

# 2011年タイ洪水とその被害

## ～ 実地調査に基づく報告 ～

木口雅司\*・中村晋一郎・小森大輔・沖一雄・沖大幹(東大生産研)  
蔵治光一郎(東大愛演)

第7回南アジアにおける自然環境と人間活動に関する研究集会  
－ インド亜大陸東部・インドシナの自然災害と人間活動－  
2012年2月4～5日, 京都大学防災研究所, 宇治



IMPAC-T project

# タイ全土の被害概要

2

- 人的被害(タイ内務省調べ, 2011年12月25日時点)
  - 死者752人, 行方不明3人
- 経済的損失(世界銀行調べ)
  - 約1兆3600億バーツ(約3.5兆円), 2011年の実質GDP成長率1.1% ↓
- 被災農地面積(タイ農業協同組合省調べ)
  - 20,403km<sup>2</sup>(関東平野17,000km<sup>2</sup>より広い)



←上空から見たノ  
ンタブリ県の浸水  
状況  
(2011Dec02)  
→  
ドンムアン空港前  
の道路の浸水状  
況(2011Nov08)



JICA



UN



World Bank



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB



ADB

# ロジナ工業団地の浸水状況(2011年12月1日)



# 世界遺産アユタヤの浸水状況(2011年12月1日)



# 水門の崩壊



- ① 9/22-10/28 (25m)
  - ② 9/24-約2週間 (1,300m)
  - ③ 9/18-不明 (1,000m)
  - ④ 9/22-不明 (20m)
  - ⑤ 9/22-不明 (40m)
  - ⑥ Ban Chom Sri水門  
9/13-10/12 (40m)
  - ⑦ 9/14-約2週間 (20m) z
  - ⑧ 9/17-約2週間 (40m)
  - ⑨ Phra Ngam水門  
9/15-不明 (40m)
  - ⑩ Tanuing水路の水門  
9/14-不明 (15m)
- No. 破堤日-締切日または締切にかかった期間(破堤幅)



# 都市域の浸水<sup>6</sup>



バンコク都の衛星都市パトゥムタニ県における国道1号線沿いの浸水. 陸橋部が赤十字の拠点やボートの発着場になっている



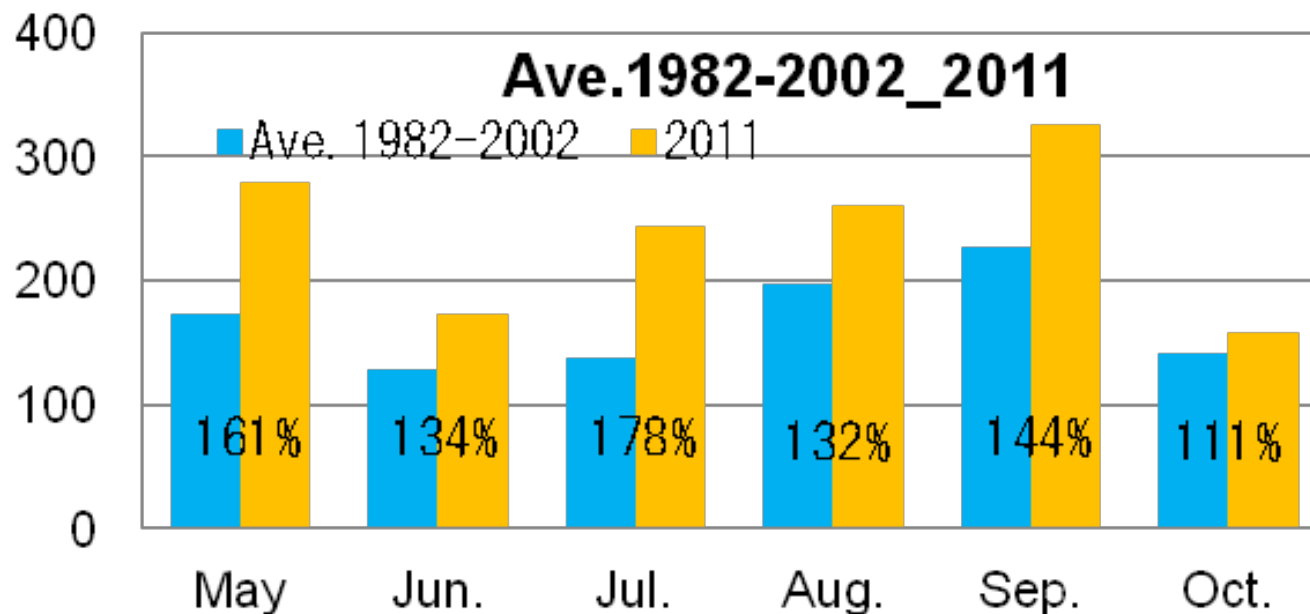
バンコク中心部とドンムアン空港を結ぶ鉄道. ドンムアン空港にバンコク中心部防衛の拠点があり, そこまでは何とか鉄道を走らせていた.



# 2011年降雨の状況とその特徴 <sup>7</sup>

※ 1982～2002年, 2011年におけるチャオプラヤ川流域内15地点のTMD観測点のデータを用いて流域平均雨量を算出した。

- 2011年5～10月にかけての総降雨量は, 例年の143%.
- 特に5月と7月が多く, 6～8割ほど多かった。

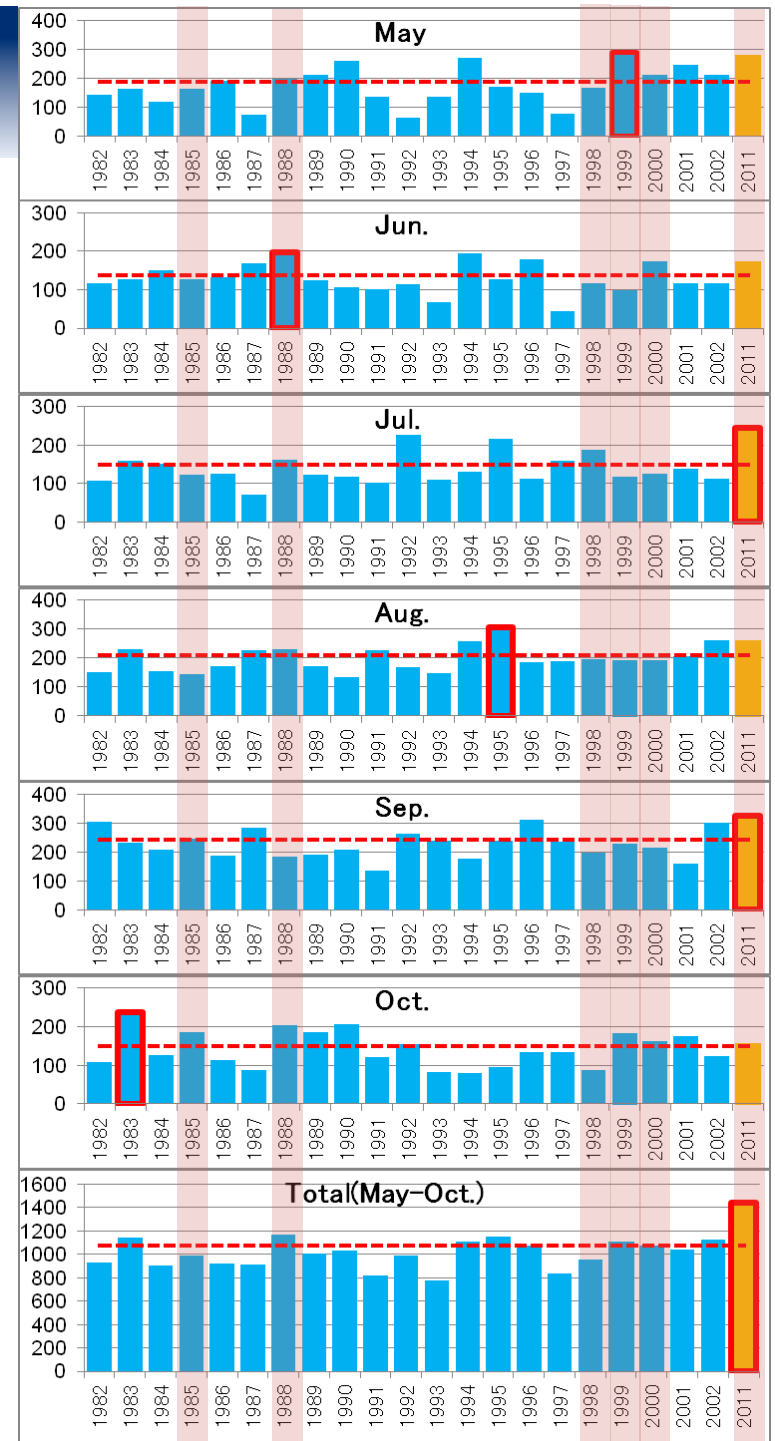


1982～2002年の平均および2011年の5～10月における流域月雨量。棒グラフに重ねた数字は、2011年の流域月雨量の1982～2002年の平均流域月雨量に対する比(%)。単位はmm。

# 降雨状況(続き)

- 2011年は7月, 9月が過去21年間で最大.
- ENSOとタイ降水との関連?!
  - ラニーニャ年で必ずしも毎月雨量が多いということはない.
  - 5~10月の総量でもむしろ平均以下の年もある(e.g.1983年, 1995年)
- 平均ラニーニャ年雨量; 1,061mm
- 平均通常年雨量; 987mm

1982~2002年および2011年の5~10月における流域月雨量。太赤枠は対象期間中最大値, 赤網掛けはラニーニャ年. 単位はmm.



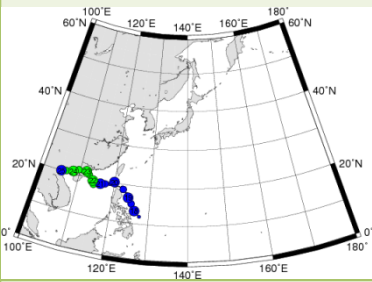
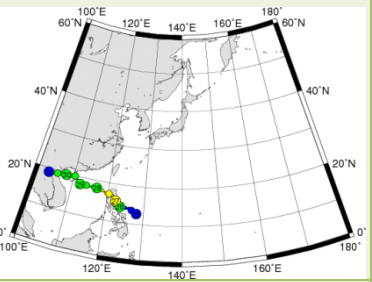
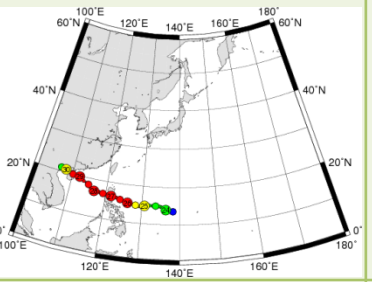
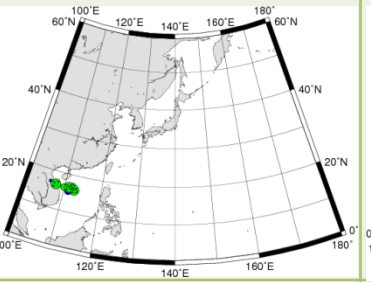
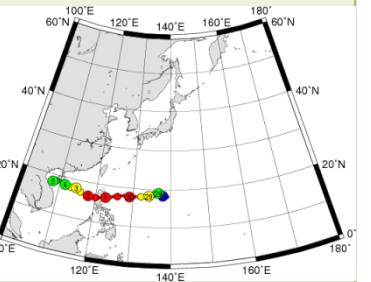
IMPAC-T project

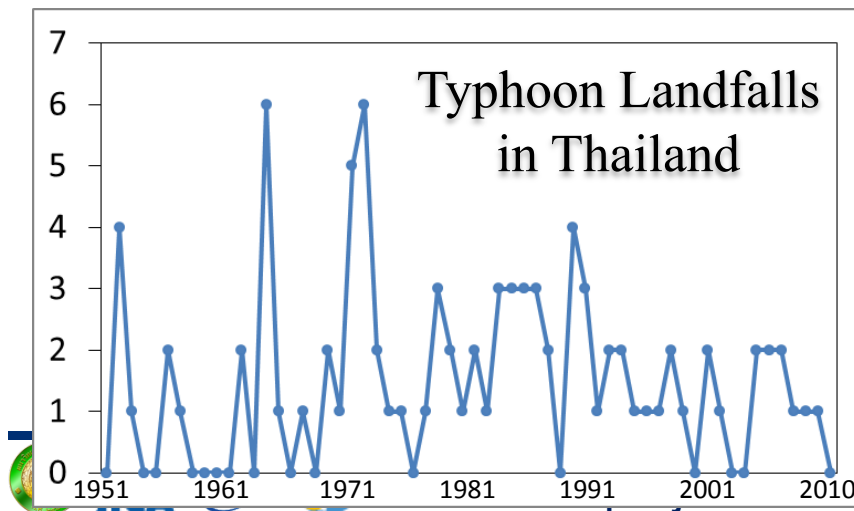
# 2011年タイ周辺の台風活動

9

2011年, 5つの台風がタイに影響を与えた.

(鼎研究室提供)

| 4: HAIMA                                                                          | 8: NOCK-TEN                                                                       | 17: NESAT                                                                          | 18: HAITANG                                                                         | 19: NALGAE                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |
| 6/21 - 6/25                                                                       | 7/26 - 7/31                                                                       | 9/24 - 9/30                                                                        | 9/25 - 9/27                                                                         | 9/27 - 10/05                                                                        |
| 985 hPa                                                                           | 984 hPa                                                                           | 950 hPa                                                                            | 996 hPa                                                                             | 935 hPa                                                                             |
| 40 knots                                                                          | 50 knots                                                                          | 80 knots                                                                           | 35 knots                                                                            | 95 knots                                                                            |

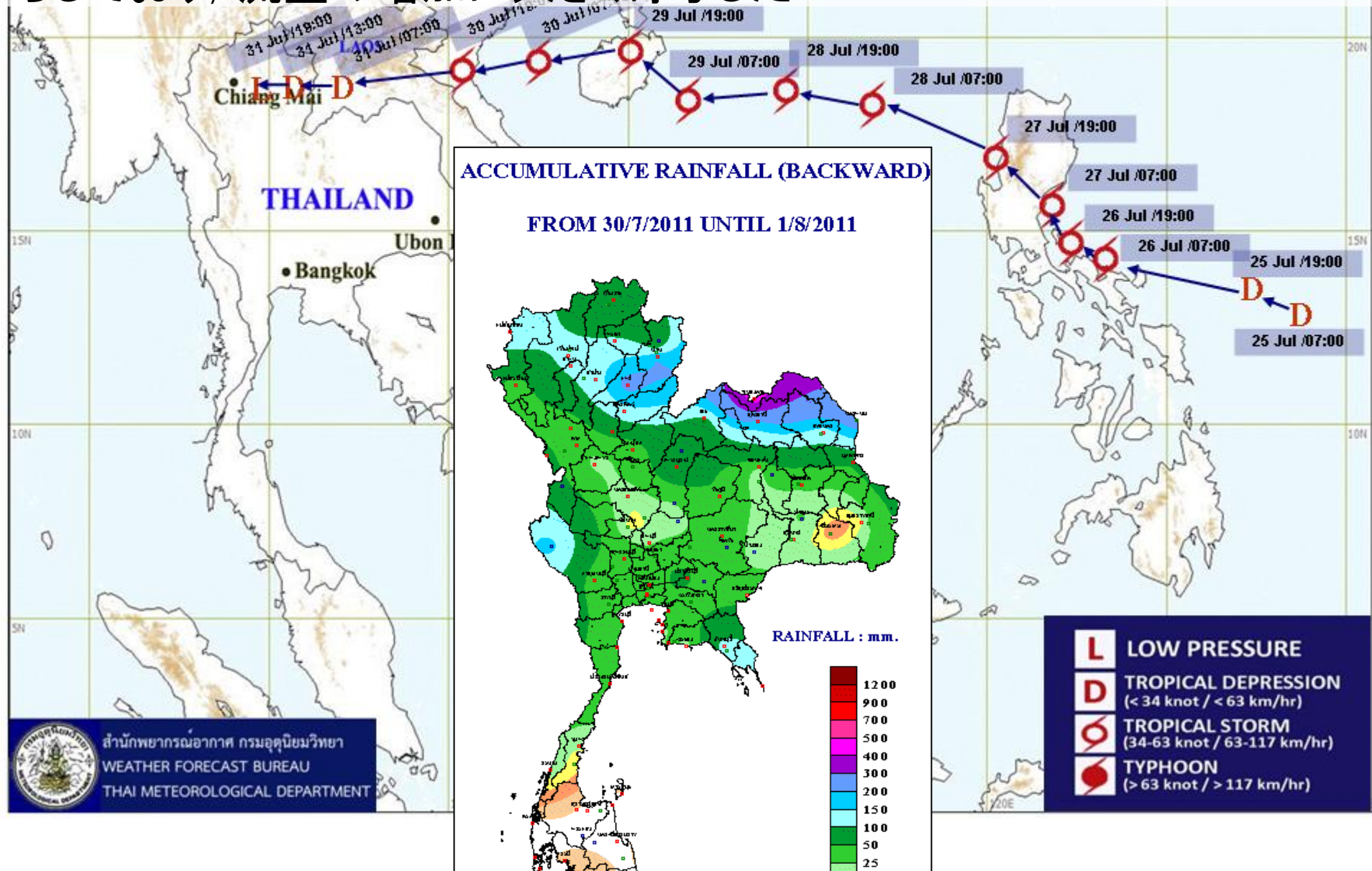


## タイに上陸した台風数

- 年平均は, 1.5個.
- 年5個以上上陸したのは, 1964年, 1971年, 1972年の3年のみ. そのうち, 1964年と1971年はラニーニャ年.

# Nock-Ten

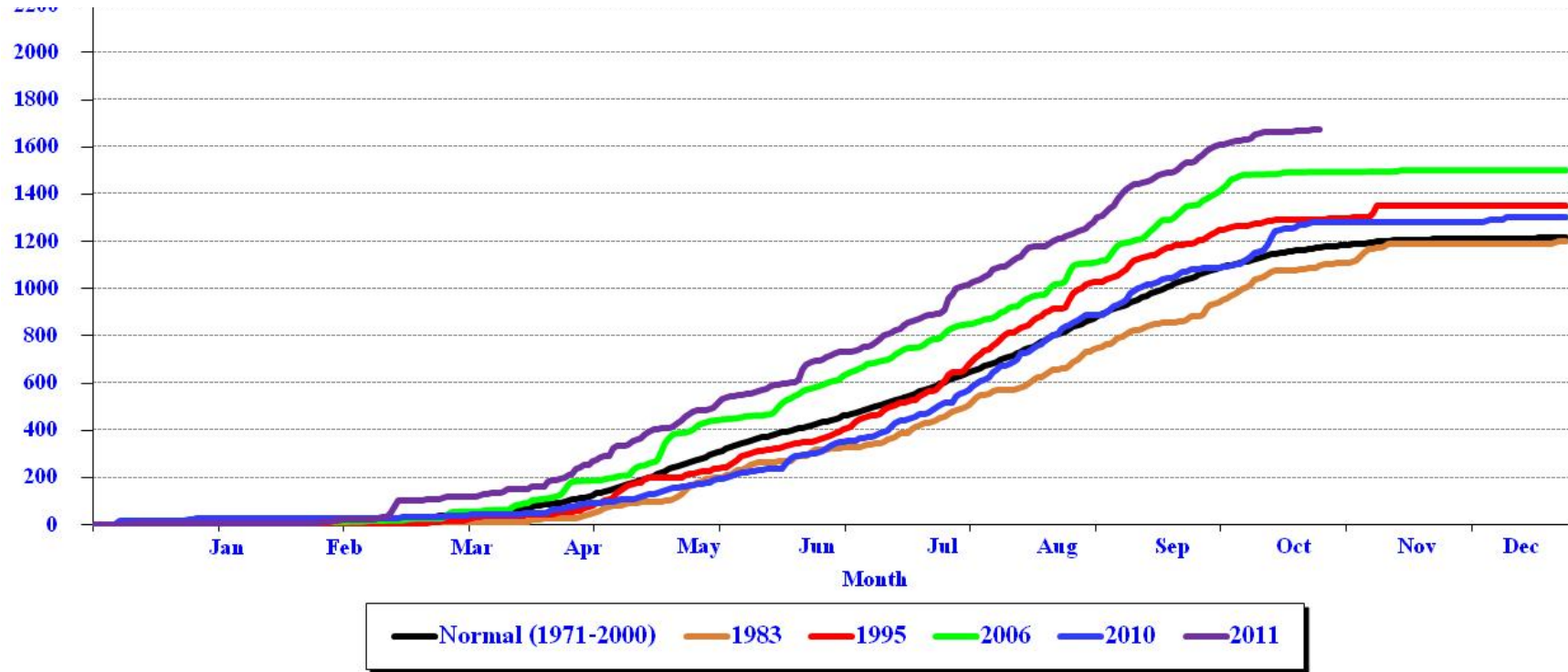
特に、最初の2つの台風が上流域に3日間で100mm前後の降水をもたらしており、流量の増加に大きく寄与した。



# タイ北部の積算雨量

11

1971～2000年の平均値(黒線)と洪水のあった1983年, 1995年, 2006年, 2010年, 2011年のタイ北部における1月1日からの領域平均積算雨量. 単位はmm.



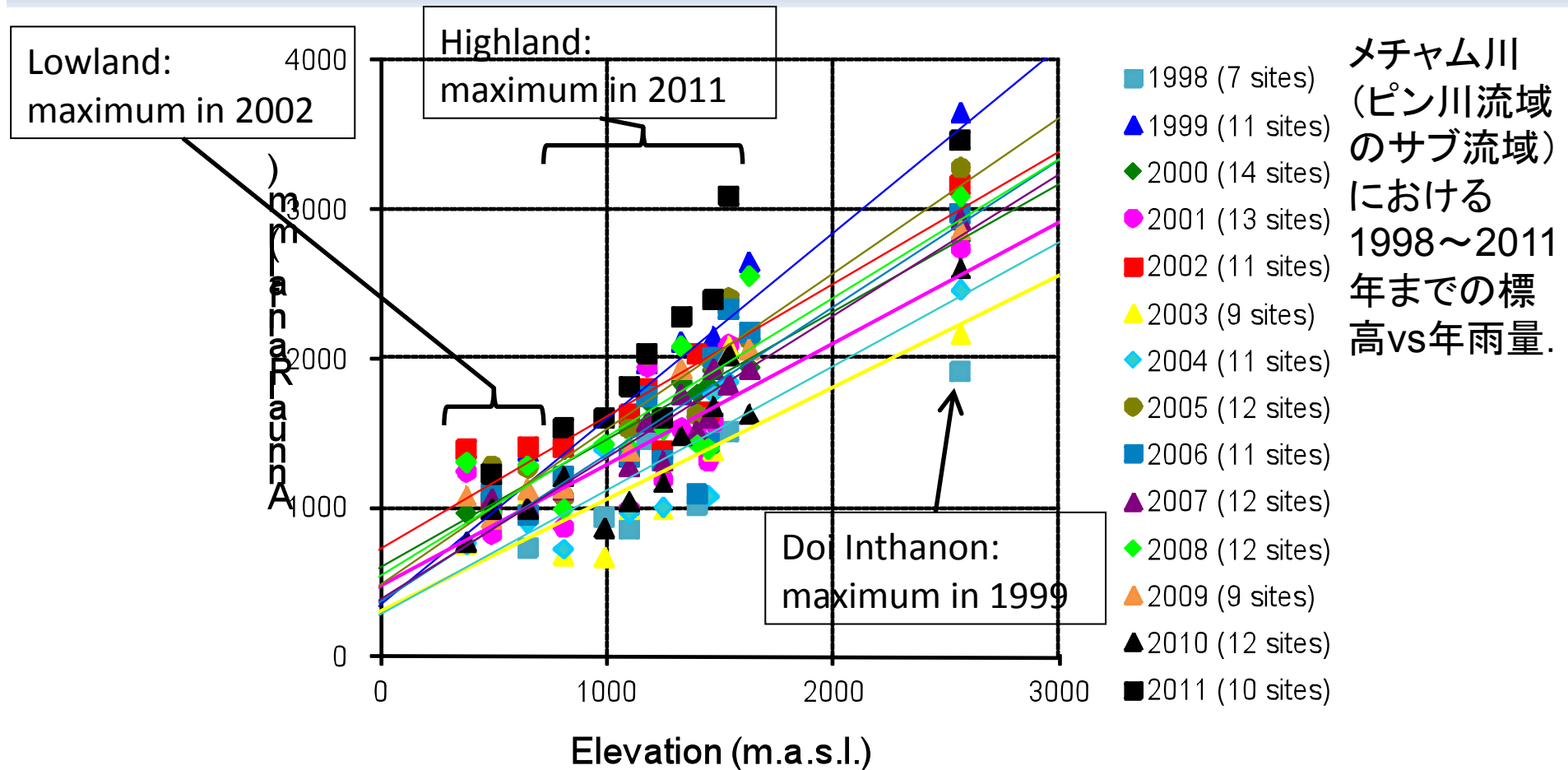
- 2011年は, 平年と比べ約4割多く, また3月上旬からまとまった雨がもたらされていた.
- 特にピン川(北部の一番西の流域)とナン川(北部の一番東の流域)で顕著であった.(図は割愛)



IMPAC-T project

# 山岳域ではどうだったか？

12

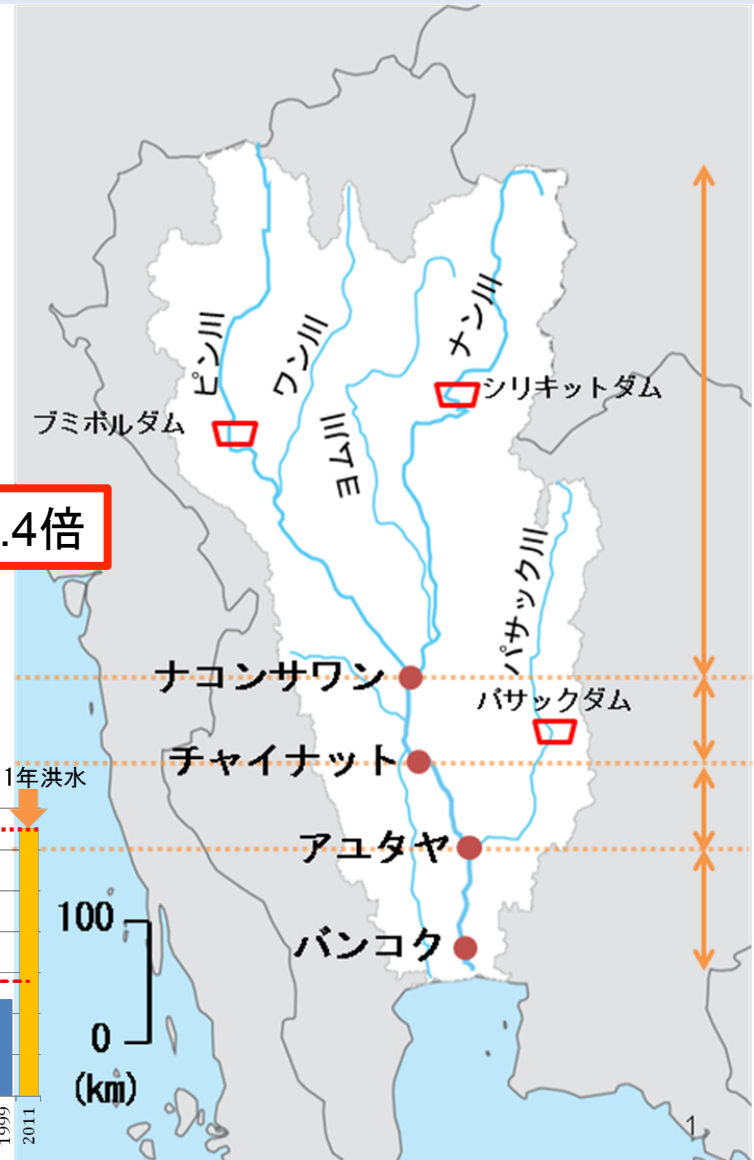
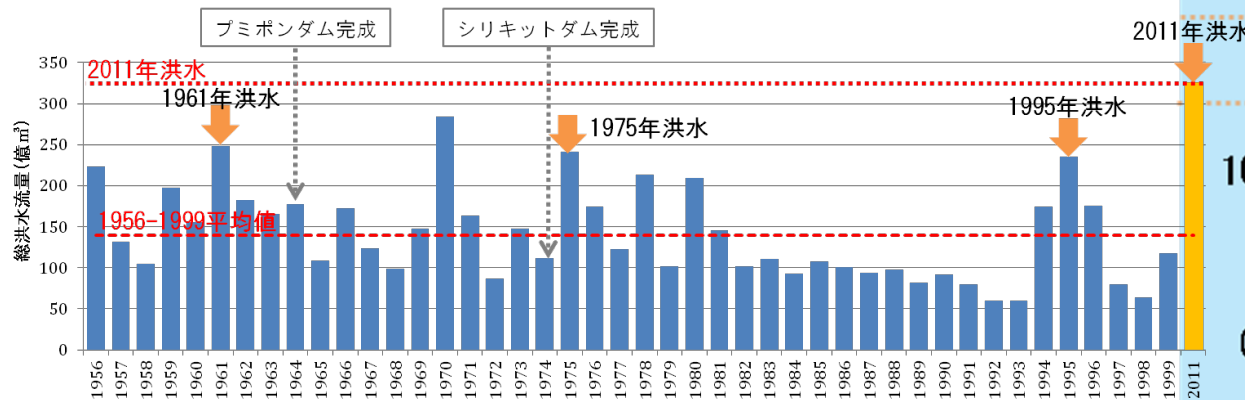


- 低地では、2011年は特に多くなかったが、標高1000m弱～1600m位ではこの観測網設置以来最も多い年となった。
- メチャム川流域もプレモンスーン期の降水量が多かった。(図省略)

# 2011年チャオプラヤ川の水文特性<sup>13</sup>

- 2011年は、1956～1999年の中でナコンサワンにおいて最も多い流量を記録した。
- 雨量が1.4倍なのに、なぜ流量がこれほど多いのか？ **Rain** **ET** **Runoff**

→ 平年  $100 - 70 = 30$   
 2011  $143 - 70 = 73$  約2.4倍



↑ 6～10月のナコンサワンにおける総流量(億m<sup>3</sup>)

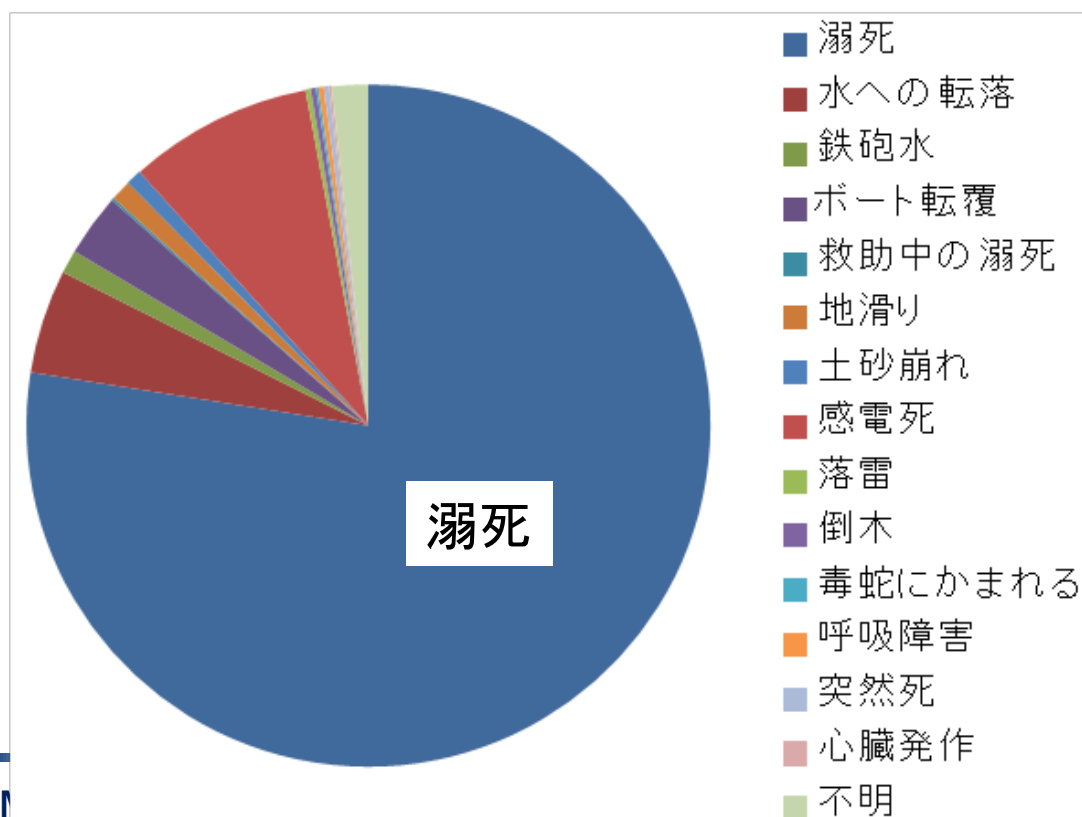


IMPAC-T project

# 人的被害

14

- 2011年12月25日現在，死者752人，行方不明3人
- 特に11月上旬にはバンコク都およびその周辺地域における浸水が深刻化したため、人口密度の高い地域における死者が急増
- 死亡要因ごとに見ると、約8割が溺死によるもので、残りの2割が感電、水への転落、ボートの転覆が占める。



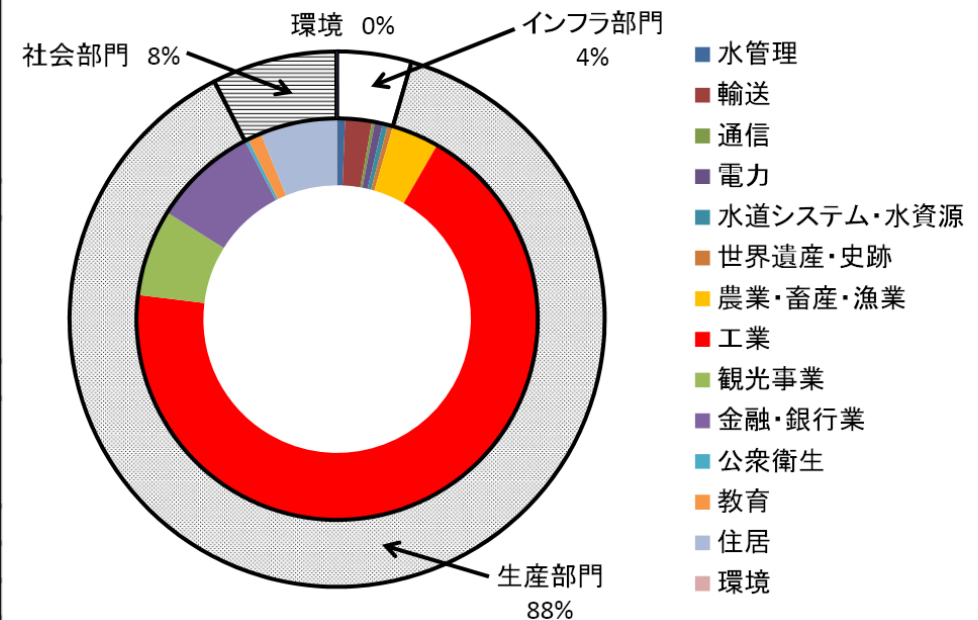
(タイ内務省調べ)

# 経済的損失

15

- 最も被害の大きかったのは生産部門で、全体の88%を占めている。
- その中でも特に工業関連は被害が大きく、およそ8割を占める。これは日系企業を含む多くの工業団地が被害を受けたことが大きな要因である。

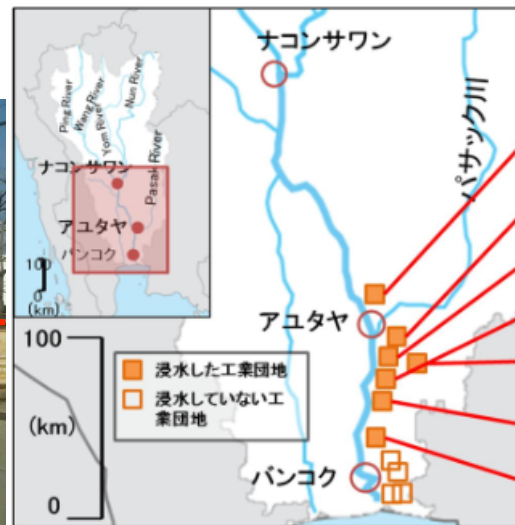
| 部門         | 直接被害    | 損失      | 計         |
|------------|---------|---------|-----------|
| インフラ部門     | 42,174  | 18,769  | 60,943    |
| 水管理        | 8,715   | -       | 8,715     |
| 輸送         | 22,878  | 6,263   | 29,141    |
| 通信         | 1,290   | 2,020   | 3,310     |
| 電力         | 3,191   | 5,321   | 8,512     |
| 水道システム・水資源 | 3,538   | 2,104   | 5,642     |
| 世界遺産・史跡    | 2,562   | 3,061   | 5,623     |
| 生産部門       | 536,857 | 656,001 | 1,192,858 |
| 農業・畜産・漁業   | 17,842  | 34,027  | 51,869    |
| 工業         | 513,881 | 417,025 | 930,906   |
| 観光事業       | 5,134   | 89,673  | 94,807    |
| 金融・銀行業     | -       | 115,276 | 115,276   |
| 社会部門       | 60,643  | 41,815  | 102,458   |
| 公衆衛生       | 1,684   | 2,128   | 3,812     |
| 教育         | 13,051  | 1,798   | 14,849    |
| 住居         | 45,908  | 37,889  | 83,797    |
| 全部門に関連     | 375     | 176     | 551       |
| 環境         | 375     | 176     | 551       |
| 合計         | 640,049 | 716,761 | 1,356,810 |



# 工業団地への浸水

16

- 浸水した7工業団地で804社中、日系工場は451社で、実に56%。
  - 2011年12月1日にロジャナ工業団地にて浸水痕跡を調査した際に撮影されたものであり、日系工場の塀の高さまで浸水していたことが分かった。最大浸水深は約1.7～2.0m。
- サプライチェーンの断絶による影響は日本のみならず国外へ拡大。



| 浸水日    | 工場名           | 浸水工場数<br>(日系工場数) | 排水完了日  |
|--------|---------------|------------------|--------|
| 10月4日  | サハ・ラタナナコン工業団地 | 42社(35社)         | 12月4日  |
| 10月9日  | ロジャナ工業団地      | 218社(147社)       | 11月28日 |
| 10月13日 | ハイテック工業団地     | 143社(100社)       | 11月25日 |
| 10月14日 | パンバイン工業団地     | 84社(30社)         | 11月17日 |
| 10月15日 | ファクトリーランド工業団地 | 93社(7社)          | 11月16日 |
| 10月17日 | ナワナコン工業団地     | 190社(104社)       | 12月8日  |
| 10月20日 | パンカディ工業団地     | 34(28社)          | 12月4日  |

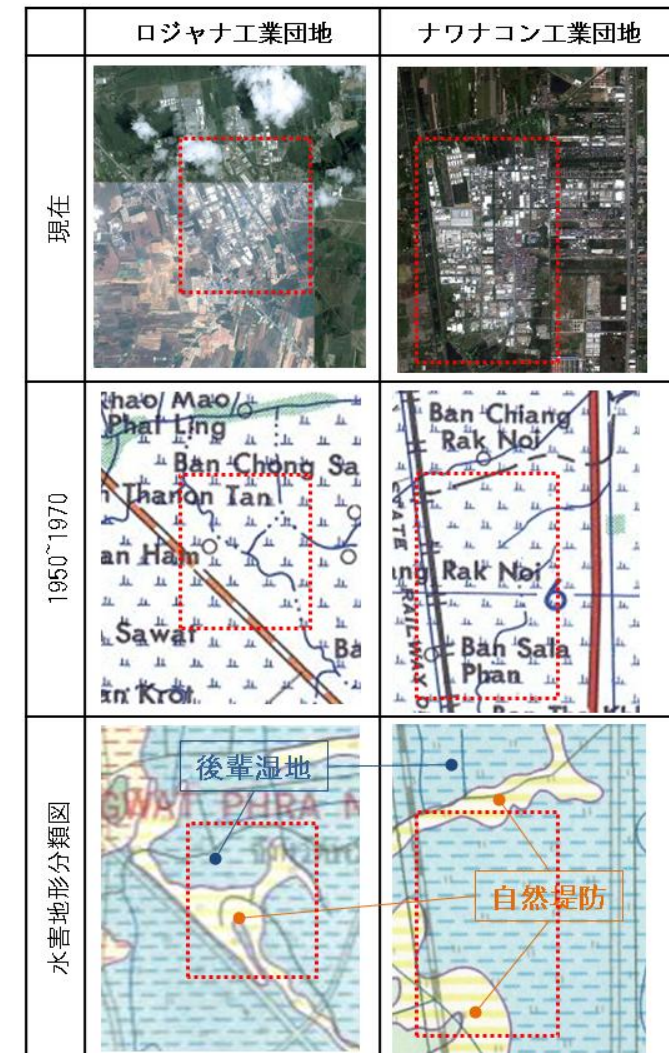


IMPAC-T project

# 工業団地の立地

17

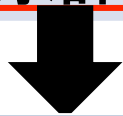
- これらの工業団地はすべてチャオプラヤ川左岸に位置していたが、いずれも後背湿地や潟といった元来氾濫を繰り返してきた場所に立地していることが、過去の地形図や水害地形分類図（たとえば春山(1994)）から読み取ることができた。
- 比較的安価な農地を工業団地に転地する動きは、タイの経済構造の変化を反映している（田中ら、2011）と指摘されているが、チャオプラヤ川本川左岸側は鉄道や主要国道といった交通網が発達しており、土地利用の移り変わりや工業団地の場所の選定など立地時の検証が、今後必要であろう。



ロジャナ工業団地及びナワナコン工業団地の土地利用の変化と水害地区分類。

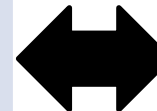
## 緊急対応プロジェクト; チャオプラヤ川の洪水対応

1. 緊急支援
2. 構築物の再生支援
3. 治水計画の改訂



## 治水計画の改訂

1. データセットのアップデート
2. 2011年の洪水規模の把握
3. 過去の洪水対応, 治水計画実施のアセスメント
4. 治水計画へ2011年の洪水時の気象場  
および気候変動の反映
5. 河川流域の開発計画の再考
6. 洪水シミュレーションの再調整
7. 治水計画・洪水対応の再調整



## IMPAC-Tプロジェクト

1. 水文気象観測のキャパシティディベロップメント
2. 水循環/資源モデルの開発
3. 水関連リスク指標の開発

**SATREPS** 地球のために、未来のために

**IMPAC-T**



Integrated study on Hydro-Meteorological Prediction and Adaptation to Climate Change in Thailand

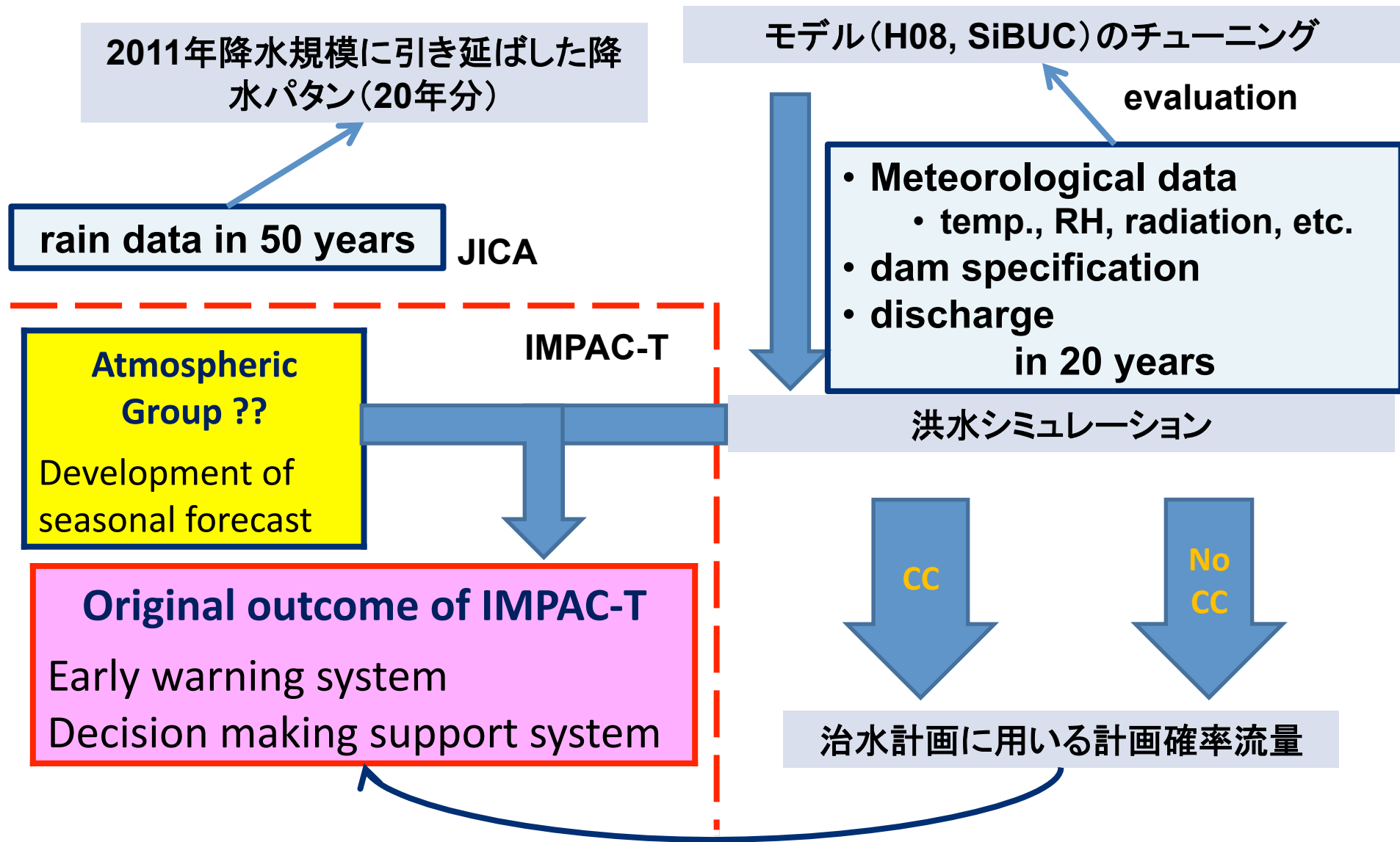


※IMPAC-Tとは、JICAとJSTによる地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)の支援を受けた、タイにおける水分野の適応策立案・実施支援システムの構築を目指したプロジェクト。



IMPAC-T project

# IMPAC-TプロジェクトとJICAとの協力 <sup>19</sup>



- 2011年降水は、雨季(5～10月)雨量が4割増し、さらに北部ではプレモンスーン期の降水が例年より早い時期より始まった。
- 台風活動がタイの降水に影響を与えた。特に6月下旬と7月末の2つの台風はチャオプラヤ川上流域に多雨をもたらした。
- ラニーニャとタイにおける降水の多寡との関連性は、今後の課題であるが、いずれにしてもラニーニャだから今回と同規模の降水がもたらされるか、といった量に関しては、未だ予測困難な課題であろう。
- 今回のタイ洪水における被害の一部を紹介した。特に被害の大きかった工業団地の立地条件の再検討や立地時の経緯について、今後の土地利用を考えるうえで重要であろう。





# 本研究のねらい



**気候変動** は人類の安全保障上の脅威であり、先進国、途上国を問わず多くの人々がさらに困窮することが懸念される。  
「政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書」より

**人間活動** は世界、特にアジア・アフリカにおける人口増大と経済成長に伴い、持続可能な開発を脅かす要因となっている。  
「水に関する有識者・実務者検討会報告書」より

気候変動を考慮した  
地球観測

検証・解析

人間活動も考慮した  
水循環・水資源モデル

現地政府・機関による  
気候変動の継続的監視  
および現状の把握

水循環情報  
統合システム

国際共同研究を通じた現地の  
研究基盤整備および課題  
対処能力の向上

観測とモデルを統合した水  
循環情報統合システムに  
よる国スケールでの実時  
間水災害リスクの評価

気候変動への適応策  
としての統合的水資源  
管理の実現

水分野の  
適応策  
立案・実施支援



# 本研究の研究体制(日タイ)

Integrated study on Hydro-Meteorological Prediction

タイ王立人工降雨局

アジア工科大学

タイ気象局

タイ王立森林局

タイ王立灌漑局

カセサート大学

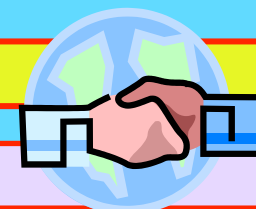
東京大学生産技術研究所

京都大学理学部

東京大学農学部

農業環境技術研究所

東北大学



京都大学防災研究所

国立環境研究所

気候変動を考慮した  
地球観測

水循環情報  
統合システム

人間活動も考慮した  
水循環・水資源モデル

## Benefit from implementation of this study<sup>24</sup> 本研究を推進することによるメリット

- ◆ Front line of Asian monsoon variability's monitoring / アジアモンスーン変動監視の最前線
- ◆ Establishment of the Integrated model for Hydrological Cycle and Water Environment Assessment for the high risk water-related disaster region/ 水災害多発域における人間活動を考慮した水循環・水資源モデルの構築
- ◆ Advantage of the Science and Technology of Japan by the Integrated model for Hydrological Cycle and Water Environment Assessment / 統合的水資源管理支援システム構築による日本の科学技術の世界に対するアドバンテージ獲得



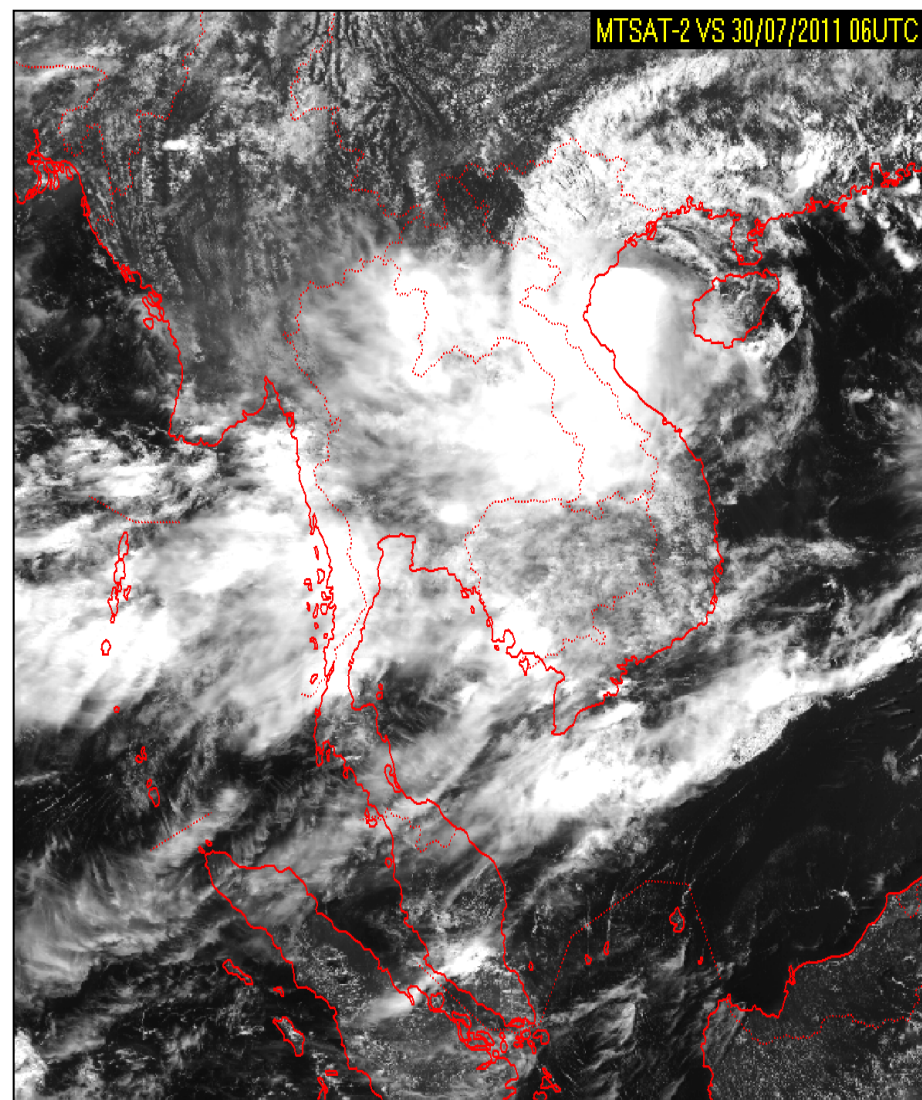
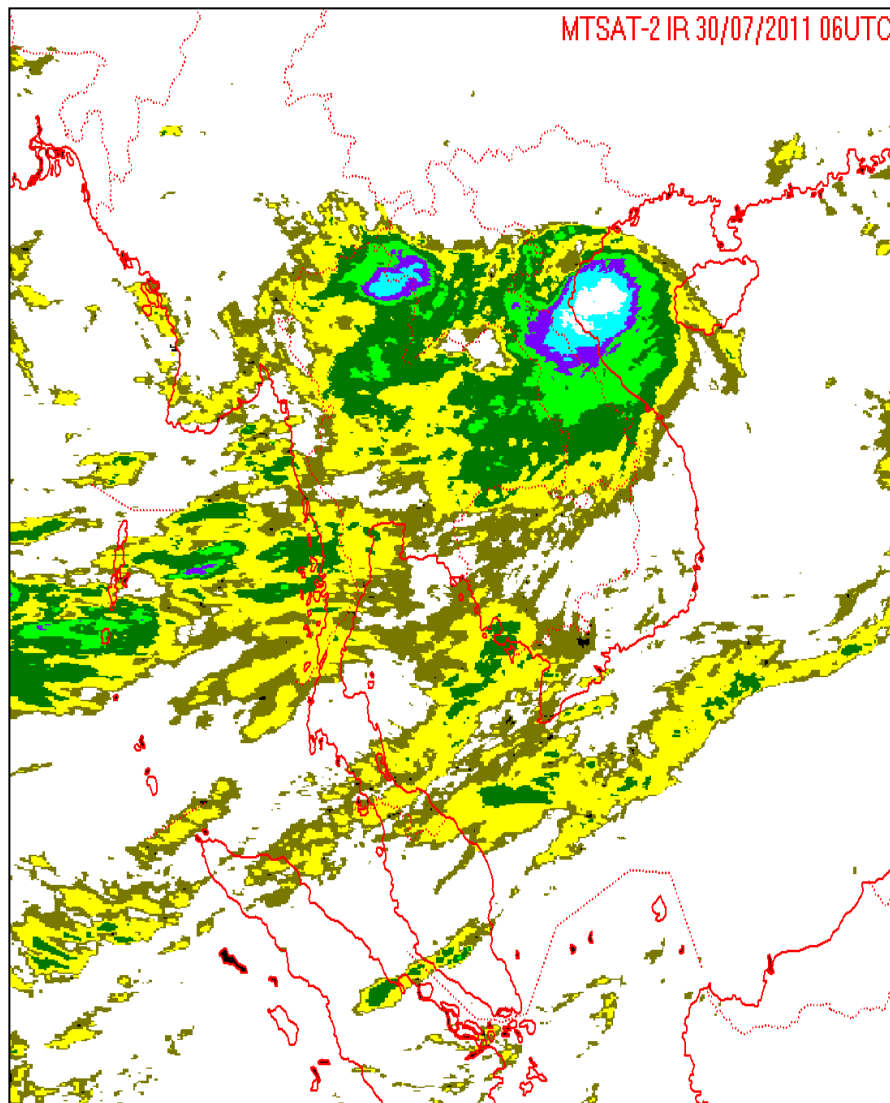
Japanese presence & influence by support of achievement for MDGs / MDGs到達支援による(尊敬される)日本の存在感、影響力

Diffusion of Japanese experience & knowhow, capable technology, and knowhow / 我が国が培ってきた経験・知識、優れた技術・ノウハウの伝播(途上国の人材育成、制度作り支援)

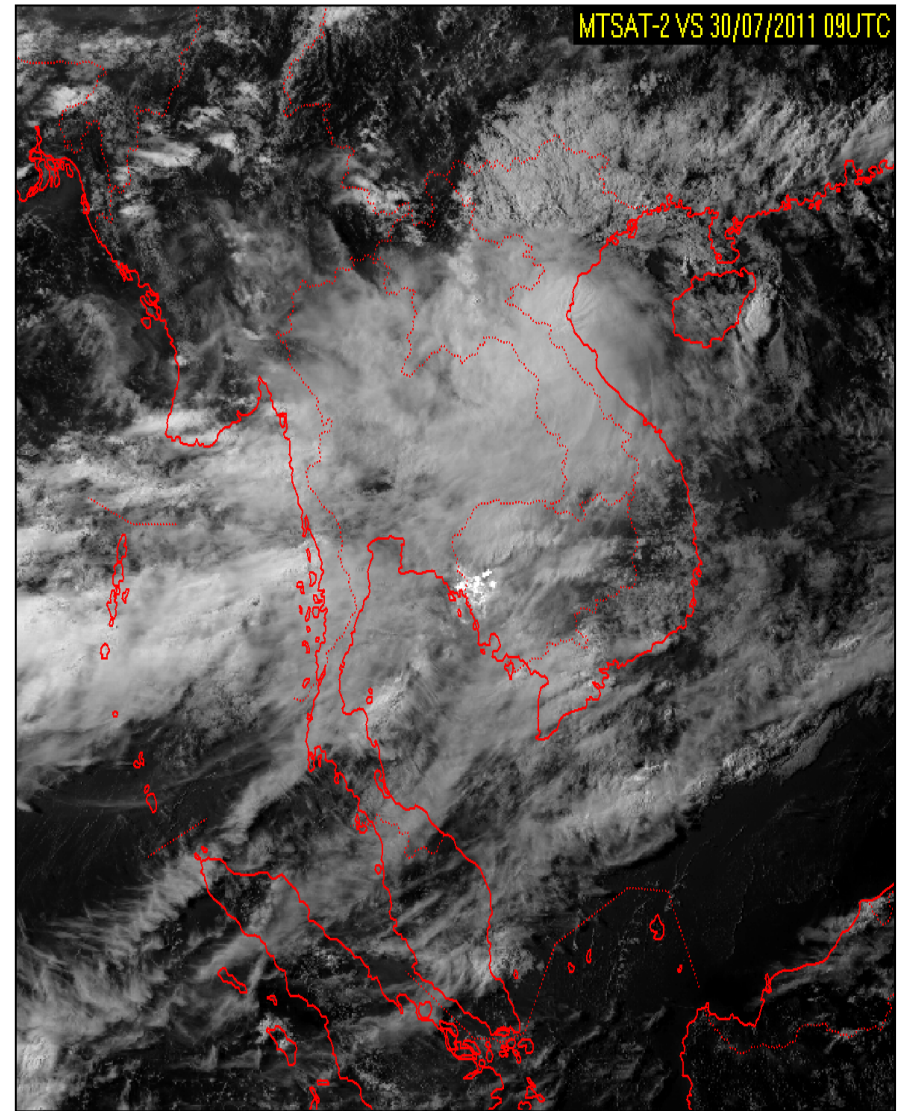
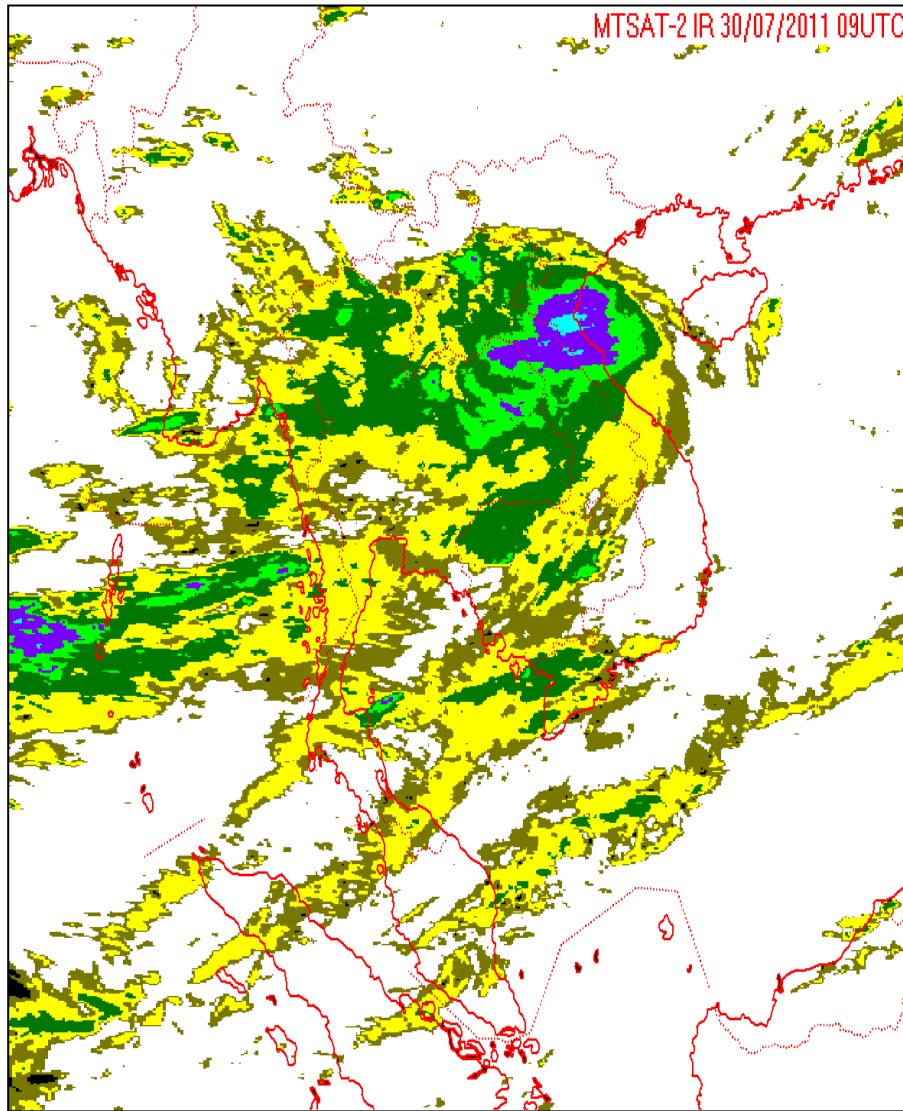


- ◆ Decision-making support system for the nationwide adaptation in water-related areas under climate change by government or organization / 現地政府・機関による気候変動に適応した国スケールでの水関連リスク軽減の政策立案支援
- ◆ Monitoring of climate change & perception about the present state of affairs by government or organization / 現地政府・機関による気候変動の継続的監視および現状の把握
- ◆ Development of research basement & Capacity development through the international collaboration research / 国際共同研究を通じた現地研究基盤整備 & 課題対処能力の向上

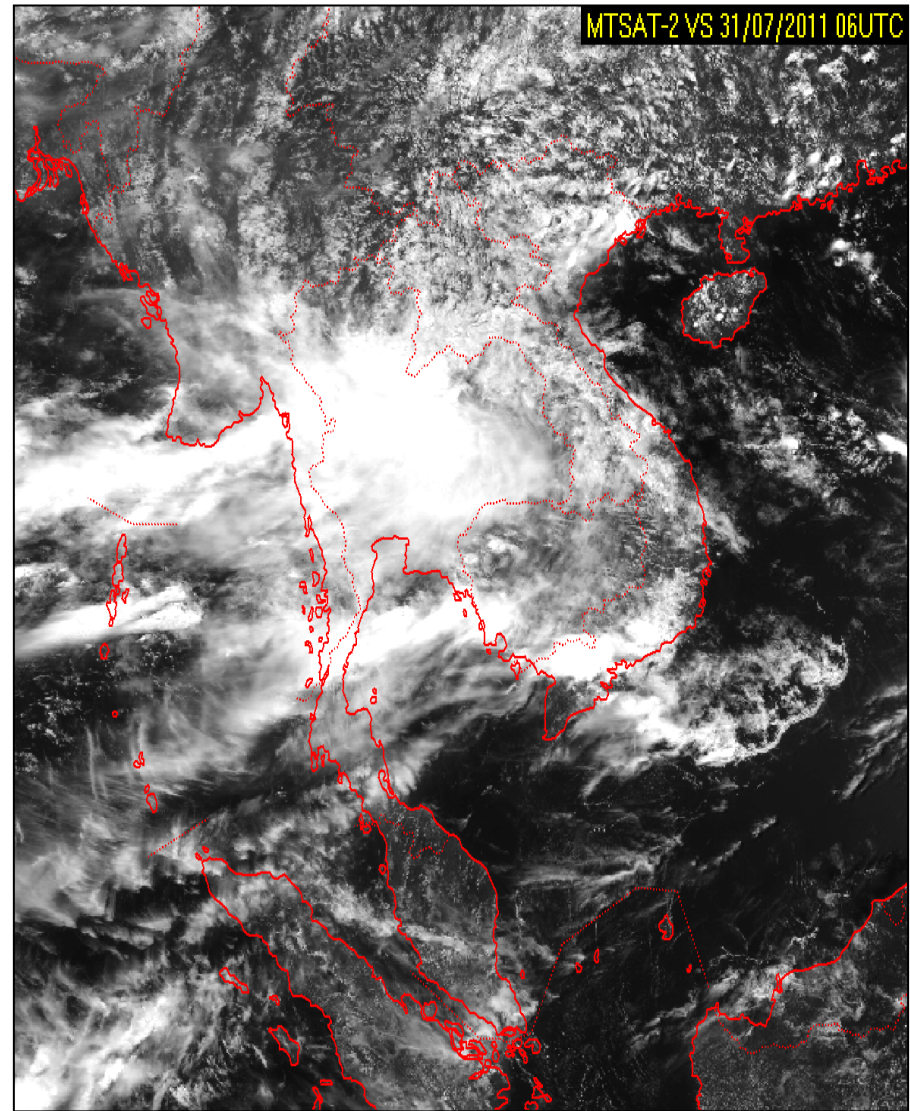
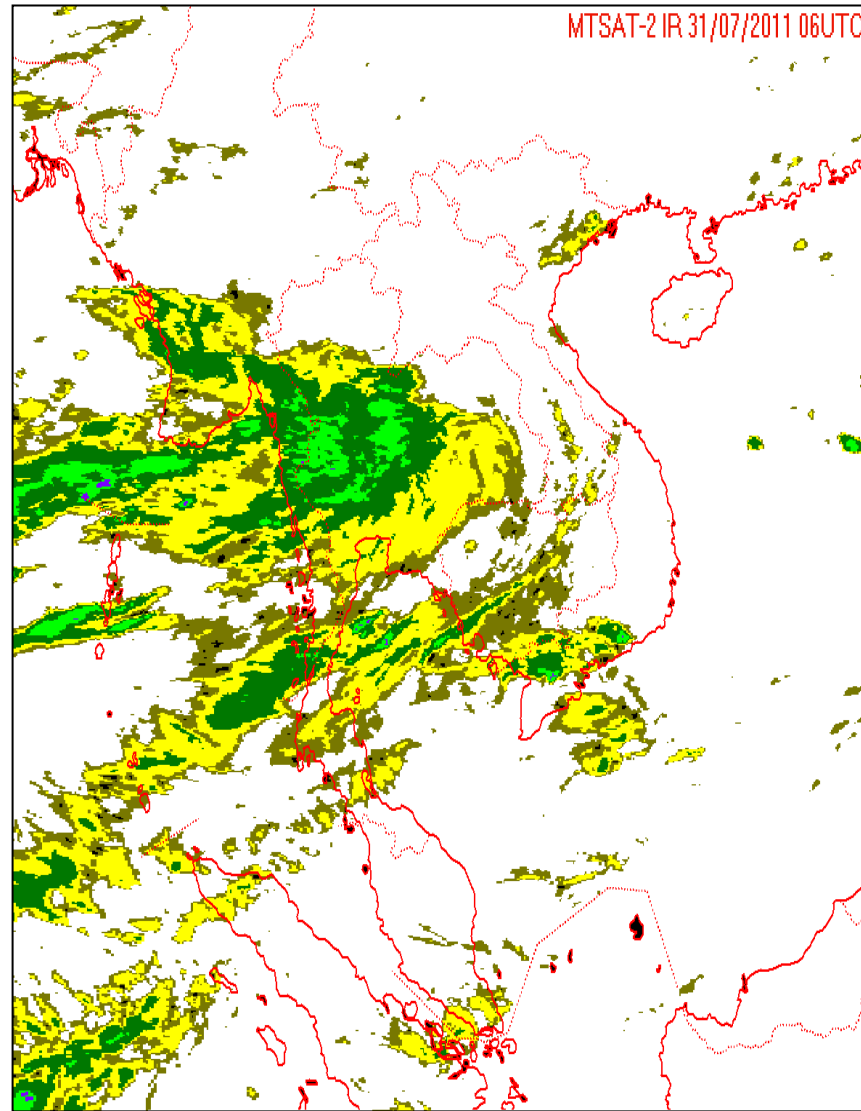
# Nock-ten in 2011

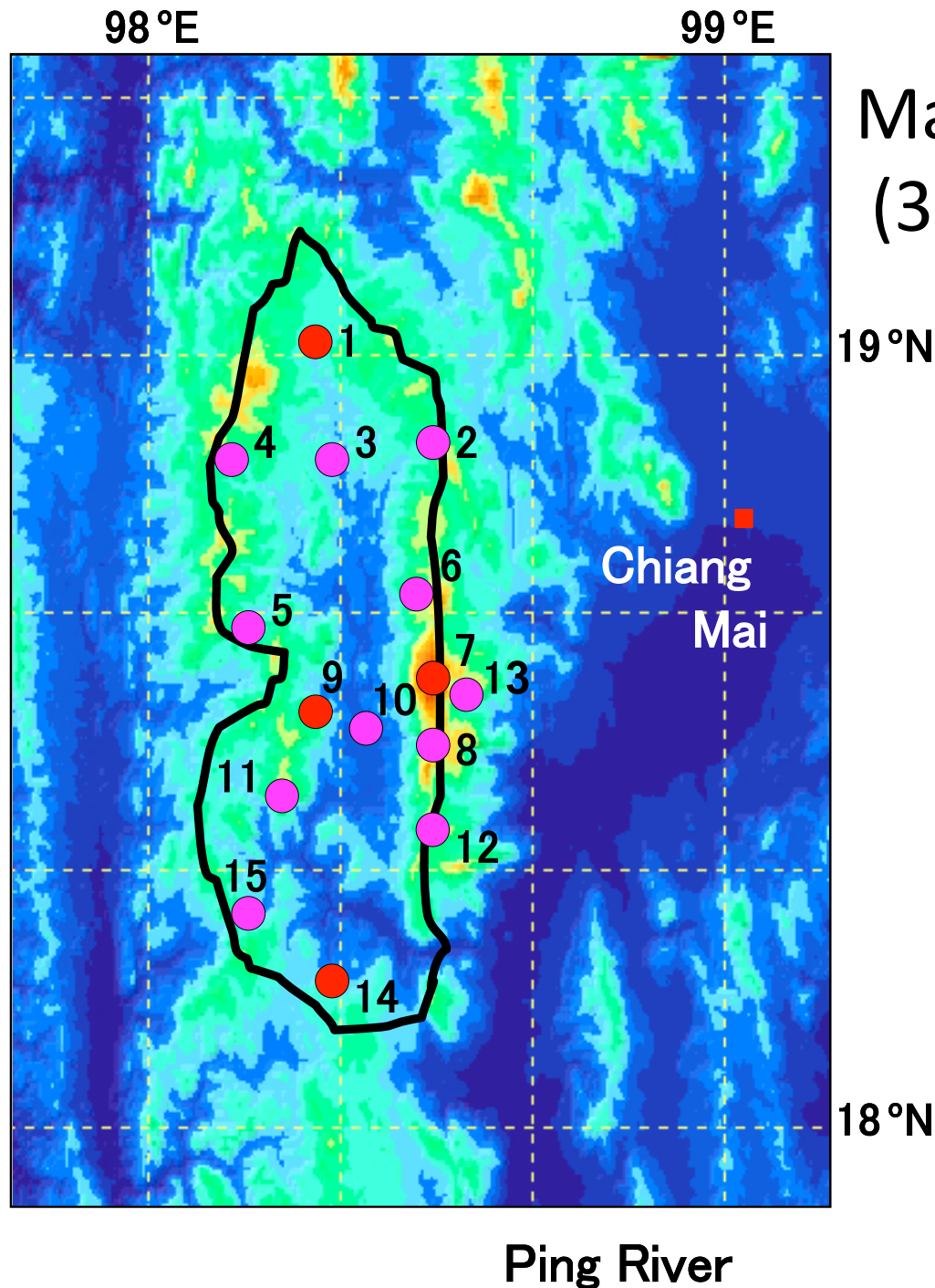


# Nock-ten in 2011



# Nock-ten in 2011





## Mae Chaem Watershed (3,853 km<sup>2</sup>) rain gauge network since 1997

- 4 telemetry stations by IMPAC-T (No. 1,7,9,14)
- 11 rain gauge stations by NPD and IMPAC-T
- Discharge station (P. 14 → P.14A)

# 2011 Rainfall at No.14 (Huay Bong)

