

気候変動関連の日本銀行の取組

—金融システム関連取組みを中心に—

日本銀行 金融機構局
国際課・金融システム調査課

気候変動に関する日本銀行の取組

気候変動に関する日本銀行の取組

- 2021年7月に「気候変動に関する日本銀行の取り組み方針について」を公表。
- 情報共有や様々な取り組みについての連携を促進し、対応について検討を進めるため、行内の組織横断的な実務者のネットワークである「気候連携ハブ（Climate Coordination Hub＜CCH＞）」を設置（事務局は国際局）。

気候変動に関する日本銀行の取り組み方針（2021年7月）

- 気候変動問題は、将来にわたって広範な影響を及ぼしうるグローバルな課題
- 社会・経済を構成している各主体による積極的な取り組みが求められる



日本銀行は、物価の安定と金融システムの安定という使命に沿って気候変動に関する取り組みを進めるため、包括的な取り組み方針を決定

金融政策

金融
システム

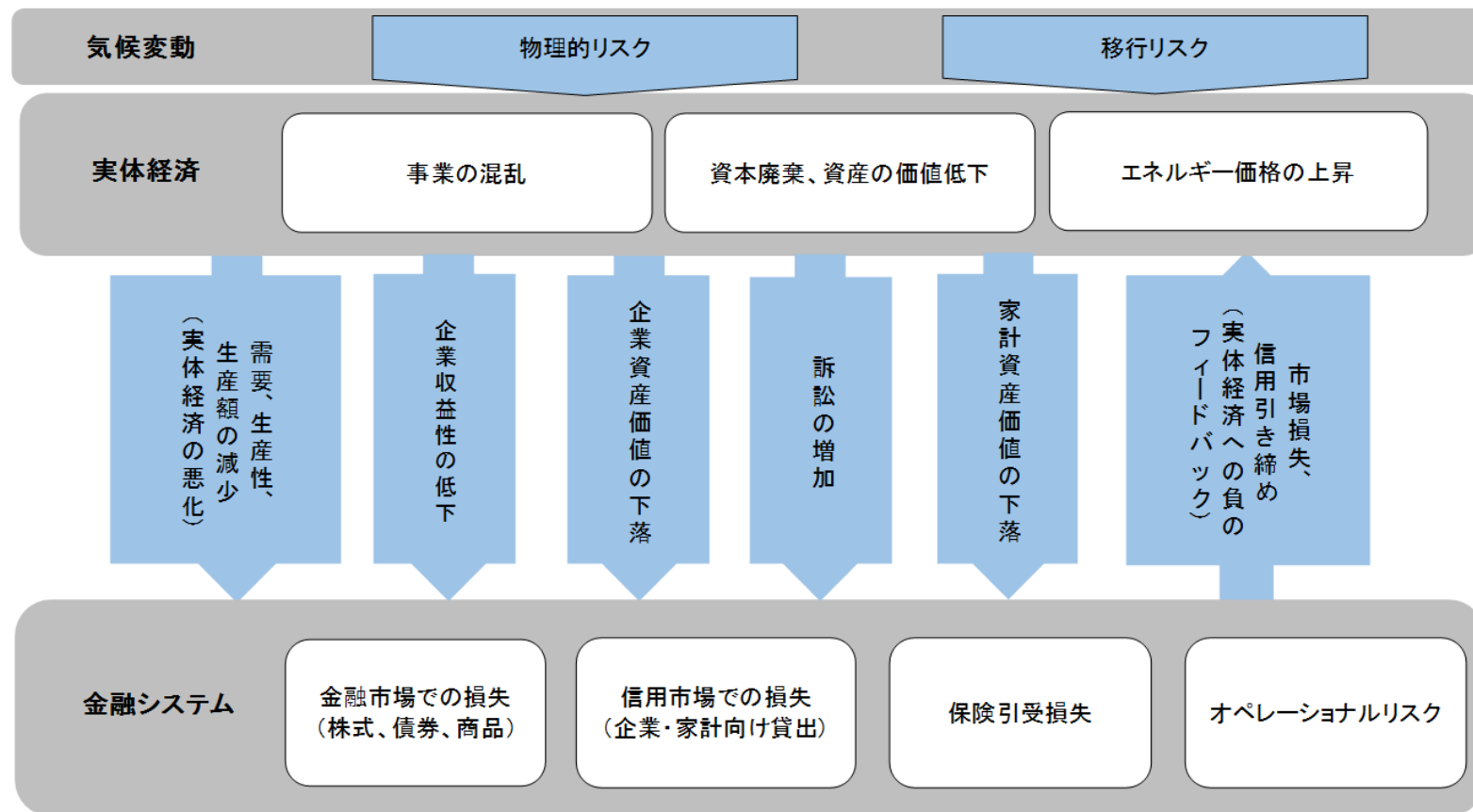
調査研究

国際金融

業務運営
情報発信

気候変動や気候変動対策が金融システムに与える潜在的な影響

- 気候変動が社会・経済に広範な影響を及ぼし得るとの認識が高まるなか、既存の金融リスクのドライバーとして、金融システムの安定を脅かすリスクに焦点を当てたもの。「物理的リスク」と「移行リスク」に大別される。



物理的リスク

気候変動による物理的な変化が、企業や家計に損失をもたらすリスク(気象災害の発生による、企業設備や家屋の毀損、事業継続の困難化等)

移行リスク

気候変動に対応する政策・技術・消費者の嗜好の変化等が損失をもたらすリスク(炭素税等の政策変更や低炭素化技術の開発を受けても事業構造を転換できない企業価値の低下等)。

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

- 金融庁・日本銀行は8月26日に「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」を公表。
 - 金融庁と日本銀行は、サステナブルファイナンス有識者会議（事務局金融庁）の提言を受けて3メガバンク・大手3損保と取組んできた結果を公表。日本銀行では、「気候変動に関する日本銀行の取り組み方針について」（2021年7月公表）において、3メガバンクと大手3損保を対象に共同で気候変動シナリオ分析の試行的分析（パイロットエクササイズ）に取り組む方針を公表していた。
 - 今回は、気候変動の影響に関する**定量的な評価を行うことを目的とするのではなく**、継続的な分析手法の改善・開発のための端緒と位置づけ、**シナリオ分析の今後の改善・開発に向けた課題の把握**を行うことに重点を置いた。
- 金融機関の態勢整備状況の把握と課題特定を通じたリスク管理能力を図る観点から、金融庁・日本銀行がシナリオ等の分析の枠組みを設定し、金融機関が分析を実施するボトムアップ方式を採用。

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

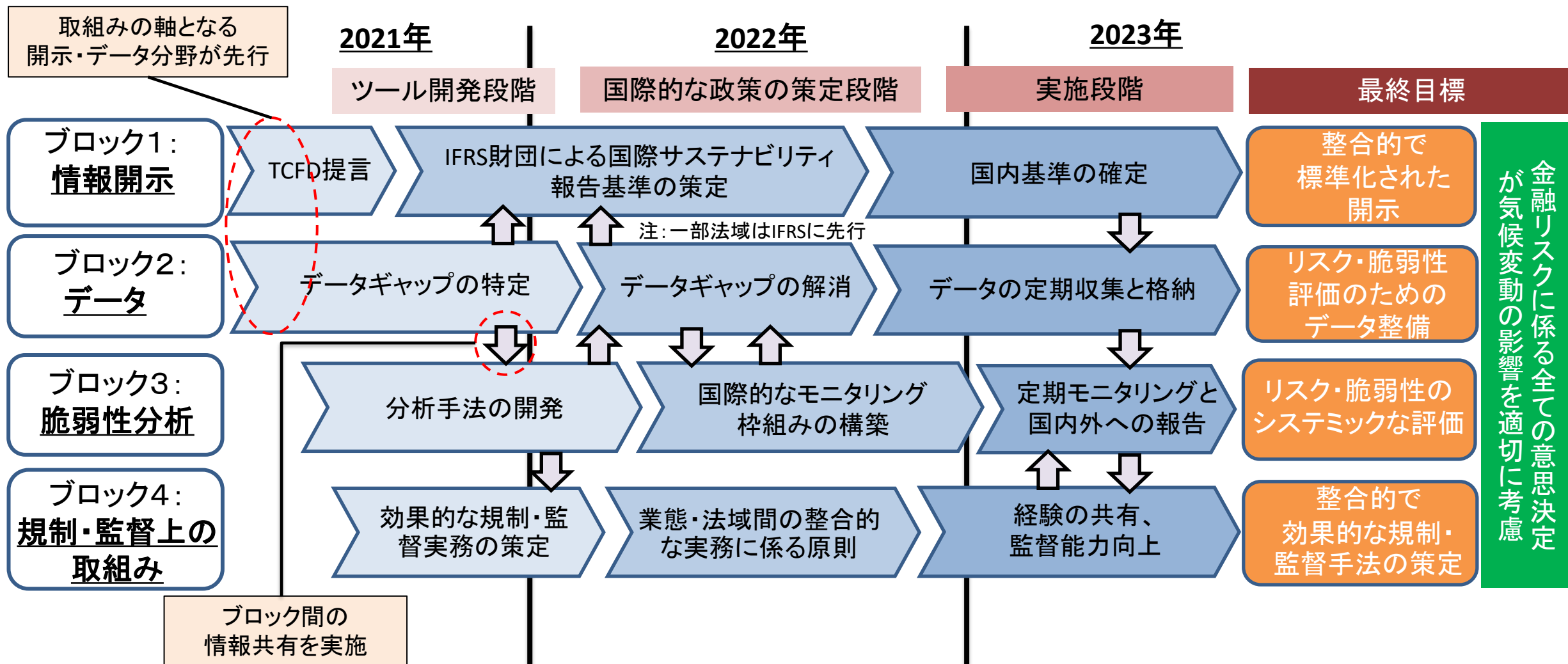
シナリオ分析の試行的取組の概要

- 今後の改善・開発に向けた課題の把握を主眼としてボトムアップ型を採用。
 - 今回の経験をもとに、各行に体制整備を促すとともに、NGFS等での問題提起やわが国独自の補完的シナリオ開発等につなげていく。
 - 金融機関のバランスシート（融資額）は分析期間を通じて不変と仮定（Static balance sheet）。

	移行リスク	物理的リスク
シナリオ	Net Zero 2050、Delayed transition、Current policiesの3シナリオ	Net Zero 2050、Current policiesの2シナリオ
分析期間・対象	2021年～ <u>2050年</u> <u>国内外</u> の与信（信用リスク）	2021年～ <u>2100年</u> <u>国内</u> の与信（信用リスク）
分析アプローチ	①「重要セクター」（各社選定） ✓ 個社別または各業種のサンプル 個社の分析によるもの ②その他のセクター ✓ マクロ経済指標等による簡易的 な分析も可	当局からの指定はなし 各社とも、ハザードマップ等を用いて、 水害・風災（一部FGのみ）による資 産・担保の棄損、事業活動停止の影 響を分析（急性リスクのみが対象）

(参考) 金融安定理事会 (FSB) による気候関連取組のロードマップ

- 今回の試行的取組は「ブロック2：データ」と「ブロック3：脆弱性分析」のツール開発段階に関する取組

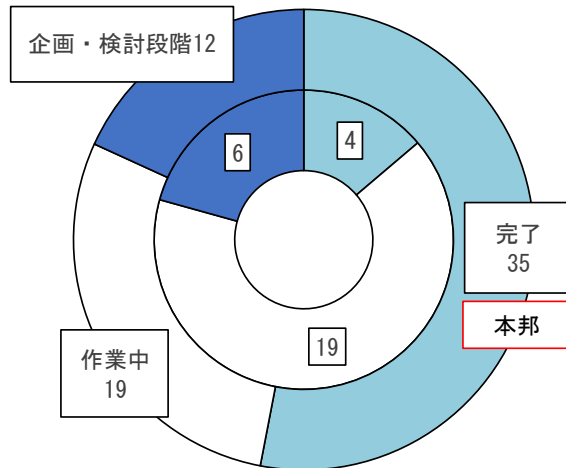


(資料) “FSB Roadmap for Addressing Climate-related Financial Risks” から邦訳

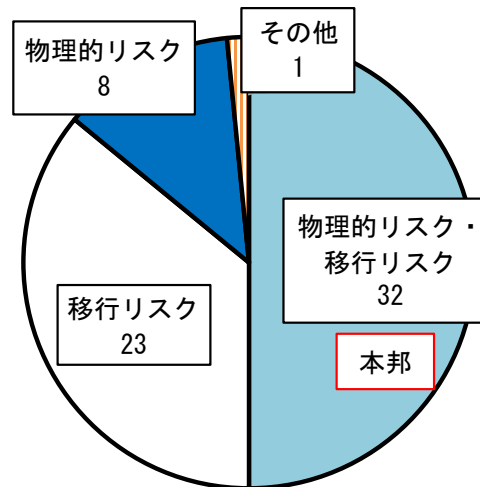
(参考) 気候変動シナリオ分析の世界的な広がり

- FSB・NGFSによるサーベイ結果（2022年11月公表）によれば、前回サーベイ実施時（2021年10月公表）と比べて、シナリオ分析を完了との回答が大幅に増加。わが国と同様に、1回目の取組を終え、今後の方針を検討している先が多い。
- 分析対象リスクは半数の法域が物理的リスクと移行リスク両方。バランスシート的前提は静的（Static）とする法域が多い。

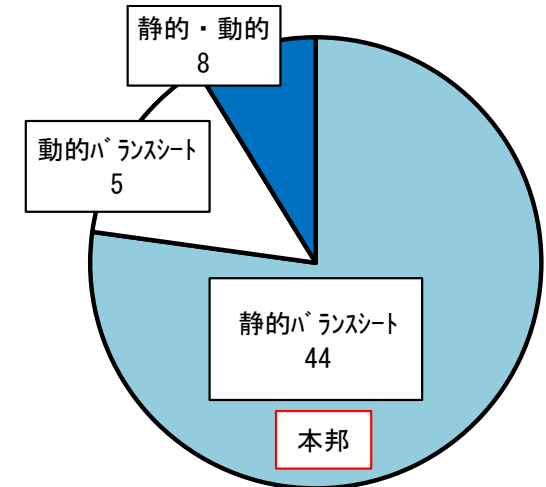
シナリオ分析の実施状況
＜外円：今回、内円：前回＞



分析対象リスク



バランスシート的前提



(注) 実施状況は前回が取組機関ベースであるのに対し、今回は取組数ベース(一部機関は複数回答)。

(資料) FSB・NGFS

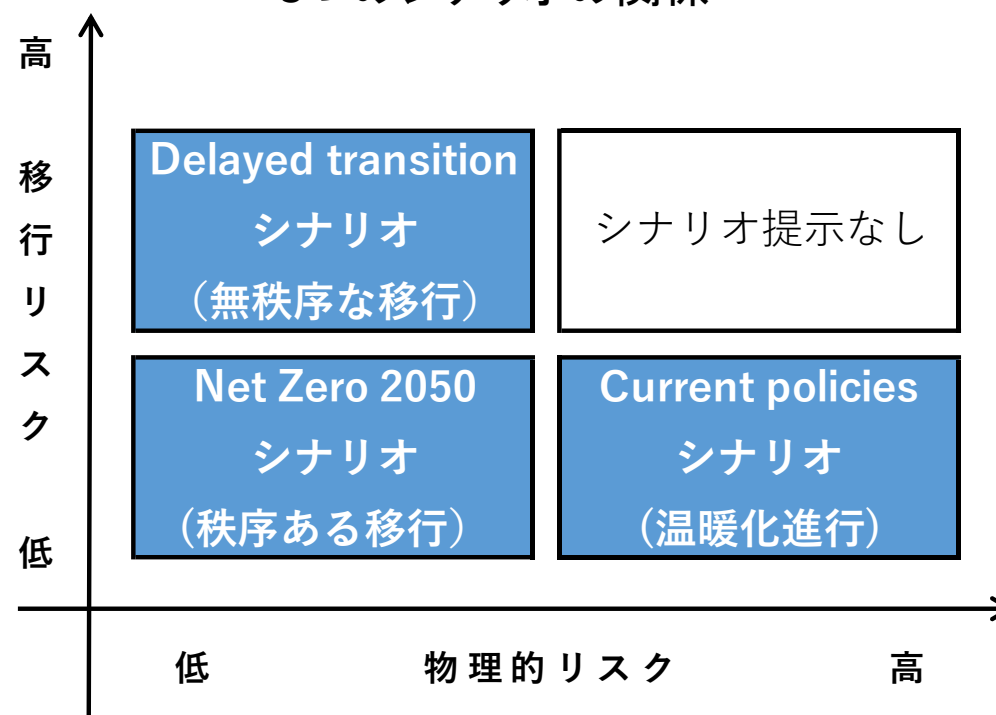
共通シナリオの設定（NGFSシナリオ）

- NGFSが公表するシナリオは、様々な批判もあるものの、気候変動シナリオ分析の共通の出発点的存在。
- とくに、「Net Zero 2050」、「Delayed transition」、「Current policies」の3シナリオが代表的。

NGFSが示した代表的な3つのシナリオ

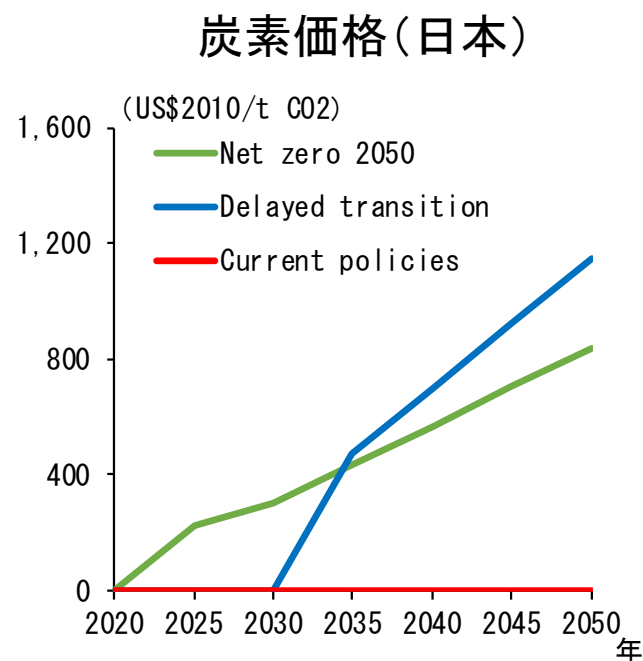
Net Zero 2050	2050年の二酸化炭素排出量ネットゼロに向けた取組みに直ちに着手
Delayed transition	2030年まで現状維持、2030年から2050年ネットゼロに向けた取組みに着手
Current policies	2050年まで追加的な措置は取られず、現状維持のまま温暖化が進行

3つのシナリオの関係

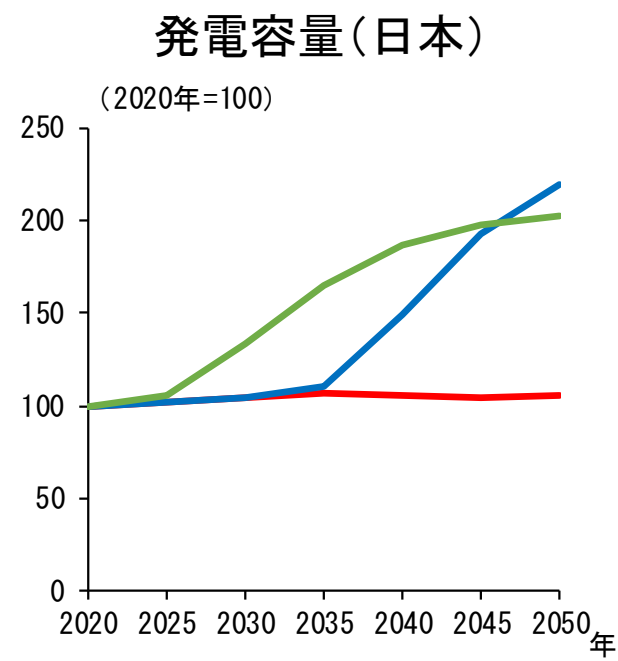
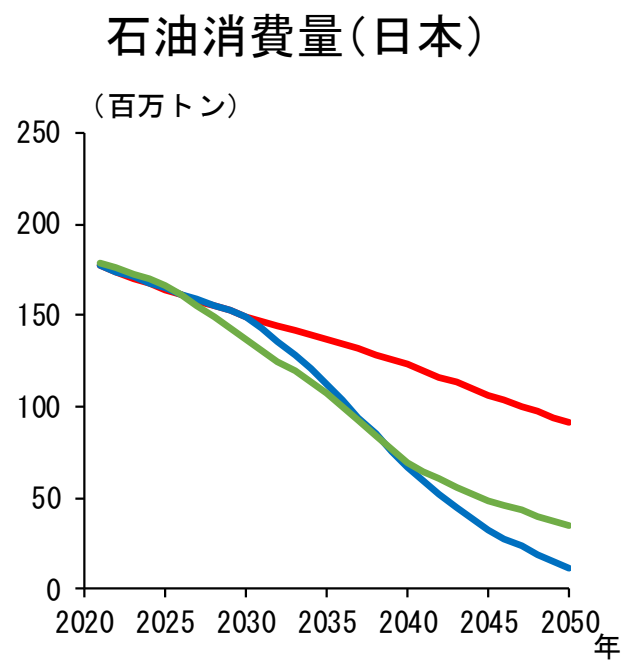


NGFSシナリオが描く脱炭素社会への移行

- 脱炭素社会への移行に向けて、炭素価格が引き上げられるもとで、化石燃料の消費量削減と電源構成の再生可能エネルギーへのシフトが進展。
- 試行的取組ではシナリオ第2版（2021年6月公表）を使用。日本銀行と金融庁は第3版（2022年9月公表）の作成に続いて第4版の作成作業にも参加。



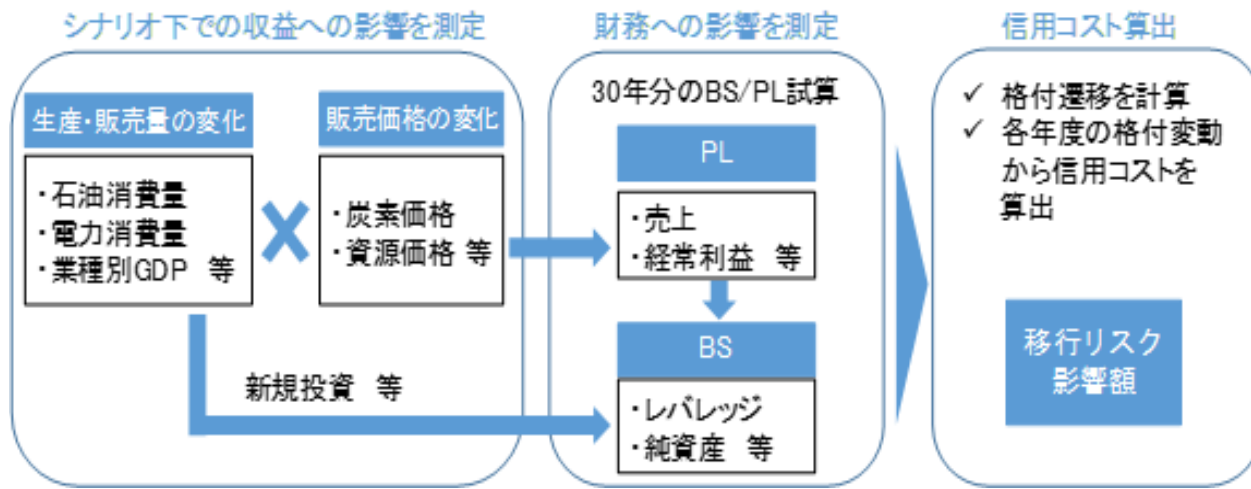
資料:NGFS



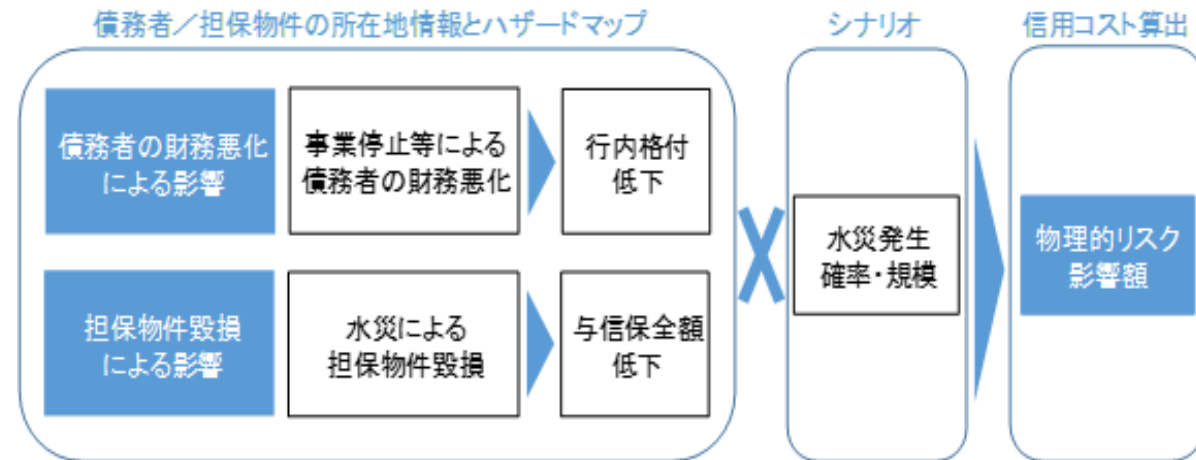
金融機関におけるリスク分析の基本的な枠組み

- 3メガ行は、移行リスク（2050年までの約30年＜5年間隔＞）と物理的リスク（2050年までの約30年と2100年までの約80年）の信用コストへの影響を分析。
- 移行リスクについては、GHG排出量の多いセクター（重要セクター）は、サンプル個社の財務シミュレーションから信用コストを試算。
- 物理的リスクについては、ハザードマップ等を利用して、水災の影響を中心に分析。

サンプル個社の財務シミュレーションから影響額を算出するプロセス （イメージ）



債務者情報等から水災による影響額を算出するプロセス （イメージ）



（資料）各社のTCFDレポートの記述を参考に金融庁・日本銀行作成

シナリオ分析の結果と課題（総論）

- 移行リスクによる信用コスト増加額は3メガ行の平均的な純利益よりも相応に低い水準であった。また、分析対象やシナリオが異なるものの、3メガ行がTCFDレポートで開示しているシナリオ分析の定量的結果とも大きな差はなかった。
- ⇒ 後述のように定量的な評価を行うには課題が多いが、各社とも自社設定シナリオ以外でもシナリオ分析を実施できる態勢が整備できていることを確認。
- ただし、信用コスト推計額をシナリオ間で比較すると、Net Zero 2050シナリオの結果は、Delayed transition シナリオの結果を上回るなどシナリオのナラティブと整合的な結果となっていない。
- ⇒ リスク分析についての改善が必要であると同時に、シナリオ設計についても再検討が必要。

シナリオのナラティブから期待される結果

今回シナリオ分析の結果

Net Zero 2050
(秩序ある移行)

信用コスト額

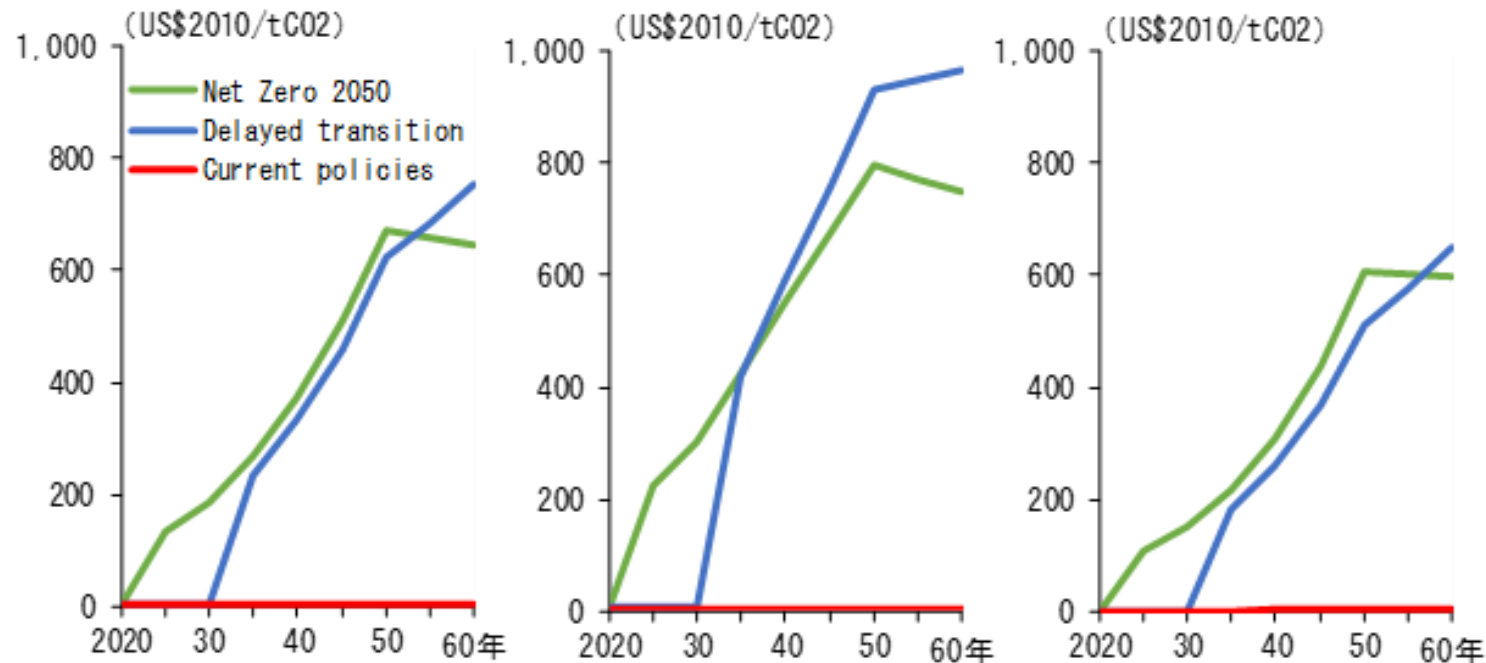


Delayed transition
(無秩序な移行)

シナリオ分析の結果と課題（シナリオ間の整合性）

- 試行的取組を通じて明らかになったのは、NGFSシナリオで設定されていない変数を補うために各社が実施した追加的な設定（先行きの見通し）におけるバラつきは大きい。
- NGFSシナリオにおける代表的な移行リスクの指標となる炭素価格も「製品販売価格への転嫁比率」と「炭素価格負担の帰着」などによって結果が大きく変わる（地域間のバラつき大）。
- NGFSシナリオのナラティブと主要変数のパスも一部不整合があるとみられる。

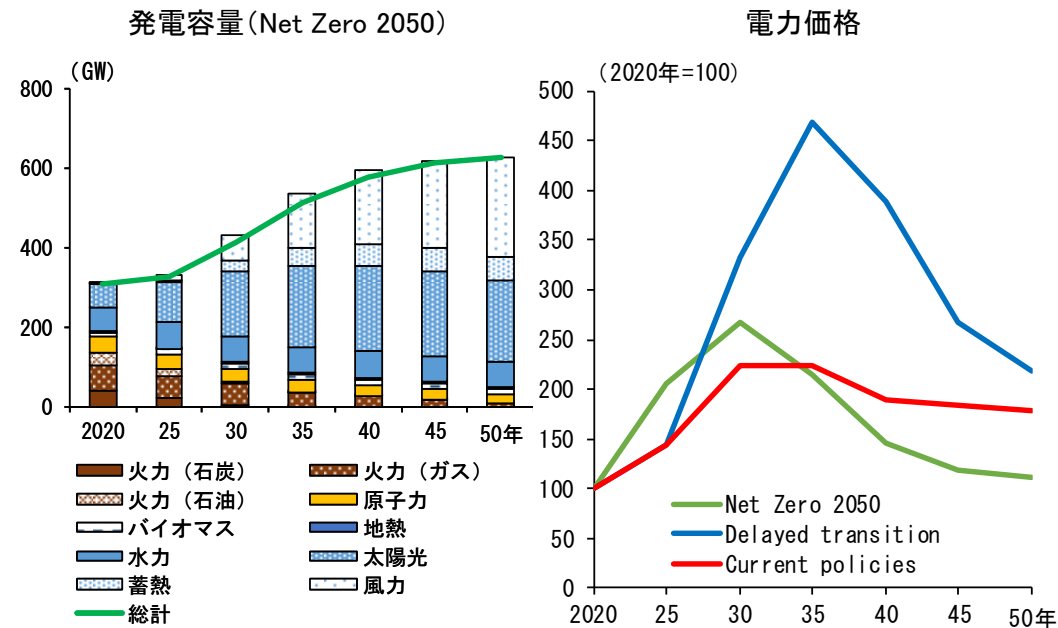
世界全体・先進国・新興国での炭素価格の変化



シナリオ分析の結果と課題（エネルギー構成の転換）

- 化石燃料の需要が減少する中で、ビジネスが大幅に縮小するとみられるエネルギーセクターに対し、電力セクターは、エネルギー源の移行に対応するための投資負担により財務体質が大きく悪化する想定。
- NGFSシナリオにおける電力価格の不自然な動きも加わり、同じく各社の結果に大きなばらつきがあった。
 - 各社とも全コストを投資時点で一括計上するコストベースの電力価格設定を採用。従来型の減価償却ベースのわが国の総括原価方式と異なる。

我が国の電源構成の想定(発電容量ベース)と電力価格



シナリオ分析の結果と課題（その他の論点）

- 鉄鋼セクターや自動車セクターについては、生産技術の移行（鉄鋼セクターにおける水素還元製鉄等）や製品に採用される技術（電気自動車や燃料電池車等）への実用化の見通しにより大きく信用コストの推計額が異なる。
- また、カーボンニュートラルへの移行に伴い電気料金の上昇が想定されているものの、電気料金の上昇のユーザーへの影響は考慮されていない。
- 物理的リスクの影響額の推計は、NGFSシナリオよりも国土交通省等が整備している高粒度かつ情報量の多いハザードマップを基に推計。
- 本社所在地情報のみに基づいて影響額を推計していることの影響は今後検証。

今後の取組・課題

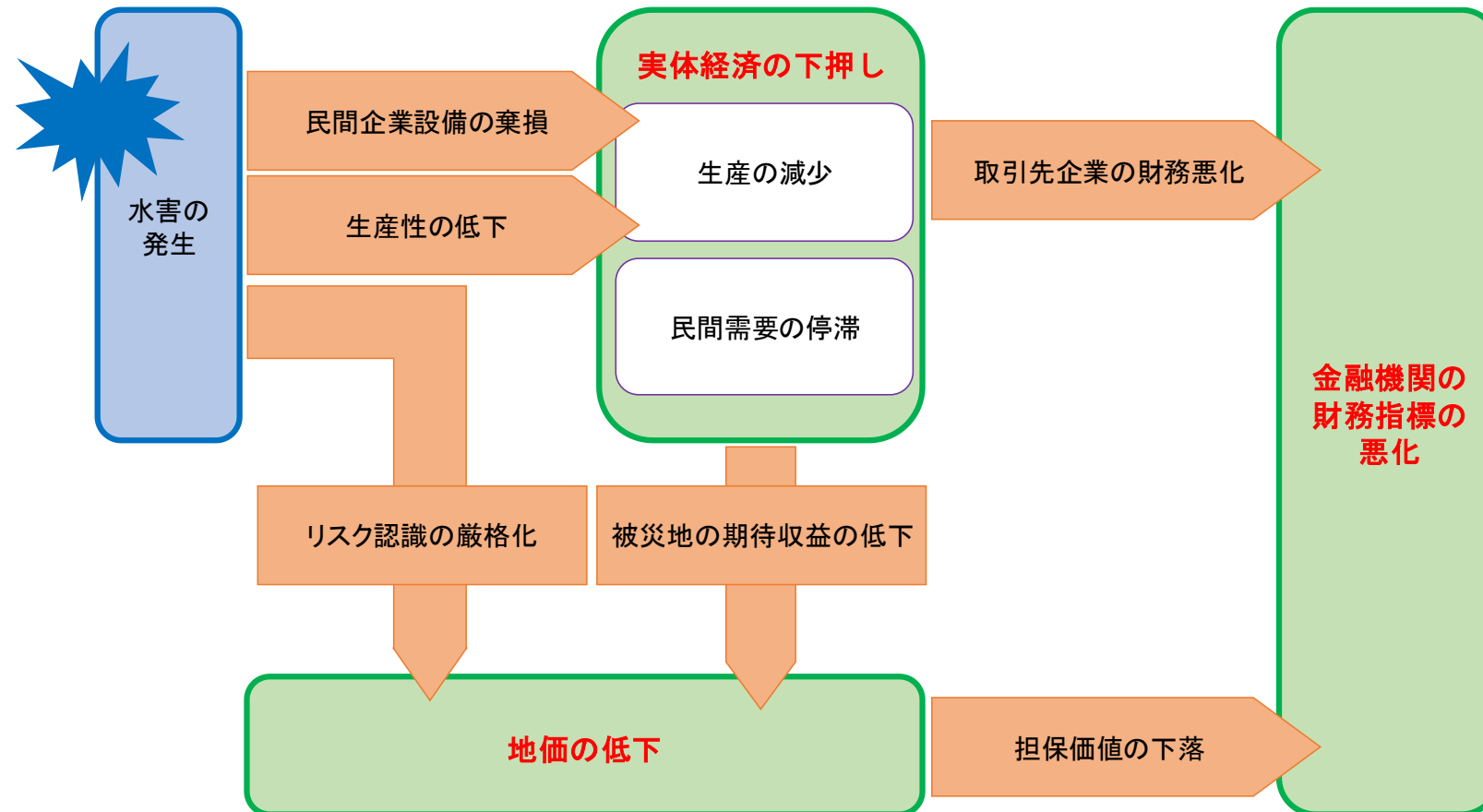
- 長期間にわたる不確実性の高い気候関連リスクの把握については、シナリオ作成とリスク分析の両面において、以下のような課題があることが明らかになった。
 - シナリオ作成においては、**更なるセクター別情報の補完（セクター別GDP以外にセクター別GHG排出量や生産技術等の移行スケジュール）やNGFSシナリオの作成ロジックがわが国の制度等と不整合な部分のカスタマイズ（シナリオのカスタマイズは複数の法域で実施）。**
 - リスク分析面においては、**事業構造転換の影響等の分析**も必要。
 - また、国際的な認識共有・協調において、共通のシナリオは重要なツールであることから、今後とも定期的に実施されることが予定されている**NGFSシナリオの更新作業において、今回の試行的取組で得られた知見をもとに働きかけをおこなっていく。**
- **精緻化・高度化を進めたとしても不確実性は残るという共通の理解に立ち、ステークホルダーとの間で互いの先行きの見通しや、それが異なる背景について理解を深めることで、より納得度の高い意思決定につなげていくことも必要。**

自然災害が実体経済・地価・金融機関財務に及ぼす影響

— 気候変動関連の調査研究の紹介 —

金融機関が直面する水害リスクの分析

- 気候変動に伴い日本の金融機関が直面する物理的リスクについて、水害が実体経済・地価・金融機関財務に与える影響を考察した日銀レビューを2022年3月に公表。
- 水害被害が二次的に実体経済・地価・金融機関財務に及ぼす影響とそのメカニズムについて、実証分析の結果を踏まえて整理。近年気候変動シナリオ分析の文脈でも話題となることが多い、長期的にみた物理的リスクについても議論。

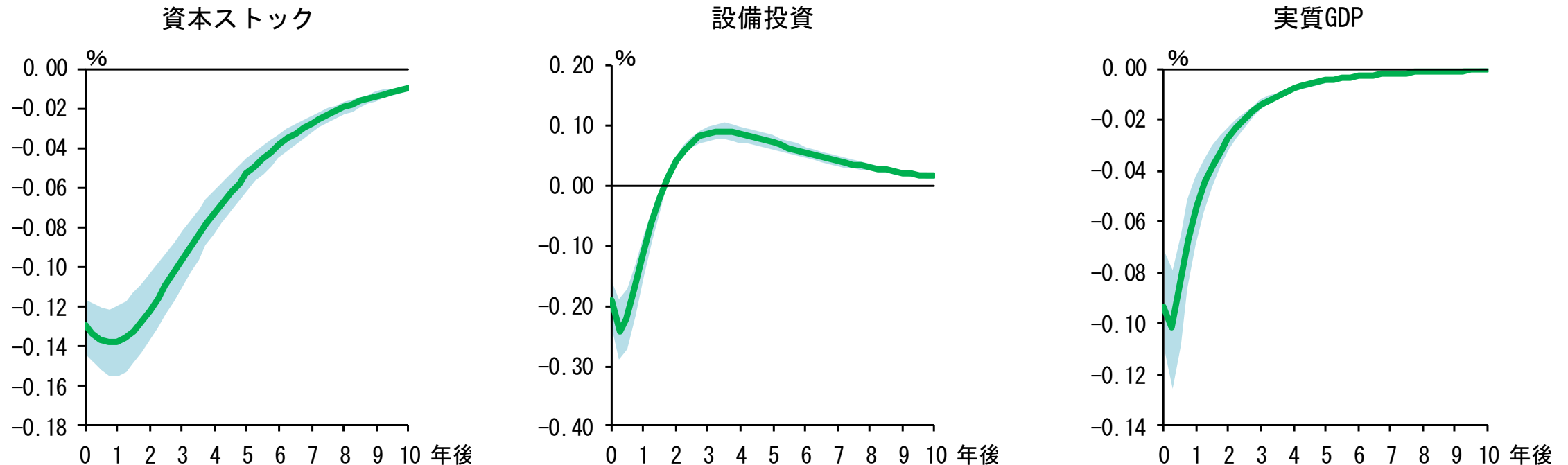


(資料) 芦沢・古川・橋本・小出・仲・西崎・須藤・鈴木(2022)、「気候変動に伴い日本の金融機関が直面する物理的リスク—水害が実体経済・地価・金融機関財務に及ぼす影響を中心に—」、日銀レビューシリーズ、2022-J-4.

実体経済に及ぼす影響①：中規模マクロ経済モデルによる推計

- 水害被害を資本減耗率や生産性に対するショックとして取り込んだ中規模マクロ経済モデルにより、東日本台風と同程度の被害が発生した場合の実体経済の反応を推計すると、水害の発生は、短期的には実質GDPを有意に下押し。
- ただし、資本ストックの復元に向けた設備投資の実施を背景に、下押し影響は翌年以降に徐々に低減し、5～6年後までに影響は概ね解消。この間、GDPの下押し幅は、最大で▲0.1%ポイント程度に止まる。

水害発生時の実体経済の反応シミュレーション



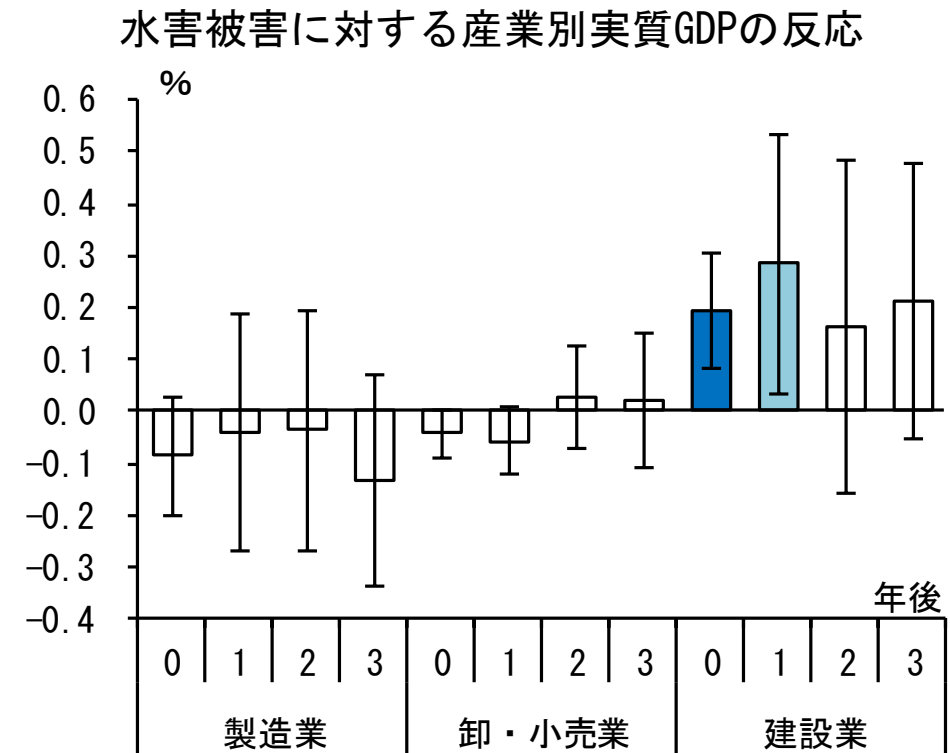
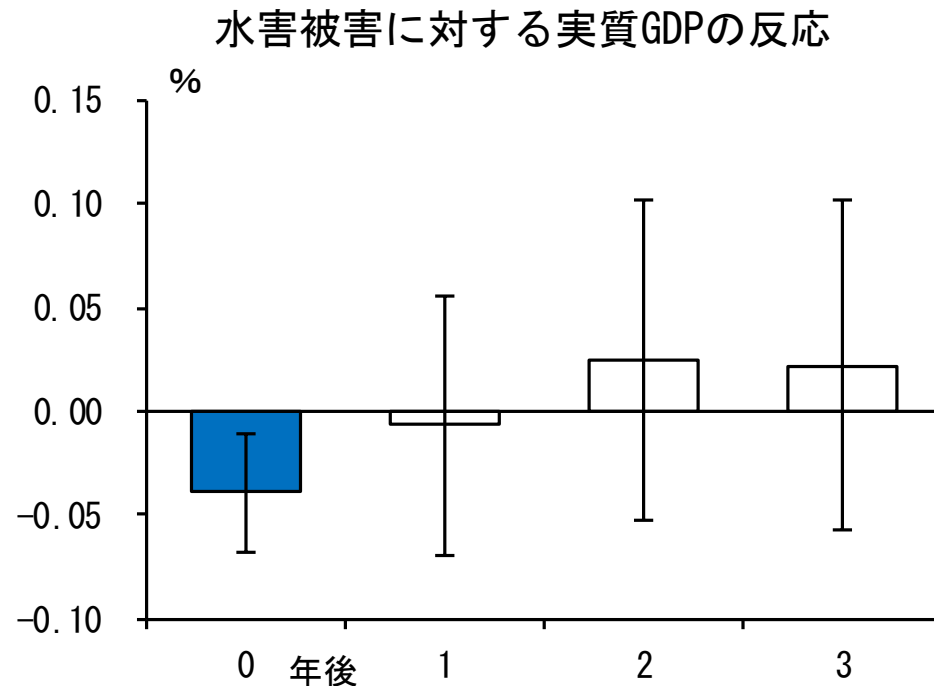
(注) 1. 各グラフの縦軸は定常値からの乖離率を表す。

2. 各グラフの実線はインパルス応答関数の点推計値を、シャドーは同関数の10～90%信頼区間を示す。

(資料) 橋本・須藤 (2022)、「水害被害の実体経済・金融仲介部門への波及：DSGEモデルを用いたシミュレーション分析」、日本銀行ワーキングペーパー、No. 22-J-6.

実体経済に及ぼす影響②：都道府県別パネルデータによる分析

- 都道府県別のパネルデータを用いて、水害被害に対する実質GDPの反応を検証すると、マクロ経済モデルでの結果と同様に、水害の発生は短期的には実質GDPを有意に下押しするが、その下押し幅は限定的との結果が得られた。
- 産業別には、製造業や卸・小売業で下押し影響が確認できる一方、建設業では復興需要から押し上げがみられる。

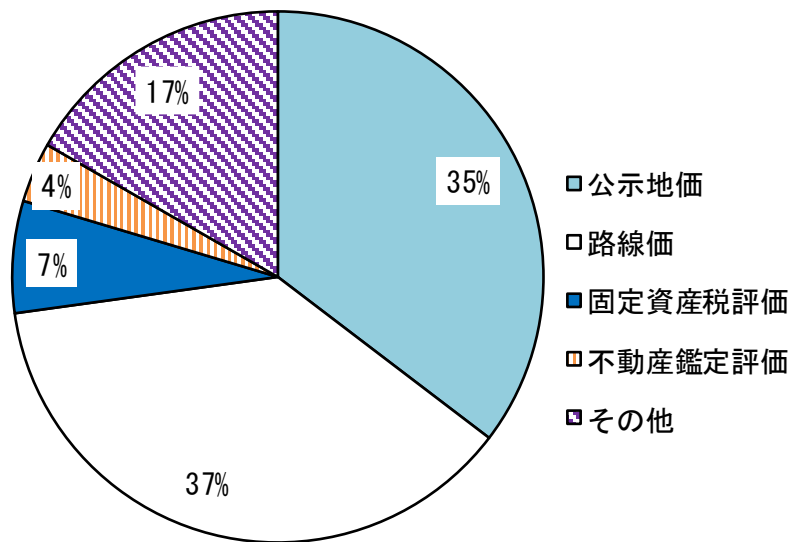


- (注) 1. 左図・右図ともに、都道府県別の実質GDPと水害被害総額のデータを用いて、水害被害に対する実質GDPの感応度をパネル推計。エラーバンドは90%信頼区間を示す。なお、棒グラフの色は、濃い青は95%有意、薄い青は90%有意、白はその他を示す。
2. 左図・右図ともにGDP比で0.2%の水害被害（都道府県別でみた際の平均的な被害規模）があった場合の変化幅を図示。
- (資料) 芦沢・山本・須藤(2022)、「水害が実体経済に与える影響に関する定量分析」、日本銀行ワーキングペーパー、No. 22-J-11.

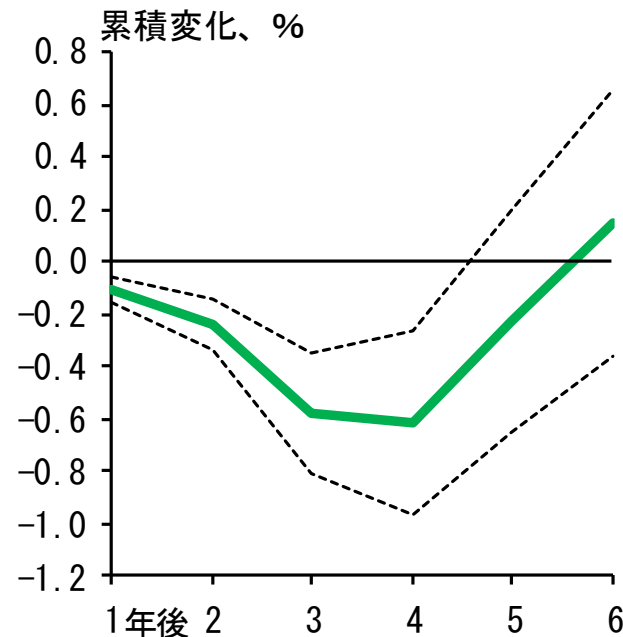
地価に及ぼす影響

- 金融機関の担保評価で広く用いられている公示地価について、水害被害に対する反応をパネルデータを用いて検証。水害は発生後3～4年程度地価を下押しするが、その後は復興に伴い下押し圧力が減衰し、5～6年後には概ね元の水準に復する。
- 過去の水害経験回数と地価の反応との関係を見ると、水害経験回数が多いほど地価の低下幅が小さくなる傾向。

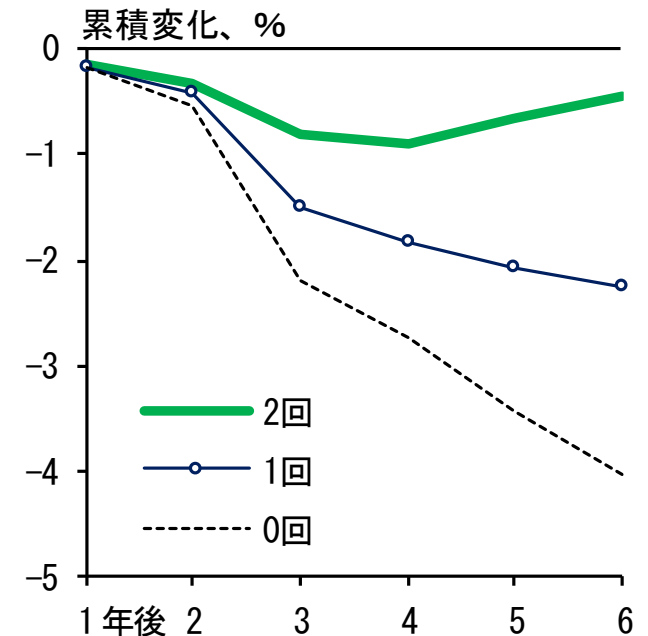
地域銀行が担保評価に用いる指標



水害被害に対する
住宅地価格の反応



過去の水害経験回数による
住宅地価格の反応の違い



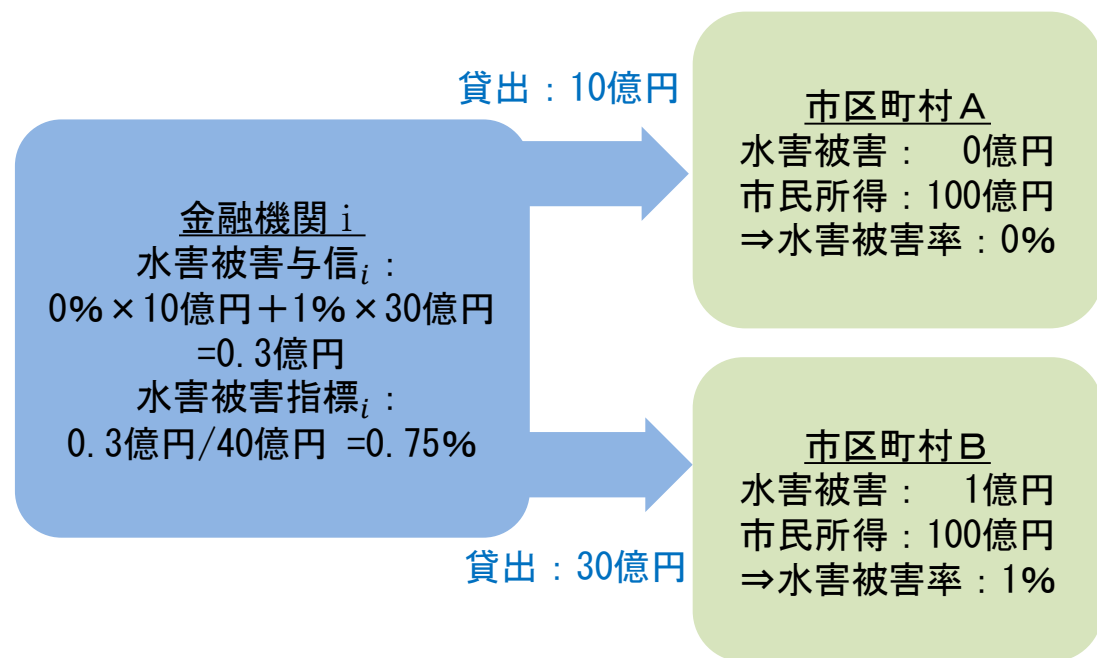
- (注) 1. 左図は、不動産担保の最も多い評価方法を、各銀行が回答したもの。2019年度時点。なお、公示地価対比で、路線価は80%、固定資産税評価は70%程度を目安に値付けされている。
2. 中図は、推計サンプル（住宅地と商業地をプール）の99%タイル値相当の水害被害が発生した場合の、その後の地価の累積変化を示す。破線は90%信頼区間。
3. 右図は、過去10年間の水害経験回数別に、水害被害が住宅地価格に与える影響をみたもの。経験回数は、都道府県レベルでカウント。水害被害額は中図と同じ。

(資料) 小出・西崎・須藤(2022)、「水害リスクが地価に及ぼす影響」、日本銀行ワーキングペーパー、No. 22-J-10.

金融機関財務に及ぼす影響

- 金融機関別にみた与信先の水害被害規模については、統計データ等が存在しない。そこで米国の金融機関を対象とした先行研究に倣い、一定の仮定のもと、金融機関ごとに、市区町村別貸出に当該市町村の水害被害率を乗じて算出した水害被害与信を作成。水害被害与信の貸出残高全体に占める割合を「水害被害指標」とした。
- この水害被害指標と金融機関財務変数の関係をみると、水害被害指標はフロー変数である信用コストやROA、ストック変数の不良債権比率の双方を有意に悪化させる。ただし、こうした悪影響は、フロー変数については水害発生翌年まで、ストック変数については3年後まで続くが、その後は概ね収束。
- 定量的には、例えば信用コストに対する押し上げ寄与は最大で2bpt程度に止まった。

金融機関の水害被害指標の作成手法（イメージ）



水害被害が金融機関財務に影響を及ぼす期間

	水害発生後				
	0年	1年	2年	3年	4年
信用コスト率		→ 当年まで影響			
ROA		→ 1年後まで影響			
不良債権比率		→ 3年後まで影響			

- (注) 1. 2005～2018年のデータを用い、金融機関354行の財務指標を水害被害指標で回帰して推計。固定効果と時間効果を勘案。
2. 矢印の長さは、水害被害指標が財務指標を統計的に有意に悪化させる期間を表す。

長期的にみた物理的リスクについての考察

水害の短中期の経済的影響

過去15～40年程度の日本のデータを用いた実証分析によれば、

- ① 水害被害の発生は、実体経済や地価、金融機関財務に対して二次的に悪影響をもたらしたものの、中期的にみれば、復興の進展とともに影響は剥落
- ② 二次的な経済被害は、標本期間内の水害でみる限り、必ずしも甚大なものではなかった

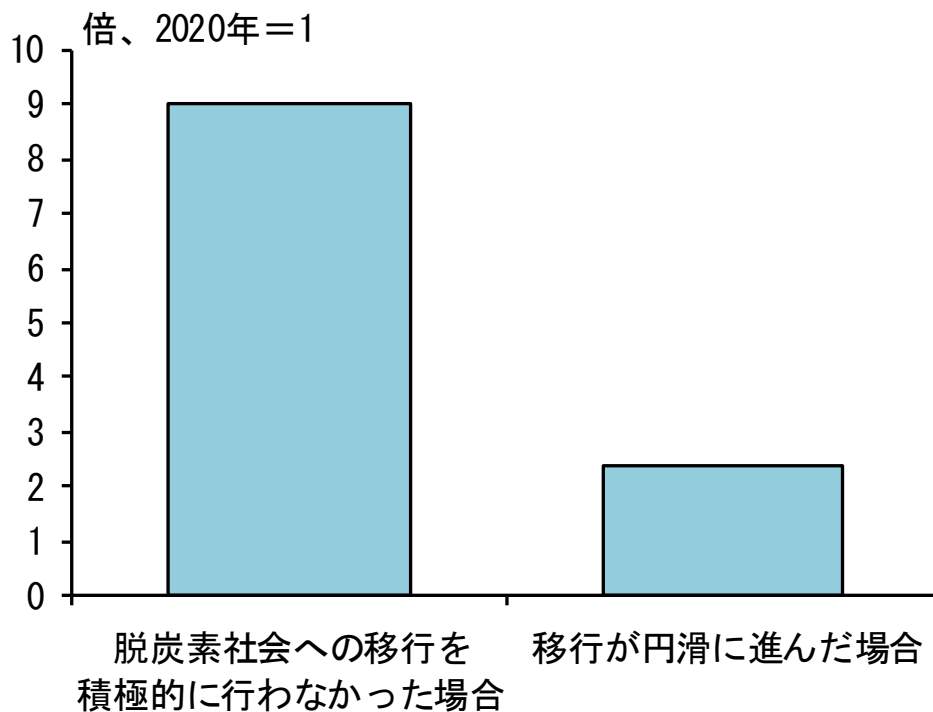
物理的リスクを評価する際に必要な長期的視点

今後、気候変動に伴い、水害の発生頻度が増大していく可能性や1回の水害規模が大きくなる可能性などを勘案することが重要

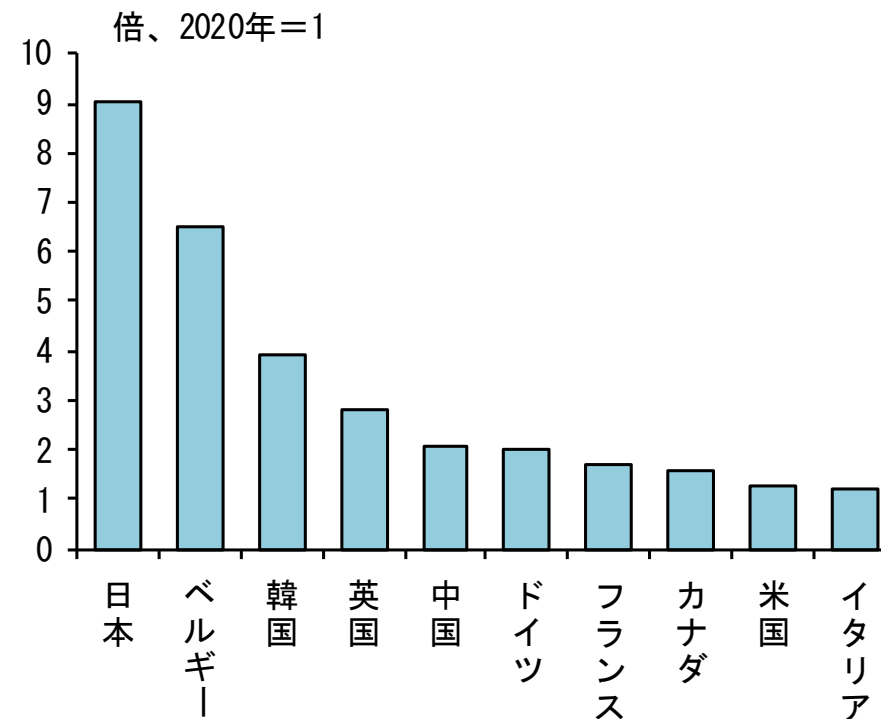
NGFS気候変動シナリオ下での2100年の日本の水害被害

- NGFSは、気候変動シナリオ下での河川氾濫による水害被害額（資本棄損額）を、地球科学モデルを用いて、国際比較が可能な形で試算。2100年の日本の水害被害は、脱炭素社会への移行を積極的に行わなかった場合、2020年の約9倍に達する一方、移行が円滑に進めば、2.3倍程度にとどまるとの結果を公表している。
- この試算によれば、日本の水害被害はG 7 諸国や近隣アジア諸国対比、突出して大きくなると考えられている。

2100年の日本の水害被害の大きさ



2100年の水害被害の国際比較
＜脱炭素社会への移行を積極的に行わなかった場合＞

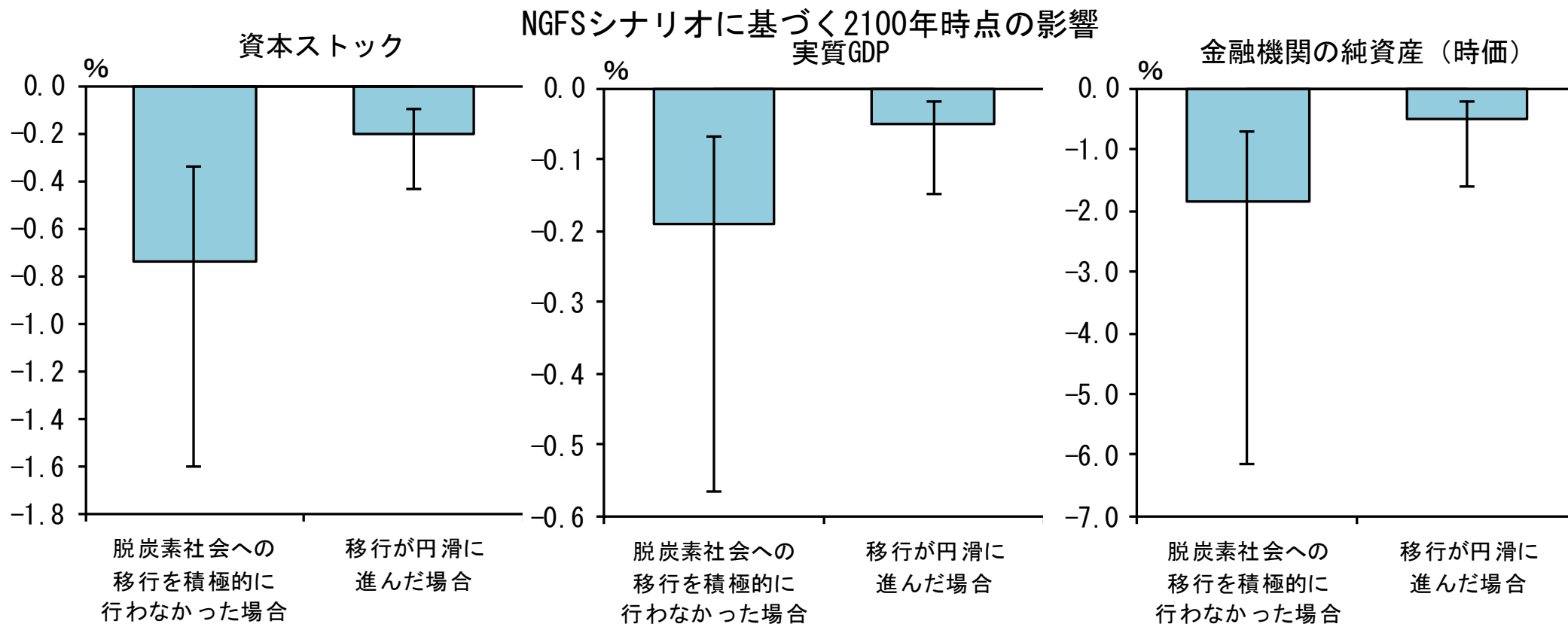


(注) 「脱炭素社会への移行を積極的に行わなかった場合」はNGFSの気候変動シナリオ (Phase2) におけるCurrent Policies、「移行が円滑に進んだ場合」はNet Zero 2050をそれぞれ参照 (以下のスライドも同様)。気温上昇パスを算出する際のパラメータと地球科学モデルの組み合わせにより、シナリオごとに水害被害額の中央値と信頼区間 (5~95%信頼区間) が算出されており、グラフはその中央値を図示。

(資料) NGFS「Climate Impact Explorer」

水害の長期的影響シミュレーション

- 気候変動下での水害被害の拡大がもたらす長期的な経済的影響を捉えるため、NGFSが試算した水害被害額の推移から、資本棄損率や生産性の低下幅を推計。これを中規模マクロ経済モデルに与えて、実質GDPや金融機関の純資産を推計。
- 2100年時点での日本への影響をみると、脱炭素社会への移行を積極的に行わなかった場合、実質GDPを最大約▲0.6%、金融機関の純資産を最大約▲6%と、相応に下押しする可能性。



(注) 1. NGFSの気候変動シナリオに基づいて試算した、2100年時点の定常状態からの下落幅。

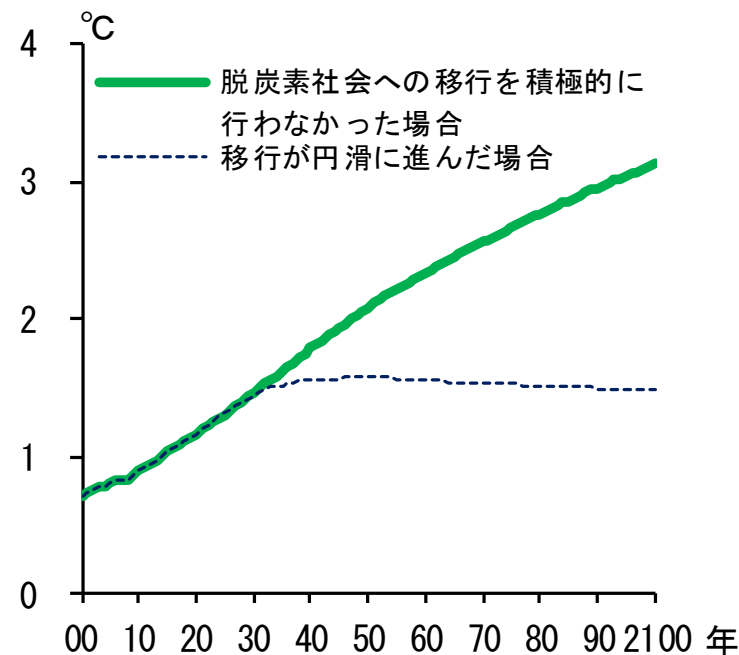
2. 棒グラフは中央値、バンドは5~95%信頼区間を示す。

(資料) 橋本・須藤 (2022)、「水害被害の実体経済・金融仲介部門への波及：DSGEモデルを用いたシミュレーション分析」、日本銀行ワーキングペーパー、No. 22-J-6。

NGFSによる慢性リスクなども含む物理的リスクの影響試算

- 物理的リスクは、水害などの急性リスクのほか、人流の減少・勤労意欲の低下など、平均気温の上昇による慢性リスクも包含した概念。NGFSは、労働生産性を世界の平均気温の非線形な関数と仮定し、物理的リスクの影響も簡易的に試算。
- 物理的リスクの日本のGDPに対する下押し効果は、気温上昇に伴い増大。移行を積極的に行わなかった場合、2050年に▲3%程度、2100年に▲7%強に達する。移行が円滑に進んだ場合には、2100年時点でも▲3%弱の下押しに抑えられる

NGFSシナリオにおける世界の平均気温

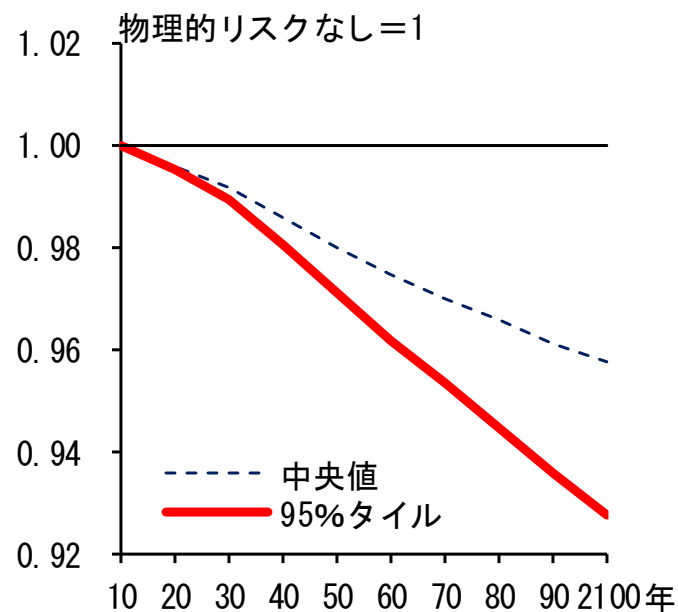


(注) 各気候変動シナリオにおける、世界の平均気温の1850～1900年平均からの乖離幅について、中央値を図示。

(資料) NGFS

物理的リスクの日本の実質GDPに対する影響

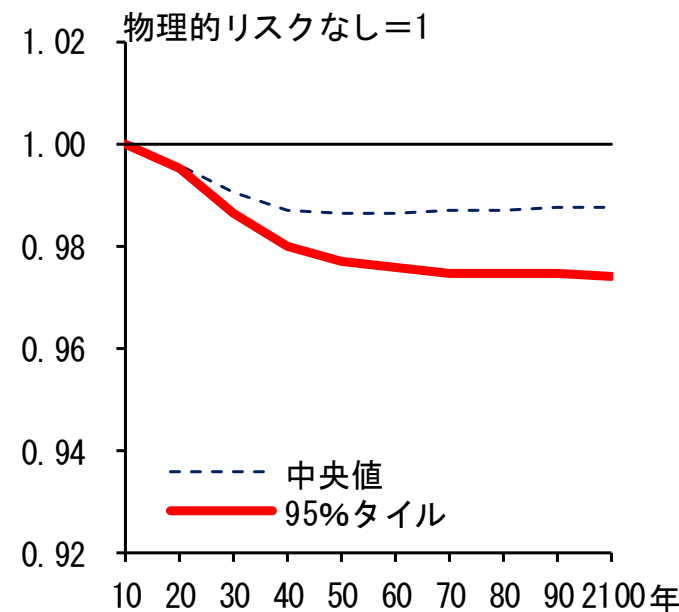
＜脱炭素社会への移行を積極的に行わなかった場合＞



(注) 各気候変動シナリオ下における世界平均気温の推移から、NGFSが物理的リスクを算出。物理的リスクがない場合を1とした時の日本の実質GDPの水準について、中央値と95%タイル値を図示。

(資料) NGFS

＜移行が円滑に進んだ場合＞



水害リスク分析のポイント

- ✓ 気候変動に伴い日本の金融機関が直面する物理的リスクについて、水害が実体経済・地価・金融機関財務に及ぼす影響を中心に考察。
- ✓ 水害は、人的・物的資源の損失を伴う。過去の日本のデータを用いた実証分析によれば、こうした水害被害による実体経済や地価、金融機関財務に対する二次的な悪影響は、標本期間内の水害でみる限り、必ずしも大きくなく、中期的には復興の進展とともに剥落してきたことが確認された。
- ✓ もっとも、水害発生に伴う物理的リスクを評価する際には、今後生じ得る地球温暖化の長期的影響を織り込む必要。この点、マクロ経済モデルでラフなシミュレーションを行ったところ、非常に長い目で見れば、実質GDPや金融機関全体の自己資本に相応の影響を及ぼしうることを示された。
- ✓ 物理的リスクの先行きは、世界が脱炭素社会へ移行するスピードや、世界平均気温と災害の頻度・規模や生産性との関係など、さまざまな要因に大きく依存しており、不確実性はきわめて高い。
- ✓ 日本銀行金融機構局では、金融機関が直面する物理的リスクの捕捉に向けて、高粒度データの一段の活用なども含め、引き続き調査・分析を深めていく方針。