第9回気象庁数値モデル研究会・第45回メソ気象研究会
・第2回観測システム・予測可能性研究連絡会
@大手町, 2016年5月17日

アンサンブル予報データベースを用いた予測可能性研究

松枝　未遠

筑波大学計算科学研究センター
Department of Physics, University of Oxford

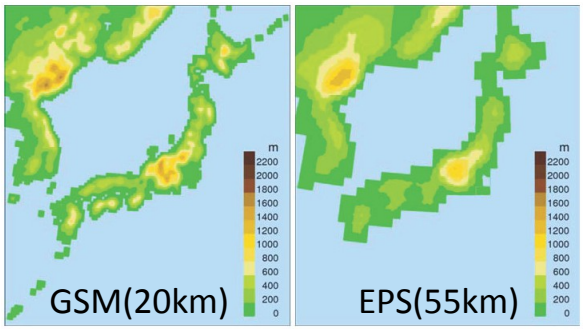
アンサンブル予報

初期値の不確実性、数値モデルの不完全性、大気のカオス性を考慮するために**少しずつ異なる初期値(や数値モデル)から複数の予報(アンサンブル予報)**を行い、そのばらつき具合から予報の確からしさを知ることができる。確率情報の提供も可能になる。

計算科学分野の急速な発展により、ようやくアンサンブル予報を行うことが可能となり、今では数値天気予報にとって**欠かせない存在**に。

膨大な計算機資源が必要となるため、決定論的予報(10-20km)よりも**低解像度(40-60km)の数値モデル**を使わざるを得ない。また、出力される**データ量が膨大**。日本で、**教育・研究・応用が遅れている**テーマ。

モデル地形



決定論的予報　　アンサンブル予報

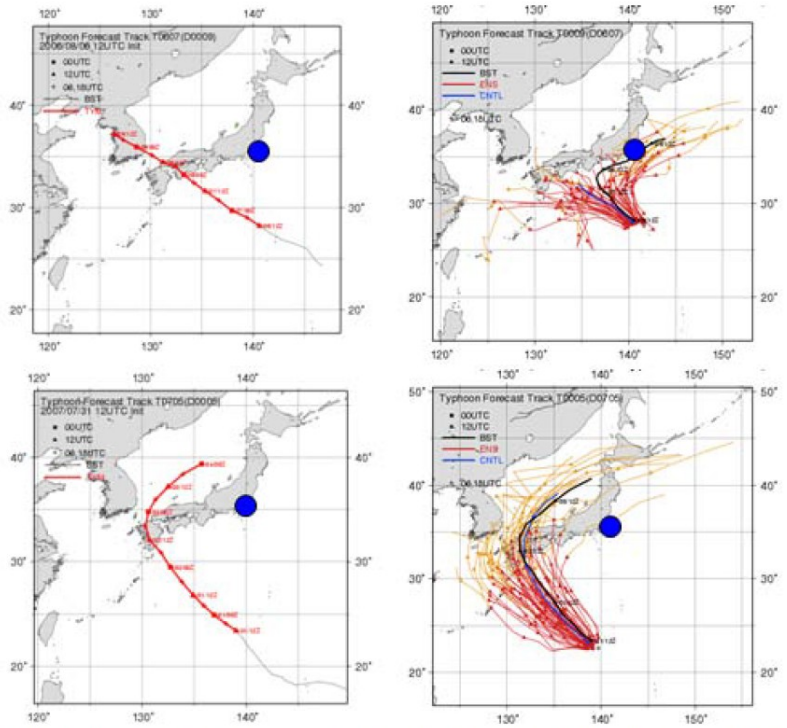


図 4.6.1　台風進路予報における表現されるアンサンブル予報による予測不確実性。上は 2006 年台風第 7 号、下は 2007 年台風第 5 号に対する予測、左列は決定論的予報、右列はアンサンブル予測による台風進路予報図。赤線・黄線は数値予報モデルによる予測、青線はアンサンブル平均、黒線はベストトラックを示す。

気象庁 Japan Meteorological Agency

本文へ　ENGLISH　ご意見・ご感想

ホーム　防災情報　各種データ・資料　知識・解説

ホーム > 防災情報 > 週間天気予報

週間天気予報：東京都

その他の情報

各府県の週間天気予報 東京都

印刷　再読込

説明へ

5月17日5時　東京都の週間天気予報

日付		17 火	18 水	19 木	20 金	21 土	22 日	23 月
東京地方 府県天気予報へ		雨のち曇	晴	晴時々曇	晴時々曇	晴時々曇	晴時々曇	曇時々晴
降水確率(%)		-/90/80/10	10/0/0/0	10	10	10	10	20
信頼度		／	／	A	A	A	A	B
東京	最高(℃)	20	26	26 (23～29)	26 (24～29)	27 (25～29)	26 (23～30)	26 (23～29)
	最低(℃)	／	15	16 (15～18)	16 (14～18)	17 (15～19)	17 (15～19)	18 (15～20)

主なアンサンブル予報データセット

1. Short-range timescale: 1-5日先まで

   TIGGE-LAM (TIGGE-Limited-Area Model) data (欧州域のみ)

   *TIGGE: The Interactive Grand Global Ensemble

2. Medium-range timescale: 1-2週間先まで

   TIGGE data

   ensemble reforecast (再予報) data (e.g. NOAA-GEFS and ECMWF)

3. Subseasonal to Seasonal (S2S) timescale: 1-2ヶ月先まで

   S2S data (含reforecast)

4. Seasonal timescales: 1年先まで

   ECMWF System 4, NCEP CFS (Climate Forecast System) v2など


TIGGE

THORPEX
A World Weather Research Programme

THORPEX Legacy Projectsとして以下の3つが動き出した
- Polar Prediction Project (**PPP**)
- High Impact Weather (**HIWeather**) project
- Subseasonal to Seasonal (**S2S**) project

World Meteorological Organization
Weather • Climate • Water

HOME CONTACT US LIST OF TOPICS LINKS CLIMATE STATISTICS

World Weather Research Programme (WWRP)

WWRP

Programmes > WWRP >

The Observing System Research and Predictability Experiment (THORPEX)

観測システム研究・予測可能性実験

THORPEX
A World Weather Research Programme

社会・経済・環境的に影響の大きい1-2週間先の顕著現象の予測精度を向上させることが目標

2005-2014 (すでに終了)

THORPEX ICSC

THORPEX DAOS Working Group
Data Assimilation and Observing System

THORPEX GIFS-TIGGE Working Group
THOEPEX Interactive Grand Global Ensemble

THORPEX PDP Working Group
Predictability and Dynamical Processes

MISSION

THORPEX is a 10-year international research and development programme to accelerate improvements in the accuracy of one-day to two-week high impact weather forecasts for the benefit of society, the economy and the environment.

THORPEX establishes an organizational framework that addresses weather research and forecast problems whose solutions will be accelerated through international collaboration among academic institutions, operational forecast centres and users of forecast products.

THORPEX Interactive Grand Global Ensemble
→ **The** Interactive Grand Global Ensemble

2006年10月以降、世界各国の現業中期アンサンブル予報データを準リルタイム(予報初期時刻の2日遅れ)で配信(商業利用禁止)。
THORPXは終了したが、今後少なくとも5年間、TIGGEは継続される。

WMO(世界気象機関)を中心に取り組まれるTHORPEXプロジェクト(1日から2週間先までの社会的に影響が大きい大気現象の予測精度向上を促進するための国際研究計画)のサブテーマの1つ。

1. 国際的にあるいは現業機関と大学の間で、アンサンブル予報に関する協力の強化
2. 異なる資源(機関)からのアンサンブルの結合、あるいは、系統的誤差の修正に関する新しい手法の開発
3. 観測、初期値、モデルの不確実性が予報誤差に与える影響についてのより深い理解の獲得
4. 変化する不確実性に力学的に応答する双方向アンサンブルシステムの実現可能性や利益の調査

(Second THORPEX Inernaltional Science Symposium proceeding(2006)より)

ポータル	ECMWF (http://apps.ecmwf.int/datasets/data/tigge), CMA
データフォーマット	GRIB2 (サイズは4byte binaryの約半分, wgrib2やGRIB APPIでデコード)
取得方法	Webあるいはスクリプト (商業利用不可！)
データ提供機関	BoM(豪), CMA(中), CMC(加), CPTEC(伯), ECMWF(欧), JMA(日), KMA(韓), Mete France(仏), NCEP(米), UKMO(英)　(全て大気モデル)
データ期間	2006年10月以降 (2日遅れで配信。センターにより開始時期異なる。)
要素	P面: u, v, t, q, z (100, 925, 850, 700, 500, 300, 250, 200, 50hPa) 地表面: u10m, v10m, t2m, slp, precip, snow depthなど
水平解像度・領域	提供解像度はセンターにより異なる(ECMWF: N640 JMA: 1.25x1.25)が、ポータル上で任意の解像度に変換可能(オリジナルより細かくしないよう注意)。また、任意の領域の切り出しも可能。
予報時間 (間隔)	最短のMeteo France(3日先まで)以外、9-16日先まで利用可能 (6時間間隔)
メンバー数	センターにより異なる(最多: 51(ECMWF), 最小: 15(CPTEC))
その他	・予報データにも、転送トラブル等による”欠測”データがあるので注意 ・ECMWFの決定論的予報も同じ形式で取得可能 ・毎日蓄積される500GBのデータのうち350GBはECMWFデータ ・データリクエストは3つまで(含他のデータセット)。最新のデータだとすぐに内挿・切り出し処理が始まり、その後転送開始。古いデータはテープにあるので内挿・切出開始まで時間がかかる。内挿・切出が無いと、転送がすぐ開始。だたし、データ転送速度は、日本国内(筑波大)からだと1-4MB/s (英国内:20-30MB/s)。サイズ確認をしてからデータリクエストを!

data archive centres: ECMWF and CMA
data period: October 2006 - current
ensemble size: 508 members/day
data size: 500GB/day (350GB from ECMWF EPS)

	fcst length	model resolution	ens. Size	fcst freq. (UTC)	initial perturbation (model resolution)	model uncertainty	DA for cntrl analysis	data avilable period	orig data grid
BoM (Australia)	10 days	TL119L19	33	00, 12	SVs (TL42L19)	No	?	2007.09.03.00 - 2010.07.20.12	1.5 x 1.5
CMA (China)	10 days	TL213L31	15	00, 12	BVs (T213L??)	SPPT	GSI	2007.05.15.00 -	0.28125 x 0.28125
CMC (Canada)	16 days	N200L40 (800 x 400)	21	00, 12	EnKF (66kmL74)	SPPT, SKEB, multi-param	EnKF	2007.10.03.00 -	1.0 x 1.0
CPTEC (Brazil)	15 days	T126L28 (384 x 196)	15	00, 12	EOF-based (T216L28)	No	from NCEP	2008.02.01.00 -	0.9375 x 0.9375
ECMWF (Europe)	15 days	TL639L91(<D10) TL319L61(>D10)	51	00, 12	SVs (TL42L42)	SPPT, SKEB	ensemble 4D Var	2006.10.01.00 -	N320 reduced gauss (640 lat, 1080 lon@35N)
JMA (Japan)	11 days	TL479L60	27	00, 12	SVs (TL63L40)	SPPT	4D Var	2006.10.01.12 -	1.25 x 1.25
KMA (Korea)	12 days	N320L70 (1280 x 640)	24	00, 12	ETKF (N320L70)	SKEB2, RP2	Hybrid ens. and 4D Var	2007.12.28.00 - 2010.11.30.12 (prev.) 2011.03.01.00 -	0.375 x 0.5625
Met.Fra (France)	3 days (06) 4.5 days (18)	T538C2.4L65	35	06, 18	SVs (T44L65, T95L65)	multi package?	4D Var	2007.10.25.18 -	1.5 x 1.5
NCEP (US)	16 days	T254L91(<D10) T319L61(>D10)	21	00, 06, 12, 18	ETR (T254L91)	SP	GSI	2007.03.05.00 -	1.0 x 1.0
UKMO (UK)	7.25 days	N400L70 (1600 x 800)	12	00, 06, 12, 18	ETKF (N400L70)	SKEB2, RP2	4D Var	2006.10.01.00 -	0.3 x 0.45

the older, the coarser

SPPT: Stochastic perturbation of physics tendency
SKEB: Stochastic Kinetic Energy Backscatter
RP: Randam Parameter
GSI: Gridded Statistical Interpolation

portal@ECMWF

TIGGE Data Retrieval

apps.ecmwf.int/datasets/data/tigge/levtype=pl/type=cf

Type of level
- Potential temperature
- Potential vorticity
- ▸ Pressure levels
- Surface

Type
- ▸ Control forecast
- Forecast
- Perturbed forecast

About
- Conditions of use

Navigation
- Public Datasets
- Job list

See also...
- Access Public Datasets
- General FAQ
- WebAPI FAQ
- Accessing forecasts
- GRIB decoder

TIGGE Data Retrieval

! A maximum of one year of data is allowed per base time

Select date

Select a date in the interval 2006-10-01 to 2015-10-18

Start date: 2006-10-01 End date: 2015-10-18

Reset

Select a list of months

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2006										☐	☐	☐	2007	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2008	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2009	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2010	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2011	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2012	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2013	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2014	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2015	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			

Select All or Clear

Select origin and time

	BoM	CMA	CMC	CPTEC	ECMWF	JMA	KMA	Météo France	NCEP	UK Met Office
00:00:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐
06:00:00		☐						☐	☐	☐
12:00:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐
18:00:00								☐	☐	☐

Select All or Clear

Select step

☐ 0	☐ 6	☐ 12	☐ 18	☐ 24	☐ 30	☐ 36	☐ 42	☐ 48	☐ 54	☐ 60	☐ 66	☐ 72	☐ 78	☐ 84	☐ 90	☐ 96	☐ 102	☐ 108
☐ 114	☐ 120	☐ 126	☐ 132	☐ 138	☐ 144	☐ 150	☐ 156	☐ 162	☐ 168	☐ 174	☐ 180	☐ 186	☐ 192	☐ 198	☐ 204	☐ 210	☐ 216	☐ 222
☐ 228	☐ 234	☐ 240	☐ 246	☐ 252	☐ 258	☐ 264	☐ 270	☐ 276	☐ 282	☐ 288	☐ 294	☐ 300	☐ 306	☐ 312	☐ 318	☐ 324	☐ 330	☐ 336
☐ 342	☐ 348	☐ 354	☐ 360	☐ 366	☐ 372	☐ 378	☐ 384											

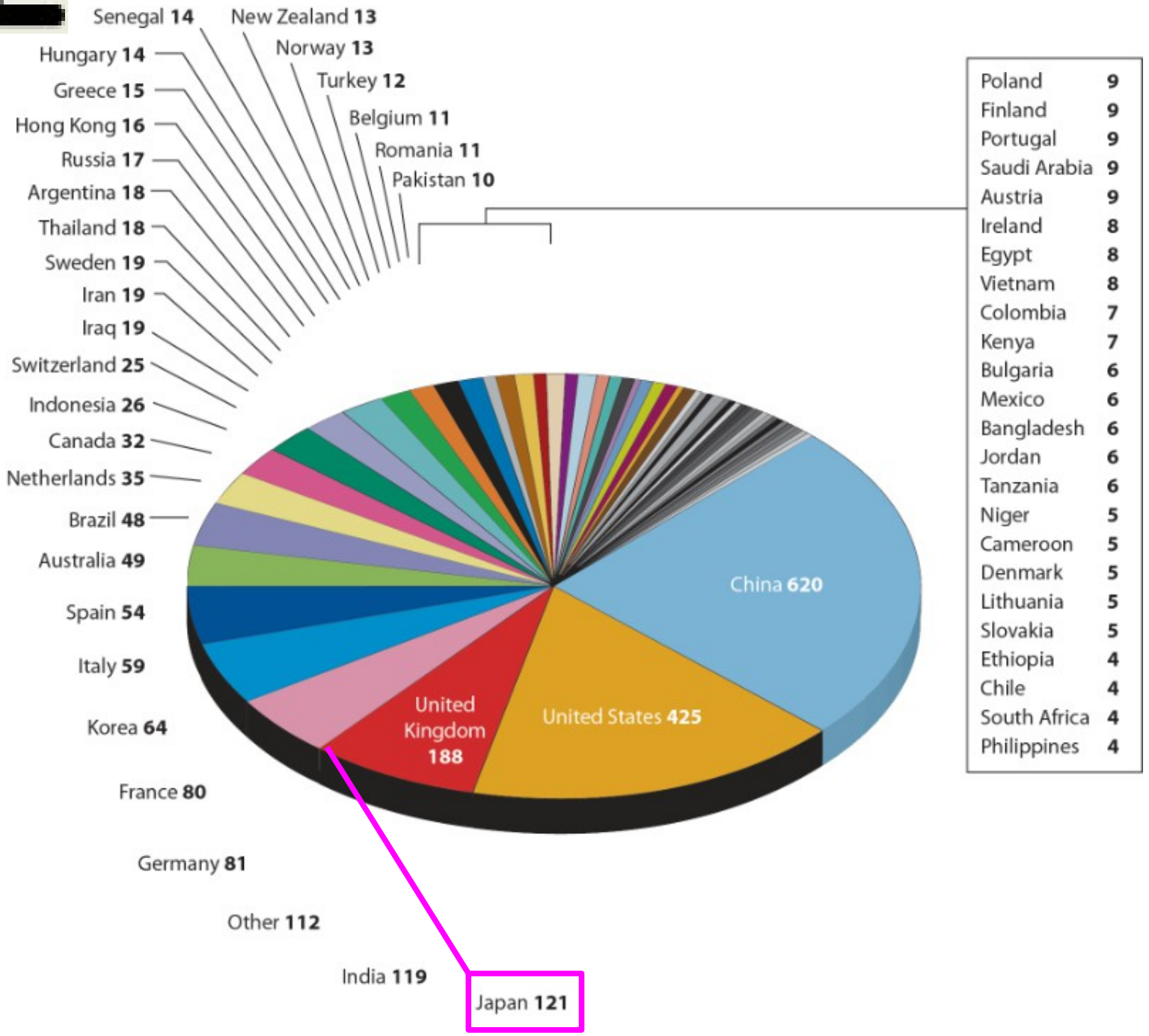
Select All or Clear

Select level and parameter

	1000	925	850	700	500	300	250	200	50
Geopotential Height	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Specific humidity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Temperature	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

(users by October 2013)

国別ユーザ数



TIGGEに関連する主な研究等

TIGGE統括論文Swinbank et al. (2016,BAMS)で引用された主な論文。

総説・統括論文等: 2 (1)

予報精度の比較＆マルチモデルアンサンブルの評価 : 7 (2)

熱帯低気圧とその温帯低気圧化: 17

マッデン・ジュリアン振動 (MJO): 1 (1)

温帯低気圧: 2

偏西風・ロスビー波: 3

ブロッキング(と熱波): 2 (2)

顕著現象予測: 2(1)

洪水予測: 3

TIGGE Museum (準リアルタムプロダクト) (1)

( )内の数字は松枝論文

詳細は、TIGGE統括論文Swinbank et al. (2016,BAMS)、または、TIGGE website (google “ECMWF TIGGE”)を参照 (論文以外も含めると約150(14))。

The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”

Real time products
- spaghetti plots
- MJO forecast
- blocking forecast
- early warning of severe weather
- EPS meteogram
- forecast skills
- model's biases

TIGGE Museum - Welcc

gpvjma.ccs.hpcc.jp/TIGGE/

THORPEX
A World Weather Research Programme

Welcome to the TIGGE Museum
@University of Tsukuba, Japan

10,382 Visitors
23 Apr 2011 - 11 Mar 2015

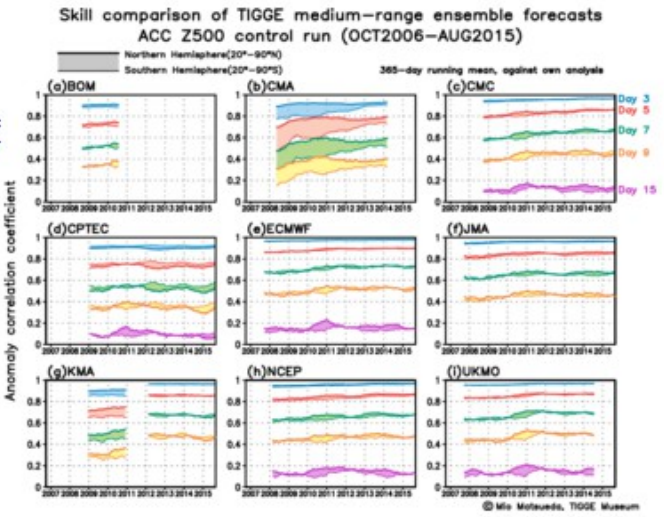
Updated everyday with a 2.5-day delay

The THORPEX Interactive Grand Global Ensemble (TIGGE) is a key component of the THORPEX project, which provides operational global ensemble forecast data quasi-operationally (2-day delay). The TIGGE portals provide the TIGGE data freely only for research and education purposes. For details, visit the WMO THORPEX website or the TIGGE website.

The TIGGE Museum is operated for a promotion of utilization of the TIGGE data by Dr. Mio Matsueda (University of Tsukuba and University of Oxford). Products in the TIGGE Museum are updated every day with a 2- or 3-day delay, and are available for non-commercial use.

If you want to use the TIGGE data, sample scripts (tar.gz, 48MB) (readme) would help you to enjoy your TIGGE life! Updated!

S2S Museum has been just open! New!



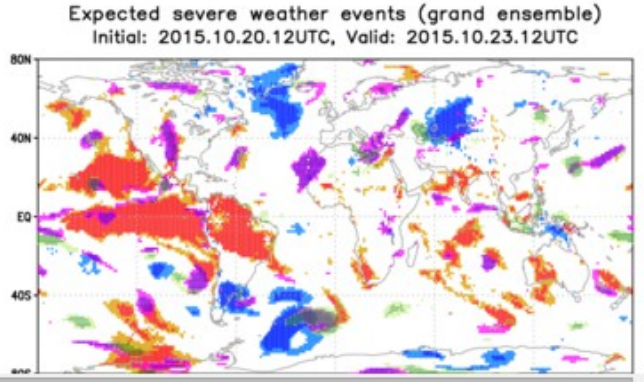
LastUpdate:10/12/2015 10:52:56

Configurations of the operational medium-range Ensemble Prediction Systems (EPSs)

- The latest details of global EPSs available at the TIGGE portals (as of February 2014) [pdf]
- Data availability at the ECMWF TIGGE data portal

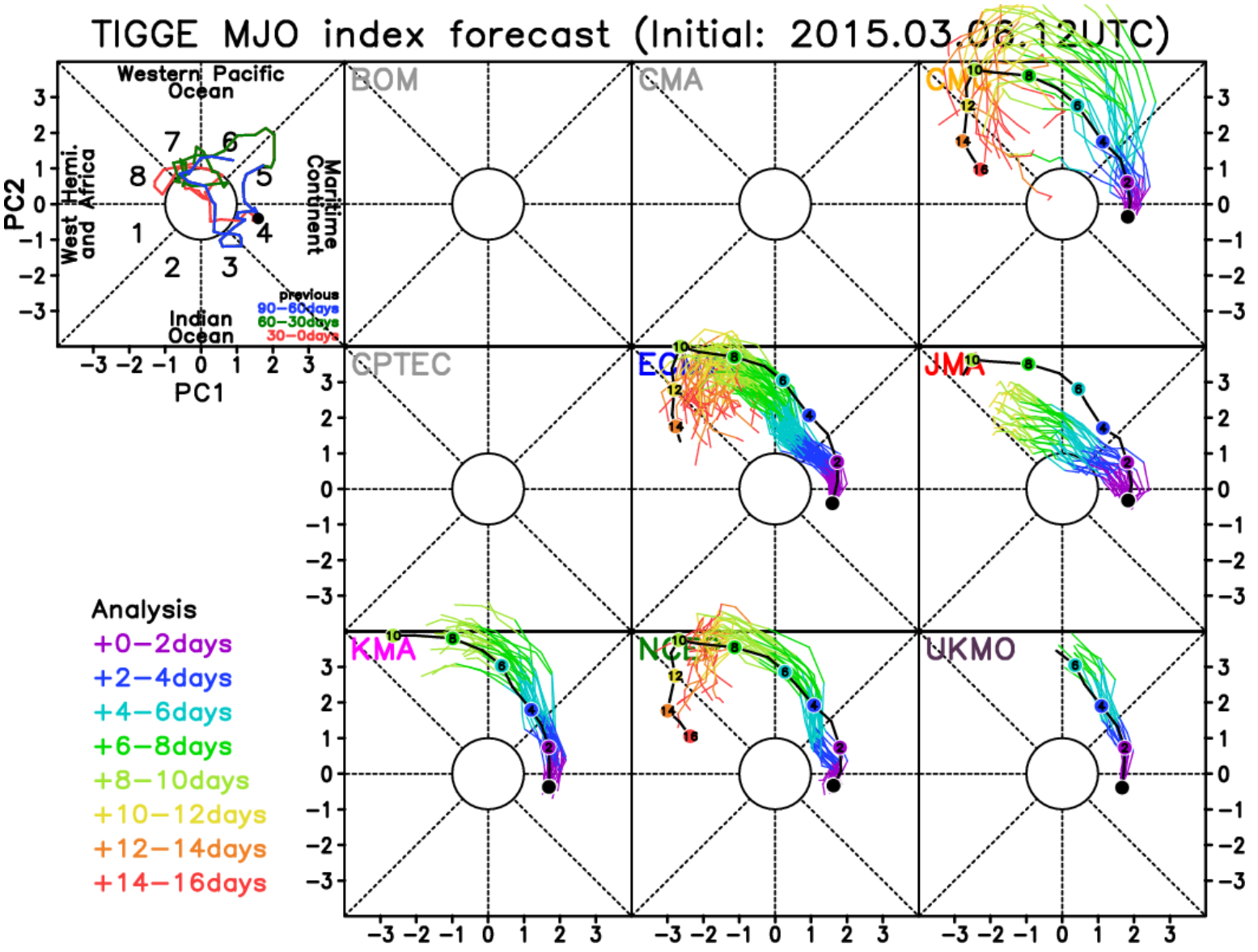
TIGGE real-time products Updated every day!

- Spaghetti diagram, ensemble mean, and ensemble spread for Z500
- Ensemble forecasts for specific atmospheric phenomena
  - MJO forecasts (verifications)
  - Probabilistic forecasts of blocking over the NH and SH
- Ensemble-based severe weather forecasts (heavy rain, strong winds, and high/low temperature) (a short guide about the products [pdf] or Matsueda and Nakazawa (2014, Meteorol. Appl.))



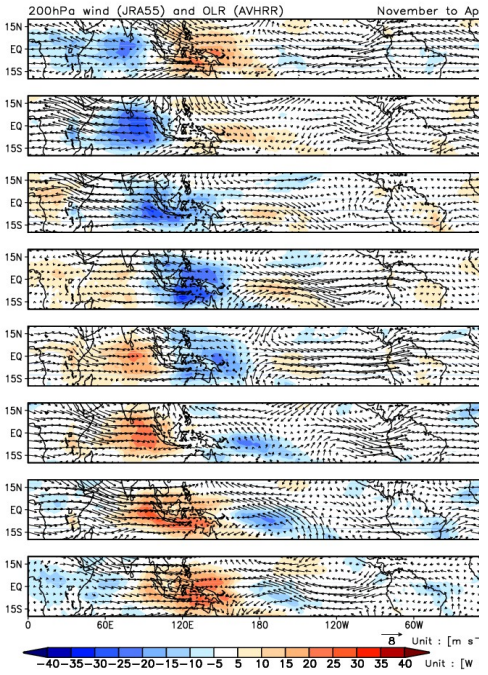
The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”



Real time products

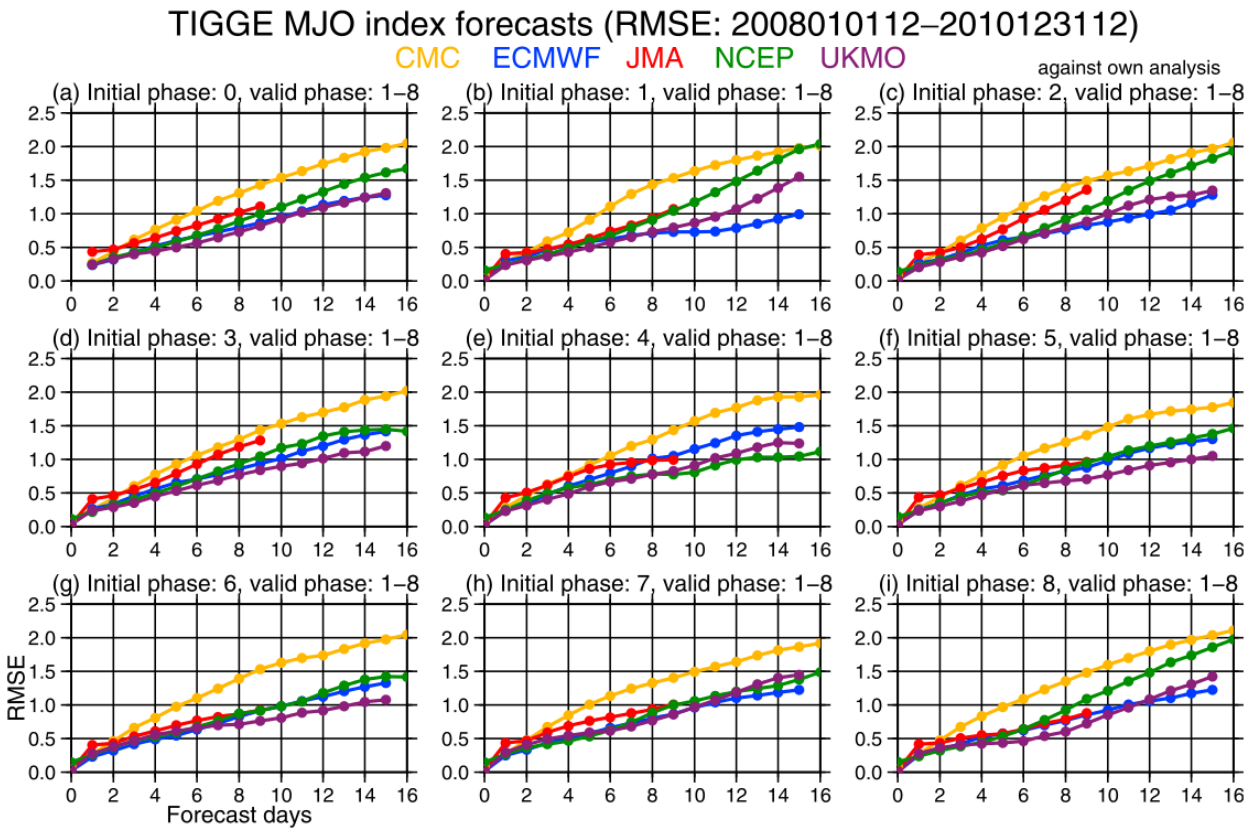
- spaghetti plots
- MJO forecast
- blocking forecast
- early warning of severe weather
- EPS meteogram
- forecast skills
- model's biases

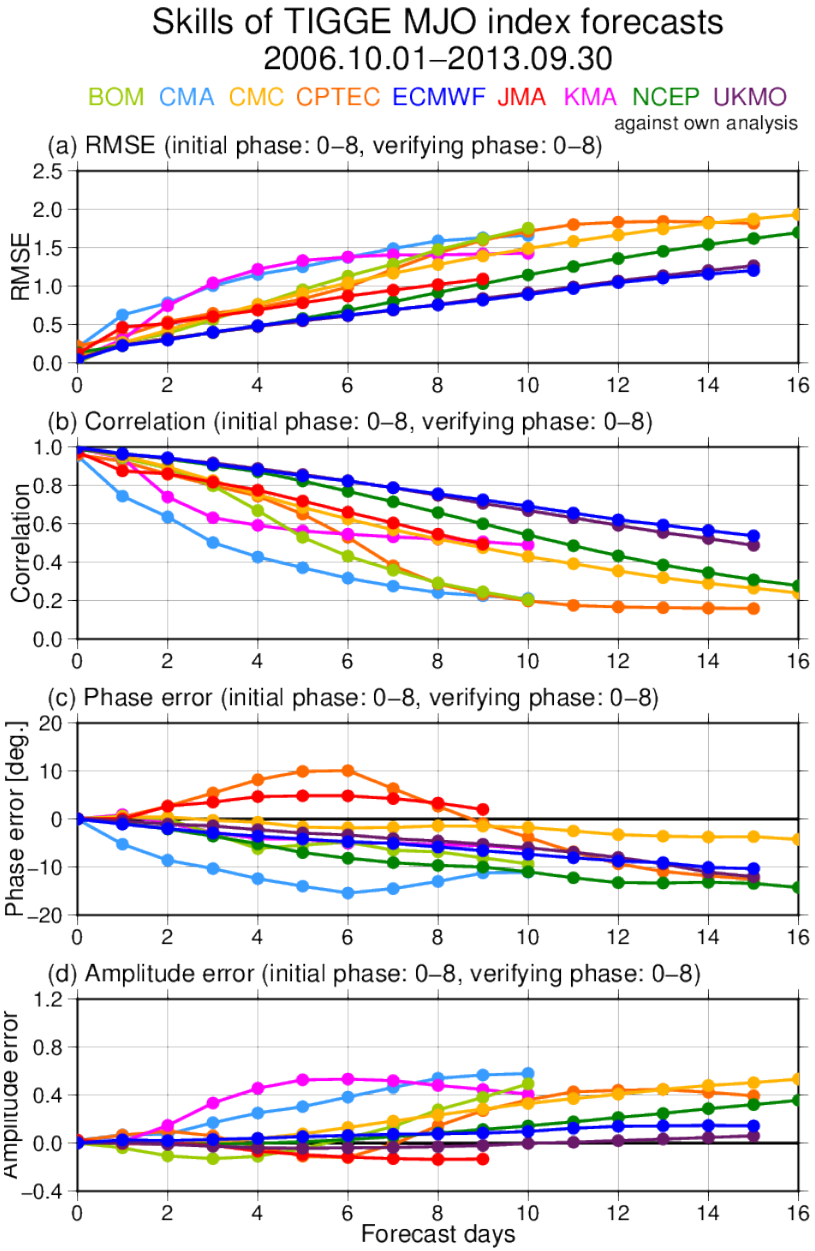


Matsueda and Endo(2011, GRL)

MJOの予測可能性
(Matsueda and Endo 2011, GRL)

- **ECMWF**と**UKMO**の予報精度が高いが、予報が得意な位相は異なる(**ECMWF**: 1-4, **UKMO**: 5-8)
- **JMA**はMJOの位相速度が速く、振幅が小さい傾向にあるが、これは他センターとは異なる特徴

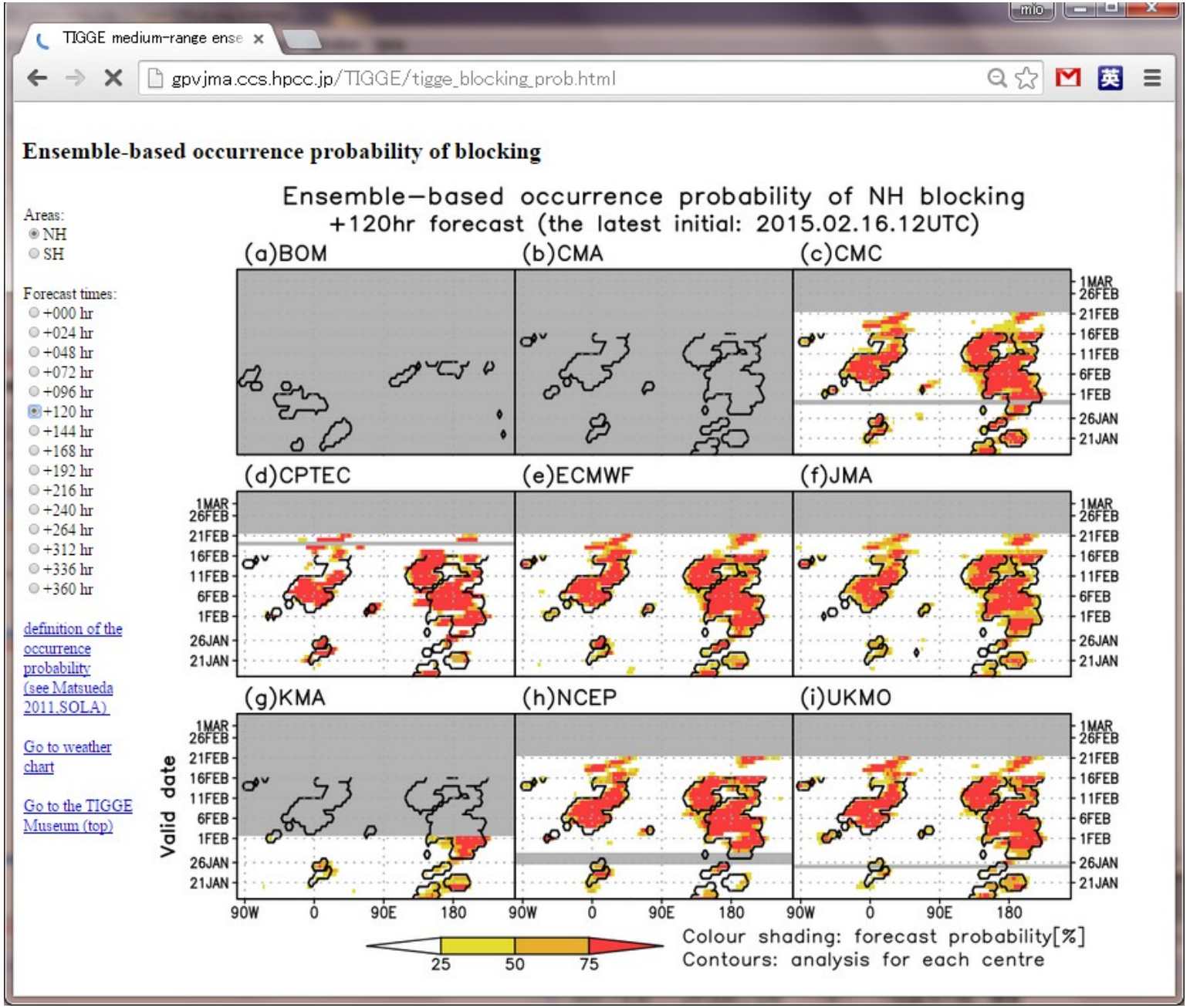




(updated from Matsueda and Endo)

The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”



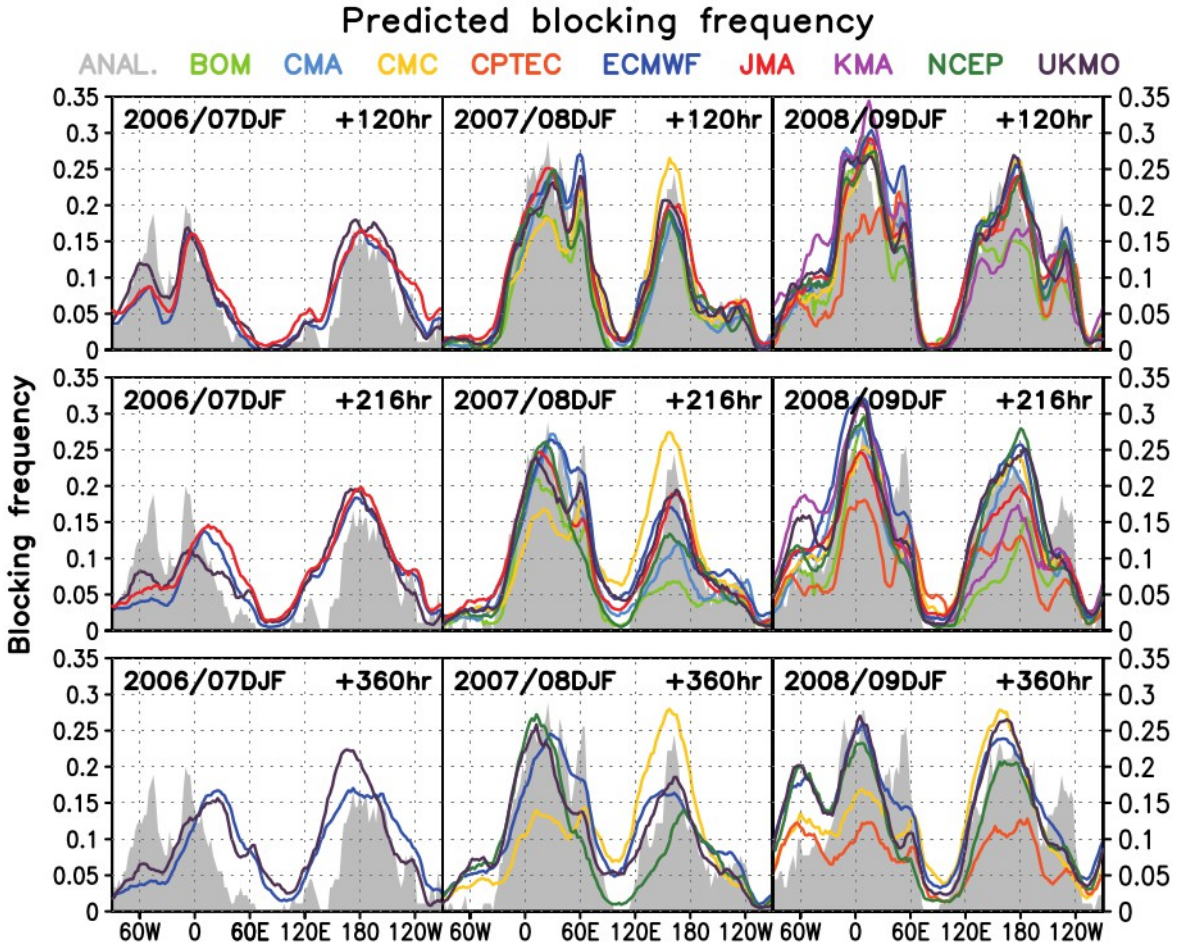
Real time products

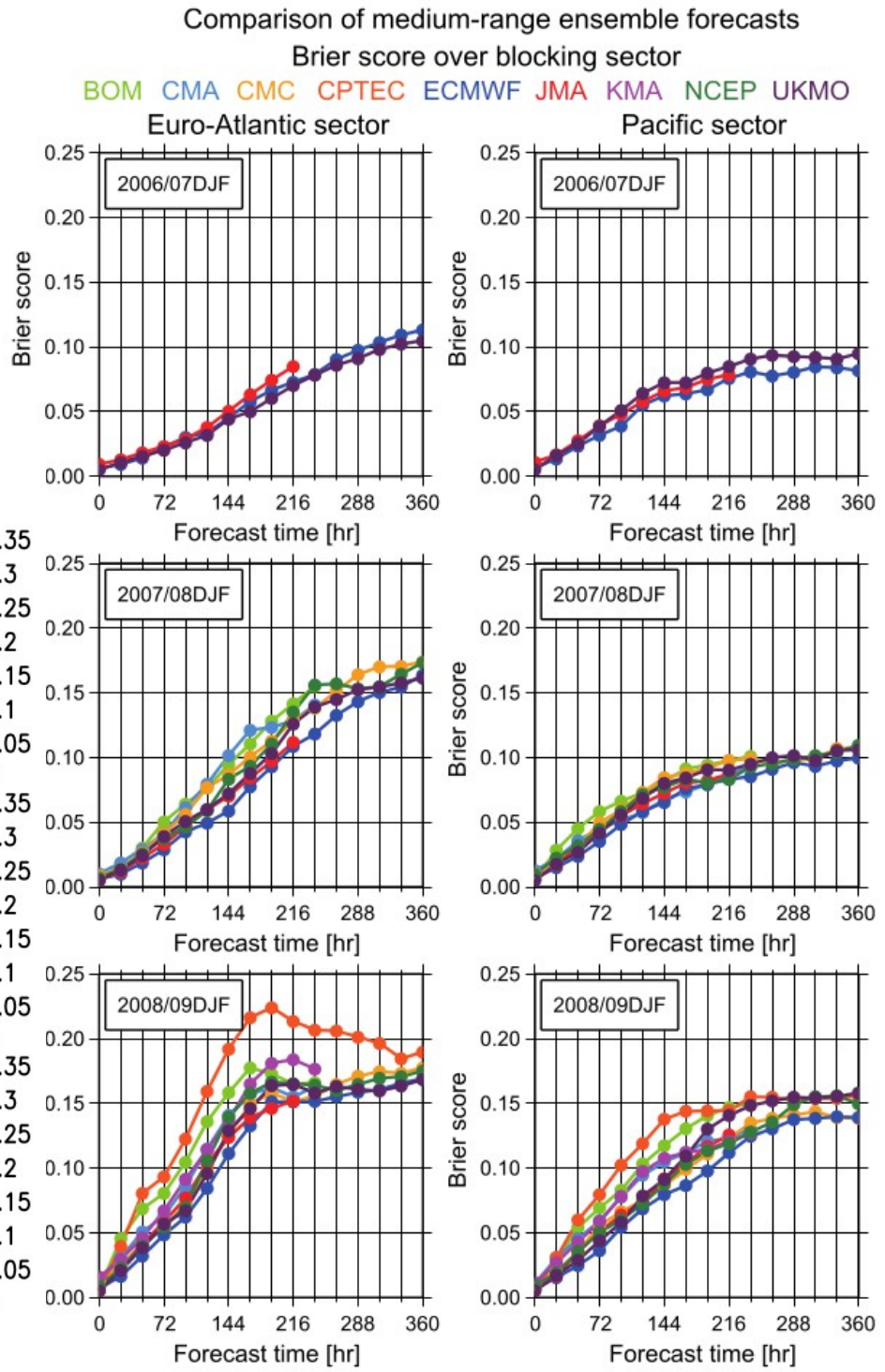
- spaghetti plots
- MJO forecast
- blocking forecast
- early warning of severe weather
- EPS meteogram
- forecast skills
- model's biases

Matsueda (2009, SOLA)

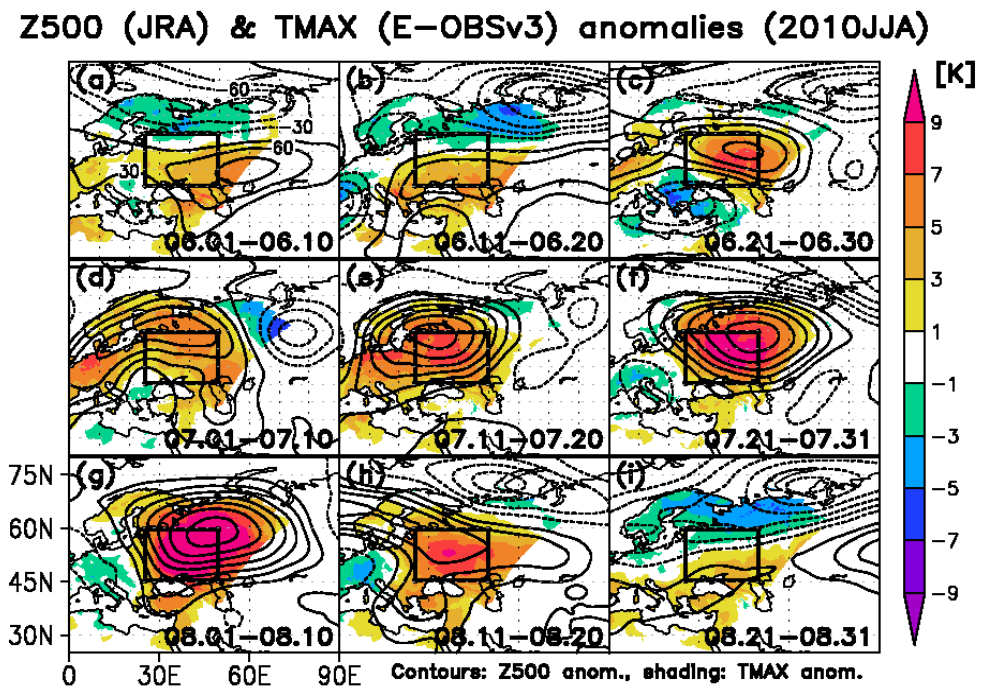
北半球ブロッキングの予測可能性 (Matsueda 2009, SOLA)

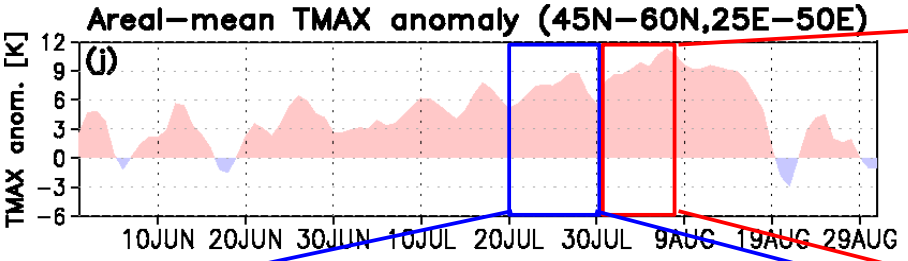
- 最先端の数値予報モデルでは、9日予報でもブロッキングがそれなりに出る
- 大西洋と太平洋を比べると、大西洋の方が予測が難しい

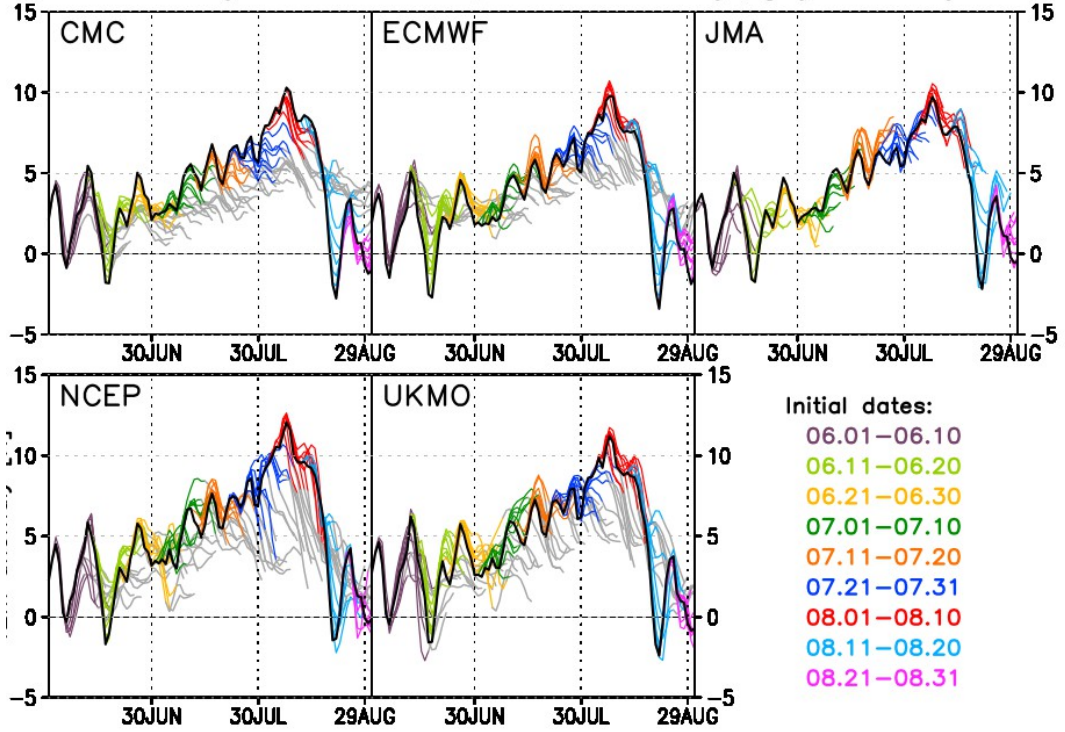




2010年熱波の予測可能性 (Matsueda 2011, GRL)







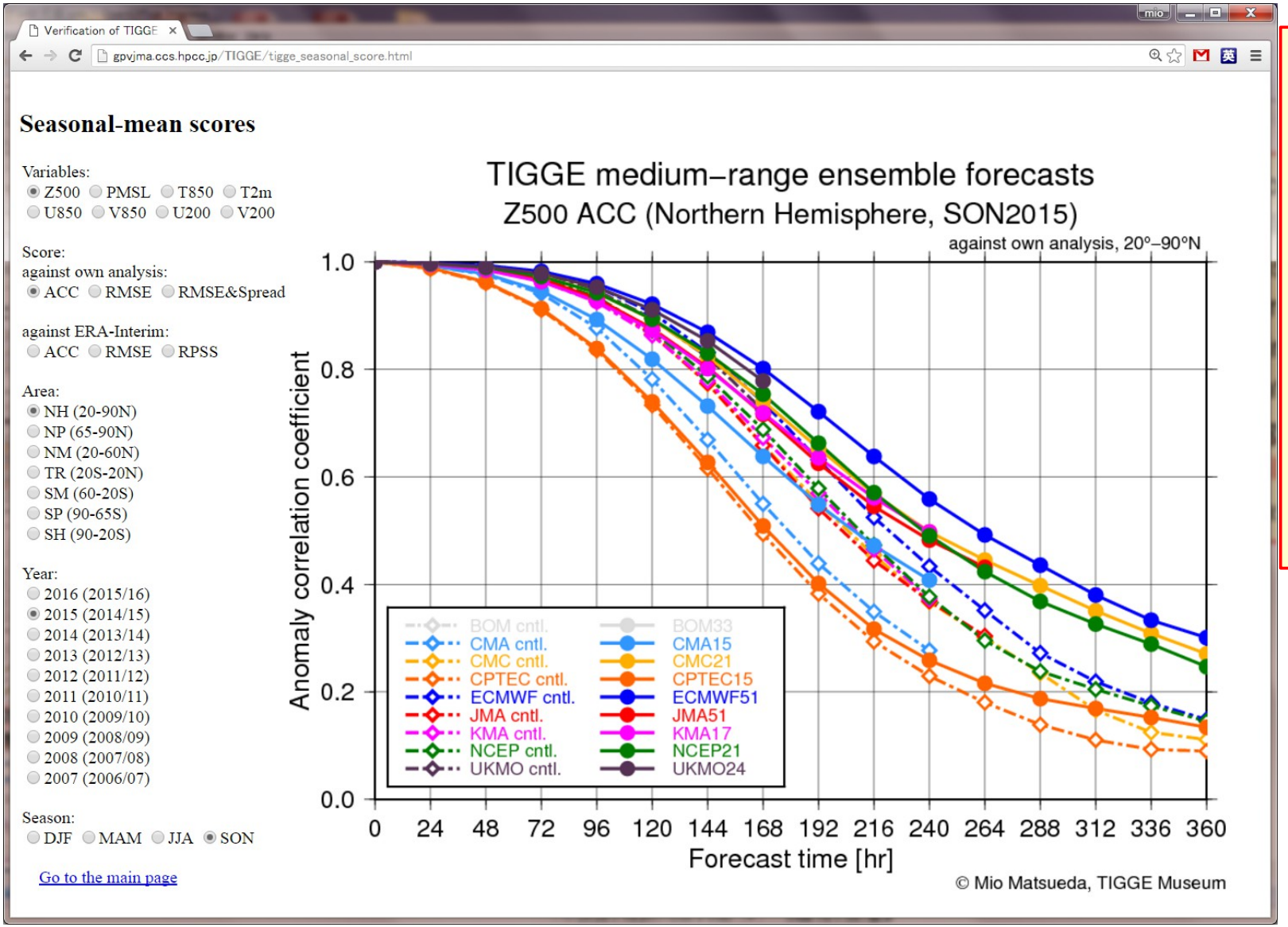
- 熱波のピークは6日以上前からは予測できなかった。
- モデルのブロッキングが実況よりも早く崩壊

Moscow

New Tmax record: 39℃! 1,600 drowning deaths!

The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”

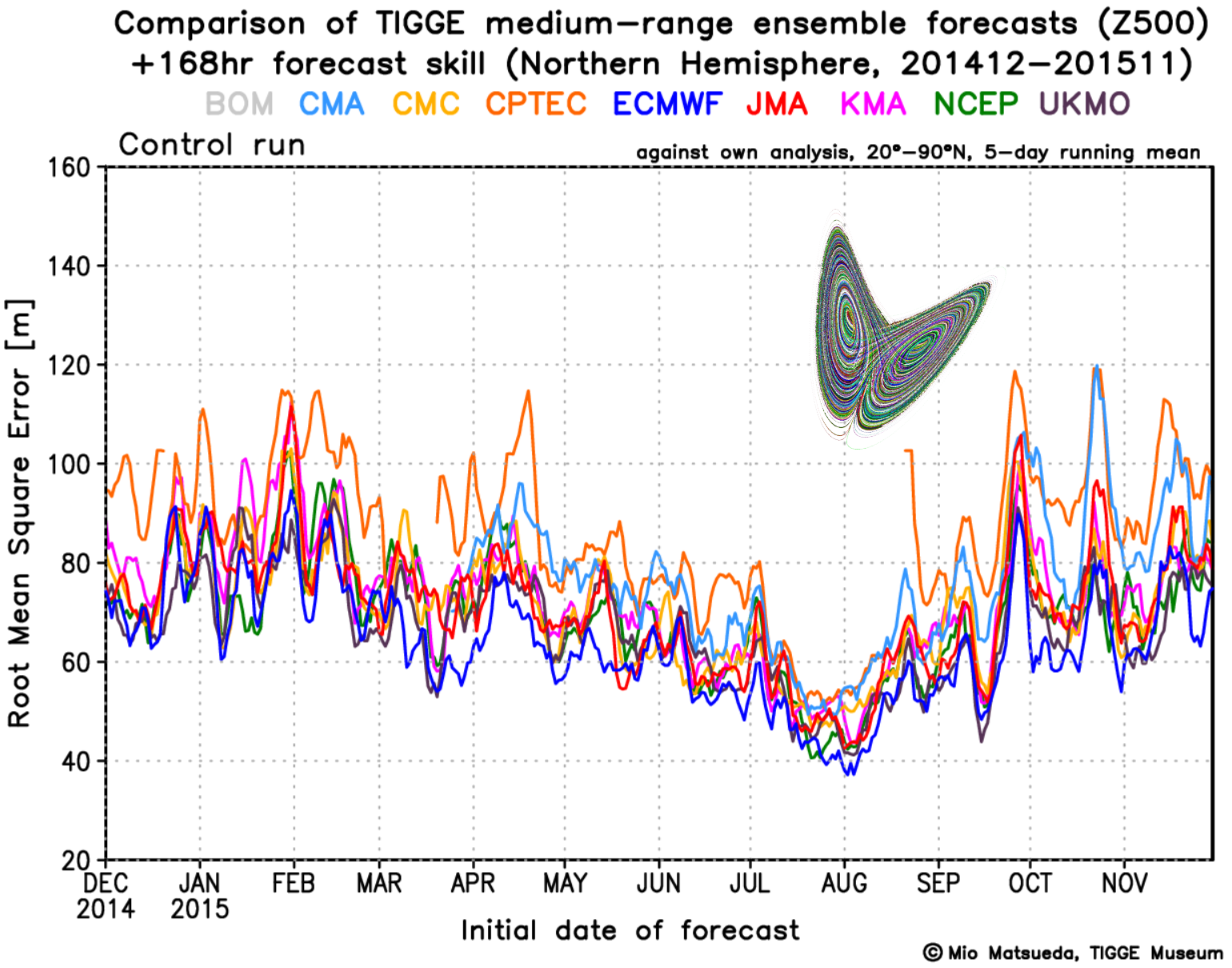


Real time products
- spaghetti plots
- MJO forecast
- blocking forecast
- early warning of severe weather
- EPS meteogram
- forecast skills
- model's biases

ECWMF shows superior skill, followed by **UKMO**, **NCEP**, **CMC**, **JMA** and **KMA**.

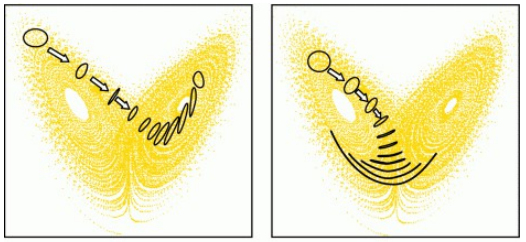
The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”



Real time products

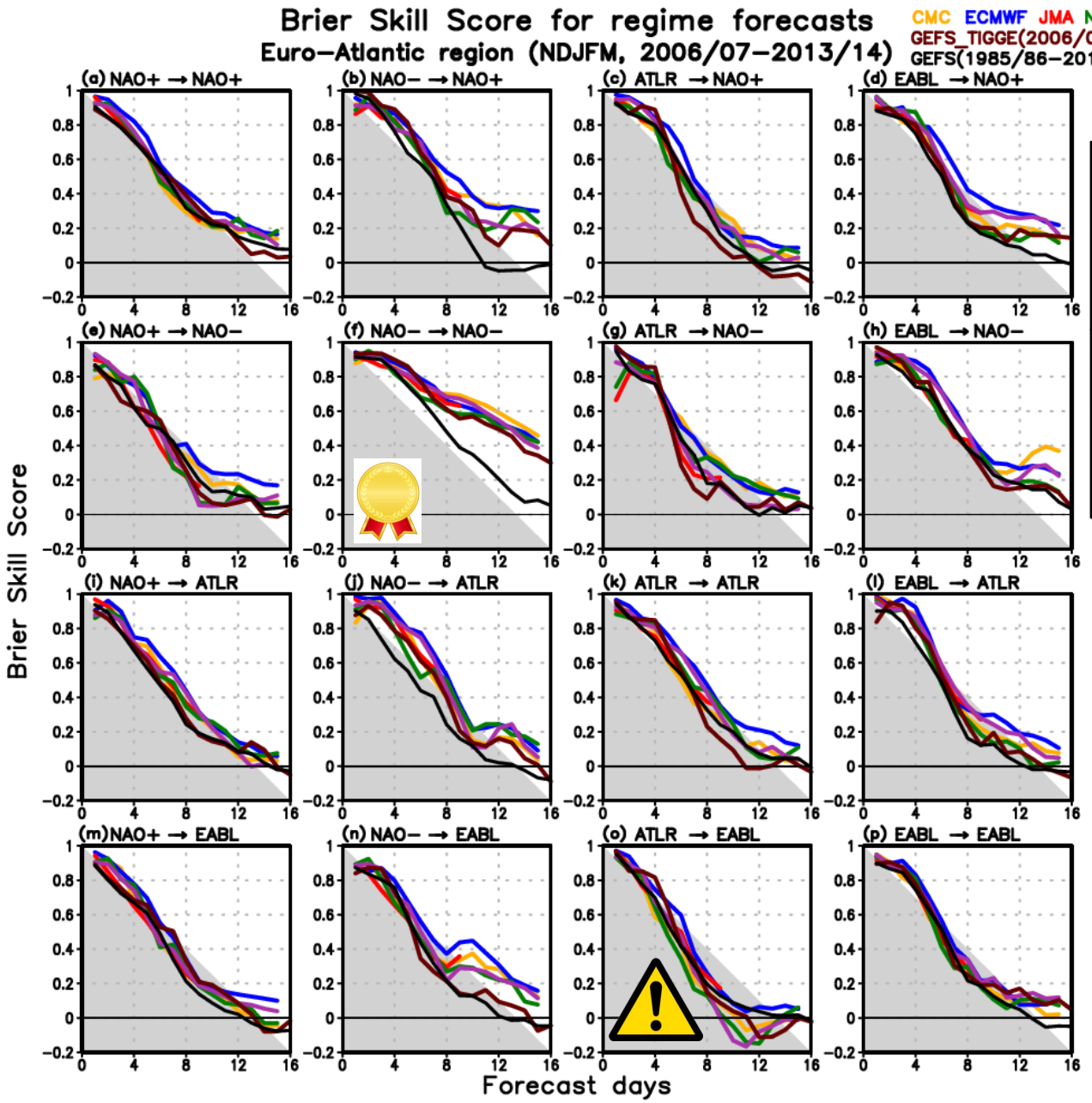
- spaghetti plots
- MJO forecast
- blocking forecast
- early warning of severe weather
- EPS meteogram
- forecast skills
- model's biases

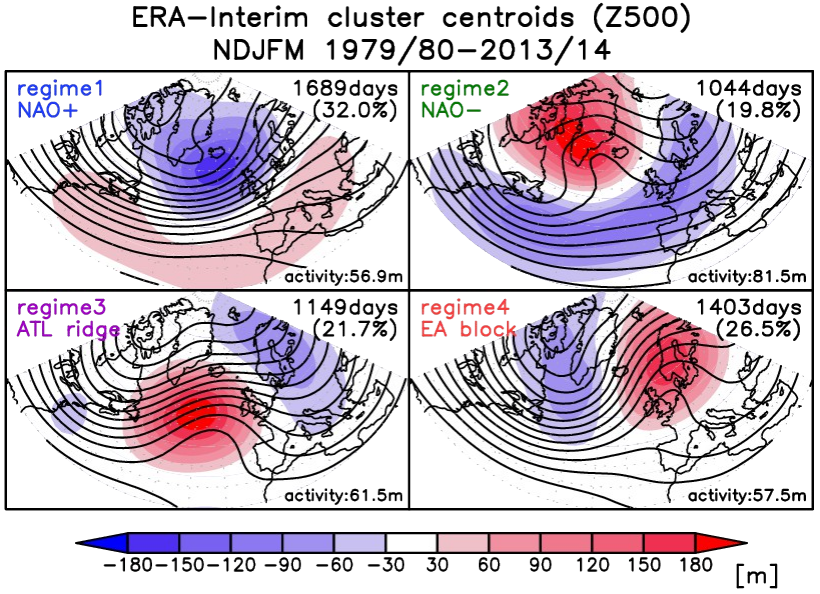


From Palmer's website

大気には予測しやすい場と予測しにくい場がある

天候レジームの予測可能性
(Matsueda and Palmer, in prep.) ×3

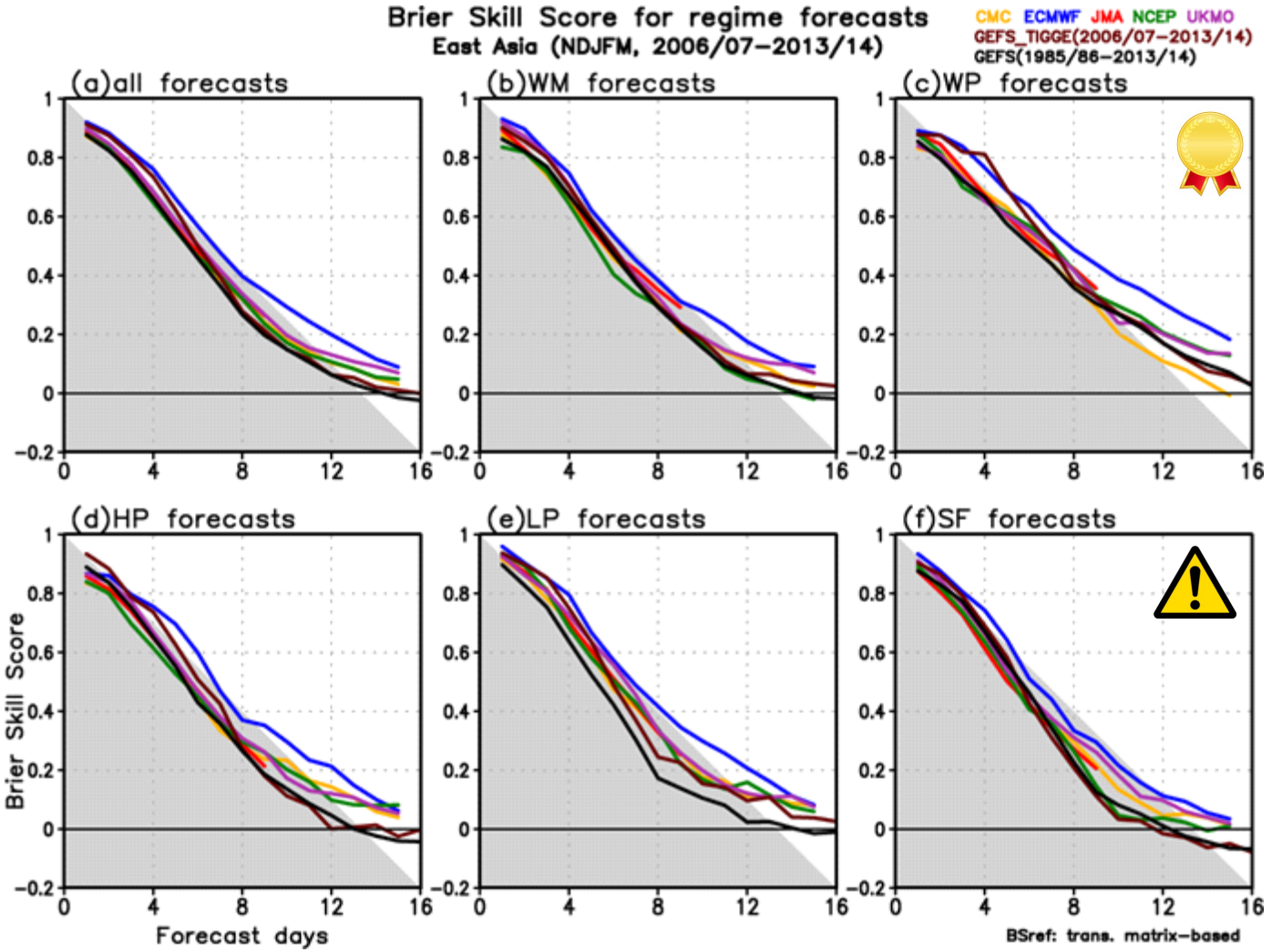




NAO-の予測精度が最も高い
(特に持続の予報精度が高い)

初期レジームがAtlantic ridgeのときのブロッキング予報は精度が最も悪い

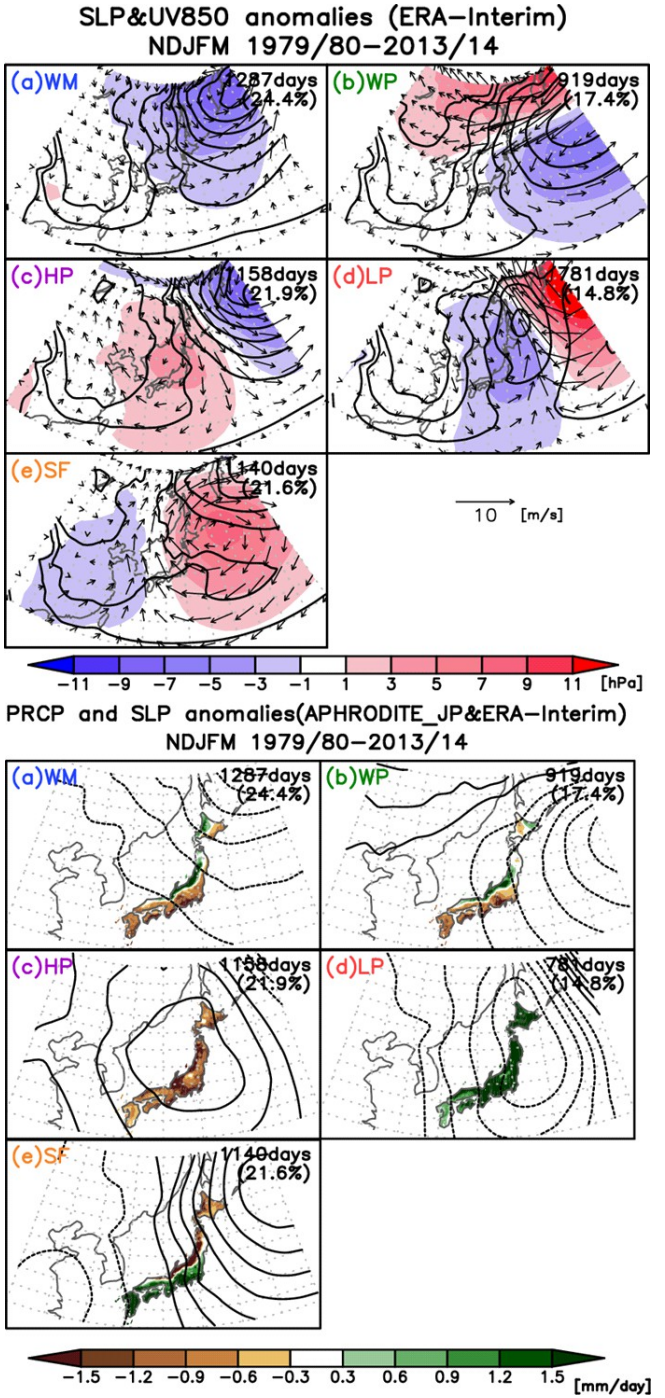
天候レジームの予測可能性
(Matsueda and Kyouda 2016, SOLA)



Western Pacific Patternの予測精度が高い

Southerly Flow(南岸低気圧)の予測精度が低い

アジア域の天候レジーム
(クラスタリングはZ500で行う)



The TIGGE Museum

Google: “TIGGE museum”

Early warning products for high impact weather (probabilistic forecasts)

顕著現象
- 豪雨
- 強風
- 高低温

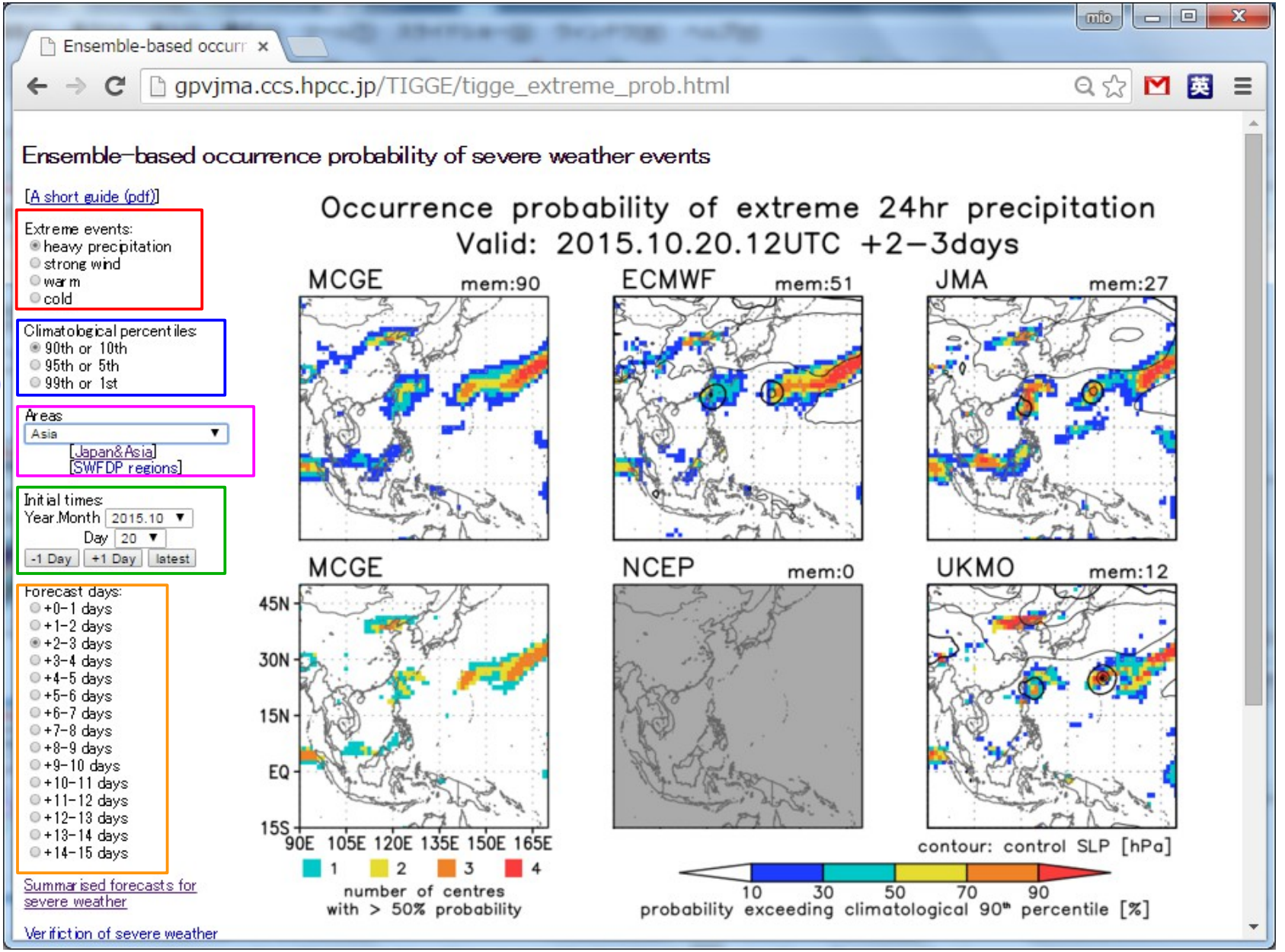
確率予報の閾値(90, 95 &99パーセンタイル)

対象領域 (14地域)

予報初期日
(2006年10月以降の全予報が閲覧可)

予報時間
(+15日まで)

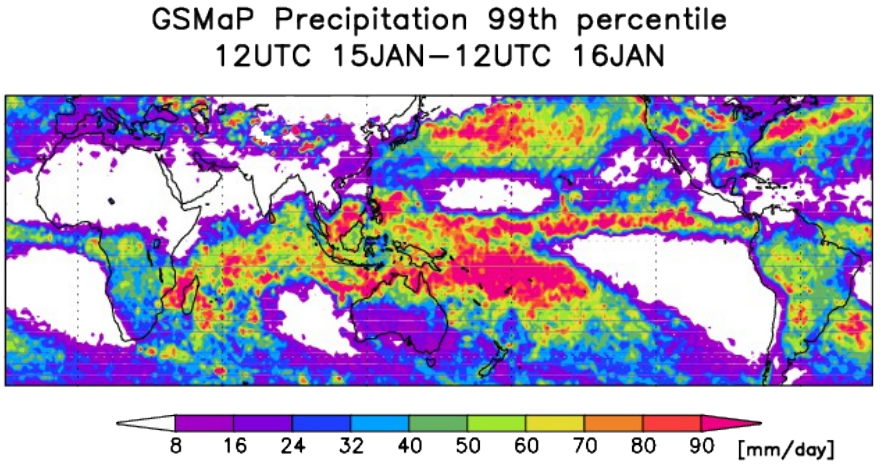
途上国支援用のリアルタイム版が英国気象局内で運用予定



Matsueda and Nakazawa (2015, Meteorl. Appl.)

TIGGEデータによる気候学的確率密度関数(パーセンタイル値)の見積り

気候学的確率密度関数は、観測と数値予報モデルで異なる（モデルの10mm/hrは、観測の10mm/hrと必ずしも同じ状況を意味しない)。また、数値予報モデル間、あるいは、モデルバーション間でも異なる（ECMWFモデルの10mm/hrは、JMAモデルの10mm/hrと必ずしも同じでない)。現象が顕著であればあるほど、これらの違いは大きくなる。



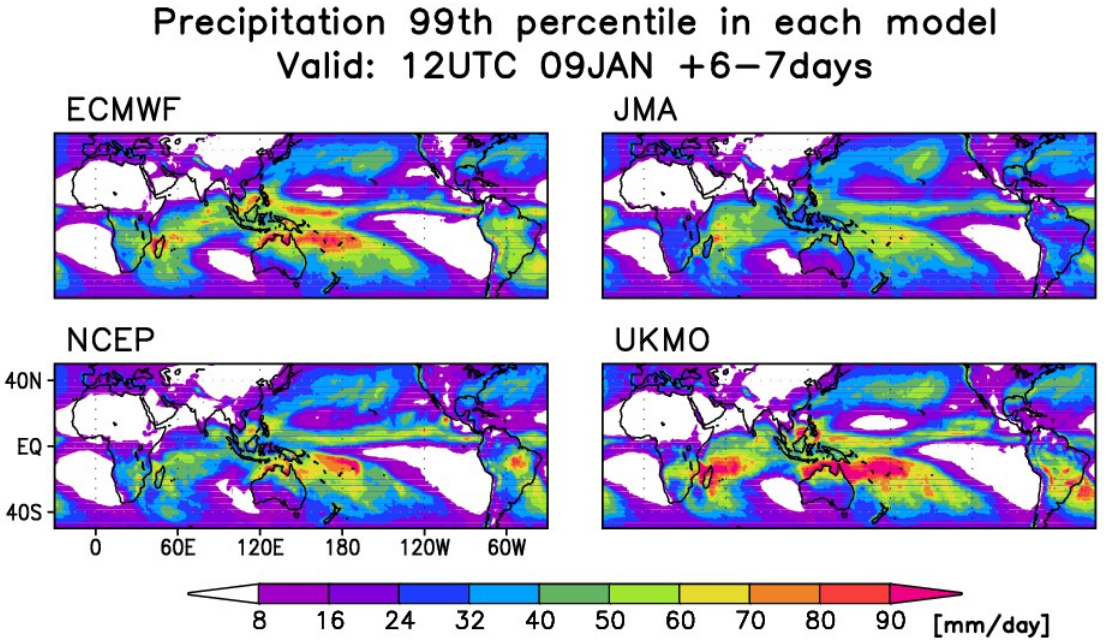


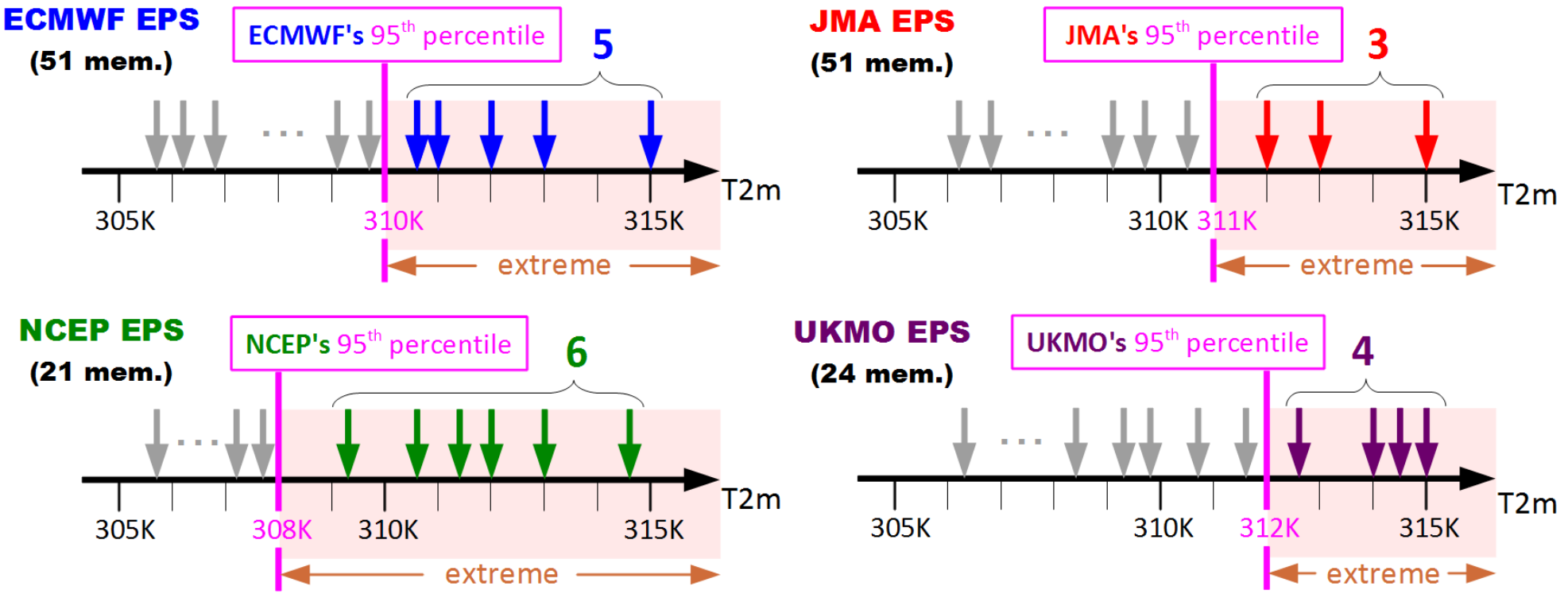
図: 観測(GSMaP, 左)と数値予報モデル(右)に対する、降水の気候学的99パーセンタイル値の例。

よりもっともらしい気候学的確率密度関数を見積もるには、均質で長期の観測データや、再予報データ(数値予報システムを固定して過去の予報をやりなおしたもの)を利用する必要がある。

顕著現象の発生確率の定義

各モデルから得られる気候学的確率密度関数(気候学的パーセンタイル値)は異なるので、各モデルの気候学的パーセンタイル値を基に確率予報値を定義。これにより各モデルのバイアスを考慮したグランドアンサンブルを構築できる。

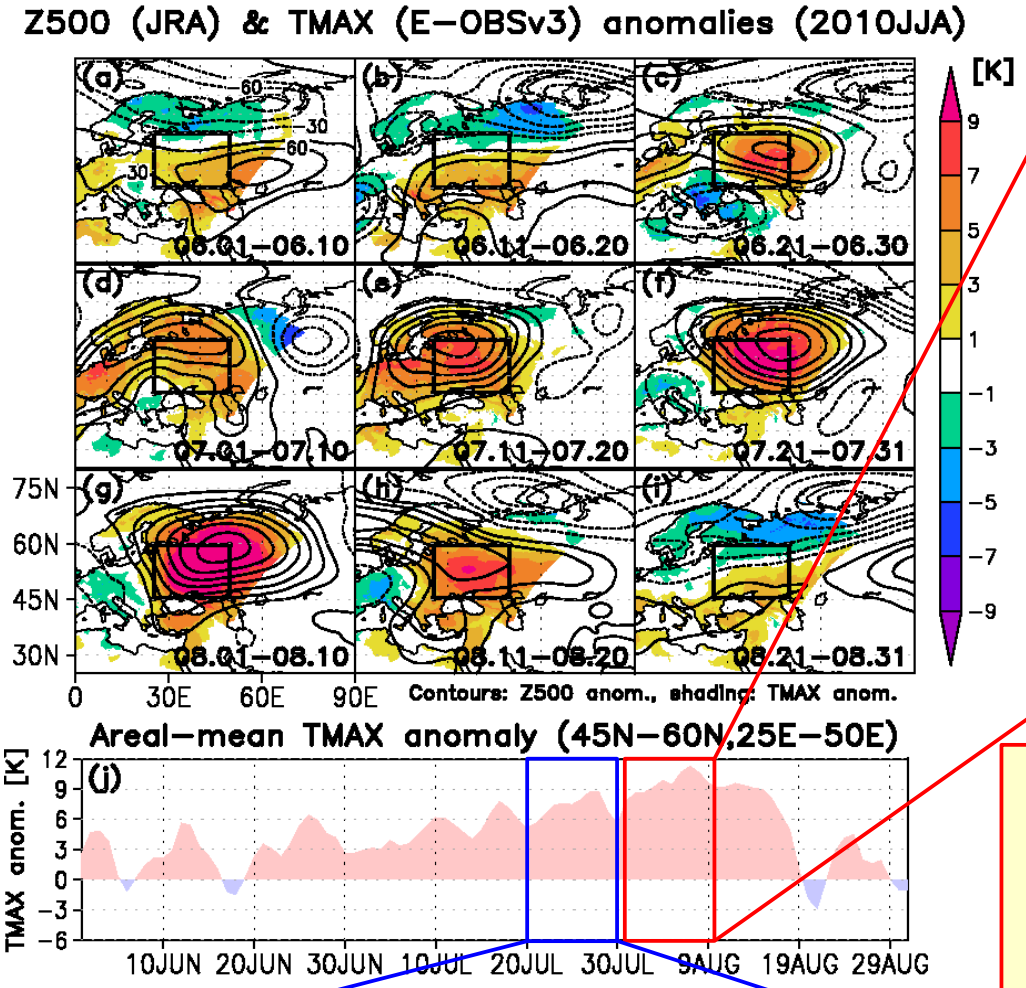
Example: forecast probability of surface temperature at Oxford



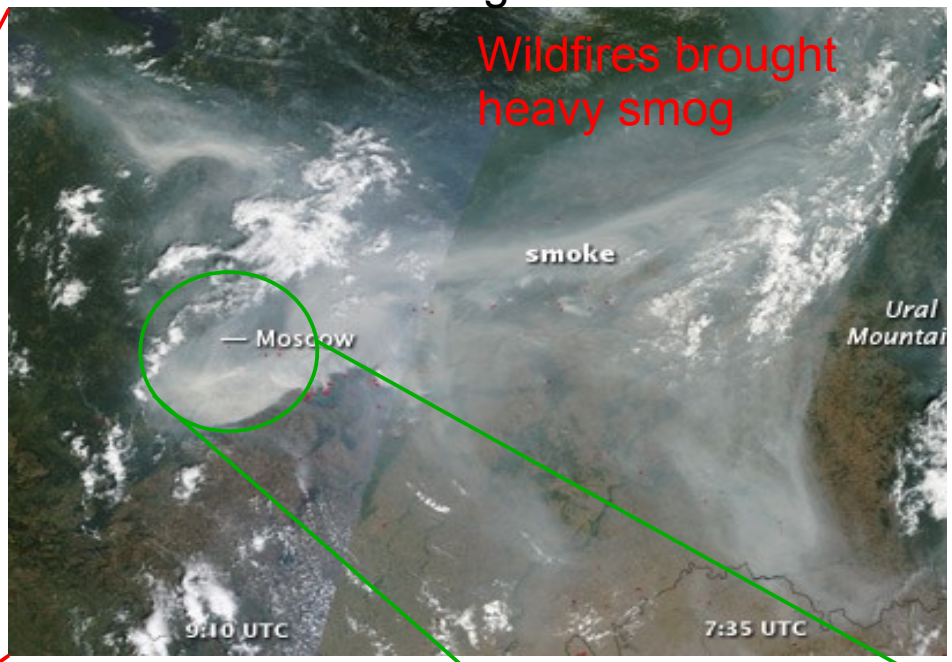
18 (=5+3+6+4) メンバーが、各モデルの気候学的95パーセンタイル値 (310, 311, 308, 312K)よりも高い値を予報。この場合、(20年に一度程度の)極端高温の発生確率は、12.2% (=18/(51+51+21+24))となる.

Russian heatwave (JJA 2010)

Matsueda (2011, GRL)



4th August



The heatwave killed at least 15,000 people, and brought wildfires, smog-induced health injury, and huge economic loss.

Moscow

New maximum record of 39℃!

1,600 drowning deaths!

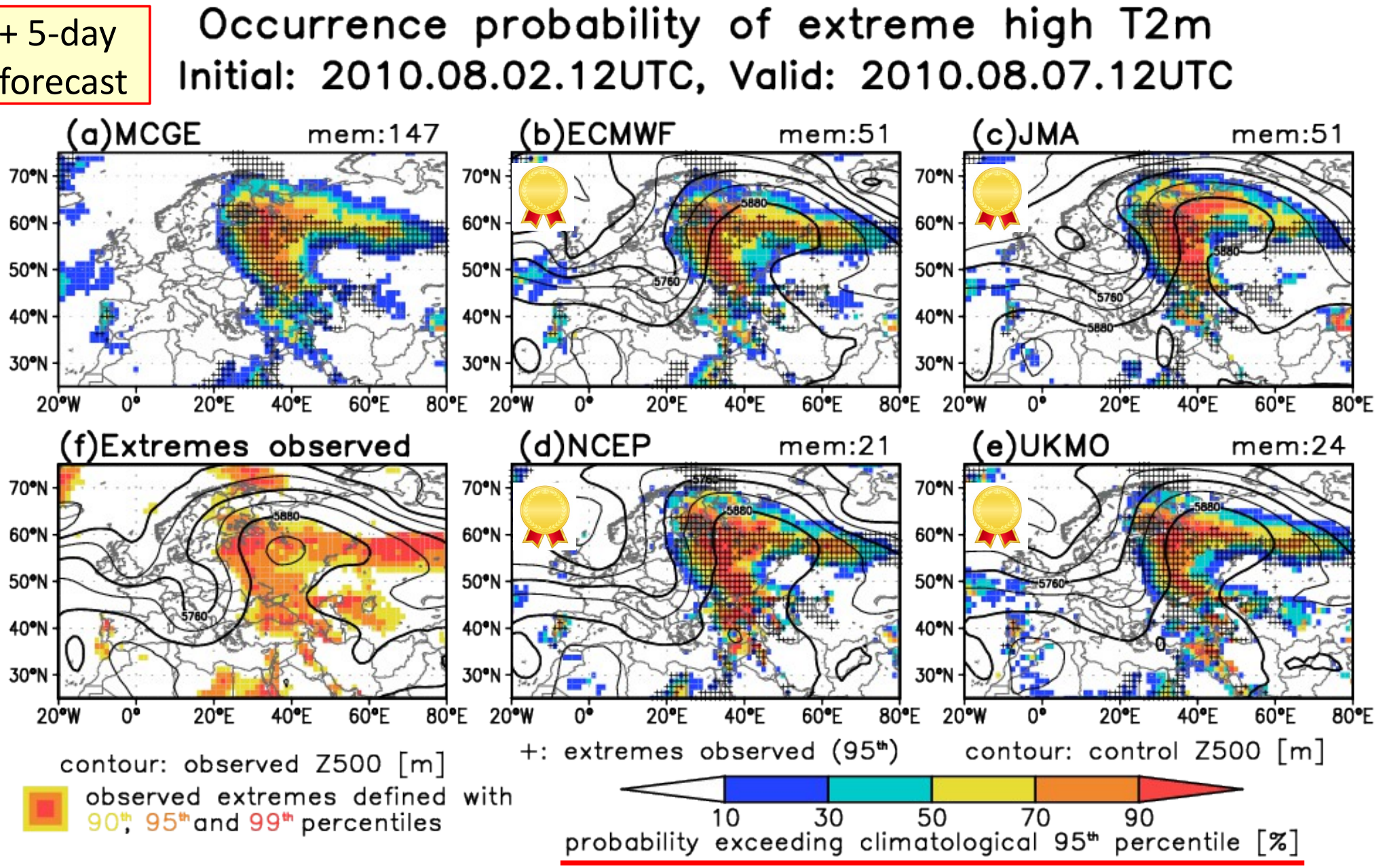
Moscow

China!?

Not flu!

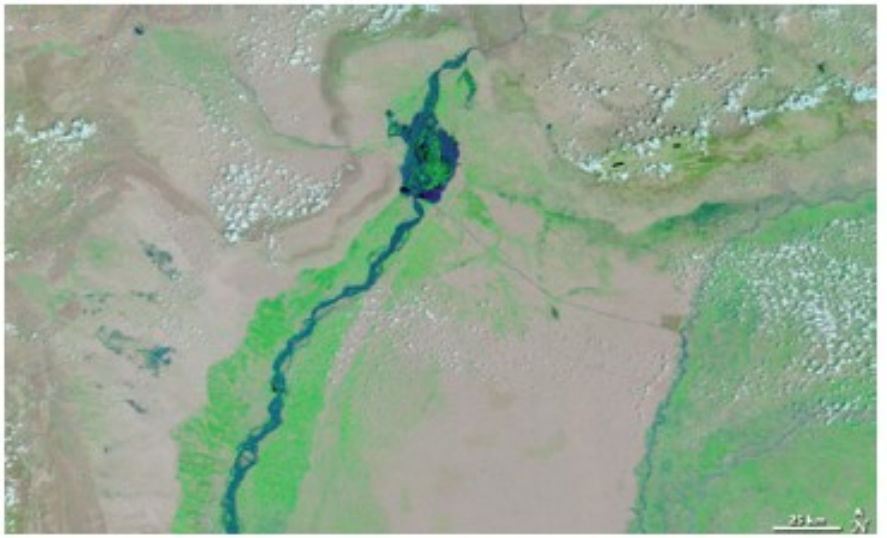
Russian heatwave (JJA 2010)

+ 5-day forecast



Pakistan floods (July 2010)

a August 2009



b August 2010

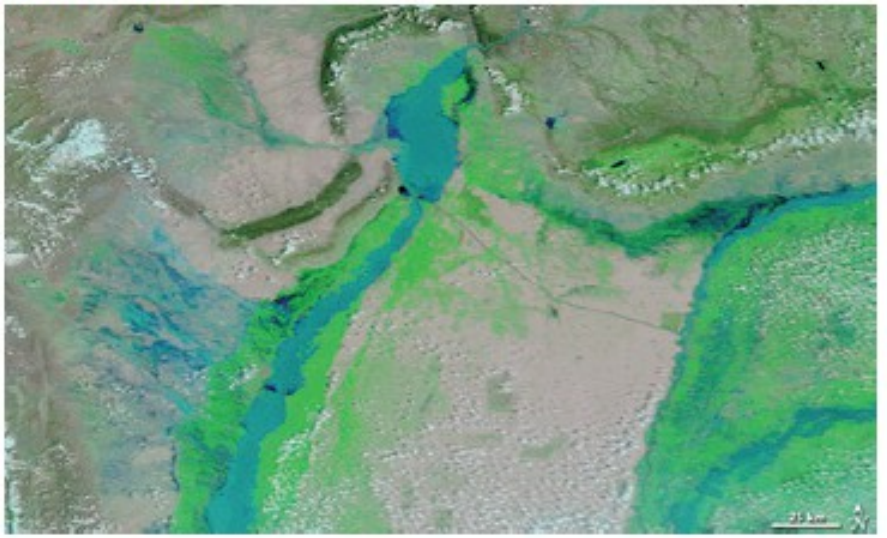
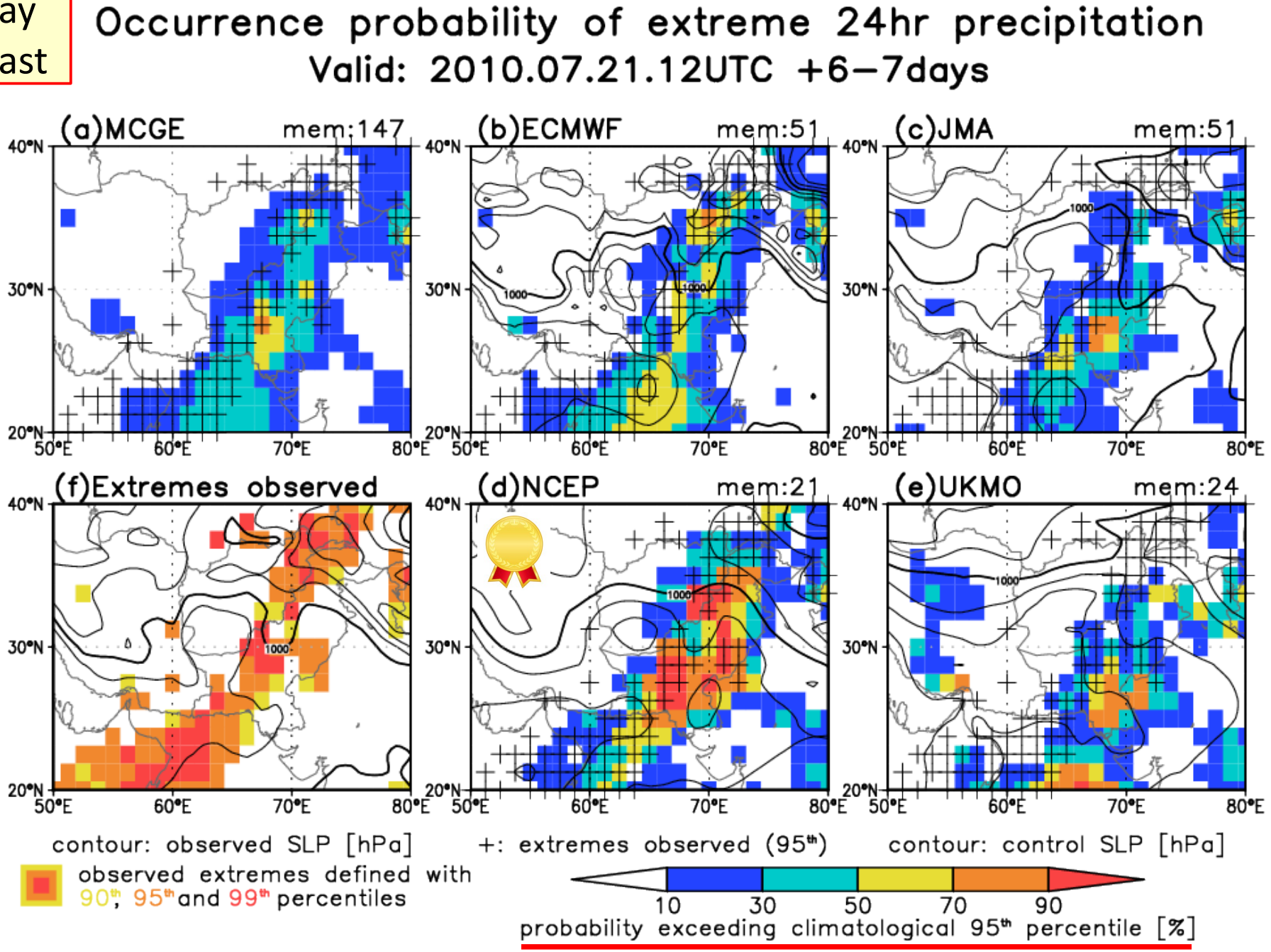


Figure 7 Satellite images of the catchment of the river Indus for (a) August 2009 and (b) August 2010.

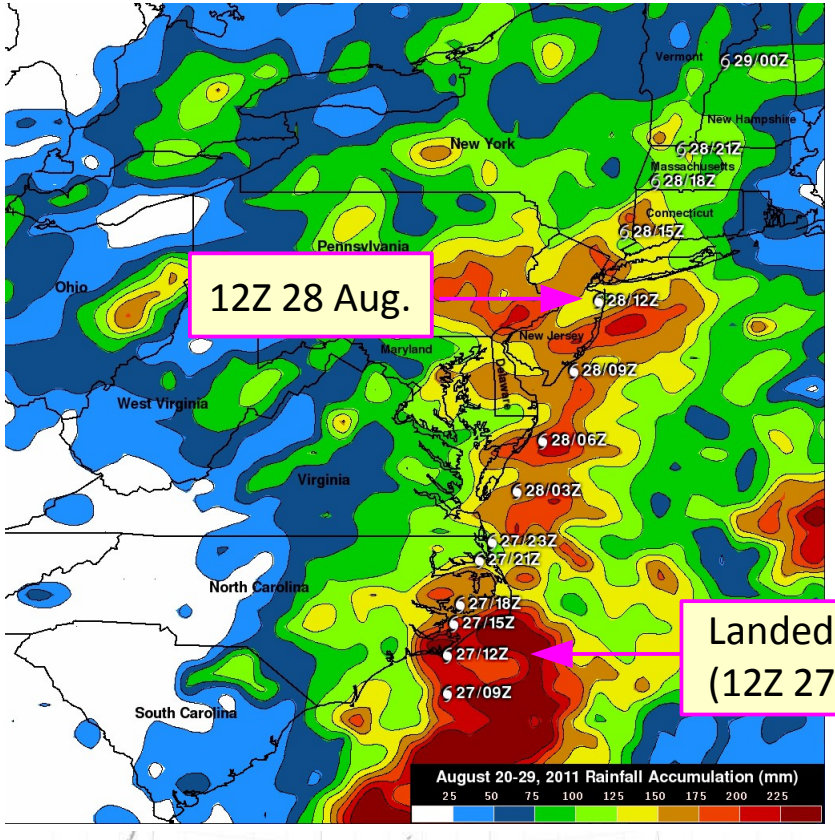
ECMWF Newsletter (No. 125, 2010)

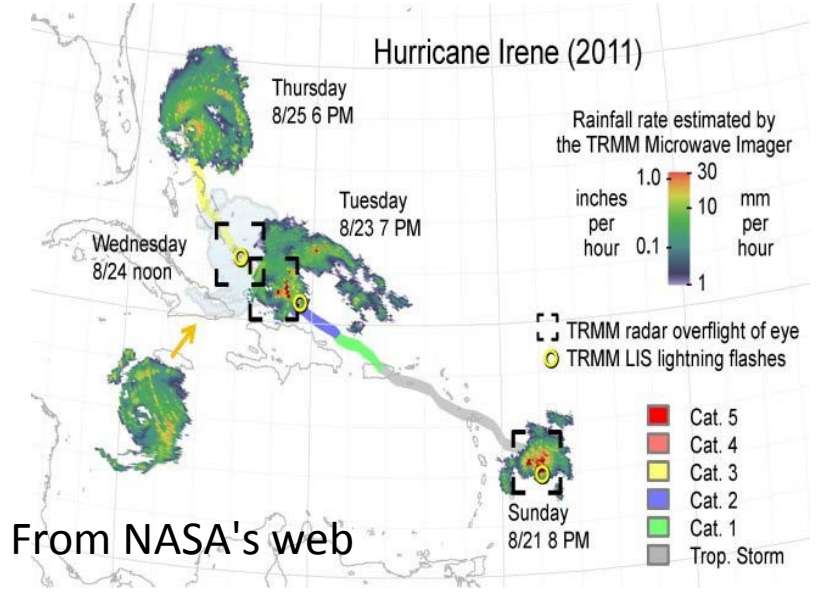
Pakistan floods (July 2010)

+ 7-day forecast

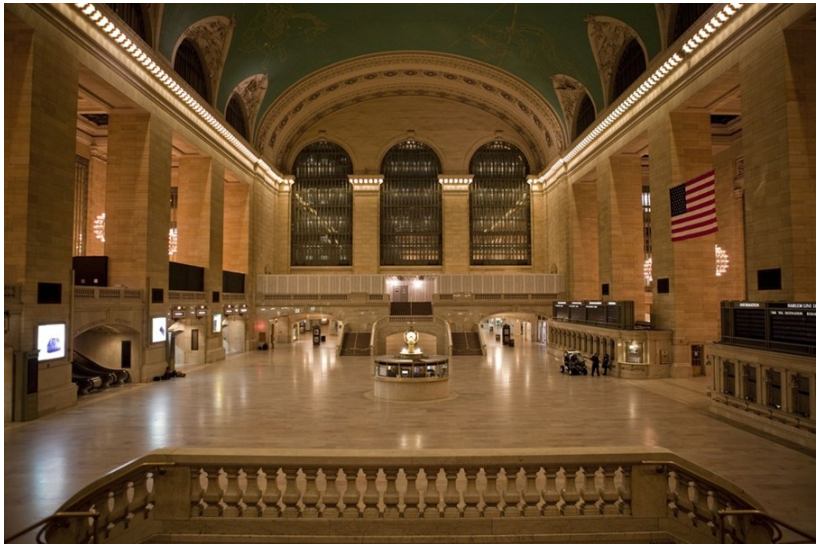


Hurricane Irene (August 2011)





From NASA's web

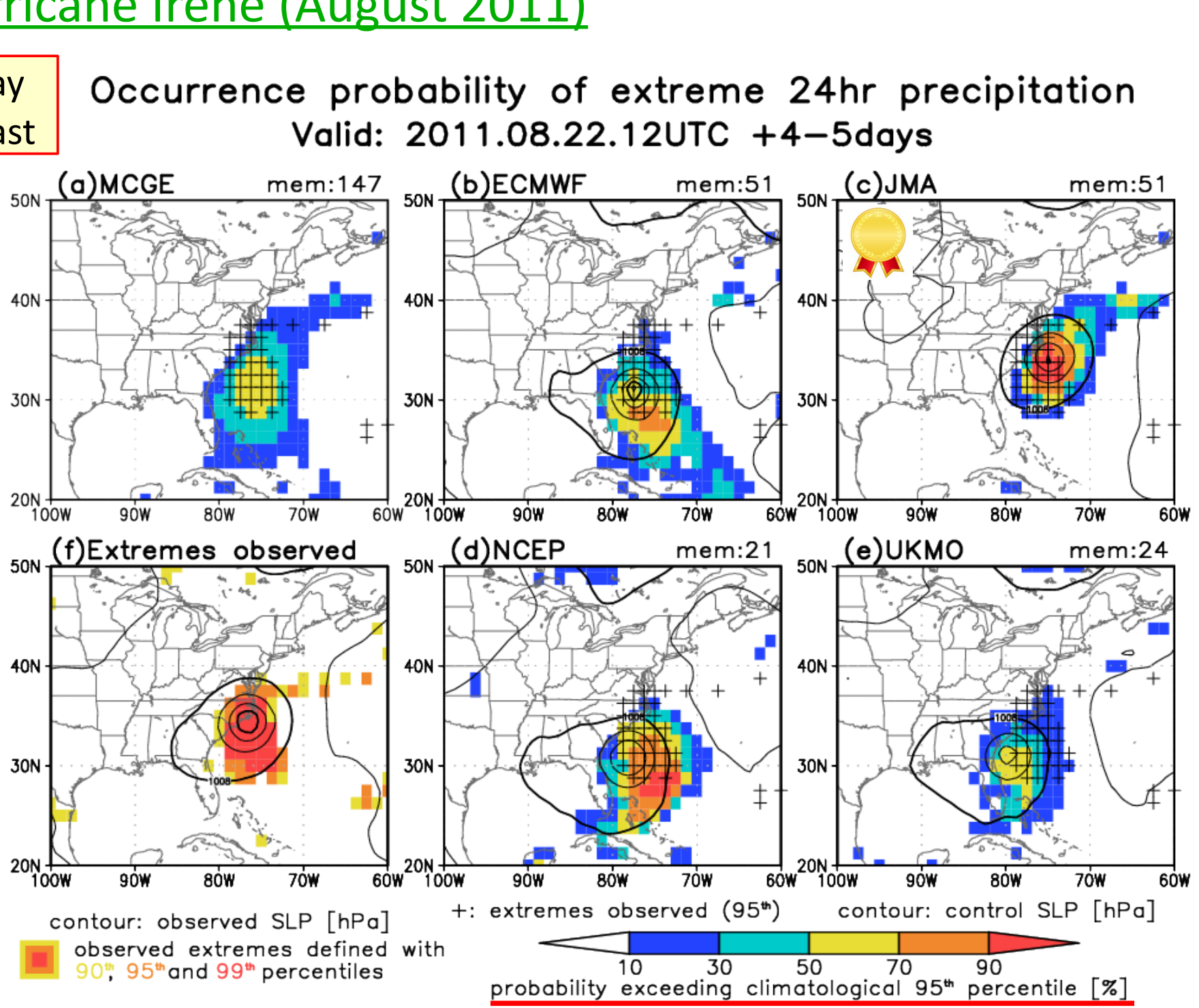


Central Grand Station, NY, USA
(27 August, 2011)

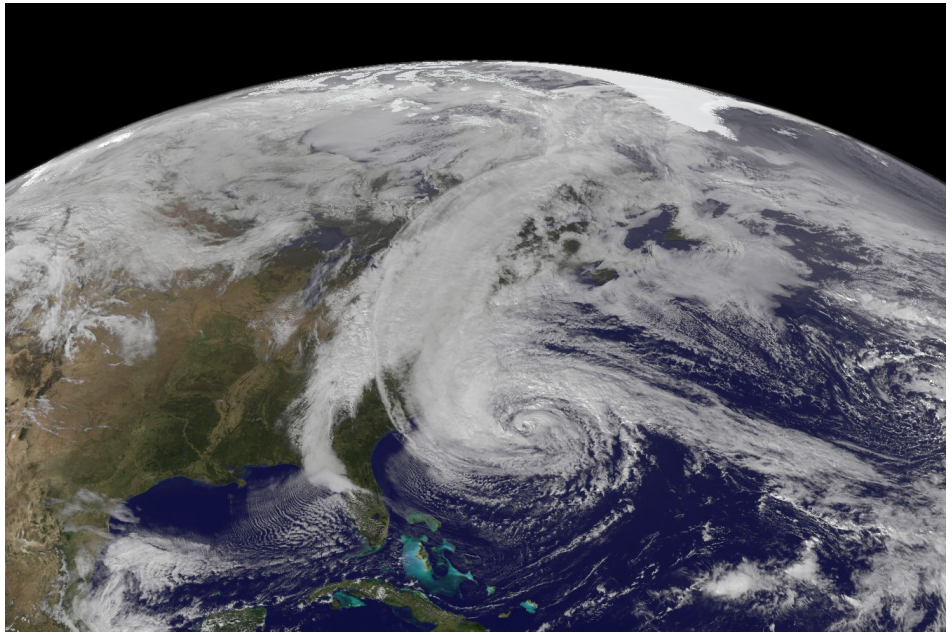
Kill Devil Hills, North Carolina, USA
(25 August, 2011)

Hurricane Irene (August 2011)

+ 5-day forecast



Hurricane Sandy (October 2012)



Hurricane Sandy (28 October, 2012)

Early warning (28 October, 2012)

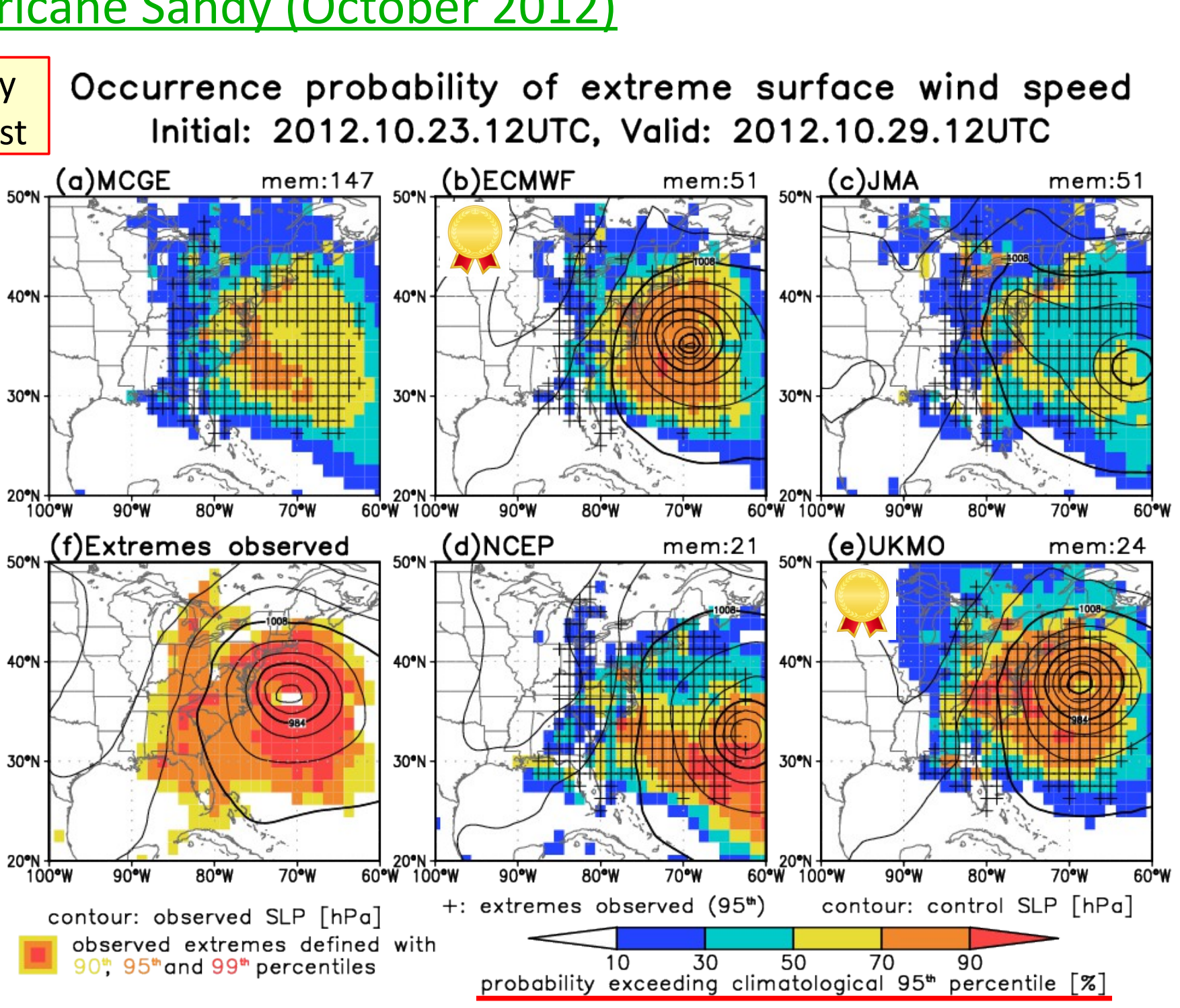
New England, USA
(30 October, 2012)

Queens, New York City, USA
(30 October, 2012)

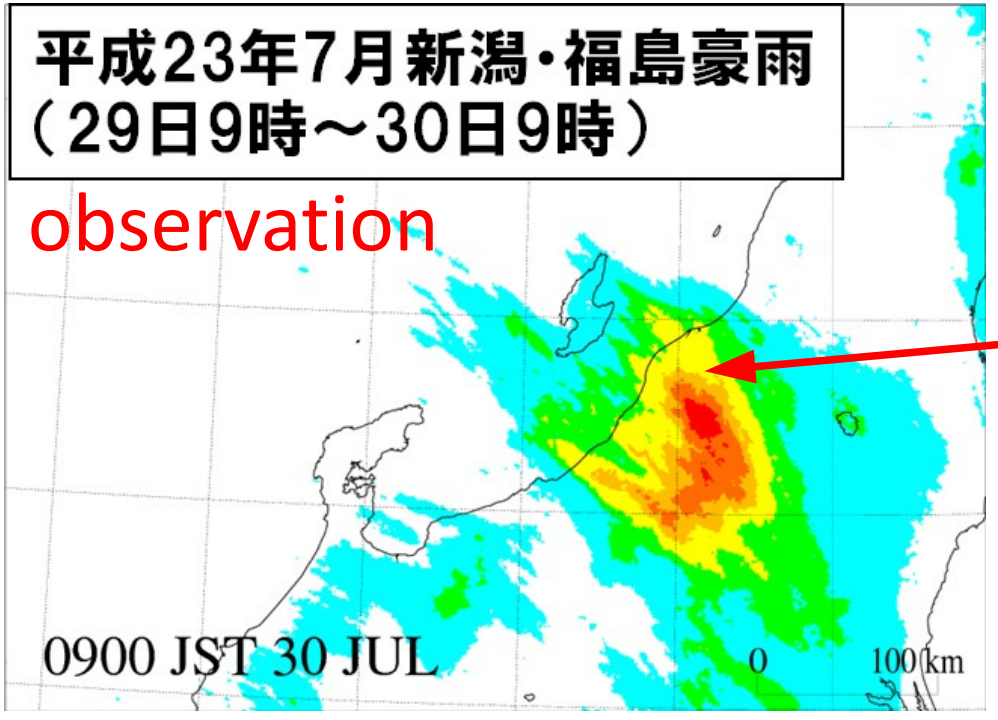
Staten Island, New York City, USA
(1 November, 2012)

Hurricane Sandy (October 2012)

+ 6-day forecast



Heavy rainfall in Japan (July 2011)

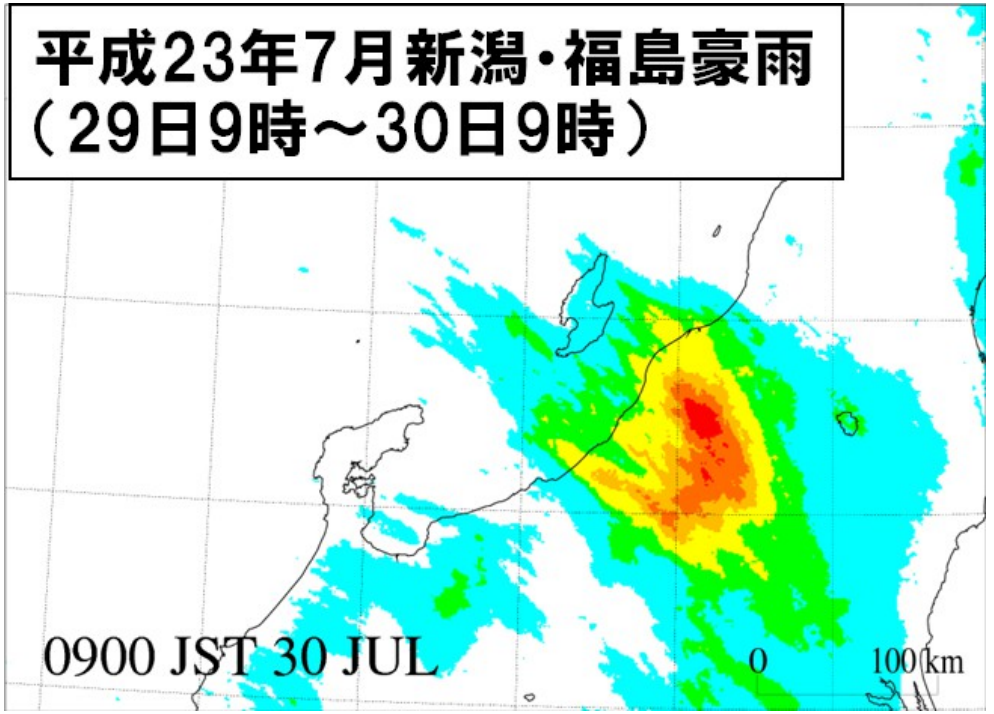


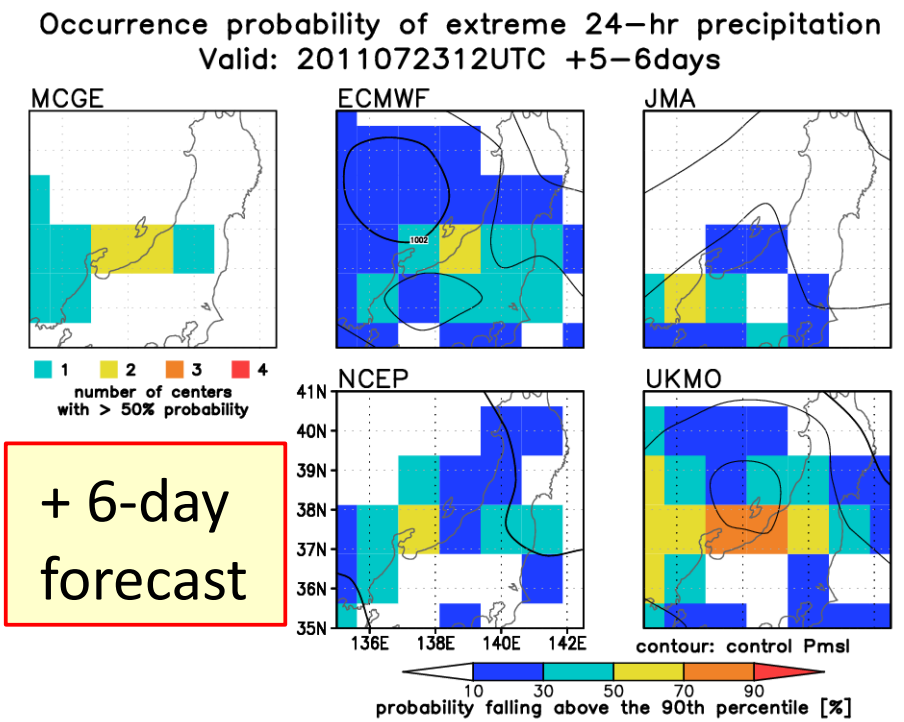
Niigata, Japan (30th July)

Railway track before heavy rain

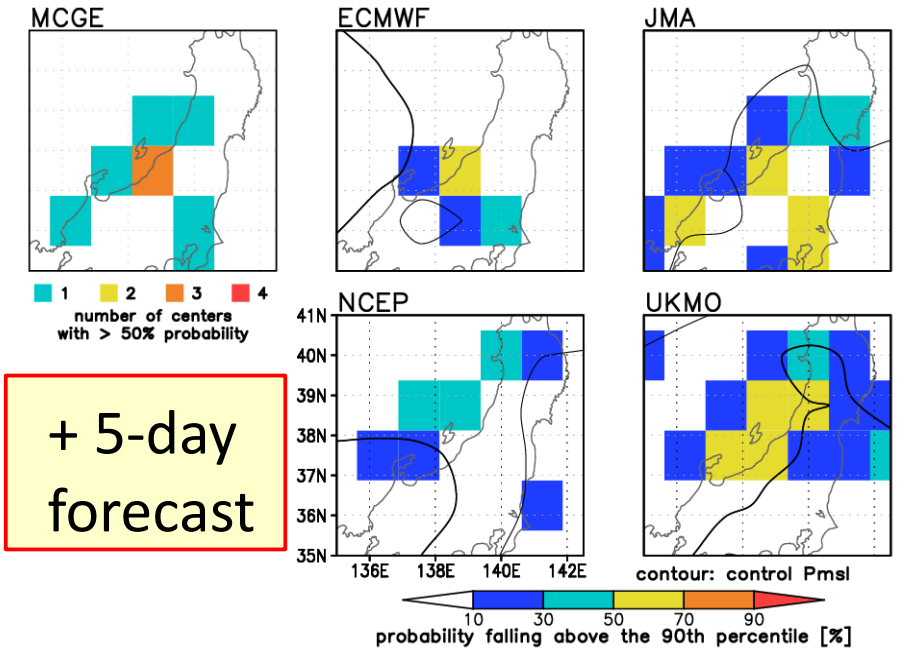
No railway track after heavy rain!

Heavy rainfall in Japan (July 2011)





+ 6-day forecast



+ 5-day forecast

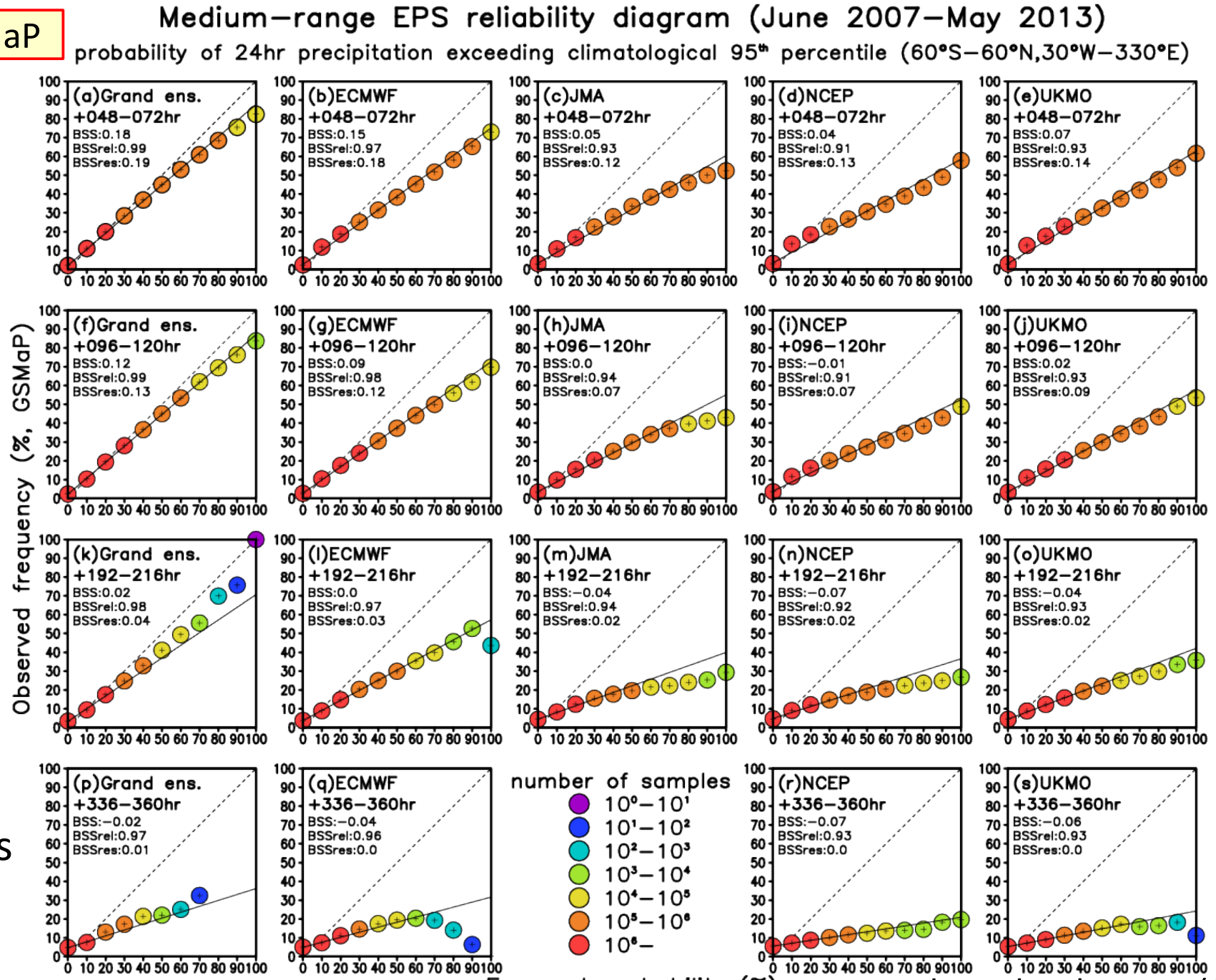
6日前であっても、豪雨発生の可能性が示唆されていた。

(ラージスケールの場の寄与が大きい豪雨であればTIGGEを利用可能)

Verification — reliability diagram for heavy rain —

顕著現象発生の有無は、観測の確率密度関数を基に判断

Obs: GSMaP

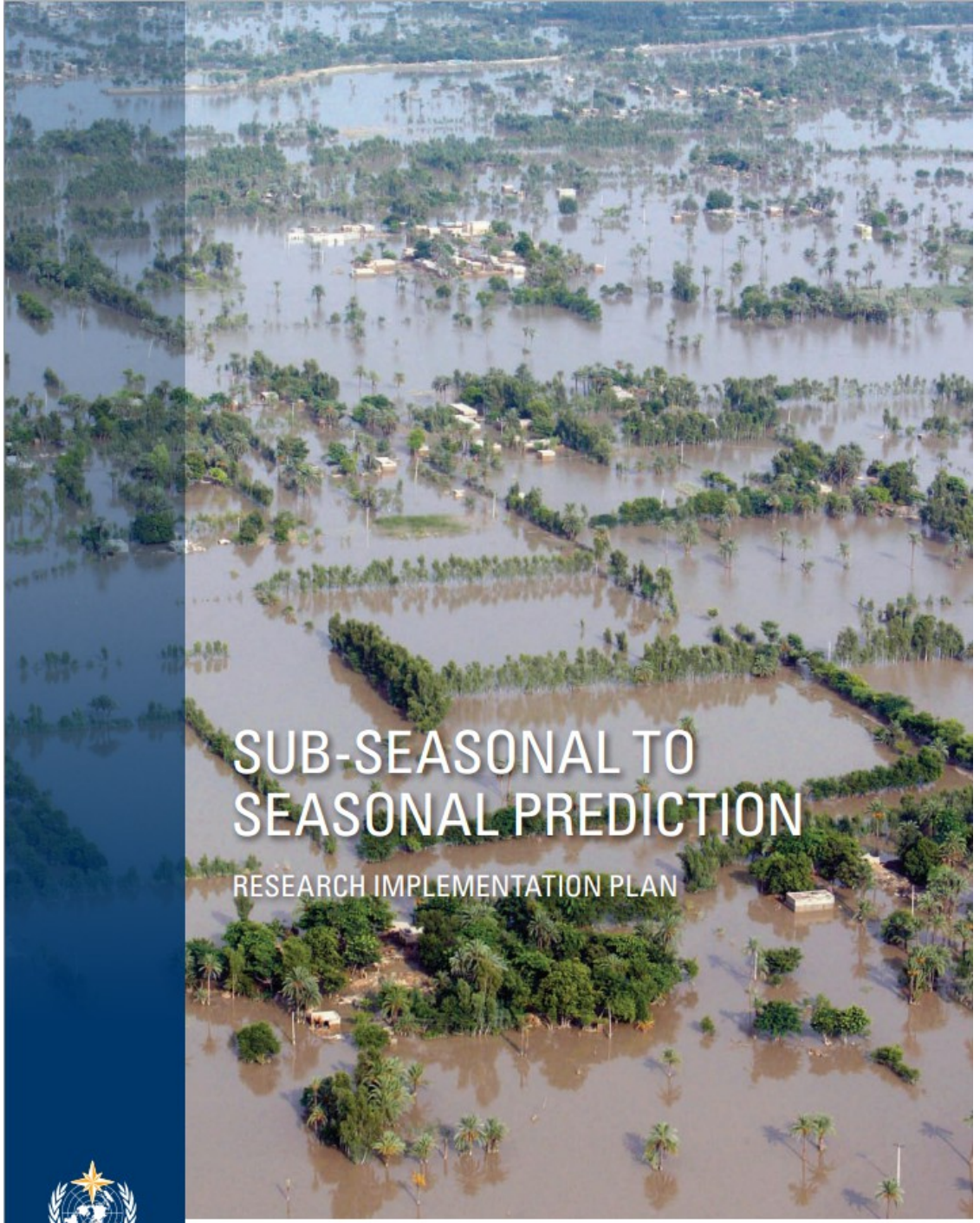


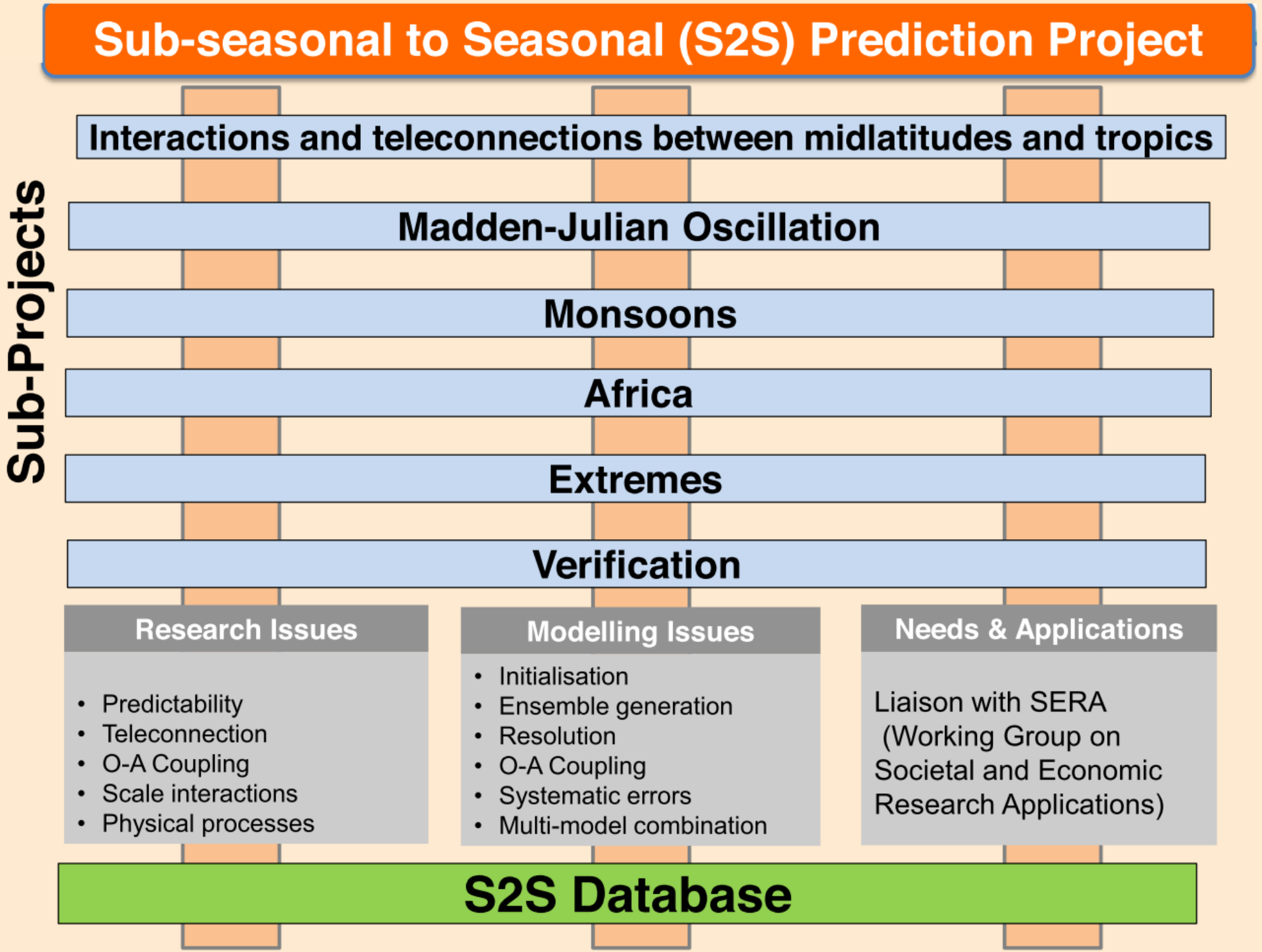
Matsueda and Nakazawa (2015)

Subseasonal-to-Seasonal S2S Prediction Project

http://www.s2sprediction.net/

TIGGEと同様のデータセットを提供
対象時間スケールは1-2ヶ月先まで




Sub-seasonal to Seasonal (S2S) Prediction Project
Sub-Projects
Interactions and teleconnections between midlatitudes and tropics
Madden-Julian Oscillation
Monsoons
Africa
Extremes
Verification
Research Issues
• Predictability
• Teleconnection
• O-A Coupling
• Scale interactions
• Physical processes
Modelling Issues
• Initialisation
• Ensemble generation
• Resolution
• O-A Coupling
• Systematic errors
• Multi-model combination
Needs & Applications
Liaison with SERA
(Working Group on
Societal and Economic
Research Applications)
S2S Database

Subseasonal-to-Seasonal S2S Prediction Project

ポータル	ECMWF (http://apps.ecmwf.int/datasets/data/s2s/), CMA
データフォーマット	GRIB2 (サイズは4byte binaryの約半分, GRIB APPIでデコード)
取得方法	Webあるいはスクリプト (商業利用不可！)
データ提供機関	BoM(豪), CMA(中), ECMWF(欧), HMCR(露), JMA(日), Meteo France(仏), NCEP(米), 今後UKMOなど4センターが加わる (日・露以外は結合モデル)
データ期間	2015年1月以降 (3週間遅れで配信。センターにより開始時期が異なる。) 20-30年程度のreforecastも利用可能。
要素	P面: u,v,t,q,z (100,925,850,700,500,300,250,200,50, 10hPa) 地表面・海面: u10m, v10m, t2m, slp, precip, snow depth,SST, SICなど
水平解像度・領域	BoM以外、1.5x1.5度格子で提供しているが任意の解像度・領域に変換可能
予報初期日・時刻	TIGGEと異なり全てのセンターが揃う予報初期日が無い(初期日は、毎日、週・月に1-2回というようにセンターにより異なる)。JMAの初期時刻のみ12UTC(他は00UTC)。CMC, NCEP以外は毎日予報がないので対自分で検証できない。
予報予報時間	最短33.5日先(JMA)、最長62日先(BoM)まで(予報対象時刻は00UTC)。
メンバー数	センターにより異なる(最多: 51(ECMWF, Meteo France), 最小: 15(CMA))
その他	・データリクエストは3つまで(含他のデータセット)。最新のデータだとすぐに内挿・切り出し処理が始まり、その後転送開始。古いデータはテープにあるので内挿・切出開始まで時間がかかる。内挿・切出が無いと、転送がすぐ開始。だたし、データ転送速度は、日本国内(筑波大)からだと1-4MB/s (英国内:20-30MB/s)。サイズ確認をしてからデータリクエストを!

Subseasonal-to-Seasonal S2S Prediction Project

Initial days of forecasts:

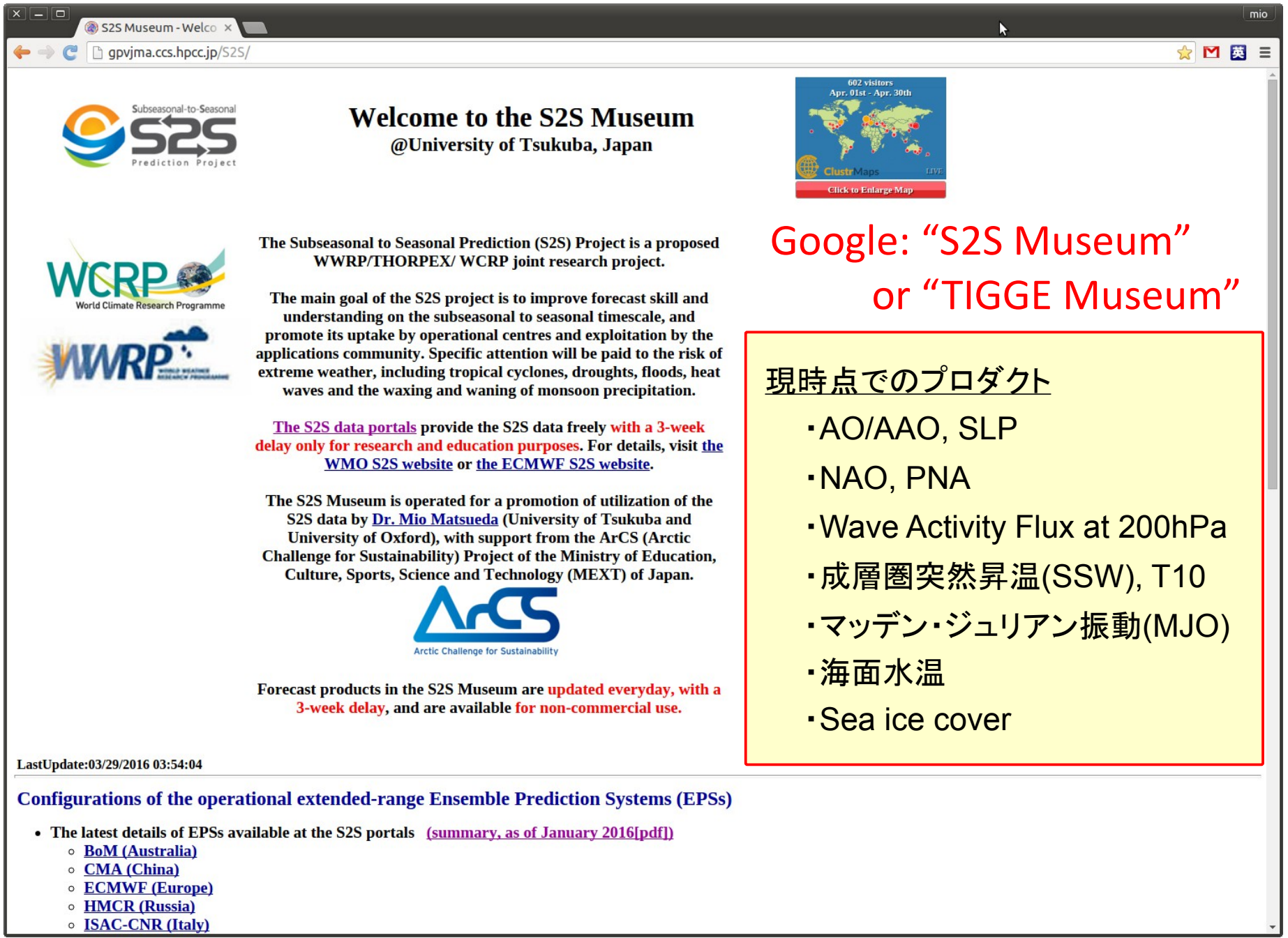
	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
BoM	■				■		
CMA	■	■	■	■	■	■	■
ECMWF		■			■		
HMCR				■			
ISAC-CNR		■					
JMA			■	■			
METFR					■		
NCEP	■	■	■	■	■	■	■
UKMO	■	■	■	■	■	■	■

ほとんどのセンターは
S2Sスケールの予報を
毎日行わない
→ハンドリングが面倒

	Real time					Reforecast				
	forecast length	model resolution	ens. size	forecast freq.	data available period	system (model ver.)	ens. size	reforecast frequency	reforecast period	orig data grid
BoM (Australia)	D1 – 62 (00UTC)	T47L17	32+1	Sun Thu	2015.01.01 -	fixed (2014.01.01)	33	1st, 6th, 11th, 16th, 21st, 26th of each month	1981-2013	T47 (144x72)
CMA (China)	D0 – 60 (00UTC)	T106L40	3+1	daily	2015.01.01 -	fixed (2014.05.01)	4	daily	1994-2014	1.5x1.5
ECMWF (Europe)	D0 – 46 (00UTC)	TL639L91(<D10) TL319L61(>D10)	50+1	Mon Thu	2015.01.01 -	on the fly	11	Mon Thu	past 20yrs	1.5x1.5
HMCR (Russia)	D0 – 61 (00UTC)	1.125x1.40625 L28 (uncoupled)	19+1	Wed	2015.01.07 -	on the fly	10	Wed	26yrs	1.5x1.5
ISAC-CNR (Italy)	D0 – 31 (00UTC)	0.8x0.56L54 (a 'slab' ocean)	40+1	Mon	2015.11.09 -	fixed (2015.03.26)	1	every 5 days	1981-2010	1.5x1.5
JMA (Japan)	D0.5 – 33.5 (12UTC)	TL319L60 (uncoupled)	24+1	Tue Wed	2015.01.06 -	fixed (2014.03.04)	5	10th, 20th, the last date of each month	1981-2010	1.5x1.5
Met. France (France)	A. D0 – 61 B. D0 – 32 (00UTC)	TL255L91	50+1	A. monthly (1st) B. Thu	A. 2015.05.01 - 2016.02.01 B. 2016.03.03 -	fixed (2014.12.01)	15	1st and 15th of each month	1993-2014	1.5x1.5
NCEP (US)	D0 – 44 (00UTC)	T126L64	15+1	daily	2015.01.01-	fixed (2011.03.01)	4	daily	1999-2010	1.5x1.5
UKMO (UK)	D0 – 60 (00UTC)	N216 (0.83x0.56) L85	3+1	daily	2015.12.01 -	on the fly	3	1st, 9th, 17th, 25th of each month	1996-2009	1.5x1.5

S2S Museum

S2S (subseasonal to seasonal)データ: 季節内-季節予報データ(現時点で9機関が提供)

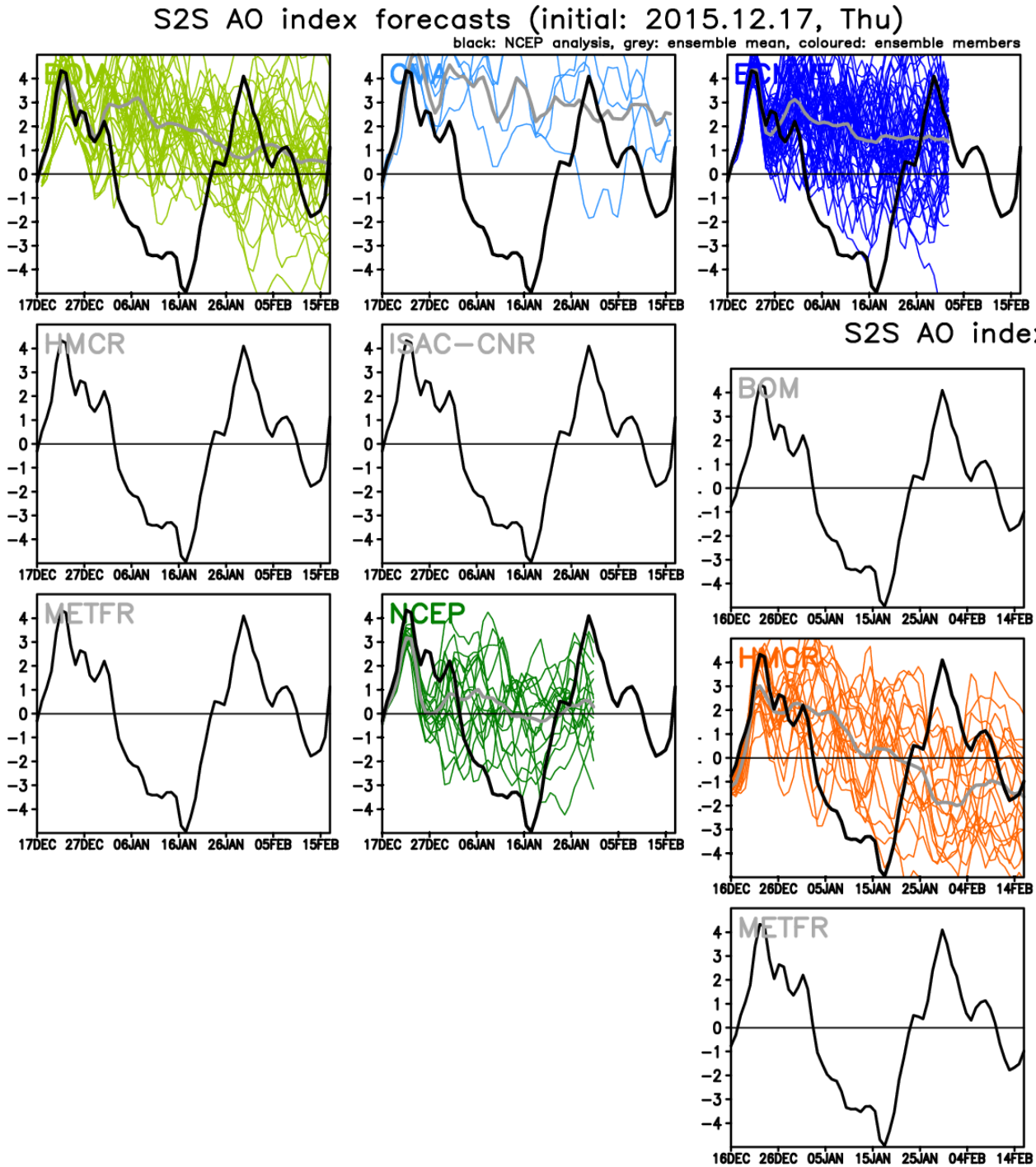


Google: “S2S Museum”
or “TIGGE Museum”

現時点でのプロダクト

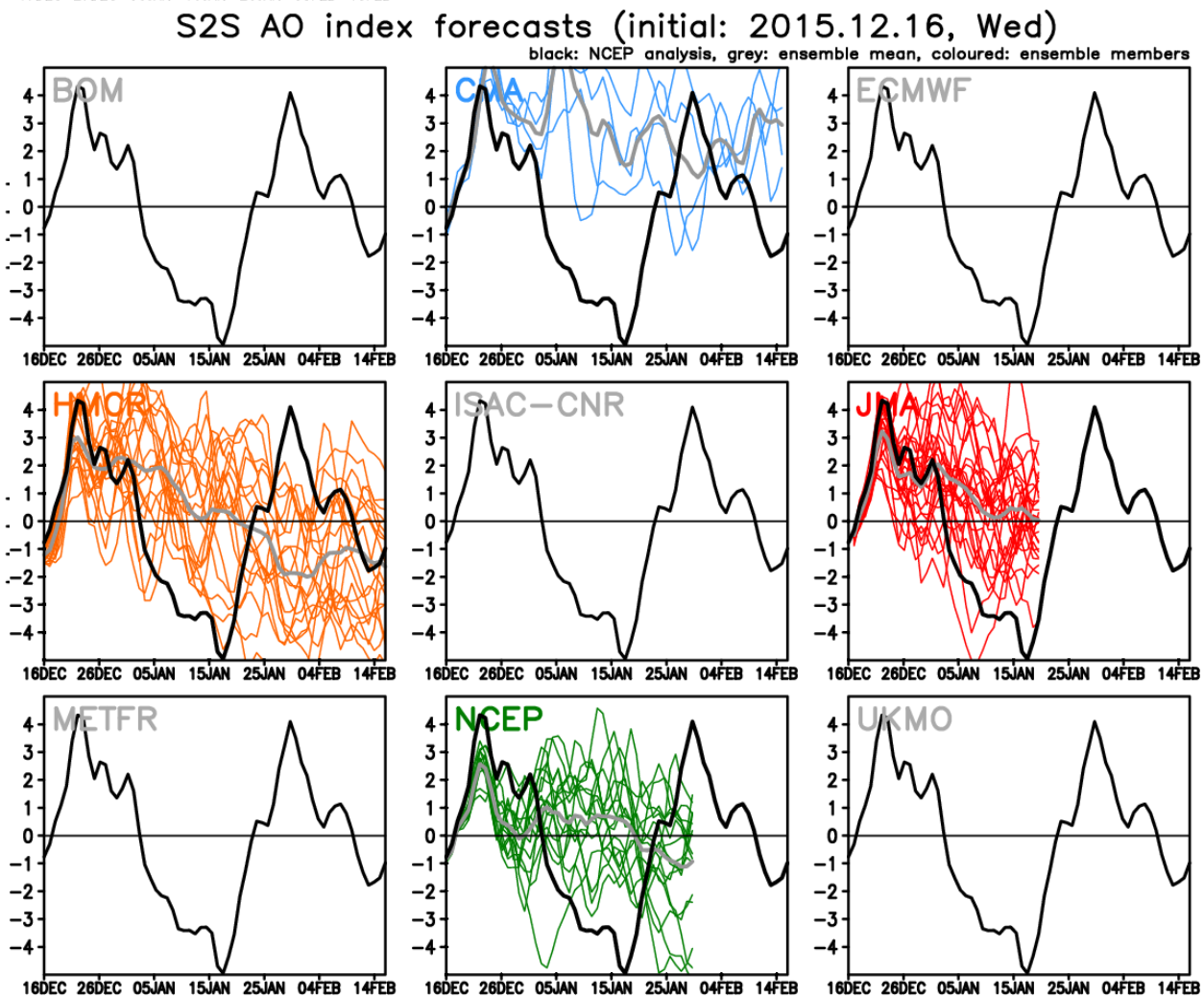
- AO/AAO, SLP
- NAO, PNA
- Wave Activity Flux at 200hPa
- 成層圏突然昇温(SSW), T10
- マッデン・ジュリアン振動(MJO)
- 海面水温
- Sea ice cover

S2S Museum (AO index)



(左上) 2015年12月17日初期日
(右下) 2015年12月16日初期日

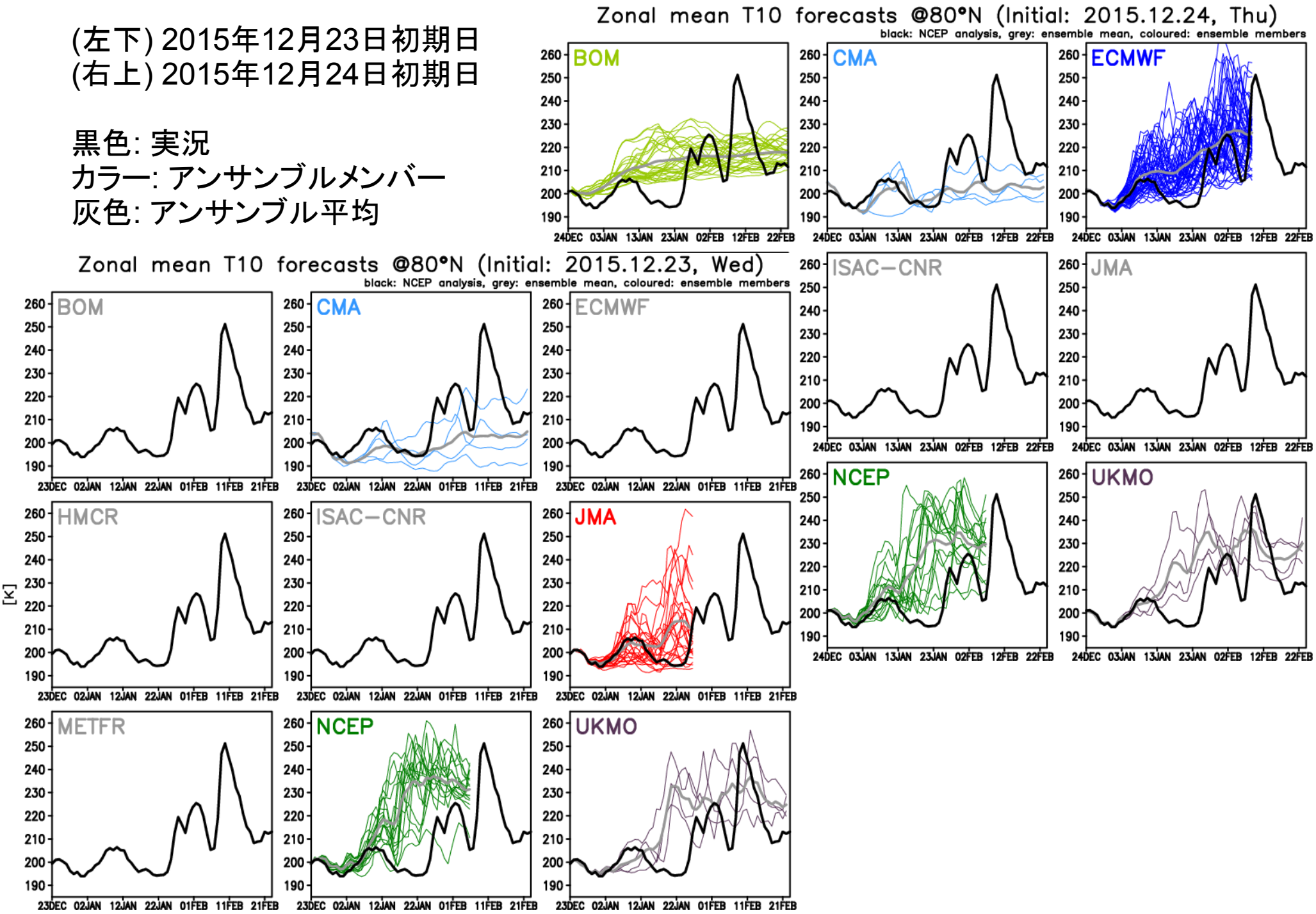
黒色: 実況
カラー: アンサンブルメンバー
灰色: アンサンブル平均



S2S Museum (成層圏突然昇温予測)

(左下) 2015年12月23日初期日
(右上) 2015年12月24日初期日

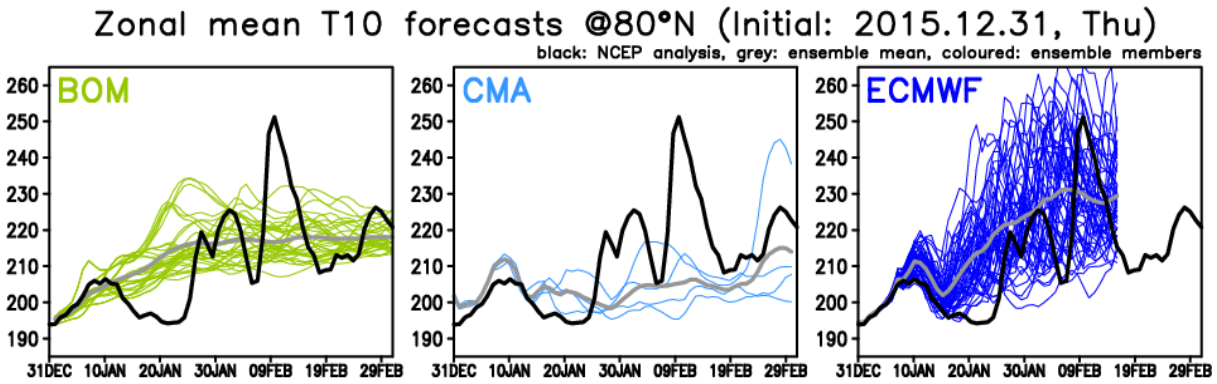
黒色: 実況
カラー: アンサンブルメンバー
灰色: アンサンブル平均

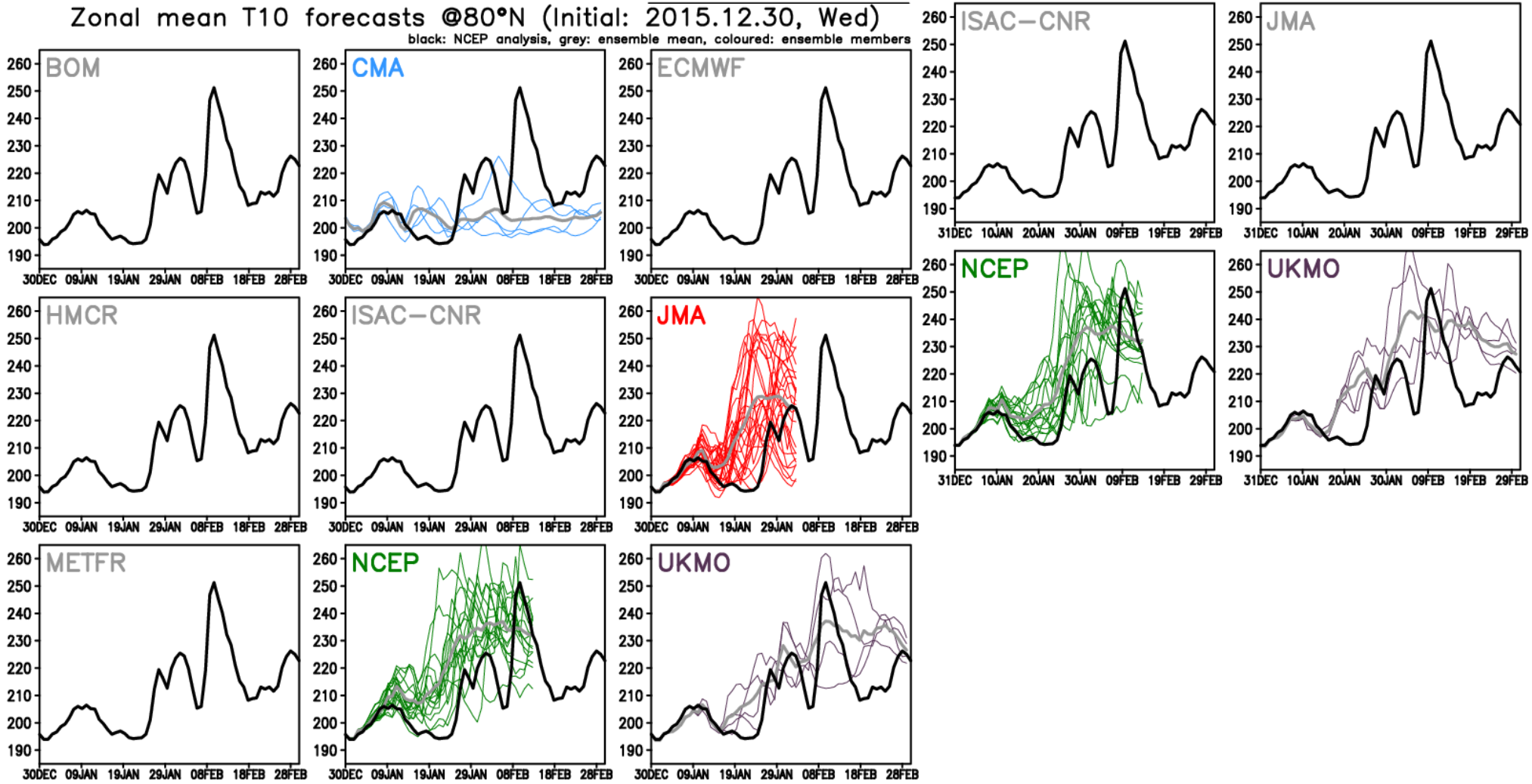


S2S Museum (成層圏突然昇温予測)

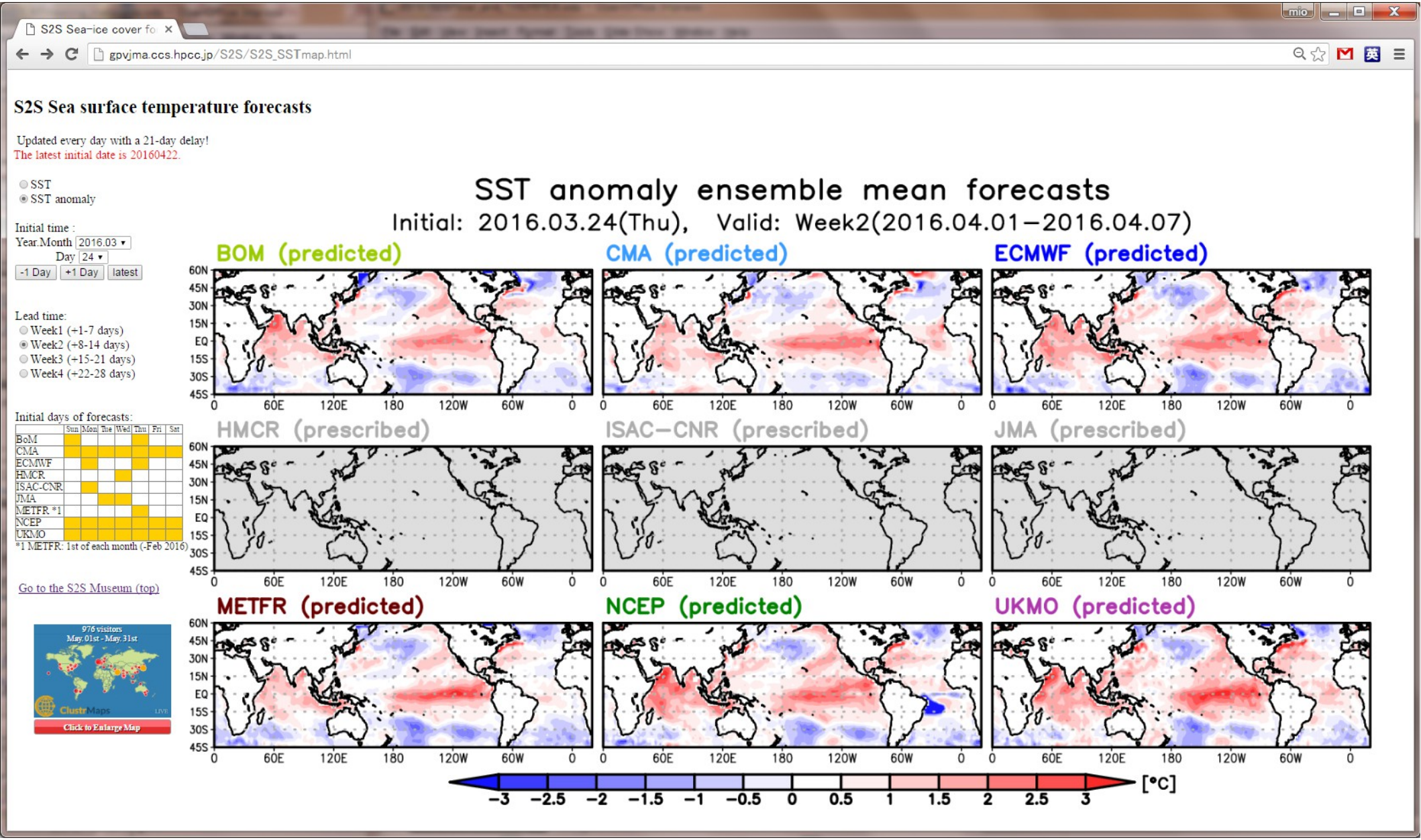
(左下) 2015年12月30日初期日
(右上) 2015年12月31日初期日

黒色: 実況
カラー: アンサンブルメンバー
灰色: アンサンブル平均

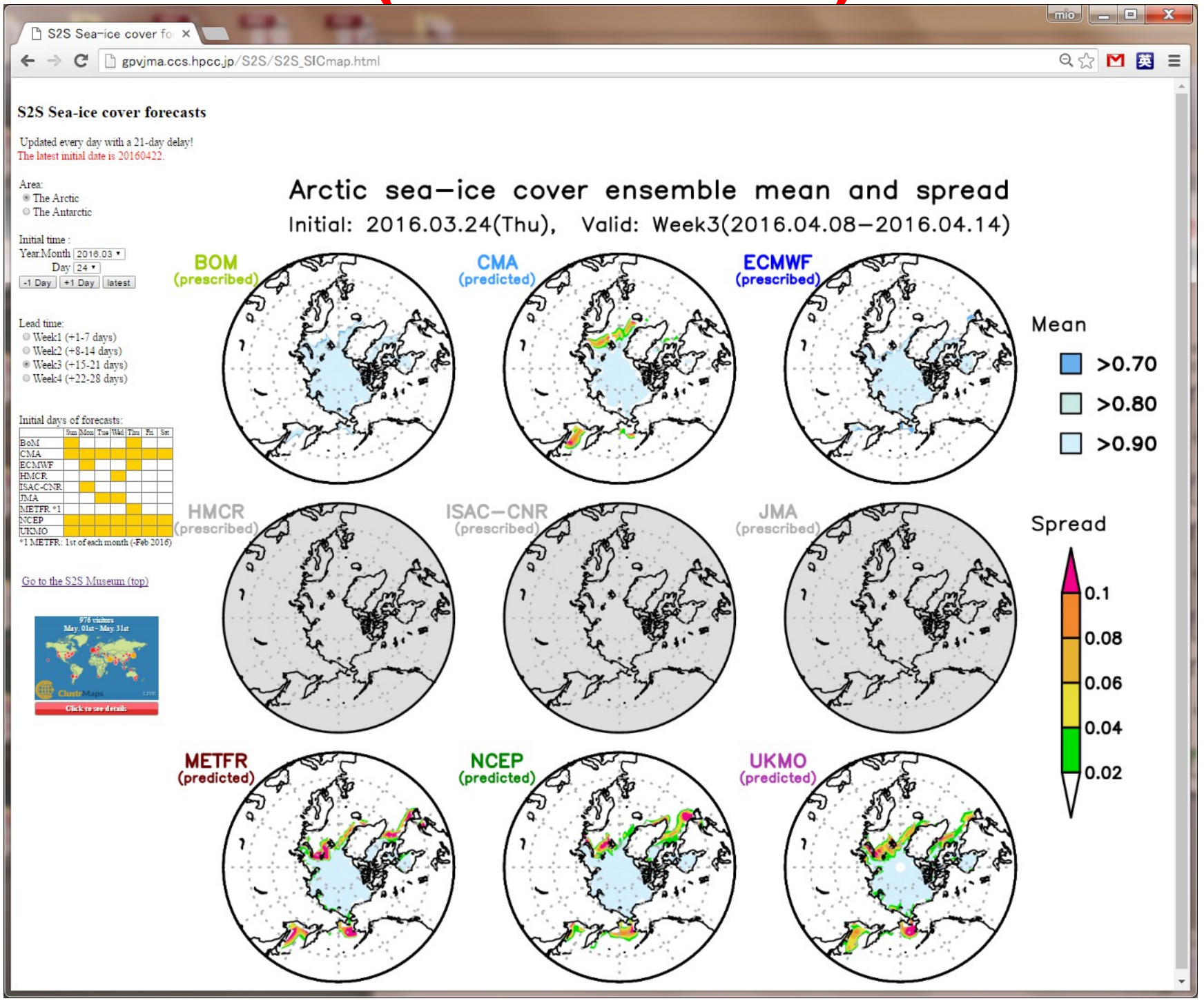




S2S Museum (海面水温予測)



S2S Museum (海氷被覆率予測)



from Dr. Tom Hamill's slide@workshop on ensemble method

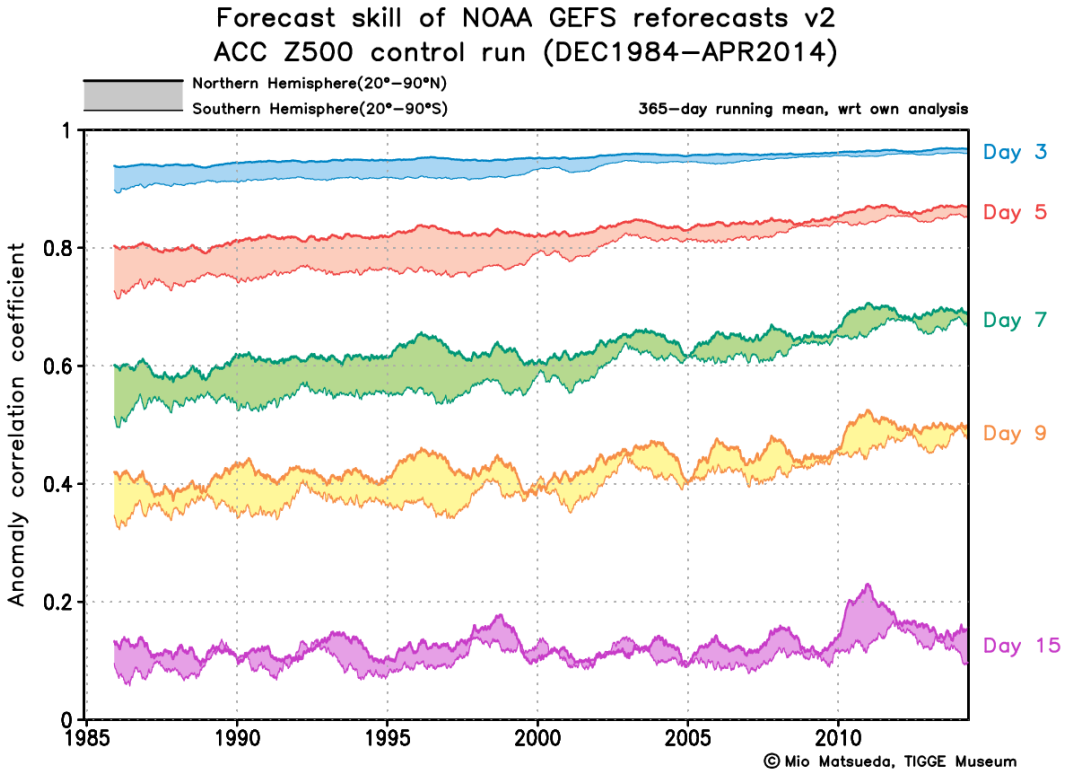
GEFS reforecast ver2 (medium-range)

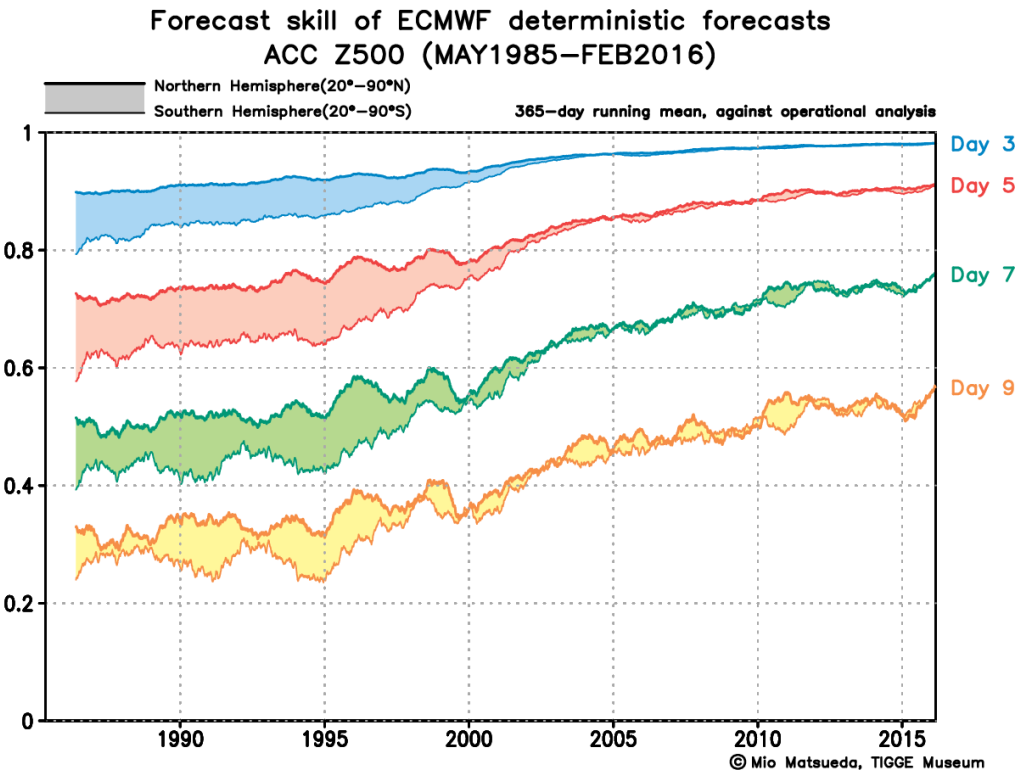
GEFS reforecast version 2 details

- Past forecasts using the currently operational GEFS, NOAA's global ensemble forecast system. 2012 version
- Each 00Z, 11-member forecast, 1 control + 10 perturbed.
- Reforecasts produced every day, for 1984120100 to current (actually, working on finishing late 2012 now). 32 years
- CFSR (NCEP's Climate Forecast System Reanalysis) initial conditions (3D-Var) + ETR perturbations (cycled with 10 perturbed members). After ~ 22 May 2012, initial conditions from hybrid EnKF/3D-Var.
- Resolution: T254L42 to day 8, T190L42 from days 7.5 to day 16.
- Fast data archive at ESRL of 99 variables, 28 of which stored at original ~1/2-degree resolution during week 1. All stored at 1 degree. Also: mean and spread to be stored.
- Full archive at DOE/Lawrence Berkeley Lab, where data set was created under DOE grant.

Hamill et al. (2013, BAMS)

GEFS reforecast ve2 (medium-range)





GEFS reforecast による1984-2014の予報精度
(同一のデータ同化システム・数値モデルを利用)

ECMWF決定論的予報による1985-2016の予報精度
(データ同化システム・数値モデルは随時更新)

reforecastでは、同一のデータ同化システムや数値モデルを使用するため、
長期間における予報精度が現業予報よりも均一(モデル気候値の把握に利用可)。
(ただし、過去と現在の観測データ数の違いによる予報精度のトレンドあり)

まとめ

- TIGGEデータの継続およびS2Sデータの登場により、数日～1−2ヶ月先を対象とした予測可能性研究が可能に(Polar Prediction ProjectやHIWeatherにも貢献可能)。
- TIGGEではすでに多くの研究がなされたが、特定の分野に偏る傾向があったので、まだまだ未開拓の分野あり。健康・交通・電力分野などへの応用。
- S2Sデータにはreforecastデータもあるので、いますぐにでも利用可能。すでにWSなども多数企画されている(その分、ライバルが多い?)。
- 日本は、(TIGGE)ユーザ数の割には論文が少ないので、今後に期待。


さあ、アンサンブルの森へ！
Kuranda, Australia

THORPEX Legacy Projects:

Polar Prediction Project (**PPP**)

High Impact Weather (**HIWeather**) project

Subseasonal to Seasonal (**S2S**) project

POLAR PREDICTION PROJECT (PPP)

- **A long-term initiative by the World Meteorological Organization's (WMO) World Weather Research Programme (WWRP) together with the World Climate Research Programme (WCRP).**
- **With the participation of research centres, universities, institutions and initiatives from all over the world.**
- **Set up to understand and evaluate predictability and enhance prediction information and services in polar regions.**

The polar regions have been attracting more and more interest in recent years. The main reason is concerns about amplification of anthropogenic climate change. Furthermore, increased economic and transportation activities in polar regions are leading to more demands for sustained and improved availability of integrated observational and predictive weather, climate and water information to support decision-making. However, partly as a result of a strong emphasis of previous international efforts on lower and middle latitudes, many gaps in weather, sub-seasonal and seasonal forecasting in polar regions hamper reliable decision making.

In order to achieve its goals the Polar Prediction Project shall strive to enhance international and interdisciplinary collaboration through the development of strong linkages with related initiatives; strengthen linkages between academia, research institutions and operational forecasting centres; promote interactions and communication between research and stakeholders; and foster education and outreach.

Learn more about the Polar Prediction Project and the Year of Polar Prediction in a 6-minutes video!

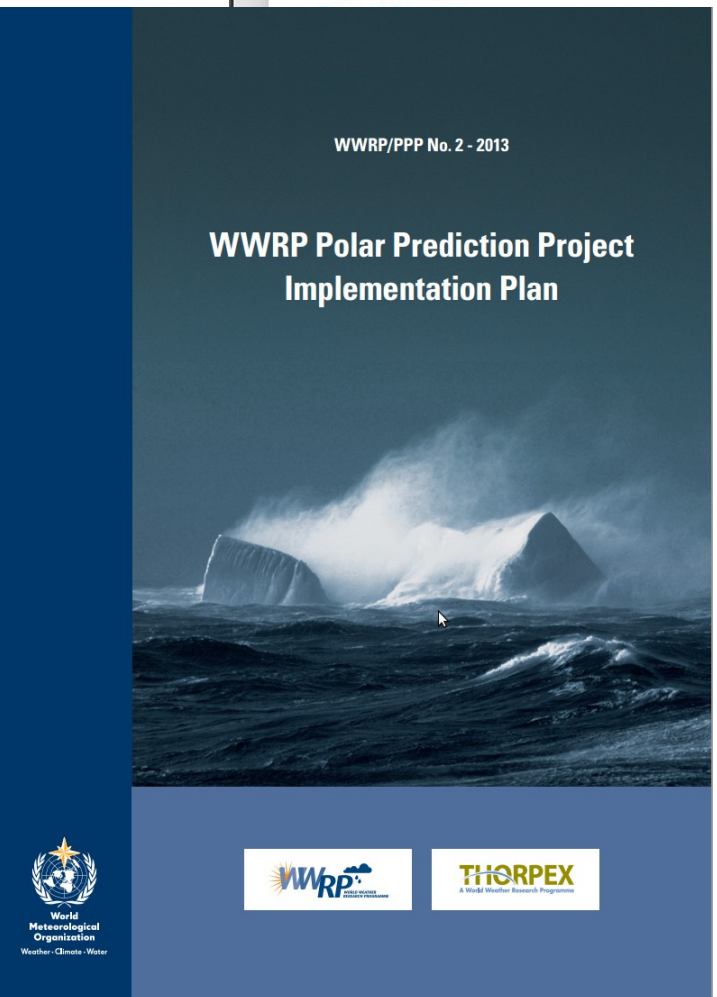
FAQ - FREQUENTLY ASKED QUESTIONS ABOUT PPP

Question on PPP to Gunilla Svensson, Sweden

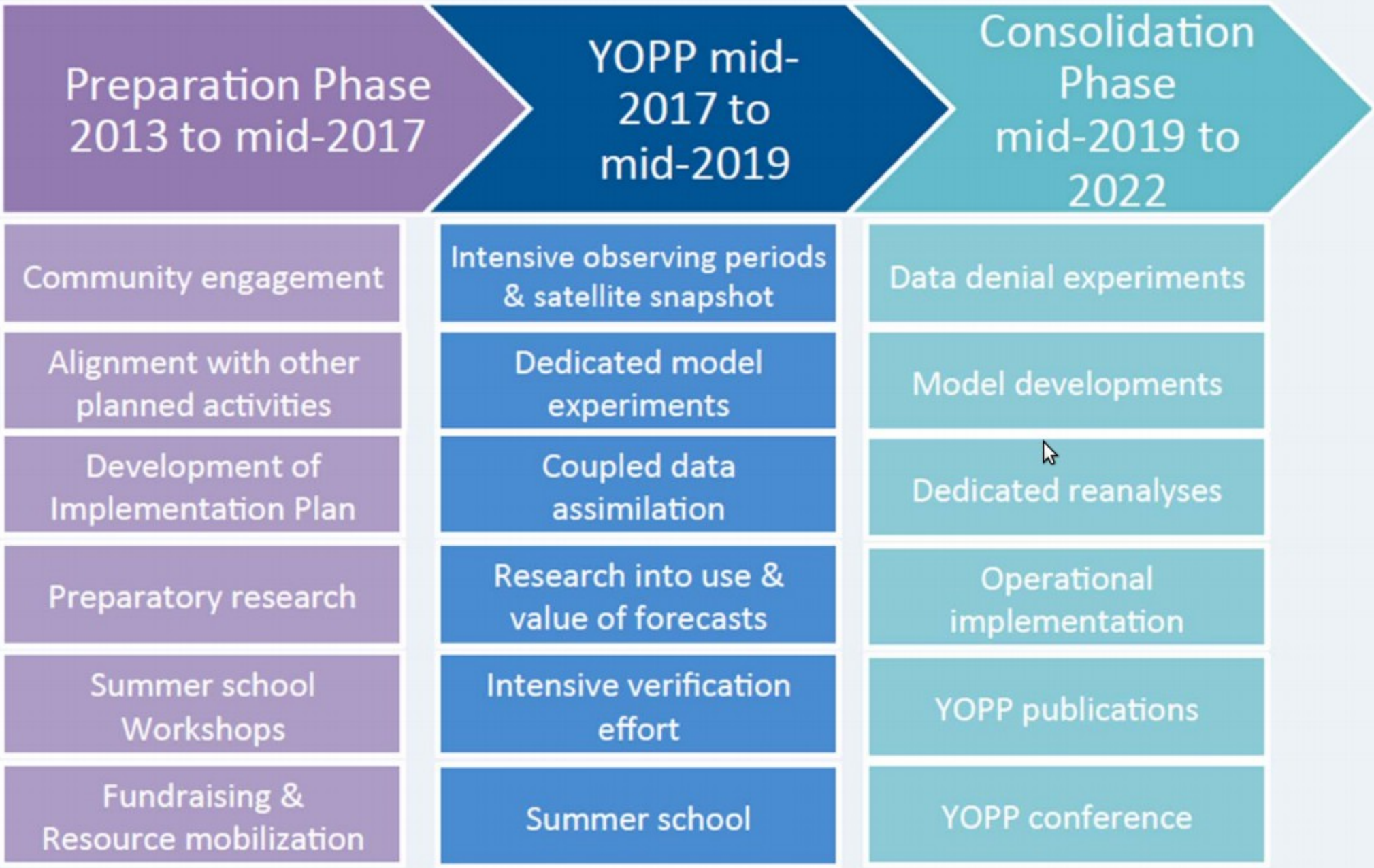
Polarprediction Mailing List

If you wish to subscribe to polarprediction@climate-cryosphere.org, the joint mailing list for polar weather and climate prediction and predictability by CliC and PPP, please send an e-mail to office@polarprediction.net

Photos: R. Timmermann, AWI



MOSAiC


Preparation Phase 2013 to mid-2017
YOPP mid-2017 to mid-2019
Consolidation Phase mid-2019 to 2022
Community engagement
Alignment with other planned activities
Development of Implementation Plan
Preparatory research
Summer school Workshops
Fundraising & Resource mobilization
Intensive observing periods & satellite snapshot
Dedicated model experiments
Coupled data assimilation
Research into use & value of forecasts
Intensive verification effort
Summer school
Data denial experiments
Model developments
Dedicated reanalyses
Operational implementation
YOPP publications
YOPP conference

HIWeather

A 10-year programme of the World Meteorological Organisation

Despite recent advances in forecasting & emergency preparedness, weather-related disasters continue to kill, displace populations & damage property / infrastructure, while less severe weather events place an increasing strain on society, especially in countries with fragile economies and infrastructure.

The potential of advanced weather-related hazard forecasting has been demonstrated. There is a huge opportunity to protect lives and benefit communities, if we can realise this potential across the world.

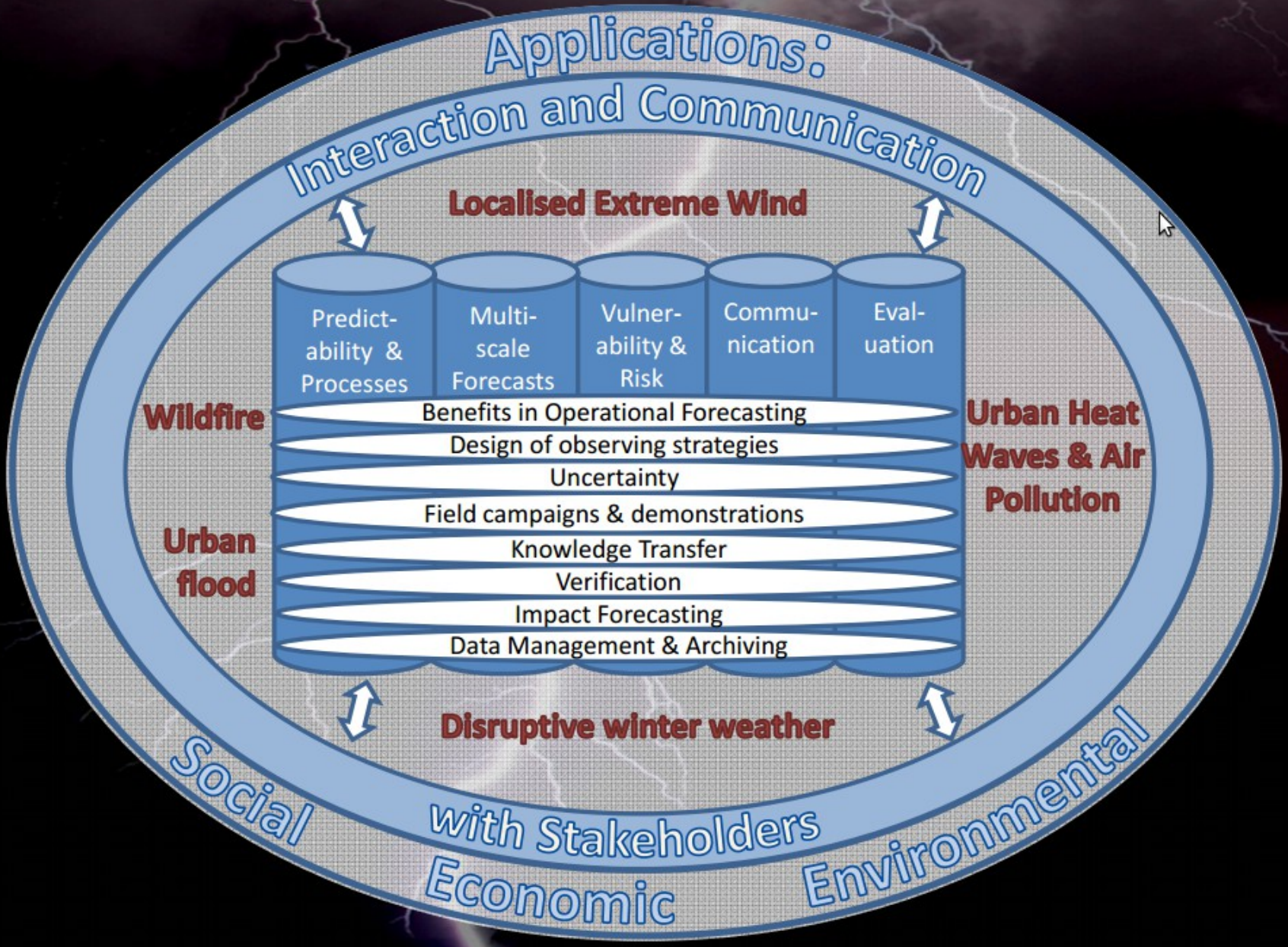
HIWeather will

"Promote Co-Operative International Research
to achieve a Dramatic Increase
in Resilience to High Impact Weather, worldwide,

through Improving Forecasts for timescales of minutes to two weeks
and Enhancing their Communication & Utility
in Social, Economic & Environmental Applications"

WMO
OMM

HIWeather



HIWeather

WWRP WORLD WEATHER RESEARCH PROGRAMME

WMO
OMM

portal@ECMWF

TIGGE Data Retrieval

apps.ecmwf.int/datasets/data/tigge/levtype=pl/type=cf

Type of level
- Potential temperature
- Potential vorticity
- ▸ Pressure levels
- Surface

Type
- ▸ Control forecast
- Forecast
- Perturbed forecast

About
- Conditions of use

Navigation
- Public Datasets
- Job list

See also...
- Access Public Datasets
- General FAQ
- WebAPI FAQ
- Accessing forecasts
- GRIB decoder

TIGGE Data Retrieval

! A maximum of one year of data is allowed per base time

Select date

Select a date in the interval 2006-10-01 to 2015-10-18

Start date: 2006-10-01 End date: 2015-10-18

Reset

Select a list of months

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2006										☐	☐	☐	2007	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2008	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2009	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2010	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2011	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2012	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2013	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2014	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2015	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			

Select All or Clear

Select origin and time

	BoM	CMA	CMC	CPTEC	ECMWF	JMA	KMA	Météo France	NCEP	UK Met Office
00:00:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐
06:00:00		☐						☐	☐	☐
12:00:00	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐
18:00:00								☐	☐	☐

Select All or Clear

Select step

☐ 0	☐ 6	☐ 12	☐ 18	☐ 24	☐ 30	☐ 36	☐ 42	☐ 48	☐ 54	☐ 60	☐ 66	☐ 72	☐ 78	☐ 84	☐ 90	☐ 96	☐ 102	☐ 108
☐ 114	☐ 120	☐ 126	☐ 132	☐ 138	☐ 144	☐ 150	☐ 156	☐ 162	☐ 168	☐ 174	☐ 180	☐ 186	☐ 192	☐ 198	☐ 204	☐ 210	☐ 216	☐ 222
☐ 228	☐ 234	☐ 240	☐ 246	☐ 252	☐ 258	☐ 264	☐ 270	☐ 276	☐ 282	☐ 288	☐ 294	☐ 300	☐ 306	☐ 312	☐ 318	☐ 324	☐ 330	☐ 336
☐ 342	☐ 348	☐ 354	☐ 360	☐ 366	☐ 372	☐ 378	☐ 384											

Select All or Clear

Select level and parameter

	1000	925	850	700	500	300	250	200	50
Geopotential Height	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Specific humidity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Temperature	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

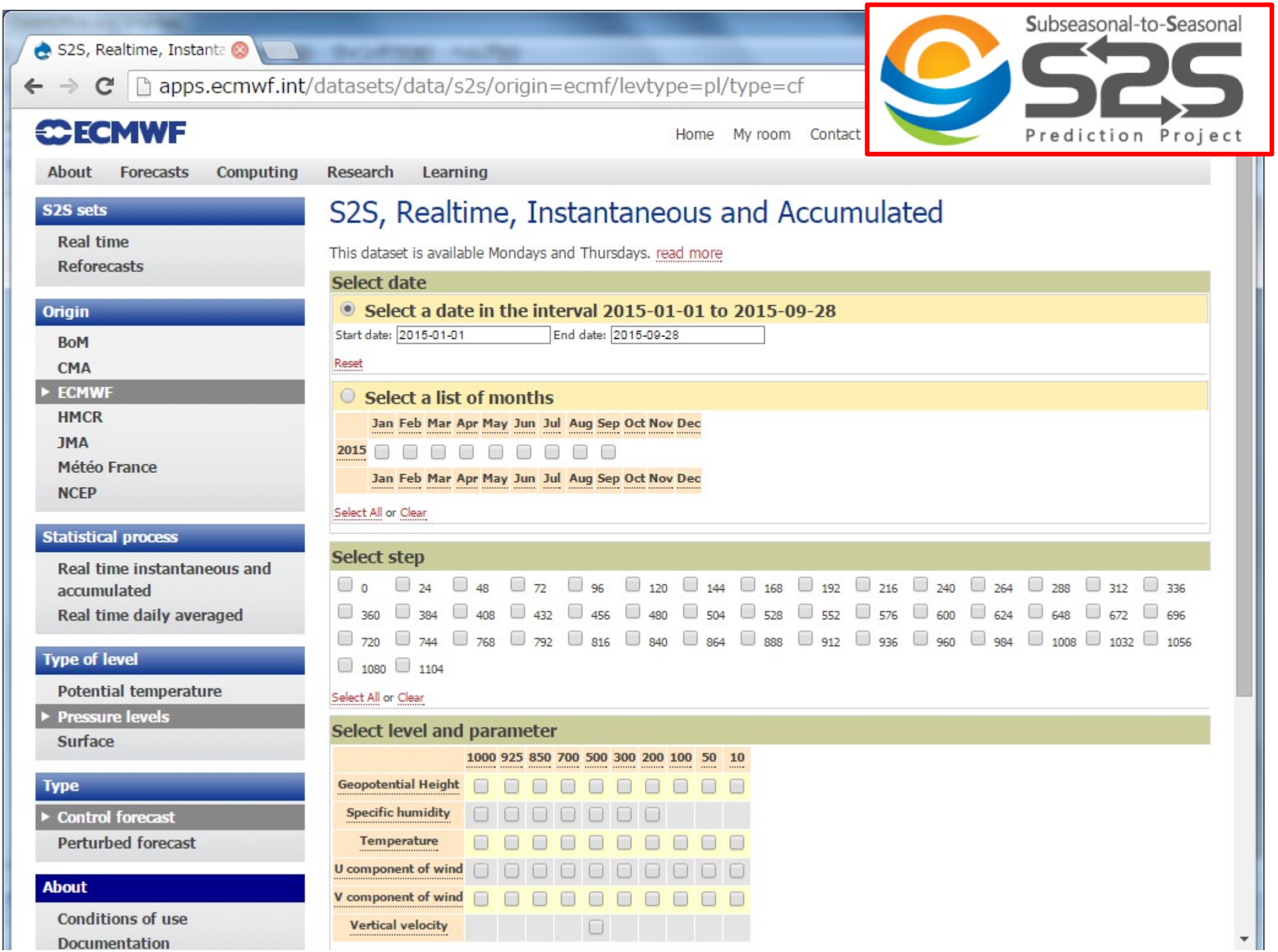
portal@ECMWF

瞬間値
(気圧面)

	1000	925	850	700	500	300	250	200	50
Geopotential Height	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Specific humidity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Temperature	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
U component of wind	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V component of wind	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

瞬間値・積算値
(地表面)

- ☐ 2 metre dewpoint temperature
- ☐ 2 metre temperature
- ☐ 10 metre U wind component
- ☐ 10 metre V wind component
- ☐ Convective available potential energy
- ☐ Convective inhibition
- ☐ Field capacity
- ☐ Land-sea mask
- ☐ Maximum temperature at 2 metres in the last 6 hours
- ☐ Mean sea level pressure
- ☐ Minimum temperature at 2 metres in the last 6 hours
- ☐ Orography
- ☐ Skin temperature
- ☐ Snow Fall water equivalent
- ☐ Snow depth water equivalent
- ☐ Soil Moisture
- ☐ Soil Temperature
- ☐ Soil moisture top 20 cm
- ☐ Soil temperature top 20 cm
- ☐ Sunshine duration
- ☐ Surface latent heat flux
- ☐ Surface net solar radiation
- ☐ Surface net thermal radiation
- ☐ Surface pressure
- ☐ Surface sensible heat flux
- ☐ Top net thermal radiation
- ☐ Total Cloud Cover
- ☐ Total Precipitation
- ☐ Total column water
- ☐ Wilting point


S2S, Realtime, Instanta
apps.ecmwf.int/datasets/data/s2s/origin=ecmf/levtype=pl/type=cf
ECMWF
Home
My room
Contact
About
Forecasts
Computing
Research
Learning
S2S sets
Real time
Reforecasts
Origin
BoM
CMA
ECMWF
HMCR
JMA
Météo France
NCEP
Statistical process
Real time instantaneous and accumulated
Real time daily averaged
Type of level
Potential temperature
Pressure levels
Surface
Type
Control forecast
Perturbed forecast
About
Conditions of use
Documentation
S2S, Realtime, Instantaneous and Accumulated
This dataset is available Mondays and Thursdays. read more
Select date
Select a date in the interval 2015-01-01 to 2015-09-28
Start date: 2015-01-01
End date: 2015-09-28
Reset
Select a list of months
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
2015
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Select All or Clear
Select step
0 24 48 72 96 120 144 168 192 216 240 264 288 312 336
360 384 408 432 456 480 504 528 552 576 600 624 648 672 696
720 744 768 792 816 840 864 888 912 936 960 984 1008 1032 1056
1080 1104
Select All or Clear
Select level and parameter
1000 925 850 700 500 300 200 100 50 10
Geopotential Height
Specific humidity
Temperature
U component of wind
V component of wind
Vertical velocity
Subseasonal-to-Seasonal
S2S
Prediction Project

Subseasonal-to-Seasonal S2S Prediction Project

portal@ECMWF

瞬間値 (気圧面)

	1000	925	850	700	500	300	200	100	50	10
Geopotential Height	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Specific humidity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Temperature	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
U component of wind	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V component of wind	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vertical velocity					☐					

瞬間値・積算値 (地表面)

- ☐ 10 metre U wind component
- ☐ 10 metre V wind component
- ☐ Convective precipitation
- ☐ Eastward turbulent surface stress
- ☐ Land-sea mask
- ☐ Maximum temperature at 2 metres in the last 6 hours
- ☐ Mean sea level pressure
- ☐ Minimum temperature at 2 metres in the last 6 hours
- ☐ Northward turbulent surface stress
- ☐ Orography
- ☐ Snow Fall water equivalent
- ☐ Soil type
- ☐ Surface latent heat flux
- ☐ Surface net solar radiation
- ☐ Surface net thermal radiation
- ☐ Surface pressure
- ☐ Surface runoff
- ☐ Surface sensible heat flux
- ☐ Surface solar radiation downwards
- ☐ Surface thermal radiation downwards
- ☐ Top net thermal radiation
- ☐ Total Precipitation
- ☐ Water runoff and drainage

日平均値 (地表面・海面)

- ☐ 2 metre dewpoint temperature
- ☐ 2 metre temperature
- ☐ Convective available potential energy
- ☐ Sea surface temperature
- ☐ Sea-ice cover
- ☐ Skin temperature
- ☐ Snow albedo
- ☐ Snow density
- ☐ Snow depth water equivalent
- ☐ Soil moisture top 20 cm
- ☐ Soil moisture top 100 cm
- ☐ Soil temperature top 20 cm
- ☐ Soil temperature top 100 cm
- ☐ Total Cloud Cover
- ☐ Total column water