

宇宙利用促進調整委託費

事後評価

<p>研究開発課題名（研究機関名）：                  衛星データ利用のための人材育成プログラム                  （7）国際連携による衛星リモートセンシング人材育成                  （山口大学）</p> <p>研究機関及び予算額：平成 21 年度～平成 23 年度（3 年計画）37,435 千円</p>	
項目	要約
1. 研究開発の概要	<p>海外の大学と国際連携し、衛星リモートセンシングデータの解析、アーカイブ作成、地球環境問題、防災、植生、海洋などへの応用分野での共同教育を盛り込んだ、リモートセンシングに関する大学院博士前期課程レベルの教育プログラムを開発する。</p>
2. 総合評価	<p><b>A</b></p> <p>国際連携は今後の日本の将来に向けて欠かせない視点である。                  衛星データの利用を中心とした国際連携による大学院教育の研究開発で着実な人材育成の成果が上がっており、今後も継続した研究開発と実践により、宇宙関連の分野で活躍する人材の育成に大きな成果が期待できる研究となるものとする。また、宇宙データの活用を実践しており、その中で、学生と教員の双方が育成されているものと判断する。</p> <p>一方、これをより広範な活動に展開するまでには至っておらず、文部科学省や JAXA との連携を通して、他大学や他国との連携を深めていくべきである。人材育成はすぐに効果が出るものでないが、今後の継続で東南アジア地域での環境保全、防災への取り組みにつながる人材育成を期待したい。</p> <p>S) 優れた成果を挙げ、宇宙利用の促進に著しく貢献した。  <b>A) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献した。</b>                  B) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。                  C) 一部の成果を挙げているが、宇宙利用の明確な促進につながっていない。                  D) 成果はほとんど得られていない。</p>
3. その他	<p>【研究開発成果について】                  東南アジア地域の環境・防災などに寄与する研究につながっており、国際貢献の面で宇宙利用促進に寄与する効果があったと考える。</p> <p>【その他特記事項について】                  インドネシア政府との連携などが検討されており、具体性は欠けるが継続性が期待できる。</p>

宇宙利用促進調整委託費 事後評価 調査票

1. 研究開発課題名 国際連携による衛星リモートセンシング人材育成		
2. 該当プログラム名 衛星データ利用のための人材育成プログラム		
3. 研究開発の実施者 機関名：山口大学 代表者氏名：田中 佐 担当事業：		
4. 研究開発予算及び研究者数		
	研究開発予算	研究・技術者
平成21年度	9,000 千円	23人/年
平成22年度	14,000 千円	25人/年
平成23年度	14,435 千円	30人/年
5. 研究開発の背景、目的・目標		
5.1 背景：衛星リモートセンシングによる地球観測は1970年代の可視近赤外高分解能衛星(LANDSAT, SPOT, MOS-1等)の利用に始まり、その後1990年代中期から米国、欧州、カナダ、日本他が協力し全地球の観測を促進するために“Mission to Planet Earth”というミッションのもとに様々な地球観測衛星が打ち上げられた。そうして得られたデータは10年以上の大気、海洋、地表の環境変化に関する継続的なデータであり、インターネットにより公開されている。しかし残念なことにその利用は限定的である。その理由はそれらのデータは元々地球環境に関する研究のためのものであり、一部の研究者以外は活用しにくいといった事情にある。		
5.2 目的・目標：世界の宇宙機関から公開されている10年以上にわたる各種の衛星リモートセンシングデータを、大学院生の教育・研究において熱帯地域の環境・防災の研究に活用することを通じて、その知識と利用技術を持った人材を育成し、これによって宇宙開発の意義を理解し、活用できる人材の拡大を図ることを目的とした。山口大学とウダヤナ大学(インドネシア共和国バリ州)共同大学院修士課程を設け、衛星リモートセンシングに関する教育・研究体制を確立することを目標とした。		
6. 研究開発の実施内容		
6.1 共同教育・研究プロジェクトの確立：本委託事業の基礎となる下記6.2の共同授業を円滑に進めるために、山口大学大学院理工学研究科はウダヤナ大学大学院環境研究コース(インドネシアバリ州)と授業・研究指導を共同で行うために大学間協定を締結した。そしてウダヤナ大学に山口大学オフィスを設け、山口大学から教員を長期派遣している。インドネシアを含む熱帯域の環境・防災を主な教育・研究対象にした。ダブルディグリー制度を確立し、共同授業の受講者の中からウダヤナ大学修士課程学生3名がインドネシア政府の奨学金を得て山口大学で修士コースに在学している。		
6.2 共同授業：インターネット経由遠隔授業システムにより山口大学宇部キャンパス、ウダヤナ大学スーデルマンキャンパス同時開講の10授業を共同授業とし、2年間通算600時間の授業を、東京大学、千葉大学、北海道大学、東海大学、海洋科学技術センター、宇宙航空研究開発機構からの協力を得て、延べ48名の教員により実施した。また一部の授業は山口大学東京オフィスからも行った。		
6.3 大学院生研究指導：2012年3月山口大学修士課程修了者で衛星リモートセンシングを修士論文テーマとするものは以下のとおりである。 (1) 全球降水マップ(GSMaP)プロダクトによる降雨データの精度検証(環境共生系専攻)		

- (2) 熱帯降雨観測衛星 TRMM の PR センサによる観測雨量の精度検証 (環境共生系専攻)
- (3) 合成開口レーダを用いた火砕流箇所抽出及びマッピング (環境共生系専攻)
- (4) ALOS 画像を用いたメラピ火山噴火における被災領域の抽出 (環境共生系専攻)
- (5) 人工衛星 GOSAT を用いた大気温度の高度分布推定 (機械工学専攻)
- (6) GOSAT 搭載フーリエ分光計データによる大気温度分布の推定 (機械工学専攻)
- (7) 二波長のアクティブセンサを用いた降雨の粒径分布推定 (機械工学専攻)

これら 7 名の修了生は国内学会で研究発表を行い、修士論文審査を合格した。

他方ウダヤナ大学の修士 2 年生は本年 7 月から 8 月に掛けて修士論文審査が行われるがその修士論文テーマ(案)は以下のとおりである。

- (a) Monitoring of Merapi Deformation using SAR Technology
- (b) The Study of Land Subsidence in Semarang
- (c) Life Cycle of Sadieneral Remuru (Sardine)
- (d) Habitat of Big Eye Tuna in Indian Ocean using Remote-Sensing Data
- (e) Benthic Object Identification using High Spectral Imaginary in Shallow Coral Reef
- (f) Study of Upwelling in the south shore of Jawa Island
- (g) Study of Migration of Sea Turtle Using Remote-Sensing Data
- (h) Indonesia Rainfall Diurnal Cycle using satellite data and their relation with ENSO
- (i) Flood Assessment in Indonesia based on Rainfall data from GSMaP  
Remote-Sensing Application to Estimate Groundwater Discharge in Denpasar

6.4 海洋データセットの解析：山口大学博士課程後期の大学院生とウダヤナ大学大学院における研究者によりインドネシアにおける過去 10 年の海面水温 (TRMM/TMI), 降雨 (TRMM/PR), 東西風 (QSCAT), 海洋クロロフィル濃度 (MODIS/AQUA), 海面高度 (TOPEX-POSEIDON) のデータからインドネシア海洋の全般的な特性を明らかにした。それによるとインドネシアの海域の海面水温, 降雨, 東西風は南北・季節変動が顕著であり, 緯度が高くなる毎にその変動が増加し, 北半球と南半球では変化の位相が 6 月ずれていることが明らかになった。これはインドネシア海域がハドレー循環にアジア・オーストラリアモンスーンが重畳していることを示している。この特質からインドネシア海域を 5 海域に分割し海面水温の季節変動を 10 年に渡って解析したところ, インド洋 (ジャワ島南部) のみ 2006 年から 2007 年にかけてエルニーニョのシグナルを示していた。その他の海域で 1997~98 年の過去最大のエルニーニョ以降そのシグナルは検出できなかった。

またこれに関係してインドネシアの降雨の衛星データ (TRMM/PR) と地上降雨計との比較を行い, 衛星データは地上データが記録する瞬間的な高強度降雨を見逃す傾向があることが明らかになった。

その他 SAR データによる海洋からの炭酸ガスの吸収に関する知見が得られた。

6.5 植生回復プロジェクト：山口大学が有する菌根散布技術を用いた「バリ島バトール火山の噴火跡地に適用する植生回復プロジェクト」を両大学で実施し, またインドネシア森林省林業研究所ともプロジェクト化の検討を行っている。その植生回復のプロセスを衛星リモートセンシングを用いてモニターし, その手法を他の地域での植生回復過程の解析に用いる基礎データを得る。

## 7. 研究開発成果

【1】宇宙利用の促進への寄与（本研究開発事業がどれだけ宇宙利用の促進に寄与したのか）。これまでの2年4月にわたる本業務で衛星リモートセンシング人材育成が成就されたかは、大学院の教育・研究を中心とする業務の性格から今早急に結論が出せるわけでないが、人材育成に結びつく成果を以下に記述する。

7.1 ウダヤナ大学大学院環境コース（衛星リモートセンシング専修）修士課程と山口大学大学院理工学研究科博士課程前期衛星リモートセンシングによる環境・防災に関する10の共同授業を恒常的に実施する国際連携教育体制が確立できた。

7.2 山口大学大学院修了生(2012年3月)とウダヤナ大学大学院生(2012年7月修了予定)による修士論文にあるように衛星リモートセンシングを用いた環境・防災の研究は両大学では確実に進展したと考える。

7.3 インドネシア海洋データに関する研究成果が国際的学術雑誌に掲載され、ウダヤナ大学の衛星リモートセンシングの研究能力が向上したと考えられる。その結果科学的に意義のあるインドネシア海洋データが出来、今後海面水温、降雨、東西風の緯度ごとの月変動と独自のエルニーニョインデックスをインターネット上で公開していく予定である。

7.4 衛星リモートセンシングを用いた環境・防災の研究として、新たに植生回復プロジェクトの検討を両大学に加えインドネシア林業省林業研究所等と開始した。

### 本委託事業終了後の継続性

7.5 共同教育・研究プロジェクトの継続：人材育成は長期の課題であり、継続することがもっとも大切である。育成された人材により衛星リモートセンシング技術の活用が図られるその裾野が広がると考えられる。インドネシアではわが国に比べ環境保全、防災の取り組みが遅れているがこうした分野に衛星リモートセンシングデータの利用が促進される。

7.6 国際連携：過去2年間ウダヤナ大学に滞在していると、わが国以外にフランス、ヨーロッパ共同体、オーストラリア、中国から環境に関する研究協力を打診された。国際的に開かれた研究協力を志向すべきと思われる。

【2】その他成果（もしあれば、参考のためお伺いします）

## 7. 研究開発成果の発表状況

### (1) 研究開発成果の製品化の状況

特になし

### (2) 研究発表件数

査読付き論文：3 件

ア. 著者氏名：I KETUT SWARDIKA, TASUKU TANAKA, HARUMA ISHIDA

論文題目：Study on the characteristics of the Indonesian seas using satellite remote sensing data for 1998 2007

学術雑誌名：International Journal of Remote Sensing

巻、号、頁：Forthcoming issue (2012, Vol:33, Issue:8, pp.2378-2394)

イ. 著者氏名：A.R. AS-SYAKUR, T. TANAKA, R. PRASETIA, I.K. SWARDIKA, I.W. KASA

論文題目：Comparison of TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA)

products and daily-monthly gauge data over Bali

学術雑誌名：International Journal of Remote Sensing

巻、号、頁：Forthcoming issue (2011,Vol:32,Issue:24, pp8969-6982)

ウ．著者氏名:N. W. Ekayanti, T. TANAKA, A.R. AS-SYAKUR, I.W. KASA, T. Osawa

論文題目：Application of ALOS/PALSAR to estimate carbon dioxide transfer velocities compared with satellite wind speed data 2007-2008

学術雑誌名：International Journal of Remote Sensing

巻、号、頁：Forthcoming issue (2011,Vol:32,Issue:24, pp9789-9800)

査読無し論文等：2 件

口頭発表：8件（国内：7 件、国際：1 件）

(3)知的財産権等出願件数(出願中含む)  
特になし

(4)受賞等  
特になし

#### 8．今後の展望と課題

インターネットで公開されている多種多量の衛星リモートセンシングデータを使いこなすことに汲々としている現状から新たな衛星観測の要望はない。データを解析していくと科学的、技術的な未解明な問題に遭遇する。例えば衛星観測と地上観測との間の所謂サンプル誤差、熱赤外域での大気温垂直分布の逆問題の解法などである。こうした課題にも目を向けることは人材育成とならんで今後重要になると考える。

#### 9．その他特記事項

共同授業を通じて両大学の長所，短所が明らかになった。ウダヤナ大学の大学院生は数学に弱く，英語に強い。他方で山口大学の学生は数学に強く，英語に弱い。このためウダヤナ大学の教官の授業は英語でのレポートがあるため山口大学の大学院生はほとんど履修しない。衛星リモートセンシングの理解には数学が不可欠であり，このためウダヤナ大学院生に対し特別な配慮が必要であった。山口大学大学院生のこの特質はほぼわが国の理料系大学院生に当てはまると思われる。

過去2年間，4名の山口大学大学院生が山口大学とインドネシア政府の奨学金により2月間研究交流でウダヤナ大学に滞在した。当初はほとんど英語を話せなかったが，帰国する時点では英語でコミュニケーションできるようになった。何より当人達は自信を得たようである。大学院生を半ば強制的に海外に派遣することは今後のわが国の国際化に必要な方策と思われる。

# 採択課題名：国際連携による衛星リモートセンシング人材育成

## 1. 研究開発の背景、目的・目標

・衛星リモートセンシングデータがインターネットにより宇宙機関から公開されているが、その利用は限定的である。そこで、  
 ・大学間国際連携により衛星リモートセンシングに関する教育・研究体制を確立し、人材育成を図る。

## 2. 研究開発の実施内容

共同教育・研究体制の確立：山口大学大学院理工学研究科とウダヤナ大学大学院環境研究 間で共同授業・研究指導を行うために大学間協定を締結。

共同授業の実施：インターネットを経由した両大学間の遠隔同時授業システムを構築し、衛星リモートセンシングの基礎と応用に関する講義を実施。

研究指導：衛星リモートセンシングを用いた環境・防災に関する研究の実施。

海洋データセットの構築：過去10年の海面水温、降雨、東西風のデータからインドネシア 海洋の全般的特性の解明  
 植生回復とそのモニタリングプロジェクトの立ち上げ：菌根菌散布技術を火山噴火跡地に適用する植生回復およびそのモニタリングプロジェクトを開始。

## 3. 研究開発成果

共同授業の実施：10科目を開講、2年間で通算600時間の授業を48名の教員により実施した(写真1)。

研究指導：GOSAT/TANSOによる大気変動推定、RMM/PRの降雨データ評価、洪水域の解析、ALOSによる火山活動の解析(図1)、津波浸水域の解析(図2)、海面水温データからの漁獲量評価、コーラルリーフの白化分布解析、等を実施。

海洋データセットの構築：TRIMM/TMI(海面温度)、TRIMM/PR(降雨)、NSCAT(東西風)のデータからインドネシア 海洋環境の広域にわたる季節変動状態を明らかにした(図3)。

## 4. 今後の宇宙利用促進に向けた展望と課題

共同教育・研究プロジェクトの継続：人材育成は長期にわたって継続することが最も大切である。これにより衛星リモートセンシング技術の活用が図られ、本事業の目的が達成される。

環境・防災への取組：インドネシアはじめアジアはわが国に比べ環境保全、防災の取り組みが遅れているが、こうした分野に衛星リモートセンシングデータの利用が促進される。

国際連携：本事業実施中、フランス、ヨーロッパ共同体、オーストリア、中国から環境に関する協力を打診された。今後はアジアをはじめ国際的に開かれた研究協力を志向すべきと思われる。



写真1 共同授業風景

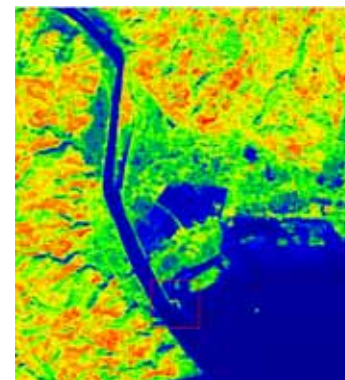
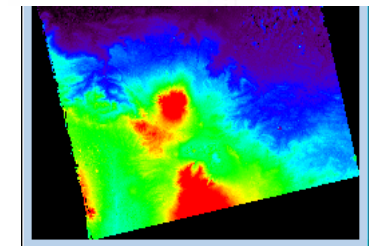
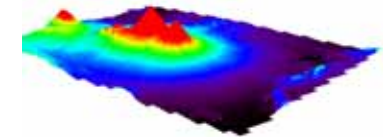


図2: 東日本大震災による津波浸水域の解析(陸前高田市)



右: 図1: バトゥール火山の標高解析

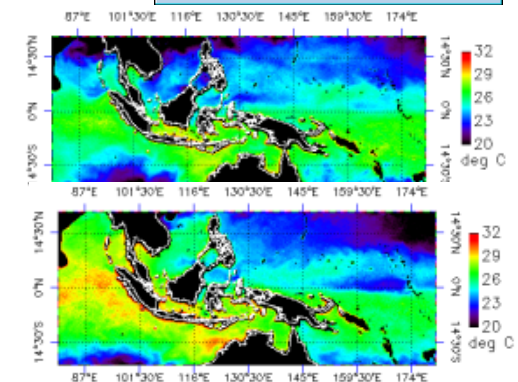


図3: インドネシア海域の海面温度分布

## 共通授業(ウダヤナ大学)

## 共通授業2011年10月

Oct.	2011				
	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
3					
		15:10 L5-13 Asai	15:10 L10-1 Arthana	15:10 L1-8 Tanaka	
		16:40 YU	16:40 UNUD	16:40 Unud	
		16:45 L2-1 Miike+Osa	16:45 L2-2 Miike+Osa	16:45 L4-1 Yamamoto	16:45 L1-9 Tanaka
		18:15 YU	18:15 YU	18:15 YU	18:15 Unud
10		11 Hindu	12	13	14
				15:10 L1-10 Tanaka	
				16:40 Unud	
			16:45 L2-3 Miike+Osa	16:45 L4-2 Yamamoto	16:45 L1-11 Tanaka
			18:15 YU	18:15 YU	18:15 Unud
17		18	19	20	21
			15:10 L10-2 Yamamoto	15:10 L1-12 Tanaka	
			16:40 YU	16:40 Unud	
		16:45 L2-4 Miike+Osa	16:45 L2-5 Miike+Osa	16:45 L4-3 Yamamoto	16:45 L1-13 Tanaka
		18:15 YU	18:15 YU	18:15 YU	18:15 Unud
24		25	26	27	28
		15:10 L5-15 Asai	15:10 L10-4 Arthana	15:10 L1-14 Tanaka	
		16:40 YU	16:40 UNUD	16:40 Unud	
	16:45 L5-14 Asai	16:45 L2-6 Miike+Osa	16:45 L2-7 Miike+Osa	16:45 L4-4 Yamamoto	16:45 L1-15 Tanaka
	18:15 YU	18:15 YU	18:15 YU	18:15 YU	18:15 Unud
31					

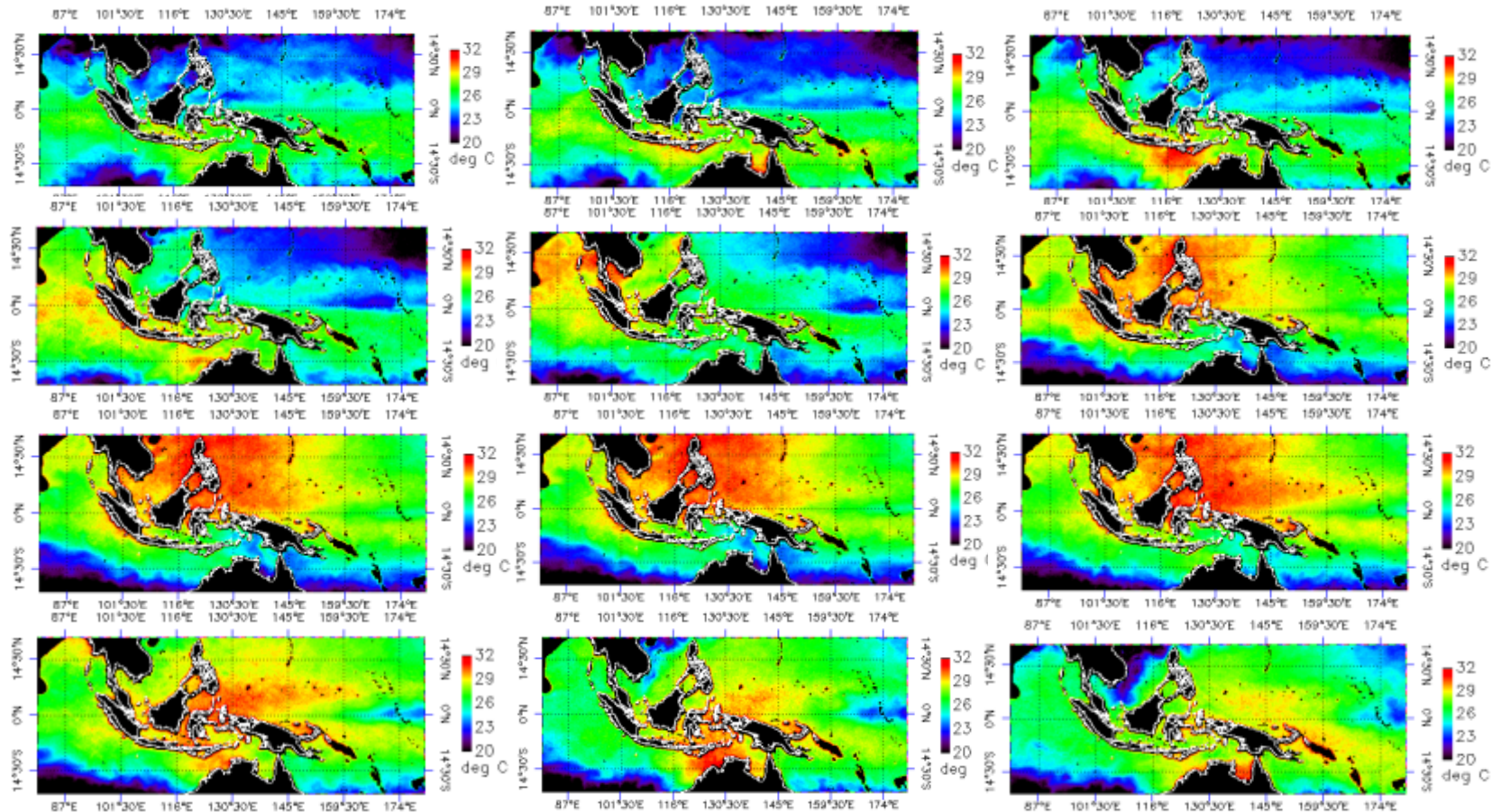
Japan Holiday  
 Hindu and moslem holiday



## 共通授業(山口大学)



## 14.1 海面水温分布 インドネシア 1998年 (TRMM/TMI)



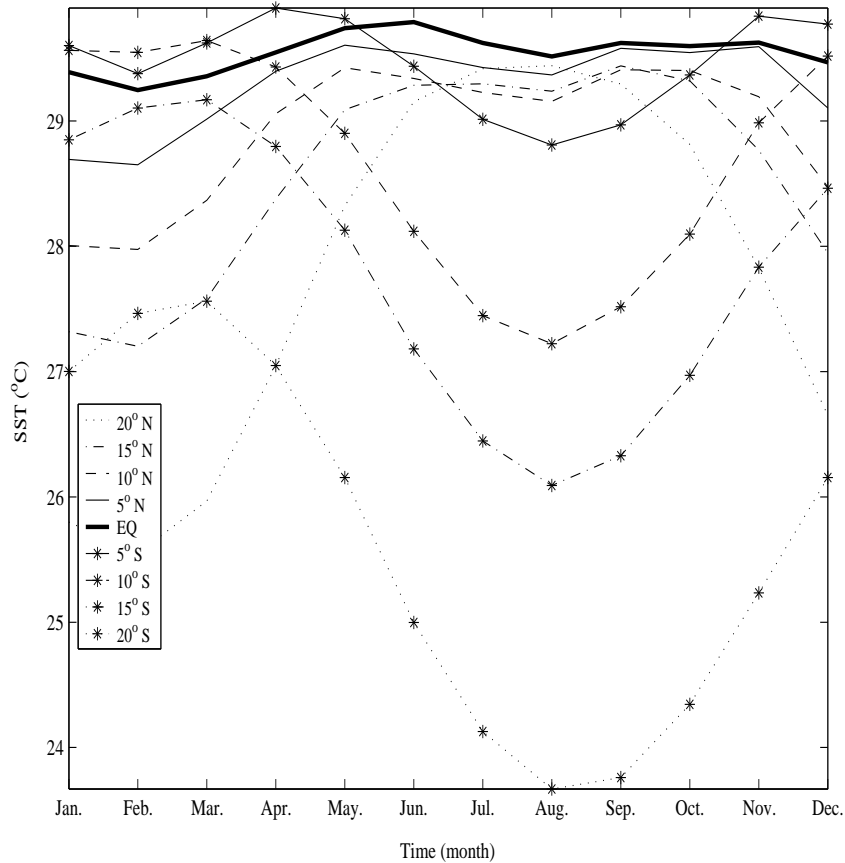
TRMM/TMI: Tropical Rainfall Measuring Mission/TRMM Microwave Instrument  
熱帯降雨衛星/TRMMマイクロ波計測系

出展: I KETUT SWARDIKA, TASUKU TANAKA, HARUMA ISHIDA, "Study on the characteristics of the Indonesian seas using satellite remote sensing data for 1998–2007" [International Journal of Remote Sensing], 2012, Vol:33, Issue:8, pp.2378-2394]

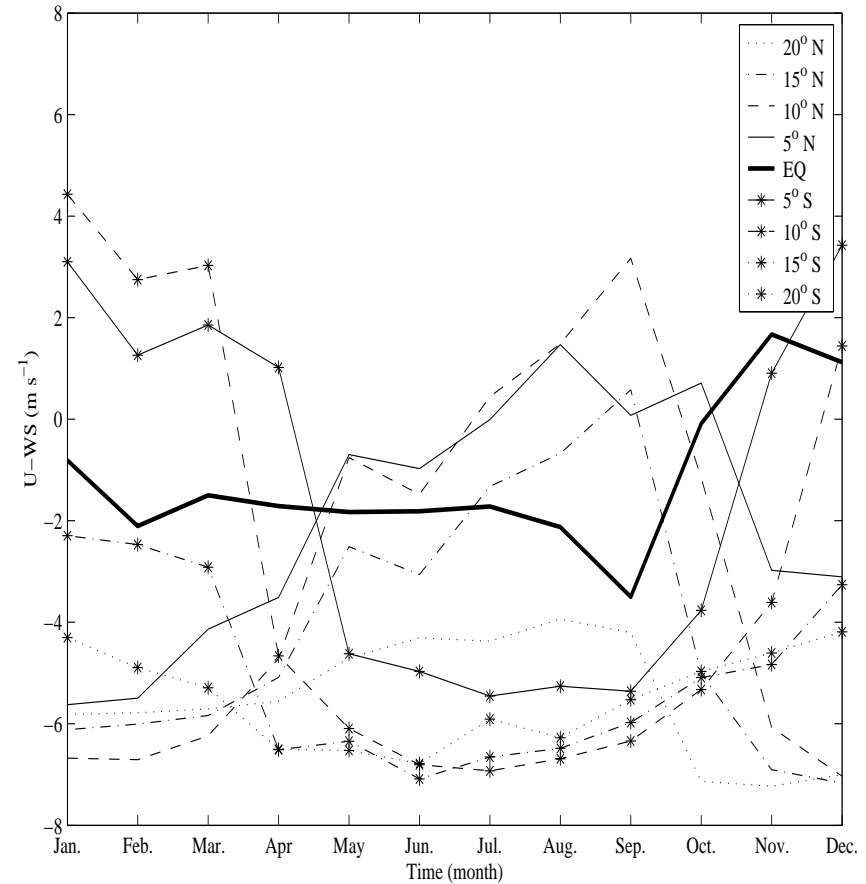


# インドネシア海域季節南北変動

## 海面水温 (TRMM/TMI)



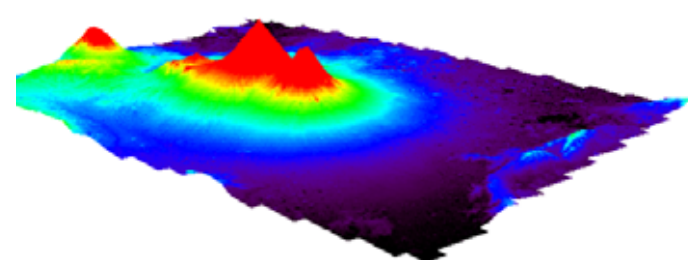
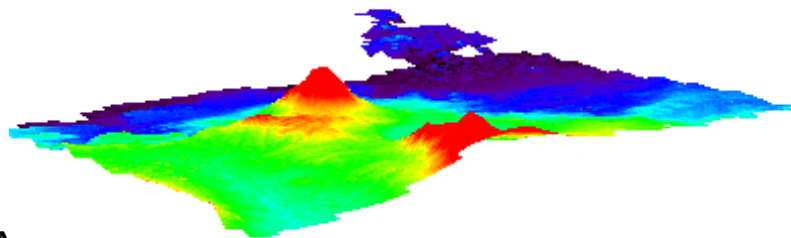
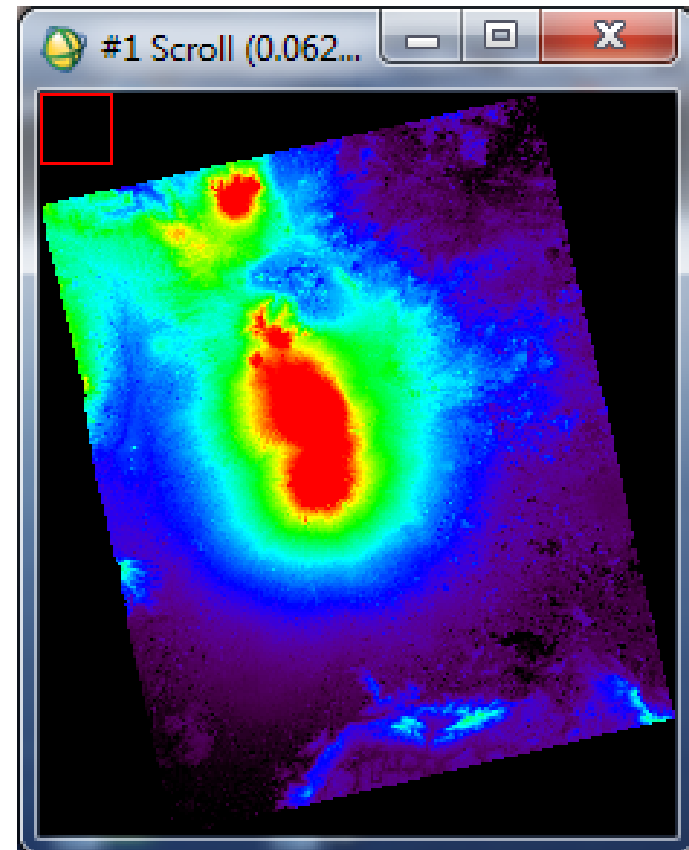
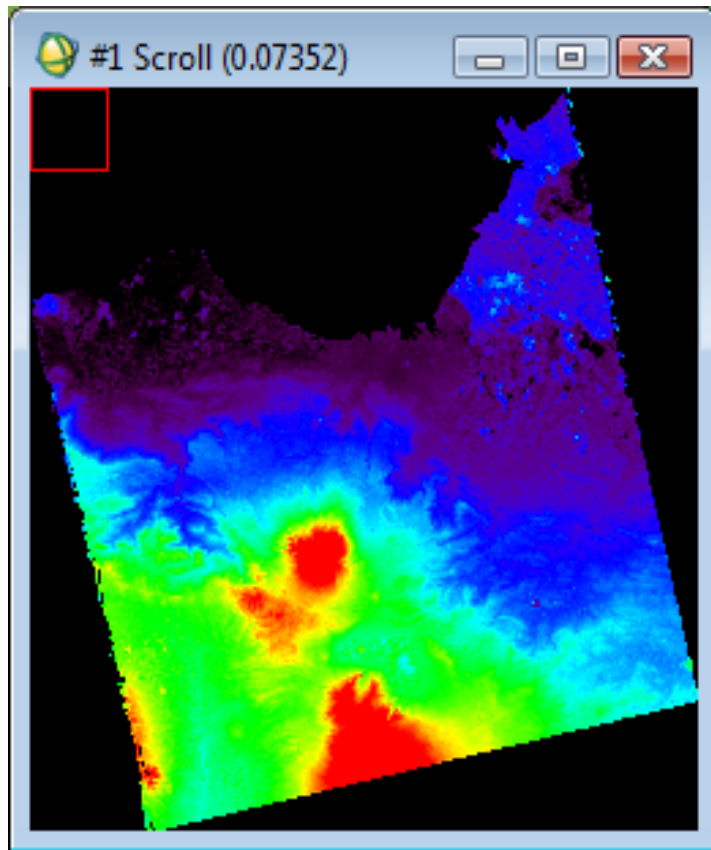
## 降雨量 (TRMM/PR&TMI)



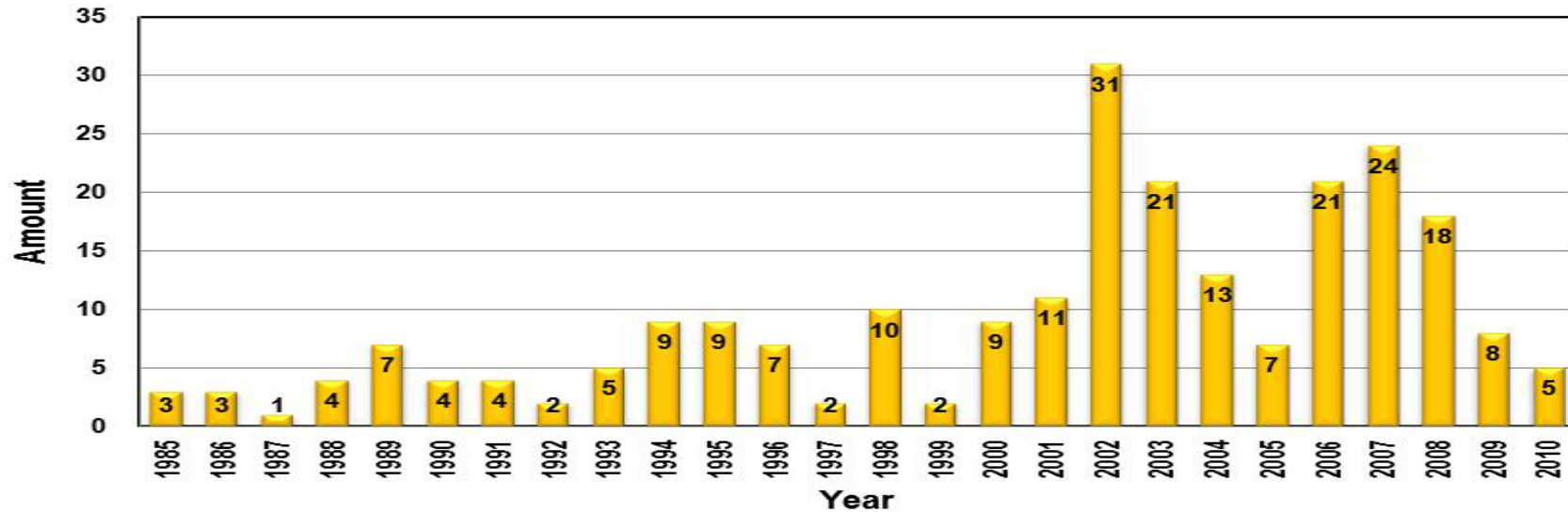
TRMM/PR: Tropical Rainfall Measuring Mission/Precipitation Radar  
熱帯降雨衛星/降雨レーダー

出展: I KETUT SWARDIKA, TASUKU TANAKA, HARUMA ISHIDA, "Study on the characteristics of the Indonesian seas using satellite remote sensing data for 1998–2007" [International Journal of Remote Sensing], 2012, Vol:33, Issue:8, pp.2378-2394]

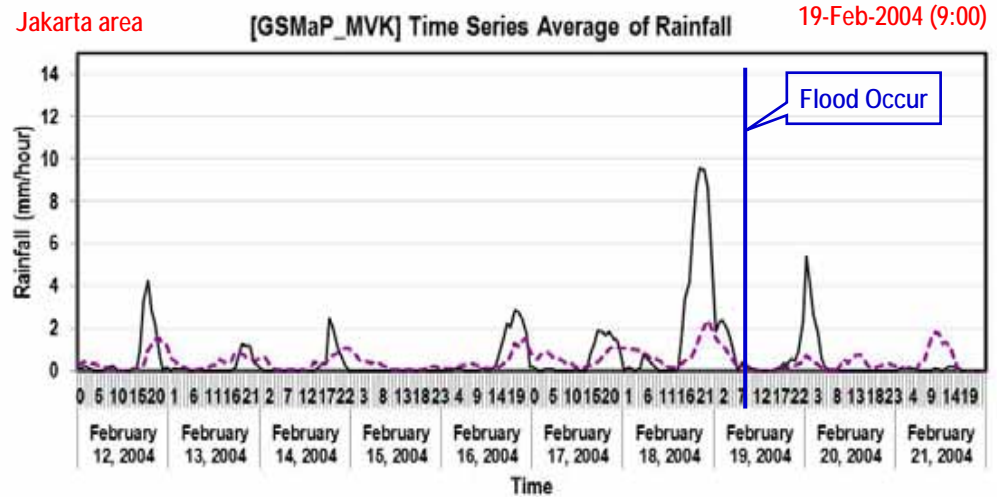
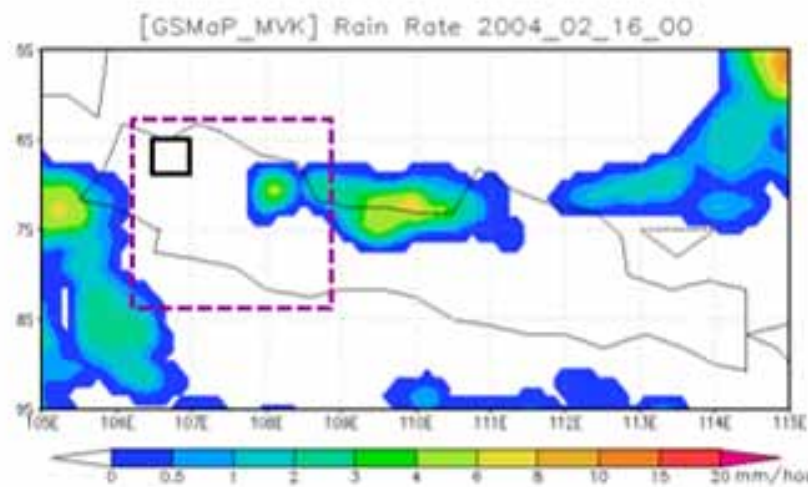
# メラピー火山とスマラン地区の標高データ (大地/開口面合成レーダ)



## インドネシアにおける洪水



## ジャカルタにおける洪水前後の降雨量 (JAXA GsMAP)



GsMAPはJAXA降雨データ、多数のマイクロ波放射計・TRMM降雨レーダを編集