

平成14年度～平成16年度

科学研究費補助金 基盤研究 (A)(1)

「モンスーンアジアにおける地表面変化と気候・水循環変動

—統合的国際共同研究—」

名古屋大学図書



20118789

課題番号 14204044

研究成果報告書



平成17年3月

研究代表者

名古屋大学地球水循環研究センター 教授 安成 哲三

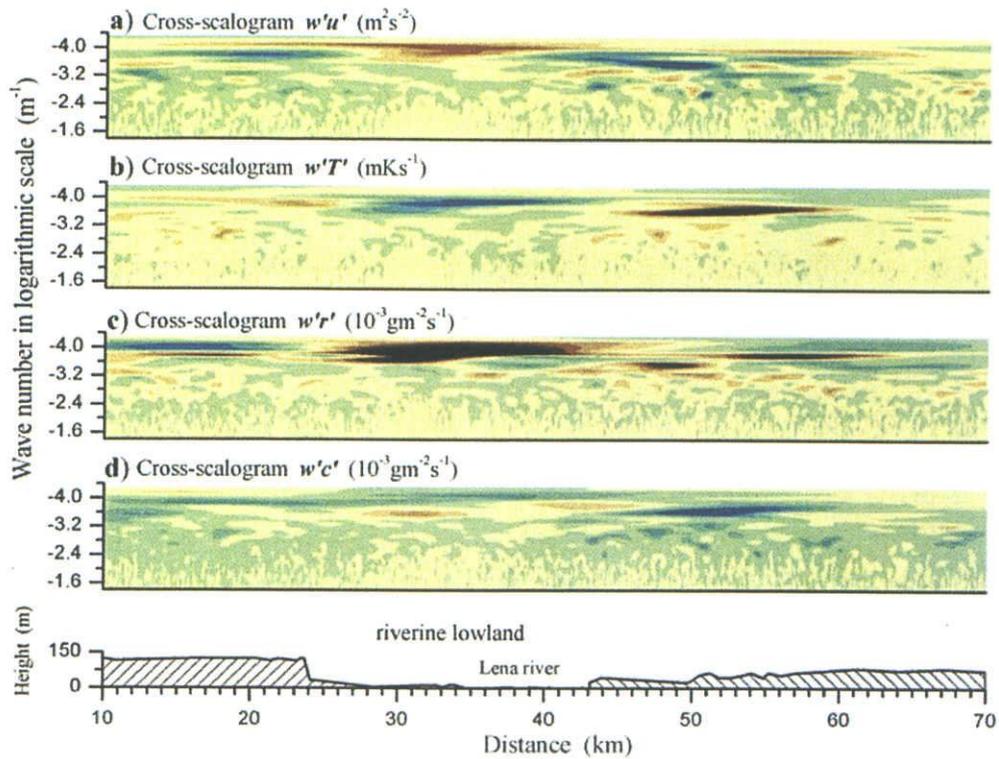


図1 : GAME-Siberia2000 年集中観測での航空機乱流観測データ (2000 年 6 月 19 日南中時頃, 高度 100m) による wavelet cross-scalogram。(a)鉛直風速変動(w')と水平風速変動(u')、(b) w' と気温(T')、(c) w' と水蒸気密度(r')、(d) w' と CO_2 密度(c')。縦軸はスケールを、横軸は航空機の飛行経路に沿った距離を示す。黄-茶色は上向きフラックス、青色は下向きフラックスを示している。レナ川上空(中央部)の 10^4m スケールで正の運動量と負の顕熱フラックスが顕著に見られ、局地的に安定な場となっている(Strunin and Hiyama, 2004)。

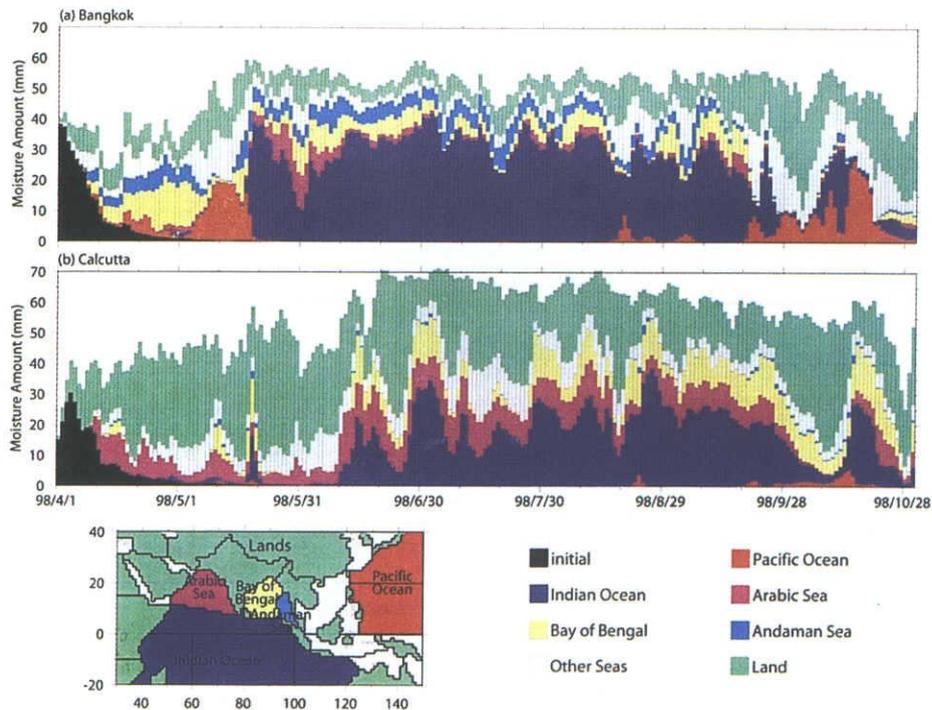


図2 : GAME 再解析を用いた色水解析 (Colored Moisture Analysis) の結果。バンコク及びカルカッタ上空における水蒸気の起源内訳の時間変化を示す。両地域とも雨季の始まりとともにインド洋の水蒸気の占める割合がドラスティックに大きくなるが、その増加時期はバンコクのほうが早いことがわかる (Yoshimura et al, 2004)。

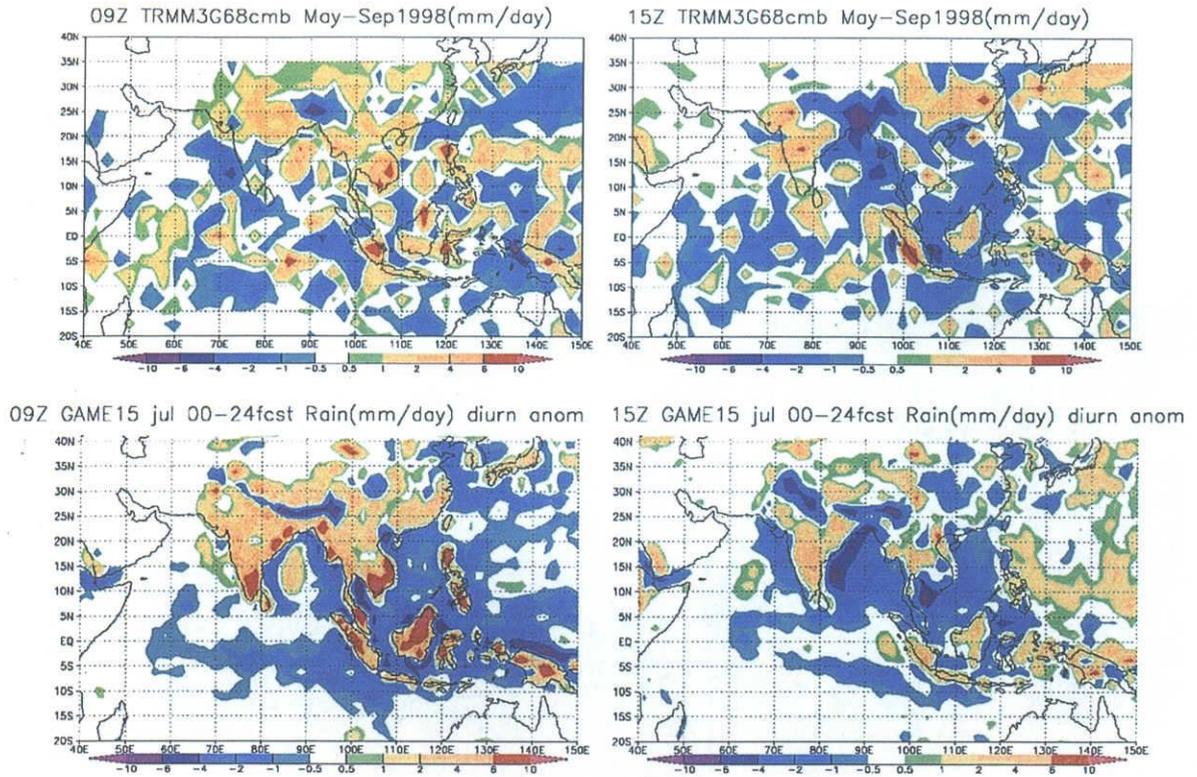


図3： 左上図:09UTCにおけるTRMM3G68から得られた降水量偏差。右上図:15UTCにおけるTRMM3G68降水量偏差。左下図:09UTCにおけるGAME再解析から得られた降水量偏差。右下図:15UTCにおけるGAME再解析降水量偏差。GAME再解析とTRMMに共通の特徴が見られる。本文を参照のこと (Yamazaki, 2003, GISPでの発表)。

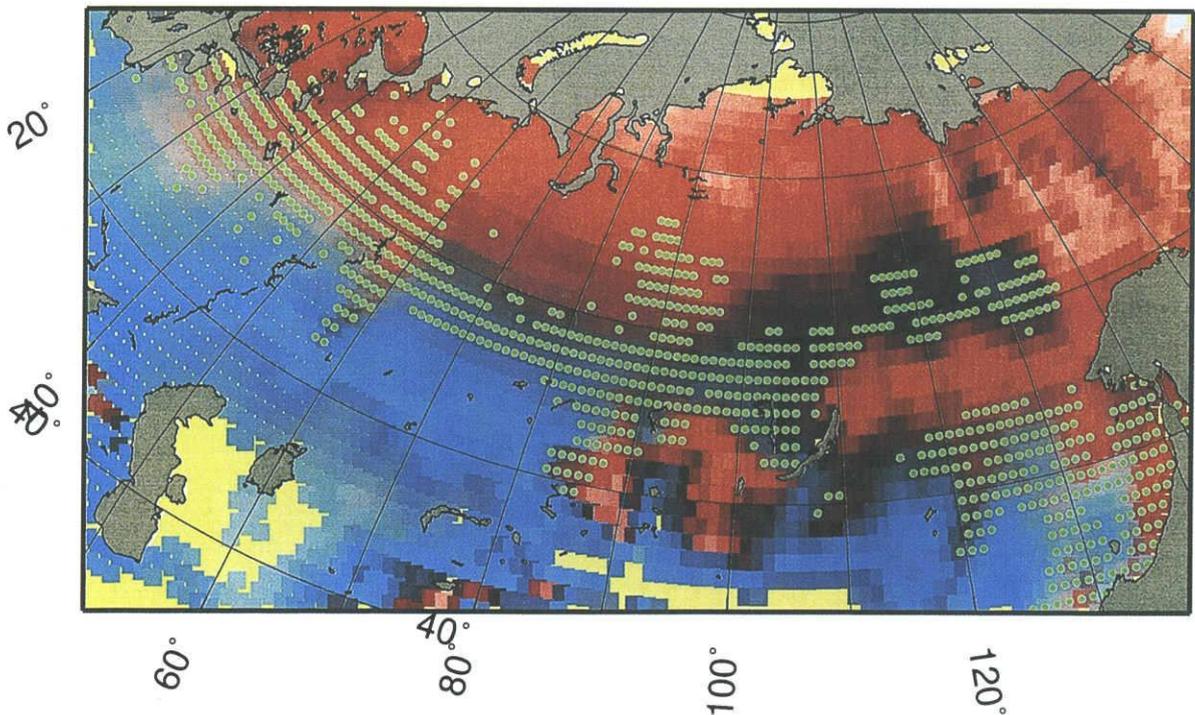


図4：衛星観測データから明らかにされた植生と気候との関係。赤色の地域は植生が低温によって、青色の地域は乾燥によって、それぞれ制限されている。黄色の地域には植生がほとんど無い。薄緑の小点は植生量が特に多く、低温と乾燥制限地域の境界とだいたい一致している。シベリアにおいて、この地域は気温的にも水分的にも比較的制約を受けず、植物量が多いことを意味する (Suzuki, Xu and Motoya, 2005, 投稿中)。

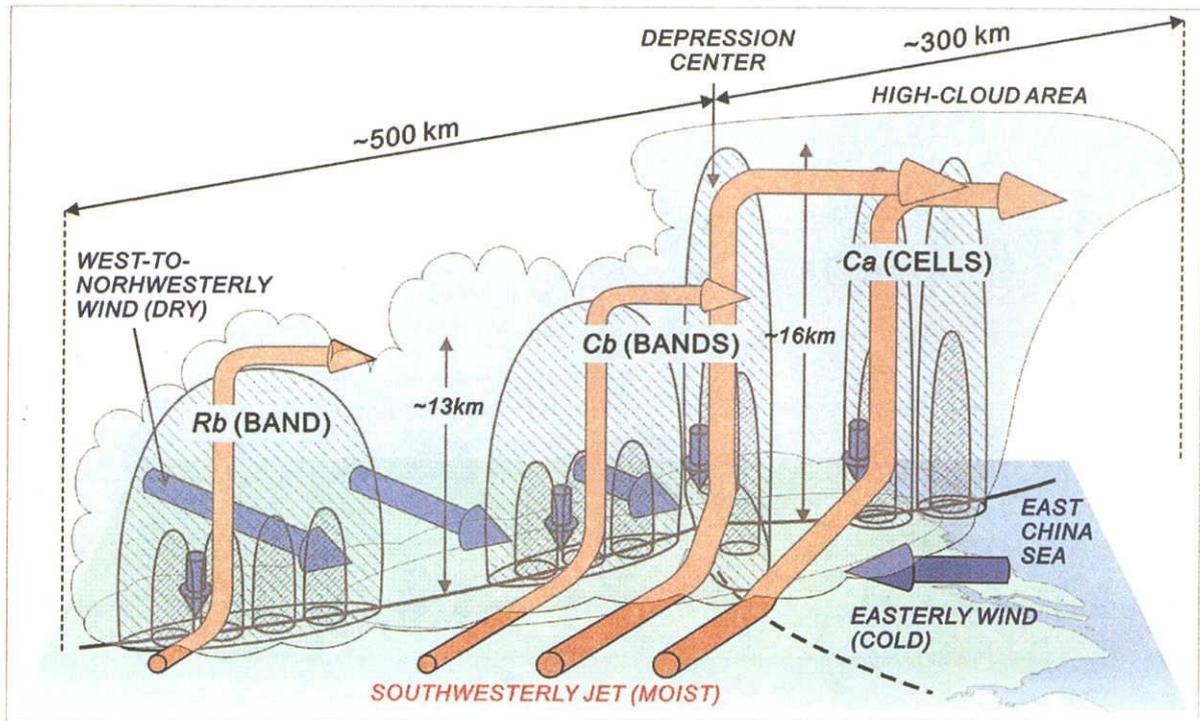


図5： 長江下流域における梅雨前線に伴う降水システムの構造の例。上海周辺において、下層の湿った南西風と海からの東風の収束域に積乱雲が発達し、メソ α スケールの低気圧システムになり東シナ海から日本に到達した (Yamada et al. 2003)。

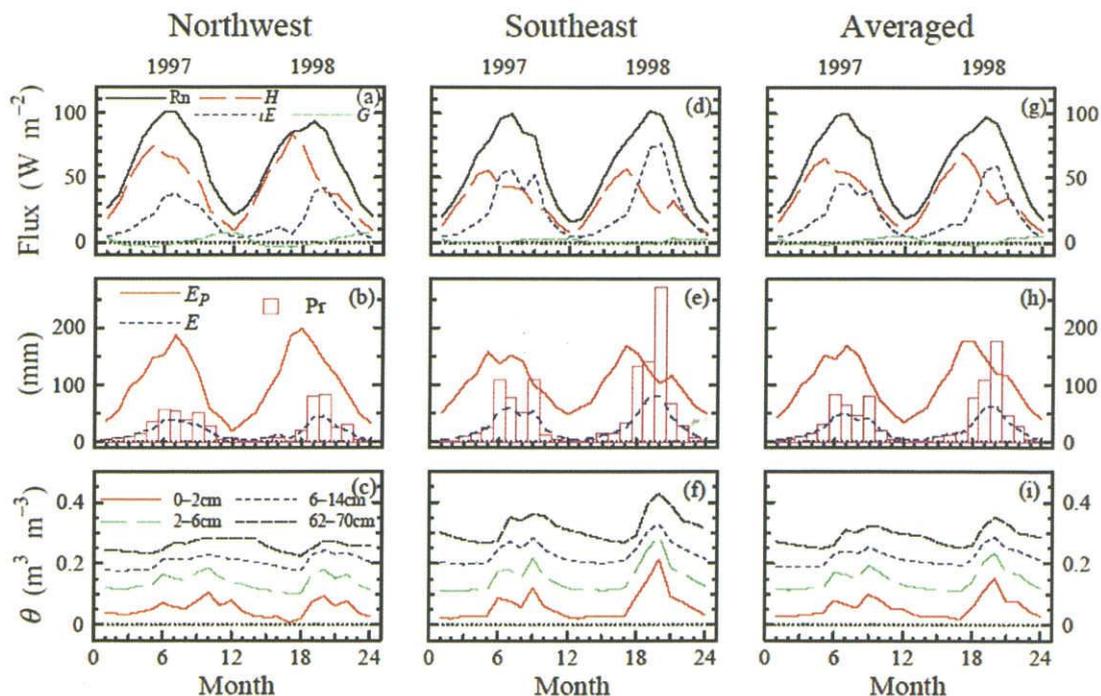


図6： 多層土壌モデルを用いて評価した1997,1998年におけるチベット高原上各地域（北西、南東、全城平均）の熱収支項目(上段)、水収支項目(中段)および土壌水分量(下段)。北西チベットでは、顕熱フラックスが熱収支の大部分を占め、蒸発は降水量に応じて変化する。南東チベットでは、プレモンスーンでは顕熱が、ポストモンスーン期では潜熱が、熱収支の大部分を占める (Xu et al., 2005)。

Land-atmosphere coupling strength (JJA), averaged across AGCMs

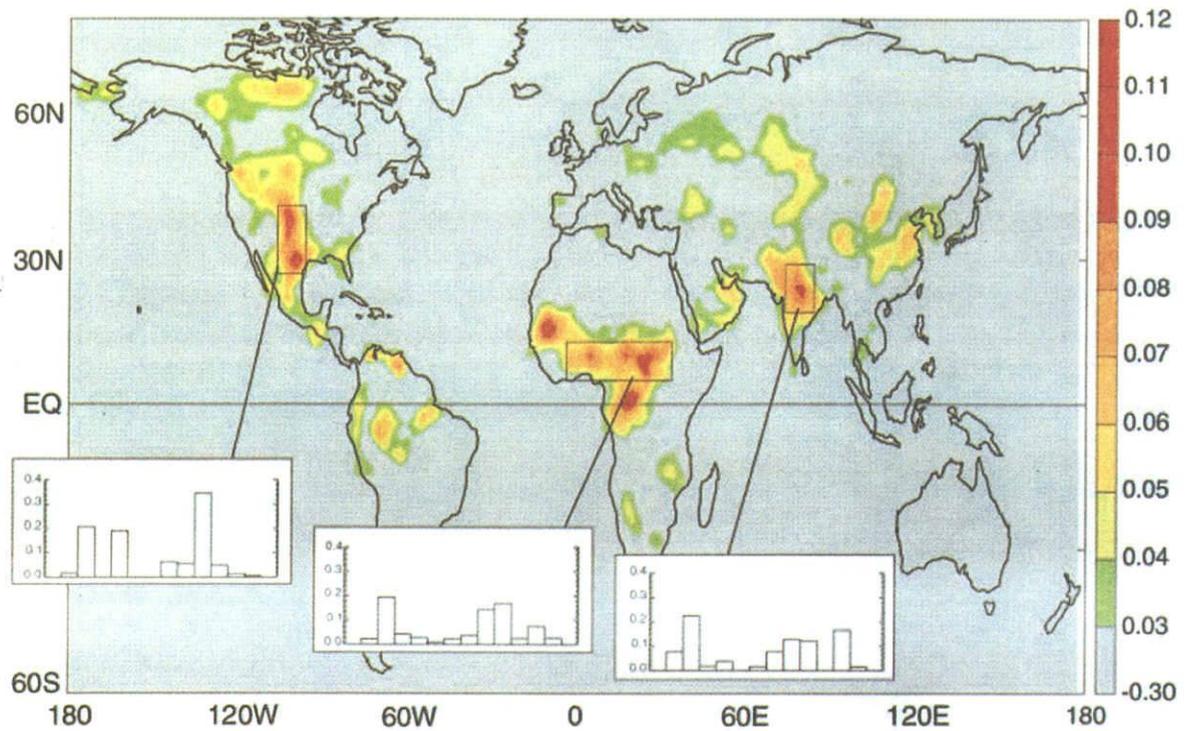


図7： 12の気候モデルによって推定された平均的な大気陸面相互作用強度。北半球夏に対して、6日平均降水量の変動予測シミュレーションを行った結果である。この値が大きいほど、土壌水分変動が降水変動に及ぼす影響が大きいことを示す。逆に、この値が小さい地域に関しては、現在の気候モデルを利用している限り、陸面境界条件の向上によって予測精度を向上することは難しい (Koster et al., 2004, Science)。

はじめに

安成哲三

ユーラシア大陸東・南部は、モンスーンの影響を受けた湿潤な気候が広がり、赤道地域からシベリアにいたる広大な地域に、様々な植生域が連続的に分布している。植生は気候の反映であると同時に、地表面・大気間のエネルギー・水循環過程を通して気候を調節し、気候生態系を形成しているが、その実態と機構についてはほとんど未解明であった。

本研究では、過去数年間 GAME などの観測的研究により飛躍的に蓄積されたアジアモンスーン域での詳細な熱・水収支データ、TRMM(熱帯降雨観測衛星)などの衛星データ、各国・地域での長期間の地上・高層気象データと水文・土地利用データなどを用いて、モンスーンアジアでの植生・土地利用と気候・水循環の動的関係・相互作用の機構を明らかにした。例えば大陸スケールでは、植生と気候の季節変化における相互作用、広域水循環の数年周期の東西振動、積雪の季節変化と熱収支、チベット高原においては、植生と大気加熱の季節変化における相互作用、対流活動変動と広域アジアモンスーン変動の季節内変動の関係などが明らかにされた。また、TRMM-PR など衛星観測データの解析により、モンスーンの熱源域である西部熱帯太平洋から東南アジアにおける降水量の日変化変動の時空間特性と海陸分布との関係が明らかにされた。

モデルによる研究では、中国の水田が梅雨前線活動に与える影響、東南アジアモンスーンにおけるチベット高原と海面水温の相対的役割の評価、梅雨前線の成立に果たすチベット高原や土壌水分などの地表面状態の役割等について、さらに、インドシナ半島やスマトラ地域に顕著な対流活動の日変化特性と海陸分布、地表面状態、地形との関連に、領域大気モデルを用いて研究が進められた。大気大循環モデルでの研究では、チベット高原と植生分布の有無が、アジアモンスーンの成立にどの程度寄与しているかについての比較実験を行った結果、高原の存在だけでなく、植生の役割がアジアモンスーンの成立に非常に重要であることも示された。

さらに、これらの結果を気候モデルの陸面・境界層・雲降水過程の改良に生かし、地表面改変の影響評価も含めた気候・水循環変動予測へ資することも、この研究の重要な課題であった。そのために、GAME 第2期に関連したアジア各国の研究者・研究機関との連携や国際的な研究コミュニティとの情報交換と連携を、いくつかの国際会議を通して行った。特に、2003年11月タイ国・コンケンにおいて GAME 国際科学パネル会議と、タイ学術会議と共同開催して「アジアモンスーン気候システムと社会との相互作用に関する国際シンポジウム」を開催した。また、2004年2月末にはハワイ大学国際太平洋科学センター(IPRC)と「アジアモンスーン国際シンポジウム」を共催した。2004年12月には、GAME 国際科学パネルと GAME 国際会議を京都で開催し、アジア各国の研究者と、これらの研究成果と今後の国際共同研究のあり方について、議論を行い、今後のこの研究分野の展望を得られたことは大きな成果であった。

本報告書は、これらの研究結果と共同研究の経緯について報告する。

名古屋大学図書



20118789

目 次

1. 研究組織	
2. 交付決定額	
3. 研究成果報告	
A) 陸面過程・境界層班	1
B) GAIN班	12
C) モンスーンシステム班	16
D) 雲・降水過程班	23
E) 再解析班	28
F) シベリア班	32
G) 水・エネルギー収支研究班	40
F) WRAP(Water Resources Application)班	47
4. 研究成果発表状況	
A) 学術雑誌・学会誌（査読論文、英語）	53
B) 学術雑誌・学会誌（査読論文、日本語）	63
C) 書籍など	65
D) 国際学会発表および予稿集	66
E) CD-ROM & DVD出版物	86
F) 公式出版物	88
G) 関連受賞	89
H) 学位取得	90

1. 研究組織

- 研究代表者 : 安成 哲三 (名古屋大学・地球水循環研究センター・教授)
- 研究分担者 : 木村 富士男 (筑波大学・生命環境科学研究科・教授)
- 研究分担者 : 杉田 倫明 (筑波大学・生命環境科学研究科・助教授)
- 研究分担者 : 浅沼 順 (筑波大学・生命環境科学研究科・講師)
- 研究分担者 : 小池 俊雄 (東京大学・工学系研究科・教授)
- 研究分担者 : 沖 大幹 (東京大学・生産技術研究所・助教授)
- 研究分担者 : 鼎 信次郎 (総合地球環境学研究所・助教授)
- 研究分担者 : 鈴木 雅一 (東京大学・農学生命科学研究科・教授)
- 研究分担者 : 藤吉 康志 (北海道大学・低温科学研究所・教授)
- 研究分担者 : 中村 健治 (名古屋大学・地球水循環研究センター・教授)
- 研究分担者 : 上田 博 (名古屋大学・地球水循環研究センター・教授)
- 研究分担者 : 檜山 哲哉 (名古屋大学・地球水循環研究センター・助教授)
- 研究分担者 : 樋口 篤志 (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター
・助教授)
- 研究分担者 : 篠田 太郎 (名古屋大学・地球水循環研究センター・助手)
- 研究分担者 : 大畑 哲夫 (地球環境観測研究センター・水循環観測研究
プログラム・プログラムディレクター)
- 研究分担者 : 太田 岳史 (名古屋大学・生命農学研究科・教授)
- 研究分担者 : 山崎 信雄 (気象研究所・気候研究部・室長)
- 研究分担者 : 鬼頭 昭雄 (気象研究所・気候研究部・室長)
- 研究分担者 : 増田 耕一 (地球環境フロンティア研究センター・水循環変動
予測研究プログラム・サブリーダー)
- 研究分担者 : 松本 淳 (東京大学・理学系研究科・助教授)
- 研究分担者 : 木本 昌秀 (東京大学・気候システム研究センター・教授)
- 研究分担者 : 里村 雄彦 (京都大学・理学研究科・助教授)
- 研究分担者 : 田中 賢治 (京都大学・防災研究所・助手)
- 研究分担者 : 上野 健一 (筑波大学・生命環境科学研究科・助教授)
- 研究分担者 : 植田 宏昭 (筑波大学・生命環境科学研究科・講師)
- 研究分担者 : 高橋 清利 (気象研究所・気候研究部・主任研究官)

2. 交付決定額（配分順）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成14年度	14,200	4,260	18,460
平成15年度	15,100	4,530	19,630
平成16年度	13,400	4,020	17,420
総計	42,700	12,810	55,510

GAME Land Surface Processes/ABL/AAN Working Group

杉田倫明 (筑波大学・生命環境科学研究科・地球環境科学専攻)

本ワーキンググループの地表面過程に係わる活動は、GAME Phase Iより続いているAAN (Asian AWS Network)の観測の継続とデータ公開というルーチン業務的な内容と、地表面過程そのものに関する諸般の研究からなる。以下この2点からまとめてみた。

(1) AWS のモニターリング観測とデータ公開

AANとして登録されている14のステーションは、概ねGAME Phase I 開始直後である1997年より観測を開始し、2005年3月現在、2地点を除いて観測が継続されている

(図1参照)。また、データの公開に関しても、GAME 全体のdataの公開方針(観測終了後2年後に一般科学者向け公開)に従い、2004年度終了時点で2002年までのデータ公開が予定されている。公開の方法は、ホームページ上

(<http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/Project/aan/aan.html>) およびCD-ROM (Nohara et al., 2003, 2004, Sugita et al., 2005) による。全体として、予定されたデータの取得がほぼ行われたと言えよう。一方、課題として残されているのが、データの目玉の一つと言えるフラックスデータである。GAMEのIOP期間中はデータの処理が滞りなく行われ公開されているが、Phase Iが終わった段階で予算処置が無くなったこともあり、フラックスデータの処理が公開に追いついていないステーションがあるのが現状である。他の気象・水文要素と異なり、測定そのものが難しく欠測になりがちであること、測定しただけで公開できるわけではなく、ある程度の事後処理が必要であることが理由である。

データの公開は、各ステーションごとにまとめられているが、以下例として一ステーションについてそのフォーマットを示す。図2はデータ目録である。項目ごとに各月1ファ

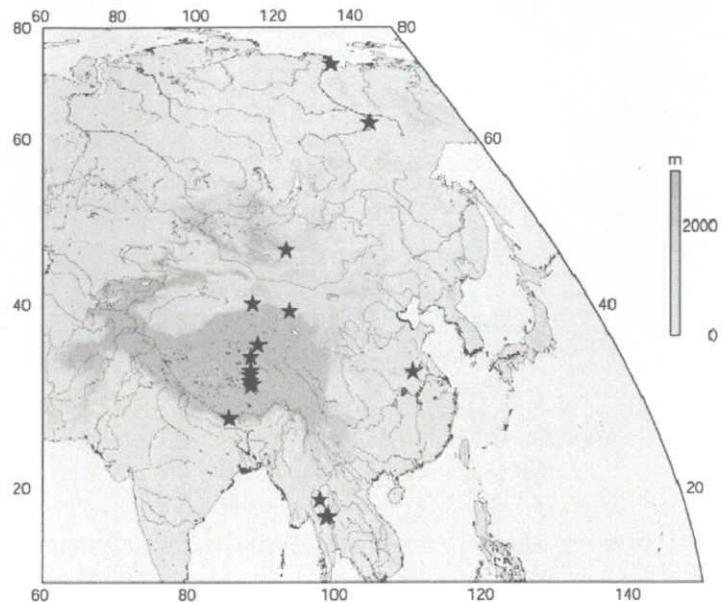


図1 AAN のステーション

<http://www.hyarc.nagoya-u.ac.jp/game/phase-1/game-aan.html> より

イルにまとめられており、データの有無の確認とデータのダウンロードページへのリンクが年単位で出来るようになっている。図3はデータセットカタログで、データの記述である。図4はステーションカタログと呼ばれ、ステーションそのものの記述である。またデータの quick lookのために各データ項目とそのフラッグを月ごとに時系列にしてある(例えば図5)。また、地点情報として、DEMより作成したステーション周辺の地図(図6)、植生分布図(図7)、衛星イメージ(図8)が各ステーションについて与えられている。また詳細については、本報告の付録として、AANの活動報告、データセットについての記述が成されている Sugita et al. (2005)の文面を本報告のAppendixとして添付つけたので参照されたい。

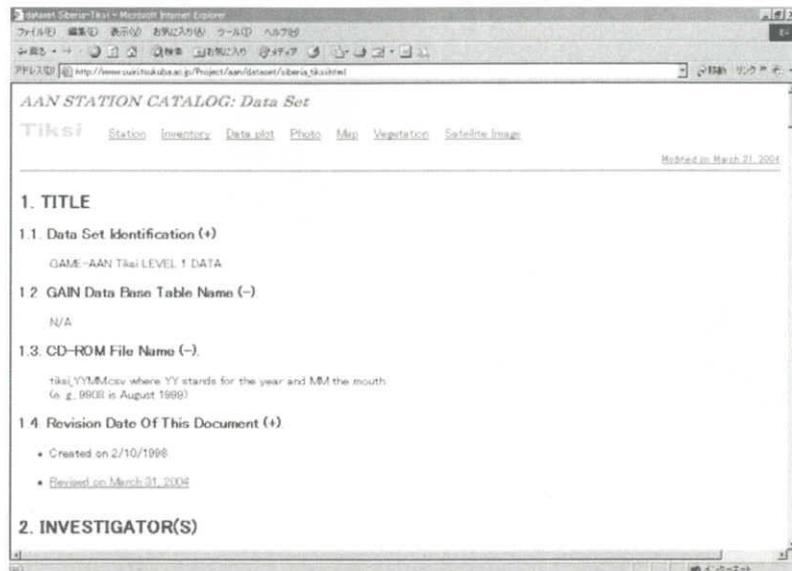


図2 データ目録の一例



図3 データセットカタログの一例

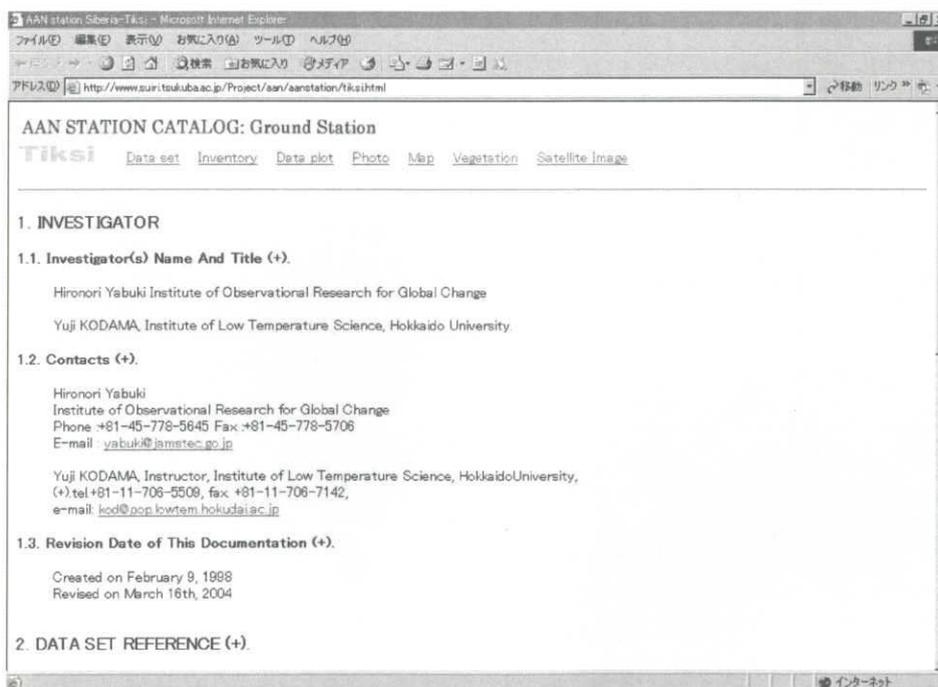


図4 ステーションカタログの一例

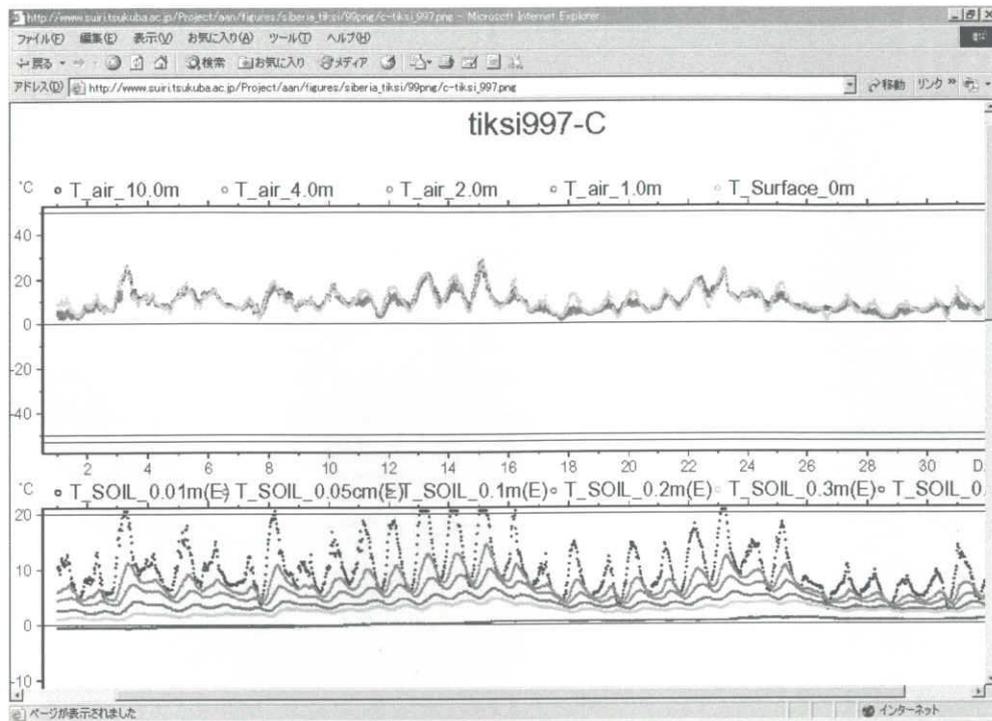


図5 データの時系列図の一例

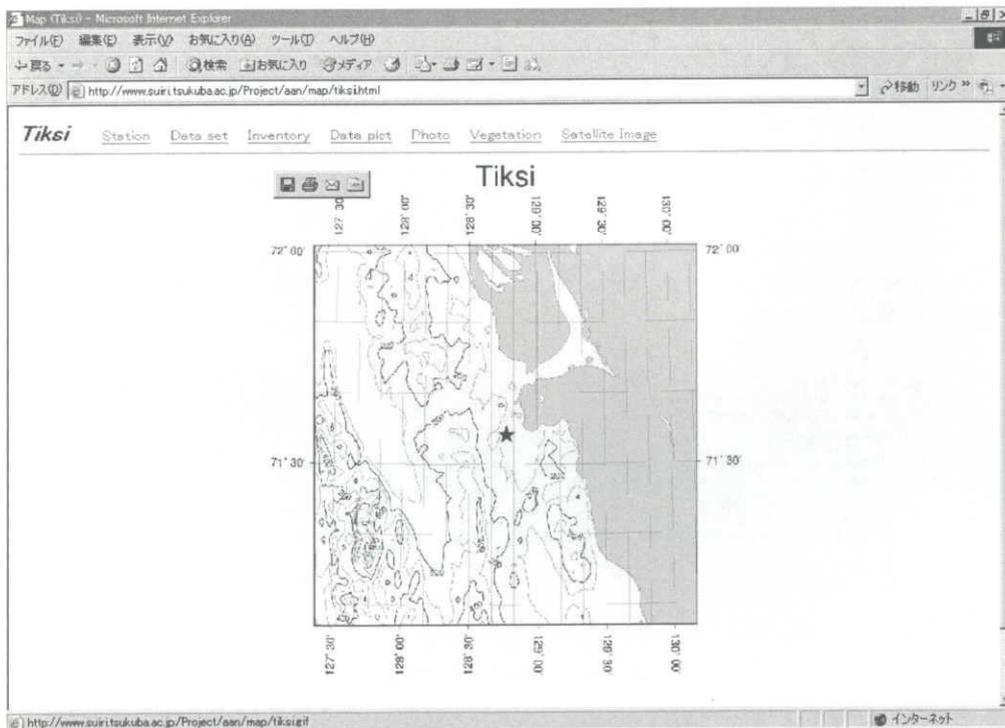


図6 ステーション周辺の地形図 (GTOP30 より作成)

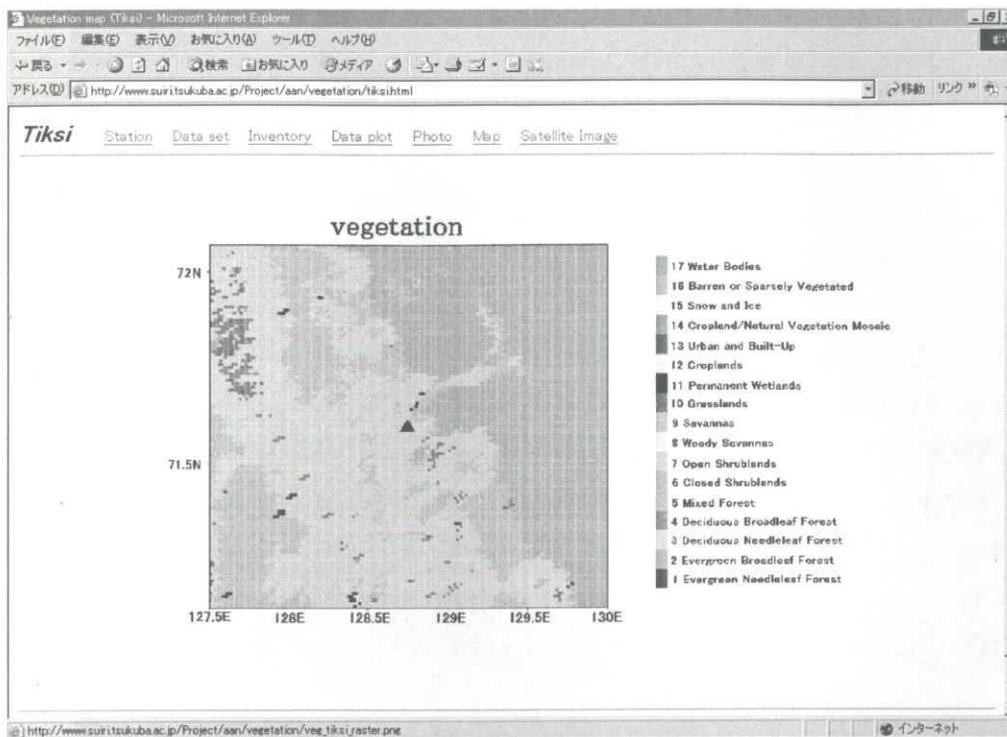


図7 ステーション周辺の植生分布図 (Sellers et al., 1995 より作成)

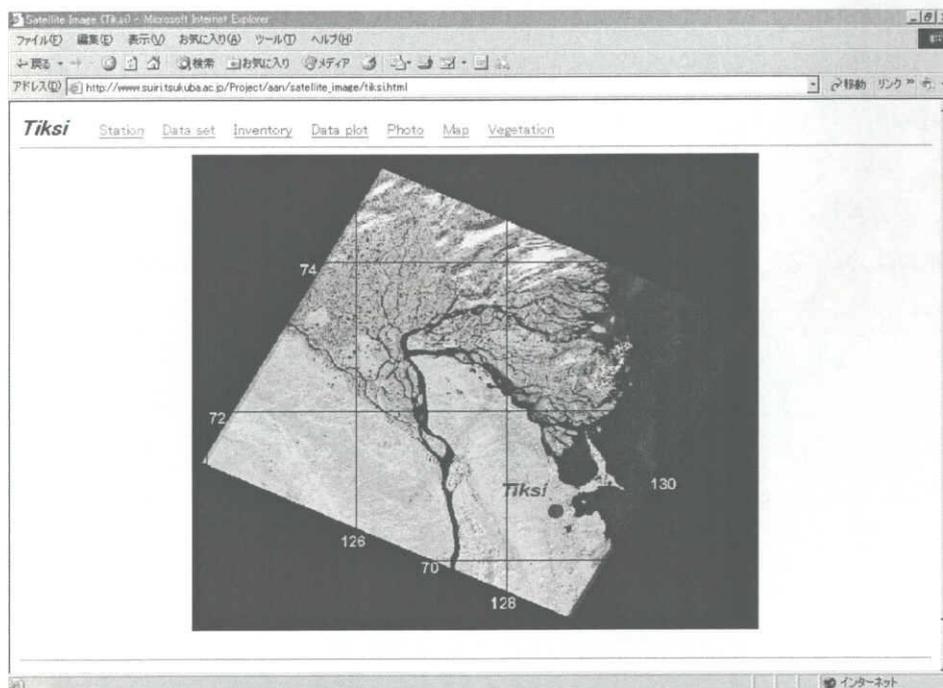


図8 ステーション周辺の衛星イメージ

(2) 研究の成果と課題

GAME Phase Iが終了した時点までに、個々のステーションのデータ解析から、そのステーションあるいは設置された地域の地表面過程の研究がなされ、それらの多くはすでに論文として公開されている。一方、Phase IIが始まった時点で、これからまとめていった方が良かろうと考えられた地表面過程のテーマとして以下があげられた。

研究の実施に当たっては、全体としての予算処置がないことから、興味を持った者がそれぞれ研究を進め、ワーキンググループとしてはその交通整理のために学会での研究会を設ければ良かろうと言うことになった。

- ・ AANなど地表面フラックスデータを利用した1次元輸送過程の研究、地域間比較、解析
- ・ AANデータセットを利用したモデルの検証と陸面過程の研究。

これらの研究の議論の場となる研究会としては、日本気象学会2003年度春期大会でのスペシャルセッション「大気境界層研究の現状と将来展望」に続いて、今回の「GAMEでアジアモンスーンはどこまでわかったか？」中のサブセッション、2004年12月に行われたThe 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAMEが上げられる。

全体として、地表面過程に関する研究は、GAMEでの観測を契機に大きく進んだと考えている。個別の研究成果はもちろんのことであるが、国内だけの観測では考えられない条件での地表面付近の水・熱輸送の現状の把握、そのモデル化などを通して、地表面過程の広い意味での一般的な理解が深まったことは特記すべきであろう。また、観測に係わる技術の向上も大きな副次的な成果と言える。GAMEをきっかけに広がった研究課題も多い。一方、データの蓄積に対して深い解析が必ずしも追いついていないという問題はあげられて良いと考える。GAME全体としての予算処置が観測の実施期間でほぼ終了し、解析部分までは十分にはカバーされなかったため、個々の研究者は別の予算を獲得する必要がある。その結果、別予算の研究を進めなければならず、必然的にGAMEのデータ解析に費やす時間が相対的に低下したと言えよう。今後のプロジェクト型研究を実施する上で対策を講ずるべき点と考える。これらの点を統計として見てみよう。

図9は、1996年より2004年3月までに査読付き学会誌に発表されたGAME Surface/ABL processes関連の論文数の年々変化である。統計に入れる基準として、以下のサブカテゴリーを設け、その中に該当する論文を、本分野の論文として数えた。

1. 地表面過程

- 1-1. CO₂フラックスを含まないエネルギー・水輸送過程
- 1-2. CO₂フラックスを含むエネルギー・水輸送過程（+生物活動）
- 1-3. 測定手法に関する論文
- 1-4. 乱流特性そのものに関する論文
- 1-5. 地表面間の比較（都市・農耕地・森林など）

- 1-6. 陸域モデル開発・改良
- 1-7. 衛星リモートセンシングとのカップリング
- 1-8. モンスーンに関する論文
- 1-9. その他
- 1-10 imbalance
- 2. 大気境界層
 - 2-1. 航空機観測（乱流観測）
 - 2-2. slab model 的に境界層内の物理量の鉛直プロファイルに特化した論文
 - 2-3. LES 等を使った数値実験
 - 2-4. 地表面間の比較（都市・農耕地・森林など）
 - 2-5. 複雑地表面上の大気境界層
 - 2-6. モンスーンに関する論文（もし、あれば）
 - 2-7. その他
- 3. 地表面過程と大気境界層のどちらも扱った総合的論文

観測が開始して数年後から論文数が増加し、概ね年間10件の論文が公表されてきている。一方、世界全体の様子と比較するために、J. Geophys. Res., Bound-Layer Meteorol., Agr. For Meteorol., J. Appl. Meteorol. の1995年から2004年8月までの同様の統計値を図10に示す。非常に大まかには年間100件程度のこの分野の論文が発表されていることが分かる。母集団が異なるものの、概略、世界の論文数の10%程度の論文がGAME関係の研究者によって発表されたと見ることが出来る。次に、上記サブカテゴリー別の論文割合を見てみよう。図11は、全体を100としたときの各サブカテゴリーに占めるGAME論文の割合を示している。一般的に、地表面過程の論文が90%近くを占め、境界層の論文が少ないこと、また、地表面過程—境界層—より大スケールの関係を扱った論文がさらに少ないことが見て取れる。もっともこの様な傾向はGAMEだけではない。図10のデータを図11と同じフォーマットで表したのが、図12である。世界全体で見ても同じような傾向が認められる。一方、GAMEに特徴的なのは、二酸化炭素を扱った研究が少ないこと、逆にモンスーンとの関係を調査した研究が含まれることである。両者とも、GAMEの研究目的を踏まえれば当然のことであるが、今後GAMEで得られたデータセット、研究成果を発展させていく際に方向性を決める上の一つの材料になろう。最後に、GAMEの最終報告会として2004年12月に行われたThe 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME での発表内容と比較検討してみよう。図14は図11-12と同じサブカテゴリーで分類した発表論文の統計値である。比較してわかるのは、依然として地表面過程—大気境界層とさらに大きいスケールの現象を扱った研究がほとんど成されていないこと、モンスーンと地表面過程の関係や地点間の比較・統合的な内容を扱った論文はさらに多くなったことなどがわかる。今後の研究がスム

ーズに行えるようなデータ内容の詳細な記述を含むデータセットの整備が必要であろう。

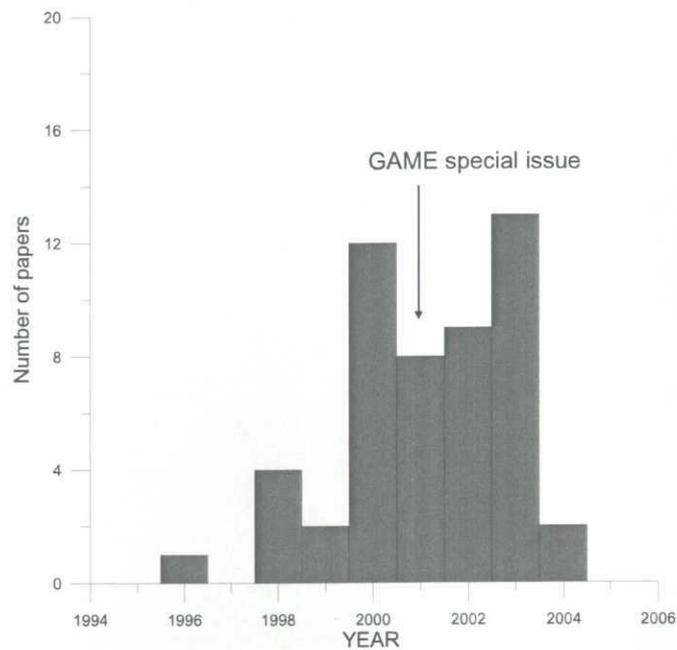


図9 1996年より2004年3月までに査読付き学会誌に発表された GAME Surface/ABL

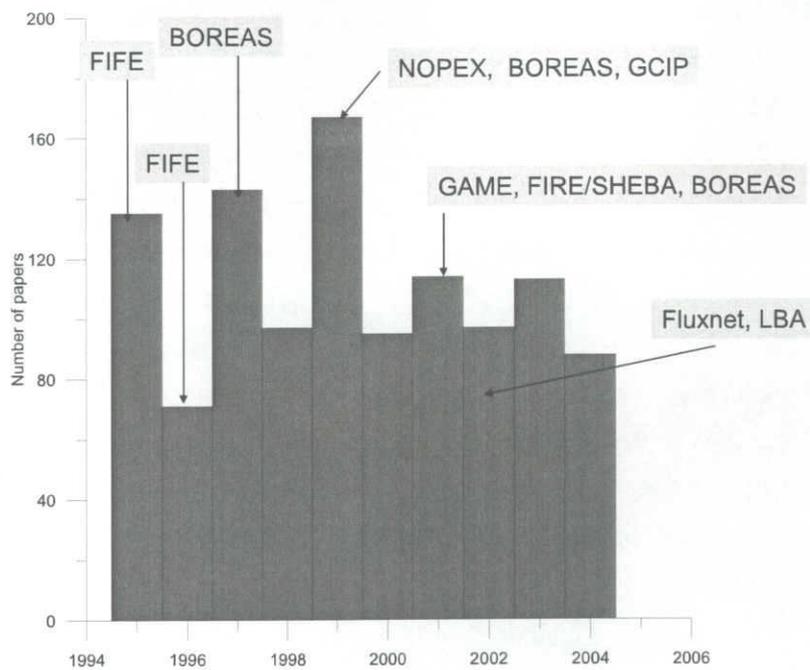


図10 J.Geophys. Res., Bound-Layer Meteorol., Agr. For Meteorol., J. Appl. Meteorol.の1995年から2004年8月までの Surface/ABL processes 関連の論文数の年々変化。略号は大型プロジェクトの特集号を表す。

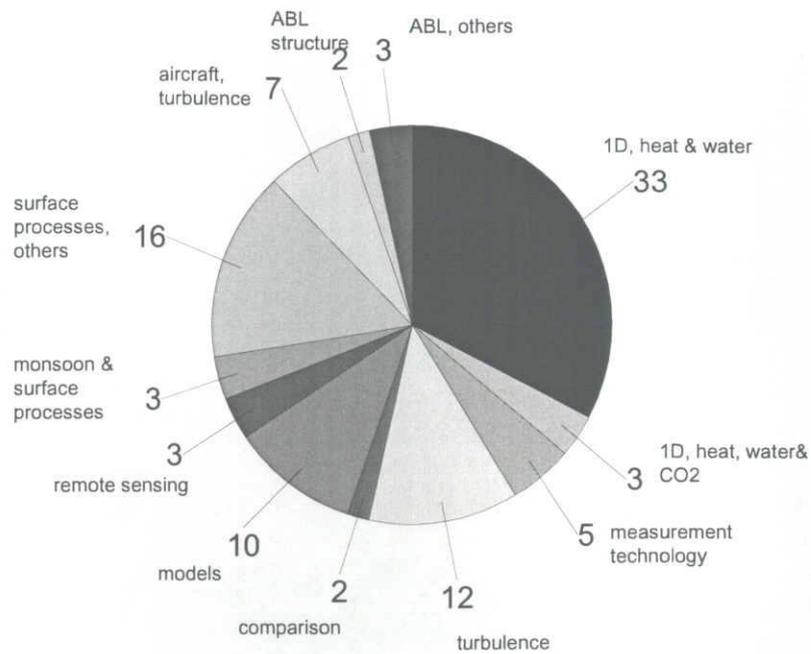


図 11 全体を 100 としたときの各サブカテゴリーに占める GAME 論文の割合

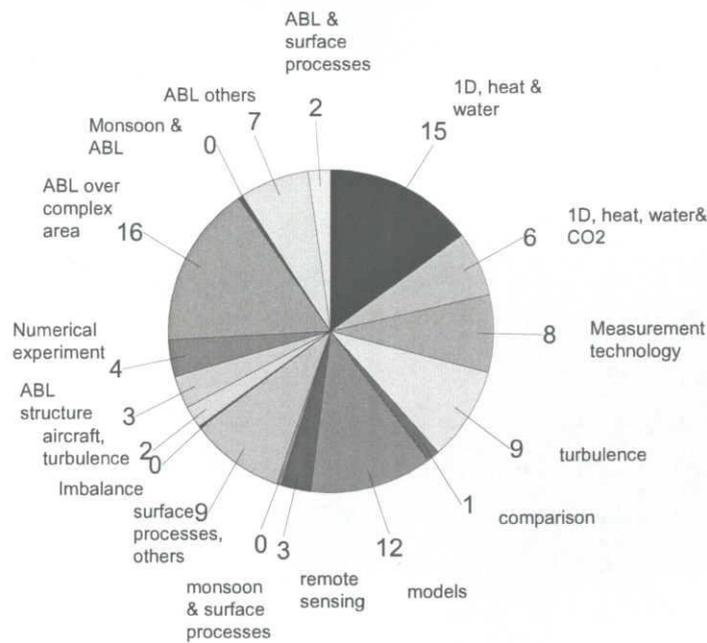


図 12 全体を 100 としたときの各サブカテゴリーに占める J.Geophys. Res., Bound-Layer Meteorol., Agr. For Meteorol., J. Appl. Meteorol. の 1995 年から 2004 年 8 月までに発表された Surface/ABL processes 関連の論文の割合

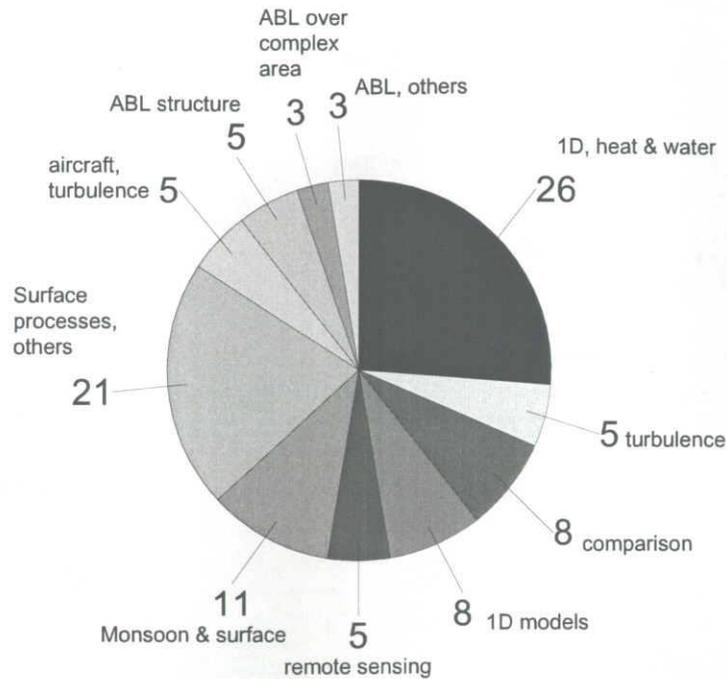


図 13 全体を 100 としたときの各サブカテゴリーに占める The 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME での Surface/ABL processes 関連の発表論文の割合

謝辞

境界層観測の論文についての統計は、本ワーキンググループの国内対応co-chairである檜山哲也氏（名古屋大）によってまとめられた。また、本ワーキンググループの活動に当たっては、co-chairであるJoon Kim氏（Yonsei Univ）との協力によって行われた。AAN dataはPhase Iの各地域班担当者と現地カウンターパートの協力無しには得られなかった。データのチェックと時系列化に当たっては増田耕一氏（地球環境フロンティア研究センター）にGAME Water and Energy Balance Study (WEBS)の活動の一環として多大な協力をいただいた。データベースの管理運営は、同センター塩澤暁子氏（平成14-16年度）、林田小初氏（平成14～平成15年度）、市野由美氏（平成16年度）によって行われた。ここに記し感謝いたします。また、同データセットの公開に当たっては、日本学術振興会科学研究費補助金（研究成果公開促進費，No. 148070（平成14年），No. 158071（平成15年度），No. 168070（平成16年度））によった。またインターネット上の公開のためのサーバーの借用に当たり、筑波大学陸域環境センターに便宜を図っていただいた。

文献

- Nohara, D., S. Miyazaki, M. Sugita, T. Yamanaka, F. Kimura, and T. Yasunari (2003):
GAME Asian Automatic Station Network Data CD Ver.1, GAME CD No.6, GAME
AAN Working Group Office, Terrestrial Environment Research Center, University of
Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Nohara, D., S. Miyazaki, M. Sugita, T. Yamanaka, F. Kimura, and T. Yasunari (2004):
GAME Asian Automatic Station Network Data CD Ver.2, GAME CD No.10, GAME
AAN Working Group Office, Terrestrial Environment Research Center, University of
Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Sellers, P.J., Meeson, B.W., Closs, J., Collatz, J., Corprew, F., hall, F.G., kerr,
Y., Koster, R., Kos, S., Mitchell, K., McManus, J., Myers, D., Sun, K.-J., and
Try, P., 1995. An overview of the ISLSCP Initiative I Global Data Sets,
NASA
- Sugita, M, Nohara, D., Miyazaki, S., Yamanaka, T., Kimura, F. and Yasunari, T. (2005):
GAME Asian Automatic Weather Station Network (AAN) Data Set Ver.3.0, GAME
CD No.13, GAME AAN Working Group Office, Terrestrial Environment Research
Center, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

GAIN 活動について

(気象研究所 高橋清利)

1. はじめに

GAME においては、その目的の実現のために 1998 年の集中観測期間 (IOP) を中心に様々な観測データが取得され、また、衛星データ解析、再解析プロダクト等、多量のデータが研究用資料として提供された。

これらのデータの利用に当たっては、研究活動を促進する観点からデータの取り扱いについてのルール (データポリシー) 及びデータ提供の枠組みを参加者・参加機関の合意の下に整えておくことが重要である。GAME は寒帯から熱帯域までの広大な領域を対象とする国際プロジェクトであり、関係各国の国内プロジェクトや現業機関で取得されたデータの扱いも含めた統一的なデータポリシーの策定は GAME の成功に置いて特に重要な要件であった。

GAIN (GAME Archive & Information Network の略語) は上記のような、データに関する諸問題を扱うために設けられた機能であり、その機能はデータポリシー策定・調整機能と実際のデータ提供機能の 2 つに大別される。

2. GAIN 活動の詳細と成果

2-1. GAME 第 1 期

GAME においてデータの問題が重要であるとの認識から、GAME 計画のスタート時から故村上勝人 (気象研究所: 当時) が中心となり、関係者と GAIN の枠組みについての話し合いを重ね、GAME データの定義やデータ提供の基本的な枠組みを含む GAME データポリシーの原案が作成された。

以下に、GAIN の主要な機能であるデータポリシーとデータ提供枠組みについて個別に述べる。

・ GAME データポリシー

前述したように、GAME データポリシーは気象研究所の村上により原案がまとめられ、1997 年の第 2 回 GAME 国際科学パネル (GISP) で提案され、IOP 直前の 1998 年 1 月に開催された第 3 回 GISP において採択された。

このデータポリシーにおける重要な合意の一つは以下のようなデータ公開のスケジュールであった。

IOP 期間に取得されたデータは、

1) 1999 年 6 月末 (IOP 6 ヶ月後) までにグループ (地域班) 内参加機関・研究者に公開する。

2) 2000 年 6 月末 (IOP 1 年後) までに国際的な研究コミュニティに公開する。

IOP 期間外に取得されたデータについては、1), 2) 同様、但し、取得後それぞれ 1, 2 年後に公開する。

・ GAME データ提供

データポリシーの一環として、データ公開のスケジュールが定められたが、データ提供機能の運用についても、以下のような基本的な方針が与えられた。

- 1) データ提供の基本手段はインターネットを介したオンライン提供とする。
- 2) データ提供のための web サイトや ftp サイトの運用は各グループが責任を負って行う。
- 3) 各グループのサイト情報を取りまとめた hub サイトを設置する。

この基本方針に沿って、1998 年の IOP 以後、GAIN・hub、GAME・Tibet サイトを皮切りに順次、各グループ（地域班）のサイトが設立された。

また、多くの開発途上国ではインターネットへのアクセスが困難である事情もあり、データ利用促進の観点からデータを格納した CD-ROM の作成・配布も平行して行われている。

2-2. GAME 第2期

GAME 第2期（2002-2004 年度）は、第1期がデータ取得に比重があり、本来目的とする研究が十分でなかったという反省からスタートし、本来の研究活動に重点をおくことになった。GAME データを利用した各地域の比較研究も活動の主要な要素であったが、シベリア班では IOP が 2000 年に行われ、Hubex 班では 1999 年にも IOP を実施したりと時期が異なっているケースもあった。加えて、GAME の IOP 年であった 1998 年は台風発生が異常に遅れたりとかなり特徴的な状況であったため、年々変動の把握を含め GAME IOP データの有効活用を支援する目的で、GAME 領域における 1997-2002 年の日降水量を始めとするルーチン気象資料の収集を行うこととした。なお、この対象期間は GAME 第1期をカバーする。

このデータ収集のため、インド以东のアジア諸国の気象機関に対して、データ提供依頼を行い、日本を含めた 11 ヶ国・地域から提供を受けた。中国から地上気象 6 要素の提供を受けたのを始め、GAME に直接関わっていなかったフィリピンからもデータ提供を受けることもできた。このデータは現在、GAME・Tropics サイトからオンラインで公開されている。

なお、2005 年 3 月現在の GAME データサイト及びこれまで作成した CD セット（予定含む）のリストを別添資料として添付した。

3. GAIN 活動の問題点と将来

前章及び別添資料で示したように現在、GAME データの多くはオンラインで提供され、また、CD-ROM でも利用可能な状況となっている。この意味に置いて、GAIN の目的はほぼ達成されたとと言える。

しかしながら、これまでの過程において改善すべき点も多い。今日、このような観測は地球観測サミットに見られるように全球的な課題でもあり、GAME での成果を更に発展させていくための課題として、いくつか気づいた問題点を挙げておきたい。

1) 実質的なデータセンターの不在

GAIN では気象研に Hub サイトを置いているが、カタログ情報のみの提供であり、データ自体に関しては各グループの責任でアーカイブ・データ提供サイトの立ち上げ・CD-ROM 作成等データ提供作業まで行うこととなっている。このため、各グループはデータの解析研究という本来の目的の仕事と同時に更にデータ提供のための作業を行うことが必要になり、結果的にデータ公開のスケジュールに遅れるケースがいくつか生じた。

データの品質管理自体はデータ取得者が行うべきであることは当然だが、データの有効利用の促進・データの継続的な提供のためにも品質管理を終了したデータのアーカイブ・公開またメタデータ等のデータ情報管理を一元的に行うデータセンターの設立が望まれる。

2) データフォーマット

データ管理上の問題として、データフォーマットの問題がある。GAME では GAME-AAN グループにおいて、統一したフォーマットを策定した。このことはデータの有効活用の上で大変大きな意義を持つものであった。

以上のような課題を踏まえた事例として、CEOP(Coordinated Enhanced Observation Period)が挙げられる。CEOP は GAME-Tibet の責任者であった小池教授(現東大)による提唱からスタートしたものであり、現在 GAME を始めとする GEWEX(Global Energy and Water Experiment)/CSE(Continental Scale Experiment)での観測サイトの多くは CEOP Reference Site として登録され、データのアーカイブも CEOP フォーマットで統一されて提供されている。CEOP 以前に実施された GAME での観測データと合わせるとかなり長期間のデータが利用可能となるが、フォーマットの違いもあり、十分に活用されていない面がある。今後、フォーマットの統一等、検討すべき課題である。

別添

1. GAME データサイトリスト

サイト	URL
GAIN-hub	http://gain-hub.mri-jma.go.jp/index.html
GAME-Tropics	http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GAME-T/GAIN-T/
GAME-Siberia	ftp://boreal.agr.nagoya-u.ac.jp/Data_GAME-Siberia/
GAME-Hubex	http://www.rain.ihas.nagoya-u.ac.jp/HUBEX/index.html
GAME-Tibet	http://monsoon.t.u-tokyo.ac.jp/tibet/index.html
GAME-Radiation	ftp://atmos.cr.chiba-u.ac.jp/pub/game/
GAME-Reanalysis	ftp://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GAME/GAIN/
GAME-AAN	http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/Project/aan/aan.html

2. GAME CD-ROM リスト

No.	Title
1	GAME-Tibet POP/IOP Dataset CD (2001)
2	GAME Reanalysis ver. 1.1 (2000)
3	GAME (Standard) Data CD (2002)
4	GAME-Tropics Dataset version 1(2002)
5	GAME Reanalysis Ver. 1.5 (2002)
6	GAME-AAN Data CD-ROM (2003)
8	Dataset for Water and Energy Cycle in Siberia(2003)
9	GAME-AAN Data CD-ROM ver.2.0(2004)
11	GAME-Tropics Dataset version 2(2005, 準備中)
12	GAME phase 2 collected data(2005, 準備中)
13	GAME-AAN DVD-ROM(2005, 準備中)

注：No.は GAME での通し番号であり、No. 7、No.10 はデータ用 CD-ROM ではない

モンスーンシステム研究

松本 淳・植田 宏昭

1. はじめに

アジアモンスーンは、世界的にみても対流活動および大気循環の著しい季節変化を伴い、一方で、その広大な領域の中に大きな地域的差異を示している (Murakami and Matsumoto, 1994)。GAME-II モンスーンシステム研究では、主に GAME-IOP 年および GAME-I で得られたデータを利用して、この複雑なアジアモンスーンシステムを特徴付けている大規模場の特徴を解明することを目的として研究を行った。

広大なアジアモンスーン地域の中でも、熱帯地域での GAME 集中観測が行われたタイを含むインドシナ半島の内陸部は、アジア大陸の中で、平均的にみてもっとも早く、4月下旬頃に降雨が始まる地域であることが、GAME-I で収集された現地降水量データから明らかにされた (Matsumoto, 1997)。最近では平均的には5月中旬に起こる東南アジアモンスーンの開始は、しばしば「夏季アジアモンスーン最初の遷移 (First transition of Asian summer monsoon)」ともいわれ、アジア大陸と赤道インド洋との南北温度傾度の逆転によって生じるモンスーンの開始に伴う大規模な変化が注目されている (Li and Yanai, 1996 など)。近年、東南アジアモンスーンの季節変化については、松本 (2002) に述べられ、また、モンスーン全般の変動や予測に関する諸問題は、川村 (2004) にもまとめられた。

平均的には5月中旬頃に起こる、このアジアモンスーン最初の変異に伴う雨季の開始は、乾季の乾燥が激しい熱帯モンスーン地域においては、農耕の開始などの側面においても重要な意味を持っており、その予測には、現地での高い社会的関心もある。そこで、本ワーキンググループでは、主要な研究課題として、アジアモンスーンの最初のオンセットをもたらす過程を中心に取組むこととした。

2. インドシナ半島におけるモンスーンの開始過程

Matsumoto (1997) によれば、インドシナ半島内陸部では、インドシナ半島で平均的には5月中旬にモンスーン循環が確立するより早く4月下旬に雨が降り始め、いわゆるプレ・モンスーン期に降水現象が生じている。インドなど他のモンスーン地域においては、一般にプレ・モンスーン期は乾燥した時期で、モンスーン開始に伴って、急激に降水量が増加するのは対照的な現象である。このような降水の季節変化の様相は、気象衛星のデータも使用した CMAP データ (Xie and Arkin, 1997) による Wang and LinHo (2002) でも認められている。

Kiguchi and Matsumoto (2005) は、プレ・モンスーン期におけるインドシナ半島内陸部での降雨に伴う大規模場の特徴を GAME-IOP 年について解析し、広域的な降雨が中緯度偏西風の上層トラフの通過時に、下層での南および東からの水蒸気流入に伴って起こっていることを明らかにした (第1図)。すなわち、プレ・モンスーン期の降水は、水蒸気輸送や発生メカニズムがモンスーン開始後とは大きく異なり、一般的に熱帯とされるインドシナ半島でも、この時期には中緯度偏西風の擾乱の影響が大きい。そして、平均的にはモンスーン開始期にむけて徐々に増加していく降水量は、個々の年では間欠的な降雨として生じていることが示された。

Ishizaki and Ueda (2005) による GAME 再解析データ (山崎ほか2000, 谷田貝ほか2000) を用いた熱収支解析によって、このようなインドシナ半島におけるプレ・モンスーン期の降水時には、インドシナ半島上での大気加熱が大気上層部まで及んでいることが示され、5月中旬以降にしか大気上層部の加熱が生じないベンガル湾に先行して大気を加熱していることがわかった (第2図)。

タイ内陸部では、3月上旬にはプレ・モンスーンの降雨によって土壌が湿り、大気に潜熱を放出し

はじめ (Toda et al., 2002)。このようなインドシナ半島における大気・陸面系の季節変化過程は、モンスーン開始直前まで乾燥しているモンスーン地域の中では大変に特異と思われる。しかし、長期間にわたるデータによって、各年における風の循環場の変化によってモンスーンの開始を定義し、3月1日以降、モンスーン循環開始日に至るまでのプレ・モンスーン期の雨量との関係を調べてみると、プレ・モンスーン期の雨量の多寡とモンスーン循環の開始の遅速とは関係がみられない(Kiguchi, 2004)。したがって、インドシナ半島における局地的な降水は、大気・陸面過程の季節変化としては重要な意味をもつものの、大規模なアジアモンスーン開始の年々変動に対しては、主要な役割を演じていない可能性が高い。

インドモンスーンの開始に関して、Minoura et al. (2003)は、モンスーン循環の開始前におけるインド亜大陸上での地上付近での熱的低気圧とその上層に形成される高気圧に伴う循環と周辺海域での加熱の相互作用の重要性を示し、Kawamura et al. (2002)が得たオーストラリア大陸におけるモンスーン開始との類似性を指摘した。Ishizaki and Ueda (2005)は、5月中旬以前のベンガル湾においては、強い下降気流が生じていることを示しており、このことがそこでの対流活動の活発化を抑制し、6月上旬に起こる急激なオンセットの誘発に寄与している可能性がある。しかし、より早く降雨が始まるインドシナ半島の陸上におけるプロセスは、必ずしも同様でないとみられ、今後さらなる検討が必要である。

Yoshimura et al. (2003)は、大気中の水の挙動を解明可能な同位体循環モデルを開発し、GAME再解析データおよびNCEP再解析データによって、GAME-IOP年におけるチェンマイ・バンコク・スコタイにおける現地での降水の同位体組成の日ごとの変化を精度よく再現可能であることを示した。さらにYoshimura et al. (2004)は、水蒸気が最初に蒸発した地域によって水蒸気起源地を色分けする色水解析 (Colored Moisture Analysis) 手法を開発し、GAME再解析データを用いて計算した結果、モンスーンの季節推移に伴う水輸送の変化が明瞭に示された (カラー口絵, 第2図)。

Dairaku (2003)は、RCM 実験によって、インドシナ半島の地形が、そこでの早いモンスーン降雨の開始に重要であることを指摘した。また、Takahashi and Yasunari (2005)は、タイにおける降水量の季節変化には、雨期の中にも気候学的な休止期があり、この休止期は大規模なモンスーン循環がインドシナ半島の地形に影響を受けることで起こっていることが示唆された。一方、増田ほか(2004)は、GAME-Tで得られた地上降水量データをグリッド化し、3月にインド・ミャンマー国境付近で降雨が多くなることを示した。

プレ・モンスーン期にはインドシナ半島上に強い逆転層が形成されていることが GAME-I での観測からわかった(Ogino et al., 2003)。また、逆転層強度とエアロゾルとの関係についても議論され (Kamiakito et al., 2003)、また広域的な気圧場との関係も調べられつつある (野津ほか, 2003; Nodzu et al., 2003)。しかし、逆転層の存在そのものがモンスーン開始に果たす役割については、十分には明らかにはなっておらず、エアロゾルとモンスーンとの関係の解明共々、今後の検討課題である。

3. モンスーン開始前後の降水様式の変化

Ohta & Kodama (2003)は、TRMM 衛星の旬別データの解析から、夏のモンスーンの開始前に、バングラデシュを中心とする熱帯アジアやアマゾンの広い範囲で、活発な雷を伴う降水が見られることを明らかにした。これら地域では、モンスーン開始前には対流性の降水の割合が高く、雷活動が非常に活発である。一方、モンスーン循環の開始以降は、層状性の降水の割合が増えて雷活動は減少し、特にモンスーン期後半になると雷活動は不活発になる。一方、Hirose and K. Nakamura (2004)は、TRMM データで降雨の鉛直構造について調べ、雨期の前後で降雨頂高度が高く、また上空で強い降雨がみられ、この特徴が特にインド域で顕著であることを見出した。さらに、Bhatt and Nakamura (2005)は、TRMM データを利用してヒマラヤ域とその南斜面における降雨特性の季節変化を調べたところ、ヒマラヤの南斜面ではモンスーン時には明け方に雨が多くなり、この降雨が時刻とともに南へ移動することがわかった。この現象はモンスーンの成熟期にみられるが、3-5月・8-11月のモンスーン開始前およ

び終了の期間にはみられないことがわかった。このような雷活動や降水様式の変化が、モンスーン開始・終了に伴う大気構造の変化とどのように対応しているか、今後の研究が必要である。

4. チベット高原の加熱とアジアモンスーンの開始

Ueda and Yasunari (1998)は、インドシナ半島や南シナ海のモンスーン開始時に、チベット高原南東縁において昇温が著しいことを示した。一方、Ueda et al. (2003)は、GAME 再解析データを用いた熱収支解析によって、従来は顕熱加熱が卓越しているとされてきたプレ・モンスーン期のチベット高原西部において、顕熱と同程度の潜熱加熱があることを示した(第3図)。この潜熱加熱は、急峻なチベット高原にぶつかった偏西風が上昇気流となって対流活動を誘発したものとみられる。

また、プレ・モンスーン期にはチベット高原東部においても、対流活動が活発であることがFujinami and Yasunari (2001)によるGMSの雲データ解析から明らかになった。谷口(2005)はGAME-Tibetに引き続くCAMP(CEOP Asian Monsoon Project)Tibetによって2時間ごとに行われた高層観測データを解析し、大きな日変化を伴いながら大気上層まで昇温するプロセスが、プレ・モンスーン期に生じていることを示した。

このように、チベット高原周辺では、モンスーンの開始以前から、従前に考えてられていた以上に水が関係した大気加熱が起こっていることが明らかになった。このようなチベット高原における加熱過程が、大規模なモンスーン循環の成立とどのような関係にあるのか、今後の検討が待たれる。

5. チベット高原上の対流活動と梅雨前線活動

Yasunari and Miwa (2005)は、GAME-IOP年におけるチベット高原上における対流活動の日変化と梅雨前線活動との関係を解析し、高原上での日変化に伴う対流活動が、時に大きな擾乱に組織化され、それが偏西風によって東部の中国大陸上での梅雨前線帯の降水活動を活発化させることを明らかにした。GAME-TibetとHUBEX領域の現象が相互に関連していることを解明したもので、広域的な解析の重要性を示唆している。

6. ユーラシア大陸上の大気陸面相互作用

Ueda et al. (2003b)は、現地観測から得られた地上気温・積雪深および降水量データとECMWF再解析データを用いて、ユーラシアの雪解けと大気循環場の物理的な関係を、季節変化と年々変動の時間スケールにおいて明らかにした。多雪年には3月から4月にかけての大陸上での地上気温が負偏差であるにもかかわらず、消雪後の5月以降は、地上気温に有意な差が認められなかった。つまりHahn and Shukla (1976)の説以来、統計的に関係があるとされてきた積雪とインドモンスーンとの関係について、中間項であるユーラシア大陸の加熱には、大陸上の積雪の多寡は大きな意味を持っていない可能性が高い。

7. 大気海洋相互作用

1998年のGAME-IOP期間中のモニタリング過程(Ueda and Matsumoto 1999)で、インド洋でのanomalous climate condition(後にインド洋ダイポールモードとSaji et al. 1999; Webster et al. 1999らが命名)に着目し、この発生メカニズムについて、ENSOに伴う反転Walker循環(RWC)とモンスーン循環との結合の観点から仮説を提出した(Ueda and Matsumoto 2000)。

この仮説を検証するために海洋1.5層モデルを用いた検証実験を行ったところ、RWCが夏から出現するときはダイポールが発生し、秋から卓越するときはbasin-wide warmingになることが確認された(Ohba and Ueda, 2005)。つまりモンスーンに伴う循環場の季節性が、海洋変動に対する応答も支配していることが明らかになった。

1999年から2001年にかけて発達したラ・ニーニャに伴い、海洋大陸から熱帯インド洋において対流活動が活発化し、大気熱源応答(Matsuno-Gill)を介して、中央アジアからインド亜大陸の北部の旱魃が引き起こされた。なお、引き続き夏のモンスーンは強い傾向にあり、大気海洋相互作用を経て日本付近の高海面水温偏差が形成された(Ueda and Kawamura 2004)。すなわち、海洋で生じた変化に伴う熱源応答が大事で、陸の変化は受動的であったといえる。

また、Kanae et al. (2002)は、インドシナ半島のモンスーン開始には、ベンガル湾や西太平洋の

海面水温が重要な役割を果たしており、チベット高原の加熱は重要ではないことを GCM 実験により解明した。

8. まとめと今後の課題

GAME-II のモンスーンシステム研究によって、集中観測を実施しなかった地域を含め、インドシナ半島周辺地域でのモンスーン開始前後における降水と大規模場の関係についての理解は大きく深まった。ことに日変化から季節内変動スケールで非断熱加熱が様々な地域に分散して分布し、その総和としてモンスーンが成立している、という描像が明らかになった。また、年々変動においては、大気・海洋相互作用を中心とした熱帯からの影響がより本質的である一方、季節変化過程そのものには、陸面の影響が大変に大きいことも明らかになったといえる。

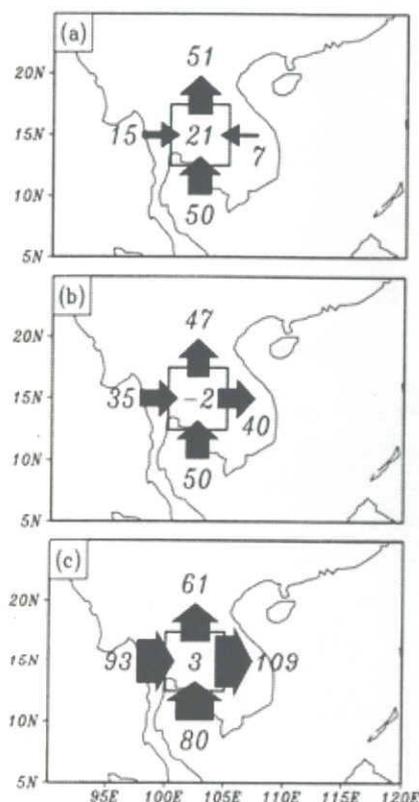
ただし、チベット高原や東アジアモンスーンと東南アジアモンスーンとの相互関係などの地域間での連関については、必ずしも十分な研究は行われておらず、今後の課題として残された。また、アジアモンスーンの成立と変動の更なる解明には、熱源の定量的な特定が必要であり、TRMM などの人工衛星データや数値モデルを活用した複合的な研究が必要である。具体的な地域レベルでのモンスーンのオンセット予報や雨量予測に資する研究を推進していくことも、今後の重要な課題である。

参 考 文 献

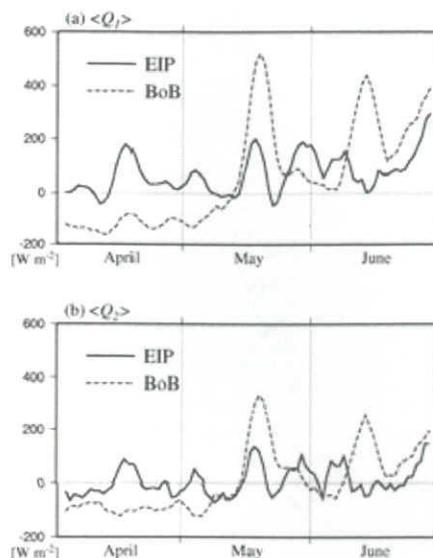
- Bhatt, C. B., and K. Nakamura, 2005: Characteristics of monsoon rainfall around the Himalayas revealed by TRMM precipitation radar, *Mon. Wea. Rev.*, (in printing).
- Dairaku, K., 2003: Simulation of 1998 monsoon onset over Southeast Asia with a regional climate model, *Proc. 2003 International Symposium on the Climate System of Asian Monsoon and its Interaction with Society*, Khon Kaen, Thailand, 224-226.
- Fujinami, H. and T. Yasunari, 2001: The seasonal and intraseasonal variability of diurnal cloud activity over the Tibetan Plateau, *J. Met. Soc. Japan*, **79**, 1207-1227.
- Hahn, D. G. and J. Shukla, 1976: An apparent relationship between Eurasian snow cover and Indian monsoon rainfall. *J. Atmos. Sci.*, **33**, 2461-2462.
- Hirose, M., and K. Nakamura, 2004: Spatiotemporal variation of the vertical gradient of rainfall rate observed by the TRMM Precipitation Radar, *J. Climate*, **17**, 3378-3397.
- Ishizaki, and H. Ueda, 2005: Seasonal heating processes over the Indochina Peninsula and the Bay of Bengal prior to the monsoon onset in 1998, *J. Met. Soc. Japan* (submitted).
- Kamiakito, Y., Y. Tachibana, S. Ogino and A. Shimizu, 2003: The temperature inversion layers and its relation to radiation processes, *Proc. 2003 International Symposium on the Climate System of Asian Monsoon and its Interaction with Society*, Khon Kaen, Thailand, 211-213.
- Kanae, S., T. Oki and K. Musiak, 2002: Principal condition for the earliest Asian monsoon onset, *Geophys. Res. Lett.*, **29**, 10.1029/2002GRL015346.
- Kawamura, R., Y. Fukuta, H. Ueda, T. Matsuura and S. Iizuka, 2002: A mechanism of the onset of the Australian summer monsoon, *J. Geophys. Res.*, **107**, 10.1029/2001JD001070.
- 川村隆一 (編著), 2004: モンスーン研究の最前線, 気象研究ノート, 204, 222pp.
- Kiguchi, M. 2004: Seasonal march from the dry season to rainy season over the Indochina Peninsula, Ph.D. thesis, Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 124pp.
- Kiguchi, M. and J. Matsumoto, 2005: The rainfall phenomena during the pre-monsoon period over the Indochina Peninsula in the GAME-IOP year, 1998, *J. Met. Soc. Japan*, **83**, 89-106.
- Li, C., and M. Yanai, 1996: The onset and interannual variability of the Asian summer monsoon in relation to land-sea thermal contrast. *J. Climate*, **9**, 358-375.
- 増田耕一, 松本 淳, 安形 康, B. Ailikun, 安成哲三, 2004, 東南アジア大陸部の気候的降水量分布, 日本気象

- 学会秋季大会講演予稿集, **86**, 100.
- Matsumoto, J., 1997: Seasonal transition of summer rainy season over Indochina and adjacent monsoon region, *Adv. Atmos. Sci.*, **14**, 231-245.
- 松本 淳 (編著), 2002: 東南アジアのモンスーン気候学, 日本気象学会, 320pp.
- Minoura, D., R. Kawamura and T. Matsuura, 2003: A mechanism of the onset of the South Asian summer monsoon, *J. Met. Soc. Japan*, **81**, 563-580.
- Murakami, T. and Matsumoto, J., 1994: Summer monsoon over the Asian Continent and western North Pacific, *J. Met. Soc. Japan*, **72**, 719-745.
- 野津雅人, 萩野慎也, 立花義裕, 山中大学, 2003: インドシナ半島における大気安定度の季節内変動をもたらす総観規模擾乱の構造, 日本気象学会秋季大会講演予稿集, **84**, 153.
- Nodzu, M. I., S.-Y. Ogino, Y. Tachibana and M. D. Yamanaka, 2003: Intraseasonal oscillation of temperature inversion layers over the Indochina peninsula, *Proc. 2003 International Symposium on the Climate System of Asian Monsoon and its Interaction with Society*, Khon Kaen, Thailand, 214-216.
- Ogino, S.-Y., Y. Tachibana, M. Nodzu, E. Azuma, Y. Kamata and Y. Kamiakito, 2003: Several days variation of temperature inversions over the pre-monsoon Indochina peninsula and their effects on the transition to monsoon onset, *Abstract of the 23rd General Assembly of the IUGG*, Week B, Sapporo, 417.
- Ohba, M. and H. Ueda, 2005: Indian Ocean Basin-wide Warming Associated with ENSO Forcing, (to be submitted to SOLA)
- Ohta, A., Y. Kodama, H. Ueda, M. Kastumata, S. Mori and S. Satoh, 2003: Seasonal variations of rainfall and lightning activity over monsoon areas, *Proc. 2003 International Symposium on the Climate System of Asian Monsoon and its Interaction with Society*, Khon Kaen, Thailand, 221-222.
- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran and T. Yamagata, 1999: A dipole mode in the tropical Indian Ocean, *Nature*, **401**, 360-363.
- Takahashi, H. and T. Yasunari, 2005: A climatological monsoon break in rainfall over Indochina in the summer and its influence on the seasonal march of the Asian monsoon circulation, *J. Climate*, (submitted).
- 谷口健司, 2005: 地球観測データと数値モデルの統合活用による夏季インドモンスーン形成過程の研究, 東京大学工学系研究科博士論文, 303pp.
- Toda, M., K. Nishida, N. Ohte, M. Tani and K. Musiake, 2002: Observations of energy fluxes and evapotranspiration over terrestrial complex land covers in the tropical monsoon environment, *J. Met. Soc. Japan*, **80**, 465-484.
- Ueda, H. and T. Yasunari, 1998: Role of warming over the Tibetan Plateau in early onset of the summer monsoon over the Bay of Bengal and the South China Sea, *J. Met. Soc. Japan*, **76**, 1-12.
- Ueda, H. and J. Matsumoto, 1999: Anomalous seasonal evolution over the Indian Ocean and its impact on the Asian monsoon during the GAME IOP, in Matsumoto, J., X. Shen and A. Numaguti eds., *GAME Large-scale Monitoring for the Intensive Observation Period, April-September 1998*, Center for Climate System Research, University of Tokyo, 529-540.
- Ueda, H. and J. Matsumoto, 2000: A possible triggering process of east-west asymmetric anomalies over the Indian Ocean in relation to 1997/1998 El Nino. *J. Met. Soc. Japan*, **78**, 803-818.
- Ueda, H., H. Kamahori and N. Yamazaki, 2003a: Seasonal contrasting features of heat and moisture budgets between the eastern and western Tibetan Plateau during the GAME IOP, *J. Climate*, **15**, 2309-2324.
- Ueda, H., M. Shinoda and H. Kamahori, 2003b: Spring Northward retreat of Eurasian snow cover relevant to seasonal and Interannual variations of atmospheric circulation. *Int. J. Climatol*, **23**, 615 - 629.
- Ueda, H. and R. Kawamura, 2004: Summertime anomalous warming over the midlatitude western North Pacific and its relationships to the modulation of the Asian monsoon. *Int. J. Climatol*, **24**, 1109 - 1120.
- Wang, B and LinHo, 2002: Rainy season of the Asian-Pacific summer monsoon. *J. Climate*, **15**, 386-398.
- Webster, P.J., A.M. Moore, J.P. Loschnigg and R.R. Leben, Coupled ocean-atmosphere dynamics in the Indian

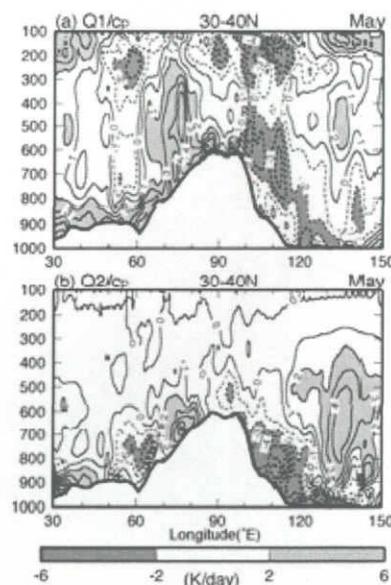
- Ocean during 1997–98, *Nature*, **401**, 356–360.
- Xie, P., and P. A. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 2539–2558.
- Yasunari, T. and T. Miwa, 2005: The Development of convective cloud systems over the Tibetan Plateau and its impacts to the meso-scale disturbances over Meiyu/Baiu frontal zone during Baiu season of 1998, (to be submitted to *JMSJ*).
- Yoshimura, K., T. Oki, N. Ohte and S. Kanae, 2003: A quantitative analysis of short-term d18O variability with a Rayleigh-type isotope circulation model, *J. Geophys. Res.*, **108**, 10.1029/2003JD003477.
- Yoshimura, K., T. Oki, N. Ohte and S. Kanae, 2004: Colored moisture analysis estimates of variations in 1998 Asian monsoon water sources, *J. Met. Soc. Japan*, **82**, 1315–1329.
- 谷田貝亜紀代, 山崎信雄, 釜堀弘隆, 高橋清利, 植田昭宏, 青梨和正, 隈 健一, 竹内義明, 多田英夫, 2000: GAME再解析について, *水文・水資源学会誌*, **13**, 486–495.
- 山崎信雄, 釜堀弘隆, 谷田貝亜紀代, 高橋清利, 植田昭宏, 青梨和正, 隈 健一, 竹内義明, 多田英夫, 福富慶樹, 五十嵐弘道, 藤波初木, 梶川義幸, 2000: GAME再解析データの公開, *天気*, **47**, 659–663.



第1図 インドシナ半島中部(北緯12.5-17.5度, 東経100-105度)における1998年のモンスーン開始前後における鉛直積分した東西・南北方向の水蒸気フラックス(単位: 10^6 Kg s^{-1})とその収支(単位: 10^6 Kg m^{-2})。 (a) プレ・モンスーン期の降水時 (b) プレ・モンスーン期の非降水時 (c) モンスーン開始後。ボックス内の数字は領域内の水蒸気収束量 (Kiguchi and Matsumoto, 2005)



第2図 インドシナ半島東部(実線:北緯10-17.5度, 東経102.5-110度)とベンガル湾(破線:北緯10-20度, 東経85-97.5度)における Q_1 (見かけの熱源:a)と Q_2 (見かけの水蒸気シンク)の鉛直積分値の1998年4月から6月にかけての季節推移。(Ishizaki and Ueda, 2005)。



第3図 5月における北緯30-40度の緯度帯における加熱率 Q_1/c_p (K day^{-1}) (a)と水蒸気減少率 Q_2/c_p (K day^{-1}) (b)の経度-鉛直断面。当値線の間隔は 1 K day^{-1} 、濃い(薄い)アミは、加熱率・水蒸気減少率が $+2$ (-2) K day^{-1} 以上(以下)の領域を示す。(Ueda et al., 2003a)

雲・降水過程ワーキンググループ報告

上田 博・藤吉康志

雲・降水過程ワーキンググループでは、GAME 終了後、GAME II の一環として以下の活動を行なった。2003年3月24日の名古屋大学地球水循環研究センターにおける「湿潤対流に関する研究会」や2003年8月25-26日の北海道大学低温科学研究所における「HUBEX 最終報告編集会議」などを行なった。HUBEX 最終報告には、雲・降水関連で中国の研究者から1999年の観測データの解析結果に関する多くの投稿が寄せられた。2004年12月3-5日に京都で開催されたGAME 最終国際会議における雲・降水過程のセッションでは、中国、タイ、チベット、バングラディッシュなどにおける雲・降水過程に関する研究発表が多数行われ、Richard Johnson 教授の招待講演等によって湿潤なアジアにおける降水システムの構造や特性に関する理解を深めた。

これらの活動を通して、種々の注目すべき研究成果が得られている。Maesaka et al. (2004a, b) などの、GAME/HUBEX 期間中のドップラーレーダーやゾンデデータを中心にした観測データの解析と雲解像モデルを用いた数値実験により、梅雨前線が淮河流域を北上するときに梅雨前線の南側に背の低い対流性の線状降水域ができ梅雨前線に添う降水域と合流して、降水システム全体を発達させ、メソ β スケールからメソ α スケールのシステムに発達することが明らかになった(図1)。

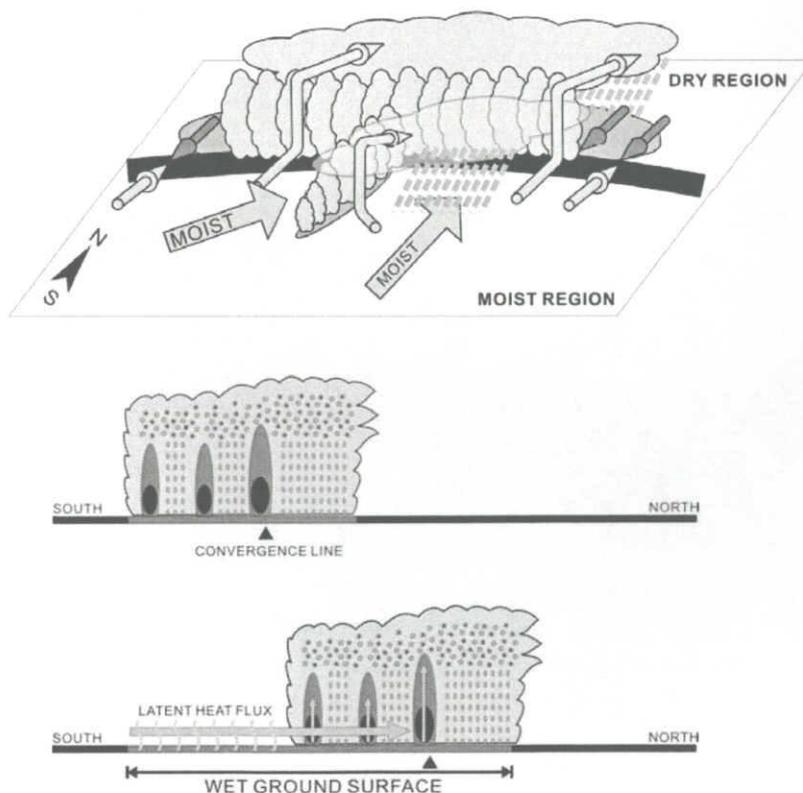


図1 梅雨前線北上時の降水システムの構造に関する概念図。
(Maesaka et al. 2004a)

GAME/HUBEX のコンセプトを引き継いで行われた長江下流域での特別観測データの解析では、Yamada et al. (2003)や Geng et al. (2004)によって長江下流域における梅雨前線に伴う降水システムの構造が明らかにされた。特に、Yamada et al. (2003)では、長江下流域において、梅雨前線に流入する下層の南西風と海からの相対的に冷たい東風の収束域で降水システムが急激に発達しメソ α 低気圧になり東シナ海から日本に到達し、日本に豪雨をもたらすことが示された(図2)。これらの知見は、東シナ海上での梅雨前線に伴う降水バンドに関する研究(Moteki et al. 2004a, b)とも比較して議論できる興味深いものである。

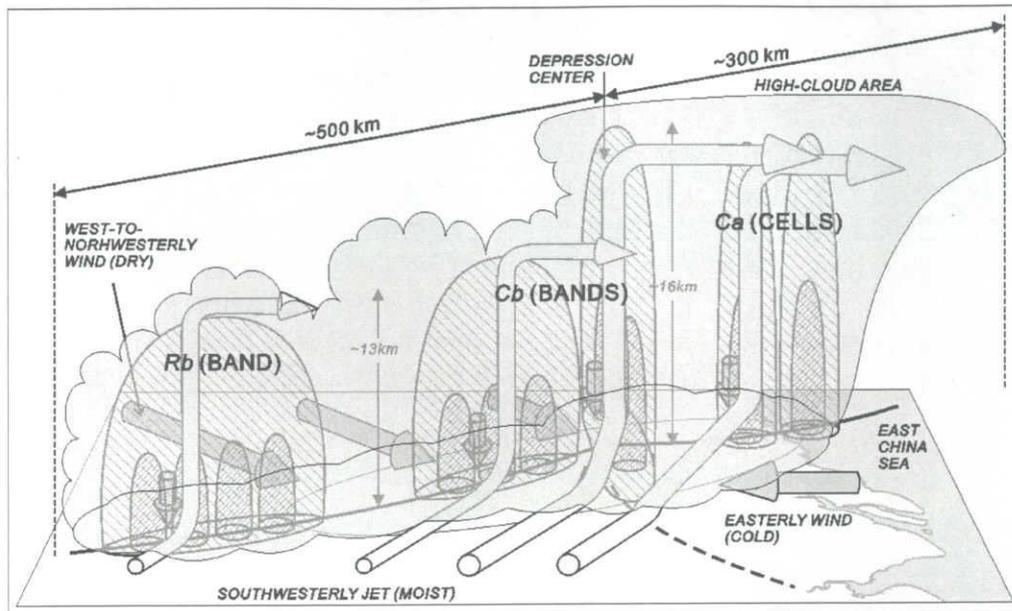


図2 長江下流域における梅雨前線に伴う降水システムの構造の例。
(Yamada et al. 2003)

GAME/HUBEXの観測データから作成した、流域スケールの4次元同化データや、GAME再解析データを用いて、梅雨前線上に発生するメソスケール擾乱の再現実験も開始され、また、GAME/HUBEXを契機に中国内で展開されている気象観測用のドップラーレーダー網では、研究目的にも利用できるデジタルデータ残されるようになり、淮河流域における梅雨前線にともなう降水システムの特徴が統計的に調べられるようになった。これらはGAMEの成果の一つであり、雲・降水過程に関する研究の発展の契機となるものである。

梅雨前線に伴う降水システムとともに、梅雨前線上及びその周辺に発達し日変化するクラウドクラスターや積乱雲の発生発達機構についても研究が進んだ(Shusse et al. 2005; Li et al., 2005)。さらに、Shusse and Tsuboki (2005)は、GAME/HUBEX観測期間中の2台のドップラーレーダー解析から日変化する積乱雲の発生期から消滅期までの上昇流について丹念に解析し、降水効率を評価した(図3)。高度0.5kmにおける積乱雲のエコー面積に対して積乱雲ごとの全降水量と雲底からの水蒸気流入量は単調増加することが示された(図3a)。上昇流を積乱雲の全過程を通して解析できる例は非常に限られるが、6個もの例

について降水降水効率を求めることができ (図 3 b), 梅雨前線南側にできる積乱雲が効率的に水蒸気を鉛直輸送し, 梅雨前線に流入する大気層を湿らせていることを示した. このことは, Shinoda and Uyeda (2002) が数値実験によって, 淮河流域における梅雨前線の南側の水田地帯では地表面からの潜熱放出の効果により積乱雲が発達しやすくなり, 積乱雲により大気層を湿らせ梅雨前線に流入する湿潤層の形成に寄与することを示したことと整合性のある結果である. 高密度の観測データに基づく雲・降水過程に関する丹念な解析的研究は, Shinoda et al. (2005) による梅雨前線帯に流入する水蒸気起源として梅雨前線の南側の湿った水田地帯からの蒸発が少なからず寄与しているという研究と関連して, 新しい研究の方向性を示すものである.

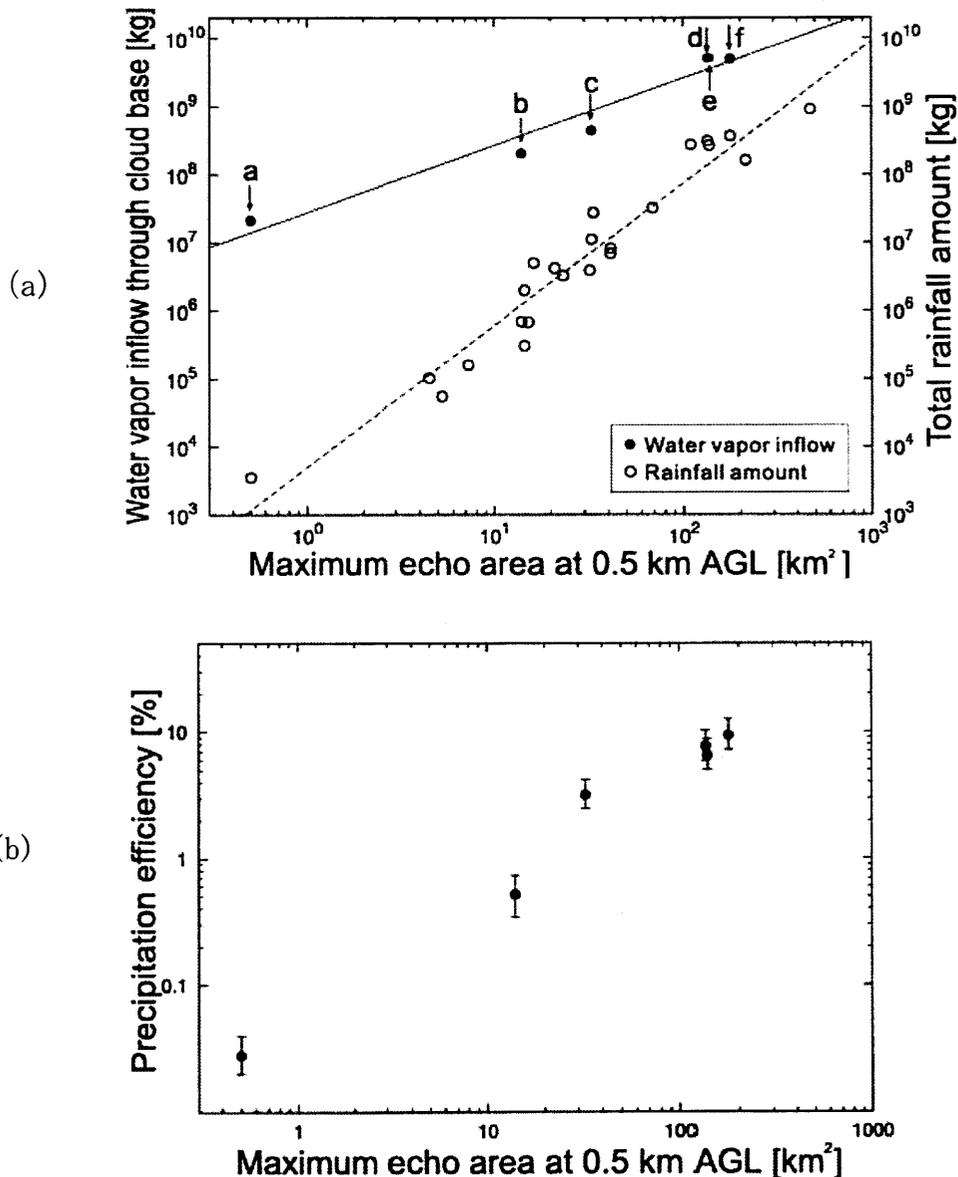


図 3 積乱雲の最大エコー面積に対する, (a) 雲底からの水蒸気流入量と全降雨量と, (b) 降水効率. (Shusse et al. 2005)

中国淮河流域及び長江下流域における雲・降水過程に関する研究と並行してチベットにおけるレーダー観測データを用いた研究も進んでいる。Yamada and Uyeda (2005) はチベット高原のレーダーデータ等を用いて、モンスーンの遷移期間前後における積乱雲の特性を比較した(図4)。遷移期間前の地表面が乾いている間は積乱雲の背は高いが下層での雨の蒸発により地表に到達する雨が少なく、遷移期間後の植生が進み地表面が湿った状態では積乱雲の背は低くなるが下層での蒸発が少なく雨量が多くなることを示した。

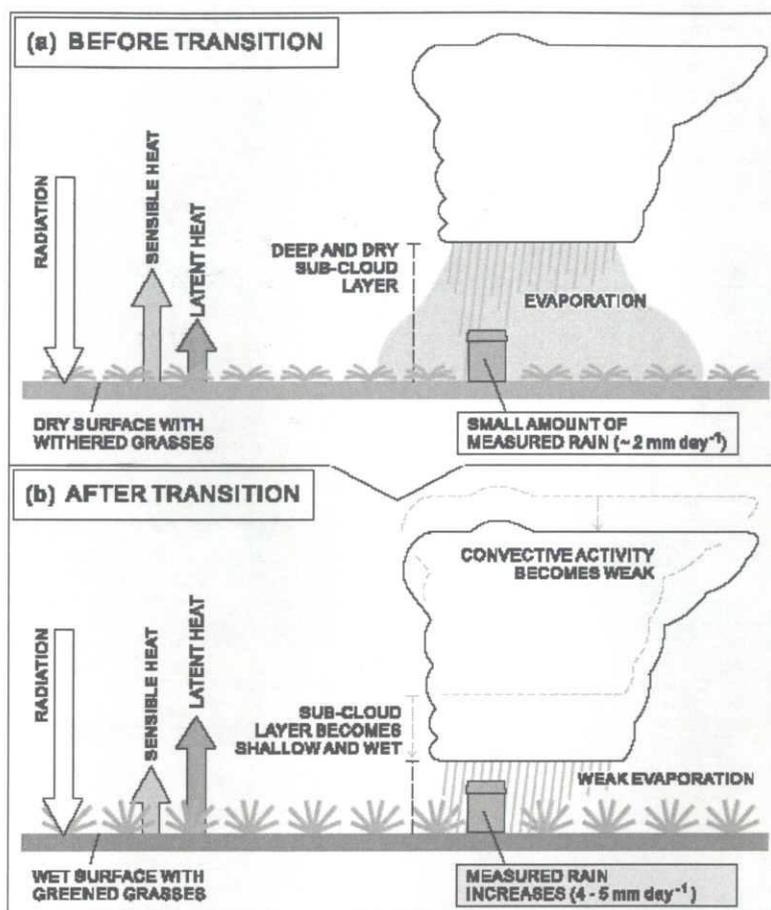


図4 チベット高原における遷移期間前後の積乱雲の構造の差異の概念図。(Yamada and Uyeda 2005)

このような、GAME が契機となって得られた研究による湿潤な東アジアにおける降水システムの構造と特性に関する理解は、タイなどの南アジアやバングラディッシュの湿潤な環境場における降水システムの特性に関する研究の推進に大きな原動力となると期待される。

参考文献

Geng, B., K. H. Yamada, K. Reddy, H. Uyeda and Y. Fujiyoshi, 2004: An observational study of the development of a rainband on a Meiyu front causing heavy rainfall in the downstream region of the Yangtze River. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 1095-1115.

- Li, Z., T. Takeda, K. Tsuboki, K. Kato, M. Kawashima, and Y. Fujiyoshi, 2005: Nocturnal development of cloud clusters during the Meiyu period in Eastern China. *J. Meteor. Soc. Japan* (under revision)
- Moteki, Q., H. Uyeda, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki and T. Kato, 2004: Structure and development of merged two rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part I: Meso- β -scale structure and development processes. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 19-45.
- Maesaka, T., H. Uyeda, T. Kato and M. Yoshizaki, 2004a: Structure and maintenance process of the precipitation systems in the Meiyu frontal zone over continental China during GAME/HUBEX 1998. Part I: Meiyu front in the subtropical air Mass. *J. Meteor. Soc. Japan* (submitted)
- Maesaka, T., H. Uyeda, T. Kato and M. Yoshizaki, 2004b: Structure and maintenance process of the precipitation systems in the Meiyu frontal zone over continental China during GAME/HUBEX 1998. Part II: Meiyu front merged with a coldfront. *J. Meteor. Soc. Japan* (submitted)
- Moteki, Q., H. Uyeda, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki and T. Kato, 2004a: Structure and development of merged two rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part I: Meso- α -scale structure and build-up processes of convergence in the Baiu frontal region. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 45-65.
- Moteki, Q., H. Uyeda, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki and T. Kato, 2004b: Structure and development of merged two rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part II: Meso- α -scale structure and build-up processes of convergence in the Baiu frontal region. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 45-65.
- Shinoda, T. and H. Uyeda, 2002: Effective factors in the development of deep convective clouds over the west region of eastern China during the summer monsoon season. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 1395-1414.
- Shinoda, T., H. Uyeda and K. Yoshimura, 2005: Structure of moist layer and sources of water over the southern region far from the Meiyu/Baiu front. *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, (In press)
- Shusse, Y., K. Tsuboki, B. Geng, H. Minda and T. Takeda, 2005: Structure and evolution of deeply developed convective cells in a long-lived cumulonimbus cloud under a weak vertical wind-shear condition. *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, (In press)
- Shusse, Y. and K. Tsuboki, 2005: Dimension characteristics and precipitation efficiency of cumulonimbus clouds in the region far south from the Meiyu front over eastern Asian continent. *Mon. Wea. Rev.* (submitted)
- Yamada, H., B. Geng, K. K. Reddy, H. Uyeda and Y. Fujiyoshi, 2003: Three-dimensional structure of a mesoscale convective system in a Baiu-frontal depression generated in the downstream region of the Yangtze River. *J. Meteor. Soc. Japan*, **81**, 1243-1271.
- Yamada, H. and H. Uyeda, 2005: Transition of the precipitation process over the central Tibetan Plateau during the summer of 1998. *Mon. Wea. Rev.* (Submitted)

参考資料：GAME/HUBEX の研究によって得た学位取得者（雲・降水関連のみ）
 前坂 剛： 2003年3月課程博士取得（北海道大学大学院理学研究科）
 李 竹暁： 2005年3月課程博士取得（北海道大学地球環境科学研究科）
 出世ゆかり： 2005年6月課程博士取得見込（名古屋大学大学院理学研究科）

1. はじめに

GAME 再解析の目的は 1998 年 4 月から 10 月の GAME 強化観測期間についてゾンデデータを中心に可能な限りのオフラインデータを収集し、最新のデータ同化システムを用いて、精度よい再解析データを提供し、アジア太平洋域の水・エネルギー循環解明に役立てることである。GAME 再解析は気象研究所、気象庁数値予報課、宇宙開発事業団地球観測データ解析研究センター（EORC）の共同研究として行われた（山崎他、2000）。

早期配布用の Ver 1.1 と最終的な Ver 1.5 の 2 回の再解析が行われ、概要説明とデータは <http://gain-hub.mri-jma.go.jp/4dda/OutlineofGAMEreanalysis15.htm> から、得ることが出来る。

GAME 再解析に用いられたデータ同化システムは 2001 年 3 月時点の気象庁の現業システムと基本的に同じである。予報モデルは、水平解像度 0.5625 度、鉛直 30 層の T213L30 であり、積雲対流スキームは Prognostic Arakawa-Shubert（隈，2000）を用いている。データ同化スキームは 3 次元最適内挿法（多田，1997）を用いている

プロダクトの期間は 1998 年 4 月から 10 月で 6 時間毎、水平分解能は 0.5 度、1.25 度、2.5 度の 3 種類、鉛直には 1000hPa から 10hPa の間に 17 層となっている。詳細は上に上げた URL にある。また GAME 再解析をもちいた研究については、本報告週の増田の報告を参照されたい。

2. GAME 再解析の検証

再解析は入力データを大気モデルや高度なデータ同化手法により加工したもので、全球の任意の時間・場所の物理量がえられ、生データより取り扱いやすく、また生データからは得られない物理量も求まる。しかし扱う物理量や特定の場所や時期によっては、モデルのバイアスやデータ同化手法の制約のために、系統的なバイアスやずれが再解析プロダクトには存在する。このため、観測と比較検証したり、他の再解析と比較することが重要である。

GAME 再解析から得られる高度場、風、降水量、放射の比較検証は GAME Phase 1 Summary Report（Yaunari et al., 2003）で行われているので、詳細はそちらにゆずり、結果だけをまとめる。

観測から直接得られる高度場や風については、GAME 再解析は GAME や SCSMEX 集中観測データを中国から東南アジアにかけて入力として入れているので、これらの領域では ECMWF 現業解析や NCEP1、NCEP2 再解析、JMA 現業解析より優れているか同等の品質を持つ

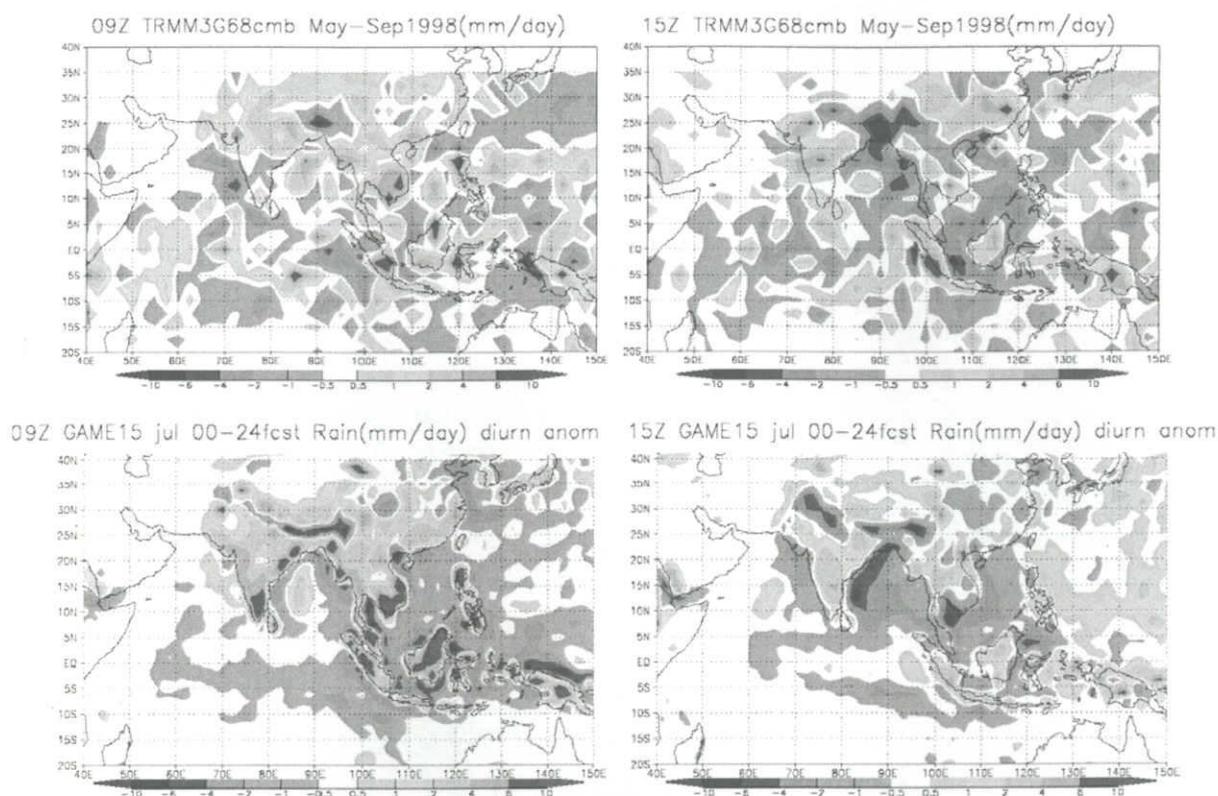
ている。ただし、HUBEX領域における1998年7月初めのGAME再解析の水蒸気場は、水平分布に問題があり、ECMWF現業解析やJMA現業解析の方が優れている。

現在までの再解析における降水量や放射などは大気モデルによって計算され、観測は初期値としてのみ影響するため、その特性は大気モデルに大きく影響される。降水量は大気の循環場と強く相互作用するため、よい初期値場はよい降水量分布を与えると同時に、よい降水量はよい循環場を生み出し、次の時間の背景場を良くする効果がある。したがって、再解析で得られた降水量がどの程度観測を再現できるかは、再解析データの総合的評価の1つとなる重要な点である。1998年4-10月の期間、降水量を観測と比較すると、アジア太平洋域でも全球でも、GAME再解析は他の再解析や現業解析より、優れていた。この理由はGAME集中観測データのためというより、海洋域にSSM/Iなどから統計的に得られた水蒸気データを入れたためと考えられる。

3. 日変化の検証

暖候期アジア大陸上では大気・陸面の物理量の日変化が大きいことがGAMEの現地観測により、具体的に明らかになった。風や気温の日変化は再解析データでみると水平分解能に応じたそれなりのパターンが得られるが、降水量のパターンや位相をあわせることはパラメタリゼーションと関連しているので比較的困難と考えられる。

GAME再解析Ver. 1.5を用いて、1998年7月について降水量の日変化偏差を09UTC（現時時間16時頃）と15UTC（現地時間15時頃）について図1下に示す。陸域で降水量が多くなる現地時間16時頃に、海陸の分布が明瞭に表れている。チベット高原南側や四川盆地では負の降水量偏差となり、海洋上のベンガル湾中部では逆に、正の降水量偏差となっている。図1上は対応する時間のTRMM3G68のPRとTMIを結合したTRMM3G68である。サンプリング数が少ないため、海陸コントラストをはっきりみることができないが、上に述べた大きな特徴は両者共通にみることが出来き、日変化の位相は比較的対応がよいことが分かる。1日4回のゾンデ観測データが日変化の表現に寄与していると考えられる。



第1図：左上図：09UTCにおけるTRMM3G68から得られた降水量偏差。右上図：15UTCにおけるTRMM3G68降水量偏差。左下図：09UTCにおけるGAME再解析から得られた降水量偏差。右下図：15UTCにおけるGAME再解析降水量偏差（カラー口絵図3参照）。

4. まとめにかえて

モンスーンなどの年々変動を研究するためには、1年限りの再解析ではなく、NCEP/NCAR や ERA40 などの長期再解析が必要である。日本でも GAME 再解析のあと、2001-2005 年にかけて日本版長期再解析 (JRA-25) が気象庁・電力中央研究所の共同研究として実施中である。既に半分以上計算が終わり、データも公開中である (<http://www.jreap.org>)。

JRA-25 では、1998 年の GAME 集中観測のデータを全て入力データとして取り込み、解析することになっている。これにあわせて、気象研究所では、同じデータ同化システムで GAME 集中観測のデータを入れない再解析を予定しており、両者を比較することによって、GAME 集中観測データのインパクトを3次元変分法の同化システムによって評価することが可能となる。

再解析はより信頼できる解析値を得るという面では最新のシステムで繰り返し行われるべき課題である。1998 年に関しては、JRA-25 が GAME 再解析のアップデート版と言

う側面もある。JRA-25 は降水量の再現性に関しては他のどの再解析よりもすぐれており（釜堀他、2004；大野木他、2005）、GAME 集中観測やアジアモンスーンの年々変動の研究に有用な情報を与えうると考えるので、多くの方の利用を希望する。

参考文献

- 釜堀弘隆 他、2004：JRA-25 長期再解析プロジェクト—本計算の初期結果（降水量および可降水量分布について）—、2004 年気象学会秋季大会予稿集、354.
- 隈 健一、2000：降水及び雲水過程について、数値予報課報告・別冊第 46 号 全球モデル開発の現状と展望—気象業務の基幹モデルとして?、32-47.
- 大野木和敏、1997：データ品質管理と解析前処理、数値予報課報告・別冊第 43 号、データ同化の現状と展望、17-61.
- 大野木和敏 他、2005：JRA-25 長期再解析プロジェクト、2005 年気象学会春季大会予稿集.
- 多田英夫、1999：大気客観解析、数値予報課報告・別冊第 43 号、データ同化の現状と展望、62-86.
- 山崎信雄 他、2000：GAME 再解析データの公開、天気、9月号、659-663.
- Yasunari T. et al., 2003: GAME Phase 1 Summary Reports, GAME Publication No. 37.

シベリア班報告

大畑哲夫

1. 概要

シベリア地域研究班は、GAME 第一期(1996-2001)に主たる観測活動を行い、第二期ではその解析とまとめを実施してきた。また第一期の観測体制を引き継いだ長期変動の観測および発展研究は、別のプロジェクトに移されて実施されてきた。そして、2003年12月の段階で、北ユーラシア地域の水循環シンポジウムを行い研究グループとしての班の実質的な活動を停止した。しかしながら、その後もシベリア班の研究テーマに関係した論文等は各関係者から出版されているのが現実である。

本地域研究の目的目標は、すでに出版された報告を参考としていただくこととし、いくつか触れられてこなかった、いくつかのことを指摘することにする。GAME 研究としてつけられた予算は限定され、他の資金の協力を得て、観測体制を確立した経緯がある。その意味で、ここに報告することは、1996年以來 GAME 対応予算で実施することのできた研究以上の範囲のものを含んでいると言える。むしろ国際研究計画対応の GAME-Siberia の成果と考えるべき内容になっている。

研究実施のために取得した経費は多岐にわたる。1996年から2003年までに使用した経費は旧文部省の特別事業費・科学研究費が約半分、地球フロンティア・地球観測フロンティアの経費が約半分を占めた。また、総計50名程度の日本人研究者が観測に関わり、20名程度のロシア研究者の協力があつた。解析のみに参加した研究者を数えるならば、より多くなる。

2. 主要な研究成果

数多くの成果を得たが主要なものは、下記の10項目にまとめられると考えられる。なお、2002-2004年に論文化された成果を中心に記述する。

(1) 小さいが特定ツンドラ流域の年間の水循環の過程の理解が進んだ：これはシベリア地域では初めての試みであり、諸過程の特徴を浮き彫りにした。他の環北極ツンドラと類似性と異質性が確認され、冬季積雪過程の重要性が指摘された。2004年には、ツンドラの流域モデルの研究が出版され、このような陸域での水循環の変動性の定量的理解(Hirashima et al., 2004)が一段と進んだ。また、表面に特徴的なコケの層の蒸発過程における役割についての研究(Sato, 2004)も行われ、水収支および陸域水循環を構成する各項を議論した総合的論文(Ishii et al., 2004)も出された。

(2) 夏季を中心としたカラマツ林の水熱交換過程の時間推移・プロセスに関する理解が進んだ：蒸発散の季節内・長期的なリズムがはっきりし、樹種により、水熱交換の季節推移変化傾向が異なることもわかった。世界でも北方林のシステムチックなデータセットの一つが構築されたと言える。2004年には、カラマツ林とアカマツ林の熱収支の季節変化についての差異に関する論文(Hamada et al., 2004)が出版された。

(3) 安定同位体を利用した水循環研究が進展した：数 1000kmスケールから樹木単位と多

様な空間スケールでの研究に水分子を構成する原子の安定同位体が適応された。これは世界的に新しい試みであるとともに、GEWEX計画における研究計画などを刺激した。2003年には、土壌中の水分の安定同位体環境の特徴と樹木による吸い上げについての年々の差異についての論文(Sugimoto et al., 2003)、およびヤクーツク付近に多数分布する湖沼の水文特性についての論文(Ichivanagi et al., 2003)が出された。また東シベリアでの夏季降水の水蒸気起源についての時間変化に関する理解(Kurita et al. 2003)が進んだ。

(4) 水熱交換についてのスケールアップの課題がより明確になった：草地と森林、湖沼で熱収支・蒸発に差異があり、森林の方がLAIが小さい結果蒸発が小さいことや、広大なアラスの草地・裸地と小アラスでは傾向異なりスケールアップに関して課題が残った。

(5) 水源域(ティンダ)における春季融雪流出、夏季流出の変動特性がわかった。水収支についてはYamazaki et al.(2005)がまとめ、積雪の融解特性および年間でピークを持つ春季流出量の決定因子についての解析(Suzuki et al., 2003a; Suzuki et al., 2005)が行われ、春季流出に単に冬季積雪量のみならず、前年の秋の土壌水分が影響している傾向が示された。また、ティンダでは、積雪昇華量の定量的評価が行われた(Zhang et al., 2004)

(6) 積雪凍土域における水文モデル作成の試みがなされ、一定程度の成功をおさめている。広領域については、Ma et al. (2000)がモデルを構築し、レナ川流域を対象として一定程度のシミュレーションの成功を収めている。さらに春季の河川氷融解に伴う流出量変化についても解析が行われた(Ma et al., 2004)

(7) 広域水循環特性と陸面・植生・積雪の分布と変動の理解が深まった。これについては、NDVIを用いた研究が進められ、再解析データの蒸発散量とNDVIの年々変動に創刊が見られることがわかった(Suzuki and Masuda, 2004)。積雪量の衛星把握については、東大グループが別個に研究を行い、成功を収めつつある。またFukutomi et al. (2004)はシベリア3大河流域での降水量の年々変動についてのシーソー的な現象を明らかにした。

(8) モデル研究と観測研究の相互協力関係が形成された。ヤクーツクの草地・森林の水熱交換評価用のデータに既存の陸面モデルを適用し、現象の差異の理解を深め(Yamazaki et al., 2003)、また観測データで改良した陸面モデルを用いて10年以上にわたるカラマツ林の蒸発散量の年々変動を評価した。

(9) 航空機観測を実施することができ、大気境界層についての知見が得られた。シベリアの大気境界層観測が航空機によって初めて行われた。広域フラックス分布(Hiyama et al., 2003)、内部境界層の特徴についての新しい知見(Strunin et al., 2004)が得られた。

(10) 地上観測の良好なシステムが構築され、今後の安定したデータ取得の見通しが立った。特にティクシでは、98年以来6年間、悪気候条件下にもかかわらず連続データを取得することができた。

3. 主要な成果公表と今後の課題

3.1 主要な出版物

いままで成果として国際的に認知された主要な査読つき雑誌に45編(多少誤差あり)の論文が掲載された。出版数の多い雑誌は水文学会誌、Hydrological Processes、J. Hydrometeorologyであった。GAME-Siberiaのデータを用いて、あと2-3年で、この倍ぐらい発表されることが期待される。論文数で、発表数の多い研究者は、地球フロンティア・地球観測フロンティアに所属している。また、2003年秋には大陸北方域の水循環に

関する実験的観測データを世界ではじめてのデータセットを CD-ROM として公開することができた(Suzuki and Ohata, 2003)。これに含まれているのは 1997-2000 年の GAME-Siberia の大部分のデータである。

また、報告書として、2001 年までに Activity Report を発行し、2003 年にはシンポジウム報告を出版している。

3. 2 不足した研究

当初、研究目的として設定したが、余り進まなかった研究がいくつかある。それを以下に列記する。

(1) 変動解析：シベリアの水循環、陸域状態はどう変化しているのか？についての研究をあまり進めることができなかった。再解析データで試みはなされた、しかし地上データに基づく解析は皆無に等しい。この原因としては、地上観測を重視し、長期の既存データセットの構築やそれに基づく解析を、強くは encourage しなかったことが指摘できる。今後、既存データセットの整備を一つの重点項目とし、人的・資金的強化を行う必要がある。

(2) 冬季、積雪期の研究：シベリアの冬のプロセスや凍土自体の挙動の研究が重要であるにもかかわらず十分は研究できなかった。降水量・蒸発量などの絶対値は冬季、小さいが、それが冬の雪・寒さが夏に熱的・水分的に影響を及ぼすのだから、冬の変動は夏に影響をもたらす。しかも、近年の冬の気候要素の変化量は、冬のほうが大きい。

3. 3 今後への期待

また、今後に期待することとして以下のことがある。

(1) GAME および GAME-Siberia 活動で得られた、種々の成果を基に、研究グループ・研究計画の再編(他研究計画)をし、北ユーラシア地域(地球上の大陸寒冷圏の代表選手)、特に特徴的な雪氷・植生が分布する地域が水循環および地球気候形成 に対して果たす役割が明らかになることを期待したい。

(2) GAME および GAME-Siberia で得た経験を基に各若手・熟年研究者が、自らの研究に活かしていくこと。

3. 4 後継研究

GAME-Siberia の大学連合の観測研究は 2002 年 3 月に終わり、グループとしての解析活動は 2003 年 12 月に終了したが、研究の発展として現在、以下の後継研究が進められている。2002 年の時点より問題が議論を通じて取捨選択され、種類は減ったかもしれないが、絞り込まれた課題について研究の深化が行われているのが特徴であるといえる。

(1) 「水循環における植生の役割・機能に関する研究」が開始(2002 年 11 月開始)：

CREST 計画(研究代表者：太田岳史)

(2) 海洋研究開発機構の地球環境観測研究センターおよび地球環境フロンティア研究センター。(プログラム・ディレクター：安成哲三、大畑哲夫)

「ユーラシア大陸・寒冷圏研究」

「同位体利用の大陸水循環研究」

(3) 大気・植生・雪氷相互作用

北大・低温研の特別共同研究および北大・地球環境科学研究科の COE 研究
(4) WCRP/GEWEX, CliC をベースにした新たな研究計画

4. 年次別出版文献

<1998>

Ma, X., Hiyama, T., Fukushima, Y. and Hashimoto, T. (1998): A numerical model of the heat transfer for permafrost region.

J. Japan. Soc. Hydrol. & Water Resouces, 11, 346-359.

<1999>

Ohta, T., K. Suzuki, Y. Kodama, J. Kubota, Y. Kominami and Y. Nakai, 1999: Characteristics of the heat balance above the canopies of evergreen and deciduous forests during the snowy season.,
Hydrological Processes, 13, 2382-2394.

Saito, A. and Yamazaki, T. (1999): Characteristics of spectral reflectance for vegetation ground surfaces with snow-cover: Vegetation indices and snow indices.

J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour., 12, No. 1, 28-38. (In Japanese)

Tsuyuzaki, S., T. Ishizaki and T. Sato, 1999: Vegetation structure in gullies developed by the melting of ice wedges along Kolyma River, northern Siberia,

Ecological Research, 14(4), 385-391.

<2000>

Ma, X., Fukushima, Y., Hiyama, T., Hashimoto T. and T. Ohata, 2000: A macro-scale hydrological analysis of the Lena River basin,

Hydrological Processes, 14, 639-651.

Suzuki, R., S. Tanaka and T. Yasunari, 2000: Relationships between meridional profiles of satellite-derived vegetation index (NDVI) and climate over Siberia,

International Journal of Climatology, 20, 955-967.

Takata, K. and Kimoto, M. (2000): A numerical study of the impact of soil freezing on the continental-scale seasonal cycle.

J. Met. Soc. Japan, 78(3), 199-221.

Tanaka, H., Ohta, T., Hiyama, T. and Maximov, T.C. (2000): Re-evaluation of the energy exchange rate including the advection in a larch forest in eastern Siberia.

J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour., 15, No. 6, 615-624. (In Japanese)

Yang, D. and T. Ohata, 2000: A Bias-corrected Siberian regional precipitation climatology,

J. Hydrometeorology, 2, 122-139.

<2001>

- Georgiadi A.G., Zolotokrylin A.N., Malyshev V.B., Onichshenko V.G., Ozerov N.S., Vinogradova V.V.
(2001) Hydroclimatic studies of characteristics of permafrost landscapes of subarctic tundra of Eastern Siberia.
Izvestia, ser. geogr., No. 4, 99-106 (in Russian)
- Ohta, T., Hiyama, T., Tanaka, H., Kuwada, T., Maximov, T.C., Ohata, T. and Fukushima, Y., 2001: Seasonal variation in the energy and water exchanges above and below a larch forest in eastern Siberia,
Hydrological Processes, 15, 1459-1476.
- Sato, N., Y. Ishii, Y. Kodama, M. Nomura, N. Ishikawa and D. Kobayashi, 2001: Characteristics of summer water balance in eastern Siberian tundra watershed.,
Polar Meteorology and Glaciology, 15, 91-106.
- Suzuki, R., T. Nomaki and T. Yasunari, 2001: Spatial Distribution and Its Seasonality of Satellite-Derived Vegetation Index (NDVI) and Climate in Siberia,
Int. J. Climatology, 21, 1321-1335.
- Takata, K., (2001): Sensitivity of land surface processes to frozen soil permeability and surface water storage.
Hydrological Processes (Japanese Special Issue), (accepted).
- Yamazaki, T. (2001): A one-dimensional land surface model adaptable to intensely cold regions and its application in Eastern Siberia.
J. Met. Soc. Japan, 79(6), 1107-1118.
- Zhang Y., T. Ohata and H. Hirashima, 2001: Spatial distribution of surface soil moisture and evaporation in a small watershed of Tiksi: Eastern Siberia,
J. Japan. Soc. Hydrol. & Water Resources, 15(5), 486-495.
- Kuwata, T., Sakai, K., Takeuchi, S., Maximov, T.C. and Yoshikawa, K. (2001): Stand structure of eastern Siberian boreal forests near Yakutsk Region. *J. Jpn. Soc. Reveget. Tech.*, 27(1), 125-130. (In Japanese)
- (桑田孝、酒井克人、竹内真一、Maximov, T.C.、吉川賢 (2001) : 東シベリアヤクーツク周辺における北方林の林分構造。日本緑化工学会誌、27(1), 125-130.)
- <2002>
- Sugimoto, A., Yanagisawa, N., Naito, D., Fujita, N. and Maximov, T.C., (2002): Importance of permafrost as a source of water for plants in East Siberian, Taiga.
Ecol. Res., 17, 493-503.
- Suzuki, K., Ohata, T., Kubota, J., Vasilianka, N., Juravine, S. and Vuglinski, V. (2002): Hydrological process in winter at Mogot experimental drainage in southern taiga region, eastern Siberia.
Collected papers of Sixth Symposium on Water Resources, 525-530. (In Japanese)

Zolotokrylin, A.N., Vinogradova, V.V., Titkova, T.B. Ananiev, I.P. (2002) Computer archive of vegetation cover characteristics of Eastern Siberia.

Izv. RAN, ser. Geogr., No. 2, 116-121 (in Russian)

Kuwata, T., Kotake, T., Takeuchi, S., Maximov, T.C. and Yoshikawa, K. (2002) : Relationships among water dynamics, soil moisture and vapor pressure deficit in a *Larix gemlinii* stand, eastern boreal Siberia. *J. Jpn. For. Soc.*, 84, 246-254. (In Japanese)

(桑田 孝, 小竹利明, 竹内真一, Maximov, Trofim C., 吉川 賢, : 東シベリア北方林域における *Larix gmelinii* 林の水分動態と土壌水分、飽差との関係,

日本林学会誌, 84, 246-254.)

Suzuki, K., Kubota, J., Ohata, T., Vasilenko, N., Zhuravin, S., Vuglisnki, V. (2002): Characteristics of spring runoff in the Mogot experimental watershed in the southern mountainous taiga of eastern Siberia. *Proceedings of ISSW2002*, 1-5.

Toba, T. and Ohta, T. (2002): Modeling the characteristics of interception loss in forests. *J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour.*, 15(4), 345-362.

(鳥羽妙, 太田岳史, 2002: 森林樹冠構造の相違による遮断蒸発特性の変動とそのモデル化, *水文・水資源学会誌*, 15, 345-361.)

<2003>

Hiyama, T., Strunin, M.A., Suzuki, R., Asanuma, J., Mezrin, M.Y., Bezrukova, N.A. and Ohata, T. (2003): Aircraft observations of the atmospheric boundary layer over a heterogeneous surface in Eastern Siberia,

Hydrological Processes, 17, 2885-2911.

Ichyanagi, K., Sugimoto, A., Numaguchi, A., Kurita, N., Ishii, Y. and Ohata, T. (2003): Seasonal variation in stable isotopic composition of alaska lake water near Yakutsk, Eastern Siberia. *Geochemical Journal*, 37, 519-530.

Kagawa, A., Naito, D., Sugimoto, A. and Maximov, T.C. (2003): Effects of spatial and temporal variability in soil moisture on widths and $\delta^{13}C$ values of eastern Siberian tree rings.

J. Geophysical Research, 108, No. D16, 4500, doi:10.1029/2002JD003019.

Kurita, N., Numaguchi, A., Sugimoto, A., Ichyanagi, K. and Yoshida, N., (2003): Relationship between the variation of isotopic ratios and the source of summer precipitation in eastern Siberia,

J. Geophys. Res., 108, D11, 4339, doi:1029/2001JD001359.

Kurita, N. Yoshida, N., Inoue, G., Chayanova, E. A. (2003): Modern Isotope climatology of Russia: A first assessment. *J. Geophysical Res.*, 109, D02102.

Sugimoto, A., Naito, D., Yanagisawa, N., Ichyanagi, K., Kurita, N., Kubota, J., Kotake, T., Ohata, T., Maximov, T. C. and Fedorov, A. N., : Characteristics of soil moisture in permafrost observed in East Siberian Taiga with stable isotopes of water.,

Hydrological Processes, (in press).

- Watanabe, K. (2003): Spatial and temporal variation in thaw depth in Siberian tundra near Tiksi, Permafrost.
Proc. of 8th International Conference on Permafrost, Zurich, Switzerland, 1211-1216.
- Yamazaki, T., H. Yabuki, Y. Ishii, T. Ohta and T. Ohata, (2003): Water and energy exchanges at forests and a grassland in eastern Siberia evaluated using a one-dimensional land surface model.
J. Hydromet., 5(6), 504-515..
- Fukutomi, Y., Igarashi, H., Masuda, K. and Yasunari, T. (2003): interannual variability of summer water balance components in three major river basins of Northern Eurasia. *J. Hydrometeorology*. 4(2), 283-296.
- Suzuki, K., Nakai, Y., Ohta, T., Nakamura, T., Ohata, T. (2003): Effect of snow interception on the energy balance above deciduous and coniferous forests during a snowy winter. *IAHS Pub.* No. 280, 309-317.
- <2004>
- Hirashima, H., Ohata, T., Yabuki, H., Kodama, Y., Sato, N. (2004): Non-uniform distribution of tundra snow cover in eastern Siberia.
J. Hydrometeorology 5(6), 373-389.
- Suzuki, R., K. Masuda (2004): Interannual covariability found in evapotranspiration and satellite-derived vegetation indices over northern Asia. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 82, 1233-1241.
- Suzuki, R., T. Hiyama, J. Asanuma, T. Ohata (2004): Land surface identification near Yakutsk in eastern Siberia using video images taken from a hedgehopping aircraft. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 4015-4028.
- Hamada, S., Ohta, T., Hiyama, T., Kuwada, T., Takahashi, A. and Maximov, T.C. (2004) : Hydrometeorological behaviour of pine and larch forests in eastern Siberia. *Hydrological Processes*, 18, 23-39.
- Strunin, M.A., Hiyama, T., Asanuma, J. and Ohata, T. (2004) : Aircraft observations of the development of thermal internal boundary layers and scaling of the convective boundary layer over non-homogeneous land surfaces. *Boundary-Layer Meteorology*, 111(3), 491-522.
- Takahashi, A. and Hiyama, T. (2004) : A momentum exchange model for the surface layer over bare soil and canopy-covered surfaces. *Journal of Applied Meteorology*, 43(10), 1460-1476.
- Strunin, M.A. and Hiyama, T. (2004a) : Applying wavelet transforms to analyse aircraft-measured turbulence and turbulent fluxes in the atmospheric boundary layer over eastern Siberia. *Hydrological Processes*, 18, 3081-3098.
- Strunin, M.A. and Hiyama, T. (2004b) : Response properties of atmospheric turbulence measurement instruments using Russian research aircraft. *Hydrological Processes*, 18, 3099-3117.
- Ishii, Y., Kodama, Y., Sato, N. and Yabuki, H., 2004:

- Summer water balance in an Arctic tundra basin, eastern Siberia. Northern Research Basins Water Balance, IAHS Publ. 290, 50-64.
- Yamazaki, T., H. Yabuki, Y. Ishii, T. Ohta and T. Ohata, 2004: Water and energy exchanges at forests and a grassland in Eastern Siberia evaluated using a one-dimensional land surface model. *J. Hydrometeorology*, 5, 504-515.
- Hirashima, H., T. Ohata, Y. Kodama, H. Yabuki: Estimation of annual water balance in Siberian tundra region using a new land surface model. Northern Research Basins Water Balance, IAHS Publ. 290, 41-49.
- Ma, X., Yasunari, T., Ohata, T. and Fukushima, Y. (2004): The influence of river ice on spring runoff in the Lena River, Siberia. *Annals Glaciology*, Vol. 40.
- Sato, N. (2004): Water transport process of air-vegetation-soil system in the Arctic tundra. PhD Thesis, Hokkaido University, pp. 86.
- Zhang, Y., K. Suzuki, T. Kadota, and T. Ohata. (2004): Sublimation from snow surface in southern mountain taiga of eastern Siberia. *Journal of Geophysical Research* 109: D21103, DOI 10.1029/2003JD003779.
- <2005>
- Suzuki, K., Kubota, J., Ohata, T. and Vuglinsky, V. (2005): The impact of snow processes on snowmelt runoff generation in the southern mountain taiga, Eastern Siberia. *J. Agricultural Meteorology*, 60(5), xx-xx.(accepted)

GEWEX 水・エネルギー収支研究 (WEBS) への GAME の貢献

増田 耕一 (Kooiti Masuda)

海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター
(Frontier Research Center for Global Change / JAMSTEC)

1. 水・エネルギー収支研究

1.1. 意義

全球規模のエネルギーと水の循環のふるまいを理解するうえで、水収支とエネルギー収支の式に現われる変数に注目するのがひとつのよい方法と思われる。これらの変数は質量保存、エネルギー保存という物理法則の文脈でしっかり定義されており、その値は、違った場所や時刻で、また違った方法で得られたものでも、原理的には比較することができる。質量保存の法則は水という物質(水蒸気、液体の水、氷をあわせたもの)の質量が一定であることを保証するわけではないが、過去の経験から、水とその他の物質との間の化学変化は相対的の意味で無視できることがわかっている。水・エネルギー収支研究は、狭い意味では、収支式のうち1項の値だけが直接観測されていないときにそれを推定することか、または全部の項の値がなんらかの方法で得られているときにそれらの推定の正確さを評価することである。もう少し広い意味では、式のそれぞれの項の実際の値や、その項が式のうちでどれだけ重要か、それが広い空間・時間範囲でどのように変化するかを認識することも含まれる。

全球規模での水・エネルギー収支研究には、全球規模のデータセットが必要である。しかし、全球規模よりも小さい規模の研究も重要である。全球規模のデータセットは、リモートセンシングまたは数値モデリングを通じた間接的推定に頼ることがどうしても避けられない。地域規模の研究のほうがより直接的な観測を活用することができ、それによって全球規模の収支の評価の質を改善することができる。空間的・時間的に限られた実験観測であっても、全球規模のデータセットと比較することによって、全球規模のデータセットの改善の可能性を考える参考にすることができる。

地域規模の研究は、地域間の比較を通して、全球規模のエネルギーと水の循環の理解に貢献する。全球規模の対象を研究する人も、ふつうは限られた地域に住んでおり、その地域の気候・水文特性がその人の世界観に強く影響を与えている。われわれは、それが世界のうちの他の地域ではどのくらい似ていてどのくらい違うのかを知るべきである。この文脈で、いろいろな地域の気候・水文特性が同じわくぐみで示されていることが重要となる。収支式に現われる変数に注目するのがよい出発点となる。

1.2. GEWEX 水・エネルギー収支研究 (WEBS)

全球エネルギー・水循環実験研究計画 (GEWEX) の中の水・エネルギー収支研究 (WEBS) は、具体的な研究課題としては John Roads (現在の GEWEX 水文気象パネル座長、所属はアメリカ合衆国、スクリプス海洋研究所) によって提案された。

(<http://ecpc.ucsd.edu/ghp/WEBS.html> 参照). これは GEWEX の大陸規模実験 (GAME はそのひとつである) の知見を総合する試みのひとつである。

Roads は、ミシシッピ川流域で行なわれた GEWEX 大陸規模国際実験観測 (GCIP) の結果の水・エネルギー収支を総合することで主要な役割を果たした。Roads et al. (2002a) の CD-ROM は、全球規模と地域規模の両方にわたり、観測によるものとモデルによるもの両方を含む多数のデータセットによる水収支やエネルギー収支に関する成果を収録してい

る。これらのデータ間の比較研究も行なっている (例、Maurer et al. 2001)。一方 Roads は、全球規模のデータだけによって、全部の大陸規模実験観測の対象地域の水・エネルギー収支の議論も試みた (Roads, 2002, Roads et al., 2002b)。

2002 年に、Roads の呼びかけにより、GEWEX 水文気象パネルのもとに WEBS 作業グループが組織され、増田が GAME を代表するメンバーとなった。この作業の具体的目標は、Roads et al. (2002b) と同様だが、共通の全球規模データのほかに大陸規模実験による地域規模のデータも含めた、水・エネルギー収支の地域間比較をすることである。

この限定された部分の WEBS の目標は、水・エネルギー収支のうち月平均値で表現される特徴である。水平分解能は明確には指定されていないが、全球規模データセットの特性から暗黙のうちに指定されている。全球規模データセットの水平分解能は名目的には緯度経度 1 度から 2.5 度であるが、少なくとも水蒸気収束量 C (意味はあとを参照) などの変数の実質の分解能は名目よりもあらい。集められ、議論される変数は、鉛直に積分された水収支とエネルギー収支の式に現われるものに限られることになった。その式を (増田の表記方法で) 次に示す。一部の式は厳密でない近似表現である。

- 陸上のある領域 (河川流域を想定) の水の質量収支

$$\frac{dS}{dt} = P - E - R \quad (1)$$

- 大気柱内の水蒸気の質量収支

$$\frac{dW}{dt} = E - P + C \quad (2)$$

- 地表面でのエネルギー収支

$$G = R_{\text{net},\text{sfc}} - H - LE \quad (3)$$

- 大気柱内の全エネルギー収支

$$\frac{d(e_d + LW)}{dt} = R_{\text{net},\text{top}} - G + (C_d + LC) \quad (4)$$

- 大気柱内の「乾燥」エネルギー収支

$$\frac{de_d}{dt} = R_{\text{net},\text{top}} - R_{\text{net},\text{sfc}} + H + LP + C_d \quad (5)$$

ここで、 S は陸水貯留量、 W は気柱内の水蒸気量、 P は降水量、 E は地表面からの蒸発量、 R は流出高、 C は大気中の水蒸気の水平輸送の収束量、 e_d は気柱内の「乾燥」エネルギー含有量、 $R_{\text{net},\text{top}}$ は大気上端での正味下向き放射、 $R_{\text{net},\text{sfc}}$ は地表面での正味下向き放射、 G は地表面での正味下向きエネルギーフラックス密度 (陸では熱伝導)、 H は地表面での正味上向き顕熱フラックス密度、 C_d は大気中の「乾燥」エネルギーの水平輸送の収束量、 L は単位質量あたりの水の蒸発の潜熱である。

明らかに、この限定された目標では、GAME などの大陸規模実験観測の活動を必ずしもじゅうぶんに代表できない。実施されたフィールド強化観測には、期間が暦の 1 か月を含ま

ず、したがって相互比較に貢献できる数値を提供できないものがたくさんある。また、大気中の熱源の3次元分布に注目した研究もある。そのひとつは Yanai (1961) によって定式化された Q_1 と Q_2 というわくぐみを GAME で得られたデータに適用した Ueda et al. (2003) の研究である。鉛直積算された月ごとの統計量による総合は、WEBS の第一段階にすぎない。Masuda and Sohn (2003) では Initiative 1 と呼んだ。

2. 大気再解析

2.1 序論

データ同化は、気象についてはもちろん、海洋や水文の分野にも普及しつつある。大まかに言えば、それは(計算機中で) 予報された変数を観測データによって修正しながら予報モデルを動かし、すきまがなく、物理的につじつまが合っており、現実世界のよい近似であるような格子点値を求めることである。実際には、観測データのとりこみは連続的でなく断続的であることもあり、また、成果物が理想的に保存則を満たしているわけではない。気象データの同化は数値天気予報の一環として即時的に行なわれている。実験観測も、もし標準的方法によって即時に報告されれば、この現業同化にもとりこまれる。実際、GAME の強化されたラジオゾンデ観測の一部はそうのように使われた。しかし実験的観測の大部分は何日もたってから利用可能になった。そのようなデータを活用するためには、即時的でないデータ同化が必要になる。

即時でないデータ同化の活動や成果物は「再解析」と呼ばれることが多い。再解析のいくつかは何十年もの期間を対象とする。アメリカ合衆国の国立環境予測センター(NCEP)とヨーロッパ中期天気予報センター(ECMWF)は長期の再解析データセットを公表した。これらのデータセットは、衛星観測データを総合したものととも、GEWEX WEBS で使われる全球規模のデータセットの主要部分となっている。また、気象庁と電力中央研究所は、1979年から現在までの期間を対象とする再解析「JRA25」(<http://www.jreap.org/>参照)を進めている。その成果も追って GEWEX WEBS に取りこまれる予定である。

2.2 GAME 再解析

GAME では、気象研究所を中心とするチームにより、「GAME 再解析」が行なわれた。これは 1998 年 4 月から 10 月までの 7 か月を対象とする全球の気象データ同化で、2 つの版のデータセット(1.1 と 1.5)が作られた(Yamazaki et al. 2003; 山崎ほか, 本報告集)。

増田(2003)は、GAME 再解析の水収支各項を、月平均で、大陸上の数百 km 以上のスケールで、他の全球規模データセットと比較した。寒冷地域の夏には、GAME 再解析の予報モデルから得られた降水量は Global Precipitation Climatology Project (GPCP) などの観測にもとづくデータセットの値に近い。また、蒸発量も、観測値の適当な重みづけをしたもの(限られた地点であり流域代表性をもつ保証はないが)とよく合っている。しかし、 P , E , C からなる大気の水収支の残差は大きい。(これに対して NCEP の 2 つの版の再解析では、 P , E がともに過大であり、残差は小さい。)また、熱帯でも GAME 再解析の降水量は従来の再解析よりも観測値に近いことが多い。とくにインドシナ半島で広域に平均した降水量はよく合っており、これは GAME-Tropics の強化観測が生かされたものと思われる。しかし百 km 程度の分解能で詳しく見た降水量の分布は観測値とだいぶ違う。

GAME 再解析は水・エネルギー収支に関する多くの研究に使われた。注目すべき例としては、チベット高原とその周辺の 3 次元熱・水蒸気収支(Ueda et al. 2003)と、GAME-Tropics 領域の水の同位体の輸送(Yoshimura et al., 2003)がある。また GAME 再解析は領域気候

モデルを使った研究の境界条件や初期条件としても使われた。

2.3 GAME でのそのほかの大気再解析の活動

GAME-HUBEX 領域再解析 (若月ほか, 2003) は、気象庁の領域スペクトルモデル (RSM) のデータ同化システムに、HUBEX の実験観測で強化されたデータをとりこんで行なわれた。対象期間は 1998 年 6 月 19 日から 7 月 19 日までの 1 か月で、出力データの時間間隔は 6 時間、空間間隔は 20 km である。境界条件・初期条件には GAME 再解析の 1.1 版が使われた。

Tanaka et al. (2004) は、気象庁の RSM データ同化システムと陸面モデル「SiBUC」を結合し、陸面大気結合系の改善された再解析をしようと試みている。

3. 現業観測データの収集

3.1. 降水量データの収集

実験観測に加えて、GAME では多くの国の機関から現業観測のデータが提供された。ただしそのデータの種類・疎密は一様でない。それはひとつには各現業機関のデータ提供方針により、もうひとつにはデータを収集した科学者の関心による。

そのうちでも注目すべきものとして、東南アジア諸国の日降水量データの収集がある。これは、東南アジア諸国 (とくにタイ) と日本との継続的協力、松本淳 (東京大学) による熱心なデータ収集、安形康 (東京大学) によるデータマネジメント

(<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GAME-T/GAIN-T/>でデータを公開) によるところが大きい。

3.2. 降水量データの水収支への効果

GAME で収集されたデータを活用し、別のデータ源 (メコン川委員会 [現在ラオスのピエンチャンに本拠をおく国際機関] の収集したものなど) を併用して、増田ほか (2004) はインドシナ半島の降水量の空間分布と季節変化を示した。空間分布では、山地の極大と盆地の極小のコントラストが全球規模データセットから推測されるよりも強いことがわかった。また全球規模の予報モデルはまだこの地域の降水量の空間パターンをよく再現していないことがわかった。観測にもとづく全球規模データセットの欠点は、ミャンマー、ラオス、カンボジアなどの国の観測のうちで、全球データを編集しているヨーロッパや北アメリカの気象官庁に報告が届くものが少ないことに由来している。しかし、たまたまではあるが、メコン川中流域 (Chiang Saen[タイ] と Pakse[ラオス] の間) の領域平均では、GPCP などの全球規模のデータセットによっても強化された雨量計網によっても値はほとんど変わらない。一方、イラワジ川上流域 (Sagaing[ミャンマー] から上) では、違いは大きい。ただしこの地域では、今回強化された雨量計網によってもなお、河川流量から求めた流出高よりも降水量のほうが少ない。山地を代表する降水量観測点が不足していると思われる。

4. 陸面エネルギーフラックス

4.1. AAN

GAME では、アジア大陸の多くの地点に、地表面のエネルギー収支各項と関連する変数を継続的にモニターする自動気象観測装置が設置された。そのうち多くのものを総称して AAN (Asian AWS Network) といい、杉田倫明ほか (筑波大学) によって、30 分あるいは 1 時間ごとの観測値がインターネット上

(<http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/Project/aan/aan.html>) および CD-ROM で公表されている。AAN の地表面潜熱・顕熱フラックス観測値は、GAME 再解析の予報モデルで計

算された値を評価するのに使われた (Yatagai et al. 2003)。

4.2. GAME-Radiation と SKYNET

地表面での放射フラックス観測では、Baseline Surface Radiation Network (BSRN) がいちばん精密で質がそろった観測網であり、GEWEX の一環でもある。しかし BSRN の観測を維持するには高度な知識が必要であるため、地点数は限られ、アジアでは日本 (Tateno=つくば市) と西南アジアにしかない。GAME では、GAME-Radiation の活動としていくつかの地点で精密な放射観測が行なわれ、そのいくつかは SKYNET プロジェクトに引き継がれている。しかし、精密な機器を保守することのむずかしさのためと思われるが、月平均値が得られる月の数は AAN の場合ほど多くない。

4.3. AAN と衛星データとの比較

全球規模の地表面放射フラックスのデータセットとしては、衛星による観測値を処理して作られたものがいくつかある。

そのひとつは、NASA Langley Research Center (LaRC) の Paul Stackhouse ほかによる Surface Radiation Budget (SRB) データセット

(http://srb-swllw.larc.nasa.gov/GEWEX.SRB_homepage.html 参照) であり、これは GEWEX の SRB データともされているが、対象期間は今のところ 1983 年 7 月から 1995 年 10 月までであり、GAME の強化観測期間と重なっていない。SRB は、雲の情報を International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) の「D シリーズ」のデータセットから得ている。

ISCCP をまとめている NASA Goddard Institute of Space Studies (GISS) の Zhang and Rossow も、ISCCP の D シリーズにもとづく「FD」という放射データセットを作っており、こちらは 2001 年 6 月までの期間である <http://isccp.giss.nasa.gov/projects/flux.html>。また、Maryland 大学の Rachel Pinker ほかによる「Pathfinder」という短波放射フラックスのデータセット (<http://www.atmos.umd.edu/~srb/pathfinder/>) は 1998 年末までである。ただし、空間分解能は、LaRC の SRB (緯度経度 1 度) よりも FD と Pathfinder (2.5 度) のほうがあらい。

Masuda (2004) は、下向き短波・長波それぞれの月平均値について、いくつかの AAN 観測点の観測値とその地点を含みます目の SRB, FD, Pathfinder データセットの値とを比較した。得られた差の解釈はむずかしい。とくに熱帯では、雲の分布の地域的不均一性が大きく、観測点がます目を代表しているかどうか疑問がある。しかし、いくつかの場合には、比較によって衛星からの推定の系統的問題が明らかになった。チベット高原での下向き短波放射を、SRB と Pathfinder (いずれも Pinker-Laszlo アルゴリズムによっている) は過小評価している。これらのデータ作成では、高い地面の標高とそれに伴う気柱の薄さがうまく評価されていなかったようである (アルゴリズム自体の問題ではなくパラメータ値の与えかたの問題らしい)。FD は下向き長波放射を、冬のシベリアでは過大評価し、夏のチベットではたぶん過小評価している。これは、FD が大気温度分布を衛星観測 (TOVS) から得ており、その鉛直プロファイルが実際の気境界層の構造をとらえていないためと推測される。SRB が同じバイアスをもたないのは、大気温度分布を再解析 (NASA の GEOS) から得ており、予報モデルによる温度プロファイルが TOVS と比べた相対的な意味で現実的であるためと推測される。

4.4. 地域規模の陸面フラックスの評価

地域規模の地表面エネルギー・水フラックスを知る方法のひとつは、地表付近の気象データを入力として陸面モデルを動かすことである。

HUBEX region 領域について、Tanaka et al. (2001) は SiBUC を緯度経度 5 分 (約 10km) 格子で 1998 年 5 月から 8 月までについて動かした。入力となる気象データのうち、下向き放射は静止気象衛星の観測値から推定した。彼らのグループはこの計算の改良を続けている。

チベット高原について、Plateau, Xu and Haginoya (2001) と Xu et al. (2005) は、(植生の効果を仮に無視して) 土壌層のエネルギーと水の伝達の単純な構造の多層モデルを使い、現業の地上気象データを入力として、1997 年と 1998 年の地上気象観測点での熱収支を計算した。そこで使われた経験式は、実験観測を参照して較正された。そのほか、小池俊雄 (東京大学)、Yaoming Ma (中国、チベット研究所)、石川裕彦 (京都大学防災研) がそれぞれ中心となるグループで、衛星データと陸面モデルを使った研究が行なわれている。

5. おわりに

筆者の情報収集が不じゅうぶんなために、重要な成果を見落としている可能性がある。情報を教えていただけるとありがたい。

GAME の名で資金が提供される研究は終わろうとしているが、GAME で得られた豊かな情報の活用は始まったばかりである。それを解釈するには、もっと、考え、比較し、またモデルを使って研究することが必要である。われわれは水・エネルギー収支研究を続け、GAME での経験を広い人類の知識のなかに生かしていきたい。

文献

- 増田 耕一, (2003): 大陸上での GAME 再解析の降水量の評価。日本気象学会 2003 年度秋季大会, No. P467.
- Masuda, K., (2004): Surface radiation budget: comparison between global satellite-derived products and land-based observations in Asia and Oceania. Paper presented at International Radiation Symposium 2004, Busan, Korea.
(See <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/p2/masuda/radcmp/index.html>).
- 増田 耕一, 松本 淳, 安形 康, B. Ailikun, 安成 哲三, (2004): 東南アジア大陸部の気候的降水分布。日本気象学会 2004 年度秋季大会, No. A359.
- Masuda, K. and B.J. Sohn, 2003: GAME Water and Energy Balance Study. *GAME Letter*, No. 5, 8-13.
- Maurer, E.P., G.M. O'Donnell, D.P. Lettenmaier and J.O. Roads, 2001: Evaluation of the land surface water budget in NCEP/NCAR and NCEP/DOE Reanalyses using an off-line hydrologic model. *J. Geophys. Res.*, **106**, 17841-17862.
- Roads, J., 2002: Closing the Water Cycle. *GEWEX News*, **12**, No. 1, 1 and 6-8.
- Roads, J. et al. eds., 2002a: *GEWEX Continental-scale International Project (GCIP) Water and Energy Budget Synthesis (WEBS) 1996-1999*. CD-ROM.
(See <http://ecpc.ucsd.edu/gcip/gcipwebs.html>).
- Roads, J., M. Kanamitsu and R. Stewart, 2002b: CSE water and energy budgets in the NCEP-DOE Reanalysis II. *J. Hydrometeorol.*, **3**, 227 - 248.
- Tanaka, K., O. Kozan, T. Nakamura, M. Shiiba and S. Ikebuchi, 2001: Land data assimilation in the GAME-HUBEX. *5th Int'l Study Conference on GEWEX in Asia and GAME*, 697 - 702.

- Tanaka, K., K. Souma, K. Tsuboki and S. Ikebuchi, (2004):** Production of final dataset of GAME-HUBEX Regional 4DDA by JSM-SiBUC. *6th Int'l Study Conference on GEWEX in Asia and GAME*.
- Ueda, H., H. Kamahori and N. Yamazaki, 2003:** Seasonal contrasting features of heat and moisture budgets between the eastern and western Tibetan Plateau during the GAME IOP. *J. Climate*, **16**, 2309 - 2324.
- 若月 泰孝, 坪木 和久, 川畑 拓矢, 中村 一, (2003):** GAME/HUBEX 領域再解析データの作成. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, No. P428.
- Xu, J. and Haginoya, S., 2001:** An estimation of heat and water balances in the Tibetan Plateau. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **79**, 485 - 504.
- Xu, J., Haginoya, S., Masuda, K. and Suzuki, R., (2005):** Heat and water balance estimates over the Tibetan Plateau in 1997 - 1998. *J. Meteorol. Soc. Japan*, in press; (2004 年の 6th Int'l Study Conference on GEWEX in Asia and GAME でも発表).
- Yamazaki, N., K. Takahashi and A. Yatagai, 2003:** Report on the GAME Reanalysis. *GAME Phase 1 Summary Reports* (GAME Publ. No. 37), 81 - 87.
(See also http://gain-hub.mri-jma.go.jp/GAME_reanal.html).
- Yanai, M., 1961:** A detailed analysis of typhoon formation. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **39**, 187 - 214.
- Yatagai, A., M. Sugita, N. Yamazaki, M. Oh'izumi, 2003:** A comparative study of the surface fluxes derived from meteorological four dimensional data assimilation products (GAME Reanalysis) with Asian Automatic Weather Station Network (AAN) observations over the Tibetan Plateau. *Proc. APHW2003*, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, 722 - 727.
- Yoshimura, K., T. Oki, N. Ohte, and S. Kanae, 2003:** A quantitative analysis of short-term ^{18}O variability with a Rayleigh-type isotope circulation model. *J. Geophys. Res.*, **108**, 4647, doi:10.1029/2003JD003477.

GAME-II WRAP の研究成果報告

東京大学生産技術研究所 沖 大幹

WRAP(Water Resources Application Project)は、GEWEX Hydrometeorological Panel によって提唱されたプロジェクトで、GEWEX の 5 つの大陸スケールのエネルギー・水循環観測研究プロジェクトから得られたデータ、水循環予測情報を、より適切な水資源管理へ応用する可能性を模索するプロジェクトである。

水資源を標榜することから、ユネスコが進めている世界水資源開発レポートや、HELP(Hydrology for Environment, Life, and Policy)などとの連携が謳われていた。WRAP では、各大陸スケールプロジェクト(CSEs)ごとの水資源管理ニーズを明らかにする研究をすること、というのが各 CSEs に課題として託すことが述べられ、アジアモンスーン地域の CSE である GAME でも、その第二期に WRAP 対応のサブグループが組織されたものである。

他の CSE では、どちらかというルーチン的な気象予測を、水文流出モデルへのインプットとして利用し、その再現性を確認したり、初期値を変化させるのではなく、気象予測のアンサンブルメンバーを外力として用いたりすることによるアンサンブル水文流出予測が取り組まれたりしていた。日本でも、そうした動きは始まっており、気象庁メソスケールモデル(MSM)の予測格子点値(GPV)が準実時間で配信される様になったこともあって、その利用のための情報基盤の構築が進んでいる(岡澤、2005、岡澤等、2004)。

しかしながら、日本に於いては、むしろ、GCM との親和性が良い、グローバルな陸面モデル～河道流下モデルに、水資源の効果を入れる研究が進んでいる。

例えば、花崎ら(2004, 2005)では、ダム下流域における灌漑需要を算定して、それに基づき人工ダム貯水池から放流するエージェントベースのダム貯水池操作モデルのプロトタイプが提案され、例えば各海洋に流入する河川からの淡水量の季節変動に及ぼす影響や、主要流域における耕作地におけるダムからの放流量の寄与などが示されている。また、水の量ばかりではなく、質に関しても、例えば須賀ら(2005)の様に、施肥起源の窒素負荷によって、自然状態に比べてどのくらい世界の大河川の質が変化しているかが推定され、水資源に関わる質の問題もグローバルに取り扱えるようになってきている。

また、同じく GEWEX 関連の GLASS(Global Land Atmosphere System Study)傘下の GSWP(Global Soil Wetness Project)では、全球陸面 1 度グリッドに対して、エネルギー水収支が算定されている。その第二期では、1986 年～1995 年の 10 年間について、日単位で 10 以上のモデルが複数の外力データ、パラメータデータセットを用いて推定し、不確実性を明らかにしている。最新の成果では、モデル間のアンサンブルをとることによって、地上観測された土壌水分時間変動との相関が最も良くなることが示され、アンサンブル平均データセットが、GSWP2 のデータ比較センター、データ分配センターを通じて世界に広く

公表される予定である。平林ら(2005)では、こうしたオフラインシミュレーションによる全球陸面のエネルギー・水収支推定を 1901 年～2000 年の 100 年分について外力を作成して行い、流出量や土壌水分量、積雪面積といった水収支の年々変動のみならず、洪水、渇水に関しても観測値と比較して良好な対応を得ており、今後こうした手法をより空間解像度を高くしたり、シミュレーション精度を向上したりすることにより、科学的な理解が深まると共に、現実社会の水資源予測にも応用可能となることが期待される。

GSWP の第一期のデータを使って行われた Oki et al., (2001)は現状に対する世界水資源アセスメントの成果を利用して、Oki et al., (2003)では CCSR/NIES GCM の将来予測結果をさらに加味することにより 2050 年の世界水資源アセスメントを実施した。途上国を中心として、2050 年の水資源ストレス人口増大の主要なドライビングフォースは人口増加であり、気候変動の影響はそれに比べると小さいこと、特に、アフリカで深刻な事態が懸念されること、また、人口が増えない、あるいは減る日本の様な国では、気候変動による変化が主要な水資源管理に変革を迫る要因であることが指摘されている。

さらに、Oki and Kanae (2004)では、自然条件としての水資源の有無に加えて、食料交易に伴う水資源負荷の転嫁を **virtual water** という概念を利用して説明し、中東の産油国の様に購買力のある国は、自然条件として利用可能な水資源が少なくとも、水資源利用の大半を占める農業生産を他の国に依存することによって実質的には水が不足しているとはいえない状況にあること、他方、貧しい国で自然条件として水が少ないと、一人当たりの利用可能な水資源量は少ないままであることを示し、国連のミレニアム開発目標で言われている様な貧困と水の問題を明瞭に浮き彫りにしている。

こうした、自然の水循環と、人間活動とが、グローバルスケールでも影響を及ぼしあっていることに対する認識はここ数年で増大し、WCRP(World Climate Research Programme)を始めとし、IGBP(International Geosphere-Biosphere Programme)、IHDP(International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change)、DIVERSITAS(An International Programme of Biodiversity Science)の 4 つの ESSP(Earth System Science Program)の合同プログラムとして Health、Carbon、Fiber と並び、Water がとりあげられ、現在 Global Water System Project として開始しているところである。そのようなグローバルな水循環と人間活動に関しては、Oki et al., (2004)にまとめられている。

一方で、季節予報スケールの水資源予測に関しては、海面水温に加えてもし土壌水分や地温などの陸面境界条件が完全に与えられたとして、どの程度予測精度が向上することが期待できるか、という点に関し、10 以上のモデルが参加して、GLASS 傘下の GLACE(Global Land-Atmosphere Coupling Experiment)で数値実験が行われた(Koster et al., 2004)。その結果によると、予測精度の向上が期待できる地域とあまり期待できない地域があり、北アメリカ西部やサヘル地域、インド北西部など、主に半乾燥地域に予測精度の向上が期待できるいくつかの“hot spots”があることが示されている。逆に、その他の地域に関しては、境界条件よりも初期値の不確実性(ここでは AMIP run における 1 日の違い)に基づく誤差に

起因する降水変動の方が大きいということになる。もちろん、GCM を利用した数値実験であるので、現実の予測可能性とは異なることが考えられるが、GCM を使って予測を行う以上、こうした実験によってあらかじめ予測可能性に関して調べて知見を得ておくことは重要であると考えられる。

この様に、物理的季節予報の実用化にはまだかなりの研究開発が必要とされることが考えられるため、Manusthiparom et al.(2003)では、人工知能ネットワーク(ANN)を利用した、タイの月降水量予測システムが開発された。入力値には自己回帰変数としてその地点の過去の月雨量時系列の他に、海面水温の時系列が用いられ、その選択には GAME によって水資源分野にもたらされたテレコネクションへの理解が反映されている。当該研究では、タイにおける水資源管理のニーズもつぶさに調査され、乾季始めの貯水池に蓄えられている水の量に従ってその年の水配分を決定するが、その段階における公平性の確保、ならびに、的確な月降水量予測があれば、より効率的に無駄なく貯水池の水を利用できる可能性があることが抽出された。ANN による月降水量予測はそうした調査結果に照らして十分現実に利用されうる精度を持ち、例えば 1992 年～1994 年にかけてのタイ中央部における大渇水に関しても、危機的な事態は回避できたのではないか、という推定結果が示されている。また、WRAP の主要な目標のひとつである、各 CSE における水資源管理に対する科学的ニーズに関して、GAME-T では 2002 年 10 月にワークショップを開催し、下記の様な提言をとりまとめた。原文は英語であるが、仮訳を引用する。

先進国と発展途上国の両者にとって水は社会に持続性を構築する鍵であることに鑑み、そのモニタリング、モデリング、そして水の量と質の変動を予測することは決定的に重要で、より適切な統合的水資源管理を実現するためにも、こんごいつそう研究開発を進展させる必要がある。そうした面から、GAME-T(熱帯アジアモンスーン域におけるエネルギー・水循環観測研究計画)の活動と研究成果が 2002 年 10 月 29-31 日にタイ国チェンライに於いて開催された 2002 年ワークショップ「GAME-T とタイおよび東南アジアにおける水文気象研究」においてレビューされ、議論され、全参加者は現在と将来の水問題に対する GAME-T の直接・間接の貢献を認めた。そうした重要な研究をさらに推進するためには、全参加者は参加各国の水文気象関連機関、大学の長に対して、下記に沿った GAME-T 第 2 期の研究計画を提言すべきである。

1. GAME-T アドバイザリーボードの指導と強いリーダーシップに基づく各国の若手研究者による新たな研究グループの構築が必要である。新たなグループとアドバイザリーボードはタイ、日本、そして東南アジアの関連各国との国際協調の視野を持たねばならない。
2. さらなるデータと情報の交換と共有とが推進されねばならない。そうした活動のひとつとして、GAME-T 第一期の成果に基づく東南アジアの水文気象に関する教科書の出版があげられる。また、既存のメーリングリストを通じたインターネット上での情報交換の有効利用も図られるべきである。タイの国家研究評議会と日

本の東大生研とに置かれている GAME-T データベースサーバーは積極的に利用される必要があり、現地観測、データ収集からの継続的なインプットが不可欠である。データには関連する人文社会系の情報も含まれねばならない。現在年に 1 度開催されているタイにおける GAME-T ワークショップはデータや水文気象に関する経験の意見交換や共有の良い機会を提供しているので、継続されることが望ましい。

3. 科学的研究における人材育成が不可欠である。タイ、日本、関連各国における研究者、若手科学者等に対しては交換留学、短期滞在、会議への参加、ワークショップでの発表、そして現地調査などへの参加の機会が与えられるべきである。
4. 研究の焦点を絞るために、適切な研究の道筋、課題が設定されるべきである。例えば、アジアモンスーンシステムに関する理解に基づいた短期、中期、長期の洪水と渇水マネジメント向けの水文気象警報システムを構築するための科学的基礎研究、があげられる。また、最新の観測・モデリング技術の開発と、人文社会的側面への目配りが、プロジェクトの実行の際には必要とされる。

こうした社会に役立つ科学技術研究に関してのとりまとめを作成することは極めて重要であり、例えば、上記の **Recommendation** に書かれた内容は、今後の東南アジア地域における水文気象プロジェクトにおいても基本的に重要な指針となりうるし、また、2004 年 12 月のスマトラ島沖地震に伴う津波災害を受けて、タイ等に於いて準備が進んでいる津波災害警報システムの構築にもその考え方が参考になった、と、タイ気象局の担当者からのコメントがあった。

この様に、GAME-II/WRAP では、*Science* 誌に掲載される様な科学的基礎研究から、人間活動を考慮したグローバルな水循環モデリング研究、応用を主体とした情報学的手法、そして水資源分野における社会の科学技術への需要の把握と今後の研究開発指針の策定に至るまで、幅広く研究活動を行い、しかるべき成果があがった。こうした研究は一朝一夕で終わるものではなく、長期的な取り組みが必要なことから、何らかの形で継続していくことが当該地域や日本のみならず、結果としては世界の公共の福祉の増進につながるものと考えられる。

Reference

- Koster, R.D., P. A. Dirmeyer, Z. Guo, G. Bonan, E. Chan, P. Cox, C. T. Gordon, S. Kanae, E. Kowalczyk, D. Lawrence, P. Liu, C.-H. Lu, S. Malyshev, B. McAvaney, K. Mitchell, D. Mocko, T. Oki, K. Oleson, A. Pitman, Y. C. Sud, C. M. Taylor, D. Verseghy, R. Vasic, Y. Xue, and T. Yamada, 2004: Regions of Strong Coupling Between Soil Moisture and Precipitation, *Science*, **305**, 1138-1140.

- Manusthiparom, C., S. KANAE, and T. OKI, 2003: The influence of ENSO on rainfall and flow in the upper ping river of Thailand and its hydro-climatic predictability, *Proc. of 23rd General Assembly of IUGG, Week A, 51*, Sapporo, Japan, July 2003.
- Oki, T., Y. Agata, S. Kanae, T. Saruhashi, D. Yang, and K. Musiake, 2001: Global Assessment of Current Water Resources using Total Runoff Integrating Pathways, *Hydrol. Sci. J.*, **46**, 983-996.
- Oki, T., Y. Agata, S. Kanae, T. Saruhashi, and K. Musiake, 2003: Global Water Resources Assessment under Climatic Change in 2050 using TRIP, *Water Resources Systems ---Water availability and global change, IAHS Publ.*, **280**, 124-133.
- Oki, T. and S. Kanae, 2004: Virtual water trade and world water resources, *Water Science & Technology*, **49**, No. 7, 203-209.
- Oki, T., D. Entekhabi, and T.I. Harrold, 2004: The Global Water Cycle. In: Sparks, R.S.J., and C.J. Hawkesworth (eds). *State of the Planet: Frontiers and Challenges in Geophysics*. Geophysical Monograph Series Volume **150**, 414 pages, AGU Publications, 225-257.
- 岡澤 毅、2005: 0.1 度グリッド河道網を用いた日本域河川流量予測システムの開発、東京大学大学院工学系研究科、修士論文。
- 岡澤毅、花崎直太、鼎信次郎、沖 大幹、2004: 0.1 度河道網を用いた日本全土の流量シミュレーション、*2004 年研究発表会要旨集*, 水文・水資源学会, 室蘭、264-265.
- 須賀 可人、平林 由希子、鼎 信次郎、沖 大幹、2005: 施肥量の増加に伴う全球河川の硝酸輸送量変化、*水工学論文集*, **49**, xxx-xxx.
- 花崎 直太、鼎 信次郎、沖 大幹、2004: 貯水池操作が全球の河川流量に与える影響の評価、*水工学論文集*, **48**, 463-468.
- 花崎 直太、鼎 信次郎、沖 大幹、2005: 灌漑取水の影響を考慮した全球河川流量シミュレーション、*水工学論文集*, **49**, xxx-xxx.
- 平林 由希子、鼎 信次郎、沖 大幹、2005: 20 世紀の世界陸域水文量の長期変動、*水工学論文集*, **49**, xxx-xxx.

研究成果公表状況

- A) 学術雑誌・学会誌（査読論文、英語）
- B) 学術雑誌・学会誌（査読論文、日本語）
- C) 書籍など
- D) 国際学会発表および予稿集
- E) CD-ROM & DVD 出版物
- F) 公式出版物
- G) 関連受賞
- H) 学位取得

A) 学術雑誌・学会誌（査読論文、英語）

- Abe, M., Kitoh, A. and Yasunari, T., 2003: An Evolution of the Asian Summer Monsoon Associated with Mountain Uplift -Simulation with the MRI Atmosphere-Ocean Coupled GCM-, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **81(5)**, 909-933.
- Abe, M., Yasunari, T. and Kitoh, A., 2004: Effects of Large-scale Orography on the Coupled Atmosphere-Ocean System in the Tropical Indian and Pacific Oceans in Boreal Summer, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82(2)**, 745-759.
- Arakawa, O. and Kitoh, A., 2004: Comparison of local precipitation-SST relationship between the observation and a reanalysis dataset, *Geophys. Resear. Let.*, **31**, L12,206, doi:10.1029/2004GL020,283.
- Asanuma, J., Ishikawa, H., Tamagawa, I., Ma, Y., Hayashi, T., Qi, Y. and Wang, J., 2005: Application of the Bandpass Covariance Technique to Portable Flux Measurements Over the Tibetan Plateau, *Water Resouce Res.*, **in press**, .
- Asanuma, J., Tamagawa, I., Ishikawa, H., Ma, Y., Hayashi, T., Qi, Y. and Wang, J., 2005: Spectral Similarity between Scalars at the Lowest Frequencies in the Unstable Atmospheric Surface Layer over the Tibetan Pleateau, *Submitted*, , .
- Chapelon, N., Douville, H., Kosuth, P. and Oki, T., 2002: Off-line simulation of the Amazon water balance: a sensitivity study with implications for GSWP, *Clim. Dynamics*, **19(2)**, 141-154.
- Chuenchooklin, S., Ichikawa, T. and Patamatamkul, S., 2003: Flood Flow Pattern and Distribution of Infiltration over Large Floodplain and Natural Groundwater Recharge Area, *Ann. J. Hydraul. Eng. , JSCE*, **47**, 211-216.
- Dairaku, K., Emori, S. and Oki, T., 2004: Rainfall amount, intensity, duration, and frequency relationships in the Mae Chaem watershed in Southeast Asia, *J. Hydrometeo.*, **5(3)**, 458-470.
- Fujinami, H. and Yasunari, T., 2004: Submonthly variability of convection and circulation over and around the Tibetan Plateau during the boreal summer, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82**, 1,545-1,564.
- Fukutomi, Y. and Yasunari, T., 2002: Tropical-extratropical interaction associated with the 10-25 day oscillation over the Western Pacific during the Northern summer, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **80(2)**, 311-331.
- Fukutomi, Y., Igarashi, H., Masuda, K. and Yasunari, T., 2003: Interannual Variability of Summer Water Balance Components in Three Major River Basins of Northern Eurasia., *J. Hydrometeo.*, **4(2)**, 283-296.

- Fukutomi, Y., Masuda, K. and Yasunari, T., 2004: Role of storm track activity in the interannual seesaw of summer precipitation over Northern Eurasia,, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **109(D02109)**, D02,109.
- Fukutomi, Y. and Yasunari, T., 2004: Southerly Surges on the Submonthly Timescales over the Eastern Indian Ocean during the Southern Hemisphere Winter, *Monthly Weather Rev.*, **in press**, .
- Geng, B.K., Yamada, H., Reddy, K., Uyeda, H. and Fujiyoshi, Y., 2004: An observational study of the development of a rainband on a Meiyu front causing heavy rainfall in the downstream region of the Yangtze River, *J. Meteor. Soc. Jpn*, **82(4)**, 1,095-1,115.
- Hamada, S., Ohta, T., Hiyama, T., Kuwada, T., Takahashi, A. and Maximov, T.C., 2004: Hydrometeorological behaviour of pine and larch forests in eastern Siberia., *Hydro. Proc.*, **18(1)**, 23-39.
- Hanasaki, N., Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K., 2003: Simulating the discharge of the Chao Phraya River taking into account reservoir operation, *IAHS Publ.*, **281**, 215-223.
- Hirabayashi, Y., Oki, T., Kanae, S. and Musiake, K., 2003: Application of satellite-based surface soil moisture data to simulating seasonal precipitation, *J. Hydrometeo.*, **4(5)**, 929-943.
- Hirashima, H., Ohata, T., Kodama, Y., Yabuki, H., Sato, N. and Georgiadi, A., 2004: Nonuniform distribution of tundra snow cover in Eastern Siberia, *J. Hydrometeo.*, **5(3)**, 373-389.
- Hirashima, H., Ohata, T., Kodama, Y. and Yabuki, H., 2004: Estimation of annual water balance in Siberian tundra region using a new land surface model, *Northern Res. Basins Water Balance*, **290**, 41-49.
- Hirose, N., Koike, T. and Ishidaira, H., 2002: Study on Spatially Averaged Evaporation under Soil Moisture Heterogeneity Affected by Permafrost Micro-topography, *J. Meteor. Soc. Jpn*, **80(2)**, 191-203.
- Hiyama, T., Strunin, M.A., Suzuki, R., Asanuma, J., Mezrin, M.Y., Bezrukova, N.A. and Ohata, T., 2003: Aircraft observations of the atmospheric boundary layer over a heterogeneous surface in Eastern Siberia, *Hydro. Proc.*, **17(14)**, 2,885-2,911.
- Ichianagi, K., Sugimoto, A., Numaguchi, A., Kurita, N., Ishii, Y. and Ohata, T., 2003: Seasonal variation in stable isotopic composition of alask lake water near Yakutsk, Eastern Siberia, *Geochemical J.*, **37(4)**, 519-530.
- Inoue, T. and Matsumoto, J., 2004: A Comparison of Summer Sea Level Pressure over East Eurasia between NCEP-NCAR Reanalysis and ERA-40 for the Period 1960-99, *J. Meteor. Soc. Jpn*, **82(3)**, 951-958.

- Ishii, Y., Kodama, Y., Sato, N. and Yabuki, H., 2004: Summer water balance in an Arctic tundra basin, eastern Siberia, *Northern Res. Basins Water Balance*, **290**, 50-64.
- Ishizaki, N. and Ueda, H., 2005: Seasonal heating processes over the Indochina Peninsula and the Bay of Bengal prior to the monsoon onset in 1998, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **submitted**, .
- Kagawa, A., Naito, D., Sugimoto, A. and Maximov, T.C., 2003: Effects of spatial and temporal variability in soil moisture on widths and $\delta^{13}\text{C}$ values of eastern Siberian tree rings, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **108**, D16, 4,500, doi:10.1029/2002JD003,019.
- Kajikawa, Y., Yasunari, T. and Kawamura, R., 2003: The Role of the Local Hadley Circulation over the Western Pacific on the Zonally Asymmetric Anomalies over the Indian Ocean., *J. Meteo. Soc. Jpn*, **81(2)**, 259-276.
- Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K., 2002: Principal condition for the earliest Asian summer monsoon onset, *Geophys. Resear. Let.*, **29(15)**, 10.1029/2002GL015,346.
- Kang, I.S., Jin, K., Lau, K.M., Shukla, J., Krishnamurthy, V., Schubert, S.D., Waisler, D.E., Stern, W.F., Kitoh, A., Meehl, G.A., Kanamitsu, M., Galin, V.Y., Sumi, A., Wu, G., Liu, Y. and Kim, J.-K., 2002: Intercomparison of the Atmospheric GCM simulated anomalies associated with the 1997/98 El Nino, *J. Clim.*, **15(19)**, 2,791-2,805.
- Kawamura, R., Fukuta, Y., Ueda, H., Matsuura, T. and Iizuka, S., 2002: A mechanism of the onset of the Australian summer monsoon, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **107(D14)**, 4,204, doi:10.1029/2001JD001,070.
- Kiguchi, M. and Matsumoto, J., 2005: The Rainfall Phenomena during the Pre-monsoon Period over the Indochina Peninsula in the GAME-IOP Year, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **83(1)**, in press.
- Kim, W., Kim, H., Kim, J., Agata, Y., Miyazaki, S. and Oki, T., 2003: Real Time Monitoring and Simulation System (RTMASS) for Tak Flux Measurement Site, Thailand., *Korean J. Agri. For. Meteo.*, **5(2)**, 116-127.
- Kitoh, A., 2004: Effect of mountain uplift on East Asian summer climate investigated by a coupled atmosphere-ocean GCM, *J. Clim.*, **17(4)**, 783-802.
- Komatsu, H., Yoshida, N., Takizawa, H., Kosaka, I., Tantasirin, C. and Suzuki, M., 2003: Seasonal Trend in the Occurrence of Nocturnal Drainage Flow on a Forested Slope Under a Tropical Monsoon Climate, *Bound. -Layer Meteo.*, **106**, 573-592.
- Koster, R.D., Dirmeyer, P.A., Guo, Z., Oki, T., Sud, Y.C., Yamada, T. and others, 2004: Regions of Strong Coupling Between Soil Moisture and Precipitation, *Sci.*, **305**, 1,138-1,140.

- Kurita, N., Numaguchi, A., Sugimoto, A., Ichiyanagi, K. and Yoshida, N., 2003: Relationship between the variation of isotopic ratios and the source of summer precipitation in eastern Siberia, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **108(D11)**, 4,339, doi:10.1029/2001JD001359.
- Kurita, N., Yoshida, N., Inoue, G. and Chayanova, E.A., 2004: Modern Isotope climatology of Russia: A first assessment, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **109**, D03,102, doi:10.1029/2003JD003404.
- Kurosaki, Y. and Kimura, F., 2002: Relationship between topography and daytime cloud activity around Tibetan Plateau, *J. Meteor. Soc. Jpn*, **80(6)**, 1,339-1,355.
- Li, Z., Takeda, T., Tsuboki, K., Kato, K., Kawashima, M. and Fujiyoshi, Y., 2005: Nocturnal development of cloud clusters during the Meiyu period in Eastern China, *J. Meteor. Soc. Jpn*, .
- Hori, M.E. and Yasunari, T., 2003: NAO impact towards the springtime snow disappearance in the western Eurasian continent. , *Geophys. Resear. Let.*, **30**, 1,977.
- Ma, X., Yasunari, T., Ohata, T., Natsagdorj, L., Davaa, G. and Oyunbaatar, D., 2003: Hydrological regime analysis of the Selenge River basin, *Mongolia. Hydro. Proc.*, **17**, 2,929-2,945.
- Ma, X., Yasunari, T., Ohata, T. and Fukushima, Y., 2004: The influence of river ice on spring runoff in the Lena River, Siberia, *Annals Glacio.*, **40**, .
- Ma, Y., Tsukamoto, O., Ishikawa, H., Su, Z., Menenti, M., Wang, J. and Wen, J., 2002: Determination of regional land surface heat flux densities over heterogeneous landscape of HEIFE integrating satellite remote sensing with field observations, *J. Meteor. Soc. Jpn*, **80(3)**, 485-501.
- Ma, Y., Tsukamoto, O., Wang, J., Ishikawa, H. and Tamagawa, I., 2002: Analysis of aerodynamic and thermodynamic parameters on the grassy marsh surface of Tibetan Plateau, *Progress Natural Sci.*, **12**, 36-40.
- Ma, Y., Ishikawa, H., Tsukamoto, O., Menenti, M., Su, Z., Yao, T., Koike, T. and Yasunari, T., 2003: Regionalization of Surface Fluxes over Heterogeneous Landscape of the Tibetan Plateau by Satellite Remote Sensing Data. , *J. Meteor. Soc. Jpn*, **81(2)**, 277-293.
- Ma, Y., Su, Z., Koike, T., Yao, T., Ishikawa, H., Ueno, K. and Menenti, M., 2003: On measuring and remote sensing surface energy partitioning over the Tibetan Plateau from GAME/Tibet to CAMP/Tibet, *Phys. Chem. Earth (B)*, **28**, 63-74.
- Ma, Y., Na, W., Li, M., Tsukamoto, O., Ishikawa, H., Wang, J., Hu, Z. and Gao, F., 2003: The Comparative Analysis of Characteristics of Energy Transfer in Near Surface Layer over the Area of GAME/Tibet, HEIFE and AECMP'95, *Chinese J. Atom. Sci.*, **27(1)**, 1-14.

- Maesaka, T., Uyeda, H., Kato, T. and Yoshizaki, M., 2004: Structure and maintenance process of the precipitation systems in the Meiyu frontal zone over continental China during GAME/HUBEX 1998. Part I: Meiyu front in the subtropical air Mass, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **submitted**, .
- Maesaka, T., Uyeda, H., Kato, T. and Yoshizaki, M., 2004: Structure and maintenance process of the precipitation systems in the Meiyu frontal zone over continental China during GAME/HUBEX 1998. Part II: Meiyu front merged with a coldfront, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **submitted**, .
- Mekpruksawong, P., Ichikawa, T., Aramaki, S. and Yamada, T., 2004: Hydrogeological Condition and Groundwater Behavior in Low Land, Thailand, *J. Jpn. Soc. Hyd. Water Resour.*, **17(1)**, 32-42.
- Minoura, D., Kawamura, R. and Matsuura, T., 2003: A mechanism of the onset of the South Asian summer monsoon, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **81(3)**, 563-580.
- Miyazaki, S., Yasunari, T., Miyamoto, T., Kaihotsu, I., Davaa, G., Oyunbaatar, D., Natsagdorj, L. and Oki, T., 2004: Agrometeorological conditions of grassland vegetation in central Mongolia and their impact for leaf area growth, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **109**, D22,106, doi:10.1,029/2,004JD005,179.
- Moteki, Q., Uyeda, H., Maesaka, T., Shinoda, T., Yoshizaki, M. and Kato, T., 2004: Structure and development of merged two rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part I: Meso-beta-scale structure and development processes, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82(1)**, 19-45.
- Moteki, Q., Uyeda, H., Maesaka, T., Shinoda, T., Yoshizaki, M. and Kato, T., 2004: Structure and development of merged two rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part II: Meso-alpha-scale structure and build-up processes of convergence in the Baiu frontal region, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82(1)**, 45-65.
- Nagai, H., Kobayashi, T., Ishikawa, H. and Teshima, J., 2002: An analysis of soil moisture and evaporation at a grassland station of GAME/Tibet Amdo using the BBH model, *J. Jpn. Soc. Hyd. Water Resour.*, **55(1)**, 3-12.
- Ohba, M. and Ueda, H., 2005: Indian Ocean Basin-wide Warming Associated with ENSO Forcing, *SOLA*, **submitted**, .
- Okada, I., Takayabu, Y.N., Takemura, H., Takamura, T., Kawamoto, K., Kaneta, S., Inoue, T., Nakajima, T. and Kikuchi, T., 2003: The validation of insolation from GMS-5 by ground measurement at GAME observation sites, *J. Meteo. Soc. Jpn*, , (in press).
- Oki, T., Agata, Y., Kanae, S., Saruhashi, T. and Musiake, K., 2003: Global Water Resources Assessment under Climatic Change in 2050 using TRIP, Water Resources Systems

- Water availability and global change (Proceedings of symposium HS2a held during IUGG2003 at Sapporo, July 2003), *IAHS Publ.*, **280**, 124-133.
- Oki, T. and Kanae, S., 2004: Virtual water trade and world water resources, *Water Sci. Technology*, **49(7)**, 203-209.
- Oku, Y. and Ishikawa, H., 2004: Estimation of land surface temperature over the Tibetan Plateau using GSM data, *J. Appl. Meteo.*, **43(4)**, 548-561.
- Okumura, K., Satomura, T., Oki, T. and Khantiyanan, W., 2003: Diurnal variation of precipitation by moving mesoscale systems: Radar observations in northern Thailand., *Geophys. Resear. Let.*, **30(20)**, 2,073.
- Rajendran, K., Kitoh, A. and Arakawa, O., 2004: Monsoon low-frequency intraseasonal oscillation and ocean-atmosphere coupling over the Indian Ocean, *Geophys. Resear. Let.*, **31**, L02,210, doi:10.1,029/2,003GL019,031.
- Rajendran, K., Kitoh, A. and Yukimoto, S., 2004: South and East Asian summer monsoon climate and variation in MRI coupled model (MRI-CGCM2), *J. Clim.*, **17(4)**, 763-782.
- Saito, K., Yasunari, T. and Takata, K., 2004: Relative Roles of large-scale orography and vegetation on global hydro-climate. Part II. Impacts on hydro-climate over the Eurasian Continent, *J. Hydrometeo.*, **in press**, .
- Shinoda, T. and Uyeda, H., 2002: Effective factors in the development of deep convective clouds over the wet region of eastern china during the summer monsoon season, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **80(6)**, 1,395-1,414.
- Shinoda, T., Uyeda, H. and Yoshimura, K., 2005: Structure of moist layer and sources of water over the southern region far from the Meiyu/Baiu front, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **83**, in press.
- Shusse, Y., Tsuboki, K., Geng, B., Minda, H. and Takeda, T., 2005: Structure and evolution of deeply developed convective cells in a long-lived cumulonimbus cloud under a weak vertical wind-shear condition, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **83**, in press.
- Shusse, Y. and Tsuboki, K., 2005: Dimension characteristics and precipitation efficiency of cumulonimbus clouds in the region far south from the Meiyu front over eastern Asian continent, *Monthly Weather Rev.*, **submitted**, .
- Sivapalan, M., Takeuchi, K., Franks, S.W., Gupta, V.K., Karambiri, H., Lakshmi, V., Liang, X., McDonnell, J.J., Mendiondo, E.M., P. E. O'Connell, Oki, T., Pomeroy, J.W., Schertzer, D., Uhlenbrook, S., Zehe, E., 2003: IAHS Decade on Predictions in Ungauged Basins (PUB), 2003-2012: Shaping an exciting future for the hydrological sciences, *Hydro. Sci. J.*, **48(6)**, 857-880.

- Strunin, M.A., Hiyama, T., Asanuma, J. and Ohata, T., 2004: Aircraft observations of the development of thermal internal boundary layers and scaling of the convective boundary layer over non-homogeneous land surfaces, *Bound. -Layer Meteo.*, **111(3)**, 491-522.
- Strunin, M.A. and Hiyama, T., 2004: Applying wavelet transforms to analyse aircraft-measured turbulence and turbulent fluxes in the atmospheric boundary layer over eastern Siberia, *Hydro. Proc.*, **18(16)**, 3,081-3,098.
- Strunin, M.A. and Hiyama, T., 2004: Response properties of atmospheric turbulence measurement instruments using Russian research aircraft, *Hydro. Proc.*, **18(16)**, 3,099-3,117.
- Sugimoto, A., Yanagisawa, N., Naito, D., Fujita, N. and Maximov, T.C., 2002: Importance of permafrost as a source of water for plants in East Siberian Taiga, *Eco. Res.*, **17**, 493-503.
- Sugimoto, A., Naito, D., Yanagisawa, N., Ichiyangi, K., Kurita, N., Kubota, J., Kotake, T., Ohata, T., Maximov, T.C. and Fedorov, A.N., 2003: Characteristics of soil moisture in permafrost observed in East Siberian Taiga with stable isotopes of water, *Hydro. Proc.*, **17(6)**, 1,073-1,092.
- Sugiura, K., Yang, D. and Ohata, T., 2003: Systematic error aspects of gauge-measured solid precipitation in the Arctic, Barrow, Alaska, *Geophys. Resear. Let.*, **30(4)**, 1,192, doi:10.1029/2002GL015,547.
- Suzuki, K. and Ohta, T., 2003: Effect of larch forest density on snow surface energy balance, *J. Hydrometeo.*, **4(6)**, 1,181-1,193.
- Suzuki, K., Nakai, Y., Ohta, T., Nakamura, T. and Ohata, T., 2003: Effect of snow interception on the energy balance above deciduous and coniferous forests during a snowy winter, *IAHS Publ.*, **280**, 309-317.
- Suzuki, K., Kubota, J., Ohata, T. and Vuglinsky, V., 2005: The impact of snow processes on snowmelt runoff generation in the southern mountain taiga, Eastern Siberia, *J. Agri. Meteo.*, **60(5)**, in press.
- Suzuki, R., Nomaki, T. and Yasunari, T., 2003: West-east contrast of phenology and climate in northern Asia revealed using a remotely sensed vegetation index., *Int. J. Biometeo.*, **47**, 126-138.
- Suzuki, R., Hiyama, T., Asanuma, J. and Ohata, T., 2004: Land surface identification near Yakutsk in eastern Siberia using video images taken from a hedgehopping aircraft, *Int. J. Remote Sensing*, **25(19)**, 4,015-4,028.
- Suzuki, R. and Masuda, K., 2004: Interannual covariability found in evapotranspiration and satellite-derived vegetation indices over northern Asia, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82(4)**, 1,233-1,241.

- Takahashi, A. and Hiyama, T., 2004: A momentum exchange model for the surface layer over bare soil and canopy-covered surfaces, *J. Appl. Meteo.*, **43(10)**, 1,460-1,476.
- Takata, K., 2002: Sensitivity of land surface processes to frozen soil permeability and surface water storage, *Hydro. Proc.*, **16(11)**, 2,155-2,172.
- Takata, K., Emori, S. and Watanabe, T., 2003: Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff, *Global Planetary Change*, **38(1-2)**, 209-222.
- Takemura, T., Nakajima, T., Dubovik, O., Holben, B.N. and Kinne, S., 2002: Single scattering albedo and radiative forcing of various aerosol species with a global three-dimensional model, *J. Clim.*, **15(4)**, 333-352.
- Tanaka, K., Takizawa, H., Tanaka, N., Kosaka, I., Yoshifuji, N., Tantasirin, C., Piman, S., Suzuki, M. and Tangtham, N., 2003: Transpiration peak over a hill evergreen forest in northern Thailand in the late dry season: Assessing the seasonal changes in evapotranspiration using a multilayer model, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **108(D17)**, 4,533.
- Tanaka, K., Tamagawa, I., Ishikawa, H., Ma, Y. and Hu, Z., 2003: Surface energy budget and closure of the eastern Tibetan Plateau during the GAME-Tibet IOP 1998, *J. Hydro.*, **283/1-4**, 169-183.
- Toda, M., Nishida, K., Ohte, N., Tani, M. and Musiake, K., 2002: Observation of Energy Fluxes and Evapotranspiration over Terrestrial Complex Land Covers in the Tropical Monsoon Region, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **80(3)**, 465-484.
- Toda, M. and Sugita, M., 2003: Single level turbulence measurements to determine roughness parameters of complex terrain, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **108(D12)**, 4,363.
- Tomita, T., Yoshikane, T. and Yasunari, T., 2004: Biennial and lower-frequency variability observed in the early summer climate in the western North Pacific, *J. Clim.*, **17(21)**, 4,254-4,266.
- Ueda, H., Kamahori and Yamazaki, N., 2003: Seasonal contrasting features of heat and moisture budgets between the eastern and western Tibetan Plateau during the GAME IOP, *J. Clim.*, **16(14)**, 2,309-2,324.
- Ueda, H., Shinoda, M. and Kamahori, H., 2003: Spring northward retreat of Eurasian snow cover relevant to seasonal and interannual variations of atmospheric circulation, *Int. J. Clim.*, **23(6)**, 615-629.
- Ueda, H. and Kawamura, R., 2004: Summertime anomalous warming over the midlatitude western North Pacific and its relationships to the modulation of the Asian monsoon, *Int. J. Clim.*, **24(9)**, 1,109-1,120.
- Ueno, K. and Pokhrel, A.P., 2002: Intra-seasonal air temperature variation in the Nepal Himalayas, *MAUSAM*, **53(3)**, 281-288.

- Yamada, H., Geng, B., Reddy, K.K., Uyeda, H. and Fujiyoshi, Y., 2003: Three-dimensional structure of a mesoscale convective system in a Baiu-frontal depression generated in the downstream region of the Yangtze River, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **81**, 1,243-1,271.
- Yamada, H. and Uyeda, H., 2005: Transition of the precipitation process over the central Tibetan Plateau during the summer of 1998, *Monthly Weather Rev.*, **submitted**, .
- Yamazaki, T., Yabuki, H., Ishii, Y., Ohta, T. and Ohata, T., 2004: Water and energy exchanges at forests and a grassland in Eastern Siberia evaluated using a one-dimensional land surface model, *J. Hydrometeo.*, **5(3)**, 504-515.
- Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike, T. and Musiake, K., 2003: Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes, *Hydro. Proc.*, **17**, 2,913-2,928.
- Yang, K. and Koike, T., 2002: Estimating surface solar radiation from upper-air humidity, *Solar Energy*, **72(2)**, 177-186.
- Yang, K., Koike, T., Fujii, H., Tamagawa, K. and Hirose, N., 2002: Improvement of Surface Flux Parameterizations with a Turbulence-Related Length, *Quart. J. Royal Meteo. Soc.*, **128(584)**, 2,073-2,088.
- Yang, K., Koike, T. and Yang, D., 2003: Surface Flux Parameterization in the Tibetan Plateau, *Bound. -Layer Meteo.*, **106(2)**, 245-262.
- Yasunari, T., Saito, K. and Takata, K., 2004: Relative Roles of large-scale orography and vegetation on global hydro-climate. Part I. Revisit to role of land-atmosphere interaction on Asian monsoon system, *J. Hydrometeo.*, **in press**, .
- Yasunari, T. and Miwa, T., 2005: The Development of convective cloud systems over the Tibetan Plateau and its impacts to the meso-scale disturbances over Meiyu/Baiu frontal zone during Baiu season of 1998, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **submitted**, .
- Yoshimura, K., Oki, T., Ohte, N. and Kanae, S., 2003: A Quantitative Analysis of Short-term 18O Variability with a Rayleigh-type Isotope Circulation Model, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **108(D20)**, 4,647.
- Yoshimura, K., Oki, T. and Ichianagi, K., 2004: Evaluation of two-dimensional atmospheric water circulation fields in reanalyses by using precipitation isotopes databases, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **109**, D20,109, doi:10.1,029/2,004JD004,764.
- Yoshimura, K., Oki, T., Ohte, N. and Kanae, S., 2004: Colored moisture analysis estimates of variations in 1998 Asian monsoon water sources, *J. Meteo. Soc. Jpn*, **82(5)**, 1,315-1,329.
- Zhang, Y., Ohata, T. and Hirashima, H., 2002: Spatial distribution of surface soil moisture and evaporation in a small watershed of Tiksi:Eastern Siberia, *J. Jpn. Soc. Hyd. Water Resour.*, **15(5)**, 486-495.

- Zhang, Y., Suzuki, K., Kadota, T. and Ohata, T., 2004: Sublimation from snow surface in southern mountain taiga of eastern Siberia, *J. Geophys. Res. -Atmos.*, **109**, D21,103, doi:10.1029/2003JD003779.
- Zolotokrylin, A.N., Vinogradova, V.V., Titkova, T.B. and Ananiev, I.P., 2002: Computer archive of vegetation cover characteristics of Eastern Siberia, *Izv. RAN, ser. Geogr(in Russian)*, **2**, 116-121.

B) 学術雑誌・学会誌（査読論文、日本語）

- 浅沼 順, 玉川 一郎, 檜山 哲哉, 松島 大, 2003: 航空機による地表面フラックス観測 -その歴史・特徴・成果-, *水文水資源学会誌*, **16(2)**, 183-192.
- 浅沼 順, 小林 秋規, 早川 典生, 2003: 航空機を用いた非一様地表面からの顕熱フラックスの定量化にまつわる諸問題について -FIFEにおける航空機観測データの再評価-, *水文水資源学会誌*, **16(2)**, 101-112.
- 浅沼 順, 上米良 秀行, 陸 旻皎, 2004: 我が国におけるパン蒸発量の長期変動と水循環変動との関わり, *天気*, **51(9)**, 667-678.
- 加藤 内蔵進, 2004: チベット高原を囲む熱的低気圧と梅雨水循環について-湿潤地と乾燥地が隣接する環境の中で-, *月刊海洋*, **36(4)**, 279-285.
- 加藤 内蔵進, 2004: モンスーンと東アジア; 季節サイクルとその変動-総論-, *月刊海洋*, **36(4)**, 247-251.
- 川村 隆一, 2004: モンスーン研究の最前線, *気象研究ノート*, **204**, .
- 桑田 孝, 小竹 利明, 竹内 真一, Maximov, T.C., 吉川 賢, 2002: 東シベリア北方林域における *Larix gmelinii* 林の水分動態と土壌水分、飽差との関係, *日本林学会誌*, **84**, 246-254.
- 須賀 可人, 平林 由希子, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 2005: 施肥量の増加に伴う全球河川の硝酸輸送量変化, *水工学論文集*, **49**, 1,495-1,500.
- 瀬戸 心太, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2003: 植生層の放射伝達を詳細に考慮したマイクロ波放射計による土壌水分推定, *水工学論文集*, **47**, 49-54.
- 大楽 浩司, 江守 正多, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2003: 領域気候モデルを用いた東南アジア熱帯山岳地域における降水特性の解析, *水工学論文集*, **47**, 79-84.
- 大楽 浩司, 江守 正多, 沖 大幹, 2004: 東南アジア熱帯山岳地域における降水観測と数値解析, *水工学論文集*, **48**, 301-306.
- 大楽 浩司, 江守 正多, 野沢 徹, 2004: 全球気候モデルにネスティングした地域気候モデルによる 21 世紀のアジアの水循環変動予測, *水工学講演会*, .
- 田中 広樹, 太田 岳史, Maximov, T.C., 檜山 哲哉, 2002: 東シベリア・カラマツ林における移流項を考慮したエネルギー交換速度の再評価, *水文・水資源学会誌*, **15(6)**, 615-624.
- 鳥羽 妙, 太田 岳史, 2002: 森林樹冠構造の相違による遮断蒸発特性の変動とそのモデル化, *水文・水資源学会誌*, **15(4)**, 345-361.
- 花崎 直太, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2003: グローバルに適用可能な貯水池操作モデルの開発, *水工学論文集*, **47**, 181-186.
- 花崎 直太, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 2004: 貯水池操作が全球の河川流量に与える影響の評価, *水工学論文集*, **48**, 463-468.
- 花崎 直太, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 2005: 灌漑取水の影響を考慮した全球河川流量シミュレーション, *水工学論文集*, **49**, 403-408.

- 平林 由希子, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2003: 陸面水文モデルに対する降水時間スケールのグローバル影響評価, *水工学論文集*, **47**, 169-174.
- 平林 由希子, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 2005: 20 世紀の世界陸域水文学の長期変動, *水工学論文集*, **49**, 409-414.
- 松本 淳, 2002: 東南アジアのモンスーン気候学, *日本気象学会*, , .
- 溝口 勝, 矢吹 裕伯, 2002: 積雪寒冷地における地温変化と土壌の凍結融解過程, *農業土木学会誌*, **70(4)**, 39-42.
- 安成 哲三, 川村 隆一, 2003: チベット高原での大気陸面相互作用とアジアモンスーン, *気象*, **204**, 99-114.
- 山田 朋人, 鼎 信次郎, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2003: 地球温暖化に伴うアジアにおける降水量の年々変動の変化, *水工学論文集*, **47**, 97-102.
- 芳村 圭, 沖 大幹, 大手 信人, 小池 雅洋, 2003: 水の安定同位体(^{18}O)の鉛直積分型水平2次元循環モデルの構築と検証, *水工学論文集*, **47**, 109-114.

C) 書籍など

Tao, S., Chen, L., Xu, X., Wang, J., Yasunari, T., Koike, T., Ueno, K., 2002: The second Tibetan Plateau Experiment of Atmospheric Sciences, China Met. Press

D) 国際学会発表および予稿集

Proc. of the 2nd International Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China

- Tanaka, K. and H. Ishikawa, 2002: Estimation of soil heat flux using in-situ soil parameters, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, 17.
- Tanaka, K., H. Ishikawa and I. Tamagawa, 2002: The bulk transfer coefficient and surface roughness length in the eastern Tibetan Plateau using GAME/IOP data, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, 18.
- H. Fujinami and T. Yasunari, 2002: Convective Activity over the Tibetan Plateau and Associated Atmospheric Circulation during GAME-Tibet IOP, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- S. Haginoya, 2002: Study on the Surface Heat Balance in the Tibetan Plateau - Precision of Bowen Ratio Method, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- Y. Kurosaki and F. Kimura, 2002: Daytime cloud activity around the Tibetan Plateau during GAME-IOP in 1998, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- S. Miyazaki, O. Tsukamoto, I. Kaihotsu, T. Miyamoto and T. Yasunari, 2002: The Energy Imbalances Observed in Tibetan Plateau and Mongolian Plateau, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- R. Shirooka, H. Yamada, H. Uyeda and J. Horikomi, 2002: Vertical Structure of Convective Clouds Obtained by a Doppler Radar on Tibetan Plateau, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- K. Tamagawa, T. Koike and H. Fujii, 2002: An Introduction to GAME-Tibet Data Information System(DIS), *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- T. Yasunari, A. Kanehira and T. Koike, 2002: Seasonal and Interannual Variability of Snowcover over the Tibetan Plateau and Associated Atmospheric Circulation Changes, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .
- Y. Ma, J. Wang, T. Koike, H. Ishikawa, O. Tsukamoto, J. Kim, M. Menenti, Z. Su, Z. Hu, J. Wen and Z. Gao, 2002: Determination of Regional Land Surface Heat Flux Densities for Tibetan Plateau Area, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, 5-7.
- Kim, J., J. Hong, Z. Gao and T. Choi, 2002: Can we close the surface energy budget in the Tibetan Plateau?, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China*, .

- Wang, J., 2002: Surface flux measurements in GAME/Tibet 1998, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*
- Hu, Z., Kimura, F., Wang, J., Ishikawa, H. and Ma, Y., 2002: Downscaling mesoscale atmospheric variables on Tibetan Plateau with model Based method, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, (inpress).*
- Kuwagata, T., Numaguti A. and Endo N., 2002: Diurnal variation of water vapor over the central Tibetan Plateau during summer, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*
- J. Liu, J. Yu, Y. Ding and S. Haginoya, 2002: Validation of availability of simplified Simple Biosphere Model (SsiB) for arid and semi-arid land surface in China, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*
- H. Nagai, T. Kobayashi, H. Ishikawa, 2002: An analysis of the land surface hydrological processes at the Amdo station of GAME/Tibet using the BBH model, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*
- Koike, T., Hirose, N., Ishidaira, H., Ding, Y., Shen, Y., Wang, S., Ye, B. and Yang, M., 2002: Hydrological Variability in the Tibetan Permafrost, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*
- K. Ueno, H. Fujii, N. Grody, R. Ferraro and A. Gruber, 2002: Estimation of Precipitation with Weak Intensity in the Tibetan Plateau by Using SSM/I Satellite Data, *Proc. of 2nd Int. Workshop on TIPEX/GAME-Tibet, Kunming, China, .*

Proceedings 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan

- T.Nasuno, M.Satoh, H.Tomita, and K.Goto, 2003: Deveopment of the nonhydrostatic global model in FRSGC, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.3-8.*
- Yihui Ding, Yiming Liu, Xueli Shi, and Qingquan Li, 2003: The experimental use of the regional climate model in the seasonal prediction in China National Climate Center, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.9-14.*
- Huang-Hsiung Hsu, Wen-Shung Kau, Wu-Rong Hsu , Yi-Chung Yu, and Wen-Yih Sun, 2003: Simulation of the 1998 East Asian Summer Monsoon using Purdue Regional Climate Model, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.15-20.*
- Omer L. Sen, Yuqing Wang and Bin Wang, 2003: Response of the East Asia Summer Monsoon to the deforestation in the Indochina Peninsula: A Regional Climate Model

- Study, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.21-26.
- Hyun-Suk Kang and Dong-Kyou Lee, 2003: Impacts of the NCAR Land Surface Model in Regional Climate Simulation of the East Asian Summer Monsoon, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.27-32.
- Purevjav Gomboluudev, 2003: Experiment of Mesoscale Model (MM5) model over Mongolia, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.33-38.
- Dong-Kyou Lee, Dong-Hyun Cha, and Hyun-Suk Kang, 2003: The 10year Regional Climate Simulation over Asia from 1989 to 1998 using the SNURCM, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.39-44.
- Gang Fu, Yihong Duan, Xudong Liang, Xindong Peng, 2003: A Numerical Simulation of Heavy Rainfall Event in Shanghai on 05 August 2001, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.45-52.
- Kun Yang, Toshio Koike, and Hideyuki Fujii, 2003: The mechanism of ABL development over Tibetan Plateau, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.53-58.
- Takehiko Satomura and Koji Okamura, 2003: Diurnal Variation of Precipitation in Thailand and its Modeling, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.59-64.
- Takao Yoshikane and Fujio Kimura, 2003: Difference of the Formation Mechanism of the Simulated SPCZ and Baiu front using a Regional Climate Model, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.65-70.
- Sung-Dae Kang and Fujio Kimura, 2003: Teleconnection Between Tropical SST Forcing and Subtropical Anticyclone, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.71-80.
- Fujio Kimura and Yui Kitayachi, 2003: Diurnal Cycle of Rainfall Around Sumatora Island Simulated by Two and Half Dimensional Model, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System*, Mar. 2003, Yokohama, Japan, *GAME Publication No.39*, pp.81-86.
- Koji Dairaku, Seita Emori, Taikan Oki, and Katumi Musiake, 2003: Observation and numerical experiments of precipitation in a tropical mountainous region in Southeast

- Asia, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.87-92.
- Jeff Tilley, Jing Zhang, and Jeremy Krieger, 2003: The Impact of Including Coupled Sea Ice and Mixed Layer models on MM5 simulations of the Siberian High/East Asia Winter Monsoon system: A Preliminary Study, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.93-98.
- Yuqing Wang, 2003: Application of the IPRC Regional Climate Models to Eastern Pacific Climate Process Studies, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.99-104.
- Lai-Yung Leung, 2003: Evaluation and Intercomparison of Regional Climate Models: Applications to the Western U.S. and Asia, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.105-110.
- Wei Chyung Wang and Chao-Tzuen Cheng, 2003: Cloud-climate interaction in East Asia summer monsoon: SUNYA Regional Climate Model Simulations, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.111-116.
- John McGregor and Kim C. Nguyen, 2003: Simulations of the East Asian and Australian Monsoons using a variable-resolution global model, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.117-120.
- Wojciech W. Grabowski, 2003: Toward cloud-resolving modeling of atmospheric general circulation, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.121-126.
- Alexandre Kislov, 2003: To what extent features of microclimate can be simulated in the framework of a GCM ?, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.127-132.
- J-H Oh, T. Kim, M-K Kim, S-H Lee, S-K Min, and W-T Kwon, 2003: Regional climate simulation for Korea using dynamic downscaling and statistical adjustment, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.133-140.
- Takeshi Enomoto, Wataru Ohfuchi, Hisashi Nakamura, and Kozo Ninomiya, 2003: Simulation of the Baiu/Meiyu frontal zone using a global 10-km mesh atmospheric model, *Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39*, pp.141-146.

- Shoji KUSUNOKI and Akira ITOH, 2003: Seasonal predictability of the East Asian summer monsoon by the JMA AGCM, Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.147-152.
- Yiming Liu, 2003: Sensitivity Experiments on Domain Location in Regional Climate Simulation of Summer Precipitation over South China, Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.153-158.
- Taichi Sasaki, Peiming Wu, Fujio Kimura, Takao Yoshikane and Jingmiao Liu, 2003: Mechanism of Diurnal Variation of Precipitable Water over the Southeastern Tibetan Plateau, Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.159-164.
- Tomonori Sato and Fujio Kimura, 2003: The orographical effect on the formation of arid climate in northern China, Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.165-170.
- Masayuki Hara, Fujio Kimura, and Tetsuzo Yasunari, 2003: Characteristics of meso-alpha-scale quasi-stationary wave over the Himalaya in winter, Proc. 2nd Workshop Regional Climate Modeling for Monsoon System, Mar. 2003, Yokohama, Japan, GAME Publication No.39, pp.171-176.

Proceedings 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan

- K. McNaughton, 2004: New models of the unstable atmospheric surface layer, Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1DKGM16Sep04005103.
- T. Ohta, T. Ohata, Y. Fukushima, 2004: Summary of GAME-Siberia related to the land surface processes in the 1-D scale and the follow on, Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1TO30Sep04182628.
- T. Hiyama, M.A. Strunin, M. Sugita, J. Kim, 2004: Spectral structure of turbulent fluxes in the atmospheric boundary layer over a thermally non-homogeneous land surface -with a small summary of GAME related ABL studies -, Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1TH07Jul04133931.
- Y. Xue, W.-P. Li, F. de Sales, C.R. Mechoso, H.-M.H. Juang, C. Nobre , 2004: Land surface processes and monsoon, Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1YX30Jul04034458.

- R. Suzuki, J. Xu, K. Motoya, 2004: A climatological divide between wetness dominant and warmth dominant regimes of the vegetation in Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8DRS28Jul04180637.
- K. Tamagawa, T. Nemoto, T. Koike, M. Kitsuregawa, 2004: Introduction to the CEOP data integration system, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8KT09Aug0414237.
- A.P. Barros, 2004: On the space-time patterns of precipitation in the Himalayan range: a synthesis, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8APB19Oct04100318.
- R.H. Johnson, 2004: Organization of mesoscale convective systems, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2RHJ03Jul04015909.
- H. Uyeda, T. Shinoda, T. Maesaka, 2004: Progress in understanding of precipitation systems along the Meiyu/Baiu front during GAME and GAME II, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2HU08Aug04223552.
- H. Yamada, H. Uyeda, 2004: Transition of the precipitation process over the central Tibetan Plateau during the summer of 1998, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2DYH29Jul04104738.
- H. Fujinami, S. Nomura, T. Yasunari, 2004: Space-time characteristics of diurnal variation in convection and precipitation over the Tibetan Plateau during the summer monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2HF09Aug04160103.
- K. Nakamura, Y. Fujiyoshi, 2004: A numerical study of mesoscale precipitating system along Meiyu Front observed during GAME-HUBEX 1998, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2DKN27Jul04144017.
- Z. Jin, Q. Mingkai, X. Hui, C. Xingwu, X. Shijin, 2004: Analysis of the rainstorm and flood of 2003 in the Huaihe River Basin, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2MZJ30Jul04200933.
- Q. Li, Y. Ding, 2004: A numerical simulation study of the impact of vegetation change on regional climate, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1QL09Jul04160936.
- K. Yang, T. Koike, B. Ye, 2004: Inverse analysis of the effect of soil vertical heterogeneity on land surface and subsurface processes, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia*

- and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1KY13Jul04160407.
- J. Kubota, K. Suzuki, Y. Yamazaki, T. Ohata, V. Vuglinsky, 2004: Water and energy budget in the southern mountainous region of eastern Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1JK28Jul04102130.
- A. Kotani, M. Sugita, 2004: Aircraft turbulence measurements to estimate surface heat fluxes from the mixed layer variance methods over semi-arid grassland, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1AK28Jul04161647.
- S. Miyazaki, T. Yasuari, T. Miyamoto, I. Kaihotsu, G. Davaa, D. Oyunbaatar, L. Natsagdorj, T. Oki, 2004: Hydrometeorological conditions of grassland vegetation in Central Mongolia and their impact for leaf area growth, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1DSM28Jul04180122.
- H. Tanaka, T. Hiyama, A. Higuchi, T. Shinoda, H. Fujinami, K. Nakamura, 2004: Preliminary results of ABL observations in LAPS project in Huaihe river basin, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1HT29Jul04155640.
- K. Tanaka, H. Takizawa, T. Kume, J. Xu, C. Tantasirin, M. Suzuki, 2004: Impact of rooting depth on transpiration over a hill evergreen forest in northern Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1TK30Jul04111945.
- H. Yabuki, Y. Ishii, T. Ohata, 2004: Comparison of water and heat balance on grassland and forest in Central Yakutia, East Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1HY30Jul04115511.
- P. Koudelova, T. Koike, 2004: Introducing lateral subsurface flow in permafrost conditions in a distributed land surface scheme, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1KP30Jul04120253.
- H. Kato, M. Toda, M. Sugita, 2004: A bulk similarity approach in the atmospheric boundary layer to determine regional sensible heat fluxes, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1HK30Jul04155050.
- Y. Iijima, H. Yabuki, T. Ohata, 2004: Estimation of downward longwave radiation for clear sky conditions during the cold season in eastern Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on*

- GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1YI30Jul04160330.*
- M. Miyahara, C. Takenaka, T. Kuwada, T. Ohta, 2004: Contribution of cowberry transpiration to evapotranspiration in larch forest, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1MM30Jul04231136.*
- K. Suzuki, J. Kubota, H. Yabuki, T. Ohata, V. Vuglinsky, 2004: Importance of the moss below a larch canopy on water and energy balances in the southern mountain taiga, eastern Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1KS31Jul04011647.*
- H. Tsutsui, T. Koike, T. Graf, K. Tamagawa, H. Fujii, 2004: A basic study on a new satellite algorithm for snow, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1HT03Aug04152810.*
- Y. Kodama, N. Sato, H. Yabuki, Y. Ishii, M. Nomura, T. Ohata, 2004: Wind directional dependency of surface energy fluxes over north-eastern Siberia and its implications, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1KY06Aug04092925.*
- W. Kim, S. Miyazaki, S. Kanae, T. Oki, 2004: Studies on the turbulence characteristics and flux data quality control at Tak Flux Measurement Station (TFMS), Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1WK06Aug04141451.*
- N. Hirose, T. Koike, 2004: Validation of the process for generating soil moisture distribution in the Tibetan Plateau, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1DHN08Aug04110934.*
- T. Nakai, T. Kuwada, Y. Kodama, T. Ohta, T.C. Maximov, 2004: Characteristics of roughness parameters in boreal, cool-temperate and warm-temperate forests, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1TN09Aug04162157.*
- T. Yamazaki, T. Ohta, R. Suzuki, T. Ohata, 2004: Flux variation in a Siberian taiga forest near Yakutsk from 1986 to 2000 estimated by a one-dimensional model with routine data, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5YT26Jul04121320.*
- P. Xie, A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima, C. Liu, 2004: An analysis of daily precipitation over East Asia: Current status and future improvements, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2PX13Jul04031743.*

- S. Tantanee, S. Patamatumkul, T. Oki, 2004: Rainfall distribution pattern investigation with Unit Disaggregation Curve (UDC) technique, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2MTS27Jul04164416.
- A. Kataoka, T. Satomura, 2004: Numerical experiments on the late night-early morning maximum of rainfall in the northeastern Bangladesh, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2AK28Jul04114801.
- K. Dairaku, S. Emori, T. Oki, 2004: Observation and numerical experiments of orographic precipitation in the Mae Chaem watershed in Southeast Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2KD28Jul04173818.
- K. Suzuki, T. Nakajima, T. Iguchi, G. Asanuma, T.Y. Nakajima, 2004: Numerical study of the aerosol effect on water cloud optical properties with nonhydrostatic spectral microphysics cloud model, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2KS30Jul04123243.
- C. Xingwu, X. Hui, Q. Mingkai, L. Shuxian, X. Sheng, 2004: Enhancing precipitation by the special topography, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2PCX30Jul04201804.
- S. Sugimoto, W. Sha, K. Ueno, 2004: Numerical simulation of precipitation phenomena during the monsoon season on the Tibetan Plateau, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2SS30Jul04201846.
- T. Iguchi, T. Nakajima, A. Khain, K. Saito, T. Takemura, Y. Ishizaka, T.Y. Nakajima, 2004: Cloud microphysical structure as investigated with a non-hydrostatic cloud resolving model, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2TI30Jul04204418.
- Y. Yamane, T. Hayashi, 2004: Seasonal and spatial variation of CAPE and occurrence of meso-scale disturbances in the South Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2MY31Jul04152141.
- B. Geng, H. Yamada, K.K. Reddy, H. Uyeda, Y. Fujiyoshi, 2004: Mesoscale structure and along-front variation of a Meiyu front and associated precipitation observed in the downstream region of the Yangtze river, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T2BG31Jul04173936.

- Enderwin, 2004: Application of simple wind model for weather modification activity in Indonesia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2E31Jul04180527.*
- Z. Li, M. Kawashima, Y. Fujiyoshi, 2004: Study on nocturnal development of cloud clusters during the Meiyu period in Eastern China, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2MZL03Aug04173255.*
- R.K. Shrestha, Y. Tachikawa, K. Takara, 2004: Modelling of fine resolution precipitation data using GAME data product and validating against the spatial patterns of HUBEX-IOP-EEWB data, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2RKS03Aug04203625.*
- K.K. Reddy, B. Geng, H. Yamada, H. Uyeda, R. Shirooka, T. Ushiyama, S. Iwasaki, H. Kubota, T. Chuda, K. Takeuchi, T. Kozu, Y. Ohno, K. Nakamura, D.N. Rao, 2004: Monsoon precipitation characteristics over Asia and Western Tropical Pacific Ocean, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2KKR08Aug04110033.*
- N. Yamazaki, 2004: Long term trend of heavy precipitation around Japan, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2NY09Aug04133300.*
- S. Shimizu, H. Uyeda, T. Shinoda, K. Tsuboki, H. Yamada, B.Geng, T. Kato, 2004: Maintenance mechanism of convective cells within mesoscale convective system in humid subtropical region, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2MSS09Aug04160704.*
- Y. Fujiyoshi, S. Nakajima, S. Yamagata, T. Harimaya, T. Yamada, I. Matsui, N. Sugimoto, A. Shimizu, 2004: Cloud formation and fractionation of stable isotope of water within Artificial Cloud Experimental System (ACES), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2YF09Aug04194210.*
- B.C. Bhatt, K. Nakamura, 2004: Study on the precipitation characteristics around the Himalayas using TRMM PR data, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8BCB28Jul04172219.*
- T. Inoue, H. Ueda, T. Inoue, 2004: Features of cloud types over the Bay of Bengal using split window measurements and TRMM satellite data, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8TI31Jul04164323.*

- N. Endo, 2004: Cloud statistics over eastern China during GAME-IOP as seen from TRMM TMI, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T8NE08Aug04154549.
- S-Y. Ogino, K. Sato, M.D. Yamanaka, A. Watanabe, 2004: Lower-stratospheric and upper-tropospheric disturbances over Thailand during January 2000, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T3DSO09Aug04171302.
- Y. Ding, Q. Li, 2004: Multi-year simulations of the East Asian monsoon by using the regional climate model(RegCM-NCC), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T4YD09Jul04160412.
- F. Murata, M.D. Yamanaka, H. Hashiguchi, T. Sribimawati, M. Kudsy, 2004: Dry intrusion observed at Sumatera Island, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T5FM28Jul04115426.
- A. Teshima, M. Yamada, T. Hayashi, Y. Wagatsuma, T. Terao, 2004: Climate impact on seasonal patterns of diarrheal diseases in Tropical area, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T6AT09Aug0409311.
- M. Ravindranath, G.R. Iyengar, 2004: Impact of ISLSCP-II initiative global soil water storage capacity of the rooting zone data on T80 GCM, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1DMR26Jul04153016.
- F. Alexander, 2004: Intensity of permafrost processes in Central Yakutia in the context of GAME-Siberia study, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1FA30Jul04092932.
- P.Ya. Konstantinov, 2004: Influence of atmospheric precipitation on long-period temperature dynamics of upper permafrost (Central Yakutia, area of GAME station), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T1KP30Jul04094918.
- P. Singh, S.B. Prajapati, 2004: Altitudinal variability of monsoon precipitation over mountainous region, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T3PS30Jul04182008.
- R.V. Desyatkin, T.N. Semenova, A.R. Desyatkin, 2004: The interdependence of water and temperature regimes of Taiga-Alas landscapes soils, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T5RVD30Jul04102256.

- M. Yamamoto, K. Nakamura, 2004: Spatial distribution of precipitation and heat fluxes over the North Western Pacific during the winter monsoon season, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8MY30Jul04100909.*
- M. Hirose, K. Nakamura, 2004: Spatial and diurnal variation of precipitation systems over Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8MH06Aug04145039.*
- F. A. Furuzawa, K. Nakamura, 2004: Regional diurnal variations of precipitation parameters observed with Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Microwave Imager (TMI) and TRMM Precipitation Radar (PR), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8FAF09Aug04163829.*
- Z. Zhang, J.C.L. Chan, Y. Ding, 2004: Characteristics, evolution and mechanisms of the Asian summer monsoon onset over the Southeast Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3ZZ09Sep04233933.*
- lations, 2004: Rainfall variations of the Asian summer monsoon: Diurnal and intraseasonal oscill., *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T-C.M. Chen*, S-Y. Wang, W-R. Huang.*
- Y. Ding, 2004: On the onset of Asian summer monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3DY05Aug04152551.*
- J. Chan, W. Zhou, 2004: Interdecadal and interannual variations of the South China Sea summer monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3JC31Aug04102157.*
- H. Ueda, 2004: Heating processes over the Asiatic landmass prior to the first transition of the summer monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3HU30Jul0409211.*
- A. Watanabe, Y. Tachibana, S. Ogino, Y. Shibagaki, T. Ohsawa, Y.D. Yanamaka, T. Satomura, A. Sumi, K. Mushiake, 2004: A change of mean physical quantity in the monsoon and pre-monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3AW09Aug04164213.*
- N.T.Tan Thanh, 2004: Monsoon activity and heavy precipitation over Middle and Southern area of Vietnam (from 1997-2002), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3DNNTTT30Jul04191525.*

- V.S. Prasad, T. Hayashi , 2004: Evolution and progression characteristics of Indian summer monsoon, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3Vp27Jul04121402.*
- A. Kitoh, 2004: ENSO-monsoon relationship in a 1000-yr MRI-CGCM simulation, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4AK23Jul04172155.*
- Y. Wang, 2004: An overview of regional climate modeling for East-Asian monsoon system , *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4YW30Aug0411394.*
- T. Sato, F. Kimura, 2004: The impact of diabatic heating over the Tibetan plateau upon Northeastern Asia arid region, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4TS27Jul04123159.*
- X. Shi, Y. Liu, H. Yang, Z. Xie, 2004: The effect of runoff scheme modification on the summer rainfall simulation in East Aisa, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4DKTX13Aug04100242.*
- B.J. Sohn, D-H. Kim, T. Nakajima, T. Takamura, 2004: Aerosol optical/radiative forcing properties over East Asia determined from SKYNET radiation measurements, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5BS14Oct04132944.*
- A. Georgiadi, 2004: Features of river runoff changes in different parts of Lena river basin caused by current climate warming, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5Aug04113441.*
- H. Chen, 2004: The water balance of the Hongru river basin, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5MCH30Jul04204021.*
- K. Tanaka, K. Souma, K. Tsuboki, S. Ikebuchi, 2004: Production of final dataset of GAME-HUBEX regional 4DDA by JSM-SiBUC, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5KT09Aug04172117.*
- H. Vathananukij, 2004: Regulated and unregulated river reach perception through geoinformatic public domain model particularized upon the Chaophraya tributaries, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7PHV30Jul04165014.*

- Y. Hirabayashi, S. Kanae, T. Oki, K. Takeuchi, 2004: Estimation of global hydrologic components in the 20th century, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7YH30Jul04181144.*
- R.K. Shrestha, Y. Tachikawa, K. Takara, 2004: Discharge simulation in the Huaihe River using fine resolution downscaled experimental data derived from GAME data product, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7RKS03Aug041634.*
- O. Kozan, K. Yamada, K. Tanaka, S. Ikebuchi, 2004: Estimation of land use and water usage in the Huaihe River Basin from field survey and satellite analysis, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T8OK09Aug04152209.*
- S. Junkhiaw, W. Sivongs, T. Sukhapunphan, N. Tangtham, 2004: Developing flood warning system for upland watersheds of the Chao Phraya basin, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7MJ07Aug04172829.*
- S. Budhakoorncharoen, 2004: Impact of large reservoir development on water resource regime, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5AB16Jul04190602.*
- T. Hashimoto, T. Ohta, T. Toba, T.C. Maximov, 2004: Heat and water exchange of the snowpack and permafrost during the snowmelt season in a larch forest in eastern Siberia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1TH31Jul04160215.*
- M.E. Hori, 2004: Interannual variability of the atmosphere/snow interaction over the Eurasian continent during the spring season and its relation to the monsoon period, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1MEH08Aug04164206.*
- S. Ishida, K. Tanaka, A. Higuchi, I. Tamagawa, D. Matsushima, CAPS2002-2003 observation group, 2004: Surface heat balance using flux measurement array during Catch A Plume by SATs (CAPS) IOP, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1SI09Aug04111047.*
- T. Terao, Md.N. Islam, F. Murata, T. Hayashi, 2004: The observation of pre-monsoon meso-scale clouds systems developed over Bangladesh, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T2TT09Aug04140049.*
- E-J. Cha, M. Kimoto, E-J. Lee, J-G. Jhun, 2004: The characteristics and the causes of extreme rainfall events in August over Korea, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in*

- Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3EC25Jul04144601.*
- N. Sato, M. Takahashi, 2004: "Convection jump" as a subtropical convergence zone, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3NSD30Jul04090722.*
- N. Ishizaki, H. Ueda, 2004: Contrasting feature of the seasonal heating between the Indochina Peninsula and the Bay of Bengal, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3NI30Jul04120814.*
- H. Kubota, R. Shiroyaka, T. Ushiyama, T. Chuda, S. Iwasaki, K. Takeuchi, 2004: Seasonal variation of precipitation properties associated with monsoon over Palau, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3HK30Jul04142213.*
- S. Yokoi, T. Satomura, 2004: Mechanisms of westward and northward movement of sub-monthly scale disturbances over Asian monsoon regions, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MYS30Jul04170343.*
- T. Yoshikane, F. Kimura, 2004: Climatic water vapor transport around East Asia during June and September, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3TY31Jul04142218.*
- K. Ichiyanagi, K. Yoshimura, M.D. Yamanaka, 2004: Isotopic composition of rainfall in Thailand depends on the convective system, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3KI02Aug04105516.*
- M. Ohba, H. Heda, 2004: A triggering process of Indian Ocean basin-wide warming in relation to ENSO forcing, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MO02Aug04162819.*
- M.D. Yamanaka, 2004: Dynamics of multiple horizontal convections over the Maritime Continent, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MDY09Aug04015628.*
- M. Fujita, F. Kimura, M. Satomura, T. Kato, 2004: Diurnal variation of precipitable water vapor observed with GPS in Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MF09Aug04151003.*
- K. Kuraji, P. Kowitz, S. Issara, 2004: Six years intensive rainfall observation in Mae Chaem Watershed, Northern Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3KK09Aug04160237.*

- K. Takahashi, 2004: Intraseasonal and diurnal variations in the Indian sector, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3KT09Aug04163249.
- M.I. Nodzu, S-Y. Ogino, Y. Tachibana, M.D. Yamanaka, 2004: Thermodynamical interpretations of generation and decay of stable layers over the Indochina Peninsula in the dry season, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MIN09Aug04154408.
- T. Tomita, T. Yoshikane, T. Yasunari, 2004: Predictability of Baiu precipitation in the Western North Pacific, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3TT09Aug04164048.
- S-Y. Ogino, Y. Tachibana, E. Azuma, Y. Kamiakito, 2004: Temperature inversions over the pre-monsoon Indochina Peninsula and their role in the seasonal transition, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3DSO09Aug04171948.
- N. Sakurai, F. Murata, M.D. Yamanaka, S. Mori, J-I. Hamada, H. Hashiguchi, Y.I. Tauhid, T. Sribimawati, B. Suhardi, 2004: Interannual variations of cloud system migration with diurnal cycle over Sumatera Island, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MSN09Aug04200452.
- S. Prakarnrat, 2004: Onset date for rice cultivation over Yom Basin in Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3MSP11Aug04185538.
- K. Dairaku, 2004: The role of orography and soil moisture in hydrological transitions associated with monsoon onset in Southeast Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4KD23Jul04204056.
- T. Kubota, H. Mukougawa, T. Iwashima, 2004: Predictability of the Madden and Julian Oscillation in JMA one-month forecasts, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4TK29Jul04170122.
- I. Takayabu, H. Sasaki, K. Murazaki, K. Kurihara, T. Hirota, 2004: Tibetan Plateau's snow accumulation estimated from regional climate model simulation, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME*, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4DIT02Aug04102152.

- M. Hara, F. Kimura, T. Yasunari, 2004: The generation mechanism of the Western Disturbances over the Himalayas, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4HM09Aug04145134.*
- K. Mabuchi, Y. Sato, H. Kida, 2004: Climatic impact of vegetation change in the Asian Tropical region, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4KM31Aug04122656.*
- Z. Zhang, J.C.L. Chan, Y. Ding, 2004: Characteristics, evolution and mechanisms of the Asian summer monsoon onset over the Southeast Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, .*
- Y. Zhang, M. Ishikawa, T. Kadota, E. Munkhtsetseg, D. Oyunbaatar, T. Ohata, 2004: Observational study of hydrological land-surface processes on semi-arid grassland underlain by warm permafrost in Mongolia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5YZ21Jul04132922.*
- J. Xu, S. Haginoya, K. Masuda, R. Suzuki, 2004: Heat and water balance estimates over the Tibetan Plateau in 1997-1998, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5DJX26Jul04120809.*
- S. Miyazaki, W. Kim, Y. Hirabayashi, S. Kanae, T. Oki, 2004: Validation study of MATSIRO land surface model using the observed data in tropical monsoon climate of Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5DSM29Jul04194514.*
- B. Thana, A. Chabangborn, M. Hashizume, S. Nakapadungrat, 2004: The comparison between longwave radiation data at Sri Samrong and model, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5BT31Jul0400083.*
- S. Chuenchooklin, T. Ichikawa, S. Patamatamkul, 2004: Runoffs and phreatic surfaces behaviours over large floodplain and lowland paddy field, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5SC31Jul04125812.*
- A. Takagai, A. Sugimoto, M. Nakawo, 2004: The isotopic composition of water vapor and the concurrent meteorological conditions around the northeast part of the Tibetan Plateau, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5AY01Aug04103142.*
- P. Polsan, M. Aoki, S. Patamatamkul, 2004: Evapotranspiration estimation of paddy rices in Thailand utilizing limited meteorological data, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in*

- Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5PP02Aug04131428.*
- K. Yoshimura, 2004: Effect of land surface processes on precipitation isotopes, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5KY06Aug04134056.*
- P. Attarod, D. Komori, K. Hayashi, M. Aoki, T. Ishida, K. Fukumura, S. Boonyawat, P. Polsan, P. Tongdeenok, P. Somboon, S. Punkngum, 2004: Seasonal change of evapotranspiration and crop coefficient in a rain fed paddy field, cassava plantation and teak plantation in Thailand, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5PA06Aug04163854.*
- T. Ohata, Y. Fukushima, T. Ohta, 2004: Summary of the result obtained by GAME-Siberia and future research issues, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5TO09Aug04151750.*
- K. Kato, S. Ikeda, 2004: Synoptic- and meso-alpha scale processes around the Meiyu front in China at the sharp boundary of very wet and dry regions, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5KK09Aug04155702.*
- S. Kingpaiboon, M. Satomura, M. Horikawa, 2004: Study on precipitable water vapor change (obtained from GPS) and humidity, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5SK29Aug04140944.*
- W. Li, R. Han, G. Hu, J. He, 2004: A comparative study on reanalysis data between GAME and NCEP/NCAR during the period of HUBEX in 1998, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T5WL30Aug04162636.*
- W. Huang, K. Nakane, P. Polsan, T. Sukhapunnaphan, 2004: Observational studies at the Khuwae Noi river basin in Thailand and regional water balance analyses by using the distributed tank model, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7WH29Jul04181922.*
- R.V. Desyatkin, 2004: Water resources of Taiga-Alas landscapes in Central Yakutia and problems of water supply for the population, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7RVD30Jul04101621.*
- K. Xiangguang, Q. Mingkai, 2004: The heavy drought of 2002 and the large flood of 2003 in Nasihu Lake Basin (NLB), *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7PKX30Jul04200358.*

- D. Feng, P. Shunfeng, 2004: Research on unsaturated flow model in the Plain of the Huaihe River Basin, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7MDF30Jul04202729.*
- Z. Wang, 2004: The linear programming model of water resource utilization in the irrigated area of Huaibei, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T7MWZ30Jul04203305.*
- R.K. Lestari, T. Iwasaki, 2004: Roles of the SST and land-sea heat contrast in the summer monsoon over the South Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3RKL30Jul04115954.*
- K.T. Xin, L. Due, T.M. Ha, 2004: Simulation of Southeast Asia rainfall using RegCM3 and problems, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4DKTX13Aug04100242.*
- J. Matsumoto, M. Kiguchi, 2004: Pre-monsoon rains and onset of monsoon over the Indochina Peninsula, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3JM28Jul04114722.*
- H. Takahashi, T. Yasunari, 2004: Dynamics of climatological monsoon break over the Indochina Peninsula in northern summer, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3HTaPTY09Aug04164643.*
- T. Shinoda, H. Uyeda, K. Yoshimura, 2004: Structure of moist layer and sources of water over the southern region far from the Meiyu/Baiu front, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T3TS28Jul04130037.*
- S. Kanae, Y. Hirabayashi, T. Yamada, T. Oki, 2004: Impact of soil moisture on interannual variability of boreal summer precipitation, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T1SK30Jul04112252.*
- K. Ninomiya, S. Emori, A. Hasegawa, T. Nishimura, S. Matsumura, 2004: Onset of the East Asia summer monsoon in 1991 simulated by an AGCM, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T4KN27Jul04172422.*
- B. Wang, O. Sen, Y. Wang, 2004: Impacts of surface cover changes in northern China on East Asian climate, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11, T6BW27Oct04150751.*

- A. Sumi, 2004: Asian monsoon simulation using the high resolution (K-1) climate model, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T4AS29Jul04153339.
- T. Yao, G. Tan, S. Kang, Y. Ma, T. Luo, 2004: Environmental and land surface processes study on the Tibetan Plateau - A ten year plan -, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T6YT15Oct04174246.
- T. Oki, S. Kanae, 2004: Hydroinformatics for further comprehensive study on environment in South-East Asia, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T6TO09Aug04143840.
- M.D. Yamanaka, S. Mori, P.-M. Wu, R. Shirooka, S. Fukao, T. Sribimawati, 2004: Future observations over the Indonesian Maritime Continent, *Proc. 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Dec, 2004, Kyoto, Japan, GAME CD-ROM Publ. No.11*, T6MDY09Aug04021851.

E) CD-ROM & DVD 出版

3. GAME (Standard) Data CD (2002)

Edited by: Meteorological Research Institute/Japan Meteorological Agency
Description: This CD set contains a fundamental part of GAME observation data obtained during the GAME IOP (1998 summer).
Vol. 1: JMA routine observation
Vol. 2: GAME-Tropics, GAME-Tibet, India (sonde)
Vol. 3: GAME-HUBEX, GAME satellite
Vol. 4: GAME AAN, GAME radiation
Vol. 5: India surface observations (for the use of the Asian scientific community)
Contact: Kiyotoshi Takahashi (Meteo. Research Inst., Japan Meteo. Agency)
Email: info-gain@mri-jma.go.jp

4. GAME-Tropics Dataset version 1(2002)

Edited by: Y. Agata
Description: CD-ROM is out of stock. Please check with [GAME-T Data Center](#). Limited access is allowed for the CD-ROM (iso9660) image; check with [Dr. Y. Agata](#), as well.
Contact: Y. Agata (Institute of Industrial Science, Univ. Tokyo)
Email: agata@iis.u-tokyo.ac.jp

5. GAME Reanalysis Ver. 1.5 (2002)

Edited by: Meteorological Research Institute/Japan Meteorological Agency
Description: This CD-ROM contains the first part of Reanalysis Data ver.1.5 for the GAME IOP (April-October, 1998). GAME reanalysis data are produced with 2.5 and 1.25 degree horizontal resolutions for the globe and 0.5 degree for the Asian-Pacific region and 2-dimensional forecast fields data are produced with 2.5 and 1.25 degree resolution for the globe. This CD-ROM contains data with only 2.5 degree resolution. Please see "readme.txt" in the CD-ROM for April, 1998.
Contact: Kiyotoshi Takahashi (Meteo. Research Inst., Japan Meteo. Agency)
Email: info-gain@mri-jma.go.jp

6. GAME-AAN Data CD-ROM (2003)

Edited by: D. Nohara, S. Miyazaki, M. Sugita, T. Yamanaka, F. Kimura, T. Yasunari
Description: This GAME/AAN data set version 1.0 CD-ROM includes data sets which were obtained since the starts of measurements through year 2000 within GAME/AAN project, and which were the exact copy of the web version of the GAME-AAN data center at <http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/Project/aan/aan.html> on April 1 of 2003.
Contact: AAN Data Center (Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba)
Email: aan@suiri.tsukuba.ac.jp

7. GAME Phase I Summary CD-ROM (2003)

Edited by: J. Asanuma, A. Higuchi, K. Nakamura, and T. Yasunari
Description: This CD-ROM contains the summary reports submitted to Japanese government as well as the list of publications related to GAME projects.
Contact: J. Asanuma (Terrestrial Environment Research Center, Tsukuba Univ.)
Email: asanuma@suiri.tsukuba.ac.jp

8. Dataset for Water and Energy Cycle in Siberia ver.1 (2003)

Description: Observational data of three field experimental areas of GAME-Siberia, Tiksi area (tundra), Yakutsk area (plain taiga), and Tynda area (mountain taiga) are archived. In addition, related datasets, obtained from the operational hydro-meteorological observatory network around the region, are also collected.
Contact: R. Suzuki (Frontier Research System for Global Change)
Email: rikie@jamstec.go.jp">rikie@jamstec.go.jp

9. (reserved for GAME-T Data CD-ROM vol.2)

10. GAME-AAN Data CD-ROM ver.2.0 (2004)

Description: This GAME/AAN data set CD-ROM, Ver.2 includes data sets which were obtained since the beginning of measurements through year 2001 within GAME/AAN project, and which were the exact copy of the web version of the GAME-AAN data center at <http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/Project/aan/aan.html> on April 1 of 2004.

Contact: AAN Data Center (Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba)
Email: aan@suiri.tsukuba.ac.jp

11. 6th Int. GAME Conf. publication CD-ROM(2004)

Edited by: J. Matsumoto, A. Higuchi, K. Nakamura and T. Yasunari

Description: This is the proceedings of the 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME head on December 3-5 2004 at Kyoto International Community House, Kyoto, Japan.

Contact: Prof. Kenji Nakamura
Email: nakamura@hyarc.nagoya-u.ac.jp

12. (reserved for GAME Data CD)

13. (reserved for GAME-AAN Data DVD ver. 3.0)

F) 公式出版物リスト

- No.37: GAME Phase I Summary Reports
発行: 2003年3月
連絡先: 筑波大学陸域環境研究センター(浅沼順)
- No.38: 平成11-14年度科学研究費補助金特定領域B「アジアモンスーン地域におけるエネルギー・水循環」研究成果報告書
発行: 2003年3月
連絡先: 筑波大学陸域環境研究センター(浅沼順)
- No.39: Proceedings, The 2nd Workshop on Regional Climate Modeling for Monsoon System, Yokohama, Japan, Mar. 2003
発行: 2003年3月 連絡先: 筑波大学陸域環境研究センター(木村富士男)
- No.40: (reserved for GAME-Tropics Proceeding)
- No.41: 平成14-16年度科学研究費補助金基盤研究(A)「モンスーンアジアにおける地表面変化と気候・水循環変動—統合的国際共同研究—」研究成果報告書
発行: 2005年3月
連絡先: 筑波大学陸域環境研究センター(浅沼順)
- No.42: GAME PhaseII 研究成果報告書
発行: 2005年3月
連絡先: 筑波大学陸域環境研究センター(浅沼順)

G) 関連受賞

個人の受賞

安成哲三 筑波大学地球科学系教授 本研究領域代表者

平成 14 年度 気象学会藤原賞

受賞業績：「GAME を中心とするアジアモンスーンに関する研究の推進」

H) 学位取得

以下のリストは GAME に関連した研究成果から得られた学位です。具体的には以下のような条件を満たすものを指します。

1. GAME 予算を用いた研究
2. GAME の観測地域での研究
3. GAME が目的にそった広域アジアモンスーン、アジア、ユーラシアでの水循環研究
4. GAME の目的にそったプロセス研究、モデル研究
5. GAME で取得されたデータを用いた研究

学位取得者氏名, 研究科, 学位名, 学位取得年月, 学位論文題名の順に, 各大学の研究科毎に列挙されています。

北海道大学大学院

前坂 剛

理学研究科, 博士(理学), 平成 16 年 3 月

平島寛行

地球環境科学研究科, 学術博士, 平成 16 年 3 月

Influence of climatic change to hydrological cycle in arctic tundra using new land surface model

佐藤軌文

地球環境科学研究科, 学術博士, 平成 16 年 9 月

Water transport process of air-vegetation-soil system in the Arctic tundra

李 竹暎

地球環境科学研究科, 学術博士, 平成 17 年 3 月

梅雨期間中に中国東部で夜間に発生したクラウドクラスターに関する研究

岩手大学大学院

山崎 祐介

農学研究科, 農学修士, 平成 14 年 3 月

東シベリア南部山岳タイガ 永久凍土地域の小流域における流出特性

浜田修子

農学研究科, 農学修士, 平成 14 年 3 月

シベリア・アカマツ林の蒸発散特性と群落コンダクタンスモデルのパラメータの地域性

東北大学大学院

松浦陽介

理学研究科, 修士(理学), 平成 17 年 3 月

衛星データを用いたモンゴル半乾燥域における土地被覆と蒸発散量の推定

筑波大学大学院

藤波初木

地球科学研究科, 博士(理学), 平成 15 年 2 月

Intraseasonal Oscillations of Convective Activity and Atmospheric Circulation on Submonthly Timescale over and around the Tibetan Plateau during the Summer -A Link between the Midlatitudes and Asian Summer Monsoon Region-

阿部 学

地球科学研究科, 博士(理学), 平成 15 年 6 月

Effects of Large-scale Orography on the Climate System in Northern Summer - Study with the MRI atmosphere-ocean coupled GCM -

西山 いづみ

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 14 年 3 月

ケッペン気候区分の分布変化から見た北米・アジア・ヨーロッパの気候変化

山田 修作

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 14 年 3 月

シベリア高気圧の季節内変動と年々変動

平田 啓介

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 14 年 3 月

熱帯アジアモンスーン地域における降水量の長期変動

田中久則

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 15 年 3 月

東シベリアにおけるアラス草地とタイガ林での活動層形成プロセスの解明

藤田 実季子

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 15 年 3 月

タイ国周辺域の可降水量変動

井上智亜

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 16 年 3 月

Split Windowデータを用いたベンガル湾における雲型判別

小澤 晃

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 16 年 3 月

ユーラシア大陸における大気水収支変動の気候学

野村 茂行

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 16 年 3 月

夏季チベット高原における雲・降水活動の日周変化と季節推移

山谷 享

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 17 年 3 月

20 世紀後半の中国における降水量の年変動と長期変化

植山直美

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 17 年 3 月

ベンガル湾を西進するモンスーン擾乱の発生と移動プロセス

田中洋介

環境科学研究科, 修士(環境科学), 平成 17 年 3 月

小笠原高気圧の形成と変動機構

高橋 洋

生命環境科学研究科, 修士(理学), 平成 15 年 3 月

The structure of climatological monsoon break over Southeast Asia in boreal summer.

三輪 剛史

生命環境科学研究科, 修士(理学), 平成 16 年 3 月

1998年梅雨期における長江豪雨発生の機構

石崎紀子

生命環境科学研究科, 修士(理学), 平成 16 年 3 月

Analysis of the heat and moisture budget over Indochina Peninsula during GAME-IOP.(GAME
再解析データを用いた東南アジアの熱・水収支解析)

市川 裕樹

生命環境科学研究科, 修士(理学), 平成 16 年 3 月

インドネシア海洋大陸における降雨活動の日変化の時空間特性 -TRMM衛星データによる
解析?

佐藤 友徳

生命環境科学研究科, 博士(理学), 平成 17 年 5 月

Numerical study on the formation mechanism of the arid climate in northeastern Asia.

東海大学大学院

上明戸 優子

理学研究科化学専攻, 理学修士, 平成 16 年 3 月

インドシナ半島での乾季から雨季移行時の雲とエアロゾルが大気放射過程に及ぼす影響

東 永祥

理学研究科物理学専攻, 理学修士, 平成 16 年 3 月

乾季・雨季遷移期に見られるインドシナ半島上大気の熱力学的構造に関する観測的研究(An
observational study on the atmospheric thermodynamic structure in dry and rainy season in
Indochina peninsula)

東京大学大学院

庄司 英朗

理学系研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

インドシナ半島に接近する台風の経年変動

末吉 哲雄

理学系研究科, 博士(理学), 平成 13 年 7 月

永久凍土層の気候変動に対する応答に関する研究

木口 雅司

理学系研究科, 博士(理学), 平成 16 年 9 月

Seasonal march from the dry season to rainy season over the Indochina Peninsula.

谷口健司

工学系研究科, 工学修士, 平成 14 年 3 月

夏季アジアモンスーン開始期の変動とその水資源に与える影響に関する研究

江村元行

工学系研究科, 工学修士, 平成 14 年 3 月

マイクロ波リモートセンシングによる陸域降水強度推定アルゴリズムの開発

花原優佑

工学系研究科, 工学修士, 平成 15 年 3 月

複合的なスケールの水循環変動性の統合的解析手法の開発

渡邊亮太

工学系研究科, 工学修士, 平成 15 年 3 月

チベット高原におけるエネルギー・水循環の面的解析

田村徹

工学系研究科, 工学修士, 平成 16 年 3 月

チベット高原における山谷地形に基づくメソ気象現象のモデル解析

中村將

工学系研究科, 工学修士, 平成 16 年 3 月

マイクロ波リモートセンシングによる融雪開始期の検出手法の確立

野本卓也

工学系研究科, 工学修士, 平成 17 年 3 月

3次元衛星データを用いたチベット高原上の大気における水蒸気フローに関する研究

山本太郎

工学系研究科, 工学修士, 平成 17 年 3 月

データ同化システムと陸面スキームを組み合わせたチベット高原での地表面フラックス算定

Petra Koudelova

工学系研究科, 博士(工学), 平成 14 年 9 月

Coupling a land surface scheme with a distributed hydrologic model and applying in the Tibetan Plateau

瀬戸心太

工学系研究科, 工学博士, 平成 15 年 1 月

マイクロ波リモートセンシングによるグローバルな土壌水分量推定に関する研究

大楽浩司

工学系研究科, 工学博士, 平成 15 年 1 月

東南アジア熱帯山岳地域における降水過程に関する研究

Chayanis Manusthiparom

工学系研究科, 工学博士, 平成 15 年 1 月

Hydroclimatic prediction for integrated water resources management in the Chao Phraya river basin in Thailand (タイ・チャオプラヤ川流域における総合的水資源管理のための水文気候予測)

Mahadevan Pathmathevan

工学系研究科, 博士(工学), 平成 15 年 9 月

Development of Land Data Assimilation Scheme by Integrating Remote Sensing and Hydrological Modeling

広瀬望

工学系研究科, 博士(工学), 平成 15 年 9 月

チベット高原における陸面水文の不均一性のモデル化

平林由希子

工学系研究科, 工学博士, 平成 16 年 1 月

全球主要河川の極値流量長期変動に関する研究

Somchai Baimoung

工学系研究科, 工学博士, 平成 16 年 1 月

A study on estimation of sweet corn production using crop growth simulation model with satellite remote sensing and geographical information system techniques, in Nakhon Ratchasima province, Thailand (RS/GIS技法と作物生長モデルを用いたタイ・ナコンラチャシマにおけるトウモロコシ生産量推定)

Tobias Graf

工学系研究科, 博士(工学), 平成 16 年 9 月

Microwave Remote Sensing of Snowfall by Integrating In-Situ and Satellite Data and Model Output

Chusit Apirumanekul

工学系研究科, 工学博士, 平成 17 年 1 月

Application of spatial and temporal downscaling of monthly gridded rainfall to daily rainfall by multifractal to statistical extreme events (マルチフラクタルによるグリッド月降雨量から日降雨量への時空間ダウンスケーリング手法の極値統計への適用に関する研究)

谷口健司

工学系研究科, 博士(工学), 平成 17 年 3 月

地球観測データと数値モデルの統合活用による夏季インドモンスーン形成過程の研究

藤縄 龍治

理学系研究科, 理学修士, 平成 17 年 3 月

インドシナ半島におけるモンスーン後退期の降水量の経年変化

橋本博文

農学生命科学研究科, 農学修士, 平成 14 年 3 月

タイにおける光量子センサーと日射計を用いた地点のNDVIの研究

橋口 剛

農学生命科学研究科, 農学修士, 平成 15 年 3 月

熱帯季節林における土壌呼吸特性—現地観測結果と数値計算による解析—

橋本昌司

農学生命科学研究科, 農学博士, 平成 16 年 3 月

Studies on carbon dioxide production and its transport in forest soil (森林土壌内におけるCO₂ガスの発生と輸送に関する研究)

田中延亮

農学生命科学研究科, 農学博士, 平成 17 年 3 月

長期現地観測記録に基づく樹冠通過雨量と樹冠遮断量に関する研究—日本のスギ、ヒノキ林とタイの丘陵性常緑林を対象として—

橋本博文

農学生命科学研究科, 農学博士, 平成 17 年 3 月

Estimation of global NPP based on MODIS17 algorithm

日本大学大学院

小水周平

生物資源科学研究科, 修士(生物資源科学), 平成 15 年 3 月

熱帯季節林と温帯針葉樹林におけるアルベドの季節変化

小坂 泉

生物資源科学研究科, 博士(生物資源科学), 平成 16 年 3 月

大きなギャップを持つ熱帯常緑林における大気乱流特性

東京農工大学大学院

枝廣 久尚

農学研究科, 修士(農学), 平成 14 年 3 月

東シベリア南部山岳タイガ地域における水循環過程のモデル化

木本 裕司

農学研究科, 修士(農学), 平成 14 年 3 月

東シベリア南部山岳タイガのカラマツ林における水・熱輸送特性

名古屋大学大学院

福田祐一郎

理学研究科, 修士(理学), 平成 14 年 3 月

VI-Ts法によるユーラシア大陸の地表面状態の季節変化特性に関する研究

川畑 玲

理学研究科, 修士(理学), 平成 14 年 3 月

Numerical study on the roles of land surface evapotranspiration in atmospheric water circulation in the Meiyu season over East Asia

Ma Xieyao

理学研究科, 博士(理学), 平成 11 年 3 月

Macro-scale hydrological analysis of the Lena River basin, Siberia

広瀬 正史

理学研究科, 博士(理学), 平成 15 年 3 月

Spatial and temporal variation of vertical profiles of rainfall rate observed by spaceborne precipitation radar(衛星搭載降雨レーダで観測された降雨強度鉛直プロファイルの時空変動に関する研究)

斉藤 和之

理学研究科, 博士(理学), 平成 15 年 11 月

Seasonal to Sub-Decadal Climatic Covariability of Snow Cover and Atmosphere in the Northern Hemisphere(北半球における季節から準 10 年スケールの積雪-大気間の気候的共変動)

高橋厚裕

理学研究科, 博士(理学), 平成 16 年 10 月

Numerical modeling on the transfers of momentum and carbon dioxide in a soil-vegetation-atmosphere system

出世ゆかり

理学研究科, 博士(理学), 平成 17 年 6 月

暖候期の中国大陸上に発生する積乱雲の構造と降水特性

鳥羽 妙

生命農学研究科, 博士(農学), 平成 17 年 1 月

遮断蒸発量推定モデルの構築と観測および実験に基づく遮断蒸発特性の解明

近藤 善美

環境学研究科, 修士(理学), 平成 15 年 3 月

衛星データを用いた海洋大陸及び西太平洋域の雲活動に関する研究(Study on Cloud Activity in Maritime Continent and Western Pacific Ocean Using Satellite Data)

松原 卓美

環境学研究科, 修士(環境学), 平成 15 年 3 月

衛星データを用いたイワラジ川、メコン川流域における降水量分布の特性(Characteristics of precipitation distribution in the Irrawaddy and the Mekong watersheds using satellite data)

八田 由紀子

環境学研究科, 修士(理学), 平成 15 年 3 月

衛星データで見られた赤道太平洋の対流活動と海面状態との関係(Relationship between Convective Activities and Sea Surface Conditions over the Equatorial Pacific Ocean revealed by Satellite data)

京都大学大学院

奥 勇一郎

理学研究科, 理学修士, 平成 14 年 3 月

静止軌道衛星によるリモートセンシングを用いたチベット高原における地表面熱収支に関する観測的研究

奥村晃治

理学研究科, 理学修士, 平成 14 年 3 月

タイにおける陸上降水日変化の地域差とそのメカニズムについての解析

横井覚

理学研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

東南アジアにおける 10 日～20 日周期変動とそれに関連する赤道ロスビー波の事例解析

片岡彩

理学研究科, 理学修士, 平成 17 年 3 月

バングラディッシュ北東部における夜間の降水極大に関する数値実験

奥 勇一郎

理学研究科, 博士(理学), 平成 17 年 3 月

人工衛星を用いたチベット高原の地表面温度の算出

田中健路

理学研究科, 博士(理学), 平成 17 年 5 月

チベット高原における大気陸面相互作用に関する観測的研究

Roshan K. Shrestha

工学研究科, 博士(工学), 平成 17 年 5 月

Multiscale Transformation of Space-Time Rainfall Structure and Its Effect on Distributed Hydrological Prediction

矢野雅人

農学研究科, 修士(農学), 平成 14 年 3 月

森林における熱・水・CO₂ フラックスとプロファイルの形成過程

三重大学大学院

江崎忠高

生物資源学研究科, 農学修士, 平成 12 年 3 月

シベリア・ツンドラ地域における活動層の分布特性に関する研究

渡辺晋生

生物資源学研究科, 農学博士, 平成 11 年 12 月

土壌の凍結過程におけるアイスレンズの生成機構に関する研究

神戸大学大学院

荒木 龍蔵

自然科学研究科, 理学修士, 平成 14 年 3 月

Seasonal and interannual variations of diurnal cycles of local circulation and cloud activity observed at Serpong, West Java, Indonesia

奥田 俊樹

自然科学研究科, 理学修士, 平成 14 年 3 月

Three-dimensional structure of intraseasonal oscillations over Indonesian maritime continent

内多 健

自然科学研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

GAME客観再解析データに基づく東南アジア域の日周期変化

木下 喜夫

自然科学研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

地表面温度を用いて調べたバンコクのヒートアイランド

櫻井 南海子

自然科学研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

Diurnal cycle of movement of convective cloud systems over Sumatera Island

野津 雅人

自然科学研究科, 理学修士, 平成 15 年 3 月

Seasonal variations of temperature inversion layers over the Indo China peninsula

村田 文絵

自然科学研究科, 理学博士, 平成 15 年 3 月

An investigation on local activity of convective precipitating cloud in Indonesia

岡本 典子

自然科学研究科, 理学博士, 平成 15 年 6 月

Seasonal and interannual variations in the troposphere over Indonesian maritime continent

Analysis based on operational rawinsonde data

岡山大学大学院

池田祥一郎

教育学研究科理科教育専攻, 修士(教育学), 平成 17 年 3 月

中国大陸上の梅雨前線隣接域における水蒸気場の維持過程について(1998年の事例解析)

上甲 実

自然科学研究科, 理学修士, 平成 14 年 3 月

チベット高原における大気境界層の日変化・季節変化の研究

楊 勤

自然科学研究科, 博士(学術), 平成 16 年 9 月

中国西北部の乾燥地域における大気境界層と地表面熱収支に関する研究



GEWEX Asian Monsoon Experiment

代表研究者

安成 哲三 名古屋大学地球水循環研究センター
E-mail : yasunari@ihas.nagoya-u.ac.jp

事務局長 :

浅沼 順 筑波大学陸域環境研究センター
E-mail : asanuma@suii.tsukuba.ac.jp

編集 : 筑波大学陸域環境研究センター