

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

NSC定例勉強会（11月17日）

日本銀行 金融機構局

竹山 梓・小野崎 歩

本発表の内容や意見は、個人に属するものであり、日本銀行の公式見解を示すものではない。

本日の話題

1. 気候関連金融リスクとNGFSシナリオを用いた分析
2. NGFS長期シナリオの課題・短期シナリオの開発
3. NGFS長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較
 - 3-1. 基本想定・作成方法
 - 3-2. 気候関連金融リスクの影響
4. NGFSシナリオの活用（第2回シナリオ分析）

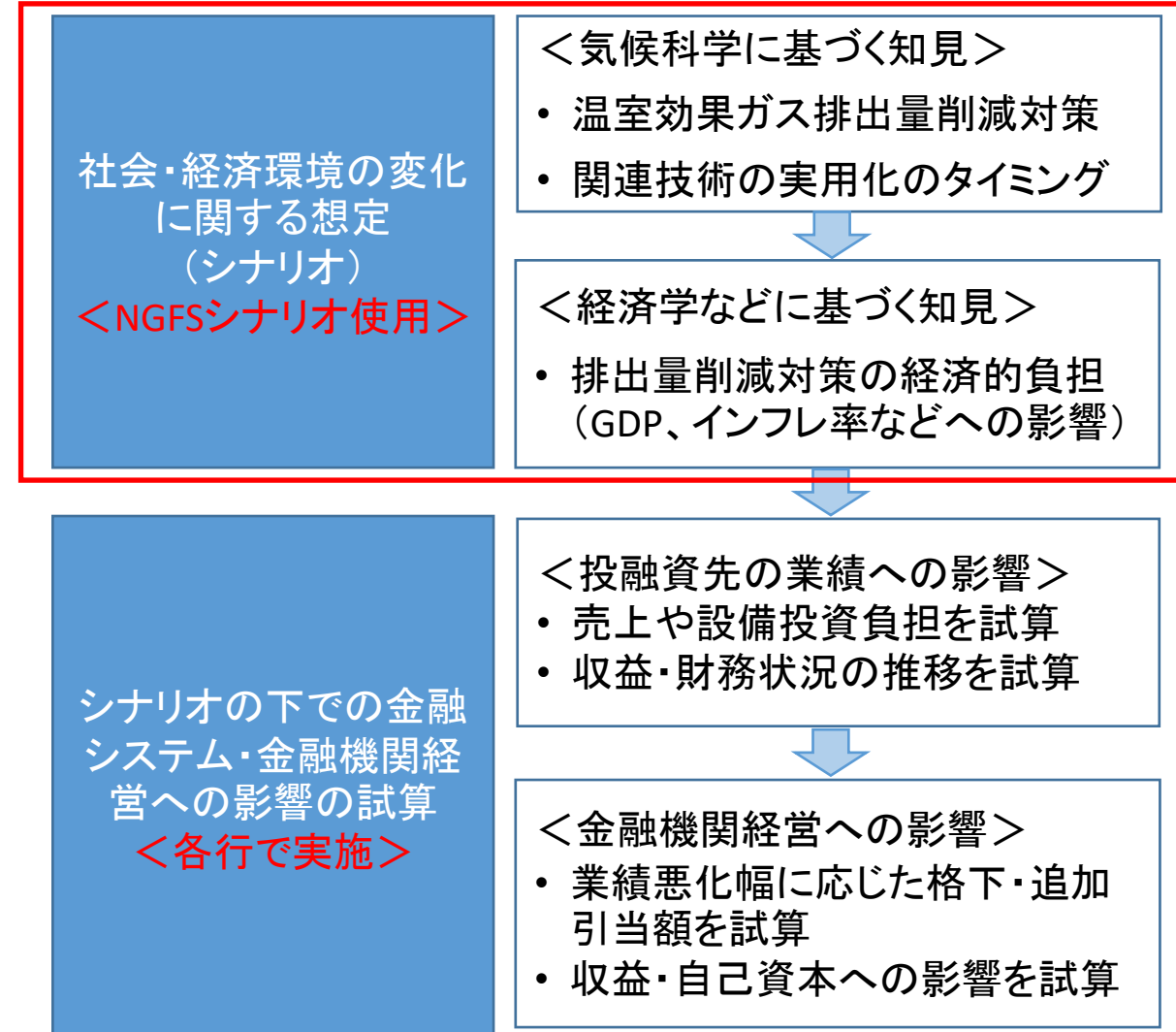
気候関連金融リスクのシナリオ分析

- 気候関連金融リスクは移行リスク（脱炭素に向けたエネルギーシステムや産業構造の変化の影響）と物理的リスク（地球温暖化による自然災害の増加の影響）に分類。
- 気候関連金融リスクは既存の金融リスク管理手法による計測・管理になじまず、シナリオ分析が有効。
- VaR（Value at Risk）をはじめとする既存の金融リスク管理手法は、基本的にヒストリカルデータに依存。気候関連金融リスクを評価するための適切なデータはない。
- TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）は、気候関連のリスク及び機会が組織のビジネス・戦略・財務計画へ実際に及び潜在的にもたらす影響をシナリオ分析により評価することを推奨（サステナビリティ開示基準（ISSB〈国際基準〉、SSBJ〈日本基準〉）でもシナリオ分析は開示項目となっている）。

シナリオ分析の基本的な構成とNGFSシナリオ

気候シナリオ分析の基本的な流れ (邦銀のケース)

- シナリオ分析は、シナリオで想定される社会・経済環境の変化の下での金融システムや金融機関経営への影響を試算するリスク管理・戦略策定上の手法の一つ。
 - ストレステストは、シナリオ分析の一形態で、厳しいが起こり得る (severe but plausible) ストレスを想定したシナリオの下での影響を試算するものといえる。
- 気候シナリオ分析は、通常の景気後退や金融不均衡蓄積の影響を検証するストレステストよりもシナリオ作成で求められる知見が幅広い。
- シナリオ作成負担を軽減するため、NGFSがシナリオを提供。(赤枠)



(参考) NGFSについて

- NGFS（気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク）は、気候関連金融リスク（Climate related financial risks）の金融監督上の対応を検討する中央銀行・金融監督当局のプラットフォームとして2017年12月のOne Planet Summitにおいて設立に合意。
 - 設立時メンバーは、墨中銀、英中銀、仏中銀、蘭中銀、独連銀、瑞典金融庁、星金融管理局、中国人民銀行の8機関。2025年7月時点で147機関が加盟し、23の国際機関等がオブザーバーとして参加（米当局からは6機関が加盟していたが、2025年1月以降、4機関が脱退）。
 - わが国からは、金融庁が2019年、日本銀行が2020年にそれぞれ加盟。
 - 金融安定化理事会やバーゼル銀行監督委員会などの基準設定主体からは独立した組織（NGFS自体は基準設定主体ではない）。



(参考) NGFSの組織・体制

- Sabine Mauderer氏（独連銀副総裁）が議長、Fundi Tshazibana氏（南ア準銀副総裁）が副議長を務める下で、現在、4つの作業部会（Workstream）と3つのタスクフォースが活動。他に外部専門家と交流を図る専門家ネットワーク（Expert Network）を設置。
 - 作業部会：監督（議長 香港HKMA・西中銀）
 - 作業部会：シナリオ設計・分析（議長 ECB） **[NGFSシナリオの開発・更新を担当]**
 - 作業部会：金融政策（議長 英BOE）
 - 作業部会：中銀ネットゼロ（議長 伊中銀・ニュージーランド連銀）
 - タスクフォース：適応（議長 ルワンダ中銀・豪健全性規制機構）
 - タスクフォース：自然関連リスク（議長 仏中銀・蘭中銀）
 - タスクフォース：能力開発・トレーニング（議長 マレーシア中銀・国際決済銀行）

本日の話題

1. 気候関連金融リスクとNGFSシナリオを用いた分析
2. NGFS長期シナリオの課題・短期シナリオの開発
3. NGFS長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較
 - 3-1. 基本想定・作成方法
 - 3-2. 気候関連金融リスクの影響
4. NGFSシナリオの活用（第2回シナリオ分析）

NGFSシナリオを用いた初期の取組みにおける課題（１）

- NGFSシナリオにより、多くの中央銀行・監督当局、金融機関がシナリオ分析を実施。
- しかし、NGFSが2021年、2022年に実施したサーベイ、金融庁・日本銀行が2022年に公表した第1回シナリオ分析を通じて、NGFSシナリオを用いたシナリオ分析の監督実務やリスク管理への活用に向けた課題が確認された。
 - **不確実性**：高排出業種における排出量削減を達成するためには、現時点で実用化されていない技術の導入が不可欠だが、これらの技術の導入時期・コストに関する情報が不足。
 - **データ不足**：国・地域別の情報、特に新興国・発展途上国の情報が不足（当該国の統計未整備や計画作成遅延も一因）。また、先進国でさえ業種別情報が提供されていない。
 - **想定ストレス**：移行リスク・物理的リスクの影響がいずれも限定的な規模にとどまっているのは、経済活動への大きな影響・ストレスがシナリオで想定されていないことも一因。
 - **時間軸**：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等と同期間（3年～5年）での影響の把握が必要。上記のような課題がある下では、シナリオ（2100年まで）の当初3年～5年を利用して分析を行うだけでは適切とは言えない。
 - **炭素価格の定義**：排出量削減対策の中核となる炭素価格は、シナリオでは「移行政策の強度の代理変数（shadow carbon price）」と位置づけられ、今後導入が想定される水準と乖離。

NGFSシナリオを用いた初期の取組みにおける課題（2）

- 同様の課題は各国の取組みでも指摘されている。
- NGFSが2023年に実施したユーザーサーベイによれば、マクロ・金融変数の充実がNGFSシナリオの特徴であることに多くのユーザーが同意する一方、これらの変数の完成度に不満を持つユーザーが多いことも確認された。

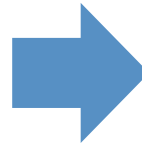


NGFSシナリオを用いた初期の取組みにおける課題（3）

- バーゼル銀行監督委員会は、2024年に気候シナリオ分析（Climate Scenario Analysis）に関するディスカッションペーパーを公表。
 - バーゼル枠組みで定める銀行監督・銀行のリスク管理において、**気候シナリオ分析の4つの役割**が期待されることを指摘。
 - 同ペーパーでは、気候シナリオ分析によってこれらの役割を果たすために検討すべき**7つの留意事項（Usage Specific Considerations）**を挙げているが、うち4つ（赤枠内）がシナリオ設計に関するもの（NGFS等のシナリオ作成者に対する要望）。

気候シナリオ分析の4つの役割

1. リスクの特定: 気候関連リスクの波及経路と規模の特定
2. リスク管理プロセス: 審査・モニタリングなどでの活用
3. 資本・流動性の充実度検証: 気候関連リスクに関するストレステストの実施と既存のストレステストとの統合
4. ビジネスモデルの頑健性評価と戦略構築: 金融機関を取り巻く経営環境の構造的変化の評価と対応策の検討



7つの留意事項（Usage Specific Considerations）

1. 標準化: 分析結果の比較可能性を確保するための標準化
2. 時間軸: 既存のリスク管理との統合には短期シナリオが必要
3. 想定ストレス: より深刻なストレスを想定したシナリオが必要
4. ベースライン: 既存ストレステストと整合的なベースライン設定の必要
5. データ不足: 業種別情報や地域別情報の拡充が必要
6. バランスシート: 長期の分析ではBS構成の変化も考慮する必要
7. 分析の枠組み: 既存のストレステスト用モデルの転用では不十分

（出所）“The role of climate scenario analysis in strengthening the management and supervision of climate-related financial risks”, April 2024を参考に作成

（注）バーゼル銀行監督委員会は、2025年5月に中央銀行総裁・銀行監督当局長官グループ（GHOS）会合において極端な気象事象が金融リスクに及ぼす影響の分析作業を優先することを決定

NGFSによる短期シナリオの開発

- 気候シナリオ分析の初期の取組みから明らかになった課題を踏まえ、NGFSは2023年11月に「短期シナリオに関する概念整理ノート（Conceptual Notes）」を公表し、短期シナリオの開発に着手。
- 2024年5月に開発に参加する研究機関を公募。長期シナリオの開発にも参加しているIIASA（国際応用システム分析研究所）を中心とするチームが選定される。
 - 長期シナリオにおいては、長期の見通し作成にかかる不確実性を踏まえ、3つの統合評価モデルを併用（すべてのシナリオについて3つのモデルで作成された変数を並列で提供）していたのに対し、短期シナリオは予算制約等もあり1つのグループが作成したモデルでシナリオを作成。
- 2025年5月に4つのシナリオを収録した短期シナリオを公表。
 - 概念整理ノートで紹介されていた「Green Bubble シナリオ」は作成を断念。
 - 従来NGFSシナリオ開発を担当していたシナリオ設計・分析作業部会（Workstream Scenario Design and Analysis）に加え、金融政策作業部会（Workstream Monetary Policy）も開発作業に参加。
 - 米国のパリ協定離脱（2025年1月）はシナリオに織り込まれていない。

(まとめ) 従来のシナリオ上の課題に対する短期シナリオの対応

- バーゼル銀行監督委員会の2024年のディスカッションペーパーが示した気候シナリオ設計に関連する留意事項について、NGFS短期シナリオは以下のとおり対応しており、シナリオ分析のユーザビリティの向上に寄与すると期待される。

	バーゼル委ペーパーの留意事項
時間軸	既存のリスク管理との統合には短期シナリオが必要
想定ストレス	より深刻なストレスを想定したシナリオが必要
ベースラインの選択	既存ストレステストと整合的なベースライン設定の必要
データ不足	業種別情報や地域別情報の拡充が必要



NGFS短期シナリオの対応
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(排出量や炭素価格の見通しを合理的なものに修正)
移行リスク・物理的リスクの両面でストレスの度合いが異なるシナリオを提供
ストレステストへの活用を意識し、ベースラインシナリオの想定を見直し(結果、長期シナリオとの整合性は一部)
業種別情報(GDP、デフォルト確率、設備投資など)を拡充

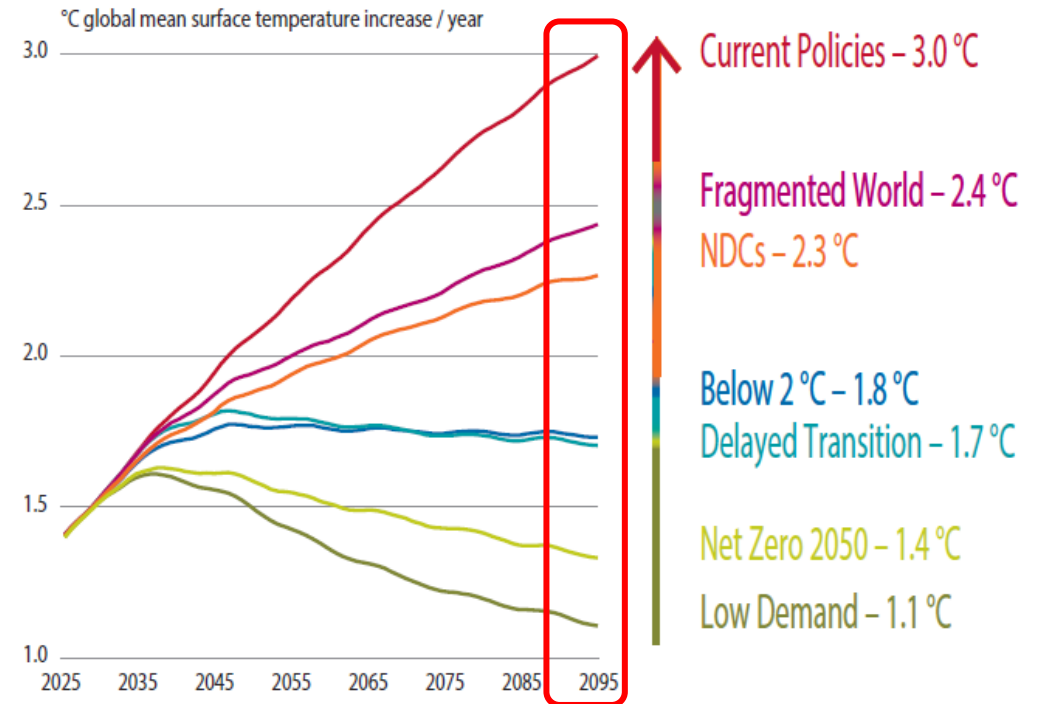
本日の話題

1. 気候関連金融リスクとNGFSシナリオを用いた分析
2. NGFS長期シナリオの課題・短期シナリオの開発
3. NGFS長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較
 - 3-1. 基本想定・作成方法
 - 3-2. 気候関連金融リスクの影響
4. NGFSシナリオの活用（第2回シナリオ分析）

NGFS長期シナリオの基本的な構成・着眼点

- 長期シナリオは、温室効果ガス排出量削減のために実施されるエネルギーシステム転換の影響などを長期の時間軸で捉えることに焦点。
- エネルギーシステムを中心に経済活動を分析したモデルを採用し、エネルギー関連変数が充実。
- 2100年までのシナリオの基本想定（排出量削減対策の規模など）に応じた気温上昇幅によりシナリオが特徴づけられる。（赤枠部分）
 - エネルギー構造の違いが温室効果ガス排出量の違いを生み出し、気温上昇幅を決定する。
 - 初期の長期シナリオでは、移行リスクに注目していたが、改定を重ね、物理的リスクに関する変数も充実。

長期シナリオにおける気温上昇の見通し



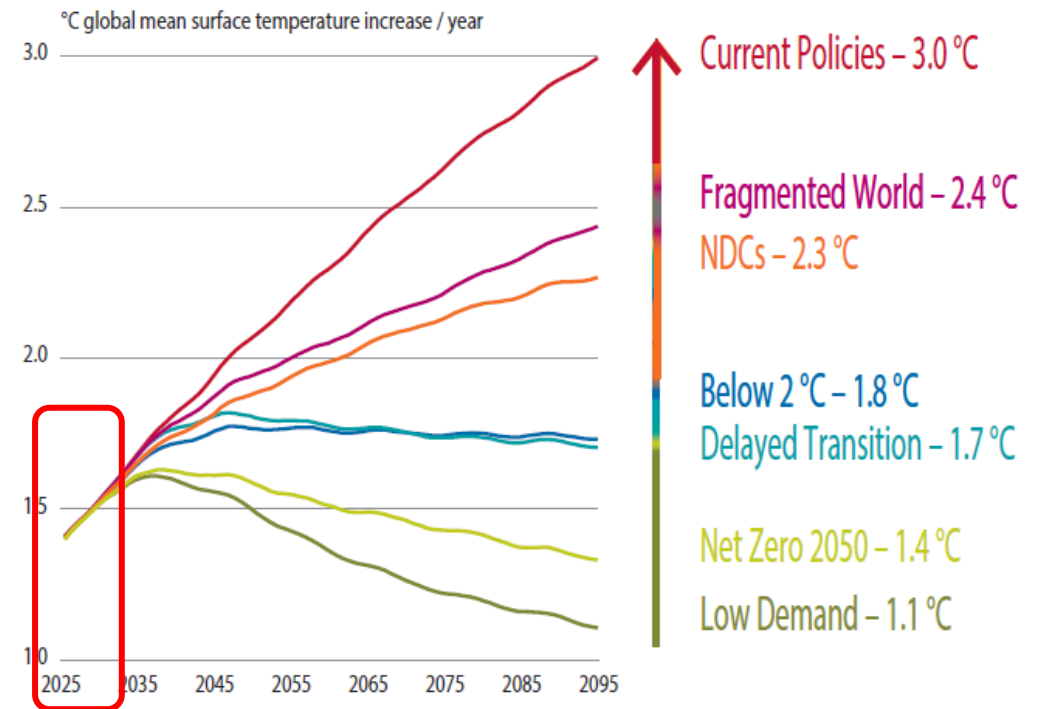
Sources: IIASA NGFS Climate Scenarios Database, MAGICC model (with REMIND emissions inputs). MAGICC provides a range of temperature increase compared to the pre-industrial levels. The temperature paths displayed here follow the 50th percentile.

（出所）NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors - Phase V, November 2024

NGFS短期シナリオの基本的な構成・着眼点

- 短期シナリオが対象とする期間では、採用される温室効果ガス削減対策によらずシナリオ間で気温上昇幅に大差はない。（赤枠部分）
- このため、短期シナリオは、気温上昇幅やエネルギー関連変数を長期シナリオ比大幅に削減。
- 一方、企業・金融機関のリスク管理に活用することを展望し、国民経済計算・産業連関表に基づいて経済活動への影響を捉えることに主眼をおいたシナリオ。
- その結果、経済・金融変数が充実し、特に業種別変数が提供される。

長期シナリオにおける気温上昇の見通し



Sources: IIASA NGFS Climate Scenarios Database, MAGICC model (with REMIND emissions inputs). MAGICC provides a range of temperature increase compared to the pre-industrial levels. The temperature paths displayed here follow the 50th percentile.

目的に応じた長期シナリオ・短期シナリオの活用

- 2つのシナリオは異なる目的・着眼点から開発された。

- 長期シナリオ：パリ協定に基づく取組みは、少なくとも2050年まで続くとみられるため、長期にわたる影響の評価が必要。

- 短期シナリオ：短期で顕在化するリスクへの着目（通常の景気後退等の影響との複合的な評価）。

- それぞれの強みを補完しあうことで、シナリオ分析に求められる4つの役割に対応する。（右図）

- 長期シナリオ：エネルギーシステムの構造転換や気候変動の長期的影響を考慮。

- 短期シナリオ：気候関連リスクの計測・管理と既存のリスク管理との統合を展望。

気候シナリオ分析の4つの役割で想定される時間軸

1. リスクの特定：気候関連リスクの波及経路と規模の特定

⇒ リスクの特性や波及経路に合わせて複数の時間軸のシナリオでの分析を行うことが望ましい（急性物理的リスク：**短期～長期**、慢性物理的リスク：主に**長期**）

2. リスク管理プロセス：審査・モニタリングなどでの活用

⇒ 投融資の審査・モニタリングは、基本的に投融資期間（一部のプロジェクトファイナンス等を除けば大半は**数年**程度）

3. 資本・流動性の充実度検証：気候関連リスクに関するストレステストの実施と既存のストレステストとの統合

⇒ 銀行における自己資本充実度検証（ICAAP）は、**3年～5年**程度、流動性充実度検証（ILAPP）は**半年～1年**程度

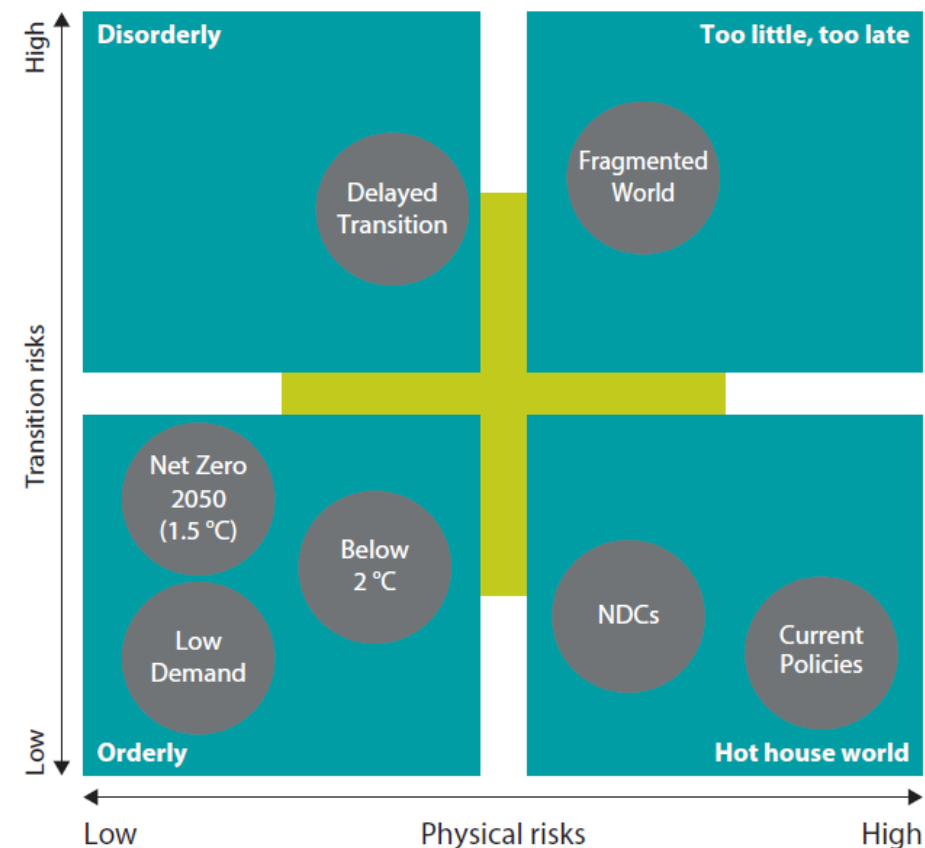
4. ビジネスモデルの頑健性評価と戦略構築：金融機関を取り巻く経営環境の構造的変化の評価と対応策の検討

⇒ 気候変動や気候変動対策がもたらす構造的変化に対応した時間軸（カーボンニュートラルの達成＜**2050年**＞や温暖化の進行による気候パターンの変化の顕現化＜**2100年**＞）

長期シナリオの構成（１）

- 長期シナリオは、顕在化する移行リスク・物理的リスクの大きさに応じて、大きく4つに分類される。
 - **秩序だった移行（Orderly transition）**：移行政策を早期から実施。移行に伴う経済的負担が最小。
 - **無秩序な移行（Disorderly transition）**：移行政策実施の遅延。遅れを取り戻すための厳格な政策が移行コストを高める。
 - **温暖化する世界（Hot house world）**：移行政策の不十分な実施が甚大な物理的リスクをもたらす。
 - **移行手遅れ（Too little, too late）**：移行政策の遅延・各国協調の欠如が移行リスク・物理的リスクの双方を高める。

NGFS長期シナリオ（第5版）の構成



Positioning of scenarios is approximate, based on an assessment of physical and transition risks out to 2100.

（出所）NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors - Phase V, November 2024

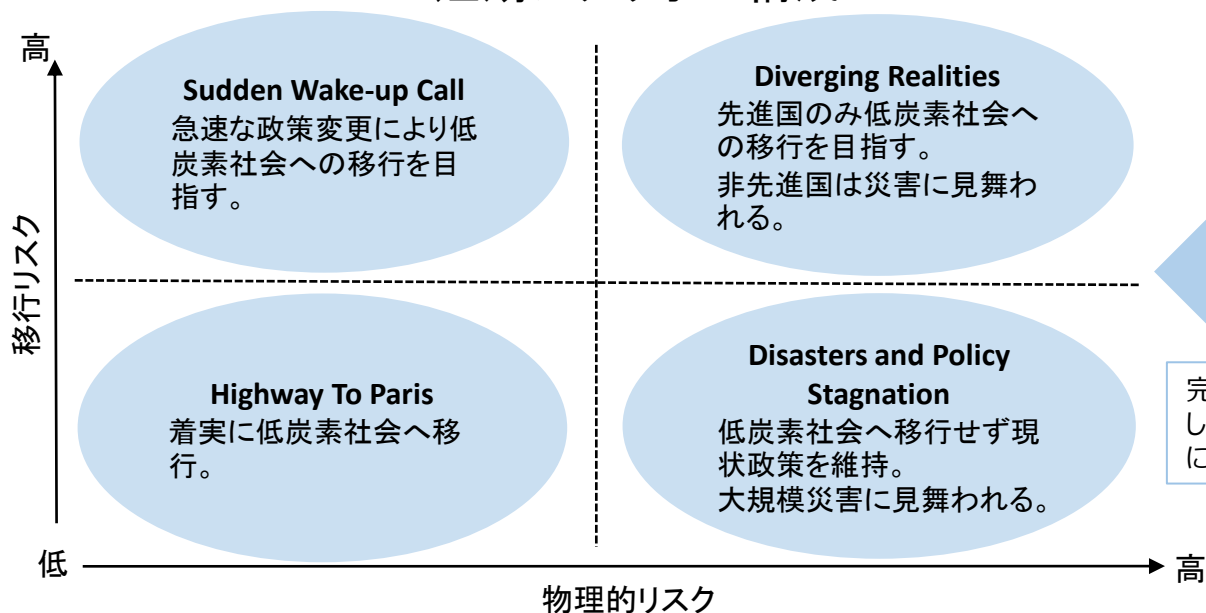
長期シナリオの構成（２）：基本的な想定

グループ	シナリオ (2100年時点の想定気温)	ナラティブ・特徴
Orderly transition (秩序だった移行)	Low Demand (1.1°C)	企業・家計の行動変容により、温室効果ガス排出量削減が大幅に進み、世界全体で2050年にCO ₂ 排出量ネットゼロを達成。Net Zero 2050比、1.5°C目標からの超過はより短期間に。
	Net Zero 2050 (1.4°C)	各国は、気温上昇を1.5°C程度に抑える温室効果ガス削減対策を実施し、 <u>世界全体で2050年にCO₂排出量ネットゼロを達成</u> 。今世紀後半の気温上昇は概ね1.5°C以内。
	Below 2°C (1.8°C)	各国は、気温上昇を2°C程度に抑える温室効果ガス削減対策を実施する。
Disorderly transition (無秩序な移行)	Delayed transition (1.7°C)	各国は、2030年まで現行政策を維持、2030年に気温上昇を2°C以内とする排出量削減に着手。
Too little, Too late (移行手遅れ)	Fragmented World (2.4°C)	温室効果ガス排出量ネットゼロ目標を公表してる国は排出量を80%削減。それ以外の国は排出量削減に取り組まない。
Hot House World (温暖化する世界)	NDCs (2.3°C)	パリ協定加盟国が作成している直近の削減目標 (Nationally Determined Contributions) に沿った排出量削減のみを実施。
	Current policies (3.0°C)	<u>実施済の排出量削減対策以外は実施せず</u> 、温暖化が進行。

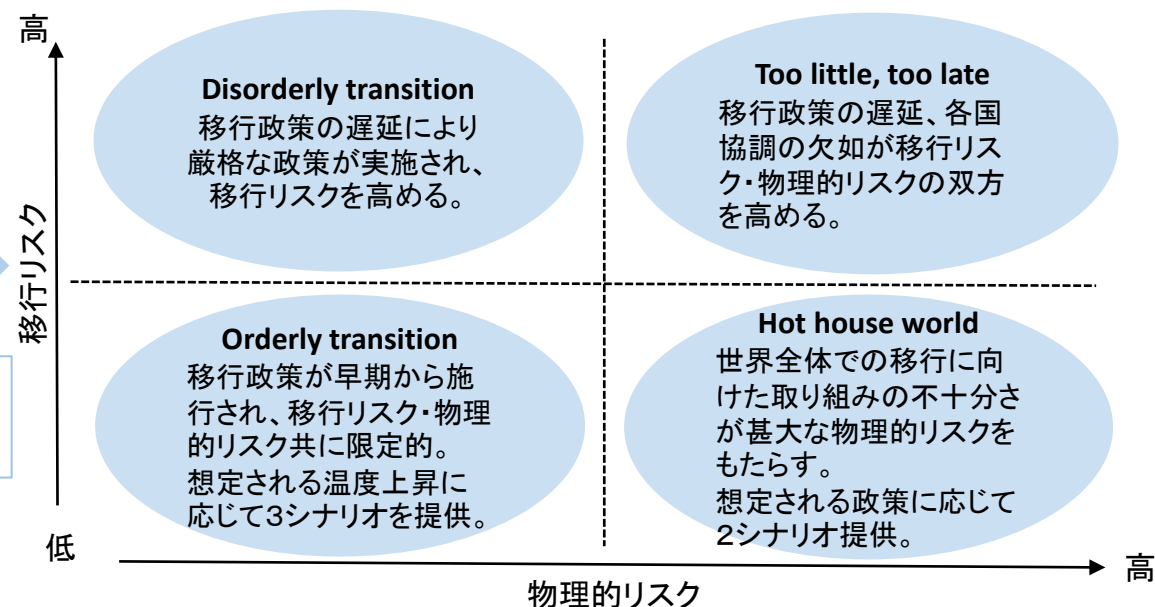
長期シナリオと短期シナリオの対応関係

- 長期シナリオを構成する4つの世界観（物理的リスクと移行リスクの組み合わせ）は、短期シナリオでも概ね引き継がれている。

短期シナリオの構成



長期シナリオ(第5版)の構成



短期シナリオの構成：基本的な想定

グループ	シナリオ (対応する長期シナリオのグループ)	基本的な想定(ナラティブ)
移行リスク	Highway to Paris [HWTP] (Orderly Transition)	- 各国協調の下、CO₂排出量の削減は、世界全体で<u>2050年にネットゼロ達成が可能なペースで着実に進む。</u> - 炭素価格収入が全て低排出産業・技術への補助・投資に回り、技術主導の移行を促進。炭素価格負担による経済下押し圧力を相殺。
	Sudden Wake-Up Call [SWUC] (Disorderly Transition)	- 各国は、当初CO₂排出量の削減の追加的な取組みを行わず、排出量削減はBaselineと同程度。<u>2027年に政策を急転換し、世界全体で2050年にネットゼロ達成が可能なペースで排出量削減が進む。</u> - 政策転換後の炭素価格の急激な引き上げにより、経済成長は減速。
物理的リスク	Disasters and Policy Stagnation [DAPS] (Hot house world)	- 各国は、CO₂排出量削減のための追加的な対策を取らない。排出量削減は進まずBaselineと同程度。 <u>2年連続の大規模災害が発生。</u>資本の棄損や生産性の低下により、貿易や金融市場を通じて近隣諸国にも影響。【地域別にシナリオを設定】
移行リスクと物理的リスクの複合的影響	Diverging Realities [DIRE] (Too little, too late)	<u>先進国では、Highway to Parisシナリオと同様に2050年にネットゼロ達成が可能なペースでCO₂排出量削減が進む。</u> <u>先進国以外は、度重なる災害に見舞われ経済成長は低迷。</u>その影響は、先進国の排出量削減の取組みにも悪影響。

(参考) 長期シナリオ作成の流れ

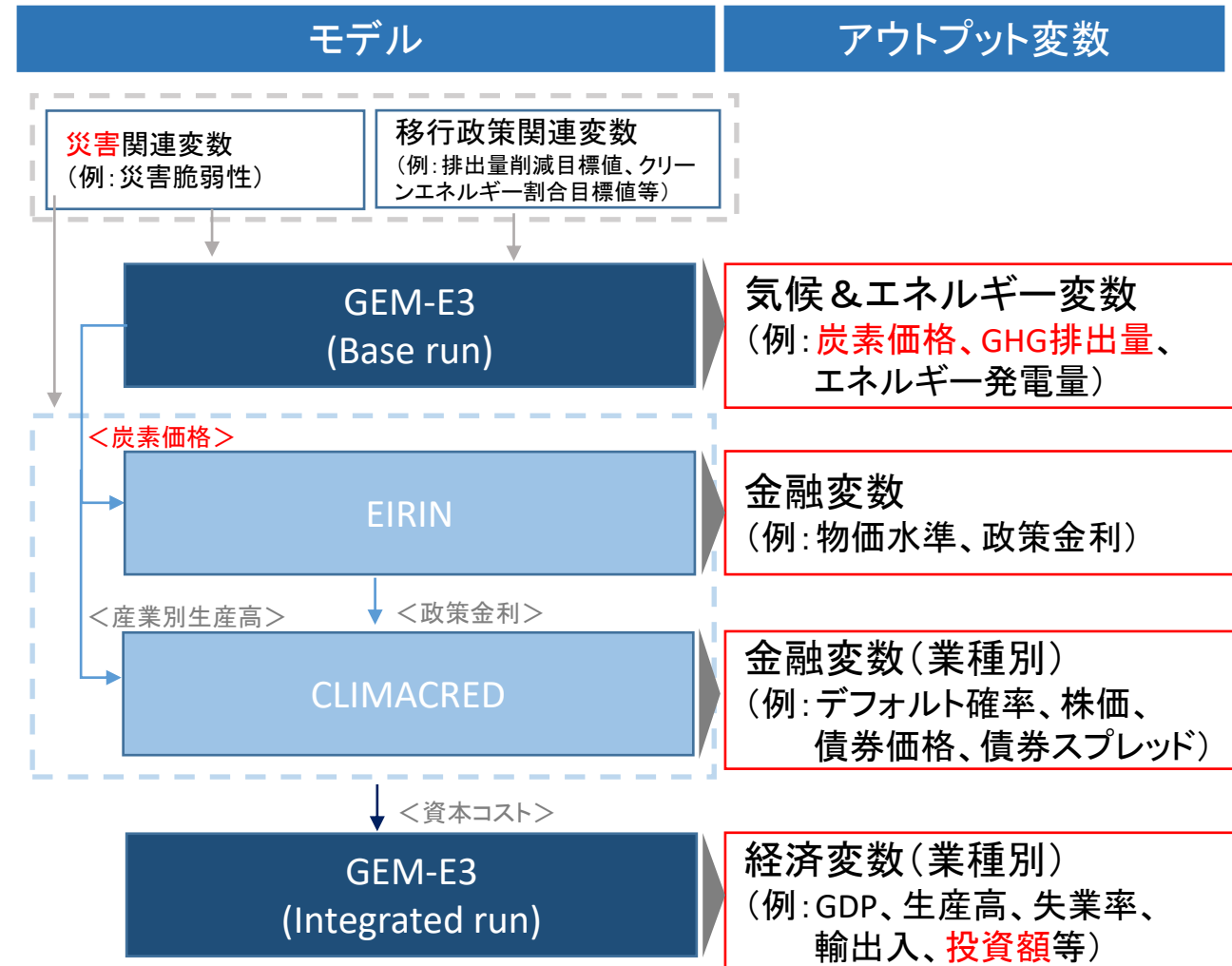
- 統合評価モデルによる気候関連変数とマクロモデル（NiGEM）による経済変数がNGFSから長期シナリオとして提示されている（赤枠）。
 - 統合評価モデルで作成された5年間隔の変数をもとにNiGEMで1年間隔の変数を作成。その際、統合評価モデルによる結果をNiGEM側の仕様に合わせ変換しているため、一部変数で不自然な挙動が見られる。
- 日本銀行を含む多くの中銀・監督当局は、自法域でのシナリオ分析のために業種別GDP（赤点線枠）を算出するモデルを独自に開発。
 - 3版以降、NGFS自身による提供を将来的な課題として挙げているが実現に至っていない。



(出所) UNEP FI (2021) “Pathways to Paris: A practical guide to climate transition scenarios for financial professionals” を参考に作成。

(参考) 短期シナリオ作成の流れ

- 3つのモデルを組み合わせて移行リスク（温室効果ガス排出量削減負担）と物理的リスク（自然災害）の影響を描写。
 - 気候関連リスクに焦点を当て開発された応用一般均衡モデル（GEM-E3）、信用リスク計量モデル（CLIMACRED）、ストック・フロー一貫モデル（EIRIN）の3モデルを採用。
- シナリオ作成の中心的な役割を果たすのはGEM-E3で、同モデルにより、他のモデルのアウトプットとの整合性も確保。
 - 他の2モデルのアウトプットを2段階のシミュレーション（Base runとIntegrated run）を通じて、変数間の整合性を維持しつつ統合。
 - 新たに業種別変数が提供される。



(出所) NGFS Short-Term Scenarios for central banks and supervisors, May 2025 を参考に作成。

変数の特徴

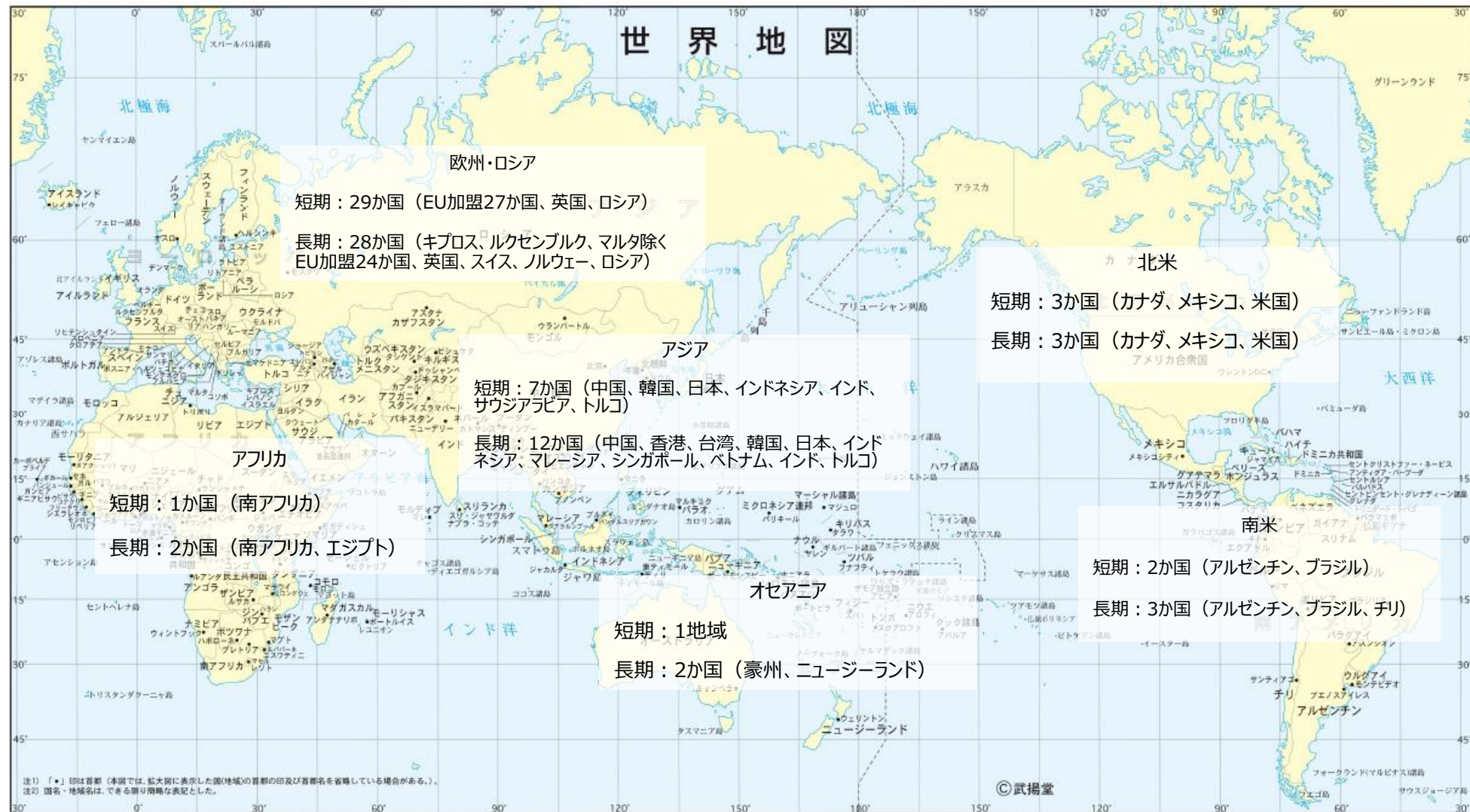
- 長期シナリオは気候・エネルギー関連変数、短期シナリオは業種別変数が充実。

	気候・エネルギー関連変数	経済・金融変数	
		業種別変数	その他
短期シナリオ	炭素価格 温室効果ガス排出量 発電量(電源別) 計26変数(約4%)	業種別GDP(52) 投資額(58) 輸出入額(103) デフォルト確率(業種別/ソブリン債)(101) 債券価格(社債/ソブリン債)(51) 債券スプレッド(社債/ソブリン債)(102) 株価(50) 資本コスト(100) 計617変数(約87.5%)	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(世界5地域の地域別指標) インフレ率(世界5地域の地域別指標) 計62変数(約8.5%)
長期シナリオ	炭素価格 気温上昇幅 温室効果ガス排出量(種類別、排出部門別)(150) エネルギー関連(価格(49)、供給・消費量(214)、投資額(198)、貿易額[いずれもエネルギー源別]) 土地被覆面積など 計678変数(約80%)		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 計173変数(約20%)

(注) 変数名に続く括弧内は変数の数を表す。また、モデル間での重複は省く。 23

国別収録地域の特徴

- 国別情報の収録範囲は、長期シナリオ・短期シナリオ概ね一致。



(参考) NGFS短期シナリオの収録地域の特徴

- GEM-E3、CLIMACREDについて、国別情報の収録範囲は欧州に偏る傾向。
- また、EIRINのアジア地域、南米地域では1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、EIRINのアウトプット変数、EIRINを受けたCLIMACREDのアウトプット変数は注意が必要。

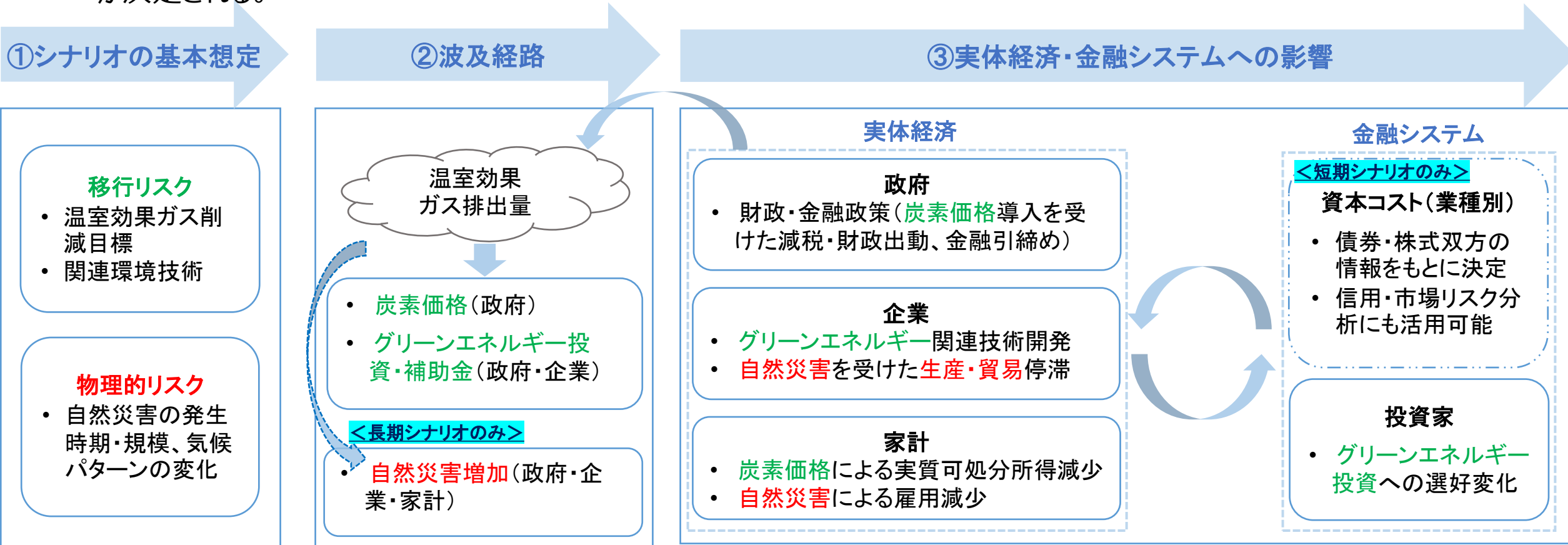
	GEM-E3/CLIMACRED (46の国・地域)	EIRIN (5地域)
アジア	7か国 (中国、インド、インドネシア、日本、サウジアラビア、韓国、トルコ)	中国
アフリカ	1か国 (南アフリカ)	
欧州	28か国 (EU加盟27か国 + 英国)	EU加盟27か国を1地域として統合
北米	3か国 (カナダ、メキシコ、米国)	カナダ、メキシコ、米国を1地域として統合
オセアニア	1地域 (Greater Oceania regionに含まれる国)	豪州、ニュージーランドを1地域として統合
南米	2か国 (アルゼンチン、ブラジル)	ブラジル
その他	4地域 (ロシア、rest of Europe、rest of energy producing countries、rest of world)	

本日の話題

1. 気候関連金融リスクとNGFSシナリオを用いた分析
2. NGFS長期シナリオの課題・短期シナリオの開発
3. NGFS長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較
 - 3-1. 基本想定・作成方法
 - 3-2. 気候関連金融リスクの影響
4. NGFSシナリオの活用（第2回シナリオ分析）

想定される気候関連金融リスクの波及経路

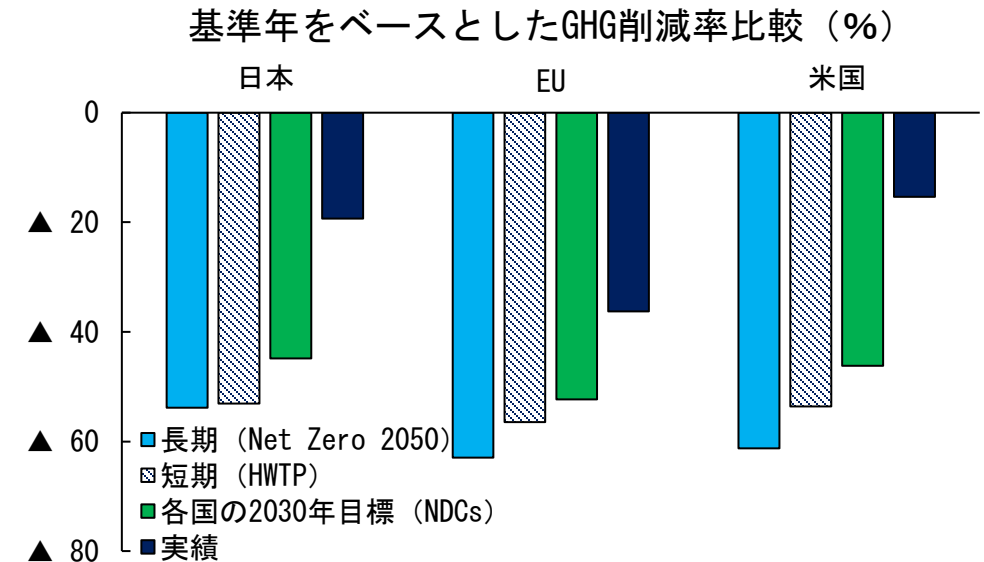
- ① シナリオごとの基本想定（ナラティブ）に基づき、移行リスク・物理的リスクの数値目標・イベントを設定。
- ② 移行リスク・物理的リスクの数値目標・イベントの下で、実体経済・金融システムへの主な波及経路（温室効果ガス排出量、炭素価格、グリーンエネルギー投資、自然災害の被害）となる変数のパスを設定。
- ③ 上記の気候関連金融リスクの影響を反映した形で、実体経済・金融システムへの影響（GDPやデフォルト確率など）が決定される。



（注）温室効果ガス排出量の増加は、長期シナリオでは気温上昇を加速させ自然災害を増加させるが、2030年までに限れば、気温上昇のペースに大きな差は生じないため、短期シナリオでは気候関連政策のみに影響を及ぼすことを想定。また、金融システムの業種別変数は、短期シナリオでのみ提供される。

温室効果ガス排出量

- 前述の「2050年に排出量ネットゼロ達成のために2030年時点で求められる排出量削減」は、総じて長期シナリオのNet Zero 2050の想定より緩やか。
 - 日本に関しては、長期・短期シナリオ間の差は他国比大きくない。
- 長期シナリオのNet Zero 2050は気温上昇を概ね1.5℃程度に抑制するシナリオで、パリ協定に基づき各国が設定した目標（NDCs）よりも大幅に前倒しとなる排出量削減を想定。
- 一方、短期シナリオのHWTPではよりNDCsに近い水準の排出量削減を想定。



（出所）環境省・国立環境研究所、欧州環境庁、米国環境保護庁、英国・エネルギー安全保障・ネットゼロ省

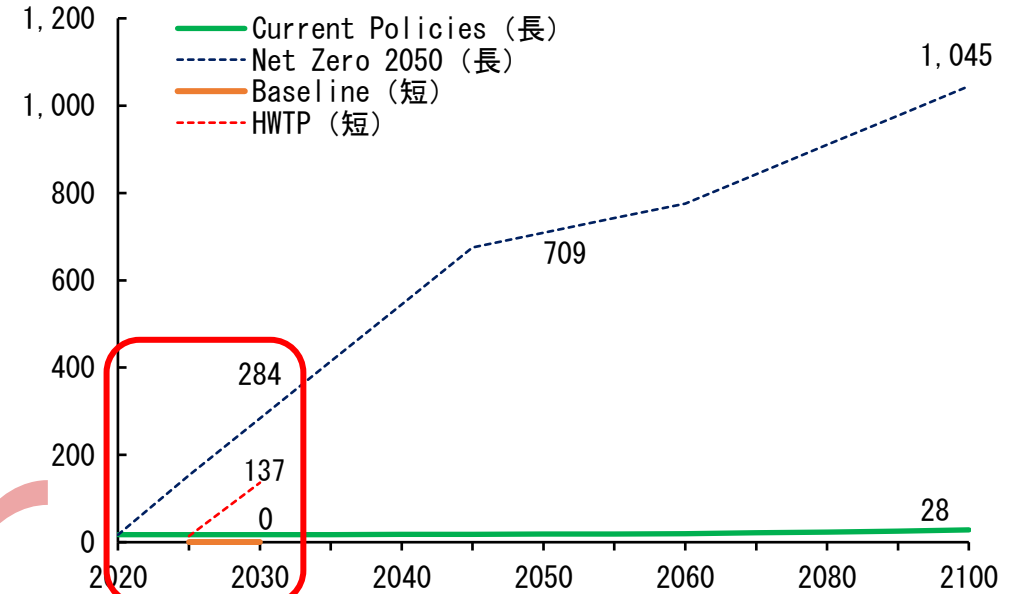
（注）

1. 長期シナリオ（Net Zero 2050）・短期シナリオ（HWTP）・各国の2030年目標（NDCs）における2030年の排出量、また直近の排出量の実績（日本と米国は22年、EUは23年）の基準年の排出量比の削減率。
2. 基準年は、日本は2013年、EUは1990年、米国は2005年。
3. 長期シナリオ（Net Zero 2050）はGHGのうちCO₂について、かつEUはEU28（EU＋UK）の削減率。

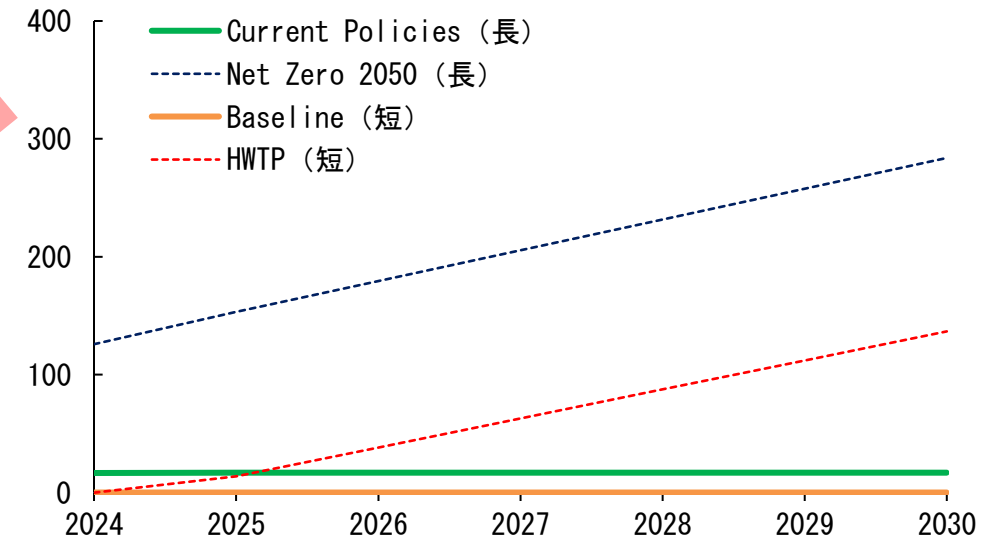
炭素価格

- 炭素価格を排出量削減の主要な政策手段と位置付けている点は、短期シナリオでも不変だが、より現実的な形で設定されている。
 - 長期シナリオでは、実際に導入が想定される水準ではなく、移行政策の強度の代理変数（shadow carbon price）との位置づけ。
 - これに対して、短期シナリオでは、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。また、長期シナリオが5年間隔であるのに対し、短期シナリオは1年間隔で設定。
 - 急激な政策変更を想定するSWUCでもHWTP比 + 20～40ドル程度で、国際機関の政策提言等とも整合的（IEAは2021年のレポートで先進国は2030年に炭素価格を150ドルにする必要があると提言）。

2100年までの炭素価格（ドル/tCO₂）



2030年までの炭素価格（ドル/t CO₂）

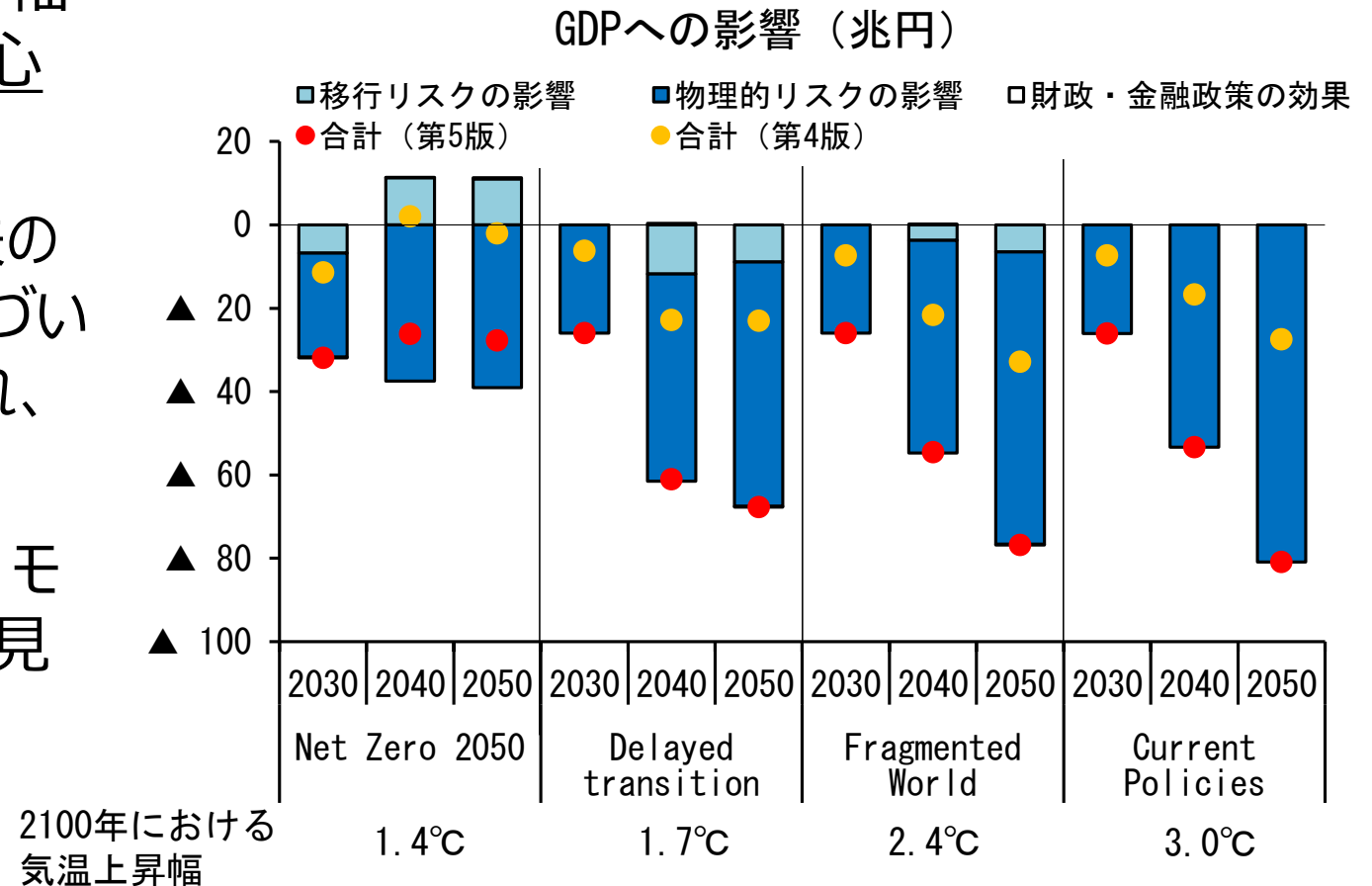


（注）

1. 長期シナリオは5年ごとの値であり、その他の年は線形補完。
2. 為替レートは短期シナリオは2017年、長期シナリオは2010年時点。

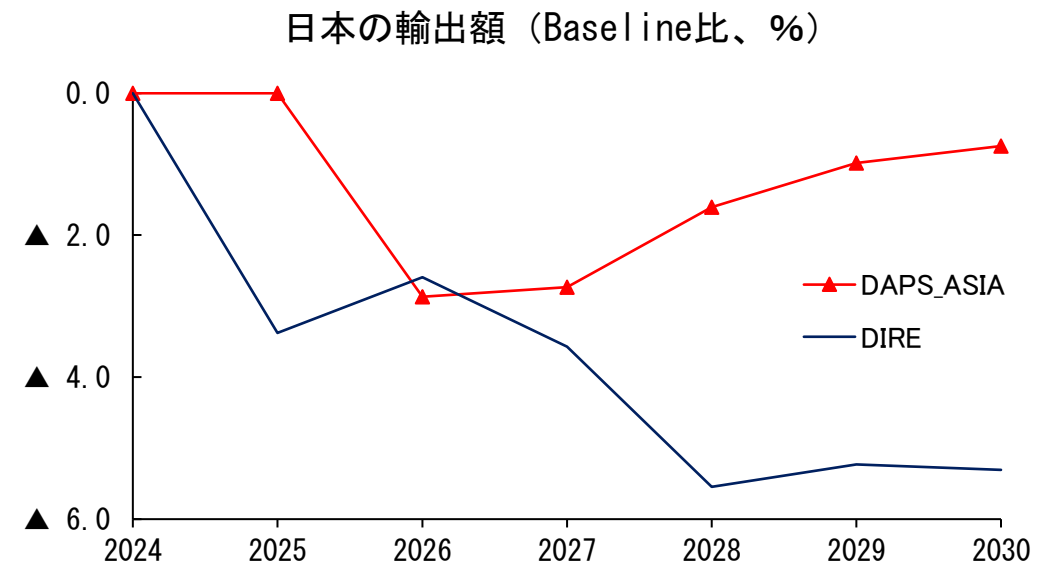
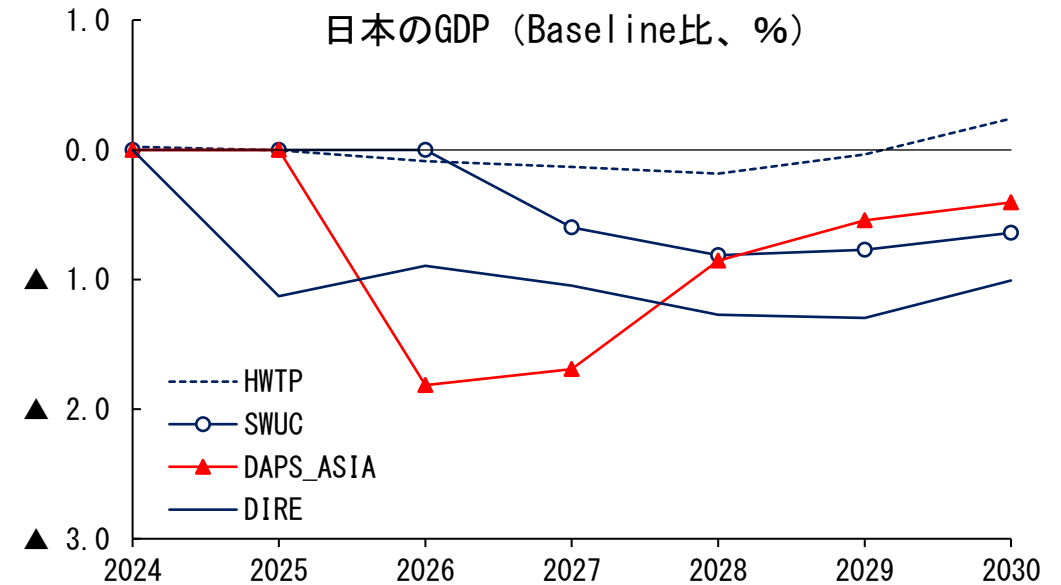
物理的リスクの影響①：長期シナリオでの基本的な設定

- 長期シナリオでは、平均気温上昇幅を踏まえた慢性物理的リスクを中心に物理的リスクを考慮。
- 平均気温上昇幅による経済損失の規模が決定される損失関数に基づいて算出されるため、時が進むにつれ、影響は拡大していく。
- 直近の改訂（4版⇒5版）では、モデルの見直しにより影響の規模は見直されている。



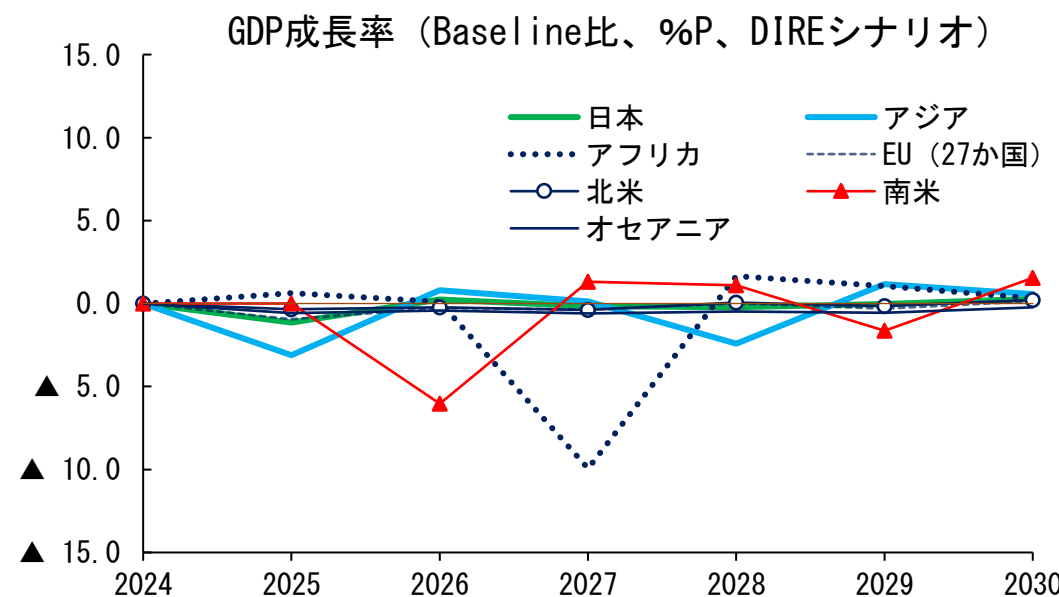
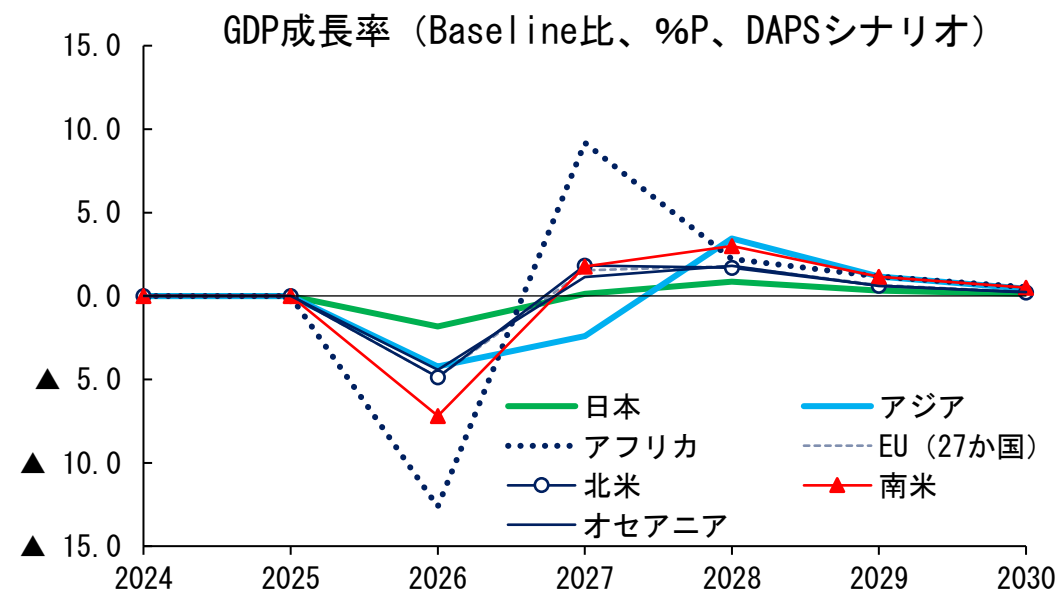
物理的リスクの影響②：短期シナリオでの基本的な設定

- 短期シナリオでは平均気温上昇幅が提供されず、慢性物理的リスクを考慮していない。
- 短期シナリオのうち、2つのシナリオ（DAPSとDIRE）は、主に物理的リスク（特に自然災害の経済被害を中心とする急性物理的リスク）の影響に注目。
 - **DAPS**では、**50年に1度**程度の頻度で発生する大規模自然災害が発生（26年に干ばつ・熱波・山火事、27年に洪水・台風）。【地域別にシナリオを設定】
 - **DIRE**では、排出量削減に取り組まない**先進国以外**で**20年に1度**程度の頻度で発生する自然災害が発生（干ばつ・熱波・山火事は、25年:アジア、26年:南米、27年:アフリカ、洪水・台風は、28年:アジア、29年:南米、30年:アフリカ）。
- 被災地域への直接的影響に加え、貿易停滞を通じた周辺への間接的影響も考慮。



物理的リスクの影響③：短期シナリオでの地域間比較・シナリオ間比較

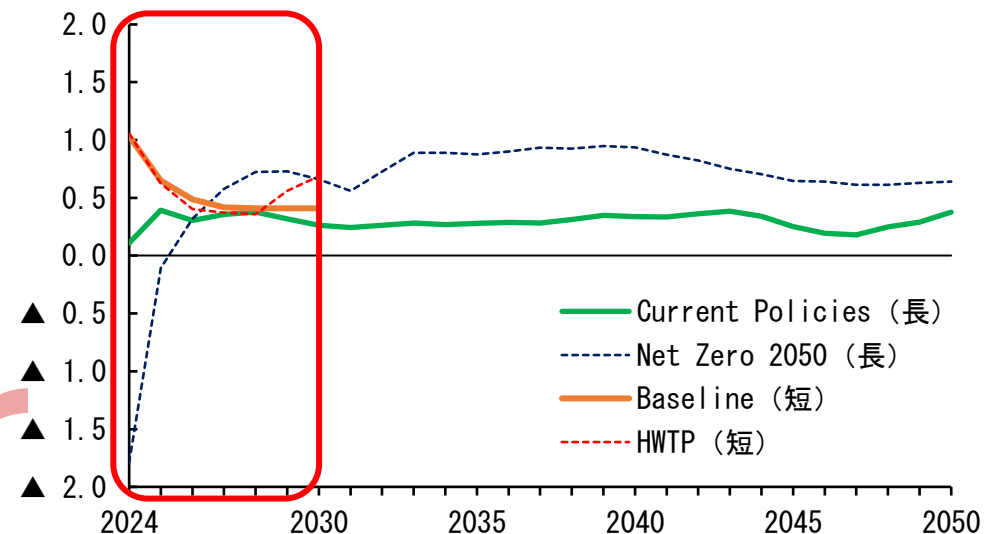
- 自然災害による生産設備等の棄損は、供給サイドに影響をもたらす。
- ただし、その影響は基本的に一時的なもので、翌年には前年の落ち込みを打ち消す規模の経済成長の回復を想定。
 - 南米やアフリカでは非常に大きなショックがかかることを想定。
- アジア地域は他地域と比較し、2027年の洪水・台風による被害が大きく、2026年に続いて2027年もBaseline比経済成長は落ち込む。
- なお、日本では、他地域比2026年、2027年ともGDP成長率に与える影響は小さい。
- また、両シナリオが想定する災害の規模は異なるが、GDP成長率への影響に大きな差は無い（DIREはDAPSの7～8割程度）。



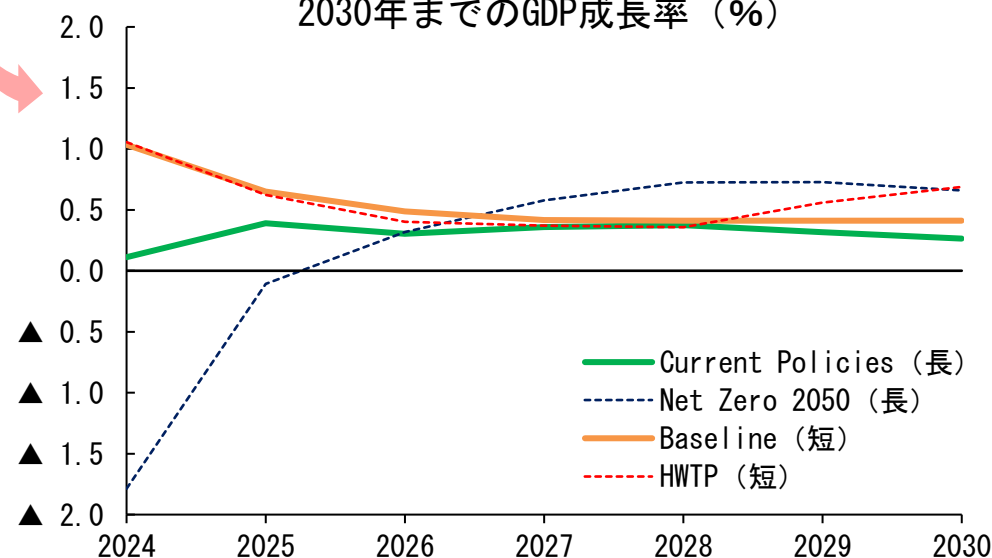
GDP

- 長期・短期シナリオとも、シナリオ間に大きな差はない。
- 着実に移行を進めるシナリオにおいて、移行に伴う経済負担が最小という、シナリオの世界観の大枠は変わらない。
- 長期シナリオではシナリオ初期にGDP成長率が不自然にマイナスを想定する動きが見られたが、短期シナリオにおいて、この点は解消された。

2050年までのGDP成長率 (%)

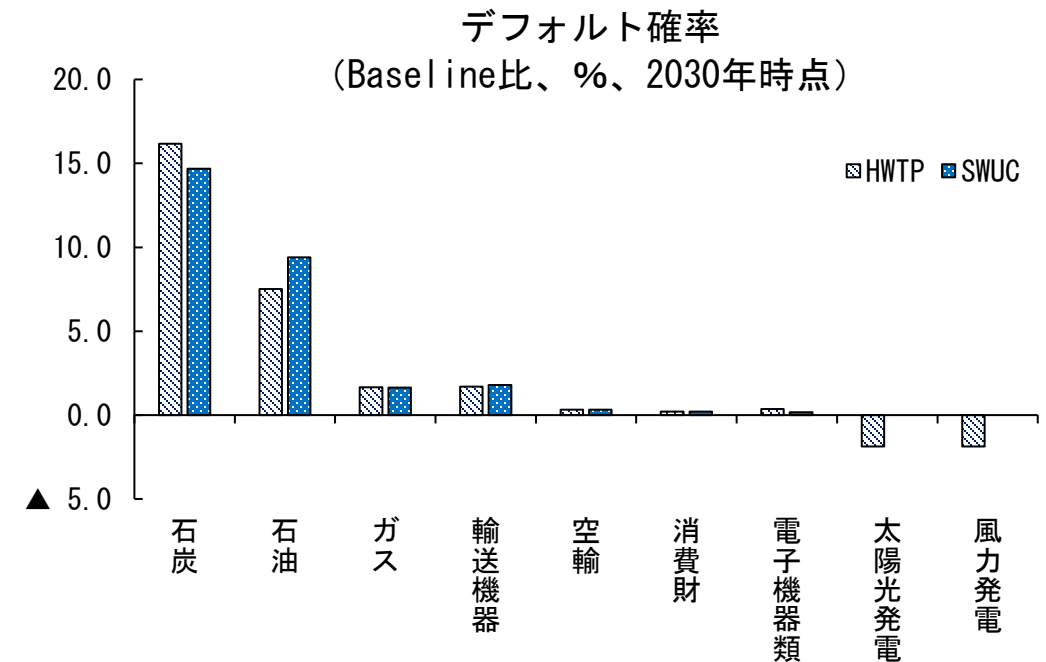


2030年までのGDP成長率 (%)



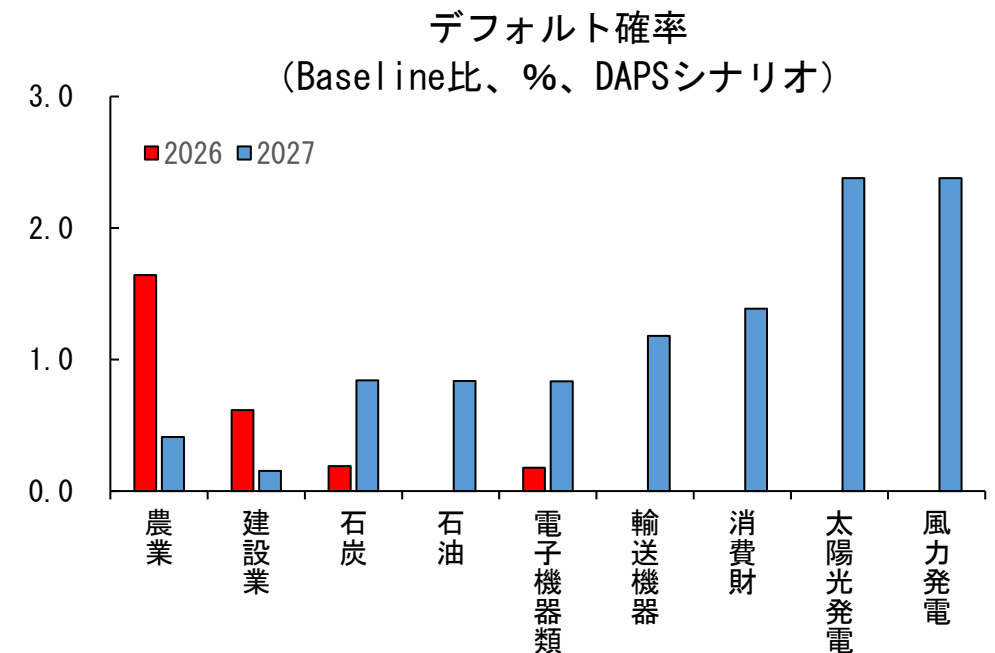
倒産確率の推移（１）：移行リスクの業種別の影響

- HWTPの下では、排出量削減に向けた取組みが順調に進み、炭素価格の負担やグリーンエネルギー向け投資の促進により、高排出産業から低排出産業への産業構造のシフトが進む。
- 一方、SWUCの下では、炭素価格設定による収入がグリーンエネルギーへの投資・補助に還元されないため、HWTP比業績改善は限定的（HWTPでは太陽光発電・風力発電のデフォルト確率は低下）。



倒産確率の推移（２）：物理的リスクの業種別の影響

- 50年に1度の規模の災害から受ける影響の程度は産業ごとに異なるが、多くの産業が影響を受ける。
 - 農業や建設業など屋外作業の多い労働集約型産業は干ばつ・熱波・山火事から甚大な影響を受ける。
 - 石炭、輸送機器、消費財など屋内作業中心の製造業は干ばつ・熱波・山火事の影響を受けないが、洪水・台風により生産設備が棄損する。
 - 太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは屋外に設備を設置しているため洪水・台風に脆弱。
- 業種別倒産確率はあくまで「業種平均」に過ぎないが、信用コストの推計における各業種の脆弱性の目安としては有益。



長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較

	短期シナリオ	長期シナリオ
期間	2030年までの <u>短期間</u> で顕在化するリスクに焦点を当てる。	2100年までの <u>長期間</u> でのエネルギーシステムの構造転換を考慮。
モデル	応用一般均衡モデルを用いて、国民経済計算・産業連関表ベースで <u>経済活動への影響</u> のモデル化。	統合評価モデルを用いて、エネルギー統計ベースで <u>エネルギーシステム転換の影響</u> のモデル化。
変数	<u>経済・金融変数</u> が中心。 <u>業種別変数</u> が充実。	<u>エネルギー関連変数</u> が中心。
ナラティブ (Baseline)	IMF等の見通しの下で現行政策(Current policies)に伴う移行リスクを想定。	SSP(IPCC等での検討のため気候科学者が設定した長期見通し)に基づいて設定。
物理的リスク	特定の時期に発生する <u>急性物理的リスク</u> (自然災害の増加)を中心に考慮。	気温上昇による経済水準への影響を長期的視点で捉え、 <u>慢性物理的リスク</u> (温暖化など気候パターン変動の影響)を中心に考慮。
移行リスク	炭素価格はモデル内で決定される <u>市場価格</u> (シナリオで想定される排出量削減を達成するためには、実際に同程度の炭素価格が導入される可能性)。排出削減対策の影響を示す指標として業種別デフォルト確率を提示。	炭素価格は排出削減対策の <u>強度を示す指標</u> (shadow carbon price: 実際に導入される炭素価格の水準と一致しない)。

本日の話題

1. 気候関連金融リスクとNGFSシナリオを用いた分析
2. NGFS長期シナリオの課題・短期シナリオの開発
3. NGFS長期シナリオと短期シナリオの特徴の比較
 - 3-1. 基本想定・作成方法
 - 3-2. 気候関連金融リスクの影響
4. NGFSシナリオの活用（第2回シナリオ分析）

第2回シナリオ分析の基本的な枠組み

- 第1回シナリオ分析では、移行リスク（2050年まで）と物理的リスク（2100年まで）を対象としていたが、移行リスクのみを対象とし、分析対象期間を2030年までに短縮。
 - 第1回シナリオ分析で明らかになった課題（債務者の所在地情報の収集など）への対応にはなお時間を要すると判断。

	第1回（2022年）	第2回（2024年）
採用シナリオ	3シナリオ（NGFSシナリオ第2版） 1. Current policies シナリオ 2. Net Zero 2050シナリオ 3. Delayed transitionシナリオ	3シナリオ（NGFSシナリオ第4版） 1. Current policies シナリオ 2. Net Zero 2050シナリオ 3. <u>Net Zero 2050 <補正> シナリオ</u>
基準時点	2021年3月末	2024年3月末
分析対象期間	2050年まで	2030年 まで
分析対象資産	国内外全与信	国内外全与信
分析対象リスク	信用リスク（信用コスト増加額）	信用リスク（信用コスト増加額）

シナリオ設計

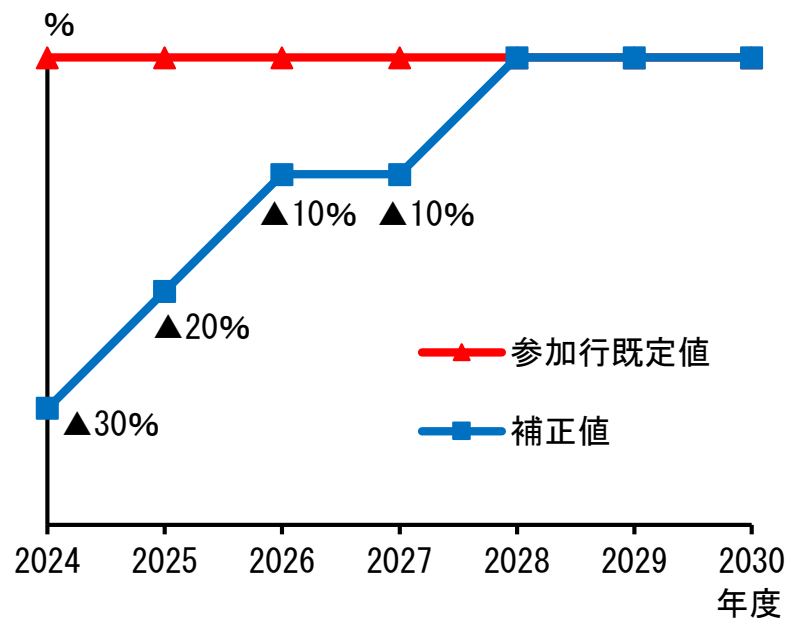
- NGFSシナリオ第4版からCurrent policiesシナリオとNet Zero 2050シナリオを採用。
- 3つ目のシナリオとして、Net Zero 2050シナリオを補正したシナリオを採用。

	基本的な想定（ナラティブ）	想定されるストレス・緩和策
Current policies （シナリオ1）	現行政策以上の温暖化対策は実施されない	• 移行リスクは小さいが、グリーン投資による成長促進も期待できない
Net Zero 2050 （シナリオ2）	温暖化対策が実施され、家計・企業の排出量削減に向けた取組みが進む	• 炭素価格上昇による化石エネルギー消費減、物価上昇（負の供給ショック） • グリーン投資促進（正の需要ショック）
Net Zero 2050 ＜補正＞ （シナリオ3）	温暖化対策が実施されるが、家計・企業の理解が進まず、需要が減退	• 炭素価格上昇による化石エネルギー消費減、物価上昇（負の供給ショック） • コンフィデンス低下や炭素価格の製品価格転嫁の遅れによる企業収益悪化が、投資を減退させる（負の需要ショック）

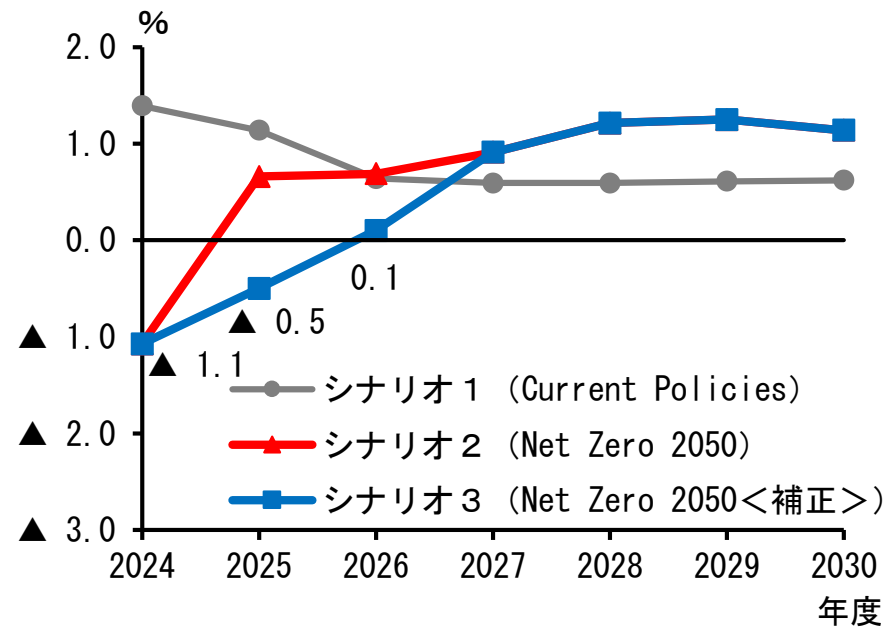
シナリオ設計：リスクの波及経路とストレスの強度の検討

- シナリオ3（Net Zero 2050補正）においては、NGFSシナリオでは想定されていないリスクの波及経路（炭素コスト製品価格転嫁率）を新たに追加したことに加え、マクロ経済活動の一時的な停滞も想定。

炭素コストの製品価格転嫁率



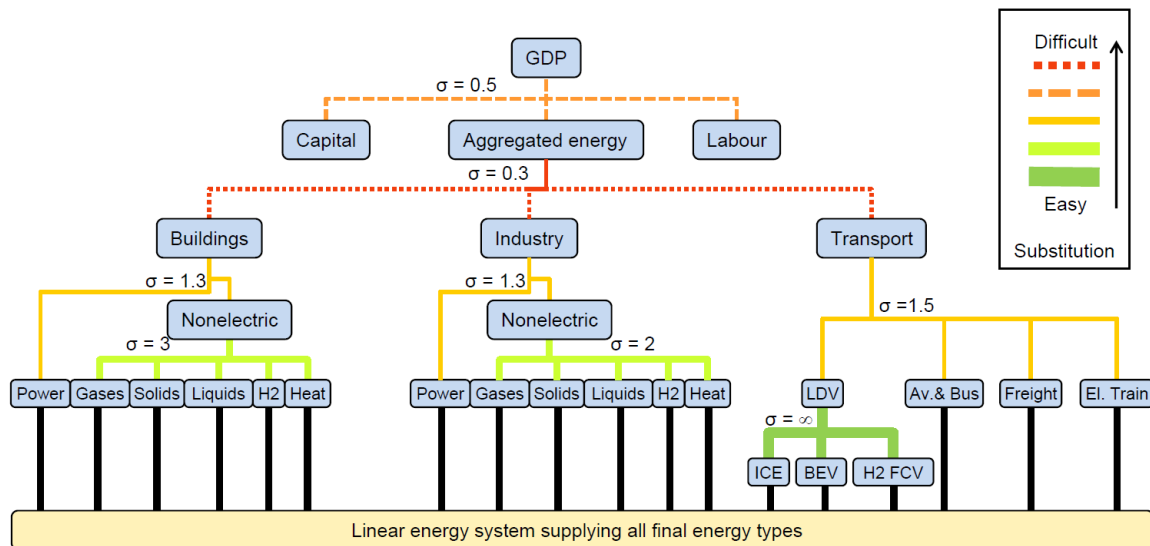
GDP成長率



(参考) ストレス強度の調整方法

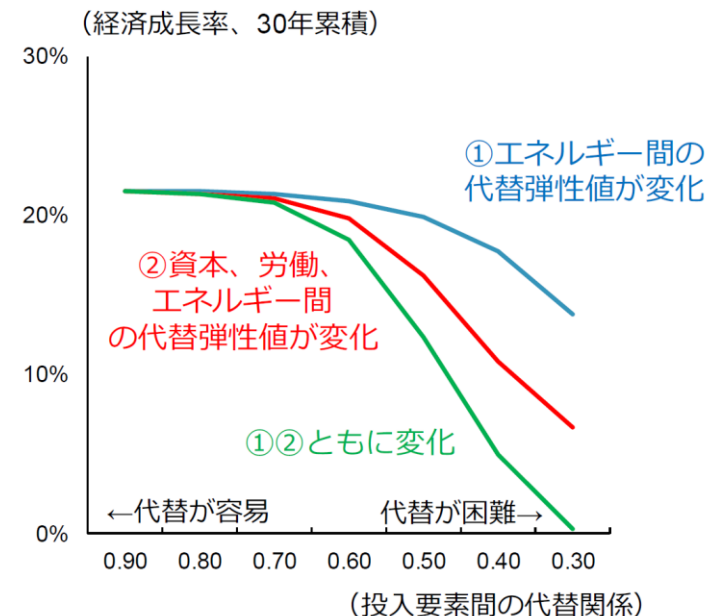
- NGFSシナリオ作成で採用されている統合評価モデル（REMIND）は最大5階層の入れ子型生産関数でエネルギー供給と経済活動の関係を記述。
- 上記モデルを簡易モデル（2階層4要素＜資本、労働、化石燃料、再生エネルギー＞の生産関数）で近似し、化石燃料から再生可能エネルギーへの代替が想定比円滑に進まない状況を想定（同水準の要素投入の下でも経済成長は鈍化、詳細は[竹山・松井・南井（2023）](#)参照）。

REMINDの生産関数の構成



Abbreviations: Heat: District heat & heat pumps, H2: Hydrogen, LDV: Light Duty Vehicle, ICE: Internal Combustion Engine, BEV: Battery Electric Vehicle, H2 FCV: Hydrogen Fuel Cell Vehicle, Av. & Bus: Aggregate of Aviation and Bus.

簡易モデルによる近似と代替弾性値(σ)の影響

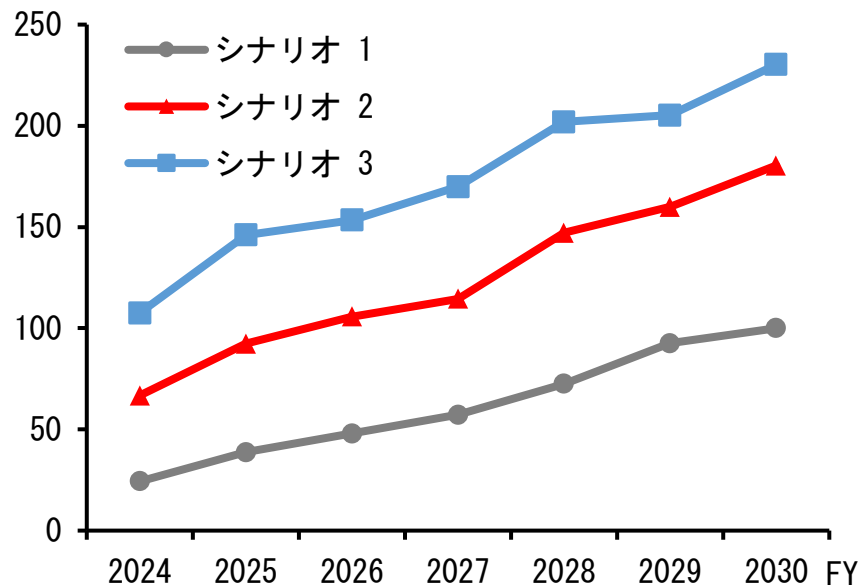


分析結果

- 2030年までの累積信用コストは、**円滑に移行が進むケース（シナリオ2）**では、シナリオ1の**1.8倍**程度、当初の措定よりも移行に**時間を要するケース（シナリオ3）**では**2.3倍**程度。

⇒ 気候変動や気候変動対策だけでなく、企業・家計の対応も大きく影響

累積信用コスト推計結果
(シナリオ1における累積信用コスト<2030年時点>で基準化)



第2回シナリオ分析の成果と今後の課題

	NGFS短期シナリオ	第2回シナリオ分析
標準化	(シナリオ整備による対応の対象外)	業種専用モデルの拡充・ドキュメントの整備により水平比較を通じ深度のある分析が可能に
時間軸	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(排出量や炭素価格の見通しを合理的なものに修正)	長期シナリオの当初7年分をベースに短期シナリオを設定(簡易版短期シナリオ)
想定ストレス	移行リスク・物理的リスクの両面でストレスの度合いが異なるシナリオを提供	既存のシナリオにマクロ経済変数や炭素価格負担の転嫁率について追加ストレスを設定
ベースラインの選択	ストレステストへの活用を意識し、ベースラインシナリオの想定を見直し(結果、長期シナリオとの整合性は一部)	基本的に長期シナリオの枠組みを踏襲(Current policiesシナリオが実質的なベースラインだが、メガ行から問題の指摘も)
データ不足	業種別情報(GDP、デフォルト確率、設備投資など)を拡充	業種別GDPのみ日本銀行のモデルを用いて提供
バランスシート想定	(シナリオ整備による対応の対象外)	静的バランスシートを使用(短期シナリオにおいては問題は相対的に小さい?)
分析の枠組み	(シナリオ整備による対応の対象外)	水平比較を通じて、具体的な課題と改善に向け求められる取組みの特定

まとめと今後の展望

- 物理的リスク・移行リスクともに、長期の時間軸によるリスクの全体像の把握とより短期の時間軸による具体的な意思決定のための詳細な分析はともに重要（**複数の時間軸による分析**）。
- 国・地域・企業により重要なリスクは異なる。このため、公表されているシナリオは、必ずしもリスク分析上重要なリスクの波及経路を網羅しているとは限らない（**共通シナリオの充実とユーザーによるカスタマイズ**）。
- 物理的リスクについても実際に企業が直面するであろうリスクを把握するための枠組みなどの検討も必要か。
 - 温暖化が進行した場合の影響として、慢性リスクと急性リスクが同時に顕現化する（複合リスク）ことを考慮することも必要か。
 - もっとも、既存の分析の枠組みでは、両者の影響を重複して計測する可能性もある一方、両者の影響が単純合計以上となる可能性については考慮することは困難。