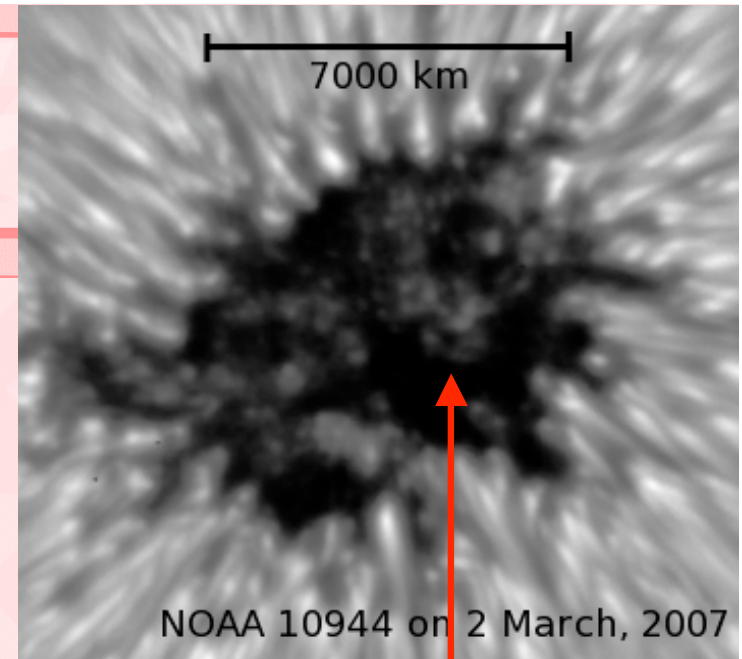


Umbral dotの統計解析と 黒点内部における明るさの長期変動

○渡邊皓子、北井礼三郎、柴田一成、一本潔
(京都大学)、勝川行雄(国立天文台)

Motivation

- ▶ 強い磁場中では、対流は抑制される → 黒点が暗い理由
- ▶ 黒点内部でも、微小なcell中での対流が存在
→ Umbral dot
- ▶ 黒点の明るさを説明するには、radiative energyだけでは不足 → convectionが必要
- ▶ seeingや夜の邪魔が入らないスペース (Hinode衛星)からのデータを用いて、*umbral dot*の物理パラメータを正確に求める



Observation

連続光と磁場データを3日
続けて撮影

Mar 2, 2007

Green continuum 3 hours
SP Normal map

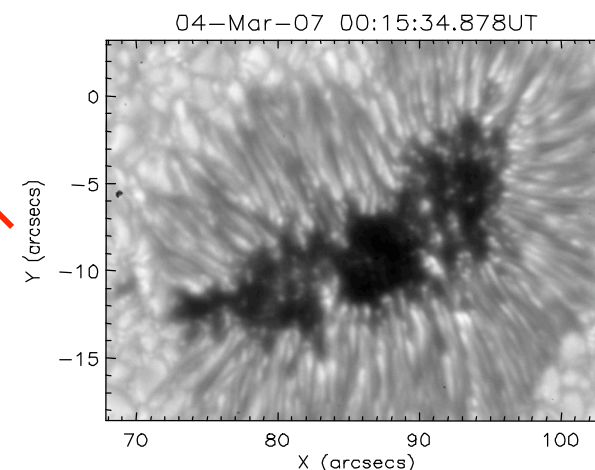
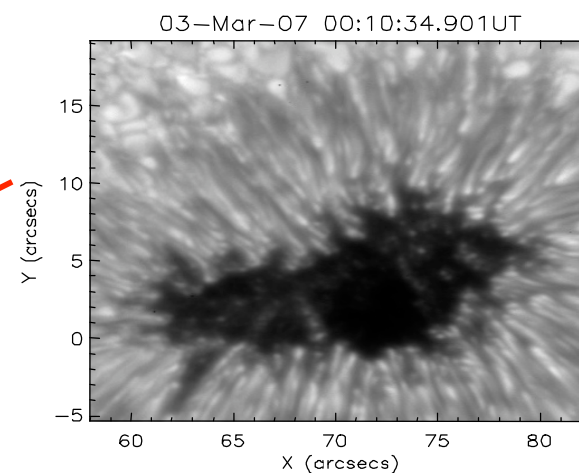
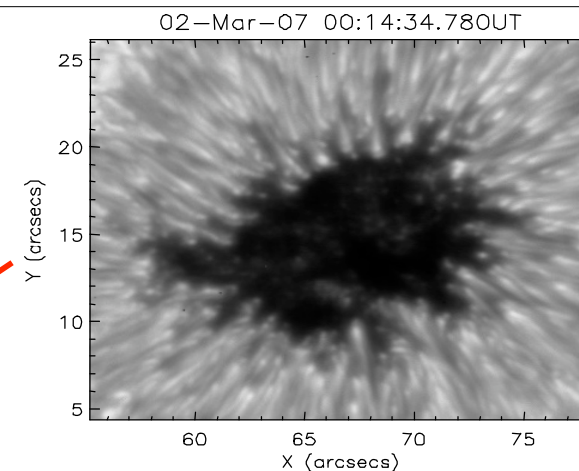
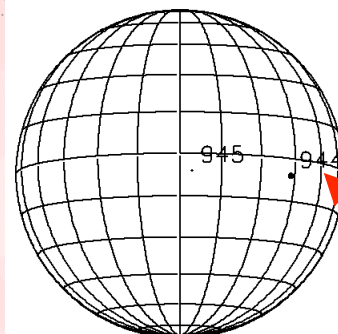
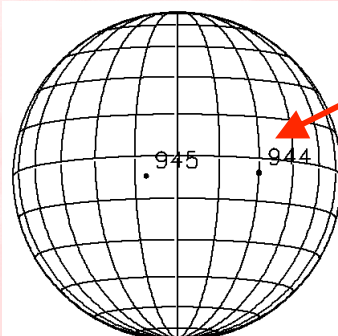
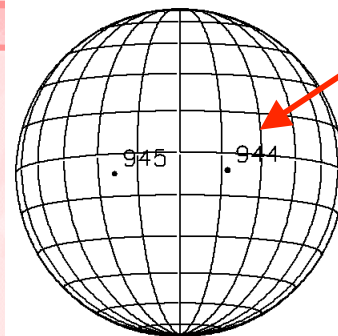
Mar 3, 2007

Green continuum 3 hours
SP Normal map

Mar 4, 2007

Green&Blue conti. 3 hours
SP Normal map

右の3つの図は、黒点を真上から見た図に変換して
あります

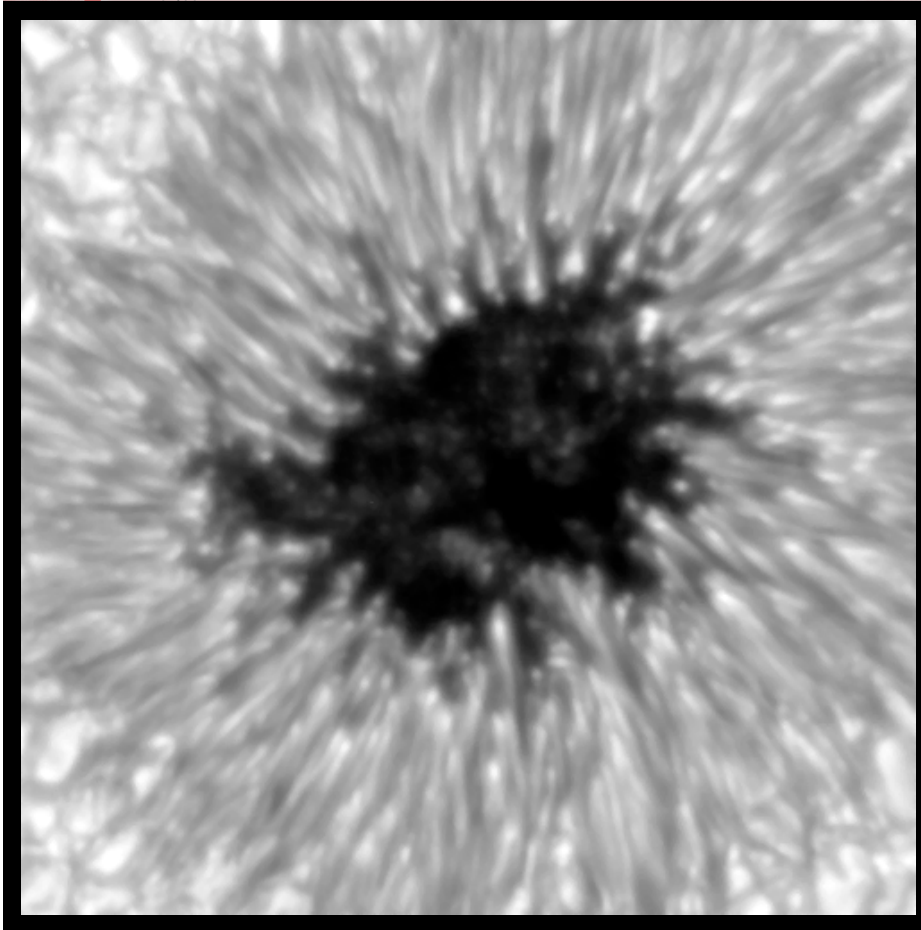


Contents

1. Green continuumでサイズ、寿命、固有運動
2. Green/Blue continuumで温度
3. Spectro-Polarimeterで
磁場強度、磁場の向き、視線速度
4. Green continuum (3 hours)で
振動解析

1.Green continuumでサイズ、寿命、固有運動

NOAA 10944 at (S6°, W17°)



10,000km

2-Mar-2007 green continuum

- ▶ サイズ
 - ▶ 平均300 km
- ▶ 寿命
 - ▶ 15分を中心としたガウス分布
- ▶ 固有運動
 - ▶ Central... 固有運動なし
 - ▶ Peripheral... 800m/sで黒点中心方向

過去の研究との比較

サイズ: ほぼ同じ (分解能以下も存在)

寿命: 1980年代一約40分

1990年以降一15分

固有運動: ほぼ同じ

JPGU 2008

2.Blue/Green continuumで温度解析

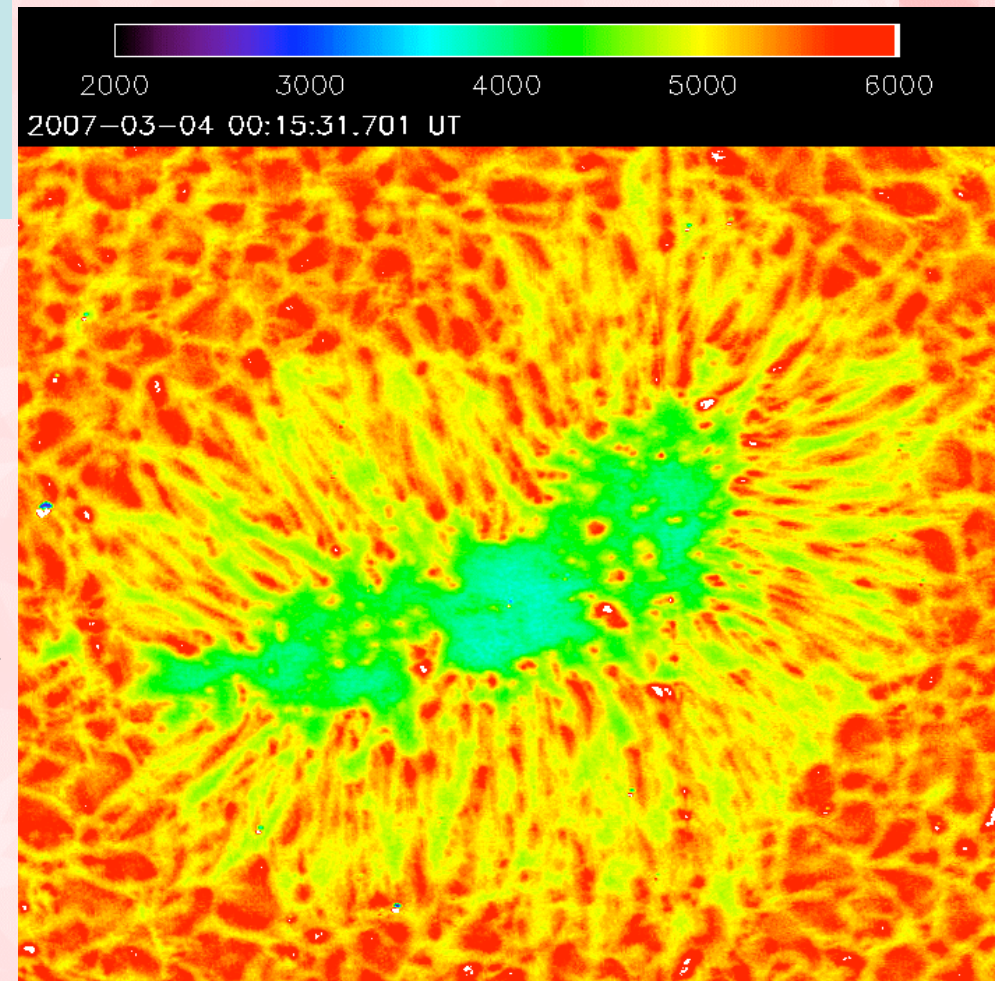
黒体輻射 (Planck分布) を仮定し、blue/green continuumより温度を求める

- ▶ Dark core : 3800K
- ▶ Light bridge : 4300K
- ▶ Umbral dots
 - ▶ Central : ~4600K
 - ▶ Peripheral : ~5460K

400K温度が上がる



1.1倍intensityが上がる



10,000km

JPGU 2008

3. Spectro-Polarimeterで磁場強度、磁場の向き、視線速度 — center-to-limb variation —

- ▶ umbral dotと周囲での物理量の差($\Delta B, \Delta i, \Delta v$)が、日経つにつれて特徴が変化する

	02 Mar	03 Mar	04 Mar	average
Field Strength (Gauss) ΔB	-36.6 弱 ←	-6.94	5.60 → 強	-12
Field Inclination (degree) Δi	0.933 水平 ←	0.660	-0.19 → 垂直	0.5
Doppler Velocity (m/s) Δv ※一符号は上昇流	-51.4 速 ←	-31.1	-12.0 → 遅	-32

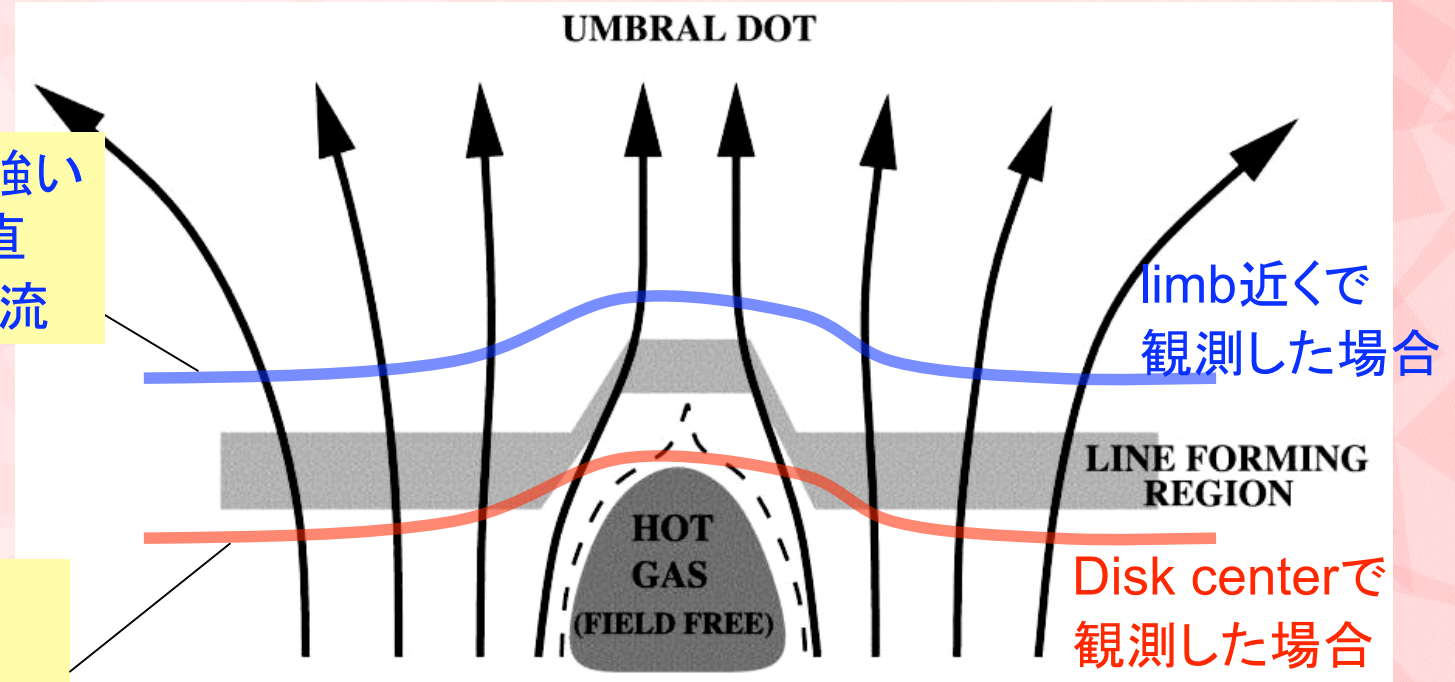
- ▶ 黒点がlimbに近づくにつれて、Fe 6302.5nmのline formation heightが高くなるため？

$\cos\theta = 0.95$ (02 Mar), 0.86 (03 Mar), 0.72 (04 Mar)

3. Spectro-Polarimeterで磁場強度、磁場の向き、視線速度

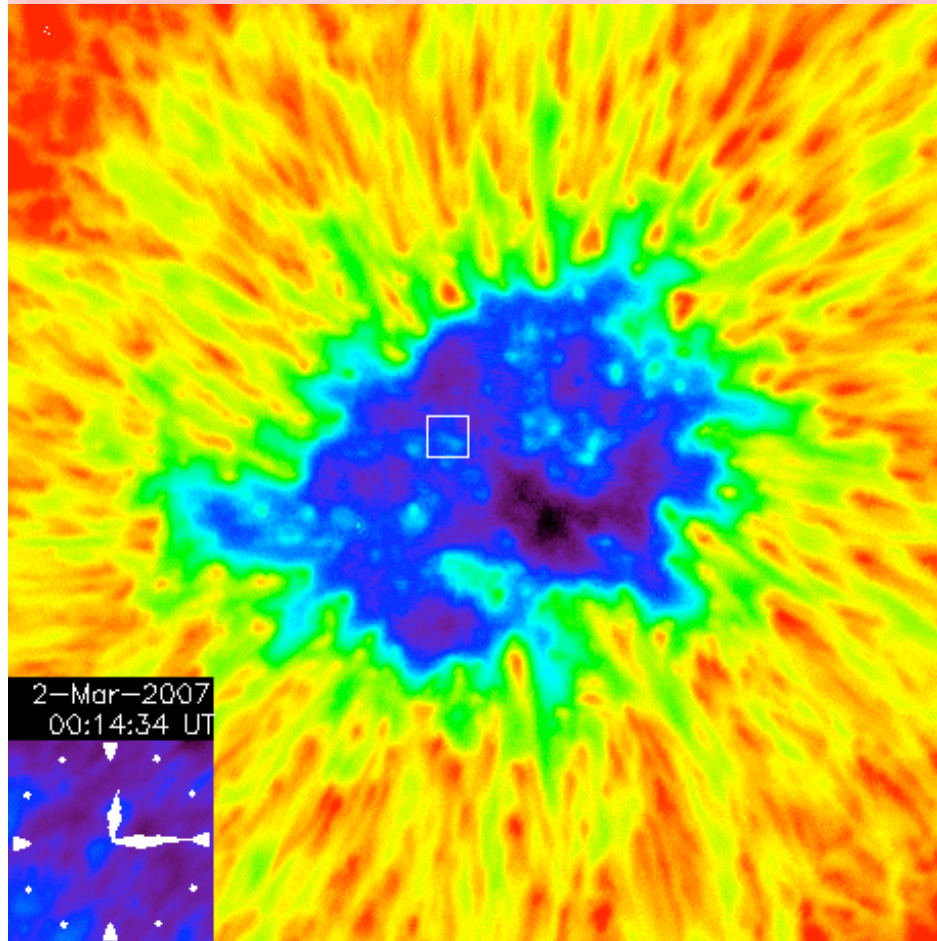
磁場強度: 同じor強い
傾き角: 同じor垂直
速度場: 遅い上昇流

磁場強度: 弱い
傾き角: 水平
速度場: 速い上昇流

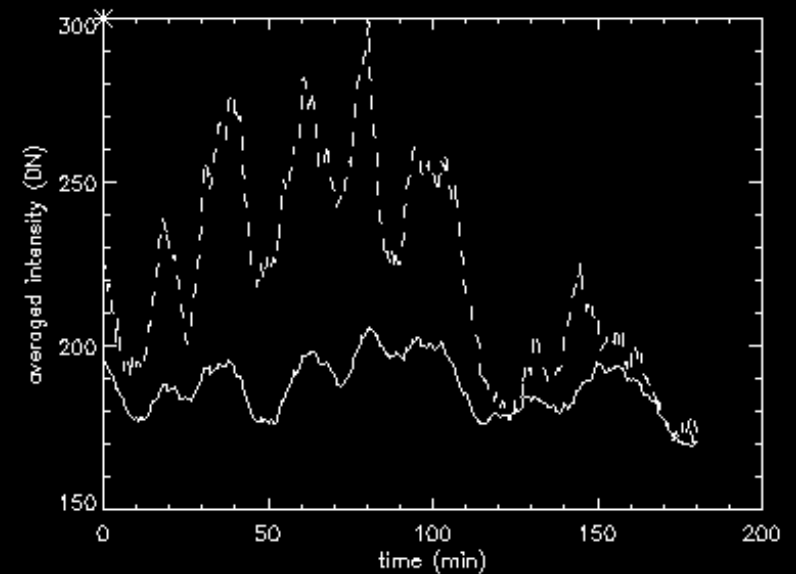


Cusp型磁場構造の証拠

4.Green continuum (3 hours)で振動解析



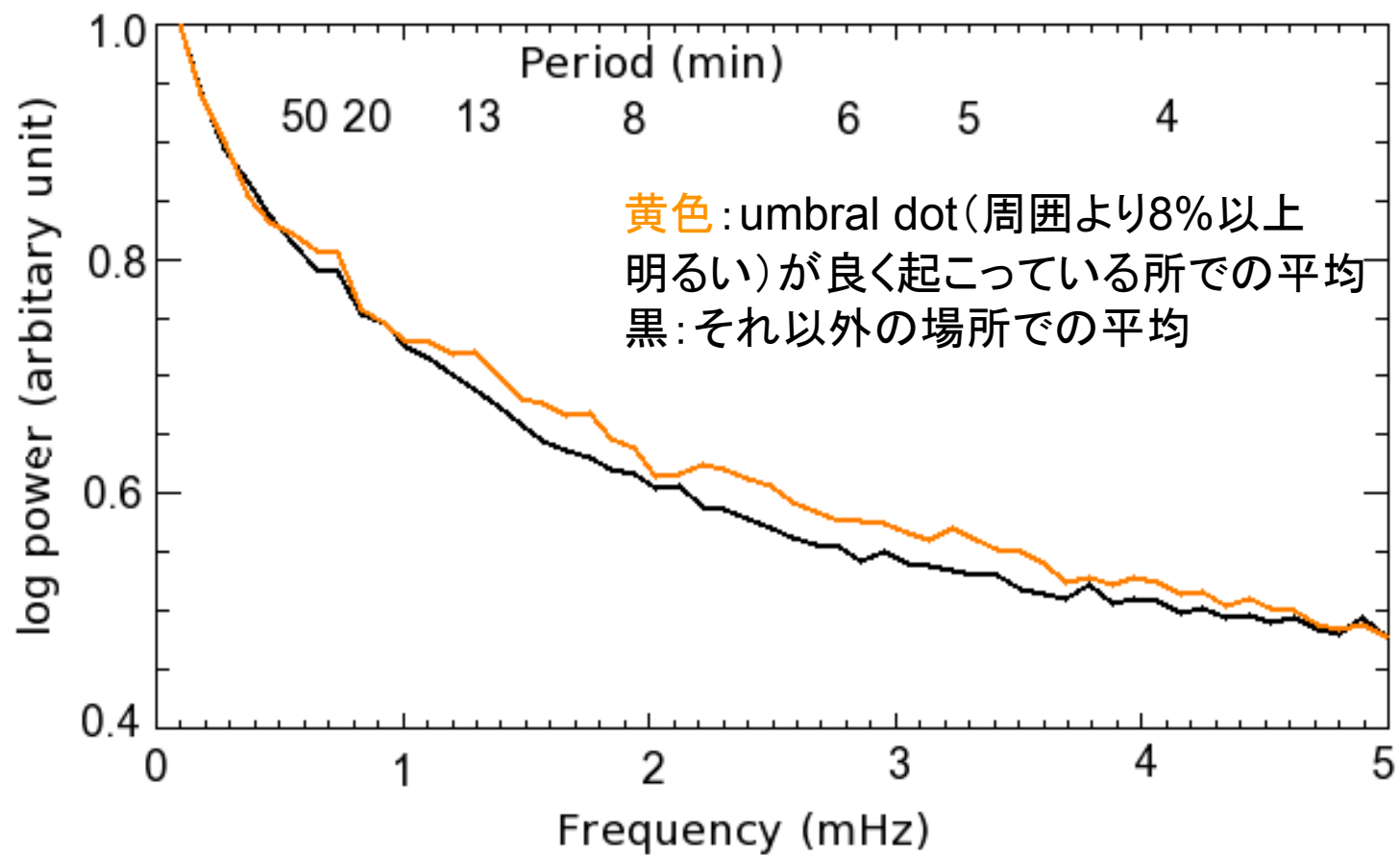
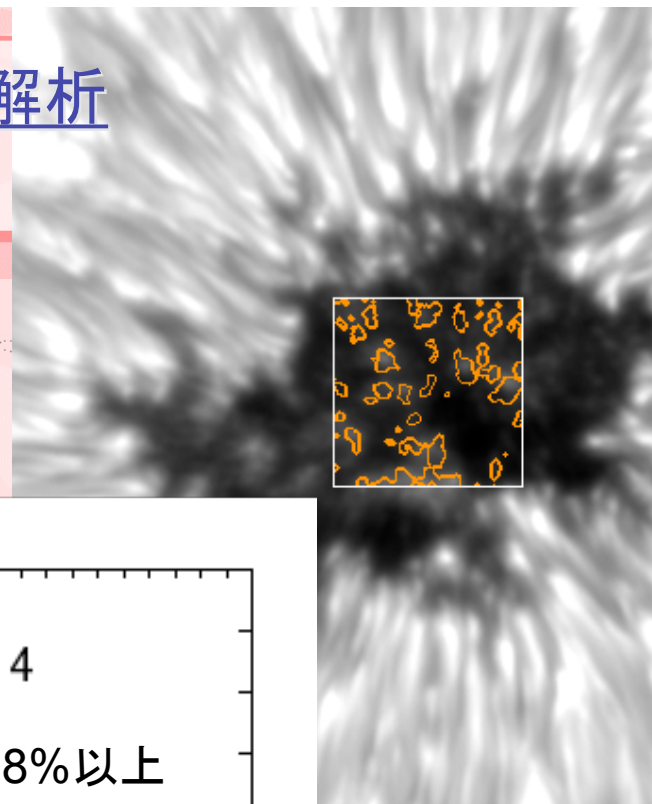
実線: 四角で囲んでいる所全体の平均intensity
破線: umbral dotのintensity



左図の四角で囲んでいる
所の拡大

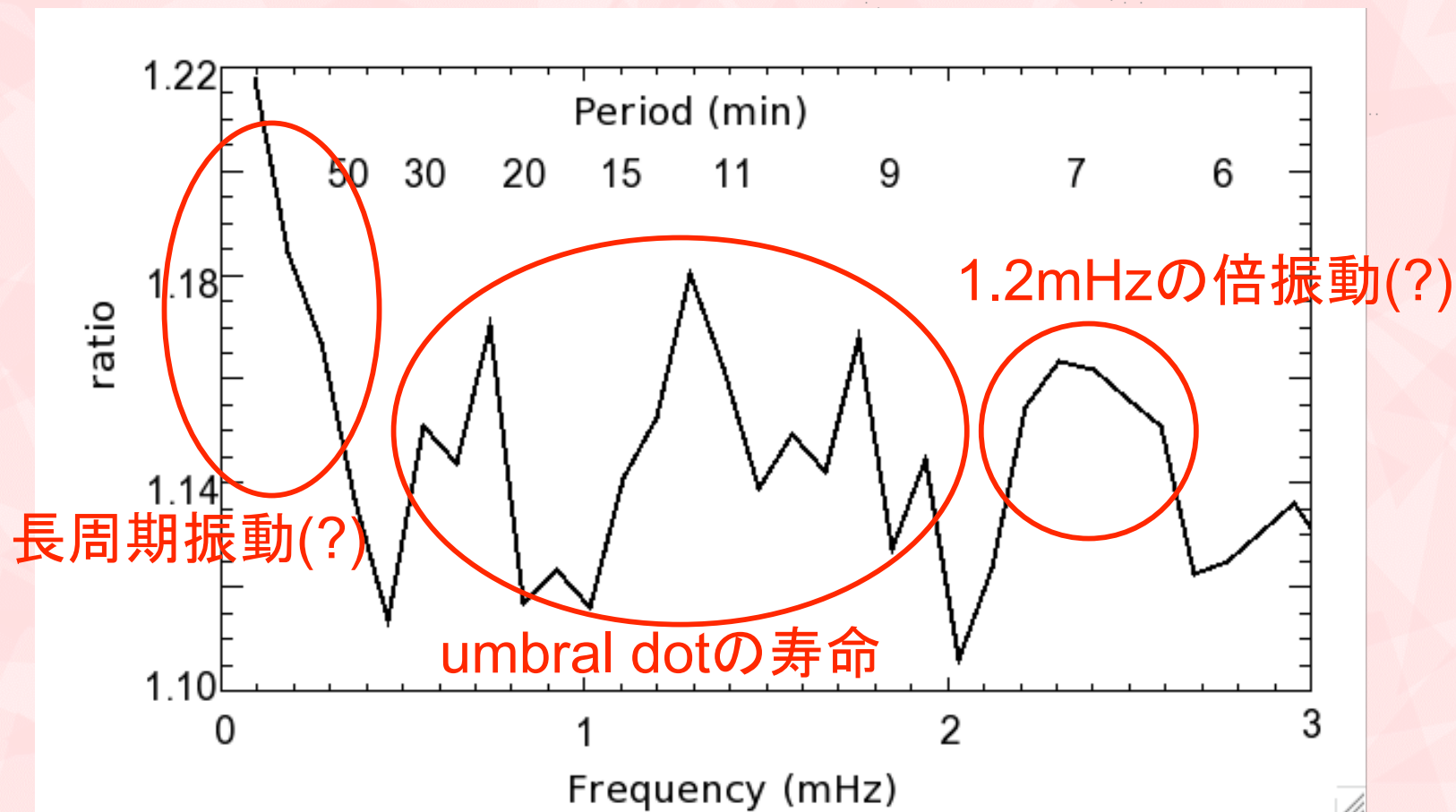
位置合わせした黒点の各pixelの時間変化をフーリエ変換し、
パワースペクトルを求める

4. Green continuum (3 hours)で振動解析 ーパワースペクトルー



4. Green continuum (3 hours)で振動解析 ーパワースペクトルー

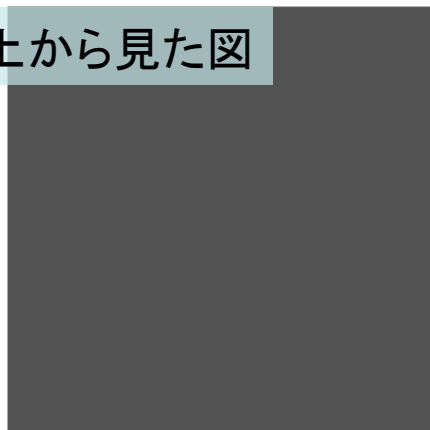
(umbral dotのパワー) / (それ以外のパワー)



長周期振動を検出するには、データの期間が短い？ (3時間)

Discussion

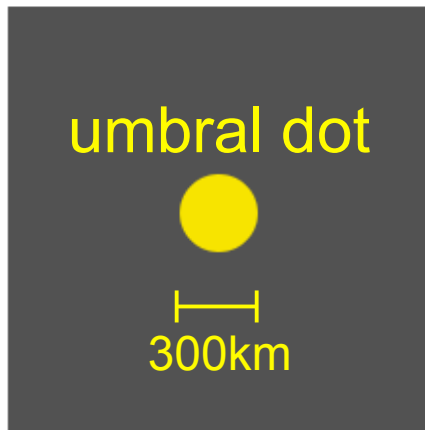
上から見た図



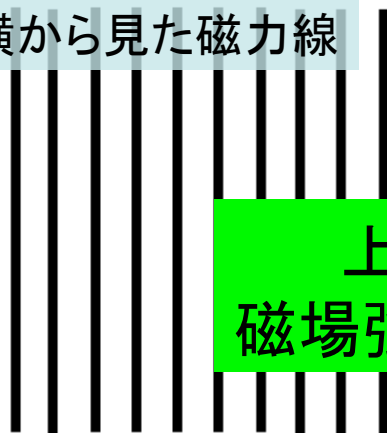
umbral dot



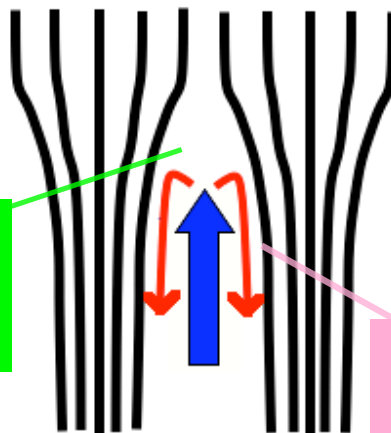
300km



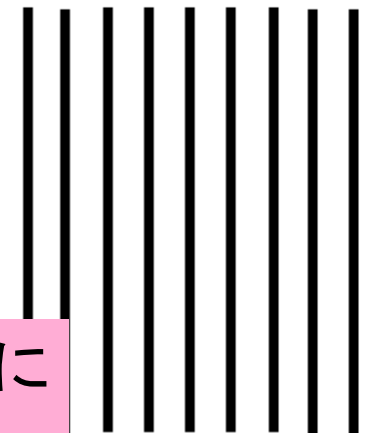
横から見た磁力線



上昇流、
磁場強度減少



15分ごとに
繰り返す



50-100分でfield-free gapが閉じる

End of my talk
Thanks to all of the audience.

Part of present talk is published in PASJ
(Hinode special issue)
“Umbral Fine Structures in Sunspots Observed
with Hinode Solar Optical Telescope”
R. Kitai et al. (2007)