2030年代に向けた光赤外コミュニティーの戦略 Q: 若手は何をしたいか?

- 系外惑星探査に期待する立場から-

藤井友香(東京工業大学ELSI) @2019年度光学赤外線天文連絡会シンポジウム

知りたいこと

- 地球は宇宙の中でどういう立ち位置なのか?
- 一般的な岩石惑星はどんな姿で生まれ、どういう 進化を辿るのか
 - ✔ 液体の水が表面にある惑星
 - ✔ 生命を育む惑星
 - ✔ 大気圧、大気組成などの多様性
 - ✔ 統一的な理論的枠組み?
- → (それなりの数の)地球型系外惑星の分光観測

天文学や惑星科学の枠を超えて、我々の世界観にインパクト



^{見えてきたlow-mass planetsの性質:} 質量一半径の統計的な性質



^{見えてきたlow-mass planetsの性質:} A few benchmark targetsの大気の特徴づけ



^{見えてきたlow-mass planetsの性質:} A few benchmark targetsの大気の特徴づけ



現在~2020年代

<u>サイズ・軌道</u>

- ますます活発に。地球型惑星は、少なくとも低質量周りについ ては、統計的な議論は進むだろう。(→形成論への示唆)

<u>temperate low-mass planetsの大気分光観測</u>

- 現在、アメリカの宇宙望遠鏡 (Hubble, Spitzer) が活躍
- JWSTの打ち上げが成功すると、さらに独壇場に?
 - ✓ JWSTでは、HZ付近の地球型惑星について、さらにいくつかの マイルストーン的な観測結果が出てくるのではないか
 - ・大気の有無、水素大気への制限、(Earth-analogも?)
 - ・ 主にM型惑星周りのトランジット惑星の観測によって
 - ・ 日本からは (今のところ、この分野で、) 宇宙望遠鏡へのアクセスが悪い印象
 →課題

(日本の貢献の鍵=WSO-UV?)

2030年代以降

- ・反射光、熱輻射の観測
 - (トランジットより)深い大気をプローブ
 - 大気圧、温度、表面組成への制限、アルベド
 - ターゲット数多

<u>マイルストーン</u>

- ✓ biosignaturesの検出
- ✓二次大気リッチな惑星の同 定、大気組成の同定

イ大気圧の推定

- ✔ 大気を持つHZ惑星の表面 温度の推定
- ✔表面の液体の水の同定
- √表面組成の同定,...

具体的な疑問

<u>岩石惑星の水の起源</u>

- どのような惑星にどれくらい水があるか?
 それは何に依存しているか?
 - ✓ 木星型惑星との相関 (←水を持った小惑星が飛来?)
 - ✓ 質量・軌道長半径依存性 (←散逸? building block?
 Nebula gas捕獲?)

地球の水~0.02%



Genda (2017)

<u>より一般に、揮発性物質の起源</u> (N, C, O, …)

系外惑星にどのくらい多様性があり、それは何に依存しているか?



具体的な疑問

<u>HZコンセプトの検証</u>

- ・ HZのinner edgeで水(水蒸気)の有無が分かれているか?
- HZ内の水を持った惑星の表面温度(CO₂量)には日射量に応じた傾向があるか? (←carbon-silicate cycleの検証)
- ・ 水(H)を失った惑星はどうなるのか
 (ref: 金星や火星のCO₂)



具体的な疑問

<u>惑星大気の時間進化</u>

- マグマオーシャンの検証
- ・ 若い地球型惑星の大気組成 (H₂, CO₂, CH₄?)
- ・ バイオマーカーと年齢
- ・ 火成活動(e.g., SO₂, H₂S)の影響





- どのような惑星が水をどのくらい保持しているか - 大気組成のトレンドはあるか? (質量・年齢・ 日射量、etc) 究極的な目標 - どのような惑星が大陸を持つか - etc... - 地球生命の起源 - 地球の水の起源、大気の起源 初期の地球・金星・火星の大気? 火成活動、磁場、プレートテクトニクス、 生命の存在などとの関連

今の観測の主要ターゲットとなる岩石惑星は、基本的 にM型星周り=観測に有利



最終的には、太陽型星周りの惑星にも行きたい (~ 行かなければいけない)

