

天の川銀河中心の 超巨大ブラックホールに 2013年夏に最接近し輝きを増す ガス雲について

斎藤貴之

東京工業大学 地球生命研究所(ELSI)

研究グループ同席者：牧野淳一郎(東京工業大学/理化学研究所)、三好真(国立天文台)、坪井昌人(ISAS JAXA)
HPCI戦略プログラム分野5 広報担当：吉戸智明(筑波大学)

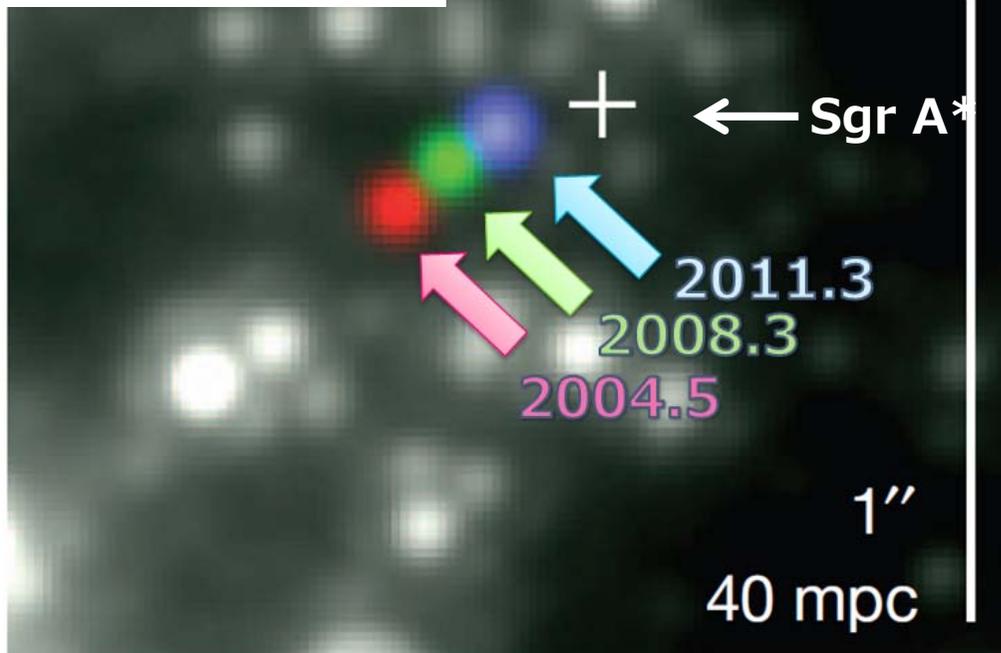
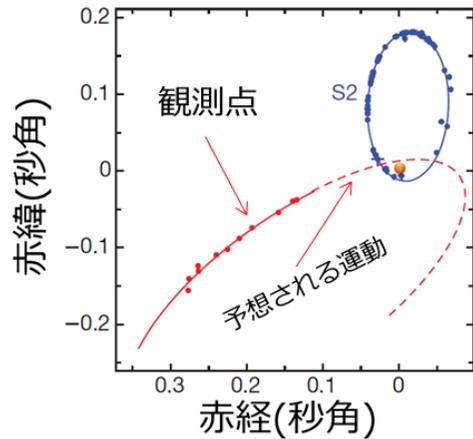
研究概要

- 天の川銀河の中心部にある超巨大ブラックホール(SMBH) **Sgr A*** の周りを運動する**ガス雲**の運動の**コンピュータシミュレーション**を行った
- シミュレーションから、ガス雲が Sgr A* の強い重力の影響で**圧縮加熱**され、Sgr A* に最接近する**今年夏-秋頃太陽の数十~百倍程度の明るさで輝く**可能性があるということがわかった
- シミュレーションと観測データの組み合わせにより、Sgr A* (SMBH)周りの環境について理解が進むと期待される

本発表の構成

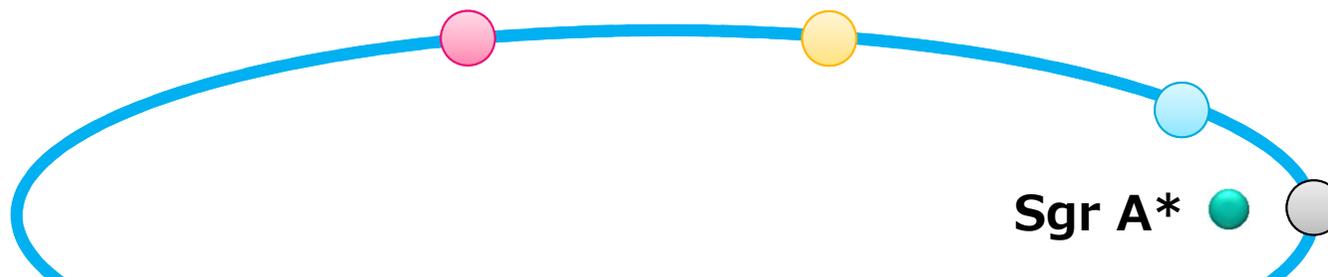
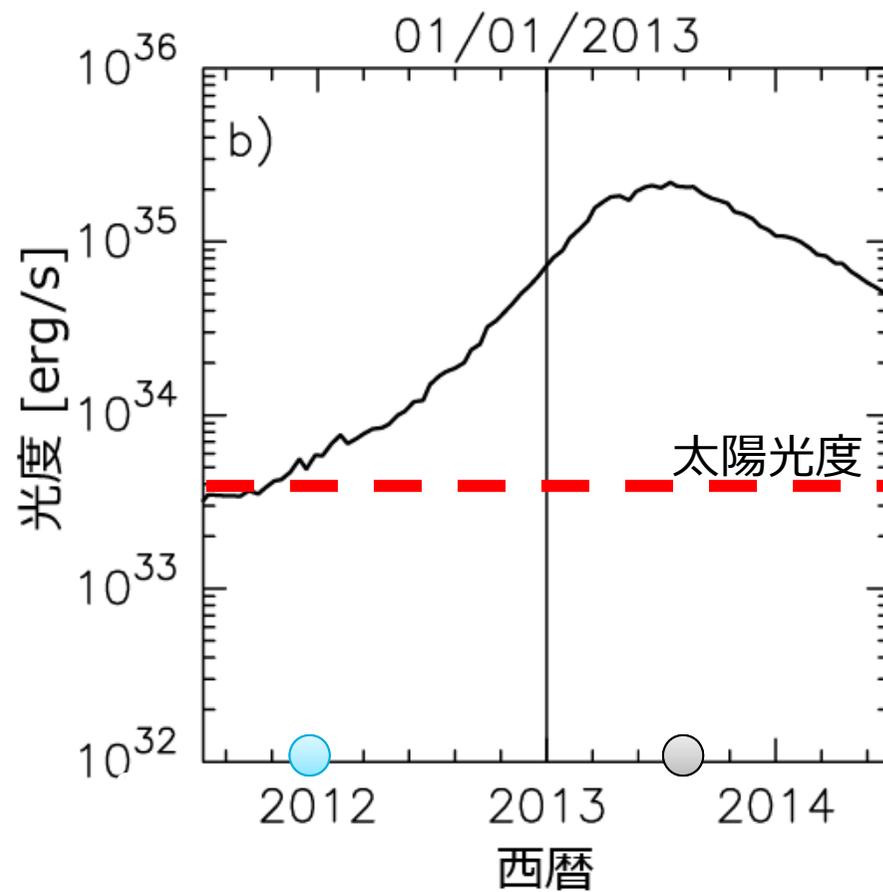
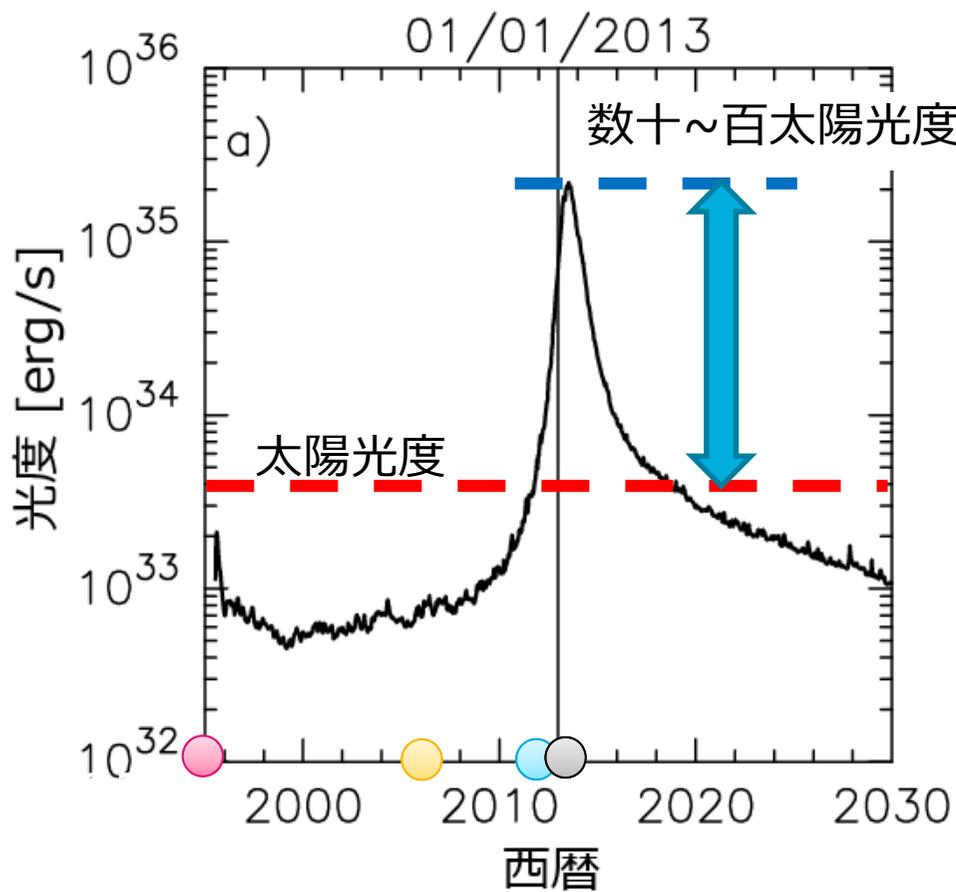
1. Sgr A* に接近するガス雲 G2 について
2. ガス雲の増光
 1. 明るさの時間変化
 2. アニメーションによる現象の解説
3. まとめ

Sgr A* へ向けて運動するガス雲



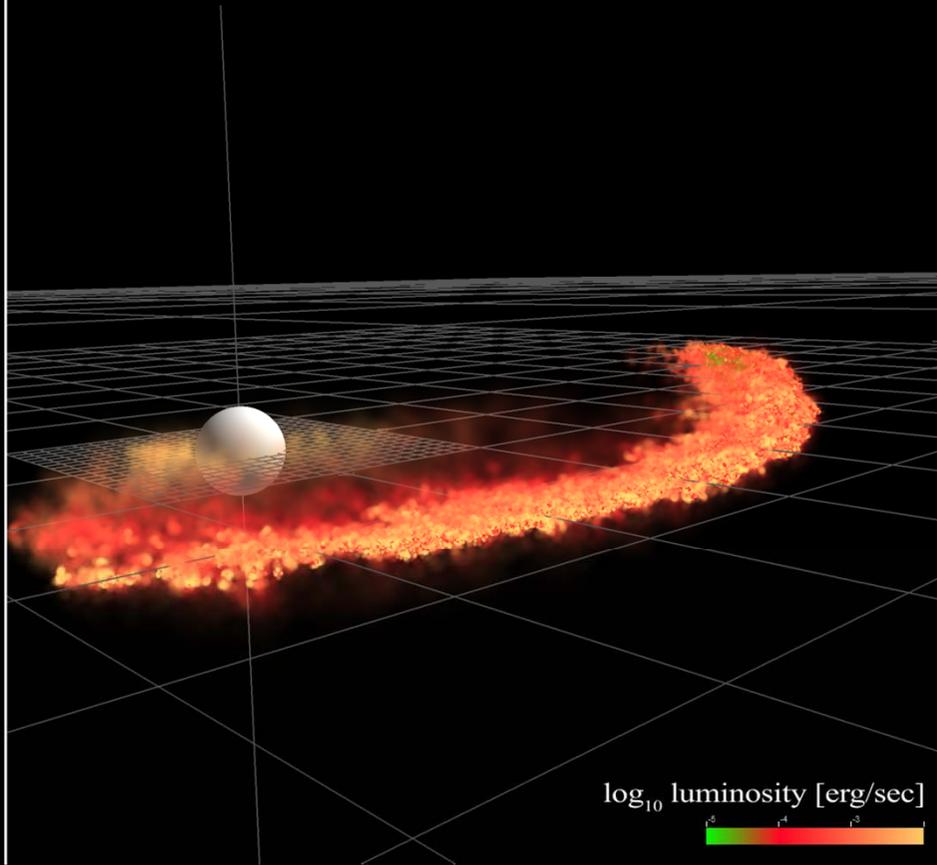
- ガス雲"G2"の諸元
 - 地球質量の約3倍
 - 半径約125天文単位
 - 最接近 2013年夏
 - 最接近距離 270 天文単位~ブラックホール半径の3100倍

ガス雲の明るさの変化

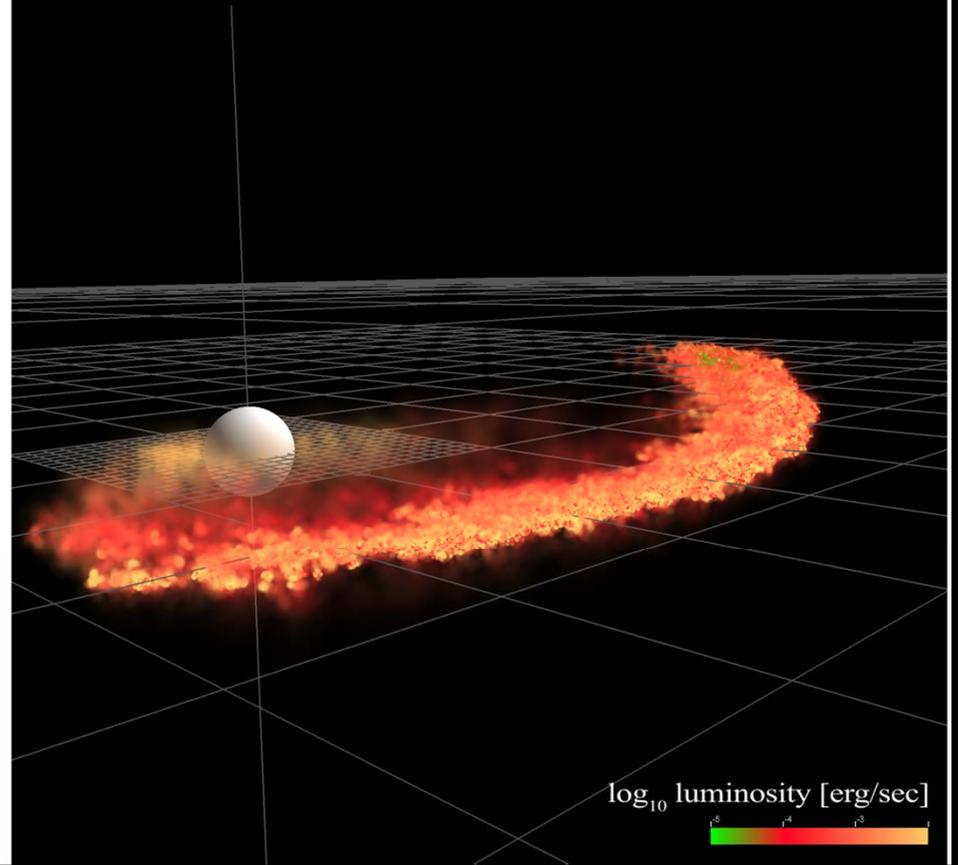


シミュレーション：斎藤貴之、可視化：武田隆顕

2013.15



2013.15



- 交差法(右目で左図、左目で右図)による立体化可視化
 - シミュレーション：斎藤貴之(東京工業大学)
 - 可視化：武田隆顕(国立天文台)

まとめ

- Sgr A* 周りを運動する3地球質量ガス雲 G2 の3次元シミュレーションを行った
- ガス雲は潮汐力により運動面に垂直な方向に強く圧縮され高温になり、太陽光度の数十-百倍で輝く
 - 銀河中心の濃い塵に邪魔されない近赤外線での増光が観測される可能性が高い
 - 増光はガス雲の状態による
 - 観測との比較から詳細な情報が得られる
 - **天文学としてはまれな答え合わせのできる研究**
- **世界中の望遠鏡がこの夏 Sgr A* に注目**

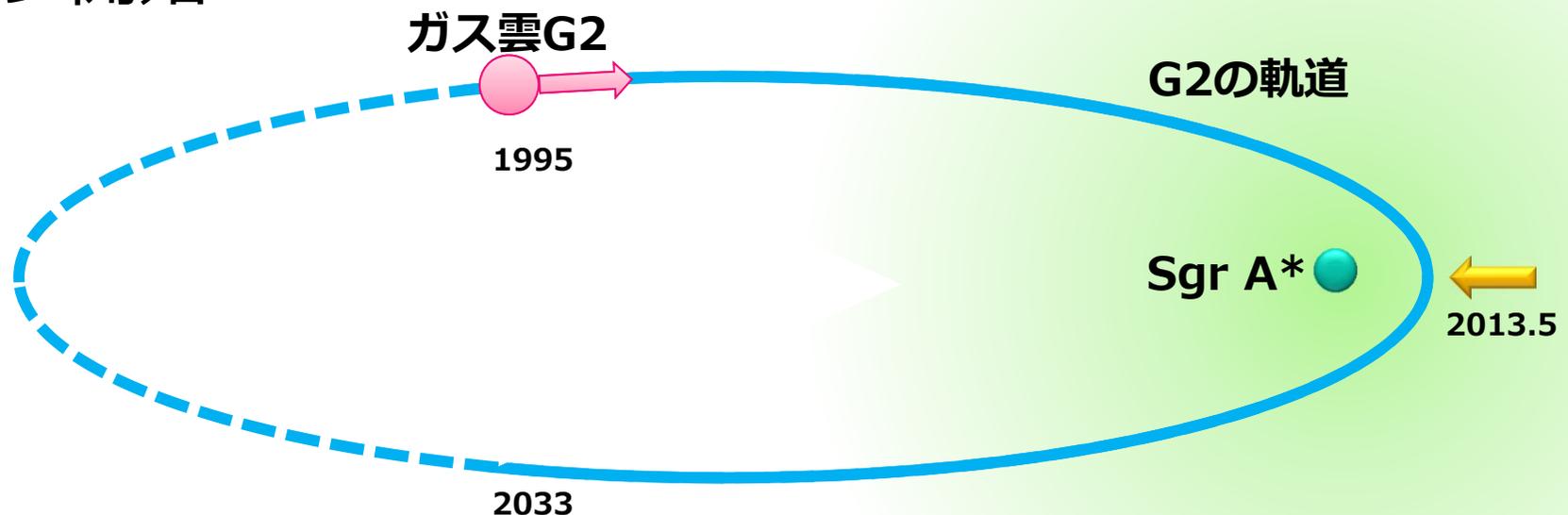
研究グループの紹介

- 斎藤貴之(東京工業大学 特任准教授/
地球生命研究所(ELSI) Long Term member)
- 牧野淳一郎(東京工業大学 教授/地球生命研究所(ELSI)
Principal Investigator/
理化学研究所計算科学研究機構チームリーダー)
- 朝木義晴(ISAS/JAXA 助教)
- 馬場淳一(東京工業大学 特任助教)
- 小麦真也(国立天文台 助教/
合同ALMA観測所 CSVサイエンティスト)
- 三好真(国立天文台 助教)
- 長尾透(京都大学 特定准教授)
- 高橋真聡(愛知教育大学 教授)
- 武田隆顕(国立天文台 特任助教)
- 坪井昌人(ISAS/JAXA 教授)
- 若松謙一(岐阜大学 名誉教授)

予備スライド

ガス雲のシミュレーション

- **ガス雲**、**Sgr A***、**Sgr A* 周りの高温ガス**を3次元コンピュータシミュレーションで解く
 - 自己重力、流体力学、放射冷却
- ガス雲の軌道は Gillessen et al. 2012
 - ガス雲を1995年点に置きそこからシミュレーション開始



ガス雲のシミュレーション

- シミュレーションコード：ASURA
 - 銀河の成り立ちを調べるために斎藤が開発
- シミュレーション
 - 国立天文台 CfCA Cray XT4
 - 一つのシミュレーションに一ヶ月程度

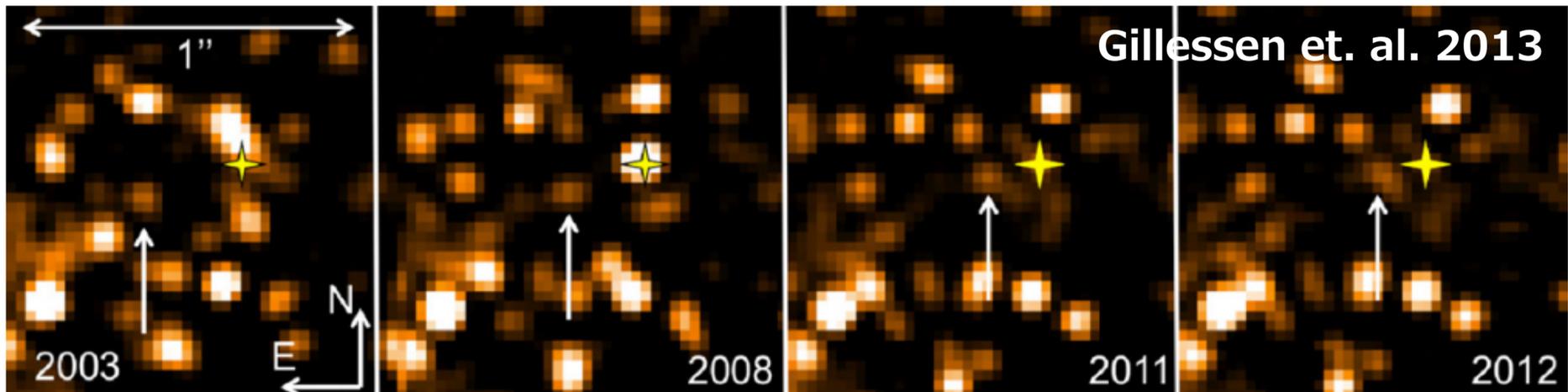


他の理論研究について

- Schartmann et. al. (2012)らの**二次元シミュレーション**
 - 潮汐力による運動面垂直方向の圧縮が解けない
 - ガスからの放射を解いていない
 - 圧縮とそれに伴う増光について言及不能
- Anninos et. al. (2012) らの**三次元シミュレーション**
 - 空間の分解能が悪く高さ方向に十分に圧縮されない
 - ガスからの放射を解いていない
 - 同様に増光について言及不能

観測の現状との比較

- ガス雲の明るさは、2004年から2012年夏までの間でほとんど変化していない(Gillessen et. al. 2013)
- 本研究で考えるメカニズムは最近接の直前一年ぐらいの現象
- 現在まで増光していないこととは矛盾しない



様々な望遠鏡による観測

- 電波からガンマ線まで幅広い波長域に渡って観測が計画されている
 - 電波 : ALMA, VLBA, SMA, VERA, JASMOC, など
 - (近)赤外 : VLT, Keck, Subaru, IrSF, など
 - X線 : Chandra, XMM, Swift, Suzaku
 - ガンマ線 : Integral, Fermi

どの波長で明るくなるのか？

- 今回の場合、電磁波は主に紫外線からそれよりも波長の長い領域に渡って放出される
- 銀河の中心方向は塵が非常に濃く、可視光の光を強く吸収する
- よって地球からは主に近赤外で観測されると期待される
 - VLT での発見も近赤外
- 我々の見積もりによると、近赤外で今の数十～百倍程度明るくなる

潮汐力による変形

- 広がった天体に別な天体からの重力が働いているときに生じる二次的な力
- Sgr A* の周辺では、強力な重力の影響でガス雲が大きく変形する(**潮汐力**)
 1. 運動の方向では延ばされる
 2. 運動面と垂直方向では圧縮される

