



経済産業省委託事業  
平成29年度地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費  
(アジア・中東諸国の気候変動政策に関する調査・分析)

# 地域別統合評価モデルを使った 超長期気候変動分析

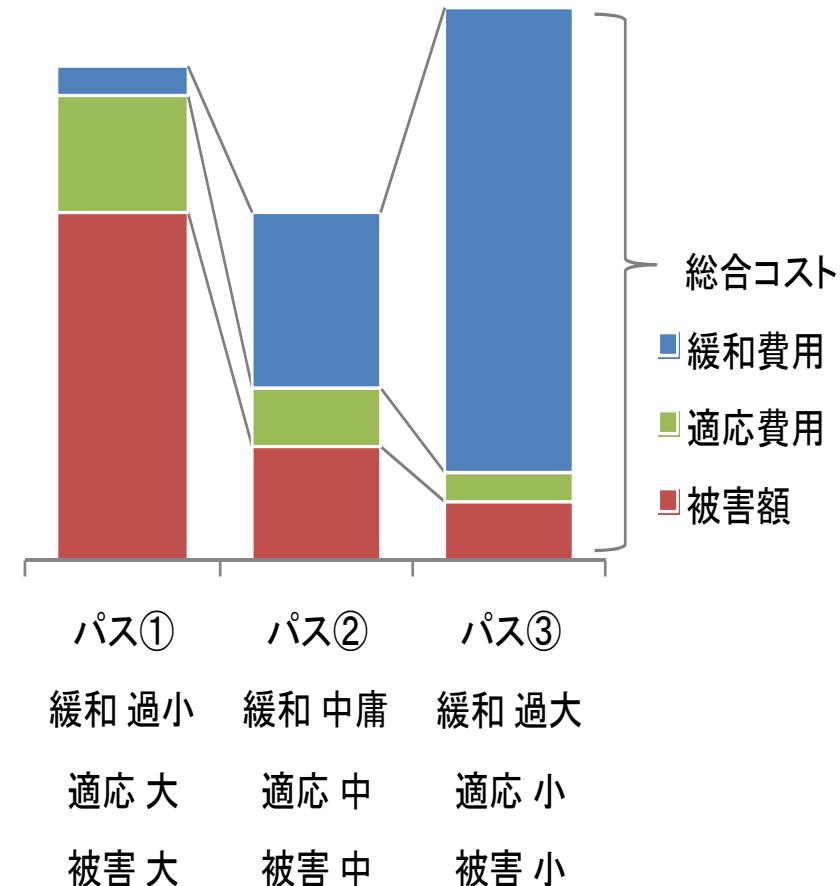
2018年3月8日  
日本エネルギー経済研究所  
末広 茂

# 超長期を踏まえた規範=総合コストの低減

## ❖ 緩和+適応+被害=総合コスト

緩和	省エネルギー、非化石エネルギーによるGHG排出削減が代表的。CCSによるGHGの大気中への放出削減なども含む。これらで気候変動を <b>緩和</b> する
適応	気温上昇により、海面上昇、農作物の旱魃、疾病の蔓延などが発生しうる。これらに対する堤防・貯水池整備、農業研究、疾病の予防・処置などが <b>適応</b>
被害	緩和、適応によっても気候変動の影響が十分に低減できない場合、海面上昇、農作物の旱魃、疾病的蔓延などの <b>被害</b> が実際に発生する

## ❖ パスごとの総合コストのイメージ



# 地域別統合評価モデルの概要

## IAM(Integrated Assessment Model)

- ・経済と気候変動を同時に評価するモデル
- ・炭素価格を操作変数とする費用最小化モデル

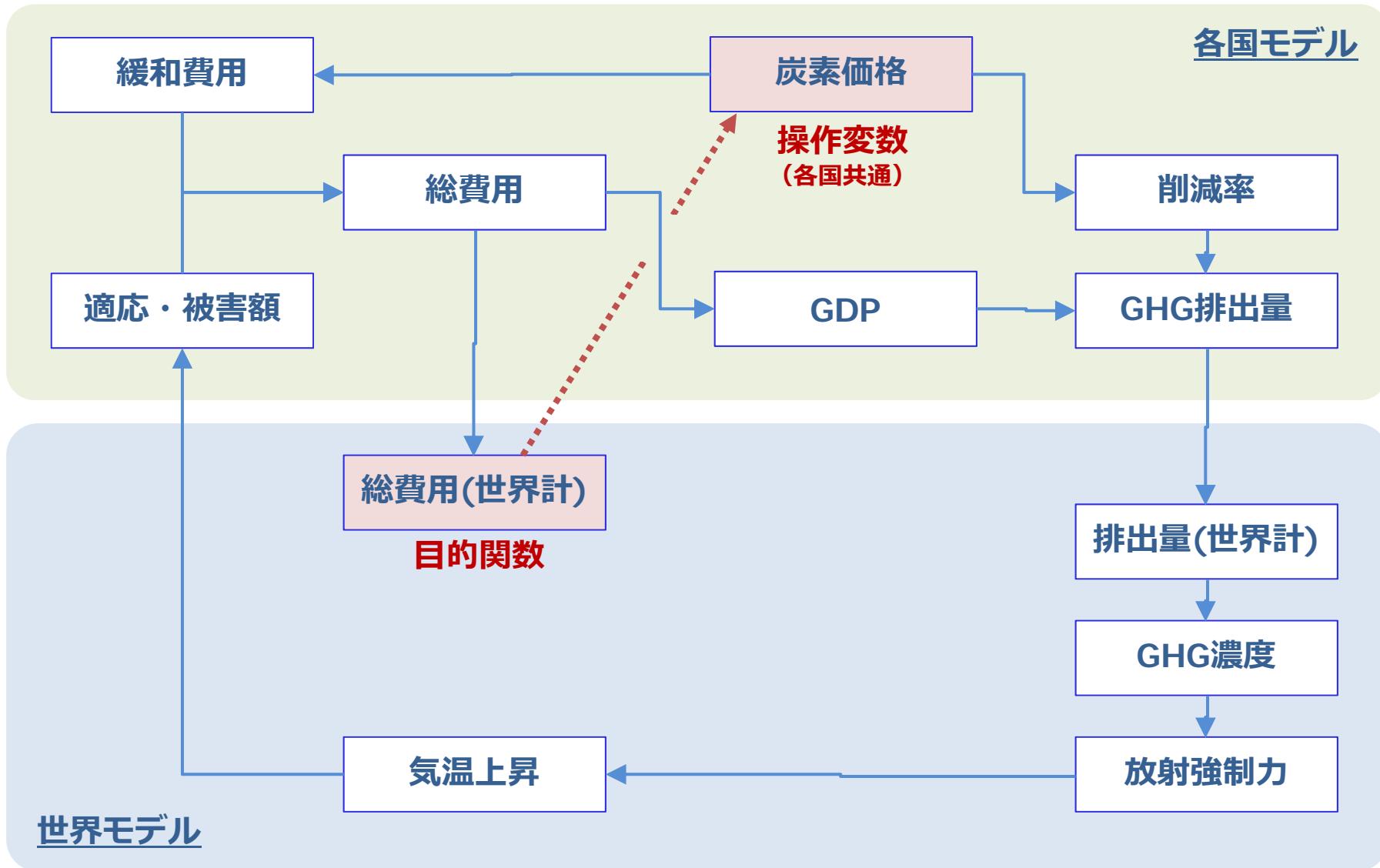
- ①マクロ経済モジュール：人口（ $\neq$ 労働）と資本からなる成長会計モデル
- ②GHG排出モジュール：各ガスの排出原単位と削減コスト曲線  
(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>)
- ③気候変動モジュール：濃度、放射強制力、気温上昇及び適応・被害関数
- ・地域分割：日本、中国、インド、アセアン、中東、  
北米、南米、西欧、旧ソ連、アフリカ、他アジア太平洋
- ・推計期間：2015-2500年（実用的な解は2200年程度まで）
- ・限界削減費用曲線：ETSAP –TIAM\*の結果を流用
- ・適応・被害関数：RICE\*に採用されている関数を流用

\*ETSAP: Energy Technology Systems Analysis Program

\*TIAM: TIMES Integrated Assessment Model

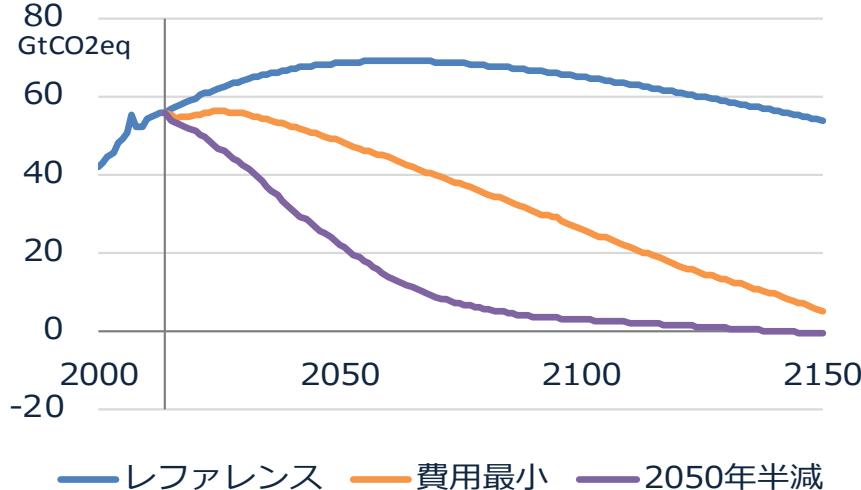
\*RICE: Regional Integrated Climate-Economy model (by William D. Nordhaus)

# モデル構造の概要

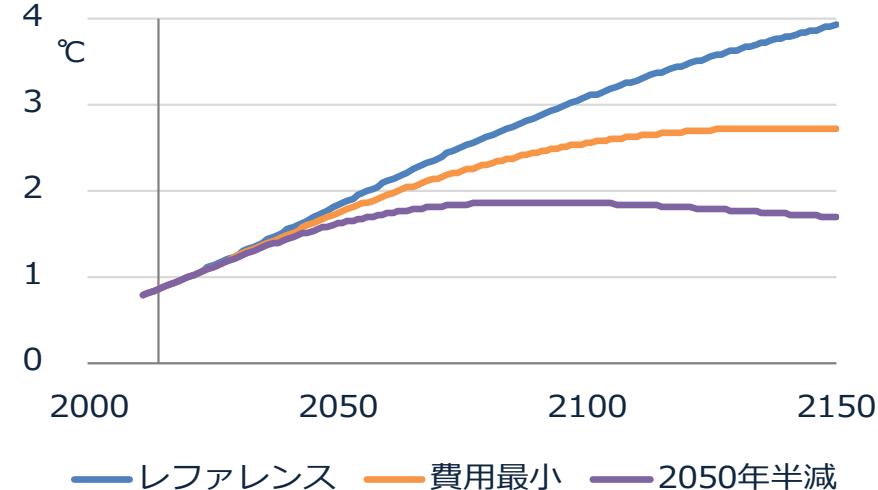


# 費用最小化を統合評価モデルで表現

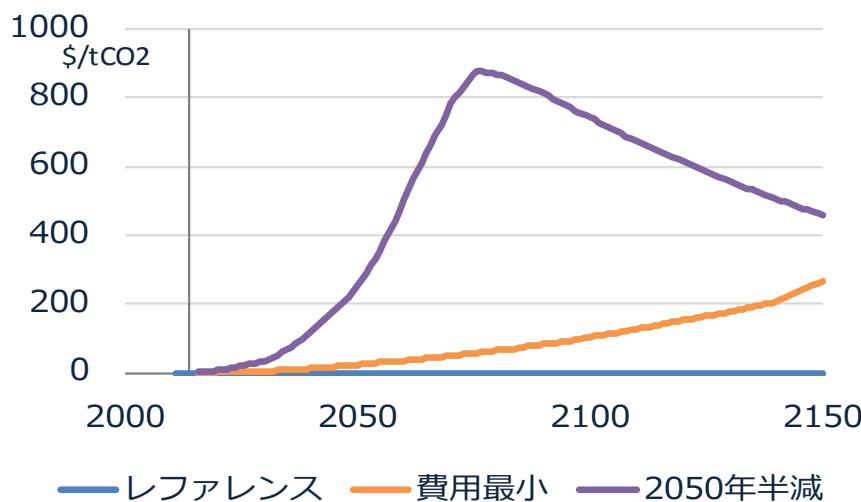
世界GHG排出量



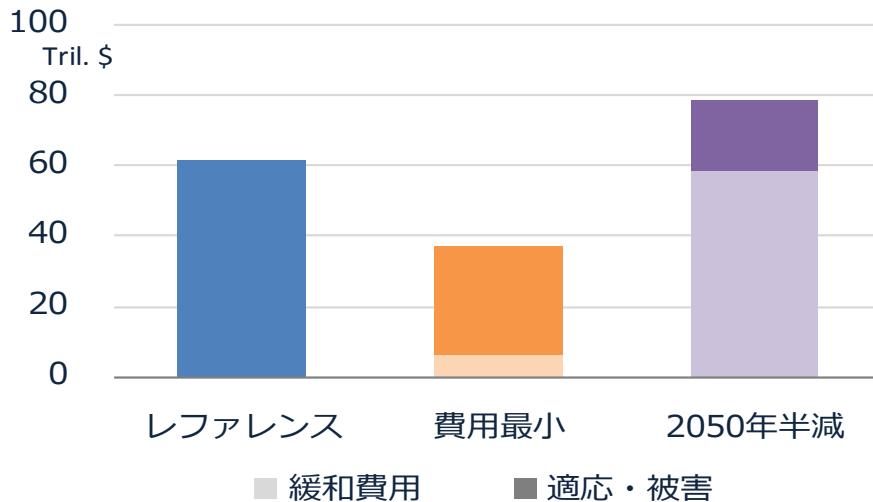
気温上昇 (19世紀後半より)



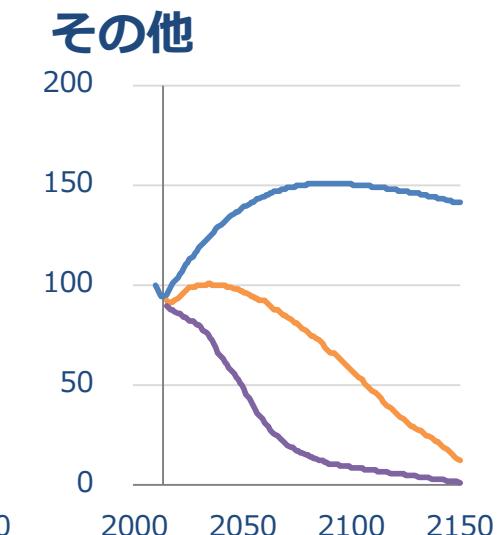
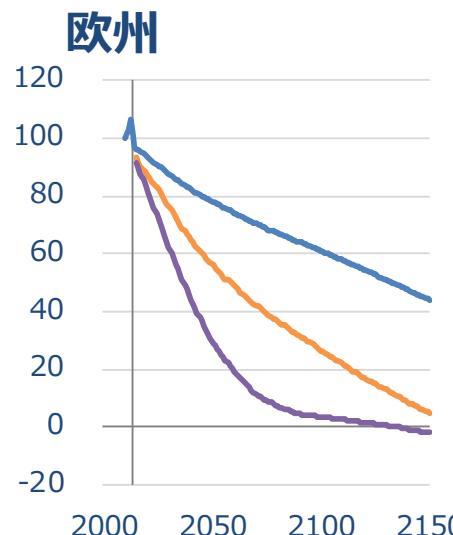
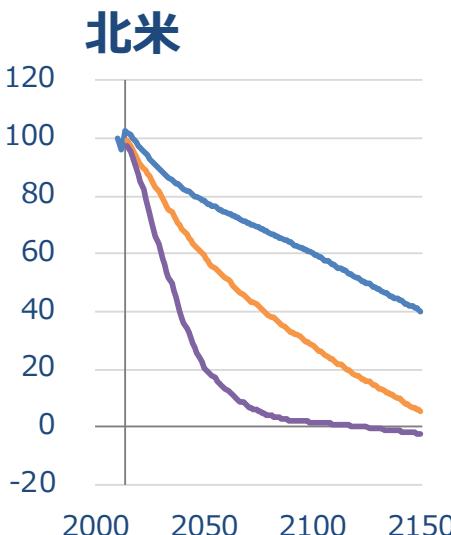
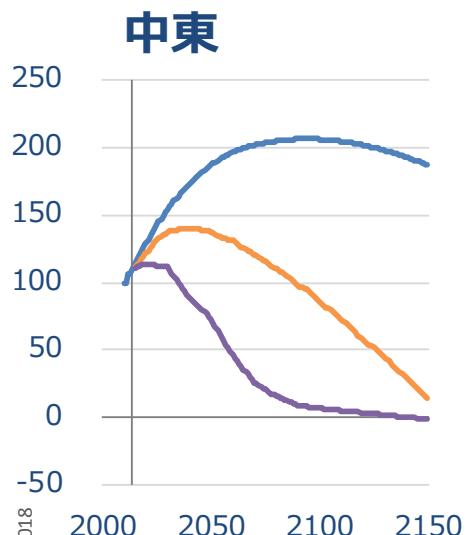
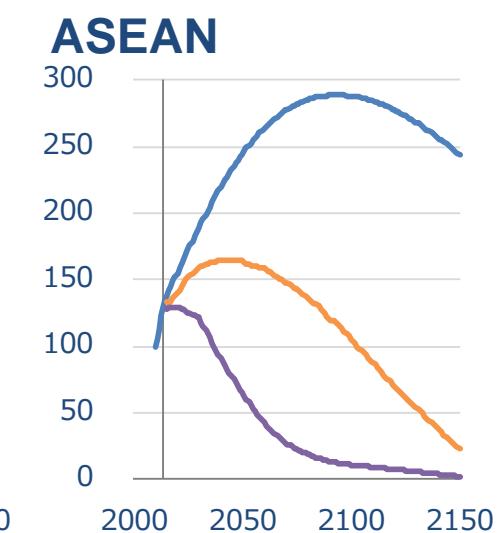
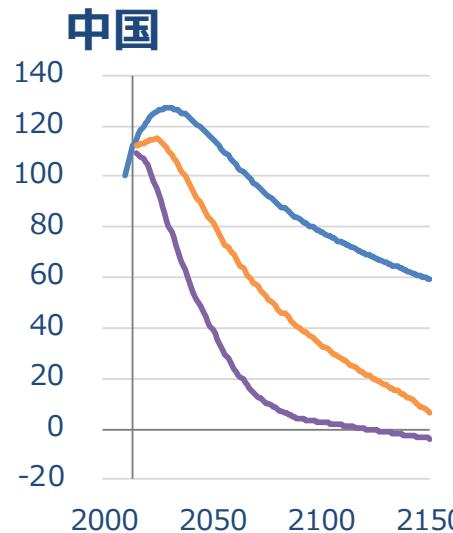
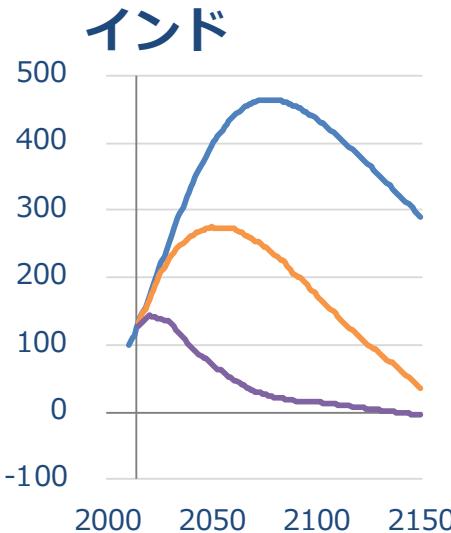
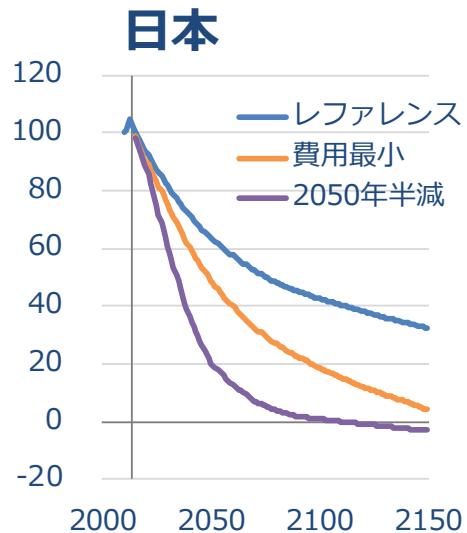
炭素価格



総合コスト (現在価値、2015-2500年累積)

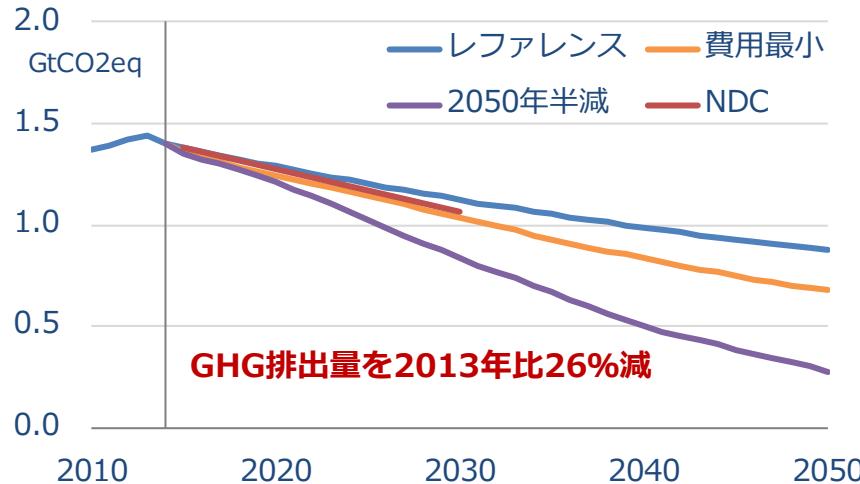


# 地域別のGHG排出パス (2010年=100)

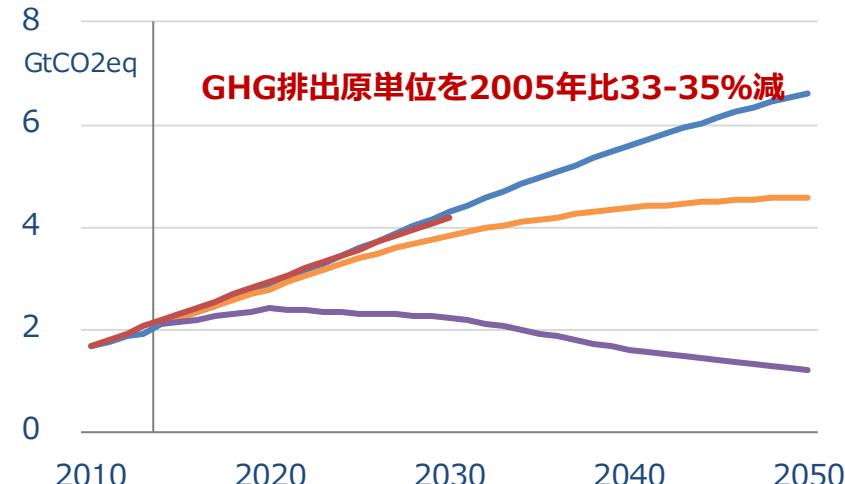


# 自主目標(NDC)との比較

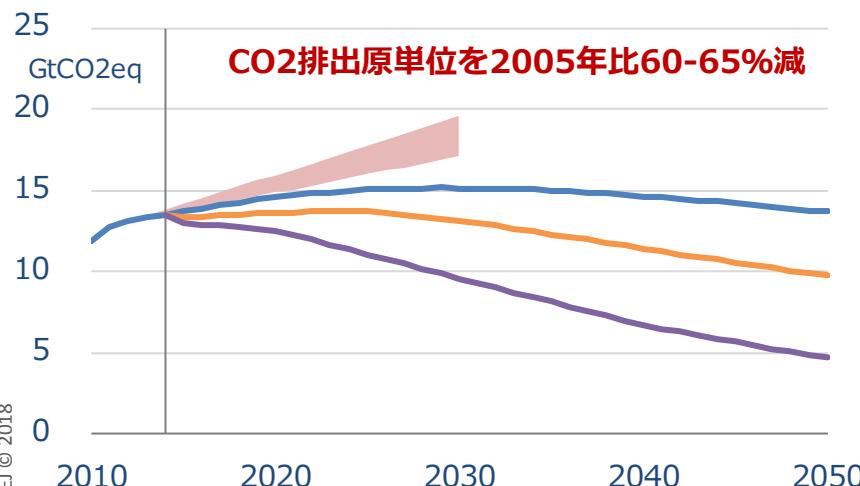
## 日本



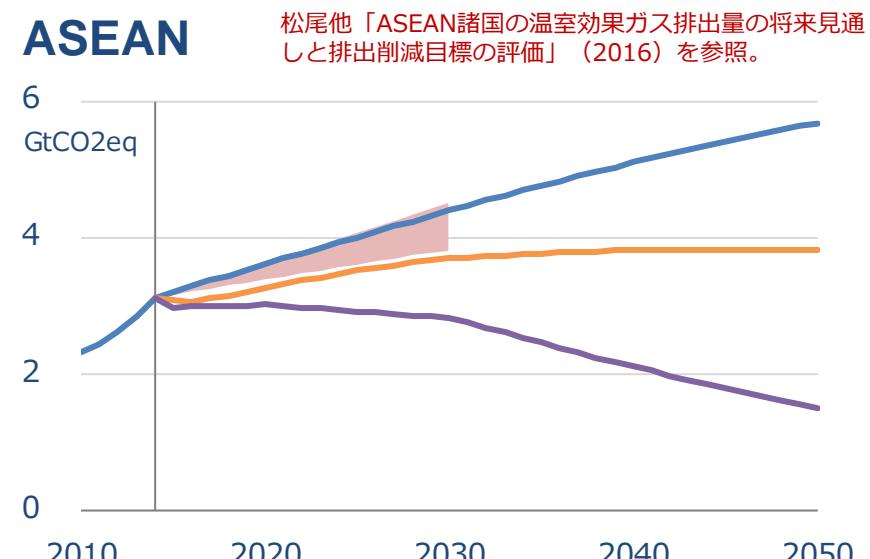
## インド



## 中国

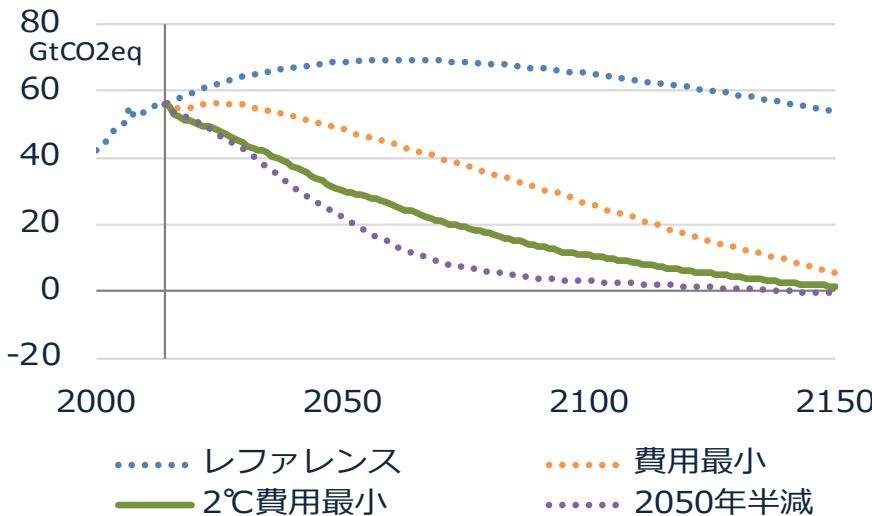


## ASEAN

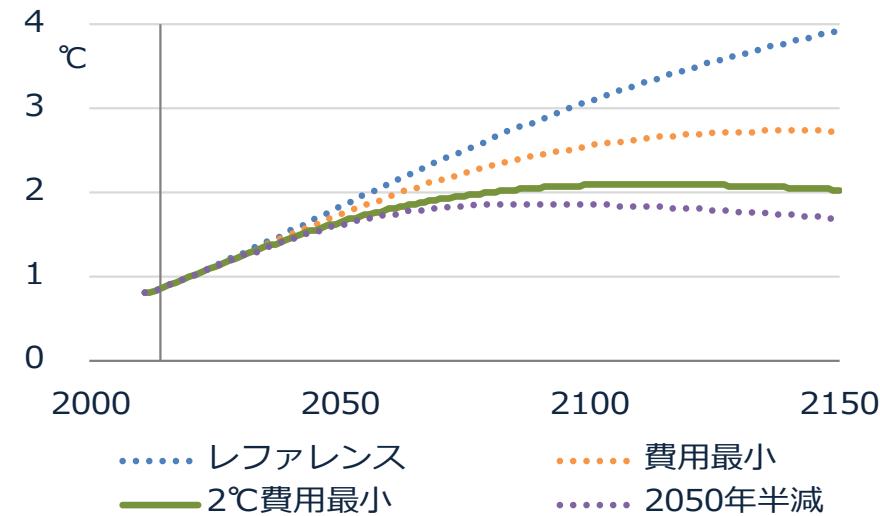


# 2度目標へのもう一つのパス

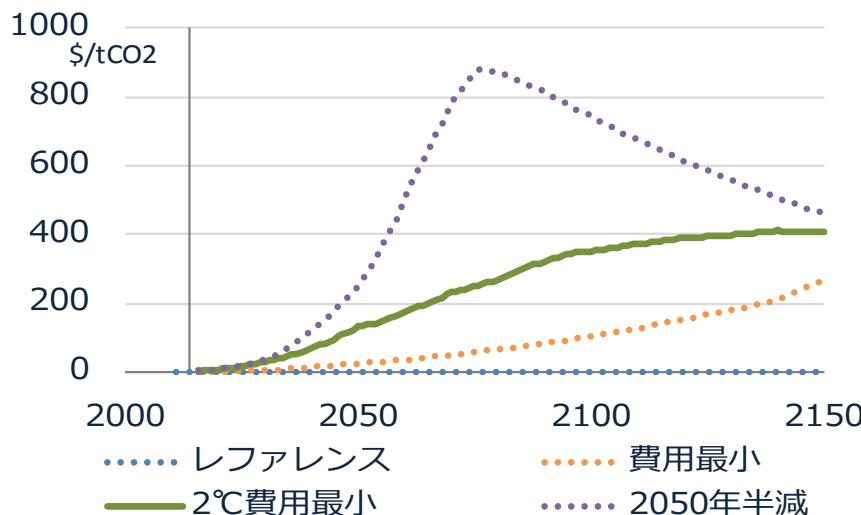
## 世界GHG排出量



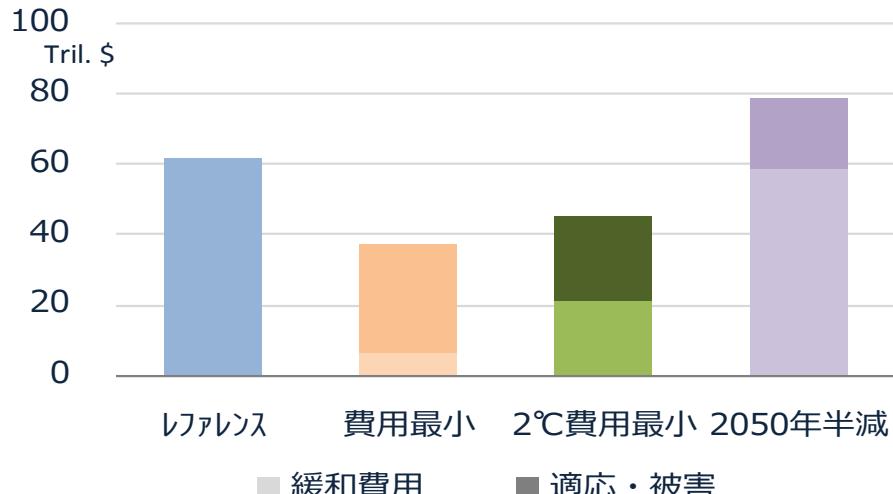
## 気温上昇 (19世紀後半より)



## 炭素価格

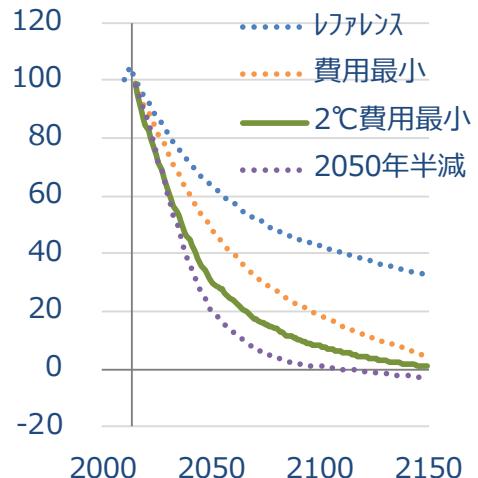


## 総合コスト (現在価値、2015-2500年累積)

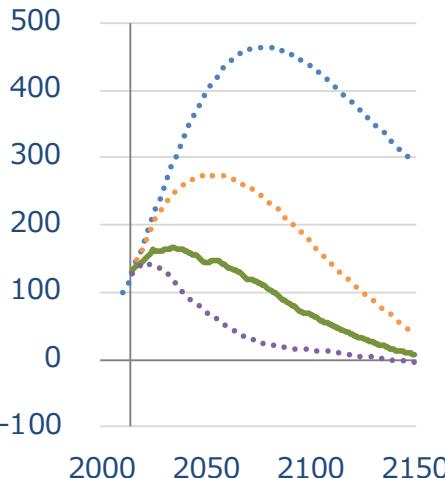


# 地域別のGHG排出パス (2010年=100)

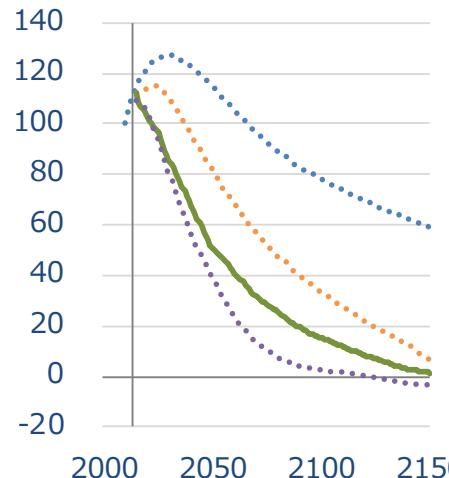
日本



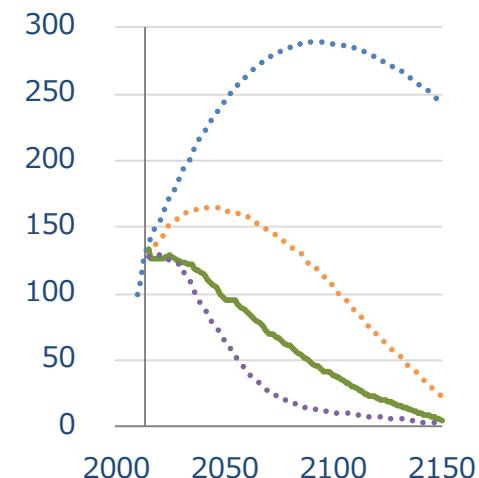
インド



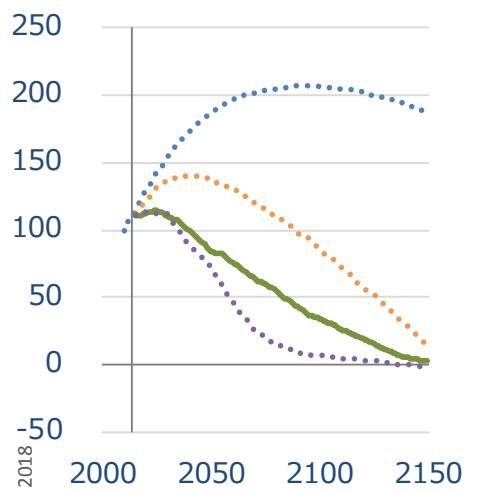
中国



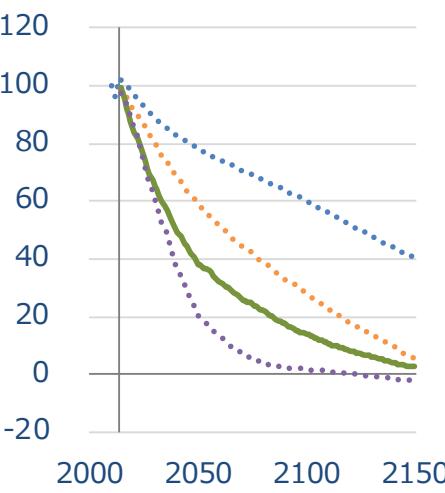
ASEAN



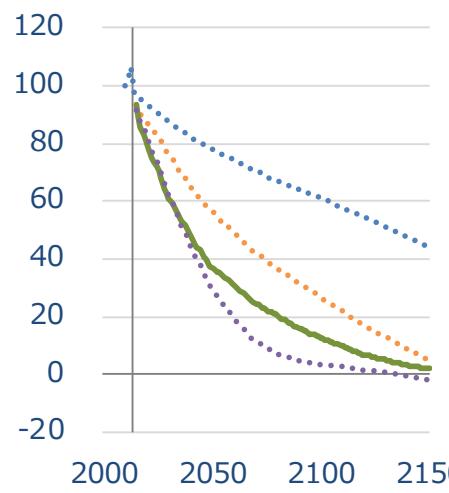
中東



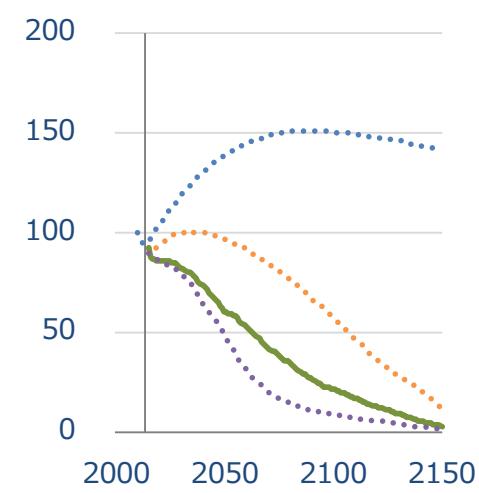
北米



欧州



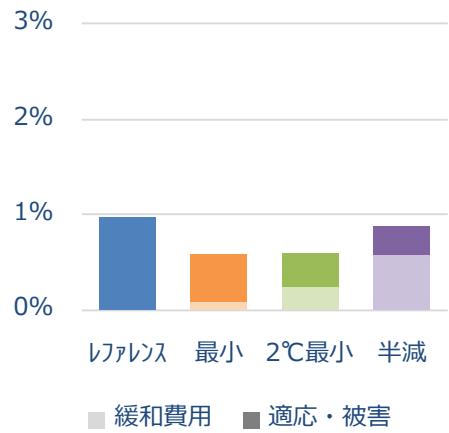
その他



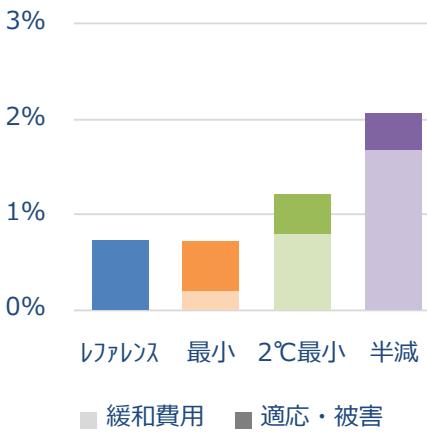
# 地域別の総合コスト (GDP比)

※現在価値、2015-2500年累積

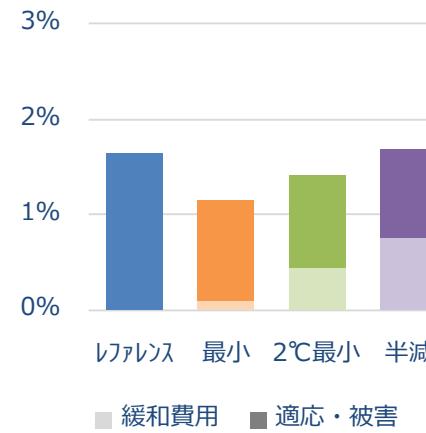
日本



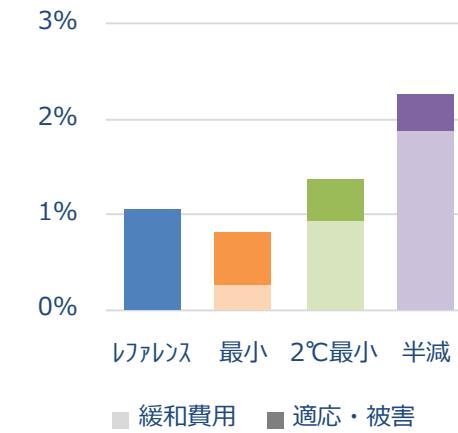
インド



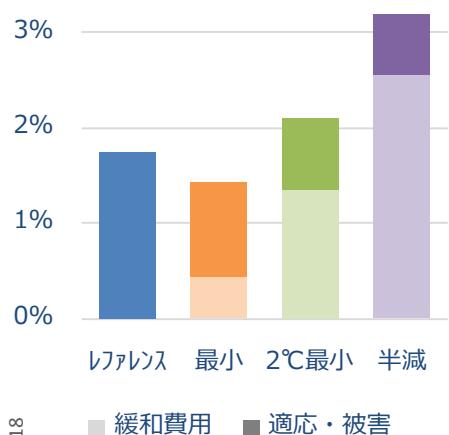
中国



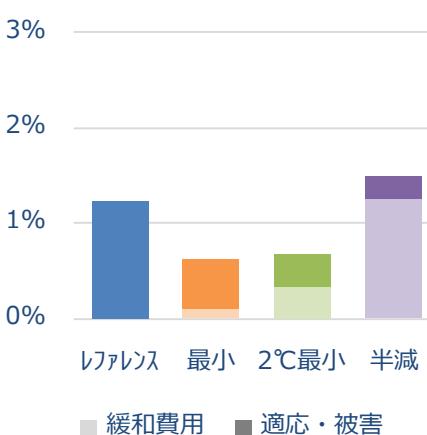
ASEAN



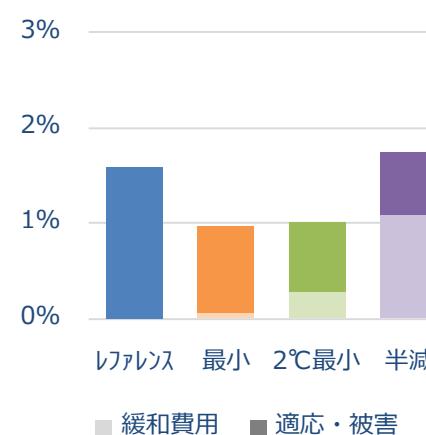
中東



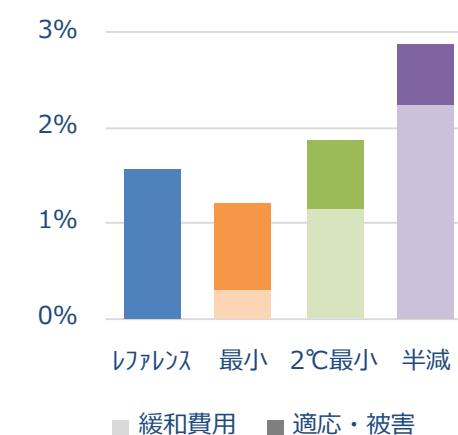
北米



欧州



その他

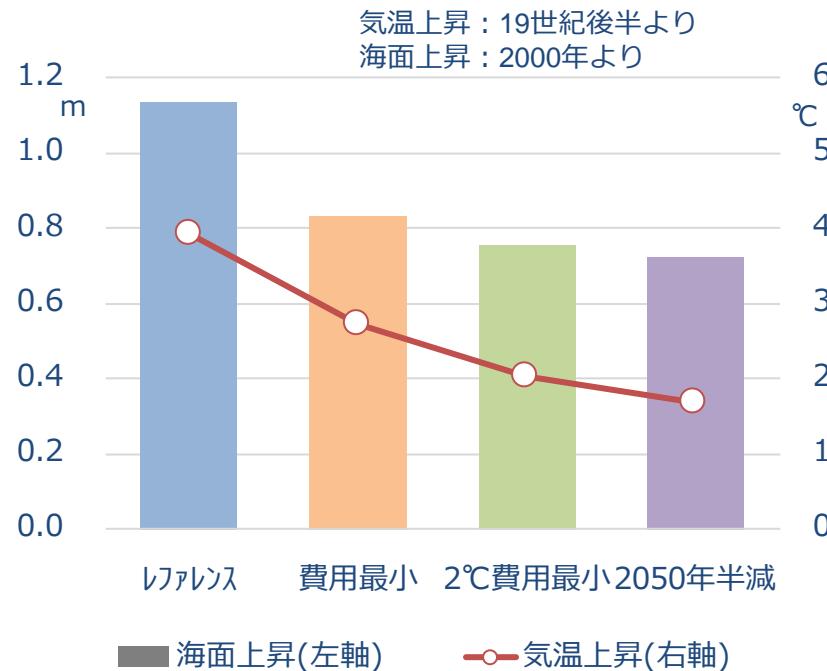


# 超長期の将来に向けた技術開発の例

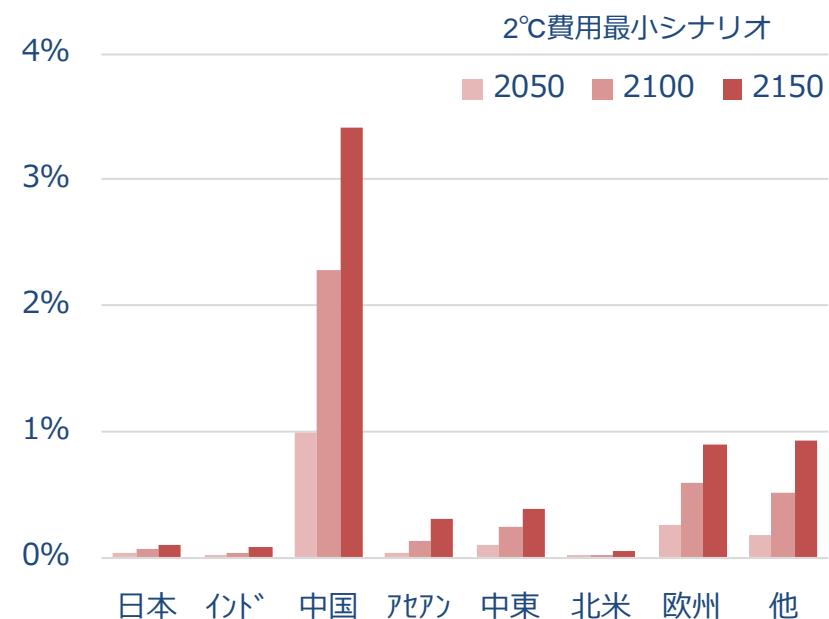
技術	概要	課題
CO <sub>2</sub> の発生を抑制するものの 次世代原子炉	超高温ガス炉、高速炉などの第4世代原子炉や中小型炉が、現在国際的に開発がすすめられている	次世代原子炉に対する研究開発支援の拡大等
核融合	質量数の小さな水素等の核融合により、太陽と同じようにエネルギーを取り出す技術。 燃料となる重水素は豊富かつ普遍的に存在する。また、高レベル放射性廃棄物としての使用済燃料が発生しない	連続的に核融合反応を起こし、またそれを一定の空間に閉じ込める技術、エネルギー収支およびコストの削減、大規模な開発のための資金調達と国際協力体制の構築等
宇宙太陽光(PS)	太陽光が地上よりも豊富に降り注ぐ宇宙空間にて太陽光発電を行い、発電した電気を、マイクロ波等を通じて無線で地球に伝送し地上で利用する技術	無線エネルギー転送技術の確立、宇宙に建設資材を運ぶコストの低減等
発生したCO <sub>2</sub> を固定、または、 大気中のCO <sub>2</sub> を取り除くもの	水素を化石燃料から製造する場合は、発生したCO <sub>2</sub> の二酸化炭素回収・貯留(CCS)実施によりカーボンフリーにできる	水素製造技術のコスト削減、輸送・貯蔵の効率向上、水素利用を促進するための制度構築等
CO <sub>2</sub> 固定化・有効活用(CCU)	触媒変換、鉱物化、電気化学的変換、光触媒変換、発酵などにより、CO <sub>2</sub> を原料にして化学中間品、燃料、建材、ポリマーなどを製造。 CO <sub>2</sub> を固定化できる	固定化・有効利用できる量や効率の格段の向上等
CCS付きバイオエネルギー(BECCS)	生物学的プロセスによる光合成とCCSにより、大気から炭素を吸収	大規模な土地を必要とし、食料等の生産のために利用可能な土地面積に影響を与える可能性がある

# (参考)海面上昇による適応・被害

## 気温上昇・海面上昇 (2150年時点)



## 海面上昇による適応・被害額 (対GDP比)



「海面上昇モデル」及び「海面上昇による適応・被害関数」はRICE\*に採用されているモデル・関数を流用。

\*RICE: Regional Integrated Climate-Economy model (by William D. Nordhaus)

# 気候変動の影響への適応例

## 日本『気候変動の影響への適応計画』（2015年閣議決定）

### ■農業、森林・林業、水産業

- 影響：高温による一等米比率の低下や、りんご等の着色不良 等
- 適応策：水稻の高温耐性品種の開発・普及、果樹の優良着色系品種等への転換 等

### ■水環境・水資源

- 影響：水温、水質の変化、無降水日数の増加や積雪量の減少による渇水の増加 等
- 適応策：湖沼への流入負荷量低減対策の推進、渇水対応タイムラインの作成の促進 等

### ■自然生態系

- 影響：気温上昇や融雪時期の早期化等による植生分布の変化、野生鳥獣分布拡大 等
- 適応策：モニタリングによる生態系と種の変化の把握、気候変動への順応性の高い健全な生態系の保全と回復 等

### ■自然災害・沿岸域

- 影響：大雨や台風の増加による水害、土砂災害、高潮災害の頻発化・激甚化 等
- 適応策：施設の着実な整備、設備の維持管理・更新、災害リスクを考慮したまちづくりの推進、ハザードマップや避難行動計画策定の推進 等

### ■健康

- 影響：熱中症增加、感染症媒介動物分布可能域の拡大 等
- 適応策：予防・対処法の普及啓発 等

### ■産業・経済活動

- 影響：企業の生産活動、レジヤーへの影響、保険損害増加 等
- 適応策：官民連携による事業者における取組促進、適応技術の開発促進 等

### ■国民生活・都市生活

- 影響：インフラ・ライフラインへの被害 等
- 適応策：物流、鉄道、港湾、空港、道路、水道インフラ、廃棄物処理施設、交通安全施設における防災機能の強化 等

# おわりに

- ・気候変動問題は何世代にもわたる長期的な課題  
持続可能な取り組みを行うためにも経済的視点は重要
- ・地域によって費用負担の程度は異なる  
高成長地域では、現状からの排出削減は費用負担が増大
- ・国際的な協調の下、緩和技術の支援や適応経験の共有を  
革新的技術開発の促進、途上国への資金援助など
- ・超長期気候変動分析はいまだ不確実要素が多い  
モデル構造・パラメータの更なる精緻化を継続

ご清聴ありがとうございました