

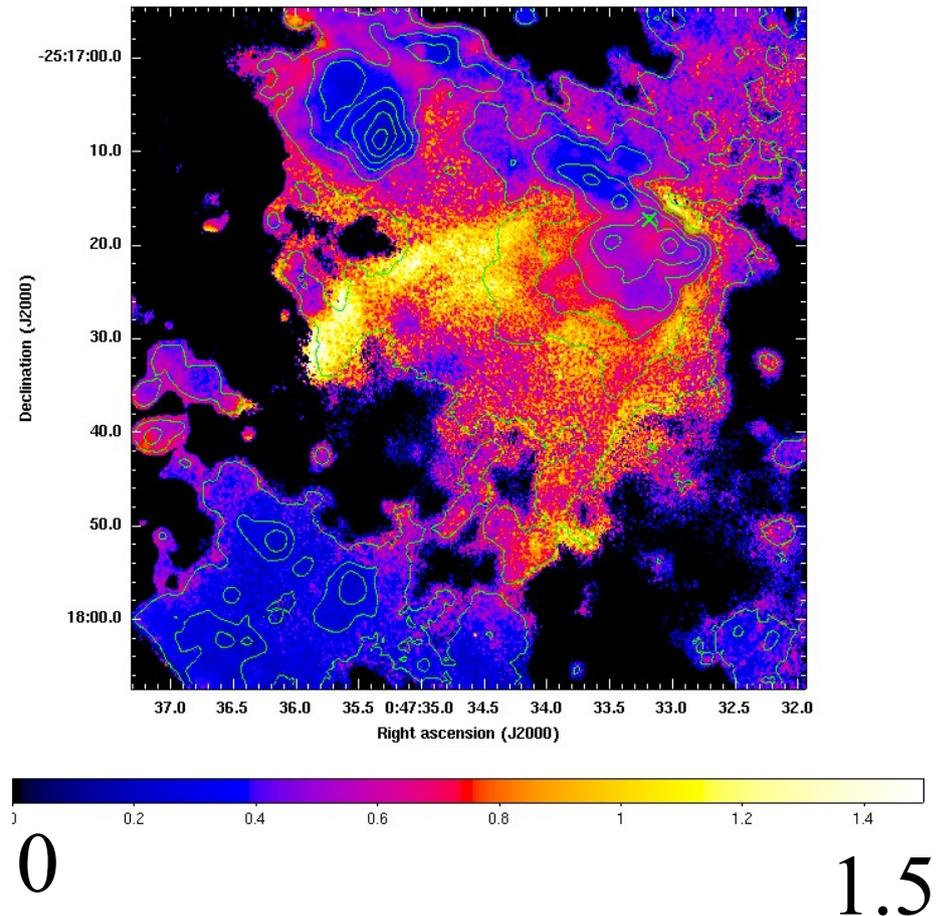
ファブリ・ペロ干渉計を用いた 広視野輝線マップ作り

京都大学 D3 松林 和也

輝線比マップ

- 場所ごとの輝線比を表したものの
- 広がった天体の場所ごとの励起源などの違いを調べるのに非常に有効

- $[\text{NII}]/\text{H}\alpha$, $[\text{SII}]/\text{H}\alpha$,
 $[\text{OI}]/\text{H}\alpha$, $[\text{OIII}]/\text{H}\beta$ → 励起源
- $[\text{SII}]/[\text{SII}]$ → 電子密度
- $[\text{OIII}]/[\text{OIII}]$ → 電子温度
- $\text{H}\alpha/\text{H}\beta$ → 減光量



NGC253銀河風の
[NII]/H α 輝線比マップ
(Matsubayashi et al. 2009)

輝線比マップ作成時の困難

フィルタ撮像

- 輝線ごとに狭帯域フィルタを作らなくてはいけない (系外銀河の場合は天体ごとにも必要)
- 連続光引きは広帯域フィルタ画像で行う → 不正確な連続光引き

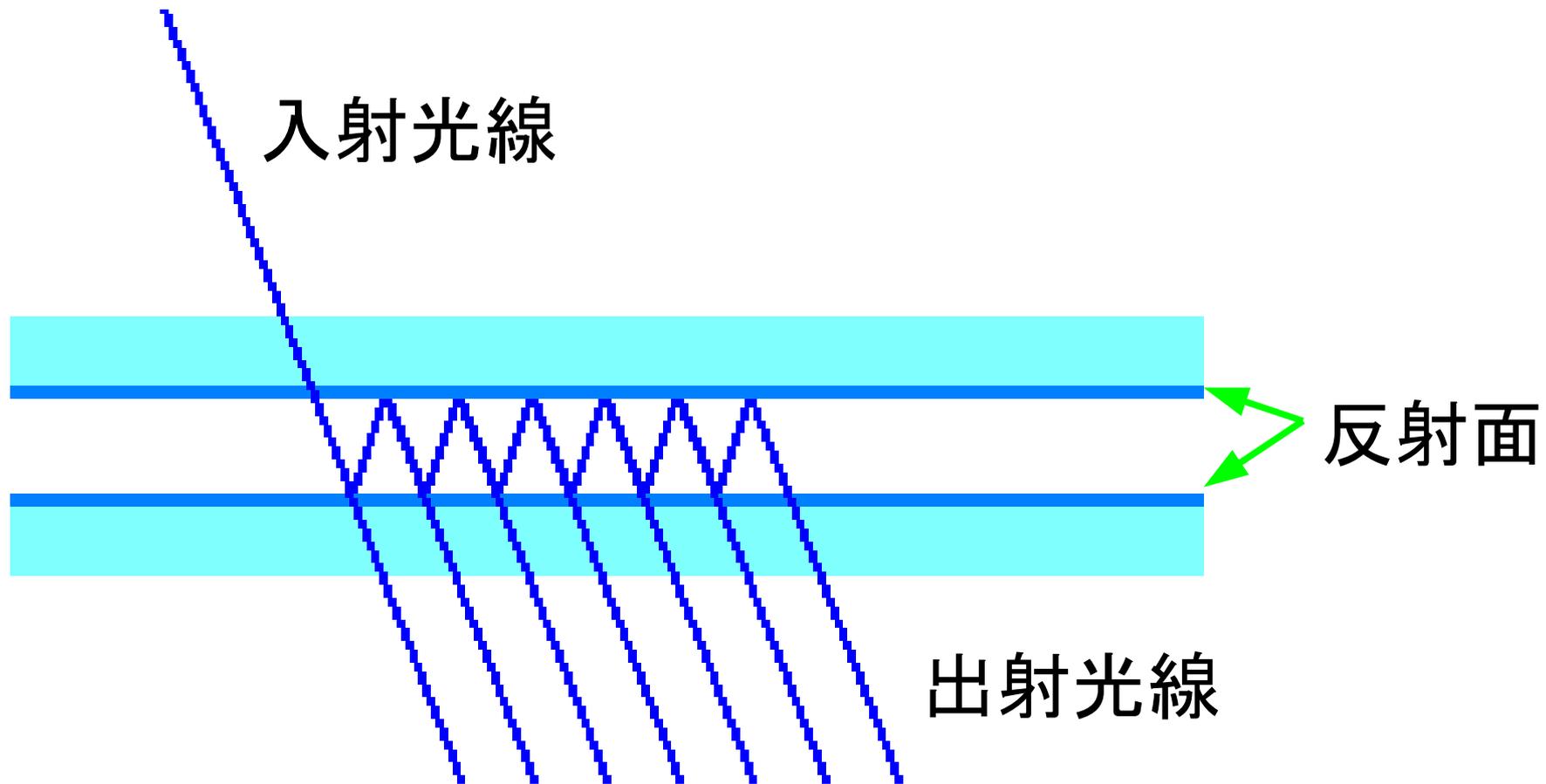
面分光

- 視野が狭い (8m級の望遠鏡では数秒角程度)
- 検出限界は浅め

→ 系外銀河の広がった天体(銀河風など)や銀河全体に分布するもの(H II regionなど)の弱い輝線をとらえるのは難しい

ファブリ・ペロ干渉計

- 反射面間隔を変えることで、透過する波長を変える
- 狭帯域フィルタのように使える → 視野が広い



ファブリ・ペロ(エタロン)の模式図

ファブリ・ペロ干渉計

ファブリ・ペロの透過率

$$T = \frac{1}{(1 + (2F/\pi)^2 \sin^2(2\pi d \cos \theta / \lambda))}$$

F: フィネス (定数)

λ : 波長

θ : 主光線の角度

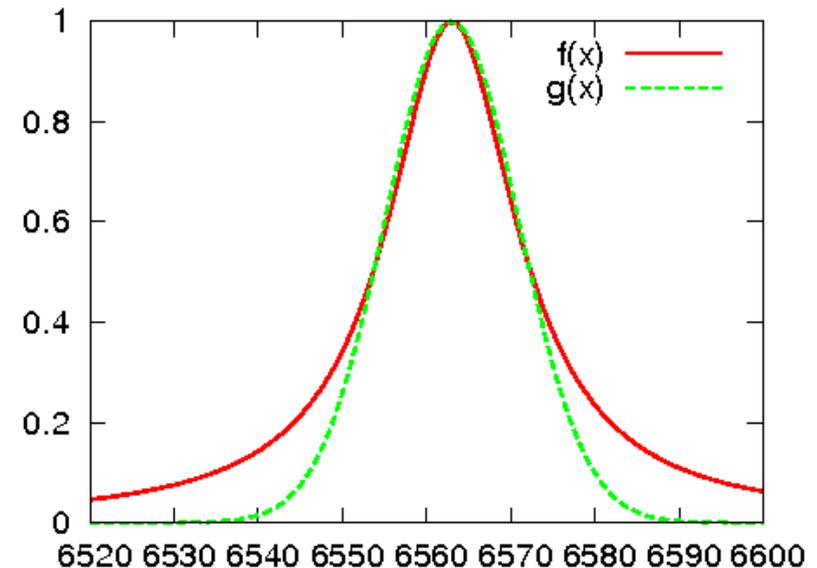
d: 反射面間隔

m: 次数

ファブリ・ペロの波長分解能

$$R = \lambda / \Delta\lambda \sim mF$$

- 波長方向にガウシアンよりも裾をひいたプロファイル
- 視野によって透過波長が変わる
- 反射面間隔を変えれば波長分解能が変わる



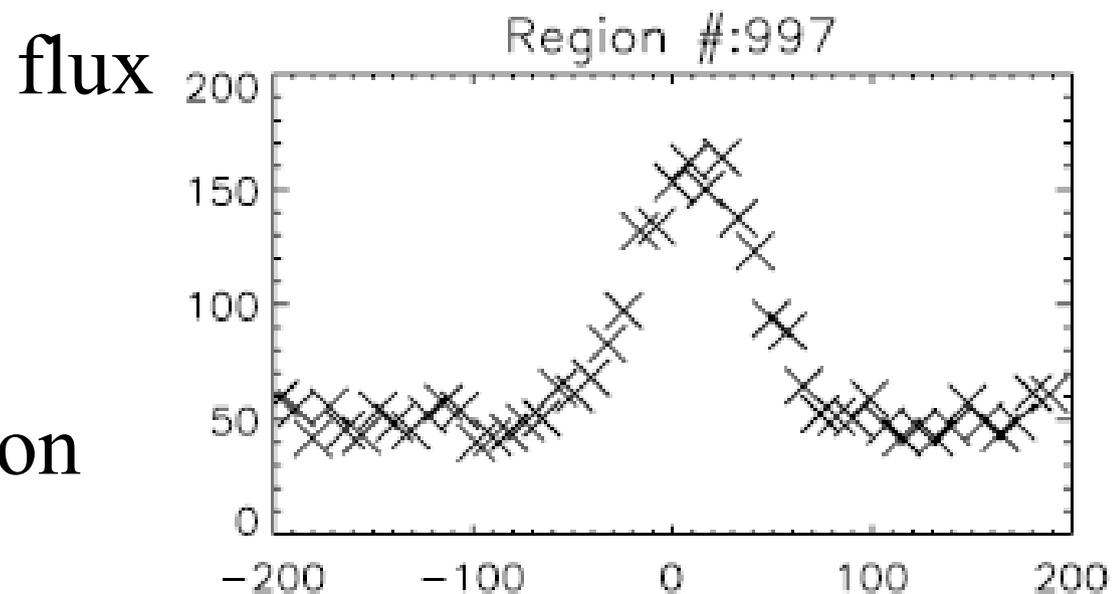
ファブリ・ペロの透過曲線 (赤線)

ファブリ・ペロ干渉計を使った観測

今までのファブリ・ペロを使った輝線比マップ作成法

1. 高い波長分解能($R \sim 4000$)、波長間隔 $\sim 10\text{km/s}$ で輝線まわりの数十波長で観測

- (面)分光同様に複雑な速度場も検出可能
- 観測に時間がかかる = 弱い輝線は観測できない



近傍銀河M83のHII region
の観測例

(Blasco-Herrera et al. 2010)

ファブリ・ペロ干渉計を使った観測

今までのファブリ・ペロを使った輝線比マップ作成法

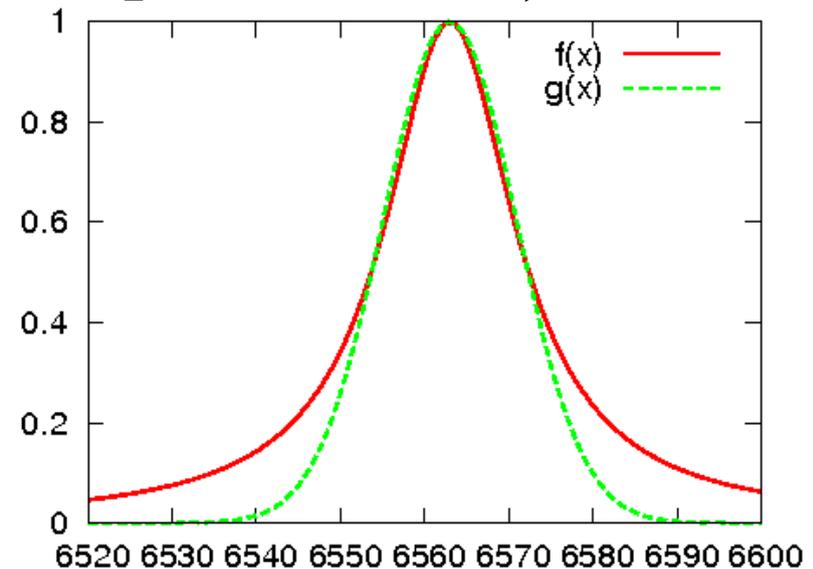
2. 低い波長分解能($R \sim 400$)、on-bandとoff-bandの2波長のみで観測

- 観測時間は短い = 弱い輝線も観測可能
- 視野による観測波長の違いや天体の局所的な速度場によって、正しくない輝線比マップができる可能性あり
- 輝線が混み合った波長域($H\alpha + [NII]\lambda 6583$ など)では分離が難しい

$$\text{flux}(H\alpha) = 1, \text{flux}([NII]) = 0.1$$

$$\rightarrow \text{flux}_{\text{obs}}([NII])$$

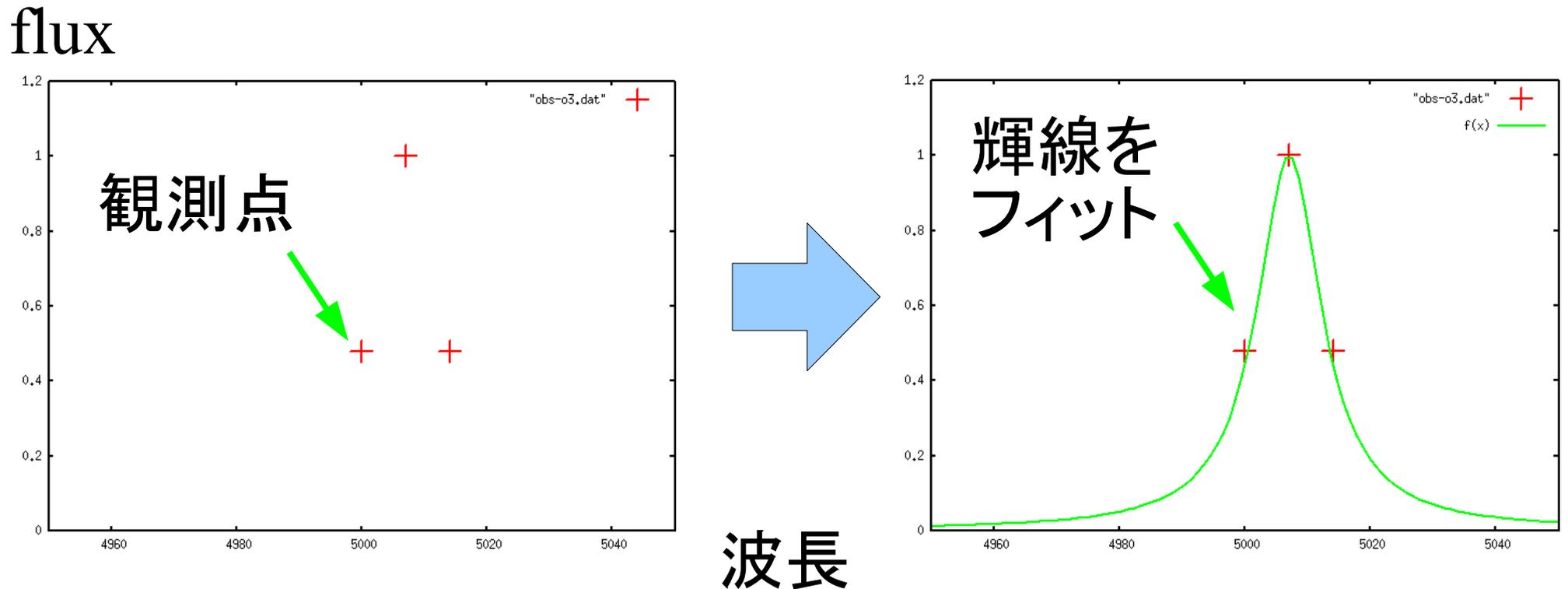
$$= 1 \times 0.2 + 0.1 \times 1.0 = 0.3$$



ファブリ・ペロ干渉計を使った観測

そこで、ファブリ・ペロを使った新しい観測方法を提案

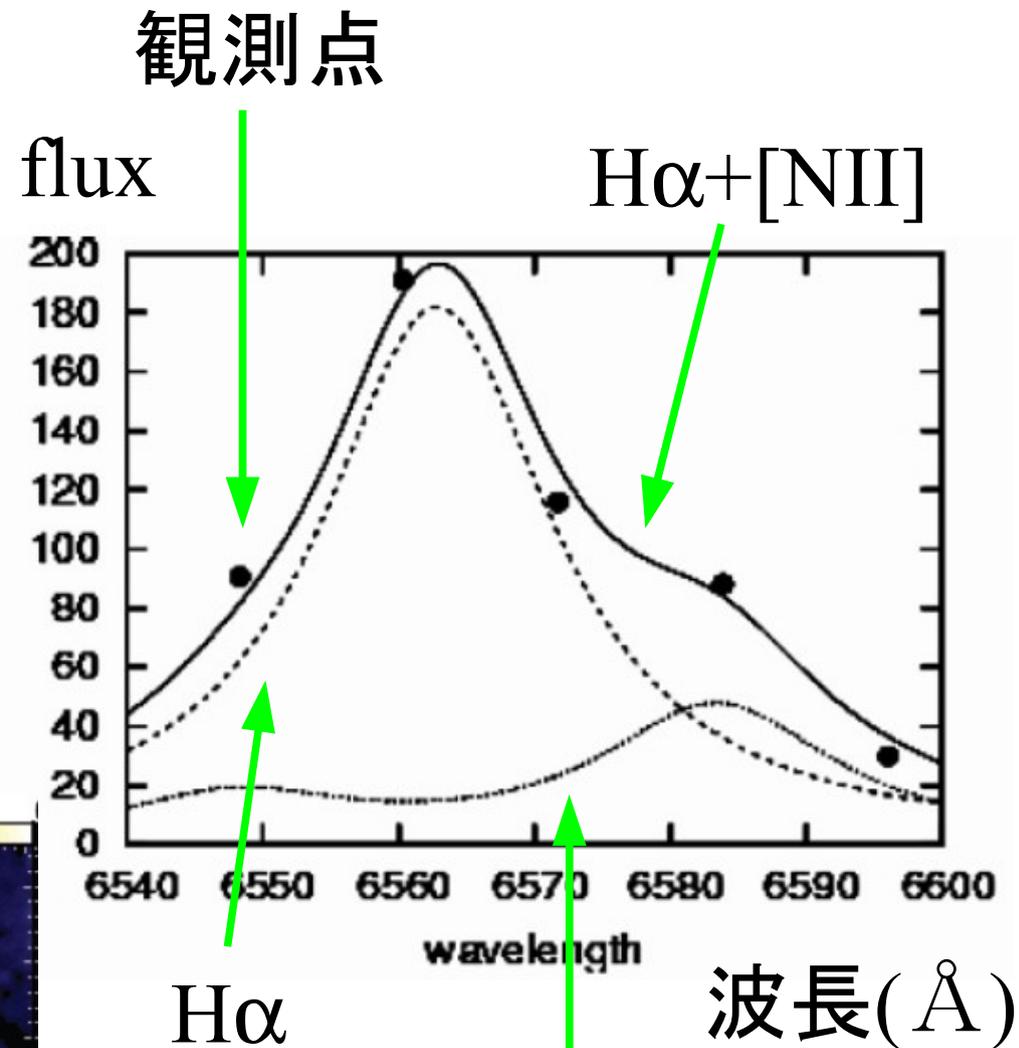
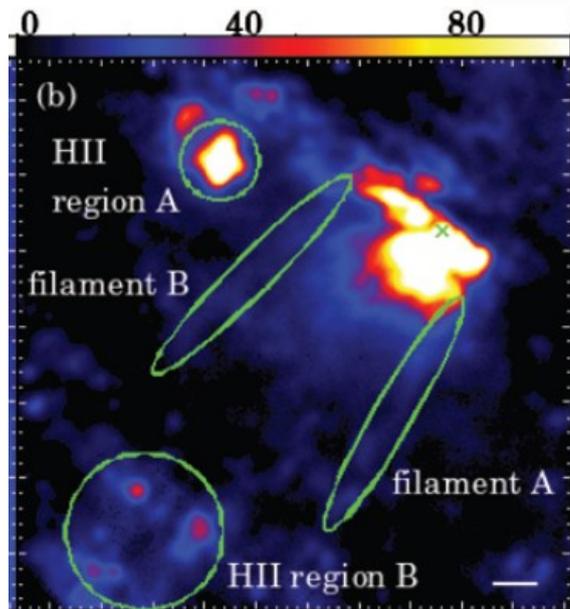
3. 低い波長分解能($R \sim 400$)、on-bandの数波長とoff-bandで観測、輝線強度をフリーパラメータにしてフィット(天体の輝線は δ 関数、速度は系の速度と同じと仮定)



輝線の分離

- 輝線が込み合った波長域($H\alpha$ + $[NII]$ など)では、合わせてフィットする
- これらのフィットを各場所(pixel)ごとに行う
→ 各輝線の強度マップ

$H\alpha$ 強度
マップ

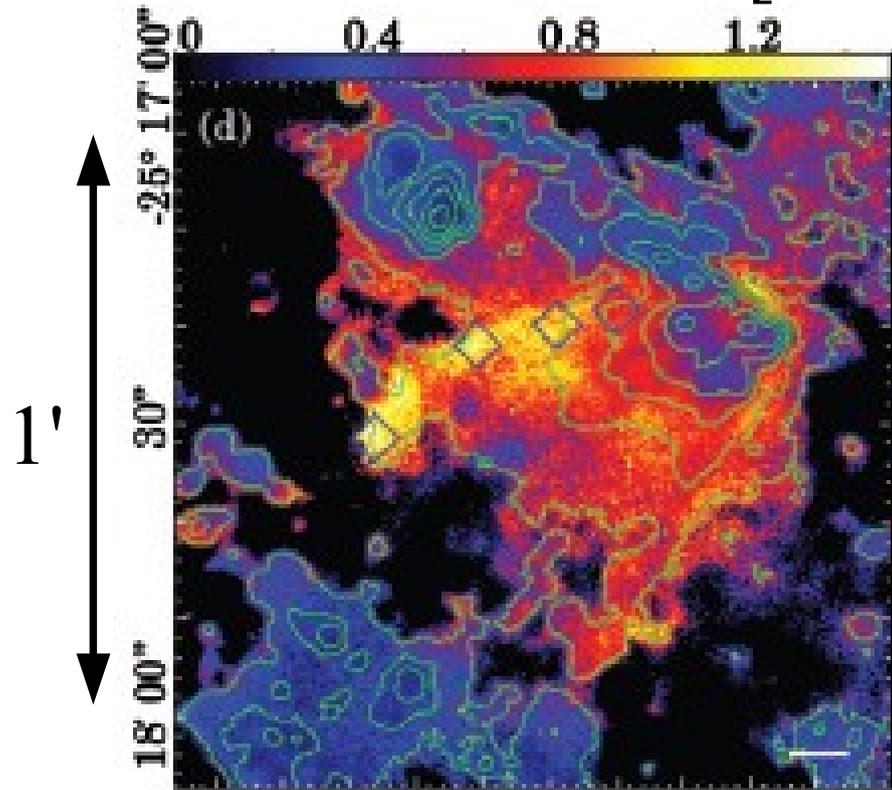


$[NII]\lambda\lambda 6548+6583$

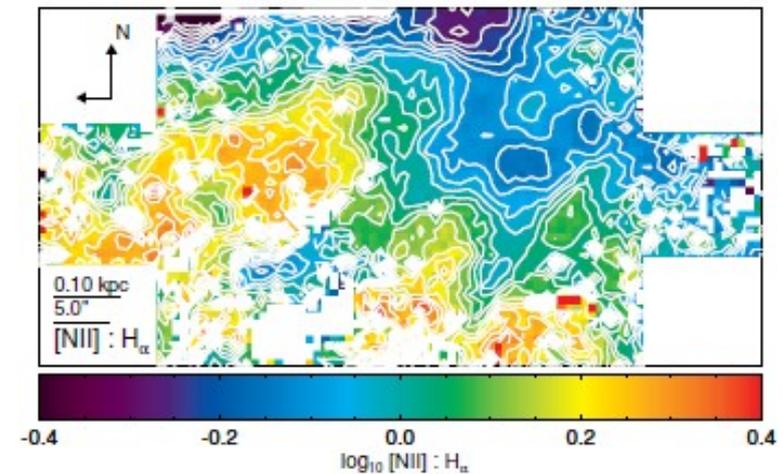
(Matsubayashi et al. 2009)

観測例

NGC253の銀河風の[NII] λ 6583/H α マップ



すばるでファブリ・ペロ観測
(240秒 × 6フレーム)
(Matsubayashi et al. 2009)



AAT 3.9mで面分光観測
(約1,200秒 × 7視野)
(Sharp & Bland-
Hawthorn 2010)

ファブリ・ペロ干渉計

3. 低い波長分解能($R \sim 400$)、on-bandの数波長とoff-bandで観測、輝線強度をフリーパラメータにしてフィット

- 広い観測視野
- S/Nが良ければ、速度場も検出可能 → 視野による観測波長の違いや局所的な速度場の影響を減らすことができる
- 観測の効率は1.と2.の中間程度

- 輝線ごとに観測波長数や波長間隔を変えることができる → 各輝線に最適化して効率良い観測が可能 (観測前の準備が必要)
- フレーム間の大気の透過率変化に注意が必要

まとめ

- 広視野輝線比マップを効率よく作る方法を検討
- 面分光観測では視野が狭くて不利
- 高分散ファブリ・ペロ観測では観測時間がかかる

- 低分散ファブリ・ペロで輝線周りの数波長で観測し、フィットして分離するという新しい方法を提案
- 広い視野を持ちつつ、輝線が込み入った波長域でも輝線比マップが作成できる

