

太陽ライマンα線偏光分光観測ロケット実験 CLASP によるサイエンス

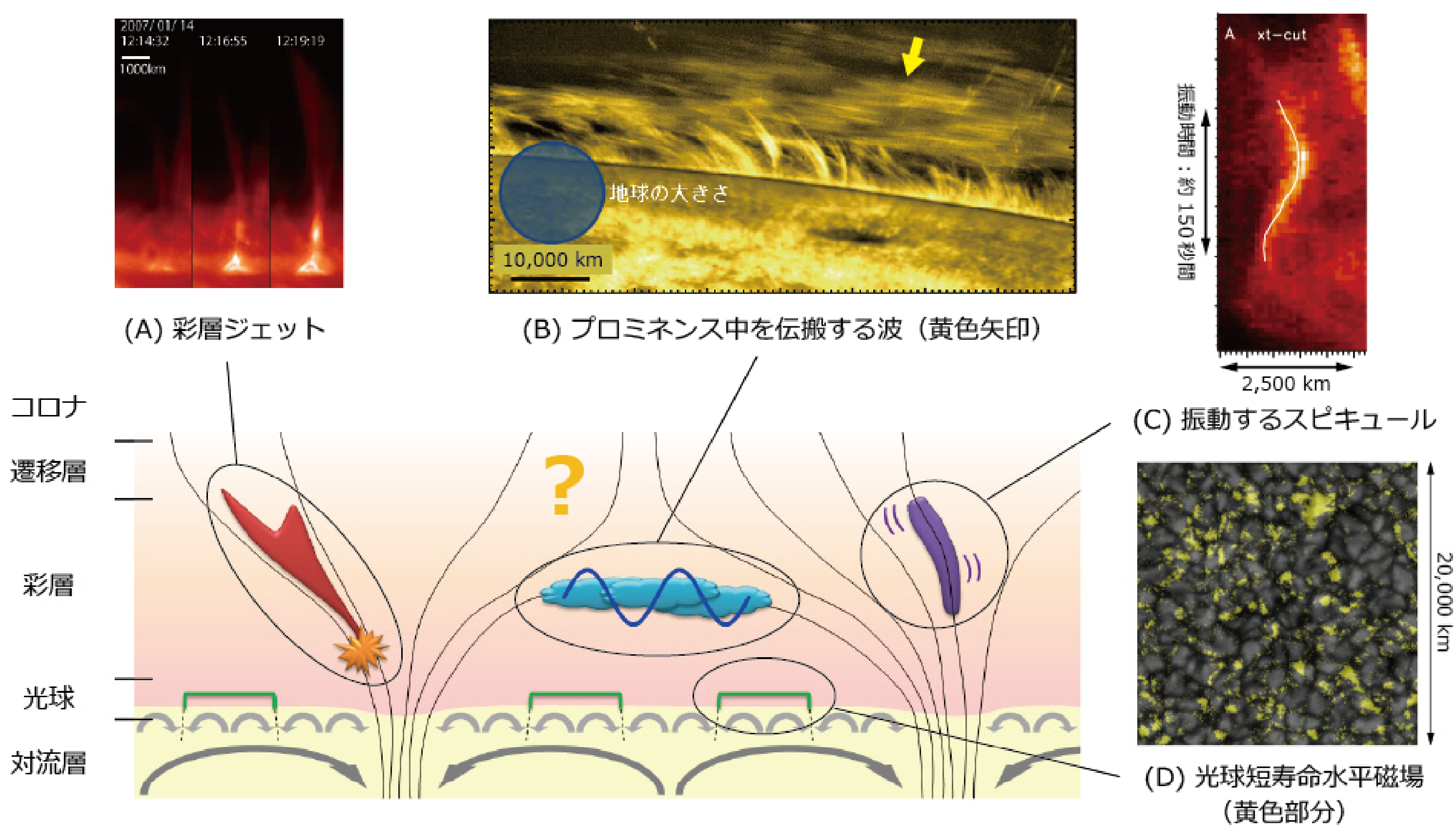


久保雅仁、石川遼子、鹿野良平、坂東貴政、常田佐久、勝川行雄、加藤 成晃、石川 真之介、原弘久、末松芳法 (国立天文台)、成影典之、清水敏文、坂尾太郎 (ISAS/JAXA)、一本潔 (京都大学)、後藤基志 (核融合研究所)、今田晋亮 (名古屋大学)、K. Kobayashi, (UAH)、J. Trujillo Bueno (IAC)、F. Auchere (IAS)、M. Carlsson (Univ. of Oslo)、A. Winebarger (NASA/MSFC)、他CLASP チーム

1. CLASPロケット実験

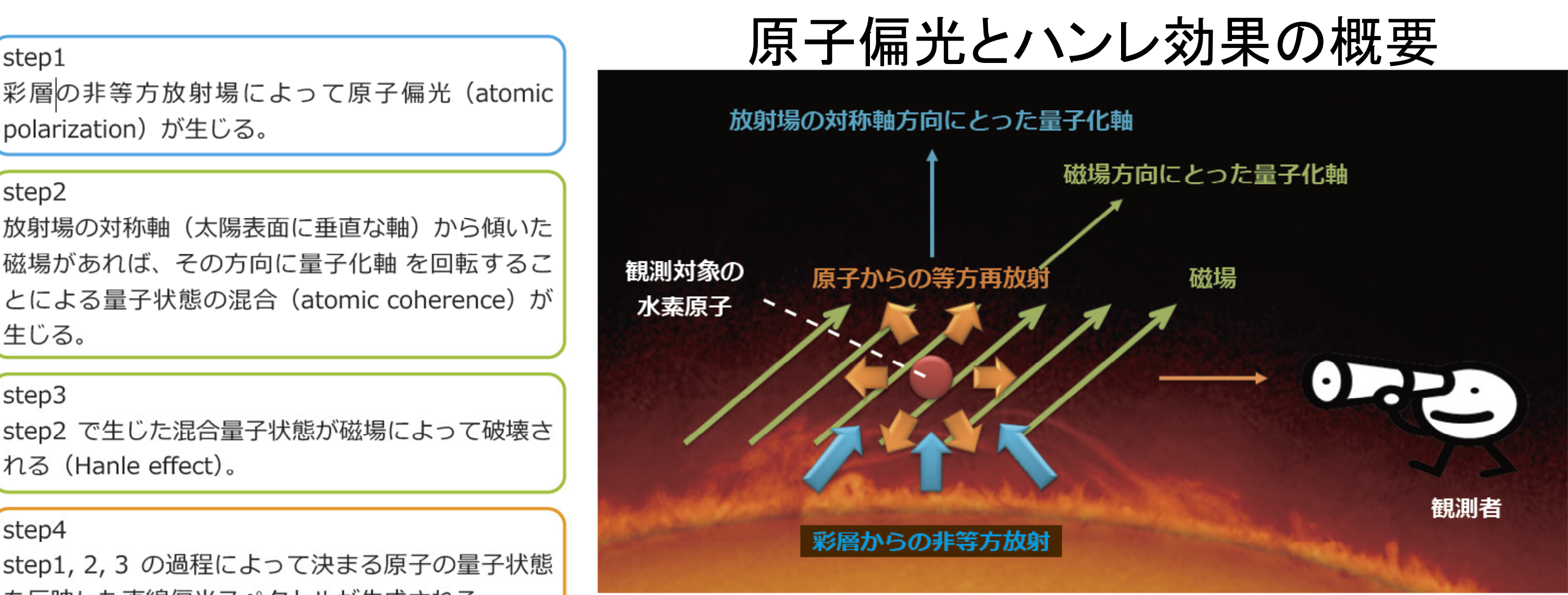
観測ロケット実験CLASP は、原子偏光とハンレ効果によるライマンα輝線 (波長121.6nm) の直線偏光を0.1%の高い精度で検出し、これまで困難であった太陽の彩層・遷移層の磁場情報を得ることを目的としている。原子偏光とハンレ効果を用いた精度の良い磁場測定は、今後の本格的な太陽彩層・コロナの磁場測定に必要なものであり、CLASPはその先駆けとなるプロジェクトである。

2. 彩層・遷移層の磁場観測の重要性



太陽大気加熱機構・加速機構には対流層から浮上した磁場が重要な役割を果たしている。太陽面で観測される活動現象を理解するには、光球-彩層-コロナの磁場構造を一つのシステムとして捉える必要がある。光球とコロナを結合する上で特に重要なのがその二つの領域を仲介する彩層・遷移層の磁場である。「ひので」観測により、非常にダイナミックな彩層の描像が明らかにされたが、磁場情報の不足が太陽大気理解の障害になっている。磁気エネルギーが支配する彩層上部・遷移層の磁場を得ることは、観測データを境界値としてコロナの磁場を求める上でも重要である。

3. 新しい磁場測定手法-ハンレ効果-



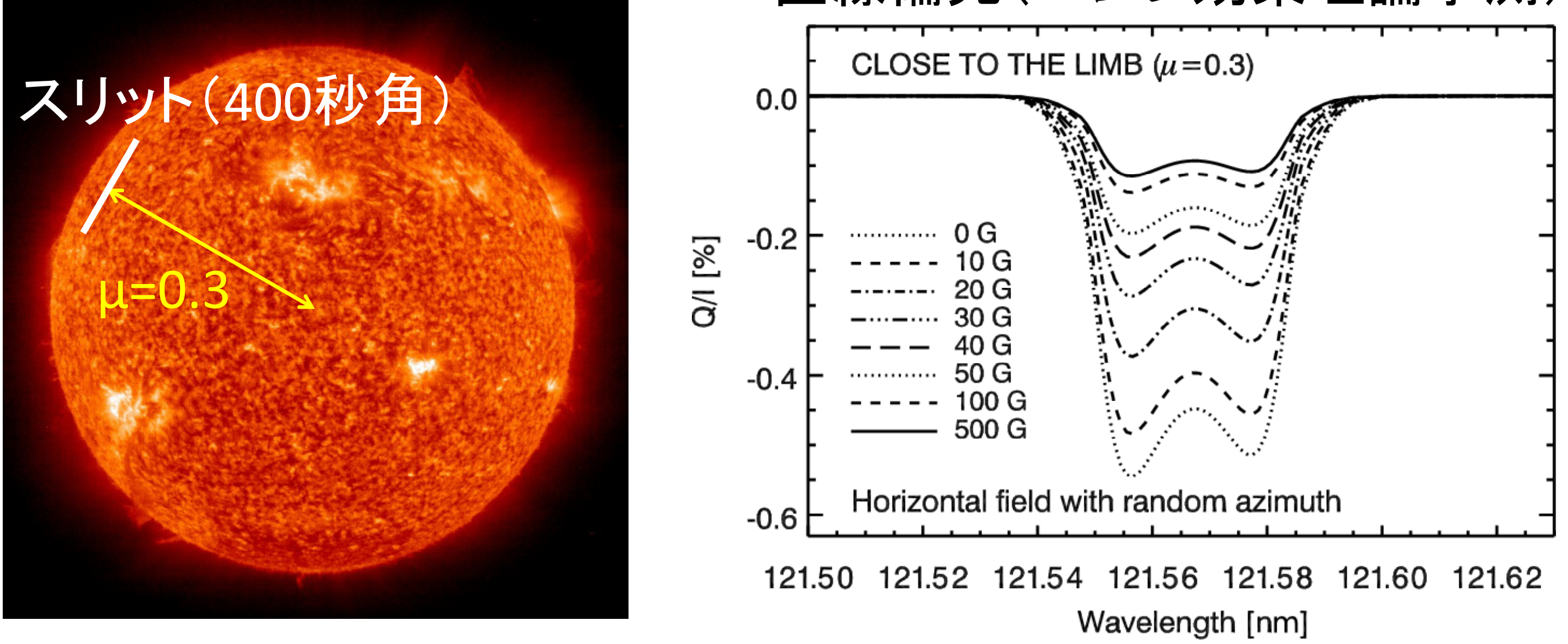
ひので衛星は、ゼーマン効果を利用して高精度の光球磁場マップを取得し、大きな成果を挙げている。しかし、(1)彩層・遷移層の磁場が弱いためにゼーマン分裂幅が小さい、(2)彩層・遷移層は光球に比べ高温で熱運動が激しいためにドップラー幅が大きい、という理由から彩層・遷移層の磁場をゼーマン効果から得ることは困難である。そこで、新しい磁場測定方法として提案されているのがハンレ効果である。ハンレ効果を用いることで、ゼーマン効果に比べて弱い磁場を検出できるだけでなく、分解能以下に逆向きの磁場があった場合でも偏光信号がキャンセルしないという特徴があり、太陽以外の天体への応用も期待される。近年、ハンレ効果の理論的研究が急速に進み、観測した直線偏光から磁場ベクトルを求めることが可能となりつつある。

4. CLASPの科学要求

科学要求のまとめ

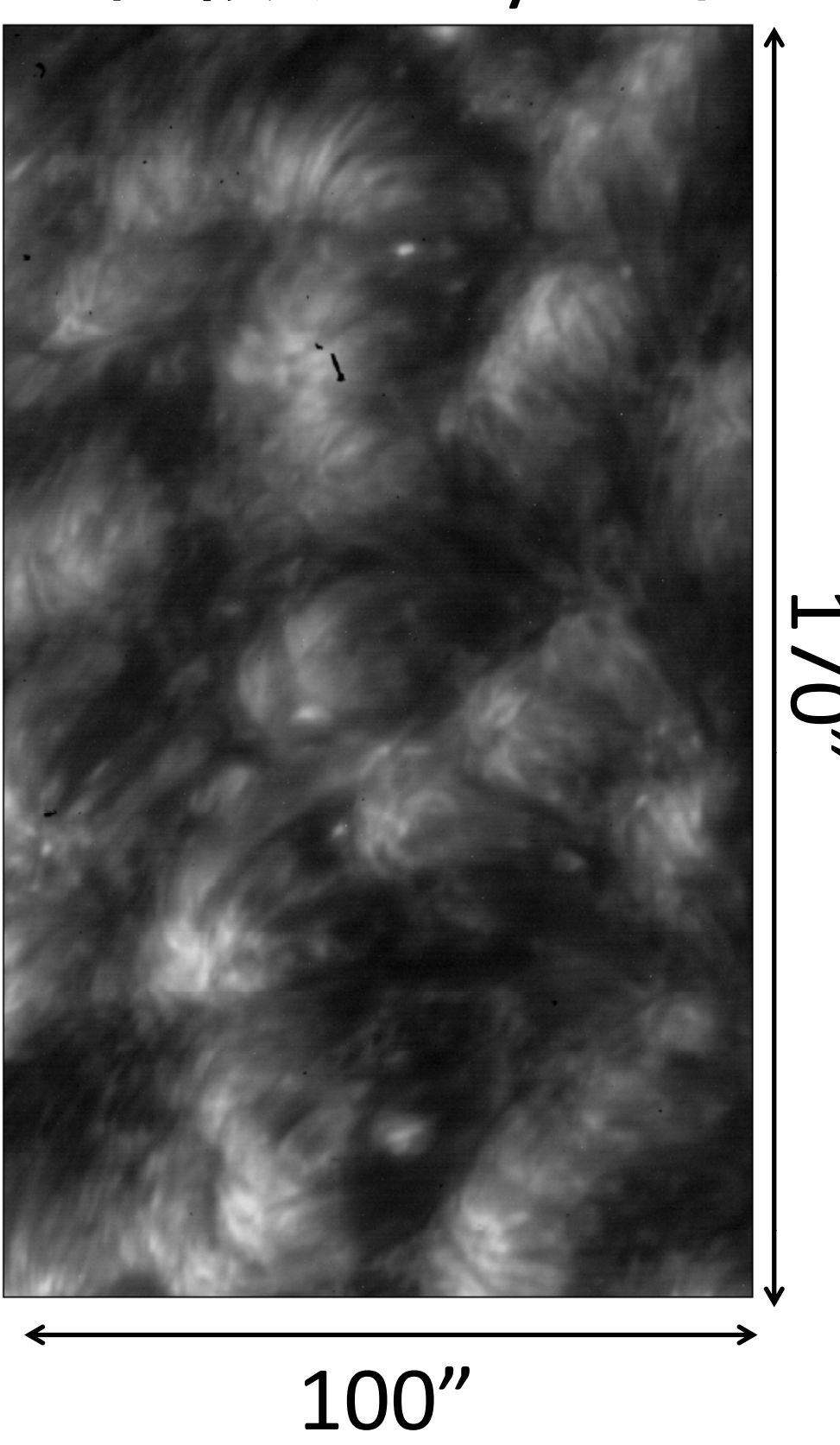
Observable	Requirement
Target	On-disk, away from disk center (Quiet Sun and other structures)
Polarization Sensitivity	0.1% (line core), 0.5% (line wing)
Spectroscopic Resolution	0.01nm
Spectral Window	> ±0.05nm
Spatial Resolution	< 10"
Temporal Resolution	< 5 minutes

CLASP の観測予定領域 (白線) 直線偏光 (ハンレ効果理論予測)

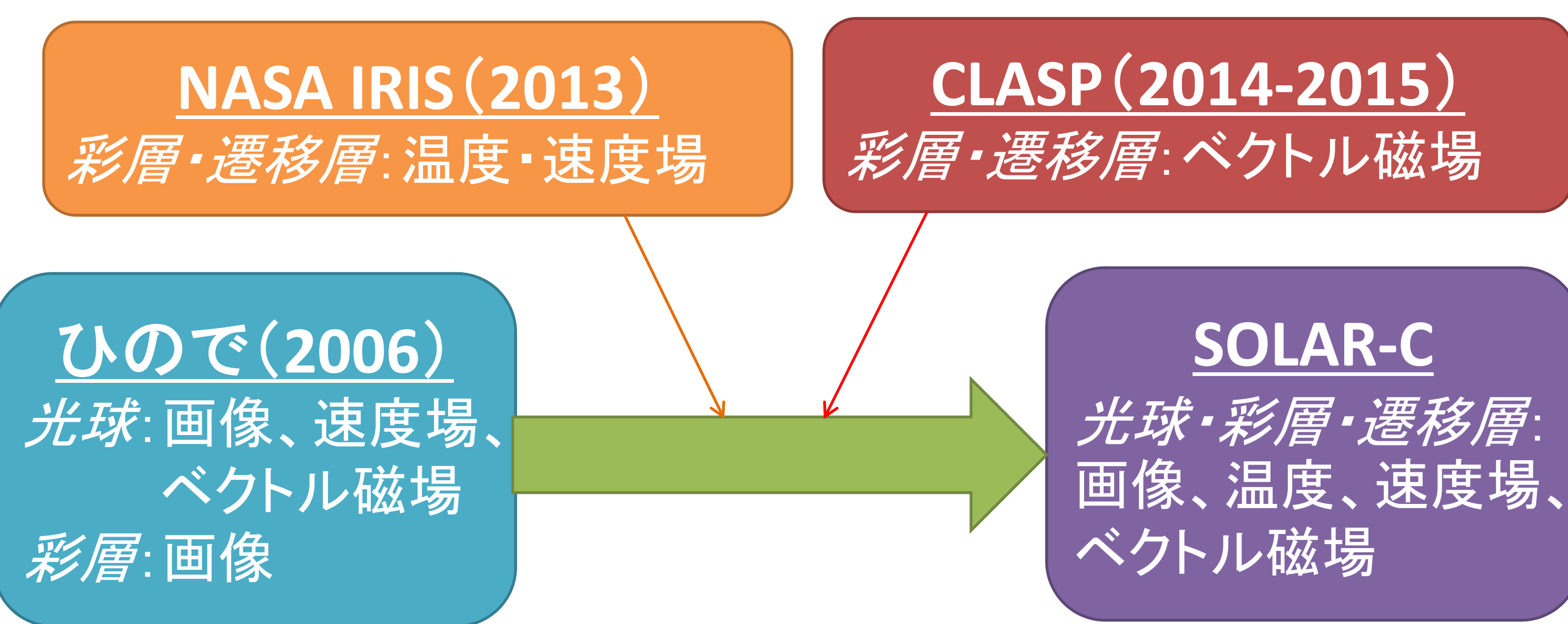


太陽大気加熱・加速機構を理解するためには、太陽の大部分を占める静穏領域の磁場観測が必要不可欠である。しかし、これまで静穏領域における彩層・遷移層の磁場観測が行われてこなかったため、この状況をCLASPが打破する。静穏領域は、すじ状の構造 (幅: 2"-3"、長さ: 10") が10"程度並んだ塊で構成されており、このすじ状構造の塊がCLASPの観測対象になる。すじ状構造の磁場強度は5~50ガウス程度と考えられており、これを検出するには0.1%の偏光精度が必要になる。

静穏領域のLyα画像



5. CLASPからSOLAR-Cへ



CLASPは、ひので衛星及びNASAのIRIS衛星 (2013年春打ち上げ予定) との共同観測により、SOLAR-Cの科学的なパスファインダーになる。IRIS衛星は磁場は測定できないが、彩層・遷移層の高解像度分光観測が可能で、CLASPとは相補的な関係にある。CLASPの観測結果を用いて、彩層上部・遷移層の磁場導出・解析の方法を確立することは、SOLAR-Cの計画立案にとって極めて重要である。