



平成23年度公開シンポジウム 於:一橋記念講堂 '11/08/22

# 将来の豪雨・台風とそのままたらす災害は？

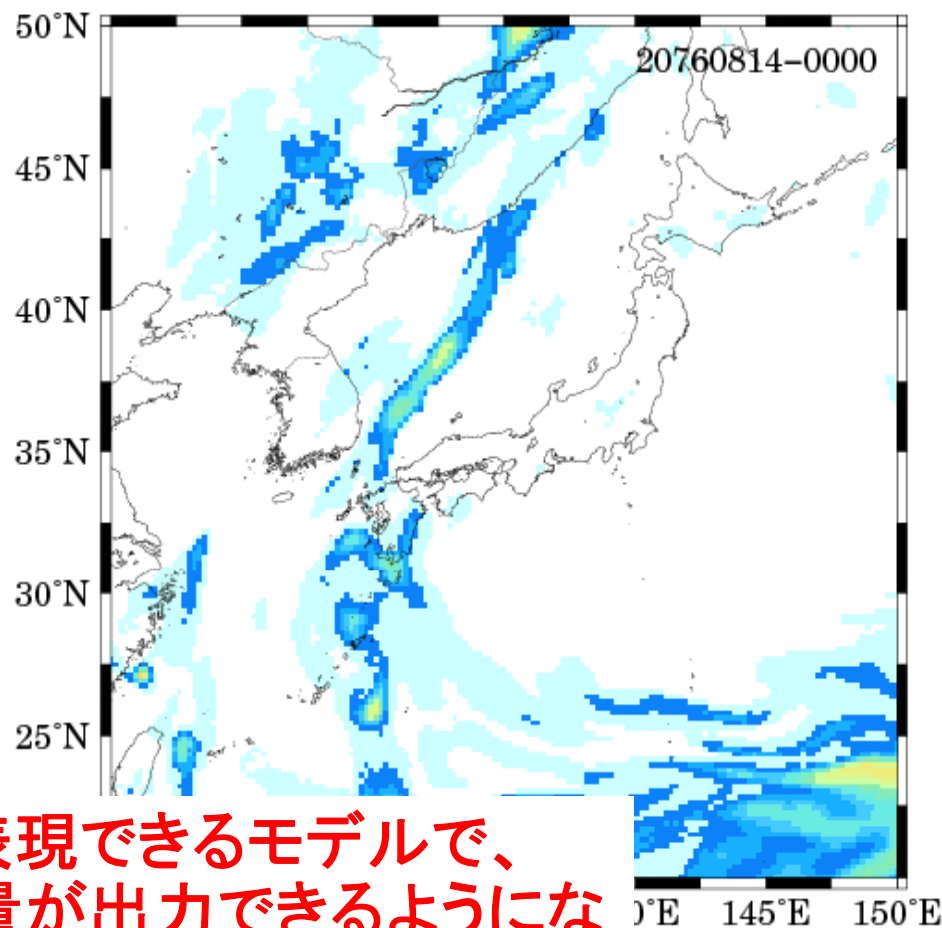
京都大学防災研究所 中北英一  
京都大学 革新・極端現象グループ

# 我が国の災害影響評価へのポイント

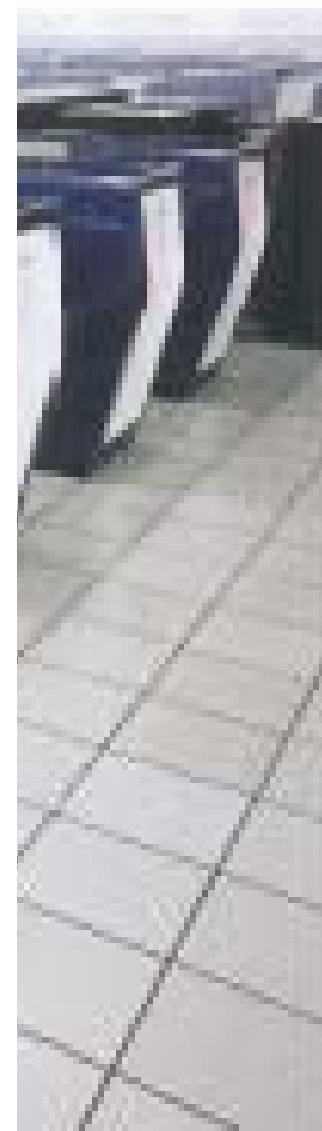
- 様々なハザード、人と関わった災害がある。
- 現実味のある(たとえば)河川流量を算定するためには、時間・空間的にきめ細かな情報が求められる。
- 気候モデルによる高解像出力が可能となって初めて、我が国の洪水、高潮・高波・波浪、風災害などの災害環境への気候変動による影響評価が可能となった。



# 地球シミュレーターが推測する2076年8月後半

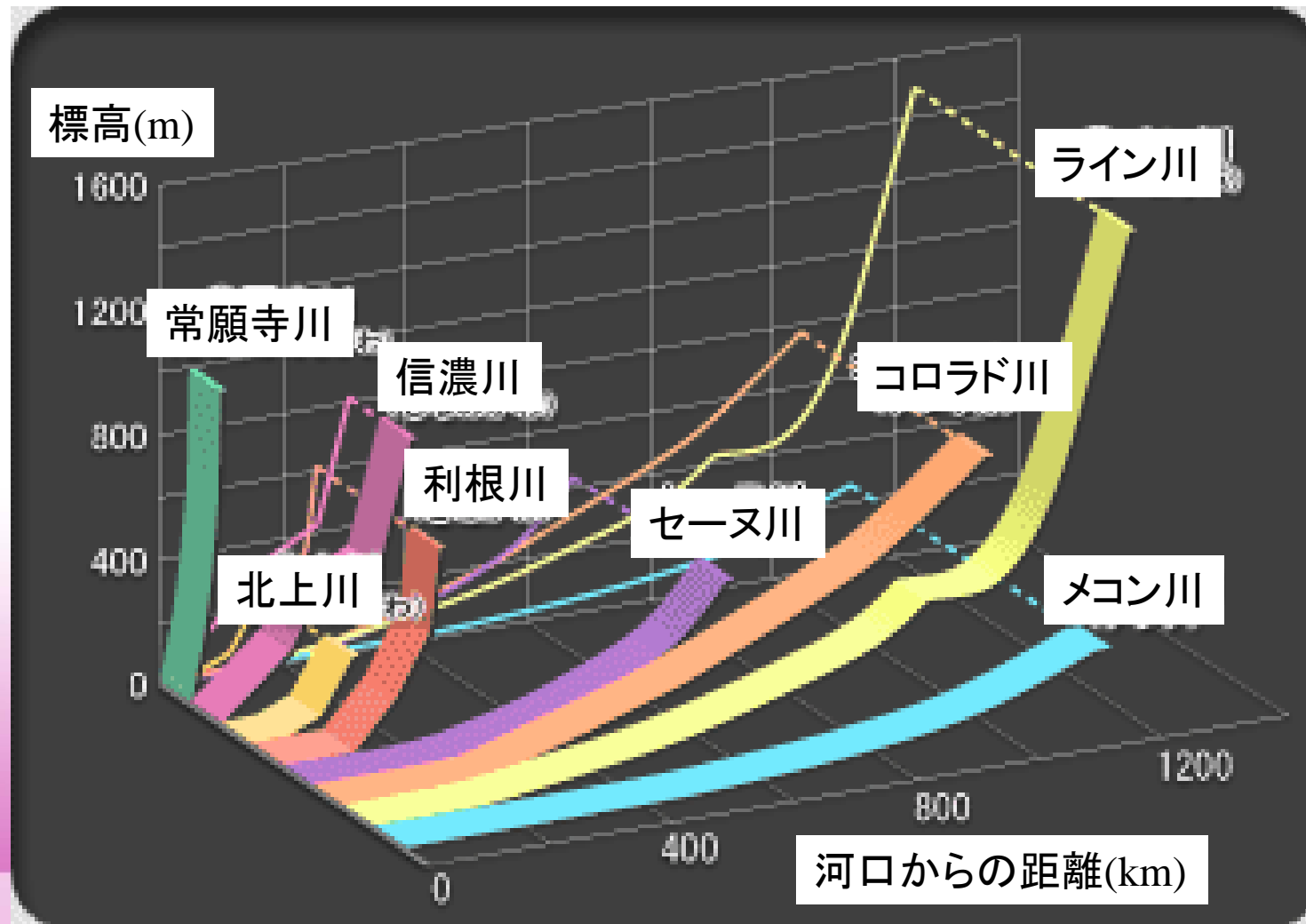


台風を表現できるモデルで、  
時間雨量が出力できるようにな  
って、我が国の、極端現象とし  
ての災害評価が可能となった



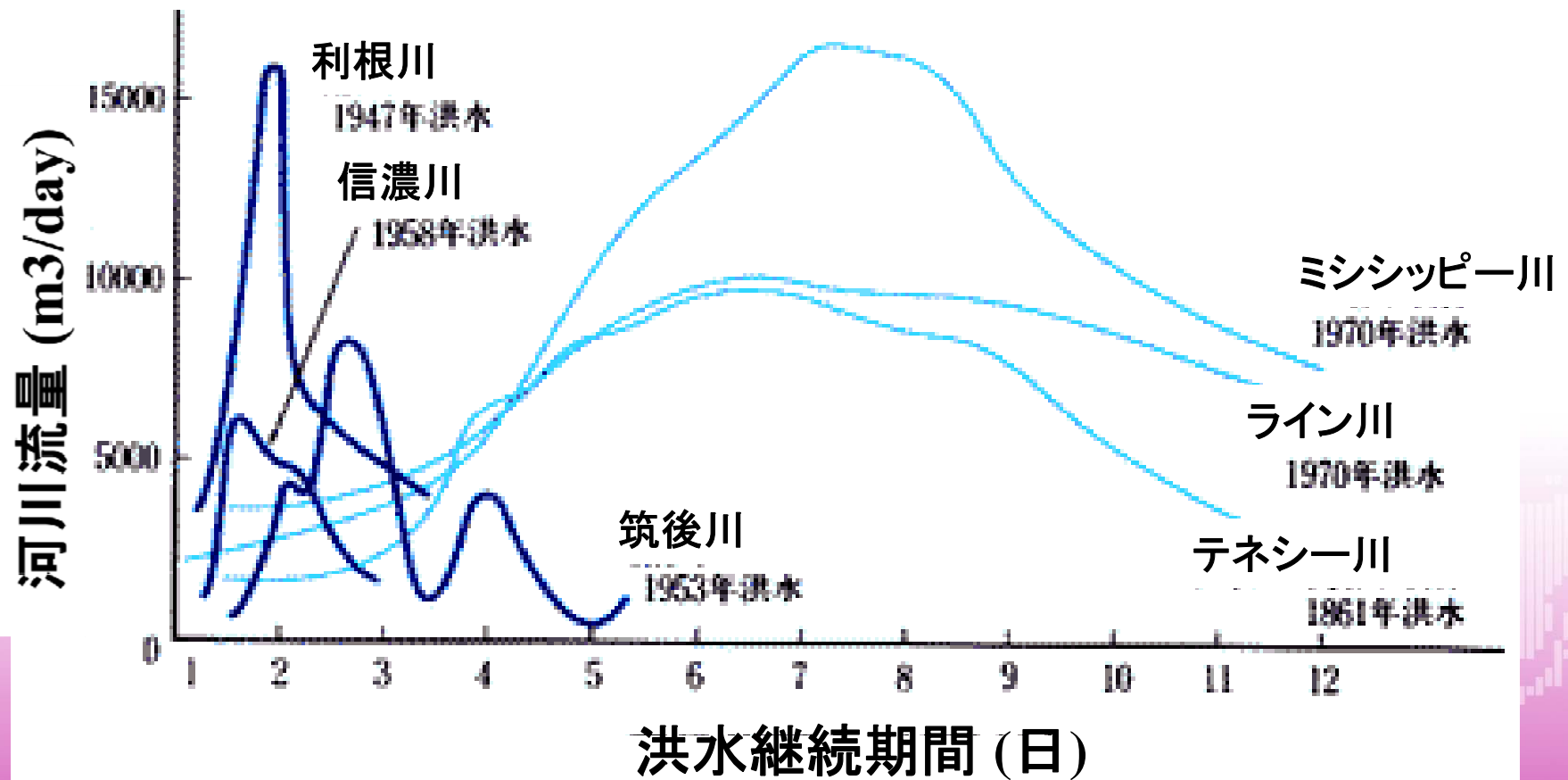
# 日本の河川の特徴(1)

- ・ 短い長さ と 急な勾配



# 日本の河川の特徴 (2)

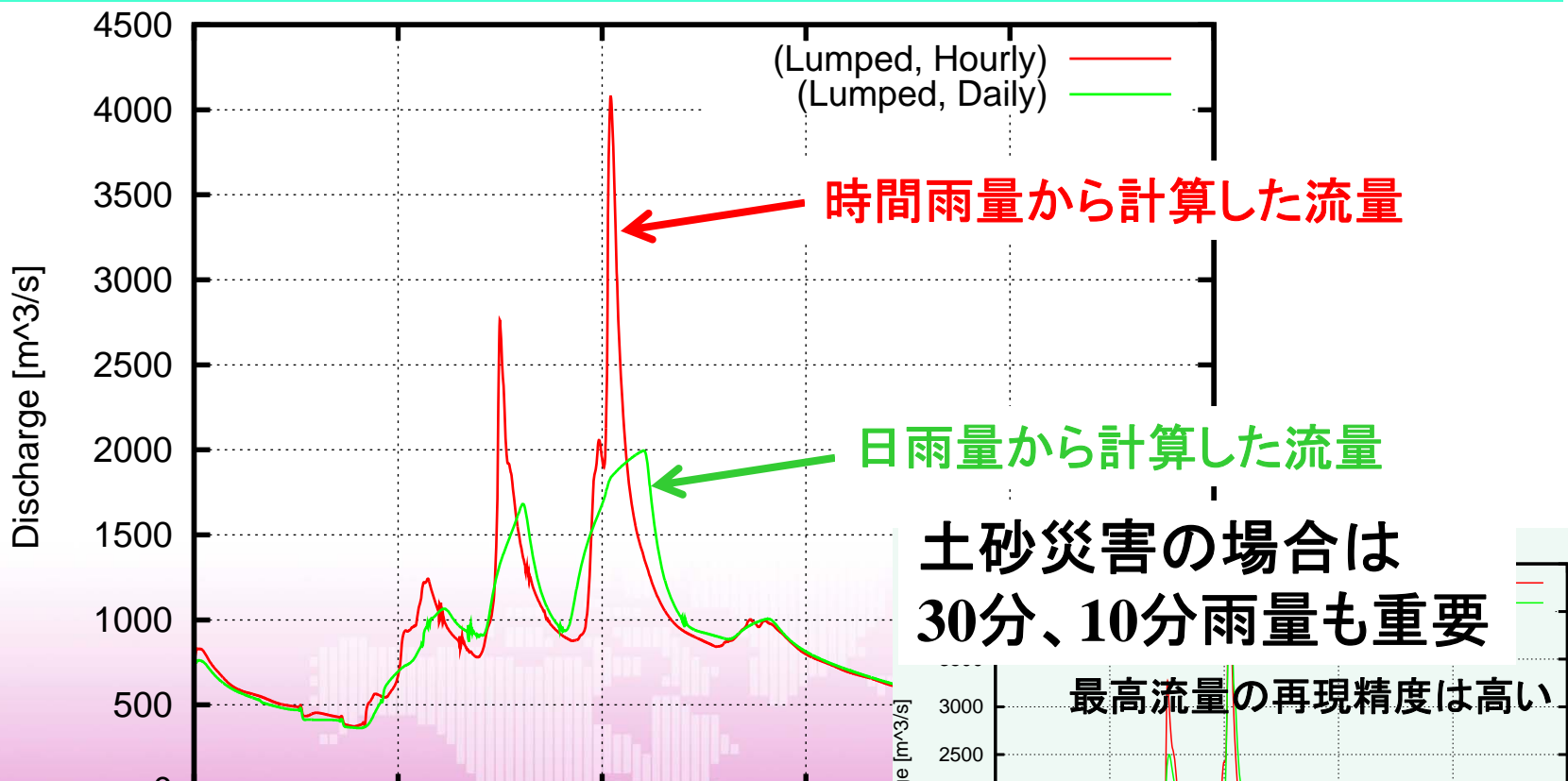
- 大きなピーク流量と短い洪水期間



# 我国の災害評価における時間雨量の重要性

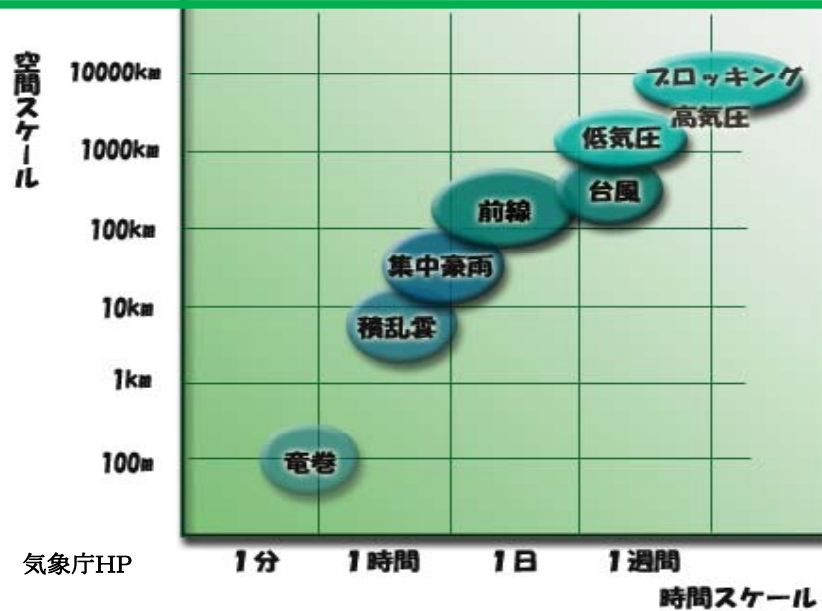
日雨量データの利用だけではピーク流量を半分に算定してしまう。

淀川・枚方地点の流量



利根川や淀川といった大河川ですら毎時毎時の雨量情報が気候モデルから出力されるようになって初めて、現実味のある河川流量や水位の算定が可能になりました。

# 豪雨と災害のスケール

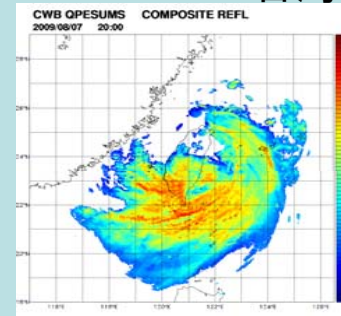


## 台風

範囲: 1000km

継続時間: 1日から数日

大川での洪水、大規模水害、土砂災害、高潮・高波、強風災害  
2009/08/08 in 台湾



GCMで影響評価可能



台湾中央気象局、台湾国家災害防救科技中心

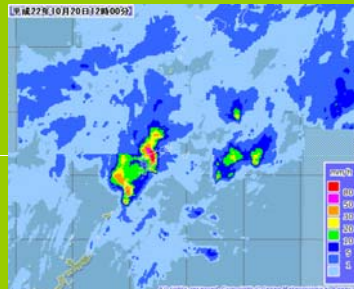
## 集中豪雨

範囲: 100km

継続時間: 6時間から半日程度

中・小川での洪水、内水氾濫、土砂災害  
2010/10/20 in 奄美

RCMで影響評価可能



南日本新聞 OFFICIAL SITE

## ゲリラ豪雨(局地的集中豪雨)

範囲: 数km

継続時間: 1時間程度

小川や下水道内での鉄砲水、都市内水氾濫  
2008/07/28 at 都賀川 2008/08/05 at 雑司ヶ谷

まだ影響評価不可能



都賀川モニタリング映像



共同通信

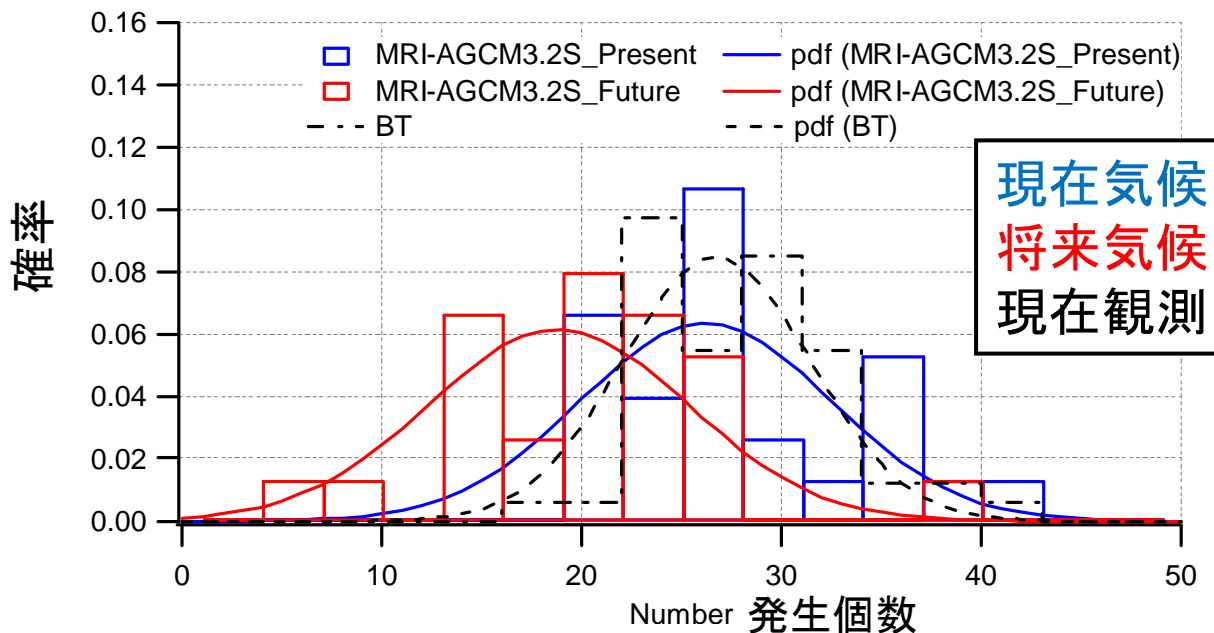
# GCM,RCMからの解析結果

- 台風の到来頻度
- 集中豪雨の生起頻度

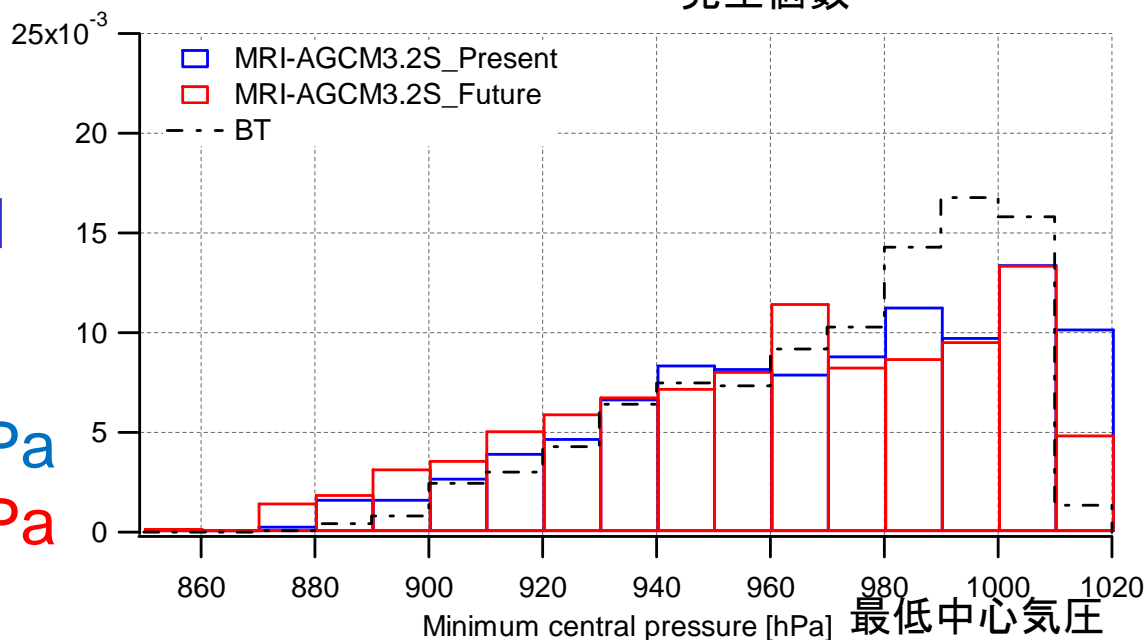


# 北西太平洋域におけるAGCMの台風特性

台風発生数  
個数は減少

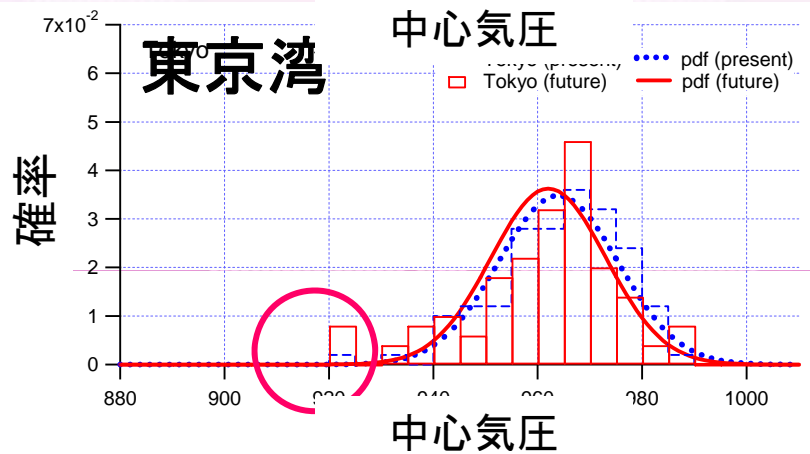
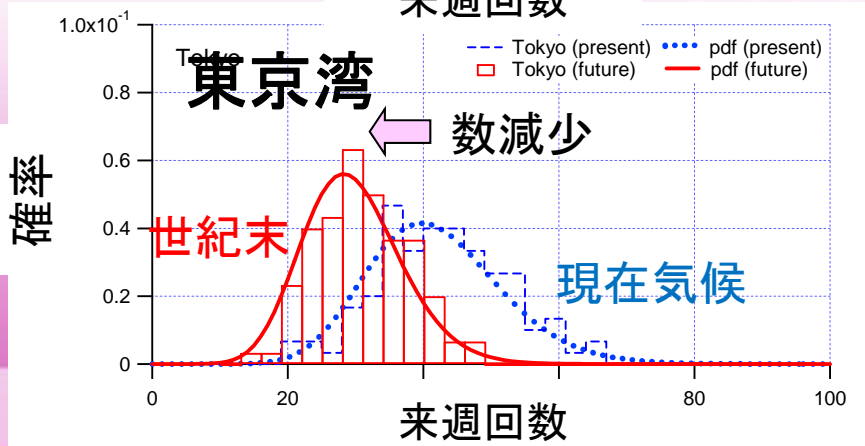
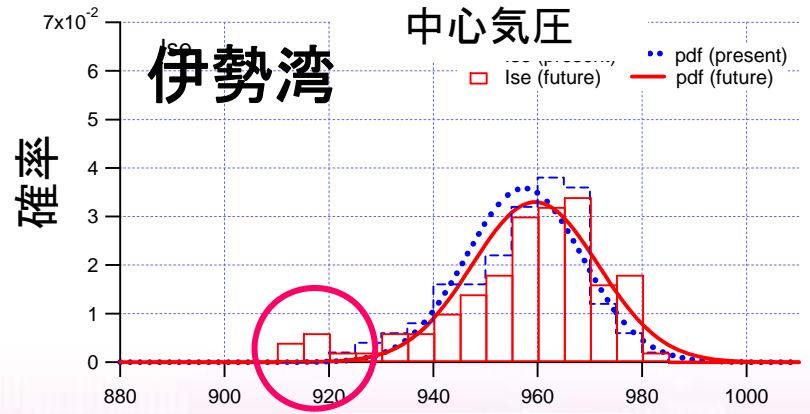
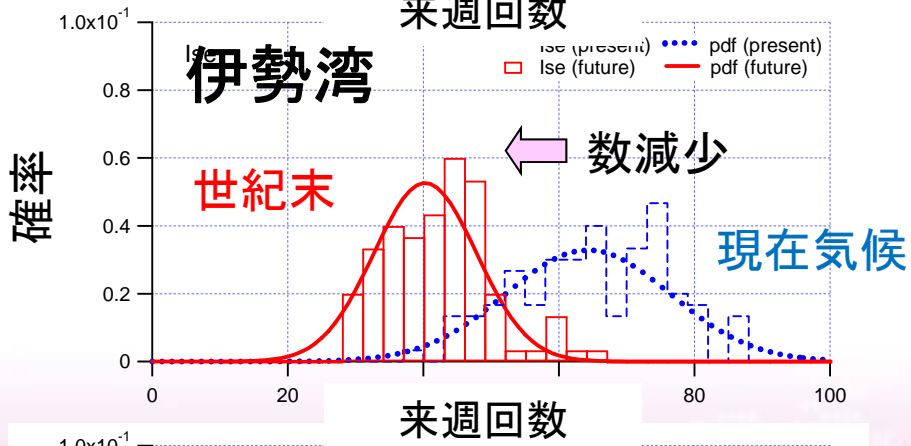
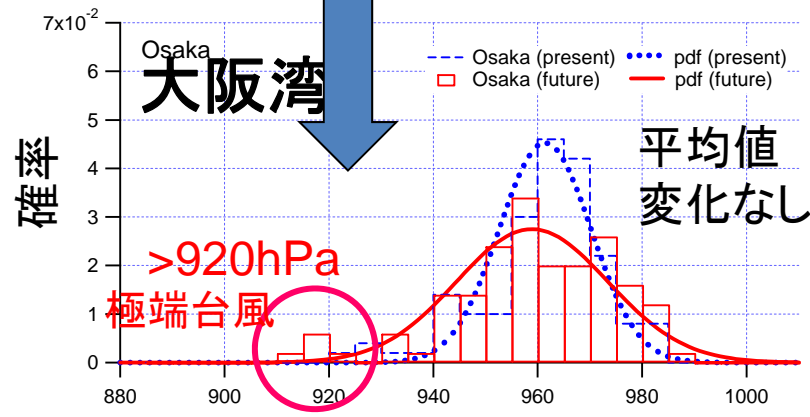
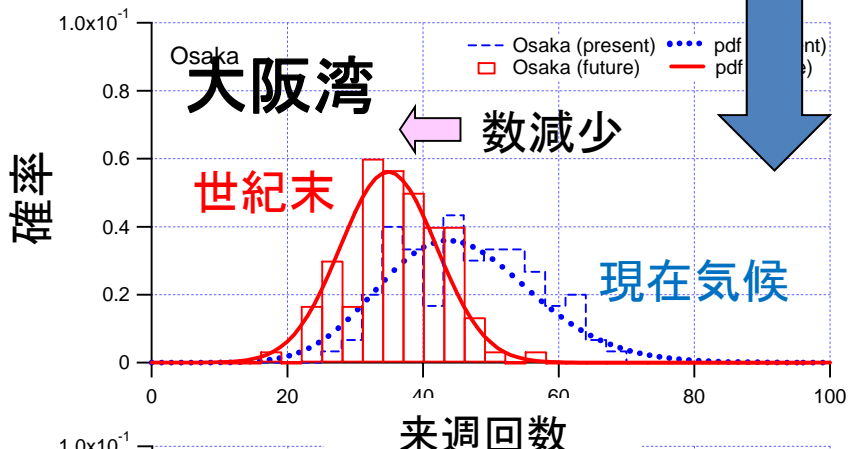


最低中心気圧  
930hPa以下  
発生率が増加



最強の台風  
現在実験: 865.9 hPa  
将来実験: 845.4 hPa

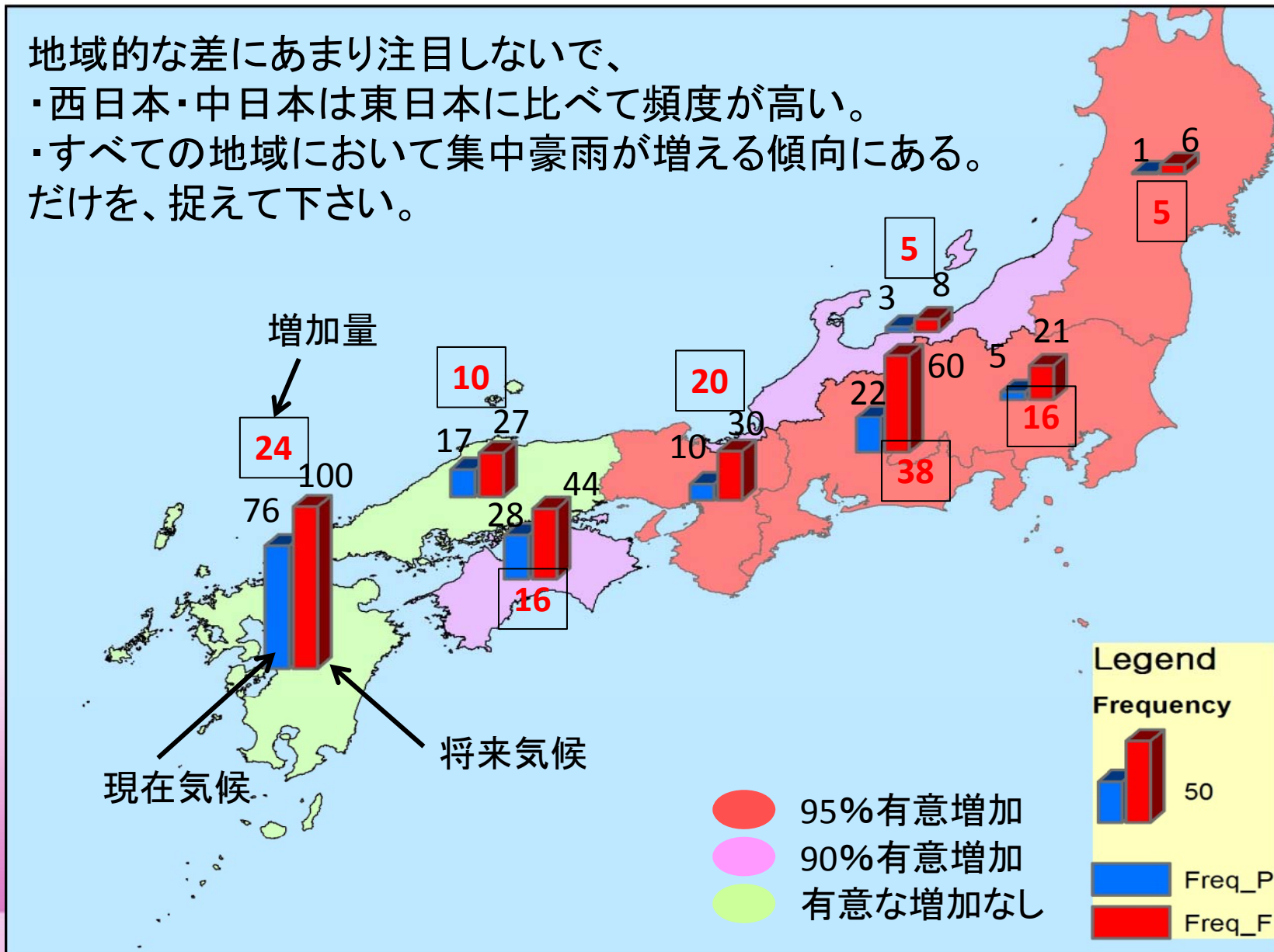
# 三大湾への台風来襲回数と中心気圧の頻度変化



# RCM5を用いた地域別による集中豪雨の発生回数(25年)

地域的な差にあまり注目しないで、

- ・西日本・中日本は東日本に比べて頻度が高い。
  - ・すべての地域において集中豪雨が増える傾向にある。
- だけを、捉えて下さい。



# 豪雨・台風による災害

- 土砂災害
- 洪水災害
- 高潮・高波
- 強風災害

# 台湾での大斜面崩壊災害と浸水

複合災害



# 台湾での大斜面崩壊災害

災害翌日



成功大学防災研究センター

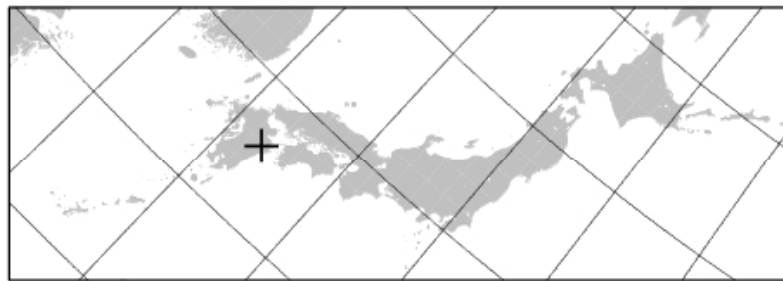


高雄県消防局提供

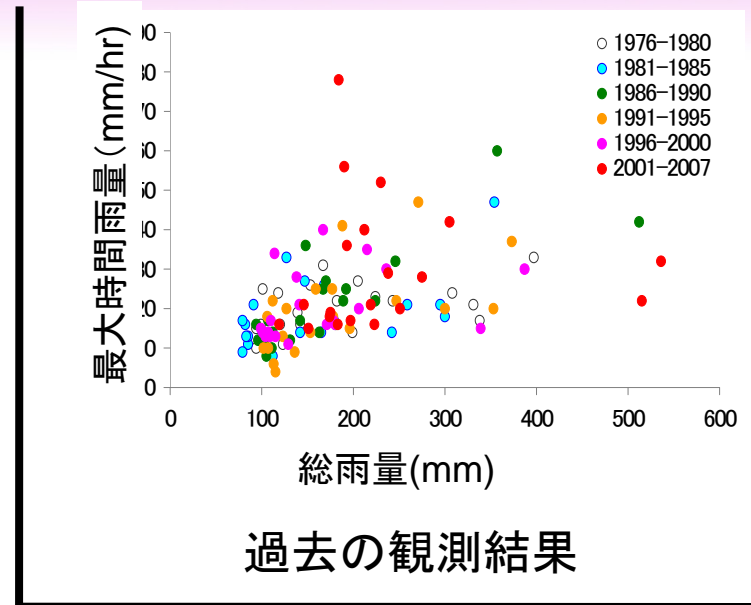
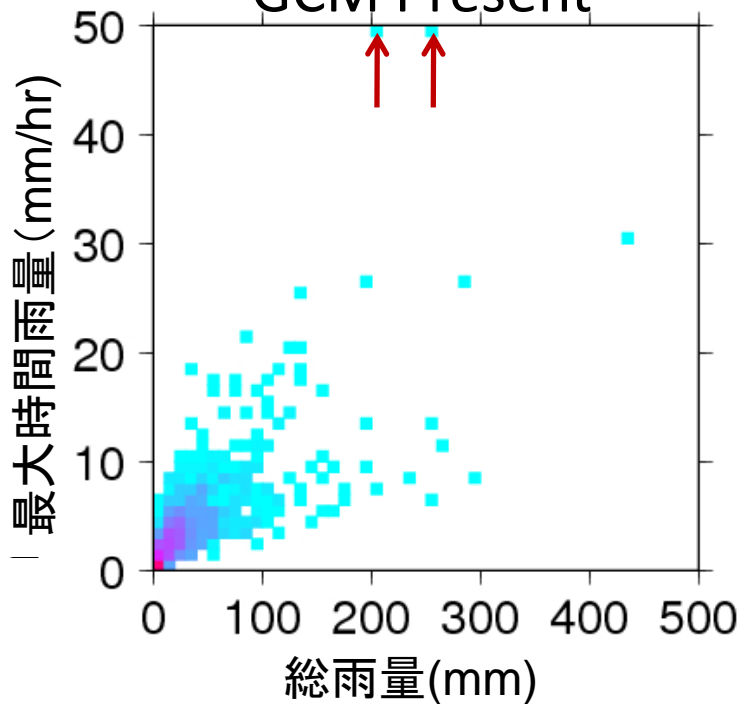
かつてここに400～600人が暮らした小林村があった。

集落の400～600名の遺体は今も土砂に埋まったまま。

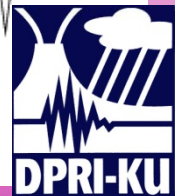
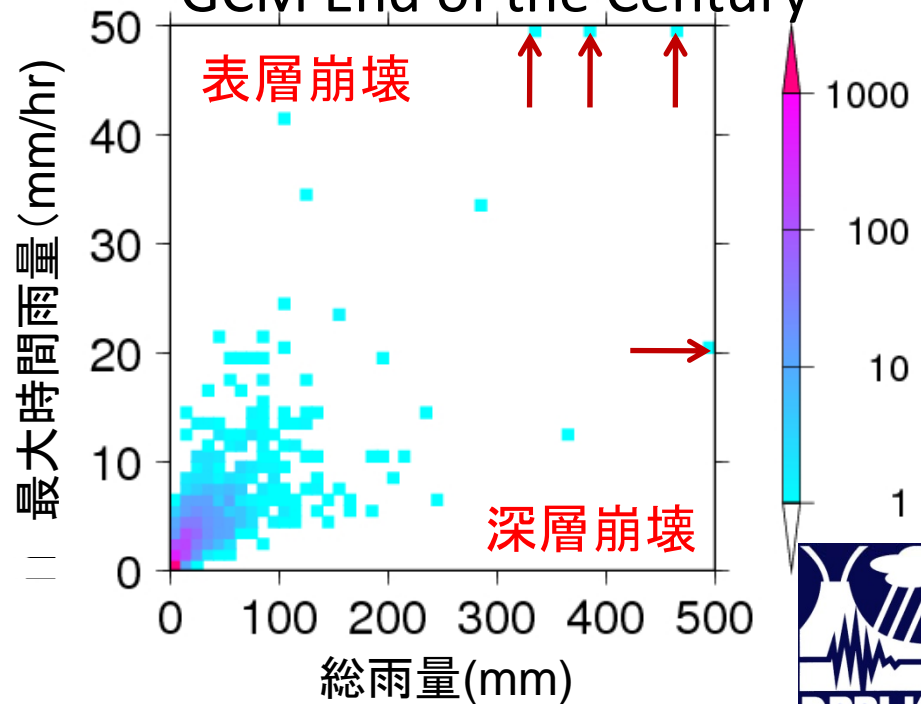
# 土砂災害を意識した豪雨への影響評価 (総雨量.VS. 最大時間雨量)



GCM Present



GCM End of the Century



# 地域別の将来変化

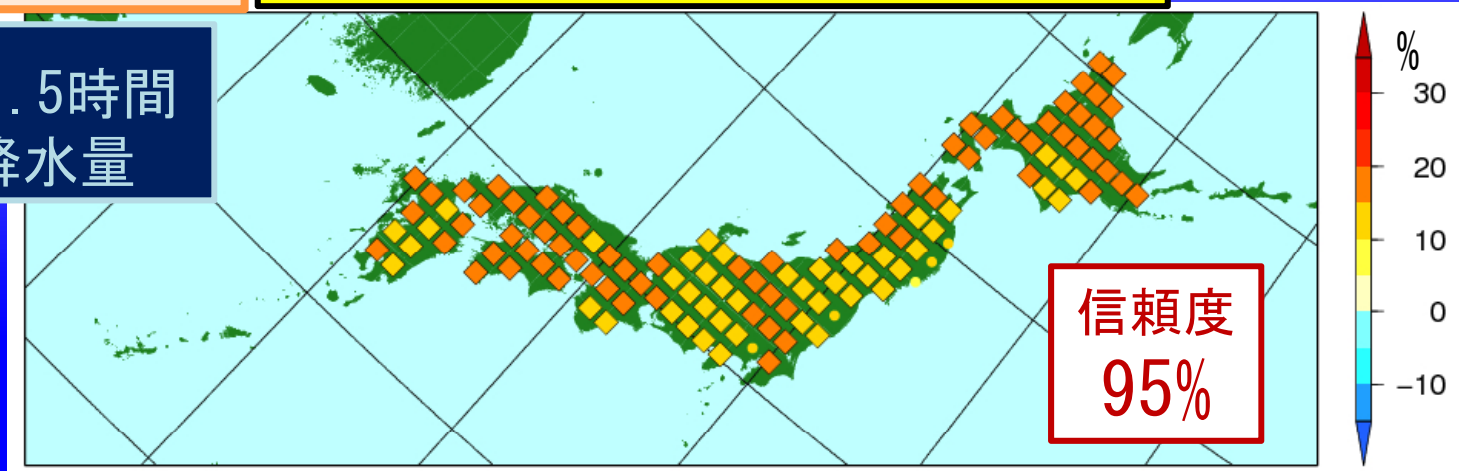
全球60km

表層崩壊リスク

ほとんどの地域で10~20%増える

将来ー現在

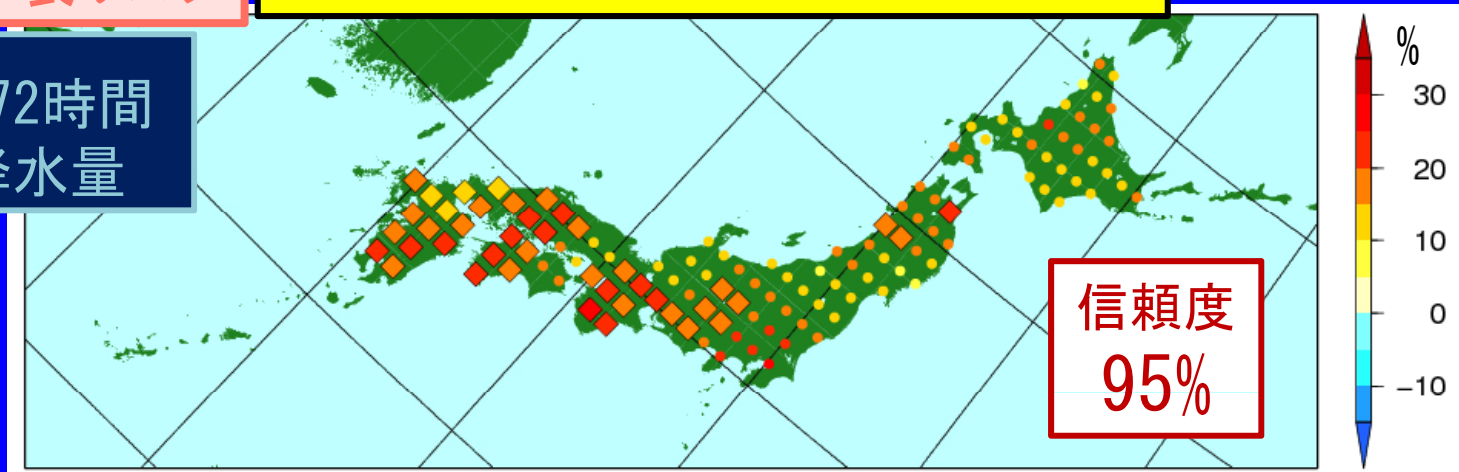
半減期1.5時間  
実効降水量



深層崩壊リスク

東海以西と東北で10~20%増える

半減期72時間  
実効降水量



◆ .....95%の信頼度で有意な変化 .....それに満たない変化



# 河川や高潮・高波のデザイン値



**デザイン値**  
(何年に一度程度という、あらかじめ設定された頻度、それに対応する流量、水位)

減災の対象となる範囲  
= 大規模災害の場合もふくむ。

気候変動による影響評価では、同じ頻度に対応するデザイン値がどう変化するかが興味と対象となる。

防災の対象となる範囲  
= 堤防から水は溢れさせない。  
防波堤から水は越えさせない。

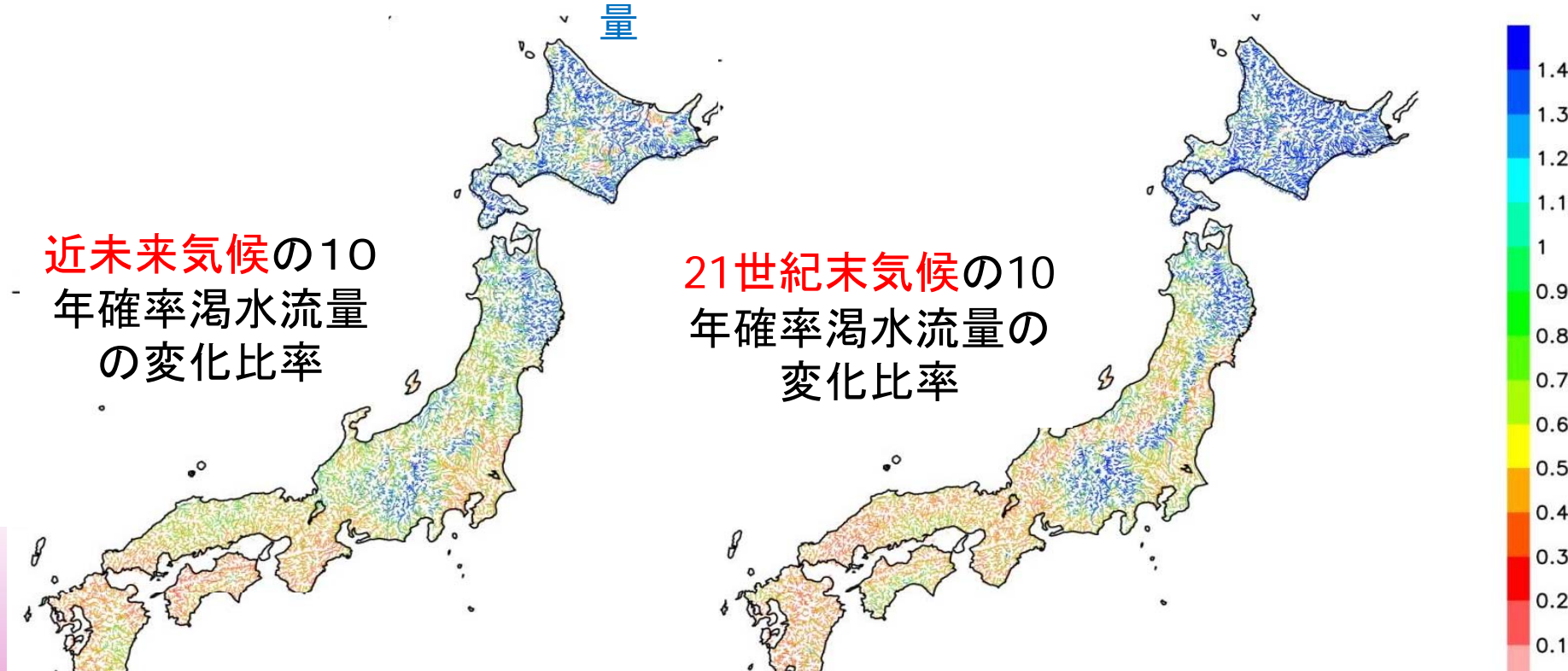
# 再現期間100年に対応する年最大流量 の変化比率(台風到来が大きな影響)



- 東北南部と北陸東部以外、ほとんどの地域で最大流量は増加。30-40%増も。
- もともと大雨の少ない東北では、クリティカルになる危険性が高い。
- ただし、九州～近畿以外では、台風到来頻度が元々相対的に少なく、GCMによる25年間の計算では、たまたまという影響が大きいと考えられる。洪水危険度は東日本も要注意。

# 再現期間10年に対応する渇水流量の 変化比率(台風が来ない事が大きな影響)

渇水流量: 1年で約10番目に少ない、河川の一日の流量

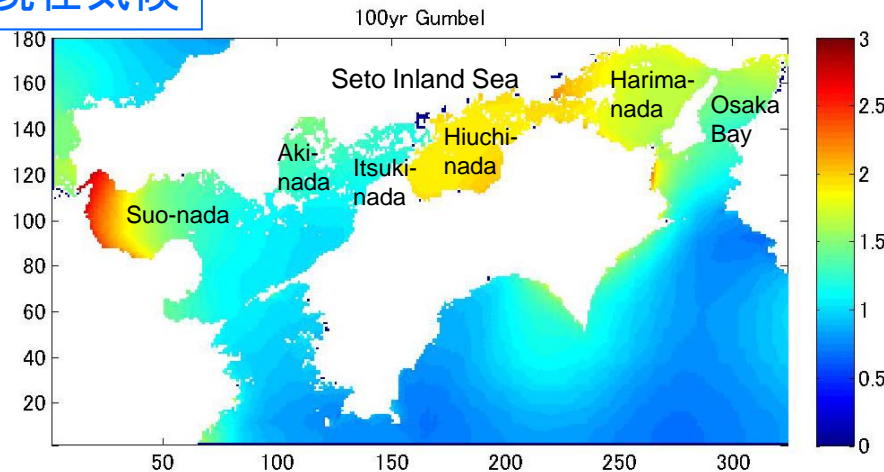


- 北日本と中部山地以外では、渇水時の流量減少。渇水が深刻に。
- 西日本では、洪水危険も増すし、渇水危険度も増す。
- ただし、九州～近畿以外では、台風到来頻度が元々相対的に少なく、GCMによる25年間の計算では、たまたまという影響が大きいと考えられる。

# 気候変動予測実験出力を直接用いた高潮リスクの評価

GCMデータを駆動力として高潮シミュレーションを実施. 台風ごとの最大高潮偏差を極大値資料とし, Gumbel分布を用いて極値統計解析を行った. 再現期間は100年.

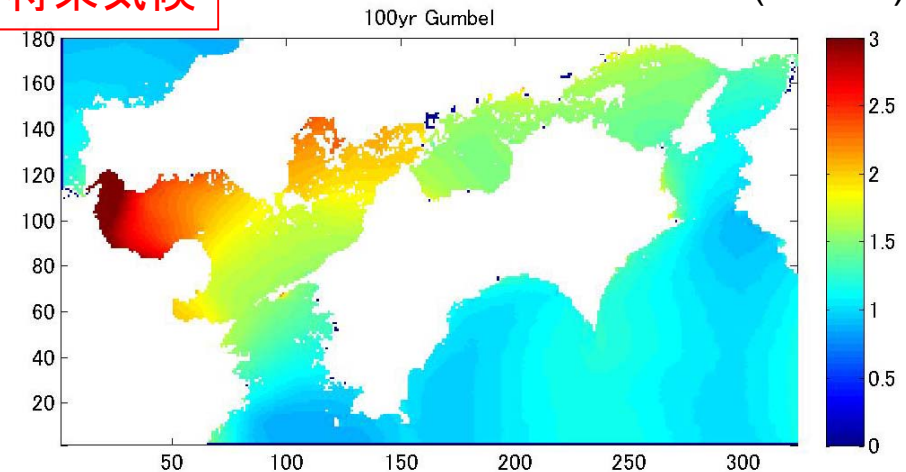
現在気候



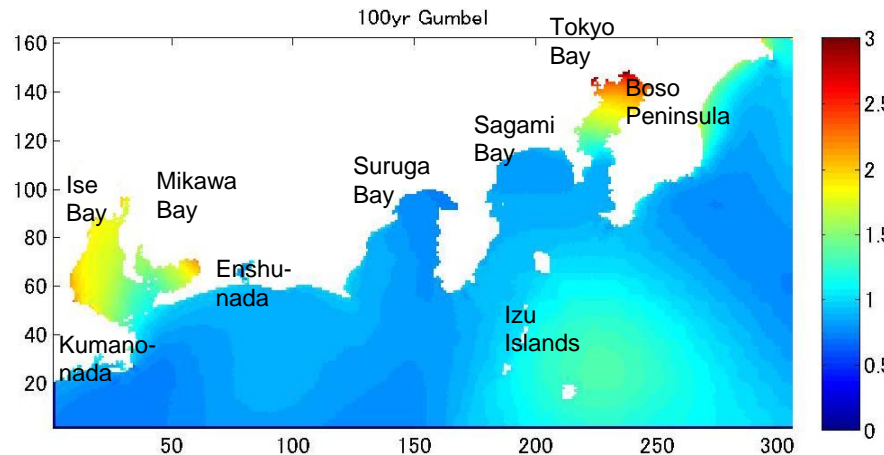
周防灘西部における高潮偏差の再現確率値が最大で, 2.4~2.7m. 燧灘および播磨灘においても大きい.

将来気候

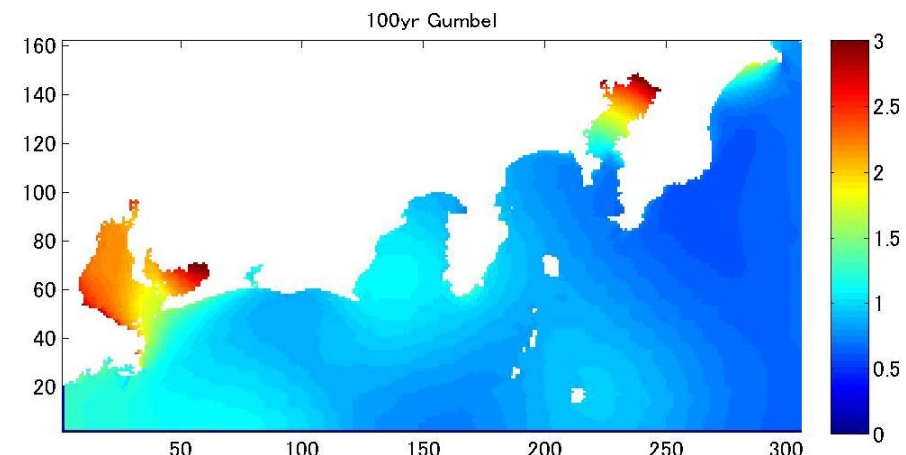
(unit: m)



周防灘で, 現在気候に比べて大きく増大し, 3.0~3.7m. 燧灘や播磨灘では小さく, 安芸灘および斎灘では大きくなった.



東京湾で最も大きく2.3~3.0m. 次いで, 伊勢湾西部および三河湾で大きく, それぞれ1.8~2.1m, 1.5~2.1m.



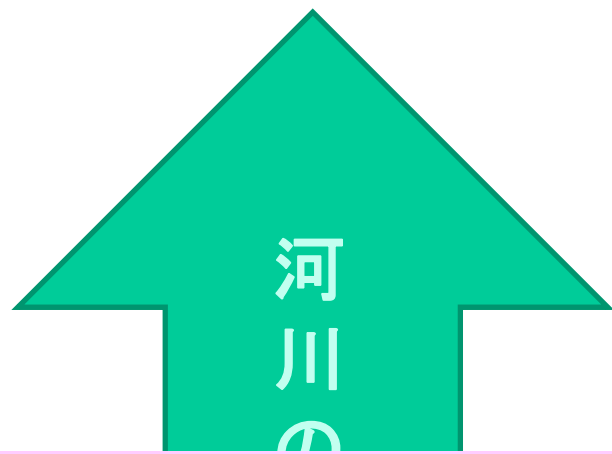
東京湾では2.3~3.4mに増大したのに対し, 伊勢湾では2.2~2.6m, 三河湾では2.5~3.2mと際だって増大した.

# 不確定性がまだまだある(1)

- 以上の気候変動影響評価としての計算結果は概算値である。特に、まれな(極端な)ハザードほど不確定性は高い。(もちろん、概算値とその精度が出るだけでも、飛躍的な進歩である)
- なぜなら、気候モデルによる世紀末までの出力の中には特定の河川や湾に対する最悪の台風がたまたま含まれない場合も想定されるから。



# 将来デザイン値の推測には不確定性がある



河川の

減災の対象となる範囲  
= 大規模災害の場合もふくむ



将来気候下での推測デザイン値には  
不確定性がある

世紀末の推定デザイン値

気候変動による影響評価では  
= 同じ頻度に対応するデザイン値  
は上昇する。  
= でも、どこまで上昇するかにはあ  
いまいさがある。

現気候下で  
のデザイン値

・  
高潮の  
水位

防災の対象となる範囲  
= 堤防から水は溢れさせない。  
防波堤から水は越えさせない。



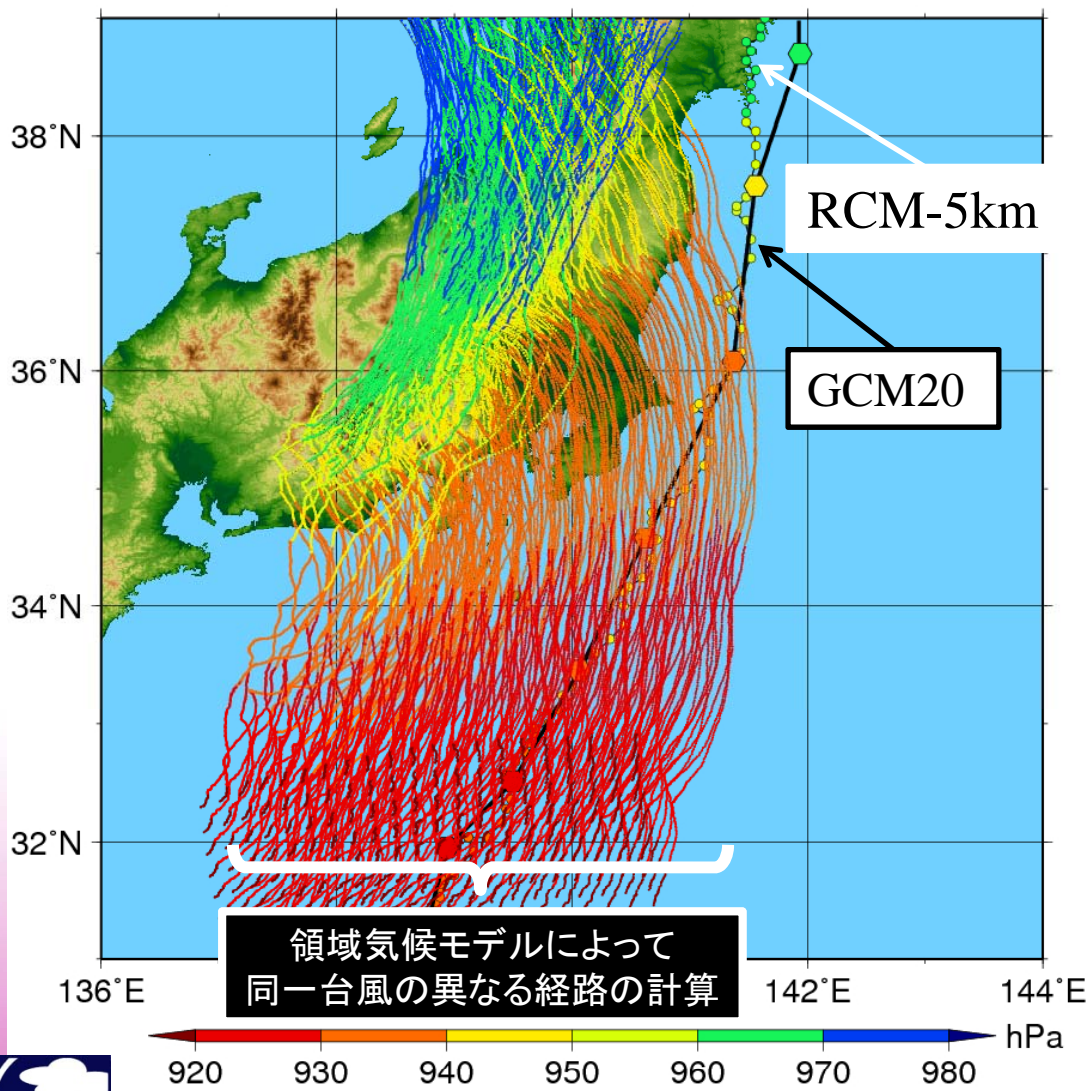
KAKUSHIN

## 不確定性がまだまだある(2)

- ・ そこで、最悪シナリオも影響評価の対象としておきたい。
- ・ たとえば、できるだけ気象学的に根拠のある形で台風のコースをずらして大雨や河川流量を算定するとどうなるだろうか？



# 極端台風の進路を操作して最悪シナリオを



台風の渦を保存させて中心位置を移動させる。

(コマを移動させる)



領域気象モデルで移動後の数値シミュレーションを実施。

(コマを再び放して勝手に移動させる)

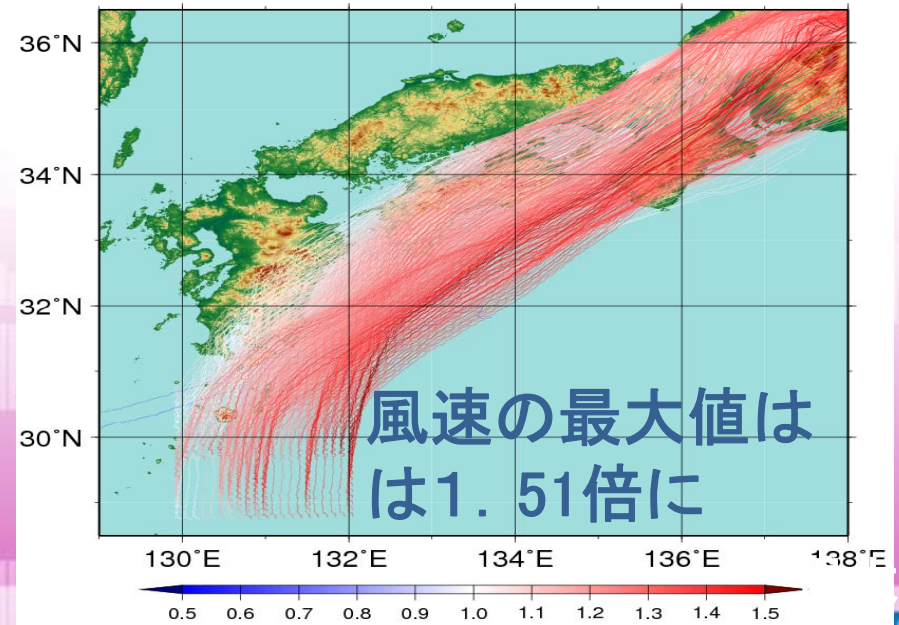
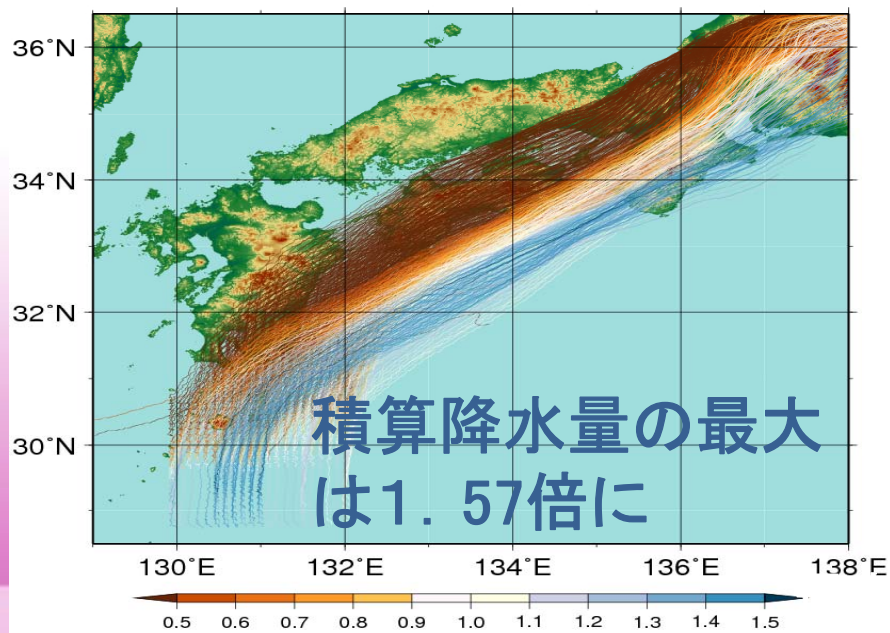
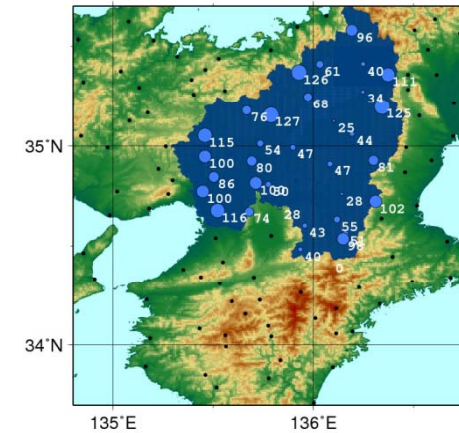
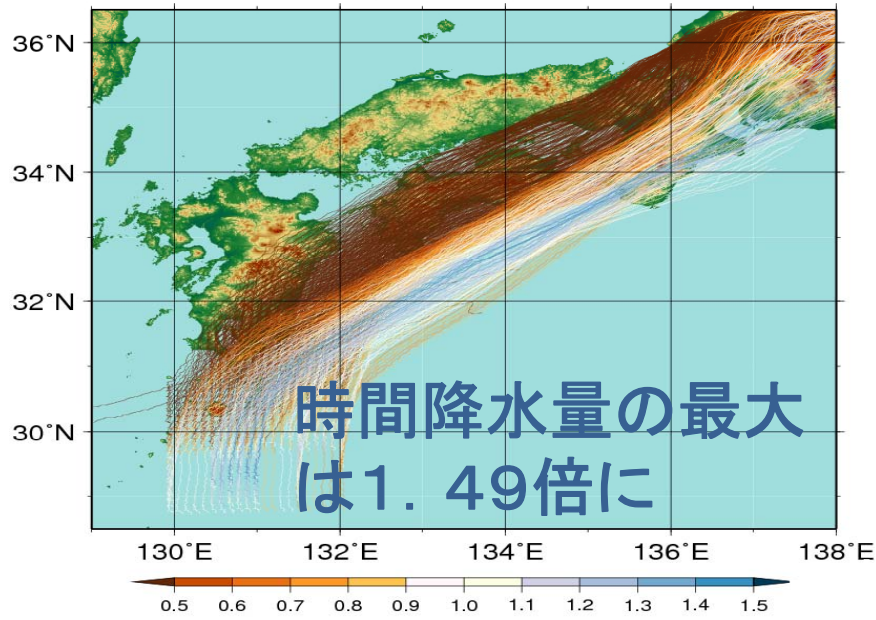


## 影響評価

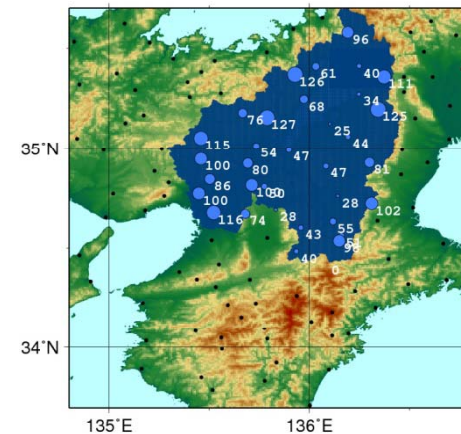
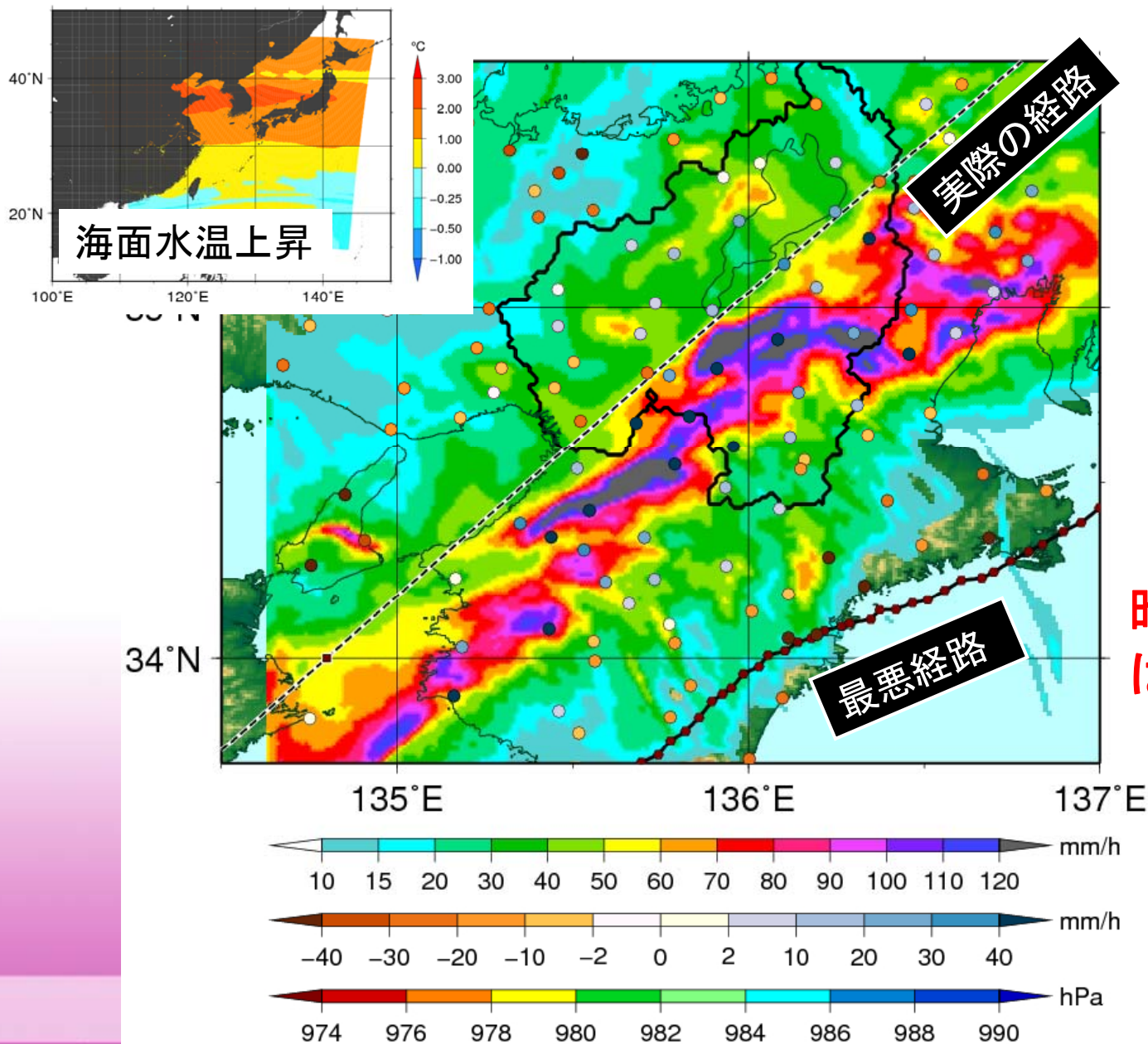
- ・ 陸：強風・河川流量・浸水
- ・ 海：波浪・高潮



# 実際の台風をベースにした 最悪ルート(淀川流域)



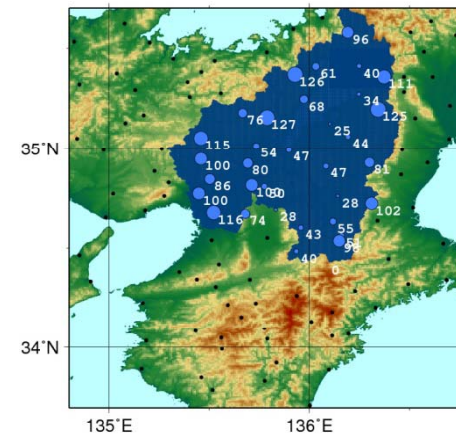
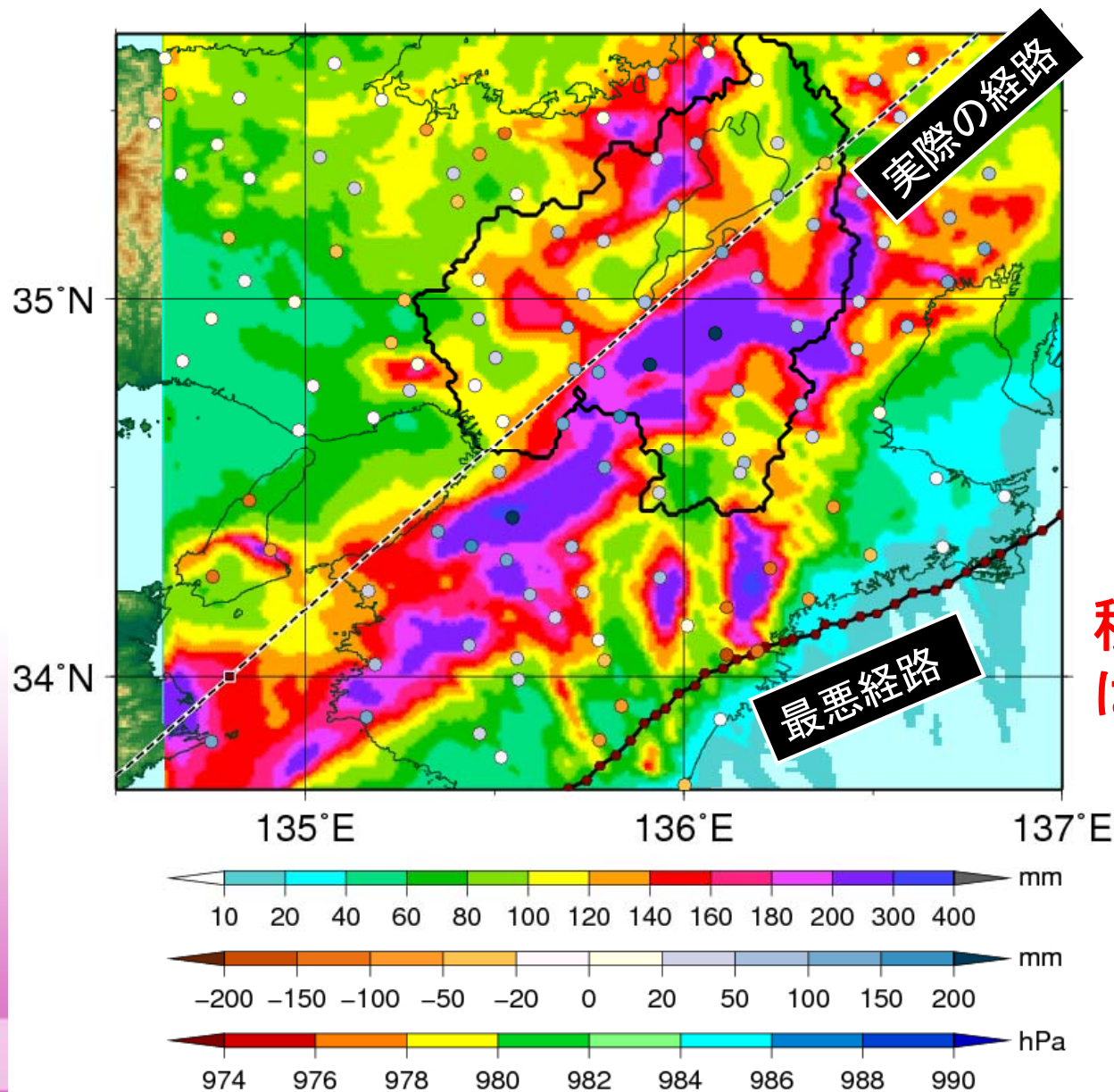
# 海面水温上昇を仮定した「最悪経路」時間降水量



時間降水量の最大  
は1.7倍に



# 海面水温上昇を仮定した「最悪経路」積算降水量

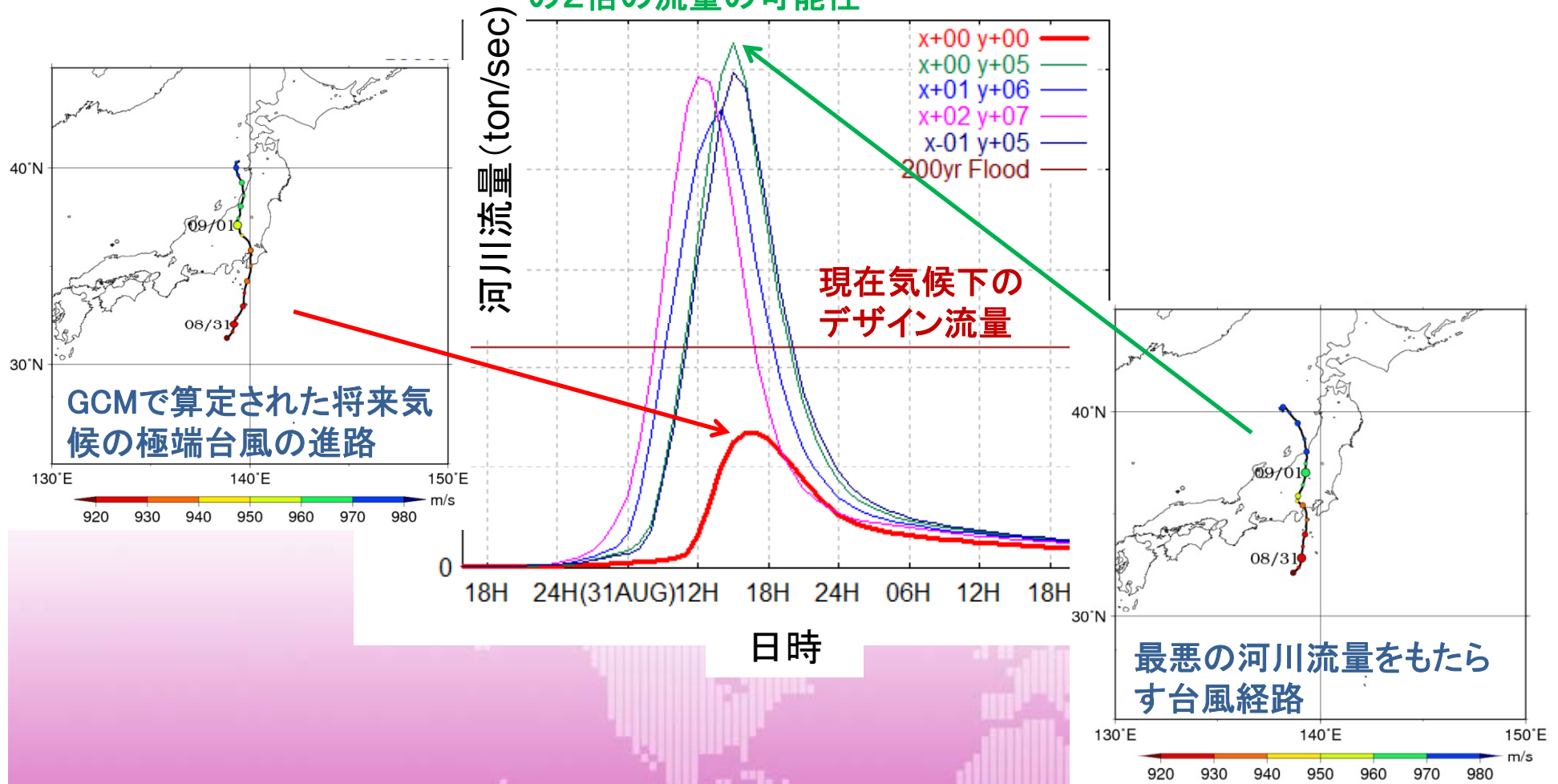


積算降水量の最大  
は2.26倍に



# GCMで算定された将来気候極端台風を 進路変更させたときの最悪河川流量

現在気候のデザイン流量  
の2倍の流量の可能性



# 適応策に向けて

- できるだけ気象学的に根拠のある形で台風のコースをずらして大雨や河川流量を算定すると現在の治水目標値の2倍の流量が算定される場合があります。
- 将来の適応のためにこの算定値は考慮に入れるべきでしょうか？
- たとえどれくらいの頻度で到来するかは推定できなくとも、また災害を完全に防ぐことができないものであっても、少なくとも「生起してしまった場合にどうすべきか？」という被害軽減策を考えておく必要があると思っています。



# 適応に向けて

最悪シナリオ

サバイバビリティ・クリティカル(生存の淵、土俵際)から、しなやかにより戻せる足(社会システム)が、より重要となる

河川の

減災の対象となる範囲  
= 大規模災害の場合もふくむ



将来気候下での推定デザイン値には不確定性がある

世紀末のデザイン値

気候変動による影響評価では  
= 同じ頻度に対応するデザイン値は上昇する。  
= でも、どこまで上昇するかにはあいまいさがある。

現気候下でのデザイン値

高潮の水位

防災の対象となる範囲  
= 堤防から水は溢れさせない。  
防波堤から水は越えさせない。



KAKUSHIN

# 気候変動影響評価・適応策を考えるにあたって

- 革新プロジェクトで初めて我が国の災害への影響評価が可能になった
- 安全度評価(デザイン値の将来推定)には不確定性がある:
  - 現在の防災計画は、200年確率など、再現確率をデザイン値にしている。しかし、100年先の状態について正確に「生起確率を評価することはできない危険性がある」。(気候モデルの不確実性やアンサンブル計算数の少なさによる)
- 最悪シナリオ、サバイバル・クリティカルの重要性:
  - 気候変動適応策には増大するデザイン値の確率評価(安全度評価)だけでなく、最悪シナリオベースの評価も極めて大切である。極端台風が物理的根拠を持った計算上生起することが見込まれるならば、生起確率が不明であっても最悪シナリオの一つとして採用し、適応策を考える哲学を構築する、そんな考え方の転換が必要がある。サバイバビリティ・クリティカル(生存の淵、土俵際)から、しなやかに戻せる足(社会システム)が、より重要となる。