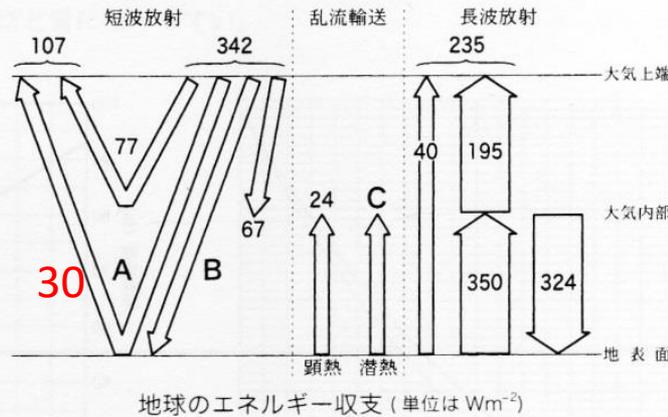


問 6 地球のエネルギー収支に関する次の文章の空欄 (ア) ~ (ウ) に入る適切な数値の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

図は地球(地球大気と地球表層)について年平均したエネルギー収支を表し、大気上端、大気内部、地表面の間でやりとりされる、短波放射・長波放射の強さ、乱流による顕熱や潜熱の輸送量が示されている。折れた矢印は地表面または大気内部における短波放射の反射の強さを表している。大気上端、大気内部、地表面のそれぞれにおいてエネルギー収支は釣り合っている。

外向き短波放射の合計から、地表面で反射される短波放射 **A** は 30Wm^{-2} である。また、入射短波放射の収支から、地表面で吸収される短波放射 **B** は (ア) Wm^{-2} となる。これらの値から地表面のアルベドは (イ)、地表面または大気内部におけるエネルギー収支から潜熱 **C** は (ウ) Wm^{-2} と見積もられる。



- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|-----|------|-----|
| ① | 168 | 0.15 | 78 |
| ② | 168 | 0.18 | 128 |
| ③ | 198 | 0.15 | 28 |
| ④ | 198 | 0.18 | 78 |
| ⑤ | 198 | 0.18 | 128 |

(ア) $342 = 77 + 30 + B + 67$

$B = 168$

(イ) アルベド : 反射率
 $= 30 / (30 + 168)$

$= 0.15$

(ウ) 地表面の熱収支
 入ってくるエネルギー

$168 + 324$

出ていくエネルギー

$24 + C + 40 + 350$

$\therefore C = 78$

答え 1

問 5 太陽放射に関する次の文 (a) ~ (d) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 夏至 (6 月) の 1 日間に大気上端の水平な単位面積に入射する太陽放射エネルギー量は、北極点の方が赤道上の地点よりも多い。

(b) 海表面における直達太陽放射の反射率は、太陽の高度角が大きいほど大きい。

(c) 冬至 (12 月) の 1 日間に地球全体で受ける太陽放射エネルギー量は、夏至の 1 日間よりも多い。

(d) 可視光線が大気的气体分子によって散乱を受けるとき、波長が $0.4 \mu\text{m}$ の紫色光の散乱係数 (入射光に対する散乱光の割合) は、波長が $0.6 \mu\text{m}$ の橙色光の散乱係数の約 5 倍になる。

- | | (a) | (b) | (c) | (d) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 正 | 正 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 | 誤 |

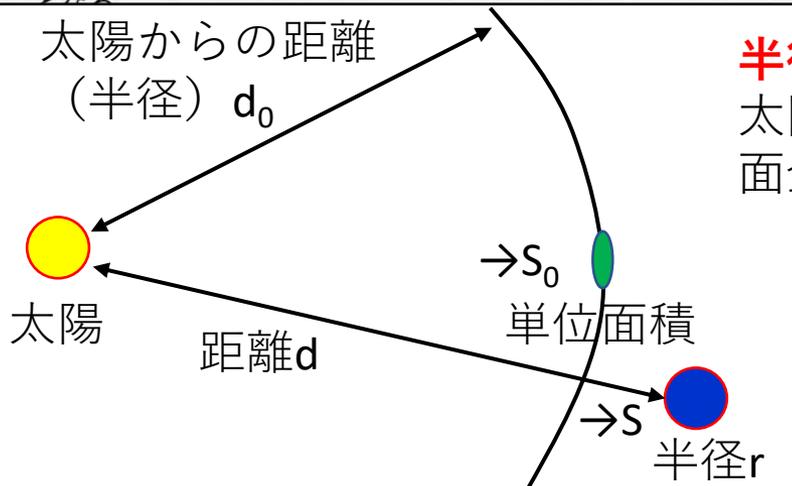
- (a) 正しい (図5.5)
(b) 間違い (表5.1)
(c) 正しい 教科書P106 (図5.5)
(d) レイリー散乱
散乱強度 $\propto 1/\lambda^4$
 $1/0.4^4 \div 1/0.6^4 \doteq 5$
正しい

答え 2

問 5 惑星の太陽からの距離と放射平衡温度との関係について述べた次の文章の空欄 (a) ~ (c) に入る適切な文字式や数値の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

太陽からの距離が d_0 の点において太陽放射に垂直な単位面積が単位時間に受ける短波放射のエネルギーを S_0 とすると、太陽からの距離が d の所において半径が r の惑星が単位時間に受け取る短波放射のエネルギーは、惑星のアルベドを A として、

$$S_0(1-A) \pi r^2 \text{ (a)}$$



半径 d_0 の球を考える

太陽から放射されるエネルギーは、この球の内面全体が受けるエネルギーに等しい

この球の内面が受けるエネルギー

$$4\pi d_0^2 \times S_0 \quad (1)$$

太陽から半径 d のところで単位面積に入射するエネルギーを S とすると

$$4\pi d^2 \times S \quad (2)$$

共に太陽から放射される全エネルギーなので、 $(1) = (2)$ が成立

$$\therefore S = S_0 d_0^2 / d^2$$

単位面積が吸収するエネルギー： $S_0(1-A)$
 太陽から距離 d のところ半径 r の惑星が受け取るエネルギー

太陽から見たら惑星は円で面積は πr^2

$$S(1-A) \pi r^2 = S_0(1-A) \pi r^2 d_0^2 / d^2 \quad (3)$$

$$S_0(1-A)\pi r^2 \text{ (a)}$$

となる。

この惑星の表面温度は均一だとしてこれを $T(K)$ とし、また表面で黒体放射が行われるとすると、惑星の全表面から単位時間に放出される長波放射のエネルギーは、ステファン・ボルツマンの定数を σ として、

$$4\pi r^2 \text{ (b)}$$

となる。

惑星が受け取る短波放射エネルギーと放出する長波放射エネルギーが平衡しているとし、この惑星の表面温度が $260K$ であるとする、太陽からの距離が $2d$ の所においてアルベドが A の別の惑星の表面温度は、(c) K となる。なお、 $\sqrt{2}=1.414$ 、 $\sqrt[3]{2}=1.260$ とする。

$$1/4 = T'^4 / T^4$$

$$T'^4 = 1/4 T^4$$

両辺をルートを
取ると

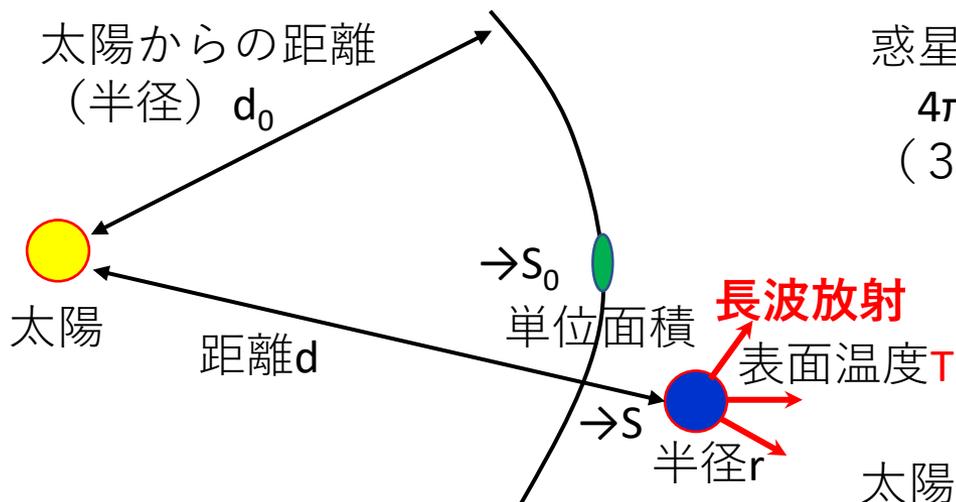
$$T'^2 = 1/2 T^2$$

$$T' = T/\sqrt{2}$$

$$= 260 / 1.41$$

$$\doteq 184$$

答え 4



惑星から放出される長波エネルギー

$$4\pi r^2 \times \sigma T^4 \quad (4)$$

(3) 式と (4) 式が釣り合う

$$S_0(1-A)\pi r^2 d_0^2 / d^2 = 4\pi r^2 \times \sigma T^4$$

$$\therefore S_0(1-A) d_0^2 / d^2 = 4\sigma T^4 \quad (5)$$

ただし、 $T = 260^\circ C$

太陽から距離 d のところ半径 r の惑星
が受け取るエネルギー

太陽から見たら惑星は円で面積は πr^2

$$S(1-A)\pi r^2$$

$$= S_0(1-A)\pi r^2 d_0^2 / d^2 \quad (3)$$

太陽から距離が $2d$ のところでは、同様に下式が成立

$$S_0(1-A) d_0^2 / (2d)^2 = 4\sigma T'^4 \quad (6)$$

(6) \div (5) より

$$S_0(1-A) d_0^2 / (2d)^2 = 4\sigma T'^4$$

$$S_0(1-A) d_0^2 / d^2 = 4\sigma T^4$$

問 5 太陽放射について述べた次の文 (a) ~ (c) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 大気中のエアロゾルは太陽放射を吸収するが、そこで得た熱量をそのまま長波放射として射出するため、大気を加熱することはない。

(b) 大気に入射した波長が $0.28\mu\text{m}$ よりも短い紫外線は、対流圏界面に達する前に、ほぼ完全に大気に吸収される。

(c) 可視光域の太陽放射は大気による吸収を受けるため、雲がなくかつ大気に真上から入射した場合でも、地上に届く時の強さは大気上端に入射した時の7割に満たない。

- | | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 |

(a) 間違い

長波放射は大気に吸収される→大気を加熱

(a) 大気中のエアロゾルは太陽放射を吸収するが、そこで得た熱量をそのまま長波放射として射出するため、大気を加熱することはない。

(b) 大気に入射した波長が $0.28\mu\text{m}$ よりも短い紫外線は、対流圏界面に達する前に、ほぼ完全に大気に吸収される。

(b) 正解

(c) 可視光域の太陽放射は大気による吸収を受けるため、雲がなくかつ大気に真上から入射した場合でも、地上に届く時の強さは大気上端に入射した時の

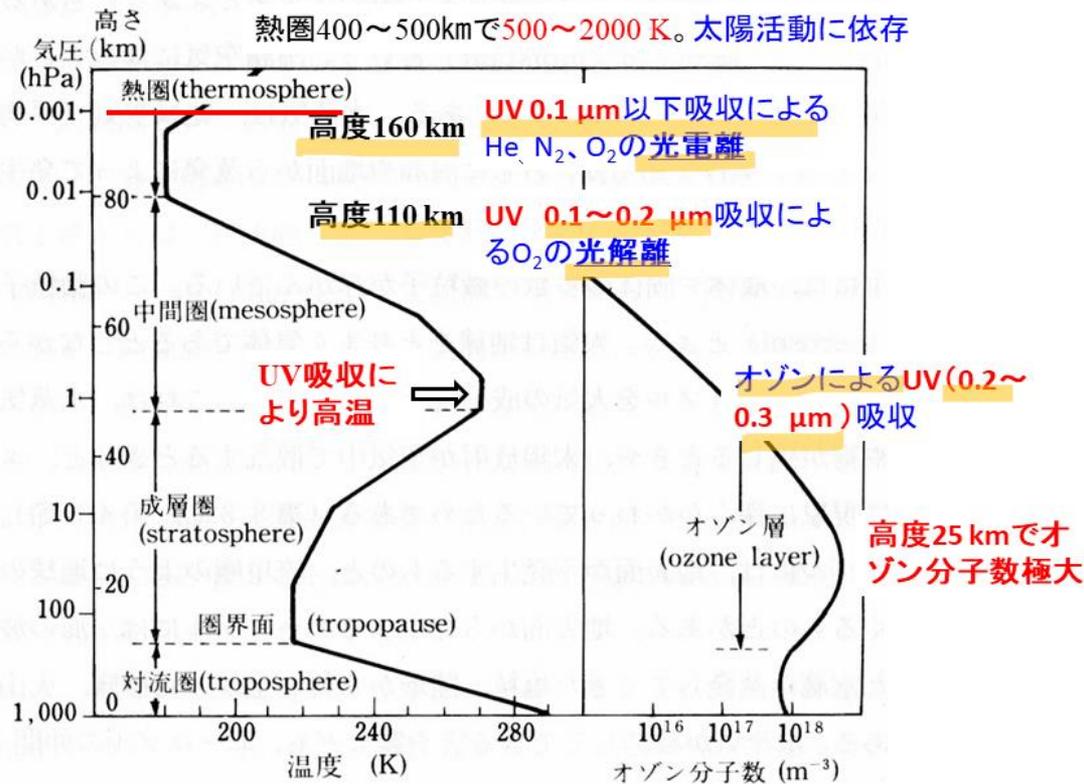


図 1.1 気温とオゾン量の高さ分布と大気層の区分

(a) 大気中のエアロゾルは太陽放射を吸収するが、そこで得た熱量をそのまま長波放射として射出するため、大気を加熱することはない。

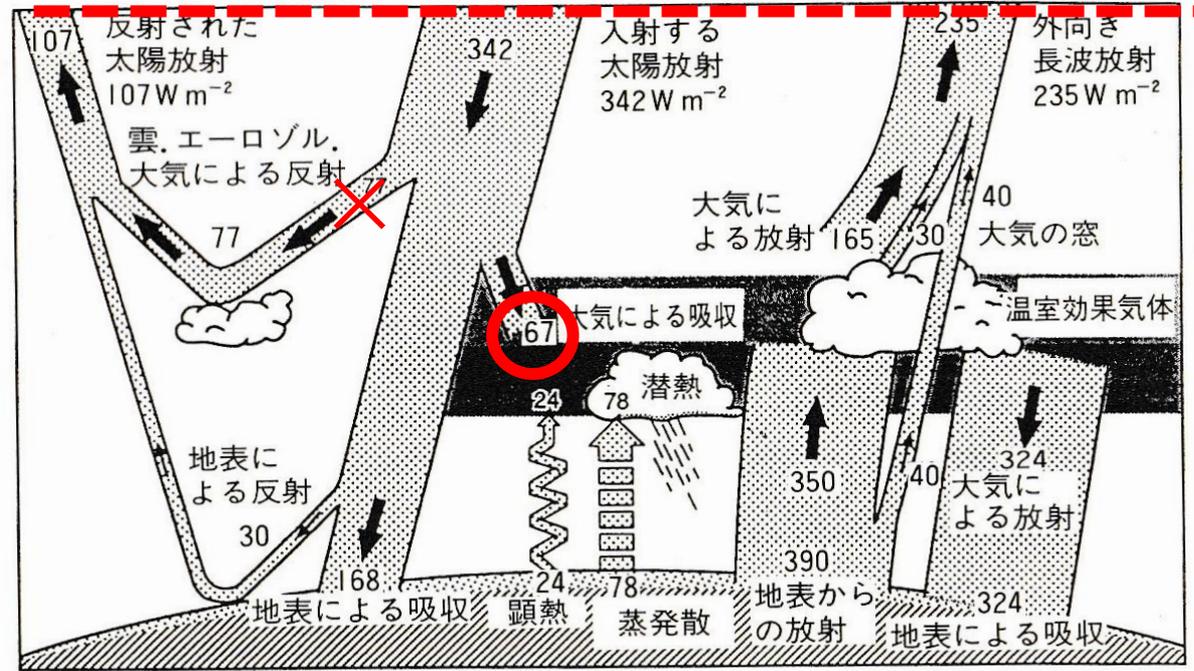
(b) 大気に入射した波長が $0.28\mu\text{m}$ よりも短い紫外線は、対流圏界面に達する前に、ほぼ完全に大気に吸収される。

(b) 正解

(c) 可視光域の太陽放射は大気による吸収を受けるため、雲がなくかつ大気に真上から入射した場合でも、地上に届く時の強さは大気上端に入射した時の7割に満たない。

答え 4

- | | | | |
|---|-----|-----|-----|
| | (a) | (b) | (c) |
| ① | 正 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 |



入射する太陽放射

342

そのうち、大気による吸収

67

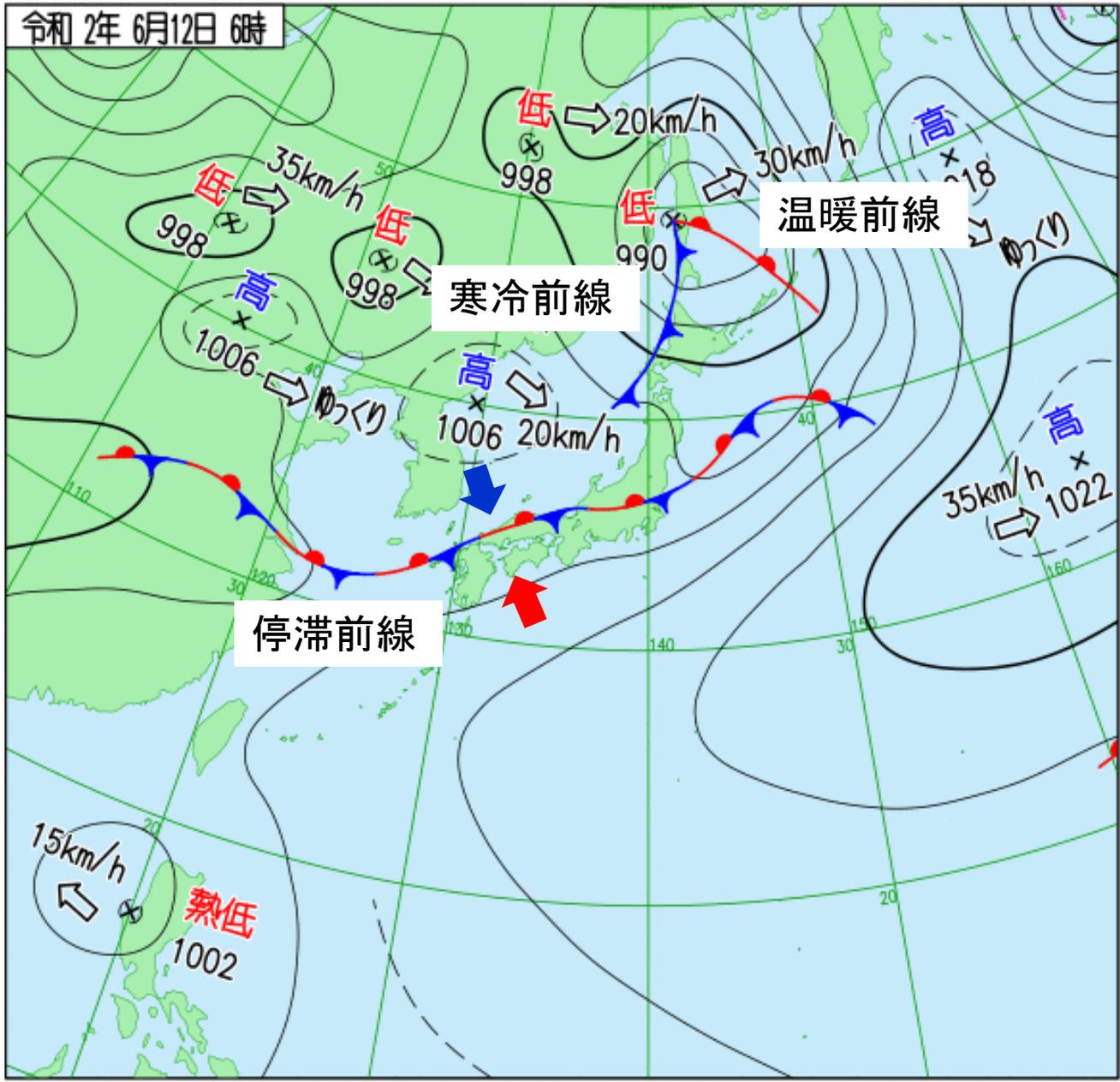
地表に到達する割合

$$(342 - 67) / 342 \doteq 0.80$$

(c) 間違い

図5.17 地球のエネルギー収支 (IPCC, 1995)

令和 2年 6月12日 6時



低 998 35km/h

低 998 20km/h

高 1018

温暖前線

寒冷前線

高 1006

高 1006 20km/h

高 1022 35km/h

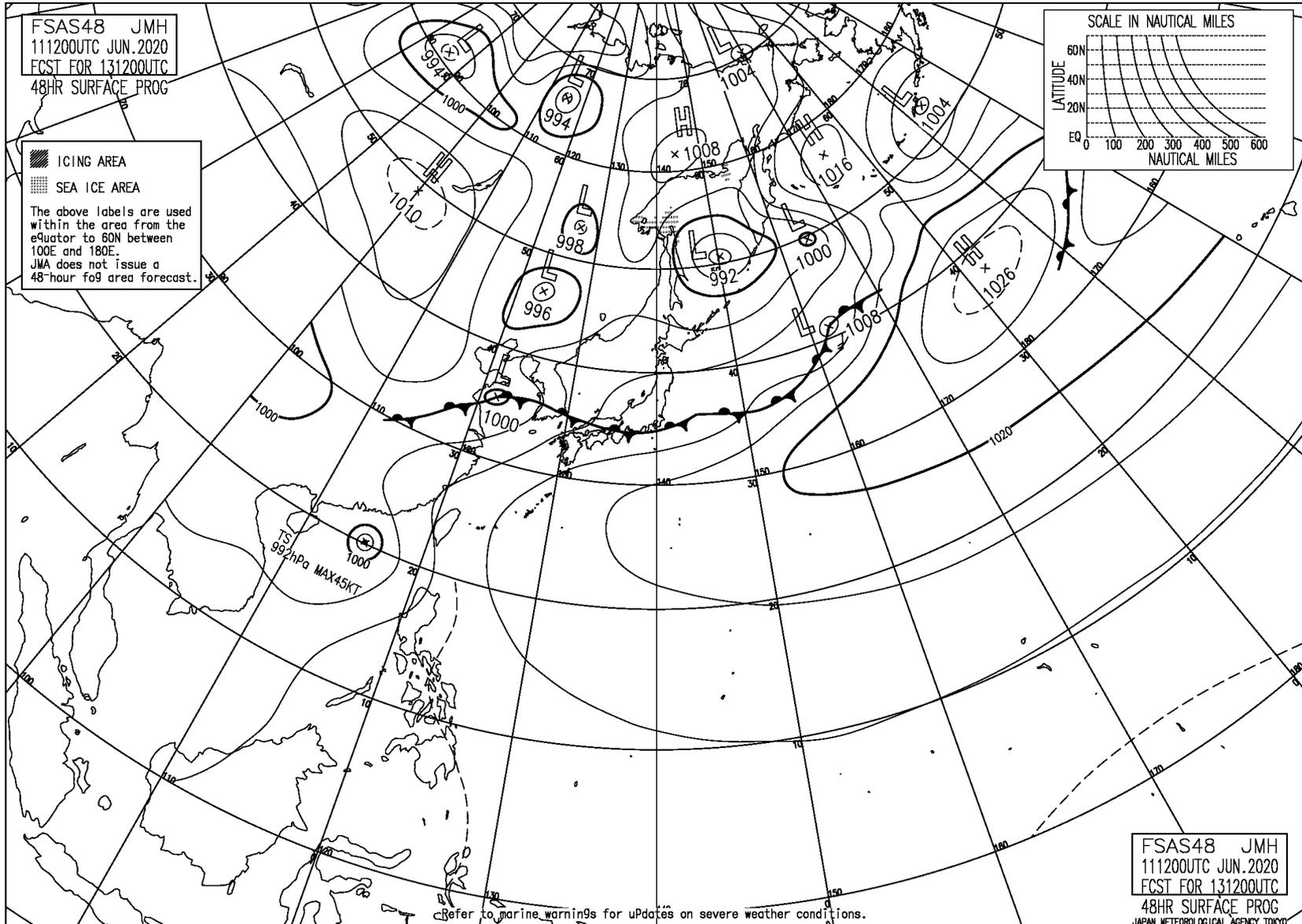
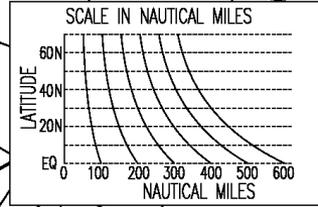
停滞前線

熱低 1002 15km/h

FSAS48 JMH
111200UTC JUN.2020
FCST FOR 131200UTC
48HR SURFACE PROG

ICING AREA
SEA ICE AREA

The above labels are used
within the area from the
equator to 60N between
100E and 180E.
JMA does not issue a
48-hour forecast for area forecast.



Refer to marine warnings for updates on severe weather conditions.

FSAS48 JMH
111200UTC JUN.2020
FCST FOR 131200UTC
48HR SURFACE PROG
JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY TOKYO

明日の天気 - 6月13日(土)

| 時刻 | 0時 | 3時 | 6時 | 9時 | 12時 | 15時 | 18時 | 21時 |
|----------|---|---|--|---|--|--|--|--|
| 天気 |  曇り |  曇り |  雨 |  雨 |  雨 |  雨 |  雨 |  雨 |
| 気温 (°C) | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 25 | 25 |
| 湿度 (%) | 87 | 87 | 85 | 86 | 88 | 88 | 89 | 87 |
| 降水量 (mm) | 0 | 0 | 3 | 4 | 6 | 5 | 2 | 1 |

週間天気

2020年6月12日 9時00分発表

| 日付 | 6月14日 (日) | 6月15日 (月) | 6月16日 (火) | 6月17日 (水) | 6月18日 (木) | 6月19日 (金) |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| 天気 |  雨のち曇 |  晴一時雨 |  曇時々晴 |  曇り |  曇一時雨 |  曇一時雨 |
| 気温 (°C) | 32 24 | 32 22 | 29 20 | 27 19 | 26 19 | 26 19 |
| 降水確率 (%) | 50 | 50 | 20 | 30 | 50 | 60 |