

# 「銀河進化と構造形成」班の検討状況

---

田中賢幸・鍛冶澤賢・岡本崇・大藪進喜・田村陽一  
日影千秋・小山佑世・稲見華恵・矢部清人  
(順不同)

# 現在までの活動歴

---

6月4日: face-to-face meeting

各自が意見を好き勝手に言う brain-storming 的な会。  
予想通り話は発散するも、個人的にはおもしろい会でした。

6月4-6日: 第一回銀河進化研究会

講演者各自の将来サイエンスを考えてもらった。

7月2日: テレビ(skype)会議

発散した話を収束させるべく行った会議。  
腫瘍サイエンステーマを抽出し、担当を割り当てた。

キャッチコピー: 「バリオンを極める」

Q: 「2010年代の光赤外天文学」という冊子を読んだことがありますか？

Q: その冊子はあなたの2010年代サイエンスに影響を与えましたか？

Q: では、我々はどうするか？

# 前回の検討報告書の review

---

1. **first objects and reionization**
2. **internal structure of forming/evolving galaxies**
  - resolve 1kpc at  $3 < z < 7$
  - measure metallicity, gas dynamics, ionization states to understand (a) primeval galaxies and (b) feedback mechanisms
  - measure gas/stellar rotation to infer dynamical mass
3. **Origin of the Hubble sequence**
  - morphology + stellar mass assembly + internal dynamics
  - AO-assisted multi-IFU
4. **Structure formation**
5. **QSO absorption line systems**
6. **AGN vs SF**

サイエンスの話をする前に少し概念的な話をします。

何がわかれば、我々は「銀河進化を理解した」と言えるのか。

# How do we 'understand' the galaxy evolution

**Dark Energy** : e.g., measure 'w' in the equation of state.

**Reionization** : measure the ionized fraction.

**Galaxy evolution** : what should we measure?

Luminosity/Stellar mass function, SFR, morphology, size, AGN fraction as functions of environment and time? We can measure those, but at what point can we say “yes, we now understand the galaxy evolution.”?

This 'understanding' comes in two phases :

1 – we just empirically know how galaxies evolve.

2 – we know what physics is driving (what aspect of) the evolution.

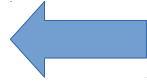


# 概念的な話

---

銀河はそもそも複雑系である以上、多パラメタ解析は不可避。  
例えば、星形成率はどの物理パラメタが決めるのか、など。  
なので、パラメタ間の相関をまず観測的に得る、というプロセスは重要。

星形成率



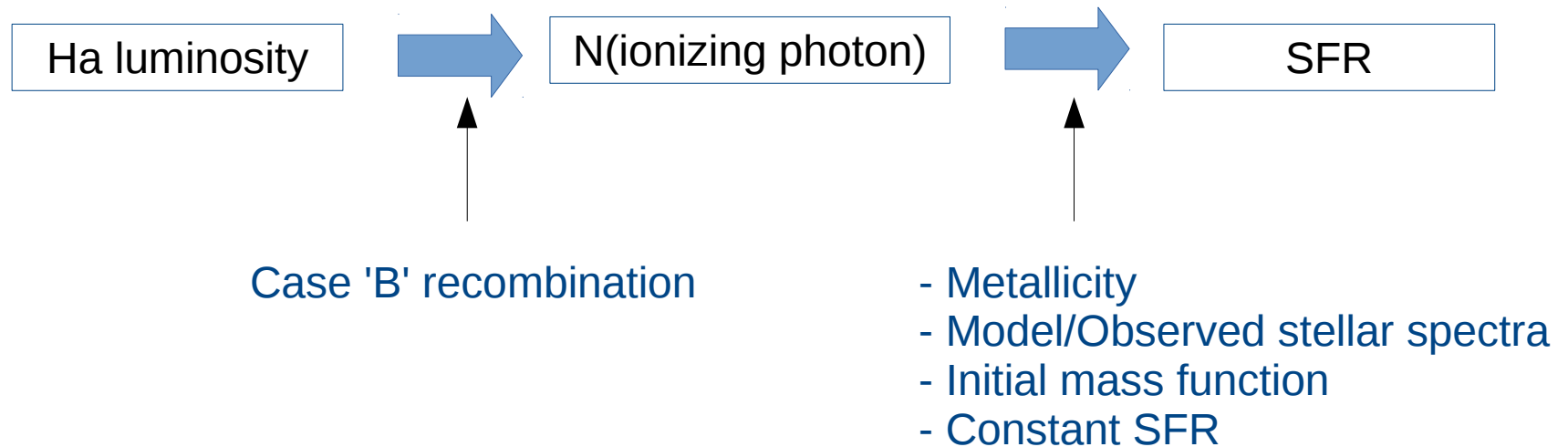
- UV luminosity (available at high-z)
- H $\alpha$
- thermal emission from dust
- UV + IR luminosity
- optical-NIR SED modeling

一つの測定したい物理量に対していくつかの測定方法がある。ただ、手法によって不定性に違いがあるので、不定性の小さい手法を用いたい。

# 概念的な話

---

仮定している物理モデル/プロセスの不定性。



それぞれの観測手法に必ず系統誤差が存在する。

- できるだけ限り物理過程の素直な probe を用いる。
- さらに物理モデル・プロセスにある系統誤差に挑む。

# 概念的な話

---

こうやって (1) “empirical な理解” を達成する。

得られたパラメタ間の相関はいかに理解するか。  
個人的には理解するためのツールは

SPH/AMR simulation in a cosmological context

だと思います。物理過程を on/off できるし、それによって観測量がどうか  
わるか予言ができる。これで (2) “物理を理解” をする。

ただこれは、人によって考えがあると思うので、後で議論させてください。

# サイエンステーマ

---

- **Origin of the Hubble sequence [Kajisawa]**
  - Morphology
  - Size evolution
- **Feedback mechanisms (Quenching process) [Tanaka]**
  - SFR distribution, stellar mass, gas mass/distribution
  - Gas kinematics (outflow)
  - AGN feedback
- **What regulates SFR? [Inami, Tamura]**
  - Gas accretion, gas distribution, gas mass
  - 'Main sequence', starburst
- **Chemical enrichment history [Yabe]**
  - Stellar mass, metallicity
- **Environment [Koyama]**
  - Everything

# サイエンステーマ

---

- **Galaxy vs dark matter [Hikage]**
  - Galaxy-galaxy lensing, HOD
- **Structure formation [Hikage/Tanaka]**
  - どこまでが我々の範疇なのか確認します。
  - Cosmic shear – EUCLID, HSC, LSST
  - Halo mass function with baryon
  - Cluster astrophysics
- **Simulations vs. Observations [Okamoto]**
  - Everything

まだ担当分けをしたという段階で、将来装置への要望や、計画されている装置を念頭に置いた議論はまだ。

# 系統誤差

---

- 初期質量関数
  - lens mass vs. dynamical mass vs. stellar mass from SPS models
  - Type II SNe (up to  $z \sim 1$ ?)
  - SLSNe (need to understand the progenitor system)
- Dust attenuation law
  - 分光redshiftがいっぱいあれば、そこからbroad/medium band をSPSモデルでフィットしてある程度制限できる。時間の関数としてみたい。
  - Dust geometry
- Gas-phase metallicity
  - Ionization parameter が時間進化する。Electron temperature を歯を食いしばって測る？ 若い星のスペクトルから出せないか？
- Metal yield from SNe
  - Simulationでfactor 2 はよく手で動かす。超新星屋さんに頼む。

# 系統誤差

---

- XCO/Alpha\_CO
  - なんとかならないか？
- Stellar evolutionary track
  - Blue straggler, horizontal branch morphology。 星の進化屋さんに頼む。
- Star formation history
  - 銀河を星の集団の積分と観測する限り、これはわからない。
- AGN contamination on SFR estimates

# Gabriela+Adam's workshop

---

- Are we reaching a fundamental limit in our ability to measure properties such as stellar mass and star formation rates?  
→我々の系統誤差を抑えろ、という方針がまさにこれ。
- What is the star formation and assembly history of galaxies with mass below  $10^9 M_{\text{sun}}$ ?  
→考えが回らなかった部分。追加する？
- Does the central-satellite division provide the right framework to study galaxy evolution?  
→HOD は我々も考えていた。 Central vs satellite という具体的なところまでは考えていなかったが。
- We understand which processes affect galaxies in different environments. Do the details matter?  
→環境はカバーしますが、details が重要かどうかは…。