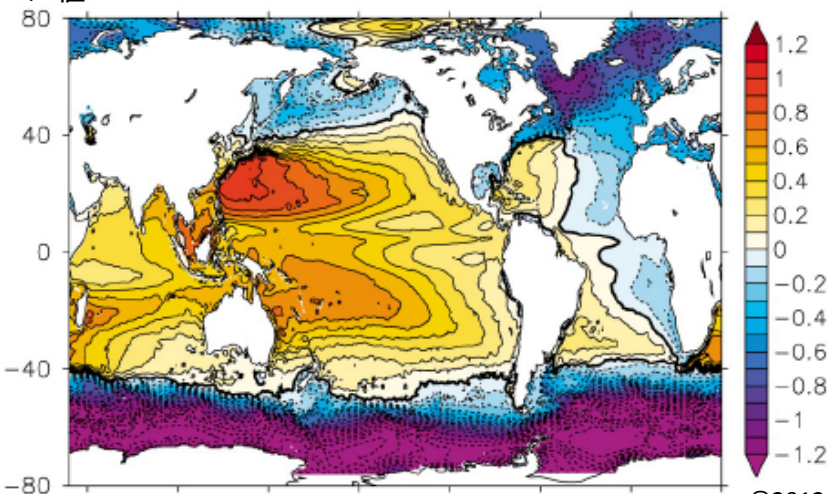
2100年(2090~2099年)時点で+4°Cのシナリオにおける海面上昇予測中央値は1m近くの上昇(1980~1999年比)。同+2°Cでは、予測中央値は約79cmの上昇(同)。つまり、+4°Cを+2°Cに抑えられれば約20cmの海面上昇量を削減することができる。(下表参照)

2090~2099年の全球平均海面上昇予測(1980~1999年比)\*2

| Scenario                             |                 | Thermal expansion (cm) | MGIC (cm)   | Thermal +MGIC (cm) | GIS (cm)    | AIS (cm)    | Total (cm)   |
|--------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|
| 2°C                                  | Lower ice sheet | 19 (12, 26)            | 13 (9, 16)  |                    | 2 (1, 3)    | 0 (0, 0)    | 34 (27, 42)  |
|                                      | Semi-empirical  |                        |             | 32 (25, 40)        | 23 (14, 33) | 23 (14, 33) | 79 (65, 96)  |
| 4°C                                  | Lower ice sheet | 27 (17, 38)            | 16 (12, 20) | 43 (33, 53)        | 3 (2, 5)    | 0 (0, 0)    | 47 (37, 58)  |
|                                      | Semi-empirical  |                        |             |                    | 26 (15, 39) | 26 (16, 39) | 96 (82, 123) |
| SLR Current Trend linear-accelerated |                 |                        |             |                    | 6-33        | 7-23        | 35-77        |

©2012 The World bank

\*2 Lower ice sheet:南極氷床融解の影響を考慮せず同グリーンランドの影響を限定的に考慮。 Semi-empirical:過去2000年間の観測に基づく温暖化と海面上昇との関係に基づき導出。 MGIC:山岳氷河・氷帽融解の影響。 GIS:同グリーンランド氷床。 AIS:同南極氷床。 カッコ内は16、84パーセントイル値



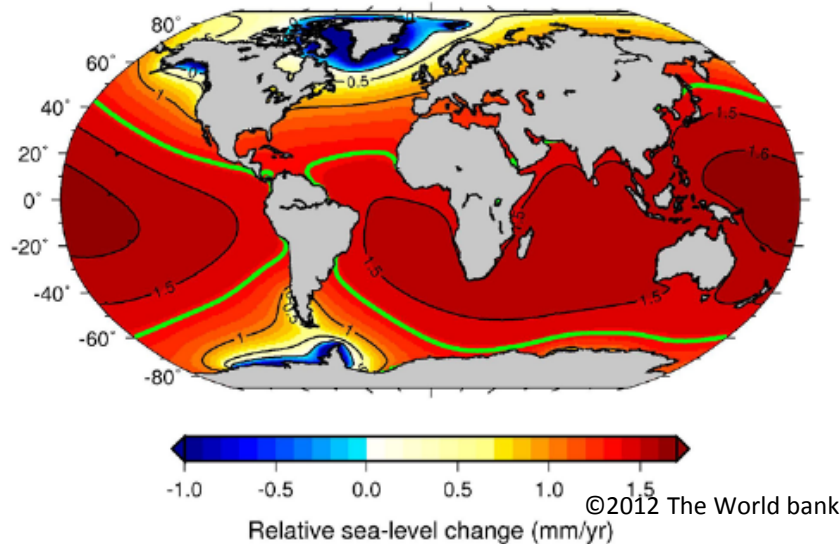
海流により生ずる水面勾配等により、海面高さは全球均一ではない。左図は海流がない場合の想定される海面と現況の海面との差であり、我が国の一部を含む東アジアで相対的に低くなっている(青~紫)。同領域では、地球温暖化により海流が変化した場合相対的により大きな海面上昇が生じる可能性がある。

←現況の海流等による海面高さへの影響(単位:m)

©2012 The World bank

\*1 THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a 4°C Warmer World Must be Avoided", pp.29, 31, 32, 2012.

# 海面上昇に係る将来予測(2)\*1

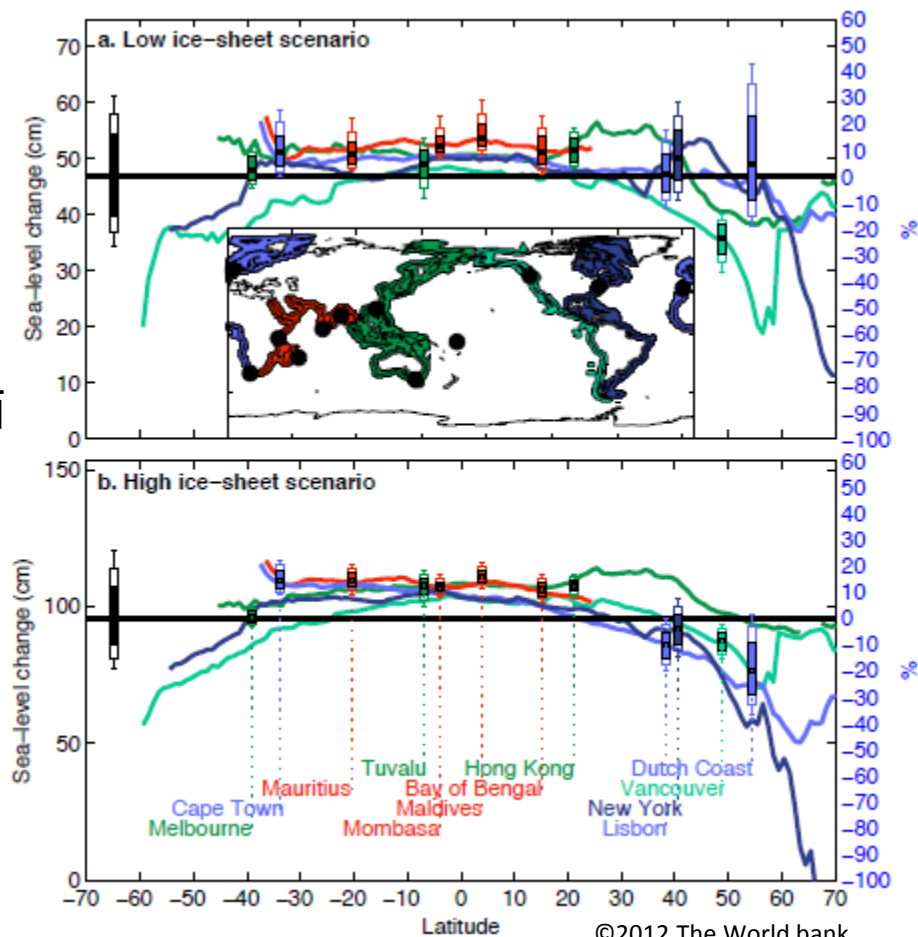


氷床等が融解することにより上載荷重が減少した地盤が上昇することなどから、地盤を基準とした相対的海面上昇速度は融解する氷床等からの距離により異なる。我が国は全球平均よりも大きい上昇速度の領域に位置している。(左図参照)

↑現況の陸上の氷の融解のみによる相対的海面上昇速度 (単位:mm/年) ※緑線は全球平均上昇速度の線

2100年までに4°C上昇する場合の沿岸の海面上昇予測が不確実性とともにより右図のとおり示されている。

2100年に4°C上昇する場合のシナリオ別海面上昇予測→  
※実線は平均値、右目盛は全球平均に対する地域別海面上昇量の増減率(%)。縦棒は予測の不確実性について50、68、80%の範囲を示す。



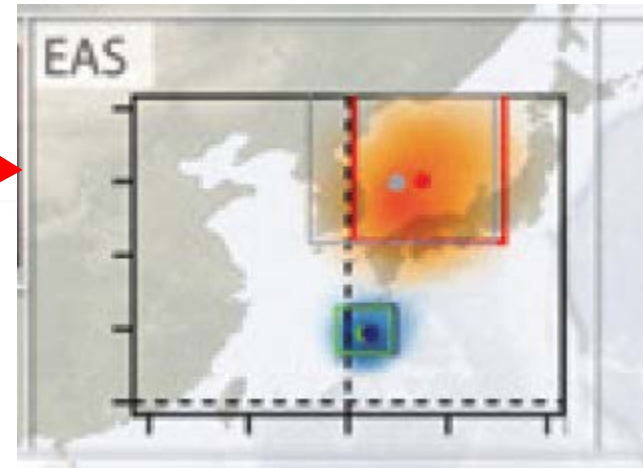
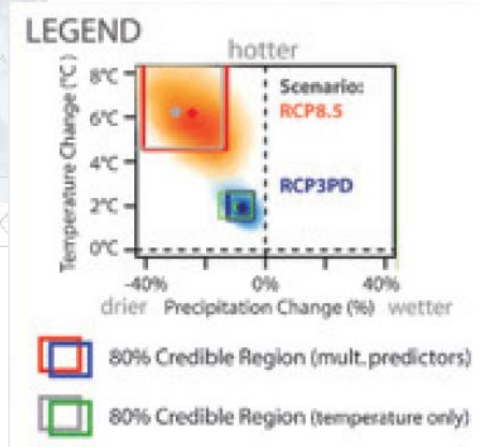
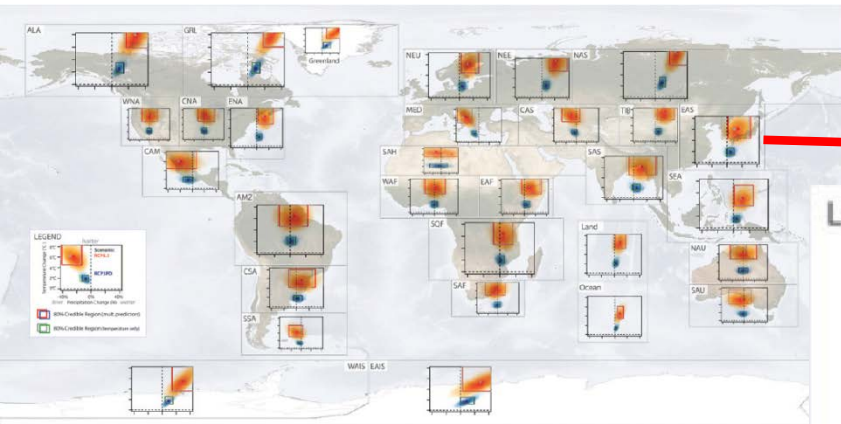
\*1 THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a 4°C Warmer World Must be Avoided", pp.33, 2012.

# 水不足に係る将来予測\*4

地球温暖化により、季節別流出量の差が拡大すると予測されている。つまり、多雨期の流出量はより増加し、少雨期の流出量はより減少する。したがって、年平均雨量が増加する流域においても、少雨期の渇水緩和をほとんど期待できない場合がある(洪水リスクは増加する一方で)。この場合、ダム等の貯留施設の整備が必要となる。

しかし、全球気候モデルによる将来の降雨パターンのシミュレーションの不十分さのため、水不足の変化予測には不確実性が残っている(特にインドモンスーンについて)。

水不足は主に気候変化、人口変化、水需要パターン変化の組合せにより決まるので、気候変動による水不足への最も顕著な影響は、世界人口のピーク時(現在のシナリオによれば今世紀後半)に生じるかもしれない。



↑東アジア拡大

©2012 The World bank

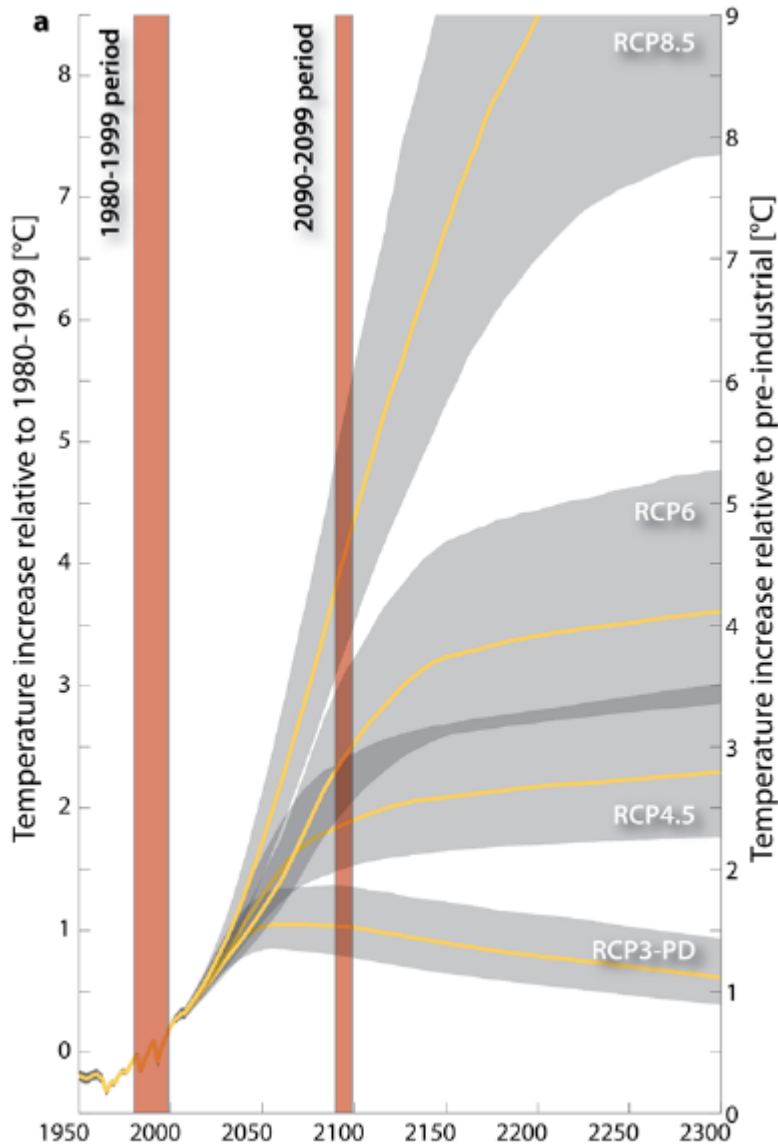
←凡例拡大

↑2100年の地域別年平均気温・降水量変化傾向  
(青色:RCP3-PDシナリオ\*1、燈色:RCP8.5シナリオ)

\*1 2100年以前に熱放射バランスが $3\text{W/m}^2$ 以下のピークを示し、その後低下するシナリオ(既述の4つのシナリオの中で最も温暖化が少ないもの)。

\*2 THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a  $4^\circ\text{C}$  Warmer World Must be Avoided", pp.22, 25, 47, 49, 2012.

# 補足 RCP8.5と世紀末4°C上昇との関係\*



IPCCの新たなシナリオ(RCP)による将来の気温上昇量予測は左図のとおり。

気候政策を実施しない場合(RCP8.5)には、今世紀最後の10年間より前に気温上昇量の中央値が4°Cを超える。

これに加え、限定的気候政策実施の場合(RCP6)には、15%を超える確率で2100年までに気温上昇量が4°Cを超える。

←各RCPの気温上昇量予測  
(灰色部分は66%範囲、黄色線は中央値)

©2012 The World bank

Source: Rogelj, Meinshausen et al. 2012

\* THE WORLD BANK, "Turn Down the Heat Why a 4°C Warmer World Must be Avoided", pp.23, 2012.