

INDCにおける緩和策、適応策の評価に向けて

増井利彦

国立環境研究所

masui@nies.go.jp

日本エネルギー経済研究所対外発表会：COP21に向けて

日本エネルギー経済研究所

2015年11月10日

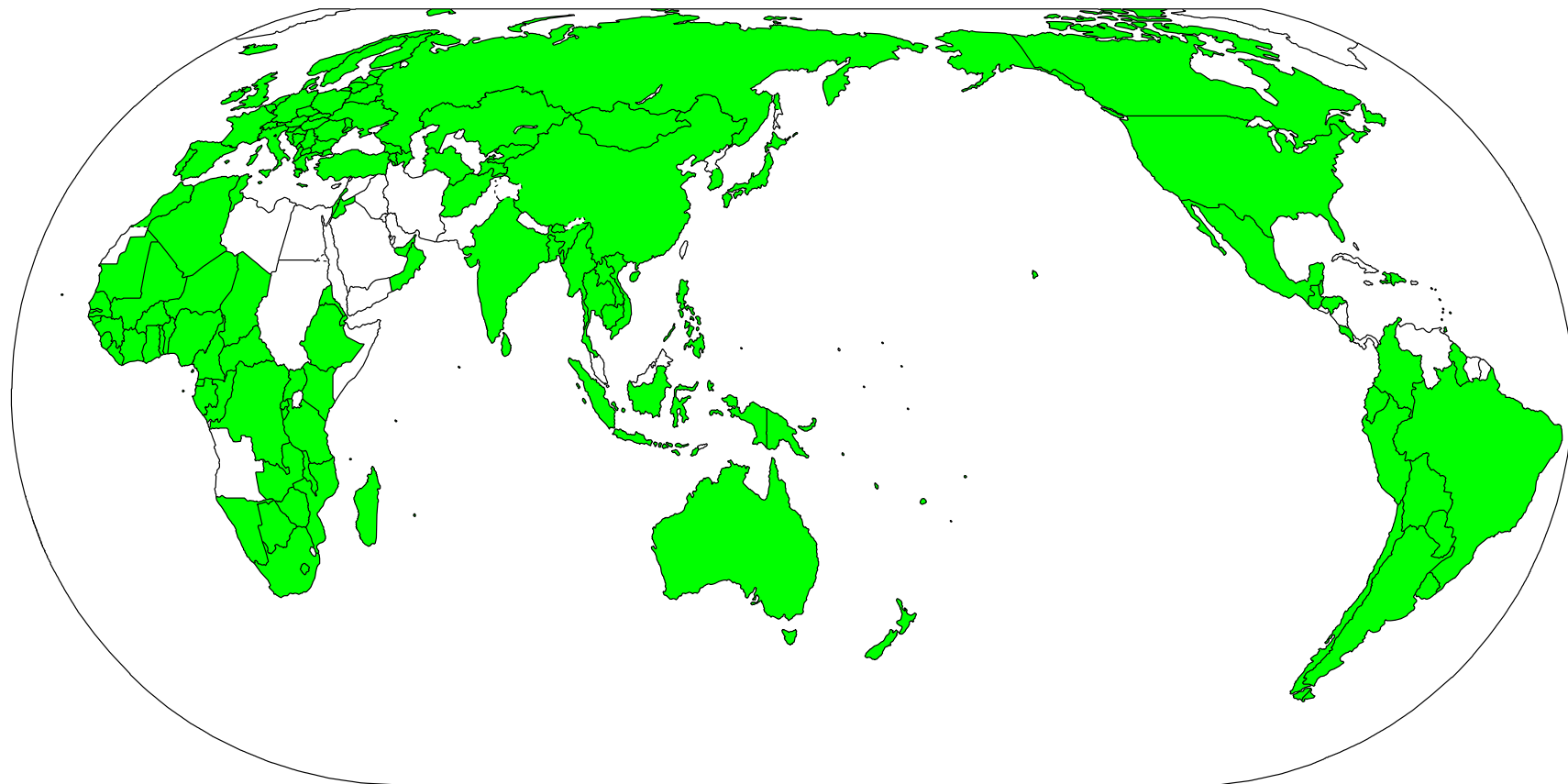
温暖化対策の2つの視点：緩和策と適応策

- 緩和策 (Mitigation)
温暖化の原因である温室効果ガス排出量の削減を目的とした対策
- 適応策 (Adaptation)
温暖化によって生じる影響を抑えることを目的とした対策
- 今すぐに温室効果ガスの排出を0にしても、気候システムの慣性によって過去に排出された温室効果ガスの影響により、温暖化による気温上昇は続くとされている。
つまり、今後数十年は、地球温暖化は避けられない状況にある。

INDC (Intended Nationally Determined Contributions)

- 2015年11月30日からパリで開催されるCOP21(気候変動枠組条約締約国会議)に向けて、各国の2020年以降の取り組みをUNFCCC(気候変動枠組条約)事務局に提出。
http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php
- 2015年10月30日にUNFCCC事務局がとりまとめの報告書を公表。
http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/9240.php
- COP21で、2020年以降の気候変動に関する国際枠組みに合意？

INDCsを提出した国々



2015年11月8日時点

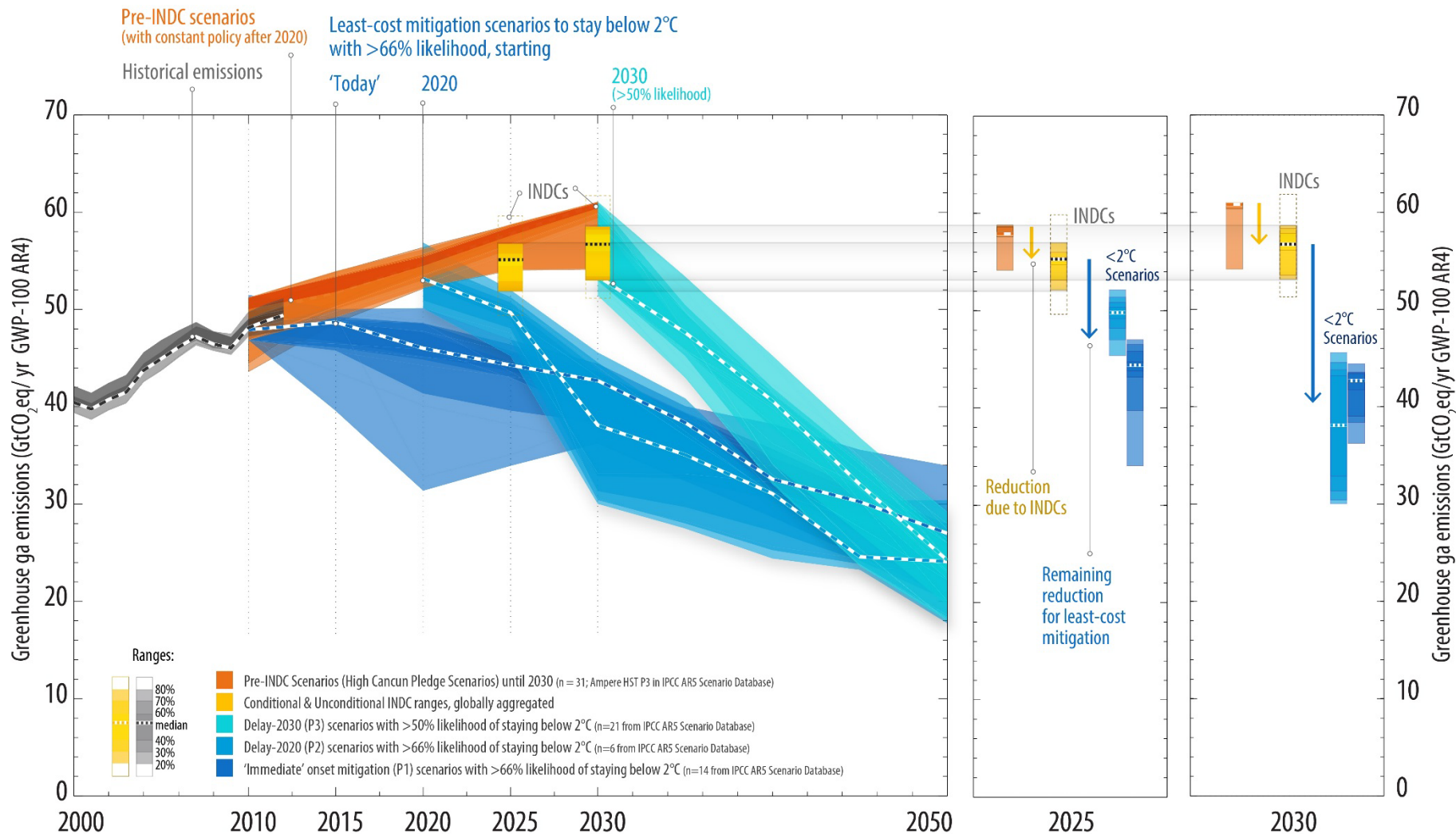
世界のGHG排出量の90%近くに相当する国が温暖化対策について何らかの対策を提示している。

2020年以降の主な国のGHG削減目標

- 日本:2030年GHG排出量を2013年比26%削減
- 中国:2030年GDPあたりCO2排出量を2005年比60-65%削減
- インド:2030年GDP排出強度を2005年比33-35%削減
- 韓国:2030年GHG排出量をBaU比37%削減
- タイ:2030年GHG排出量をBaU比20%削減
- インドネシア:2030年GHG排出量をBaU比29%削減

- EU:2030年GHG排出量を1990年比40%以上削減
- 米国:2025年GHG排出量を2005年比26-28%削減
- ロシア:2030年GHG排出量を1990年比25-30%削減

UNFCCC事務局がとりまとめた世界のGHG排出経路



統合報告書からのメッセージ(2015年10月30日)

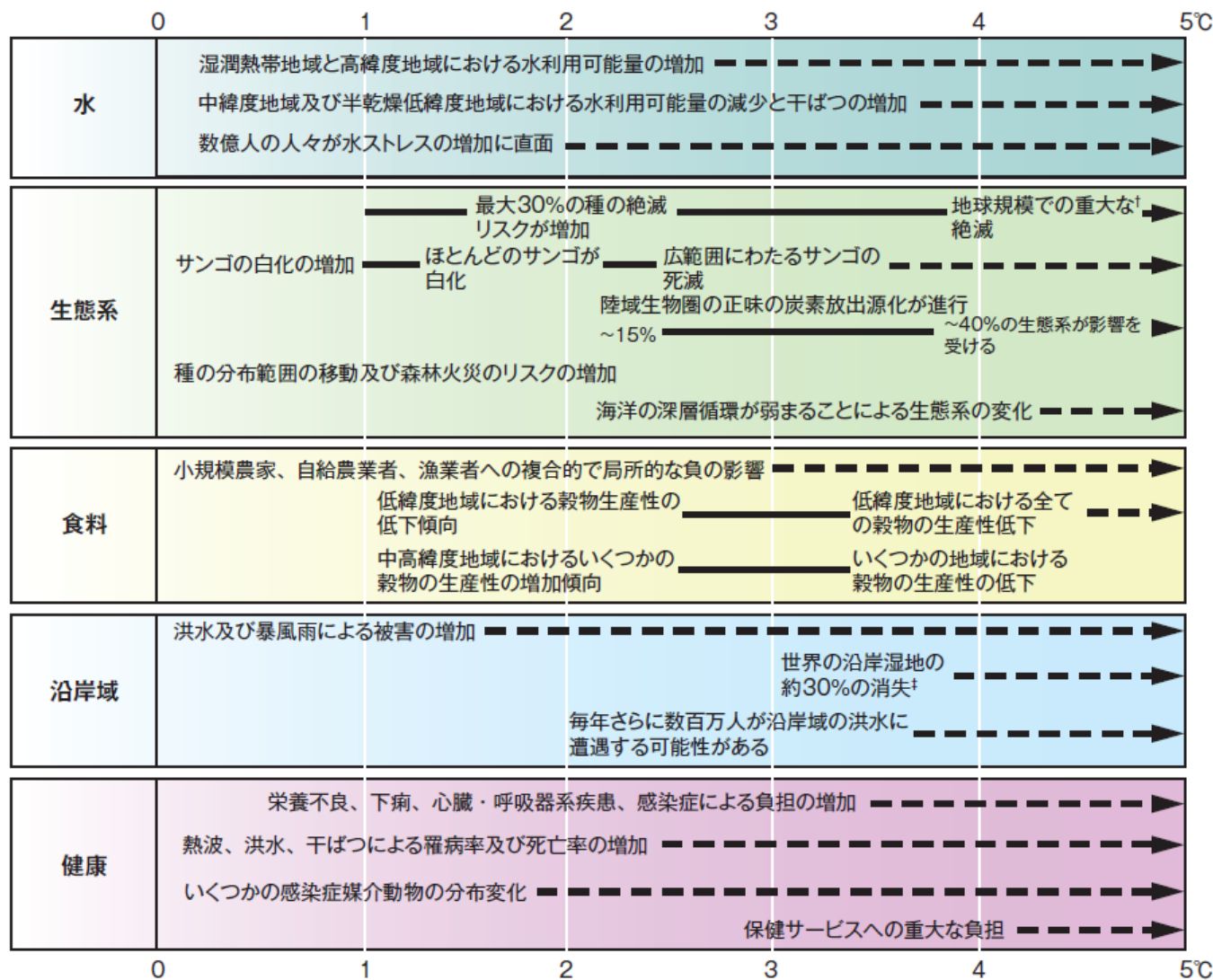
- 10月1日までに公表されたINDCが実現されると、世界の温室効果ガス(GHG)排出量は、2025年に55(52-57) GtCO₂、2030年に57(53-59) GtCO₂となる。
- INDCの実現は、INDC未実施の場合の世界のGHG排出量よりも、2025年に3(0-6) GtCO₂、2030年に4(0-8) GtCO₂、それぞれ削減する水準となる。
- INDCの実現による世界のGHG排出量は、最小費用で実現する2°Cシナリオの排出域まで減少せず、2025年に9(5-13) GtCO₂、2030年に15(11-22) GtCO₂、それぞれ高い水準となる。
- 各国のINDCの取り組みは、世界のGHG排出量をなりゆきから削減するものの、2°C目標の達成には更なる取り組みが必要としている。

COP21とその先に向けて

- 世界の様々な機関においてもINDCが評価されつつある。
 - Climate Action Tracker <http://climateactiontracker.org/>
 - PBL, Netherlands <http://infographics.pbl.nl/indc/>
 - Climate Interactive <https://www.climateinteractive.org/tools/scoreboard/>
 - CAIT Climate Data Explorer, WRI <http://cait.wri.org/indc/>
 - IEA <http://www.worldenergyoutlook.org/energyclimate/energyandco2trendsintheindcscenario/>
 - The Road through Paris, Climate Nexus <http://www.theroadthroughparis.org/negotiation-issues/indcs-submitted-date-0>
 - OECD Climate Change Mitigation: Policies and Progress <http://www.oecd.org/environment/cc/climate-change-mitigation-9789264238787-en.htm>
 - UNEP, Emission GAP Report
- 目標以上の削減を目指して、国任せ、他人任せではなく、効果的な対策を着実に実施するにはどうすればよいか？

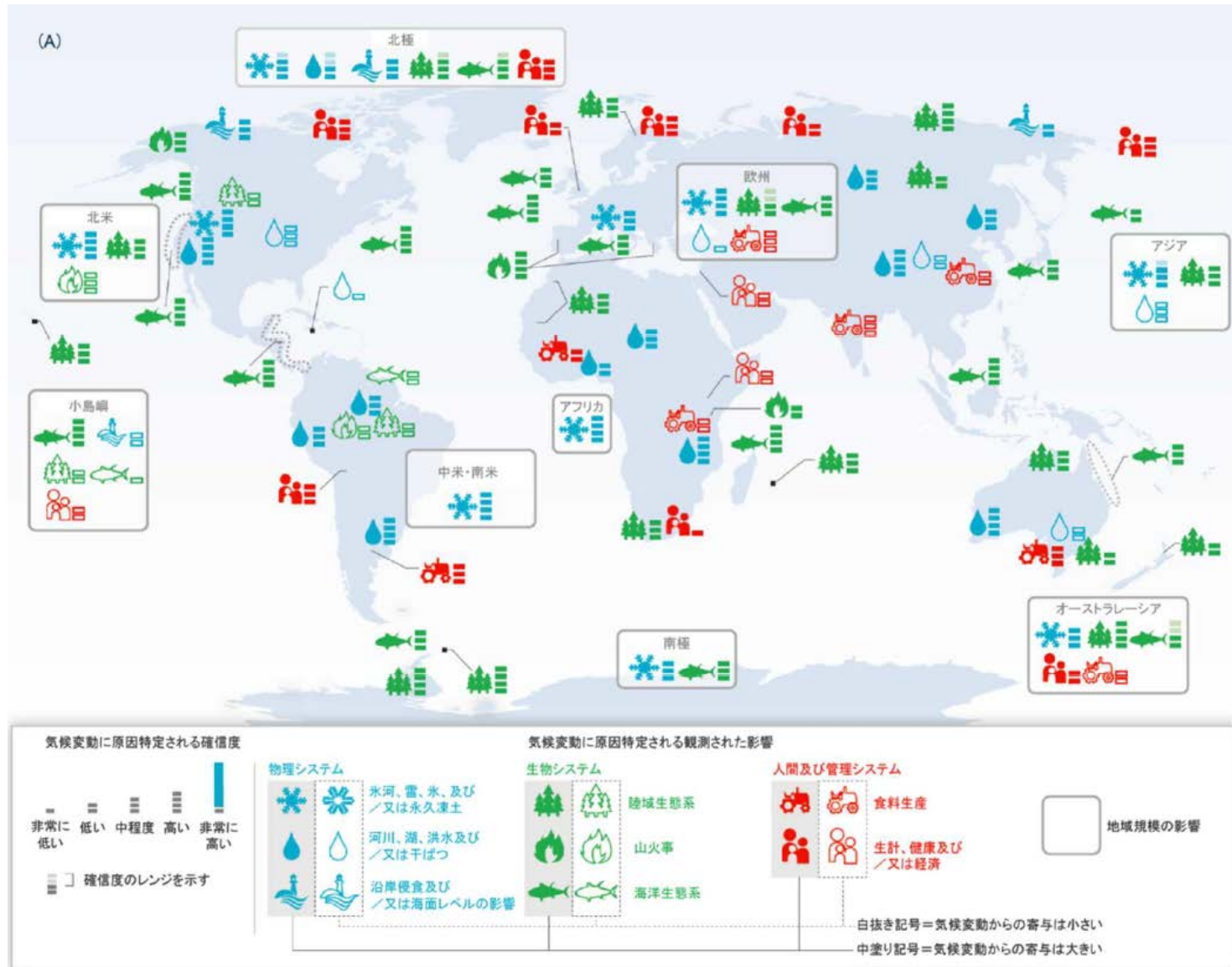
IPCC第四次評価報告書による 将来の気温上昇に対する影響の見通し

1980～1999年に対する世界年平均気温の変化(°C)






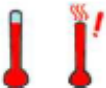











[†]「重大な」はここでは40%以上と定義する。 [‡]2000年から2080年までの海面水位平均上昇率4.2mm/年に基づく

IPCC第五次評価報告書で示された 気候変動影響の世界分布



アジアにおける主要なリスク

アジア				
主要なリスク	適応の課題と展望	気候的動因	時間軸	リスク及び適応の可能性
アジアにおけるインフラや居住に対し広範な被害をもたらす河川・沿岸・都市洪水の増加(確信度が中程度) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> ・構造的及び非構造的対策、効果的な土地利用計画、選択的移住を通じた曝露の軽減 ・ライフラインインフラとサービス(例:水、エネルギー、廃棄物管理、食料、バイオマス、モビリティ、地域の生態系、通信)における脆弱性の低減 ・モニタリング及び早期警戒システムの構築:曝露された地域を特定し、脆弱な地域や世帯を支援し、生計を多様化させる対策 ・経済の多様化 			非常に低い 中程度 非常に高い
			現在	
			近い将来 (2030-2040)	
			長期的将来 (2060-2100)	2°C  4°C 
暑熱に関連する死亡リスクの増大(確信度が高い) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> ・暑熱に関する健康警報システム ・ヒートアイランド現象を軽減するための都市計画立案;建築環境の改善;持続可能な都市の開発 ・屋外作業員の熱ストレスを回避する新たな働き方の実践 			非常に低い 中程度 非常に高い
			現在	
			近い将来 (2030-2040)	
			長期的将来 (2060-2100)	2°C  4°C 
栄養失調の原因となる干ばつによる水・食料不足の増大(確信度が高い) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> ・早期警戒システム及び地域対応戦略など災害へ備え ・適応的/統合的水資源管理 ・水インフラや調整池の開発 ・水の再利用を含む水源の多様化 ・より効率的な水利用使用(例:改良された農業慣行、灌漑管理、及びレジリエントな農業) 			非常に低い 中程度 非常に高い
			現在	
			近い将来 (2030-2040)	
			長期的将来 (2060-2100)	2°C  4°C 

INDCで適応策に言及する国が100カ国にも

- インド:2015年から2030年の間に、農業、林業、漁業、インフラ、水資源、生態系の分野において適応行動を実施すると2060億ドルの費用が必要となる。
- 韓国:2010年に国家機構変動適応計画を策定。現在、脆弱性とリスクの評価支援のための手引きとツールを作成するとともに影響の総合的かつ定量的な分析のための研究を実施中。地方に対しても2015年までに適応のための行動計画を作成するように要請。適応策に関する人材育成のための戦略的行動。
- 中国:適応国家戦略の実施を加速し、極端現象に対する限界や適応策の主要分野における成果を向上させる。都市、沿岸域、生態系の脆弱な領域と同様に、農業、林業、水資源のような領域における気候変動リスクに対して効率的に守るためのメカニズムや能力を向上させ、また、早期警報システムや災害防止メカニズムの強化によって気候変動に適応する。
- 温暖化の影響は、地域によって異なるとともに発展の状況によっても異なる。

日本における適応策の導入に向けた動き

第4次環境基本計画(平成24年4月27日閣議決定)

- 地球温暖化に関する重点的取組事項(第2部 第1章 第4節 地球温暖化に関する取組 3. 施策の基本的方向 (3)重点的取組事項)の一つとしての適応策
 - － 短期的影響を応急的に防止・軽減するための適応策の推進と中長期的に生じ得る影響の防止・軽減に資する適応能力の向上を図るための検討「地球温暖化の我が国全体及び地域への影響に関する過去・現在の状況を把握し、将来の影響に係る科学的知見を集積した上で、温暖化影響の把握状況等を関係府省・地方公共団体・地域研究機関等と共有し、温暖化への適応策の検討・実施を進めていくことが必要である。このため、影響の把握・科学的知見の収集に努めるとともに、それらの情報の共有を図っていく。また、短期的影響を応急的に防止・軽減するための適応策の取組を推進するとともに、中長期的に生じ得る影響の防止・軽減に資する適応能力の向上を図るための検討を行い、その成果を関係府省・地方公共団体間で共有し、活用すること等により、適応策の取組の支援を図っていく。」

地球温暖化影響への適応策に関する関係府省連絡会議(平成20年設置)

- 関係府省との連携により、地球温暖化影響への適応策に関する今後の取組の一層の推進を図ることを目的として関係府省の課室長級の連絡会議が設置。
 - 第6回連絡会議(平成24年3月開催)において、関係府省は、政府全体の総合的、計画的な適応に係る取組を取りまとめる「**適応計画**」を平成26年度末に策定することに合意。
- 平成27年10月23日に適応計画(案)が提示。パブリックコメントを経て11月下旬に閣議決定、COP21で報告の予定。

国立環境研究所における INDC、日本の約束草案の評価

● 日本モデルによる分析

- 日本を対象とした応用一般均衡モデルによる削減の可能性。

http://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2015_indc/05_masui.pdf

http://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2015_seeps/20150508masui.pdf

- 日本を対象とした技術選択モデルによる排出経路の評価。

http://www-iam.nies.go.jp/aim/event_meeting/2015_ddpp/2015_ddpp_j.html

● 世界モデルによる分析

- 17地域、43部門、23財からなる世界応用一般均衡モデル。

- エネルギー、土地利用、その他を起源とする排出を評価。

- 2005年から2100年までの逐次均衡。

- ガス種: CO₂, CH₄, N₂O, SO_x, NO_x, CO, BC, OC, VOC, NH₃

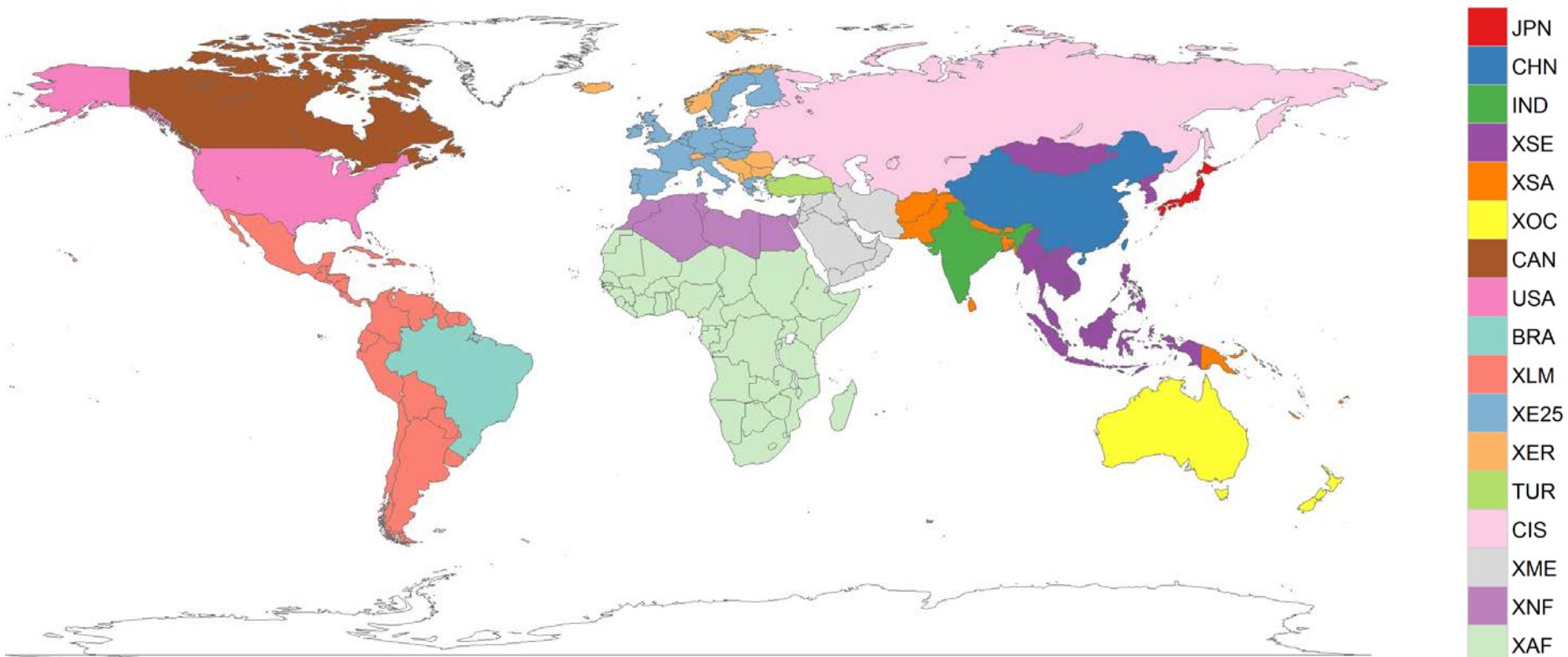
- 簡易気候モデルであるMAGICC6と連結し、将来の気候条件に対応。

- 将来シナリオとしてSSPs(Shared Socio-economic Pathways)の中庸シナリオ(SSP2)を基準とする。

- モデルの詳細は、以下の報告書(Fujimori et al.(2012))を参照のこと。

<http://www.nies.go.jp/social/dp/pdf/2012-01.pdf>

分析に用いた世界モデル: AIM/CGE [Global]



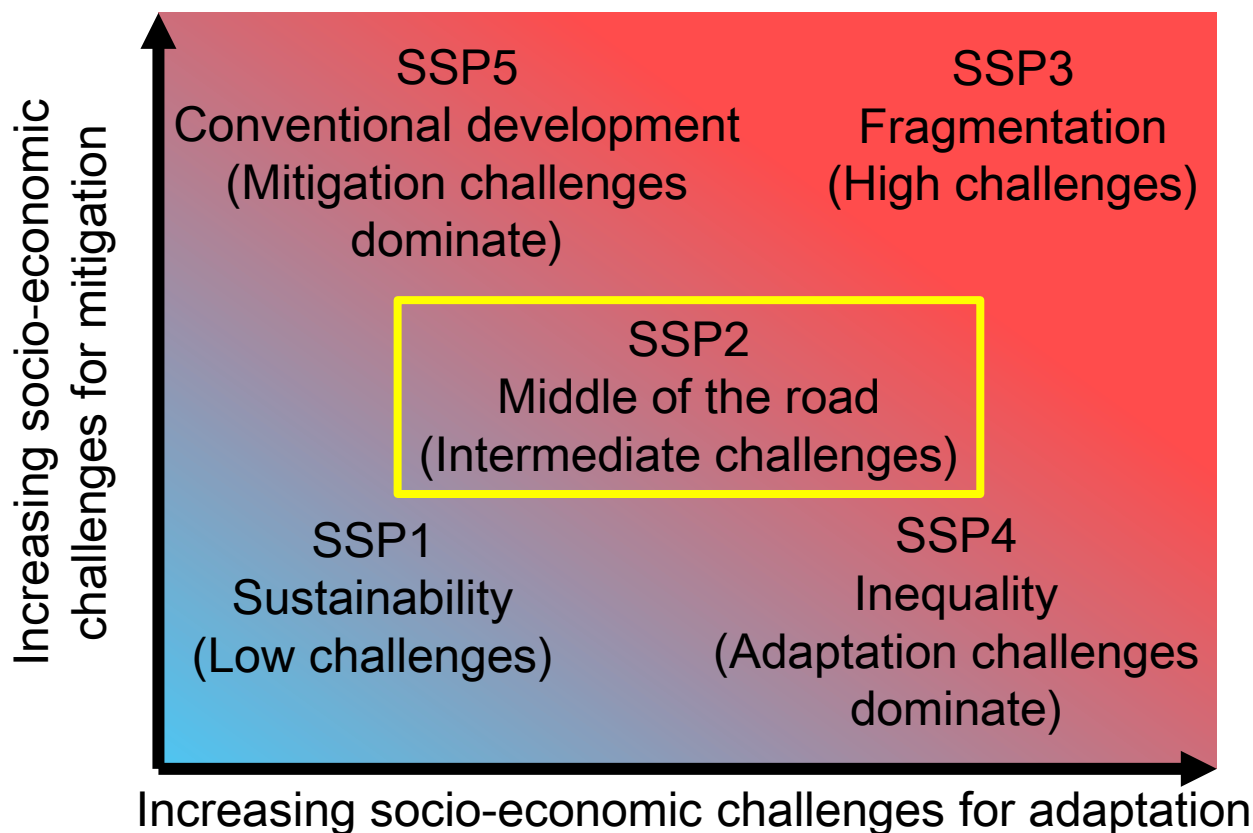
AIM/CGE [Global]を用いて評価する項目

- 社会経済活動
 - GDP
 - 人口(外生)
- 排出
 - 温室効果ガス
 - 大気汚染物質
- 気候
 - 放射強制力
 - 全球平均気温
- 緩和策の費用
 - GDP変化
 - 最終消費変化(効用の変化)
- 価格
 - 炭素価格
 - エネルギー価格
 - 農業生産物(食料)価格
- エネルギー
 - 一次エネルギー
 - 電源構成
 - 最終エネルギー(部門別、エネルギー種別)
- 農業・土地利用
 - 農業生産及び消費
 - 土地利用変化

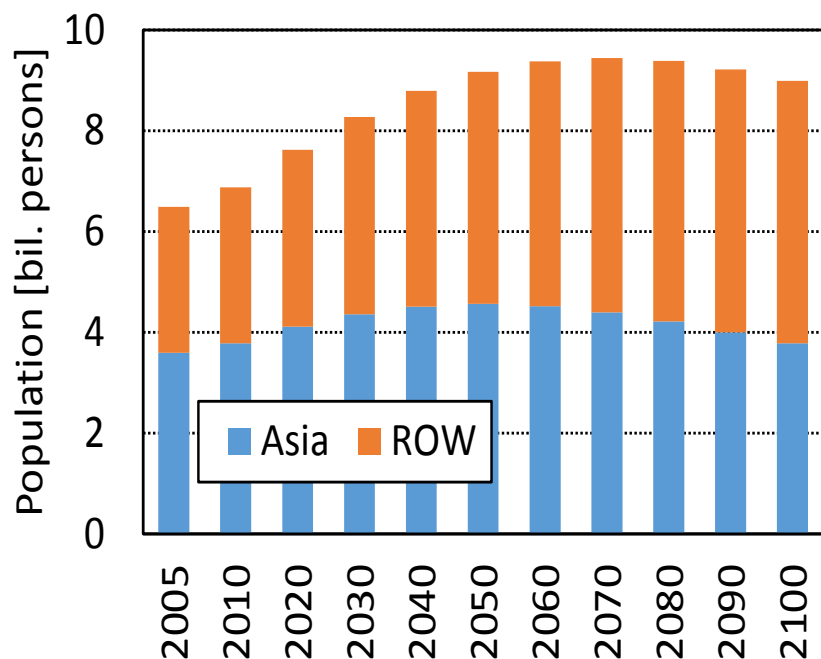
※ INDC評価では、気温上昇は推計するが、その影響や適応策については評価していない。水や農業生産、飢餓人口等について個別に分析。

想定する将来シナリオ

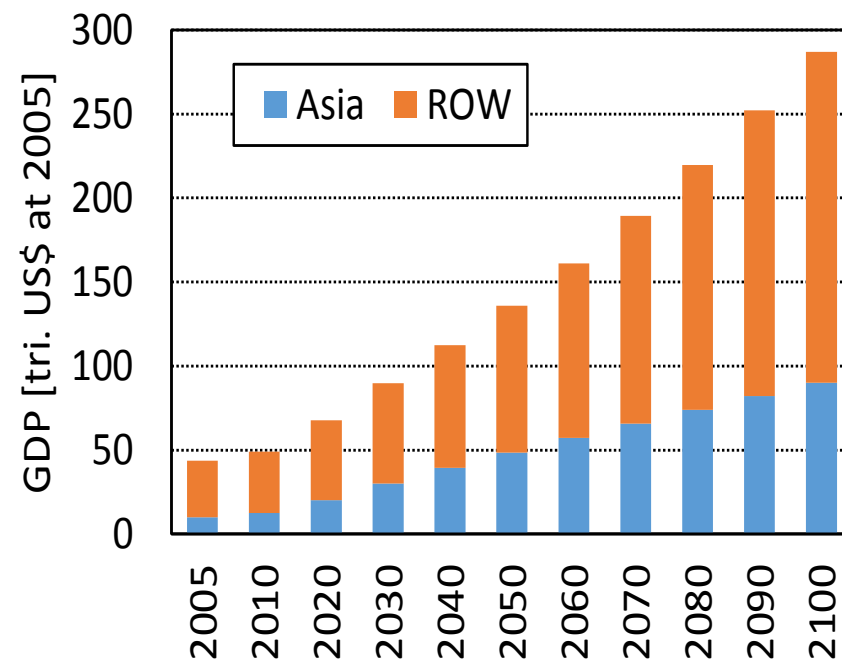
- SSP (Shared Socio-economic Pathways) と呼ばれる5つの将来像のうち、中庸な社会を示す SSP2 を基準とした。
 - 想定する将来の社会像によって、人口、GDP、技術水準など異なる。INDCにおいてどのような社会を想定しているかを明確にする必要がある。



前提とした将来の人口とGDP (SSP2)



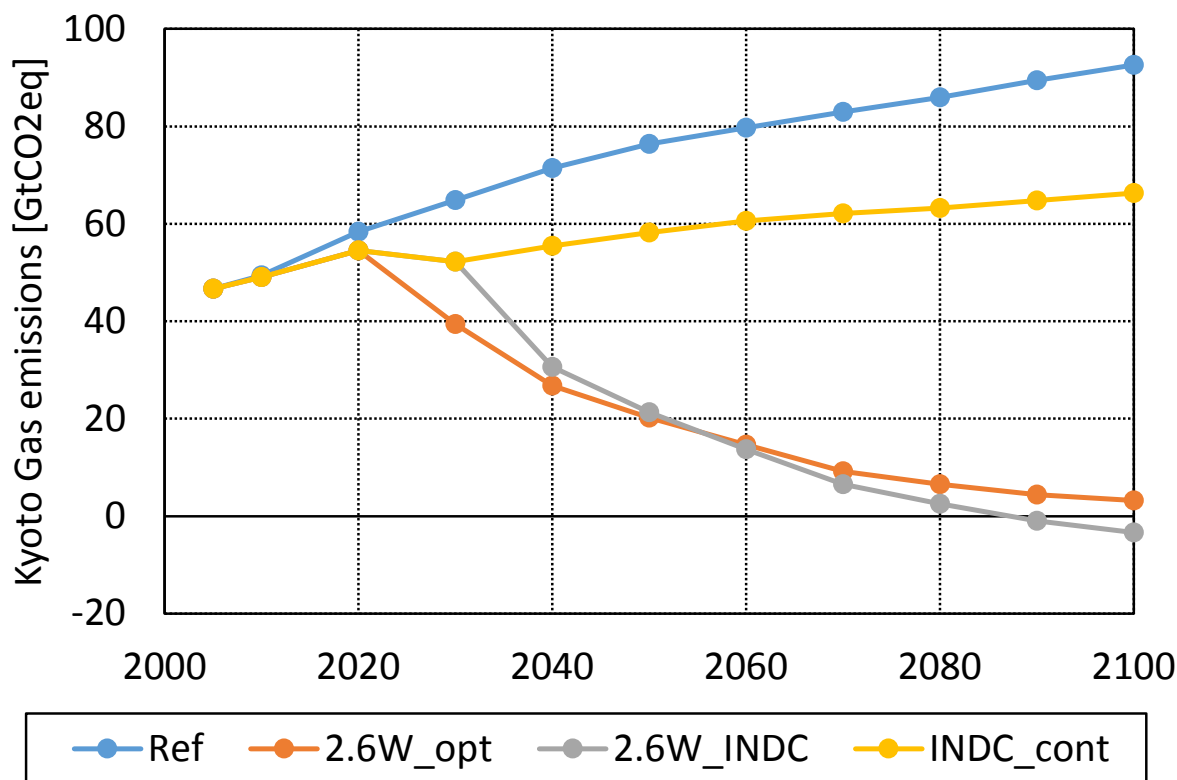
人口の推移



GDPの推移

想定する将来の人口やGDP、技術開発、再生可能エネルギーのポテンシャル等により、排出量の結果は大きく変化することに注意が必要。

気候の安定化に向けた取り組み



Ref	温暖化対策を想定しない。
2.6W_opt	2020年カンクン合意のあと、2020年から450ppm安定化(RCP2.6Wに相当)を達成する温室効果ガス排出削減を開始する。
2.6W_INDC	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年から450ppm安定化を達成する温室効果ガス排出削減を開始する(21世紀の累積排出量を2.6W_optにあうように削減する)。
INDC_cont	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年以降も同じ炭素価格が維持される。

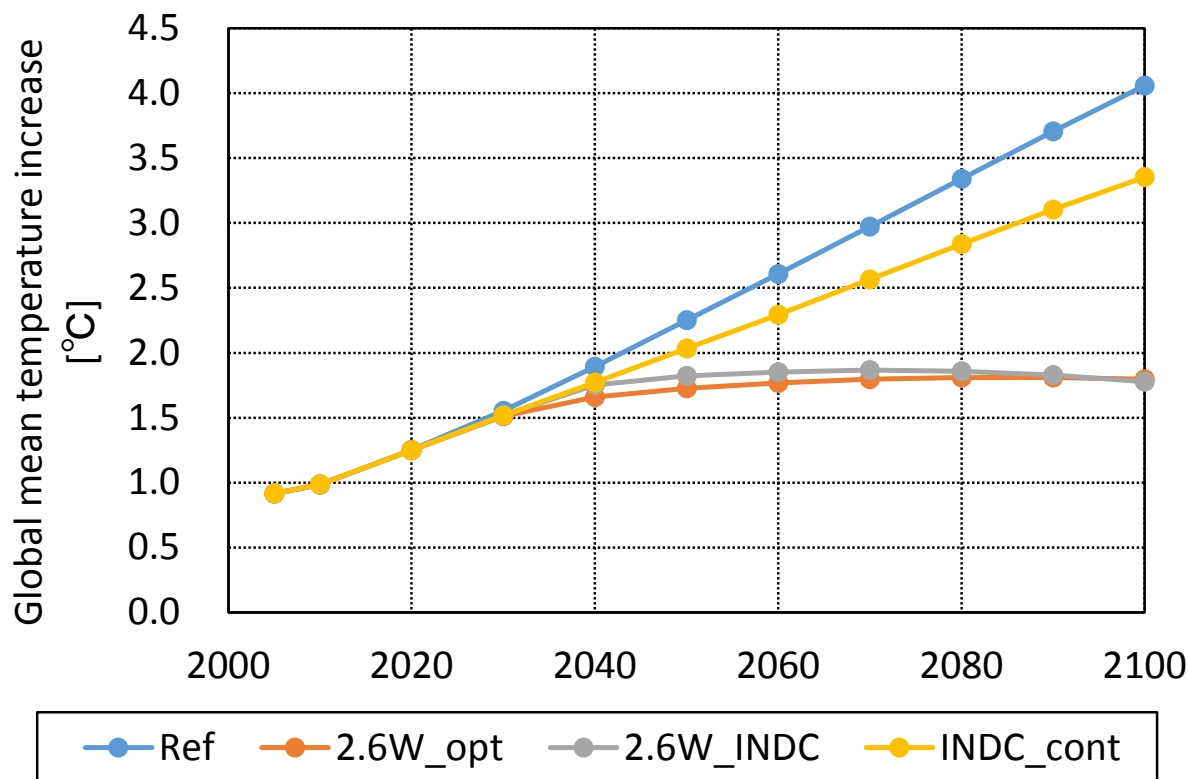
世界の温室効果ガス排出量の推移

INDCを達成した2030年の世界のGHG排出量は、2020年合意(カンクン合意)で取り組まれる2020年のGHG排出量から2GtCO₂は削減される見通しとなり、INDCによる取り組みは低炭素社会の実現に向けての第一歩として意味のあるものである。

※ 結果は現時点のもの。将来の経済成長等の条件が変化すると、排出量も変化する。

http://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/indcs/indcs_j.html

気候の安定化に向けた取り組み



Ref	温暖化対策を想定しない。
2.6W_opt	2020年カンクン合意のあと、2020年から450ppm安定化(RCP2.6Wに相当)を達成する温室効果ガス排出削減を開始する。
2.6W_INDC	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年から450ppm安定化を達成する温室効果ガス排出削減を開始する(21世紀の累積排出量を2.6W_optにあうように削減する)。
INDC_cont	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年以降も同じ炭素価格が維持される。

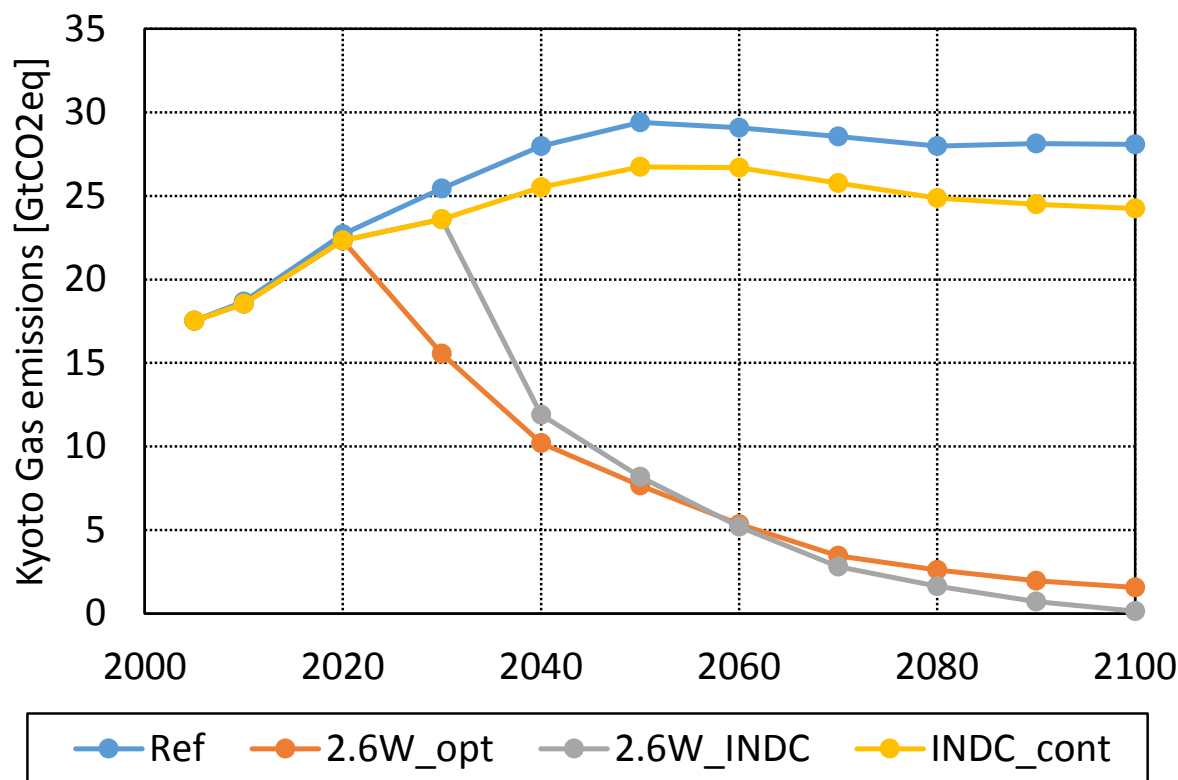
世界平均気温の推移

しかしながら、INDC以降の取り組みを強化しないINDC_contの場合、2030年以降のGHG排出量は再び増加する。また、INDCを達成した場合の2030年の世界のGHG排出量は、2°C目標を最適に達成する経路である2.6W_optのGHG排出量と比較して13GtCO₂多くなる。このため、2.6W_INDCでは、2.6W_optと比較して21世紀後半のGHG排出量をより多く削減する必要がある。

※ 結果は現時点のもの。将来の経済成長等の条件が変化すると、結果も変化する。

http://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/indcs/indcs_j.html

気候の安定化に向けた取り組み

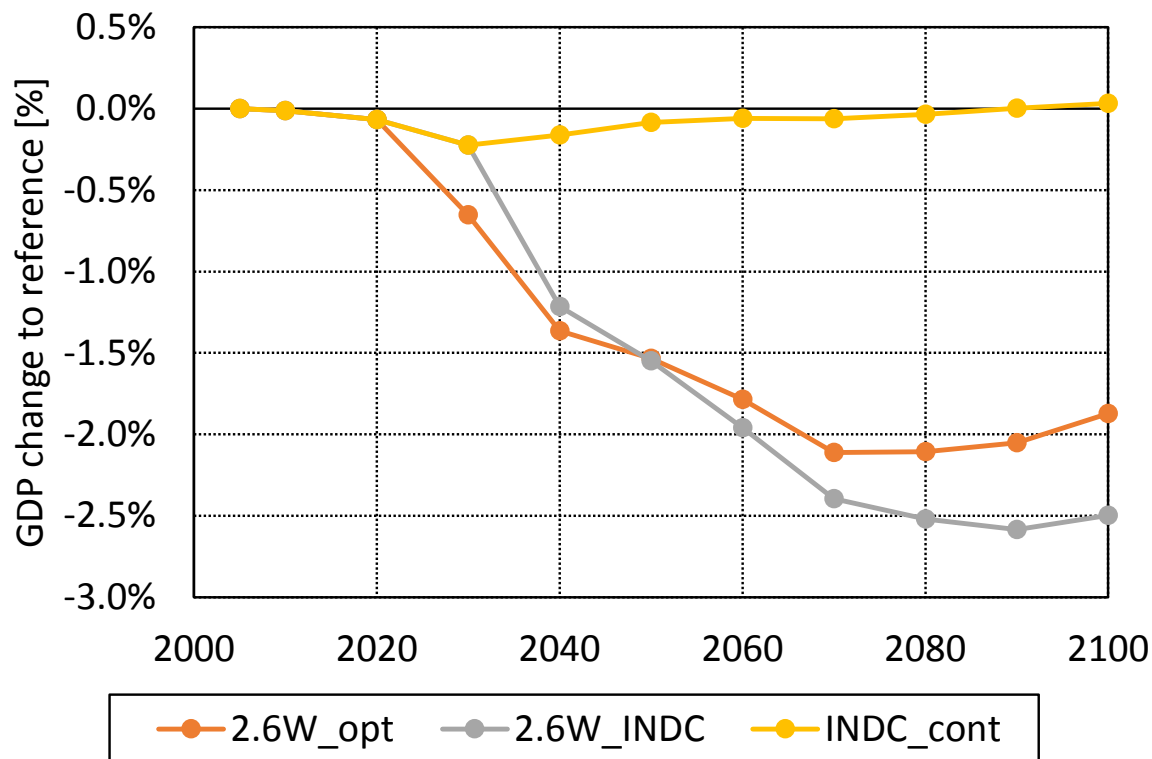


Ref	温暖化対策を想定しない。
2.6W_opt	2020年カンケン合意のあと、2020年から450ppm安定化(RCP2.6Wに相当)を達成する温室効果ガス排出削減を開始する。
2.6W_INDC	2020年カンケン合意、INDCのあと、2030年から450ppm安定化を達成する温室効果ガス排出削減を開始する(21世紀の累積排出量を2.6W_optにあうように削減する)。
INDC_cont	2020年カンケン合意、INDCのあと、2030年以降も同じ炭素価格が維持される。

アジアにおける温室効果ガス排出量の推移

アジアにおける2030年のGHG排出量は、2020年と比較すると増加するものの、Refと比較して2GtCO₂削減される見通しであり、今後アジアへの更なる技術移転等による取り組みの強化が求められる。

気候の安定化に向けた取り組み



2.6W_opt	2020年カンクン合意のあと、2020年から450ppm安定化(RCP2.6Wに相当)を達成する温室効果ガス排出削減を開始する。
2.6W_INDC	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年から450ppm安定化を達成する温室効果ガス排出削減を開始する(21世紀の累積排出量を2.6W_optにあうように削減する)。
INDC_cont	2020年カンクン合意、INDCのあと、2030年以降も同じ炭素価格が維持される。

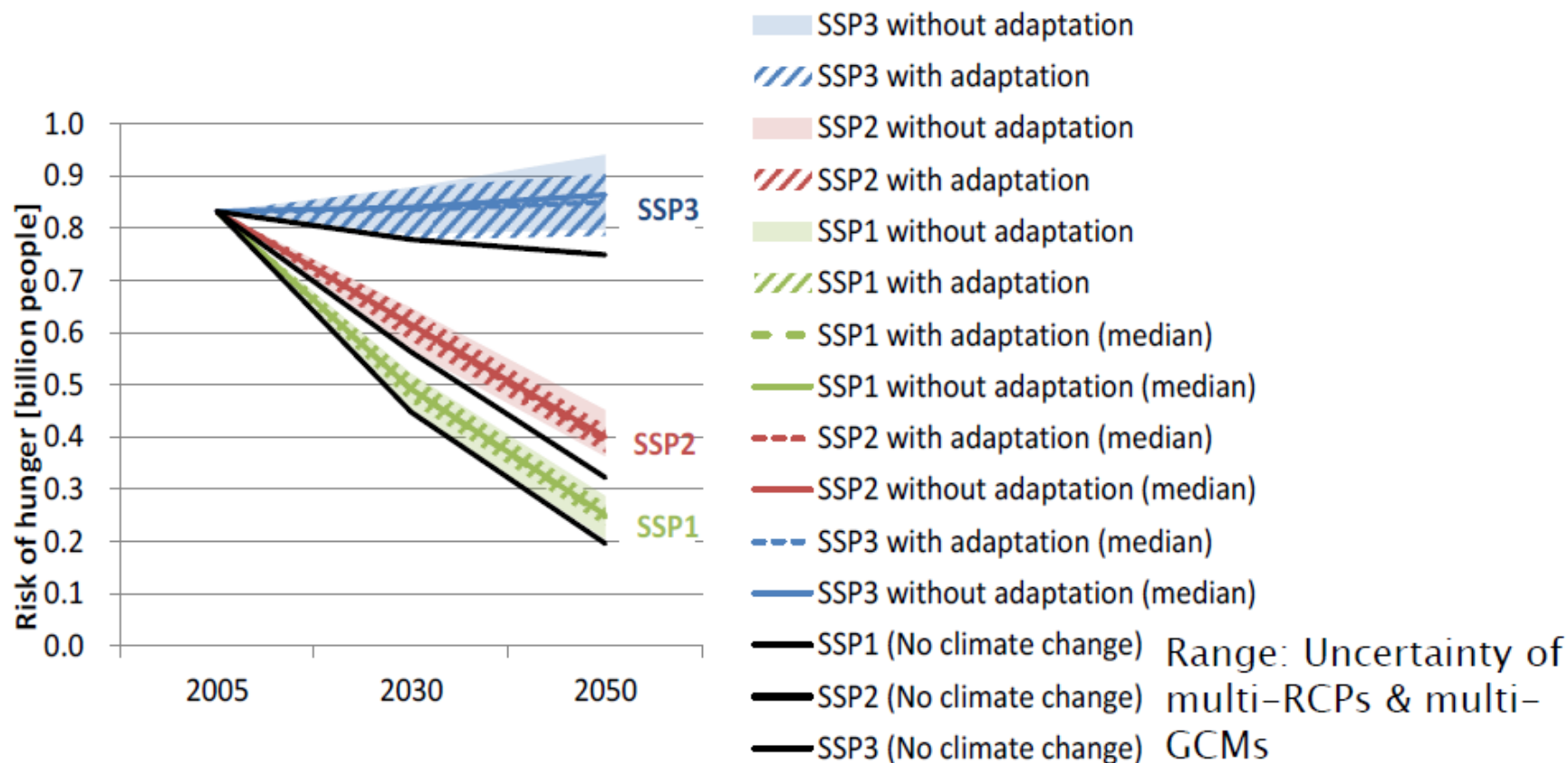
世界のGDPへの影響(Refからの変化)

対策が先送りされることで、次世代への影響が大きくなる。

現状のINDCからいえること

- INDCは、低炭素社会の実現に向けて効果は見られるが、2°C目標の実現可能性はINDCの見直しや2030年以降の取り組み次第であり、特に排出量の増大が見込まれるアジアにおける取り組みが重要となる。

適応策導入による被害軽減の評価例：飢餓人口

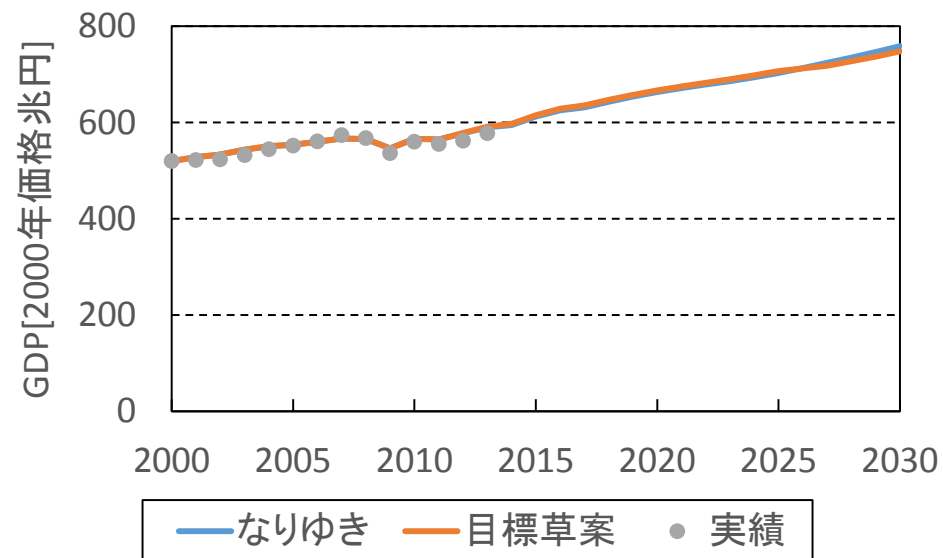
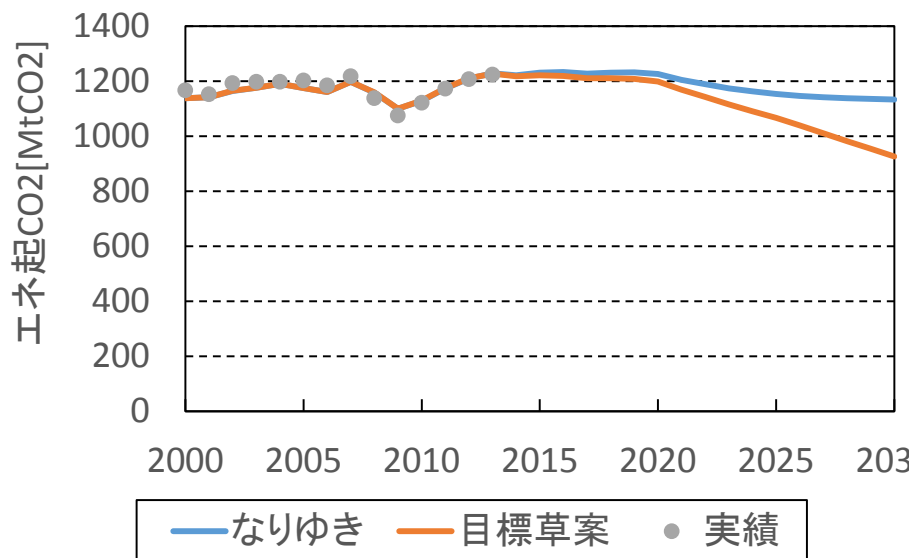


温暖化による農業生産性への影響を世界モデルに組み入れ、それによる食料需要、飢餓人口の変化を分析。

どのように目標を定めるか？

- フォアキャスト: できることを積み上げる。
- バックキャスト: 最終目標を実現するために必要なことを検討する。
- 各国から示された対策と、2°C目標という最終目標とどう整合させるか？
実現性のある目標と野心的な目標をどう両立するか？
- 緩和策(GHG削減目標)とともに、適応策の検討も進められており、これらをどう評価するかが課題。

【参考】日本を対象とした応用一般均衡モデルによる試算



- 2030年のGDPへの影響は、なりゆきケースの2030年GDPの1.4%に相当。
- 約束草案においても2014年以降、年率1.6%の経済成長は確保。
- 追加投資の総額は、2030年までに34兆円。
- 2013年小委の対策中位に相当するだけの温暖化対策が導入可能と仮定すると、2030年の経済への影響は1.1%となる。
- 炭素税収を追加投資に充てない場合、2030年の経済への影響は4.7%に。
- CO2価格は2030年に26,300円/tCO₂。
- 2013年小委の対策中位に相当するだけの温暖化対策が導入可能と仮定すると、追加投資は増大するが、CO2価格は22,900円/tCO₂に低下。
→追加費用の低い温暖化対策の選択肢を確保できるかが課題。