

C-09: 気候変動に伴う 全球および特定脆弱地域への 洪水リスク影響と減災対策の評価

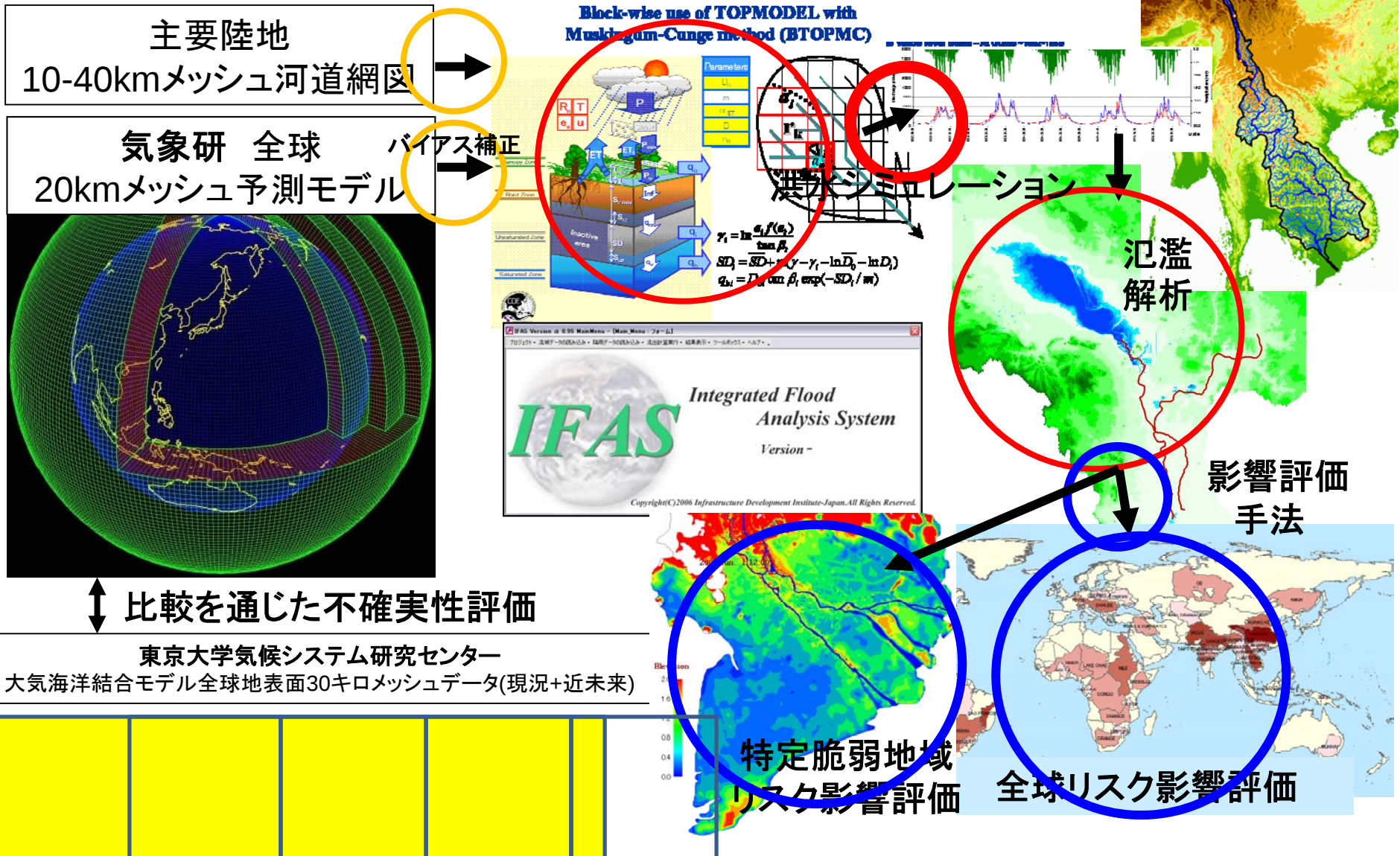
Assessment of the impact of climate change on flood disaster risk and its reduction
measures over the globe and specific vulnerable areas

研究代表: 竹内邦良

深見和彦、田中茂信、猪股広典、Rabindra Osti, Ali
Chavoshian、郭栄珠、中須正、長谷川聡: 土木研究所ICHARM

馬籠純: 山梨大学、Pham Thanh Hai: Vietnam WR Univ.

気候変動に伴う全球および特定脆弱地域への 洪水リスク影響と減災対策の評価

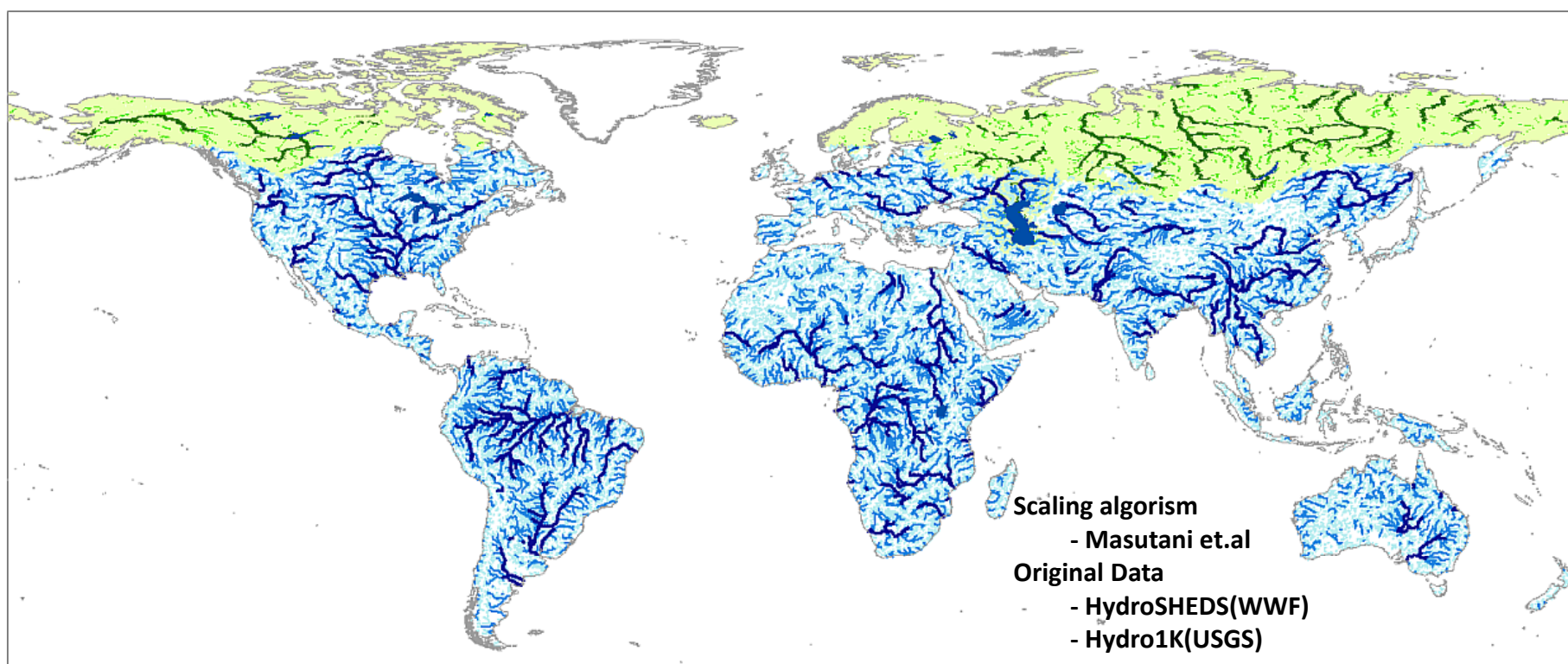


準備

- スケールフリー河道網の全球展開
 - 精度評価手法の開発・適用
- バイアス補正のアジア、欧米域への適
 - 地上観測データ： APHRDETE、各国気象局
- パラメータ自動決定手法UA-SCEの搭載

スケールフリー全球河道網

精度チェック中(解像度 90-20km)



Green : 1km to 20km

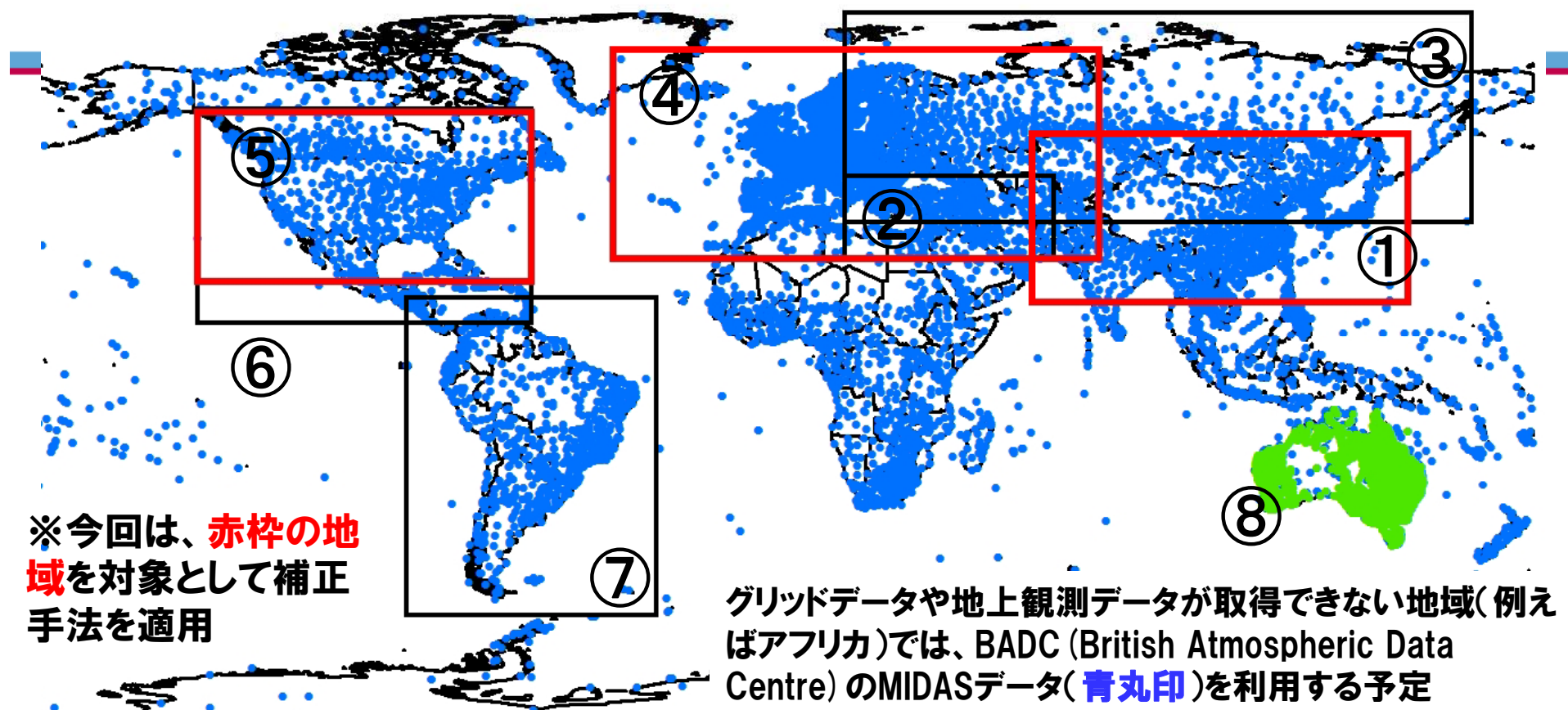
Blue : 90m to 20km

High level resolution 3" ($\doteq$ 90m original), 6", 9", 12", 15"

Middle level resolution 30" ($\doteq$ 1km), 45", 60", 90", 2.5'

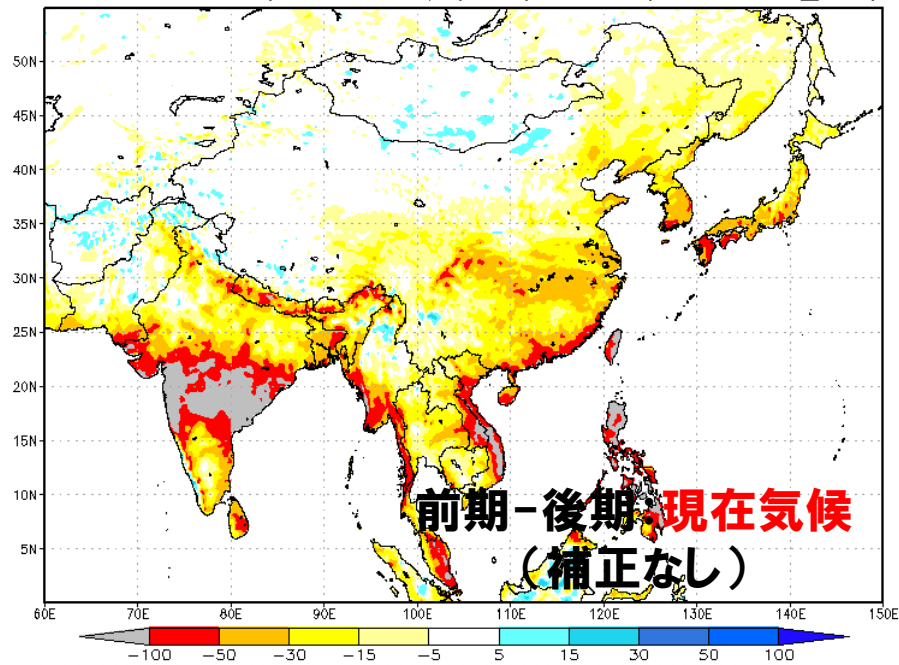
Low level resolution 5' ($\doteq$ 10km), 10"

補正に用いる地上降水観測データ

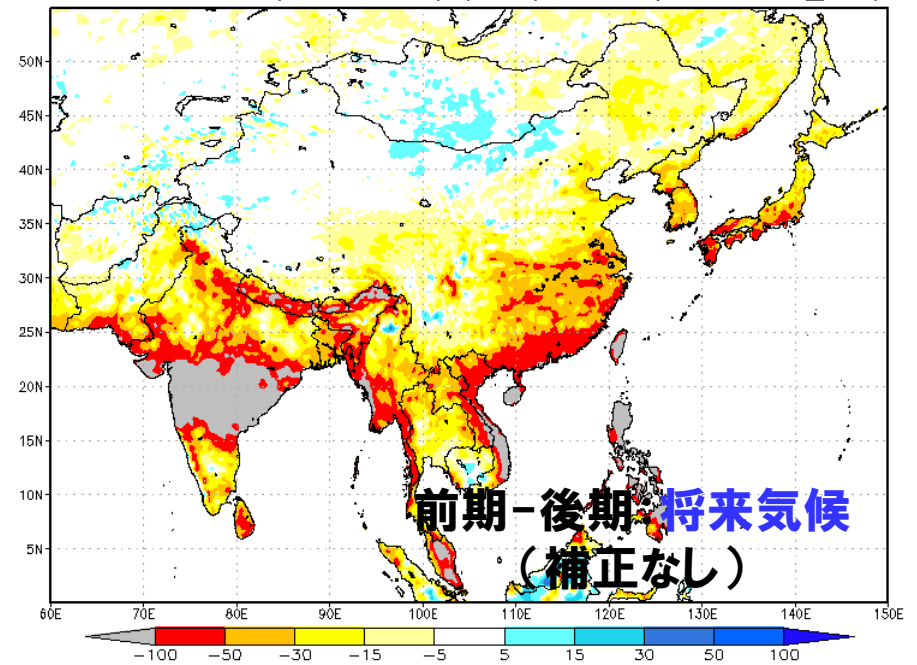


番号	データ名	機関	番号	機関
①	APHRODITE Monsoon Asia	RIHN, MRI...	⑤	U.S. Unified Daily Precipitation NOAA
②	APHRODITE Middle East	RIHN, MRI...	⑥	US_Mexico daily precipitation NOAA
③	APHRODITE Russia	RIHN, MRI...	⑦	Retrospective South American daily precipitation NOAA
④	E-OBS	ECAD	⑧	Austraria... Australia

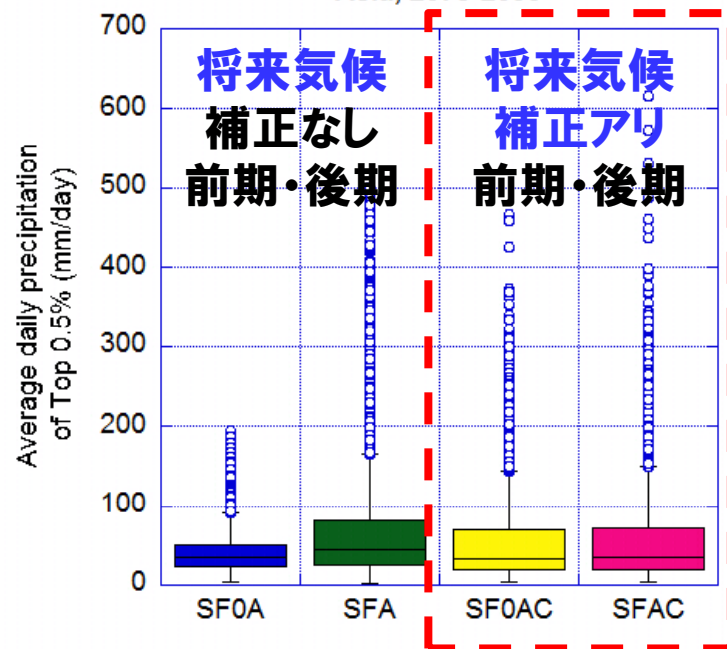
Difference in Top 0.5% daily precipitation (Asia, SPOA_SPA)



Difference in Top 0.5% daily precipitation (Asia, SF0A_SFA)

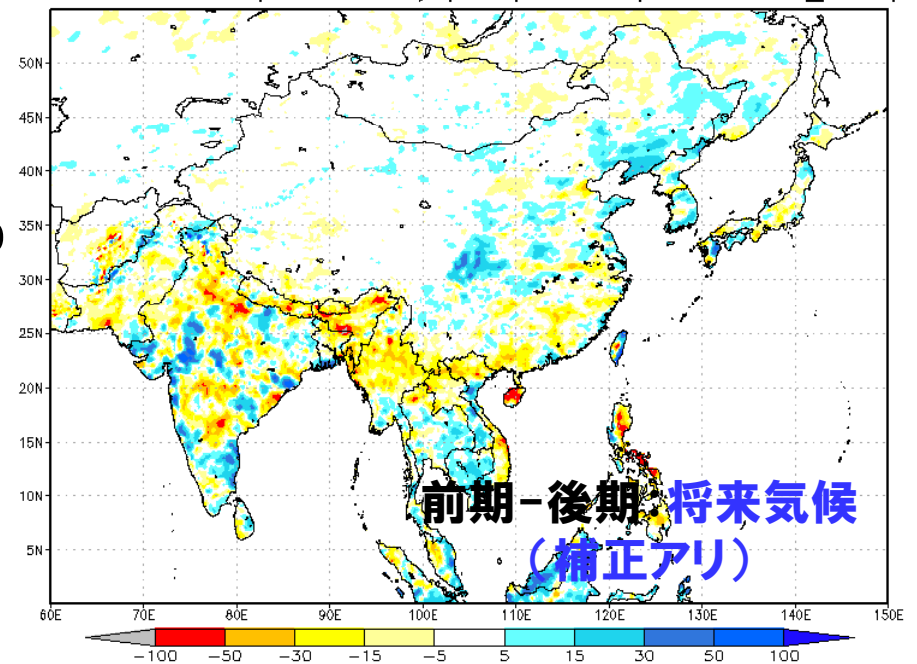


Asia, 2075-2099



TOP
0.5%
Daily
precip

Difference in Top 0.5% daily precipitation (Asia, SF0AC_SFAC)

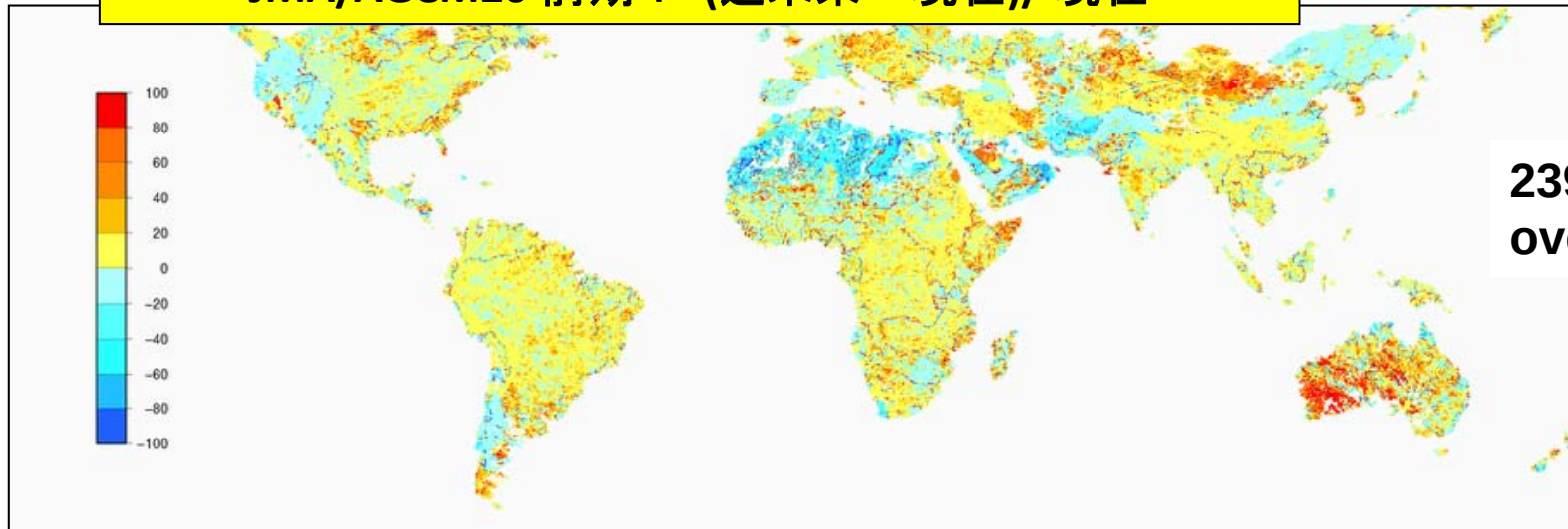


洪水シミュレーション

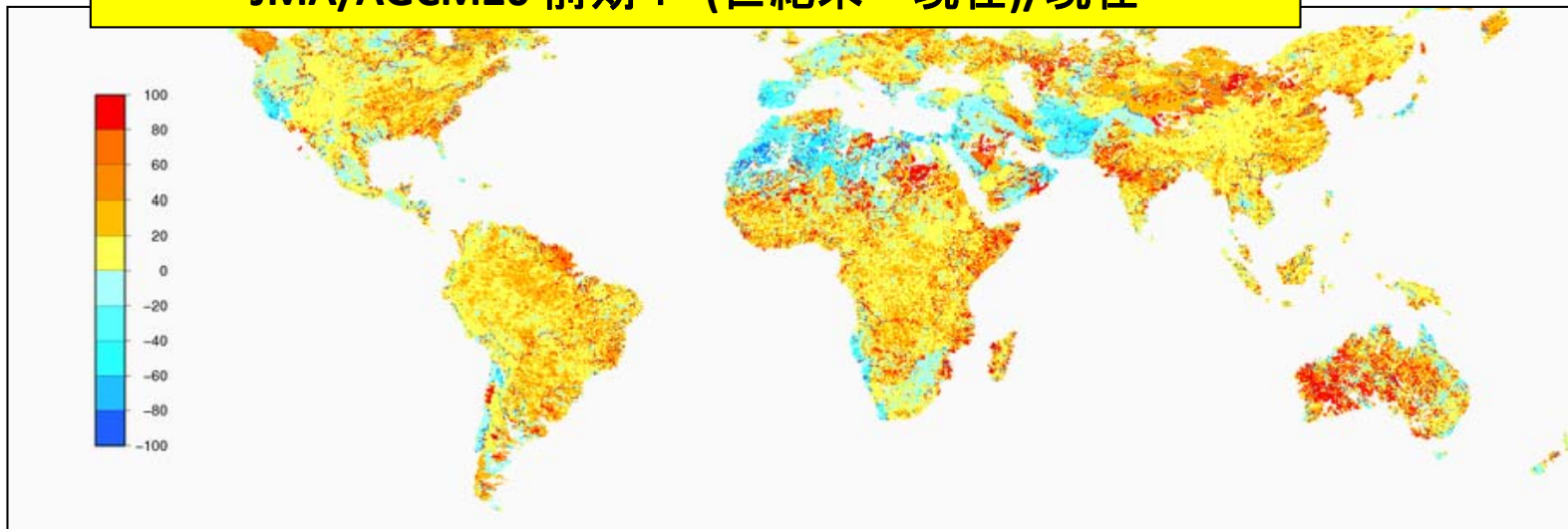
- 20kmメッシュ流域シミュレーションの合成による全球評価
- 5000km²以上の2393流域の日流量シミュレーション

50年確率年最大日流量（変化率％）

JMA/AGCM20 前期：(近未来－現在)/現在



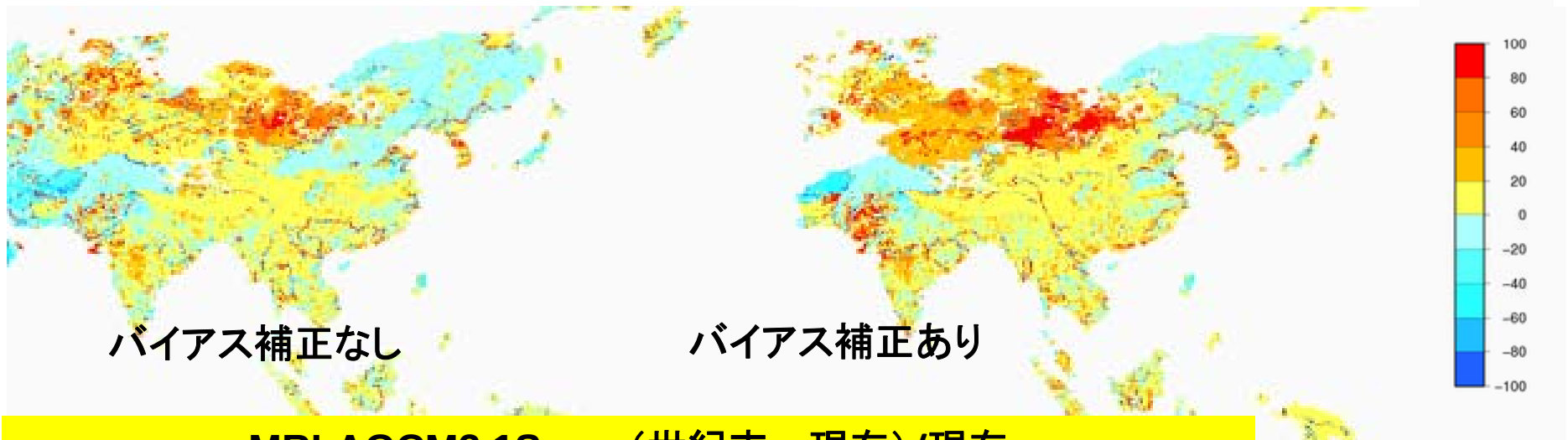
JMA/AGCM20 前期：(世紀末－現在)/現在



年最大日流量 50年確率 変化率%

バイアス補正の効果

MRI-AGCM3.1S : (近未来ー現在)/現在



MRI-AGCM3.1S : (世紀末ー現在)/現在



リスク評価

- Exposureの特定 : $R = H \times E \times V$
- 数値比高地図 + (H-Q curve) の利用
- ポテンシャル浸水域での可能洪水被害者人口の特定
 - ⇒ 可能被害額の推定
 - ⇒ ポテンシャル浸水域の、気候変化による変化

研究手法

Flood HAZARD Zone

氾濫Algorithm

HydroSHED 15S (SRTM DEM)

250m resolution

DEM, River, Flow-direction

$$H_{(FID)} = H_{(DEM)} - H_{(HWL \text{ of river})}$$

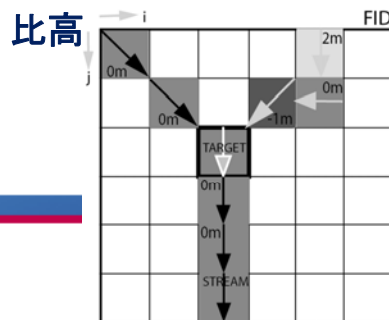
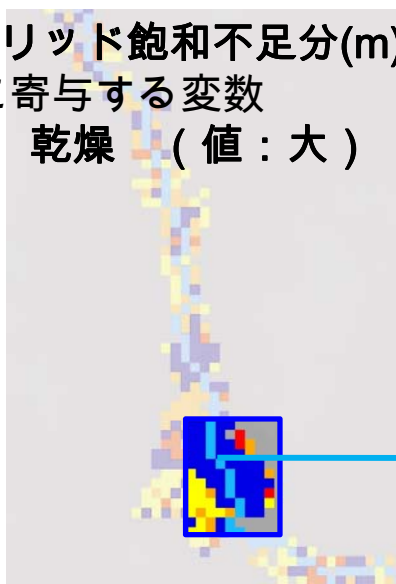
比高マップから推定した
浸水深ポテンシャル
(比高マップ + 最少SD)

Saturation Deficit

流出モデル変数：グリッド飽和不足分(m)

※流出発生に寄与する変数

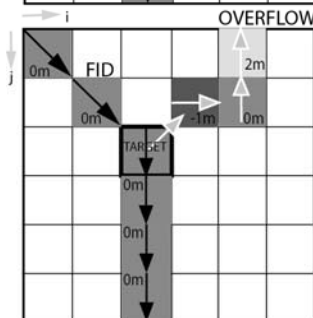
飽和 (値：小) 乾燥 (値：大)



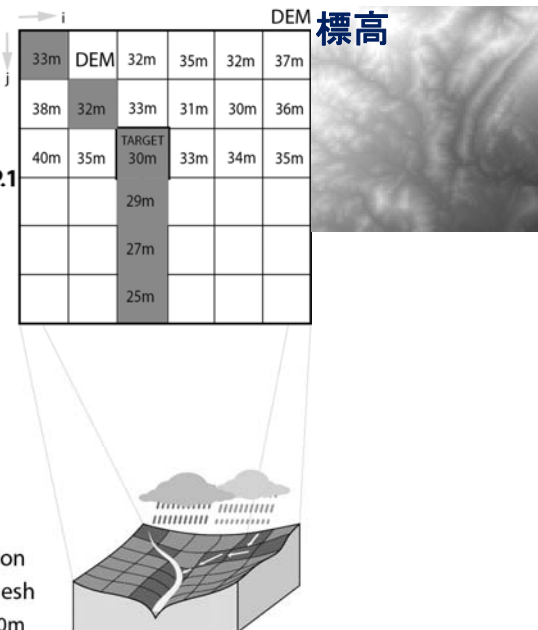
STEP.2

STEP.1

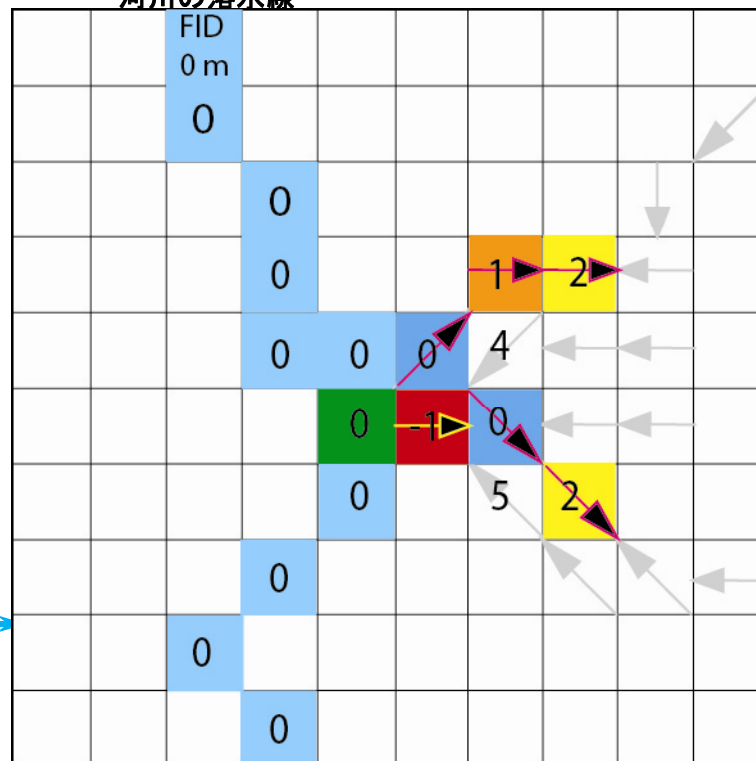
STEP.3



FID
2m FID + 2 m
1m FID + 1 m
0m FID 0 m
-1m FID -1 m
↓ Flow direction
Overflow mesh
Mesh 250m x 250m

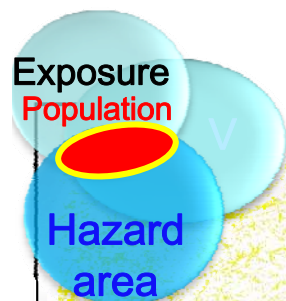


河川の落水線



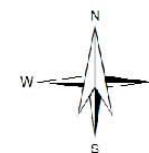
浸水深ポテンシャル

2 m
1 m
0 m
-1 m
↓ 河川
↓ 氾濫方向



$$\text{RISK}_{(1\text{km grid})} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE}$$

ポテンシャル浸水域内の可能洪水被害人口



標高・河道網・流下方向データ
USGS HydroSHEDS (Lehner
et al, 2008) 15秒版
水平・鉛直解像度250 m, 1 m

全球人口分布データ
Oak Ridge National Lab:
LandScan 2009 (Vijayaraj et
al, 2007)の最新版
水平解像度1 km

Flood Risk Affected people per 1km

+1affectedpeo

Value



High : 86101

Low : 0

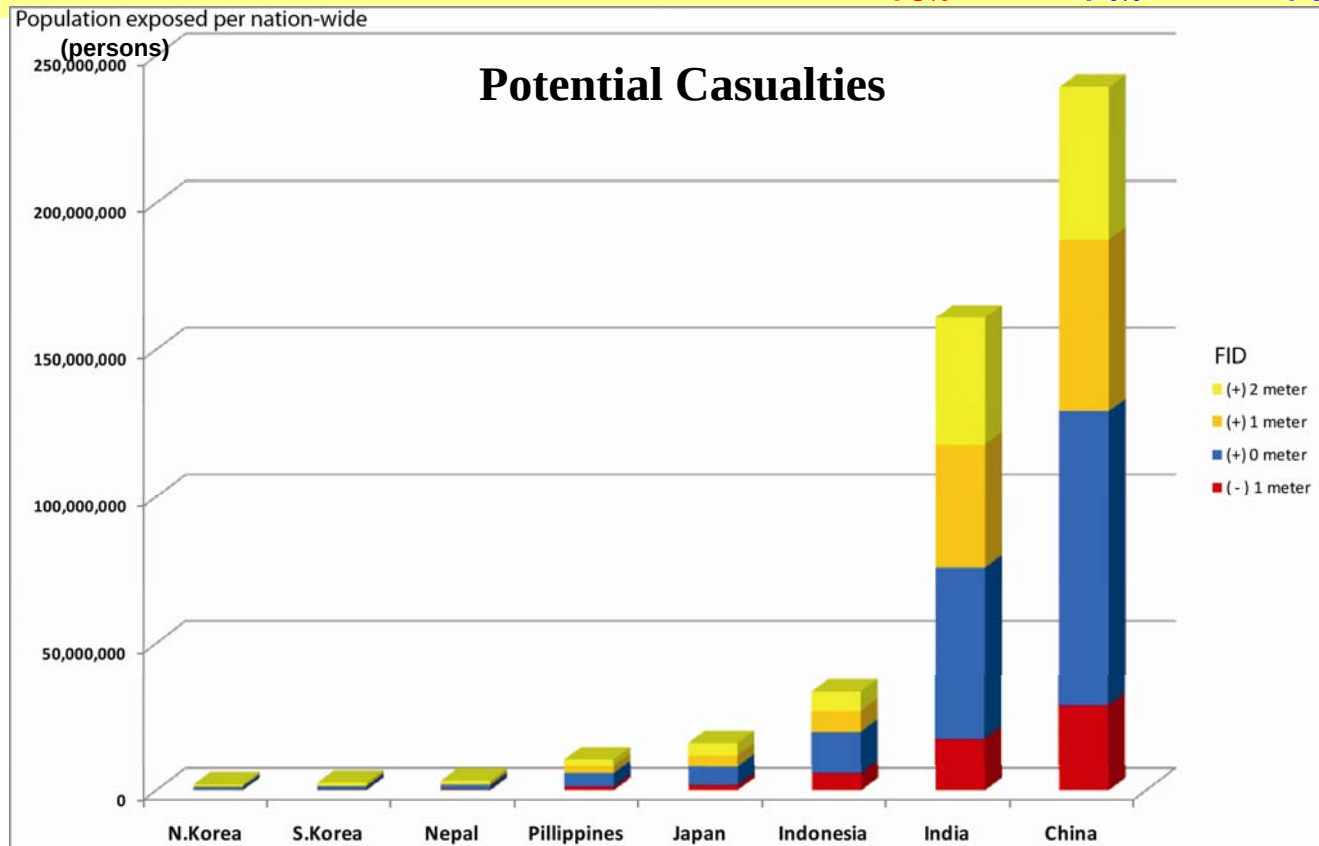
ポテンシャル浸水深
+2 m

Pixel size: 1km × 1km

浸水域 (Flood extent) 浸水深(inundation depth)

アジア各国別、可能洪水被害者数(万人)

FID	DPR.Korea	R. Korea	Nepal	Philippines	Japan	Pakistan	Indonesia	India	China
+ 2 meter	50	70	70	220	410	870	700	4300	5200
+ 1 meter	30	40	70	250	390	980	700	4200	5800
+ 0 meter	110	120	150	460	630	100	1400	5800	10000
- 1 meter	10	20	30	130	180	230	580	1800	2900
Total	190	250	320	1100	1600	3100	3400	16000	24000
Ratio of population	4%	5%	11%	11%	13%	18%	14%	14%	18%



アジアのポテンシャル浸水域内の 可能洪水被害人口



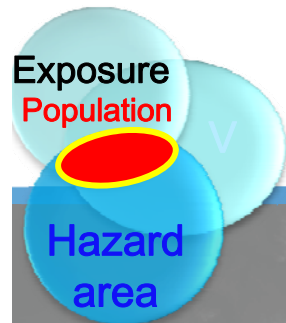
オークリッジ国立研究所(Oak Ridge National Laboratory)編: LandScan 2009
LandScan (Vijayaraj et al, 2007)の最新版、水平解像度1 kmの全球人口分布データ

FID	Affected people(万人)	Rate of populations(%)	Area(万km ²)	Rate of Area(%)
(+) 2meter	14,000	3.7	48	1.1
(+) 1meter	16,000	3.9	58	1.3
(+) 0meter	24,000	6.1	106	2.4
(-) 1meter	7,400	1.9	26	0.6
AISA	62,000	16	240	5.3

世界 人口: 約69億人(国連の推計、Oct 2010)

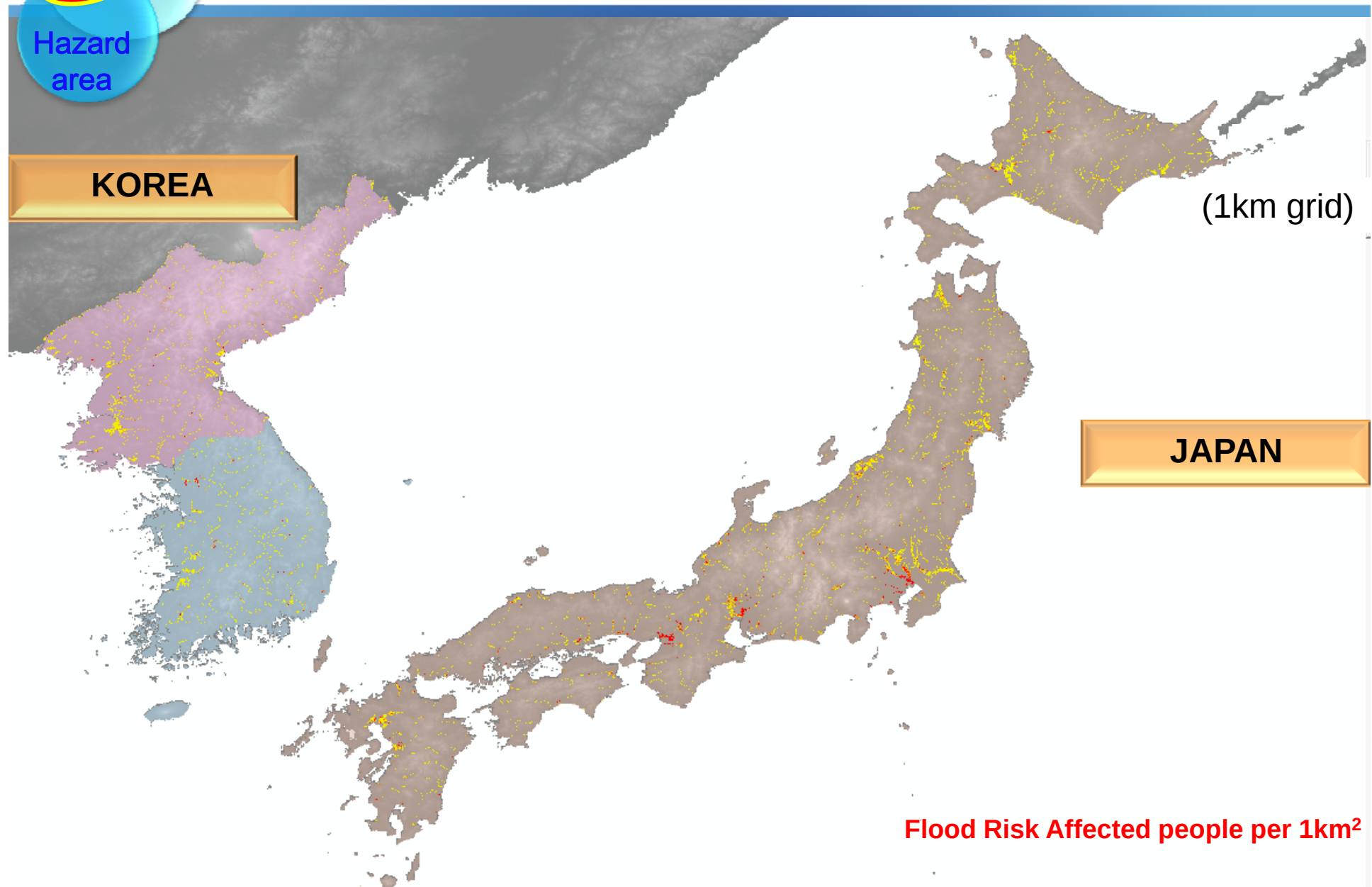
アジア人口: 約40億人

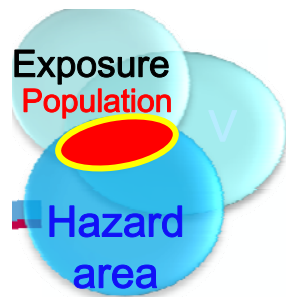
氾濫原の水害を受けやすい被害者は アジア全人口の16%
各国 4~18% である。



$$\text{RISK} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE}$$

ポテンシャル浸水域内の可能洪水被害人口





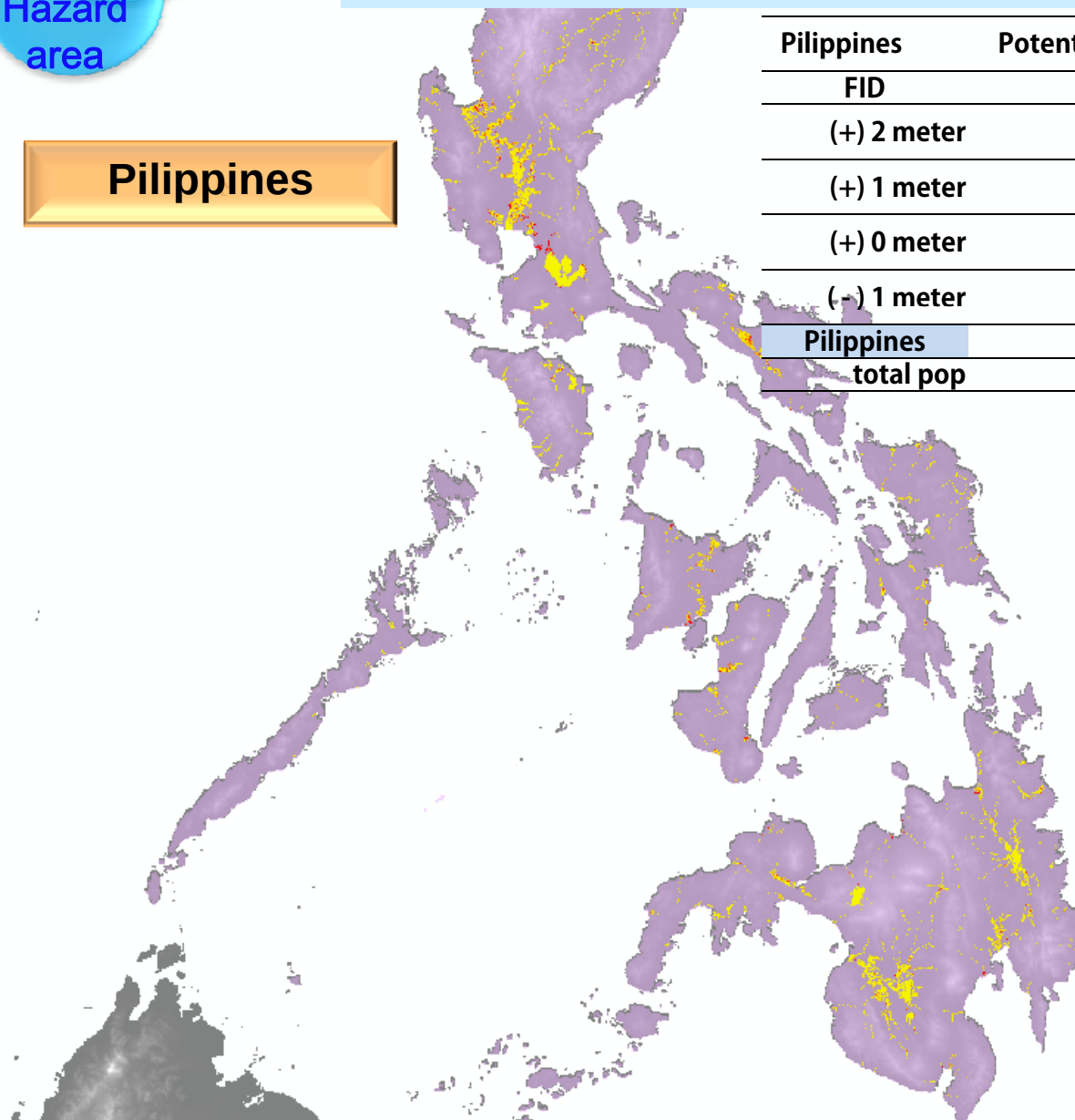
$$\text{RISK} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE (1km grid)}$$

ポテンシャル浸水域内の洪水被害可能人口

Pilippines

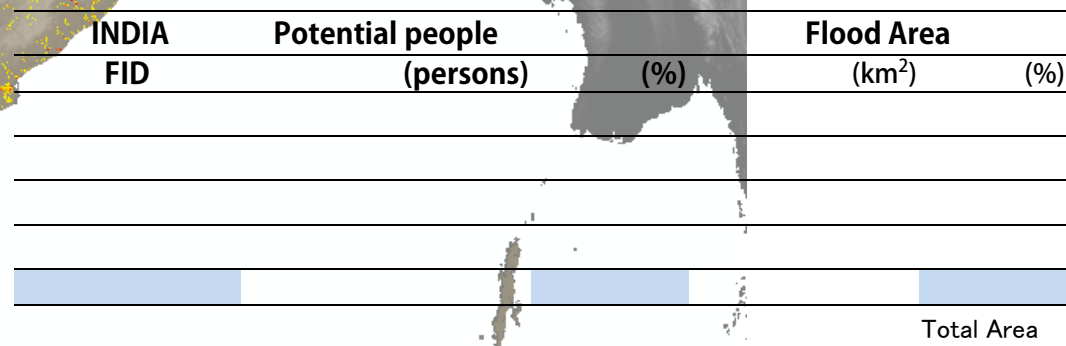
Pilippines	Potential people		Flood Area	
FID	(persons)	(%)		
(+) 2 meter	2,198,050	2.24	2,718	0.91
(+) 1 meter	2,498,825	2.55	3,091	1.03
(+) 0 meter	4,597,533	4.69	7,151	2.39
(-) 1 meter	1,257,155	1.28	1,906	0.64
Pilippines	10,551,563	10.77	14,866	4.97
total pop	97,976,603		299,000	Total Area

Flood Risk Affected people per 1km

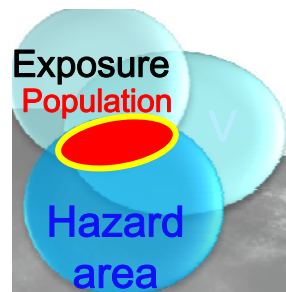




INDIA



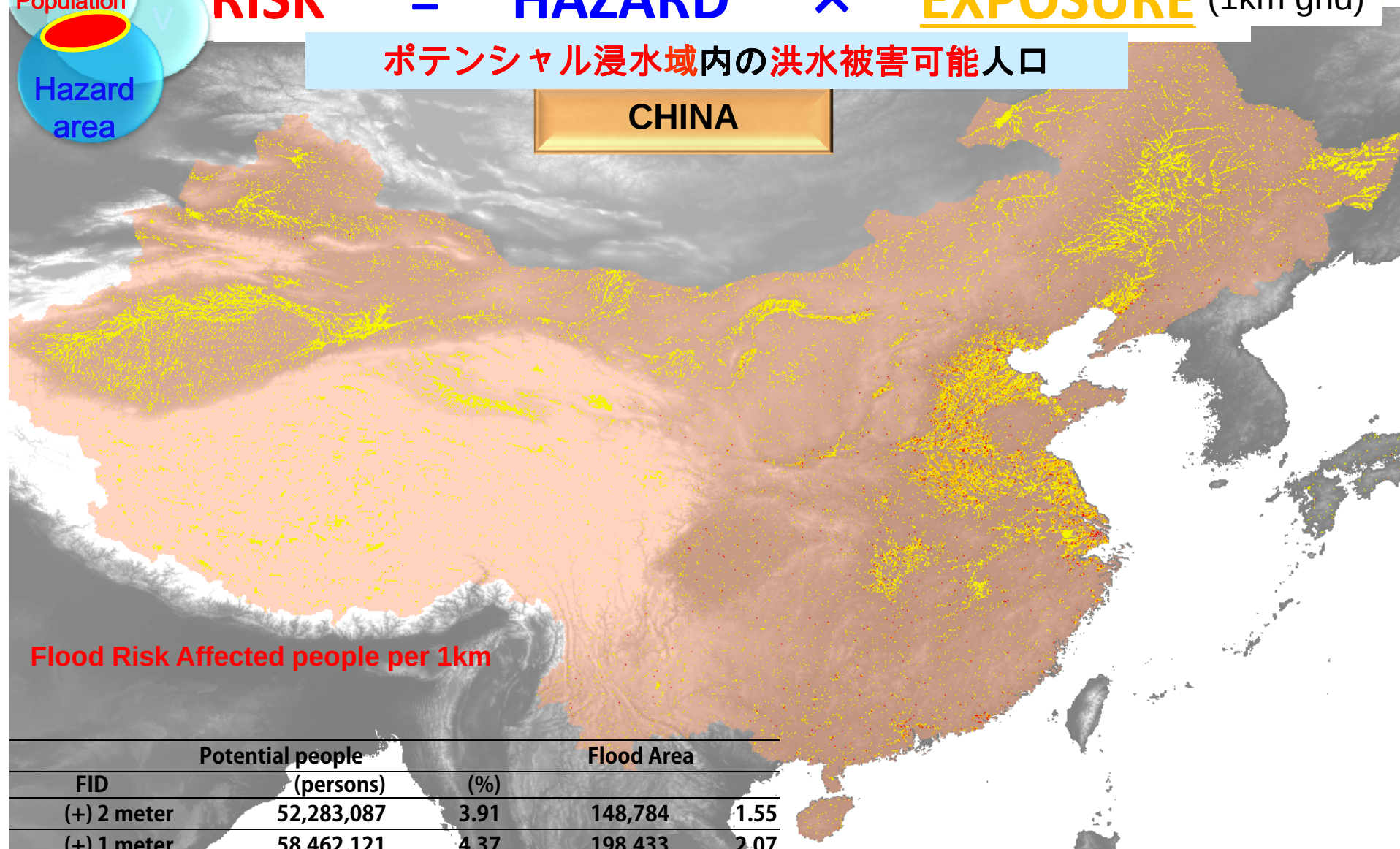
Flood Risk Affected people per 1km



$$\text{RISK} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE (1km grid)}$$

ポテンシャル浸水域内の洪水被害可能人口

CHINA



Flood Risk Affected people per 1km

	Potential people		Flood Area	
FID	(persons)	(%)		
(+) 2 meter	52,283,087	3.91	148,784	1.55
(+) 1 meter	58,462,121	4.37	198,433	2.07
(+) 0 meter	99,882,774	7.46	391,089	4.07
(-) 1 meter	28,987,429	2.17	96,102	1.00
China	239,615,411	17.90	834,408	8.69
total pop	1,338,689,000		9,600,000	Total Area



手法の検証

Flood HAZARD Zone

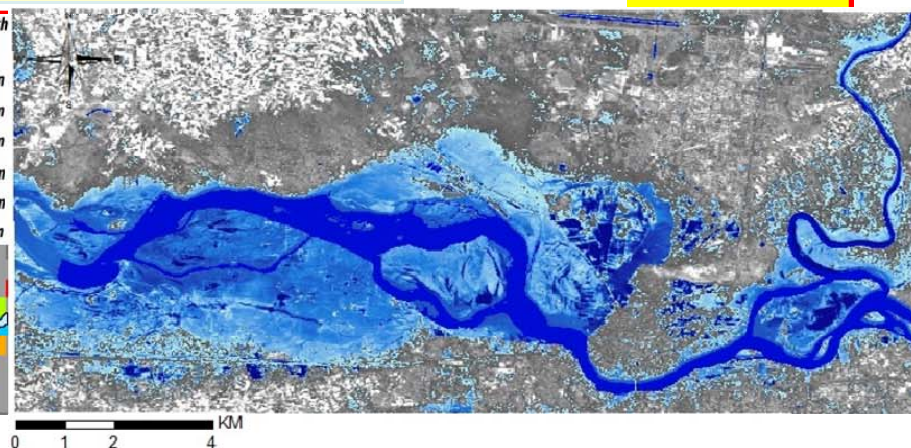
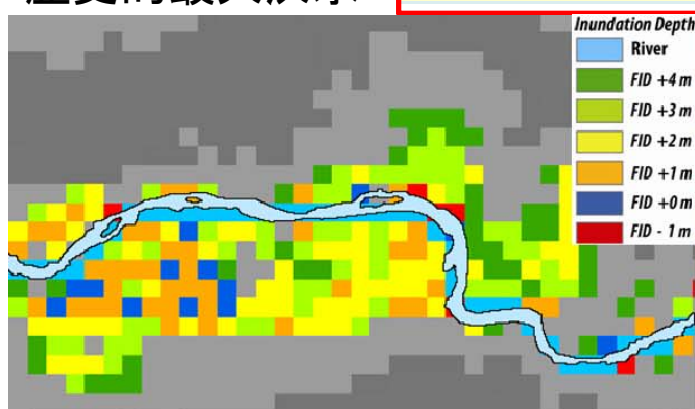
浸水域 (Flood extent) 浸水深(inundation depth)



Indus川でのポテンシャル浸水深と氾濫域

H(m)	B(m)	Q(m/s ²)	Extreme event	
1	830	290		
2	1100	1200		
3	1400	3000	3400	2010.8.5 氾濫
4	1900	6600	6600	PEAK

歴史的最大洪水



ポテンシャル浸水深

(Potential inundation depth)モデル
(各河川区間ごとに流量計算)

$$Q = AV \quad \text{不定流Kinematic方程式}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

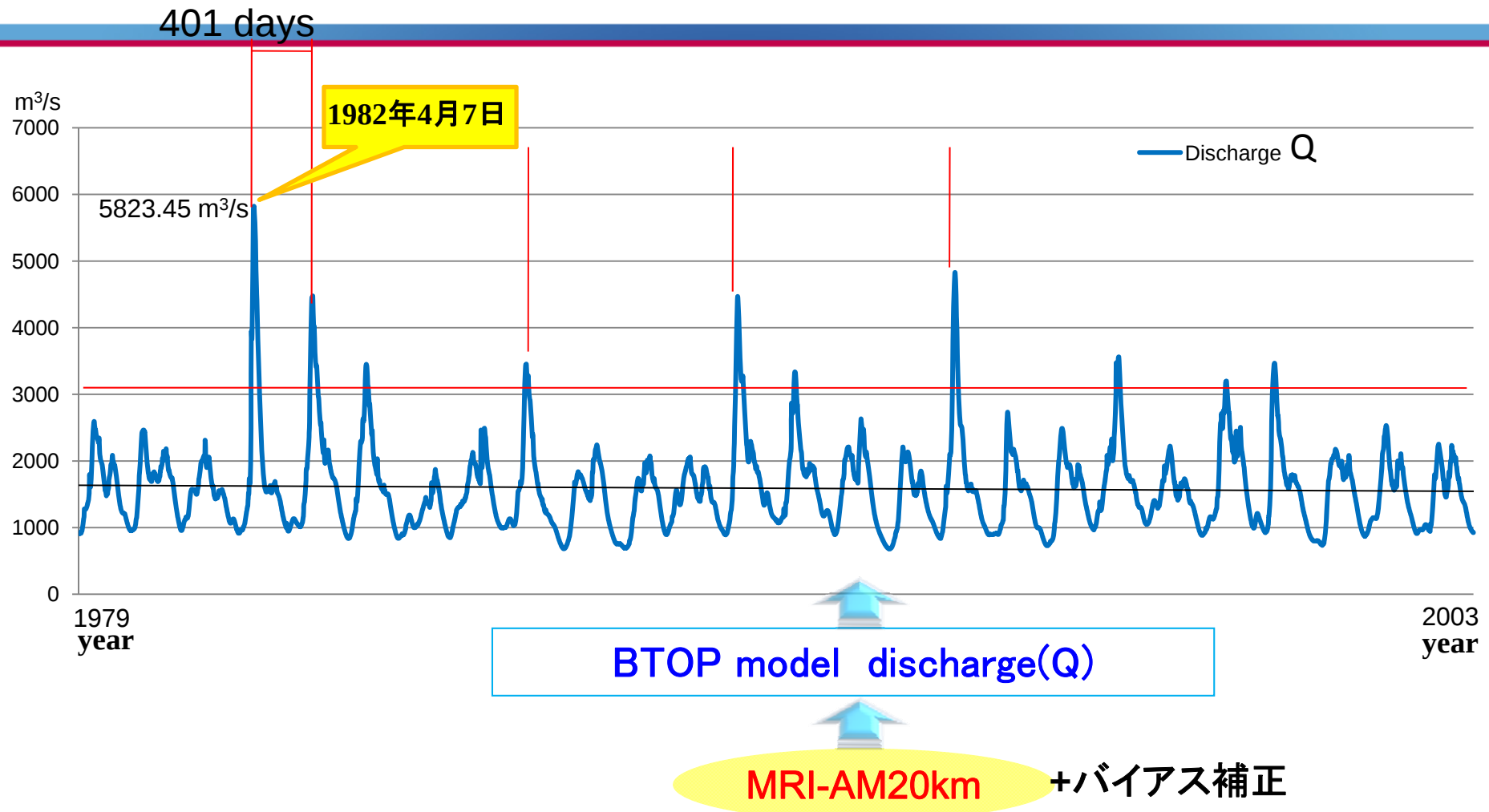
$$I = 0.00019 \quad [5/26281(\text{m})] \quad n = 0.04$$

$$Q = B \times H^{5/3} \times I^{1/2} / n$$

ALOS(Advanced Land Observing Satellite、
陸域観測技術衛星)の高性能可視近赤外放射計2
型(AVNIR-2レベル1B2プロダクト)

Specification	ALOS AVNIR2 1B2		HydroSHEDs
Observation	June,18.2010	August,5.2010	SRTM DEM data.
Resolution	10m		90m
Transform	WGS84 EGM96		

Discharge Hydrograph of Kabul River



- Simulation Period : 1979 - 2003 (24 years) 現在気候実験 Present
- Time step : Daily
- Spatial Resolution : 10' = 20km
- Precipitation Products : **MRI-AM20km**
- Hydrological Model : IFAS-BTOP Streamflow engine

特定脆弱地域の解析

- ネパール
- メコン下流域

Exposure
Population
Damage

SD

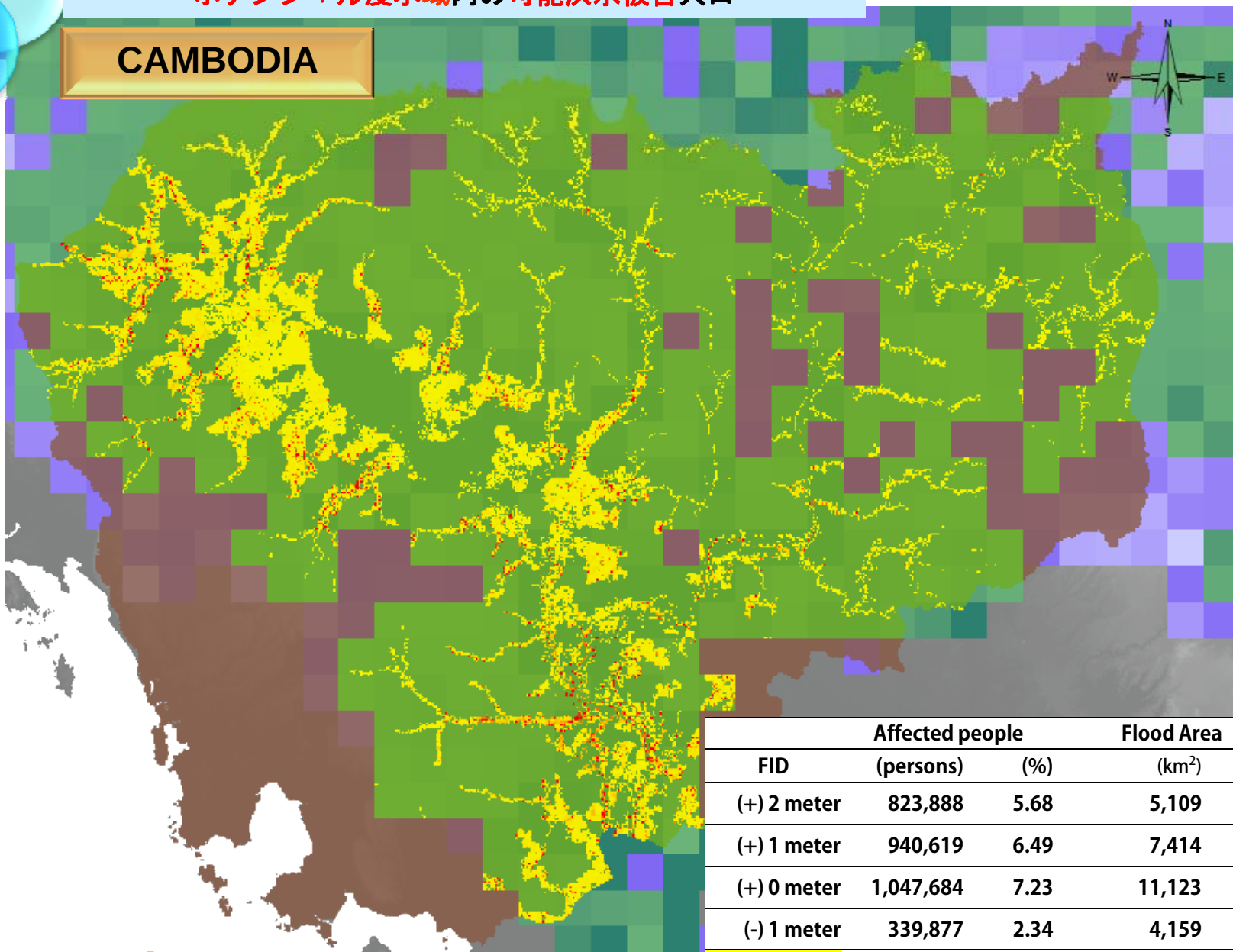
Hazard
area

RISK = **HAZARD** × **EXPOSURE**

ポテンシャル浸水域内の可能洪水被害人口



CAMBODIA



FID	Affected people		Flood Area	
	(persons)	(%)	(km ²)	(%)
(+) 2 meter	823,888	5.68	5,109	2.82
(+) 1 meter	940,619	6.49	7,414	4.10
(+) 0 meter	1,047,684	7.23	11,123	6.15
(-) 1 meter	339,877	2.34	4,159	2.30
CAMBODIA	14,494,293	21.75	181,000	15.36

死亡リスク: 米国工兵隊のLIFESimモデルを修正して適用し推定

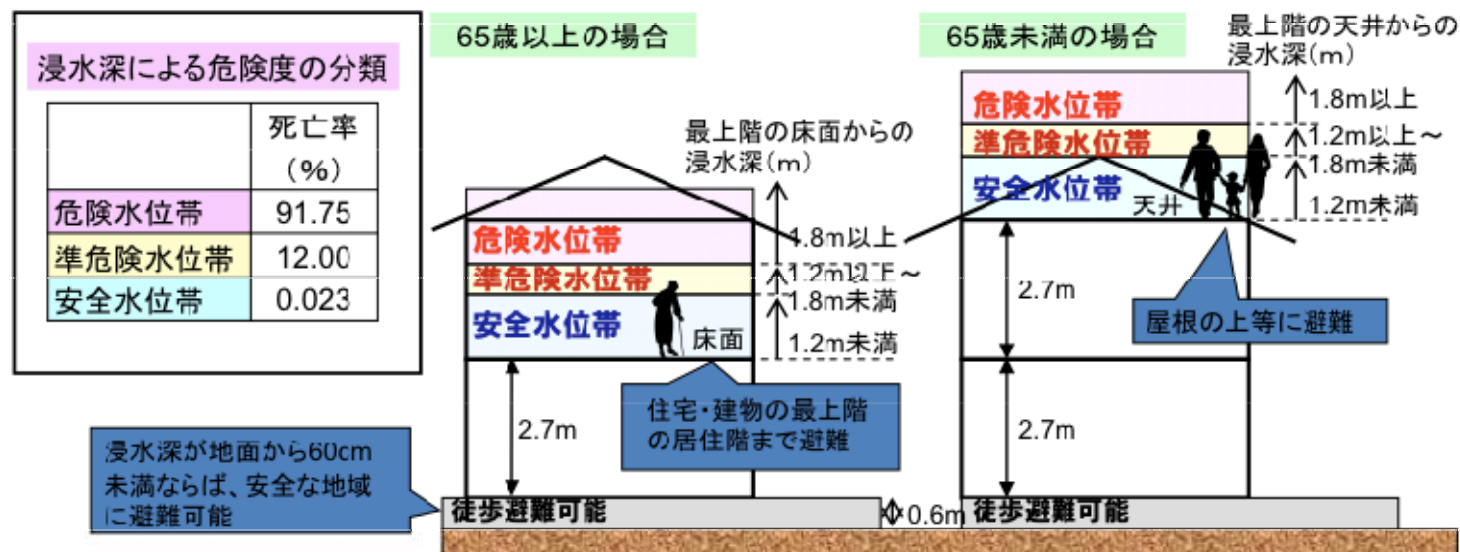
家屋構造の違い

避難条件の違い

死者数の想定(1): LIFESimモデル

死者数の推定方法

- ① 米国陸軍工兵隊が人命損失を予測するために開発したモデル¹⁾を用いる
- ② 床面からの浸水深により分類し、死亡率を設定
- ③ 年齢、建物の階数から危険度別の人数を算出し、各々の死亡率を乗じ算出



出典: 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」(第9回) 資料1

¹⁾ US Army Corps of Engineers, June 2006, Performance Evaluation of the New Orleans and Southeast Louisiana Hurricane Protection System, Draft Final report of the Interagency Performance Evaluation Task Force

最終年度に向けて

- バイアス補正したデータで
- パラメータ同定した流出モデルで
- 洪水シミュレーションをし
- 可能氾濫域・浸水深を推定する
- 可能被害人口・資産を特定し
- 気候変化に伴う被害額変化の特定を行う
- 特定脆弱地域の詳細例を検討する
 - ネパール・メコン・・・