

# FMOS試験観測のデータ解析 (II) : 連続光のS/N評価

○ 矢部清人、岩室史英、太田耕司、戸谷友則、舞原俊憲、住吉昌直、森谷友由希、鈴木裕司、河手香織 (京都大学)、高遠徳尚、田村直之、木村仁彦、Philip Tait (国立天文台ハワイ)、秋山正幸 (東北大学)、Gavin Dalton (Oxford Univ.) 他 UK FMOSチーム、Scott Smedley (AAO) 他 AAO FMOSチーム

## Abstract

Fibre Multi-Object Spectrograph (FMOS) will be open from May 2010. We are doing performance verifications in engineering runs for the open use. Based on the data of an engineering observation carried out in December last year, we evaluate SN of continuum light.

Resulting limiting magnitudes (1 hour, SN=5) in the best condition are 18.8-19.2 mag. and 18.7-19.0 mag. in J-band and H-band, respectively. The measured changes of SN with time are explained by considering the changes of flux loss during the observation. Minimizing the changes of flux during observations is needed for high-SN observation with FMOS.

## FMOS試験観測とデータ処理

本発表ではFMOS IRSIを用いて行なったSXDS領域での観測データに基づき連続光に対するSNの評価について述べる。輝線に対するSNの評価については住吉ほかのポスターを参照。今回のFMOS試験観測は2009年11月30日から12月3日(HST)にかけて行なわれ、観測ターゲットはH < 20等 (Vega) で可視で分光redshiftが分かっている銀河・AGNを中心に選定した。

これらターゲットについて、Beam-Switch(BS)モードで計1.5時間\*1、Cross-Beam-Switch(CBS)モードで計4時間の観測を行なった。基本的な観測手順およびデータ処理は河手ほかのポスターを参照。以下、等級はすべてAB等級とする。

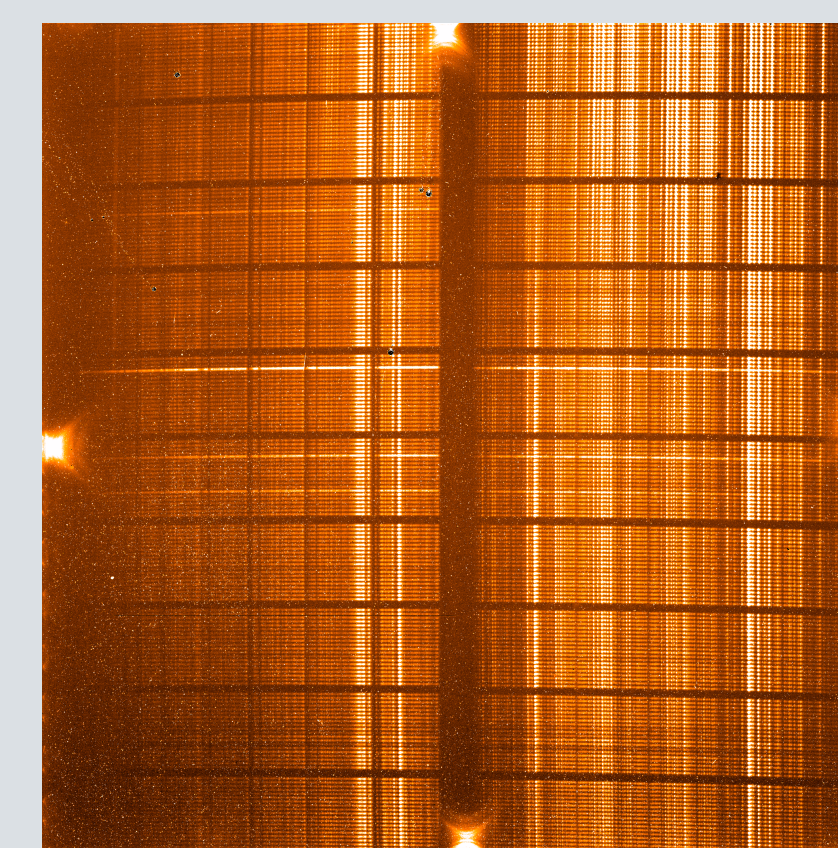


図1. 15分露出で実際に得られた2次元スペクトルの例

\*1 本発表での積分時間はすべてオンソースでの時間を表している

## 連続光SNの測定

連続光SNの測定にあたり、連続光ノイズの正確な測定を行なうために、連続光をフィットし、そこからのズレのRMSを連続光に対するノイズとした。この際に、フィットは5次の多項式を用い、夜光マスクに対応する部分およびファイバーの感度が低い1μm以下、1.35μm-1.42μm、1.7μm以上の部分はフィットに使わなかった。図2に実際の観測で得られたスペクトルと連続光のフィット例を示した。また、図3に代表的な明るさ (Hバンドで17-21等) の天体のスペクトルの例を示した。

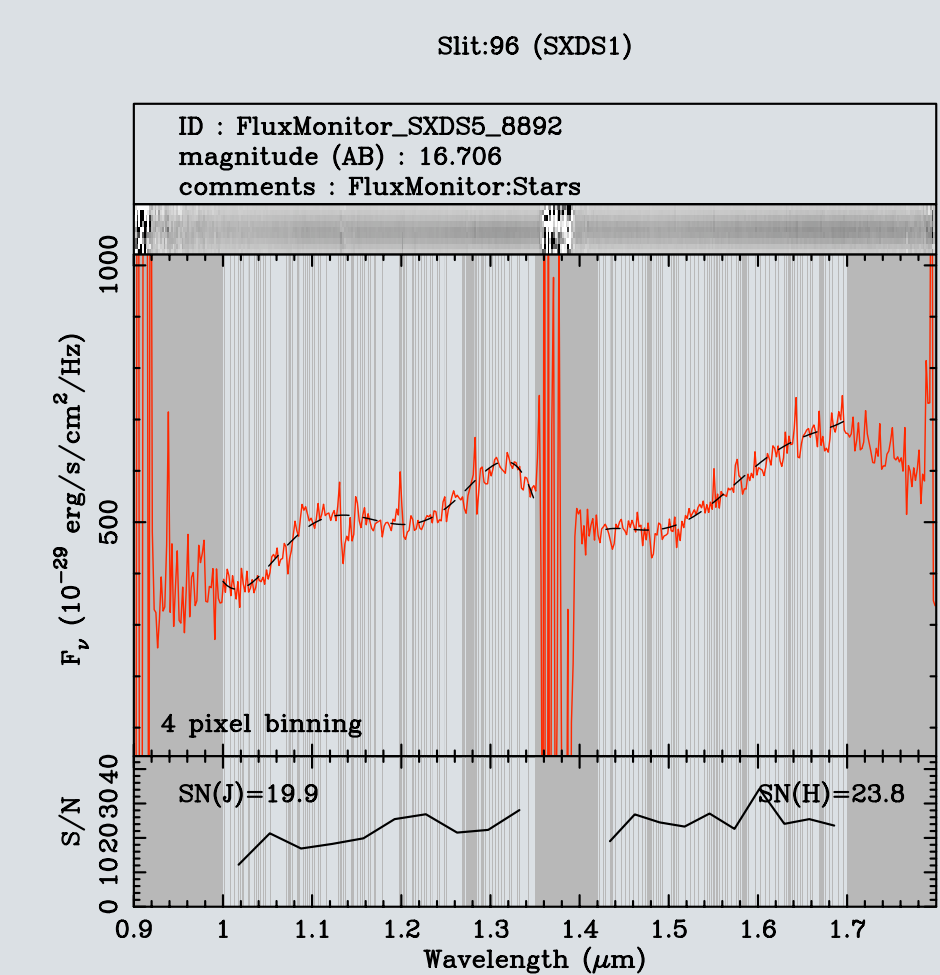


図2. 連続光フィットの例。パネル中央にBSモード1.5時間積分で観測されたスペクトル(赤実線)がベストフィットの連続光(黒破線)とともに示してある。パネル下に波長ビン毎に計算したSNおよび全体で計算したSNを示した。上下パネルで灰色部分は夜光マスクおよびファイバーの感度の低い部分に対応する。

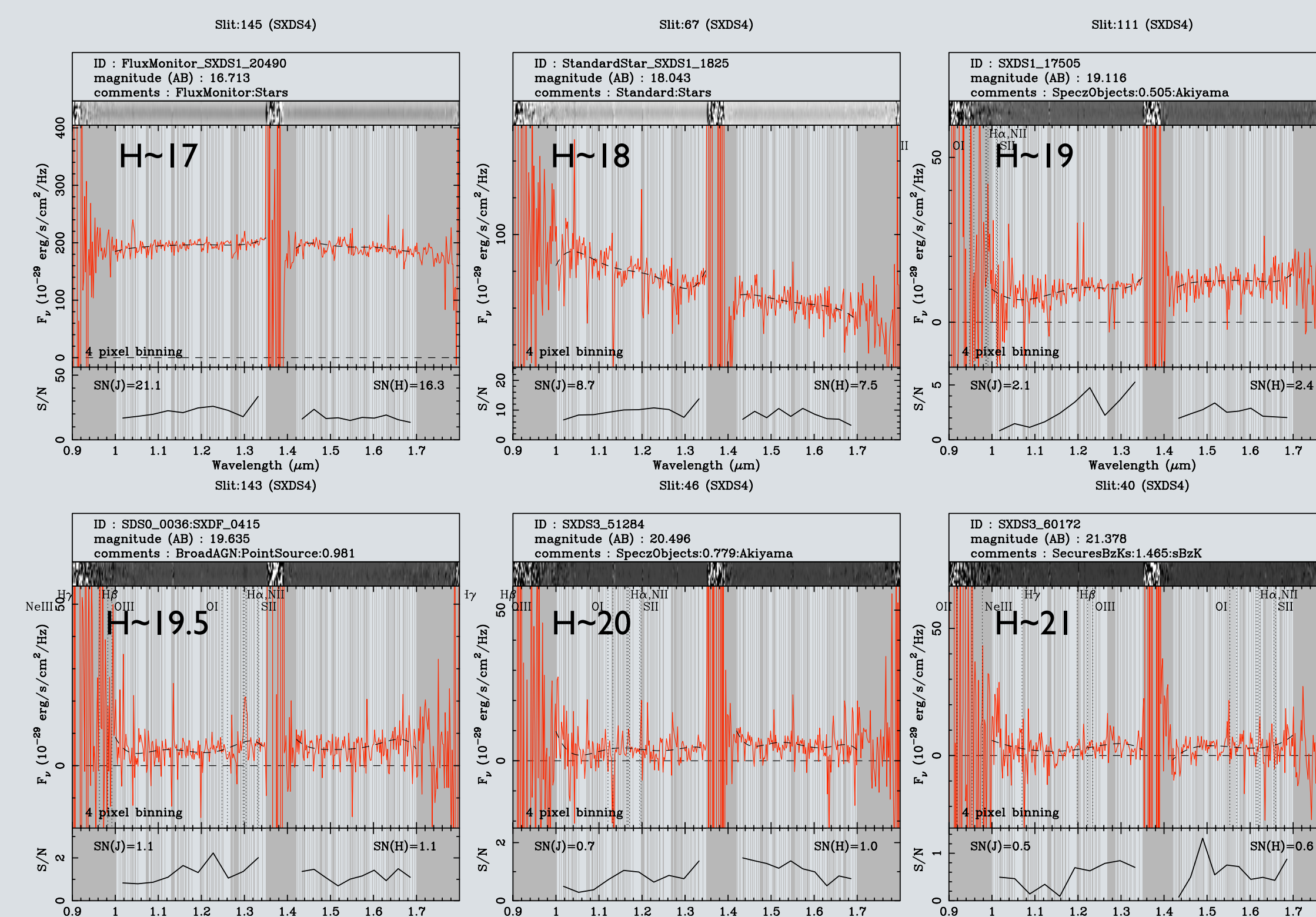


図3. 典型的な明るさ(H=17等-21等)の天体のスペクトル。CBSモード4時間積分の結果。各パネルの見方は図2と同様。

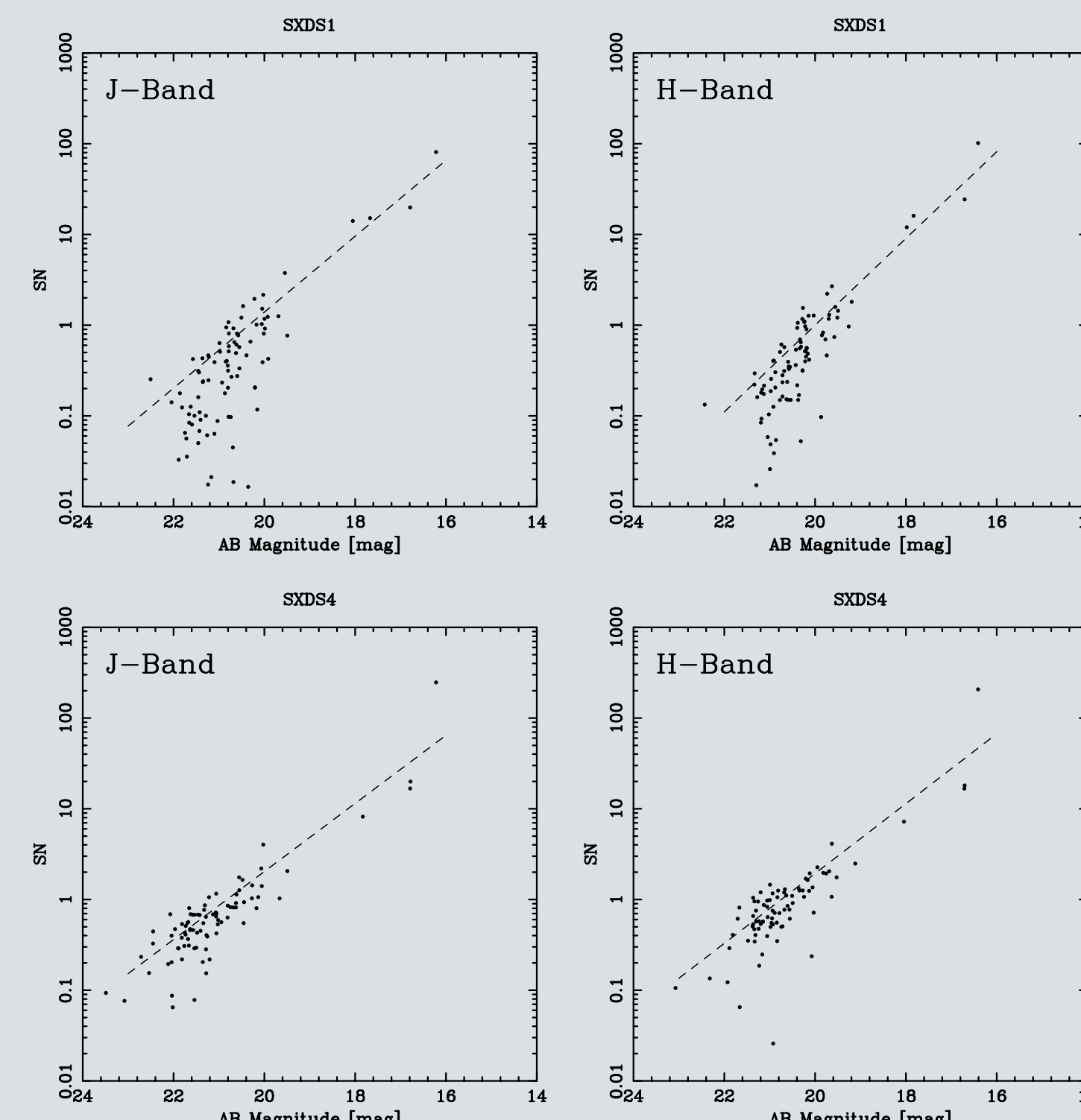


図4. 等級とSNの関係。上段がBSモード1.5時間、下段がCBSモード4時間の結果。また、左側がJバンド、右側がHバンド。黒破線はSN = 0.5の天体を用いたベストフィットの線。

図4にJバンド、Hバンドそれぞれの等級に対するSNの値を各天体について示した。SN=5に対応する典型的な等級は、J=18.8等,H=18.7等 (BSモード1.5時間積分)、J=19.0等,H=18.9等 (CBSモード4時間積分)となった。また最良値としてはJ=19.4等,H=19.2等 (BSモード1.5時間積分)、J=19.6等,H=19.5等 (CBSモード4時間積分)である。ただし、現在解析中の他領域のデータではSXDS領域に比べ比較的ファイバーに光が入っている天体が多く、限界等級も場合によっては1等以上良くなる可能性があることに注意が必要である。

## 5σ限界等級の最良値(1時間積分)

Jバンド : 18.8 - 19.2等  
Hバンド : 18.7 - 19.0等

## ファイバーに入る光の割合

最初のフレームに対する相対的なフラックスを図5に示した。これによると、観測の前半は比較的ファイバーに光が入っているが、観測の後半にかけて最初の50%程度しか光が入っていなかった事が分かった。一番良いフレームに入る光の割合をFRD効果も含め40%程度\*2とすると、実効的にファイバーに入る光の割合は20%程度となる。

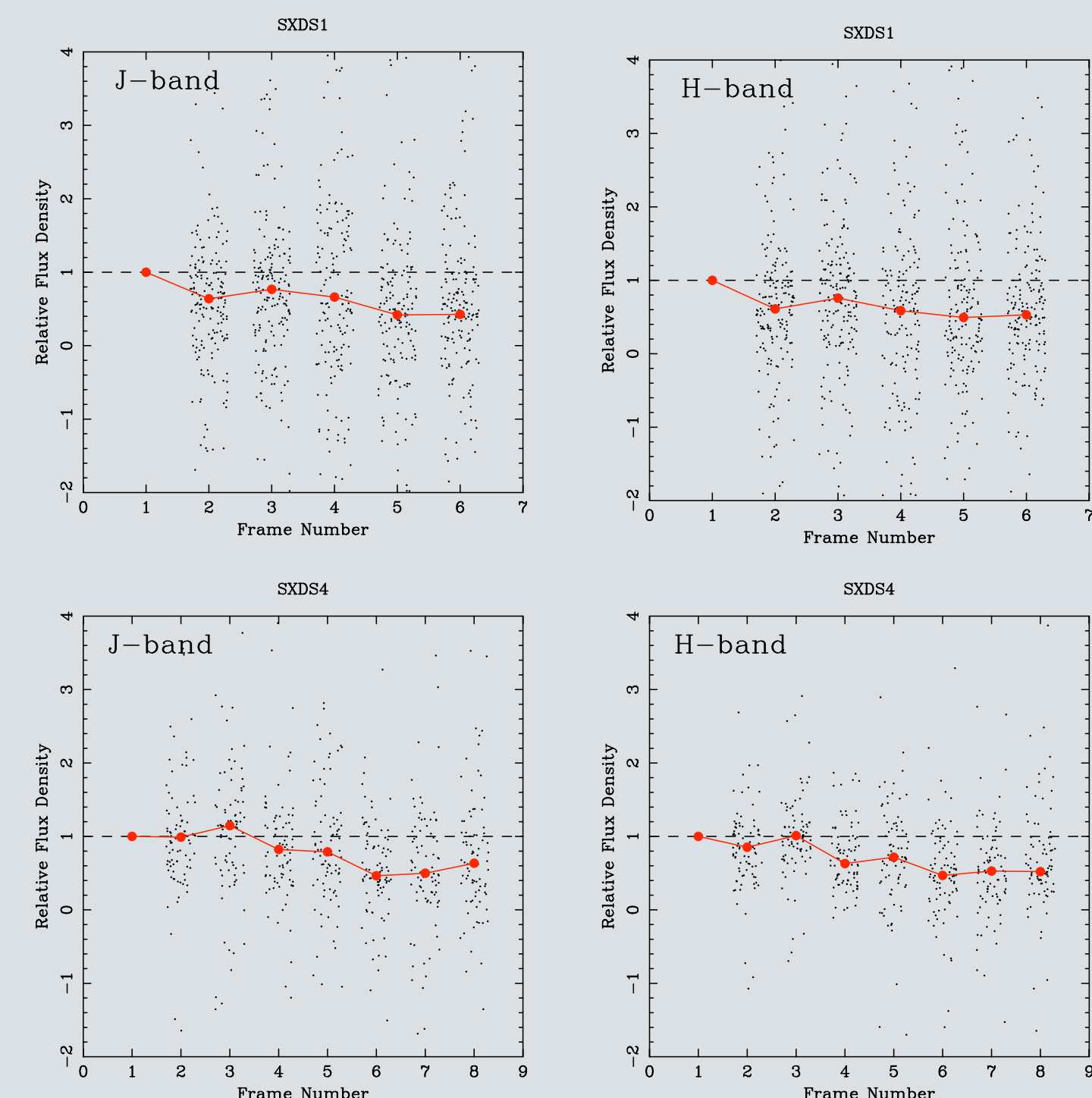


図5. 最初のフレームに対する相対フラックスの変化。左がJバンド、右がHバンド。上段がBSモード、下段がCBSモードの観測。見やすさのため、各天体は横方向に±0.3だけランダムにずらして表示している。赤点および赤実線はメジアン値を示している。

\*2 この40%という値は、黒体を用いて測定した効率が正しいと仮定して、今回観測で得られた約2.5%という効率を説明するのに必要なファクターの50%にFRD効果85%をかけて得られる値である。

## 積分時間 vs. SN

積分時間に対するSNの変化を図6に示した。また、最初のフレームで規格した相対的なSNの積分時間に対する変化を予想される変化とともに図7に示した。ここでは積分時間によるSNの変化に加えて、ファイバーに入る光のロスの効果も考えている。すなわち、 $SN(t) = SN_0 \times \sqrt{t/t_0} \times \eta(t)$ となる。ここで、 $SN_0$ は最小積分時間 $t_0$ でのSN、 $\eta(t)$ は $t_0$ でのフラックスに対する相対的なフラックスの変化である。

これによると、実測されたSNの変化をよく説明していることが分かる。夜光引きの影響などに比べ、フラックスロスの時間変化による影響の方が積分時間に対するSNの上がり方に強く影響を与えていると考えられる。観測時間中に如何にフラックス変動を無くすかが今後の課題である。

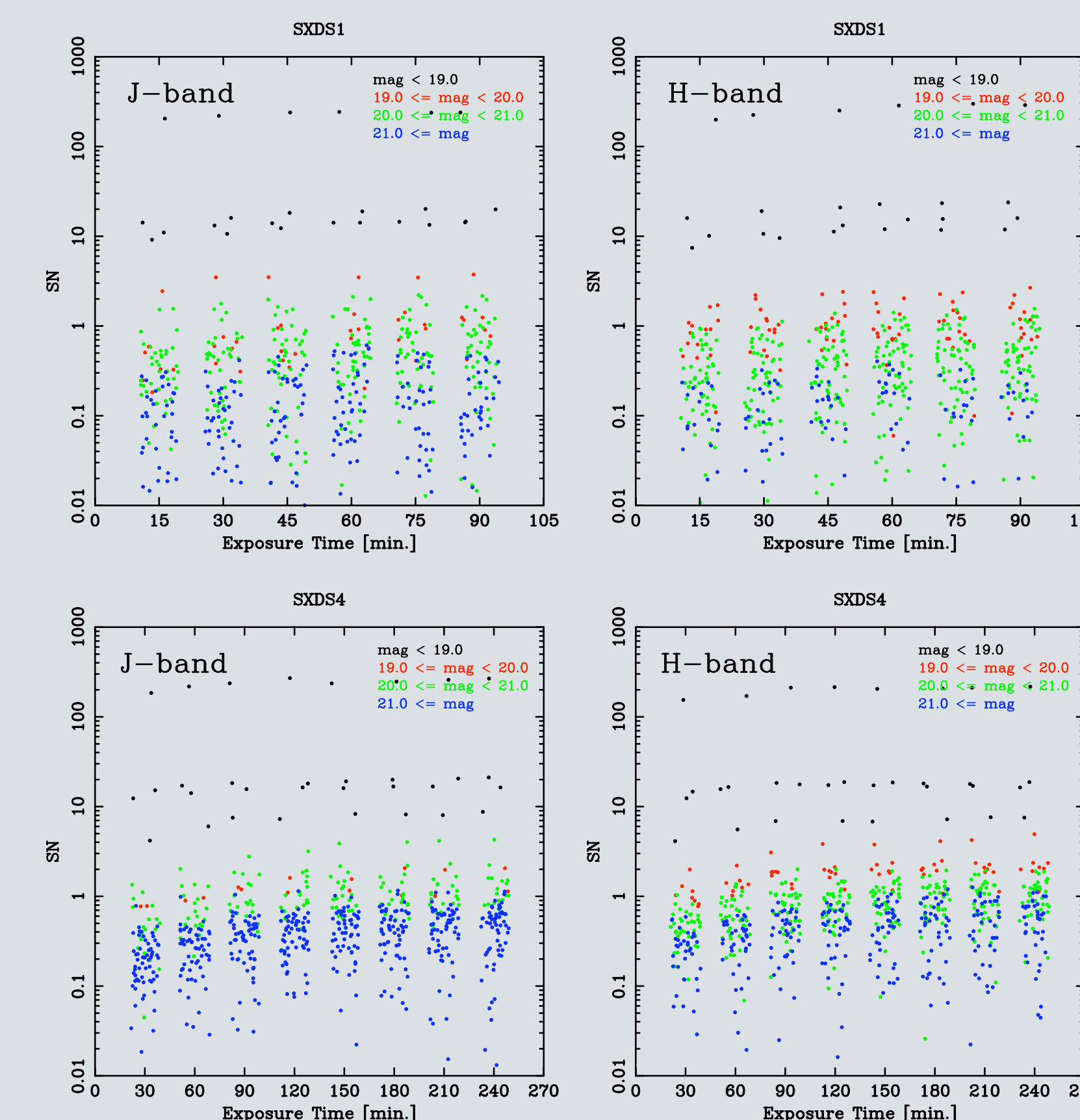


図6. 積分時間 vs. SN。上段がBSモード、下段がCBSモードでの結果。また、左側がJバンド、右側がHバンドの結果。図5と同様に各天体の値は横方向にズラして表示している。等級範囲毎に色分けしてプロットしてある(黒: m < 19.0, 赤: 19.0 <= m < 20.0, 緑: 20.0 <= m < 21.0, 青: 21.0 <= m)。

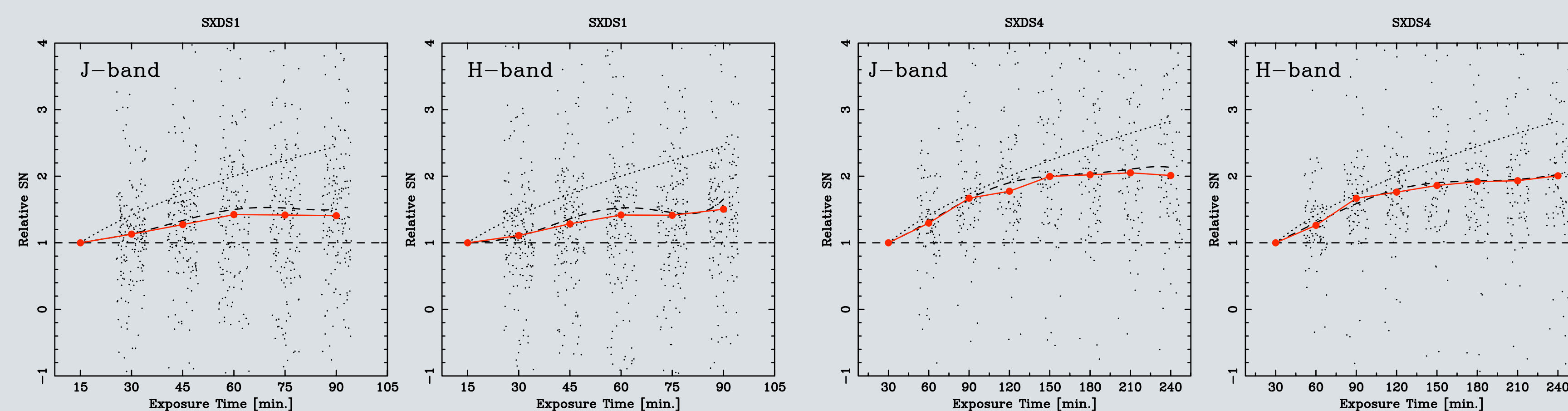


図7. 積分時間に対する相対的なSNの変化。左から順に、BSモードJバンド、Hバンド、CBSモードJバンド、Hバンドの結果。図5と同様に各天体の値は横方向にズラして表示している。赤点および赤実線はメジアン値を示している。点線は予想されるSNの時間変化(積分時間の効果のみ)、破線はフラックスロスの時間変化の効果も考慮した場合に予想されるSNの変化を示している。

## FMOS simulatorとの比較

FMOS simulator\*3を用いて予想されるスペクトルとの比較を行なった。図8にH=19.6等の天体(Const. SFH, age=300 Myr, redshift=0.5の銀河)の4時間積分のシミュレーション結果を示す。ここで、ファイバーに入る光の割合は20%と仮定している。典型的なSNは5-7程度である。

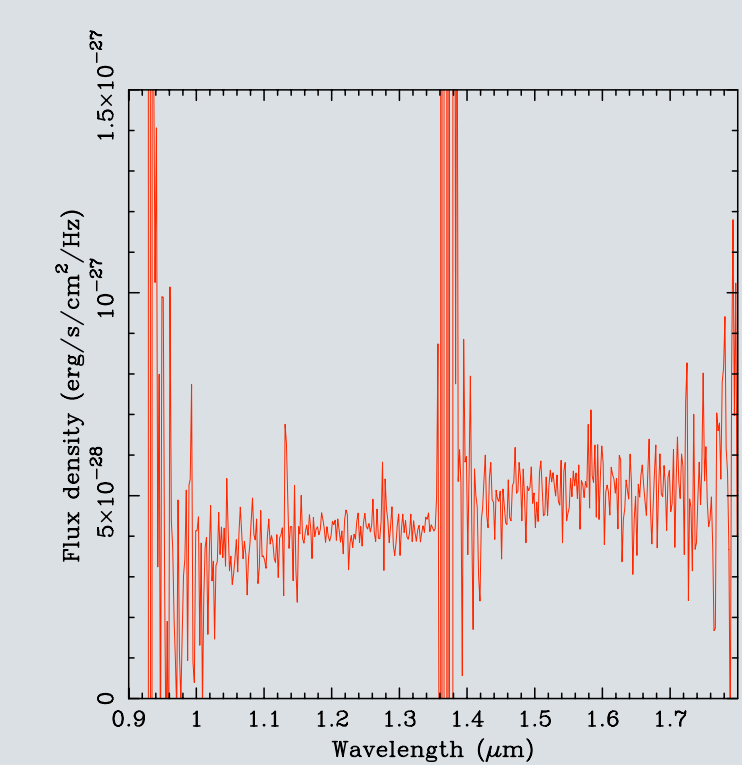


図8. H=19.6等、4時間積分、fibre input fraction=20%としたときのsimulation結果

図9に実際に観測されたH=19.6等の天体のスペクトルを示す。J,HバンドのSNは4-5であり、simulatorの結果と大まかには一致を見せる事が分かった。

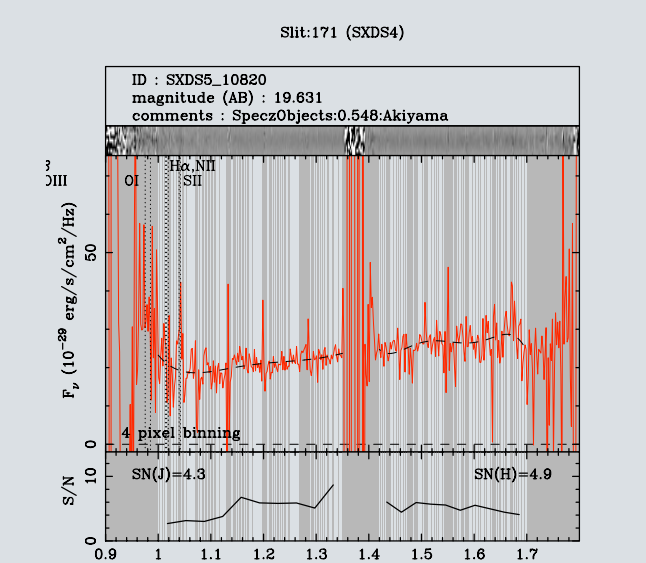


図9. CBSモード4時間積分で得られたH=19.6等の実測スペクトル

\*3 現時点でFMOS simulatorは公開されていないが、いずれ広く公開される予定

## まとめと課題

すばる望遠鏡主焦点多天体分光器FMOSは2010年5月から共同利用を開始する予定である。これまでの試験観測で様々な連続光強度・輝線強度の天体に対して最長4時間の長時間積分を行ない、実際の性能評価を進めている。昨年末の試験観測に基づく解析の結果、連続光の限界等級(1時間積分, SN=5)は最良値でJ,Hバンドともおよそ19.0等であることが分かった。また、連続光に対するSNの向上には観測中のフラックスロスを如何に少なくするかが重要であることが分かった。詳細な原因究明と改善が今後の課題である。また、今回の試験観測で取った他領域でのデータについても同様のSN評価を行う予定である。