

# IRAS銀河における [Fe II], H<sub>2</sub> 輝線の ISLE分光観測

---

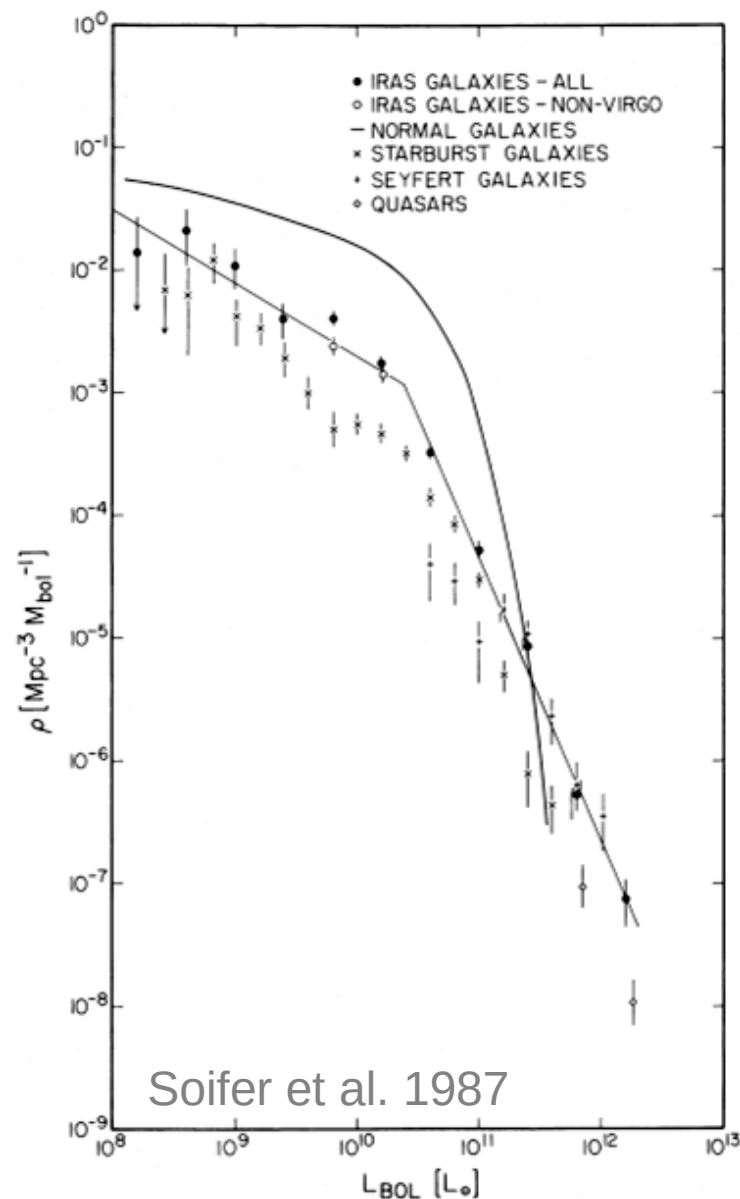
松岡 良樹, Yuan FangTing, 竹内 良貴  
(名古屋大学)

# 赤外線銀河



(HST/WFPC2)

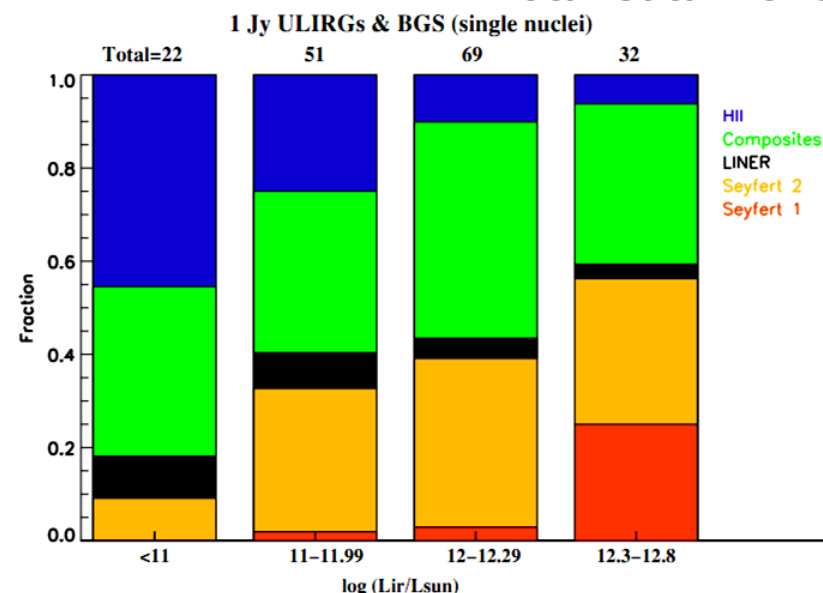
- ULIRGs ( $L_{\text{IR}} > 10^{12} L_{\text{sun}}$ ), LIRGs ( $L_{\text{IR}} > 10^{11} L_{\text{sun}}$ ), and numerous, less-luminous population...
- そのエネルギー源は？



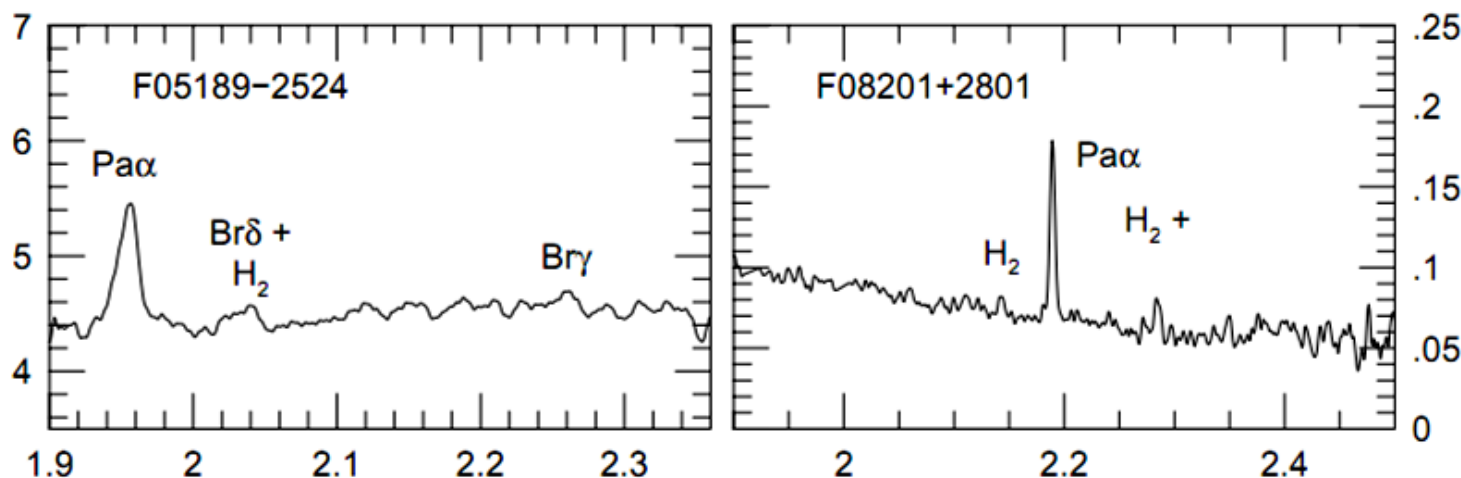
# 赤外線銀河のエネルギー源

- Starburst or AGN?
- 可視分光による分類の結果、赤外線光度が高いほどAGNが支配的。逆に  $L_{\text{IR}} < 10^{11} L_{\text{sun}}$  では主にstarburstが寄与。
- しかし近赤外線で見ると...

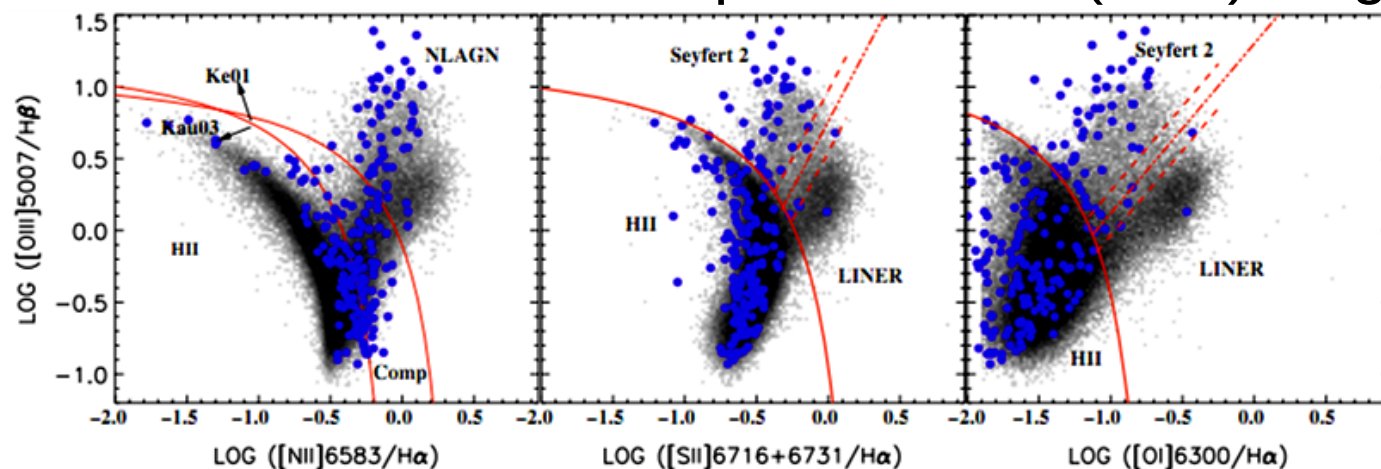
Yuan et al. 2010



可視でSy2と分類されたULIRGsの50%ほどに、Sy1の兆候 (Veilleux et al. 1999)



- 可視光では...Baldwin-Phillips-Terlevich (BPT) diagram



Yuan et al. 2010

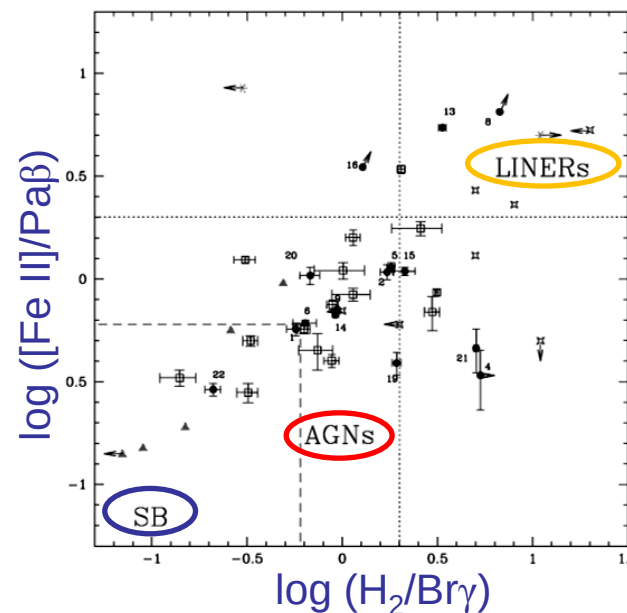
- 近赤外線では...

4つの輝線:

[Fe II] 1.257  $\mu\text{m}$ , Pa  $\beta$  (J band)

H<sub>2</sub> 2.121  $\mu\text{m}$ , Br  $\gamma$  (K band)

の強度比 (Larkin et al. 1998;  
Rodriguez-Ardila et al. 2005)



- “Near-IR exploration of hidden AGNs in bright IR galaxies” (2010B-06)
- 観測日: 2010 Dec 8-12 (全体の晴天率~70%)
- 時々 non-photometric
- Seeing 1~2 arcsec
- 2.0-arcsec slit



Copyright (c) 2011, OAO/NAOJ/NINS, All rights reserved.

| Name     | Redshift | $J$<br>(mag) | $f_{60\mu\text{m}}$<br>(Jy) | $\log L_{\text{IR}}$<br>( $L_{\odot}$ ) |
|----------|----------|--------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| NGC 1266 | 0.007318 | 10.66        | 12.83                       | 10.44                                   |
| NGC 1320 | 0.008883 | 10.47        | 2.15                        | 10.24                                   |
| NGC 2633 | 0.007205 | 10.13        | 15.87                       | 10.65                                   |
| NGC 2903 | 0.001855 | 7.03         | 47.62                       | 10.10                                   |
| NGC 3034 | 0.000677 | 5.88         | 1217.26                     | 10.41                                   |
| Mrk 33   | 0.004769 | 11.61        | 4.68                        | 9.71                                    |
| NGC 7331 | 0.002722 | 7.16         | 32.08                       | 10.29                                   |
| NGC 7625 | 0.005447 | 9.98         | 9.33                        | 10.25                                   |
| NGC 7714 | 0.009333 | 10.84        | 10.36                       | 10.66                                   |

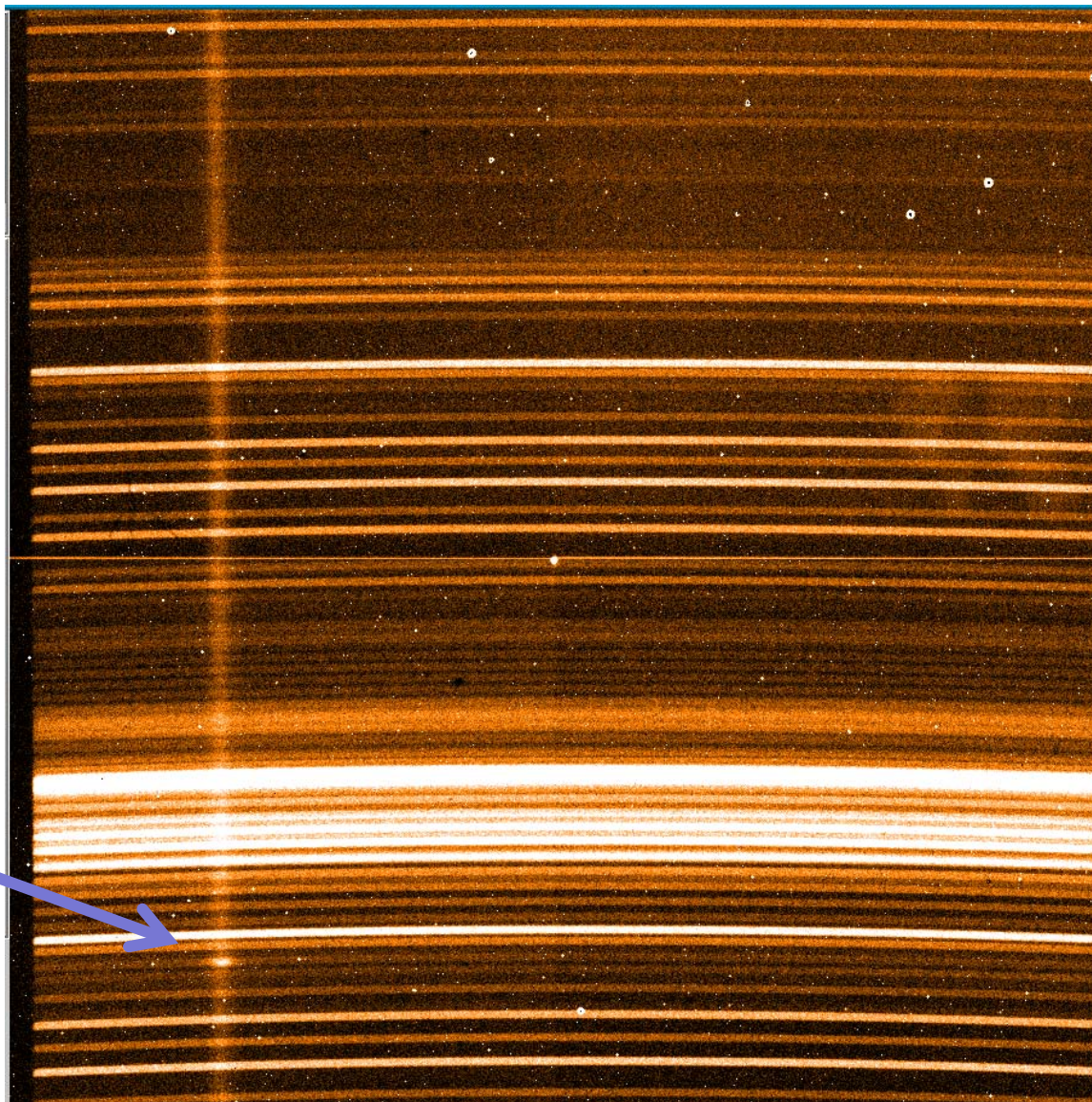
| Target   | Date        | Band | Exp time<br>(min) |
|----------|-------------|------|-------------------|
| NGC 1266 | 2010 Dec 09 | $J$  | 128               |
|          | 2010 Dec 10 | $H$  | 64                |
| NGC 1320 | 2010 Dec 08 | $J$  | 80                |
| NGC 2633 | 2010 Dec 09 | $J$  | 68                |
|          | 2010 Dec 09 | $K$  | 56                |
| NGC 2903 | 2010 Dec 10 | $J$  | 32                |
|          | 2010 Dec 10 | $K$  | 64                |
| NGC 3034 | 2010 Dec 10 | $J$  | 16                |
| Mrk 33   | 2010 Dec 08 | $J$  | 80                |
| NGC 7331 | 2010 Dec 09 | $J$  | 32                |
| NGC 7625 | 2010 Dec 10 | $J$  | 108               |
| NGC 7714 | 2010 Dec 09 | $J$  | 32                |



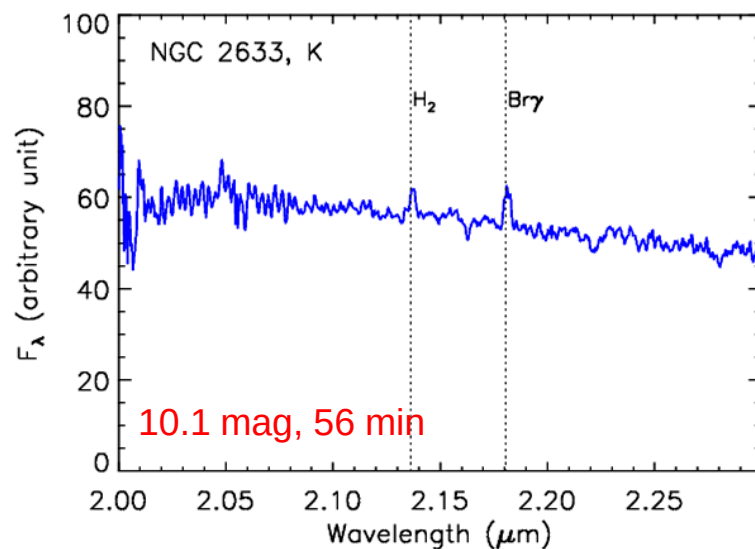
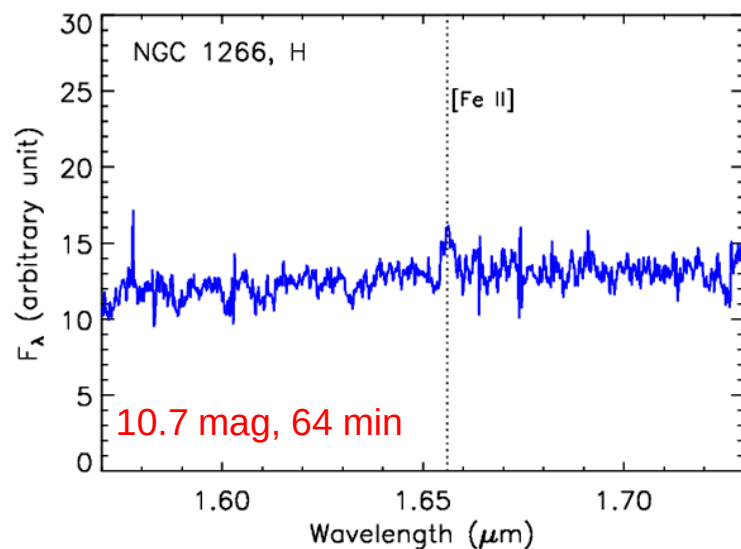
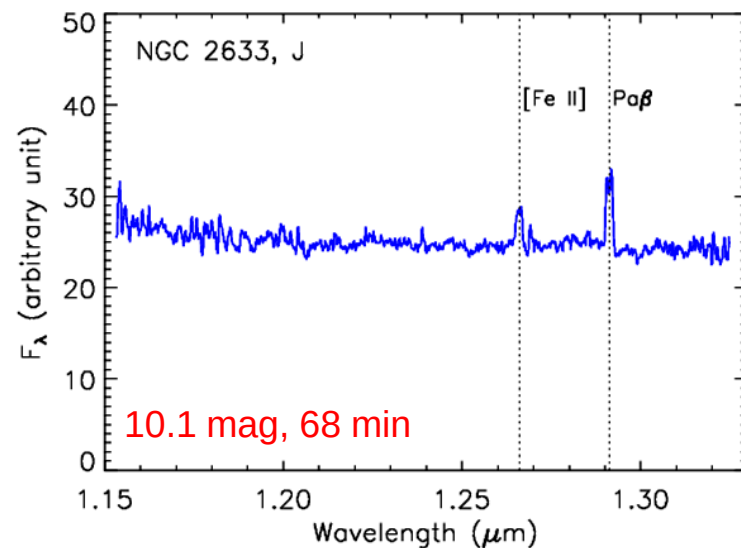
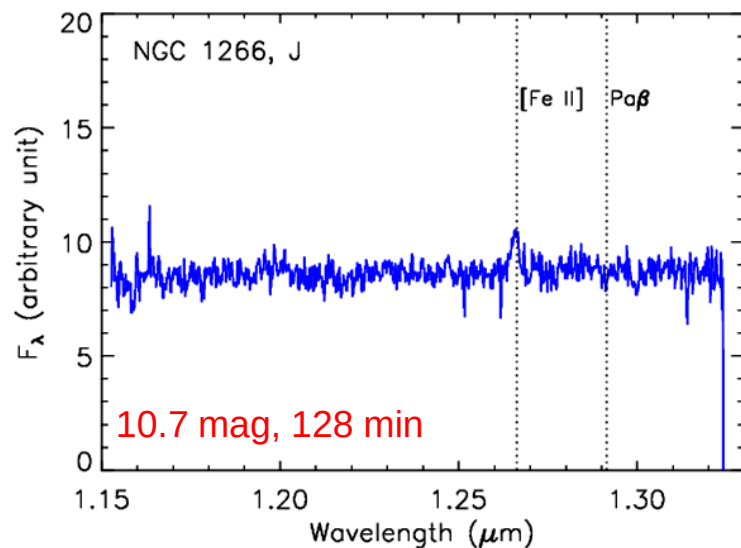
## 生データの例

NGC 7714  
(J band,  
10.84 mag,  
120s exposure)

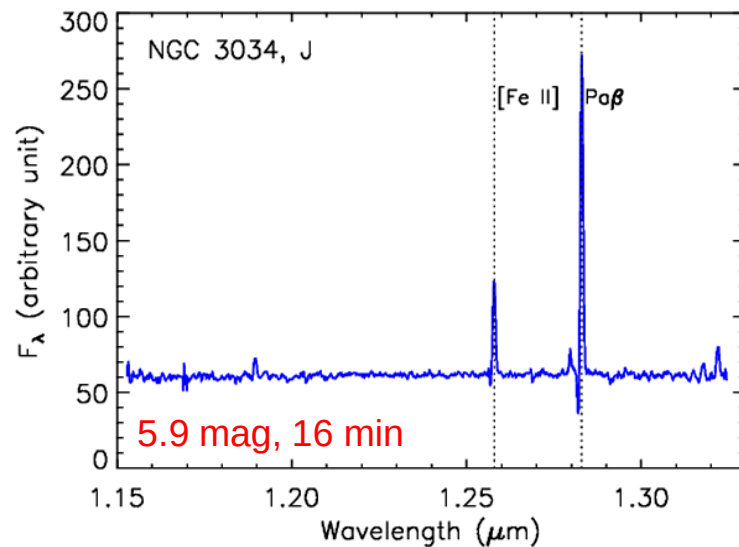
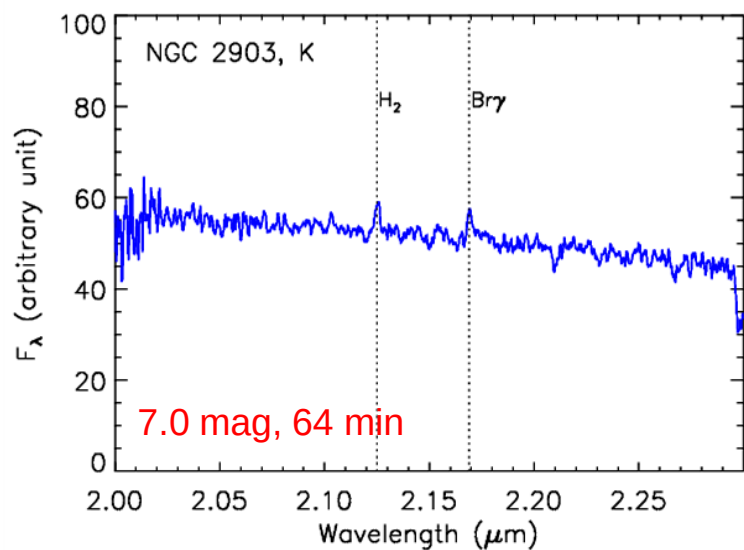
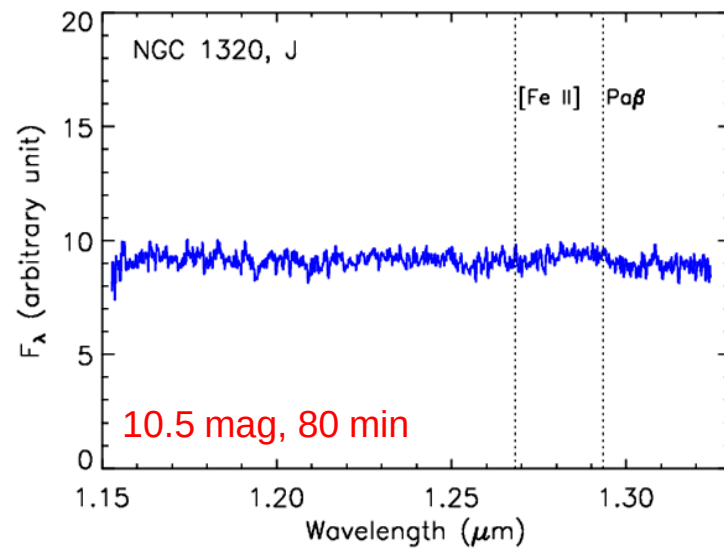
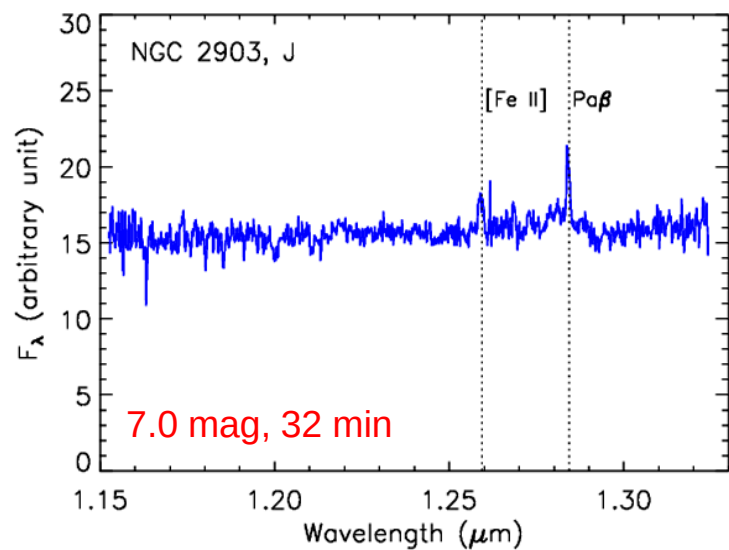
Pa  $\beta$



# ISLE分光観測(スペクトル 1/3)

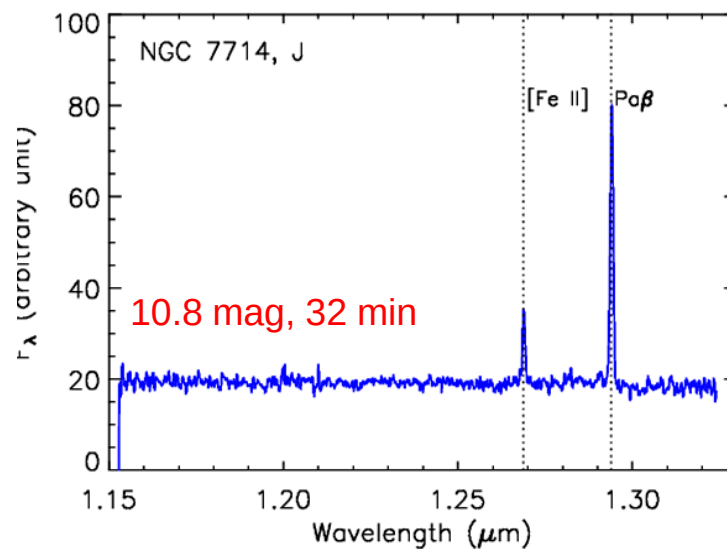
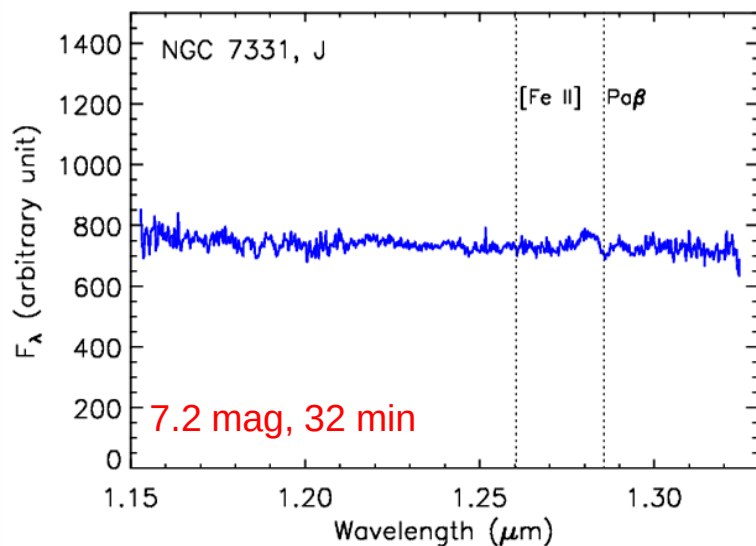
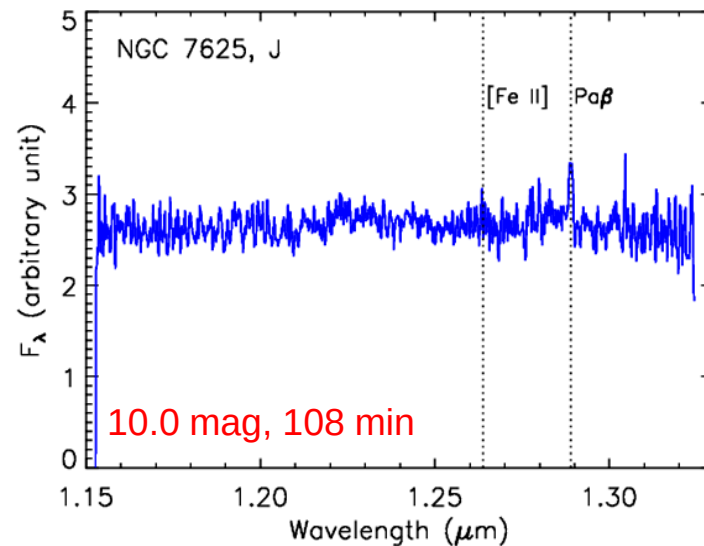
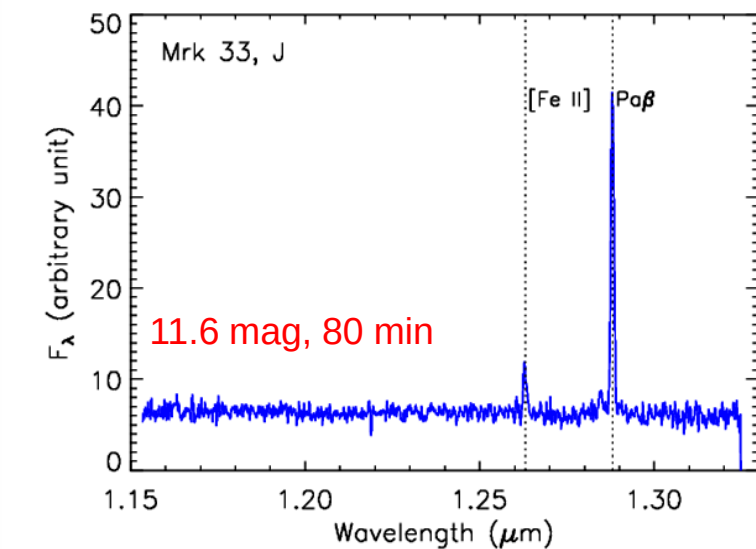


# ISLE分光観測(スペクトル 2/3)





# ISLE分光観測(スペクトル 3/3)



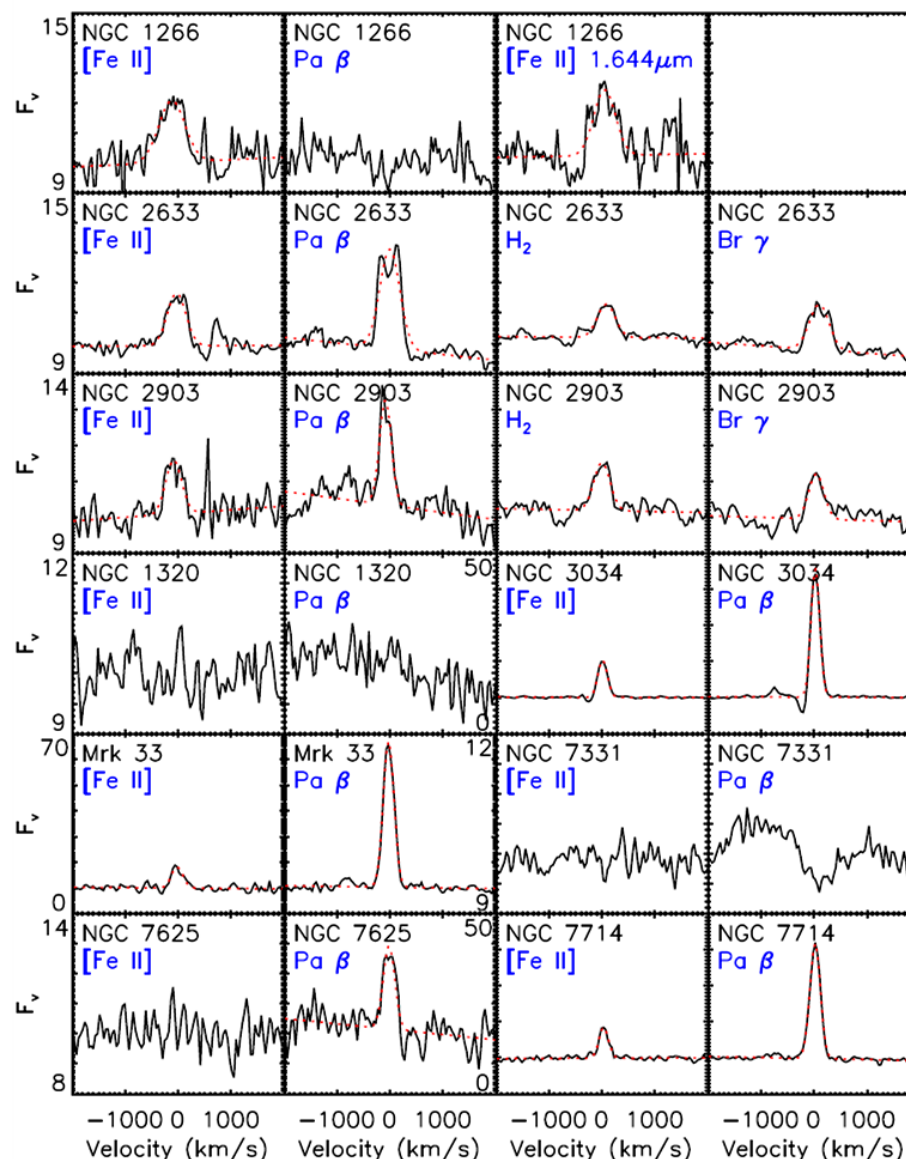
# ISLE分光観測(まとめ)

- 等級  $J = 5\sim 12$  magのIRAS銀河 9天体をJ, H, Kバンドで観測。
- 積分時間 15~130 min
- 7天体で、目的とする

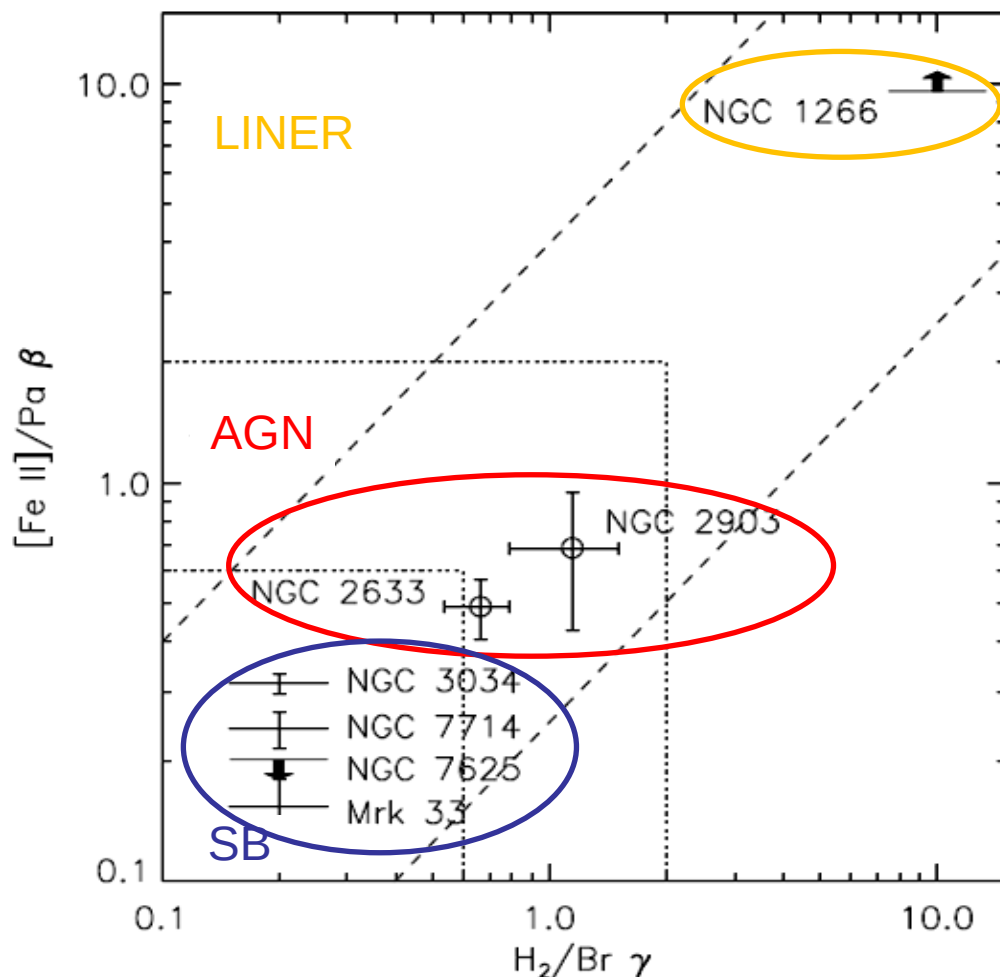
[Fe II] 1.257  $\mu\text{m}$ , Pa  $\beta$

H<sub>2</sub> 2.121  $\mu\text{m}$ , Br  $\gamma$

のいずれかの輝線を検出  
(うち2天体で、4つ全てを検出)



# エネルギー源の診断(試し)



## NGC 1266

$[Fe II]/Pa \beta > 10$

→ LINER

$V_{FWHM} \sim 500 \text{ km/s}$

$\leftrightarrow V_{esc} < 340 \text{ km/s}$

## NGC 2633, 2903

$0.6 < \text{two ratios} < 2$

→ AGNs?

## NGC 3034, 7625, NGC 7714, Mrk 33

$[Fe II]/Pa \beta < 0.6$

→ starburst?

これらは比較的良好に知られた銀河であり、近赤外線による今回の分類は電波からX線までの観測による分類とおおむねconsistentである。

# 今回の観測の結論

## 観測のまとめ

- OAO/ISLEを用いて、赤外線光度の比較的低い ( $L_{\text{IR}} < 10^{11} L_{\text{sun}}$ ) **IRAS銀河9天体の近赤外線分光観測**を行った。
- 7天体において、**[Fe II], Pa  $\beta$ , H<sub>2</sub>, Br  $\gamma$ のいずれかの輝線**を検出することに成功した。
- エネルギー源の診断を試みた結果、NGC 1266はLINER, NGC 2633, 2903はAGNs, その他はstarburstの可能性が最も高い。

## 結論

- **ISLEは、輝線観測を通じて、赤外線銀河のエネルギー源に新たな手がかりを与える能力・可能性を有する。**
- 今回紹介したようなエネルギー源診断図は、統計的に用いられて初めて威力を発揮する。今後、多数の赤外線銀河で同様の観測を行うことは有望な研究テーマであるが、そのためには観測効率をより向上させることが望ましい。