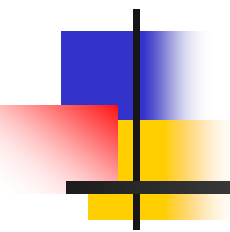
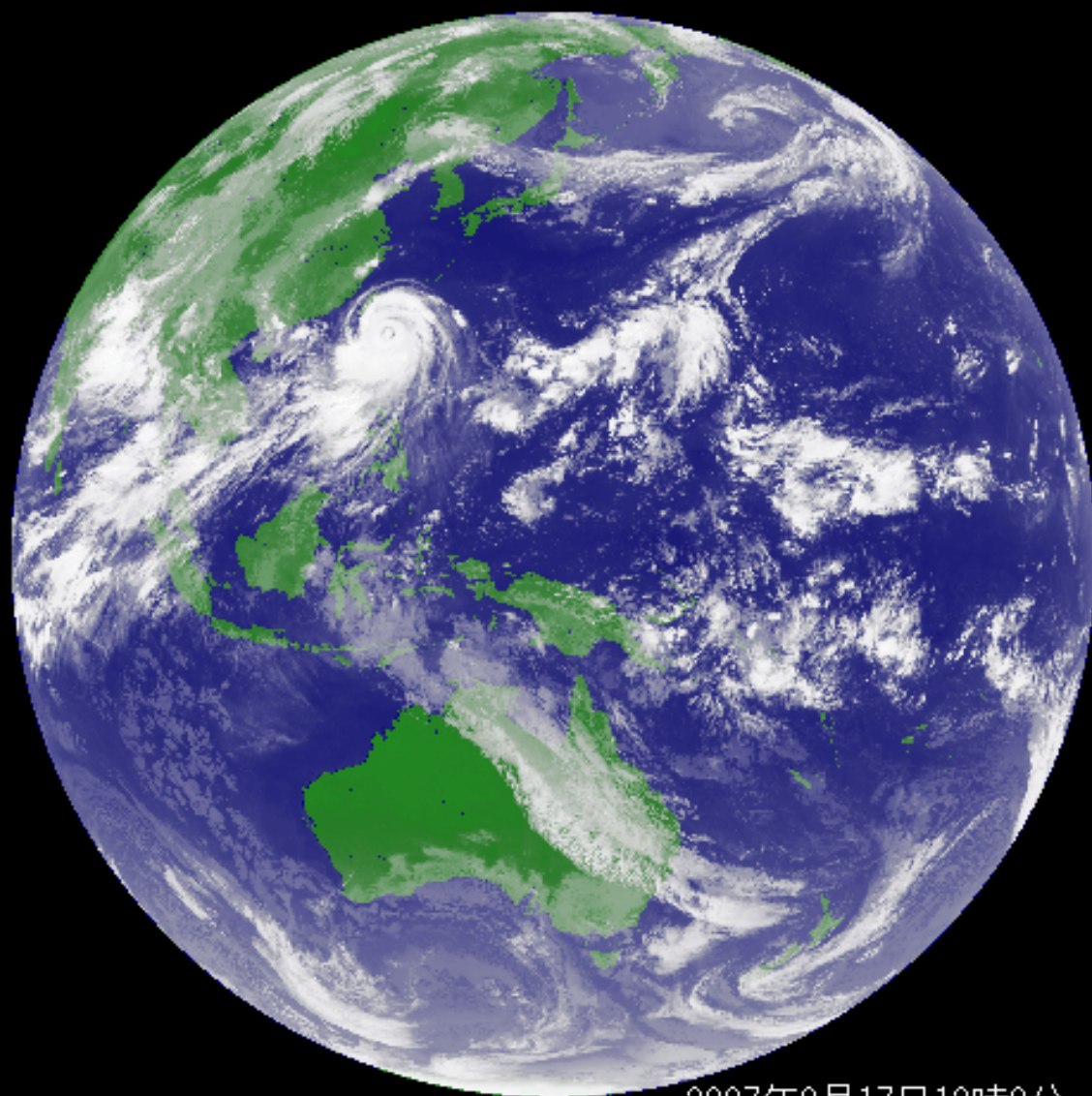


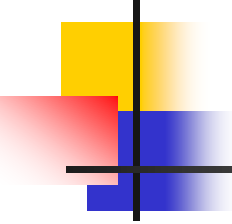
21世紀社会における宇宙からの 降水観測の意義



国立環境研究所
理事長
住 明正



2007年8月17日13時0分 **JWA** Japan Weather Association



地球は

n 水惑星

n 水の3態、気体、液体、固体

n 循環、あるいは、動態

n なかでも、**雲と雨**が重要

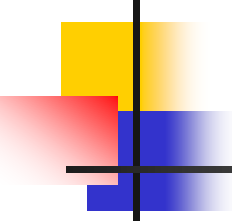
n なかでも、生物は、**淡水**が必要

n 太陽熱を用いて、海から蒸発により淡水を作り世界中に分配 (もちろん、地面からも植生からも蒸発はある)

n 積乱雲は、大気大循環を動かす原動力



90 2 12



問題は

- n エンジンとしては、数十個の積乱雲で十分といわれていたが（本当か？）
 - n 降水分布と加熱の鉛直分布
- n 淡水の補給としては
 - n 大きな積乱雲と小さな雲からの降水と半々
 - n 特に、地形性降水や日変化など

中学地図帳での年平均降水量 海の上はない！

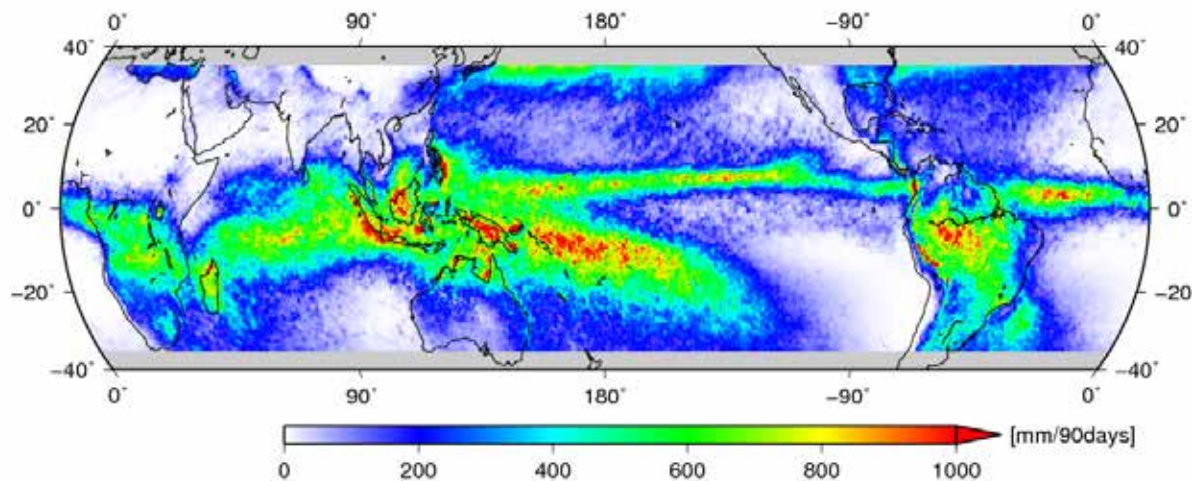


帝国書院 中学校社会科地図 (平成8年版)

TRMM/PRによる降水量分布の季節変化

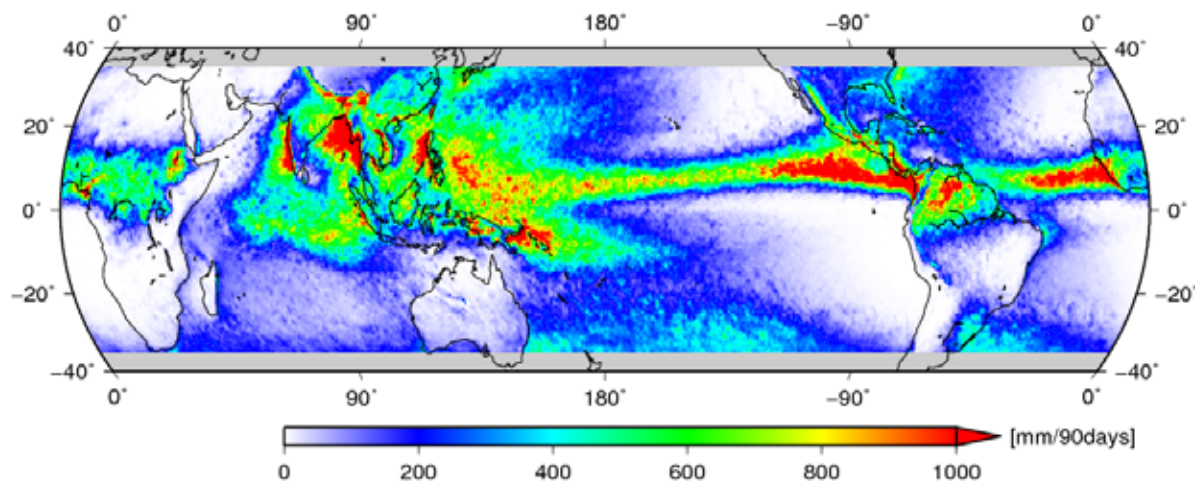
PRの観測期間約17年(1997/12-2014/10)の対象月より作成

TRMM PR e_SurfRain DJF (1997/12-2014/10)



DJF
(12,1,2月平均)
地表面降水量

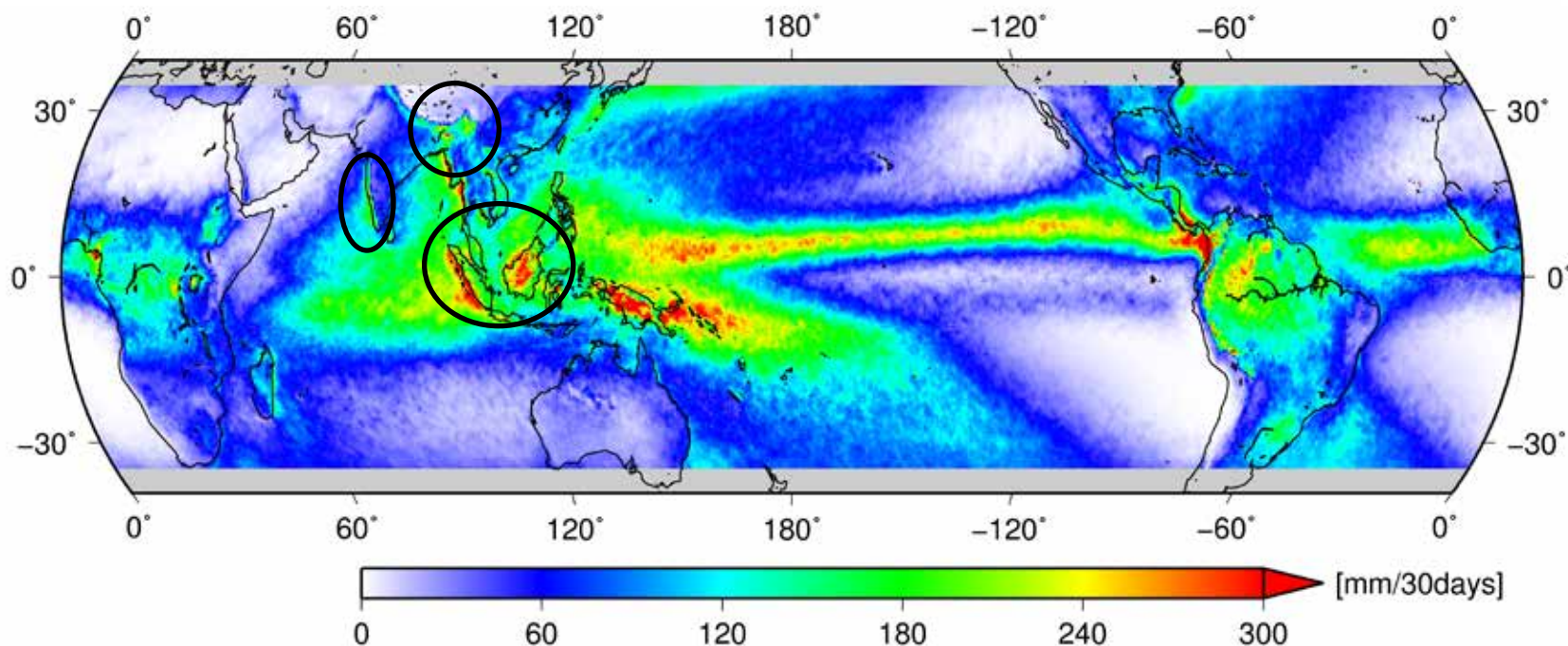
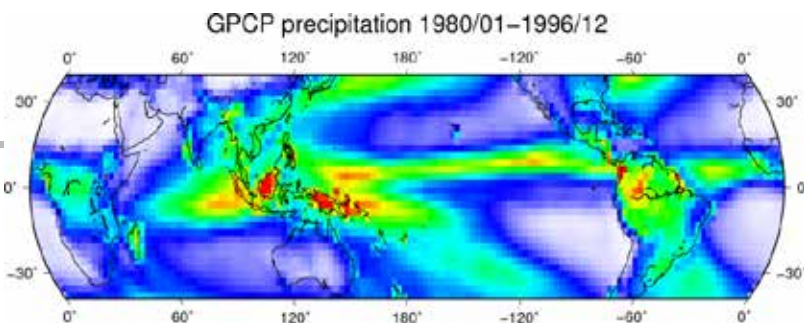
TRMM PR e_SurfRain JJA (1997/12-2014/10)



JJA
(6,7,8月平均)
地表面降水量

TRMM/PRによる降水量分布 (約17年平均)

右)赤外・マイクロ波データと
地上観測を組み合わせた全球
降水マップ (TRMM以前)



TRMM降雨レーダのバージョン7プロダクト (2011年7月リリース) による、約17年平均 (1997年12月～2014年10月) の月換算降水量の分布。

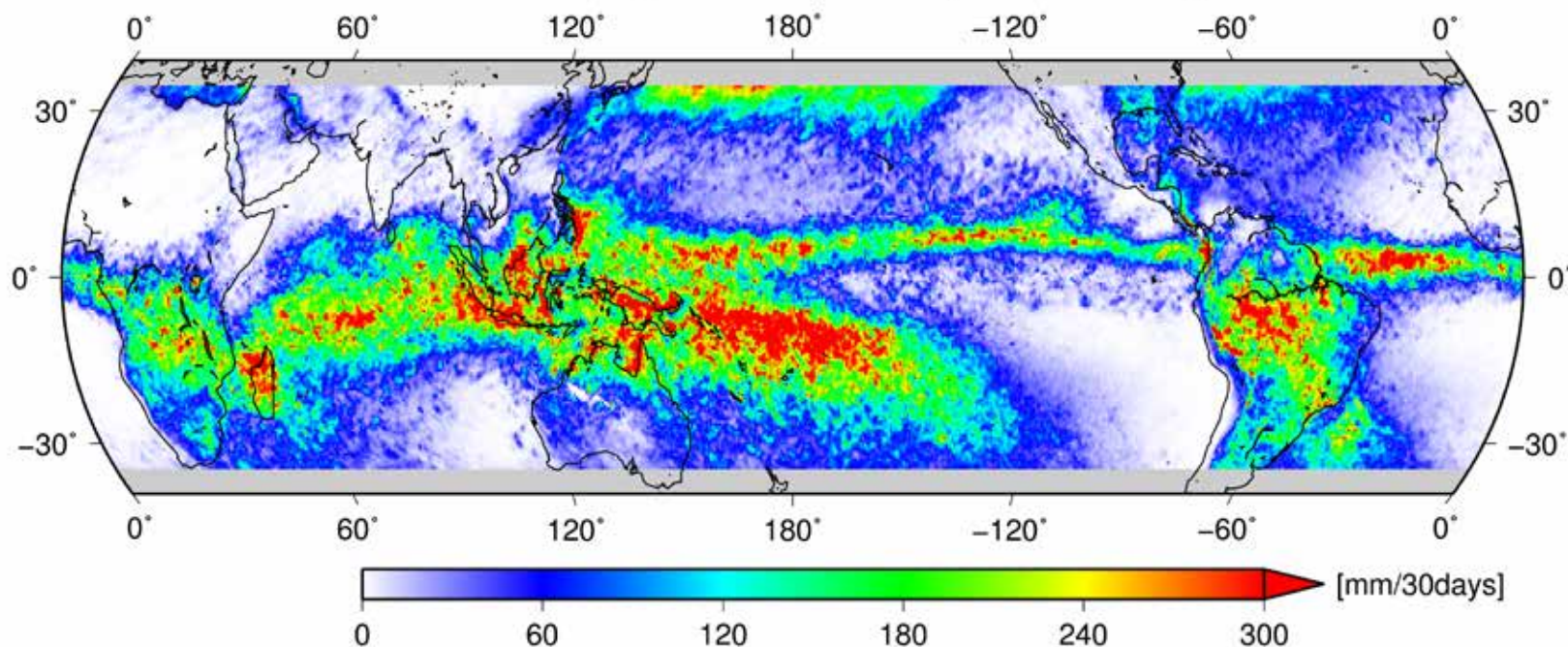
TRMM/PR地表面月降水量の気候値 (動画)

1～10月は1998年～2014年の平均

11月は1998年～2013年の平均

12月は1997年～2013年の平均

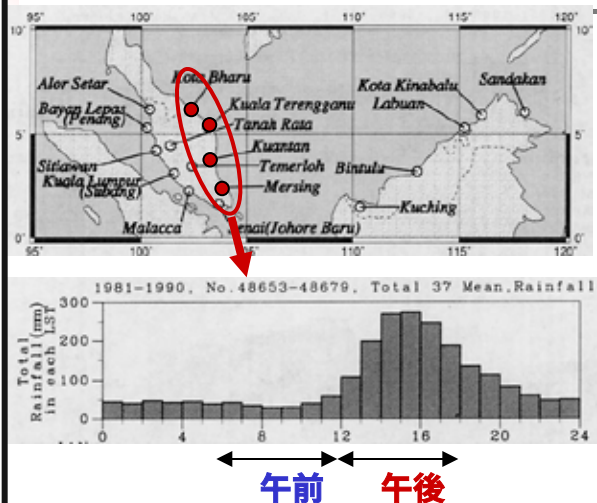
TRMM PR e_SurfRain Jan (1998–2014)



PRによる降水システム気候学の進展

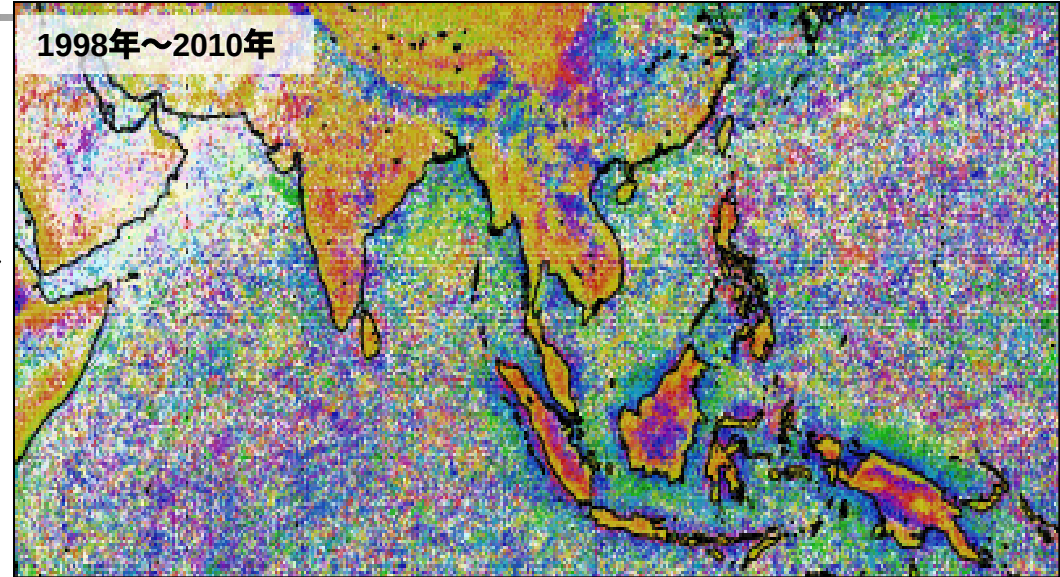
- PR観測から得られた雨の日周変化 -

地上で観測された、熱帯降雨の日周変化の例



マレー半島東海岸の4点の地上観測点 (上図の赤●) の10年平均の降水量の日周変化 (下図)。午後遅くに卓越したピークがある。(Oki and Mushiaki, 1994)

PRによる 日周変化観測

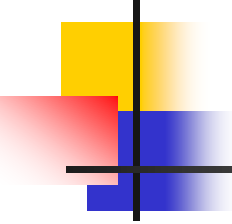


午前に雨が卓越

午後に雨が卓越

(名城大学 広瀬准教授とJAXAの共同研究成果)

降雨の日周変化は、TRMM以前には陸上の地点データでしか捉えられなかったが (左上)、PRの利用により初めて、広域かつ面的に明らかになった (右上)。PRデータの解析結果から、陸上で午後の雨 (橙～赤色) が卓越、海洋の沿岸域で午前の雨 (青～緑色) が多いことや、島のサイズが大きくなるにつれて降水ピーク時間帯が遅くなることなどが明らかになった。現在、気候モデルの高分解能化が進みつつあり、降水の日周変化のモデル内での再現に着目した研究が増加している。TRMMの広域かつ長期間の降水日周変化データは、モデルの有力な検証データとなる。



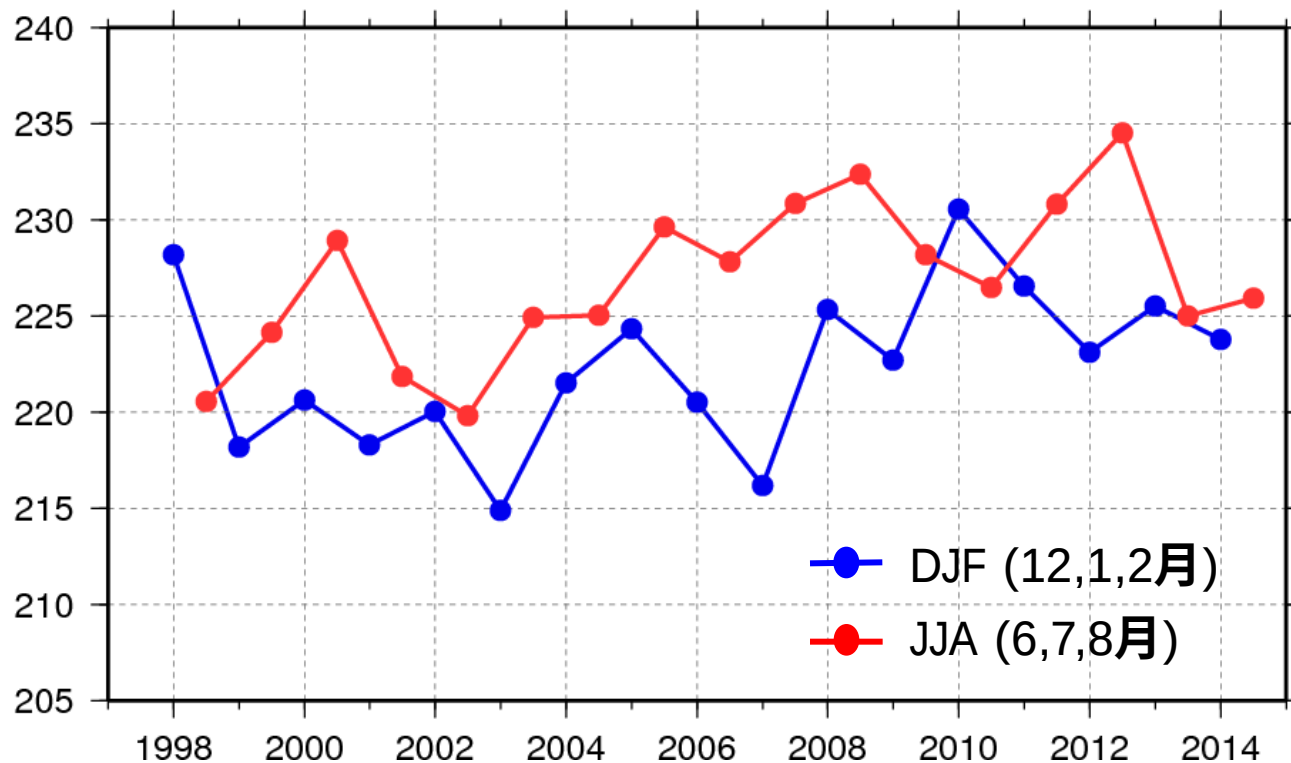
年々変動の研究にも有用

- n 十数年の時系列データ
- n 海上のみならず陸上も
- n 変動も解析できる

DJF & JJAの経年変化

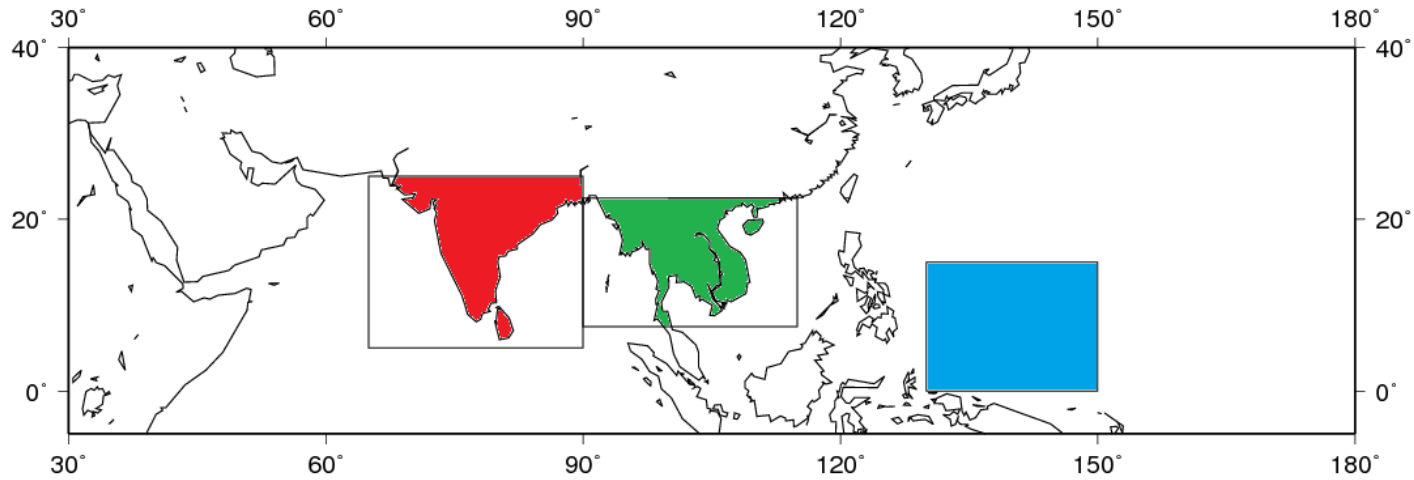
TRMM PR e_SurfRain (35S–35N Globe)

3か月積算
地表面降水量
[mm]



高度変更(2001/8)と冗長系切替(2009/6)の影響を軽減した気候プロダクト(試作)で作成

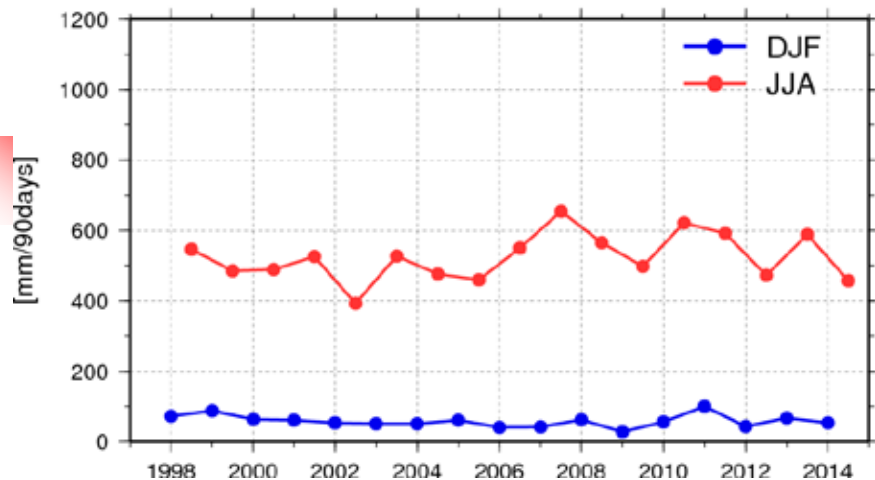
Area definition



インド亜大陸
南西アジア
西部太平洋

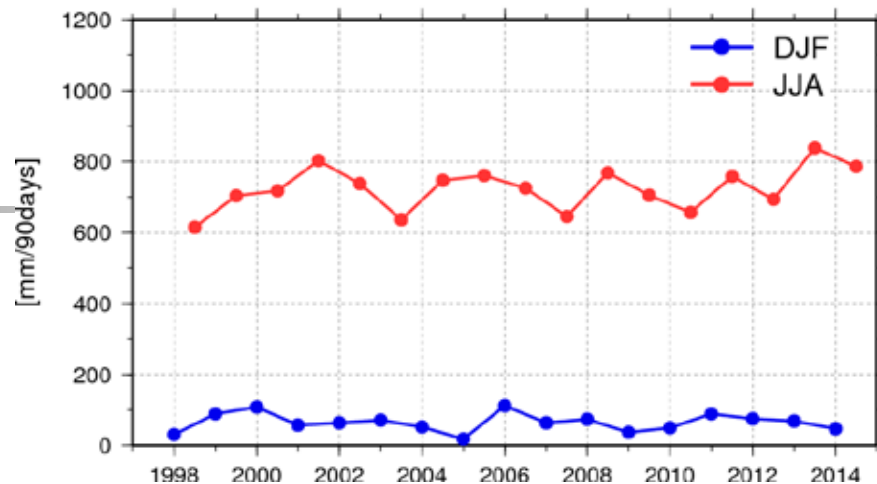
インド亜大陸

TRMM PR e_SurfRain (Indian Subcontinent)

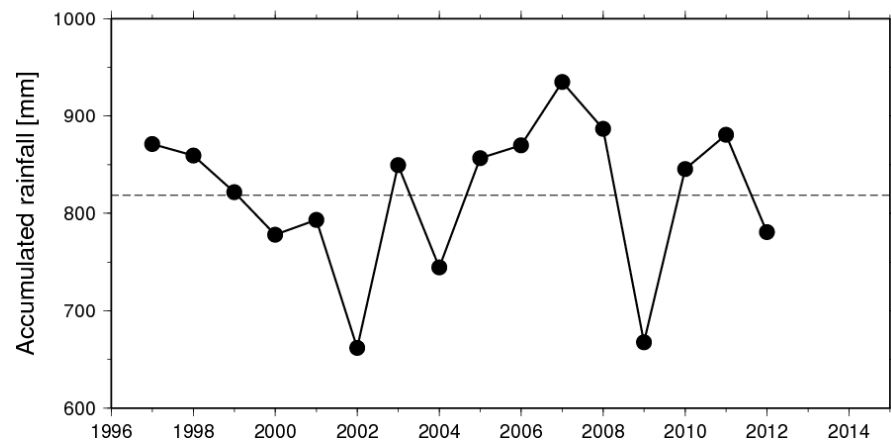


南西アジア

TRMM PR e_SurfRain (Southeast Asia)

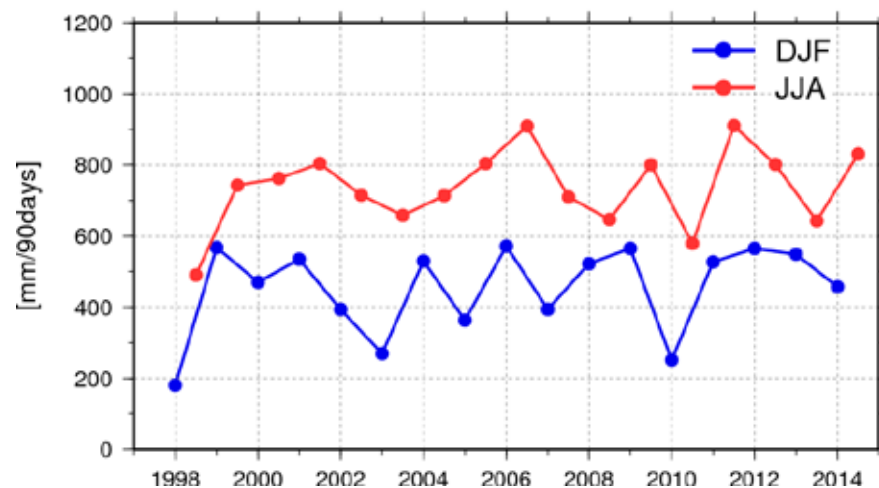


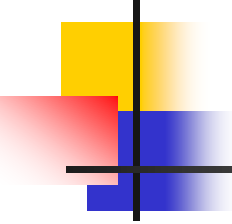
All India JJAS rainfall 1997–2012 (Ave; 818.9 mm)



西部太平洋

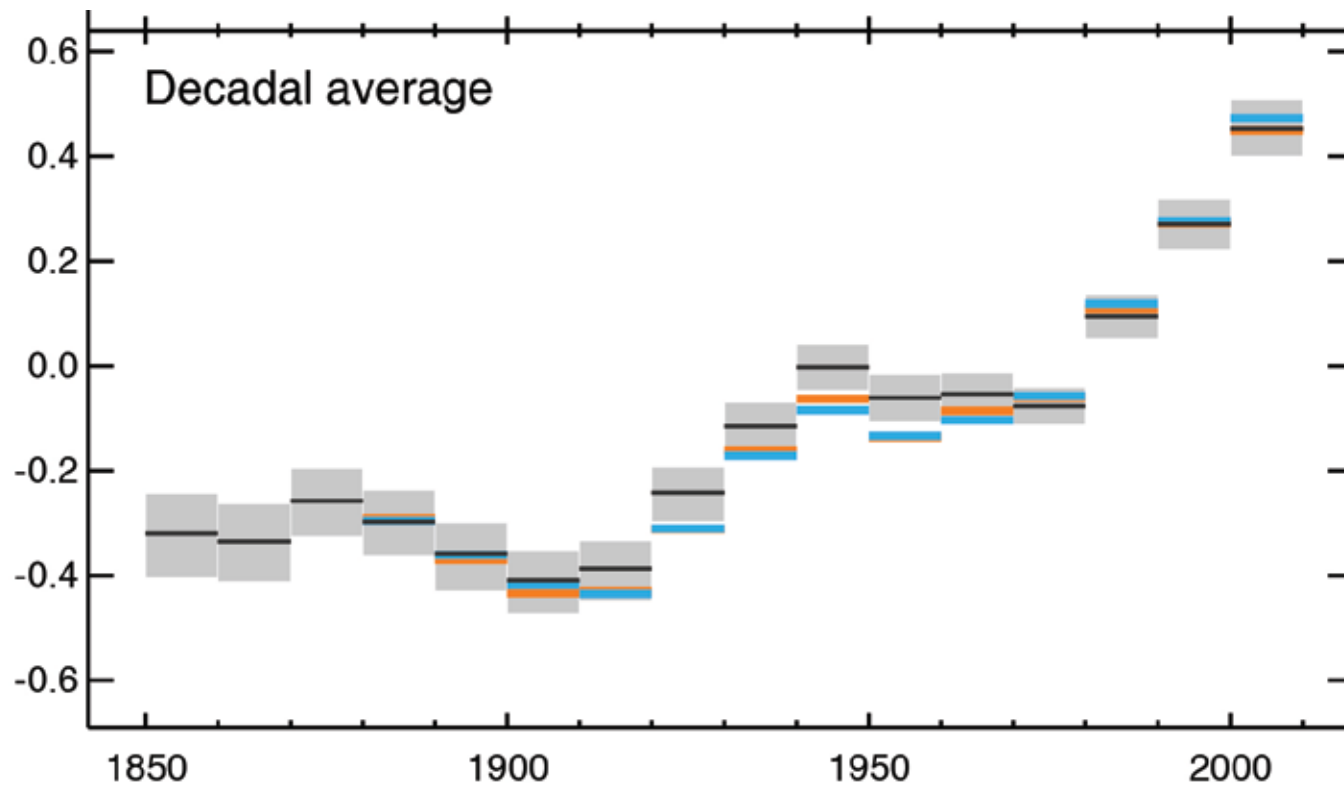
TRMM PR e_SurfRain (Western Pacific)





21世紀の地球規模での大問題

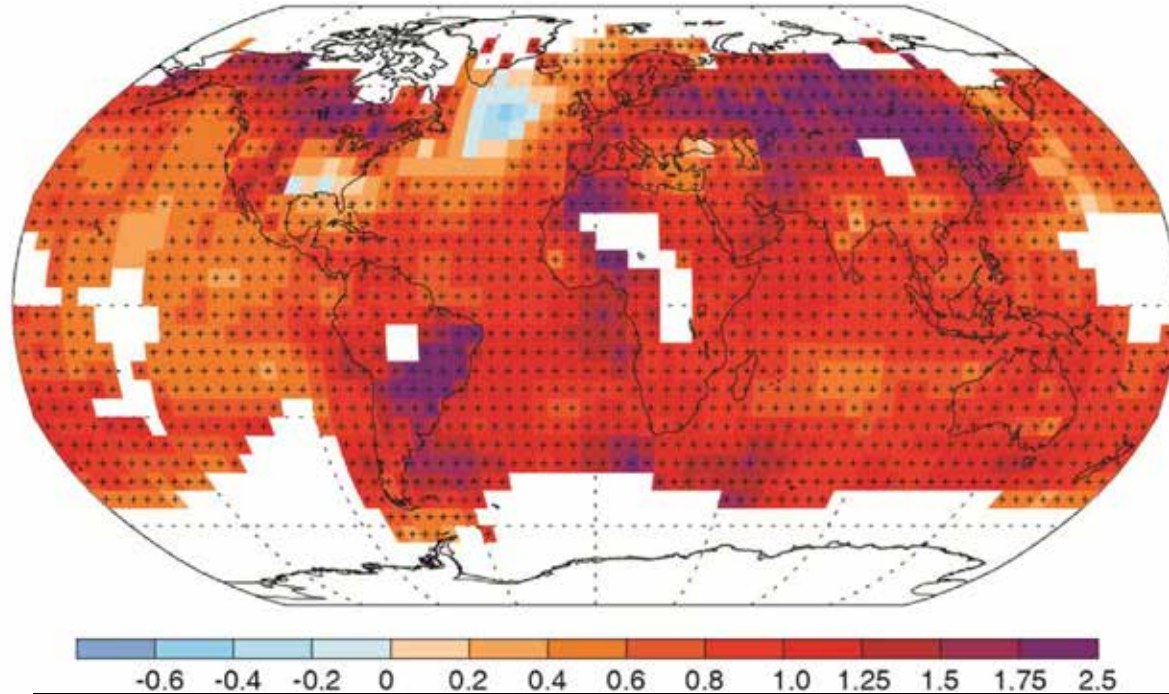
地球温暖化に伴う気候変動



Each of the last three decades has been successively warmer at the Earth's surface than any preceding decade since 1850.

In the Northern Hemisphere, 1983–2012 was *likely* the warmest 30-year period of the last 1400 years (*medium confidence*).

© IPCC 2013



Temperature Difference 1901 to 2012 based on trend (° C)

Warming of the climate system is unequivocal, [...]

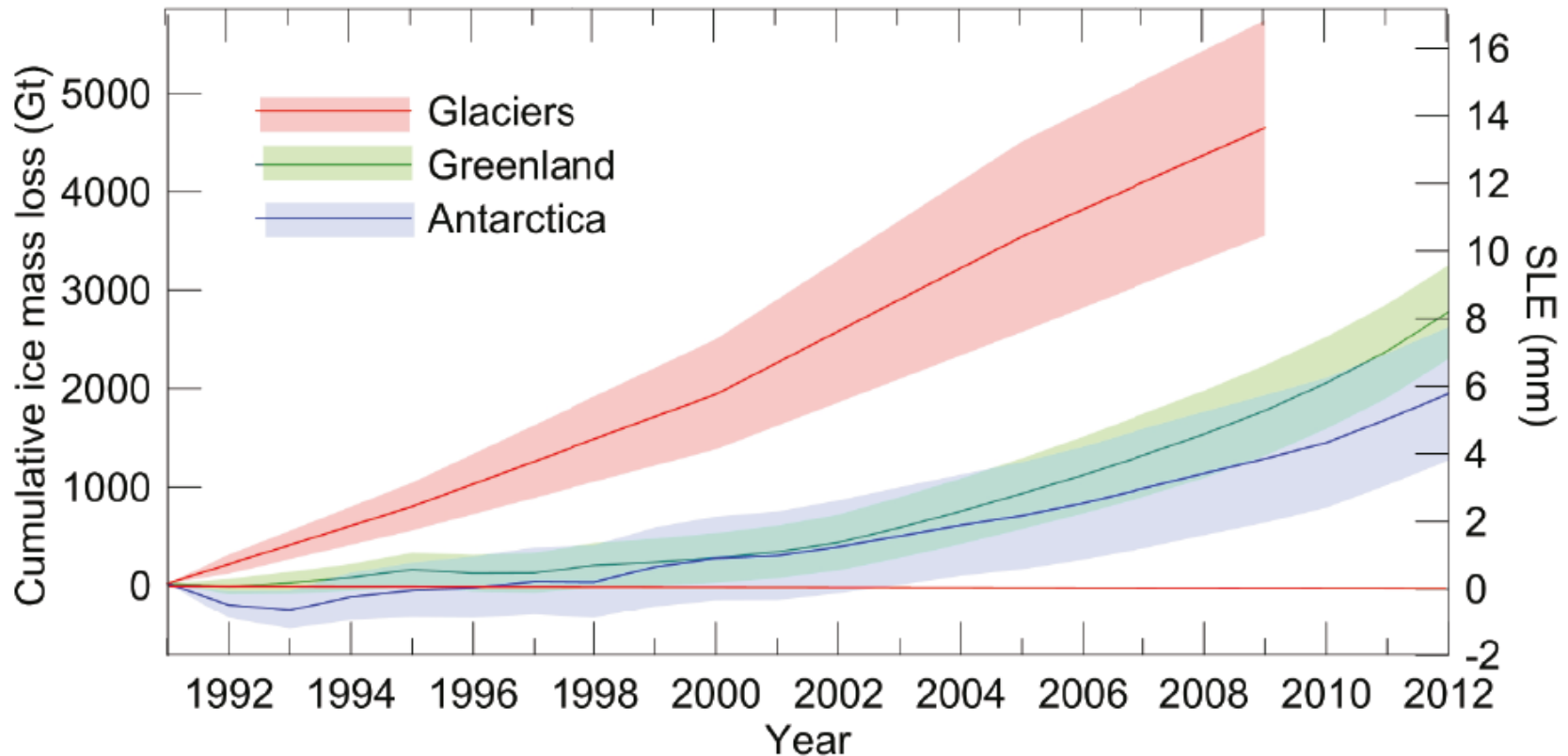


Fig. TS.3

Ice loss from	Glaciers	226 ($\pm 60\%$) Gt yr ⁻¹ (1993-2003)
	Greenland	215 ($\pm 25\%$) Gt yr ⁻¹ (2002-2011)
	Antarctica	147 ($\pm 50\%$) Gt yr ⁻¹ (2002-2011)

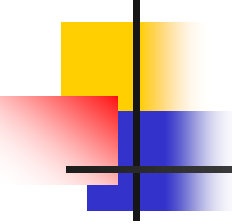
極端現象の過去および将来の変化

現象及び傾向	20世紀後半に起きた可能性	人間活動の寄与の可能性	将来の傾向の可能性
寒い日と寒い夜の頻度減少	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
暑い日と暑い夜の頻度増加	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
熱波の頻度が増加	いくつかの地域で可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い
大雨の頻度が増加	増加地域が減少地域より多い可能性が高い	確信度が中程度	中緯度と熱帯湿潤域で可能性が非常に高い
干ばつの影響を受ける地域が増加	いくつかの地域で可能性が高い	確信度が低い	可能性が高い
強い熱帯低気圧の数が増加	確信度が低い	確信度が低い	どちらかといえば
高潮の発生が増加	可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い

主要な8つのリスク

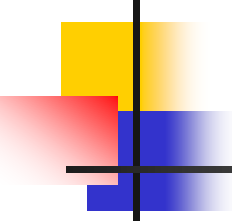
主要なリスク： UNFCCC第2条の「気候システムに対する危険な人為的干渉」による深刻な影響の可能性を指す。

- ① **海面上昇、沿岸の洪水、高潮被害：** 沿岸の低地及び小島嶼開発途上国並びにその他の小島嶼における死亡、負傷、健康障害、生計崩壊のリスク。
- ② **大都市部の洪水被害：** 内陸洪水による大都市に住む人々の深刻な健康障害や生計崩壊のリスク。
- ③ **極端現象のインフラ施設、ライフラインへの影響：** 電気、水供給、及び保健並びに緊急サービスのようなインフラ網や重要なサービスの機能停止によるシステムのリスク。
- ④ **熱波の健康影響：** 特に脆弱な都市住民及び都市域または農山漁村地域の屋外労働者の、極端な暑熱期間における死亡及び罹病のリスク。
- ⑤ **食料供給、食料システムへの影響：** 都市及び農山漁村の貧しい住民の、気温上昇、干ばつ、洪水、及び降水の変動並びに極端現象に伴う食料不足や食料システム崩壊のリスク。
- ⑥ **水資源不足・農業生産減少による農民生活への影響：** 半乾燥地域における貧しい農民や牧畜民の、飲料水及び灌漑用水への不十分なアクセス並びに農業生産性の低下の農山漁村部の生計や収入を損失するリスク。
- ⑦ **海洋・沿岸生態系への影響、漁業への波及：** 熱帯と北極圏の漁業地域社会において、海洋・沿岸生態系、生物多様性、及び沿岸部の生計に与える生態系商品、機能、並びにサービスを損失するリスク。
- ⑧ **陸域及び陸水生態系への影響と生計への波及：** 生物多様性、並びにそれらが生計に与える生態系商品、機能及びサービスを損失するリスク。



地球温暖化に伴う影響の中では、

- n 大雨に伴う洪水の増加
- n 海面上昇に伴う高潮の増加や塩水の侵入
- n 物理的な現象であり、他の要因があまり関与しない
- n 発展途上国では、温暖化がなくても自然災害のリスクがある



緩和策とならんで適応策

n リスク＝ハザード×暴露×抵抗力

世界の雨分布速報 GSMaP

<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>

TRMM/PRの後期利用データの安定提供がベースとなり実現



2013年11月5～11日の全球の雨の分布。フィリピンで大きな被害をもたらした大型台風30号「ハイヤン」が確認できる。

2013-11-05 00:00 - 00:59 (UTC)

Rainfall by GSMaP IR Image (c)JMA/EUMETSAT/NOAA Background Image by ADEOS-II/GLI

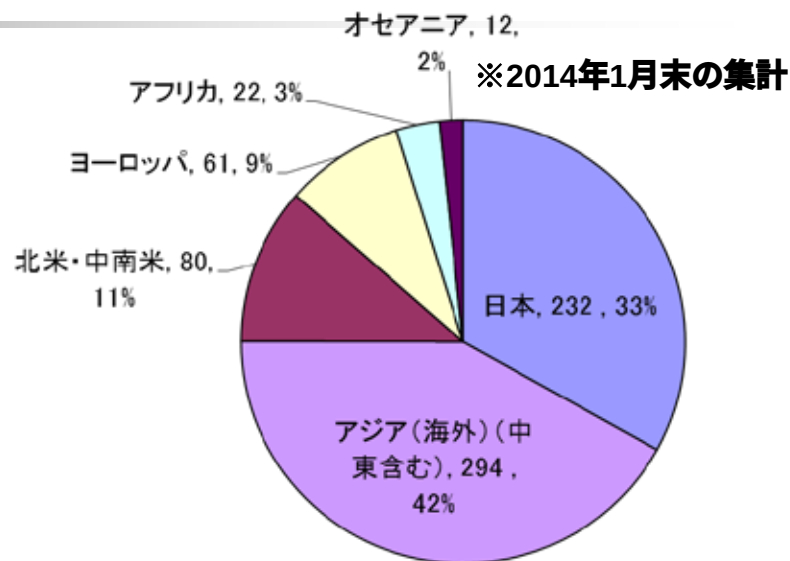
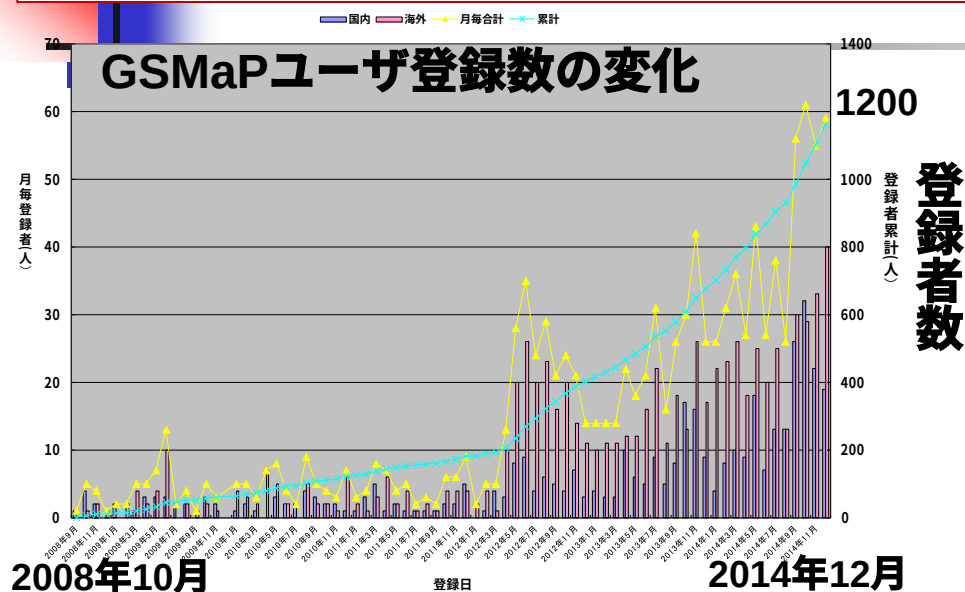
Rain 0.1 0.5 1.0 2.0 3.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 [mm/hr]

TRMMを中心に、複数のマイクロ波放射計・静止気象衛星IR情報を複合した、「**世界の雨分布速報**」(GSMaP)を開発・公開中。**1時間平均**、**0.1度格子**で、観測から**約4時間後**に提供。

- ・ 全球ブラウザ画像、Google Map上での領域表示、Google Earth用KMZファイル、動画などを簡易に利用可能。
- ・ 研究者向けに、テキスト及びバイナリのデータも提供。
- ・ 洪水予測、気象サービスや作物予測等の実利用分野での利用実証が進んでいる。

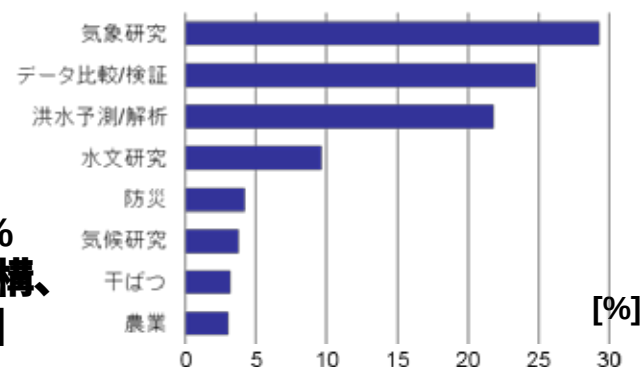
GSMaPユーザの広がり

GSMaPの一般公開を開始後、特にこの数年間で利用者が急増



- GSMaPを公開した2008年10月以降、ユーザが増え続けている (TRMMが後期運用期間に観測し続けた効果)
- 2014年12月末で登録者数約1200人
- 海外からの利用も多い (全体の約70%)
- 利用目的では「気象」「気候」分野が約30%
- 「洪水」「干ばつ」「防災」等、水関連の災害分野の利用も約30%
- 土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター、水資源機構、ユネスコ、JICA、フィリピン気象庁、損保ジャパン・RESTEC等国内外の機関で利用されている。

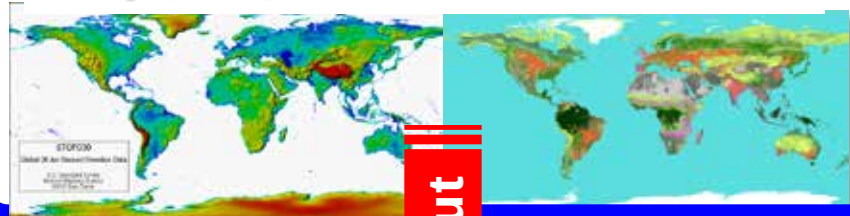
利用分野別割合



総合洪水解析システム (IFAS)

<http://www.icharm.pwri.go.jp/research/ifas/>

標高データ、土地利用データなど
全球データ



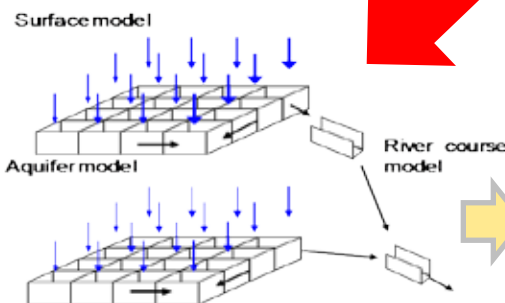
衛星雨量データ



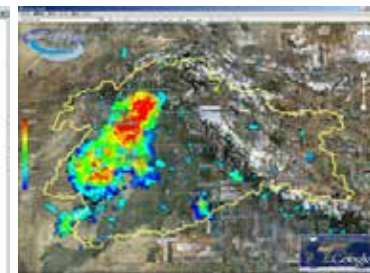
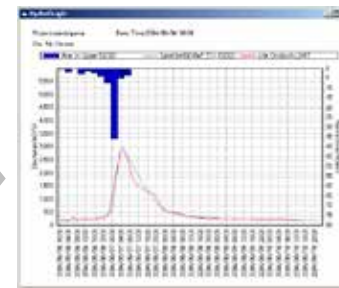
モデル構築



流出解析



出力 (河川流量、水位等)



避難勧告
等

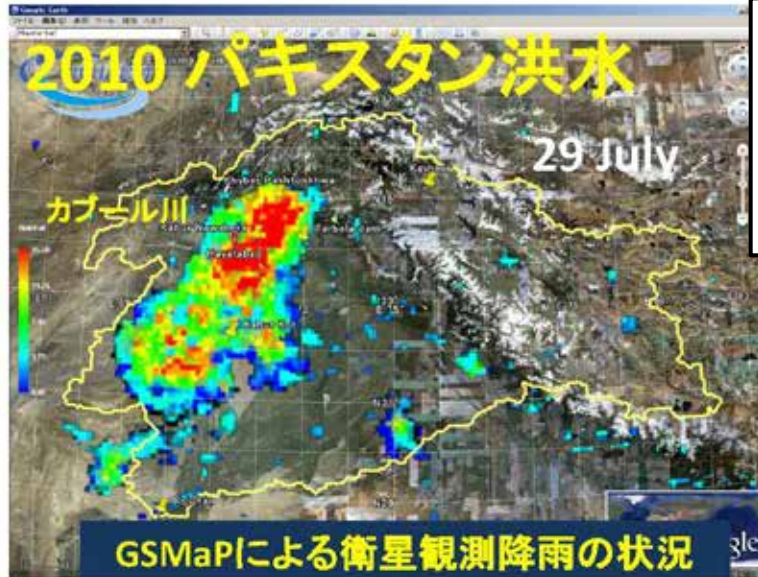
メール等による
警報

警報

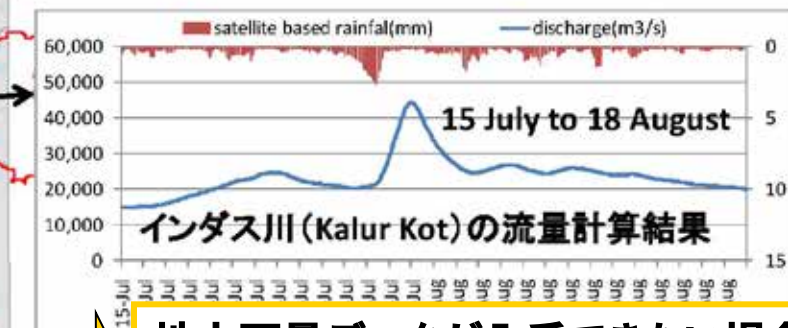
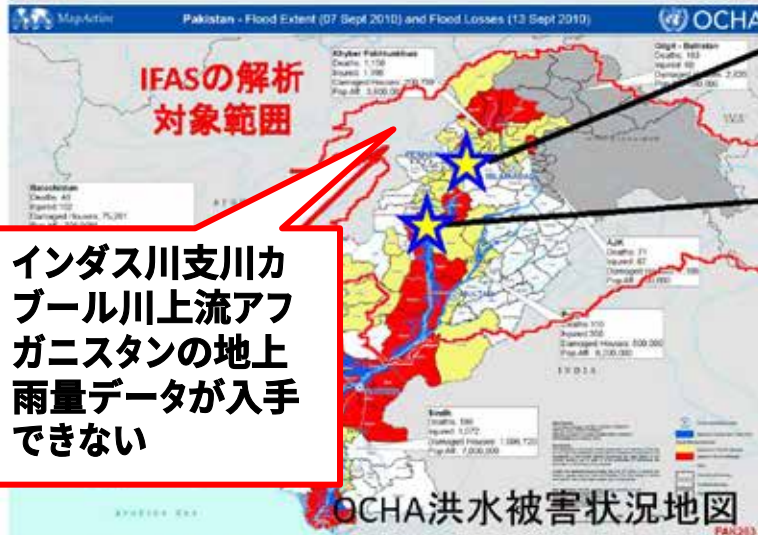
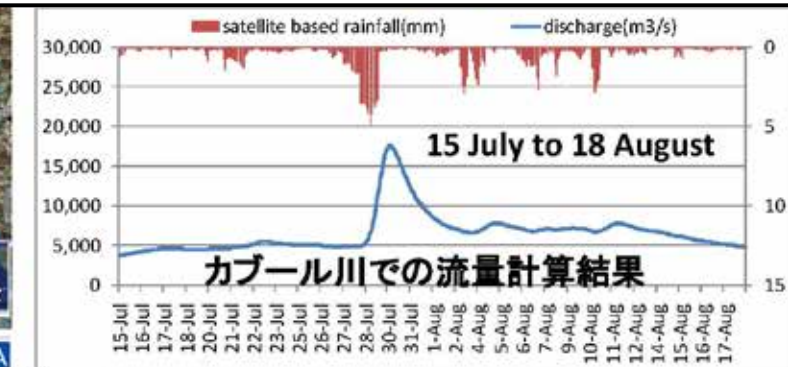
危険地域からの避難

(水災害・リスクマネジメント国際センターICHARM@土木研究所より提供)

洪水警報への利用事例 (パキスタン)



「パキスタンにおける洪水警報と管理能力の戦略的強化プロジェクト」(ユネスコ2012-2014年度)において、2014年6月までにインダス-IFASシステムを導入。現在、**運用中**。



地上雨量データが入手できない場合でも、**衛星観測雨量を活用して流出解析が可能**。

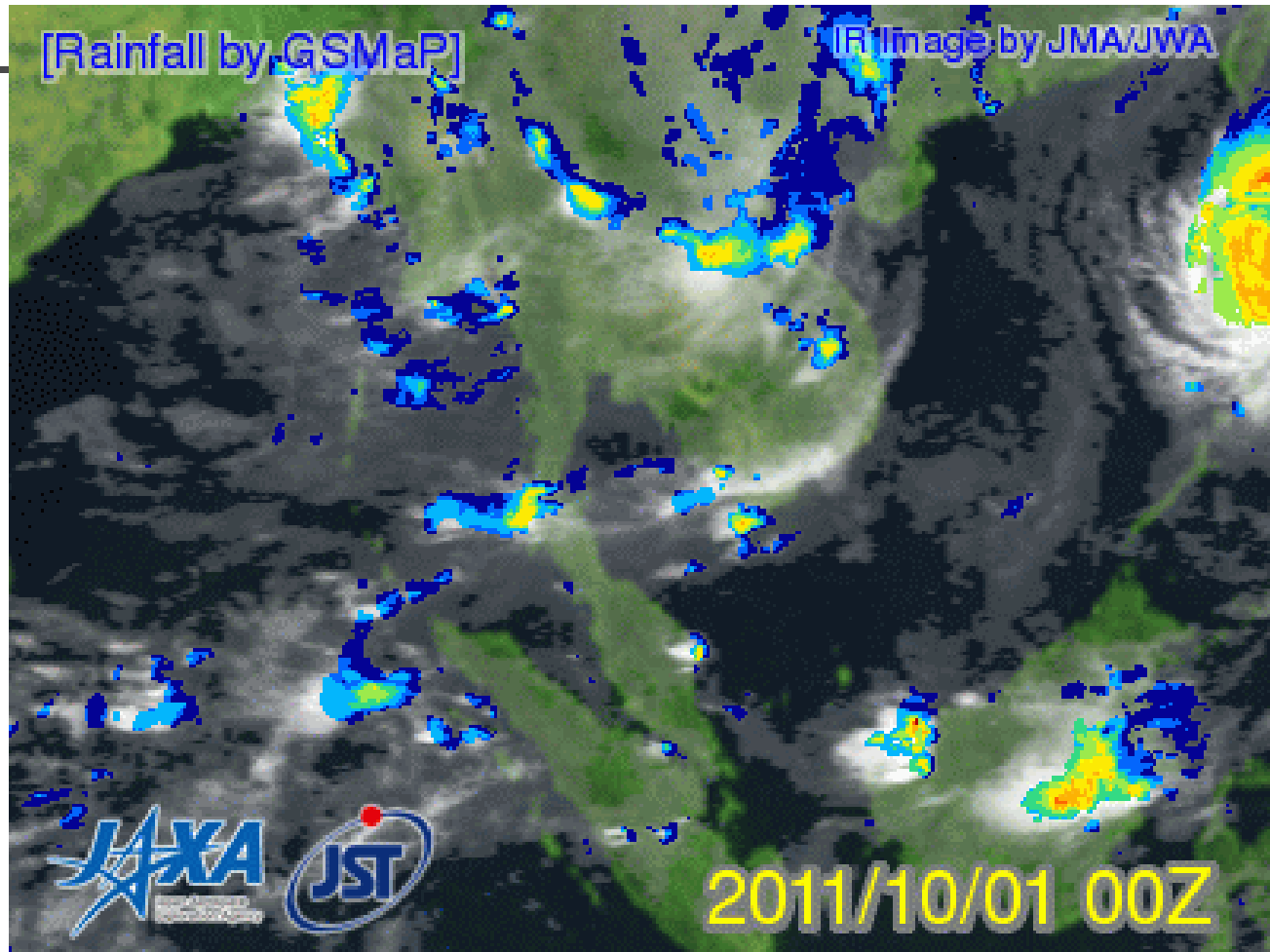
2011年タイ洪水

2011年夏季は、タイで降雨が長期に渡って降り続き、大洪水をもたらした。この洪水では、タイの市民の被害だけでなく、日系企業の工場も被災し、経済的な被害も大きかった。



(Photos: Flooding at AIT)

2011年10月の東南アジア域のGSMP



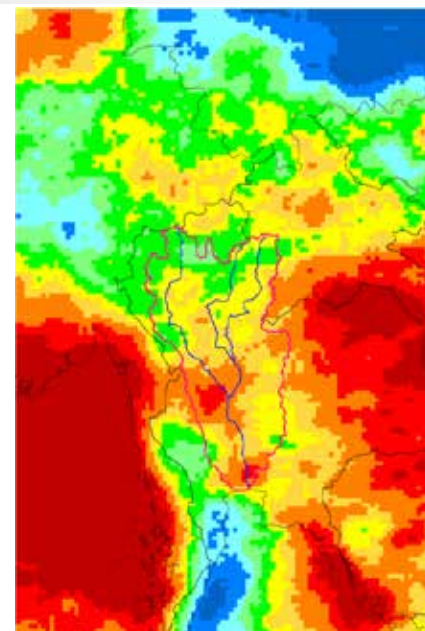
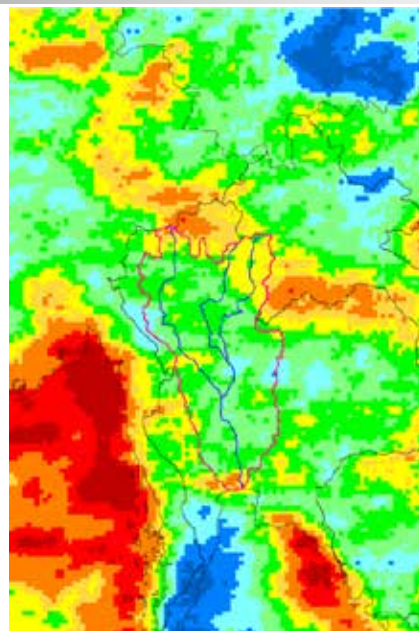
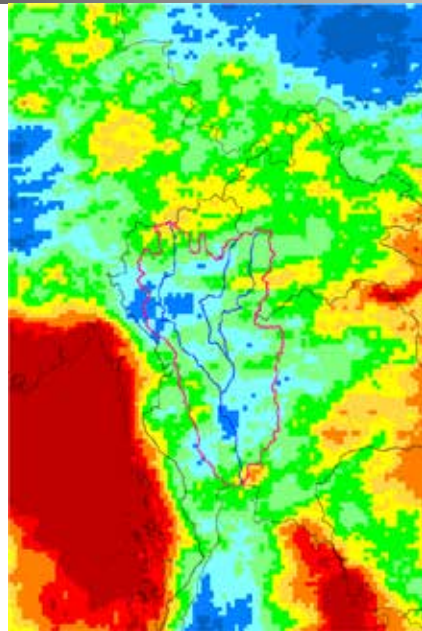
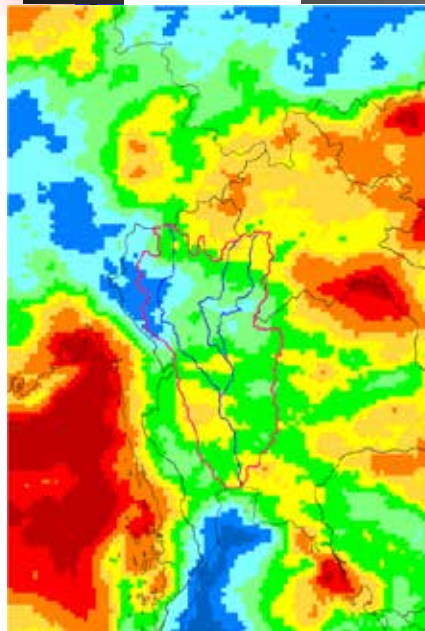
チャオプラヤ河流域における 降雨分布の変化

2008

2009

2010

2011



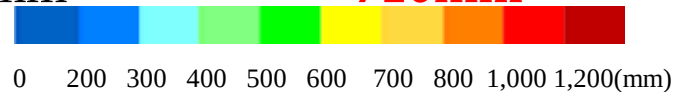
Basin mean precipitation in Chao Phraya River Basin from July to September

518mm

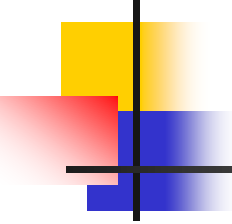
424mm

527mm

710mm



GSMaP降水量の、タイのチャオプラヤ河流域 (地図内赤線の領域内) における7-9月の3ヶ月積算雨量の比較。数値は、流域平均雨量。このような災害について、関係機関と連携して、今後に備えるための研究が進められている。(画像提供: 国際建設技術協会)



まとめ

- n 降水は重要
- n 21世紀の社会において、温暖化に対する適応が一つの重大な課題
- n 特に、発展途上国で重要
- n 降水に伴う自然災害の被害の低減は重要
- n インフラの整備とともに、ソフトな対策が重要
- n 情報（現状と予測）の配信と利用が必須