

# 巨大ブラックホールを 周回する星の 近赤外線高分散分光観測

西山正吾 (宮城教育大学)

斉田浩見 (大同大学)

<共同研究者>

高橋真聡 (愛知教育大)、孝森洋介 (和歌山高専)、  
濱野哲史 (京都産業大)、長田哲也、長友竣 (京都大)、  
五林遥、高橋美月 (宮城教育大)、田村元秀 (東京大)、  
大宮正士 (国立天文台)、板由房 (東北大)

# Introduction

## ブラックホール(BH)の“直接”観測 (Saida+ in prep)

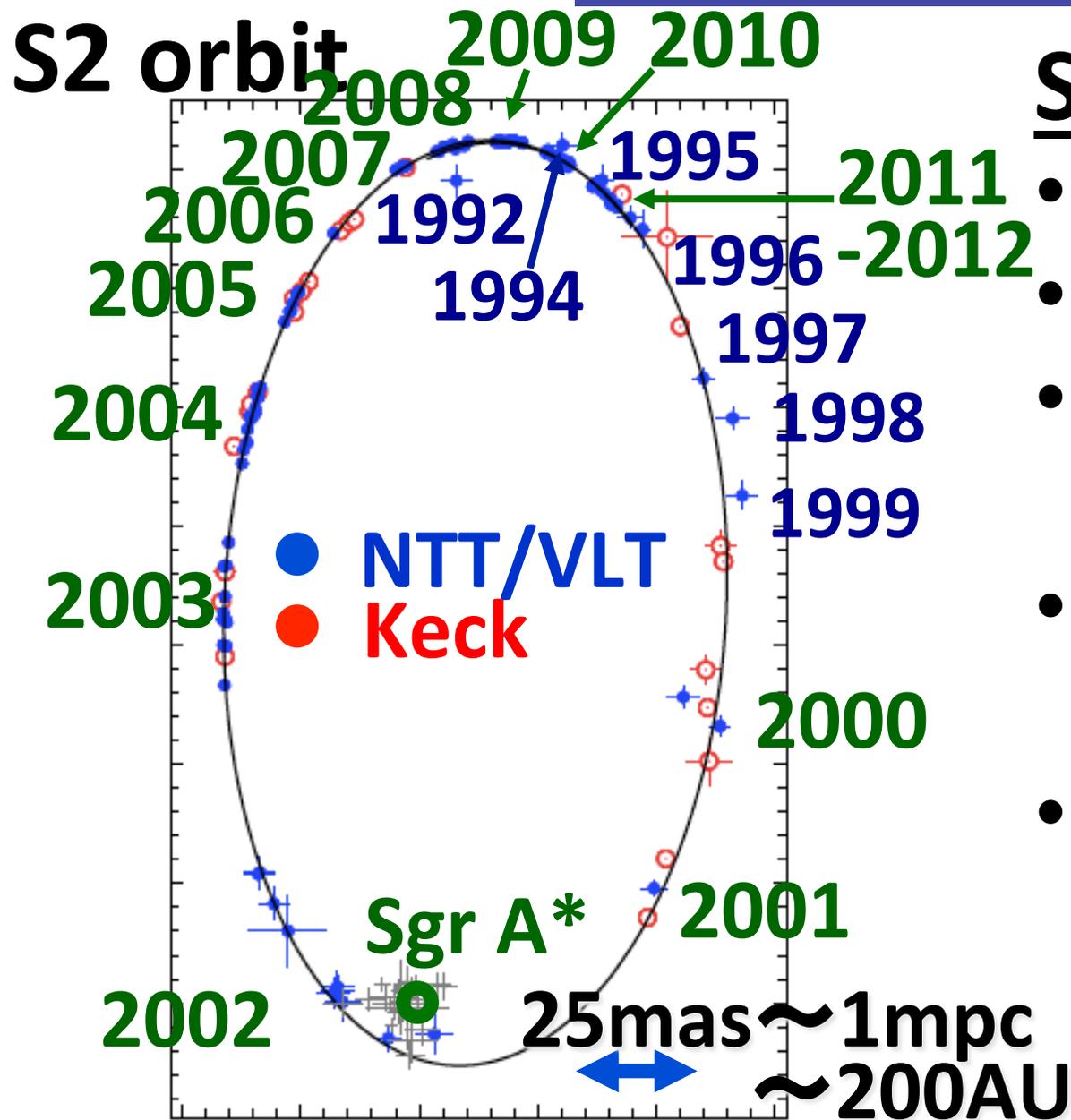
1. BHによる一般相対論効果の検出
2. 一般相対論効果を通じた質量とスピンの測定 (電荷はゼロと仮定)

最初の例: aLIGOによる重力波の検出  
(Abbott+ 16)

電磁波観測での例はない

大質量ブラックホールは未観測

# Sgr A\* & S2



## S2 (S0-2)

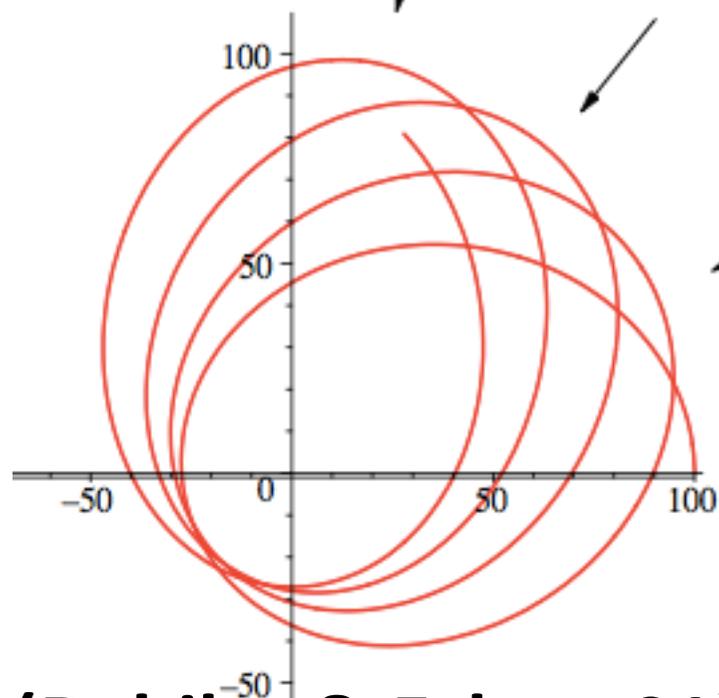
- O8-B0V
- $H = 16, K = 14$
- 軌道周期:  
~16 yr
- 最近点時期:  
2018
- 最近点距離:  
~1,400  $R_s$

(Falcke & Markoff 13)

## 一般相対論効果の測定

### 1. 位置測定(アストロメトリ)

歳差運動



(Rubilar & Eckart 01)

S2

Shift: 約1秒角/軌道  
@最遠点

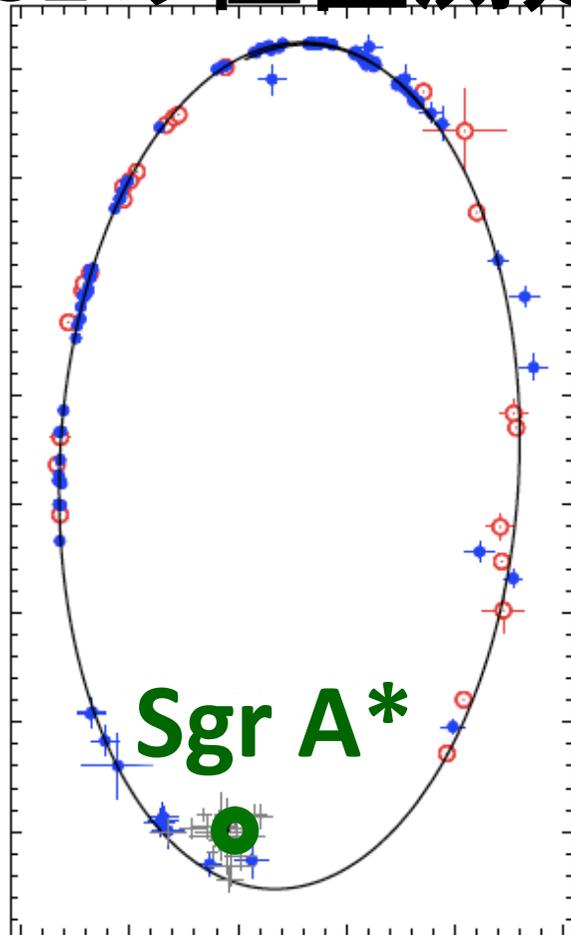
cf. アストロメトリの精度  
~ 0.1 秒角 (Yelda+11)

- 最近点での効果 小
- Sgr A\*との分離 難
- 次の最遠点: 2025

# Orbiting Stars: Radial Velocity<sup>5/14</sup>

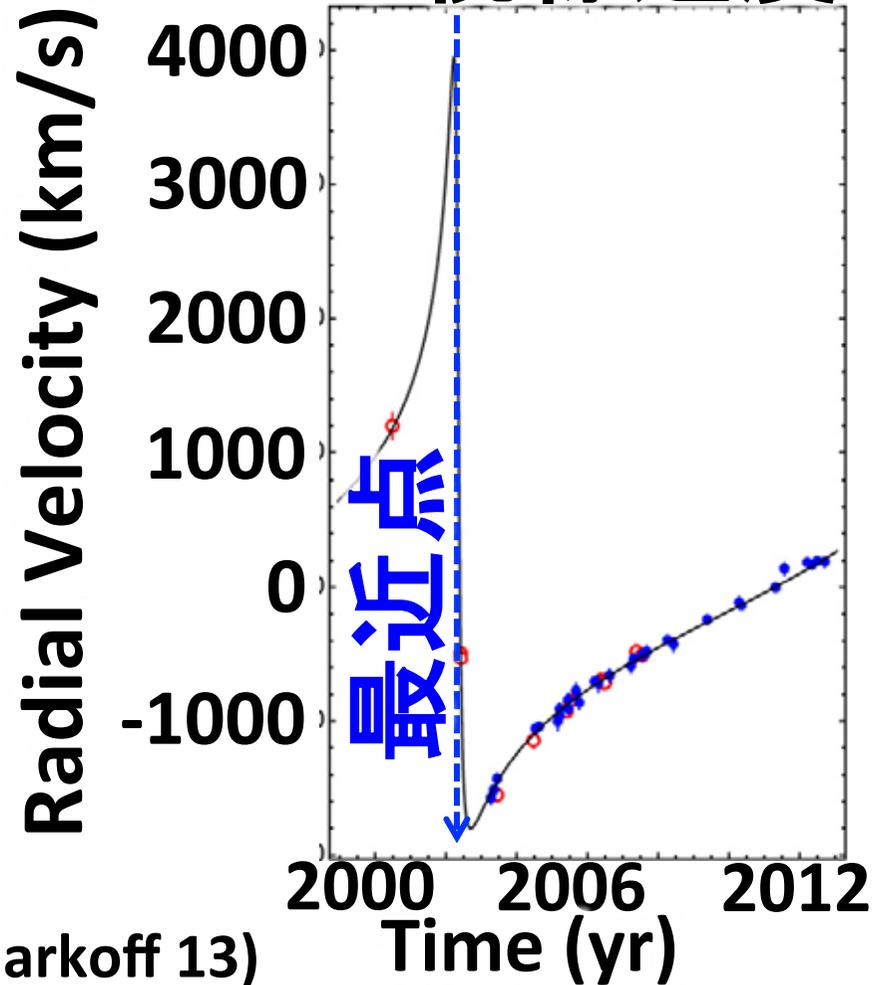
## 一般相対論効果の測定 2. 視線速度(RV)測定

### S2の位置測定



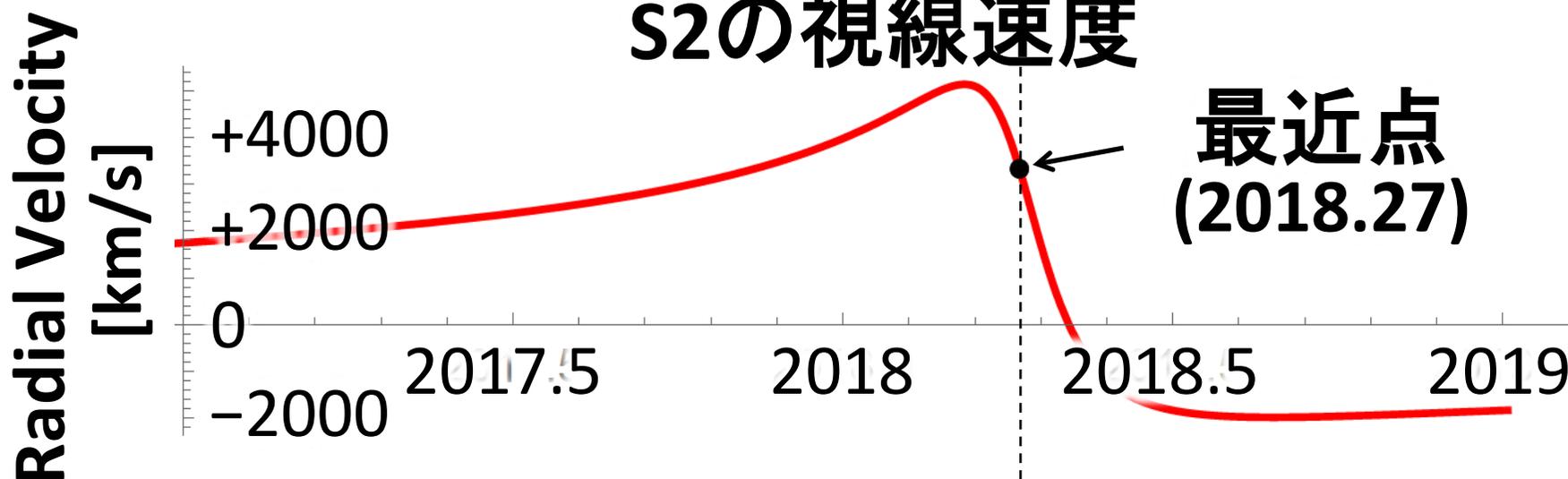
(Falcke & Markoff 13)

### S2の視線速度

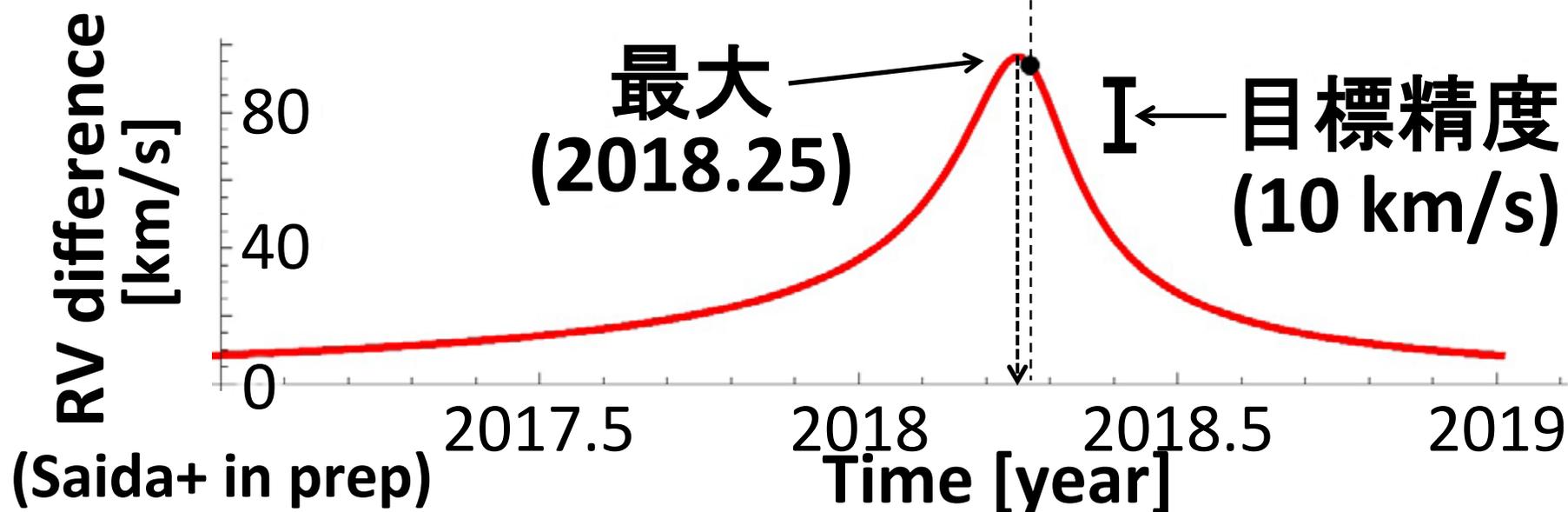


# S2 Radial Velocity

## S2の視線速度

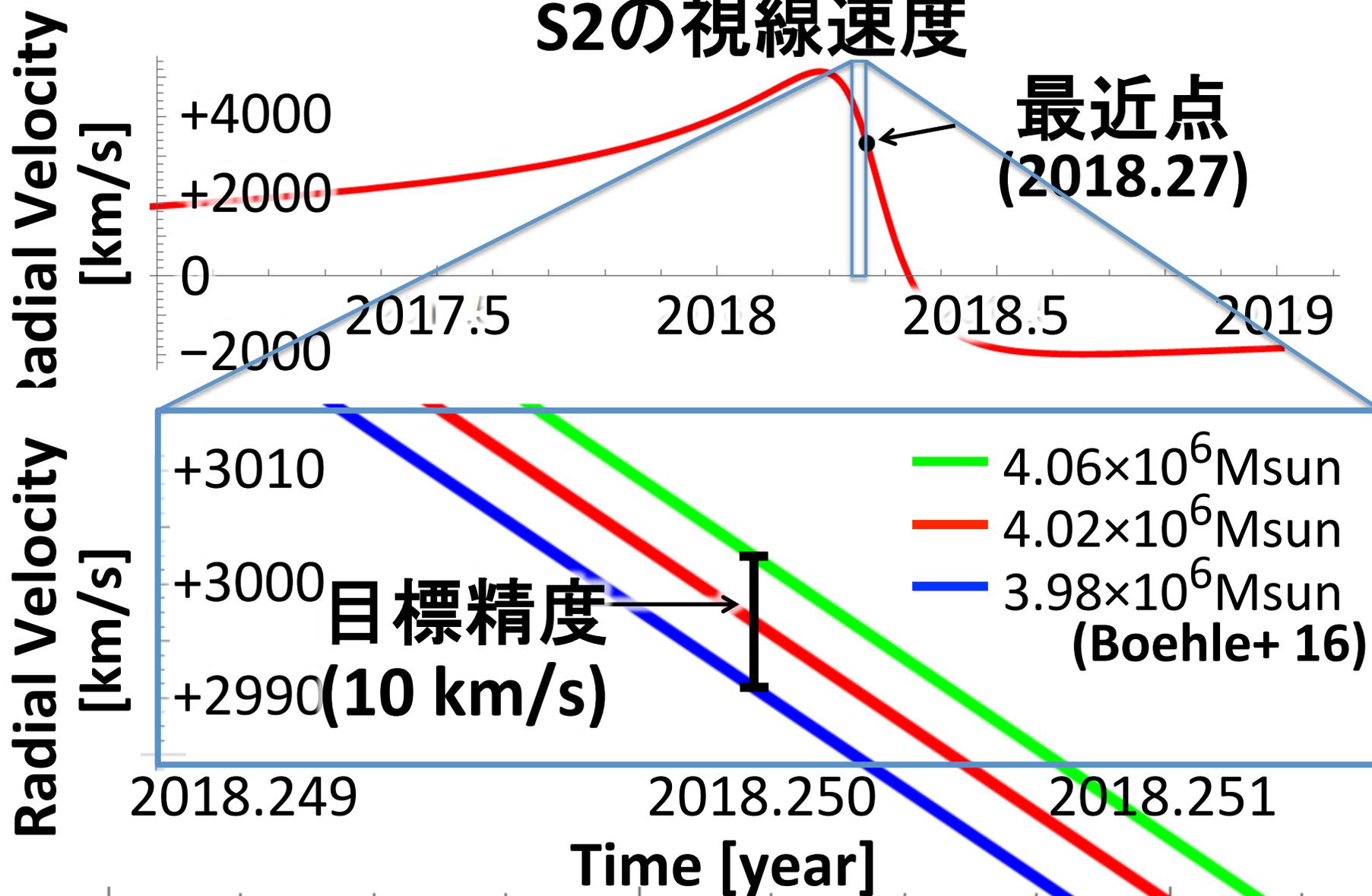


一般相対論効果あり/なしでの視線速度の違い



# S2 Radial Velocity

## S2の視線速度



(Saida+ in prep)

# S2 Observations with Subaru 8/14

2014/5 第1回、0.5×2夜

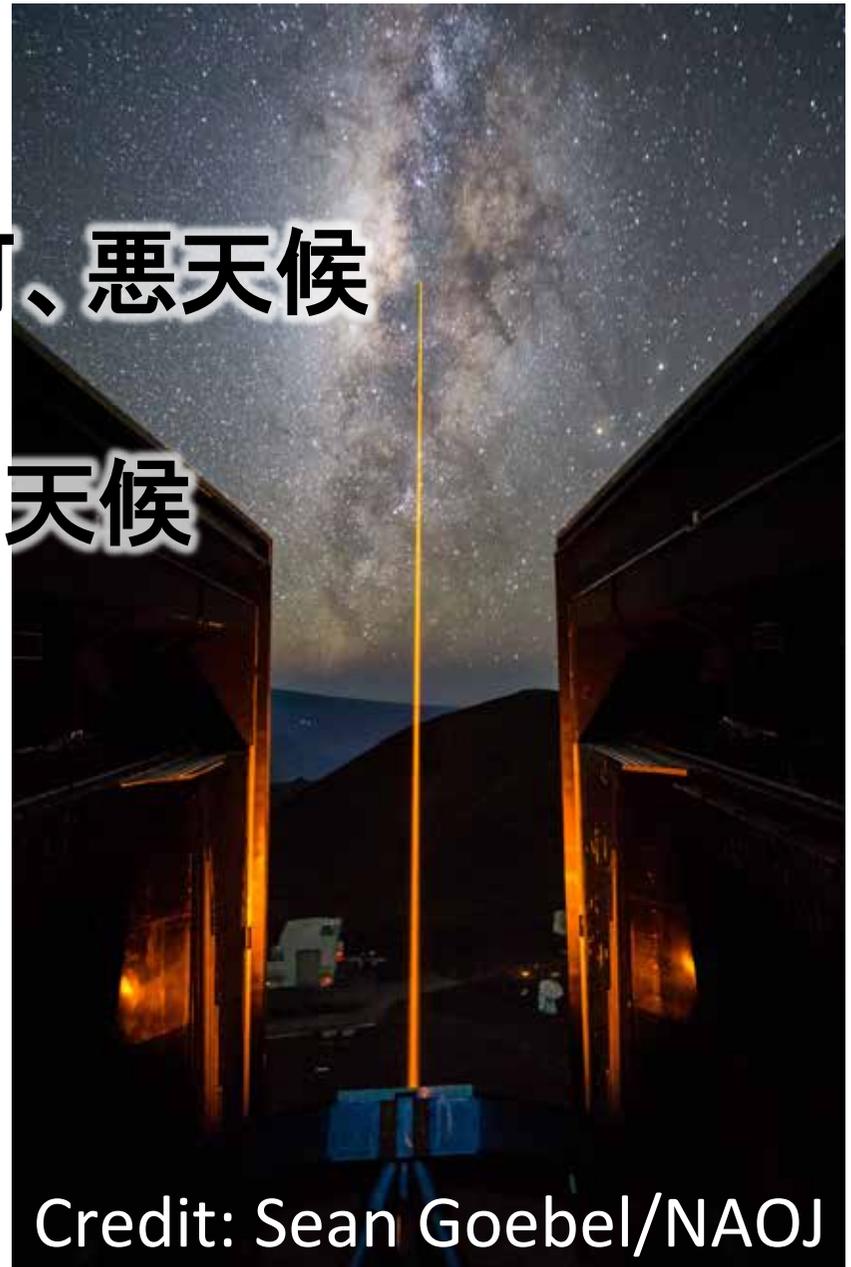
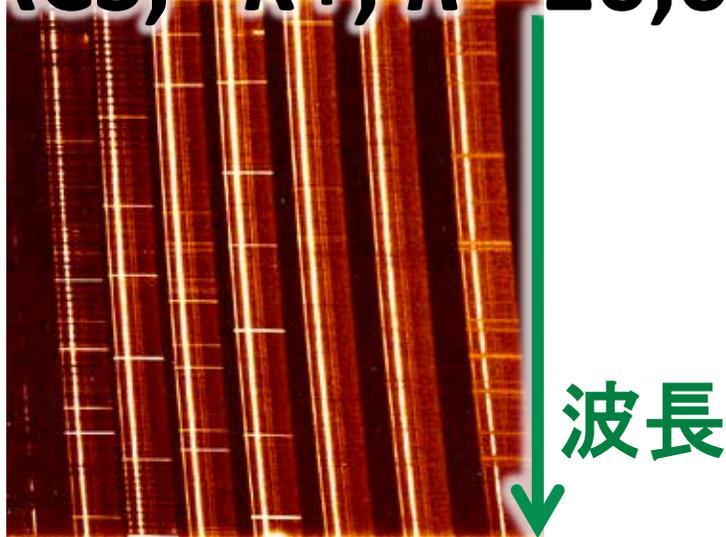
2015/8 第2回、0.5×2夜

レーザー不可、悪天候

2016/5,7 第3回、0.5×4夜

2: good, 2: 悪天候

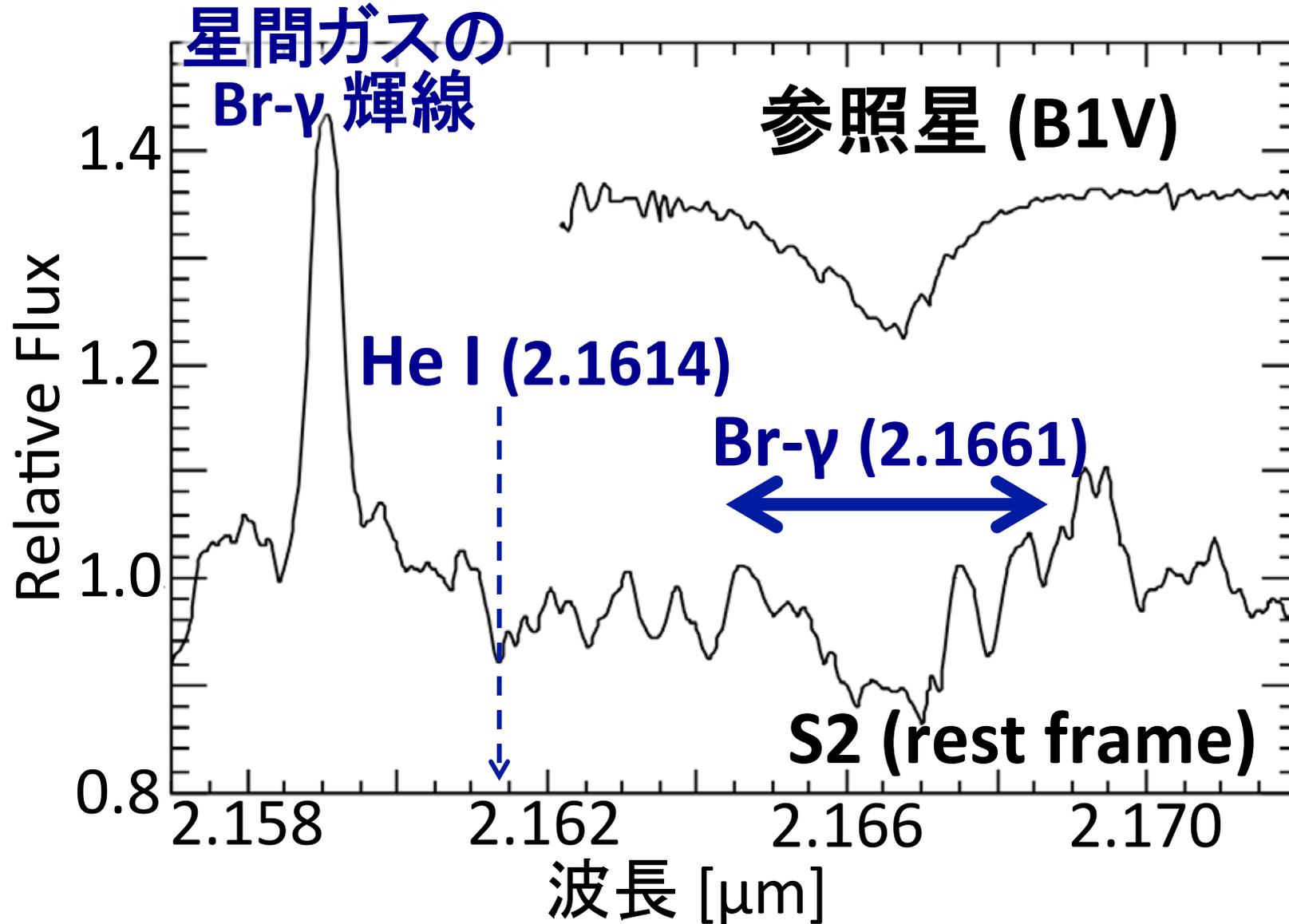
IRCS,  $K+$ ,  $R \sim 20,000$



Credit: Sean Goebel/NAOJ

# S2 Observations with Subaru<sup>10/14</sup>

S2スペクトル (2.16-2.22 $\mu\text{m}$ , 4hr, 2016/5)

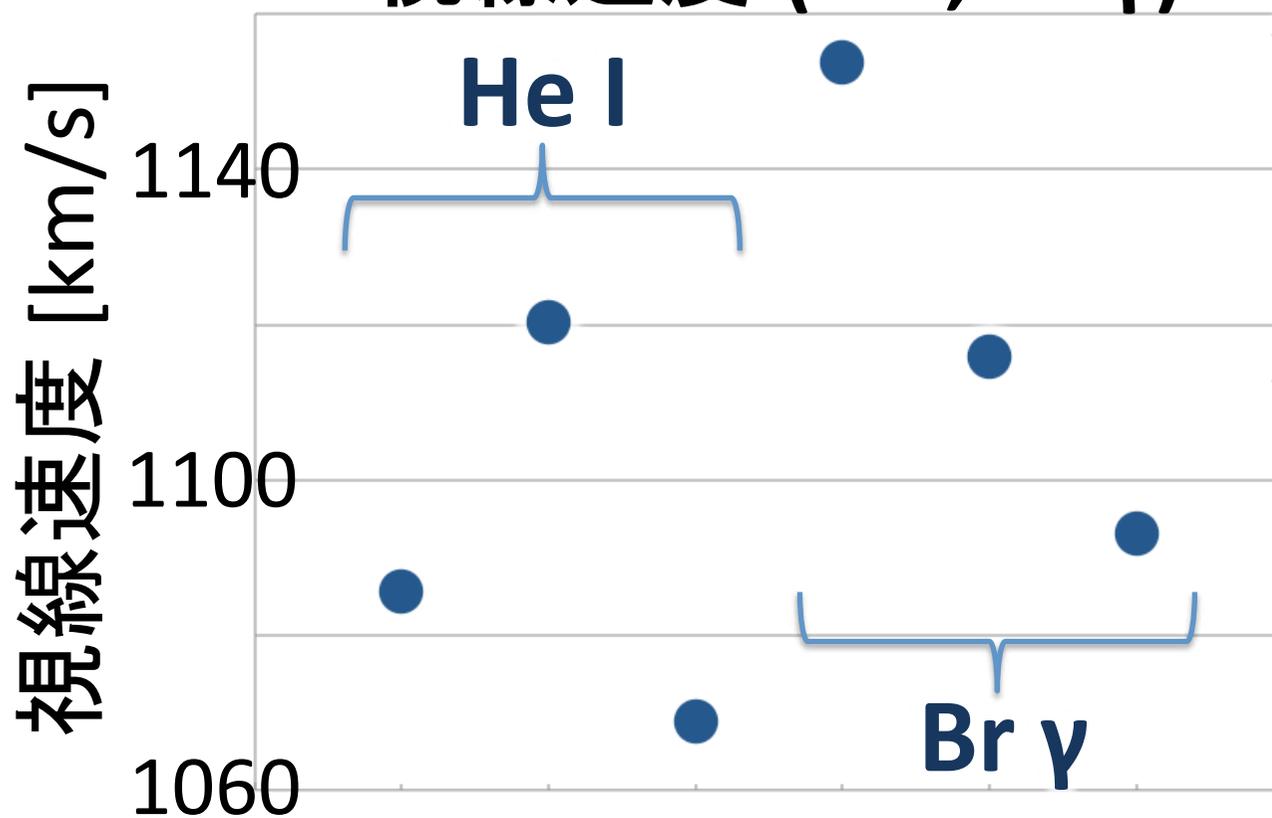


# S2 Observations with Subaru<sup>11/14</sup>

## 視線速度測定精度 (2016/5)

300秒 × 32セット → (300×12 or 10) × 3セット

視線速度 (He I, Br- $\gamma$ )



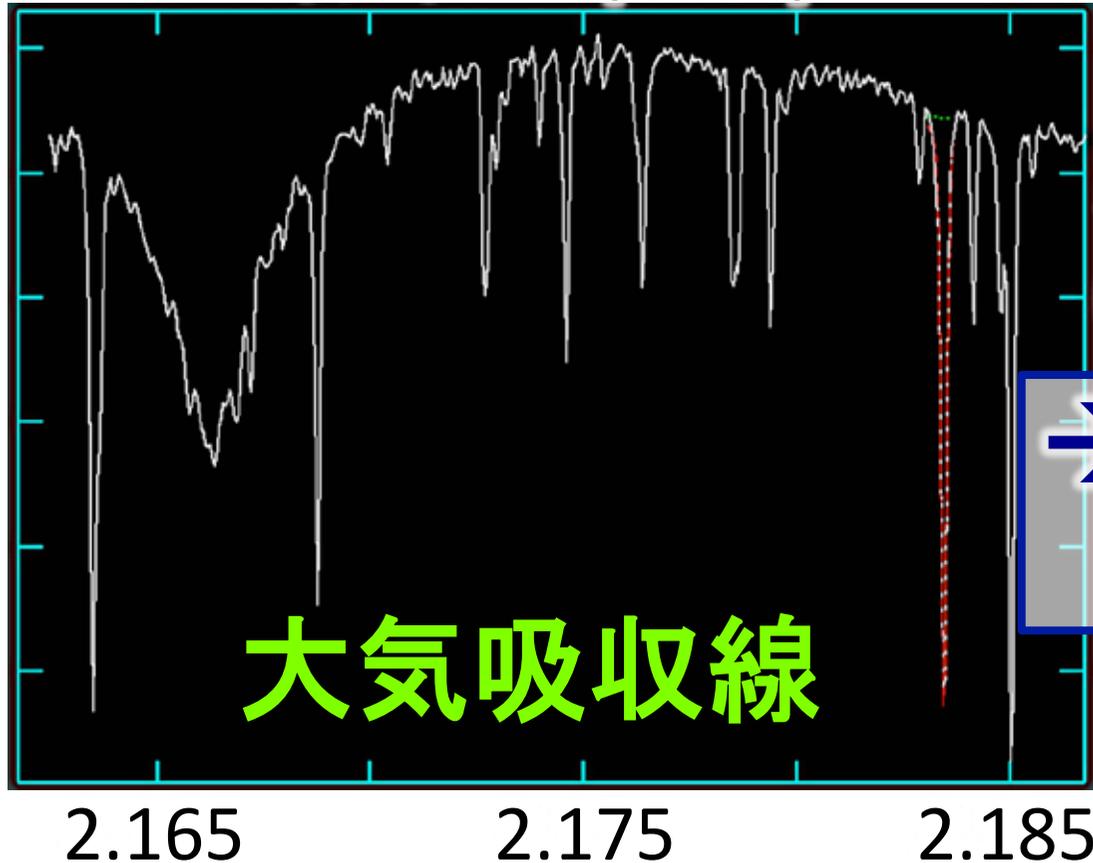
標準偏差  
= 30.1 km/s

標準誤差  
=  $30.1/\sqrt{6}$   
= 12.3 km/s

# S2 Observations with Subaru<sup>12/14</sup>

## 長期安定性 (系統誤差)

標準星 (A0V)



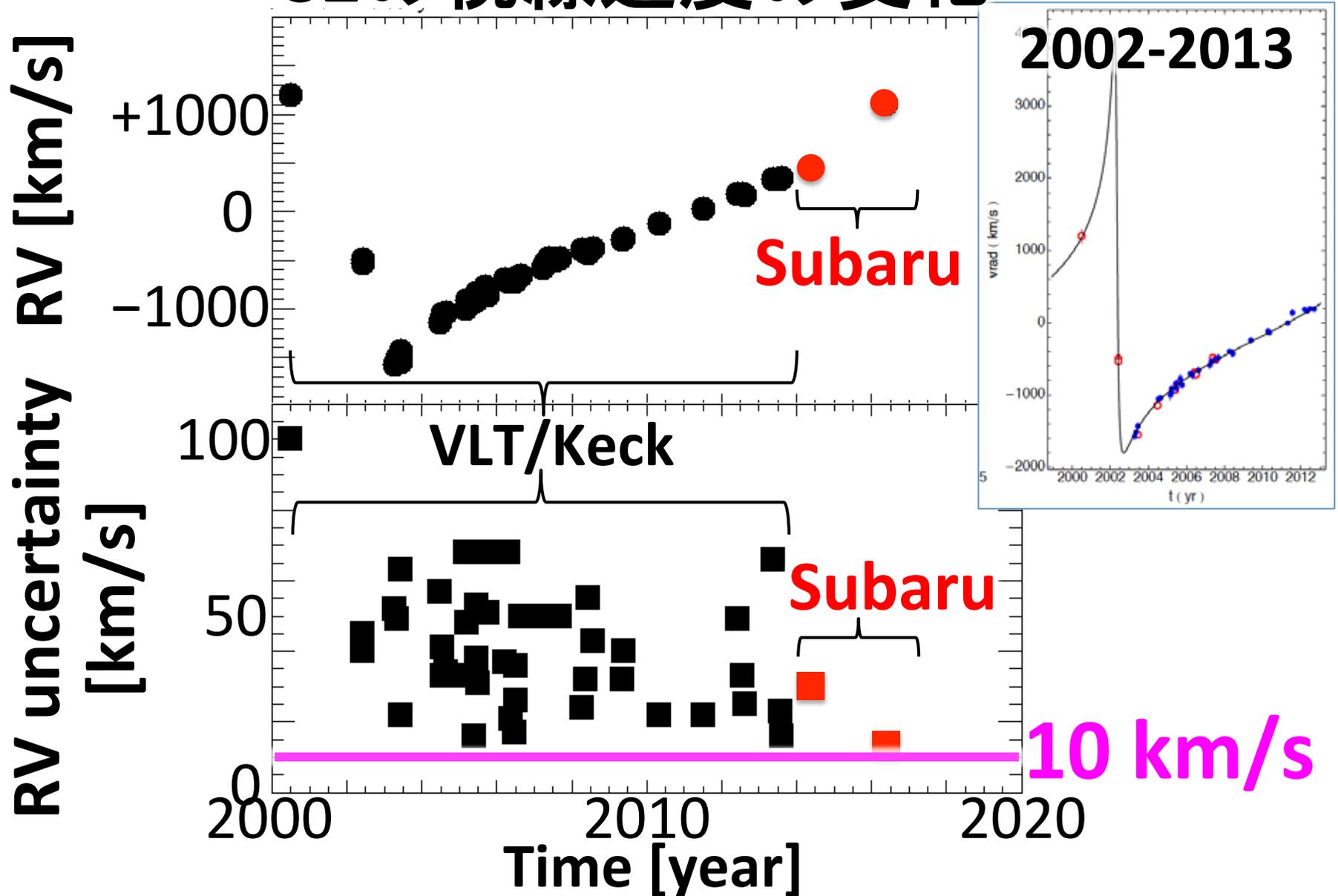
同時に観測した、  
明るい星の  
大気吸収線  
(同じ解析方法)

→  $\sigma \sim 5 \text{ km/s}$  in RV  
(2014 - 2016)

波長 [μm]

# S2 Observations with Subaru<sup>13/14</sup>

## S2の視線速度の変化



# Summary & Future Works

14/14

## 観測(予定)

2014/5 第1回、0.5×2夜

2015/8 第2回、0.5×2夜

2016/5,7 第3回、0.5×4夜

☆2017/5 第4回、0.5×4夜 (GW)

