

高校生向け天文学実習「銀河学校2021」 オンライン実施報告

大島由佳^{A,B}, 坂井郁哉^{A,B}, 宮田隆志^{A,B}, 吉井譲^{A,B}
高橋英則^B, 新納悠^B, 森由貴^B,
他 銀河学校2021スタッフ, サイエンスステーション

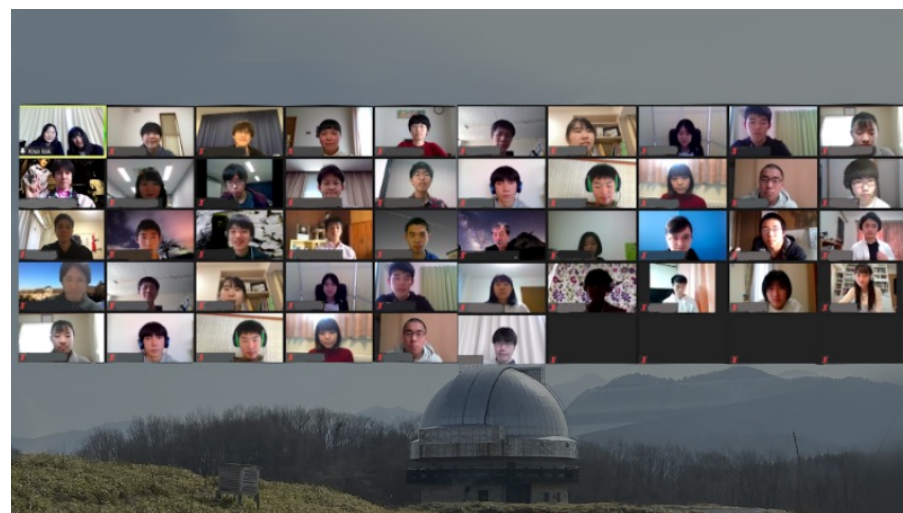
NPO 法人サイエンスステーション^A, 東京大学^B

銀河学校

- 銀河学校: 高校生向けの観測天文学実習プログラム
 - 毎年 30 人程度の高校生を全国から募集
 - 1998 年 - 2021 年にかけて累計 631 人が参加
 - 東京大学木曾観測所で 3 泊 4 日で開催
 - 105 cm シュミット望遠鏡・Tomo-e Gozen カメラで観測
- COVID-19 の影響で 2020 年・2021 年はオンライン開催
→ 銀河学校 2021 は前年の反省を活かして大きく改善できた



[銀河学校2018](#) 集合写真 @ 105cmシュミット望遠鏡



[銀河学校2021](#) 集合写真 @ Zoom

銀河学校の流れ

- 銀河学校の目的：観測天文学の研究を一通り体験してもらう

木曽観測所で開催

オンラインで開催

ドームで
望遠鏡を操作



観測

観測コマンドを作成・
望遠鏡の様子を Zoom で視聴

観測所の
PC で解析



解析

高校生が自宅の PC で解析・
スタッフが Zoom で指導

ホワイトボードに
集まって議論



考察

解析結果を見ながら
Zoom に集まって議論

スライド発表



発表

Zoom に集まって
スライド発表

銀河学校2021の開催方法

- 開催日: 2021/3/26 - 3/29 (4日間)
 - 前年の3日間開催から1日追加

- 参加者: 高1 - 高3 24人
- スタッフ: 班長 2人, TA 9人, 他
 - 議論が盛り上がる良い班編成
 - 解析指導の観点からも問題なかった



- 使用したツール: Zoom, Slack, Makali'i, Googleドライブ, Googleスプレッドシート, Googleスライド
 - ツールが多くならないように選定

銀河学校2021のスケジュール

1日目

| | |
|-------|---------------|
| 10:00 | 開会式 |
| 10:10 | 自己紹介 |
| 11:45 | 講義「天体観測への入り口」 |
| 12:15 | 昼食休憩 |
| 13:30 | 木曾観測所ツアー |
| 15:30 | 研究テーマ紹介・観測準備 |
| 18:30 | 夕食休憩 |
| 19:30 | シュミット望遠鏡観測中継 |
| 21:30 | 1日目終了 |

2日目

| | |
|-------|------------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 講義「班長研究紹介」 |
| 14:30 | 解析 |
| 18:30 | 2日目終了 |

3日目

| | |
|-------|----------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 中間報告会 |
| 14:05 | 解析・考察 |
| 16:05 | レクリエーション |
| 18:15 | 3日目終了 |

4日目

| | |
|-------|-----------|
| 9:00 | 講義「発表の仕方」 |
| 9:20 | 発表準備 |
| 12:30 | 昼食休憩 |
| 14:00 | 発表会 |
| 16:20 | 講評・まとめ |
| 16:50 | 閉校式 |
| 17:00 | 銀河学校終了 |

ゆとりのあるスケジュール

● 前年の課題

- 3日間のタイトスケジュール
- 解析の時間が長引いた
 - 考察の時間が不十分
 - TAが代わりに資料作成・発表

3日目

| | |
|-------|----------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 中間報告会 |
| 14:05 | 解析・考察 |
| 16:05 | レクリエーション |
| 18:15 | 3日目終了 |

● ゆとりのある4日間開催

- 十分な考察・議論を行えた
- 高校生自身がGoogleスライドで資料作成・発表を行った

4日目

| | |
|-------|-----------|
| 9:00 | 講義「発表の仕方」 |
| 9:20 | 発表準備 |
| 12:30 | 昼食休憩 |
| 14:00 | 発表会 |
| 16:20 | 講評・まとめ |
| 16:50 | 閉校式 |
| 17:00 | 銀河学校終了 |

観測準備・観測中継

1 日目

| | |
|-------|----------------------|
| 10:00 | 開会式 |
| 10:10 | 自己紹介 |
| 11:45 | 講義「天体観測への入り口」 |
| 12:15 | 昼食休憩 |
| 13:30 | 木曾観測所ツアー |
| 15:30 | 研究テーマ紹介・ 観測準備 |
| 18:30 | 夕食休憩 |
| 19:30 | シュミット望遠鏡観測中継 |
| 21:30 | 1 日目終了 |

2 日目

| | |
|-------|------------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 講義「班長研究紹介」 |
| 14:30 | 解析 |
| 18:30 | 2 日目終了 |

3 日目

| | |
|-------|----------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 中間報告会 |
| 14:05 | 解析・考察 |
| 16:05 | レクリエーション |
| 18:15 | 3 日目終了 |

4 日目

| | |
|-------|-----------|
| 9:00 | 講義「発表の仕方」 |
| 9:20 | 発表準備 |
| 12:30 | 昼食休憩 |
| 14:00 | 発表会 |
| 16:20 | 講評・まとめ |
| 16:50 | 閉校式 |
| 17:00 | 銀河学校終了 |

研究テーマ・解析

1 日目

| | |
|-------|---------------|
| 10:00 | 開会式 |
| 10:10 | 自己紹介 |
| 11:45 | 講義「天体観測への入り口」 |
| 12:15 | 昼食休憩 |
| 13:30 | 木曾観測所ツアー |
| 15:30 | 研究テーマ紹介・観測準備 |
| 18:30 | 夕食休憩 |
| 19:30 | シュミット望遠鏡観測中継 |
| 21:30 | 1 日目終了 |

2 日目

| | |
|-------|------------|
| 9:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 講義「班長研究紹介」 |
| 14:30 | 解析 |
| 18:30 | 2 日目終了 |

3 日目

| | |
|-------|----------|
| 9:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 中間報告会 |
| 14:05 | 解析・考察 |
| 16:05 | レクリエーション |
| 18:15 | 3 日目終了 |

4 日目

| | |
|-------|-----------|
| 9:00 | 講義「発表の仕方」 |
| 9:20 | 発表準備 |
| 12:30 | 昼食休憩 |
| 14:00 | 発表会 |
| 16:20 | 講評・まとめ |
| 16:50 | 閉校式 |
| 17:00 | 銀河学校終了 |

銀河学校2021の研究テーマ

- 前年の課題: 最低限必要な解析が多かった (複数バンドの測光)
- 研究テーマ: 天の川銀河の厚みは?
 - 銀緯0度と銀緯90度方向を撮像
 - それぞれの方向の星の密度の違いから天の川銀河の厚みを算出

※ ジュニアセッションで高校生が発表予定 (46T)

結果



© NAOJ 4D2U project

| 名前 | 算出した銀河の厚みの半分[pc] | 各領域の個数の標準偏差 |
|------|------------------|-------------|
| | 649 | 31.4 |
| | 483 | 21.4 |
| | 739 | 63.4 |
| | 781 | 34.2 |
| | 661 | 45.3 |
| | 669 | 27.9 |
| 平均 | 664 | — |
| 文献値* | 約300 | — |

銀河学校2021 D班発表資料より

- 最低限必要な解析が少なく考察の時間を長く取れた
- 高校生のやる気次第でさらに解析・考察できる点も良かった

解析・考察

● 解析

- 丁寧な解析の手引きを作成し事前に配布
- TAがZoomでMakali'iの使い方を指導・進捗確認

● 考察

- Googleスプレッドシートで結果を共有しながら議論

● 高校生同士のコミュニケーション

- 日程後半では高校生の自主性に任せた
- 高校生同士での教え合い・役割分担が見られた ← 前年の課題を克服

手順2. 一次処理：ダーク補正

手順3. 開口測光 & 計数

手順5. 測光結果のまとめ：等級への変換

具体的な流れ

- 補正したい画像を1枚見つけたら、右図のような「SKYの明るさ」を測る。
- ツールバーの「画」をクリックして「SKYの明るさ」を測る。
- 画像ファイルから「SKYの明るさ」を測る。
- 「ファイル」の「ダーク補正を行う」をクリックする。
(例: nnn.fits -> nnn_000.fits)

概要説明2

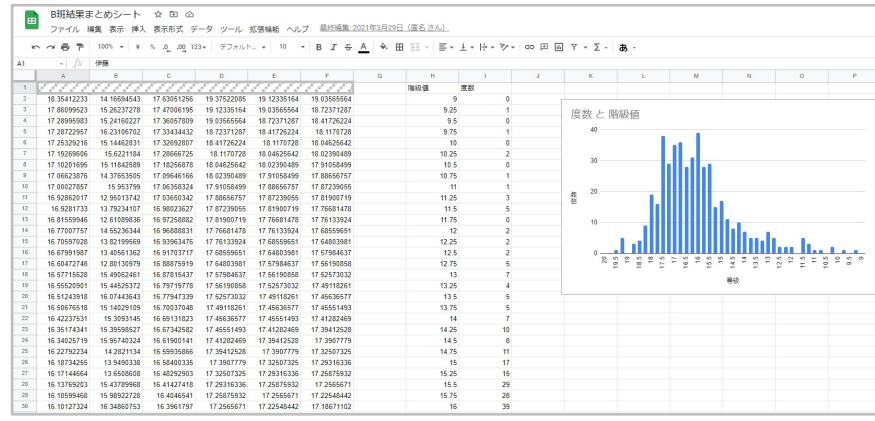
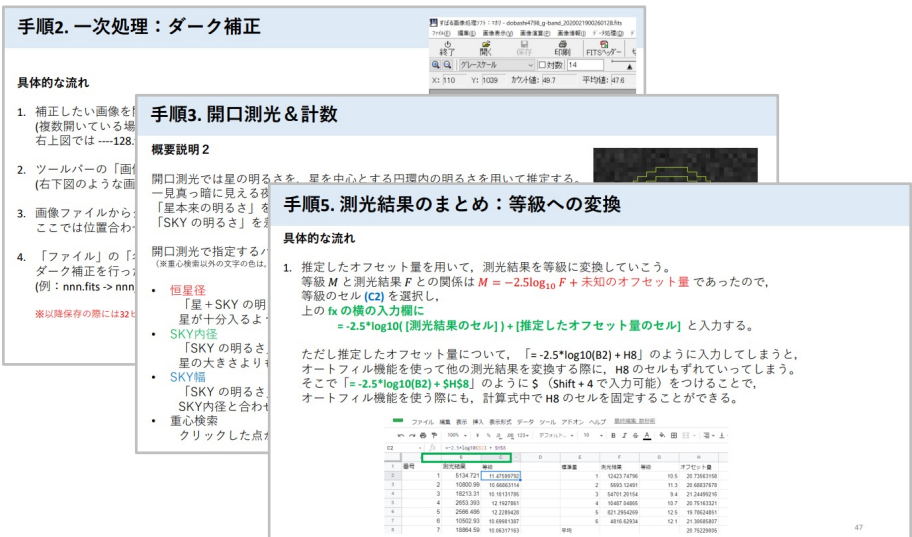
開口測光では星の明るさを、星を中心とする円内の明るさを用いて推定する。

開口測光で指定する半径は、星が十分入る大きさとする。

具体的な流れ

- 推定したオフセット量を用いて、測光結果を等級に変換していく。
等級 M と測光結果 F の関係は $M = -2.5 \log_{10} F + \text{未知のオフセット量}$ であったので、等級のセル (C2) を選択し、上の fx の横の入力欄に $= -2.5 * \log_{10}(\text{測光結果のセル}) + [\text{推定したオフセット量のセル}]$ と入力する。

ただし推定したオフセット量について、 $[-2.5 * \log_{10}(B2) + H8]$ のように入力してしまうと、オートフィル機能を使って他の測光結果を交換する際に、H8のセルもずれていってしまう。そこで $[-2.5 * \log_{10}(B2) + \$H\$8]$ のように \$ (Shift + 4 で入力可能) をつけることで、オートフィル機能を使う際にも、計算式中で H8 のセルを固定することができる。



銀河学校2021 解析の手引きより

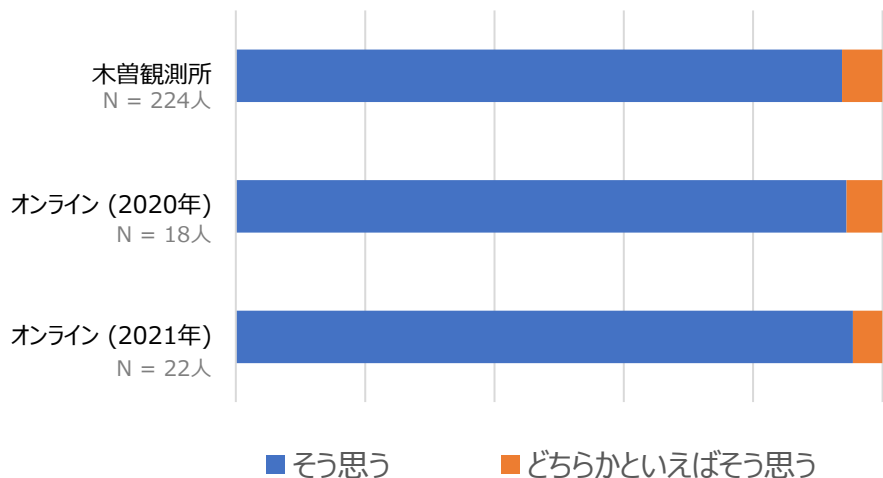
日本天文学会 2022/03/03 オンライン開催

銀河学校2021 B班結果まとめシートより

高校生へのアンケート結果

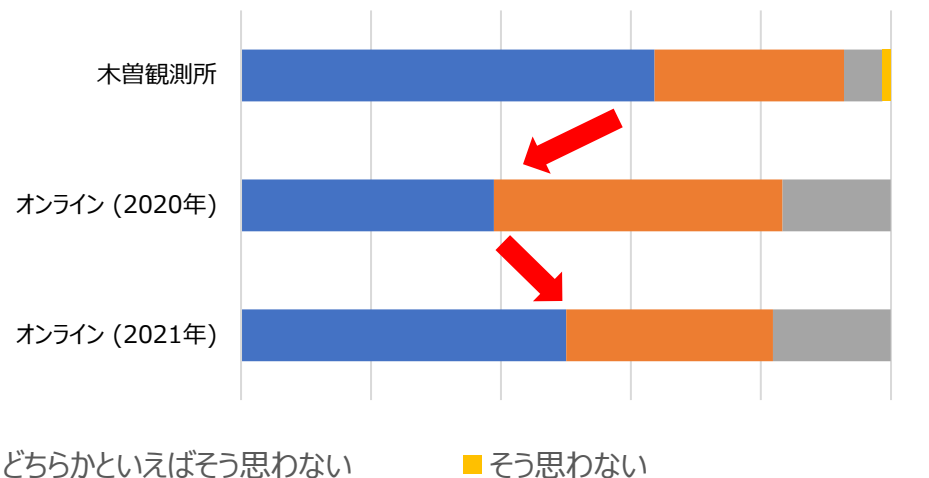
銀河学校はおもしろかったですか？

0% 20% 40% 60% 80% 100%



班の人と議論できましたか？

0% 20% 40% 60% 80% 100%



- オンラインでも高い満足度を維持

- オンラインでのコミュニケーションは難しい
- 前年より向上できた

まとめ

- 高校生向け天文学実習「銀河学校 2021」をオンライン開催した
 - オンライン開催には依然として様々な制約・困難があるが前年の反省を活かし
 - ・ 高校生が観測に主体的に参加できた
 - ・ 高校生同士での活発な議論が見られた
 - ・ 高校生自身が資料を作成し充実した発表会を行ったなどの大きな改善を行えた
- オンラインでも観測天文学の研究を体験してもらうことができた

- ジュニアセッションにて高校生が研究成果を発表予定 (46T)
- 今年 3/26 - 3/29 には「銀河学校 2022」を木曾観測所で開催予定 (オンラインに変更の可能性あり)

予備スライド

高校生同士のコミュニケーションの促進

1日目

| | |
|-------|---------------|
| 10:00 | 開会式 |
| 10:10 | 自己紹介 |
| 11:45 | 講義「天体観測への入り口」 |
| 12:15 | 昼食休憩 |
| 13:30 | 木曾観測所ツアー |
| 15:30 | 研究テーマ紹介・観測準備 |
| | ⋮ |

3日目

| | |
|-------|----------|
| 09:00 | 解析 |
| 11:30 | 昼食休憩 |
| 13:00 | 中間報告会 |
| 14:05 | 解析・考察 |
| 16:05 | レクリエーション |
| 18:15 | 3日目終了 |

- 前年の課題: 高校生同士のコミュニケーションが不足
- 自己紹介
 - 自己紹介スライドを見て質問・自分との共通点があれば発言
- 最初の講義「天体観測の入り口」
 - 高校生に自由に意見を言ってもらおう場面
- レクリエーション
 - 単なるクイズ大会ではなく班で相談しながらマスを取り合うルール

各ツールの使用方法

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| Zoom | 開催場所 |
| Slack | チャット Zoomが閉じている時間でも質問できる |
| Makali'i | 解析ソフト |
| Gooleドライブ※ | 観測データ・資料置き場 観測データはzip形式を使わずに配布 |
| Googleスプレッドシート | グラフ作成・結果の共有 |
| Googleスライド | 発表資料作成 |

※ 前年はwiki(パスワード付きウェブサイト)を使用していた

高校生へのアンケート結果

銀河学校はおもしろかったですか？

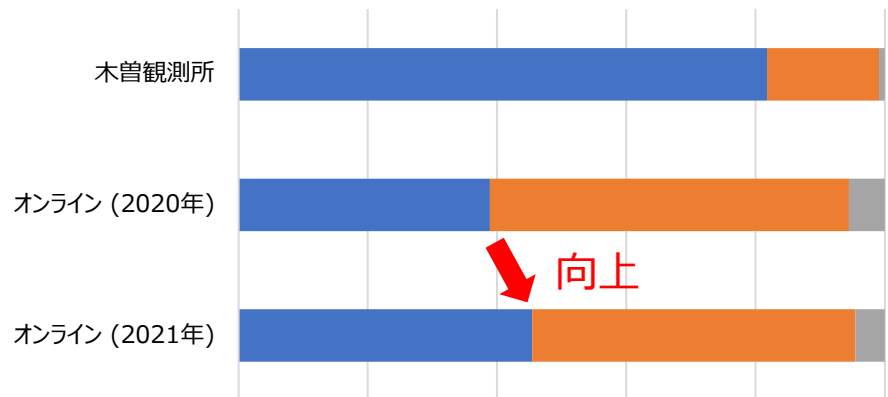
0% 20% 40% 60% 80% 100%



→ 高い満足度

班の人と打ち解け合うことができましたか？

0% 20% 40% 60% 80% 100%



↑ 向上

班の人と協力して研究できましたか？

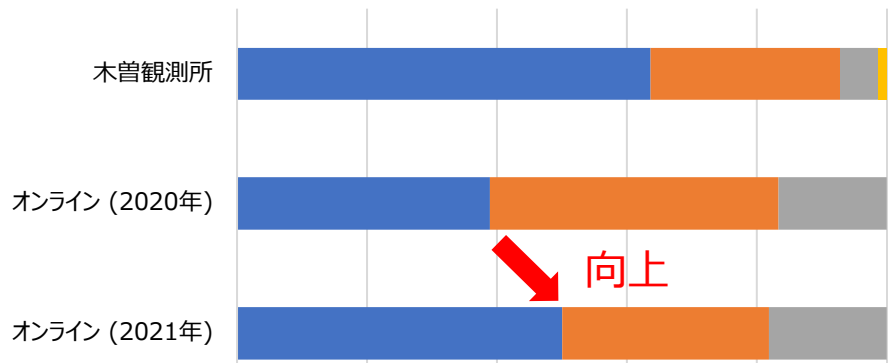
0% 20% 40% 60% 80% 100%



→ 解析を個人作業と感じたためか

班の人と議論できましたか？

0% 20% 40% 60% 80% 100%



↑ 向上

→ スタッフの所感とも一致

■ そう思う ■ どちらかといえばそう思う ■ どちらかといえばそう思わない ■ そう思わない

高校生へのアンケート結果

研究内容をどのくらい理解できましたか？

