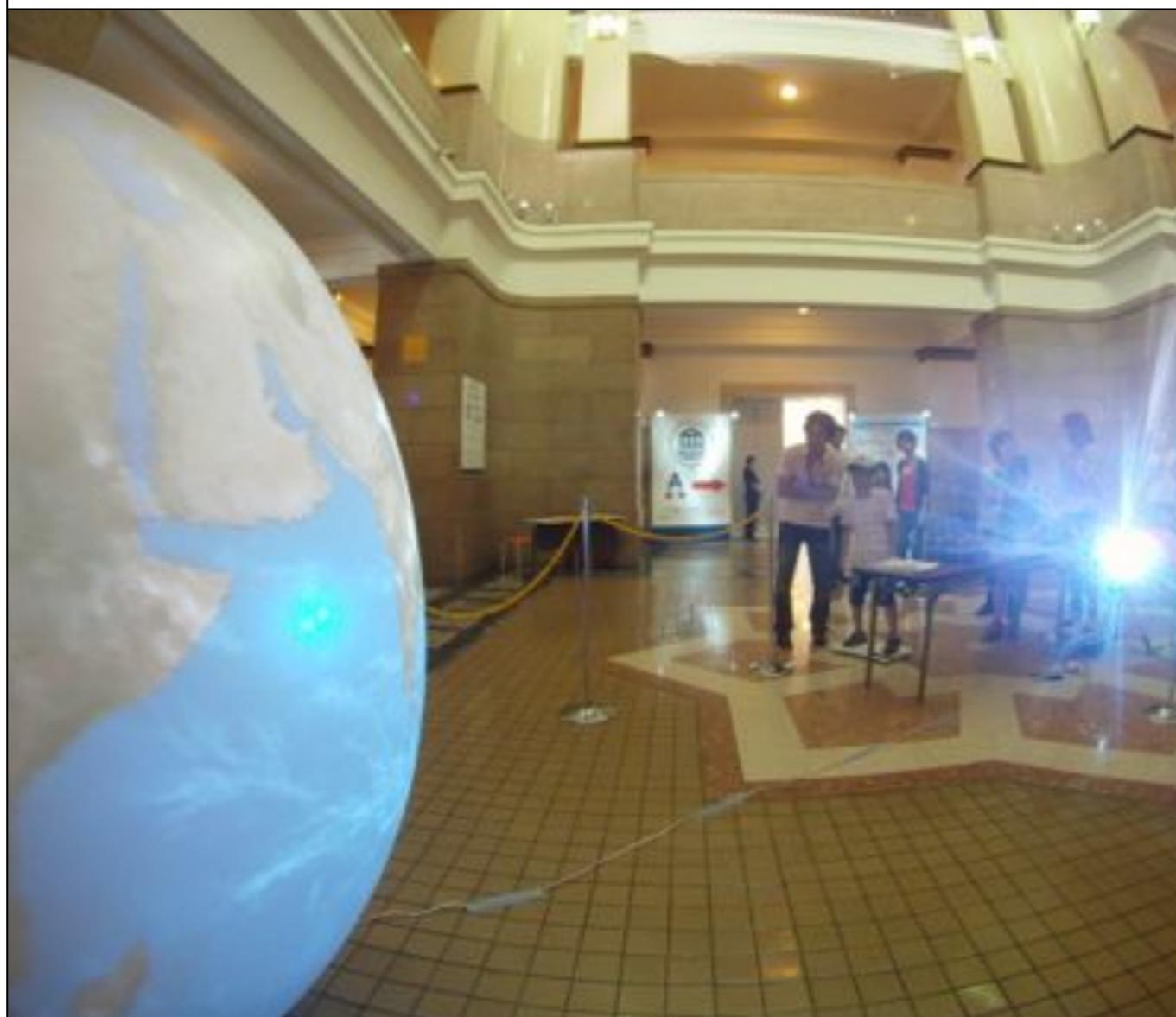


4次元デジタル地球儀を使った授業と展示

# ダジック・アース

## コンテンツ解説 (暫定版)



齊藤昭則

Ver. 2012-07-20

# 地球・月・惑星



# 地球の直径を1mとすると

地球が直径1mの球だとすると、**月**は30m先の直径25cmの球くらいになります。

**国際宇宙ステーション**は高度300kmくらいを回っていますので、表面から3cmくらい離れたところを飛んでいることになります。

**気象衛星ひまわり**は3mほど離れた所の赤道上空を回っています。そのあたりでも地球の引力は強いので、回り続けないと地球に落ちてきます。人工衛星や宇宙ステーションでは、地球からの引力と遠心力が同じ強さで釣り合っているため、重さを感じない**無重力状態**になっています。

**太陽**は12km先の直径110mの球です。**木星**はその10分の1の11mです。



# 地表面の季節による変化

人工衛星によって観測された**地表面**の1年間の変化です。2004年の各月の衛星の観測画像から雲のない所だけを取り出して繋ぎ合わせています。

## 一番目立つ変化は？

北極から見下ろすと、**雪**が積もっている白い部分が7月（北半球の夏）には小さくなり、1月（北半球の冬）には広がっているのが分かります（北極海の氷はこの画像には含まれていません）。7月や8月を見てみるとユーラシア大陸や北アメリカ大陸の雪は溶けていて、グリーンランド等しか白



コンテンツ名：Dagik\_bluemarble

作成：Dagik Team

画像枚数：12枚 [2004年1月から12月]

データ：NASA Blue Marble: Next Generation (MODISによって撮影された地表画像)。海の色は変更してあります。

画像作成：Reto Stöckli (NASA Goddard Space Flight Center)

画像提供：NASA Earth Observatory

画像修正：Dagik Team

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_bluemarble：2004年1月

い部分はありませんが、1月には広い範囲が白く雪で覆われています。南極から南半球を見ると、このような雪が積もっている白い部分の変化はほとんど見られません。南アメリカやニュージーランドの山岳地帯の雪が少し増えるだけです。南極はグリーンランドと同様にほとんどの地域が1年中、雪や氷に覆われています。

この北半球と南半球の違いは、陸地の分布の違いのためです。南半球では冬は雪が積もり、夏には溶ける、ような極域と中緯度の間の位置に陸地がないためです。北半球では雪が溶けたあとは緑色が現れていることから、この地域は**森林帯**になっていて（「森林の分布」で確認が出来ます）、重要な二酸化炭素の吸収地帯になっています。

南半球に陸地がない状態は、この1億年の間に南極大陸から、アフリカ大陸、南アメリカ大陸、マダガスカル、インド、オーストラリア大陸が離れて行ったために起こりました。「大陸の移動と海洋底の拡大」や「大陸の移動 6億年前から現在まで」を見ると**恐竜**が活動していた2億年前から1億年前には、南半球にも広い範囲で陸地があった事が分かります。

## 日本はどうなってる？

日本を見ると、冬には北海道から日本海側北部に**雪**が積もっていることが分かります。日本は雪に覆われる地域と一年を通して覆われない地域との間の地域である事が分かります。

また、同じ緯度のヨーロッパの地域をみると冬でもほとんど雪がありません。少し雪がある地域は**アルプス山脈**で、高度が高いためです。これは「地表と海底面の高さ」の陸地の高さの図と比べると、白い雪の積もっている部分と高度が高い部分に対応している事が分かります。そのほかの地域でも緯度が比較的低いところで積雪が見られる所は高度が高い事が分かります。

## 緑から茶色へ

アフリカに注目すると、中央の緑色の地域が季節によって南北に移動している事が分かります。これは、**雨期**の地域が季節によって南北に移動して、雨期の地域では植物が生長して緑色になり、乾期には乾燥して地面が見えるため茶色に見えるためです。「（日本の）冬の雲の動き」（1月）と「（日本の）夏の雲の動き」（8月）とを比べても、アフリカの上で雲ができている雨期の場所が季節によって変わっているのが分かります。南アメリカでもこのような雨期と乾期による変化が見られます。

## 他の惑星も同じ？

この様に、一年間での変化は地球上の地域によって様々ですが、このような変化があるのは地球の自転の軸（地軸）が地球の公転面（地球が太陽の周りを回る軌道面）に対して23.4度傾いているためです。このため、季節によって昼と夜の長さが変化します（「[地球の昼と夜 3月・9月](#)」、「[地球の昼と夜 6月](#)」、「[地球の昼と夜 12月](#)」）。同じように「[火星](#)」も自転軸が公転面に対して約25度傾いているために季節の変化があり、極域にある「極冠」の大きさが火星の季節によって変化します。なお、天王星の自転軸は97.9度傾いています。

## 関連Webリンク

- 天文・宇宙・航空 広報連絡会によるリンク集  
[http://www.universe-s.com/solar-system/earth\\_j.html](http://www.universe-s.com/solar-system/earth_j.html)
- 国立科学博物館「宇宙の質問箱」地球編  
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/resource/tenmon/space/earth/earth00.html>
- Wikipedia：地球  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/地球>

# 地球の街灯り

アメリカDMSP衛星OLS (Operational Linescan System) によって撮影された宇宙からみた街灯りの画像です。

## 夜だけを撮影？

**DMSP衛星**は高度約850kmを飛ぶ気象衛星で、雲を撮影するためのOLSのデータを使って、「地表面の季節による変化」と同じように雲のない地点の夜の画像を繋ぎ合わせる事で街灯りの全世界分布を示しています。漁船や山火事等の明かりは含みません。

## 日本はどこ？ 明るい筋はなに？

日本は「森林の分布」に見られるように森林が多い地域であるにも関わらず、街灯りは日本全体で明るいです。川（例えばナイル川）や海岸線や



コンテンツ名：Dagik\_citylight

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：DMSP/OLS による Earth's city light

画像提供：NASA Earth Observatory

画像作成：C. Mayhew and R. Simmon (NASA Goddard Space Flight Center)

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

Dagik\_citylight

湖に沿って明るくなっていますし、シベリアなどでは主要な道路にそって線状に街灯りがが見られます。明るい光が固まっている所は主要な都市です。ヨハネスブルクやバンコク等が周りが暗い中で明るく光っているのが分かります。

### 急に暗くなっている所は？

「地表と海底面の高さ」と比較すると、急に高度が高くなるヒマラヤ山脈の縁で明るい地域が終わっているのが分かります。台湾も西側が明るく、中央部や東側が暗いのは山岳地帯のためです。

# 森林の分布

日本のJAXAの衛星「**だいち(ALOS)**」搭載PALSARの観測データによって作成された2009年の全球森林・非森林分類図です。地上バイオマス量が100t/haより大きい所を森林として緑色、それより低いところを非森林として黄色で示しています。

## 森林地帯その1

北極を中心として見ると、**針葉樹林**（亜寒帯針葉樹林：タイガ）の森林域が輪のようになっているのが分かります。「**地表面の季節による変化**」を見ると、この地域は冬には雪に覆われるのが分かります。南半球にはこのような針葉樹林帯はありません。



コンテンツ名：Dagik\_ALOS\_forest

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：ALOS衛星PALSARによる森林・非森林分布

解析・画像作成・画像提供：宇宙航空研究開発機構(JAXA)

URL：<http://www.jaxa.jp/projects/sat/alos>

[http://www.jaxa.jp/press/2010/10/20101021\\_daichi\\_j.html](http://www.jaxa.jp/press/2010/10/20101021_daichi_j.html)

コメント：

ALOS/PALSARデータのCopyrightはJAXA/METIにあります。

Dagik\_ALOS\_forest

## 森林地帯その2

赤道付近を見ると、南米、アフリカ、インドネシアに**熱帯雨林**の濃い森林域があるのが分かります。

### 日本は？

日本はイギリスやニュージーランド、マダガスカル等の他の中緯度の島国と比べると非常に森林が多い島である事が分かります。

### 緑色の帯と黄色の帯

ヒマラヤ山脈に沿って緑色の帯が見られるのは**針葉樹林**（亜高山帯針葉樹林）です。これは、氷期に南下してきた針葉樹林が、気温の上昇に寄って、高い高度の所だけに残ったものと考えられています。逆に、南アメリカの西海岸沿いには黄色の帯が見られますが、これはアンデス山脈とその西側の**乾燥地帯**です。アンデス山脈は高度が高いために森林が少ないです。また、その西側のペルー等の海岸沿いの乾燥地帯は、このあたりの海流が寒流のため普通は作られる海上での上昇気流が起こりづらく、雨が降らなくなっています。逆にインドの西海岸では海岸に沿って緑色の帯が見えます。これは、西ガーツ山脈と海岸の間の狭い地域に雨が多く森林が育っているためです。

# 地球の昼と夜

## 3月・9月

季節による地球の昼と夜の場所の一日の変化です。昼と夜の長さの変化や極夜・白夜の位置等を見る事が出来ます。

### 半分ずつ

3月や9月は春分・秋分に当たるため、太陽が赤道にあり、昼と夜の境目がちょうど北極と南極の両方を通ります。極夜や白夜になっている所はほとんどありませんし、だいたい一日の半分以上が夜で半分以上が昼です。



コンテンツ名：Dagik\_day\_night\_Mar Dagik\_day\_night\_Sep

作成：Dagik Team

画像枚数：24枚 (1時間ごと24時間分)

データ：

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

夜間画像：DMSP/OLSによるEarth's city light

夜間画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

*Dagik\_day\_night\_Mar : UT0時*

# 地球の昼と夜

## 6月

6月の地球の昼と夜の場所の一日の変化です。昼と夜の長さの変化や極夜・白夜の位置等を見る事が出来ます。

### 白夜と極夜

6月は夏至に当たるため、太陽が北回帰線上にあり、北極圏が白夜、南極圏が極夜になっています。南極から見下ろすと、ほぼ南極大陸の全域が24時間の自転にも関わらず、夜の領域から出ない事が分かります。



コンテンツ名：Dagik\_day\_night\_Jun

作成：Dagik Team

画像枚数：24枚 (1時間ごと24時間分)

データ：

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

夜間画像：DMSP/OLSによるEarth's city light

夜間画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

Dagik\_day\_night\_Jun：UT0時

## 日本の夜明け

夜と昼の境目が傾いているため、朝は北の地域の方が夜明けが早く、夕方は南の地域の方が日没が早いです。そのため北東から南西に伸びている日本列島の場合、日没は、北海道から沖縄までほぼ同時ですが（札幌は那覇より10分ほど早い）、日の出は大きな時間差があります（札幌は那覇より1時間40分ほど早い）。

夜と昼の境目と赤道が交わる角度が  $66.6$ 度(= $90$ 度- $23.4$ 度[地軸の傾き])です。

# 地球の昼と夜

## 12月

12月の地球の昼と夜の場所の一日の変化です。昼と夜の長さの変化や極夜・白夜の位置等を見る事が出来ます。

### 白夜と極夜

12月は冬至に当たるため、太陽が南回帰線上にあり、北極圏が白夜、南極圏が極夜になっています。南極から見下ろすと、ほぼ南極大陸の全域が24時間の自転にも関わらず、夜の領域に入らない事が分かります。



コンテンツ名：Dagik\_day\_night\_Dec

作成：Dagik Team

画像枚数：24枚（1時間ごと24時間分）

データ：

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

夜間画像：DMSP/OLSによるEarth's city light

夜間画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

Dagik\_day\_night\_Dec：UT0時

## 日本の夜明け

夜と昼の境目が傾いているため、朝は南の地域の方が夜明けが早く、夕方は北の地域の方が日没が早いです。そのため北東から南西に伸びている日本列島の場合、日の出は、北海道から沖縄までほぼ同時ですが（札幌は那覇より10分ほど早い）、日没は大きな時間差があります（札幌は那覇より1時間40分ほど早い）。

夜と昼の境目と赤道が交わる角度が  $66.6$ 度(= $90$ 度- $23.4$ 度[地軸の傾き])です。

# 火星

火星は、太陽に近い方から4番目の惑星です。

## 地球と月の真ん中？

火星の大きさは、地球のおよそ半分です（直径が地球の0.53倍、月の2.0倍）。重力は地球の3分の1くらい（表面重力が地球の約38%、月の2.3倍）です。ですので、大きさの点では地球と月の中間くらいの天体です。

## 空気がほとんどない

大気は非常に少なく、地表面での大気は地球の100分の1よりも小さい（大気圧が約7.5hPa）です。雲も非常に少ないです。そのため、火星を宇宙から見ると地球とは違ってほぼ地表全体が見えます。ただ、時々、**砂嵐**に覆われて、地表の地形が見えなくなる事もあります。



コンテンツ名：Dagik\_mars

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：

画像提供：The U.S. Geological Survey

URL：<http://www.mapaplanet.org/>

Dagik\_mars

## 北極と南極の氷

極には二酸化炭素の氷（ドライアイス）と水の氷からなる白い部分があり、**極冠**と呼ばれています。これは、火星の季節によって大きくなったり、小さくなったりします。

## 太陽系で一番高い山

火星で一番高い山は**オリンポス山**で、その高さは約27,000mです。地球で一番高い山はエベレスト（海拔8,848m）ですが、地球で一番深い海底（マリアナ海溝：深さ10,924m）からの高さで測ってもオリンポス山の方が高いです。このオリンポス山は火山で、大きな富士山のような形をしています。他にも火星にはいくつかの火山がありますが、どれも今は噴火はしていないと考えられています。

## 関連Webリンク

- JAXA 宇宙情報センターによる解説  
<http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/mars.html>
- 国立科学博物館「宇宙の質問箱」火星編  
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/resource/tenmon/space/mars/mars00.html>
- Wikipedia：火星  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/火星>

## 正解のない問題を考えよう

### 「火星で暮らすとしたら何が地球と違うでしょう？」

火星の大気は薄く、人間が生活するのに必要な酸素がほとんどありません。でも、もし火星の大気に十分な酸素があつて、人間が呼吸が出来て、暮らせるとしたら。火星での暮らしは地球での暮らしと何が違って来るでしょう？

### 分かっている事

- 火星の重力は地球の38%くらい
- 火星の平均気温は-40度くらい
- 火星の一日（日の出から次の日の日の出まで）はだいたい地球の一日の長さと同じ

### 考えてみよう

- 火星で何をして遊びたいですか？
- 火星で仕事をするならどんな仕事をしたいですか？

# 地球

地球は、太陽に近い方から3番目の惑星です。

## 輪だけが足りない？

地球には、十分な大気と雲、固体としての地表面、流体による海や川、氷、火山活動やプレート運動、地磁気とそれによるオーロラ、衛星（月）、そして生物、と、他の太陽系の惑星や衛星の表面にあるものがほとんどすべてそろっています。例えば、金星には火山活動、地磁気、衛星などがなく、火星には衛星があっても大気はほとんどありません。地球に足りないのは、土星などにある輪（リング）くらいでしょうか。



コンテンツ名：Dagik\_bluemarble

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：NASA Blue Marble: Next Generation (MODISによって撮影された地表画像)。海の色は変更してあります。

画像作成：Reto Stöckli (NASA Goddard Space Flight Center)

画像提供：NASA Earth Observatory

画像修正：Dagik Team

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/>

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_earth

## 地球が太陽系で一番重い？

いろいろあるのが地球の特徴ですが、太陽系の中で一番なものと言うと余りありません。大きさは太陽が桁違いに大きいですし、惑星に限っても木星は地球の10倍以上です（直径が地球の11.2倍）。地表での大気の密度や温度も金星よりも低いですし、山の高さも火星のオリンポス山よりも低いですし、自転の周期も木星や土星はおよそ10時間で、地球の半分以下です。重さでも、木星は地球の300倍以上ですが、ただ、重さを体積で割った密度は太陽系の惑星の中で地球が一番大きいです（5.5g/cc：おおざっぱには10円硬貨1枚と1円硬貨2枚を合わせたときの密度。地球の地殻だけだと1円硬貨の密度とだいたい同じ）。

木星より外側の外惑星は、その作られた「材料」が地球とは違うためガスが多く、大きさのわりに密度は軽いです。火星は作られた「材料」は地球とほぼ同じですが、地球よりも大きさが小さいため、自分の重さで押しつぶされていなく、地球よりも密度が低いのです。金星は大きさも「材料」も地球に近いのでほぼ同じ密度です。

## 関連Webリンク

- 天文・宇宙・航空 広報連絡会によるリンク集

[http://www.universe-s.com/solar-system/earth\\_j.html](http://www.universe-s.com/solar-system/earth_j.html)

- 国立科学博物館「宇宙の質問箱」地球編

<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/resource/tenmon/space/earth/earth00.html>

- Wikipedia：地球

<http://ja.wikipedia.org/wiki/地球>

# 木星

木星は、太陽に近い方から5番目の惑星です。大きさ、重さとも太陽系で最大の惑星です。

## 本当はつぶれた形

実際には**回転楕円体**で、赤道の直径は、自転軸方向の直径よりも7%ほど長く、少しつぶれたような形ですが、ダジック・アースでは球面に画像を貼り付けているため、球面で表しています。ちなみに、地球も回転楕円体ですが、赤道の直径は、自転軸方向の直径よりも0.3%長いだけです。

## 縞縞

木星の大気は、水素が主で、それにヘリウムが数密度で10%くらいあります。宇宙から木星を見た時に見えるのはその大気中に出来ているアンモニアの雲です。茶色だったり、白色だったり、色が違うのはそのアンモニアの雲の性質の違いや、そこに混ざっている微粒子の違いによると考えられ



コンテンツ名：Dagik\_jupiter  
作成：Dagik Team  
画像枚数：1枚  
データ：  
画像提供：NASA/JPL-Caltech,  
URL：<http://photojournal.jpl.nasa.gov>

Dagik\_jupiter

て、大気の流れ方を表していると思われています。また、これらの雲は赤道に平行に東西に動いていますが、その速度が帯ごとに違って、その境目では渦ができたりしています。極から見下ろすと同心円の縞縞になっている事が分かります。

## 大赤斑

所々に丸い模様が見られますが、これは、大気が渦になっている所です。一番大きな渦は大赤斑と呼ばれていて、1665年にカッシーニが木星を望遠鏡で見た時には既に存在していて、そのあともずっと350年間も存在し続けていると思われています。地球の大気の渦である台風が2週間くらいで消える事を考えると、どうしてこれほど長期間続くのかは謎で、まだ十分解明されていません。

## 関連Webリンク

- JAXA 宇宙情報センターによる解説  
<http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/jupiter.html>
- 国立科学博物館「宇宙の質問箱」木星編  
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/resource/tenmon/space/jupiter/jupiter00.html>
- Wikipedia：木星  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/木星>

# 月

月の直径は地球の1/4の大きさです。地球が1mの球だとすると30m先にあるバスケットボールくらいになります。

## 太陽＝月

太陽の直径は月の約400倍ですが、太陽と地球の距離は、月と地球の距離の約400倍なので（地球が1mの球だとすると太陽は12km先にある直径100mの球）、地球から見た太陽と月の大きさはほぼ一緒（約0.5度）です。ただし、その見かけの大きさは、太陽と地球と月の位置によっては微妙に変化しています。それがよく分かるのは**日食**のときで、地球から見た月の大きさが太陽より小さい時に日食が起こると金環日食になり、地球から見た月の大きさが太陽より大きくなった時に日食が起こると皆既日食になります。



コンテンツ名：Dagik\_moon

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：

画像提供：The U.S. Geological Survey

URL：<http://www.mapaplanet.org/>

画像修正：Dagik Team (コントラストを変更)

*Dagik\_moon*

## 同じ大ききで良いことは？

今はたまたま太陽と月の地球からのみかけの大きさが同じです。このことは偶然で、そのために起こる事は、金環日食と皆既日食の両方が見られる、と言う事だけです。月は地球から少しずつ遠のいていきますので、もっと遠くへ行くと、やがて皆既日食は起こらず、金環日食だけが起こるようになります。

## 月の裏側

月は地球に同じ面を向けているため、月の裏側を目で見たことがあるのはアポロ計画の宇宙飛行士26人だけ。月の地球側の面はウサギに例えられたりする黒い模様（「海」と呼ばれています）がありますが、裏面には海は少ないです。

## 関連Webリンク

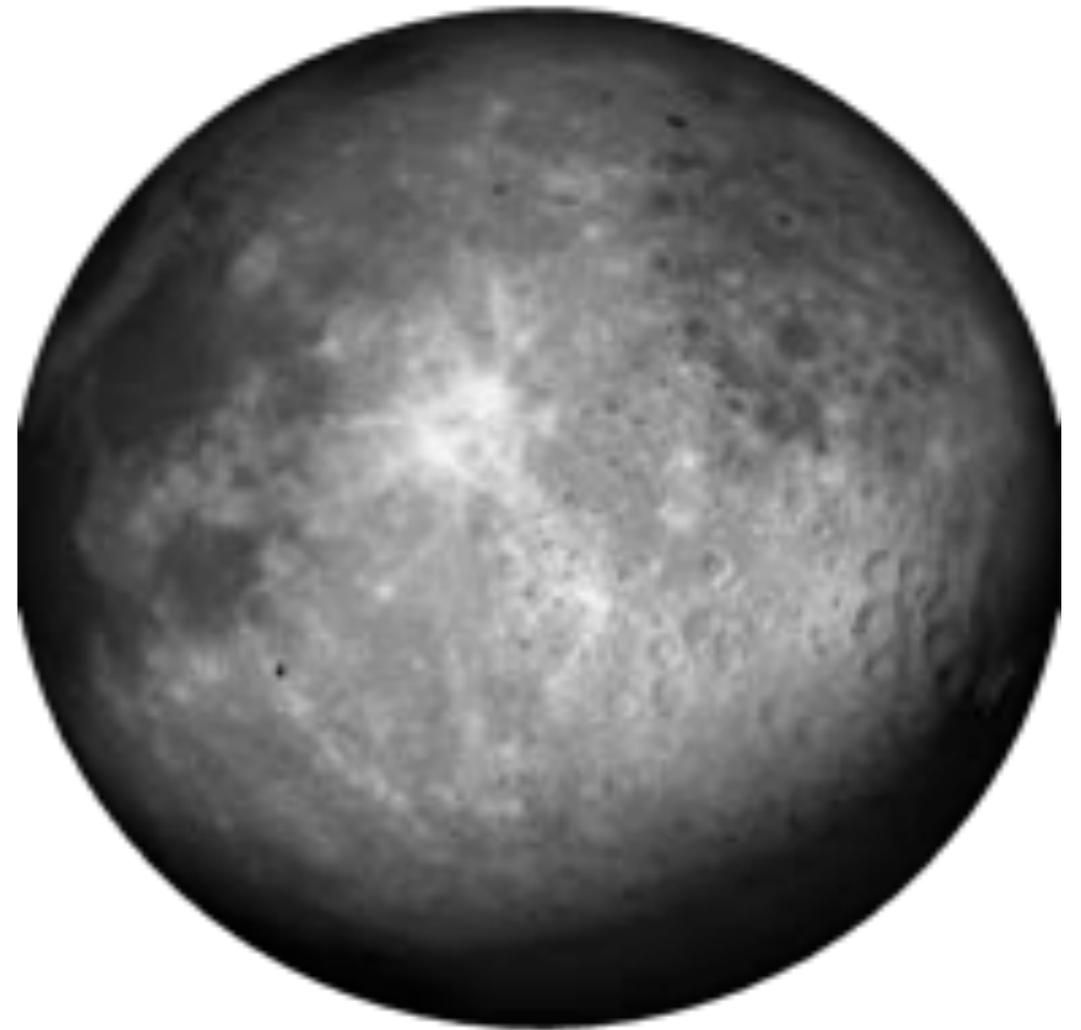
- JAXA 宇宙情報センターによる解説  
<http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/moon.html>
- 国立科学博物館「宇宙の質問箱」月編  
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/resource/tenmon/space/moon/moon00.html>
- Wikipedia：月  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/月>

# 月の満ち欠け

月が地球から見て形が変わる（月の満ち欠けをする）のは、月は太陽からの光が当たっている所（**月の昼**の部分）だけ反射して明るく見えるからです。

## 月の名前

月を地球から見ていると、**新月**（明るい部分がない時：地球に向いている部分がすべて夜の時）から、だんだん明るい部分が広くなり、**満月**（暗い部分がない時：地球に向いている部分がすべて昼の時）になり、今度はだんだん暗い部分が広がって行きます。新月から満月になる中間で半分だけ明るい時（半月）を**上弦の月**と言ひ、満月から新月になる中間で半分だけ明るい時（半月）を**下弦の月**と言ひます。



コンテンツ名：Dagik\_moon\_phase

作成：Dagik Team

画像枚数：30枚

データ：

画像提供：The U.S. Geological Survey

URL：<http://www.mapaplanet.org/>

画像修正：Dagik Team (コントラストを変更)

*Dagik\_moon\_phase*：上弦の月

## 極から見下ろす

月を極（上あるいは下）からみると、月の半分が暗い部分（月の夜の部分が）で、それが回転している事が分かります。これは、月から見て太陽の位置が変わっていると言う事で、地球の昼と夜が1日で変わって行くのと同じです（「地球の昼と夜」）。月の1日は平均で29.5日です。

## 月の公転+地球の公転

地球から月全体が明るく見える時（新月）から次の満月までは、平均で**29.5日**ですが、これは、月が地球の周りを27.3日かけて回っているのと、地球が太陽の周りを365.25日かけて回っているためです。

## 月も丸いし、地球も丸い

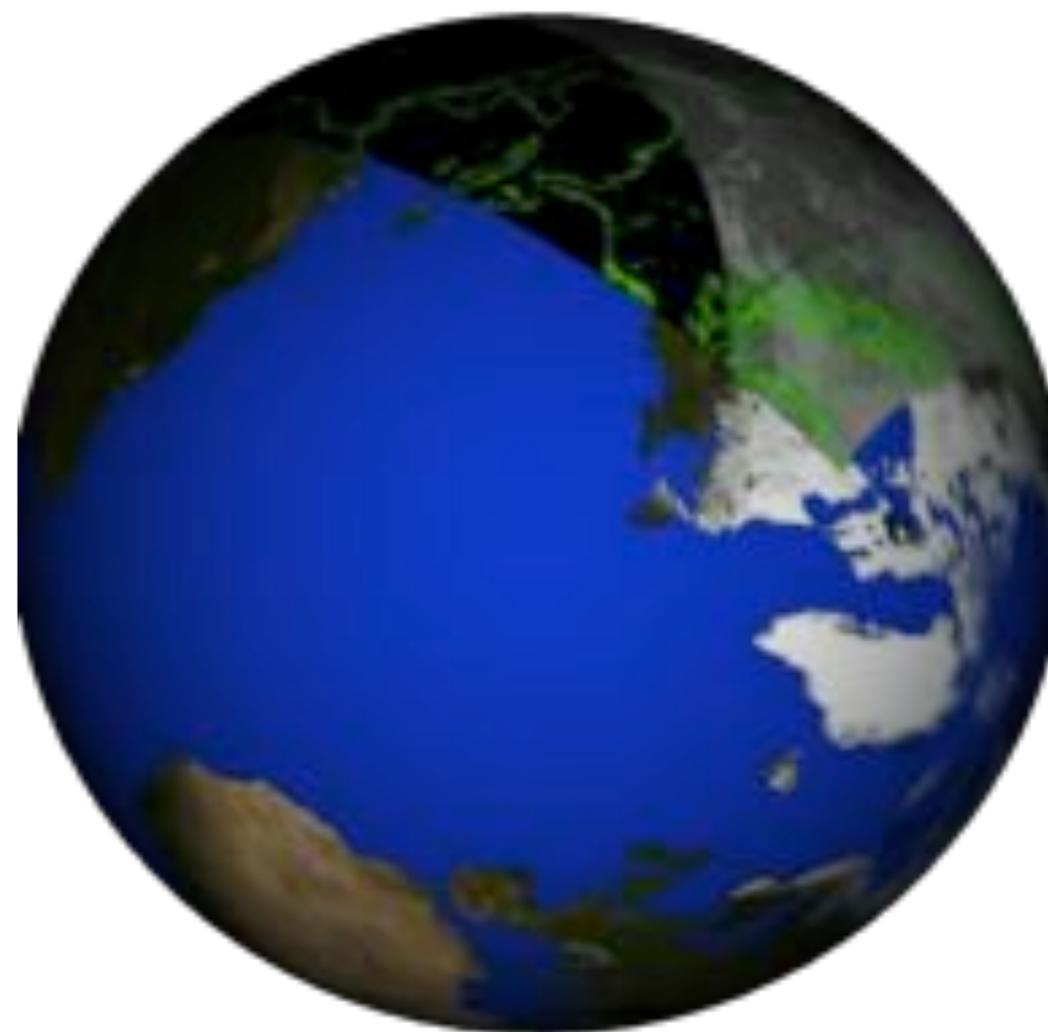
月の明るい部分が太陽の光で照らされている所だと言うのは、古くから月と太陽の動きの観察から知られていました。そのため月が丸い球体だと言う事は知られていました。そして、**月食**が月に地球の影が映るために起こると言うのも、同じような観測から知られていました。そして、その影が丸く見える事から、地球が丸いと言う事も知られていました。

# 2012年5月金環日食時の 月の影

2012年5月21日の金環日食の時の地球に映った月の影です。この影の中では、太陽の光が月に遮られて日食が起っています。

## 画像の動きについて

使っている画像は気象衛星の可視光画像です。日本の気象衛星「ひまわり (MTSAT)」とアメリカの気象衛星「GOES」の画像を使っています。15分ごとの画像にしていますが、気象衛星の撮影時刻が等間隔ではないので、月の影の動きが正しい時刻にならない事に点にご注意下さい。時



コンテンツ名：Dagik\_eclipse2012\_05

作成：Dagik Team

画像枚数：49枚 2012/5/20 17:00-5/21 05:00 15分ごと

データ：

雲画像：気象衛星MTSATとGOESによる可視光画像

雲画像提供：千葉大学環境リモートセンシング研究センター

URL：<http://www.cr.chiba-u.jp/~4vl/>

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_eclipse2012\_05：2012年5月20日 23:30 UT

刻は、UT (Universal Time : 世界標準時 = 日本時間 - 9時間) で書いてあります。

### もっとくっきりしないの？

地球に映る月の影は意外にぼんやりしていませんか？晴れた日に外に出て、地面に映る自分の影ははっきりしているのに、それに比べると、この地球に映る月の影はぼんやりしていますね。逆に、日食の時に地球から見上げた、太陽を覆い隠す月の縁はくっきりしている事を考えると、不思議な感じがするかもしれません。

その理由は何でしょうか？影が映る先が平らな地面でなくて、でこぼこがある雲や海だったりするからでしょうか、大気中の光の散乱のせいでしょうか。太陽からの光が平行光線だからでしょうか。太陽が地球よりも大きいからでしょうか。一番大きな理由は、地球からみた太陽が0.5度という角度に広がっている大きさがあることと、月が地球からは慣れているためです。太陽からの光が月で遮られても、そこから 0.5度の幅を持って広がり、地球に届くときは地球の半径分くらい広がっているためです。

### 試してみましよう

例えば自分の影でも、地面の近くに手を置いたときは影のふちがくっきりしていますが、そこから手を地面から離して行くとだ

んだん、ふちが曖昧になって行きます。そのように、月が地球から離れているために影のふちはぼんやりとしているのです。

# イオ

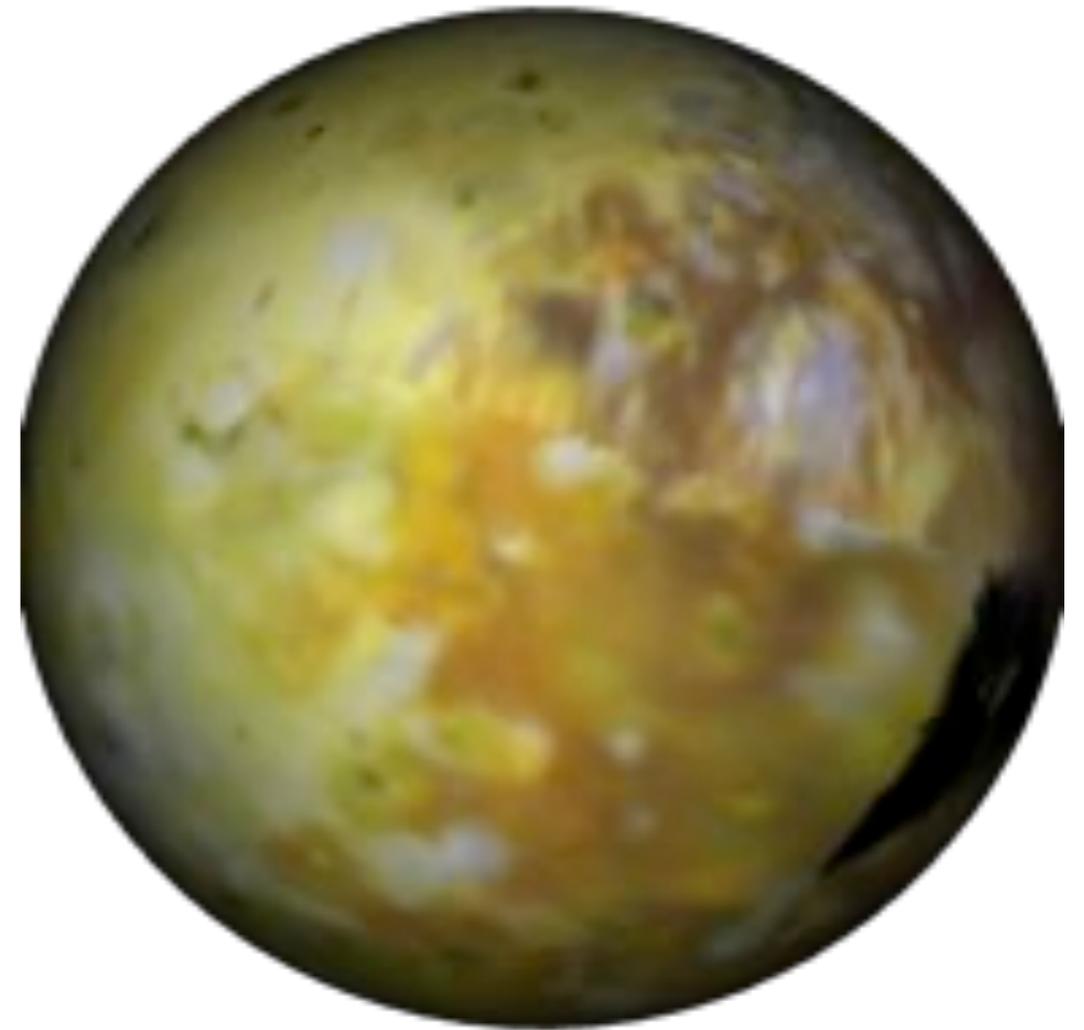
イオ（アイオ）は木星の衛星です。木星の衛星は現在27個が知られていますが、そのうち最初にガリレオ・ガリレイによって1610年に見つけられた4つの衛星（ガリレオ衛星）の内の一つで、木星に一番近い衛星です。

## 火山

イオでは火山活動が活発で今でも噴火が起こっています。噴火の様子が人工衛星によって観測された事もあります。噴火によって硫黄を多く含む溶岩が流れ出ている、イオの表面はその溶岩によって覆われています。独特の色と地形はこれらの火山と溶岩によって作られています。

## オーロラ

木星は、大気と地磁気があるためオーロラが光っていますが、イオを通る磁力線が大気を通る所で、丸く尾を引く彗星のような形で明るくオーロ



コンテンツ名：Dagik\_io

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：

画像提供：The U.S. Geological Survey

URL：<http://www.mapaplanet.org/>

Dagik\_io

ラが光る事が知られています。これは、イオから放出された物質が原因でオーロラが光っているためです。

## 地球の月と比べると

大きさはだいたい月と同じくらいです。しかし、木星と地球の大きさはおよそ11倍（直径での比較）違いますので、月は中心惑星との大きさの比率では大きな衛星であることが分かります。ちなみに木星の衛星の中で一番大きいガニメデは月の1.5倍の大きさ（直径での比較）で、水星よりも大きいです。

## 関連Webリンク

- JAXA 宇宙情報センターによる解説

[http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/jupiter\\_satellite.html](http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/jupiter_satellite.html)

- Wikipedia：イオ

[http://ja.wikipedia.org/wiki/イオ\\_\(衛星\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/イオ_(衛星))

# ジオ・スペース



# ジオ・スペースって？

ジオ・スペースは磁気圏、プラズマ圏、電離圏などの地球の周りの宇宙空間の事を差します。人工衛星が飛んでいる領域で、宇宙空間の中でも人類の活動が活発に行われている領域です。

# 地震による電離圏の変動

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による電離圏 (高度300km付近) プラズマの変動です。

## なぜ電離圏プラズマが動く？

地震による地殻変動によって、海底が隆起し、それに押されて海の表面が隆起し、それに大気が押されて**音波**が発生しました。太鼓を叩くと音が出るような形です。その音波は上に向けて大気中を伝わり、高度300km付近まで達して、**電離圏プラズマ** (イオンと電子) を揺すりました。地震



コンテンツ名：Dagik\_EQ\_tec

作成：Dagik Team

画像枚数：174枚 2011/3/11 5:46 - 8:39 1分ごと

データ：

プラズマ・データ提供：全電子数データベース

URL：<http://stegps.kugi.kyoto-u.ac.jp/>

画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_EQ\_tec

が起こってから高度300kmまで変動が伝わるのに7分ほどかかっています。ちょうど石を池に落とすように、下から伝わってきた音波によって電離圏が振動し、電離圏プラズマの中を伝わる波が作られて、同心円状の波が広がって行く事が分かります。

### どうやって観測したの？

国土地理院のGPS受信機網GEONETによって観測されました。GPSは高度20,000kmの人工衛星から**電波**を出し、それが受信機まで何秒かかって伝わるかの時間を測定しています。この時間に電波の伝わる速度をかける事で衛星と受信機間の距離を推測して、受信機の位置を決める仕組みです。電波は**プラズマ**がない所では光の速度で伝わりますが、プラズマがあると速度が遅くなります。プラズマが多ければ多いほど、その速度は遅くなりますので、逆にその速度を測定する事でプラズマの量を知ることが出来ます。

### 日本列島の形をしたものが動いているけど？

国土地理院GEONETは日本全国に1,200点の受信機があり、それぞれが、7-10個くらいの**GPS衛星**からの電波を同時に受信しています。1個のGPS受信機からの電波を1,200点のGPS受信機で受信する事で、日本列島の形をした領域の電離圏プラズマが観測出来ます。このとき、衛星が日本よりも西にあれば観測される領域は日

本よりも西側になります。このようにして、同時に日本列島の形をした領域が7つくらい観測でき、その中で観測条件が良い日本に近いところのデータのみを表示しています。GPS衛星が時間とともに動いて行くので、時間とともに観測されている日本列島の形をした領域が移動して行くことになります。

### 他への影響は？

電離圏プラズマはGPSの電波や、衛星通信、衛星放送等のテンパに影響を与えますし、高度300km付近での大気の変動はこのあたりの高度を飛んでいる国際宇宙ステーションや人工衛星の軌道や姿勢にも影響を与えますが、この地震によって起こった変動は微弱なものなので影響はほとんどありません。ただ、この電離圏プラズマの変動の原因となった海面の隆起は**津波**の原因となったものですので、電離圏プラズマの観測で広範囲に高い解像度で観測する事で津波の予測に役立てられると考えられています。

# 宇宙からみたオーロラ

IMAGE衛星によって観測されたオーロラの様子です。地上から見るとカーテンのような形のオーロラは、宇宙から見ると北極・南極を取り囲む輪のようになっている事が見えます。

## 表示されているデータは？

IMAGE衛星という人工衛星のFUVという装置で観測された紫外線の強さです。夜の部分で、北極付近と南極付近でオーロラが出している紫外線を観測しています。この表示では、白くなるほど明るい光を出している事を示しています。黒い影の部分がFUVが撮影している視野の範囲で、地球面だけが表示されている所はFUVの視野の外側です。



コンテンツ名：Dagik\_aurora\_IMAGE\_FUV

作成：Dagik Team

画像枚数：147枚

2002/4/20 01:00- 05:59 UT (北半球)

2004/11/10 01:00-05:59 UT (南半球)

データ：IMAGE衛星FUVによる紫外線撮像画像

IMAGE/FUV画像提供：SSL, University of California, Berkeley

URL：<http://sprg.ssl.berkeley.edu/image/>

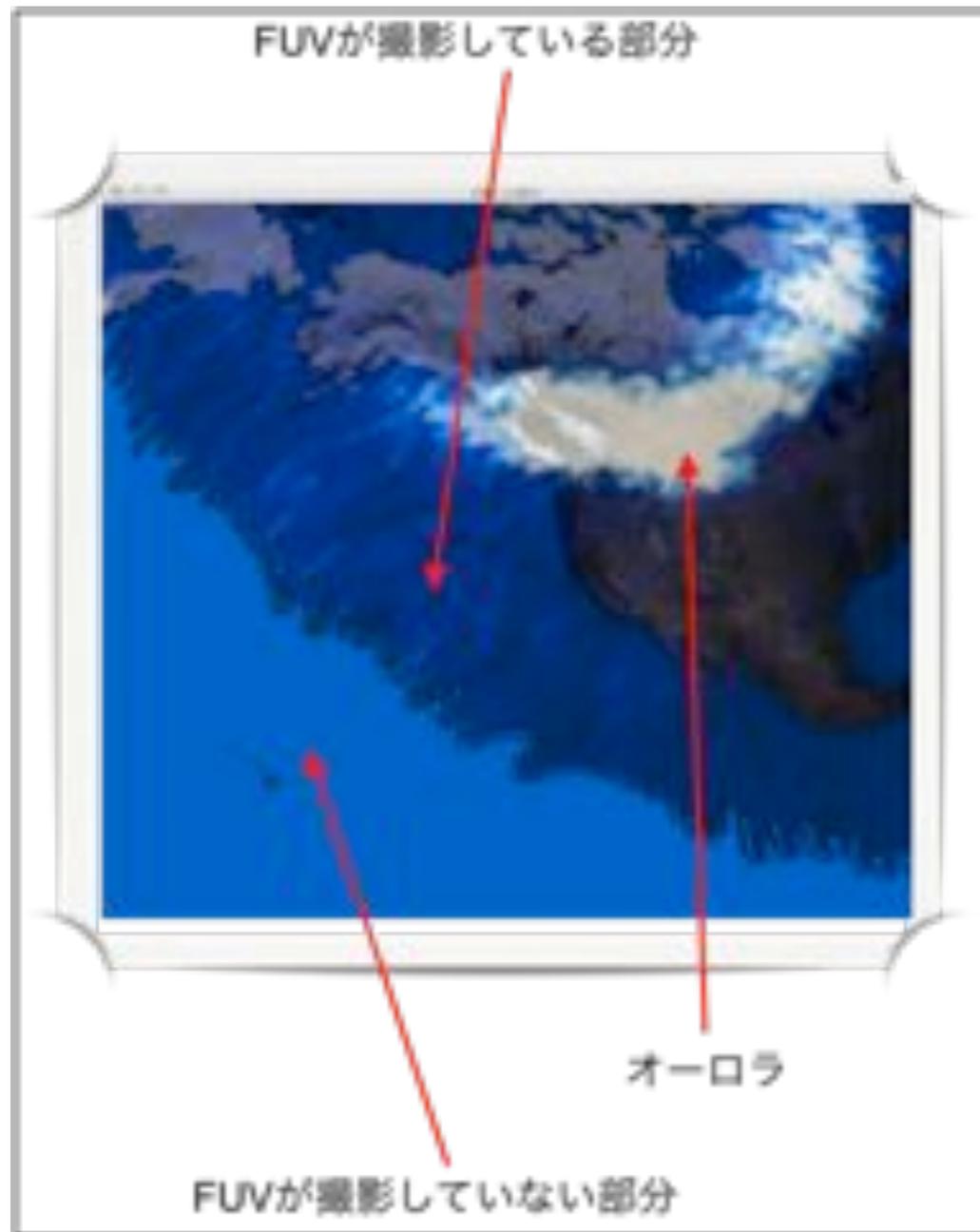
地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/>

*Dagik\_aurora\_IMAGE\_FUV*：2002年4月20日

01:00UT (北半球) 2004年11月10日 01:00 UT (南半球)



### データの時期は？

北極付近の画像は、2002年4月20日の01:00(UT)から6:00(UT)の5時間の観測です。日本の時間では午前10時から午後3時にあたります。

南極付近の画像は2004年11月10日の01:00(UT)から6:00(UT)の5時間の観測です。左側に表示されている時刻は北極付近の画像の観測時刻が表示されているので、ご注意ください。

### だれが観測したの？

IMAGE衛星は米国のNASAによる人工衛星です (<http://www.nasa.gov>)。FUV装置はカリフォルニア大学バークレー校のグループが観測を行いました (<http://berkeley.edu>)。

### オーロラが光る場所はどこ？寒いところ？

北極を見てみましょう。ゆらゆら動く白い部分がオーロラが光っている所です。地上からオーロラを見るとカーテンの様な形をしていますが、宇宙から地球全体のオーロラを見ると輪のようになっています。

オーロラの輪はアラスカやスカンジナビア半島の上にある事が多いので、このあたりでオーロラがよく見られます。グリーンランドとか北極海とか、この輪の中に入ってしまうと激しいオーロラは見られません。オーロラが光る場所と寒さは関係がないのです。

オーロラが輪になるのは、地球が磁石になっていて、オーロラを作る粒子の通り道をその磁石が、決めているからです。



### 台風より速いオーロラの動き

北極を見てみましょう。オーロラの輪は同じように光っているのではなくて、太くなったり、ちぎれたりしているのが見えますね。この表示はおよそ5時間の変化を早送りで見せていますが、台風とかの天気の違いに比べて、オーロラが光っている場所の移動や変化はとても速いです。

これは、オーロラを光らせる原因に、地球の近くの宇宙空間を速い速度で流れている電子とイオンが関係しているためです。

オーロラの輪の変化が激しいため、地上のある場所から見上げていると、オーロラは急に光ったり、暗くなったり不思議な動きをします。

### 南極でも光る？

南極を見てみましょう。北極と同じようにオーロラの光を表す白い部分が輪のようになっていますね。南極付近でも北極付近と同じようにオーロラが光っています。

このIMAGE衛星による南極の観測は北極の観測とは違う日なので注意してください。2004年11月10日の01:00(UT)から6:00(UT)の5時間の観測です。

ペンギンの絵が書いてある所(足下)が日本の南極 昭和基地の場所です。南極昭和基地はオーロラの輪の下に来る事が多いのでオーロラの観測にも適しています。



### オーロラの輪の中心は？

南極付近を見てみましょう。オーロラの輪の中心は南極点とは少しずれています。これは北極でも同じで、地球の自転の軸できまる南極点、北極点ではなくて、地球の磁石の軸できまる南磁極、北磁極をほぼ中心としてオーロラは光っているのです。

オーロラの光り方に似ているのは？ 虹？ ホタル？ 蛍光灯？

虹は太陽の光が反射されて光っていますが、オーロラは反射ではなくて自分で光を出しています。その光はろうそくのように何かか燃えて出る光ではなく、ホタルのような化学反応でもなく、エネルギーの高い電子やイオンが大気につかって出す光です。これは蛍光灯の中で起こっている事に似ています。ですので、オーロラの光り方に似ているのは蛍光灯です。

### 日本の上でもオーロラは光る？

日本の付近を見てみましょう。



オーロラの輪は、日本よりもずいぶん北の所にありますね。ですので、日本では北極付近、南極付近で見られるようなカーテンの様なオーロラは見る事ができません。

ただし、このオーロラの輪よりも低い緯度(南側)に赤いオーロラが光る事があります。この赤いオーロラは高い高さ(高度250km付近)で光るので遠くからも見る事が出来ます。

1770年(江戸時代の明和7年)に出現したものは東京、京都、長崎からでも見えたらしく、日記等に書かれています。

## 正解のない問題を考えよう

### 1. 「地球の磁石が弱くなったら？」

オーロラが光る場所が輪になっているのは地球が磁石になっているためです。地球が磁石になっている事はオーロラの光る場所だけではなくて、オーロラが光る原因にもなっています。

ですので、金星は火星のような磁石になっていない惑星ではオーロラは見られません。

ところが地球の磁石の強さは年々弱くなっています。このまま地球の磁石が強さが弱くなり続けるかはわかりませんが:

### 2. 「地球が磁石では無くなったらどうなるでしょうか？」

例えば:

方位磁石が使えなくなるので、山で迷う？

オーロラが光らなくなるので、夜が暗くなる？

# 太陽

2機のSTEREO衛星による極端紫外光(19.5nm)による太陽の撮影画像です

## 初めて、裏も表も

通常、太陽は片面しか観測が出来ませんが、2011年2月6日頃に、NASAの2機のSTEREO衛星が、初めて太陽を挟んだ両側の位置から太陽の全体を同時に観測しました。この画像は、その前後の観測データを表示したものです。2つの衛星画像の境界付近は位置の誤差等がありますが、太陽の自転によって活発に活動している領域がぐるぐると移動している事が分かります。



*Dagik\_STEREO*

コンテンツ名：Dagik\_STEREO

作成：Dagik Team

画像枚数：89枚 2011/01/01 - 03/31

データ：2機のSTEREO衛星による太陽の極端紫外光(19.5nm)画像

STEREO衛星画像提供：STEREO Science Center, NASA/

URL：<http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov>

<http://stereo.gsfc.nasa.gov/>

## 二度とない？

この観測のあと、ゆっくりと2機のSTEREO衛星は反対側の位置からずれて行っていますので、このような太陽全球の同時観測はしばらくできません。。

### 関連Webリンク

- STEREO衛星による太陽の全球観測

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/stereo/news/entire-sun.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/stereo/news/entire-sun.html)

# 気象・海洋



# 雲の動き

気象衛星による雲の観測です。地球全体の雲の様子が分かります。

## なぜ夜でも雲が見える？

気象衛星が観測している赤外線画像をつなぎ合わせています。表示では赤外線の弱い部分を白く表示しています。温度が低いところでは赤外線が弱く、温度が高いところでは赤外線が強いので、白い部分は温度の低い所にあたります。



*Dagik\_clouds\_2009\_10\_Japan*

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_2010\_09\_Japan など

作成：Dagik Team

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

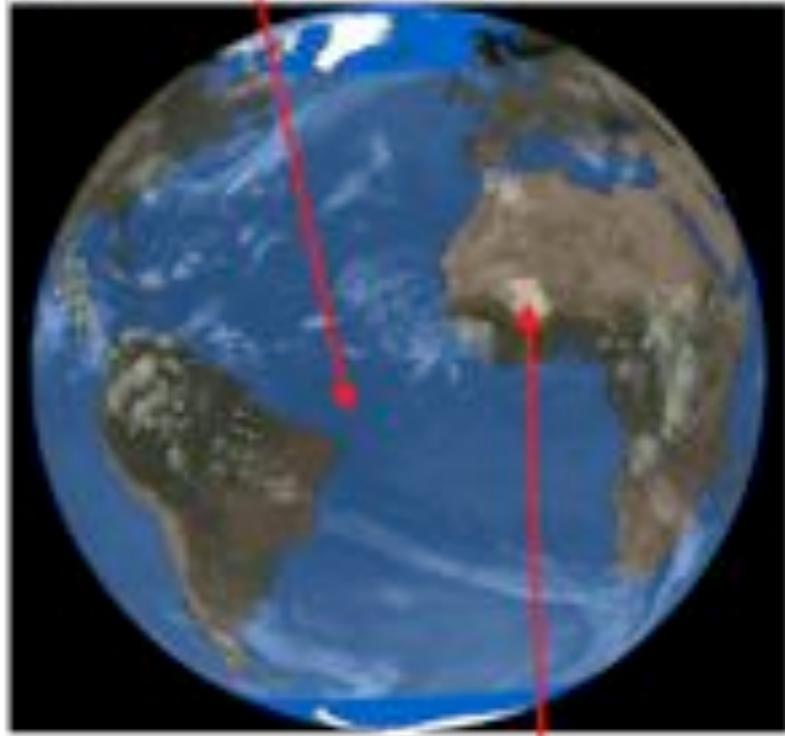
Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

温度が高いところ  
雲がないか、雲の高さが低いところ



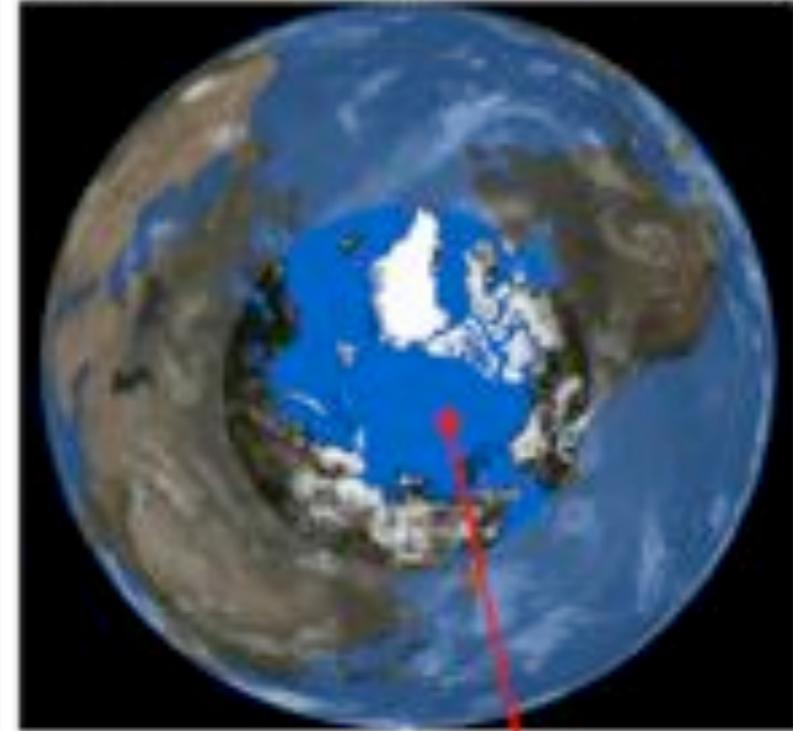
温度が低いところ  
雲の高さが高いところ

雲のできる高さでは、上空にいくほど温度が下がっていることが知られています。雲のてっぺんが高ければ高いほど、そこから出てくる赤外線が少なくなることを使って、雲の高さを知ることができます。

ですので、赤外線画像で雲を測定する事が出来ます。赤外線は夜でも出ているので、昼夜を問わず雲をいつでも観測することができます。

### 北極と南極に雲が表示されていないのは？

使用した気象衛星は「ひまわり」の様な赤道上空にある静止衛星のため、緯度の高い地域は斜めに見ています。



緯度が高く、静止衛星から  
正確な観測が出来ない所

そのため、緯度の高い地域の雲の形は正確に観測できません。そこで、この表示では緯度60度以上の地域(北極付近、南極付近)は表示していません。

### だれが観測したの？

これは、静止軌道と呼ばれる軌道を飛んでいる気象衛星からの観測です。日本の気象衛星は「ひまわり」と呼ばれています。そのほかに、アメリカ、ヨーロッパ、インド、中国などが静止軌道にいくつかの気象衛星を持って観測しています。この画像はアメリカ、ヨーロッパ、日本の衛星のデータを用いています。

静止軌道は赤道上空の高度およそ36,000kmで、この軌道で地球を回る人工衛星の速度は地球の自転の速度と同じなため、地上から見ると常に同じ位置に止まっているように見えます。

気象衛星以外にも、放送衛星や通信衛星が静止軌道を回っています。

### 正解のない問題を考えよう

#### 「地軸の傾きがなくなったら？」

日本に四季がある理由の一つは、地球の回転軸(地軸)が地球の公転面に対して直角でないため、夏は昼が長く、冬は昼が短くなるためです。

考えてみよう：地軸が公転面に直角になって、一年中昼の長さが同じになれば、どうなるでしょうか？

例えば:

一年中夜と昼の長さが同じなので春分の日、秋分の日がなくなる？

一年中同じような天気になる？

台風は減る？増える？赤道あたりではどうなる？

# 日本へ来る台風の様子

## 2009年10月

2009年10月に日本に上陸した台風の発生から消滅までの2週間の動きです。東から西に動いていた台風が、北に進むと西から東へ向きを変える所が見えます。

雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。



*Dagik\_clouds\_2009\_10\_Japan*

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_2010\_09\_Japan

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2009/09/26 00:00 - 10/10 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

## データの時期は？

2009年9月26日から10月10日までです。3時間毎のデータが表示されています。

## 台風になるのはどれ？

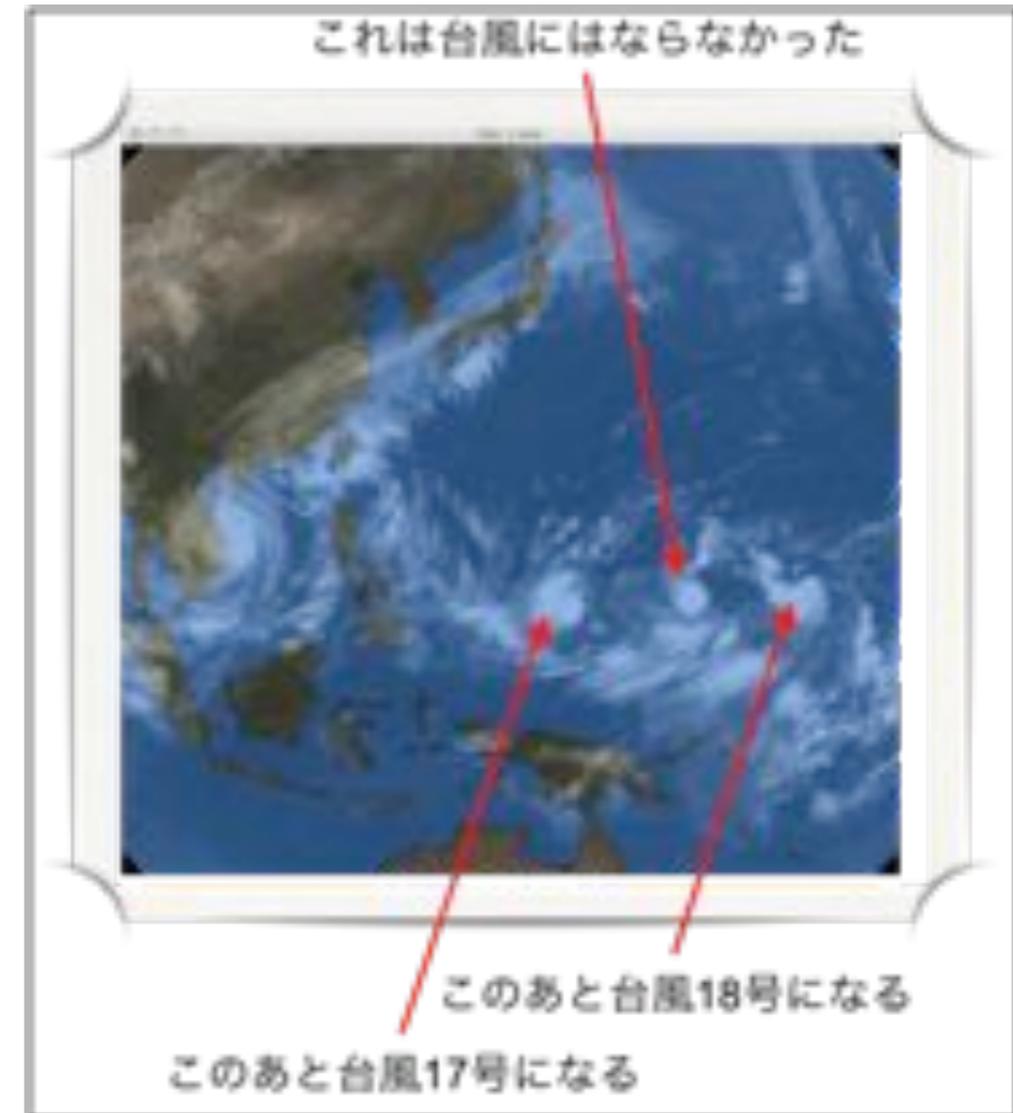
日本の南側の赤道のあたりを見てみましょう。9月28日にはまだ台風が出来ていません。

いくつかある雲の固まりのうち、どれが日本にやってくる台風に成長するか分かりますか？

## 台風はどこで生まれる？

台風は、赤道の少し北側で生まれて、中緯度まで来ると壊れて行きます。

台風の発生に必要なのは、雲を作るのに必要な水蒸気をたっぷり供給できるとても暖かい海と、渦を作るきっかけを与える地球の回転です。赤道の真上では水蒸気はあるのですが地球の回転が感じにくいので、赤道から少し離れた熱帯の海上が台風発生にもっとも都合がよいのです。



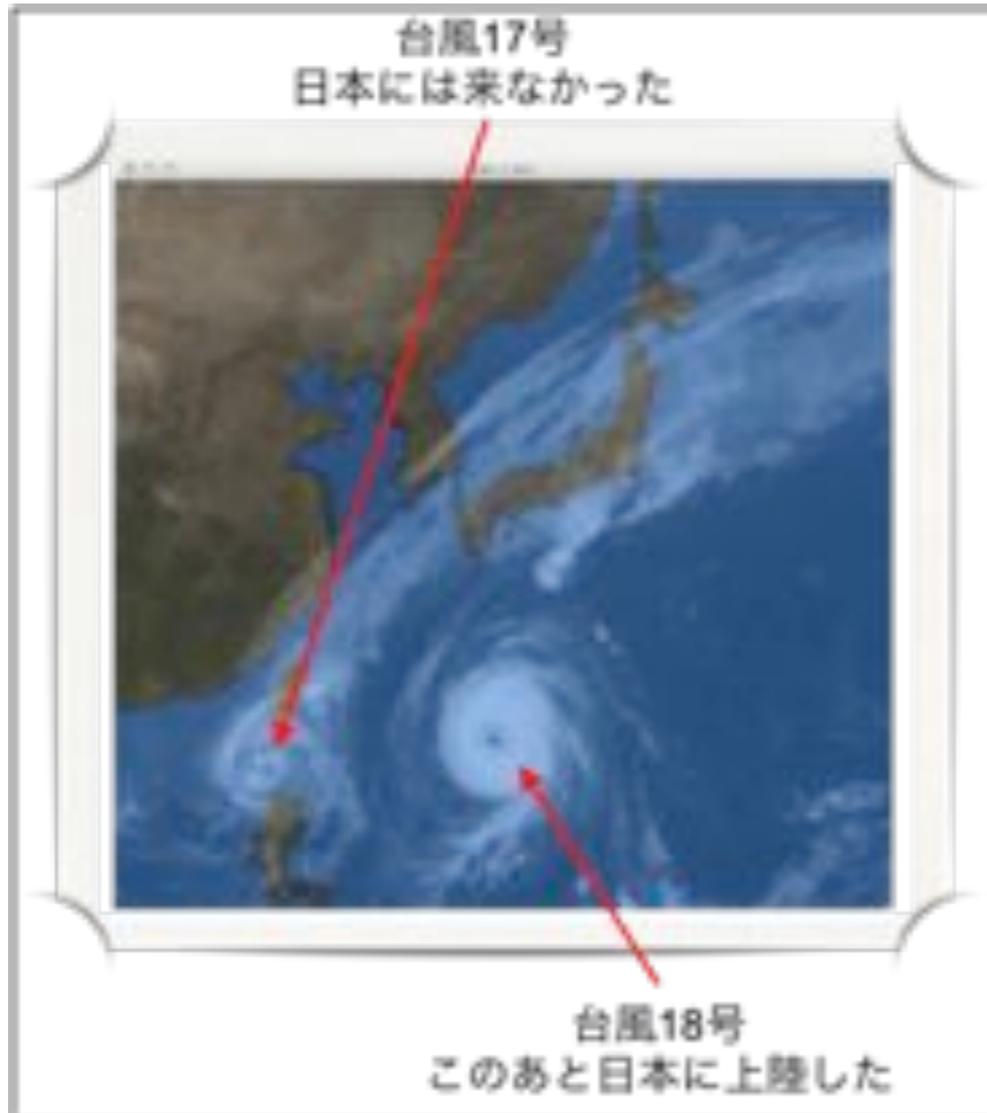
## 台風の渦はどっち向き？

10月4日-6日頃の、日本の南側を見てみましょう。10月4日頃には台風が発達して台風の目が出来ていますね。

台風から広がる雲を、時間を追ってみていくと、台風の渦が時計と反対に回っていることがわかります。北半球の台風や低気圧では時計と反対周りの渦になっています。

## 台風の動きを予想できる？

2009年の台風18号は、日本の南東にある太平洋高気圧のまわりを回るように進みます。



最初は西に進みますが、次第に北に向きを変え、日本付近に来ると、この高気圧の北側を吹く西風に流されて東へ進みます。高

気圧が日本の南を広がっている時は、台風17号のように台風は北へ上がってくることはできません。

## 本州に上陸した後はどうなる？

日本の本州に上陸した2009年10月7日頃を見てみると、台風の間目ははっきりせず、形が崩れてきているのが分かります。

これには次の2つの理由があります：

- (1) 海水の温度が低くなることによって空気中に含まれる水蒸気が少なくなり、台風のエネルギーをささえる雲ができにくくなる。
- (2) 台風の上半分が日本上空の強い偏西風を受けて、渦巻きがゆがめられて形を維持できなくなる。

## 正解のない問題を考えよう

### 「台風が日本の近くに来なかったら？」

台風は強風、高潮、大雨などを起こして、大きな被害を起こします。

でも台風は私たちに取ってよくない事ばかり起こしているのでしょうか。役に立ったりしている事はないのでしょうか。

考えてみよう：台風が数年間、日本に近づかなかったらどうなるのでしょうか？

例えば：

天気予報があたるようになる？

水不足になる？

# 日本へ来る台風の動き

## 2010年9月

2010年9月に日本に上陸した台風の発生から消滅までの2週間の動きです。東から西に動いていた台風が、北に進むと西から東へ向きを変える所が見えます。台風の動きについては「[日本へ来る台風の動き2009年10月](#)」に解説があります。

雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。



*Dagik\_clouds\_2010\_09\_Japan: 2010年9月10日00:00 UT*

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_2010\_09\_Japan

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

# 一年間の雲の動き

2009年1年間の毎日（日本時間9時）の雲の画像です。

雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。



Dagik\_clouds\_2009\_01-12

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_2009\_01-12

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

# 南半球のサイクロンの動き

2008年2月にマダガスカルに上陸したサイクロンの動きです。北半球との渦の向きが逆になっています。台風の動きについては「[日本へ来る台風の動き2009年10月](#)」に解説があります。

雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。



*Dagik\_clouds\_2008\_02\_South\_Cyclone*

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_2008\_02\_South\_Cyclone

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

# 春の雲の動き

日本の春の雲の動きです。雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。

## 日本の上を通過する春の低気圧

春になると、温帯低気圧が日本の上を通過していきます。この一連の画像では3月16日に日本付近を通った低気圧の一生を見る事が出来ます。この低気圧は15日に中国南部にあった前線上で発生し、17日には日本のはるか東の海上で非常に発達しました。



Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_03\_19

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_03\_19

作成：Dagik Team

画像枚数：56枚 2000/03/13 00:00 - 3/19 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

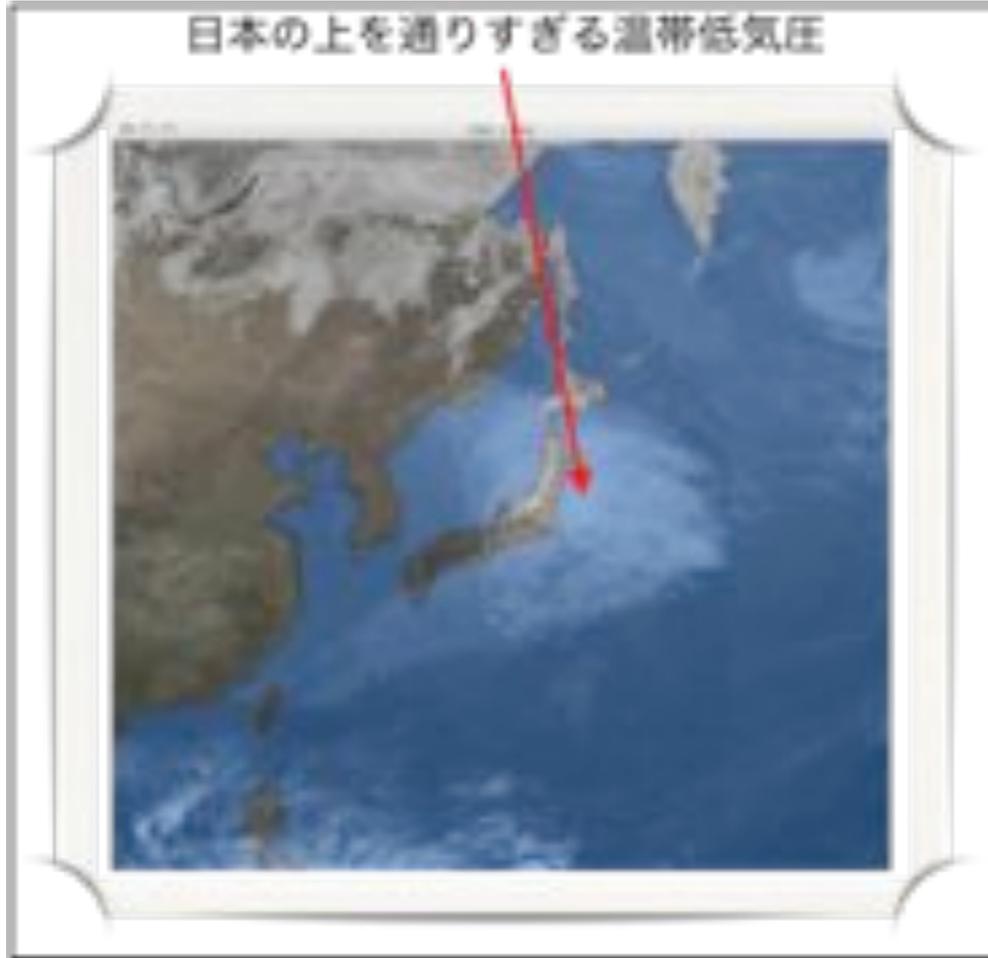
Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

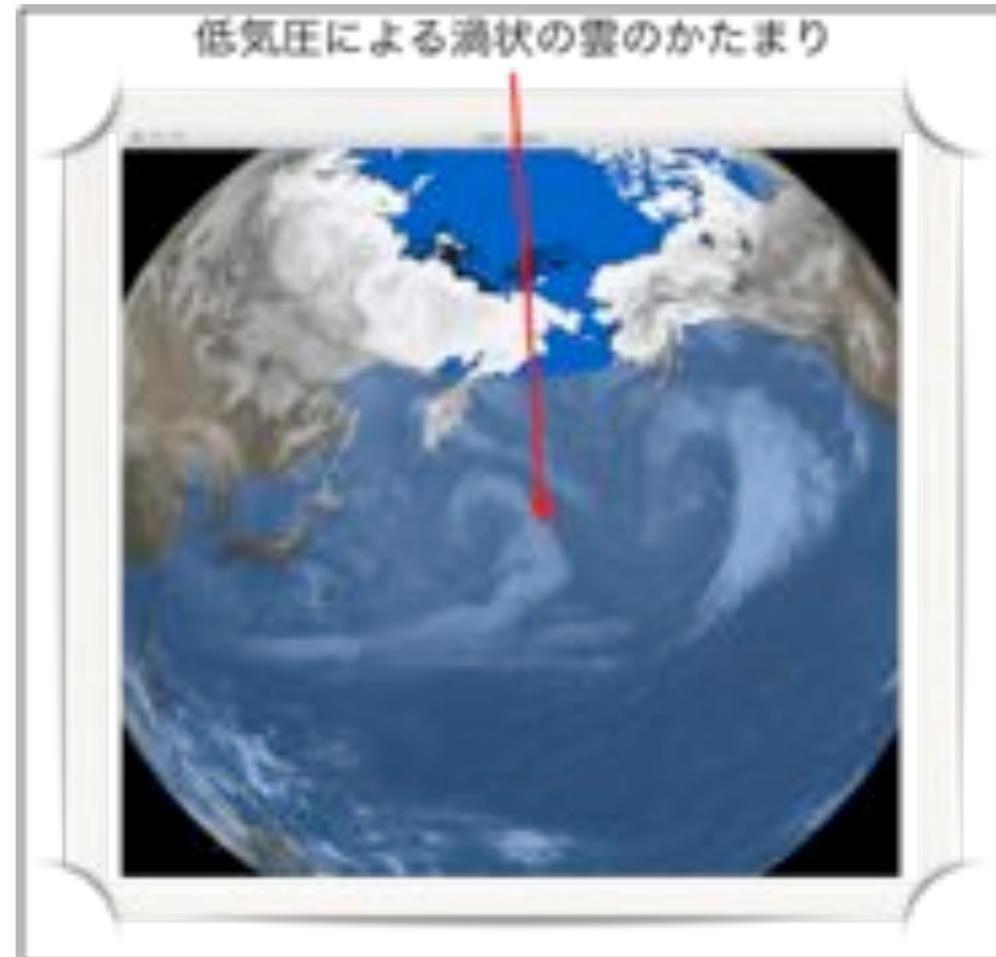
日本の上を通りすぎる温帯低気圧



### 日本を通り過ぎた低気圧は どこまで流れて行く？

日本付近で発達した低気圧は東へ移動してアメリカ 付近まで到達します。発達した低気圧では、渦状にひろがった大きな雲のシステムがよく見えます。

低気圧による渦状の雲のかたまり



# 梅雨の雲の動き

梅雨の雲の動きです。雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。

## 梅雨前線はどこにつながっているの？

梅雨の時期になると、日本付近に長大な前線がみられるようになります。この画像では日本付近に東西に延びた雲の帯が見えていますが、これが梅雨前線に対応する雲だといえます。



Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_06\_14

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_06\_14

作成：Dagik Team

画像枚数：56枚 2000/06/08 00:00 - 06/14 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

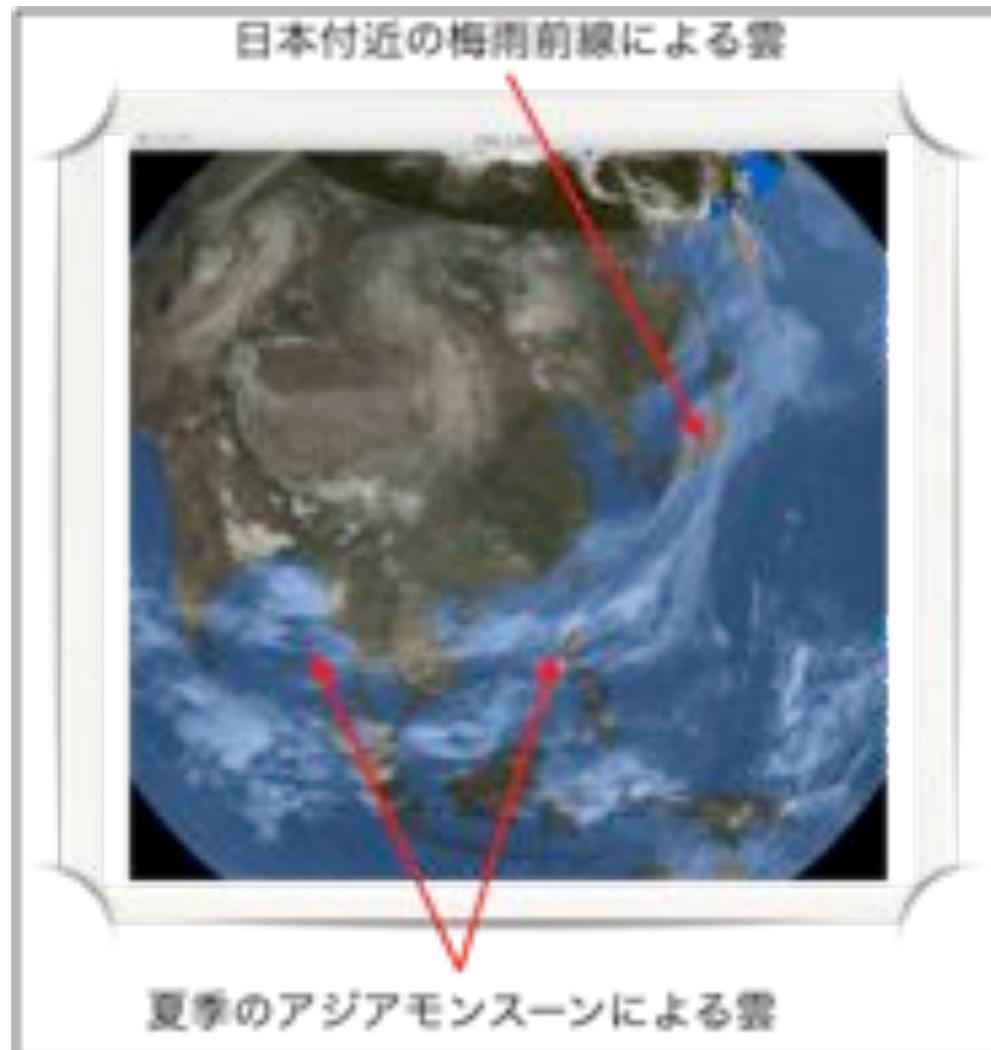
Global IR画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

梅雨前線は主に日本付近など極東の現象ですが、同じ時期にフィリピンからミャンマーそしてインド方面は雨季にはいっており、この地域に雨を降らせる夏季アジアモンスーン(季節風)の雲域とつながっていることが、画像から読み取れます。南からの流れ込む豊かな水蒸気が梅雨季の雨の源になっているのです。



# 夏の雲の動き

夏の雲の動きです。雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。

## 夏の晴れ空と入道雲

夏型の気圧配置となり、太平洋高気圧が東から日本付近に張り出しています。日本各地はおおむね晴天になっており、大変暑くなっています。



コンテンツ名：Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_08\_07

作成：Dagik Team

画像枚数：156枚 2000/08/0100:00 - 08/07 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

Global IRデータ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

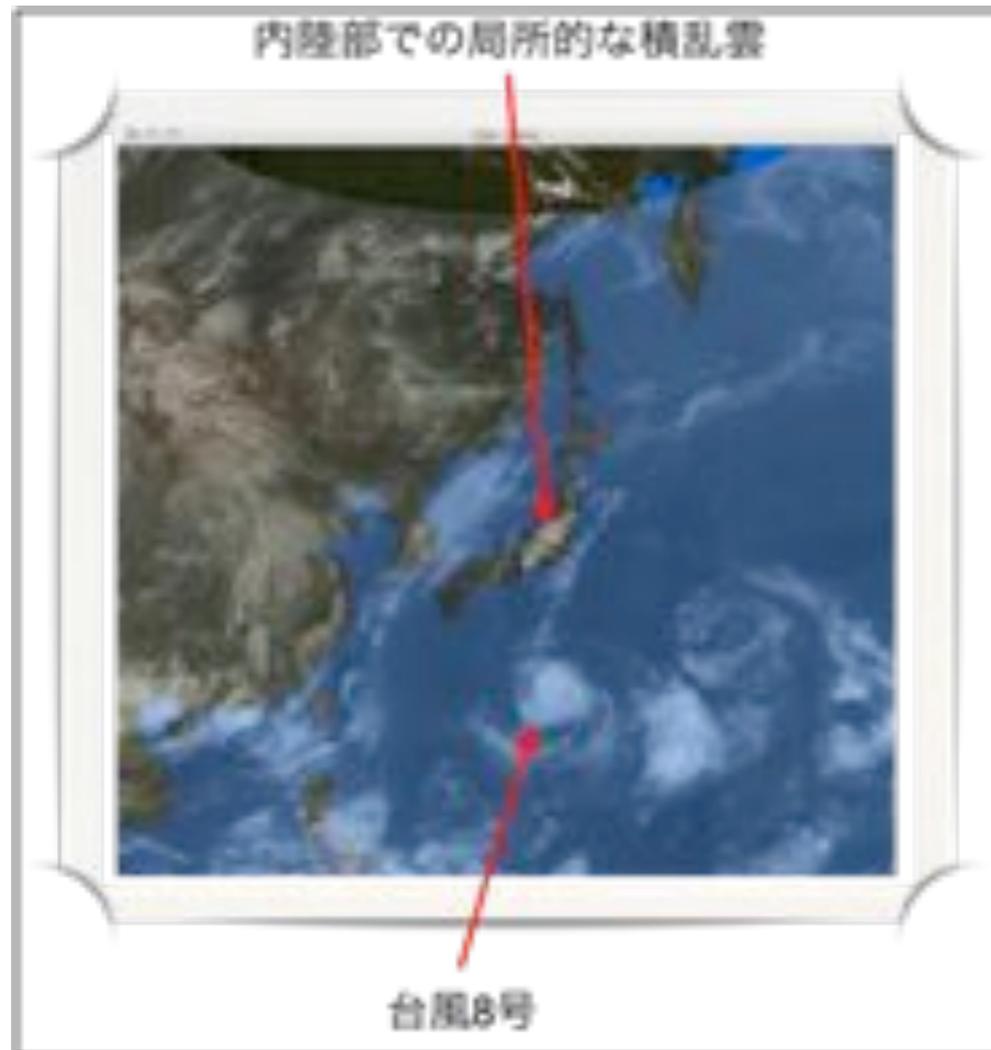
地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_08\_07

この画像は日本時間午後3時のものですが、東日本の内陸部に局地的な雲がみられます。これは午後 1 に発達した夕立に伴う積乱雲 (入道雲)などで、夜になると消えます。

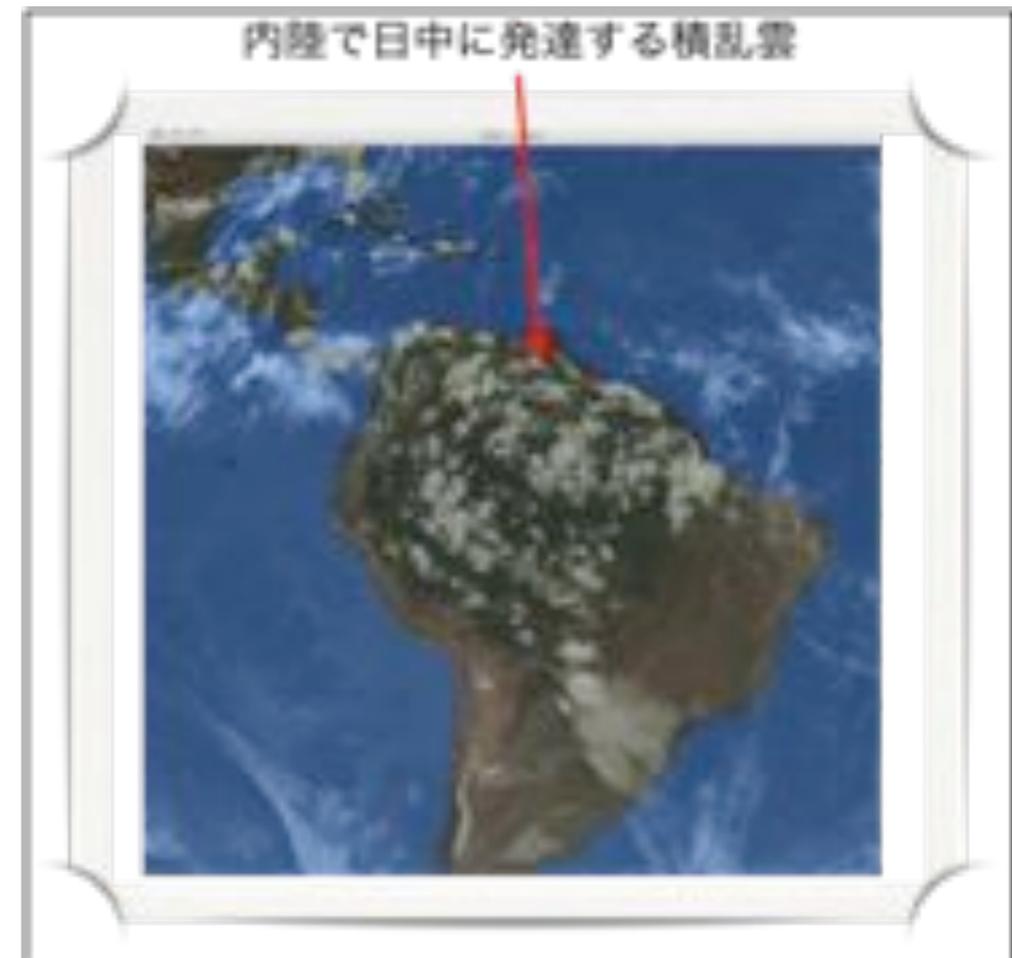


なお、日本の南には台風8号があり、夏台風らしく西にゆっくり進んでいます。この台風はこのあとその 台風8号 まま西に進んで、8月10日ごろに中国の沿岸付近で衰弱します。

## アマゾン上空の積乱雲

夏の日本の内陸で見られるような積乱雲は、南アメリカのアマゾンやアフリカ中央部の森林地帯の上では、ほぼ毎日のように発達します。

十分な水蒸気があり、日射によって地表が暖められることによって積乱雲は発達します。衛星画像でも 積乱雲およびそれから広がった金床雲や巻雲がよく見えます。



日が沈んで、地面の温度が下がると積乱雲は弱くなって行くので、アマゾンやアフリカ中央部の雲の動きを連続して見ると、昼間に発達して、夜には消えて行く変化を繰り返しているのが見られます。

# 冬の雲の動き

冬の雲の動きです。雲画像の観測方法やデータについては「[雲の動き](#)」に解説があります。

## 冬にはどうして筋状の雲が出来るの？

冬型とよばれる天気の時、日本付近は筋状の雲でいっぱいになります。強風が吹く時には、雲はこのように筋状になりやすい性質をもっています。



Dagik\_clouds\_global\_IR\_2001\_01\_07

コンテンツ名：Dagik\_clouds\_global\_IR\_2000\_03\_19

作成：Dagik Team

画像枚数：56枚 2000/01/01 00:00 - 01/07 21:00 (3時間ごと)

データ：NCEP/CPCによる4km Global IRデータ

データ提供：NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Climate Prediction Center (CPC)

URL：[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global\\_precip/html/wpage.merged\\_IR.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.merged_IR.shtml)

コメント：このデータの表示はTRMMプロジェクトへのサポートを通じてNOAA GPCPとNASA による援助を受けています

Global IR画像作成：Dagik Team

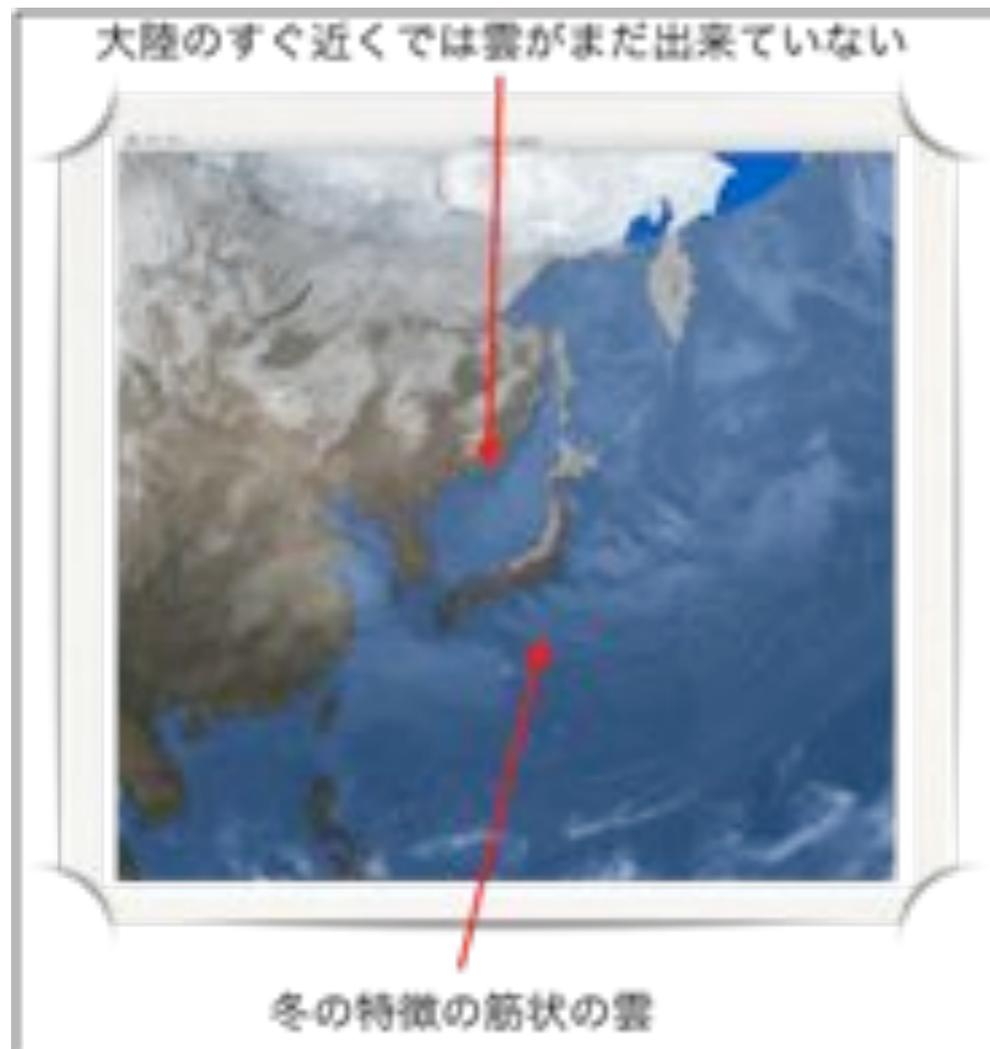
地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

大陸から吹き出した空気は最初乾いているので、大陸のすぐ近くでは雲は見られませんが、日本海に出ると暖かい海からの水蒸気の補給を受けて大量の雲が生じるようになります。

日本で雪や雨を降らせると再度乾燥しますが、太平洋を吹いているうちに再び雲が生じます。この画像の日には主に東日本・北日本の周辺で筋状の雲がきれいに見えています。



# 最近の雲と雨の分布



最近の雲と雨の分布です。JAXA(宇宙航空研究開発機構)のEORC(地球観測研究センター)が1時間ごとに、複数の衛星 (TRMM TMI, Aqua AMSR-E, DMSP SSM/I, DMSP SSMIS, NOAA-19 AMSU, MetOp-A AMSU, GEO IR) のデータを使って、世界の雨分布を観測から約4時間遅れの準リアルタイムで表示しています。

ダジック・アースでは、「最近4日間の1時間毎の画像」と「最近11日間の6時間毎の画像」を準リアルタイムで提供しています。



*Dagik\_rainfall\_realtime\_6 Dagik\_rainfall\_realtime*

コンテンツ名：Dagik\_rainfall\_realtime\_6 Dagik\_rainfall\_realtime

作成：Dagik Team

画像枚数：最大96枚 (1時間ごと) 最大44枚 (6時間ごと)

データ：JAXA/EORCによる雲・降水量分布 GSMaP

GSMaP雲・降水量画像提供：JAXA/EORC

URL：<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP>

地表画像：ADEOS-II/GLIとNASA Earth ObservatoryのNASA Blue Marbleの合成画像

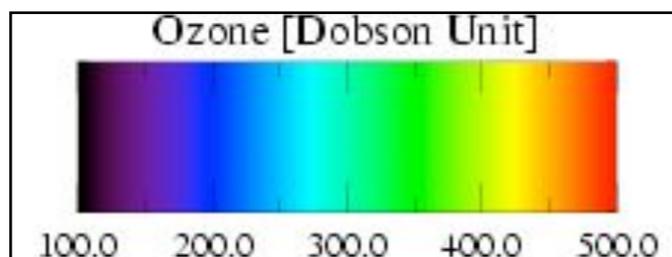
ADEOS-II/GLI画像提供：JAXA/EORC

NASA Blue Marble画像提供：NASA Earth Observatory

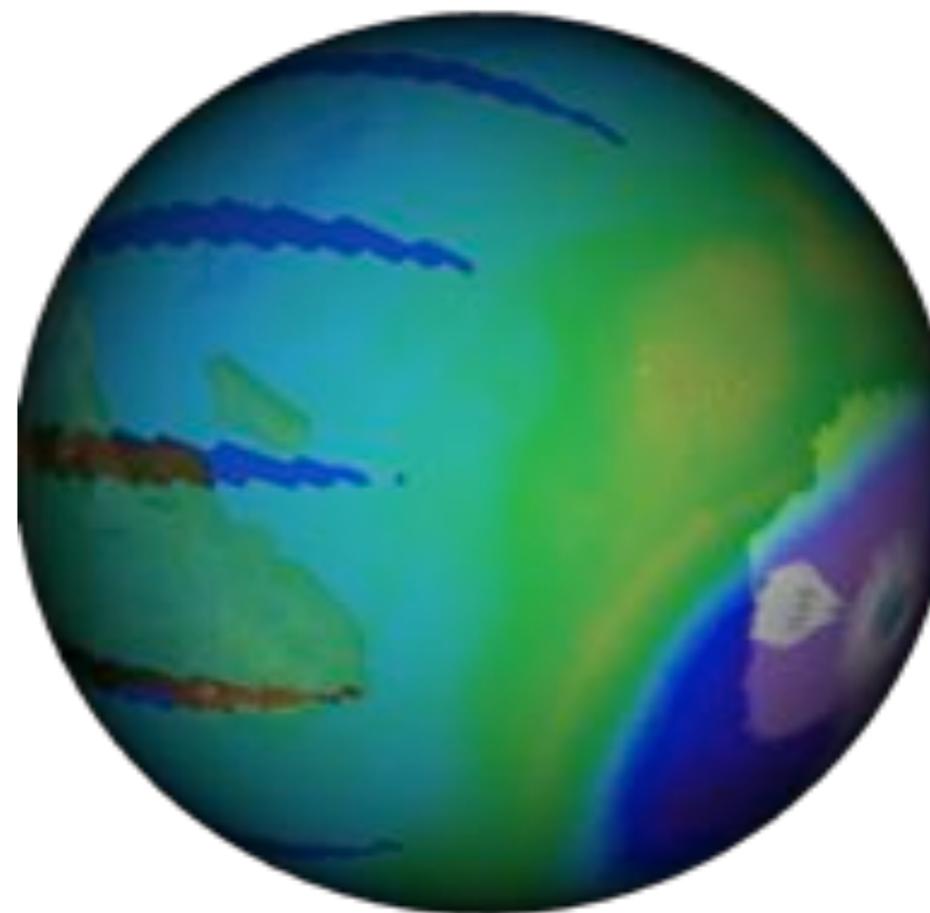
URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

# オゾン量の変化

## 2002-2003年



低軌道の人工衛星によって観測されたオゾンの量です。2002年から2003年の2年間の観測です。南半球の冬から春にかけて、南極上空にオゾンホールが見られます。



コンテンツ名：Dagik\_ozone\_2002-2003

作成：Dagik Team

画像枚数：346枚 2002/01/01 - 2003/12/29 (2日ごと)

データ：NASAのTOMSとOMIによって観測されたオゾン量データ

オゾン量データ提供：NASA/GSFC Ozone and Air quality

URL：<http://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/>

オゾン量画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_ozone\_2002-2003：2002年9月19日

## データの隙間

データがなく、地面や海面が見えている所は、人工衛星からの見えていない所か、太陽光が当たらずにオゾンの観測が出来ていない所です。オゾンの衛星からの観測では、太陽光が当たらないと出来ないため、5月-8月あたりの南極と11月-2月あたりの北極は観測が出来ません。

## オゾンホール

オゾンホールは、冬の間で作られます。そのためオゾンホールが作られ始めている時は衛星からの観測が出来ません。8月の半ばくらいから南極上空でもオゾンの観測が出来るようになると、すでにオゾンホールが作られていることが分かります。

オゾンホールは周囲の風の動きに寄って回転しますが、2002年の場合は、9月25日頃にこのオゾンホールが2つに分かれました。その後、だんだん小さくなり12月の始め頃には消えています。

## 発見したのは日本人？

オゾンホールを最初に発見されたのは日本の南極昭和基地での観測によってでした。1983年に忠鉢繁らによって報告されました。このような日本人による地球科学に関する発見はいくつもあり、古い所では、1926年に松山基範による地磁気の逆転の発見があります。（[「地球の磁場の強さの変化」](#)参照）。

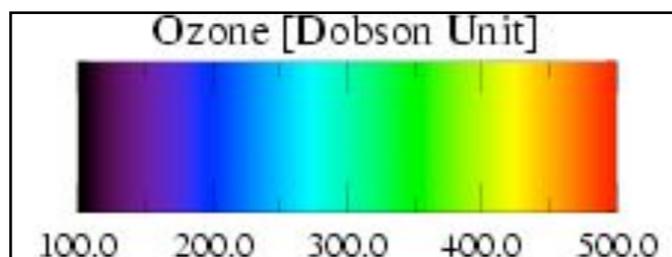
## 北極の上は？

南極と同じ季節にオゾンホールが起こるならば、2月の半ばくらいに、北極上空の観測が出来るようになるとオゾンホールが出来ているのが確認され、そのあと、6月の始めくらいまで継続するはずですが、南極とは違ってオゾンホールが起こっていないのが分かります。しかし、2011年には北極の上でもオゾンホールが観測されました。[「北極上空のオゾンホール」](#)をご覧ください。

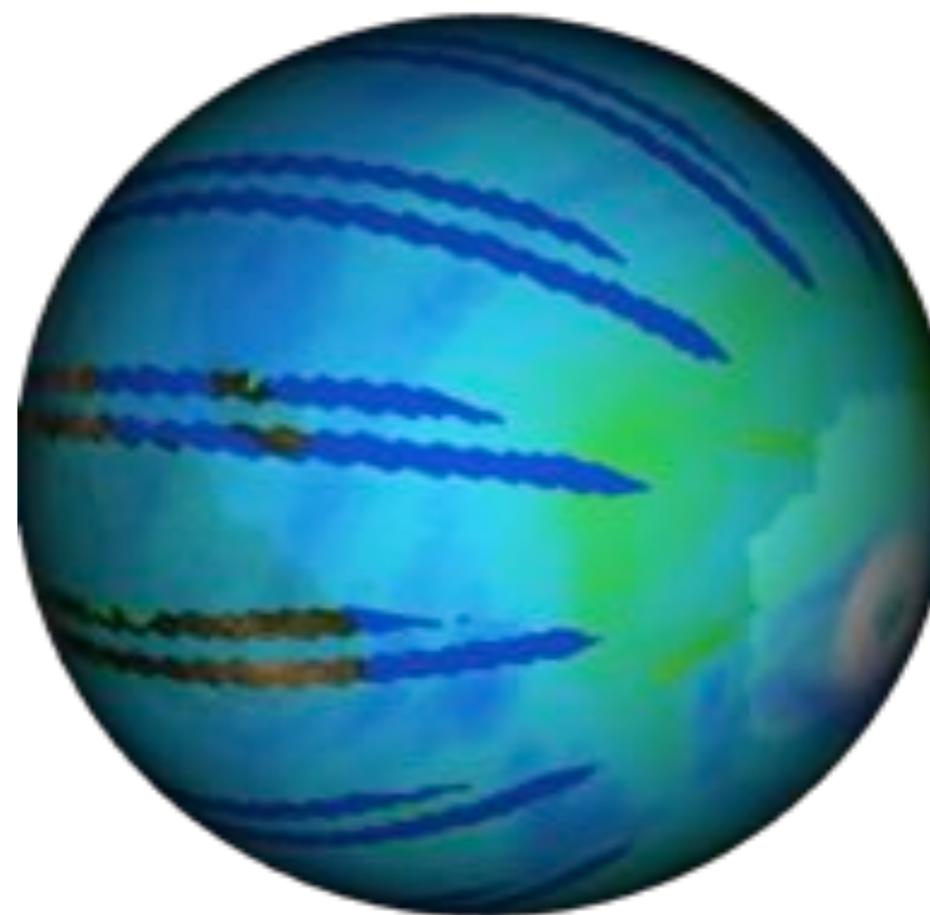
## 北海道と沖縄ではどちらがオゾンが多い？

極域でオゾンホールが起こっている事から、緯度が高い方がオゾン量は多く、北海道の方がオゾンが少ないような印象を持つかもしれませんが、多くの場合は北海道の方がオゾンは多いです。

# 北極上空の オゾンホール



人工衛星で観測した2010年2月から4月と、2011年2月から4月のオゾンの分布です。2011年3月の後半には北極上空でオゾンホールが発達しています。



*Dagik\_TOMS\_ozone\_north* : 2011年3月30日

コンテンツ名 : Dagik\_TOMS\_ozone\_north

作成 : Dagik Team

画像枚数 : 189枚

2010/02/01-04/30 (オゾンホールなし)

2011/02/01-04/30 (オゾンホールあり)

データ : NASAのTOMSとOMIによって観測されたオゾン量データ

オゾン量データ提供 : NASA/GSFC Ozone and Air quality

URL : <http://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/>

オゾン量画像作成 : Dagik Team

地表画像 : NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供 : NASA Earth Observatory

南極のオゾンホール（「[オゾン量の変化 2002-2003年](#)」の9月頃）と比べると減り方は小さいですが、2010年と比べると2011年は北極上空のオゾンの量が減っている事が分かります。

### どうして北極では起こりづらい？

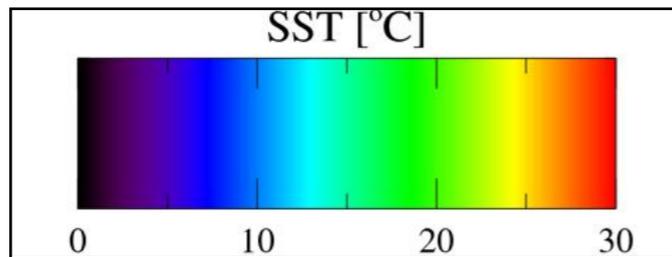
オゾンホールが発生するには極渦と呼ばれる、極の周りを渦の様にまわる大気の流れが必要ですが、南極の周りは海なのに比べて、北極の周りには大陸があって、山脈によって大気の流れが乱されて、極渦が強くなりません。そのため、南極に比べて、北極では極渦が強くなり、そのため成層圏の気温が下がらず、極成層圏雲が発生せず、オゾンの分解が進まない、のです。フロンガスは、最後のオゾンの分解に、雲とともに関わっています。フロンガスが少なければ極成層圏雲ができてオゾンの分解はあまり進みません。

### どうして2011年は起こった？

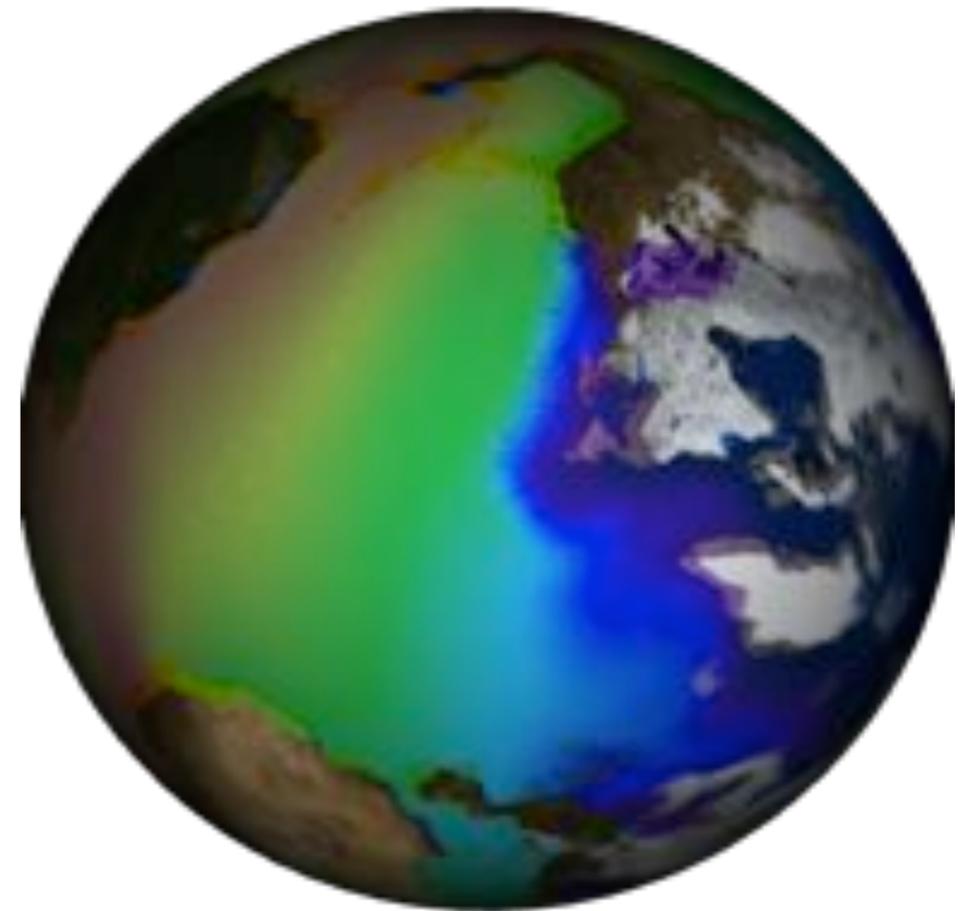
2011年の北半球の冬期は極渦が強く、そのため成層圏が長期間にわたって気温が低く、そのため極成層圏雲が発生し、オゾンの分解が進んだようです。なぜ、極渦が強かったかはまだ十分分かっていません。フロンガスの排出規制によりフロンガスの増加は泊まりましたが、フロンガスが十分減るには数十年かかると考えら

れていますので、今後もオゾンホールは、南極と北極で発生する事が予想されます。

# 台風・ハリケーン等の発生場所と海面温度



台風・ハリケーン・サイクロンの発生場所と海面の温度です。季節によって出現場所が変わることが分かります。



コンテンツ名：Dagik\_SST\_Typhoon\_1980-2007

作成：Dagik Team

画像枚数：335枚 1980年1月-2007年12月 (毎月)

海面温度データ：ERSST.v2

データ提供：NOAA National Climatic Data

URL：<http://www.ncdc.noaa.gov/>

台風経路データ：IBTrACS

データ提供：World Data Center for Meteorology, Asheville

URL：<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ibtracs/>

データ画像作製：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

*Dagik\_SST\_Typhoon\_1980-2007*

## 台風等の出来る場所

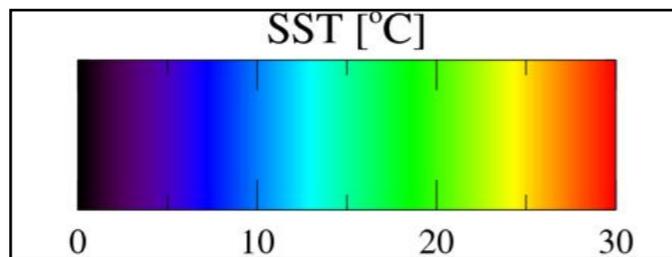
台風は、赤道の少し北側で生まれて、中緯度まで来ると壊れて行きます。

台風の発生に必要なのは、雲を作るのに必要な水蒸気をたっぷり供給できるとても暖かい海と、渦を作るきっかけを与える地球の回転です。赤道の真上では水蒸気はあるのですが地球の回転が感じにくいので、赤道から少し離れた熱帯の海上が台風発生にもっとも都合がよいのです。

## 台風等が起こらない場所

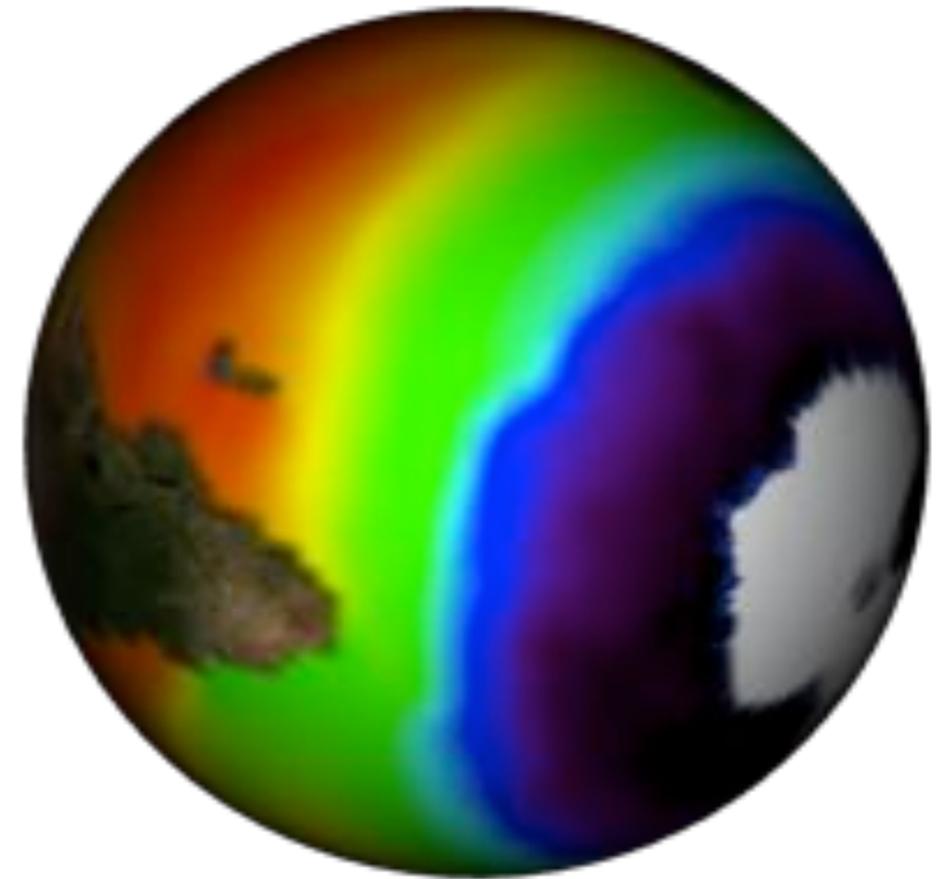
南アメリカの周辺では台風が発生していません。これは、海水温が引くためと考えられています。

# エルニーニョと ラニーニャ



1980年から2007年までの12月の海面温度です。

南アメリカ西側の赤道付近の海面の温度が上がるときがエルニーニョで下がる時がラニーニャです。



コンテンツ名：Dagik\_SST\_Dec

作成：Dagik Team

画像枚数：28枚 1980年-2007年

海面温度データ：ERSST.v2

データ提供：NOAA National Climatic Data

URL：<http://www.ncdc.noaa.gov/>

画像作製：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

Dagik\_S-  
ST\_Dec：1997年12月 (エルニーニョが発生)

## エルニーニョの年

1982, 1987, 1991, 1997, 2002

## ラニーニャの年

1984, 1988, 1995, 1998, 1999, 2005, 2007

# 地殼・地球内部



# 2011年3月11日の地震 による地表面の 水平方向の移動

国土地理院GPS受信機網GEONETによる観測データを京都大学加納将行らが解析したものです。

時刻は日本時間を表示しています。



*Dagik\_EQ\_GPS1Hz*

コンテンツ名：Dagik\_EQ\_GPS1Hz

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：国土地理院GPS受信機網GEONETデータによる地表面水平方向の移動  
データ解析・提供・プロット：加納将行（京都大学）ら

コメント：作図にGeneric Mapping Tool[Wessel and Smith,1998]を使用しています。

画像作製：Dagik Team

協力：風間卓仁

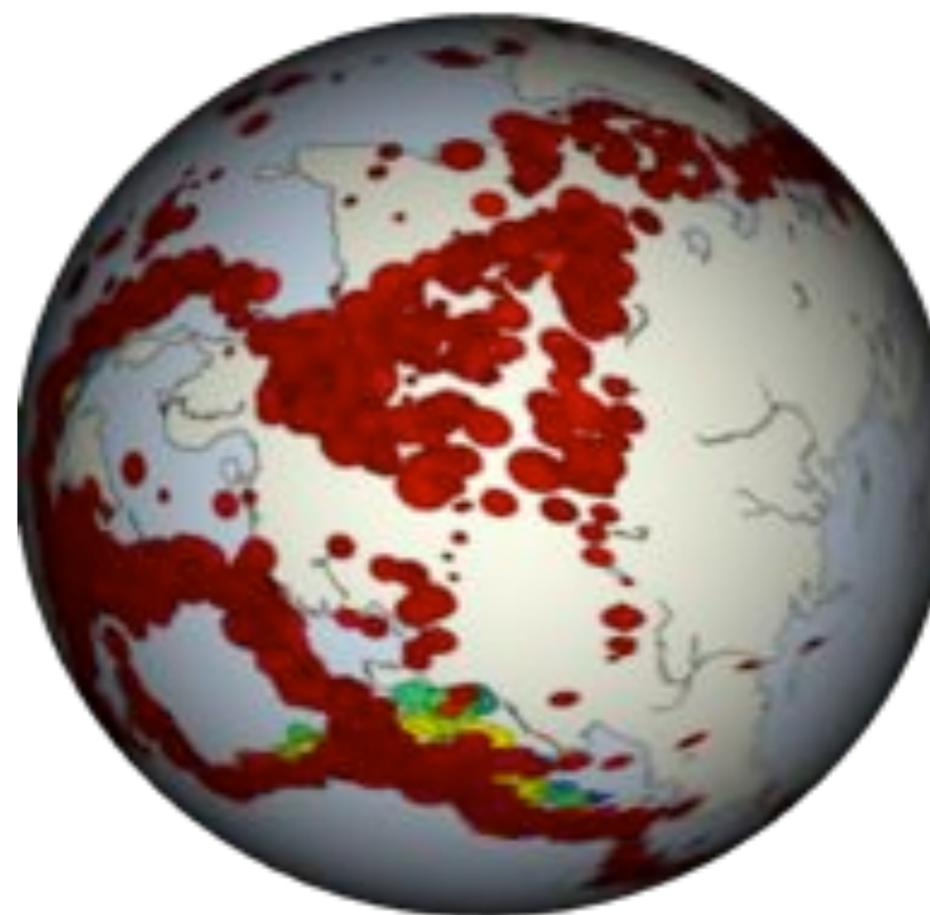
地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

# 1900年から2007年までの地震の分布

1900年から2007年までの地震の分布



*Dagik\_EQ\_centennial*

コンテンツ名：Dagik\_EQ\_centennial

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：Centennial Earthquake Catalog by

データ提供：the U.S. Geology Survey

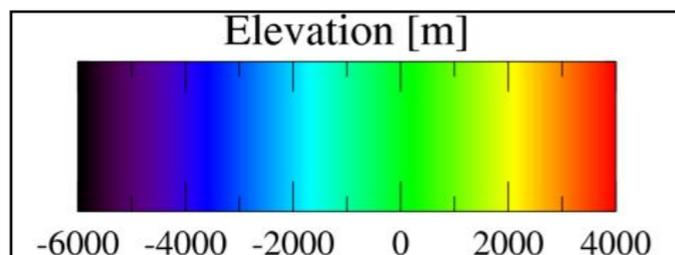
URL：<http://earthquake.usgs.gov/research/data/centennial.php>

画像作製：Dagik Team

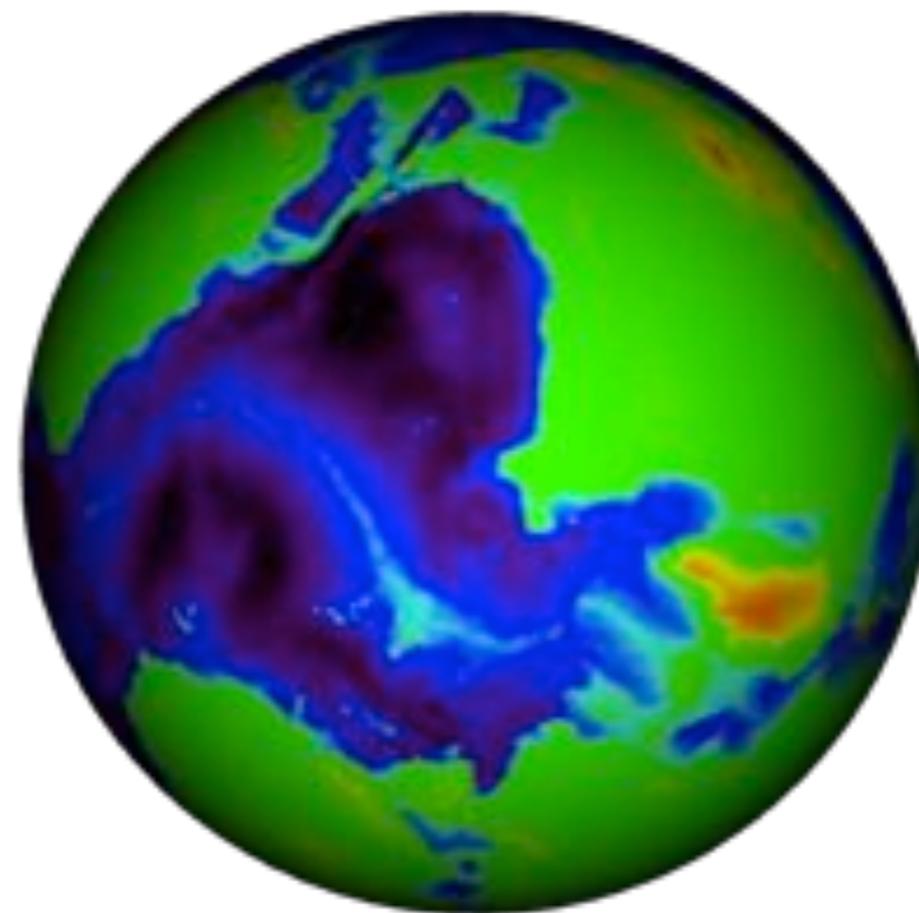
コメント：作図にGeneric Mapping Tool[Wessel and Smith,1998]を使用しています。

協力：風間卓仁

# 地表・海底面の高低



地表と海底面の高さです。地表・海底面の高低、地表面の高さ、海底面の深さを表しています。



コンテンツ名：Dagik\_etopo1

作成：Dagik Team

画像枚数：3枚（地表・海底面の高低、地表面の高さ、海底面の深さ）

データ：ETOPO1 Global Relief Model (氷床表面の高さ)

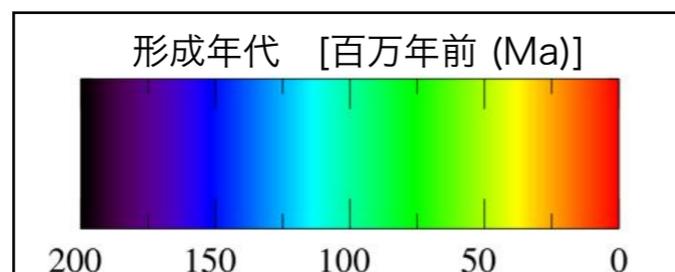
データ提供：NOAA National Geophysical Data Center's Marine Geology and Geophysics Division

URL：<http://ngdc.noaa.gov/mgg/global/>

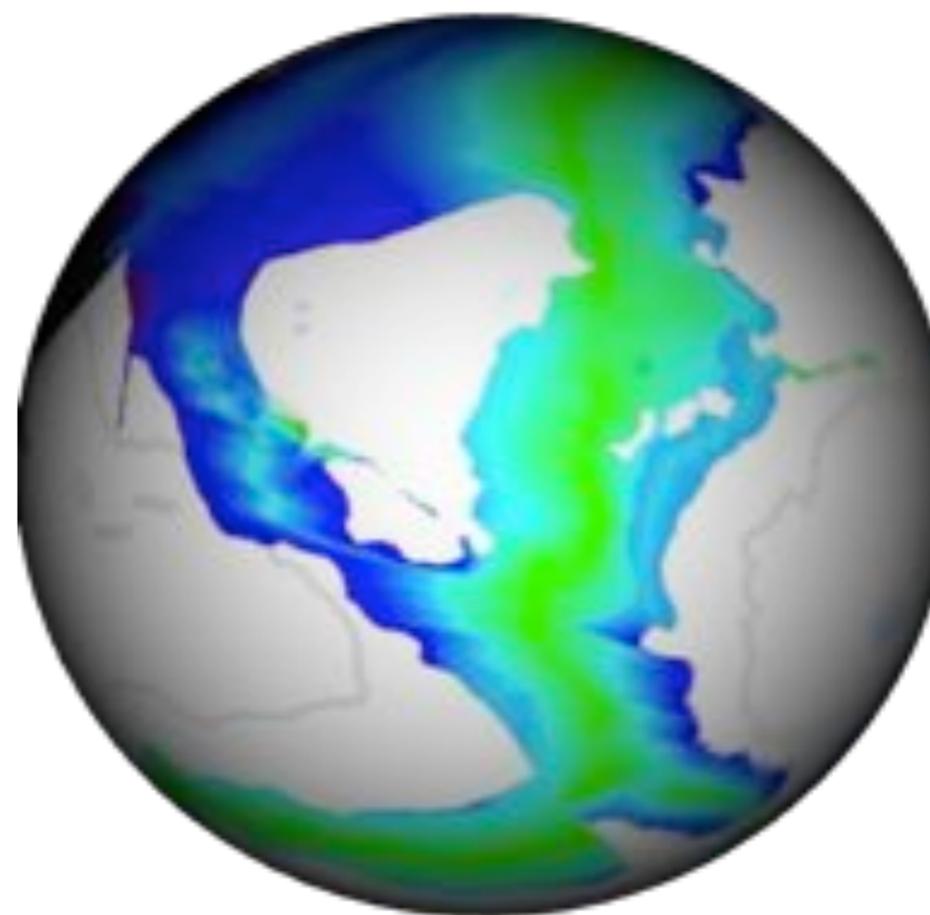
画像作成：Dagik Team

*Dagik\_etopo1*：地表・海底面の高低

# 大陸の移動と 海洋底の拡大



1億4千万年前から現代までの大陸の分布（白）と海底の形成年代（カラー）です。うすい黒線は、現在の大陸の海岸線を表します。古く作られた海底を寒色で、新しい海底を暖色で示しています。



*Dagik\_AgeGrid*

コンテンツ名：Dagik\_etopo1

作成：Dagik Team

画像枚数：120枚 2010/9/11 00:00 - 9/25 21:00 (3時間ごと)

データ：“agegrid”

データ文献：Muller, R.D., Sdrolias, M., Gaina, C., Steinberger, B. and Heine, C., 2008, Science, “Palaeo-age grids of the world's ocean basins from 140-1 Ma”

データ提供：Earth Byte

URL：<http://www.earthbyte.org>

画像作成：Dagik Team

## 現在の海底地形との関係

「地表・海底面の高低」の海底の深さと比べると、海洋の中で浅い部分が線状になっていて、それが現在の新しい海底がわき上がっている所と一致している事が分かります。海底が広がっていて、それに乗って大陸が移動している事が分かります。大陸の地殻で海底が沈み込んでいる所で地震が起こっていて、現在のその場所は「1900年から2007年までの地震の分布」で地震が起こっている所と一致しています。

## 大陸が移動していると、どうして分かるの？

「地磁気異常の分布」と比べると海底の動きの方向と地磁気異常の縞縞が直角になっているのが分かります。大陸の移動や海洋底の拡大が過去の事にも関わらず、推定されている根拠の一つがこの地磁気異常の分布です。大陸移動という考え方はウエゲナーが1912年に提案しましたが、そのときは、海洋底の拡大や、地磁気の逆転、地磁気異常の分布、などが知られていなかったため、なぜ移動するのか、という説明が十分に出来ませんでした。1960年代に入って、これらの観測事実と合わせて、海洋底の拡大と大陸の移動を合わせて説明する**プレートテクトニクス**が提案されて、地震や火山の分布の説明も出来る事から、現在では広く受け入れられています。

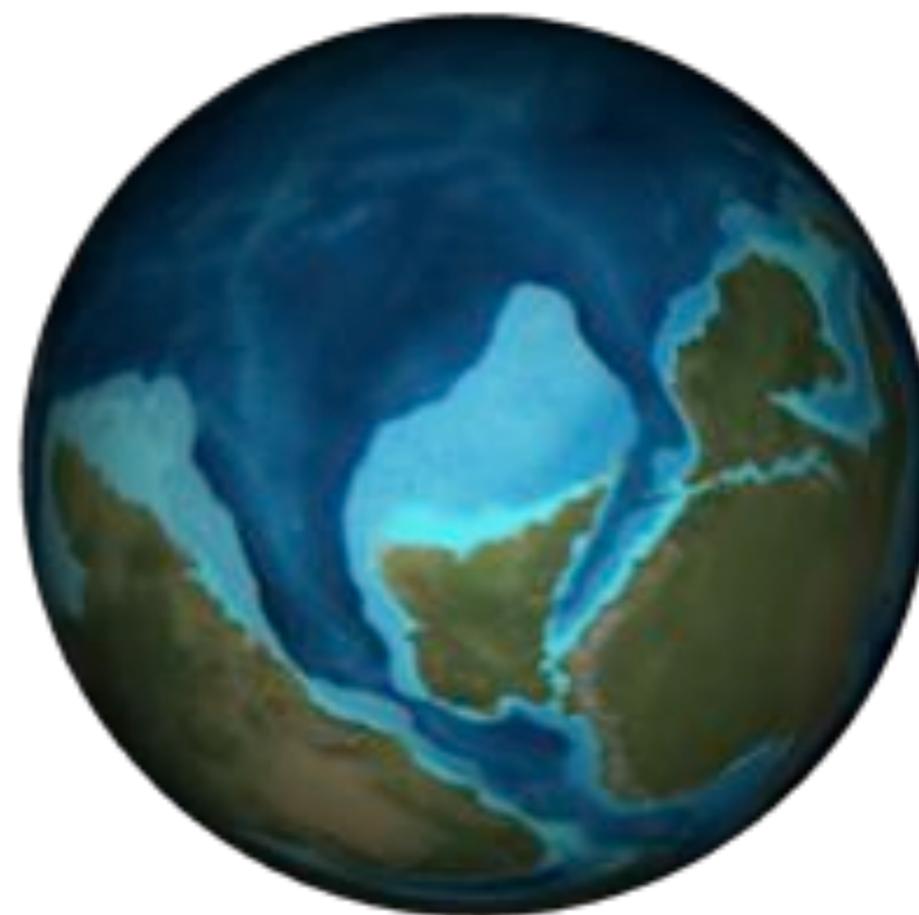
# 大陸の移動

## 6億年前から現在まで

6億年前から現在までの大陸の移動の様子です。Northern Arizona大学のRon Blakey教授が大陸移動や、生物の変化、気候変化等を考慮して作成した画像です。

地球の歴史で、どんな時代になにかがあった？ (26枚の画像)

1. **先カンブリア時代** 後期 (6億年前) 複雑な多細胞生物の出現。スノーボールアース化か。(46億年前：地球誕生。35億年前：初期のバクテリアの化石。)
2. **先カンブリア時代** 末期 (5.6億年前)
3. **カンブリア紀** 前期 (5.4億年前) 生物の多様化「カンブリア爆発」



コンテンツ名：Dagik\_plate-600Ma-0Ma

作成：Dagik Team

画像枚数：26枚x2 (6億年前から現代まで[間隔不均一]を時間順と時間の逆順に表示)

画像：

画像提供：Northern Arizona大学 Ron Blakey教授

URL：<http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7>

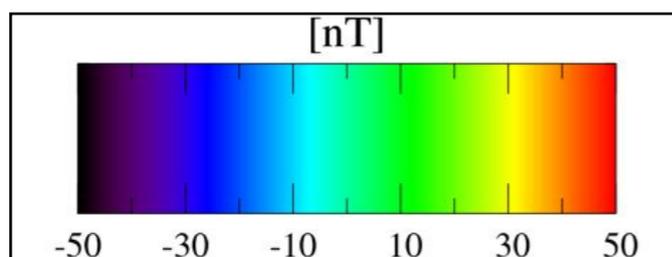
Dagik\_plate-600Ma-0Ma

4. **カンブリア紀** 後期 (5億年前) カンブリア紀末に原始的な三葉虫などの絶滅
5. **オルドビス紀** 中期 (4.7億年前) 筆石 (ふでいし) の繁栄
6. **オルドビス紀** 後期 (4.5億年前) オルドビス紀末に**生物種の90%が絶滅**
7. **シルル紀** (4.3億年前) 昆虫類と陸上植物の出現
8. **デボン紀** 前期 (4億年前) 魚類の多様化「魚類の時代」。森林の発生。
9. **デボン紀** 中期 (3.7億年前) デボン紀後期に脊椎動物が陸上へ。後期中頃に**生物種の80%が絶滅**。
10. **石炭紀** 前期 (3.4億年前) シダ植物が発達、石炭の成因。
11. **石炭紀** 後期 (3億年前) 石炭紀末に数百万年間の氷河期
12. **ペルム紀(二畳紀)** 前期 (2.8億年前) 両生類、爬虫類、単弓類などの多様化
13. **ペルム紀(二畳紀)** 後期 (2.6億年前) 紀末(P-T境界)に**生物種の90%が絶滅**
14. **三畳紀** 中期 (2.4億年前) パンゲア超大陸の分裂開始。
15. **三畳紀** 後期 (2.2億年前) 恐竜の出現。三畳紀末に**生物種の80%が絶滅**

16. **ジュラ紀** 前期 (2億年前) 恐竜、魚竜、首長竜、アンモナイトの繁栄
17. **ジュラ紀** 中期 (1.7億年前) メガロサウルス(恐竜についての最初の論文[1824年]に登場)
18. **ジュラ紀** 後期 (1.5億年前) 始祖鳥の出現。アロサウルス。ブラキオサウルス。
19. **白亜紀** 前期 (1.2億年前) タンバリュウ。イグアノドン。
20. **白亜紀** 前期 (1.05億年前) 被子植物の出現。フクイサウルス。
21. **白亜紀** 後期 (9千万年前) 魚竜の絶滅。フタバズキリュウ。プテラノドン。
22. **白亜紀** 後期/暁新世 (6千5百万年前) ティラノサウルス。トリケラトプス。 白亜紀末(K-T境界)に**生物種の70%が絶滅**、恐竜とアンモナイトも絶滅。
23. **始新世** (5千万年前) ほ乳類の多様化。現在のほ乳類の主要な目(もく)が出揃う。
24. **漸新世** (3千5百万年前) アルプス造山運動。
25. **中新世** (2千万年前) 日本海の形成。
26. 現在

リスト作成協力：東京学芸大学 佐藤たまき准教授

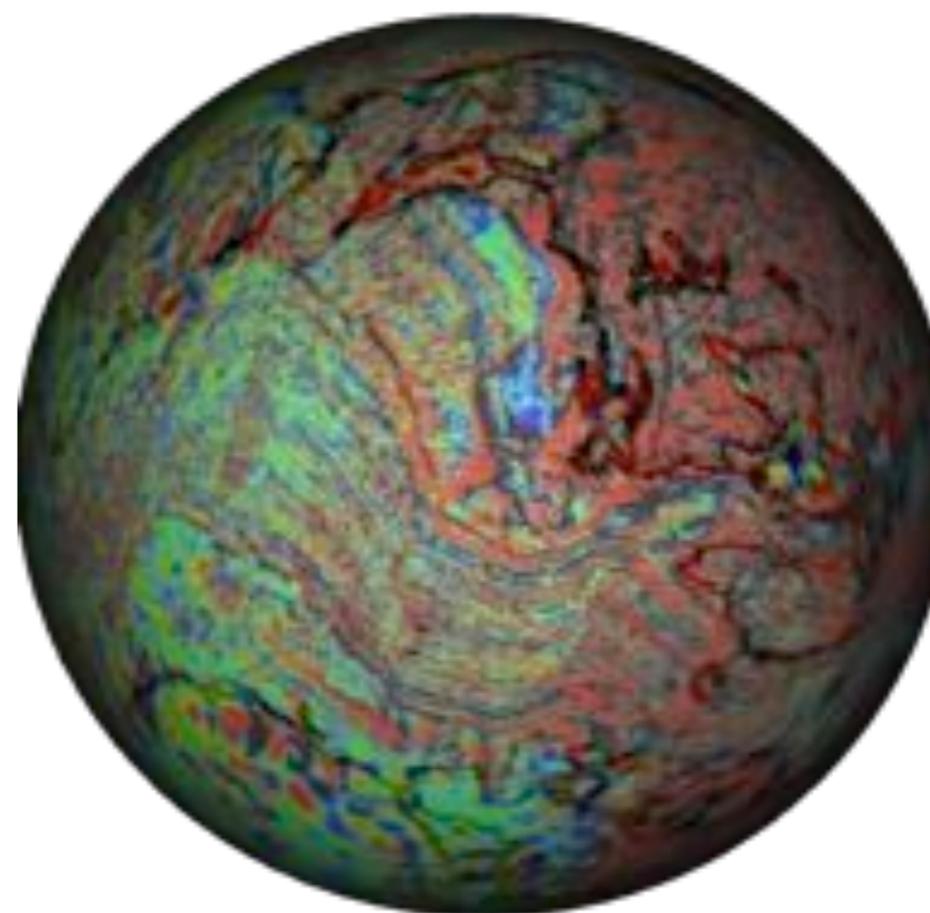
# 地磁気異常の分布



観測データを基にした地磁気異常の分布（World Digital Magnetic Anomaly Map 2007）です。

## 地磁気って？

地球は大きな磁石になっています。磁石が引っ張る力を起こすものを磁場（磁界）と言い、地球の磁場を地磁気と呼びます。方位磁石は地磁気に引かれてN極が北を向くようになっていて、何の目印がない海でも方角が分かる事から陸地から離れて遠くまで船で行けるようになり大航海時代を可能にしました。



コンテンツ名：Dagik\_WDMAM

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：地磁気異常の分布（World Digital Magnetic Anomaly Map 2007）

データ提供：World Digital Magnetic Anomaly Map 2007

URL：<http://projects.gtk.fi/WDMAM/>

画像作成：Dagik Team

Dagik\_WDMAM

## 地磁気異常ってなに？

地球は大きな磁石ですが、その磁場（地磁気）の強さは場所によって違います。「地球の磁場の強さ」にあるように、一般的には赤道域で弱くて、極域で強く、それに加えて南アメリカ周辺で弱くなっていますが、そのような大規模な変化に加えて、近いところでも強さが違ってきます。この図はそのような狭い範囲での地磁気の変化（地磁気異常）を描いています。

## なんで縞縞になっているの？

海の領域を見るとたくさんの縞縞が見えます。例えば、アフリカと南アメリカの間の大西洋を見ると、アフリカの海岸線に沿った形の縦縞が何本も見えます。これは、海底が広がっているためだと考えられています。「大陸の移動と海洋底の拡大」と「大陸の移動 6億年前から現在まで」に見られるように、海底が広がって大陸が移動しています。この新しい海底が、地殻の下からマグマとして上昇してきて海底として固まる時にそのときの磁場の向きを向いた弱い磁石になります。

そして、しばらく同じ向きの磁場が続いて海底が広がって行きますが、地磁気の逆転が起こると、逆向きの磁石となります。ですので、海底はそのときの地球の磁場を覚えていて、同じ時期に出来た海底は同じ磁場の向きになり、年輪のように縞縞を作っていきます。

## 縞縞から何が分かる？

地磁気の逆転がいつ起こったかは、地上の地層の観測から分かります。世界で最初に地磁気の逆転を発見したのは、京都帝国大学（現在の京都大学）の松山基範の兵庫県の玄武洞での玄武岩（溶岩が固まったもの）の磁場の測定からでした。その逆転の時期と海底の磁気異常の分布を比べる事で、海底が広がっていく速度と方向を知ることが出来ます。

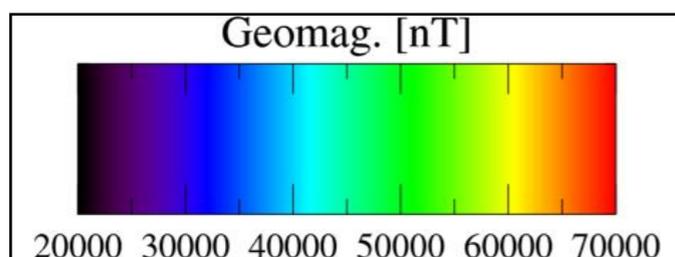
海底の拡大はずっと同じ方向に続くのではなく、急に方向が変わったりします。地磁気異常の縞縞をみると、縞模様が直角に交わったりしている所があり、海底の広がり方が急に変わった事が分かります。

## 関連Webリンク

- 気象庁地磁気観測所による地磁気の解説

[http://www.kakioka-jma.go.jp/knowledge/mg\\_bg.html](http://www.kakioka-jma.go.jp/knowledge/mg_bg.html)

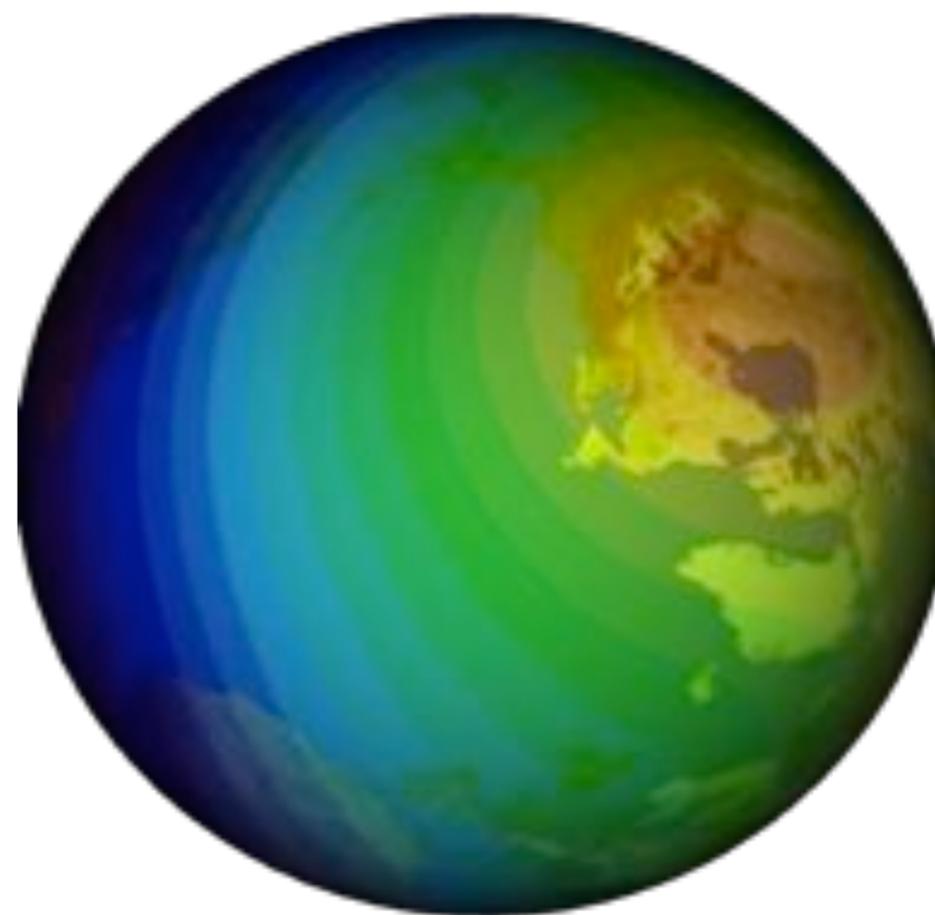
# 地球の磁場の強さ



観測データを基にした地球の磁場（地磁気）モデル（IGRFモデル）による1900年から2020年（予測）までの地球の磁場の強さです。

## 磁場の強さの違い

地球の磁場は場所によって強さが違います。一般的には赤道域で弱くて、極域で強いです。つまり、方位磁石が北を向くのは地球の磁場によって、北



Dagik\_IGRF : 1900年

コンテンツ名：Dagik\_IGRF

作成：Dagik Team

画像枚数：1枚

データ：IGRF-10

データ提供：

URL：

画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

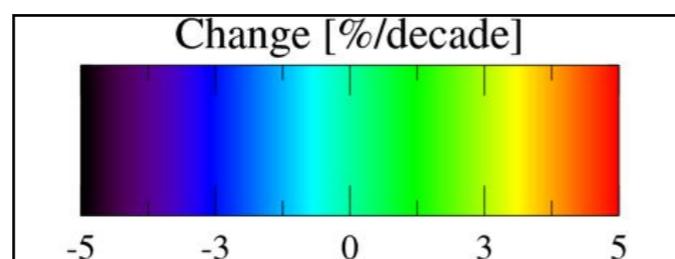
極の方向へ引っ張られるからですが、その力は赤道では弱くて、極域の方が強いです。日本は中間くらいです。

## 南大西洋異常

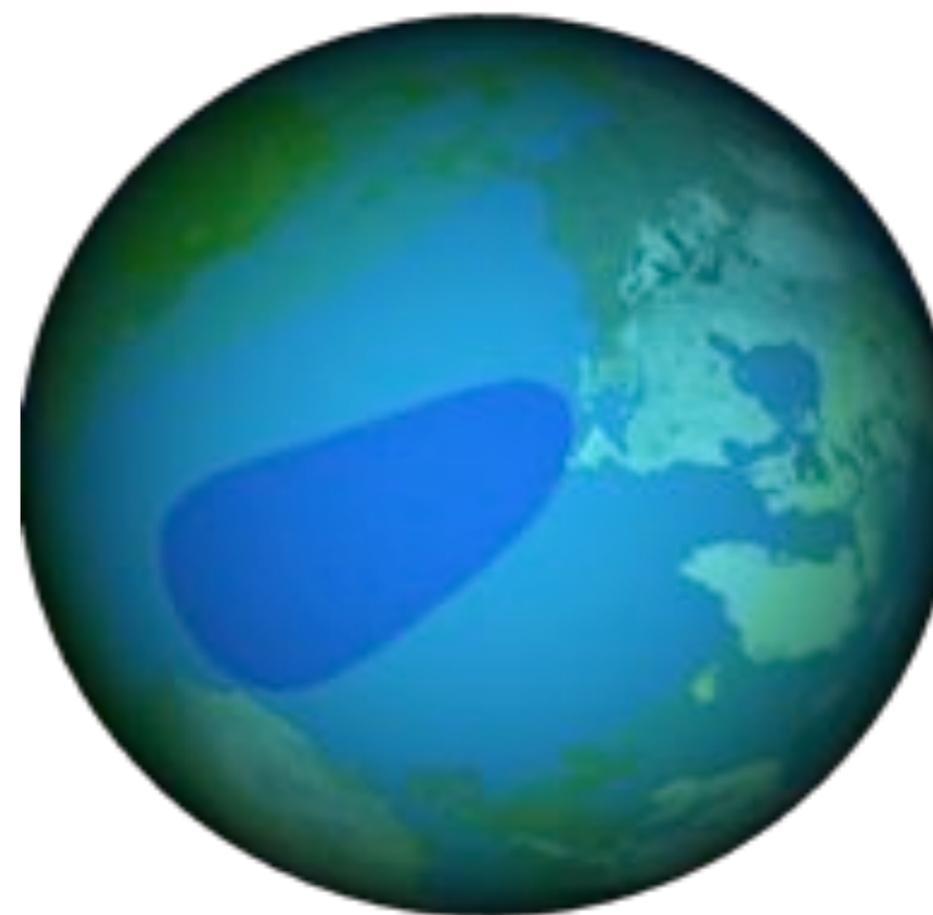
そのような大まかな傾向に加えて、特に弱い所が南アメリカ大陸からその東側の大西洋にかけて広がっています。これはSouth Atlantic Anomaly (南大西洋異常) と呼ばれています。この地球の磁場の弱い所は、人工衛星の故障が起こりやすい場所として知られています。これは、地球の磁場が弱いため、通常は地球の磁場で跳ね返されるエネルギーの高い放射線帯粒子が、人工衛星や国際宇宙ステーションが飛んでいる高度400kmなどの低い高度まで入り込んでくるためと考えられています。

「地球の磁場の強さの変化」にも見られるように、地球の磁場は年々弱くなっていて、このSouth Atlantic Anomaly (南大西洋異常) の領域の磁場もますます弱くなってきています。

# 地球の磁場の強さの変化



観測データを基にした地球の磁場（地磁気）モデル（IGRFモデル）による1900年から2020年（予測）までの地球の磁場の強さの10年間での変化の割合です。



*Dagik\_IGRF\_diff* : 1900年

コンテンツ名 : Dagik\_IGRF\_diff

作成 : Dagik Team

画像枚数 : 1枚

データ : IGRF-10

データ提供 :

URL :

画像作成 : Dagik Team

地表画像 : NASA Blue Marble: Next Generation (海の色は変更)

地表画像提供 : NASA Earth Observatory

URL : <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

## 地磁気が弱くなる

「地球の磁場の強さ」に見られるように、地球の磁場は場所によって強さが違います。一般的には赤道域で弱くて、極域で強いですが、この100年間で地球の磁場はだんだん弱くなってきています。この図で分かるように早い所では10年間で5%程度の磁場が弱くなって行くところもあります。ここ50年間ほどでは南アメリカでの磁場の減り方が大きいです。ただし、すべての場所で同じように弱くなっているのではなく、日本の周辺では磁場はほとんど変化していないなど、複雑な変化をしていて、この仕組みは分かっていません。

## 地磁気は逆転する？

地球の磁場はこれまでも何回も向きを変えています。「地磁気異常の分布」で見られる海底の地磁気の縞模様は約1億年の間に起こった**地球の磁場の逆転**毎に作られています。最近の逆転は78万年前と考えられています。なお、この地球の磁場の逆転を初めて1926年に発見したのは京都帝国大学（現在の京都大学）の松山基範ですが、当時は広く信じられる事はありませんでした。

## このあとはどうなる？

今は、方位磁石のN極が北を向くので、地球の北極にS極がありますが、やがて逆転して、方位磁石のN極が南を向くようになると

予想されます。最近の360万年の間に11回逆転し、最近の逆転から78万年が立っている事からも、今、逆転が起こっても不思議ではありません。しかし、それがいつ起こるのか、どのように起こるのか、入れ替わる時に何が起こるのかは分かっていません。今、弱くなって行く地球の磁場がこのまま弱くなって行くと数百年でゼロになり、逆転して行くと考えられていますが、本当にこのままのスピードで弱くなるのかもまだ謎なのです。

## 関連Webリンク

- 気象庁地磁気観測所による地磁気の解説

[http://www.kakioka-jma.go.jp/knowledge/mg\\_bg.html](http://www.kakioka-jma.go.jp/knowledge/mg_bg.html)

# その他



# 日本最古の地球儀

現存する日本最古の地球儀です。元禄8年(1695年)に**渋川春海**（二世安井算哲）が製作しました。

国立科学博物館所蔵の地球儀を許可を得て、カメラで撮影し、デジタル化しました。実際の地球儀には支える軸があります。画像合成のために色や縮尺等、一部正確ではない所がありますのでご注意ください。

いつ日本に地球儀がもたらされたかははっきりしませんが、**織田信長**が所有していたと言う記録があります。少なくとも織田信長は地球が丸い事を理解していたと想像できます。（ただし、天動説が日本に伝わるのは1770年頃になります。）

渋川春海は、貞観4年（862年）に唐からもたらされてから800年以上使い続けられてきた暦が実際の太陽等の動きからずれているため、暦を新しくする事を提案し、貞享2年（1685年）から使われた貞享暦を作成しまし



コンテンツ名：Dagik\_Shibukawa

作成：Dagik Team

画像枚数：2枚（最古の地球儀と現在の地球の白地図）

画像：国立科学博物館所蔵 渋川春海 作 紙張子製地球儀の撮影画像

画像作成：Dagik Team

*Dagik\_Shibukawa*

た。中国との経度差による**時差の補正**を行い、精度を高めました。

この国立科学博物館所蔵の地球儀は、中国にきたイタリア人宣教師マテオ・リッチが1602年に作成した「坤輿万国全図（こんよばんこくぜんず）」と呼ばれる（平面の）地図をもとにしていると考えられています。地球儀にする事で、経度による時差の違いなどが理解しやすいため作成されたと思われます。

今の地球画像と比べると、オーストラリアがまだ発見されていないため、南極とオーストラリアが繋がった大きな大陸があったり、「**夜人国**」「**女人国**」などがあったり、不思議な所も多いですが、当時の日本においては**最先端の地球**に関する知識の表現でした。

また、渋川春海は**日本独自の星座**の名前も付けています。残念ながら、ここで名付けられた日本独自の星座は現在はほとんど一般に知られていなく、ほとんどの星座は2世紀のローマのプトレマイオスが整理した星座名を中心とした西洋の星座名で呼ばれています。国立科学博物館では、この渋川春海が名付けた星座が記入された渋川春海製作の**天球儀**も所蔵し、ともに国の重要文化財に指定されています。

国立科学博物館による地球儀の解説：<http://www.kahaku.go.jp/userguide/hotnews/theme.php?id=0001276647626142>

文化庁による国指定文化財等データベース：[http://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/maindetails.asp?register\\_id=201&item\\_id=10196](http://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/maindetails.asp?register_id=201&item_id=10196)



国立科学博物館所蔵 渋川春海 作 紙張子製地球儀

# 何がたくさん 取れる国？

「地球の白地図」を使って作ったクイズ形式のコンテンツの一例です。  
色分けで、生産量の世界の上位10カ国を示し、何の生産量かを推定します。2枚目に答えが出てきます。

画像編集ソフトの塗りつぶしツールを使うと国ごとに色を塗るのは簡単にできます。横に出るキャプションはdata/images/screenフォルダにある画像です。

出題ページ：「何の生産量上位10カ国でしょう？ 赤：1位、黄：2-4位、緑：5-7位、青：8-10位」

コンテンツ名：Dagik\_Coffee

作成：Dagik Team

画像枚数：2枚（出題と回答）

データ：

提供：総務省統計局・政策統括官・統計研修所ホームページから転載

URL：<http://www.stat.go.jp/data/index.htm>

画像作成：Dagik Team



Dagik\_Coffee：何がたくさん取れる国？赤：1位、黄：2-4位、緑：5-7位、青：8-10位

# コンテンツ作成用 サンプル

「地球の白地図」と同様に、コンテンツを自作するためのサンプルです。地表画像に緯度経度の線を引いてあります。

Powerpointや画像編集ソフトで書き込み、jpegファイルとして保存し、data/images/mapフォルダにmap\_0.jpg等として保存して、ダジック・アースを実行すると球体上にファイルの番号順に表示されます。

キャプションの画像はdata/images/screenフォルダにscreen\_0.jpg等として保存します。

コンテンツ名：Dagik\_template

作成：Dagik Team

画像枚数：6枚

画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>



*Dagik\_template*

# 地球の白地図

4種類の地球の白地図です。海岸線（大きな湖を含む）、緯度経度線、国境が描かれています。オリジナルコンテンツを作成する場合等にご利用ください。国境線は2002年の物です。

1. 地球表面画像と緯線経線（[「コンテンツ作成用サンプル」](#)と同じ）
2. 海岸線
3. 海岸線と緯線経線
4. 海岸線と緯線経線と国境線

使用例は[「何がたくさん取れる国？」](#)にあります。



コンテンツ名：Dagik\_white\_map

作成：Dagik Team

画像枚数：4枚

画像作成：Dagik Team

地表画像：NASA Blue Marble: Next Generation（海の色は変更）

地表画像提供：NASA Earth Observatory

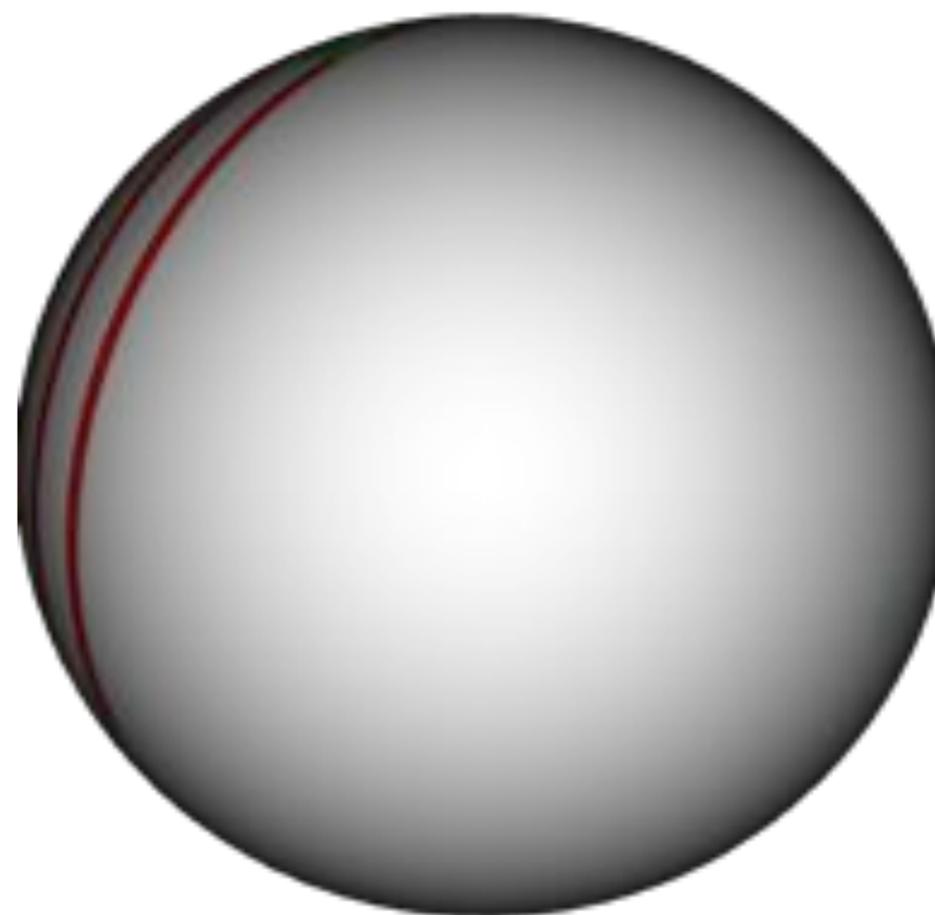
URL：<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>

*Dagik\_white\_map*

# 投影調整用 テストパターン

球形スクリーン投影調整用のテストパターンです。

ダジック・アースの球形スクリーンにPCプロジェクターから投影する時にサイズを合わせるのに使用します。同心円の中心をスクリーンの中心に合わせ、端の赤い円がスクリーンの端にあうように調節します。スクリーンの上に赤い円が2つ見え、少しだけ端がはみ出すくらいが最適な投影になります。



コンテンツ名：Dagik\_test\_pattern  
作成：Dagik Team  
画像枚数：1枚  
画像作成：Dagik Team

*Dagik\_test\_pattern*