

The Deep Impact ／台湾で何を見たか？



古莊 玲子
(早稲田大学)

デュープ・インパクト探査計画

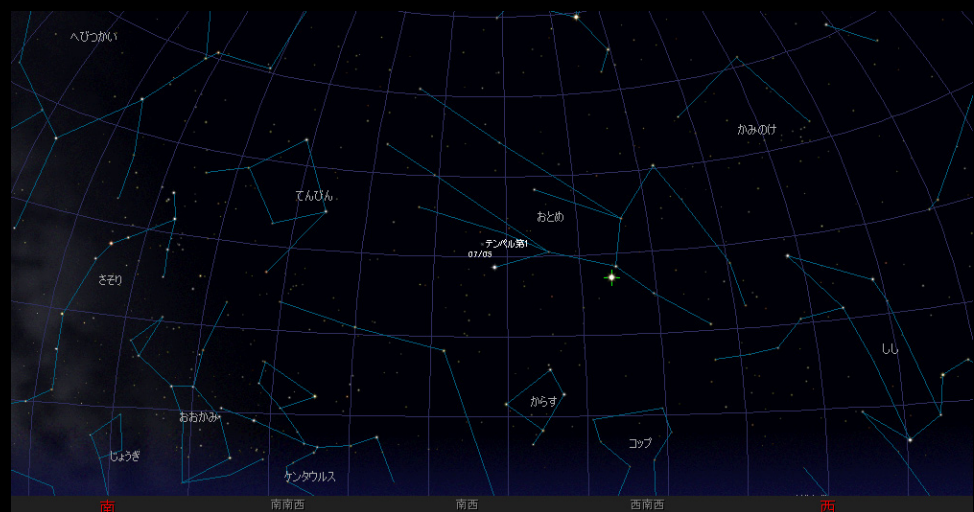
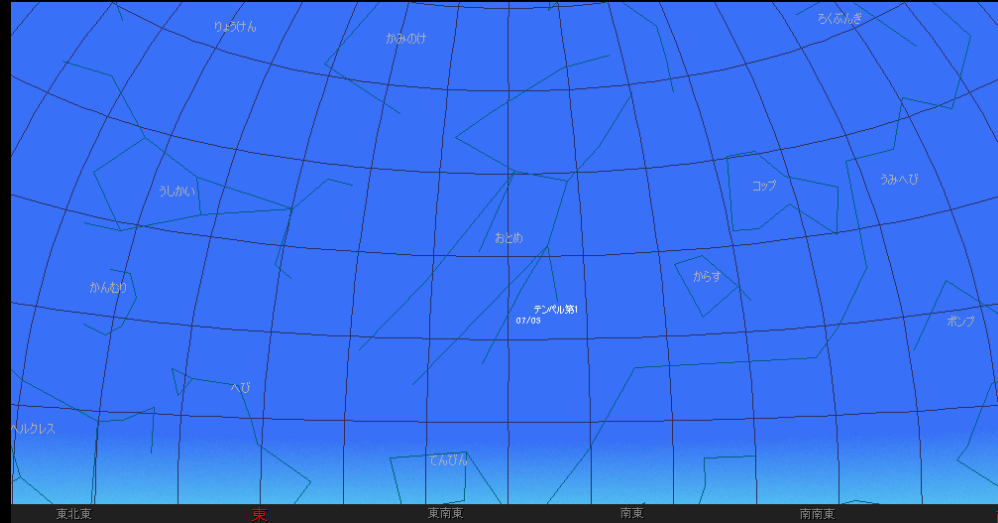
- NASAによる、史上初の“能動”彗星探査
 - 彗星核に対する衝突実験
- 対象天体：9P/Tempel
- 衝突日：2005.7.4
- 観測：
 - 衝突体(子機)も直前まで撮像、でも・・・
 - 衝突後は(当然)撮像不可能
 - 探査機(母船)からの観測
 - 通り過ぎてしまうので、長時間モニタはできない

⇒ **地球からの支援観測は重要！**

衝突時の条件

- 衝突予報時刻:
7月4日15時(JST)
 - 日本では日中、南東の空
 - ハワイは夜で、観測しやすい
Hawaii 7/3 20:00 (LST)
New York 7/4 1:00 (LST)
- 7月4日21時(JST)
 - 衝突から6時間後、
 - 夕刻の南西の空
- 東アジア(日本・台湾・中国など)は・・・

衝突直後の変化を、ハワイに
続いて観測できる重要な場所



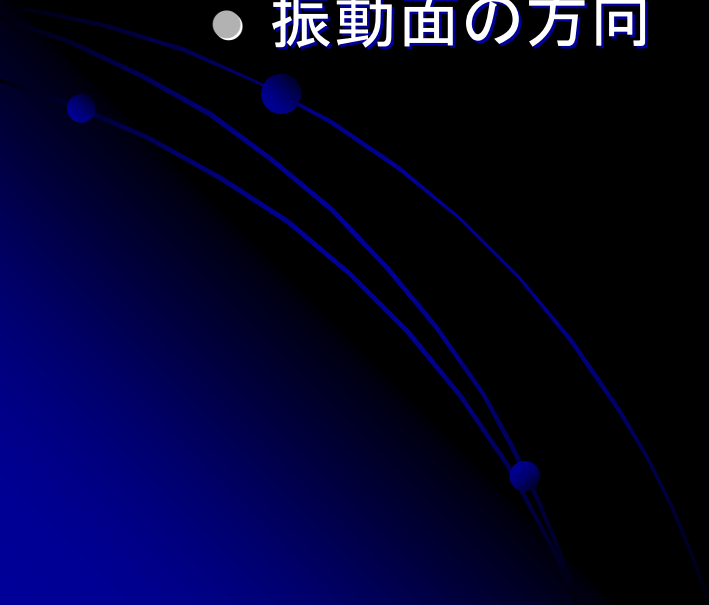
彗星の偏光観測

光の偏光とは・・・

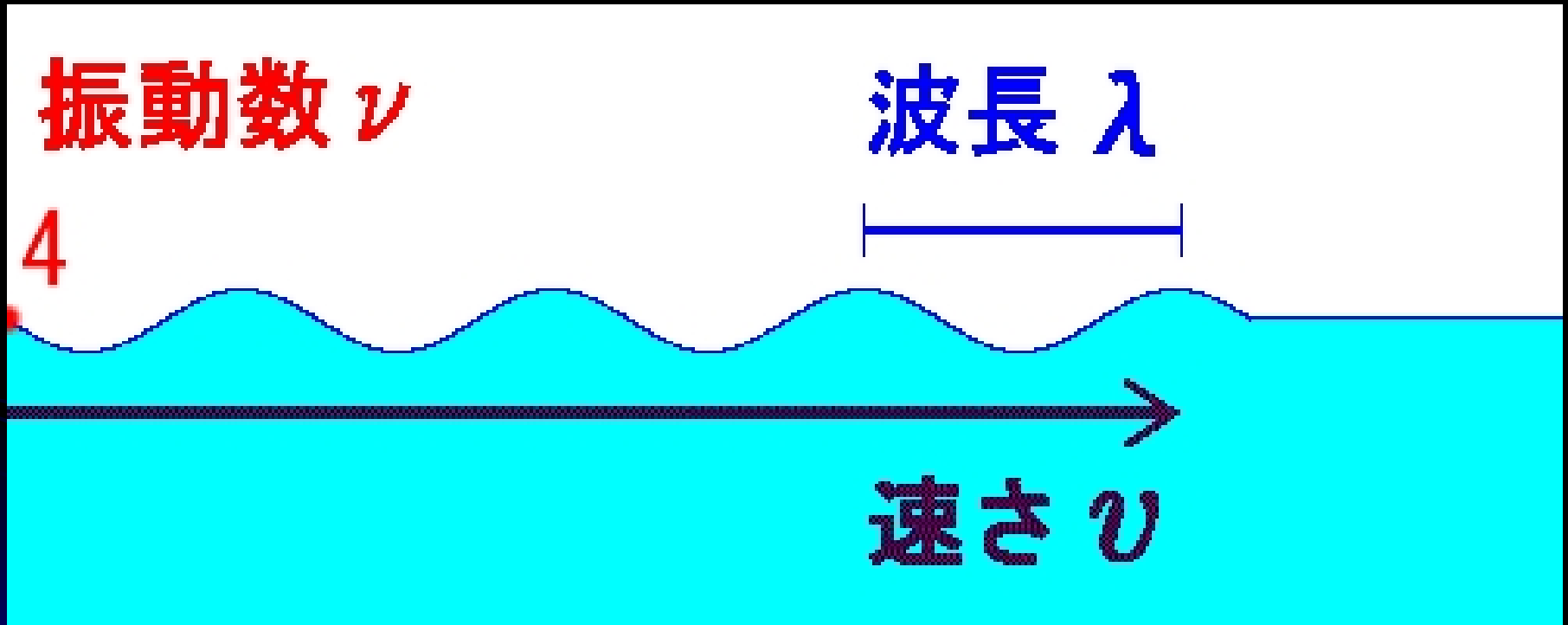
- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- 振動面の方向



波



「宇宙スペクトル博物館」(裳華房)

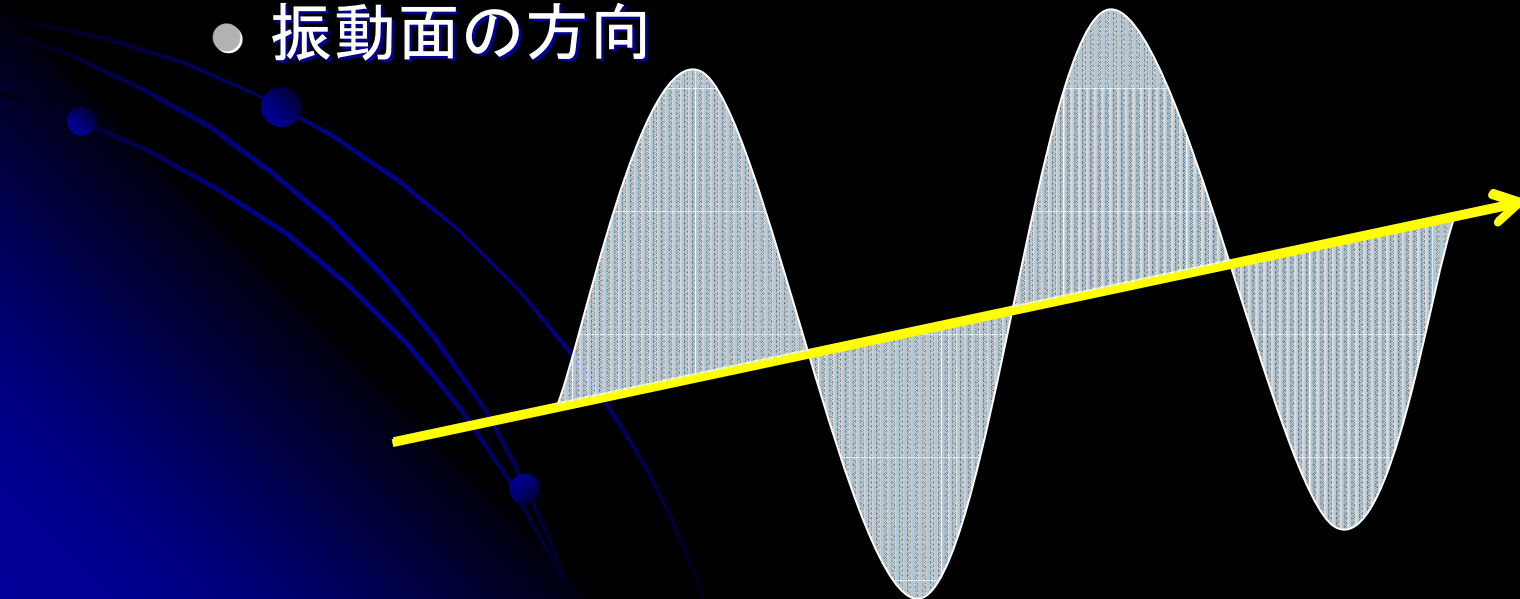
彗星の偏光観測

光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- 振動面の方向



彗星の偏光観測

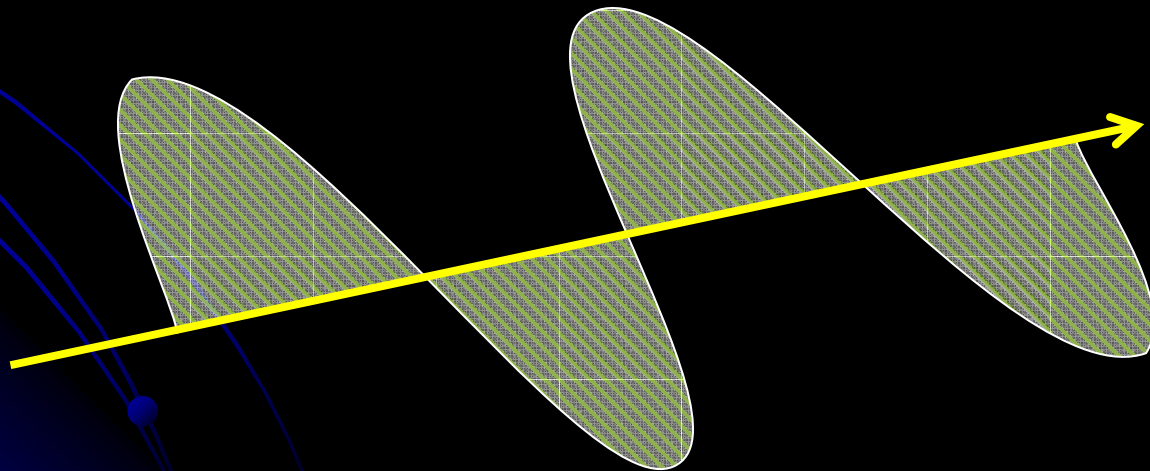
光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

光は横波なので、
いろんな振動面の
光(光子)がある



彗星の偏光観測

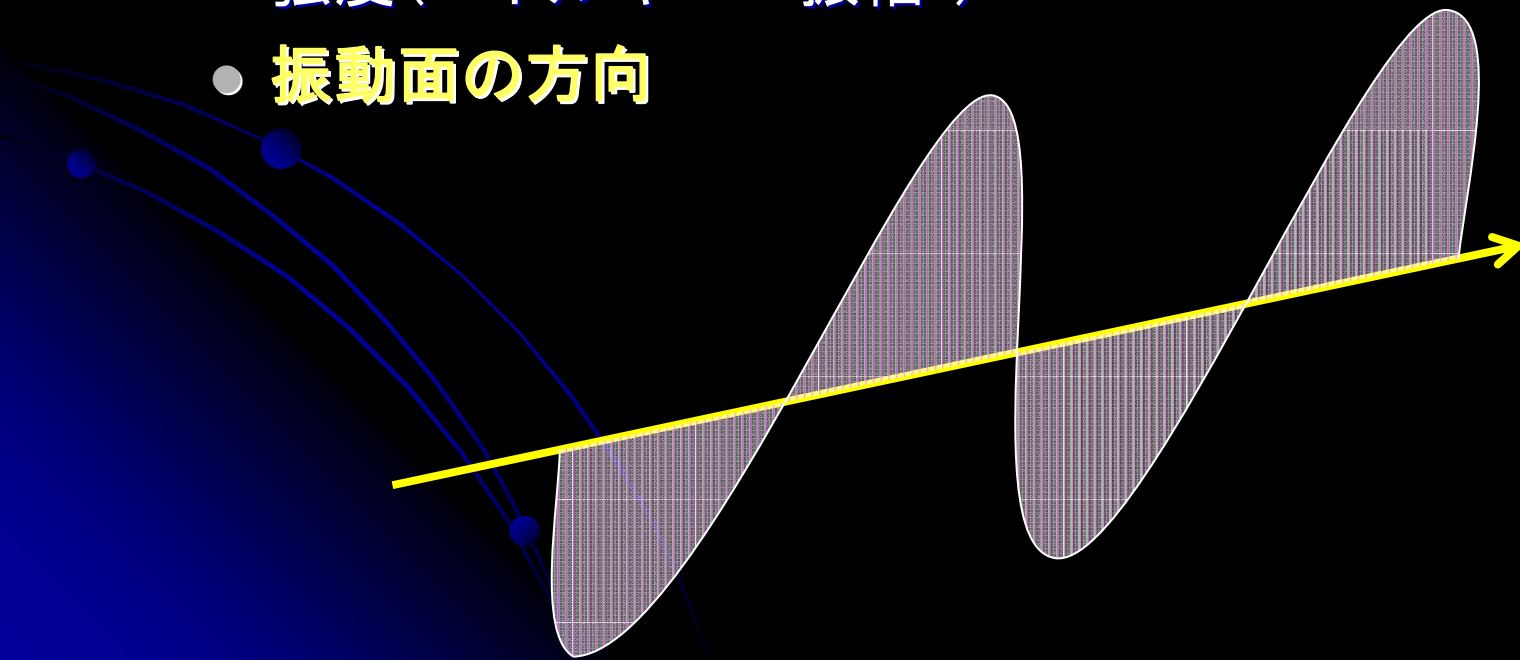
光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

光は横波なので、
いろんな振動面の
光(光子)がある



彗星の偏光観測

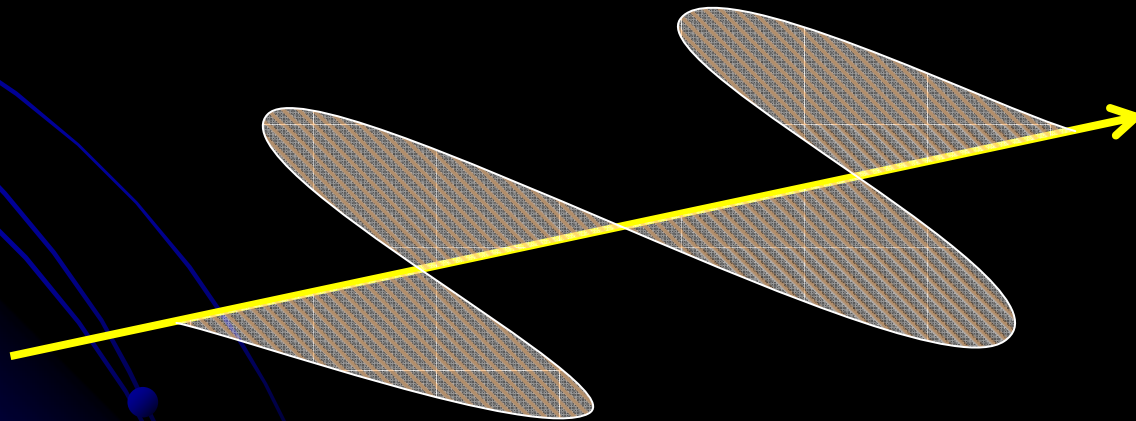
光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

光は横波なので、
いろんな振動面の
光(光子)がある



彗星の偏光観測

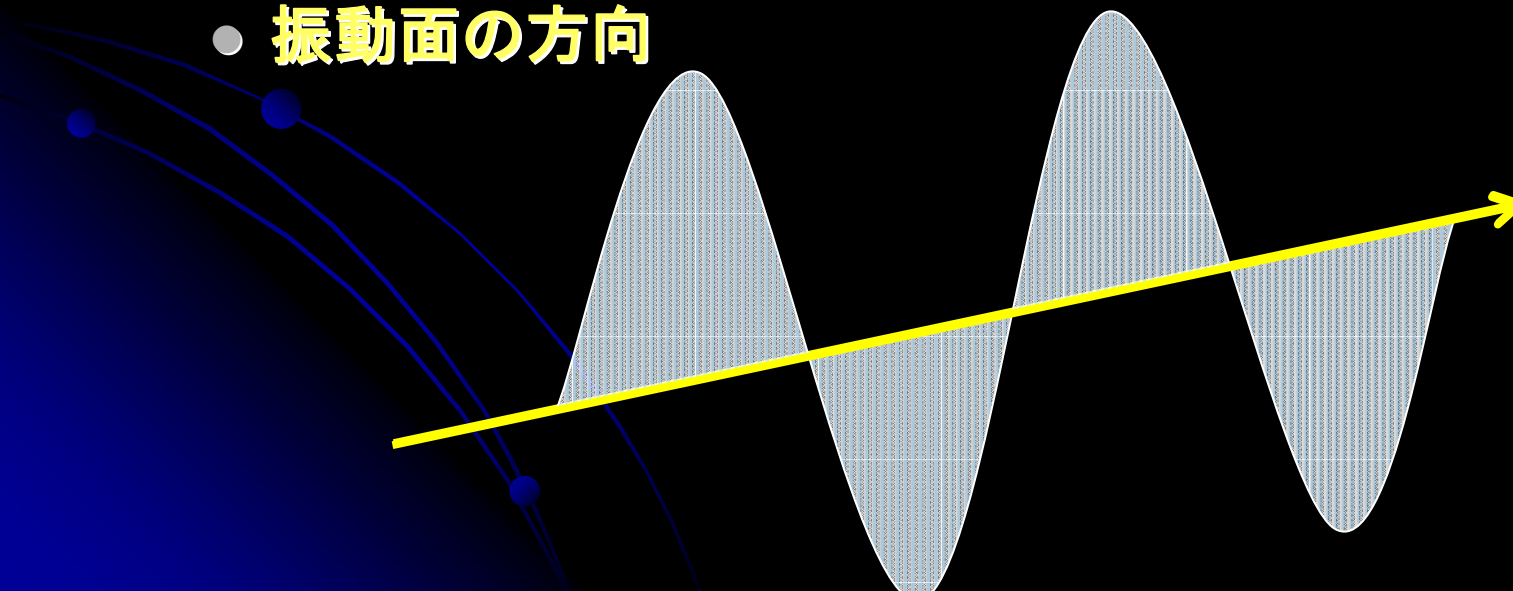
光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

実際にはたくさんの光子を受け取るので



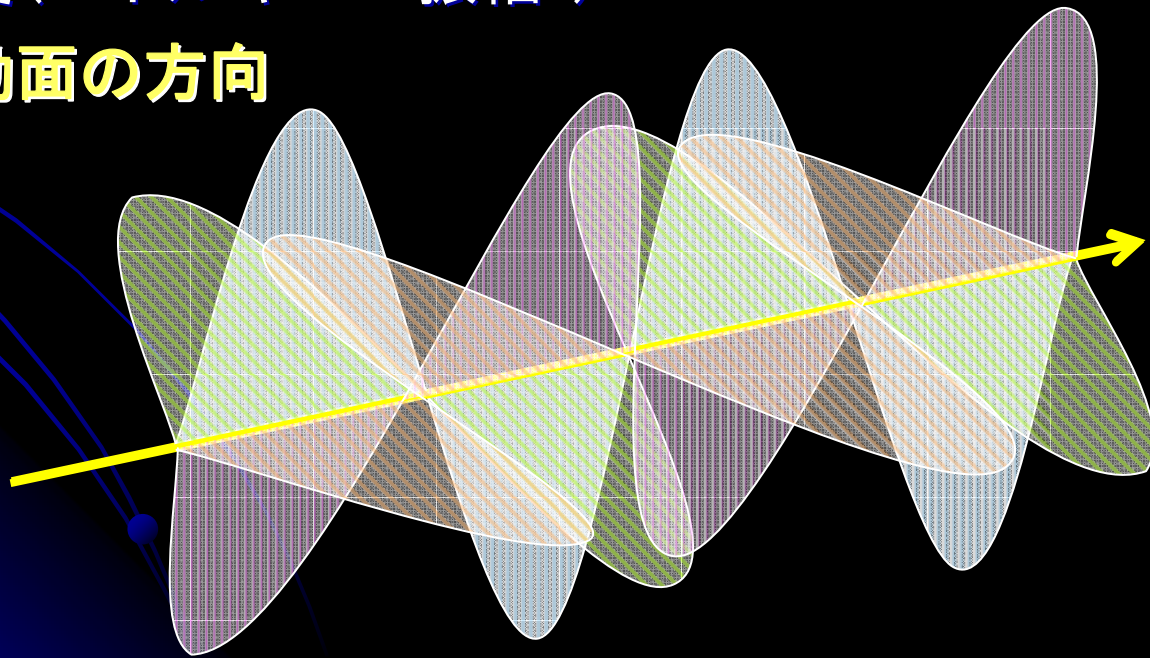
彗星の偏光観測

光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**



彗星の偏光観測

光の偏光とは・・・

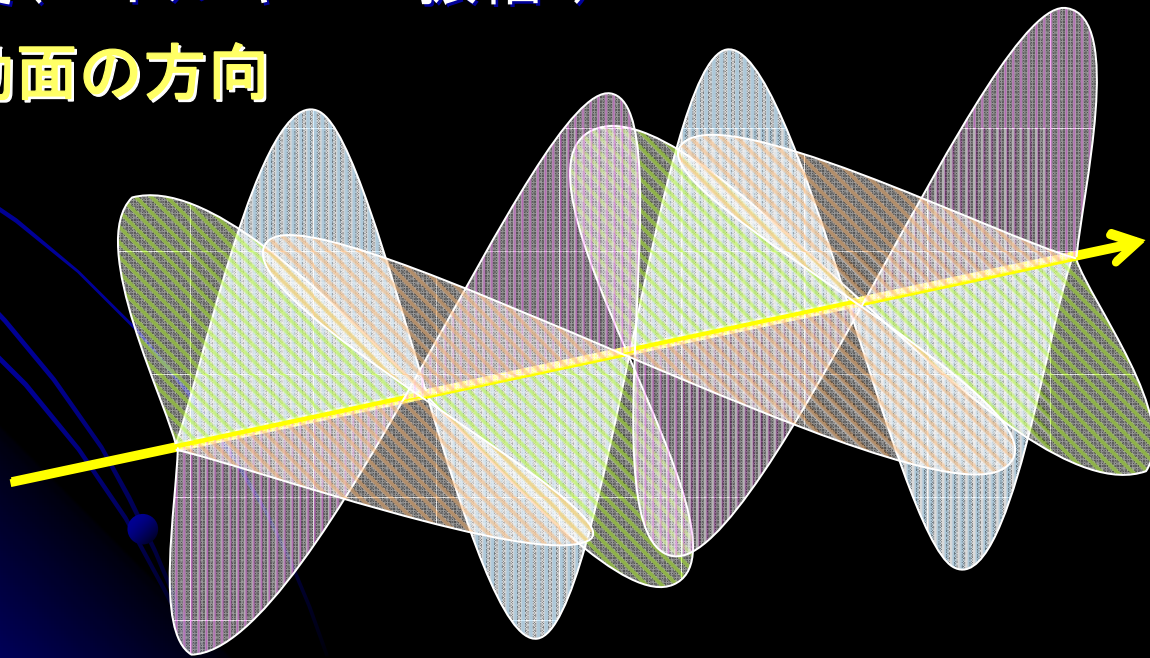
- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

いろいろな振動面の光が
満遍なく混ざっている

⇒無偏光



彗星の偏光観測

光の偏光とは・・・

- 光は**波(横波)**である

波の特徴:

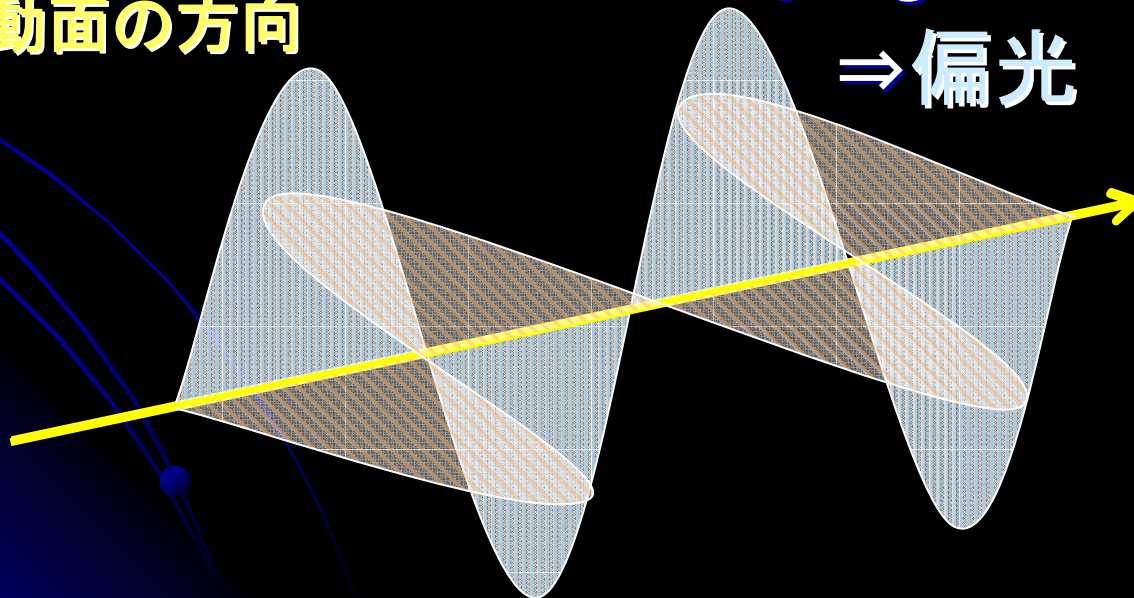
- 波長(山から山までの長さ)
- 強度(エネルギー \propto 振幅²)
- **振動面の方向**

いろいろな振動面の光が
満遍なく混ざっている

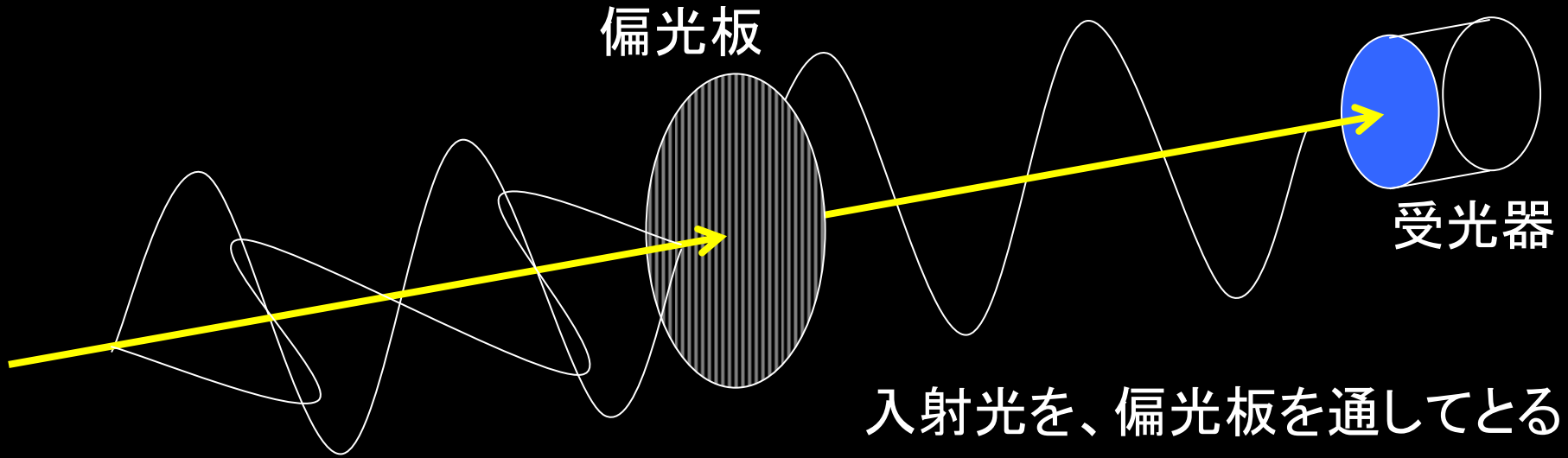
⇒無偏光

ある振動面の光が卓越し
ている

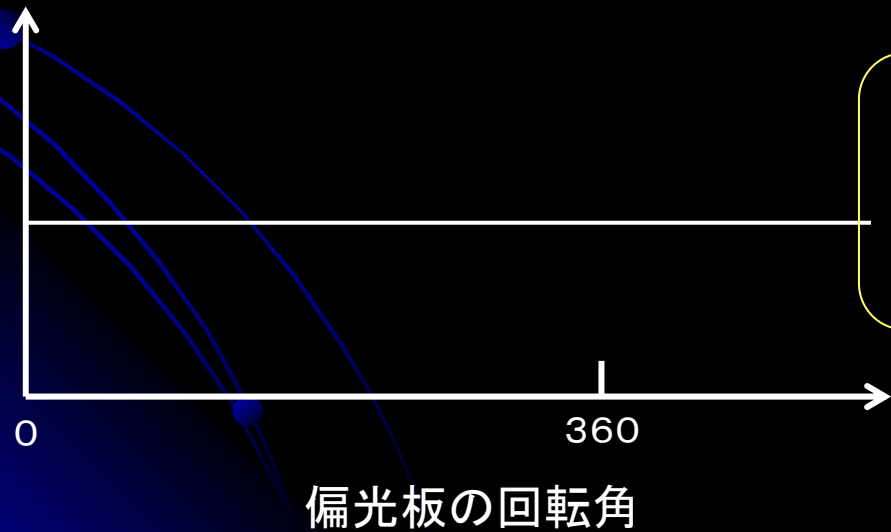
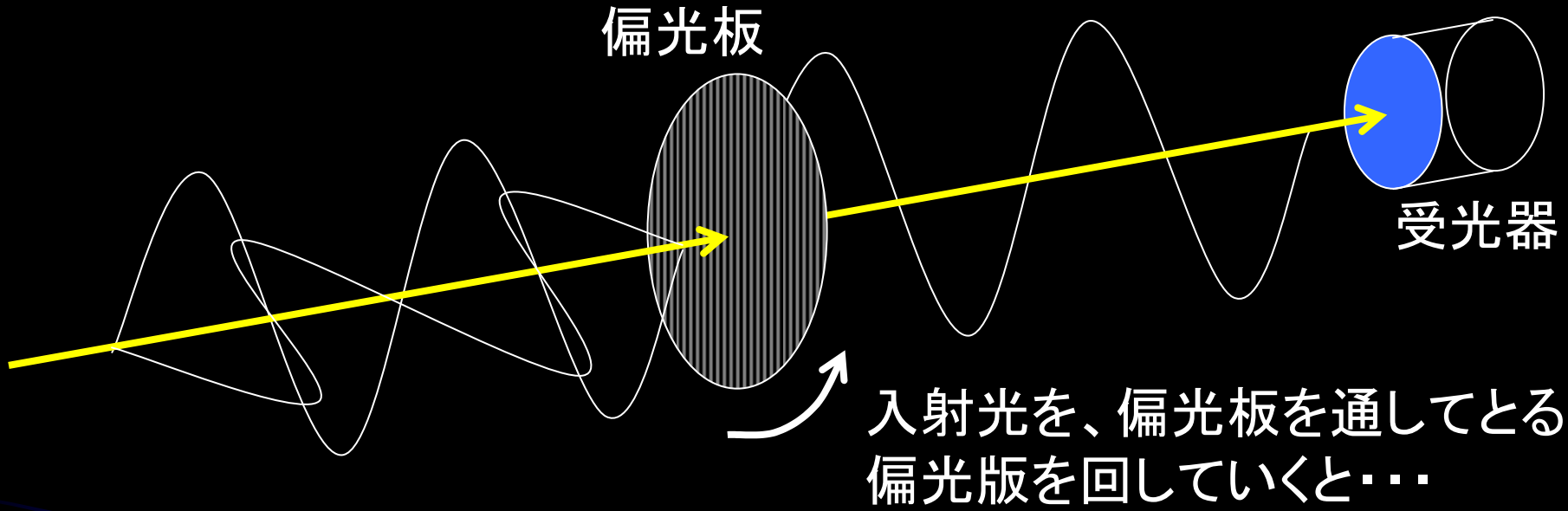
⇒偏光



偏光板と偏光観測(直線偏光)

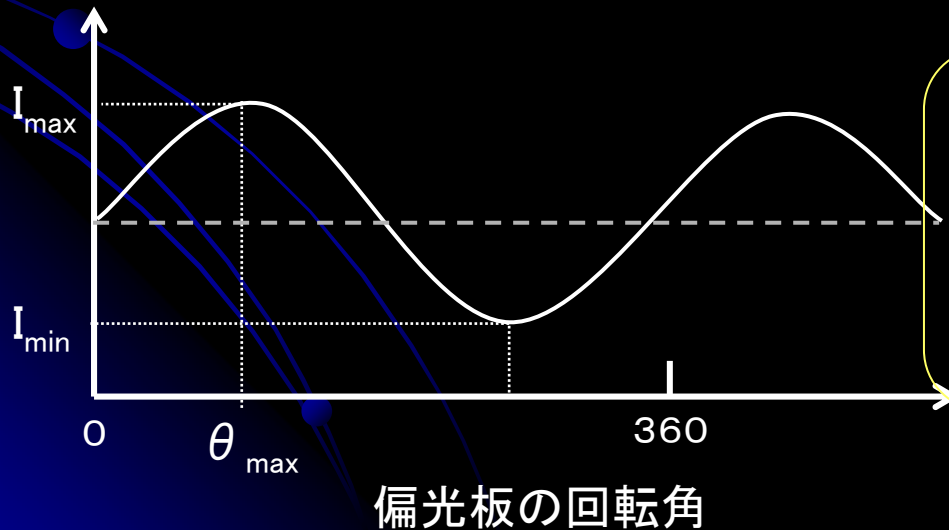
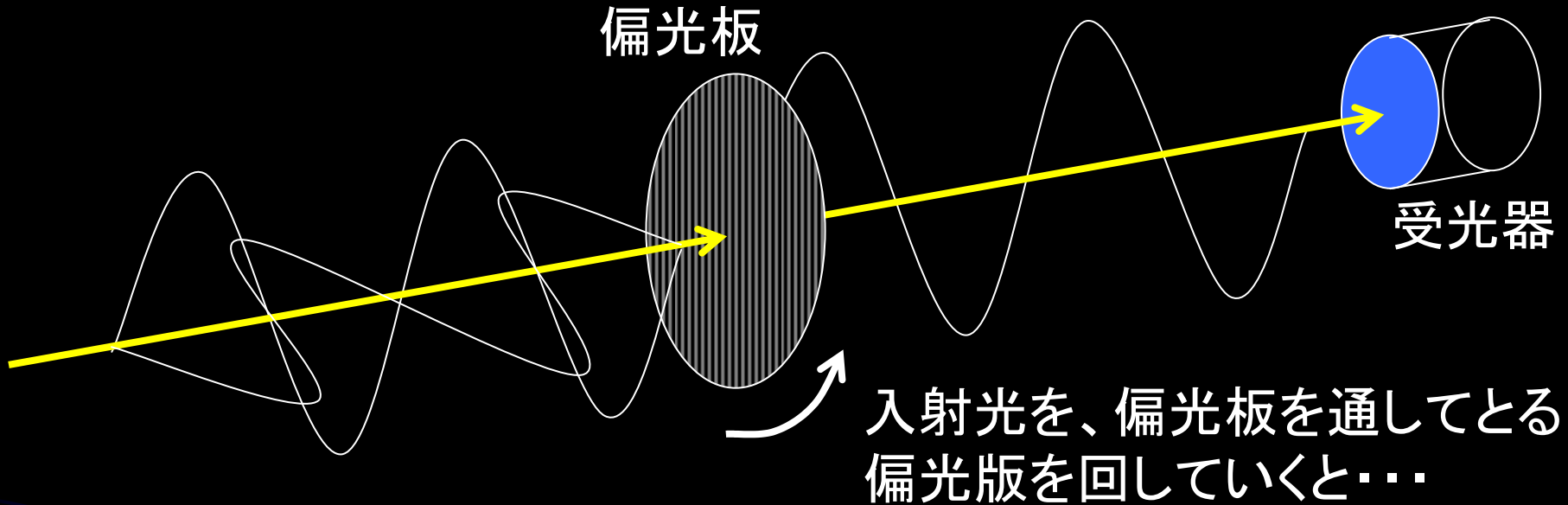


偏光板と偏光観測(直線偏光)



無偏光の場合：
偏光板を通過した光の
強度は変わらない

偏光板と偏光観測(直線偏光)



偏光している場合：
偏光板を通過した光の
強度は偏光板の角度
で変化する

彗星の偏光観測

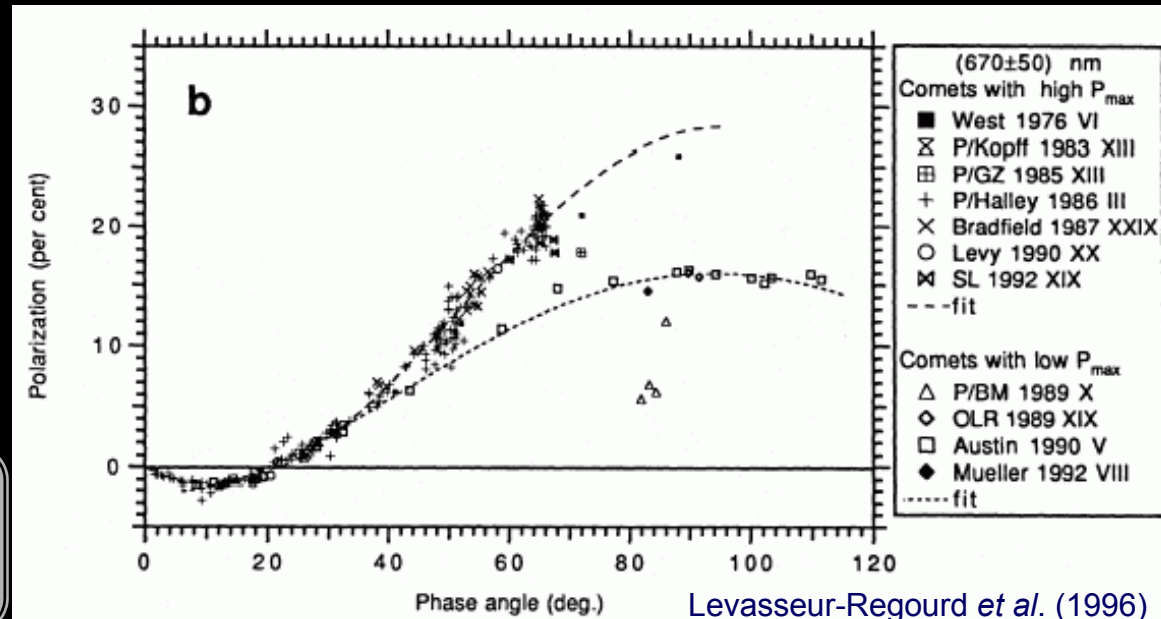
彗星の偏光

- **塵粒子**による太陽散乱光(optical ~ near-infrared)
 - 塵の鉱物(光学定数)、サイズ分布、形状、および彗星の散乱位相角の関数
 - 偏光度の散乱位相角依存性は彗星間で非常に似通っている

- **ガス輝線**



Polarization degree $P = \frac{I_{\perp} - I_{\parallel}}{I_{\perp} + I_{\parallel}}$



彗星の偏光観測

偏光撮像観測

- 偏光度マップ: 直線偏光度の天球面上の分布
 - 偏光度マップに見られる構造は何を反映しているのか
 - ⇒ 塵のサイズ分布 and/or 鉱物の違い
 - ガス流によるダストの整列の可能性も
 - 偏光度構造がサイズ分布の違いを反映しているとしたら・・・
 - ⇒ 彗星コマ中での塵の崩壊を見ている可能性
 - サイズ分布の異なるダストジェットが存在
- The Deep Impact Mission 地上支援観測
 - 衝突放出物を衝突の約6時間後に観測
 - 彗星核表層～内部からの放出物を捉えることを目的とする

観測

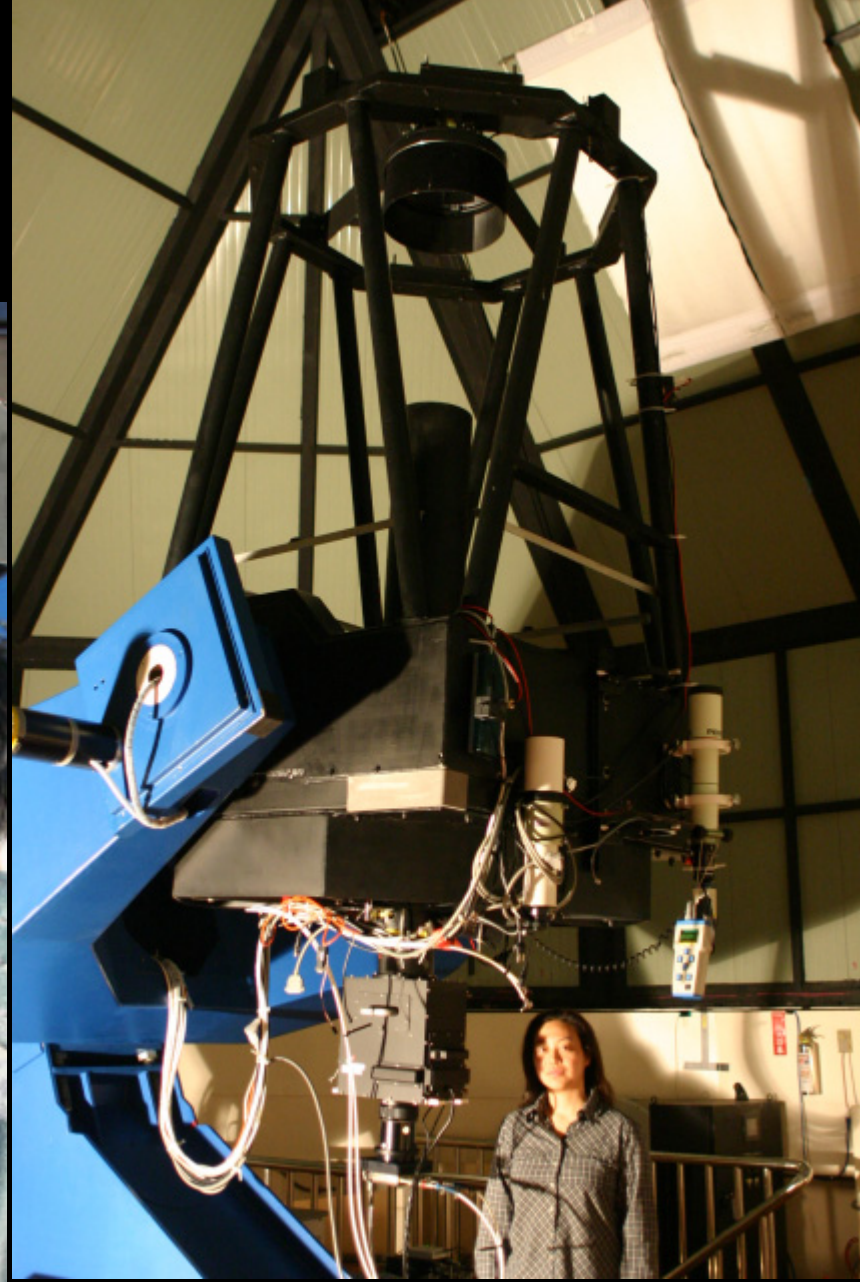
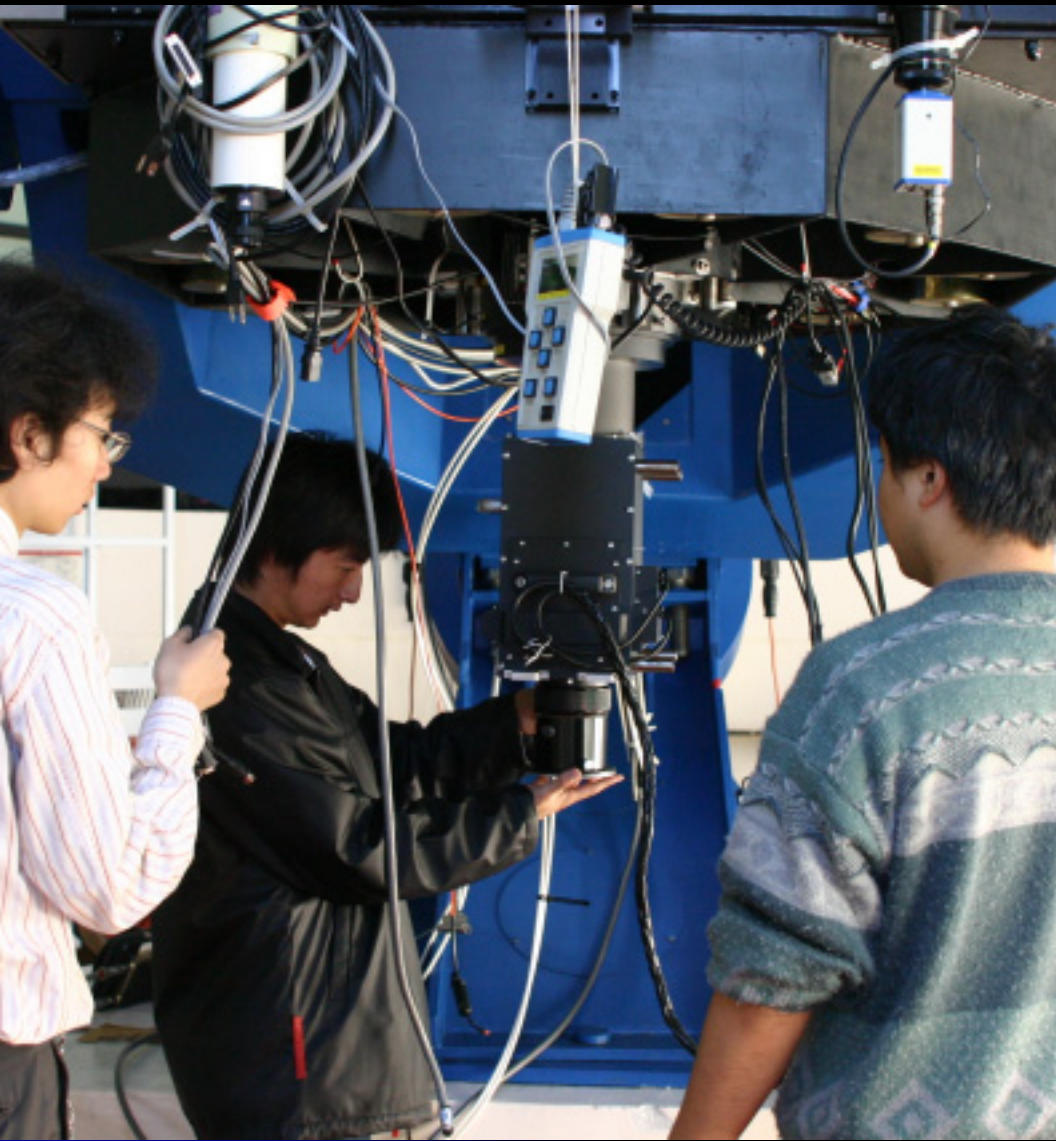
- 鹿林観測所1m望遠鏡(台湾)
Lulin One-meter Telescope (LOT), Taiwan
120° 52' 25" E (TZ: +8 UT); +23° 28' 07" ; 2,862 m
- 偏光撮像装置PICO(日本)
Polarimetric Imager for COmet (PICO), Japan
- 観測日
7/2 (for test), 7/3 (pre-impact),
7/4 (impact night), 7/5 (post-impact), ...
- フィルタ: Gunn's i'-band (broad-band)
- 視野: 5' x 10' (~ 1.8"/pix by 3x3 binning)

観

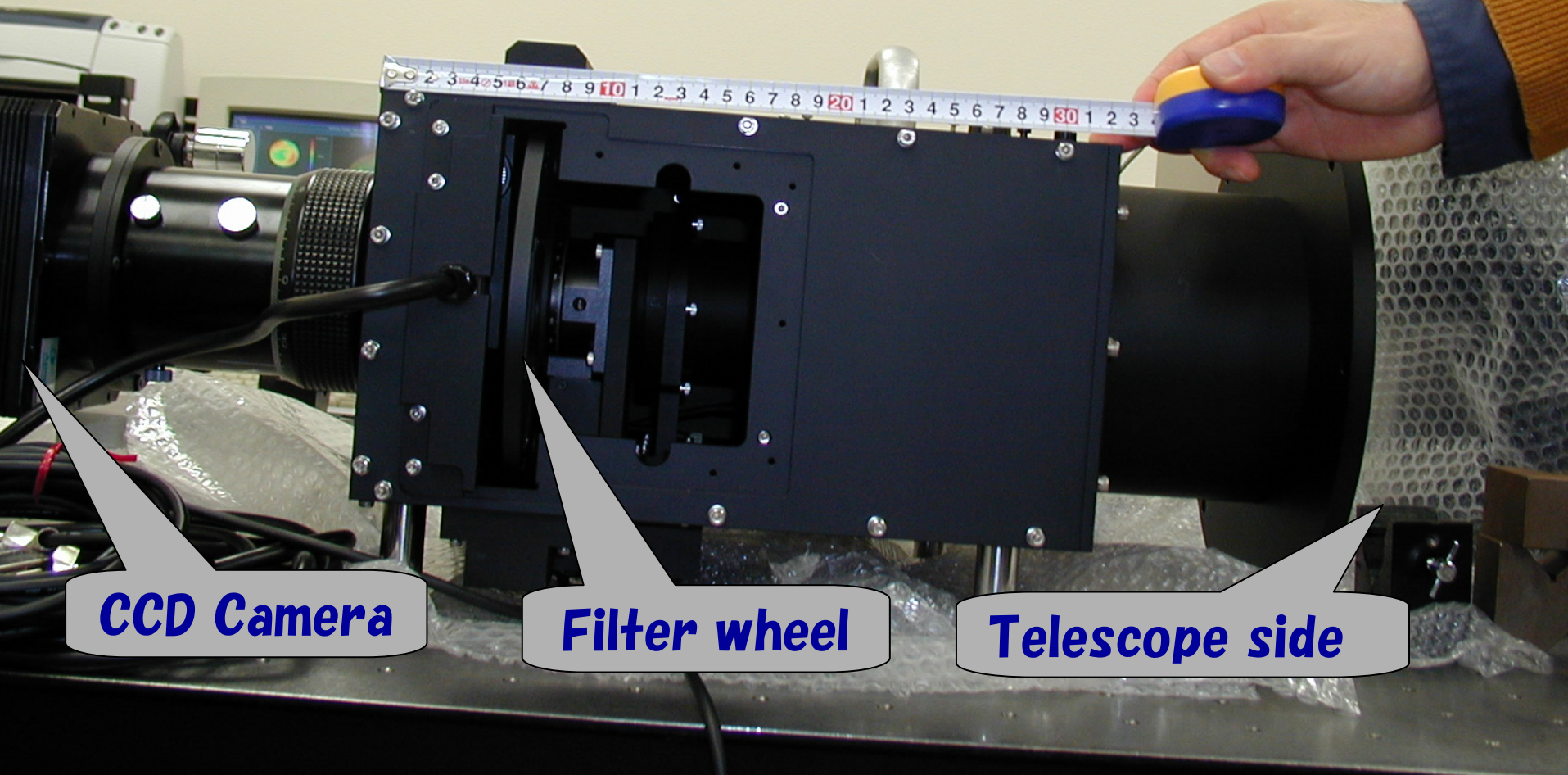
- 鹿林観測所1m望遠鏡 (Lulin One-meter Telescope)
120° 52' 25" E (TZ: +8 UT);
- 偏光撮像装置PICO (日本)
Polarimetric Imager for
- 観測日
7/2 (for test), 7/3 (p
7/4 (impact night), 7
- フィルタ: Gunn's i'-band
- 視野: 5' x 10' (~ 1.8"/p



LOT & PICO



PICO

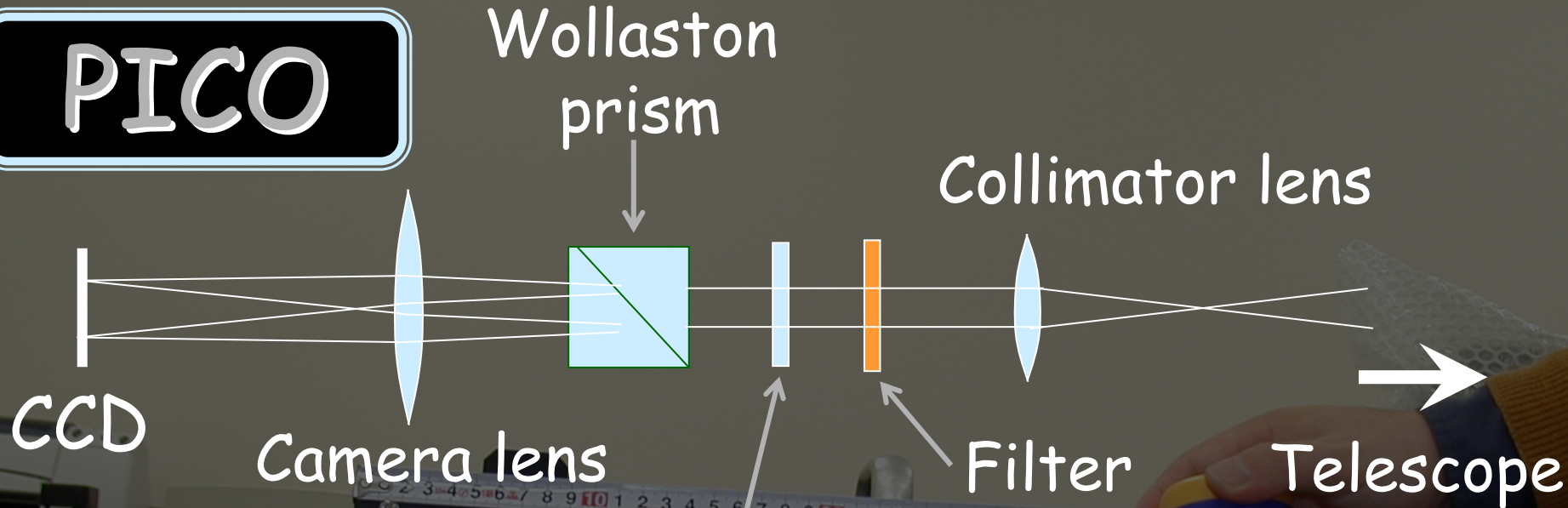


CCD Camera

Filter wheel

Telescope side

PICO



- Double-beam type の偏光撮像装置
- 小惑星など点光源で十分な S/N があれば偏光度0.1%の精度を達成

CCD Camera

Filter wheel

Telescope side

Time of Impact:

July 4 05:52:15.0 +/- 17 sec UT

鹿林1m望遠鏡/PICOの観測

• 2005.07.03

12:50 ~ 15:00 (UT)

• **2005.07.04**

12:10 ~ 15:10 (UT)

衝突から約6~9時間後

• 2005.07.05

12:25 ~ 15:00 (UT)

位相角:

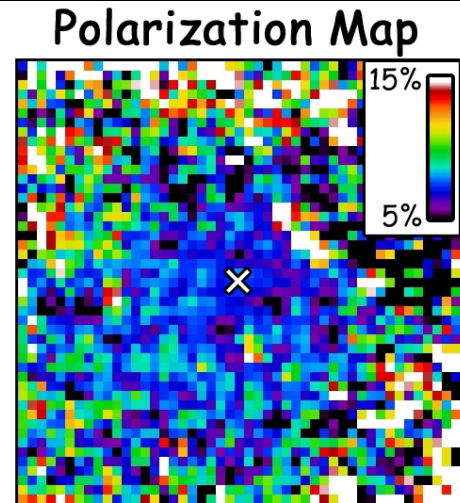
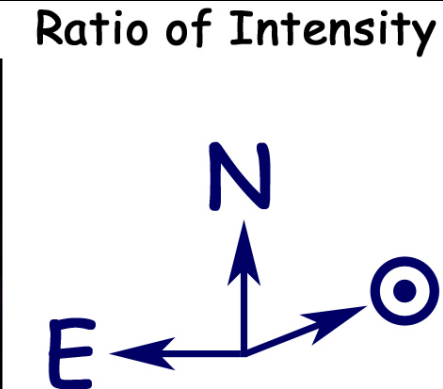
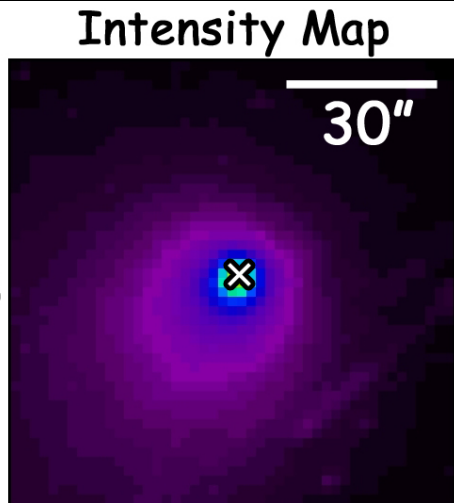
40.9 deg.

自転周期:

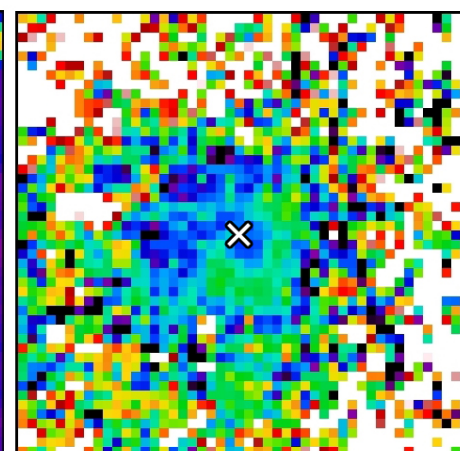
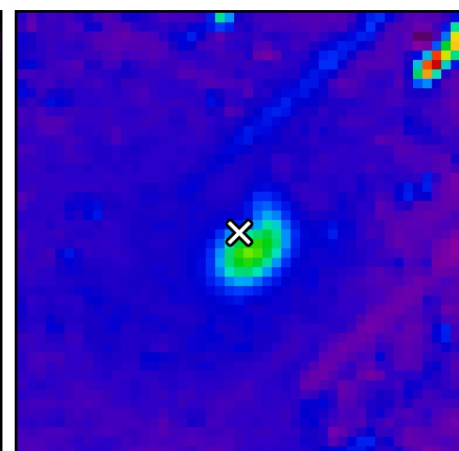
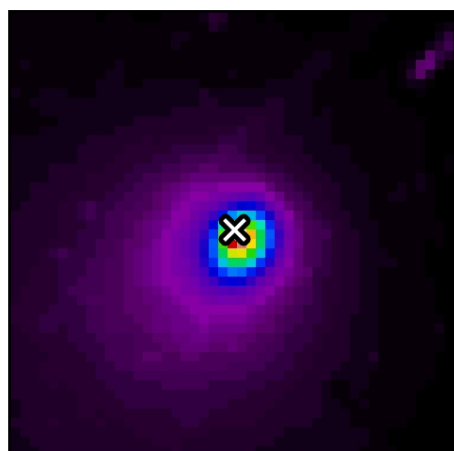
~38 hours

結果

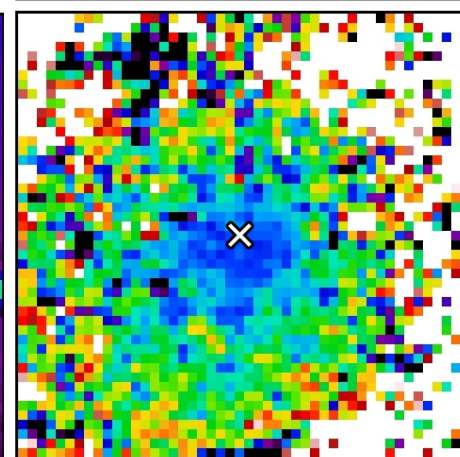
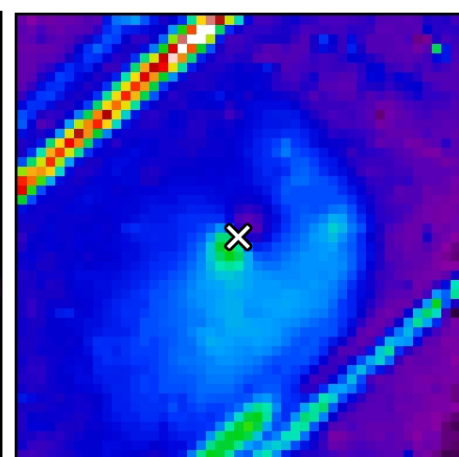
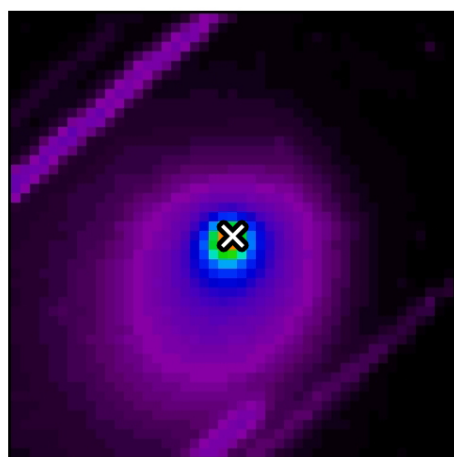
2005.7.3



2005.7.4

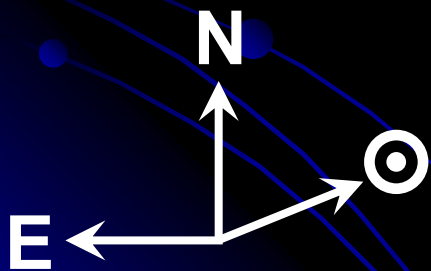


2005.7.5



7/3 (衝突前) に対する 7/4 の輝度比のマップ

7/4 の観測は衝突から約6~9時間後



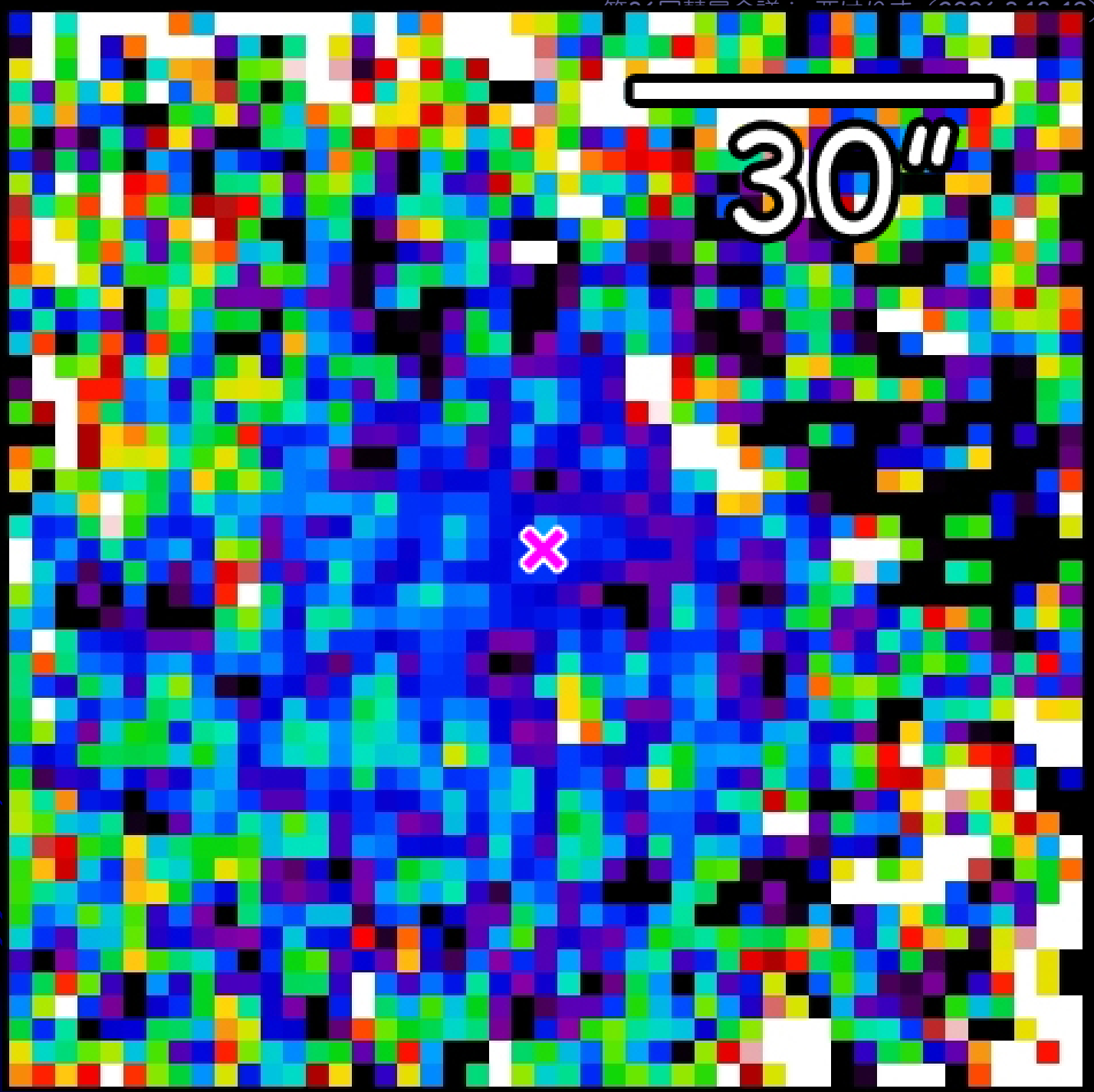
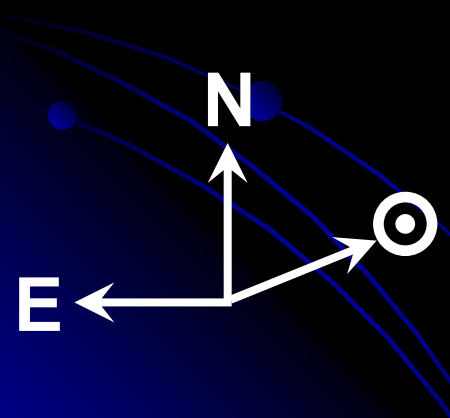
30"



衝突地点の、表面に垂直な方向 (PA: about 242°)

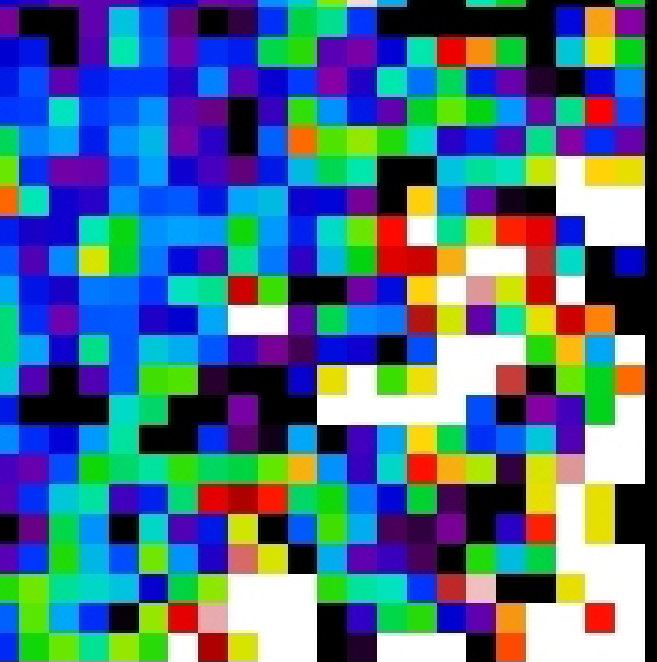
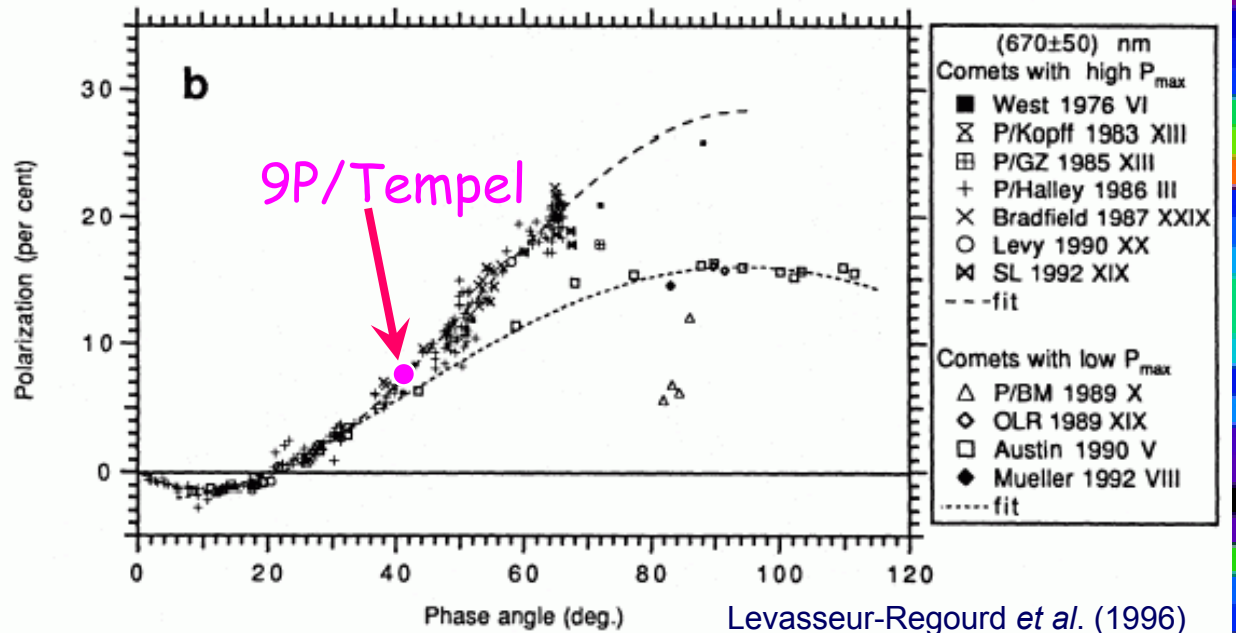
7/3 (衝突前)
の偏光度マップ

12:50UT
~15:00UT



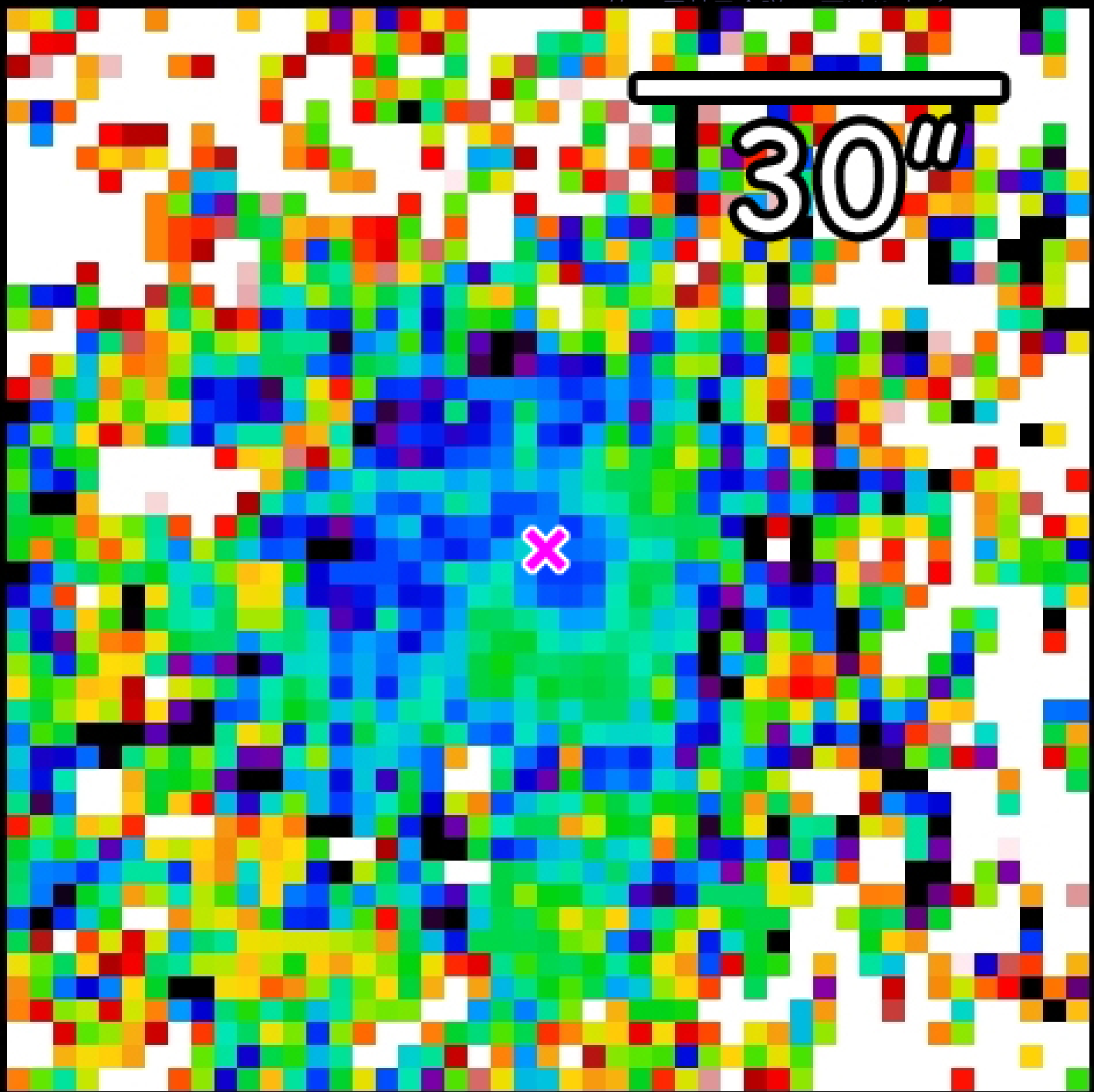
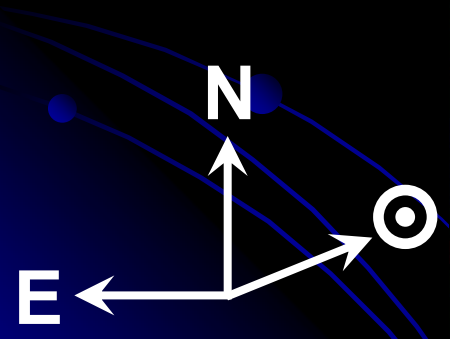
7/3 (衝突前) の偏光度マップ

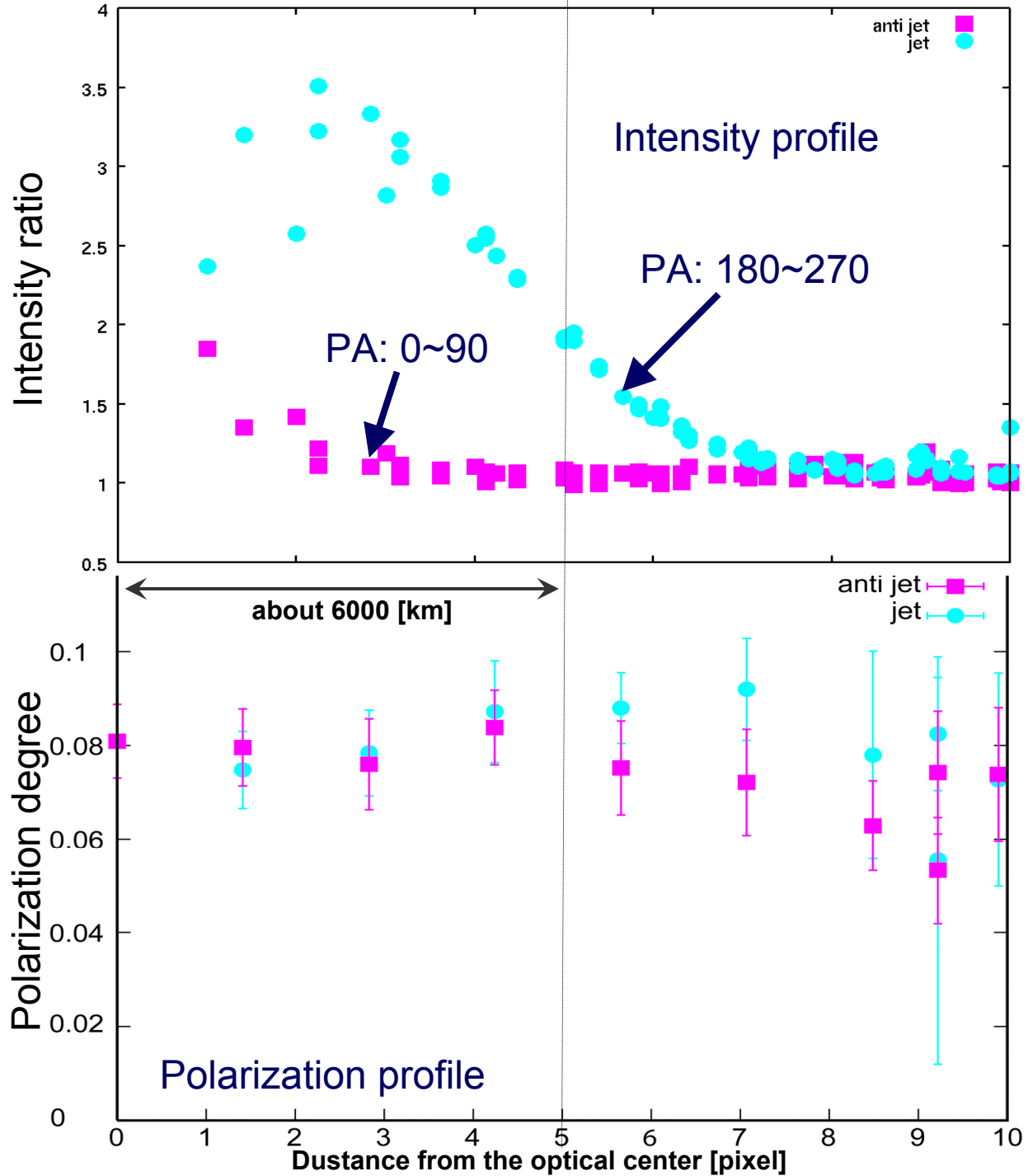
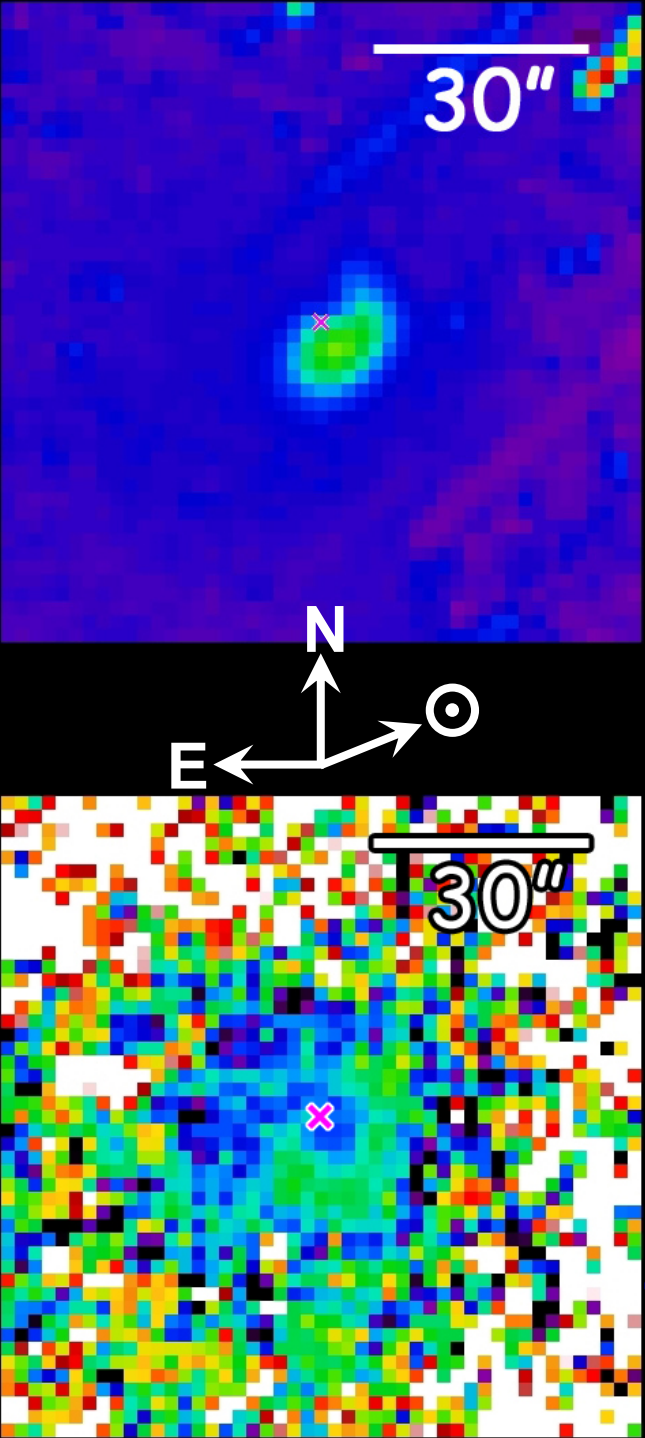
12:50UT
~15:00UT



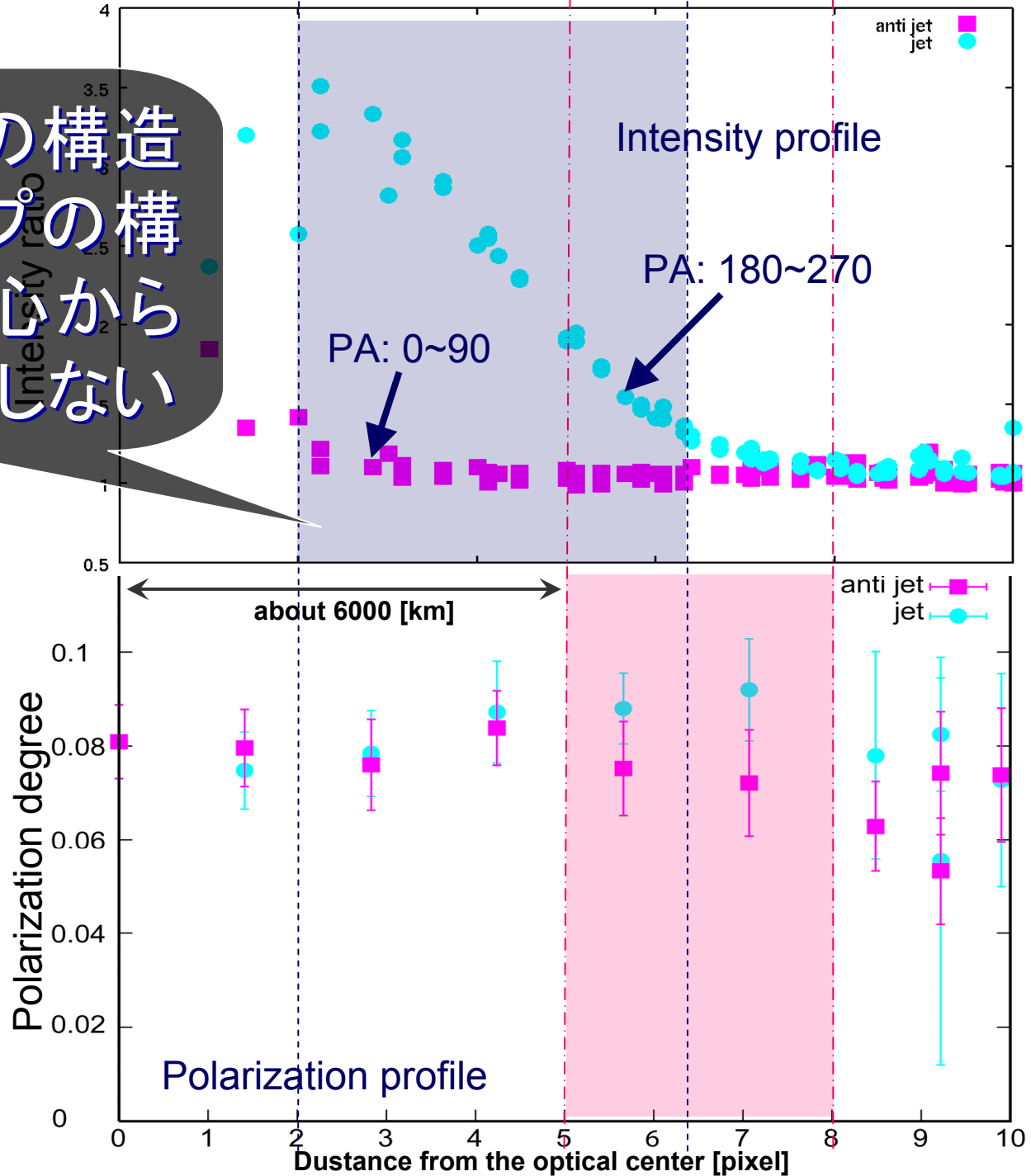
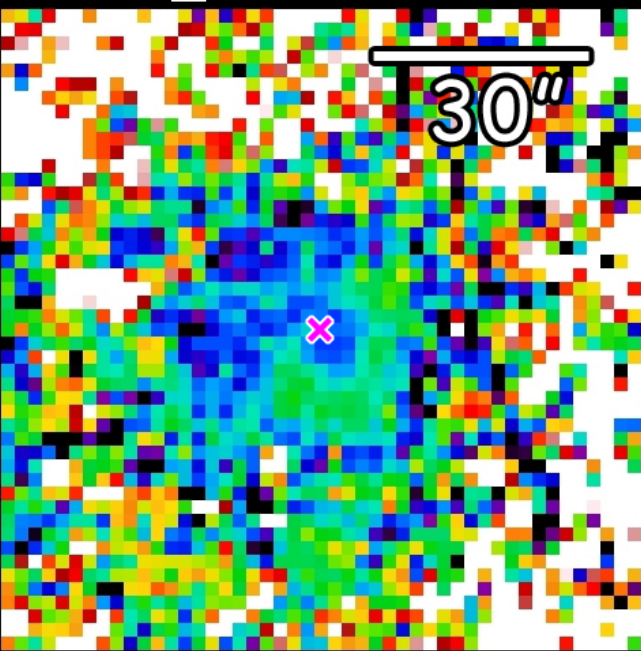
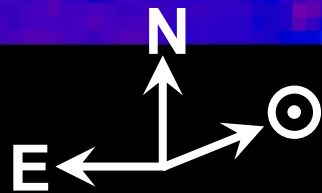
7/4 (衝突から
約6~9時間後)
の偏光度マッ
プ

12:10UT
~15:10UT





輝度比マップの構造
と偏光度マップの構造は、
光学中心からの距離が一致しない

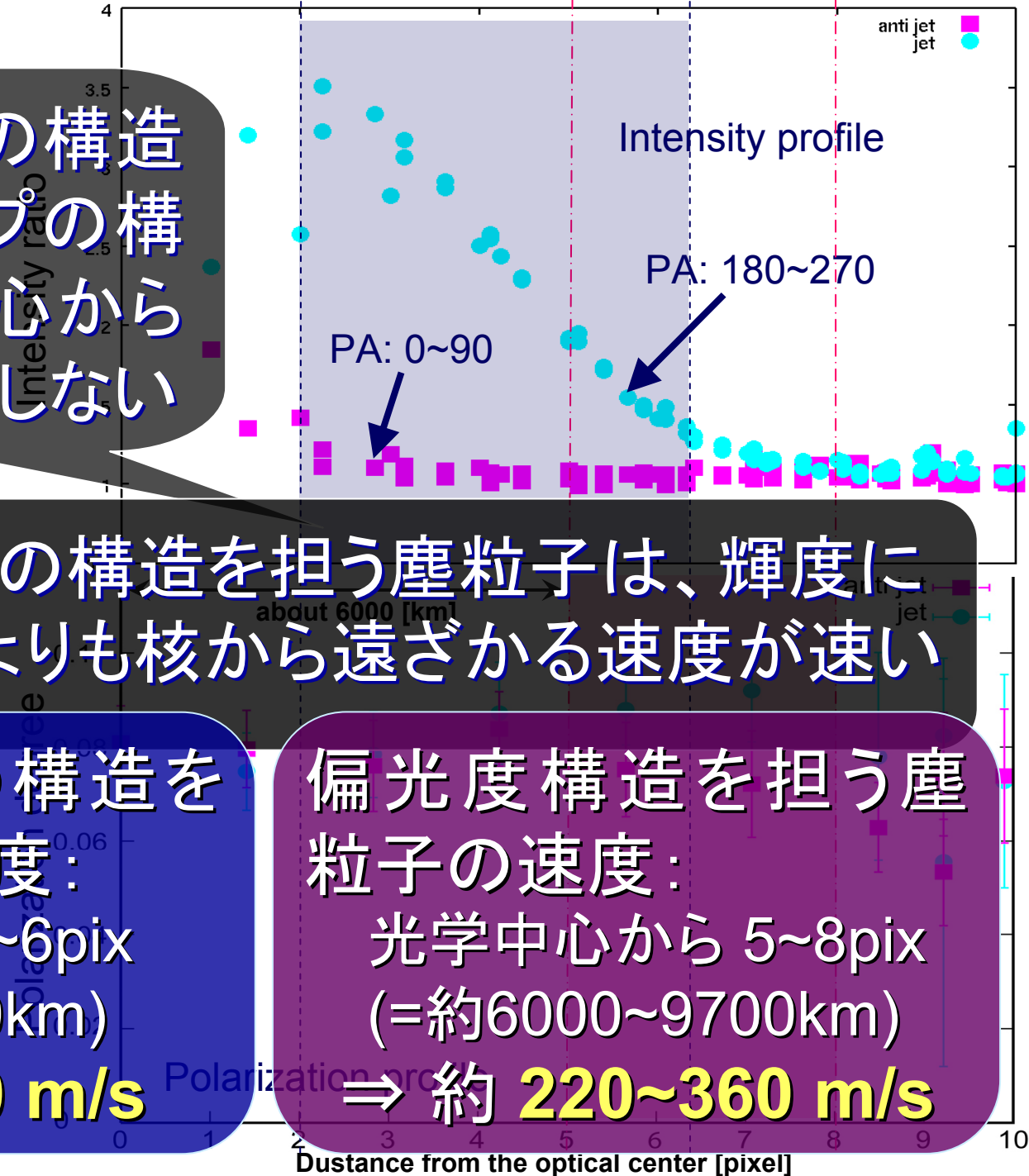


輝度比マップの構造
と偏光度マップの構造は、
光学中心からの距離が一致しない

偏光度マップの構造を担う塵粒子は、
輝度に貢献するものよりも核から遠ざかる速度が速い

輝度比マップの構造を担う塵粒子の速度：
光学中心から 2~6pix
(=約2400~7300km)
⇒ 約 **90~270 m/s**

偏光度構造を担う塵粒子の速度：
光学中心から 5~8pix
(=約6000~9700km)
⇒ 約 **220~360 m/s**



偏光度マップの構造について

偏光度マップの構造はどのようにして形成されたのか？

- A) 表層に暗くて高偏光度を示す塵粒子が存在し、衝突で先に放出された
- B) 衝突によって表面の氷が蒸発してできたガスにより、細かい塵がより大きく加速された

議 論

- すばる望遠鏡の観測結果(中間赤外)との比較:
[観測: 衝突約1時間後~]
- 画像に、ケイ酸塩鉱物による10- μm 超過光の構造が見られる
⇒ 0.1- μm ~10- μm 程度のサイズの塵が存在することを示唆
- 衝突物による構造(プルーム)の色温度は、中心から遠ざかるほど高く、ケイ酸塩鉱物の10- μm 超過光は弱い(炭素質の物質の存在が示唆される)
⇒ 彗星核表面の層構造を反映している?

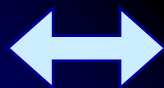
まとめ

- Deep Impact Mission の対象天体である 9P/Tempel 1 の偏光撮像観測を行い、衝突前日、当日(衝突後約6~9時間後)、衝突翌日のデータを取得した
- 衝突前日の偏光度マップには構造は見られなかった
偏光度は典型的な彗星の値
- 衝突翌日の偏光度マップにも顕著な構造は見られない

まとめ

- 衝突前日に対する当日の輝度比マップにおいて、中心が明るくなり、衝突放出物の方向に明らかな輝度の超過構造が現れた
- 衝突当日の偏光度マップで、偏光度の高い構造が見られる。この構造は輝度比マップの構造よりも光学中心から見て遠い位置にある

→ 偏光度構造を担う塵粒子の速度を求めると、約**220~360 m/s**



輝度比マップの構造を作る粒子の速度：
約**90~270m/s**

今後の課題

- 偏光度マップの構造はどのような塵粒子によるものか？
 - 表層に暗くて高偏光度を示す塵粒子が存在し、衝突で先に放出された
 - 衝突によって表面の氷が蒸発してできたガスにより、細かい塵がより大きく加速された

⇒ 他の観測結果との比較や、シミュレーションによる再現を試みる

共同観測プロジェクトメンバー

【日本】

- 古荘 玲子
- 池田 優二
- 春日 敏測
- 佐藤 祐介
- 河北 秀世
- 渡部 潤一

【台湾】

- 木下 大輔
- 葉 永烜教授
- 林 宏欽台長
- 張 明新
- 林 忠義

[協力]

- 中大／鹿林Staff