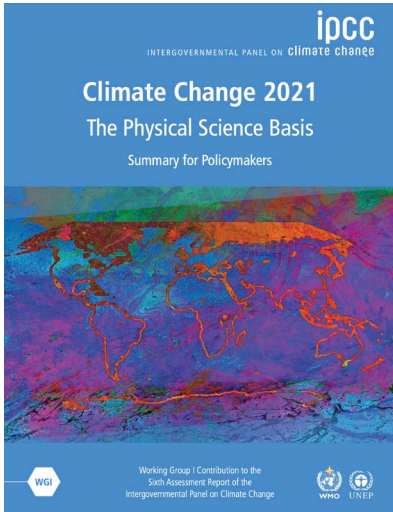


影響評価モデルによる
気候変動リスクの可視化/定量化
- 将来の洪水災害はどう変わるか？

山崎 大

東京大学 生産技術研究所 准教授

気候変動により地球水循環に変化が生じている

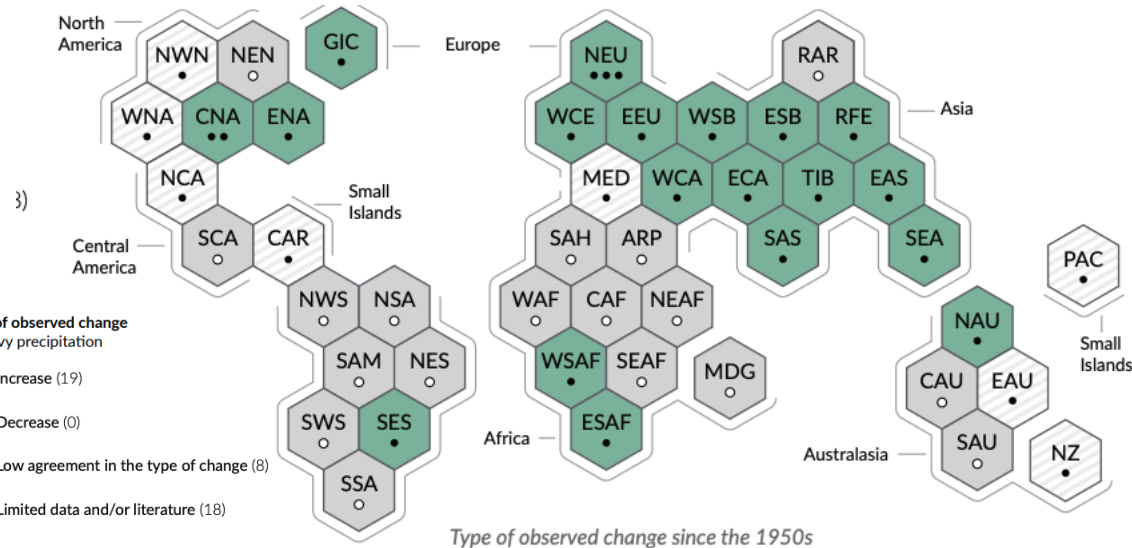


Human-induced climate change is already affecting many weather and climate extremes in every region across the globe. Evidence of observed changes in extremes has strengthened **such as heatwaves, heavy precipitation, droughts, and tropical cyclones, and, in particular, their attribution to human influence.**

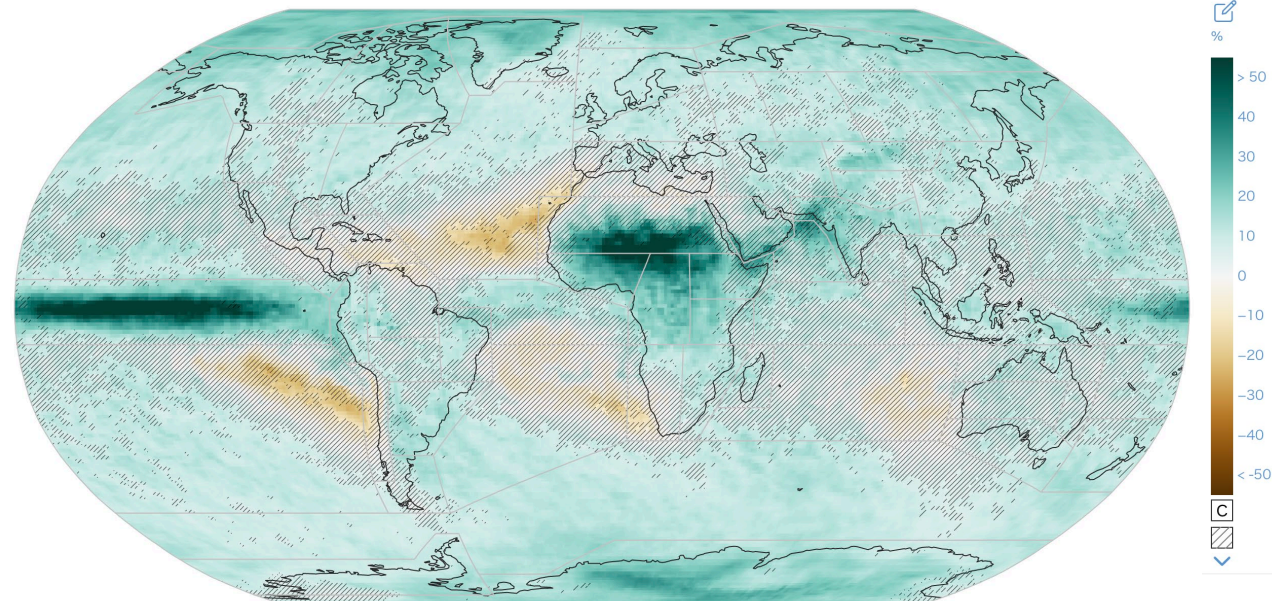
人為起源の気候変動は、世界中の全ての地域で多くの極端な気象と気候に既に影響を及ぼしている。熱波、大雨、干ばつ、熱帯低気圧などの極端現象について観測された変化に関する証拠、及び、特にそれらの変化が人間の影響によるとする要因特定に関する証拠が強まっている。

(IPCC AR6 WG1, 2021Aug)

過去に観測された豪雨の変化傾向とそれらへの人為影響の特定



気候モデル予測による2°C上昇時の日極端降水の強度変化



気候変動により地球水循環に変化が生じている

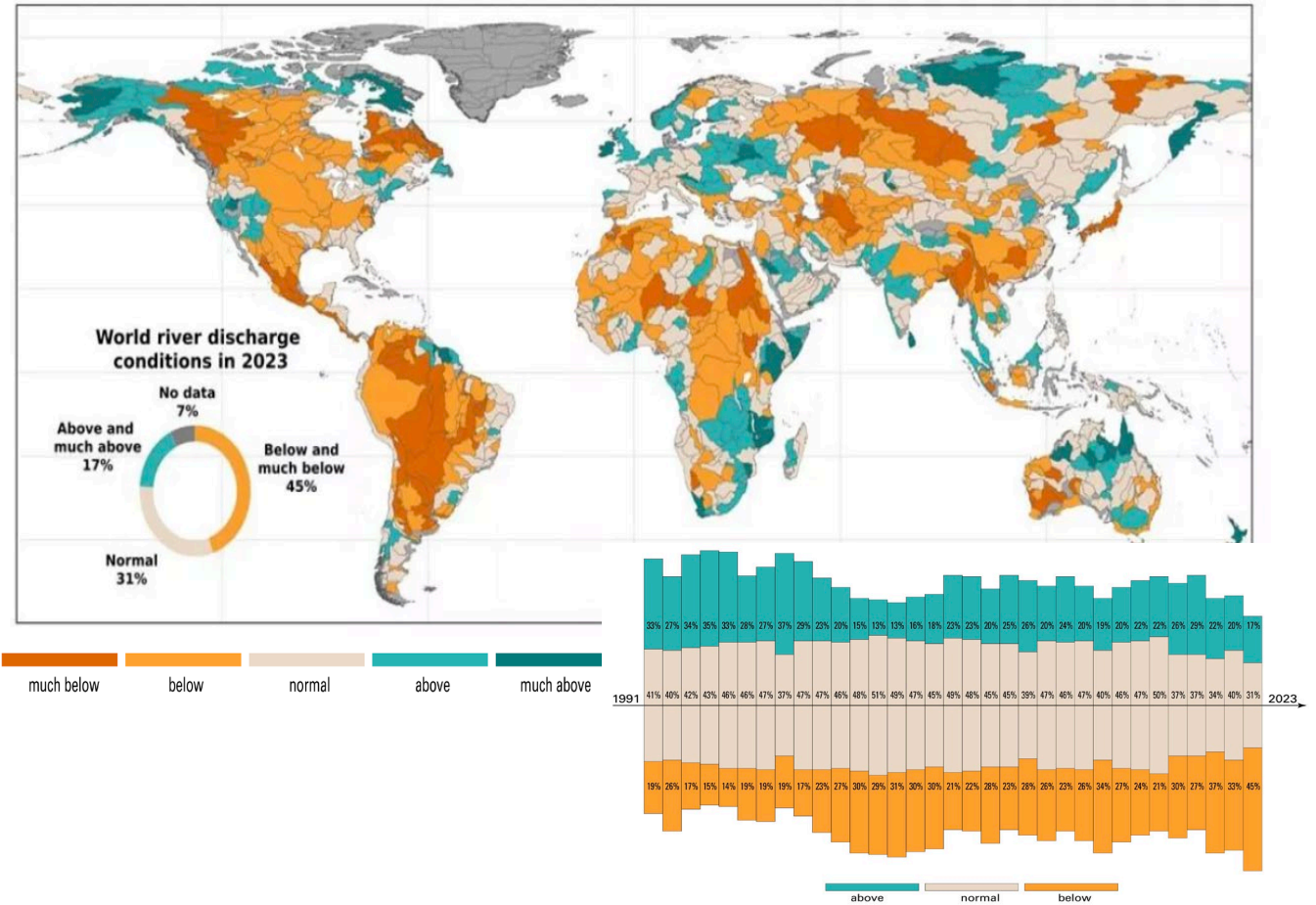


Photo: Mainichi

Flooding due to Typhoon Hagibis 2019

2019年台風19号による東日本の洪水災害。
死者 100名超，経済被害 1兆円超

気候/気象シミュレーションを用いた分析によると
温暖化によって総降水量が10%上昇したとされる
[Kawase et al. 2021]

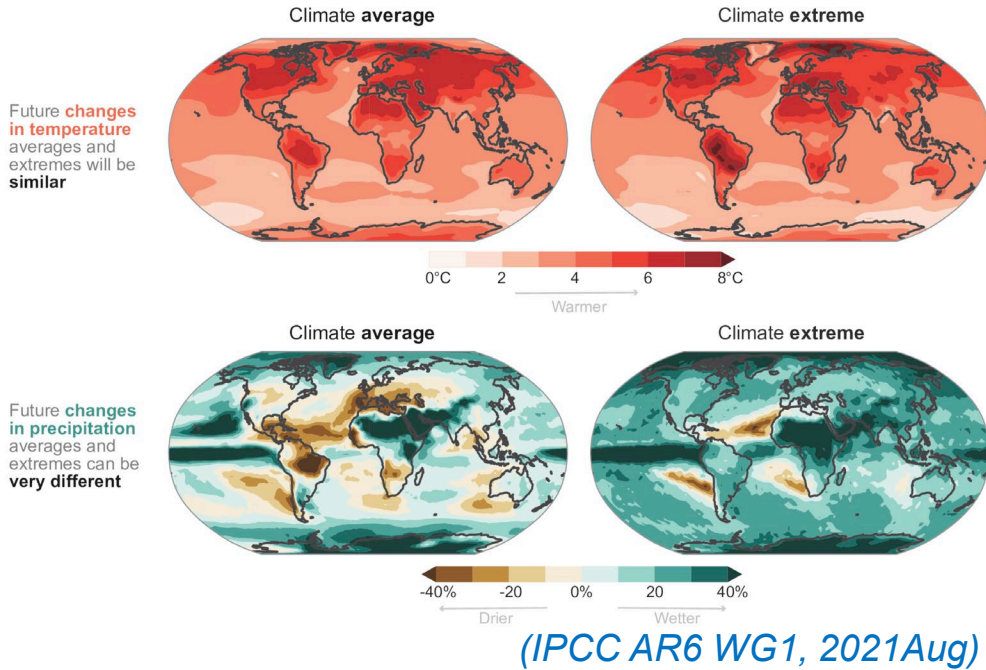


洪水リスクの増加だけでなく、
渇水による水資源不足も世界各地発生している。
[WMO, State of global water resources 2023]

→気候変動のリスクをどのように把握し、対策を進めていくべきか？

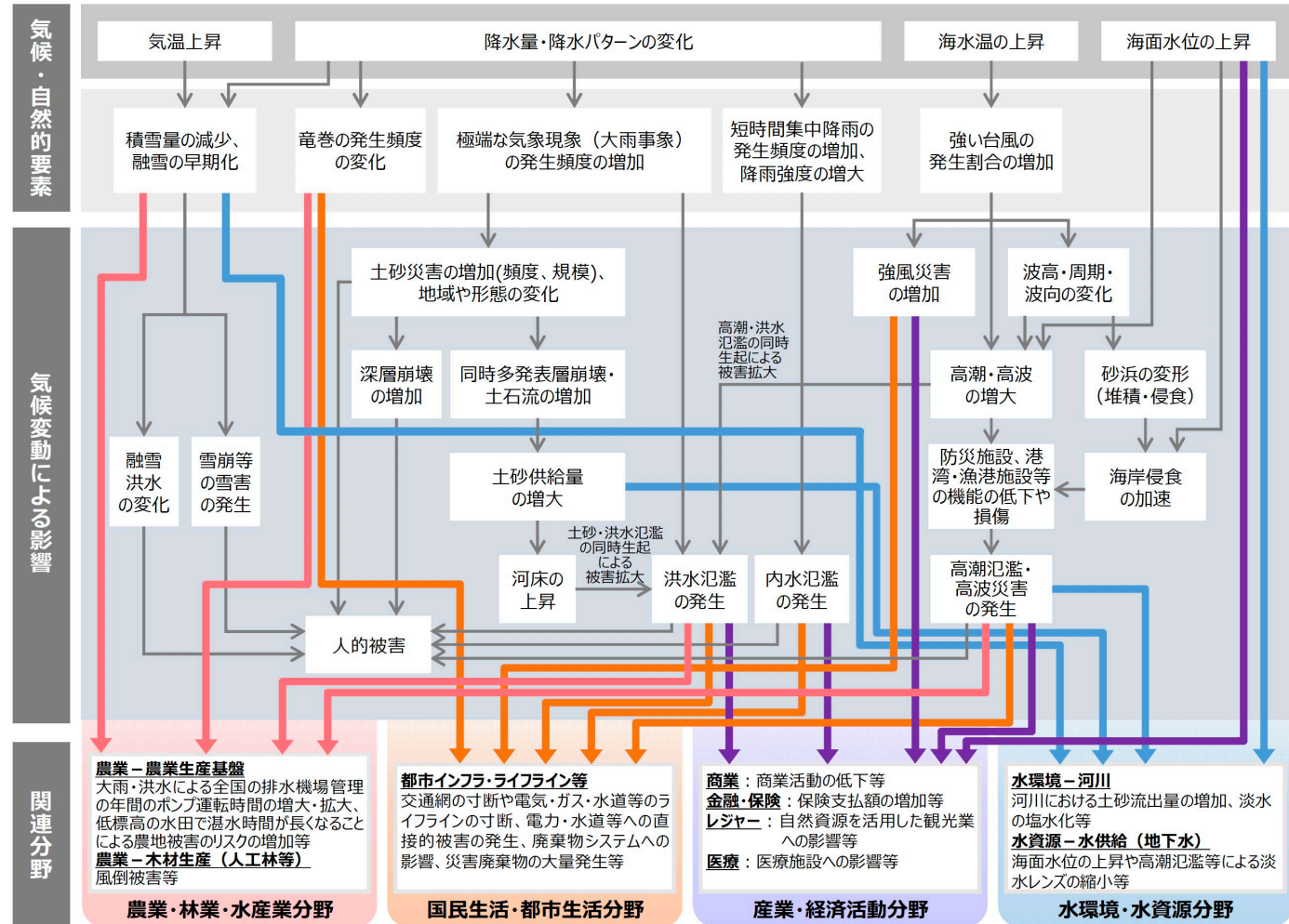
「影響評価モデル」を用いた気候変動リスク分析

FAQ 11.1: How will changes in climate extremes compare with changes in climate averages?
 The direction and magnitude of future changes in climate extremes and averages depend on the variable considered.



気候予測
→ 影響予測

自然災害・沿岸域分野で想定される影響の概略図
 環境省「日本の気候変動影響の概要」(2020)



気候モデルによる将来予測データそのものと把握すべき将来の気候変動影響やリスクには大きなギャップがある

気候予測：気温・降水量・風速などの時空間分布

影響評価：洪水発生頻度、人的・経済的被害、対策費用

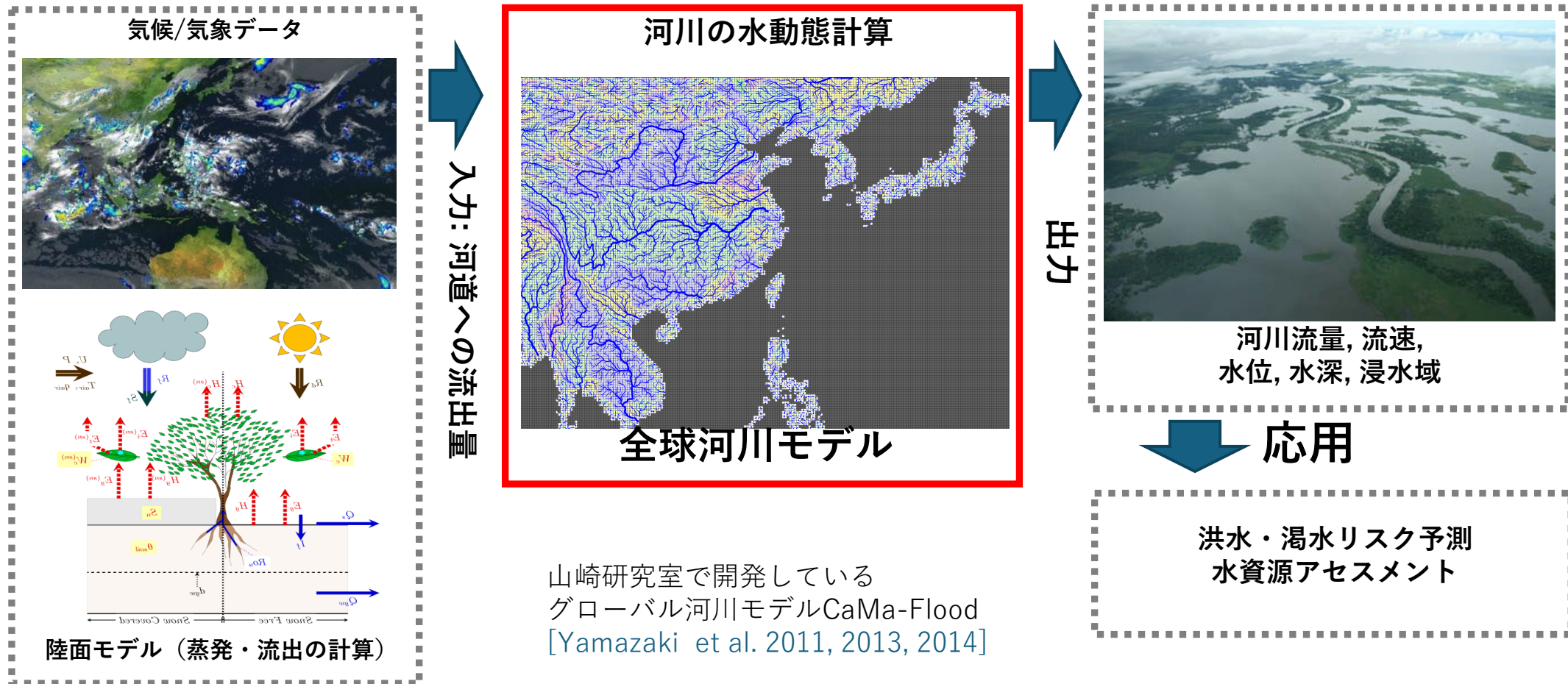
→ 気候変動のリスクを把握して、より具体的な対策を立てるには、詳細な影響評価データが必要

「影響評価モデル」を用いた気候変動リスク分析

気候予測データのみでは直接分からないような気候変動リスクを影響評価モデルを用いて分析する。

例：気候変動により河川流量がどのように変わるか？

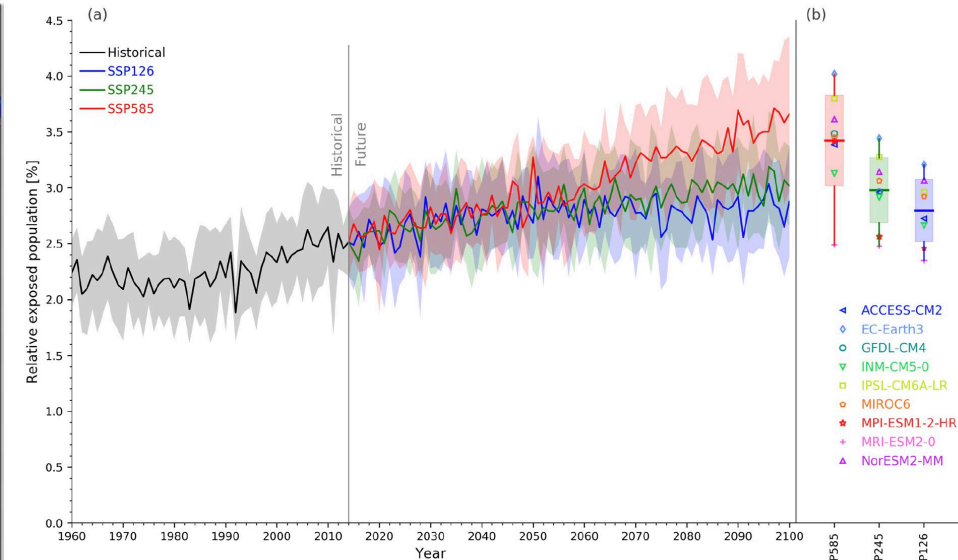
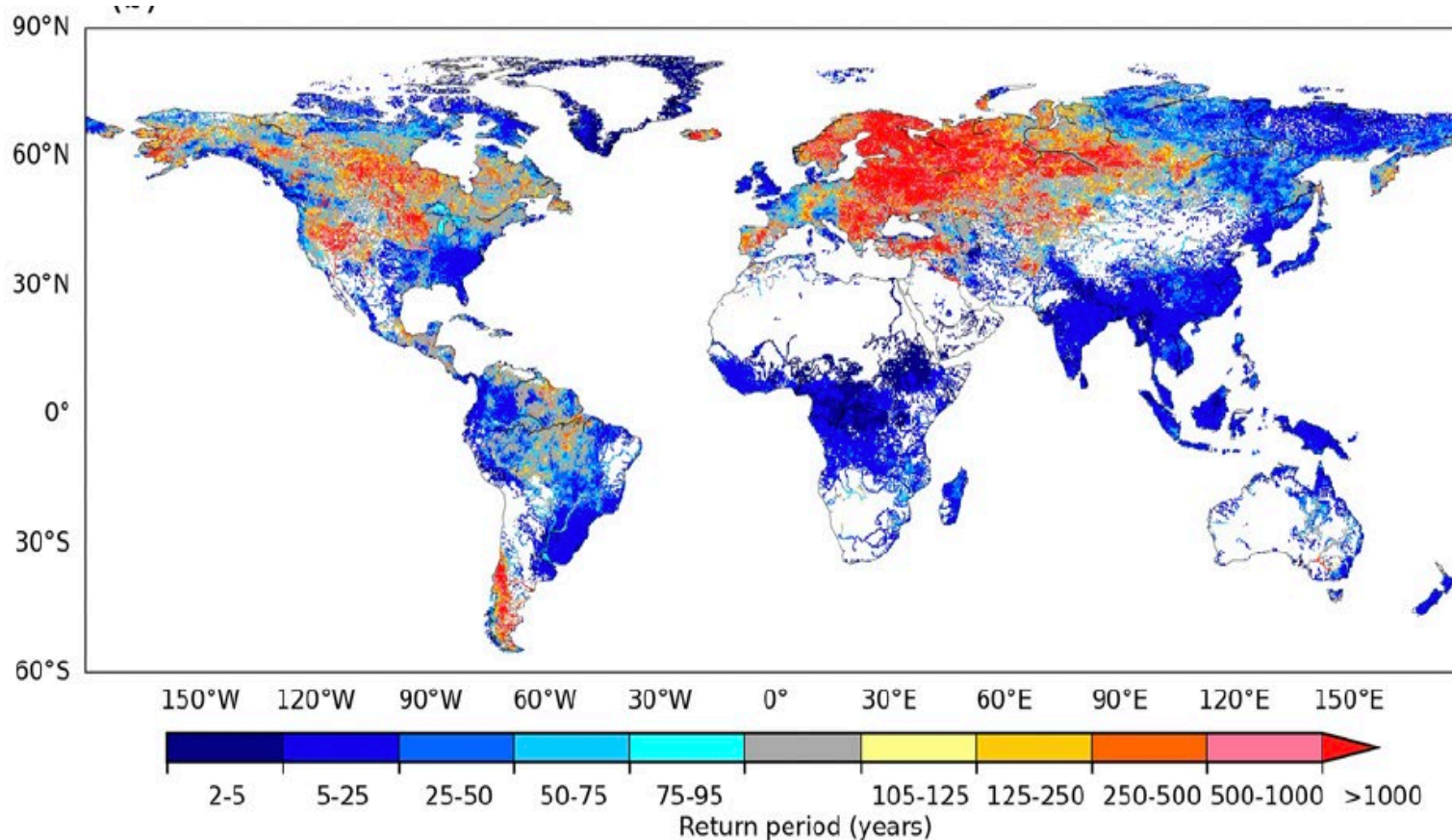
洪水や渇水の規模や頻度は、地球上のどこでどのくらい変化するか？



「影響評価モデル」を用いた気候変動リスク分析

気候予測データを、影響評価モデルに与えることで**将来のリスク**を推定できる。

例：CMIP6気候予測データを用いて、大規模洪水の頻度が将来どう変わるかを推定した



人口分布データと洪水予測を組み合わせ
洪水に影響を受ける人口が将来どう変化
するかを予測。

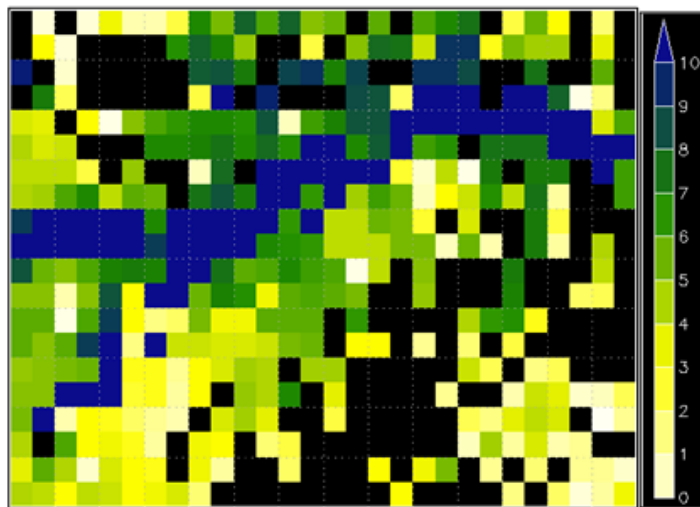
[Hirabayashi, Yamazaki, et al. 2021]

現在気候で100年に1度の規模の洪水が、将来は何年に1度起きるか？

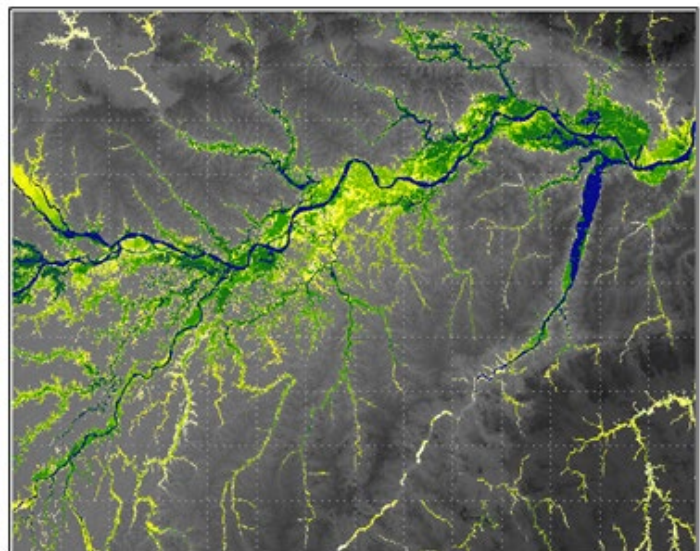
課題：気候変動への対策を検討/実施していくのに、将来リスク評価情報のリアリティは十分か？

気候変動対策につながる、より高度なリスク情報の創出

(a) Simulated depth at 0.25deg resolution

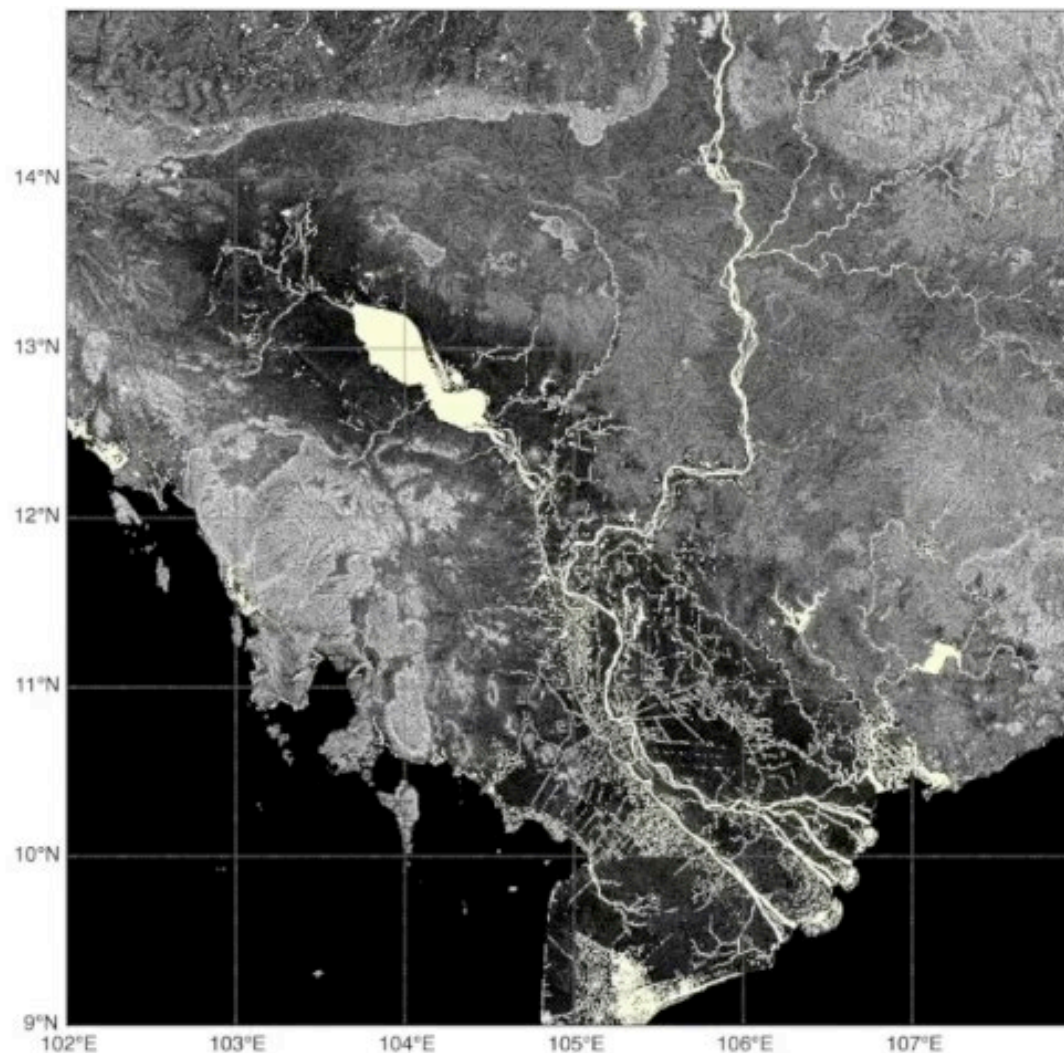


(b) Downscaled depth



近年は影響評価モデルの精緻化が進み、どこにどのようなリスクがあるかをより具体的に示せるようになりつつある。

全球河川モデルの例：高精度地形データを活用した浸水深さダウンスケール



10km分解能シミュレーションの結果を、高精度地形データでダウンスケール。
90m分解能で洪水リスクを示す

気候変動対策につながる、より高度なリスク情報の創出

(新モデル CaMa-Flood)

(旧モデル)

(行政ハザードマップ)

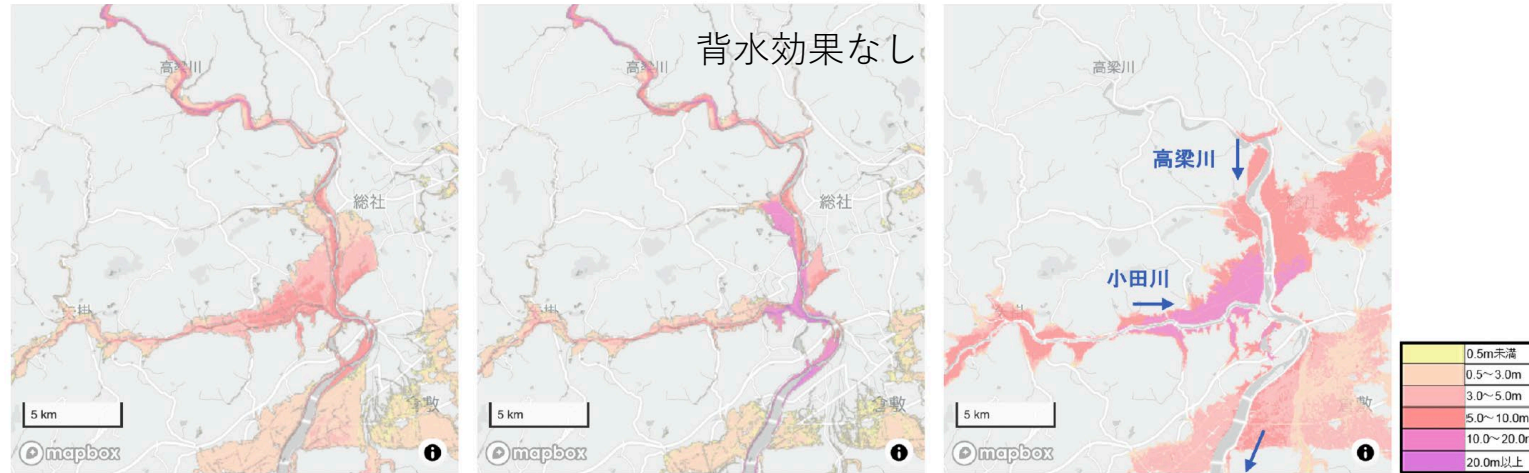


図-1 倉敷市付近における、高梁川と小田川の洪水ハザードマップ

グローバルな影響評価モデルであるCaMa-Floodの計算浸水域は行政ハザードマップと比較しても浸水域の違いが少なくなった。

→影響評価モデルを高度化して精度や分解能といった面でリアリティを持たせることで、気候変動対策への活用が進む？

(新モデル CaMa-Flood)

(旧モデル)

(行政ハザードマップ)

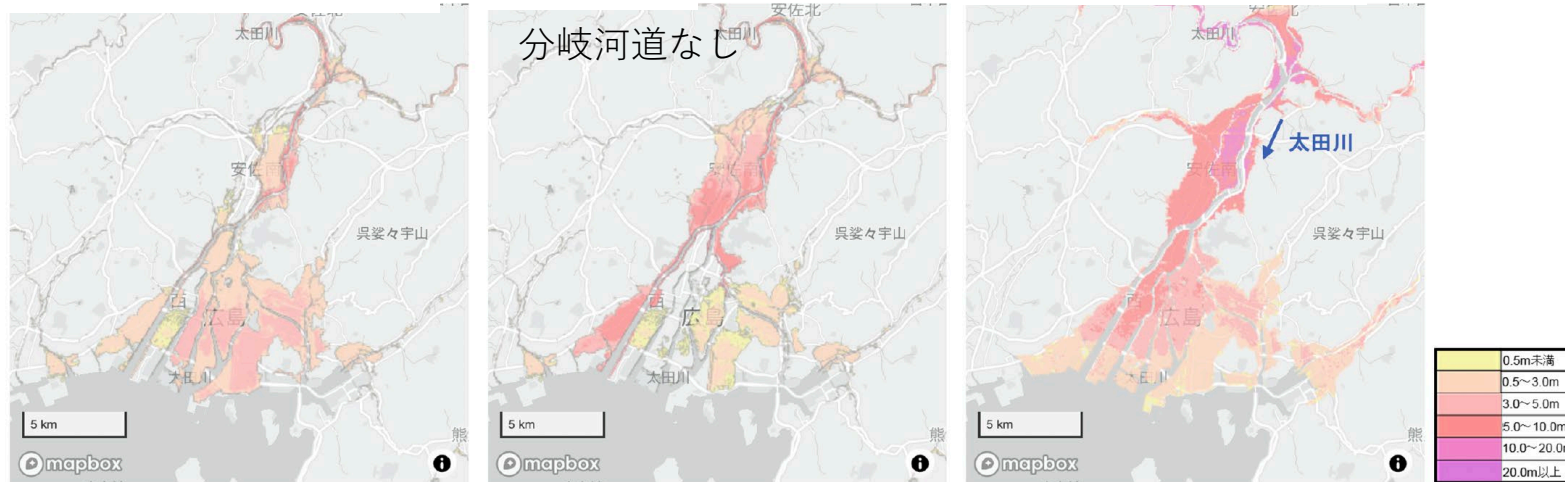
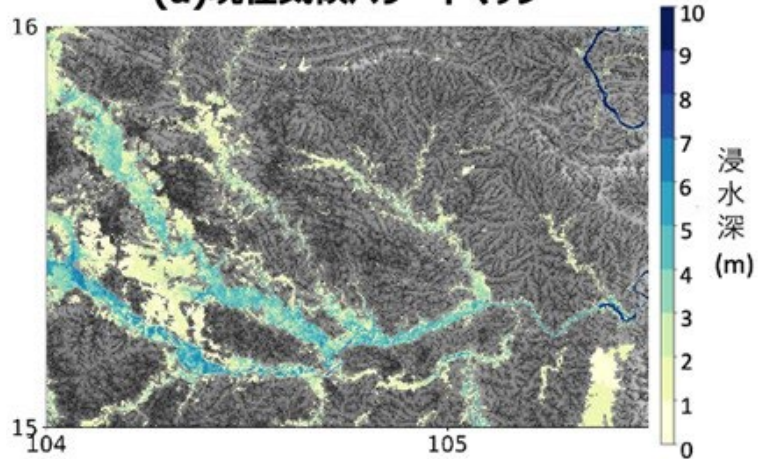


図-4 広島市付近における、太田川の洪水ハザードマップ

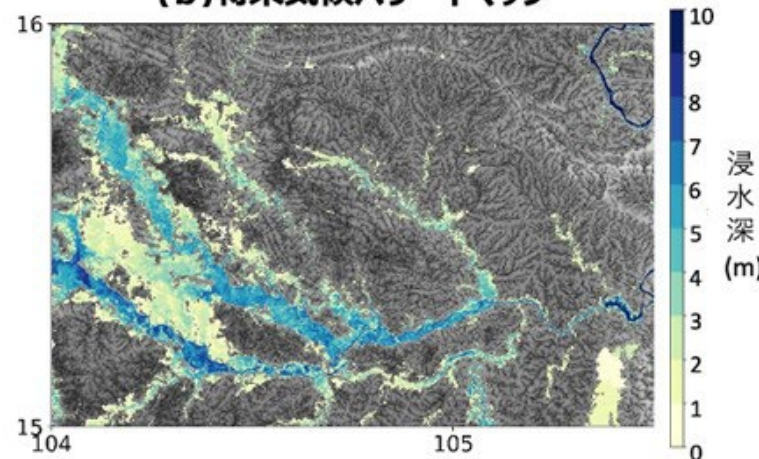
北 & 山崎
水文・水資源学会誌 (2022)

気候変動対策につながる、より高度なリスク情報の創出

(a) 現在気候ハザードマップ



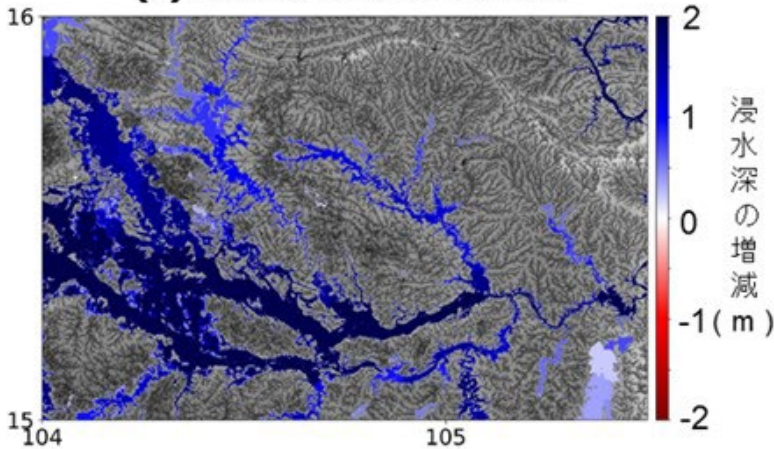
(b) 将来気候ハザードマップ



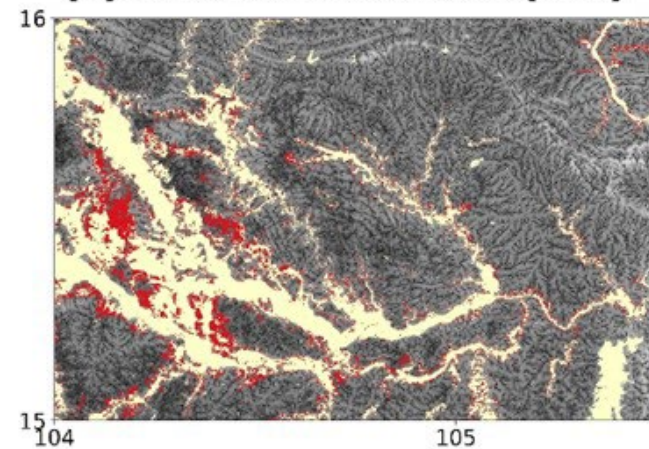
気候予測データ・グローバル河川モデル・高精度地形データを組み合わせ、**将来の想定浸水深**（≡水害ハザードマップ）を地球上すべての河川・高解像度で整備
[Kimura, Yamazaki, et al. 2023]

→いつ・どこで・どの程度リスクが上昇するかを定量的に示すことで、どのような対策を検討/実施すべきかが明確になる？

(c) 将来の想定浸水深の変化



(d) 将来の想定浸水域の広がり(赤色)



※薄黄色は現在気候での浸水域を示す

メコン川支流のMun河流域における100年に1度の規模の洪水による想定浸水深



将来の洪水リスク変化をの評価手法を定めたガイドラインでも、温暖化時のリスク推計手法のためのツールとして提示
[国交省, 2023]

まとめ: 気候変動リスク情報を活用していくには？

影響評価モデルの高度化により、気候変動が起きた時にどこでどのようにリスクが変化するか、リアリティを伴って示すことができつつある。

→ 「リスクが増えるから何かしなければならない」という曖昧な懸念ではなく、具体的な想定被害に対し、どう対策を講じるべきかまで議論できるように



TCFDやISSB開示基準による「リスク把握と開示」にとどまらず

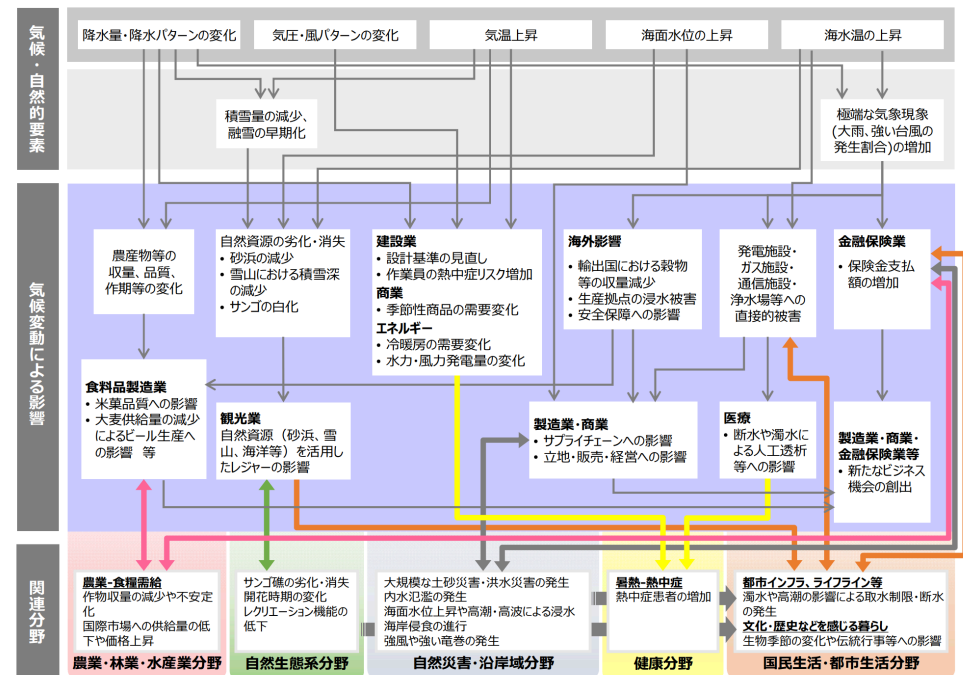
- ・どの程度なら、ハードで対策可能なのか？（止水版など）
- ・事業継続が困難となる規模の災害発生確率は？

といった具体的な検討ができるようになってはいるはず。

今どのような対策を始めればよいかの検討に必要な情報はどんどん整備されている。ガイドラインも揃ってきた

→ぜひ、どのような対策が有効かの検討を進めてほしい

+ データが足りない、解釈方法がわからないなどの課題は共有いただければ、アカデミアも改善方法を検討します



産業・経済活動分野で想定される影響の概略図
環境省「日本の気候変動影響の概要」(2020)