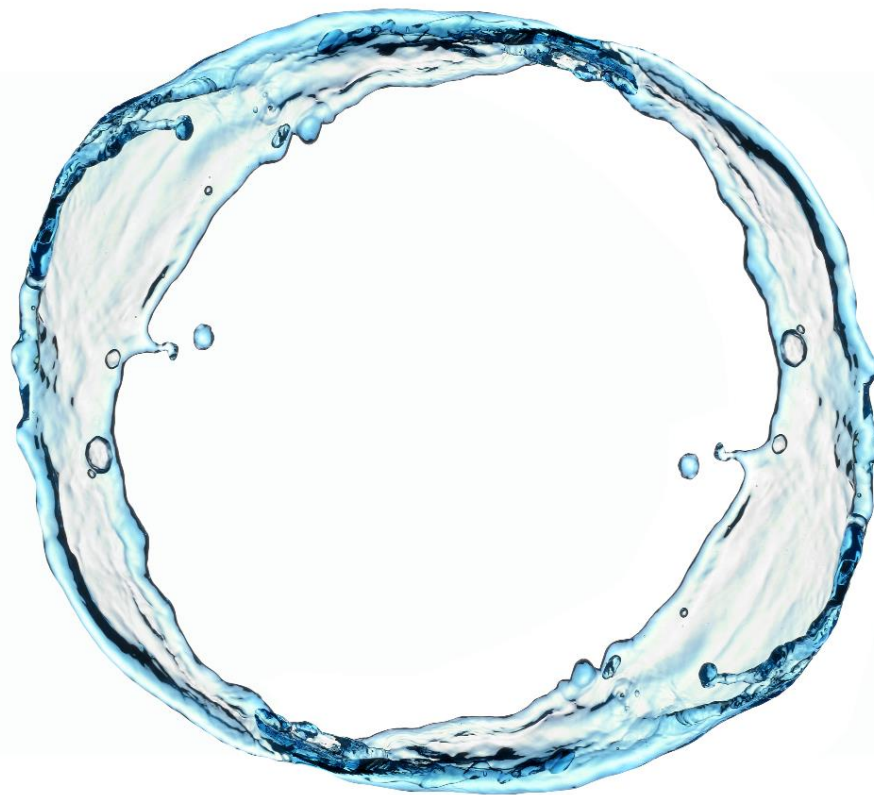


Deloitte.

デロイト トーマツ



TCFD物理リスク評価懇談会

TCFD開示における水害リスクの分析評価について

デロイト トーマツ
2023年1月20日

**MAKING AN
IMPACT THAT
MATTERS**

since 1845

自己紹介



丹羽 弘善 Niwa Hiroyoshi
デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社
執行役員 Sustainability Unit Leader

製造業向けコンサルティング、環境ベンチャー、商社との排出権JV取締役を経て現職。東京大学大学院新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 山地・藤井研究室卒。気候変動関連のシステム工学・金融工学を専門とし、政策提言、企業向けの気候変動経営コンサルティング業務に従事

■ 主な業務

- ✓ TCFDガイダンス構築支援（経済産業省）、TCFD実践ガイド構築支援（環境省）
- ✓ TCFDシナリオ分析／シナリオプランニング（民間多数）
- ✓ 適応ビジネス／ファイナンス関連業務（国立環境研究所）
- ✓ プラスチック資源循環小委員会事務局（環境省、経済産業省） 他

■ 主なセミナー講演・寄稿

- ✓ 「グリーン・トランスフォーメーション戦略」（日経BP 2021年10月）
- ✓ 環境省「民間企業の気候変動適応の促進に関する検討会（2021）」委員
- ✓ 農林水産省 第6回あふの環勉強会講師（ESG情報開示基準等の動向と課題～持続可能な食料・農林水産業へのヒント～）（2021.7）
- ✓ 【環境省セミナー】民間企業の気候変動適応実践プログラム（セミナー編）（2023年1月11日）ファシリテーター
- ✓ 「EU日本 気候変動政策シンポジウム」（IGES）、「TCFDを経営に生かす」（日経ESG 2019年2月）その他、メディアへの寄稿、セミナー講演多数。

企業開示における水害リスク評価の具体的な実施方法

水害リスク分析における課題と手引きへの期待

【TCFDシナリオ分析における事業インパクト評価の位置づけ】

それぞれのシナリオが、組織の戦略的・財務的ポジションに対して与える影響を評価



(赤字 = 各ステップの検討ポイントは本支援事業を踏まえて追記)

1 ガバナンス整備

戦略策定やリスク管理プロセスにシナリオ分析を組み込む。関連する取締役会等の監視を行う。巻き込むべき内外のステークホルダーと巻き込み方を特定する



経営層・事業部の
巻き込み！

2 リスク重要度の評価

市場変化・ 技術変化	評判
政策と法律	物理的 リスク

現在及び将来に想定される、組織が直面する気候変動リスクと機会は何か？それらは将来に重要となる可能性があるか？組織のステークホルダーは関心を抱いているか？



業界・自社目線の
取捨選択！

3 シナリオ群の定義

組織に関連する
移行リスク・物理的
リスクを包含した
複数のシナリオ

いかなるシナリオ（と物語）が組織にとって適切か？
入力変数と仮定、分析手法を検討する。いかなるシナリオを参照すべきか？



一定の前提下での
将来世界の鮮明な認識！

4 事業インパクト評価

事業インパクト：
・ 投入コスト
・ 事業コスト
・ 収益
・ サプライチェーン
・ 営業停止
・ タイミング

それぞれのシナリオが組織の戦略的・財務的ポジションに対して与える影響を評価する。
感度分析を行う



数値の精度を
追求しすぎない！

5 対応策の定義

対応策
・ ビジネスモデル変革
・ ポートフォリオ変革
・ 能力や技術への投資

特定されたリスクと機会を扱うために、適用可能で現実的な選択肢を特定する。
戦略的・財務的な計画に
いかなる修正が求められるか？



複数シナリオへの
幅広い“構え”！



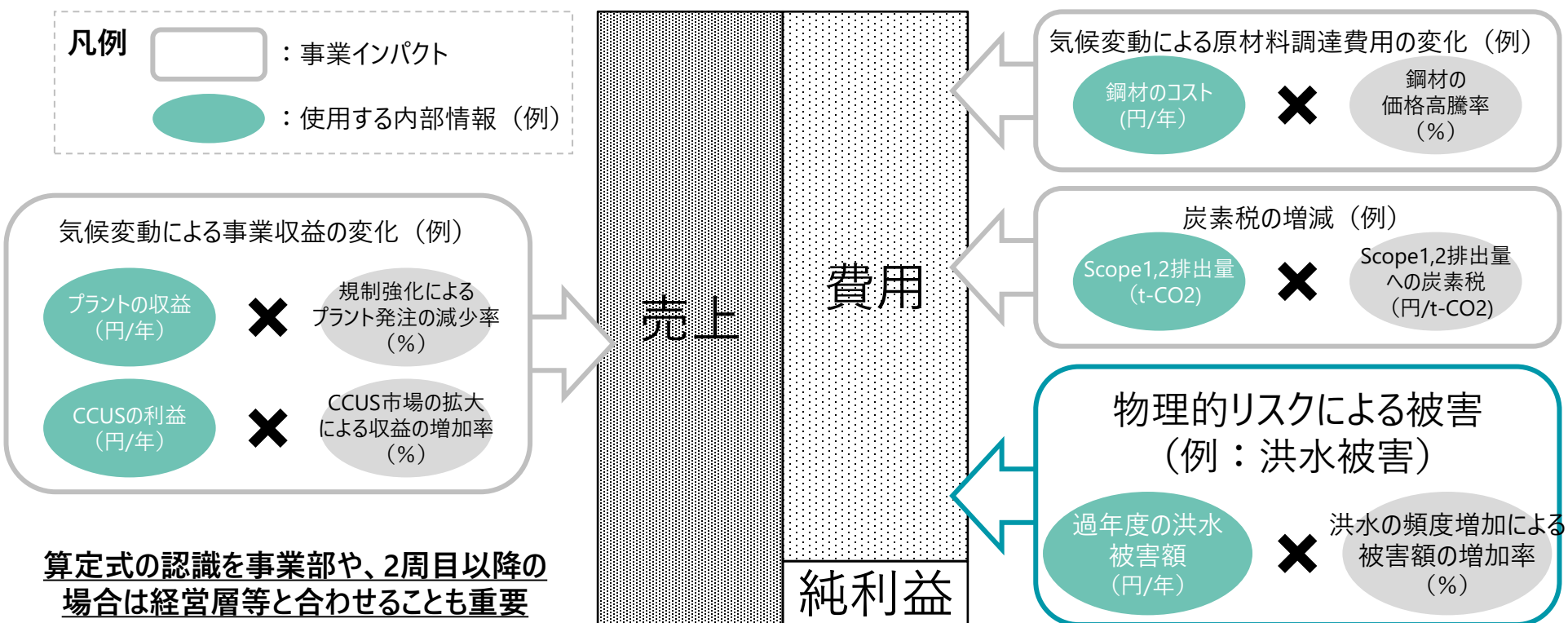
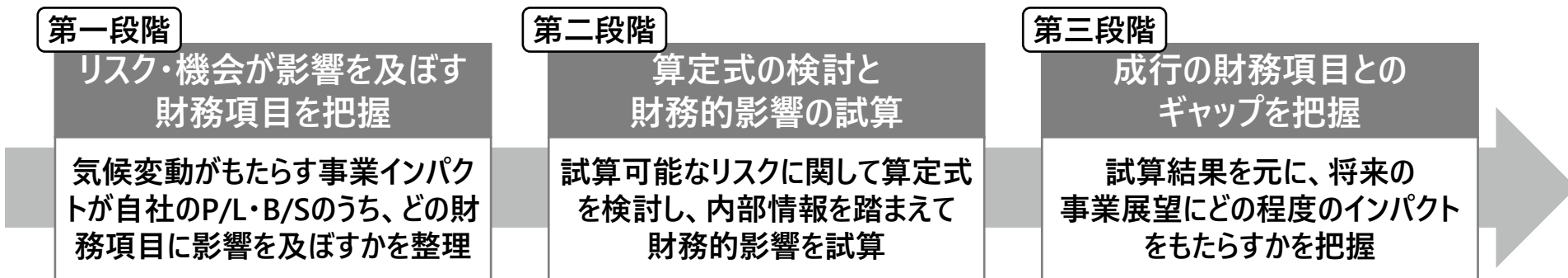
読み手目線での
情報開示！

6 文書化と情報開示

プロセスを文書化する。関連組織とコミュニケーションをとる。主要な入力変数、仮定、分析手法、結果、とりうる経営上の選択肢について、情報開示する準備を整える

【事業インパクト評価の概観】

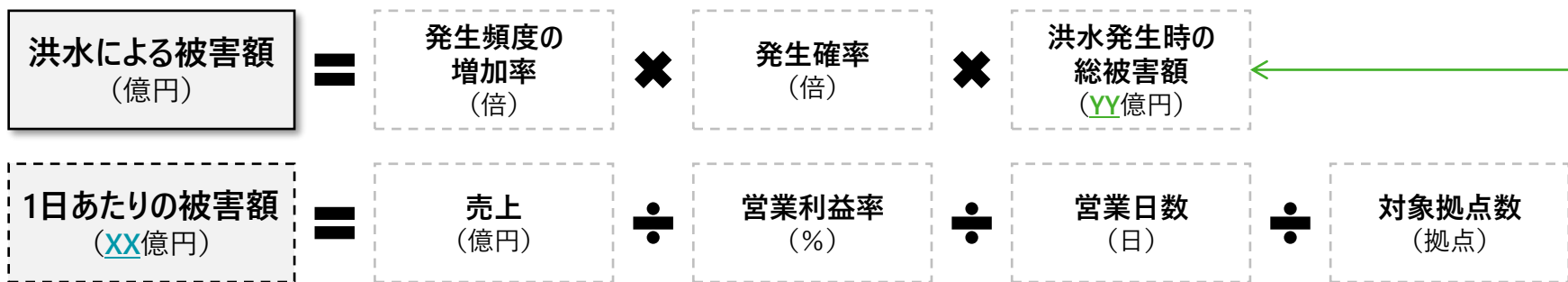
P/LやB/Sへのインパクトの整理、試算、成行の財務項目とのギャップの把握を実施



【手法①：環境省TCFDガイド】

異常気象の激甚化によるコスト増について、1日あたりの操業停止による被害額を算出した上で、発生頻度の増加率や発生確率を用いて、被害額を算出可能

洪水による操業停止の被害額



各浸水深レベル別の洪水発生時における推定被害額

浸水深レベル (ハザードマップ)	自社拠点数	最大操業停止日数	発生時の被害額
5m-10m	1拠点	45日	1拠点 × 1日あたりの被害額 (XX億円) × 45日
3m-5m	2拠点	32日	2拠点 × 1日あたりの被害額 (XX億円) × 32日
0.5m-3m	0拠点	20日	0拠点 × 1日あたりの被害額 (XX億円) × 20日
0.5m-1m	2拠点	12日	2拠点 × 1日あたりの被害額 (XX億円) × 12日
0.5m未満	4拠点	6日	4拠点 × 1日あたりの被害額 (XX億円) × 6日

洪水発生時の被害額を合算し、総被害額YY億円を算出

【手法①：開示事例（JR東日本）】

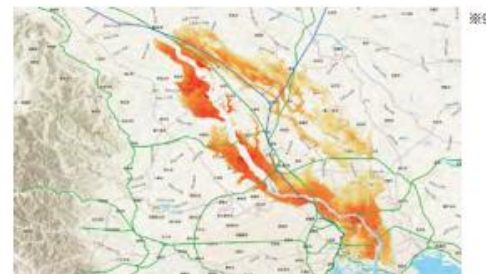
河川氾濫に関する財務影響について、影響が想定される路線情報や国から公表されている浸水想定区域図等の外部情報を用いて定量的に試算、試算結果をシナリオ別に開示

- ✓ 評価対象として選定した河川について、計画規模降雨による氾濫が発生した場合に想定される財務影響を定量的に評価
- ✓ 試算方法については、主要路線の資産額や、罹災に伴う計画運休、復旧に要する期間に応じた旅客収入の逸失、駅や線路などの鉄道資産の復旧費用に基づくと記載している

荒川(上流)の氾濫に関する財務影響試算結果**

氾濫想定河川	大きな影響が想定される路線			
荒川 (上流)	上越新幹線	京浜東北線	宇都宮線	常磐線
	東北新幹線	埼京線	川越線	総武線

気候変動シナリオ	浸水対策(ハード・ソフト)	財務影響(損失)増加額(億円)	
		2050年単年	2021~2050年累計
RCP2.6 (2°C上昇)	対策なし	+30	+450
	対策あり	+12	+177
	対策による損失削減効果	▲18	▲273
RCP8.5 (4°C上昇)	対策なし	+30	+455
	対策あり	+12	+189
	対策による損失削減効果	▲18	▲266



利根川の氾濫に関する財務影響試算結果

氾濫想定河川	大きな影響が想定される路線	
利根川	東北新幹線	常磐線

気候変動シナリオ	浸水対策(ハード・ソフト)	財務影響(損失)増加額(億円)	
		2050年単年	2021~2050年累計
RCP2.6 (2°C上昇)	対策なし	+3	+41
	対策あり	+3	+39
	対策による損失削減効果	0	▲2
RCP8.5 (4°C上昇)	対策なし	+3	+45
	対策あり	+3	+42
	対策による損失削減効果	0	▲3

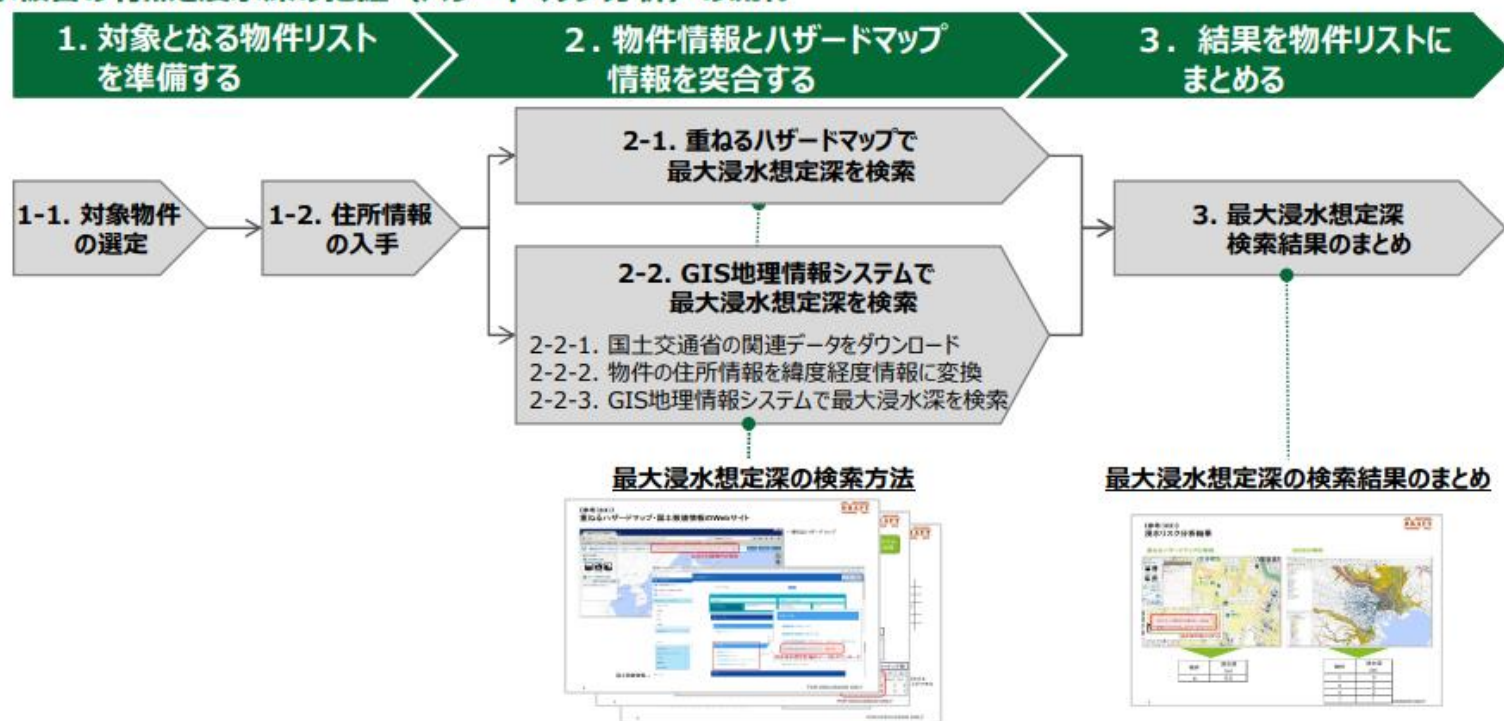


【手法②：環境省TCFDガイド（金融セクター向け）】

金融機関向けでは、データ収集、データに基づく洪水被害の有無と浸水深の把握、想定浸水深に基づく被害推計、金融機関としてのリスク評価（与信コスト等の計量）を行う

■温暖化によって生じるリスクとして洪水に着目し、**洪水被害**による融資先企業への影響から**金融機関の財務への影響を推計**する方法を解説。

洪水被害の有無と浸水深の把握（ハザードマップ分析）の流れ



浸水深を把握した後、融資先企業の建物自体の損害（担保毀損額）と、浸水期間内の業務停止による逸失利益を推計。また、これらの損害が気候変動によって**どの程度の頻度で発生し、金融機関としてのリスク量はどの程度変化するかを計測。**

【手法②：開示事例（みずほフィナンシャルグループ）】

事業インパクト評価では、シナリオ別に与信コストを定量的に分析。
財務への影響は限定的であると記載することで、レジリエンスを示唆

- ✓ リスクによる財務的影響を定量的に記載、与信コストの試算結果をシナリオ別に示す
- ✓ 財務への影響は限定的と記載することで、企業がリスクに対してレジリエントであることも明記されている

シナリオ	<u>NGFS³の Net Zero 2050 (1.5°C)、Below 2°C、Delayed Transition、Current Policies シナリオ</u>
分析方法	分析対象セクターに属する取引先企業が直面する、リスクと機会の影響評価のためのパラメータを特定。シナリオ下におけるパラメータ変化を基に取引先企業の業績影響の予想を作成することにより、〈みずほ〉の与信コストの変化を分析
対象セクター	<u>「電力ユーティリティ」、「石油・ガス、石炭」、「鉄鋼」、「自動車」セクター（国内・海外）</u>
対象時期	2050年
与信コスト	上記セクターにおける増加額は、2050年までの累計で Net Zero 2050: 1.2兆円、Below2°C: 600億円、Delayed Transition: 1.1兆円程度（Current Policies シナリオとの差額）
示唆・必要なアクション	<ul style="list-style-type: none">・与信コスト増加額は <u>2050年までの累計額であり、当グループ財務への影響は限定的</u>・脱炭素社会に向け、迅速かつ円滑に移行を進めること（秩序だった移行）の重要性を確認・お客さまとのエンゲージメントをより一層強化することで、気候変動対応を秩序だつて進めることができるよう支援していく・お客さまの移行計画を踏まえたシナリオ分析を実施し、深度あるエンゲージメントにつなげていく

【手法③：Climate Value-at-Risk (Climate VaR)】

シナリオ分析の結果、重要セクターの企業の財務悪化が想定される場合、スコアリングモデルによる内部格付の悪化を通じた与信コスト等への影響が想定される

移行リスクによる財務インパクトに基づく与信コスト等への影響推計の考え方

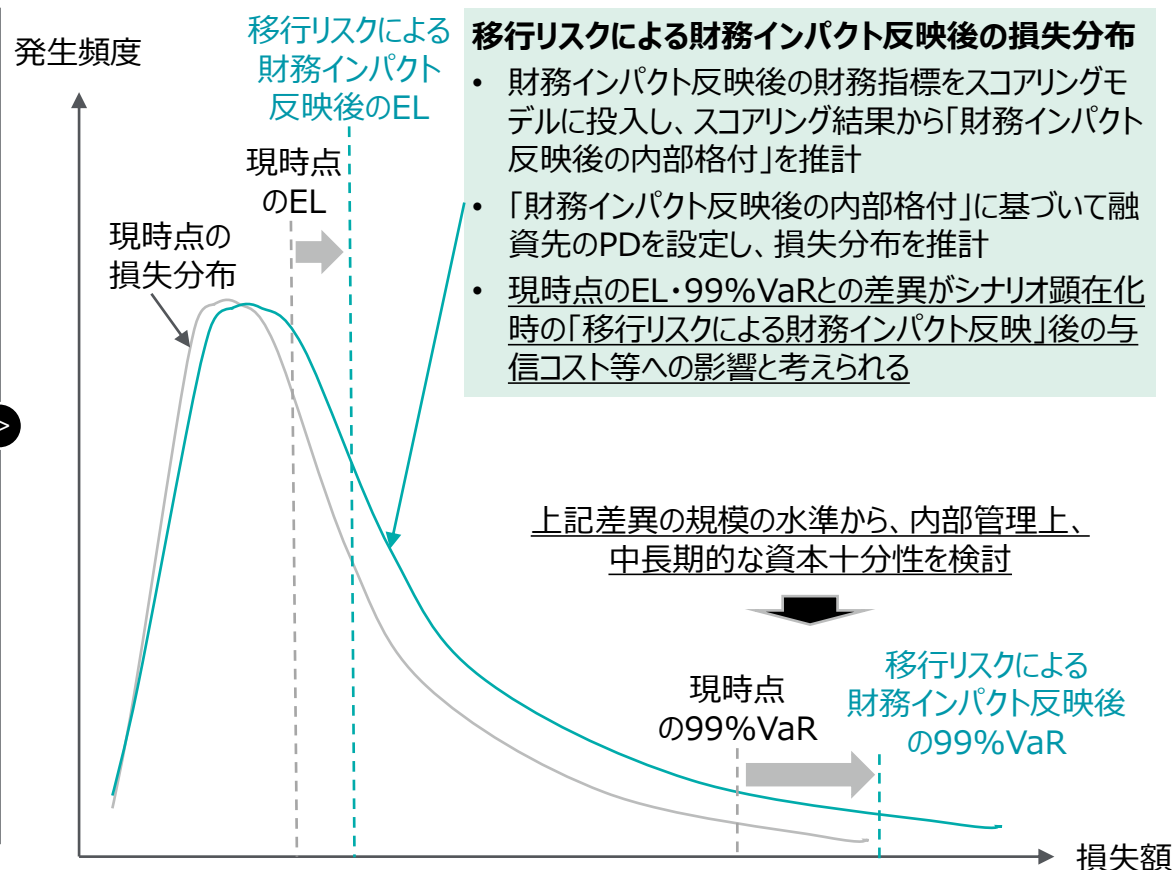
$$C_{VaR} = FCF_0 \sum_{t=0}^T \left\{ \prod_{s=1}^t \frac{(1+\bar{g}_s)}{(1+r_s)} - \prod_{s=1}^t \frac{(1+g_s^c)}{(1+r_s)} \right\}$$

FCF_0 は現時点($t=0$)のフリーキャッシュフロー

\bar{g}_t は t 年における気候変動を考慮しない場合の経済成長率 (GDP成長率)

g_t^c は t 年における気候変動を考慮した場合のGDP成長率

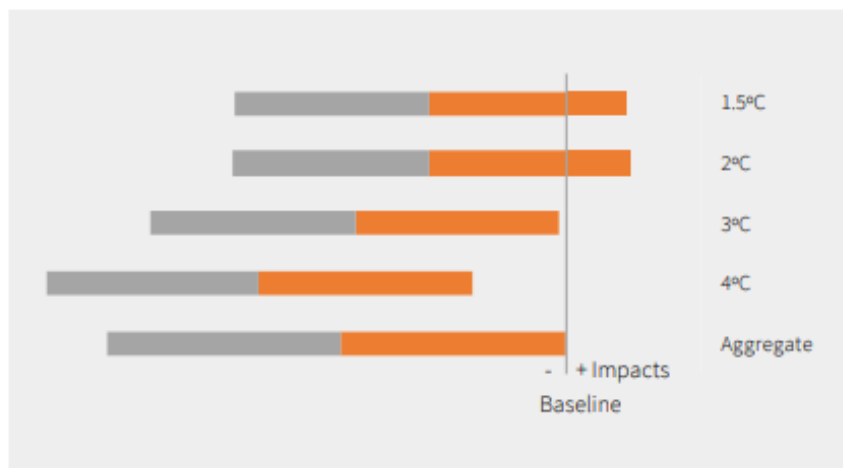
- 物理的リスクについては、現状講じられている温暖化対策に関係なく、現在から2030年まではこれまでと同じ速度で気温の上昇は進むと予想される
- したがって、何も対策が行われないBAUシナリオのもと、初期の15年間に限り、**Climate VaR (%CVaRの平均値と95%信頼性水準)**を求めることとしている
- 物理的リスクの平均値と95%信頼性水準は、**モンテカルロ・シミュレーション (MCS: Monte Carlo Simulation)**から求めた**%CVaRの確率分布から算定**される



【手法③：開示事例（Aviva Investors）】

UNEP FIのパイロットを踏まえて、CVaRでシナリオ分析を実施。

Figure 14: Aviva's Climate VaR output by scenario for shareholder funds as at 31/12/2020. Source: Aviva.



- Climate VaRにて、気候変動リスクを評価（UNEP FIのプロジェクトで開発）
- Climate wiseのフレームワーク、MSCI のメソドロジー（スコープ3、エネルギー会社、環境保護団体への配慮、移行にかかる費用を消費者に転嫁することや河川氾濫）を導入し改良
- 4°Cシナリオでは、物理的なリスクが支配的で、以下のようなマイナスの影響を与える
 - ✓ 株式、社債、不動産の長期投資収益率
 - ✓ 不動産ローン、ソブリンエクスポージャー 積極的な緩和策
- 1.5°Cシナリオと2°Cシナリオは、唯一アップサイドの可能性のあるシナリオである
- 物理的リスクの影響はより限定的であるが、移行リスクのダウンサイドリスクは依然として存在する。特に炭素集約的なセクター（例えば、“Carbon intensive sectors”、電力会社）からの長期的な投資リターンに対する移行期の政策行動の結果が想定
- これは、以下のように相殺
 - ✓ 一部の部門（例：新技術、自動車セクター）からの収益

企業開示における水害リスク評価の具体的な実施方法

水害リスク分析における課題と手引きへの期待

【課題と期待】

国内外における分析の高度化や分析結果の開示に関する指針をご議論いただきたい

分析の解像度の向上

ハザードマップ（拠点単位）を起点とした将来予測の拡充が必要

- 拠点の浸水深に関する将来予測値（パラメータ/文献）が確認出来ないため、一定補正を実施
 - 例：洪水発生頻度の増加率（XX-XX年から2倍、大雨の増加率等）や将来の影響度の変化（洪水により被害を受ける人口や都市の資産等）をもとに補足
- 河川によりハザードの確率規模が異なるため、複数地域を、単一規模で評価することはできない
- ある確率規模の浸水深が気候変動によって、どの程度増加するか確認できない

海外における 分析精度の向上

海外ではハザードマップ等が整備されておらず、拠点単位で浸水深の取得が困難

- Aqueduct（WRI）による浸水リスクの変化（洪水により被害を受ける人口や都市の資産等）の取得は可能
- 一方で、拠点の浸水深が取得できず、国内ほどの分析精度は確保できない

よりプラクティカルな リスク評価方針の整備

より効果的・簡易的にリスクを評価し、企業経営に組み込むことが必要

- ハザードマップにおける計画規模の洪水は、一般的に100年に一度の割合で発生することを想定しており、その発生確率を踏まえて、どのように企業経営のリスクとして把握し、対応策を講じるべきか
- 企業の調達戦略等を鑑みると、水害によるサプライチェーンの断絶リスクを把握し、対策を講じる必要があるが、リスクを網羅的・効率的に把握することが現状は困難

企業の関心や実務面では、洪水に加えて、濁水を含む水ストレスや水リスクという枠組みでのリスク評価に対するニーズも高い

【参考：開示事例（キリンホールディングス）】

事業インパクト評価では、渇水による影響も企業の関心の高い項目である。
浸水深のような定量的な指標がない中で渇水の被災シナリオは各社で設定している状況

- ✓ 渇水により給水制限が発生した際のシナリオを仮定し、**操業停止の財務インパクトを試算**
- ✓ 水ストレス地域での**渇水による水リスク**については、**洪水リスクと同程度に関心の高い項目**であり、多くの企業がAqueduct等を用いて簡易評価しているが、**定量的なリスク把握が課題**

リスク	事業へのインパクト	財務インパクト
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)
	洪水による操業停止	10億円 (200年災害、国内20カ所合計)
	渇水による操業停止	0.3～6億円

渇水による操業停止 [短～長期]

酒類や清涼飲料、医薬品、バイオケミカル製品の製造工程では水が必須のため、気候変動による渇水が深刻な場合は製造停止や製造に支障が出る可能性があります。

製造拠点の水ストレスをAqueduct3.0およびインターネット調査、事業所へのヒアリングなどから評価した結果、渇水などの水ストレスが高いのは、ライオンのオーストラリア3工場と Thai Kyowa Biotechnologiesであり、将来的にはライオンのオーストラリア6工場のリスクが高くなると判断しています。

渇水による製造事業所の財務インパクトについては、水ストレス [高]の事業所に対して、ある仮定における製造減の影響を試算額として把握しています。 試算では約0.3億円から約6億円となりましたが、過去事例から渇水時でも影響は最小限にできており、リスクとしては軽微であると判断しています。

事業所水リスク評価は→P.81

水ストレス地域における製造拠点の用水使用量は→P.101

デロイト トーマツ グループは、日本におけるデロイト アジア パシフィック リミテッド および デロイト ネットワーク のメンバーであるデロイト トーマツ 合同会社ならびにそのグループ法人（有限責任監査法人 トーマツ、デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社、デロイト トーマツ ファイナンシャル アドバイザリー 合同会社、デロイト トーマツ 税理士 法人、DT 弁護士 法人 および デロイト トーマツ コーポレート ソリューション 合同会社を含む）の総称です。デロイト トーマツ グループは、日本で最大級のビジネス プロフェッショナル グループ のひとつであり、各法人がそれぞれの適用法令に従い、監査・保証業務、リスク アドバイザリー、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、税務、法務等を提供しています。また、国内約30都市以上に1万名を超える専門家を擁し、多国籍企業や主要な日本企業をクライアントとしています。詳細はデロイト トーマツ グループ Web サイト（www.deloitte.com/jp）をご覧ください。

Deloitte（デロイト）とは、デロイト トウシュート マツ リミテッド（“DTTL”）、そのグローバル ネットワーク 組織を構成するメンバー ファーム および それらの関係法人のひとつまたは複数指します。DTTL（または“Deloitte Global”）ならびに各メンバー ファーム および それらの関係法人はそれぞれ法的に独立した別個の組織体です。DTTLはクライアントへのサービス提供を行いません。詳細は www.deloitte.com/jp/about をご覧ください。

デロイト アジア パシフィック リミテッドはDTTLのメンバーファームであり、保証有限責任会社です。デロイト アジア パシフィック リミテッドのメンバーおよびそれらの関係法人は、それぞれ法的に独立した別個の組織体であり、アジア パシフィック における100を超える都市（オークランド、バンコク、北京、ハノイ、香港、ジャカルタ、クアラルンプール、マニラ、メルボルン、大阪、ソウル、上海、シンガポール、シドニー、台北、東京を含む）にてサービスを提供しています。

Deloitte（デロイト）は、監査・保証業務、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、リスク アドバイザリー、税務およびこれらに関連するプロフェッショナル サービス の分野で世界最大級の規模を有し、150を超える国・地域にわたるメンバーファームや関係法人のグローバル ネットワーク（総称して“デロイト ネットワーク”）を通じ Fortune Global 500® の8割の企業に対してサービスを提供しています。“Making an impact that matters”を自らの使命とするデロイトの約312,000名の専門家については、（www.deloitte.com）をご覧ください。

本資料は皆様への情報提供として一般的な情報を掲載するのみであり、その性質上、特定の個人や事業体に具体的に適用される個別の事情に対応するものではありません。また、本資料の作成または発行後に、関連する制度その他の適用の前提となる状況について、変動を生じる可能性もあります。個別の事案に適用するためには、当該時点で有効とされる内容により結論等を異にする可能性があることをご留意いただき、本資料の記載のみに依拠して意思決定・行動をされることなく、適用に関する具体的事案をもとに適切な専門家にご相談ください。

