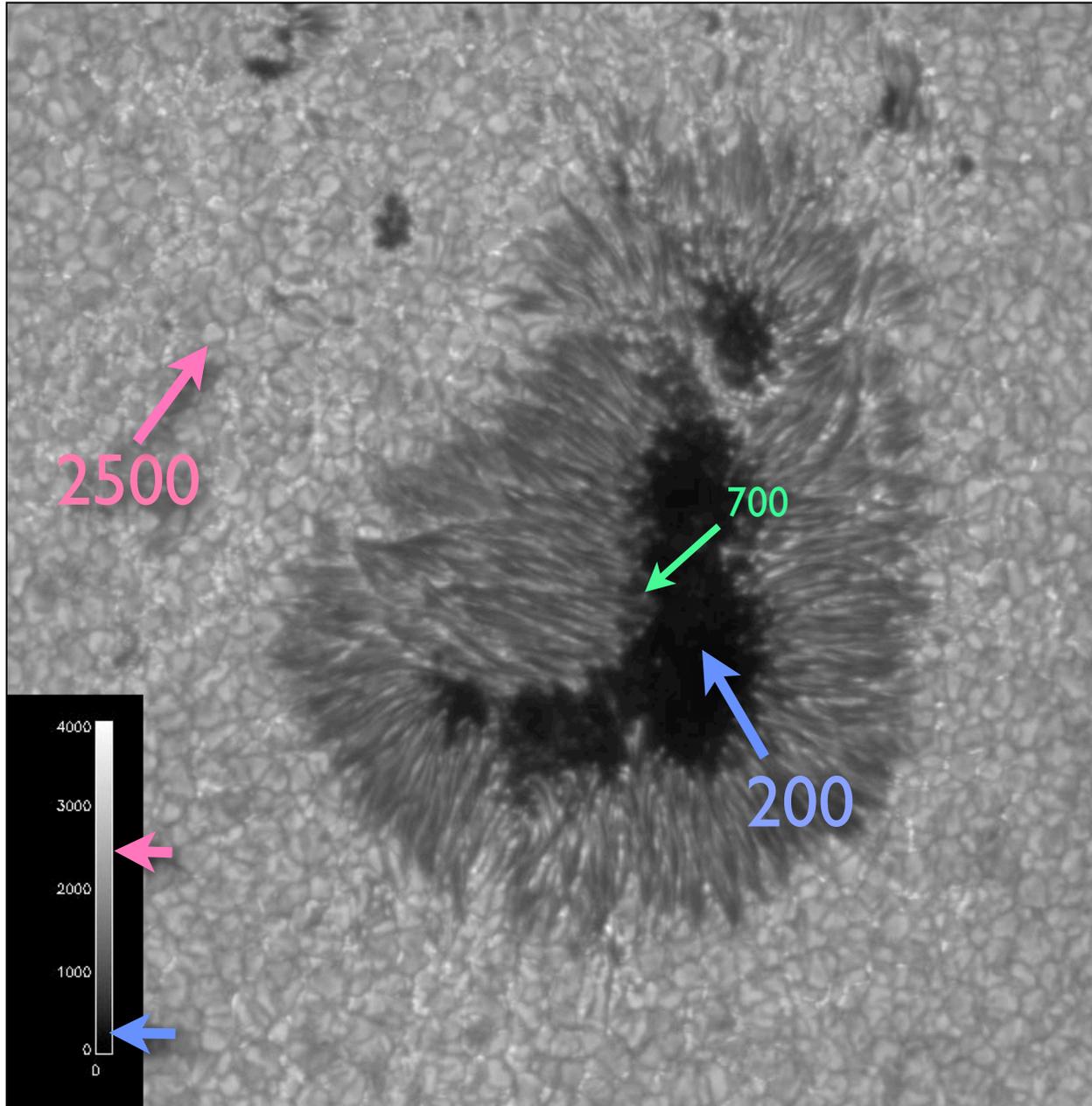


黒点はなぜ黒いのか



明るさは数字で表されます。

黒点中心部の明るさは約 200
一方、周りの粒状斑は約 2,500

この画像で一番明るい点は 3,800
暗い点は 185 です。

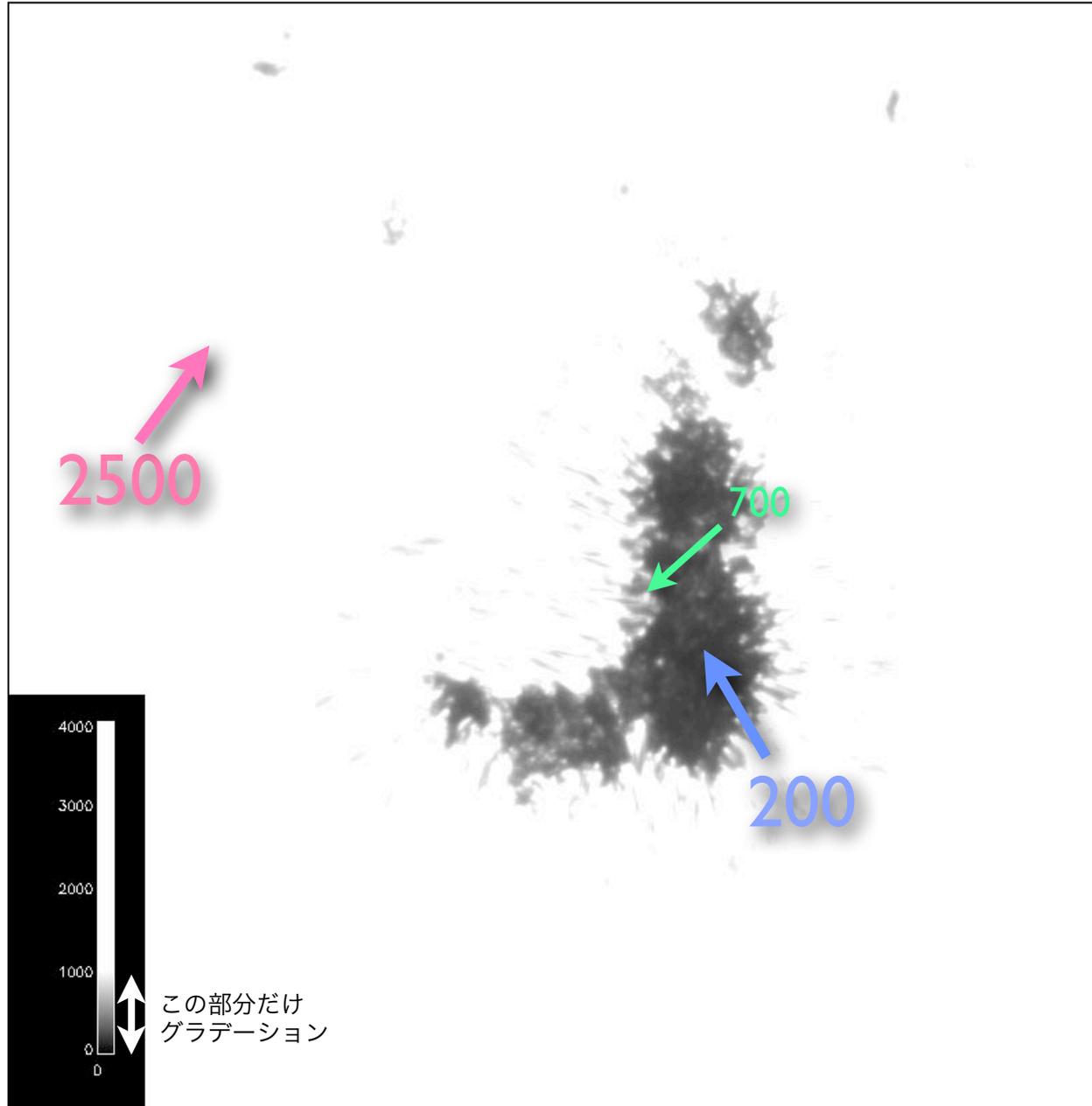
なので、

0 = 真っ黒
4,000 = 真っ白

となるようなグラデーションを
付けると、このような図になり
ます。（左下のスケールバー参照）

3倍暗いと、人間の目にはかなり
暗く見えます。（緑で示した部分）

黒点はなぜ黒いのか



では、スケールバーを変えると見え方はどう変わるか

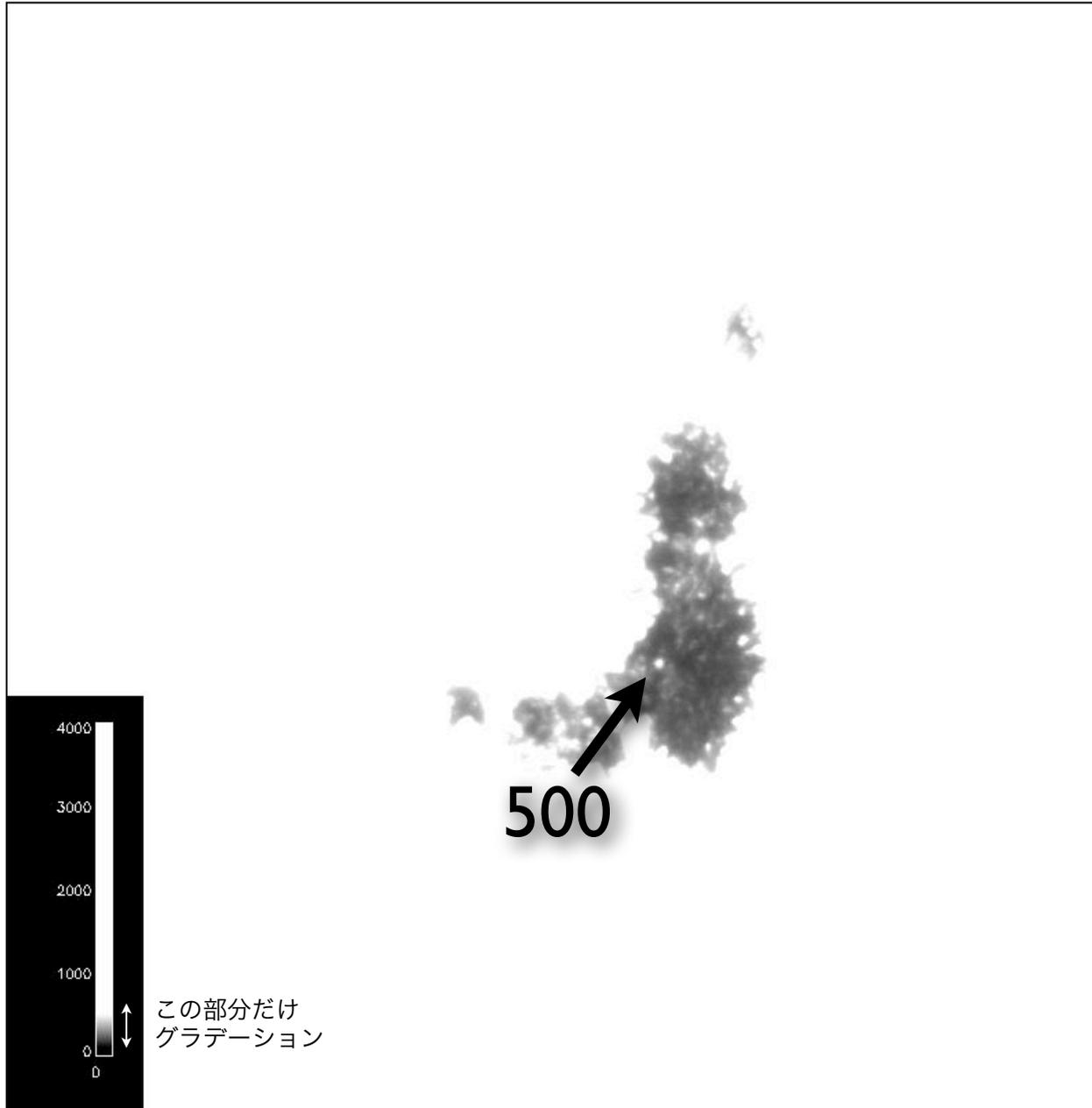
最大を 1,000、最小を 0 として表示しました。

この時、1,000以上の値は真っ白で表示されます。

黒点外側の粒状斑はほとんど全て 1,000 以上なので真っ白になります。

一方、黒点内側の黒一色だった部分にも点々とした構造が見えてきます。

黒点はなぜ黒いのか



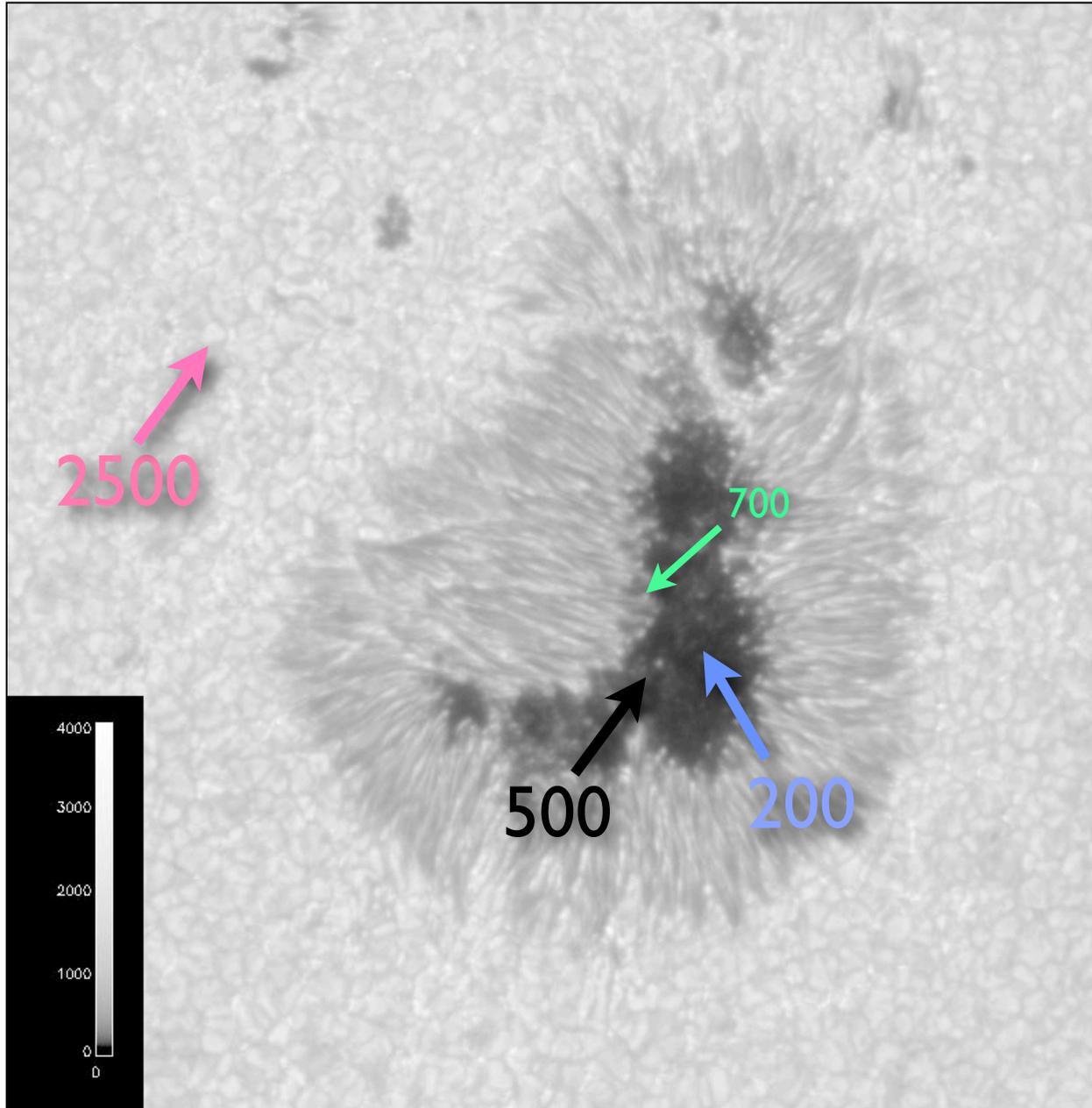
さらに狭めます。

最大を 500、最小を 100 として
表示しました。

黒点内部にも輝点が見られます。
しかし、明るさはせいぜい 500
です。

粒状斑に比べれば 3倍以上くらい
なので、同時に表示するのは難し
い。

黒点はなぜ黒いのか



でも、暗いところと明るいところを同時に見たいこともあります。

そういうときは対数 (log) 表示にします。(1ページ目のスケールバーと比較すると違いがわかる)

対数にすると、明るい部分が抑えられ、相対的に暗い部分が見やすくなります。

ただし、明るい部分のコントラストが落ちる。

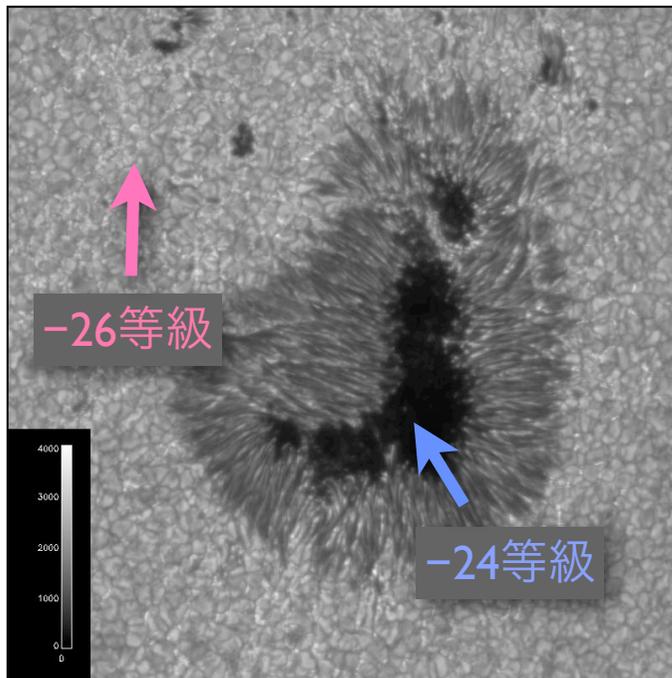
黒点はなぜ黒いのか

どれくらい暗いかという話。

一般に使われる「等級」「等星」は、1ごとに明るさが約 2.5倍変わります。
1等星は 2等星より 2.5倍明るい。

太陽は -26等級です。

これは粒状斑の部分のことですので、それより 10倍暗い黒点内部は約 2等級暗いということになります。
つまり、-24等級。



ちなみに、満月は -12等級です。
ということは、黒点内部は満月よりも
60,000倍も明るいんですね。

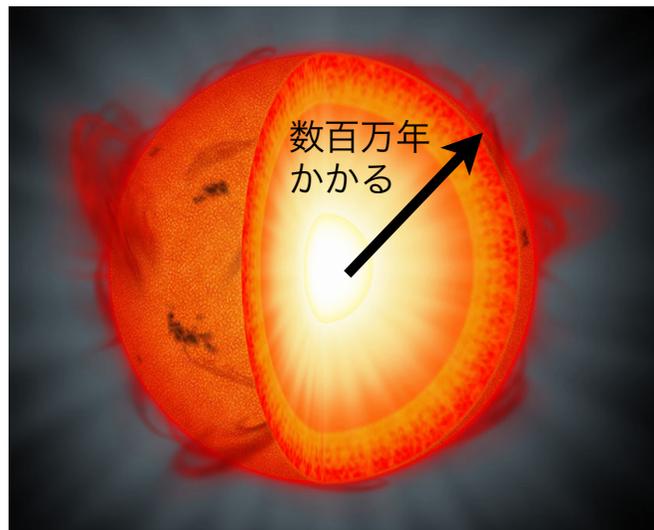
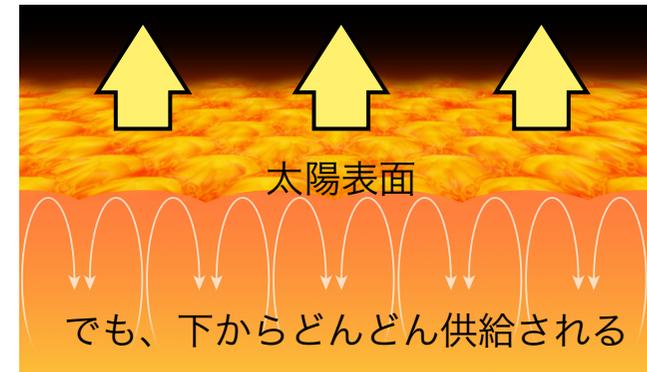
黒点はなぜ黒いのか

じゃあ、そもそも何で暗いのか？

太陽中心の核融合反応で作られた熱は数百年かけて太陽表面にやってきます。

太陽表面で熱は宇宙空間にどんどん逃げます。ちょうど、できたてのラーメンが湯気とともにどんどん冷えていく感じです。

表面でどんどん冷える



そのままと0度まで冷えるわけですが、内側からは熱がどんどん来るので、表面で冷えたガスと下からの熱いガスが入れ替わります。

これを対流と言います。太陽面に見える粒々はその対流で、粒状斑と呼ばれます。

太陽全面を500万個の粒状斑が覆っています。

ということで、粒状斑のある場所では、表面温度が約6,000度に保たれるのです。

黒点はなぜ黒いのか

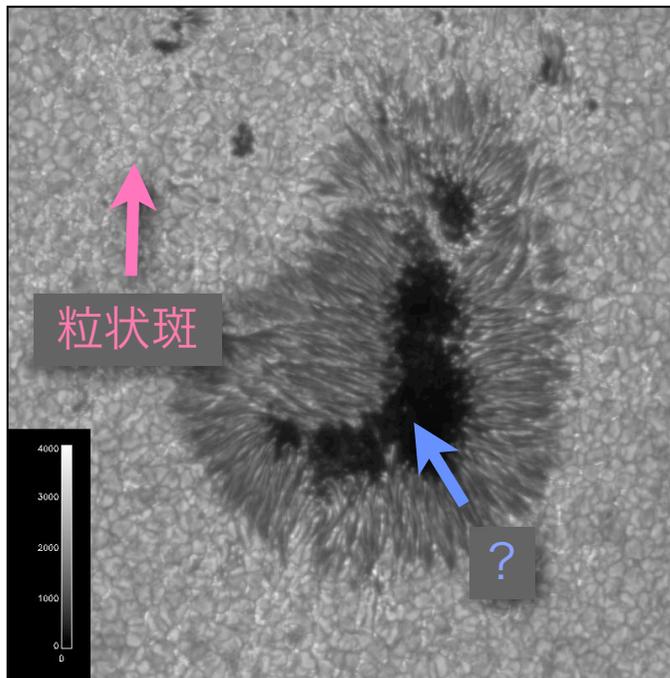
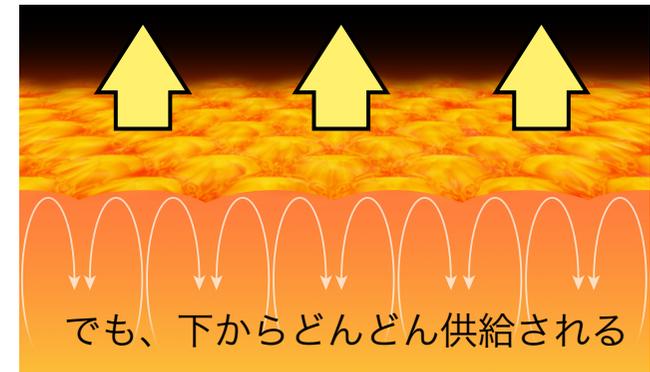
でも、太陽には粒状斑が見えない場所があります。

それが黒点。

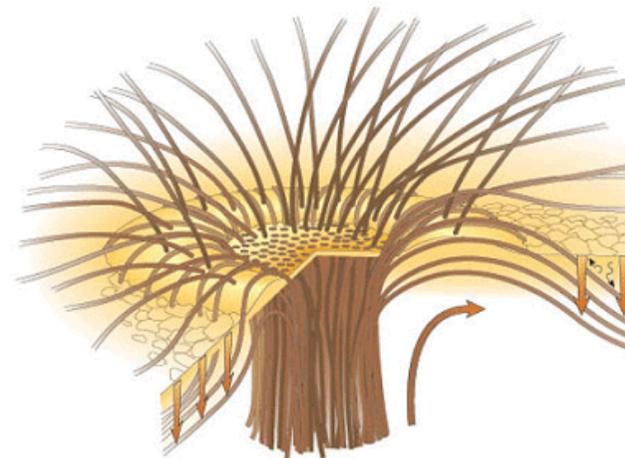
黒点は強い磁場の集まりです。

けど、磁場って何？

表面でどんどん冷える



細いゴムホースが「磁場」と思ってください。
黒点はそんなゴムホースを数千本集めて束ねたものです。

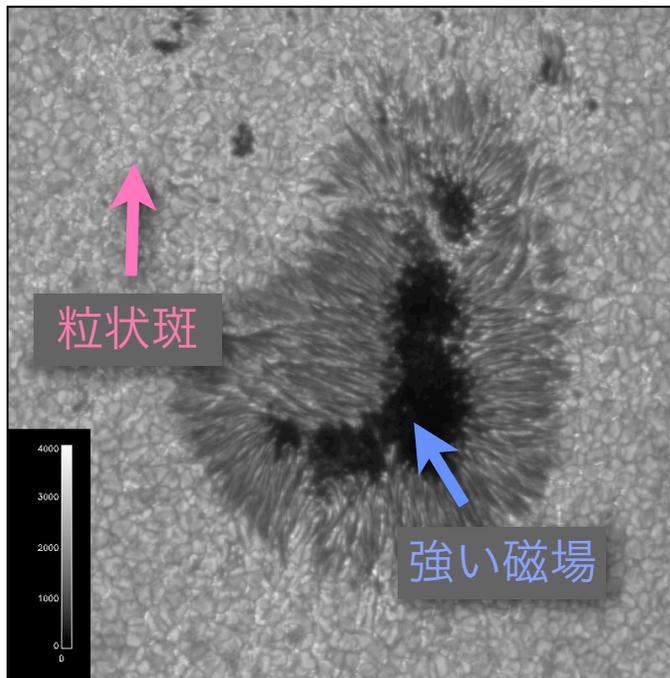
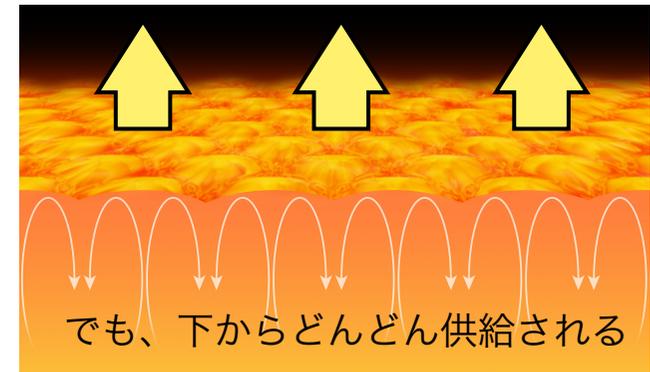


黒点はなぜ黒いのか

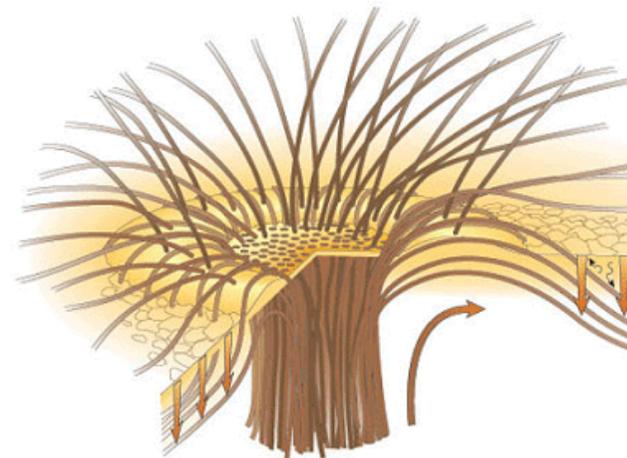
ゴムホースはその内部にしか水を通しません。
言い換えると、水の通り道を決めます。

磁場とガスも同様の関係にあり、
磁場があるとガスはその方向にしか動けなくなります。

表面でどんどん冷える



太陽表面は一律にどんどん冷えるのですが、
黒点では磁場があるために、
冷たいガスが下からの熱いガスと
入れ替わることができません。

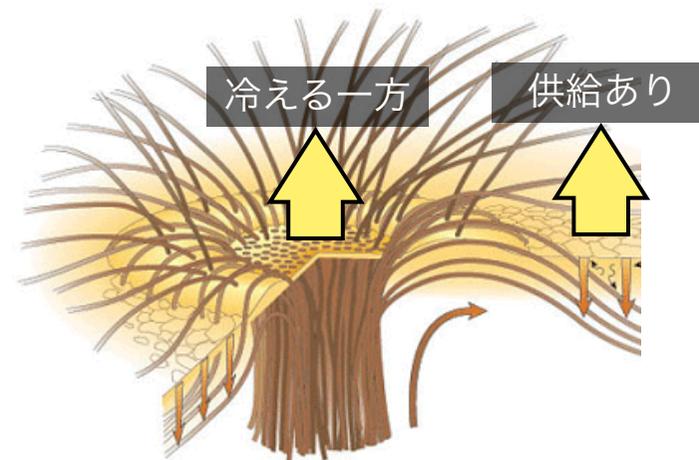
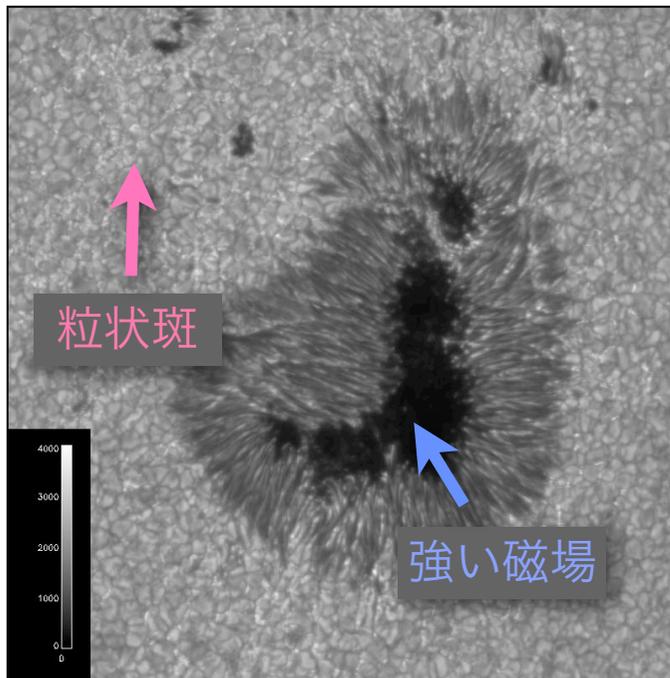
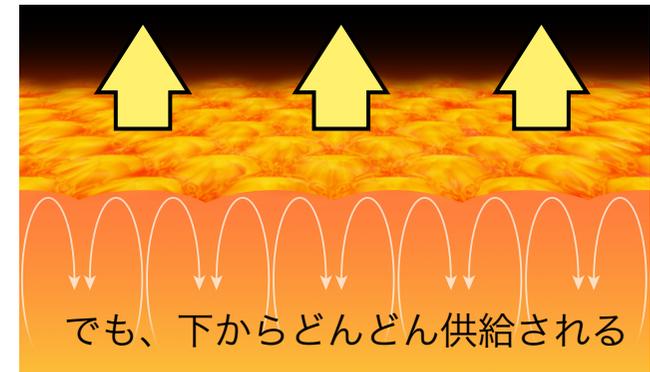


黒点はなぜ黒いのか

そうすると、黒点のあるところだけどんどん冷えます。
黒点の周りは粒状斑によってどんどん熱が供給されます。

このようにして、相対的に冷たくなってきます。
でも、0度になることはなくて、
せいぜい4,000度くらいまでです。

表面でどんどん冷える

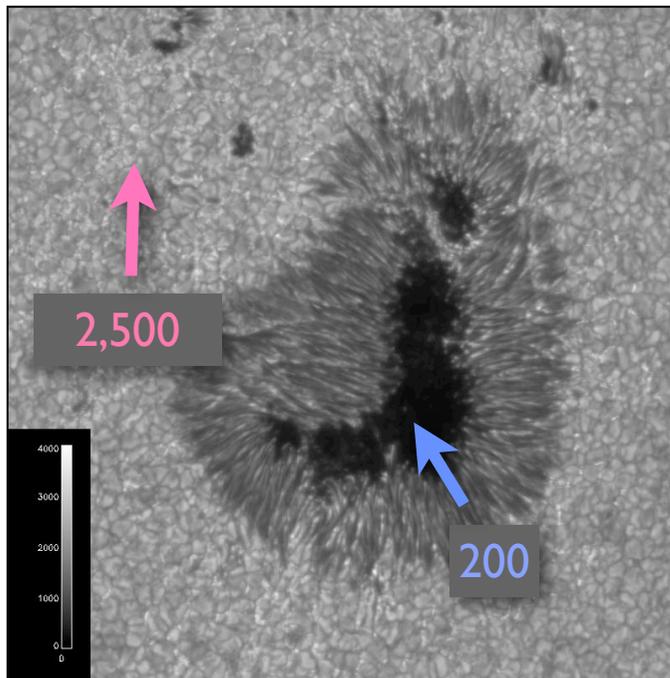
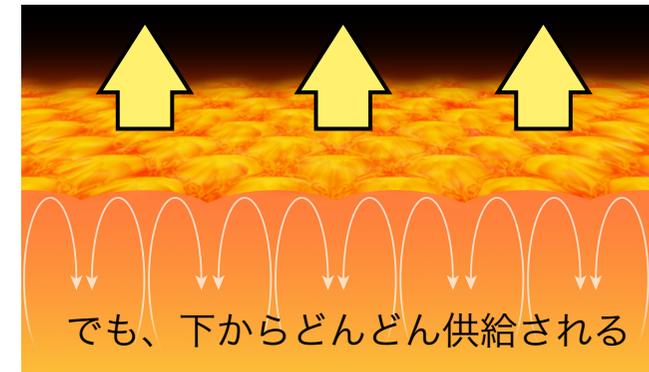


黒点はなぜ黒いのか

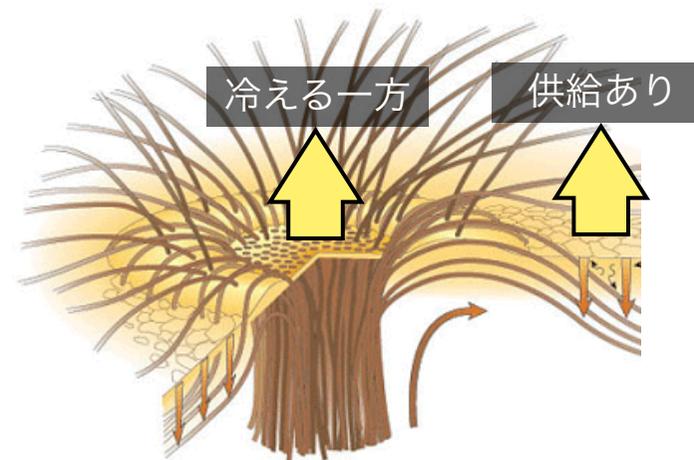
明るさは温度の4乗に比例するという関係があって、そうすると、6,000度と4,000度では5倍～10倍程度の明るさの違いが出ます。

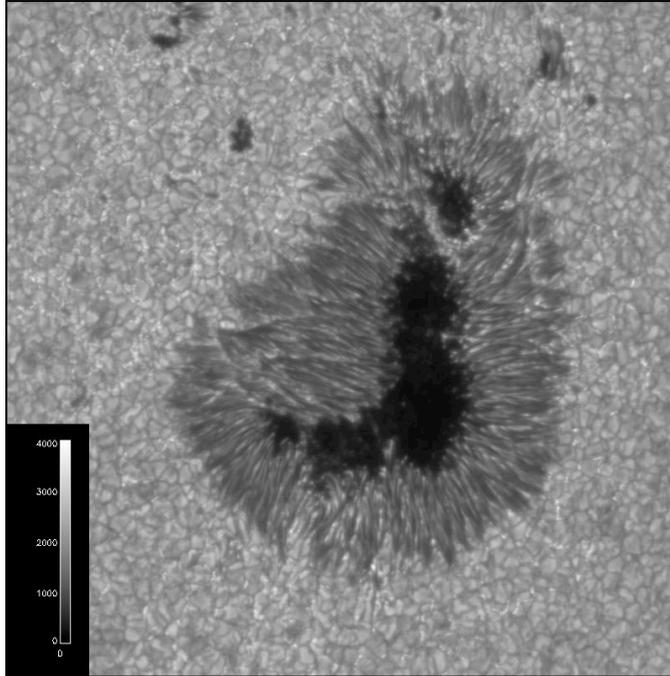
ちょうど、1ページ目に書いた明るさの値と同じですね。
(2,500 と 200)

表面でどんどん冷える



おわかりいただけましたか？





太陽観測衛星「ひので」撮影

形が日本っぽいので
「日本黒点」
と呼んでいます。

動画で見ると とうにょうによ 動きますよ。

岡本文典（おかもとじょうてん）

ひのが撮った粒状斑（グラニュール）や黒点の動画はこちらに：
<http://hinode.nao.ac.jp/~joten/hinodemovie/hinodemovie.html>