

HIDES-Fの視線速度測定精度について

神戸栄治(OAO/NAOJ)

with

- ・HIDES-F装置開発メンバー
- ・原川さん、相馬さん、安藤さん@NAOJ
- ・佐藤さん@東工大
- ・他

動機

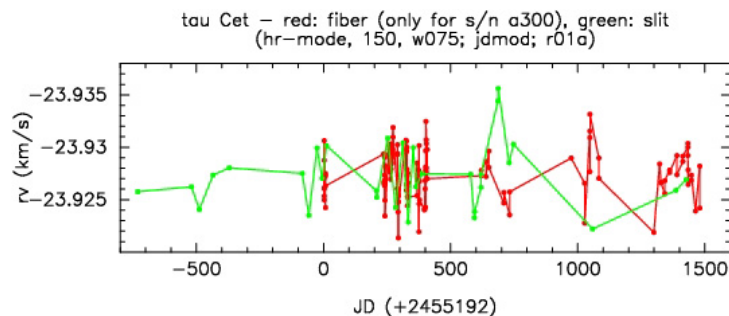
- ・共同利用装置としての3.8m用可視高分散分光器
 - HIDESの後継機
 - 視線速度精密測定は必須であろう
- ・測定精度 sub-m/sのサイエンスの時代
 - 系外惑星、星震学だけでなく
 - GAIA(アストロメトリー)ともconforming
100pcの距離にある星が1yrで1 μ as移動する速度は0.5m/s
- ・ヨードセルで精度がどこまで出せるかの評価をすることは、“多くの分光器にとって”重要であろう
 - 露出時の器機プロファイルが保持されている
 - 1m/s程度を達成できているのはまだ少数のグループ
 - HARPSを利用したグループ(実質0.7m/s以上)
 - KECK等を利用したグループ(~1m/s)

観測

- HIDES-Fではその効率の良さを生かして、いくつかの明るい星の高S/Nスペクトル(露出時間~5分)のモニタを試験観測として実施している
 - それらのうち、非常に視線速度が安定しているのは τ Cetのみ
最先端に行く2つのグループが、1,000~5,000回の観測から、
~0.6m/sの振幅の5つの惑星があると主張している
HARPS: σ (生)~1.7m/s KECK: σ ~2.9m/s AAPS: σ ~5m/s
(Tuomi+2013)
- 現在、4年にわたるデータ(S/N>300; 138枚)から、
- 視線速度測定精度の評価
 - スリット観測(>6年間; 31枚)との整合性の調査
 - 解析ソフトウェアの問題点(限界)の洗い出し
- などを行っている

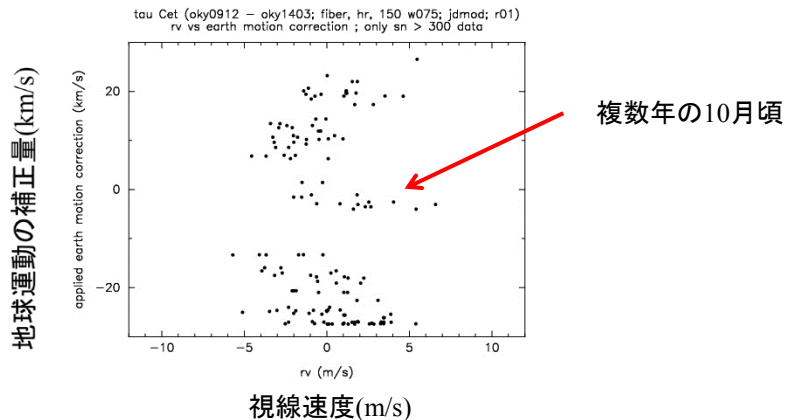
視線速度測定 of (暫定) 結果

Kambe +2008 (improved version of Sato+2002 based on Butler+1996/Valenti+1995's algorithm)による解析



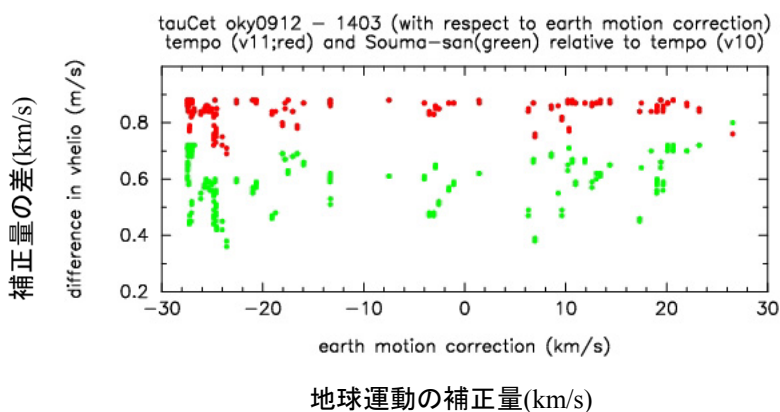
- slitとfiberで、有意なオフセットはみられない 上の例: Δ ~0.3m/s
- σ (slit)~2.6 m/s、 σ (fiber)~2.4 m/s
 - 最先端レベル
 - fiberで、大きな改善はみられない
 - ばらつきはランダムか?

・例えば、地球運動の補正量との相関をとってみると、



系統誤差が乗っているように見える

- 危険、であると同時に、
- 系統誤差の原因を突き詰めて補正できれば、1m/sの精度を達成できそう



異なるプログラムによる、地球運動による視線速度補正の差(変化成分)は0.3 m/s程度(原因はまだ未追究)

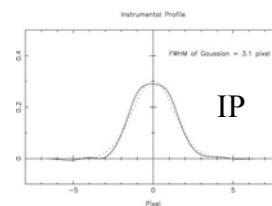
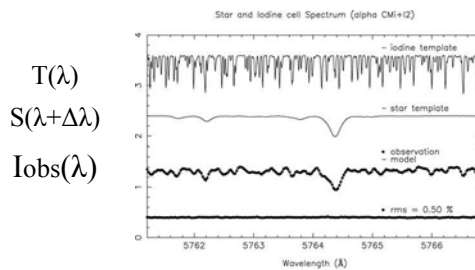
解析ソフトウェア改良の可能性

- ・現在の方法では、star+I2 スペクトルを2 Å程度のセグメントにわけ、それぞれ独立に波長スケール、IP、ヨードセルの吸収線の強さ、視線速度などを決めている

系統誤差がのった各セグメントの視線速度の平均として、測定精度が出ている

$$I_{\text{obs}}(\lambda) = k(S(\lambda + \Delta\lambda) \times T(\lambda)) * IP$$

λ, k, IPはピクセル位置の関数
IPはmultiple Gaussian function



- 1)セグメント間のパラメータ(波長スケール、IPなど)値に、より現実的な制限を加える

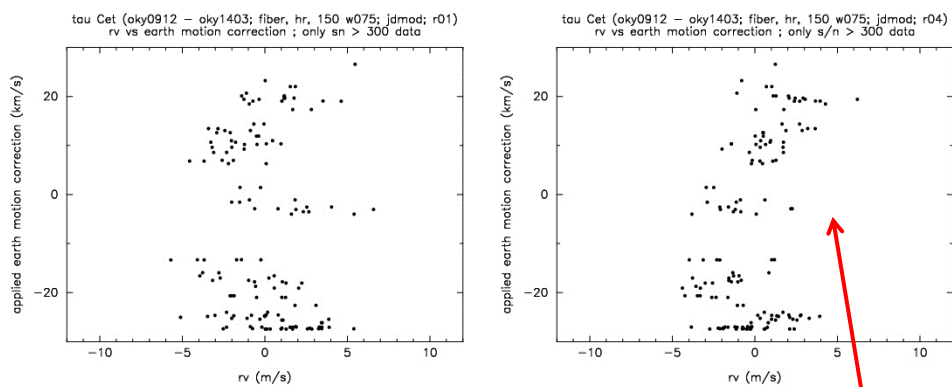
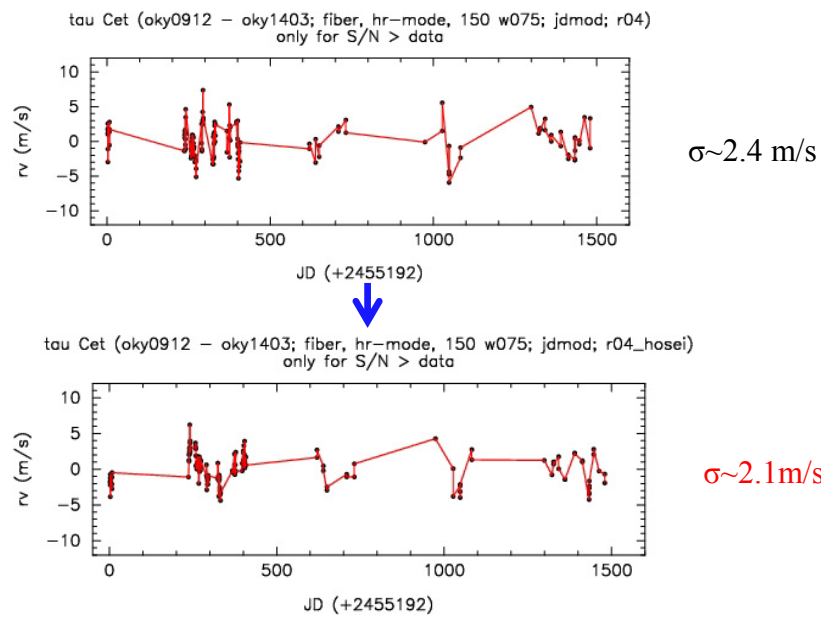
Kambe+2008では、時間的に不変なものは固定し、精度を上げた

- 2)各セグメントの系統誤差を見積もり、補正する
平均により得られた視線速度から、各セグメントの波長スケールやIPを求めて近似理論モデルを作成し、系統誤差を推定・補正する

- 3)残差を最小にするのではなく、期待値を最大化する(最適なパラメータ数の統計的導出)。


など

2)の予備的な結果



ほぼ消えた

ある程度系統誤差を消せたようだが、まだ何か残っている



まとめ

- ・3.8m用の可視高分散分光器に、精密視線速度測定性能は重要であろう
- ・サイエンスから、(当面の)ターゲット精度を決めるべきであろう
- ・HIDES-Fの試験観測データ等(他の装置も含む)の解析から、実際に精度が出る分光器の描像を描きたい
- ・HIDESに天文コムを導入し、テストすることも検討中
分光器の安定化が図れれば効率的には数倍有利