

あかり衛星データを用いた近赤外宇宙背景放射の研究

スライド3

周知の如く、宇宙はビッグバンで始まり、膨張し続けている。現在我々は宇宙の大部分を知っているつもりになっているが、ビッグバン直後のダークエイジと呼ばれる時代は観測に成功していない。この時代に生まれた星からの光は、地球に届くころには非常に暗くなってしまうためである。しかし一つ一つの星を観測出来なくても、それらの星を背景放射としてまとめて観測することはできる。宇宙は膨張しているため、ダークエイジに生まれた初代天体から放射された紫外線は赤方偏移され、地球に届くころには近赤外線になる。そこで私は、あかりのデータを用いて近赤外線背景放射を調べることにした。しかし、背景光を調べるには、前景光を除去しなくてはならない。特に近赤外線背景放射の観測には黄道光が非常に邪魔者になる。

スライド4

黄道光とは、系内のダストによる太陽光の散乱成分である。ダストは黄道面に分布している。しかし、ダストが分布している面と地球軌道は 2° 程度の傾きがある。そのため地球にいる観測者が同じ方向を一年間観測した場合、ダストの柱密度は変動する。柱密度が変動するということは黄道光の強度も変動するはずである。そこで今回私は黄道光の季節変動を調べることにした。

スライド5

ここで簡単にあかり衛星について説明する。あかりは日本初の赤外線天文衛星で、近赤外から遠赤外線の観測を行った衛星である。その軌道は昼夜の境目を回る、近地球軌道である。地球のまわりを回っているため、地球の公転に合わせて全天サーベイを行った。

スライド6

今回解析したデータはNEPと呼ばれる、黄道座標で言う北極方向の観測データである。前述したように、黄道光の原因となるダストは黄道面に分布している。そのため、高黄緯、つまり β が 90° 近くでもっともダストが低くなる。つまり、黄道光強度がもっとも弱くなる。

あかりは緑と赤の領域を視野を少しずつずらしながら長期間かけて観測を行った。しかし、赤い領域の中心付近のNEP モニターフィールドと呼ばれる領域は定期的に観測を行っていた。先に述べたように、一年間定期的に観測し、空の明るさが変動するならば、それは黄道光が変動して

いたと考えられる。そのため、黄道光の季節変動をモニターするのにこの領域は最適といえる。

スライド7

今回はあかりのフェーズ3のデータを用いた。フェーズ3とは、あかりの検出器を冷やすのに使っていた液体ヘリウムが枯渇した時期のことである。そのため、検出器が40K程度に温まってしまっている。この時期は近赤外線観測しか行っていない。しかし、この時期の観測はダークフレームを多く撮像していたので、ダークノイズを差し引きやすくなっている。

スライド8

しかし、ダークノイズは1観測セット中にも変動することがあると分かっている。図に示すように、わずか30分足らずの間に10ADU程度も変動している。これではダークノイズを正確に差し引けない。

スライド9

そこであかりの画像では、マスク領域というものを用意している。これはCCDカメラでいうオースキャン領域のようなものである。この部分は光を見ていないので、実質ダークフレームと同じになる。現在のあかりの解析は、マスク領域のカウントと、ダークフレームのマスク領域にあたる部分とを比較し、ダークノイズの変動を見積もっている。

スライド10

しかし、マスク領域のダークノイズの変動と観測領域のダークノイズの変動が同じとは限らないので、今回はそれを調べることにした。撮像時刻の異なるダークフレーム同士で引き算を行った結果のダークフレームは、ダークノイズの変動の情報だけを含むはずである。そこで全てのダークフレームに対してこの処理を行い、マスク領域と観測領域のダークノイズの変動を比較した。

スライド11

その結果をグラフに示す。横軸がマスク領域のダークノイズの残渣、縦軸が観測領域のものである。グラフから読み取れるように、これらはほぼ一次関数の関係になった。これにより、観測領域のダークノイズの変動がより正確に分かったので、それを使い、ダークノイズを処理した。

スライド12

ダークノイズを差し引いたので、今度は画像上の星を除去した。その方法として、今回はシグ

マクリップを使った。2シグマのクリッピングを10回繰り返した画像が左の図である。これで星はなくなったので、残ったものは空の明るさだけと考えられる。そこで残ったカウントの平均値を求め、時系列に並べたものが、

スライド 13

この図である。横軸が時間で縦軸が強度である。今まで ADU カウントだったが、ここでは表面輝度に変換した。2,3,4 μ のデータをプロットした。まず最初に目立つのは、六月付近のピークのようなものである。しかしこれは地球からの迷光だと考えられる。この時期はあかりがポインティング観測を行うと、地球からの迷光が入ってくると分かっているからである。そこで 2008/08 から 2009/05 までのデータだけを見てみると、

スライド 14

この図のようになった。この明るさの変動はほぼサイン関数でフィット出来たが、データ間のばらつきが非常に大きい。とくに N2 バンドのデータは 10nw 程度のばらつきがあり、このままでは背景光の観測はできそうもない。ダークノイズは正しく引いているつもりではあったが、まだ色々不定性があるのかもしれない。今後、もっと良い精度の解析方法を考える必要がある。

あかり衛星のデータを用いた 近赤外宇宙背景放射の研究

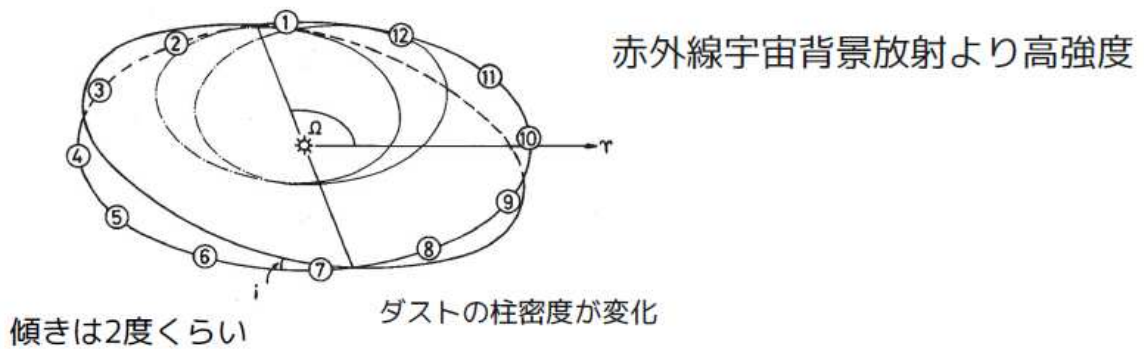
総合研究大学院大学
物理科学研究科 宇宙科学専攻
五年一貫制博士課程 一年
松原研究室 村田一心

アウトライン

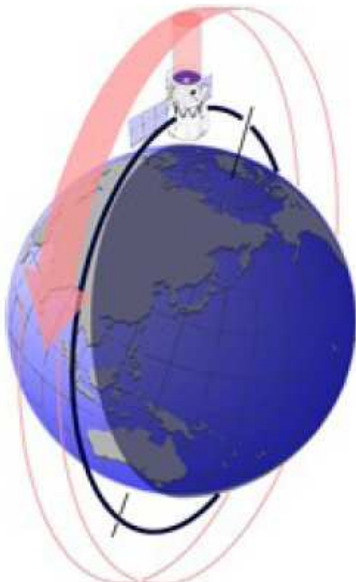
近赤外線宇宙背景放射
黄道光
赤外線天文衛星 あかり
使用データ
解析・ダークノイズ差し引き
黄道光の季節変動

黄道光とは？

- ダストによる太陽光の散乱成分
赤外線観測においてかなり邪魔な存在
- 地球軌道とダスト平面には傾きがある
黄道光は季節変動するはず



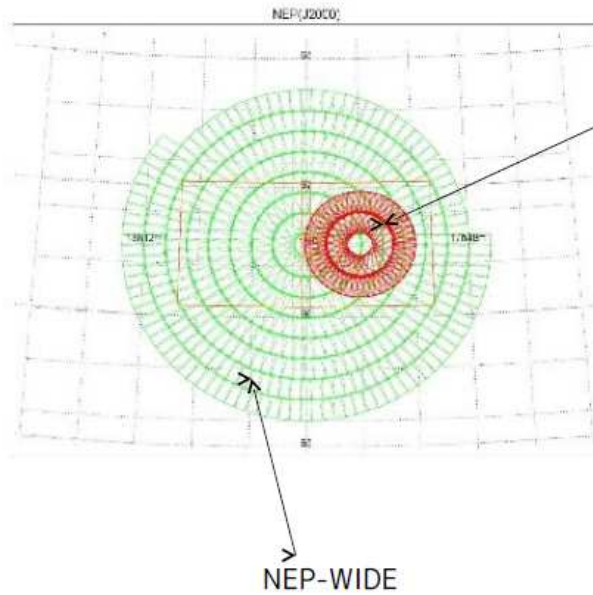
赤外線天文衛星 あかり



「あかり」の軌道と姿勢制御

- 日本初の赤外線衛星
- 近赤外~遠赤外
- 軌道は昼夜の境目
- 半年かけて全天観測

使用データ:NEPモニターフィールド



NEP-DEEP

定期的に観測している

季節変化する成分は黄道光のみ

黄道光のモニターに最適

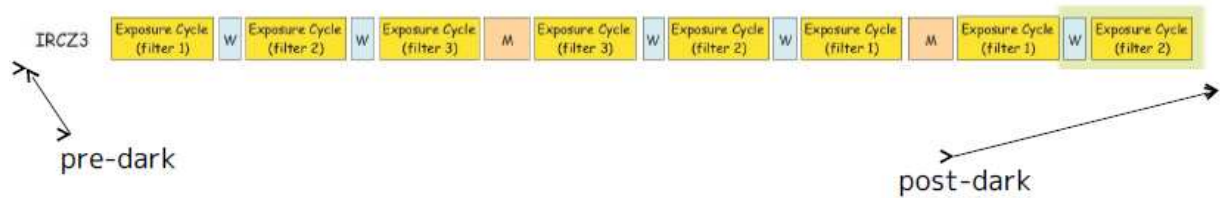
λ :171.388

β :89.5386

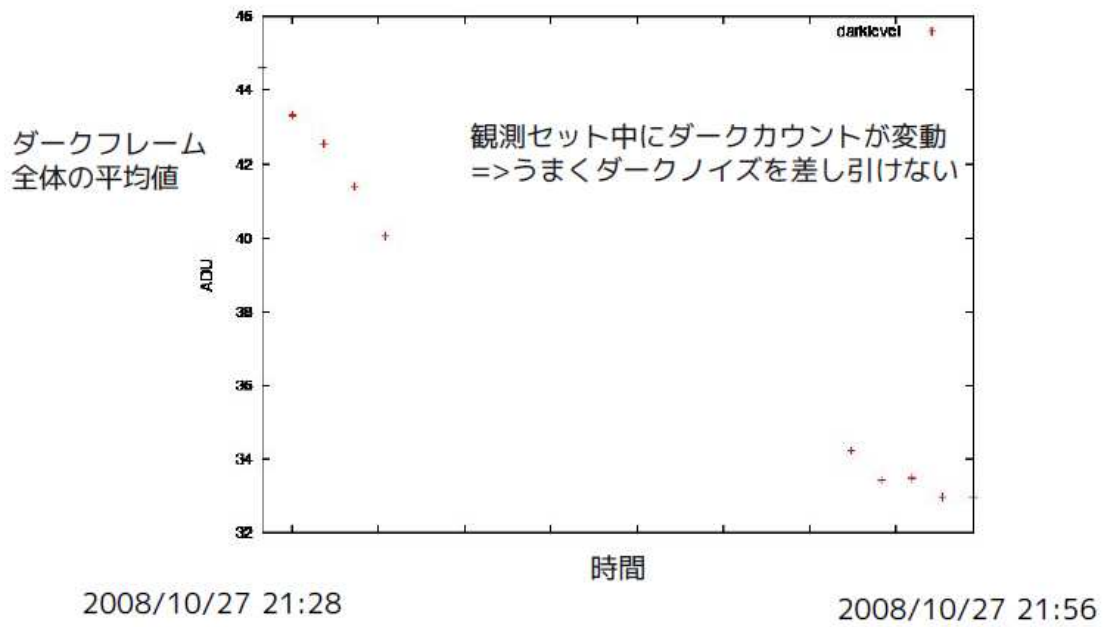
使用データ:Phase 3

- 液体ヘリウム枯渇
- 近赤外のみで観測
- 観測の前後にダークフレーム撮像

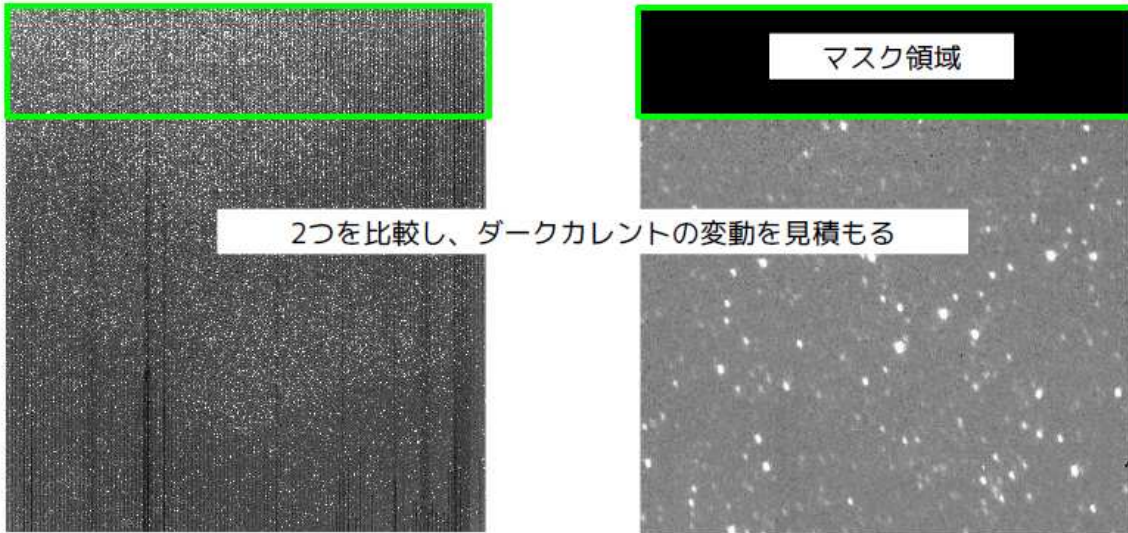
—————> ダークカウントを差し引きしやすい



ダークカウントの変動



ダークカウントの変動



ダークフレーム

オブジェクトフレーム

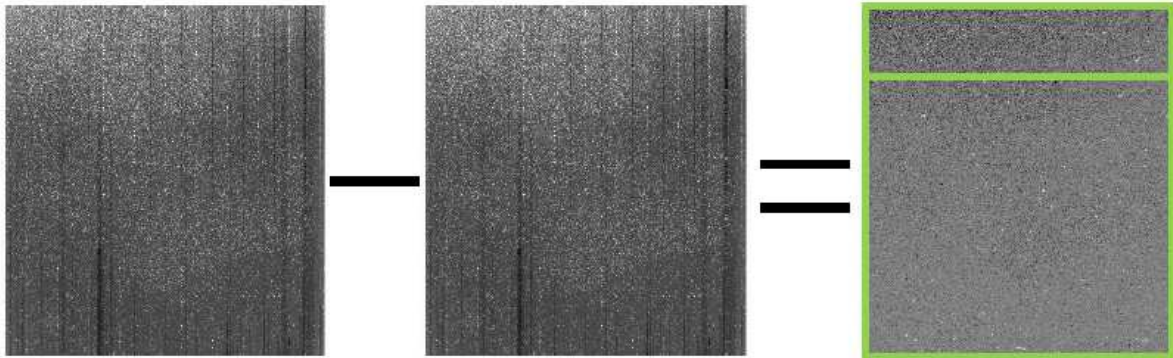
ダークカウントの変動

マスク領域と観測領域でダークカウントの変動の違いがある



2つの関係を調べる必要がある

ダークノイズの変動の情報



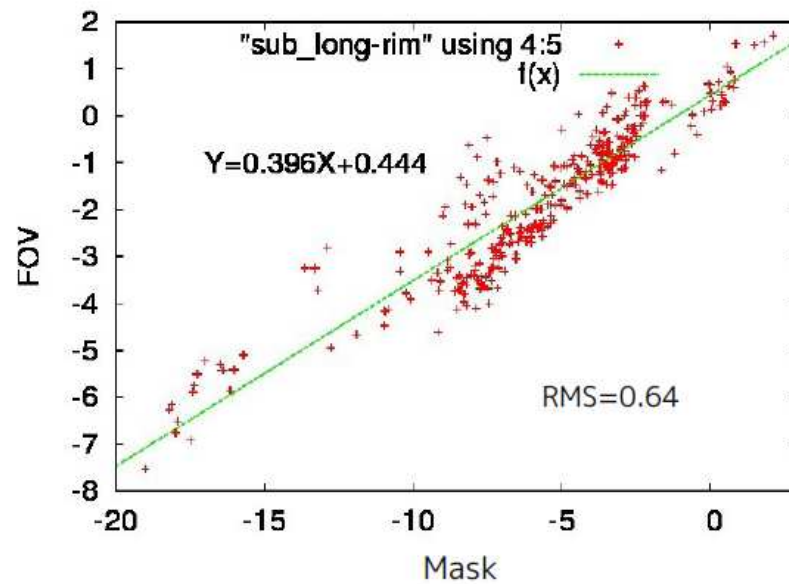
ダークi

ダーク1

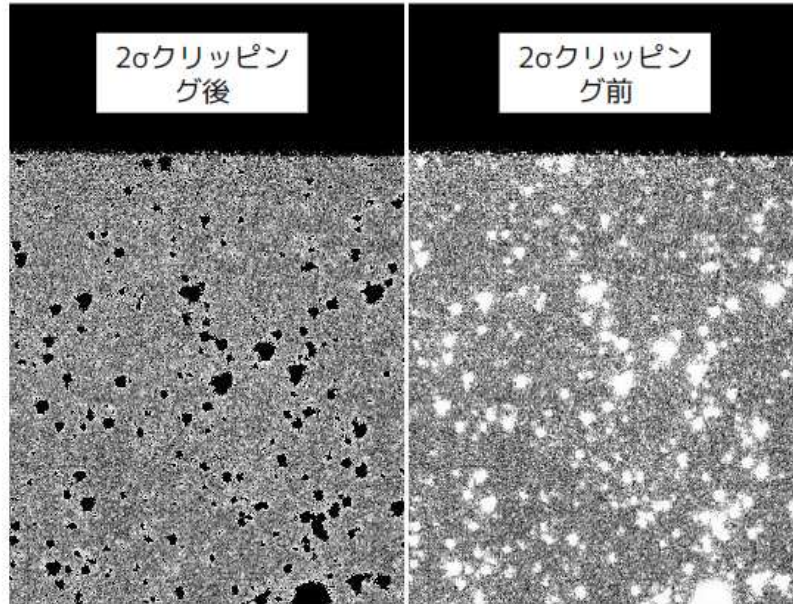
引き算後のダーク

Mask領域とFOV領域の比較

Mask領域からFOV領域のダークカウントを見積もる



バックグラウンド推定

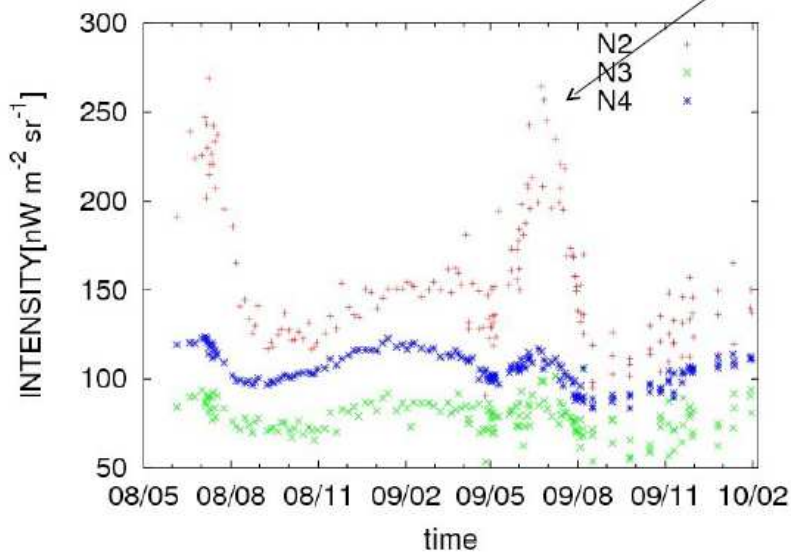


クリッピング後、平均値を求める

黄道光の季節変動

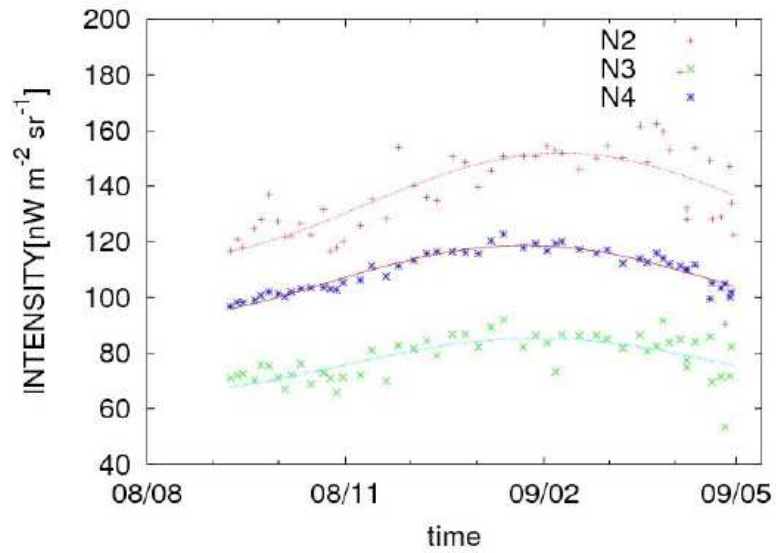
ADUから表面輝度へ変換

地球からの迷光



迷光のないところだけ使用

黄道光の季節変動



データ間のばらつきが多い

=>より精度のよい解析方法を考える必要がある

まとめ

- 赤外宇宙背景放射の観測には黄道光の除去が必要
- フェーズ3、モニターフィールドのデータを使用
- マスク領域を使用し、ダークカウント推定
- クリッピング法により、バックグラウンド推定
- 黄道光を精度良く測るには他の方法が必要