

NRO 45-m and miniTAO Collaboration “COMING-PLUS”

金子 紘之(筑波大学)
& **COMING-PLUS team**

What's "COMING"?

- 野辺山宇宙電波観測所, NRO 45-mを使った
所内枠での大規模プロジェクトレガシー観測
- 現在進行中のプロジェクト...
- 系外銀河、(系内)星形成、high-z銀河、銀河面サーベイ



What's "COMING"?



- COMING: CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies
- 系外銀河のプロジェクト (P.I. 徂徠@北大)
- 2012年シーズン-2014年シーズン(2015年春まで)
→一年後ろにずれ込む予定(後程説明)
- 1200 hr = 400 hr × 3 yr
- 距離<35 Mpc の近傍銀河
- $^{12}\text{CO}(J=1-0)$, $^{13}\text{CO}(J=1-0)$, $\text{C}^{18}\text{O}(J=1-0)$ 同時マッピング観測
⇒分子ガスの質量、分布、運動などが議論可能

What's "COMING"?



- COMING: CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies
- CO分子：分子ガスのトレーサー
- 銀河進化の重要な素過程である星形成の原料
- 星の誕生メカニズム(銀河のどこで、どのように?)
- 銀河の環境とガスの性質の関係
(棒状構造, AGN, スターバースト, 銀河相互作用, 銀河団など)
- 渦状腕の形成メカニズム

What's "COMING"?



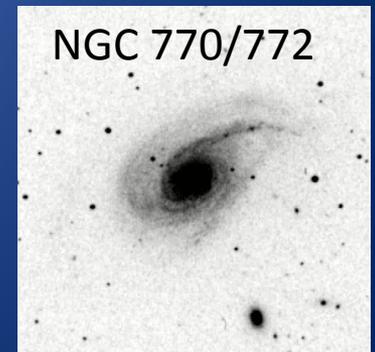
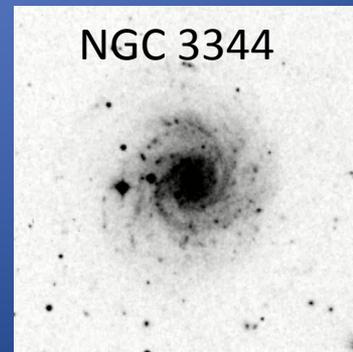
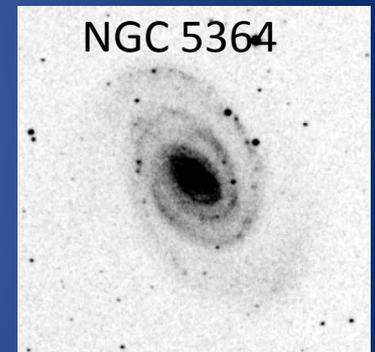
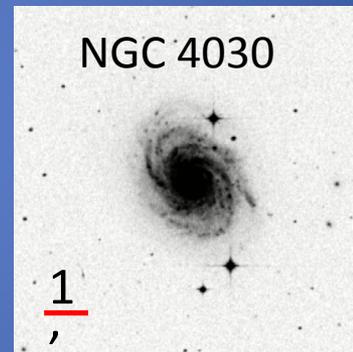
- COMING: CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies
 - 過去のCOサーベイ
 - FCRAO: 300 銀河 @ 45"
 - BIMA SONG: 44 銀河 @ 6"
 - Nobeyama CO atlas: 40 銀河 @ 16"
 - STING: 23 IR-bright 銀河 @ 3-5"
- ⇒ サンプル数、分解能が足りない！

What's "COMING"?



- COMING: CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies

- 天体数: 238銀河
- 典型的サイズ: 5'
- マッピング領域: D_{25} の70%
- 速度分解能: 10 km/s
- 空間分解能: 16"



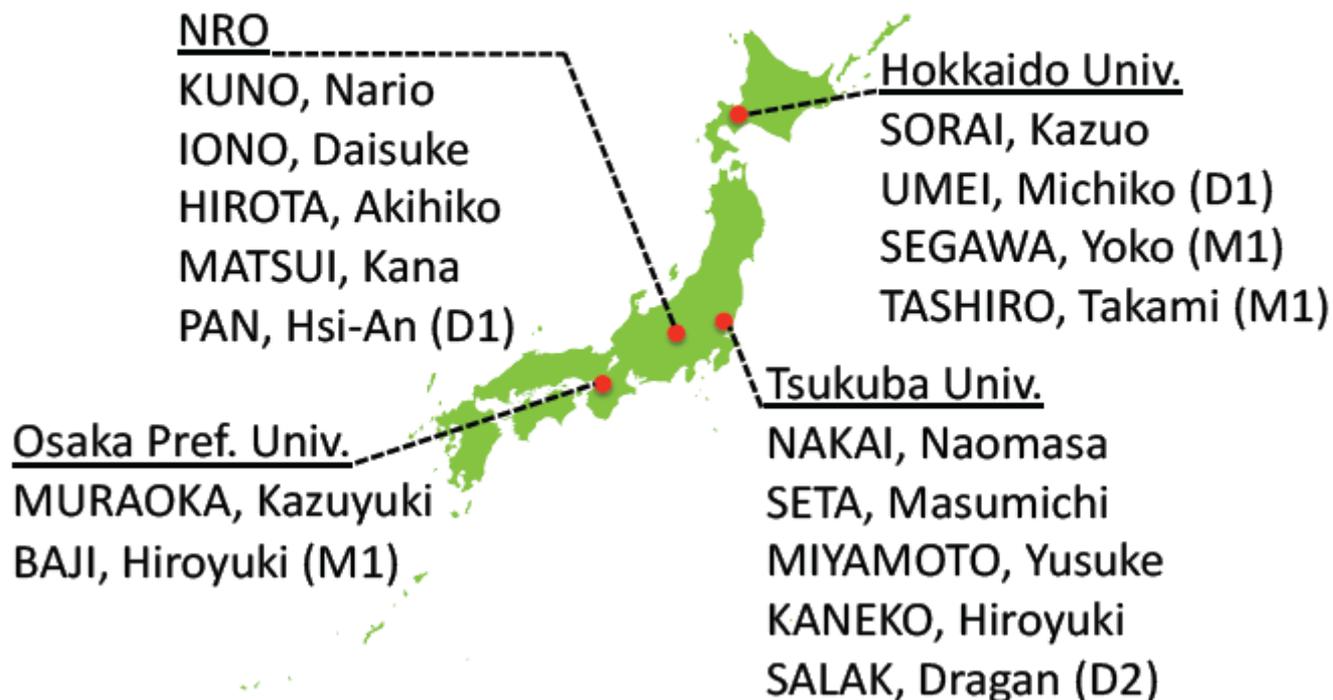
WHAT'S "COMING"?

- Low- z からhigh- z へ。
- ALMAの最高分解能で $z \sim 1$ の天体を分解する
- NRO 45-mで近傍(<a few x 10 Mpc)銀河を分解する
- それぞれ実スケールでの分解能が \sim kpcとなり直接比較可能。
- Low- z 銀河を空間分解した時の統計的性質を知っておくことが非常に重要。

What's "Coming"?

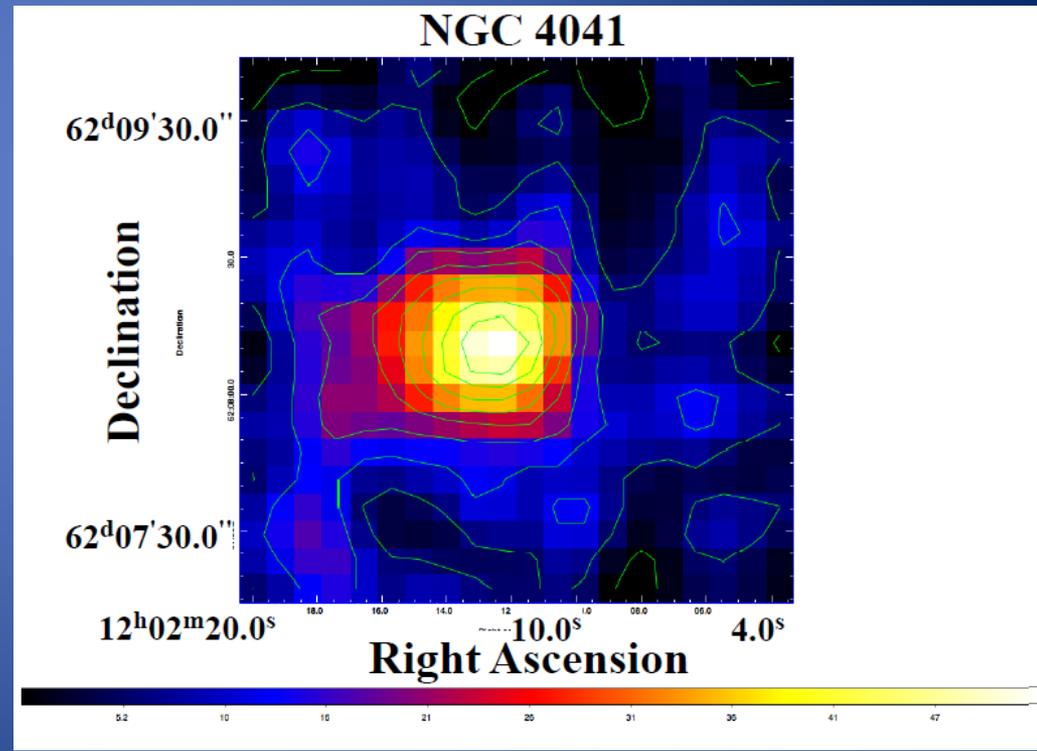
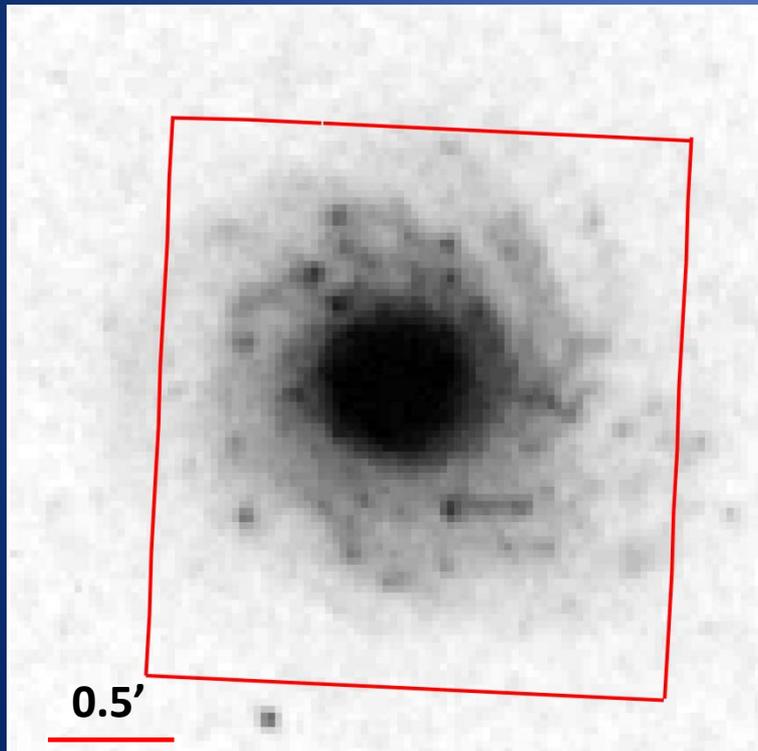


Survey Team (Present)



"COMING" is coming

- 簡易解析データ
- NGC 4041 (注: Dec. = +62deg.なのでminiTAOでは無理)



“COMING” is coming

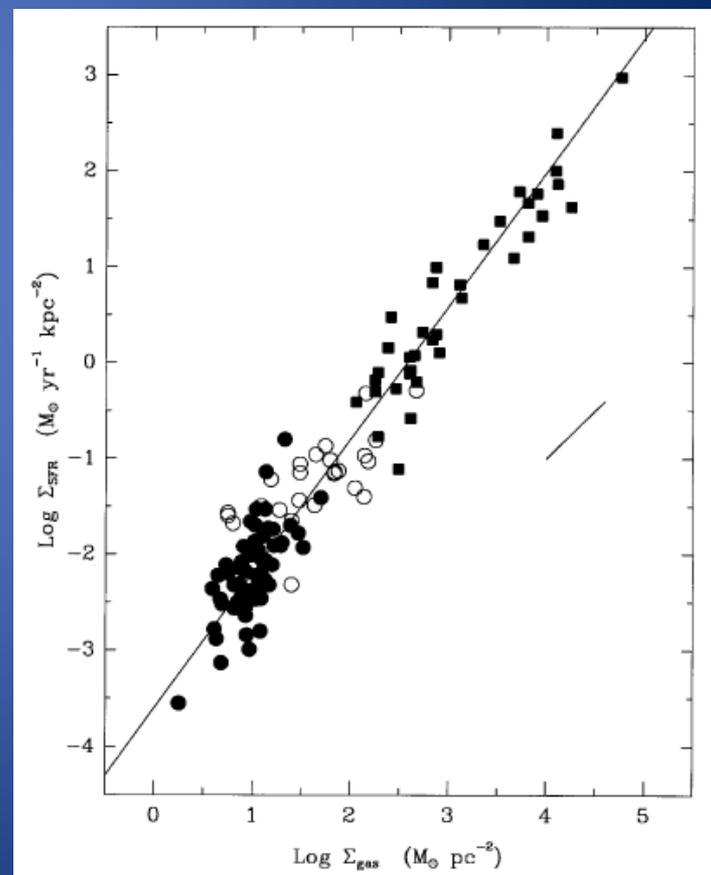
- 現在、受信機の性能が出ていない
- 野辺山側で調整作業中。
- COMINGなど幾つかのプロジェクトは停止中
- 受信機は4月中旬ごろに冷却再試験を予定。
⇒今シーズンは厳しいかも...
...恐らく2013シーズン(2013年冬)からの
3年計画へずれ込む

COMING-PLUS

- 分子ガスと星形成の関係
- Kennicutt-Schmidt law (e.g., Kennicutt, 1998)
- 銀河進化研究の重大テーマのひとつ

$$\Sigma_{\text{SFR}} \propto \Sigma_{\text{gas}}^N$$

- 銀河全体で $N \sim 1.4$
- 100 pc を切るスケールになると関係が瓦解 (Onodera et al. 2010)
(巨大分子雲の個性が見えている?)
- 銀河や領域でべきが変わる?
(e.g., Wilson et al. 2012)



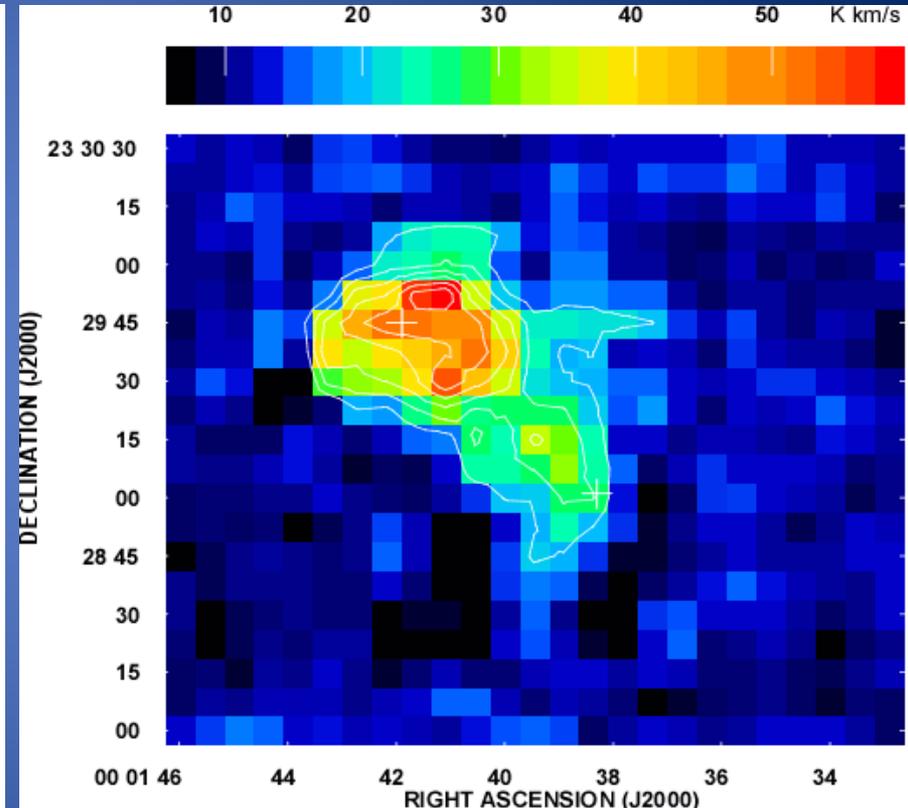
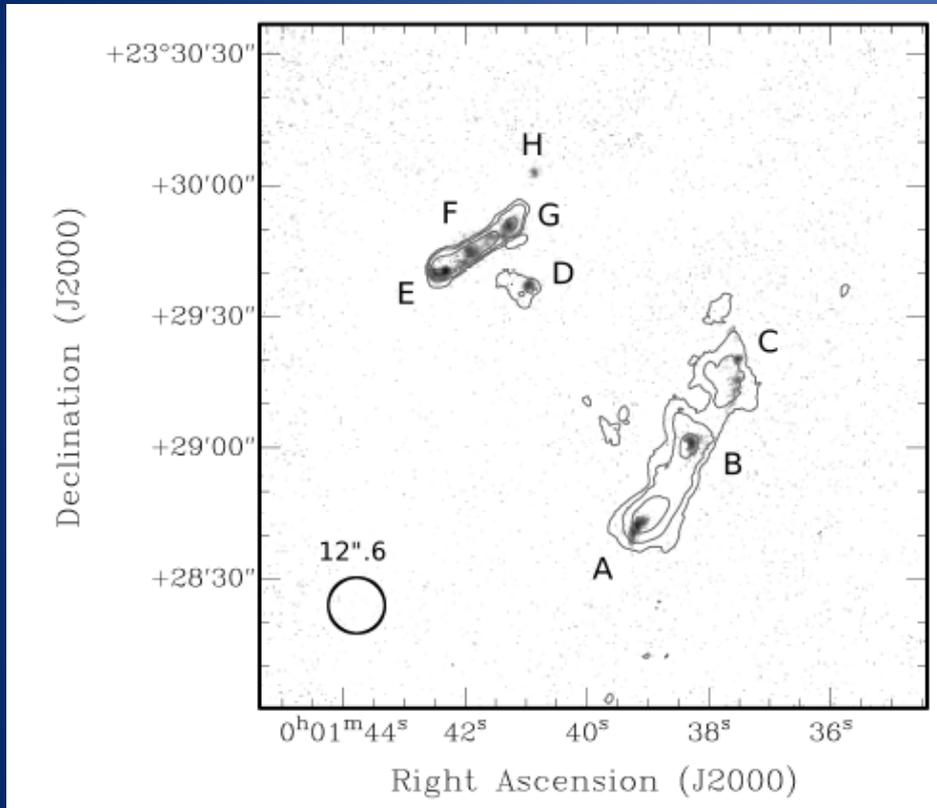
COMING-PLUS

- 一般的な星形成のトレーサー
- $H\alpha$, FIR, UV, 電波連続波など
- 主流は分解能が $1''$ を切ってくる $H\alpha$
- 問題： $H\alpha$ の減光補正。 $H\beta$ で補正など。
- 最近はダスト再放射で補正(Calzetti et al. 2008)

- 分解能： $3-4''$ (ダストのデータ[MIPS $24\mu\text{m}$]リミット)
- $H\alpha$ 、 $24\mu\text{m}$ データ両方が必要
- $24\mu\text{m}$ はスターバースト領域でサチりがち。
- ...ALMA (分解能 $<1''$)を考えていくと問題。
- ⇒miniTAO/ANIRで $\text{Pa}\alpha$ を取ると...
- 分解能 $<1''$ の星形成トレーサーデータがとれる！**

COMING-PLUS

- Pa α とCOの観測例
- 相互作用銀河VV 254



グレースケール: Pa α (Komugi et al. 2012)

^{12}CO (45-m: Kaneko et al. 2013)

コントア: ^{12}CO (干渉計: Iono et al. 2005)

COMING-PLUS

- CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies containing P α Line imaging by Using the telescopes in Southern hemi-sphere
(P.I.館内)
- 現状はまだ打ち合わせの段階
- 少なくともCOMINGではスタッフの一部で進行中

COMING-PLUS

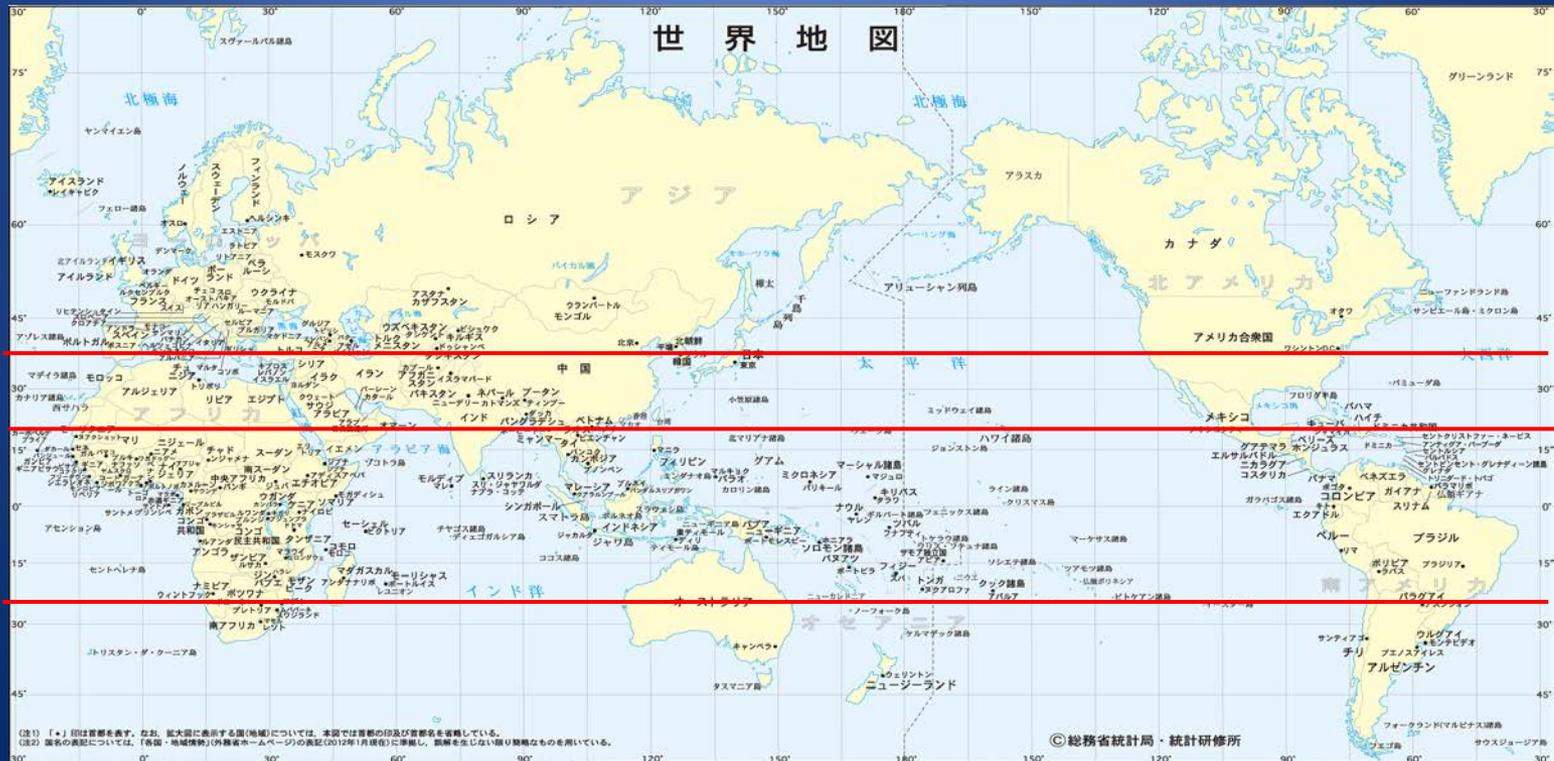
- CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies
containing Pa α Line imaging by Using the telescopes
in Southern hemi-sphere
(P.I.館内)
- Pa α イメージング観測
- COMINGサンプル238のうち、miniTAOサイトからも
観測可能な銀河(dec. < 30 deg)
⇒候補天体：140天体
- 1天体あたりの必要観測時間(ラフな見積もり)
N1875 (30min?), Ks (10min?), H (10min?)

COMING-PLUS

- CO Multiline Imaging of Nearby Galaxies containing P α Line imaging by Using the telescopes in Southern hemi-sphere
(P.I.館内)
- 最初はN1875フィルターで
-583.56 ~ 679.49 km/sの銀河を優先的に進める。
- その後、新フィルター開発を行い(ANIRチーム)、
残りの天体についても観測していく(COMINGからも参加?)。

COMING-PLUS

- COMING-PLUSの売り
- 日本-チリの両サイトで観測できる銀河
⇒当然ハワイでも観測できる。
...すばるなどハワイの望遠鏡でのサイエンスへ発展できる。



COMING-PLUS

- COMING-PLUSの売り
- 日本-チリの両サイトで観測できる銀河
⇒当然ハワイでも観測できる。
...すばるなどハワイの望遠鏡でのサイエンスへ発展できる。

NRO 45-m, miniTAO, すばるという
日本の望遠鏡による
銀河の独自サンプルの構築！

COMING-PLUS

- COMING-PLUSの売り
- 大量の銀河でのCOマップ & Pa α イメージが取得できる。
→ “TAOのサイエンス目標でもある”
ALMAとのコラボレーションを通じた
銀河の総合的な理解の試金石
- ALMAにプロポーザルを出していくにあたって、
分子ガスの質量やkpcスケールでの性質が
事前にわかる！
- ALMAでそのまま使える星形成トレーサーを
得られるのは大きな長所

COMING-PLUS
Soon!!