



船と海上気象

THE SHIP AND MARITIME METEOROLOGY

VOL.51 NO.1

March 2007

- ・ 海難防止のために:急速に発達した低気圧による 2006 年 10 月 4 日から 9 日にかけての暴風の事例
- ・ 差分画像を利用した海上の夜間の霧域の推定について
- ・ 最近 100 年間の日本近海における海面水温の長期変化について
- ・ はれるんからの一言 インマルサット衛星を経由した船舶気象報の通報
- ・ 梅雨観測実験“BAIU HUNTER”と無人気象観測機による気象観測



太平洋上の二重の虹

Double rainbows in the Pacific Ocean.



気象庁
Japan Meteorological Agency

ISSN 0429-9000

本誌について

1. 刊行の目的

本誌は、主として船舶乗組員の方々を対象に、海上気象観測・通報や海上気象、海洋について正しく理解していただくこと、および読者との交流を目的としています。

2. 掲載する記事

- (1) 船舶乗組員の方々の気象に関する体験談や質問等
- (2) 海上気象観測・通報に関すること
- (3) 海上気象や海洋に関すること

表紙の写真について

太平洋上の二重の虹

虹は、太陽の光が空気中の水滴により屈折、反射されてできます。内側のはっきりした虹を主虹といい、外側の虹を副虹といいます。主虹は太陽光が水滴の中で1回反射してできるのに対し、副虹は2回反射した光でできます。そのため主虹にくらべて薄く、色の並び方が主虹と逆になっています。

この虹は、2006年10月31日16時半頃（日本時間）、北緯5度、東経137度を航行中の気象庁海洋観測船凌風丸から撮影されました。虹はスコールなどのしゅう雨性の降水の後に見られることが多く、同18時の凌風丸の船舶気象観測報によると、過去3時間のうちにしゅう雨があったことが報告されています。



海難防止のために：急速に発達した低気圧による 2006年10月4日から9日にかけての暴風の事例 The Rapidly Developing Storm of October 4-9, 2006

気象庁 予報部 予報課
気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象情報室
Forecast Division, Forecast Department, Japan Meteorological Agency
Office of Marine Prediction, Global Environment and Marine Department,
Japan Meteorological Agency

はじめに

2006年10月、急速に発達した低気圧が本州の太平洋側を北上し、関東地方から北海道地方にかけて暴風による大きな被害をもたらしました。なかでも本州の太平洋岸では3件の大きな海難が発生しました。顕著な気象現象による被害を最小限にするためには、気象情報を的確に利用することが不可欠です。

ここでは、この低気圧について解説するとともに、気象庁が発表している船舶向けの気象情報を紹介します。

急速に発達した低気圧

2006年10月4日から5日にかけて、日本の南海上の台風第16号及び第17号の北上に伴って、本州南岸に停滞した前線に向かって台風周辺の暖かく湿った空気が流れ込み、前線の活動が活発となりました(図1)。

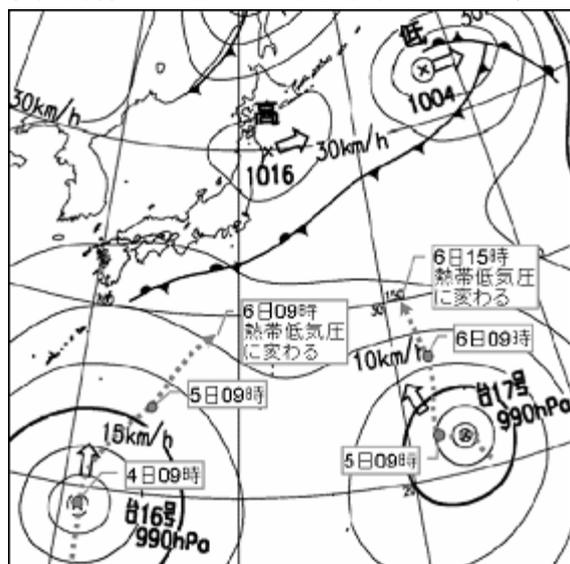


図1 台風の経路と2006年10月4日09時の地上天気図
Fig. 1 Surface analysis chart (09 JST Oct. 4) with typhoon tracks.

Introduction

In October 2006, a rapidly developing low-pressure system moved along the coast of north-east Japan causing severe damage throughout the Kanto, Tohoku and Hokkaido areas, as well as three serious marine accidents off the eastern coast of Honshu.

These incidents highlight how appropriate use of weather information is indispensable to minimize any risk of potential damage from severe weather.

This issue describes that low-pressure system, and presents marine meteorological information issued by the Japan Meteorological Agency (JMA).

The Rapidly Developing Low

Between October 4 and 5, 2006, a stationary front in the sea south of Honshu was activated by warm and wet air from typhoons T0616 and T0617 that were moving northward in the sea south of Japan (Fig. 1).

On October 6, the low-pressure formed on the front started moving northeastward over the sea south of Honshu, and was developing rapidly until the morning of October 7. The low-pressure continued to move from the sea east of Kanto to off Sanriku. On October 8 it moved onward to the sea east of Hokkaido (Fig. 2)

このような中で、6日に前線上に発生した低気圧が本州南岸を北東に進み、7日朝にかけて急速に発達しました。低気圧はその後、関東の東海上から三陸沖へ進み、8日には北海道の東方海上へ達しました（図2）。

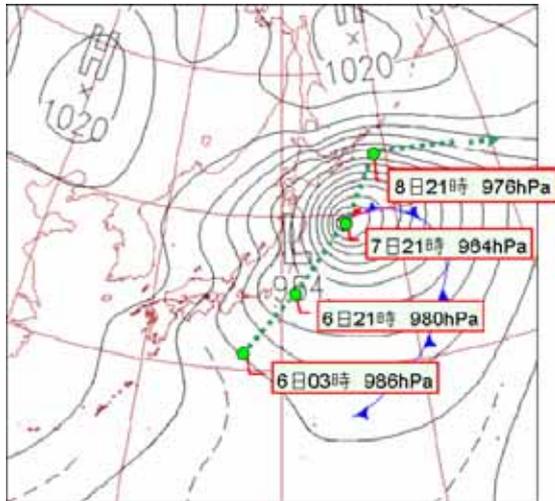


図2 低気圧の経路と2006年10月7日21時の地上天気図

●印：低気圧の中心位置
吹き出し：日時、中心気圧

Fig. 2 Surface analysis chart (21 JST Oct. 7) with low pressure track.

低気圧による暴風と高波

この低気圧のため、関東地方から北海道地方では太平洋側の陸上で平均風速50ノット、海上で60ノットを超える暴風となりました。また、関東地方の太平洋側の沿岸では6日から有義波高*1が6mを超える大しけとなりました。低気圧が急速に発達しながら本州南岸から三陸沖に進んだ6日から7日にかけては東北地方の太平洋側の沿岸で、8日には北海道の太平洋側の沿岸で有義波高が9mを超える猛烈なしけとなりました。青森県八戸では7日17時にこの期間の最大有義波高7.64mを観測しました。（図3）

さらに、関東地方から北海道地方の太平洋側では高潮が発生し、北海道十勝港では8日明け方に最大潮位偏差が114cm、最高潮位がT.P.*2上159cmとなりました。

Storm Winds and High Waves

Storm winds from the developing low blew at an average speed of at least 50 knots over land and 60 knots over sea in the Kanto, Tohoku and Hokkaido areas. On October 6, high waves over 6m in significant wave height*1 (SWH) were observed off the eastern coast of the Kanto area. The low-pressure developed rapidly and moved from the sea south of Honshu to the sea off Sanriku. Over 9m SWH were observed off the eastern coast of Tohoku area from 6 to 7 October, and off the southern coast of Hokkaido on October 8. A 7.64m SWH was observed at 17 JST 8 October at Hachinohe, Aomori prefecture (Fig. 3).

Off the coast from Kanto to Hokkaido, a high tide with a 114cm maximum tide anomaly and a 159cm maximum tide level from T. P. *2 was recorded at Tokachi harbor at dawn on October 8.

*1 : Significant wave height is a standard measure (trough to crest) of ocean waves. It is approximately equal to the average height of the highest one-third of the waves. It roughly approximates to visual observations. In reality wave heights vary a lot, and waves about two times the height of the significant wave height are not uncommon.

*2 : T.P. Tokyo peil, baseline of height above sea level.

Damage and Casualties

On October 6, a bulk carrier anchored offshore near Kashima, Ibaraki Prefecture ran aground 10km off the south-east coast of Kashima, and a fishing boat ran aground

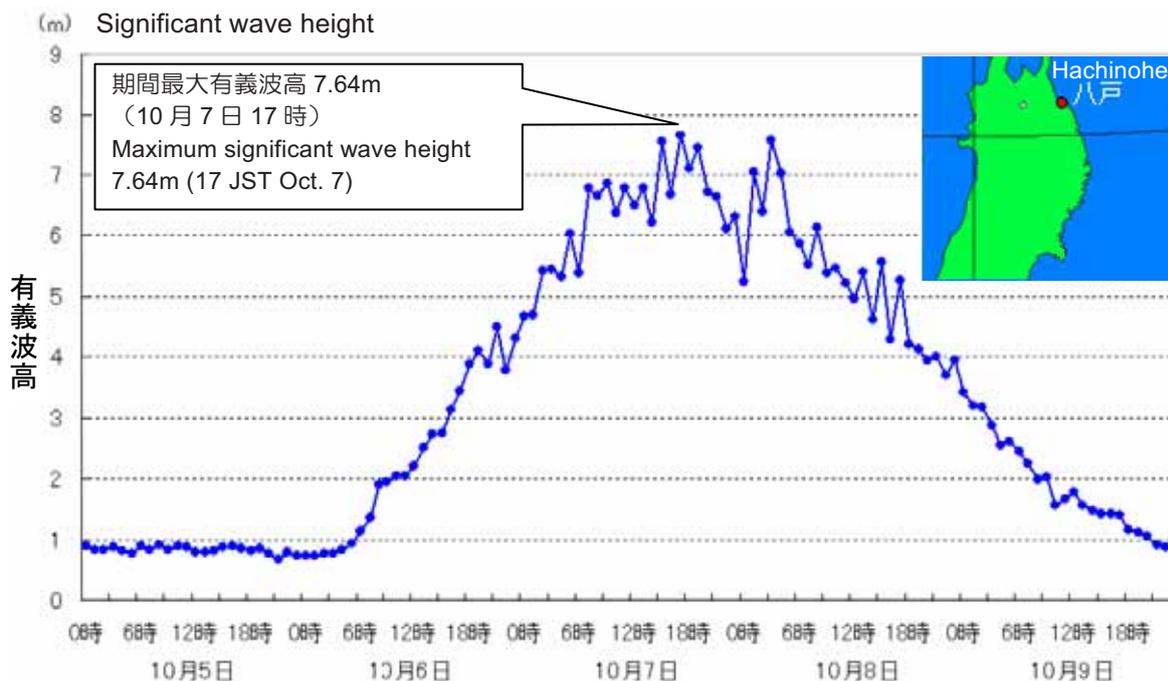


図3 青森県 八戸の有義波高（10月5日09時～10月9日23時）

注）このデータは国土交通省港湾局・全国港湾海洋波浪情報網による速報値です。

観測情報の確定値用補正により数値が変わる可能性があります。

Fig. 3 Significant wave height at Hachinohe, Aomori prefecture (09 JST Oct. 5 to 23 JST Oct. 9).

This data was provided by the Ports and Harbours Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport. The data is preliminary and may be changed following re-assessment.

*1：ある地点で連続して波を観測したとき、高いほうから順に全体の 1/3 の個数までの波について平均した波高のことです。人が目で見たときに感じる波の高さに近いと言われていいます。現実の海面には有義波高よりも高い波や低い波が混在しており、時折、有義波高の2倍を超えるような波も見られます。

*2：T P：東京湾平均海面(標高・海拔の基準)

被害状況

10月6日に茨城県鹿島港沖合に錨泊中の貨物船が鹿島港の南東約10kmで座礁し、同日、宮城県女川港沖を航行中のさんま漁船が女川港沖の出島に座礁しました。また8日には静岡県下田港沖約25kmを航行中の遊漁船が転覆しました。これらなどによる死者は合わせて17名、行方不明者は18名となりました。

またこの低気圧による暴風、高波、高潮、

off Izushima near the coast of Onagawa, Miyagi prefecture. In addition, a leisure fishing boat overturned 25km off the coast of Shimoda, Shizuoka prefecture on October 8. Seventeen people were killed and 18 people were reported missing following these marine accidents and some others.

The storm winds, wild waves, high tide, and heavy rain from the low-pressure caused much house damage and many floods and sediment disasters from Kanto to Hokkaido. Damage to fishery and agricultural equipments, as well as flood damage of paddy fields from Tohoku to Hokkaido also occurred.

According to the Agriculture, Forestry and Fisheries Ministry web site on 15 December

大雨により関東地方から北海道地方にかけて、住家損壊、浸水、土砂崩れが発生し、東北地方から北海道地方では、水産・農業施設の損壊、水稻等の冠水等の被害が発生しました。

農林水産省の取りまとめ（2006年12月15日現在、同省HPから引用）によると、北海道、青森県、岩手県、宮城県を中心に漁港施設の損壊が98漁港157箇所、漁船の被害が1,881隻、養殖施設の被害が6,086箇所あり、水産関係の被害は総額400億円を超えました。

気象庁が提供した情報

気象庁では、船舶の安全を確保するため、日本近海や外洋を航行する船舶向けに、海上の風や濃霧に関する予報・警報、台風の進路予報などを発表し、各種の方法で提供しています。これらを表1～3、図4～6にまとめました。

今回の低気圧においては、海上の船舶向け情報として、気象庁本庁が10月5日17時35分発表の全般海上警報で本州の南海上の発達中の低気圧の周辺400海里に海上風警報を、6日05時35分発表の全般海上警報で同低気圧の周辺600～900海里に海上暴風警報を発表し、以後も3時間毎に警報を発表しました。

また、地方海上警報として関東海域には気象庁本庁が10月5日17時35分に海上強風警報を、6日11時35分には海上暴風警報を発表し、以後3時間毎に警報を発表しています。三陸沖には仙台管区气象台が5日17時35分に海上風警報を、6日05時40分には海上暴風警報を発表し、以後3時間毎に警報を発表しました。

波浪情報の例を図7と図8に示します。北海道知床半島の北では、7日09時には波高が2.5mでしたが（図略）、同日発表の予想図（図7）では24時間後の8日09時

2006, fishery equipment at 157 sites across 98 fishing ports was damaged. Some 1881 fishing boats and 6086 aquaculture facilities were damaged. The total cost of damage to the fisheries industry was estimated at over 40 billion yen for mainly the Hokkaido, Aomori, Iwate and Miyagi prefectures.

Information Issued by JMA

For the safe navigation of ships, JMA issues forecasts and warnings of wind, fog, and typhoons. JMA provides the information in many ways to ships in the seas adjacent to Japan and on the high seas. Some information issued by JMA is shown in tables 1 - 3 and figures 4 - 6.

Concerning this particular developing low-pressure system, JMA headquarters issued the following marine warnings; a warning at 17:35 JST October 5 for around 400 nautical miles of developing low-pressure in the sea south of Japan; a storm warning at 05:35 JST October 6 for around 600 to 900 nautical miles around the low-pressure and 3-hourly storm warning updates for ships on the open seas.

For the sea off Kanto, JMA headquarters issued the following local marine warnings; a gale warning at 17:35 JST October 5; a storm warning at 11:35 JST October 6, and 3-hourly storm warning updates. For the sea off Sanriku, Sendai District Meteorological Observatory issued a warning at 17:35 JST October 5, a storm warning at 05:40 JST October 6 and 3-hourly storm warning updates.

Figures 7 and 8 show examples of wave analysis and a prognosis chart. The wave height north of Shiretoko Peninsula,

表1 船舶向けの警報と予報の種類と内容

Table 1 Marine forecasts and warnings

種類 Product	対象区域 Areas of responsibility	内容 Explanation
全般海上予報 Marine Forecast	北太平洋の 100~180° E 赤道~60° Eの 海域 (図4参照) Western North Pacific from	向こう 24 時間以内に影響を及ぼす気圧系、前線系その他の概要(種類、位置、移動)及び予想。全般海上警報の概況報として発表する。 Analysis and forecast about depressions and fronts that affect within 24 hours, issued with marine warnings.
全般海上警報 Marine Warning	100—180° E, Equator—60° E (see Fig. 4)	表2 参照 See Table 2
地方海上予報 Local Marine Forecast	図5の12の海域 12 areas in Fig. 5	向こう 24 時間以内に影響を及ぼす気圧系、前線系その他の概要(種類、位置、移動)及び予想、代表的な地点の気象実況、対象海域の気象(風、天気、視程)、波の高さなどの予想。 Analysis and forecast about depressions and fronts that affect within 24 hours, weather information of main stations and forecast of wind, weather, visibility and wave height in area of responsibility.
地方海上警報 Local Marine Warning		表2 参照 See Table 2

表2 海上警報の種類と内容

Table 2 Marine warning classes

種類 Class	内容 Explanation	記号 Symbols in the weather chart
海上台風警報 TYPHOON WARNING	熱帯低気圧により風力階級が ⁸ 12(風速が ⁸ 64ノット以上)の場合 Wind force 12, typhoon	TW
海上暴風警報 STORM WARNING	風力階級が ⁸ 10~11(48ノット以上64ノット未満)の場合 Wind force 10 or 11	SW
海上強風警報 GALE WARNING	風力階級が ⁸ 8~9(風速が ⁸ 34ノット以上48ノット未満)の場合 Wind force 8 or 9	GW
海上風警報 WARNING	風力階級が ⁷ 7(風速が ⁷ 28ノット以上34ノット未満)の場合 Wind force 7	W
海上濃霧警報 FOG WARNING	濃霧により視程が ⁶ 0.3カイリ未満の場合 Visibility less than 0.3 nautical miles due to fog	FOG

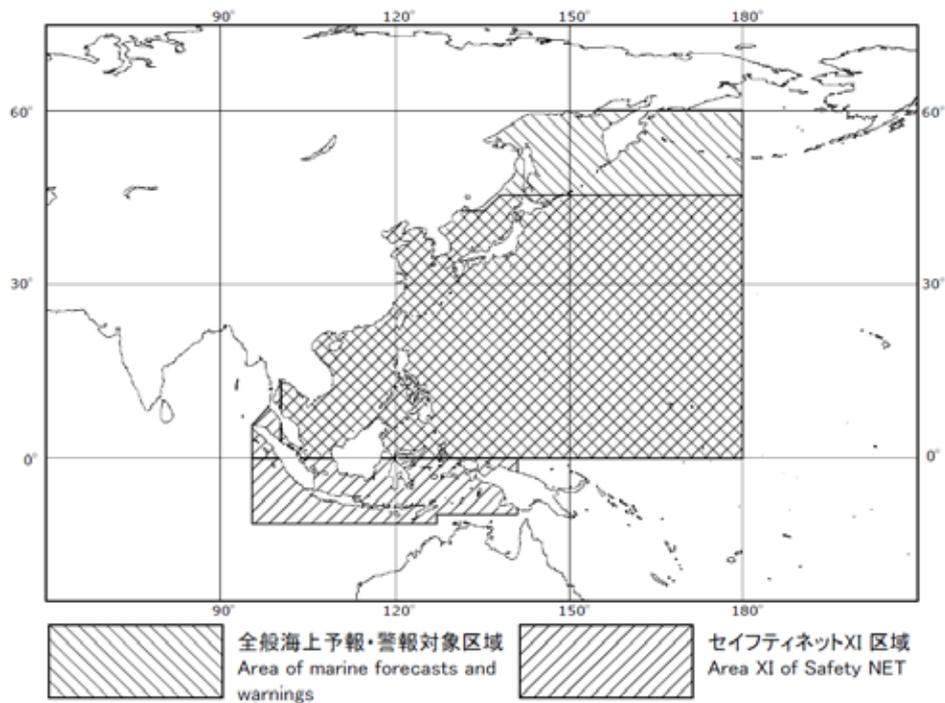


図4 全般海上予報・警報対象区域とセイフティネットXI 区域
Fig. 4 Area of marine forecasts and warnings, and area XI of safety NET

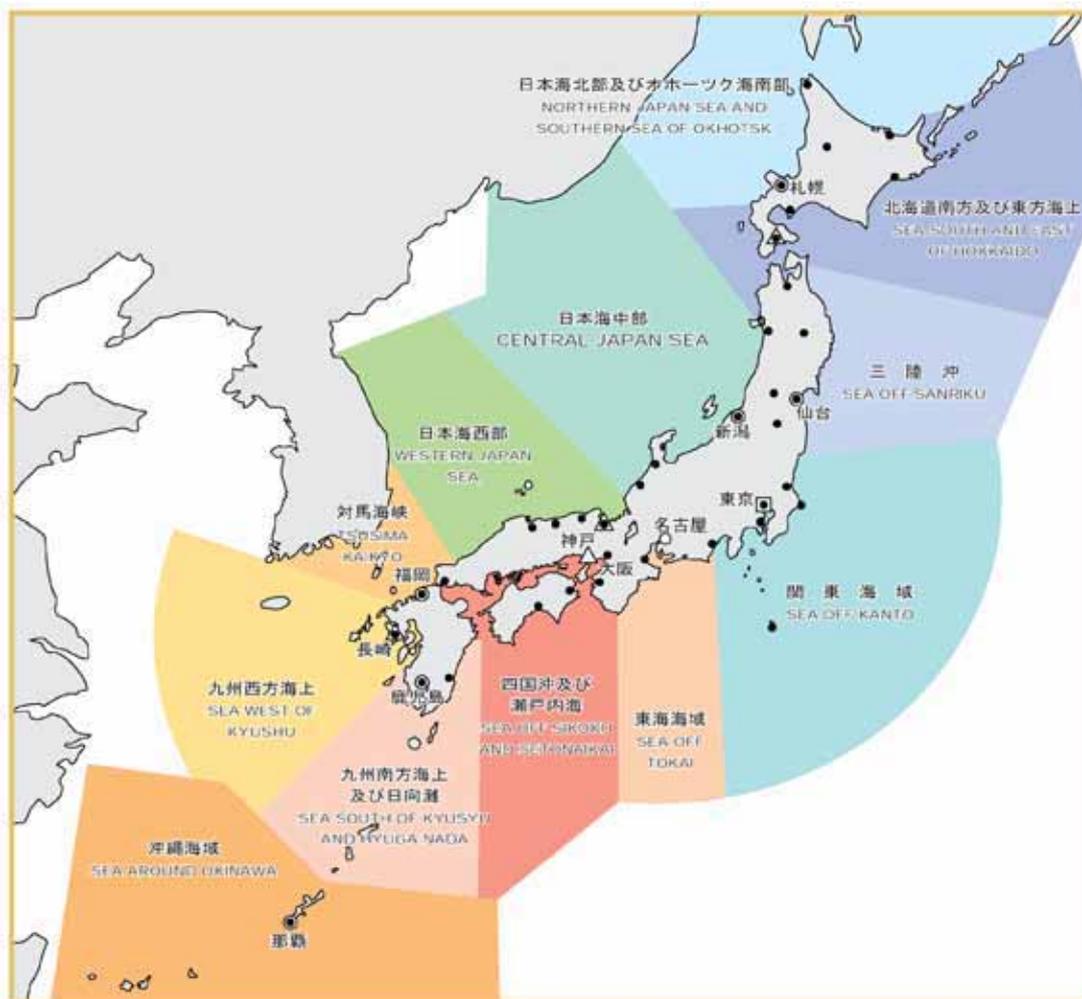


図5 地方海上予報・警報の発表海域区分
Fig. 5 Areas of local marine forecasts and warnings.

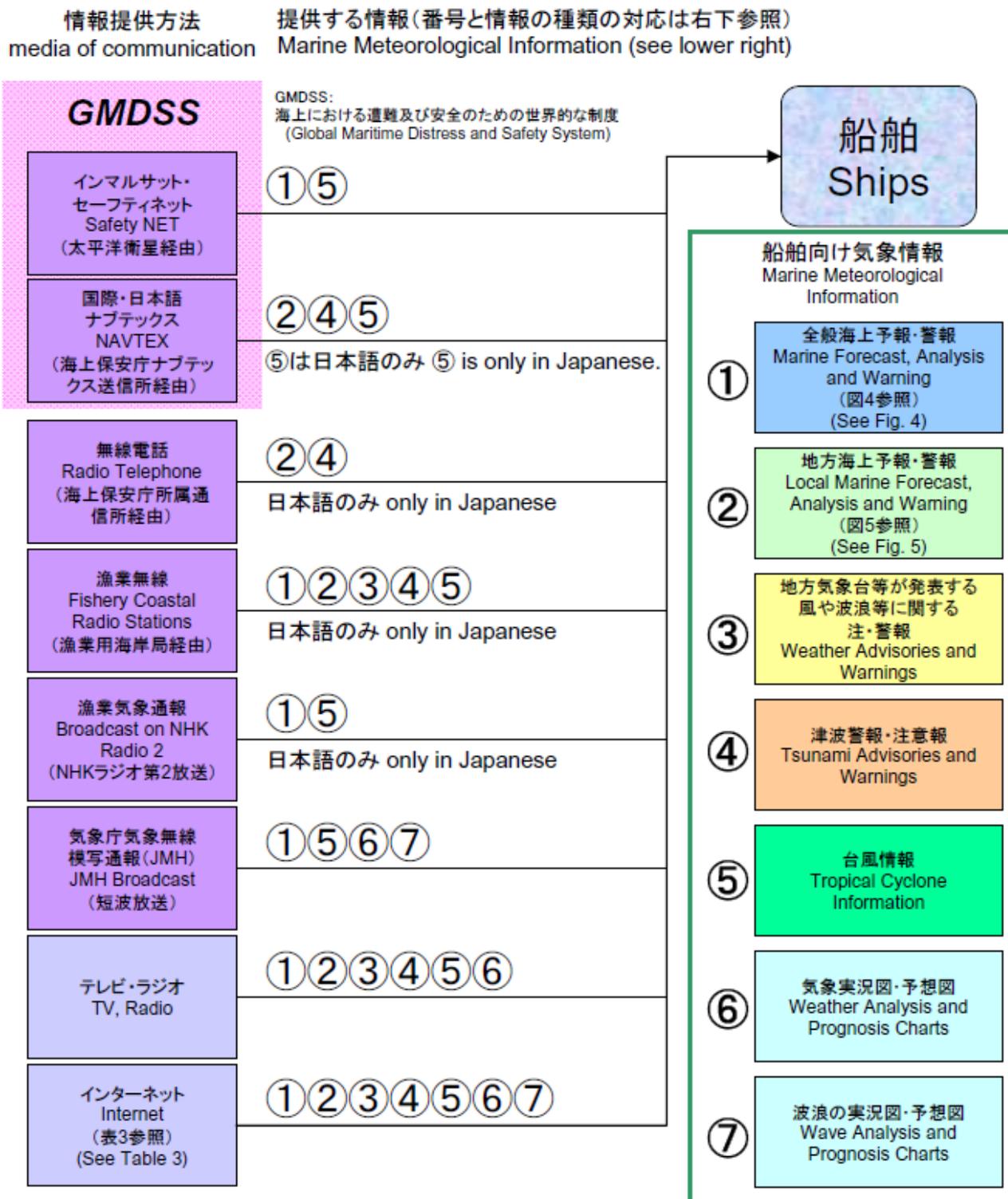


図6 主な船舶向け気象情報と提供方法
Fig. 6 Marine meteorological information and media of communication.

表3 気象庁が提供する気象情報のWebページ (表中の番号は図6中の船舶向け気象情報の番号を示す)
Table 3 Web site of marine meteorological information provided by JMA

* : J:日本語 in Japanese E:英語 in English

船舶向け気象情報 (図6参照) Marine meteorological information (see Fig. 6)		インターネットアドレス URLs of Websites	言語 (*)
①	全般海上警報・予報 Marine Forecast, Analysis and Warning	http://www.jma.go.jp/en/g3/index.html	E
②	地方海上警報・予報 Local Marine Forecast, Analysis and Warning	http://www.jma.go.jp/jp/seawarn/	J
		http://www.jma.go.jp/en/seawarn/	E
③	地方気象台等が発表する気象警報・注意報 Weather Advisories and Warnings	http://www.jma.go.jp/jp/warn/	J
		http://www.jma.go.jp/en/warn/	E
④	津波警報・注意報 Tsunami Advisories and Warnings	http://www.jma.go.jp/jp/tsunami/	J
		http://www.jma.go.jp/en/tsunami/	E
⑤	台風情報 Tropical Cyclone Information	http://www.jma.go.jp/jp/typh/	J
		http://www.jma.go.jp/en/typh/	E
⑥	気象実況図・予想図 Weather Analysis and Prognosis Charts	http://www.jma.go.jp/jp/g3/index.html	J
		http://www.jma.go.jp/en/g3/index.html	E
⑦	波浪の実況図・予想図 Wave Analysis and Prognosis Charts	http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/wave/dbindex.html	J
		http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/wave/chart/awjp_e.html	E
		http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/wave/chart/awpn_e.html	
① ⑤ ⑥ ⑦	船舶向け天気図提供インターネットページ charts broadcast by the radio facsimile(JMH)	http://www.jma.go.jp/jmh/jmhmenu.html	J

お知らせ

2007年3月からJMHスケジュール表のHPのアドレスを変更しました。新しいアドレスは以下の通りです。

ANNOUNCEMENT

The URLs of the web sites for JMH schedules were changed in March 2007. The new URLs are as follows;

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/177jmh/JMH-JPN.pdf> (日本語 : in Japanese)

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/177jmh/JMH-ENG.pdf> (英語 : in English)

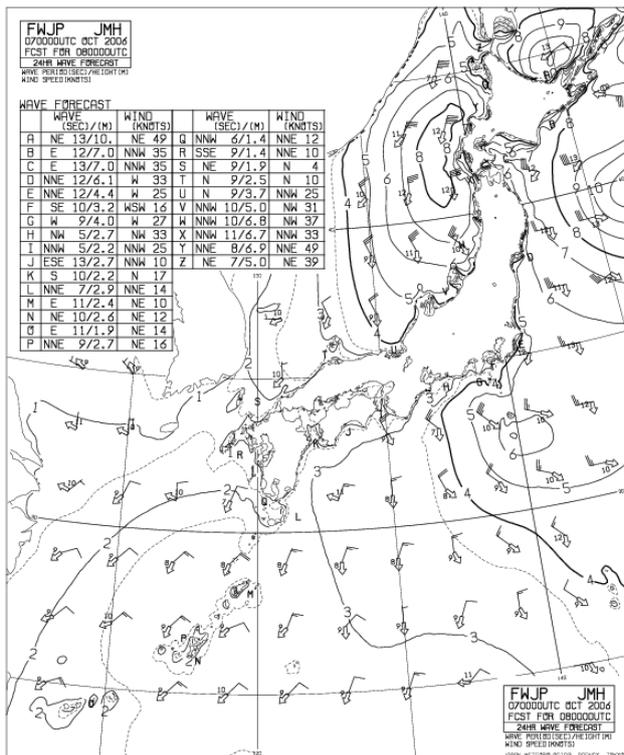


図7 2006年10月7日09時を初期値とする24時間後の2006年10月8日09時の沿岸波浪予想図
Fig. 7 Wave prognosis chart of around Japan for 24 hours with the initial date of 09 JST October 7, 2006.

には 11m に達するとされており、実際 8日 09 時の実況図では波高 11m となっています (図 8)。このように 7 日に発表した 24 時間後の波浪予想図は、翌日の波浪の状況を概ね正確に表現していました。

おわりに

今回の低気圧は急速に発達し、さらに移動も速かったため、東北地方や北海道の沿岸ではわずか 1 日のうちで風や波の状況が急激に変化しました。船舶の安全な航行・早期の避難のため、常時最新の情報を利用するようお願いいたします。

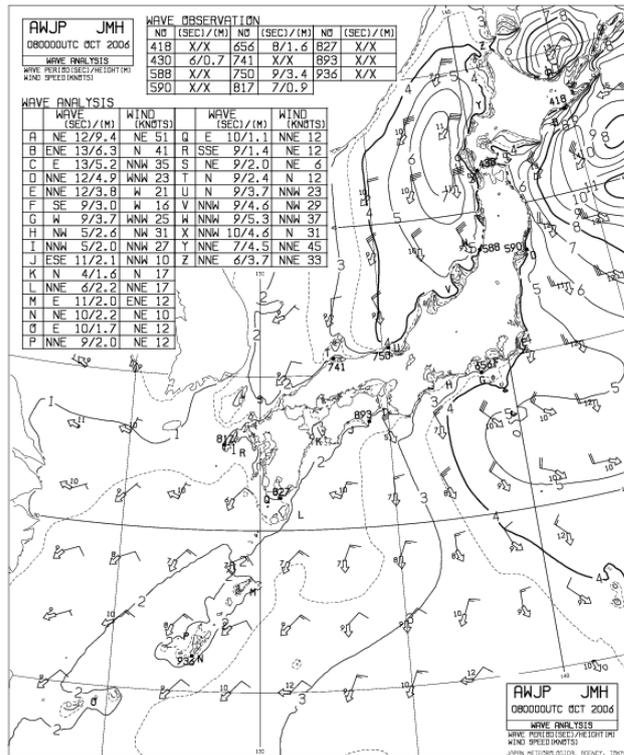


図8 2006年10月8日09時の沿岸波浪実況図
Fig. 8 Wave analysis chart of around Japan at 09 JST October 8, 2006.

Hokkaido Prefecture had a wave height of 2.5m at 09 JST October 7, but it would reach 11m by 09 JST October 8 according to the 24 hour prognosis chart issued at the same time (Fig. 7). The actual wave height of 11m at 09 JST October 8 (Fig. 8). As mentioned above, the 24 hour prognosis chart issued on October 7 corresponded well to the actual wave height after 24hours.

Conclusion

Because the low-pressure developed rapidly and moved so fast, the wind and wave situation changed markedly in just one day to the east coasts of the Hokkaido and Tohoku areas.

For safe navigation and prompt escape from or avoidance of severe weather, please be sure to obtain and use the latest information from JMA.

差分画像を利用した海上の夜間の霧域の推定について

New Imagery of the Multi-functional Transport Satellite for Detecting Areas of Sea Fog at Night

気象庁 観測部 気象衛星課

Satellite Program Division, Observations Department, Japan Meteorological Agency

はじめに

現在運用中の気象衛星である運輸多目的衛星ひまわり 6 号では、夜間における下層の雲（霧）の判別に有効とされる新しい波長帯（チャンネル）の観測が加わりました。この新しいチャンネルと従来からあるチャンネルの画像を組み合わせると夜間の海上の霧域の推定ができます。

新しいチャンネルの特徴

ひまわり 6 号には 4 つの赤外チャンネルと 1 つの可視チャンネルがあります（表 1）。このうち、新しく加わったのは「赤外 4」チャンネルです。なお、ひまわり 6 号の各チャンネルについての詳しい説明は、「船と海上気象」2005 年 7 月号の『ひまわり 6 号』の紹介と気象衛星画像の見方をご覧ください。

雲の観測で最も一般的に利用される赤外 1 チャンネルの画像は、雲や地球表面の温度分布を表しているため、地面や海面の温度に近い下層雲（これが地面や海面に接している場合は霧となる）をよく判別できません。しかし、赤外 1 チャンネルと赤外 4 チャンネルの画像の差をとると、赤外 1 チャンネルだけでは見えなかった下層雲が明瞭に現れます。この差をとった画像を 3.8 μm 差分画像（ここでは単に「差分画像」）と呼びます。

表 1 ひまわり 6 号の観測チャンネル

Table 1 Channels of MTSAT "HIMAWARI-6".

チャンネル名	赤外 1	赤外 2	赤外 3 (水蒸気チャンネル)	赤外 4 (6 号から新設)	可視
波長帯 (μm)	10.3~11.3	11.5~12.5	6.5~7.0	3.5~4.0	0.55~0.90

差分画像による夜間の霧域の推定

図 1 に、差分画像で霧域が判別できた例を示します。上段は 2006 年 7 月 28 日午前 4 時の画像、下段はその 2 時間後の午前 6 時の画像です。いずれも左から差分画像、赤外 1 画像、可視画像を並べています。これらの時間には、釧路や根室（図 1 の右上の図に×で位置を表示）などで霧が観測されています。

図 1 上段の左の差分画像を見ると、北海道の周辺やオホーツク海などに特に白く写っている領域（黒丸で囲んだ部分）があります。これが霧の領域に相当します。同じ時刻の赤外画像では同じ領域が黒くなっており、雲が無いように見えます。この時刻はまだ夜明け前なので、可視画像には何も写っていませんが、午前 6 時の可視画像では霧や下層雲があることがわかります。このように、夜間に可視画像が使えない夜間における霧域の判別に差分画像が非常に有効です。

利用上の注意点

気象庁では「船舶向け天気図提供ページ」にある「静止気象衛星画像」のページ <http://www.jma.go.jp/jmh/gms-ej.html> において、2006 年夏からこの差分画像を掲載しています。

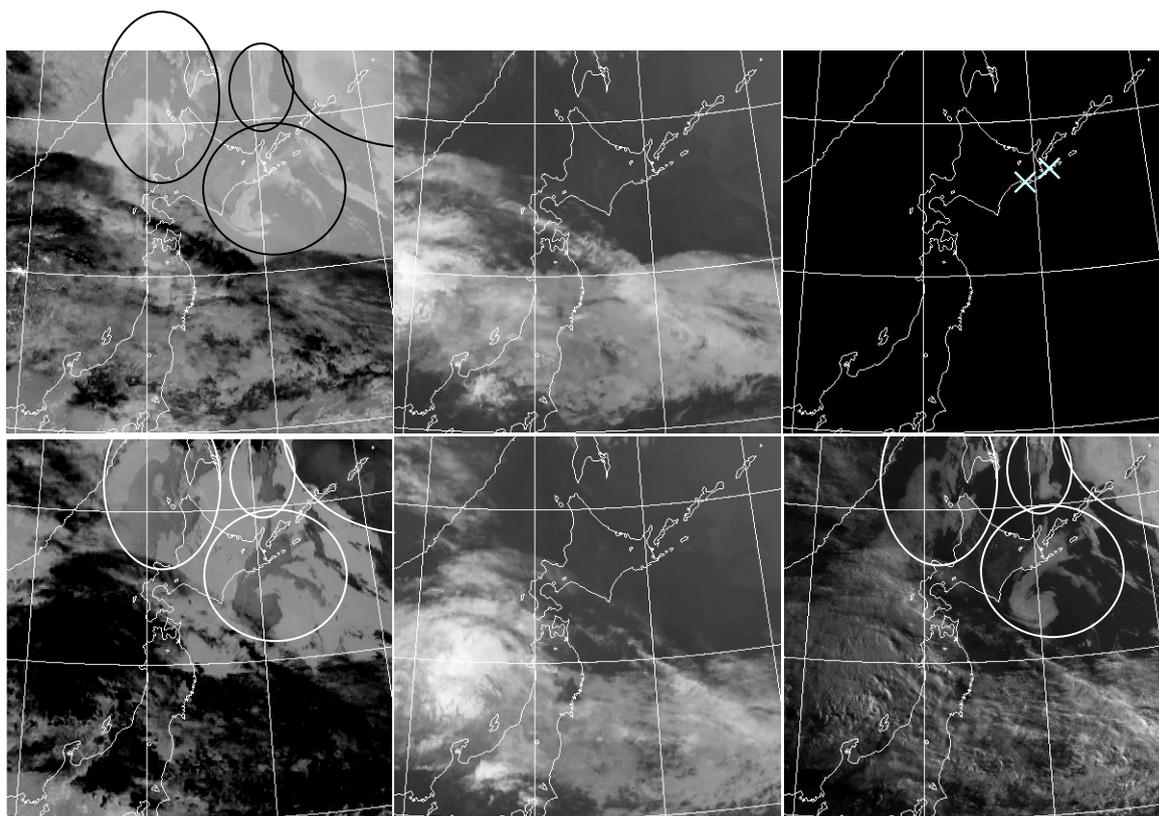


図1 差分画像による下層雲（霧）域判別の例
2006年7月28日午前4時（上段）と同 午前6時（下段）の画像
左：差分画像、中：赤外1画像、右：可視画像

Fig. 1 An example of detection of fog areas by infrared differential images.
The imagery at 19UTC July 27,2006 (upper) and at 21UTC July 27, 2006 (lower).
Infrared differential image (left), infrared channel 1 image (middle), and visible channel image (right).

この差分画像の利用にあたっては、次のような3つの点に注意していただく必要があります。

①太陽光が当たっていると使えない

差分画像は前述のとおり赤外1チャンネルと赤外4チャンネルの画像の差を表すものです。赤外4チャンネルは、表1に示すように可視の波長帯に近く、太陽光の影響を受けます。このため、昼間の差分画像は夜間のそれとは全く違う性質になってしまいます。例えば、図1下段の右の可視画像で、釧路沖に見える「6」の字を描いたような霧域など（白丸で囲んだ部分）に注目すると、左の差分画像では、2時間前とは色が反転して、地面や海面より黒く見えます。これは太陽光があたっているためです。

②上層に雲があると分からない

上層に雲がある場合、つまり赤外画像に

上層の雲が写っている領域では、その下の霧は差分画像でも見ることはできません。

③霧か下層雲かは判別不能

画像上で霧のように見える雲でも、底面が接した霧であるか、接していない下層雲であるかを正確に判別することはできません。

おわりに

差分画像は夜間の霧域を推定できる便利な画像です。3つの注意点をよく理解していただき、海上警報や気象情報等を補助する資料としてご活用ください。

上で述べましたように差分画像による霧域の推定には限界があります。船舶による気象観測データは、衛星画像だけでは分からない現場の状況を知ることができる貴重な資料です。引き続き観測通報へのご理解とご協力をお願いいたします。

最近100年間の日本近海における海面水温の長期変化について

Trends of Sea Surface Temperature in the Seas Adjacent to Japan since the 1900s

地球環境・海洋部海洋気象課

Marine Division, Global Environment and Marine Department, Japan Meteorological Agency

はじめに

海上を航行する船舶の安全に重要な海上予報や警報には、海上の気圧や風などの海上気象観測データが不可欠です。船舶によるこうした気象観測の重要性は古くから認識されており、海上気象観測・通報をおこなうための国際協力体制が築かれています。船舶による海上気象観測の結果は観測後ただちに電報によって気象機関に送られてくるほか、船上で観測表に記録され、各国の気象機関に集められて利用されてきました。

このようにして集められた海上気象観測データは、100年以上にわたって蓄積されており、気候変動や地球温暖化の状況进行评估するための重要なデータとして、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の報告書でも用いられています。

ここでは、これらのデータから得られた最近100年間の日本近海における海面水温の長期変化について紹介します。

世界全体の気温と海面水温の長期変化

世界全体の地上気温（陸域における地表付近の気温）は、過去100年におよそ0.8℃上昇しており、近年上昇率が大きくなっています。

長年にわたって集められてきた海上気象観測データにもとづいて、地球全体の平均海面水温の長期変化を求めると、100年あたりおよそ0.5℃の上昇率となります。この値は、陸域における地上気温の上昇率よりも小さな値です。

海洋は地球表面の約7割を占め、また大気と比べると温まりにくく冷めにくいという性質をもっているため、大気と相互に熱をやりとりして、大気の温暖化を緩和するなど気候変動において重要な役割を果たしています。

日本近海海面水温の長期変化

気温や海面水温の変化傾向は、地球上のどこでも同じわけではありません。世界の平均よりも大きく上昇している地域もあれば、あまり変化していない地域もあります。日本の地上気温は、長期的には世界の平均よりも大きい100年あたりおよそ1.1℃の割合で上昇しています。

海面水温も、気温と同様に海域によって変化傾向が異なっています。日本近海は世界の中でも、海上気象観測データが多く集められてきた海域のひとつです。気象庁では、このたびこれらの観測データを用いることで、日本近海の13の海域について20世紀初頭から2005年までの海面水温の長期変化傾向を求めました。

図1に、三陸沖、本州南方、山陰沖、九州西方の4海域について年平均海面水温の経年変化を示します。第二次世界大戦の頃は観測が少なく、欠測となっている年が多くなっています。本州南方、山陰沖、九州西方での海面水温の長期変化には、20世紀初頭からの上昇傾向が明瞭に見られ、1950年以前は現在よりも1℃前後水温が低かったことがわかります。また近年では、2000年頃に最も水温が高く、その後はやや低くなっています。

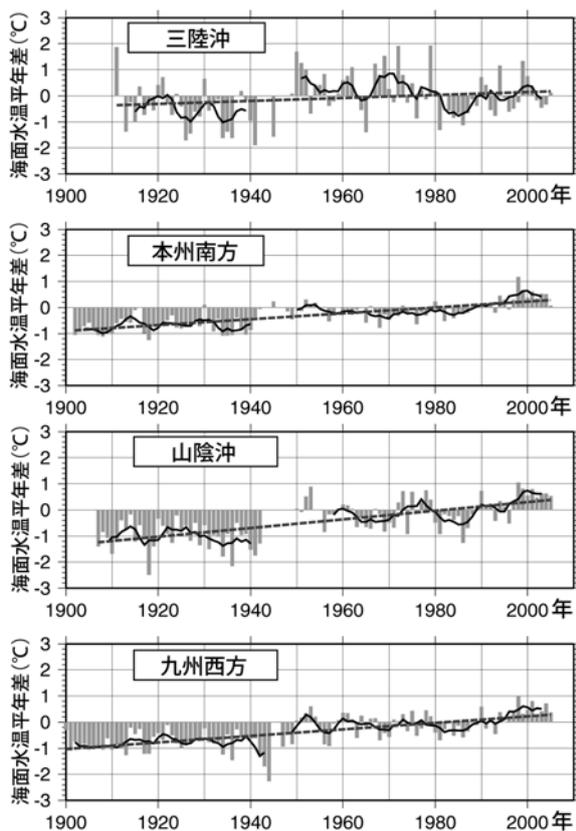


図1. 日本近海における年平均海面水温の経年変化 (1901年～2005年)

年々の値(棒グラフ)、5年移動平均値(実線)、長期変化傾向(破線)を示します。観測データが少ないために欠測とした年が含まれます。平年値は1971～2000年の30年平均値です。

Fig. 1 Sea surface temperature variations in the seas adjacent to Japan (1901-2005).

一方、三陸沖では十年程度の周期の変動の幅が大きく、また、1950年代以降について見ると、1950年代から1980年代半ばまでは水温が低下し、その後2000年代にかけて上昇しているという特徴があり、他の3海域とは異なった変動をしていることがわかります。

図2に海域毎に求めた100年あたりの水温の変化量を示します。北海道南方、三陸沖、常磐沖と日本海北部を除く海域では、長期にわたる水温の上昇傾向が統計学的にも有意であることが示され、100年あたり+0.7～+1.7℃の上昇率となっています。これらの上昇率は全球における海面水温の長期変化

傾向(+0.5℃/100年)よりも大きく、また日本海中部、山陰沖、黄海南部、九州西方での上昇率は日本の気温の長期変化傾向よりも大きくなっています。

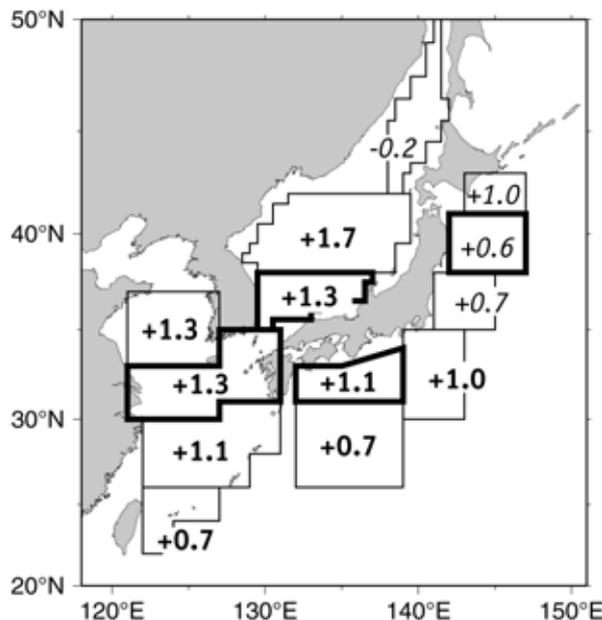


図2 日本近海の13海域における海面水温の長期変化傾向 (100年あたりの水温の変化量[℃/100年])

太字は、統計学的に有意な上昇傾向であることを示しています。一方、斜体字は、統計学的に有意な傾向が見られないことを示しています。なお、太枠は図1の4つの海域を示しています。

Fig. 2 Trends of sea surface temperature in 13 areas around Japan (°C/100year).

おわりに

ここに示した解析結果は、詳しい解説とともに気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/>) の「海洋の健康診断表(海洋の総合情報)」において2007年5月から公開を始める予定です。

船舶による質の高い海上気象観測データは、日々の気象予報・警報の作成に不可欠であると同時に、上記のような気候変化・気候変動の監視にも欠かすことができません。今後とも、海上気象観測・通報に一層のご理解とご協力をお願いいたします。



はれるん(Harerun)*からの一言

インマルサット衛星を経由した船舶気象報の通報 Reporting of Weather Messages via INMARSAT

船舶によって観測された海上気象データは、船舶気象報として近くの気象機関に送られ、そこから世界各国気象機関に送られて利用されます。ここでは船舶から気象機関までのその主な通信手段である海事衛星（インマルサット衛星）経由の通報について説明します。

インマルサット衛星には、太平洋衛星（POR）、インド洋衛星（IOR）、大西洋東衛星（AOR-E）、大西洋西衛星（AOR-W）があり、衛星によりサービス地域が異なります（図）。各船舶は、航行海域をサービス地域とする衛星の海岸地球局からひとつを選択し、その地球局の番号（LES ID）と気象通報用の特番(Special Access Code)「41」を指定することによって気象機関に船舶気象報を通報することができます（表）。なお、通信料は各 LES 担当気象機関の負担となり、船舶側には課金されません。

Weather reports from ships are transmitted to the National Meteorological Services (NMS) and disseminated by JMA. I am going to explain about reporting via INMARSAT which is the main communication system to disseminate weather messages from ships.

INMARSAT consists of several satellites; Pacific Ocean Region (POR) satellite, Indian Ocean Region (IOR) satellite, Atlantic Ocean Region-East (AOR-E) and Atlantic Ocean Region-West (AOR-W) satellites. Each satellite provides a service for its particular area of responsibility as shown in the figure below. When you transmit a weather message via INMARSAT, you should select the appropriate satellite and Land Earth Station (LES), and then send the message using Special Access Code (SAC) "41". As

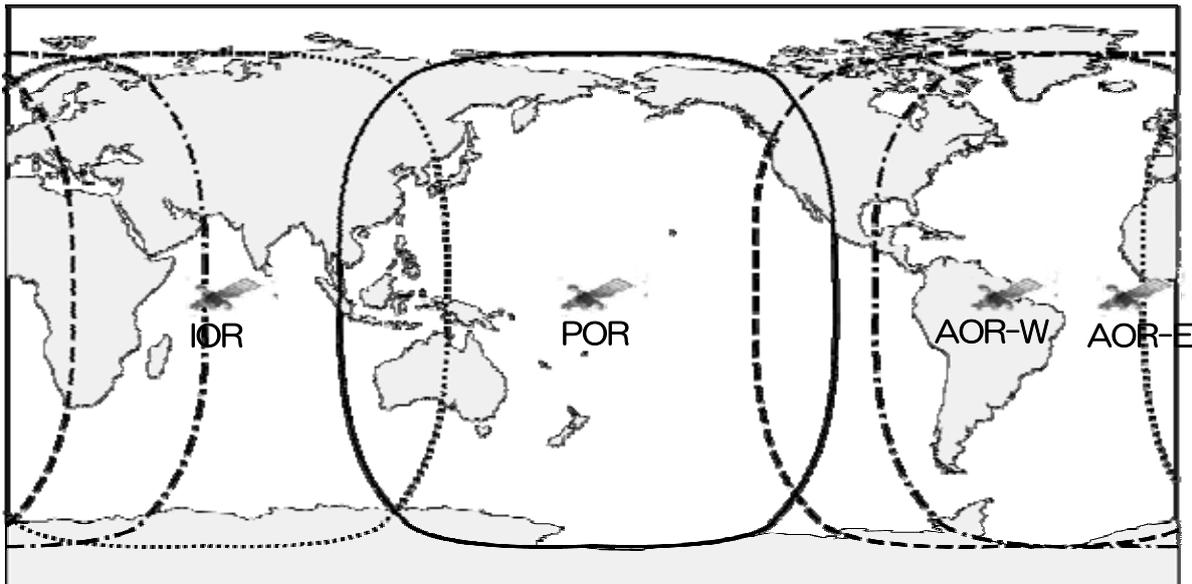


図 インマルサット衛星のB及びC設備のサービス地域
Fig. INMARSAT B-C satellite coverage area.

気象庁へは、山口海岸地球局（Yamaguchi LES）を通じて、太平洋衛星の A 設備（LES ID=03）、B 設備（LES ID=003）、C 設備（LES ID=203）とインド洋衛星の C 設備（LES ID=303）を利用して通報できます。また、山口局のサービスが利用できない海域では、近くの気象機関に通報していただくと、気象情報を国際支援するネットワークを通して気象庁に送られてきます。

インマルサット C 設備を設置している船舶においては、可能な限り通信費の安価な C 設備による通報をお願いします。なお、A 設備については 2007 年末を期限にサービス終了となりますので、ご留意下さい。

the charge is paid for by NMS (which is responsible for LES), you do not need to pay anything for sending a message.

JMA accepts ship weather reports through Yamaguchi LES, using the INMARSAT Service via POR satellite for system “ A (LES ID= 03) ” , “ B (LES ID=003) ” and “ C (LES ID=203) ” and via IOR satellite for INMARSAT-C (LES ID=303). Other regions of Yamaguchi LES are covered by other NMS in the world as shown in the table below.

We recommend you to use INMARSAT-C service if possible. INMARSAT-A service will be discontinued by the end of 2007.

表 通信料無料で気象電報を受け付けているインマルサットCの海岸地球局
Table List of INMARSAT-C LES using Code 41.

Satellite	Country	Land Earth Station(LES)	LES ID
POR	Japan	Yamaguchi	203
	USA	Santa Paula	201
	Singapore	Sentosa	210
IOR	Japan	Yamaguchi	303
	Greece	Thermopylae	305
	India	Arvi	306
	Netherlands	Station 12	312
	France	Aussaguel	321
	Singapore	Sentosa	328
AOR-E	USA	Southbury	101
	United Kingdom	Goonhilly	102
	Netherlands	Station 12	112
	Greece	Thermopylae	120
	France	Aussaguel	121
AOR-W	USA	Southbury	001
	United Kingdom	Goonhilly	002
	Netherlands	Station 12	012

*) 「はれるん」は気象庁のマスコットキャラクターです。
“Harerun” is the mascot of the Japan Meteorological Agency (JMA).

梅雨観測実験“BAIU HUNTER”と無人気象観測機による気象観測

Weather Observations by Unmanned Aircraft Vehicles in Observational Experiment of Baiu Front, "BAIU HUNTER"

気象研究所台風研究部

Typhoon Research Department, Meteorological Research Institute

はじめに

気象を観測する機器にはいろいろなものがあります。気温や気圧、湿度、風向、風速を観測する地上や海上気象観測装置がその代表的なものですし、レーダーや気象衛星も気象観測器です。高層気象観測には、ラジオゾンデといって、気温・気圧・湿度のセンサーと発信器を組み込んだ 15cm 四方の箱を、風船に取り付けたものを用いています。気象庁では国内 18 官署、それに 4 隻の観測船で通常 1 日 2 回、全世界でも同時に約 900 地点でラジオゾンデ観測を行っています。ラジオゾンデ観測データは高層の大気の状態を知るための基本資料であり、天気予報のもととなる重要なデータです。

一方、気象研究所では、数値モデルによって、地球が温暖化した時に台風や集中豪雨がどのようにかわるかを解明する研究を進めてきました。この研究で、数値モデルを検証したり改良するために台風や梅雨前線の詳細な観測データを必要とします。しかしながら、先に述べた高層観測地点と観測船だけでは、この研究を行うには数が不足しています。特に、海上の高層気象観測データが不足しています。

そこで、この海上のデータ不足を補うために、ラジオゾンデ飛行機にゾンデを積んで観測する実験を行ってきました。この空飛ぶゾンデを「エアロゾンデ (Aerosonde)」(写真 1) と呼んでいます。そして、気象庁の観測船などと共にエアロゾンデを用いて、梅雨前線のより詳細なデータを取得する観測実験が、“Baiu Hunter”なのです。



写真 1 空飛ぶゾンデ Aerosonde
Photo. 1 Aerosonde.

エアロゾンデ

エアロゾンデは、オーストラリアと米国で共同開発された翼長 3m、重さ 14kg のラジオゾンデ飛行機です。ラジオゾンデ飛行機とはいえ、航続時間 30 時間、航続距離は 3000km に及びますので、コンピュータによる遠隔操縦が主で、無線操縦装置を用いた目視操縦は離着陸時のみです。内蔵したコンピュータにあらかじめプログラムしておけば、GPS を用いた自立航行も可能で、一種のロボット飛行機とも言えます。

ラジオゾンデと同様の気温・気圧・湿度センサーを搭載しているため、飛んでいる正にその場所の気象を観測できます。また、GPS による測位と飛行機自体の状態を示すデータから、風向と風速も求められます。さらに、エアロゾンデは上下に移動できますので、ラジオゾンデのように地上(海上)から上層まで連続した気象データを得ることができます。

離陸・着陸・観測飛行にあたっては、1

機につき3人の技術者が必要です。また、日本国内で飛ばす時には航空局との調整や無線免許が必要になります。

梅雨観測実験“ Baiu Hunter”

気象研究所では、他の研究機関と協力して、2001、2003、2004、2005年の計4回、“ Baiu Hunter” を行ってきました。いずれも九州の西～南西海上の梅雨前線をターゲットにし、6月から7月にかけて実施しました。

エアロゾンデは、離陸時に自動車の屋根に載せて時速 80km ほどで走らせ、揚力を得る必要があります。また、着陸も胴体着陸で行いますので、広大な空き地が必要です。このため、Baiu Hunter では、鹿児島県三島村にある薩摩硫黄島飛行場や、長崎県新上五島町にある上五島空港をエアロゾンデの離着陸基地として利用しました。

Baiu Hunter 2004 の観測結果

Baiu Hunter の例として、2004年の観測結果を示します。Baiu Hunter 2004 は、2004年6月18日から7月4日まで、薩摩硫黄島飛行場を基地として実施されました(図1)。エアロゾンデの他に観測船の清風

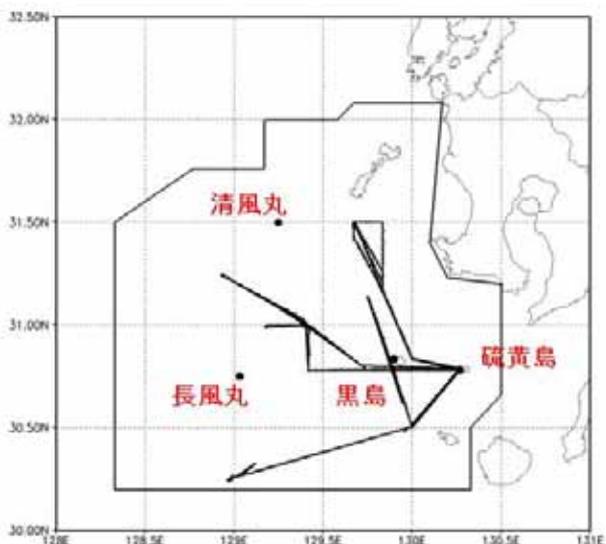


図1 エアロゾンデの飛行経路と観測基地
Fig. 1 Flight route of Aerosonde and locations of observational sites.

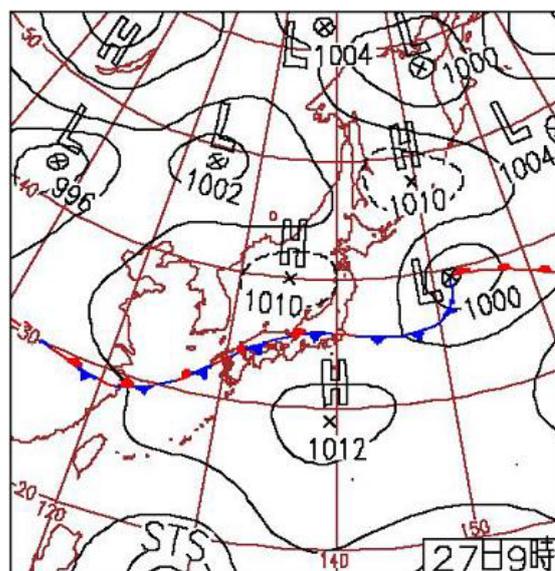


図2 2004年6月27日の天気図
Fig. 2 Weather chart of June 27, 2004.

丸と長風丸も参加し、さらに硫黄島の西隣の黒島でも臨時の高層気象観測を行いました。

梅雨前線は24日に九州南部から北上し、25日以降、九州の北側に停滞しました。図2は6月27日の天気図です。梅雨前線は西日本から東日本の東西に横たわっています。図3は、27日のエアロゾンデの飛行経路と観測時間中の平均降水強度分布です。エアロゾンデはこの日、北緯31.5度まで北上し帰

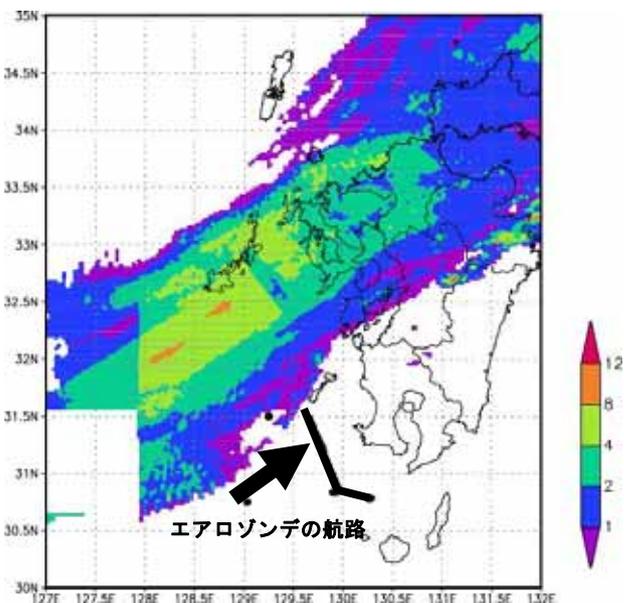


図3 6月27日のエアロゾンデの飛行経路と8時～18時の平均降雨強度 (mm/hr, 1時間あたりに直した降水量)
Fig. 3 Flight route of Aerosonde on June 27 and rain intensity (mm/hr) average over observation time (8 JST - 18 JST).

還しました。つまり、雨域のすぐ南側を観測したことになります。

また図 4 は、水平方向の風の向きと速さの時間変化です。この図は地上から 800hPa までの分布を示しており、海面近くでは、観測開始当初の南西の風が、観測終了時に南南西の風に変わっているのがわかります。通常観測では、このような詳細な海上のデータは得られません。エアロゾンデの観測により、梅雨前線の南側では、暖かく湿った空気が南西から吹き込んでいたことがわかりました。

エアロゾンデを利用した天気予報

前節で示したエアロゾンデによる気象観測データを天気予報に取り込むと、どのような結果が得られるのでしょうか。天気予報は、最初にある時点の気温や気圧、湿度、風向、風速といった観測データを用意するところから始まります。そしてその時点からの気温などの時間変化を、物理法則に基づいてコンピューターで計算して予測します。その際、最初に用意する観測データつまり初期値が、非常に重要な役割を果たします。

通常得られる観測データに加えて、エアロゾンデデータを初期値に取り込んだ場合と、取り込まない場合を比較してみましょう。前節で示した 2004 年 6 月 27 日のエアロゾンデ観測データの有無による雨域の予報結果の違いを示したのが図 5 です。左図は観測

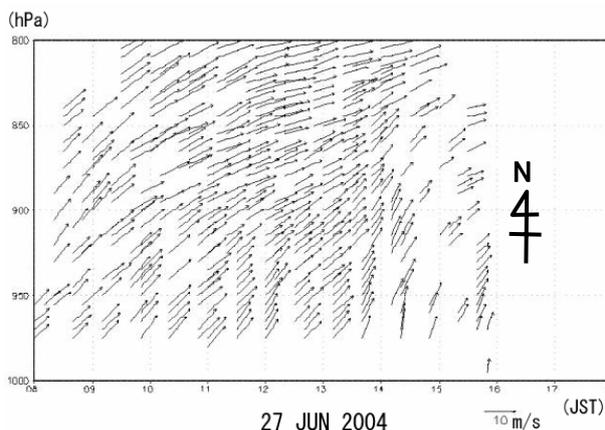


図4 エアロゾンデで観測した6月27日の水平方向の風の時間変化

Fig. 4 Time series of horizontal wind observed by Aerosonde on June 27.

結果である解析雨量を示しています。中図にあるように、エアロゾンデデータがない場合、雨域は左図に比べて狭いものになっています。一方、エアロゾンデデータを取り込んだ右図では、雨域が広がり、観測結果により近いものになりました。このように、梅雨前線の南側で、暖かく湿った空気が南西から吹き込んでいることを観測したデータがあると、より正確に雨域を予想できることがわかってきました。

おわりに

“ Baiu Hunter ” は 2005 年度で終了しましたが、エアロゾンデや観測船によって、海上の梅雨前線の貴重な観測データを集めることができました。今後はこれらのデータを利用して、より詳細に梅雨前線の構造を調査していきます。そして、地球温暖化時の集中豪雨についてさらに研究を進めていきます。



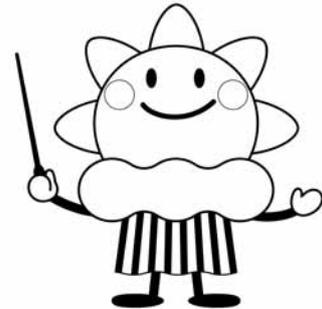
図5 2004年6月27日15時の解析雨量と同時刻のエアロゾンデデータの有無による雨域の予報結果の違い (気象研究所予報研究部 瀬古 弘氏提供のものを利用)

Fig. 5 Rain intensity on June 27, 2004 (left) and forecast results of rain intensity using Aerosonde data (right) and not using same (middle), (Courtesy of Dr. H. Seko, Forecast Research Department, Meteorological Research Institute, Japan).

編集よりひとこと
from the editors

JMH の周波数の変更のように、船舶向け情報の変更や更新がありました。最新の情報のご利用をお願いします。
As some of marine meteorological information has been changed such as the change of frequency of JMH, please obtain and use the latest information.

皆様からのお便りをお待ちしています
Please feel free to contact us



原稿募集のお知らせ

本誌では、読者の皆さまとの交流を図るため、皆さまからの投稿を随時受け付けております。ご応募をお待ちしております。

■ テーマ

台風、竜巻、珍しい雲、大きな波など、海の気象に関する貴重な事例や経験したことなどについて、2000字(本誌2ページ分)程度でお書きください。また、写真・図等がありましたら併せてお送りください。

上記以外にも、ぜひ『船と海上気象』読者に読んでいただきたい、という原稿がございましたらお送りください。

■ 原稿送付

原稿用紙、電子ファイルのいずれでも承ります。郵送、FAX または電子メールで下記問い合わせ先宛にお送りください。後日編集部より連絡をさせていただきますので、ご連絡先(氏名/住所/電話番号/メールアドレス等)を明記してください。

■ その他

- 原稿料はありません。
- お預かりした原稿は、掲載誌を添えてお返しいたします。
- 紙面の都合上、一部編集させていただく場合がございます。

問い合わせ先

CONTACT

〒100-8122
東京都千代田区大手町 1-3-4
気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課
「船と海上気象」担当

Marine Division,
Global Environment and Marine Department,
Japan Meteorological Agency
1-3-4 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo
100-8122

Phone: +81 3 3212 8341 Ext. 5144
Telefax: +81 3 3211 6908

Email: VOS@climar.kishou.go.jp
U R L : <http://marine.kishou.go.jp/>

平成19年3月30日発行

編集兼
発行者 気 象 庁

〒100-8122 東京都千代田区大手町1丁目3番4号

印刷所 株式会社 膳栄社
(住所) 東京都千代田区猿楽町2丁目2番12号



目次

- 海難防止のために:急速に発達した低気圧による 2006 年 10 月 4 日から 9 日にかけての暴風の事例
- 差分画像を利用した海上の夜間の霧域の推定について
- 最近 100 年間の日本近海における海面水温の長期変化について
- はれるんからの一言 インマルサット衛星を経由した船舶気象報の通報
- 梅雨観測実験“BAIU HUNTER”と無人気象観測機による気象観測

1

10

12

14

16

- The Rapidly Developing Storm of 4-9 October, 2006
- New Imagery of the Multi-functional Transport Satellite for Detecting Areas of Sea Fog at Night
- Trends of Sea Surface Temperature in the Seas Adjacent to Japan since the 1900s
- Reporting of Weather Messages via INMARSAT
- Weather Observations by Unmanned Aircraft Vehicles in Observational Experiment of Baiu Front, "BAIU HUNTER"

C O N T E N T S