

2021年5月19日
No.2021-003

気候関連リスクの把握に向けた金融当局の動きと今後の課題 — 欧州の中央銀行によるストレステストを中心に —

調査部 金融リサーチセンター 副主任研究員 大嶋 秀雄

《要 点》

- ◆ 世界的に気候変動問題への意識が高まるなか、わが国を含めて多くの国は野心的な温室効果ガス排出削減目標を掲げ、脱炭素社会移行に向けて始動。一方、気候変動や脱炭素社会移行が経済に及ぼす気候関連リスクは十分把握できておらず、各国金融当局は重大な金融リスクの一因になりうると警戒。
- ◆ 各国金融当局等による「気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク」は、気候変動のシナリオ分析を行うとともに、金融当局向けストレステスト手引書を発表して、各国金融当局に気候関連リスクのストレステストを推奨。
- ◆ しかし、欧州でのストレステストをみると、気候関連リスクの分析は、①不確実性の高さや様々な波及経路が想定されることによるシナリオ設計の難しさ、②各企業の温室効果ガス排出量や事業影響等の気候関連データの制約、③地域・企業別や超長期の分析手法の未確立など多くの課題があり、リスクを十分評価できていない模様。こうした課題の解決のため、各国政府・当局は以下の対応が必要。
 - (1) 多面的なシナリオ分析
企業の気候関連開示においてシナリオ分析を義務化して、幅広い企業による分析を蓄積。それを金融当局等が集約して、ストレステストのシナリオ設計に活用。
 - (2) グローバルなデータ整備
網羅的な移行リスク分析を行う観点から、サプライチェーン全体の温室効果ガス排出量を把握するため、各国が連携してグローバルなカーボンフットプリント（原材料から生産、流通、廃棄、リサイクルまでの温室効果ガス排出量の記録）の仕組みを整備。また、災害予測等による影響分析に向けて、企業の主要拠点所在地情報の開示を制度化し、グローバルなデータ集約を推進。
 - (3) 計測手法の確立、標準化
各国金融当局等が試行錯誤で計測している気候関連リスクの精度、比較可能性を高める観点から、国際的に連携して計測手法を開発・共有する枠組みを構築し、計測手法の確立・標準化を推進。
- ◆ 気候関連リスク分析は、金融システムの安定のみならず、秩序ある脱炭素社会移行を実現するためにも重要。金融当局等は、サステナブルファイナンスの推進と併せて、早急に気候関連リスクの分析を強化することが必要。

調査部 金融リサーチセンター 大嶋 秀雄 宛にお願いいたします。

Tel: 090-9109-8910

Mail: oshima.hideoj2@jri.co.jp

日本総研・調査部の「経済・政策情報メールマガジン」はこちらから登録できます。

<https://www.jri.co.jp/company/business/research/mailmagazine/form/>

本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。本資料は、作成日時時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがあります。本資料の情報に基づき起因してご閲覧者様及び第三者に損害が発生したとしても執筆者、執筆にあたっての取材先及び弊社は一切責任を負わないものとします。

はじめに

世界的に気候変動問題への意識が高まるなか、わが国を含めて多くの国は野心的な温室効果ガス（GHG）排出削減目標を掲げ、現在、脱炭素社会移行に向けた具体策が検討されている。一方、気候変動や脱炭素社会移行が経済に及ぼす悪影響（気候関連リスク）については、欧州の中央銀行を中心にストレステストを用いた定量分析を実施・検討する動きがあるものの、広範かつ複雑で、不確実性が高く、前例もないため、その全貌を十分に把握できていないのが実情である。

そこで、本稿では、気候関連リスクの特徴や足元の中央銀行によるストレステストの動向を纏めたいうで、今後、各国政府・金融当局に求められる対応について検討した。

2. 気候関連リスク

（1）気候変動シナリオと各国のGHG排出削減目標

国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC、Intergovernmental Panel on Climate Change）¹の第5次報告書（2014年）では、「温暖化を疑う余地はなく、20世紀半ば以降の温暖化の主因は人間活動の可能性が極めて高い（95%以上）」とされ、地球温暖化と人為的なGHG排出の因果関係に一定の科学的な説明が示された。同報告書では、将来のGHG排出量に応じた複数の気候変動シナリオが提示されている。

（図表1）IPCCの気候変動シナリオ

シナリオ名	概要	気温上昇
4°Cシナリオ (RCP8.5)	気候変動対策を行わない (ベースラインシナリオ)	4°C超
2°Cシナリオ (RCP2.6)	21世紀後半にGHG排出量ネットゼロ	2°C未満
1.5°Cシナリオ	GHG排出量を2030年までに2010年対比 ▲45%削減、2050年前後にネットゼロ	1.5°C未満

（資料）IPCC「第5次評価報告書」「1.5°C特別報告書」、環境省
 （注）気温上昇は、産業革命以前（1850～1900年）から21世紀末までの確率の高い気温上昇幅。

ベースラインシナリオとして、このままGHG排出を続けることで21世紀末の気温が産業革命以前に比べて4°C超上昇する可能性が高いシナリオ（4°Cシナリオ）、厳しいGHG排出抑制で気温上昇が2°C未満となる可能性が高いシナリオ（2°Cシナリオ）などが示された²（図表1）。

こうした分析を踏まえて、2015年の第21回気候変動枠組条約締結国会議（COP21）では、産業革命以前から21世紀末までの気温上昇を「2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑えるよう努力を追求する」ことを掲げたパリ協定が締結され、法的拘束力はないものの、すべての締結国³がGHG排出削減目標を設定することとなった⁴。その後、IPCCは、1.5°C特別報告書（2018年）において、パリ協定が目指す気温上昇1.5°C未満の可能性が高いシナリオ（1.5°Cシナリオ）を示した。こうした動きを受けて、直近では、120カ国超が1.5°Cシナリオに相当する2050年GHG排出ネットゼロを宣言⁵し、主要国は、中間目標として、野心的な2030年GHG排出削減目

¹ 人為起源による気候変化、影響、適応および緩和方策に関し、科学、技術、社会経済学的見地から包括的な評価を行うことを目的に、1988年に国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）により設立。

² IPCC第5次報告書は、4°Cシナリオ、2°Cシナリオに加えて、中間的な2つのシナリオ（RCP4.5、RCP6.0）を提示。

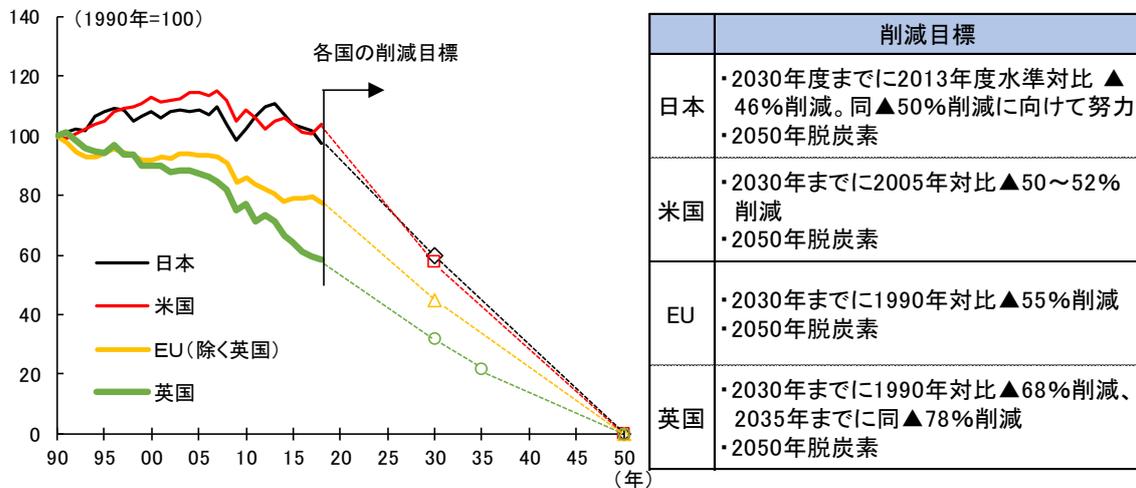
³ 2021年1月時点で189カ国・地域が締結。

⁴ パリ協定は目標を継続的な見直しを前提としており、当初目標では約3°Cの気温上昇となる可能性が高いGHG排出量となる。

⁵ 2050年GHG排出ネットゼロを宣言した国の同盟であるClimate Ambition Allianceには2021年5月6日時点で121カ国が加盟。一部の国では法制化。その他では、中国が2060年GHG排出ネットゼロを宣言。

標を掲げている（図表2）。

（図表2）主要国の温室効果ガス排出量推移と削減目標



（資料）国連、各国発表等を基に日本総研作成

（注）温室効果ガスは、土地利用、土地利用変化および林業部門を除く、CO2換算。2030年目標の基準年は、欧州が京都議定書と同じ1990年とする一方、日・米は自国のGHG排出量が最大の年（2013年・2005年）としている。

（2）気候関連リスク ～物理的リスクと移行リスク

気候変動や脱炭素社会移行は、様々な形で経済に悪影響を及ぼす。気候関連リスクには、風水害や山火事、海面上昇等による生態系や建築物・社会インフラ、人々の健康などへの被害である「物理的リスク」と、脱炭素社会移行に向けた政策・法規制や技術革新などによる経済への悪影響である「移行リスク」がある（図表3）。

物理的リスクと移行リスクの関係は、一般的には、気候変動対策で移行リスクが顕在化した場合には物理的リスクが低下する⁶とされるものの、両者の関係は単純なトレードオフではなく、両方が顕在化する恐れもある。たとえば、対応が遅れて物理的リスクが顕在化した後に、急激に脱炭素社会への移行が進められて移行リスクも顕在化するケースや、急激な脱炭素社会移行で甚大な移行リスクが顕在化することで、気候変動対策が中断を余儀なくされて物理的リスクも抑制できなくなるケースなどがある⁷。

こうした概念的な整理はされているものの、気候関連リスクは、広範かつ複雑で、不確実性も高く、前例もないため、現状、十分に把握できていない。物理的リスクは、原因となる気象事象が多岐にわたり、地域差（種類、規模、頻度など）も大きく、数十年単位の長期変化であるため予

（図表3）気候関連リスク

分類		主な内容
物理的 リスク	急性	風水害・山火事等の深刻化・増加による被害
	慢性	気象パターン変化、気温上昇、海面上昇による被害
移行 リスク	政策・法規制	温室効果ガス排出規制強化、炭素税
	技術	既存技術・資産の陳腐化、新技術への投資失敗
	市場	消費者や投資家の行動変化、原材料価格上昇
	評判	消費者や投資家の嗜好変化、業種・企業への批判

（資料）気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）を基に日本総研作成

⁶ 逆に、脱炭素社会への移行が進まなければ移行リスクは抑制されるものの、物理的リスクは大きくなる。

⁷ 特定地域のみで移行政策が進められた場合にも、当該地域で移行リスクが顕在化する一方で、全体としてGHG排出量削減が進まず、世界的に物理的リスクが顕在化する可能性がある。

測が難しいほか、被害を受ける恐れのある不動産・社会インフラ等の特定や企業業績・サプライチェーンへの影響の評価も容易ではない。一方、移行リスクは、導入される政策次第で影響の波及経路が変化するうえ、代表的な法規制である炭素税やGHG排出規制による影響についても、中小企業中心にGHG排出量が網羅的に測定できていないため評価が難しい。また、今後の技術革新の成否・時期や消費者・投資家の行動変化も予測できないのが実情である。

3. 気候関連リスクの分析を進める金融当局

(1) 気候関連リスクのシナリオ分析とストレステスト

このように、気候関連リスクが十分に把握されていない状況で、各国が野心的な目標の達成に向けて強力な気候変動対策を推し進めた場合、企業業績等に想定外の悪影響が生じ、企業倒産の増加、ひいては、金融システム不安につながる恐れがある。こうした懸念から、近年、各国の金融当局は、気候関連リスクに対する警戒を強めている。

具体的に、英仏等の8カ国の中央銀行・金融当局が、2017年に「気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク（NGFS、Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System）」⁸を立ち上げ、気候関連リスクの評価に向けた検討が始まり、その後、2020年6月には、NGFSが、気候関連リスクの分析には一定の仮定を置いたシナリオ分析が有効と指摘したうえで、物理的リスクと移行リスクの強弱からシナリオを4区分に整理し、代表的な3つのシナリオと代替的な5つのシナリオを示した（図表4）⁹。また、シナリオ分析の手法として、金融当局によるストレステストを用いた定量分析を推奨し、ストレステスト手引書を発表している。

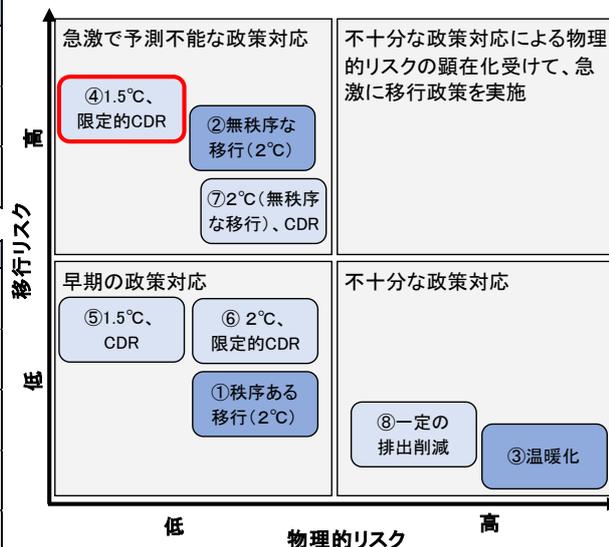
（図表4）NGFSによる気候関連金融リスクのシナリオ分析

◇代表的な3つのシナリオ

シナリオ	概要
① 秩序ある移行	早期対応で2070年脱炭素（気温上昇2℃以下）。CDR確立。
② 無秩序な移行	対応が遅れ、2030年以降急激な対応で2070年脱炭素（気温上昇2℃以下）。CDRは限定的。
③ 温暖化	現状のまま温暖化（気温上昇3℃超）

◇代替的な5つのシナリオ

シナリオ	概要
④ 1.5℃、限定的CDR	急激な対応で2050年脱炭素（気温上昇1.5℃以下）。CDRは限定的。
⑤ 1.5℃、CDR	急激な対応で2050年脱炭素（気温上昇1.5℃以下）。CDR確立。
⑥ 2℃、限定的CDR	早期対応で2070年脱炭素（気温上昇2℃以下）。CDRは限定的。
⑦ 2℃（無秩序な移行）、CDR	対応が遅れ、2030年以降急激な対応で2070年脱炭素（気温上昇2℃以下）。CDR確立。
⑧ 一定の排出削減	各国が目標に沿って一定の排出削減



（資料）NGFS「NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors」（2020年6月）を基に日本総研作成

（注）CDRは、炭素除去（Carbon Dioxide Removal）技術。

⁸ 2021年3月19日時点で、89メンバーと13オブザーバーが加盟。わが国からは2018年に金融庁、2019年に日本銀行が加盟。

⁹ 2021年にシナリオを更新予定。

NGFSによる検討を受けて、欧州の中央銀行では、ストレステストによる定量分析を実施・検討しているほか、FRBや日銀も、専門組織・会議体を設置して、将来的なストレステスト実施を含めた気候関連リスクの分析手法の研究等に着手している（図表5）。

なお、欧州の中央銀行は、リスク分析と並行して、金融政策の枠組みによる対応策も検討している。具体的には、BOEは、マנדートに脱炭素社会移行を加える方針を示しており、ECBも、現在進めている金融政策の戦略レビューにおいて、気候変動への対応を検討している¹⁰。

（図表5）気候関連リスクを巡る主要中銀の動き

	主な動き
BOE	・2022年1～3月期にストレステスト結果公表予定 ・金融政策運営の使命に脱炭素社会への移行を加える方針。気候変動を考慮した社債買入れプログラムの見直しを検討
ECB	・2022年にストレステスト結果公表予定。中間報告発表 ・2021年半ば公表予定の金融政策の「戦略レビュー」において気候変動への対応を検討
オランダ中銀	・2018年に移行リスクのストレステスト実施
FRB	・気候変動の個別金融機関への影響評価を目的とした委員会(SCC)と金融システムへの影響評価を目的とした委員会(FSCC)を設立 ・ストレステストの検討は初期段階
日銀	・2021年度考査で個別金融機関の気候変動対応を点検 ・組織横断的な会議体「気候連携ハブ」設立 ・ストレステスト等のリスク計測手法を研究する方針

（資料）各中銀、報道等を基に日本総研作成

（2）欧州の中央銀行によるストレステストの概要

中央銀行による気候関連リスクに係るストレステストについて、実施済みのオランダ中銀と、現在検討中のBOE、ECBによる取り組みの概要は、以下の通りである。

①オランダ中銀 ～世界初の中央銀行による気候変動ストレステスト

オランダ中銀は、中央銀行として初めて気候変動ストレステストを実施し、2018年に結果を公表した。

（a）移行リスクに焦点、通常のストレステストと同じ時間軸

物理的リスクの分析には、既存の計測手法では難しい数十年単位の超長期の分析が必要となるため、オランダ中銀は、移行リスクのみを対象として、移行リスクが短期間（5年間）で顕在化するシナリオを用いることで、通常のストレステストの時間軸（3～5年）に合わせてストレステストを実施した（図表6）

（図表6）オランダ中銀のストレステスト概要

項目	概要
対象リスク	移行リスクのみ
期間	5年間
シナリオ	4本のシナリオを想定 ①政策ショック 炭素価格100ドル/tCO2上昇 ②技術ショック 技術革新で電源構成の再生エネルギー割合が5年で2倍 ③ダブルショック ①+② ④信頼ショック 政策・技術の不確実性から企業・家計が投資・消費抑制
計測主体	オランダ中銀

（資料）オランダ中銀「An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands」

（注）主な波及経路①政策：炭素価格上昇⇒コスト増加・企業収益悪化⇒投資減少・株安、炭素価格上昇⇒インフレ⇒実質所得減少⇒消費減少、インフレ⇒金融引き締め・金利上昇⇒投資減少・消費減少、②技術：再エネコスト低下⇒投資増加・再エネ割合上昇⇒化石燃料関連座礁資産化・企業収益悪化、④信頼：家計・企業マインド悪化⇒消費減少・投資減少・株安・金利低下。

¹⁰ ただし、NGFSの調査では、主要107中銀の8割以上はマנדートにサステナビリティの側面はなく、金融政策に気候変動対策を取り入れる余地のある「経済政策の支援」や「経済発展」といったマנדートがある中央銀行も半数に満たない。マנדート修正の議論もほとんど行われておらず、現状、多くの中央銀行では金融政策での気候変動への対応はハードルが高いとされる。

(b) 4本のシナリオで複数の波及経路を想定

移行リスクは、政策・法規制、技術、市場、評判など様々な要因が存在するが（前掲、図表3）、オランダ中銀は、政策・法規制と技術の2つの切り口から、①政策ショック、②技術ショック、③ダブルショック（政策＋技術）、④信頼ショックの4つのシナリオを設定した。

もともと、政策・法規制や技術革新には様々なケースが考えられることに加えて¹¹、政策・法規制や技術以外の要因（消費者・投資家の行動変化など）はシナリオに含まれておらず、これらの4つのシナリオでは、移行リスクを十分に捕捉できていない可能性がある。

(c) 中央銀行が計測することで迅速な影響分析を実現（トップダウン型ストレステスト）

気候関連リスクの分析は発展途上であり、金融機関にノウハウが乏しく、通常のストレステストのように各金融機関に計測を要請した場合、多くの時間を要することが想定される。そこで、オランダ中銀は、自ら計測を行うトップダウン型ストレステストとすることで、迅速に分析を行った。

具体的には、各シナリオの1年ごとのマクロ経済影響（実質GDP、インフレ率、長期金利、株価等）を試算したうえで、各シナリオについて56産業別の脆弱性ファクター¹²を設定してマクロ経済影響を各産業に振り分け、金融機関のエクスポージャーへの影響を計測した。

こうしたトップダウン型のストレステストは、個別金融機関による分析が行われなため、個別金融機関の詳細なエクスポージャー（保有株式の状況等¹³）や戦略などは考慮されず、後述するBOE等と比べると精度では劣る分析といえる。

(d) 分析結果では間接影響である金利変動が大きなインパクト

オランダ中銀は、各シナリオにおける金融機関への影響（資産規模に対する損失額の割合）を「炭素関連産業へのエクスポージャー」、「その他産業へのエクスポージャー」、「金利変動」の3要素に分解して公表している¹⁴。4本のシナリオのうち、影響が大きな③ダブルショックや①政策ショックでは、最大の要因は金利変動（金利上昇・債券価格下落）で、銀行よりも保険会社への影響が大きくなった（図表7）。これは、炭素価格が急上昇し、その影響が経済全体に及ぶと、インフレ率の上昇により、金融引き締めや長期金利上昇に波及する。金融セクターにとっては、炭素価格上昇による企業収益悪化等の直接的な影響ではなく、金利変動を通じた間接的な影響の方が財務的なインパクトが大きくなるという分析結果である。

こうした結果からは、シナリオ分析を行う際には、間接的な影響を含めた波及経路を特定することが重要であることが分かる。

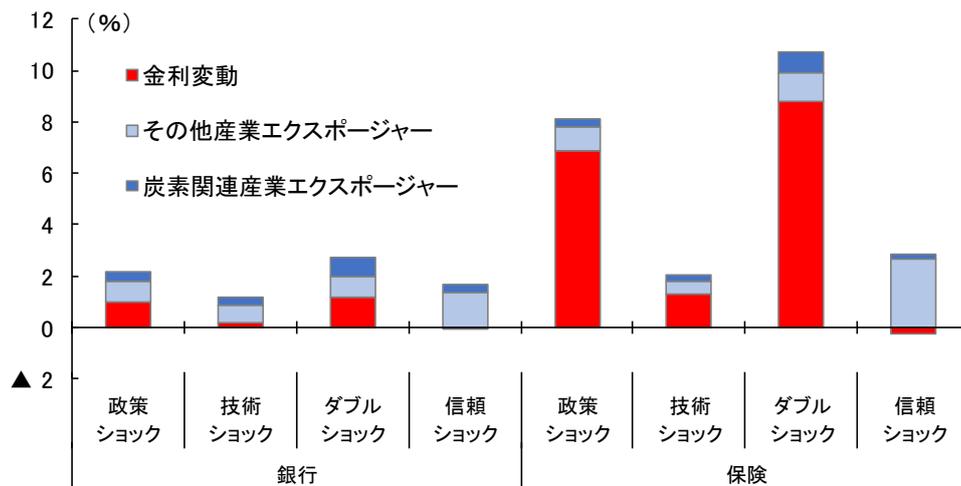
¹¹ 炭素価格についても、NGFSのシナリオでは全く異なる想定をしており、秩序ある移行では、毎年10ドルずつ上昇して2050年に300ドル/tCO₂、無秩序な移行では、2030年以降毎年35ドル上昇して2050年に700ドル/tCO₂。

¹² ①政策ショック：最終財・サービスのバリューチェーン全体のCO₂排出量が多いほど炭素価格上昇に脆弱、②技術ショック：炭素を大量に排出する炭素集約型産業ほど脆弱、④信頼ショック：すべての産業が一様に影響。

¹³ 保有株式の4分の1（主に海外投資ファンド等と想定される）は産業を特定できていない。

¹⁴ 自己資本比率等への影響も公表し、銀行セクターではCET1比率が約15%から最大▲4.3%低下（③ダブルショック）。オランダ中銀は、移行リスクは金融システムに大きな影響を与えうるとしたうえで、各金融機関の戦略次第で影響を軽減できるとした。

(図表7) 金融機関影響の試算結果資産規模に対する損失額の割合



(資料)オランダ中銀「An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands」

②BOE ～物理的リスク+移行リスク、超長期のストレステスト

2019年12月、BOEは、2021年の隔年予備シナリオ(BES、Biennial Exploratory Scenario)のストレステスト¹⁵に関するディスカッションペーパー¹⁶(以下、同ペーパー)において、大手銀行・保険会社等を対象に気候関連リスクのストレステストを実施することを発表した。その後、新型コロナウイルス感染拡大で延期され、現在は、2021年6月にシナリオ発表、2022年1～3月期に結果を公表する予定とされている。

(a) 超長期のストレステスト(物理的リスク+移行リスク)

BOEは、物理的リスクと移行リスクの両方を対象とし、期間は30年間¹⁷と超長期を想定している(図表8)。気候関連リスク全体の分析が可能となるものの、不確実性の高さからシナリオ設定が難しいことに加えて、通常のストレステストの時間軸と大きく乖離するため計測モデルの設計負担も大きい。そこでBOEは、NGFSの代表的な3つのシナリオ¹⁸に基づいてシナリオを設計、また、30年間という超長期の計測は、30年を5年×6期間に分解し、計測開始時点のバランスシート¹⁹に対して、各期間のストレスをかける手法を採用して、モデル設計の簡素化を試みている(図表9)²⁰。

¹⁵ 毎年実施されるストレステスト(ACS、annual cyclical scenario)とは別に、中長期的な課題などに対する金融セクターの脆弱性を評価するために2017年に導入。2017年はFintechによるリテール金融の競争環境変化、2019年は大手銀行の流動性リスクについて実施。

¹⁶ BOE ”The 2021 biennial exploratory scenario on the financial risks from climate change”(2019年12月)

¹⁷ 気候変動対策を取らない温暖化シナリオでは、物理的リスクは2050年以降に顕在化する可能性が高いことから、さらに30年間(2051～2080年)の分析を検討している。

¹⁸ 図表4の通り、NGFSの各シナリオは、物理的リスクと移行リスク、およびその相互関係も考慮した複合的シナリオである。

¹⁹ 同ペーパーでは2020年6月末を想定していたが、その後、2020年12月末に修正。

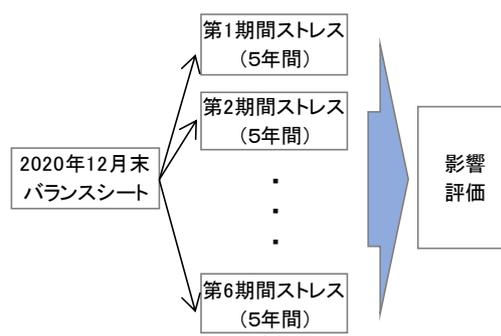
²⁰ 2020年12月末のバランスシートに対して各期間の影響を試算するため、バランスシートの変化や累積的な影響は考慮しない。

(図表8)BOEのストレステスト概要

項目	概要
対象リスク	物理的リスク、移行リスク
期間	30年間(5年単位で影響分析) 温暖化シナリオは60年間
シナリオ	NGFSの代表的シナリオを活用 ①秩序ある移行、②無秩序な移行、 ③温暖化の3シナリオ
計測主体	各金融機関 (シナリオ前提はBOE作成)

(資料)BOE「The 2021 biennial exploratory scenario on the financial risks from climate change」

(図表9)超長期の計測手法(BOE)



(資料)BOEを基に日本総研作成

(b) 個別金融機関による計測で高精度の分析を目指す(ボトムアップ型ストレステスト)

BOEのストレステストは、オランダ中銀とは異なり、主な計測を個別金融機関が行うボトムアップ型である。迅速な対応は難しいものの、個別金融機関の状況を踏まえた、精度の高い分析が期待できる。実際、BOEは、個別金融機関での計測において、企業向けエクスポージャーでは投融資先単位のビジネス・資産への影響分析(カウンターパーティ分析)を、家計向けエクスポージャーでは地域別の影響分析を要請するなど、高い分析精度を求めている。

具体的な流れは、BOEが作成したシナリオ前提(気候やマクロ経済・金融の変数)を基に、個別金融機関が詳細なシナリオを設計して影響を分析するとともに、影響分析を踏まえた対応策も検討して、BOEに結果を提出する。その後、BOEは提出された結果から全体を評価したうえで、必要に応じて個別金融機関に再度の分析を求め、最終的な結果をまとめる。

(c) データ制約でカウンターパーティ分析の対象縮小

一方、すでに課題も明らかになっている。BOEは、同ペーパーに対するストレステスト参加者からの回答を踏まえて、2020年12月に、カウンターパーティ分析の対象企業を縮小するBESの見直し案²¹を公表した。具体的に、同ペーパーでは、企業向けエクスポージャーの

(図表10)企業向けエクスポージャー分析における最低限の期待

対象エクスポージャー		概要
①	非金融	(a) 上位100社 (b) (a)以外のうち、影響が大きな各業種(航空、石油・ガス、自動車製造等)の上位3社
	金融	・上位5社
②	①以外	<ポートフォリオ分析や推計> 直面するリスクによる分類等

(資料)BOE「Update on the Bank's approach to the Climate Biennial Exploratory Scenario in selected areas」(2020年12月16日)

(注)TCDF(気候関連財務情報開示タスクフォース)は、気候関連の情報開示および金融機関の対応を検討するための国際組織。

8割についてカウンターパーティ分析を要請していたが、データ不足等を理由にテスト期間内での実施は困難との意見が出たため、見直し案では、上位100社等の最低限の期待を示す形に修正している(図表10)。

²¹ BOE「Update on the Bank's approach to the Climate Biennial Exploratory Scenario in selected areas」(2020年12月16日)。主な見直しは、カウンターパーティ分析の対象縮小や、市場リスクを除外して信用リスク(カウンターパーティ分析)に注力すること、気候関係訴訟リスクの考慮など。

現時点では、カウンターパーティ分析に必要な各企業の温室効果ガス排出量や事業影響等の気候関連データや気候変動に関連するリスク・機会、戦略等の情報は、一部の大手企業でしか開示がなく²²、エクスポージャーの8割といった網羅的な分析は難しい状況が明らかになった。

③ ECB ～外部データを積極活用、トップダウン+ボトムアップのストレステスト

2020年11月、ECBは気候・環境関連リスクに関する指針を公表し、2022年に気候関連リスクのストレステストを実施する方針を示した。2021年半ばにシナリオ前提を最終決定し、2022年に向けてユーロ圏のほぼすべての銀行をカバーする2,000行を対象としたストレステストを行う計画である。

(a) 超長期のストレステスト（物理的リスク+移行リスク）

現時点でECBはストレステストの詳細を発表していないものの、物理的リスクと移行リスクの両方を対象とし、期間は30年間の超長期を想定する方針である（図表11）。

シナリオは、BOEと同様に、NGFSの代表的な3つのシナリオを活用する。計測については、従来の分析モデルでは十分に把握できない波及経路を注意深く特定する必要があるとし、リスク顕在化による企業のデフォルトといった直接影響に加えて、家計や企業、サプライチェーン等への間接影響

についても考慮する可能性を指摘している。また、モデル化では、気候変動と経済活動の相互反応や気候変動対策の長期的な影響を明確にすることが重要としている。

（図表11）ECBのストレステスト概要

項目	概要
対象リスク	物理的リスク、移行リスク
期間	30年間
シナリオ	NGFSの代表的シナリオを活用 ①秩序ある移行、②無秩序な移行、 ③温暖化の3シナリオ
計測主体	各金融機関 (シナリオ前提はECB作成)
その他	外部データを活用

（資料）ECB

(b) 外部データを活用して世界400万社、2,000銀行を対象

ECBは、気候関連リスク分析のボトルネックであるデータ不足²³への対応として、外部データを積極的に活用して、新しいデータセットを作成することを打ち出している。物理的リスクについては、Moody'sの関連会社であるFour Twenty Seven社が提供する風水害・山火事等の影響に関する企業スコアを、移行リスクについては、Urgentem社の提供する各企業のGHG排出量等のデータを活用することで、世界の約400万社、ユーロ圏のほぼすべての銀行を含む2,000銀行をカバーする大規模なデータセットを構築する。

ただし、ECBのデータセットが対象とする約400万社は規模としては大きいものの、OECDの調査では、主要37カ国の企業数は約5,000万社²⁴であるとされており、対象企業は基本的に中堅企業以上と考えられる。

²² 英国政府は、2025年までの企業への環境開示の義務付けを検討しているが、現状はプレミアム市場上場企業のみ。

²³ GHG排出量を報告している企業が限られることや将来の異常気象に対する潜在的リスクの開示等はさらに少ないことを指摘。

²⁴ OECD “Entrepreneurship at a Glance 2017”

(c) 「トップダウン+ボトムアップ」で迅速かつ詳細な影響分析

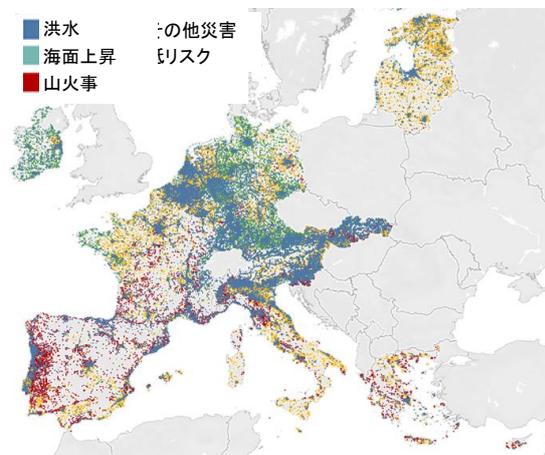
ECBのストレステストは、2022年に個別金融機関が計測を実施する予定であるが、それに先駆けて、ECBスタッフによる予備的な分析も行われており、トップダウン型とボトムアップ型の両面の特徴を持つといえる。2021年3月に、ECBは予備的な分析の中間報告²⁵を公表し、各シナリオの企業への影響（デフォルト率等）の分析結果を示した。今後、企業への影響を踏まえた金融機関のエクスポージャーへの影響分析などを行い、2021年半ばに分析結果を取りまとめ、2022年に実施予定のストレステストに活用する方針である。

(d) 中間報告では地域差、産業差が明らかに

予備的な分析の中間報告では、物理的リスクについて、地域ごとに発生しやすい災害が異なる（南欧は熱波や山火事、中・北欧は洪水、など）ことに加えて、同一国内でも脆弱性に差があるなど、大きな地域差が確認された（図表12）。また、移行リスクについても、産業ごとの影響差が大きいことが示されている。

こうした結果から、気候関連リスクの分析では、細かな地域単位、産業・企業単位などのセミマクロ・ミクロレベルでの分析が重要であることが分かる。これまでのストレステストでも、投融资先別の影響分析などは行われてきたものの、気候関連リスクの分析では、これまで以上にセミマクロ・ミクロの分析の積み上げが必要となる。

（図表12）企業の物理リスクスコアの分布



（資料）ECB

（注）全体のデータセットのうちユーロ圏企業のみをプロットしたもの。

4. 各国政府・当局に求められる対応

（1）野心的なGHG排出削減目標の達成には気候関連リスク分析の高度化が不可欠

主要国が掲げる2030年のGHG排出削減目標までは時間が限られており、今後、様々な気候変動対策が矢継ぎ早に導入されることが予想される。その際、移行リスクを過小評価して、企業業績や雇用・所得環境が著しく悪化した場合、政府への批判が強まり、気候変動対策の中断を余儀なくされる恐れがある²⁶。したがって、秩序ある脱炭素社会への移行を実現するためには、気候関連リスク、とりわけ移行リスクを正確に把握し、あらかじめ影響軽減策を検討しておくことが重要となる。

しかし、欧州の中銀のストレステスト事例を踏まえると、現状、気候関連リスクの分析は、①シナリオ設計が難しい（不確実性の高さ、広範かつ複雑な波及経路）、②利用可能なデータに制約

²⁵ THE ECB BLOG” Shining a light on climate risks: the ECB’s economy-wide climate stress test” (2021年3月18日)

²⁶ たとえば、オランダ中銀のストレステストでは、政策ショックシナリオで物価上昇による金融引き締め等を想定しているが、実際には、その前の段階で炭素価格の引き下げを余儀なくされる可能性がある。

がある、③分析手法が確立されていない（超長期、セミマクロ・マイクロ分析）、といった多くの課題を抱えており、その高度化は喫緊の課題といえる。

（２）各国政府・当局に求められる対策

気候関連リスク分析の課題解決に向けては、具体的に以下の対策が挙げられる。これらの多くは金融当局だけでは対応が難しく、各国政府・当局が一体となって取り組む必要がある。

①多面的なシナリオ～個別企業によるシナリオ分析の拡大、金融当局・金融機関での集約

気候関連リスクの影響は、地域や産業・企業の差が大きく、当事者しか気付かない波及経路がある可能性があるため、波及経路の特定には、各産業・企業においてシナリオ分析を行うことが有効であると考えられる。実際、中央銀行や金融機関のストレステストでも、企業の開示や企業との対話を通じて情報収集が行われている。

しかし、TCFDにおける企業の項目別開示状況を見ると、シナリオ分析による「戦略のレジリエンス」（強靱性）は、他の項目に比べて開示が極端に少ない²⁷（図表13）。

この課題への対応策としては、現在、複数国で検討されている上場企業等に対する気候関連開示の義務化の対象項目に、シナリオ分析を盛り込むことが考えられる。また、義務化にあたっては、NGFS等が作成する共通

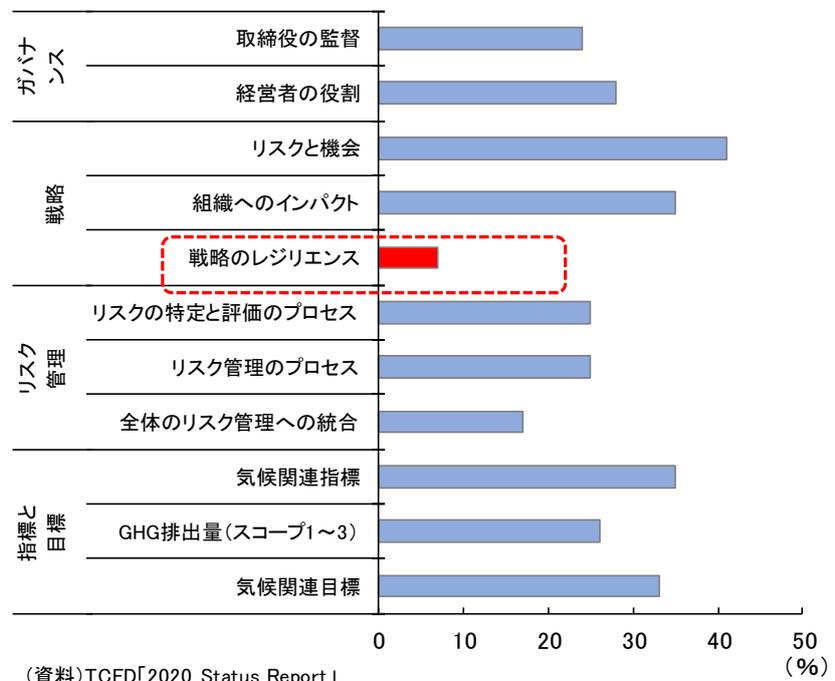
シナリオの活用を推奨することで、シナリオ設計負担の軽減や比較可能性の確保が図れる。また、各企業のシナリオ分析結果を金融当局や金融機関に集約すれば、ストレステストシナリオやNGFS等の共通シナリオの高度化につなげることが可能となる。

②グローバルなデータ整備・集約 ～サプライチェーン排出量捕捉、企業所在情報

<移行リスク>グローバルカーボンフットプリントによるサプライチェーン排出量捕捉

現状、網羅的な気候変動リスク分析を行うためには様々なデータが不足しているが、とりわけ重要なのはGHG排出量である。

（図表13）TCFDの項目別開示状況（2019年）



²⁷ 分析の難しさや経営上の機密の開示につながる懸念があるとみられる。

GHG排出量の算定・報告基準として国際的に用いられるGHGプロトコル²⁸によれば、GHG排出量は、直接排出（Scope1）、電気使用等による間接排出（Scope2）、その他の間接排出（Scope3）の3つに分類され、これらの合計は「サプライチェーン排出量」と呼ばれる（図表14）。GHG排出量は、気候関連データの中核といえるが、サプライチェーン排出量を計測している企業は少なく、TCFDの項目別開示

（図表14）GHG排出量の分類

Scope1	事業者の直接排出			
Scope2	他社から供給された電気・熱等の使用に伴う間接排出			
Scope3	Scope1、2以外の間接排出			
	1	購入した製品・サービス	9	輸送、配送（下流）
	2	資本財	10	販売した製品の加工
	3	Scope1,2に含まれない燃料及びエネルギー活動	11	販売した製品の使用
	4	輸送、配送（上流）	12	販売した製品の廃棄
	5	事業から出る廃棄物	13	リース資産（下流）
	6	出張	14	フランチャイズ
	7	雇用者の通勤	15	投資
	8	リース資産（上流）	その他（任意）	

（資料）環境省、GHGプロトコル

状況（前掲、図表13）を見ても、GHG排出量（Scope1～3）開示企業は3割に満たない。しかも、Scope3の算出にあたり、グローバルなサプライチェーンに属する全ての取引先等からGHG排出量データを入手することは困難であるため、実務上は、活動量（購入量等）×排出原単位（品目ごとの標準的排出量）での算出にとどまるケースが多い²⁹。

しかし、こうした簡易な算出方法では、炭素税等が広範に導入された場合の影響評価は難しいため、網羅的なサプライチェーン排出量を把握する必要がある。米欧の金融機関では、他の金融機関と連携して投融資先のGHG排出量を測定・評価する手法を開発・推進する動きがあるものの³⁰、個別企業がグローバルかつ中小企業も含めたサプライチェーン排出量を収集するのは現実的ではなく、非効率である。また、排出量の測定法はGHGプロトコルや国際規格³¹が存在し、カーボンフットプリント³²（CFP）制度も2010年前後にわが国を含む複数国で導入³³されているものの、現在のCFP制度は国により異なり、対象品目も限定されているため、網羅的な分析には使えないのが実情である。

この課題への対応策として、各国が連携してグローバルなCFPシステムを整備してサプライチェーン排出量を捕捉可能にすることが考えられる。また、その際には、ブロックチェーン等のテクノロジーの活用³⁴も重要となるだろう。

²⁸ 1998年に環境シンクタンクWRI（World Resources Institute）と持続可能な開発を目指す企業経営者の組織であるWEBCSD（World Business Council for Sustainable Development）が主導し、各国政府・企業等も参画して発足した国際組織であるGHGプロトコルイニシアティブが策定したGHG排出量の算定・報告基準。

²⁹ 環境省「サプライチェーン排出量の算定の考え方」

³⁰ Barclaysは独自の排出量測定手法「Blue Track」を公開。BNP Paribasなどは投融資ポートフォリオのGHG排出量を評価するツール「Paris Agreement Capital Transition Assessment（PACTA）」を推進。

³¹ ISOにおいて、2013年に技術仕様書（TS）として発行、2018年に国際規格ISO 14067が成立。

³² 商品・サービスの原材料から生産、流通、廃棄、リサイクルまでの温室効果ガス排出量の記録。

³³ わが国では、2009年に経産省等がCFP制度を施行、2012年に民間に移行してCFPプログラムとして運営開始。2017年にエコリーフ環境ラベルと統合して、現在はエコリーフ環境ラベルプログラムのなかで運営されている。

³⁴ 野村拓也「サステナブル投資の定着に向けたテクノロジーの活用可能性～サステナブル投資の課題を解決する「サステナテック」～」日本総研 Research Focus No. 2021-006（2021年05月11日）

<物理的リスク>企業の所在地情報の開示、グローバルデータベースの構築

災害予測等を用いた物理的リスクの分析では、各企業の事業所・工場等の所在地情報の不足がボトルネックとなっている³⁵。実際、災害や事故等による一部工場の稼働停止の影響がサプライチェーン全体に及ぶ事例は多くみられ、各企業の事業所・工場等の所在地情報は、物理的リスクの分析に不可欠である。しかし、企業の本社所在地情報は容易に入手可能であるものの、事業所・工場単位の所在地を網羅的に把握するのは難しい。ECBは外部データ（企業別スコア）を用いてデータセットを作成しているが、十分なカバレッジとは言えない。

この課題への対応策としては、企業に対する主要な事業所・工場等の所在地の情報開示の制度化が考えられる³⁶。公的な不動産登記情報等からデータベースを作成することも可能かもしれないが、被災した場合の企業への財務影響は各事業所・工場によって大きく異なるため、各企業による重要度の評価が必要である。加えて、物理的リスクはグローバルな分析が必要であり、こうした情報を国際的に連携して、グローバルなデータベースの構築につなげることも重要であろう。

③計測手法の確立・標準化 ～国際的な計測手法の共同開発・共有（セミマクロ・ミクロ分析、超長期分析）

気候変動シナリオの作成では、気候変動と政策、経済活動の相互影響を考慮する必要があり、近年、気候モデルとマクロ経済モデルをリンクさせた統合評価モデル（IAM）等の開発が進められているが³⁷、IAMによる気候変動シナリオにおいても、地域・企業ごとの違い等は含まれない。そのため、金融当局や金融機関におけるストレステストでは、各金融機関が業種・企業単位の分析（カウンターパーティ分析）や地域ごとの分析を行う必要があるものの、現時点では、標準的なリスク計測手法がないため、各金融機関が手探りで一つ一つ計測している状況である。また、気候関連リスクの分析に不可欠な超長期の分析手法も確立されていないため、オランダ中銀やBOEのストレステストのように、既存の計測手法に近づける工夫が必要となっている。

このように、計測手法については、各国の金融当局や金融機関が試行錯誤をしている状況であり、いずれも精緻な分析は難しく、比較可能性も不十分である。こうした状況を改善するための具体策としては、NGFSのネットワークを活用して、各国の金融当局や金融機関が連携して計測手法を開発、共有する枠組みを構築し、計測手法の確立、標準化を進めることが考えられる。気候関連リスクの分析は、特定地域や特定産業への依存度が高い中小金融機関においても実施する必要³⁸があり、そのためにも一定の計測手法の標準化が必要となる。

5. おわりに

各国の金融当局や金融機関による気候関連リスクの分析は、金融システムの安定維持だけでなく、秩序ある脱炭素社会への移行のためにも重要である。しかし、分析に必要なデータは不足しているほか、計測手法も確立されておらず、各国の金融当局や金融機関が試行錯誤で計測を進め

³⁵ 日本銀行「水害が企業財務に与える影響に関する定量分析」（2021年3月）

³⁶ TCFDの開示対象に追加することも考えられる。

³⁷ IAM等はIPCCのシナリオ作成にも用いられている。統合評価モデルの一つであるDICE（Dynamic Integrated Climate-Economy）モデルを開発したノードハウス教授は2018年にノーベル経済学を受賞。

³⁸ 気候関連リスクの影響は、地域や産業で差が大きいため、特定地域で営業をしている金融機関（地域金融機関）や特定産業に特化した金融機関（農業専門金融機関など）では影響に差が大きくなる可能性がある。

ている。一方で、各国政府は、野心的な目標を掲げて脱炭素社会への移行を急ぐ姿勢であり、気候関連リスクが的確に把握されなければ、想定外の移行リスクが顕在化する可能性がある。金融セクターにおいても、政府・当局や投資家等の要請の高まり等を背景に、投融資基準の見直しやサステナブルファイナンス強化などを進めているが、気候関連リスクを把握せずに当該施策を推進することで、移行リスクを高めてしまう恐れがある。そうした事態を回避するためには、本稿で示したような、グローバルベースの協働や統一的な対応を進めることで早急にリスク分析を強化し、あらかじめ影響軽減策を検討することが重要である。また、こうした取り組みで得られるデータや知見は、脱炭素社会への移行に向けた政策立案やサステナブルファイナンスの推進などにも活用できるだろう。秩序ある脱炭素社会への移行に向けて、各国の金融当局や金融機関には、関連するファイナンス面にとどまらず、リスク分析においても重要な役割を果たすことが期待される。

以 上



<参考文献>

- 大嶋 秀雄[2021]. 「野心的な温室効果ガス排出削減目標の裏にある「移行リスク」」 日本総研 Research Eye No.2021-008 (2021年4月27日)
- I P C C [2014]. “Fifth Assessment Report:Climate Change 2013 (AR5)”
- I P C C [2018]. “Global Warming of 1.5 Presentation to the wrap up of the Talanoa Dialogue preparatory phase”
- B I S [2020]. “The Green swan - Central banking and financial stability in the age of climate change” (2020年1月)
- N G F S [2020a].” NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors” (2020年6月)
- N G F S [2020b].” N Survey on monetary policy operations and climate change: key lessons for further analyses” (2020年12月)
- 日本銀行[2020]. 「気候関連金融リスクに関する国際的な動向 ―金融システム面での新たな議論―」 日銀レビュー2020-J-16 (2020年12月)
- De Nederlandsche Bank [2018]. ” An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands” (2018年10月)
- Bank of England [2019]. “The 2021 biennial exploratory scenario on the financial risks from climate change” Discussion Paper (2019年12月)
- Bank of England [2020]. “Update on the Bank’s approach to the Climate Biennial Exploratory Scenario in selected areas” (2020年12月16日)
- E C B [2021]. “Shining a light on climate risks: the ECB’s economy-wide climate stress test” THE ECB BLOG (2021年3月18日)
- 日本銀行[2021]. 「水害が企業財務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シリーズ No.21-J-3 (2021年3月)
- T C F D [2020]. “2020 Status Report: Task Force on Climate-related Financial Disclosures” (2020年10月)
- 野村拓也[2021]. 「サステナブル投資の定着に向けたテクノロジーの活用可能性～ サステナブル投資の課題を解決する「サステナテック」 ～」 日本総研 Research Focus No.2021-006 (2021年05月11日)

以 上