

2025年度 金融庁委託調査報告書

**NGFS（気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク）の
長期シナリオ（第5版）および
短期シナリオに関する調査**

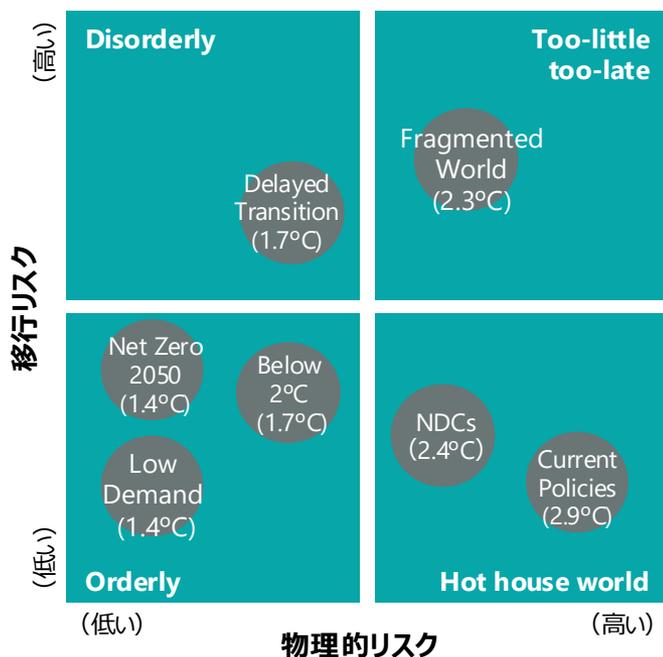
一般財団法人 電力中央研究所

2026年2月27日

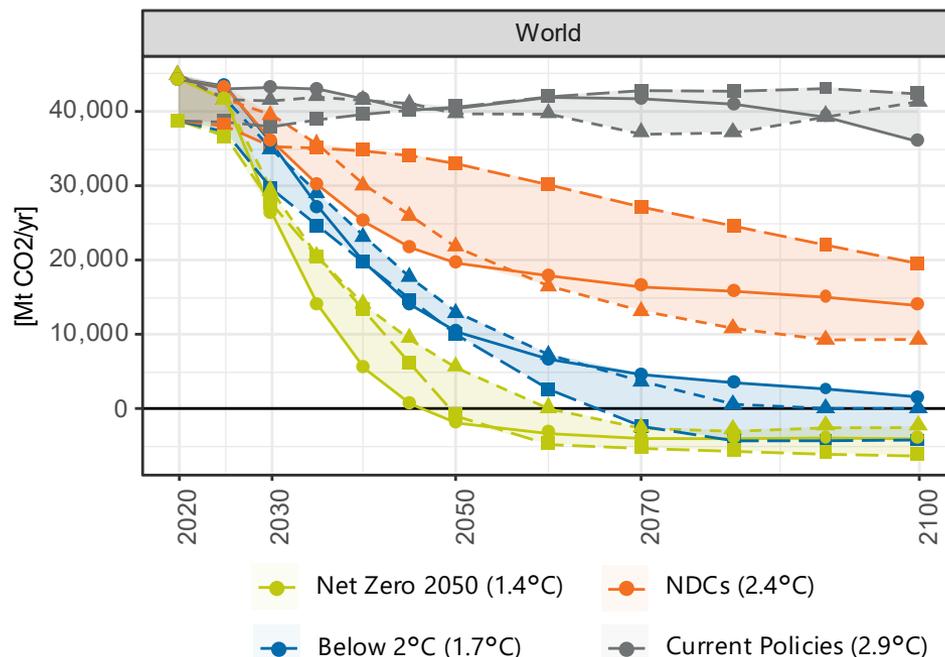
エグゼクティブ・サマリー（1/4）：長期シナリオ第5版の枠組・特徴

- 2024年11月、NGFS（気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク）は、長期シナリオ第5版を公表した。長期シナリオでは、エネルギー・経済・土地利用を中心に様々なモデルで構成される統合評価モデルの出力を、将来の温暖化による経済成長への影響を定式化したダメージ関数やマクロ経済モデルに段階的に接続することにより、将来のエネルギー・経済・気候の発展を統合的に定量化している。
- 長期シナリオ第5版は、第4版の枠組や前提条件を引き継ぎ、発現が想定される「移行リスク」「物理的リスク」の程度が異なる7つのシナリオで構成される（左図）。
- 長期シナリオ第5版では、同一のシナリオを3種類の異なる統合評価モデルで定量化することで、将来の発展の定量化における不確実性を表現している。パリ協定の1.5°C目標に沿った排出削減を想定したNet Zero 2050では、世界全体のCO₂排出量が2050年前後にゼロとなる。排出削減政策が取られない（現状維持）を仮定したCurrent Policiesでは、CO₂排出量は減らない（右図）。

NGFS長期シナリオ第5版の枠組



主要なシナリオのCO₂排出量（世界全体）

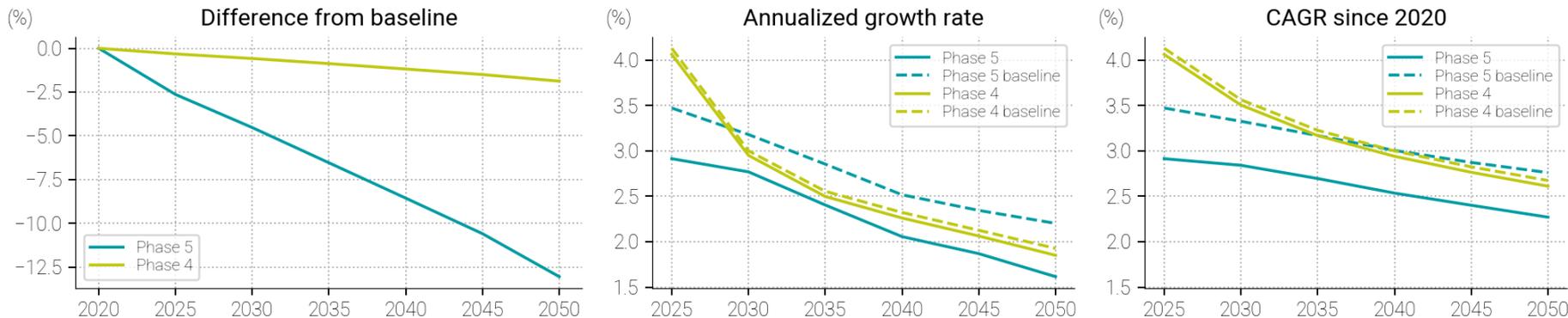


エグゼクティブ・サマリー（2/4）：第4版からの更新点と活用

- 統合評価モデルの移行リスク関連部分とマクロ経済モデルについては、第4版と第5版で大きな違いはない。Net Zero 2050など排出削減が進むシナリオでは、排出削減政策の強度を示す指標である「炭素価格」は、REMINDで第5版のほうが高くなる傾向が認められたが、GDPなどマクロ経済活動への影響は大差なかった。
- 長期シナリオ第5版では、物理的リスク（慢性）を評価するための方法論が更新され、GDPに影響する複数の気候変数が、影響の持続性も含めて考慮された。その結果、第4版よりも温暖化の進行に伴うGDPへの悪影響が大幅に増加したが（下図左）、年あたりのGDP成長率に換算した場合の差は小さかった（下図中央）。なお、第5版で採用された方法論を提案した学術論文に対して2件の批判が寄せられ、著者らによる修正に対し再度の査読が実施されるため、当該論文は撤回された。2026年2月末時点で、本論文については、再投稿の手続きが進められている。
- 論文撤回により、長期シナリオ第5版の物理的リスク（慢性）の評価については、現時点では、学術的な評価が確定していない状態にある。その一方で、長期シナリオ第4版の評価についても、最新の科学的知見を必ずしも反映したものではない可能性がある点に留意が必要である。シナリオ分析の実施にあたっては、それぞれの特徴や限界を理解した上で、使用するシナリオのバージョンを含むシナリオ分析の枠組を決定していくことが望ましい。

物理的リスク（慢性）によるGDPへの影響（世界全体、Current Policies）

Region: World · Model: GCAM, Scenario: Current Policies



エグゼクティブ・サマリー（4/4）：短期シナリオの活用

- 短期シナリオでは、世界46の国・地域を対象に、生産高やデフォルト確率等の変数が業種別に新たに提供された。そのため、足元の金融リスクをより詳細に把握することが可能となる。
- 短期シナリオの代表的な活用方法として、数年間での経済・金融変数の変化を想定する、金融機関の一般的なストレステストに近い分析が考えられる。NGFSが短期シナリオを整備したことで、(i) 各機関が独自にシナリオを作成する必要がなくなり実務コストの削減が可能となる、(ii) 共通シナリオを各機関が用いることで分析の透明性および比較可能性が向上する、(iii) 長期シナリオとの整合性が担保される、等の利点がある。
- 短期シナリオによるストレステストを通じて現行ポジションのリスクを分析・把握するとともに、長期シナリオを用いて戦略的な資本配分を検討するなど、長期・短期シナリオを併用した活用が考えられる。
- 短期シナリオにおける課題の一つとして、地域区分が世界全体で5区分に限定されたモデル（EIRIN）を用いて計算されている点が挙げられる。こうした地域解像度の制約は、モデル全体の推計結果に影響を与えている可能性がある。
- NGFSは引き続きシナリオの整備・改良に取り組む予定であり、金融機関による活用の拡大に向けて、今後も方法論やデータの充実が期待される。

執筆担当者：

富田 基史（社会経済研究所 上席研究員）、筒井 純一（サステナブルシステム研究本部 首席研究員）、竹林 幹人（社会経済研究所 研究員）、若林 雅代（社会経済研究所 上席研究員）

この報告書は、一般財団法人電力中央研究所が金融庁から委託を受けて実施した「NGFS（気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク）シナリオの活用方法に関する調査」に関する成果をとりまとめたものです。

目次

1. はじめに	7
2. 長期シナリオ第5版の解説、及び活用方法の提案	10
2.1 統合評価モデルとマクロ経済変数	11
2.2 物理的リスク（慢性）の影響評価	40
2.3 長期シナリオの活用方法	55
3. 短期シナリオの解説、及び活用方法の提案	59
3.1 短期シナリオの特徴整理	60
3.2 短期シナリオの活用	106
引用文献	113

1. はじめに

本調査の背景

- NGFS（気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク）は、金融当局・中央銀行による気候シナリオ分析の共通基盤として、気候関連の移行リスクと物理的リスクの両方を扱う共通シナリオ（以下、NGFSシナリオ）を公表し、定期的に更新している。これらは、金融当局・中央銀行のみならず、現在国内外で実施されている多くのシナリオ分析において、直接採用あるいは参照されており、気候関連リスク分析において重要な役割を果たしている。
- 金融庁では、気候関連リスク管理におけるシナリオ分析の重要性に鑑み、NGFSシナリオ第2版から第4版に関する委託調査を行い、報告書を公表した（金融庁2022,2023,2024）。当該報告書においては、各シナリオの概要についてとりまとめるとともに、変数について詳細な分析を行い、我が国における気候関連金融リスクの分析を想定した留意点の指摘と提案を行った。
- 本調査は、長期シナリオ第4版公表後の以下のアップデートに関する分析を行うものである。

① 長期シナリオ第5版の公表 (2024年11月)

NGFSは長期シナリオの第5版を公表した。同シナリオは、長期シナリオ第4版の構成やナラティブをそのまま引き継ぎつつ、物理的リスクの評価方法に改良が加えられた。

② 長期シナリオ第5版における物理的リスク評価への指摘 (2025年8月)

新たに導入された物理的リスク（慢性）評価の方法論（ダメージ関数）の基になる学術論文に対し、研究者コミュニティから2件の指摘が出された。指摘に対応した改訂論文が2025年8月に公表されたが、査読手続きのため元論文は2025年12月に取り下げとなった。NGFSからも注意喚起が公表された。

③ 短期シナリオの公表 (2025年5月)

NGFSは2030年までの短期シナリオを公表した。同シナリオは長期シナリオを補完する位置付けであり、従来の長期シナリオでは捉えられなかった業種単位の影響や物理的リスク（急性）が経済に与える影響が示された。

本報告書の目的・構成

- 前頁の背景を踏まえ、本報告書ではNGFS長期シナリオ第5版及び短期シナリオの特徴及び活用方法について調査を行う。
- まず、両シナリオの枠組を解説した上で、主要変数に着目して特徴を整理する。加えて、長期シナリオ第5版については、新たに導入された物理的リスク（慢性）影響評価の方法論と留意点について解説する。最後に、両シナリオの特徴を踏まえた活用方法を提案する。

本報告書の構成

1. はじめに		
2. 長期シナリオ第5版の解説、及び活用方法の提案	2.1 統合評価モデルとマクロ経済変数	主に移行リスク評価に係る主要変数の特徴を解説し、長期シナリオ第4版からの変更点を整理する
	2.2 物理的リスク（慢性）の影響評価	第5版で導入された方法を解説し、第4版と比較するとともに、元論文の状況を踏まえた注意事項を整理する
	2.3 長期シナリオの活用方法	長期シナリオ第5版の特徴及び現時点の課題を踏まえ、金融機関の移行リスク・物理的リスク評価における活用方法を提案する
3. 短期シナリオの解説、及び活用方法の提案	3.1 短期シナリオの特徴	短期シナリオの枠組及び主要変数の特徴を解説する
	3.2 短期シナリオの活用方法	長期シナリオとの関係や両者の特徴を踏まえた、短期シナリオの活用方法を提案する

2. 長期シナリオ第5版の解説、 及び活用方法の提案

2. 長期シナリオ第5版の解説、 及び活用方法の提案

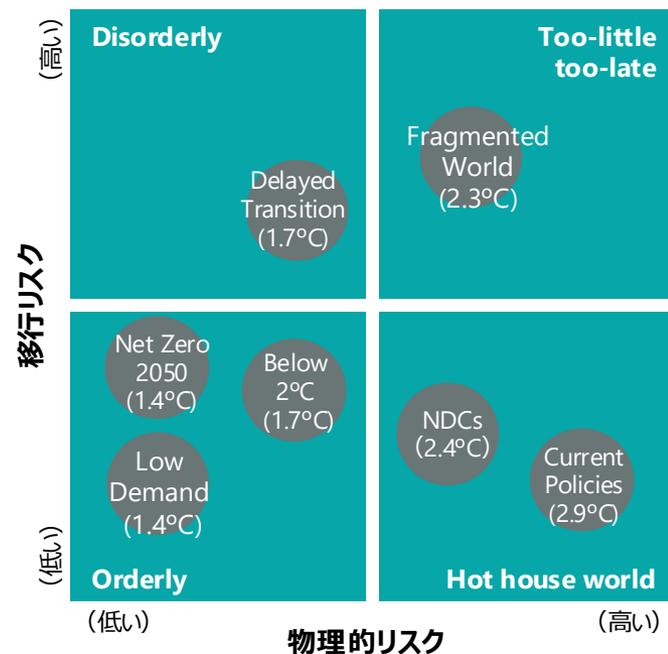
- ▶ 2.1 統合評価モデルとマクロ経済変数
- 2.2 物理的リスク（慢性）の影響評価
- 2.3 長期シナリオの活用方法

長期シナリオ（第5版）の枠組・前提条件

- 第5版（2024年11月）は、第4版の枠組を引き継ぎ、移行リスクと物理的リスクの程度が異なる7つのシナリオで構成される。各シナリオの前提条件は、第4版から変更されていない。
- なお、第3版（2022年9月）から第4版（2023年11月）の更新では、シナリオの構成変更やウクライナ危機によるエネルギー市場の分断や各国の政策の反映など、大幅な更新が行われた。

NGFS長期シナリオ（第5版）の枠組・前提条件*1

カテゴリ	シナリオ	温度上昇*2	政策導入	技術変化	炭素除去	地域間の政策の違い
Orderly	Low Demand 需要の低下	1.4°C (1.6°C)	迅速かつ円滑	速い	中利用	中程度
	Net Zero 2050 2050年ネットゼロ	1.4°C (1.6°C)	迅速かつ円滑	速い	中～高利用	中程度
	Below 2°C 2°C抑制	1.7°C (1.8°C)	迅速かつ円滑	中程度	中利用	小さい
Dis-orderly	Delayed Transition 移行遅延	1.7°C (1.8°C)	遅延	遅い／速い	低～中利用	大きい
Hot House World	Nationally Determined Contributions (NDCs)	2.4°C (2.4°C)	NDCs相当	遅い	低～中利用	中程度
	Current Policies 現行政策	2.9°C (2.9°C)	なし (現行政策)	遅い	低利用	低い
Too-little too-late	Fragmented World 分断した世界	2.3°C (2.3°C)	遅延かつ分断	遅い／分断	低～中利用	大きい



*1 NGFS (2024a)より作成;

*2 2100年時点の温度上昇 (ピーク温度上昇)

長期シナリオ（第5版）に設定された7つのシナリオのナラティブ

- 第5版のナラティブは、第4版のものをそのまま引き継いでいるが、NDCsにおける各国の政策などが最新のものに更新されている。

長期シナリオ（第5版）のナラティブ*1

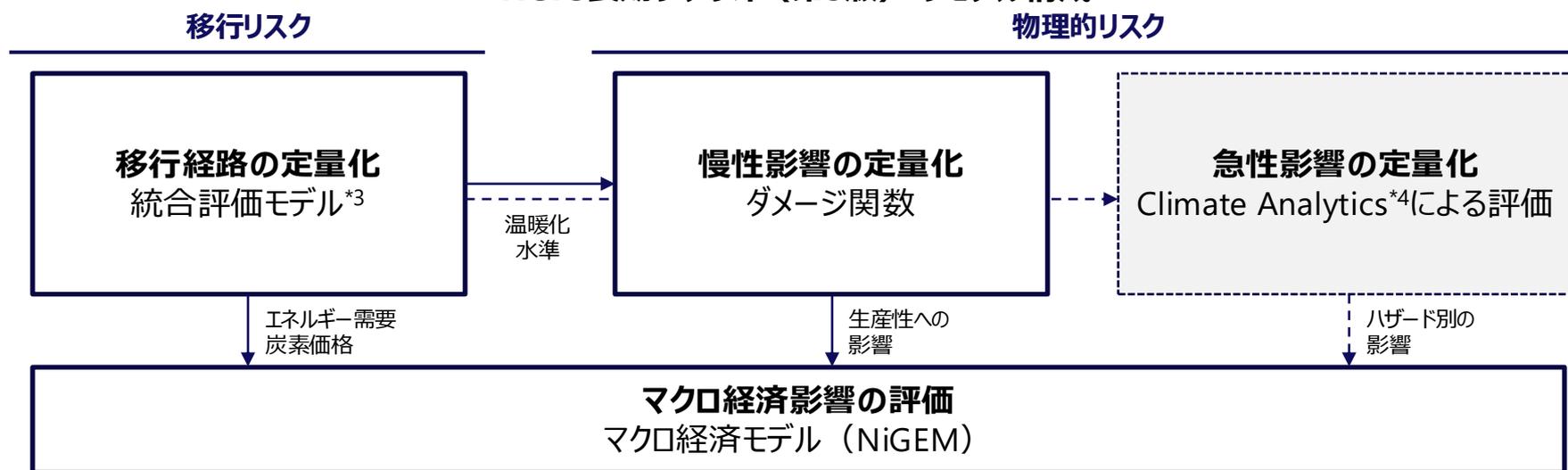
カテゴリ	シナリオ	ナラティブ
Orderly	Low Demand 需要の低下	顕著な行動変容によるエネルギー需要の低下と炭素価格（シャドウプライス）及び技術導入により、2050年に世界全体のCO ₂ 排出量ネットゼロに到達するまでの経済的システムへの圧力を緩和する。
	Net Zero 2050 2050年ネットゼロ	厳格な排出削減政策とイノベーションにより、地球温暖化を1.5°Cに抑制し、2050年に世界のCO ₂ 排出量をネットゼロにすることを目指す。米国、EU、英国、カナダ、豪州、日本などでは、CO ₂ 以外のすべての温室効果ガスについてもネットゼロを達成する。
	Below 2°C 2°C未満	排出削減政策の厳しさが徐々に増し、地球温暖化を2°Cに抑える可能性は67%。
Disorderly	Delayed Transition 移行遅延	2030年まで排出量が減少しない。温暖化を2°Cに抑えるには強力な政策が必要。CO ₂ 除去は限定的。
Hot house world	Nationally Determined Contributions (NDCs)	各国が約束した全ての政策*2（現時点では実行されていないものも含む）が実施されると想定。
	Current Policies 現行政策	現在実施されている政策のみが保持される想定。物理的リスクが高くなる。
Too-little too-late	Fragmented World 分断した世界	気候政策導入が遅れ、国家間で分断されることにより、物理的リスクと移行リスクの両方が高くなる。ネットゼロ目標を掲げる国では目標の80%しか達成されず、それ以外は現行政策に従う。

*1 NGFS (2024a)より作成; *2 2024年3月までにUNFCCCのウェブサイトに掲載されたもの

長期シナリオ（第5版）のモデル構成

- 長期シナリオ第5版では、異なる目的を持った複数のモデルを連結することにより、様々な気候関連リスクを定量的に評価する。
- 移行リスクの評価に係る統合評価モデル（IAM：Integrated Assessment Model）の結果は、温度上昇の水準を整合させることで、物理的リスクの評価に係るモデルと連結している。両者の結果をマクロ経済モデルに連結させることで、各シナリオ下で移行リスクの影響と物理的リスク（慢性）の影響を統合的に評価している*1。
- 本セクションでは、移行リスクに係る統合評価モデルとマクロ経済モデルの主要変数を検討し、物理的リスク（慢性）の影響は次セクションで検討する。

NGFS長期シナリオ（第5版）のモデル構成*2



*1 長期シナリオ第4版で試行的な位置付けとして導入された急性リスクの影響評価は、2024年5月にNGFSが公表した長期シナリオ第5版のデータセットには含まれていない。

*2 NGFS (2024a)を参考に電中研作成。

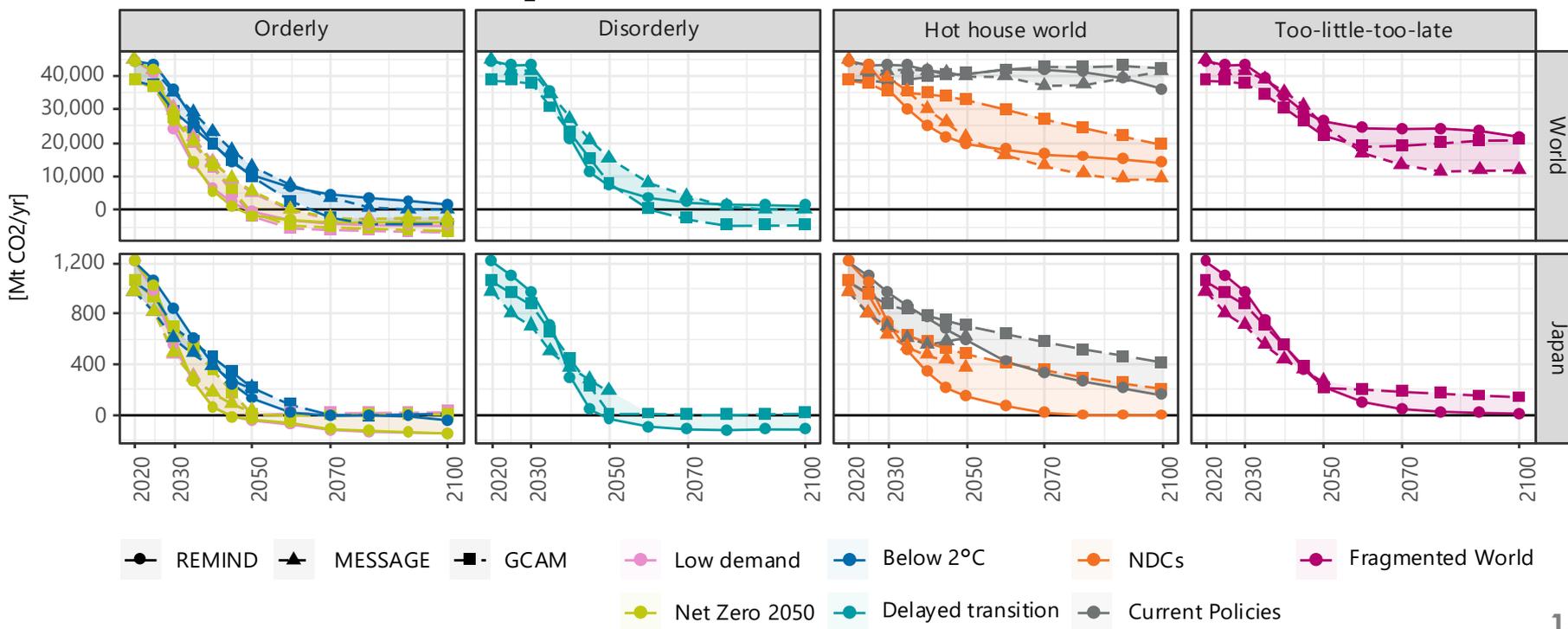
*3 NGFSシナリオでは、同一のナラティブを3種類の異なるIAM（REMIND-MAgPIE 3.2-4.6, MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12, GCAM 6.0 NGFS）によって定量化することにより、将来想定の不確実性の幅を示している。

*4 Climate Analyticsは非営利の研究機関であり、急性リスクを過去の災害統計と将来のモデリングによって推計した結果を公表している。加えて、慢性・急性リスク関連の40の指標をシナリオに沿って示すウェブアプリ（Climate Impact Explorer）を公開している（本報告書では割愛）。

統合評価モデル：CO₂排出量（世界全体・日本）

- シナリオの前提条件に設定された温度上昇の水準に合わせて、温室効果ガスの排出パスがIAMによって定量化される。主要な温室効果ガスであるCO₂の排出量は、エネルギー（化石燃料）の消費量と強く関連する、シナリオを特徴づける変数である。
- 排出削減シナリオ（Orderly及びDisorderly）では、世界全体・日本のいずれも、似たような傾向をとった。温度上昇幅が小さいシナリオ（Net Zero 2050、Low demand）では、CO₂排出量は、2050年前後にネットゼロとなる傾向が確認された。
- IAM間のばらつきは、排出削減シナリオ（Orderly及びDisorderly）では小さく、温暖化進行シナリオ（Hot house world）では大きい傾向があった。前者では、シナリオごとに設定される温暖化水準（累積のCO₂排出量）に整合するように排出経路が決定されるのに対し、後者ではその制約が弱いと考えられる。

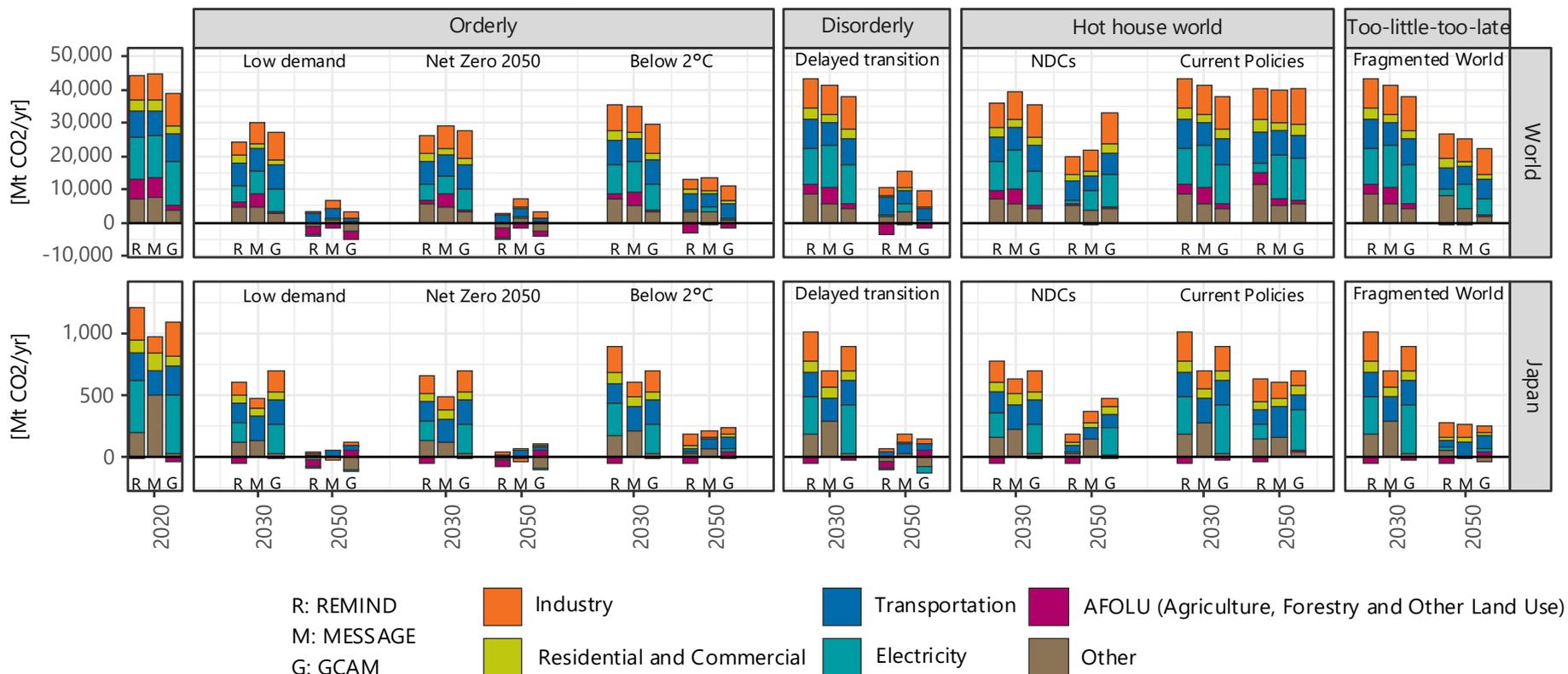
CO₂排出量（世界全体：上段、日本：下段）



統合評価モデル：部門別CO₂排出量（世界全体・日本）

- 全体の排出削減が同程度であっても、各部門の排出削減技術の導入費用や技術間の代替可能性など前提条件は、IAMやシナリオによって異なる。そのため、部門別の排出削減の程度も、IAMやシナリオによって異なる。
- 電力部門や民生部門は比較的排出削減が早く、2050年時点でネットゼロ排出を達成するシナリオ（Net Zero 2050など）では、排出量がほぼゼロとなる。一方、相対的に排出削減が難しい産業部門や運輸部門では、2050年時点でも残余排出があり、土地利用部門などでのマイナス排出が相殺することによって、全体でネットゼロ排出となっている。

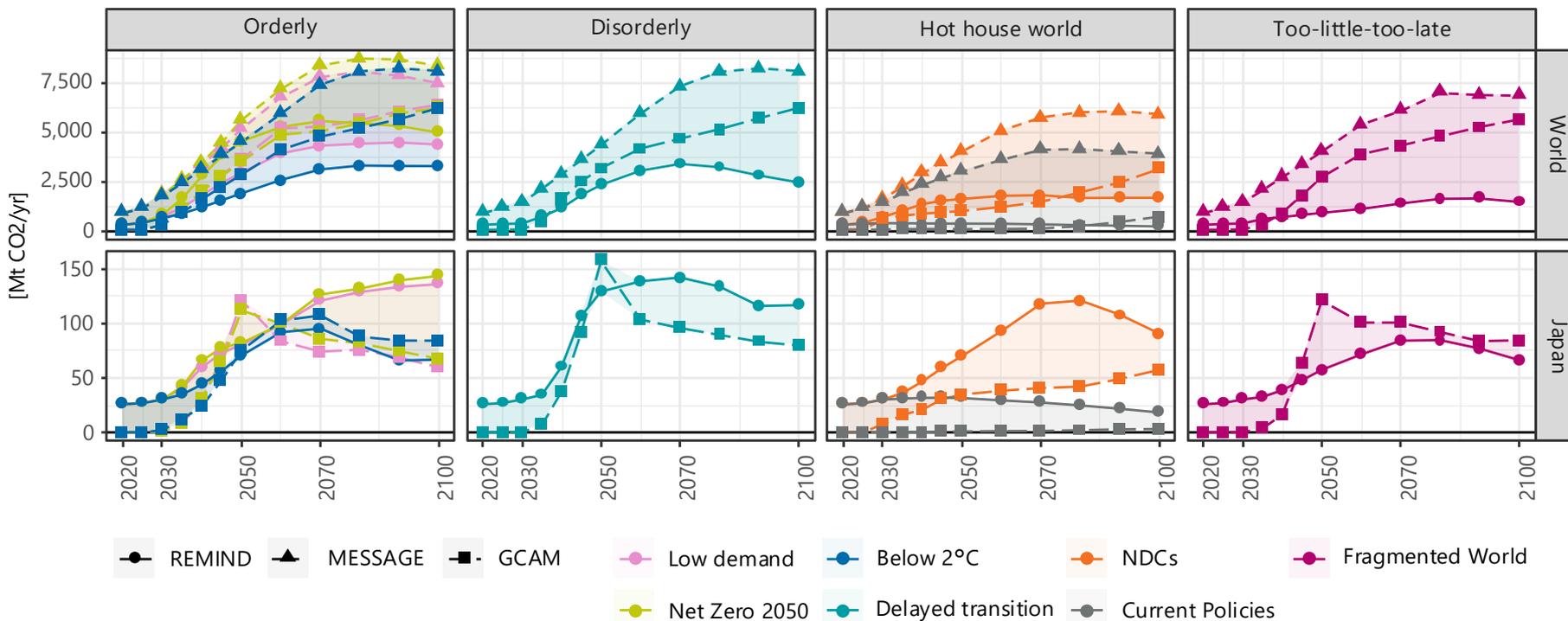
部門別CO₂排出量（世界全体：上段、日本：下段）



統合評価モデル：CO₂除去量（世界全体・日本）

- 全体で排出削減が進むシナリオでは、特定部門の残余排出を相殺するために、CO₂除去（CCS・植林等）が導入される。CO₂除去技術は導入費用が高く、排出削減が進むシナリオでは次頁で述べる将来の炭素価格（炭素の限界費用）の水準などにも関連する。
- CO₂除去技術の種類や導入費用、導入ポテンシャルの仮定はIAMやシナリオによって異なる。排出削減がより進むシナリオ（Net Zero 2050など）ほど今世紀後半にかけてCO₂除去の導入量が拡大する。
- CO₂除去の導入量はIAMによる差が大きく、世界全体では、MESSAGEが最も大きくREMINDが少ない傾向が見て取れる。

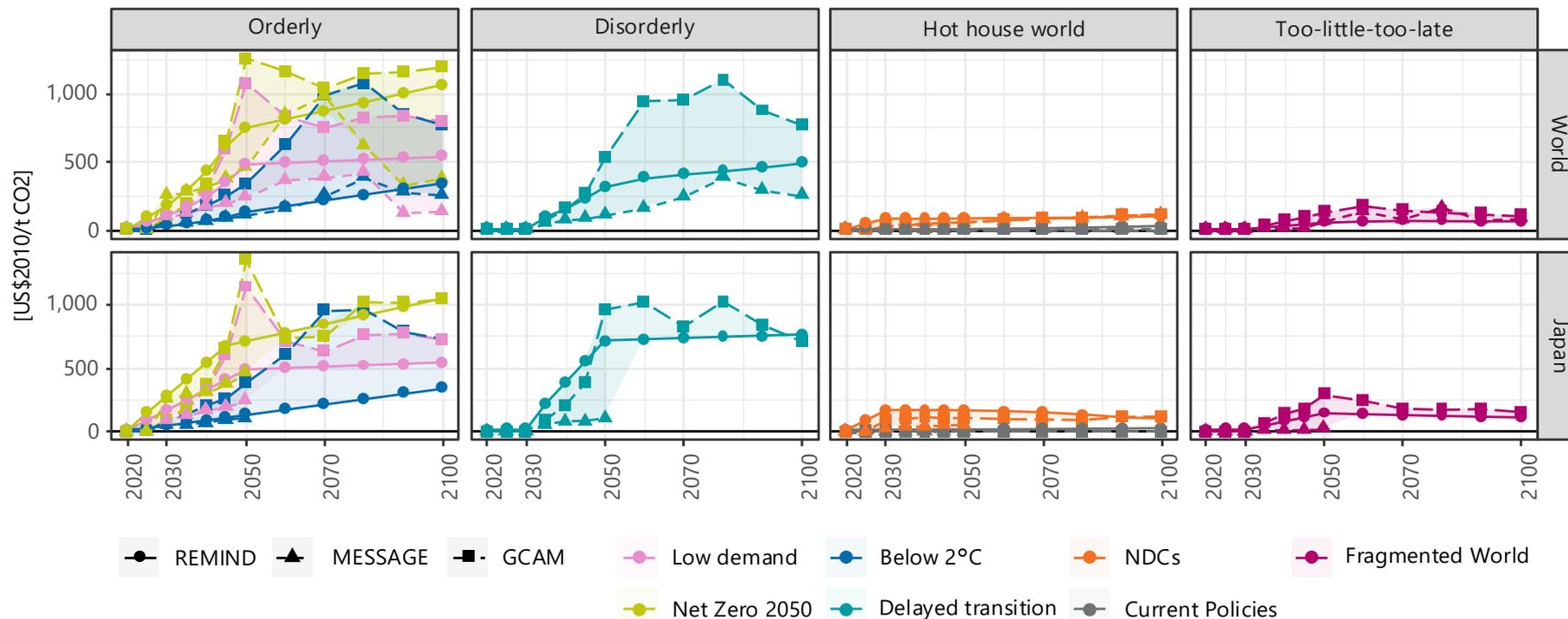
CO₂除去量（世界全体：上段、日本：下段）



統合評価モデル：炭素価格（炭素の限界費用、世界全体・日本）

- 炭素価格（炭素の限界費用）は、排出削減が進むシナリオほど（Net Zero 2050など）、2050年にかけて上昇するが、IAM間の差が大きい。
- IAMの炭素価格は、炭素の限界費用として事後的に算出される変数（一部のシナリオ／モデルでは、前提条件として外性的に与えられる）であり、モデル内の排出削減政策の強度を表す指標である。炭素税や排出権取引のように実際の温室効果ガス排出に対して賦課される価格とは異なるが、長期シナリオ後段のマクロ経済モデルでは、IAMが事後的に算出した炭素価格の水準をそのまま炭素税として取り扱っている。

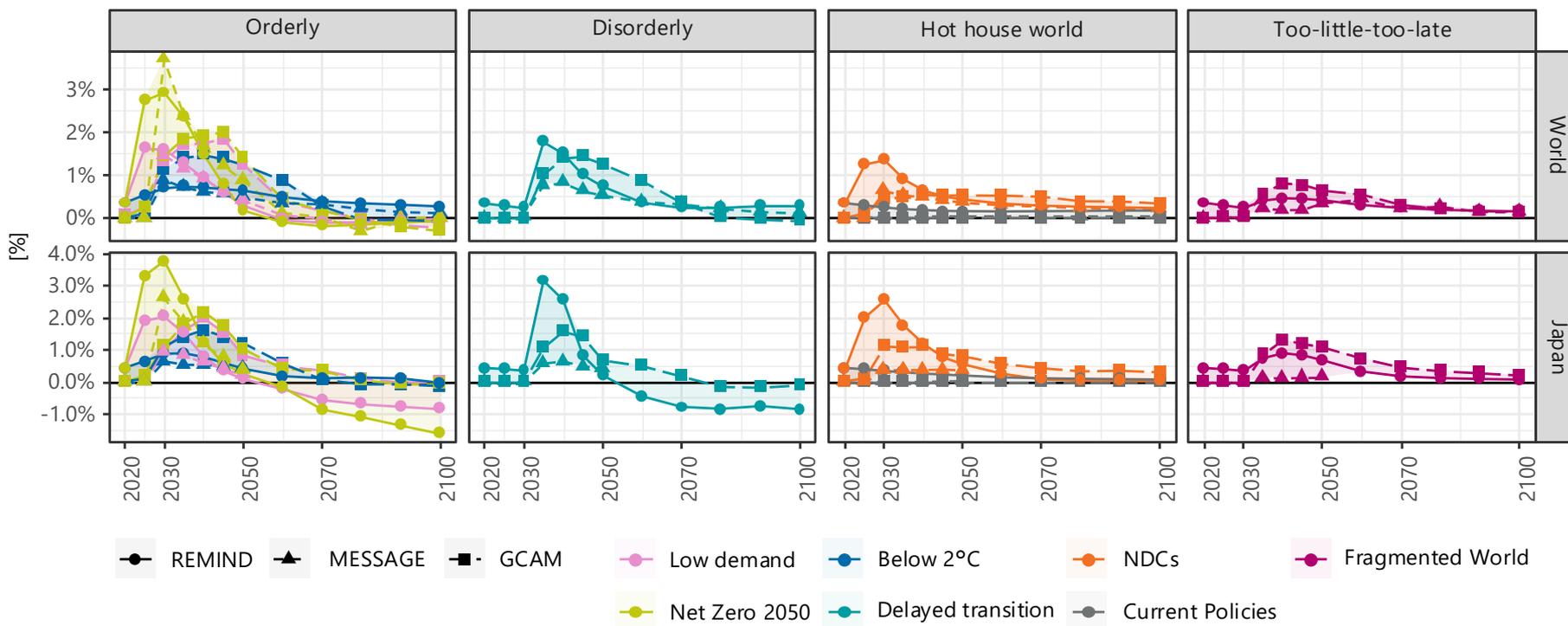
炭素価格（炭素の限界費用、世界全体：上段、日本：下段）



統合評価モデル：炭素価格（GDPに占める炭素価格の総額の割合）

- IAM内での排出削減政策の強度の指標である炭素価格の水準は、移行リスクの大きさを表す。
- 炭素価格は排出削減が進むシナリオでは、2050年ごろにかけて炭素価格が上昇するが、GDPに占める炭素価格の割合は2030~2040年ごろがピークになる。
- IAMが算出する炭素価格は、炭素税や排出量取引のような実際に賦課される価格とは異なるが、仮に同等の水準を実際の温室効果ガス排出に課税した場合、経済全体への影響は足元の方が大きく将来にかけて低下する。

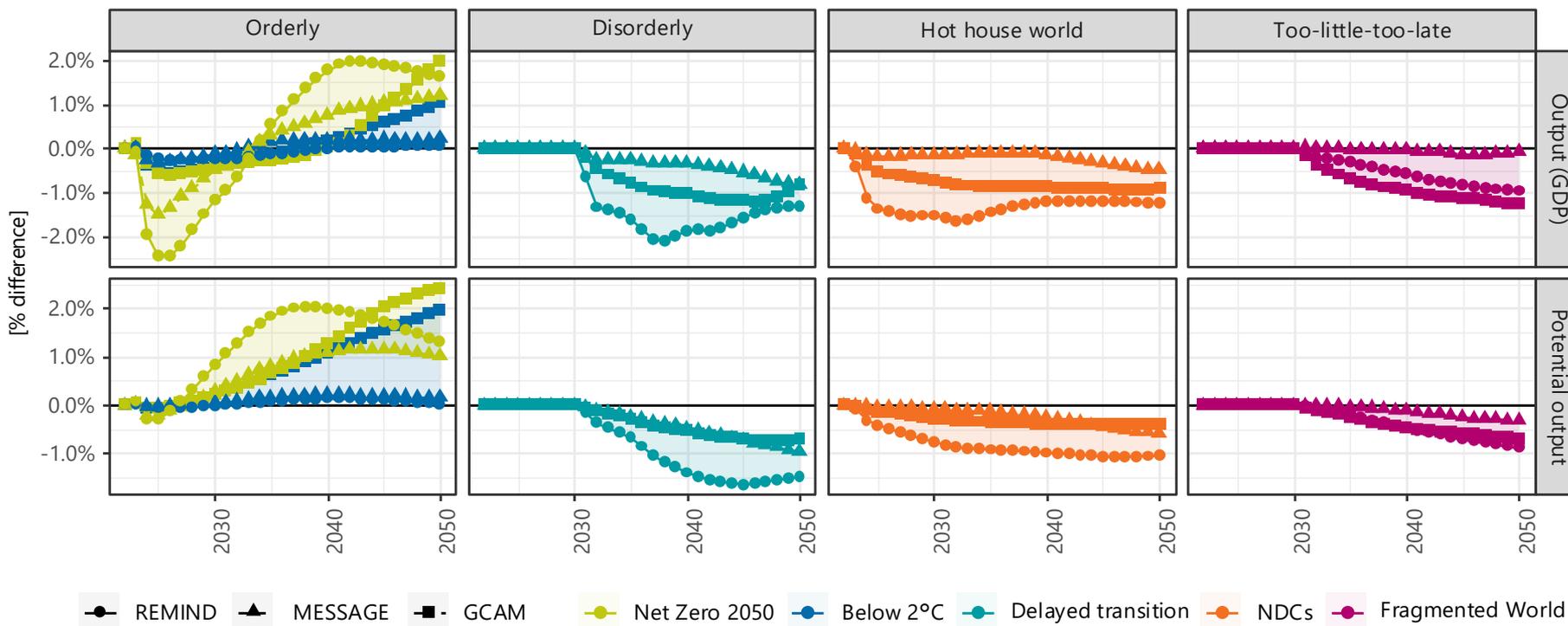
炭素価格（GDPに占める炭素価格の総額の割合、世界全体：上段、日本：下段）



マクロ経済モデル：GDP・潜在GDP（日本）

- マクロ経済モデルでは、IAMで算出された炭素価格の水準で排出量に対して課税を行うことで、GDPへの影響（移行リスク）が定量化される。
- 排出削減が進むシナリオでは、炭素価格が上昇し始めるタイミングでGDPが押し下げられる。その後、OrderlyシナリオではGDPが回復するが、それ以外ではベースラインを下回っている。
- 長期シナリオのマクロ経済モデルでは、Orderlyシナリオのみ、炭素税による政府収入が公共投資として還元されるため、資本の蓄積を通じて将来の潜在GDP→GDPを押し上げる効果がある*1。

GDP（上段）・潜在GDP（下段）（日本）

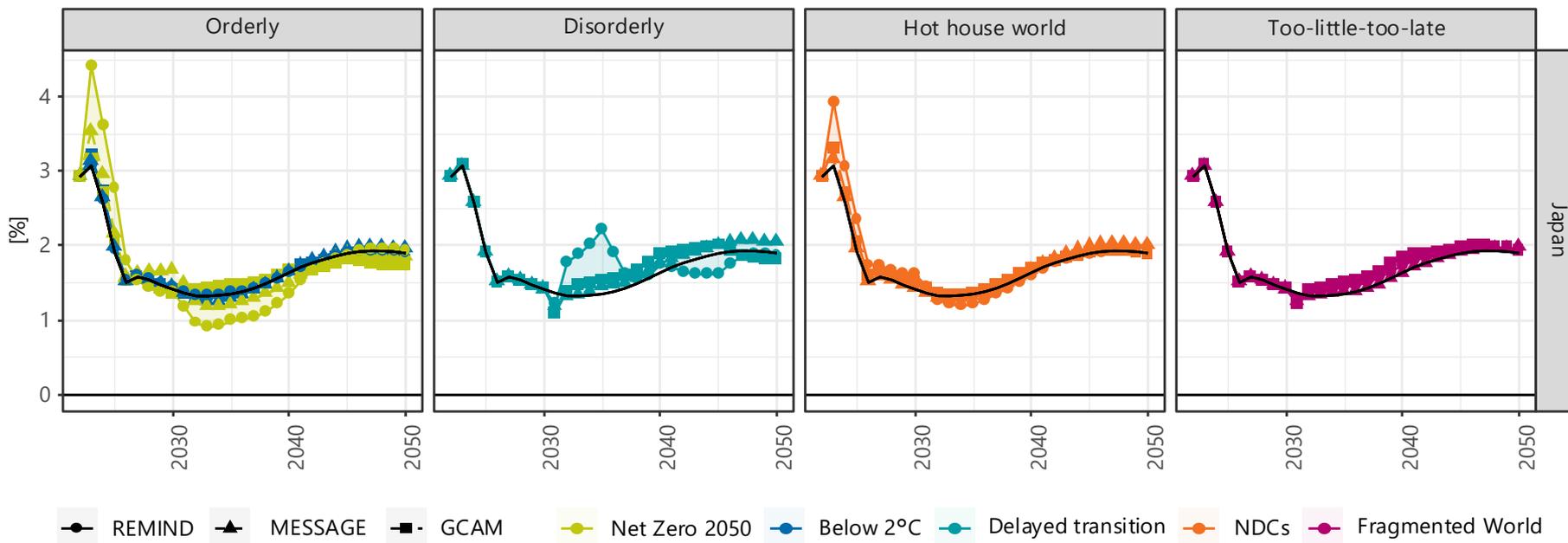


*1 Orderlyシナリオでは炭素税による政府収入の50%が政府投資、残り50%が政府債務の返済に充てられる。それ以外のシナリオでは、政府収入は全額、減税を通じて還元される（NGFS 2024a）。長期シナリオのナラティブには明記されていないものの、シナリオごとの前提条件の違いが中長期的な経済への影響に強く影響している点に留意が必要である。

マクロ経済モデル：インフレ率（日本）

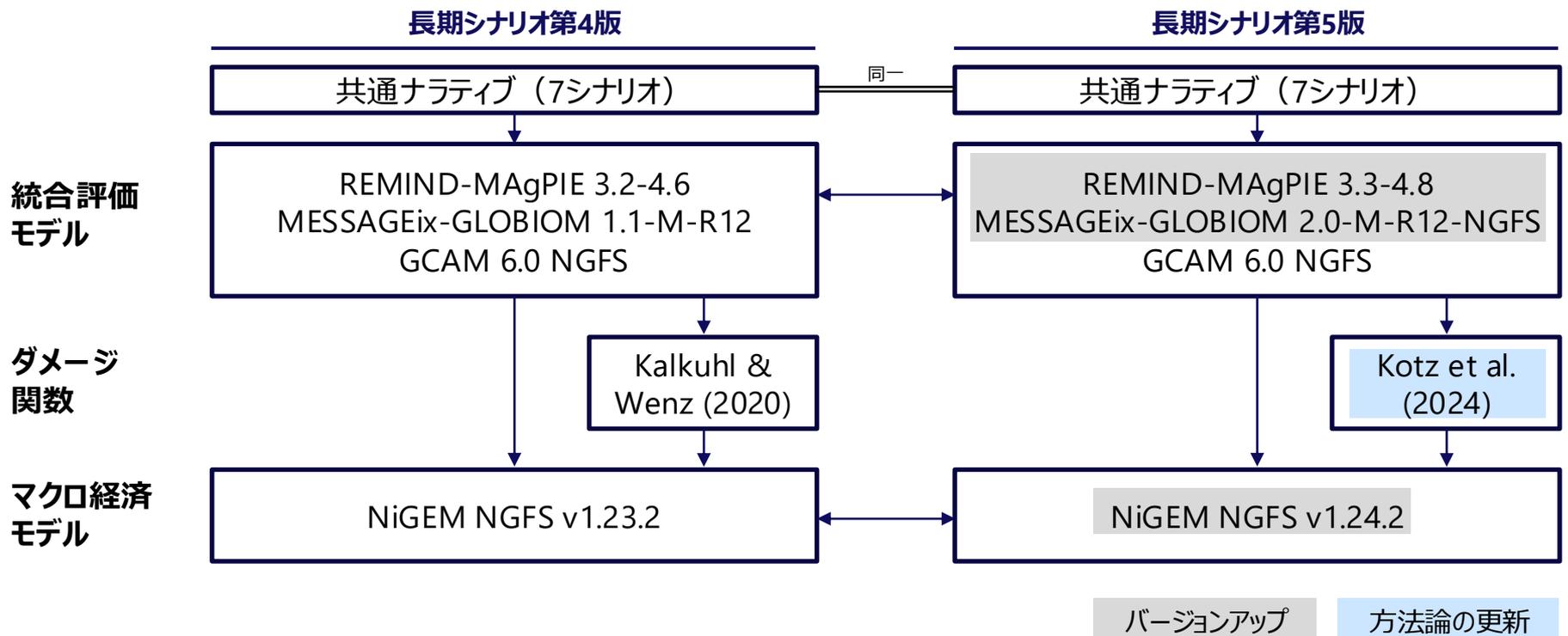
- 排出削減が進むシナリオではいずれも、炭素価格が上昇し始めるタイミングで一時的にインフレ率が上昇する。とりわけ、炭素価格の上昇ペースが早いNet Zero 2050では、ベースラインに対する上昇幅が1%前後となる。
- ただし、炭素価格上昇によるインフレ率の上昇は一時的であり、ピークから数年でベースライン近辺の水準に落ち着く。エネルギー価格上昇による需要減少などの影響が考えられる。

インフレ率（日本）



長期シナリオ第4版との比較

- 長期シナリオ第5版は、第4版の枠組や基本的な設定を引き継いでおり、両バージョンの変数は似たような傾向をとると期待される。
- ただし、統合評価モデルやマクロ経済モデルの改良や政策・技術の前提条件の更新、物理的リスク（慢性影響）の評価に用いるダメージ関数の変更、モデル・変数間の相互作用などの要因により、第4版との差の大きさや挙動の違いは変数によって異なる。



バージョン間類似度の検討

- NGFS長期シナリオには、「エネルギー需要」「温室効果ガス排出量」「投資」など、エネルギーシステムと経済を中心とした多くの変数が存在するため、全ての変数についてバージョン間の類似度を検討することは難しい。
- 本調査では、「各時点での変数の類似度」「時系列での変数の傾向の類似度」を表す2つの指標を用いて、下右図のように両バージョン間の変数の類似度を定義した。
- 変数が多い長期シナリオについては、主な変数のカテゴリごとに類似度の傾向を概観した。その上で、長期シナリオの統合評価モデルとマクロ経済モデルを特徴づける主要変数に着目し、両バージョン間の類似度を詳細に検討した。

両バージョン間の類似度を検討する際に用いた指標

各時点 t での 変数の類似度

NRMSD
[正規化二乗平均
平方根偏差]

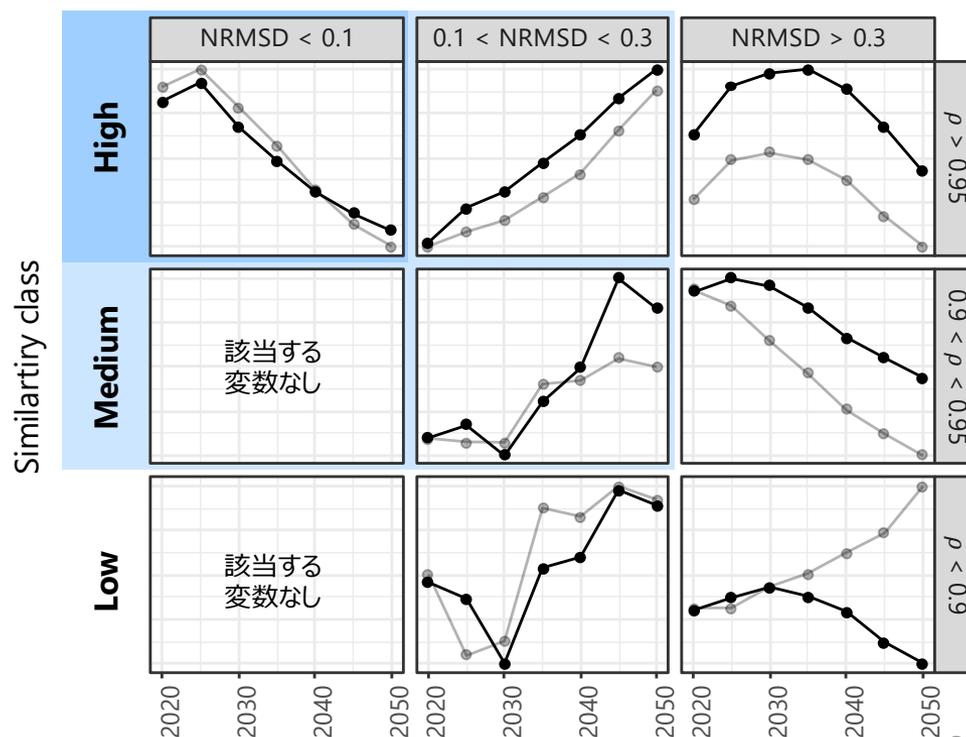
$$NRMSD = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_t (x_t - y_t)^2}}{(\max(X, Y) - \min(X, Y))}$$

時系列での 変数の傾向の 類似度

ρ [相関係数]

$$\rho = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)}$$

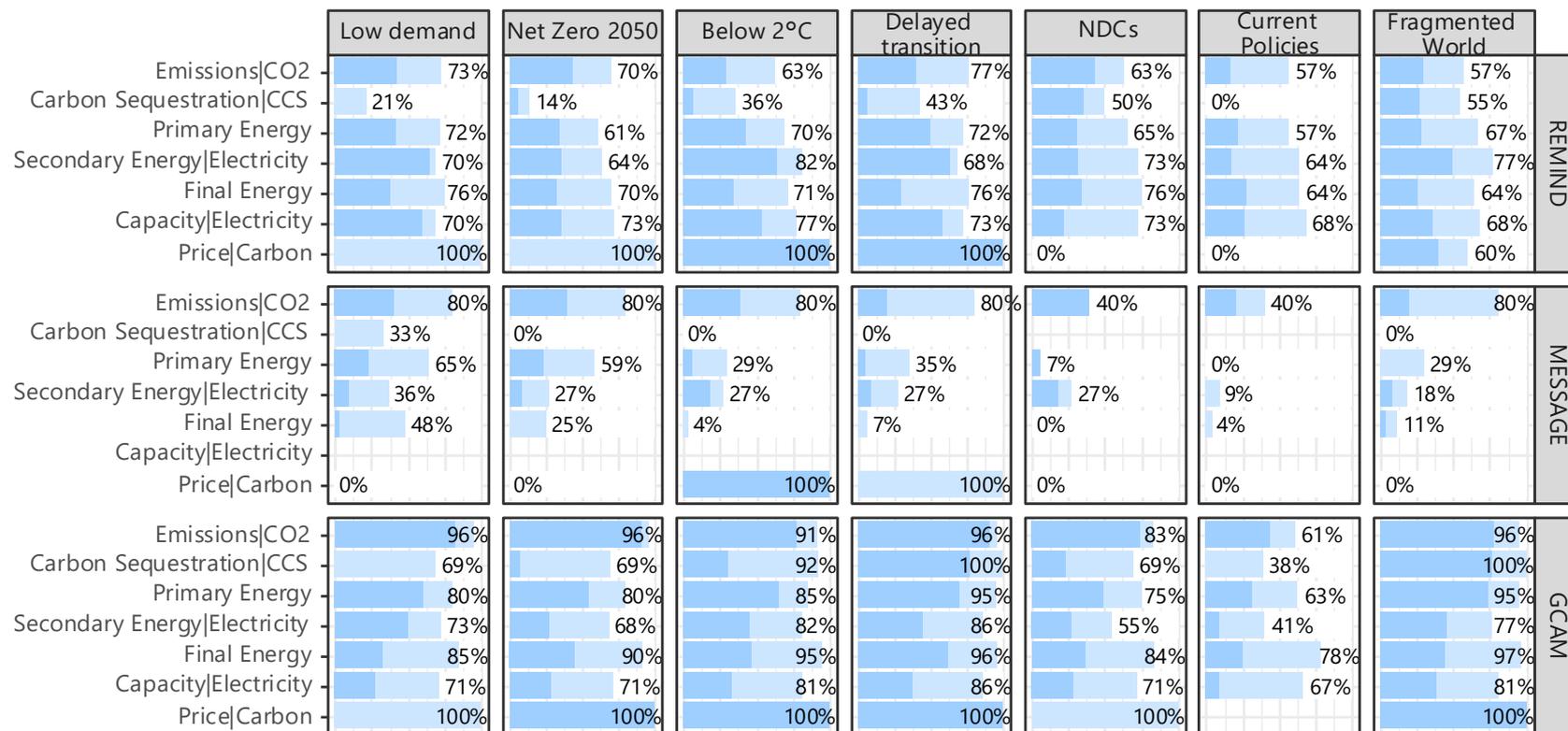
バージョン間の類似度と典型的な変数の傾向



統合評価モデル：全体的な傾向（日本）

- 統合評価モデル間では、GCAMで第4版と第5版の類似度が最も高く、MESSAGEで最も低かった。両バージョン間でGCAMは同一のバージョン（GCAM 6.0 NGFS）を使用しているが、他2つはバージョンアップやNGFSシナリオに合わせた改良が反映されたものと考えられる。
- 排出削減シナリオ（Net Zero 2050など）のほうが、温暖化シナリオ（Current Policiesなど）よりも両バージョン間の類似度が高い傾向がある。前者ではGHG排出量や炭素価格などが前提条件として与えられているのに対し、後者ではそれらの条件が存在しないためであると考えられる。

統合評価モデルの主要変数カテゴリごとの第5版と第4版の類似度の分布（日本）

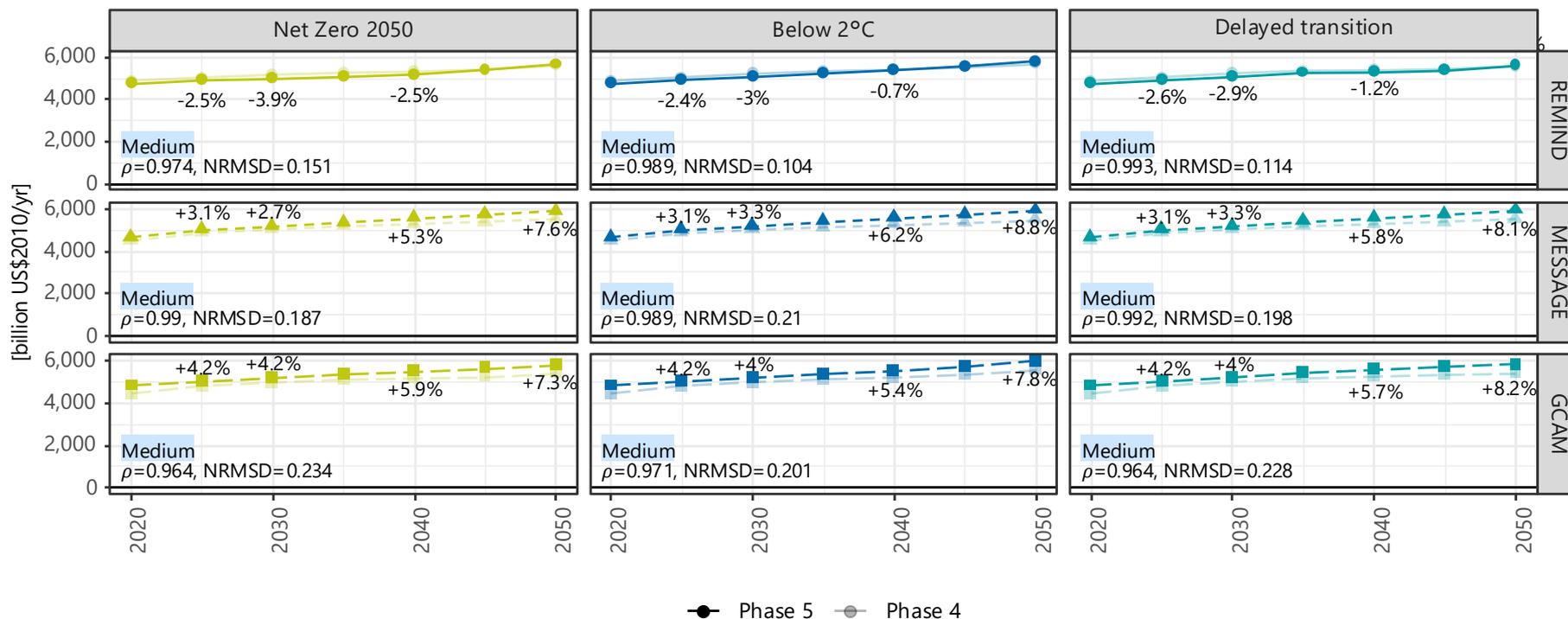


Similarity class: High Medium Low

統合評価モデル：GDP（日本）

- IAMでは、まず外生的に全てのシナリオで共通のGDP（ベースライン、SSP2*1）が与えられる。その上で、各IAMにおいて、シナリオごとに調整されたGDP（エネルギー移行のコストなどを反映）が出力される。
- REMINDでは第4版から第5版にかけてGDPがやや下方修正された一方、MESSAGEとGCAMでは上方修正、2050年時点の値がほぼ同じ水準となっている。

GDP（第5版と第4版の比較*2、日本）



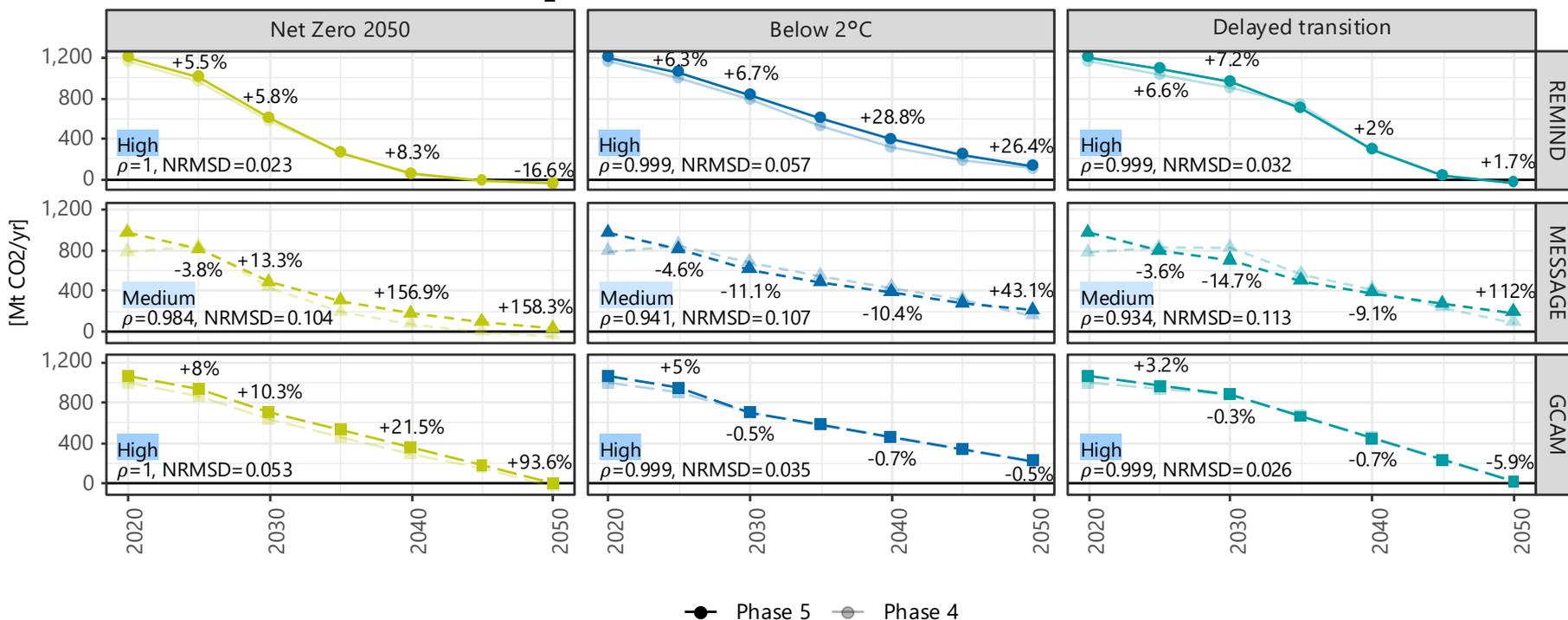
*1 長期シナリオ第5版では2024年2月に更新された最新のSSP2 (Version 3.0)を参照している（NGFS 2024a）。

*2 図中の数値は第4版→第5版の変化率（%、次頁以降も同じ）

統合評価モデル：CO₂排出量（日本）

- 日本のCO₂排出量は、両バージョンでほぼ同じ傾向をとった。
- ただし、足元の2020年・2025年では、第4版から第5版にかけて、すべてのIAMで排出量がやや増加する傾向が認められた。排出量の実績が排出削減シナリオで想定されるよりも減っていないため、シナリオの排出経路もそれを踏まえたものに更新されていると考えられる。

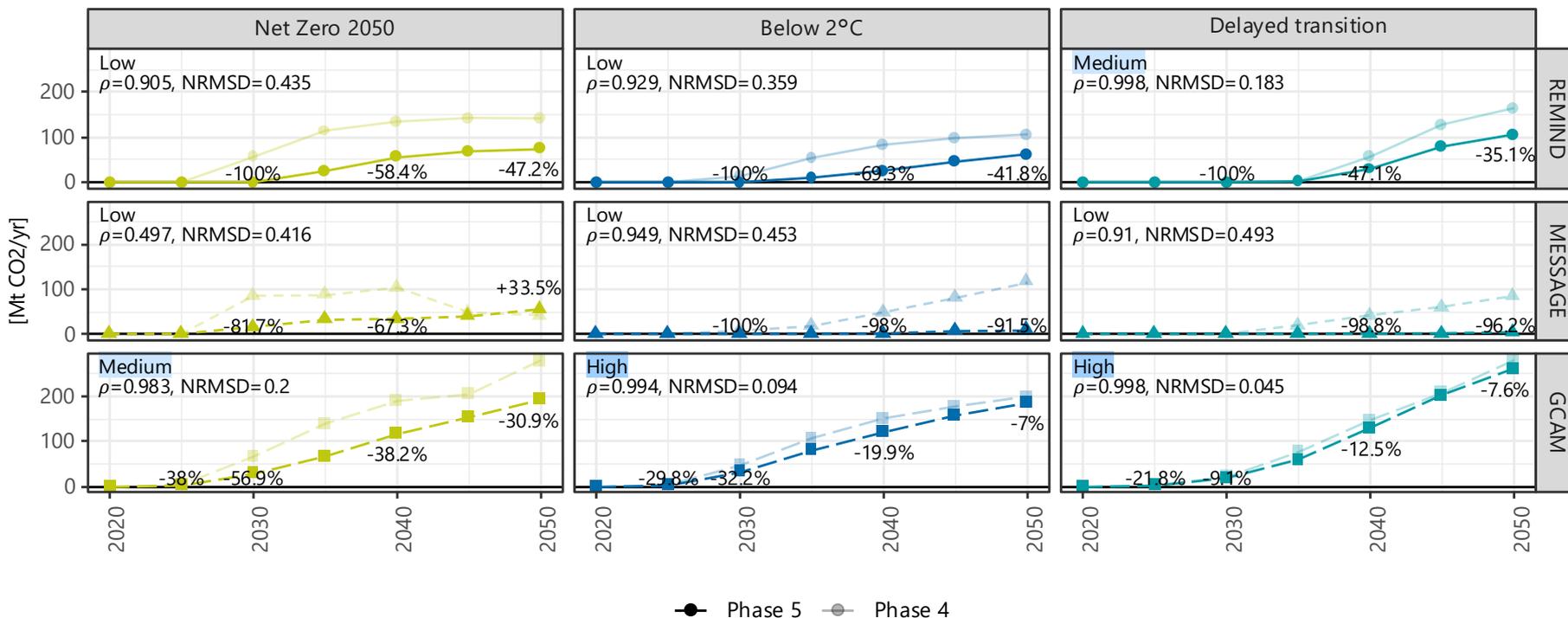
CO₂排出量（第5版と第4版の比較、日本）



統合評価モデル：CCS技術によるCO₂除去量（日本）

- CCS技術によるCO₂除去量は、いずれのIAMでも第4版から第5版にかけて有意な減少が認められた。
- 現状ではCCSの商用設備はわずかであり、将来の導入量や貯留可能量を踏まえた導入ポテンシャルを巡って様々な見解がある。シナリオ第5版では、将来のCCSのコストや導入ポテンシャルに関する想定が従来よりも保守的になっていると考えられる。

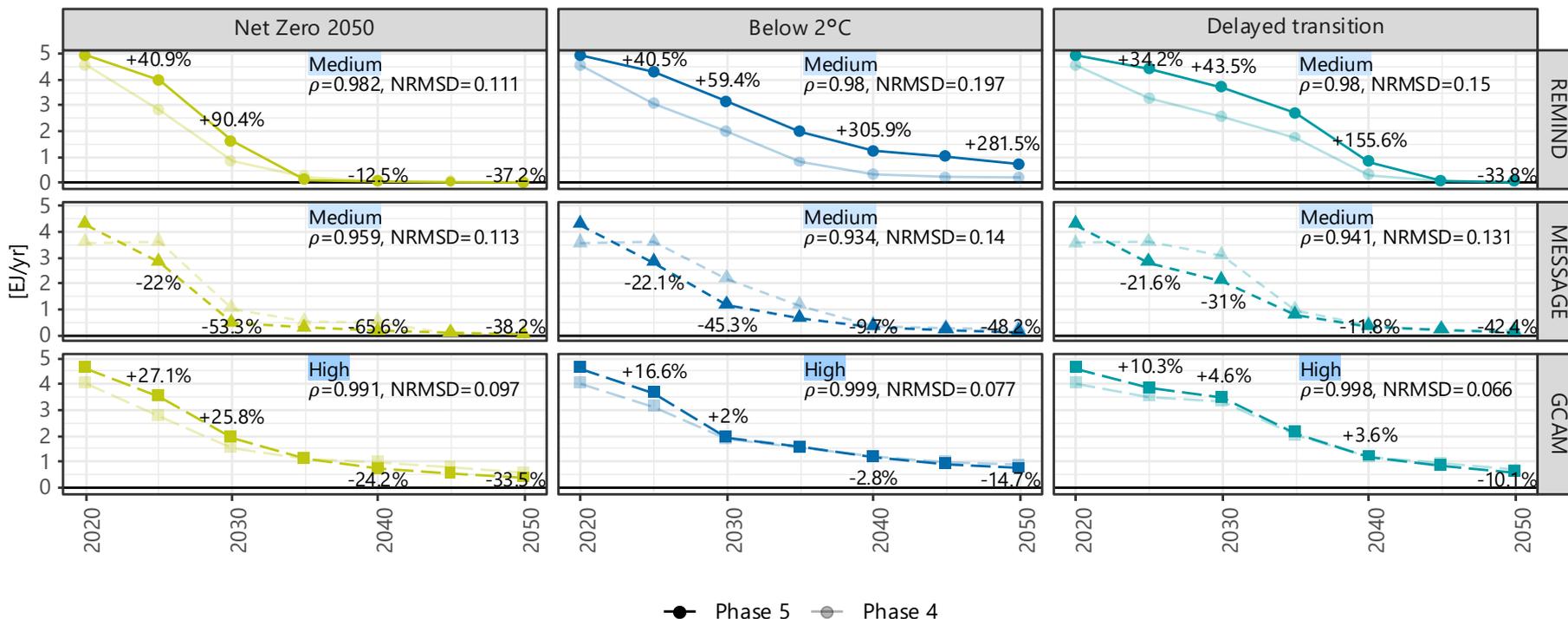
CCS除去量（第5版と第4版の比較、日本）



統合評価モデル：一次エネルギー供給、石炭（日本）

- 一次エネルギー供給のうち石炭は、REMINDとGCAMで大きく増加し、MESSAGEでは減少した*1。
- 日本のCO₂排出量（P.24）が第4版から第5版にかけてやや増加した背景の一つには、石炭の需要増加があると考えられる。

一次エネルギー（石炭）供給量（第5版と第4版の比較、日本）

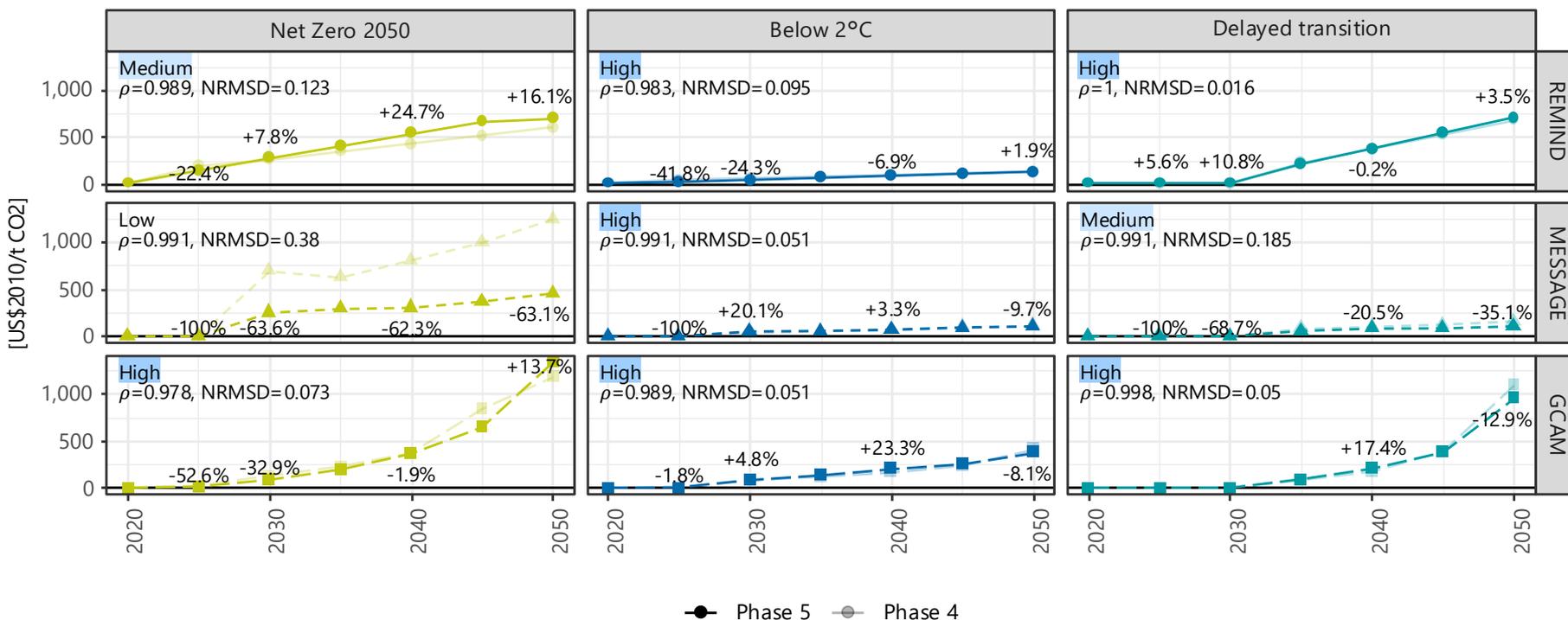


*1 MESSAGEの日本の変数はIAMで計算されたものではなく、世界全体の計算結果からのダウンスケールである点に留意が必要（NGFS 2024a）。

統合評価モデル：炭素価格（日本）

- 第4版から第5版にかけて炭素価格は、REMINDでやや増加する傾向が認められた。第5版では、第4版と比較して、足元の排出量が増加しただけでなく、将来のCO₂排出削減も遅れる傾向が認められた。温度上昇目標との整合性を担保するため、排出削減政策の強度を反映した炭素価格も上昇した可能性が考えられる。
- MESSAGEでは、第4版から第5版にかけて、Net Zero 2050の炭素価格が大幅に下方修正された。第4版までは、理由は定かではないが、MESSAGEの炭素価格は極端に大きな値をとることがあった。第5版では、MESSAGEの前提条件や計算が見直された可能性が考えられる。

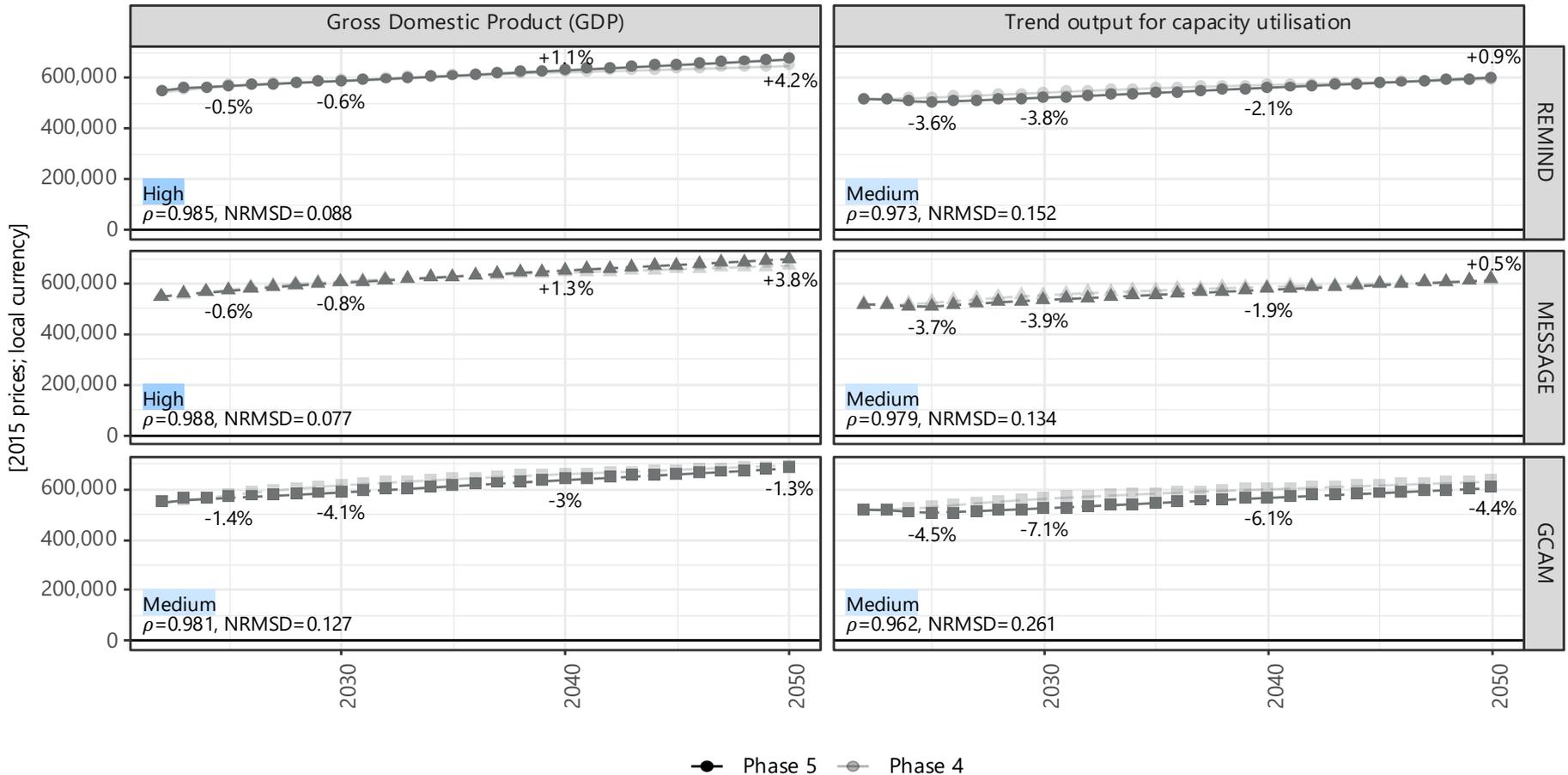
炭素価格（第5版と第4版の比較、日本）



マクロ経済モデル：ベースラインGDP・潜在GDP（日本）

- シナリオ第4版から第5版にかけて、GDP・潜在GDPは足元ではわずかに下方修正された*1。

ベースラインGDP・潜在GDP（第5版と第4版の比較、日本）

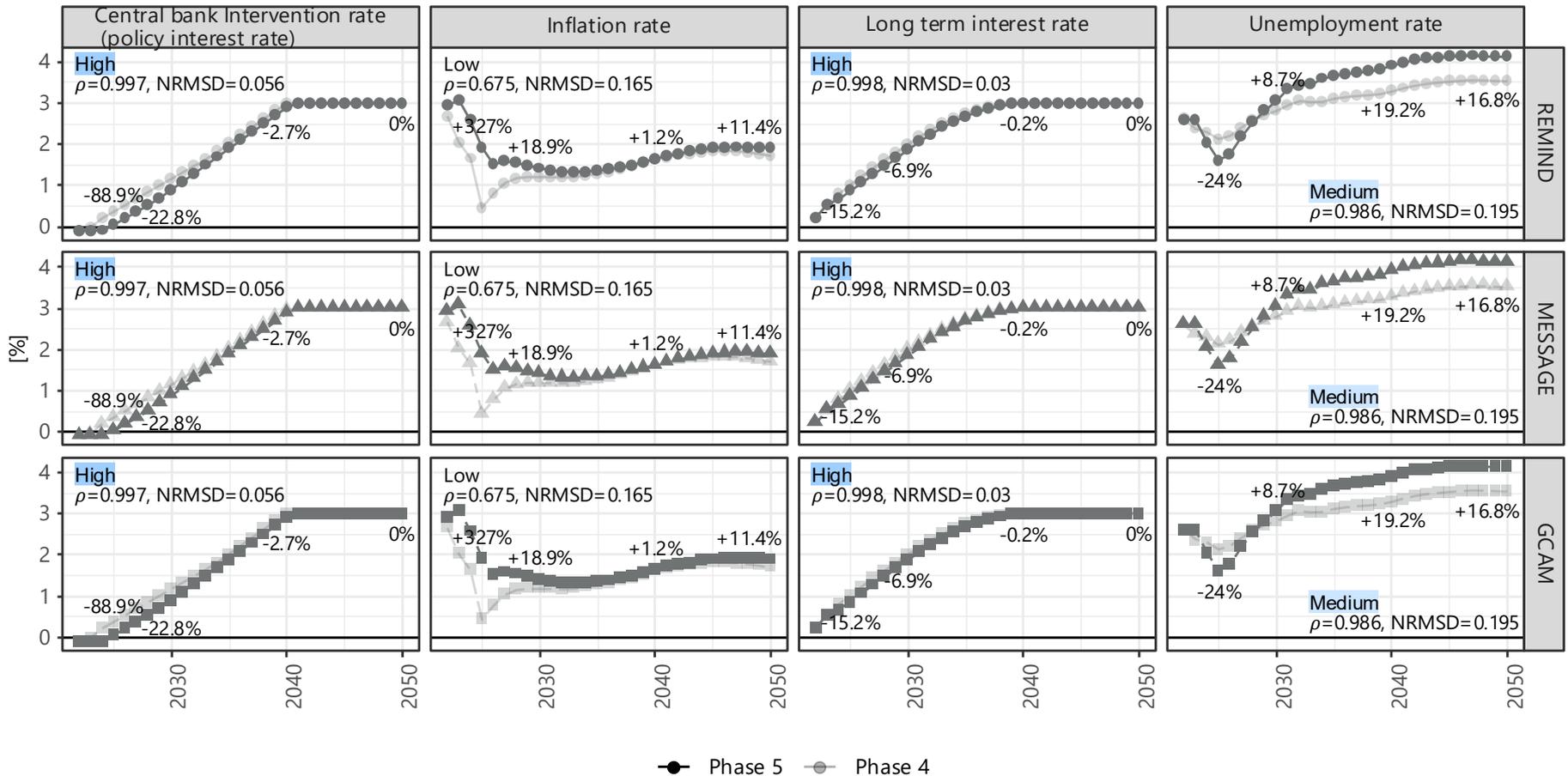


*1 長期シナリオ第5版では2024年2月に更新された最新のSSP2 (Version 3.0)を参照している（NGFS 2024a）。

マクロ経済モデル：ベースライン金利・雇用（日本）

- 主要な金融変数に大きな違いはないが、インフレ率・失業率は、足元の実績値を踏まえて値が更新されている。失業率は、将来にかけて第4版よりも第5版の方が高い。

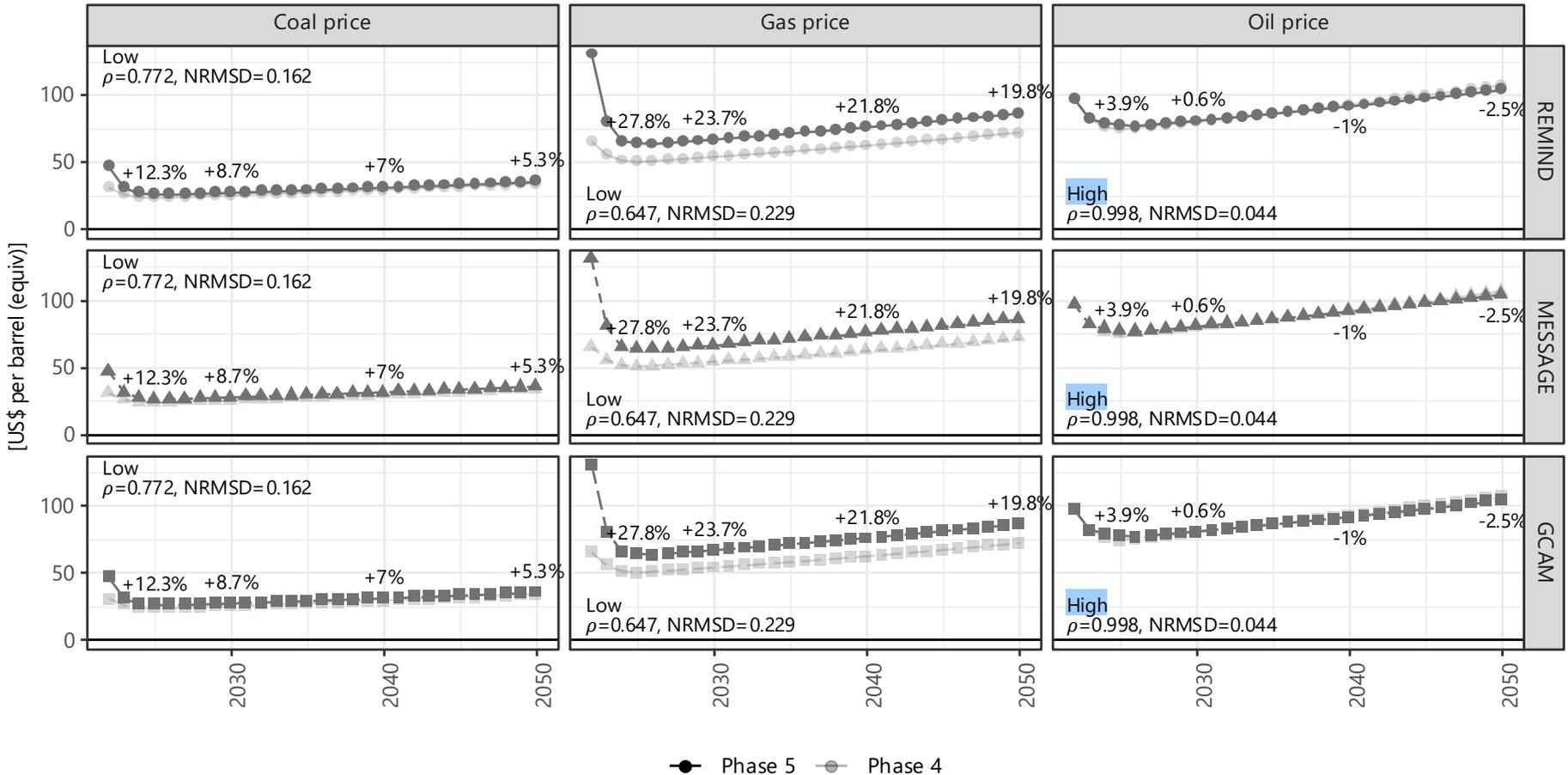
ベースライン金融・雇用（第5版と第4版の比較、日本）



マクロ経済モデル：ベースライン燃料価格（日本）

- シナリオ第4版から第5版にかけて、天然ガスの価格が上昇。ベースラインにウクライナ危機による天然ガス価格急騰が織り込まれたためと考えられる。

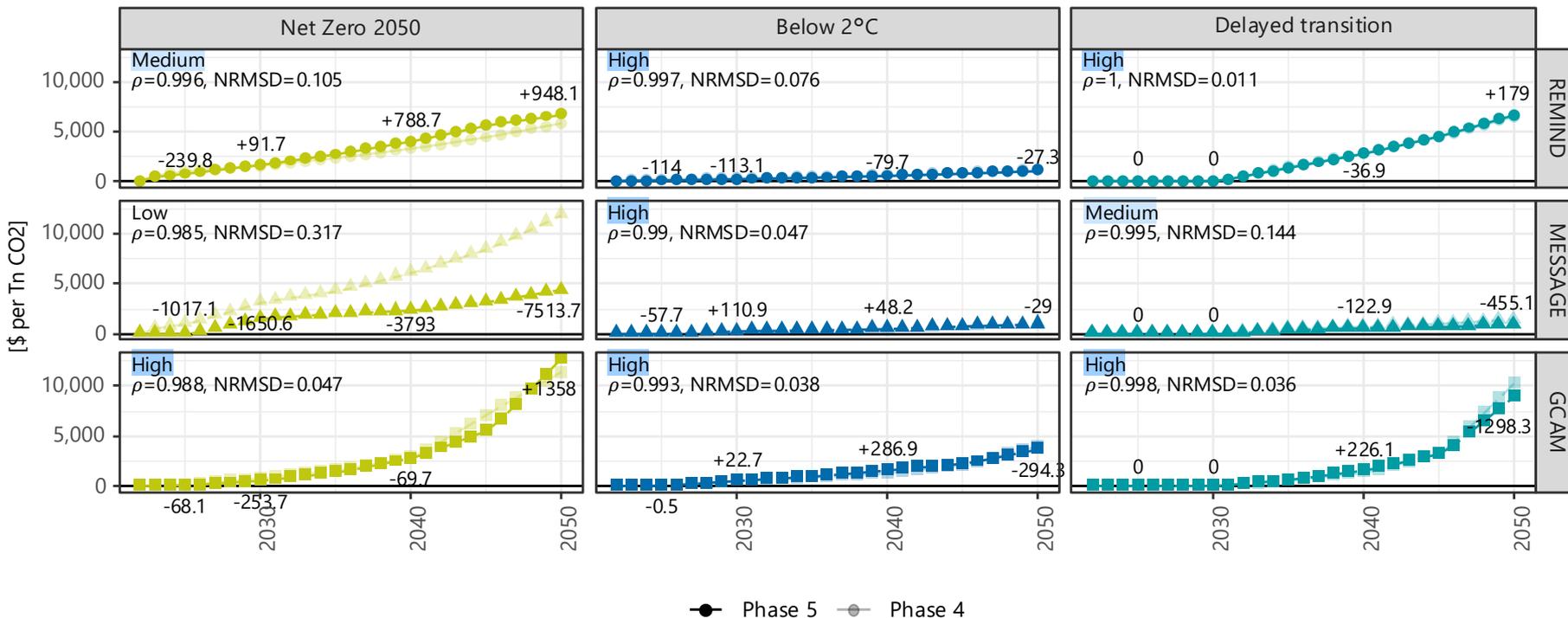
ベースライン燃料価格（第5版と第4版の比較、日本）



マクロ経済モデル：炭素価格（日本）

- NiGEMでは、統合評価モデルの炭素価格（炭素の限界費用）をショックとして受け取るため、マクロ経済モデルで温室効果ガス排出に賦課される炭素価格の水準は、統合評価モデルと同じ傾向をとる。
- 第4版から第5版にかけて炭素価格は、REMINDではやや増加した。MESSAGEでは、特にNet Zero 2050で、第4版の炭素価格の水準が大幅に下方修正された。

炭素価格（第5版と第4版の比較、日本、ベースライン差分*1）

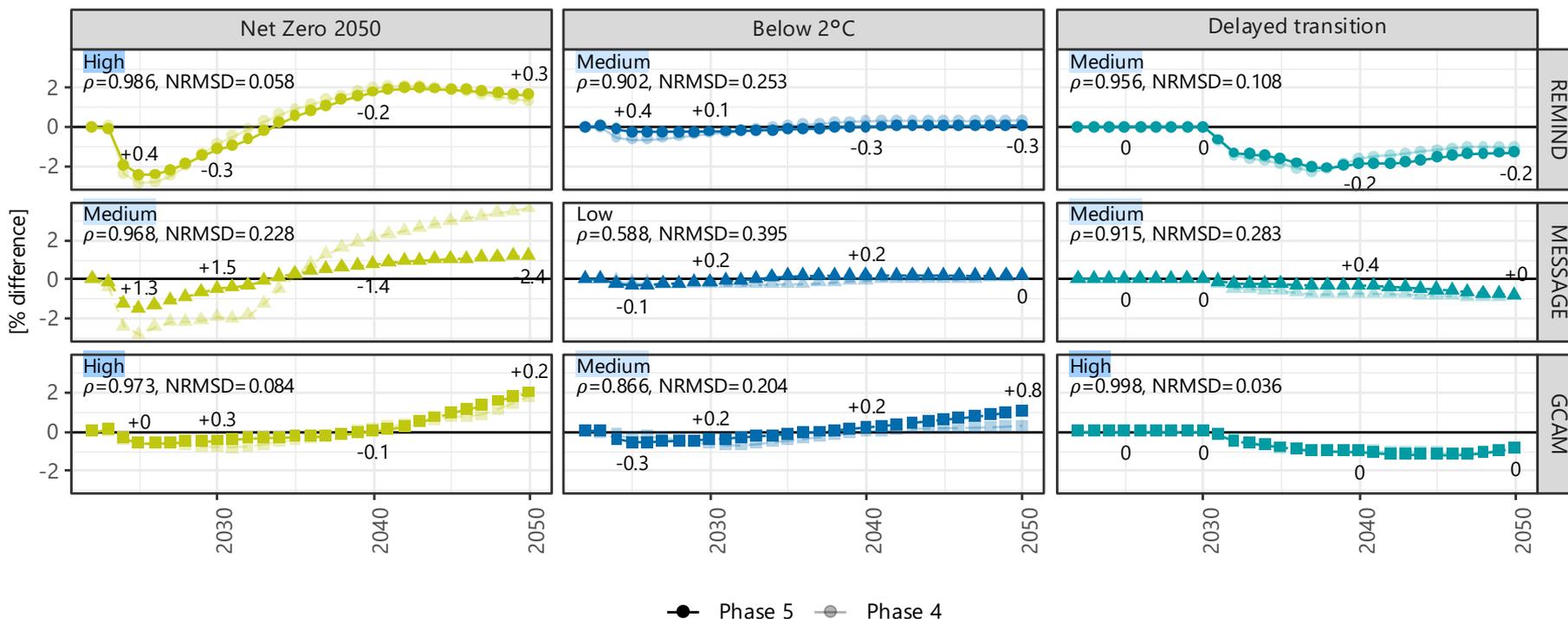


*1 マクロ経済モデルでは、炭素価格は「ベースライン差分」として提供され、ベースラインは0である。

マクロ経済モデル：GDP（日本、ベースライン比）

- REMINDでは第4版から第5版にかけて、REMINDで中長期の炭素価格の上昇が認められたが、GDPへの影響は限定的であった。一方、MESSAGEでは、特にNet Zero 2050シナリオにおける炭素価格の下方修正により、第4版から第5版にかけて、GDPへの影響が軽減された。
- 長期シナリオのマクロ経済モデルでは、シナリオによって炭素価格による政府収入の取扱いが異なる。Net Zero 2050とBelow 2°Cでは、炭素価格収入を政府投資として還元するため^{*1}、足元の炭素価格ショックによってGDPが押し下げられても、中長期的にはGDPへの影響はプラスに転じる。

GDP（第5版と第4版の比較、日本、ベースライン比）

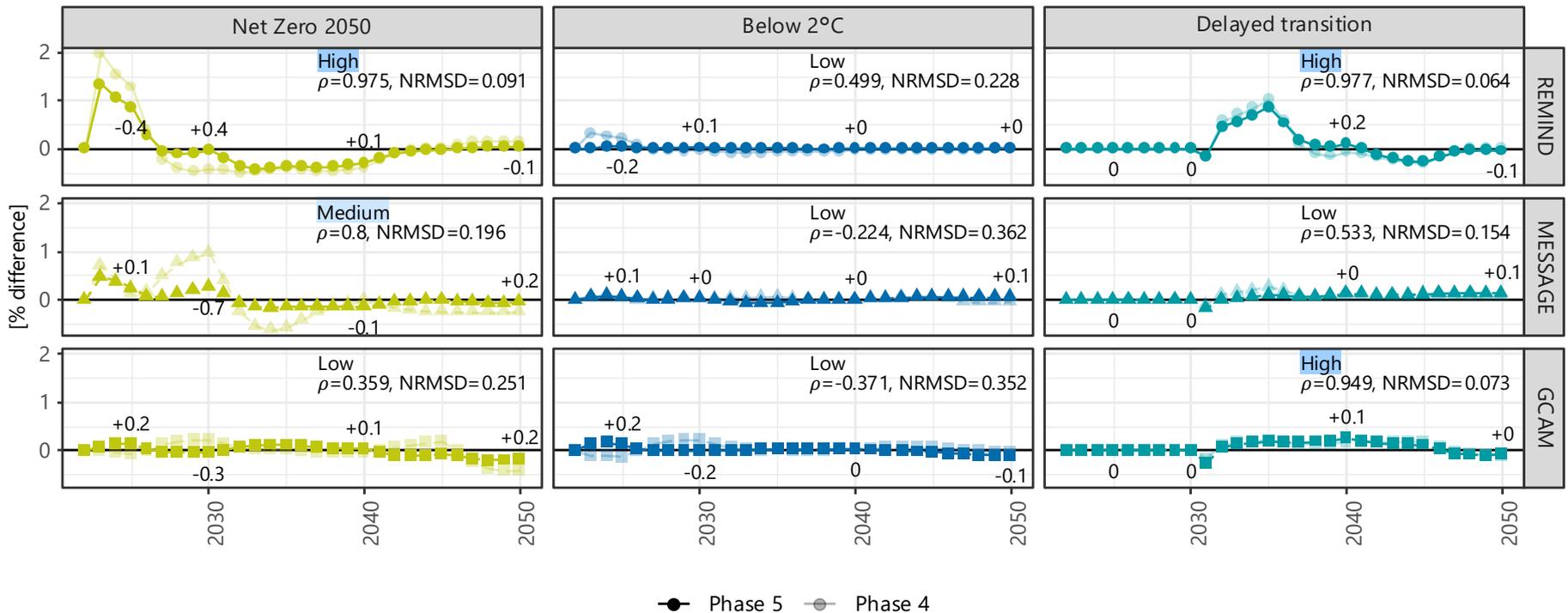


^{*1} Net Zero 2050とBelow 2°Cが含まれるOrderlyシナリオでは、炭素税による政府収入の50%が政府投資、残り50%が政府債務の返済に充てられる。それ以外のシナリオでは、政府収入は全額、減税を通じて還元される（NGFS 2024a）。

マクロ経済モデル：インフレ率（日本、ベースライン比）

- REMINDでは、第5版から第4版にかけて足元の炭素価格の水準が低下したことから、インフレ率への影響も低下した。MESSAGEでは、第4版で見られた極端な炭素価格の水準が修正されたことから、インフレ率への影響は低下した。
- 特にREMINDでは、中長期の炭素価格が増加するが、インフレ率への影響はほぼ確認されなかった。移行シナリオでは社会全体の脱炭素が進むため、炭素価格の水準によらず影響は限定的なものにとどまると考えられる。

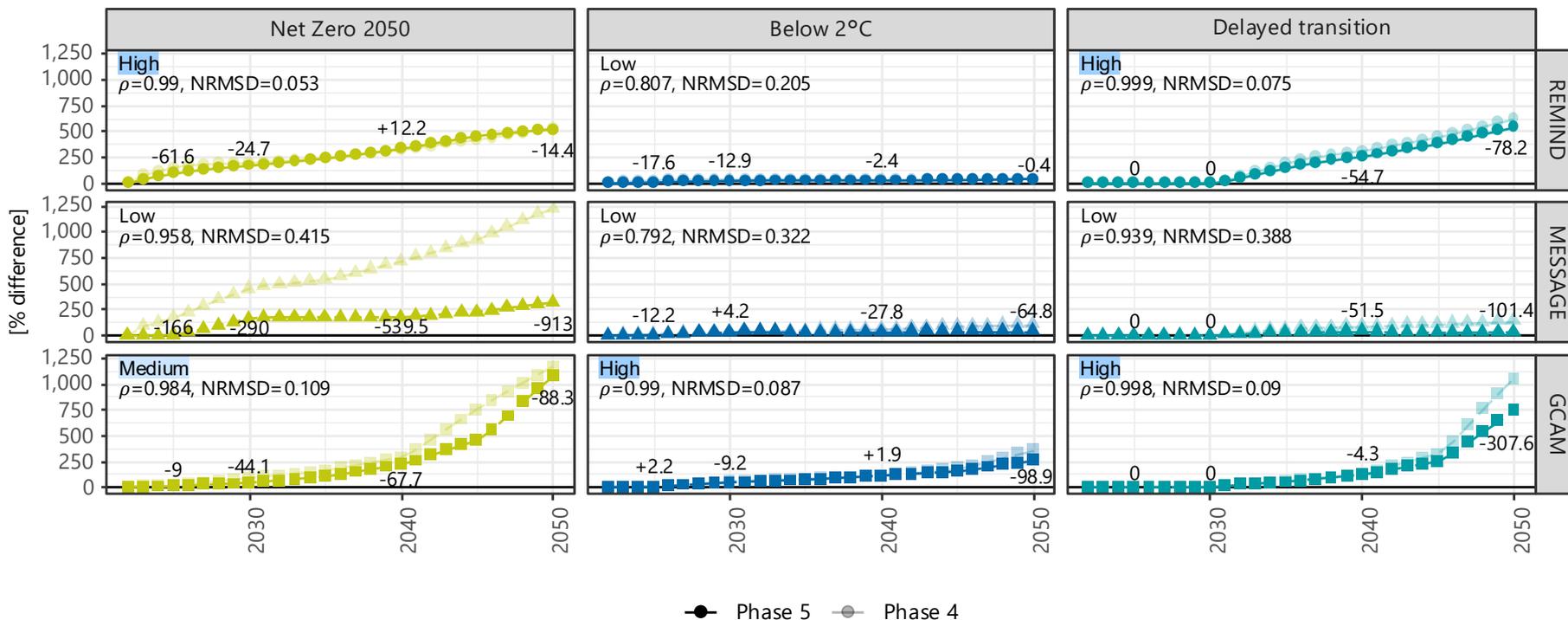
インフレ率（第5版と第4版の比較、日本、ベースライン比）



マクロ経済モデル：ガス価格（日本、ベースライン比）

- マクロ経済モデルの国別の燃料価格は、世界全体の需給バランスで決まる輸入価格と炭素価格の両方によって決まる。
- REMINDでは、第4版と第5版の値はほぼ同じであった。Net Zero 2050シナリオでは、炭素価格の上昇が、中長期的なガスの需要減による輸入価格の低下によって相殺されていると推察された。これは、第4版と第5版で炭素価格の水準はほぼ変わらないGCAMで、第5版のほうがガス価格が低いことから言える。
- MESSAGEでは、第4版から第5版にかけて炭素価格の水準が修正されたことで、ガス価格も大幅に低下した。

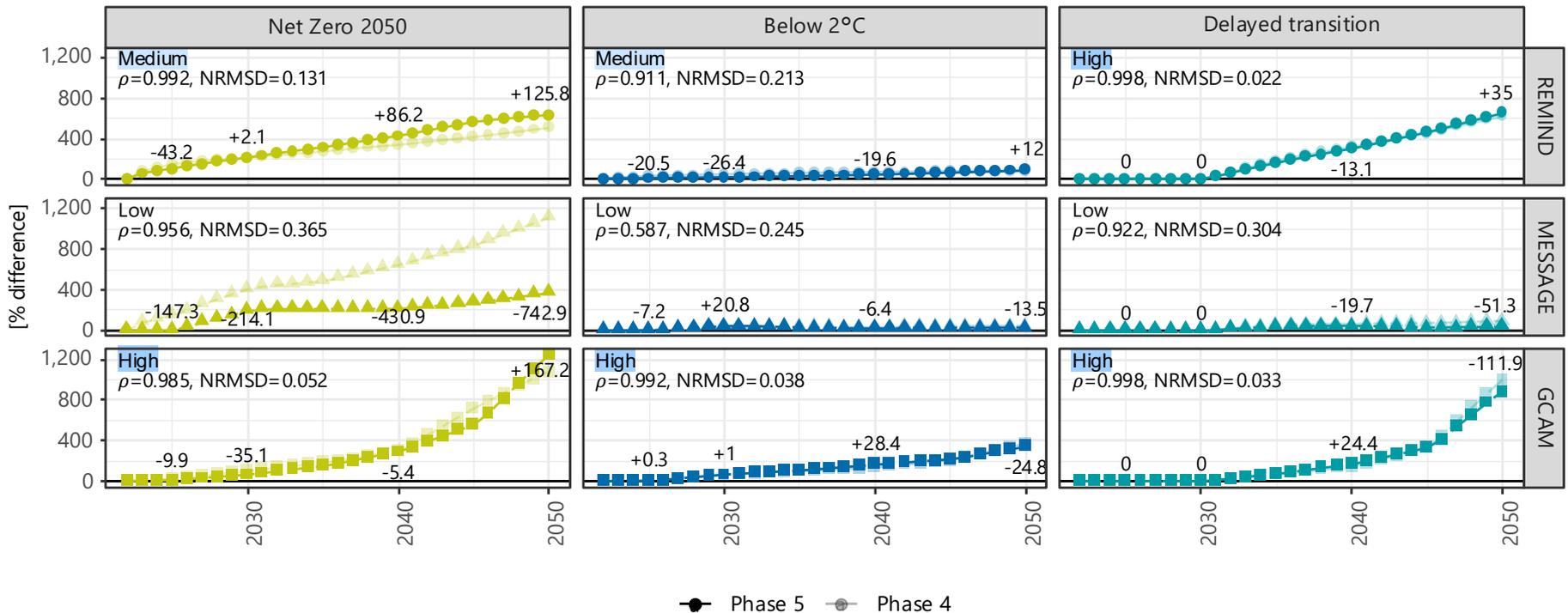
ガス価格（第5版と第4版の比較、日本、ベースライン比）



マクロ経済モデル：石油価格（日本、ベースライン比）

- REMINDでは、第4版から第5版にかけて石油価格がわずかに上昇した。石油価格の上昇幅は炭素価格の上昇幅よりも小さいことから、ガスと同様に石油についても、世界全体で中長期的な需要減による価格の低下が炭素価格上昇の影響を相殺していると考えられた。
- MESSAGEとGCAMでは、ガス価格と同様の傾向をとった。

石油価格（第5版と第4版の比較、日本、ベースライン比）



長期シナリオ第5版の特徴と第4版との比較総括（統合評価モデル）

- 長期シナリオ第5版は、第4版の構成・前提条件を引き継いでおり、両者の主要変数の多くは似たような値をとる傾向にある。
- ただし、第4版から第5版にかけて、一部技術やエネルギー需要等の前提条件の見直し等による影響が一部の変数で確認された。特に、REMINDでは、第5版では第4版と比較して炭素価格の上昇が認められた。REMINDでは、**中長期的な移行リスクの程度が増加した**ものと言える。

長期シナリオ第5版と第4版の比較（統合評価モデル）

前提条件	<ul style="list-style-type: none">• 第5版の構成・前提条件は、第4版と共通• 外性的に与えられるGDPの経路は、両バージョンでほぼ同一
CO ₂ 排出量／除去量	<ul style="list-style-type: none">• 世界全体のCO₂排出量は、両バージョンでほぼ同一• シナリオの前提条件で設定される温暖化水準は、両バージョンで共通であるため、CO₂排出量もほぼ同一となる• シナリオ第5版では、第4版と比較してCO₂除去量が減少
エネルギー需給	<ul style="list-style-type: none">• シナリオ第5版では、一次エネルギーのうち、石炭の需要が増加
炭素価格	<ul style="list-style-type: none">• シナリオ第5版では、REMINDで炭素価格の水準が増加、MESSAGEで大幅に低下した• REMINDでは、足元の排出削減の遅れを反映したものと考えられ、排出削減シナリオにおける中長期的な移行リスクの程度が増加したものと言える• MESSAGEでは、シナリオ第4版における極端な炭素価格の水準が修正されたものと思われる

長期シナリオ第5版の特徴と第4版との比較総括（マクロ経済モデル）

- マクロ経済モデルでも、第4版と第5版の主要変数の多くは似たような値となる傾向がある。
- 第5版では第4版と比較して炭素価格の水準が上昇したが、主要なマクロ経済変数への影響は比較的小さかった。**社会全体の脱炭素の進展やエネルギー需要の低下により、炭素価格の影響が相殺されている**ためと考えられる。
- ただし、2050年時点でも排出が残る部門では、将来にわたって高い水準の炭素価格の影響を受ける点に留意が必要である。**経済全体への影響は第4版と第5版でほぼ変わらないが、特定の排出削減困難部門への影響の集中度合いは第5版の方が高い**と考えられる。

長期シナリオ第5版と第4版の比較（マクロ経済モデル）

ベースラインシナリオ	<ul style="list-style-type: none">多くの変数は両バージョンで共通だが、一部変数では、足元のデータを反映したことによる違いも認められる。
炭素価格	<ul style="list-style-type: none">統合評価モデルの炭素価格の水準に合わせて、シナリオ第5版では炭素価格の水準が増加した。
GDP／インフレ率	<ul style="list-style-type: none">炭素価格の増加に対して、GDPやインフレ率の変化の幅は小さかった。足元では、炭素価格の水準が低下したことにより、GDP・インフレ率への影響は第5版のほうが小さかった。中長期のGDP・インフレ率への影響は第5版のほうがやや大きい傾向があるが、変化の幅は小さかった。
エネルギー価格	<ul style="list-style-type: none">炭素価格の増加に対して、ガス・石油価格の変化の幅は小さかった。エネルギー価格を決める要因の一つである輸入価格（世界全体の需給などを反映）が低下したことで、炭素価格影響が相殺されたためと考えられる。

2. 長期シナリオ第5版の解説、 及び活用方法の提案

2.1 統合評価モデルとマクロ経済変数

▶ 2.2 物理的リスク（慢性）の影響評価

2.3 長期シナリオの活用方法

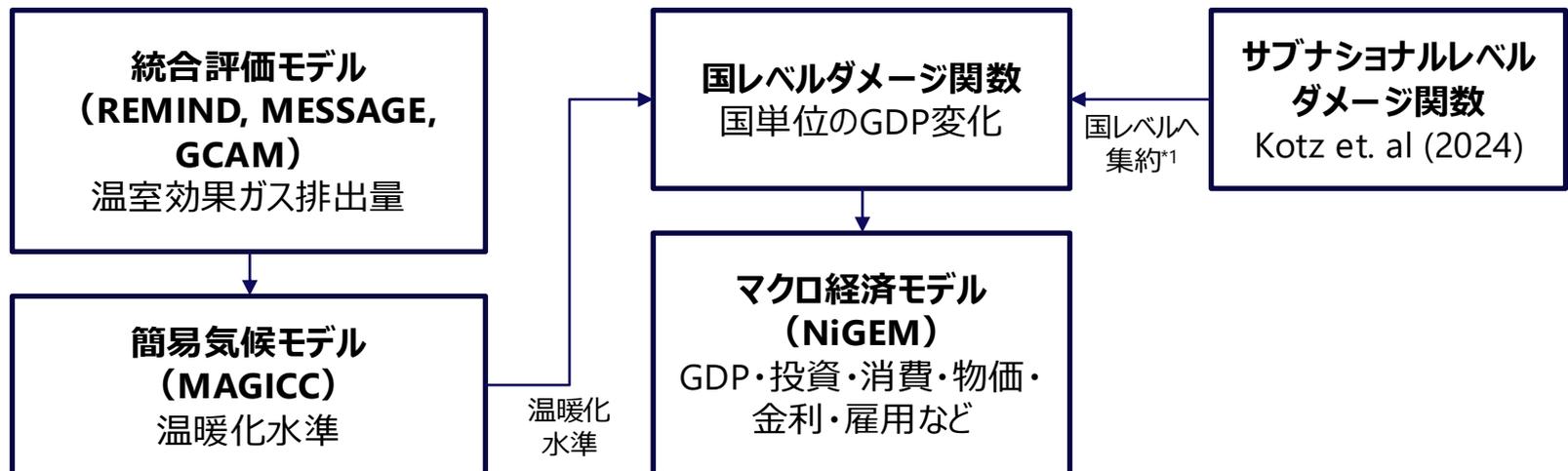
NGFS長期シナリオにおける物理的リスク（慢性）の評価方法

- NGFSの長期シナリオでは、統合評価モデル（REMIND、MESSAGE、GCAM）によって定量化した将来の排出量をもとに、温暖化によるマクロ経済変数への影響を定量化する。
- 統合評価モデルによって定量化された将来の排出量の経路は、簡易気候モデルによって、将来の地球全体の温暖化水準に変換される。これを、「ダメージ関数」と呼ばれる温度上昇などの気候変数とGDP成長の関係式を用いて、国単位のGDP変化に変換する。
- NGFSの長期シナリオでは、国単位のGDP変化を入力変数（GDPショック）として、マクロ経済モデル（NiGEM）によって物理的リスク（慢性）の影響を評価する。

NGFS長期シナリオにおける物理的リスク（慢性）の評価方法

温暖化水準の評価（全球レベル）

経済影響の評価（サブナショナル～国レベル）



*1 NGFS長期シナリオ第5版では、元のダメージ関数（Kotz et al., 2024）のサブナショナルレベルのデータを国レベルに集約し、全球レベルの温暖化水準と関連付けた国レベルダメージ関数を導出した上で、物理的リスク（慢性）の影響を算出している。

長期シナリオ第5版におけるダメージ関数の更新（1/2）

- 長期シナリオ第5版では、第2版から第4版にかけて採用されていた従来のダメージ関数（Kalkuhl & Wenz, 2020）を更新し、最新の経済データと科学的知見に基づく新たなダメージ関数（Kotz et al. 2024）が採用された*1。
- 新たなダメージ関数では、GDPに影響する複数の気候変数を持続性も含めて考慮したことにより、従来の推定よりも温暖化によるGDPへの影響が大きいと評価された*2。原論文(Kotz et al., 2024)が学術分野で最も権威のある雑誌の一つであるNature誌に掲載されたこともあり、この結果は大きく注目された。

長期シナリオ第5版におけるダメージ関数の方法論的な改善

	新たなダメージ関数（Kotz et al. 2024、第5版）	従来のダメージ関数（Kalkuhl & Wenz 2020、第2～4版）
最新データ	<ul style="list-style-type: none"> 国より細かい地域レベルのGDPを含む、経済データを拡充（観測+15,000件） 2015-2020年の追加観測を含む 	<ul style="list-style-type: none"> GDPデータは国単位
科学的知見の更新	<ul style="list-style-type: none"> GDPに影響する複数の気候変数（年平均気温、日気温変動、年間総降水量、雨天日数、極端日降水量）を統合 	<ul style="list-style-type: none"> 年平均気温のみ
	<ul style="list-style-type: none"> 気候ショックの持続性を考慮するため、複数年にわたる時間差の影響（ラグ効果）を明示的に考慮 ショック発生から10年後までの影響を捕捉 	<ul style="list-style-type: none"> 気候ショックの発生年を中心に、経済成長への影響を推計 時間差（ラグ効果）は考慮しない、ショック発生年の影響のみを捕捉

*1 長期的な適応策を考慮していない、影響がより深刻になる可能性を排除できない（リスク要因が全て網羅されているわけでもない）、目的に応じて利用者が補完的な分析を必要とする可能性がある、等に留意する必要がある（NGFS 2024c）。

*2 従来推定よりも影響が拡大した最大の要因は、気候ショックの持続性を考慮したことによる。また、ダメージ関数の入力変数が増えたことや、影響の絶対値が拡大したことにより、本来、ダメージ関数の推定対象ではない急性リスクの影響が一部含まれている可能性がある。NGFSでは、物理的リスクの評価において、慢性リスクと急性リスクを単純に足し合わせた場合、リスクが過大推定となり得る点を指摘している（NGFS 2024c）。

長期シナリオ第5版におけるダメージ関数の更新（2/2）

- 新たなダメージ関数（Kotz et al. 2024）では、国よりも細かい地域単位（サブナショナルレベル）で最新経済データが拡充されたことで、GDPへの影響推計の精度が向上した。
- 加えて、従来のダメージ関数（Kalkuhl & Wenz 2020）が単年度の「年平均気温」の影響のみを捉えていたのに対し、新たなダメージ関数では、「降水量」「気温・降水の変動」といった複数の説明変数を追加したことや、複数年にわたる時間差の影響（ラグ効果）や気候変数同士の非線形的な関係を詳細にモデル化したことで、最新の科学的知見を採り入れた包括的かつ実態に即したな影響推定が試みられた*1。

長期シナリオ第5版のダメージ関数（Kotz et al. 2024）で採用されたアプローチの概要*2

年平均気温 以外の気候 変数の効果

- 気温の変動：農業生産性、健康影響による労働生産性への影響
- 年間降水量：農業生産性、都市部の労働生産性、地域紛争
- 極端降水量：水害等の自然災害

時間差 （ラグ効果）

- 各変数の一次差分と複数のラグ（影響の持続性の分析に基づき、降水は4年ラグまで、気温は8-10年ラグまで考慮）を定式化することによって、影響の持続性考慮

気候変数 同士の 相互作用

- 固定効果（地域固有の特徴と全地域共通の年固有ショック）に加えて、地域別の線形トレンドと非線形的な交差項（変数同士の相互作用）を組み合わせ、地域の成長率に対する多面的で持続的な影響を詳細に定式化：
 - 交差項は各変数（年平均気温、日気温変動、年間総降水量、雨天日数、極端日降水量）の特性に応じた組み合わせを選定。地域の気候水準に応じた非線形的な変化を持続性と合わせて定式化
 - 年平均気温とともに影響が非線形的に変化、水資源の適正量が地域ごとに異なる、極端降水の影響が温暖・寒冷地域で異なる、など

*1 NGFSでは、ダメージ関数の推定対象ではない急性リスクの影響が一部含まれている可能性を指摘している（NGFS 2024c）

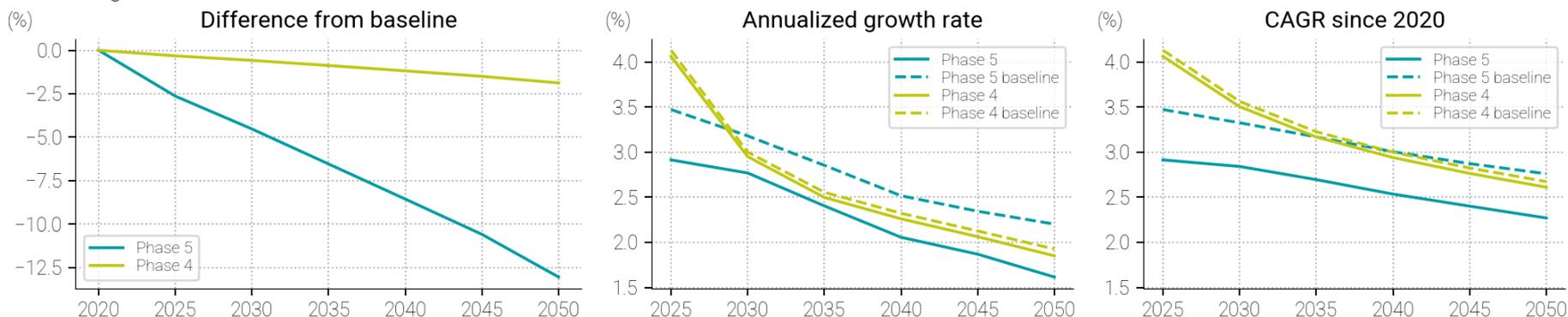
*2 Kotz et al. (2024)に基づいて作成

GDP変化の第4版との比較：世界と日本の経年変化

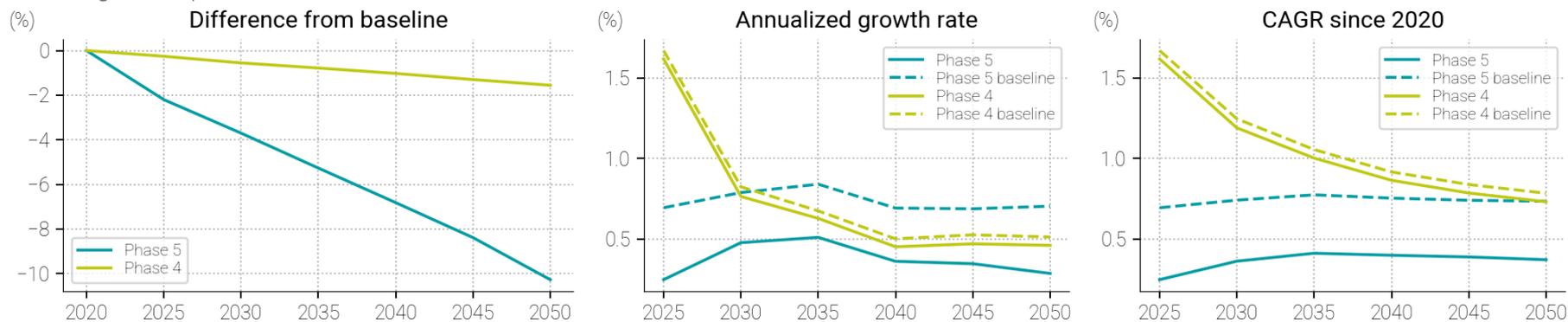
- ダメージ関数の更新により、GDP（温暖化影響なしベースライン比）は第4版から第5版にかけて、大幅に減少し、物理的リスク（慢性）の影響が大きく評価された（下図左）。
- 年あたりのGDP成長率に換算した場合、前者と比較して第4版と第5版の差は縮小した（下図中央）。単年度の影響のみに着目しているのに加え、第4版から第5版にかけてベースラインシナリオのGDP成長率が下方修正されたことによる影響が含まれている。

物理的リスク（慢性）によるGDPへの影響（世界全体・日本）*1

Region: World · Model: GCAM, Scenario: Current Policies



Region: Japan · Model: GCAM, Scenario: Current Policies

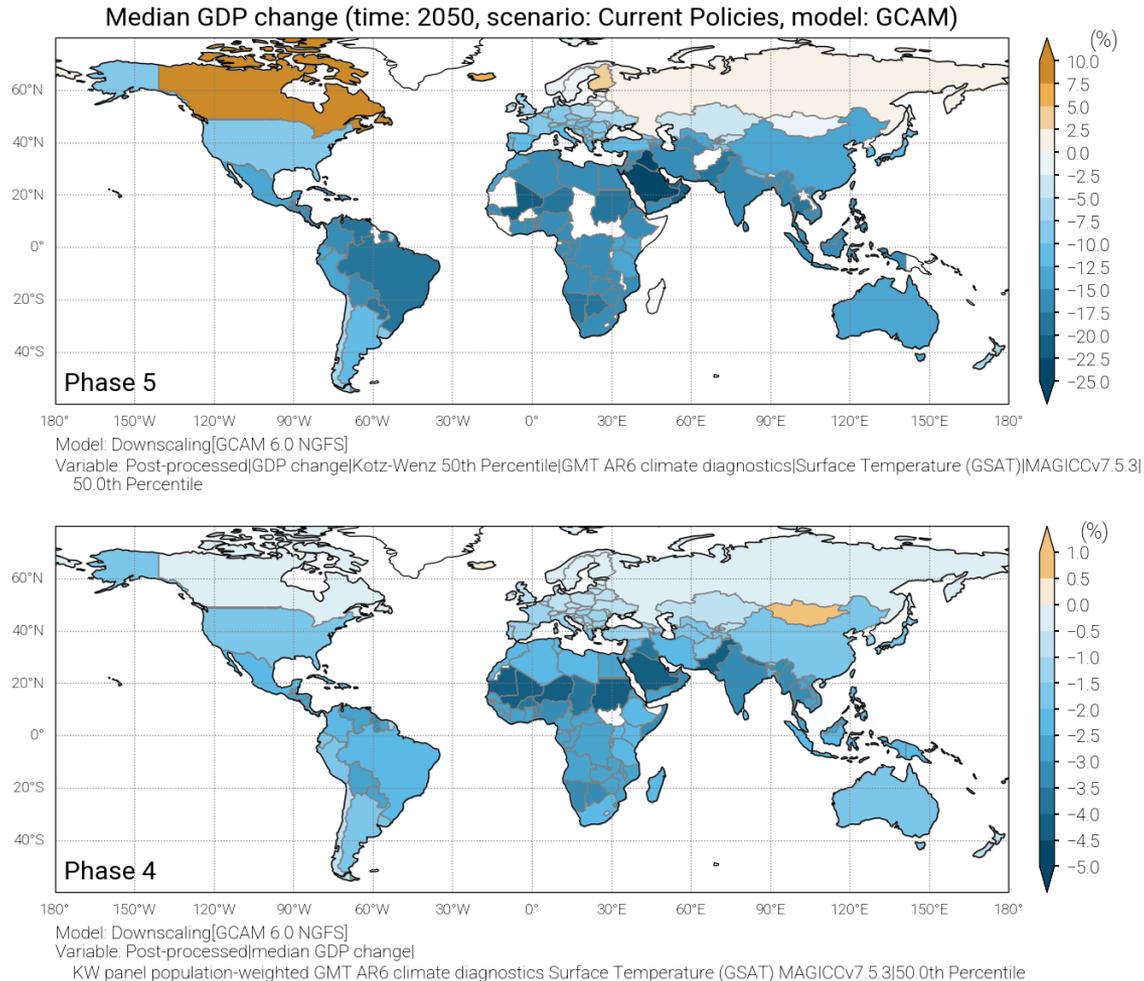


*1 モデル：GCAM、シナリオ：Current Policies、温暖化水準：中央値、ダメージ関数：中位推計

GDP変化の第4版との比較：2050年断面での国別分布の例

- 国別のGDP変化（ベースライン比）の絶対値（2050年時点）は第5版（上図）と第4版（下図）で大きく異なっているが、国別の影響の大小関係の傾向はあまり変化がなかった。

物理的リスク（慢性）によるGDPへの影響の分布*1



*1 モデル：GCAM、シナリオ：Current Policies、温暖化水準：中央値、ダメージ関数：中位推計

原論文撤回・再投稿の経緯と第5版データの影響範囲

- 2024年5月と9月、原論文（Kotz et al. 2024）の問題を指摘する「批判」がNature誌に提出された*1。
- 2025年8月、指摘された問題を訂正した改訂稿が2件の「批判」とともに公表された。ただし、改訂稿はNature誌が定める手続きに沿って再度の査読が必要となり、元論文は一旦、撤回（retraction）されることとなった。

Nature誌でのイベント

NGFSの対応

2024年 4月	論文公刊（Kotz et al. 2024）。著者はPIK（ポツダム気候研究所）所属の3名（大学兼任）	
2024年 5月	批判受付（Schötz 2025）、指摘者はミュンヘン工科大学（PIK兼任）所属	
2024年 9月	批判受付（Bearpark et al. 2025）、指摘者はプリンストン大学、コロンビア大学、スタンフォード大学所属	
2024年 11月	編集部が当該論文のデータと方法論に疑問が呈されている旨を、注意喚起	
2025年 8月	批判2件がNature誌が、提出された批判2件を公表、原論文の著者らが、問題を訂正した査読前論文を独自に公表（Kotz et al. 2025a）	NGFSのウェブサイトの長期シナリオ第5版のページに、原論文に対して2件の批判が提出されている旨の注意喚起を掲載*2
2025年 12月	Nature誌が原論文を撤回（Kotz et al. 2025b）	NGFSウェブサイトにも、原論文を撤回を受けた声明文を掲載

*1 2件の批判と対応はNature誌でMatters Arisingと呼ばれる論文掲載後の査読プロセス

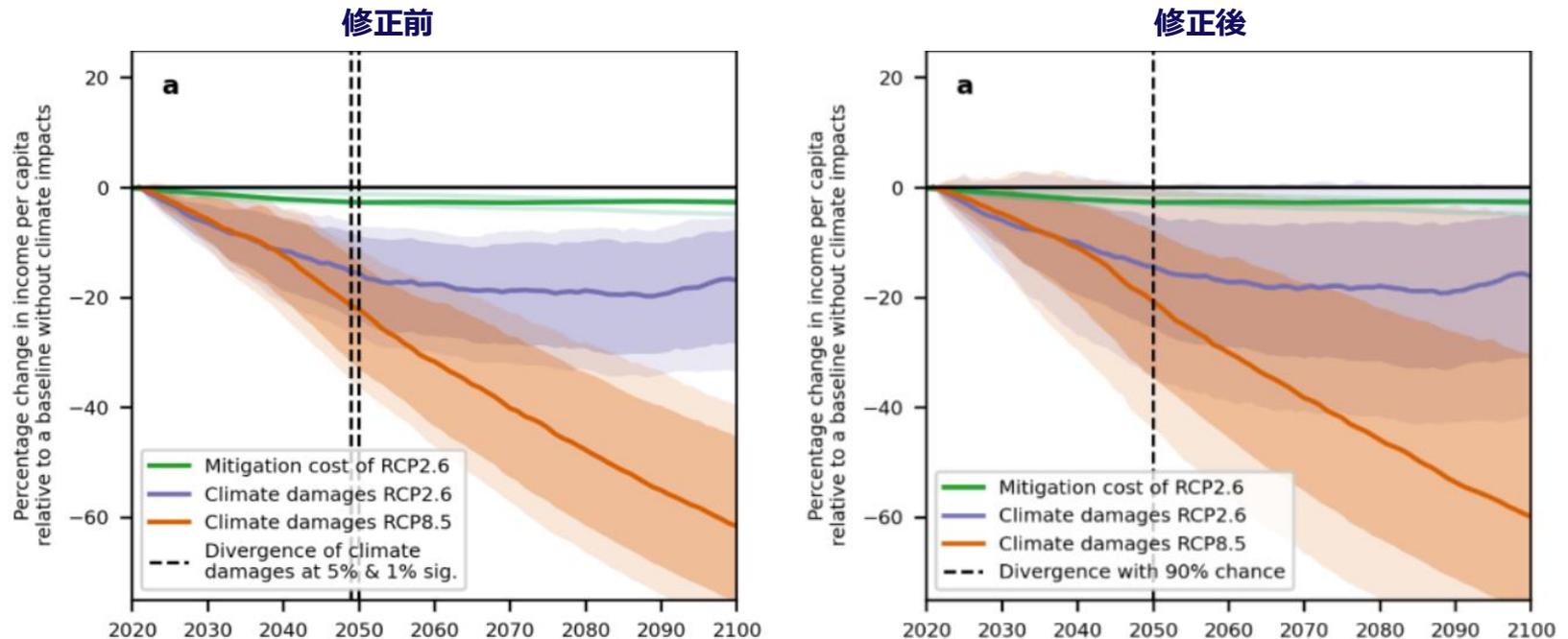
*2 <https://www.ngfs.net/en/publications-and-statistics/publications/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors-phase-v>

*3 <https://www.ngfs.net/en/press-release/statement-regarding-physical-risk-estimates-phase-v-ngfs-long-term-scenarios>

著者による原著論文の修正

- 外部からの指摘を受け、2025年8月、著者らは原著論文の修正版とデータを自らの研究機関のウェブサイト上で公表した（Kotz et al. 2025a）。
- 修正されたダメージ関数を基に計算された温暖化による経済への影響の推計値の中央値は、世界全体では修正前と比較してほぼ変わらなかった。一方、不確実性の範囲が大幅に拡大した。
- 地域単位の影響については、多くの地域で推計値の中央値はほぼ変わらなかったが、一部地域では、中央値を含め、影響の傾向も変化した*1。

修正前（左）と修正後（右）のダメージ関数の比較（世界全体）*2



*1 修正版の概要では、中央アジア及びロシアで影響の傾向が変化したことが確認された。

*2 Kotz et al. (2025a)を一部改変 [CC-BY 4.0]

原著論文の「撤回」が持つ意味

- 出版社による学術論文の「撤回 (retraction)」は、二重投稿やデータの改ざんといった倫理規範に違反した論文や、既に出版された論文中の誤りを訂正するために行われる措置である。長期シナリオ第5版で新たに採用された**ダメージ関数の原著論文 (Kotz et al. 2024) の場合、後者の既に出版された論文の訂正を目的としたもの**である。
- 通常、学術論文は、出版前に数名の匿名の査読者と編集者によって原稿の査読が行われ、論文中の誤りの多くはこの段階で修正が行われる。しかしながら、査読によって全ての誤りを発見することは難しく、とりわけ、今回の論文撤回の原因となった指摘の中でも元データの誤りを指摘することは極めて困難であったと思われる。
- Nature誌の場合、「撤回」とされた論文の大半は引き続きウェブサイト上に掲載され、読者は自由に参照することができるが、「撤回」という表示と編集部による判断を記載した声明文 (retraction statement) へのリンクが追記される^{*1}。
- 査読を経て学術誌に掲載された論文が出版後に「撤回」された場合、その内容を新たな学術論文の中で引用することは適切ではないと考えられる^{*2}。
- ダメージ関数の原著論文 (Kotz et al. 2024) については、著者による修正が再査読によって認められるまでの間、「科学的根拠」の一つの基準である「査読付き論文」のステータスが一時的に失われている状態である。
- また、修正前のダメージ関数を用いた長期シナリオ第5版の物理的リスク評価についても、「査読付き論文に基づく評価」のステータスが失われている。長期シナリオ第5版の物理的リスク (慢性) の評価結果を参照することが明らかに不適切であるとまでは断言できないが、科学コミュニティによる評価が確定していない方法論に依存した評価であるという点に留意すべきである。

*1 <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/correction-and-retraction-policy>;

*2 <https://publicationethics.org/guidance/case/citing-retracted-paper>;

NGFSによる声明文の概要

- 原論文への批判及び撤回を受け、NGFSは以下の通り声明文を公表。論文撤回に加え、ダメージ関数に基づく物理的リスク推計の一般的な限界にも留意するように改めて注意喚起を行った。
- その上で、2026年末に、新たな方法論を採用した次期長期シナリオを公表することを予告した。

ダメージ関数に関するNGFSの声明文の概要

**2025年
8月^{*1}**

- ダメージ関数の原著論文は、Nature誌の事後レビューで批判を受けた。著者は分析を修正しており、結果への影響は限定的とされるが、改訂論文は現時点で査読を完了していない。
- NGFSは当該論文をめぐる学術的プロセスを継続的に注視しており、必要に応じて将来の長期シナリオに反映する方針である。
- NGFSおよび加盟機関は、NGFSシナリオや付随文書、ならびにそれに基づくデータの利用について責任や法的責任を負わない。NGFSシナリオは有用な参考ツールではあるが、銀行等を含む利用者が自らの責任で独自のリスク管理枠組みを設計・実装する必要がある。

**2025年
12月^{*2}**

- NGFSは、不確実性の下で最新の科学的知見を反映するため、シナリオを定期的に更新している。第5版では、新たなダメージ関数を採用し、方法論上の重要な改善が図られた。一方で、ダメージ関数に基づく影響推計には依然として限界がある点は、NGFSの文書でも明示されている。
- NGFSシナリオは予測ではなく、将来のあり得る経路を示すための分析ツールである。利用者は、シナリオ第5版の結果を解釈・適用する際、原論文の撤回という事実と、物理的リスク推計の一般的な限界の双方を考慮する必要がある。
- NGFSは学術的議論を歓迎しており、気候変動がもたらすミクロ・マクロ経済影響に関する理解の深化につながる新たな研究成果を期待している。今後も関連動向を注視し、2026年末に公表予定の次期長期シナリオでは、更新された方法論を採用する予定である。
- NGFSは、シナリオ策定のガバナンスが堅牢かつ独立的であることを確保し、方法論の透明性を重視している。今後のシナリオ改訂にあたっては、新設された独立した科学諮問委員会の専門的知見も活用される予定である。

*1 <https://www.ngfs.net/en/publications-and-statistics/publications/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors-phase-v>

*2 <https://www.ngfs.net/en/press-release/statement-regarding-physical-risk-estimates-phase-v-ngfs-long-term-scenarios>

ダメージ関数原論文撤回の影響範囲

- 長期シナリオ第5版で提供されている変数のうち、**ダメージ関数の撤回による影響が及ぶのは、物理的リスク（慢性）の影響評価に係る一部の変数のみ**である。
- 移行リスク評価に係る変数や気候に関する変数には、論文撤回の影響はない。

NGFS長期シナリオ第5版のうち、ダメージ関数の影響を受ける変数

影響を受ける変数	統合評価モデル REMIND-MAgPIE 3.3-4.8 (Integrated Physical Damages)	物理的リスク（慢性）の推計結果を用いて キャリブレーションを行うモデル（REMINDの派生版）の全変数
	ダメージ推計 全ての統合評価モデル + ダメージ関数	GDP影響 <ul style="list-style-type: none"> Net GDP PPP Kotz-Wenz ***th Percentile GMT AR6 climate diagnostics Surface Temperature (GSAT) MAGICCv7.5.3 ***th Percentile Post-processed GDP change Kotz-Wenz ***th Percentile GMT AR6 climate diagnostics Surface Temperature (GSAT) MAGICCv7.5.3 ***th Percentile
	マクロ経済モデル NiGEM NGFS v1.24.2	慢性リスク及び統合リスクに関する全変数 <ul style="list-style-type: none"> *** (physical) *** (combined) *** (combined(no bus))
影響を受けない変数	統合評価モデル REMIND-MAgPIE 3.3-4.8 MESSAGE-GLOBIOM 2.0-M-R12-NGFS GCAM 6.0 NGFS	上記以外の統合評価モデル（いずれも通常版）の全変数
	簡易気候モデル MAGICC 7.5.3	全変数 <ul style="list-style-type: none"> AR6 climate diagnostics Surface Temperature (GSAT) MAGICCv7.5.3 ***
	マクロ経済モデル NiGEM NGFS v1.24.2	移行リスクに関する全変数及びベースライン <ul style="list-style-type: none"> *** (transition) ***
	気候変数 Climate Impact Explorer	全変数

掲載後査読プロセスに関するPIKの情報開示（1/2）

- 改訂論文（査読前）公表と元論文撤回のタイミングでオンラインニュースを掲載した。
- 別途2025-09-04にQAを掲載した。

PIKオンラインニュース掲載のQAの内容

論文の新規性

- 気象パターンの詳細な影響を捉えたサブナショナル規模のデータを使用
- 平均的な気象条件に加えて日々の気象変動や極端現象の影響を探求
- 経済成長率におよぼす持続期間を評価

論文撤回の理由

- 2件の批判が発端。改訂版を作成したが、Nature誌は軽微な訂正の範囲を超えると判断
- 判断を受けて改訂版を投稿（元論文は撤回、改訂版が査読プロセスに入る）

指摘された問題と品質への影響

- 【1件目】ウズベキスタンの基礎経済データに誤り。元データからの通貨換算に起因
→ 異常値が混入して1999年から2000年にかけて急変動
- 【1・2件目】サブナショナルデータの地域間相関（空間的自己相関）を適切に考慮していない
→ 不確実性の過少評価

著者の対応

- 分析を改訂。以下の変更点の詳細をオープンアクセス原稿として公表
- ウズベキスタンの基礎データを修正
 - データソース切り替えに起因する潜在的な異常GDP成長率をより適切に排除
 - 根拠となる経済データにおける気候に無関係な非線形傾向をより適切に制御
 - 経済指標の空間的依存性を適切に扱う方法（Conley標準偏差）を導入。500 km圏内の空間的自己相関を考慮

掲載後査読プロセスに関するPIKの情報開示（2/2）

PIKオンラインニュース掲載のQAの内容

論文改訂の 差異

- 中央値に大きな変化はないが不確実性の範囲が拡大
- ウズベキスタンの基礎データ修正とデータソース間の切り換えの追加制御
→ 世界の所得損失の中央値を18.8%から17.4%に改訂
 - Conley標準誤差の導入
→ 2050年までに生じうる損害の予測範囲を11–29%から6–31%に改訂。中央値は影響なし

気候経済モ デルの信頼 性について

- 科学はピアレビューとオープンアクセスデータ・方法の原則に基づいて構築。批判が公表され、改訂分析がオープンアクセスで公表されたことは、この科学プロセスが健全に機能している一例
- 気候変動が経済におよぼす重大な影響に関する科学コミュニティの広範な合意は、批判指摘者による研究を含む、異なるデータと方法を用いた様々な研究が検証

当該論文に関するPIKのオンラインニュース

[2024-04-17](#) 38 trillion dollars in damages each year: World economy already committed to income reduction of 19 % due to climate change

[2025-08-06](#) Nature study on economic damages from climate change revised

[2025-09-04](#) Questions and answers about Nature study on economic damages

[2025-12-03](#) Authors retract Nature study on economic damages from climate change, will resubmit for peer review

物理的リスク（慢性）の影響評価と問題点（1/2）

- 長期シナリオ第5版では、物理的リスク（慢性）の影響評価の方法論で改良が図られた。
- ただし、方法論の元となった原論文に対し、出版後のプロセスで第三者から問題提起があり、論文修正及びNature誌が定める再度の査読を要することとなったことから、原論文は一旦、取り下げとなった。

長期シナリオ第5版における物理的リスク（慢性）の影響評価と問題点

ダメージ関数の更新

- 長期シナリオ第5版では、物理的リスク（慢性）の影響を推計する新たなダメージ関数（Kotz et al. 2024）が採用された。
- ダメージ関数の更新により、物理的リスク（慢性）の推計は、第4版から大幅に増加。
- 第4版では、マクロ経済モデル（NiGEM）へのインプットに、温暖化シナリオ（Current Policies など）とそれ以外（Net Zero 2050など）で、異なる水準の推計値（温暖化シナリオ = 高位推計、それ以外 = 中位推計）を用いることで、温暖化進行による影響を強調する調整がなされてきたが、第5版では、全シナリオで共通の水準が採用された。
- NGFSは、**不確実性の下で最新の科学的知見を反映**するため、シナリオを定期的に更新している。第5版でのダメージ関数の更新は、この考え方に基づくものであると考えられる。

ダメージ関数への批判と原論文撤回

- 2件の批判はいずれも、影響の推計における技術的な問題。著者らによる改訂版（Kotz et al. 2025a）では、**推計の中央値への影響は小さい**とされている（ただし、推計の不確実性の幅は修正によって増加した）。
- NGFSは、原論文撤回に際した声明において、「学術的議論を歓迎」「気候変動がもたらすミクロ・マクロ経済影響に関する理解の深化につながる新たな研究成果を期待」と表明している。

物理的リスク（慢性）の影響評価と問題点（2/2）

- 原論文が撤回・修正されたことによる、物理的リスク（慢性）の影響推計値への影響は、本報告書の作成時点（2026年2月末）では確定していない。
- ただし、**物理的リスクの影響推計にはそもそも、方法論的な限界と大きな不確実性が存在する。**シナリオの利用者は、この点を十分に留意した上で、データを解釈することが求められる。

長期シナリオ第5版における物理的リスク（慢性）の影響評価と問題点

原論文撤回の影響

- 著者らによる原論文の修正は、Nature誌により、再度の査読を要することと判断された。
- 本報告書の執筆時点では、再度の査読の結果は未確定。**長期シナリオ第5版の変数は批判を受けた修正がなされる前の影響推計に基づくもの**であることに留意が必要である。

物理的リスクの影響推計の解釈

- 気候変動の影響推計は大きな不確実性を伴う。物理的リスク（慢性）の推計に当たっては、「**温室効果ガスの排出経路の定量化」「温暖化水準の推計」「気温上昇と経済影響の関係の推計**」の各段階において、**大きな不確実性が存在する。**
- 長期シナリオ第5版で提供されているマクロ経済変数への影響は、**大きな不確実性が存在する中での単一値（中位推計値）をとったものに過ぎない**ことに留意が必要。
- 加えて、物理的リスク（慢性）を推計するダメージ関数そのものにも、推計方法や推計の元となるデータによって大きな幅がある。
- NGFSもこの点について、声明の中で「シナリオ第5版の結果を解釈・適用する際、原論文の撤回という事実と、物理的リスク推計の一般的な限界の双方を考慮する必要がある」と言及している。

2. 長期シナリオ第5版の解説、 及び活用方法の提案

2.1 統合評価モデルとマクロ経済変数

2.2 物理的リスク（慢性）の影響評価

▶ 2.3 長期シナリオの活用方法

長期シナリオによる移行リスク・物理的リスクの評価

- 長期シナリオ第5版の物理的リスク（慢性）に関する方法論に学術的な批判が提出されたことを踏まえ、分析のスコープによってシナリオを使い分けることが現実的と考えられる。
- いずれの場合であっても利用者は、**シナリオの特徴や限界を理解した上で、シナリオ選択の根拠や選択したシナリオの特徴や留意すべき点と合わせて分析結果を説明することが望ましい。**

長期シナリオ分析において利用するシナリオの組み合わせと留意すべき点

	利用するシナリオ	留意すべき点
① 移行リスクのみを分析	移行リスク：第5版	<ul style="list-style-type: none"> なし（第5版は最新の経済予測に基づく、問題となったダメージ関数は移行リスクに関する変数には影響しない）
② 移行リスクと物理的リスクの両方を分析	移行リスク：第5版 物理的リスク：第5版	<ul style="list-style-type: none"> 第5版の物理的リスク（慢性）の推計値は、原論文の修正前のものであり、一部、問題のあるデータや方法論に基づくものである。（著者らの再計算では、世界全体では中央値への影響はほぼなかったが、一部地域では傾向も変わった） 原論文は再度の査読が完了しておらず、方法論や推計結果に対する科学的な評価が定まっていないことに留意が必要である。
	移行リスク：第5版 物理的リスク：第4版	<ul style="list-style-type: none"> 第4版と第5版の主要変数の多くはほぼ同一の傾向を示すが、足元の排出量や経済状況の反映状況や、元になる経済予測が異なっている。 各バージョンを用いた移行リスク・物理的リスクの評価結果を、単純に比較できないことに留意が必要である。
	移行リスク：第4版 物理的リスク：第4版	<ul style="list-style-type: none"> 物理的リスク（慢性）の推計は、気候変動の影響に関する最新の科学的知見を必ずしも反映したものではない可能性がある点には留意が必要である。

長期シナリオ第5版と第4版への評価（補足）

- 物理的リスク（慢性）の評価については、第5版では原論文の科学的評価が定まっていない点や影響を過大評価している可能性が問題となり、第4版ではデータ・方法論が最新でないことや、影響を過小推定している可能性が問題となると考えられる。
- なお、物理的リスク（慢性）については、年平均GDP成長率で見れば両バージョンの差は小さく、移行リスクの程度も同程度である。分析の時間軸や用途によっては、両バージョンの違いは大きな問題とならない場合も考えられる*1。

物理的リスク（慢性）の評価における長期シナリオ第5版と第4版の比較（利点・問題点・共通点）

	長期シナリオ第5版	長期シナリオ第4版
慢性リスク評価の方法論	<ul style="list-style-type: none"> ダメージ関数は、最新・詳細なデータに基づき、平均気温以外の要因や影響の持続性などを考慮した、最新の科学的知見を踏まえた設計になっている 原論文は再度の査読が完了しておらず、方法論に対する科学的な評価が定まっていない 	<ul style="list-style-type: none"> ダメージ関数は年平均気温のみの影響を考慮したもので、最新の科学的知見を踏まえると、経済に影響を与える要因の一部が考慮されていない 原論文は、査読付き論文として広く引用されている
慢性リスクの推計値	<ul style="list-style-type: none"> 急性リスクの影響を含む可能性や、複数の既往研究の中で影響推計値が最も大きい部類の一つ*2であることから、影響を過大評価している可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の既往研究の中で影響推計値は最も小さい部類の一つ*2であり、影響を過小評価している可能性がある
GDPへの影響	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン比でのGDPへの影響は大きく変わったが、単年度の年平均GDP成長率の差は比較的小さかった。両バージョンの違いが重要性を持つかは、分析の目的や時間軸による 第5版のほうが炭素価格が高い傾向があったが、GDPへの影響は小さかった。経済全体への移行リスクについてみれば、両バージョンの違いはほぼない 	

*1 例えば、特定の年度について温度上昇シナリオの下で信用コストの計算にGDP成長率を用いる場合、両バージョンの違いが計算結果に与える影響は問題になりにくいと考えられる。一方、温度上昇シナリオ下での経済発展の程度や特定地域・部門への影響を想定し、中長期的な戦略のレジリエンスを検討する場合、シナリオのバージョンが分析結果に大きく影響すると考えられる。

*2 NGFS (2024c)

(参考) 長期シナリオ変数と標準産業分類のマッピング

- 2026年2月、長期シナリオ第5版データセットの付録^{*1}として、長期シナリオ (IAM) の変数と標準産業分類及び気候政策関連業種^{*2} (CPRS: Climate Policy Relevant Sectors) とのマッピングが公表された。
- IAMでは、エネルギーや物質のフローを元に経済活動を記述するのに対し、金融機関では通常、標準産業分類に沿って資産を分類・管理している。そのため、気候シナリオを用いたリスク分析等では、気候シナリオの変数と金融活動をどのように対応させるかが問題となってきた。
- 今般、IAM変数と産業分類の詳細なマッピングが公表されたことで、リスク分析における業種解像度の向上やIAM変数との整合性確保が可能となり、金融機関の実務の高度化が期待される。

NGFS長期シナリオの変数 (IAM、左側) と国際標準産業分類 (GICS、右側) のマッピングの一例^{*3}

NGFS variables	Sub-Industry Code	Sub-Industry Name
Resource Extraction Fossil	10101010	Oil & Gas Drilling
Resource Extraction Fossil	10101020	Oil & Gas Equipment & Services
Final Energy Industry Chemicals	15101010	Commodity Chemicals
Final Energy Industry Chemicals Ammonia	15101030	Fertilizers & Agricultural Chemicals
Final Energy Industry	15102010	Construction Materials
Final Energy Industry	15103010	Metal, Glass & Plastic Containers
Final Energy Industry	15103020	Paper & Plastic Packaging Products & Materials
Final Energy Industry Non-ferrous metals Aluminum	15104010	Aluminum
Production Non-ferrous metals Aluminum	15104010	Aluminum
Final Energy Industry	15104020	Diversified Metals & Mining

Figure 1: Examples of different mapping approaches between NGFS and GICS

*1 Ju et al. (2026)

*2 排出削減など気候関連政策の影響を受ける業種群 (エネルギー、電力、素材など) を指す。Ju et al. (2026) では、Battison et al. (2022) のアプローチを参照し、欧州標準産業分類 (NACE) のサブセットとして当該業種を設定している。

*3 Ju et al. (2026) より抜粋 [CC-BY 4.0]

3. 短期シナリオの解説、 及び活用方法の提案

3. 短期シナリオの解説、 及び活用方法の提案

- ▶ 3.1 短期シナリオの枠組みと主要変数
- 3.2 短期シナリオの活用

短期シナリオの開発に至るまでの経緯

- 2020年にNGFSが長期シナリオを作成・公表したことにより、多くの中央銀行・監督当局、金融機関が共通シナリオを用いた気候シナリオ分析を実施することが可能になった。
- しかしながら、当局・金融機関による初期の気候シナリオ分析に対しては、問題点も指摘^{*1,2}されていた。これらの課題を踏まえ、NGFSは短期シナリオの開発に着手し、2025年5月、4つのシナリオを収録した短期シナリオ^{*3}を公表した（NGFS 2025）。短期シナリオでは、従来の課題に一定程度対処している。

NGFSの長期シナリオを用いた初期の気候シナリオ分析における主な問題点と問題点への対処^{*1,2}

主な問題点

対処

	主な問題点	対処
データ不足	<ul style="list-style-type: none"> 国・地域別の情報、特に新興国・発展途上国の情報が不足。また、先進国でも業種別情報が提供されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> すべての対象地域において業種別情報を拡充。ただし、対象地域のカバー範囲は長期シナリオと同程度。
想定ストレス	<ul style="list-style-type: none"> 移行リスク・物理的リスクの影響がいずれも限定的であり、経済への大きな影響・ストレスがシナリオで想定されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行リスクは、長期シナリオと概ね整合性が取れるよう、蓋然性の高いストレスを考慮。 物理的リスクは、発生頻度は低いが、影響が大きな急性リスクを明示的に考慮。
時間軸	<ul style="list-style-type: none"> 戦略策定・リスク管理に活用するには実務上は金融機関の経営計画などと同期間（3～5年）での影響把握が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 長期シナリオとの整合性も意識しつつ、短期的に想定されるリスクを反映したシナリオを作成。
炭素価格の定義	<ul style="list-style-type: none"> 炭素価格は、長期シナリオでは「移行政策の強度の代理変数（shadow carbon price）と位置付けられ、今後導入が想定される水準と乖離^{*4}。 	<ul style="list-style-type: none"> 実際に導入されることが想定される炭素価格の水準（市場価格）として設定した。

*1 金融庁・日本銀行（2022）；*2 NGFS（2023d）；*3 短期シナリオにはNGFS以外に当局・金融機関が独自に作成するものがあるが、本報告書では特段の注記がない限り、NGFSが2025年5月に公表した短期シナリオを指す；*4 ただし、足元（～2030年）の水準には今後導入が想定される炭素価格の水準と大きな乖離はなく、短期シナリオの炭素価格は長期シナリオと整合的な水準に設定された

長期シナリオと短期シナリオの共通点とそれぞれの強み

- 長期シナリオと短期シナリオの共通点およびそれぞれの強みは以下のとおりである。
- 特に短期シナリオは、業種別変数や金融変数の種類が豊富であり、金融リスク評価の分析に強みを持つ。

短期シナリオと長期シナリオの共通点とそれぞれの強み

シナリオの共通点

- 長期シナリオと短期シナリオは、2030年頃までは一定程度整合的な結果になるように設計
- マクロ的な方向性（産業構造・排出経路など）は大きく乖離しない

短期シナリオの強み

- 金融変数や経済変数が豊富かつ高い業種解像度で提供されている
- 金融機関・企業が戦略やポジションをほとんど変更できない時間軸を想定
- 炭素税・災害・供給制約といった特定のショックが、どの産業にどの程度波及するか（波及経路）の把握に適している
- 金融リスクのストレステストを主目的とする場合には、短期シナリオが適している

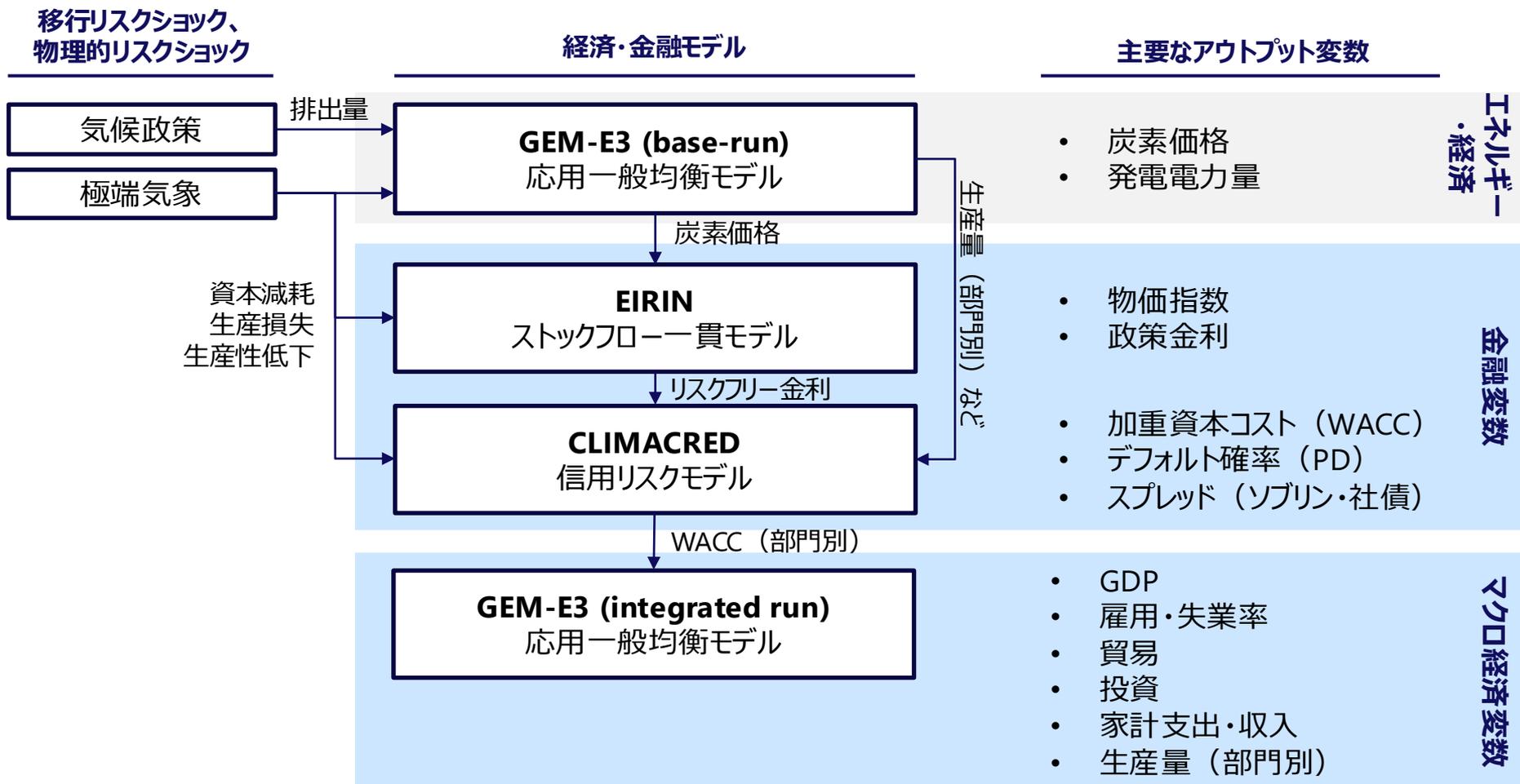
長期シナリオの強み

- 金融機関・企業がポートフォリオや投資戦略を段階的に調整できる時間軸を想定
- 技術転換・資本再配分・経済構造変化といった長期的な変化を分析できる
- 将来の戦略的なポジション変更や移行パスの検討に適している
- 中長期の事業戦略や移行戦略を検討する際の参照シナリオとして有用

短期シナリオのモデリング枠組 (1/3)

- 短期シナリオでは、応用一般均衡モデル（GEM-E3 (base run)）により定量化された経済変数を元に、経済の異なる側面をそれぞれ表現する複数のモデルを用いて、金融変数とマクロ経済変数に対する移行リスク（炭素価格）および物理的リスク（急性リスク）の影響を定量化する。

短期シナリオのモデリング枠組と主要なアウトプット変数



短期シナリオのモデリング枠組（2/3）

- 短期シナリオでは、中心的なモデルとして応用一般均衡モデル（GEM-E3）を採用し、経済変数等の算出を行う。加えて、デフォルト確率などの金融リスク指標の算出には、主にCLIMACREDを用いる。

短期シナリオを構成するモデルと移行リスク・物理的リスク評価

移行リスク

物理的リスク

技術変化及び サプライチェーン GEM-E3 応用一般均衡 モデル

気候目標や主要な気候政策の特徴を入力として受け取り、経済状況の変化や・技術の発展を詳細に予測（約50業種・46地域）

気候リスクへのエクスポージャー分布を入力として、それらがもたらす直接的な経済影響に加え、各国・各経済活動のグローバルサプライチェーンを通じた影響の波及度合いを評価（約50業種・46地域）

金融影響 CLIMACRED 信用リスクモデル

企業の事業特性・財務特性と、GEM-E3が提供するシナリオ別の部門経済予測を入力とし、部門代表企業のバランスシートの変化と資産価値、金利、資本コスト、金融リスク特性（特にデフォルト確率）を算定

国別・業種別の影響分布（資本破壊、事業中断、生産性損失）を入力とし、各業種の代表的企業のバランスシートの変化をモデル化し、資産価値（株式、社債、国債）、金利、業種別資本コスト、および金融リスク特性の算定

マクロ金融 EIRIN ストックフロー 一貫モデル

GEM-E3 が提供する炭素価格の将来推計を入力とし、インフレ率・政策金利を導出

国別・業種別の影響分布（資本破壊、事業中断、生産性損失）を入力とし、インフレ率・政策金利を導出

短期シナリオのモデリング枠組（3/3）

短期シナリオを構成するモデルの役割

応用一般均衡 モデル

GEM-E3

- 短期シナリオでは、応用一般均衡モデル（GEM-E3）による実体経済の計算が2回行われる。
- モデリング枠組の前段では、**GEM-E3（base run）**により実体経済の計算が行われる。ここでは、移行リスクや物理的リスクの影響を受けない金融変数が外性的に与えられ、実体経済が計算される。これは、**金融環境がシナリオにより変化しない状況を前提とした実体経済**の姿を示している。
- モデリング枠組の最終段階である**GEM-E3（integrated run）**では、base runの結果をもとに EIRIN・CLIMACRED によって内生的に算出された金融変数を用いて、実体経済が再計算される。これらの金融変数は、シナリオによって変化した実体経済の結果を反映しているため、**金融環境もシナリオに応じて変化する状況を考慮した実体経済の動き**が示される。
- **金融リスク評価においては、GEM-E3（integrated run）で得られた実体経済指標を起点として分析を行うことが基本**となると考えられる。integrated run の実体経済指標は、移行リスク・物理的リスクと、それに伴う金融環境の変化を一定程度反映した結果となっているためである。

ストックフロー 一貫モデル

EIRIN

信用リスクモデル

CLIMACRED

- 金利・資本コスト・デフォルト確率といった金融変数は、モデリング枠組の中段で、複数の金融モデル（**EIRIN**と**CLIMACRED**）によって算出される。これらは、**シナリオ間の金融環境の相対的な違いを把握するうえで有用な情報**である。このため、**金融変数は、GEM-E3（integrated run）によって得られた実体経済指標による分析を補完する情報として活用**することができる。

短期シナリオの変数

- 短期シナリオでは、長期シナリオと比較して、**マクロ経済・金融変数が充実した他、業種の解像度が拡充し、50業種別（石油部門やEV部門等）に投資額やデフォルト確率といった変数が提供されるようになった。**

短期シナリオと長期シナリオの主要変数の比較

経済・金融変数

	気候・エネルギー関連変数	(業種単位)	(国・地域単位)
短期シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> 炭素価格 温室効果ガス排出量 二次エネルギー供給（電源別の発電量） 	<ul style="list-style-type: none"> 投資額 輸出入額 デフォルト確率*1 債券価格*1 債券スプレッド*1 株主資本 資本コスト 	<ul style="list-style-type: none"> GDP 人口 雇用者数、失業者数、労働力人口 家計消費額、賃金 政策金利、インフレ率*2
長期シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> 炭素価格 温室効果ガス排出量*3 一次エネルギー供給*4 二次エネルギー供給*4 最終エネルギー需要*5 エネルギー価格*4 エネルギー関連投資額*4 一次エネルギー貿易*6 土地被覆面積 ……など 	(なし)	<ul style="list-style-type: none"> GDP 投資額 輸出入額 家計消費額、所得 政府支出額 短期・長期金利、インフレ率 株価 資本コスト 為替レート ……など

*1 業種別の変数に加えて、ソブリンを含む；*2 EIRINの地域区分に沿って、世界全体で5地域の変数が提供される；

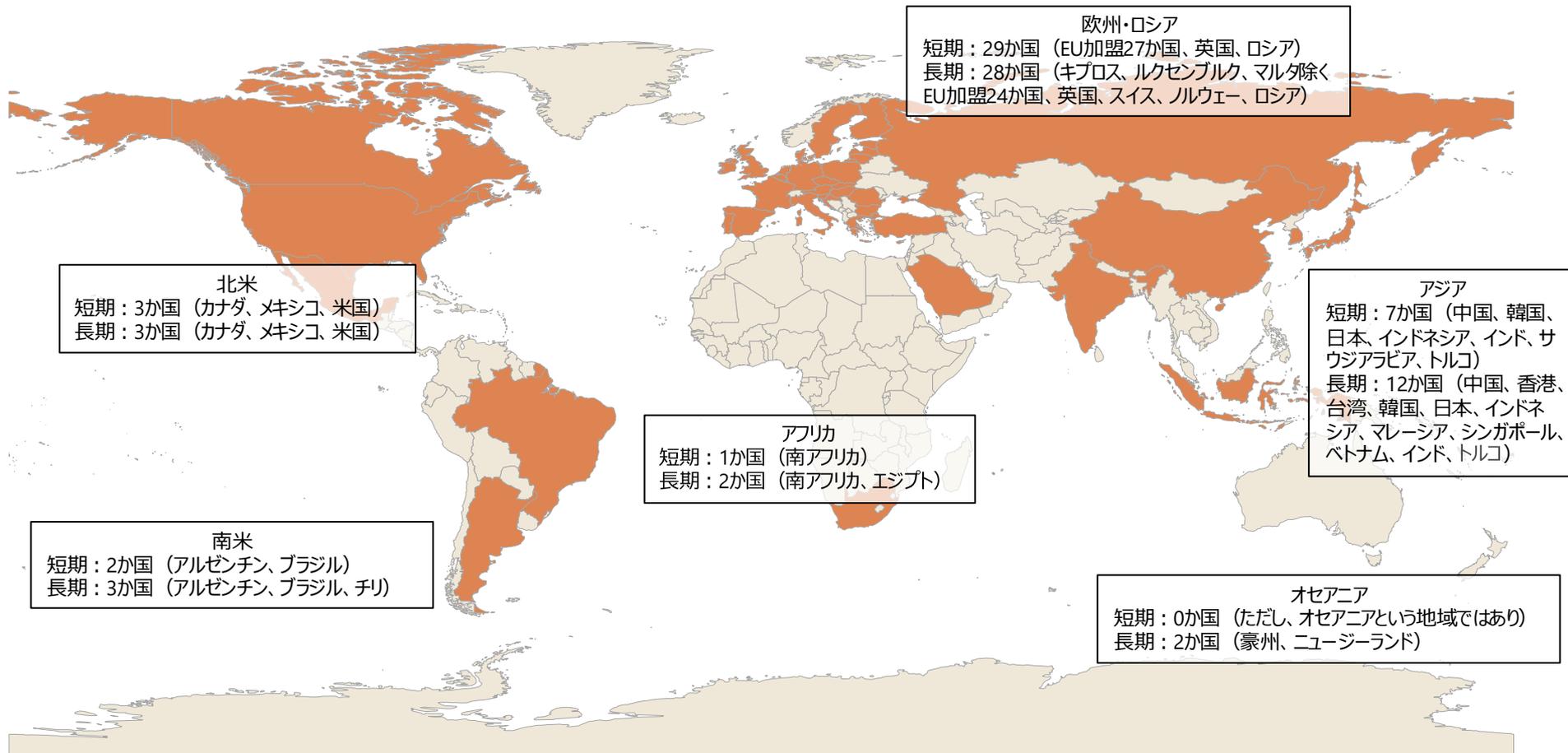
*3 温室効果ガスの種類及び排出部門別に提供される；*4 エネルギー源別（石油、石炭、風力発電、ガス火力発電など）に提供される；

*5 エネルギー需要部門別に提供される；*6 一次エネルギー源別（石油、石炭、天然ガス）に提供される

短期シナリオの地域区分 (1/2)

- 短期シナリオの地域区分は、長期シナリオのうち最も地域解像度が高いGCAMと概ね一致している。これにより、主要国の大半で短期・長期の両方で国単位の分析が可能となる。
- ただし、短期シナリオでは、豪州・ニュージーランド等のオセアニア地域を1つの地域として計算しているなど、完全には一致していない。

短期シナリオの短期シナリオの地域区分と長期シナリオ (GCAM) との比較



短期シナリオの地域区分 (2/2)

- GEM-E3やCLIMACREDについては、国別情報の収録範囲は欧州に偏る傾向がある。
- 物価・政策金利を算出するEIRINでは、モデル上の地域が5つ（中国・欧州・北米・オセアニア・ブラジル）しかない。そのため、EIRINのアウトプット変数、及び短期シナリオの枠組でEIRINよりも後段にあるCLIMACRED（デフォルト確率など）及びGEM-E3 (integrated run)（主要マクロ変数）の出力では、地域解像度が低い変数の影響を受けている点に留意が必要である。
- 例えば、EIRINでは、アジアにおいては中国のデータが地域を代表するデータとして扱われており、日本を含むアジア地域のCLIMACREDとGEM-E3 (integrated run) の計算結果は、中国における金利と移行リスク・物理的リスクの関係の影響を受ける。

短期シナリオの地域区分

	GEM-E3/CLIMACRED(46の国・地域)	EIRIN(5地域)
アジア	<ul style="list-style-type: none"> • 7か国（中国、インド、インドネシア、日本、サウジアラビア、韓国、トルコ） 	<ul style="list-style-type: none"> • 中国
アフリカ	<ul style="list-style-type: none"> • 1か国（南アフリカ） 	<ul style="list-style-type: none"> • 該当なし
欧州	<ul style="list-style-type: none"> • 28か国（EU加盟27か国 + 英国） 	<ul style="list-style-type: none"> • EU加盟27か国を1地域として統合
北米	<ul style="list-style-type: none"> • 3か国（カナダ、メキシコ、米国） 	<ul style="list-style-type: none"> • カナダ、メキシコ、米国を一地域に統合
オセアニア	<ul style="list-style-type: none"> • 1地域（オセアニア） 	<ul style="list-style-type: none"> • 豪州、ニュージーランドを1地域として統合
南米	<ul style="list-style-type: none"> • 2か国（アルゼンチン、ブラジル） 	<ul style="list-style-type: none"> • ブラジル
その他	<ul style="list-style-type: none"> • 4地域（ロシア、Rest of Europe、Rest of World、Rest of Energy Producing Countries） 	

短期シナリオの枠組（Baseline シナリオ）

- IMF「World Economic Outlook（2023年10月版）」に示された経済予測を基準として構築された、気候変動関連の影響が考慮されない参照シナリオを「Baseline」シナリオとして定量化している。
- 各シナリオに係る「移行リスク」「物理的リスク」は、Baselineシナリオに対するショックとして定量化される。

Baselineシナリオの前提条件

経済の前提

- **GDPやインフレ率などの主要な経済指標がIMFの経済予測と一致するよう、企業の生産性や産業構造といったモデル内部のパラメータを設定**
- 新型コロナウイルス感染症による経済への影響や、2022年に発生したエネルギー価格ショックといった、既に発生した経済ショックも考慮

気候政策の前提

- **2023年1月時点で各国が表明し、制度的に裏付けられている気候政策のみを考慮**
- 国別の温室効果ガス排出削減目標、炭素価格目標、エネルギー消費および電力供給構成に関する政策、再生可能エネルギー比率、化石燃料に関する目標などが含まれる
- 現時点では明らかではない将来新たに導入される追加的な気候対策や、ネットゼロ達成に向けた追加措置は含まれていない

モデルの位置づけ

- **ベースラインシナリオは、「現時点で想定されている将来の経済見通し」と「既に決定されている気候政策」のみを前提とした比較の基準である**
- 他の移行シナリオやリスクシナリオは、このベースラインを出発点として、前提やモデル設定を変更し、均衡を再計算することにより作成される

短期シナリオの枠組（各シナリオの特徴）

- 短期シナリオで分析されているシナリオのナラティブは以下のとおりである。

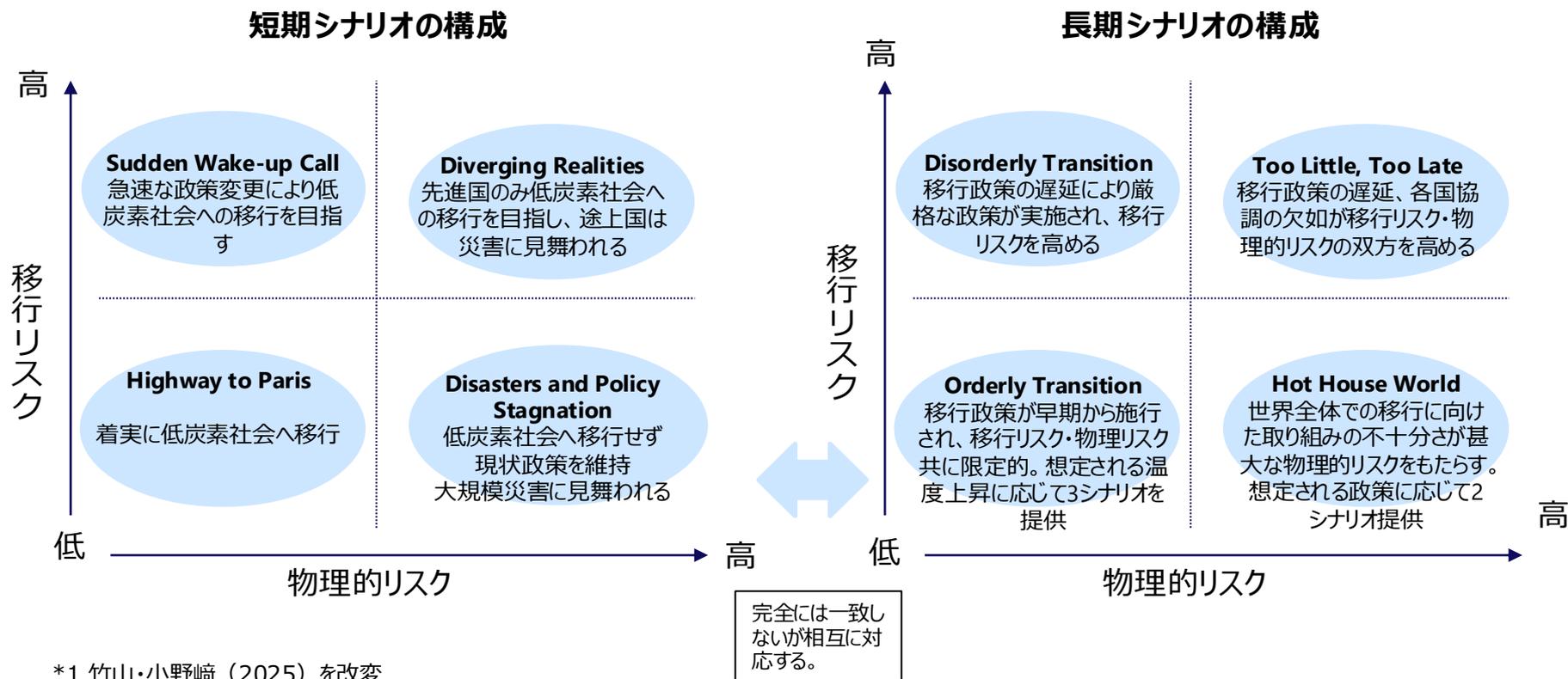
短期シナリオのナラティブ

	シナリオ	ナラティブ
移行リスク	Highway to Paris (HWTP)	<ul style="list-style-type: none"> 技術主導による秩序だった移行（orderly transition）が段階的に進行 炭素税による政府収入が、グリーン補助金・投資に再投資されることで、短期的なエネルギー価格上昇の影響を相殺 消費者・投資家はグリーンを選好し、多排出業種は信用リスク・資本コストの上昇に直面
	Sudden Wake-Up Call (SWUC)	<ul style="list-style-type: none"> 世界的な気候変動への認識不足の中で、突然の政策変化 消費者・投資が急速にグリーンへ向かい、炭素価格の急上昇による供給ショックが発生 市場の適応が追いつかずに資産価値が一斉に再評価され、金融不安定化が発生（気候ミンスキー・モーメント）
移行+物理的リスク	Diverging Realities (DIRE)	<ul style="list-style-type: none"> 先進国は「Highway to Paris」に沿ったネットゼロ移行を追求 その他地域での極端気象が、貿易・金融の結びつきを通じて世界全体に波及 重要鉱物サプライチェーン混乱の影響が先進国にも波及し、低炭素移行のコストが上昇
物理的リスク	Disaster and Policy Stagnation (DAPS)	<ul style="list-style-type: none"> 2026～2027年に各地域で極端気象が相次ぎ、資本毀損、生産性低下・縮小を引き起こし、経済に連鎖的な悪影響 貿易・金融の結びつきを通じて負の影響が世界全体に波及、金融・経済がさらに不安定化【地域別にシナリオを設定】

短期シナリオと長期シナリオとの対応

- 短期シナリオの4つのシナリオは、「移行リスク」「物理的リスク」の程度が異なる。これは、長期シナリオを構成する4つの区分（「移行リスク」「物理的リスク」の組み合わせ）に概ね、相互に対応していると評価できる。
- ただし、各シナリオの「移行リスク」「物理的リスク」の程度は、必ずしも一対一で対応しない点に留意が必要である。

短期シナリオと長期シナリオの対応関係*1



*1 竹山・小野崎（2025）を改変

移行リスクショック

- 各シナリオにおける移行ショックおよびモデル設定の特徴は以下の通りである。
- Diverging Realitiesでは先進国のみに移行ショックがかかると想定された（途上国には物理的ショックがかかる）。

短期シナリオで想定されている移行リスクショック

	Highway to Paris / Diverging Realities (OECD+EU)	Sudden Wake-Up Call
政策強化	<ul style="list-style-type: none"> 世界全体（DIREではOECD+EUのみ）のGHG排出量が、2050年ネットゼロに向けて削減（長期シナリオのNet Zero 2050に整合） NDCs整合の炭素価格 + ネットゼロ目標の整合的な炭素価格を世界全体で協調的に導入 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までの累積排出量はHWTPと同じだが、炭素価格導入と排出削減は2027年以降 地域ごとにバラバラに炭素価格を導入
技術変化	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発が加速し、波及効果が最大 	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発速度は遅い
政府補助金・投資	<ul style="list-style-type: none"> 炭素税全額をクリーンエネルギーへ再投資（研究開発80%、補助金20%） 	<ul style="list-style-type: none"> 炭素税全額のうち、ベースライン相当分は政府歳出に充て、残余は家計へ
消費者選好	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素財（サービス）に対する効用が増加 	(同左)
化石燃料需要	<ul style="list-style-type: none"> 需要減少 	(同左)
不確実性	<ul style="list-style-type: none"> 投資家はネットゼロ移行を織り込み、高排出業種ではWACCが上昇、低排出業種では低下 	<ul style="list-style-type: none"> 2027年以降に急激に高排出業種への投資家心理が悪化
エネルギー価格	<ul style="list-style-type: none"> IEA^{*1}を参照して外生的に設定 	<ul style="list-style-type: none"> IEA STEPS^{*2}相当

*1 国際エネルギー機関 (International Energy Agency) ; *2 STEPS (Stated Policies Scenario)

物理的リスクショック

- 物理的リスクシナリオでは、ストーリーラインで設定されたイベントが「複合的事象」として発生することが想定されている。
- 「複合的事象」とは、同時多発的あるいは時間的に連続して起こる一連の事象のことを指す。DAPSとDIREは、3つの乾燥事象と2つの湿潤事象のそれぞれの組み合わせに対し、大陸規模での年単位での同時発生と、乾燥事象に続く湿潤事象の連続的発生が想定されている。この場合、長引く干ばつの後に洪水が発生して、穀倉地帯の不作だけでなくインフラへの損害につながるなどの被害が想定される*1。

短期シナリオで想定されている物理的リスクショック

Disaster and Policy Stagnation*2

Diverging Realities (EMDEs+LDCs)*3

自然災害

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 乾燥複合事象（干ばつ・熱波・林野火災の組み合わせ）が2026年に発生 湿潤複合事象（洪水・暴風の組み合わせ）が2027年に発生 概ね50年に1回（再現期間50年）の規模に相当（十分に起こり得る非常に深刻な事象） 2つの複合事象を6地域のそれぞれでモデル化しているため6つの地域ごとのバージョンが存在 | <ul style="list-style-type: none"> アジア、南米、アフリカで、乾燥複合事象がそれぞれ2025年、2026年、2027年に、湿潤複合事象がそれぞれ2028年、2029年、2030年に発生 概ね20年に1回（再現期間20年）の規模 |
|--|--|

不確実性

- | | |
|--|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 将来の物理的リスクの影響を評価 シナリオで想定される複合的影響が信用リスクに反映され、リスクプレミアム・WACCが上昇 | <p>（同左）</p> |
|--|-------------|

*1 短期シナリオでは明確に想定されていないが、気候関連ハザードと地政学的ショックの複合も起こりうる。例えば、干ばつに起因する穀倉地帯の不作は、サプライチェーン・ショックや地政学に起因するエネルギー価格ショックと同じ年に発生し得る。

*2 DAPSでは、移行リスクは想定されてない。

*3 DIREでは、移行リスクは先進国にかかりそれが途上国へ波及するシナリオである。

物理的リスクショックの地域差と波及

物理的リスクショックが自地域のGDP成長率へ与える影響（左図）*1

- 地域別の影響ピークは、アフリカ（DAPS_AFR_R、▲10%）と南米（DAPS_SAM、▲5%）で大きい。途上国の成長率が大きく下がり（アジアは除く）、先進国への影響は相対的に軽微である。

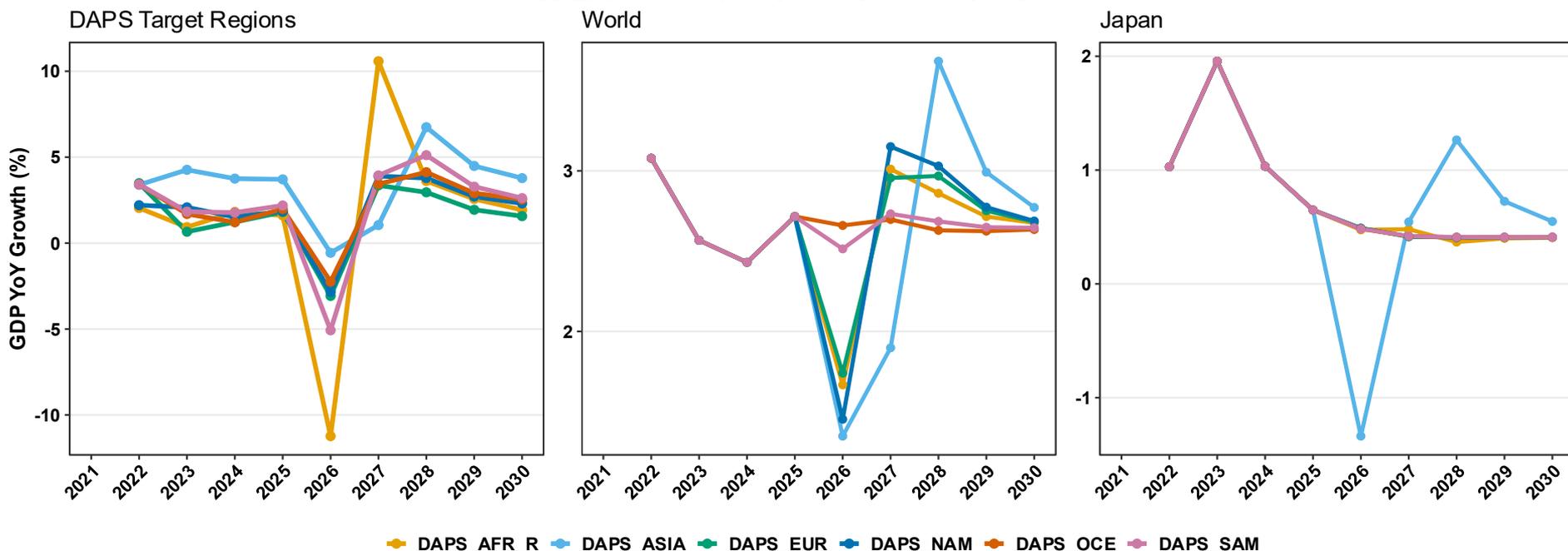
物理的リスクショックが世界のGDP成長率へ与える影響（中図）

- アジア（DAPS_ASIA）の事象の影響が最大。2026年では前年と比較して1.5%程度成長率が減少している（2025年2%強→2026年1%程度）。

物理的リスクショックが日本のGDP成長率へ与える影響（右図）

- アジア（DAPS_ASIA）の事象のみ有意に影響。2026年は前年度比でマイナス成長となる。

物理的リスクショック（GDP成長率への影響）



*1本来はGDP水準で分析すべきであると考えられるが、シナリオ間で単位（billion US\$2017/yr と billion US\$2017）が異なり比較できないため、本分析ではGDP成長率を用いる。なお上記の分析では、GEM-E3のContinental Aggregationにおける Africa、Asia、Euro Area、North America、Oceania、South America、Japan - JPN、および World の地域区分を用いて図を作成している。

物理的リスクシナリオにおけるストーリーライン・アプローチ

- 短期シナリオでは物理的リスク（急性）の影響を分析する際に、極端気象の発生場所・タイミングを前提条件として設定する、「ストーリーライン・アプローチ」を採用した。
- 極端気象は一般的に、発生場所・タイミングや影響等に係る不確実性が高い。「ストーリーライン・アプローチ」の採用により、発生確率は低いが影響がきわめて大きい事象が経済・金融に与える影響を明示的に検討することができるようになった。

短期シナリオにおける物理的の考え方とストーリーライン・アプローチ

物理的リスクシナリオの考え方

- 地域特有の極端気象が複数・連続して発生する状況を想定し、事象の連鎖による影響を重視する**
例：2026年度に干ばつ、2027年度に洪水が起こるなど

極端気象が経済に与える主な影響

- 設備・インフラの損壊による資本の毀損
- 生産停止・効率低下による生産性・生産量の低下
- 高温・災害対応による労働生産性の低下など

ストーリーライン・アプローチとは

- 時間の流れに沿って事象を描くナラティブ型シナリオ手法**
- 極端気象の組み合わせや発生順序に着目**
- 影響がどのように波及・増幅するかを具体的に整理

確率・長期予測型シナリオとの違い

- 確率・長期予測アプローチ（長期シナリオはこちらに対応）**
 - 発生確率や平均的影響、長期的な数値見通しを重視
- ストーリーラインアプローチ**
 - 「実際に起きた場合に何が起こるか」に焦点
 - 確率の大小に関わらず、具体的なリスクの連鎖や脆弱性を可視化

短期シナリオの特徴：移行リスクと物理的リスクの取り扱い

- 短期シナリオでは、長期シナリオと同様に、移行リスクと物理的リスクが同じ枠組の中で統合的に定量化されている。ただし、ショックの与え方やタイミング、経済への影響は異なる。
- 移行リスクについては、長期シナリオと統合的な水準で炭素価格が与えられ、短期的なショックの影響は限定的である。長期シナリオと同様に、「**2050年ネットゼロ排出**」などの**排出削減目標を前提とした場合に想定され得る水準の、蓋然性の高いショックが想定されている**と言える。
- 物理的リスクについては、ストーリーライン・アプローチにより、発生頻度は低いが影響が甚大となる事象を明示的に想定している。**短期シナリオの物理的リスクは、蓋然性が必ずしも高くない重度のストレスケースである**と言える。これは、長期シナリオの物理的リスク（慢性）評価とは異なるアプローチである。

短期シナリオにおける移行リスク・物理的リスクの取り扱いと長期シナリオとの比較

	移行リスク (HWTC・SWUC・DIRE<先進国>)	物理的リスク (DAPS・DIRE<途上国>)	参考：長期シナリオの 物理的リスク
ショックの 与え方	<ul style="list-style-type: none"> 長期シナリオの炭素価格と整合 	<ul style="list-style-type: none"> ストーリーライン・アプローチにより、極端事象の発生時期・強度を明示的に設定 極端事象に組み合わせ（複合事象）を想定 	<ul style="list-style-type: none"> シナリオの温室効果ガス排出量から想定される将来の気候変化（気温等）が経済成長に与える影響を捕捉
経済への 影響	<ul style="list-style-type: none"> 短期的なショックの影響は限定的、その後回復 業種別では、化石燃料業種にマイナス、クリーンエネルギー関連業種にプラスの影響 	<ul style="list-style-type: none"> 先進国ではショックの影響は小さく、回復も早い 途上国では相対的に影響が大きく、回復も遅い 	<ul style="list-style-type: none"> 足元の影響は小さいが、温暖化の進展に伴って影響は増加

各シナリオの経済的影響のイメージ

HWTP：炭素収入が低炭素産業に直接投資されることで低炭素業種は大きく成長する。一方、炭素集約型業種は高い炭素税負担により縮小する。しかし、移行は比較的スムーズに行われるためその影響はSWUCよりも限定的

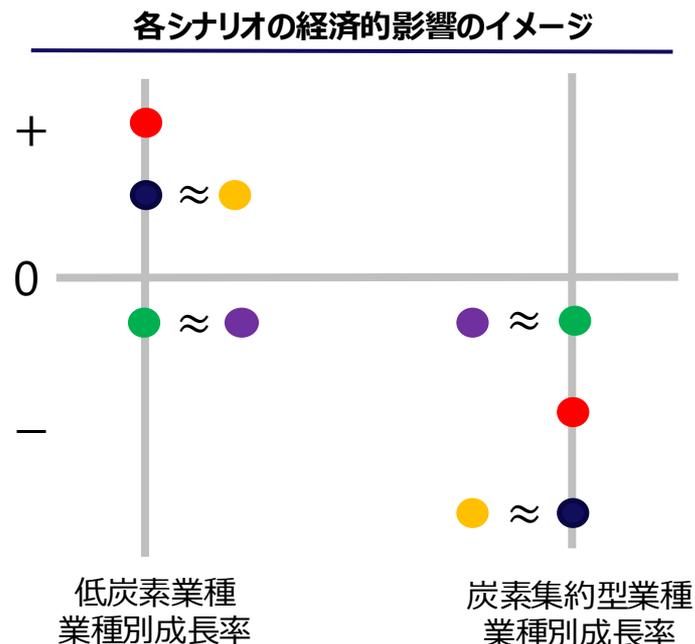
SWUC：炭素収入が家計に還元されるため低炭素業種の成長はHWTPより抑制される。炭素集約型業種は、HWTPよりも重い炭素税の負担により、HWTPより縮小

DIRE (OECD+EU)：低炭素業種の成長率は移行リスクと途上国の物理的リスクの影響によりHWTPを下回り、SWUCと近い水準に。炭素集約型業種は移行リスクと間接的な物理的ショックの影響によりHWTPより縮小

DIRE (EMDEs+LDCs)：物理的ショックと先進国の移行ショックにより全体の成長は抑制される。そのため、低炭素業種・炭素集約型業種ともに成長率はDAPSに近い水準に位置づけられる

DAPS：強い物理的ショックにより、低炭素業種・炭素集約型業種を含むすべての業種で成長が停滞

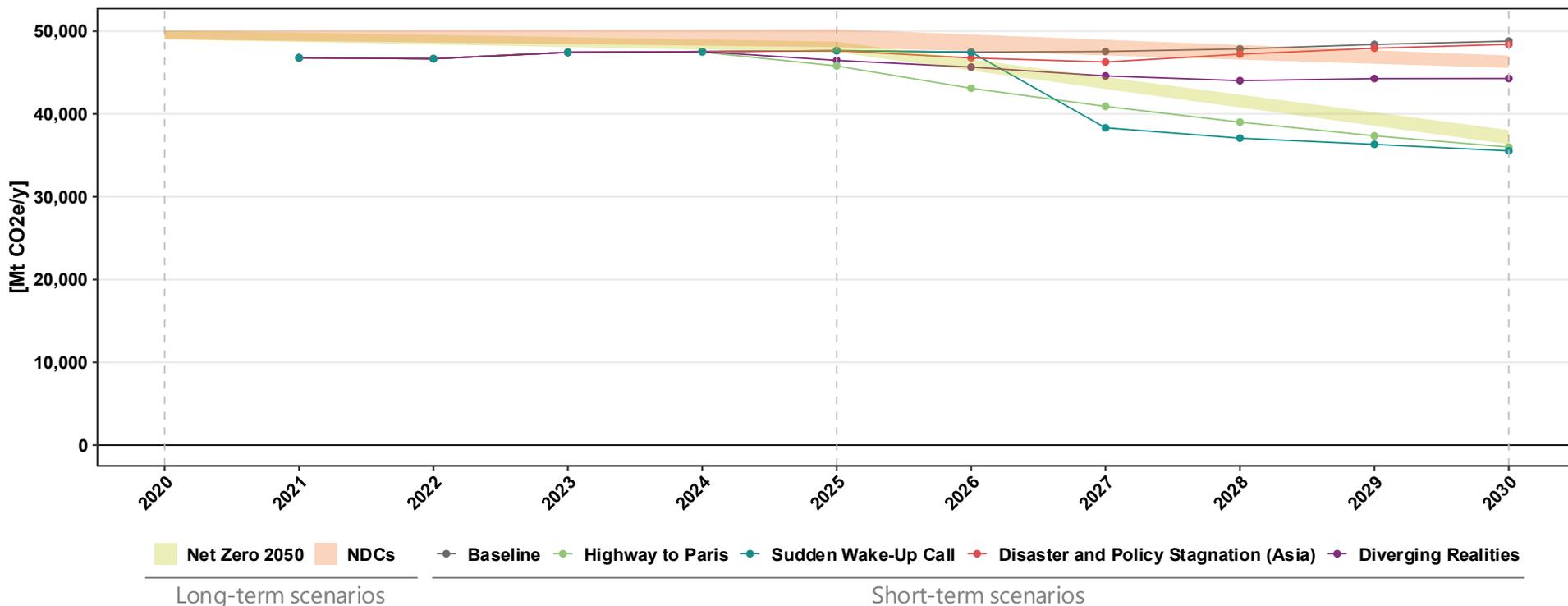
※ 「≈」は厳密な一致を示すものではない。また、これはイメージでありすべての業種がこの順序で並ぶわけではない。



GHG排出量（世界全体）

- 移行リスクシナリオでは、長期シナリオのNet Zero 2050における世界全体の排出パスと整合するように温室効果ガス排出量*1が削減される。
- Highway to Parisでは2025年以降に順調に排出削減が進む。Sudden Wake-Up Callでは削減の立ち上がりが遅れ、2026~27年以降に急速な排出減が生じる。
- 物理的リスクシナリオであるDisaster and Policy StagnationやDiverging Realitiesでは排出削減は限定的で、ベースライン近傍で推移する。結果として、2030年の排出量はシナリオ間で大きく異なる。

GHG排出量（世界全体）と長期シナリオとの比較

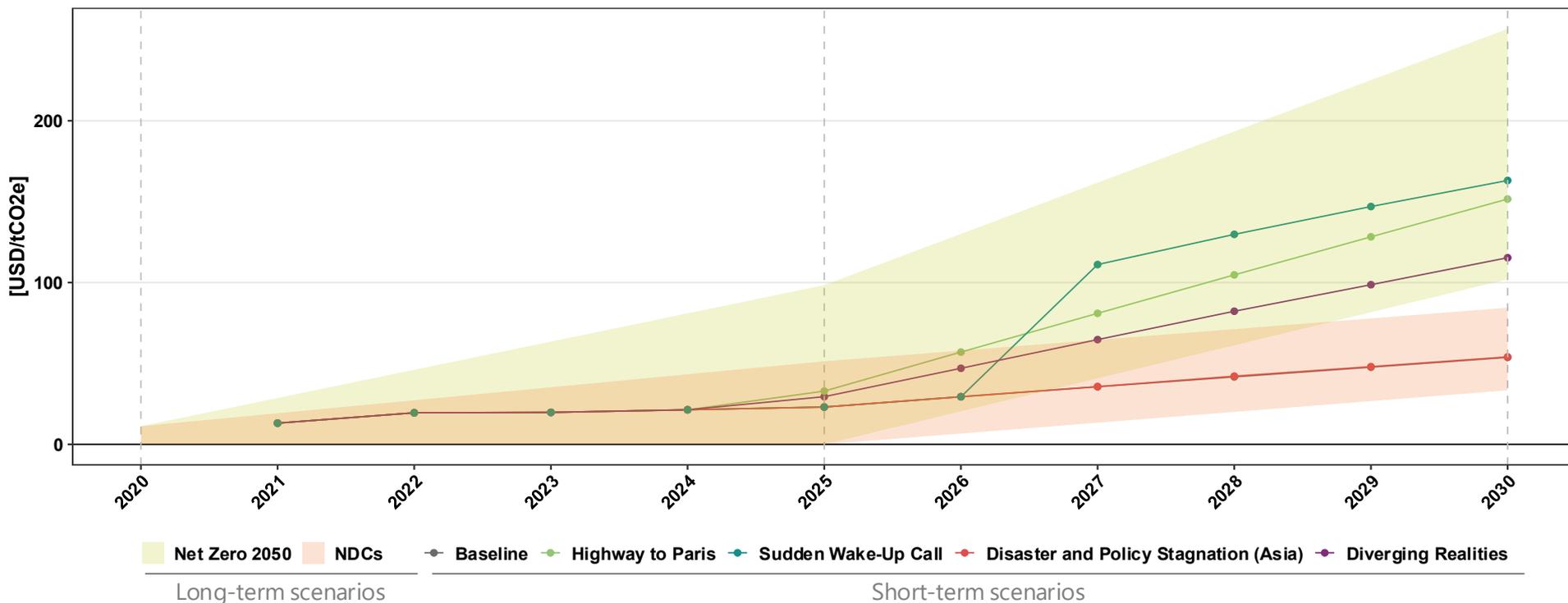


*1 GEM-E3で対象となるGHGは、CO₂（エネルギー起源・プロセス起源）、CH₄、N₂O、HFC、PFC、SF₆の6種類であり、土地利用起源の排出／除去は明示的には含まれていない。上図では、IAMとGEM-E3の対象部門・ガスを整合させている。

炭素価格（世界全体）

- 各地域の炭素価格を世界全体で加重平均しそれを図示すると、移行リスクシナリオの炭素価格の水準は長期シナリオのNet Zero 2050の範囲に概ね収まっていることが確認できる（**足元では、長期シナリオと短期シナリオで大きな乖離はない**）。
- Highway to Parisでは、2025年以降に炭素価格が段階的に上昇し、2030年には100～150USD/tCO₂e超に達する。Sudden Wake-Up Callでは導入は遅れ、2027年以降に急激な引き上げが生じる。一方、Disaster and Policy StagnationやDiverging Realitiesでは上昇幅が限定的であり、シナリオ間の価格差が2030年に向けて大きく拡大する。

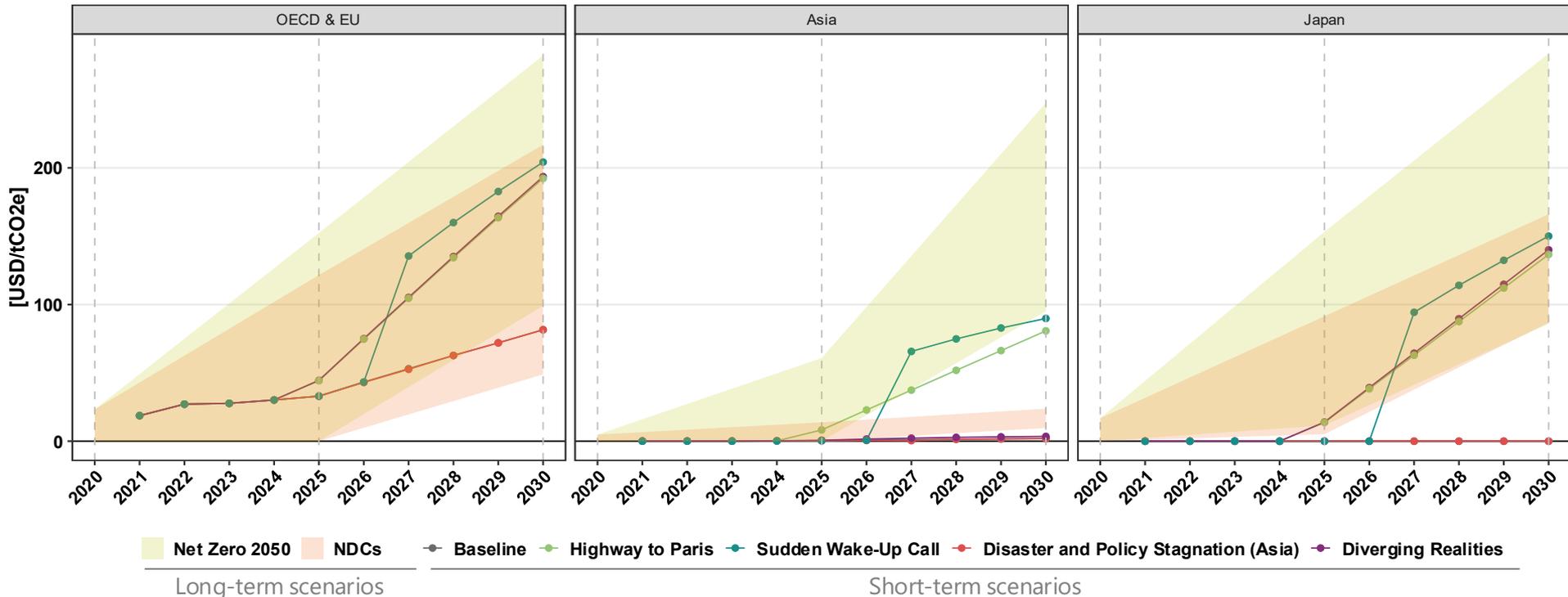
炭素価格（世界全体）と長期シナリオとの比較



炭素価格（主要地域）

- OECD & EUおよび日本では、Highway to ParisとDiverging Realitiesシナリオの下で2025年以降に炭素価格が明確に上昇し、2030年には100~200USD/tCO₂e超に達する。また、Sudden Wake-Up Callでは2026年から2027年にかけて急激な引き上げが発生する*1。
- アジアでは、Disaster and Policy StagnationやDiverging Realitiesシナリオの下では炭素価格は低調なままである。いずれのシナリオでも、途上国では移行リスクショックが想定されていないことによる。

GHG排出量（主要地域）と長期シナリオとの比較*2

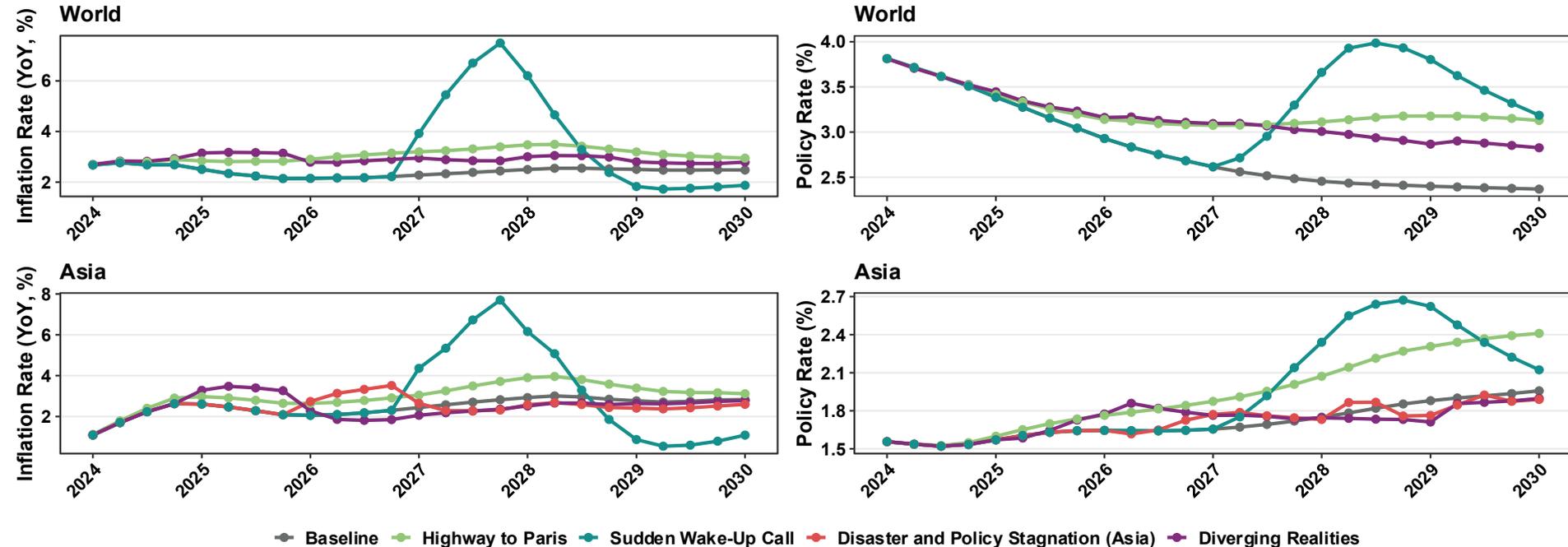


*1 短期シナリオは2023年1月時点での各国の政策を反映しているため、2025年1月に発足したトランプ政権下での米国の気候政策は考慮されていない。

*2本図および以降に示すGEM-E3関連の各変数の図において、「Asia」はGEM-E3の地域区分である「Asia (R5)」の結果を指す。P.74の地域区分「Asia」とは厳密には一致しないことに注意が必要である。

インフレ率・政策金利

- 世界とアジアにおけるインフレ率と政策金利は下図のようになる*1。
- HWTPに関しては、全体的にインフレ率の上昇は比較的穏やかである。一方で、政策金利に関してはアジア地域において急速に上昇していく。
- SWUCでは、急激な政策変更により、2028年を境にインフレ率・政策金利の上昇が進む。
- DAPS_ASIA、DIREにおいてはインフレ率・政策金利ともに大きな変動はない。
- また、すべてのシナリオにおいて世界全体では政策金利はベースラインシナリオと比較して上昇する。

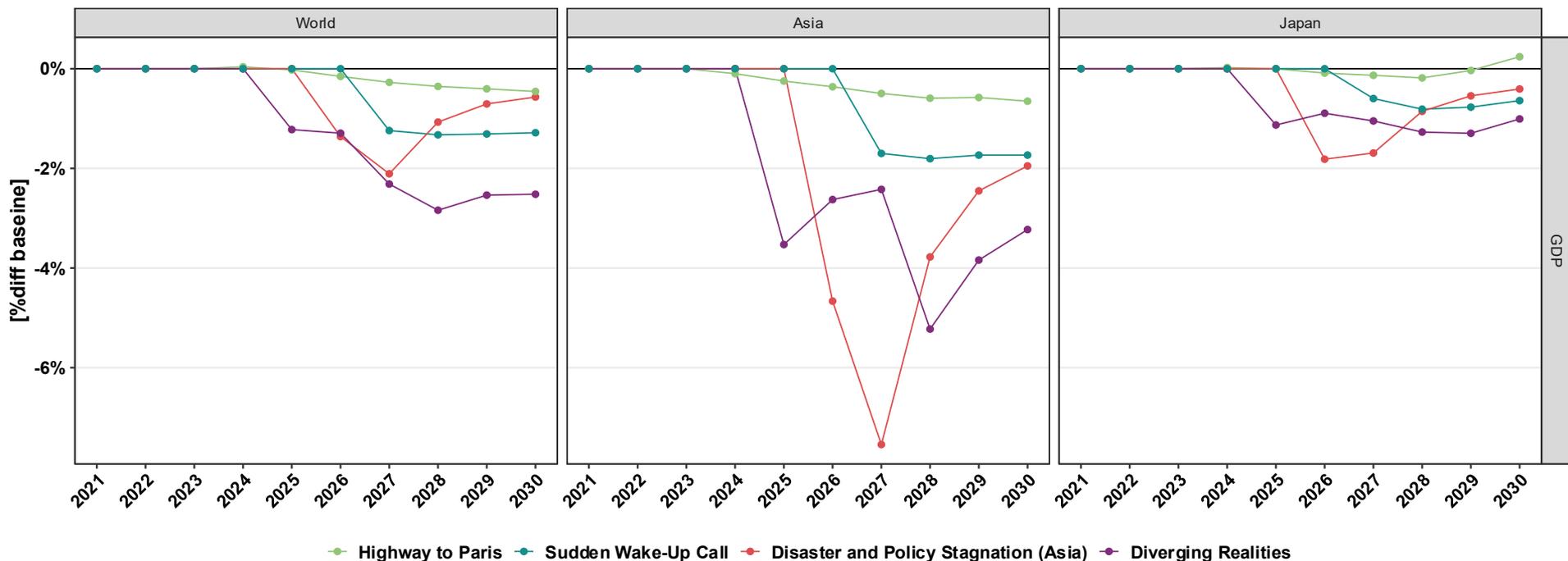


*1 インフレ率に関してはPrice Level|Index YoY Growth、政策金利に関してはPolicy rate を用いて図を作成。なお、DAPS_ASIAシナリオにおいて世界のインフレ率、政策金利は収録されていない。また、政策金利・インフレ率等を計算するEIRINでは、地域区分が5つしかないためAsia地域の結果は中国を代表していることに注意する必要がある。

GDP（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）

- 世界全体では、全シナリオでGDPへの影響は小幅なマイナス（▲数%以内）にとどまる。
- 世界全体と比較すると、日本は移行リスク・物理的リスクのいずれについても、足元のGDPへの影響は相対的に小さい。
- 物理的リスクの影響はアジア地域で特に大きく、Disaster and Policy StagnationやDiverging Realitiesでは中期に▲5%超のGDP減少が発生、その後も回復は限定的である*1。

GDP（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）

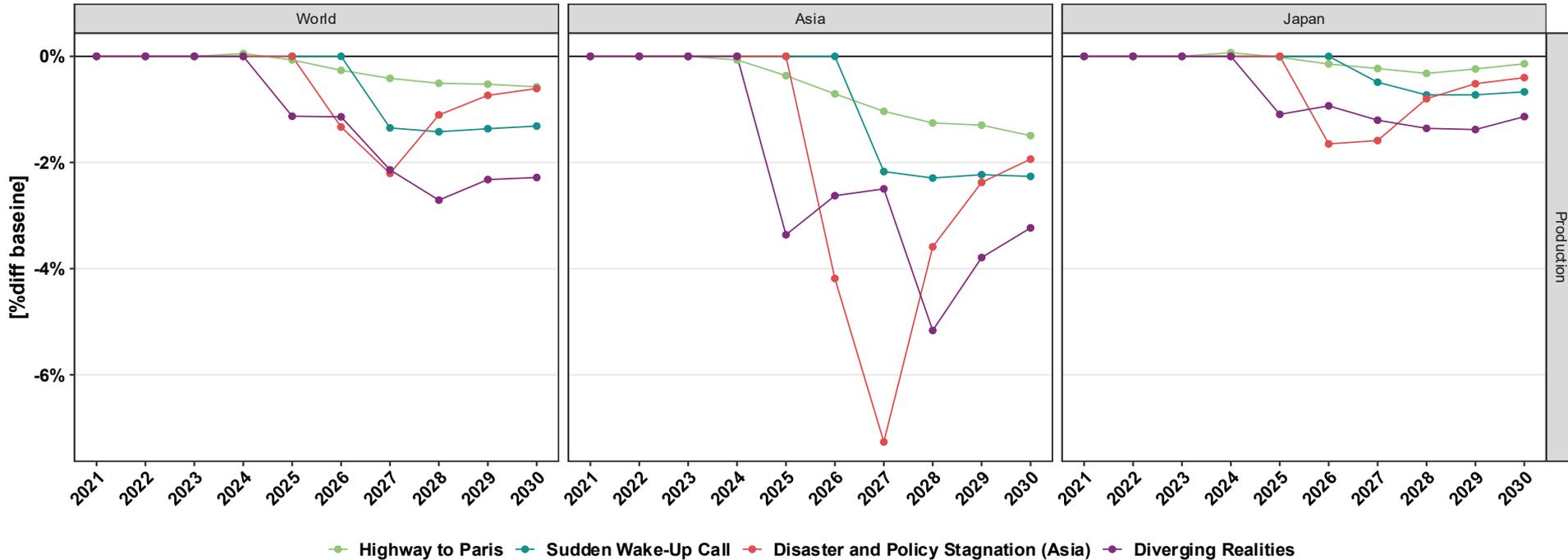


*1 なお、日本のリーマンショックとコロナ禍による名目GDPの減少はそれぞれ7%と3%である（実質GDPの減少はいずれも4%）。短期シナリオの物理的リスクシナリオでは、それと同程度のショックがアジア地域で発生することが想定されている。

生産高（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）

- 世界全体・アジア・日本のいずれにおいても、生産高への影響はGDPとほぼ同じ傾向を示す。
- 世界全体では影響は小幅なマイナスにとどまるが、DIREやDAPSでは2026～27年に一時的に大きな低下が見られる。
- アジアでは影響が最も大きく、DAPSやDIREで中期に▲5%前後まで落ち込む。
- 日本では影響は相対的に小さく、短期的なマイナスの後、2030年にかけて緩やかに回復する。

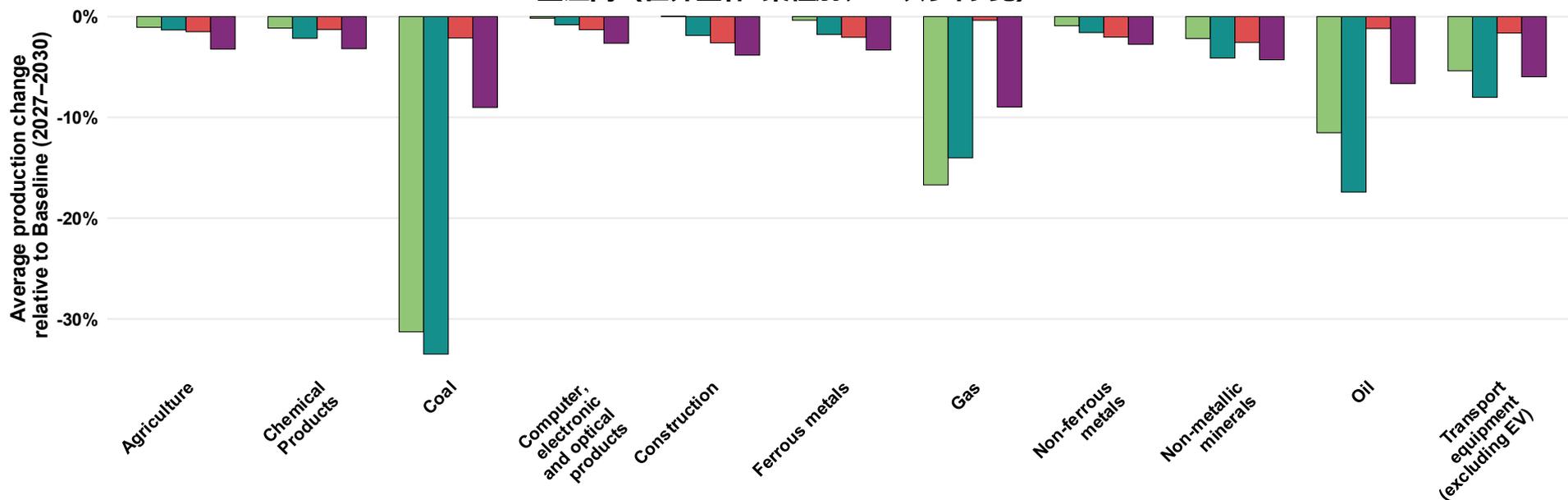
生産高（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）



生産高（世界全体・業種別、ベースライン比）（1/2）

- 2027～2030年の生産高の合計についてベースラインとの比を以下に示す*1。例えば、あるシナリオでこの値が-10%であった場合、この期間の総生産量がベースラインシナリオの総生産量より10%少ないことを意味する。
- HWTPでは、石炭・石油・ガスといった化石燃料関連業種*2において生産高が大きく減少する。特に石炭部門では顕著に縮小する（30%減）。
- SWUCでは、化石燃料関連業種の生産高は減少する。その減少幅はHWTPと同程度である。
- DAPS_ASIAでは、多くの業種で生産高の変化は小さい。
- DIREでは、化石燃料関連業種の生産高は減少するが、その減少幅はHWTPよりも小さい。

生産高（世界全体・業種別、ベースライン比）



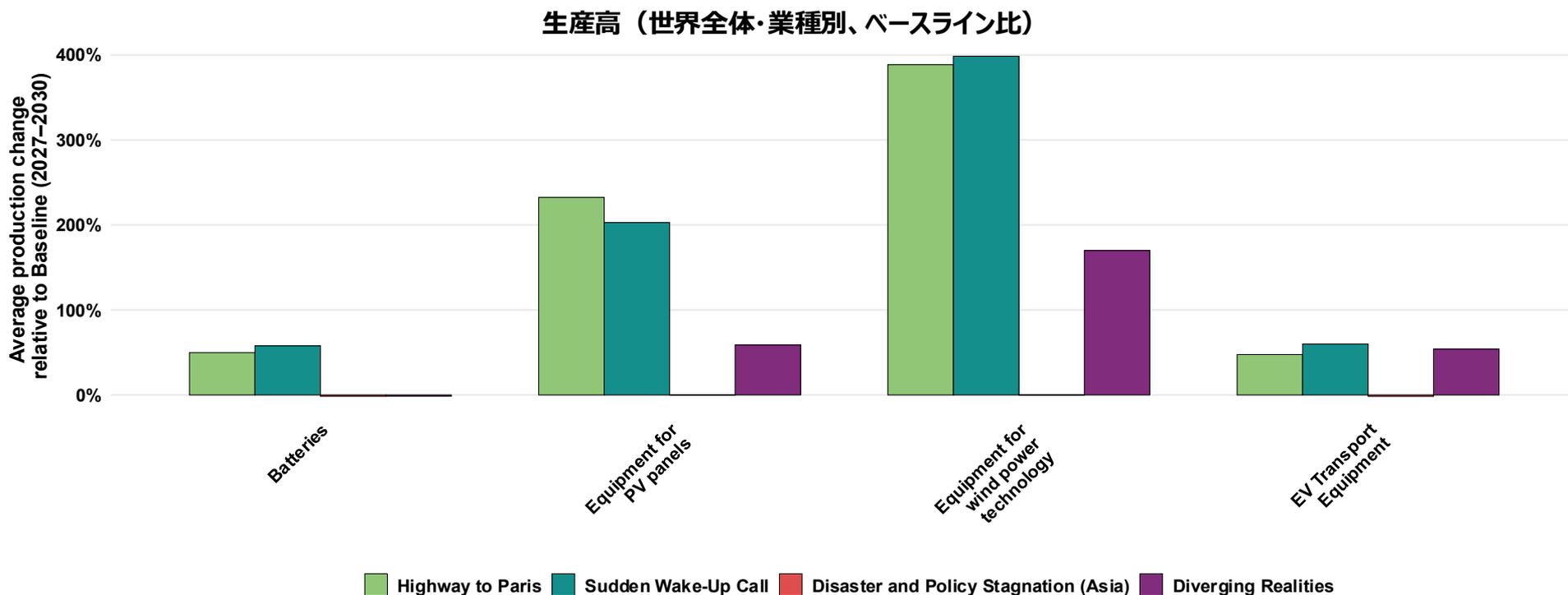
Highway to Paris Sudden Wake-Up Call Disaster and Policy Stagnation (Asia) Diverging Realities

*1 縦軸は、2027～2030年の水準を合計してベースラインと比較した相対的な変化の大きさを示している。これは、当該期間を通じてシナリオによって水準が累計としてどれだけ変化したかを表す指標であり、各年の変化率の平均や年平均成長率を意味するものではない。

*2 短期シナリオにおける化石燃料関連業種は、Coal = 石炭採掘、Oil = 石油製品、Gas = ガス供給に対応する（NGFS 2025）

生産高（世界全体・業種別、ベースライン比）（2/2）

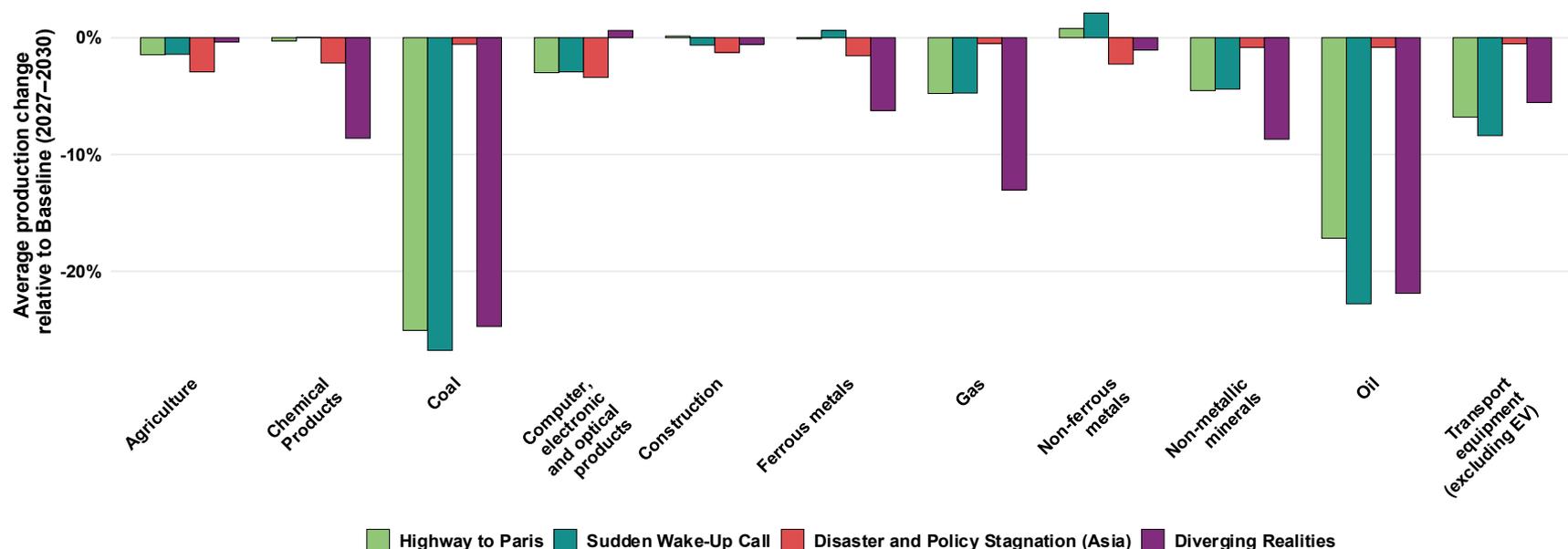
- HWTPでは、風力および太陽光関連設備の生産が大幅に拡大する。特に風力設備で最大の伸び（約400%増）。また、EVおよびバッテリーの生産も数10%増加する。
- SWUCでは、風力および太陽光を中心とした再生可能エネルギー設備の生産が増加する(200~400%増)。全体としてHWTPと同程度の伸びである。
- DAPS_ASIAでは、全分野において生産の変化はほとんど見られない。
- DIREでは、風力設備の生産が約200%増加し、太陽光およびEVの生産も増加する。しかし、全体としてはHWTPおよびSWUCと比べて抑制的である。



生産高（日本・業種別、ベースライン比）（1/2）

- HWTPでは、化石燃料関連業種の生産高が大きく減少する*1。しかし、その減少幅は世界全体（10%～30%減）と比較して小さく、数%～25%程度の減少にとどまる。
- SWUCでは、化石燃料関連業種の生産高が減少する傾向が見られる。しかし、その減少幅は世界全体（10%～30%）と比較して小さく、HWTPと同程度である（数%～25%程度減）。
- DAPS_ASIAでは、生産高の変化は総じて小さい。
- DIREでは、世界全体では化石燃料関連業種の縮小幅は限定的（数%減）であるのに対し、日本では同部門の生産高が相対的に大きく減少する（10%～20%超減）。

生産高（日本・業種別、ベースライン比）

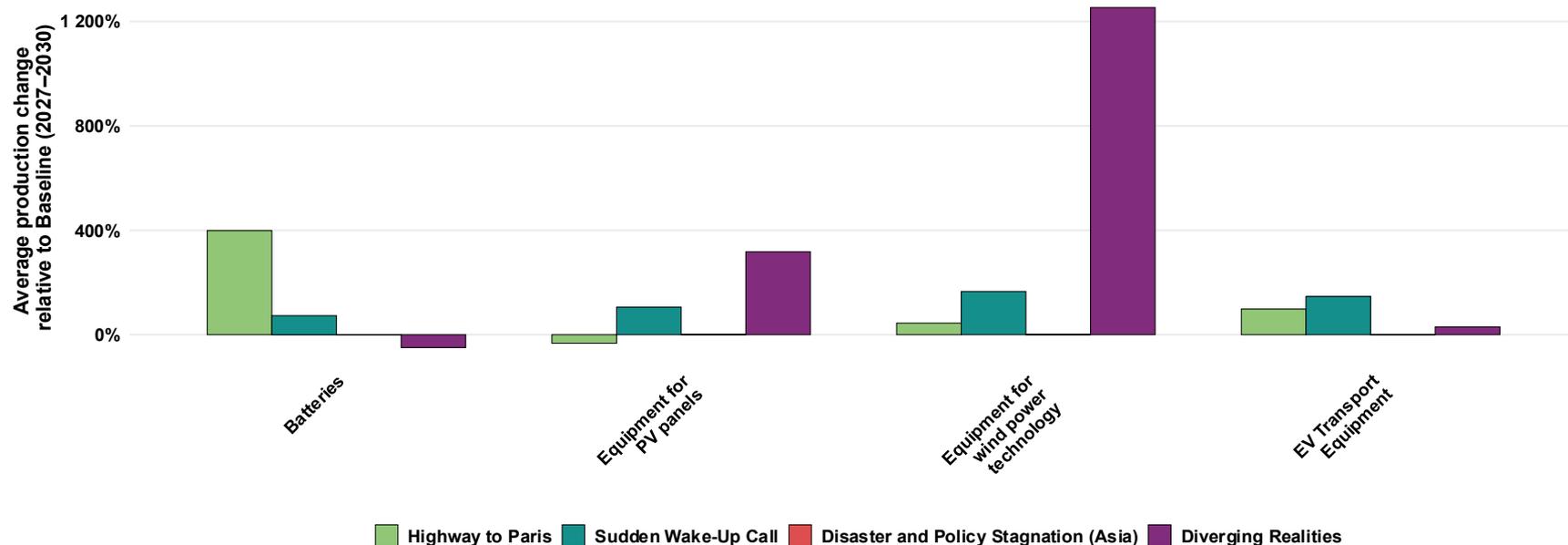


*1 化石燃料関連業種のうち、Coalは石炭採掘を指し、Oilは石油製品、Gasはガス供給を指す。石炭については、日本の生産量がもともと僅少であることに留意が必要。

生産高（日本・業種別、ベースライン比）（2/2）

- HWTPでは、バッテリー生産が世界全体平均（数十%増）を上回る増加を示す（約400%増）。一方、太陽光および風力設備の生産拡大は世界平均（200~400%程度増）を大きく下回る。
- SWUCでは、すべての業種で生産は増加するものの、その伸びは世界全体（数10%~400%弱増）と比べて限定的である。特に、世界平均と比較して太陽光と風力の生産が相対的に小さい。
- DAPS_ASIAでは、生産の変化はほとんど見られない。
- DIREでは、風力設備の生産が世界全体（約200%増）と比較して増加する（約1200%超増）。

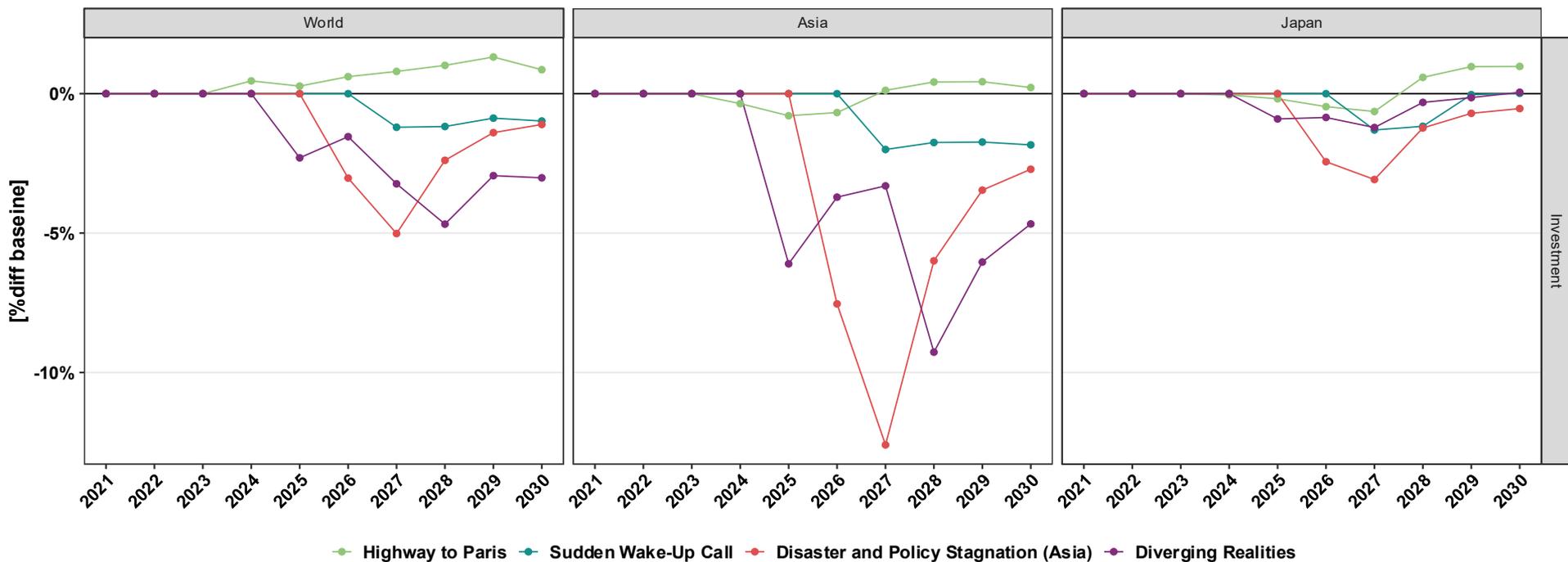
生産高（日本・業種別、ベースライン比）



投資（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）

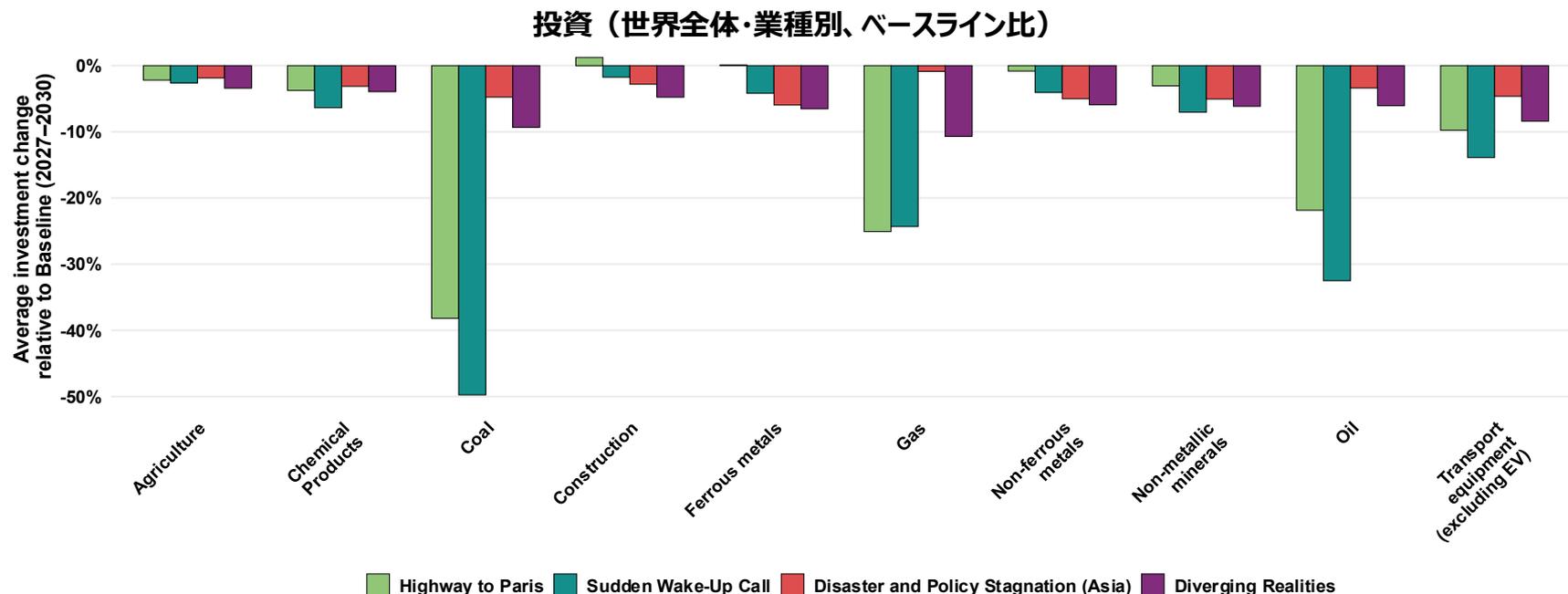
- 世界全体：Highway to Parisでは投資は概ね横ばいからやや増加する一方、Disaster and Policy StagnationやDiverging Realitiesでは中期に▲3～5%程度の投資減少が発生する。
- アジア：投資への影響が最も大きく、特にDisaster and Policy Stagnationでは2027年に▲10%超と大幅に落ち込む。Diverging Realitiesでも中期に深いマイナスが生じ、その後も回復は限定的。
- 日本：投資への影響は相対的に小さく、2025～26年に一時的な減少が見られるものの、その後は回復し、Highway to Parisではプラス圏に転じる。

投資（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）



投資（世界・業種別、ベースライン比）（1/2）

- 2027～2030年の投資額の合計についてベースラインとの比を以下に示す*1。
- HWTPでは、化石燃料関連業種において投資が大幅に減少する（20～40%程度減）。ほかの業種に関しては微減である。
- SWUCでは、化石燃料関連業種への投資は減少する。また、その減少幅はHWTPより大きい。
- DAPS_ASIAでは、化石燃料部門における投資の減少は限定的である。
- DIREでは、化石燃料関連業種への投資が減少する（約10%程度減）。ただし、その減少幅はHWTPよりも限定的である。

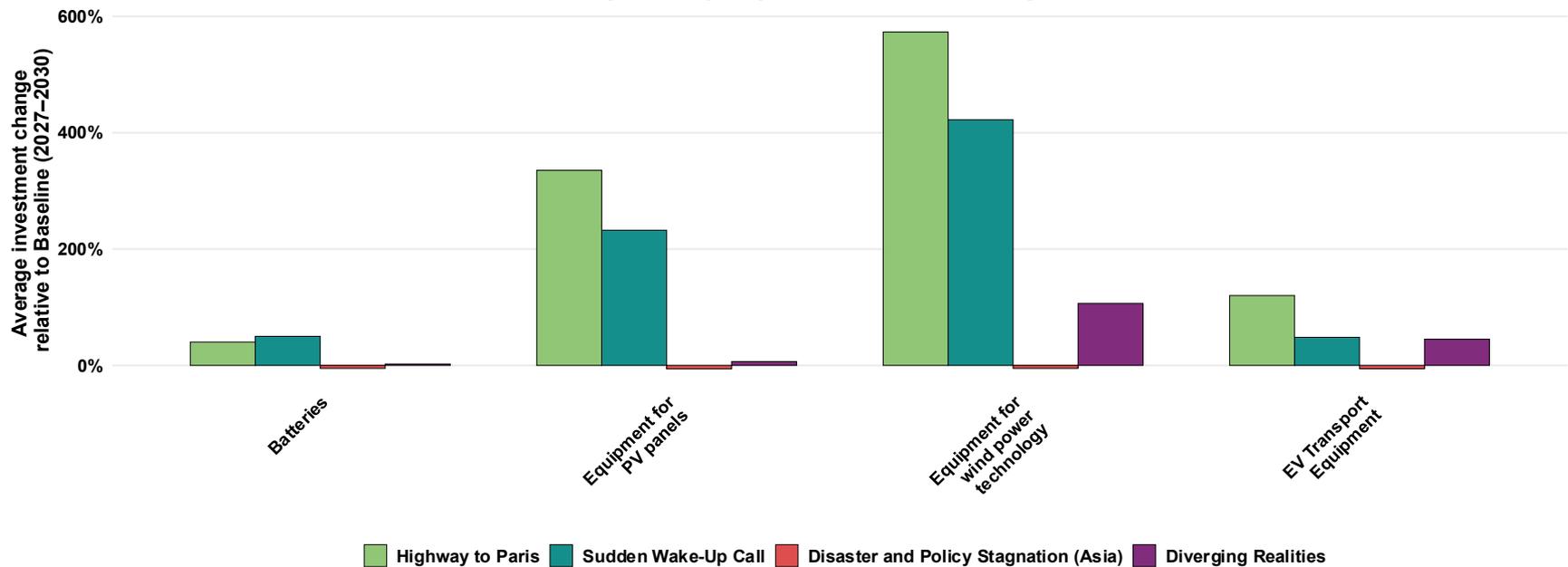


*1 縦軸は、2027～2030年の水準を合計してベースラインと比較した相対的な変化の大きさを示している。これは、当該期間を通じてシナリオによって水準が累計としてどれだけ変化したかを表す指標であり、各年の変化率の平均や年平均成長率を意味するものではない。

投資（世界・業種別、ベースライン比）（2/2）

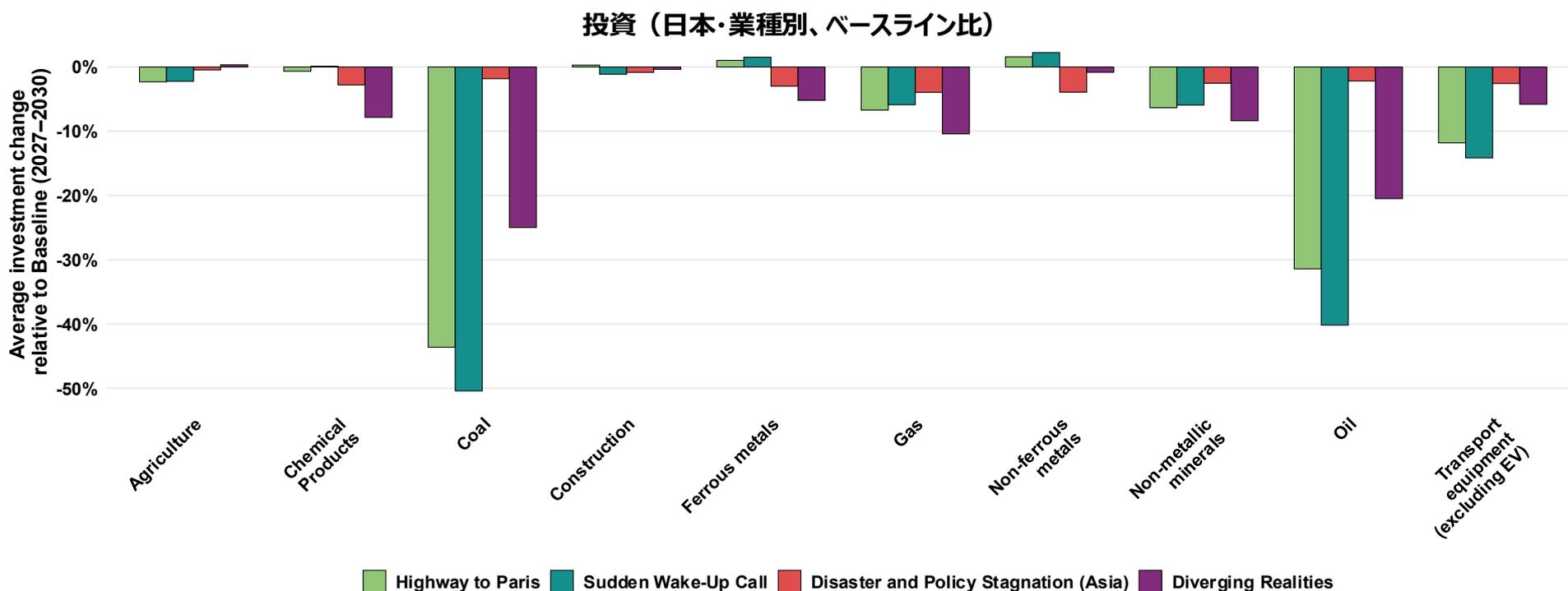
- HWTPでは、風力および太陽光への投資が突出して増加する。特に風力では大きく増加する（約600%増）。EV・バッテリーへの投資も堅調に増加する（数10%~100%増）。
- SWUCでは、風力および太陽光への投資は大幅に増加する。しかし、その増加幅はHWTPと比べて抑制的、かつEVへの投資は限定的である。
- DAPS_ASIAでは、全分野において投資の増加はほとんど見られない。
- DIREでは、HWTPと比較して大幅な増加は見られないものの、風力およびEVを中心に投資が拡大する（数十%~100%程度増）。

投資（世界全体・業種別、ベースライン比）



投資（日本・業種別、ベースライン比）（1/2）

- HWTPでは、石炭・石油・ガスといった化石燃料関連業種への投資が大きく減少する*1。特に石炭および石油では30～40%程度の減少する。
- SWUCでは、化石燃料関連業種への投資は減少する。その減少幅はHWTPより大きい。
- DAPS_ASIAでは、化石燃料関連業種への投資はほとんど変化しない。
- DIREでは、化石燃料関連業種への投資が減少する。しかし、その規模はHWTPより小さく、石炭および石油では約20%の減少する。

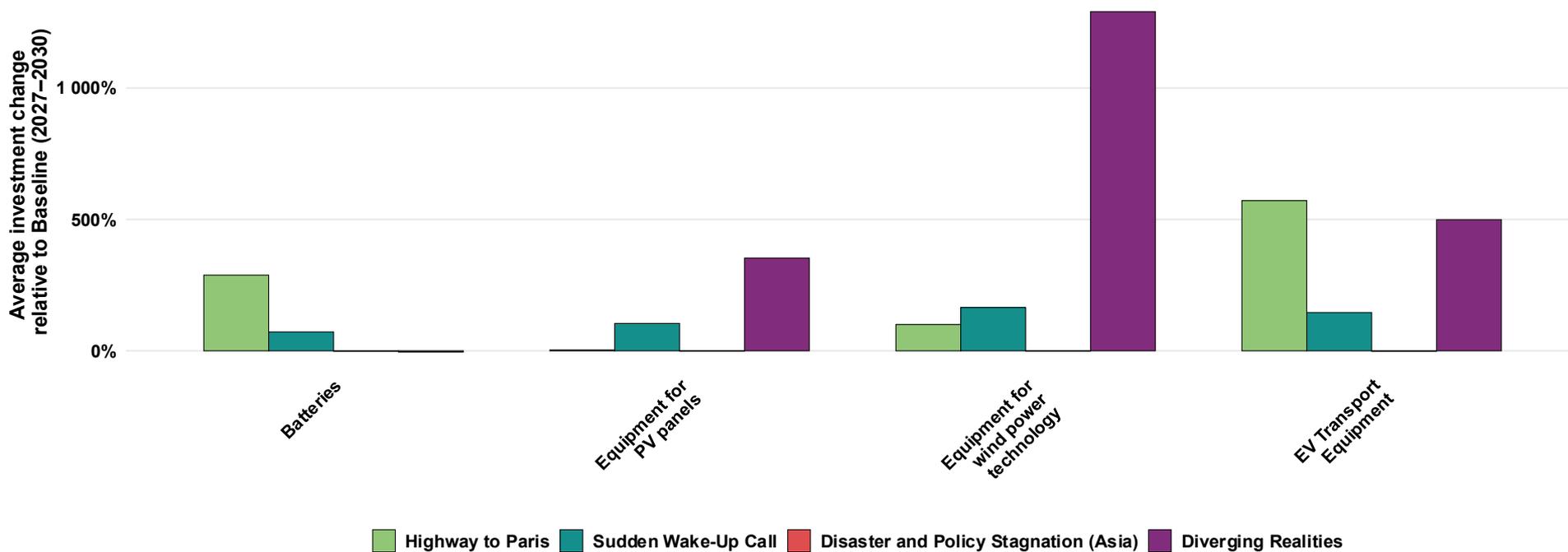


*1 化石燃料関連業種のうち、Coalは石炭採掘を指し、Oilは石油製品、Gasはガス供給を指す。石炭については、日本の生産量がもともと僅少であることに留意が必要。

投資（日本・業種別、ベースライン比）（2/2）

- HWTPでは、EVおよびバッテリーへの投資が増加する。特にEVへの投資は大幅な増加が見られる（500%増）。一方、風力および太陽光への投資は中程度の伸びにとどまる。
- SWUCでは、全分野で投資が緩やかに増加する。
- DAPS_ASIAでは、全分野において投資の変化はほとんど見られず、追加的な設備投資は限定的である。
- DIREでは、風力への投資が突出して増加（1000%超増）。EVおよび太陽光への投資も大幅に増加する（約500%増）。

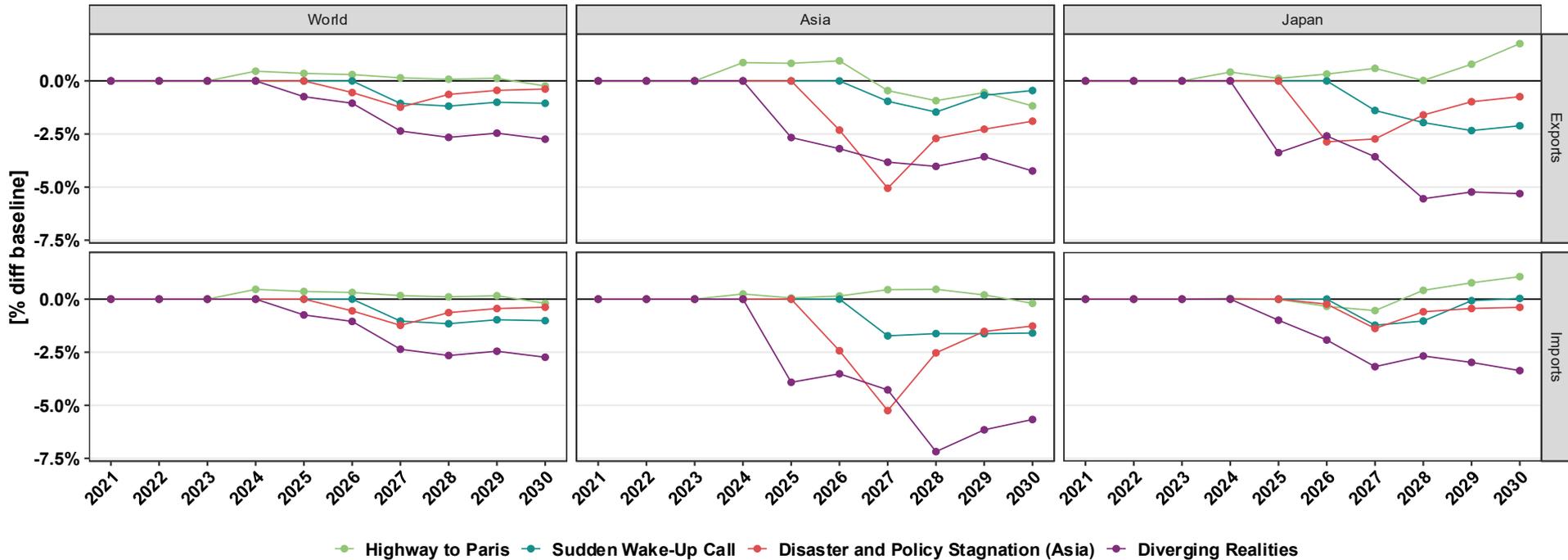
投資（日本・業種別、ベースライン比）



輸出・輸入（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）

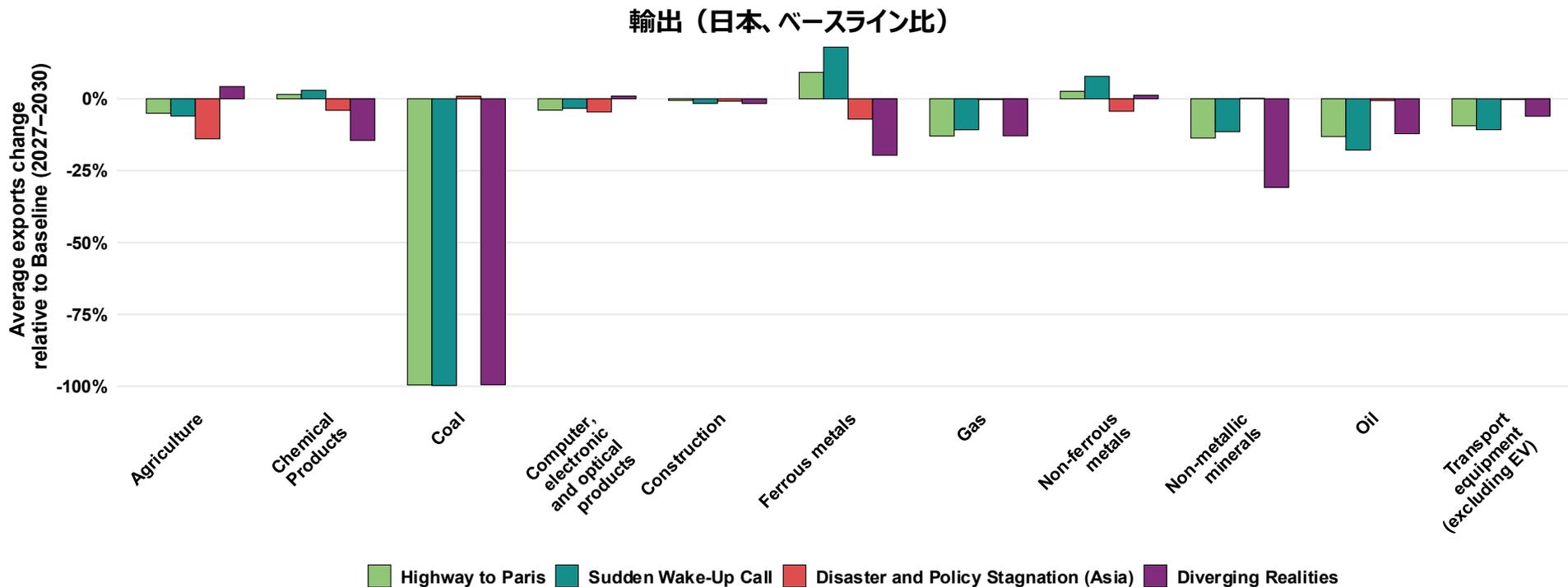
- 世界全体では輸出入への影響は比較的小さく、HWTPでは概ね横ばいから小幅なプラスとなる。一方、DIREやSWUCでは輸出入がマイナスとなる。
- アジアでは影響が相対的に大きく、DAPS_ASIAやDIREで輸出入ともに5%前後落ち込む局面が見られる。
- 日本では輸出入の変動幅はアジアと比べて抑制的であるが、DIREでは中期に輸出の落ち込みが大きくなり、輸入も緩やかなマイナスが続く。

輸出・輸入（世界全体・アジア・日本、ベースライン比）



輸出（日本、ベースライン比）（1/2）

- 2027～2030年の輸出額の合計についてベースラインとの比を以下に示す*1。
- HWTPでは、化石燃料関連業種、特に石炭において輸出が大幅に減少する（約100%減）*2。
- SWUCでも、石炭を中心に化石燃料関連業種の輸出が減少する。
- DAPS_ASIAでは、多くの業種で輸出の変化は比較的小さく、化石燃料部門における輸出の減少も限定的である。ただし、農業分野における輸出は10%程度減少する。
- DIREでは、石炭輸出がHWTPと同程度に減少する。



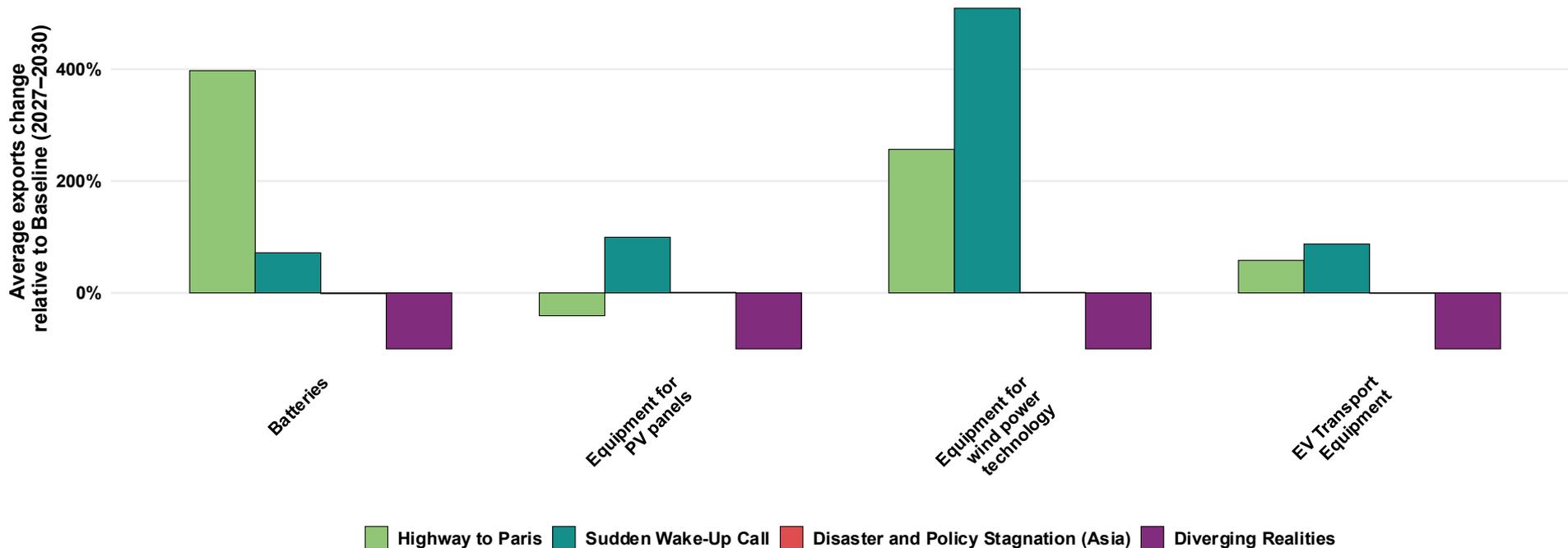
*1 縦軸は、2027～2030年の水準を合計してベースラインと比較した相対的な変化の大きさを示している。これは、当該期間を通じてシナリオによって水準が累計としてどれだけ変化したかを表す指標であり、各年の変化率の平均や年平均成長率を意味するものではない。

*2 化石燃料関連業種のうち、Coalは石炭採掘を指す。石炭については、日本の生産量がもともと僅少であることに留意が必要。

輸出（日本、ベースライン比）（2/2）

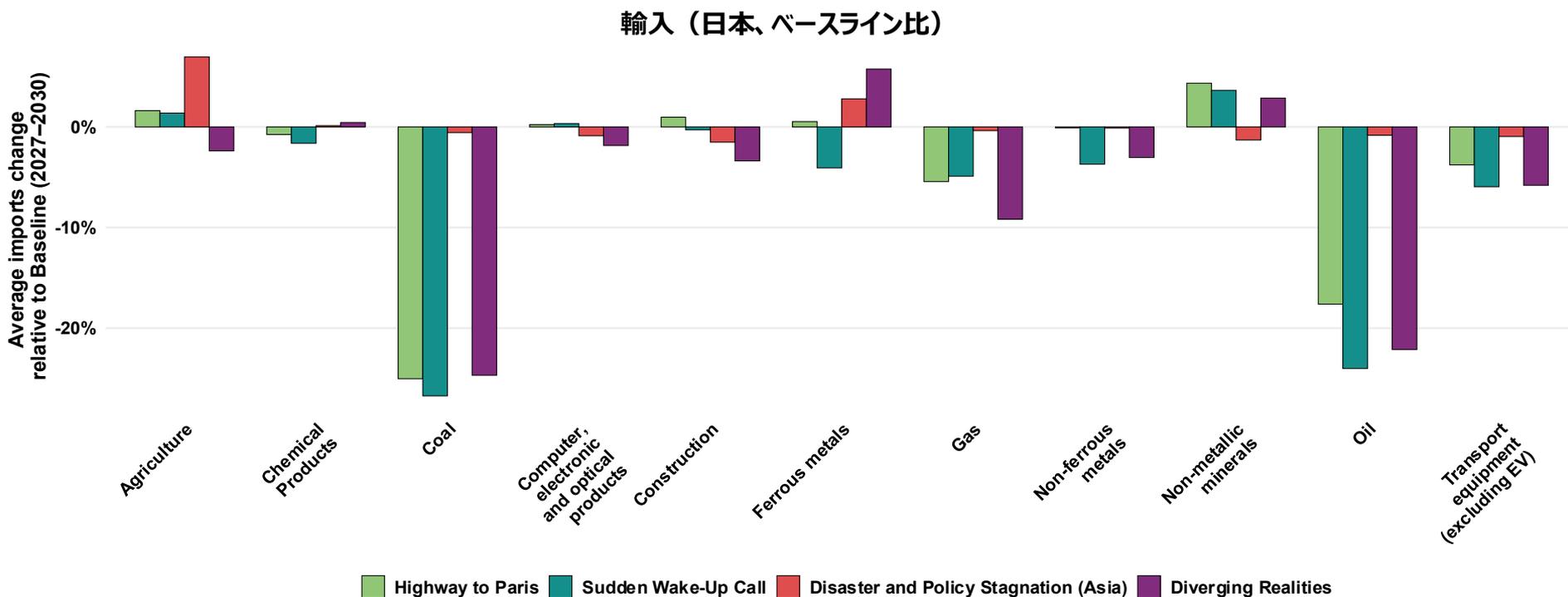
- HWTPでは、バッテリーおよび風力関連設備を中心に輸出が大幅に増加する（約200%～400%増）。一方で太陽光発電に関しては輸出が減少する。
- SWUCでは、風力設備の輸出がHWTPを上回って増加する（400%超増）。
- DAPS_ASIAでは、全分野において輸出の変化はゼロに近く、ベースラインと同程度である。
- DIREでは、全分野で輸出が減少する（数十%減）。

輸出（日本、ベースライン比）



輸入（日本、ベースライン比）（1/2）

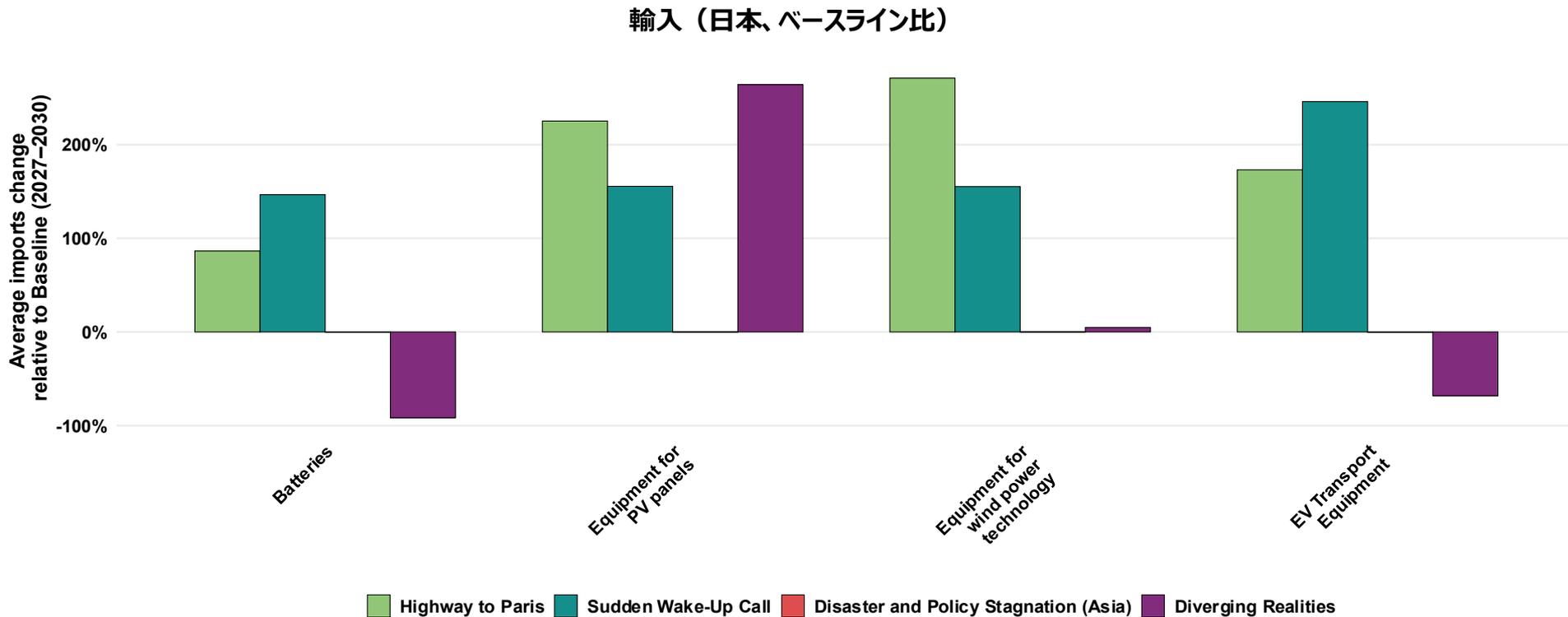
- 2027～2030年の輸入額の合計についてベースラインとの比を以下に示す*1。
- HWTPでは、化石燃料関連業種の中でも石炭と石油において輸入が顕著に減少する（～20%程度減）。
- SWUCでも、化石燃料関連業種の輸入は減少し、その減少幅はHWTPと同程度である。
- DAPS_ASIAでは、多くの業種で輸入の変化は比較的小さい。しかし、農業分野では輸入が増加する。
- DIREでは、化石燃料関連業種の輸入がHWTPと同程度に減少する。



*1 縦軸は、2027～2030年の水準を合計してベースラインと比較した相対的な変化の大きさを示している。これは、当該期間を通じてシナリオによって水準が累計としてどれだけ変化したかを表す指標であり、各年の変化率の平均や年平均成長率を意味するものではない。

輸入（日本、ベースライン比）（2/2）

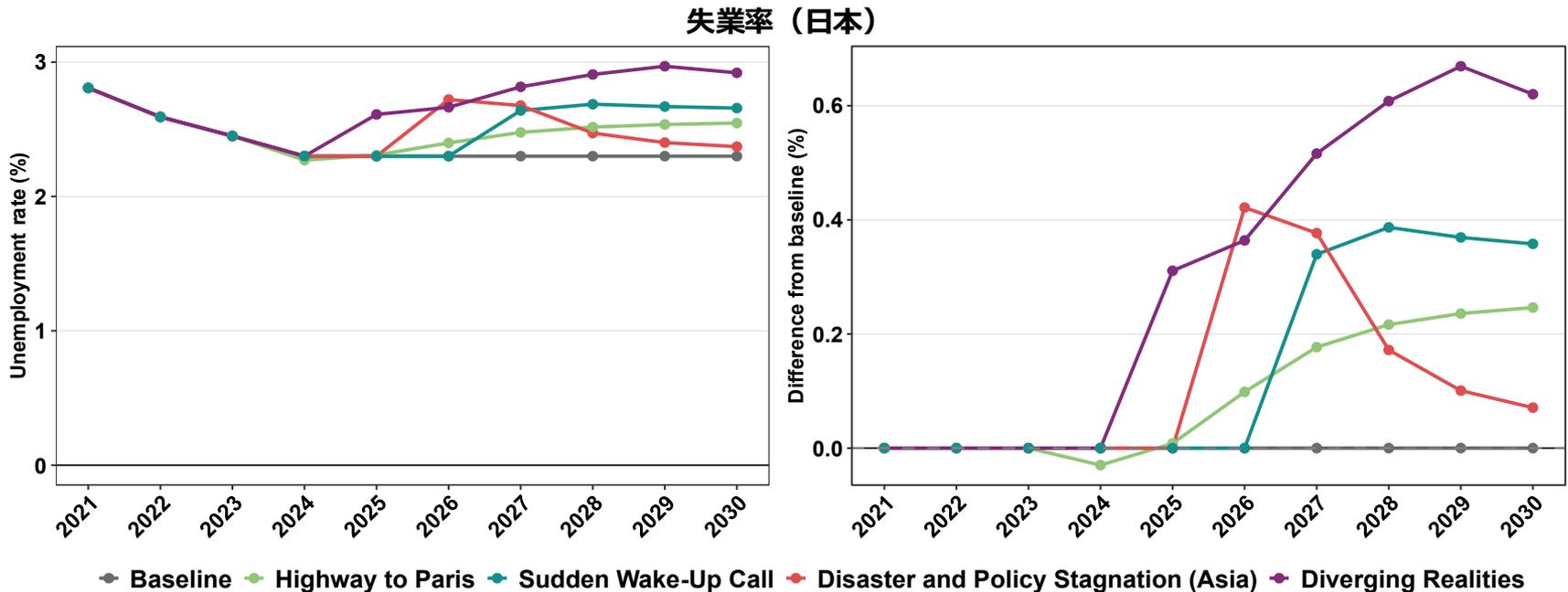
- HWTPでは、すべての業種で輸入が大きく増加する（100%～200%超増）。
- SWUCでは、すべての業種で輸入が増加する。特にEVの輸入が顕著で、200%超の増加である。
- DAPS_ASIAでは、全分野において輸入の変化はほぼゼロに近く、ベースラインと同程度である。
- DIREでは、太陽光設備の輸入が大幅に増加する。一方、バッテリーとEVの輸入が減少する（数10%～100%程度減）。



失業率（日本）

左図（失業率水準の推移）：左図は、日本の失業率（%）の水準そのものの推移を示している。全シナリオを通じて失業率は概ね2~3%台で推移している。ベースラインシナリオでは失業率は安定的に横ばいである一方、DIREやSWUCでは2025年以降にやや上昇する。また、HWTPでは上昇は比較的緩やかであり、DAPS_ASIAでは2026年以降一時的に上昇する。

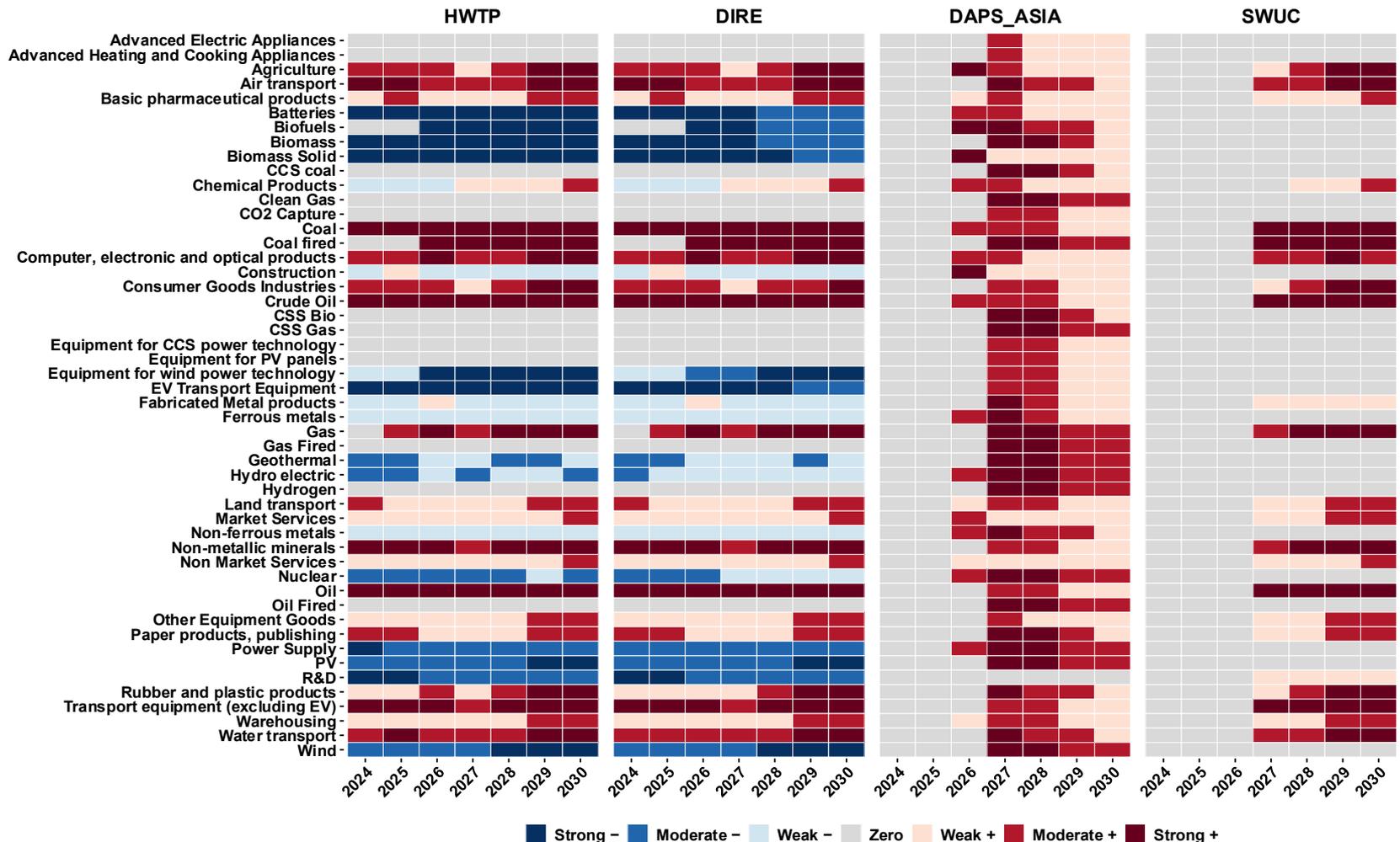
右図（ベースライン差分）：右図は、失業率の変化をベースラインからの差分で示したものである。DIREでは2025年以降にベースラインからの乖離が拡大し、2028~29年にかけて最大となる。SWUCでも2027年以降に上昇が見られるが、その幅はDIREより小さい。HWTPでは乖離は限定的であり、DAPS_ASIAでは一時的な上昇後、乖離が縮小する。



デフォルト確率（日本・業種別、ベースライン差分）

- 各シナリオのデフォルト確率（PD）のベースライン差分を示す（青：PD低下、赤：PD上昇）。色の濃淡は、各年ごとに正負別で変化の大きさを三段階に分類したものである。
- HWTP・DIREでは脱炭素関連業種においてPDが低下する。一方、石炭・石油などの化石燃料関連業種では上昇する。DAPS_ASIA・SWUCでは多くの業種でPDが上昇する。

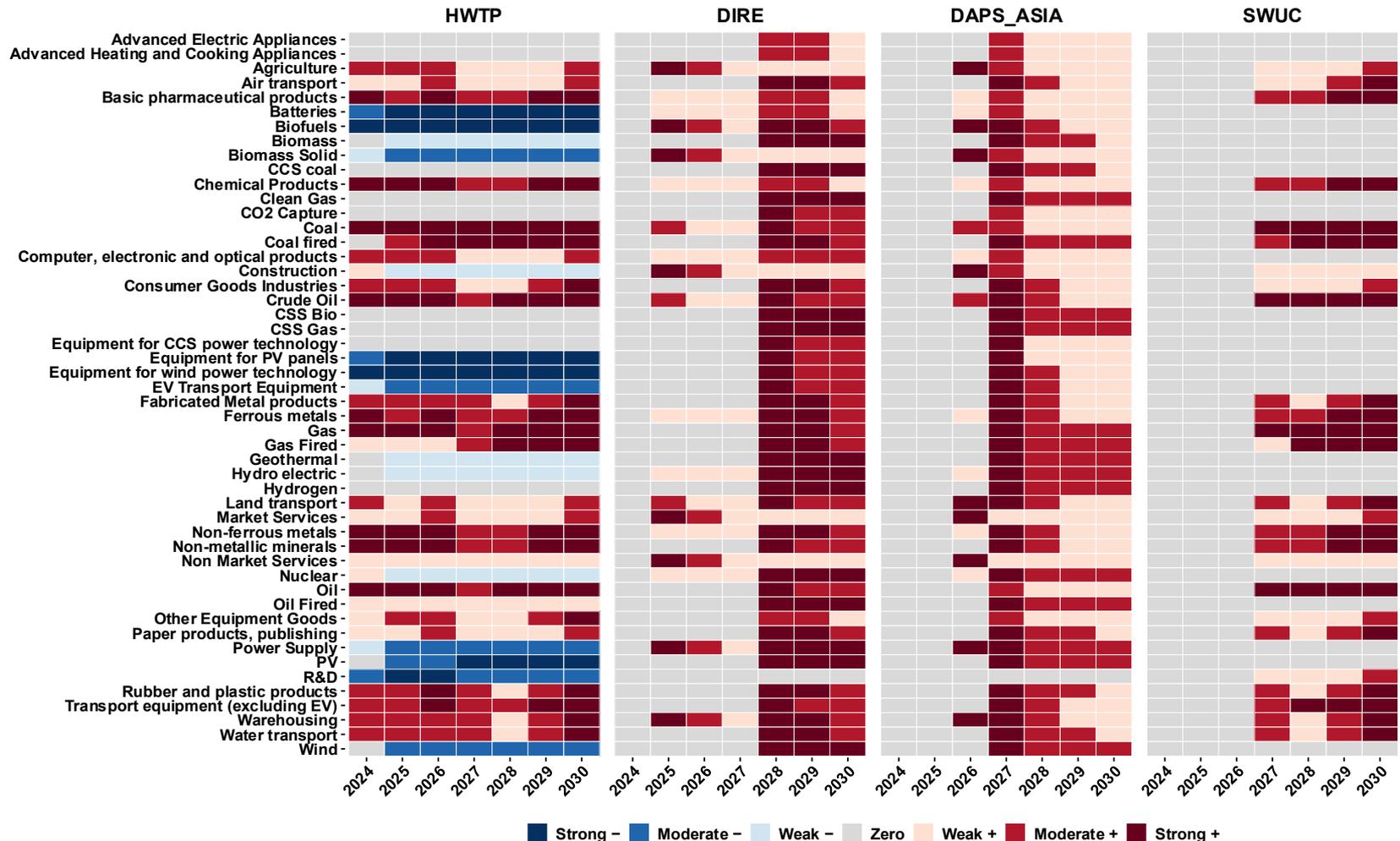
デフォルト確率（日本・業種別、ベースライン差分）



デフォルト確率（中国・業種別、ベースライン差分）

- 中国では、脱炭素関連業種ではHWTPにおいてPDは低下する。一方、化石燃料関連業種ではPDが上昇する。また、DIRE・DAPS_ASIA・SWUCでは、業種を通してPDが上昇する。
- DIREは先進国に分類される国家（例：日本）と途上国に分類される国家（例：中国）で傾向が異なる（先進国はHWTP、途上国はDAPSと同じ傾向を示す）。

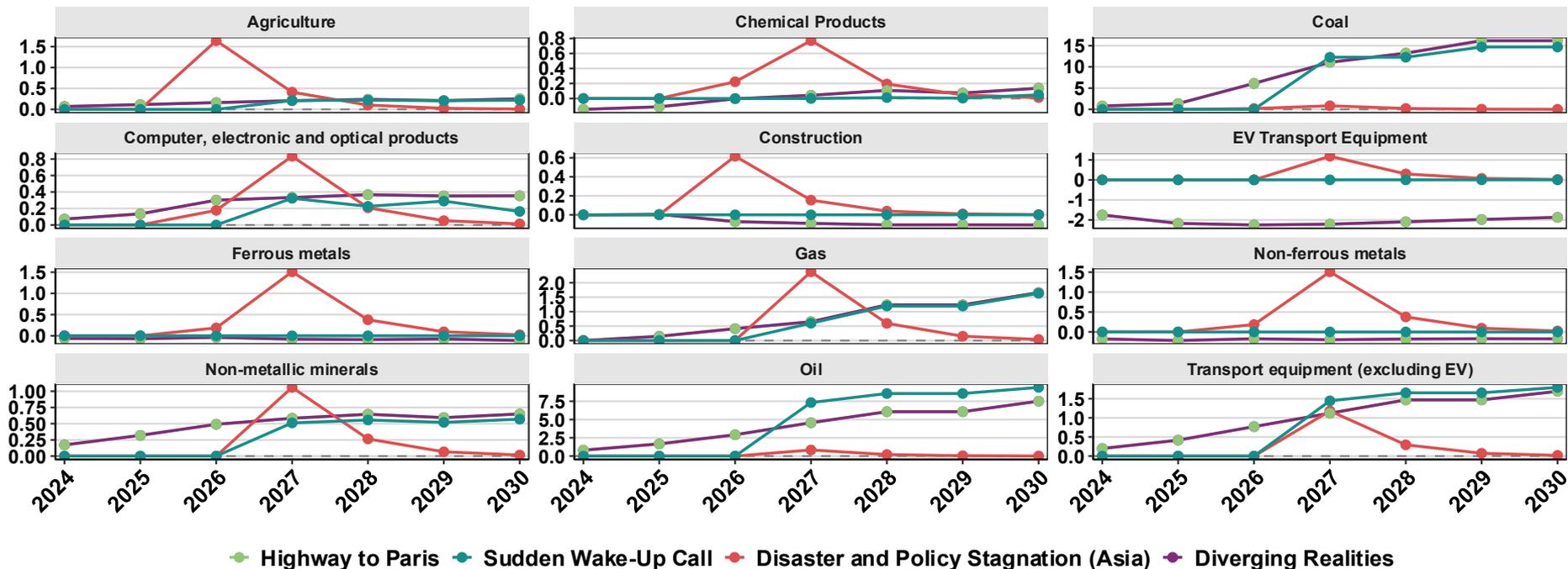
デフォルト確率（中国・業種別、ベースライン差分）



デフォルト確率（日本・主要業種、ベースライン差分）

- HWTPでは、多くの業種でPDは低水準で推移し、ベースラインとの差がほとんどない。ただし、化石燃料関連業種では、時間の経過とともにPDが上昇する。EVについては、ベースラインよりもPDが低下する。
- SWUCでは、HWTPと同様の傾向を示すが、2027年を境にPDが急速に上昇する。
- DAPS_ASIAでは、多くの業種で2026～2027年にかけてPDが急上昇する顕著なスパイクが見られる。この上昇は一時的であり、2028年以降は急速に低下する。
- DIREは、HWTPと同様の傾向を示す。

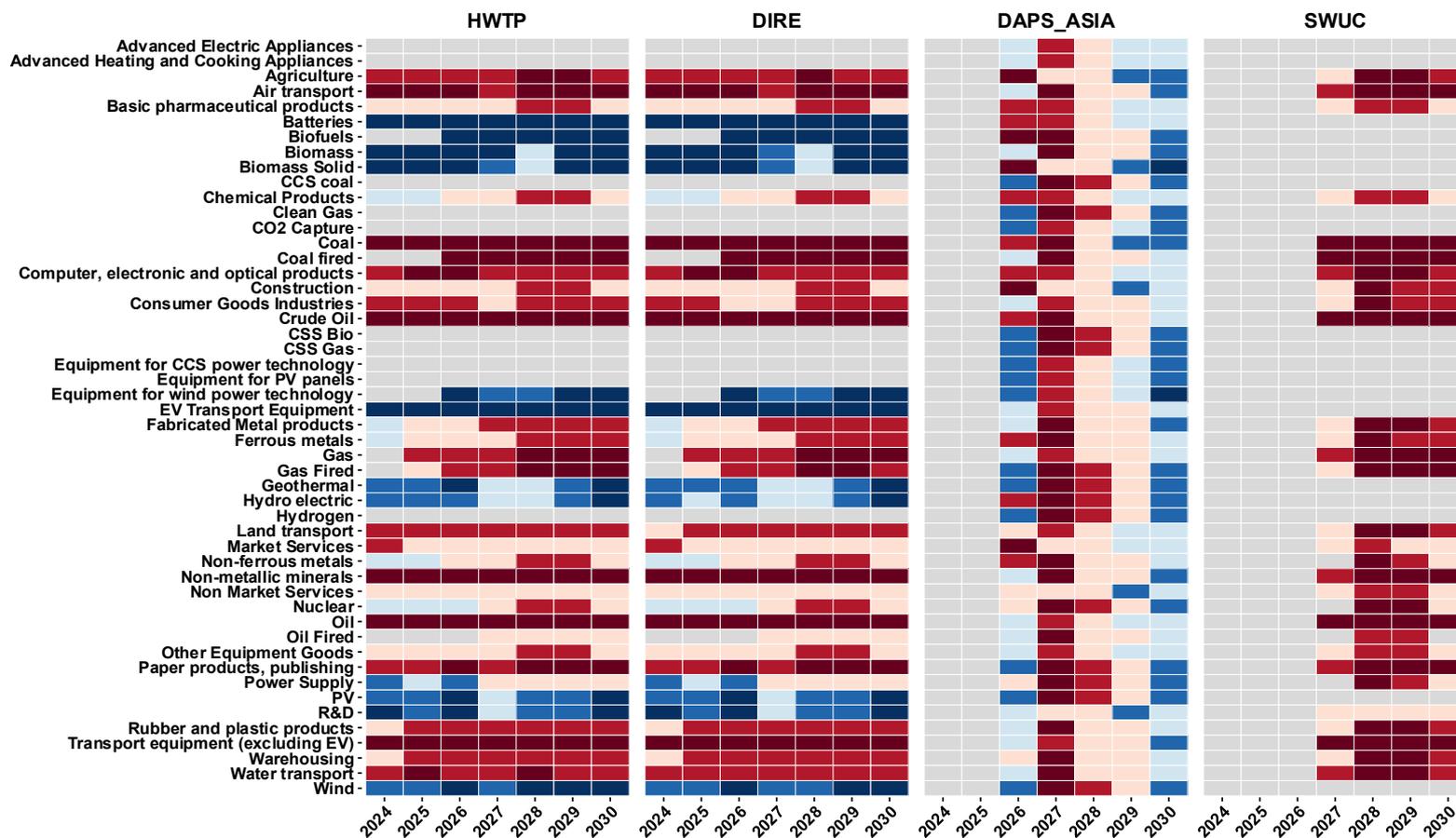
デフォルト確率（日本・主要業種、ベースライン差分）



加重資本コストWACC（日本・業種別、ベースライン差分）

- WACCの変化はPDと比較的整合的である（青：WACC低下≒PD低下、赤：WACC上昇≒PD上昇）。
- HWTPおよびDIREでは、クリーンエネルギー関連業種でPD低下に伴うWACCの低下が見られる。一方、化石燃料関連業種ではPD上昇に対応してWACCが上昇する。
- DAPS_ASIAでは災害時にPD上昇に伴うWACC上昇が見られるが、最終的には改善する。
- SWUCでは、PD上昇を反映し、ほぼすべての業種でWACCが上昇する。

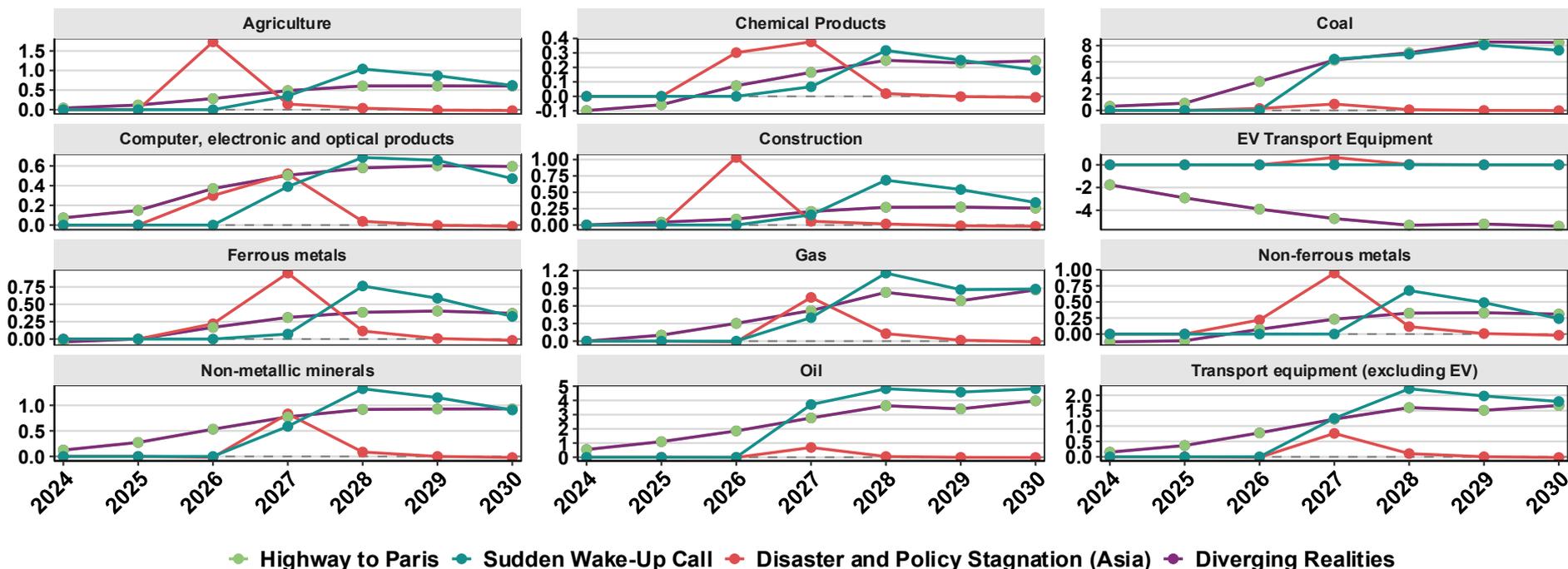
WACC（日本・業種別、ベースライン差分）



加重資本コストWACC（日本、主要業種、ベースライン差分）

- HWTPでは、多くの業種でWACCは低水準で推移するが、化石燃料関連業種では時間の経過とともに上昇する。一方、EVではWACCが低下する。
- SWUCでは、HWTPと同様の傾向を示すが、2027年を境にWACCが急速に上昇する。
- DAPSでは、多くの業種で2026～2027年にかけてWACCが急上昇する顕著なスパイクが見られる。この上昇は一時的であり、2028年以降は急速に低下する。
- DIREでは、HWTPと同様の傾向が見られる。

WACC（日本・主要業種、ベースライン差分）



短期シナリオの特徴総括：経済変数

- 移行リスクシナリオ（HWTP・SWUC・DIRE（先進国））では、長期シナリオと統合的な水準で炭素価格が導入されるが、その影響は地域や業種により違うことが明らかになった。
- 物理的リスクシナリオ（DAPS・DIRE（途上国））では、特に途上国においてより強い影響が確認され、農業等への影響が大きいことが示唆された。

短期シナリオの経済変数の特徴

炭素価格

- 移行リスクシナリオの価格水準は、長期シナリオNet Zero 2050の範囲に収まっているが、SWUCでは2027年から急激な価格上昇が見られる。
- 物理的リスクシナリオの価格水準は、ゼロ付近もしくは長期シナリオのNDCs相当の水準に収まっている。先進国では高く、途上国では低い水準となる。

GDP ・生産高 ・投資

- 世界全体では、GDP・生産高に対する移行リスク・物理的リスクの影響は、いずれも小幅なマイナスにとどまっているが、地域や業種によって違いが見られた。
- 物理的リスクシナリオでは、先進国よりも途上国においてGDP・生産高へのマイナス影響が大きい傾向が見てとれた。また、影響を受ける途上国では、ショックからの回復も限定的であった。
- 移行リスクシナリオでは、化石燃料関連業種の生産高・投資が大きく減少し、クリーンエネルギー関連業種の生産高・投資が大きく増加した。

貿易

- 世界全体では、輸出入への影響は小さいが、アジアでは相対的に影響が大きい。
- 日本の移行リスクシナリオでは、石炭の輸入が大きく減少したが、石油と天然ガスへの影響は相対的に小さいことが明らかになった。クリーンエネルギー関連では、バッテリーや風力関連の輸出入が増加した。
- 日本の物理的リスクシナリオでは、農業部門の輸出が減少し、輸入が増加した。

失業率

- 日本ではいずれのシナリオでも、ベースラインに対して失業率が上昇した。

短期シナリオの特徴総括：金融変数

- 移行リスクシナリオ（HWTP・SWUC・DIRE〈先進国〉）では、化石燃料関連業種においてデフォルト確率の上昇が確認された。一方、農業や鉄金属などの製造業に対する移行リスクの影響は、相対的に限定的であることが確認された。
- 物理的リスクシナリオ（DAPS・DIRE〈途上国〉）では、農業や鉄金属などの製造業におけるデフォルト確率に対し、物理的リスクの影響が相対的に大きいことが確認された。一方で、移行リスクの影響は相対的に小さいことが示された。

短期シナリオの金融変数の特徴

政策金利

- 全体的にベースラインシナリオよりも政策金利は大きくなる。特に、SWUCでは政策金利が急激に上昇する。

インフレ率

- インフレ率に関してはSWUCを除くシナリオでは、比較的安定して2%程度の水準を推移する。
- 一方で、SWUCシナリオでは、一時期6%を超えるなど急激にインフレが起こる期間が存在する。

デフォルト確率 ・加重資本コスト

- 全体的に、クリーンエネルギー関連業種のデフォルト確率等は改善された一方、化石燃料関連業種におけるデフォルト確率は上昇する。
- HWTP、DAPS、SWUCでは、途上国と先進国の傾向は概ね同じであると考えられるが、DIREに関しては傾向が大きく異なる。
- 農業に関しては移行リスクの影響は比較的軽微である。一方で、物理的リスクの影響はかなり大きい。

3. 短期シナリオの解説、及び活用方法の提案

3.1 短期シナリオの枠組みと主要変数

▶ 3.2 短期シナリオの活用

従来の短期シナリオ分析の状況とNGFSの短期シナリオの貢献

- 従来、金融機関は、NGFS長期シナリオの直近部分（～2030年）を参照してシナリオの主要な前提を整合させつつ、短期の経済・金融変数については、**各金融機関が独自に短期シナリオを作成**し、分析・評価を行ってきた。
- 今般、NGFSが短期シナリオを作成・公表したことで、**金融機関が独自のシナリオを作成する必要がなくなった**。

従来の短期シナリオ分析とNGFSの短期シナリオをベースにした分析の比較（例）



NGFSによる短期シナリオ活用のメリットと活用方法

- NGFSが作成・公表した短期シナリオの代表的な活用方法として、数年間での経済・金融変数の変化を想定する、金融機関の一般的なストレステストに近い分析が考えられる。
- 従来の短期シナリオ分析と比較して、NGFSの短期シナリオによりストレステストを行うメリットは以下のとおりである。

従来の短期シナリオ分析に対するNGFSの短期シナリオをベースにした分析のメリット

長期シナリオの一部を活用した従来の分析

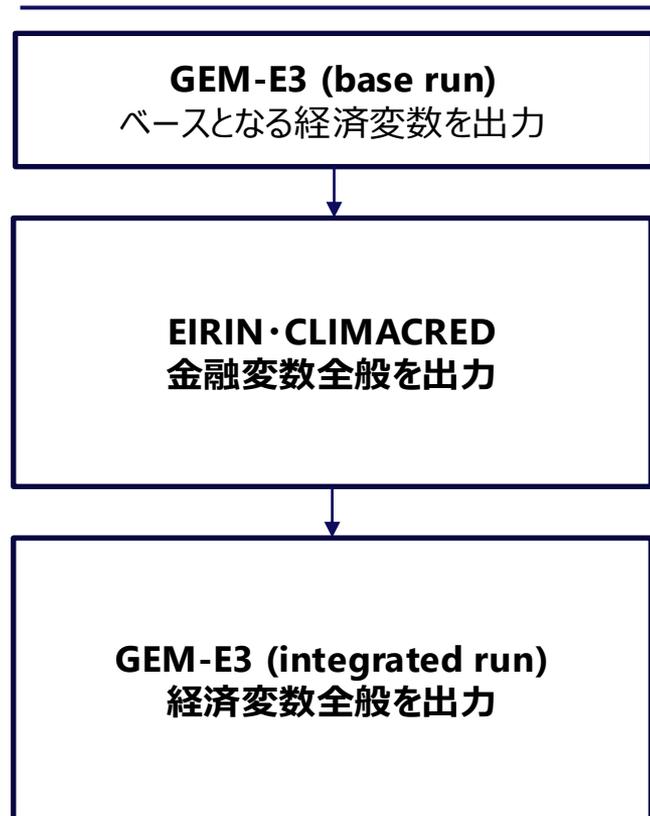
NGFSの短期シナリオを用いた分析

	長期シナリオの一部を活用した従来の分析	NGFSの短期シナリオを用いた分析
シナリオ作成コスト	<ul style="list-style-type: none"> • 長期シナリオから各行独自のモデルにより業種別変数などを再計算。また、作成のために長期シナリオを短期シナリオ用に改変する必要もあり、作成コストが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> • 短期シナリオの経済変数・金融変数をそのまま使用するのみで良いため作成コストは小さい。
シナリオの透明性・比較可能性	<ul style="list-style-type: none"> • 既存の分析では各機関が独自のシナリオを構築しているため前提条件がブラックボックスであり、透明性・比較可能性は低い。 	<ul style="list-style-type: none"> • 短期シナリオをベースとして用いるため一定程度分析の透明性・比較可能性を担保。
長期シナリオとの整合性	<ul style="list-style-type: none"> • 長期シナリオの一部を切り出しているが、独自の改変を加えることにより、整合性が損なわれている場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> • 長期シナリオとの整合性を考慮しながら作成されているため、一定程度整合している。
分析の簡便性	<ul style="list-style-type: none"> • 各行が独自に金融リスクを評価する必要があり、短期シナリオと比較して、リスク評価の技術的難易度は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> • 金融変数が既に提供されているため、それを用いた簡易的なリスク評価が可能である。
ストレスの強度	<ul style="list-style-type: none"> • 長期シナリオにおける足元の影響は小さく、必要に応じて独自のストレス想定を置くなどの補正が考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 物理的リスク（急性）では、長期シナリオで想定された足元の影響よりも強い、極端なストレスケースが想定されている。

経済変数・金融変数の活用方法

- 短期シナリオでは、複数のモデルにより、各シナリオに対応した金融変数とマクロ経済変数が段階的に定量化される。
- 経済変数については、金融変数を受けて計算されたものであり、**外部モデルの入力変数として、自社のポートフォリオにおける財務影響や信用リスクの評価に活用**することが想定される。
- 経済変数の前段階で計算される金融変数（デフォルト確率等）については、**地域・業種ごとの傾向を把握したり、自社のポートフォリオにおけるリスクの分布や集中度の把握に活用**できる。

短期シナリオの簡易的構造



金融変数全般の活用方法（例）

- 地域や業種ごとのデフォルト確率や政策金利の変化についてシナリオごとに把握する。
- シナリオごとの特徴を踏まえ、自社のポートフォリオにおけるリスクの分布・集中度を把握し、対策が必要な領域の検討を行う。

経済変数全般の活用方法（例）

- 外部の評価モデルの入力として用い、BL/PLを試算し、財務への影響を把握する。
- BL/PLから信用コストの計算を行う。
- 得られた信用コストと短期シナリオから出力された信用コストを比較し、外部のモデルで対応できていない領域等の確認を行う。

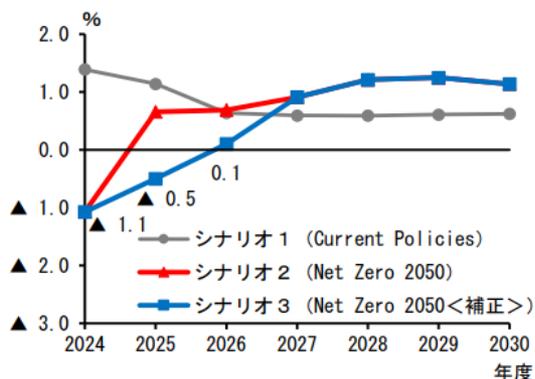
参考：従来の短期シナリオ分析手順例（1/2）

- 以下では、金融庁と日本銀行による第二回シナリオ分析*1に基づき従来の短期シナリオ分析の手順について簡潔に説明する。なお、**NGFS短期シナリオを使用すると、①と②の工程を省略することができる。**

手順① 短期シナリオの作成

- 第二回シナリオ分析においては、3つの短期シナリオを作成した。
- そのうち、シナリオ1と2に関しては、それぞれ長期シナリオの Current Policies シナリオと Net Zero 2050シナリオの2024年から2030年までの値をそのまま使用している。
- 一方、シナリオ3では、より強度の高いストレスの影響を評価することを目的として、「Net Zero 2050」シナリオに、炭素価格の大幅な上昇や、それに伴うGDP成長率のシナリオ2比での低下を織り込むなどの追加的な補正を加えた（下図）。

(1)マクロ経済変数(GDP 成長率)



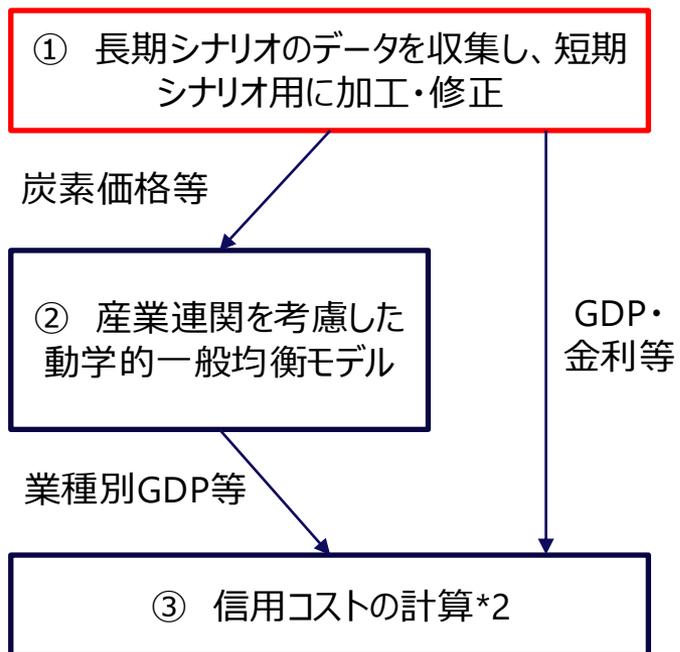
上図は、金融庁・日本銀行 (2025) の図表3の一部を引用。

*1 金融庁・日本銀行 (2025)

*2 信用コストは政策金利や原油価格、産業別のGDP等の影響を受ける関数であり、通常、各行が独自に算出する。ここでいう「関数」とは、政策金利や原油価格、産業別GDPなどの数値を当てはめる（代入する）と、信用コストの値が計算される計算式を指す。

*3 安部他 (2023)

従来の短期シナリオ分析手順（例）



上図は、安部他 (2023) の図表3を参考に作成*3。

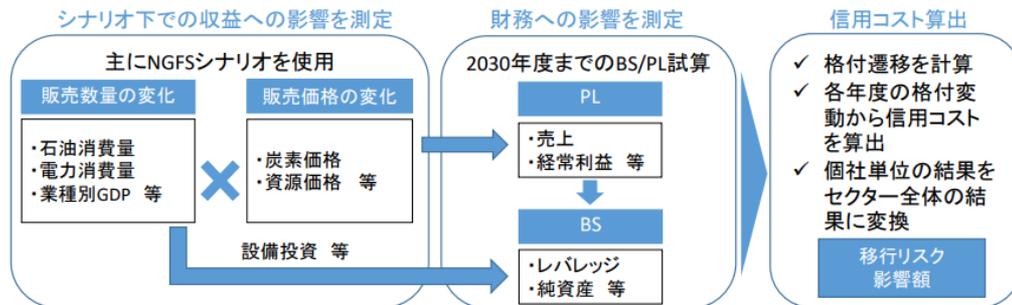
参考：従来の短期シナリオ分析手順例（2/2）

手順② 業種別GDP・販売数量等の計算

- 一般的に長期シナリオでは業種別のGDP等の金融リスクを評価する上で重要となるデータは提供されていない。そのため、動学的一般均衡モデルにより業種別GDP等の計算を行う。
- 動学的一般均衡モデルとは、産業間の取引関係と時間を通じた経済の変化を同時に分析するモデルである。
- 例えば炭素価格の導入で電力価格が上昇し、その影響が他産業のコストや生産・投資に波及していく過程を分析できる。
- このモデルを用い、各時点の NGFS シナリオで提供される炭素価格と GDP と整合的な各時点の業種別 GDP を推計する*1。

手順③ 信用コストの計算

- 業種別GDP、政策金利、石油消費量のデータから各行独自に信用コストの計算を行う（下図はイメージ）。



上図は、金融庁・日本銀行 (2025) の図表4より引用。

従来の短期シナリオ分析手順（例）



上図は、安部他 (2023) の図表3を参考に作成。

*1 第二回シナリオ分析の動学的一般均衡モデルの詳細はMatsumura et al. (2024) を参照。

短期シナリオの課題

- NGFSによる短期シナリオの作成・公表は今回が最初であり、従来の長期シナリオにはなかった方法論が採用されている。
- 短期シナリオの方法論は発展途上のものであり、課題もある。長期シナリオ同様、今後の更新を通じて、課題が解決されていくことが期待される。

短期シナリオの課題

一部モデルの地域区分

- 政策金利等の算定に用いられるEIRINでは、地域区分が5つに限定されている。
- EIRINの結果はCLIMACREDやGEM-E3（integrated run）の入力としても用いられているため、この大幅な簡素化が、それらのモデル結果全体に影響を及ぼしている可能性がある。
- より細分化された地域区分を導入することで、分析結果の精緻化が期待される。

物理的リスクの発生単位

- 現行モデルでは、物理的リスクが一国全体に同時かつ均一に発生すると仮定されており、特定地域（例：東京）に限定された災害を表現できない。
- また、中国のような国土面積の広い国において、全国一律に大規模な災害が発生するという仮定は、現実の災害発生の様式と乖離している可能性がある。
- 更に、実際には金融機関の投融資は地域ごとに偏りがあるため、この仮定は現実のリスク構造を十分に反映していない。
- より詳細な地域ごとの結果を出力できるデータの取得・モデルの構築が今後の課題である。

モデル間の整合性

- 理想的には、GEM-E3、EIRIN、CLIMACREDの結果が相互に整合するまで、均衡計算を反復的に行う必要がある。
- 本分析ではこの手続きが実施されておらず、各モデルの結果には一定の乖離が残っている。
- モデル間のフィードバックを考慮した統合的な計算手法の導入が求められる。

引用文献 (1/2)

- Battiston et al. (2022) The NACE – CPRS – IAM mapping: A tool to support climate risk analysis of financial portfolio using NGFS scenarios. <https://ssrn.com/abstract=4223606>
- Bearpark et al. (2025) Data anomalies and the economic commitment of climate change. Nature 644:E7–E11. <https://www.nature.com/articles/s41586-025-09320-4>
- Ju et al. (2026) Mapping NGFS IAM variables to NACE, GIGS, and IEA classifications. <https://zenodo.org/records/18592578>
- Kalkuhl and Wenz (2020) The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. Journal of Environmental Economics and Management. 103: 102360. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069620300838>
- Kotz et al. (2024) The economic commitment of climate change. Nature 628:551–557. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07219-0>
- Kotz et al. (2025a) Author correction of "The economic commitment of climate change". <https://zenodo.org/records/16835838>
- Kotz et al. (2025b) Retraction Note: The economic commitment of climate change. Nature 648: 764. <https://www.nature.com/articles/s41586-025-09726-0>
- Matsumura et al. (2024) Analysis of the transmission of carbon taxes using a multi-sector DSGE. Energy Economics 13: 107642. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988324003505>
- NGFS (2023a) NGFS Scenarios for central banks and supervisors. https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_climate_scenarios_for_central_banks_and_supervisors_phase_iv.pdf
- NGFS (2023b) NGFS Climate Scenarios Technical Documentation V4.2. https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2024/01/16/ngfs_scenarios_technical_documentation_phase_iv_2023.pdf
- NGFS (2023c) Conceptual note on short-term climate scenarios. <https://www.ngfs.net/en/conceptual-note-short-term-climate-scenarios>
- NGFS (2023d) NGFS Survey on Climate Scenarios: Key findings. https://www.ngfs.net/system/files/import/ngfs/medias/documents/ngfs_survey_results.pdf
- NGFS (2024a) NGFS Climate Scenarios Technical Documentation V5.0. <https://www.ngfs.net/system/files/2025-01/NGFS%20Climate%20Scenarios%20Technical%20Documentation.pdf>

引用文献 (2/2)

- NGFS (2024b) Note on key assumptions of NGFS long-term scenarios Phase V. https://www.ngfs.net/system/files/2025-11/Note%20on%20key%20assumptions%20of%20NGFS%20long%20term%20scenarios%20Phase%20V_0.pdf
- NGFS (2024c) Damage functions, NGFS scenarios, and the economic commitment of climate change: An explanatory note. https://www.ngfs.net/system/files/import/ngfs/media/2024/11/05/ngfs_scenarios_explanatory_note_on_damage_functions.pdf
- NGFS (2025) NGFS Short-Term Climate Scenarios Technical Documentation V1.0. https://www.ngfs.net/system/files/2025-07/NGFS%20Short-term%20climate%20Scenarios_Technical%20Documentation.pdf
- NIESR (2023) National Institute Global Econometric Model (NiGEM) <https://www.niesr.ac.uk/wp-content/uploads/2023/11/NiGEM-Manual-2023.pdf>
- Schötz (2025) Spatial correlation in economic analysis of climate change. Nature 644: E27-E30. <https://www.nature.com/articles/s41586-025-09206-5>
- 安部他 (2023). 気候関連金融リスクにかかるトップダウン型シナリオ分析 —シナリオの時間軸と産業間波及の考慮—. https://www.boj.or.jp/research/brp/ron_2023/ron231013a.htm
- 金融庁 (2022) 「気候変動関連リスクに係るシナリオ分析に関する調査」2021年度委託調査報告書 <https://www.fsa.go.jp/common/about/research/20220412/20220412.html>
- 金融庁 (2023) 「NGFSシナリオ第三版に関する調査」2022年度委託調査報告書 <https://www.fsa.go.jp/common/about/research/20230620/20230620.html>
- 金融庁 (2024) 「NGFS (気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク) シナリオの活用方法に関する調査」2023年度委託調査報告書 <https://www.fsa.go.jp/common/about/research/20240416/20240416.html>
- 金融庁・日本銀行 (2022) 気候関連リスクに係る 共通シナリオに基づくシナリオ分析の 試行的取組について <https://www.boj.or.jp/finsys/cofsa/data/rel220826a.pdf>
- 金融庁・日本銀行 (2025) 気候関連リスクに係る第2回シナリオ分析【銀行セクター】 <https://www.boj.or.jp/finsys/cofsa/data/cof250620a1.pdf>
- 竹山・小野崎 (2025) NGFSシナリオによる気候関連金融リスクのシナリオ分析：長期シナリオと短期シナリオの特徴 <https://www.gef.or.jp/wp-content/uploads/2025/11/251117nscseminar.pdf>

(最終アクセス日：2026年2月27日)