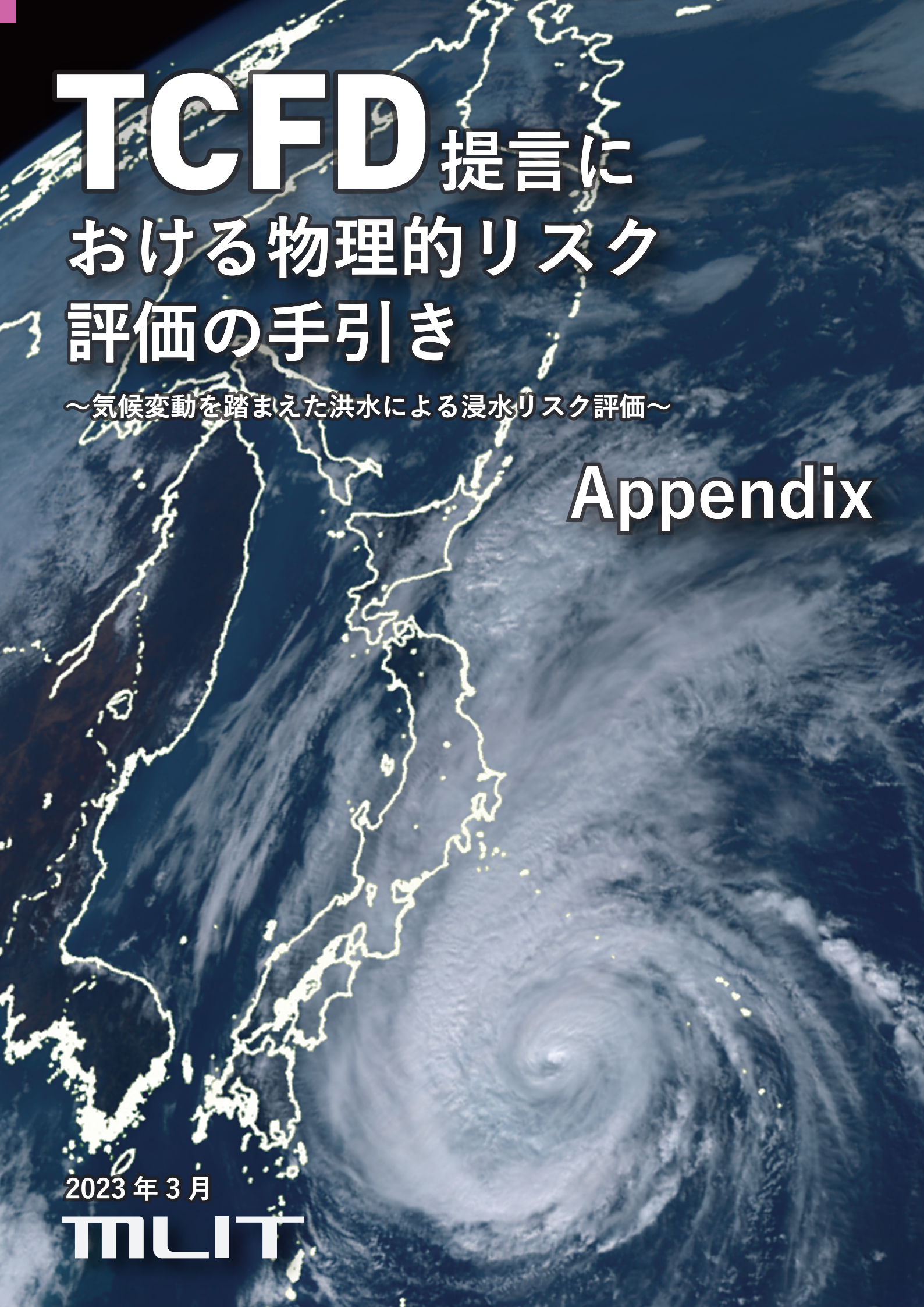


A satellite image of a typhoon with a well-defined eye and spiral cloud bands, positioned over the Japanese archipelago. The landmasses are outlined in white against the dark blue of the ocean and the swirling white and grey clouds of the storm.

TCFD 提言に おける物理的リスク 評価の手引き

～気候変動を踏まえた洪水による浸水リスク評価～

Appendix

2023 年 3 月

MLIT

目 次

1.物理的シナリオとデータセット	1
1.1.IPCC シナリオ (RCP シナリオ、SSP シナリオ)	1
1.2.気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク (NGFS)	3
1.3.World Energy Outlook(WEO)	5
1.4.気候予測データセット 2022	6
2.国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト	7
2.1.浸水ナビ【河川管理者】	7
(1)浸水ナビの特徴	7
(2)洪水リスクの把握方法	7
2.2.利用可能な広域洪水ハザードマップ.....	8
2.2.1. CaMa-Flood モデルを用いたハザードマップ【東京大学】	8
(1)ハザードマップの特徴	8
2.2.2. Aqueduct Floods Hazard Maps【WRI】	9
(1)ハザードマップの特徴	9
(2)洪水リスクの把握方法	9
2.2.3. GAR2015 Global River Hazard【国連防災機関（UNDRR）】	11
(1)ハザードマップの特徴	11
(2)洪水リスクの把握方法	11
2.2.4. EC-JRC River Flood Hazard Maps【欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）】.....	12
(1)ハザードマップの特徴	12
(2)洪水リスクの把握方法	13
2.3.将来の洪水頻度変化予測.....	15
2.3.1. LaRC-Flood™ プロジェクトのグローバル洪水頻度変化データ	15
(1)特徴	15
(2)洪水リスクの把握方法	16
2.3.2. 国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言」における洪水発生頻度の変化 ..	17
2.4.将来の広域洪水ハザードマップ.....	18
2.4.1. CaMa-Flood モデルを用いたハザードマップ【東京大学】	18
(1)ハザードマップの特徴	18
2.4.2. Aqueduct Floods Hazard Maps【WRI】	19
(1)ハザードマップの特徴	19
(2)将来洪水リスクの把握方法	19
3.広域洪水ハザードマップの特徴と留意点	21
3.1.行政整備ハザードマップと広域洪水ハザードマップの違い.....	21
3.2.広域洪水ハザードマップのスペック比較.....	21
3.3.広域洪水ハザードマップを選択する際のポイント.....	23

4.浸水深に応じた被害算定の手法	24
4.1.建物被害特性情報等を活用した被害額算定手法【国土技術政策総合研究所】	24
4.2.世界各地に適用できる被害関数【欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）】	25
5.将来リスクの評価：実際の計算例（ケーススタディ）	26
5.1.浸水深に応じた被害額・損失額の算定例.....	26
1)建物の被害	26
2)償却資産の被害	27
3)在庫資産の被害	27
4)営業停止被害	27
5.2.将来の具体的な被害額等の増加の評価（定量的な評価）の算定例.....	28
5.3.気候変動を考慮した適応策検討のための手法（概略的な将来浸水深の推算）の算定例.....	29
5.4.複数確率規模.....	32
5.5.3 階以上の建物や地階がある建物の被害額の算出	36
6.企業における開示事例	39
(1)東日本旅客鉄道株式会社	39
(2)農林中央金庫	43
(3)株式会社三井住友フィナンシャルグループ	45
(4)株式会社セブン & アイ・ホールディングス	48
(5)株式会社ゆうちょ銀行	49
(6)中外製薬株式会社	51
(7)キリンホールディングス株式会社	52
7.用語集	53

1

1. 物理的シナリオとデータセット

本章では、将来の物理的シナリオを選択する際の参考として、IPCC シナリオ (RCP シナリオ、SSP シナリオ)、気候変動リスクに係る金融当局ネットワーク (NGFS) で提示されているシナリオ、国際エネルギー機関 (IEA) が発表した「世界エネルギー見通し (WEO)2022」によるシナリオを紹介する。また、企業が独自に洪水リスクを検討する際に活用可能なデータセットとして、文部科学省及び気象庁が公表した気候予測データセット 2022 もあわせて紹介する。

2

1.1. IPCC シナリオ (RCP シナリオ、SSP シナリオ)

TCFD 提言の技術的補足では、一般に利用可能な物理的シナリオとして IPCC が第 5 次評価報告書 (AR5) で採択した物理的気候変動シナリオ「代表的濃度経路 (RCP)」(図 1-1)¹ が紹介されている。

ボックス A3
IPCCの代表的濃度経路 (RCP) シナリオ
RCP8.5 は、高排出シナリオであり、排出量を削減するための政策変更のない未来と一致し、高い大気中のGHG濃度につながるGHG排出量の増加を特徴とする。現行政策またはBAUシナリオに幅広く対応している。
RCP6.0 は、温暖化ガスの排出量が2060年頃にピークを迎え、その後21世紀末にかけて減少する中～高排出のシナリオである。
RCP4.5 は、比較的野心的な排出削減と、2040年頃に減少し始める前に増加するGHG排出量を伴う未来と一致した中間的排出シナリオである。このような比較的野心的な排出削減活動にもかかわらず、RCP4.5はパリ協定で合意した2℃/1.5℃の目標には足りない。2015年のNDC (2030年まで) の実施によるGHG排出量の削減と広く一致し、その後急速にピークを迎え、2080年までに世界の排出量を50%削減する。
RCP2.6 は、パリ協定の2℃限度/1.5℃の目標に沿った唯一のIPCCシナリオである。このRCPは、2020年頃にピークを迎えるGHG排出量の野心的な削減と整合しており、その後、直線的な経路で減少し、2100年以前には正味マイナスになる。

3

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プラットフォーム

4

広域洪水ハザードマップ
の特徴と留意点

5

浸水深に応じた被害査定の手法

6

将来リスクの評価…実際の計算例 (ケーススタディ)

7

企業における開示事例

用語集

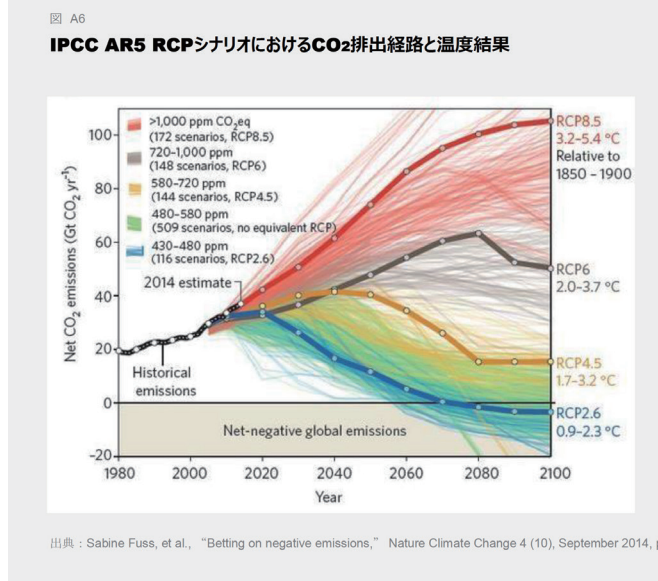


図 1-1 IPCC AR5 RCP シナリオにおける CO₂ 排出経路と平均気温変化との関係

1. TCFD 「気候関連財務情報開示タスクフォースの提言 技術的補足 気候関連のリスクと機会の開示におけるシナリオ分析の利用 (2017 年 6 月) (サステナビリティ日本フォーラム私訳 第 2 版 (2022 年 4 月改訂))」

また、最新の IPCC の第 6 次評価報告書（AR6）では、社会経済の発展の傾向を仮定した共通社会経済経路（SSP）と 2100 年にそのシナリオがもたらすおおよその放射強制力を組み合わせたシナリオ（図 1-2）² を公表している。

参考までに、IPCC AR6 で考慮される 5 つの例示的な排出シナリオにおける世界平均気温の変化を表 1-1 に示す。

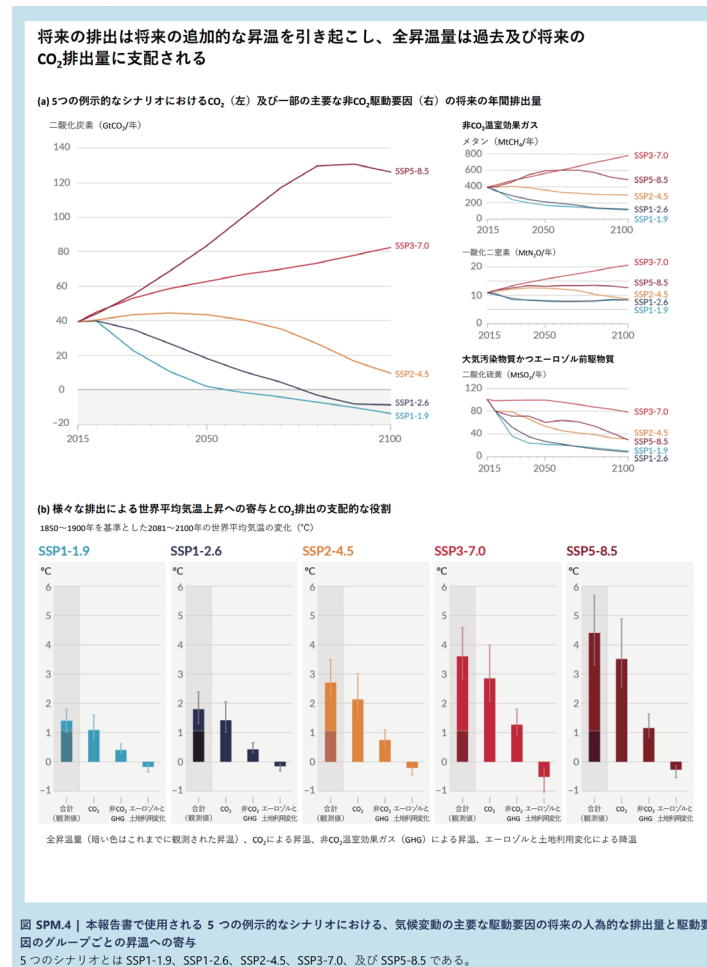


図 1-2 IPCC AR6 SSP シナリオにおける CO₂ 排出経路と平均気温変化との関係

2. 文部科学省及び気象庁「IPCC AR6 WG1 報告書 政策決定者向け要約（SPM）暫定訳（2022 年 12 月 22 日版）」
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WGI_SPM_JP.pdf

表 1-1 IPCC AR6 における 5 つの物理的シナリオ

表 SPM.1 |本報告書で考慮される 5 つの例示的な排出シナリオにおける、複数系統の証拠に基づく評価による選択された 20 年間の世界平均気温の変化。1850～1900 年の世界平均気温を基準とした気温の変化（℃）を示す。これは AR5 の参照期間である 1986～2005 年について観測された過去の昇温の評価の更新を含んでおり、AR6 では AR5 よりも 0.08 [-0.01～+0.12]℃高い（脚注 10 を参照）。最近の参照期間である 1995～2014 年を基準とした変化は、この表の値から 0.85℃（1850～1900 年から 1995～2014 年の間に観測された昇温の最良推定値）を差し引くことで概算できる。{Cross-Chapter Box 2.3, 4.3, 4.4, Cross-Section Box TS.1}

シナリオ	短期、2021～2040 年		中期、2041～2060 年		長期、2081～2100 年	
	最良推定値 （℃）	可能性が非常に 高い範囲 （℃）	最良推定値 （℃）	可能性が非常に 高い範囲 （℃）	最良推定値 （℃）	可能性が非常に 高い範囲 （℃）
SSP1-1.9	1.5	1.2 – 1.7	1.6	1.2 – 2.0	1.4	1.0 – 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 – 1.8	1.7	1.3 – 2.2	1.8	1.3 – 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 – 1.8	2.0	1.6 – 2.5	2.7	2.1 – 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 – 1.8	2.1	1.7 – 2.6	3.6	2.8 – 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 – 1.9	2.4	1.9 – 3.0	4.4	3.3 – 5.7

1.2. 気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク (NGFS)

中央銀行及び金融監督当局が気候変動リスクへの金融監督上の対応を検討するための枠組みである「気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク」(NGFS)³では、2020 年に初めて気候変動に係るシナリオを公表し、2021 年には同シナリオの改訂版である NGFS シナリオ（第 2 版）、2022 年に NGFS シナリオ（第 3 版）⁴を公表している。

参考までに、移行リスクと物理的リスクのマトリクスで表示された NGFS シナリオの枠組みを図 1-3 に示す。これによると、NGFS のシナリオは、将来の物理的リスクと移行リスクの高低による 4 区分で整理されている。将来において、物理的リスクと移行リスクともに顕在化するシナリオは提示されておらず、残る 3 つの区分（秩序だった移行<Orderly transition>、無秩序な移行<Disorderly transition>、温暖化の進行<Hot house world>）において、それぞれ温度上昇目標などが異なる 2 シナリオが策定され、計 6 本のシナリオが提供されている。この 6 本のシナリオは、具体的に表 1-2 に示すようにカテゴリーとナラティブで関連付けられている。

なお、TCFD 提言の枠組みで開示をしている企業のシナリオ分析と金融機関のリスク管理を主眼とした NGFS シナリオの目的の違いや分析に関わる整合性について、その取扱いに十分注意する必要がある。

3. NGFS : The Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System
<https://www.ngfs.net/en>

4. NGFS 「Climate Scenarios for central banks and supervisors ,2022.9」
https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_climate_scenarios_for_central_banks_and_supervisors_.pdf.pdf

表 1-2 NGFS シナリオ⁵

図表1:NGFS シナリオ(第2版)のナラティブ

カテゴリー	シナリオ	ナラティブ
Orderly (秩序的)	Net Zero 2050 (2050 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 年頃に世界の CO2 排出量を正味ゼロにすることを目指す。米国、EU、日本等の一部の国では、すべての温室効果ガスについてネットゼロを達成
	Below 2°C (2°C 抑制)	排出削減政策の厳しさが徐々に増していき、地球温暖化を 2°C 以下に抑える可能性は 67%
Disorderly (無秩序)	Divergent Net Zero (分岐型ネットゼロ)	2050 年頃にネットゼロ到達。セクター毎に導入される政策が異なるため、コストが高くなり、石油使用のフェーズアウトが早まる
	Delayed transition (遅延移行)	2030 年まで年間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。CO2 除去は限定的
Hot house world (温暖化進行)	Nationally Determined Contributions (NDCs) ⁸	各国が約束した全ての政策(現時点では実施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

資料：金融庁「気候変動関連リスクに係るシナリオ分析に関する調査」報告書より抜粋

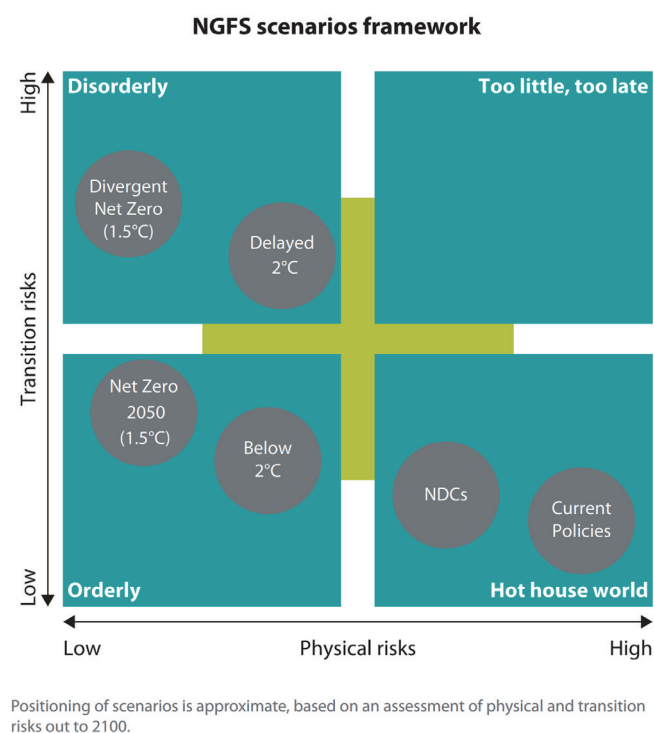


図 1-3 NGFS シナリオの枠組み

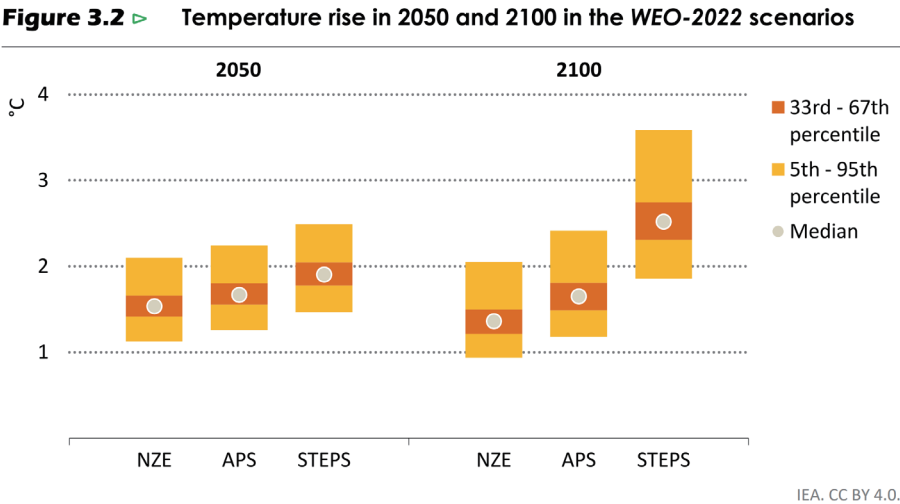
5. 金融庁・日本銀行「気候関連リスクに係る共通シナリオに基づくシナリオ分析の試行的取組について」
<https://www.fsa.go.jp/en/news/2022/20220826/02.pdf>

1.3. World Energy Outlook(WEO)

国際エネルギー機関（IEA）が発表した「世界エネルギー見通し (WEO)2022」⁶では、主に政府の政策の想定により以下の3つシナリオが示された。

- ① 公表政策シナリオ (Stated Policies Scenario, STEPS)：現在の政策設定によって示される軌道を示している。
- ② 表明公約シナリオ (Announced Pledges Scenario, APS)：各国政府が表明した長期的なネット・ゼロやエネルギー・アクセスの目標を含むすべての意欲的な目標が、予定通りかつ完全に達成されることを想定している。
- ③ ネット・ゼロ排出 2050 年実現シナリオ (Net Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE)：地球の平均気温上昇を 1.5℃に抑えるとともに、2030 年までに誰もが近代的なエネルギーを利用できるようにするための方法を提示している。

特に、「①公表政策シナリオ (STEPS)」では、世界全体のエネルギー由来の CO₂ 排出量が 2025 年にピークに達し、2050 年には減少し、2100 年の世界の平均気温の上昇は約 2.5℃になると想定している（図 1-4）。これは、数年前の予測よりも良好な結果であり、2015 年以降の新たな政策の気運と技術の発展により、長期的な気温上昇を約 1℃低下させることができたということである。一方で、2050 年に向けて年間 CO₂ 排出量を 13%削減するだけでは、気候変動による深刻な影響を回避するのに到底十分とは言えないと指摘している。



Temperature rise peaks at less than 1.6 °C in 2050 in the NZE Scenario and falls to around 1.4 °C by 2100. In the STEPS, it exceeds 2 °C around 2060 and continues rising

Notes: NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario; APS = Announced Pledges Scenario; STEPS = Stated Policies Scenario. Temperature rise estimates in this section are relative to 1850-1900 and match the IPCC Sixth Assessment Report definition of warming of 0.85 °C between 1995-2014 (IPCC, 2021).

図 1-4 2050 年と 2100 年時点の WEO シナリオ別平均気温⁷

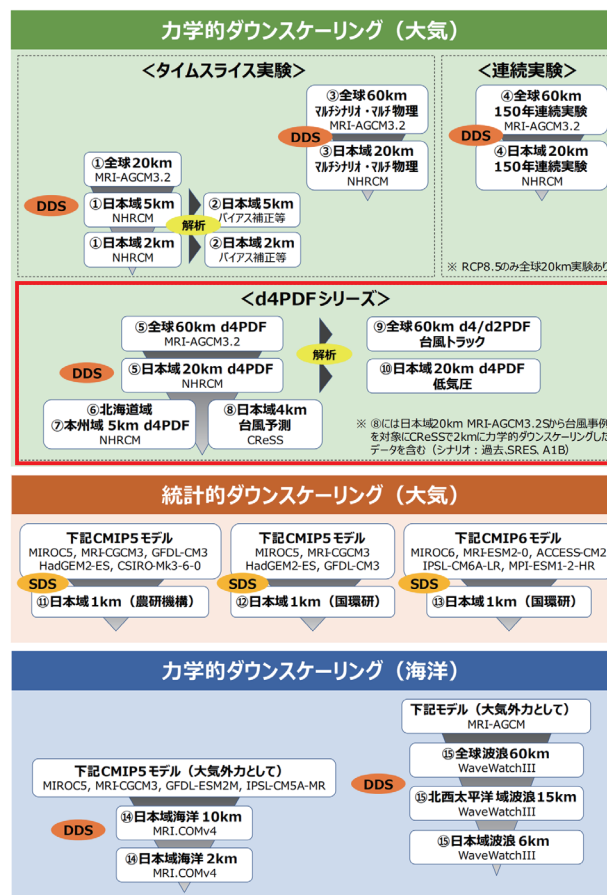
6. IEA 「World Energy Outlook 2022 エグゼクティブサマリー」
https://iea.blob.core.windows.net/assets/0dc4d69f-4cb1-4e54-9379-46b8686dc43a/WEO2022_ES_Japanese.pdf
7. IEA 「World Energy Outlook 2022」
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>

1.4. 気候予測データセット 2022

物理的シナリオに基づく洪水リスクを定量的に評価するためには、理想的には将来の気候の変化によって洪水の頻度や強度がどのように変化するかを分析する必要がある。しかしながら、こうした分析は専門的な知識が必要とされ、必ずしも全ての企業の分析に必要とされるものではないが、洪水リスク評価の質を充実していく上で重要な項目である。

ここでは、定量的に将来気候の洪水リスク評価を行う上で必要となる気候予測データセット 2022 を紹介する。

図 1-5 に気候予測データセット 2022 で公開されているデータセットの関係図を示す。それぞれのデータセットは用途に応じて適切に使用する必要があるが、洪水リスクの評価にあたっては、洪水流出計算に使用可能な空間解像度を有し、かつ低頻度の極端現象を確率的に評価できる性質を持つ必要がある。特に、地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF) シリーズ（赤枠内）は、こうした性質を持つため、将来の洪水リスクの評価に適している。活用する際のバイアス補正の考え方もあわせて、詳細について、文部科学省及び気象庁より公表の気候予測データセット 2022 及び解説書⁸を必要に応じて適宜参照されたい。



記号	意味
	上のデータから下のデータに向けてダウンスケーリングしたことを示す
	力学的ダウンスケーリング
	統計的ダウンスケーリング（バイアス補正を含む）
	バイアス補正や台風トラック、低気圧の抽出等、データを解析したことを示す

図 1-5 気候予測データセット 2022 関係図

8. 文部科学省及び気象庁「気象予測データセット（DS2022）—気候変動の現状及び将来予測に関する情報—」
<https://diasjp.net/ds2022/>

2. 国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

ここでは国内外で洪水リスクを把握できるツール・プロダクトを列挙し、それぞれの特徴および洪水リスクの把握方法について整理する。2.1 に国内において現在気候のハザードマップを確認するための浸水ナビについて、2.2 に海外における現在気候の洪水リスクを把握するための広域洪水ハザードマップについて、2.3 に気候変動による洪水頻度変化の情報について、2.4 に将来気候の広域洪水ハザードマップについてまとめる。

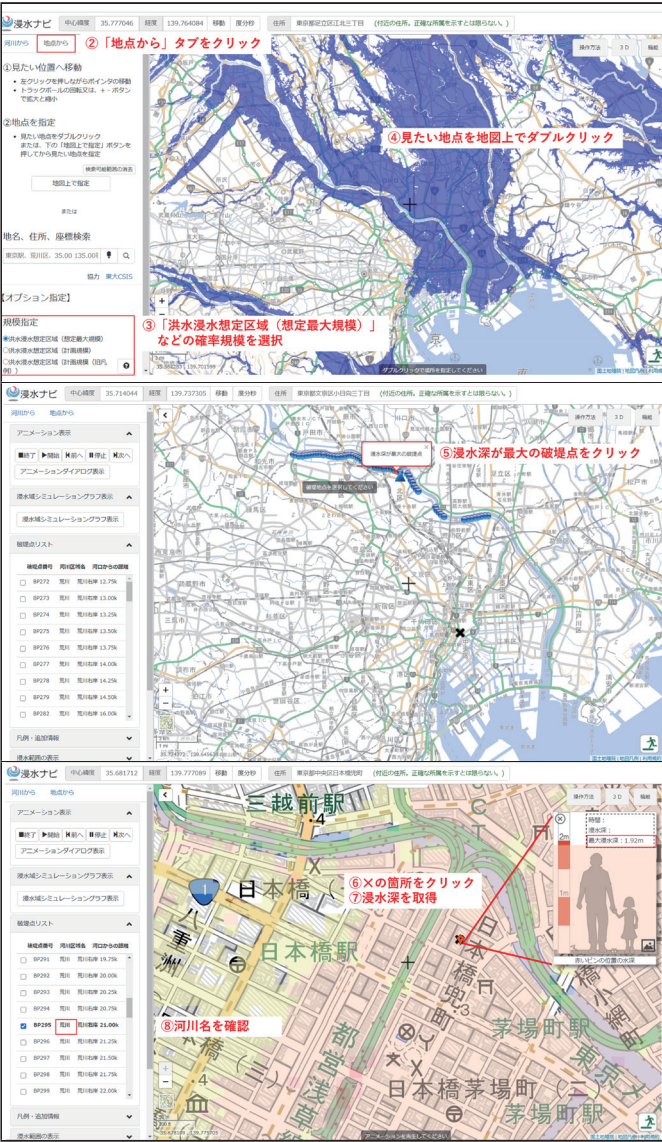
2.1. 浸水ナビ【河川管理者】

(1) 浸水ナビの特徴

浸水ナビは、国土交通省の各地方整備局（北海道開発局を含む）や都道府県が整備する洪水浸水想定区域図を地理院地図上に表示するシステムである。特定の地点・住所・地名から浸水深を検索することができる。⁹

(2) 洪水リスクの把握方法

以下の手順で、特定の地点から浸水深を検索することができる。



① URL にアクセス
「<https://suiboumap.gsi.go.jp/ShinsuiMap>」

② 「地点から」タブをクリック

③ 「規模指定」で「洪水浸水想定区域（想定最大規模）」などの確率規模を選択

④ 見たい地点を地図上でダブルクリック

⑤ 破堤点を選択

⑥ ×の箇所をクリック

⑦ 浸水深（例：1.92m）を取得

⑧ 河川名を確認

9. 堤防は、当該河川の計画高水位以下の水位に対して安全であるように設置されていることから、堤防の決壊による氾濫開始水位は、基本的に計画高水位としている。また、浸水ナビで表示している洪水浸水想定区域図は、最悪の事態の氾濫を想定するため、当該地域の降雨特性を考慮して想定しうる最大規模降雨を設定し、それをもとに流出解析や氾濫シミュレーションを行い、堤防決壊が想定される全ての地点の最大浸水域を算定し、その最大の浸水想定区域を包含したものである。

2.2. 利用可能な広域洪水ハザードマップ

浸水ナビに含まれない海外の河川などで洪水リスク評価を行うには、グローバル洪水モデル（Global Flood Model: GFM）を用いて作成された広域洪水ハザードマップが利用可能である。無償で利用できる広域洪水ハザードマップ（公開予定を含む）を以下に紹介する。各プロダクトの情報は平林ら（2022、水文・水資源学会誌）に基づいて記載している¹⁰。

2.2.1. CaMa-Flood モデルを用いたハザードマップ【東京大学】

東京大学で開発されている全球河川モデル CaMa-Flood を用いて、広域洪水ハザードマップの構築が行われている。

(1) ハザードマップの特徴

CaMa-Flood は Yamazaki et al. (2011) が開発した分布型の全球河川モデルであり、陸面過程モデルから得られた流出量データを入力として、サブグリッド地形情報を用いて河川と氾濫原の水動態を浅水波方程式で計算するモデルである¹¹。CaMa-Flood では背水効果や分岐河道が表現されており、約 10km 解像度でシミュレーションをしているため面積約 100km² 以上の比較的小さな河川も考慮されている。高解像度標高データを用いたダウンスケールで約 100m 分解能で浸水深分布を表現する。流量・浸水範囲・浸水深を同時に地球全域を対象として河川流れの物理を妥当に表現する形で広域シミュレーションできるモデルである¹²。しかしダムや堤防などの洪水防護の反映はまだ研究開発段階である¹³ため、現状のハザードマップで示されている浸水深の分布は自然状態を仮定した値である。

CaMa-Flood モデルはオープンソースプロジェクトとして開発されており、産学連携プロジェクト等で広域洪水ハザードマップの開発が行われている¹⁴。

10. 平林ら「広域洪水ハザードマップの比較評価と企業実務活用への提言」（水文・水資源学会誌 第 35 巻 第 3 号、2022）

11. Yamazaki D, Kanae S, Kim H, Oki T. 2013. A physically based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model. Water Resources

12. 脚注 10 の論文中で取り上げられている 4 つのモデル（GAR2015、Aqueduct、JRC、CaMa-Flood）中では、背水効果と分岐河道における河川流れを表現できる唯一のモデルである。

13. 例えば Tanoue, M., Taguchi, R., Alifu, H. et al. Residual flood damage under intensive adaptation. Nat. Clim. Chang. 11, 823–826 (2021).

14. CaMa-Flood のシミュレーションに基づく広域洪水ハザードマップとして、芝浦工業大学・MSAD インターリスク総研の共同研究プロジェクト LaRC-FloodTM で開発したプロダクトと、株式会社 Gaia Vision が開発したプロダクトが公開予定（2023 年 3 月 1 日時点）。

2.2.2. Aqueduct Floods Hazard Maps【WRI】

世界資源研究所 (WRI) によって Global Flood Risk with IMAGE Scenarios (GLOFRIS) (Winsemius et al., 2013) をもとに開発された浸水リスクマップである¹⁵。

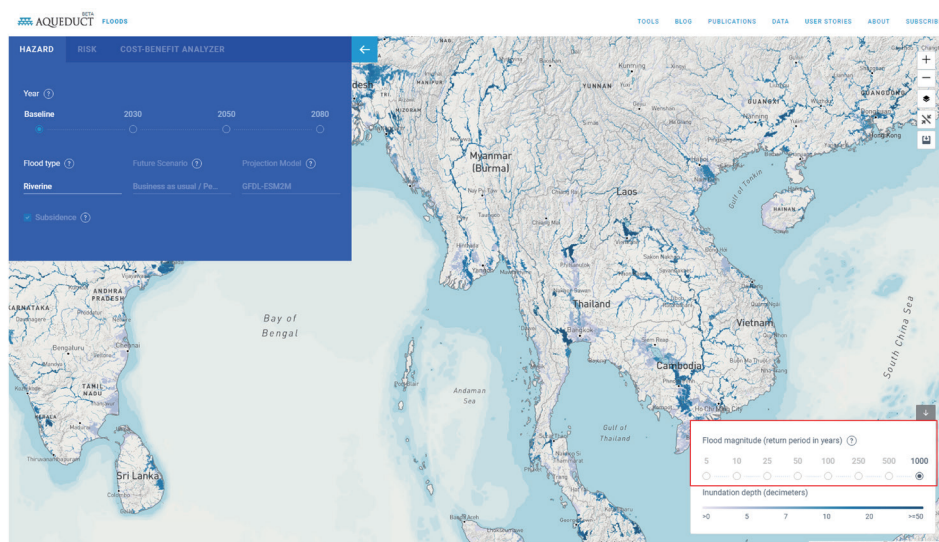
(1) ハザードマップの特徴

Appendix-2.2. で紹介している他の 3 種類のハザードマップと比べて河川だけでなく沿岸浸水による洪水も考慮しているという特徴がある。得られる再現期間は 2 ~ 1,000 年である。浸水深さの空間解像度は他の GFM と比較すると粗い約 1km であり、上流域 10,000km² 以上の河川を対象として浸水域データが整備されている。入力に使われている気象外力はバイアス補正した再解析データである EU-Watch forcing data (1960 ~ 1999) であり、陸上過程モデルとしては PCR-GLOBWB 2 を用いている。氾濫浸水計算手法ではサブグリッドモデル地形を考慮したダウンスケールが用いられており、0.5 度グリッド内の総貯水量が保存するように高解像度標高データを用いて約 1km 解像度にダウンスケーリングしている。また、各国・各地域における洪水防御施設、政策、GDP、過去の洪水情報などをもとに作成された全球洪水防御基準データ FLOPROS に基づき、各地域の河川・沿岸の両方の洪水防御レベルを設定し、そのレベル以下の洪水では被害が起きないものとしている。

<https://www.wri.org/research/aqueduct-floods-methodology>

(2) 洪水リスクの把握方法

- WebGIS で地点ごとの浸水深を取得



① URL にアクセス「<https://www.wri.org/applications/aqueduct/floods/>」

② 調べたい場所をマウスホイールで拡大

③ 「Flood magnitude (return period in years)」で再現期間を選択

④ 「Inundation depth (decimeters)」の凡例を元に浸水深を把握

※ Aqueduct Floods Hazard Maps では、「Flood type」で洪水 (Riverine) 以外に沿岸からの浸水 (高潮) (Coastal) も把握できる。

15. Winsemius H C, Van Beek L P H, Jongman B, Ward P J, Bouwman A. 2013. A framework for global river flood risk assessments. Hydrology and Earth System Sciences 17:1871-1892. DOI 10.5194/hess-17-1871-2013.

● ハザードマップデータをダウンロード

Riverine

Baseline

[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00002.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00002.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00005.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00005.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00010.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00010.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00025.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00025.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00050.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00050.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00100.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00100.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00250.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00250.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00500.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r00500.tif](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r01000.pickle](#)
[inunriver_historical_00000000WATCH_1980_r01000.tif](#)

図 2-1 ダウンロードできるデータの例

① URL にアクセス

「<http://wri-projects.s3.amazonaws.com/AqueductFloodTool/download/v2/index.html>」

② 下にスクロールすると、洪水のデータをダウンロードできる。

③ ダウンロードした tif file は、GIS などで表示できる。

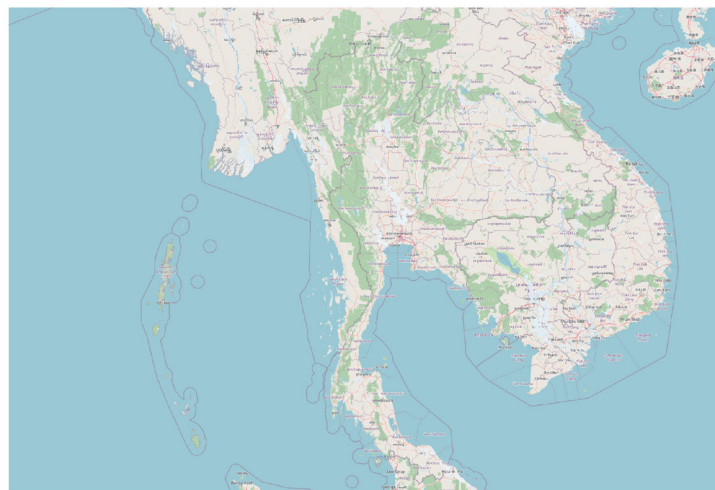


図 2-2 GIS での表示例

2.2.3. GAR2015 Global River Hazard 【国連防災機関（UNDRR）】

GAR2015 Global River Hazard は「災害リスク軽減に関する全球評価レポート」において作成された広域洪水ハザードマップである。

(1) ハザードマップの特徴

洪水の再現期間は 25 ～ 1,000 年であり、空間解像度は約 100m である。Global Runoff Data Centre (GRDC) をはじめとした流量観測データセットから得られた 8,000 以上の河川流量データをもとに地域レベルの洪水頻度分析をし、その結果を同様の気候や地形を持つ地域に適用させることで、全球の各計算領域の上流端入力データとなるハイドログラフを作成する。このハイドログラフを 1 次元の河川モデルに与えて駆動させ、各グリッドにおける流量をもとに Manning 式を解くことで浸水深を推定している。モデル内部でダムは考慮されていないが、全球主要ダムデータ (GRanD) で得られる上流のダムの容量に基づく、洪水制御の効果が上流端ハイドログラフに考慮されている。また、地域ごとの防御レベルを GDP 分布から推計して防御レベルが高いと考えられる都市や集落をマスクしてハザードマップから除外することで、浸水深や浸水域に洪水防御の効果を後処理で反映している。既往洪水データとの比較¹⁶では、再現期間が長い場合はモデル出力結果が良いが再現期間が短い場合は過大評価してしまう場合が多いこと、地形パラメータが明確な山岳地域での精度が高いことが報告されている。

16. Herold, C., & Rudari, R. (2013). Improvement of the Global Flood Model for the GAR 2013 and 2015. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR): Geneva, Switzerland.

(2) 洪水リスクの把握方法

● ハザードマップデータをダウンロード

	Flood hazard 100 years	GRID file	flood_100_g157.zip	53.04 Mb
	Flood hazard 1000 years	GRID file	flood_1000_g158.zip	61.46 Mb
	Flood hazard 200 years	GRID file	flood_200_g159.zip	53.81 Mb
	Flood hazard 25 years	GRID file	flood_25_g1510.zip	37.79 Mb
	Flood hazard 50 years	GRID file	flood_50_g1511.zip	49.39 Mb
	Flood hazard 500 years	GRID file	flood_500_g1512.zip	54.14 Mb

図 2-3 ダウンロードできるデータの例

- ① URL にアクセス「<https://risk.preventionweb.net/>」
- ② 下にスクロールすると、洪水のデータをダウンロードできる。
※ダウンロードしたデータは国別のファイルに整理されている。
- ③ ダウンロードした GRID file は、GIS などで表示できる

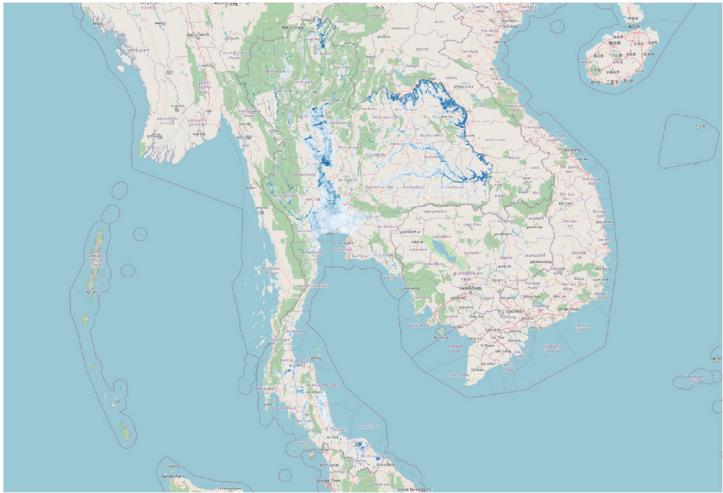


図 2-4 GIS での表示例

2.2.4. EC-JRC River Flood Hazard Maps【欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）】

欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）の洪水ハザードマップである。

(1) ハザードマップの特徴

広域河川モデル LISFLOOD で時系列的に連続した河川流量データを作成し、その流量にガンベル分布を当てはめて計画規模ごと（再現期間 10 ～ 1,000 年）のハイドログラフを作成した後に、その流量を境界条件とする流体力学モデル CA2D を用いて氾濫浸水を計算している。そのため、CA2D が一回に計算する範囲内においては、大河川から小河川への背水効果や水位差による逆流は表現されているが、より大きいスケールで背水効果や逆流が起きる場合は十分に表現できていない（メコン流域におけるトンレサップ湖への逆流など）。LISFLOOD には GRanD から得られた 667 の主要ダムの容量が組み込まれており、ダムの貯水と放水が考慮された河川流量が計算されている。2次元氾濫モデルで出力するハザードマップの空間解像度は約 1km であり、Aqueduct Floods 同様、他の GFM より解像度は粗い。気象外力はバイアス補正された再解析データ ERA-Interim であり、全球水文モデル HTESSEL に入力される。気象外力の空間解像度が低いため、上流域面積 5,000km² 以上の河川が洪水リスクマップ描画の対象となっている。

https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/floods_en

1

物理的シナリオ
データセット

2

国内外において洪水リスクを
把握可能なツール・プロダクト

3

広域洪水ハザードマップ
の特徴と留意点

4

浸水深に応じた
被害査定の手法

5

将来リスクの評価…実際の
計算例（ケーススタディ）

6

企業における
開示事例

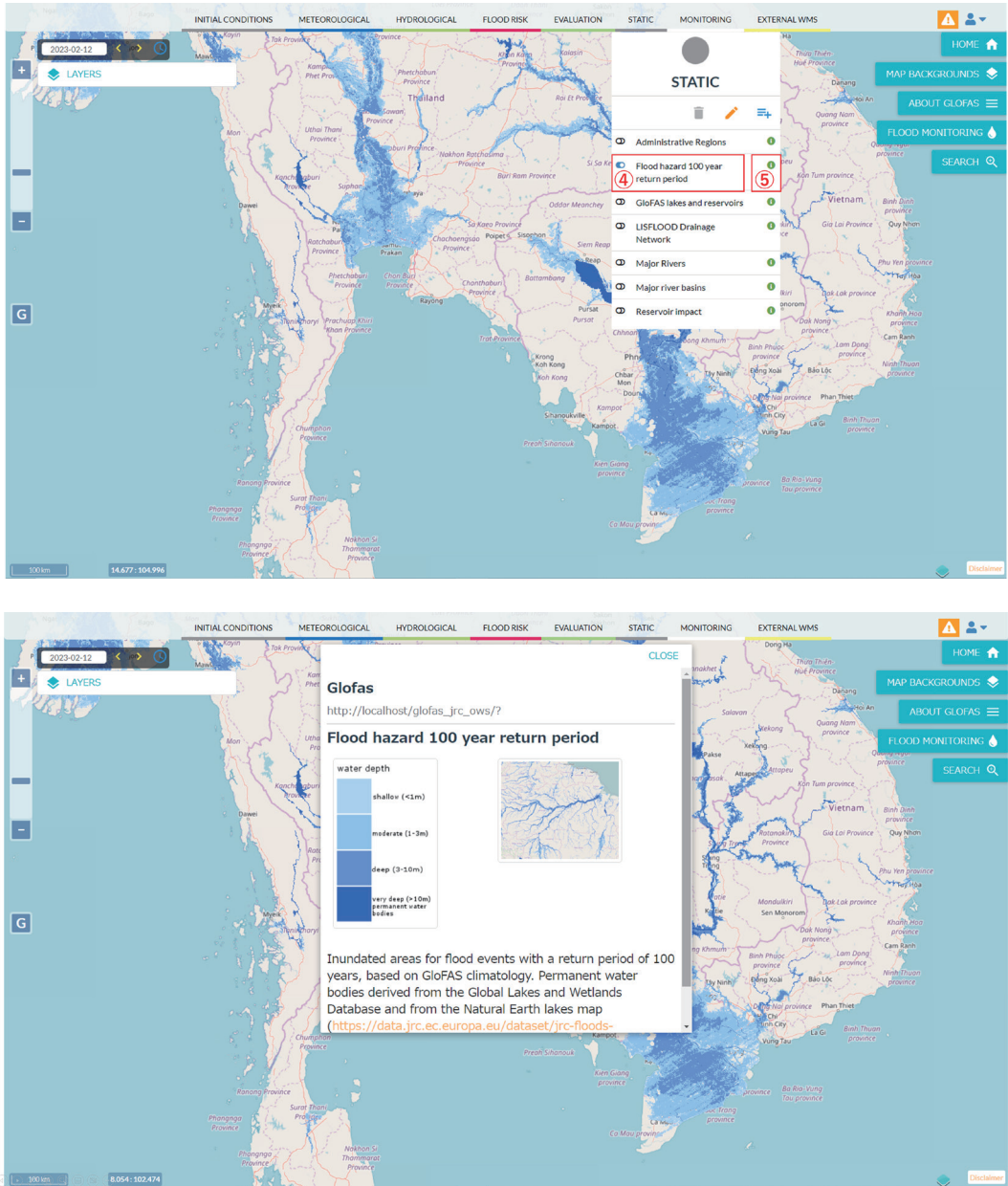
7

用語集

1 データセット
2 国内外において洪水リスクを把握可能なツール・ロダクト
3 広域洪水ハザードマップ
4 浸水深に応じた被害査定の手法
5 将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）
6 企業における
7 用語集

(2) 洪水リスクの把握方法

- WebGIS で地点ごとの浸水深を取得



- ① URL にアクセス「<https://www.globalfloods.eu/glofas-forecasting/>」
- ② 新規アカウント登録
- ③ 調べたい場所をマウスホイールで拡大
- ④ 「STATIC」にカーソルを合わせ、「Flood hazard 100 year return period」を選択
- ⑤ ! をクリックすると、凡例を確認できるので、凡例を元に浸水深を把握

● ハザードマップデータをダウンロード

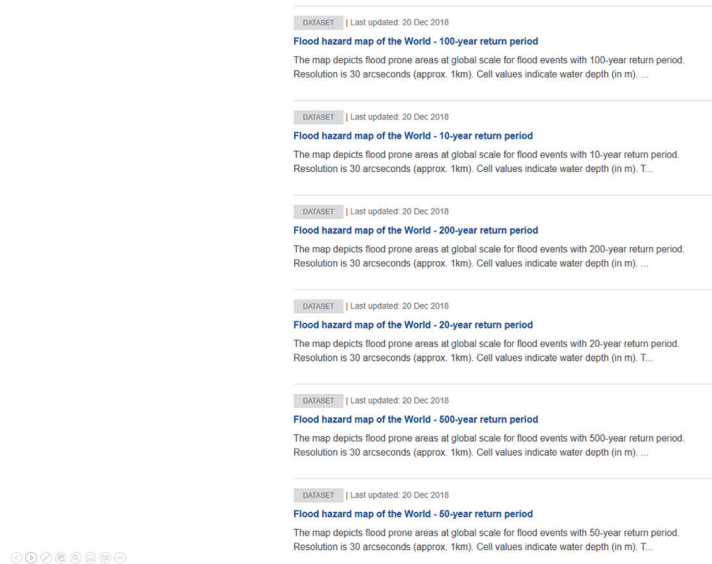


図 2-5 ダウンロードできるデータの例

- ① URL にアクセス「<https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-0054>」
- ② 下にスクロールすると、洪水のデータをダウンロードできる。
- ③ ダウンロードした TIF file は、GIS などで表示できる。

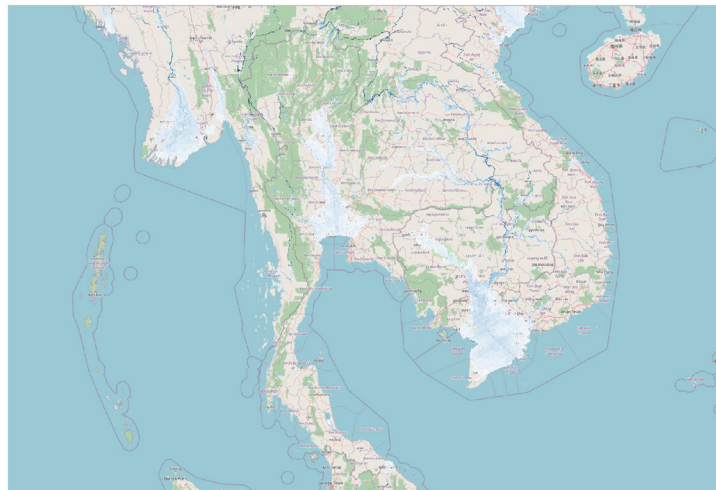


図 2-6 GIS での表示例

1

物理的
シナリオ
データセット

2

国内外において
洪水リスクを
把握可能なツール・
プロダクト

3

広域洪水ハザード
マップの
特徴と
留意点

4

浸水深に応じた
被害査定の手
法

5

将来リスクの
評価…実際の
計算例（ケース
スタディ）

6

企業における
開示事例

7

用語集

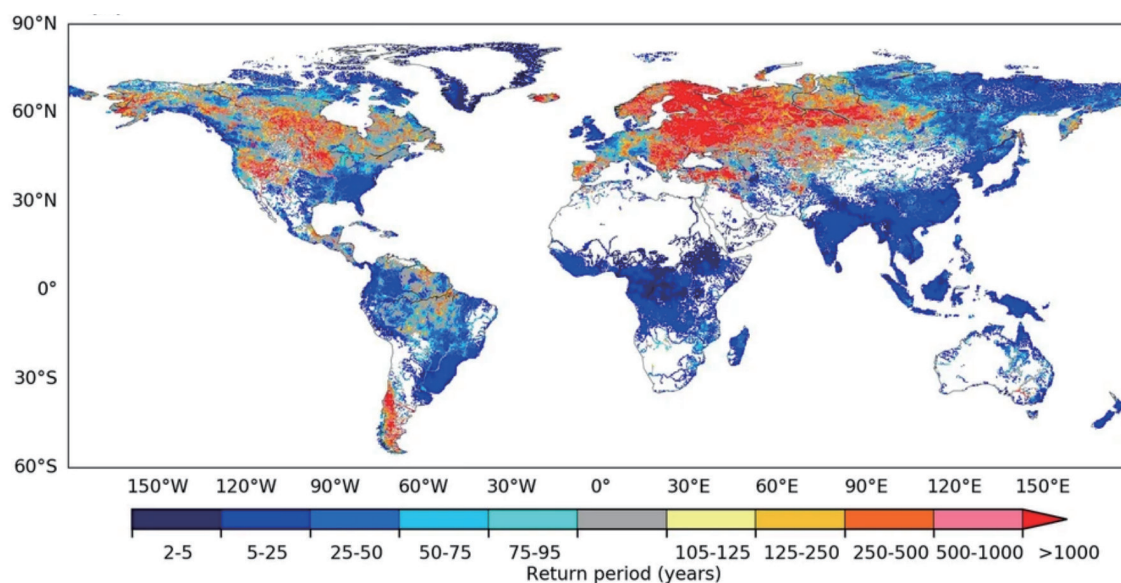
2.3. 将来の洪水頻度変化予測

2.3.1. LaRC-Flood™ プロジェクトのグローバル洪水頻度変化データ

(1) 特徴

芝浦工業大学と東京大学が、グローバル洪水モデル CaMa-Flood と CMIP6 気候予測データを用いて分析を行った結果が学術論文にまとめられている（Hirabayashi et al. 2022）。また、この論文のグローバル洪水頻度変化データをインタラクティブに表示できる WebGIS システムが、東京大学・芝浦工業大学・MSAD インターリスク総研の共同研究で開発されており、評価対象地点における洪水頻度変化情報を比較的簡単に調べることができる（非営利目的に限り無償で利用できる¹⁷⁾）。

https://www.irric.co.jp/risksolution/sustainability/prediction_map/index.php



グローバル洪水頻度変化データの例（Hirabayashi et al. 2022）

無償公開されている洪水頻度変化データは現在気候 1971-2000 年における再現期間 100 年の洪水が、将来気候 2071-2100 年ではどの再現期間になるかを示している。将来シナリオは SSP5-RCP8.5 で、複数気候モデルを用いた分析の中央値を表示している。

17. 2023 年 3 月時点。

(2) 洪水リスクの把握方法

● 予測マップの使い方

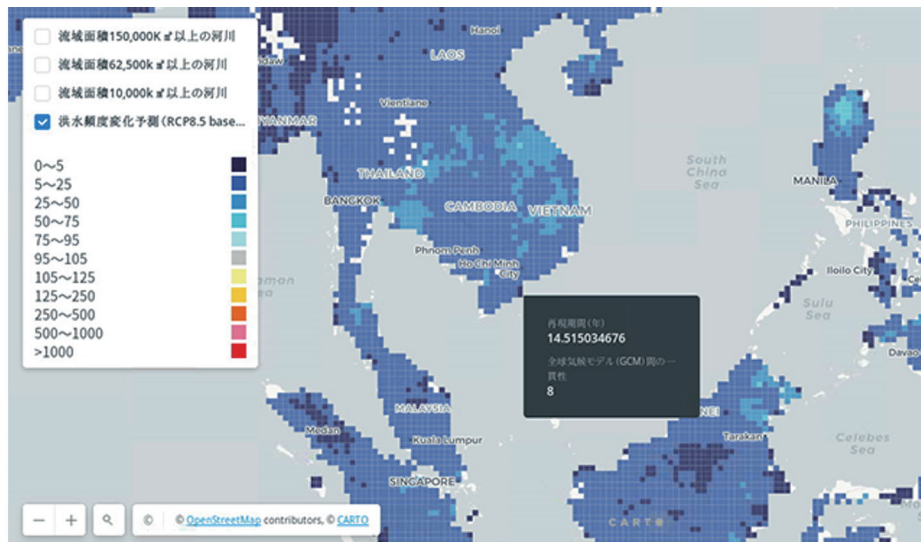
1) ログイン方法

- ① お申込み後、当社から通知したログイン画面の URL にアクセス。
- ② 通知したパスワードを入力。

2) マップの操作方法

本マップは web-GIS の®CARTO 上で表示される。

- ① 左上にインデックスが表示がある。青いほど再現期間は短くなり（洪水頻度が増える）、赤いほど長くなる（洪水頻度が減る）と予測される。
- ② 左下の「+」「-」ボタンをクリックするか、マウスホイールによってマップを拡大縮小できる。
- ③ グリッドの大きさは 0.25 度（約 25km）。マップをクリックすると、そのグリッドの「予測再現期間」と「気候モデル間の一貫性」が表示される。



1

物理的シナリオとデータセット

2

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

3

広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4

浸水深に応じた被害査定の手法

5

将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）

6

企業における開示事例

7

用語集

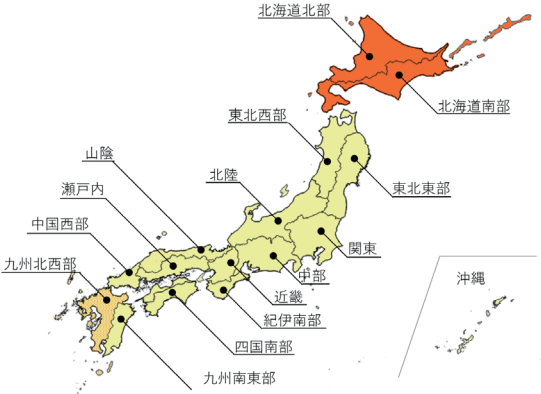
2.3.2. 国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言」における洪水発生頻度の変化

「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言」では、d4PDF 等を用いて降雨特性が類似している地域区分ごとに将来の降雨量変化倍率を計算し、将来の海面水温分布毎の幅や平均値等の評価を行った上で、降雨量変化倍率を設定している。また、気温上昇のシナリオ毎に降雨量変化倍率を全国の一級水系の治水計画で対象とする降雨に適用して、流量の変化倍率や洪水発生確率の変化の全国平均値を試算している。

＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他（沖縄含む）地域	1.1	1.2	1.3

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと。3時間未満の降雨に対しては適用できない
※ 雨域面積100km²以上について適用する。ただし、100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。
※ 年超過確率1/200以上の規模（より高頻度）の計画に適用する。



＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化の一級水系における全国平均値

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
4℃上昇時	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

※ 2℃、4℃上昇時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度がそれぞれ2℃、4℃上昇した世界をシミュレーションしたモデルから試算
※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の流量の変化倍率の平均値
※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値（例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる）

国内の拠点などを対象に、気候変動の影響による将来の洪水リスクの評価を行う場合には、以下の留意点を踏まえて、ここで示している洪水発生頻度を使用することも考えられる。

- 2℃、4℃上昇時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度がそれぞれ2℃、4℃上昇した世界をシミュレーションしたモデルから試算
- 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の流量の変化倍率の平均値
- 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値
- （例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる）

2.4. 将来の広域洪水ハザードマップ

グローバル洪水モデルと気候モデル予測データを組み合わせて、将来気候における広域洪水ハザードマップを作成する研究開発が進んでいる。現在気候の広域ハザードマップ構築の課題に加えて、気候モデルの降水量や流出量のバイアスをどのように補正するかという不確実性が加わり、また精度検証が難しいためにまだ研究段階ではあるが、以下のデータが利用可能である（公開予定を含む）。

2.4.1. CaMa-Flood モデルを用いたハザードマップ【東京大学】

地球全域を対象に効率よく洪水氾濫シミュレーションを実施できる全球河川モデル CaMa-Flood の特徴を活かして、気候予測データを用いることで将来の広域洪水ハザードマップが開発されている。

(1) ハザードマップの特徴

気候モデル予測データの流出量を用いて、グローバル洪水モデル CaMa-Flood で現在および将来の洪水シミュレーションを行う。気候モデル予測データを用いて計算された将来の洪水頻度変化情報と、より信頼度が高い再解析外力を用いた現在気候シミュレーションの各グリッドの水位情報を組み合わせるルックアップ手法によって、気候モデル流出量のバイアス影響を緩和した将来の複数確率年の洪水ハザードマップを構築している¹⁸。

現在気候のプロダクトと同様に、複数の産学連携プロジェクト等で将来の広域洪水ハザードマップの開発が行われている¹⁹。

18. 山崎・平林「グローバル河川モデルを活用した広域洪水リスク推定と気候変動影響評価」（気候関連情報開示における物理的リスク評価に関する懇談会 第2回資料4-1）

19. LaRC-Flood project（東京大学・芝浦工業大学・MSAD インターリスク総研の共同開発プロジェクト）：公開予定（2023年3月1日時点）、株式会社 Gaia Vision：公開予定（2023年3月1日時点）。

2.4.2. Aqueduct Floods Hazard Maps 【WRI】

世界資源研究所 (WRI) によってグローバル洪水モデル GLOFRIS をもとに開発された将来洪水ハザードマップである。

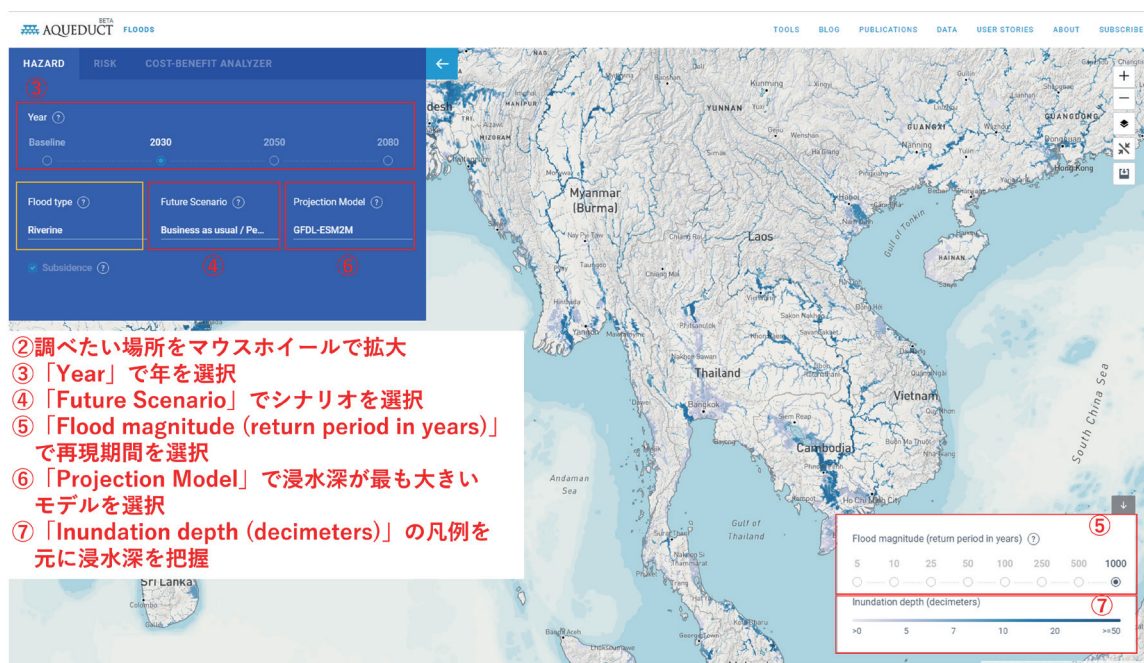
(1) ハザードマップの特徴

気候モデル予測データに基づく現在と将来の流出量をグローバル洪水モデル GLOFRIS に入力して、現在から将来の氾濫水量の変化量を求める。より信頼度の高い再解析外力データ EU-Watch forcing data (1960～1999) を用いたシミュレーションの氾濫水量に、現在から将来への氾濫水量の変化分を加えることで、気候モデルのバイアスの影響を緩和した将来の氾濫水量を推定しており、これを高解像度標高データを用いてダウンスケールすることで、将来の想定浸水深分布を約 1km 解像度で求めている。

<https://www.wri.org/research/aqueduct-floods-methodology>

(2) 洪水リスクの把握方法

- WebGIS で地点ごとの浸水深を取得



- ② 調べたい場所をマウスホイールで拡大
- ③ 「Year」で年を選択
- ④ 「Future Scenario」でシナリオを選択
- ⑤ 「Flood magnitude (return period in years)」で再現期間を選択
- ⑥ 「Projection Model」で浸水深が最も大きいモデルを選択
- ⑦ 「Inundation depth (decimeters)」の凡例を元に浸水深を把握

① URL にアクセス 「<https://www.wri.org/applications/aqueduct/floods/>」

② 調べたい場所をマウスホイールで拡大

③ 「Year」で年を選択

④ 「Future Scenario」でシナリオを選択

※ 「Business as Usual」・「Pessimistic」は、RCP8.5 (4℃) に相当するシナリオ

「Optimistic」は、RCP4.5 (2℃) に相当するシナリオ

⑤ 「Flood magnitude (return period in years)」で再現期間を選択

⑥ 「Projection Model」で浸水深が最も大きいモデルを選択

⑦ 「Inundation depth (decimeters)」の凡例を元に浸水深を把握

※ Aqueduct Floods Hazard Maps では、「Flood type」で洪水 (Riverine) 以外に沿岸からの浸水 (高潮) (Coastal) も把握できる。

● ハザードマップデータをダウンロード

Pessimistic/ Business as Usual Scenario: RCP 8.5

[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00002.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00002.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00005.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00005.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00010.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00010.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00025.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00025.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00050.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00050.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00100.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00100.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00250.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00250.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00500.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp00500.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp01000.pickle](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2030_rp01000.tif](#)
[inunriver_rcp8p5_00000NorESM1-M_2050_rp00002.pickle](#)

図 2-7 ダウンロードできるデータの例

① URL にアクセス

「<http://wri-projects.s3.amazonaws.com/AqueductFloodTool/download/v2/index.html>」

② 下にスクロールすると、洪水のデータをダウンロードできる。

③ ダウンロードした tif file は、GIS などで表示できる。

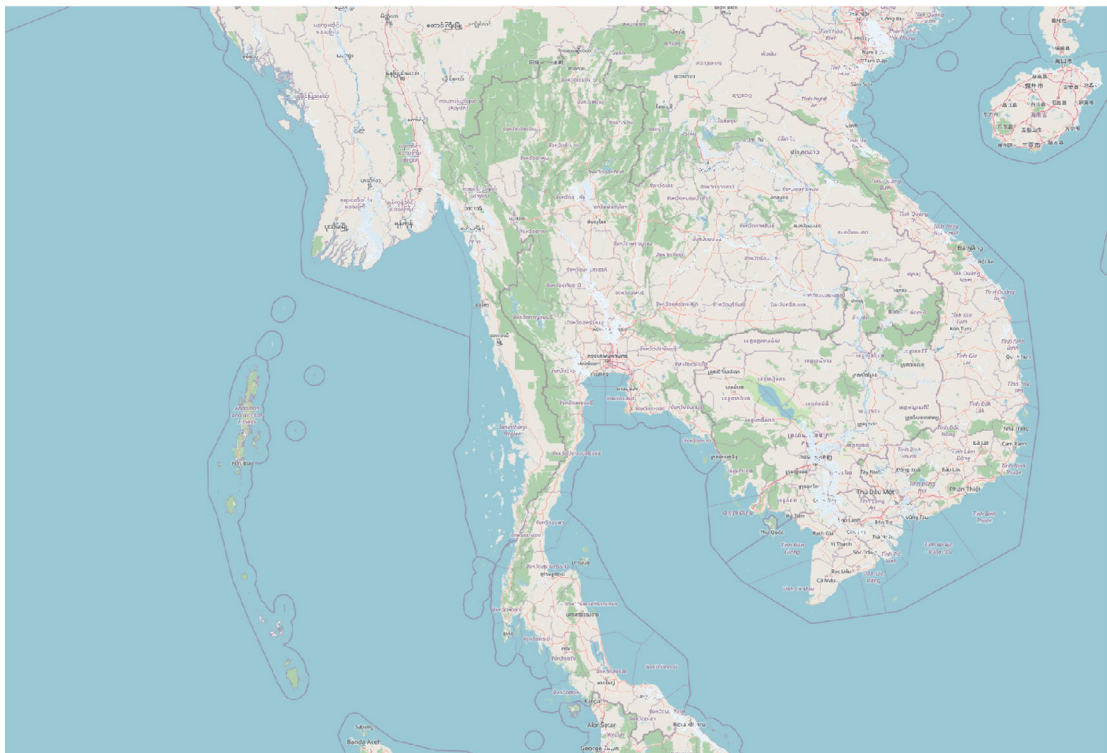


図 2-8 GIS での表示例

1

物理的シナリオとデータセット

2

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

3

広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4

浸水深に応じた被害査定の手法

5

将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）

6

企業における開示事例

7

用語集

3. 広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

3.1. 行政整備ハザードマップと広域洪水ハザードマップの違い

グローバル洪水モデル (Global Flood Model: GFM) による広域洪水ハザードマップは、現在および将来の洪水リスクを分析する上で有用なツールと考えられるが、まだ研究開発が盛んに行われている段階である。そのため、現時点での広域洪水ハザードマップは、行政整備ハザードマップと比較した場合、多くの不確実性を含んでいる。一方で、GFM を高度化するための研究開発が多数進捗中であり、現在気候および将来気候の両方で広域洪水ハザードマップの精度は向上していきと期待できる。

GFM は、地球全域や国全域といった広域での洪水リスク推計を実現するために、河川水動態の方程式系や地形データなど、ハザードマップ構築に必要なモデルの各要素について、精度よりも広域で利用可能であることを優先している。そのため、行政整備ハザードマップと同等の精度はもっており、同じ広域洪水ハザードマップでも地域・地点ごとに精度は異なることに注意が必要である。行政整備ハザードマップと広域洪水ハザードマップの構築手法の違いについては、**本編表 3-5** に整理した。

3.2. 広域洪水ハザードマップのスペック比較

広域洪水ハザードマップおよびその構築に用いられたグローバル洪水モデルのスペックを表 3-1 にまとめた。おおまかにでも洪水防護によるリスク低減を表現しているもの、より精密な河川物理の計算に重点を置くもの等プロダクトにより特徴が異なる。すべてに優れたものは存在せず、目的に応じた選定や複数利用が必要である。

例えば河川流れの物理プロセスについては、Aqueduct・GAR2015・EC JRC は比較的簡単な基礎方程式を用いているが、CaMa-Flood では背水効果や河道分岐を表現できる高度な式系を用いている。地形データも SRTM3 DEM などやや古い衛星標高データを用いているもの (Aqueduct・GAR2015・EC JRC) と、誤差除去により精度を向上させた MERIT DEM を用いているものが存在する (CaMa-Flood)。一方で CaMa-Flood は洪水防護情報を考慮していないが、他 3 つのプロダクトは何らかの方法で洪水防護をハザードマップに反映させている。

表 3-1 広域洪水ハザードマップのスペック比較²⁰

	東京大学 CaMa-Flood モデル を用いたハザードマップ	Aqueduct: Floods Hazard Maps	GAR2015: Global River Flood Hazard	EC-JRC: River Flood Hazard Map
空間解像度	3arcsec (約 100m) ²¹	30arcsec (約 1km)	3arcsec (約 100m)	欧州: 3arcsec (約 100m) 全球: 30arcsec (約 1km)
対象河川サイズ ^{22,23}	約 100km ² 以上	約 10,000km ² 以上	約 1,000km ² 以上	約 5,000km ² 以上
再現期間	2 年-1000 年 ²¹	2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 年	25, 50, 100, 200, 500, 1000 年	10, 20, 50, 100, 200, 500 年
河川流れの 物理プロセス	妥当に表現 局所慣性方程式を使用 河道分岐あり・背水効果あり	不十分 Kinematic Wave 河道分岐なし・背水効果なし	不十分 各グリッドで洪水流量を定め、 マニング式で流量を河川水位に変換	やや不十分 Kinematic Wave 河道分岐なし・背水効果なし (ダウンスケール時にのみ背水効果考慮)
標高や河道網などの 流域地形データ	比較的高精度 MERIT DEM と MERIT Hydro	不確実性が存在 SRTM3 DEM と HydroSHEDS	不確実性が存在 SRTM3 DEM と HydroSHEDS	不確実性が存在 SRTM3 DEM と HydroSHEDS
流出量やハイドログ ラフなどの外力	再解析気象外力と陸面モデルを組み合わせて計算した グローバルな流出量データ	再解析気象外力と陸面モデルを組み合わせて計算した グローバルな流出量データ	グローバルな観測流量データで各地域の洪水流量を極 値分析で求め各グリッドに外挿、上流端ハイドログラ フとしてモデルに入力	再解析気象外力と陸面モデルを組み合わせて計算した グローバルな流出量データ
ローカル地形	不確実性が大きい 河道断面などを経験式で推定			
洪水防護情報の 反映	考慮していない ※研究開発が進められている ²⁴	洪水防護レベルとして考慮 各地域の洪水防護能力 (どの規模の洪水まで被害を防 げるか) を考慮して、想定浸水深さを補正	ダムを考慮 / 都市の洪水防護を考慮 上流端ハイドログラフに反映 GDP に応じて想定浸水深を低下させる	ダムを考慮 河川流量計算に反映
将来ハザードマップ	あり ²¹ (複数 RCP、複数 GCM)	あり、2030,2050,2080 年 (複数 RCP、複数 GCM)	なし	なし
ドキュメント	Kimura et al. 2022, 北と山崎 2022	Ward et al. 2020	Herold and Rudary, 2013	Dottori et al., 2016

20. 平林ら「広域洪水ハザードマップの比較評価と企業実務活用への提言」(水文・水資源学会誌 第 35 巻 第 3 号、2022)、平林・山崎「グローバル河川モデルを活用した広域洪水リスク推定と気候変動影響評価」(気候関連情報報
示における物理的リスク評価に関する懇談会 (第 2 回) 資料 4-1) およびそれぞれモデルのドキュメントより国土交通省作成

21. うち一部が LaRC-Flood project (東京大学・芝浦工業大学・MSAD インターリス克総研の共同開発プロジェクト) および株式会社 Gaia Vision により公開予定 (2023 年 3 月 1 日時点)。

22. 厳密にはいわゆる流域面積とは異なり、浸水地点の近くの河川において、**それより上流部の集水面積**が記載の面積を超えていれば評価対象とされていることを表している。河川のある地点より上流部の集水面積を調べる方法
として、例えば東京大学が公開している Web GIS システム (下記 URL、MERIT Hydro) で、"Layers" のみの表示とした上で、上流の集水面積 ("Upstream Drainage Area") を確認する方法もある。
<https://meritdataset.users.earthengine.app/view/merit-hydro-visualization-and-interactive-map>

23. 外力データの流出量データの解像度が 100km(=10000km²) である場合には、対象河川サイズが 100km² などでも不確実性が大きくなることから、必ずしも対象河川のサイズと精度が一定程度担保される河川のサイズは
一致しない点に留意が必要である。

24. 例えば Tanoue, M., Taguchi, R., Alifu, H. et al. Residual flood damage under intensive adaptation. Nat. Clim. Chang. 11, 823–826 (2021)。

1	物理的シナリオとデータセット
2	国内外において洪水リスクを把握可能なツール・ソフトウェア
3	広域洪水ハザードマップの特徴と留意点
4	浸水深に応じた被害査定の手法
5	将来リスクの評価：実例の計算例(ケーススタディ)
6	企業における開示事例
7	用語集

3.3. 広域洪水ハザードマップを選択する際のポイント

広域洪水ハザードマップを洪水リスク評価に用いる際には、下記の点に留意し、Appendix-3.2. の表等も参照しながら適切なプロダクトを選択することで、より妥当なリスク評価を行うことができる。なお、下記すべてのポイントを満たすプロダクトが利用可能でない場合には、複数のモデルを使用し評価を行うことが望ましい。

- 評価拠点に浸水を及ぼすと考えられる河川の**流域面積**²⁵を確認し、そのサイズの河川が考慮されている広域洪水ハザードマップを選択する²²。
- 評価拠点が**河川の合流部**などでは、バックウォーター（背水現象）²⁶が再現可能なモデルを選択する。
- 評価拠点が**低平地に位置する場合は**（衛星データの観測誤差等があるため）高精度の標高データが用いられているプロダクトを選択する。
- 評価拠点の**上流に大きなダムがある場合には**、ダムが考慮されているプロダクトを選択する。

なお、いずれの広域洪水ハザードマップを選択した場合でも、堤防整備が進められている地域の場合には（広域洪水ハザードマップでは適切に堤防等の影響を表現できないため）リスクが適切に評価されていない可能性がある点には留意が必要である。

（そのような場合で、現地の政府や自治体等が整備しているより高精度なハザードマップがある場合には、そちらを参照するのが望ましい）。

25. 例えば荒川は流域面積約 3,000km²、淀川は約 8,000km²である。

26. 2つの河川が合流するような地点で、一方の河川の水位が高いために、もう一方の河川でも（上流ではそれほど雨が降っていなくとも）水位が上昇する現象。

4. 浸水深に応じた被害算定の手法

4.1. 建物被害特性情報等を活用した被害額算定手法【国土技術政策総合研究所】

治水経済マニュアル（案）の被害額計算では、個々の建物や資産の状況に合わせた被害特性や、止水板設置や重要設備を上階にあげるなどの洪水対策の効果や、十分に反映できない可能性がある。国土技術政策総合研究所では、表 4-1 のように、建物用途ごとに典型的な建物の構造、家財・備品・商品等の配置を持つモデル建物を 17 種類設定し、これらに対して被害（財産や商品の損壊、建物・設備の交換・修理・清掃等）が発生する浸水深とその被害額の関係を与える「資産被害モデル」を作成している。また、建物ごとの対策として、①止水板の設置、②敷地の嵩上げ、③ピロティ化、④高額物品などの高所移設の 4 つの対策を想定し、対策後の「資産被害モデル」を作成している。（図 4-1 に敷地の嵩上げの例を示す。）これらの「資産被害モデル」と建物の立地地点での浸水深の確率分布を組み合わせることで、被害額や対策効果を算定する手法を提案している。

建物の被害特性や対策による被害低減効果をより詳細に評価したい企業は、このモデルを参照し、ここで示された方法に基づいて計算するなどの活用も考えられる。

表 4-1 モデル建物の種類

用 途		モデル建物の種類
事業所	住宅	戸建て住宅、アパート、マンション
	店舗	コンビニエンスストア、書店、スーパーマーケット、自動車関連業、飲食店、文具店
	事務所	中高層事業所（オフィスビル）
	工場	まち工場、大工場
	医療・福祉施設	診療所、病院、特別養護老人ホーム施設
	その他	通信施設、変電施設

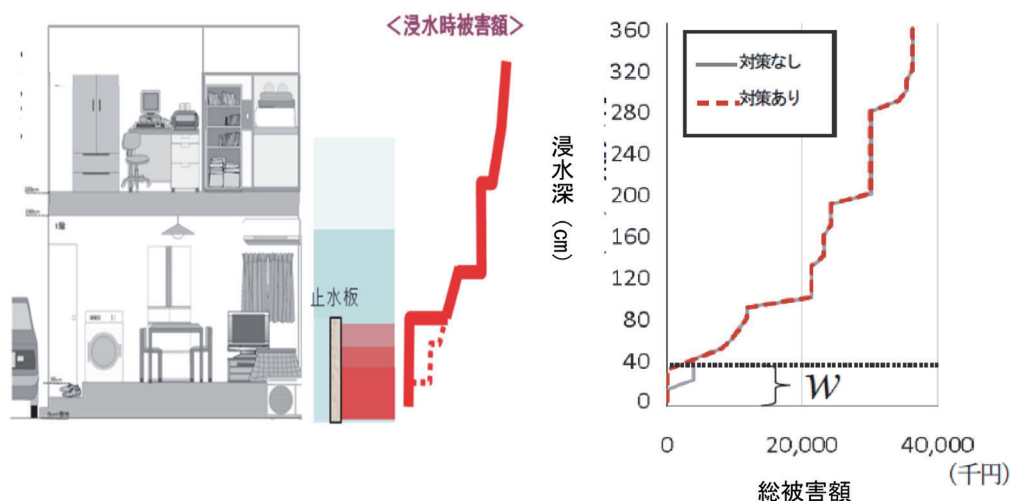


図 4-1 嵩上げの資産被害モデル

1

物理的シナリオとデータセット

2

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

3

広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4

浸水深に応じた被害算定の手法

5

将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）

6

企業における開示事例

7

用語集

4.2. 世界各地に適用できる被害関数【欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）】

浸水深と資産被害の関係は、洪水リスク管理に重要で各国で調査が行われている。欧州委員会の共同研究センター（EC-JRC）は、各国のデータや資料を統合し浸水深ごとの資産被害率というシンプルな関数を、地域・資産タイプ毎に構築している。また、EC-JRC のサイトで、解説書や被害関数のエクセルを公開している²⁷。

海外に拠点を有する企業で、海外拠点の洪水の直接被害を推計したい場合には、これらの情報を使用することも考えられる。

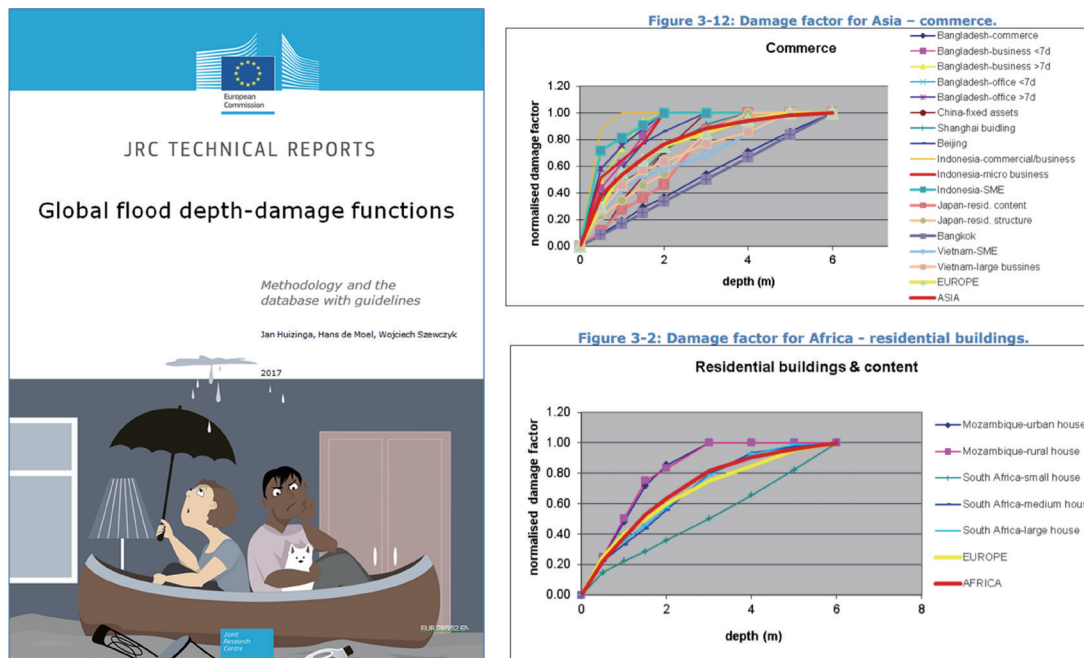


図 4-2 EC-JRC: Global flood depth-damage functions: Methodology and the database with guidelines

27. European Commission JRC 「Global flood depth-damage functions: Methodology and the database with guidelines」
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC105688>

5. 将来リスクの評価：実際の計算例（ケーススタディ）

5.1. 浸水深に応じた被害額・損失額の算定例

被害額・損失額は、企業が保有する建物等の資産額に浸水深に応じた被害率（浸水深別被害率）を適用することで算定できる。

下記のように、建物等の資産額や当該地点に係る河川の現在の計画規模と想定最大規模の浸水深を仮定した場合の被害額・損失額の算定例を示す。

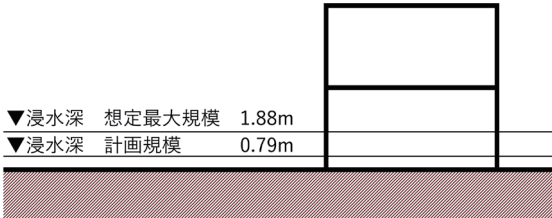
【算定例における設定条件】

○建物の諸元

	数値	単位
建物階数（地上階数）	2	階

○資産等の諸元

	数値	単位
建物	1,000	百万円
建物以外の償却資産	200	百万円
在庫資産	10	百万円
年間売上額	500	百万円



1) 建物の被害

それぞれの浸水深における被害率を建物の資産額に乗じて被害額を得る。

被害率（建物）			
浸水深 計画規模 0.79m ⇒ 想定最大規模 1.88m ⇒	浸水深	被害率	
	50cm未満	0.189	
	50～99cm	0.253	
	100～199cm	0.406	
	200～299cm	0.592	
	300cm以上	0.800	
洪水規模	対象資産価格（百万円） （建物）	被害率	被害額 （百万円）
計画規模	1,000	0.253	253.0
想定最大規模	1,000	0.406	406.0

2) 償却資産の被害

それぞれの浸水深における被害率を償却資産額に乗じて被害額を得る。

被害率（償却）			
		浸水深	被害率
浸水深 計画規模 0.79m ⇒ 想定最大規模 1.88m ⇒		50cm未満	0.296
		50～99cm	0.573
		100～199cm	0.801
		200～299cm	0.920
		300cm以上	0.940
洪水規模	対象資産価格（百万円） （建物以外の償却資産）	被害率	被害額 （百万円）
計画規模	200	0.573	114.6
想定最大規模	200	0.801	160.2

3) 在庫資産の被害

それぞれの浸水深における被害率を在庫資産額に乗じて被害額を得る。

被害率（在庫）			
		浸水深	被害率
浸水深 計画規模 0.79m ⇒ 想定最大規模 1.88m ⇒		50cm未満	0.282
		50～99cm	0.440
		100～199cm	0.814
		200～299cm	0.946
		300cm以上	0.975
洪水規模	対象資産価格（百万円） （在庫資産）	被害率	被害額 （百万円）
計画規模	10	0.440	4.40
想定最大規模	10	0.814	8.14

4) 営業停止被害

それぞれの浸水深における影響日数に一日当たりの売上額に乗じて被害額を得る。

影響日数			
		浸水深	影響日数
浸水深 計画規模 0.79m ⇒ 想定最大規模 1.88m ⇒		50cm未満	15.8
		50～99cm	26.0
		100～199cm	37.8
		200～299cm	73.2
		300cm以上	97.7
水規模	一日当たりの売上額 （百万円）	影響日数	被害額 （百万円）
計画規模	1.4	26.0	35.6
想定最大規模	1.4	37.8	51.8

5.2. 将来の具体的な被害額等の増加の評価（定量的な評価）の算定例

将来の洪水リスクによる具体的な財務インパクト（被害額等）の評価を行う定量的な評価手法のうち比較的簡易であると考えられる方法による算定例を以下に示す。

なお、評価対象拠点の対象資産価格、被害率については、Appendix-5.1 と同様とし、気候変動シナリオは 4 度上昇時の分析を行うこととする。

対象とする規模を 200 年確率とし、以下に示す算定条件における手順を示す。

○資産等の諸元

	数値	単位
建物	1,000	百万円
建物以外の償却資産	200	百万円
在庫資産	10	百万円
年間売上額	500	百万円

被害率（建物）

浸水深	被害率
50cm未満	0.189
50～99cm	0.253
100～199cm	0.406
200～299cm	0.592
300cm以上	0.800

Step1：浸水ナビで拠点を選定し、現在の浸水深を確認する。
想定拠点における計画規模が 200 年確率であり、その浸水深が 0.79m であるとする。



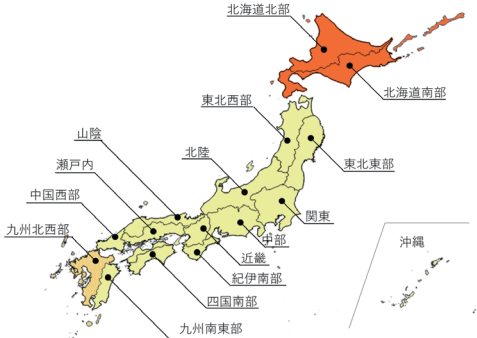
Step2：Step1 で得られた浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.253 であることが分かる。
よって、建物の資産額を 1,000 百万円と仮定していることから、現在の 200 年確率における被害額は、
1,000 百万円 × 0.253 = 253 百万円
となる。

Step3：将来的洪水リスクの考え方については、想定拠点が日本国内であることから、既述の国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版」が適用可能である。当該提言において4℃上昇時の洪水発生頻度倍率は4倍となると示されていることから、将来の被害額は4倍になると仮定する。

＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他（沖縄含む）地域	1.1	1.2	1.3

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと。3時間未満の降雨に対しては適用できない
※ 雨域面積100km²以上について適用する。ただし、100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。
※ 年超過確率1/200以上の規模（より高頻度）の計画に適用する。



＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化の一級水系における全国平均値

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
4℃上昇時	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

※ 2℃、4℃上昇時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度がそれぞれ2℃、4℃上昇した世界をシミュレーションしたモデルから試算
※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した。一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の流量の変化倍率の平均値
※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値（例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる）

Step4：Step3において、4℃上昇時の洪水発生頻度倍率を4倍と仮定したことから、将来の被害額は
 $253 \text{ 百万円} \times 4 \text{ 倍} = 1,012 \text{ 百万円}$ と算出される。
想定されるリスク増分は、将来の被害額とStep2で求めた現在の200年確率の浸水深による被害額253百万円との差分で示される。
よって、200年確率の洪水に対する将来のリスク増分は、
 $1,012 \text{ 百万円} - 253 \text{ 百万円} = 759 \text{ 百万円}$
となる。

なお、この方法では、気候変動の影響による洪水の規模自体の増加（例：浸水深の増加）は評価できず、適応策を検討する際にそのリスクは見逃されることとなる。また、厳密には年間の想定リスク増分は過小評価されており、これを適切に検討する場合には複数規模の洪水を考慮する必要がある。

5.3. 気候変動を考慮した適応策検討のための手法（概略的な将来浸水深の推算）の算定例

Appendix-5.2で示した定量的な評価は、将来の洪水頻度倍率から、評価の対象とする洪水が将来X倍の頻度で発生すると考えて将来のリスクの増分を算定するものである。この場合、気候変動の影響による洪水の頻度の増加を評価しているが、対象確率年での洪水規模の増大（浸水深の増大等）は評価できていない。

本節では将来の洪水頻度倍率を活用し、現在の浸水深の情報から概略的に将来の浸水深を評価する手法を用いた算定例を示す。

なお、評価対象拠点の対象資産価格、被害率については、前節5.2と同様とし、気候変動シナリオは2度上昇時の分析を行うこととする。

対象とする規模を200年確率とし、以下に示す算定条件における手順を示す。

○資産等の諸元

	数値	単位
建物	1,000	百万円
建物以外の償却資産	200	百万円
在庫資産	10	百万円
年間売上額	500	百万円

被害率（建物）

浸水深	被害率
50cm未満	0.189
50～99cm	0.253
100～199cm	0.406
200～299cm	0.592
300cm以上	0.800

Step1：浸水ナビで拠点を選定し、現在の浸水深を確認する。ここでは、選定箇所における計画規模が200年確率であることを確認したうえで、**計画規模の浸水深が0.79m、想定最大規模の浸水深が1.88m**であるとする。

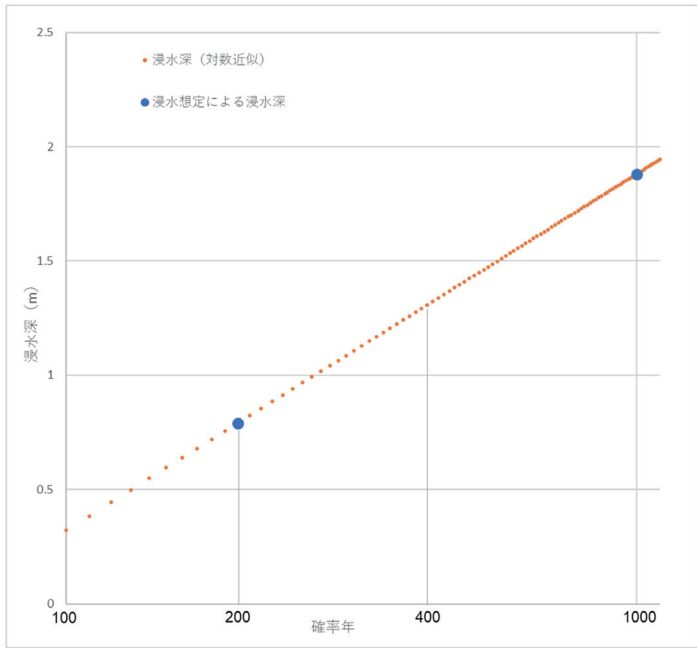
Step2：将来的洪水リスクの考え方については、想定拠点が日本国内であることから、既述の国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版」が適用可能である。当該提言において2℃上昇時の洪水発生頻度倍率は2倍となると示されている。
よって、**将来の被害額は2倍になると仮定する。**

Step3：Step2において、将来の被害額は2倍になると仮定したことから、将来のリスク増分を評価するためには、将来の200年確率（**現在の400年確率**）における現在の被害額が必要となる。浸水ナビで表示されている計画規模は現在の200年確率であることから、求めたい将来の200年確率（現在の400年確率）の浸水深を確認することができない。
そのため、確率年と浸水深に一定の関係があると仮定し、その比率から将来の200年確率（現在の400年確率）の浸水深を推定する。本編3.8に示す概略的手法を用いると、将来の200年確率（現在の400年確率）の浸水深は1.259mと分かる（下図参照）²⁸。

28. ここでは対数変換した確率年と浸水深とに比例関係があると仮定している。また想定最大規模の確率年が1000年であるとしている。浸水深を求めたい確率年Xに対して、1000年確率の浸水深がD₁₀₀₀、200年確率の浸水深がD₂₀₀であるとし、求めたい規模の浸水深をD_xとすると、比例の関係から、

$$\begin{aligned} \log_{10}(X - 200) &: \log_{10}(1000 - 200) = D_x - D_{200} : D_{1000} - D_{200} \\ \text{となる。これを } D_x \text{ について解いて、} \\ D_x &= \frac{\log_{10}(X - 200)}{\log_{10}(1000 - 200)} \times (D_{1000} - D_{200}) + D_{200} \end{aligned}$$

で求めることができる。本文の例ではX = 400（年確率）、D₂₀₀ = 0.79(m)、D₁₀₀₀ = 1.88(m) であるので、これを代入して、D_x = D₄₀₀ = 1.26(m) と求めることができる。



確率年	確率年（常用対数）	浸水深（対数近似）
100	2.000	0.321
150	2.176	0.595
200	2.301	0.790
400	2.602	1.259
1000	3.000	1.880

Step4：Step3 で得られた浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.406 であることが分かる。建物の資産額を 1,000 百万円と仮定していることから、将来の 200 年確率（現在の 400 年確率）における被害額は、

$$\underline{1,000 \text{ 百万円} \times 0.406 = 406 \text{ 百万円}}$$

となる。

Step5：将来の 200 年確率（現在の 400 年確率）と現在の 200 年確率の被害額との差が将来のリスク増分となる。

Step1 で分かった現在の 200 年確率の浸水深 0.79m と被害率（建物）の表から、被害率が 0.253 であることが分かる。建物の資産額を 1,000 百万円と仮定していることから、現在の 200 年確率における被害額は、

$$\underline{1,000 \text{ 百万円} \times 0.253 = 253 \text{ 百万円}}$$

となる。

よって、将来の 200 年確率（現在の 400 年確率）と現在の 200 年確率の被害額との差である将来のリスク増分は、

$$\begin{aligned} & \text{【将来の 200 年確率（現在の 400 年確率）の被害額】} - \text{【現在の 200 年確率の被害額】} \\ & = 406 \text{ 百万円} - 253 \text{ 百万円} \\ & = \underline{153 \text{ 百万円}} \end{aligned}$$

となる。

5.4. 複数確率規模

理想的に年間の想定被害額を算定するためには、本編 3.8 で述べたとおり、「すべての想定される洪水による被害額」に「それぞれの発生確率」をかけて年間の期待リスクを算定する。しかしこれを実際に求めようとすると、極めて小さい確率年の洪水による被害額から非常に大きな確率年の洪水による被害額まで算出しなければならず、現実的ではない。

本手引きでは、治水経済調査マニュアル（案）の方法にならい、複数（6 ケース程度）の確率年の洪水で被害額を求め、それらの発生確率をかけ、足し合わせて年間の想定被害額を算定する方法を推奨している。

【洪水規模の設定】

洪水規模は可能なら 5 年、10 年確率から 100 年～200 年程度まで 6 ケース程度設定する。その際、図 5-1 のとおり、隣り合う洪水規模同士が離れすぎないようにすることが望ましい²⁹。

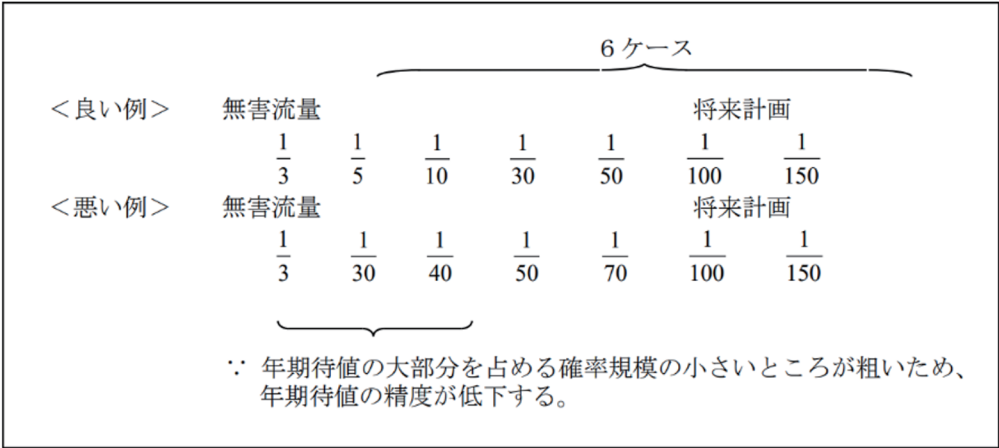


図 5-1 年間の想定被害・損失額推定の際の洪水規模の設定例について

今回は 10・30・50・100・200 年確率および想定最大規模の 6 ケースを想定する。

【算出の為に必要な諸元】

事例として、建物、資産を下記のように設定した場合の算定例を示す。

○建物の諸元

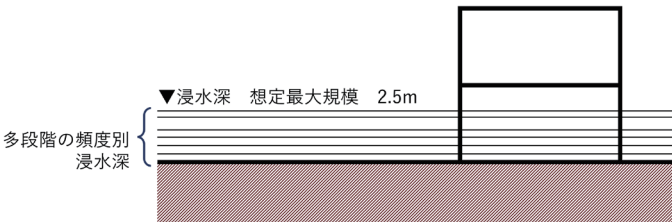
	数値	単位
建物階数（地上階数）	2	階

○資産等の諸元

	数値	単位
建物	1,000	百万円
建物以外の償却資産	200	百万円
在庫資産	10	百万円
年間売上額	500	百万円

○多段階の頻度別浸水深

	浸水深	単位
10年に一度程度	0.1	m
30年に一度程度	0.3	m
50年に一度程度	0.6	m
100年に一度程度	1.0	m
200年に一度程度	2.0	m
想定最大規模	2.5	m



29. ここで無害流量とは被害が発生しない流量（≒洪水の規模）のこと。

・ 年間の想定被害・損失額の算定
各項目の確率年ごとの被害額は、以下のとおりと分かる。

洪水規模	対象資産価格（百万円） （建物）	被害率	被害額 （百万円）
10 年確率	1,000	0.189	189.0
30 年確率	1,000	0.189	189.0
50 年確率	1,000	0.253	253.0
100 年確率	1,000	0.406	406.0
200 年確率	1,000	0.592	592.0
想定最大規模	1,000	0.592	592.0

洪水規模	対象資産価格（百万円） （建物以外の償却資産）	被害率	被害額 （百万円）
10 年確率	200	0.296	59.2
30 年確率	200	0.296	59.2
50 年確率	200	0.573	114.6
100 年確率	200	0.801	160.2
200 年確率	200	0.920	184.0
想定最大規模	200	0.920	184.0

洪水規模	対象資産価格（百万円） （在庫資産）	被害率	被害額 （百万円）
10 年確率	10	0.282	2.82
30 年確率	10	0.282	2.82
50 年確率	10	0.440	4.40
100 年確率	10	0.814	8.14
200 年確率	10	0.946	9.46
想定最大規模	10	0.946	9.46

洪水規模	一日当たりの売上額 （百万円）	影響日数	被害額 （百万円）
10 年確率	1.4	15.8	21.6
30 年確率	1.4	15.8	21.6
50 年確率	1.4	26.0	35.6
100 年確率	1.4	37.8	51.8
200 年確率	1.4	73.2	100.3
想定最大規模	1.4	73.2	100.3

上記の算出結果は、以下のようにまとめられる。

洪水規模	項目毎の想定される被害額（百万円）				
	建物	償却資産	在庫資産	営業停止	合計
10 年確率	189.0	59.2	2.82	21.6	272.6
30 年確率	189.0	59.2	2.82	21.6	272.6
50 年確率	253.0	114.6	4.40	35.6	407.6
100 年確率	406.0	160.2	8.14	51.8	626.1
200 年確率	592.0	184.0	9.46	100.3	885.8
想定最大規模	592.0	184.0	9.46	100.3	885.8

次に、年間の想定被害額（毎年平均的に発生すると考えられる被害額）を算出する。年間の想定被害・損失額の算定に当たっては、6 ケースの洪水規模それぞれの被害・損失額を算定したのち、隣り合う規模 A、B の洪水について、

- ① 年間で発生する洪水が A から B までに収まる確率を求め、
- ② A から B までの洪水が発生した際に想定される被害・損失を算定し、
- ③ ①と②を掛け合わせて A から B までの規模の洪水による年間の想定被害額を算定する。

この①～③を、6 ケースそれぞれの洪水規模に当てはめて、合算する³⁰。たとえば洪水規模 10 年確率と 30 年確率の洪水を考えると、下記ようになる。

- ① 10 ～ 30 年確率の洪水が発生する確率は $(1/10 - 1/30)$ で求まる。
- ② 10 ～ 30 年確率の洪水が発生する場合、想定される被害はおおよそ両洪水による被害の平均と考えられるので、 $(272.6 \text{ 百万円} + 272.6 \text{ 百万円})/2$ で求まる。
- ③ ①と②を掛け合わせることで、10 ～ 30 年確率の洪水による被害額の年間期待値が求まる。

30. なお、年間の想定被害額を $(10 \text{ 年確率の洪水による被害額}) \times (1/10) + (30 \text{ 年確率の洪水による被害額}) \times (1/30) + \dots + (\text{想定最大規模の洪水による被害額}) \times (1/1000)$ で求めるのは誤りである（各洪水規模の年超過確率を発生確率と誤って理解しており、合算の過程で過大評価となる）。

1 物理的シナリオと
データセット

2 国内外において洪水リスクを
把握可能なツール・プロダクト

3 広域洪水ハザードマップ
の特徴と留意点

4 浸水深に応じた
被害査定の手法

5 将来リスクの評価…実際の
計算例（ケーススタディ）

6 企業における
開示事例

7 用語集

洪水規模	年超過確率	被害額 (百万円)	発生確率①	平均被害額② (百万円)	年間の被害 想定額③
10 年確率	1/10	272.6	1/15 (=1/10 - 1/30)	272.6 (=(272.6+272.6)/2)	18.17 (=272.6*1/15)
30 年確率	1/30	272.6	1/75 (=1/30 - 1/50)	340.1 (=(272.6+407.6)/2)	4.535 (=340.1*1/75)
50 年確率	1/50	407.6	1/100 (=1/50 - 1/100)	516.9 (=(407.6+626.1)/2)	5.169 (=516.9*1/100)
100 年確率	1/100	626.1	1/200 (=1/100 - 1/200)	756.0 (=(626.1+885.8)/2)	3.780 (=756.0*1/200)
200 年確率	1/200	885.8	1/250 (=1/200 - 1/1000)	885.8 (=(885.8+885.8)/2)	3.543 (=885.8*1/250)
想定最大規模	1/1000 ³¹	885.8			

合計
(百万円/年) **35.20**

これらを合算することで、年間の被害想定額は **35.20 百万円 / 年**と求まる。

31. ここでは想定最大規模の年超過確率が 1/1000 であると仮定している。

5.5. 3 階以上の建物や地階がある建物の被害額の算出

建物の被害額の算出方法については、建物の階数等の取り扱いにより複数の考え方がある。算定例として、地階 1 階を有する地上 3 階建物が浸水深は 4m、2 階部まで浸水した場合を想定する。なお、被害額の算出にあたっては、階別に浸水深を算定しない場合と算定する場合の 2 事例を設定する。

以上の仮定における被害額・損失額の算定例を以下に示す。

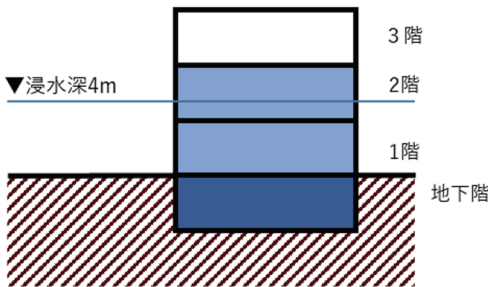
【算定例における設定条件】

○建物の諸元

	数値	単位
建物階数（地上階数）	3	階
地下階数	1	階

○資産等の諸元

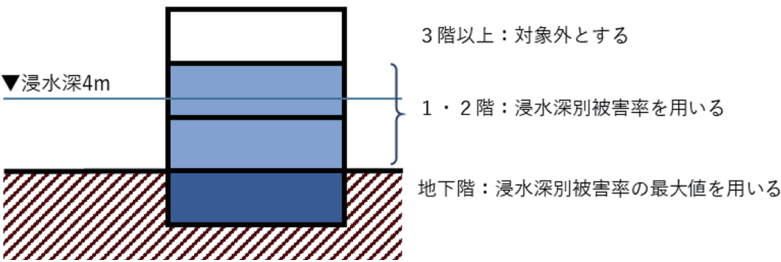
	数値	単位
建物	1,000	百万円
建物以外の償却資産	200	百万円
在庫資産	10	百万円
年間売上額	500	百万円



【例 1】 階別に浸水深を算定しない場合

治水経済調査マニュアル（案）における浸水深別被害率は、主として 2 階建てまでの建物を想定しており、2 階までを浸水被害の対象として扱う。地階については浸水した場合、想定される最大の被害率を用いるものとする。

被害率は、治水経済調査マニュアル（案）に準じるものとする。



被害率（建物）

浸水深	被害率
50cm未満	0.189
50～99cm	0.253
100～199cm	0.406
200～299cm	0.592
300cm以上	0.800

3 階以上の階及び地下 1 階を考慮した被害率は、建物各階の資産額が同じであるとし、以下の式により求める。

$$\text{浸水深別の被害率} \times 2 \div (\text{地階を含めた建物階数}) + \text{浸水深別の被害率の最大値} \times \text{地階階数} \div (\text{地階を含めた建物階数})$$
$$= 0.800 \times 2 \div (1 + 3) + 0.800 \times 1 \div (1 + 3) = 0.600$$

よって、建物の資産額を 1,000 百万円と仮定していることから、被害額は、

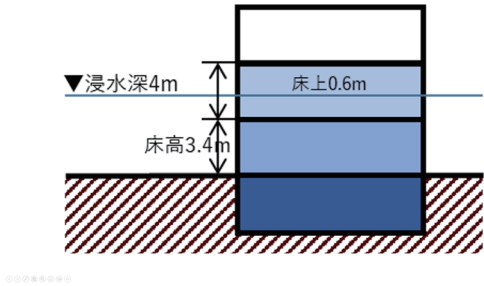
$$1,000 \text{ 百万円} \times 0.600 = 600 \text{ 百万円}$$

となる。

【例 2】階別に浸水深を算定する場合

例 2 では、建物の各階の階高及び 1 階床高さが分かる場合の算定例を示す。

建物 1 階の床高を 3.4m と仮定して、例 1 と同じ浸水深 4m を当てはめると、地階、1 階は水没し、2 階部が床上 0.6m 浸水することになる。



なお、各階別に資産が分かっている場合は、各階毎の被害額を算定することができる。各階別の資産が不明の場合は、建物全体の床面積に対する各階の床面積の比を建物価格に乘じた値を各階の資産とする。

例 2 では、以下に示す階別の資産額の場合の被害額を算定する。

資産等の配置状況（階別の資産額）					（単位：百万円）
	1階	2階	3階以上	地下階	合計
建物	400	400	100	100	1,000
建物以外の償却資産	100	100	0	0	200
在庫資産	10	0	0	0	10

以下、各階の被害額を順に算定する。

3 階は浸水していないが、建物全体としての被害を受けるものと考え、「床下」の被害率を使用する。

浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.047 であることが分かる。よって、3 階以上の建物の資産額を 100 百万円と仮定していることから、被害額は

100 百万円 × 0.047 = 4.7 百万円

となる。

2 階の浸水深は 0.6m であることから、浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.253 であることが分かる。よって、2 階の建物の資産額を 400 百万円と仮定していることから、被害額は

400 百万円 × 0.253 = 101.2 百万円

となる。

1 階は水没しているため、浸水深は床高の 3.4m であることから、浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.800 であることが分かる。よって、1 階の建物の資産額を 400 百万円と仮定していることから、被害額は

400 百万円 × 0.800 = 320.0 百万円

となる。

地階は被害率（建物）の最大値を用いることから、浸水深と被害率（建物）の表から、被害率が 0.800 であることが分かる。よって、地階の建物の資産額を 100 百万円と仮定していることから、被害額は

100 百万円 × 0.800 = 80.0 百万円

となる。

被害率（建物）	
浸水深	被害率
床下	0.047
50cm未満	0.189
50～99cm	0.253
100～199cm	0.406
200～299cm	0.592
300cm以上	0.800

よって、各階の浸水深と資産額が分かっている建物の被害額は、各階の被害額の合計値であることから、被害額は、 $4.7 \text{ 百万円 (3 階)} + 101.2 \text{ 百万円 (2 階)} + 320.0 \text{ 百万円 (1 階)} + 80.0 \text{ 百万円 (地階)} = 505.9 \text{ 百万円}$ となる。

以上の算定結果を下表に示す。

種別	対象資産価格（百万円） （建物）	被害率	各階の被害額 （百万円）	被害額の合計 （百万円）
3 階以上	100	0.047	4.7	505.9
2 階	400	0.253	101.2	
1 階	400	0.800	320	
地下階	100	0.800	80	

6. 企業における開示事例

(1) 東日本旅客鉄道株式会社

東日本旅客鉄道株式会社は、風水災による鉄道施設・設備の損害及び運休の発生の実態分析を実施している。具体的には、主要路線の資産額、旅客収入推移等の社内情報と、国から公表されている浸水想定区域図等の外部情報を用いて、下記手順で財務影響の定量評価を進めている。

1. ベースライン（現在災害が発生した場合の財務影響額）
2. 気候変動による影響の評価
3. 浸水対策による効果

分析結果（影響評価、財務インパクト等）は下記のとおりである。

- ✓ 各河川に共通して、気候変動による財務影響は、RCP2.6（2℃上昇）シナリオに比べて RCP8.5（4℃上昇）において、2050 年時点でやや大きくなる。
- ✓ 浸水対策については、気候変動シナリオにかかわらず、損失削減の効果があること、及び車両疎開による損失削減効果が大きい。

戦略の詳細 リスクおよび機会の認識

7/15

■ JR東日本のリスク・機会

気候変動に伴うリスク・機会には、地球温暖化により生じる気象災害の激甚化等の「物理的」なものと、気候変動の緩和を目的とした規制の強化や、技術の進展といった社会環境の「移行」に起因するものがあるとの認識のもと、主な気候変動リスク・機会として以下の項目を特定しており、**2022年度についても「風水災による鉄道施設・設備の損害及び運休の発生」の分析を実施**している。

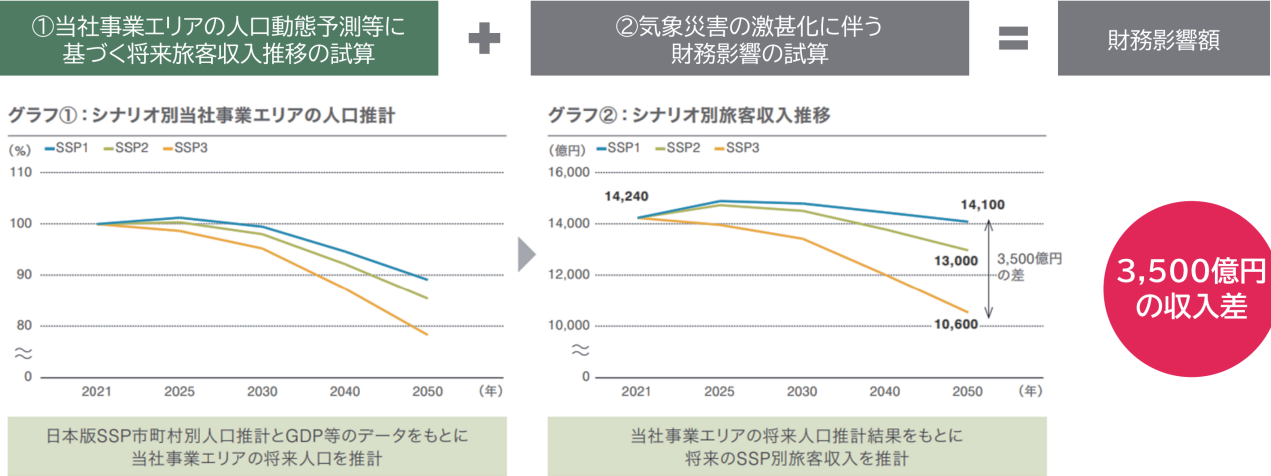
リスク・機会		評価対象	事業への影響度	発現・実現時期
物理的 リスク	急性リスク	風水災等による鉄道施設・設備の損害および運休の発生	大	短期
	慢性リスク	気象現象の極端化（豪雨、暑熱）による旅客数の減少	小	長期
移行 リスク	政策・法規制	カーボンプライス制度の導入・強化によるコストの増加	未評価	中期
	市場	電気自動車など、他の交通手段との競合による旅客数の減少	大	長期
		観光資源の毀損・変化による旅客数の減少	未評価	長期

シナリオ分析(物理的リスク)の詳細

8/15

シナリオ分析手法(将来的な旅客収入)

分析のベースラインとして将来の人口動態に基づく旅客収入の推計を行うとともに、輸送サービス事業を対象としたシナリオ分析を実施。SSP※1の人口、GDP等のデータをもとに、2050年までのJR東日本事業エリアの人口の推移と旅客収入(運賃)推移※2を試算した。



※1:SSP 社会経済シナリオ(Shared Socioeconomic Pathways)は、地球上の様々な可能性や条件を仮定して、気候変動がどのように進行するか予測したもの。
※2:運賃収入はコロナ後の収入予測を反映(定期収入8割)

シナリオ分析(物理的リスク)の詳細

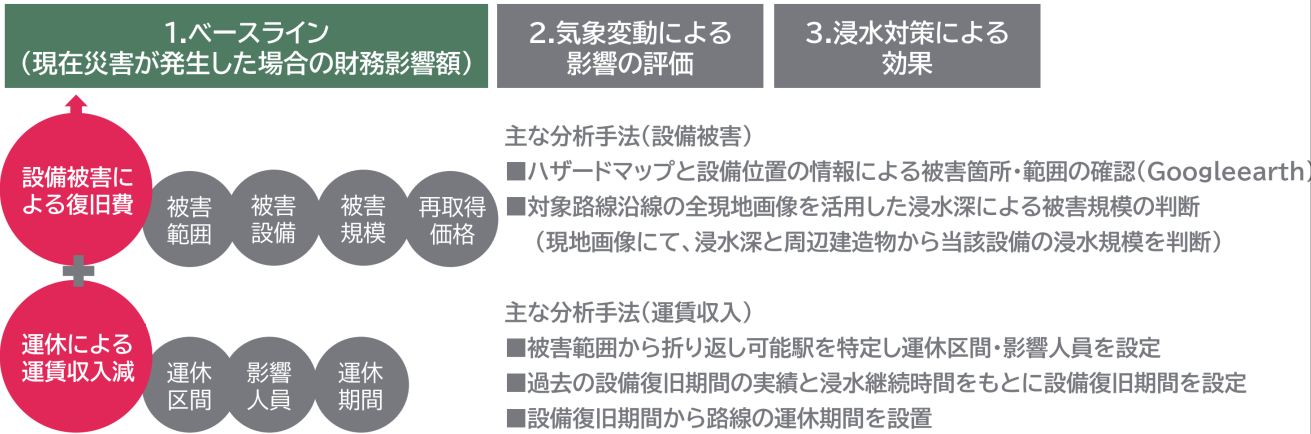
9/15

シナリオ分析手法(財務影響額)

主要路線の資産額、旅客収入推移等の社内情報と、国から公表されている浸水想定区域図等の外部情報を用いて、財務影響の定量評価を進めた。



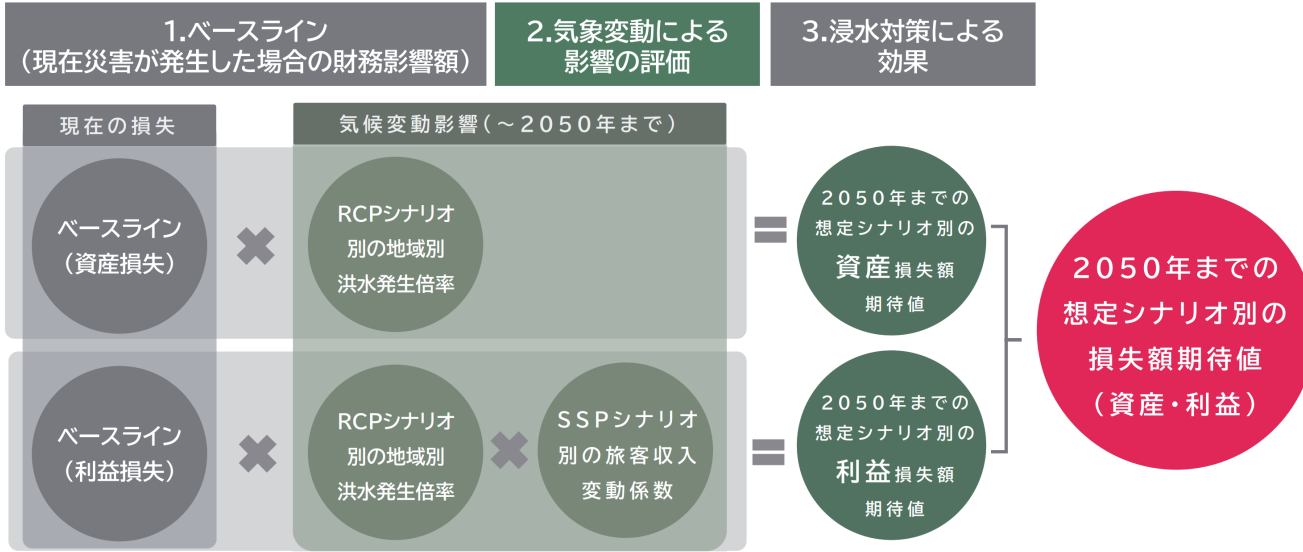
財務影響の分析



1 データセット
物理的シナリオと
国内外において洪水リスクを
把握可能なツール・プロダクト
2 広域洪水ハザードマップ
プの特徴と留意点
3 浸水深に
被害査定に
4 将来
計算例
5 企業
6 開
7 用語集

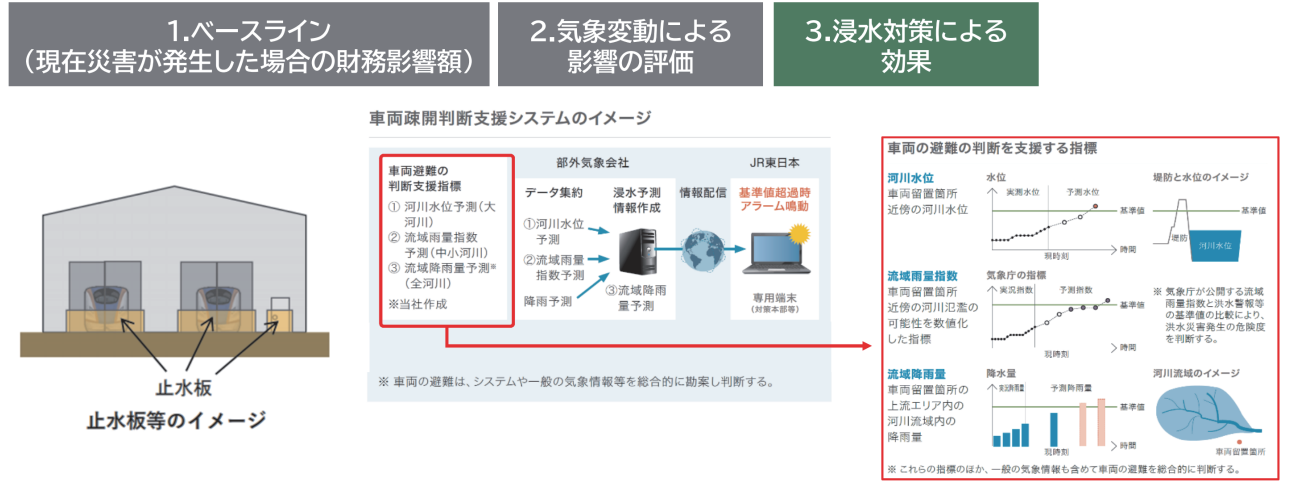
■シナリオ分析手法(気象変動による影響)

ベースラインの評価結果をもとに、気候変動シナリオ別の洪水発生確率の将来変化を踏まえることで、2050年までの気候変動による財務影響を試算している。



■浸水対策の効果

運行への影響が大きいと考えられる電気設備のかさ上げや、建屋開口部への止水板の設置などのほか、車両疎開判断支援システム及び車両疎開マニュアルの整備を行い、ハード・ソフトの両面から、設備の重要度に応じた自然災害対策を進めている。これらの対策の効果を検証することを目的として、対策の有無のそれぞれの場合について気候変動による財務影響を試算することで、対策の実施による損失削減効果を検証している。



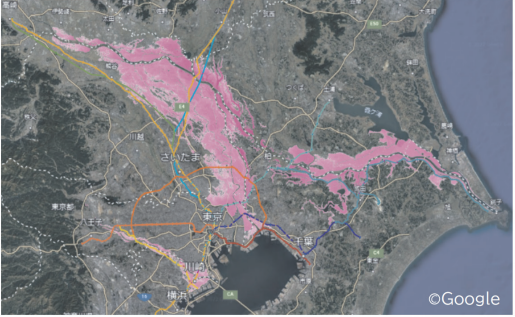
分析結果(影響評価、財務インパクト等)について

12/15

財務影響試算結果(4河川)

気候変動 シナリオ	浸水対策 (ハード・ソフト)	荒川		利根川		江戸川		多摩川	
		財務影響(損失)増加額(億円)		財務影響(損失)増加額(億円)		財務影響(損失)増加額(億円)		財務影響(損失)増加額(億円)	
		2050年単年	2021~ 2050年累計	2050年単年	2021~ 2050年累計	2050年単年	2021~ 2050年累計	2050年単年	2021~ 2050年累計
RCP2.6 (2℃上昇)	対策なし	+30	+450	+3	+41	+6	+85	+4	+54
	対策あり	+12	+177	+3	+39	+2	+22	+3	+41
	対策による損失削減効果	▲18	▲273	0	▲2	▲4	▲63	▲1	▲13
RCP8.5 (4℃上昇)	対策なし	+30	+455	+3	+45	+7	+97	+4	+63
	対策あり	+12	+189	+3	+42	+2	+24	+3	+46
	対策による損失削減効果	▲18	▲266	0	▲3	▲5	▲73	▲1	▲17

首都圏近郊路線と4河川のハザードマップのプロット図



考察

気候変動による財務影響は、RCP2.6(2℃上昇)シナリオに比べてRCP8.5(4℃上昇)において、2050年時点でやや大きくなることが、各河川に共通していることが分かった。浸水対策については、気候変動シナリオにかかわらず、損失削減の効果があること、及び車両疎開※1による損失削減効果が大きいことが分かった。

※1:建物や設備・利益損失より車両の財務影響額の割合が多いため、車両疎開の影響が大きくなる

出典：国土交通省「気候関連情報開示における物理的リスク評価に関する懇談会 第1回
資料4-1 JR東日本におけるTCFD提言の取組み」

1 物理的シナリオとデータセット

2 国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

3 広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4 浸水深に応じた被害査定の手法

5 将来リスクの評価…実際の計算例(ケーススタディ)

6 企業における開示事例

7 用語集

(2) 農林中央金庫

農林中央金庫は、物理的リスク（急性リスク）について、より実態に即した分析とするため、国内貸出先のサプライチェーンを考慮し、分析対象物件を業種毎の重要拠点と不動産担保物件に絞り込んだうえで被害額を算定し、当金庫への影響額を算定している。

具体的に、気候変動に関する被害額の算定においては、実際の被害額査定を個別に行うことは困難であること、取引先企業の物件情報の詳細まで把握することは困難なことから、国土交通省「治水経済調査マニュアル」を活用して、被害額を推計している。

具体的に、物理的リスク（急性リスク）による被害額や影響額について下記のステップで分析を行っている。

- (Step1) 業種の絞り込み
- (Step2) 重要拠点の特定
- (Step3) 被害額の特定
- (Step4) 担保への影響を計算
- (Step5) 与信関連費用の計算

IPCC RCP8.5（4℃シナリオ）を想定し、上記ステップによる分析を実施した結果、2050 年かけて累計で約 50 億円の与信コスト増加としている。

7 農林中央金庫のTCFD（物理的リスク）への対応（急性リスク）

■ より実態に即した分析とするため、国内貸出先のサプライチェーンを考慮し、分析対象物件を各業種毎の重要拠点と不動産担保物件に絞り込んだうえで被害額を算定し、当金庫への影響額を算定。

物理的リスク（急性リスク）・シナリオ分析の概要

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
業種の絞り込み	重要拠点の特定	被害額の特定	担保への影響を計算	与信関連費用の計算
 広告業 製造業 国内貸出先で事業内容から洪水の影響を受ける業種を特定。例えば、広告業は店舗等が洪水で被害を受けた場合、売上損失は限定的なため、分析の対象外。	 製造業の場合 工場（重要拠点） 本社・支店（考慮外） Step1 で絞り込んだ各業種について、洪水の被害が生じた場合、売上減少となる重要拠点を特定。例として製造業では工場が根幹となるため、工場を重要拠点と想定。	 Step2 で特定した重要拠点に対してどの程度洪水の影響があるか被害額を計算。企業ごとに全重要拠点の損害額の総額を算出。	 当金庫が差入れを受けている不動産担保への洪水影響についても被害額を算出。	 Step3 および 4 で算出した被害額を元に当金庫への影響を分析。

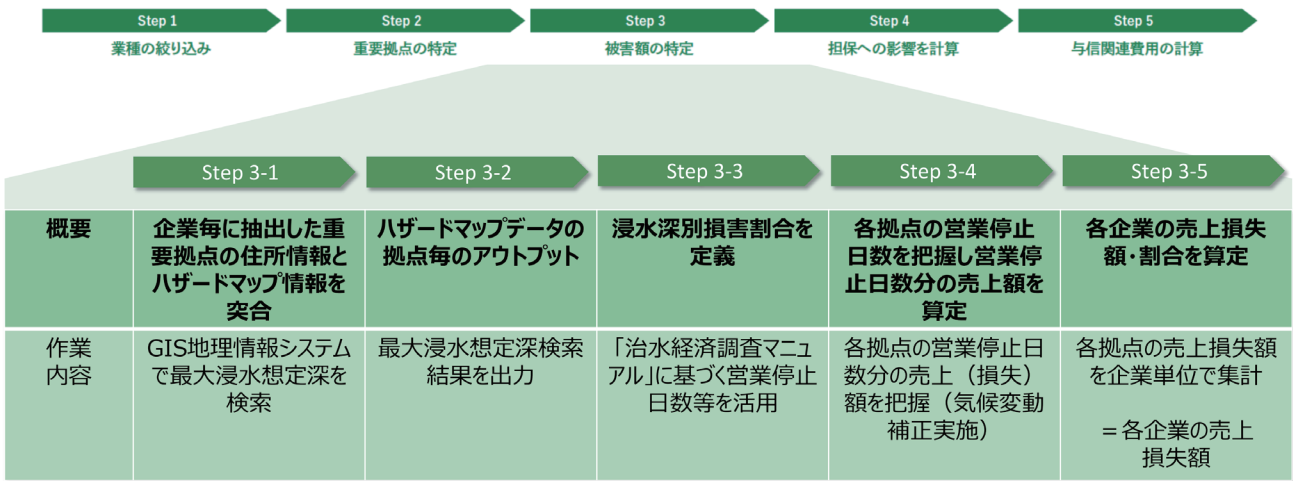
IPCC RCP8.5（4℃シナリオ）を想定し分析を実施した結果、2050年にかけて累計で約50億円の与信コスト増加

8農林中央金庫

7 農林中央金庫のTCFD（物理的リスク）への対応（急性リスク）

- 気候変動に関する被害額の算定においては、実際の被害額査定を個別に行うことは困難であること、取引先企業の物件情報の詳細まで把握することは困難なことから、国土交通省「治水経済調査マニュアル」を活用して、被害額を推計。
- 分析手法の詳細については、以下のとおり。環境省「TCFD提言に沿った気候変動リスク・機会のシナリオ分析実践ガイド（銀行セクター向け）」を参照実施。

物理的リスク（急性リスク）・シナリオ分析の概要



出典：国土交通省「気候関連情報開示における物理的リスク評価に関する懇談会 第1回
資料4－2 農林中央金庫のTCFDシナリオ分析（物理的リスク）」

1

物理的シナリオとデータセット

2

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロダクト

3

広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4

浸水深に応じた被害査定の手法

5

将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）

6

企業における開示事例

7

用語集

(3) 株式会社三井住友フィナンシャルグループ

株式会社三井住友フィナンシャルグループは、2022 年度は、物理的リスクのうち国内の分析においては、IPCC 第6次報告書で用いられている SSP シナリオによる分析を実施したほか、各地域別の想定リスク量を明確化している。分析時間軸として、三井住友銀行では、物理的リスクを対象としたシナリオ分析を実施し、2050 年までの影響を評価している。

特に、物理的リスクの分析では、リスクイベントを水災に特定し、シナリオについては、IPCC が研究の基盤としている RCP2.6 シナリオ・SSP1-2.6 シナリオ（2℃シナリオ）、及び RCP8.5 シナリオ・SSP5-8.5 シナリオ（4℃シナリオ）を使用している。

具体的には、下記のステップで分析を行っている。

(Step1) 水災の業績への波及について、三井住友銀行の事業法人における担保価値の毀損、財務状況の悪化に伴う債務者区分の劣化という2つの経路から発生が見込まれる与信関係費用を試算。国内においては、国土交通省が開示しているハザードマップ（想定最大規模降雨による洪水想定区域）を用い、当該マップ上に所在する担保、事業法人ごとの想定浸水深を把握。海外においては、Jupiter Intelligence 社の AI 分析により事業法人ごとの想定浸水深を算出。それらの浸水深に基づき、担保毀損価値、財務悪化影響を分析

(Step2) MS & AD インターリスク総研が東京大学、芝浦工業大学と協働で実施している気候変動による洪水リスクの評価プロジェクトの提供データを活用し、2℃シナリオ、4℃シナリオそれぞれにおいて 2050 年までの洪水発生確率を設定

(Step3) Step1 で試算された与信関係費用に、Step2 で設定した気候変動シナリオ毎の洪水発生確率を勘案し、想定される与信関係費用を算出

④ シナリオ分析

「3.戦略」で記載の通り、当社グループでは、グループの中核企業である三井住友銀行において、物理的リスク・移行リスクに関するシナリオ分析を実施しております。シナリオ分析を行う意義は、現時点で想定されるリスク経路とリスク量を可視化することにより、気候変動リスク管理・ネットゼロに向けた戦略を策定するための基盤を構築する点にあります。算定されたリスク量を低減するためには、お客さまと一緒に気候変動対応を行い、トランジションへのサポートを含む緩和策を進めていくことが重要となります。

2022年度は、物理的リスクのうち国内の分析においては、IPCC第6次報告書で用いられているSSPシナリオによる分析を実施したほか、各地域別の想定リスク量を明確化しました。移行リスクにおいては、従来のエネルギー・電力セクターに加えて自動車及び鉄鋼セクターを分析対象に追加しました。対象範囲の拡大に伴い、2050年ネットゼロ実現に向けた経済社会の変化に対する、より精緻なリスク量の把握が可能となりました。

気候変動リスクは、リスクが顕在化するタイミングや規模についての不確実性が高いため、潜在的な影響を予測することが極めて困難です。こうしたなか、現時点での分析は、想定する自然災害や分析対象に一定の前提を置いており、また、気候変動問題の課題解決に向けて期待される技術革新や、各企業において今後想定されるESG戦略・ビジネスモデルの転換等は必ずしも勘案しておりません。そのため、分析手法については今後も継続的に見直しを行い、精緻化に努めてまいります。

なお、分析の概要については「3.戦略」P.17を、分析補足資料・データについては「Appendix 1」をご参照ください。

■ 物理的リスク

気候変動に伴う異常気象の増加により、当社グループのお客さまのビジネスに影響がおよぶリスクが想定されます。三井住友銀行では、物理的リスクを対象としたシナリオ分析を実施し、2050年までの影響を評価しています。

気候変動に起因する自然災害の大宗は、洪水、風水害といった水災によって占められていることから、この分析ではリスクイベントを水災に特定し、シナリオについては、IPCCが研究の基盤としているRCP2.6シナリオ・SSP1-2.6シナリオ（2℃シナリオ）、及びRCP8.5シナリオ・SSP5-8.5シナリオ（4℃シナリオ）を使用しています。

シナリオ分析は、米国スタートアップ企業であるJupiter Intelligence社¹¹が有するAI技術を活用しつつ、MS&ADインターリスク総研株式会社との協業により実施しています。AIによる機械学習を行いながら、様々

1

物理的シナリオとデータセット

2

国内外において洪水リスクを把握可能なツール・プロセス

3

広域洪水ハザードマップの特徴と留意点

4

浸水深度に応じた被害査定の手法

5

将来リスクの評価…実際の計算例（ケーススタディ）

6

企業における開示事例

7

用語集

な気候関連データや地形などの衛星画像データを分析することで、水災発生時のリスクを定量的に把握しています。

分析は、以下3つのステップで行っています。

Step 1

水災の業績への波及について、三井住友銀行の事業法人における担保価値の毀損、財務状況の悪化に伴う債務者区分の劣化という2つの経路から発生が見込まれる与信関係費用を試算。国内においては、国土交通省が開示しているハザードマップ（想定最大規模降雨による洪水想定区域）を用い、当該マップ上に所在する担保、事業法人ごとの想定浸水深を把握。海外においては、Jupiter Intelligence社のAI分析により事業法人ごとの想定浸水深を算出。それらの浸水深に基づき、担保毀損影響、財務悪化影響を分析。

Step 2

MS&ADインターリスク総研が東京大学、芝浦工業大学と協働で実施している気候変動による洪水リスクの評価プロジェクトの提供データ¹²を活用し、2℃シナリオ、4℃シナリオそれぞれにおいて2050年までの洪水発生確率を設定。

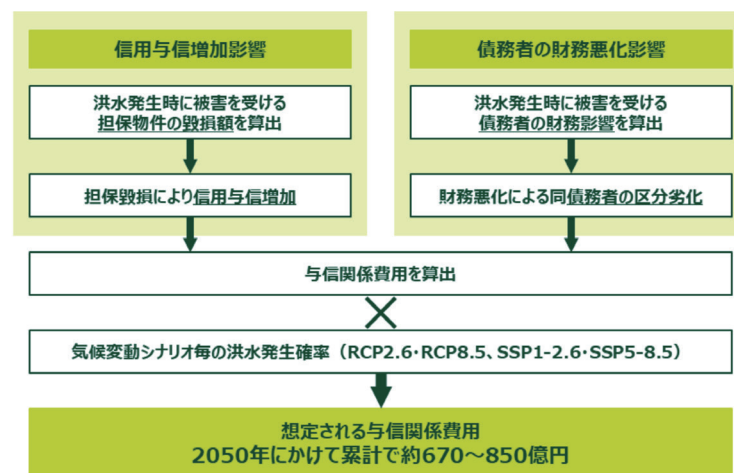
Step 3

Step1で試算された与信関係費用に、Step2で設定した気候変動シナリオ毎の洪水発生確率を勘案し、想定される与信関係費用を算出。

本分析の結果、想定される与信関係費用は、2050年までに累計670～850億円程度となりました。これは単年度平均値でみると20～30億円程度の追加的な与信関係費用の発生に留まるとの結果となりました。なお、想定される与信関係費用を地域別（国内、米州、欧阿中東、アジア・オセアニア）にみると、エクスポージャーの大きさを反映して国内における値が相対的に大きくなっているものの、海外においては突出して大きな値となっている地域はなく、地域ごとの差は僅少と考えられます。

以上を踏まえると、気候変動に起因する水災リスクが三井住友銀行の単年度財務に与える影響は限定的と考えられます。今後、分析手法の高度化に取り組み、リスクの顕在化が見込まれる場合は、お客さまに対応を促しつつ自らのリスク低減に努めてまいります。

図表 4-4 物理的リスクの分析プロセス



出典：株式会社三井住友フィナンシャルグループ「SMBC グループ TCFD レポート 2022」

(4) 株式会社セブン & アイ・ホールディングス

株式会社セブン&アイ・ホールディングスは、シナリオ分析の前提として、物理的リスク・機会は温暖化進行シナリオ（2.7℃～4℃）を設定し、対象事業をセブン・イレブン・ジャパンの日本国内店舗運営とし、対象年を2030年時点の影響としている。自然災害による被害は、過去の災害発生時の被害金額を踏まえ、最も大きな被害が予想される、首都圏店舗の洪水被害について試算している。

具体的に、国土交通省のハザードマップから、荒川の氾濫により5m以上の浸水が発生した場合を想定して、店舗被害や商品損害、休業による売上損失、復旧費用などの被害金額を試算している

● シナリオ分析の前提（2021年度）

シナリオ	脱炭素シナリオ（1.5℃～2℃）・温暖化進行シナリオ（2.7℃～4℃）
対象事業	セブン・イレブン・ジャパンの日本国内店舗運営
分析手法	店舗が直接受ける物理的な影響に加え、店舗運営に伴って発生するコスト、店舗運営に大きな影響を与える商品のサプライチェーン（原材料・商品を製造する工場・商品の配送）やお客様の行動について分析
対象年	2030年時点の影響

(2)物理的リスク・機会 温暖化進行シナリオ（2.7℃～4℃）

物理的リスク・機会では、異常気象による自然災害の発生が最も大きなリスクとなります。自然災害は、いつ・どこで発生するか予測が難しく、一度発生すれば、甚大な被害をもたらします。現在、温暖化の進行により、災害をもたらす大雨などの極端な気象現象の発生が増加しています。温暖化進行シナリオでは、この傾向はさらに強まります。そこで、過去の災害発生時の被害金額を踏まえ、最も大きな被害が予想される、首都圏店舗の洪水被害について試算しました。国土交通省のハザードマップから、荒川の氾濫により5m以上の浸水が発生した場合を想定して、店舗被害や商品損害、休業による売上損失、復旧費用などの被害金額は、111.9億円になると試算しました。

● 自然災害による被害 前提：首都圏店舗の洪水被害(荒川の氾濫を想定)

項目	事業インパクト
店舗被害、商品損害、休業による 売上の損失、復旧費用など	111.9億円

※過去の洪水被害の実績から試算。

次に大きなインパクトをもたらすと考えられる気象パターンの変化による原材料原価の上昇のインパクトは、以下の通り試算しました。仕入金額の構成をもとに、米・海苔・畜産物（牛肉・豚肉・鶏肉・卵）を対象に選定。気候変動の影響で収穫量が低下し、その分仕入金額が増加すると仮定して、その増加額を合計57億円と試算。ただし、この試算には、輸入などに関わる影響を含んでいないことから、実際の金額は、この数倍にもなると想定し、対応策を検討しています。

● 原材料原価の上昇（2030年の影響） 前提：気候変動により収量が低下したことのみによる原価上昇を試算

項目	事業インパクト
米の原材料原価上昇額	22.3億円
海苔の原材料原価上昇額	19.3億円
畜産物（牛肉・豚肉・鶏肉・卵）の 原材料原価上昇額	15.4億円

※収量の変化は、文部科学省、環境省、気象庁、国立環境研究所、農業・食品産業技術総合研究機構などのデータから試算

(3)リスク・機会への対応策

リスクを低減し、機会を拡大するために、各部門で議論を重ね、約50の対応策に整理しました。この議論を通じて、脱炭素シナリオ、温暖化進行シナリオともに、『GREEN CHALLENGE 2050』に基づいて進めている環境負荷低減活動が、有効な対策であることが確認できました。

移行リスクに対しては、『GREEN CHALLENGE 2050』のCO₂排出量削減目標の達成により、炭素税の負担を大幅に軽減していきます。また、店舗での省エネや、太陽光発電パネルの設置などのCO₂排出量削減活動を積極的に推進することで、電力料金の支払い増加などの移行リスクの軽減も図ります。さらに、サステナブルな商品やサービスへの消費者の行動の変化についても、『GREEN CHALLENGE 2050』のプラスチック対策や持続可能な調達取り組みを推進することで、お客様から共感をいただき、機会の拡大につなげます。

物理的リスクに対しても、自然災害によるリスクを低減するために、『GREEN CHALLENGE 2050』の達成に向けてCO₂排出量の削減に積極的に取り組むべきことを確認しました。自然災害が増大するリスクへの対応として、情報共有の仕組みである「7VIEW」で店舗の状況をリアルタイムに把握し、早期復旧を実現する体制を構築します。また、浸水を防ぐ止水板の設置など、対策を着実に進めます。こうした災害対応の充実を図ることで、店舗の営業を早期に再開し、地域のお客様への貢献を続けてまいります。原材料原価の上昇については、安定的な原材料確保のために、産地の分散や国内外のサプライヤーとの連携強化を進めます。例えば、天候に左右されず安定した収穫を見込むことができる屋内型野菜工場からの調達を拡大しています。今後も、生産者・生産地情報の収集に努め、デジタル技術やAIなど先進技術も活用し、原材料原価の上昇リスクの低減に取り組みます。

出典：株式会社セブン & アイ・ホールディングス「TCFD 提言への対応」

1

物理的
リスク
シナリオ
と
データ
セット

2

国内外
において
洪水
リスクを
把握
可能な
ツール
（シナ
リオ
データ
セット）

3

広域
洪水
ハザード
マップ
の
特徴
と
留意
点

4

浸水
深に
応じた
被害
査定
の
手法

5

将来
リスク
の評価
（例）
（ケース
スタディ）
実際の
評価

6

企業
開示
事例
にお
ける

7

用語
集

(5) 株式会社ゆうちょ銀行

株式会社ゆうちょ銀行は、物理的リスクの定量分析として、自社設備の毀損額を推計する方式を採用している。具体的には、100年に1度程度の頻度で起こる最大級の洪水を想定し、洪水により直接的損害を受けやすいと想定される、ATM等の銀行設備への影響について定量分析を実施している。また、シナリオはIPCC RCP2.6（2℃シナリオ）とIPCC RCP8.5（4℃シナリオ）を採用している。設備が受ける被害額は、ハザードマップを用いて現時点で想定される洪水発生時の浸水深をもとに、今後100年間累計で約250億円と試算している。

分析フローイメージは下記のとおりである。

- (Step1) 対象資産の選定 ATM等の銀行設備
- (Step2) 対象資産の位置情報を河川氾濫ハザードマップにプロットし、洪水における最大浸水深データから、対象資産の毀損を判定
- (Step3) 毀損した場合の再調達価格を合算し、被害額を算定

1. リスクと機会の特定

ゆうちょ銀行では、気候変動関連のリスクと機会を以下のとおり特定しています。

◆表 6 リスクと機会の特定

項目	内容	期間 ²⁰	財務影響 ²¹
物理的リスク	・ 自然災害等による、当行保有資産であるATM等の毀損や投資先企業の信用リスクの増加	短期	小
移行リスク	・ 環境規制の影響が大きい投資先企業に係る当行保有有価証券が、規制強化により価値が低下	中～長期	中
機会	・ 気候関連課題に対する適切な取り組みと開示による、資本市場と社会における当行への評価向上 ・ 再生可能エネルギー事業等への融資およびグリーンボンド等への投資機会の増加	短～長期	中

◆表 9 物理的リスクシナリオ分析概要

物理的リスク	シナリオ ²⁷	IPCC RCP2.6（2℃シナリオ）	IPCC RCP8.5（4℃シナリオ）
	対象	全国に設置・保有しているATM、窓口端末機等の設備	
	分析方法	一定の仮定のもと、河川氾濫ハザードマップを用いて、浸水深を想定した被害額を算定	
	対象期間	今後100年間	
	分析結果	▲約500億円	▲約1,000億円
	財務への影響	各設備は全国に分散して設置されていることから、同時に被害を受けるリスクは少ないため、財務戦略への影響については限定的。	

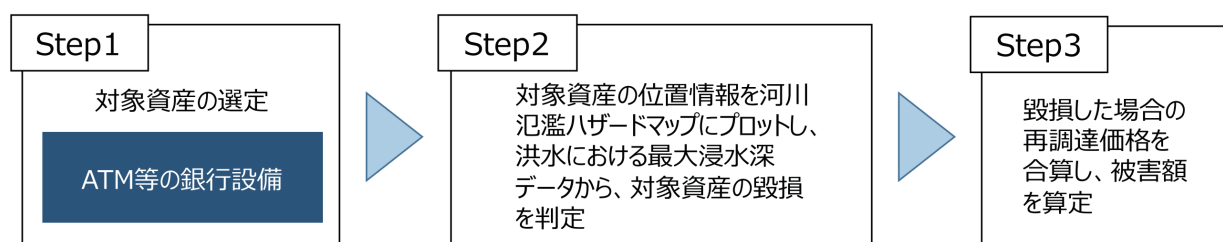
定量分析（物理的リスク）

通常、銀行の物理的リスク計測方法は、気候変動によりもたらされる融資先の信用リスクを計測し、それが事業活動に与えるインパクト（貸出の不良債権化にともなう与信管理費用の増加等）を計測しますが、債券運用を中心とする当行の事業モデルには馴染まないため、自社設備の毀損額を推計する方式を採用しました。

具体的には 100 年に 1 度程度の頻度で起こる最大級の洪水を想定し、洪水により直接的損害を受けやすいと想定される、当行が全国に設置・保有している ATM 等の銀行設備への影響について定量分析を実施しました（建物については大宗が賃借契約で当行保有資産ではないため除外しています）。

シナリオは IPCC RCP2.6（2℃シナリオ）と IPCC RCP8.5（4℃シナリオ）を採用しております。分析のフローイメージは以下のとおりです。

＞分析フローイメージ



ハザードマップを用いて現時点で想定される洪水発生時の浸水深をもとに、当行設備が受ける被害額を算定したところ、今後 100 年間累計で約 250 億円と試算されました。気候変動により、洪水発生頻度は 2℃シナリオでは約 2 倍、4℃シナリオでは約 4 倍に高まり、被害額も 100 年間累計で約 2 倍（約 500 億円）、約 4 倍（約 1,000 億円）となることが想定されますが、それらの発生頻度・被害額変化を織り込んでも、各設備は全国に分散して設定されており、同時に被害を受けるリスクは少なく、財務戦略への影響は限定的と考えています。

出典：株式会社ゆうちょ銀行「TCFD レポート 2022」

1

物理的
シナリオ
データ
セット

2

国内外
において
洪水
リスクを
把握
可能な
ツール・
プロダ
クト

3

広域
洪水
ハザ
ード
マッ
プの
特徴
と留
意点

4

浸水
深に
応じ
た
被害
査定
の手
法

5

将来
リス
クの
評価
…実
際の
計算
例（
ケー
スス
タデ
イ）

6

企業
にお
ける
開示
事例

7

用語
集

(6) 中外製薬株式会社

中外製薬株式会社は、定量評価として、国内の主力製品の製造および物流拠点を対象に、2℃シナリオおよび4℃シナリオの気候変動シナリオ分析を行っている。

分析手順は下記のとおりである。

- ✓ 各拠点の緯度経度から計画規模と浸水深情報のもと物件毎の浸水深の確率分布を算出
- ✓ 浸水深毎の営業停滞日数、発生頻度から「現状の風水災リスク」として売上減少額の期待値を算出
- ✓ 気候変動による大規模降雨頻度変動情報を加味した分布に修正
- ✓ シナリオ毎の売上高減少額の期待値を「気候変動後の風水災リスク」として試算

気候変動リスクにおけるシナリオ分析結果

シナリオ分析の結果、定性評価としては、TCFDが定義するハイレスクセクターのように、長期的に大規模な事業転換や投資を必要とする重大な気候関連リスクは認識されませんでした。但し、製造業で共通する気候関連リスクとして、製造拠点や調達品に関する気候災害、水不足リスク、バリューチェーン上の炭素税などの継続的なリスク分析が不可欠であるとの結果が出ています。また、製薬セクターのGHG排出強度（スコープ1/2）は必ずしも低くはないとの研究もあり、業界全体の規制強化も想定することが必要だと考えています。

定量評価としては、国内の主力製品の製造および物流拠点を対象に、2℃シナリオおよび4℃シナリオの気候変動シナリオ分析を行いました。その結果、風水災リスク下での売上減少額は現状の想定（39.6億円/年）と比較して、2℃シナリオの場合約37%増加（54.1億円/年）、4℃シナリオの場合約60%増加（63.3億円/年）と試算しています。また、全製品を扱っている東日本物流センター*8が1カ月以上停滞した場合は723億円の被害が見込まれ、現状では0.01%と試算されるその発生確率は、B1シナリオでは0.04%に、A2シナリオでは0.06%に上昇すると試算されています。

なお、当該分析については、以下の手順で行っています。

- 各拠点の緯度経度から計画規模と浸水深情報のもと物件毎の浸水深の確率分布を算出
- 浸水深毎の営業停滞日数、発生頻度から「現状の風水災リスク」として売上減少額の期待値を算出
- 気候変動による大規模降雨頻度変動情報を加味した分布に修正
- シナリオ毎の売上高減少額の期待値を「気候変動後の風水災リスク」として試算

*9 2021年1月より災害マップに基づく浸水対策を実施した新物流センターに移転済

各拠点気候変動リスク評価結果

物件拠点	貢献売上 (億円)	1,000年に1度の 浸水深(m)	一年あたりの 長期営業停滞発生確率と その被災額 ^{※1}		期待売上減少額 ^{※2} (浮間工場5m、 その他1mの浸水賠償を設定)	
 調達品A製造所 (静岡県焼津市)	640 アクテムラ (国内及び海外)	2.19 大井川河口より 2.2km 左岸破堤	現状	0.00%	現状	0.00(億円/年)
			B1	0.01%	B1	0.00(億円/年)
			A2	0.01%	A2	0.00(億円/年)
 浮間工場	53 ヘムライブラ (国内及び海外)	5.931 荒川河口より 28.80km 右岸破堤	現状	0.02%	現状	0.08(億円/年)
			B1	0.05%	B1	0.17(億円/年)
			A2	0.08%	A2	0.25(億円/年)
 東日本物流センター	1,984 国内売上の50% 及び 海外売上の3%	2.67 利根川河口より 141.5km 右岸破堤	現状	0.01%	現状	39.5(億円/年)
			B1	0.04%	B1	53.9(億円/年)
			A2	0.06%	A2	63.1(億円/年)

※1 …水災により1カ月以上の営業停滞が起きる場合で試算
※2 …主力製品の生産リードタイム・在庫を基に試算した期待値(各被災の発生確率とそれによる売上減少額の積の和)

TCFDシナリオ分析でのリスク項目については、BCP対策などで実施していた項目と一致しており、気候変動リスク分析の財務インパクトにおいても、これらの取り組みを通じ、想定影響額は低減された結果となりました。具体的には、浮間工場にて震災・浸水対策として第3号施設（UK3）建設の際に高さ5mの浸水対策を実施したほか、2021年1月に移転新物流センターでは災害マップに基づく浸水対策を実施しています。

引き続き、当該分析結果を通じた気候変動リスクと機会への対応とさらなる情報開示の充実に取り組んでいきます。

出典：中外製薬株式会社「TCFD 提言に基づく情報開示」

(7) キリンホールディングス株式会社

キリンホールディングス株式会社は、物理的（急性）リスクとして、洪水による操業停止（短～長期）について、製造拠点の水リスクを Aqueduct3.0 および自治体で作成しているハザードマップなどを使用して調査・分析している。また、風水害シミュレーションシステムを利用した洪水リスクの損害予想把握を進めている。

概要

	取り組み内容	2021年～2022年の進捗	リスク	事業へのインパクト	財務インパクト	対応戦略
ガバナンス	●気候変動問題を含めた環境全体の基本方針などの重要事項：取締役会で審議・決議	●グループCSV委員会の開催回数を増加（年1回→年3回）	物理的 リスク	農産物の収量減	約25億円～約97億円 （4℃シナリオ、2050年）	大麥に依存しない醸造技術 植物大量増殖技術 持続可能な農園認証取得支援
	●「SBT1.5℃」目標へのアップグレード、RE100への加盟などの目標設定：経営戦略会議で審議・決議	●グループ環境会議（年2回）を設置		洪水による操業停止	10億円 （200年災害、国内20カ所合計）	
	●グループ会社の経営計画への組み込み：非財務KPIの1つであるCSVコミットメントに設定	●TCFD新ガイダンスに準拠した開示	渇水による操業停止	0.3～6億円	知見共有 用水削減技術	
	●グループ横断的な環境問題への対応：キリンホールディングスの社長を委員長、主要グループ会社の社長とキリンホールディングスの役員を委員とする「グループCSV委員会」（年3回）で議論、決定事項は取締役会に上程	●役員報酬に連動する非財務目標指標にGHG排出量削減を設定	移行 リスク	カーボンプライシング エネルギー財務インパクト	約10億円（4℃シナリオ、2030年） 約95億円～約4,270億円 （1.5℃シナリオ、2030年）	「SBT1.5℃」目標達成
●取締役会への報告・レビュー：環境経営の進捗状況や環境課題に関わる事業のリスクと成長機会（毎年）		農産物財務インパクト		16億円～57億円 （RCP8.5シナリオ、2050年）	植物大量増殖技術 持続可能な農園認証取得支援	
戦略	●長期戦略「キリングループ環境ビジョン」改定のインプット：2015年のパリ協定採択、2018年のIPCC 1.5℃特別報告書やシナリオ分析の結果	●事業会社の業績評価に連動するCSVコミットメントで全事業会社のGHG排出量削減目標を設定	事業機会	感染症の拡大	28,961.4Mn米ドル （2030年免疫健康サプリメント世界売上規模）	ヘルスサイエンス領域での貢献
	●緩和策：「SBT1.5℃」目標へと上方修正。RE100に加盟して再生可能エネルギーを拡大	●大規模太陽光発電をPPA方式（横浜工場除く）でキリンビール全工場に設置		カーボンプライシング 熱中症救急搬送者数増	940億円～1,880億円（4℃シナリオ） （2100年熱中症対策飲料日本市場規模）	熱中症に対応する商品
	●適応策：大麥に依存しない代替種の活用技術や植物大量増殖技術、用水削減技術、持続可能な農園認証の取得支援	●キリンビール名古屋工場に続き仙台工場でも調達電力の再生可能エネルギー比率100%を達成				
	●事業機会：熱中症や感染症の拡大など気候変動がもたらす社会課題に対するソリューションとなる商品の提供	●シャトー・メルシャンの3つのワイナリーの調達電力の再生可能エネルギー比率100%を達成				
リスク管理	●気候変動関連のリスクも含めたリスクマネジメント：グループリスク・コンプライアンス委員会が管理（4半期毎）	●オールハザードBCP稼働開始	物理的リスク	農産物収量減	渇水・洪水	エネルギー費用
	●起こる可能性は分からないものの起きた場合に事業に極めて大きな影響を与えるリスク対応：シナリオを設定して分析・評価することで重要リスクを抽出・検討する新しいアプローチの導入・運用					
指標と目標	●長期目標：2050年までにバリューチェーン全体のGHG排出量をネットゼロ（「SBTネットゼロ」認定取得済み）	●Scope1+2：13%削減 （2019年比、2021年末実績）	事業機会	水ストレス	熱中症	ヘルスサイエンス領域
	●中期目標：2030年までに2019年比でScope1+2で50%削減、Scope3で30%削減（「SBT1.5℃」目標承認取得済み）	●Scope3：12%削減 （2019年比、2021年末実績）				
	●再生可能エネルギー：使用電力の再生可能エネルギーを2040年に100%（RE100加盟）					
	●その他：各事業会社がCSVコミットメントとして設定					

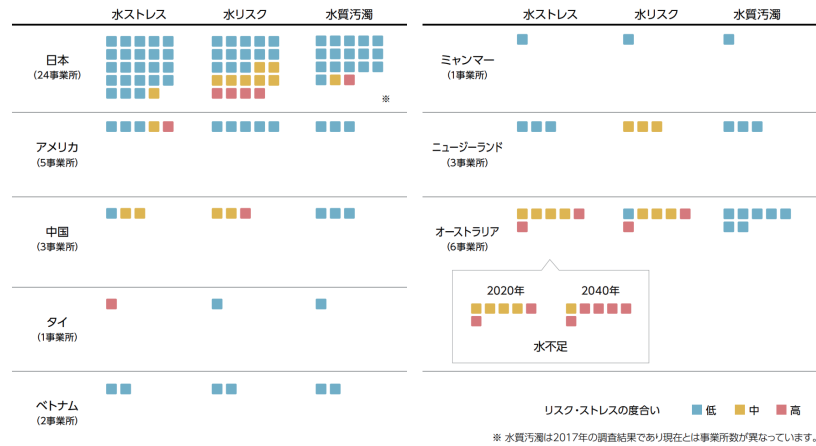
物理的リスクのタイプ 急性リスク

物理的リスクの詳細

洪水による操業停止【短～長期】

気候変動による台風や集中豪雨などの被害で、製造の停止、または大きな影響がでる可能性があります。キリングループは、水ストレスの大きく異なる日本とオーストラリアで事業を行ってきたことから、水問題が国や地域で異なり、流域や場所に大きく依存していることを経験的に理解してきました。2014年から定期的に科学的な調査を実施し、2021年は、事業の拡大に応じてアメリカのNew Belgium Brewingの2つの主要製造拠点についてAqueductを基に追加調査と評価を行いました。2020年に製造拠点の水リスクをAqueduct3.0および自治体で作成しているハザードマップなどを使用して調査・分析した結果（図8）から、洪水などの水リスクが高い工場として、中国1工場、オーストラリア2工場、日本4工場が特定され、その中でも中国（珠海）はAqueductでExtremely highの評価となっています。オーストラリアで水リスクが高いと評価されたライオンのCastlemaine Perkins Breweryは、2022年3月にオーストラリア東部での広範囲な激しい集中豪雨によりブリスベンで大規模な洪水が発生したことで浸水しました。2011年にも、集中豪雨により浸水しています。今後も、ツール類によるリスク評価を継続するとともに、経験的な要素も加えた評価も継続します。洪水により工場が受ける財務インパクトについては、過去の浸水被害実績額（表9）である約10億円～50億円を管理値としています。風水害シミュレーションシステムを利用した洪水リスクの損害予想把握も進めています。一般的な200年災害でのエクスポージャー（国内事業所20カ所合計）は、約10億円となっています。温暖化を原因とする海面上昇による事業所の浸水被害の可能性もありますが、日本では4℃での海面上昇が0.46～0.97mとの予想があるものの、定量的な評価はまだ難しいと考えています。今後も研究成果を注視していきます。

■ 事業所水リスク評価（水ストレス・水リスクは2021年、水質汚濁は2017年の調査結果）



■ 水リスク（洪水による下記の実績値）

国	事業会社	工場	被害額※	売上高比率
豪州	ライオン	Castlemaine Perkins Brewery	約10億円	0.05%
日本	キリンビール	仙台工場	約50億円	0.27%

※仙台工場は平成23年東北地方太平洋沖地震での津波と地震被害額

■ 風水害シミュレーション結果

再現期間(年)	Wind+Flood AEP*
500	42.00%
250	0
200	0
150	0
100	0

*Aggregate Exceedance Probability

※グループ内の事業所における高リスク事業所の割合は約16%、中が約9%、水ストレスは高の事業所が約36%、中が約18%となっています。詳細はP.101で開示しています。
※ブリスベンは水ストレスが高く深刻な洪水が続いている地域ですが、同時に数十年に1度、大きな氾濫を繰り返して経験してきた歴史があります。
※気象庁：海面水位・高潮・高波の観測事実と将来予測～「日本の気候変動2020」から～
※https://www.mlit.go.jp/kowan/content/06.pdf

出典：キリンホールディングス株式会社「TCFD 提言に基づく開示」

7. 用語集

TCFD ³²	G20 の要請に基づき、設立された「気候関連財務情報開示タスクフォース (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)」。 2017 年 6 月に公表された最終報告書において、企業における気候関連のリスク及び機会の開示の枠組みを示している。
物理的リスク ³²	気候変動の物理的影響に関するリスク。物理的リスクは、台風や洪水の深刻化・増加など突発的なリスク（急性リスク）や、降雨・気象パターンの変化や海面上昇など長期にわたるリスク（慢性リスク）に分類される。
移行リスク ³²	低炭素経済への移行に関するリスク。
IEA ³³	国際エネルギー機関 (International Energy Agency) 設立は 1974 年であり、気候変動に関する政策や市場改革、再生可能エネルギー技術開発などの政策提言を行う。
IEA WEO (World Energy Outlook) ³³	IEA の代表的なレポートであり、気候変動に関してはエネルギー情勢や各国政策シナリオを反映したシナリオを設定し、シナリオに基づく世界のエネルギー需給や、政策規制の導入、技術開発見通しなどのパラメータを示している。
IPCC ³⁴	国連気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change)。人為起源による気候の変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988 年に世界気象機関 (WMO) と国連環境計画 (UNEP) により設立された政府間組織である。
IPCC RCP ³³	IPCC (国連気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change)) が第 5 次評価報告書 (AR 5) で示したシナリオ「Representative Concentration Pathways」を指す。 代表的濃度経路 (RCP) には RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5 の 4 つがある。2.6、4.5、6.0、8.5 の数値は放射強制力（地球に出入りするエネルギーが地球の気候に対して持つ放射）を表しており、最も低い RCP2.6 では 2100 年に 0.3 から 1.7℃の気温上昇、最も高い RCP8.5 では 2.6 から 4.8℃の気温上昇が見込まれていることから、それぞれ 2℃シナリオ、4℃シナリオと称される。
IPCC SSP ³³	IPCC (国連気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change)) が第 6 次評価報告書 (AR6) で示したシナリオ「Shared Socioeconomic Pathways」を指す。 AR6 では RCP の 4 つのシナリオに、将来の社会経済の発展傾向を仮定した共有社会経済経路 (SSP) シナリオを組み合わせ、SSP 1 から 5 までの 5 つのシナリオ (SSP1-1.9, SSP2-2.6, SSP3-4.5, SSP4-6.0, SSP5-8.5) が設定された。

32. TCFD 「気候関連財務情報開示タスクフォースの提言 最終報告書（サステナビリティ日本フォーラム私訳 第 2 版）」

33. 環境省 「TCFD 提言に沿った気候変動リスク・機会のシナリオ分析実践ガイド（銀行セクター向け）ver.2.0」

34. 文部科学省及び気象庁 「日本の気候変動 2020」に加筆

NGFS ³⁵	中央銀行など金融当局が気候変動リスクを評価するための枠組みである「気候変動リスクにかかる金融当局ネットワーク」(Network for Greening the Financial System)を指す。 2 020年から金融機関のリスク管理を主眼とした気候変動に係るシナリオを公表している。2022年のNGFSシナリオ(第3版)では、3つのカテゴリー(秩序だった移行<Orderly transition>、無秩序な移行<Disorderly transition>、温暖化の進行<Hot house world>)について、それぞれCO₂除去技術の考慮の有無など2シナリオの計6本のシナリオを示している。
気候予測データセット 2022 ³⁶	「気候予測データセット 2022」は、文部科学省が実施した気候変動研究プログラム等において作成された気候変動予測データや、それらを含む予測データを大学や研究機関等が解析、統計処理して作成されたデータから構成され、一つのパッケージとして提供するものである。 利用にあたっての全般的な注意事項に留意しつつ、各データセット特有の注意事項も参考にしながら、データの利用を行うことが望ましい。
d4PDF ³⁶	過去気候、3つの温暖化レベル(結果として+1.5℃、+2℃、+4℃昇温するレベル)の将来気候、そして温暖化していないことを想定した非温暖化過去気候のそれぞれについて実施した、全球域(60km メッシュ)と日本域(20km メッシュ)の高解像度大気モデルによる大規模アンサンブル気候シミュレーション出力をまとめたデータベースの総称である。 メリットは、3000年から6000年分の各気候シミュレーション出力から、調査対象とする気象要素や台風、豪雨などの顕著イベントについての実験サンプルを多数抽出して統計処理することで、過去気候と複数の温暖化レベルの将来気候に対する気候変動の影響についての統計的に信頼性の高い解析結果が得られることである。
洪水 ³⁷	台風や前線によって流域に大雨が降った場合、その水は河道に集まり、川を流れる水の量が急激に増大します。このような現象を洪水という。一般には川から水があふれ、氾濫(はんらん)することを洪水と呼ぶ。
高潮 ³⁷	高潮とは、台風により気圧が低くなるため海面が吸い上げられたり、海面が強風で吹き寄せられたりして、湾内の海面が普段より数mも高くなることをいい、東京湾や大阪湾など湾口を南にもつ内湾に沿って台風が北上する場合に発生する。高潮により海面が上昇し堤防より高くなると、海岸線や河口部に接する低地に浸水被害をもたらす。
内水氾濫	都市排水の機能が降雨に追いつかず市街地や低地・窪地で発生するような浸水のこと。
水ストレス ³⁸	水需給が逼迫している状態のこと。
洪水浸水想定区域図 ³⁹	国土交通省及び都道府県では、洪水予報河川及び水位周知河川に指定した河川について、洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水害による被害の軽減を図るため、想定し得る最大規模の降雨により当該河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を洪水浸水想定区域として指定し、指定の区域及び浸水した場合に想定される水深、浸水継続時間を洪水浸水想定区域図として公表している。

35. NGFS「Climate Scenarios for central banks and supervisors,2022.9」

36. 文部科学省・気象庁「気候予測データセット 2022 解説書」

37. 国土交通省「河川に関する用語」

38. 国土交通省「水資源問題の原因」

39. 国土交通省「洪水浸水想定区域図・洪水ハザードマップ」

洪水ハザードマップ ³⁹	市町村では、浸水想定区域をその区域に含む市町村の長は、洪水浸水想定区域図に洪水予報等の伝達方法、避難場所その他洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な事項等を記載した洪水ハザードマップを作成し、印刷物の配布やインターネット等により、住民の方々に周知している。
想定最大規模 ⁴⁰	現状の科学的な知見や研究成果を踏まえ、利用可能な水理・水文観測、気象観測等の結果を用い、現時点において、ある程度の蓋然性をもって想定し得る最大規模のこと。
計画規模 ⁴¹	洪水を防ぐための計画を作成するとき、被害を発生させずに安全に流すことのできる洪水の大きさ（対策の目標となる洪水の規模）のことを計画規模という。一般的にその洪水が発生する確率（確率年）で表現する。
流量 ⁴²	河川または水路のある横断面を単位時間に通過する流水の量。一般にm ³ /secの単位で表す。
氾濫原 ⁴¹	溢水や破堤によって流れ出した水が浸水する土地のこと。
破堤 ⁴¹	堤防が洗掘されたり、漏水や侵食などが原因で堤防が壊れること。
浸水深 ⁴¹	洪水や内水氾濫によって、市街地や家屋、田畑が水で覆われることを浸水といい、その深さのこと。
治水経済調査マニュアル（案）	治水経済調査とは、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的な便益や費用対効果を計測することを目的として実施されるものである。治水経済調査マニュアル（案）は、治水経済調査の指針であり、事業評価に活用されている。
費用対効果 ⁴¹	河川改修や洪水調節などの洪水対策を行う場合、整備にかかる費用（Cost）と整備により減らすことのできた洪水の被害額（Benefit）の比のこと。一般に、B/Cが1を越えると、洪水対策が経済的にみて効果があると判断される。
地盤勾配	建造物・施設物などの基礎となる土地の傾斜。

40. 国土交通省「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法」

41. 国土技術政策総合研究所「河川用語集」

42. 国土交通省 北海道開発局 帯広開発建設部「河川用語集」

発行日 2023 年 3 月 29 日 ver1.00 発行



国土交通省 水管理・国土保全局



本手引きは、一般財団法人 国土技術研究センターが国土交通省の委託を受け作成しました。