

皆既日食観測プロジェクトと科学教育への活用

—— 東海大学北海道キャンパスにおける中高大連携活動 ——

Solar Eclipse Observation Project and its Role as a Stage for Science Education

—— University-School Collaboration in Hokkaido Campus, Tokai University ——

四方 周輔¹, 丹後 英治², 番場 浩³, 藤田 裕明⁴, 佐藤 敦⁵, 大瀧 みちる², 佐々木 紀文⁶

Shusuke Yomo⁷, Eiji Tango⁸, Hiroshi Bamba⁹, Hiroaki Fujita¹⁰, Atsushi Sato¹¹,
Michiru Ootaki⁸, Norifumi Sasaki¹²

要 旨

2009年7月22日に日本で見られた皆既日食・部分日食について、学校法人東海大学では「東海大学皆既日食観測プロジェクト」を行った。北海道キャンパス(旭川, 札幌)では、プロジェクトの重要拠点の一つとして札幌キャンパスからの観測活動映像の発信を行った。旭川・札幌の両キャンパスでは同時に、湘南キャンパス(平塚)から配信されるストリーミング映像を通して、皆既観測地域(九州より南方)へ派遣した望星丸を含む各地の日食現象の観察をすることができた。札幌キャンパスではこれを科学教育の一環としても活用し、関連授業の課外活動とクラブ活動の場とした。これは大学と付属第四高校、付属第四高校中等部との連携があつて初めて可能となったもので、中高大の共同プログラム、そして地域へのアウトリーチ活動の一つとなった。

Abstract

Tokai University Educational System carried out a project “Solar Eclipse Observation Project” on July 22, 2009, when it was a rare occasion to observe the total solar eclipse in Japan. People who joined the project in Hokkaido campuses (Asahikawa and Sapporo) observed the phenomenon through the streaming video taken at various campuses of Tokai University and the affiliated schools including

¹ 東海大学札幌教養教育センター, 005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1; E-mail: yomo(a)tokai-u.jp

² 東海大学付属第四高等学校, 005-8602 札幌市南区南沢517-1-1

³ 東海大学北海道事務部, 005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1

⁴ 東海大学理学部物理学科(札幌教養教育センター), 005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1

⁵ 東海大学生物理工学部生物工学科, 005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1

⁶ 東海大学北海道教学部, 005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1

⁷ Liberal Arts Education Center, Sapporo Campus, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan; E-mail: yomo(a)tokai-u.jp

⁸ Tokai University Dai-yon High School, 517-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8602, Japan

⁹ Administration Division, Hokkaido Campuses, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan

¹⁰ Department of Physics, School of Science (Liberal Arts Education Center, Sapporo Campus), Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan

¹¹ Department of Bioscience and Technology, School of Biological Science and Engineering, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan

¹² Academic and Student Affairs Division, Hokkaido Campuses, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan

kindergartens. Hokkaido campus provided the video pictures of the ongoing eclipse phenomenon and event in Sapporo campus as one of the key observation points to the streaming main-site in Shonan campus. We took this opportunity to make a very useful field site of science education as well as an outreach program to the general public with a collaboration of the secondary school and the university.

キーワード： 皆既日食，科学教育，科学アウトリーチ，中高大連携

Keywords: Solar Eclipse, Science Education, Science Outreach, University-School Collaboration

1. はじめに

日本で去る 2009 年 7 月 22 日に皆既日食が見られた。これは陸地に限ってみると、1963 年 7 月 21 日に北海道の東部で皆既日食が観測されて以来のことで、46 年ぶりであった。次回は 2035 年 9 月 2 日に北陸や北関東地域で見られる予定とのことで、今回の皆既日食から 26 年先の話になる。このように皆既日食は非常に珍しい現象である。また今回は図 1 のように日本全体が部分日食または皆既日食を見られる地域に含まれた。我々はこのまたとない機会を活用し、法人東海大学のプロジェクト「東海大学皆既日食観測プロジェクト」に呼応し、その一部として北海道キャンパス（札幌，旭川）で他キャンパスと連携した観測プロジェクトを立ち上げた。特に札幌キャンパスでは東海大学付属第四高等学校とその中等部が隣接しており、共同で中高大連携の科学教育の場とすることを目指した。この企画は単に物珍しい現象を見るというのではなく、この観測を通じて地球と太陽，月など他の天体との位置関係を再認識し，地球の存在，太陽の存在，そしてお互いの位置関係が我々に与える恩恵を考える貴重な機会としたかった。そしてこのことが理科・科学への関心をより深める動機付けになることを期待して実施した。当日のプログラムはウェブサイトに乗っている（四方 2009）。

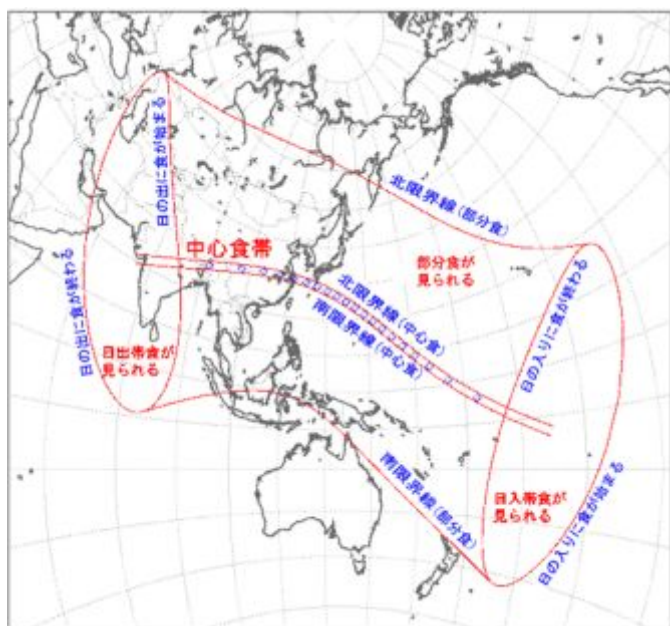


図 1 日食図（2009 年 7 月 22 日，提供：国立天文台）

2. 皆既日食の範囲と皆既日食観測プロジェクト実行委員会

この年の日食は、図1のように日本全国が部分日食を見ることが出来る範囲であった。またごく一部の皆既日食帯(中心食帯)と呼ばれる地域が皆既日食を見られる地域であった(国立天文台 2009)。東海大学では、図2のように、北は旭川キャンパス、南は西表島の研究施設まで、皆既日食帯を縦断したキャンパス配置になっており、さらに海洋観測調査船「望星丸」を皆既日食帯の海上、任意の場所に派遣できる。東海大学では、このメリットを生かし、学園全体で全国規模の観測プロジェクトを行うべく「東海大学皆既日食観測プロジェクト実行委員会」(以下「実行委員会」と略する)を発足させた。筆者の1人(四方)は全体プロジェクトの委員になり、北海道キャンパスのプロジェクト統括担当となった。委員会の構成、そして各拠点の場所とスタッフについて、また学園全体の活動状況は文献を参照されたい(東海大学皆既日食観測プロジェクト実行委員会 2009, p.116; 東海大学 2009a, 2009c (DVD))。



図2 各地の最大食分の図と観測拠点の配置 (口印が全国の21拠点である。最大食分の元図の提供: 国立天文台)

このプロジェクトでは、全国拠点からの観測映像・音声を、インターネットを介して湘南キャンパスに集め、それを一元化して全国の拠点に流すことを目指した。大学の各キャンパス間はTV会議システムで結ばれているので、これを活用した。大学付属の高等学校・中学校・小

学校・幼稚園などの教育機関ではパソコンに同等の動作をするソフトを載せやりとりができるようにした。海上の望星丸からはインマルサット(Inmarsat)を通してインターネットへ接続して、映像・音声を届けた。このように観測映像・音声は湘南キャンパスに集まり、それを編集して湘南キャンパスのステージ上の解説映像・音声と適宜切替しながら、ストリーミング(streaming)形式で各拠点にインターネットを介して配信した。それを各拠点の会場のスクリーンなどにパソコン・プロジェクターにより上映した。参加者は全国どこにいても、皆既日食の映像も含めて、各地の映像・音声を見たり聞いたりすることができるわけである。

このストリーミングは本学園関係者のみならず、ヤフージャパンのウェブサイトを通じて世界に配信された(Yahoo! JAPAN ストリーミングサイト 2009)。

3. 実施体制と準備

当日の会場は札幌キャンパスでは2つの建物(国際交流会館とノースウィング、互いに2から3階への渡り廊下でつながっている)とその前の駐車場スペースとした。旭川キャンパスでは1号館を使った。しかし準備段階で、建学祭と「青少年のための科学の祭典¹³・札幌南大会ミニステージ1」を利用した予行練習では付属第四高校キャンパスも活躍した。

札幌キャンパスでの日食の観測やイベントを実施するに当たり、次のようなグループに分かれた。

- (1) 観測グループ： 四高科学部(部員7人;指導:丹後英治,大瀧みちる),手作り望遠鏡(図3)による紙面への太陽投影による観測と大型ピンホールカメラ(図4)の作成とそれを使った観測,10cm望遠鏡による観測の準備をした。



図3 手作り望遠鏡キット(四高の科学部が組み立ててスタンバイ,科学の祭典札幌南大会ミニステージ1で予行,しかしそのとき外は雨天で実験室に待避)



図4 段ボールで組み立てた大型ピンホールカメラ

¹³ 子ども達の理科好きを増やすために1992年から日本で始まった活動である。北海道では1993年から始まり,東海大学札幌キャンパスを会場にした科学の祭典は2006年から行われている(四方,2007)。

- (2) 測定グループ：大学の理科教育法・科学部グループ（学生：上野由以，小野衣里奈；指導教員（大学）：藤田裕明，佐藤敦），日向と日陰の2箇所にて，パソコンを使って温度・照度の測定した（図5）。理科教育法は，高校・中学の理科教員資格を取得するための教職課程の授業科目であり，科学部は実験好きの学生の集まったクラブである。



図5 測定グループの計測センター作動テスト



図6 2週間前の太陽画像_ビデオ撮影テスト

- (3) 太陽撮影グループ： 四高教員（丹後英治，佐藤健幸）；国際交流会館3階屋上にて，赤道儀に載せたビデオカメラ，デジタルカメラを使い，太陽の撮影をする。両方ともテレスコープを付けての撮影である。また，48×望遠鏡を使い赤道儀モードで観測する準備をした。これらは全て太陽撮影用のフィルターをつけて行う。図6は事前テストでの太陽の映像で，デジタルカメラのセッティングを確認した。
- (4) 活動中継グループ： 大学科学部・写真部（学生：樽本寛子，能町美碧，高橋茜），指導教員：四方周輔； イベントにおける活動をインタビューにより，ビデオ映像・音声を通して伝えた。札幌キャンパスからの中継では，前半のMC¹⁴を能町，後半を樽本が担当し，撮影は全体を通して高橋が担当した。
- (5) 観測・活動中継技術グループ： 大学事務課・教学課（番場浩，佐々木紀文）；活動映像と太陽撮影映像の中継，および4会場においてストリーミング配信映像の制御・映写などを行った（図7）。



図7 湘南キャンパスとウェブ接続テスト



図8 日食シミュレーション

¹⁴ 司会，master of ceremony



図 9 日食クイズの予行では赤いゴミ袋をつなぎ合わせた太陽模型を使った

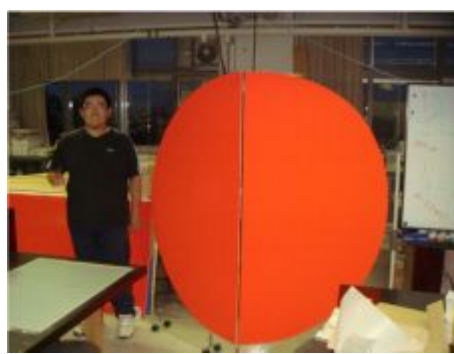


図 10 2m 近い太陽模型, 当日の日食クイズには間に合った

- (6) 日食シミュレーション・イベントグループ：地学実験グループ（柴田隆一，平松達人，岩田唯依，北俣渚），指導：四方周輔；パソコンでシミュレーションソフトにより札幌や日本各地の日食を再現して，来場者に見せるとともに，シミュレーション操作を体験してもらった（図 8 は科学の祭典札幌南大会で予行の様子）。地学実験グループの学生は授業科目の地学実験の履修者で，授業での学習成果を披露した。
- (7) 日食クイズ・イベントグループ：理科教育法グループ（藤井星良，安藤優貴，渡辺裕貴，森田英夫），指導：四方周輔；直径 2m 近い太陽模型（図 9, 10）と様々な縮尺の地球・月の模型を使い，太陽系の不思議に思いをはせられるようにクイズを作成した（表 1）。理科教育法では，理科の教育理論だけでなく実践方法の修得を重要視している。日食当日は藤井が MC を担当し，大勢の中学生と地域の人たちを相手に奮闘した。
- (8) 日食記念 T シャツ創作グループ：大学科学部（村田千尋，武田恵里）；村田によるオリジナルデザインの T シャツを 3 種類作り，日食クイズの記念品として用意した（図 22）。
- (9) 会場設営・警備・受付グループ：大学事務課（五郎丸昇）他，残りのスタッフが担当した。ここにあげたスタッフ以外で当日だけの設営・受付業務担当として，各事務系部署から 7 名ほど職員が参加して運営に当たった。受付担当学生は，日食クイズでのサポート役も担った。
- (10) 科学・技術指導：丹後英治が担当，赤道儀の設定，望遠鏡の設定を行い，また四高生へ望遠鏡作りの指導など，太陽観測に関して中心的な働きを行った。
- (11) 事務作業・総括・学内ポスターなど：四方周輔が実行委員として行った。学内ポスター（チラシ，図 11, 12），安全のしおりは図 13 の配布した日食グラスに付けて図 14 にあるようなものを作成した。スタッフ学生に関わる欠席確認届けに必要な添付書類なども用意した。
- (12) 事前学習：付属第四高校で中等部生徒向けの事前学習を行った。日食前日の 7 月 21 日，山本浩司教諭が担当し，パワーポイントを使い 15 分くらいの授業を行い，その後当日の注意事項を指導した（記録ビデオあり）。
- (13) 予行演習：青少年のための科学の祭典・札幌南大会ミニステージ 1（四高会場，7 月 18 日）を予行演習の場とした。そのブースで，四高生は望遠鏡，手作り望遠鏡，大型ピンホールカメラを用意してスタンバイした。残念ながら祭典当日は天気が悪く実演ができなかった。大学生は同じ科学の祭典で，日食クイズ，日食シミュレーションを来場者向けに行った。中継リポーターとなる MC もその様子を撮影し，インタビューの練習を行った。

(14) 旭川キャンパスでのストーリーミング上映: 屋外での日食観察とストーリーミング映像の上映会を準備した (立原祥弘, 小丸憲一, 松島佑介)。

表 1 日食クイズの例 (正解は脚注¹⁵にある, 問題 3, 4 が皆既日食のキーポイント)

問題	選択肢
1. 宇宙ステーション・・・若田光一 ¹⁶ さんのいる場所の高さはどのくらいでしょうか。	400 km 4,000 km 40,000 km 400,000km
2. 月・・・どのくらいの高さか? 宇宙ステーションの高さの何倍でしょうか?	10倍 100倍 1,000倍 1万倍
3. 太陽までの距離は月までの距離の何倍でしょうか?	40倍 400倍 4,000倍 4万倍
4. 太陽の大きさは月の何倍でしょうか?	40倍 400倍 4,000倍 4万倍



図 11 札幌キャンパスでのイベントに使ったポスターとチラシの元図 (東海大学 2009a)



図 12 メディアも関心が高く, 事前の取材を受けた (北海道新聞 2009, 写真の中のポスターは, スタッフ募集のポスター映像である)

¹⁵ この例の正解は 1. 400 km, 2. 1,000 倍, 3. 400 倍, 4. 400 倍

¹⁶ 当時, 若田光一氏は日本人飛行士としては初の ISS 長期滞在ミッション中 (2009 年 3 月 16 日~7 月 31 日) であり, まだ宇宙にいた。



図 13 配布された日食グラス，同時に配布される図 14 の安全のしおり（A4 サイズ）で包み，保護する



図 14 安全のしおり

4. 実施結果

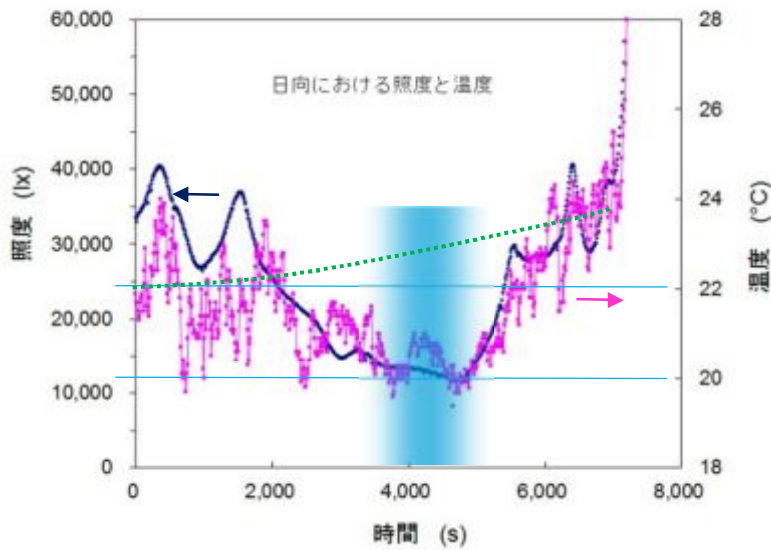
- (1) 旭川キャンパスでは参加者数が合計 45 名程度であった。観測日当日、旭川は曇りのため日食観察をすることができなかった。1 号館メディア視聴覚室で、配信されたストリーミング映像・音声の公開をした。皆既日食に興味を持っていた学生が多数参加した。反応はとても良く、配信された日食の映像を写真で撮影している学生もいた。ダイヤモンドリングの様子が配信された瞬間は歓声が湧き上がった。
- (2) 札幌キャンパスでの観測会では一般来場者の 60 人程度を含め、四高中，大学関係あわせて 360 名程度の参加者だった（内訳：一般参加者 60 名；四中生 170 名，四中教員 10 名，四高生 10 名，四高教員 10 名，小計 200 名；大学生一般 40 名，大学生スタッフ 20 名，教職員 30 名，教職員スタッフ 10 名，小計 100 名）。



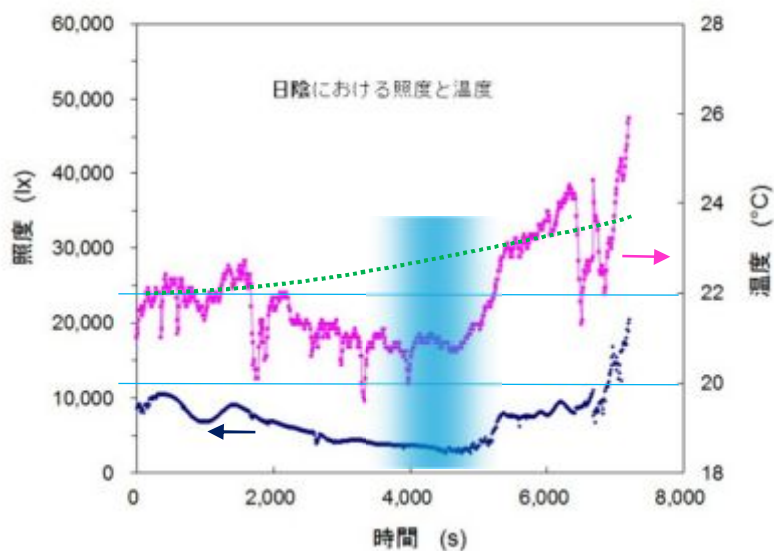
図 15 旭川キャンパスでは 1 号館メディア視聴覚室でストリーミング映像により日食を観察



図 16 札幌キャンパスでは国際交流会館のマルチメディアホールと 2 階ホール，ノースウィング 3 階 N208 教室を使い，ストリーミング映像で日食観察



(a) 日向



(b) 日陰

図 17 (a)日向と(b)日陰における照度(lx, 紺の十字マーク)と温度(°C, ピンクの四角マーク)の時間変化, 測定開始時刻(時間 0s)は 10:00 頃で, 青色縦長の帯状部分, 時間 4,200s 付近が日食の最大になる時刻 11:10 頃である。緑色の破線は日食前後の温度を内挿したもので, 青色の水平線 2 本は単なるガイドラインである。

(3) 日食当日, 札幌キャンパスもあいにく曇りの天気で太陽は見られなかったが, 雨は幸いにも上がった。ビデオカメラ, 手作り望遠鏡, 大型ピンホールカメラ, 温度・照度測定, 日食クイズ, 日食シミュレーションなどは予定通りに配置した。他の多くの中継地点も曇りまたは雨模様で, 観測は危ぶまれた。しかし, 望星丸は気象衛星ひまわりの映像を頼りに, 雨天に見舞われた当初の海上ルート回避し, かくろうじて皆既の時間帯に晴れた海上地点に到達できた。この望星丸からの日食の推移, そして皆既日食の瞬間の映像はよく見えた。皆既の瞬間には旭川, 札幌のみならず, 全国の各会場で大歓声がおきた。一方我々の札幌キャンパスでの温度測定, 照度測定では, 曇りではあったが明らかに日食の影響と思われる変化があった(図 17)。



図 18 さあいよいよ始まる, 170 名の中学生が待ち構える, 2つのテレビ局のカメラもスタンバイ



図 19 感激の一瞬を見守る, おもわず歓声があがった(地域の人々の集まった国際交流会館 2階ホール)



図 20 国際交流会館前の駐車場スペース 望遠鏡による観測グループがスタンバイ(左上, 木製三脚をつけた望遠鏡のセットが 10 台近く見える), 照度・温度のパソコン計測中のグループ(左奥のテントと左手前のテーブル), 全国へ映像・音声を流す中継グループ(中央の黒い三脚とその前の 5 人)が活動, 一般生徒(手前)は日食クイズへの参加を待つ。

ストリーミング映像・音声による全国各地の日食観測は, 3つの会場に分かれたがそれぞれその目的を果たすことができた(図 18, 19)。皆既日食終了後の中学生向けのイベント(170名, 日食クイズ2回目)では, 和気あいあいとして, 楽しそうにしていた(図 20, 21)。一般向

けの日食クイズ(1回目)でも、ストリーミング映像の視聴中ではあったが、20人程度が参加した。この2回の日食クイズでは、本学科学部の学生のデザインした3種類のTシャツ(図22)の獲得を目指して、難問に挑んでいた。



図 21 日食クイズで盛り上がり



図 22 オリジナル T シャツは大学科学部の村田千尋さんの作品

5. 広報関係の動き

報道関係は、事前に北海道新聞の取材を受け、前の週の7月14日に記事が掲載された(図12, 北海道新聞 2009)。当日は本学の東海大学新聞が取材に来て、札幌キャンパスの様子も囲み記事で載った(東海大学新聞 2009)。また、HTBとUHBのテレビ局が取材に来た。それぞれ夕方の「イチオシ!」,「スーパーニュース」で放映され、特に四高の科学部と中等部の生徒の反応が大きくとらえられていた(録画映像ファイルあり)。FMノースウェーブという札幌のラジオ局で、前の週に四方による日食イベントの説明が放送された(7月15日,番組名「FEEL SO GOOD!!! (グッチー)」録音記録13分間あり)。日食当日は、日食終了直後の12:15ころに同じく四方が日食イベントの様子を生放送で紹介した(番組名「FEEL SO GOOD!!! (グッチー)」10分程度,未録音)。

6. 成果と反省点

科学教育プログラムとしては、大学の関連授業である理科教育法,地学実験の学生,クラブ活動である科学部の学生によるスタッフとしての参加が重要な働きをした。単に太陽の変化を,フィルター(日食グラス)を使って観察するだけでなく,観測機器を使うことで明るさの変化,温度変化などを定量的にみられること,パソコンによるシミュレーションで地上からの観察だけでは想像のつかない動きを把握できるということを示した。日食クイズはこれとは別の意味でのサイエンスの楽しみ方を提供できた。このイベントは,参加者がこの貴重な現象を観察し楽しむのが第一である。しかし同時に,日頃の学習の成果を使い,中高生や地域住民の方にとともに観測するチャンスを提供する,という科学アウトリーチの役割を十分に提供できたと考えられる。付属第四高校科学部の活動も同様であった。手作り望遠鏡,手作り大型ピンホールカメラなど,準備万端であった。当日,そして準備のための科学の祭典のときも,天候不順のためその成果を十分に生かすことができなかった。しかし,参加者に望遠鏡による観察を体験してもらえる所までに持って行く過程での活動が貴重なものであったと考えられる。

ネットワーク関係・ビデオ関係は準備も十分になされ,滞りなく映像の送受信ができた。ス

トリーミング番組では札幌キャンパス関係で予定通りに行かなかったところもあった。大学科学部所属のMC(中継リポーター)と理科教育法グループの日食イベントMCは、即席仕立てながら成功裏に実行できた。ビデオ機器、測定機器、パソコン関係では札幌教養教育センターの物理実験・地学実験のものがフル活動したことが特記される。全体の運営として、責任者である実行委員は事務作業も含めて細かな作業が多く、負担が大きかった。本来教員がなすべき実験機器、測定プラン、ビデオ撮影指導、日食学習などの指導がおろそかになったのが残念である。札幌キャンパスでの太陽撮影は手持ちぶさただったが、なんとイベントが終わり、一般来場者も帰り観測チームだけが残っているときに、12:00すぎ、晴れ間が見えた。その後の部分日食終了までの10分余り、見え隠れだったが観測でき、最後の歓声が上がった。撮影機器を撤収し始めていたため、その瞬間を記録に残せなかったのは残念だが、参加スタッフの脳裏に確実に焼き付いた。しかし、この最後の記録を残せなかったという点は、イベントの実行という流れと、サイエンスとしての観測プロセスを独立に進めると言うところの徹底さに欠けた点と考えられ、反省している。

また、札幌では公立の学校はまだ授業期間であったが、ある小学生が親と一緒に来場し、是非この記念すべき日食を見たいと学校に欠席の許可を得てきたというケースがあった。科学教育に携わる立場からすると、学校教育の中で、このような特異な自然現象を見られる機会があるとき、それを体験できる場を生徒にフルに与えるようにすべきではないかと思う。サイエンスをどのように生徒の様々な体験の中に組み込むか、という点で教育パラダイムのなかに何か欠けているものがあるかも知れないと感じた。大学でも授業期間であった。ある程度学生スタッフには授業への対応策が練られたが、全学的なプロジェクトとしてはもっとスタッフとして、また一般学生として参加に支障のない方策を用意すべきであったと考えている。

結果的にこのイベントは、当初の目標の1つでもあった付属学校の存在そして大学との連携の可能性を浮き出すという役割について、札幌キャンパスで成功したと思われる。特に四高と大学の教員間の連携が深まったのが最大の収穫であった。同時に、この報告では記述していないが、東海大学の各種付属学校を含めた学園全体の科学・工学関係の教員・職員の間での連携があって実行委員会の進めたプロジェクト、そして札幌キャンパスでのプロジェクトが成り立っていた。今回のイベントをきっかけに、学園全体で経常的な科学教育のネットワークが作られることを期待したい。

謝 辞

このプロジェクトに参加してくれた全ての学生・生徒スタッフ、教職員スタッフに深く感謝したい。望遠鏡の一部について貸して頂いた、生物理工学部卒業生(科学部)の藤井聡子さんに感謝したい。また札幌キャンパスでの準備について、様々な技術的助言を頂いた実行委員会メンバーの方々に感謝の意を表したい。

参考文献

国立天文台(2009),「2009年7月22日皆既日食の情報」ウェブサイト:

<<http://www.nao.ac.jp/phenomena/20090722/index.html>>

北海道新聞(2009),「皆既日食観測しよう」,2009年7月14日号

東海大学皆既日食観測プロジェクト実行委員会(2009),『皆既日食を追った夏—全国21

拠点をつなぐ挑戦』, 東海大学教育研究所
東海大学(2009a), 「7月22日, 全国の拠点が沸き上がる! 東海大学の皆既日食イベント」ウェブサイト: <<http://www.u-tokai.ac.jp/eclipse2009/>>
東海大学(2009b), 「札幌フォーラムチラシ, 日食イベントに参加しよう!」ウェブサイト:
<http://www.u-tokai.ac.jp/eclipse2009/index/paper/TU_Project_04.pdf>
東海大学(2009c), DVD『地球を学ぶ航海—あの日見た空を私たちは一生忘れない!』,
BS朝日・テレビ朝日映像・東海大学
東海大学新聞(2009), 「札幌, 学生達の奮闘でイベントは大成功」, 2009年8月1日号
WORLDnews(2009), 「東海大学皆既日食観測プロジェクト」YouTubeウェブサイト:
<http://wn.com/Tokai_University_Solar_Eclipse_Observation>
Yahoo! JAPAN (ヤフー! ジャパン), ストリーミングサイト(2009), 現在のGyaO!(ギ
ャオ!): <<http://streaming.yahoo.co.jp/>>
四方周輔(2007), 「科学アウトリーチ 2006-2007—北海道東海大学チームの活動とテーマ開
発—」, 『北海道東海大学高等教育研究』2, pp.37-44
四方周輔(2009), 「T-wave によって北から南まで」ウェブサイト:
<<http://www.sci-utokai.jp/ecl/>>

(受付: 2011年1月31日, 受理: 2011年3月8日)