

ALMA で迫る
プロミネンス微細構造

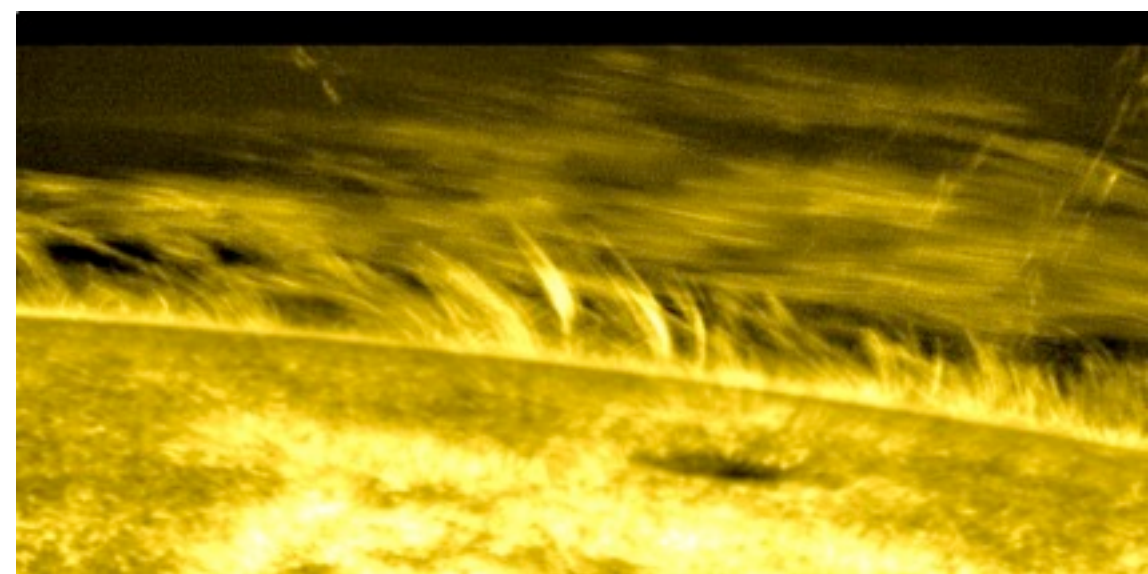
岡本文典（宇宙研）

プロミネンス微細構造 — どれだけ細かい？

ひので・可視光望遠鏡 (SOT)
分解能 0.2''

活動領域プロミネンス

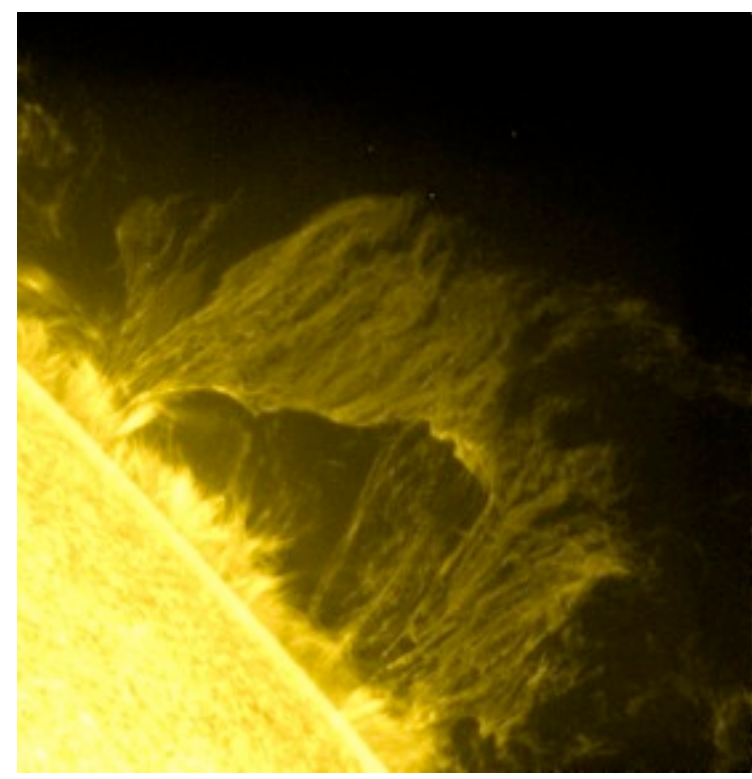
鉛直幅 = 0.5'' に見える
flux tube を見ている？



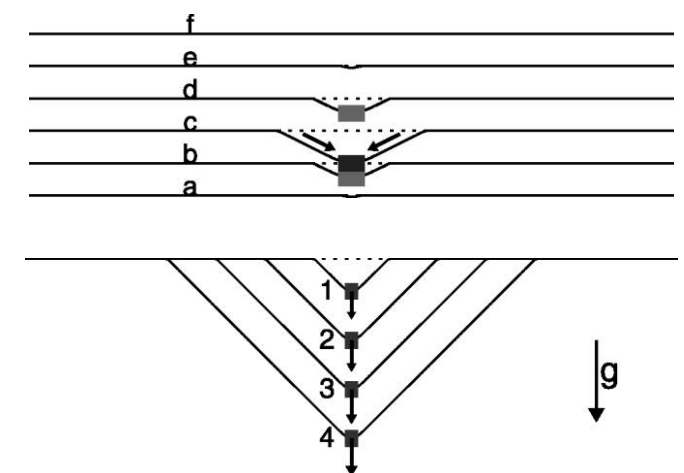
Okamoto+07

静穏領域プロミネンス

水平幅 = 多種多様
(磁場の強さに依存？)



Berger+10

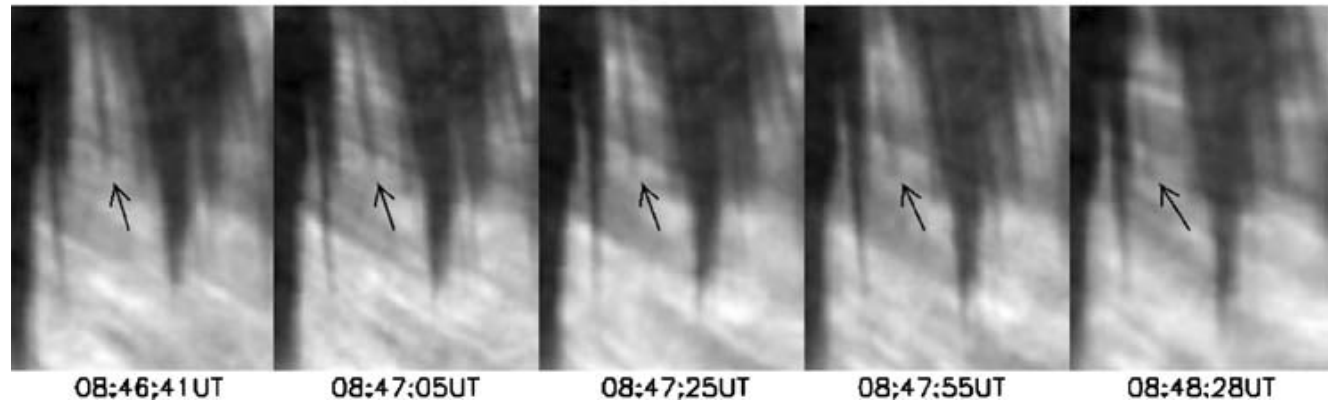
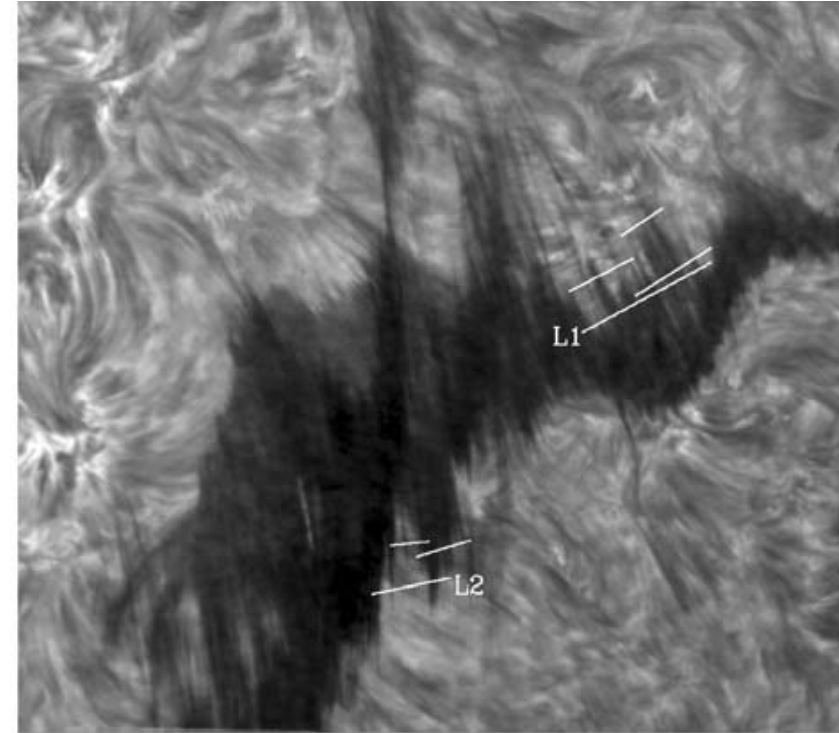
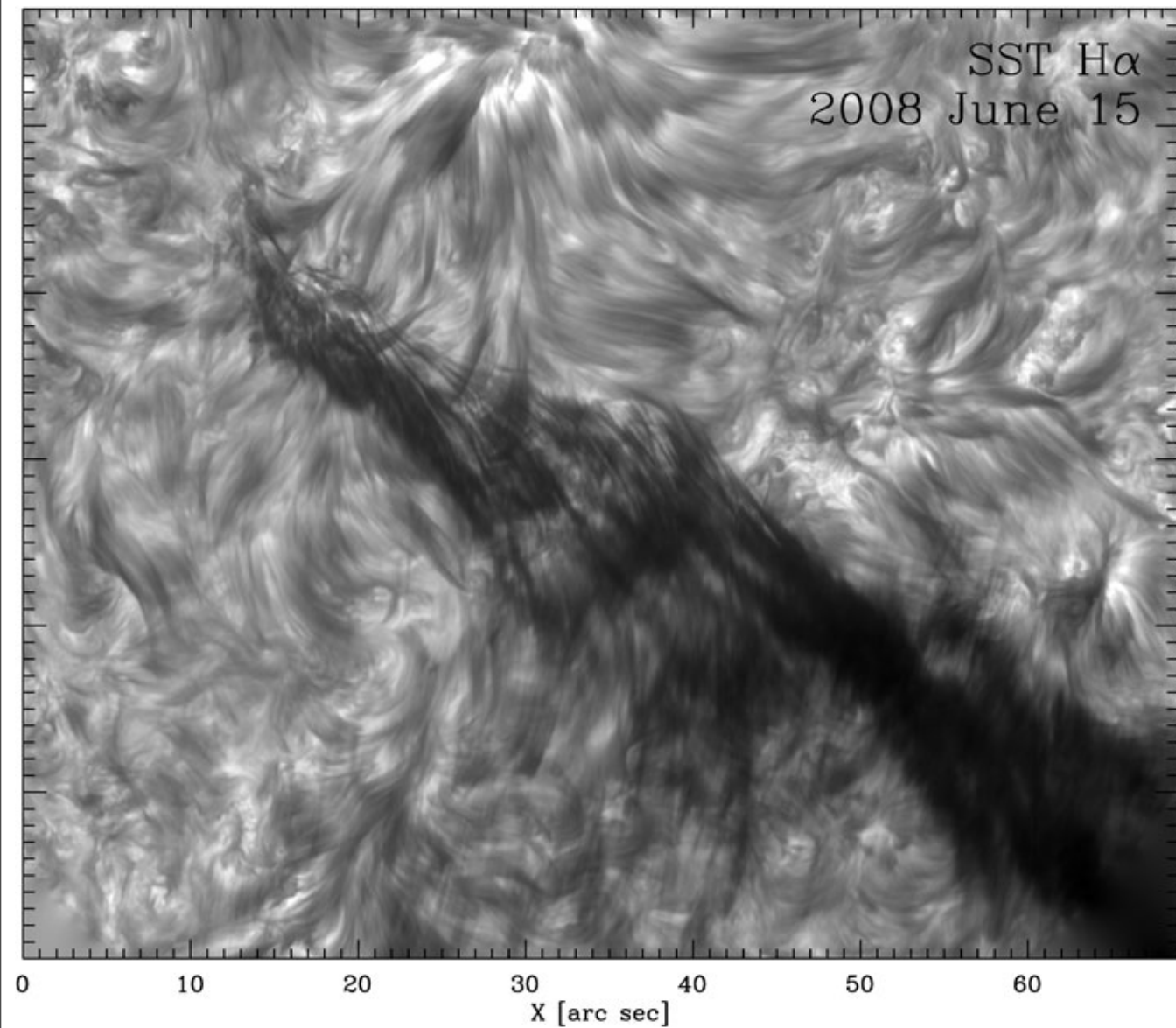


Chae+08

プロミネンス微細構造 — どれだけ細かいか？

スウェーデン 1 m 望遠鏡 (SST)

分解能 0.14''



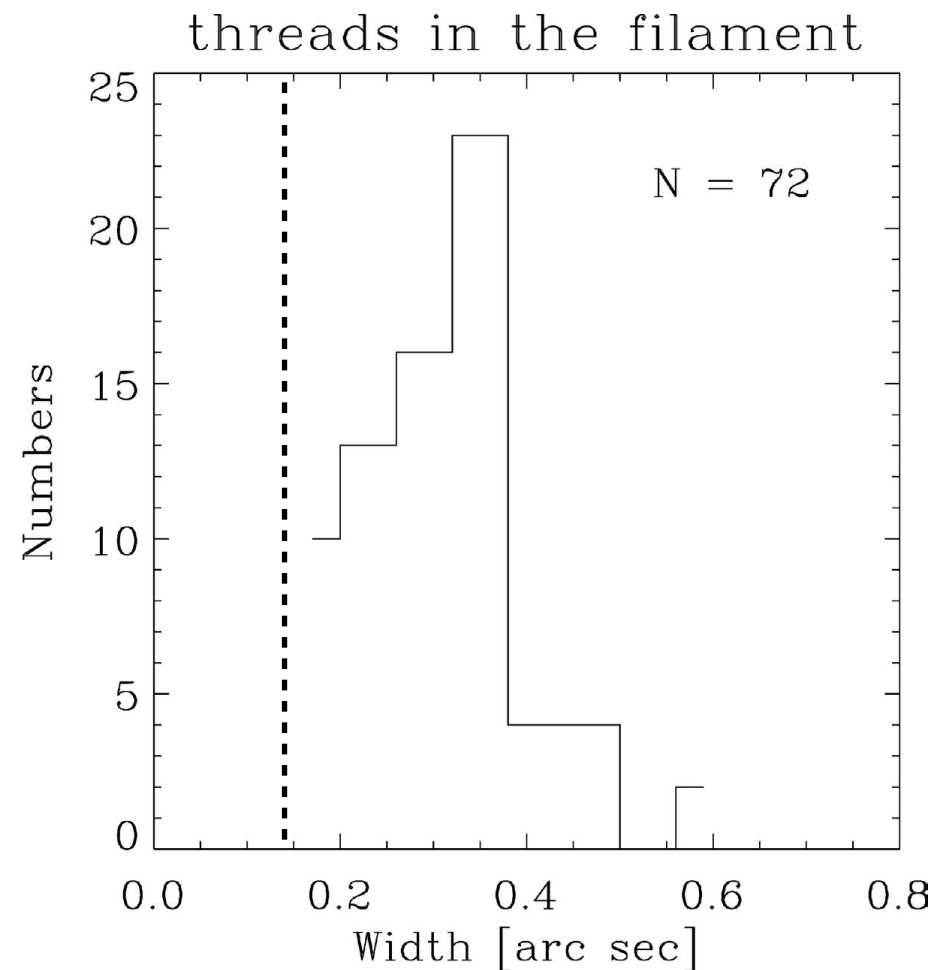
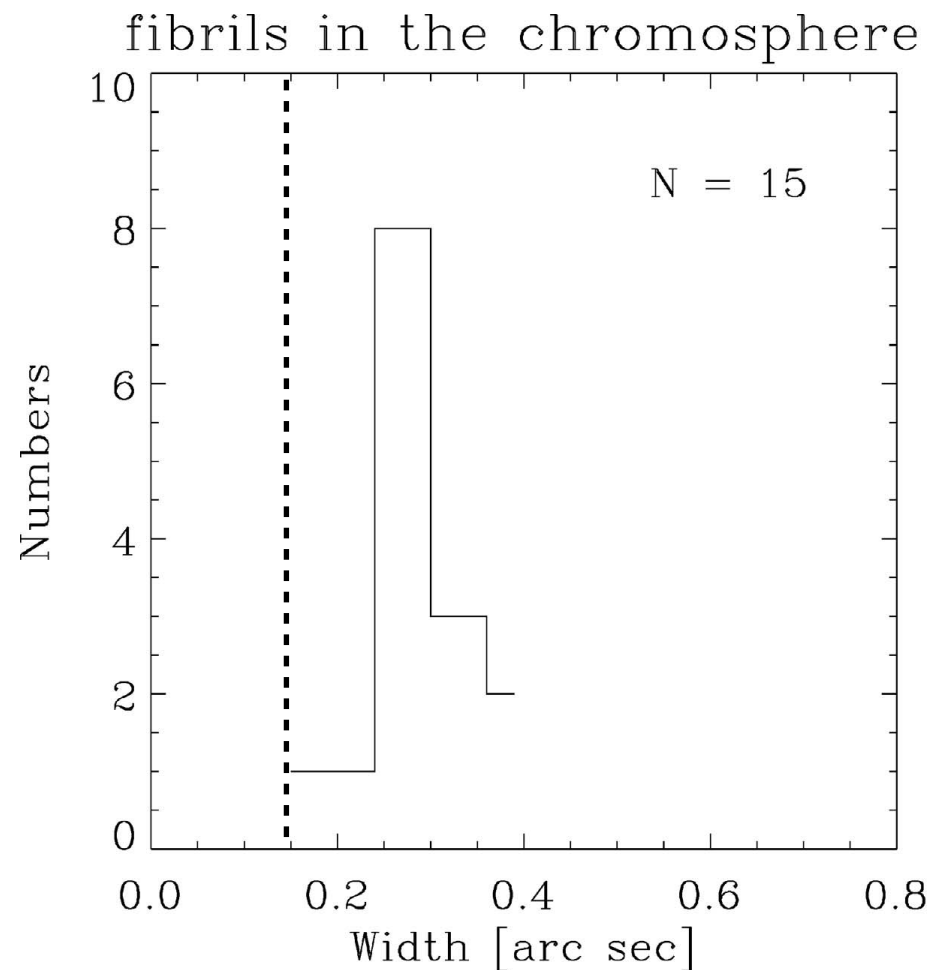
静穏プロミネンスでも
水平の筋がはっきりしている

プロミネンス微細構造 — どれだけ細かいか？

スレッドの幅

平均 0.3'' (0.2''~0.6'')

0.16''幅のものも観測されており、もっと細かいものもあるだろう



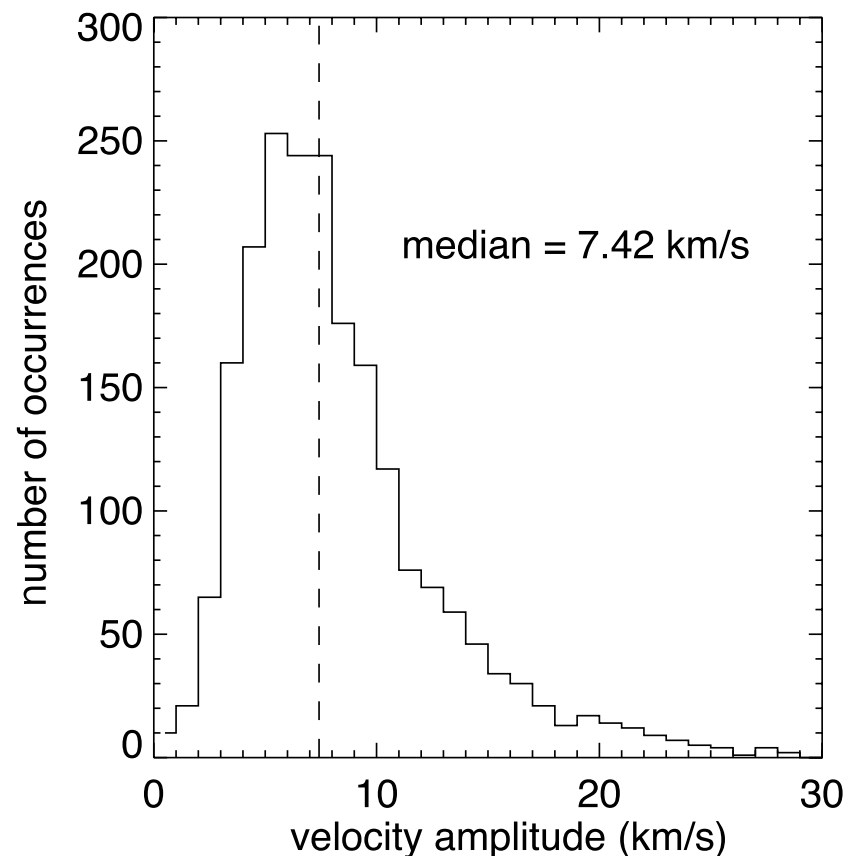
プロミネンス微細構造 — 波の検出

極細のスレッドが観測できた場合

微小振幅の波動が検出できるかも

ドップラー観測では 1 - 2 km/s 程度の微小速度
振幅の波動が検出されている

Lin+07



0.2" 画像から引き出した波動の速度振幅
(スピキュール観測)

1-2 km/s はキビシイ

Okamoto&DePontieu 11

プロミネンス微細構造 — 波の検出

極細のスレッドが観測できた場合

微小振幅の波動が検出できるかも

ドップラー観測では 1 - 2 km/s 程度の微小速度
振幅の波動が検出されている

Lin+07

観測制約の 5分以内でも、高周波の波は捉えられる

エネルギー的には重要ではないかもしれないが...

Okamoto&DePontieu 11

こういうのが見えるか？



Okamoto+07

プロミネンス微細構造 — 観測可能性

懸念

seeing によらず、空間分解能は出るか

現時点で未知数

電波で観測される成分はシャープなのか

H α のものより broad である

Kundu&McCullough 72

H α で消えても電波ではまだ見える

Kundu 72

遷移層に相当するものを見ている?

e.g., Butz+75

(5~85 GHz。85 GHz は 5,500 K の輝度温度)

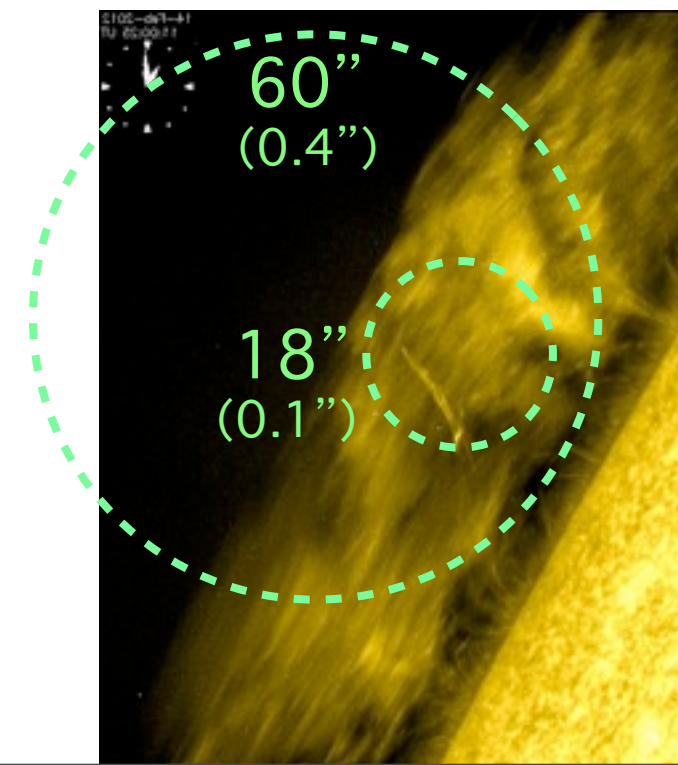
どこを観測するか

ディスクとリム外の同時撮像は像合成に難あり

完全にリムの外だけを見る?

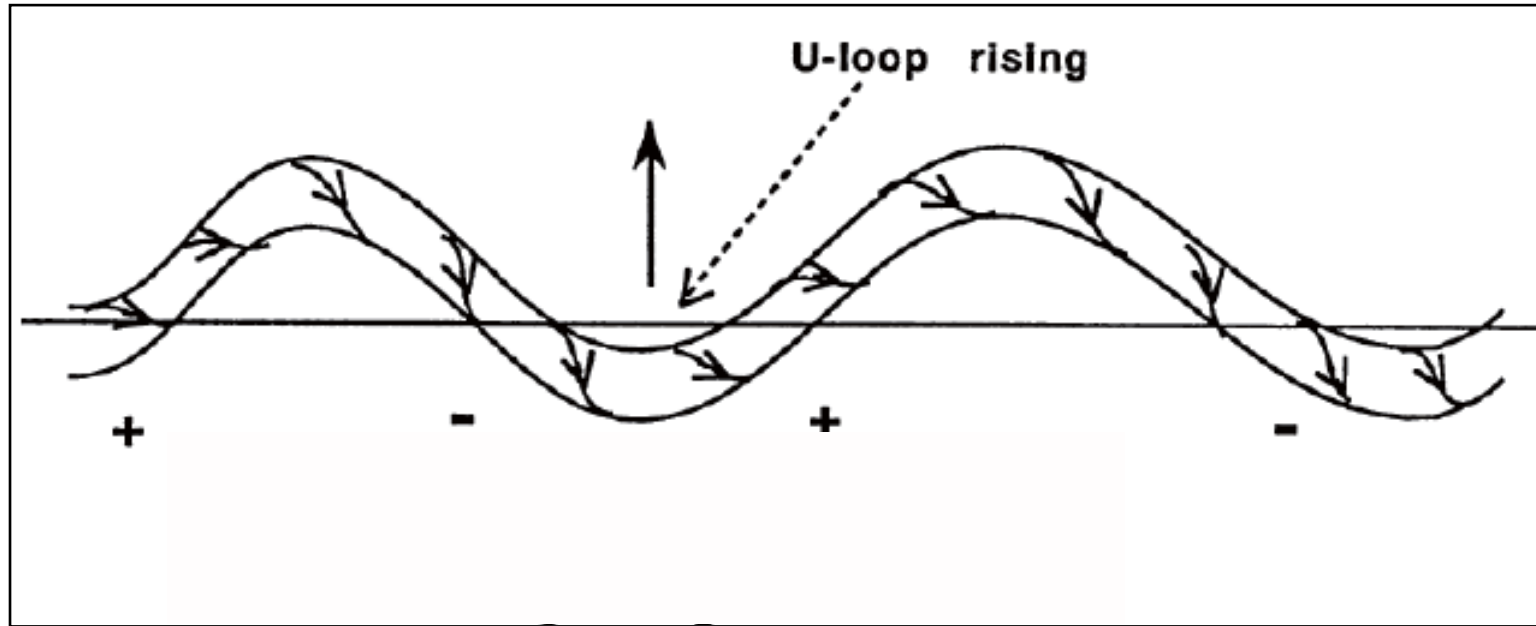
Band 3 = FOV 60" だと、上空のものしか見えない

Band 6 = FOV 18" は視野が狭いが使える?



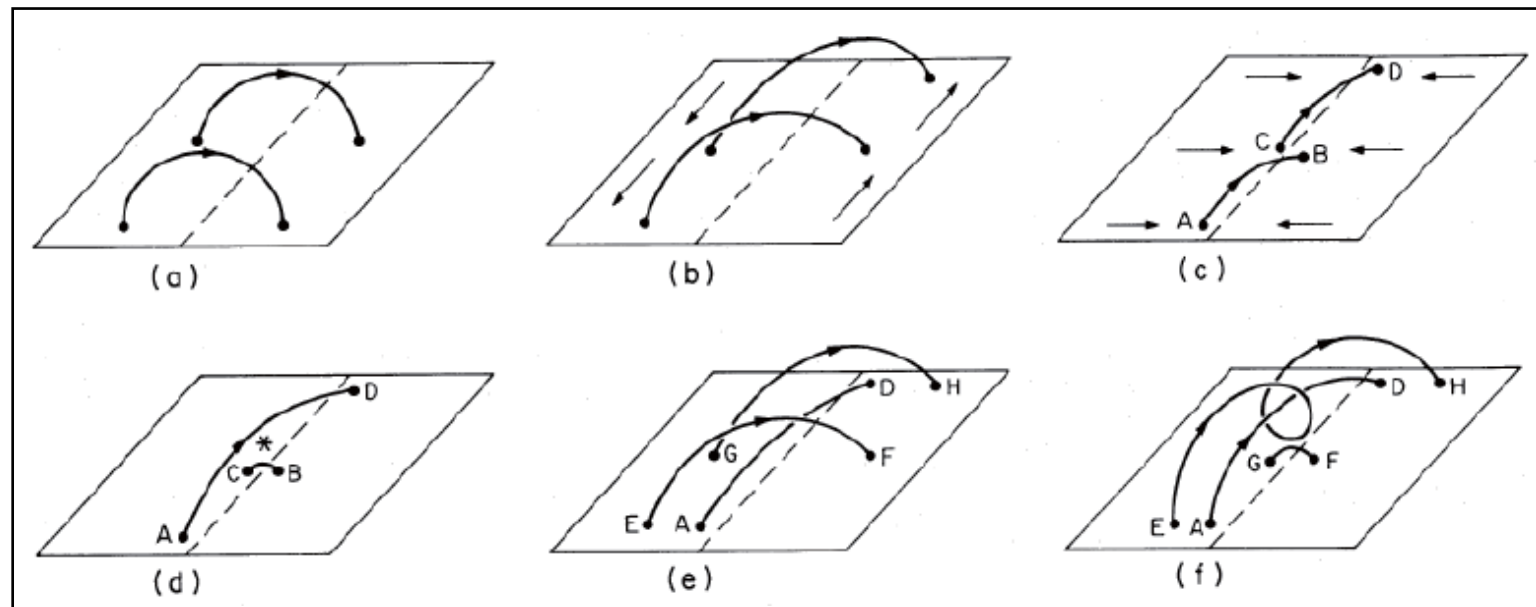
プロミネンス形成 — 磁場の浮上

プロミネンスの螺旋磁場を作るには



Rust&Kumar 94

光球下からの浮上

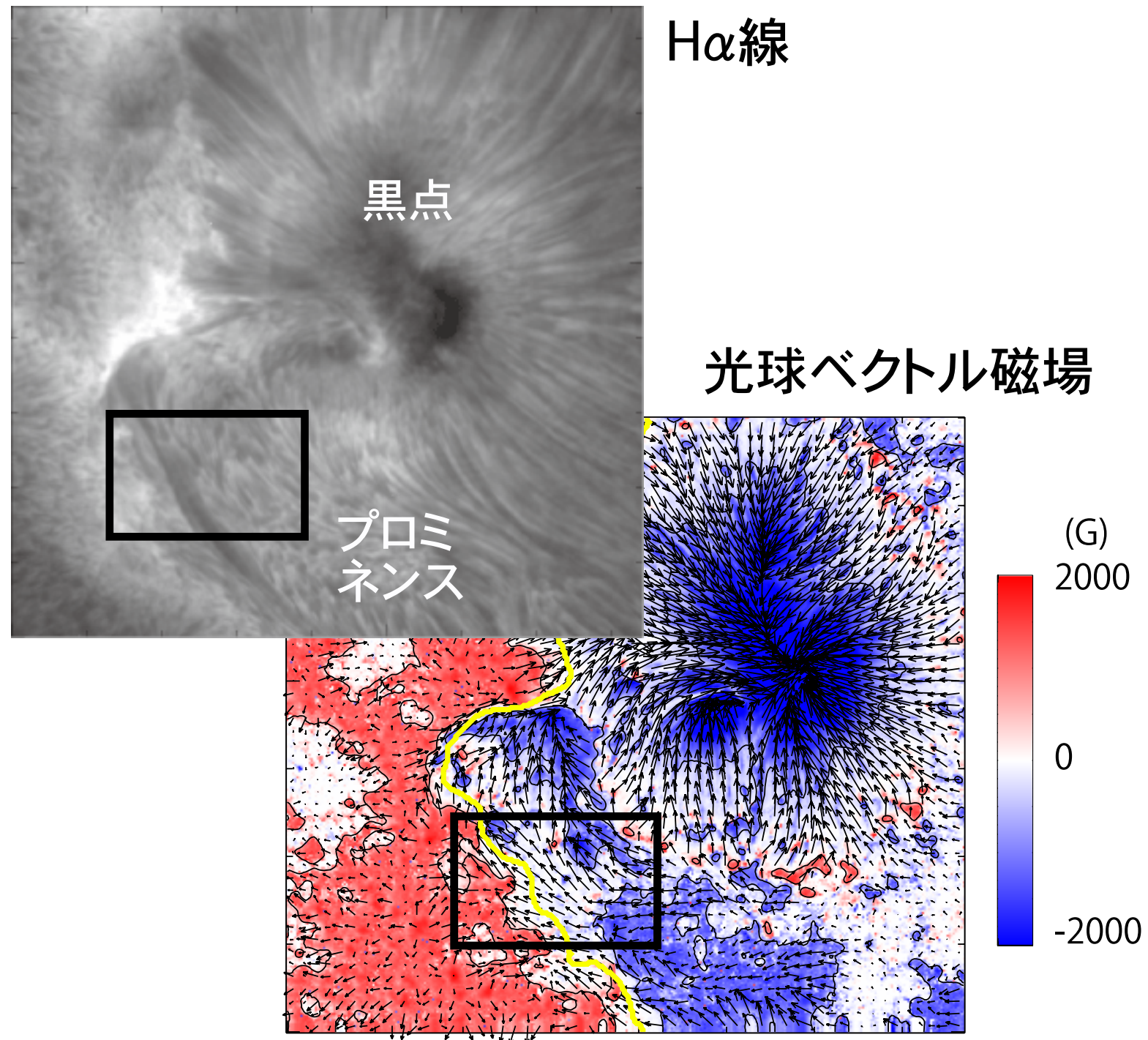
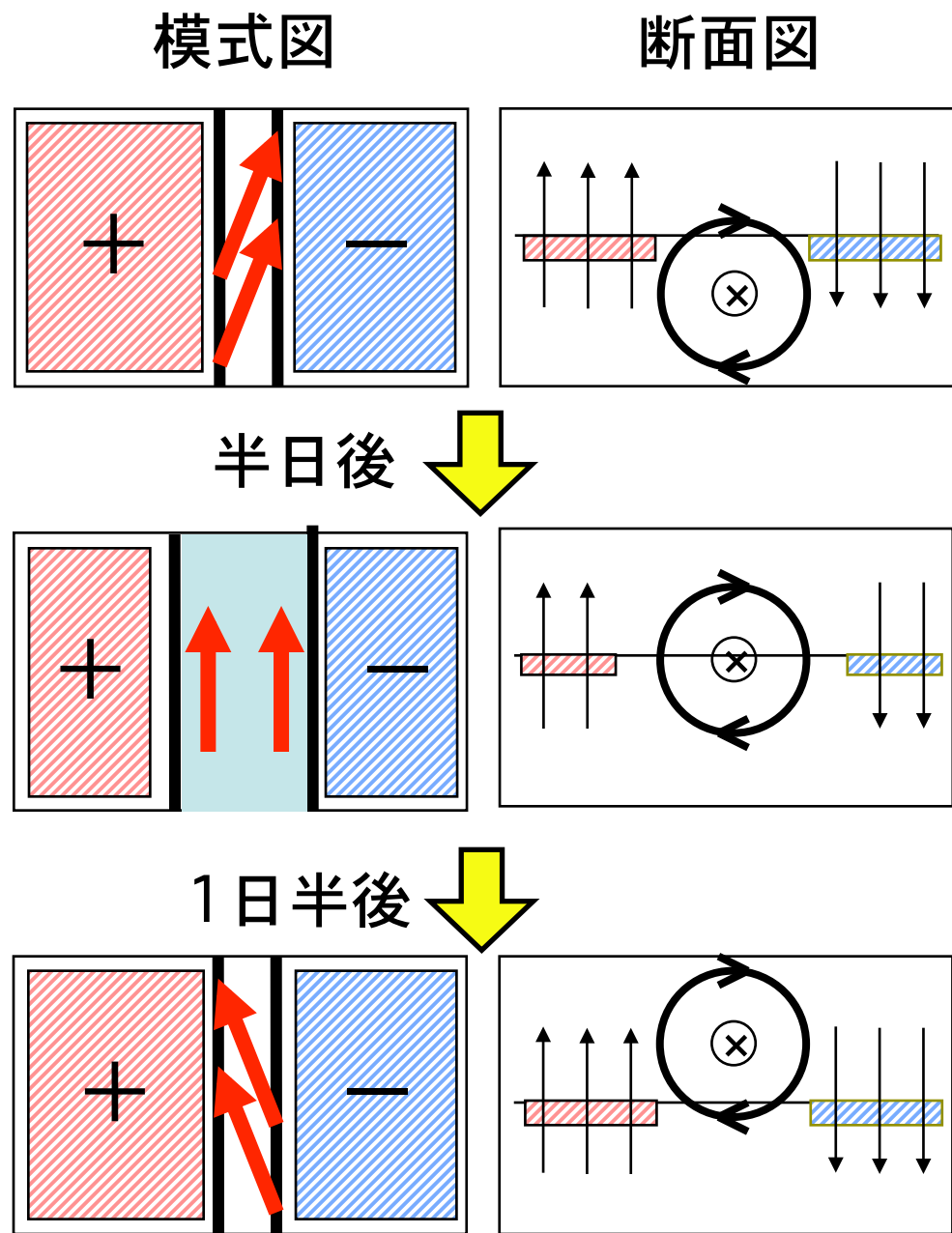


vanBallegooijen&Martens 89

光球の流れによる
コロナ磁場の変形と
つなぎ替え

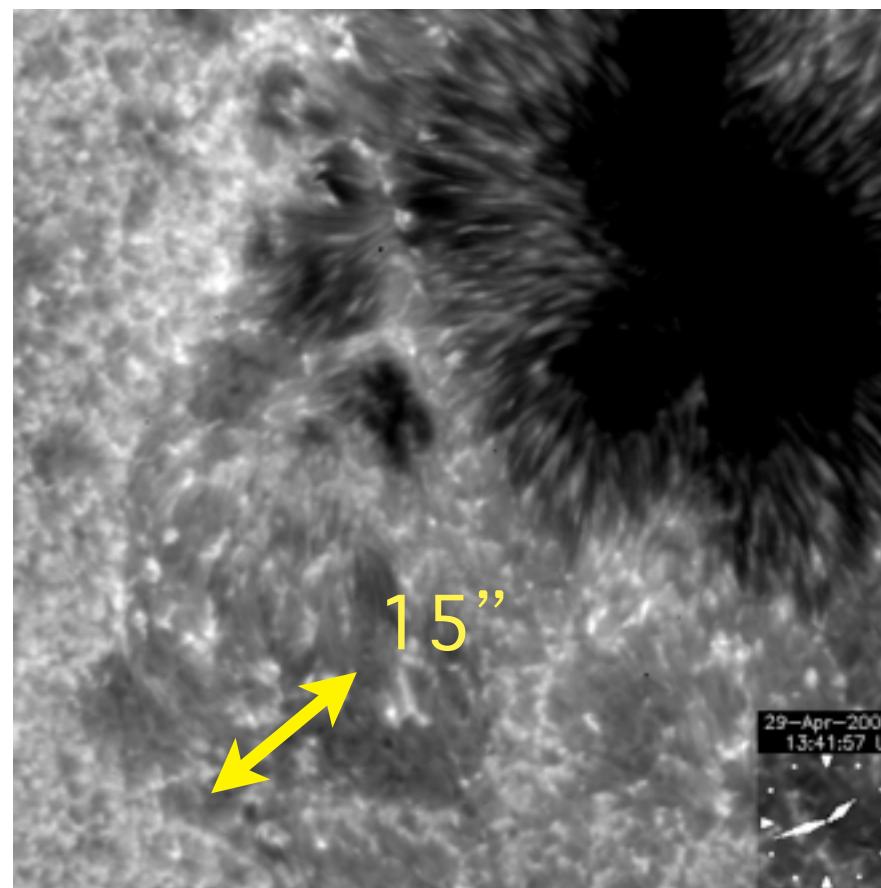
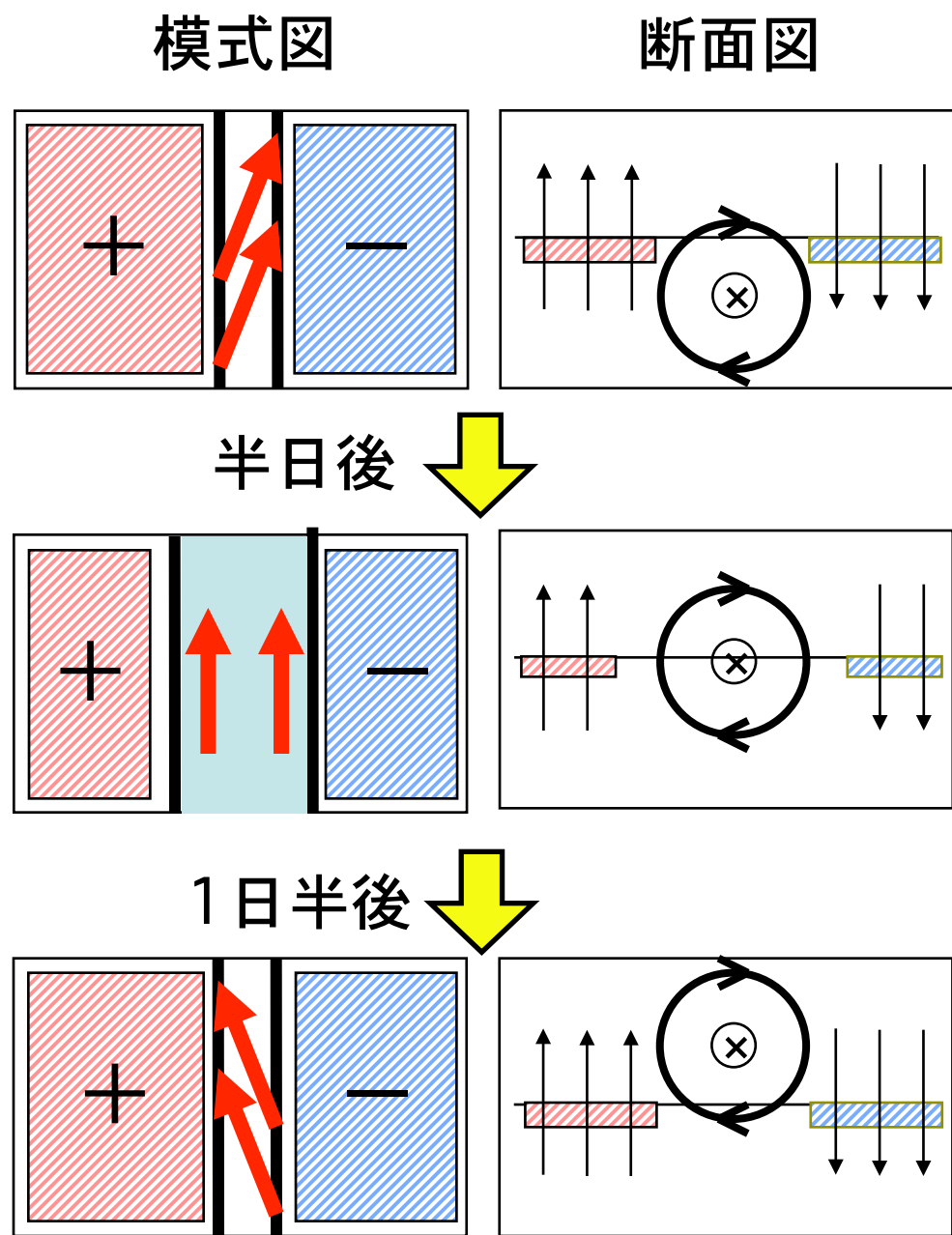
プロミネンス形成 — 磁場の浮上

螺旋浮上磁場の発見



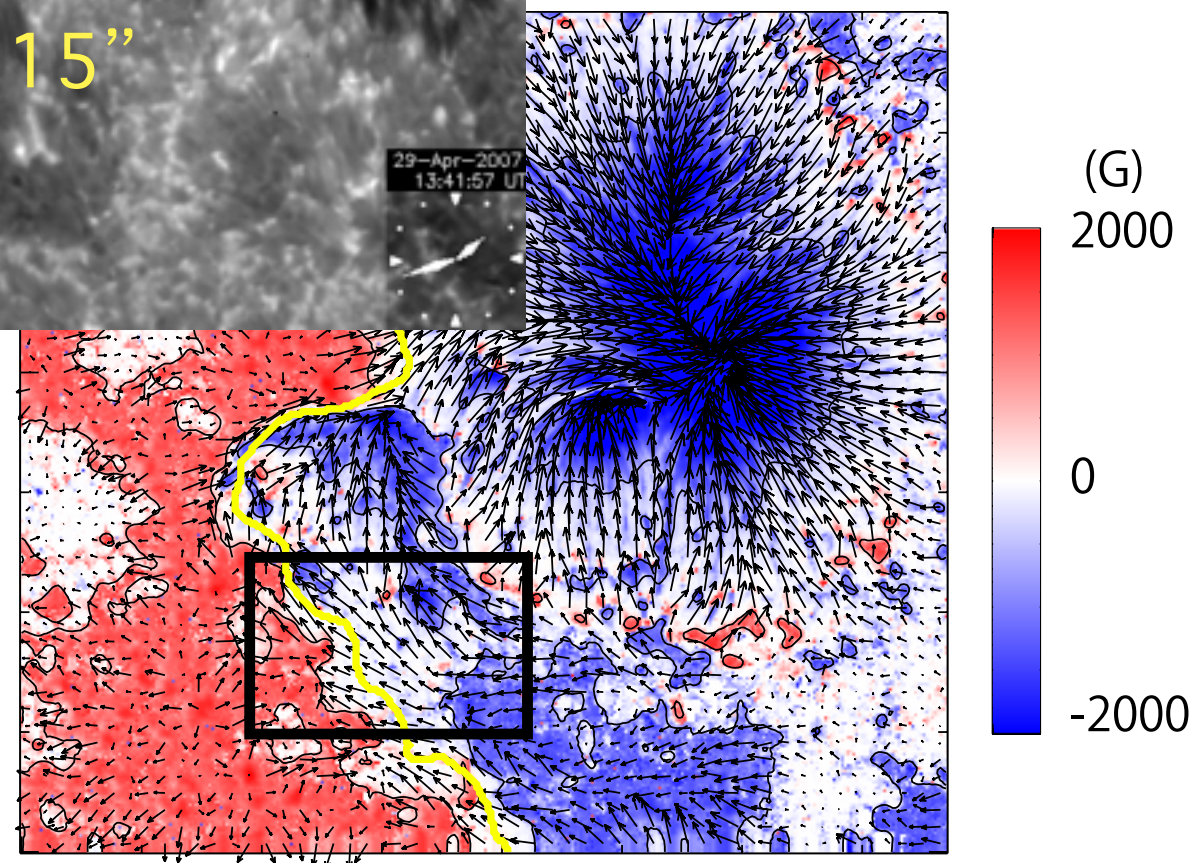
プロミネンス形成 — 磁場の浮上

螺旋浮上磁場の発見



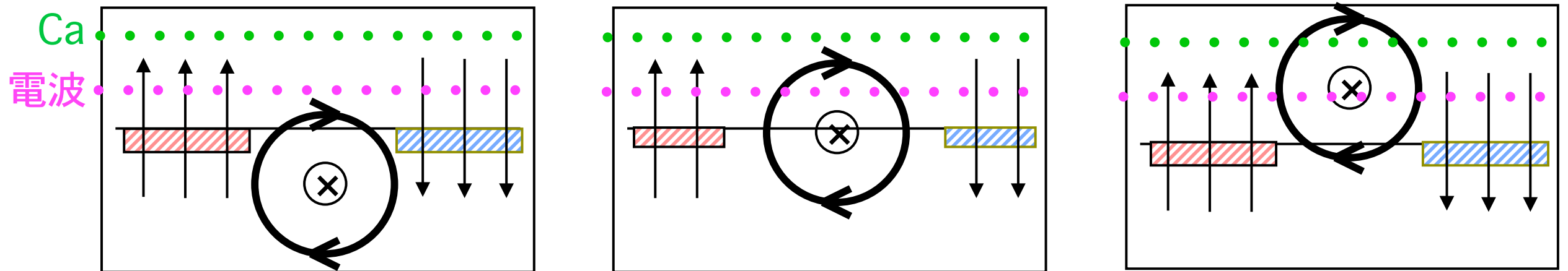
Ca H線

光球ベクトル磁場



プロミネンス形成 — 磁場の浮上

浮上磁場の到達高度の時間差を探れないか



ひので/Ca線 と ALMA/電波画像の比較必要

Ca は元々 brightening が多すぎる。電波はどうか？

optically thin ならプロミネンスの有無に関係なく、浮上磁場や温度最低層での相互作用が見える (ひので/Ca も同じか・・・)

ヘリオグラフ (13") では分解能が足りない

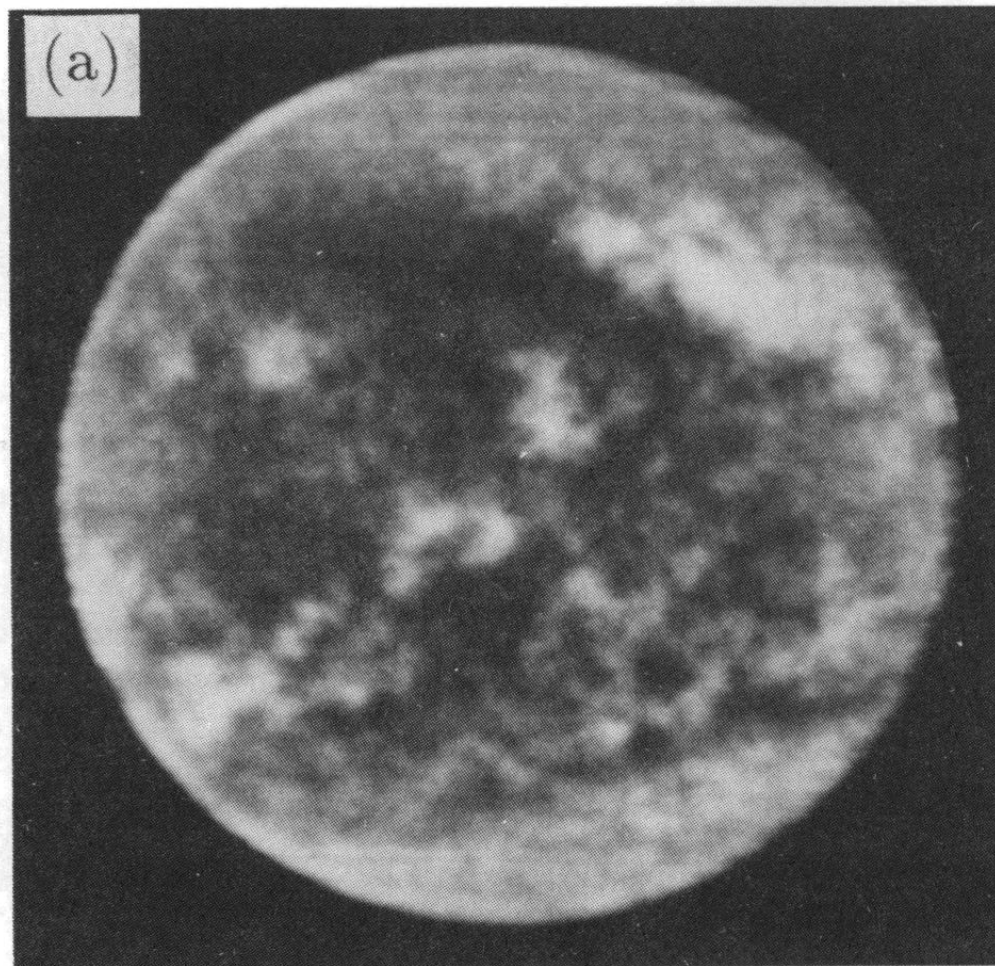
0.1" 分解能より 60" 視野 (Band 3)

プロミネンスのミリ波観測例

ミリ波・サブミリ波観測 (Caltech Submillimeter Observatory)

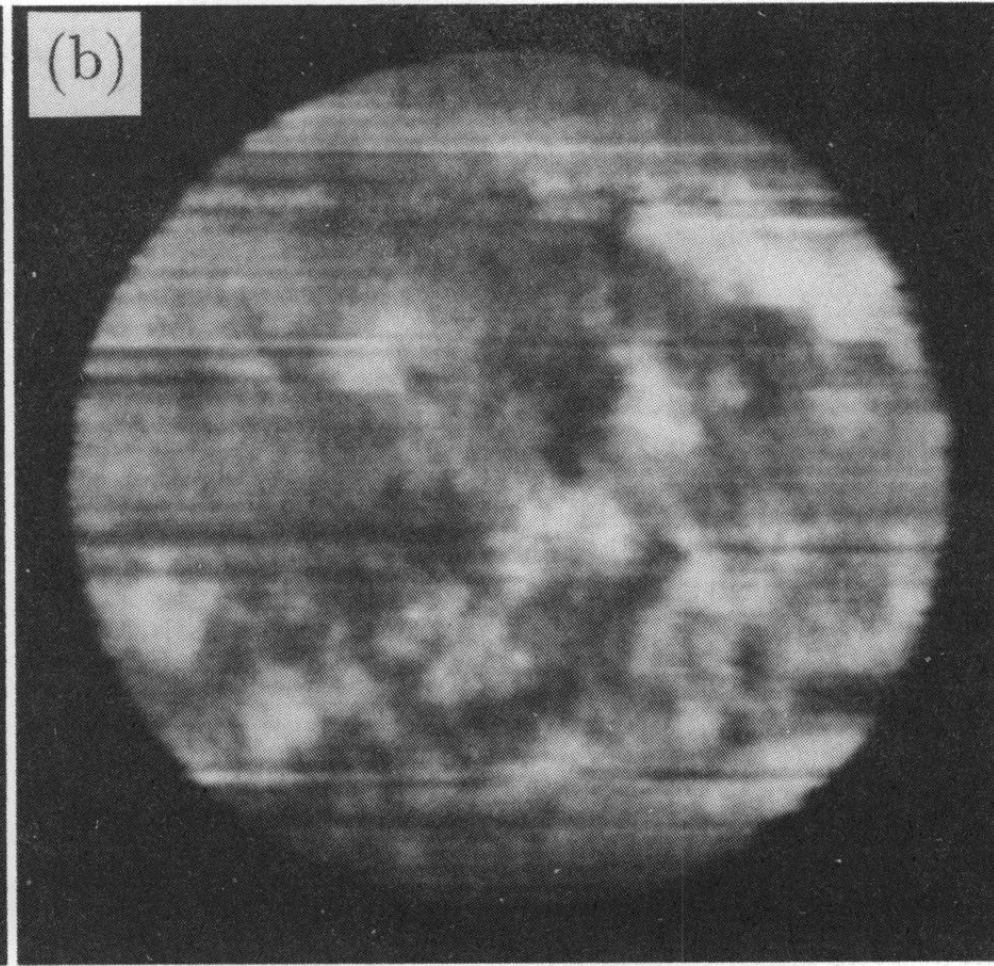
850 μ m
(350 GHz)

1250 μ m
(240 GHz)



1991年
7月9日

分解能: 20''



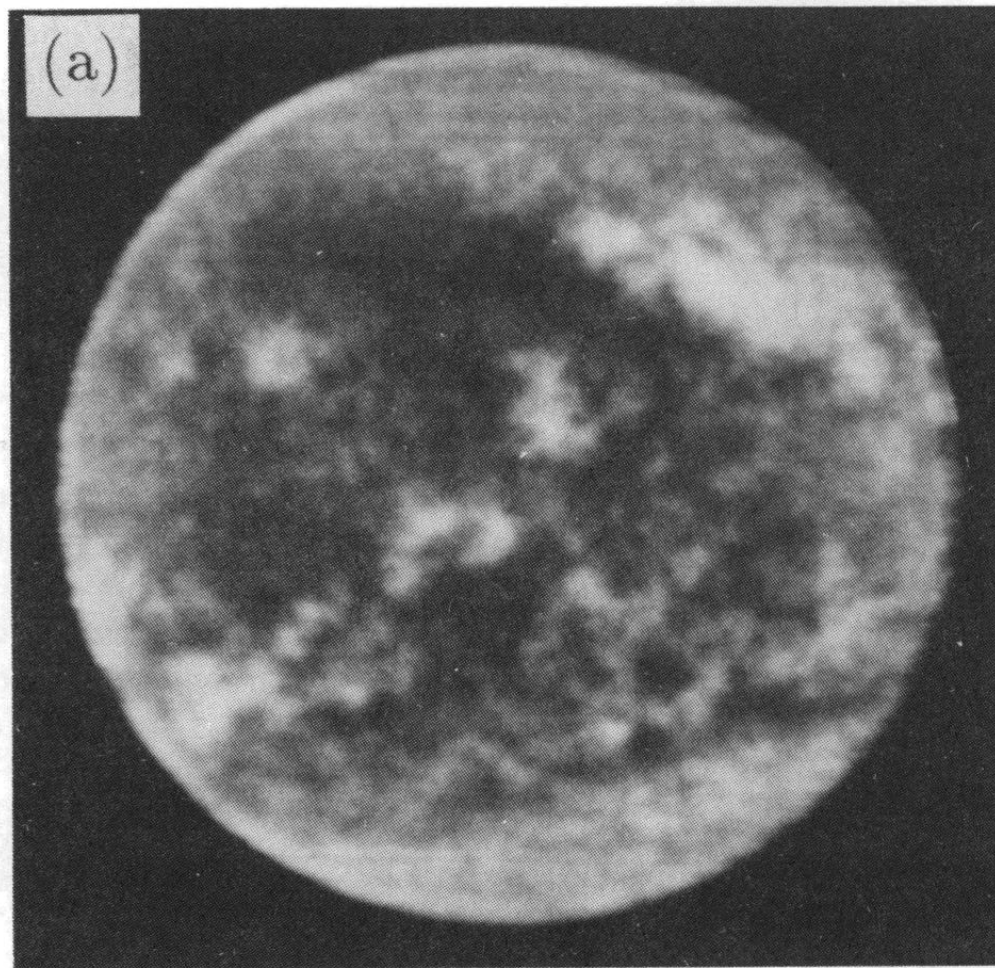
1991年
7月11日

分解能: 30''

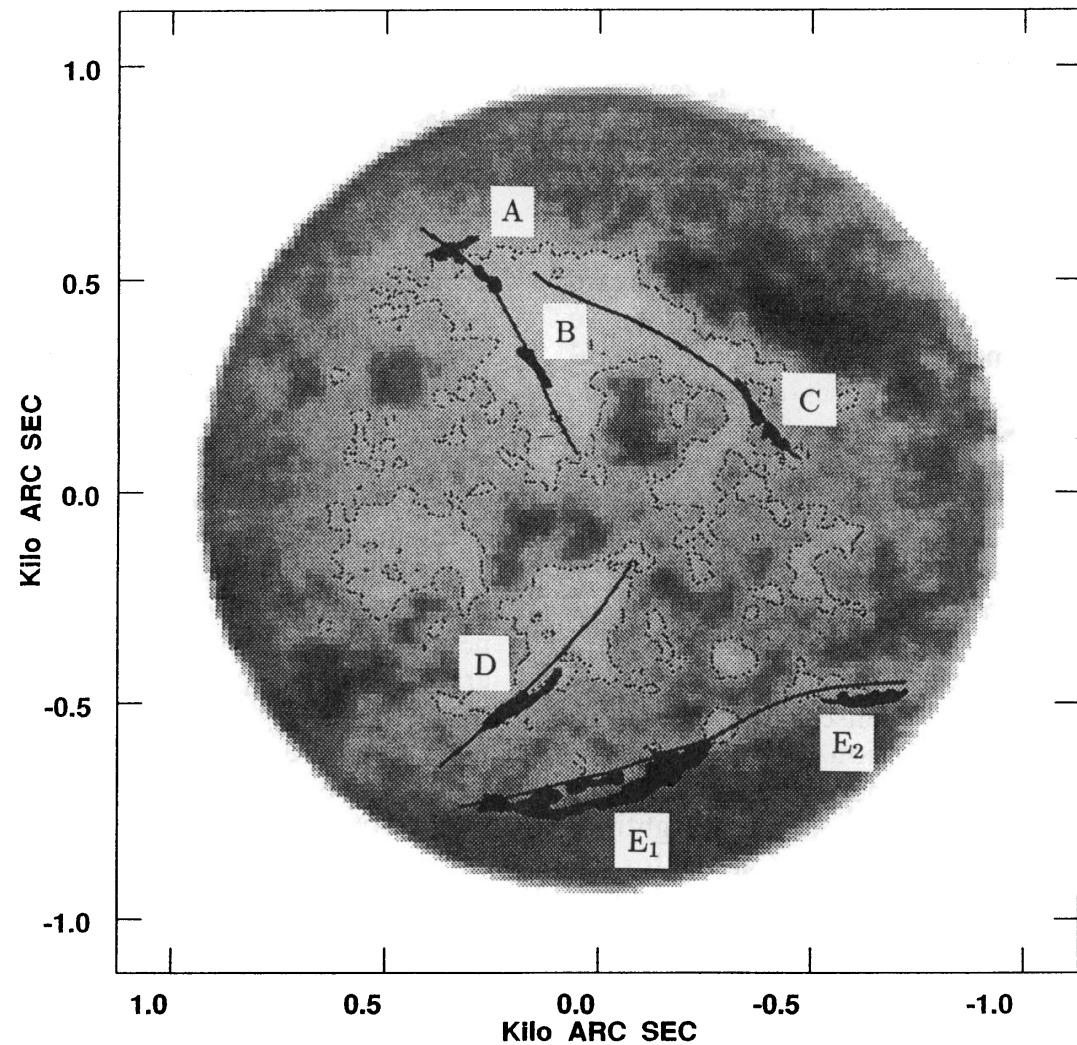
プロミネンスのミリ波観測例

ミリ波・サブミリ波観測 (Caltech Submillimeter Observatory)

850 μ m
(350 GHz)



850 μ m + H α + PIL

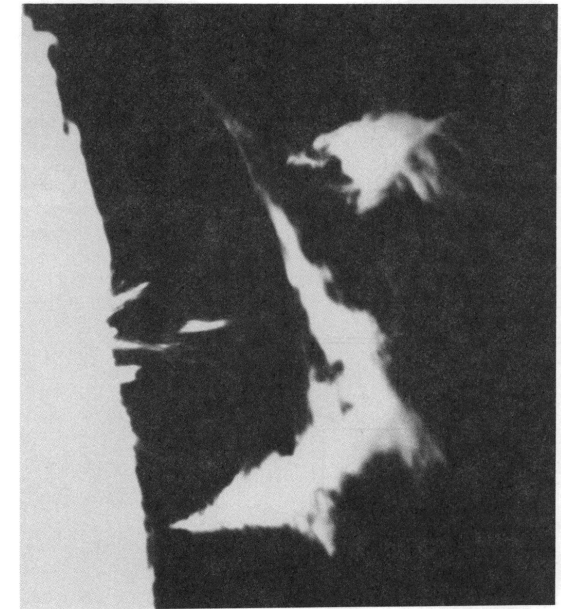
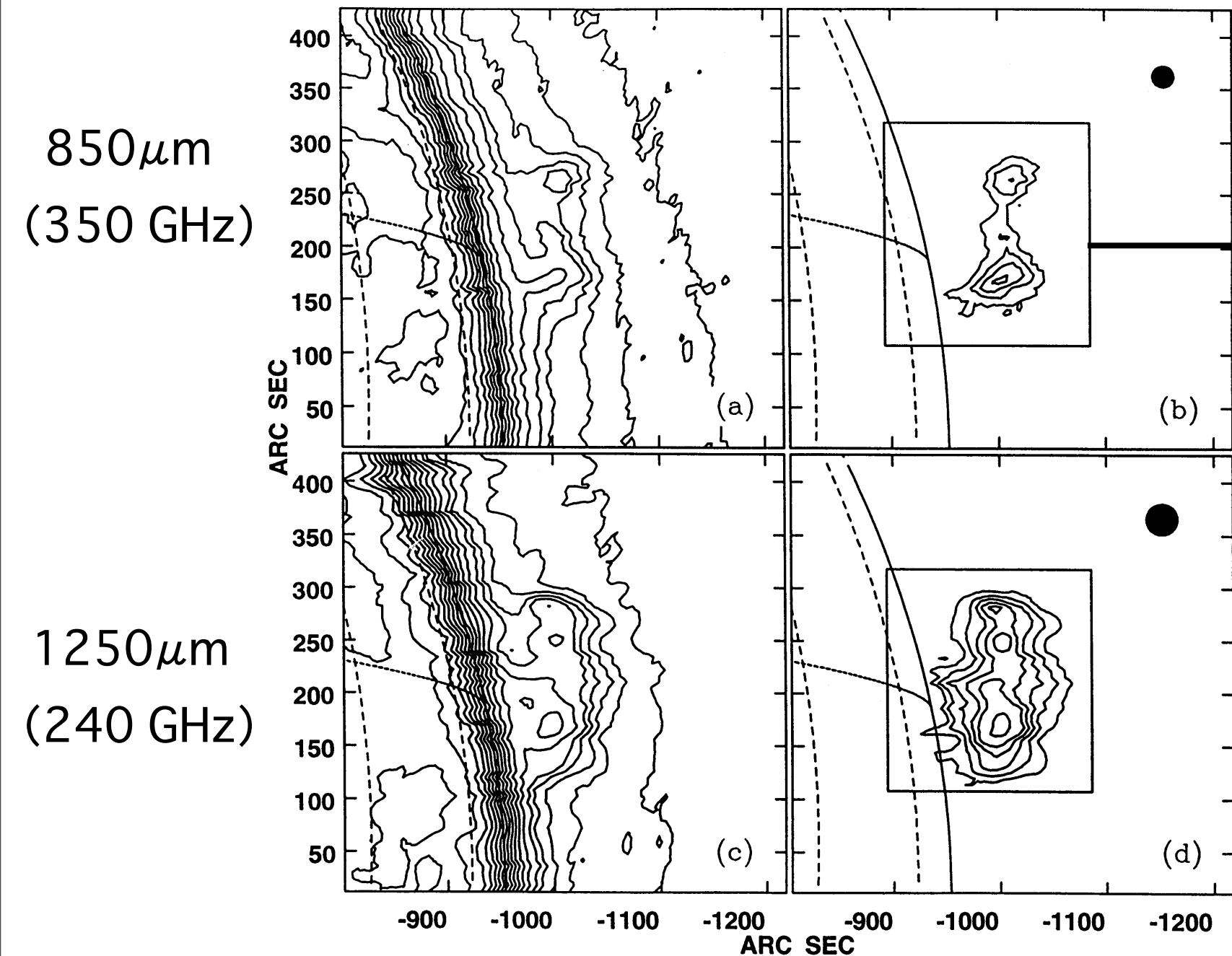


850 μ m では、ディスク上のプロミネンスは
very optically thin らしい。

プロミネンスのミリ波観測例

ミリ波・サブミリ波観測 (Caltech Submillimeter Observatory)

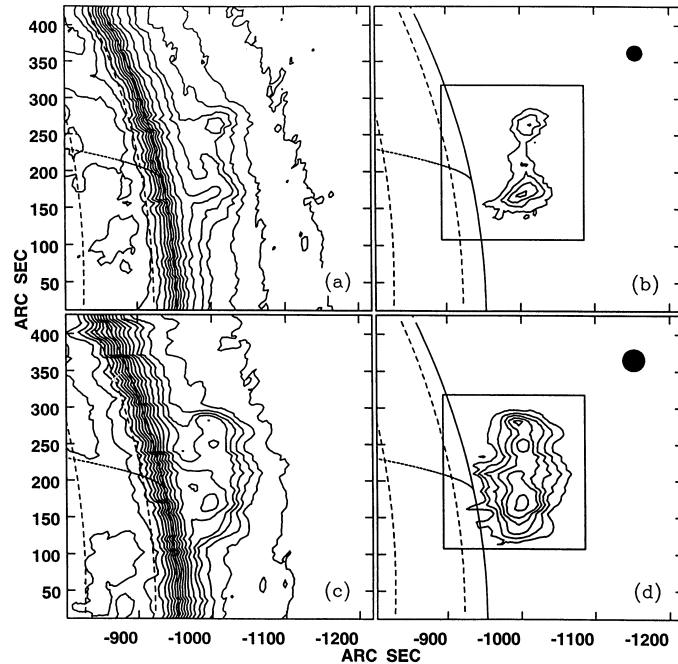
リム観測



2波長の輝度温度と、
optically thin の条件から
温度 : 5,000 - 6,000 K
 τ_{850} : 0.10 - 0.13
 τ_{1250} : 0.26 - 0.35

プロミネンスのミリ波観測例

ミリ波・サブミリ波観測 (Caltech Submillimeter Observatory)



各波長で emission measure ($n_e^2 L$) が出せる

$$\tau_{850} : 1.15 - 2.02 \times 10^{29} \text{ cm}^{-5}$$

$$\tau_{1250} : 1.26 - 2.30 \times 10^{29} \text{ cm}^{-5}$$

視線方向の長さ L を適当に決めれば n_e が出る

・・・と思いきや、filling factor が $0.03 \sim 0.3$ と不確定性が大きい。

同じことをやるにしても、これは高分解能観測で大きく改善されるはず。

多分、この議論だけで1つ論文は書ける。

まとめ？

1. リム外の観測ができればおもしろい
2. 副産物として密度導出も可能か
3. ディスク上は解釈が難しいかも