

大阪教育大学金環日食プロジェクト

1. 金環日食2012へ向けての取り組み

福江 純・梅津寛明・小倉和幸・小野里佳子・
川端美穂・貴村 仁・小林 弘・酒井大輔・
塩田淳悟・白井みなみ・中岡雅樹・野口 亮・
藤井大地・古川寿美・増田剛大・松浦美波・
道端恵梨子・松本 桂



福江

〈大阪教育大学 〒582-8582 柏原市旭ヶ丘4-698-1〉
e-mail: fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

まだ記憶に新しいと思うが、2012年5月21日早朝、日本の全域で金環日食・部分日食が起こった。今回のような大規模なものは数百年に一度ぐらいで、まさに文字どおり世紀の天文イベントであり、大阪教育大学天文学研究室でも数年前から準備を始め、当日へと臨んだ。主に市販の機材を用いたが、スペクトルや光度曲線や動画など、さまざまなデータが取得できた。日本での金環日食はしばらくないので、それらのデータは類例のない天文学習教材として、今後数十年は活用できるだろう。本稿では、準備状況そのほか、全体の概要を紹介する。

1. ふじ丸2009から太陽の年2012へ

話は2009年にさかのぼる。2009年7月22日、筆者の一人（福江）は小笠原近海を遊弋するふじ丸船上で黒い太陽と赤い水平線を見ていた。そして、ものの見事に“日食病”に罹ると同時に、専門家としてもコロナの電子散乱や皆既中の大気内輻射輸送に深く関心をもつこととなった¹⁾。

すぐに調べたのが、“次はいつか？”である。そして、2012年が、金環日食（日本）や皆既日食（オーストラリア）など太陽の年であることを知って、2009年のふじ丸クルーズを計画した黒田武彦さん（当時西はりま天文台）に、2012年の観測ツアーも強請った。

一方、大学での金環日食観測を想定して、必要な機材などを3年計画で購入し始めた。なにせ、

一地方大学のことだ。理科の教員はこの4、5年で半減したうえに、なぜか経常予算も半減している。通常外の支出は長期ご利用計画が必要なのだ。

また2009年の皆既日食のときは、準備完全不足（そもそも減光フィルターなどの正確な知識もない状態）で、いくら理論家とはいえ、天文を生業とする人間としては大反省であった。そこで、撮影機材などのハード面、観測方法などのソフト面、そして、実際の事前練習など、周到な準備が必要だと痛切に認識し、進めてきた。

そして、太陽の年、2012年5月21日を迎えた。本学では、大学のある柏原キャンパス、天王寺キャンパスを中心に、奈良、泉北、静岡、日本近海などに観測ポイントを用意して、さまざまなデータを得るべく、20名近くの布陣で日食撮影に挑んだ。

本稿では事前の準備や学習状況などの概要を紹介し、具体的な成果については、次回以降で順次紹介したい。以下、2節で、日食講習会の開催について、3節で講習会や日食当日へ向けての教材開発について、4節で事前練習について、簡単にまとめる。また5節で関連研究に触れたい。

2. 日食ビギナーが講習会？

数年かけて、一眼レフカメラなど必要“そんな”機材を少しずつそろえてきたが、本学の観測隊では、撮影そのほか、日食観測に関する知識や技能や経験がほとんどない状態である。とりあえず、金環日食の情報を集めていた2011年8月22日月曜日の朝、長野高専の大西浩次さんから電話が入った。日食について話すうちに、関西で日食シンポジウムみたいなのはできないかという話になった。こちらとしても勉強の機会になるので願ったり叶^{かな}ったりで、即座に講習会の実施を決めた^{2),3)}。

さて、講習会をやる以上は、直前までニーズもあろうし、3回ぐらいは必要だろう。結局、秋から春にかけ、本学の天王寺キャンパスで、3回も講習会を実施することになった。また形式としては、予算のこともあり、

**2012年金環日食講習会 in 大阪／大阪教育大学
地域開放事業講座 平成24年5月21日金環日食
を観察しよう！**

と銘打った、主に現場の教師や学生向けの大学公開講座とした。全国的にも類例はなかったようで、たいへんさを知らない日食ビギナーだからできた無謀な荒業だったかもしれない。

もっとも、講習会の講師としては、日食ビギナーの福江以外は、

大西浩次さん（長野工業高等専門学校）

井上 毅さん（明石市立天文科学館）

大越 治さん（日食観測学習連絡会）

時政典孝さん（西はりま天文台）

という^{ようそう}錚々たるメンバーにお願いすることができたので、内容自体はしっかりしたものになった。



図1 会場の様子（第2回）。



図2 太陽投影の演示（第3回）。

毎回、定員100名の教室が満員御礼近くになったが、参加者にとってもたいへんに有意義な講習会にできたのは、ひとえに、講師のみなさんのお陰である点、この場を借りて厚く御礼申し上げたい。また世話人として手伝ってくれた本学OBや学生にも感謝したい（図1、図2）。

以下、金環日食講習会の日時と簡単な内容をまとめておく。

第1回 2011年11月26日（土）

1. 2012年金環日食の概要（大西）
2. 太陽の本当の色（福江）
3. アドバンス：接触ラインとは？（井上）
4. 金環日食学習テキストの紹介（大越）
5. 安全な観察方法と事前準備や予行演習
6. 質疑・コメント・その他

第2回 2012年 2月18日(土)

1. 2012年金環日食の概要(大西)
2. 太陽の色と姿(福江)
3. アドバンス: ビギナーの日食撮影
4. 安全な観察方法(時政)
5. 予行演習+曇ったときはどうする?
6. 質疑, 現場からのコメント, 準備状況
オプション 太陽の投影観察

第3回 2012年 4月28日(土)

1. 2012年金環日食の概要(大西)
2. 宇宙天気予報(時政)
3. アドバンス: 金星の太陽面通過(時政)
4. 安全な観察方法: まとめと注意事項
5. 天文学習教材としての太陽
6. 質疑, 現場からのコメント, 準備状況
オプション 太陽の投影観察

3. オリジナルな天文教材を!

講習会を開催するからには、やはり本学で作成した解説書が必要だろう、講習会で使用する教材なども提供したい、この際、太陽自体を詳説した資料も作っておこう、などなど、いろいろな資料・教材を作成することになった。いままでにも、講義や実験では太陽を扱ってはいるが、この機会に、天文学習教材として本格的に太陽の資料を作成した。以下、それらをざっと紹介したい。

3.1 日食解説パンフレット

金環日食を解説するパンフレットとしては、例えば、日食観測学習連絡会が配布しているしっかりしたものがあったが、何しろ生徒用のワークシートも教師用の解説書も100ページぐらいの大部なものである。そこで、日食講習会に向けて、日食観測の基礎を概説した10ページのカラーパンフレットを、大西さんのアドバイスを受けてつ作成した(図3)。講習会で毎回配布するとともに、学内の講義や学外の講演会などでも利用した。

3.2 「現代の太陽像」テキスト

本学では、CST(コアサイエンスティチャー)



図3 日食解説カラーパンフレット。

と呼ばれる、理科に強いリーダー的教師を養成するプログラムが走っている。学部の講義や実験とは別に、夏休みや春休みを利用して、より濃い内容を講義・実習するものだ。2011年度のCSTが実施された2月に2コマのCST講義をもつことになったので、現代の宇宙像と現代の太陽像を内容とした。もちろん、どちらも、学部の講義でざっとは触れているが、前者については宇宙の構成物までかなり突っ込んだ内容を、後者については現代の太陽像の“すべて”を紹介することとし、併せて、A4判で32ページのカラーテキストを作成した(図4)。もちろん、完全オリジナルというわけにはいかず、自著以外にも、『天文マニア養成マニュアル』などから切り貼りしている点、いろいろな方面にはご容赦願いたい。

3.3 オリジナル・ピンホールシート

こちらの知識や技能が及ばないこともあり、イ

太陽

- 1) 太陽と地球
- 2) 太陽と空の色
- 3) 太陽の赤色の色
- 4) 太陽と地球
- 5) 太陽と月と地球
- 6) 太陽の画像
- 7) 太陽のエネルギー
- 8) 太陽の一生
- 9) 太陽と地球システム
- 10) おまけ: 太陽と生命



大阪教育大学 川端純
2012年4月版(ver.4)

改ページ

図4 現代の太陽像カラーテキスト。

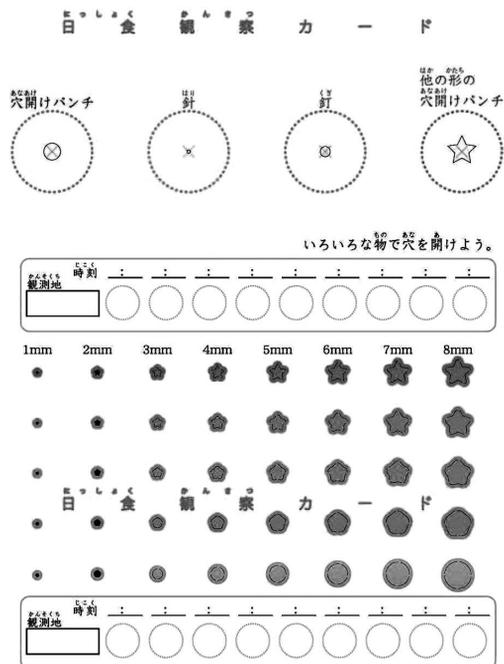


図5 カラーピンホールシートの表 (かず茶作). 上下で切り離すと、それぞれハガキ大のサイズになって、上側は手作り用の簡易版、下側はコッコツガンバレ版となる。記録用の裏面も含め、教育的利用を考慮したものになっている。

チオシの観測法として、日食講習会では「ピンホール法」を勧めた。もっとも、そもそもピンホールの意味や作り方を知らない人も多いと予想されたので、A5判(ハガキ2枚分)のピンホールシートを製作し配布した。イラストレーター原稿は知り合いのかず茶さんが作成し、レーザーカット業者に発注製作した(図5)。かず茶さんには、この場を借りて謝意を表したい。

3.4 オリジナル・日食グラス

とはいうものの、日食グラスの作成もやはり必須であり、第2回目の講習会で実習した。新たに設計している余裕(余力)はないので、西はりま天文台で使っている型紙をもらって、川端が大阪教育大版をデザインした(図6)。減光フィルムは、バーダープラネタリウムの減光シートを用いた。減光シートなどは早めに購入しておいたの

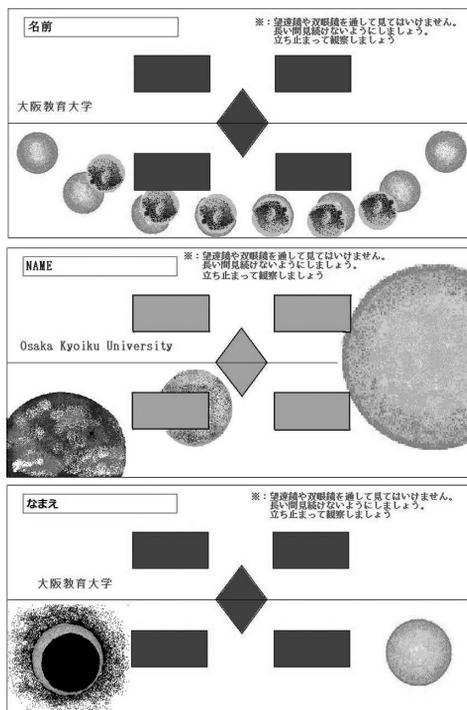


図6 カラー日食グラス型紙(川端作成)。これで3人分。三つに切り離した一つを上下に折り、目鼻を切り抜いて、目の部分に減光シートを挟んで糊付けて完成。

で、直前の品切れに困ることはなかった。

3.5 天文学習教材「太陽」CD

以上のテキストや教材は日食講習会や学内学外の講義や講演で配布利用したが、それら以外にも、太陽観測衛星ひのでやSOHOの動画など太陽関係の資料や、太陽以外の資料も随分と手元に集まった。現場の先生はネットから資料を探す時間もないと聞いていたことなどもあり、配布するに役に立つだろうが、著作権がらみでネットにぶら下げるわけにもいかない。そこで、3月から4月にかけて、OBや天文教育普及研究会などを通じて、手元の資料一式を希望者にCDで配布した。

4. 事前練習の成果のほどは♪

以上、主として、金環日食観測へ向けた事前準備のソフト面について紹介した。ハード面としては、もともと大学にあった小型望遠鏡やビデオに加え、3年間にそろえた機材が、

- ・一眼レフカメラ (5, 6台)
- ・三脚・望遠レンズ・フィルターなどアクセサリ類
- ・携帯用小型望遠鏡 (ポーク)
- ・照度計

などかなり充実させることができた。もちろん、金環日食 (5月21日) だけでなく、金星の太陽面通過 (6月6日) や皆既日食 (11月13日) をにらんでのことである。

2011年の秋からはそれらの機材で太陽を撮影する練習に入った。いざ本番に備え、周到な準備だけでなく、何回もの予行演習が必要だからだ。

ちなみに、福江が2011年10月4日に一眼レフカメラ+望遠レンズ+フィルタ+三脚で生まれて初めて太陽を撮影したときは、マニュアルが上手く設定できず、一日掛けても露出オーバーの写真しか撮れなかった。しかし、2012年6月6日の金星太陽面通過では、メンドーな会議の合間に手もちで写せるぐらいにまで慣れてきた (図7)。

いよいよ、年度が改まった2012年4月からは、

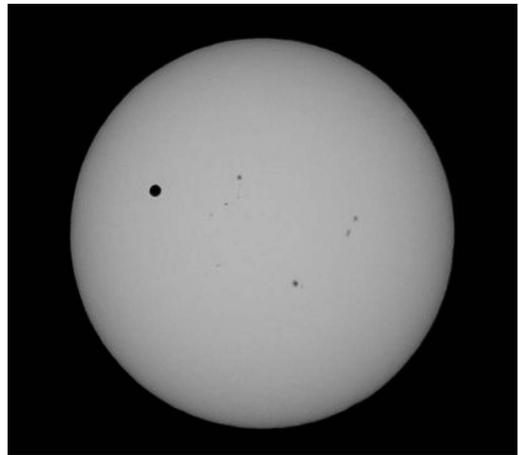


図7 金星の太陽面通過 (福江撮影)。

本番へ向けてのミーティングを繰り返し、観測地の確定や、機材・人員の配置、観測分担の決定などを行うと同時に、事前の練習での問題点などを議論していった。不明な点はMLなどで問い合わせ、例えば、非圧縮RAWデータのTIFFやFITSへの変換なども解決できた。また露出をある程度抑えないと、太陽面中央部でサチることなどもわかってきた。やや詰めが甘かったのは、大気吸収の問題である。当日の太陽高度が低いのは知っていたのだが、大気吸収が予想外に影響するのは事後に判明して、補正が必要になった。

- 最終的な配備は、曇ったときへの備えも含め、
- 柏原キャンパス 10名 (下記以外)
 - 天王寺キャンパス 4名 (藤井, 中岡, 道端, 白井)
 - 奈良 1名 (川端)
 - 泉北 (堺が曇り移動) 1名 (松浦)
 - 静岡 1名 (松本)
 - 洋上 1名 (福江)

とした (京都にも別働隊が居たりする)。また、

- ・定間隔静止画像
- ・太陽周縁減光
- ・食中光度曲線
- ・スペクトル撮影
- ・ベイリーズビーズ
- ・ビデオ撮影

- ・静止画からの動画作成
- ・天文学習教材への利用

など、数多くの観測（および事後処理）を実施した。それらの詳細については、次回以降で紹介していきたい。

太陽は詳しく調べられている天体で、もとより学術的に価値あるデータが取得できるものではない。しかしながら教育的には非常に価値の高い素材が得られる可能性は十分にある。しかも、日本での金環日食は当たらないので、それらは数十年から100年も使える強い教材になりうるだろう。

実際、講習会でも、太陽投影板で黒点を初めて見た、という現場の先生も少なくなかった。それだけでなく、学校現場では天文分野は敬遠されているし、天文学習教材として太陽の有効利用を積極的に進める必要があるだろう。

5. おまけ：関連研究

今回の日食に関連して、科学的な考察もいくつか行った^{4), 5)}。例えば、日食メガネや太陽撮影用NDフィルタでは約10万分の1に減光する。この10万分の1という値の理論的裏づけはあるのだろうか。ど気になっていたら、2月3日の朝に半寝ぼけの状態で概算してみると、地球近傍での希釈因子がちょうど10万分の1であることがわかった。すなわち、太陽の光は、太陽直上と比べ地球近傍では、その温度は6,000 Kのままだが、その密度が10万分の1に薄まっているのだ。言い換えれば、身の回りの風景の明るさは、太陽本体の明るさの約10万分の1なのだ。輻射輸送の観点からは単純な話であったが、聞いた範囲では知っている人もいなかったし、先行“考察”も見当たらなかった⁴⁾。

また太陽の本当の色についても、講習会など、あちこちで議論した。太陽の“専門家”でも太陽の色を黄色と即答する人がいたぐらいだから、一般的に、しばしば、黄色・黄白色と思われていても無理はないかもしれない。教科書にもそう書か

れているし、福江自身も書いたことがある。しかし、太陽の色は白色（無色）が正しい。太陽の真の色が白色だからこそ、雲も雪も月も、そして皆既日食中の“白色コロナ”も白い⁵⁾。考えてみれば当たり前の話だが、専門家も誤解していることが多いようだ。もちろん、現場で真っ赤な太陽を描く子どもに白い太陽を描くように指導すべきだ、といった野暮な話ではなく、あくまでも科学的な問題である。

ももとは、金環日食などを実際に観測し感じたい、というのが動機ではあるが、その過程で、講習会を実施すれば社会のお役に立てるし、テキストを作成すれば学生教育に使えるし、何らかのデータが得られれば卒論が二つも三つもできるし、いい教材がまとまれば今後の天文学習教材として有用であるし、自分自身の研究（最近では輻射輸送オタク）にもフィードバックできるし、太陽はまったくもって、一粒で六つも七つも美味しい天体である。

参考文献

- 1) 福江 純, 2009, 天文月報 102, 693
- 2) 福江 純ほか, 2012, 天文教育 24, 1月号, 98
- 3) 福江 純ほか, 2012, 天文教育 24, 5月号, 44
- 4) 福江 純, 2012, 天文教育 24, 3月号, 23
- 5) 福江 純ほか, 2012, 天文教育 24, 3月号, 28

Toward Annular Eclipse 2012; The Case of Osaka Kyoiku University

Jun FUKUE, et al.

Astronomical Institute, Osaka Kyoiku University, 4-698-1 Asahigaoka, Kashiwara-shi, Osaka 582-8582, Japan

Abstract: Osaka Kyoiku University project team performed the systematic observation of the annular eclipse 2012 at various sites. They did obtain many valuable materials for astronomical education, such as fine shots, fixed and tracking movies, light curves, and reddish spectra under eclipse, except for the Fuji-Maruru site on the sea. In this series we will briefly report some of them.