

Recent topics using aerosol models — focusing on Japanese activities —

Toshihiko Takemura

Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Japan

Contents

- Simulation of transport of radioactive materials from Fukushima 1st nuclear power plant.
- Simulation with a global cloud resolving models coupled with a aerosol scheme on the “K” supercomputer.
- MIROC & Earth System Model
- Social request on forecasting system for aerosol distribution in Asia.
- Data assimilation for a global aerosol model.

Model intercomparison on Fukushima 1st NPP accident

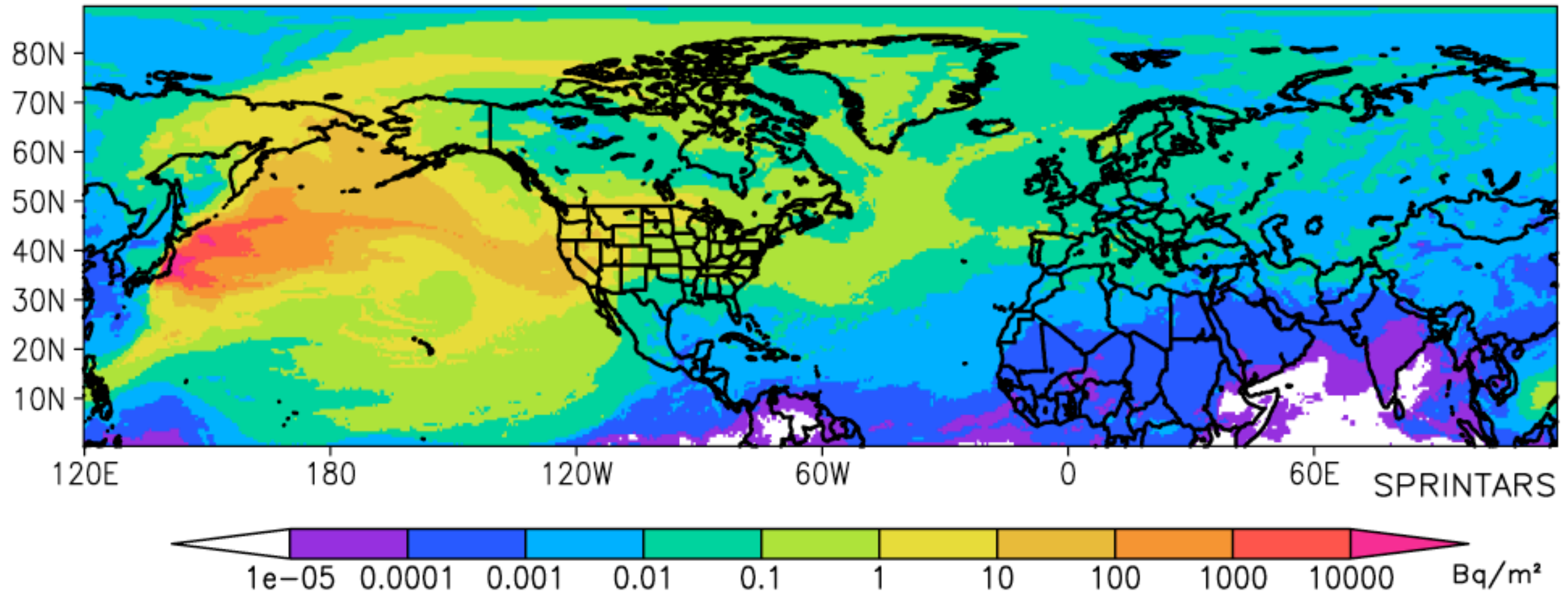
- Organized by Science Council of Japan.
- A report will be published in October 2013.

Global atmospheric models		Regional atmospheric models	Oceanic models		
Organizations/Models	Hor. Res.	Organizations/Models	Hor. Res.	Organizations/Models	
		Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA), France/WRF-Plyphemus	~4km	Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), Japan	1/120° x 1/120°
		Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), Japan/WRF-CAMx	5km	Helmholtz Center for Ocean Research Kiel (GEOMAR), Germany	1/8° x 1/10°
Kyushu University, Japan/SPRINTARS	T213	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), France/pX	~4km	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), France	1/48° x 1/60°
Japan Meteorological Agency (JMA)- Meteorological Research Institute (MRI)/MASINGAR mk-2	TL319 (640x320)	Japan Atomic Energy Agency (JAEA)/MM5-GEARN	3km	Japan Atomic Energy Agency (JAEA)	1/54° x 1/72°
		JAMSTEC, Japan/WRF-Chem	3km	JAMSTEC, Japan/JCOPET	1/36° x 1/36°
JMA-MRI/MASINGA R-1	T106	Japan Meteorological Agency (JMA)-Meteorological Research Institute (MRI)/NHM-RAQM2	3km	Korea Institute of Ocean Science & Technology (KIOST)	1/60° x 1/60°
JMA-MRI/MRI-PMr	60km	JMA/NHM-RATM	~4km	JAMSTEC, Japan/MSSG	1/55.6° x 1/55.6°
Cyprus Institute/MPIC-EMAC v1.92	T106 T255	National Institute for Environmental Studie (NIES), Japan/WRF-CMAQ	3km	National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan	1/20° x 1/20°
Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)/TM5	3° x 2°	Seoul National University (SNU)	27km	Woods Hole Oceanographic Institute (WHOI), USA	1/10° x 1/10°

Simulation of radioactive materials from Fukushima 1st NPP

21:00UTC 31/MAR/2011

^{137}Cs deposition



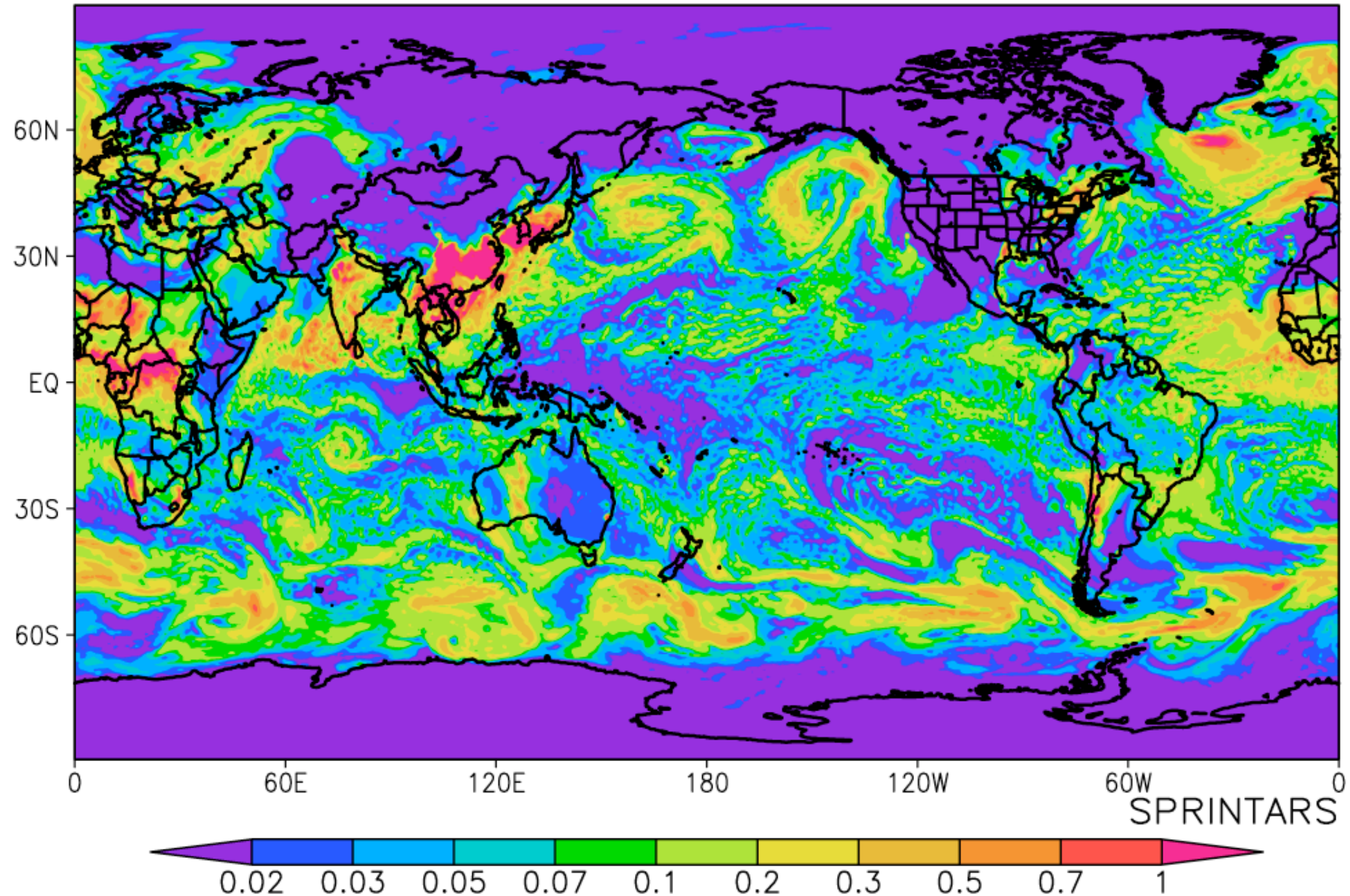
Accumulated deposition of ^{137}Cs from the Fukushima 1st Nuclear Power Plant simulated by SPRINTARS (Takemura et al., SOLA, 2012; EOS, 2012).

- Simulated and measured total deposition of ^{137}Cs is $\sim 10^6 \text{ Bq m}^{-2}$ in the evacuated area in Fukushima Prefecture. \rightarrow Estimated order of 10^{-7} to 10^{-5} over North America and 10^{-9} to 10^{-7} over Europe relative to the evacuated area.
- Radioactive materials were detected on March 18 in CA, USA and March 20 in Iceland, which are in agreement with the simulation by SPRINTARS.

Roles of global aerosol models

00:00UTC 01JAN2012

Aerosol optical thickness (550nm,all-sky)



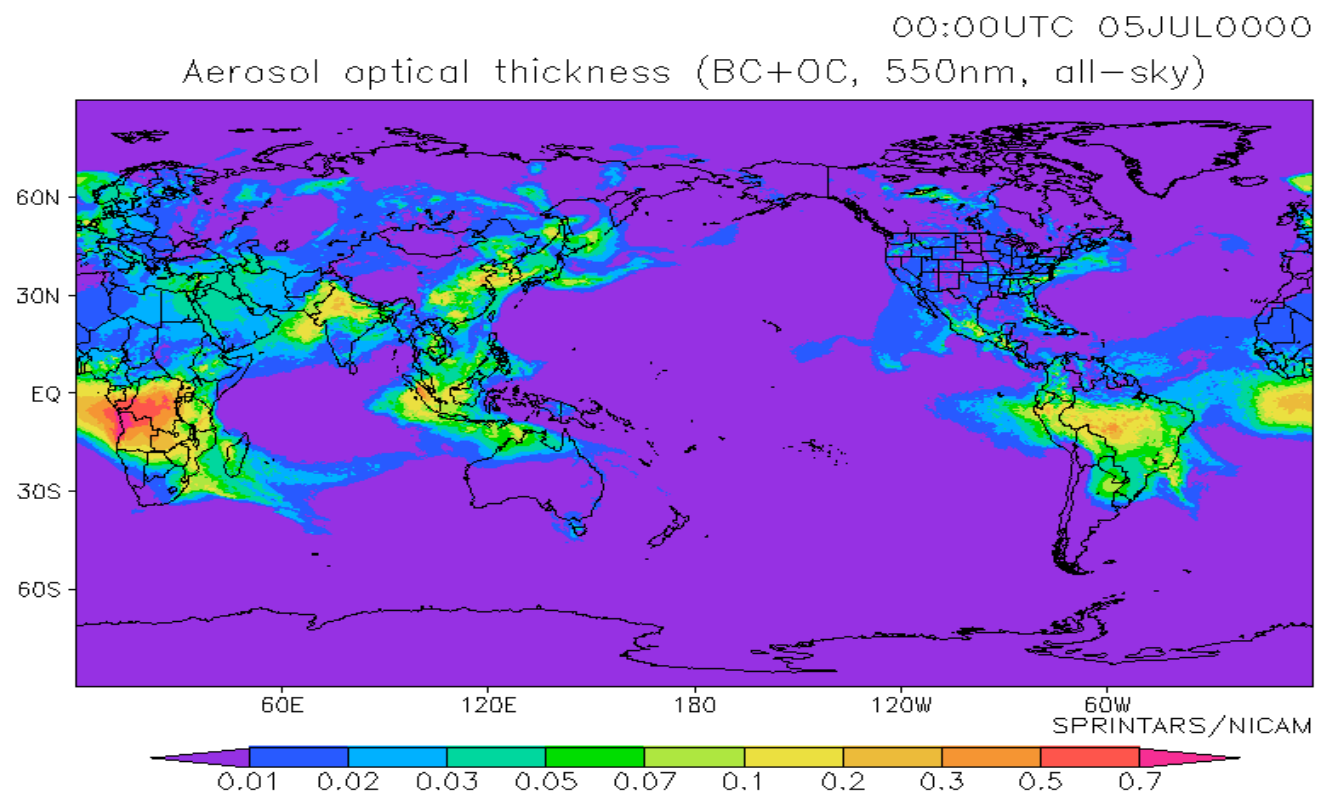
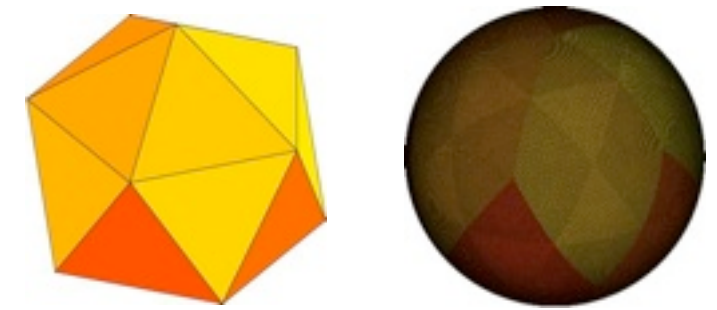
Aerosol optical thickness at 550nm in 2012 simulated by SPRINTARS (based on Takemura et al., 2000, 2002).

“10th Anniversary” AeroCom Workshop (September 23, 2013; Hamburg, Germany)

SPRINTARS in cloud resolving model NICAM

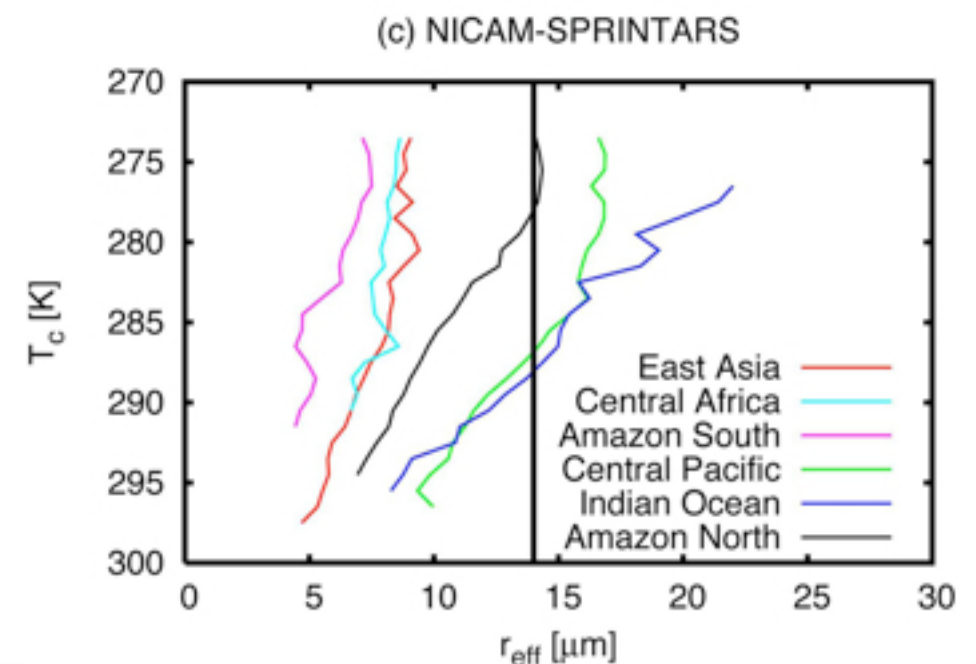
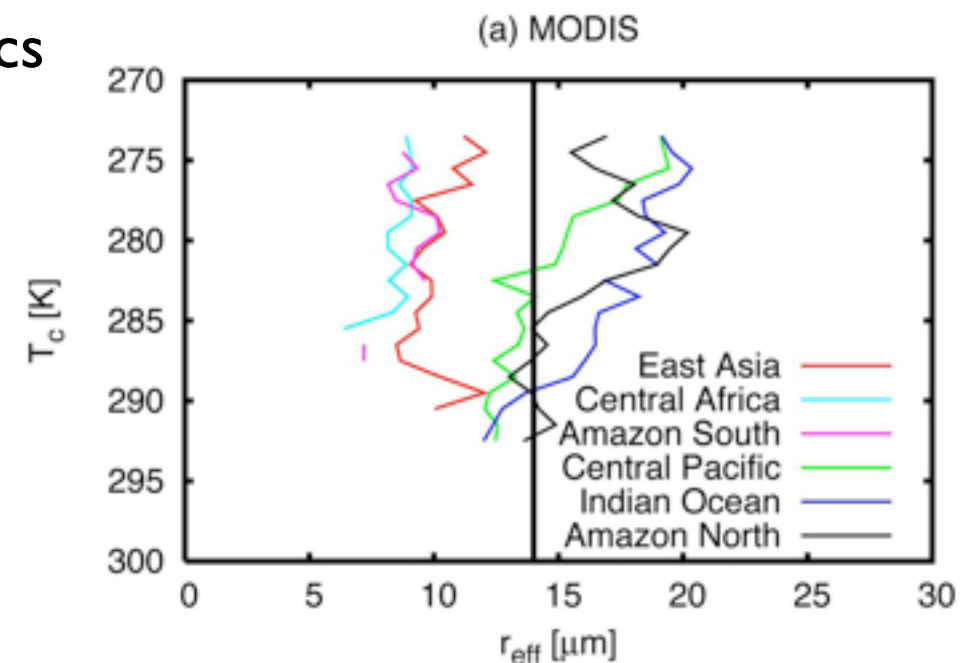
NICAM (Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model)

- developed by JAMSTEC/RIKEN/AORI (Sato et al.)
- Compressive nonhydrostatic model
- divided by equilateral icosahedron for horizontal grid
- 3.5km-mesh (division 11 times)
- including aerosol (SPRINTARS) and cloud microphysics



(Left) optical thickness of black plus organic carbons simulated by NICAM coupled with SPRINTARS.

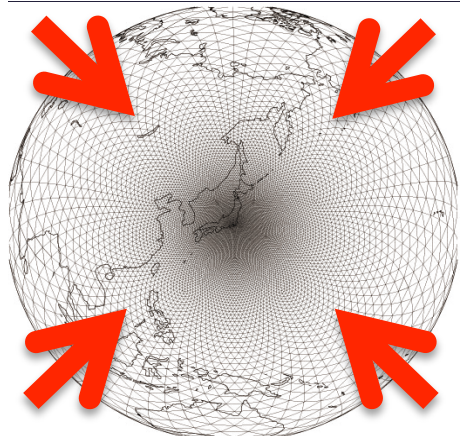
(Right) relationship between the cloud droplet effective radius and cloud top temperature by (top) MODIS and (bottom) NICAM-SPRINTARS (Suzuki et al., GRL, 2008).



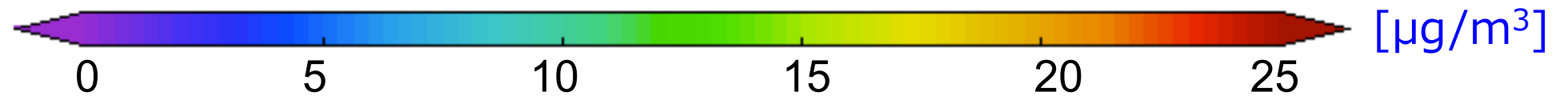
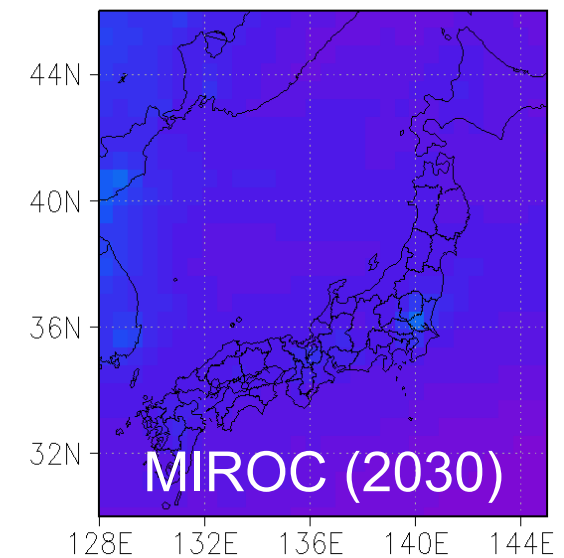
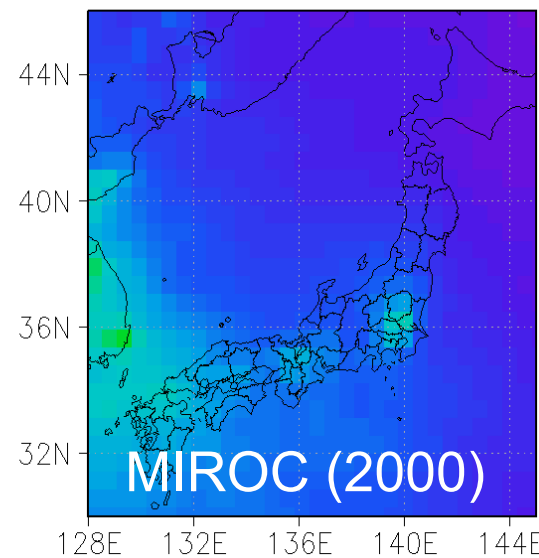
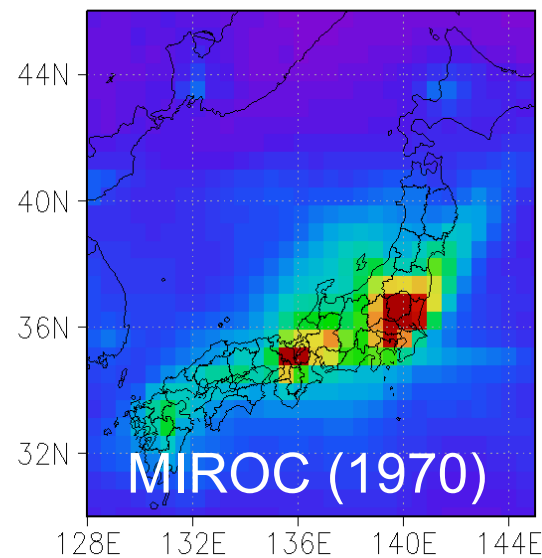
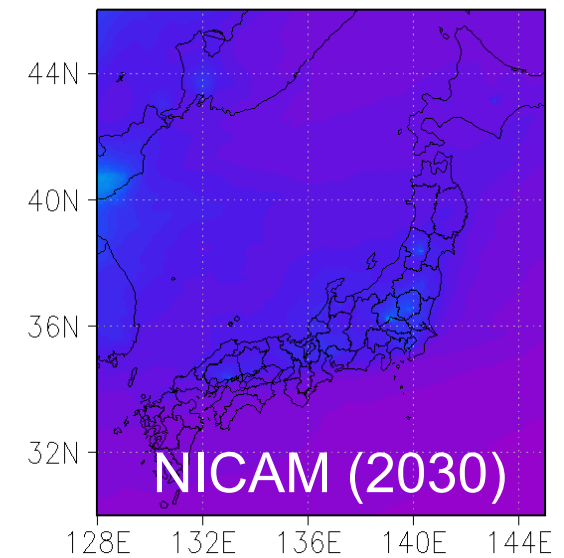
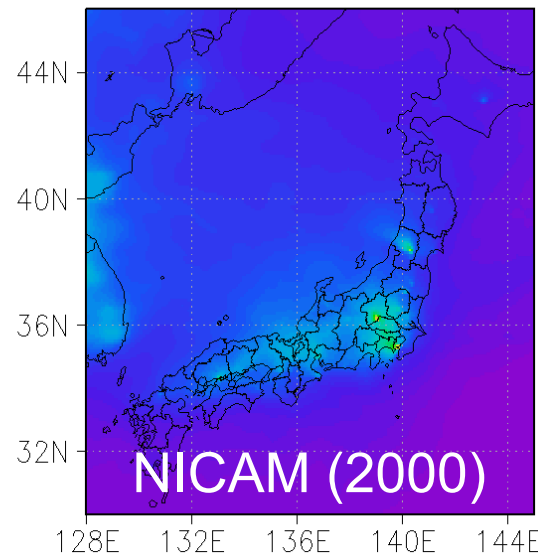
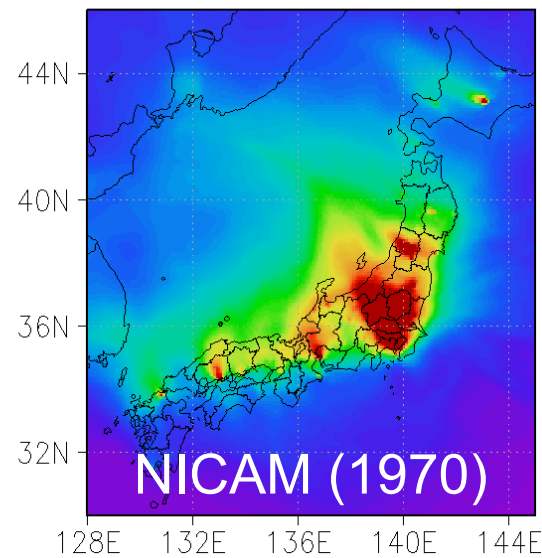
SPRINTARS in Stretch-NICAM



Glevel6 (112km)



Glevel6
+ Stretch100
(11km)



Monthly mean surface concentration of sulfate over Japan simulated by Stretch-NICAM (top) and MIROC (bottom) in 1970, 2000, and 2030 (Goto et al.).

Next step with MIROC

- Program for Risk Information on Climate Change (SOUSEI) (<http://www.jamstec.go.jp/sousei/eng/>) organized by MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology), Japan.
 - ▶ with 2nd Gen. Earth Simulator (ES2) and “K”.
 - ▶ toward CMIP6.

Next Generation MIROC-ESM

- 1) Near-term climate projection
- 2) Long-term climate projection
- 3) Downscaling
- 4) Assessment of impacts on climate change

based on Watanabe et al. (GMD 2011)

Air pollution in Asia



Beijing in January, 2012. ©Washington Post

The Washington Post

Beijing makes rare concession on pollution measure

By [Keith B. Richburg](#), Published: January 20

BEIJING — In a rare bow to public pressure, the Beijing local government has begun using a more stringent measure for air quality, and the first publicly announced readings Thursday showed the air was “hazardous” in at least two areas of the polluted capital city.

BeijingAir (@BeijingAir) 30,382 followers

MetOne BAM 1020 and Echotech EDy810 monitors, reporting PM2.5 and ozone readings. Format for each: pollutant type; concentration; AQI; definition. Chaoyang District, BEIJING · <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqbasics.aq>

ツイート

- BeijingAir @BeijingAir 27分
05-10-2012 22:00; PM2.5; 209.0; 259; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 1時間
05-10-2012 21:00; PM2.5; 204.0; 254; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 2時間
05-10-2012 20:00; PM2.5; 152.0; 202; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 3時間
05-10-2012 19:00; PM2.5; 164.0; 214; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 4時間
05-10-2012 18:00; PM2.5; 161.0; 211; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 6時間
05-10-2012 16:00; PM2.5; 172.0; 222; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 7時間
05-10-2012 15:00; PM2.5; 171.0; 221; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)
- BeijingAir @BeijingAir 8時間
05-10-2012 14:00; PM2.5; 165.0; 215; Very Unhealthy (at 24-hour exposure at this level)

Twitter on measured PM2.5 concentration by US Embassy in Beijing.
<http://twitter.com/beijingair>

Transboundary air pollution to Japan

Photos from RIAM, Kyushu University, Fukuoka, Japan in 2011.

(Bottom left) clear on April 5 (vis.: 35km).

(Top right) Asian dust on May 2 (vis.: 5km).

(Bottom right) air pollution on February 25 (vis.: 4km).



SPRINTARS aerosol weekly forecasting system

* automatically operated once a day.

RIAM NEC SX-8R 4PE/front-end server (reserve: dual-core Opteron * 4)

Get forecasted meteorological field and semi-realtime biomass burning data.

- daily sea surface temperature and 3-hourly horizontal wind speed and temperature of NCEP Global Forecast System (GFS).
 - daily MODIS hotspot data from Fire Information for Resource Management System (FIRMS) of University of Maryland/NASA GSFC.
- ➡ conversion to BC, OC, and SO₂ emissions using climatological GFEDv2 data.



Simulate global aerosol distributions and its radiative forcing by SPRINTARS (T213L20).

- 8-day simulation from the day before the starting time of forecast.
- initial values from the simulation the day before.
- nudged by the GFS wind and temperature.



Make figure and HTML files.



upload around 22:30UTC every day.

SPRINTARS web server (<http://sprintars.net/>)

SPRINTARS aerosol weekly forecasting system

Takemura (Tenki, 2009 (in Japanese))

<http://sprintars.net/forecastj.html>

SPRINTARSエアロゾル予測 (簡易版)

SPRINTARS
(Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species)

ホーム 週間予測(簡易版) 週間予測(詳細版) アーカイブ English

毎日午前8時頃更新予定

週間予測(簡易版)

大気汚染粒子予測 (動画)

2011年02月04日15時

各地のエロゾル予測

今日・明日
週間
予測動画
大気汚染粒子
黄砂

エアロゾル (大気浮遊粒子状物質) は大気の霞みの原因となる物質です。呼吸器系などに影響を及ぼすと言われてい

このページのエアロゾル予測は数値モデルSPRINTARSによるシミュレーションをもとに行われています。SPRINTARSの簡単な解説は[こちら](#)。

- 「大気汚染粒子」：すす (黒色炭素)・有機物・硫酸塩エアロゾルの合計
- 「黄砂」：土壌粒子

再生・加速 停止・減速 1つ戻る 1つ進む

黄砂予測 (動画)

2011年04月28日00時

各地のエロゾル予測

今日・明日
週間
予測動画
大気汚染粒子
黄砂

エアロゾル (大気浮遊粒子状物質) は大気の霞みの原因となる物質です。呼吸器系などに影響を及ぼすと言われてい

このページのエアロゾル予測は数値モデルSPRINTARSによるシミュレーションをもとに行われています。SPRINTARSの簡単な解説は[こちら](#)。

- 「大気汚染粒子」：すす (黒色炭素)・有機物・硫酸塩エアロゾルの合計
- 「黄砂」：土壌粒子

再生・加速 停止・減速 1つ戻る 1つ進む

SPRINTARSエアロゾル予測 (簡易版)

SPRINTARS
(Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species)

ホーム 週間予測(簡易版) 週間予測(詳細版) アーカイブ English

毎日午前8時頃更新予定

週間予測(簡易版)

大気エアロゾル (微粒子) 週間予測

2011年5月14日 発表
今日・明日の詳細予報は[こちら](#)

各地域の上側は大気汚染粒子の指標、下側は黄砂の指標

		5月14日	5月15日	5月16日	5月17日	5月18日	5月19日	5月20日
北海道	汚染	少ない	少ない	少ない	少ない	やや多い	多い	多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
東北北部	汚染	やや多い	少ない	やや多い	少ない	少ない	多い	多い
	黄砂	やや多い	少ない	少ない	少ない	少ない	やや多い	少ない
東北南部	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	やや多い	多い	多い
	黄砂	やや多い	やや多い	少ない	少ない	少ない	やや多い	やや多い
首都圏	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	多い	多い	多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
北陸信越	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	やや多い	多い	多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	やや多い	少ない
東海	汚染	少ない	やや多い	多い	多い	多い	多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
近畿	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	多い	多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
中国	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	多い	多い	多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
四国	汚染	やや多い	やや多い	多い	多い	やや多い	やや多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
九州北部	汚染	やや多い	やや多い	やや多い	やや多い	多い	多い	多い
	黄砂	少ない	少ない	やや多い	少ない	少ない	少ない	少ない
九州南部	汚染	やや多い	やや多い	多い	やや多い	多い	やや多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
沖縄	汚染	やや多い	やや多い	やや多い	やや多い	やや多い	少ない	少ない
	黄砂	非常に多い	やや多い	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない

再生・加速 停止・減速 1つ戻る 1つ進む

エアロゾル (大気浮遊粒子状物質) は大気の霞みの原因となる物質です。呼吸器系などに影響を及ぼすと言われてい

このページのエアロゾル予測は数値モデルSPRINTARSによるシミュレーションをもとに行われています。SPRINTARSの簡単な解説は[こちら](#)。

- 「大気汚染粒子」：すす (黒色炭素)・有機物・硫酸塩エアロゾルの合計
- 「黄砂」：土壌粒子

それぞれ地表付近から高度約1kmまでの平均質量濃度から算出しています。

シミュレーションは水平方向約100km格子で行われているため、それ以下のエアロゾル濃度の変動は予測されていません。各地方全般の高濃度や他の地方・国からの越境汚染が予測されています。

[携帯電話用SPRINTARSエアロゾル予測のURLをメール送信する](#)

携帯電話用QRコード

Transboundary air pollution (PM2.5) in newspapers

大気汚染が深刻な中国から飛来する微小粒子状物質「PM2.5」への関心が高まっています。飛来予測について教えてください。

汚染物質と黄砂の飛来予測をホームページで公開している。全国を12地域に分け、「今日」「明日」について、6時間ごとに「非常に多い」「多い」「やや多い」「少ない」の4段階で表示し

中国の大気汚染の深刻さが報じられてからは、それまでの1日1000アクセスが多いたった。大きな変化はなく、急が増えたとはいえない。中国ではむ



九州大学応用力学研究所
竹村 俊彦 准教授 38



PM2.5予測10万アクセス

2001年に九州大応用力学研究所助手になり、06年から現職。気象予報士の資格も持つ。現在作成中のIPCC第5次評価報告書のリードオナー（代表執筆者）も務める。

「中国の大気汚染の深刻さが報じられてからは、それまでの1日1000アクセスが多いたった。大きな変化はなく、急が増えたとはいえない。中国ではむ

「中国に大気汚染を改善してもらえない。そのためにも、環境技術で日本が協力するのが最も効果的。酸性雨で森林が枯れたことをきっかけに、ヨーロッパでは越境大気汚染に関する条約ができた。アジアでも国際的枠組みが必要。環境問題に国境はない」

「本来の研究テーマとは違いますが、スプリンターズを開発

「中国に大気汚染を改善してもらえない。そのためにも、環境技術で日本が協力するのが最も効果的。酸性雨で森林が枯れたことをきっかけに、ヨーロッパでは越境大気汚染に関する条約ができた。アジアでも国際的枠組みが必要。環境問題に国境はない」

「本来の研究テーマとは違いますが、スプリンターズを開発

大気中の有害な微小粒子状物質「PM2.5」への関心の高まりを受け、熊本では大気汚染予測システム「スプリンターズ」のデータを基に3月から、大気汚染粒子と黄砂の当日の飛来予測の掲載を始めた。システムを開発した九州大応用力学研究所の竹村俊彦准教授(38)に、越境汚染問題解決への展望などを聞いた。

「スプリンターズは飛来する汚染物質の量をどのよう

「スプリンターズは飛来する汚染物質の量をどのよう

環境問題に国境はない



「多々1日千件程度だったが、報道をきっかけに10万件を超え、関心の高さを痛感している。日本で観測されている量ではただちに健康への影響はないが、呼吸器や循環器に持病がある人は注意が必要。長期的な影響が分かっていないだけに、予測情報の公開は意味があると思う」

「汚染粒子は中国から飛来しているとの指摘もあり

「中国に大気汚染を改善してもらえない。そのためにも、環境技術で日本が協力するのが最も効果的。酸性雨で森林が枯れたことをきっかけに、ヨーロッパでは越境大気汚染に関する条約ができた。アジアでも国際的枠組みが必要。環境問題に国境はない」

「本来の研究テーマとは違いますが、スプリンターズを開発

「中国に大気汚染を改善してもらえない。そのためにも、環境技術で日本が協力するのが最も効果的。酸性雨で森林が枯れたことをきっかけに、ヨーロッパでは越境大気汚染に関する条約ができた。アジアでも国際的枠組みが必要。環境問題に国境はない」

「本来の研究テーマとは違いますが、スプリンターズを開発



©Yomiuri

大気汚染予測システム開発

九州大応用力学研究所准教授
竹村俊彦さん

「中国の情報も得られませんが、中国でも起きてい

「残念ながら、汚染の範囲や規模などのデータがリアルタイムで手に入らない。中国の研究者が学会や論文で過去のデータを発表することはあるが、いまだに北京オリンピックのころのものだ。しかも、2000年代半ばから外国の研究者による現地での観測ができた」

「越境汚染問題の解決に必要なことは、中国に大気汚染を改善してもらえない。そのためにも、環境技術で日本が協力するのが最も効果的。酸性雨で森林が枯れたことをきっかけに、ヨーロッパでは越境大気汚染に関する条約ができた。アジアでも国際的枠組みが必要。環境問題に国境はない」

「本来の研究テーマとは違いますが、スプリンターズを開発

©Kumanichi

温暖化研究用システム、PM2.5の飛来予測で脚光

竹村 俊彦氏

フォーカス

中国から越境して来る微小粒子状物質「PM2.5」への関心が高まり、自らのホームページで運用する飛来予測システムにはアクセスが集中。マスコミも自治体関係者からの問い合わせが相次ぐ。「研究としてはサブテーマだが、世の中の役に立っているから」と真摯に答える。

本来のテーマは地球温暖化だ。九州大学准教授として、大気中に浮かぶ微小な粒子が気候に及ぼす影響を地球規模で解き明かす研究に取り組む。飛来予測システムは、そのために開発した。

「役に立つなら」副業でも真摯に

海外での評価は高く、科学者らでつくる国連の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次評価報告書に成果が採用され、執筆にも参加した。温暖化防止の国際交渉で活用されている。学生時代は気象予報士の森田正光さんの下でアルバイトをし、テレビの天気予報コーナーの原稿を書いたこともある。裏方での経験が今の研究にも役立っているという。故郷の三重県四日市市から近い名古屋科学館で見たフラネリウムに感動。大学に入るまでは天文学者志望した。「遠い星を眺めているうちに、次第に高度が下がり、地球の大気が研究テーマになった」と振り返る。小学校では野球をやっていたが、中学と高校は「トレーニングのために」と始めた陸上競技に熱中した。今もキャンパス内や周辺をランニングする。なぜか、副業として始めたことが生活の中心になる。「これも運命なのかな」と笑う。

「ただむら・としひこ」



©Nikkei

NHK PM2.5 大気汚染粒子拡散予測

www3.nhk.or.jp/news/taiki/

NHK NEWSWEB 2013年(平成25年)9月21日【土曜日】

PM2.5 大気汚染粒子拡散予測

PM2.5 大気汚染粒子拡散予測

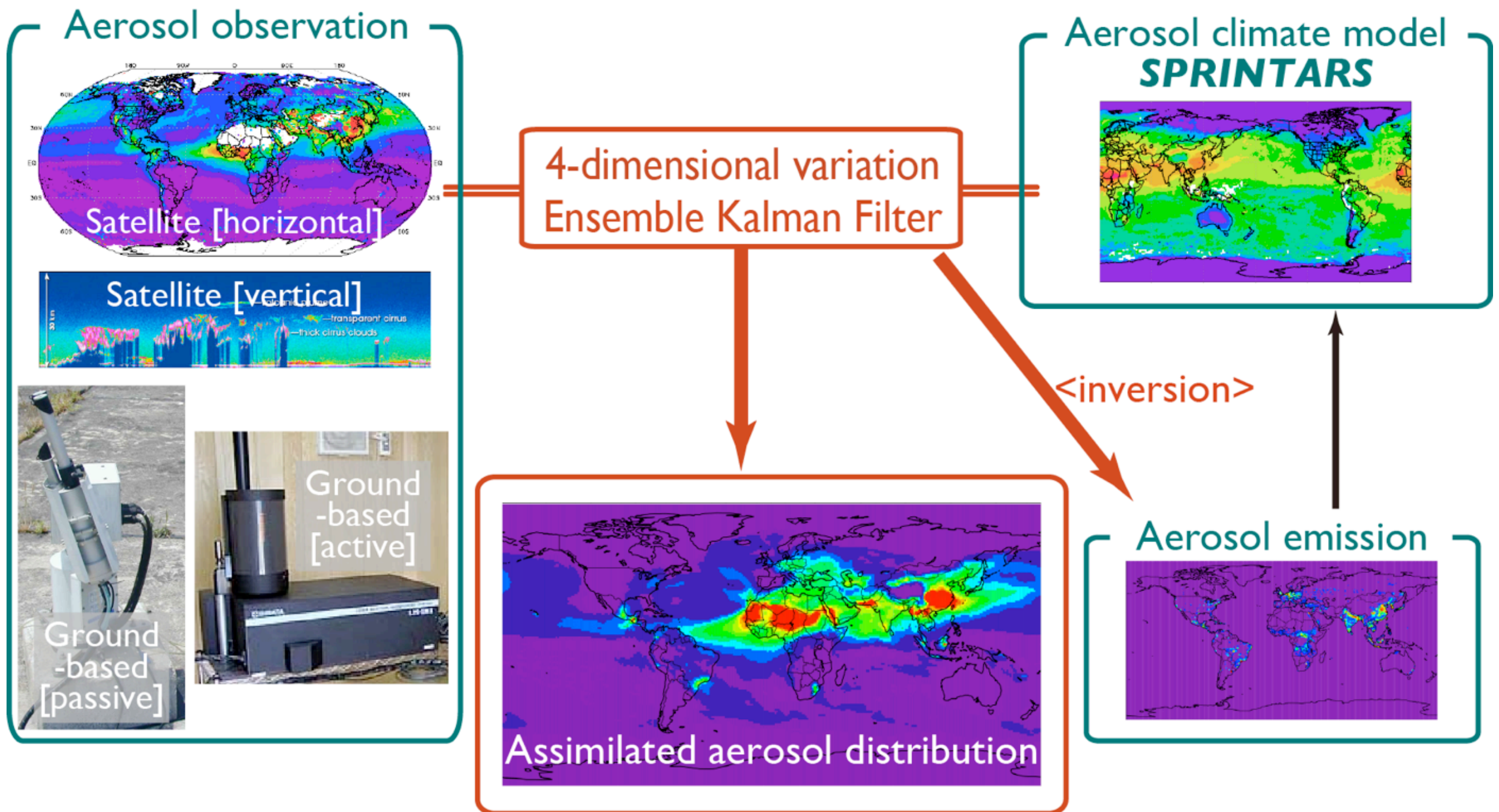
2013年09月23日00時

更新前日の午前0時～6日後の午後9時まで表示

予測図 (SPRINTARS) について

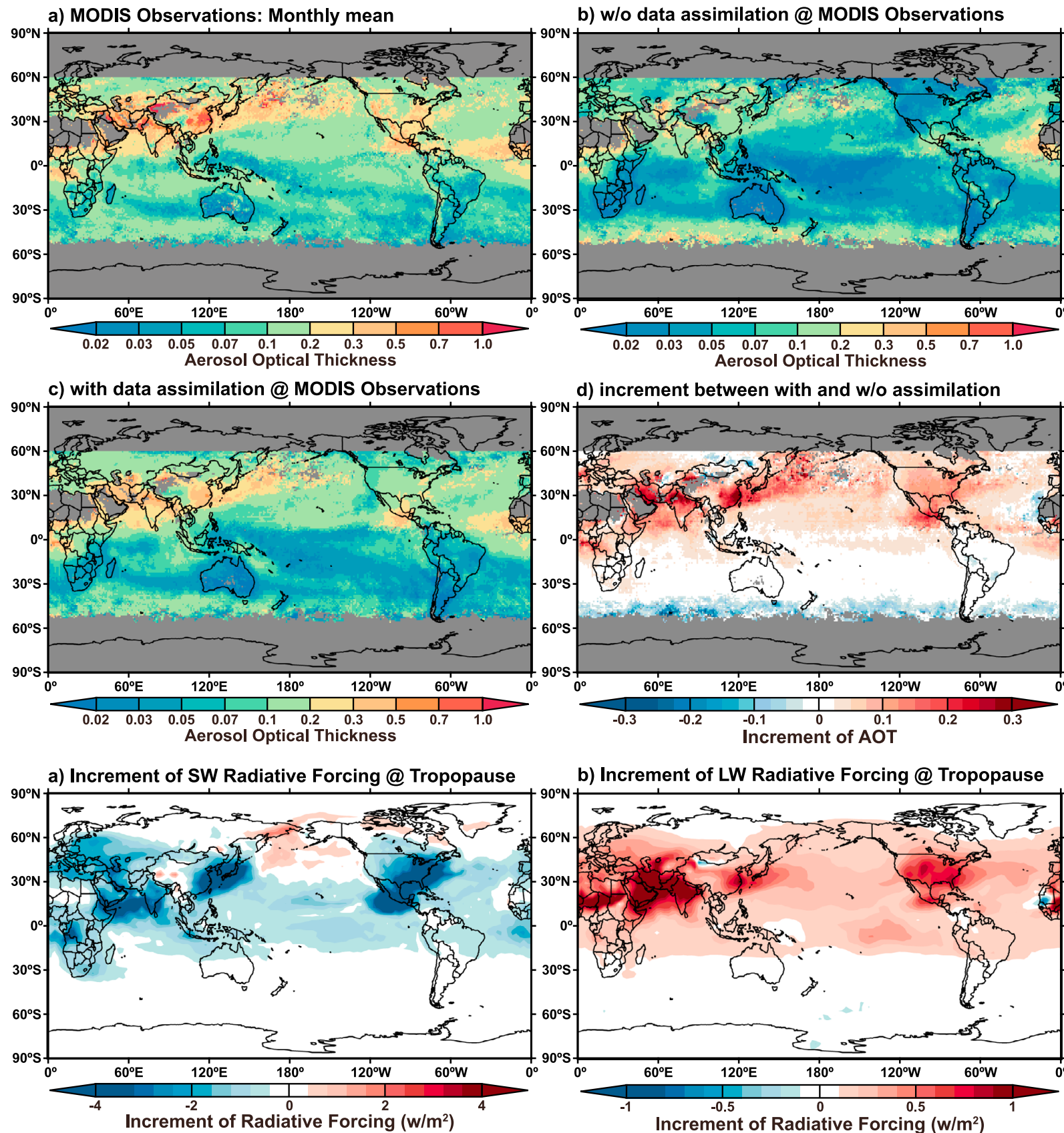
©NHK

Data assimilation in SPRINTARS



Yumimoto and Takemura (GRL, 2011; GMDD, 2013)
Schutgens et al. (2010)

Aerosol optical thickness and radiative forcing with assimilation



Spatial distributions of monthly mean AOT in May 2007. (a) MODIS TERRA/AQUA, (b) *a priori* by SPRINTARS, (c) *a posteriori*, and (d) increment between *a posteriori* and *a priori* (Yumimoto and Takemura, GRL, 2011).

Increment of radiative forcing of the direct effect by anthropogenic and natural aerosols under all-sky condition between *a posteriori* and *a priori* for (a) shortwave and (b) longwave radiation. (Yumimoto and Takemura, GRL, 2011).

Other recent topics & Acknowledgments

- Data assimilation for the weekly aerosol forecasting system.
- Incorporating bin schemes both for aerosols and clouds in MIROC-SPRINTARS.
- Dust distribution and its climate effects in glacial periods (Takemura et al., ACP, 2009; Lambert et al., Nature Climate Change, 2013).
- How to contribute to/cooperate with CMIP6?

Acknowledgments

- MIROC (AORI/NIES/JAMSTEC GCM) developing group
- NIES supercomputer system (NEC SX-8R/SX-9)
- Funding Program for Next Generation World-Leading Researchers in Japan (GR079)