

大阪公立大高専における特別研究 ～ソフィア・堺 天文台での観測～

室谷文祥*, 徳利道**, 東田侑樹**, 山道千賀子**

A Case Study of Interdisciplinary Research at OMUCT —Observation at Sophia Sakai Observatory—

Hisayoshi MUROYA*, Toshimichi TOKU**, Yuki HIGASHIDA**, Chikako YAMAMICHI**

要旨

大阪公立大学工業高等専門学校(旧校名 大阪府立大学工業高等専門学校, 大阪府立工業高等専門学校)では, 2005年度より2023年度まで, 第3学年を対象として, 一般科目「特別研究」を通年2単位, 必修得科目で開講してきた. このたび, 「特別研究」の後期において, ソフィア・堺 プラネタリウム解説員の協力のもと, 研究の一助として, ソフィア・堺 天文台に設置された60cm反射望遠鏡を用いたオンライン観測, および天文台の見学会を実施したので, その詳細について報告し, 今後の展望を述べる.

キーワード: 特別研究, 天文教育, 主体的な学び, 総合的な学習, 課題探求

1. はじめに

大阪公立大学工業高等専門学校(以下, 旧校名も含めて「本校」と略す)では, 学生の主体的な学修を促し, 「問題発見」「問題探求(調査・考察)」「まとめ・プレゼンテーション」のプロセスを体験させることを目的として, 2005年度より2023年度まで, 第3学年を対象として, 一般科目「特別研究」を通年2単位, 必修得科目で開講してきた. 前期には, 2名の教員が1クラスを担当し, 学生は研究倫理・調査の基礎を学ぶとともに, 班ごとに研究を実践し, 報告書作成とプレゼンテーションを行った. また, 後期には, 一般科目教員16名(2012年度以前は20名)がテーマを設定し, 学生の希望に基づいて配属を決定し, 約10人の学生を担当する少人数ゼミの形式で実施した. 後期のテーマは, 必ずしも担当教員自身の専門領域にはかかわらず, 定めていた.

室谷は, 従前より「特別研究」(後期)を担当する際は, 研究テーマを「宇宙全般に関すること」に設定し, 履修学生を対象に, 研究の一助として天体観察会を行っていた. 2021年からは, 開講期間中に土星, 木星の観望が可能に

なり, また, 太陽活動の極大期も近づいたことから, 研究テーマを「学内での天体観察会の実施」に関連するものに設定した.

本稿では, 特別研究(後期)において, 室谷の研究テーマを履修した学生を対象に, 研究の一助としてソフィア・堺で実施したオンライン観測と天文台の見学会について, その詳細を報告し, 今後の展望を述べる.

なお, 「特別研究」における様々な取り組みや, 後期に設定された多岐にわたる特色あるテーマについては, 本校紀要([1]-[4])や日本高専学会, および学会誌([5]-[9])で紹介されているので, そちらを参照いただきたい.

2. ソフィア・堺 天文台

堺市教育文化センター(以下, ソフィア・堺)は, 1994年7月に大阪府堺市中区で開館した, 市民の生涯学習と芸術文化の活動の場, 教育に関する研究及び教職員への研修・教育相談等の場を提供する複合施設である. ソフィア・堺では, さまざまな文化や科学に関する活動が行われており, 直近では2024年7月に堺市教育委員会・堺科学教育振興会の主催, 大阪公立大学・桃山学院大学の後援で「令和6年度 堺科学教育フェスタ」が実施された.

施設の2階には直径18mの巨大ドーム型スクリーンを持つプラネタリウムがあり, 投影プログラムでは, 星空や天の川がリアルに投影され, まるで宇宙に浮かんでいるかのような感覚を味わうことができる. プラネタリウム

2024年9月3日 受理

* 総合工学システム学科 一般科目系

(Dept. of Technological Systems : General Education)

** ソフィア・堺 プラネタリウム解説員

(Sophia Sakai Planetarium Presenter)

では、特別なイベントとして、定期的に「天文教室」や「星のおはなし会」なども開催している。

施設の6階には大阪府内最大級の口径60cmの反射望遠鏡を備えた天文台があり、毎週開かれる天体観察会では、この反射望遠鏡の他、口径15cmの大型双眼鏡なども用いて、堺の街から月や惑星を観望することができる。



図1 口径60cmカセグレン式反射望遠鏡

3. 特別研究におけるソフィア・堺天文台での観測

本節では、「学内での天体観察会の実施」に関連する「特別研究」(後期)研究テーマの一助として、履修学生を対象に、2021年度から2023年度までに実施したソフィア・堺天文台での観測、および天文台の見学会を、年度ごとの新型コロナウイルス感染症に関する状況も振り返りながら報告する。

3.1 2021年度のオンライン観測

2020年度に発令された新型コロナウイルス感染症に関する「緊急事態宣言」により、ソフィア・堺を含む大阪府下にある公共教育機関は2020年4月8日(水)から5月28日(木)まで休館となった。

2021年4月25日(日)には、3回目の「緊急事態宣言」が発令された。6月21日(月)時点で、大阪府は「まん延防止等重点措置」に移行したが、ソフィア・堺の開館時間は20時までに短縮されていた。室谷は、2019年度までは「特別研究」(後期)のテーマを「宇宙について考える」としていた。また、研究の一助として、履修学生を対象に望遠鏡を用いた天体観察会を行っていた。しかし、感染拡大の影響を考慮すると、2021年度の後期に従来のような取り組みができない恐れがあったため、「天体観察会の遠隔実施」を新たなテーマに設定した。学生に案内したテーマの概要は下記の通りである。

このたびの新型コロナウイルスによる緊急事態宣言の影響は、大型商業施設等の閉鎖に留まらず、大阪府下の公開天文台を含む、公共教育施設の閉館にまで及びました。6月末の段階で、大阪府はまん延防止等重点措置に移行したものの、公開天文台の開館時間は20時までに短縮されており、人を集めて天体観察会を行うことが難しい状況です。そのため、残念ではありますが、以前のように学内で集まって天体観察会を行うことは断念せざるを得ません。本研究テーマでは、この状況を解決するための新しい取り組みとして、「オンライン天体観察会」を計画します。まずは、望遠鏡にCMOSセンサーカメラを取り付け、データをオンラインで配信する方法、配信者と参加者が双方向でコミュニケーションを取る方法を調べましょう。

新たな研究テーマの設定にあわせ、その一助として、履修学生を対象にソフィア・堺天文台からのオンライン配信を行うことにした。1回目のソフィア・堺でのオンライン観測は、10月28日(木)17時30分～19時30分に行った。使用した機材とソフトウェアは下記の通りである。

CMOSカメラ	ZWO ASI224MC
フィルター	UV IR カットフィルター
望遠鏡	口径60cm カセグレン式反射望遠鏡
ノートPC	マウスコンピューター EH345W10
記録媒体	UHS-I microSD カード
ソフトウェア	FireCapture, Zoom



図2 CMOSカメラZWO ASI224MC

口径60cmカセグレン式反射望遠鏡はコンピューター制御で天体を自動導入できるようになっている。CMOSカメラに搭載されたイメージセンサーは、カラーセンサーで、可視光の他に、紫外線(UV: Ultra Violet)と赤外線(IR: Infrared)にも反応する。そのため、UV IRカットフィルタ(紫外線・赤外線カットフィルタ)を取り付け、可視光のみを受光できるようにした。観測した天体は木星と土星で、Zoomを用いてライブ配信した。また、ノートPCに搭載されたWebカメラを用いて、天文台の紹介を行うと

ともに、自動導入によって望遠鏡が動く様子を配信した。Zoom でレコーディングした動画、およびFireCapture で撮影した動画は、Youtube を用いてオンデマンド配信した。



図3 配信した木星と土星の画像

2 回目のオンライン観測は11月18日(木)17時30分～19時30分に行った。観測した天体は月齢13.2の月で、使用した機材とソフトウェアは下記の通りである。

CMOS カメラ	ZWO ASI290MM
フィルター	Astronomik Pro-Planet 742
望遠鏡	口径60cm カセグレン式反射望遠鏡
ノートPC	マウスコンピューター EH345W10
記録媒体	UHS-I microSD カード
ソフトウェア	FireCapture, Zoom

CMOS カメラに搭載されたイメージセンサーは、モノクロセンサーである。大気揺らぎの影響を軽減するために、波長742nm以下の光をカットするフィルターを取り付け、1回目と同様にZoomを用いてライブ配信を行った。また、FireCaptureで撮影した動画は、Youtubeを用いてオンデマンド配信した。

他に、10月21日(木)と12月16日(木)にもオンライン観測を予定していたが、曇天のため中止した。

3.2 2022年度のオンライン観測

2022年3月21日(月)に大阪府の「まん延防止等重点措置」が解除され、行動制限が無くなったものの、新型コロナウイルス感染症は依然として「新型インフルエンザ等感染症(いわゆる2類相当)」に位置付けられていた。

本校においても、2019年度以来3年ぶりに1年生の宿泊行事が実施されたが、感染症の拡大を防ぐため、密を避けることが引き続き求められた。2019年度以前、室谷が宿泊行事を引率した際は、望遠鏡を用いた天体観察会を行っていた。しかし、気温が下がる夜間の屋外活動を避けるため、2022年度は実施を見送った。

特別研究(後期)においても、同様の理由により研究テーマを「日中の天体観察会」に設定した。学生に案内した

テーマの概要は下記の通りである。

日中は太陽の光の影響で空が明るく、星座や星雲・星団を見ることができません。そのため、通常は太陽観望を除き、天体観察会は夜間に実施されます。本研究テーマでは、この常識にとらわれない取り組みとして「日中の天体観察会」を実施します。予算の関係上、海外に天体望遠鏡と機材を設置し、時差を使うことは難しいですが、日中どのような形で天体観察会が出来るか考え、課題に取り組みしましょう。密を避けるため、天体観察会の実施形式は原則オンラインとします。また、BYODでノートパソコン等を使用する可能性もあります。なお、天体望遠鏡で太陽を直視した場合、失明します。万一の事故を避けるため、本研究テーマでは望遠鏡の直視はせず、カメラ等を使用する方法を取ります。

また、2021年度に引き続き、研究の一助として、履修学生を対象にソフィア・堺天文台からのオンライン配信を行うことにした。2022年度最初のオンライン観測は日中の11月8日(火)13時～15時を予定していたが、太陽観測に使用する機材確認、および調整に手間を要したため、日を改めて配信を行うことにした。

2回目のオンライン観測は夜間の11月10日(木)18時～20時に行った。観測した天体は木星、土星、月で、2021年度と同様の機材を使用した。月齢は15.7で、19時半の段階でも月の高度が低かったが、欠け際にあるペタビウスクレーターが観測された。



図4 配信した月面の画像

3回目のオンライン観測は日中の11月15日(火)13時～15時に行った。使用した機材は下記の通りである。

CMOS カメラ	PlayerOne Xena-M
望遠鏡	コロナド P. S. T. H α 太陽望遠鏡
赤道儀	ビクセン SXP 赤道儀
ノートPC	MSI Katana
記録媒体	ポータブル外付けSSD
使用ソフト	FireCapture, Zoom

P. S. T. (Personal Solar Telescope) H α 太陽望遠鏡には、H α 線からの半値幅 0.1nm 以下のフィルターが搭載されており、CMOS カメラを接続すれば、太陽の H α 線そのまま撮影することができる。ここで、H α 線とは、水素原子が放射するバルマー線のうち、主量子数 $n=3$ と $n=2$ のエネルギー準位のあいだを電子が遷移するときのスペクトル線を表し、その波長は 656.3nm である。H α 線で観測すると、主に太陽表面からの高さ約 1,000km、温度約 1 万 K の層を観測することができる。単一波長で観測を行うことになるため、CMOS カメラはモノクロセンサーが搭載され、太陽全体が撮像できるものを使用した。

これらの機材を使用し、彩層、ダークフィラメント、プロミネンスの観測を行った。また、観測中に C8.9 級のフレアが発生したので、それをオンデマンド配信した。

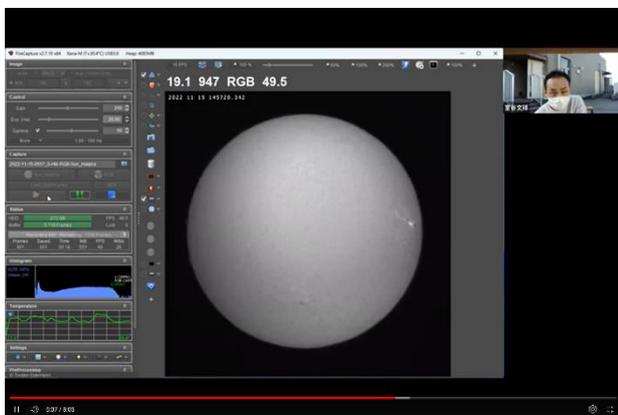


図 5 フレア発生直後の配信

図 6 は、フレア発生前後の動画に画像処理を施し、太陽面を比較したものである。

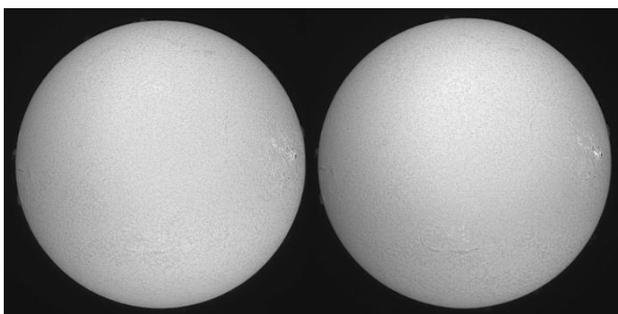


図 6 フレア発生前後の比較

3.3 2023 年度の見学会

2023 年 5 月 8 日 (月) に、新型コロナウイルス感染症は感染症法上で 5 類感染症に分類された。後期の「特別研究」においても、履修学生を対象に放課後の対面形式での天体観察会を復活させるとともに、テーマを「DX 天体

観察会」として、デジタルの力を活用したテレビ観望を行うことにした。ここで、テレビ観望とは、天体撮影用 CMOS カメラなどを使い、ノートパソコンやスマートフォンの画面に天体の映像をリアルタイムで映し出す観望方法であり、肉眼では見えにくい星雲や銀河などを画面に映し出すことができる ([10]–[12])。学生に案内したテーマの概要は下記の通りである。

望遠鏡を使うと、月や惑星、散開星団は大変見応えがあります。その一方、星雲や銀河については、図鑑に載っているものをイメージして望遠鏡を覗き込むと、あまりの淡さががっかりします。しかしながら、この常識は過去のものになりつつあります。この 3 年間で、デジタル技術を駆使し、星雲・星団を「観望する」方法が一気に普及しました。本研究テーマでは、デジタルの力を活用した天体観察会 (DX 天体観察会) を企画します。まずはパソコンやタブレットで望遠鏡を自動制御し、月や惑星、散開星団を眼視観望することから始めましょう。そして、CMOS センサーカメラや干渉フィルター、専用のソフトウェアを使って、星雲や銀河の観望にチャレンジしましょう。

また、2022 年度の校名変更とそれに伴うコース再編・カリキュラム改革により、2023 年度は本校で一般科目「特別研究」が開講される最後の年度となった。これを鑑み、「特別研究」(後期)における最後の研究テーマの一助とすべく、履修学生をソフィア・堺に引率し、「ソフィア・堺 見学会」を実施することにした。見学会は、天候不良による順延を経て、2023 年 12 月 21 日 (木) の 18 時 30 分～20 時 30 分に実施した。履修学生 10 名のうち、欠席した学生 1 名を除く 9 名が見学会に参加した。この日の天気は「曇りのち晴れ」で、開始時刻からしばらくは曇天となったため、プラネタリウム解説員が天文台の紹介を行った。その後、19 時 20 分頃から北の空に晴れ間が広がったため、口径 60cm カセグレン式反射望遠鏡、口径 15cm の大型双眼鏡、口径 11cm のカタディオプトリック式反射望遠鏡を使用して眼視観望を行った。

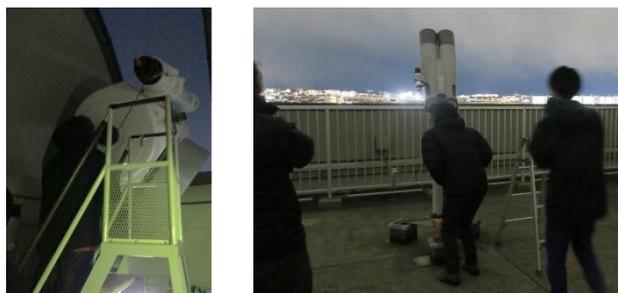


図 7 反射望遠鏡と大型双眼鏡による眼視観望

表1 見学会で眼視観望した天体

・太陽系天体	月, 土星, 木星, 天王星, 海王星
・恒星	夏の大三角, アルビレオ, カペラ こと座イプシロン
・メシエ天体	M31 アンドロメダ銀河 M45 プレアデス星団 (すばる)
・NGC 天体	NGC 869, NGC 884 (ペルセウス座二重星団) NGC 2244 (ばら星雲中心部にある散開星団)

また、60cm カセグレン式反射望遠鏡では、電視観望も行った。使用した機材は下記の通りである。

CMOS カメラ	PlayerOne Neptune-CII
フィルター	サイトロン Comet BP フィルター IDAS GNB フィルター
望遠鏡	60cm カセグレン式反射望遠鏡
ノート PC	Panasonic Let's Note
記録媒体	ポータブル外付け SSD
使用ソフト	SharpCapPro

表2 見学会で電視観望した天体

・太陽系天体	土星, 木星
・メシエ天体	M1 かに星雲 M31 アンドロメダ銀河 M42 オリオン大星雲

見学会終了後、参加学生を対象に任意回答のアンケートを実施した。アンケート項目は表3の通りである。Q1～Q4の選択肢は「A(良く当てはまる)」～「E(全く当てはまらない)」の5つとし、Q5の選択肢は「A(眼視観望)」 「B(電視観望)」 「C(どちらともいえない)」の3つとした。また、Q6は自由記述形式とした。

表3 見学会のアンケート項目

・Q1	60cm 望遠鏡による眼視観望では、導入した天体は見やすかったですか。
・Q2	15cm 双眼鏡による眼視観望では、導入した天体は見やすかったですか。
・Q3	60cm 望遠鏡による電視観望では、希望通りに天体を観測できましたか。
・Q4	総合的に見て、良い見学会でしたか。
・Q5	60cm 望遠鏡による眼視観望と電視観望では、どちらの方が良かったですか。
・Q6	見学会の感想を教えてください。

本アンケートでは参加学生8名の回答が得られた。集計結果、および感想は下記の通りである。

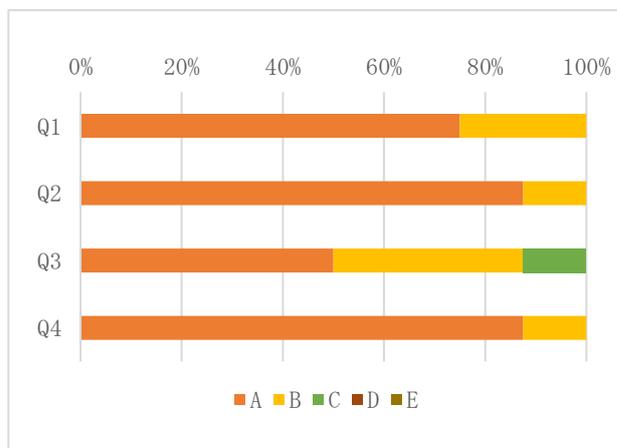


図8 アンケート項目 Q1～Q4 の集計結果

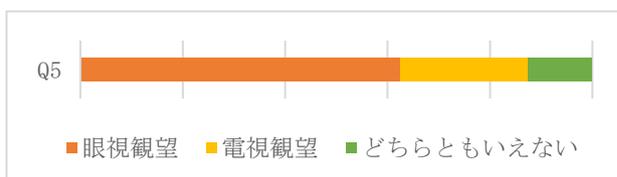


図9 アンケート項目 Q5 の集計結果

表4 アンケート項目 Q6 : 見学会の感想

- ・最初は曇りでしたが、徐々に晴れて天体観測ができたので良かったです。
- ・前に学校で接眼レンズ越しに観た土星が (今日は) かなりくっきりしてた
- ・学校の望遠鏡では考えられない規模の望遠鏡での観望ができ、今後のDX 観察会に役立てられる経験になりました。
- ・普段見ることのできない天体を大口径の望遠鏡、双眼鏡で見ることができ、とても貴重な体験になった。
- ・星がとても綺麗に見れた。
- ・15cm 双眼鏡で観測した月が眩しすぎるくらいピカピカしていた
- ・ばら星雲で有名な6つの星が並んだ星団や二重星団など宇宙を感じられるものを観望でき、とても見応えがあって宇宙を身近に感じられました。また、60cm 口径の望遠鏡や双眼鏡など学校には無い機材でみたいものを観望できたため、とてもいい経験をさせて頂きました。
- ・ソフィア・堺の屋上で見た星は学校の屋上で見た星よりもはっきりと見えたので驚いた。

なお、見学会を欠席した学生を対象に予備日程を設定したが、天候不良のため中止した。

4. まとめと今後の展望

4.1 まとめ

2021 年度、2022 年度の履修学生からは、ソフィア・堺天文台での 60cm 反射望遠鏡によるオンライン観測が研究の一助になったと報告を受けている。また、2023 年度のアンケート調査からは、実際に天文台に赴き、普段使用することができない 60cm 反射望遠鏡や 15cm 大型双眼鏡を覗き込み、天体を自身の眼で観ることが、研究の一助になるとともに、貴重な経験にもなったことが伺える。

4.2 今後の展望

本校は、2022 年 4 月 1 日（金）の校名変更とそれに伴うコース再編・カリキュラム改革により、2024 年 4 月時点で 3 年次までが新たなカリキュラムに移行した。新カリキュラムでは、2 年次から 5 年次において、専門共通科目「総合課題実習 1・2・3」を通年 1 単位、選択科目で開講する。これら 3 科目は、教科の枠を超えた総合的な実習・演習をコアとした学習を行い、主体的に学習する姿勢や問題を創造的に解決する能力の涵養、技術と社会を繋ぐのに必要な実践的なスキルの修得等を目的としている。また、時間割外の放課後や長期休業期間中に実施することも特徴である。各科目の配当学年と開講年度は下記の通りである。

表 5 総合課題実習の配当学年と開講年度

科目名	配当学年	開講年度
総合課題実習 1	2, 3 年	2023 年度～
総合課題実習 2	3, 4 年	2024 年度～
総合課題実習 3	4, 5 年	2025 年度～

2023 年度まで開講していた「特別研究」(後期)では、天体の観望を行うにあたり、下記の制約があった。また、本校からソフィア・堺までの所要時間は片道 1 時間半程度であるため、天文台での観測は、授業の一助と位置づけし、単発的なものに留めていた。

表 6 「特別研究」(後期)における制約

- ・授業時間内に観望できる天体は太陽と月に限られる。
- ・18 歳未満の学生も履修するため、下校時刻の 19 時を超える活動を継続的に行うべきではない。
- ・後期 (10 月～3 月) の開講であるため、冬場の寒い時期に夜間の屋外活動を行うことになる。
- ・曇天の場合は観測できない。

これらの制約の中で、天候の影響は避けることができないものの、それ以外の制約は、「総合課題実習 3」で天体観測に関連するテーマを展開すれば軽減される。また、本校は 2027 年度以降、ソフィア・堺から徒歩圏内に位置する大阪公立大学中百舌鳥キャンパスへ移転予定である。

本稿で報告した 2021 年度から 2023 年度までの観測を礎とし、2025 年度から本校で開講される「総合課題実習 3」において、ソフィア・堺天文台での観測を本格的に取り入れた授業科目が展開できるよう、執筆者一同で協力して取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] 北野健一：「大阪府立高専における特別研究—化学全般」, 大阪府立工業高等専門学校研究紀要, 40, pp. 65-70 (2006)
- [2] 深山徹：「大阪府立高専における特別研究—数理論理学入門」, 大阪府立工業高等専門学校研究紀要, 40, pp. 71-74 (2006)
- [3] 小川清次, 湯城吉信：「特別研究報告—導入後 3 年間の軌跡」, 大阪府立工業高等専門学校研究紀要, 42, pp. 63-72 (2008)
- [4] 湯城吉信：「開墾プロジェクト—特別研究での試み」, 大阪府立工業高等専門学校研究紀要, 44, p. 41-50 (2011)
- [5] 北野健一, 山野高志, 城山拓也：「チーム・ティーチングによる歴史散歩マップの作成—一般科教員, 専門科教員, 職員のコラボレーション—」, 日本高専学会誌, 18(3), pp. 5-10 (2013)
- [6] 北野健一, 山野高志：「一般特別研究「寝屋川お地蔵さんマップの作成」」, 日本高専学会第 19 回年会講演会 (高知高専), 講演論文集, pp. 49-50 (2013)
- [7] 大塚信之：「特別研究における物理の取り組み」, 日本高専学会誌, 22(2), pp. 37-40 (2017)
- [8] 北野健一, 井上千鶴子, 小川清次, 吉田大輔：「遠隔授業におけるグループワークの試み」, 日本高専学会第 26 回年会講演会 (オンライン), 講演論文集 (2020)
- [9] 上西亮太郎, 他 8 名：「デスクトップ上で完結する軽量・高没入度な VR 学校見学システムの開発」, 日本高専学会誌, 27(3), pp. 41-46 (2022)
- [10] 千代西尾祐司, 古都浩朗, 竹内幹蔵：「天体の電視観望技術を用いた教材開発—CMOS カメラと Plate Solving 技術を活用した天体観望教材—」, 学校教育実践研究 2, pp. 29-39 (2019)
- [11] 宮川治：「電視観望の普及」, 天文教育, 34(3), pp. 4-10 (2022)
- [12] 宮川治：「電視観望の普及と観望会での見せ方」, 天文教育, 35(4), pp. 4-7 (2023)