

# 2050年脱炭素社会実現に向けた排出経路分析

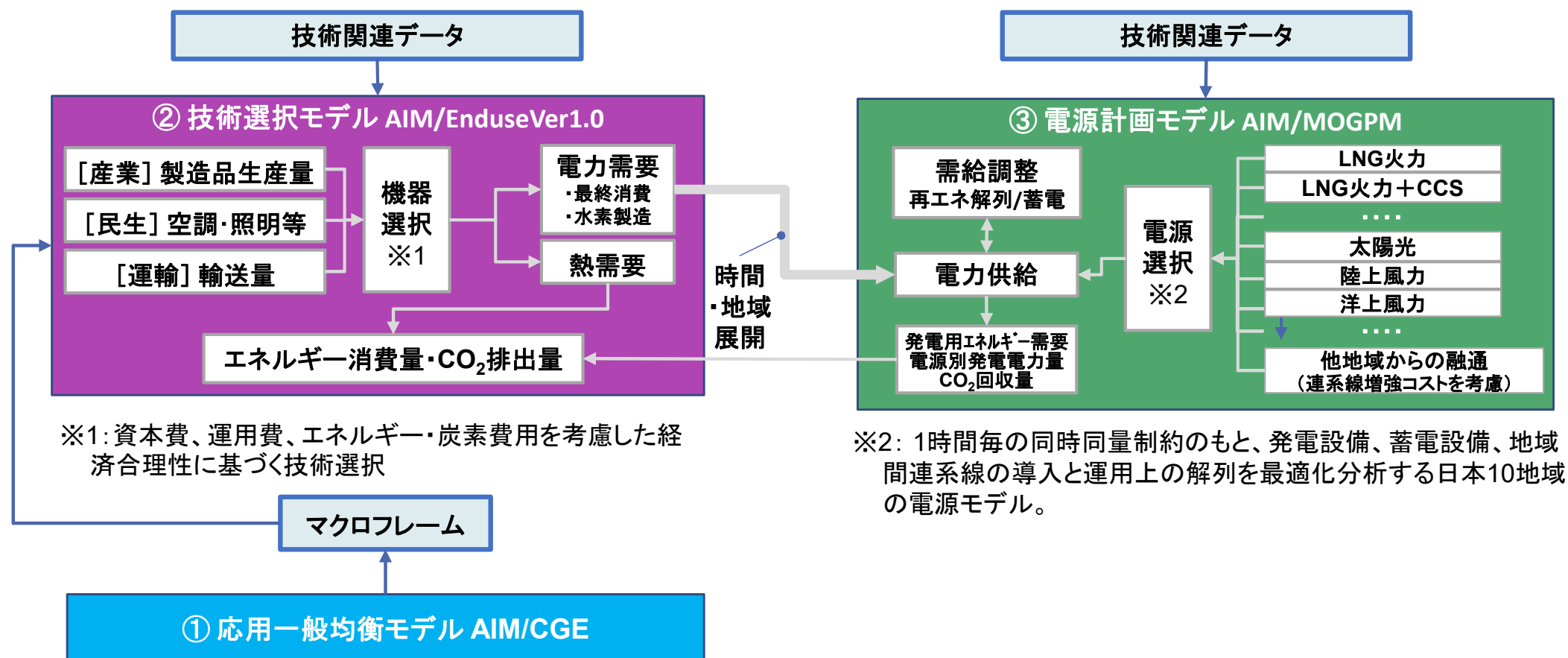
## 合同会合 説明資料

国立環境研究所 AIMプロジェクトチーム

## はじめに

- ・ 地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）は、2050年までにわが国の温室効果ガスの排出量をネットゼロにすることを目指して策定されたもので、その目標と整合的で野心的な目標として、2030年度に温室効果ガス排出量を2013年度から46%削減することを目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていくとしている。地球温暖化対策計画については策定から3年を迎え、地球温暖化対策の推進に関する法律第9条第1項及び同計画の定めに従い、同計画に定められた目標及び施策について検討を加える必要がある。また、気候変動枠組条約締約国会議において、各国は2025年までに次期の「国が決定する貢献（NDC）」を提出することが要請されている。
- ・ 次期NDCにおける削減目標年が2030年以降となることを鑑み、我々は温室効果ガス排出量及びその排出削減対策に関するモデル分析を行い、その分析結果をもとに本資料において、2050年GHGネットゼロの実現に向けてどのような排出経路を選択すべきか検討するための情報を提供している。具体的には複数のシナリオを想定し、その条件下における、2050年までのGHG排出量排出経路やコストなどを推計した。
- ・ 本分析が我が国の温室効果ガス排出量に対する2030年以降の目標のための検討に資すれば幸いである。
- ・ なお、本研究は、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20231002）により実施した。

- ・ 経済成長率や人口の想定を所与として、応用一般均衡モデルを用いて、将来におけるマクロフレームを設定(①)。続いて、エネルギー需要モデルにより、将来のエネルギー需要量を推計(②)。②で推計した年間電力需要量を1時間毎の地域別需要量に展開し、同時同量制約や地域間連系線制約を考慮できる費用最適化型電源モデルで発電設備構成及び供給構成を推計(③)。その結果をエネルギー需要モデルにフィードバックし、日本の全体のエネルギー需給量、CO<sub>2</sub>排出量を算定。



## シナリオ I

- エネルギー効率改善、再生可能エネルギー技術について、2030年までは計画通りに普及が進み、2030年以降もその速度で普及が進展
- 革新的脱炭素技術(電化や新燃料など)については、2030年以降に加速度的に大規模展開されることが期待されるが十分に進まないことを想定

## シナリオ I-a

- シナリオ I をベースに、革新的脱炭素技術が、2040年以降に加速度的に大規模展開されることを想定

## シナリオ II

- 革新的な脱炭素技術が、2030年以降に加速度的に大規模展開されることを想定

## シナリオ III

- シナリオ II に加えて、デジタル化・循環経済の進展などの社会変容に伴って、人々の効用等を維持または向上させつつ財やサービス(輸送)の需要が低減することを想定
- 社会変容を実現させるためには、技術の進化だけでなく、ライフスタイル、インフラ、制度などの変化が必要とされる

## シナリオ III-a

- シナリオ III をベースに、革新的脱炭素技術については、シナリオ III より5年前倒しに大規模展開されることを想定

注) シナリオ I、II、III に関しては、それぞれ、2024年4月の分析における技術進展シナリオ、革新技術シナリオ、社会変容シナリオに対応する。

シナリオの想定（2）

|         | シナリオⅠ                              | シナリオⅠ-a                           | シナリオⅡ                            | シナリオⅢ                                                   | シナリオⅢ-a                             |
|---------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 概要      | 革新技術の普及不十分                         | シナリオⅠに加え新燃料等を2040年以降に実装           | 革新技術の普及拡大                        | シナリオⅡに加えて社会変容                                           | シナリオⅢに加えて新燃料、再エネ及びCCS等を前倒しで実装       |
| 社会変容    | —                                  | —                                 | —                                | <u>デジタル化・循環経済の進展などにより人々の効用等を維持または向上させつつ財やサービスの需要が低減</u> |                                     |
| 電化      | <u>2030年までの傾向継続</u><br>電化・省エネ進展：低位 | <u>2040年以降加速化</u><br>電化・省エネ進展：高位  | <u>2030年以降加速化</u><br>電化・省エネ進展：高位 |                                                         |                                     |
| 再エネ     | <u>2030年以降も堅調に進展</u><br>再エネ導入量：中位  |                                   |                                  |                                                         | <u>Ⅰ・Ⅱ・Ⅲより5年前倒し加速化</u><br>再エネ導入量：中位 |
| 新燃料供給   | <u>普及進まず</u><br>供給量：低位             | <u>2040年以降加速化</u><br>供給量：低位→高位    | <u>2040年以降加速化</u><br>供給量：高位      |                                                         | <u>Ⅱ・Ⅲより5年前倒して加速化</u><br>供給量：高位     |
| CCUS    | <u>ほぼ普及進まず</u><br>CCUS普及：低位        | <u>2030年以降に堅調に進展</u><br>CCUS普及：高位 |                                  |                                                         | <u>Ⅱ・Ⅲより5年前倒して加速化</u><br>CCUS普及：高位  |
| GHG2050 | ネットゼロ至らず                           | GHGネットゼロ                          |                                  |                                                         |                                     |

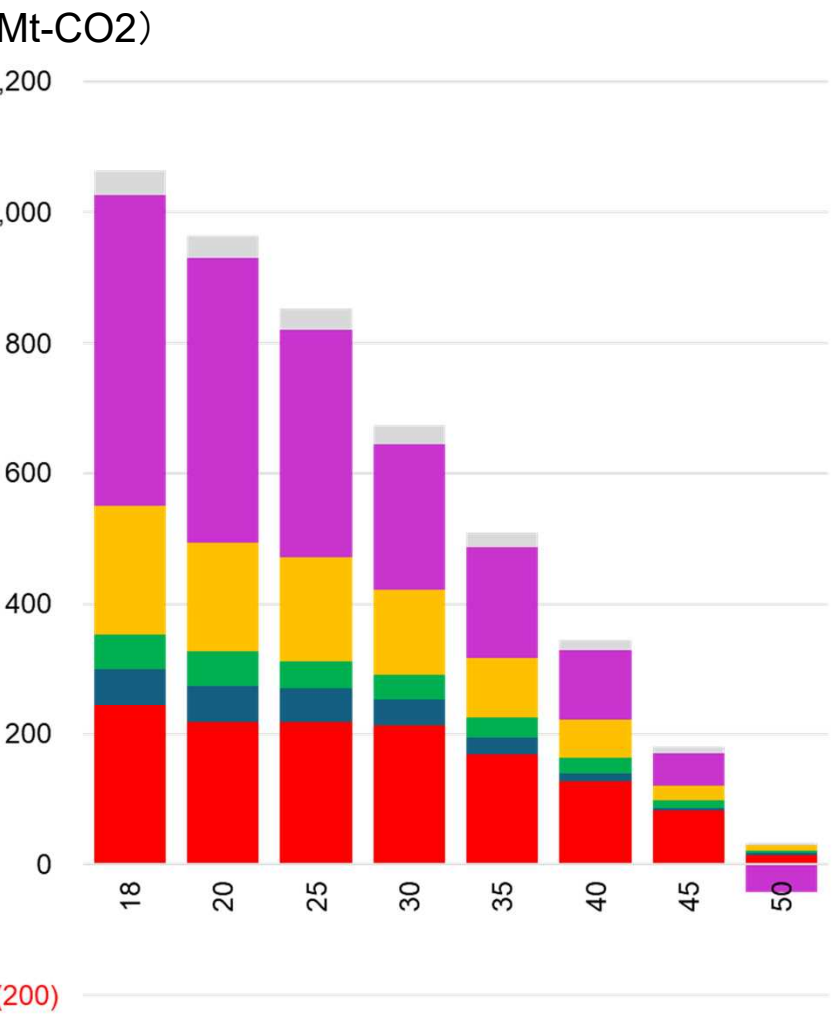
注) 上記の再生可能エネルギー、新燃料、CCUS、電化の将来における導入水準については、本分析のためにおいた一つの仮定

# マクロフレームの想定

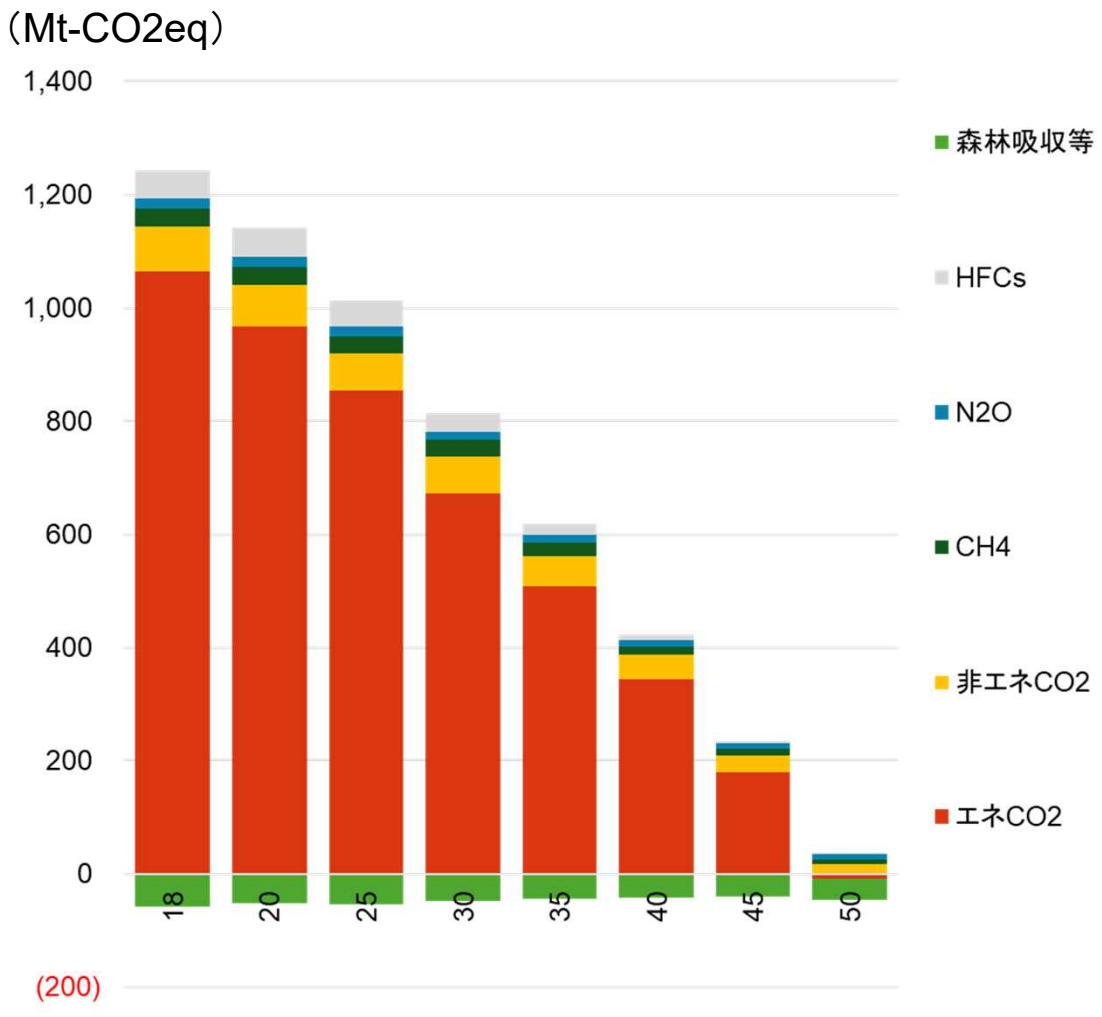
| 部門    | 項目             | 単位                  | 2018   | 2030   | 2035   | 2040   | 2050   |
|-------|----------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 家庭部門  | 世帯数            | (千世帯)               | 54,797 | 57,732 | 57,262 | 56,080 | 52,607 |
| 業務部門  | 業務床面積          | (百万m <sup>2</sup> ) | 1,903  | 1,961  | 1,937  | 1,900  | 1,869  |
|       | (情報関連電力消費)     | (10億kWh)            | 32     | 62     | 72     | 83     | 136    |
| 産業部門  | 鉄鋼   粗鋼生産量     | (百万トン)              | 103    | 89     | 83     | 81     | 81     |
|       | セメント   セメント生産量 | (百万トン)              | 60     | 49     | 46     | 45     | 44     |
|       | 有機化学   エチレン生産量 | (百万トン)              | 6.2    | 5.5    | 5.0    | 4.7    | 4.5    |
|       | 紙パルプ   紙板紙生産量  | (百万トン)              | 26     | 21     | 21     | 21     | 19     |
|       | その他製造業   生産指数  | ('15=1.00)          | 104    | 109    | 111    | 110    | 111    |
| 運輸部門  | 旅客輸送量          | (十億人km)             | 1,459  | 1,383  | 1,343  | 1,299  | 1,205  |
|       | 貨物輸送量          | (十億t-km)            | 411    | 405    | 408    | 410    | 420    |
| 人口    |                | (百万人)               | 127    | 120    | 117    | 113    | 105    |
| 実質GDP |                | (兆円)                | 555    | 620    | 675    | 714    | 737    |

人口: 国立社会保障・人口問題研究所 令和5年推計  
実質GDP: 2033年度まで 中長期の経済財政に関する試算(令和6年7月29日) 高成長実現ケースにおける実質GDP成長率を引用。2033~2050年の間の一人当たり年平均成長率は2013~2033年の間と同程度と想定

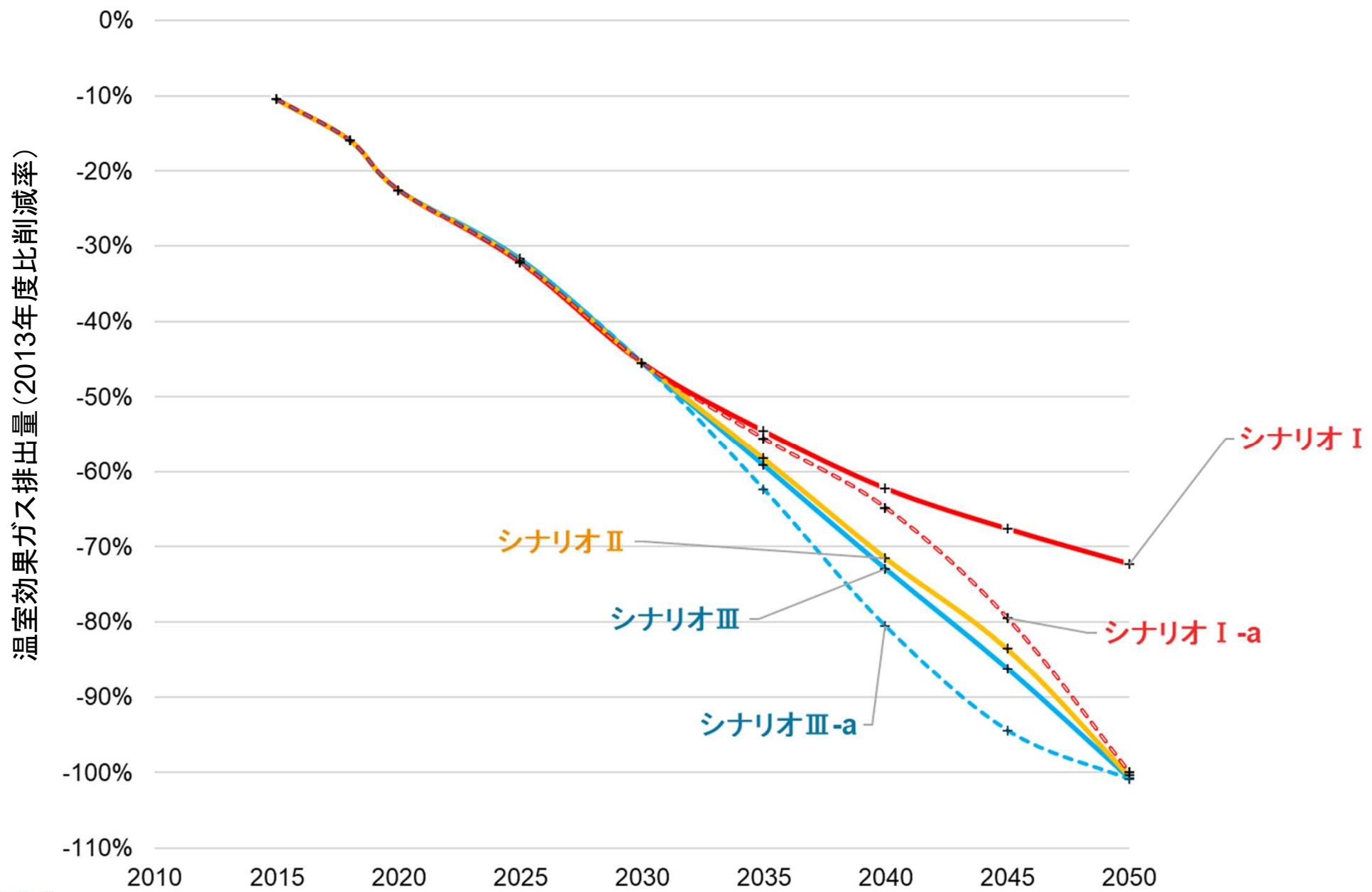
○エネルギー起源CO2排出量【シナリオⅢ】



○温室効果ガス排出量【シナリオⅢ】



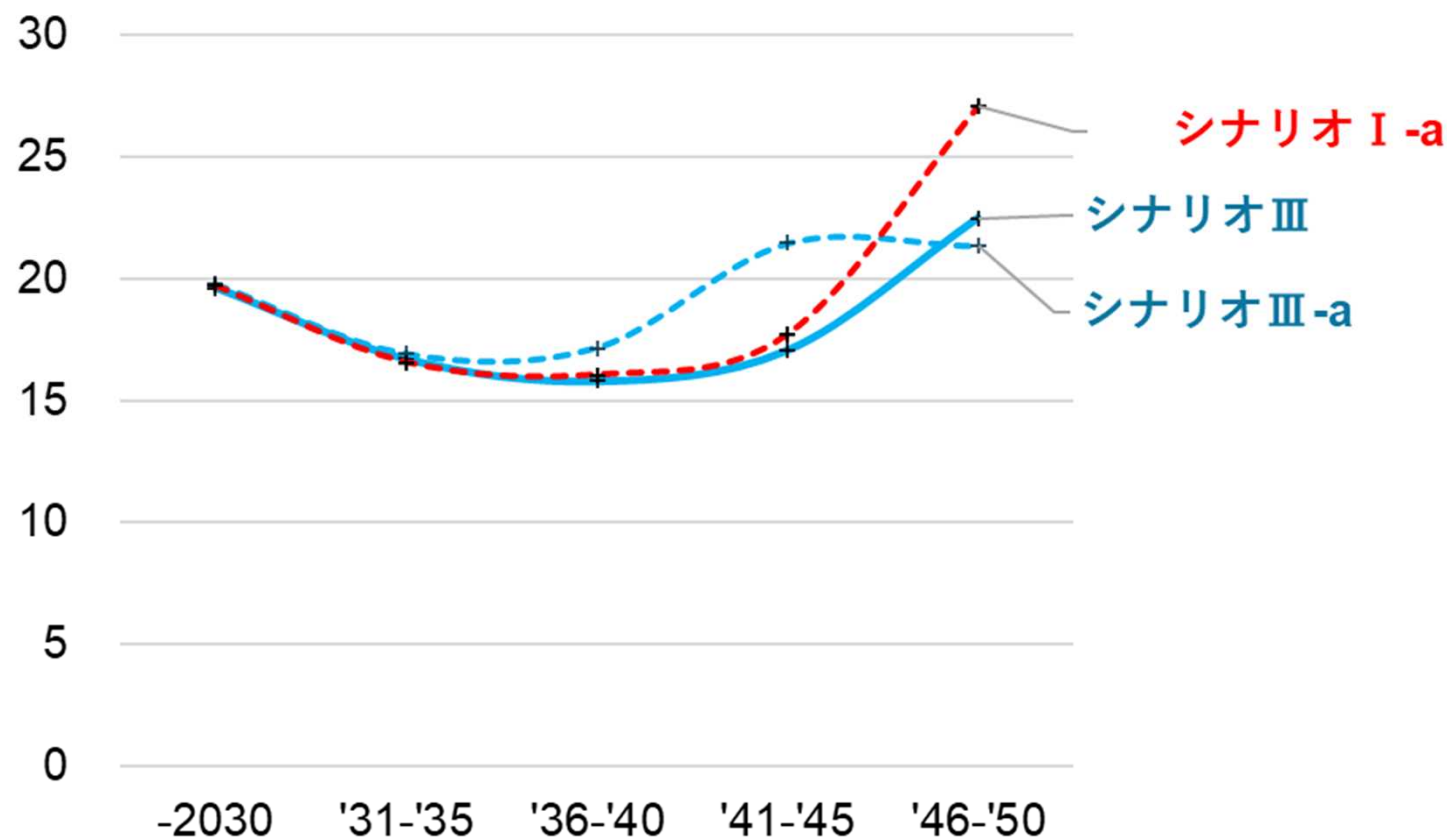
温室効果ガス排出量（2）



## コスト (1)

- 脱炭素技術を導入するために必要な費用(固定費用)、技術を維持管理するために必要な費用(維持管理費)、技術を動かすために消費されるエネルギーを海外から調達する費用(エネルギー費用(輸入額))、これらの毎年の合計値を年間コストとして算定した。
- 技術習熟に伴うコスト低減が十分でない段階に再生可能エネルギー発電や新燃料利用などの革新的技術を早期に大量実装することは、経過年における固定費用やエネルギー費用の費用負担が増大する。
- また、需要側の省エネや電化は主に機器交換のタイミングで進展するものであり、短期間での進展は難しい。そのため、革新的な技術の後期の実装に頼ると、省エネ・電化の遅れから燃料需要量が相対的に高くなり、ネットゼロの実現のための新燃料利用に対するコストが増大する。

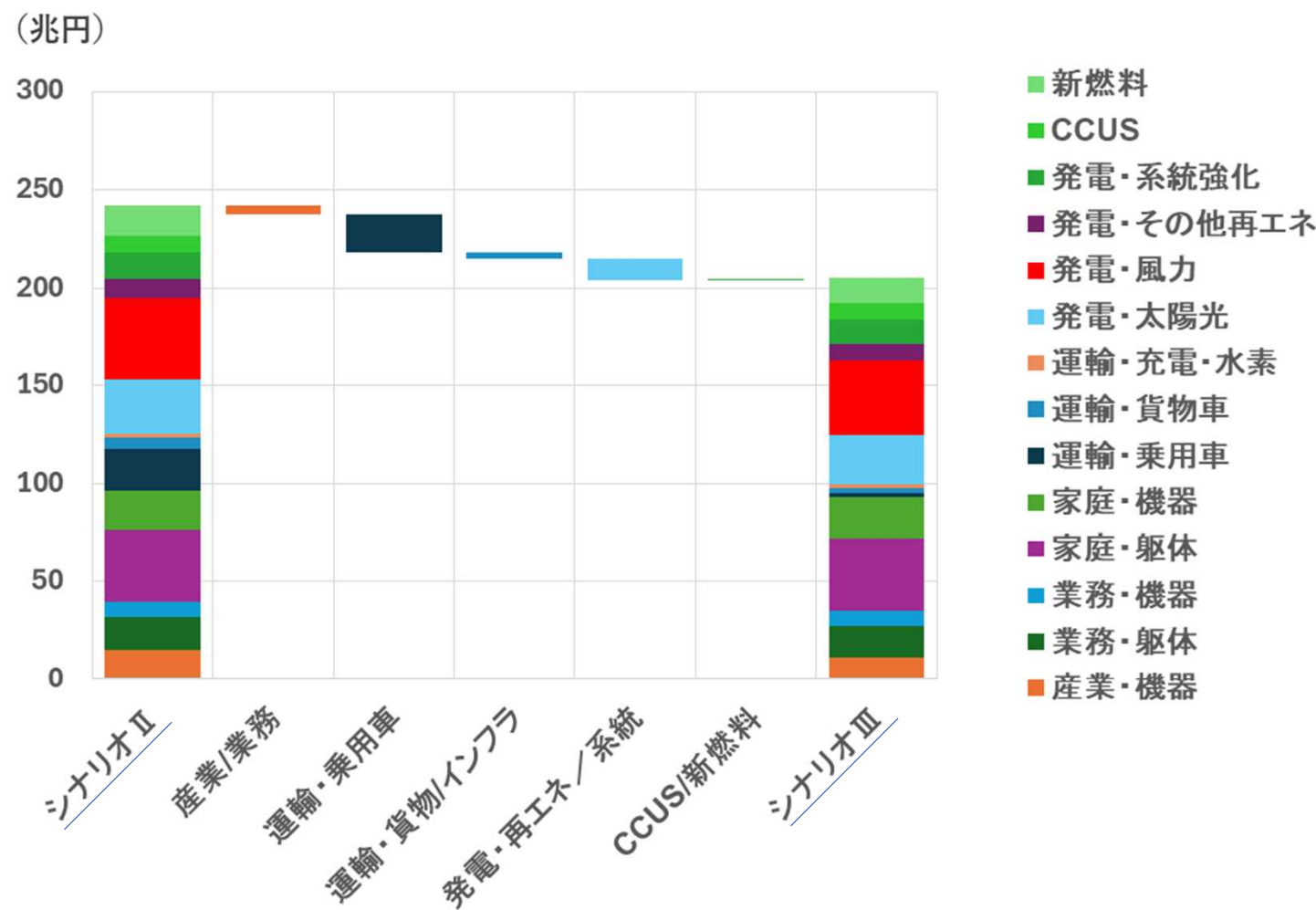
○ 年間コスト 【固定費用＋維持管理費＋エネルギー費用】(兆円／年)



# コスト (2)

■ 社会変容はGHG低減効果だけでなく、エネルギーシステムに対するコストを低減させる効果を有する。そのため、社会変容の実現は、決して容易ではないが、GHGネットゼロの実現性を高めることにつながる。

＜脱炭素技術の導入のため総費用:2050年までの固定費用の累積＞



## まとめ

- 複数のシナリオを想定し、その条件下における、2050年までのGHG排出量、コストなどを推計した。
- シナリオについては、革新的技術の実装を弛まなく進展させていく場合に加えて、革新的技術の実装を2050年までの後期に行う場合と早期に行う場合についても分析を行った。早期、後期に寄らず、革新的技術を一定の期間内に集中的に実装することは、短期間でのインフラの急速な構築・整備が必要となり、実現可能性を低下させるものである。
- 経済的な面に関しては、革新的技術について技術習熟が十分でない段階からの早期の大量実装を目指すことは、それ自体の実現性の低さに加え、経過年における固定費用やエネルギー費用の費用負担が増大する。また、革新的な技術の後期の実装に頼ると、省エネ・電化の遅れから燃料需要量が相対的に高くなり、ネットゼロの実現のための新燃料利用に対するコストが増大する。
- デジタル化・循環経済の進展など社会変容を通じて、人々の効用等を維持または向上させつつ財やサービスの需要を低減させることは決して容易ではないが、GHG排出量の低減だけでなくコストを低減させ、ネットゼロの実現可能性を高める。

■ IPCC 第6次報告書 政策決定者向けサマリーからの抜粋

- 排出が続くと、気候システムの主要な構成要素にさらに影響を及ぼす。地球温暖化が少しでも増すごとに、極端な現象の変化は大きくなり続ける。(SYR SPM B.1.3)
- 次の数十年間又はそれ以降に、地球温暖化が一時的に 1.5℃を超える場合(オーバーシュート)には、1.5℃以下に留まる場合と比べて、多くの人間と自然のシステムが深刻なリスクに追加的に直面する。オーバーシュートの規模及び期間に応じて、一部の影響は更なる温室効果ガスの排出を引き起こし、一部の影響は地球温暖化が低減されたとしても不可逆的となる。(WG2 SPM B.6)
- オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5℃ (>50%) に抑える経路、又は2℃ (>67%) に温暖化を抑制する経路は、深く、急速で、ほとんどの場合、即時にGHGの排出削減するという特徴を持つ。(SYR SPM B.6.1)

■ 世界のGHG及びCO2排出水準(2019年比)  
(IPCC AR6 統合報告書(2023) Table SPM.1)

|                                                            | Reductions from 2019 emission levels (%) |            |            |             |             |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                                                            |                                          | 2030       | 2035       | 2040        | 2050        |
| Limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot | GHG                                      | 43 [34-60] | 60 [49-77] | 69 [58-90]  | 84 [73-98]  |
|                                                            | CO <sub>2</sub>                          | 48 [36-69] | 65 [50-96] | 80 [61-109] | 99 [79-119] |
| Limit warming to 2°C (>67%)                                | GHG                                      | 21 [1-42]  | 35 [22-55] | 46 [34-63]  | 64 [53-77]  |
|                                                            | CO <sub>2</sub>                          | 22 [1-44]  | 37 [21-59] | 51 [36-70]  | 73 [55-90]  |