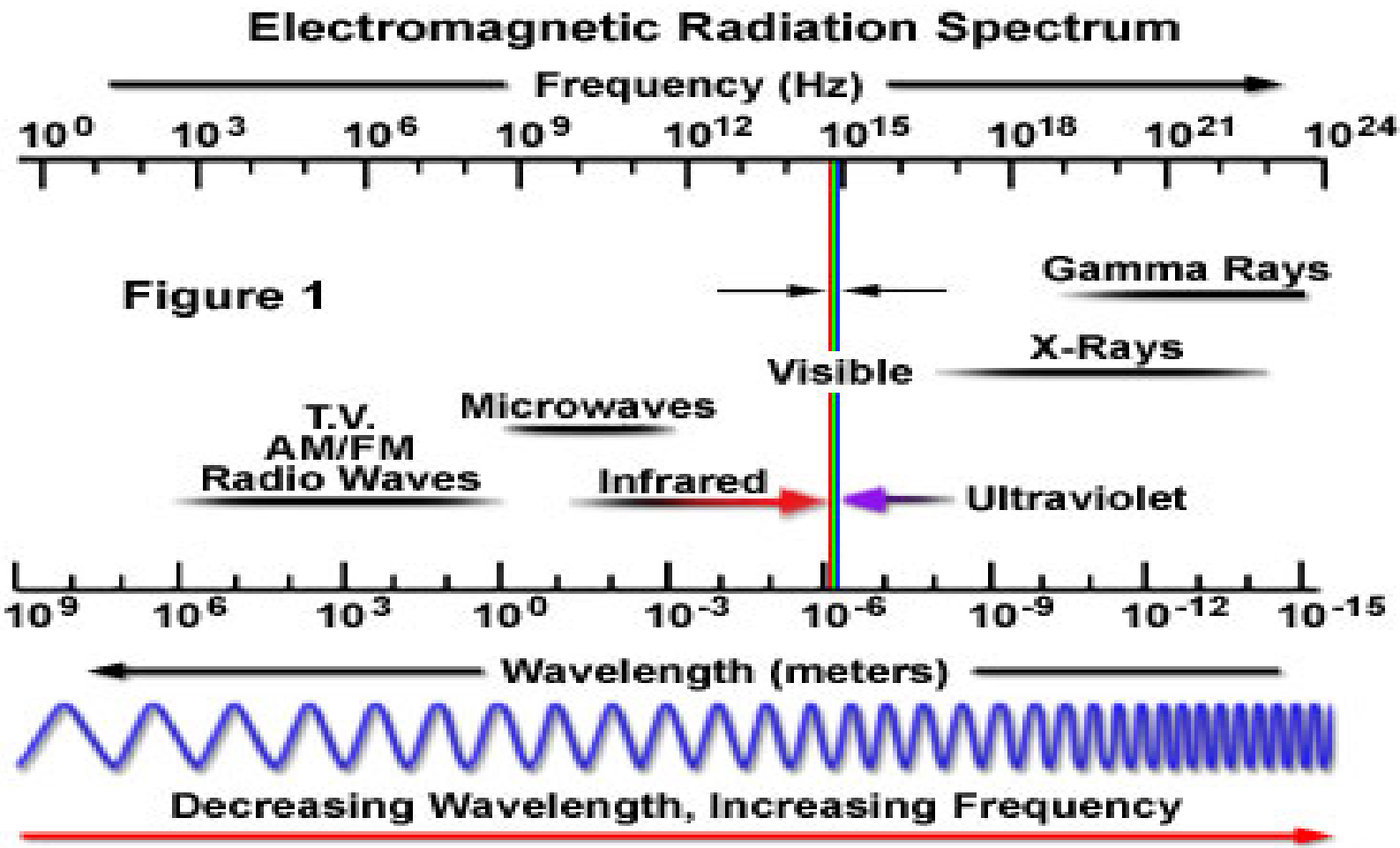
Knowledge Management

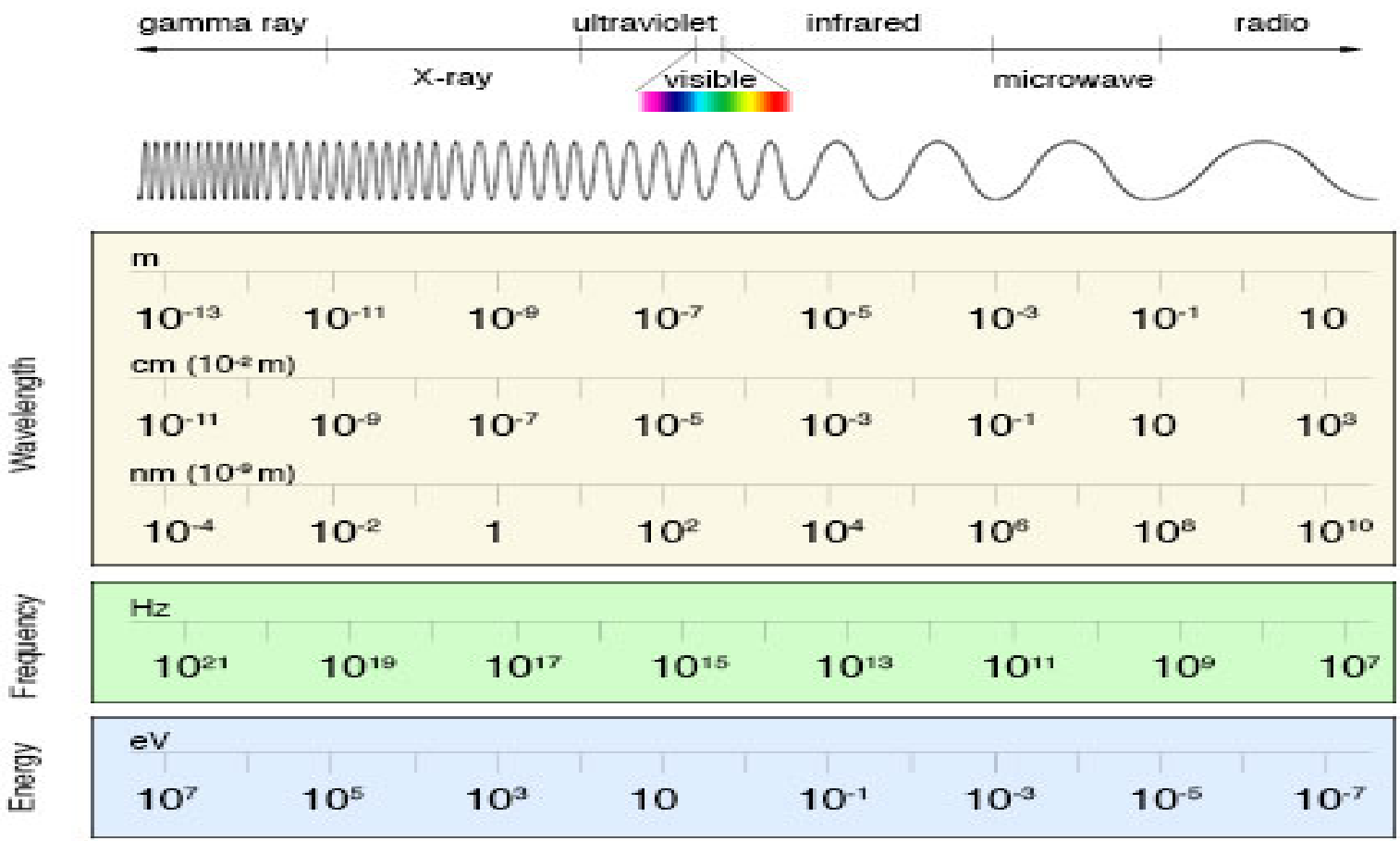
Episode One : Meteorological Satellite and Imagery Interpretation

Monday 29 February 2016

1.2.2 Observation of radiations

Light (electromagnetic waves) radiated from the earth passes through the atmosphere surrounding the earth before it reaches the satellite. Light may be absorbed by the atmosphere and not reach the satellite depending on its wavelength. The wavelength band in which little atmospheric absorption takes place is called *atmospheric window* because radiation from the earth's surface can be observed without being affected by the atmosphere. In general, such a wavelength band is used for observation of clouds and the earth's surface. Atmospheric absorption is shown in Figure 1-2-1 with respect to wavelength, including representative wavelength bands used for satellite observation.


Electromagnetic Radiation Spectrum
Frequency (Hz)
10^0 10^3 10^6 10^9 10^{12} 10^{15} 10^{18} 10^{21} 10^{24}
Figure 1
Gamma Rays
X-Rays
Visible
Microwaves
T.V.
AM/FM
Radio Waves
Infrared
Ultraviolet
10^9 10^6 10^3 10^0 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12} 10^{-15}
Wavelength (meters)
Decreasing Wavelength, Increasing Frequency

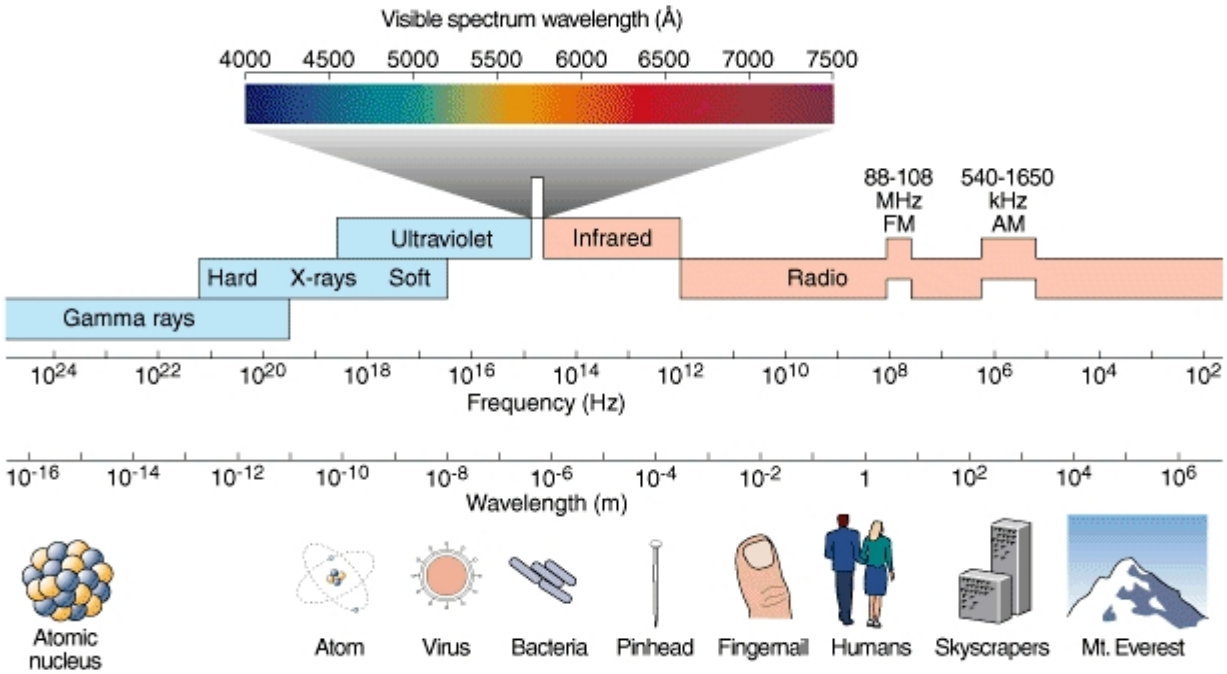

gamma ray
ultraviolet
infrared
radio
X-ray
visible
microwave
Wavelength
m
10^{-13} 10^{-11} 10^{-9} 10^{-7} 10^{-5} 10^{-3} 10^{-1} 10
cm (10^{-2} m)
10^{-11} 10^{-9} 10^{-7} 10^{-5} 10^{-3} 10^{-1} 10 10^{3}
nm (10^{-9} m)
10^{-4} 10^{-2} 1 10^{2} 10^{4} 10^{6} 10^{8} 10^{10}
Frequency
Hz
10^{21} 10^{19} 10^{17} 10^{15} 10^{13} 10^{11} 10^{9} 10^{7}
Energy
eV
10^{7} 10^{5} 10^{3} 10 10^{-1} 10^{-3} 10^{-5} 10^{-7}

Units of length:

μm = micron = 1/1000 mm

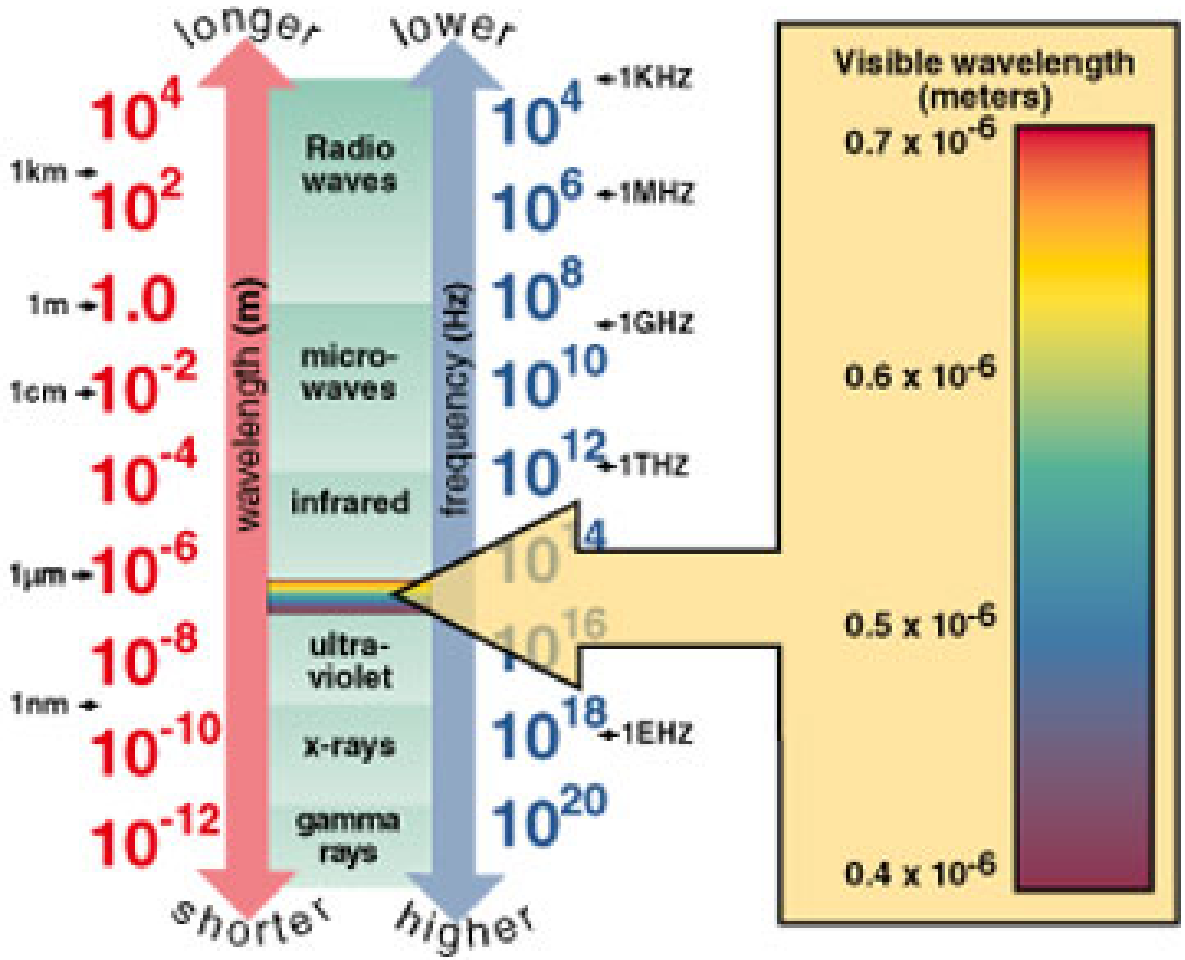
nm = nanometers = 10^{-9} m = 1/1000 μm

Å = angstroms = 10^{-10} m = 0.1 nm = 1/10,000 μm

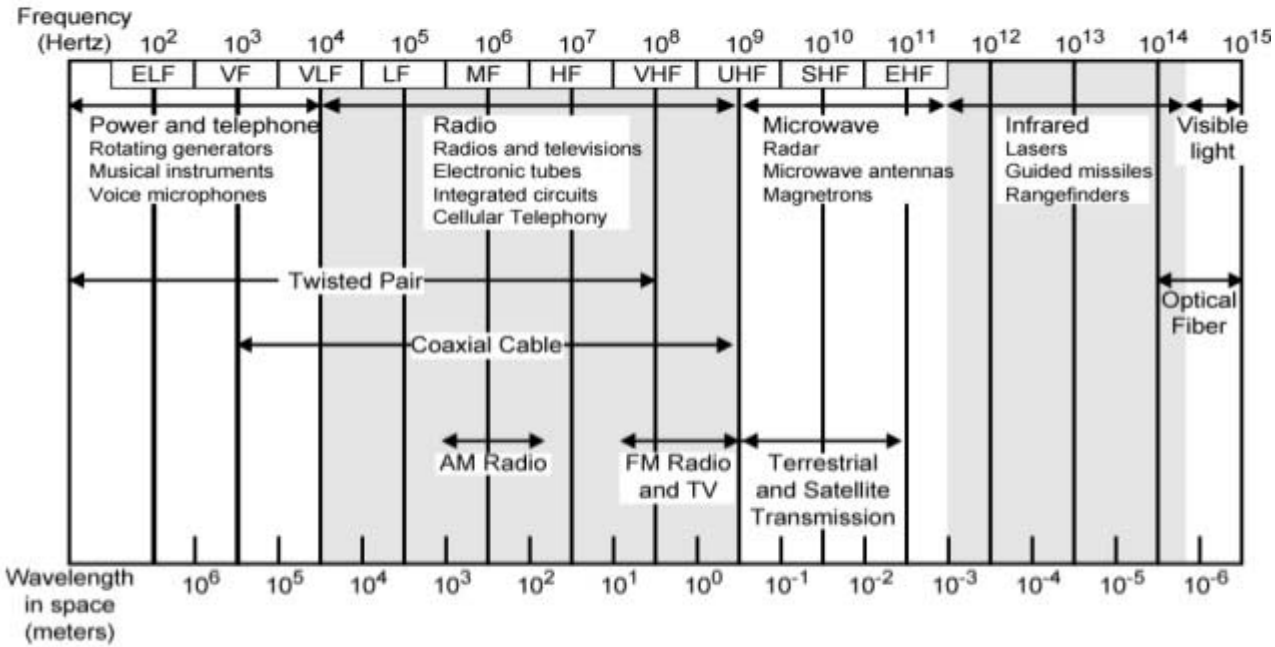


Copyright 1998 by John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

SI PREFIX	SI SYMBOL	SI UNIT CONVERSION FACTOR (STANDARD FORM)	FACTOR (POWER)	FACTOR LANGUAGE
yotta	Y	1 yottametre = 1 000 000 000 000 000 000 000 000 metres	10^{24}	septillion
zetta	Z	1 zettametre = 1 000 000 000 000 000 000 000 metres	10^{21}	sextillion
exa	E	1 exametre = 1 000 000 000 000 000 000 metres	10^{18}	quintillion
peta	P	1 petametre = 1 000 000 000 000 000 metres	10^{15}	quadrillion
tera	T	1 terametre = 1 000 000 000 000 metres	10^{12}	trillion
giga	G	1 gigametre = 1 000 000 000 metres	10^{9}	billion
mega	M	1 megametre = 1 000 000 metres	10^{6}	million
kilo	k	1 kilometre = 1 000 metres	10^{3}	thousand
hecto	h	1 hectometre = 100 metres	10^{2}	hundred
deca	da	1 decametre = 10 metres	10^{1}	ten
		1 metre = 1 metre	**10^{0}**	**one**
deci	d	1 decimetre = 0.1 metres	10^{-1}	tenth
centi	c	1 centimetre = 0.01 metres	10^{-2}	hundredth
milli	m	1 millimetre = 0.001 metres	10^{-3}	thousandth
micro	µ	1 micrometre = 0.000 001 metres	10^{-6}	millionth
nano	n	1 nanometre = 0.000 000 001 metres	10^{-9}	billionth
pico	p	1 picometre = 0.000 000 000 001 metres	10^{-12}	trillionth
femto	f	1 femtometre = 0.000 000 000 000 001 metres	10^{-15}	quadrillionth
atto	a	1 attometre = 0.000 000 000 000 000 001 metres	10^{-18}	quintillionth
zepto	z	1 zeptometre = 0.000 000 000 000 000 000 001 metres	10^{-21}	sextillionth
yocto	y	1 yoctometre = 0.000 000 000 000 000 000 000 001 metres	10^{-24}	septillionth


longer
lower
wavelength (m)
frequency (Hz)
10^4
1km
10^2
1m
1.0
1cm
10^{-2}
10^{-4}
1μm
10^{-6}
10^{-8}
1nm
10^{-10}
10^{-12}
Radio waves
micro-waves
infrared
ultra-violet
x-rays
gamma rays
10^4
1KHZ
10^6
1MHZ
10^8
1GHZ
10^{10}
10^{12}
1THZ
10^{14}
10^{16}
10^{18}
1EHZ
10^{20}
shorter
higher
Visible wavelength (meters)
0.7×10^{-6}
0.6×10^{-6}
0.5×10^{-6}
0.4×10^{-6}

Electromagnetic Spectrum



ELF = Extremely low frequency
VF = Voice frequency
VLF = Very low frequency
LF = Low frequency
MF = Medium frequency
HF = High frequency
VHF = Very high frequency
UHF = Ultrahigh frequency
SHF = Superhigh frequency
EHF = Extremely high frequency

Chapter 1 Outline of meteorological satellites*

1.1 History of meteorological satellites

Sputnik was the first satellite in the world. After 3 years flight, the first meteorological satellite TIROS-1 was launched by the United States of America in April 1960. For 6 years after that, 10 satellites of the TIROS series were launched and used for conducting various observations and experiments. The TIROS series were low elevation orbit satellites. In 1966, the first geostationary meteorological satellite ATS-1 was launched by the United States and it was confirmed that the satellite observation was effective for meteorological monitoring.

The success of meteorological satellite observation intensified the trend toward using this new technology to develop meteorology and improve weather forecasting.

In 1963, the World Meteorological Organization (WMO) drafted the WWW (World Weather Watch) Programme and started a meteorological satellite observation network plan covering the globe. In response to this plan, various countries launched their meteorological satellites and these established an observation network covering the globe with 5 geostationary satellites and 2 polar orbiting satellites (NOAA and METEOR series) at the beginning of the 1980s (Table 1-1-1). After that, Russia and China launched geostationary satellites. As of 1999, the meteorological satellite observation network is as shown in Figure 1-1-1.

In 1963, the World Meteorological Organization (WMO) drafted the WWW (World Weather Watch) Programme and started a meteorological satellite observation network plan covering the globe. In response to this plan, various countries launched their meteorological satellites and these established an observation network covering the globe with 5 geostationary satellites and 2 polar orbiting satellites (NOAA and METEOR series) at the beginning of the 1980s (Table 1-1-1). After that, Russia and China launched geostationary satellites. As of 1999, the meteorological satellite observation network is as shown in Figure 1-1-1.

Japan launched Himawari (GMS hereafter) I in 1977. Five satellites of the GMS series were launched up to date and GMS-5 is in operation. As a successor to the GMS series satellites, Multi-functional Transport Satellite (MTSAT hereafter) is to be launched.

Table 1-1-1. History of meteorological satellites

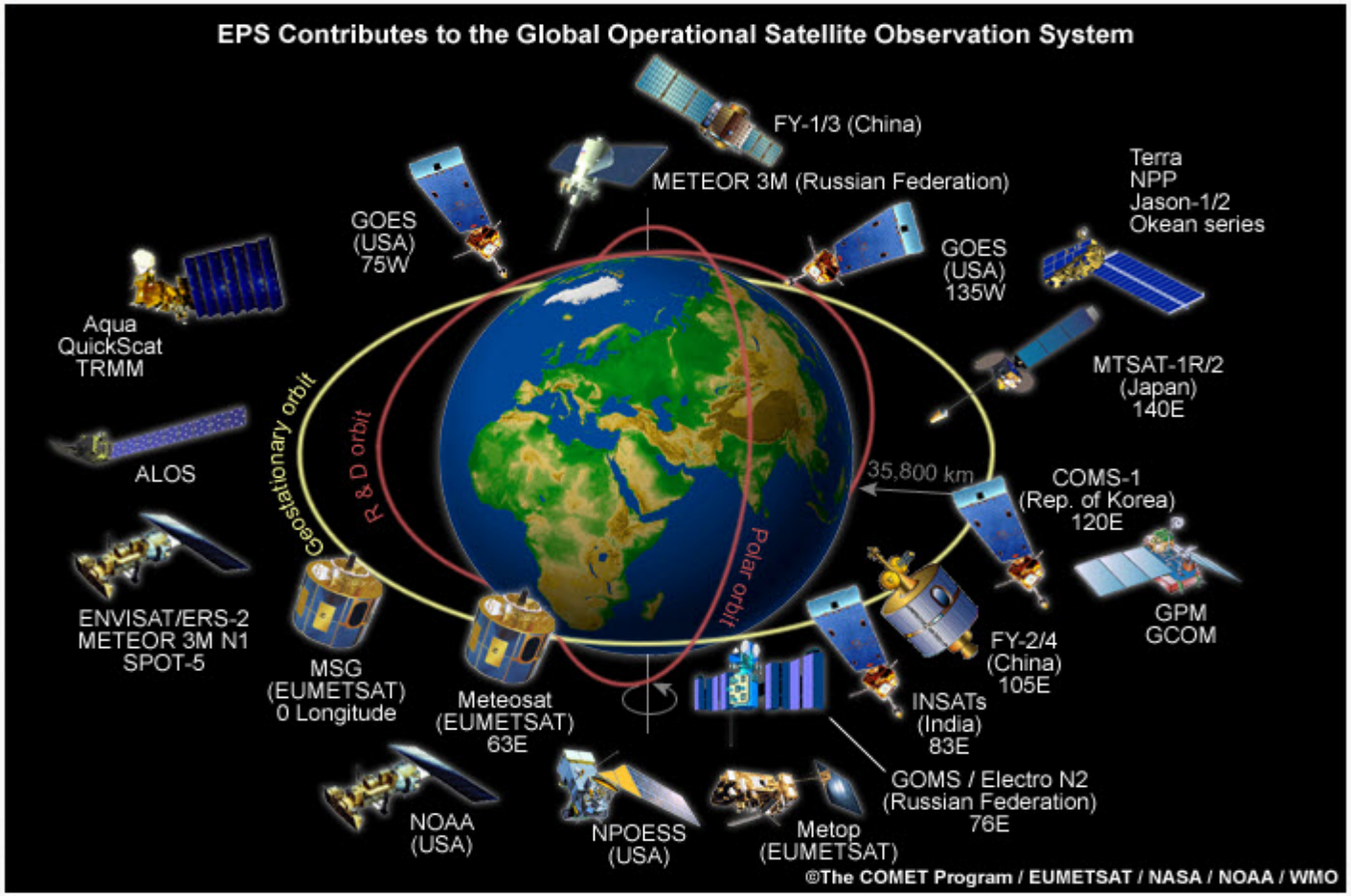
Year	Item	Country
1960	First meteorological satellite TIROS I launched	USA
1966	First geostationary meteorological satellite launched	USA
1970	NOAA series launched	USA
1975	GOES launched	USA
1977	GMS and METEOSAT launched	Japan, Europe
1982	INSAT launched	India
1994	GOMS launched	Russia
1997	FY-II launched	China

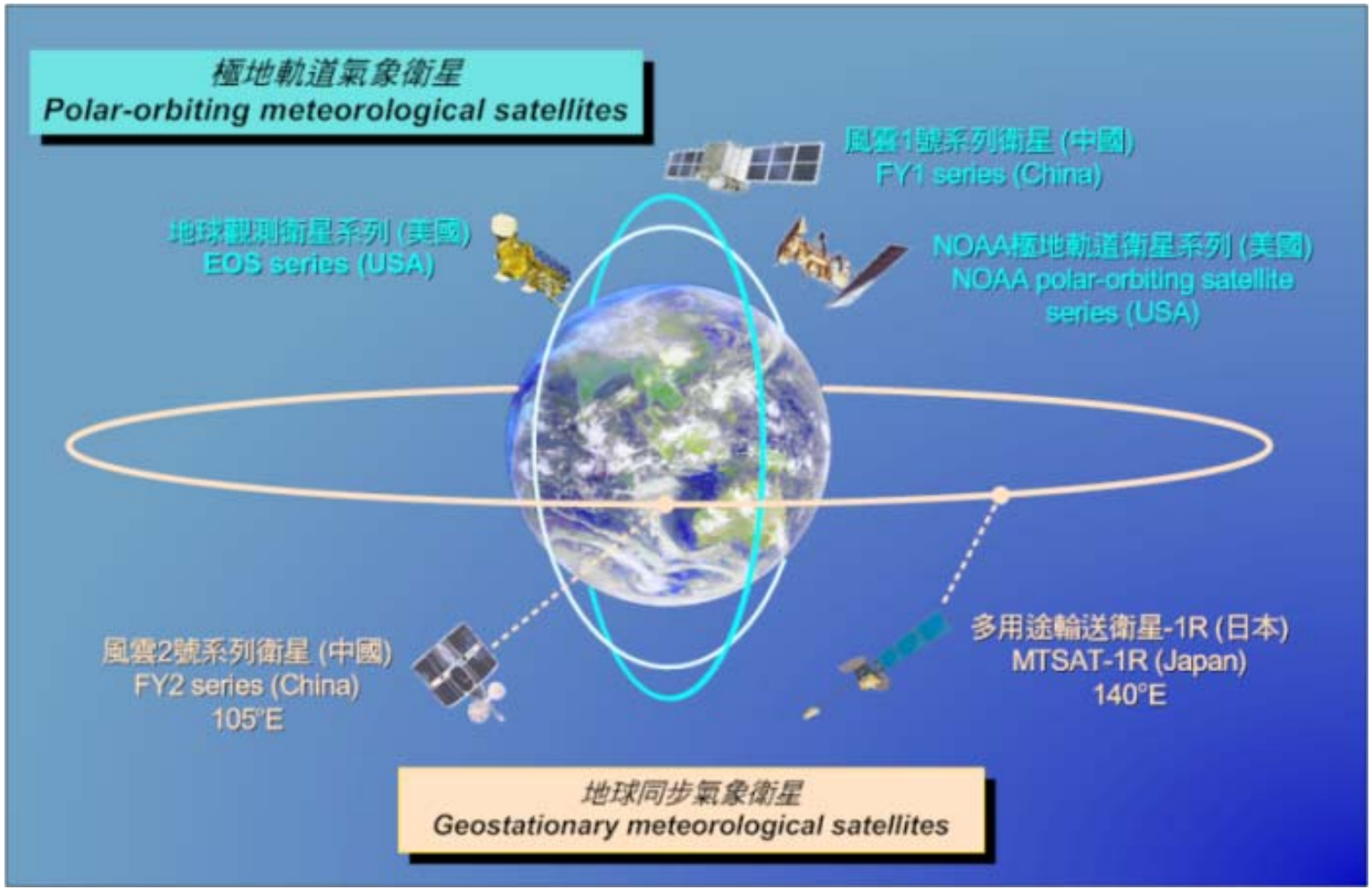
Meteorological Satellite

Geostationary – these are positioned at a height of 35,780 km above the equator, and 'hang' over the same spot on the Earth's surface all the time. Meteosat, the geostationary satellite operated by European countries, is positioned over the equator on the Greenwich meridian and covers Africa, Europe, the Middle East, much of the Atlantic Ocean and the western Indian Ocean. The present satellite is called MSG and provides pictures every 15 minutes. It is possible to receive images with a resolution that is similar to that usually available from the much lower polar-orbiting satellites, although a very powerful computer is needed to process the data for much more than a relatively small area.

Polar-orbiting – these pass over the Earth from pole to pole. The NOAA satellites, operated by the USA, orbit at a height of around 850 km and take around 100 minutes to complete each orbit. During this time, the Earth has turned by about 25 degrees, so the satellite views a different part of the surface each time it passes. A European satellite, called MetOp-A, was launched on 19th October 2006, and is also a polar orbiter. As the orbit is much lower than that of the geostationary satellites, the images provide detailed information about the cloud structure. The UK receives images from a set of three passes, twice a day, from each satellite. The first pass is over the eastern Mediterranean, the second roughly over the UK, and the third over the eastern Atlantic. One set of passes occurs during the day and the other at night. There are also instruments that measure the temperature vertically through the atmosphere along the path of the satellite. The data from these is fed into numerical forecasting models, helping with the analysis of the state of the atmosphere and hence with the weather forecast.

Fig 1: The current global satellite network.




極地軌道氣象衛星
Polar-orbiting meteorological satellites
風雲1號系列衛星 (中國)
FY1 series (China)
地球觀測衛星系列 (美國)
EOS series (USA)
NOAA極地軌道衛星系列 (美國)
NOAA polar-orbiting satellite series (USA)
風雲2號系列衛星 (中國)
FY2 series (China)
105°E
多用途輸送衛星-1R (日本)
MTSAT-1R (Japan)
140°E
地球同步氣象衛星
Geostationary meteorological satellites

- ถาม ภาพดาวเทียมในช่วงคลื่น Visible กับ Infrared มีความแตกต่างกันอย่างไร
- ตอบ ช่วงคลื่น Visible อาศัยหลักการสะท้อน(Reflection) ของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้ในการตรวจวัดรายละเอียดของเมฆและลักษณะของพื้นโลก ถ้าเมฆมีความหนามากจะสะท้อนคลื่นแสงได้มาก ภาพเมฆที่ปรากฏบนแผ่นภาพจะมีสีขาวเข้ม แต่ถ้าเมฆบางจะสะท้อนคลื่นแสงได้น้อย ภาพเมฆที่ปรากฏบนแผ่นภาพจะมีสีขาวจางๆ ภาพ VIS จะมีเฉพาะในเวลากลางวันเมื่อดวงอาทิตย์ แผ่รังสีมากระทบพื้นโลกเท่านั้น ส่วนช่วงคลื่น Infrared โดยใช้หลักการวัดการแผ่รังสี (Emission)ของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้ในการตรวจสภาพทางฟิสิกส์ของบรรยากาศและพื้นโลก เช่น อุณหภูมิยอดเมฆและอุณหภูมิของพื้นผิวโลก ถ้าเมฆมีอุณหภูมิเย็นจัด ภาพเมฆที่ปรากฏบนแผ่นภาพจะมีสีขาวเข้ม แต่ถ้าเมฆมีอุณหภูมิเย็นน้อยกว่าภาพเมฆที่ปรากฏมีสีขาวจางๆ ภาพ IR จะมีตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน

- ถาม การแปลภาพดาวเทียมในช่วงคลื่น Visible กับ Infrared มีความแตกต่างกันอย่างไร
- ตอบ ความแตกต่างของความสว่าง(brightness) ในช่วงคลื่น Visible จะเป็นตัวแทนของความแตกต่างการสะท้อนแสง และความแตกต่างของความสว่าง (Brightness) ในช่วงคลื่น Infrared จะเป็นตัวแทนของความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งวัตถุแผ่ออกมา

ถาม การแปลภาพดาวเทียมในช่วงคลื่น Visible กับ Infrared มีความแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ความแตกต่างของความสว่าง(brightness) ในช่วงคลื่น Visible จะเป็นตัวแทนของความแตกต่างการสะท้อนแสง และความแตกต่างของความสว่าง (Brightness) ในช่วงคลื่น Infrared จะเป็นตัวแทนของความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งวัตถุแผ่ออกมา

ถาม ดาวเทียม NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ตรวจวัดสารประกอบใดบ้าง

ตอบ ตรวจวัดสารประกอบในช่วงคลื่นต่างๆ ดังนี้ คือ

ช่วงคลื่นที่ 1 : Visible ความยาวคลื่น 0.58 - 0.68 m ใช้ในการศึกษาเมฆชั้นต่ำ(เฉพาะกลางวัน), พืช, แหล่งน้ำผิวดินและตะกอนในน้ำทะเล
ช่วงคลื่นที่ 2 : Near Infrared ความยาวคลื่น 0.725 - 1.10 m ใช้ในการศึกษาเมฆชั้นต่ำ(เฉพาะกลางวัน), พืช, แหล่งน้ำผิวดิน และพืชที่น้ำท่วม
ช่วงคลื่นที่ 3 : Thermal Infrared ความยาวคลื่น 3.5 - 3.9 m ใช้ในศึกษาเมฆ (ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า
ช่วงคลื่นที่ 4 : Middle Infrared ความยาวคลื่น 10.5 - 11.5 m ใช้ในการศึกษาเมฆชนิดต่างๆ (ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า
ช่วงคลื่นที่ 5 : Far Infrared ความยาวคลื่น 11.5 - 12.5 m ใช้ในศึกษาหิมะ, เมฆ(ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า

ช่วงคลื่นที่ 1 : Visible ความยาวคลื่น 0.58 - 0.68 m ใช้ในการศึกษาเมฆชั้นต่ำ(เฉพาะกลางวัน), พืช, แหล่งน้ำผิวดินและตะกอนในน้ำทะเล
ช่วงคลื่นที่ 2 : Near Infrared ความยาวคลื่น 0.725 - 1.10 m ใช้ในการศึกษาเมฆชั้นต่ำ(เฉพาะกลางวัน), พืช, แหล่งน้ำผิวดิน และพืชที่น้ำท่วม
ช่วงคลื่นที่ 3 : Thermal Infrared ความยาวคลื่น 3.5 - 3.9 m ใช้ในศึกษาเมฆ (ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า
ช่วงคลื่นที่ 4 : Middle Infrared ความยาวคลื่น 10.5 - 11.5 m ใช้ในการศึกษาเมฆชนิดต่างๆ (ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า
ช่วงคลื่นที่ 5 : Far Infrared ความยาวคลื่น 11.5 - 12.5 m ใช้ในศึกษาหิมะ, เมฆ(ทั้งกลางวัน - กลางคืน), อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและไฟป่า

ถาม ประโยชน์ของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีอะไรบ้าง
ตอบ 1. ใช้ในการตรวจสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยาในระยะไกล(Meteorology Information Remote Sensing) เช่น การตรวจเมฆ ทิศทางการเคลื่อนที่ของเมฆ ตรวจอุณหภูมิยอดเมฆ อุณหภูมิผิวพื้นโลก อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความชื้นของบรรยากาศโลกตามระดับความสูงต่างๆ ตรวจโอโซน รังสีดวงอาทิตย์ ตรวจหิมะและน้ำแข็งที่ปกคลุมโลก เป็นต้น
2. ประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูล รับ-ส่งข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจได้จากสถานีเคลื่อนที่ Data Collection Platform(DCP) หรือสถานีตรวจอัตโนมัติ ทั้งภาคพื้นดินและในน้ำ เช่น ทุ่นลอย เรือ รวมทั้งเครื่องบิน เป็นต้น
3. ประโยชน์ในการกระจายข่าว(Direct Broadcast) ส่งข่าวสารด้านอุตุนิยมวิทยาไปยัง ประเทศสมาชิกหรือผู้ใช้ข้อมูลโดยตรง โดยระบบโทรคมนาคมทั่วโลก Global Telecommunications System (GTS)

Satellite Images receiver station
Weather Monitoring division
THAI-Meteorological Department, THAILAND

ภาพถ่ายดาวเทียม Himawari | ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT,FY2 | รายงานติดตามสภาวะอากาศ | ข้อมูลดาวเทียม | เปรียบเทียบ ดาวเทียม+เรดาร์

THAI

IR | VIS

IR-Enh | WV

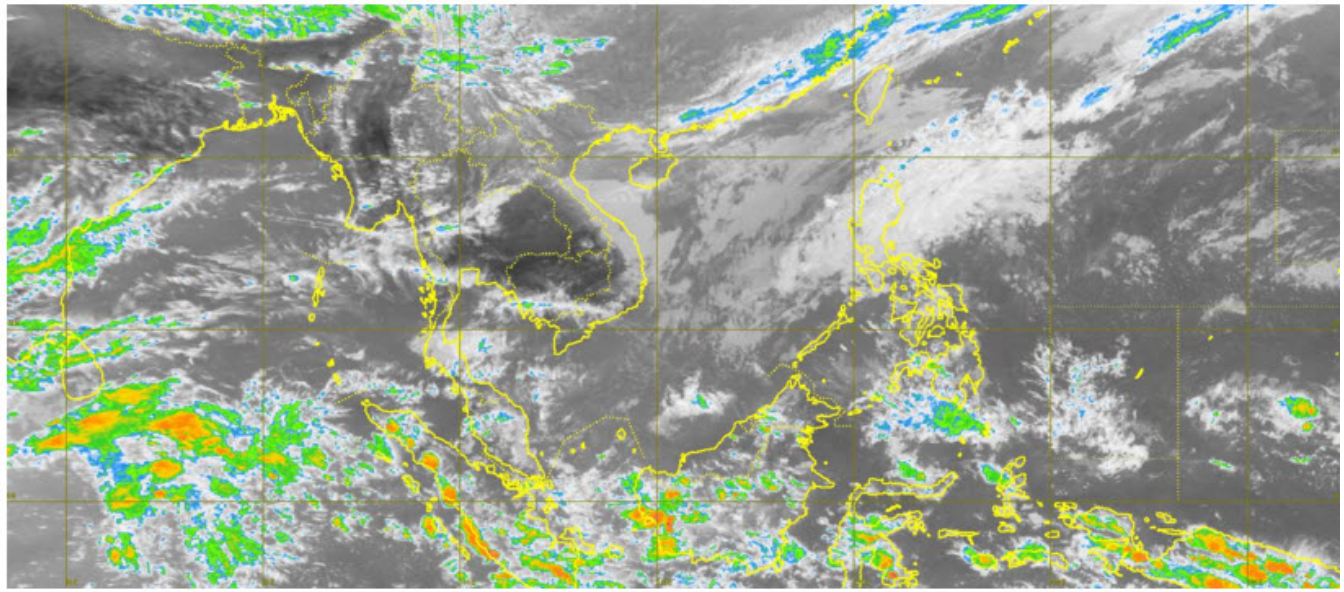
IR+VIS | IR4

ASIAN

IR | VIS

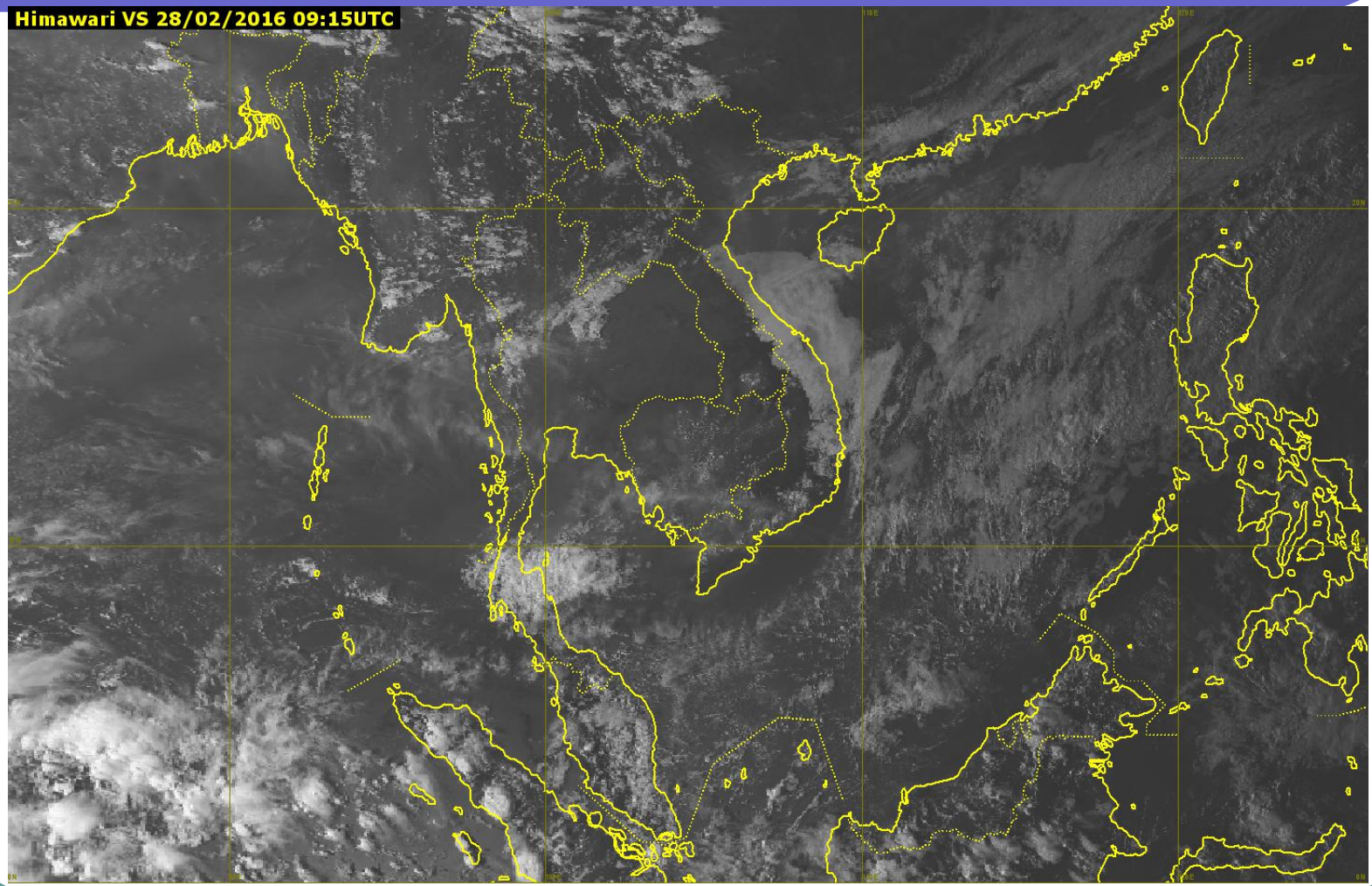
IR-Enh | WV

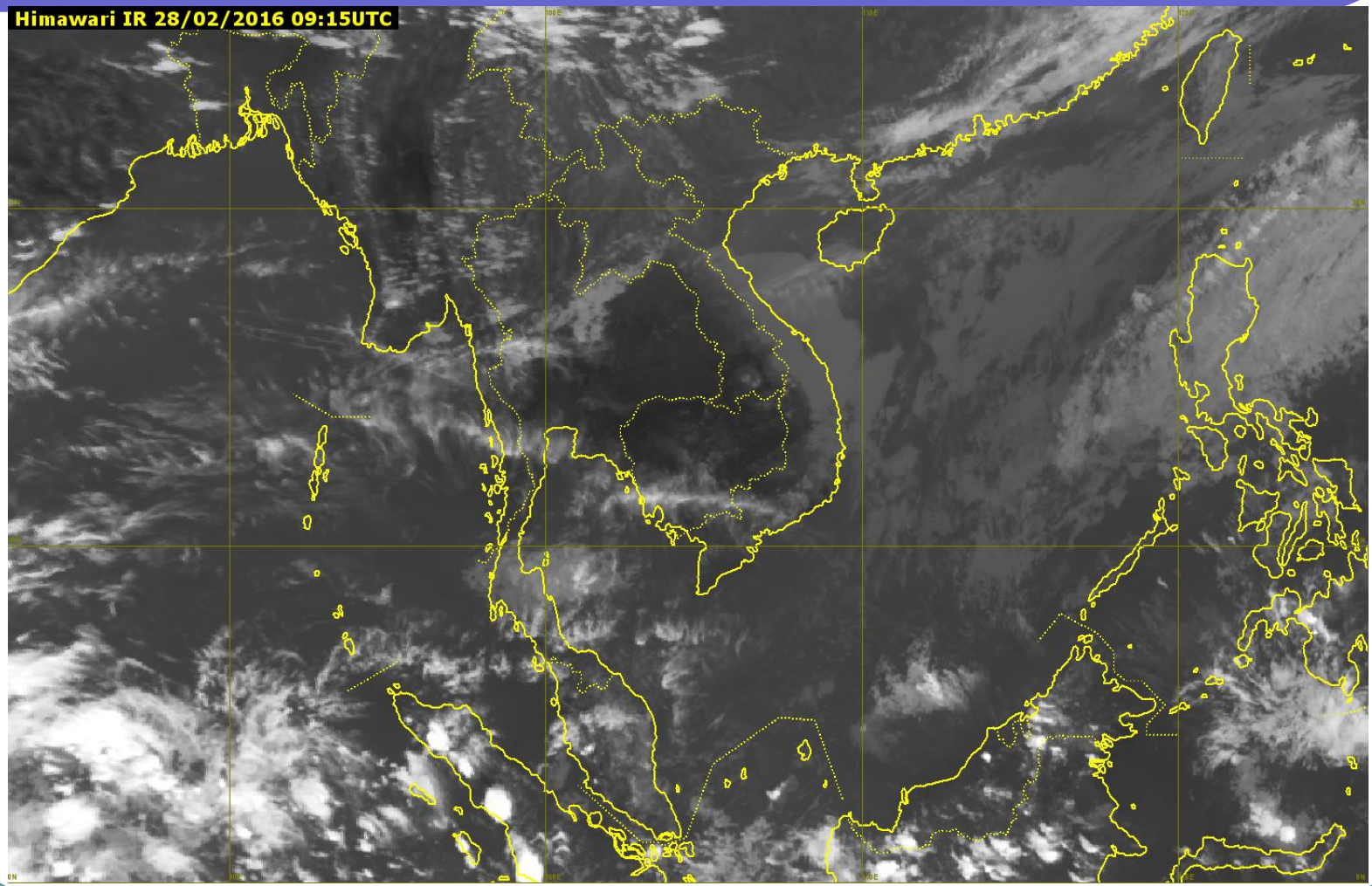
IR+VIS | IR4

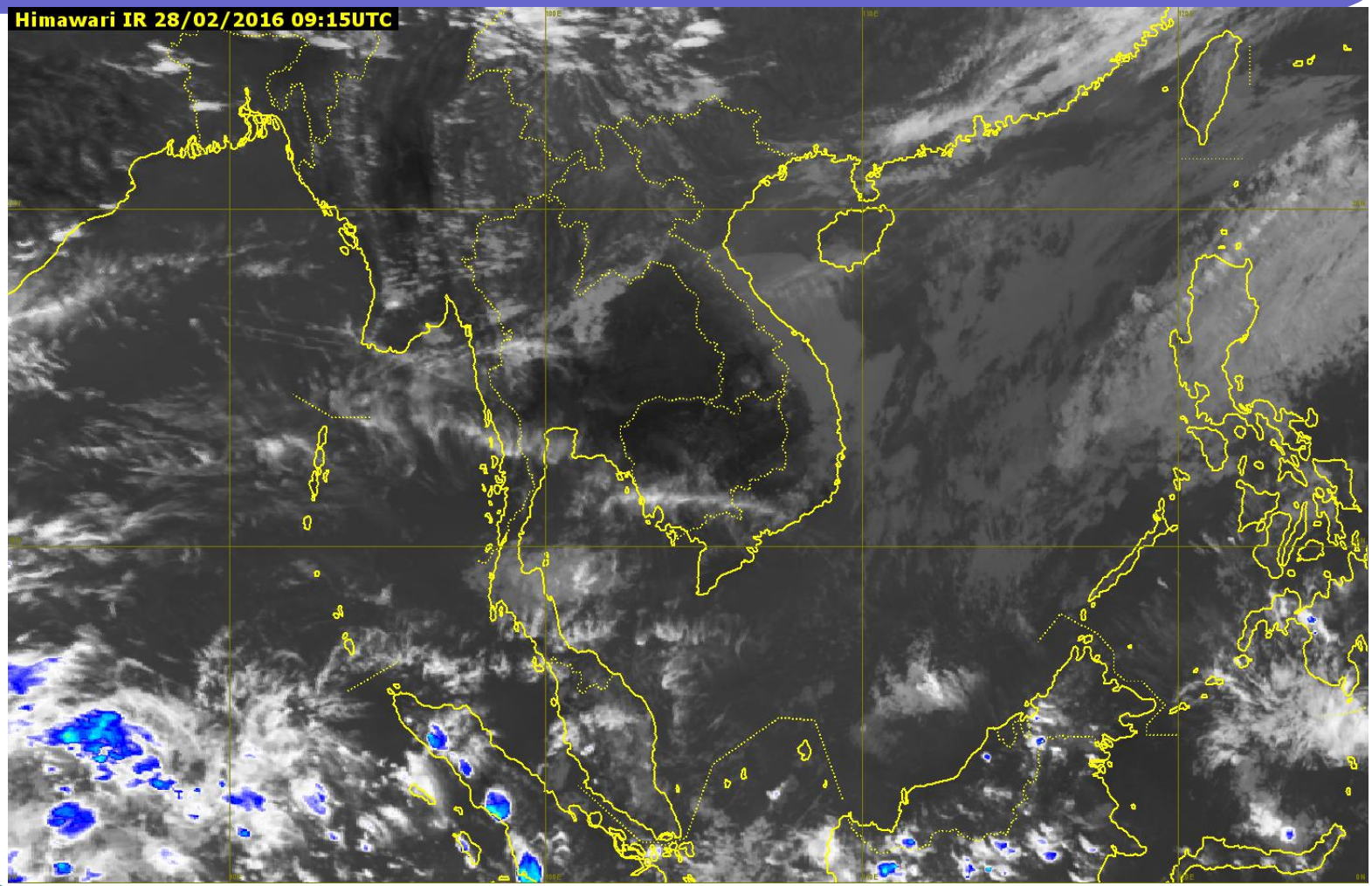


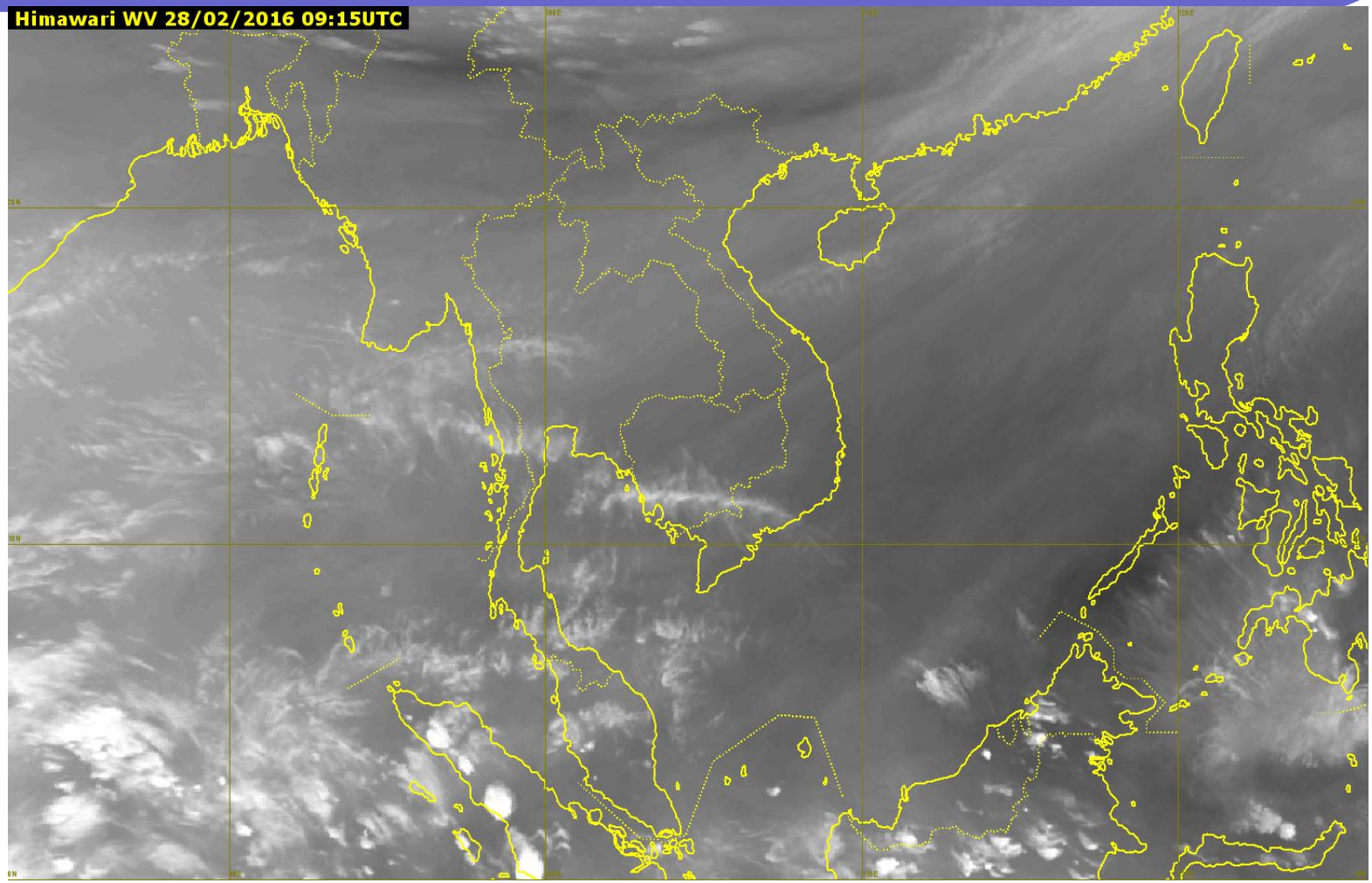
Cloud Top Temperature

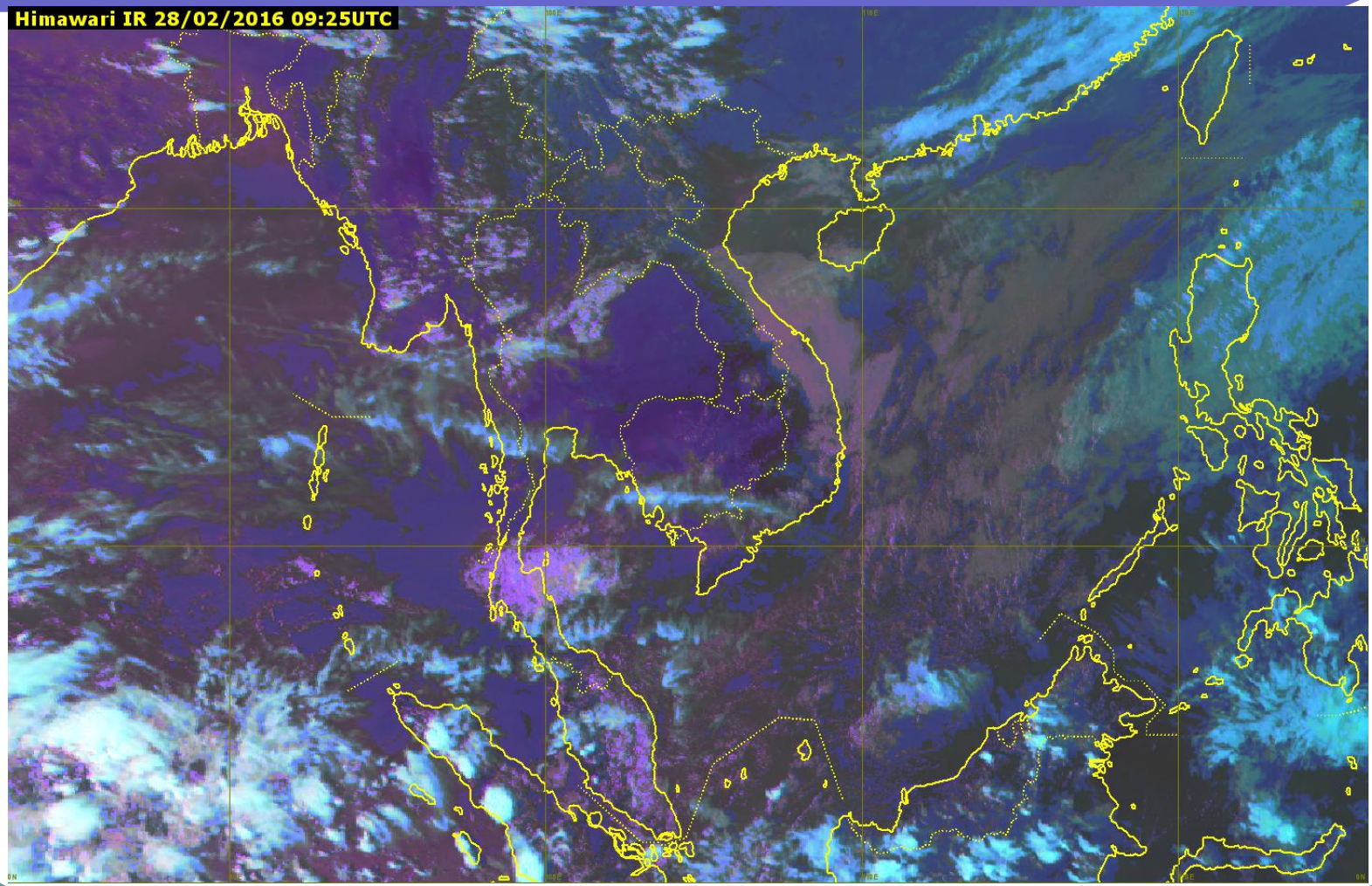
Source from : Himawari satellite of Japan Meteorological Agency (JMA)
Created by : Weather Monitoring Division ,TMD.

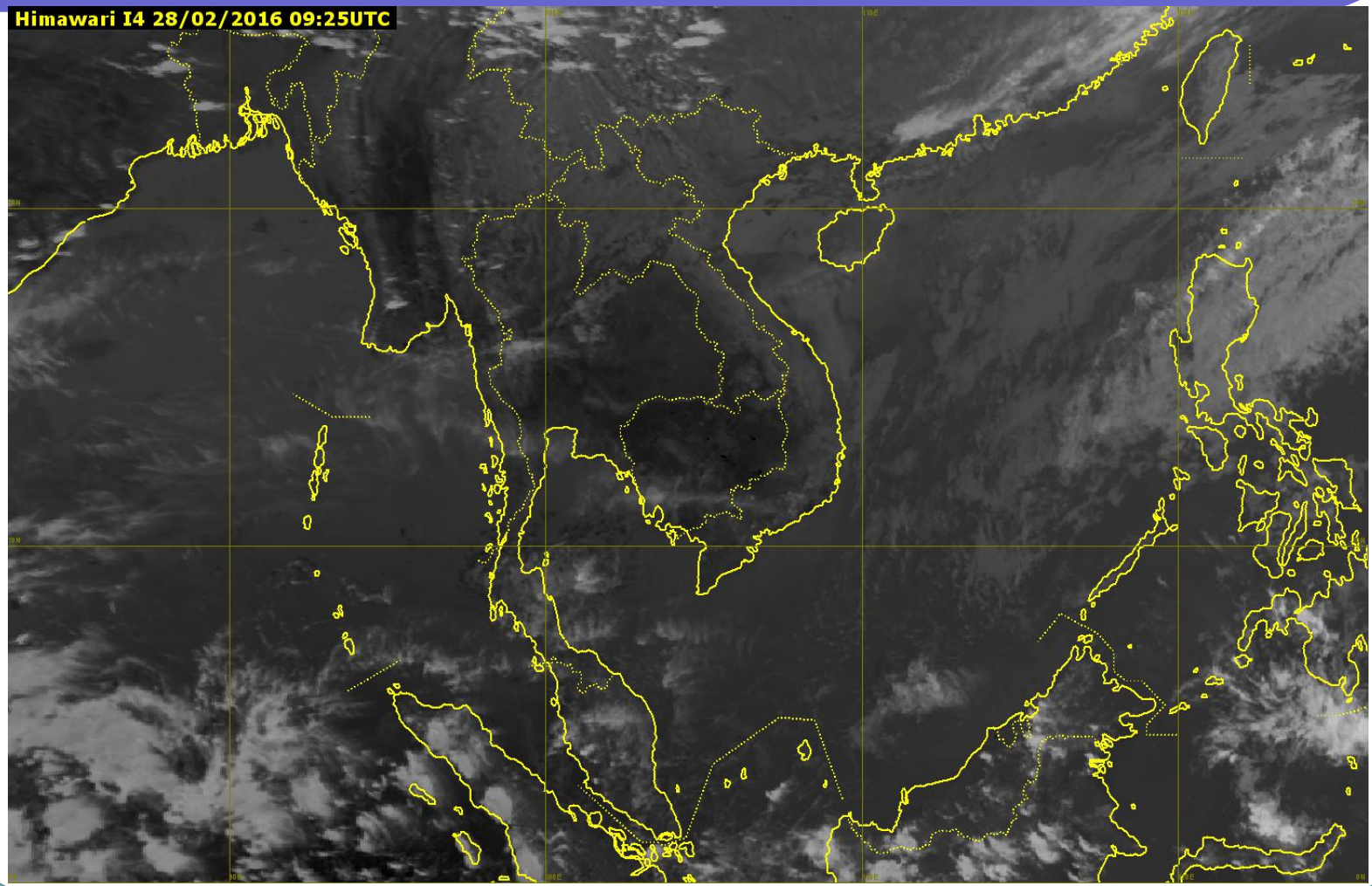

Himawari VS 28/02/2016 09:15UTC

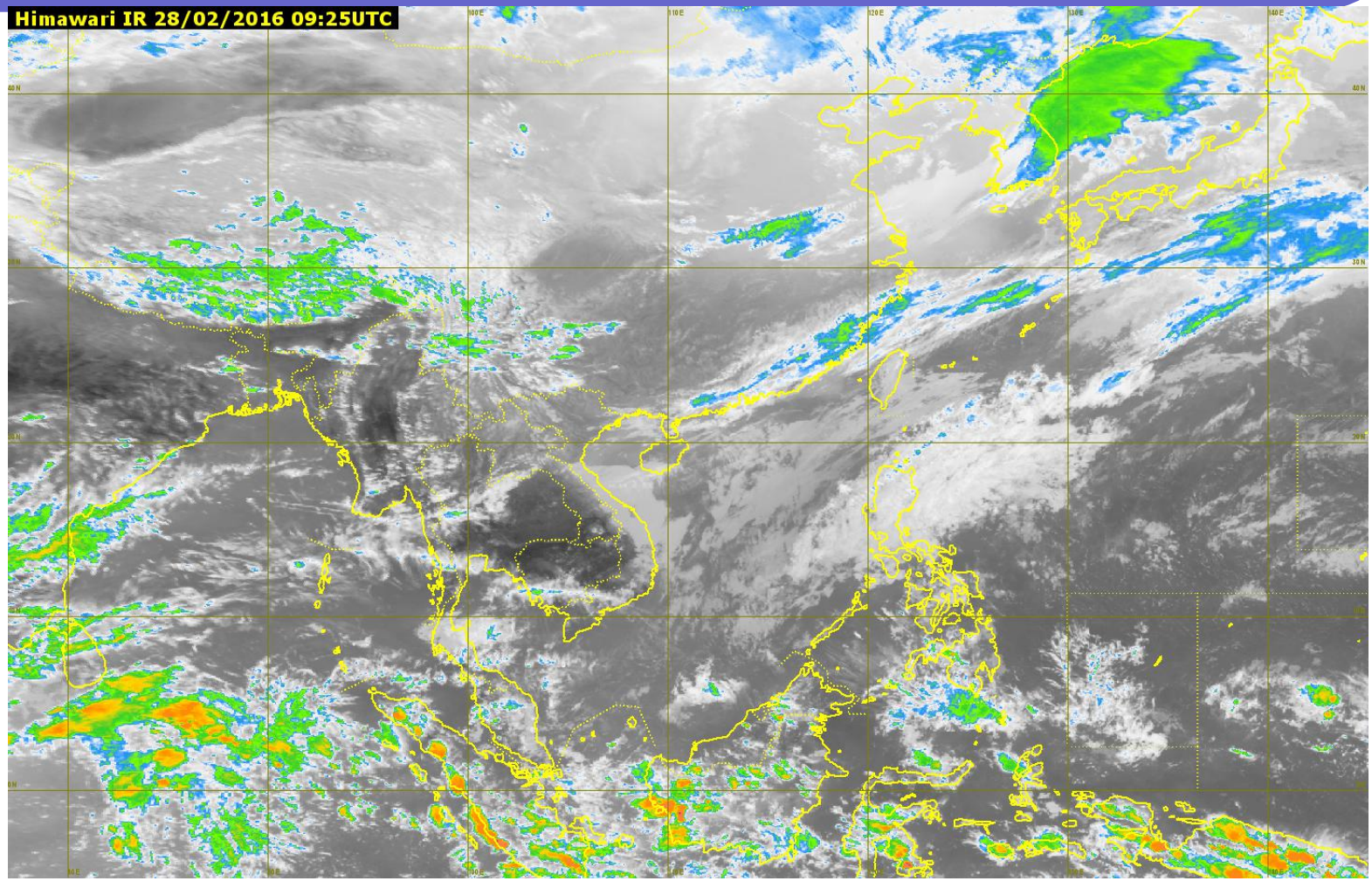

Himawari IR 28/02/2016 09:15UTC


Himawari IR 28/02/2016 09:15UTC


Himawari WV 28/02/2016 09:15UTC


Himawari IR 28/02/2016 09:25UTC


Himawari I4 28/02/2016 09:25UTC


Himawari IR 28/02/2016 09:25UTC

Thank You!
CommentsYard.com