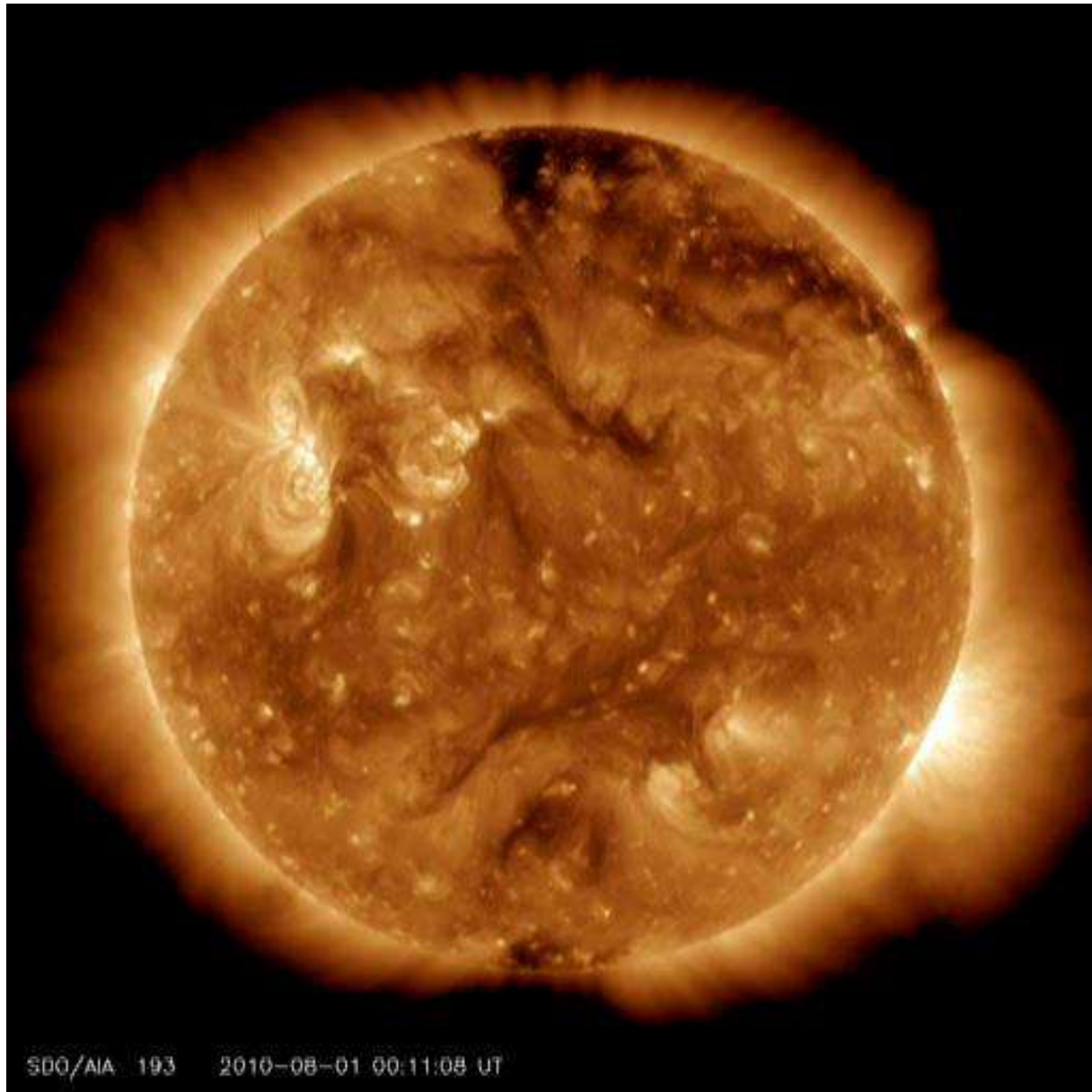


アマチュアによる 皆既日食の科学的観測

花岡 庸一郎(国立天文台)

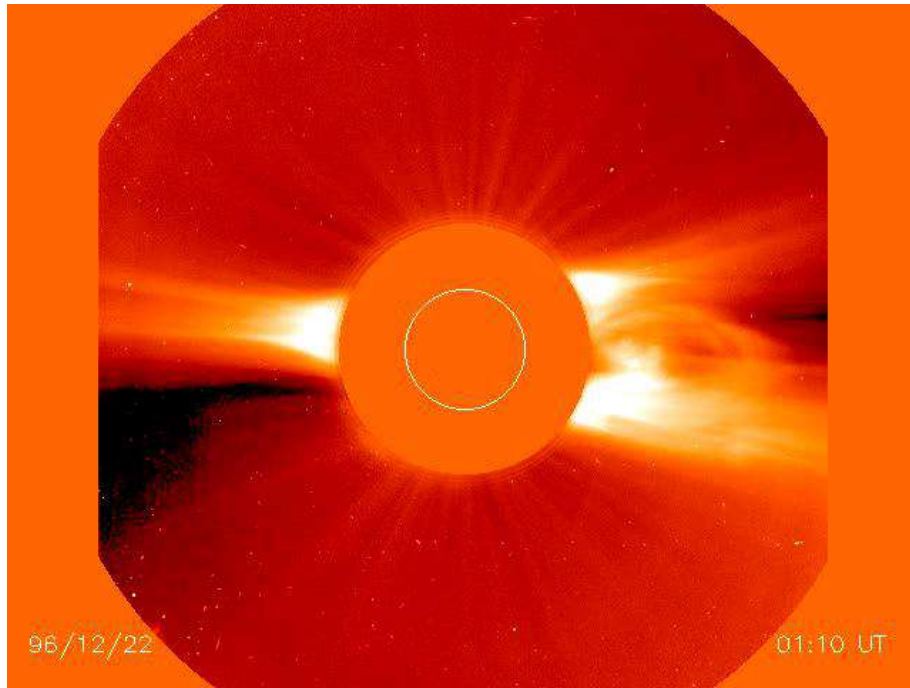




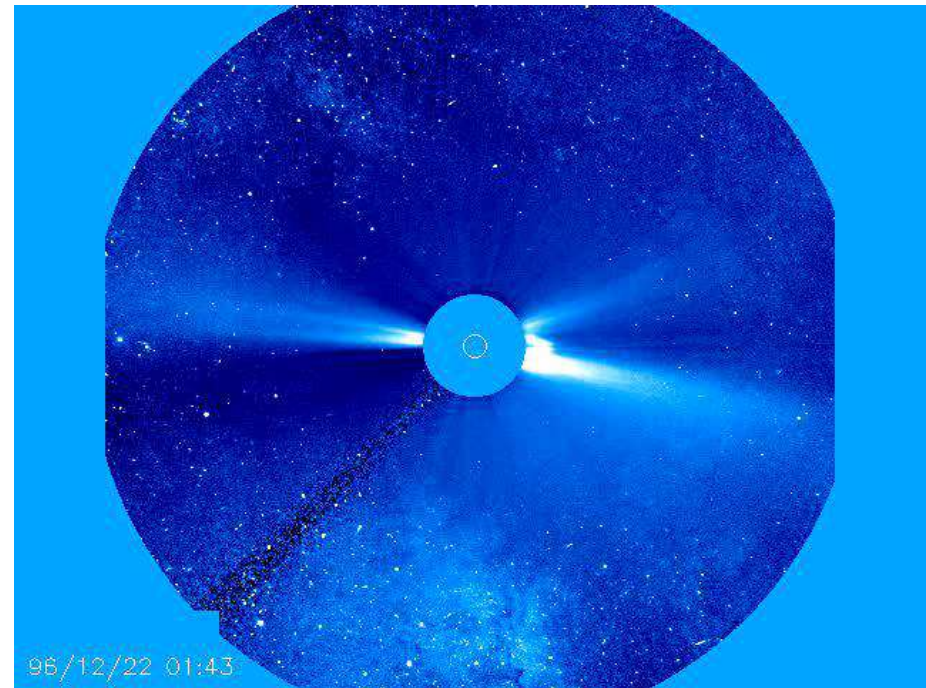
今では人工衛星によるX線・紫外線の観測が日常的に行われている
(NASA SDO衛星)

遠方のコロナも衛星で観測されている

- 広視野コロナグラフにより、太陽系空間への質量放出がモニターできる

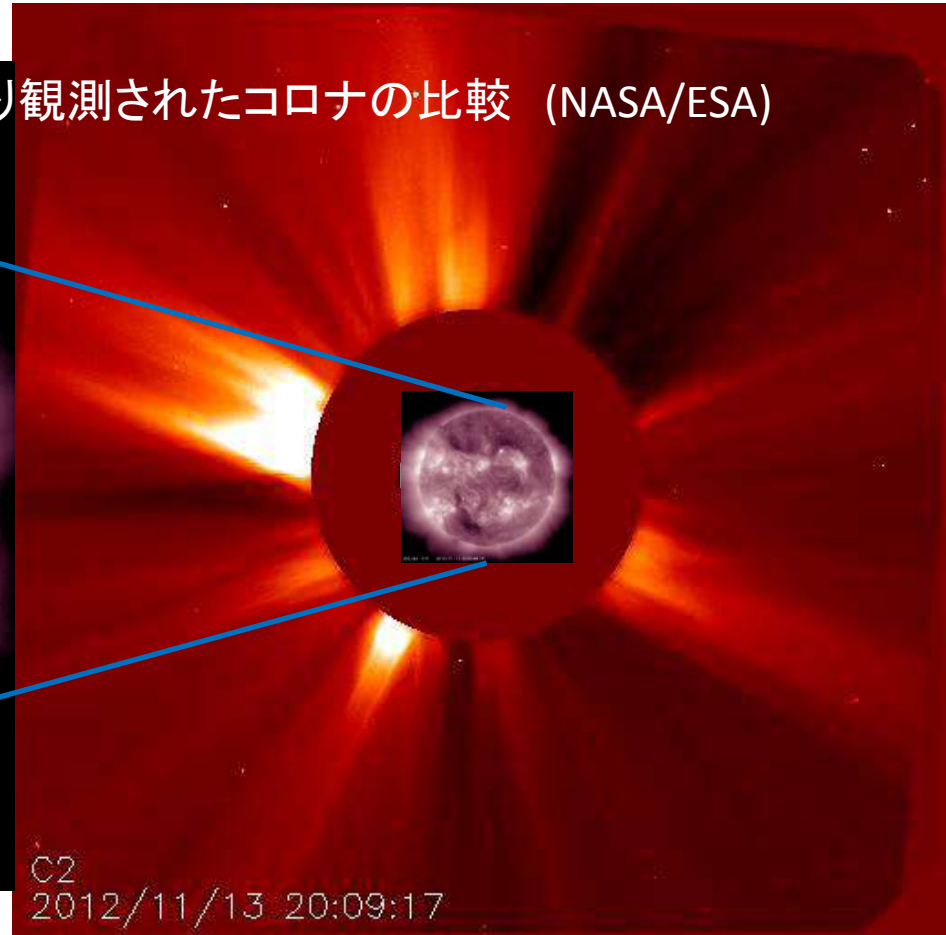
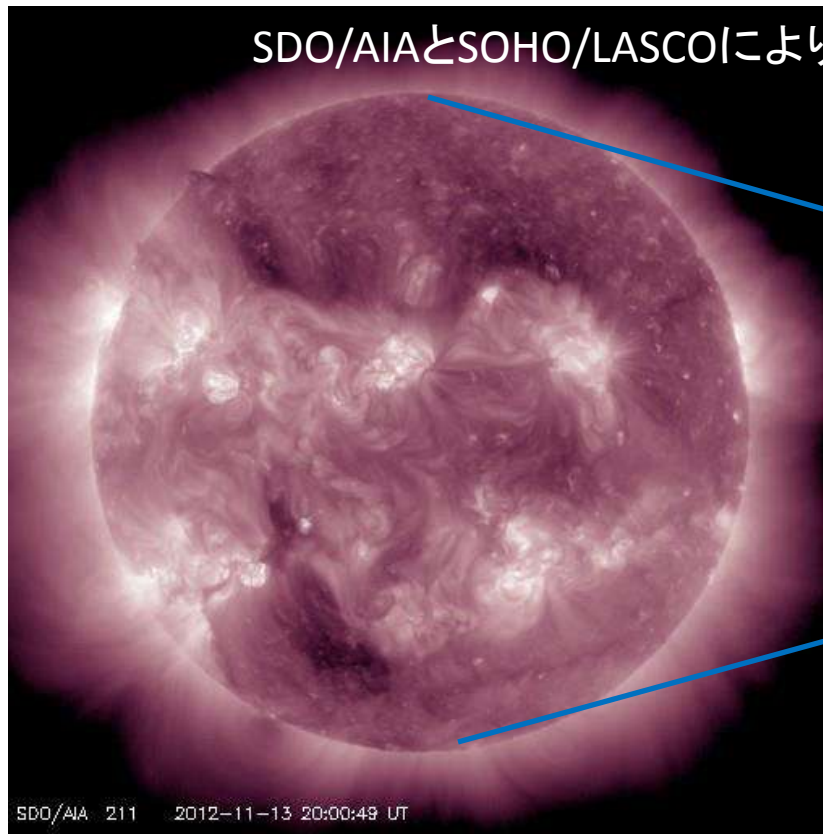


LASCOにより観測されたCoronal Mass Ejectionの例



ESA/NASA

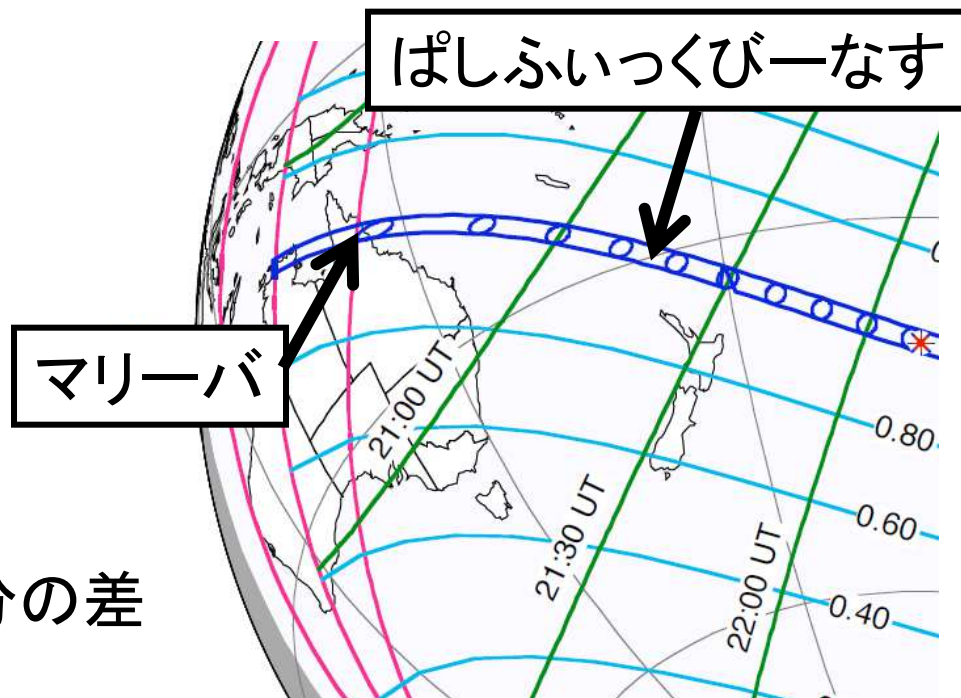
衛星で観測できるコロナ・できないコロナ



- 太陽表面よりやや上から2太陽半径までは衛星では観測できない
→ 日食であれば観測できる

2012年11月日食における成果

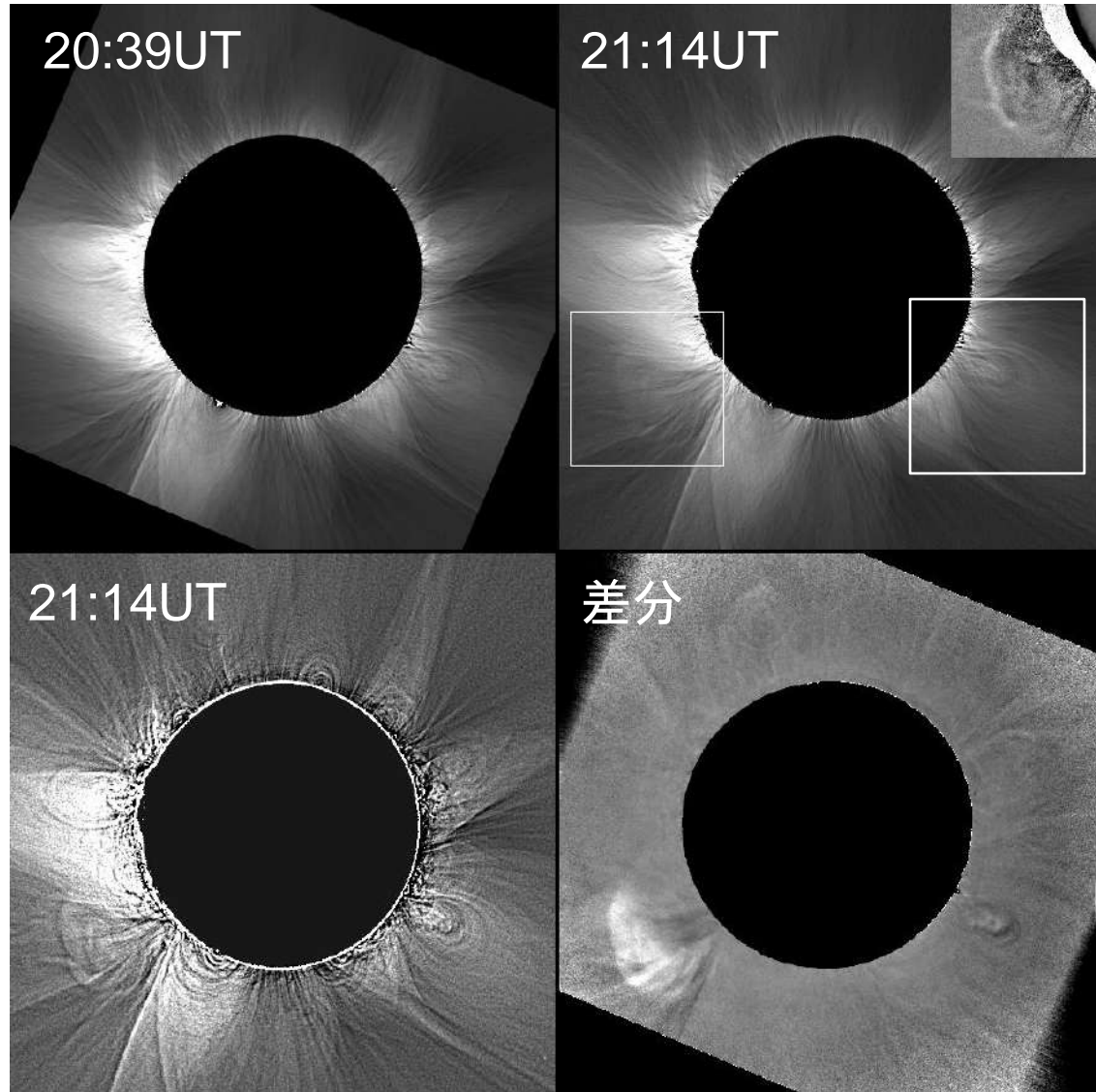
- アマチュアによる皆既日食観測で何が見えたか？
 - オーストラリア～南太平洋で見えた日食において、2か所で得られたデータを解析・比較



約35分の差

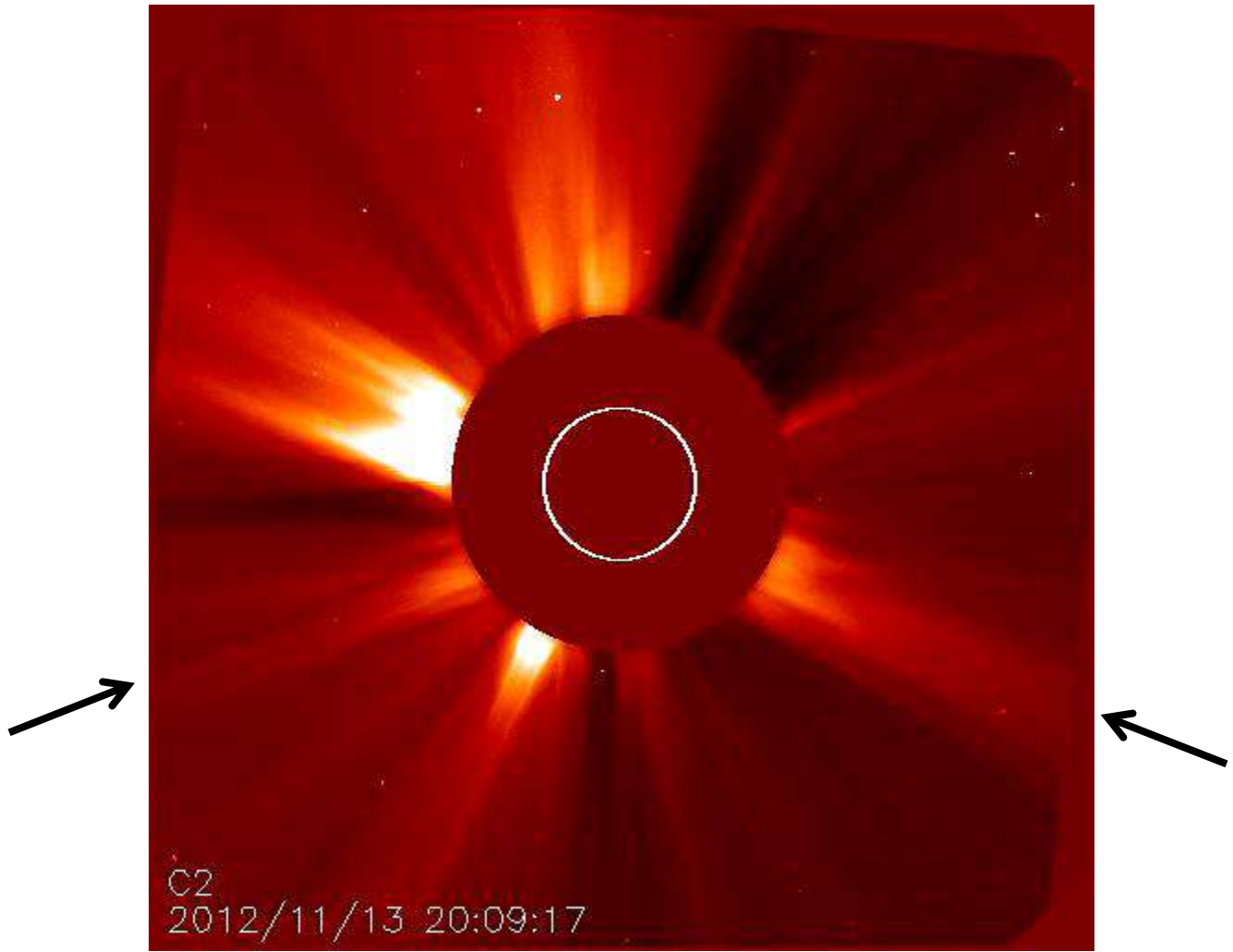
2012年11月 日食で観測されたコロナ質量放出

2地点での観測によりCMEがとらえられた(Hanaoka, Nakazawa, Ohgoe, Sakai, & Shiota 2014)



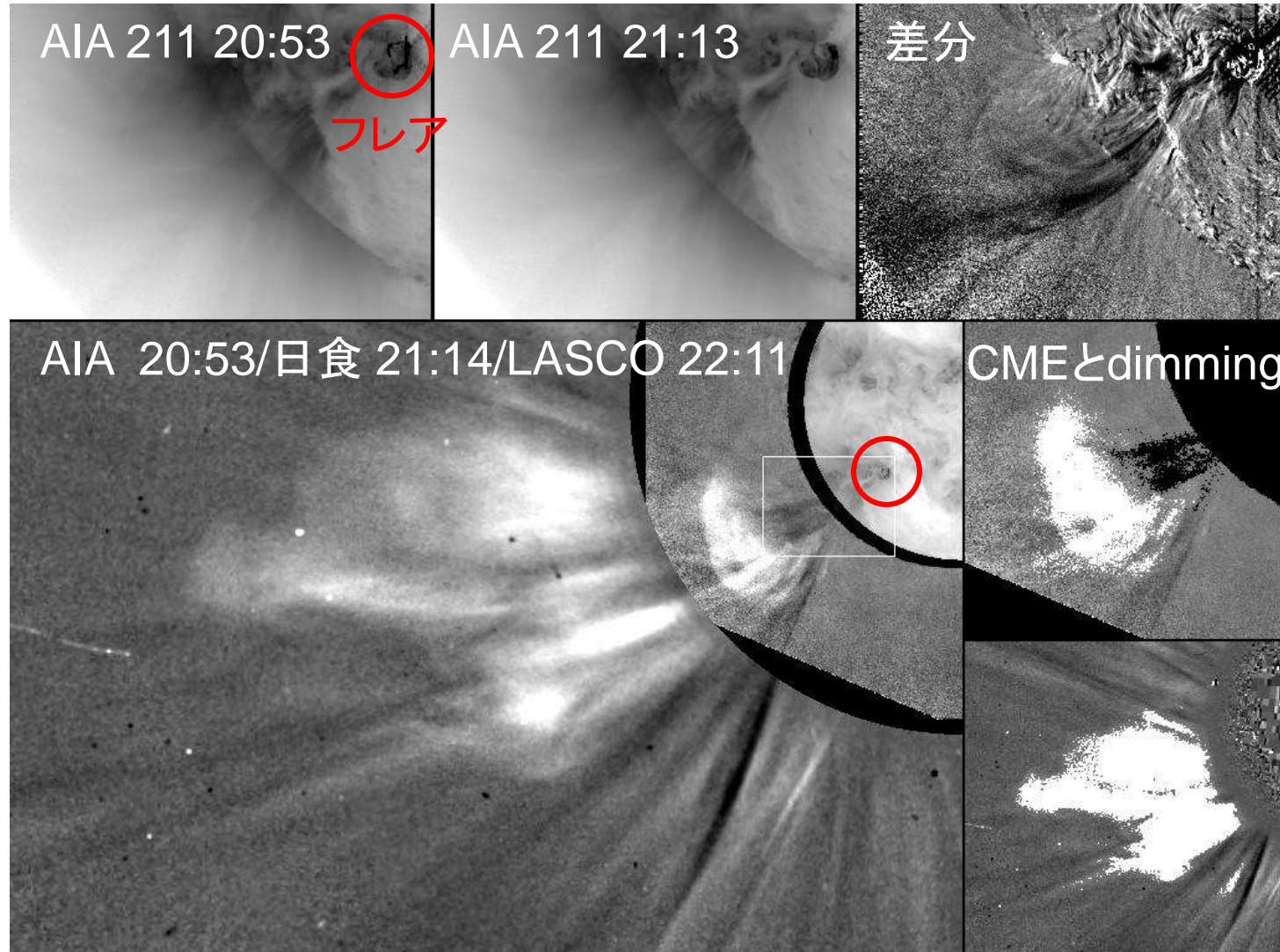
- 東西リムでCMEに関連する構造をとらえている

SOHO/LASCO

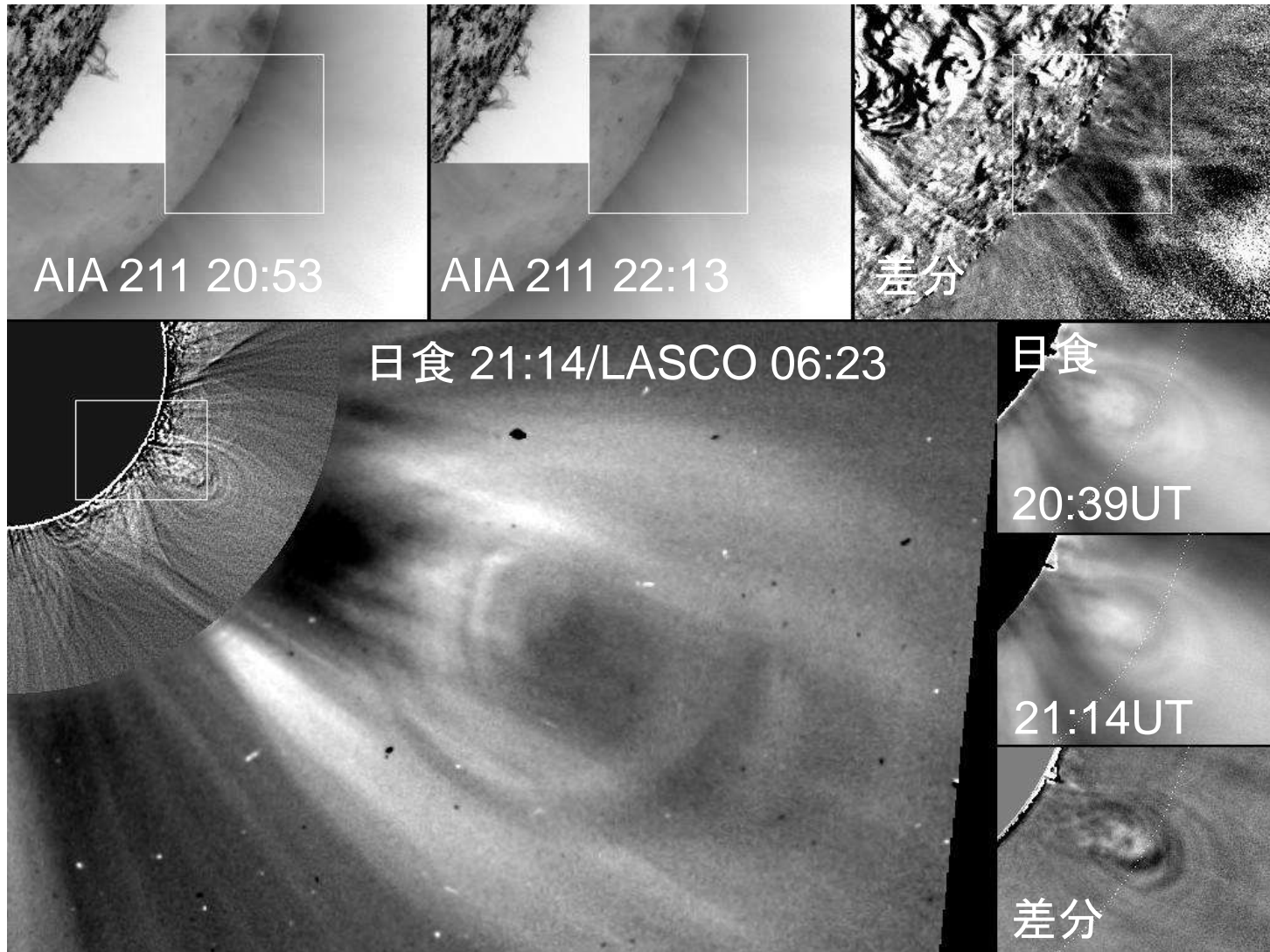


東側のCME: 衛星観測との比較

- 2点の日食観測の間
に起こった
M2.8フレア
がCMEの
原因
- AIA Fe XIV
211 Åでは
dimmingが
見える
- 日食では
CMEと
dimmingが
見える
- LASCOで
CME



西側のCME: 衛星観測との比較



- 日食時に見えた西リムの熱気球状の構造がCMEに発展したと考えられる
 - 2点の日食観測の間にゆっくりと上昇(10kms^{-1})

太陽コロナの観測が人工衛星によって行われる時代の、皆既日食の科学的観測

- 現在の衛星では2太陽半径以下の情報を得にくい
- 特に白色光コロナでは、皆既日食が太陽表面近くを観測する唯一の方法
- 必要な方法は？ アマチュアが普通に撮影しているコロナ画像＋較正データ が最適
 - コロナは大きい(数度)ので小望遠鏡で間に合う
 - コロナは明るいので長時間露光は不要、デジタル一眼レフで間に合う
 - 多数の画像のコンポジットにより高いS/Nを実現する

アマチュアによるネットワーク観測

- 皆既日食観測の最大の問題：天候
 - 広範囲に観測者が分散するアマチュアは有利
- 多数のアマチュアが参加すればネットワーク観測が可能になる
 - 広範囲に分散することで専門家にも不可能なデータ蓄積
 - 時間変化も

「アマチュアのネットワークによる白色光コロナの観測」を呼びかけ

- 2009年日食から呼びかけを始めた
- 2009年、2012年の日食では実際に成果を挙げている



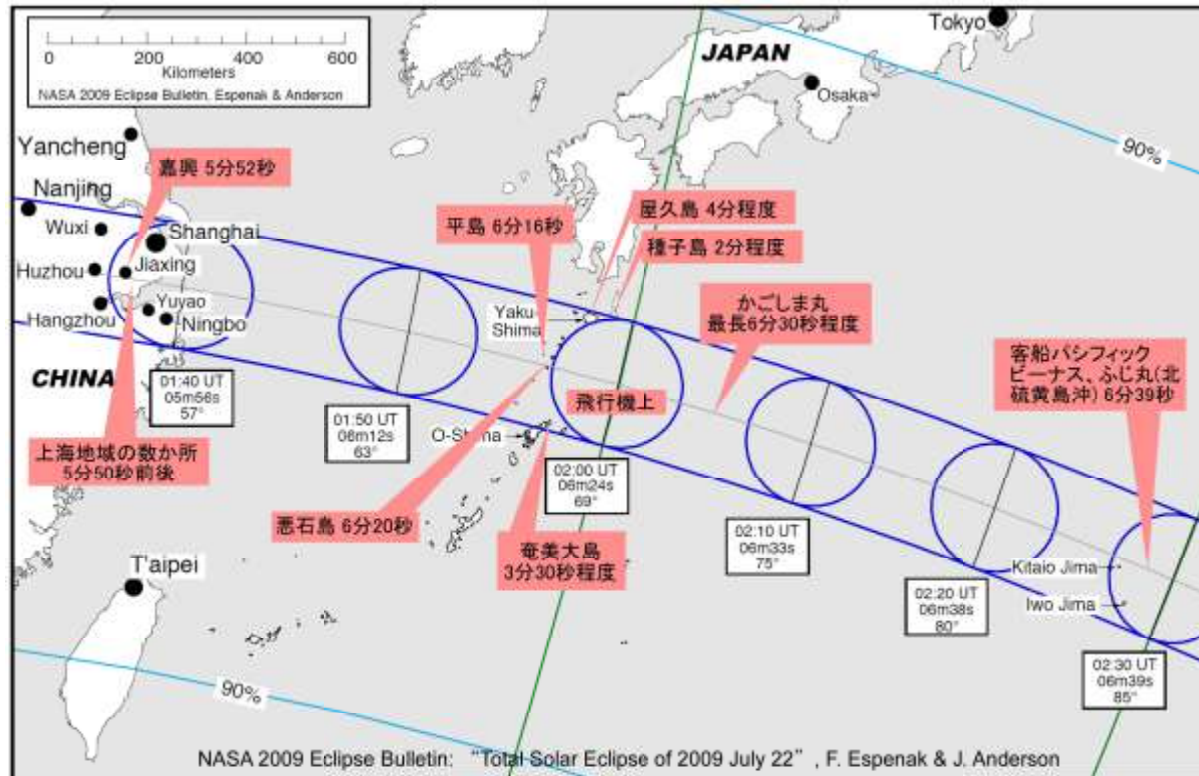
アマチュアの皆さんが撮影する皆既日食のコロナ画像は大変質が高く、撮影時に少しの注意をするだけで科学的にも役に立つデータになります。今回の日食では、天文学の研究にも貢献できるデータを皆さんの手で撮ってみませんか？

アマチュアによるネットワーク観測

なぜ今の時代に日食でコロナを観測するのか？

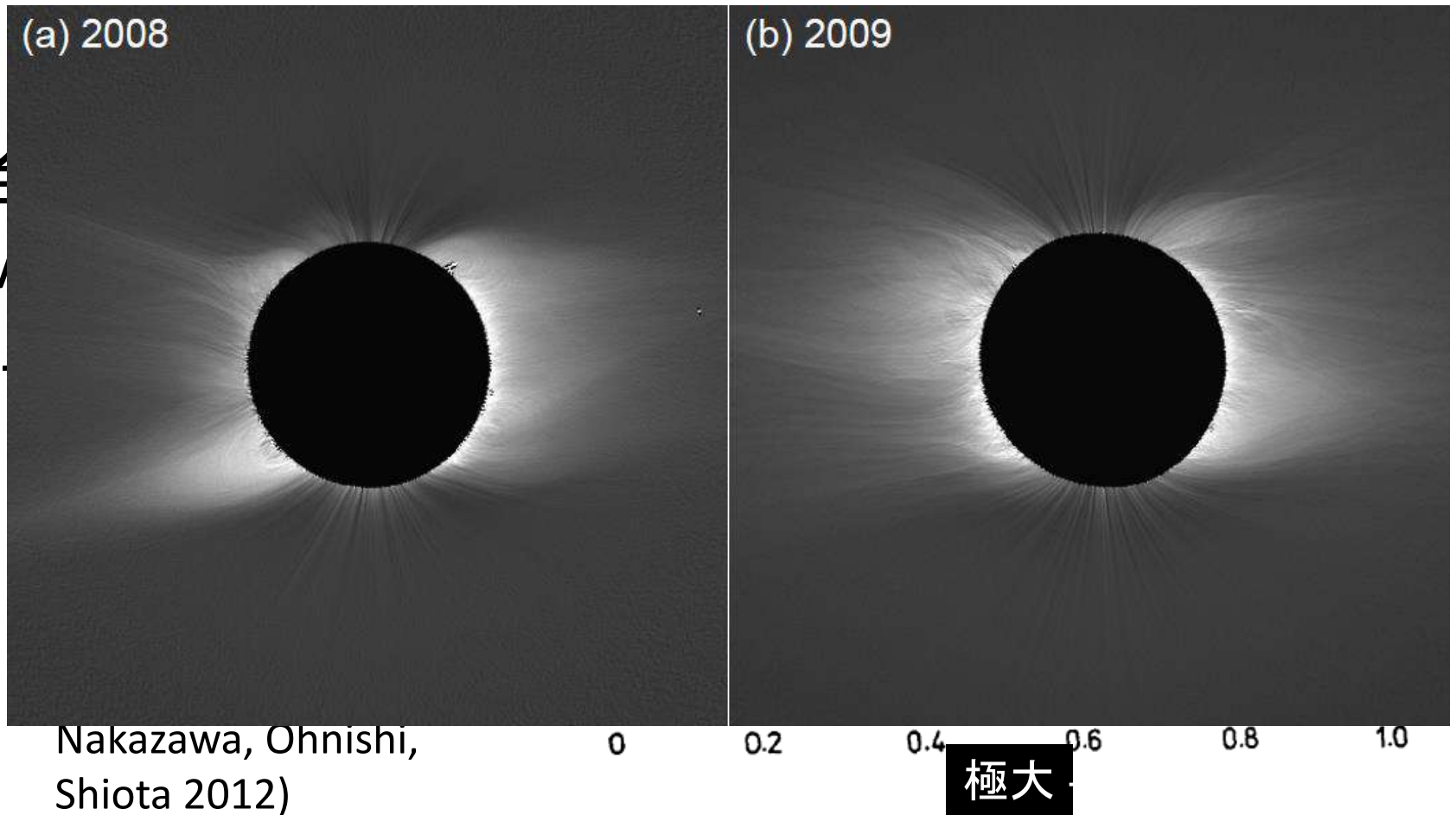
現在太陽コロナの観測は人工衛星が主流になっていますが、衛星による観測で用いられているX線・極端紫外線では、100万度～500万度以上の幅広い温度を持つコロナの中で特定の温度の部分しか見えません。一方、皆既日食で見えるコロナ(白色光コロナ)は、温度によらずコロナ物質全体の分布を示すものです。特に内部コロナの白色光観測はコロナグラフでは不可能で、皆既日食でのみ可能な観測です。皆既日食はコロナのいろいろな科学的観測の機会ですが、白色光コロナ観測はその中でも重要な意味があります。

2009年の日食での成果



- 中国から薩南諸島、太平洋上を皆既帯が通過
- 北硫黄島近海の船で観測に成功

2008/2009のコロナ全輝度



20世紀におけるコロナ全輝度(1.03-6Rsun)
のcycle variation Rusin 2000

アマチュアによるコロナの白色光 観測

- 装置の性能向上と幅広い観測ネットワークが科学的成果に結びついている
- 今後の日食においても、アマチュアによる科学的観測の大きな貢献が期待される
- 少しの手間をかけて科学的観測に使えるデータを取ってみませんか？

科学観測データを取るための 撮影の際の注意

- 基本は多段階露光でたくさん撮る
 - ただし定量解析ができるデータとして撮る必要がある
 - 撮影時に若干の注意が必要
 - これらは単にコロナの画像処理を行う場合にも必要
- 1. カメラ設定に注意！
 - RAW記録、その他補正なし
- 2. 「校正用データ」も取るのを忘れずに！
 - dark、flat
 - 部分食も撮る(コロナの明るさの基準)

1. カメラ設定

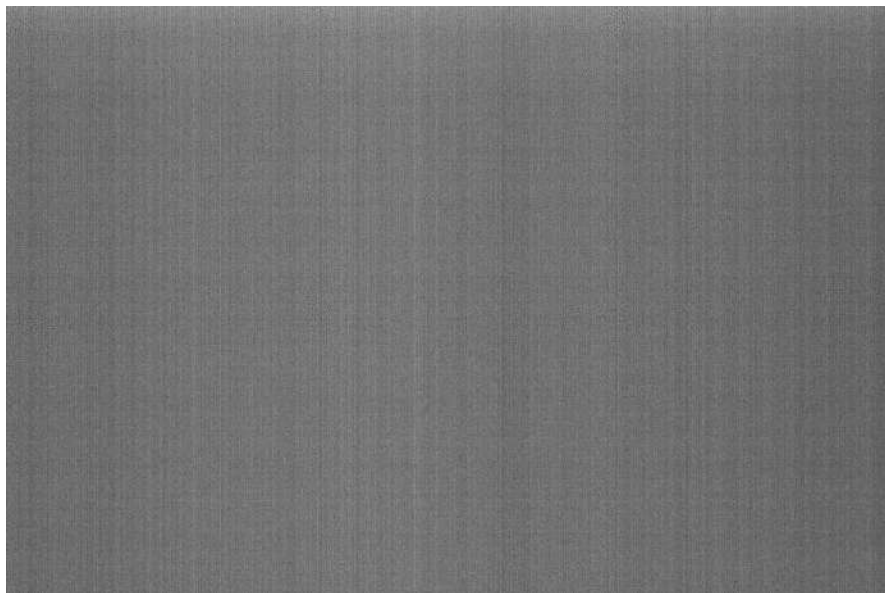
- パソコンでの後処理(現像)用の設定をする
 - RAW記録は必須
 - データ記録の際は圧縮なし、またはロスレス圧縮
 - 撮影の際の自動補正はオフ
 - ISO感度自動設定オフ
 - ホワイトバランス自動補正オフ
 - 画像の鮮鋭化のような処理オフ
 - コントラストの自動調整などオフ
 - カメラの時計はできるだけ合わせる

2. 較正用データも取る

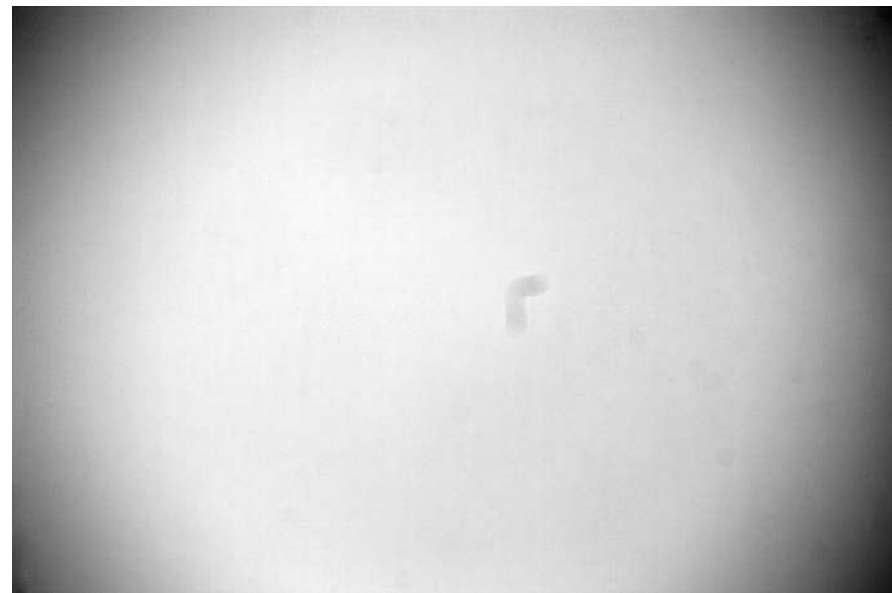
(1) darkとflat

- 実際の取得方法: ケチらずたくさん取る
 - Darkはフタをした状態で、実際に使用する露出時間(1/1000～1秒など)で撮影
 - 同じ露出で何枚も取るのが望ましい
 - Flatは、コロナ撮影に使う光学系のまま青空へ向けて、いろいろな露出時間で撮影
 - 撮影に使用する光学系に依存するので、必須
 - これもいろいろな方向の空を何枚も取るのが望ましい
 - 出発前にもテストを兼ねて撮っておくのが安全

ダーク・フラットの例



ダーク



フラット

- 特にフラットは、画像を正しく重ねていく上で不可欠

2. 較正用データも取る

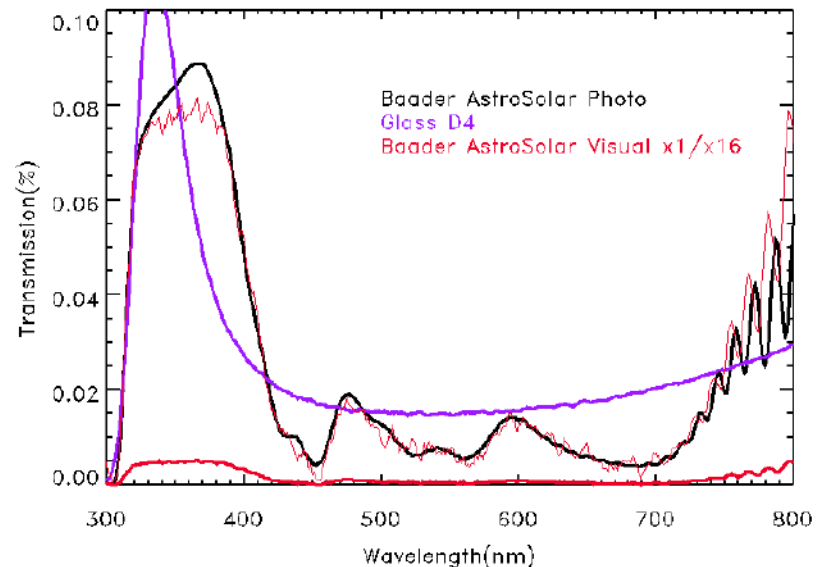
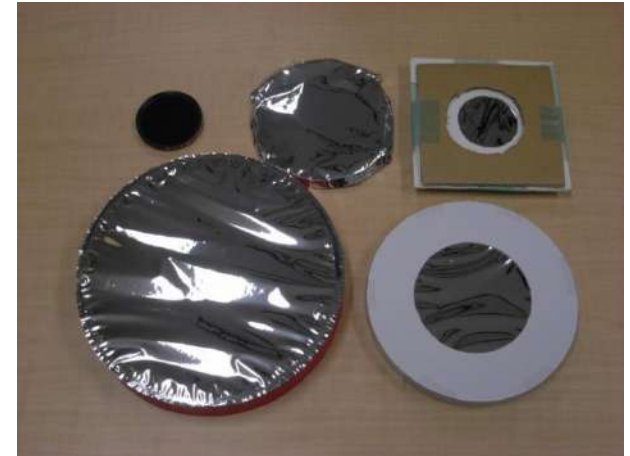
(2) コロナの明るさの基準

- 太陽光球の絶対輝度はわかっているので、部分食の太陽をNDフィルターを使って撮影する
 - 後でコロナと光球+NDの明るさを比べて、コロナの正しい明るさを求める
 - 食のいろいろなフェーズで撮るのが望ましい
- ただしNDフィルターの正確な濃度が必要
 - 後で天文台等で測定することを考える
 - NDフィルターはフィルムとガラス両方あるとよい
 - そのためにどのフィルターを使ったか記録しておく

NDフィルター測定の実例

- フィルターの測定
 - Baader眼視用は濃すぎて精密な測定が困難
 - Baaderは傷がつく場合もある
 - ガラスフィルター2枚が測定と安定性の点で有利

測定のため
お借りした
減光用フィルター



おもな減光用フィルターの透過率分布

最後に

- 日食は今も科学的観測価値がある
- 機材の進化によって、かつて難しかった観測がアマチュアにも高いレベルで実現できる
- 2016年、2017年の皆既日食は「科学的な観測」の好機
- *皆さんもデジタル一眼レフで科学的データをとってみませんか？*