

花に秘められた進化の不思議



ツリフネソウの花から蜜を吸うために花の中にもぐり込む、大型のハナバチの仲間、トラマルハナバチ。ハナバチの仲間は器用で学習能力が高く、花の奥に隠された蜜を探って長い舌を伸ばし、効率よく吸うことができる。その際、背中についた花粉が、次の花に移った時に雌しべに触れ、受粉が行われる。



左はツリフネソウを横から見たところ。右はその断面。入口から奥に向かって筒が細くなって先が巻いており、蜜を隠している。天井部分に花粉を出す雄しべと雌しべがある。

花粉を運んでもらいたい花と餌を花から集めたい昆虫との関係は、花の形や色、香り、蜜を出す場所、咲く時期など、それぞれの花の特徴を進化させる原動力となっている。

花と昆虫との関係

「野山の草花」と聞いてどのような姿を思い浮かべますか？ 一言で「花」と言っても、ユリのようにラッパ型のものからノギクのようにお皿型のもの、色も白や黄色、ピンクや紫とさまざまです。目に鮮やかなこれらの花々を眺めることは、野山の散策では大きな楽しみの一つです。しかし花は、私たちの目を楽しませるために咲いているわけではありません。植物にとって花を咲かせる目的はただ一つ、雄しべの花粉を雌しべにつけ、受粉をし、実をつけ、子孫である種を残すことです。そこで、自分で動くことができない植物は、花粉を移動させる手段として、風や水流、動物などに頼っています。私たちに身近な野山で目にする花の多くが、それぞれ特徴的な形や色、香りで、花粉を運んでくれる昆虫を誘っているのです。

そうした花ごとの特徴によって、やってくる昆虫の種類がある程度限定されることが知られています。たとえば林の縁などで、夏に鮮やかなオレンジ色の花を咲かせるナデシコの仲間のフシグロセンノウ。花のほとんところは4cmほどの細い管になっています。この花にやって来るのは決まって大きなアゲハチョウの仲間です。このチョウは赤やオレンジ色を特に好むことが知られていて、遠くからでもこの花を目指してやってきます。そして、長いストロー状の口を伸ばして花の奥に隠された蜜を吸うことができます。この時、チョウの顔のまわりに雄しべや雌しべが触れ、受粉が行われています。



フシグロセンノウの蜜を吸うキアゲハ

他にアゲハチョウが好む花として、同じくオレンジ色のコオニユリ、萼（がく）が赤く目立つクサギが知られていますが、どちらも、花の入り口から蜜が出るところまでは距離があって、長いストローをもつアゲハチョウでないと、蜜が飲めないような構造になっています。



アゲハチョウの仲間が好むクサギの花。白色が花弁、赤紫色が萼（がく）。

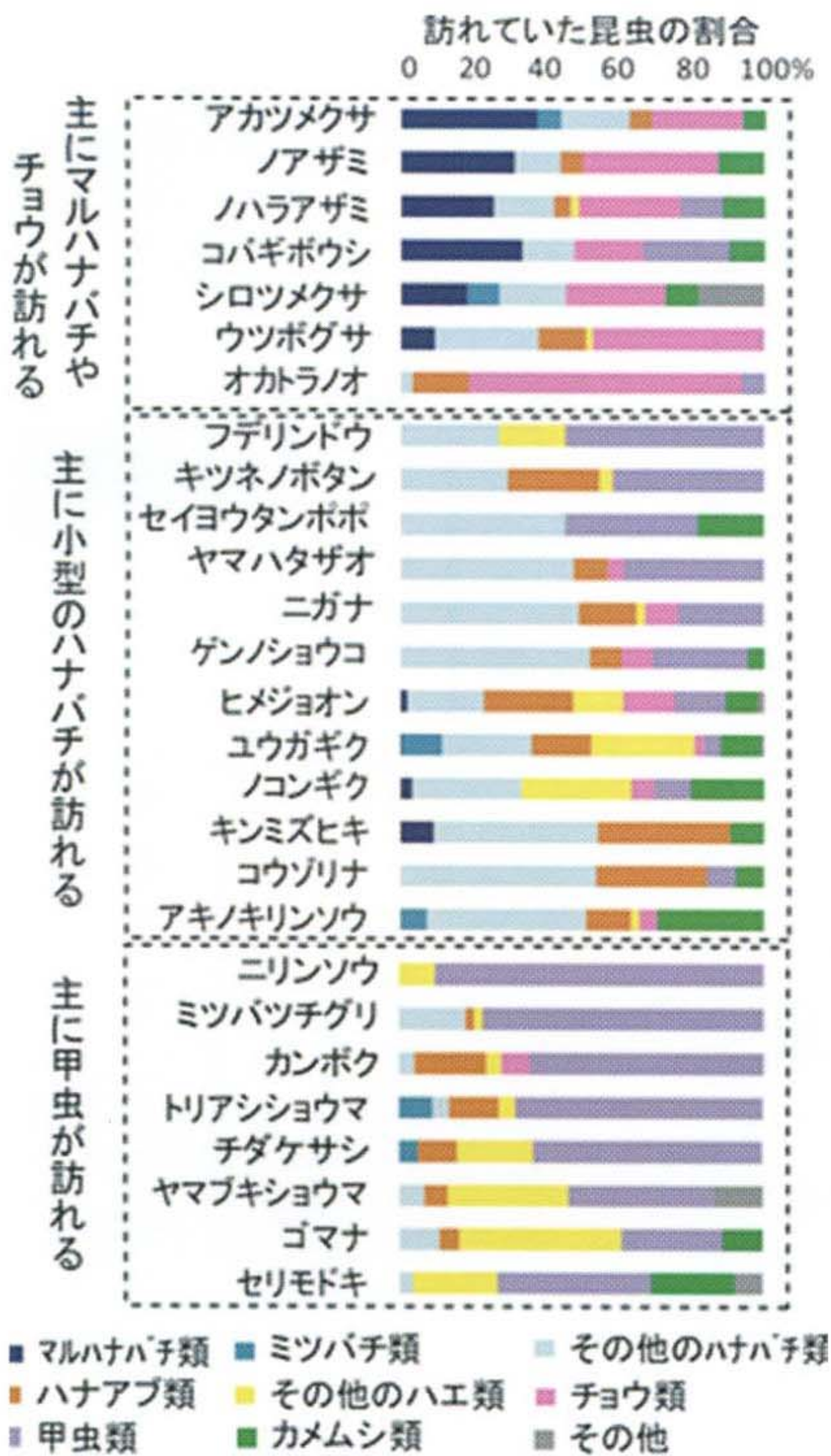
では実際にどの花にどんな種類の昆虫が訪れるのか、2012年の春から秋にかけて戸隠スキー場のゲレンデに通い、観察を続けました。このゲレンデは年に1回、秋に草刈りを行うことで木の侵入を抑え、ススキの草原として維持されています。その中に様々な花が季節を通して咲き続けるので、花と昆虫の観察に適しています。5月中旬から10月中旬まで、月に3回、1回に約600mの観察路を歩きながら、咲いている花の種類と数、それらの花に訪れている昆虫の種類と数、またそれぞれの昆虫が飛んで別の花に移動する様子を記録しました。全体で約40時間の観察となりました。



戸隠スキー場のゲレンデ（8月下旬の様子）

この調査によって、昆虫が受粉をするとされる植物は、126種にのぼることがわかりました。そのうち実際に花上で昆虫が確認されたのは約半分の61種。さらに昆虫の数が多い27の植物種について、昆虫の種類と割合を次のようなグラフにまとめました。また、それらのデータをもとに統計解析をしたところ、主に見られた昆虫の仲間から植物を3つのグループに分けることができました。

1つ目のグループは大型のハナバチの仲間であるマルハナバチ類やチョウ類などが主に訪れる植物で、7種類ありました。これらはオカトラノオを除いて花が細い筒型をしていました。筒の奥に隠された蜜を求めて、長い舌をもつ昆虫が訪れたのでしょう。しかもその行動を観察すると、同じ種類の植物ばかり



それぞれの植物の花に訪れた昆虫ごとの割合と、その値から分類された主に訪れる昆虫のグループ

を次々にめぐっていて、植物の受粉に大きく貢献していることがわかりました。他にも小さな甲虫やカメムシなどがこれらの花にとまっていることがありましたが、ほとんど移動しませんでした。



もぐり込んだコバギボウシの花から姿をみせたトラマルハナバチ

2つ目のグループは主に小型のハナバチ類が訪れる植物で、12種類ありました。そのうち7種はセイヨウタンポポやヒメジョオンのようなキク科の植物でした。これらの花は短い筒状の小さな花が集まって平たいお皿型に

なっていて、蜜や花粉の量も多いです。それらを巣に持ち帰りたいハナバチ類が、これらの花の間を盛んに飛びかっていた。他にもハナアブや甲虫など、舌が短い昆虫も比較的多く訪れていました。



ユウガギクの花上で花粉や蜜を集めるツヤハナバチの仲間

3つ目のグループは主に甲虫が訪れる8種類の植物です。特に春はカミキリモドキの仲間が、ニリンソウやミツバツチグリの花々を活発に移動してまわる様子が見られました。夏以降に花咲く他の6種類はすべて小さな花が集まって花序をつくっています。これらの花に訪れていた甲虫はゾウムシの仲間が多く、動きまわる様子はほとんど観察されませんでした。これらの花は単純な形で訪れる昆虫を制限せず、やってきた昆虫がいずれ動くのを待つ作戦のようです。



小さな花が集まって花序をつくっているトリアシショウマ。ゾウムシなど甲虫類の出会いの場にもなっている。

このように、植物の種類や花の形によって、訪れる昆虫の仲間がある程度決まっているようすが実際に観察されました。これらは花と昆虫が互いに利益を得られるように、長い時間をかけて進化をしてきた結果です。このような関係を観察するには、自然がまとまって残っている場所がよいので、戸隠のような高原は最適な場所です。皆さんも野外へ出かけ、それぞれの花がもつ形や色に、美しさを感じつつ、その「意味」や進化の不思議について、ちょっと考えてみませんか？

(中村千賀)

新蔵資料紹介 実行表（清水紀子さん寄贈）

ここでは新蔵資料のなかから、長野市の清水紀子さんからご寄贈をいただいた「実行表」をご紹介します。

28 日
27 土
26 金
25 木
24 水
23 火
22 月

③
②
①

学校行事

秋季皇霊祭 彼岸中日
朝弟と護國神社
参拝する人々でにぎやかでした

校長のお話
西郷隆盛の命日

家庭行事

思出堂へ参拝
今日は先生がおおでにならな

今日中日なんや
おたんごをこし
うへて佛様に祈り
たいいひを

国

十九二十の新書取
二十二十の新書取
二十二十の新書取

算

修身
十三をよ
くよむ

整理帳や
つてないのを
やつた

計り身
問題
大図と原図
百の原図
大図をか
き長さをしら
べて26頁をやつた

地理交通から
終りまで日本の
総説三言よん
だ

理科
岩石の採集
をよんよんだ

奥社

戸神社参拝
成績がよくて
強歩(奥社)
今年の参拝強歩
かどても

新開にでてみた
今日の新聞に
等の人のお話
と成績がでてみた

休

校長先生のお魚の水かきをし
話日獨伊三國た魚は喜々
同いせり
つて参拝記を

ソロバンの
れんしうを
した

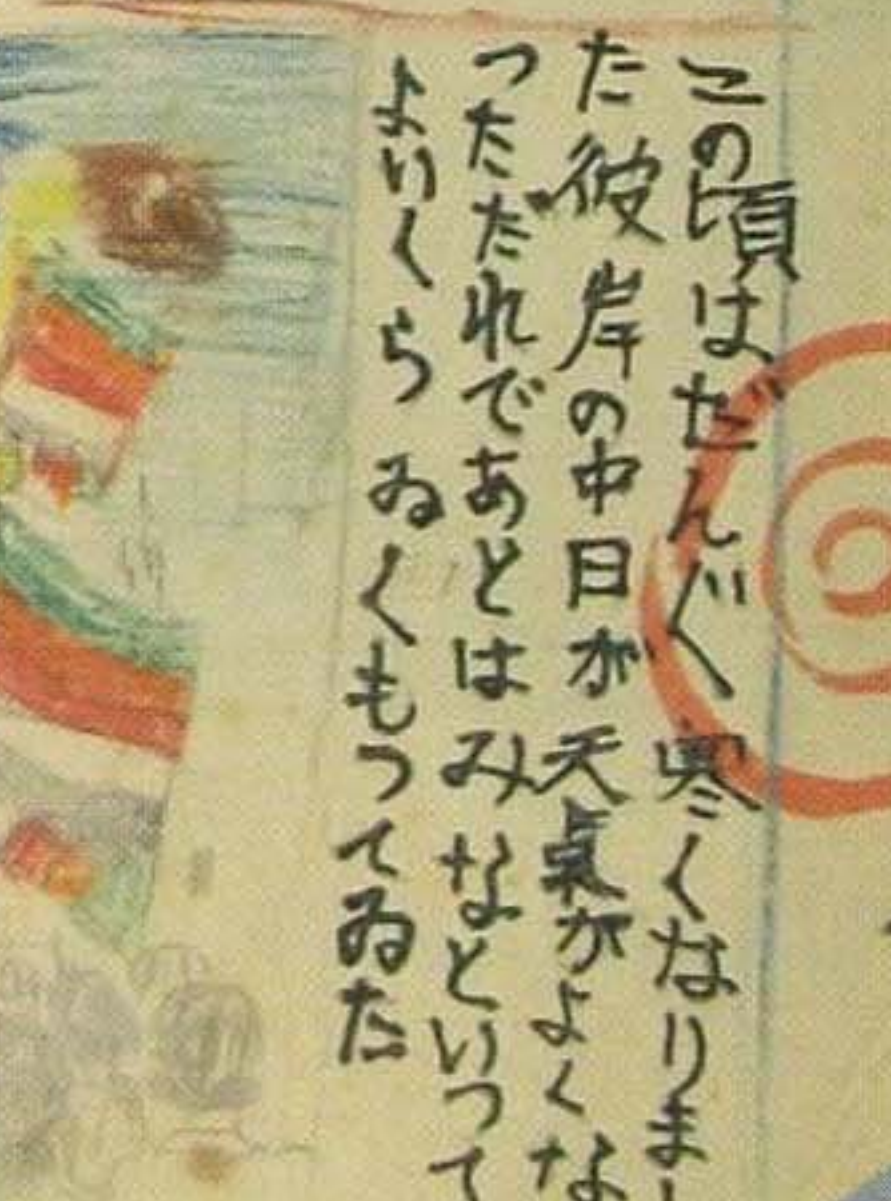
裁法(さしづき)
あなづき
手で
ブルマスの形
をわいた

この頃はたんぐく寒くなりまし
た彼岸の中日が天気がよくな
ったたれであとはみなといつて
よいくらみくもつてみた

いろいろの事

参拝強歩





これは清水さんが長野市の後町国民学校（後の後町小学校）の小学校6年生だった時につくられたもので、家庭や学校で一週間に行ったことが書かれています。この実行表がつくられたのは昭和16年（1941）9月のことで、このころは、日中戦争も泥沼の持久戦を続け、3ヶ月後には真珠湾攻撃に端を発するアジア太平洋戦争がはじまるように、日本中が戦争の真っ只中であつた時期でした。「総力戦」が叫ばれるなか、子どもの日常の中へも戦争の影響がおよんでいた様子が、この資料から見て取れます。戦時下の当時に作られたもので、当時の子どもの生活の様子をうかがう上でも貴重な資料であるといえます。

次に、実行表のなかからいくつかトピックをご紹介します。

①「忠霊室へ参拝」

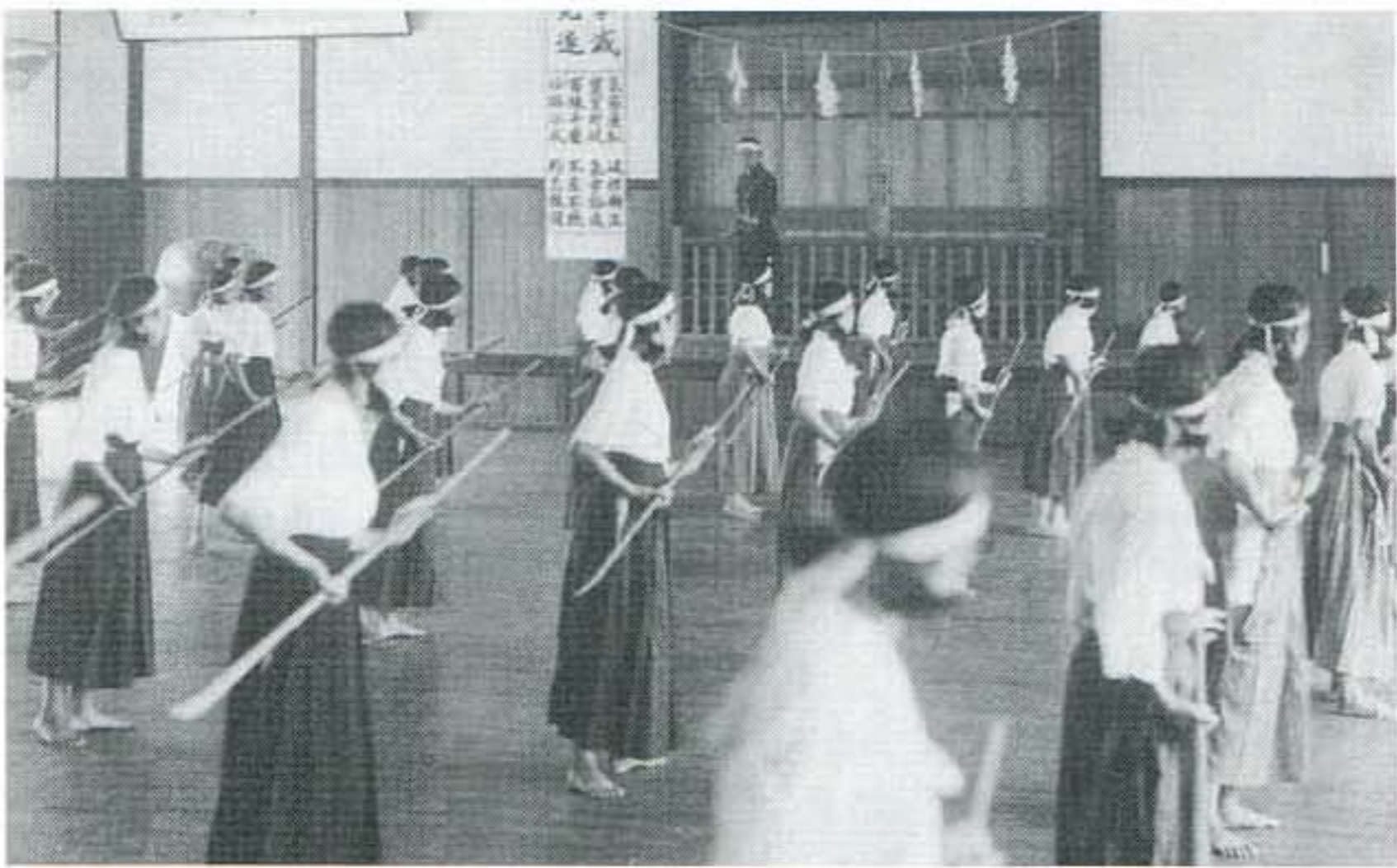
日中戦争が本格化した昭和12年（1937）、学校の一角に戦死者の遺影や千人針、軍服などを展示した部屋が作られました。児童は折にふれて職員の引率によって礼拝していたそうです。



忠霊室（『後町教育百年』より）

②「薙刀の時間」

「国民錬成」が叫ばれた当時、後町国民学校では武道を積極的に取り入れた独自の教育がおこなわれていました。そのなかで、女子は薙刀、男子は相撲の稽古がされていました。



薙刀の授業（『後町教育百三十七年』より）

③「戸隠神社参拝強歩」

学校から戸隠の奥社までのおよそ40キロを走る「参拝強歩」は昭和14年（1939）から始められました。途中にはいくつかのチェックポイントが置かれ、時間内に通過した児童には通過証がわたされました。



参拝強歩通過証

（宮澤崇士）

川中島古戦場での観測天文学の幕開け

市立博物館にある口径40cm反射望遠鏡で、昨年度から冷却CCDカメラを含む付属観測装置を整え、観測試験を行っています。これまで以上に天体観測が充実し、天文学分野の研究と教育に活用できるはずです。ここでは、市立博物館で行える観測天文学について考察し、これから行う観測対象の天体について紹介します。

冷却CCDカメラで撮れるもの

冷却CCDカメラは主に星雲・星団などの暗く、淡い天体を撮影するのに適しています。肉眼ではなかなかお目にかかれない美しい星雲像などを撮ることができます。逆を言えば、明るい天体には特別強みを持っているわけではなく、例えば、月などに向けるメリットはあまりありません。基本的にはどんな天体も撮ることができますが、暗い天体を撮った方が冷却CCDカメラの能力を最大限に発揮できます（図1）。



図1 撮影した散開星団 M45（すばる）

恒星の明るさを測る=測光（そっこう）

「十人十色」という四字熟語があるように、人によってそれぞれ考え・好み・性格などが異なります。夜空で輝く星（恒星）も一つ一つ違った特徴を持っています。その特徴を観測から明らかにすることが、観測天文学のおもしろさです。恒星のことを知る手段はさまざまありますが、最も分かりやすいのは星の明るさを調べることでしょう。これを「測光」といいます（図2）。

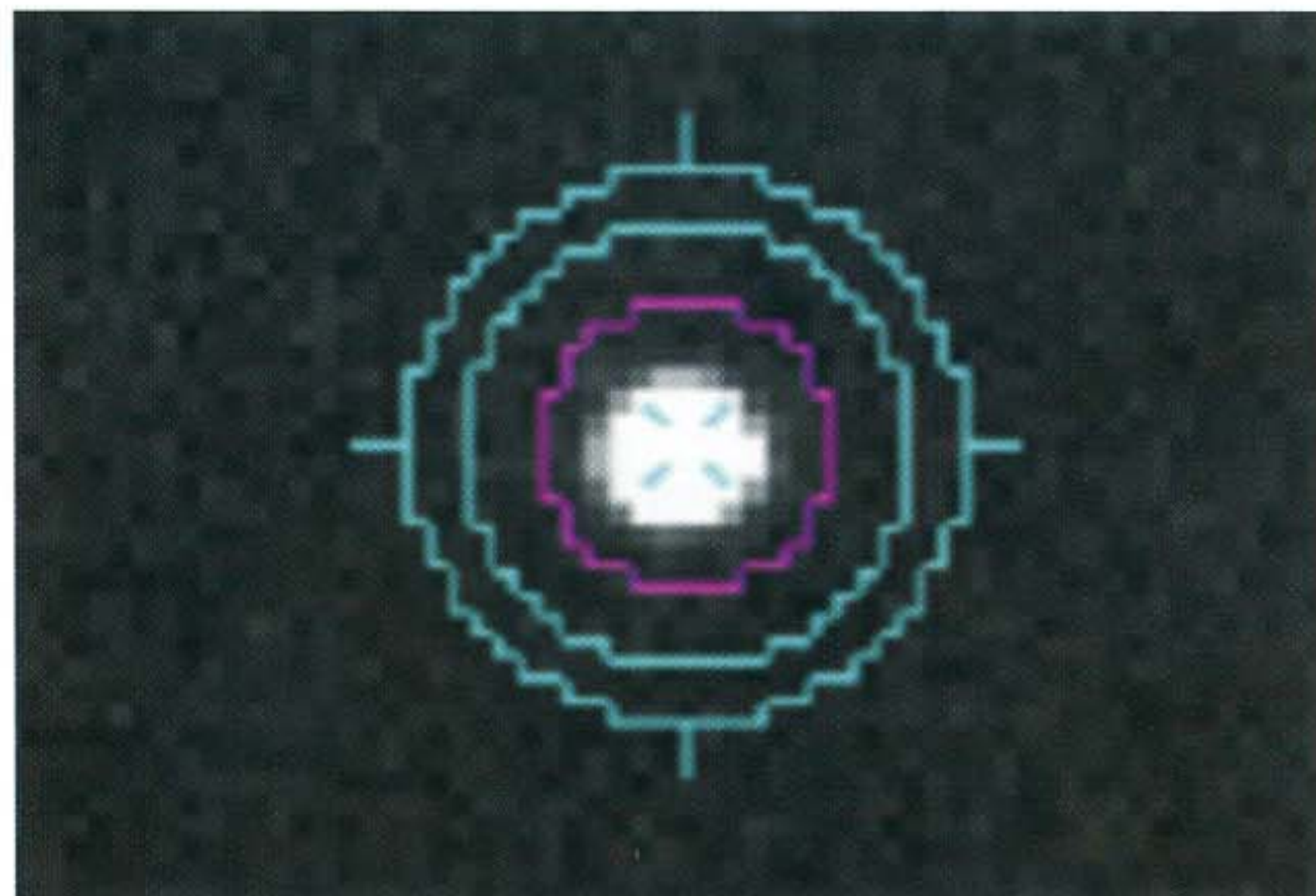


図2 測光中

冷却CCDカメラで撮影したデータから、星の明るさを求める方法があります。図3は、縦軸が明るさ、横軸は星の半径を表した概略図です。普段私たちが見ている星の明るさの分布は、釣り鐘型（ガウス分布）のような形になります。ところが、私たちがほしい「星の明るさ」は「空の明るさ」の上に乗っかっているのが現状です。空の明るさを差し引くことで、真

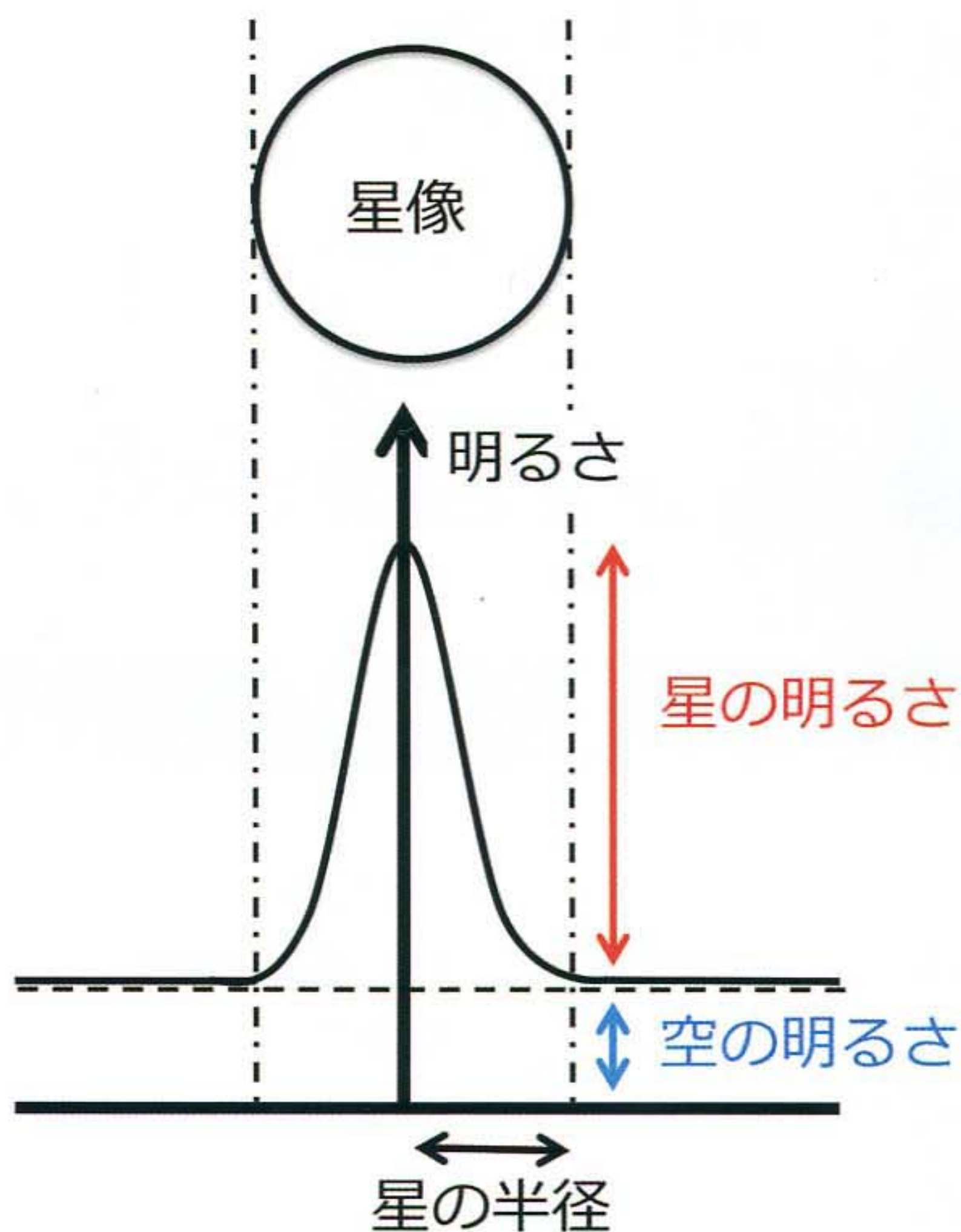


図3 星の明るさ

の星の明るさを得ることができます。

望遠鏡で観測する際、望遠鏡を覗いて、星ばかり見ていると思われがちですが、実際はそうではありません。コンピュータの前に座って、データを解析する時間の方が長いのです。

そこで、市立博物館の観測設備でも十分対応できる観測天体を選定しました。次に選定した特徴ある天体を紹介します。

●●●

明るさが変動する連星系

●●●

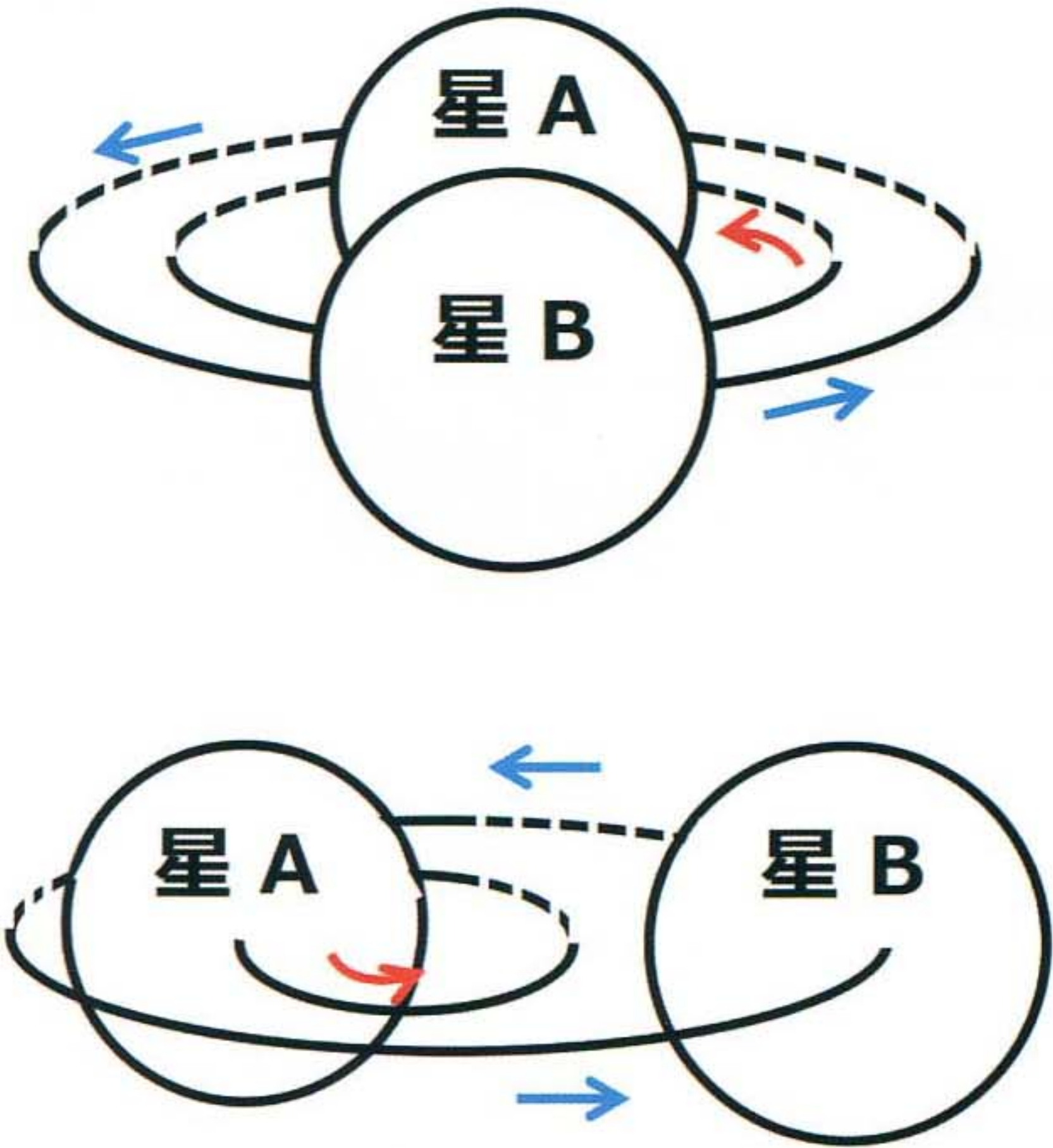


図 4 食変光星の概略図

恒星のほとんどは単独では存在せず、連星、三重連星などの多重星系をなしているということが分かっています。そのような連星系の中で、星同士が互いの重心周りを公転し、互いに相手の星を隠し合うものを「食変光星」と呼びます。図4は、食変光星の概略図です。食変光星は、共通重心の周りを回る2つの星（星Aと星B）が、お互いの光を覆い隠し合うことによって、明るさが変わる天体です。そのためには私たちの視線方向と、連星系の公転軌道面のなす角度がほぼ0°になる必要があります。食は一回の公転で2回あ

ります。2回のうち、明るい星が暗い星に隠されるのが主極小、暗い星が明るい星に隠されるのが副極小です。明るい星を暗い星が隠すと減光量（変光範囲）は大きくなります。

私たちは今後、いくつかの食変光星を試験的に観測しようと考えています。表1に挙げた候補リストは、比較的明るい食変光星であり、過去の先人たちが残した観測データがあります。市立博物館の観測設備でどこまで精度よく、光度変化をとらえることができるのか、観測から得られたデータと先人たちが残したデータを比較することで明らかになるはずで

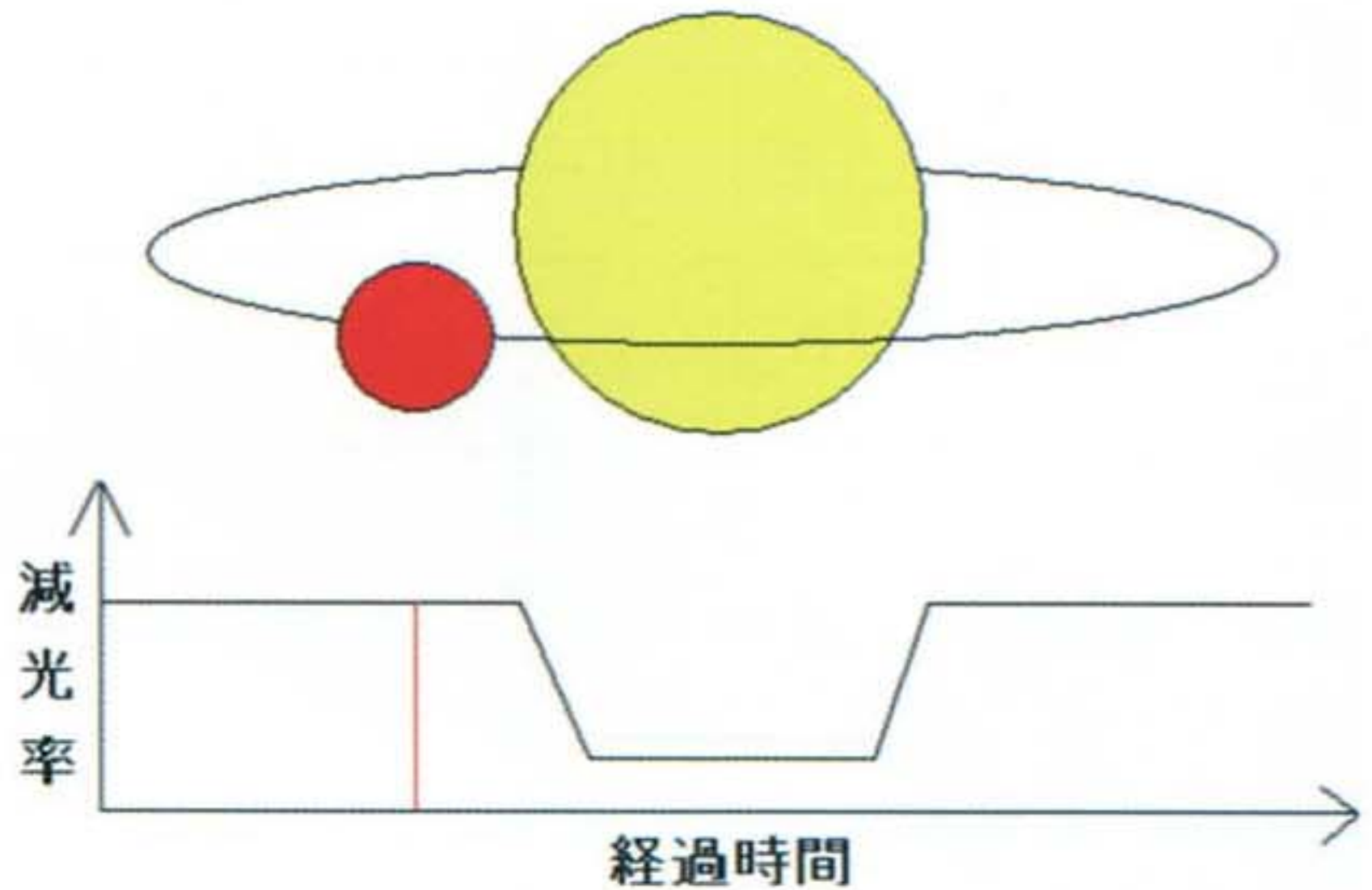


図 5 系外惑星の概略図

私たちは、将来的には、系外惑星の観測にも取り組みたいと考えています。系外惑星とは、太陽系外にある惑星を総称します。今まで、候補天体を入れると、3,500個以上の系外惑星候補が見つかっています（2013年7月現在）。図5は、系外惑星の概略図です。系外惑星は、恒星を一つの焦点とした楕円軌道を描いて、恒星の周りを公転しています。系外惑星の公転軌道が恒星と地球とを結ぶ直線上（平面上）にある時、系外惑星が恒星の前を横切る現象が見られます。これをトランジットと呼びます。系外惑星が地球から見て、恒星の前を横切ると恒星の光が一部遮られます。それにより恒星が減光したように見えます。この減光を観測することで、系外惑星を間接的に発見する方法を、トランジット法と呼びます。図5上は、恒星（黄色）と系外惑星（赤色）の公転のイメージです。中心に恒星があり、その周りを系外惑星が周回し

表 1 観測対象の食変光星・系外惑星リスト

星名	星座	赤経	赤緯
W Uma	おおぐま	09h43m.8	+55°57'
TX Uma	おおぐま	10h45m.3	+45°33'
ZZ Uma	おおぐま	10h30m.1	+61°49'
U CrB	かんむり	15h18m.2	+31°38'
β Lyr	こと	18h50m.1	+33°21'
Z Vul	こぎつね	19h21m.7	+25°34'
CD Tau	おうし	05h17m.5	+20°08'
WASP-1 b	アンドロメダ	00h20m.4	+31°59'

ます。図5下は、そのイメージと関係するトランジットの減光グラフです。系外惑星が反時計回りに公転していると仮定すると、図はトランジットが起こる少し前の状態です。系外惑星が恒星の前面を通過する時、恒星の光を遮り、恒星が減光するように見えます。

系外惑星は、前述した食変光星よりも、変光範囲が小さく、観測の難しい天体です（表1）。

明るさが変動する天体は、他にもたくさんあります。これからたくさんの観測をして成果をあげていきたいと思います。まだまだはじまったばかりですが、確実に一步ずつ進んでいる、市立博物館での観測天文学に注目しててください。

（斉藤秀樹）

博物館のHPアドレス

<http://www.city.nagano.nagano.jp/museum/>

長野市立博物館

〒381-2212 長野市小島田町1414
TEL:026(284)9011

戸隠地質化石博物館

〒381-4104 長野市戸隠栃原3400
TEL:026(252)2228

鬼無里ふるさと資料館

〒381-4301 長野市鬼無里1659
TEL:026(256)3270

信州新町美術館・有島生馬記念館・信州新町化石博物館

〒381-2404 長野市信州新町上条88-3
TEL:026(262)3500

ミュゼ蔵

〒381-2405 長野市信州新町37-1
TEL:026(262)2500



▲長野市立博物館
携帯サイト