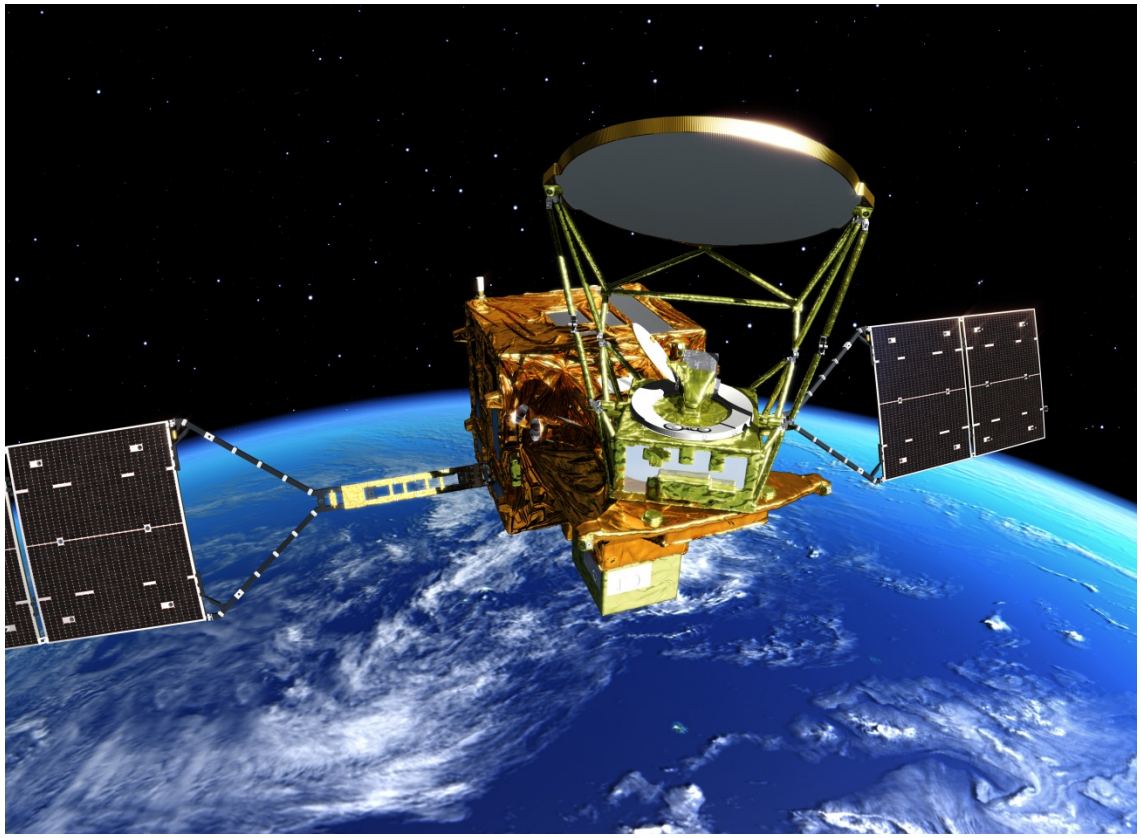
AMSR2 で見る大気海洋相互作用

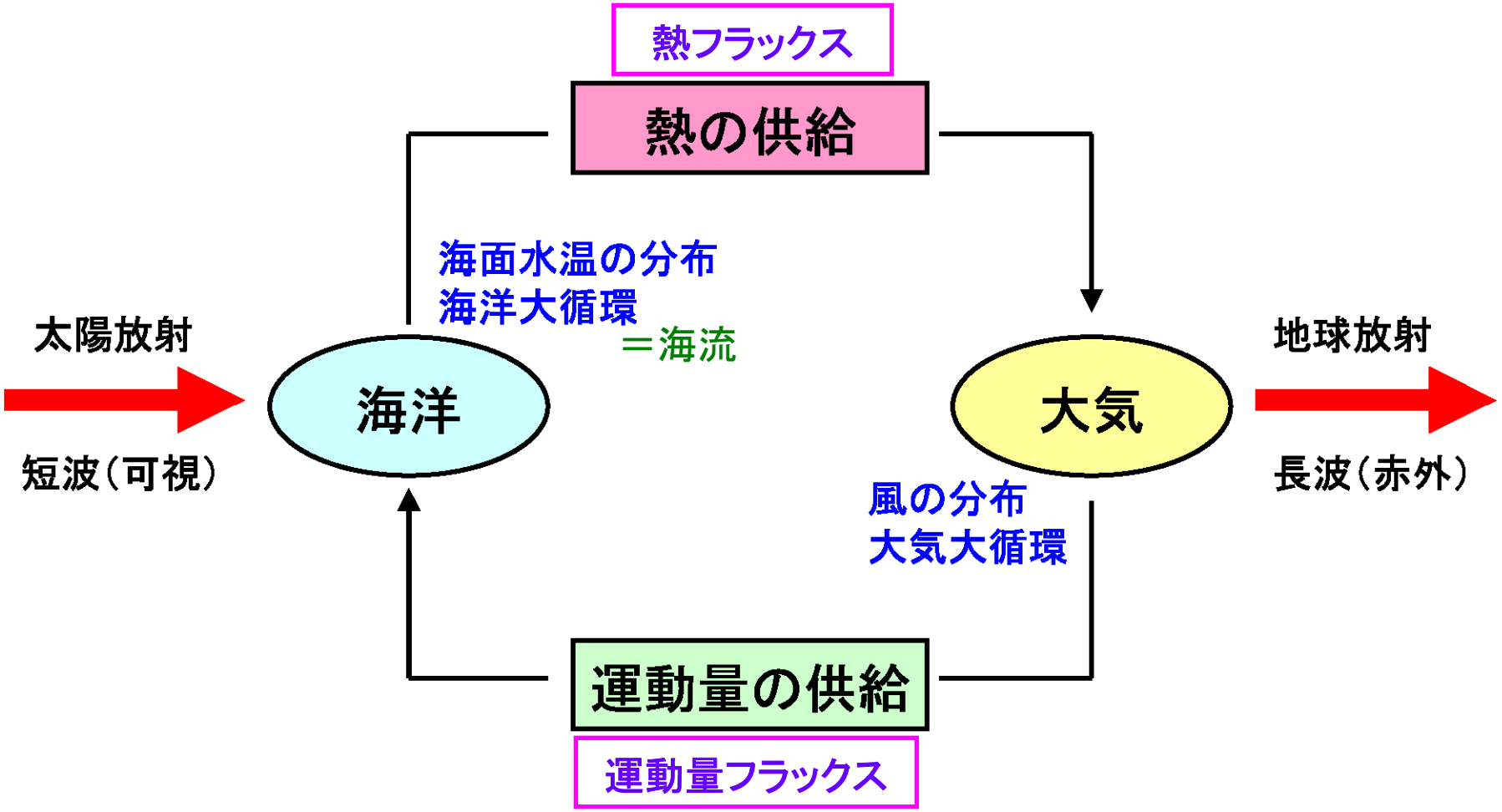


江淵　直人
北海道大学　低温科学研究所
ebuchi@lowtem.hokudai.ac.jp

アウトライン

- はじめに
  - 大気海洋相互作用とは？
- AMSR2 で観測可能な海面とその直上の物理量
- AMSR2 観測データの例
- データ利用例
  - 他の衛星データとの複合利用
- まとめ

大気と海洋の相互作用とは？



花輪 (1997) より

衛星リモートセンシングの利点・欠点

＜利点＞

- 現場観測に比べて短時間に広域を同時に，繰り返し観測できる
- 観測環境が厳しい場所（外洋域，極域など）でも観測が可能

＜欠点＞

- 電磁波を介した間接的な測定
- 観測できる物理量に制限がある.
- 表面付近の情報しか得られない
- 現場観測に比べて観測精度が劣る場合がある

実際には現場観測とリモートセンシングの組み合わせで観測を行うことが理想

現在海洋衛星リモートセンシングに用いられているセンサー

- 受動型センサー

可視放射計	雲，日射量，海氷分布，水色
赤外放射計	海面水温，海氷分布
●マイクロ波放射計	海面水温，水蒸気量，降水量，海上風速，海氷分布

- 能動型センサー

マイクロ波散乱計	海上風ベクトル
マイクロ波高度計	海面高度，流速，波高，海上風速
合成開口レーダ	波浪，海上風速，内部波，海氷分布 油流出
降雨レーダ	降水量（鉛直分布）

マイクロ波センサーは昼夜・雲の影響を受けずに観測が可能

現在海洋衛星リモートセンシングで観測できる海面付近のパラメータ(1)

● • 海面水温	赤外放射計，マイクロ波放射計
● • 海上風(スカラー)	マイクロ波放射計，マイクロ波高度計
• 海上風ベクトル	マイクロ波散乱計
• 海面高度偏差	マイクロ波高度計
● • 鉛直積算水蒸気量	マイクロ波放射計
● • 降水量	マイクロ波放射計，降雨レーダ
• 有義波高	マイクロ波高度計
• クロロフィルa濃度	可視放射計
● • 海氷密接度	マイクロ波放射計

高次プロダクト

- 海面運動量フラックス
- ● 海面熱フラックス
- ● 海面淡水フラックス

現在海洋衛星リモートセンシングで観測できる海面付近のパラメータ(2)

	空間分解能	頻度	精度
• 海面水温　赤外	1 km	天気次第	0.3 K
マイクロ波	25 km	2 /day	0.6 K
• 海上風速	25 km	2 /day	1 m/s
• 海上風向	25 km	2 /day	20°
• 海面高度偏差	～200 km	10 day	3 cm
• 水蒸気量	25 km	2 /day	3.5 kg/m^3
• 降水量	25 km	2 /day	50% ?
• 有義波高	～200 km	10 day	0.3 m
• クロロフィルa濃度	1 km	天気次第	?
• 海氷密接度	15 km	2 /day	10% ?

AMSR2 標準データプロダクト

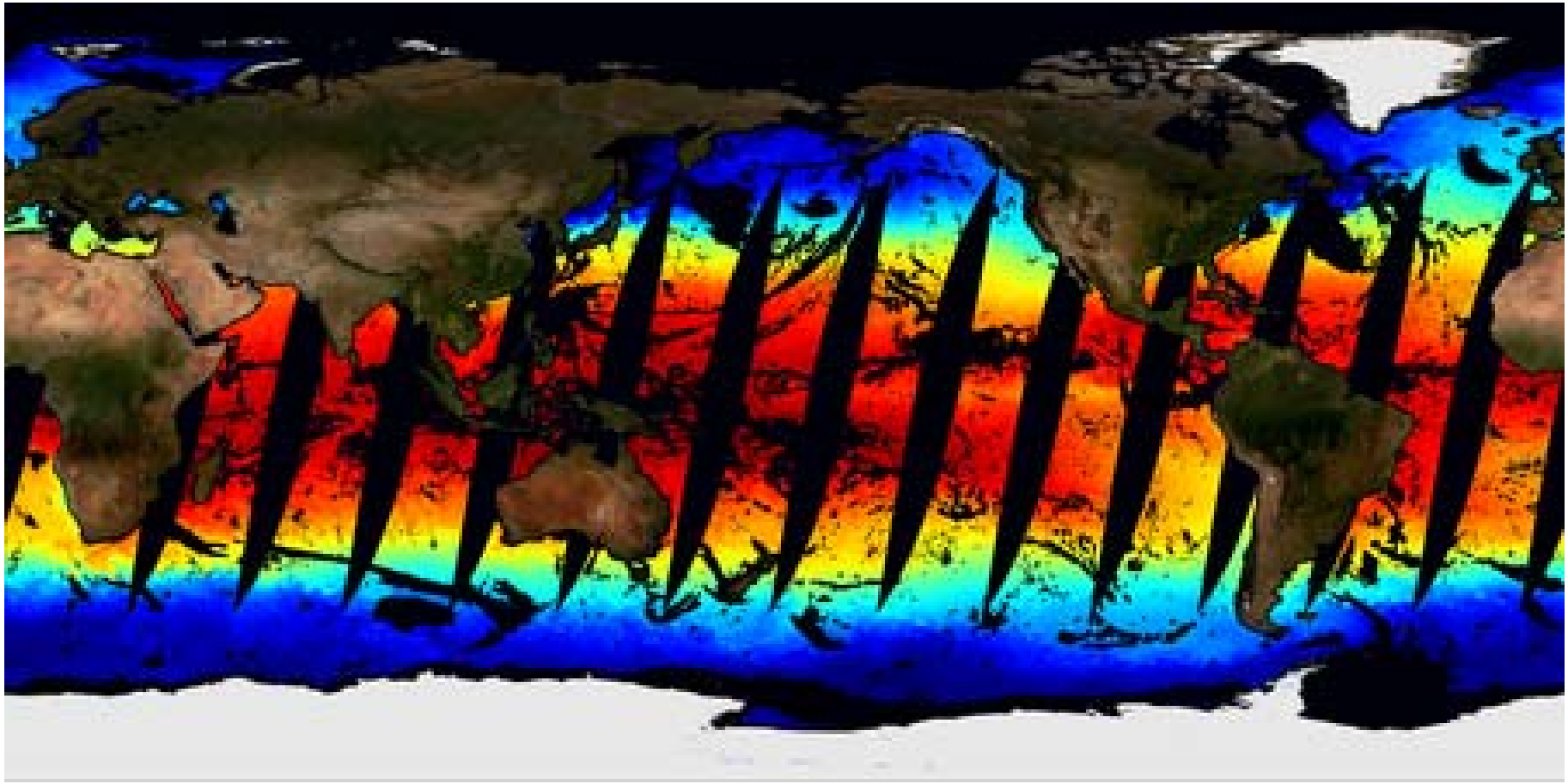
【標準プロダクト】

プロダクト*1		対象領域	空間分解能（概略）	精度			計測範囲	備考
				リリース	標準	目標		
輝度温度（6周波帯・2偏波）		全球	5-50km	±1.5K	±1.5K	±1.0K ±0.3K	2.7 – 340K	系統誤差(最大振幅, 150K相当) 変動誤差(3σ, 150K相当)
地球物理量	積算水蒸気量	全球洋上	15km	±3.5kg/m^2	±3.5kg/m^2	±2.0kg/m^2	0 – 70kg/m^2	鉛直積算量、海氷・降水域除く。
	積算雲水量	全球洋上	15km	±0.10kg/m^2	±0.05kg/m^2	±0.02kg/m^2	0 – 1.0kg/m^2	鉛直積算量、海氷・降水域除く。
	降水量	熱帯～温帯	15km	海上±50% 陸上±120%	海上±50% 陸上±120%	海上±20% 陸上±80%	0 – 20mm/h	地表面降水量。精度は50km平均の相対誤差（平均降水強度に対するRMSEの割合）。
	海面水温	全球洋上	50km	±0.8deg.C	±0.5deg.C	±0.2deg.C	-2 – 35deg.C	海氷・降水域除く。目標精度は緯度10°毎の1ヶ月平均バイアス値。
	海上風速	全球洋上	15km	±1.5m/s	±1.0m/s	±1.0m/s	0 – 30m/s	海氷・降水域除く。
	海氷密接度	高緯度洋上	15km	±10%	±10%	±5%	0 – 100%	精度は海氷密接度[%]で表示。
	積雪量	陸圏	30km	±20cm	±20cm	±10cm	0 – 100cm	氷床と密な森林域を除く。精度は積雪深で示しており、瞬時値の絶対値平均誤差。
	土壌水分量	陸圏	50km	±10%	±10%	±5%	0 – 40%	全球陸域（乾燥地、寒冷地を含む）で、植生被覆が水分相当2kg/m^{2}以下の地域での体積含水率。氷床と密な森林域を除く。精度は瞬時値の絶対値平均誤差。

*1 輝度温度はセンサの工学値出力を最も基本的な観測量に変換したものであり、それ以外の地球物理量は、変換アルゴリズムを介して輝度温度を地球物理量へ換算したものである。

JAXA/EORC ウェブサイトより

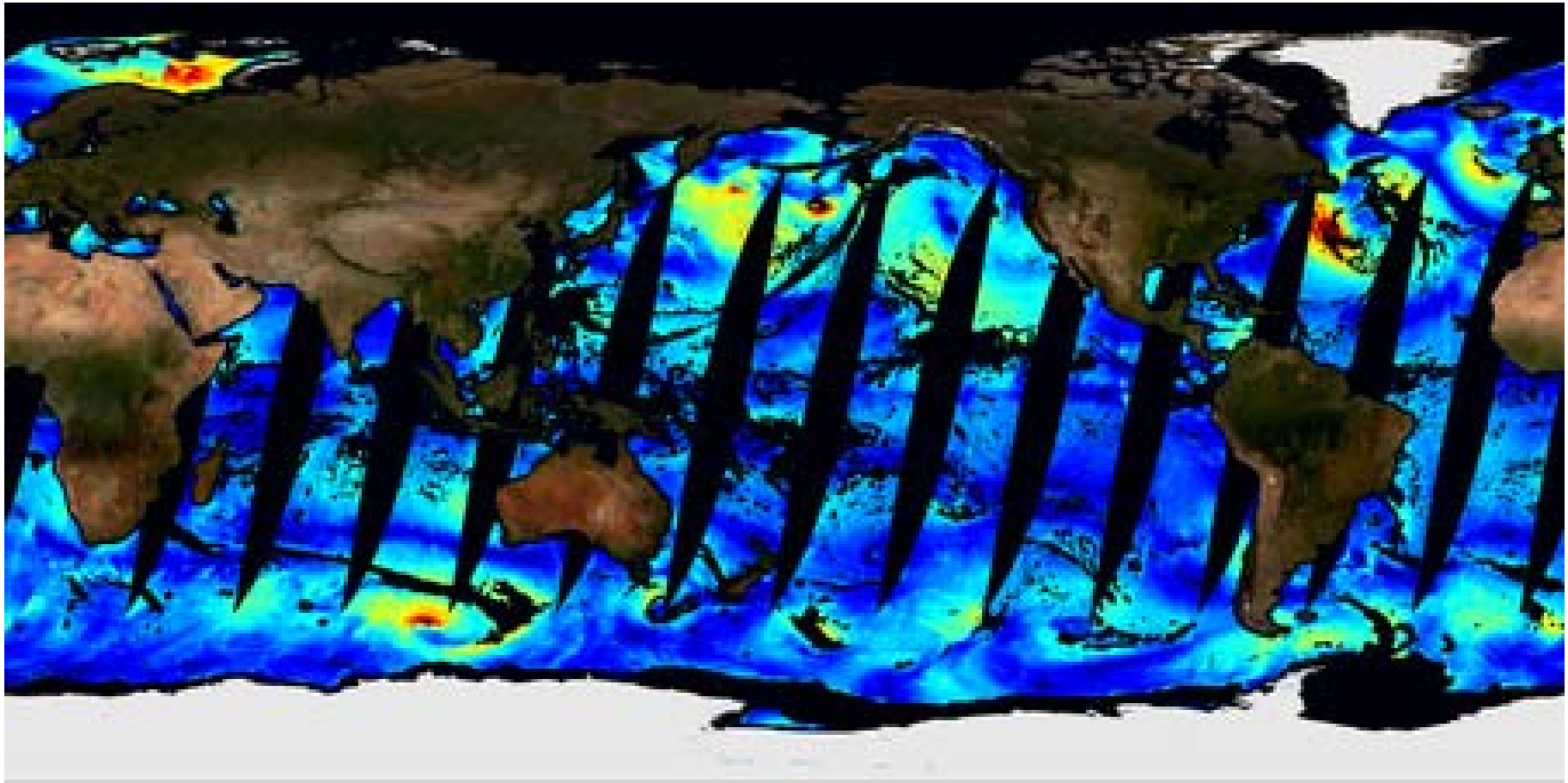
AMSR2 の観測例 (1)　海面水温



2013年1月12日

http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/JASMES_daily/index_j.html よりダウンロード

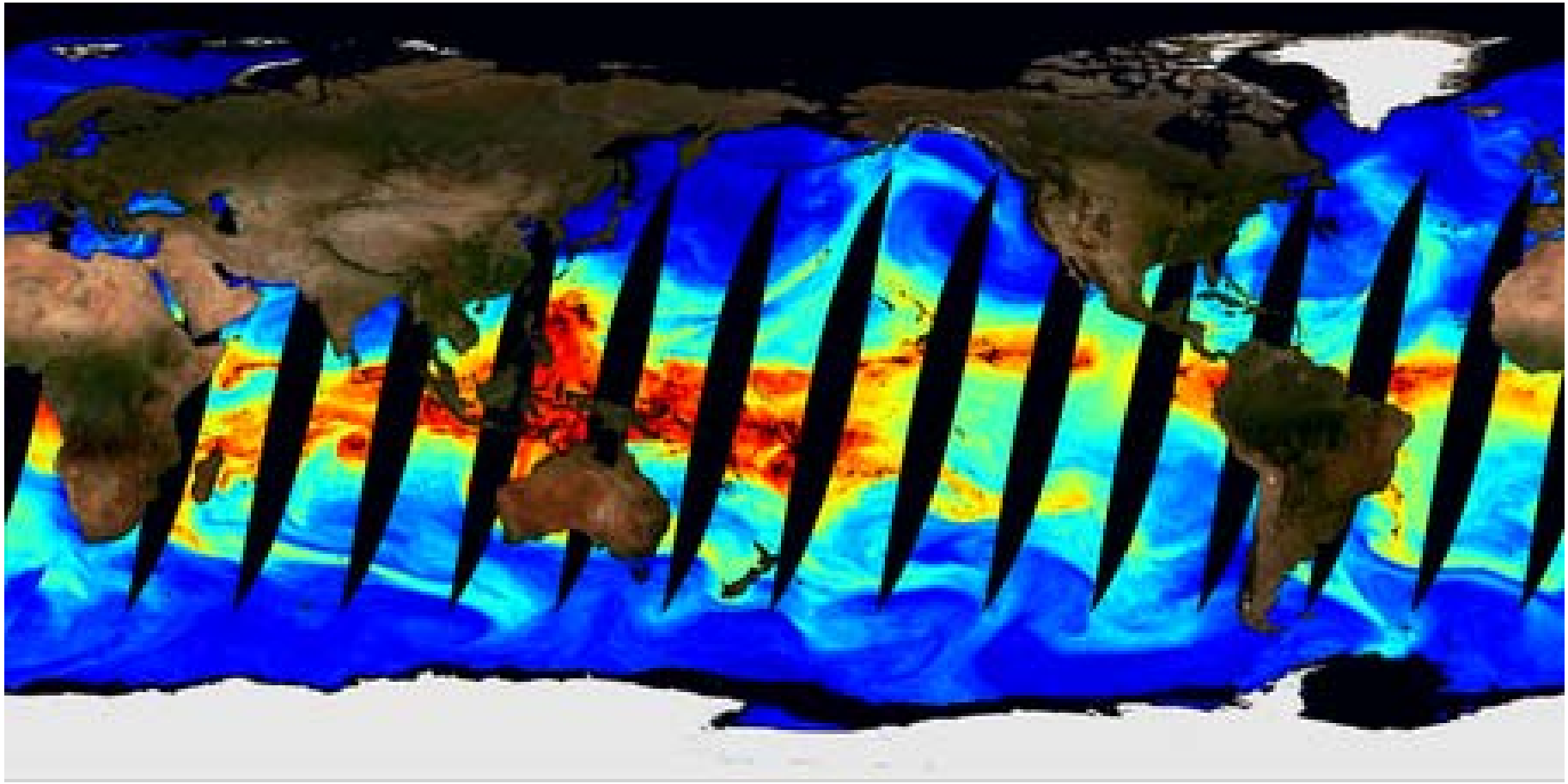
AMSR2 の観測例 (2)　海上風速



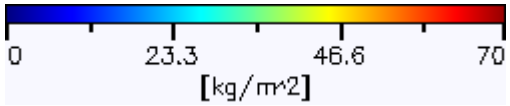
2013年1月12日

http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/JASMES_daily/index_j.html よりダウンロード

AMSR2 の観測例 (3)　積算水蒸気量

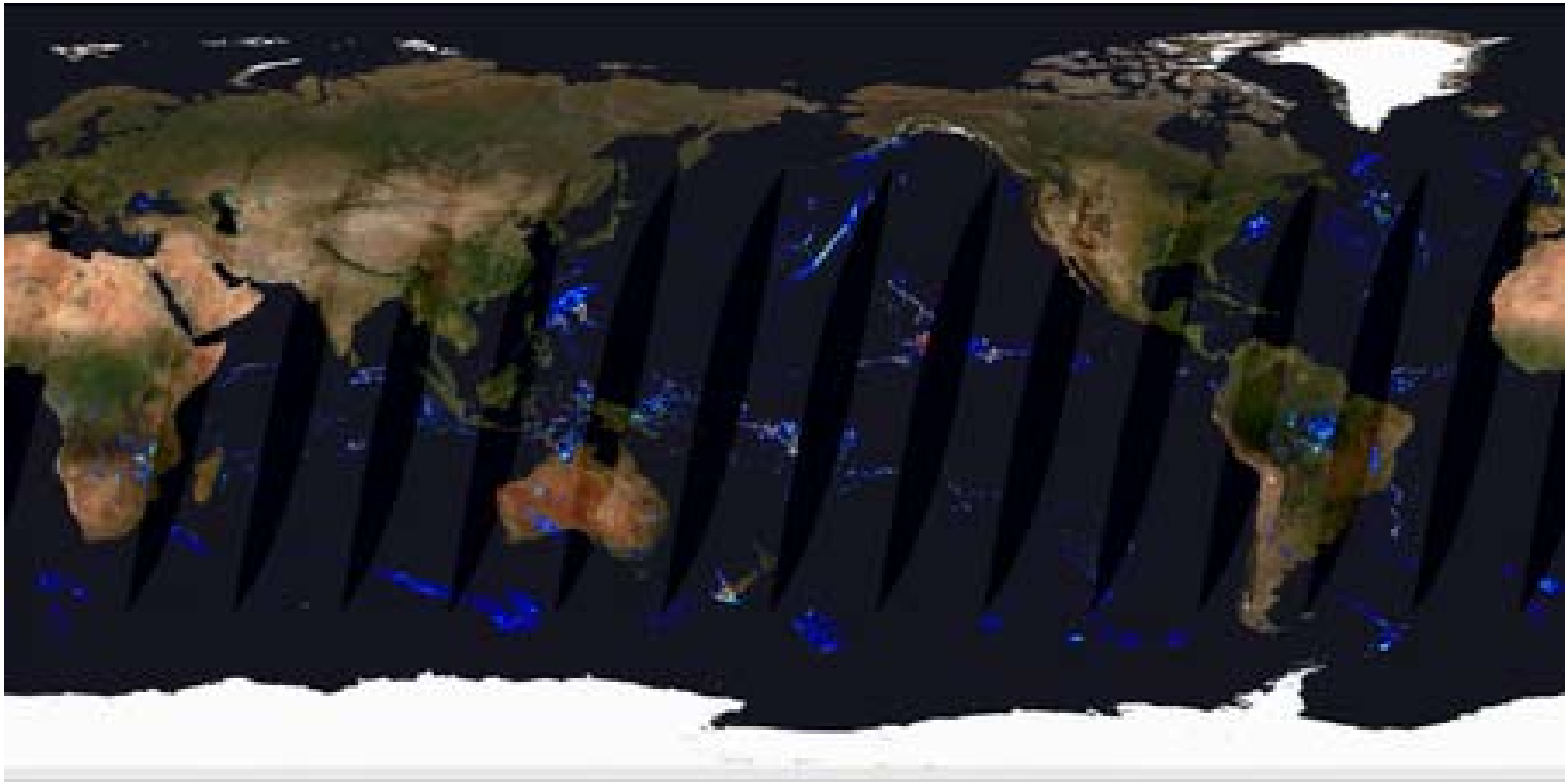


2013年1月12日

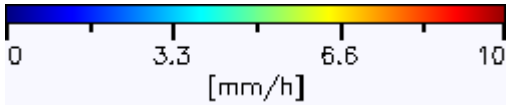


http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/JASMES_daily/index_j.html よりダウンロード

AMSR2 の観測例 (4)　降水量

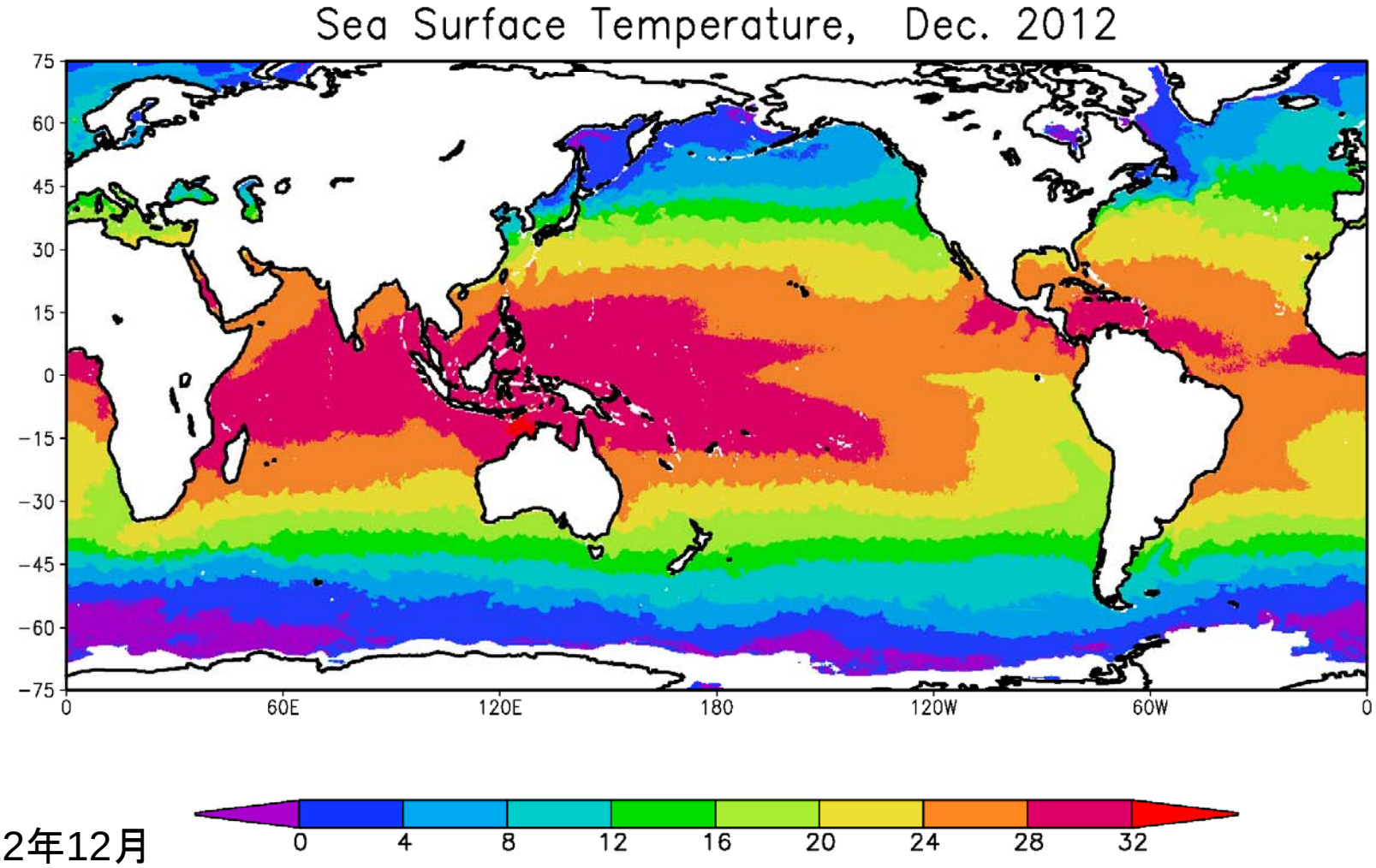


2013年1月12日



http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/JASMES_daily/index_j.html よりダウンロード

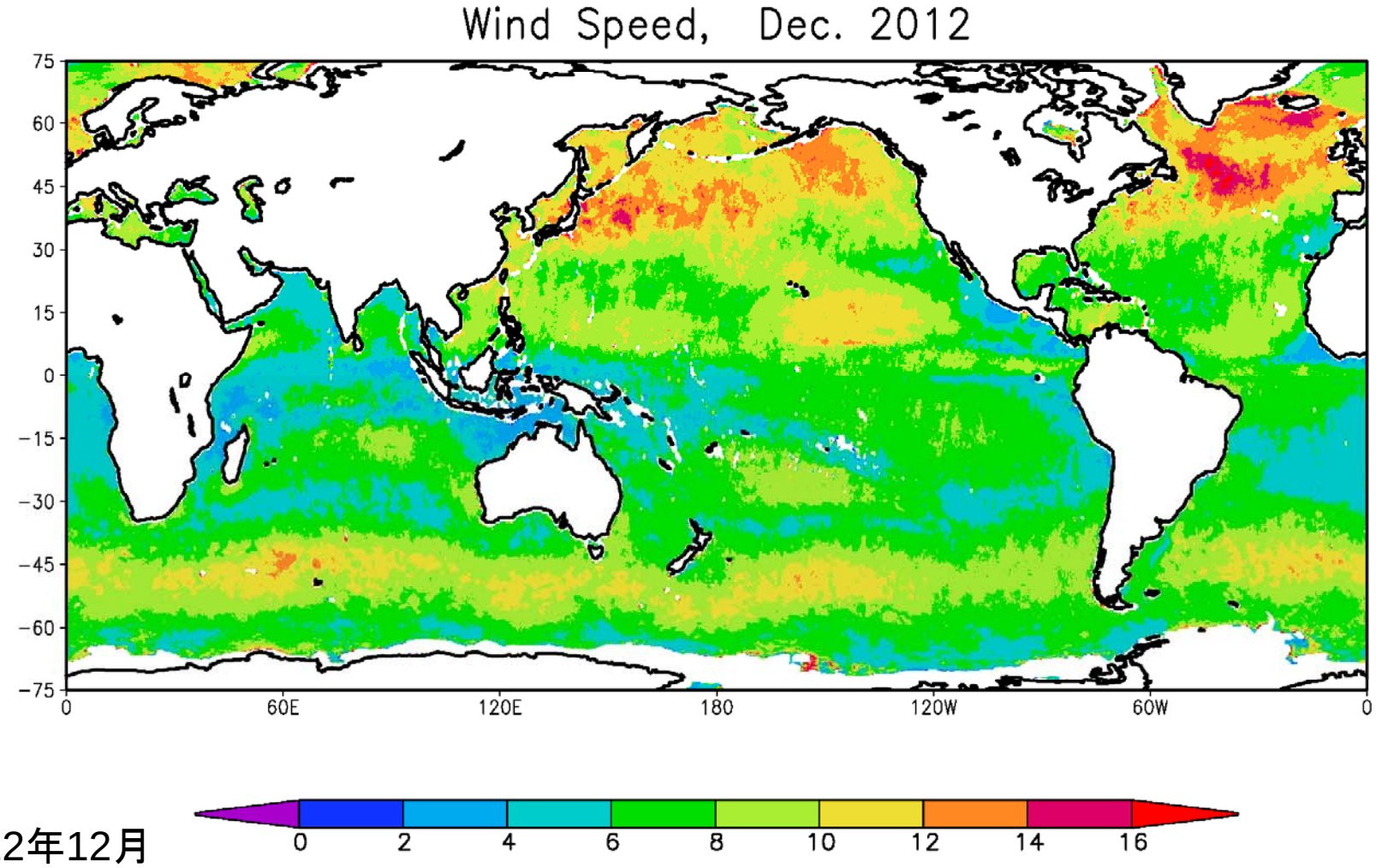
AMSR2 の観測例 (5)　海面水温月平均



2012年12月

「GCOM-W1データ提供サービス」よりダウンロード，　レベル3：月平均データ

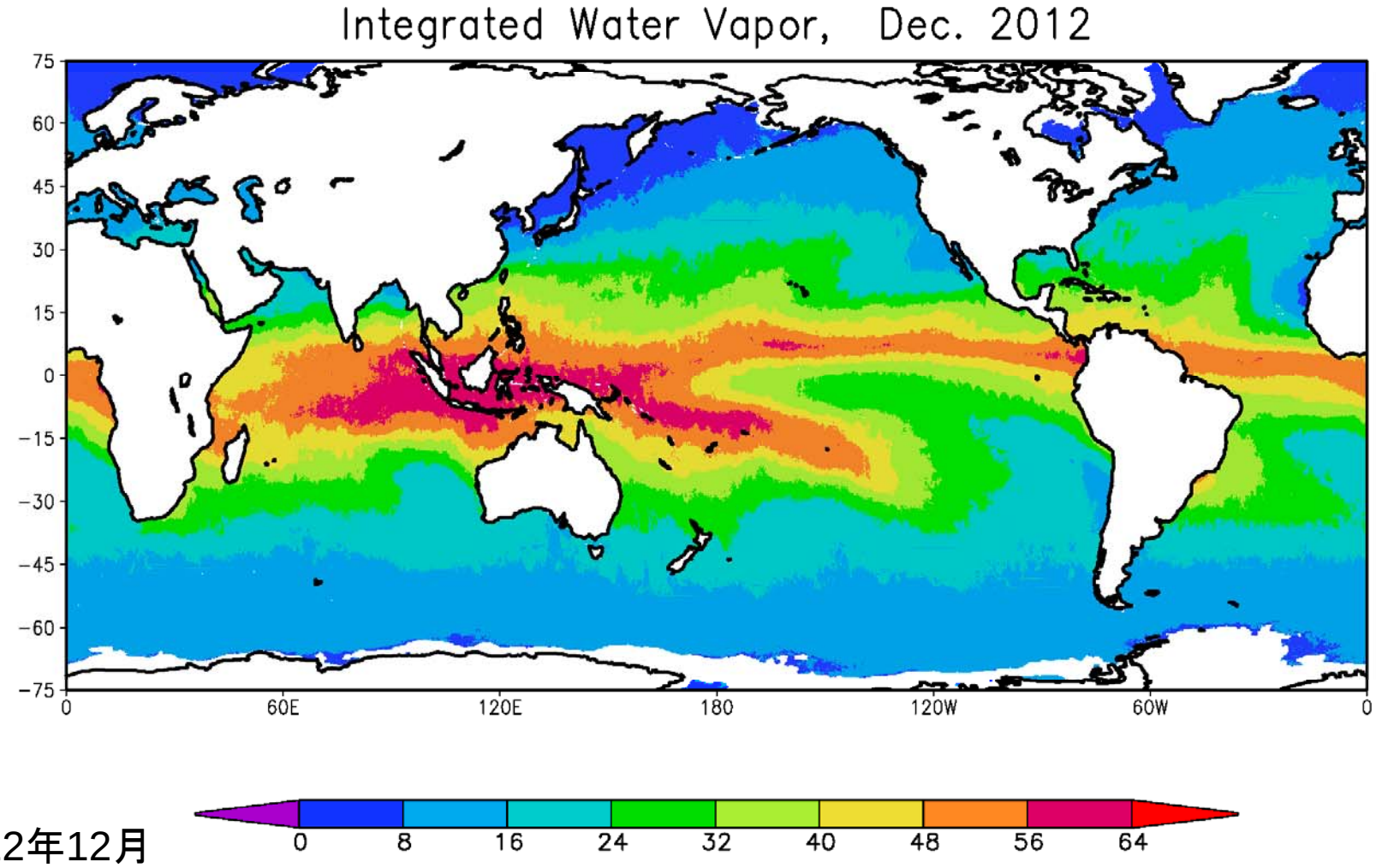
AMSR2 の観測例 (6)　海上風速月平均



2012年12月

「GCOM-W1データ提供サービス」よりダウンロード，　レベル3：月平均データ

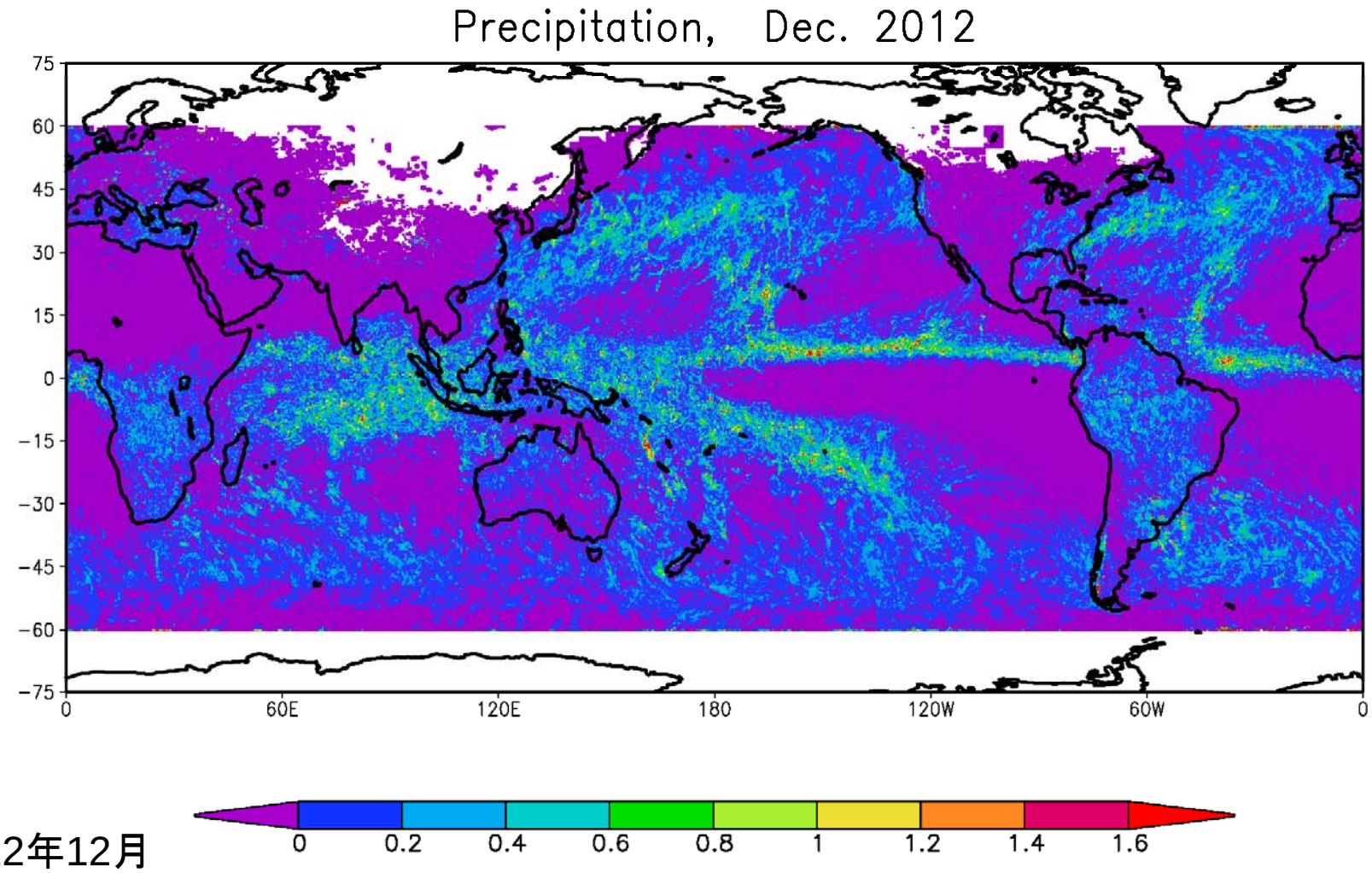
AMSR2 の観測例 (7)　積算水蒸気量月平均



2012年12月

「GCOM-W1データ提供サービス」よりダウンロード，　レベル3：月平均データ

AMSR2 の観測例 (8)　降水量月平均



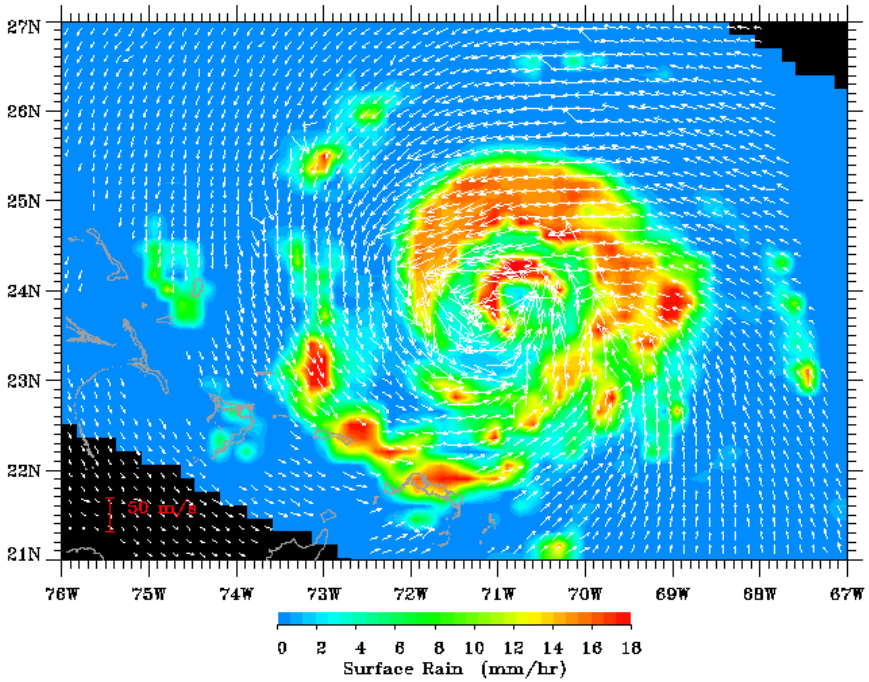
2012年12月

「GCOM-W1データ提供サービス」よりダウンロード，　レベル3：月平均データ

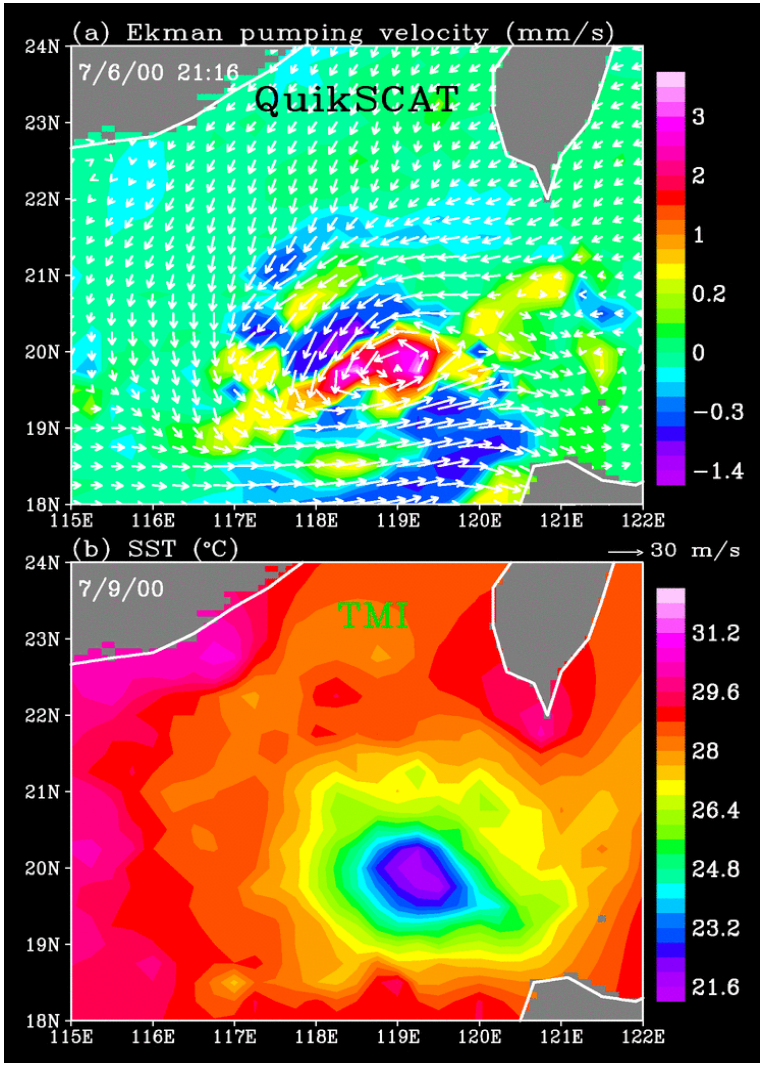
大気海洋相互作用の研究への
マイクロ波放射計データの利用例

- TRMM/TMI, ADEOS-II/AMSR, Aqua/AMSR-2 のデータを利用した研究例
- 他の衛星センサの観測データとの複合利用

台風

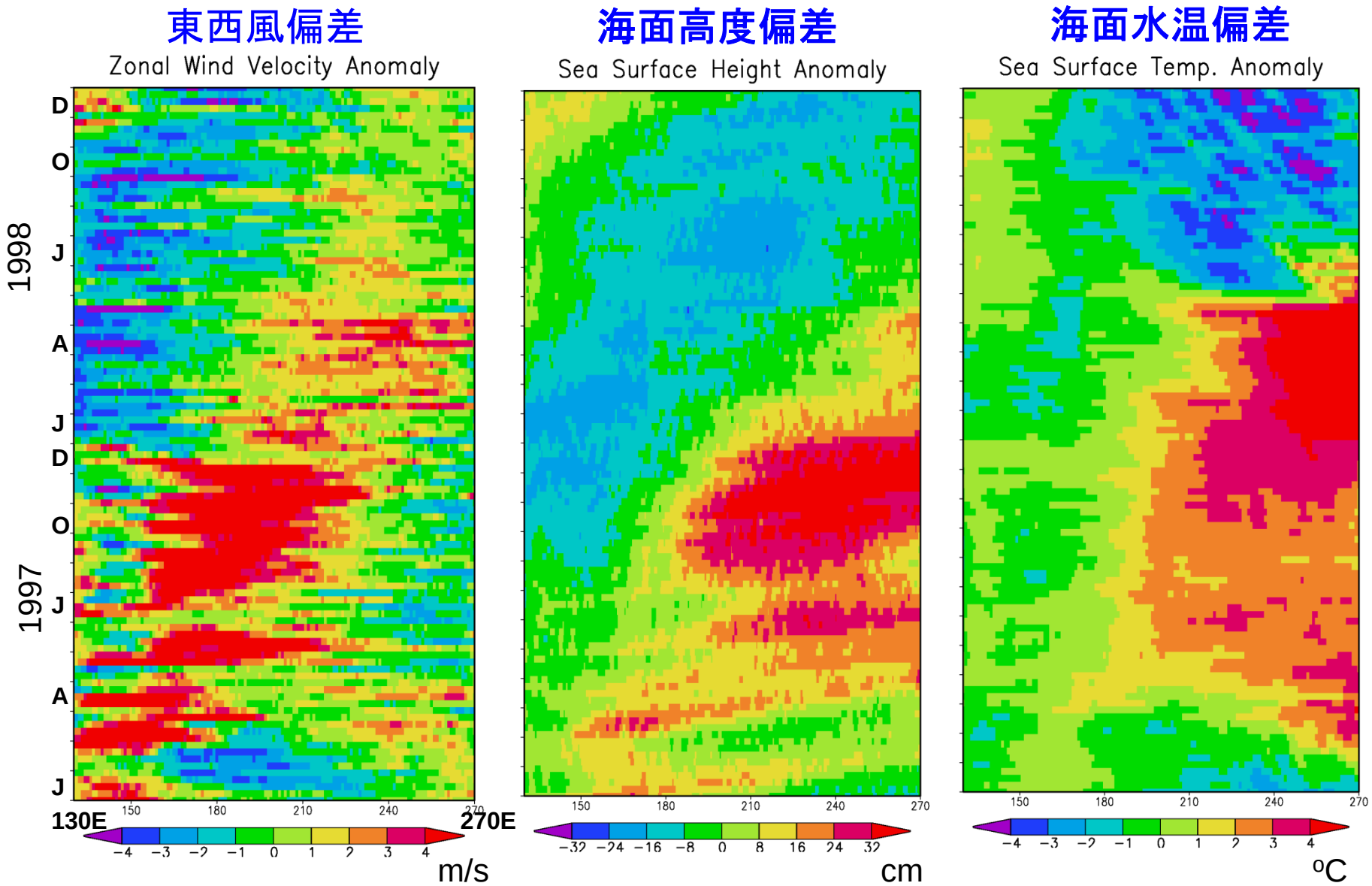


Liu et al. (2000)

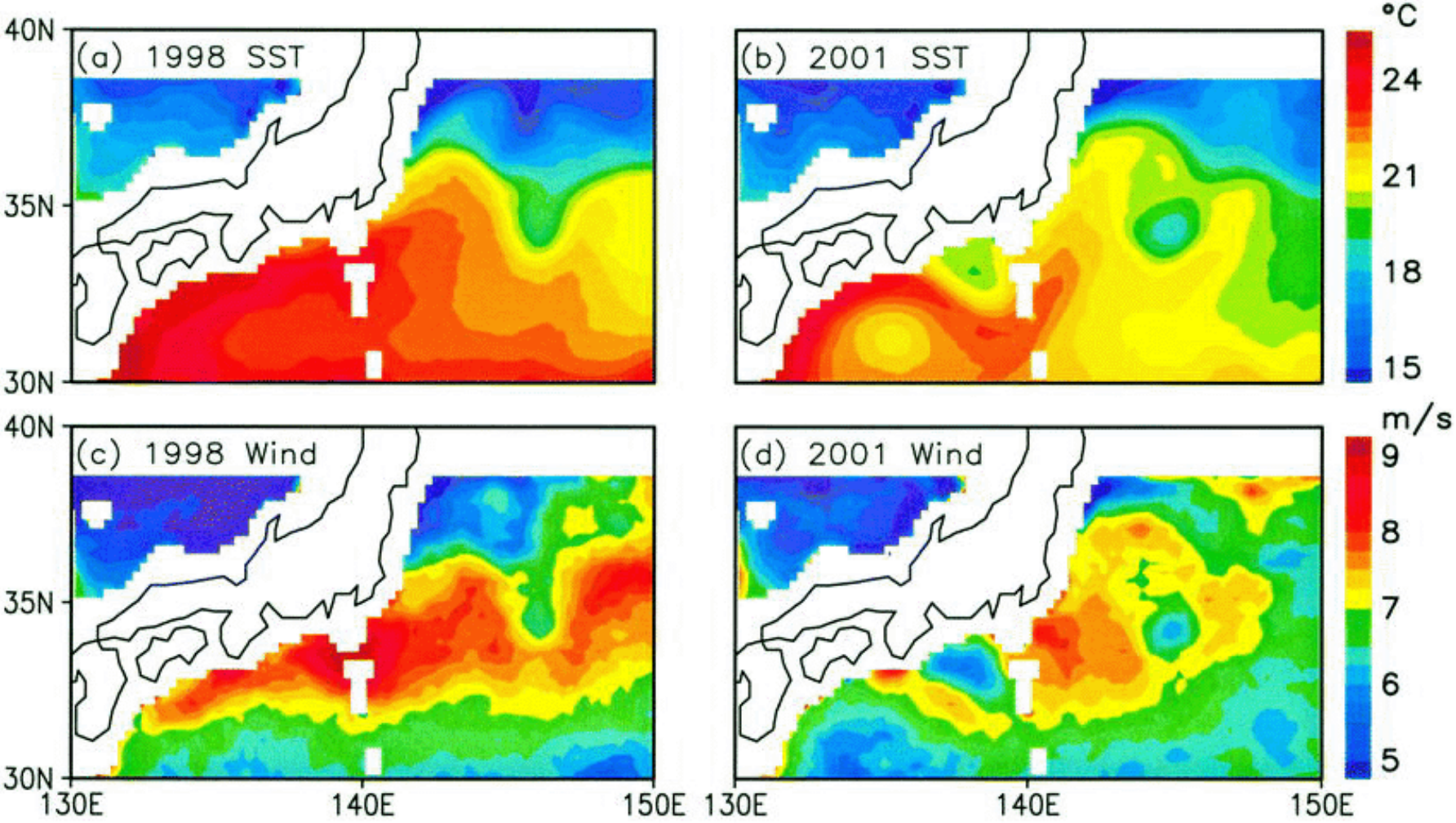


Liu et al. (2004)

エルニーニョ


東西風偏差
Zonal Wind Velocity Anomaly
海面高度偏差
Sea Surface Height Anomaly
海面水温偏差
Sea Surface Temp. Anomaly
1998
1997
D
O
J
A
J
D
O
J
A
J
130E
270E
150
180
210
240
270
−4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4
m/s
−32 −24 −16 −8 0 8 16 24 32
cm
−4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4
°C

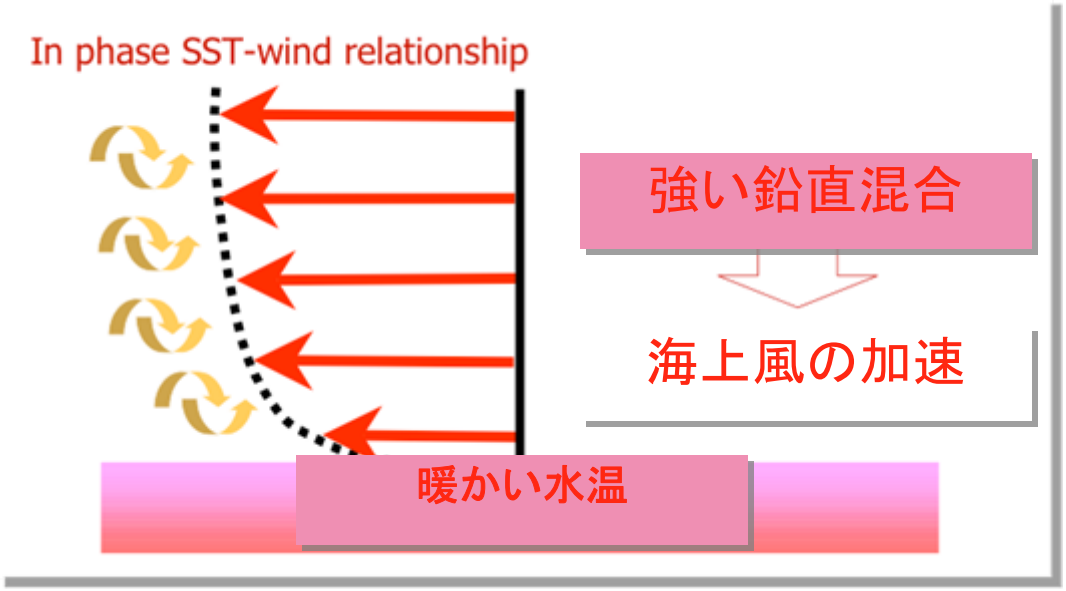
日本南岸の海面水温・風速分布（4－6月）

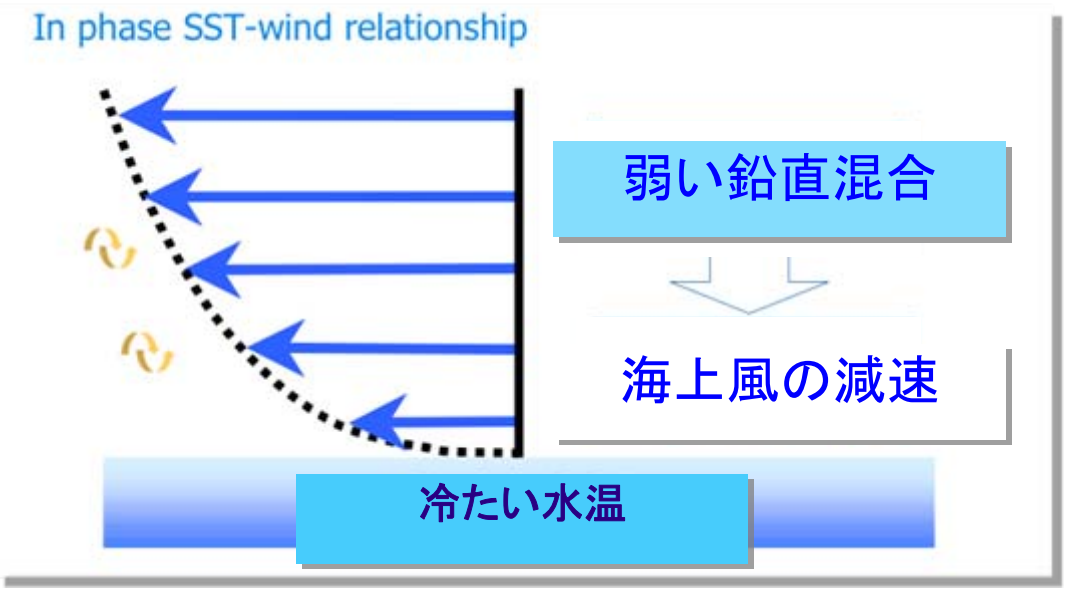


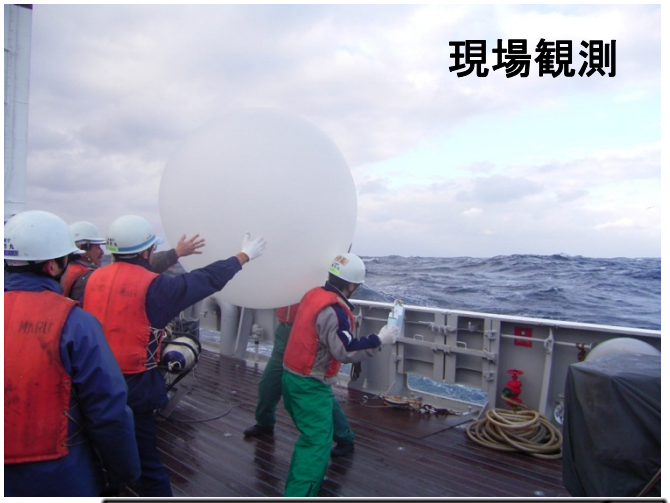
Nonaka and Xie (2003)

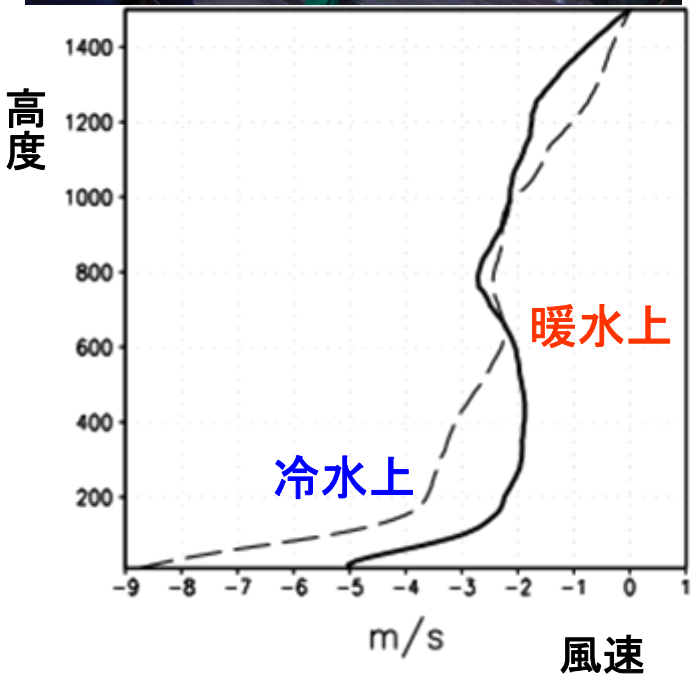
高水温域ほど風が強い

中緯度海域における海洋→大気の作用

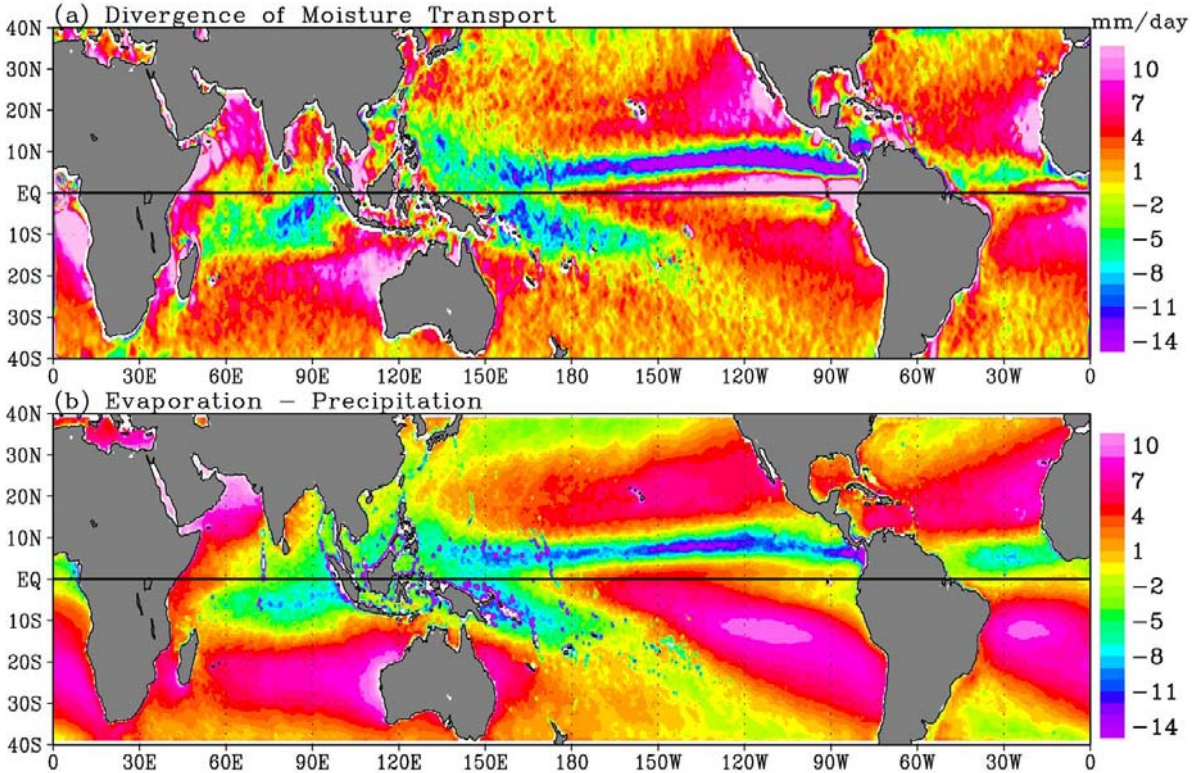








水蒸気収支推定

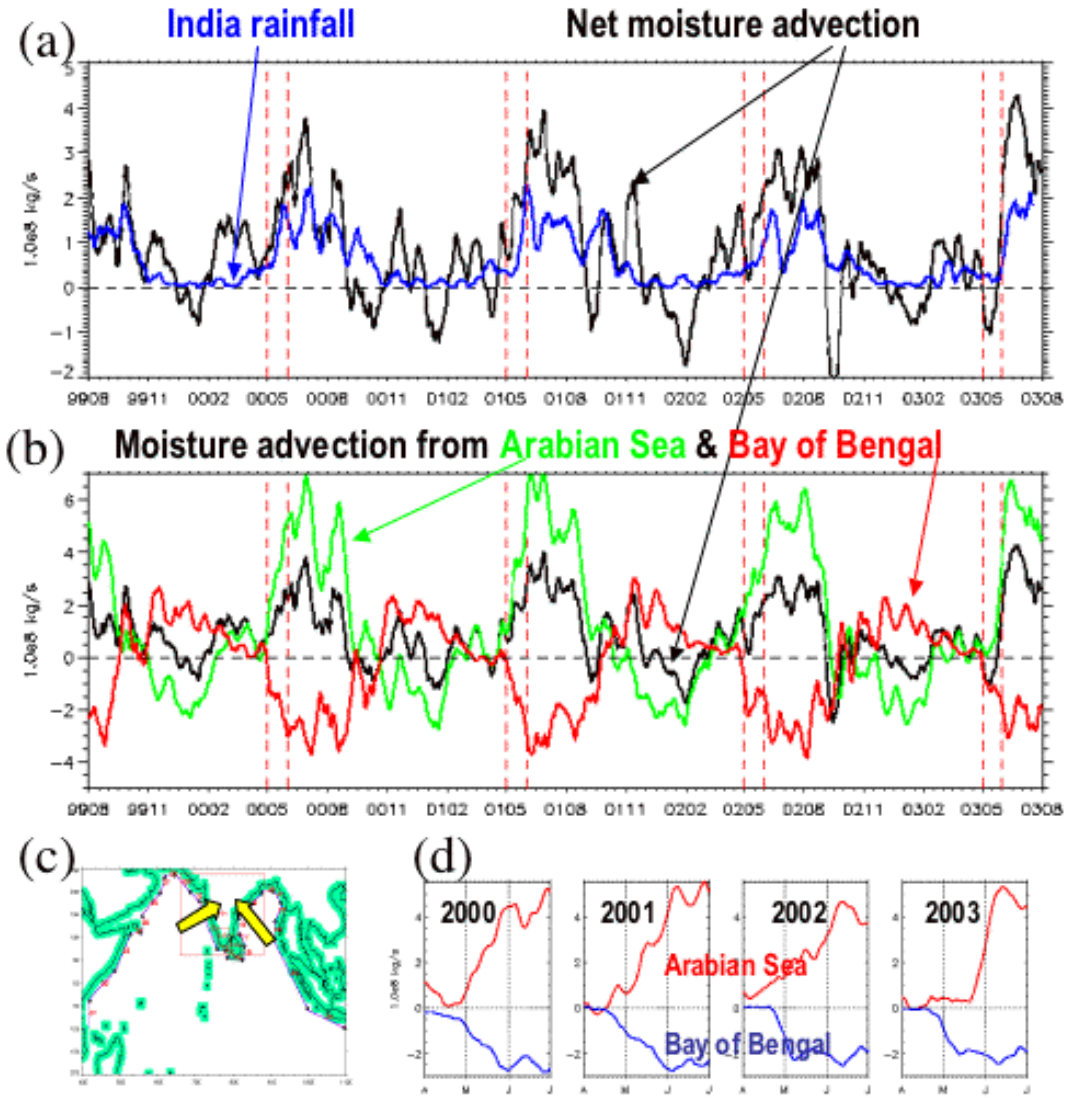


マイクロ波散乱計の海上風とマイクロ波放射計の鉛直積算水蒸気量から推定した水蒸気量の収束・発散

マイクロ波放射計のデータから推定した海面淡水フラックス（蒸発－降水）

Xie and Liu (2005)

モンスーンと水収支



Liu and Tang (2004)

衛星観測データを用いた海面運動量・熱フラックス推定の試み

J-OFURO

Japanese Ocean Flux data sets with Use of Remote sensing Observations

Last update 01 Jun. 2004.

School of Marine Science and Technology,
Tokai University

What's New

- The Momentum flux product was updated. (2006.12.26)
- The new version of J-OFURO Altimeter product was released (2005.12.20)
- Modified the problem in the netCDF files for ERS MF 10days mean. (2005.06.14)
- Modified the problem in the netCDF files for ERS MF 10days mean. (2005.06.10)
- Added the section of note for citation. (2004.06.01)
- Monthly Shortwave Radiation data was updated. (2004.02.13)
- Altimeter's product was released. (2003.10.27)

Update History

Introduction

Ocean actively changes heat, water and momentum with atmosphere at ocean surface. The exchanged heat, water and momentum are transported by general ocean and atmospheric circulations with global scale. Since the exchanging and transporting processes play important roles for global climate, estimates of those fluxes between atmosphere and ocean and of those transports by ocean and atmospheric circulations are quite important for understanding the mechanism of global climate. However, it is difficult to globally estimate those fluxes and transports by using in situ observation data such as ship observation data because in situ data are extremely sparse in time and space. However, we can derive considerably homogeneous data with high resolution using analysis and satellite data. Therefore, it is considered that analysis and satellite data are suitable for obtaining globally-covered fluxes between ocean and atmosphere.
Recently we constructed ocean surface flux data sets mainly using satellite data. The data set is named by Japanese Ocean Flux data sets with Use of Remote sensing Observations (J-OFURO). Here, we introduce J-OFURO.

J-OFURO Main Data Sets

We constructed data sets for shortwave radiation flux, longwave radiation flux, latent heat flux, sensible heat flux, momentum flux, and sea surface dynamic topography. Data availability is shown here. Brief descriptions for each data set are as follows:

東海大学・久保田雅久教授のグループが作成・公開

http://dtsv.scc.u-tokai.ac.jp/j-ofuro

衛星リモートセンシングデータを用いた海面フラックスの推定

運動量 $$\vec{\tau} = \rho C_D \left|\overrightarrow{U_{10}}\right| \overrightarrow{U_{10}}$$

顕熱 $$Q_H = \rho C_p C_H \left|\overrightarrow{U_{10}}\right| (T_s - T_a)$$

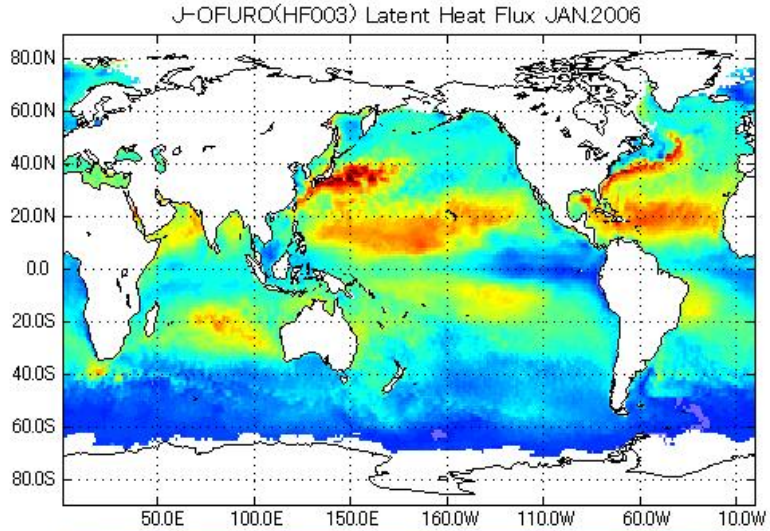
潜熱 $$Q_E = \rho L C_E \left|\overrightarrow{U_{10}}\right| (q_s - q_a)$$

総熱 $$Q_{net} = -Q_S + Q_L + Q_H + Q_E$$

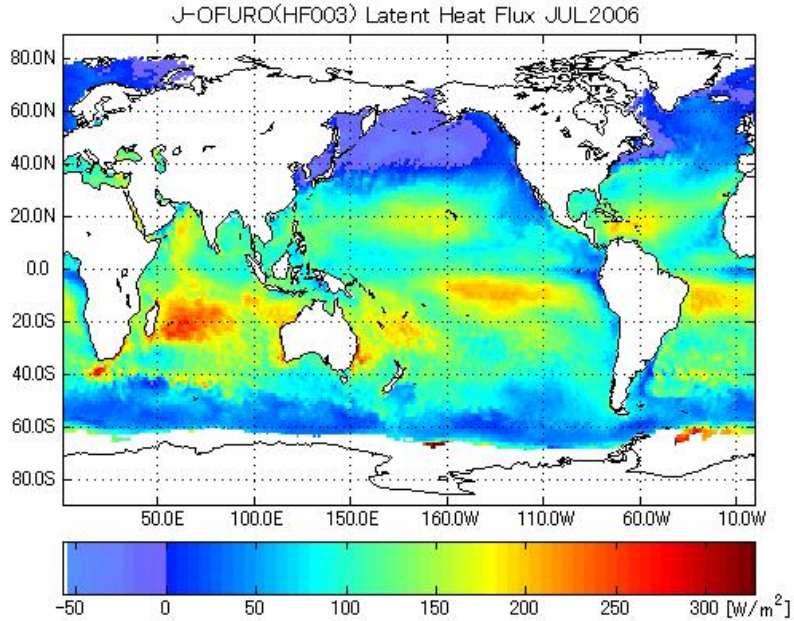
淡水 $$Q_{fresh} = P - E$$

$\vec{\tau}$: 下向き運動量フラックス, Q_H: 上向き顕熱フラックス, Q_E: 上向き潜熱フラックス,
$\overrightarrow{U_{10}}$: 高度10mの風速ベクトル, ρ: 空気の密度, C_p: 定圧比熱, T_s: 海面水温, T_a: 気温,
L: 蒸発の潜熱, q_a: 比湿, q_s: 海面水温における飽和比湿, Q_S: 短波放射, Q_L: 長波放射,
P: 降水量, E: 蒸発量

衛星観測データから見積った海面潜熱フラックスの例



潜熱
（1月）



潜熱
（7月）

まとめ

- AMSR2 によって，海面水温，海上風速，鉛直積算水蒸気量，降水量などが，全球の海洋で 25 km 分解能で観測可能である.
- 画像，データは，JAXA のデータサイトからダウンロード可能である.
- 他の衛星センサの観測データと組み合わせることによって，様々なスケールの大気海洋相互作用の現象を捉えることが可能である.
- 長期間の時系列データによって，大気・海洋の変動現象の新しいメカニズムが明らかになることを期待される.