

第1回 TOMACS 国際ワークショップの報告

—WMO 世界天気研究計画・研究開発プロジェクトの開始—

中 谷 剛^{*1}・三 隅 良 平^{*2}・小 司 禎 教^{*3}・斉 藤 和 雄^{*4}
 瀬 古 弘^{*5}・清 野 直 子^{*6}・鈴 木 真 一^{*7}・出 世 ゆかり^{*8}
 前 坂 剛^{*9}・菅 原 広 史^{*10}

1. はじめに

TOMACS (Tokyo Metropolitan Area Convection Study) は、2010年度より文部科学省の予算で開始された社会システム改革と研究開発の一体的推進「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」(研究代表者：中谷 剛)の英語名称である。このプロジェクトには、防災科学技術研究所(防災科研)、気象研究所(気象研)、東洋大学をはじめとする国内25の機関が参加しており、「課題1：稠密観測による極端気象のメカニズム解明」「課題2：極端気象の監視・予測システムの開発」「課題3：極端気象に強い都市創り社会実験」の3つのサブ課題について研究開発を実施している。

特に課題1で得られた稠密な観測データは、顕著な大気現象の機構解明や、予測技術の改善につながるものであり、このデータを活用した国際共同研究の機運が高まった。これを受け、TOMACSを国際プロジェクトとして位置づけるため、WMOの世界天気研究計画(WWRP)の研究開発プロジェクト(RDP)へ

の提案を行い、2013年7月18-19日に開催されたWWRP科学運営委員会(ウィーン)で認証された(Nakatani *et al.* 2013)。なお、WWRPやRDPに関しては、松村(1997)の解説やWWRPのウェブサイト(http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/wwrp_new_en.html 2014.4.15閲覧)を参照していただきたい。RDPとして認められるためには、先進的な研究であるとともに、国際的な研究開発プロジェクトとして概ね5か国以上の参加が必要である。これまで日本が参加したRDPとしては、2008年の北京オリンピックに合わせて行われたBeijing 2008 Olympics RDP(B08RDP; Duan *et al.* 2012; Saito *et al.* 2010)があり、日本が主催するものとしては今回のTOMACSが初めてのものとなる。TOMACSへの海外からの参画者と研究課題を第1表に示す。現在のところ、7か国からの参加が得られている。

標題の国際ワークショップは、極端気象のメカニズム解明やその予測に関する情報交換や、TOMACSの今後の進め方を話し合う目的で、2013年12月4-5日に気象研究所講堂で開催され、国内外から88名の参加者があった(第1図)。以下は、当日行われたセッションの概要について、座長を務めていただいた方々に報告をお願いしたものである。この分野の研究動向を知るための参考にしていきたいと思う。

(中谷 剛)

2. オープニングセッション

オープニングセッションではまず、気象研の瀬上哲秀所長と、防災科研の中谷 剛研究代表による開会の挨拶が行われた。瀬上所長は、気象災害を軽減するた

^{*1} Tsuyoshi NAKATANI, 防災科学技術研究所。

^{*2} (連絡責任著者) Ryohei MISUMI, 防災科学技術研究所。misumi@bosai.go.jp

^{*3} Yoshinori SHOJI, 気象研究所。

^{*4} Kazuo SAITO, 気象研究所。

^{*5} Hiromu SEKO, 気象研究所。

^{*6} Naoko SEINO, 気象研究所。

^{*7} Shin-ichi SUZUKI, 防災科学技術研究所。

^{*8} Yukari SHUSSE, 防災科学技術研究所。

^{*9} Takeshi MAESAKA, 防災科学技術研究所。

^{*10} Hirofumi SUGAWARA, 防衛大学校。

第1表 TOMACS への海外からの参画者と研究課題。

国名	所属	参画者名	研究課題	カウンターパート
オーストラリア	気象局	A.Seed	ナウキャスト	防災科研
ブラジル	サンパウロ大学	A.Pereira	ナウキャスト 都市モデル	気象研
カナダ	カナダ環境省	S.Belair	都市モデル	気象研
		P. Joe	ナウキャスト	防災科研
ドイツ	ホーヘンハイム大学	V.Wulfmeyer	データ同化	気象研
韓国	釜慶大学校	D.-I.Lee	雨滴粒径分布	防災科研
フランス	パリ東大学	D.Schertzer	降水	鹿児島大学
アメリカ	NCAR	J.Sun	データ同化	電力中央研究所
	コロラド州立大学	V.Chandrasekar	ダラス・フォート ワース社会実験	鹿児島大学

めには監視と予測に基づく防災情報を適切に出すことが重要で、災害につながる極端気象の研究が世界的にも重要なテーマとして認識されてきているとし、気象研として国内外の研究者と連携して研究を進めていくことと TOMACS への期待について述べた。中谷代表は、国内で行われている「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」の3つのサブ課題の概要を紹介し、世界天気研究計画(WWRP)の研究開発プロジェクトとしてのRDP TOMACSへの支持を参加者に呼び

かけるとともに、ワークショップへの期待を述べた。

続いて、WWRPのナウキャスト気象研究作業部会(WGNR)のP. Joe議長(カナダ環境省)が、WWRPとWGNRの活動についてのレビューを行った。ナウキャストの定義として、現在の天気の状態を詳しく記述し2-3時間(a few hours)先までの変化を予測することであると述べた。また、予報実証プロジェクトとしてのFDPと研究開発プロジェクトとしてのRDPの位置づけや、進行中のプロジェクトの紹



第1図 参加者の集合写真。

第2表 TOMACS で利用されている観測機器。

目標	気象パラメータ	観測機器	
		研究	現業
環境場	[対流圏] 温度, 湿度, 風	ラジオゾンデ マイクロ波放射計 GPS 観測 (東京湾周辺)	ラジオゾンデ GPS ネットワーク (GEONET) UHF ウインドプロファイラ
	[大気境界層] 温度, 湿度, 風	UAV (無人飛行機) ドップラーライダー	ラジオゾンデ / UHF ウインドプロ ファイラ / アメダス
	[大気境界層] 鉛直熱フラックス	シンチロメータ	—
	[地上] 温度, 風, 降雨, 露点温度, 気圧	稠密地上気象観測ネットワーク	アメダス AEROS
積乱雲	[無降雨] 積雲 (可視画像・赤外画像)	ウェブカメラ	MTSAT (ラビッドスキャンイメ ジャー)
	[3次元, 大気境界層] 降水分布	Ku バンド高速スキャンレーダ	—
	[3次元] 降雨と風速/偏波パラメータ	X-NET (X バンドレーダネット ワーク) C バンド偏波レーダ	XRAIN C バンドドップラーレーダ
	[鉛直プロファイル] 雨滴粒径分布	マイクロレインレーダ	—
	[地上] 雨滴粒径分布, 降水量	ディスドロメータ (2DVD・Par- sivel)	雨量計ネットワーク (アメダス, 国 交省, 地方自治体)
	雷	可搬型雷観測装置	LIDEN

介を行った。

S. Belair (カナダ環境省) は, WWRP のメソスケール天気予報研究作業部会 (WG-MWFR) および関連する RDP, FDP 活動についての紹介を行い, 格子間隔 1 km 以下の解像度のモデルによる都市のヒートアイランドシミュレーションを例に, 夏季極端現象を対象とする都市スケールモデリングの役割について講演した。 (斉藤和雄)

3. セッション “Results and plans in TOMACS”

このセッションでは, 「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」の課題 1 「稠密観測による極端気象のメカニズム解明」と, 課題 2 「極端気象の監視・予測システムの開発」について, それぞれ小司禎教 (気象研) と三隅良平 (防災科研) により概要と成果が紹介された。

課題 1 は, 「首都圏を対象に, 最新の観測システムと既存観測システムを結集した稠密気象観測を実施。データ解析, 数値モデル再現実験等により災害をもたらす (もたらさない) 積乱雲の発生・発達・衰弱メカニズムを解明する。また課題 2 で使用するデータセッ

トを作成する」ことを目的としている。そのために, 第2表に示す測器を東京都心周辺に展開している。2006年以後の都心の雷雨日数の統計等を元に, 集中観測期間は7月下旬から8月の間で2-4週間程度に設定され, 2011-2013年の3年間実施された。高速スキャンレーダを含むレーダ観測網, 地上高密度観測, 可搬型雷センサー等最先端の観測網による積乱雲の実態観測に加え, 高層ゾンデ, シンチロメータ, マイクロ波放射計, GPS/GNSS 観測網による環境場の観測が取り組まれてきた。無人航空機による観測技術の開発も取り組まれている。

課題 2 は, 「稠密観測から得られるデータをリアルタイムで処理し, 極端気象を早期に検出・予測する技術を開発する。極端気象による災害が発生する直前に, 市町村内の地区スケールで, 緊急に防災情報を伝達する『極端気象早期検知・予測システム』を開発し, 社会実験で運用する。さらに過去に発生した類似の災害を検索し, 事前の防災対策の参考となる情報を提供する極端気象データベースを構築する」ことを目的としている。稠密観測網で得られたデータを活用したナウキャストモデル, データ同化研究, 洪水予測モ

デル開発などが取り組まれており、さらに携帯電話を利用した注意喚起システム、自治体との協力でインターネットを利用した監視・予測システム実験などが取り組まれている。講演では、複数のナウキャストモデルの紹介、CReSSを用いた2010年7月5日豪雨や2012年5月6日の竜巻の同化・予測実験が紹介された。また、自治体との協力による、極端気象監視・予測システムに対するユーザーの反応が概ね好評であること等が紹介された。

(小司禎教)

4. セッション “Observation 1”

TOMACS では、主に発達する積乱雲を先進的な気象観測で捉え、それを都市における気象災害に対してどのように生かしていくかということが課題になっている。本セッションはその観測の部分についての紹介になる。日本国内でもまだ普及していない測器や手法などの先進的な取り組みが紹介された。

A. Ryzhkov (NOAA) は2つの大雨事例について、SバンドとCバンドの2つの偏波レーダで同時観測を行った結果を紹介し、反射強度 (Z) から降雨強度 (R) を求める R - Z 関係や、比偏波間位相差 (K_{DP}) から求める R - K_{DP} 関係など、いくつかの降雨強度推定手法を比較した。偏波間位相差から求める降雨減衰量 (A) から R を求める手法も紹介された。Xバンドの偏波レーダでは、電場の振動が水平方向のH偏波と垂直方向のV偏波の位相差 ϕ_{DP} を距離微分した値である K_{DP} を用いた R - K_{DP} 法が多く使われているが、Sバンドのレーダでは K_{DP} の推定に誤差が多く、降雨推定手法に使いにくいという背景がある。そのようなSバンドでも、電波の位相情報を用いて降雨推定の精度を上げようという試みが、Aを用いた降雨推定手法だと考えられよう。しかし、温度依存性などまだ課題もあり、チューニングに苦慮している様子であった。

牛尾知雄 (大阪大学) は大阪大学に設置されたXバンドのPhased Array Radar (PAR) の観測結果を紹介した。先日、ご家庭での様子共々テレビでも紹介されていたが、PARの特性を生かした積乱雲の時間発展の高時間分解能の動画が鮮やかで印象に残った。

佐野哲也 (山梨大学) は山梨大学に設置されているXバンドMPレーダや地上観測装置の観測結果を用いて、甲府盆地で背景風の弱い夏季に発達する積乱雲の特徴を、地上風の風向との関連から議論した。

藤吉康志 (北大低温研) は目黒区大岡山の東京工業

大学の建物の屋上に設置されているドップラーライダーで観測された境界層の風のパターンについて紹介した。海風前線の鉛直構造などが捉えられていた。

斉藤貞夫 (気象研) は、2011年8月26日に関東地方で発達した対流群のうち、2つの渦 (misocyclone) が一体化する様子が見えたエコーについて、羽田空港のドップラーレーダと、ほぼ3kmおきで12か所に置かれた地上観測装置の観測結果から、その時間発展を紹介した。

小司禎教 (気象研) は、日本のGPS/GNSS観測網から得られる衛星方向の電波の遅れを利用した、数kmスケールの水蒸気量の変動の解析手法、及び積乱雲の発達との関連について紹介した。

(鈴木真一)

5. セッション “Nowcast”

本セッションでは1時間先までの降雨直前予測 (ナウキャスト) に関わる4件の発表があった。

A. Seed (オーストラリア気象局) は確率論的予測システム STEPS (Short Term Ensemble Prediction System) の誤差の空間分布特性を調査するため、地形性降雨に注目して STEPS の予測誤差分布と観測による降雨分布データを解析した。その結果、STEPS の誤差、降雨の寿命、降雨スケールは、地形に対する風向に依存しており、1時間先までの降雨量予測は降雨発生領域で過小評価、衰退領域で過大評価の傾向があることを示した。今後、空間的に非一様な確率予測手法の開発によりさらなる予測精度の向上が期待される。

P. C. Shakti (防災科研) は関東地方の大雨事例について、STEPSによる降雨ナウキャストの精度検証を行った。気象庁レーダ雨量を用いた STEPS による1時間先までの予測結果は、気象庁ナウキャストと同等以上の成績を示した。またMPレーダ雨量を用いた降雨予測も実施し、STEPSによる降雨ナウキャストが1時間先までの降雨予測に有効であることを示した。

出世ゆかり (防災科研) は、2分間隔のMPレーダ3次元データを用いて、夏季に局地的に発達した積乱雲内の降水コアを自動検出し、その挙動と地上降雨との関係を調べた。上空での降水コア検出は地上の強い雨の開始より10分程度早かったこと、また降雨強度の時間変動がコアの落下に対応していたことが示され、降水コア検出は10分程度先の強雨開始の直前予測に有効であることが示唆された。

平野洪寛（防災科研）は、XバンドMPレーダの3次元データに基づく鉛直積算雨量（VIL）による降雨ナウキャスト手法を開発し、東京周辺で発生した降雨事例に適用して豪雨直前予測の結果について報告した。異なるスケールの降雨事例の検証から、VILを用いたナウキャストは、いずれの事例でも30分先までの降雨予測について降雨強度分布に基づく従来の降雨予測よりも精度がよく、特に降雨の開始や急激な変化の予測に有効であることを示した。

このように、本セッションではナウキャストの精度向上に向けた取り組みや、高時空間分解能MPレーダデータを利用した新しいナウキャスト手法に関する報告がなされ、従来は予測困難であった突発的降雨についてもナウキャストの可能性が広がりつつあると感じた。（出世ゆかり）

6. セッション “Data Assimilation”

ワークショップ初日の最後の本セッションでは、課題2「極端気象の監視・予測システムの開発」で取り組まれたデータ同化の成果が紹介された。

まず、川畑拓矢（気象研）ほかは、「雲解像非静力学4次元変分法同化システムの開発」と、そのシステムを用いて示した「ドップラーレーダやライダーの動径風、GPS可降水量、GPS視線遅延量などの有効性」、さらに現在構築中の「気象庁現業メソデータ同化システム（JNoVA）の優れた点を取り入れた新しい4次元変分法データ同化システム」について報告した。

次に、斉藤和雄と國井 勝（気象研）は、2011年8月26日に東京湾や相模湾からの気流と鹿島灘からの気流の収束により発生したメソ降水システムについて、JMANHMを用いて行った再現実験の結果を示した。強い降水の発生に関しては、「モデル格子内の部分凝結の扱いによる地表面温度上昇のインパクトが大きいこと」、「メソSV法を用いて得た摂動を利用すると、対流不安定度が改善してより実況に近い予報が得られたこと」、「格子間隔2kmで予報すると、海風の侵入と収束、メソ降水システム付近の低気圧性の循環が再現できたこと」、「収束の位置などを改善するには地上風の同化が必要であろうこと」を報告した。

杉本聡一郎（電力中央研究所）ほかは、J. Sun（NCAR）との共同研究について報告した。NCARで開発されたVariational Doppler Radar Assimilation System（VDRAS）は、リアルタイム環境への適用

性が高い同化ツールとして諸外国にて活用されている。「観測された可降水量等を反映した第一推定値に、XバンドとCバンドを含めた複数のレーダを同時に同化すると効果的に降水分布を再現すること」を示し、降水短時間予報とメソスケールの予報のギャップを埋めるために境界層を再現するVDRASが有効であること、国土交通省が展開しているXバンドレーダ網であるXRAINが研究・開発にとっても魅力的であることが述べられた。

最後に瀬古 弘（気象研）ほかは、2008年9月5日に堺市に強雨をもたらした降水システムや2012年5月6日に発生した竜巻について、ネストした局所アンサンブル変換カルマンフィルター（LETKF）を用いて再現した結果や、レーダの動径風やGPS水蒸気量などの同化した結果について報告した。

これらのように、TOMACSの観測データを同化して局地的豪雨等を再現した結果などが報告されており、今後の新しい同化技術の開発や局地的豪雨についての新しい知見が期待されている。（瀬古 弘）

7. セッション “Observation 2”

このセッションでは極端気象の観測的研究、特に気象レーダを主とする解析結果が発表された。

D.-I. Lee（釜慶大学校）は梅雨期の済州島における地形性降雨の解析を示した。済州島は朝鮮半島の南（福岡とほぼ同緯度）にある東西に長い島（東西幅78km、南北幅35km）で、その中心には標高1950mの漢拏山がそびえている。冬期のこの島の風下側でカルマン渦列が衛星雲画像で可視化されることでも有名である。発表では、この島に設置された韓国気象庁の2台のSバンドドップラーレーダに加え、彼らが独自に設置した雨量計や雨滴粒径分布を計測する装置（2DVDおよびParsivel）の稠密ネットワークで観測されたデータを用いて地形性降雨メカニズムの議論がなされた。

山内 洋（気象研）は、2012年5月につくば市に甚大な被害をもたらした竜巻の鉛直構造をCバンド偏波レーダで観測した結果を示した。通常、気象レーダで竜巻を直接観測することは解像度の観点から難しいことが多いが（観測点がレーダから遠ざかるほど方位角方向の解像度が悪くなるため）、本事例ではレーダが設置された気象研究所から約15kmの至近距離に竜巻が発生したため、その直接観測が可能となった貴重な事例である。特に、竜巻により巻き上げられた飛散

物が偏波間相関係数や反射因子差といった偏波パラメータにより顕著に検出されたことが示され、この結果は気象レーダによる竜巻の検知に役立つことが期待される。

最後に佐藤英一（気象研）は、高速スキャンが可能な Ku バンドレーダを用いて、落下する降水コアを高時間分解能で解析した結果を示した。このレーダは半径20 km 程度の三次元分布を1分で観測でき、上空で形成された降水が落下する様子をよく捉えていた。竜巻が発生した積乱雲の事例も紹介され、降水の落下と竜巻の発生時刻に関する議論がなされた。（前坂 剛）

8. セッション “Urban Weather”（前半）

都市における極端気象は東京だけでなく海外の諸都市にも共通した課題となっている。そこで、学術的な問題意識を共有する研究プロジェクトとの情報交換を進めることも TOMACS を推進する上で重要である。“Urban Weather”（都市気象）の午前のセッションでは海外の3名の参加者からそれぞれの取り組みが紹介された。

まず、S. Belair（カナダ環境省）から、都市キャノピーを考慮した250 m 格子モデルによる、Pan American Games（2015年トロント開催）などに向けた高解像度実験の成果や、詳細地表面情報を反映した陸面モデル GEM-Surf による TOMACS 観測事例についての計算結果が紹介された。

V. Chandrasekar（コロラド州立大学）からは、The Dallas Fort Worth Water Research Network (DFW-WARN) の紹介があった。このプロジェクトでは、研究者・地域の関係者および企業が、洪水など都市の水害対策のために連携して研究と技術開発に取り組んでいる。

D. Schertzer（パリ東大学）は、欧州における RAINGAIN プロジェクトについて講演を行った。RAINGAIN においても、都市域の洪水予測精度の向上を目的として、レーダを活用した詳細な降水データの取得が試みられている。また、観測に基づく統計的ナウキャストへの言及もあった。

このような海外の状況から、都市気象、とりわけ社会的な影響の大きい都市の短時間強雨について予測に対する関心の強いことがうかがえた。気象分野にとどまらない取り組みの必要性和可能性を再認識したセッションであった。（清野直子）

9. セッション “Urban Weather”（後半）

A. Pereira Filho（サンパウロ大学）からは TOMACS 期間中に見られた2011年8月の降水事例を対象として、ARPS によるシミュレーションやレーダ解析などの研究計画が示された。A. Pereira Filho は TOMACS の枠組みのなかで気象研究所等と連携した研究を計画している。

銭 潮潮（中央大学）は降水の年スケールの周期性や開渠水路（上側が開いた水路）での水流特性の理論解について発表した。清野直子（気象研）は TOMACS におけるゾンデ観測の概要を紹介し、関東地方で見られた強雨事例について、CAPE 等の安定度指標の特徴を紹介した。2011年8月26日の事例においてみられた海風前線らしき風系について意見が交わされた。菅原広史（防衛大）は都心部と郊外で計測された地表面顕熱フラックスをもとに、それが CAPE にどの程度影響するのかを示した。発表では都心に対する郊外としてつくば市を選んでいる点について、諸外国でのイメージと異なる（つくば市も都会）という指摘がなされた。関谷直也（東洋大）は街角に設置されている大型のテレビスクリーン（電子掲示板）を用いた降水情報の提供システムについて紹介した。これに対して、そのような気象情報が地方政府によって一元管理されており、一般市民向けに直接伝達するすべがない諸外国の例がコメントとして紹介された。

最後の2件の発表では、TOMACS で整備が進んでいる観測データベースについて紹介があり、前坂 剛（防災科研）は X バンドレーダのネットワークについて、プロダクト作成アルゴリズムを含めて紹介した。佐藤英一（気象研）は気象庁および気象研が測定したデータの概要を紹介した。（菅原広史）

10. バンケットとビジネスミーティング

バンケットは、ワークショップ初日の夜につくば市内にあるホテル最上階のレストランで行われた。事前の主催者の打合せでは、ホテルでの開催による参加者の金銭的な負担を心配する意見も出たが、結果としては、会場からクリスマス用に装飾されたつくば市の夜景を一望することができ、参加者には満足していたようだ。

私はバンケットの司会を担当した。忘年会の司会なら何度も経験があるが、英語で行うバンケットの司会は初めてである。「バンケットの司会者に必要なのは、参加者をリラックスさせるジョークである」ことは心

得ていたが、気の利いたジョークひとつ思いつかず、淡々と進行させた。

パンケットのスピーチは、石原正仁（京都大学）と真木雅之（鹿児島大学）に依頼した。“TOMACS”という英語名称の提案者であり、かつてTOMACSのサブ課題1の代表者をつとめていた石原は、プロジェクトの立ち上げの経緯についてスピーチを行った。石原のTOMACSに対する熱い気持ちが、参加者一同に伝わったようである。またTOMACSの前半3年間の研究代表を務めていた真木は、TOMACSがWMO-WWRPの研究開発プロジェクトとして認証されたことについて祝辞を述べ、海外からの参加者一人一人について自分の研究との関わりを紹介し、ワークショップ参加への謝辞を述べた。

ワークショップ終了後、TOMACSへの研究参加者を集めたビジネスミーティングが行われた。海外の参加者が必要とするデータおよび国内カウンターパートを確認するとともに、次回ワークショップを2014年に東京で開催することで合意した。（三隅良平）

謝 辞

本ワークショップの開催にあたり、地域組織委員会のメンバーとしてご尽力下さった平野洪實、大塚道子、國井 勝、中井綾子、今井菜美の皆様、およびワークショップの運営をサポートしていただいた気象研究所および防災科学技術研究所のスタッフの皆様に感謝いたします。

略語一覧

2DVD : Two-Dimensional Video Disdrometer 2次元ビデオディストロメータ。降水粒子の形状と落下速度を測定する測器
 4DVAR : Four-dimensional Variational Assimilation 4次元変分法同化
 AEROS : Atmospheric Environmental Regional Observation System 環境省大気汚染物質広域監視システム
 CAPE : Convective Available Potential Energy 対流有効位置エネルギー
 CReSS : Cloud Resolving Storm Simulator 名古屋大学が開発した雲解像モデル
 DFW-WARN : Dallas-Fort Worth Water Research Network ダラス・フォートワース水研究ネットワーク。米国におけるXバンドレーダ・ネットワークの試験領域
 FDP : Forecast Demonstration Project 予報実証プロ

ジェクト

GEM-Surf : Global Environmental Multiscale Surface system カナダ環境省で開発された陸面モデル
 GNSS : Global Navigation Satellite System 全地球航法衛星システム（GPSはその代表的システム）
 GPS : Global Positioning System 全地球測位システム
 LIDEN : Lightning Detection Network system 気象庁による雷監視システム
 LETKF : Local Ensemble Transform Kalman Filter 局所アンサンブル変換カルマンフィルタ
 NCAR : National Center for Atmospheric Research 米国大気研究センター
 NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration 米国大気海洋庁
 PAR : Phased Array Radar フェーズドアレイレーダ
 Parsivel : Particle Size and Velocity 光学式ディストロメータの一種で、降水粒子の大きさと落下速度を測定する測器
 RDP : Research and Development Project 研究開発プロジェクト
 STEPS : Short Term Ensemble Prediction System 英国気象局とオーストラリア気象局が共同開発したアンサンブル短期予報システム
 SV : Singular Vector 特異ベクトル
 TOMACS : Tokyo Metropolitan Area Convection Study 研究プロジェクト「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」の英語名称
 VDRAS : Variational Doppler Radar Assimilation System NCARで開発されたドップラーレーダ同化システム
 VIL : Vertically Integrated Liquid-Water Content 鉛直積算雲水量
 WG-MWFR : Working Group on Mesoscale Weather Forecasting Research WMOにおけるメソスケール天気予報研究作業部会
 WGNR : Working Group on Nowcasting Research WMOにおけるナウキャスト研究作業部会
 WMO : World Meteorological Organization 世界気象機関
 WWRP : World Weather Research Programme 世界天気研究計画
 XRAIN : X-band Polarimetric Radar Information Network 国土交通省が管理するXバンド偏波レーダ情報ネットワーク

参 考 文 献

Duan, Y., J. Gong, J. Du, M. Charron, J. Chen, G. Deng, G. DiMego, M. Hara, M. Kunii, X. Li, Y. Li, K. Saito, H. Seko, Y. Wang and C. Wittmann, 2012: An over-

- view of the Beijing 2008 Olympics Research and Development Project (B08RDP). Bull. Amer. Meteor. Soc., **93**, 381-403.
- 松村崇行, 1997: 世界気象機関大気科学委員会 (WMO/CAS) 短時間短期予報研究作業部会と世界気象研究計画 (WWRP) 構想. 天気, **44**, 847-854.
- Nakatani, T., Y. Shoji, R. Misumi, K. Saito, N. Seino, H. Seko, Y. Fujiyoshi and I. Nakamura, 2013: WWRP RDP Science Plan: Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS). http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/documents/Doc4_6_TOMACS_RDP_proposal_20130704.pdf (2014.3.1閲覧).
- Saito, K., M. Kunii, M. Hara, H. Seko, T. Hara, M. Yamaguchi, T. Miyoshi and W. Wong, 2010: WWRP Beijing Olympics 2008 Forecast Demonstration / Research and Development Project (B08FDP/RDP). Tech. Rep. Meteor. Res. Inst., (62), 210pp.
-