

日本気象学会誌 気象集誌
(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第85A 巻 2007年 2 月 目次と要旨

論 文

Preface	i
Contents	iii
平井雅之・坂下卓也・保坂征宏・大泉三津夫・北川裕人・露木 義：気象庁現業全球数値 予報モデルのための新陸面モデルの開発と観測データを用いた検証	1-24
S. C. CHOU・C. P. DERECZYNSKI・P. V. WALDHEIM・J. A. MARENGO・ A. O. MANZI：CPTEC 全球モデルおよび Eta モデルによる数値実験結果と ブラジル・ロンドニア観測サイトでの観測データとの比較	25-42
S. MILTON・P. EARNSHAW：イギリス気象局全球数値予報モデルの地表面における 水・エネルギーサイクルの CEOP データを使った評価	43-72
L. RIKUS：CEOP EOP3 期間の現地観測データを用いたオーストラリア気象局数値モデルの 地表面変数の検証	73-97
K. YANG・M. RASMY・S. RAUNIYAR・小池俊雄・谷口健司・玉川勝徳・ P. KOUDELOVA・喜連川優・根本利弘・安川雅紀・生駒栄司・ M. G. BOSILOVICH・S. WILLIAMS：CEOP データセットを用いた 全球大気大循環モデルと地表面モデルの予測精度に関する検証	99-116
A. C. RUANE・J. O. ROADS：複数の再解析データを用いたアメリカ本土での 水循環及び熱エネルギー循環の日周変化に関する比較	117-143
I. MEINKE・J. ROADS・M. KANAMITSU：CEOP 期間中の RSM によって シミュレートされた雨の検証	145-166
K. K. SZETO：サスカチュワン川流域での水・熱収支の検証	167-186
H. KATO・M. RODELL・F. BEYRICH・H. CLEUGH・E. van GORSEL・H. LIU・ T. P. MEYERS：CEOP リファレンスサイトデータを用いた陸面モデルにおける 物理過程と陸面特性及び強制力データの感度の検証	187-204
M. G. BOSILOVICH・J. D. RADAKOVICH・A. da SILVA・R. TODLING・ F. VERTER：大気陸面結合データ同化システムにおける地表面温度の 解析とバイアスの較正	205-228
K. YANG・渡辺崇弘・小池俊雄・X. LI・藤井秀幸・玉川勝徳・Y. MA・石川裕彦： 土壌水分及び地表面エネルギー収支推定のための陸面モデルへの同化のための AMSR-E データ自動較正システムの開発	229-242
P. MAHADEVAN・小池俊雄・藤井秀幸・玉川勝徳・X. LI・開発一郎： AMSR-E データを用いた乾燥域のための陸面衛星データ同化手法の 改良と適用：CEOP モンゴル観測サイトにおける検証	243-260
山中 勤・開発一郎・D. OYUNBAATAR・T. GANBOLD： モンゴルの半乾燥草原における広域土壌水分変動特性とその支配要因	261-270
谷口健司・小池俊雄：2004年プレモンスーン期におけるチベット高原東部での	

対流圏上層の大気昇温と積雲活動	271-294
Y. MA・M. SONG・石川裕彦・K. YANG・小池俊雄・L. JIA・M. MENENTI・Z. SU： ランドサット-7 ETM データと地上観測を用いたチベット高原での領域的な 蒸発割合の評価	295-309
X. XU・X. SHI・L. XIE・Y. WANG：中国東方域の夏のモンスーンの 十年スケール変動と春に見られる不均一な地表面気温変動分布の関係	311-323
B. K. BASU・G. IYENGAR：2004年夏季インドモンスーンの特徴—観測と数値予報	325-336
S. CHIAO・A. P. BARROS：モンスーン期における北西インドのドライラインに関する 数値モデル実験	337-361
W. LI・Y. K. XUE・I. POCCARD：西アフリカにおける夏のモンスーン変動への 植生指標の影響に関する数値実験	363-383
H.-Y. MA・C. B. MECHOSO：南アメリカモンスーンシステムにおける月以下の 時間スケールでの変動	385-401
W. K. M. LAU・K. M. KIM：世界のモンスーンシステムにおける日変化と季節変化の特徴	403-416
筒井浩行・小池俊雄・T. GRAF：ヤクーツク CEOP リファレンスサイトにおける 乾雪を対象とした積雪衛星アルゴリズムの開発とその検証	417-438
H. SU・E. F. WOOD・M. F. McCABE・Z. SU：CEOP EOP-1リファレンスサイト における蒸発散量のリモートセンシング評価	439-459
生駒栄司・玉川勝徳・太田 哲・小池俊雄・喜連川優：QUASUR：CEOP データを 対象としたウェブベースのデータ品質管理システム	461-473
F. TOUSSAINT・M. LAUTENSCHLAGER・H. LUTHARDT：World Data Center for Climate Data—統合地球水循環強化観測期間プロジェクトにおける モデル出力データに関して	475-485
R. XIE・柴崎亮介・小野雅史：CEOP 衛星観測データの統合化に向けたメタデータの開発	487-517
B. BURFORD・落合 治・Y. ENLOE・K. McDONALD：CEOP 用分散型 データ統合プロトタイプシステム	519-527
根本利弘・小池俊雄・喜連川優：集中型 CEOP データ統合システムのための解析システム	529-543
生駒栄司・喜連川優・谷口健司・小池俊雄：CEOP データアーカイブを対象とした ディスプレイウォール上のビジュアルマイニング	545-559

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

平井雅之・坂下卓也・保坂征宏・大泉三津夫・北川裕人・露木 義：気象庁現業全球数値予報モデルの
ための新陸面モデルの開発と観測データを用いた検証

M. HIRAI・T. SAKASHITA・M. HOSAKA・M. OH'IZUMI・H. KITAGAWA・T. TSUYUKI：Development and
Validation of a New Land Surface Model for JMA's Operational Global Model Using the CEOP
Observation Dataset

気象庁現業全球数値予報モデル (JMA-GSM) の
陸面過程には、SiB (Simple Biosphere) と呼ばれる
植生の存在を考慮した陸面モデルを用い、その中では
キャノピー、地表面 (または積雪面)、土壌、積雪に
おける諸過程を見積もっている。気象庁と気象研究所

は、現行の陸面モデル (Op-SiB) より積雪・土壌の
諸過程を精緻化した新陸面モデル (New-SiB) を開
発してきた。両者の陸面モデルを用いて長期積分実験
を行った結果、New-SiB は Op-SiB で問題であった
融雪過剰の系統的な誤差を解消できることが分かっ

た。極夜における地上付近の気温に関しても、New-SiBの方がOp-SiBより適切に再現していることが分かった。また、統合地球水循環強化観測期間(CEOP)プロジェクトによる現地観測データを用いて、両陸面モデルにおける地上付近の日変化特性に関

する検証も行った。その結果、地上付近の気温の日変化は、New-SiBの方がOp-SiBよりも適切に再現でき、特に積雪域で顕著な改善が見られた。その一方、CEOP現地観測データによって、両陸面モデルに関する欠点も見つけることができた。

S. C. CHOU・C. P. DERECZYNSKI・P. V. WALDHEIM・J. A. MARENGO・A. O. MANZI : CPTEC 全球モデルおよび Eta モデルによる数値実験結果とブラジル・ Rondônia 観測サイトでの観測データとの比較

S. C. CHOU・C. P. DERECZYNSKI・P. V. WALDHEIM・J. A. MARENGO・A. O. MANZI : Comparison of CPTEC GCM and Eta Model Results with Observational Data from the Rondonia LBA Reference Site, Brazil

本論文では、2001年7月1日から9月1日までの乾季に関する Centro de Previsao de Tempo e Estudos Climaticos (CPTEC) で開発された全球モデル及びメソモデル (Eta モデル) の数値実験結果と CEOP 現地観測サイトであるブラジル・ Rondônia における現地観測データとの比較を行った。Rondônia はアマゾンのジャル生態保護区域に位置しており、大陸規模実験であるアマゾン流域大規模生態-大気実験 (Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in the Amazon Basin : LBA) の観測拠点のひとつである。降水、地表面近傍気温、潜熱フラックス、顕熱

フラックス、地表面下向き短波放射及び正味放射量の24時間及び48時間予報値の時系列変化及び平均化した日周変化を調べた結果、全球モデルにおいては下向き短波放射及び正味放射量は現地観測結果と良く一致することが示された。しかし、積雲活動と降水に関しては過大評価であることが示された。熱フラックスに関しては、顕熱フラックスが過大に、潜熱フラックスが過小に予測されるとの結果を得た。潜熱フラックスは降水直後には大きいのが、短時間に減少した。24時間予測と比較して48時間予測における結果が改善されるといった特徴もみられなかった。

S. MILTON・P. EARNSHAW : イギリス気象局全球数値予報モデルの地表面における水・エネルギーサイクルの CEOP データを使った評価

S. MILTON・P. EARNSHAW : Evaluation of Surface Water and Energy Cycles in the Met Office Global NOW Model Using CEOP Data

イギリス気象局の全球数値予報00-36時間予報値のうち、地表面における水・エネルギーバランスを、(1) 統合地球水循環強化観測期間プロジェクト(CEOP)で提供される GEWEX 大陸スケール実験(CSE)リファレンス地点データと(2)その他衛星観測・地点観測による地球観測データを用いて評価する。このモデルの全球の水循環は、現在のモデルとしては妥当なバランスを示している。しかし、上記の観測と比較すると、降水・蒸発ともに陸上・海上で過剰であり、特に熱帯の海上では最も大きな誤差を示す。モデルの地表面フラックス、温度、降水量や水の季節変化・日変化を、2002年10月から2003年9月にかけての GEWEX/CEOP の CSE 地点観測と比較すると、

モデルのパラメタリゼーションに関していくつかの問題が見えてくる。

高緯度・極域においては北半球冬季の下層雲が過剰であり、強い温室効果によって暖かすぎる地表面気温をもたらしている。積雪解析の無い現在のモデル予報においては、雪の融解が北半球の春に早く始まり過ぎる。この早すぎる融雪の発生に関してありうる理由としては、モデルにおける不均一な地形上のアルベド設定や過剰な雪の昇華が考えられる。

中緯度 CEOP 地点ではすべての点で、北半球の春から初夏において過剰な蒸発と降水を示す。国際衛星雲気候計画 (ISCCP) のデータと比べると、夏季中緯度の陸上の雲量予報は系統的に少ないことが示され

た。夏季における中緯度の地表面フラックスの最大の誤差は、無降水の曇天日の日中に見られる、過剰な下向き短波放射・潜熱フラックス・顕熱フラックスである。

熱帯域の陸上では予報される降水量は少なく、これ

は降水量を過剰に予報している熱帯の海上と全く対照的である。熱帯域の水蒸気の鉛直構造についても CEOP データと比較したところ、系統的な誤差があり対流スキームに問題があることを示している。

L. RIKUS : CEOP EOP3 期間の現地観測データを用いたオーストラリア気象局数値モデルの地表面変数の検証

L. RIKUS : Validating Basic Surface Variables in the Australian Bureau of Meteorology Model with CEOP EOP3 In-situ Data

CEOP の活動において、オーストラリア気象局を含む複数の数値気象予報機関及びデータ同化機関の数値モデル出力時系列 (Model Output Location Time-Series : MOLTS) データが収集されている。これらのデータは41地点における現地観測データを補完する目的で収集されている。本論文では MOLTS データと現地観測データを用いた誤差評価のための比較を行った。オーストラリア気象局の全球モデルからの MOLTS に関して、CEOP 第 3 期集中観測期間 (2002年10月~2003年9月) での地表面付近の大気変数について6地点における現地観測データとの比較を行った。なお、地表面気圧を基本として特徴を比較し

た。6時間予測と12時間、36時間予測について一時間毎の観測結果との比較を行い、基礎的な統計分析及び散布図による検討の後、詳細な解析を行った。ウェーブレット解析によるパワースペクトルより、変動の卓越モードと平均化した日周変化を得た。その他の変数に関して幾つかの解析を行った結果、サブグリッドスケールへの感度の増加と地表面特性への寄与の増加が示された。数値モデルと現地観測結果は地表面気圧に関しては類似した挙動を示したが、その他の変数に関しては大きな差がみられた。中でも降水の誤差が最大であった。

K. YANG · M. RASMY · S. RAUNIYAR · 小池俊雄 · 谷口健司 · 玉川勝徳 · P. KOUDELOVA · 喜連川優 · 根本利弘 · 安川雅紀 · 生駒栄司 · M. G. BOSILOVICH · S. WILLIAMS : CEOP データセットを用いた全球大気大循環モデルと地表面モデルの予測精度に関する検証

K. YANG · M. RASMY · S. RAUNIYAR · T. KOIKE · K. TANIGUCHI · K. TAMAGAWA · P. KOUDELOVA · M. KITSUREGAWA · T. NEMOTO · M. YASUKAWA · E. IKOMA · M. G. BOSILOVICH · S. WILLIAMS : Initial CEOP-based Review of the Prediction Skill of Operational General Circulation Models and Land Surface Models

本論文では CEOP で収集されたデータを用いて、5つの大気大循環モデルと3つの地表面モデルの予測精度に関する検討を行った。現地観測データと大気大循環モデルとの比較より、大気大循環モデルによって午後の降水ピークは適切に再現されているが、積算降水量、降水開始時間、夕刻 (18LST 付近) の低気圧及び積雲降水と層状雲降水などの主要な特徴の再現性が悪いことが示された。降水量に対する蒸発量の割合もモデルによって異なることが示された。いくつかの大気大循環モデルでは蒸発量は降水量よりも大きいと

の結果を示したが、これはモデルのスピンアップの影響によるものと考えられる。地表面フラックスに関しては、ほとんどの大気大循環モデルにおいて下向き短波放射が過大評価となり、下向き長波放射は過小評価であった。さらに詳細な解析のためには雲に関する観測が必要である。地表面における熱フラックスについては、多くの場合において夜間の顕熱フラックスが過大評価であり、日中の地表面と大気の気温差が過小評価となっており熱輸送抵抗が過小評価という結果となっていた。また、同じ強制力データを入力値として

3つの地表面モデルによる数値実験を行った結果、地表面での熱エネルギー収支を再現できるような正確な

地表面温度の予測はできないという結果を得た。

A. C. RUANE・J. O. ROADS：複数の再解析データを用いたアメリカ本土での水循環及び熱エネルギー循環の日周変化に関する比較

A. C. RUANE・J. O. ROADS：The Diurnal Cycle of Water and Energy over the Continental United States from Three Reanalyses

アメリカ本土の夏季における積算水蒸気量及び熱エネルギーの日周変化に関して、3種類の異なる再解析データを用いて比較を行った。全ての再解析データにおいて日中の太陽放射強度と熱エネルギーの日周変化との間に対応が見られたが、熱エネルギー量に関しては大きく異なる結果を得た。太陽からの下向き短波放射は非常に強く地表面の熱エネルギー循環に直接的な影響を与えるが、力学的な収束を通して地表面及び鉛直積算した水循環、熱エネルギー循環との間に相互作用を有しており、大気中の水蒸気と乾燥エネルギーの日中の大きなばらつきの原因となっている。日周変化のタイムスケールは年変化に比べて無視できるほどの長さであるが、地表面及び大気中の水収支と熱エネルギー収支の時間変化項は日周変化のスケールにおいては重要である。北アメリカ域再解析データ (the North American Regional Reanalysis：NARR) を

用いた解析では、テキサス州北部を中心として、同化された降水の日周変化と関連する日周変化のパターンがみられた。国立環境予測センター/エネルギー省 (National Centers for Environmental Prediction/Department of Energy：NCEP/DOE) の全球スペクトルモデルの再解析データと最新の季節予報モデルを採用した University of California San Diego/Experimental Climate Prediction Center (UCSD/ECPC) の再解析データによる水蒸気フラックスは、観測された水循環と収束パターンを再現したが、日中の降水に関しては適切に再現されなかった。これは、積雲対流のパラメタリゼーションが不適切であったためと考えられる。大気中の熱エネルギーの日周変化は太陽からの短波放射の直接的な影響を受けるだけでなく、結果として生じる力学的に駆動される熱潮汐の準日周変化の影響をも受ける。

I. MEINKE・J. ROADS・M. KANAMITSU：CEOP 期間中の RSM によってシミュレートされた雨の検証

I. MEINKE・J. ROADS・M. KANAMITSU：Evaluation of REM-Simulated Precipitation during CEOP

CEOP 期間中 (2001年7月1日から2004年12月31日) 領域スペクトルモデル (RSM) を7つの違った領域でモデルを走らせ、シミュレートされた雨を観測と比較した。これらの7つの領域は GEWEX の8つの大陸規模実験領域 (CSEs) を含んでおり、広範囲の物理的力学的な過程を調べるのに適している。全球降水気候プロジェクト (GPCP) による雨の格子点観測値、全球降水気候センター (GPCC) 及び CEOP の観測地点における雨と RSM によってシミュレートされた雨を CEOP の強化観測期間 (EOP) 3の最初の半期間 (2002年10月から2003年3月) に比較した。モデルと観測値の不確定性の推定も行ったが、ほぼ全部の領域で、RSM の雨の絶対量に問題があることが

分かった。RSM は雨の季節変化と空間分布は正確にシミュレート出来るが、ほぼ均一な正のバイアス (RSM の値が観測値より大きい) がほぼ全域であることが分かった。正のバイアスは熱帯集束帯 (ITCZ) と東南アジアのモンスーンに伴う対流に顕著である。層雲系の雨も山岳地で過剰である。これらの実験ではコントロールとして Relaxed Arakawa Schubert (RAS) の対流パラメタリゼーションを使ったので、感度実験として3つの別の対流パラメタリゼーションを使ってバイアスを改良できないか実験を行った。3つの対流パラメタリゼーションは、1) Simplified Arakawa Schubert (SAS), 2) Kain-Fritsch (KF), 3) NCAR Community Climate Model, で

ある。雨のバイアスはSASまたはKFを使ったときに非常に改良された。ITCZの対流による雨と東南ア

ジアモンスーンの対流性の雨のシミュレーションはSASが一番良かった。

K. K. SZETO : サスカチュワン川流域での水・熱収支の検証

K. K. SZETO : Assessing Water and Energy Budgets for the Saskatchewan River Basin

サスカチュワン川流域はカナダにおける重要な農耕地帯のひとつである。農業活動や社会活動は気候変動から大きな影響を受けるにもかかわらず、早魃の多いこの地域において水・熱収支に関する包括的な評価はなされていない。本研究ではサスカチュワン川流域における水・熱収支に関する包括的な気候学的特徴の理解に初めて取り組んだ。現地観測、リモートセンシング、再解析データおよびモデル出力といった異種のデータを用いて、水・熱収支の算定を行った。CEOPリファレンスサイトのひとつであるBERMSでのフラックス観測は地表面フラックスの評価に有用なデータである。サスカチュワン川流域の水・熱収支とマッケンジー川流域における評価結果と比較を行い、北ア

メリカにおいて隣り合うこれら大流域のそれぞれの特徴を明確化させるとともに、水循環・エネルギー循環の違いに関する詳細な考察を行った。サスカチュワン川流域における最新の水・熱収支の算定の他に、モデル、データ同化システムおよび統合的データセットによる半乾燥域における水・熱エネルギー循環の比較評価を行った。収支に関するいくつかの要素に関しては観測結果と良い対応を示したが、残存項に関しては収支項と同程度の値を示した。この結果は対象流域における水・熱収支の評価を改善するためにはモデルおよび観測に関して相当な改善が必要なことを示している。

H. KATO · M. RODELL · F. BEYRICH · H. CLEUGH · E. van GORSEL · H. LIU · T. P. MEYERS : CEOP リファレンスサイトデータを用いた陸面モデルにおける物理過程と陸面特性及び強制力データの感度の検証

H. KATO · M. RODELL · F. BEYRICH · H. CLEUGH · E. van GORSEL · H. LIU · T. P. MEYERS : Sensitivity of Land Surface Simulation to Model Physics, Land Characteristics, and Forcings, at Four CEOP Sites

これまで精緻な陸面モデル (Land Surface Model) が数多く開発されてきたが、それらによるシミュレーション結果は現実を再現するような統一された結果を与えるに至っていない。LSMの入力値に使われる陸面特性、外部強制力データ、モデル内部の物理過程は膨大な数の組み合わせが可能であり、この問題を論議するのは複雑である。The Global Land Data Assimilation System (GLDAS) とその姉妹プロジェクトである Land Information System (LIS) では、複数のLSMを用いて多様な数値実験を容易に行うことができる。LSM、植生、土壌、海拔高度、降水及び下向き放射に関する強制力データセットの組み合わせによって、蒸発散量、顕熱フラックス、上層土壌水分の計算にどのような影響が及ぼされるかを比べるために、4箇所のCEOPリファレンスサイトにおける1

年分の観測データを用いて数値実験を行った。既往研究と同様、LSM自体が実験結果に影響を与える大きな要因であることが示された。蒸発散量は降水量、植生、放射量の順に大きな影響を受けることが示された。土壌水分は降水量、土壌、植生の順に感度が高いとの示唆を得た。季節依存性、モデル依存性及びその他の点についても検討した。実験結果と観測値との比較を行い、適切な入力値を与えた場合のLSMの再現性に関して検証を行ったところ、蒸発散量は再現性が良く、顕熱フラックスに関しては良好であるが入力値に対して感度が高すぎ、土壌水分の再現性は低いとの結果を得た。本研究成果は、水・エネルギー循環の正確な算定には、入力値だけでなくモデル自体の向上が不可欠であることを強調している。

M. G. BOSILOVICH • J. D. RADAKOVICH • A. da SILVA • R. TODLING • F. VERTER : 大気陸面結合
データ同化システムにおける地表面温度の解析とバイアスの較正

M. G. BOSILOVICH • J. D. RADAKOVICH • A. da SILVA • R. TODLING • F. VERTER : Skin Temperature Analysis and Bias Correction in a Coupled Land-Atmosphere Data Assimilation System

予備研究として、モデルにおけるバイアスを陽的に組み込み、全球大気陸面結合データ同化システムを用いてリモートセンシングによる地表面温度を同化した。この方法では、バイアスの較正項を逐次的にモデルの地表面熱収支に導入している。すなわち、本アルゴリズムでは各格子点における一定の時間平均したバイアスを推定し較正する。アルゴリズムの改良によって平均日周変化に改善がみられるという結果も得た。この方法では地表面近傍の大気温度の観測値に加えて同化した観測値の検証を行う。多くの領域において、バイアスの日周変化を考慮しない場合、モデル内の大気温度の日周変化の振幅が減少した。CEOPの活動によって収集された熱フラックスデータを用いて、地

表面の熱収支を詳細に調べたところ、地表面温度の同化によって顕熱フラックスの改善がみられ、2つの地点においては 30 Wm^{-2} ものバイアスの改善が見られた。ロンドニアおよびアマゾンニアにおいては、温度の同化によってボーエン比が改善される傾向がみられた。しかし、多くの地点において月平均潜熱フラックスのバイアスがわずかに増加した。この結果は、地表面温度という単一変数同化の地表面での熱収支への影響を示すものであり、複数の変数を用いた陸面データ同化の必要性を示唆するものである。また、検証のために、特に多様な気候帯におけるフラックス観測サイトでの観測データが必要である。

K. YANG • 渡辺崇弘 • 小池俊雄 • X. LI • 藤井秀幸 • 玉川勝徳 • Y. MA • 石川裕彦 : 土壌水分及び地表面
エネルギー収支推定のための陸面モデルへの同化のための AMSR-E データ自動較正システム
の開発

K. YANG • T. WATANABE • T. KOIKE • X. LI • H. FUJII • K. TAMAGAWA • Y. MA • H. ISHIKAWA : Auto-calibration System Developed to Assimilate AMSR-E Data into a Land Surface Model for Estimating Soil Moisture and the Surface Energy Budget

低周波域のマイクロ波輝度温度は地表面付近の土壌水分の状態を強く反映している。したがって、土壌水分及び地表面におけるエネルギー収支の改善のために陸面モデルへの同化利用が可能である。本論文では AMSR-E による 6.9 GHz と 18.7 GHz の垂直偏波の輝度温度データ同化のための新たな変分法による陸面システムを紹介する。本システムは地表面フラックス及び土壌水分算定のための陸面モデル、マイクロ波輝度温度推定のための放射伝達方程式、輝度温度の推定値と観測値との誤差を最小化し最適な土壌水分量を推定する最小化スキームから構成されている。陸面モデルは粗な植生域用に改良された SiB を用い、放射伝達方程式には地表面粗度と植生の影響を考慮した Q-h モデルを採用した。陸面モデル及び放射伝達方程式で用いられているいくつかのパラメータは陸面データ同化システムの出力結果に大きな影響を与える。それ

らパラメータは、値の変動が大きく、また提供されているものではない。この問題を解決するために、本研究では二系統 (Dual-pass) 同化手法を開発した。一方の系統ではモデル内のパラメータに関して月単位の長期にわたる外部強制力データと輝度温度から最適値を推定し、もう一方の系統では地表面付近の土壌水分を日単位の同化サイクルから推定する。本システムに、較正作業を施した再解析データ、全球の葉面積指数、降水及び地表面放射を入力値として与え、統合地球水循環強化観測期間 (Coordinated Enhanced Observing Period: CEOP) プロジェクトのチベット高原上におけるリファレンスサイトに関して検証を行った。本システムは強制力データには含まれない降水イベントの影響を再現した。また、本研究を通して陸面モデルのエネルギー収支に関しても著しく改善された。

P. MAHADEVAN・小池俊雄・藤井秀幸・玉川勝徳・X. LI・開発一郎：AMSR-E データを用いた乾燥域のための陸面衛星データ同化手法の改良と適用：CEOP モンゴル観測サイトにおける検証

P. MAHADEVAN・T. KOIKE・H. FUJII・K. TAMAGAWA・X. LI・I. KAIHOTSU：Modification and Application of the Satellite-Based Land Data Assimilation Scheme for Very Dry Soil Regions Using AMSR-E Images：Model Validation for Mongolia—a CEOP Data Platform

気候学的な時間スケールにおいて、土壌水分はフラックスの規定要因として最も重要な境界条件のひとつである。本研究では AMSR-E データを用いて土壌水分分布の検証を行い、水文モデルにおけるデータ同化の新たな適用を行った。陸面データ同化手法の改良においては (1) モデル誤差を考慮した弱い拘束の仮定 (2) 放射伝達方程式中の土壌粒子中の体積散乱の影響の 2 点を考慮した。本研究によって、土壌水分算定のための衛星データ同化手法に、放射伝達方程式中の乾燥土壌中での体積散乱の効果が初めて適用された。

この研究による陸面データ同化手法では、高速やきなまし法 (Very Fast Simulated Annealing) と呼ば

れる最小化手法を用いて受動型マイクロ波観測データと比較し、特に土壌水分が 5~15% の乾燥域において、地表面およびキャノピーの温度とあわせてモデルパラメータの評価と土壌水分の鉛直分布の評価を行うことができる。本陸面データ同化手法の検証のため、改良された放射伝達方程式を用いてモンゴルでの観測サイトの AMSR-E データを同化した。境界条件となる気象観測データは CEOP データベースから取得した。乾燥期における 2 週間に関して実験を行った結果、フィードバックなしの実験結果と比べて、改良された陸面データ同化手法の結果は観測値と良く一致した。

山中 勤・開発一郎・D. OYUNBAATAR・T. GANBOLD：モンゴルの半乾燥草原における広域土壌水分変動特性とその支配要因

T. YAMANAKA・I. KAIHOTSU・D. OYUNBAATAR and T. GANBOLD：Characteristics and Controlling Factors of Regional-scale Variability in Surface Soil Moisture within Semi-arid Grassland in Mongolia

モンゴルのステップ草原域に 100 km×100 km の試験区域を設定し、領域内の 15 地点において表層土壌水分の連続モニタリングを実施した。観測データをもとに、主成分分析を用いて表層土壌水分量の時空間変動特性の把握と支配的変動パターンの抽出を行なった。最も卓越する時間変動パターンは広域的な降雨活動によってもたらされるものであり、領域内の全地点においてほぼ同様の傾向を示した。降雨活動の空間的不均質性は、時間変動パターンのみならず空間分布パターンについても主要な要因ではなかった。これは、局地的な降雨イベントでの雨量が通常 0.5 mm/day 以下と

少なく、表層土壌水分の変動に顕著な影響を及ぼすまでに至らなかったためと考えられる。表層土壌水分分布として最も卓越する空間パターンは平均水分量および最低水分量の分布パターンと高い相関を示し、各地点の最低水分量は概ねその地点のシオレ含水量に相当した。すなわち、最も卓越した空間分布パターンは土壌の水理特性によって規定されていると結論づけられる。そのような空間パターンは降雨イベントによって掻き消されてしまうが、土壌乾燥の進行に伴い再び浮かび上がってくるという様相を呈した。

谷口健司・小池俊雄：2004年プレモンスーン期におけるチベット高原東部での対流圏上層の大気昇温と積雲活動

K. TANIGUCHI・T. KOIKE : Increasing Atmospheric Temperature in the Upper Troposphere and Cumulus Convection over the Eastern Part of the Tibetan Plateau in the Pre-Monsoon Season of 2004

2004年春季に実施された東部チベット高原での集中観測期間に得られた現地観測データと衛星観測データ及び再解析データを用いて、日中の大気昇温と大気状態に関する解析を行った。ラジオゾンデ観測の結果から、集中観測が実施された4月においても対流圏界面に達する大気昇温がみられた。また、ラジオゾンデ観測による混合層厚さは大気昇温が生じた層の厚さに比べて小さいことを示した。これは、対流圏界面に達する大気昇温は乾燥対流だけでは生じないことを示唆している。集中観測期間中の雲活動に関する解析の結果、対流圏上層で大気昇温が生じている際には活発な積雲活動が起こっていることが示された。一方、大気昇温が地表面付近に限られている場合には雲活動は弱いという結果を得た。

解析結果の検証のため、ラジオゾンデ観測データを

初期値として数値実験を行った。東西風成分のみを与え、湿潤状態と乾燥状態の違いを比較した結果、湿潤な大気状態を与えた場合の方が活発な雲活動とともにより大きな対流圏上層での大気昇温がみられた。南北風成分をも与えた場を初期値として数値実験を行った結果、非常に活発な積雲活動が実験領域に広く生じ、より大きな大気昇温が生じるという結果を得た。この結果は、現地観測データを用いた解析結果と良く一致するものであった。

既往の研究においては、熱的に励起された乾燥対流による顕熱輸送が雨季開始以前のチベット高原上での大気昇温の主たる要因であるといわれてきたが、本研究の結果より雨季開始以前においても活発な積雲対流がチベット高原東部での大気昇温に重要な役割を果たすことが示された。

Y. MA・M. SONG・石川裕彦・K. YANG・小池俊雄・L. JIA・M. MENENTI・Z. SU：ランドサット-7 ETM データと地上観測を用いたチベット高原での領域的な蒸発割合の評価

Y. MA・M. SONG・H. ISHIKAWA・K. YANG・T. KOIKE・L. JIA・M. MENENTI・Z. SU : Estimation of the Regional Evaporative Fraction over the Tibetan Plateau Area by Using Landsat-7 ETM Data and the Field Observation

非一様な地表面をもつ領域において、大気への熱輸送の中で潜熱の占める割合 (EF: Evaporation Fraction) を、ランドサット7号のETMデータと地上観測データを用いて求める方法を提案する。事例解析として、CAMP/Tibet対象領域であるチベット高原中央部を対象に、夏(2002年6月9日)、秋(2002年8

月28日)、冬(2002年12月2日)、春のプレモンスーン期(2003年3月24日)の4シーンについて、この手法を適用した。地表面状態が大きく異なるこれら4シーンについてランドサット7号ETMデータから算出したEFを地上観測値と比較したところ、絶対誤差で9.5%以内の精度で評価できた。

X. XU・X. SHI・L. XIE・Y. WANG：中国東方位の夏のモンスーンの十年スケール変動と春に見られる不均一な地表面気温変動分布の関係

X. XU・X. SHI・L. XIE・Y. WANG : Consistency of Interdecadal Variation in the Summer Monsoon over Eastern China and Heterogeneity in Springtime Surface Air Temperatures

この研究では、夏の東アジアモンスーンにおける十年スケールの変動と中国東方位およびその周辺海域(南シナ海および西太平洋の一部を含む)における地

表面気温の不均一な変動分布に関して調査を行った。過去40年間の中国東方位における夏の平均南北風の変化は、十年スケールで見た時の東アジアモンスーンが

弱くなる方向のトレンドと一致する。

11年平均した夏の風データと春の地表面気温データを経験的直交関数に分解すると、第一固有モードはいずれもそれぞれの全分散の70%を超える変動を説明する。両者の時間係数は似た変動を示し、東アジアモンスーンは1978年ごろ強いフェーズから弱いフェーズへと符合を変える。春の海陸の地表面気温分布についてもまた、1978年前後に、南方で低温偏差・北方で高温

偏差を示す分布へと符合が変わっていることから、このことは東アジアモンスーンの弱まりの進展と密接に関係していると思われる。以上の結果は、地球温暖化の地域的な影響を背景として起きている、東アジアの不均一な空間分布を持った地表面気温の変化が、部分的に東アジアモンスーンを駆動する海陸の熱的効果を弱めているかもしれないことを示している。

B. K. BASU・G. IYENGAR：2004年夏季インドモンスーンの特徴—観測と数値予報

B. K. BASU・G. IYENGAR：Features of the Indian Summer Monsoon 2004-Observed and Model Forecasts

National Center for Medium Range Weather Forecasting (NCMRWF) 気象予報モデルの予報精度検証のため、2004年の夏季インドモンスーン期間の現地観測データ及び数値モデルによる降雨、その他の大気場の特徴に関する比較を行った。当該期間は統合地球水循環強化観測期間 (Coordinated Enhanced Observing Period: CEOP) プロジェクトにおいて重要な期間のひとつである。現地観測と数値予報による降雨量の比較のため、現地観測データは各モデル格子に対応する領域内において平均化した。その他の変数

に関しては、同じ空間解像度を有する客観解析データと数値予報結果との比較を行った。比較の結果、インド全土で平均化した場合、日雨量及び季節降水量の予測が非常に優れていることが示された。予測期間が長期化するほど、インド全土で平均化した予測降雨量が増加する傾向が見られた。モンスーン開始は積雲対流による降水と非断熱過熱より確認された。7月と8月におけるモンスーン変動に関しても、月平均した予報場において良く再現されているとの結果を得た。

S. CHIAO・A. P. BARROS：モンスーン期における北西インドのドライラインに関する数値モデル実験

S. CHIAO・A. P. BARROS：A Numerical Study of the Hydrometeorological Dryline in Northwest India during the Monsoon

この研究の目的は、北西インドにおけるドライラインの空間的・時間的な持続性を支配している過程を解明することである。地形の効果および植生・土壌水分を介した陸面-大気相互作用によって、ドライラインはアラバリ山脈とタール砂漠 (大インド砂漠) で持続的に見られるという作業仮説を考える。このために、2001年モンスーンの活発期・不活発期の数値実験をメソスケールモデル (MM5) を用いて行った。

モンスーン活発期においては、ベンガル湾から北西に進む低気圧が北インドを進行し、アラバリ山脈の東で湿潤エネルギーの収束を持続的にもたらし、深い対流活動に伴って降水量や雲量の増加を引き起こす。一方、アラビア海に起源を持つ、より乾燥した空気がアラバリ山脈の西側に閉じ込められる。モンスーンの不活発期にはアラバリ山脈の東における地域循環が弱

まって、ベンガル湾から北インド収束線への水蒸気収束が劇的に減少する。この結果、西から乾燥空気が進入して北インド収束線の不規則な変動を引き起こし、降水の減少・土壌水分の低下・潜熱フラックスの減少、そして最後にはCAPEの減少と下層大気乾燥化をもたらす。

ベンガル湾からのモンスーン低気圧の内陸への進行は、モンスーン活発期と不活発期を引き起こしたり終わらせたりするきっかけを作る。一方で、これらの期間が持続するには、下層大気における湿度・安定性と地表面エネルギーバランスの間の、強いフィードバック (モンスーン休息期には負、モンスーン活発期には正) を必要とする。

この研究により、標高は600 m程度以下の比較的なだらかなアラバリ山脈であっても、上流・下流に十分

な大きさの上昇流・下降流を形成して、モンスーン活発期には山脈の西方に、不活発期には山脈の東方に上昇流域を作り出して、タール砂漠においては下層付近の上昇流の発生を抑えることが示された。

土壌水分・植生分布の変化に対する敏感度を調べる

実験によれば、日中の潜熱フラックスと蒸散は、北西インドの半乾燥域における CAPE の形成と弱い降水過程に重要な役割を果たしているが、アラバリ山脈の東における多量の降水は大規模なモンスーン力学によって制御されていることがわかった。

W. LI・Y. K. XUE・I. POCCARD : 西アフリカにおける夏のモンスーン変動への植生指標の影響に関する数値実験

W. LI・Y. K. XUE・I. POCCARD : Numerical Investigation of the Impact of Vegetation Indices on the Variability of West African Summer Monsoon

西アフリカにおける1987年と1988年の夏のモンスーンに対する葉面積指数 (LAI) と植皮率 (FVC) による気候影響について、衛星データと SSiB 陸面モデルを用いた一連の数値実験によって調査した。SSiB モデルは、NCEP の大気大循環モデル (GCM) とオフライン実験および結合実験の両方で使用した。コントロール実験とテスト実験には、いくつかの地上検証データによる対照表から作成した月平均 LAI と FVC 値、および衛星リモートセンシングから得られた月平均 LAI と FVC 値をそれぞれ入力した。

コントロール実験に比べ、GCM 実験と衛星データによる LAI と FVC を入れたオフラインテスト実験のいずれもが、北緯15度以南の熱帯西アフリカで土壌水分が多く、地表気温が低くなり、その差は北緯12度付近で最大となった。この結果、正の気温南北傾度の極大域は北方へ移動する。これに伴って形成される対

流圏下層部における東風シアーによって、西アフリカにおけるアフリカ偏東風ジェットと夏の降雨帯は北上し、GCM コントロール実験にみられた乾燥バイアスを部分的に修正していた。さらに GCM テスト実験では、1987年に比べて1988年のほうがよりアフリカ偏東風ジェットと夏のモンスーンが強くなっており、観測結果と一致する傾向を示した。しかしながら、1987年と1988年における衛星観測による LAI と FVC の差があまり大きくないため、モデルは降水量の年々変動を観測結果ほどにはうまく表現できなかった。降水量変化に影響する主要なプロセスを明らかにするため、水収支も検討し、水蒸気フラックスの収束と地表の蒸発散の寄与が大きいことが判明した。本研究における GCM 実験とオフライン実験との比較は、将来 CEOP データをアフリカの気候研究に活用できる可能性を示している。

H.-Y. MA・C. B. MECHOSO : 南アメリカモンスーンシステムにおける月以下の時間スケールでの変動

H.-Y. MA・C. B. MECHOSO : Sunmonthly Variability in the South American Monsoon System

本研究では、3日もしくはそれ以上の期間でアマゾン中部での下層風が常に西風か東風になる現象に着目して、アメリカモンスーンシステム (SAMS) の変動を調べた。これまでの SAMS 変動に関する研究と同様に、南半球の夏季における観測データと再解析データを使用した。さらに CEOP による SAMS 地域における MOLTS データと大気大循環モデル (AGCM) のアンサンブル実験によるモデルデータも使用した。

いずれの風系レジームにおいても、南アメリカにおける降水量の偏差分布は、観測・モデルの両方でブラ

ジル北西部と中～南東部に極をもつ双極子パターンを示した。西(東)風の時には、降水量は中～南東部にかけて正(負)偏差で AMS の強まり(弱まり)を示す。また西風の際には、上層のモンスーン高気圧が強まり、南アメリカでの亜熱帯ジェット気流は強く赤道寄りに位置している。

異なる双極子降水偏差を示している Rondônia とブラジリアにおける3地点での CEOP/MOLTS による降水の日変化も調査した。どちらの風系においても、これらの地点での降雨のピークは午後の早い時間帯であった。Rondônia (ブラジリア) では、東(西)風

時、早朝（深夜）に2次ピークがみられた。基本的に積雲対流の強化に伴って生じるこのピークをもつレジーム日の降水量は、他のレジームに比べて多かった。GCM 実験では東風レジームと西風レジームがほぼ同じ頻度で出現した。各レジームでの降水量偏差分布は、観測と比較するとやや位置がずれるものの双極子パターンを示した。実験で得られた降水の日変化は、異なる風系レジーム下でもほぼ同様であった。このように AGCM では日変化の再現が困難な理由を簡

単に考察した。

アマゾンでのこれらの風系の確立以前にみられる700 hPa 面での高度偏差のラグ合成図を作成すると、南太平洋で見られる変動の主要モードに類似した構造が発達していく様子がみられた。この結果は南アメリカにおける風系と季節内変動モードとの間に関連があることを示唆しており、風系レジームの変化は南半球中緯度での循環の長周期変動に伴って生じるものと考えられる。

W. K. M. LAU・K. M. KIM：世界のモンスーンシステムにおける日変化と季節変化の特徴

W. K. M. LAU・K. M. KIM：Characteristics of Diurnal and Seasonal Cycles in Global Monsoon System

本論文では、観測値と NASA の NSIPP プロジェクトによる大気大循環モデルの出力結果を用いて、モンスーン気候下の陸上と海上における気候学的な日変化と、世界の6つの主要なモンスーンシステムにおける季節変化の特徴を明らかにした。陸上のモンスーン地域では、降水の日変化は午後の遅い時刻に顕著なピークをもつものに対し、海上では日変化のシグナルはずっと弱く、早朝にピークをもつ。NSIPP モデルでは、恐らくは積雲パラメタリゼーションが雲の成長過程を含まず、また大気境界層内でのプロセスを十分に表現できていないために、観測値よりも日変化のピークが2～3時間早くなっている。全てのモンスーンによる降雨システムの季節変化は、広大な大陸の存在によって形成される熱帯収束帯 (ITCZ) および亜熱帯もしくは中緯度の降雨システムに支配されている。気候学的な季節内変動 (CISO) は、南アジア・東アジア・オーストラリア・南アメリカのモンスーンシステムでは顕著に認められ、西アフリカモンスーンやメキシコ/北アメリカモンスーンでも不明瞭ながら認められる。NSIPP モデルでは、季節変化はおおむね良く

再現されているものの、CISO はうまく再現できていない。

大陸と海洋による影響の相対的強さ（大陸度）を表現する新しいモンスーン指標を提案し、これによって世界の主要なモンスーンシステムは M1～M3の3つのグループに大別することができた。東アジアと南アジアのモンスーンは、M1グループに属し、ITCZ よりも大陸の影響のほうが大きい。北アメリカと南アメリカのモンスーンは共に類似した特徴を示し、ITCZ による影響が大陸の影響よりもやや大きくなる M2グループに分類される。西アフリカとオーストラリアのモンスーンは、基本的に ITCZ が形成するモンスーンシステム (M3) に分類され、海洋の影響が強く、モンスーンによる降雨帯はあまり高い緯度に移動しない。西アフリカとオーストラリアにおける M3モンスーンシステムでは、最近20年の間に大陸度が増加傾向にあることも見出した。西アフリカにおけるこの傾向は、サヘルにおける1980年代の干ばつの部分的な回復と関連している可能性がある。

筒井浩行・小池俊雄・T. GRAF：ヤクーツク CEOP リファレンスサイトにおける乾雪を対象とした積雪衛星アルゴリズムの開発とその検証

H. TSUTSUI・T. KOIKE・T. GRAF：Development of a Dry-Snow Satellite Algorithm and Validation at the CEOP Reference Site in Yakutsk

本論文では、AMSR (Advanced Microwave Scanning Radiometer), AMSR-E (AMSR for the Earth Observation System) を用いた積雪衛星アル

ゴリズムを開発し、ロシアヤクーツクの CEOP (Coordinated Enhanced Observing Period) リファレンスサイトにおいて観測された積雪深データを用い

アルゴリズムの有効性を検証した。

本論文では、4-Stream Fast 放射伝達モデルと Dense media 放射伝達モデルを組み合わせた新たなマイクロ波放射伝達モデルを構築し、それを基に AMSR, AMSR-E における多周波数の輝度温度データを用いて積雪下の陸面の水文状態と雪粒子サイズを評価する手法を導入した積雪衛星アルゴリズムを開発した。

また本アルゴリズムの有効性を CEOP EOP3 (Enhanced Observing Period-3) に対応する2002年10月から2003年3月にかけて、ヤクーツクの CEOP リファレンスサイトにおける7つの積雪観測地点を対象に検証した。

その結果、全検証期間における RMSE (Root

mean square error) と RSD (the residual standard deviation) の平均値は、RMSE で4.0 cm, RSD で2.8 cm と小さく推定精度が高いことを確認した。また過大評価、あるいは過小評価された割合とそれぞれの RMSE を確認した結果でも、過大評価された全体の56%の RMSE が3.9 cm, 過小評価された残り44%の RMSE が2.4 cm と小さく推定精度の高さが証明され、本論文における積雪衛星アルゴリズムの有効性が確認された。

また本論文におけるアルゴリズムの解析を通じて、森林、雲水量、凍土による影響に対する対策の必要性を認識した。故に、これらの問題の解決をアルゴリズムの精緻化のための今後の課題と考えている。

H. SU・E. F. WOOD・M. F. McCABE・Z. SU : CEOP EOP-1リファレンスサイトにおける蒸発散量のリモートセンシング評価

H. SU・E. F. WOOD・M. F. McCABE・Z. SU : Evaluation of Remotely Sensed Evapotranspiration over the CEOP EOP-1 Reference Sites

本論文では、EOP-1 (Enhanced Observing Period) の CEOP (Coordinated Enhanced Observing Period) データを用いて地表面エネルギー収支システム (SEBS ; Surface Energy Balance System) の評価を行った。

本研究の目的は、異なる気候区と2つの異なるスケールでの土地被覆分類において SEBS モデルの適応性を評価することにある。

SEBS モデルの解析は、CEOP リファレンスサイトにおける *in-situ* 観測に基づく領域 (タワー) スケールを対象に実施した。また広域スケールの解析を行うために、MODIS センサーによる LST (land surface temperature) データ、並びに GLDAS (Global Land Data Assimilation System) による地表面気象データをフォーシングデータセットとして用い、タワースケールでの比較において、本モデルのエネルギーフラックス予測が *in-situ* 観測値に対し良好な整合を示すことを確認した。更に MODIS の LST に基づく蒸発散予測値と CEOP 気象観測値との RMSE (Root mean square error) が、草原のサイト

(Cabauw) と針葉樹帯のサイト (BERMS) において 61 W m^{-2} を示すことを確認した。またコーンのサイト (Bondville) における蒸発散予測の RMSE は、 96 W m^{-2} を示し、その相当誤差は28.9%であることを確認した。CEOP タワー観測値の代わりに GLDAS フォーシングデータを用いた場合は、Cabauw, BERMS, Bondville における蒸発散予測値の RMSE が、それぞれ82, 84, 140 W m^{-2} を示し、また GLDAS による地表面下向き放射の負のバイアスが、タワー観測値と比較した時の蒸発散予測値に非常に大きな偏差を導くことを確認した。

本論文における我々の研究の革新的側面は、a) これまで、本研究のように多様な気候や地表面状態の下での蒸発散モデルに基づいたリモートセンシング評価研究は無いこと。b) サイトスケールから GLDAS におけるグリッドセルまでの異なるスケールで蒸発散モデルによるモデリングが評価されたこと。c) 衛星データと利用可能な地上気象データを組み合わせた蒸発散モデルの空間分布を評価するためのフレームワークがテストされたことにある。

生駒栄司・玉川勝徳・太田 哲・小池俊雄・喜連川優：QUASUR：CEOP データを対象としたウェブベースのデータ品質管理システム

E. IKOMA・K. TAMAGAWA・T. OHTA・T. KOIKE・M. KITSUREGAWA：QUASUR：Web-Based Quality Assurance System for CEOP Reference Sites

昨今の観測技術の進歩により、地球環境データは爆発的に増大している。しかし、測定機器の不安定性など様々な原因により、それらのデータは多種多様なエラーやノイズを含んでいることも多く、その品質管理に多大な労力が必要とされ、これらのデータ品質を維持することがますます重要になっている。そこで本論文では、データを観測した観測者が、そのデータの妥当性を検証し、必要に応じ品質フラグの付与が容易に実施可能なウェブベースのデータ品質管理システムの提案を行った。このシステムは様々な種類のデータを参照データとして表示する機能等を有しているため、利用者は容易にその相互関係を確認することも可能で

あり、品質管理においては非常に有効である。本研究では2つのバージョンのシステムの開発を行っており、QUASUR-1は2002年10月から2003年3月に集められたEOP3前期データを、QUASUR-2は2003年4月から2003年9月に集められたEOP3後期データを対象とした。本研究で開発したシステムは、既にCEOPネットワークに含まれるアジアの地上観測サイトで実運用として利用されており、それらのユーザーによると、本システムを用いることで、従来手法に比べ効率的に品質チェックが実施できたことが報告されている。

F. TOUSSAINT・M. LAUTENSCHLAGER・H. LUTHARDT：World Data Center for Climate Data—統合地球水循環強化観測期間プロジェクトにおけるモデル出力データに関して

F. TOUSSAINT・M. LAUTENSCHLAGER・H. LUTHARDT：World Data Center for Climate Data—Support for the CEOP Project in Terms of Model Output

The World Data Center for Climate (WDC-Climate) はドイツ・ハンブルグのマックスプランク気象学研究所によって運営されている。WDC-Climateは統合地球水循環強化観測期間(Coordinated Enhanced Observing Period: CEOP) プロジェクトにおいて全球及び領域モデルによる出力結果を保存して

おり、様々な形式のデータが利用可能となっている。現在、モデル出力はさらに一様な形式に再構成されているところである。本論文ではCEOPにおけるモデル出力の概要と、WDC-Climateでのデータ構造及びデータにアクセスするための方法などを述べる。

R. XIE・柴崎亮介・小野雅史：CEOP 衛星観測データの統合化に向けたメタデータの開発

R. XIE・R. SHIBASAKI・M. ONO：Metadata Development for the Integration of CEOP Satellite-Observation Data

CEOP (Coordinated Enhanced Observing Period) は、水循環を扱う統合地球観測システムの構築を通して、科学的・社会的要求への貢献を目指している。CEOPで扱うデータには、衛星プロダクトやリファレンスサイトのデータ、およびMOLTS (Model Output Location Time Series) のようなモデルのアウトプット等がある。このように様々なCEOPデータを統合するためには、各センサの計測空間の情報など、獲得データに対して観測時の幾何学的状態を正確に

記述・再現することが必須である。観測状態の記述・再現に関する情報は、一般的にはメタデータにより表現される。汎用メタデータおよび画像用メタデータについてはISO/TC211を含む様々な国際機関により標準化が進行中である。そこで本論文では、そのような標準機関にて検討中のドキュメント仕様を調査し、しかる後、CEOPデータの統合かつメタデータ標準への適合という二つの要求を満たすべく、CEOP/ISOメタデータ・モデルを提案する。すなわち結論とし

て、本論文は衛星やリファレンスサイト、および MOLTS のメタデータを開発・提示する。また同時に、これらメタデータの用途を示すべく、メタデータ・アプリケーション・アーキテクチャを提案する。衛

星観測データの統合に向け、このアーキテクチャでは、ローカルあるいは広域ネットワークにおけるデータの提供および発見の方法が提示されている。

B. BURFORD・落合 治・Y. ENLOE・K. McDONALD : CEOP 用分散型データ統合プロトタイプシステム

B. BURFORD・O. OCHIAI・Y. ENLOE・K. McDONALD : Distributed Data Integration Services Provided by the WIGSS Test Facility for CEOP

統合地球水循環強化観測期間プロジェクト (CEOP) は、地球規模の水循環の実態を地球観測衛星および地上からの観測網、並びに数値モデルデータを用いて統合的に観測するための初のイニシアチブである。CEOP を着実に進めていくために、地球観測衛星委員会 (CEOS) の作業部会の1つである情報システムサービス作業部会 (WIGSS) との協力関係の下で、これらの観測にて取得され複数の分散したデータセンターにアーカイブされているデータセットに効

率的にアクセスし、視覚化、比較等の解析を行うための最新のツールを開発・提供する支援を実施するための調整を行ってきた。これを受けて WIGSS において、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の地球観測利用推進センター (EORC) をリーダーとして、既存のデータアクセスおよび解析技術並びにこれらのツールを用いたプロトタイプを開発してきた。本稿においては、本データ統合プロトタイプシステムの現状の機能と今後の機能拡張計画について紹介するものである。

根本利弘・小池俊雄・喜連川優 : 集中型 CEOP データ統合システムのための解析システム

T. NEMOTO・T. KOIKE・M. KITSUREGAWA : Data Analysis System Attached to the CEOP Centralized Data Archive System

地球水循環システムの把握と理解のため、統合地球水循環強化観測期間 (Coordinated Enhanced Observing Period : CEOP) プロジェクトでは、膨大なデータが収集され、アーカイブされている。本論文では、CEOP プロジェクトにおいて生成されたデータ (地上観測データ、衛星観測データ、数値気象モデル出力) を統合するシステムについて述べるとともに、それらデータの解析のためのユーザインタフェー

スについて説明する。まず、アーカイブされるデータ、および、それらのデータの解析時に利用者に要求される機能の特徴について述べる。次に、構築を行っているアーカイブシステムとそのグラフィカルユーザインタフェースについて説明をする。ユーザインタフェースは、様々な次元、時空間解像度、座標系、精度、フォーマットを持つデータの統合を行い、データの種類によらないデータ利用環境を提供する。

生駒栄司・喜連川優・谷口健司・小池俊雄 : CEOP データアーカイブを対象としたディスプレイウォール上のビジュアルマイニング

E. IKOMA・M. KITSUREGAWA・K. TANIGUCHI・T. KOIKE : Display Wall Empowered Visual Mining for CEOP Data Archive

昨今、さまざまな分野においてデータ量の爆発的な増大が見られるが、特にそのデータ種類も多岐に渡る場合、大型ディスプレイ装置の利用はそのデータの理

解等において非常に有効な手段である。そこで本研究では、広範な表示領域を駆使することで実現される新たな知見創出に関する検討を行うために、大型ディス

プレイウォールを用いたビジュアルマイニングシステムの開発を行った。本研究で用いたディスプレイウォールは5 m×2.5 mの表示領域を持ち、さまざまなデータを連続的に視覚化可能であると同時に、XGA 解像度15面分という非常に高解像度な表示機能も有しているため、利用者は大規模データの非常に詳細な表示や確認が可能となっている。先行研究として現在、NASAのAMES Hyperwallのように、本システムに類似したものもいくつか実用化されているが、これらのシステムを使うには膨大な知識とさまざまな手法が必要であり、地球環境に関する研究者のような特殊なアプリケーションを必要とする利用者には容易に利用することが困難であるのが現状である。そこで、現時点ではまだ限られたユーザを対象としたも

のであるが、本研究で開発したユーザフレンドリなシステムは、同種のシステムを開発しようとする研究者にとって非常に有益である。本システムはCEOPデータを対象とし、複雑なデータの連続的多次元視覚化機能や2次元相関解析などのさまざまなデータマイニング機能を効率的に利用することが可能となっている。この機能を使うことによって、一般的なデータマイニングツールでは困難なさまざまな先進的な解析が実現されている。実際、本システムは既にいくつかの実研究において利用され、有用な成果を挙げており、また本システムを大型高解像度ディスプレイウォール上で用いることによって、さらに高度な解析を行うことが可能となっている。