

洪水や浸水・氾濫を予測する技術 と温暖化による影響評価



京都大学大学院工学研究科
社会基盤工学専攻
(京都大学工学部 地球工学科)

立川康人

洪水・浸水・氾濫（平成25年台風18号のときの桂川）



「平成25年9月台風18号洪水の概要」
国土交通省近畿地方整備局河川部より

京都市伏見区

豪雨がもたらした最近の水害

- 平成26年9月 北海道豪雨(低気圧)
- 平成26年8月 広島豪雨土砂水害(前線)
- 平成26年8月 兵庫県、京都府、岐阜県の水害(台風11号)
- 平成26年8月 四国水害(台風12号、台風11号)

- 平成25年10月 伊豆大島豪雨土砂災害(台風26号)
- 平成25年9月 京都・滋賀水害(台風18号)
- 平成25年8月 秋田・岩手豪雨災害(前線)
- 平成25年7月 山口・島根豪雨災害(梅雨前線)
- 平成25年7月 山形豪雨災害(梅雨前線)

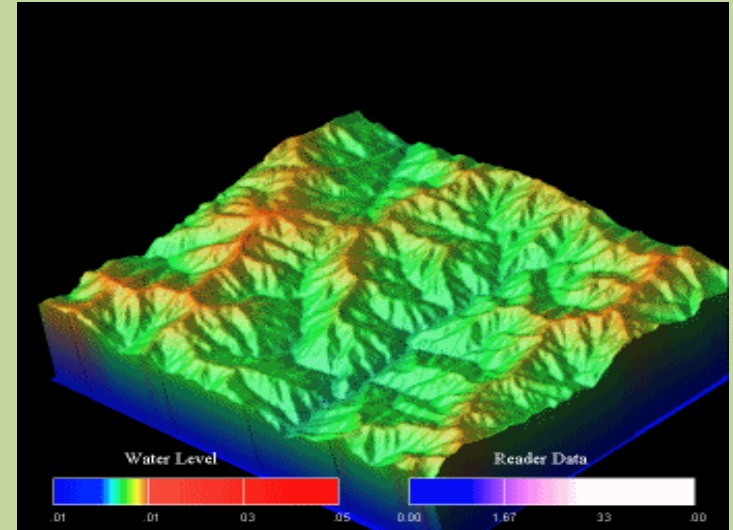
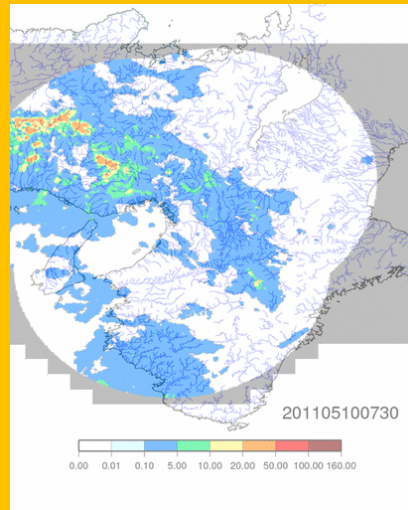
- 平成24年7月 九州北部豪雨災害(梅雨前線)
- 平成24年7月 熊本県白川豪雨災害(梅雨前線)

- 平成23年9月 九州、四国、東北(台風15号)
- 平成23年9月 熊野川大水害(台風12号)
- 平成23年7月 新潟・福島豪雨(梅雨前線)

洪水や浸水・氾濫の予測の手順

■外力を設定する:
予測される雨の強さを設定する。

- 1)1時間先の雨の強さ、
- 2)100年に1回の雨の強さ、
- 3)温暖化時に想定される雨の強さなど。



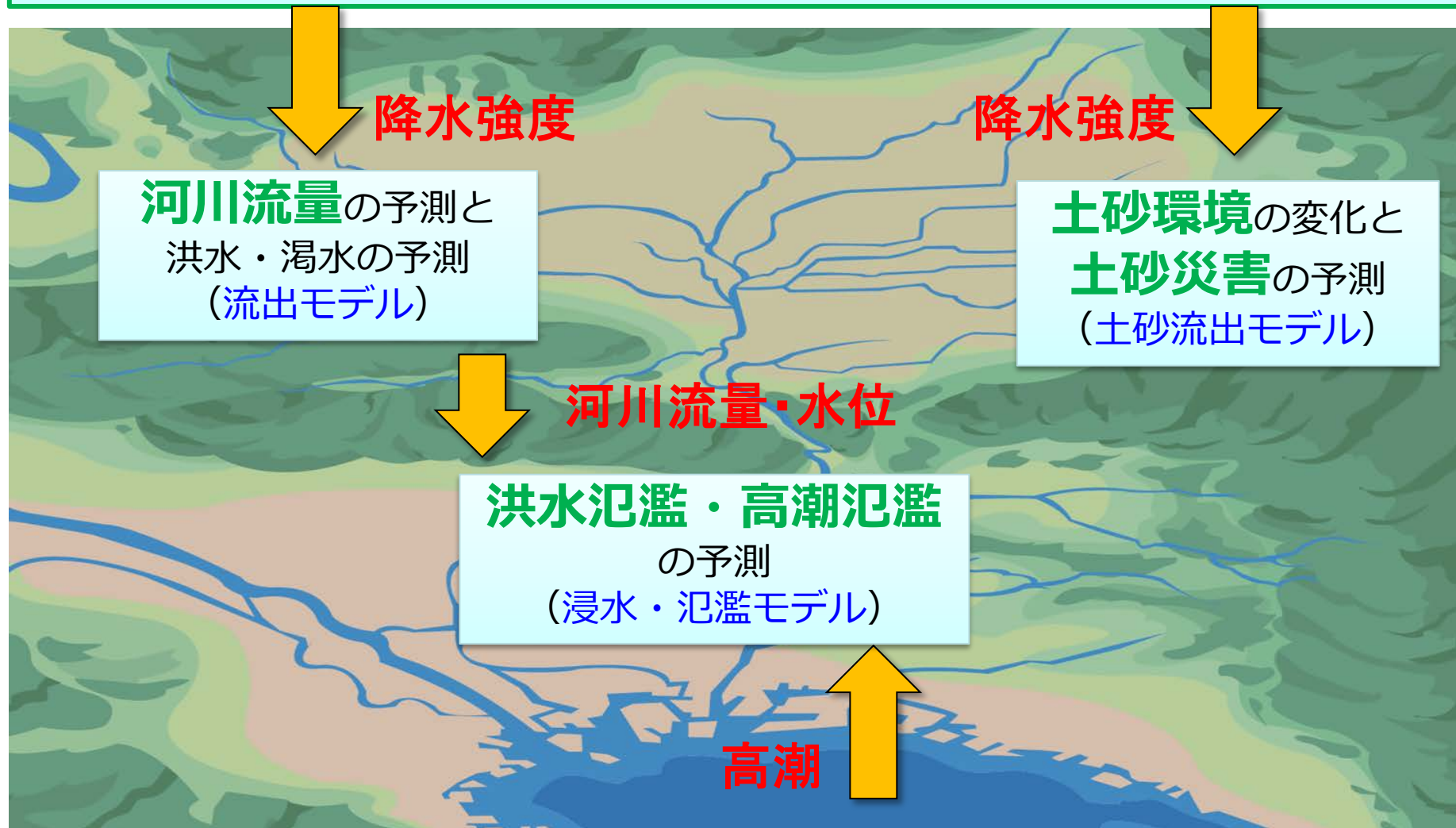
■外力を水理量に変換する: 設定した雨の強さを、洪水や浸水・氾濫に関連する物理量(水位、水深、流量、流速など)にコンピュータモデルを通して変換する。

■減災や防災に必要な情報を得る。

- 1) 実時間で洪水、浸水・氾濫情報を配信する。
- 2) 水工構造物の設計値を得る。
- 3) 被害額を推定する。
- 4) 危険な地域を知って安全なまちづくりの指針とする。

降水データを河川流量や浸水深に変換する計算手順

降水シナリオ (降水の強さや期間、時空間分布) の設定



洪水予測

- 1) 洪水の発生頻度に対応する洪水の大きさを予測する。たとえば、平均的に100年に1回の割合で発生する洪水の規模を予測する。
- 2) 物理的に起こり得る最大クラスの洪水を予測する。
- 3) 豪雨や洪水が進行している最中に時々刻々とリアルタイムで洪水を予測する。

1) 発生頻度に対応する洪水の大きさを予測する(水工構造物の設計指針を得る)。

たとえば平均的に100年に1回の程度で起こると予想される洪水の大きさを推定し、

●それに対して、被害が生じないように水工構造物を建設したり増強したりすることを考える。

●温暖化が進行したときに、現在の水工構造物を適切に機能させるためには、どうしたらよいかを分析する。



平成25年台風18号による淀川の洪水状況

2) 物理的に起こり得る最大クラスの洪水を予測する。

最大級の台風が来襲した場合を想定して、洪水の大きさや浸水・氾濫の広がりを推定し、

●避難経路の確保や水害にあいにくい住まい方など、水害に強いまちづくり、地域づくりを進めるための情報を得る。

●温暖化が進行した時に、生命を守るための方策や、望ましい住まい方を分析する。



平成26年8月広島県での土砂災害

洪水や浸水・氾濫、土砂災害予測の課題

地球温暖化によって雨の降り方が変化すると、洪水災害、土砂災害の発生の仕方も変化する可能性がある。

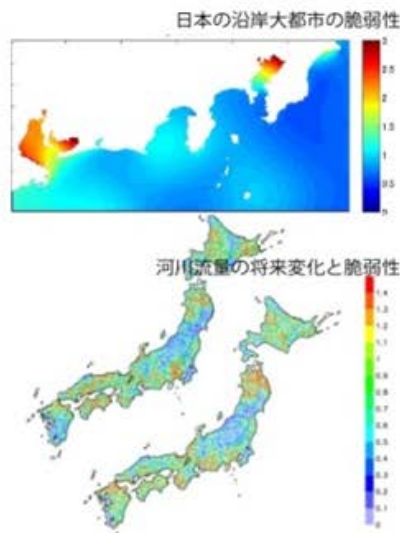
平均的に100年に1回の割合で発生すると予測した洪水の大きさが、温暖化に伴って変化する可能性がある。この変化を予測することが、将来に向けて安全を確保していく上で重要な課題となる(温暖化時の洪水の確率予測)。

温暖化によって台風が強大化することが指摘されている。最大級の台風による洪水や浸水・氾濫の規模を予測することが重要な課題となる(最大クラスの洪水の予測)。

課題対応型の精密な影響評価（創生D）

自然災害

自然ハザードの変化予測と不確実性評価
社会経済評価



社会経済評価

最悪シナリオによる自然ハザード予測

社会経済

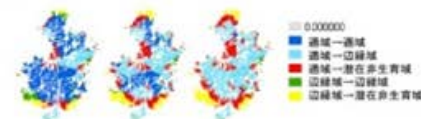
水資源

水資源に関する気候変動リスク

日本の水資源量の将来変化

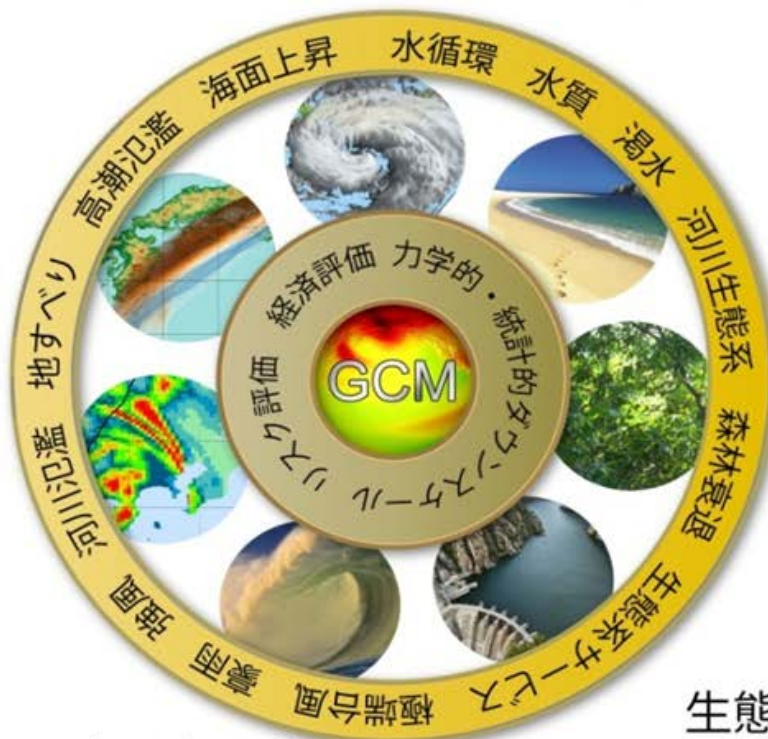


オオシラビソへの気温影響
温度上昇 1℃ 2℃ 3℃



生態系・生物多様性に関する
気候変動リスク情報

生態系



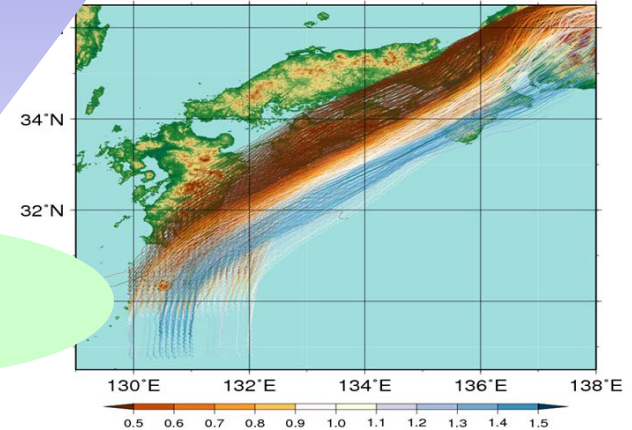
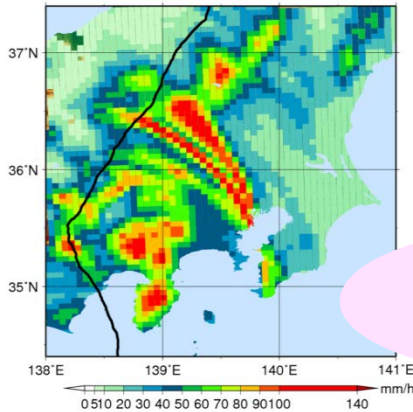
温暖化で水災害をもたらす外力（ハザード） はどう変わるのか？

気候変動予測情報

極端現象
(台風・豪雨・強風)

最大クラス
シナリオ

確率情報



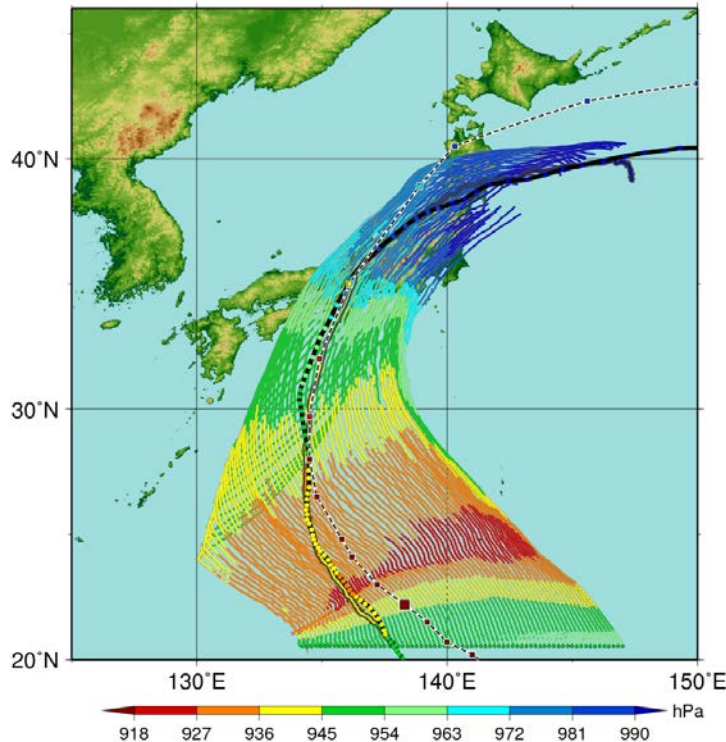
日本、東南アジア、全球のそれぞれの広がりの中
かで河川・沿岸域の洪水・浸水・氾濫を予測する

社会・経済評価

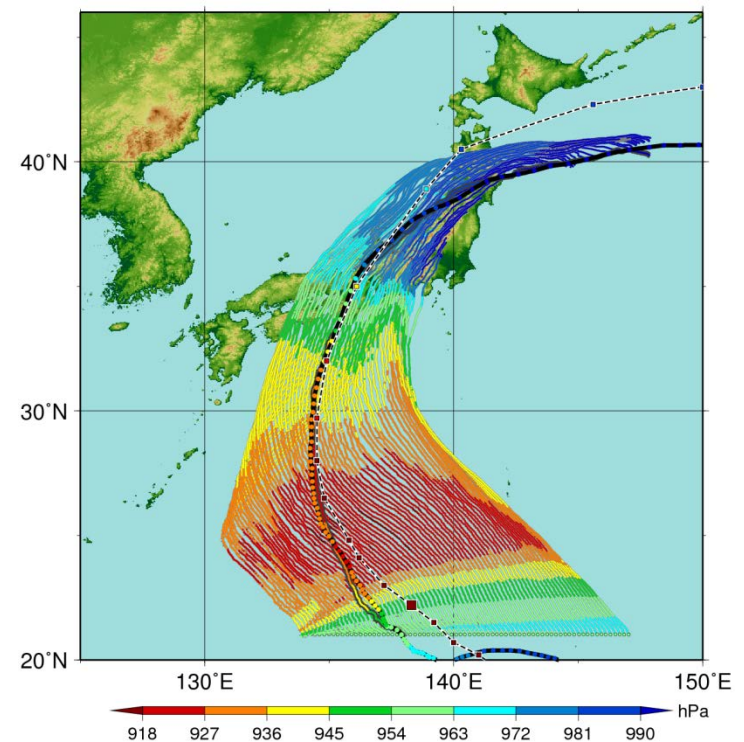
最大クラスシナリオの検討

伊勢湾台風を対象として台風経路操作アンサンブルシミュレーションを実施し、異なる経路をとった場合に想定される強雨・強風のパターンを解析した。

1959年9月条件



21世紀末擬似温暖化条件



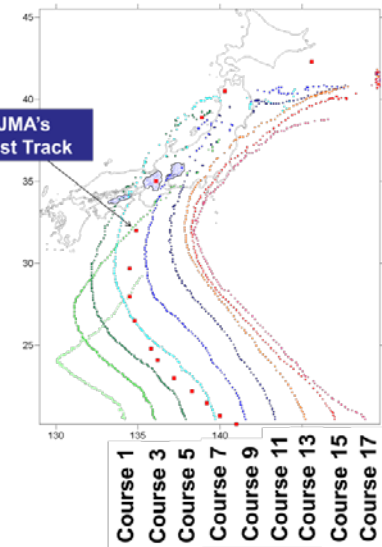
最大風速	再現	擬似温暖化	(差)
伊勢湾	35.7(m/s)	41.1(m/s)	+5.4(m/s)
大阪湾	32.3	36.3	+4.0

(京大防災研：奥・竹見・石川)

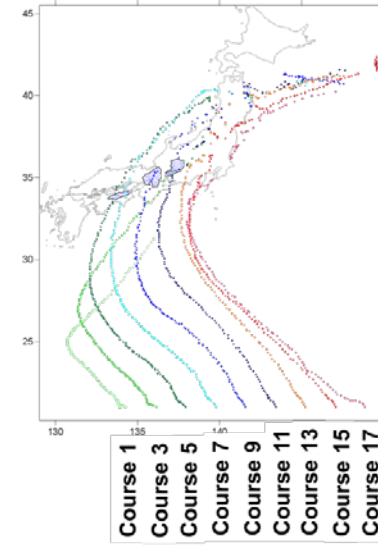
伊勢湾台風の擬似温暖化実験データを用いた洪水流出シミュレーション

- どの流域にどの経路で上陸する台風が危険なのか？
- 温暖化したらどうなるのか？

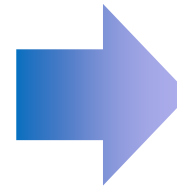
Present (Control)



Future (Pseudo Global Warming)



複数の流出
モデルで評価



空間解像度
1km

全国分布型
流出モデル



109一級水系
モデル



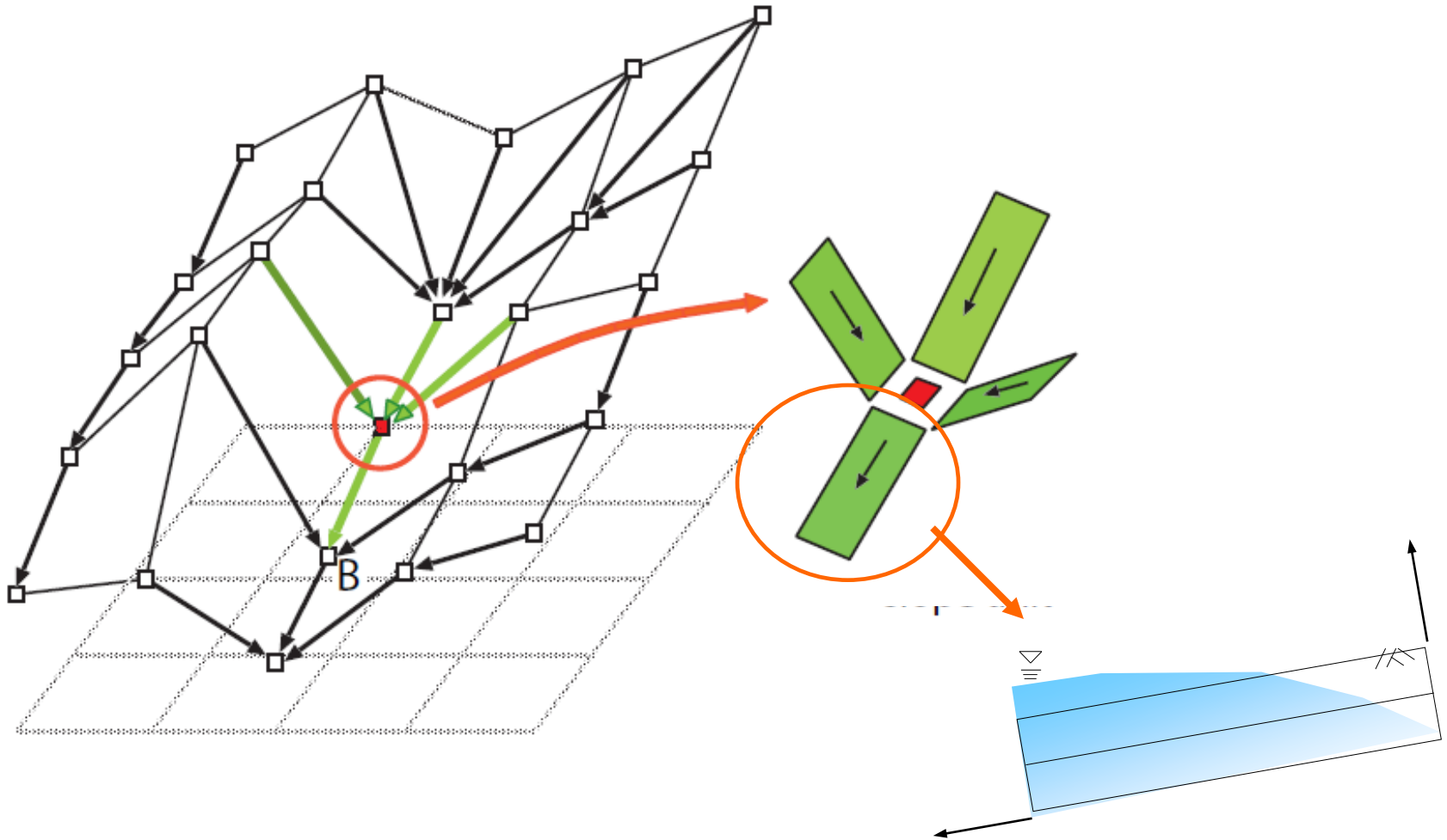
空間解像度
1km, 3km

Multi-Track Typhoon Simulation

Model	WRF/ARW3.1.1
Mesh Size	379x379x50 (Regional 3km)
Start Time	September 24, 1959 12 UTC
End Time	September 28, 1959 00 UTC
Initial/Boundary	JMA-NHM (6h)
Method	Potential Vorticity Inversion method*
*Davis and Emanuel (1991) Mon. Wea. Rev., 119: 1929-1953.	
*Yoshino et al. (2003), Annals of D.P.R.I. Kyoto Univ., 46: 423-442.	
Track Number	17 (Course 1 - Course 17)
Cumulus Scheme	None
Cloud Microphysical Scheme	WSM 6
Boundary Layer Scheme	MYJ Level2.5

(京大防災研:
奥・竹見・石川)

洪水流出モデルの概要



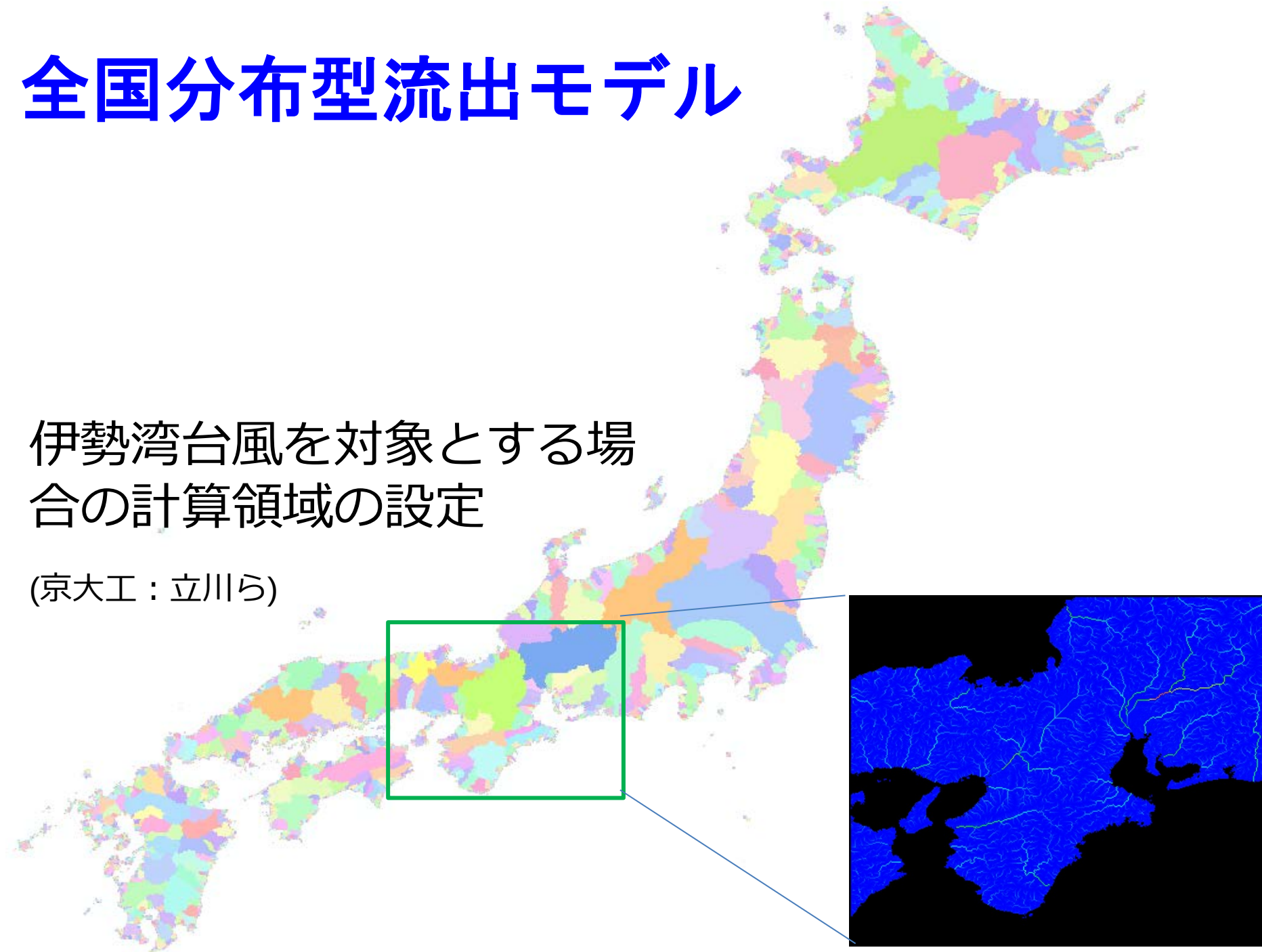
標高データを用いた流下方向の決定

雨水の流れのモデル

全国分布型流出モデル

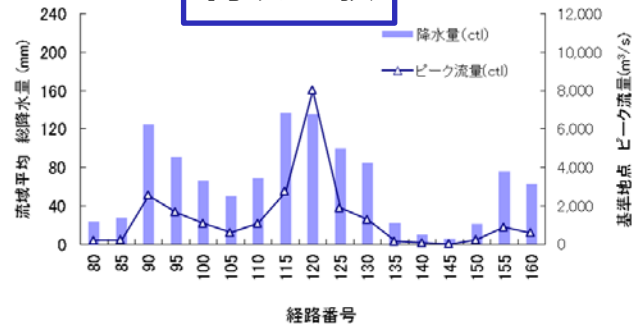
伊勢湾台風を対象とする場合
の計算領域の設定

(京大工：立川ら)

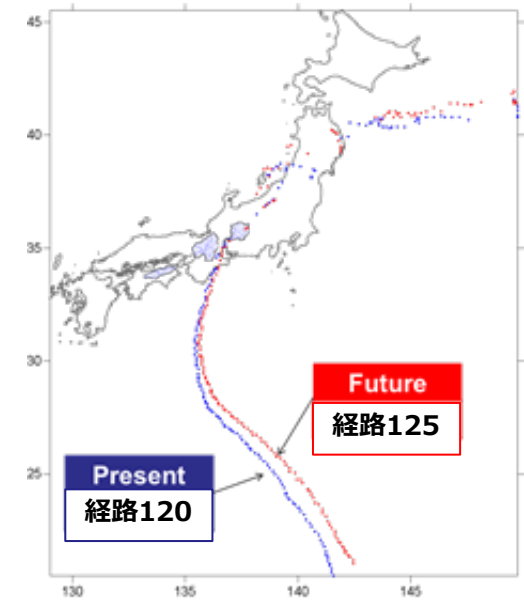
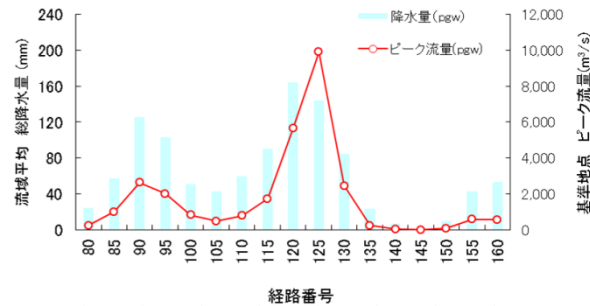


ピーク流量が最大となる経路（淀川流域）

再現実験



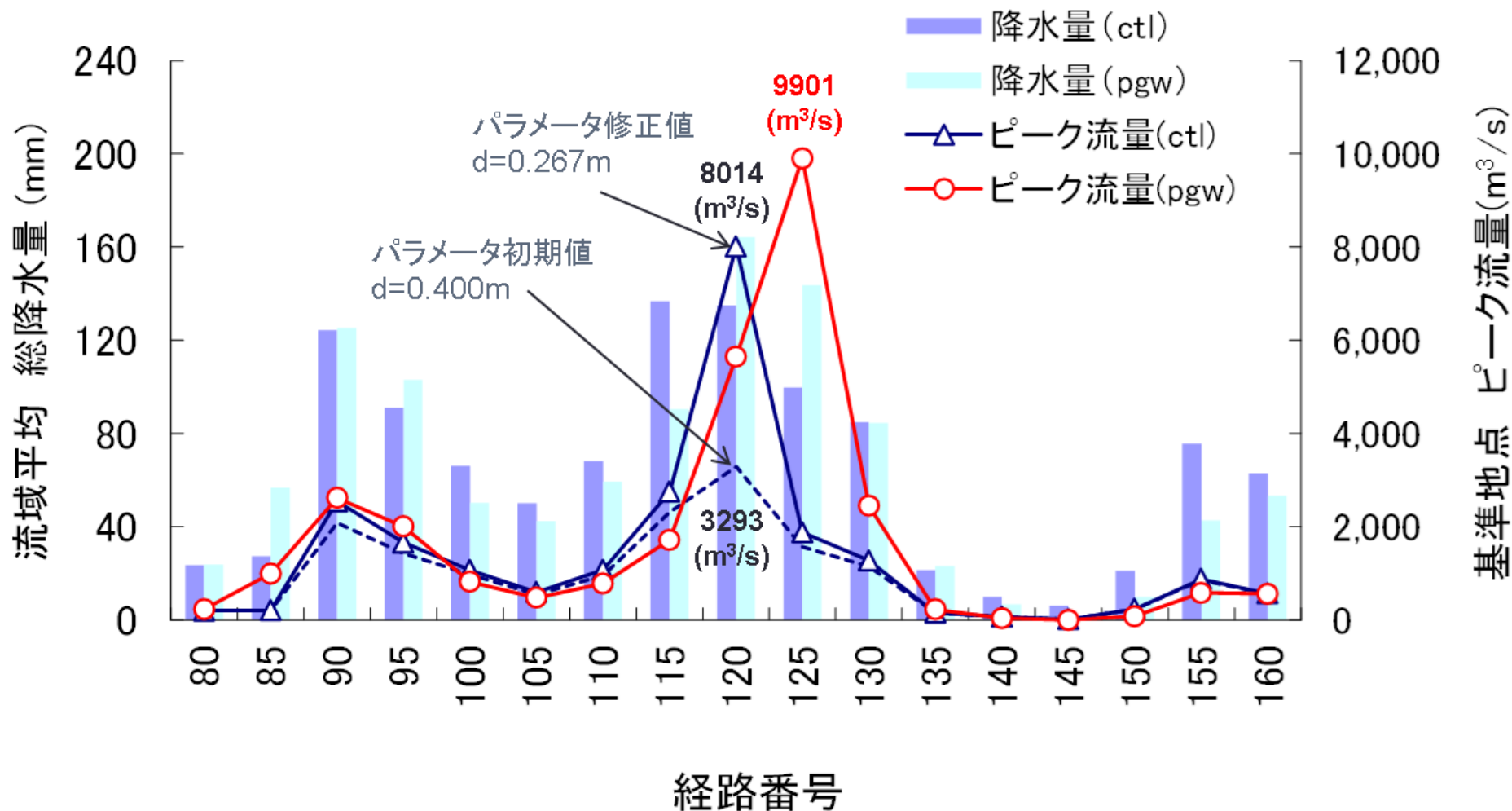
擬似温暖化実験



淀川流域では台風が流域を直撃するコースではなく流域の少し東側を通過する（木津川流域に多くの雨が降る）経路でピーク流量が最大となった

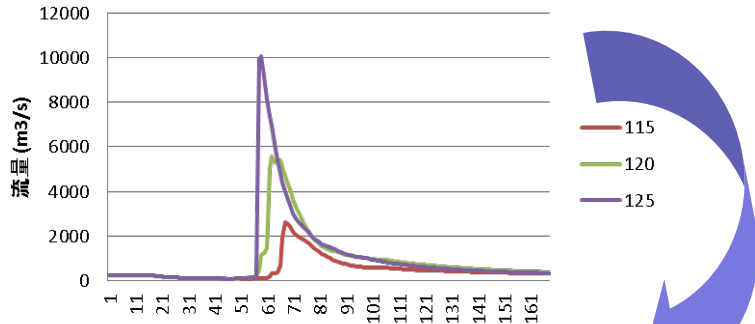
（愛媛大：佐藤）

河川流量の計算結果（淀川の枚方地点）



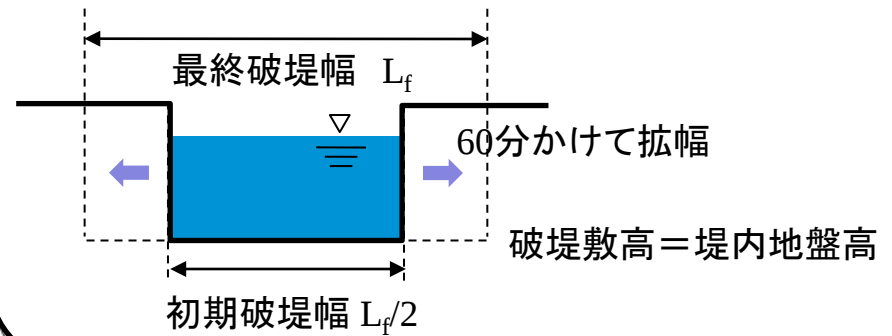
洪水流量から浸水・氾濫解析へ

河川流量（上流側境界条件）



国交省の「破堤モデル」

越流公式



河川1次元解析

破堤

氾濫原2次元解析

広域氾濫解析モデル

（京大防災研：川池）

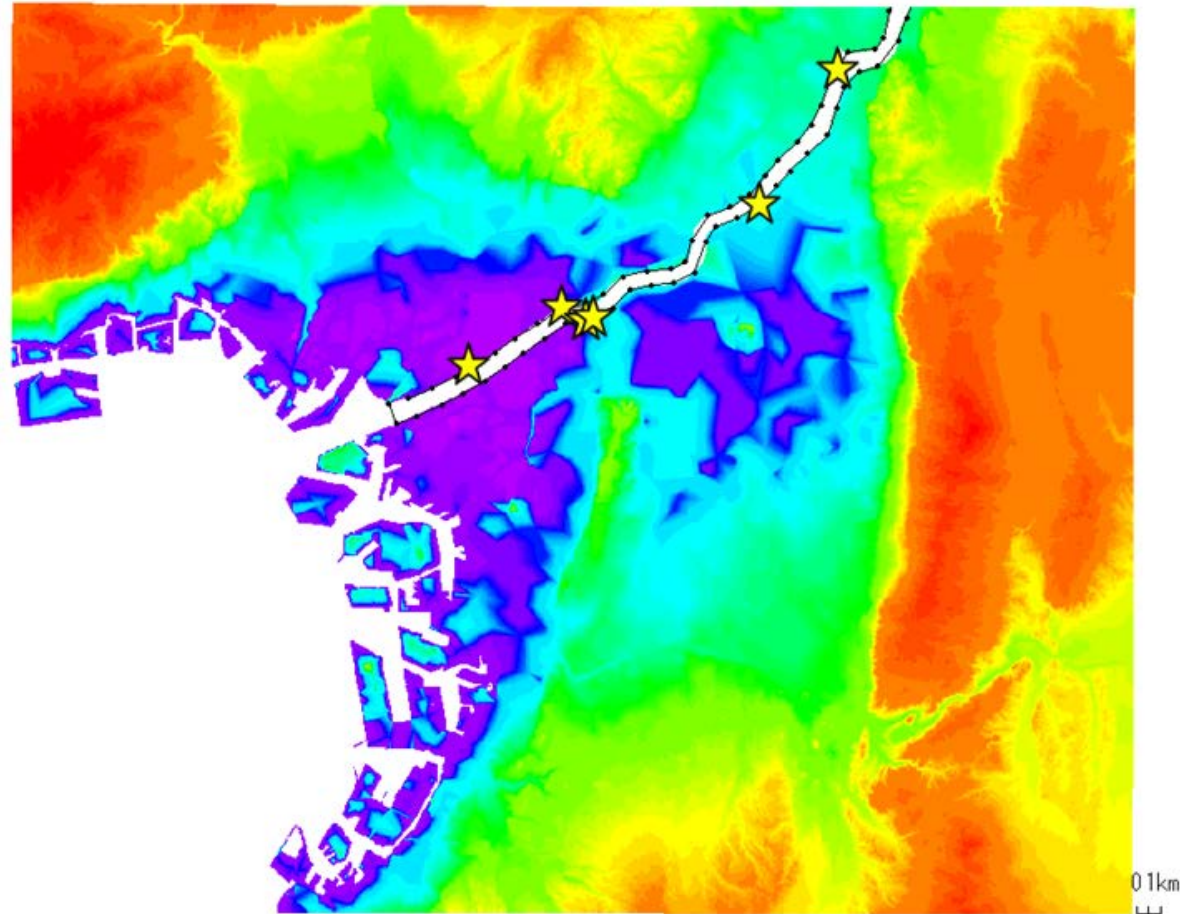
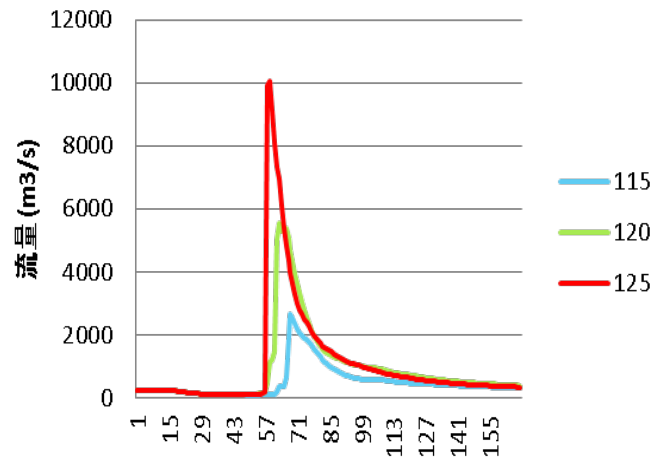
計算条件の設定

<破堤箇所>

右岸 3.8kp	左岸 9.0kp
右岸 8.0kp	左岸 9.2kp
右岸 24.2kp	左岸 17.2kp

洪水流出モデルで計算した想定流量を対象領域の河川上端で与える。

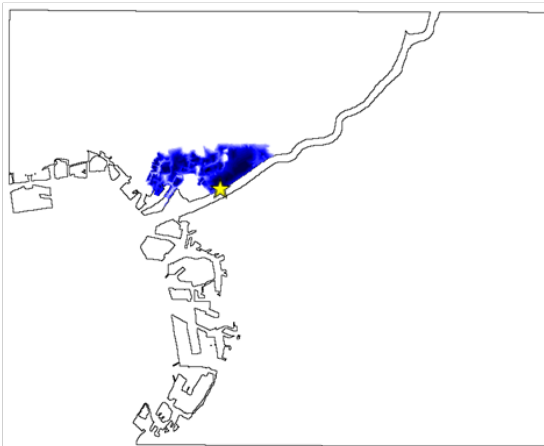
$r2 = (\text{枚方地点観測ピーク流量}) / (\text{CTL120の枚方地点ピーク流量}) = 1.242$ をかけて補正した34.4km地点の疑似温暖化時の流量



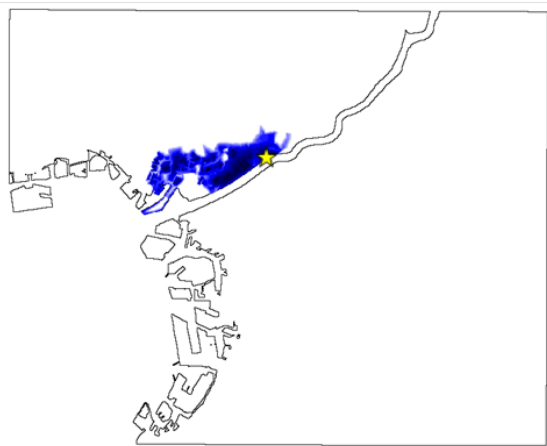
各破堤箇所で最大水位が現れる時刻を破堤時刻とする

淀川下流域の最大浸水深の広がりの計算

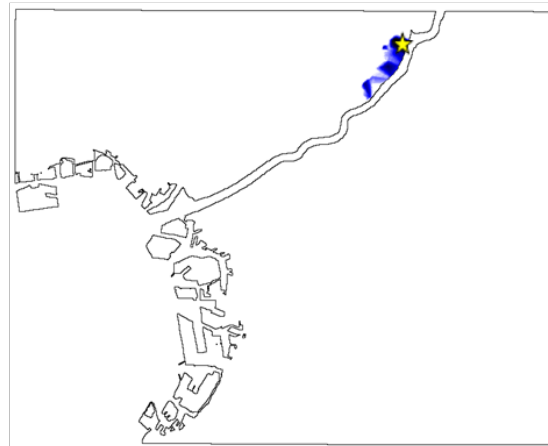
右岸 3.8kp



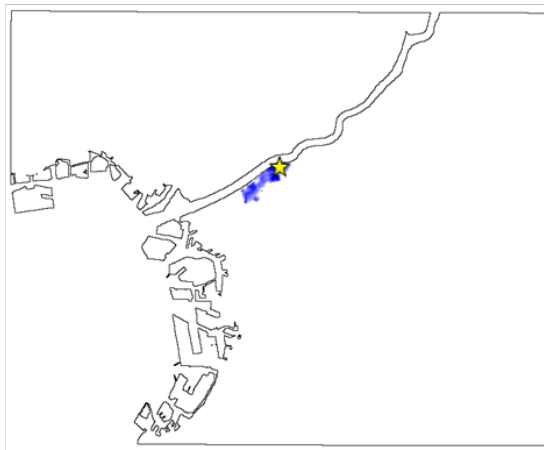
右岸 8.0kp



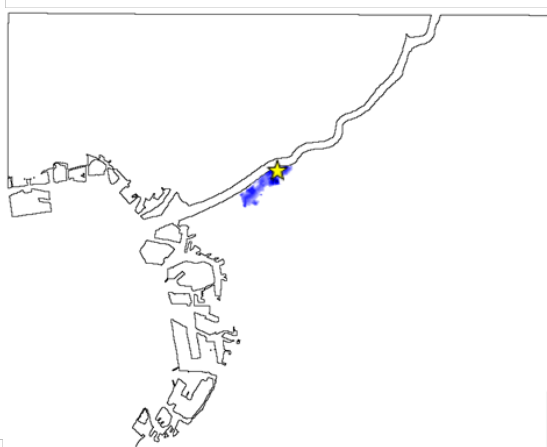
右岸 24.2kp



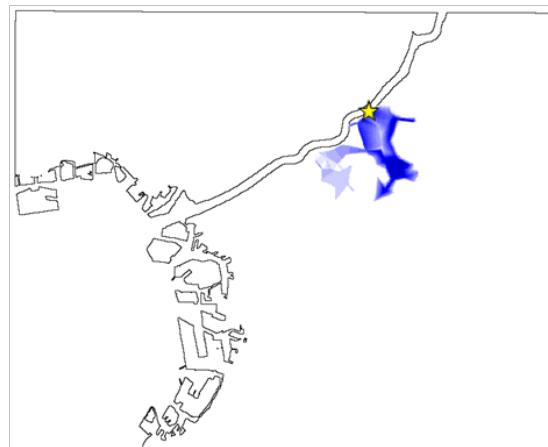
左岸 9.0kp



左岸 9.2kp

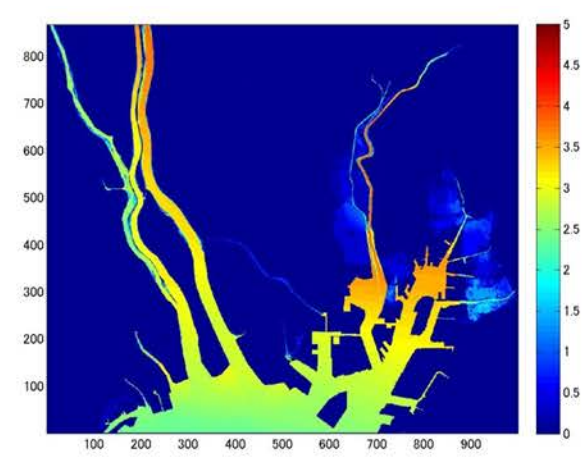


左岸 17.2kp

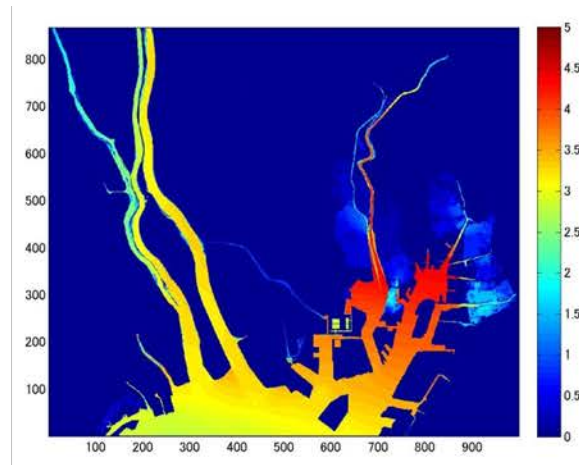


高潮氾濫解析（伊勢湾）

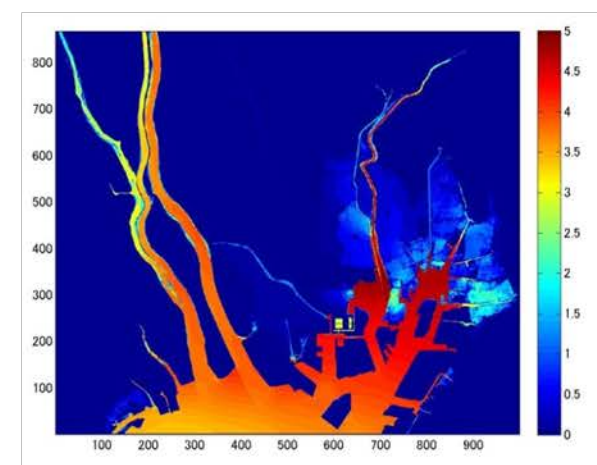
伊勢湾台風での再現計算



擬似温暖化実験



擬似温暖化+最大クラス経路



複合氾濫災害

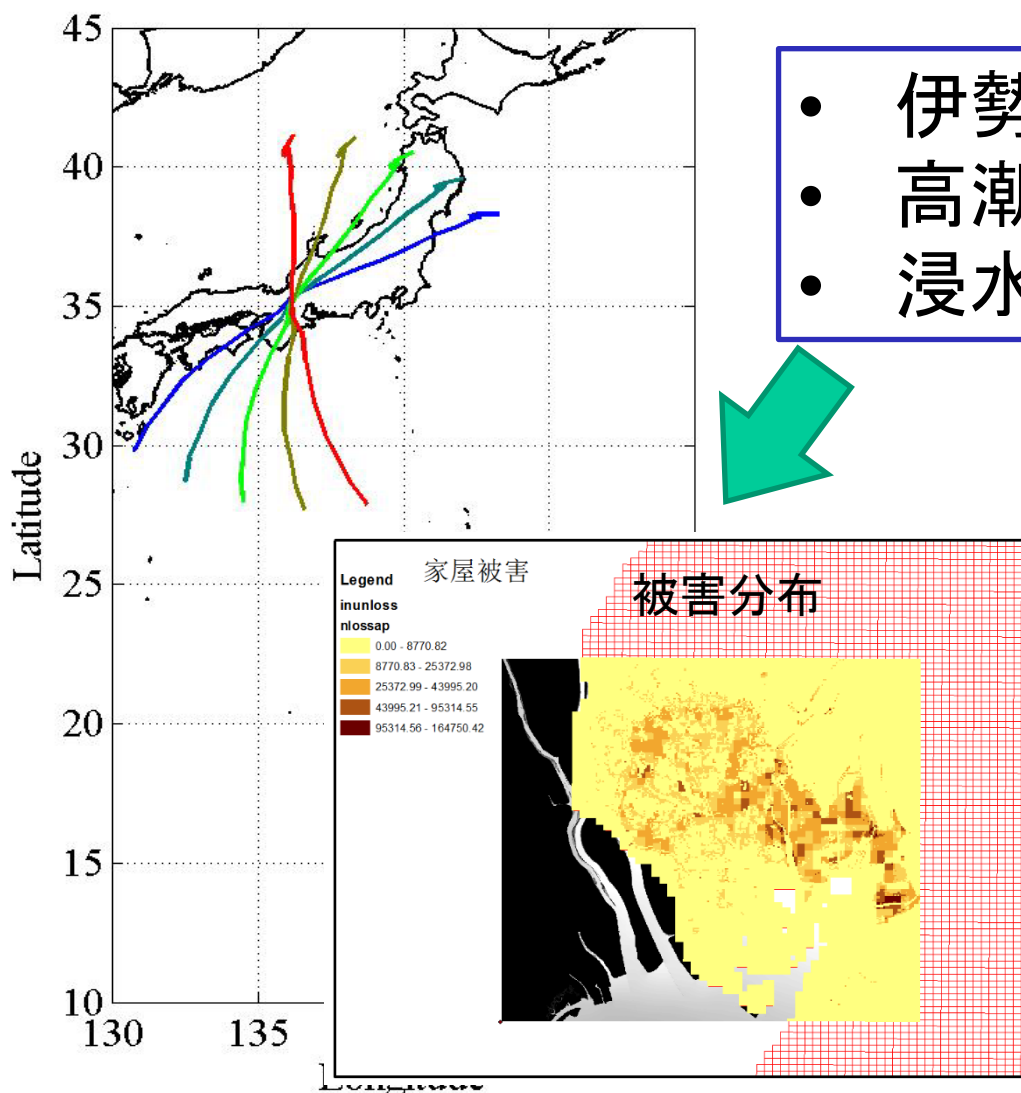
→ 高潮による氾濫 + 洪水による氾濫

最大級となるシナリオは、高潮氾濫と洪水氾濫で異なる。

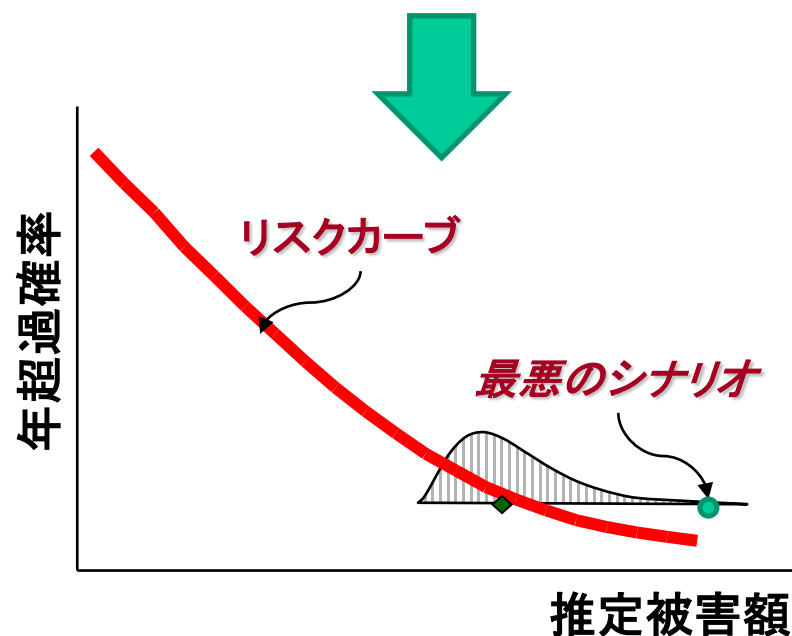
高潮の場合：潮位変化・台風の中心気圧や風の吹き方・強さなどが重要となる。

洪水の場合：雨の降り方（強度、分布、継続時間など）が重要となる。

社会・経済影響の評価に向けて (浸水被害額の推定)



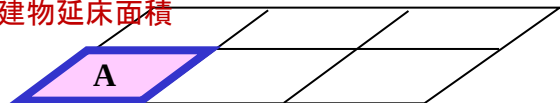
- 伊勢湾台風クラス
- 高潮災害による浸水深
- 浸水深別被害率



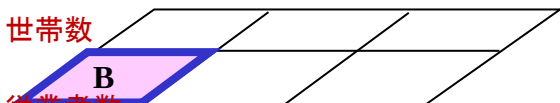
資産データの算定

空間分布

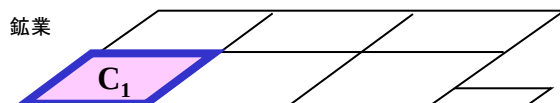
建物延床面積



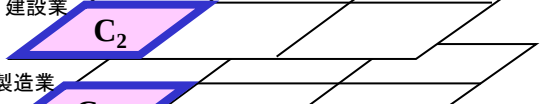
世帯数



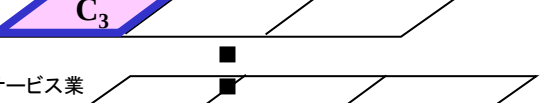
従業者数



建設業



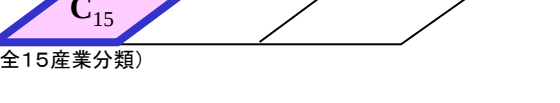
製造業



サービス業

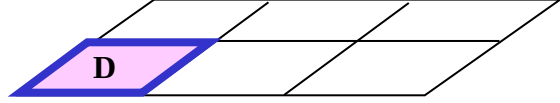


公務



(全15産業分類)

農漁家世帯数



評価額

(千円/㎡)

都道府県名	21年評価額	22年評価額
茨城	169.3	175.5
栃木	167.9	174.2

(千円/世帯)

21年評価額	22年評価額
15,042	14,948

(千円/人)

産業分類			償却資産		在庫資産	
大分類 符号	中分類 符号	産業名	21年 評価額	22年 評価額	21年 評価額	22年 評価額
D		鉱業	10,972	10,905	3,000	2,947
E		建設業	1,370	1,362	2,496	2,452
F		製造業	4,396	4,732	4,122	4,635

(千円/戸)

	21年評価額	22年評価額
償却資産	2,353	2,393
在庫資産	536	561

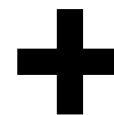
資産の空間分布



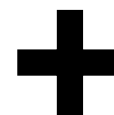
家屋資産



家庭用品資産



事業所償却資産
・在庫資産

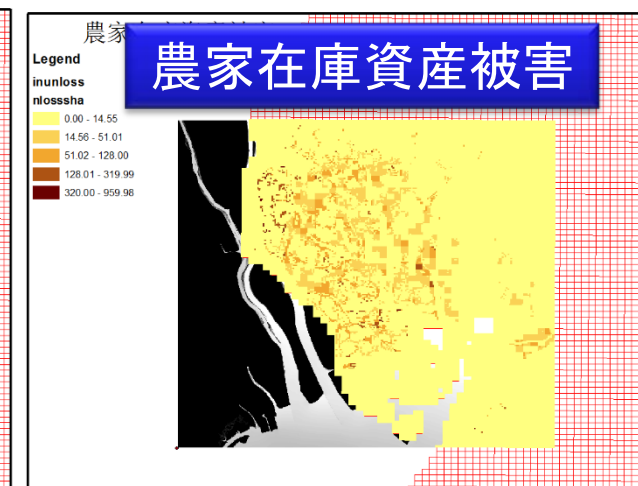
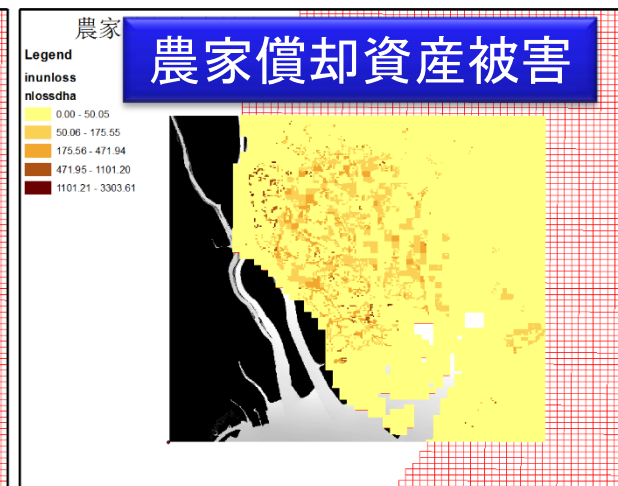
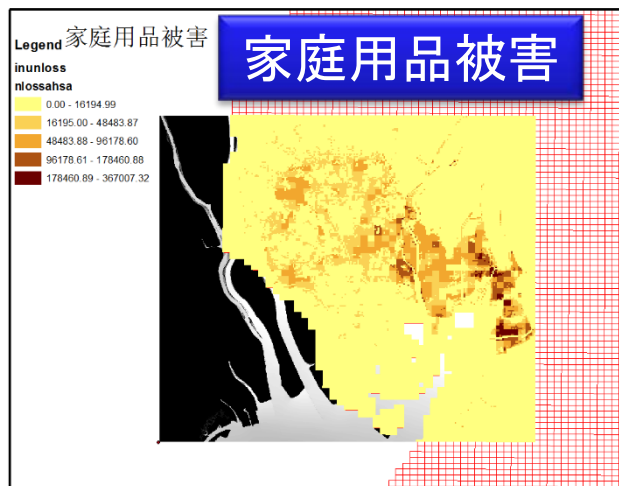
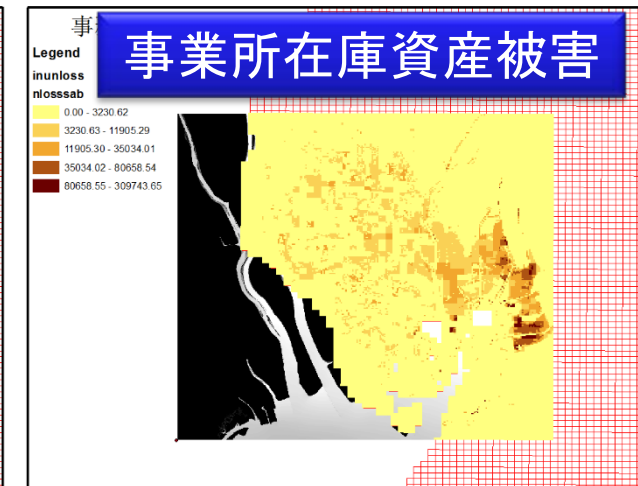
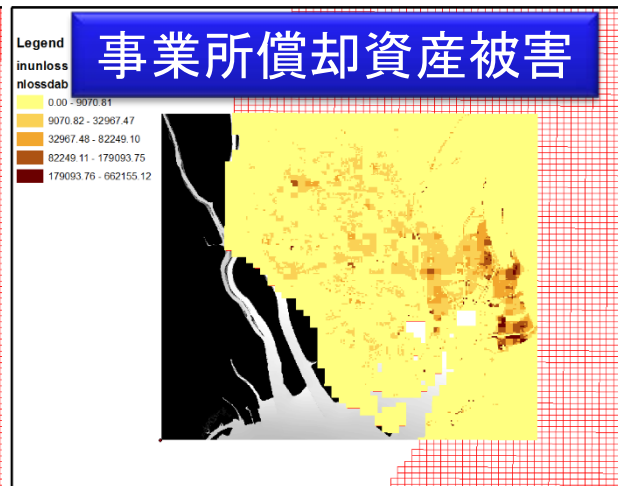
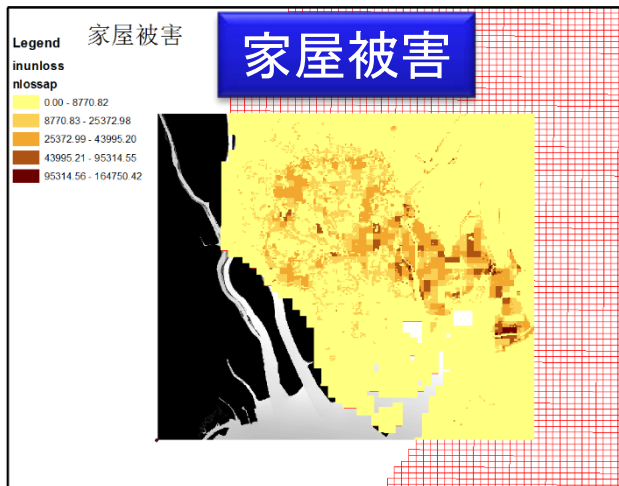
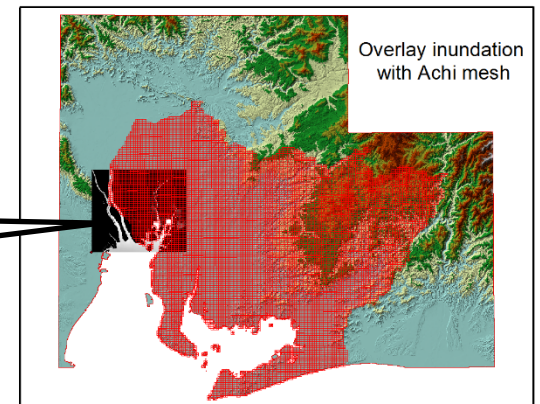


農漁家償却資産
・在庫資産

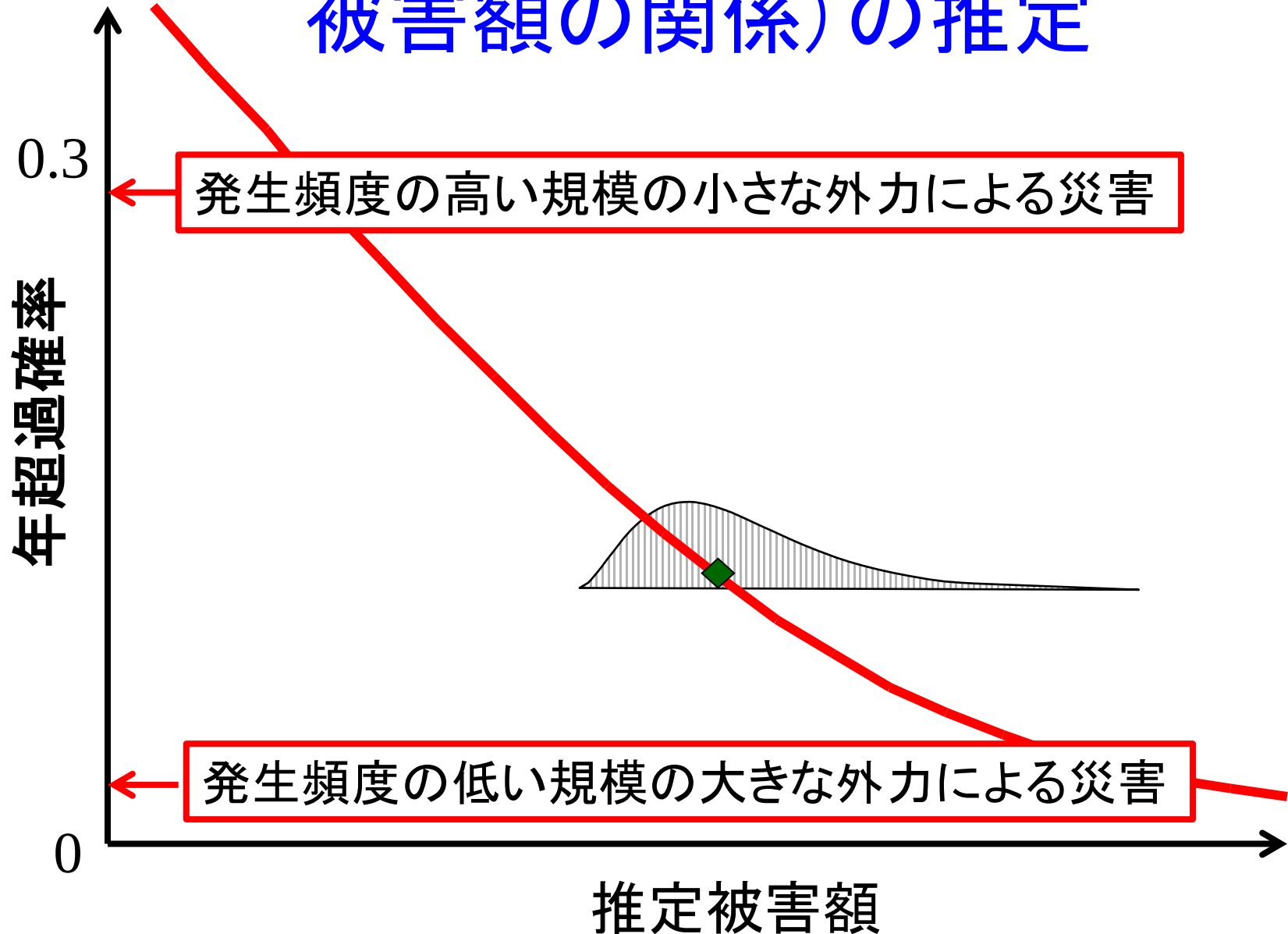
伊勢湾での高潮被害分布

シミュレーション領域

(京大防災研：多々納、畑山)



リスクカーブ(災害の発生頻度と被害額の関係)の推定



まとめ(温暖化時の洪水、浸水・氾濫予測の課題)

地球温暖化によって雨の降り方が変化すると、洪水災害、土砂災害の発生仕方にも変化する可能性がある。

○温暖化時の洪水の大きさの確率予測

平均的に100年に1回の割合で発生すると予測した洪水の大きさが、温暖化に伴って変化する可能性がある。この変化を予測する。

○温暖化時の最大クラスの洪水の予測

温暖化によって台風が強大化することも指摘されている。最大級の台風による洪水や浸水・氾濫を予測する。

○温暖化時の水害被害額の推定

直接被害額、間接被害額を推定し、適応策の費用便益評価に結び付ける。