

# 超巨大ブラックホール研究推進連絡会

Supermassive Black Hole Research Consortium (SMBH-REC)

✓ 登録者数 91名

✓ メーリングリスト [smbh-rec@ccs.tsukuba.ac.jp](mailto:smbh-rec@ccs.tsukuba.ac.jp)

✓ wiki ページ

<https://www.ccs.tsukuba.ac.jp/ccswiki/mbhwiki>

ID: mbh, PW: mbhgc

・登録者リスト

・日本天文学会2013年春季年会企画セッション(2013年3月21-23日 埼玉大学)

「超巨大ブラックホールの起源」講演スライド

・キックオフWS (2013年 愛媛大)

講演ファイル

# ダークマター宇宙における超巨大ブラックホールの 階層的成長過程の研究戦略

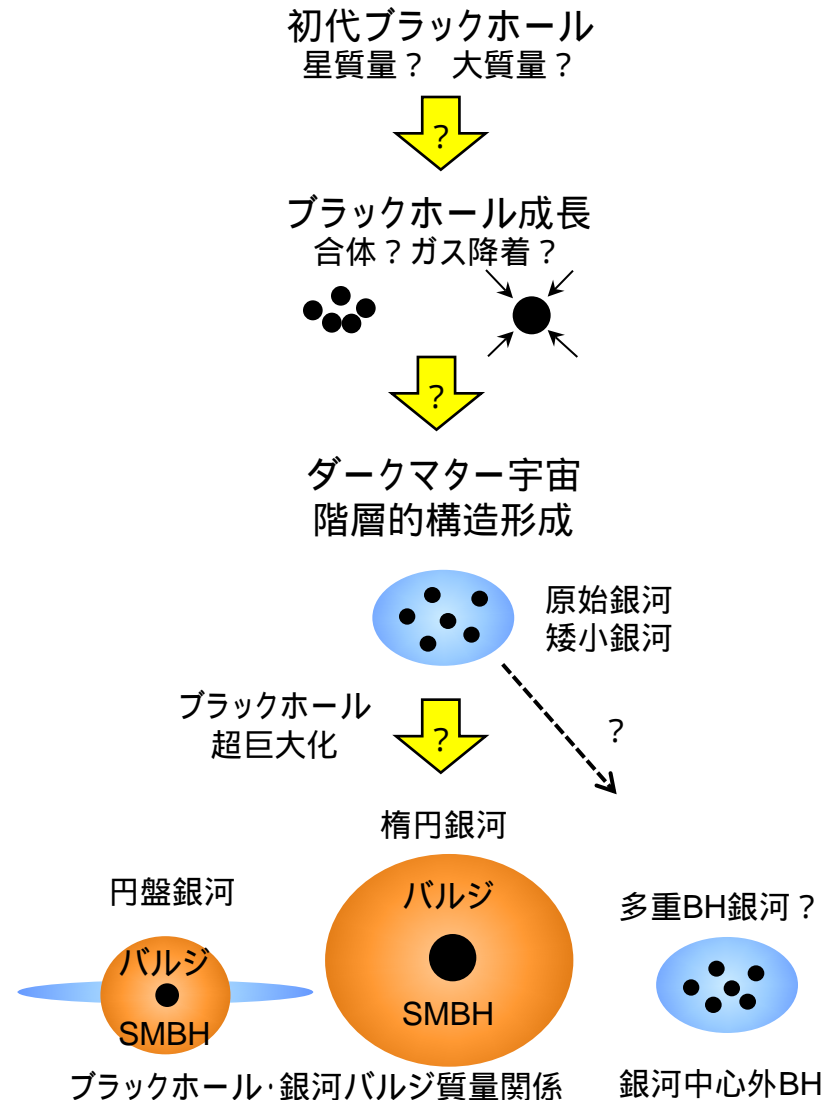
1. SMBHの種形成

2. SMBHのガス降着成長

3. SMBHの合体成長

4. 銀河との共進化

5. SMBH質量を決める物理



# 超巨大ブラックホールの起源に関する 7つの疑問

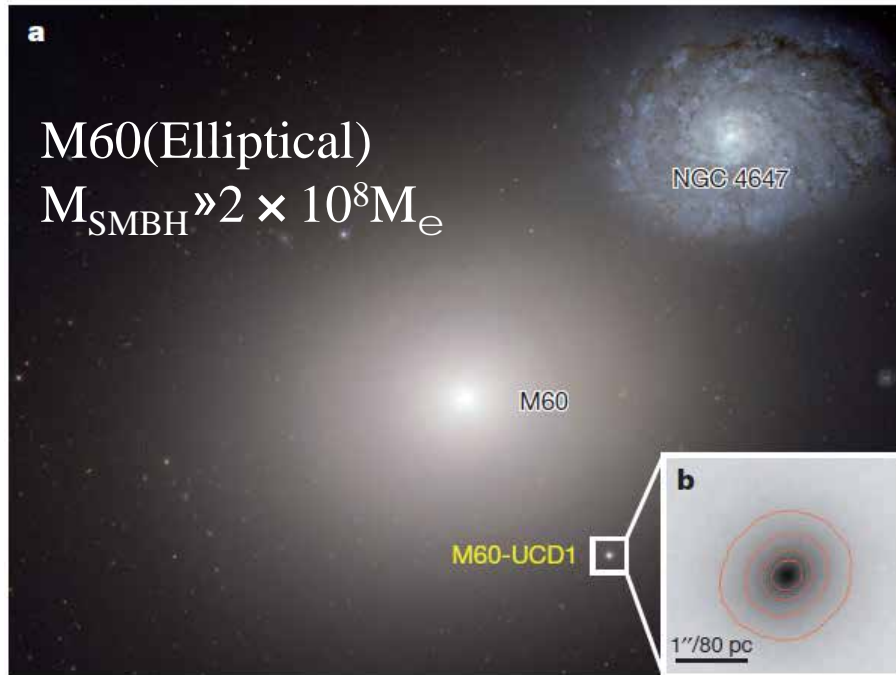
- (Q1) 初代ブラックホールは星質量(数 $\sim 10M_{\odot}$ )だったのか超大質量(数万 $\sim$ 数10万 $M_{\odot}$ )だったのか
- (Q2) 超巨大ブラックホールは質量降着で成長したのか, 合体で成長したのか, その両方か。
- (Q3) 超巨大ブラックホールはなぜ銀河バルジ質量の1000分の1になっているのか
- (Q4) 超巨大ブラックホールは銀河中心にしかできないのか
- (Q5) 銀河中心核活動性と超巨大ブラックホール成長はどのように関係するのか
- (Q6) 超巨大ブラックホールの“ダウンサイジング”は何を意味しているのか
- (Q7) 矮小楕円銀河にはなぜ巨大ブラックホールはないのか

# A supermassive black hole in an ultra-compact dwarf galaxy

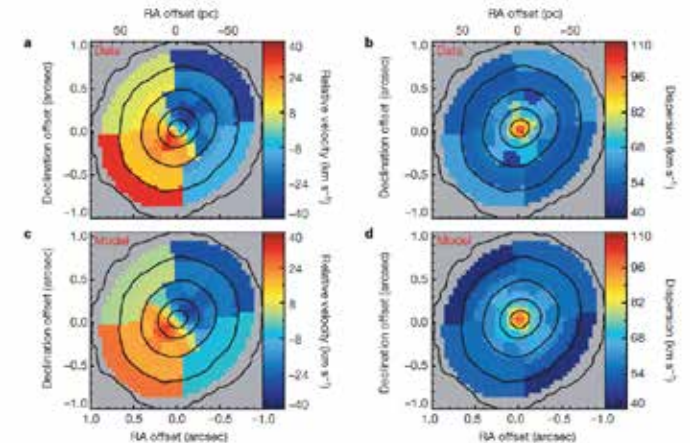
M60-UCD1

$M_{\text{host}} \gg 3 \times 10^8 M_{\odot}$ ,  $M_{\text{SMBH}} \gg 2.1 \times 10^7 M_{\odot}$

Seth et al 2014, nature, 513, 398



**Figure 1 |** Hubble Space Telescope image of the M60–NGC 4647 system. M60-UCD1 is the nearly point-like image in the bottom right of (a) (boxed). The discovery of a black hole in M60-UCD1 provides evidence that it is the tidally stripped nucleus of a once larger galaxy. We note that NGC 4647 is at approximately the same distance from Earth as M60 but the two galaxies are not yet strongly interacting. **b**, A zoomed version of the g-band image of M60-UCD1 with contours showing the surface brightness in intervals of one magnitude per square arcsecond. The image is from NASA/ESA.



**Figure 2 |** Stellar kinematic maps of M60-UCD1 showing clear rotation and a dispersion peak. **a** and **b** show the measured radial velocities (bulk motions towards and away from us) and velocity dispersions (random motions) of the stars in M60-UCD1 with typical errors of 6 km s<sup>-1</sup>. Black contours show isophotes in the K-band stellar continuum. Kinematics are determined in each individual pixel near the centre, but at larger radii the data were binned to increase the signal-to-noise ratio and enable kinematic measurements. **c** and **d** show the best-fitting dynamical model; a black hole is required to replicate the central dispersion peak.

**Stripping ?**

**Slingshot/Recoil ?**

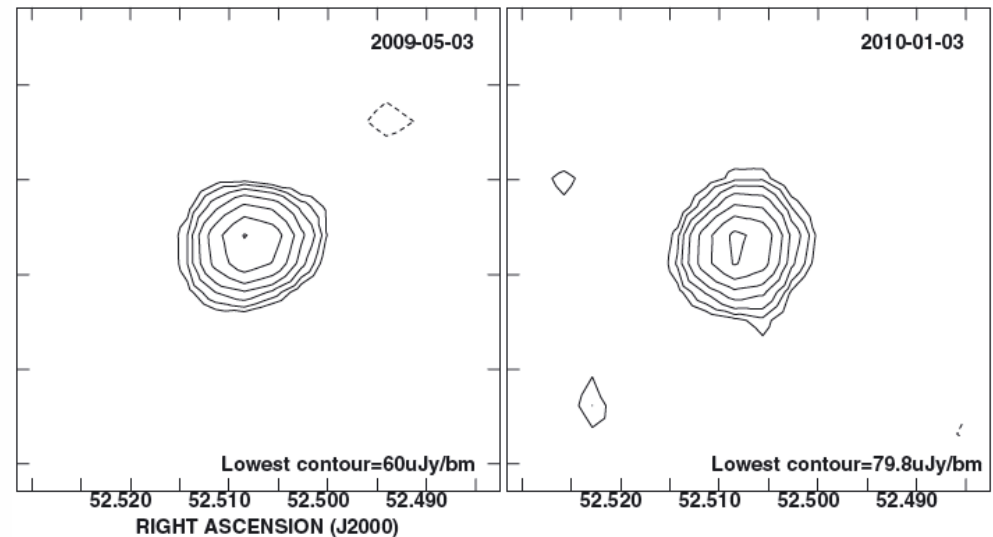
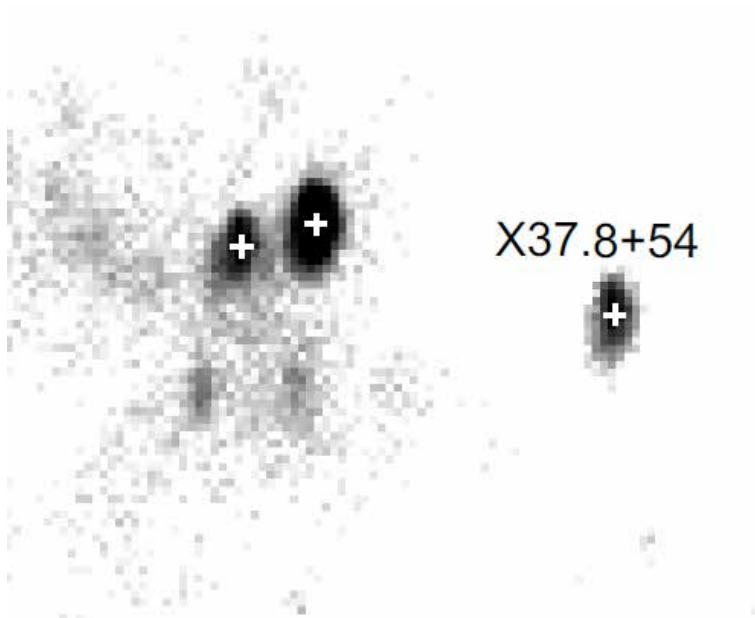
**BHL accretion ?**

# Off-center BHs in Bulgeless Galaxies

M82

Off-center ULXs (Jin+10, arXiv:1005.0469)

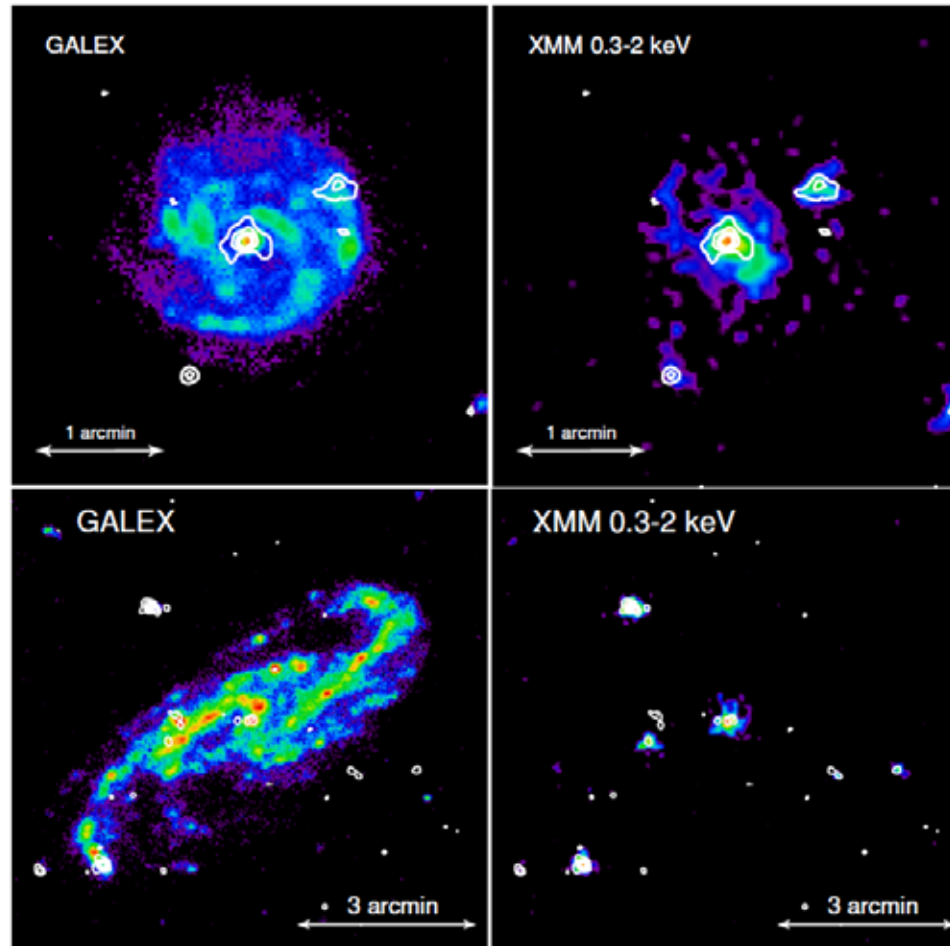
Radio sources (Muxlow+10, MNRAS, 404, L109)



# Black Holes in Bulgeless Galaxies

$$M_{\text{BH}} = 10^5 - 10^7 M_{\odot} \text{ for NGC3367}$$

$$M_{\text{BH}} = 10^4 - 10^6 M_{\odot} \text{ for NGC4536}$$



**Figure 1.** Images of NGC 3367 (top) and NGC 4536 (bottom) from *Galaxy Evolution Explorer* in the near-ultraviolet (left; from Gil de Paz et al. 2007) and smoothed *XMM-Newton* in the 0.3–2 keV energy range (right). Both panels show the smoothed *XMM-Newton* 2–10 keV image overlaid as contours with levels starting at 0.25 counts (smoothed), incremented in 0.25 steps. The smoothing of the *XMM-Newton* images used a Gaussian with kernel of radius = 4".8 (3 pixels).

(A color version of this figure is available in the online journal.)

# Observations on Multiple MBH/AGN Systems

## QSO triplets

1) S. G. Djorgovski, F. Courbin, G. Meylan, D. Sluse, D. Thompson, A. Mahabal, and E. Glikman, ApJ, **662**, L1–L5 (2007)

2) E. P. Farina, C. Montuori, R. Decarli and M. Fumagalli, MNRAS **431**, 1019–1025 (2013)

## Triple AGNs in a Galaxy

Xin Liu, Yue Shen, and Michael A. Strauss, ApJ Letters, **736**, L7 (2011)

## Triple Accreting Black Holes in a Galaxy

Kevin Schawinski, Meg Urry, Ezequiel Treister, Brooke Simmons, Priyamvada Natarajan, and Eilat Glikman, ApJ, Letters, **743**, L37 (2011)

# Bondi-Hoyle-Littleton Accretion

$$\dot{M}_{\text{BHL}} = 4\pi r \frac{G^2 M^2}{(v^2 + c_s^2)^{3/2}} \quad \text{with } M = \frac{1}{M_0^{-1} - at}$$

$$t_{\text{yr}} = 1.7 \times 10^9 \text{ yr} \left( \frac{v}{100 \text{ km s}^{-1}} \right)^3 \left( \frac{n}{10^2 \text{ cm}^{-3}} \right)^{-1} \left( \frac{M_0}{10^6 M_{\odot}} \right)^{-1}$$

$$\dot{M}_{\text{BHL}} = 0.6 \times 10^{-3} M_{\odot} \text{ yr}^{-1} \left( \frac{v}{100 \text{ km s}^{-1}} \right)^3 \left( \frac{n}{10^2 \text{ cm}^{-3}} \right)^{-1} \left( \frac{M_0}{10^6 M_{\odot}} \right)^{-1}$$

$$\dot{M}_{\text{E}} = 2 \times 10^{-2} M_{\odot} \text{ yr}^{-1} \left( \frac{M_0}{10^6 M_{\odot}} \right)^{-1}$$



# 注目のキーワード

- Ø Eddington ratio / Super Eddington accretion
- Ø Pop III formation / Direct collapse / Supermassive star
- Ø SMBH-bulge relation
- Ø Up-downsizing
- Ø Weak/no line QSOs, dust-free high- $z$  QSOs (metallicity)
- Ø First QSOs/proto-QSOs
- Ø Type 2 AGNs / obscured AGNs
- Ø DOGs: Power-law & Bump DOGs
- Ø Starburst-AGN connection
- Ø AGN outflow/Feedback
- Ø Bondi-Hoyle-Littleton accretion
- Ø BH merger
- Ø Low Luminosity AGNs (Low mass SMBHs)

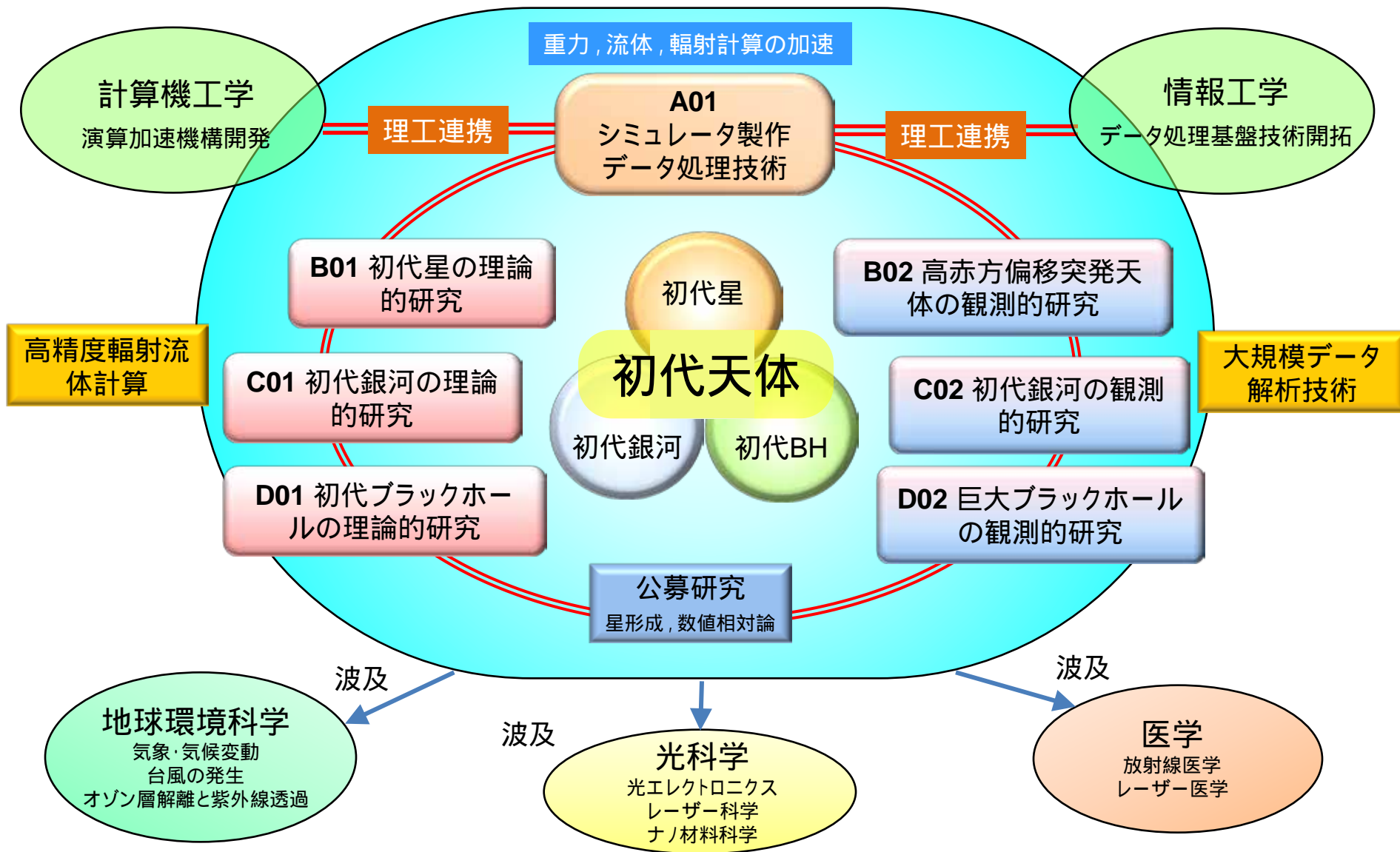
# SMBH-RECの活動

- ✓ 定期的研究会( ~ 年1回)  
第1回( キックオフワークショップ)  
愛媛大学 2013年9月16日(月) ~ 9月17日(火)
- ✓ 国際会議( 2 ~ 3年後, IAU symp?)
- ✓ 共同研究部会
- ✓ サマースクール
- ✓ 教育システム  
連携大学院等
- ✓ 体制構築

# 宇宙初代天体の統合研究による最後の宇宙史フロンティアの開拓

初代星, 初代銀河, 初代ブラックホール3分野の強連携による初の理論・観測・計算科学の三位一体アプローチ

宇宙史の最後のフロンティアを切り拓く



**超巨大ブラックホールは受けがいい**

**次回(第3回) 甲南大**