

本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(2-1908及び1-2002)を用いて実施された。

# AIMを用いた 炭素税によるCO<sub>2</sub>排出削減効果の試算

増井 利彦  
国立環境研究所

再生可能エネルギー経済学講座  
第2回 再エネ講座公開研究会【部門C】  
『カーボンプライシングの制度設計とその経済影響を考える』  
2021年9月27日



Asia-Pacific Integrated Model  
<http://www-iam.nies.go.jp/aim/index.html>



# 本報告について

- 本報告は、2021年6月21日に開催された中央環境審議会地球環境部会 カーボンプライシングの活用に関する小委員会(第16回)において報告した内容をもとにしている。
  - ✓ 日本を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Japan]を用いて、炭素税導入による温室効果ガス排出削減や経済影響の定量化。
  - ✓ 炭素税の効果を上げるために、税収の使途を省エネ技術投資への補助金とする場合について試算。
  - ✓ 炭素税導入によって、長期を見据えた行動変容が起こると仮定し、投資回収年数を3年から10年に変更する場合も試算。
- 本報告は、2030年の温室効果ガス排出量を2013年比46%削減する目標や、2050年の温室効果ガス排出量を実質ゼロにする目標を達成するために、炭素税をデザインしたものではない。  
2050年の脱炭素社会を実現する技術的な分析結果については、右のQRコードに記載されている国立環境研究所AIMプロジェクトのホームページを参照のこと。

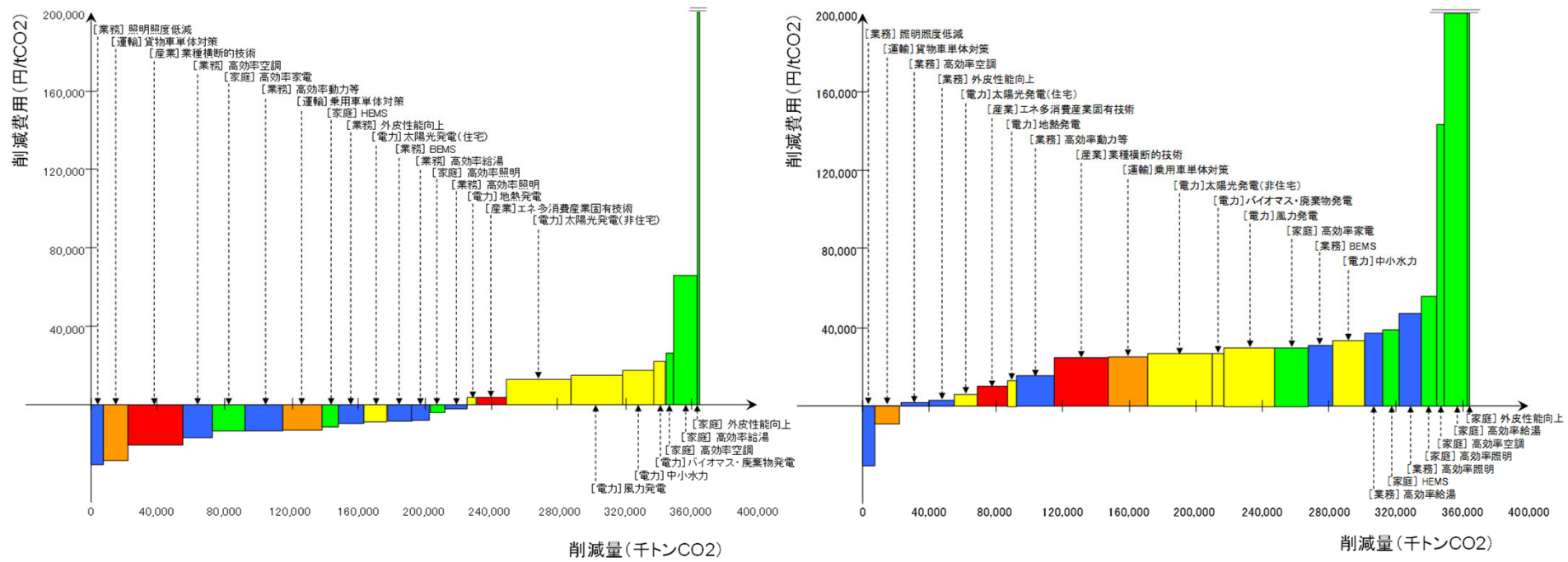


# AIM/Enduseによる日本における限界削減費用 (2030年高位ケース; 2012年6月推計)

- ・ 政策による後押しなどによって長期の回収年で投資が行われるようにすると、削減費用は大きく変化する。
- ・ 各主体が短期での投資回収のみを目指して投資を行う場合には、家庭部門や運輸部門の対策は削減費用が高い(投資回収年数が産業部門、家庭部門、業務部門、運輸部門で原則3年、再生可能エネルギー発電で10年の場合)。

● 政策による後押しなどによって長期の回収年を前提に投資が行われる場合  
(社会的な回収年数を用いた場合)

● 各主体が短期の回収年を念頭に投資を行う場合  
(主観的な回収年数を用いた場合)



<span style="color: red;">■</span> 産業部門・投資回収年数 12~15年	<span style="color: orange;">■</span> 運輸部門・投資回収年数 8年	<span style="color: red;">■</span> 産業部門・投資回収年数 3年/10年 (*1)	<span style="color: orange;">■</span> 運輸部門・投資回収年数 5年
<span style="color: green;">■</span> 家庭部門・投資回収年数 8年 (*2)	<span style="color: yellow;">■</span> 再生エネルギー発電・投資回収年数 12年	<span style="color: green;">■</span> 家庭部門・投資回収年数 3年 (*1)	<span style="color: yellow;">■</span> 再生エネルギー発電等・投資回収年数 10年
<span style="color: blue;">■</span> 業務部門・投資回収年数 8年 (*3)		<span style="color: blue;">■</span> 業務部門・投資回収年数 3年 (*1)	

\*2 住宅は17年, \*3 建築物は15年  
\*1 素材産業製造プラント・住宅・建築物は10年

※ 上記グラフが示す削減量は固定ケースと対策ケースの差である。本試算に用いたモデル内では、固定ケースと対策ケースでは原子力発電電力量を同等とし、対策ケースにおいて電力消費量が低減した場合には、火力発電の発電電力量が低減すると想定した。そのため、火力発電の排出係数として0.54kgCO<sub>2</sub>/kWh(使用端)を仮に用いて電力削減によるCO<sub>2</sub>削減効果を算出した。ただし、現実の電力設備の運用では電力需要の動向に応じてあらゆる電源で対応することから、全電源平均の係数を用いて電力削減によるCO<sub>2</sub>削減効果を算定する方法もあるため、実際の削減量はモデルの試算とは必ずしも一致しないことに留意が必要である。

# モデルによる定量化について

「中央環境審議会地球環境部会 カーボンプライシングの活用に関する小委員会」においては、カーボンプライシング(CP)について様々な意見が出された。そうした意見が統合的でどのような効果や影響が出るかについては、定量的なモデルによる分析が必要となる。

国立環境研究所AIMチームでも環境省からの依頼を受けて、これまでに開発してきた統合評価モデルAIMモデルを用いて、CPの定量化を行うこととなった。モデルによる定量化の過程と結果についての留意点は以下の通りである。

- モデルは、客観的な面と主観的な面の両面を併せ持つ。モデルを用いて計算する過程は客観的ではあるが、どのようなモデルを開発するか、モデル内の係数の値をどのように設定するかは主観的な作業である。つまり、モデル開発者の考えが強く反映されており、どのような考えに基づいて開発されているモデルかを理解した上で、結果を解釈する必要がある。このため、計算された結果だけに注目するのではなく、モデルの構造、分析の前提や境界条件等の入力情報とあわせて評価することが重要である。
- モデルは対象とする事象を再現しようとするが、現実の事象を簡略化したり平均化して扱うなどすべてを詳細に再現しているわけではなく、モデルで示された社会と現実社会の間にはギャップが存在する。

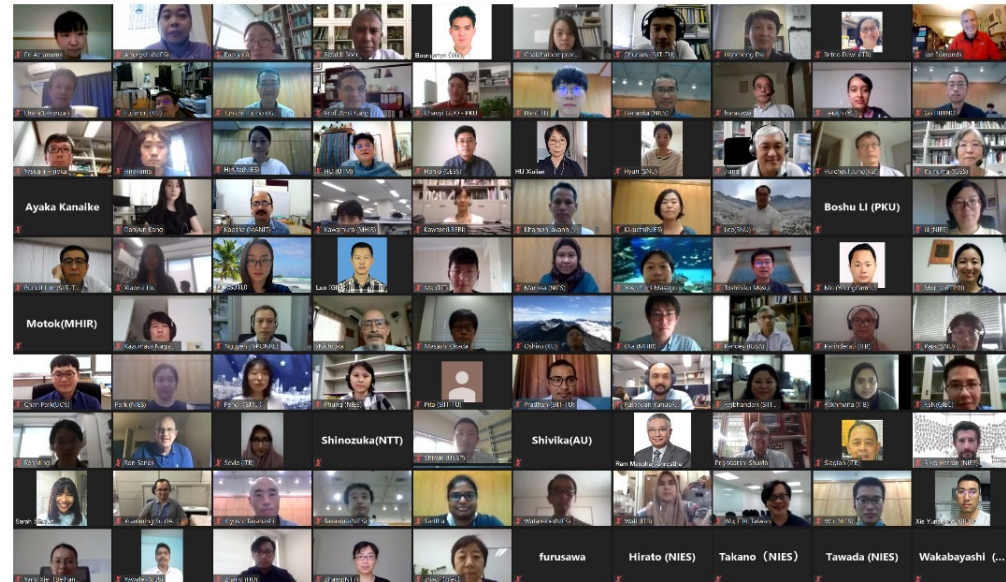
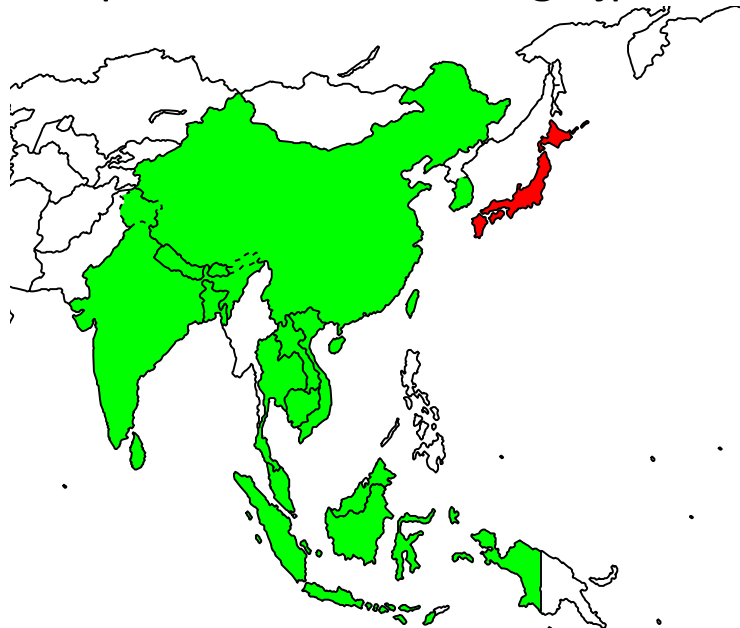
# モデルによる定量化について

- モデル開発時に参照するのは過去から現在の事象であり、将来分析ではそれを将来に拡張している。通常の将来予測は、開発したモデルをもとに将来に向けて外挿するものであり、将来における様々な不確実性を考慮する必要がある。不確実性の対象は技術だけでなく、人々の考え方や社会構造も対象となる。とりわけ、脱炭素社会の実現に向けて、現状の考え方を大きく変化させることが求められている。こうした前提の変化は、様々なステークホルダーが集まって「将来シナリオ」として議論されるものである。なお、モデルによる結果は将来を予言するものではなく、シナリオから示される入力情報に対する将来の可能性を示したものである。多様なシナリオを描き、それに基づく将来の定量的な姿が、更なる議論の材料として活用されることが期待される。
- なお、それぞれのシナリオからの結果が具体的な数値として示されるが、様々な不確実性を勘案すると、各指標の絶対的な値よりも、シナリオ間の相対的な比較に意味がある。このため、特定の数値を抜き出すよりも、シナリオ全体での傾向を判断するために定量的な結果を活用していただきたい。



# AIM(アジア太平洋統合モデル)

- 国立環境研究所を中心に、国内外の研究機関と共同で開発している統合評価モデル。気候変動緩和策や影響・適応策を評価している。詳細は、[https://www-iam.nies.go.jp/aim/index\\_j.html](https://www-iam.nies.go.jp/aim/index_j.html)を参照のこと。 AIM International Workshop 26th



オンライン開催した第26回AIM国際ワークショップ(2021年9月3-4日)

- 気候変動緩和策については、エネルギーサービス需要量(輸送量や鉄鋼生産量など)を前提として初期費用と運転費用の合計が最も小さくなる技術やエネルギーの組み合わせを分析するエネルギー選択モデル(AIM/Enduse)と、省エネ技術等を前提にマクロ経済への影響を評価する応用一般均衡モデル(AIM/CGE)を用いて分析を行っているが、本試算は日本を対象とした経済モデルであるAIM/CGE [Japan]を用いた分析の結果を示したものである。

# AIM/CGE [Japan]の概要

- 日本を対象とした逐次均衡型応用一般均衡モデル。
- 2005年産業連関表を基礎として、2030年まで毎年の計算を行う。統計データの存在する年次については、できる限り係数を更新。  
税や温室効果ガス排出量についても2005年のデータを再現。
- GHG排出量に対して上限を設定し、それを制約条件として解くこともできるが（制約条件の限界的な値が炭素価格に相当）、今回は炭素価格を想定して、GHG排出量を分析。
- 生産部門は、日本の経済活動を次スライドの40部門・財に分割し、各部門において、資本、労働、中間財を投入して、入れ子型の生産関数を仮定して財・サービスを産出する。
- 最終需要部門は家計と政府で構成され、家計は世帯主の年齢によって5区分に分割。各家計は、労働や資本を市場に供給し、所得を得て、貯蓄（投資）と最終消費を行う。  
貯蓄は、あらかじめ想定された経済成長率を達成するように各年の計算の前に決定される。
- 政府は税を徴収し、所得の再分配を行う。

# AIM/CGE [Japan]における部門及び財・サービスの区分

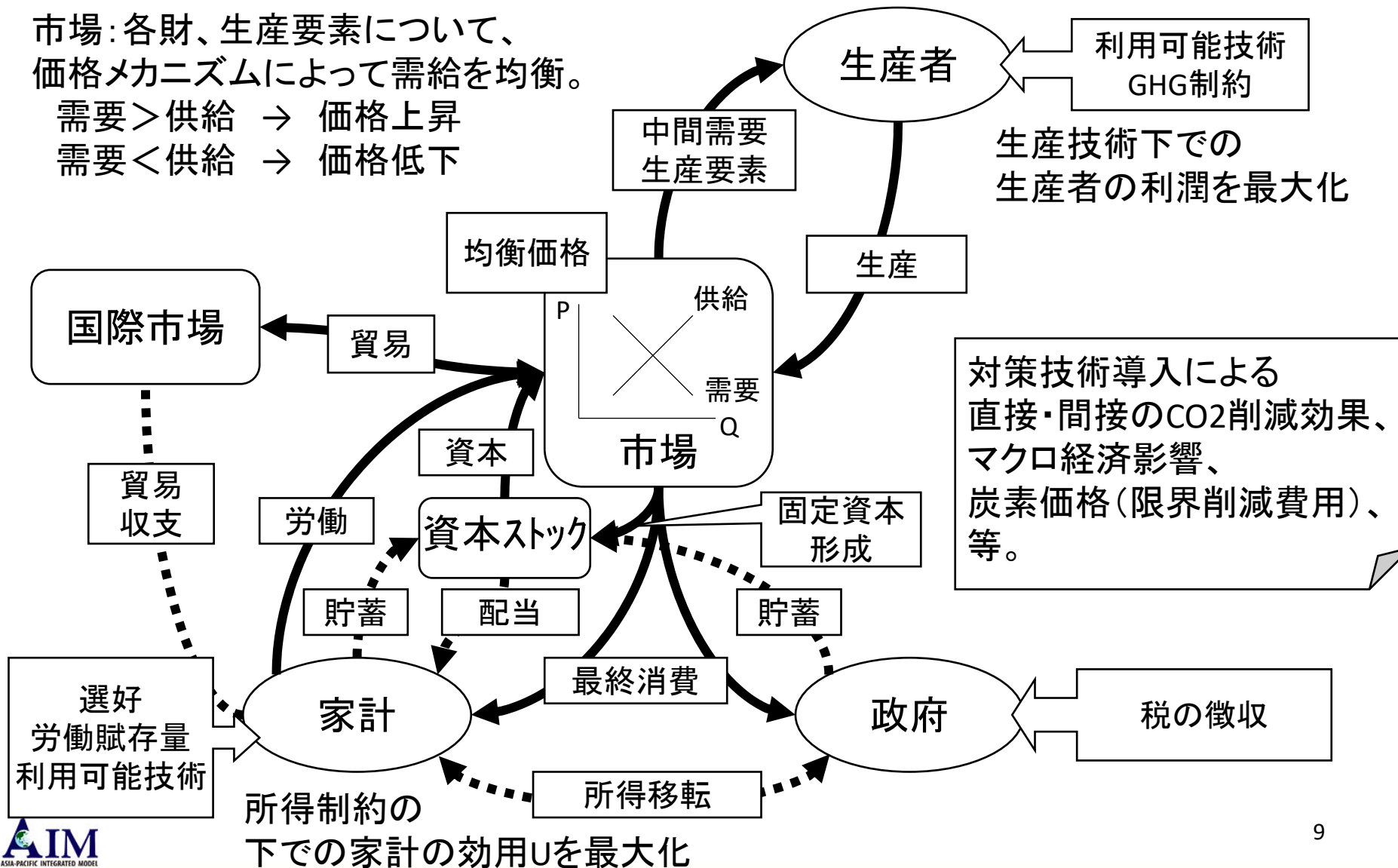
活動(列部門)		財・サービス(行部門)		活動(列部門)		財・サービス(行部門)	
1	農林水産業	1	農林水産業	24	電力(自家発電)	24	電力
2	鉱業	2	鉱業	24n	原子力		
3	石炭・原油・ガス	03c	石炭	24tC	石炭火力		
		03o	原油	24tO	石油火力		
		03g	天然ガス	24tG	ガス火力		
4	飲食料品	4	飲食料品	24H	水力		
5	繊維製品	5	繊維製品	24S	太陽光		
6	パルプ・紙・木製品	6	パルプ・紙・木製品	24W	風力		
7	化学製品	7	化学製品	24G	地熱		
8	石油製品	8m	自動車用石油製品	24B	バイオマス		
		8o	その他石油製品	25	都市ガス	25	都市ガス
9	石炭製品	9	石炭製品	26	熱供給	26	熱供給
10	プラスチック・ゴム	10	プラスチック・ゴム	27	水道	27	水道
11	窯業・土石	11	窯業・土石	28	廃棄物処理	28	廃棄物処理
12	鉄鋼	12	鉄鋼	29	商業	29	商業
13	非鉄金属	13	非鉄金属	30	金融・保険	30	金融・保険
14	金属製品	14	金属製品	31	不動産	31	不動産
15	汎用機械	15	汎用機械	32	運輸・郵便	32	運輸・郵便
16	生産用機械	16	生産用機械	33	情報通信	33	情報通信
17	業務用機械	17	業務用機械	34	公務	34	公務
18	電子部品	18	電子部品	35	教育・研究	35	教育・研究
19	電気機械	19	電気機械	36	医療・福祉	36	医療・福祉
20	情報・通信機器	20	情報・通信機器	37	その他非営利団体サービス	37	その他非営利団体サービス
21	輸送機械	21	輸送機械	38	対事業所サービス	38	対事業所サービス
22	その他製造工業製品	22	その他製造工業製品	39	対個人サービス	39	対個人サービス
23	建設	23	建設	40	事務用品・分唯不明	40	事務用品



# AIM/CGE [Japan]の基本構成

市場:各財、生産要素について、  
価格メカニズムによって需給を均衡。

需要 > 供給 → 価格上昇  
需要 < 供給 → 価格低下



# AIM/CGE [Japan]における気候変動緩和策

- CPとして炭素税の導入を想定する。
- 生産部門、家計部門ともに既存設備(前年までに購入、設置された資本)と、今期新たに購入される新規設備をもとに活動を行う。新規設備については、従来技術と省エネ技術の選択が可能。今期に導入された新規設備は、翌年は既存設備に組み込まれる。  
新規設備では、既存設備よりも効率的な活動を行っていると仮定している。省エネ技術は従来技術よりも更に高効率を想定している。省エネ設備の導入は、こうした新規設備において実現するとしている。
- 省エネ設備の導入には、追加費用が必要となる。  
今回の試算では、AIM/Enduse [Japan]で推計された過去の結果(2030年に2013年比26%削減を実現する取り組みの結果)を踏まえた試算であり、2030年に46%削減を実現する技術に対する結果は今後の課題である。
- 短期(1年以内)については、機器の置き換えが起こらず、エネルギー間の代替や省エネは生じないと想定。ただし、長期(1年を超える期間)では、機器の置き換えを通じてエネルギー間の代替や省エネが実現する。
- 再エネの導入量は、外生的に設定しており、すべてのケースにおいて同じと仮定している。

# 本試算における将来の想定

- 人口: 国立社会保障・人口問題研究所(2017) 日本の将来推計人口(平成29年推計) / 出生中位・死亡中位推計
- 労働供給量: 同推計の世帯数の変化率(60歳以上の世帯については変化率の半分)で変化すると仮定。
- 実質GDP: 内閣府(2021)中長期の経済財政に関する試算 / ベースラインケース
- 炭素税は、2022年以降、下記の4種類が導入されると仮定。課税対象は現行の温暖化対策税が対象としている化石燃料起源のCO<sub>2</sub>としている。
  1. 1,289円/tCO<sub>2</sub>
  2. 3,289円/tCO<sub>2</sub>
  3. 5,289円/tCO<sub>2</sub>
  4. 10,289円/tCO<sub>2</sub>
- 税収は政府支出の増大に使用される。
- 省エネ機器の導入については、下記のケースを想定する。
  - (3). 投資回収年数3年を基準。
  - (10). 炭素税導入を契機として行動変容が起こると仮定し、投資回収年数が10年になると仮定。
- 追加的な試算として、省エネ技術導入に必要な追加投資分を政府が炭素税収を活用して補助し、省エネ技術の普及を促進するケース(sub)も設定。

# 分析結果の解釈に関する注意点

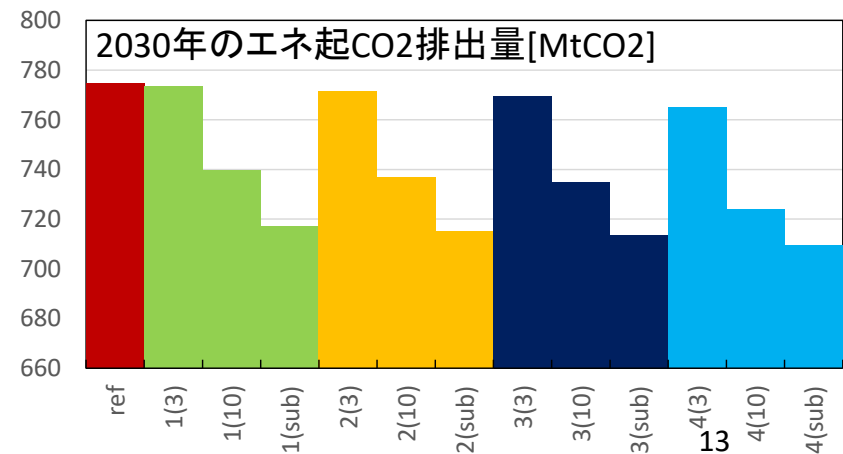
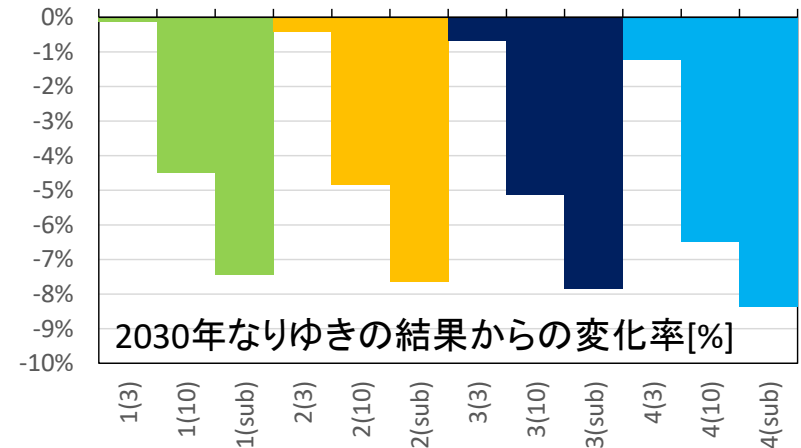
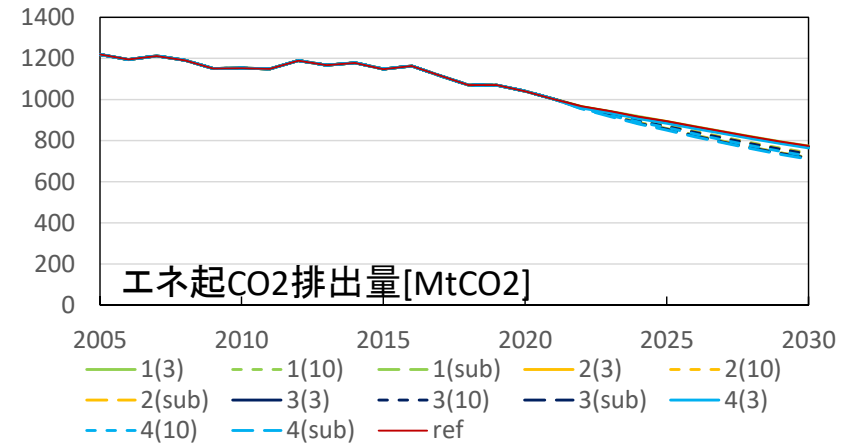
- モデルでは、すべての価格や技術に関する情報を把握した上で企業は利潤最大化、家計は効用最大化を行うことを前提に、各市場が均衡するように活動水準や価格を計算している。このため、モデルで推定される社会と現実の社会の間にはギャップが存在することには留意する必要がある。特に、モデルではあらかじめ想定した技術に対する統合的な解を示しており、カーボンプライシングの導入を通じて生じるかもしれない新たな技術等については反映されない。また、カーボンプライシング導入による極端な買い控えなども生じないとしている。
- 今回使用したモデルはマクロなモデルであり、個別の企業や家庭を対象にした場合には、機器の普及状況や買い換えのタイミングによって経済的な影響は変化する。
- このモデルでは、各年において最も経済合理的な技術やエネルギーが選択されるが、将来の見通しについては反映されない。こうした点を補うために、投資回収年数を変化させた試算を行っている。
- 国内の活動の変化によって貿易収支も変化することが見込まれるが、本分析ではシナリオ間で変化しないと仮定している。つまり、省エネ等で化石燃料の輸入の減少に対応して輸出も変化する。

# エネ起CO2排出量(1)

- ① 投資回収年数3年(3)の場合、省エネやエネ転換の技術があまり普及せず、10289円/tCO2の課税でも、2030年のエネ起CO2排出量の減少はなりゆき比1%(10MtCO2)に止まる。
- ② 投資回収年数10年(10)では、省エネ技術等が選択され、2030年のエネ起CO2排出量はなりゆき比4-6%(30-50MtCO2)減少する。10289円/tCO2では省エネ等の投資が進み、他のケースと比較して削減幅が大きい。
- ③ 追加投資が税収で補助(sub)される場合、省エネ技術等の普及が更に加速し、2030年のエネ起CO2排出量はなりゆき比7-8%(60 MtCO2)の削減となる。

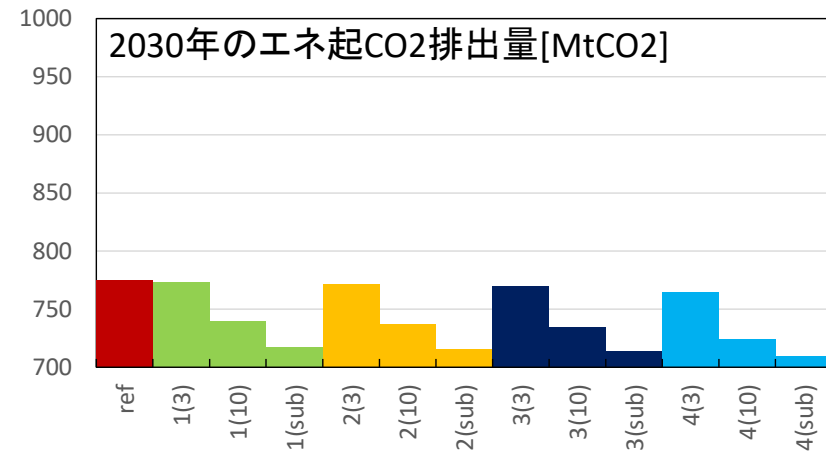
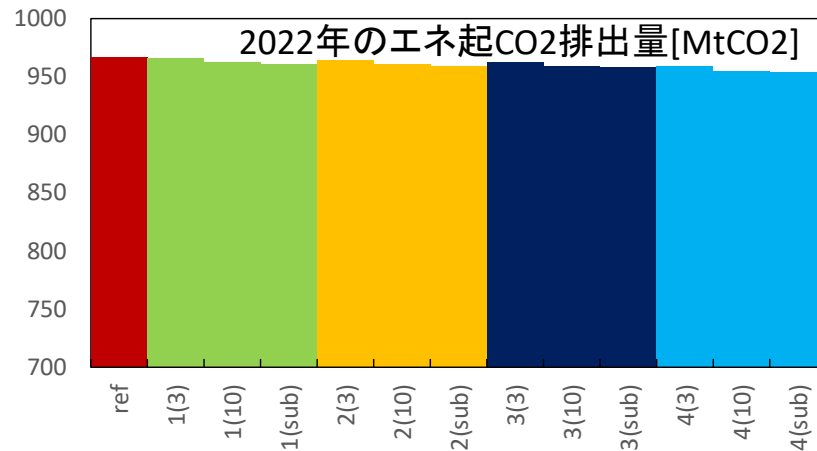
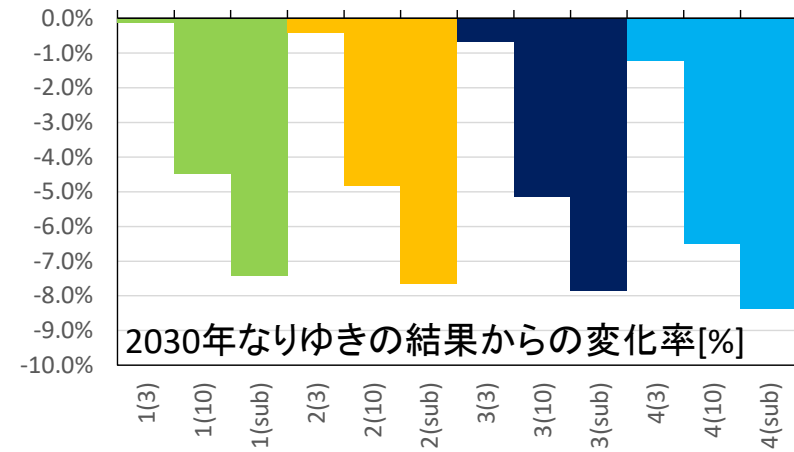
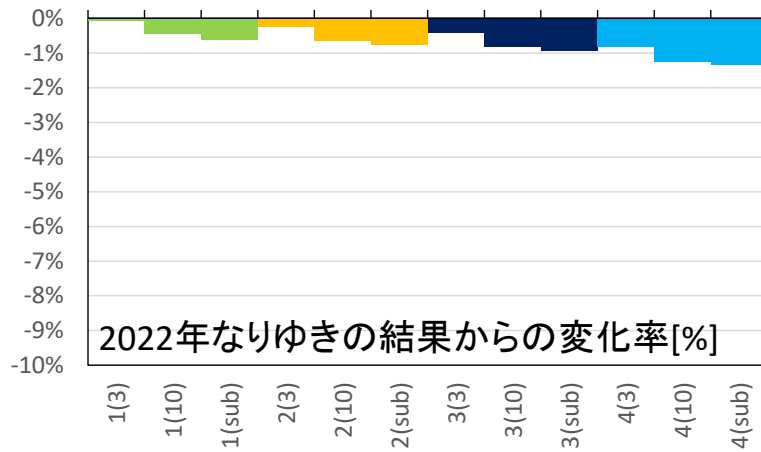
1:1289円/tCO2  
 2:3289円/tCO2  
 3:5289円/tCO2  
 4:10289円/tCO2

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき





# エネ起CO2排出量(2)



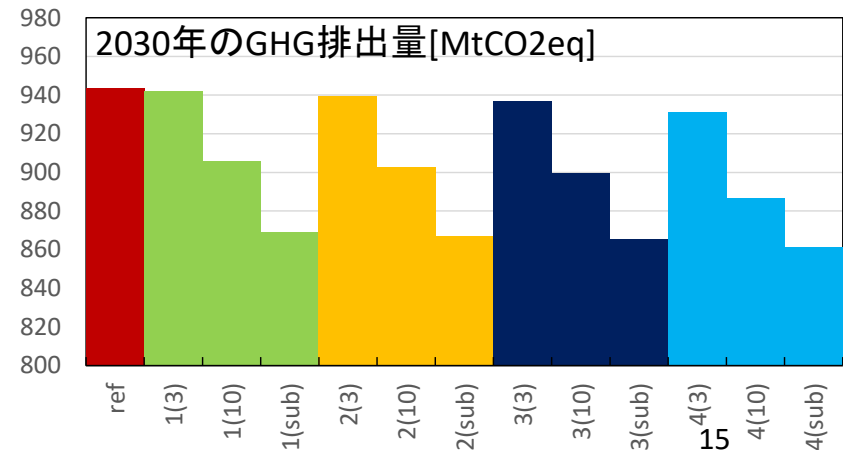
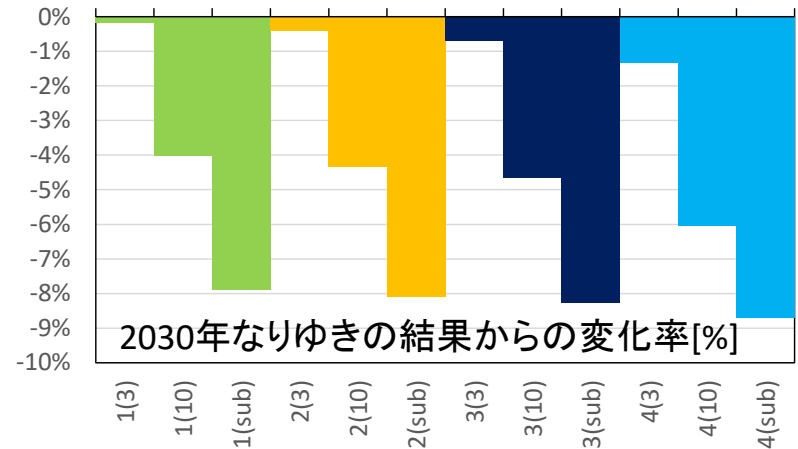
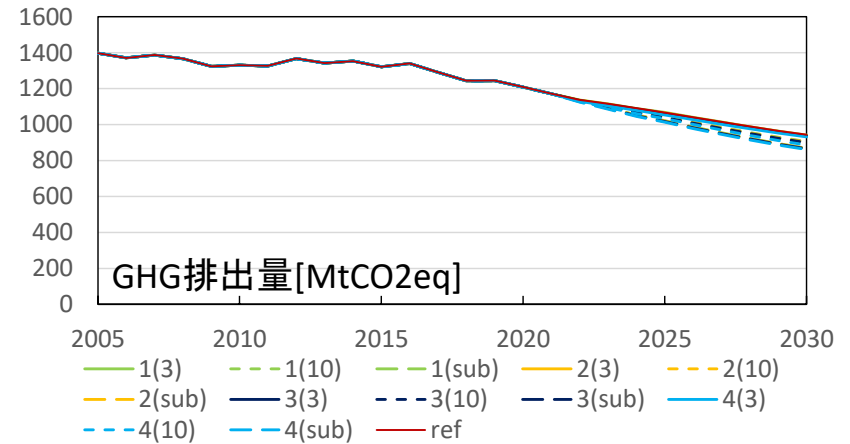
④ CP導入年である2022年には、省エネ技術等の普及は限定的で、なりゆきからの削減量は、最大(4(sub))でも1%(10MtCO2)となる。

1: 1289円/tCO2  
 2: 3289円/tCO2  
 3: 5289円/tCO2  
 4: 10289円/tCO2

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき

# GHG排出量

- ① GHG排出量についてもエネ起CO2排出量と同様の傾向が見られる。
- ② 投資回収年数3年(3)の場合、2030年のGHG排出量はなりゆきの場合のGHG排出量と比較して0.2-1%(2-10MtCO2eq)の削減に止まる。
- ③ 投資回収年数が10年(10)では、省エネ技術等の普及によって、2030年のGHG排出量はなりゆきのGHG排出量と比較して4-6%(40-60 MtCO2eq)の削減となる。
- ④ 炭素税収を省エネ技術等への追加投資の補助(sub)とする場合には、その普及が加速し、2030年のGHG排出量はなりゆき比8-9%(70-80MtCO2eq)削減される。



1: 1289円/tCO2  
 2: 3289円/tCO2  
 3: 5289円/tCO2  
 4: 10289円/tCO2

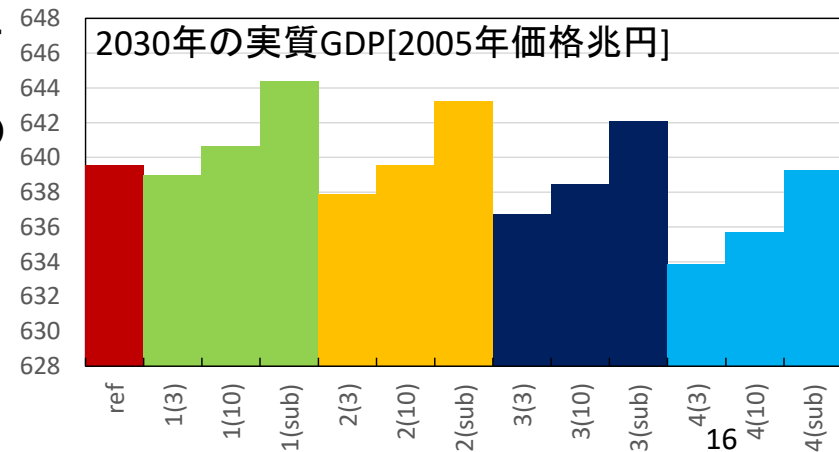
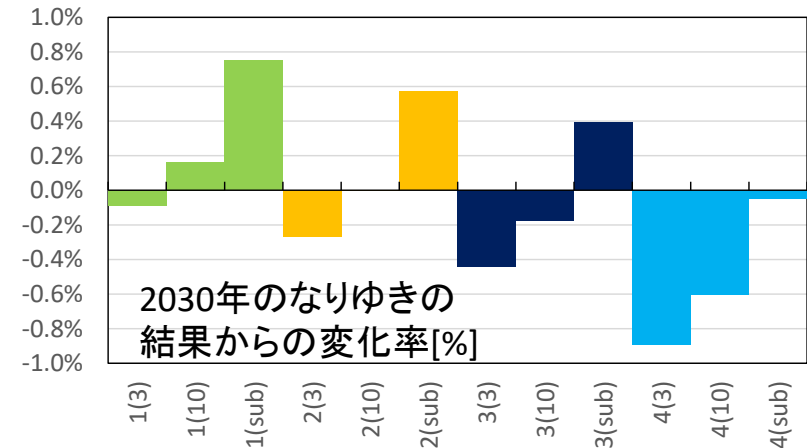
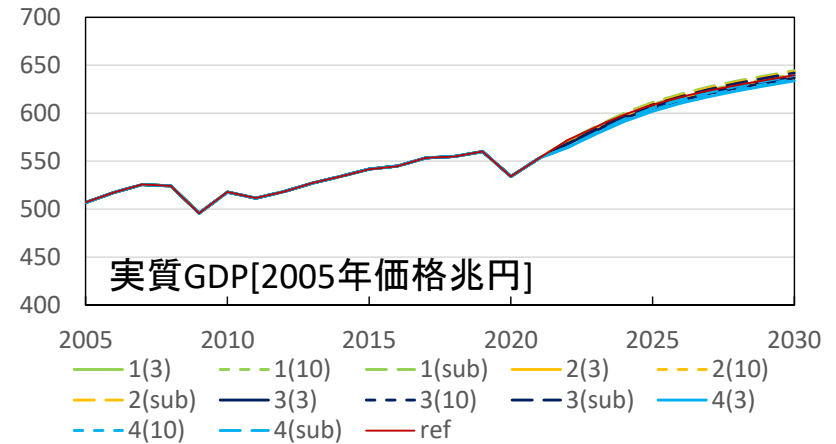
(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき

# 実質GDP(1)

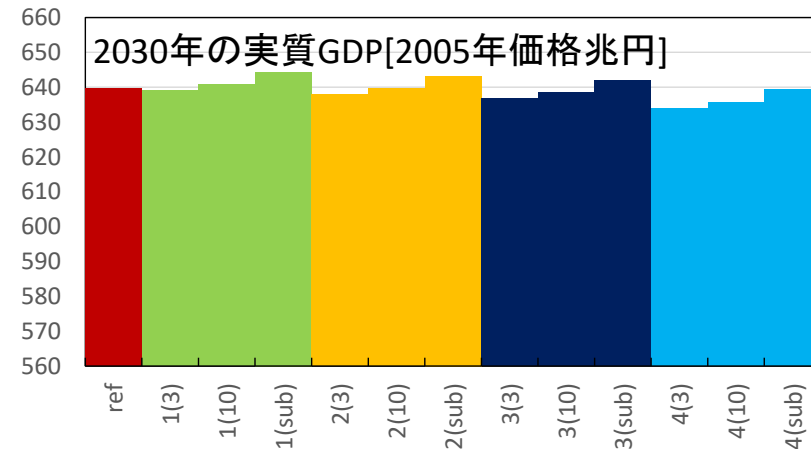
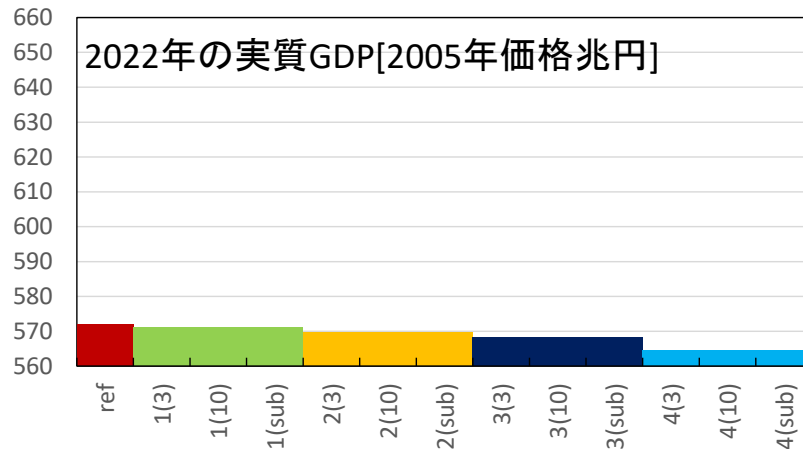
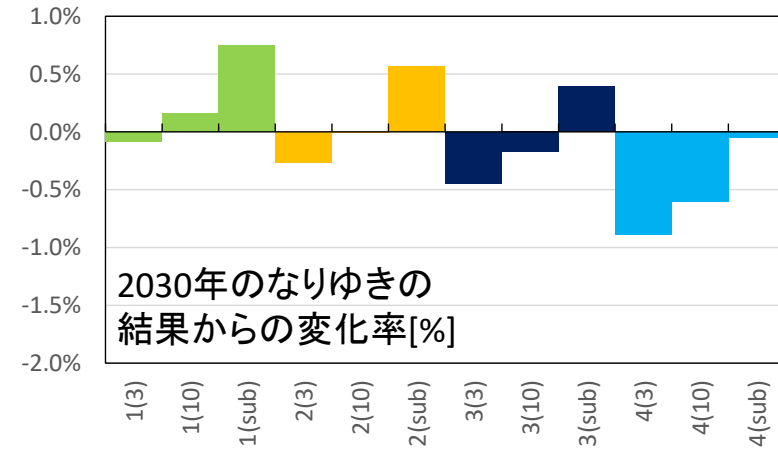
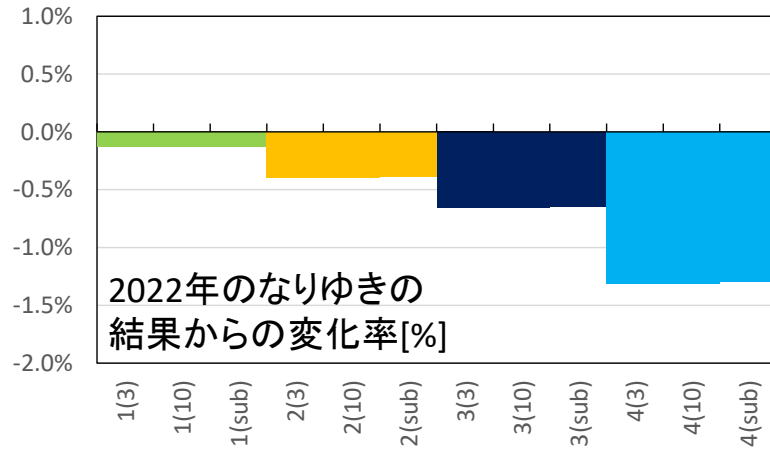
- ① 投資回収年数3年(3)では、2030年のGDPはなりゆきと比較して0.09-0.9%(0.6-6兆円)の減少となる。課税額が大きいほど、家計消費等の減少幅が大きくなるためGDPへの影響は大きい。が、経済成長は維持される。
- ② CPを契機として長期を見据えた行動(投資回収年数10年(10))がとられると、省エネ技術やエネルギー転換技術が選択され、CO2排出量の少ない活動へと移行し、2030年のGDPは投資回収年数3年(3)と比較して0.3%(2兆円)程度回復する。
- ③ 追加投資分が税金により補助(sub)されると、生産投資が維持されつつ省エネ技術等が更に導入されることから、GDPは更に0.6%(4兆円)程度回復する。その結果、5289円/tCO2以下の税率ではなりゆきのGDPよりも大きく、10289円/tCO2ではなりゆきと同水準に回復する。

1:1289円/tCO2  
 2:3289円/tCO2  
 3:5289円/tCO2  
 4:10289円/tCO2

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき



# 実質GDP(2)



④ 2022年では省エネ技術等の導入が限られるため、CP導入直後(2022年)のGDPへの負の影響が最も大きく、また、投資回収年の影響はほとんど見られない。年が経つと負の影響は徐々に小さくなる。

1: 1289円/tCO2  
 2: 3289円/tCO2  
 3: 5289円/tCO2  
 4: 10289円/tCO2

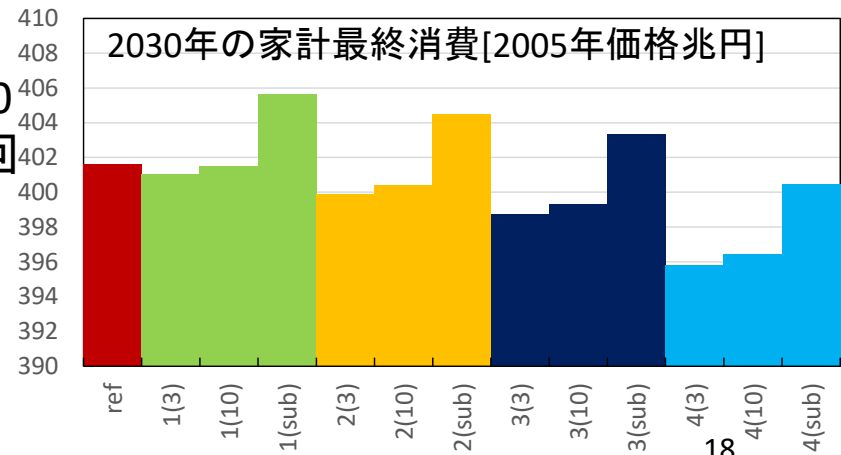
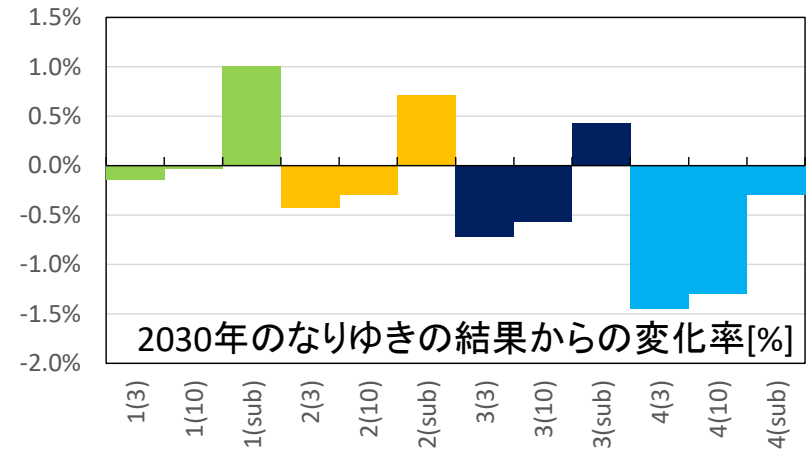
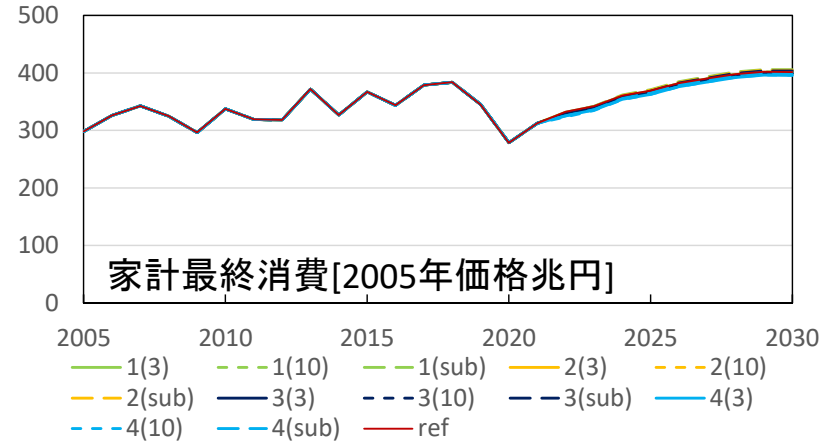
(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき

# 家計最終消費(1)

- ① 税率が大きくなることで家計消費への影響は大きくなり、投資回収年数が3年(3)の場合、税率が10289円/tCO<sub>2</sub>において家計消費はなりゆきと比較して1.4%(6兆円)低くなる。
- ② 投資回収年数が10年(10)では、省エネ技術等が普及してエネルギー効率が改善され、家計消費への影響は投資回収年数が3年(3)と比較して0.1-0.2%(0.5-0.6兆円)程度改善する。
- ③ 追加投資分が補助(sub)される場合、省エネ技術等が更に普及してエネルギー効率が改善し、家計消費はさらに1%(4兆円)程度改善する。その結果、税率が5289円/tCO<sub>2</sub>以下の場合の家計消費は、なりゆきでの家計消費と比べてプラスに、また、10289円/tCO<sub>2</sub>でも投資回収年数10年の3289円/tCO<sub>2</sub>での家計消費と同じ水準に回復する。

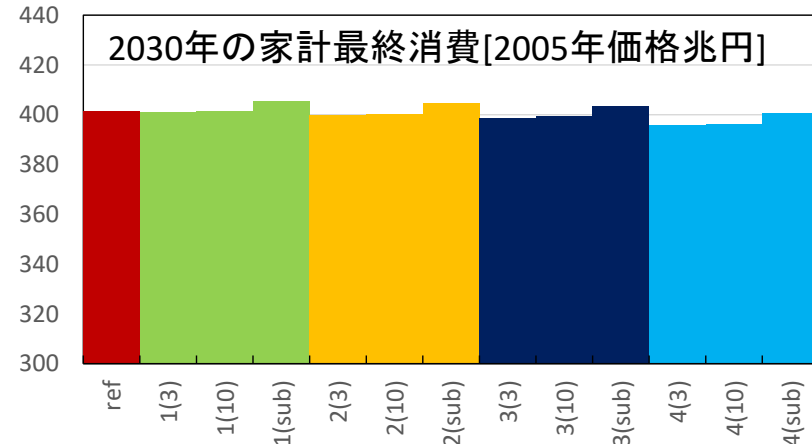
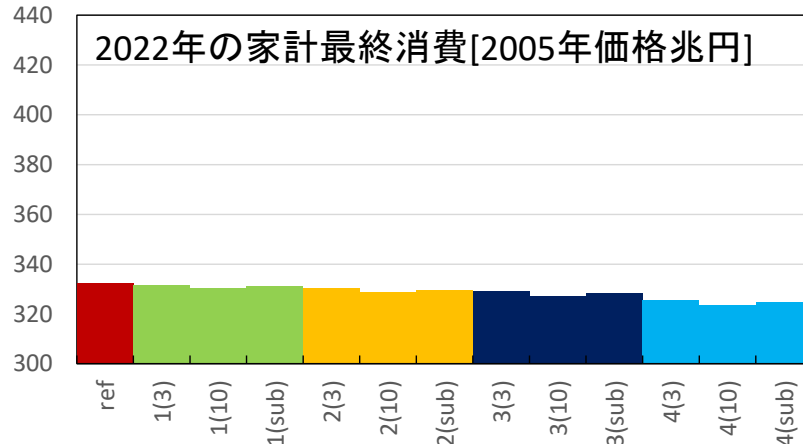
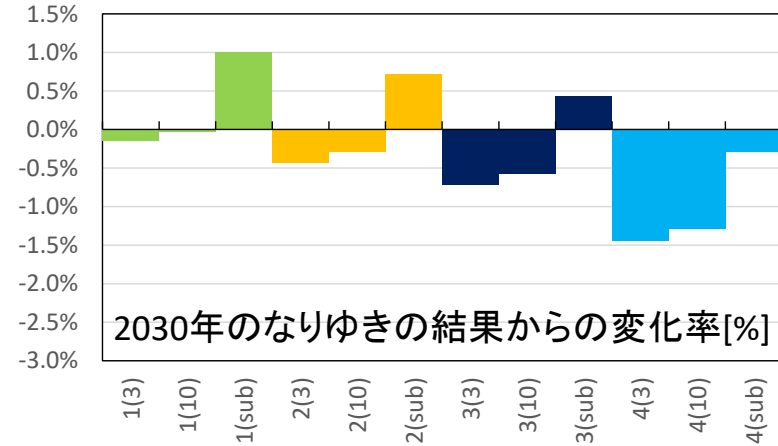
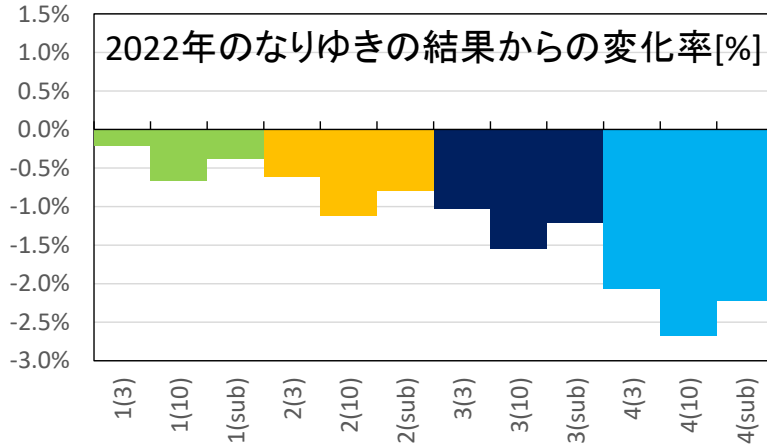
1:1289円/tCO<sub>2</sub>  
 2:3289円/tCO<sub>2</sub>  
 3:5289円/tCO<sub>2</sub>  
 4:10289円/tCO<sub>2</sub>

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき





# 家計最終消費(2)



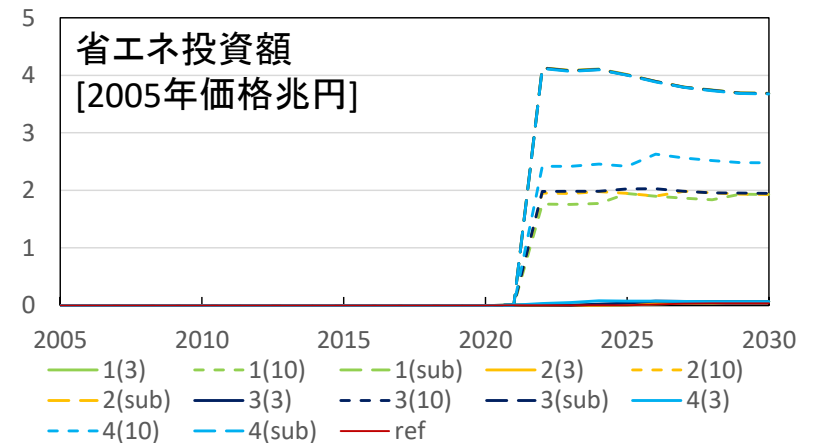
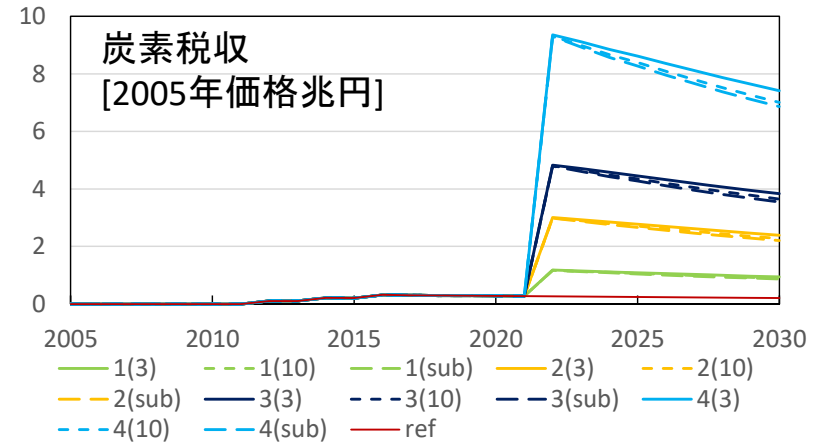
④ 実質GDPと同様に、CP導入直後の2022年における家計消費への影響は2030年よりも大きいが、徐々に効率改善等の進展に伴い軽減される。

1: 1289円/tCO2  
 2: 3289円/tCO2  
 3: 5289円/tCO2  
 4: 10289円/tCO2

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき

# 炭素税収と省エネ投資額の推移

- ① 炭素税収は2022年がピークで、それ以降は排出量の減少により税収も減少する。また、投資回収年数10年(10)の場合や追加投資を補助(sub)することで、省エネやエネルギーの転換が進展し、CO2排出量の削減が進むことから税収は減少する。
- ② 追加投資分を補助(sub)する場合、年間4兆円程度の省エネ投資等の追加需要が生まれる。投資回収年数が10年(10)の場合には、追加の省エネ投資需要が年間2-3兆円生じる。
- ③ 投資回収年数3年(3)では、10289円/tCO2の税でも省エネ技術等の普及は極めて限定的となる。
- ④ 省エネ投資とは別に、再エネの拡大に向けて年間2兆円程度の投資需要が生まれる。



1: 1289円/tCO2  
 2: 3289円/tCO2  
 3: 5289円/tCO2  
 4: 10289円/tCO2

(3): 投資回収年数3年  
 (10): 投資回収年数10年  
 (sub): 追加投資補助  
 ref: なりゆき

## 分析結果のまとめ:

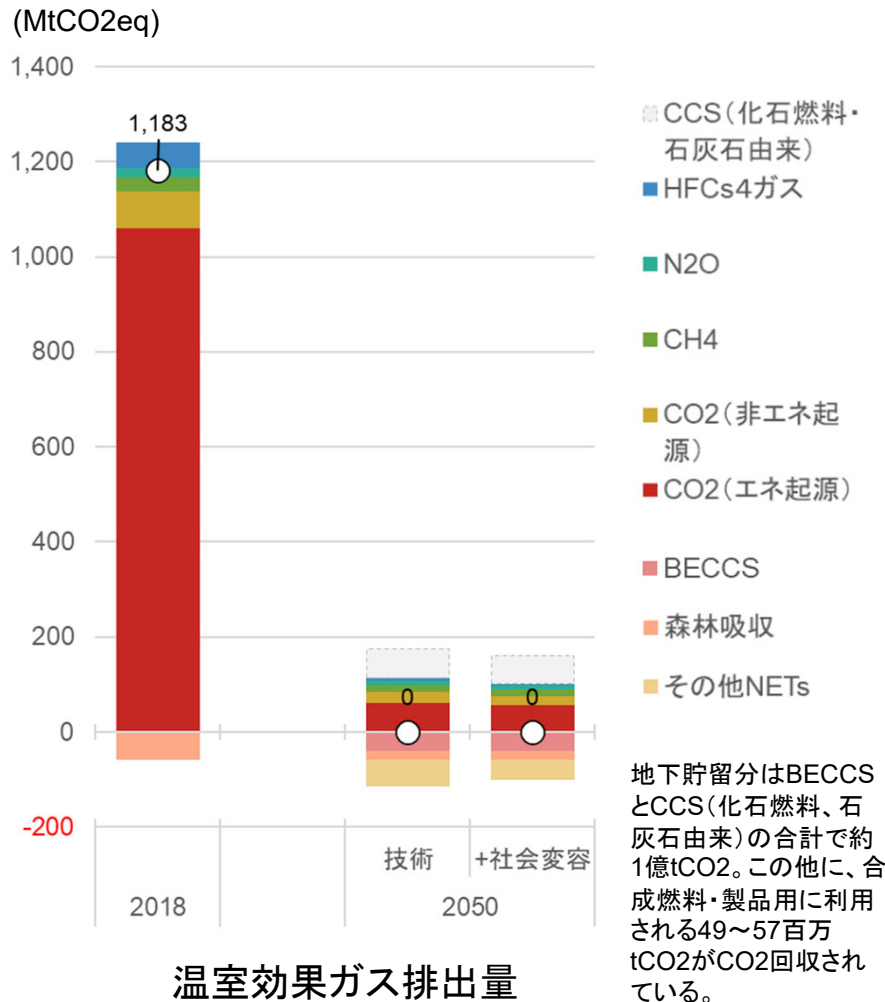
### 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)や温室効果ガス(GHG)排出量への影響

- カーボンプライシング(CP)として炭素税を導入する場合、CO<sub>2</sub>・GHG排出削減量は、省エネやエネルギーを転換する機器の導入の拡大により、経年的に増加する。
- 仮にCPのような政策により将来の対策の予見可能性が確保され、それを契機として省エネ機器等の導入が促進されれば(今回の試算では投資回収年数10年の場合に相当)、CO<sub>2</sub>やGHG排出削減量は拡大する。
- 税収を省エネ機器等の追加費用の補助に使用すると、これらの機器の普及がさらに促進され、CO<sub>2</sub>・GHG排出削減量は更に増加する。
- 今回の試算は、AIM/Enduse [Japan]でこれまでに推計された「2030年に2013年比26%削減を実現する取り組みの結果」を踏まえたものであり、2030年に46%削減を実現する技術に対する結果は今後の課題である。

## 分析結果のまとめ： 経済活動への影響

- 今回の試算では、CP導入による2030年のGDPへの影響は、CPを導入しない場合と比較して10289円/tCO<sub>2</sub>においてもマイナス1%未満であり、経済成長は維持される。  
また、GDP等への影響はCP導入時の2022年に最も大きく、それ以降、徐々に軽減される。
- 仮にCPのような政策により将来の対策の予見可能性が確保され、それを契機として省エネ機器等の導入が促進されれば、エネルギー効率が高まり、エネルギー費用の低下をもたらす結果となり、長期的には経済成長につながる。
- 税収を省エネ機器導入に必要な追加費用の補助に使用すると、生産投資とともに省エネ機器の普及が更に加速し、2030年における経済的な効果もより顕著になる。
- CP導入は、家計消費に対してマイナスの影響をもたらすが、省エネ機器等の導入によりロスが回復し、税収が追加投資分の補助に使用される場合には10289円/tCO<sub>2</sub>においてもなりゆきと同等の家計消費となる。
- これらの結果から、省エネ技術等の導入へのインセンティブが強くなるような政策の組み合わせの提案が、脱炭素社会の実現に向けて重要となる。

# 【参考】 AIM/Enduseによる2050年脱炭素社会の評価 温室効果ガス排出量とその内訳

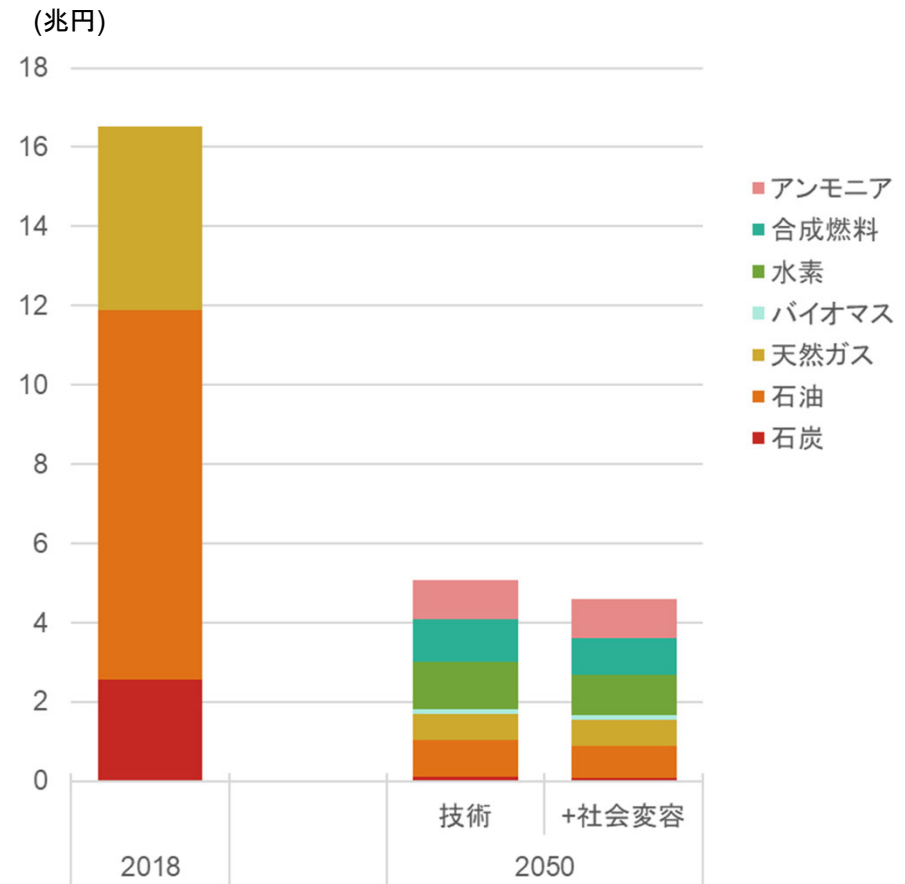
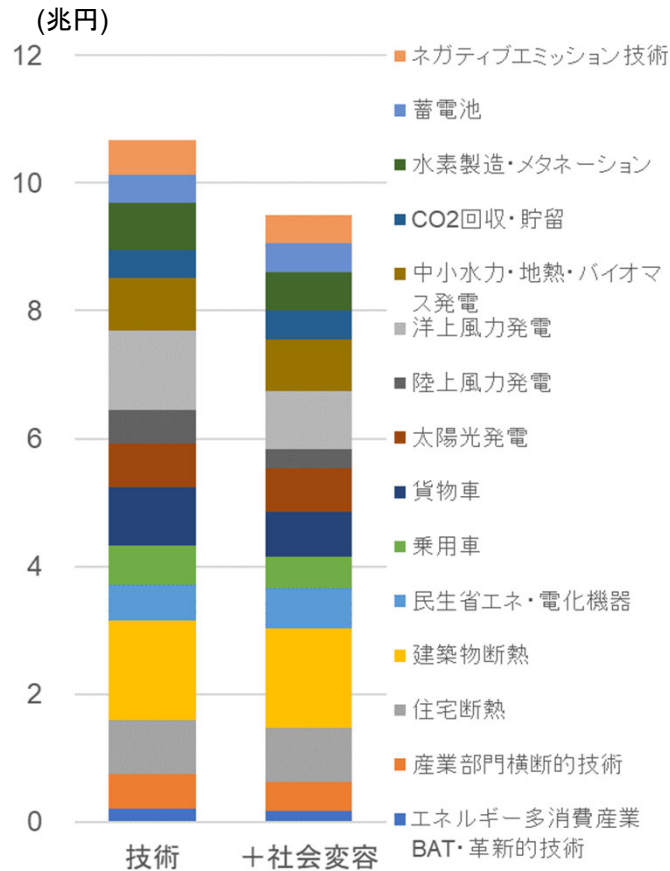


- ・ 省エネ、再エネ、電化など脱炭素技術の普及によって、ネットゼロ排出を実現する「技術」シナリオと、脱炭素技術の普及に加えて、デジタル化・サーキュラーエコノミーの進展などを前提とする「技術+社会変容」シナリオについて分析。
- ・ 一次エネルギー国内供給は、現状は化石燃料が8割以上を占めるが、2050年には再生可能エネルギーが7割程度を占め、エネルギー自給率は15%(2018年)から70%(2050年)に大幅に改善。
- ・ 2050年におけるエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は合成燃料(化石燃料起源の炭素分)からの排出が多くの割合を占める。2050年には脱炭素対策を推し進めてもある程度の排出は不可避となるため、GHG排出量をネットゼロとするためにはネガティブ排出技術が必要。
- ・ 脱炭素社会実現のために年間9-11兆円の追加投資額が、住宅・建築物の断熱、再生可能エネルギー等に対して必要だが、エネルギー純輸入額は約16兆円程度(2018年)から2050年には4-5兆円に低下。

上記の結果は、2021年6月30日に開催された総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第44回)にて報告。  
詳細は、[https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects\\_activities/prov/2021\\_2050Japan/20210630\\_NIES.pdf](https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2021_2050Japan/20210630_NIES.pdf) を参照。



# 【参考】 AIM/Enduseによる2050年脱炭素社会の評価 脱炭素投資額とエネルギー純輸入額



＜脱炭素追加投資額※(年平均:2041~50年)＞

＜エネルギー純輸入額(2050年)＞

※需要側の機器については在来型の機器の価格との差分を計上。再エネ発電については、資本費を全て計上。人件費等の維持管理は含めていない。

上記の結果は、2021年6月30日に開催された総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第44回)にて報告。

詳細は、[https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects\\_activities/prov/2021\\_2050Japan/20210630\\_NIES.pdf](https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2021_2050Japan/20210630_NIES.pdf) を参照。

## 【付録】AIM/CGE [Japan]の特徴(生産部門)

- 各部門は、資本、労働、原材料、エネルギーを投入し、財(+屑・副産物)を産出する。
- GHG排出量は、エネルギー起源と活動起源を区別して取り扱う。排出量は、GIOが発行しているGHGインベントリにあわせている。なりゆきケースの場合にはGHG排出制約は設定しない。対策ケースにおいては、GHG排出目標に対応した制約条件を課すことが可能で、潜在的な排出量が目標を上回る場合にはGHG価格が発生する。GHG価格の取り扱いは税と同じ扱いとなる。税金は政府の収入となるが、家計への一括還元等の設定も可能。
- 生産部門において、既存設備による資本(前年に使用した設備から減耗分を除いた量)と新規投資による資本を区別し、それぞれが生産活動を行う。既存設備、新規設備ともに、複数の技術(従来技術、省エネ技術など)を想定する。低炭素技術は複数の技術群(NDC達成用、80%削減達成用、CCSなど)に集約しており、AIM/Enduse [Japan]のデータと対応させている。
- 投資総額は、次年に想定される経済成長を達成するようにあらかじめ各年の均衡計算の前に決定される。各部門への投資は、最も収益の高い部門に対して行われるように配分額が内生的に計算される。低炭素技術を導入する場合は、新規投資の時点で追加費用が必要となる(一度設置されると追加費用は不要)。

## 【付録】AIM/CGE [Japan]の特徴(生産部門)

- エネルギー効率改善等の技術進歩は、新規資本の導入によって実現される。既存設備の効率改善は、新規設備の導入量に比例して更新される(短期のエネルギー間の代替弾力性は0であるが、長期的には保有する設備によって変化する)。

### 発電

- 各年における設備容量を想定し、それを満たすだけの投資を各年に実施(原発の廃炉に関しては対応が困難で、現状の容量を維持すると仮定)。
- 各年に利用可能な設備は、設備利用率を乗じたものとしている。また、再生可能エネルギーについては、資本と他の投入要素の間の代替弾力性は0としている。火力発電については、電力の需給を調整するために資本と労働間の弾力性を1としている。

### CCS

- CCSが導入可能な部門は、火力発電、鉄鋼、窯業土石、石油化学と仮定。
- 各年において、CCS導入量全体の上限と、火力、鉄鋼、窯業土石、石油化学のそれぞれの上限を設定(AIM/Enduse [Japan]と整合)。2030年までは導入されない。
- 既存の設備にCCS装置のみ追加することは想定していない。

## 【付録】AIM/CGE [Japan]の特徴(家庭部門)

- 世帯主年齢によって家計を5種(-29歳;30-39歳;40-49歳;50-59歳;60-歳)に区分している。それぞれ、最終消費財の構成や貯蓄、労働供給量が異なる。また、生産者は各世帯の労働を区別して投入する。
- 各家庭部門の効用は、輸送サービス、輸送以外のエネルギーサービス、その他サービスの3種類で構成されている。  
輸送サービスは、自家用車(輸送機器とエネルギー)と公共交通から成る。  
輸送以外のエネルギーサービスは、エネルギー財とエネルギー消費機器で構成される。  
その他サービスは、それ以外の最終消費財によって決定される。  
各サービスの構成シェア(選好)は、世帯別に年によって変化させる。
- エネルギー消費機器は、既存の設備(仮想的に想定)と新規に購入する設備(最終消費)を区別している。各サービスにおいて、各年のエネルギー間の代替弾力性は0であるが、長期的には保有する設備によって変化する。  
新規設備、既存設備ともに、従来技術、低炭素技術の想定が可能で、低炭素技術はAIM/Enduse [Japan]と対応させており、新規購入時に追加費用が発生する(既存設備として利用する場合は追加費用は不要)。

## 【付録】AIM/CGE [Japan]の特徴(家庭部門)

- 各年の計算の前に、次年の経済成長を達成するように、貯蓄(投資)総額があらかじめ決定される。
- 家計の所得は、労働所得、配当、その他の所得移転(年金等)である。
- 各世帯からの貯蓄は貯蓄・投資部門に集められ、投資財の購入に充てられる。投資財は各部門共通として、どの部門においても資本として使用できる。
- 資本所得は配当として、資本部門から配分される。資本部門は、従来の設備と新規投資による設備を保有し、これらを各部門に提供することで資本所得を得る。得られた所得は、配当として各家計に配分される。



## 【付録】AIM/CGEにおける省エネ技術の導入について

- 省エネ技術の導入開始年は任意に設定できる。現状では2021年から。それまでは、すべて従来技術としている。
- 省エネ技術の導入には、追加投資が必要となる。
- モデルは逐次均衡でその年の需給バランスだけを考えているので、1年で元が取れないと省エネ技術は導入されない。  
→マイナスの限界費用の対策しか導入されない。
- そこで、追加投資の導入に関して、投資回収年数を想定する。  
費用の計算において、投資回収年数に応じて追加投資の額を変化させる(投資回収年数が長くなると1年当たりの設備費用は小さくなり、省エネ技術の導入が促進される)。

## 【付録】AIM/CGEにおける貿易について

- 生産された財は、輸出と国内向けに配分される(変形弾力性は固定)。
- 国内向けの財と輸入財が統合され、国内に供給される(代替弾力性は固定)。
- 国際価格(ドル建て)は外生変数とする。  
エネルギー価格は、IEA等を参照(技術モデルと同じ想定)。  
その他の財の価格は、2014年までは統計値(延長産業連関表の輸出入のデフレーター)を使用。それ以降は2014年の値に固定。
- 貿易収支を外生的に与え、それを満たすように各財の輸出入量と為替レートが内生的に変化する。