

探究演習

メディア情報4

第7回 宇宙を理解する手法、観測計画の立て方

メディア情報コース

平居 悠（ひらい ゆたか）

到達目標

1. 大型望遠鏡建設計画の問題について自らの立場から論理的に説得力を持って説明できる。
2. 観測計画を自分の言葉でわかりやすく発表できる。
3. チームの目標を満足できる仕事の計画を協力して立てることができる。

今回の内容

ディベートの振り返り

宇宙を理解する手法

観測計画の立て方

今回の内容

ディベートの振り返り

宇宙を理解する手法

観測計画の立て方

前回

第1回	大型望遠鏡計画とハワイ先住民
第2回	対話の技術、ディベートの方法
第3回	ディベートの準備(1)立論、反駁、尋問
第4回	ディベートの準備(2)ロジックの検討
第5回	ディベートの準備(3)わかりやすい話し方
第6回	ディベートの実施 大型望遠鏡建設について
第7回	宇宙を理解する手法、観測計画の立て方
第8回	データ分析方法 データデータベースの使い方
第9回	問題解決の技術、プレゼンテーションの方法
第10回	プレゼンテーションの準備(1)データ分析
第11回	プレゼンテーションの準備(2)資料の収集
第12回	プレゼンテーションの準備(3)発表練習
第13回	発表会観測計画の発表

前回の目標

- 今までの思考のトレーニングや準備の成果が発揮できる。
- 試合を批判的に聞き、限られた時間の中で公正な審判ができる。

ディベート論題

TMTをマウナケアに建設すべきか。

ディベートの良かった点、改善点

試合フローシートを見て、議論の流れを思い出しながら、肯定・否定両方の良かった点と改善点について話し合おう。

議論の流れの分析

1. まず1人で試合フローシートを見て、
 - ・ロジックが特に強かった部分を□で囲もう。
 - ・ロジックが特に弱かった部分を○で囲もう。
2. グループになり、フローシートの流れに沿って、どこに記号を書き込んだかと、その理由を伝え合おう。
3. 特に議論の流れを大きく変えたところはどこか、どの部分が審判の判定に影響したと思うかを話し合おう。

論題について

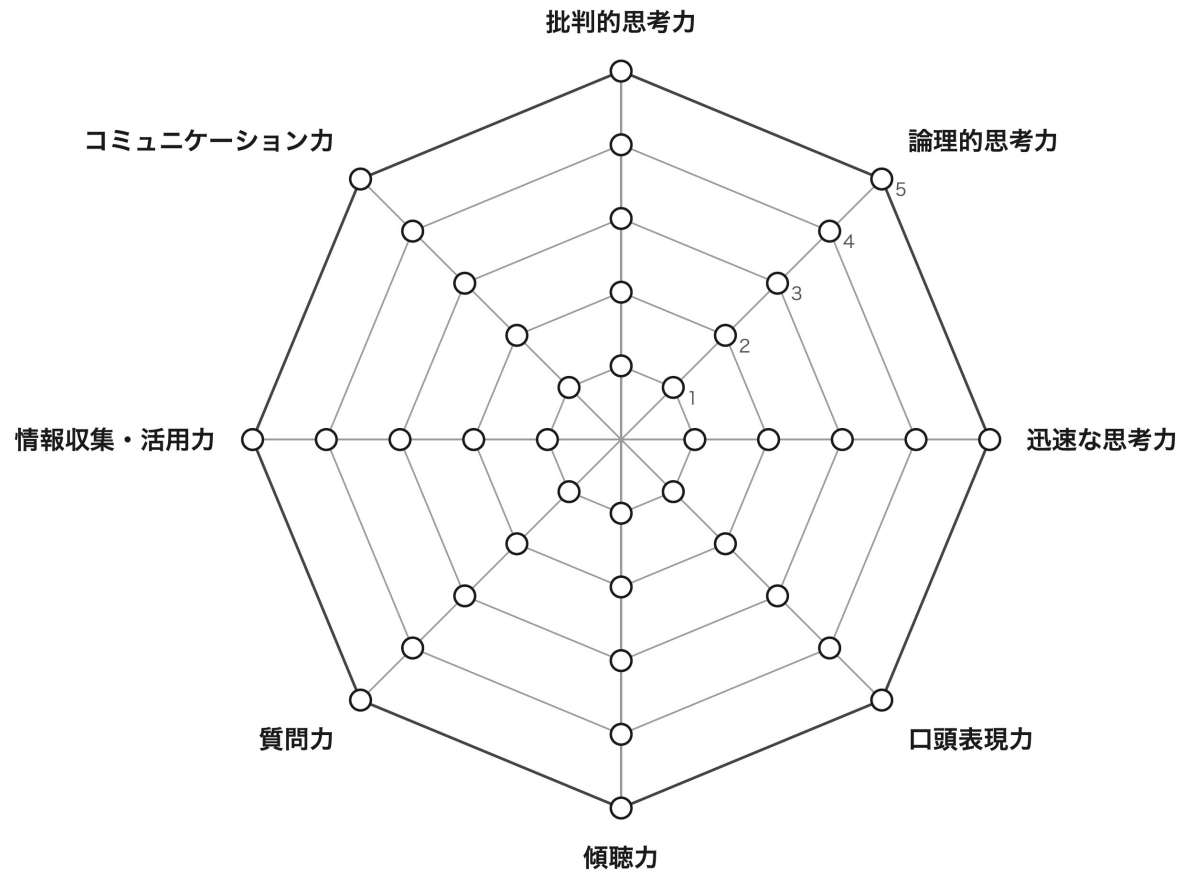
論題について、肯定・否定の立場を離れて、以下のような点について自由に意見を伝え合おう。

例：

- 試合で話さなかったこと
- ディベートの準備を始める前と後で考え方が変わったことと、そのきっかけ
- 今後論題について、さらに考えなければならないこと、残された課題

自己評価

1. 自己評価図の8項目の能力について、5点満点で評価し、各項目の軸に点をつける。
2. 点と点を繋いで、八角形を作る。



自己評価

1. 自己評価図をお互いに見せ合おう。
2. 自己評価の各項目について、以下の点を1人ずつ話そう。
 - 各項目をその点数にした理由
 - 今後、努力が必要な点とその方法

今回

第1回	大型望遠鏡計画とハワイ先住民
第2回	ディベートの方法
第3回	ディベートの準備(1)立論、反駁、尋問
第4回	ディベートの準備(2)ロジックの検討
第5回	ディベートの準備(3)わかりやすい話し方
第6回	ディベートの実施 大型望遠鏡建設について
第7回	宇宙を理解する手法、観測計画の立て方
第8回	データ分析方法 データデータベースの使い方
第9回	問題解決の技術、プレゼンテーションの方法
第10回	プレゼンテーションの準備(1)データ分析
第11回	プレゼンテーションの準備(2)資料の収集
第12回	プレゼンテーションの準備(3)発表練習
第13回	発表会観測計画の発表

今回の内容

ディベートの振り返り

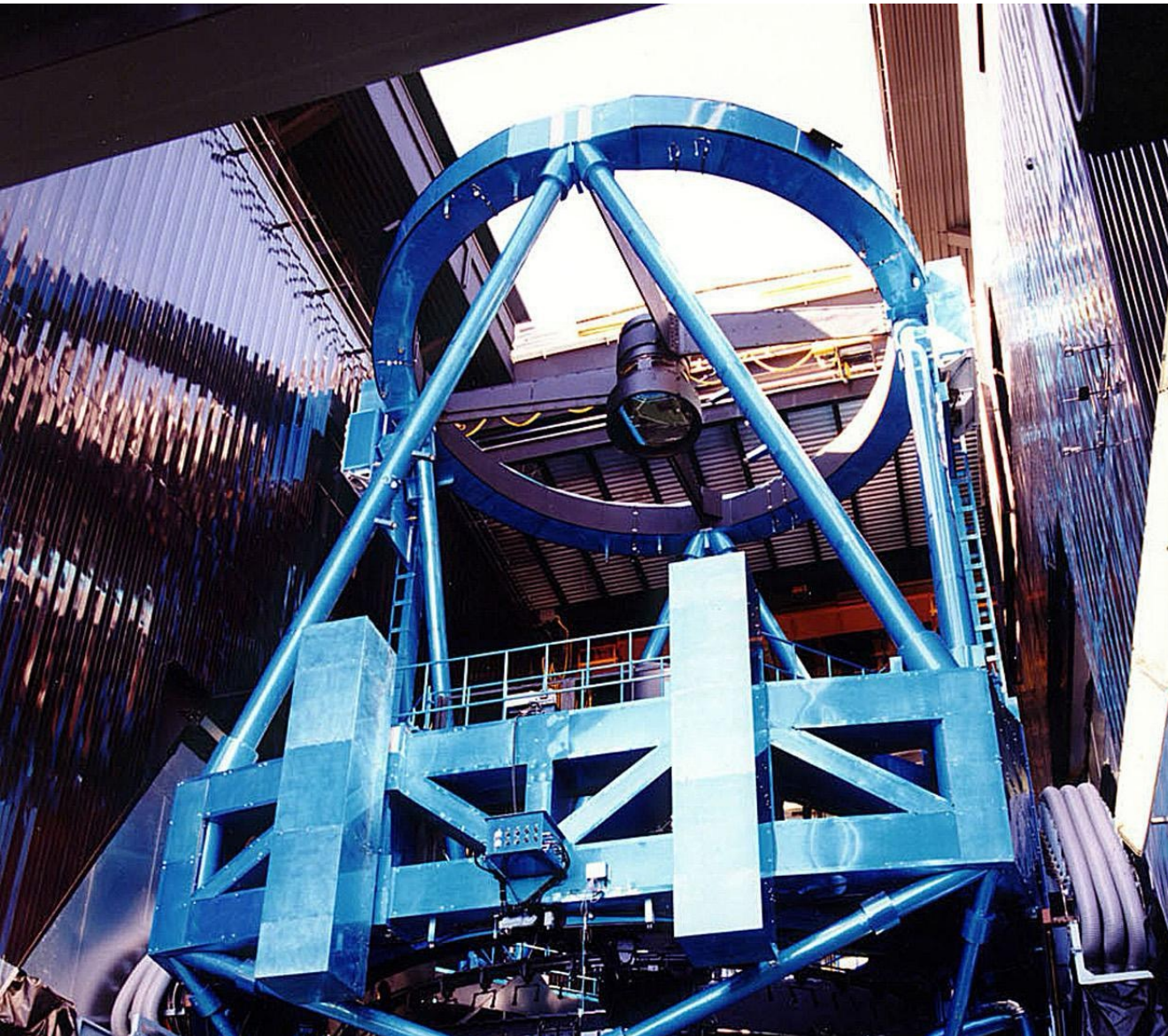
宇宙を理解する手法

観測計画の立て方

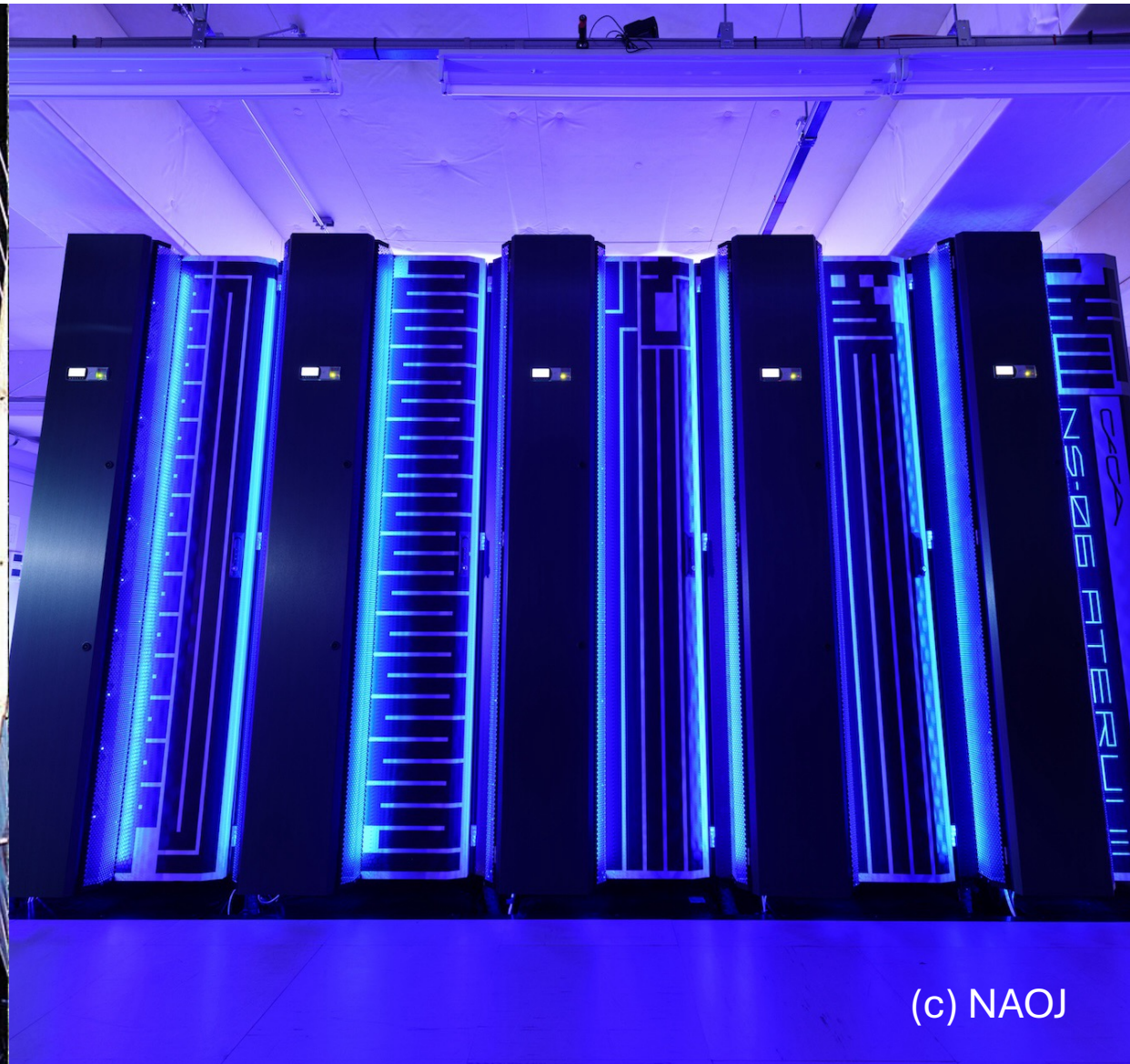
今回の目標

宇宙を理解する手法、観測計画の構成について説明できる。

宇宙を理解するには 観測



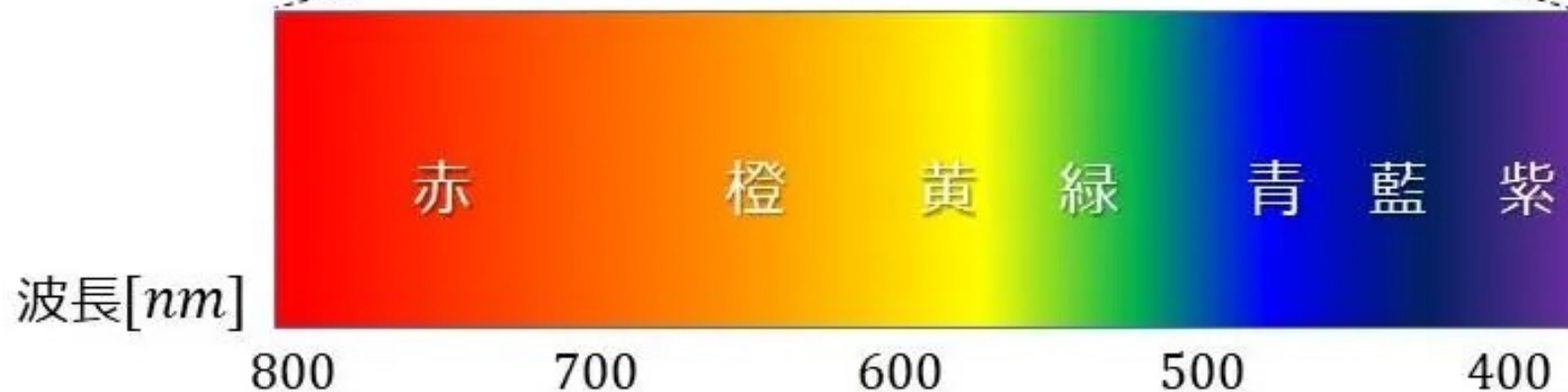
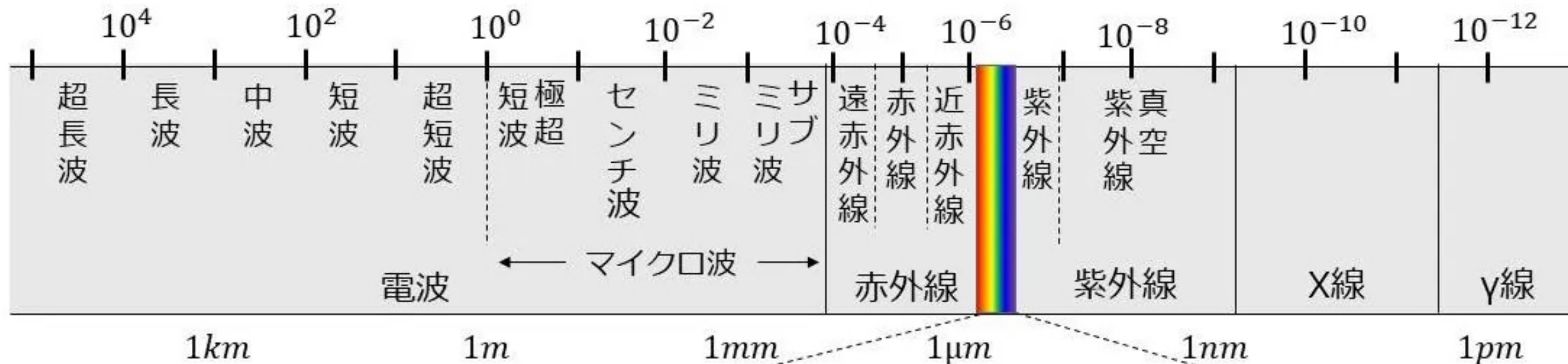
シミュレーション



(c) NAOJ

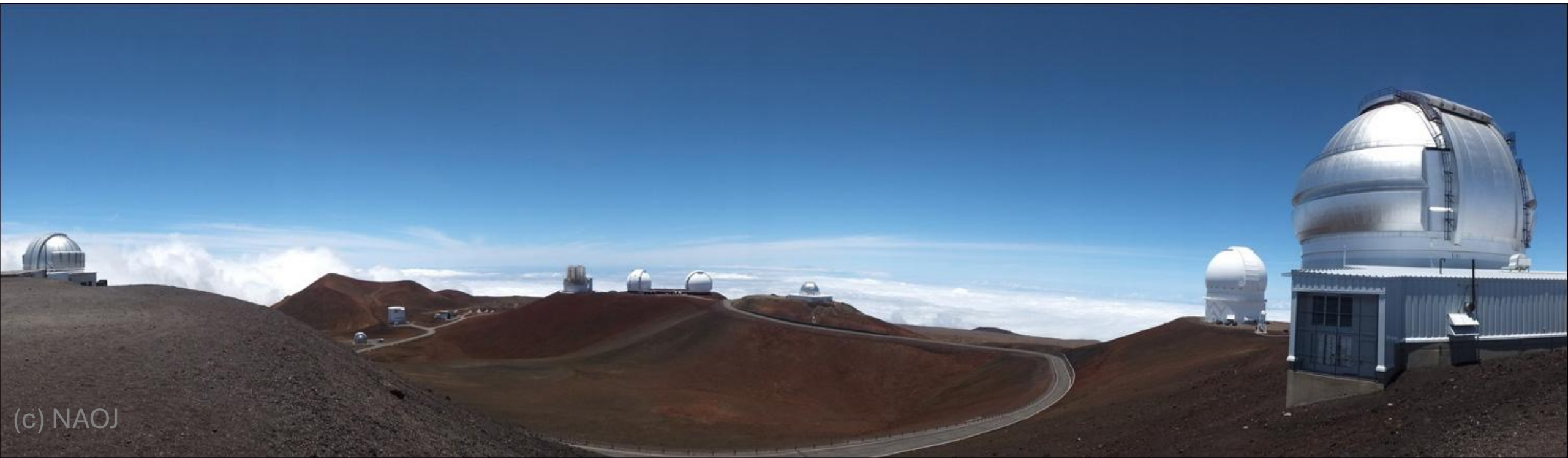
電磁波の波長

波長[m]



光赤外線観測

多様な恒星や星間ガスを観測できる。



ハワイ・マウナケア天文台群

撮像と分光

- 撮像観測

- 天体の写真を撮る。

- 分光観測

- 天体の光を波長毎に分ける。

撮像

- 測光観測

天体の明るさの情報を得る。

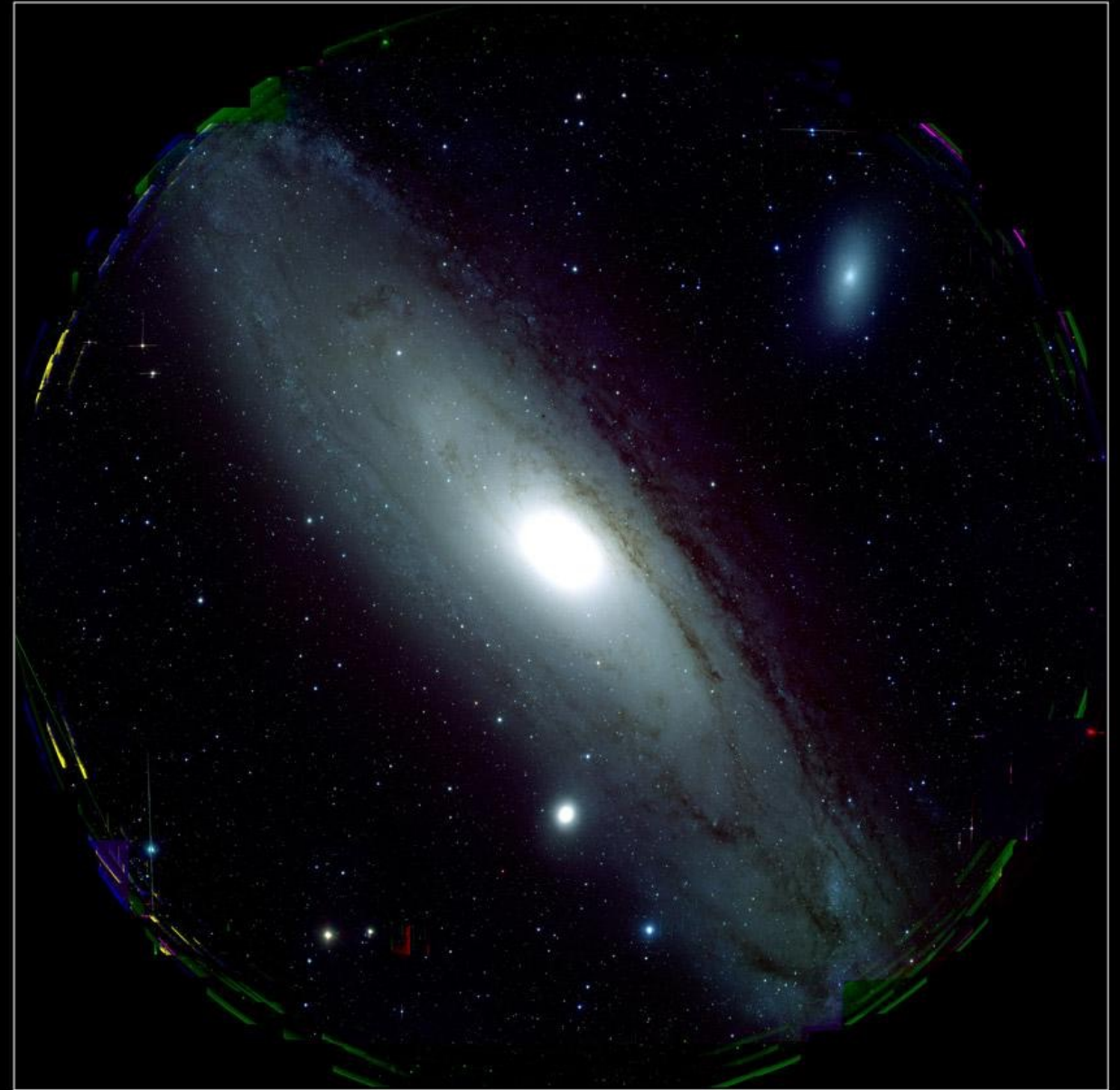
- 撮像観測

測光に加え、天体の形状まで調べる。

撮像観測の例

すばる望遠鏡超広視野
主焦点カメラ

HSC(Hyper Suprime-
Cam)



Hyper Suprime-Cam (g, r, i)



The Andromeda Galaxy (M31)

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan
Copyright © 2013. National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) and HSC Project. All Rights Reserved

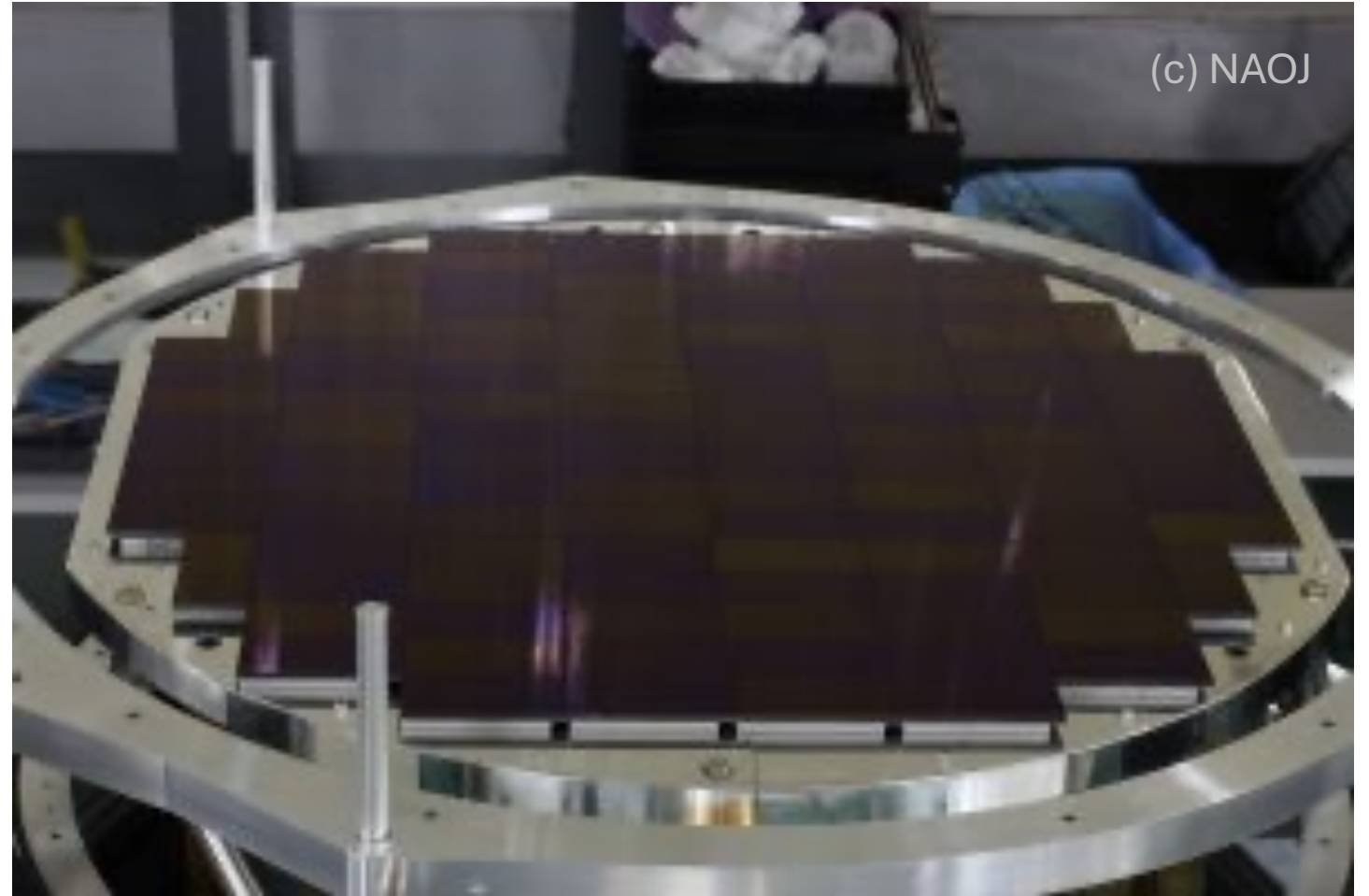
すばる望遠鏡超広視野主 焦点カメラ HSC(Hyper Suprime-Cam)

8億7000万画素の巨大
なデジカメ



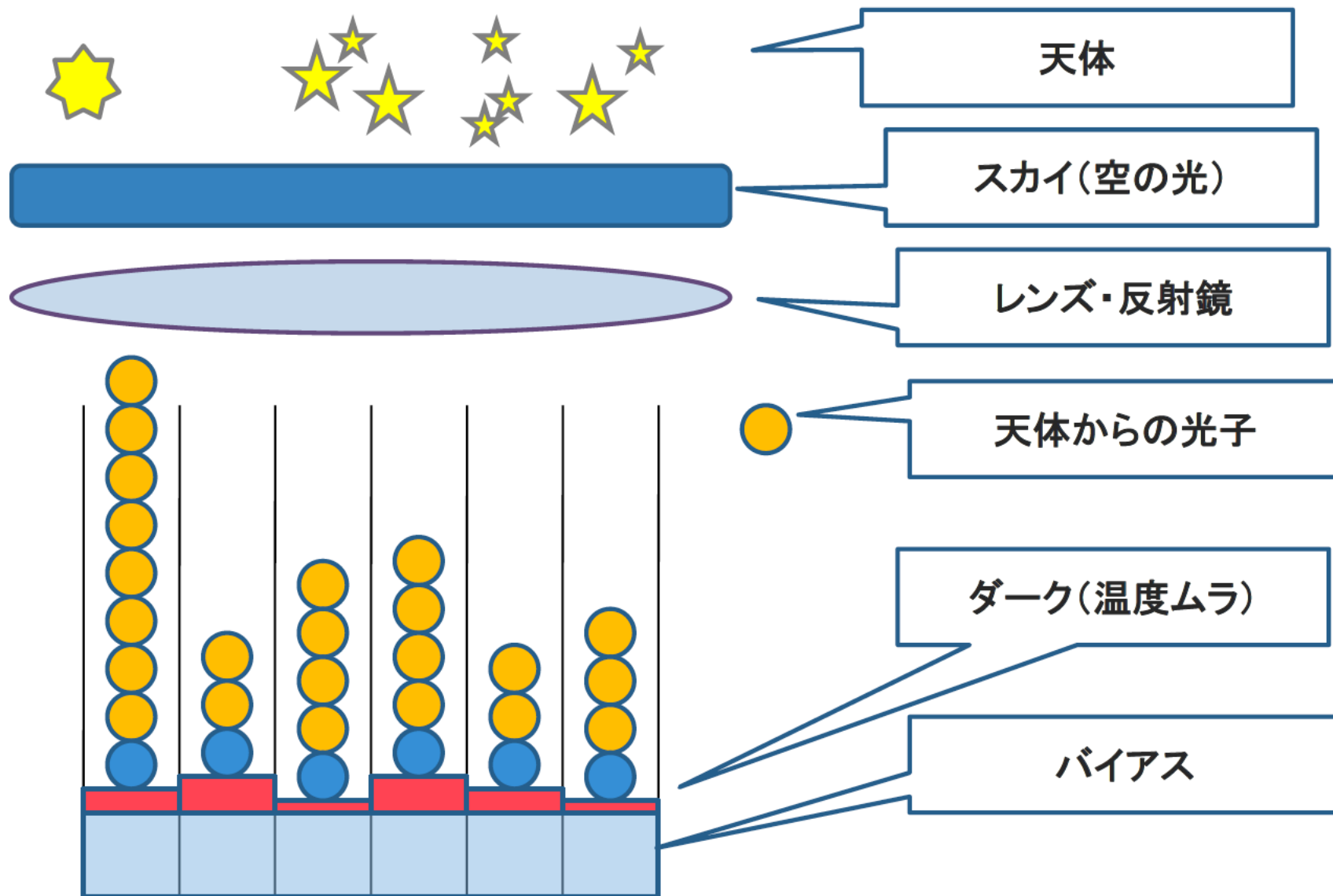
CCD（電荷結合素子）

光の量に比例
した電子画像
を得る



HSCのCCD

CCDによる画像取得のイメージ



もし天2011年度観測班「天文データ解析概論」
<https://www.astr.tohoku.ac.jp/~mawatari/data/Senten40cm/moshiten2012/anapractice20120707/lecture.pdf>(2026-6-4参照)

測光標準星

高い精度で明るさが
測定されている星。
測光観測の際、明る
さの基準となる。

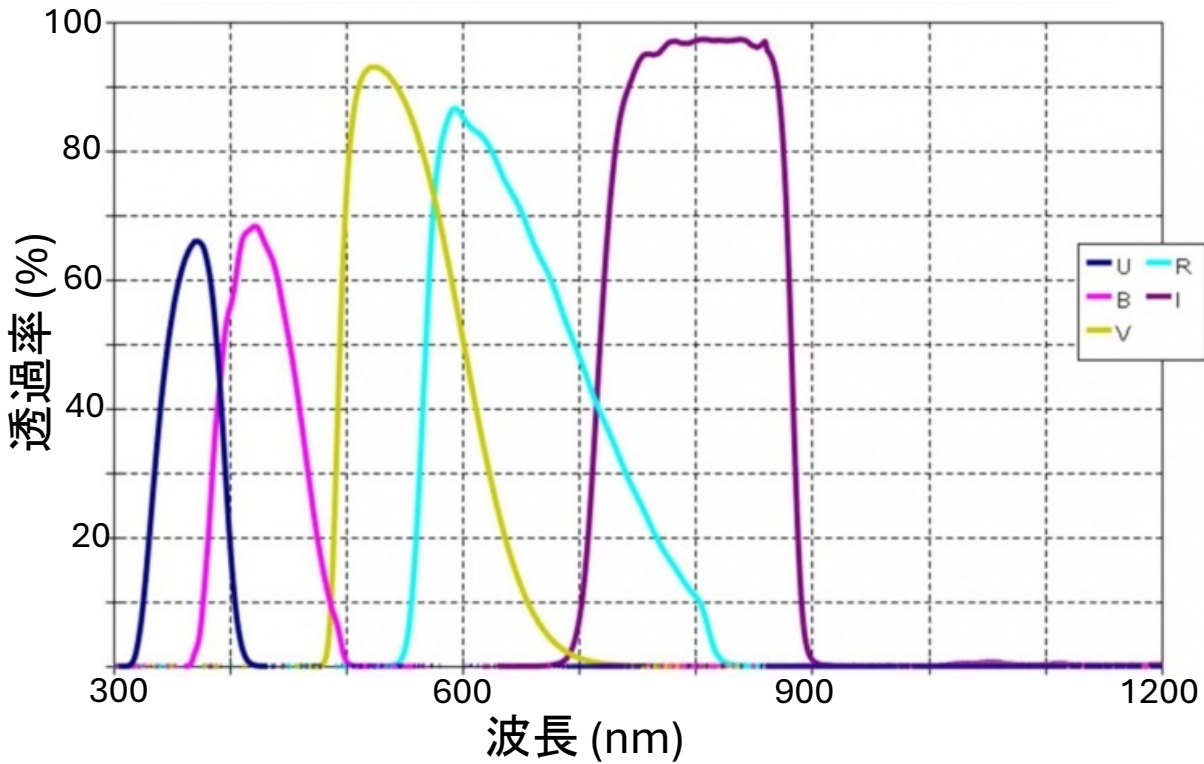
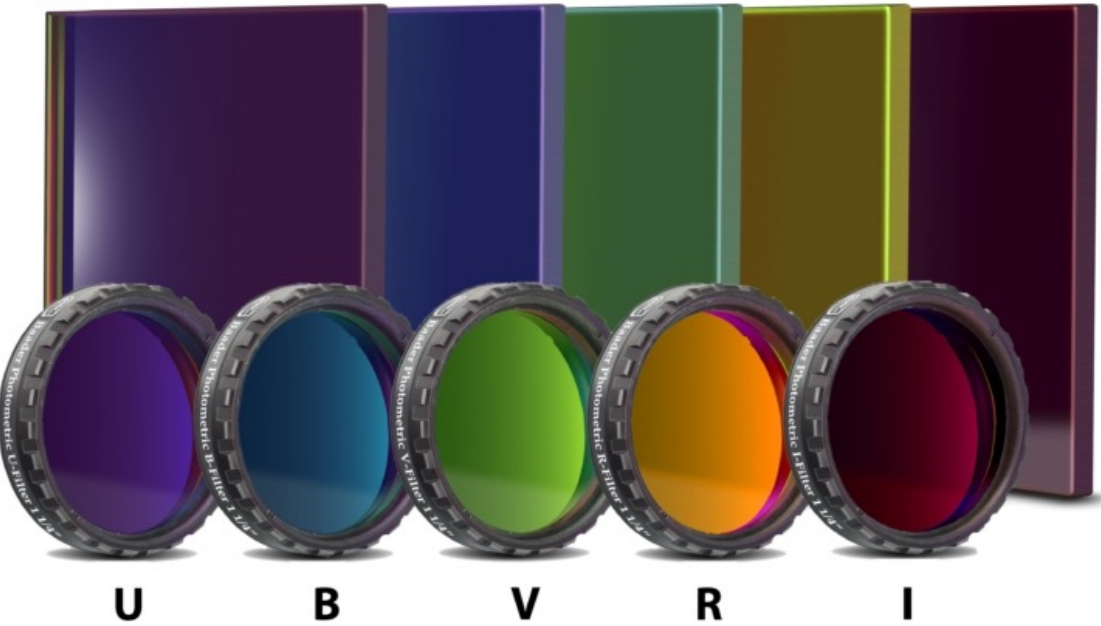


(C)なよろ市立天文台

測光標準星の例：こと座ベガ

フィルター

撮像観測では、多くの場合、ある波長域の光だけを通すフィルターを通して観測を行う。



天体の色

色指数：異なる波長帯間の天体の等級の差

例：

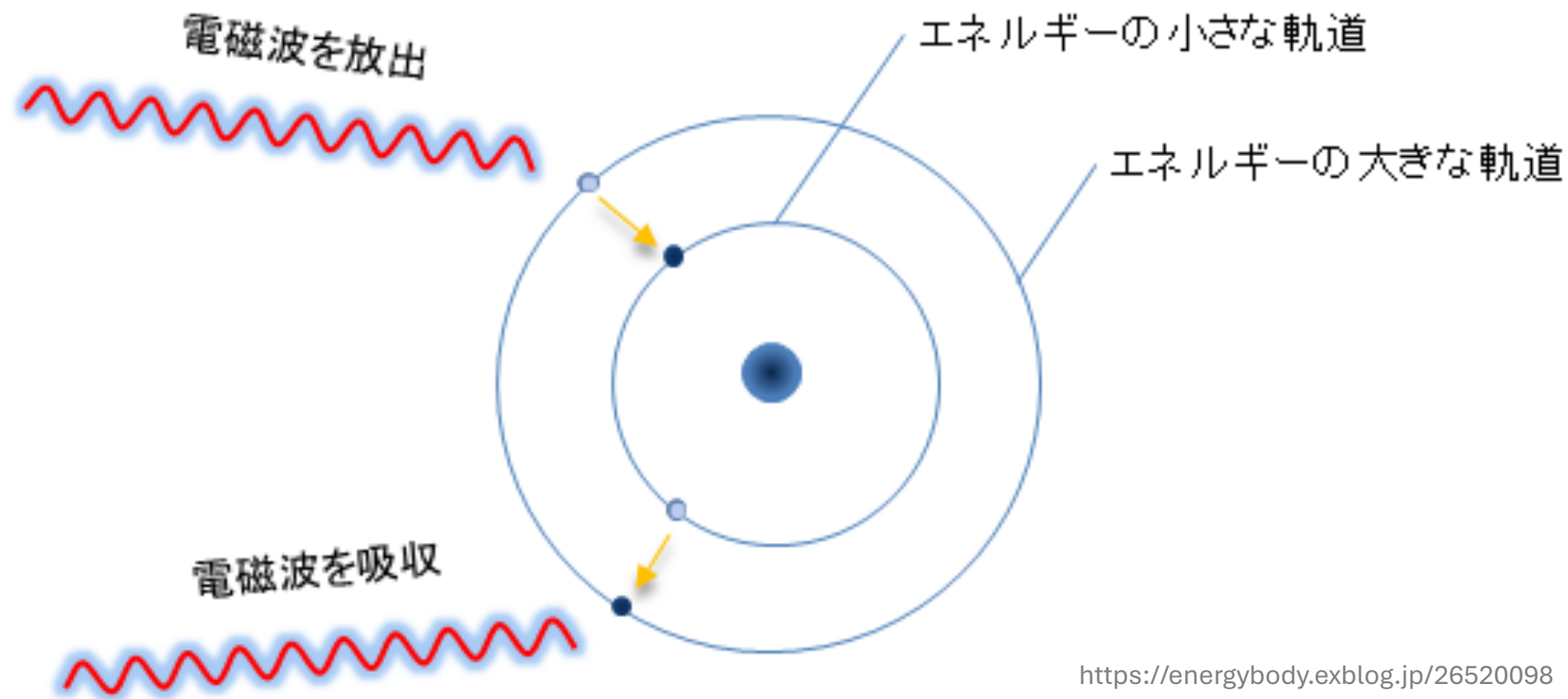
Bバンド（中心波長 $0.44\mu\text{m}$ ）とVバンド（中心波長 $0.55\mu\text{m}$ ）の見かけの等級それぞれ m_B , m_V の時、天体の色は、 $B-V = m_B - m_V$ と表される。

分光

光を波長ごとに分けること

線スペクトル

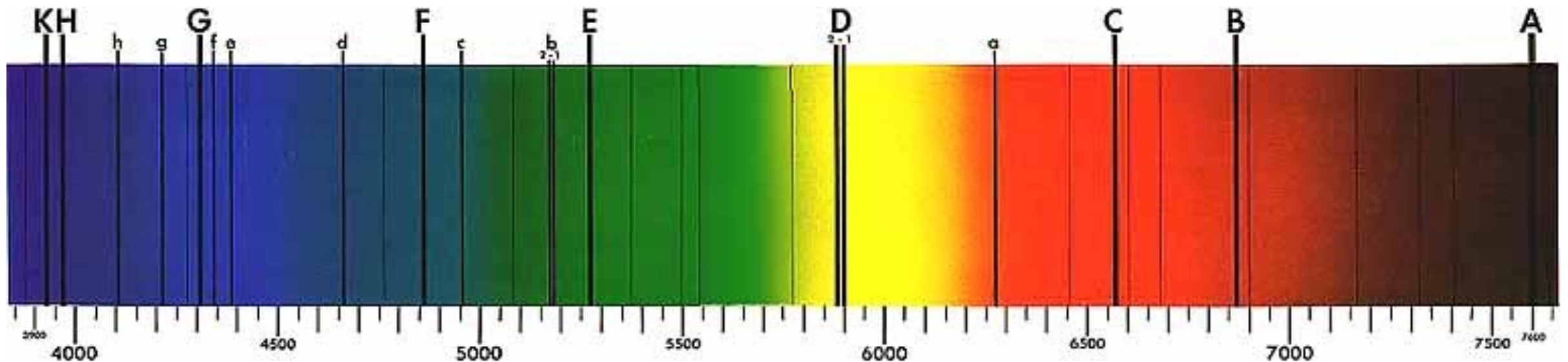
原子、イオン、分子のエネルギー準位間の電子遷移により生じる。



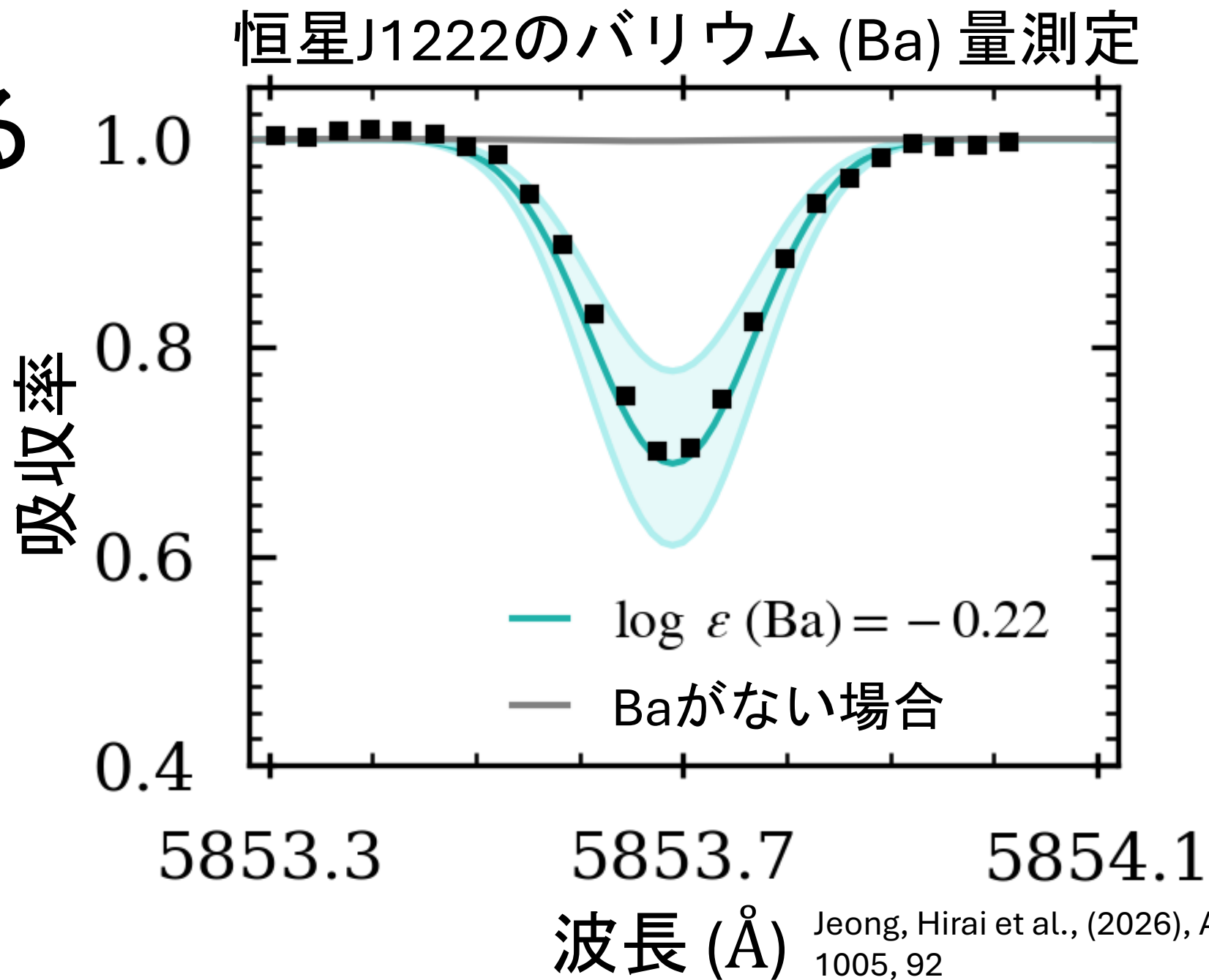
<https://energybody.exblog.jp/26520098>

吸収線（フラウンホーファー線）

恒星表面のガスに存在する元素が特定の波長の光を吸収して生じる。



吸収線による 元素量測定



輝線

特定の波長で強度が強い部分。高温ガスの観測などでみられる。

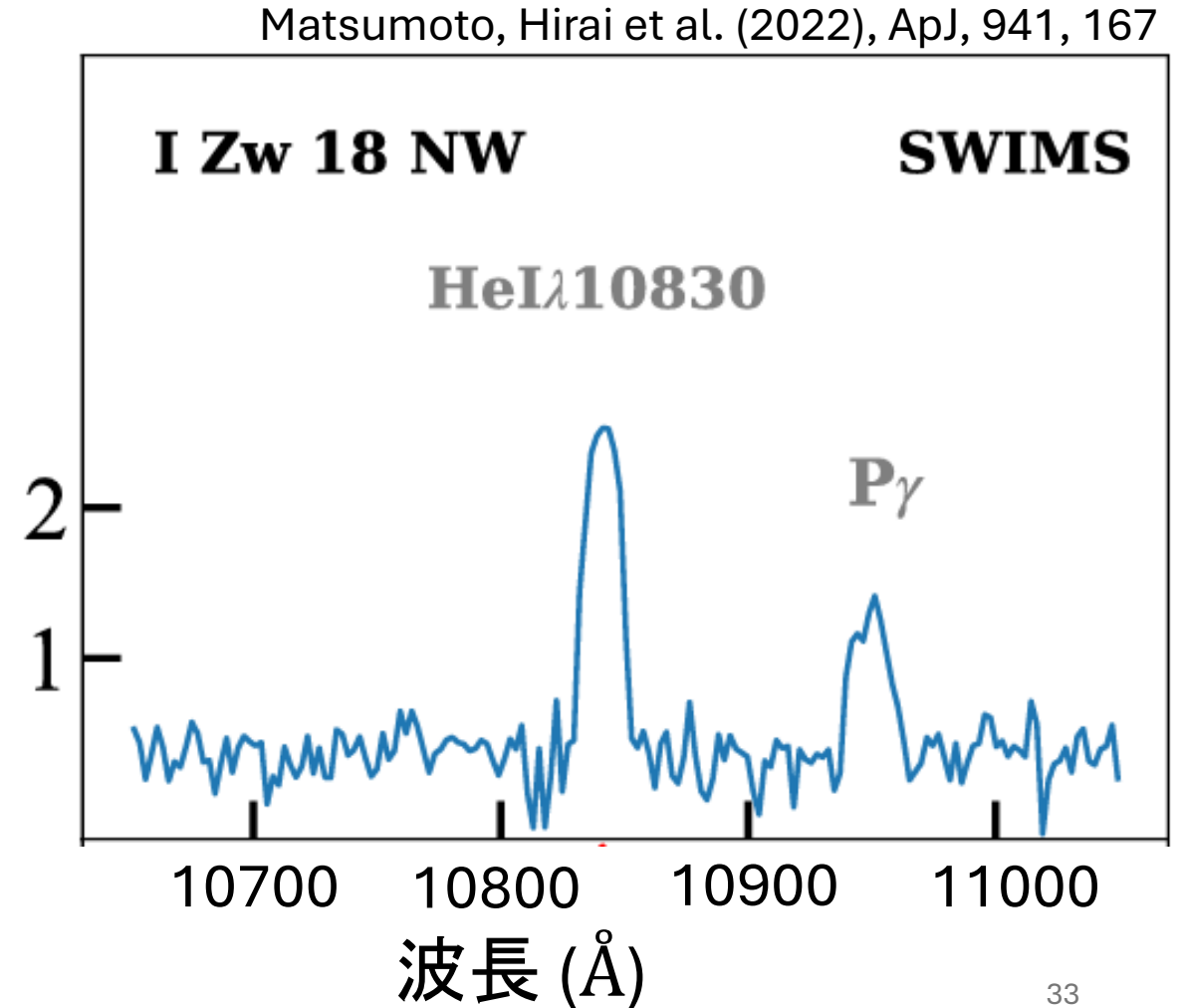


(c) Justinc

銀河ガスからの輝線



フラックス ($10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}$)



今回の内容

ディベートの振り返り

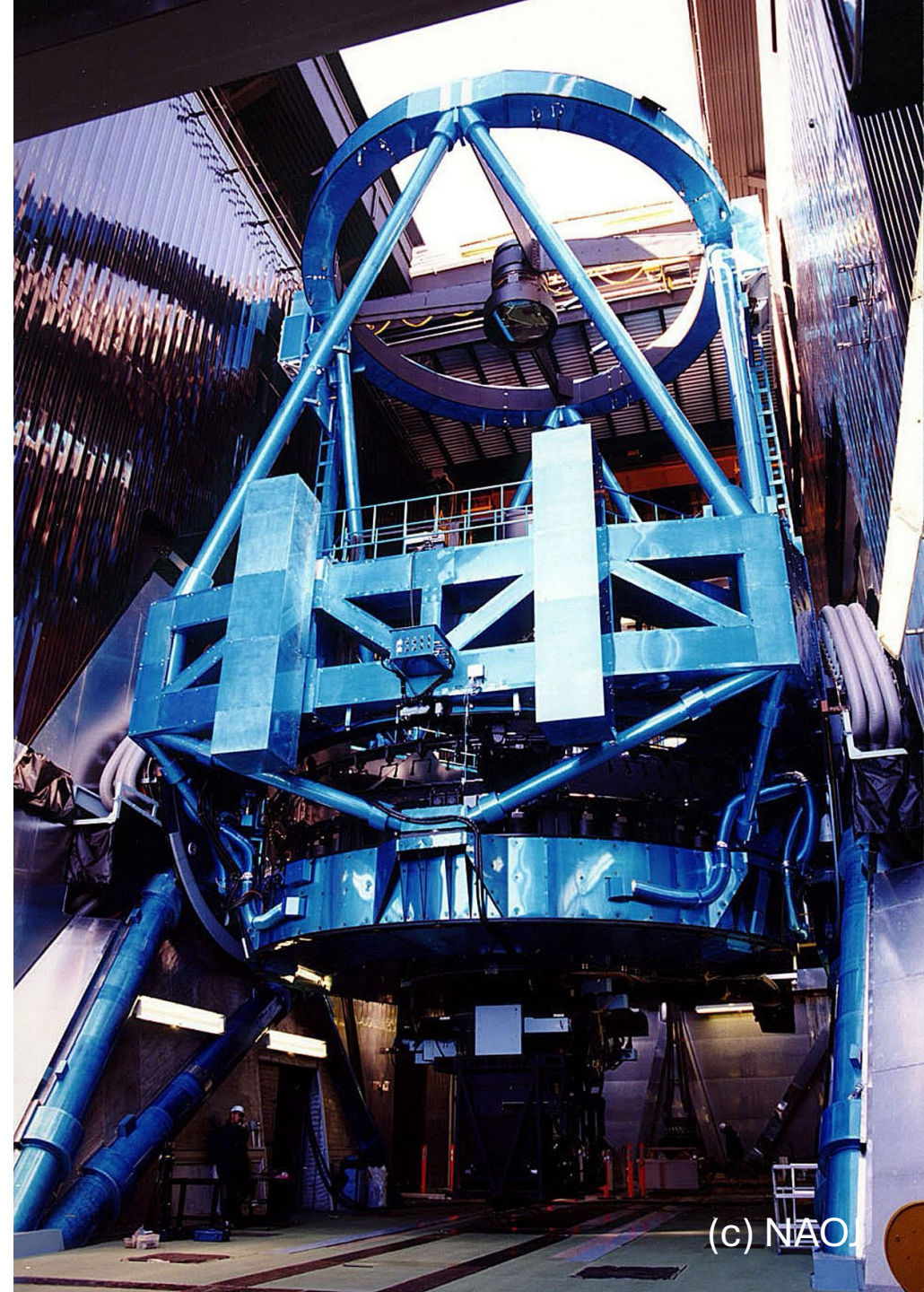
宇宙を理解する手法

観測計画の立て方

望遠鏡やスパコンを 使うには...

- 研究目的
- なぜその望遠鏡が必要で、どの装置を使うのか
- どれくらいの時間観測するのか

などを書き込んだ申請書を書いて提出する。



観測計画の構成

- 研究背景
- 研究目的
- 研究方法
- 予想される結果

研究背景

- 観測対象に対する一般的知識
- 観測しようとする星についてこれまでどのような観測が行われたか
- これまでの観測の問題点

研究目的

観測対象の星の何をどこまで明らかにするのか

研究方法

- 望遠鏡のどの装置を使うか
- 何時間観測するか

予想される結果

その星を観測することで何が
わかるか

実際の（大規模な）観測計画書

Galactic Archaeology with the Subaru ‘Ōnohi‘ula Prime Focus Spectrograph Strategic Program

THE SUBARU/PFS-SSP GA COLLABORATION

MASASHI CHIBA , ROSEMARY F. G. WYSE , EVAN N. KIRBY , JUDITH G. COHEN , LÁSZLÓ DOBOS ,
ROMAN GERASIMOV , MIHO N. ISHIGAKI , KOHEI HAYASHI , CARRIE FILION , MAGDA ARNABOLDI ,
SOURADEEP BHATTACHARYA , YUTAKA HIRAI , CHIAKI KOBAYASHI , YUTAKA KOMIYAMA , PETE B. KUZMA ,
ITSUKI OGAMI , ANA L. CHIES-SANTOS , NICOLE L. KLOCK-MIRANDA , FEDERICO SESTITO , TAMÁS BUDAVÁRI ,
ANDREW P. COOPER , KEYI DING , IVANNA ESCALA , ELISA G. M. FERREIRA , ORTWIN GERHARD ,
LAUREN HENDERSON , JIHYE HONG , SHUNICHI HORIGOME , RYOTA IKEDA , RYO ISHIKAWA,
TAKANOBU KIRIHARA , ZHUOHAN LI , MOHAMMAD K. MARDINI , NICOLAS MARTIN , YOHEI MIKI ,
RIN MIYAZAKI, SAKURAKO OKAMOTO , ROHAN PATRNAIK , KYOSUKE SATO , YOSHIHISA SUZUKI ,
ALEXANDER S. SZALAY , Dafa WARDANA , VISHA WEI , WENBO WU , ZHENYU WU , XINFENG XU ,
XIANHAO YE , ZIQUING YE , XIANGWEI ZHANG , GANG ZHAO , JINGKUN ZHAO  AND XIAOSHENG ZHAO 

Galactic Archaeology with the Subaru ‘Ōnohi‘ula Prime Focus Spectrograph Strategic Program

<https://arxiv.org/abs/2604.09875>

ABSTRACT

The recently commissioned Subaru ‘Ōnohi‘ula Prime Focus Spectrograph (PFS) will obtain spectra from nearly 2,400 fibers that cover 1.24 square degrees. The 360 night Subaru Strategic Program for PFS is dedicating approximately one-third of its allocation (130 nights) to study the structure and evolution of galaxies in the Local Group. This Galactic Archaeological survey has three pillars. (1) We will determine whether the mass density profiles of dwarf galaxies are consistent with cusps, as expected for cold dark matter, or cores, as expected from alternative dark matter theories or baryonic feedback. We will deduce the density profiles as a function of radius from modeling of the full line-of-sight velocity and abundance distributions for six dwarf galaxies. Our total sample will consist of 18,000 member stars to beyond the nominal tidal radius of each system. (2) From measurements of the $[\alpha/\text{Fe}]$ abundance ratio, we will learn the difference in assembly history of the two most massive galaxies in the Local Group: M31 and the Milky Way. We will observe 30,000 member stars over 45 square degrees of M31’s halo and outer disk. (3) We will uncover how the most fragile (outer) part of the Milky Way responded to accretion events both in the distant past (such as Gaia–Sausage Enceladus) and in more recent history (such as the Sagittarius dwarf spheroidal galaxy). To support this study, PFS will provide velocities and metallicities—from which, in combination with photometry, we will deduce ages—for tens of thousands of main-sequence stars out to a Galactocentric distance of ~ 30 kpc.

この授業では...

どの星を観測したら面白そうか、
観測提案プレゼンテーションを行う。

SAGAデータベース

これまでに観測された星のデータベース

<http://sagadatabase.jp/>

今回の目標

宇宙を理解する手法、観測計画の構成について説明できる。

今回の内容

ディベートの振り返り

宇宙を理解する手法

観測計画の立て方

次回

第1回	大型望遠鏡計画とハワイ先住民
第2回	ディベートの方法
第3回	ディベートの準備(1)立論、反駁、尋問
第4回	ディベートの準備(2)ロジックの検討
第5回	ディベートの準備(3)わかりやすい話し方
第6回	ディベートの実施 大型望遠鏡建設について
第7回	宇宙を理解する手法、観測計画の立て方
第8回	データ分析方法 データデータベースの使い方
第9回	問題解決の技術、プレゼンテーションの方法
第10回	プレゼンテーションの準備(1)データ分析
第11回	プレゼンテーションの準備(2)資料の収集
第12回	プレゼンテーションの準備(3)発表練習
第13回	発表会観測計画の発表