

岐阜を対象とした豪雨事例解析と 適応策に向けた展開



岐阜大学流域圏科学研究センター
原田守啓・丸谷靖幸

気候変動適応策を支える研究

観測

- **研究の歴史は最も長い。**対象は気象のみならず生態系の観測から極氷、海洋観測まで幅広い。
- フィールド調査から衛星リモートセンシング観測まで。地上気象観測は特に長い歴史を持つ。

気候変動予測

- 大型計算機を用いた**全球気候モデル(GCM)の数値計算**が主流。
- 日本は高性能なスパコンと日本独自のGCMの開発により、国際社会でプレゼンスを発揮。

影響評価

- **かなり広い分野への影響が予測**されている。(= 適応策が必要な分野)
- 気候変動予測の結果に基づいて、各分野における影響評価が実施されつつある。

適応策

- **最も新しい分野**でノウハウも事例も少ない。社会を構成する様々な立場の協働が必要。

FY2015-2019

➤ 近未来の、よりキメ細かい気候変動予測

2030年頃 (2℃上昇)

全国1km解像度

➤ 気候変動予測に基づく各種影響評価

健康、防災、経済、水資源、農業・水産業、生態系

これらを気候変動適応策立案の基礎資料として提供。

➤ 気候変動予測情報、影響評価情報を踏まえ、 地域の実情とニーズにあった適応策を社会実装する シナリオの立案・提案

気候変動適応に関するステークホルダーの抽出・ヒアリング

ステークホルダーの経験知と専門家の専門知が融合した
適応策 及び 地域適応シナリオの提案

SI-CAT モデル自治体

茨城県・埼玉県・長野県・岐阜県・鳥取県・四国・佐賀県

技術開発機関等と協力し、技術開発及び自治体の気候変動による課題を踏まえた成果の試行、改良を行います。

モデル自治体は、技術開発機関による
近未来(2030年頃)の気候予測情報、
影響評価情報を受けながら、
各地域のニーズの高い分野における適応策の社会実装を目指す。

潜在的適応策(従来の施策が適応策たりうる)

+

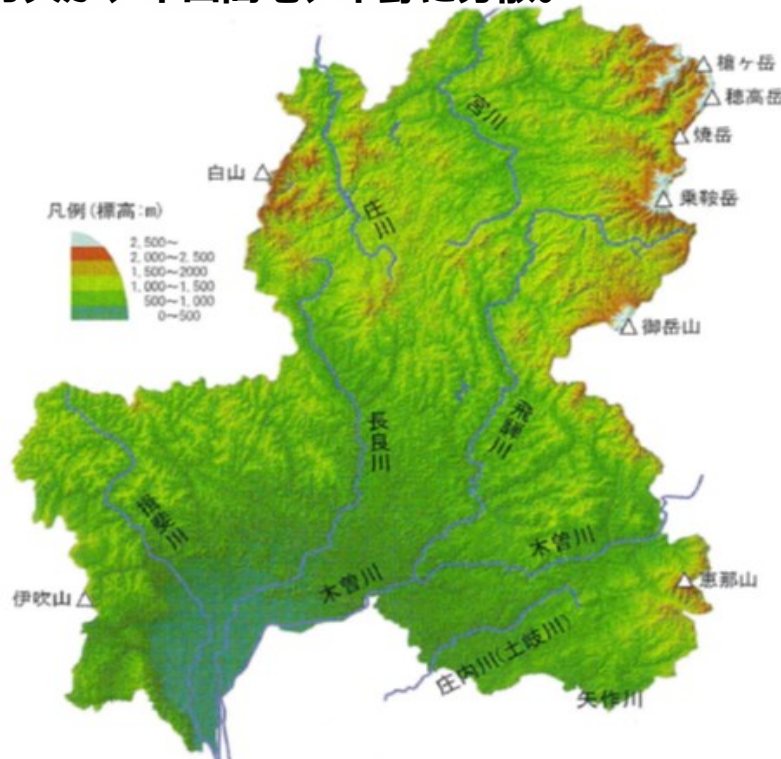
追加適応策(潜在的適応策の拡充or新しい施策)

岐阜県と岐阜大学とのタッグで
気候変動適応に取り組んでいます。

自然災害のリスクの変動を見極める

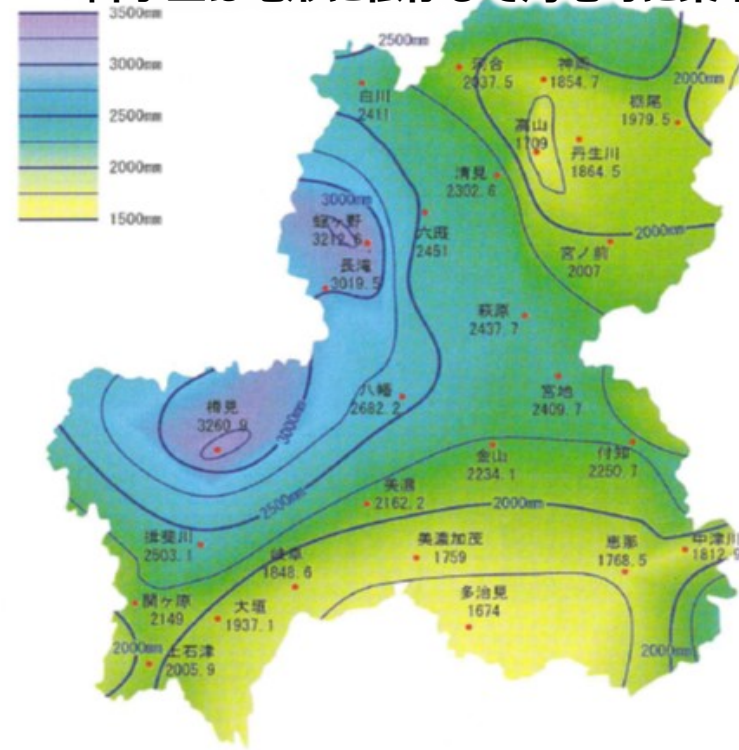
<地形特性>

- ・ 県土の8割が山地
- ・ 標高ゼロメートル地帯から3000m級の山岳まで。
- ・ 県民210万人が、中山間地、平野に分散。



<気候>

- ・ 全国平均約1700mm/年に対して高い降水量
- ・ 気象災害のポテンシャルが非常に高い。
- ・ 降水量は地形に依存して局地的に集中



・ 河川の氾濫 (H12恵南、H14揖斐、H16長良・飛騨、H22可児...)、土砂災害 (警戒区域15,011箇所)、豪雪災害 (H26高山)

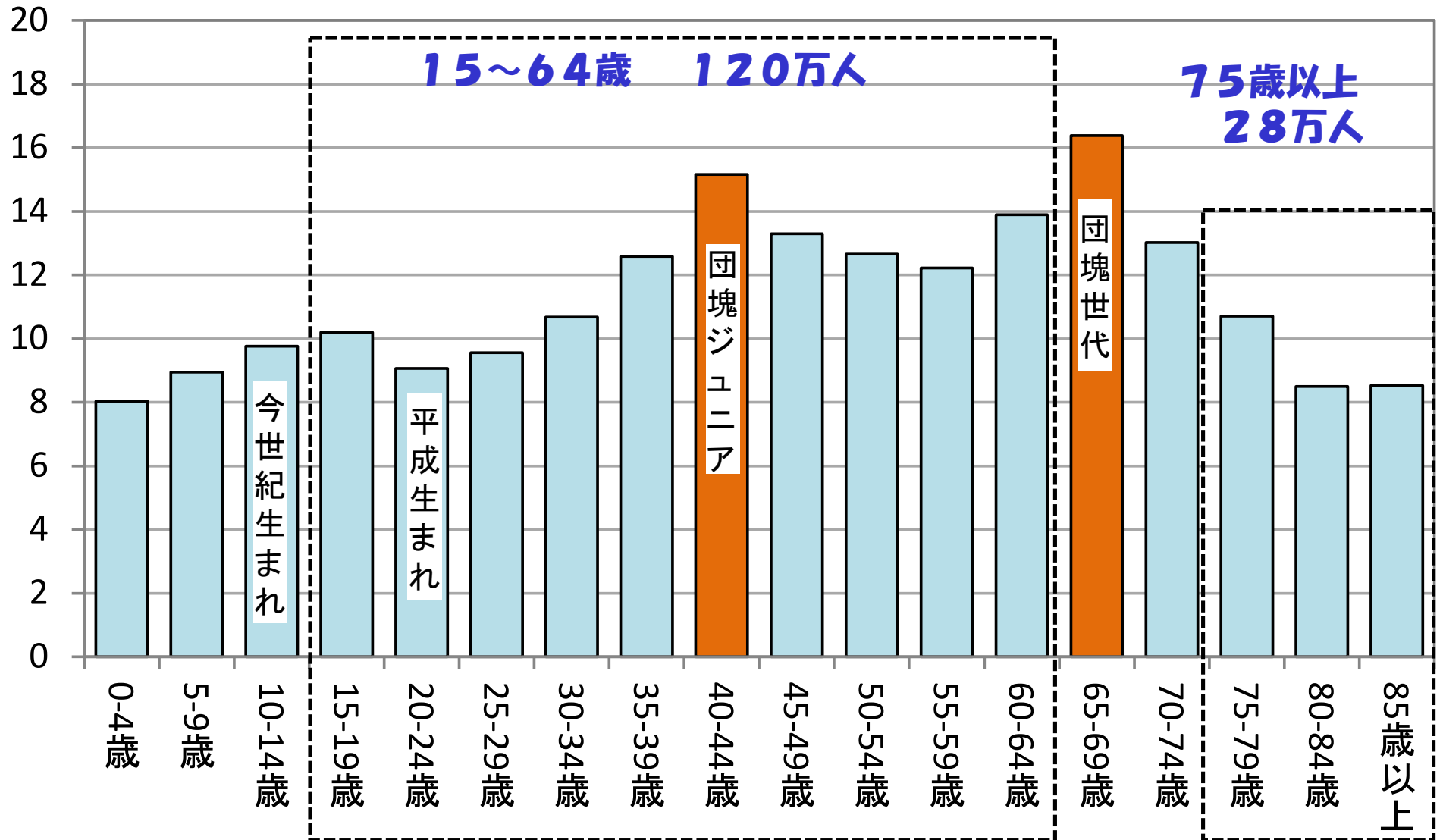
・ 県民が地球温暖化に不安を感じる第一位は、「大雨の発生回数の増加による自然災害への影響」

県内でも地域によって気候の変化傾向が異なる
気候変動予測の結果を活用しながら水害・土砂災害リスクを評価

岐阜県人口の年齢構成

2015年

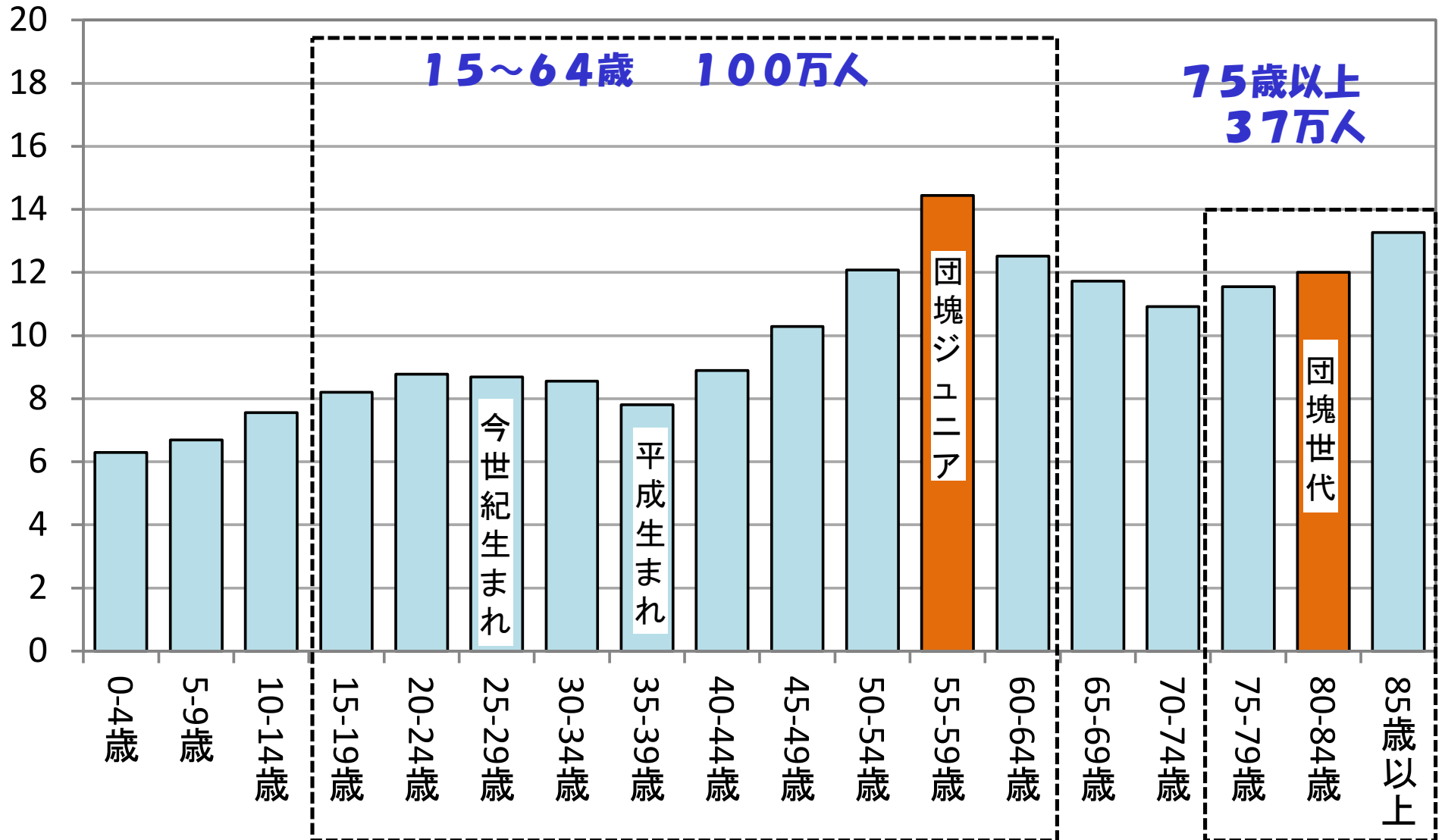
(万人)



岐阜県人口の年齢構成

2030年

(万人)



気候変動と同時並行で進む 社会構造の変化への対応

○人口増減率(2010-2050年)別の地点数割合(1km²毎の地点)

つい先日の報道によれば200万人を切った.

気候変動と社会構造の変化に
同時に適応していく必要性

気候変動影響評価の結果に
加えて社会動態予測を踏まえて
適応策を検討

- 現在約210万の県民人口は、2040年には約160万人まで減少すると推定
- 特に中山間地において急速に減少

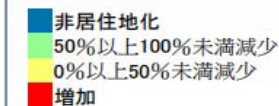


- 災害リスクの変化
(気候変動による外力増加↑
災害曝露人口の減少↓)
- 地域コミュニティの衰退
- 社会インフラの機能低下

居住メッシュ面積/県面積 38%

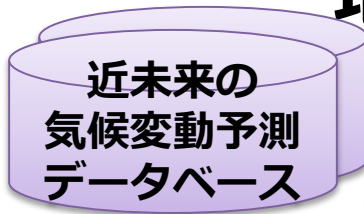
居住メッシュにおける人口増減率

人がいなくなる	: 14%
半減以下	: 37%
0~半減	: 47%
増加	: 1%



気候変動予測・影響評価情報の創出から 地域適応シナリオ構築まで

**SI-CATモデル自治体
岐阜大学+岐阜県**



SI-CAT:近未来・高解像度の気候変動予測

- ・気候変動予測に基づく
水害リスクの評価と
適応シナリオの検討
⇒モデル流域：長良川
 - ・土砂災害リスク
評価手法の開発
- + 雪害**

SI-CAT:全国を対象とした影響評価

健康

暑熱環境・健康影響

経済

被害と政策・影響額推定

沿岸・防災

洪水氾濫

高潮・海岸浸食等

土砂災害

農業・水産業

コメ等主要作物

野菜・果物

沿岸域の水産業

水資源

河川流量・ダム貯水量

生態系

森林生態系適域

SI-CAT:
社会実装機関
流域ステークホルダー
との協働に基づく
適応シナリオの
立案

主に自然災害分野の
詳細な影響評価情報
+ 適応策の提案

気候変動
予測情報

地域の実態や
社会動態を踏まえた
適応策の検討

各種の
影響評価情報

地域の実態に即したきめ細かい議論
→モデル自治体の役割

全国対象、1kmメッシュでの影響評価結果

本プログラムにおける 岐阜大学と岐阜県の協力体制

SI-CAT
技術開発機関
社会実装機関

岐阜大学
防災・減災,
気象学, 水文学,
河川工学,
交通インフラ,
環境学, 社会学,
経済学 等の専門家

協力

H27.4設立 **清流の国ぎふ防災・減災センター**
防災・減災にかかる実践的シンクタンク



岐阜県

危機管理部防災課

人材育成・普及啓発事業
技術支援事業
調査研究事業
教育機能、
研究機能の提供
●プログラム成果の利用と発信

県が保有する
情報の提供及び
研究協力
防災情報の提供・調整

情報共有

**市町村
事業所**

**地球温暖化対策実行計画懇談会
及び庁内連絡会議**

懇談会委員参加
●気候変動影響予測評価の情報提供
●適応策の提案

環境生活部環境管理課

部局間の情報共有と調整

適応策の調整

県庁関係部局
県土整備部、都市建築部、
農政部、林政部、
商工労働部、健康福祉部、
清流の国推進部

いまのところ自然災害を中心に取り組んでいますが、
今後は、農業、生態系、生活環境等にも取り組みを広げていきます。

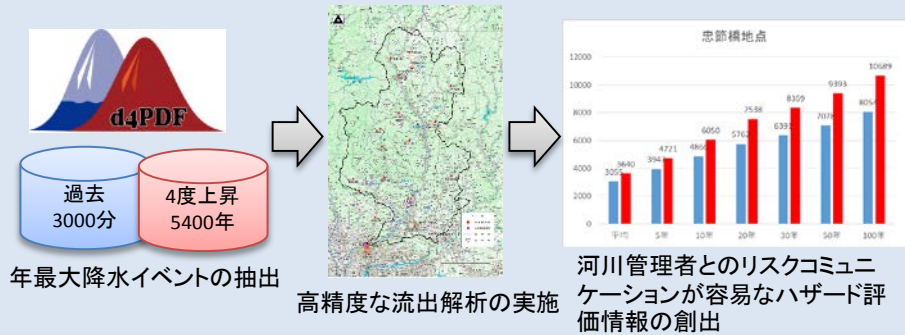
★H27岐阜県地球温暖化
対策実行計画見直し
↓
★H28～ 岐阜県版気候変動適応計画
の策定(検討組織改称予定)



気候変動適応に向けた岐阜の取組 主な検討課題

(1)水害・土砂災害等自然再生リスク変動予測 (2)気候変動適応策の検討体制の構築

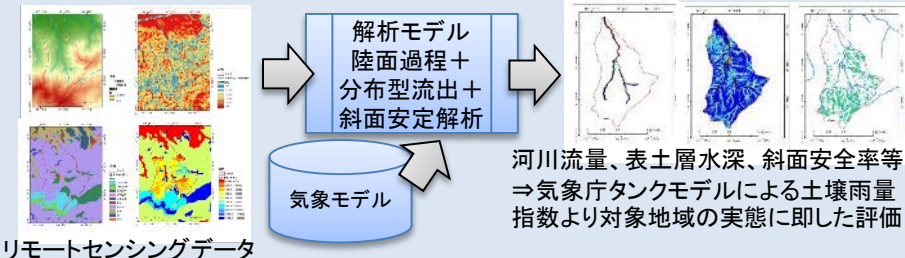
1) アンサンブル気候変動予測データベースに基づく長良川流域の洪水流量予測



2) 適応策としての総合治水施策の検討

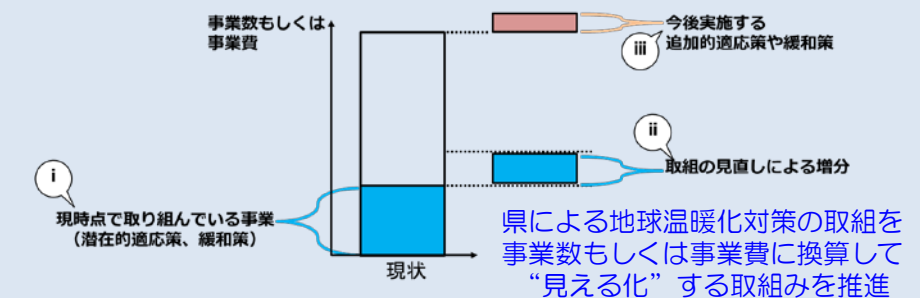
影響評価の結果を踏まえ、今後発生確率が上昇する可能性が高い計画超過洪水への減災策として、岐阜県地域における総合治水方策の検討に着手。先進県（埼玉県、滋賀県、兵庫県）から講師を招き、県と国の河川技術者及び研究者を対象とした勉強会を開始。

3) 土砂災害発生リスク評価手法の開発



4) 雪害発生リスク評価の実施 (H30-)

1) 3 5 関係部局による庁内連絡会議 2) モデル自治体（岐阜県）における県事業施策における潜在的な気候変動適応策の抽出と見える化



(3)ステークホルダー分析と社会動態予測に基づく社会適応シナリオの立案

社会実装機関との協働により、合意形成を経た気候変動適応策を立案するため、ステークホルダーが有するリスク認識を現場知としてくみ上げる。（のべ30数名にヒアリングを実施。）
今後、専門知に基づくリスク評価を実施し、ステークホルダーとの協働により「地域適応シナリオ」を策定していく。



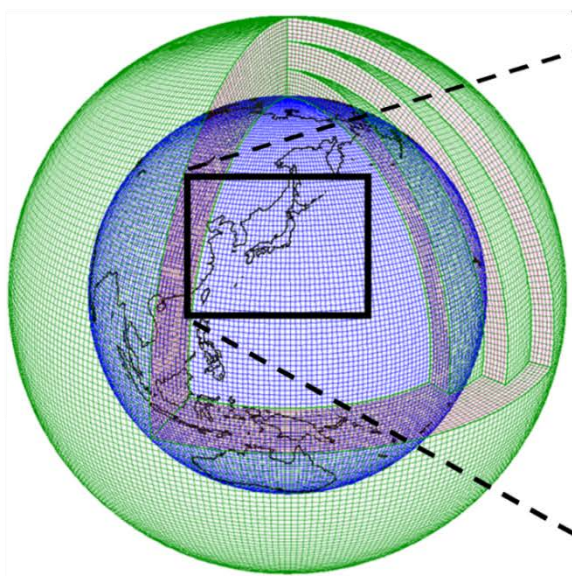
「気候変動を入り口として長良川流域の未来を考えるステークホルダーミーティング」第1回の様子

気候モデルプロダクト利用の枠組み

- SI-CAT技術開発機関とモデル自治体からなる地域気候シナリオ検討WGにおけるCo-designを通じて、実験デザインを設定。
- ユーザーであるモデル自治体は、テスト計算結果の試用やクオリティチェック結果をフィードバックし、手戻り最小化・効果最大化。研究成果にとどまらず、ノウハウを可能な限り共有する。

全球モデル

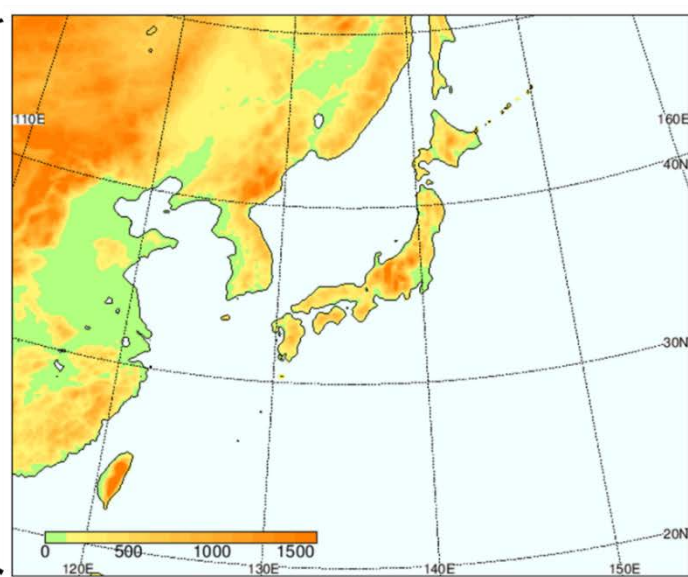
(水平解像度約60km)



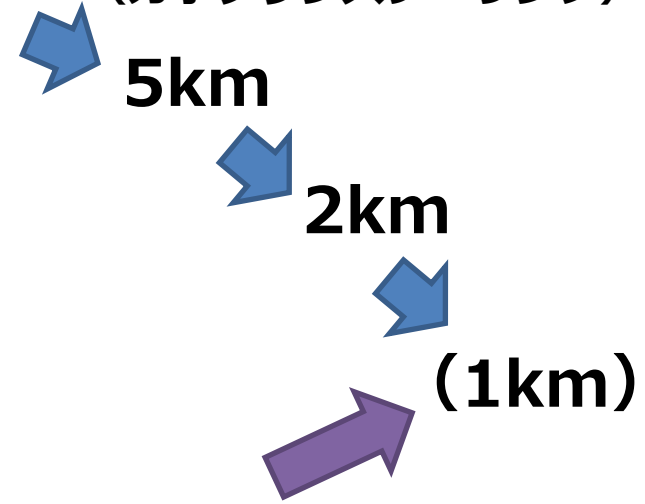
(画像: 気象庁提供)

日本域 領域モデル

(水平格子間隔20km)



領域を絞って
より細かい空間解像度の
モデル計算を行う
(カ学ダウンスケーリング)



統計ダウンスケーリング



地域気候シナリオプロダクトと 影響評価・適応策検討の概況

※黒文字は概成, 青文字は現在実施中

気候シナリオプロダクト	影響評価項目	適応策検討への活用
<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDF NHRCM20km (過去気象, 4°C上昇) ● d2PDF NHRCM20km (2°C上昇) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長良川流域における洪水規模頻度の解析 ● 岐阜県内主要流域における洪水規模頻度の解析 ● 豪雨事例の気象場分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長良川流域の過去の防災事業と減災施設の機能評価 ● 総合治水施策の施策検討及び効果の定量評価 ● 豪雨予想時早期避難検討
<ul style="list-style-type: none"> ● JRA-55 豪雨事例マルチスケールDDS(20km,5km,2km,1km) 5kmは地形モデル2種(Envelope mountain, grid mean) 	<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDFの豪雨事例の力学DSにあたってのテストケース ● ダウンスケーリング時の地形影響 ● ダウンスケーリングによる豪雨事象の変化, 洪水流出解析への影響の確認 	
<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDF 5kmDDS(過去気象, 2°C上昇, 4°C上昇) ● 豪雨事例2kmDDS(過去気象, 2°C上昇) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中小河川における洪水リスク評価 ● 岐阜県における土砂災害(表層崩壊)発生予測モデル構築(気象庁モデルと比較) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中小河川ごとのリスク変動評価, 人口動態とのクロス評価 ● 土砂災害リスクの地域分布傾向と将来変動予測 ● 各市町村へのリスク情報提供 (2018/10/5市長会 情報提供)
<ul style="list-style-type: none"> ● 全国1km統計DS 大楽さん版, 農環研版 	<ul style="list-style-type: none"> ● 岐阜県各市町村における気候変動予測・人口構成予測 ● 岐阜県における森林雪害の気候変動影響評価 ● 岐阜県におけるビニールハウス雪害防止のための影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各市町村へのリスク情報提供 (2018/10/5市長会 情報提供) ● 地域適応シナリオのバックグラウンドデータとして利用 ● 森林施業指導のバックデータ ● 営農者への助言のためのバックデータ

岐阜県長良川流域を対象流域とした 地域気候プロダクトを用いた検討例

➤ d4PDF豪雨事例の洪水頻度解析による温暖化影響評価

- d4PDF NHRCM20 (present, 2K, 4K)をそのまま使用。
- 河川管理者に対する「分かりやすさ」を重視した影響評価フロー

➤ d4PDF力学DS実験のトライアルとしてのJRA-55DS実験

①力学DSが豪雨事例の降水量と洪水ピーク流量に与える影響

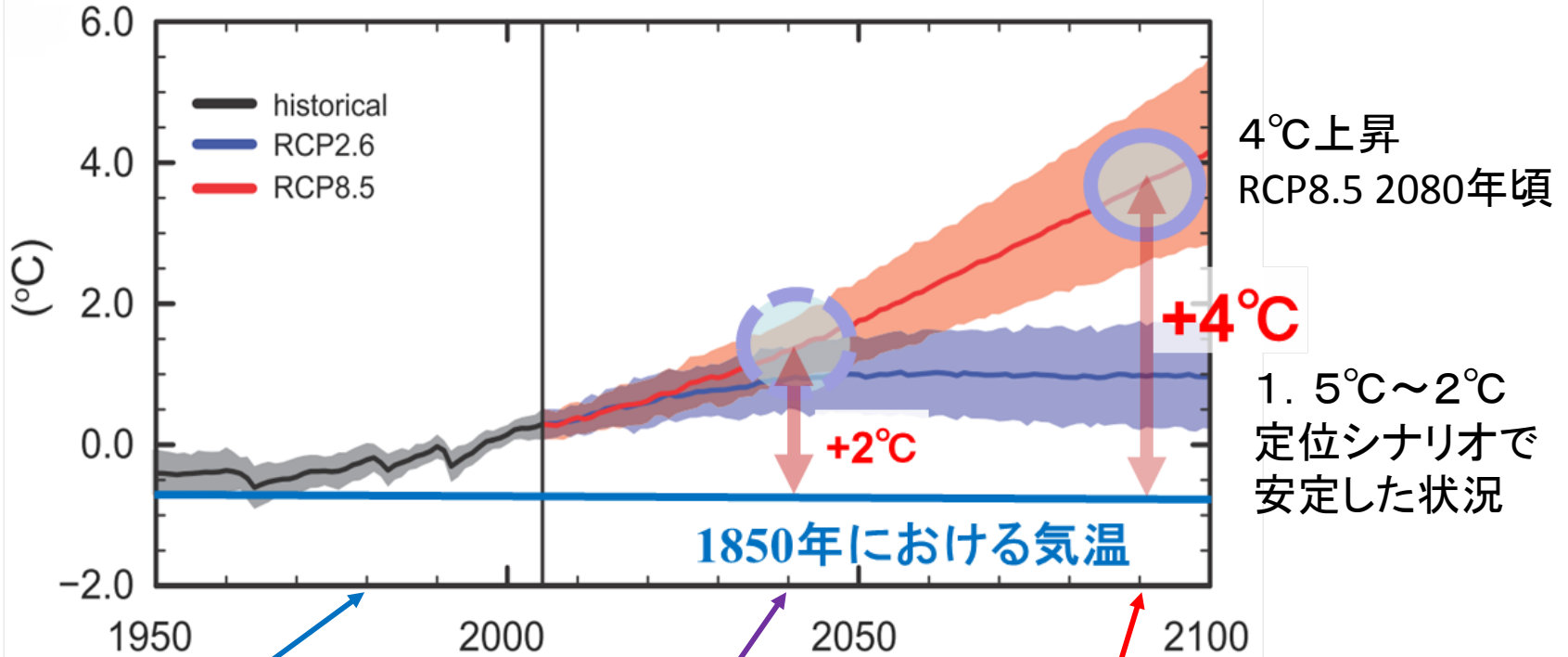
- JRA-55 1.25°→20km→5km→2km/1km
- 力学DSの行為による降水イベントの変化 VS 降水解像度の違い

②5km力学DS時の地形モデル選択の影響

- JRA-55 5kmDSにおける地形モデルの選択が降水量空間分布と洪水ピーク流量に与える影響

気候モデルが対象とする時期と状況

全球平均地上気温



過去(1951-2011)の気象に関する3000年分のシミュレーション
(60年×50通りの条件)

産業革命以前と比べて2度上昇した状況
約1700年分のシミュレーション

産業革命以前と比べて4度上昇した状況
5400年分のシミュレーション
(60年×90通りの条件)

➤ モデル計算の結果から、長良川流域に降った豪雨事例を抽出して、洪水の計算を行う



長良川流域における洪水流量・洪水頻度を予測する

今後の力学DSデータの運用に向けた練習と
d4PDFから力学DS対象イベントを抽出するノウハウの構築のため
d4PDF 20kmNHRCMを用いた洪水流出解析を実施。

長良川流域の流出解析モデルの再現



岐阜県が河川整備計画策定に使用した
モデル・パラメーターを使用

過去に発生した主要洪水の再現計算による精度検証

気候予測データベースd4PDFから 年最大降水イベントを抽出(過去気象・将来気象)



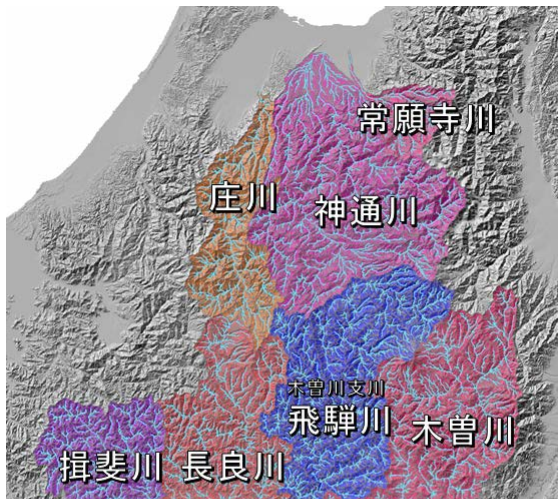
過去気象: 3000年分
4度上昇: 5400年分の年最大降水イベントを抽出

過去気象・将来気象における 年最大降水イベントの洪水流出解析

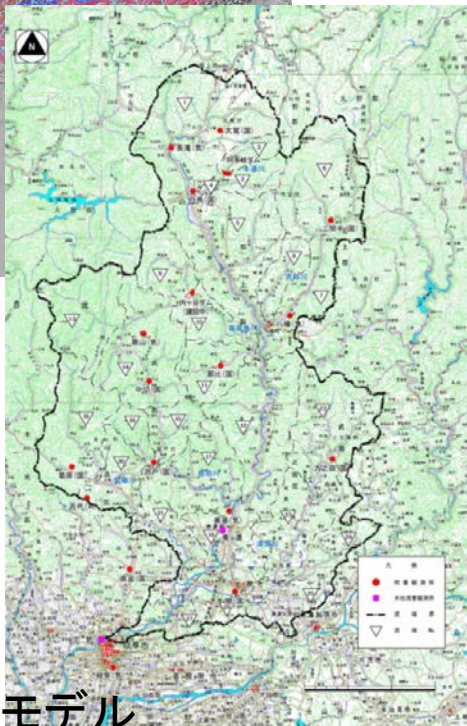


過去気象: 3000イベント、4度上昇: 5490イベント

現在と将来の洪水規模の比較

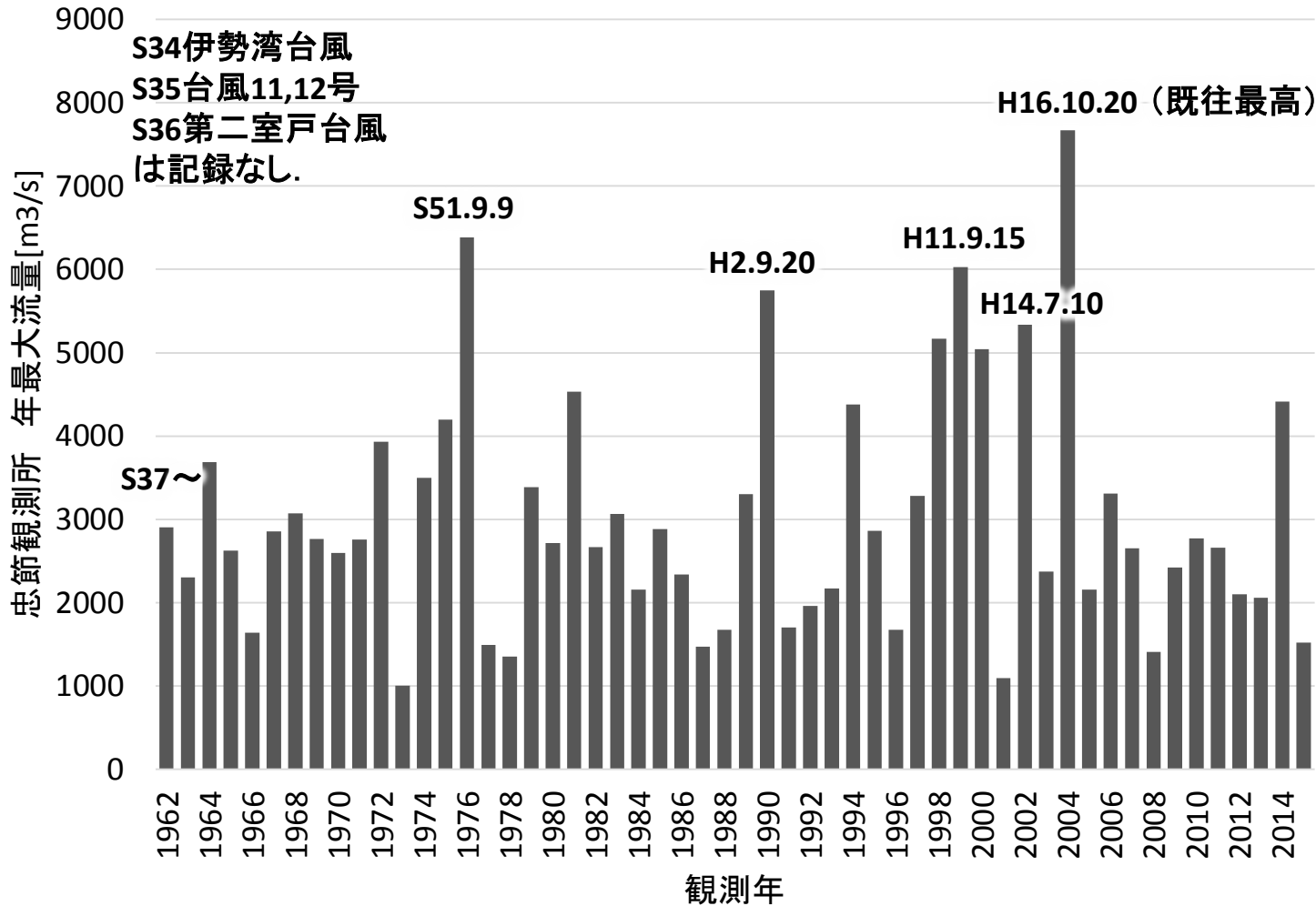


岐阜県の
主要流域



長良川流域
貯留関数法モデル

長良川の過去の洪水



S51 安八水害

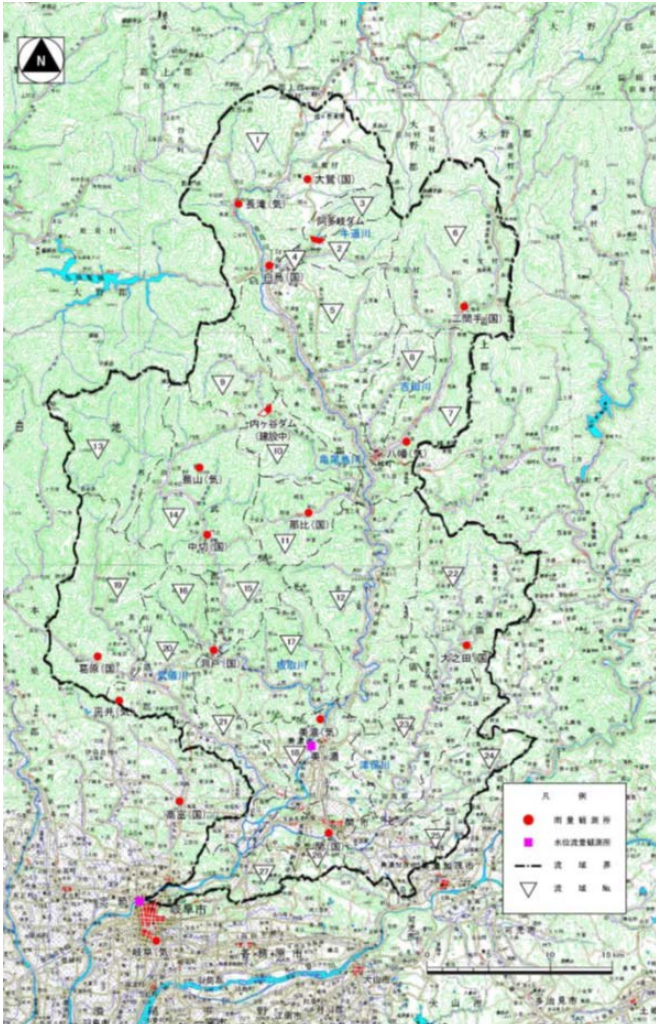


H16 台風23号災害

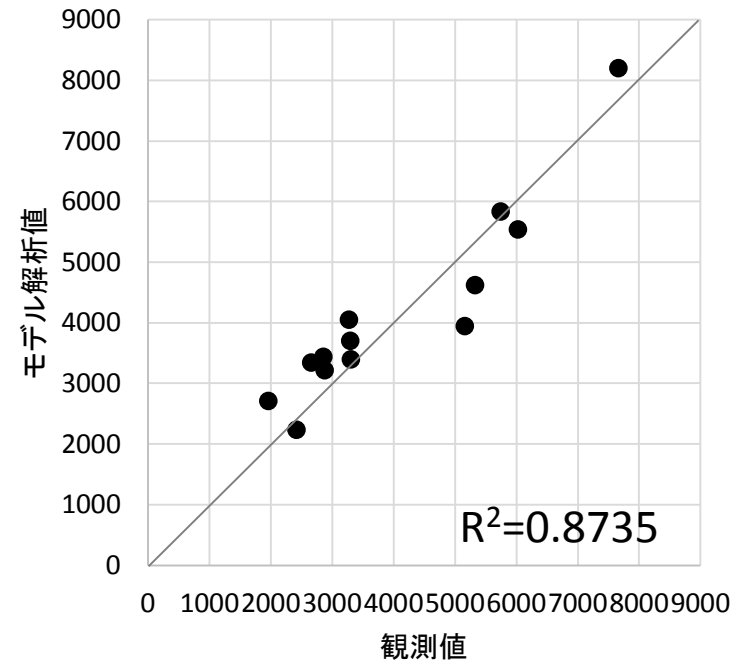
長良川 忠節観測所における年最大流量(1962年~2015年)

流出解析モデルの再現性

- 長良川で発生した過去の洪水を，雨から精度良く再現するモデルを構築できた。
- モデルは，岐阜県が長良川流域の河川整備計画の立案に用いているものを再現。



発生日年月日	観測値	再現計算
S58/7/15		2017.2
S58/9/27	2666.1	3336.3
S60/6/29	2882.7	3208.0
H01/9/2		2893.0
H01/9/5	3302.0	3700.6
H02/9/17	5750.2	5832.5
H04/8/12	1964.5	2705.7
H07/7/2	2862.9	3433.8
H09/11/25	3281.4	4043.5
H10/7/27	5169.2	3941.3
H10/10/16		3221.8
H11/9/14	6026.4	5528.8
H11/9/21		4168.1
H14/7/9	5334.3	4615.7
H16/10/19	7666.9	8194.5
H18/7/17	3309.4	3393.6
H21/7/26	2423.8	2227.7



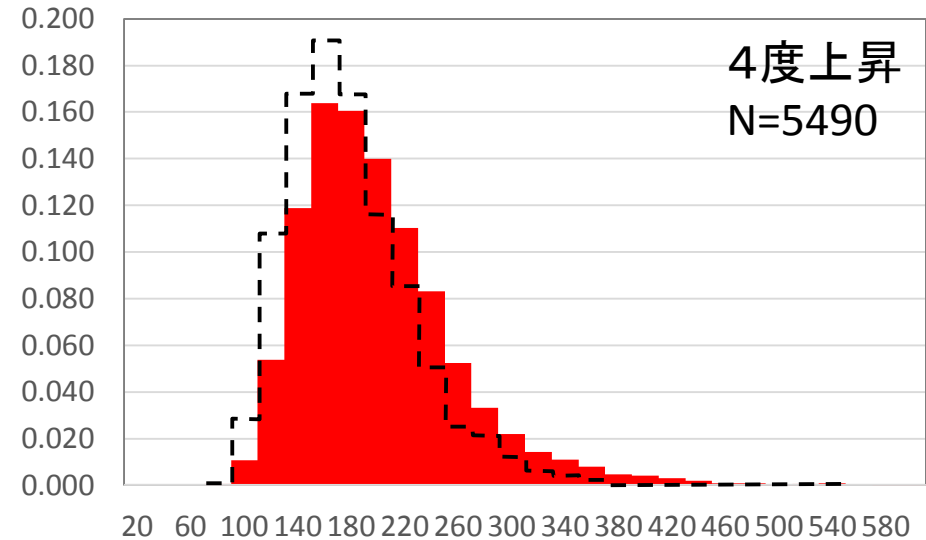
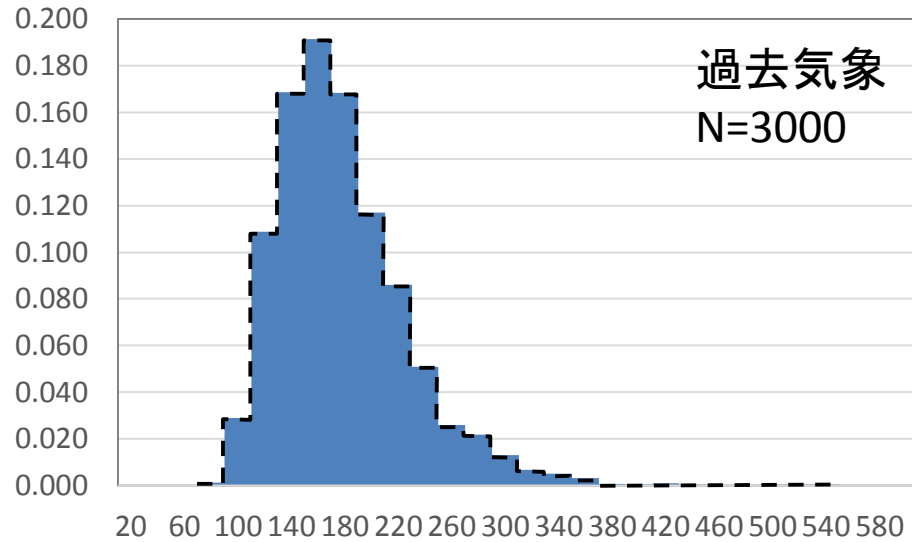
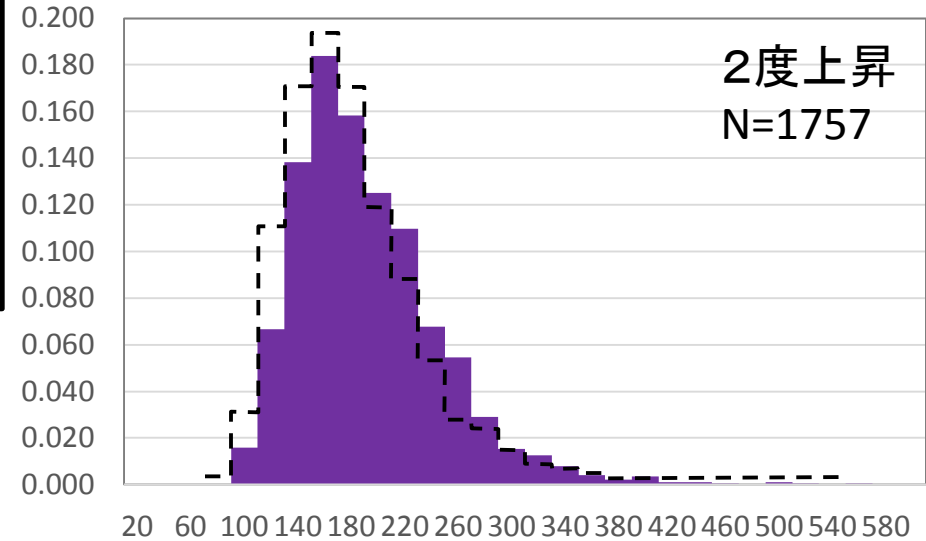
洪水ピーク流量観測値と流出解析モデルによる再現計算結果

長良川流域の年最大24時間雨量の変化

- 数千年分にわたる気象モデル計算結果から、各年で長良川流域に最も多く雨を降らせたイベントを抽出。
- 温暖化によって、災害をもたらさうる豪雨の発生確率が上昇。

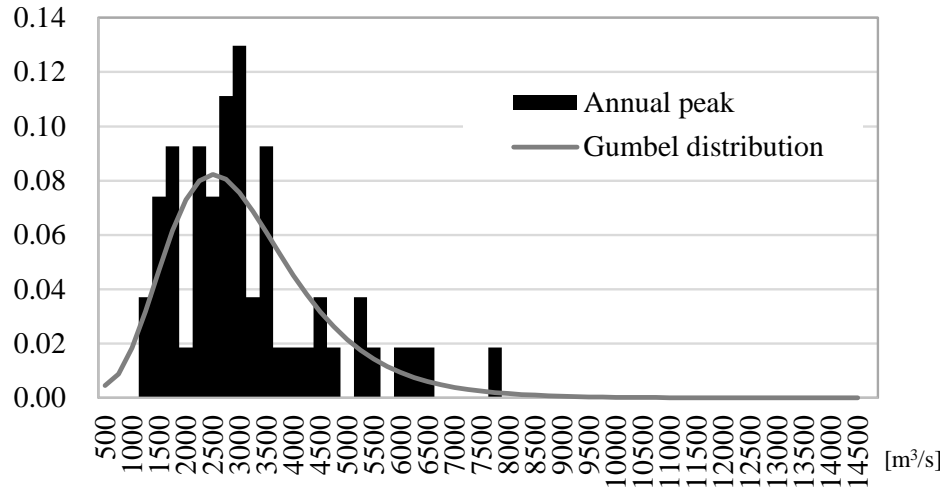
長良川流域における24時間雨量の例：

平成16年台風23号	229 mm/24h
平成11年9月豪雨	284 mm/24h
昭和51年安八水害	278 mm/24h

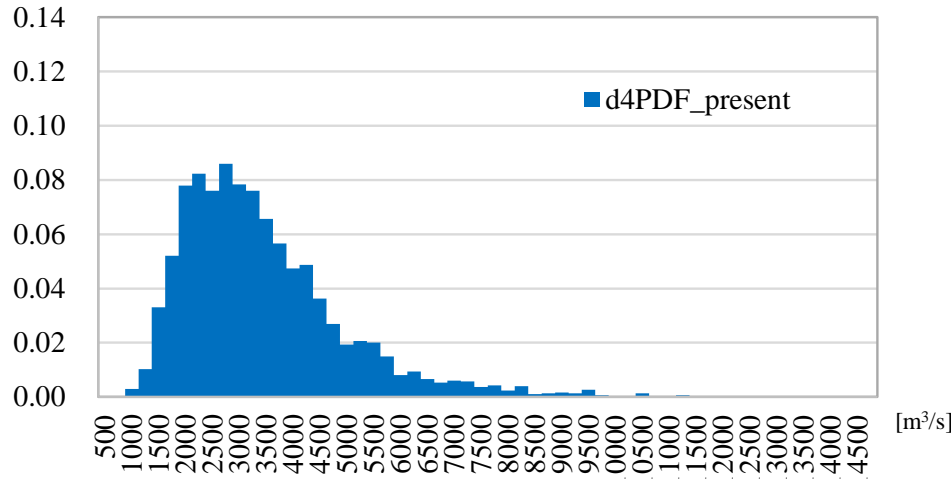




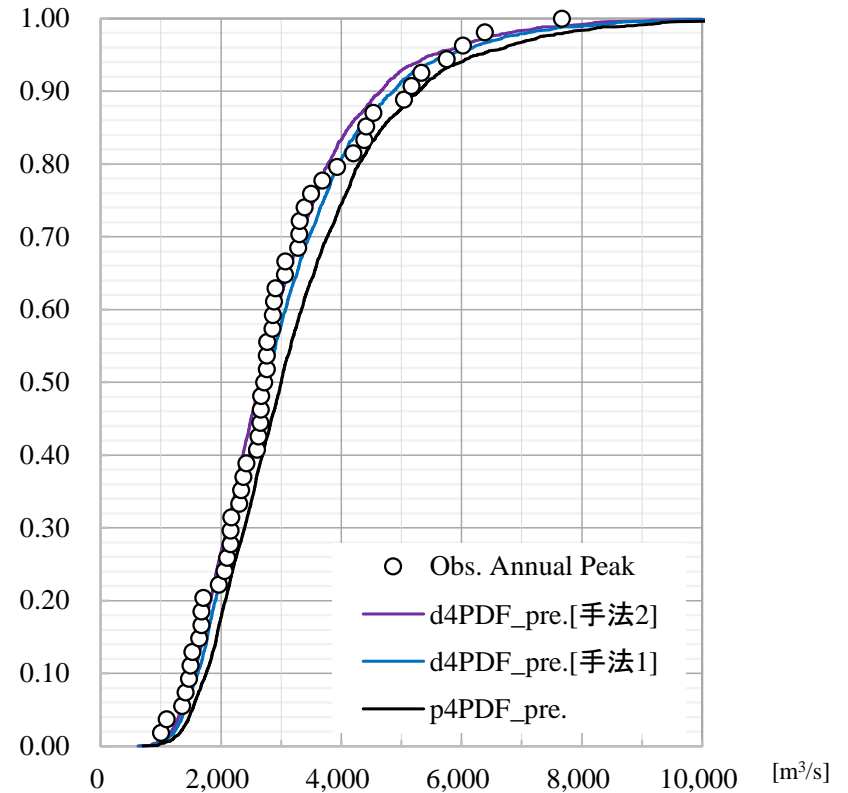
過去60年の気象条件における洪水流量の解析結果



長良川忠節観測所における
年最大洪水流量(n=54, 1962-2015年)



気候モデルから流出解析によって計算した
年最大洪水流量(n=3000, 1950-2011年を想定)

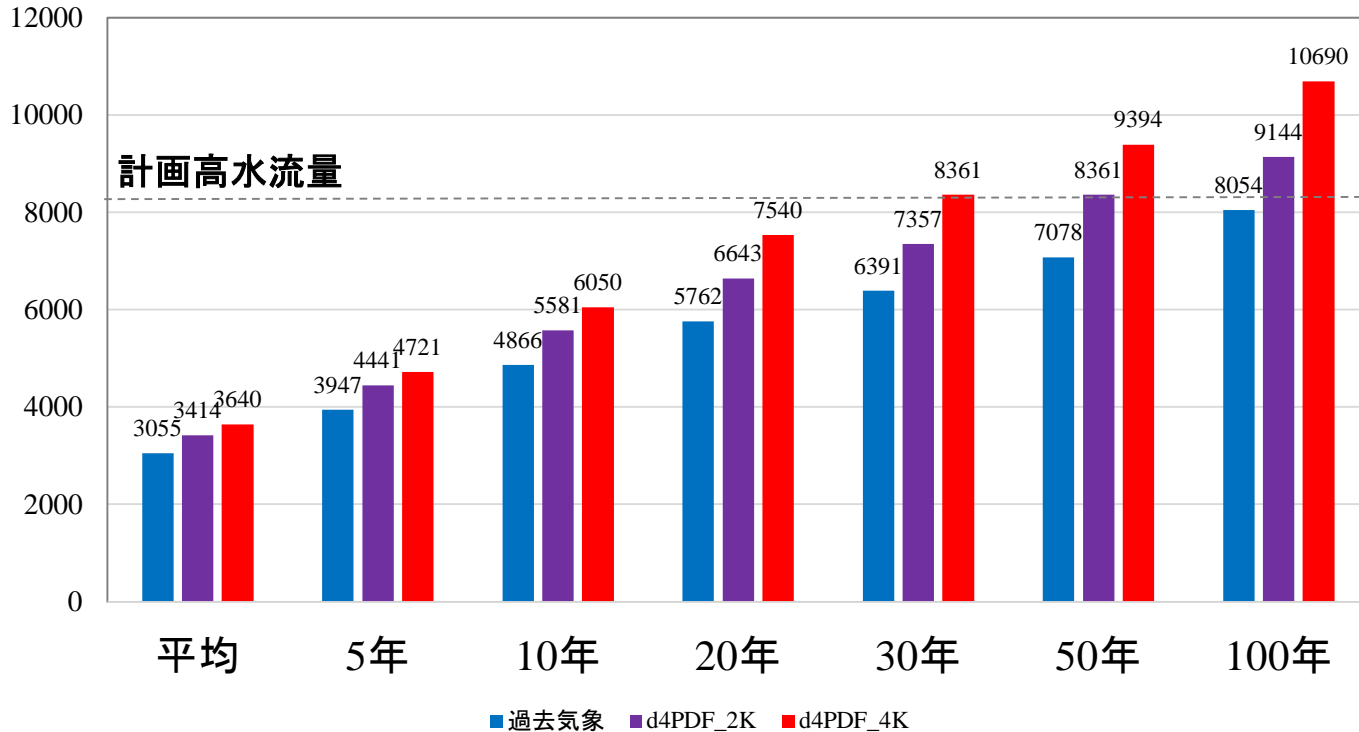
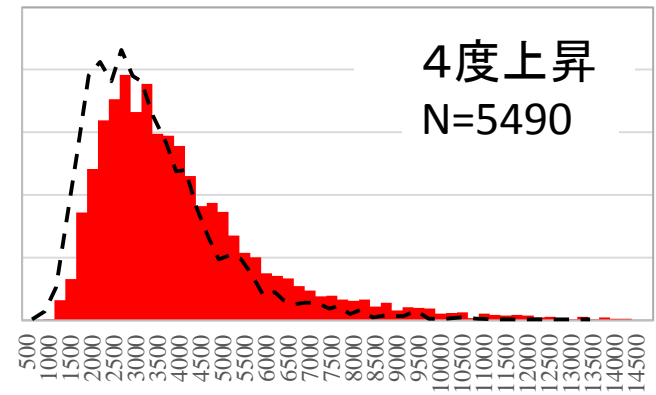
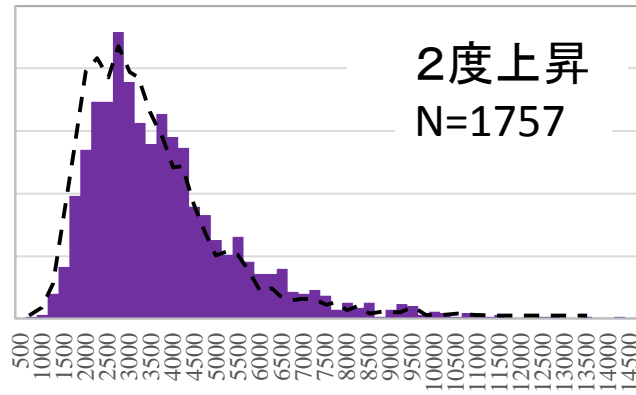
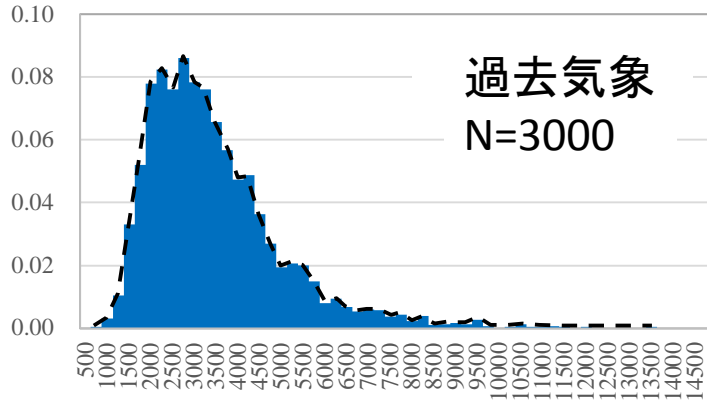


観測された年最大洪水流量の累積分布と
シミュレーションによる累積分布の比較

➤ 気候モデル上で観測された年最大の降水イベントについて洪水流量の計算を行った結果は、過去の観測記録を精度良く表現



長良川流域の洪水発生確率の変化予測



- 地球温暖化が進展した状況における、長良川の洪水の規模・頻度を定量的に評価。
- 過去の気象では、100年に1度であった平成16年台風23号クラスの洪水が、2030年頃には50年に一度緩和努力を怠った場合には30年に一度程度おこりうると評価された。

長良川忠節地点におけるT年確率洪水流量 評価結果

岐阜県長良川流域を対象流域とした 地域気候プロダクトを用いた検討例

- **d4PDF豪雨事例の洪水頻度解析による温暖化影響評価**
 - d4PDF NHRCM20 (present, 2K, 4K)をそのまま使用。
 - 河川管理者に対する「分かりやすさ」を重視した影響評価フロー

- **d4PDF力学DS実験のトライアルとしてのJRA-55DS実験**
 - ① **力学DSが豪雨事例の降水量と洪水ピーク流量に与える影響**
 - JRA-55 1.25°→20km→5km→2km/1km
 - 力学DSの行為による降水イベントの変化 VS 降水解像度の違い
 - ② **5km力学DS時の地形モデル選択の影響**
 - JRA-55 5kmDSにおける地形モデルの選択が降水量空間分布と洪水ピーク流量に与える影響

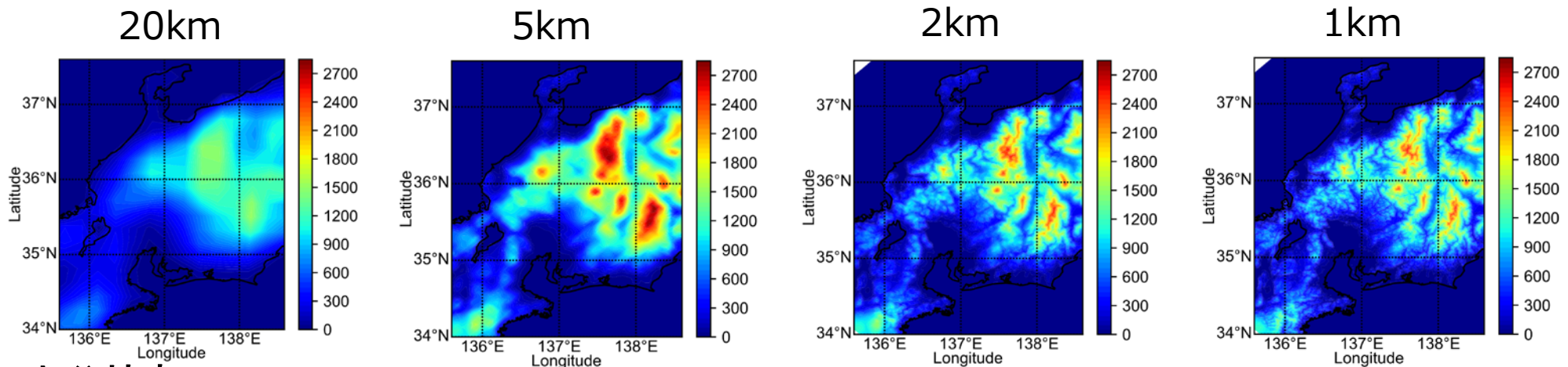
豪雨事例の力学DS+分布型流出解析

• 空間解像度の高解像度化

- 力学ダウンスケーリング実験 (Dynamical Downscaling : DD)
 - Regional Climate Model (RCM) : MM5, WRFなど. . .
 - 降雨の空間分解能や標高などの地形情報等が高解像度化
 - 計算コストが大きく増大する : デメリット
- =>どの程度, 解像度を高める必要があるのか?

• 流出解析

- 気候モデルの不確実性 (地形情報等のRCMの応答に与える影響等) ?
- 降雨分布を流出モデルへ入力した際の水文過程へ与える影響 ?

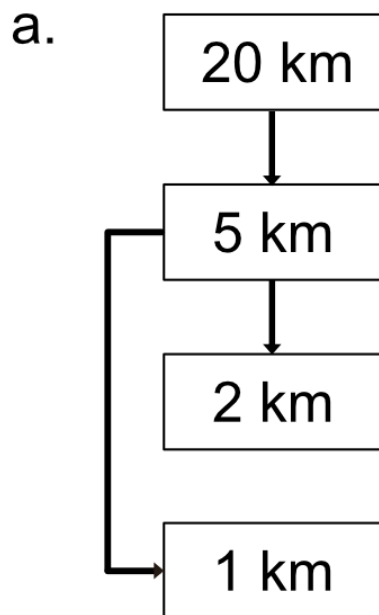


力学DS実験 VS 粗視化実験

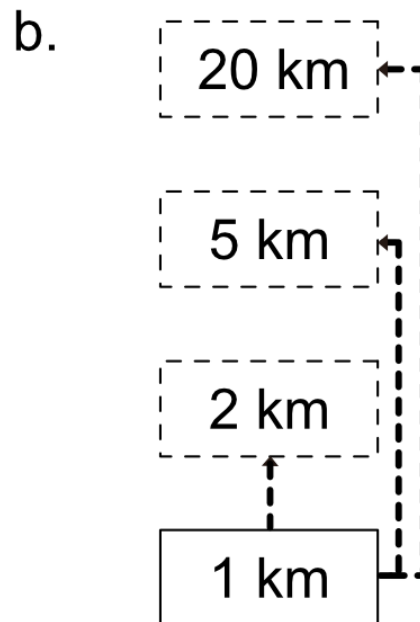
領域気候モデルが洪水流出
へ与える影響評価

降雨分布の空間解像度が
水文過程（洪水流出）へ
与える影響評価

実験1：力学DS実験
+ 流出解析



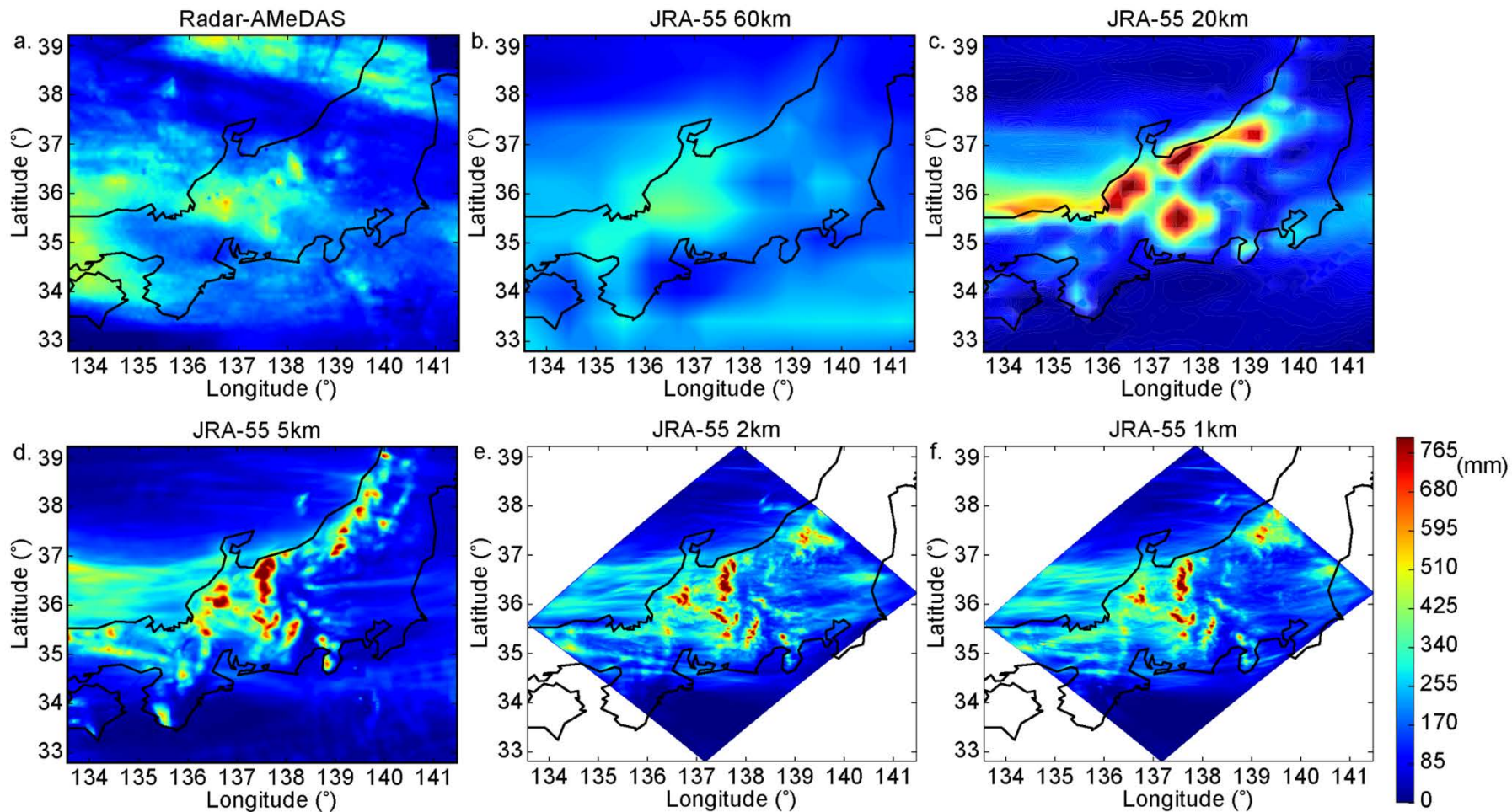
実験2：粗視化実験
+ 流出解析



流域スケールを対象とした気候変動影響評価に適した、
力学DS実験における空間解像度について考察する。

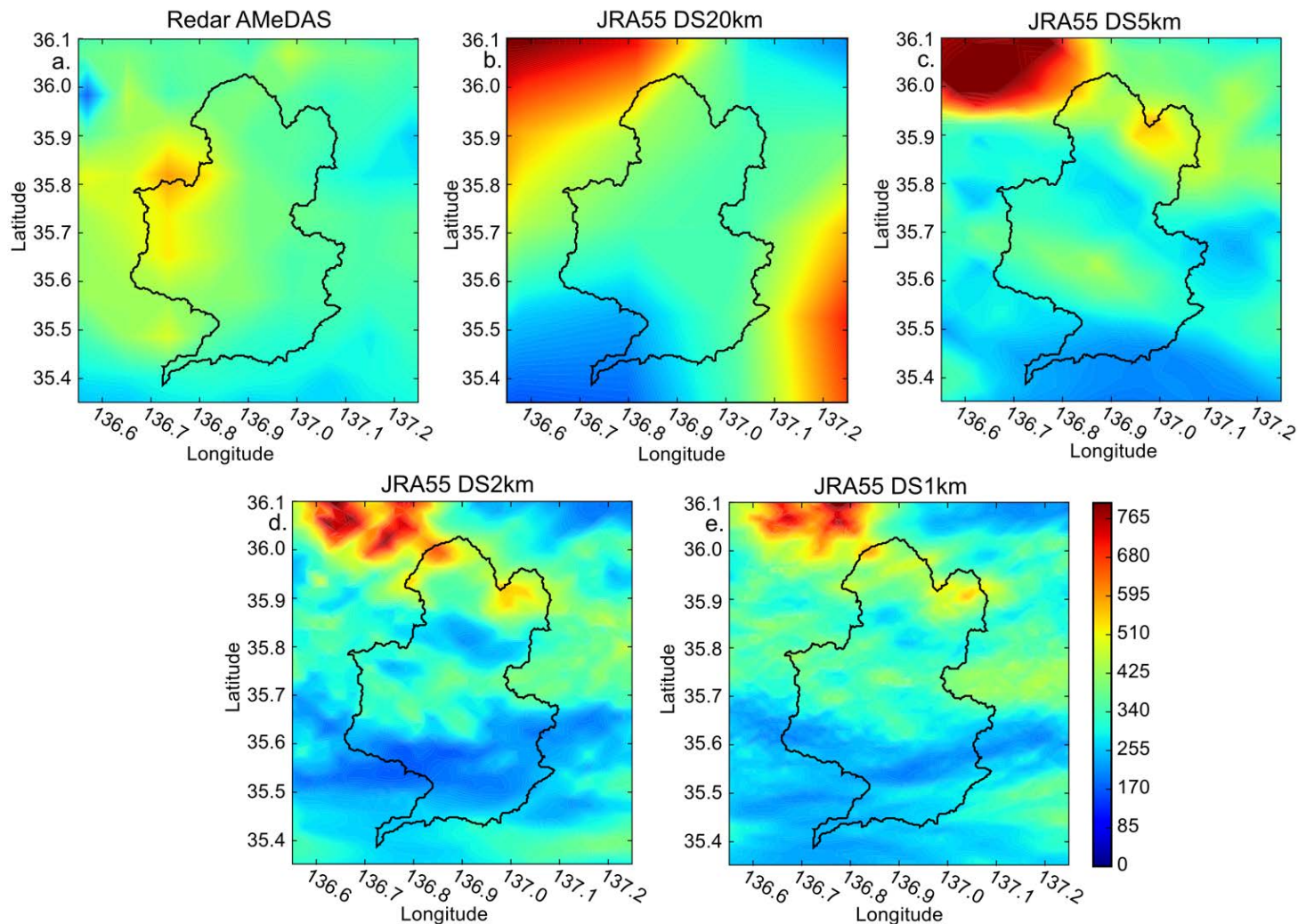
力学DS実験結果 (累積降水量)

e.g. Case12 : 2006/7/12-22



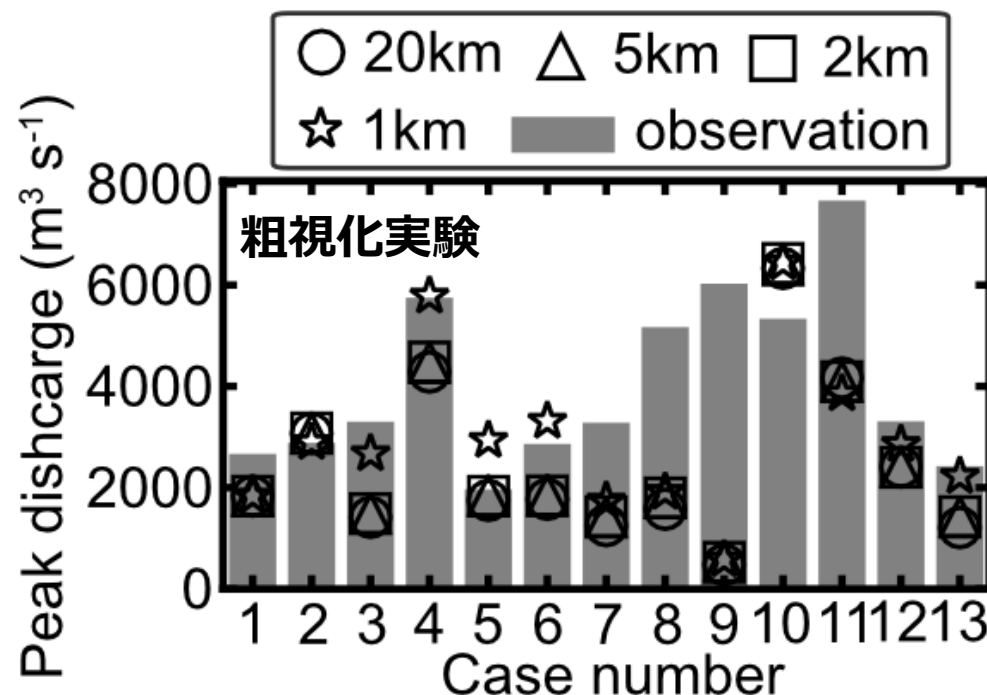
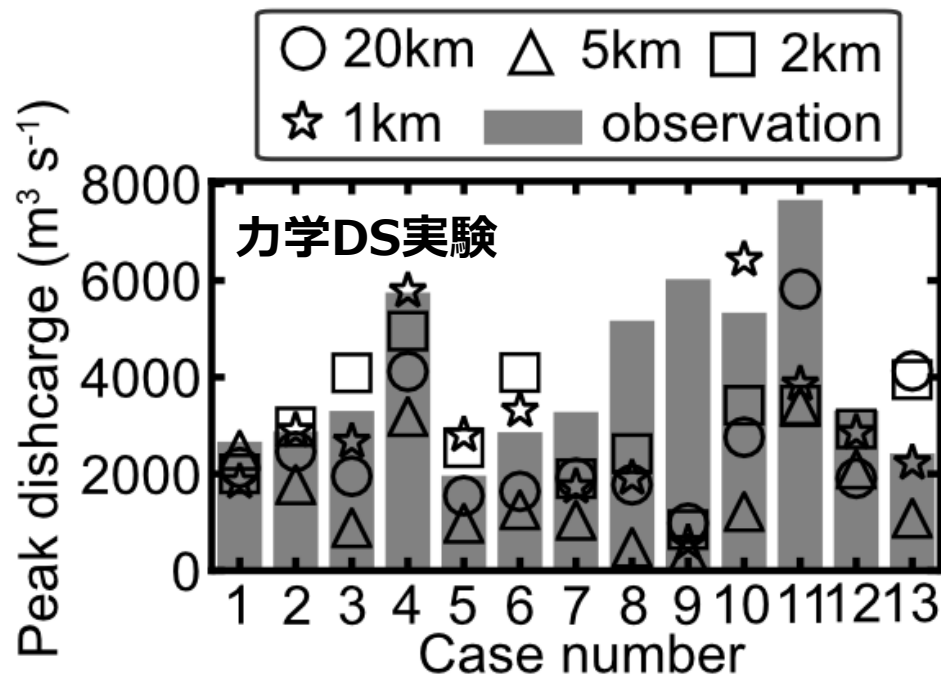
力学DS実験結果 (累積降水量)

e.g. Case12 : 2006/7/12-22



カ学DS実験 VS 粗視化実験

主要13イベントの洪水ピーク流量



カ学DSによる降水イベントの変化が洪水ピーク流量に与える影響

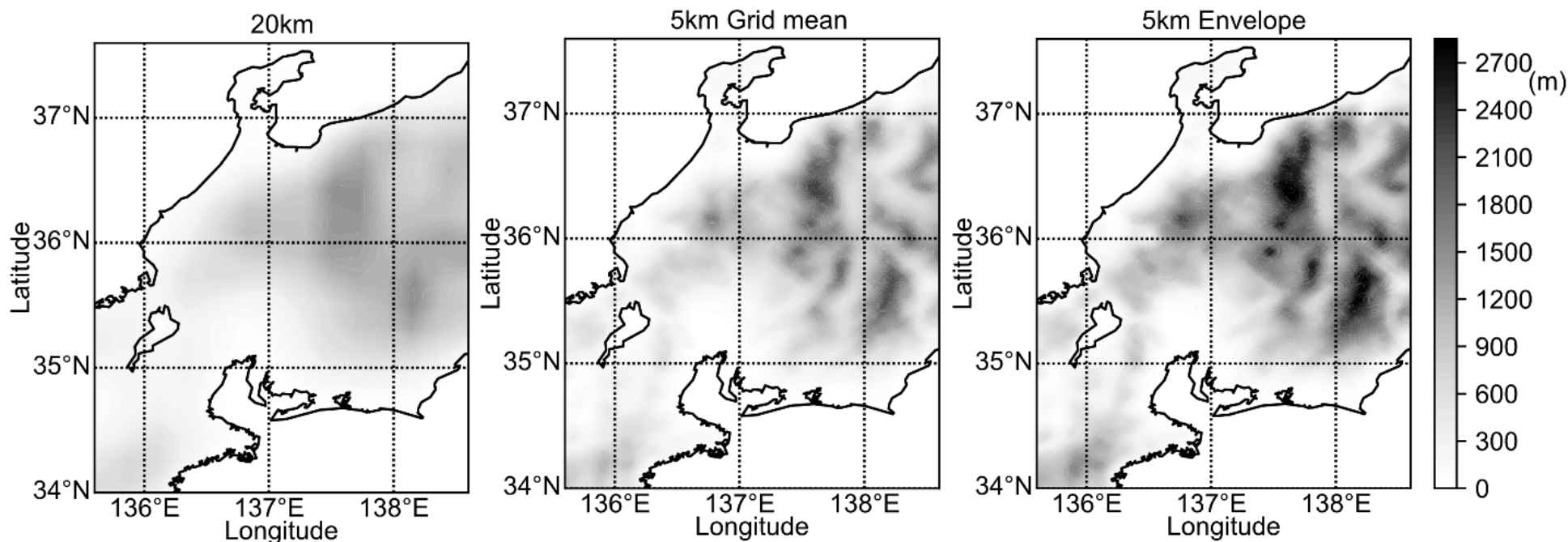


降水分布の空間解像度がピーク流量に与える影響

補足: 集計する領域, 時間枠を広げれば, これらのばらつきは収束することも確認しています. (水蒸気の総量は不変)
流域面積約1500km²程度で1降水イベントでは, これくらいの変動が生じるということ.

JRA-55 5km力学DS実験における地形モデル選択 が洪水流出解析に及ぼす影響の検討

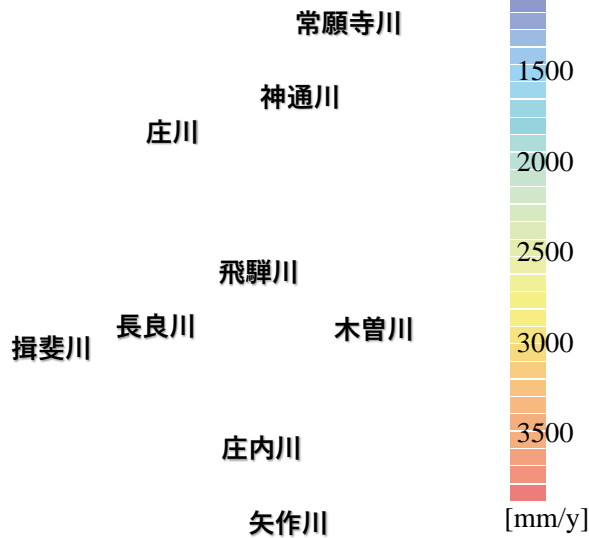
- 気象庁55年長期再解析（JRA-55）水平格子間隔1.25度をもとに
水平格子間隔20km, 5kmの2段階のネスティングを実施.
- 5km実験においてはGrid mean地形モデルとEnvelope Mountain地形モデルを用い、**中部地域に
おける降水量の分布傾向の違い及び長良川流域における洪水流出解析結果に与える影響を検討**



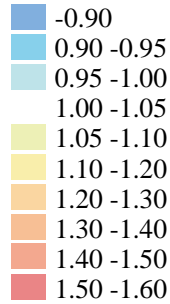
【地形モデル（左：20km, 中：5km Grid Mean, 右：5km Envelope Mountain）】

Grid meanモデル: GTOPO30(30秒間隔, 約1km解像度)の地形をベースに, モデルの各格子周辺の標高値を平均化
Envelope Mountainモデル: 平均値に各格子内の標高の分散を加えて山地の高さがより強調されたモデル

年降水量平年値



5kmENV / 5kmGM



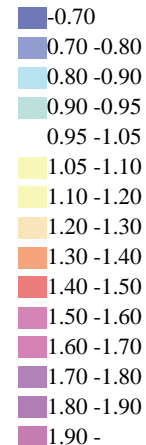
年降水量（メッシュ平年値）と河川流域

平均年降水量の比（5kmENV実験/5kmGM実験）

20km / JMA

5kmGM / JMA

5kmENV / JMA

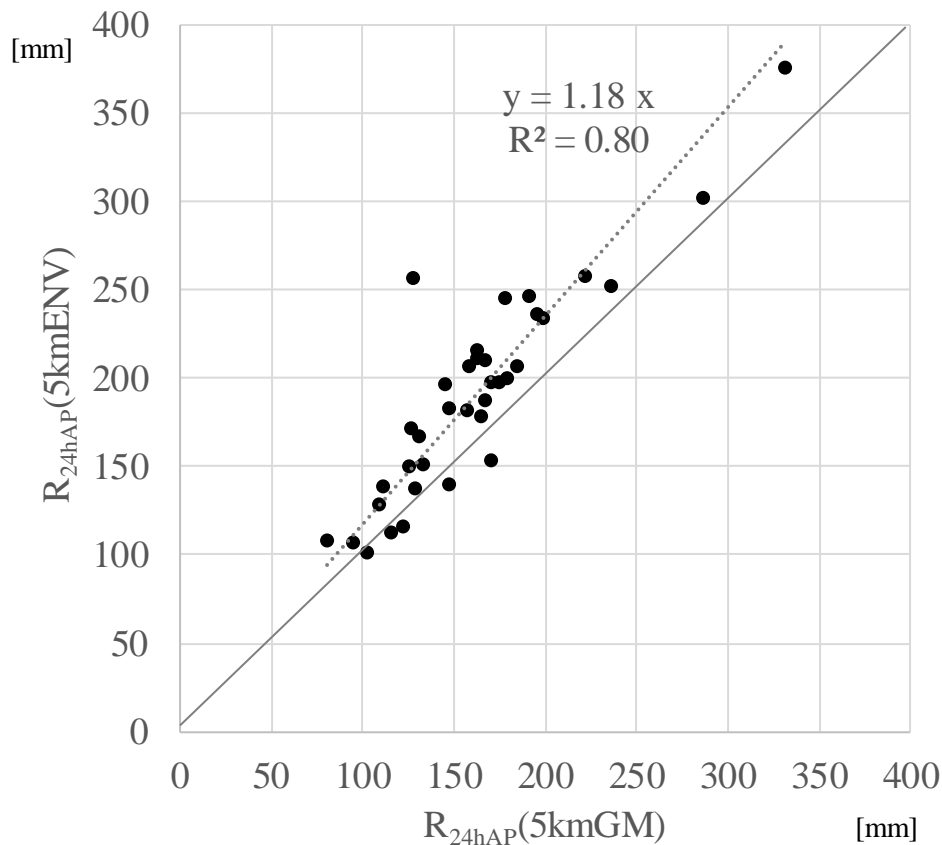


▶ 山地地形がより強調される Envelope Mountainモデルでは、平野から山地に移行するエリアに多くの降水が集中し、内陸部での降水量が減少する傾向

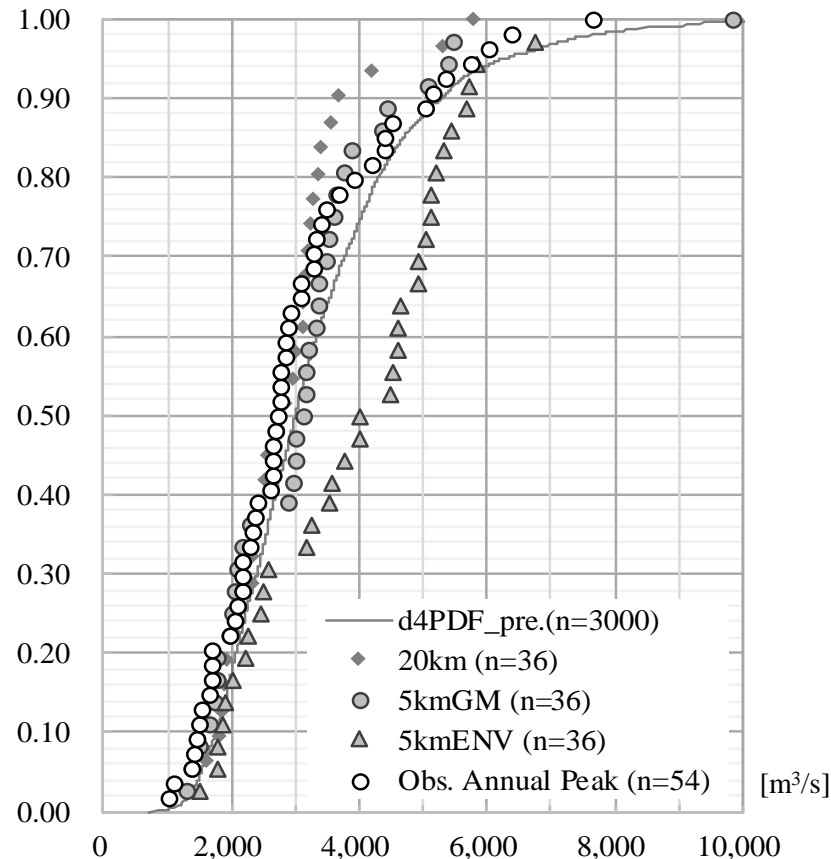
補足: ENVモデルとGMモデルの降水量の傾向は国内各地域で異なるようです。

平均年降水量の比（JRA力学DS実験/JMAメッシュ平年値）

年最大24時間雨量・洪水ピーク流量



【長良川流域 年最大24時間雨量 (5kmENV実験/5kmGM実験)】



【年最大降水イベント流出解析結果のピーク流量累積分布】

- 長良川流域においては降水イベントの降水量がやや過大評価傾向となり、洪水ピーク流量では、過大評価傾向がより強調された。
- 水平解像度5km程度の力学ダウンスケーリング実験における地形モデルの選択は、流域内の降水の空間分布に影響を与え、洪水流出解析ではその差がより強調される。

上記検討を踏まえた d4PDF力学DS実験デザイン

豪雨事例に着目したJRA-55力学DS実験の結果を踏まえ、d4PDFの力学DS実験デザインを決定。

<モデル自治体側の当初の要望>

- 中小河川流域単位での極端現象の解析のために、高解像度の豪雨事例を可能な限り多く実施したい。（確率現象として扱える程度のケース数）



<JRA-55を用いた力学DS実験を踏まえた実験デザイン>

- 豪雨事例の解析においては2kmと1kmは大差ないため、**力学DSは2kmまでとしてケース数を増やす**。ただし、ケース数に限度があるので、確率論的評価は、ケース数が多い20kmDS, 5kmDSの中で検討する。
- イベント発生時間の数日程度のズレに対応した日数。
- 力学DSによって降水量の時空間分布が大きく変化することがある。（この原因自体はよく検討しなくてはならない研究対象でもある）
- 力学DSを行う豪雨事例の抽出自体が、要検討事項である。
- **d4PDF NHRCM20kmとNHRCM5kmの関係性に着目。**
NHRCM20km → 5km → 2km とし、20km及び5kmで高強度降水イベントが同時発生するものを抽出して、2kmDSする。



年最大豪雨イベント20kmvs5km(present)

イベント発生時間(9月～翌8月)

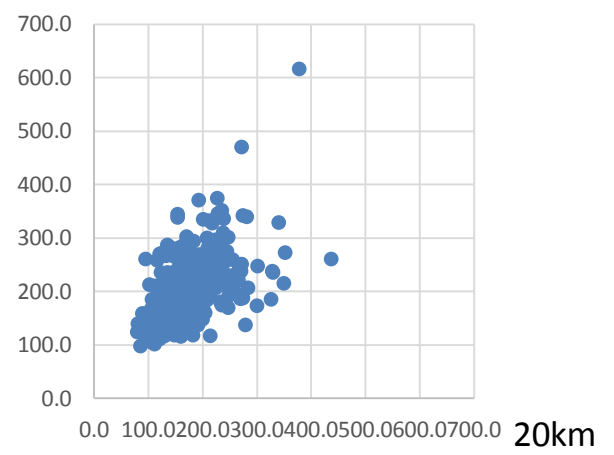
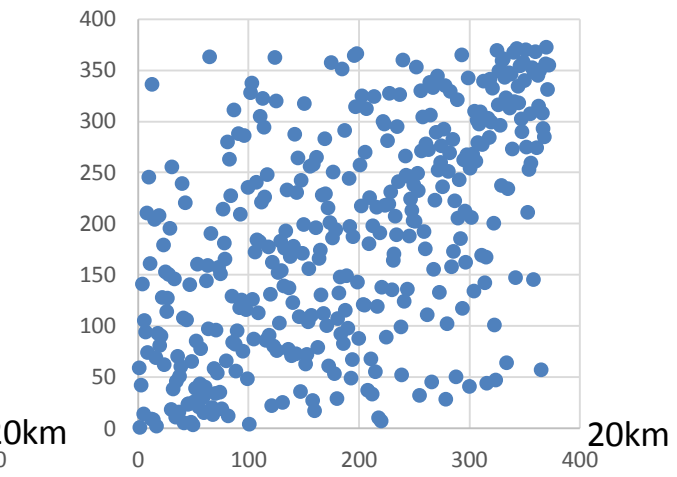
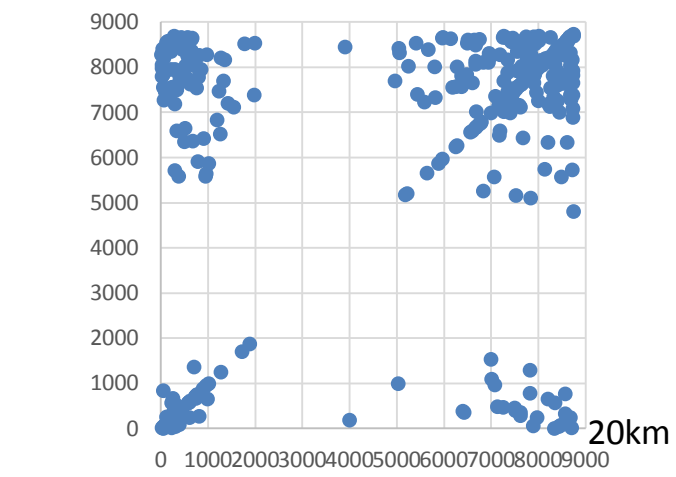
イベント順位

流域平均24時間降水量

5kmENV present (N=372)timing

5kmENV present (N=372)rank

5kmENV present (N=372)Ap24h

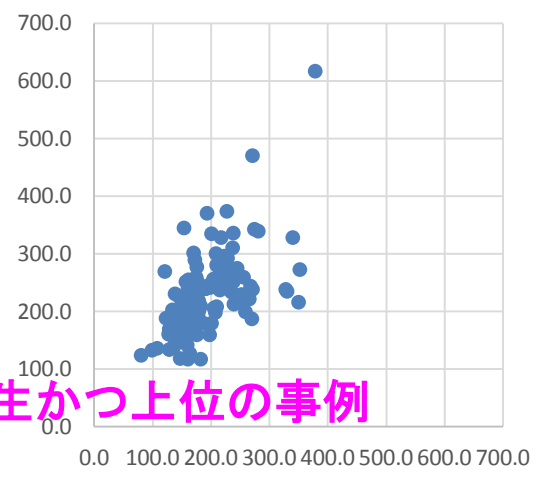
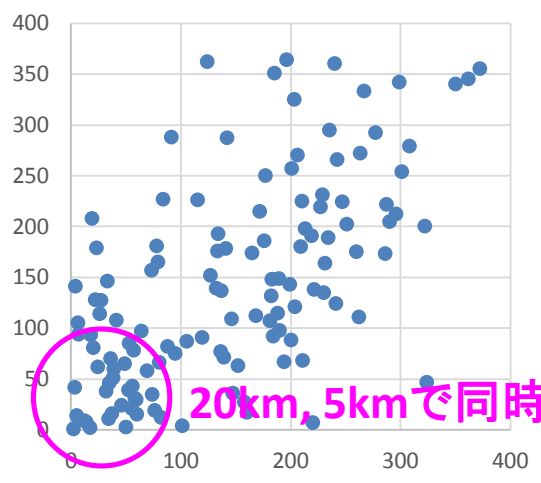
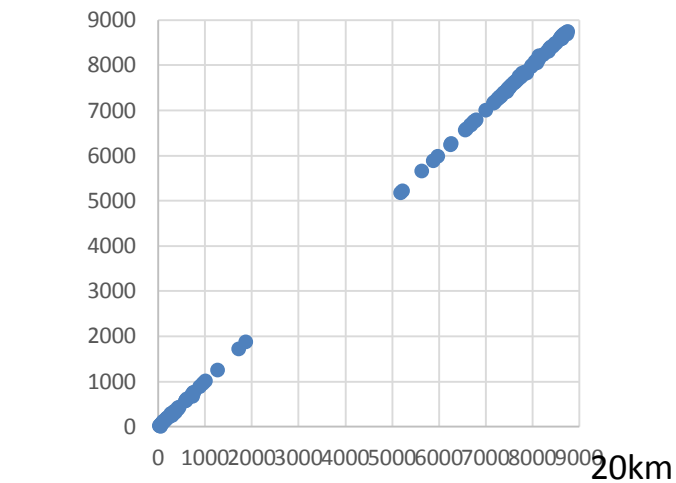


20kmvs5km同時発生(72h以内)イベント (present)

5kmENV present (N=372)timing

present (N=372)rank

present (N=372)Ap24h



20km, 5kmで同時発生かつ上位の事例

適応策に向けた展開

※黒文字は概成, 青文字は現在実施中

気候シナリオプロダクト	影響評価項目	適応策検討への活用
<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDF NHRCM20km (過去気象, 4°C上昇) ● d2PDF NHRCM20km (2°C上昇) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長良川流域における洪水規模頻度の解析 ● 岐阜県内主要流域における洪水規模頻度の解析 ● 豪雨事例の気象場分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長良川流域の過去の防災事業と減災施設の機能評価 ● 総合治水施策の施策検討及び効果の定量評価 ● 豪雨予想時早期避難検討
<ul style="list-style-type: none"> ● JRA-55 豪雨事例マルチスケールDDS(20km,5km,2km,1km) 5kmは地形モデル2種(Envelope mountain, grid mean) 	<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDFの豪雨事例の力学DSにあたってのテストケース ● ダウンスケーリング時の地形影響 ● ダウンスケーリングによる豪雨事象の変化, 洪水流出解析への影響の確認 	
<ul style="list-style-type: none"> ● d4PDF 5kmDDS(過去気象, 2°C上昇, 4°C上昇) ● 豪雨事例2kmDDS(過去気象, 2°C上昇) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中小河川における洪水リスク評価 ● 岐阜県における土砂災害(表層崩壊)発生予測モデル構築(気象庁モデルと比較) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中小河川ごとのリスク変動評価, 人口動態とのクロス評価 ● 土砂災害リスクの地域分布傾向と将来変動予測 ● 各市町村へのリスク情報提供 (2018/10/5市長会 情報提供)
<ul style="list-style-type: none"> ● 全国1km統計DS 大楽さん版, 農環研版 	<ul style="list-style-type: none"> ● 岐阜県各市町村における気候変動予測・人口構成予測 ● 岐阜県における森林雪害の気候変動影響評価 ● 岐阜県におけるビニールハウス雪害防止のための影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各市町村へのリスク情報提供 (2018/10/5市長会 情報提供) ● 地域適応シナリオのバックグラウンドデータとして利用 ● 森林施業指導のバックデータ ● 営農者への助言のためのバックデータ

H29/11 岐阜の総合治水勉強会

総合治水先進3県の特色ある取組に学び、 岐阜の総合治水のあり方を模索する

- 13:00-13:10 ご挨拶
岐阜県 県土整備部河川課 課長 井上 清敬様
- 13:10-13:30 情報提供：岐阜における気候変動適応への取組みについて
岐阜大学 地域減災研究センター・流域圏科学研究センター 准教授 原田 守啓
-
- 13:30-14:30 講演1：総合治水条例制定奮闘記／兵庫県総合治水条例の概要
兵庫県 県土整備部 県土企画局空港政策課 課長 八木下 徹様
- 14:40-15:40 講演2：埼玉県における流域治水施策の取組みについて
埼玉県 県土整備部 河川砂防課 主幹 遠井 文大様
- 15:40-16:40 講演3：滋賀県における減災型治水の展開
滋賀県立大学 環境科学部環境政策・計画学科 瀧 健太郎様
-
- 16:50-17:30
総合討議：先進3県の総合治水施策を踏まえ岐阜の総合治水を考える
- 17:30 閉会予定 (18:30- 意見交換会)

- 長良川流域の洪水に対する温暖化影響評価の結果を受けて、超過洪水対策の検討に着手。
- その後、長良川流域以外の県内全主要河川流域について同様の評価を実施中。

気候変動と社会構造の変化に適応した地域を目指して

～岐阜からの提案～

- 2018/2/5 岐阜グランドホテルにてSI-CAT公開シンポジウムを開催。
- SI-CAT関係者、国・県・市町村の担当者、地域の防災に関わる市民等を中心に、約170名が参加。
- 3題の講演と、パネルディスカッションにより、気候変動影響と社会構造に変化に適応した地域を実現するために必要なアクションや役割分担についての議論が展開された。



➤ 防災分野における適応策の社会実装は、市町村や地域が主な対象となることを踏まえ開催

気候変動により増大する 洪水等の自然災害リスクに対して、 私たちはどうすればよいのか？

- 自然災害のリスクは、気候変動によって増加するかもしれない、リスクは
予見できる。なぜならば、自然災害のリスクは、土地や地形によるもの。
- 相対的にリスクの高い土地（例えば、浸水のリスクの高い低地）は、河川
改修等によって安全性が向上したとしても、ひとたび河川が氾濫すれば、
大きな浸水被害が発生する。



【どうすればよい？】

- **リスクの高い土地の開発をしない／させない**
- **土地のリスクを把握する／知らない人には知らせる**
- **先人たちが残してきた減災の仕組み（霞堤、輪中堤など）の機能を保全し、
賢く将来に引き継ぐ**
- 岐阜大チームでは、先人たちが残してきた減災の仕組みが、現在どれだけ機能しているか？
どのような気象状況によって大きな災害が発生しやすくなるか？といった分析を進めます。

気候変動と社会構造の変化に 適応するために、私たちに何ができるか？

- 気候変動の緩和努力、適応に向けた努力はこれからますます必要であるが、「気候変動への適応」そのものを目的として取り組むことは難しい
- 地域の方々の心配ごとは、もっと生活に密着したこと（地域の高齢化や担い手不足など）



【どうすればよい？】

- 気候変動の影響は、地域の将来の持続性に影響を及ぼすリスクの一つとして捉えて、市町村や地域における「まちづくり」の取り組みの中で、気候変動にも強い地域を実現する。
- “まちづくり”や、“地域防災”のプレイヤーを支援する／社会変動と気候変動に対する適応力を高める動きを応援する。
 - 防災・減災センターでは、地域の防災力の向上に向けて、さまざまな支援を行っていきます。
 - 岐阜大学チームでは…各地域における気候変動の影響を、まちづくりに必要なさまざまな情報と一緒に、わかりやすく整理し、必要としている市町村や人に提供します。



「地域の経営者」である首長のみなさまへ

- 近年相次ぐ**記録的豪雨**，**猛暑**等，気候変動（地球温暖化）の影響と考えられる極端な気象現象が多く発生するようになってきています。
- また，全国的に少子高齢化が進んでおり，とくに中山間地では，コミュニティの存続が危ぶまれる集落も増えてきています。
- 災害によって被災した地域は，「**人口減少が30年分一気に進む**」とも言われており，気候変動により増えつつある自然災害は，**地域の持続性を脅かすリスク要因**となっています。

【私たちからの提案】

- 地域の経営を担われている市町村の皆様に，**きめ細かいリスク情報**を提供することにより，各地域の経営に対するリスクを回避し，地域の持続可能性を高めるための「**まちづくりと防災の一体化**」をサポートしたいと考えています。

「きめ細かいリスク情報」とは？

- このまま**人口減少が進んだ将来**における各地域の人数・年齢構成
- 洪水や土砂災害の危険に曝される住民の人数・年齢構成の将来予測
- このまま**気候変動が進んだ将来**における各市町村の気象状況
(気温, 猛暑日数, 降水量, 豪雨の発生頻度 等)
- **県内主要流域の洪水発生頻度**の将来変化予測 など
 - これらの情報を, 従来の粗いマップではなく,
1kmメッシュの非常にきめ細かいマップ と,
市町村や集落単位の集計値 で整備し,
ご希望される市町村に提供する準備を進めています.
- 市長会とは別に, 防災担当者会議, まちづくり担当者会議等でも同様のご案内を差し上げる予定です.
- 「こんな情報があったら, 市政に活用したい」というご要望があれば, 是非お寄せください.

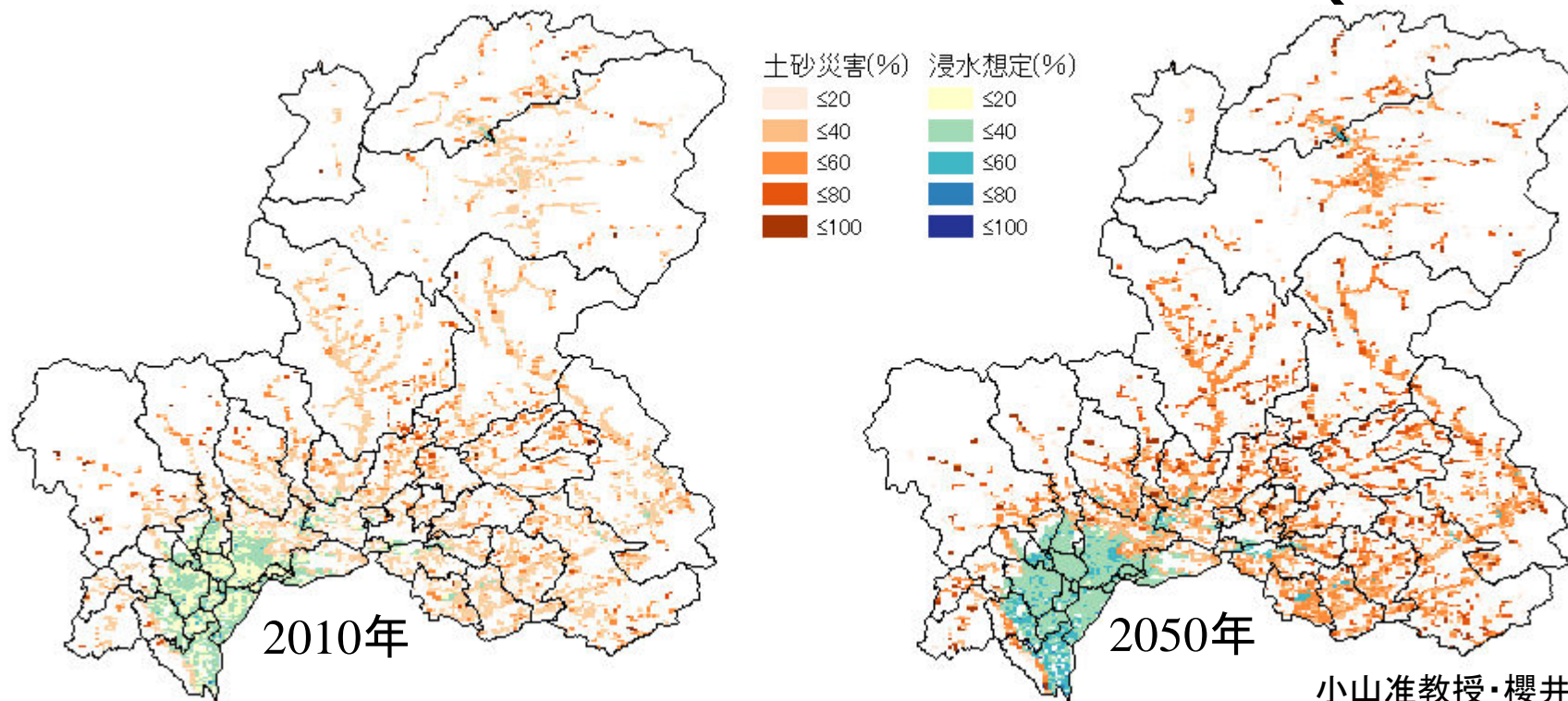
問合せ先：清流の国ぎふ防災・減災センター

TEL: 058-293-3890 E-mail: gfbosai@gifu-u.ac.jp

担当者：准教授 原田守啓 E-mail: m-harada@green.gifu-u.ac.jp

提供可能なリスク情報の例

土砂災害・洪水の危険に曝される人口の高齢化率(65歳以上)



土砂災害警戒区域 (13%上昇)

2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
27%	34%	36%	37%	38%	39%	40%	40%

浸水想定区域 (14%上昇)

2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
23%	28%	29%	30%	32%	35%	36%	37%

人口は減少傾向であるが、高齢者の割合は増加する傾向にあり、**災害発生時に援助できる人は減って、援助を必要とする人は増加**する。この傾向は、地域によって異なる。

提供可能なリスク情報の例

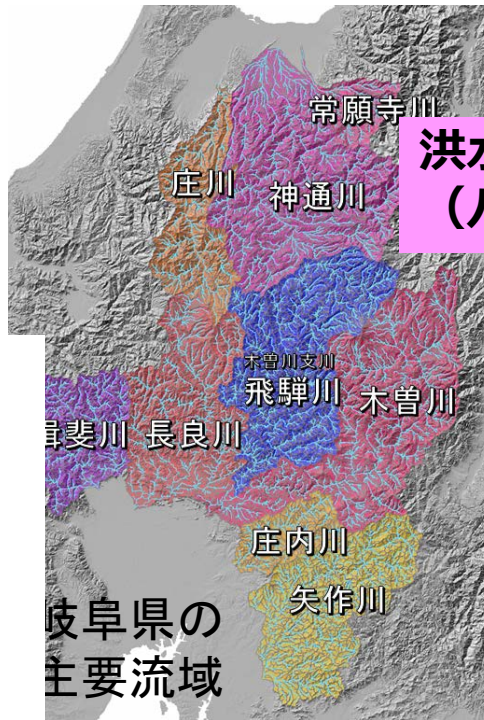


洪水ハザードマップ × 温暖化による洪水発生頻度予測 × 人口・年齢層分布予測

- 豪雨により河川が氾濫し、洪水ハザードマップに示されているような状況が発生しうる確率が、今後どれくらい上昇しうるかを各地域毎に示します。

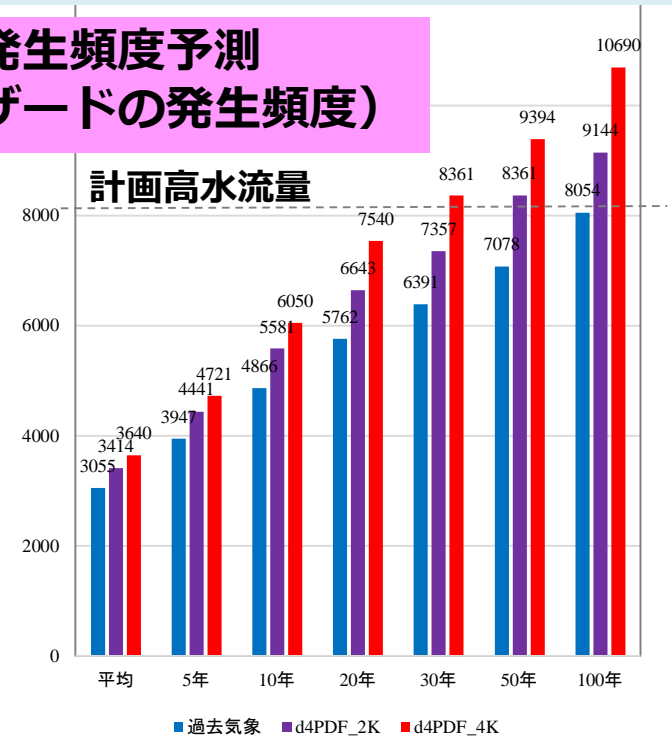
氾濫浸水想定区域図 (ハザードの状況)

人口・資産の分布 (被害の大きさ)



長良川の場合、過去には**100年に一度程度**、平野部で氾濫する危険性があったのが、**2030年頃には50年に一度**の確率で同規模の洪水が発生すると予測された。

洪水発生頻度予測 (ハザードの発生頻度)



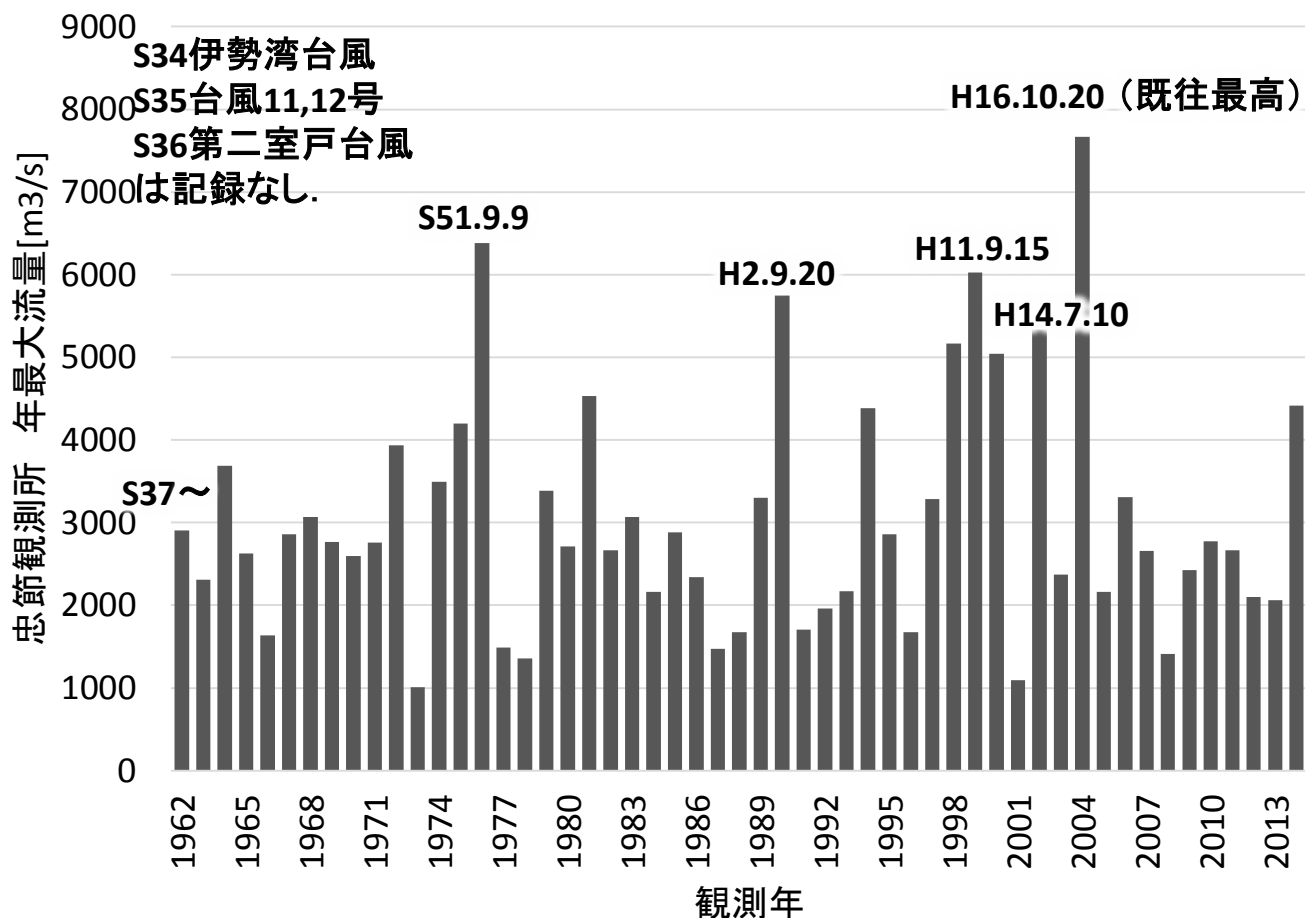
例:長良川忠節地点におけるT年確率洪水流量 評価結果

まとめ

- d4PDFは、その大規模アンサンブル数や、プロダクトの特性が良く研究されていること等によって、極端現象の評価を行う上で、社会的にも説得力がある。各地域の水災害分野での活用は、今後ますます期待される。
- 岐阜大チームはSI-CATモデル自治体として、技術開発機関との協働により、他地域におけるgood practiceとなるべく、影響評価から適応策検討、その社会実装までを進めているところ。
- 今後、気候変動適応法に基づく地域での動きが加速するにつれ、気候変動予測情報、影響評価情報、これらに基づく適応策に関するニーズの増加も予想されるものの、これに対応可能な組織・人材は不足している。
- 気候変動予測、影響評価、適応策の**各研究コミュニティと地域との間のCo-Designは、研究者・技術者間のCo-Designよりも、困難**が予想される。各地域の人的・経済的リソースとどのような協働体制を構築していけるかが今後の課題??

工学DS実験の対象イベント

長良川の過去の洪水



Case number	洪水イベント	気象場
Case01	1983/9/27	台風+前線
Case02	1985/6/29	台風
Case03	1989/9/5	前線
Case04	1990/9/17	台風直撃
Case05	1992/8/12	台風
Case06	1995/7/2	前線
Case07	1997/11/25	台風なし
Case08	1998/7/27	台風なし
Case09	1999/9/14	前線+台風
Case10	2002/7/9	前線+台風
Case11	2004/10/19	台風直撃
Case12	2006/7/17	前線
Case13	2009/7/26	前線



H16 台風23号災害

長良川 忠節観測所における年最大流量(1962年~2015年)

力学DS実験

- 使用モデル：非静力学地域気候モデル（NHRCM）

- 気象庁気象研究所

- ネスティング：境界値（JRA-55）→20 km

- 実験設定：

- 20 km (Mizuta et al., 2017)

- : 都市モデル（ Square Prism Urban Canopy Scheme : SPUC）なし

- 5 km (Kawase et al., 2018) : 都市モデルあり

- 2km/1km (Murata et al., 2017)

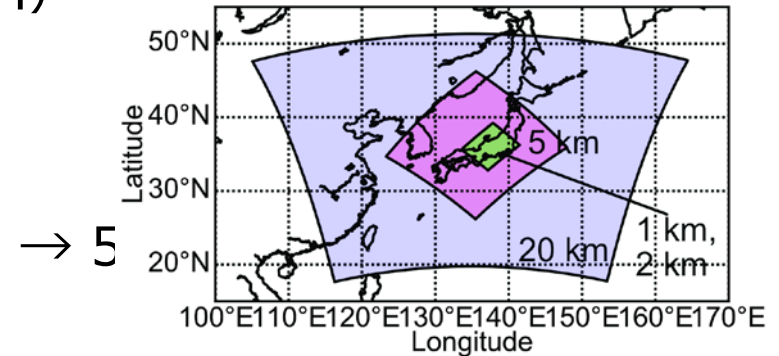
- : 都市モデルあり, 積雲対流パラメタリゼーション（Kain-Fritsch）なし

- 計算期間

- 20 km : 各年7月下旬–翌年8月末の1980–2010年の各年計算

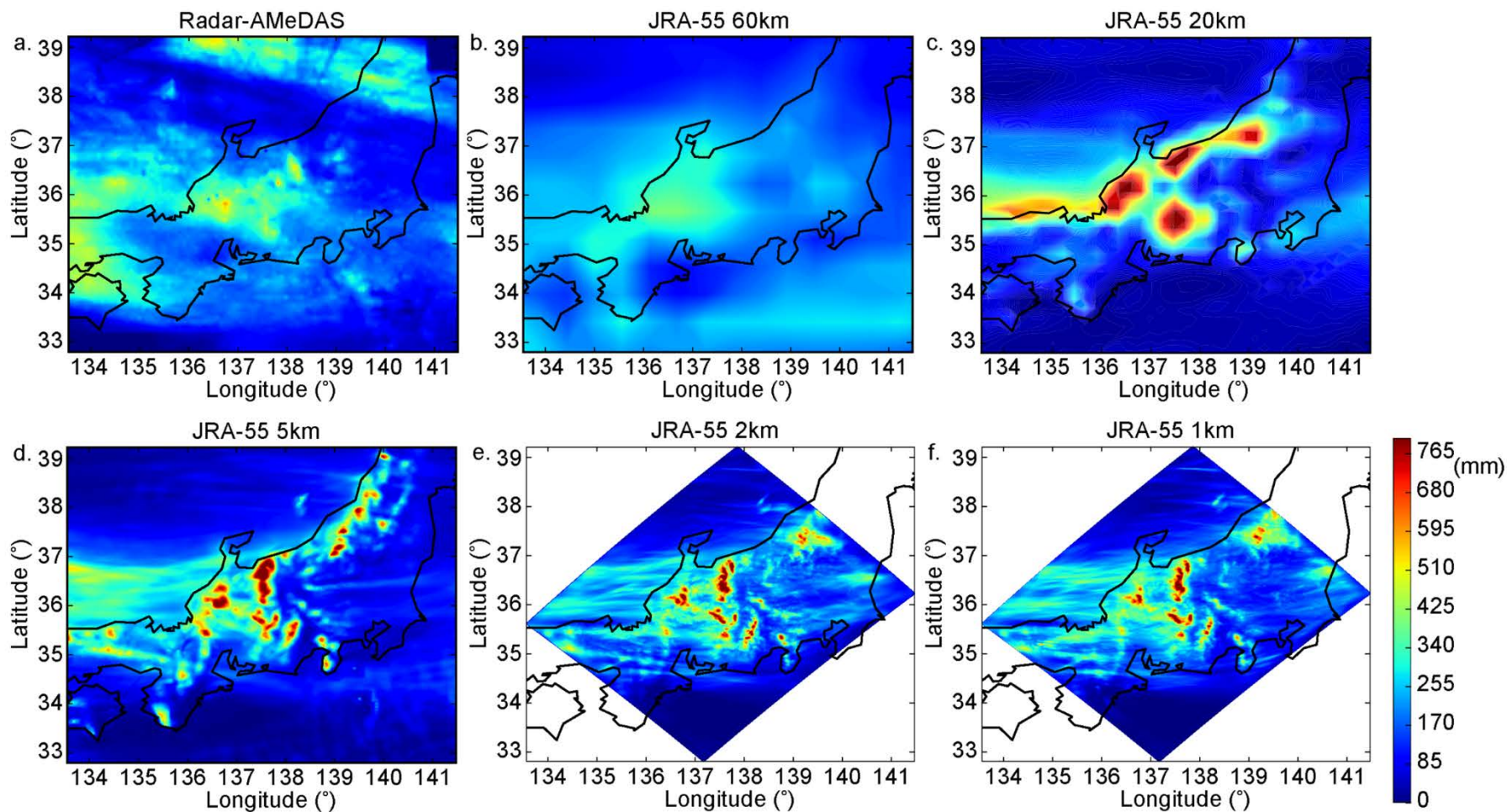
- 5 km : 各年7月下旬–翌年8月末の1980–2010年の各年計算

- 2km/1km : スピンアップを含む12日積分（実際の洪水事例13ケース）



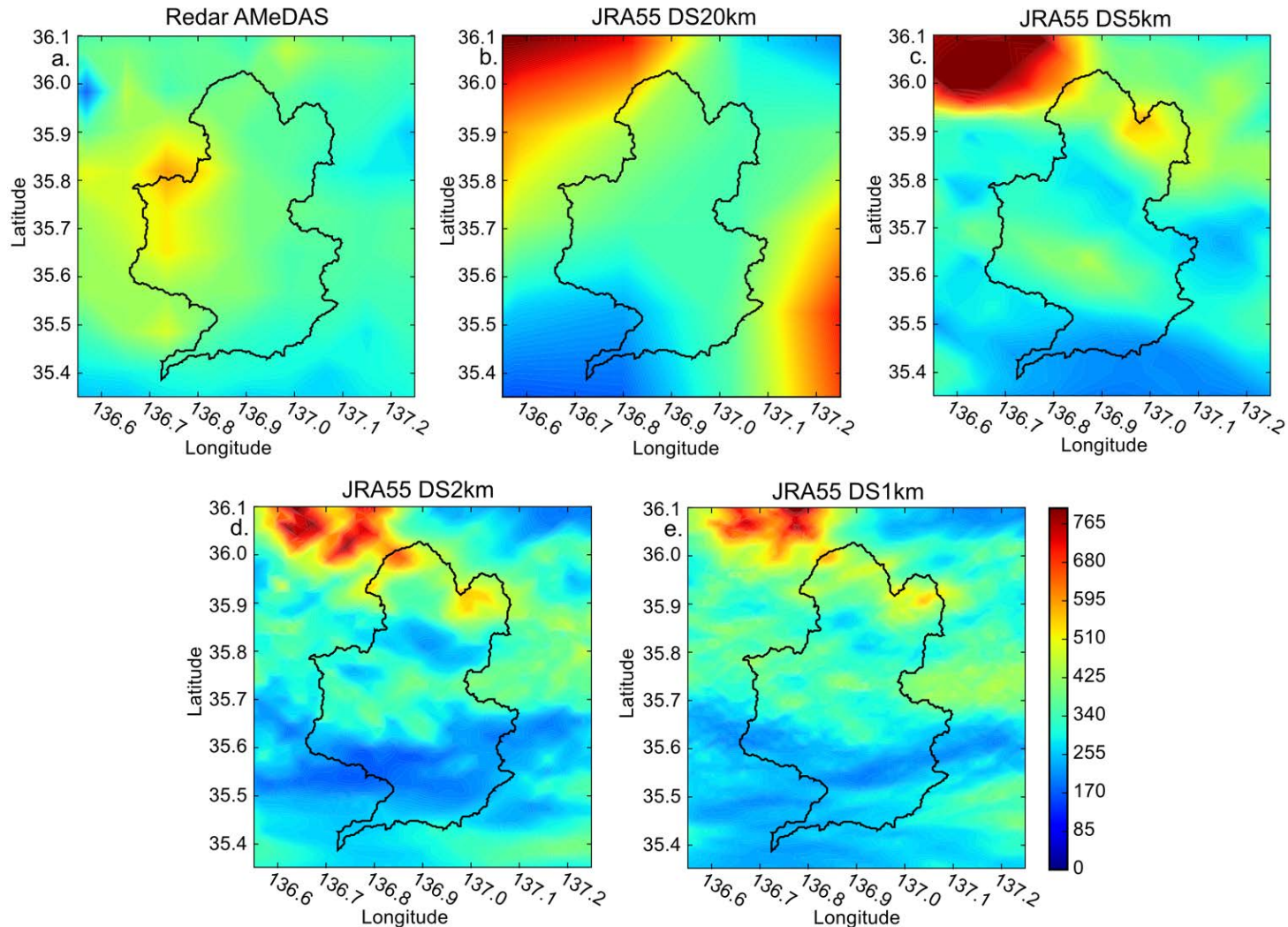
力学DS実験結果 (累積降雨量)

e.g. Case12 : 2006/7/12-22

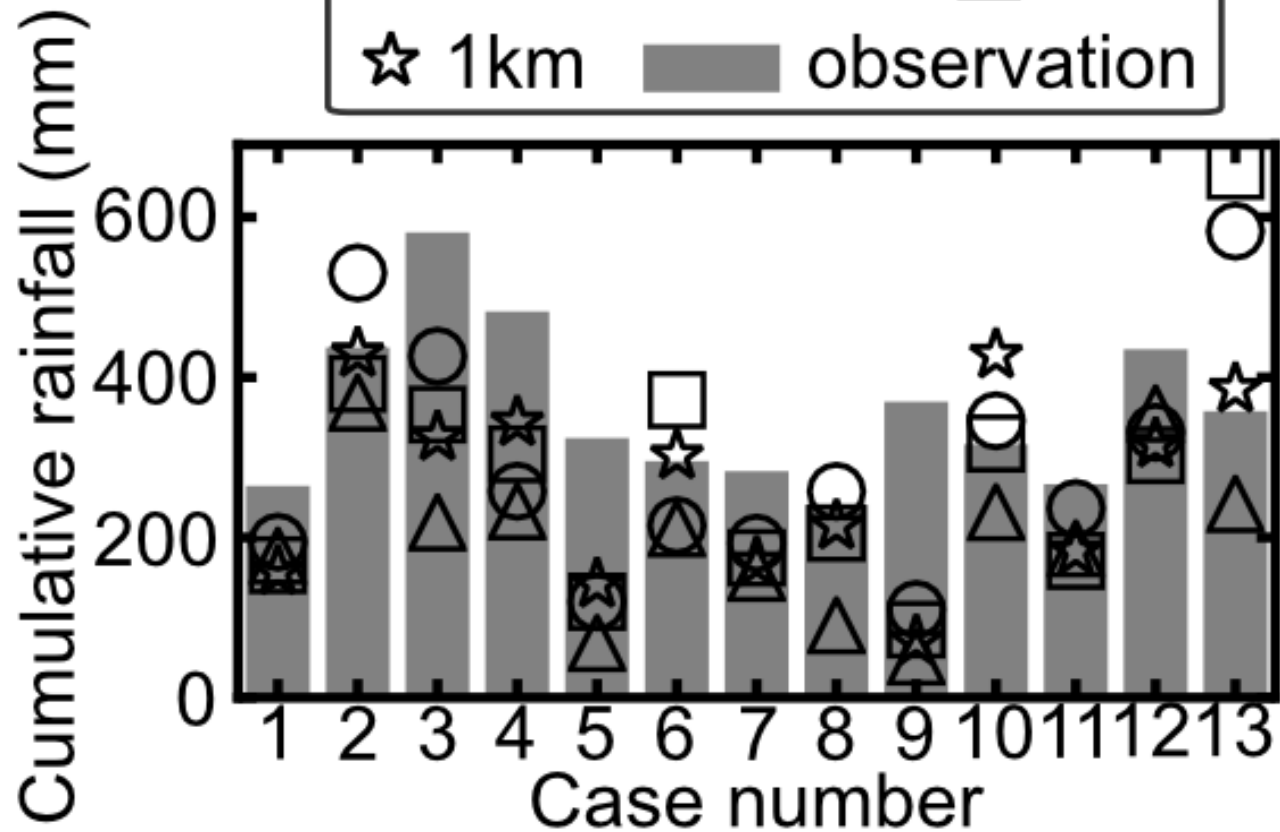


力学DS実験結果 (累積降雨量)

e.g. Case12 : 2006/7/12-22

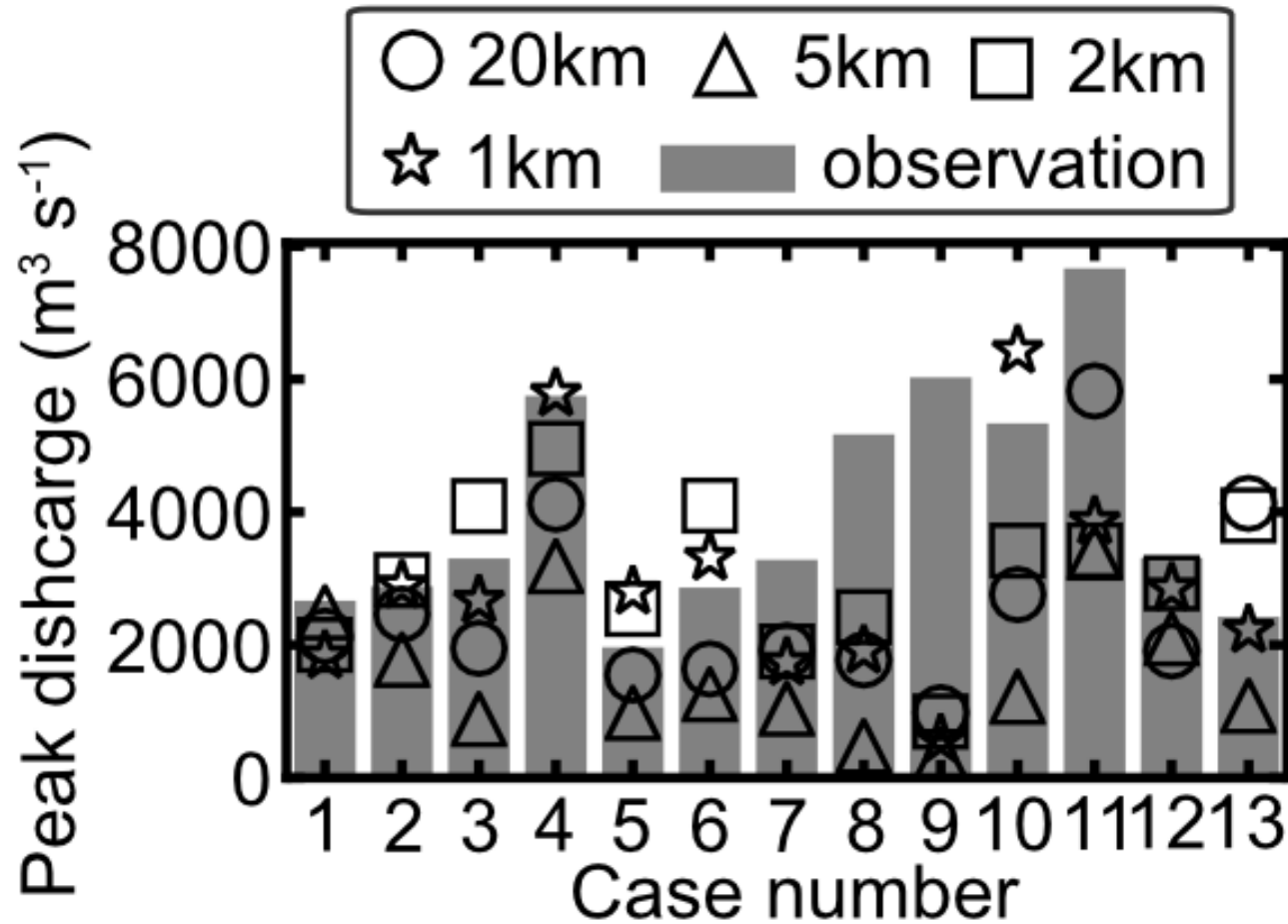


力学DS実験結果（累積降雨量）

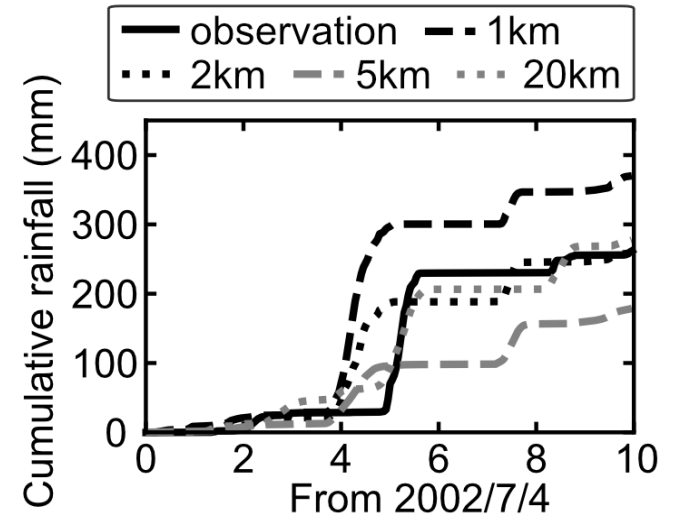


Case number	洪水イベント	気象場
Case01	1983/9/27	台風+前線
Case02	1985/6/29	台風
Case03	1989/9/5	前線
Case04	1990/9/17	台風直撃
Case05	1992/8/12	台風
Case06	1995/7/2	前線
Case07	1997/11/25	台風なし
Case08	1998/7/27	台風なし
Case09	1999/9/14	前線+台風
Case10	2002/7/9	前線+台風
Case11	2004/10/19	台風直撃
Case12	2006/7/17	前線
Case13	2009/7/26	前線

カ学DS実験結果 (ピーク流量)



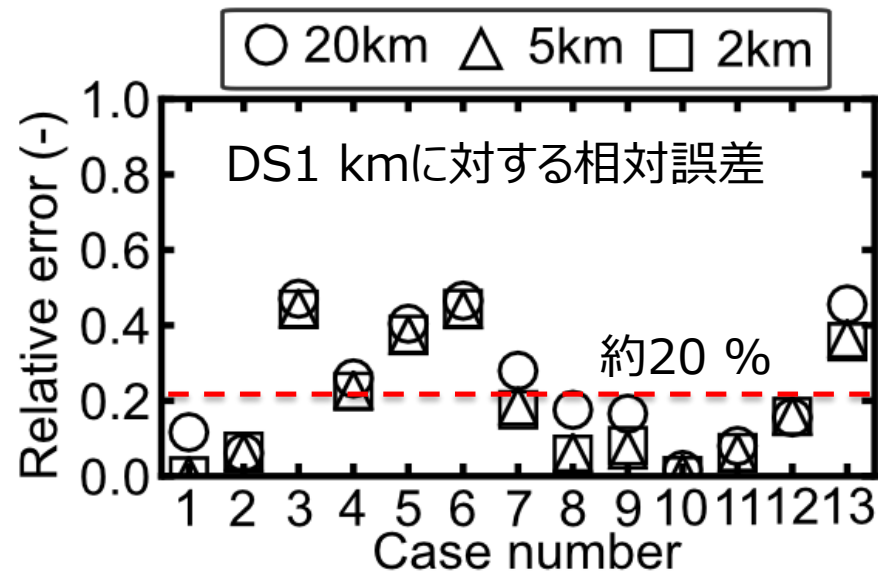
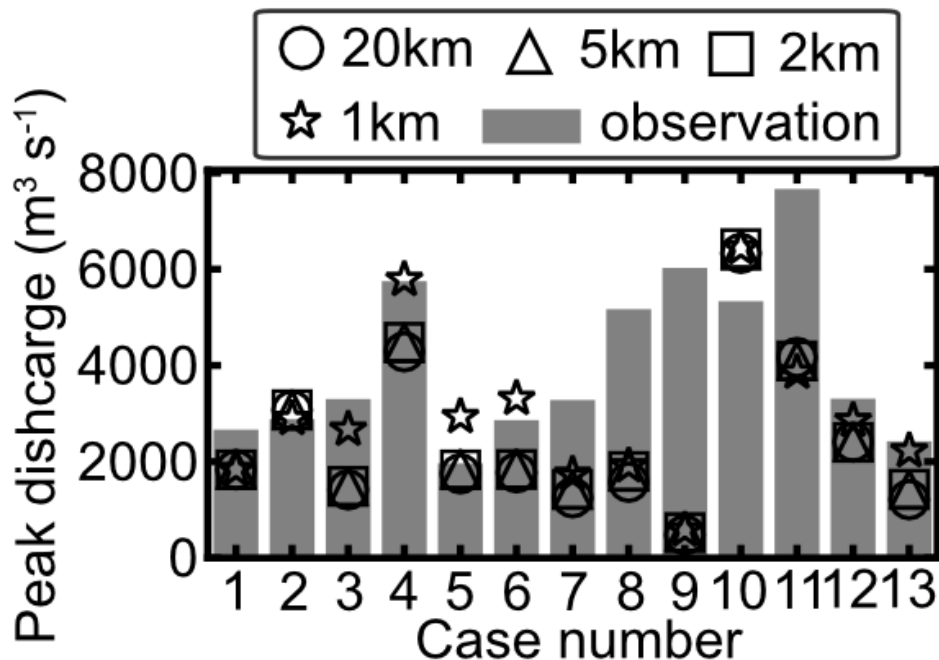
Case number	洪水イベント	気象場
Case01	1983/9/27	台風+前線
Case02	1985/6/29	台風
Case03	1989/9/5	前線
Case04	1990/9/17	台風直撃
Case05	1992/8/12	台風
Case06	1995/7/2	前線
Case07	1997/11/25	台風なし
Case08	1998/7/27	台風なし
Case09	1999/9/14	前線+台風
Case10	2002/7/9	前線+台風
Case11	2004/10/19	台風直撃
Case12	2006/7/17	前線
Case13	2009/7/26	前線



粗視化実験結果（ピーク流量）

Case number	洪水イベント	気象場
Case01	1983/9/27	台風+前線
Case02	1985/6/29	台風
Case03	1989/9/5	前線
Case04	1990/9/17	台風直撃
Case05	1992/8/12	台風
Case06	1995/7/2	前線
Case07	1997/11/25	台風なし
Case08	1998/7/27	台風なし
Case09	1999/9/14	前線+台風
Case10	2002/7/9	前線+台風
Case11	2004/10/19	台風直撃
Case12	2006/7/17	前線
Case13	2009/7/26	前線

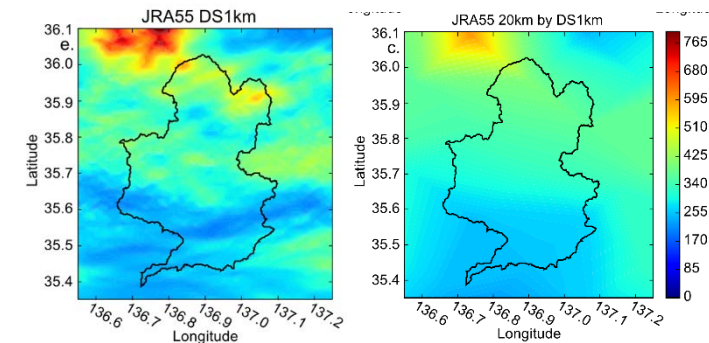
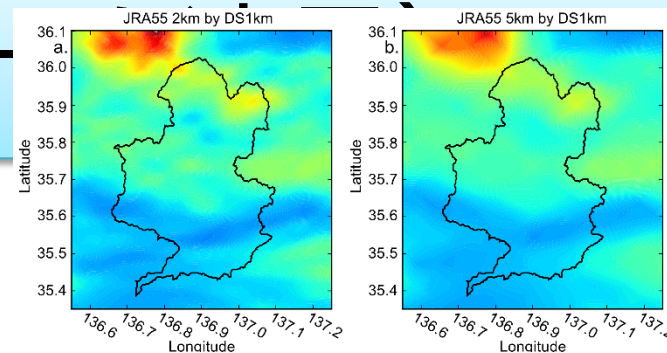
立川ら（2003）：
 レーダー雨量（解像度1 km）を素に降雨の空間分布を変化させ、流出解析を実施。
 =>異なる降雨分布間での計算ピーク流量の相対誤差は約30 %。
 =>流域全体における降雨分布と空間的なばらつきが流出には重要。



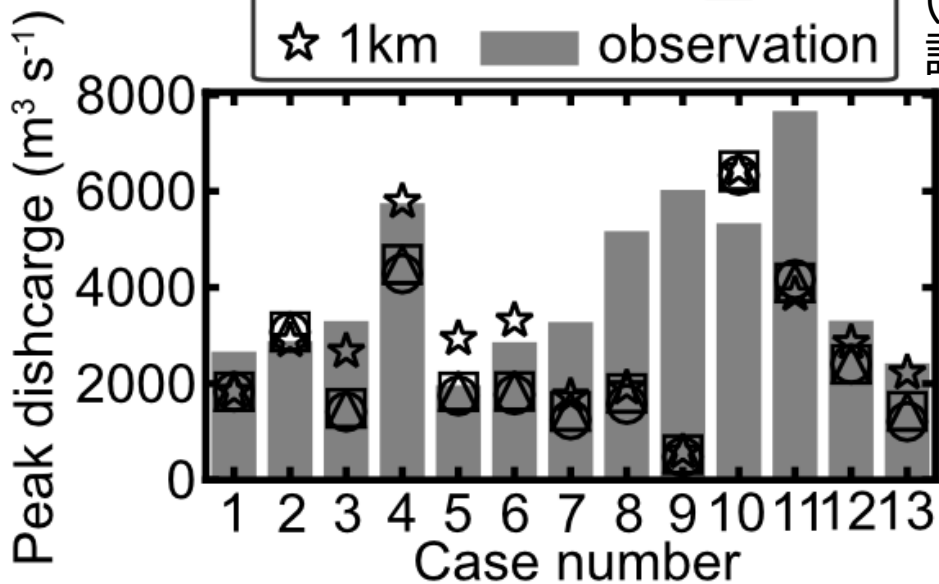
粗視化実験結果 (ピーク)

Case number	洪水イベント	気象場
Case01	1983/9/27	台風+前線
Case02	1985/6/29	台風
Case03	1989/9/5	前線
Case04	1990/9/17	台風直撃
Case05	1992/8/12	台風
Case06	1995/7/2	前線
Case07	1997/11/25	台風なし
Case08	1998/7/27	台風なし
Case09	1999/9/14	前線+台風
Case10	2002/7/9	前線+台風
Case11	2004/10/19	台風直撃
Case12	2006/7/17	前線
Case13	2009/7/26	前線

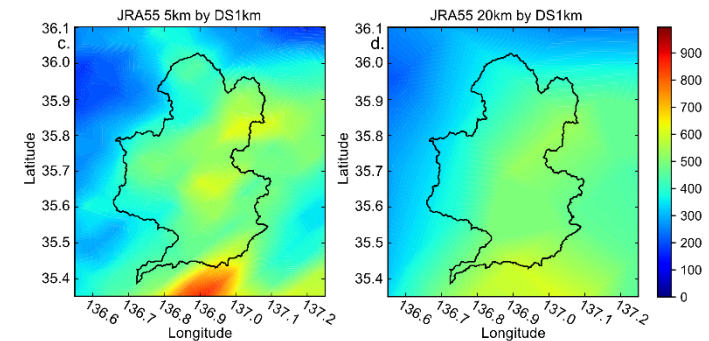
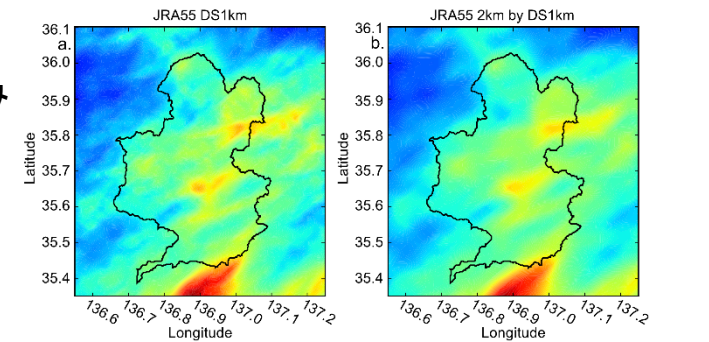
Case12
(解像度間で
差なし)



○ 20km △ 5km □ 2km
☆ 1km ■ observation



Case13
(20 kmのみ
誤差大)



まとめ

- 力学DS実験による降雨分布の比較を行った結果、高解像度化することで、観測値の降雨を再現出来ることが分かった。また、観測値と力学DS実験による流域平均累積降雨量に対するwilcoxonの順位和検定を適用した結果、DS2 km, DS1 kmでは観測値と有意な差がなく定量的に再現出来ていることが確認された。
- (2) 力学DS実験結果を用いた流出解析では、DS2 km, DS1 kmのピーク流量は最大30 %程度の差は存在するものの、ほぼ同様な傾向を示した。観測値および力学DS実験によるピーク流量に対してwilcoxonの順位和検定を適用した結果、DS2 km, DS1 kmともに観測値と有意な差はなく、定量的に再現出来ていることが分かった。
- (3) JRA-55 DS1 kmの降雨分布を段階的に粗視化した流出解析を行い、降雨分布の空間解像度の違いが分布型流出モデルによる洪水予測へ与える影響について検討した結果、降雨分布の空間解像度がピーク流量へ与える影響は力学DS実験による空間解像度の違いと比較して小さいことが確認された。