

S-18 セミナー
2022年7月22日 (金)
@ Zoom

ビジネスと気候変動適応 ～ リスク管理とビジネス機会 ～

三井物産戦略研究所
シニア研究フェロー
本郷尚

企業活動への気候変動影響

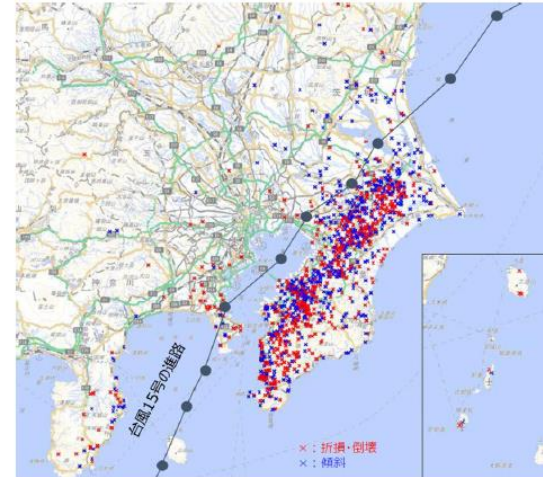
2019年台風15号による停電被害

送配電網の被害状況を調査。電柱被害は台風進路の東側に多く発生、倒れた鉄塔では周辺地形も調査、地形により風が強まったことも指摘された

＜倒木・飛来物による電柱損壊現場の様子＞



＜電柱の被害発生状況分布図＞



＜倒壊し



(出所) 東京電力PG(株) (No.78) >



出所 東京電力ホールディングス、台風15号対応検証委員会報告書
<https://www.tepco.co.jp/press/release/2020/pdf1/200116j0101.pdf>

(出所) 東京電力PG(株)

平成16年台風14号による風力発電設備の損害

平成16年台風14号は風速55m/sの「猛烈な台風」となり、沖縄電力の6基の風力発電設備のうち3基が倒壊、2基がブレード破損、1基がナセル損傷等の被害



出所 沖縄電力、「台風14号による風力発電設備の倒壊等事故調査報告について（概要）」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2004/files/161125-1.pdf

気象災害 - エネルギーインフラは社会に広範な影響を

十分な対策なしでは社会に大きな損害

米寒波で大規模停電、テキサス州など 400万世帯に影響

停電により暖房が止まり、また水道も止まった。
自動車など製造業にも影響



出所 日本経済新聞、2021年2月17日

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN16EEG0W1A210C2000000/>

テキサス大停電に「人災」批判 復旧 のめどたたず

1989年以来の最低温度を記録した。南部の天然ガスパイプラインや風力発電設備は氷点下での操業を想定して設計しておらず、急激な気温低下による凍結を防げなかったとみられる。

ブルームバーグ通信は想定外の事態を意味する「ブラックスワン停電」だと表現し、安定供給より効率を優先した行政の対応に疑問符をつけた。 - 記事より



出所 日本経済新聞、2021年2月18日

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN17EJ20X10C21A2000000/>

2019年年10月の台風19号（工場団地）



出所：毎日新聞 2020年10月14日

<https://mainichi.jp/articles/20201014/ddl/k07/040/056000c>

Business and Climate Change Risk

◆ サプライチェーンへの影響はグローバル

Generally speaking,
Mining is exposed to natural disaster...
Industry with long supply chain is vulnerable...



**Flood in Australia
In 2010 and 2011**

Source Rio Tinto



**Flood in Thailand
In 2010**

Source Bangkok
Weekly



投資決定と気象リスク、BCP

投資決定と気象リスク、BCP

- ◆ 気象影響は投資決定、事業継続の中で取り扱われている
- ◆ 事業のタイプによって濃淡はある
- ◆ 自治体との違い：①事業期間は有限、比較的短期、②立地、撤退・移転も選択肢



政府によるリスク情報、警告

米国 - 過去の気象影響の分析（エネルギー部門）

主な影響を調査：気温・水温上昇、冷却水不足、ハリケーン・水害・高潮など
⇒ 注意喚起

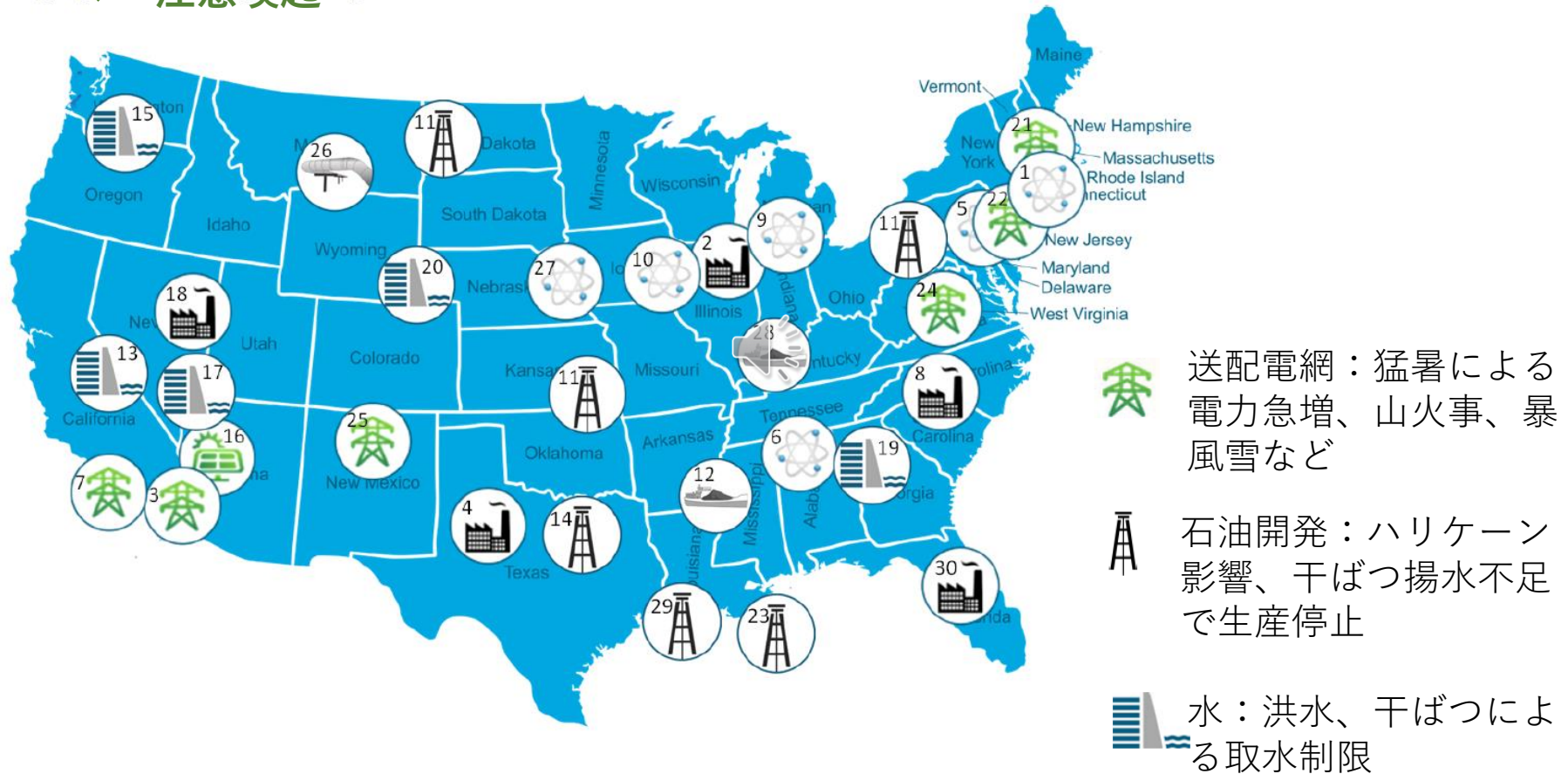


Figure 1. Selected events over the last decade illustrate the U.S. energy sector's vulnerabilities to climatic conditions

出所 米・エネルギー省 Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather (2013年)¹¹

<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130710-Energy-Sector-Vulnerabilities-Report.pdf>

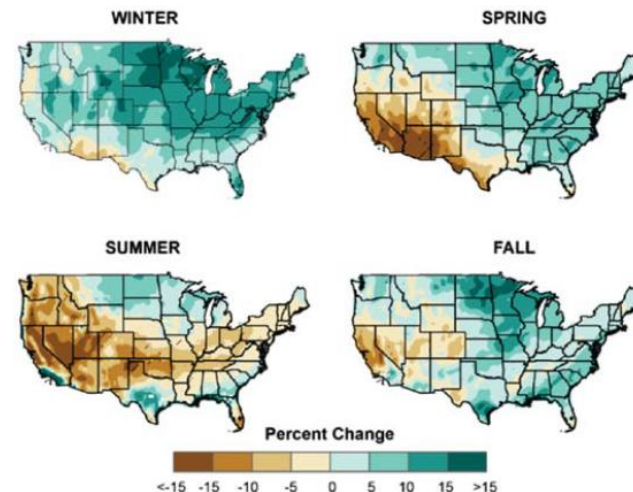
米国 – 気候変動影響分析（エネルギー部門）

部門	考えられる影響
石油ガス開発	✓ 北極圏の開発が可能に。他方で凍土解凍でインフラ影響 ✓ ハリーンによる海洋での開発施設被害
輸送	✓ 水害による輸送インフラ被害、河川水位低下
火力発電	✓ 冷却水不足 ✓ ハリケーンなどによる設備、輸送の被害
水力発電	✓ 渇水
バイオエネルギー	✓ 熱波、渇水、洪水などによるバイオマス生産への影響
風力発電	✓ 風況変化
送電線	✓ 熱波による送電効率悪化、山火事被害 ✓ ハリケーンなどの強風被害



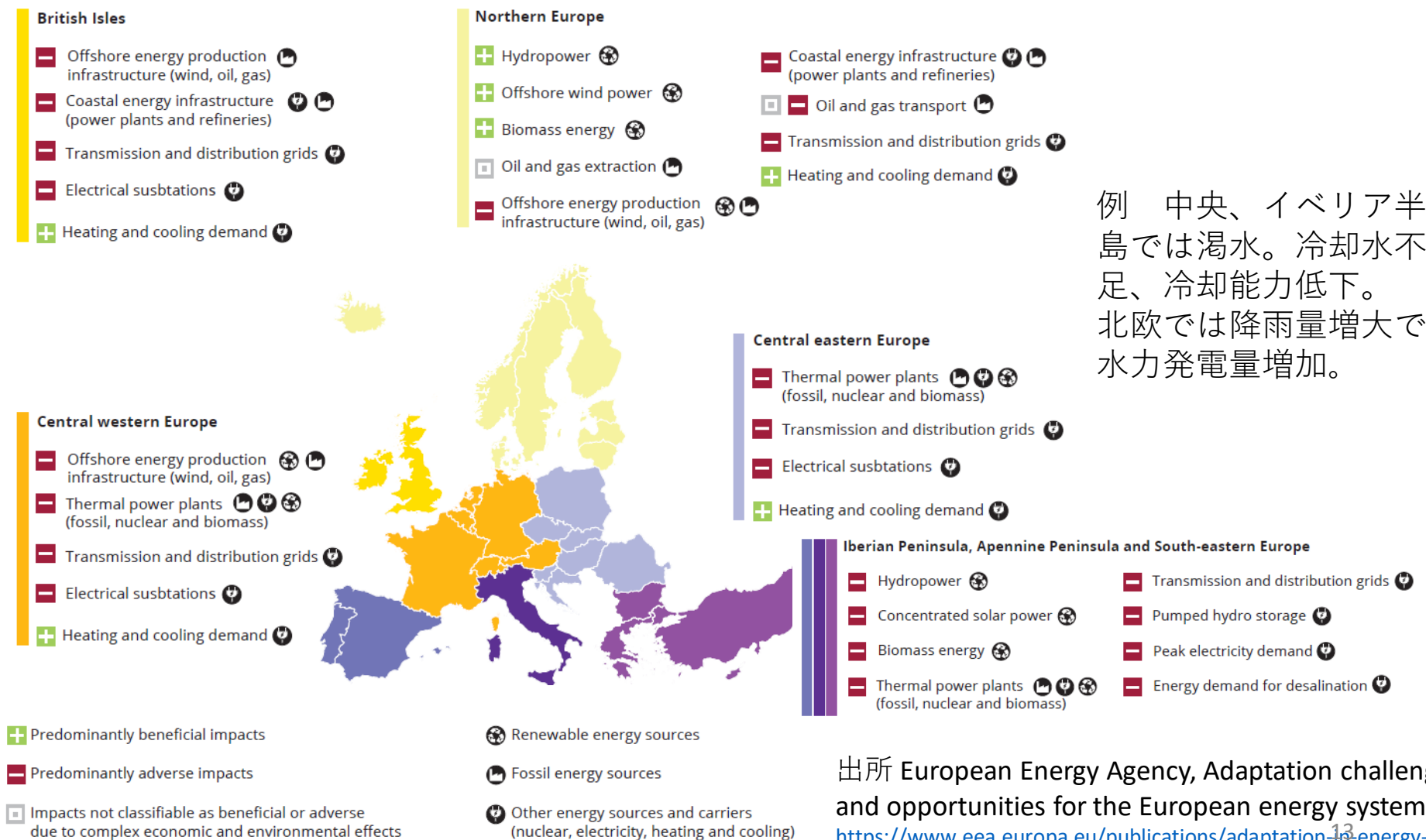
Figure 4. Wildfire disrupting electricity transmission

降雨量の変化の可能性



EU – 気候変動影響分析（エネルギー部門）

主な影響を分析：気温・水温上昇、渇水、降水量増加など、マイナスだけでなくプラスも

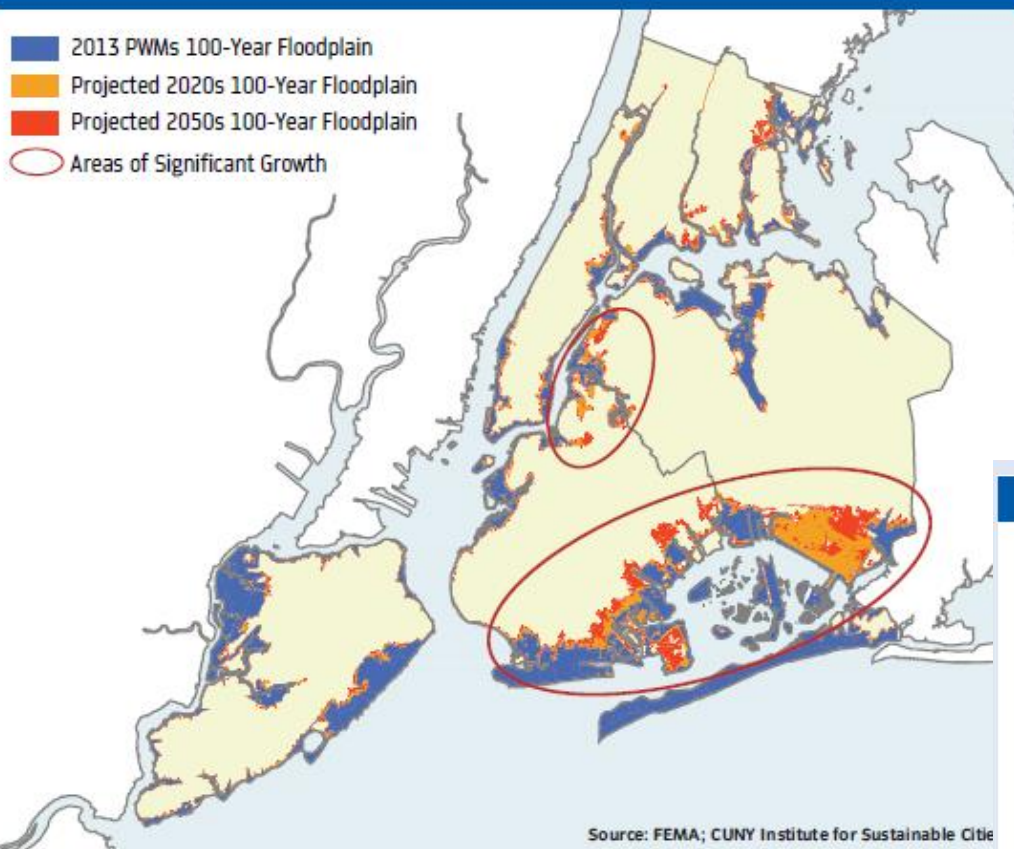


例 中央、イベリア半島では渇水。冷却水不足、冷却能力低下。北欧では降雨量増大で水力発電量増加。

出所 European Energy Agency, Adaptation challenges and opportunities for the European energy system
<https://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-in-energy-system>

ニューヨーク市 ハリケーンサンディの教訓

Future Flood Maps for the 2020s and 2050s

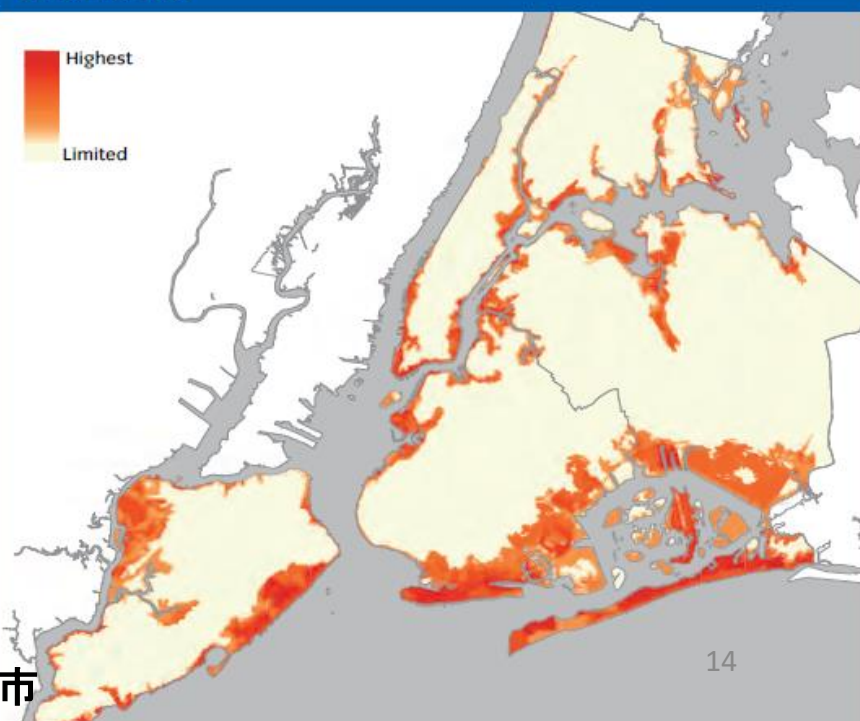
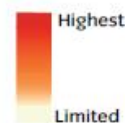


海面上昇なども織り込み、海岸浸食のハザードマップも作成

気候変動を想定した災害確率に変更、都市計画に反映

- 電気、ガス、水道
- 交通
- 病院など

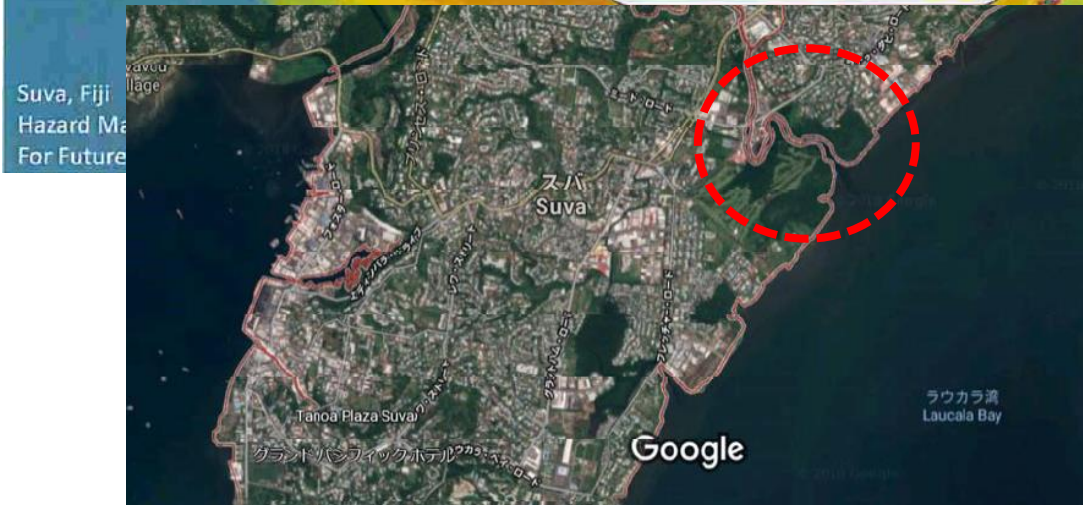
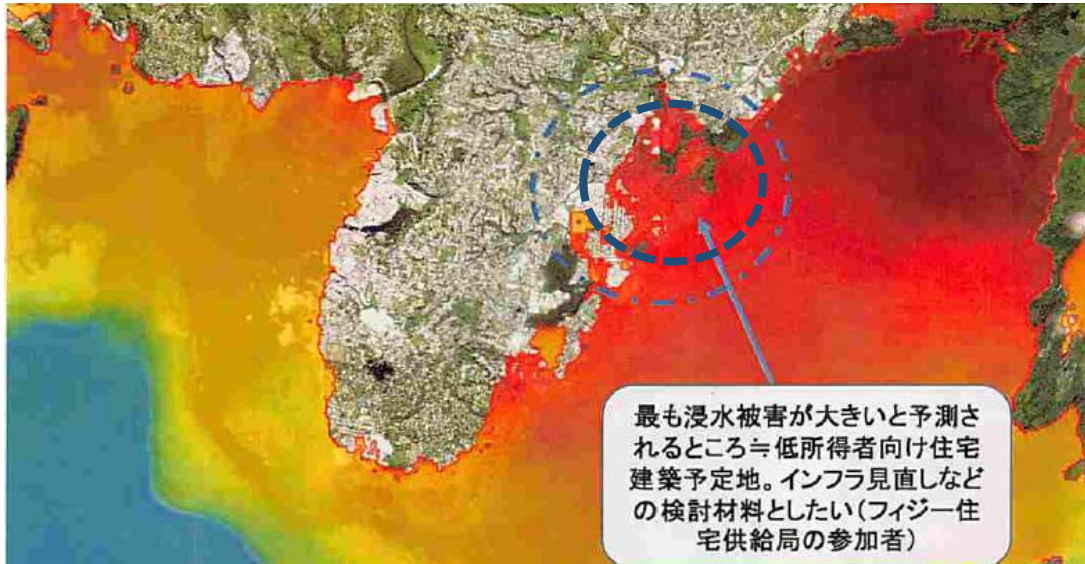
Coastal Risk Map



Pacific Islands High Tide impact model

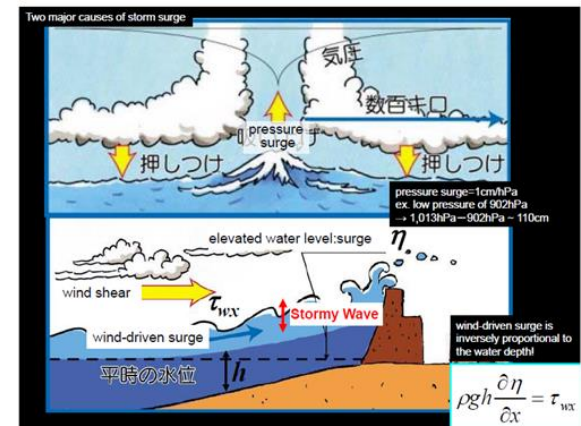
- Simulation of high tide by cyclone under climate change
- Pilot study; Fiji, Vanuatu, and Samoa

Suva of Fiji



- ✓ Red area; high tide (inundation) area
- ✓ Blue (red) circle; higher risk of inundation.

⇒ it is planned to be developed as residential area for low income household but possibly reconsidered (additional measures).



Model

- ✓ Combination of climate model, cyclone model and inundation model
- ✓ Inundation model was applied to Hurricane Haiyan in Philippine for testing its accuracy

What next ?

- Adaptation plan/Revision of city planning

金融機関への注意喚起 ～ 米連邦準備制度

➤ 不動産ビジネスと損害保険

✓ 気象災害による不動産被害⇒保険支払増加⇒保険料高騰⇒保険離れ⇒保険市場悪化
(巨大災害の場合) ⇒ 再保険市場崩壊

	Climate Risks	Economic Risks	Financial Risks	Financial Stability Risks
Real Estate	Rising sea levels, frequency of storm surges	Increased inundation of coastal parcels	Decreased value of coastal real estate	Abrupt repricing of mortgage lending markets
Insurance	More frequent and severe hurricanes, wildfires, etc.	Greater disruption to local economic activity	Pressure for higher rates, lower supply of insurance and reinsurance	Greater uninsured losses, spillover effects

出所 米・連邦準備制度

<https://www.federalreserve.gov/econres/notes/feds-notes/climate-change-and-financial-stability-20210319.htm>

気候変動リスク情報開示

TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）

TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)

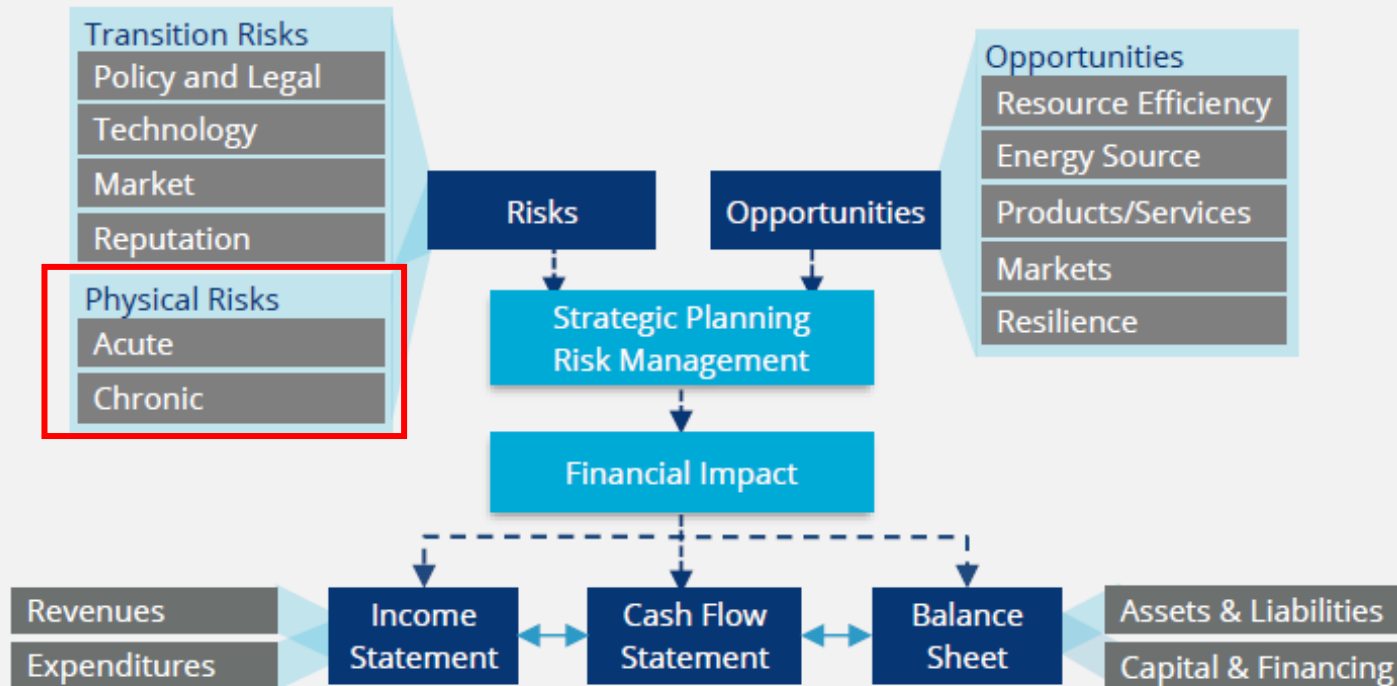
G20の要請を受け、金融安定理事会（FSB）により、気候関連の情報開示及び金融機関の対応をどのように行うかを検討するため、マイケル・ブルームバーグ氏を委員長として設立

2つのRisk

- ✓ Transition risk ⇒ mitigation
- ✓ **Physical Risk** ⇒ **adaptation**

Figure 1

Climate-Related Risks, Opportunities, and Financial Impact



社会的課題～ 気候変動リスク評価と対策

- 気候変動影響のビジネスへの影響 - サプライチェーンのリスク評価とBCP
- 国際会計基準（IFRS）が気候変動リスク情報の開示ルールを検討

5. 企業は、一般目的財務報告の利用者が、気候関連のリスクと機会に対処するための戦略を理解することを可能にする情報（企業の評価を含む）を開示しなければならない。

(d) 特定されたリスクは物理的リスクか、移行リスクか（例えば、サイクロンや洪水のような異常気象の深刻さの増大のような急性の物理的リスクや、海面上昇や平均気温の上昇を含む慢性の物理的リスクが考えられる。移行リスクには、規制上、技術上、市場上、法律上または風評上のリスクが含まれる。）

(b) バリューチェーンのどこに、重大な気候関連のリスクと機会が集中しているか（例：地理的地域、施設又は資産の種類、調達、販売、流通チャネル）。

気候関連リスク

Climate-related risks

気候変動が企業に及ぼす潜在的なマイナスの影響を指す。

気候変動から生じる物理的リスクは、異常気象（サイクロン、干ばつ、洪水、火災など）の深刻度の増加など、イベント駆動型（急性）の場合がある。また、降水量や気温の長期的な変化（慢性的）、気象パターンの変動性の増大（例えば、海面上昇）にも関係することがある。気候関連リスクは、また低炭素な世界経済への移行に関連し得るものであり、最も一般的なものは、政策や法的措置、技術の変化、市場の反応、風評に関連するものである。



IFRS財団 Erkki Liikanen会長

「一般要求事項プロトタイプ」と「気候関連開示プロトタイプ」をもとの基準を検討、2022年下半期公開の計画

IFRS ISSB Exposure Draft

Scope

- ✓ Transition risk (移行リスク) と physical risks (物理リスク)

Governance

- ✓ 気候変動のリスクと機会を監視する組織
- ✓ その組織は十分な技術や経験を持っているか

Strategy

- ✓ Climate resilience strategy ; significant physical risks and significant transition risks
- ✓ Physical risk: acute and cyclones risk
- ✓ Scenario analysis: スコープの特定、前提条件を示す

Risk management

- ✓ 科学的分析ツール
- ✓ 分析結果の経営への反映

Metrics and Target

- ✓ Amount and percentage of assets or business activities vulnerable to physical risks

企業の現実的な取り組み

企業の気候変動影響可能性への対応

気候変動による影響

分野	具体例
事業施設	洪水、渇水
サプライチェーン	鉄道など輸送路の破壊、海上輸送の混乱
原料、エネルギー	農業不振、自然環境変化による再生エネルギーへの影響
労働環境	工場や鉱山の環境悪化、労働者の住宅被害
新規開発・立地選択	生態系が脆弱な地域増加による開発可能地域の制限

気候変動とは
「今の異常が将来の普通になる」

企業の対応例

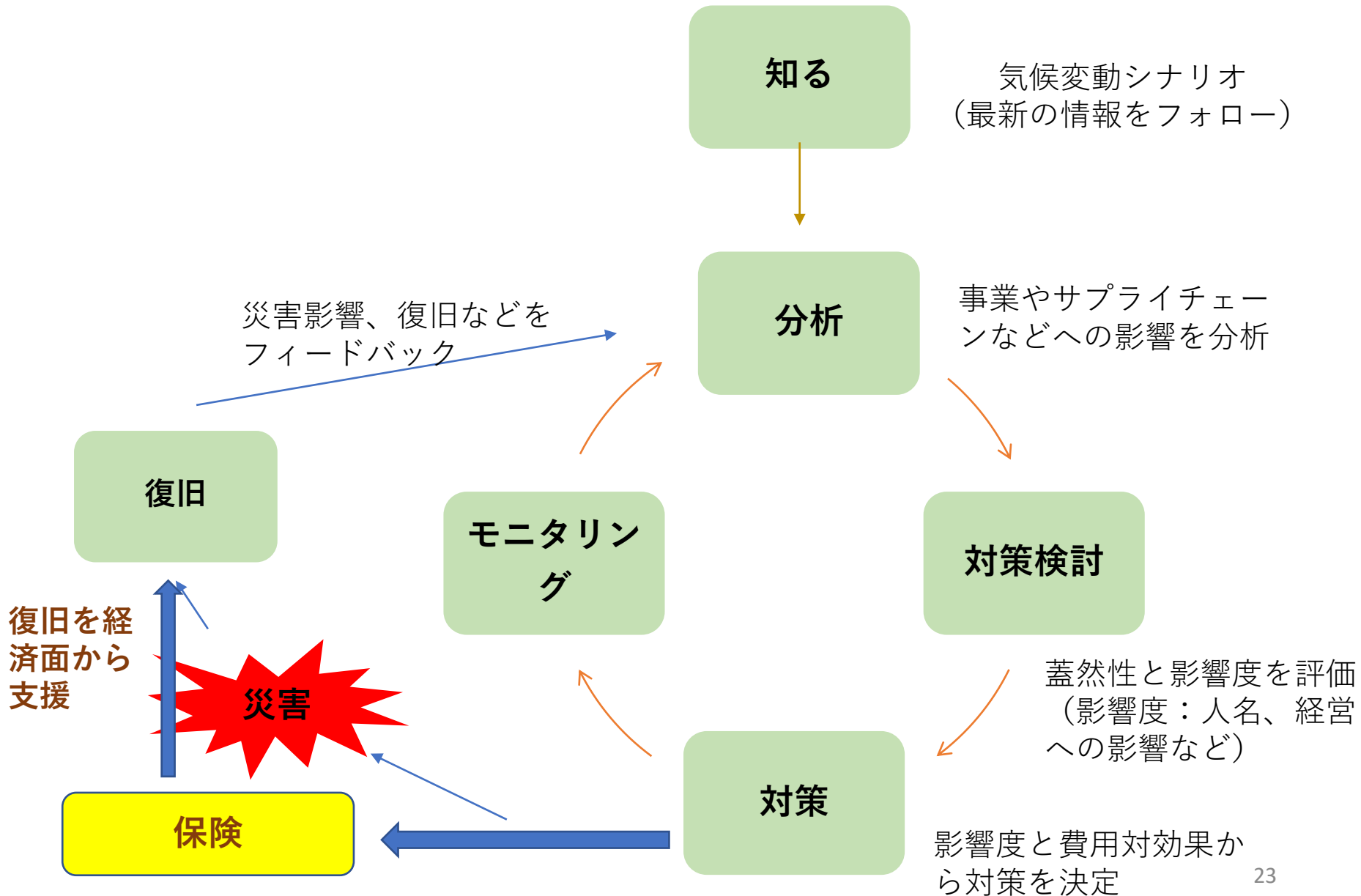
- ・米IT産業：データセンターの移転
- ・独化学メーカーBASF：河川水位低下対策
- ・米飲料メーカー：農業栽培で水の節約
- ・米石油会社：製油所の高潮対策
- ・英非鉄メジャー：自家発電設置



気候変動BCPの策定・改良

- ・サプライチェーンのレジリエンス
＝調達先の多様化、適正在庫の確保
- * 効率性重視の見直し

分析と対策のサイクル



気候変動による事業への影響可能性

	慢性			急性		
	気温/日射量	水	風/台風	気温/日射量	水	風/台風
資源開発	・労働環境悪化	・水不足（選鉱など）	・港湾の利用可能日数	・労働環境悪化	・洪水（山元および輸送インフラ）	・台風などの被災 ・港湾
電力	・発電量変化（太陽光）	・冷却水不足（火力） ・流量不足（水力）	・発電量変化（風力） ・港湾の利用可能日数	・送電線	・洪水（建屋、パイプラインなど） ・冷却水不足（火力） ・流量不足（水力）	・台風などの被災（建屋、風力発電のタービン、タワー、送電線） ・塩害
交通インフラ				・健康影響	・洪水 ・海岸流出	・台風などの被災
都市インフラ	・住環境悪化、健康被害	・都市用水不足		・健康影響	・洪水 ・都市用水不足 ・海岸流出	・台風などの被災
工場、工場団地	・労働環境悪化	・工業用水不足		・労働環境悪化	・洪水（工場および輸送インフラ、サプライチェーン）	・台風などの被災 ・港湾
農業/漁業	・最適作物の変化	・農業用水不足 ・洪水頻度増加 ・海水の酸性化（漁業）		・高温/低温による収穫量減少	・洪水、干ばつ被害	・作物などの被害および設備被害
林業	・植生変化	・干ばつ	・倒木	・山火事	・洪水	・倒木

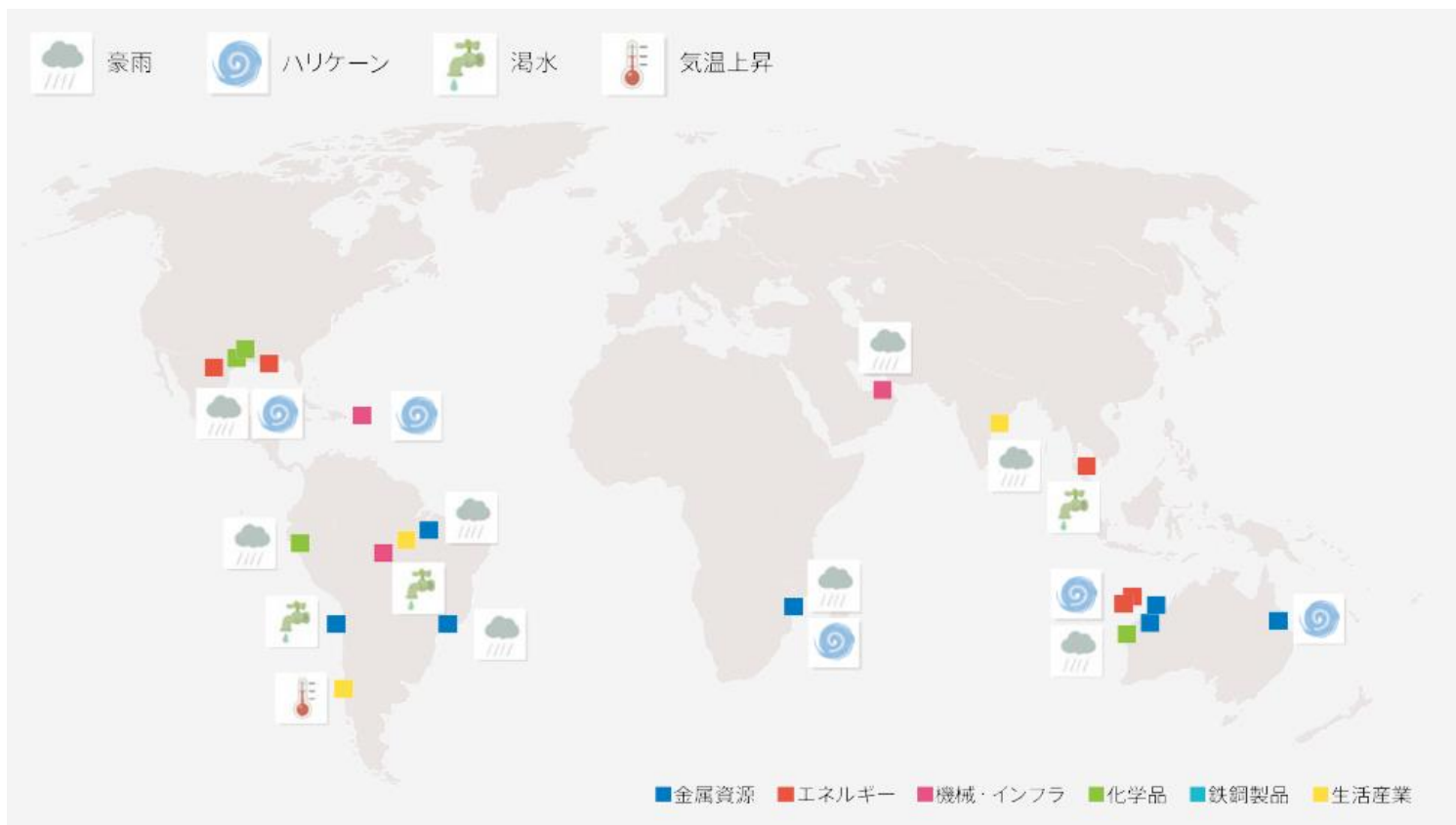
（注）赤字は実際に頻繁に発生していると考えられる気象災害

企業の気候変動影響への対応（三井物産の事例）

サステナビリティレポート2021

主な物理的リスクと対応策

NPS/STEPSシナリオ下では、地球温暖化を産業革命前に比べて2.0° C（できる限り1.5° C）に留めるというパリ協定で合意された目標には到達しないため、物理的リスク*が相対的に高まることとなります。当社では、一定額以上の投資性資産を有する事業に関して過去5年間の物理的リスクの影響を調査するとともに、IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）に採用されているRCP（代表的濃度経路）を基に分析しました。当社が保有する資産における主要な物理的リスクは以下の通りです。



企業の気候変動影響への対応（三井物産の事例）

サステナビリティレポート2021

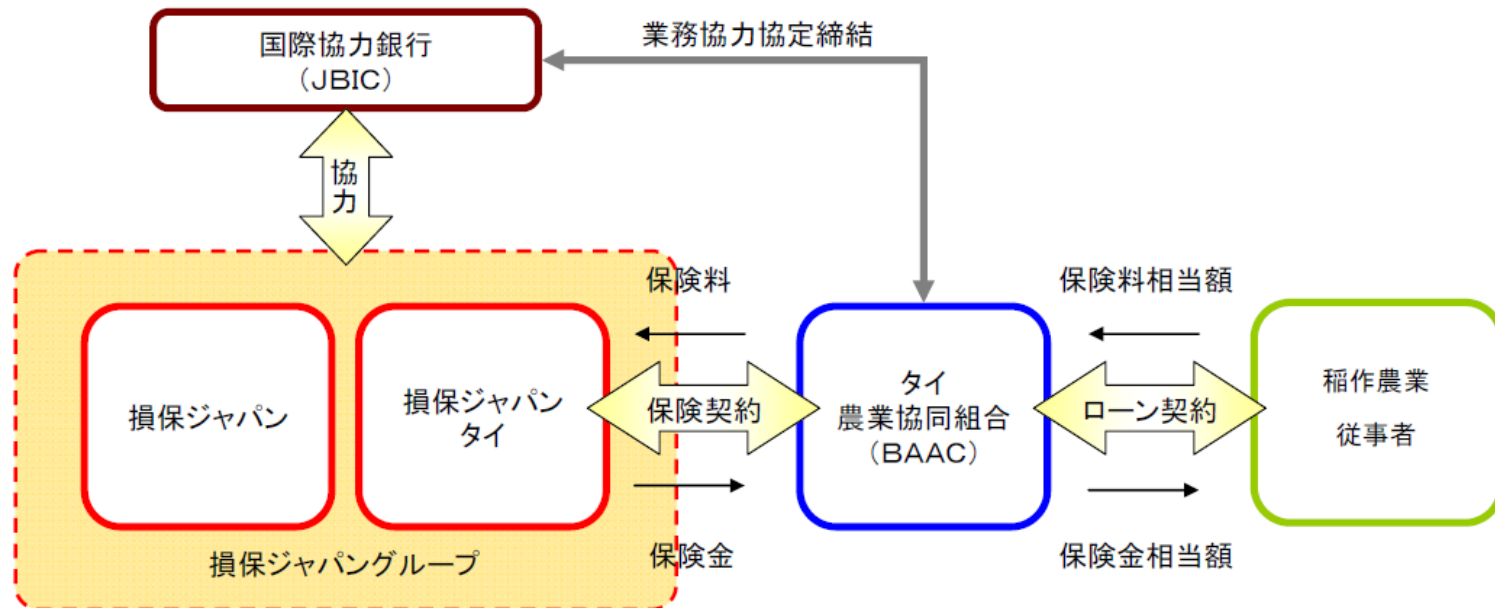
主な物理的リスクとしては、**局地的な暴風雨**、特に大西洋および南太平洋で発生する強い熱帯低気圧である**ハリケーンやサイクロン**等が、当社が行う金属資源やエネルギー等の事業の操業に悪影響を及ぼす可能性があるほか、生産現場や生産設備、出荷に使用される道路、鉄道、港等のインフラが甚大な被害を受けた場合、その**復旧まで生産や出荷が長期間にわたり停止する可能性**があります。また、当社出資先のみならず、当社取引先が甚大な被害を受けた場合、**原料供給を受けられない等サプライチェーン全体での不稼働リスクの可能性**があります。

当社は、**災害時において人命尊重を最優先事項**としています。その上で、地域社会との共生にも留意した**事業継続のための危機管理方針**を定めています。また、リスクを回避するための適応・緩和策として、**複数サプライヤーの確保や設備の増強**を行う、さらには、必要に応じた保険の付保等を実施しています。リスクへの対応の妥当性については、**今後も定期的に評価していく予定**です。

Resilienceと経済的手法

農業天候保険 ～ タイの場合

- ◆ 官民協力：民間損害保険会社が公的金融機関の研究会成果をもとに商品を開発。販売は公的金融機関の仲介によりタイ農業系銀行。



- ◆ 補償内容

天候インデックス保険はタイ気象庁が発表する7月から9月までの3か月間における累積降水量を対象指標とし、対象期間における累積降水量の観測結果が一定値を下回った場合、契約上あらかじめ定められた保険金（保険対象となる融資額の15%または40%相当額）をお支払いします。

- ◆ 保険料水準

1 農業事業者あたり 約 1,200円 ～ 12,000円

- ◆ 保険契約者

BAAC

- ◆ 引受保険会社

損保ジャパントイ

出所 損保ジャパントイランド

http://www.sompo-japan.co.jp/topics/download/20110222_1.pdf

農業天候保険 ～ タイの場合

商業化にあたっての留意点（設計）

- ・ 農民が保険を掛け、受け取りも農民（自助努力）
- ・ 支払いはIndexに基づく（迅速、客観性）
- ・ Indexは保険利用者が確認できるもの（信頼性、納得感）
- ・ 支払いは地区毎（メッシュ化による効率化）

前提条件

- ・ 保険商品に理解があること
- ・ 妥当な保険料と損害補償料（所得水準にあわせたもの）
- ・ 保険料受取確率
- ・ 信頼できる地元パートナー

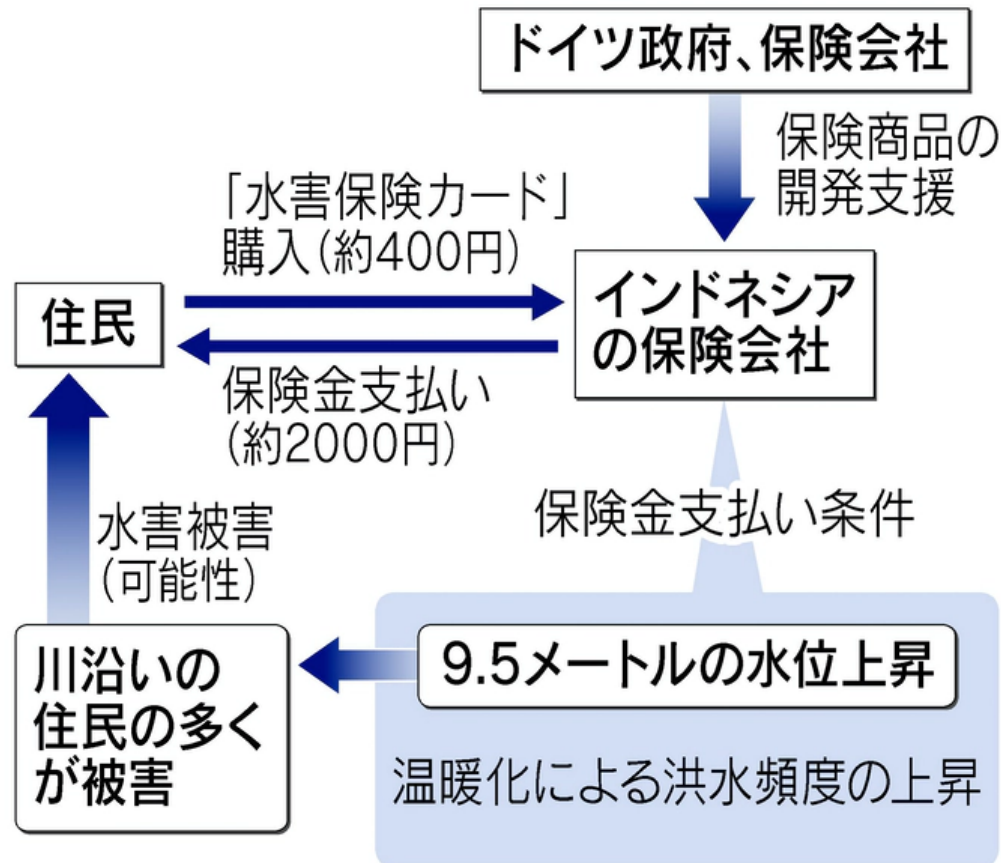
批判・コメント

- ・ 保険を掛けても被害は減らない
- ・ 保険料は誰が払うのか。先進国が負担すべき。
- ・ 天候リスクは右肩上がり。破綻するのではないか。

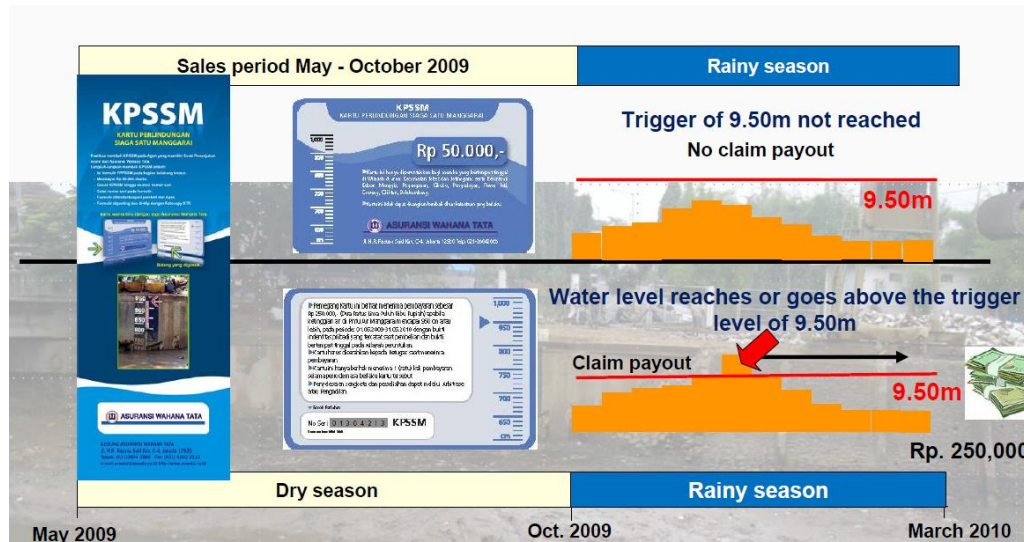
洪水保険 ～ インドネシア・ジャカルタの場合

- ◆ 官民協力：ドイツ援助機関の支援で民間企業が開発、保険商品を個人が購入

ジャカルタの「洪水保険」のイメージ



洪水保険 ～ 「わかりやすさ」の工夫



- 保険カードを現金で購入
- 保険支払い条件：水位（＝数値化、図示、身近に確認）

- では、なぜ商品化できなかったのか？

gtz Partner für Perspektiven. Weltweit.

The pilot product



1st trigger based microinsurance product against flood risks

- Standardized premium, standardized claim payout
- Advantage: low administrative costs & fast claim payout
- Possible disadvantage: Some flooding before trigger is reached: basic risk

BENEFIT PAYMENT

RISK MITIGATION

気候変動のビジネス機会

質の高いインフラ投資に関するG20原則

- 2016年の伊勢志摩サミットで日本から打ち出され、その後改良
- **質の高いインフラ**：自然災害などに対する「強靱性」、誰ひとり取り残されないという「包摂性」、社会や環境への影響にも配慮した「持続可能性」を有する

原則4：自然災害及び、その他のリスクに対する強靱性の構築

自然災害の回数や規模の増大、環境変化の緩やかな発現を踏まえ、我々は、長期的な適応力を確保し、これらリスクに対するインフラの強靱性を構築する喫緊の必要性に直面している。インフラは人為的なリスクに対しても、強靱であるべきである。

4.1 インフラを設計するに際しては、堅実な災害リスク管理を織り込むべき。 包括的な災害リスク管理計画は、インフラの設計や維持管理に反映され、必要不可欠なサービスの再構築を考慮すべき。

4.2 適切に設計された災害リスクファイナンス・保険メカニズムはまた、予防措置への資金供給を通じ、強靱なインフラ整備を行うインセンティブを与えることに資する。

出所 財務省、質の高いインフラ投資に関するG20原則

https://www.mof.go.jp/policy/international_policy/convention/g20/annex2.pdf

企業が必要としているもの

正しく伝える、正しく恐れる

◆ 気候変動問題への取り組み

✓ 正しく恐れる ⇒ 効率的な対策を

✓ わかりやすく伝える ⇒ わかりやすさ重視の弊害も

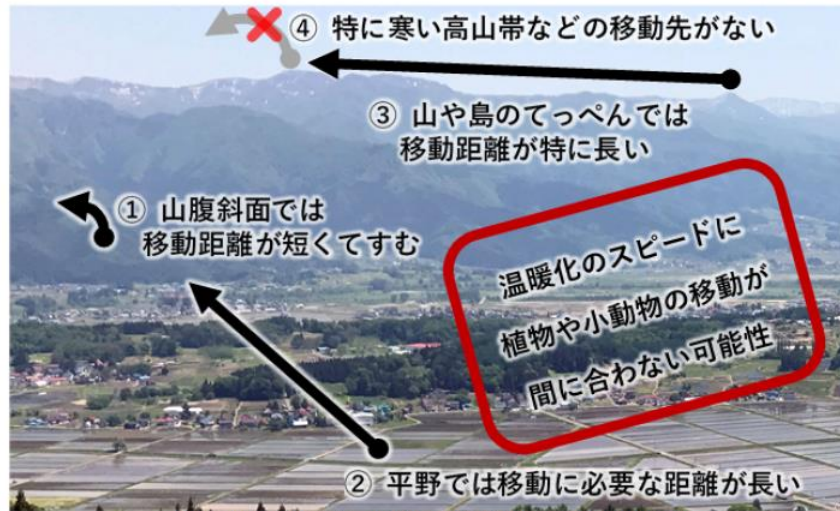


図1. 温暖化したとき、以前と同じ気温の場所を探す場合の例

気温1℃の低下は、標高では約150m上への移動、水平では約145kmへの北上に相当する。



© Christian Astlund / Greenpeace

長野県の温度上昇への影響

気温1度の変化は、垂直方向で150m、水平方向（南北）で145kmの移動

⇒ 暑さに弱いリンゴは2度温度上昇で最適栽培地は300m高い場所に変化（信濃川沿いから高原へ）。他方、山間部でもおいしいお米ができる。

出所 国立環境研究所、「温暖化で高山生態系の逃げ場がなくなる恐れ」

<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20191125/20191125.html>

57メートル。

これは、南極大陸の氷がすべて溶けたときに生じる海面上昇の高さです。そんな日が来るなんて想像できないかもしれませんが、最新の調査は、このまま温暖化が進めば、急速で止めることができないほどの海面上昇が起きると警告しています

出所 グリーンピース ホームページから

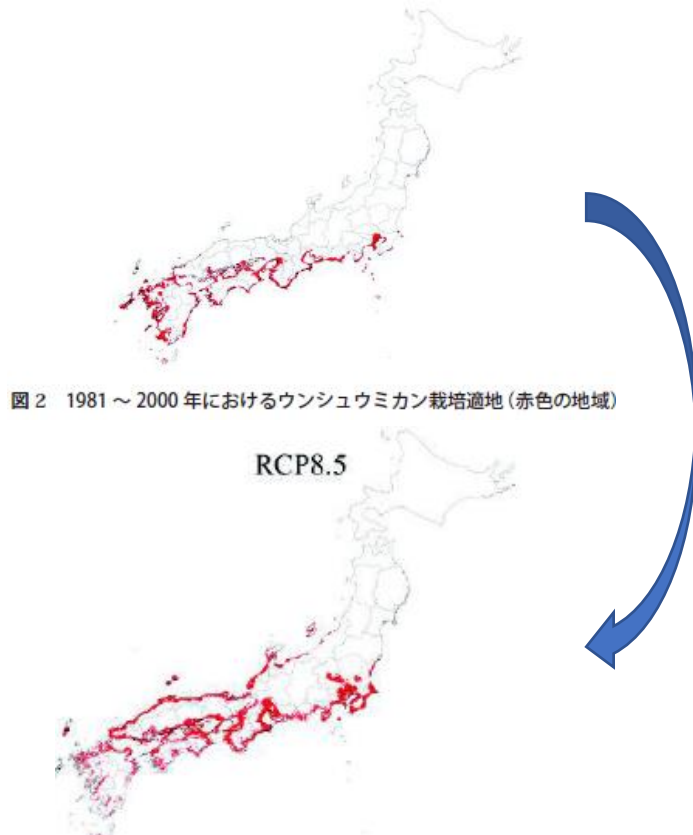
<https://www.greenpeace.org/japan/nature/story/2021/06/10/51764/>

どう伝えるか：変化はマイナスだけでなくプラスも

- ◆ 変化への対応には他の土地の現状が参考になる。農業では品種改良、作物の変更で対応。あるいは変化に合わせて新しい栽培地へ移動。

例 ミカンの栽培地が北上

北陸や関東も栽培適地に。一方で九州では別種への変更が必要になる



例 北限のレモン

千葉県北限のレモンが「普通のレモン」になる可能性

北限のレモン（千葉県松戸市）



オレンジ色が鮮やかなマイヤーレモン

出所 農業協同組合新聞

<https://www.jacom.or.jp/nousei/closeup/2020/200415-41249.php>

まとめ — 情報の重要性

◆ 情報は効率的な対策を可能としコストを節約

◆ 利用者側の「わかりやすさ」追求 = 企業や社会の最近の傾向
e.g. 格付、第三者評価 etc.

弊害： 判断を助けるはずの道具に縛られている

◆ 情報の出し手（供給側）と受け手（需要側）の
共通言語はないか？

⇒ 統計的、確率分布で考える

d4PDFの利用可能性



例えば洪水リスクが低くても、土砂崩れや地震など様々なリスクを重ねあわせれば完全に安全な場所はない。リスクのある地域にも大勢の人が住み、高度に利用されている。こうした現実の中でリスクをあおるだけだと住民の間では無力感から対応が鈍るかもしれない。求められるのは「正しく恐れる」ことだ。

説明する側には「わかりやすさ」が求められる。データや数字が重宝される。一方で単純化した説明は誤解を招く危険性もある。どういう条件での気候変動や災害予測なのか、それらはどの程度でいつごろ発生しそうか。予測が外れるという不確実性を含めて、丁寧な説明が必要になる。

本郷尚、気候変動対策 鍵はデータ活用 正しく恐れる、日経産業新聞Earth新潮流、2020年8月28日

<https://www.nikkei.com/article/DGXKZO63125680X20C20A8X12000/>