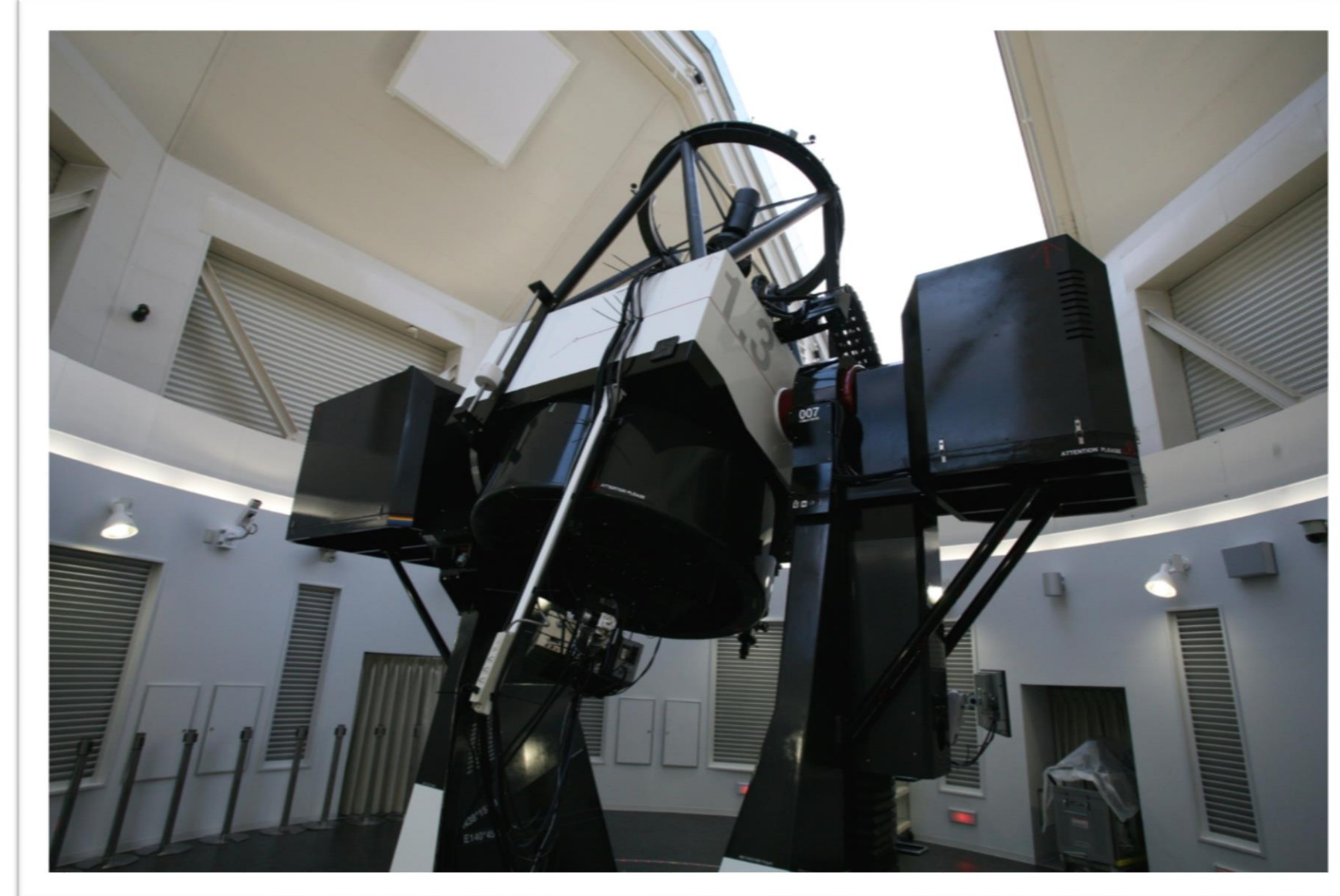


ひとみ望遠鏡の現状と性能評価

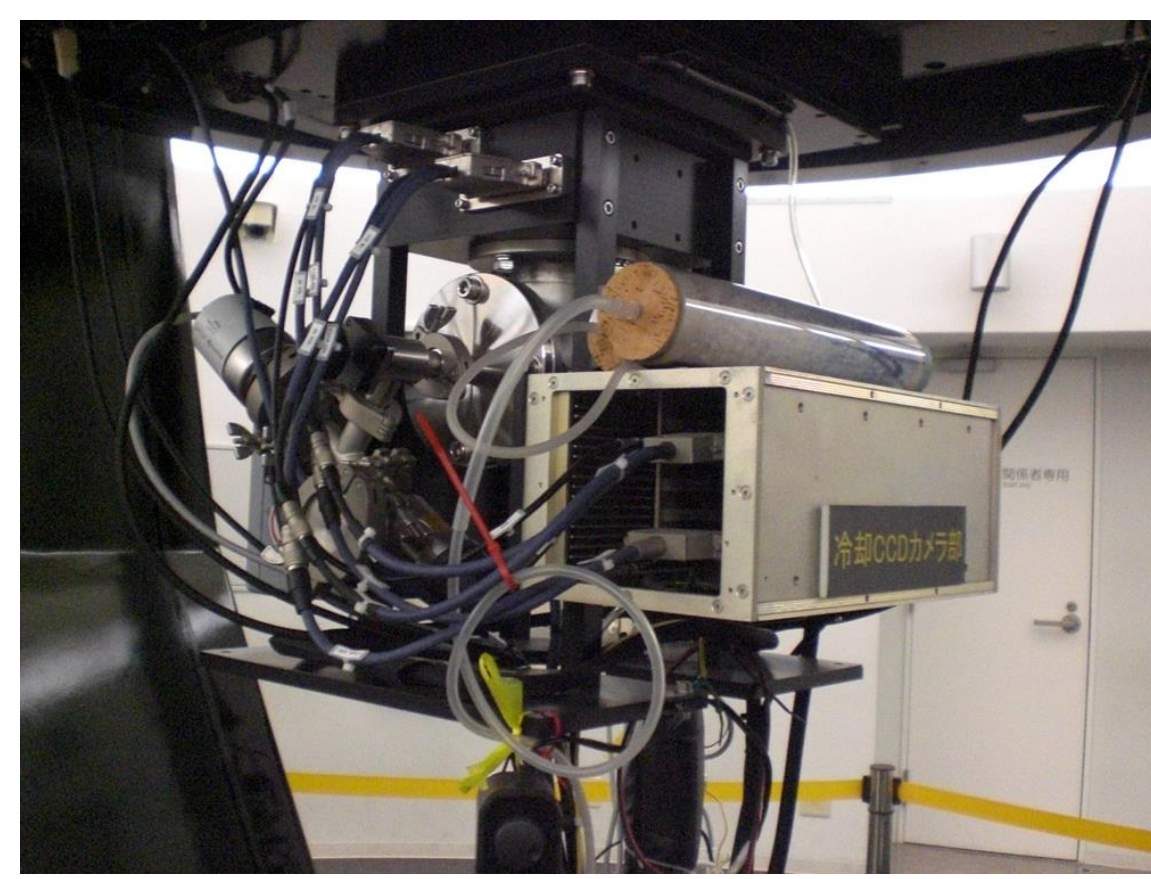
溝口小扶里、松下真人、長谷川哲郎、土佐誠（仙台市天文台）

概要

仙台市天文台には、口径1.3mのひとみ望遠鏡がある。通常は天体観望会に使用することが多いが、今年度からリニューアルに伴う施設事業計画に則り、観測・研究等にも使用できるよう整備を進めている。ひとみ望遠鏡にはカセグレン焦点と2つのナスミス焦点があり、それぞれに冷却CCDカメラと中分散分光器、眼視用アイピースが設置されている。冷却CCDはE2V社製で、2枚のチップが使用されており、ヘリウムガスによる冷却によって、約-90℃に保たれている。視野は約30分角、フィルターはU,B,V,R,I,C₂など11種類があり、様々な観測に対応できるようになっている。中分散分光器には、2種類（1.35秒と2秒）のスリットと3種類（600本/mm、1714本/mm、1800本/mm）のグレーティングがあり、可視光域を一度に撮影することも可能である。現在、冷却CCDと分光器のCCDについて、ダークの評価やフラット撮影方法の確立など、基礎となるデータの取得を進めている。今後はそれに加えて、様々な天体に望遠鏡を向け、ひとみ望遠鏡でどのような観測が可能であるか可能性を探っていく。本講演では、ひとみ望遠鏡の現状と、現在行っている性能評価について報告するとともに、これまでに取得したデータを紹介します。

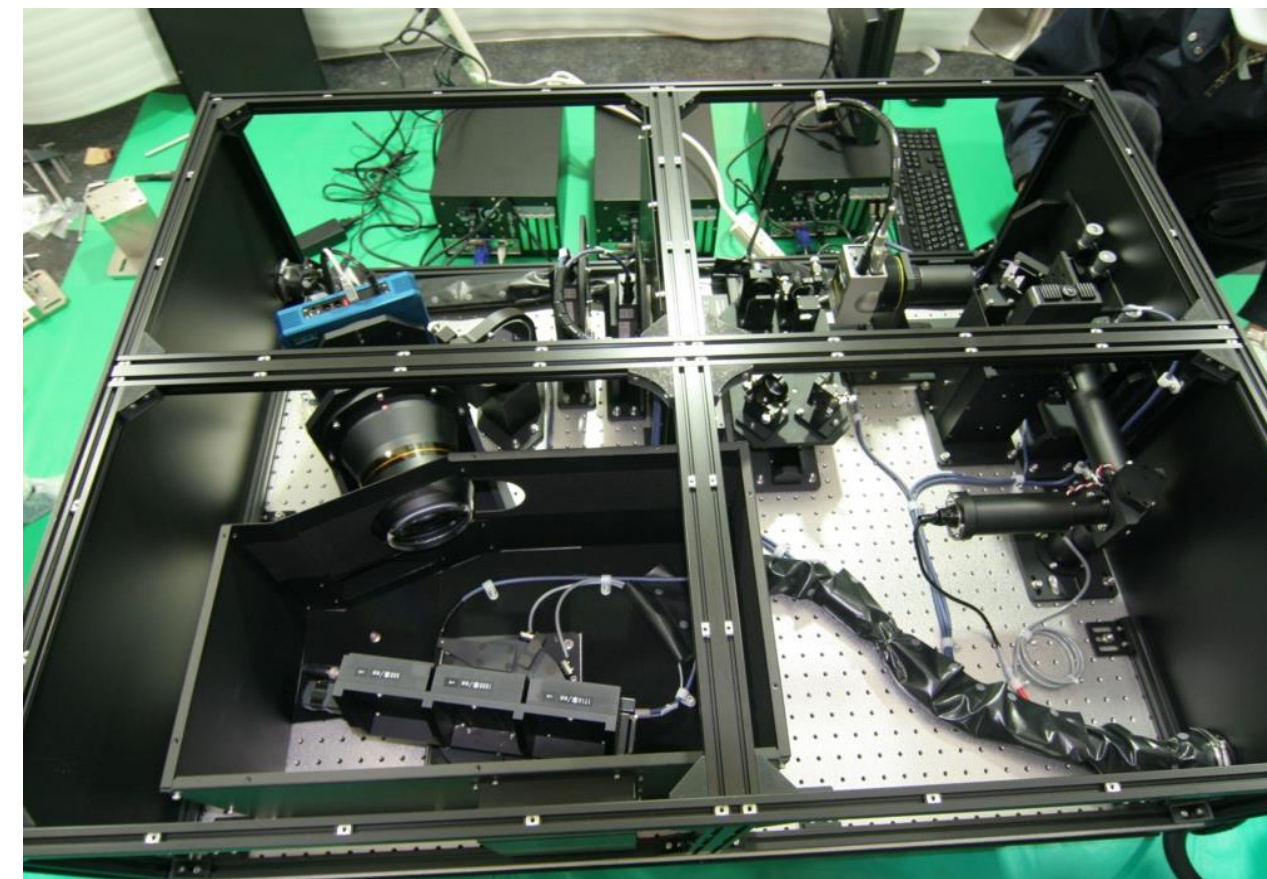


冷却CCDカメラ（カセグレン焦点）



画素数 (pixel)	2048×4096 (チップ2枚)
冷却方法	ヘリウムガスによる冷却 (約-90℃)
観測視野	約 30分角
フィルター	U,B,V,R,I,C ₂ ,C ₂ C,C ₃ ,CO+, H ₂ O,H ₂ O _C

分光器（ナスミス焦点）

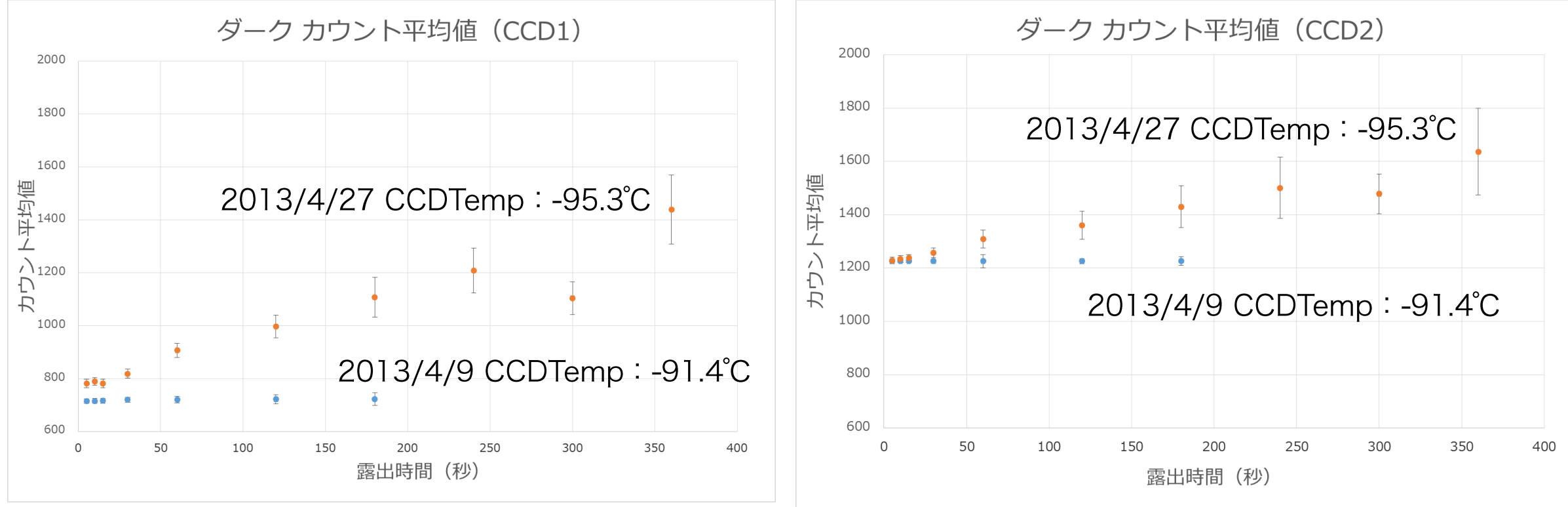


	低分散	中分散①	中分散②
グレーティング (本/mm)	600	1800	1714
ブレース波長 (Å)	5000	5000	6500
分解能	1.35"スリット	1800	5400
	2"スリット	1190	3380
CCD上での波長幅 (Å)	3660	980	890
CCD画素数 (pixel)	4096×4096		
CCD冷却方法	ペルチェ 電子冷却方式		

観測装置

●ダークの評価

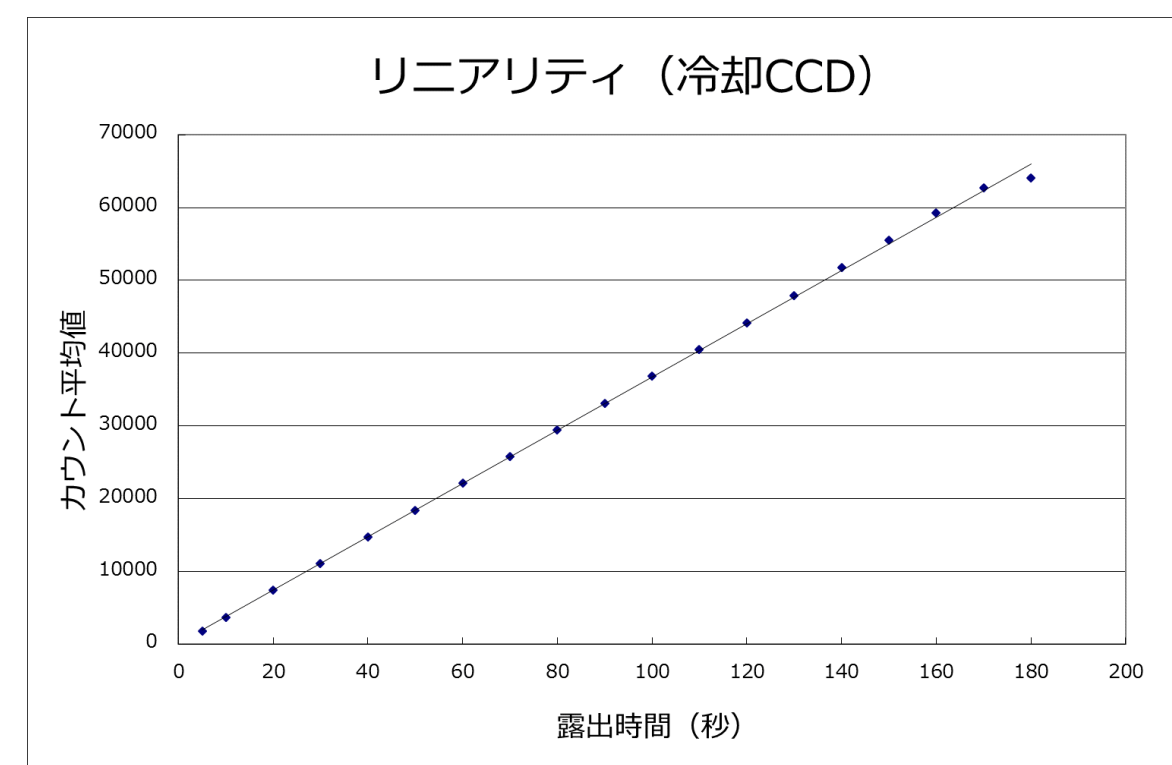
方法：露出時間を変えてダークを撮影し、カウントの平均値を求めた。



結果：ダークカウント自体は、低い値であることがわかった。4/9は露出時間による変動が見られなかったが、追試の4/27には変動が見られた。CCDは常時冷却されているが、チップごと、撮影ごとに温度も値も違うことがわかったため、必ずdark処理が必要である。今後も季節を通して傾向があるのかどうか、テストを行いたい。

●リニアリティ

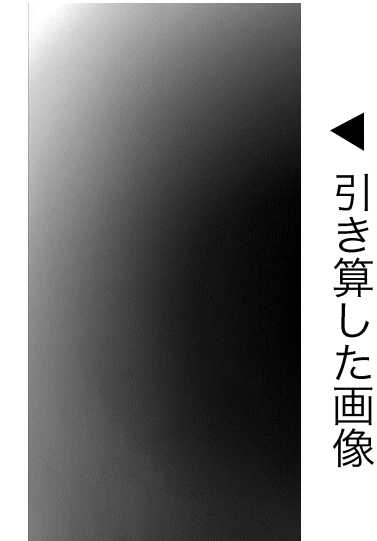
方法：照明をつけて露出時間を増やしなが撮影。dark処理後、カウントの平均値を求めた。



結果：およそ60,000カウントまで良好であることがわかった。

●フラットの評価

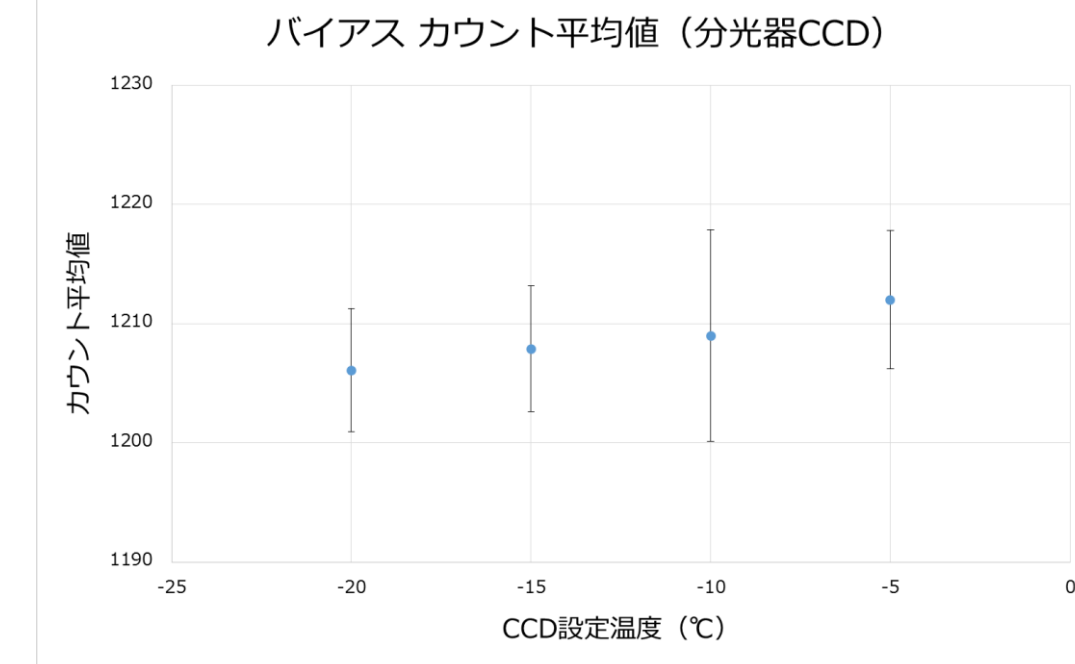
方法：ドームフラットと雲フラットを撮影。2つの画像を引き算し、違いがあるか確認した。



結果：差分の値が大きく、ドームの光源が一様でない可能性がある。雲フラットの安定性と、フラット用照明の一様性を確認したい。

●バイアスの評価

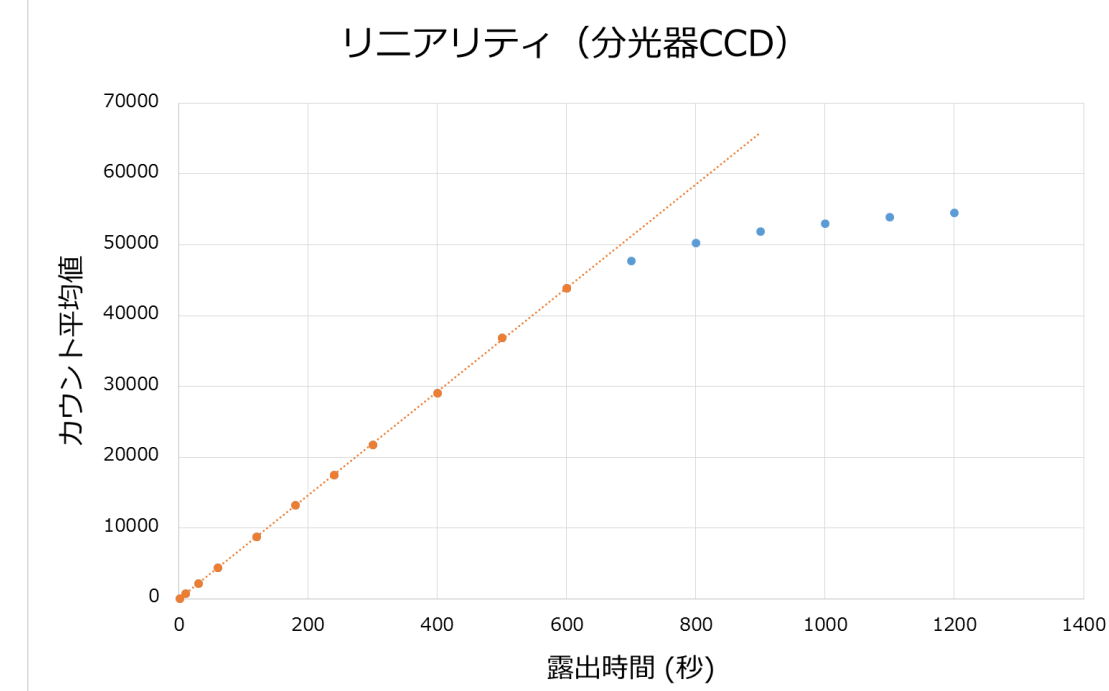
方法：4つの温度設定でバイアスを取得し、カウントの平均値を求めた。



結果：平均値は2008年時の参考値1304よりも低い値になった。X=807、X=1723に欠陥ピクセルがあり、X方向に線状の信号が入っている。しかし、スペクトルが写る範囲外のため、大きな問題はないと思われる。

●リニアリティ

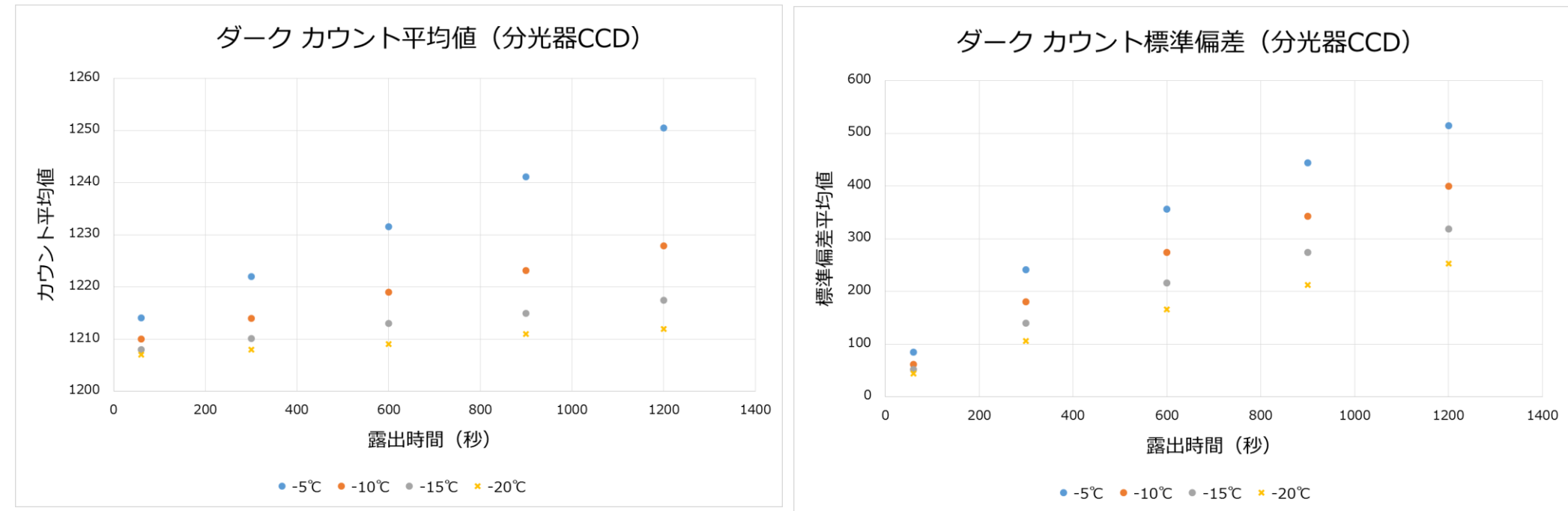
方法：照明をつけて露出時間を増やしなが撮影。dark処理後、カウントの平均値を求めた。



結果：およそ40,000カウントまで良好であることがわかった。

●ダークの評価

方法：露出時間を変えてダークを撮影し、カウント平均値を求めた。



結果：ダークカウントの平均値は、2008年時の参考値、約1300よりも小さい値だった。CCDの冷却温度と露出時間に比例して、カウントの平均値や標準偏差の値は大きくなるものの、平均値自体は変化量がさほど大きくないことがわかった。

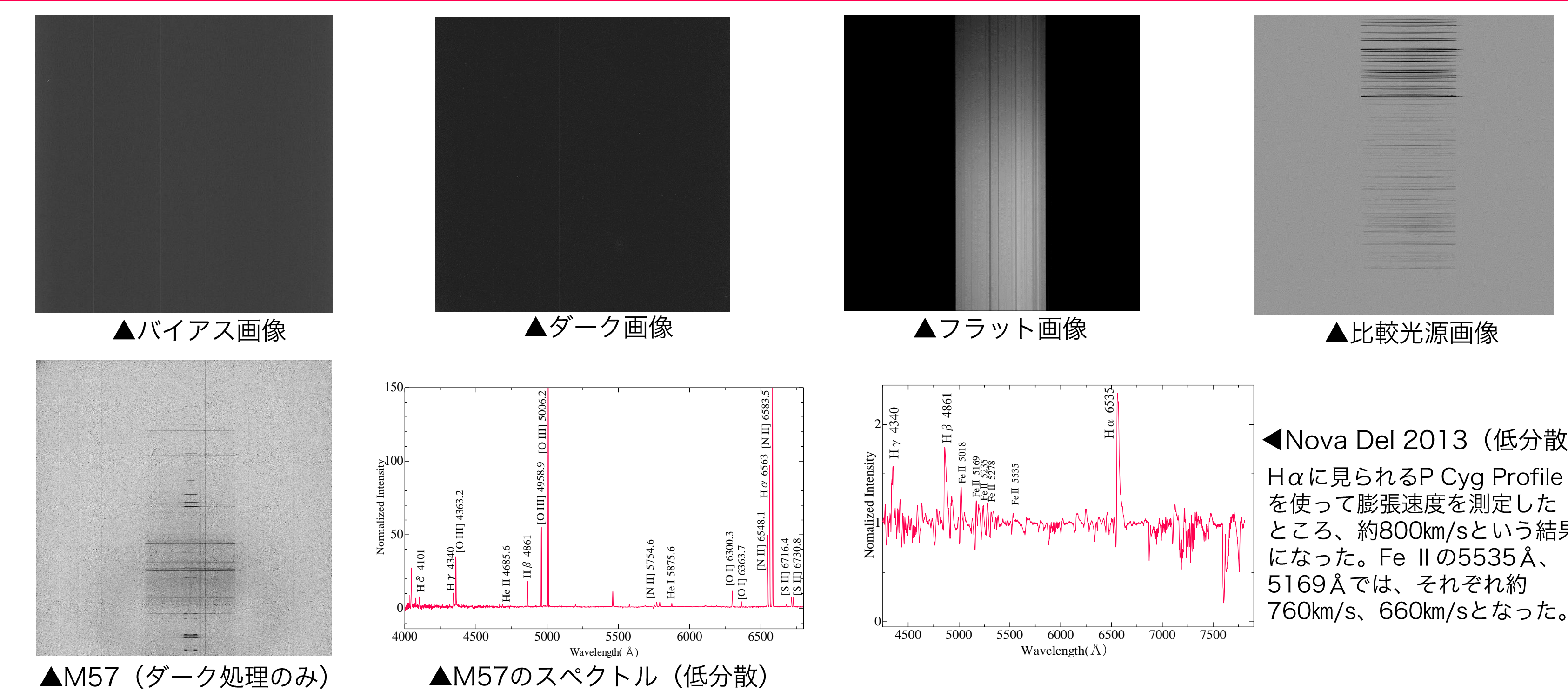
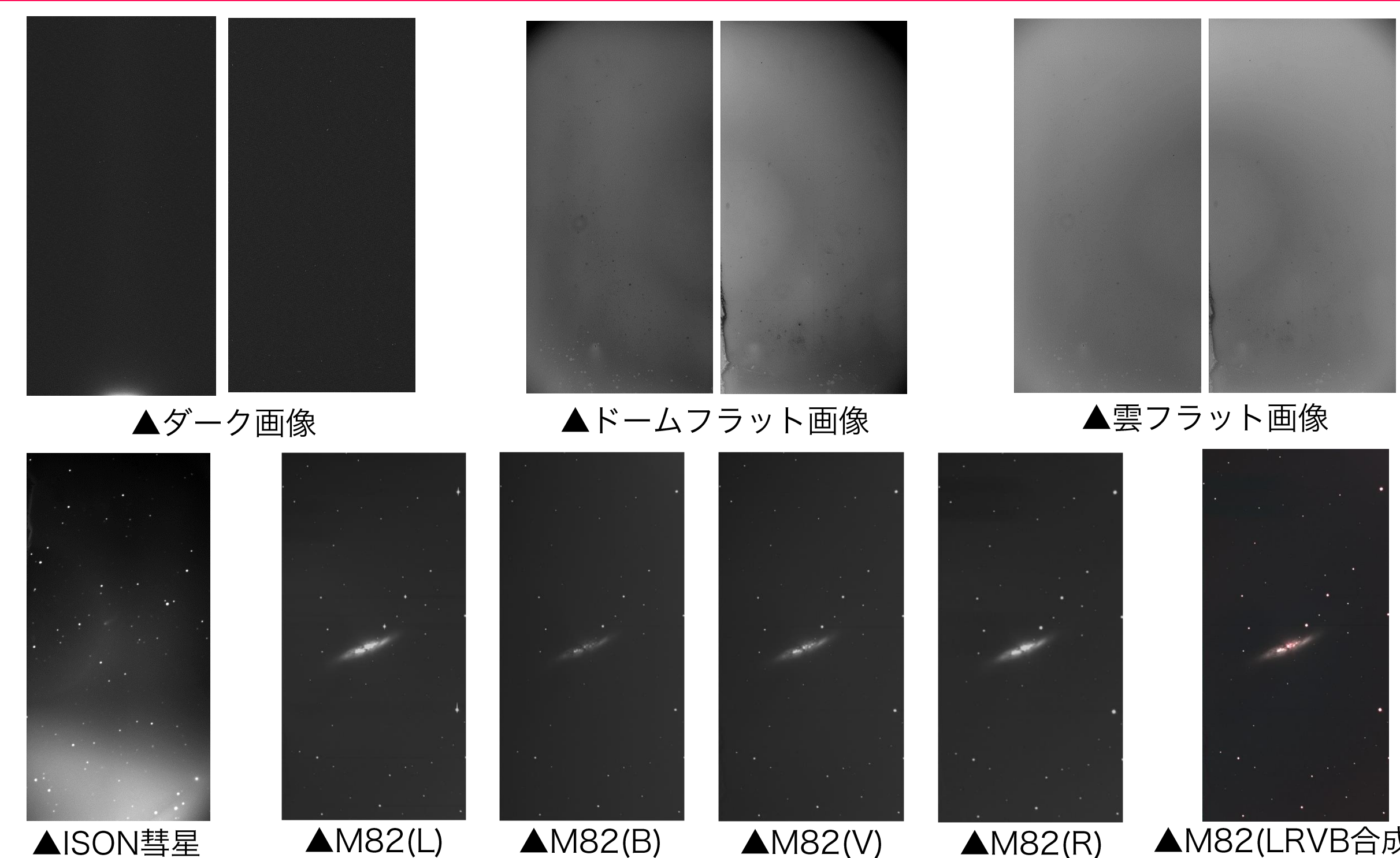
●ホットピクセル率

方法：ダーク画像の主にスペクトルが写る範囲(X=2000-2170)においてホットピクセルが目視できた所を調査。カウントの平均値から標準偏差の値以上外れたものをホットピクセルとみなして計測。計測に使ったラインは15ヶ所。5つの露出時間が違う画像ごとに確認し計算した。

露出時間 (秒)	60	300	600	900	1200
平均 (%)	0.11	0.22	0.26	0.29	0.33
標準偏差	0.06	0.09	0.09	0.10	0.10

結果：露出時間が長くなれば、ホットピクセル率も増えることがわかった。2008年時の参考値では、露出時間600秒と1200秒で0.5%という結果で、今回はその結果を下回る形となった。参考値はY軸方向に1つのラインのみの調査だったため、単純に比較することは出来ないが、5年経過後もさほど増えていないことが確認できた。また、ダーク処理を行うことで、ある程度取り除くことが出来ることも確認できた。ただ、露出時間を長くする場合には注意したい。

性能評価の結果



取得データ例

- リニアリティは60,000カウントまで良好。
- ダーク処理は必須。季節ごとの温度変化との対応を確認したい。
- ドームフラット、雲フラットともに今後もモニターし、均一性を確保する工夫をしたい。
- フィルターの特性や測光精度なども調査する。

- リニアリティは40,000カウントまで良好。
- CCDチップに欠陥ピクセルはあるものの、観測への影響は小さい。
- ホットピクセル率は5年の経過で増えていなかったが、今後も経過観察を行いたい。
- ダークカウントの平均値が落ち着いていることが確認できた。
- 今後、フラットの評価も行いたい。
- 様々な種類の天体スペクトルを撮影し、分解能等もさらに確認していきたい。

まとめ