

コアSSH実施報告

コアSSHコンソーシアム型

小・中・高校と天文台との連携による光害研究と小中高校生の科学的資質の育成

1 研究開発の概要

本校では「夜空の明るさ」をテーマにして、平成22年度交流会支援事業、平成23年度コアSSH事業を実施してきた。平成24年度はコア採択2年目となり、その事業の連携の拡大と定着を目指した。

2 研究開発のねらい

公共天文台をはじめとする連携機関・連携校が機能的に連携し、光害によって星が見づらくなっている実態を全国的に把握・研究する。これらの活動は、生徒の能動的な活動や判断力を必要とし、観測や分析の過程において、生徒の意欲、発想力・企画力や論理的思考力を大きく引き出す事ができると考えられる。この活動を通じ小中高生の将来の科学者としての資質向上を図る。

3 研究の内容・方法

3.1 昨年までの経緯

(1) 全国の高等学校とのコンピュータネットワークを活用した連携

SSH校を始めとする全国の12校の高等学校と研究連携をした。全国に広がった夜空の明るさ観測チーム各校のデータをコンピュータネットワーク上で共有し、メーリングリスト（以下ML）での議論を通して、解析・検討を進めるといった先進的な手法を導入することができた。

(2) 科学的人材の育成

研修会や発表会では、生徒が進行役や講師を務め、自ら考えて理解した内容を他人に教えることでさらに理解が進み、活動に充足感を覚えることでさらに共同研究校に対する意欲が高まった。また、小中学生の観測への参加があり、データをまとめて自由研究に出品したり、コアSSHの発表会に参加した。

以上によって得られた研究成果は、日本天文学会ジュニアセッション及び日本地球惑星科学連合2012大会で成果発表した。

3.2 研究の方針

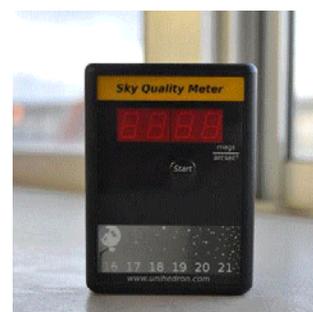
平成23年度の研究においては、「夜空の明るさ」を学術的に解明することを中心に置いて研究を進めてきた。その研究の中で、小中学校と高等学校の研究連携は小中学生の科学的資質を伸ばすとともに、高校生のリーダー性や科学的能力も大幅に伸ばすことが分かってきた。そのため平成24年度は、光害の科学的研究と小中高校生の科学的資質を伸ばす手法の研究を柱とした。

3.3 研究の方法

(1) 研究に使用する機器

夜空の明るさを「等級/1平方秒角」で測る装置、スカイクオリティメーター（SQM-L, SQM-LEの2種類）を利用する。SQM-Lはボタンを押すと、測定値を表示する携帯可能な機種であり、SQM-LEはLANケーブルでパソコンに接続し、連続観測することができる機種である。

この装置を事前に個体差調査し、較正值を決めた上で連続観測機を全国の提携先に設置し、誤差の小さな夜空の明るさの連続観測をする。また、携帯機を小中学生用の貸出機と局所観測機（後述）とし、夏休み期間を中心に観測に参加してもらい、自由研究の題材にしてもらう。



SQM-L



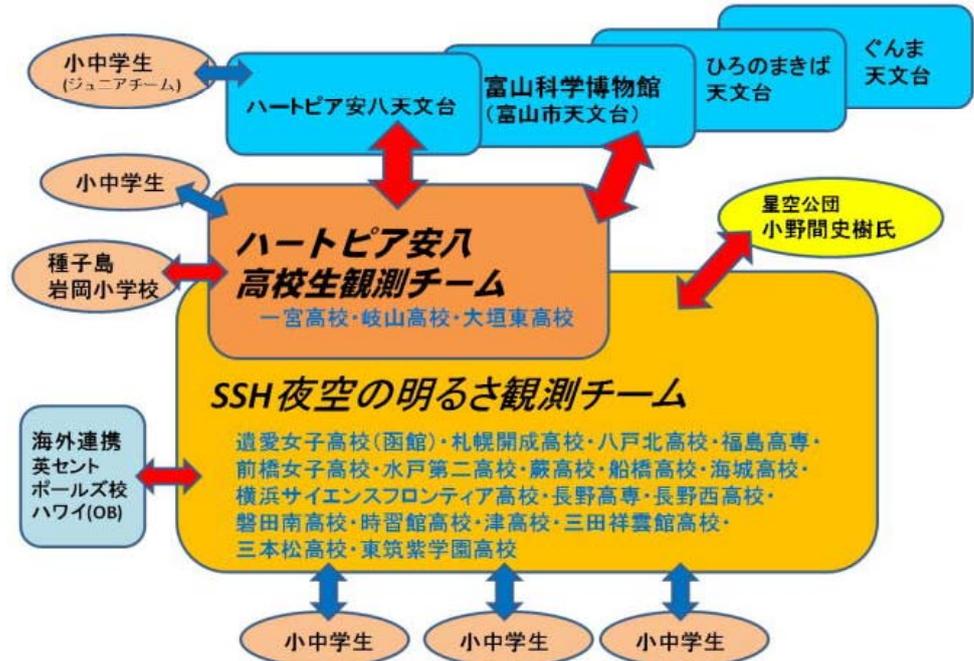
SQM-LEデータ取得画面



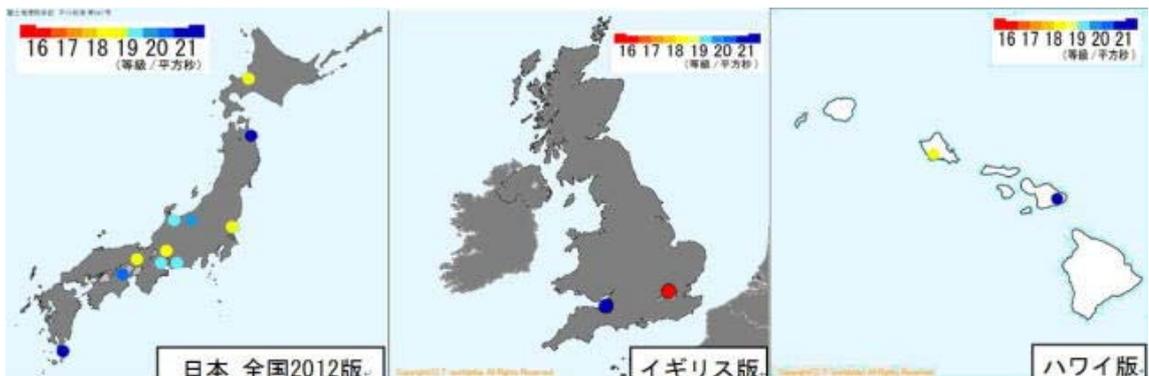
SQM-LEの設置（一宮高校）

(2) 連携の拡大によるより広範囲の観測網

観測ポイントの空いていた東北地方を中心に連携を拡大し、連続観測地点を25ポイントとし、全国の広範囲の観測網からより詳細な光害の分布が明らかになる。連携の拡大は新規参加の高校を募集する他に、公開天文台にも協力を求め、生徒が天文台を訪問し、機材を設置した（富山市科学博物館・ひろのまきば天文台）。また、空の暗い種子島の岩岡小学校とも連携し、生徒が訪問設置をした。さらに、海外にも観測協力を求め、英国セントポールズ校の生徒よりデータを送信してもらい、本校 OB 青木慶伸氏（名古屋大学大学院環境学研究科）の協力により、ハワイ（ハレアカラ・ホノルル）のデータも得ることができた。



平成24年度 研究連携図



明るさマップ

(3) 小学校、中学校、高等学校及び公開天文台との共同研究の方法

得られたデータを Web で共有し、処理・解析方法を ML を利用した議論を行いながら、研究を進めた。共有データは、各連携校が自由にダウンロードでき、本校生徒が開発したエクセルのマクロツールで、必要な部分をグラフ化できるし、さらに高速なツールも開発中である。このような技術的な手法により、日本（世界）の光害マップを作成した。

連携校に観測方法を学んでもらう研修会（7月）では、生徒が講師になって、新規連携校向けの機材の設定・設置に関する講習を実施した。研究発表会（1月）には、小中学生からも参加があり、研究成果の発表をした。

(4) 局地的多点観測

今までの事業における「夜空の明るさ」の観測では、各連携校の SQM の数が限られており、ひとつの地域で高密度の観測する場合には時間差が発生して、気象変化や時間変化の影響を取り去ることができない。そのため、地域別の大まかな明るさの比較はできても、狭い範囲における明るさの微細な違いを確認することが難しかった。また、同様の理由で、月齢や季節による違いなど、夜空の明るさのいくつかの特徴についても推論の域を脱していないテーマもあった。

そこで新たに50台の SQM を導入し、一つの地域で生徒50人による一斉自宅観測を実施し、条件を揃えた観測を実施している。さらに、この50台のセットを各連携校に約1ヶ月単位でリレーし、各連携校付近の多点観測による詳細なデータから局地的な夜空の明るさ分布を明らかにしようとしている。現時点ではデータの整理中で、考察が間に合っていない。

(5) 金環日食の観測

5月21日に国内では25年ぶりの「金環日食」が起こり、世間一般でも大きな話題になった。少しでも多くの人に安全に観察してもらいたい気持ちから、一宮市立向山小学校の PTA 総会の時間をお借りして、金環日食を安全に観察するための保護者向け講習を実施した。前後して生徒は、観測の普及活動として、向山小学校・大志小学校を訪れ、「日食めがね」の製作実習と観測方法の説明を行った。また、直前には本校生徒にも製作キットを配布し、実習と合わせ500セット以上を配布した。このような啓蒙活動をした上で当日を迎えた。

幸い当日は晴天に恵まれ、金環食前後の空の明るさ変化を SQM で検出することに、本校及び連携校が取り組み、研修会・発表会でも複数の学校から報告があった。

暗くはならないと、かなり強調されて報道されていたが、それは皆既日食と比べての話であって、空の明るさは約2等級暗く（1/6の明るさに）なったという結果であった。種子島で観測した2009年皆既日食の8等級（ただし曇天のデータ）と比較すると、1/250の減光なのだが、体感としては、ずいぶん暗くなり涼しくなったと感じた。



日食安全観察講話(向山小学校)



金環日食(生徒の撮影)



オリジナルめがね



製作後に太陽を見る参加者



小学生用ポスター



高校生用ポスター

(6) 研修会の実施

日時 7月14日(土)14:00~15日(日)12:00

会場 ハートピア安八

参加者 19の連携校から計80名の参加

司会等、研修会の運営は全て生徒が行い、機材の説明も本校生が実施した。新規参加校から機材の使用について多くの質問が出たが、殆どの質問には本校生徒や2年目の参加校生徒が答えていた。解決しない問題は、MLでの対応により解消している。

継続参加校から取り組み発表を行ったが、前橋女子高校と岐山高校から「金環日食における空の明るさ変化」に関するテーマの報告があった。

天文台での実習は天気が悪く、望遠鏡等施設の見学を行った。交流会の時間には見学後バスの発車までのわずかな時間まで、長野高専の学生が主になってマイクを各校に回し、交流を深めていた。

2日目は、講師の星空公団小野間史樹氏より講義と研修をしていただいた。新規校の生徒にもよく分かるように、夜空の明るさをなぜ測るのか、その意味・意義から SQM という機器の特性まで、詳しく丁寧に解説していただいた。

議論の時間は、小野間氏より提起された天候など SQM では分からない情報をどう集めるかに始まり、温度・湿度・月齢・季節などのデータをどう生かすか等の意見が出た。また、全国の集まりという、この観測チームとしての統一テーマ・方向性をぜひ決めたいという意見があり、眼視と SQM との差や経時変化のデータを集めて発表するとの案が出て、白熱した議論が続いた。その他、明るさマップは今年も必ず作ること、「伝統的七夕ライトダウン2012キャンペーン」(<http://7min.darksky.jp/>)にこの観測チームとして団体登録し、昨年に引き続き協力することも確認された。

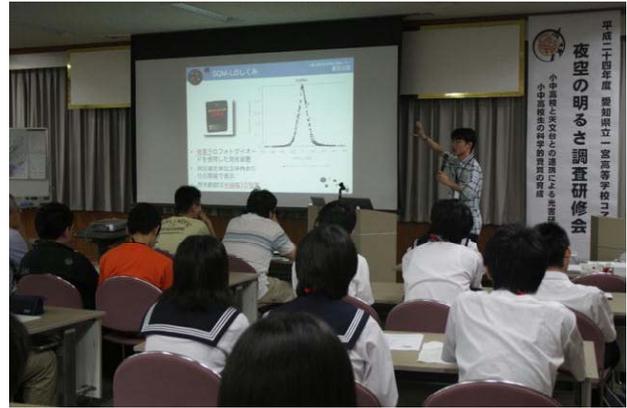


研修会(生徒が講師を務める)

実際のキャンペーンについては、本校においては、ダウンロードしたポスターを校内各所に掲示し、生徒に協力を呼びかけた。また、本校生徒が ICC (ケーブルテレビ) のニュース番組の一部で地域住民にも協力を呼びかけたが、尾張平野では範囲が広すぎて、キャンペーンの効果はなかなか期待できず、モニターした結果のグラフを作成したが、残念ながら平常と変わらなかった。引き続き啓蒙活動をすべきである。



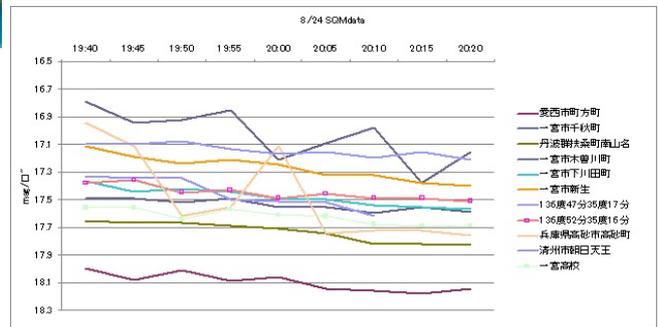
研修会(継続参加校からの研究報告)



小野間氏の講演



キャンペーンに団体登録(URLは本文中に記載)



ライトダウンの効果は現れず

4 研究の成果・反省

4.1 発表会

日時 1月20日(日)

会場 ハートピア安八

参加者 15の連携校から計46名の参加

進行等の運営は全て生徒が行い、中学生・高校生の口頭発表が5件、小学生が2件あった。残念ながらSSHからの旅費の確保が難しくなったため、やや参加者が少なかったが、遠くから参加できなかった学校からは、プレゼンのデータをメールで送ってもらい、本校生徒が代読する形をとることで、内容は充実したものとなった。本校からは、今年度版夜空の明るさマップの報告と、連携校で共有しているフォルダにあるデータの解析ツールの紹介をした。口頭発表の中でも小学生の発表は大変堂々としたもので、昨年からの成長が見て取れた。



発表会(遺愛女子中学)



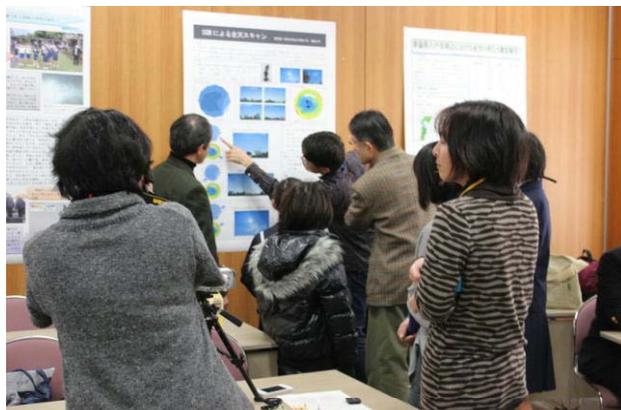
本校は解析ツールの紹介も含めて発表

また、参加できなかった学校からもポスターを送ってもらい、参加校を含めると9件のポスターを掲示した。短時間ではあったがポスターセッションの時間を設定し、ポスター前で熱心に議論することができた。

最後に星空公団の小野間史樹氏に記念講演をいただいた。ライトダウンにおける街の明るさと夜空の明るさが比例することや、甲府盆地におけるライトダウンキャンペーンによって星が見やすくなったことを、最新のデータを交えながら丁寧に説明していただいた。



小学2年生の堂々たる発表



ポスター前での議論

4.2 研究の課題と成果—サイエンスとしての難しさ

環境問題の多くは原因が多様化しており、サイエンスとして解析する場合、大変複雑になる。特に光害は研究している専門家も見あたらず、アドバイスを受けにくい状況で、新たな連携先を開発できなかったことは反省点である。

本校が取り組む夜空の明るさシミュレーションでは、昨年度、名古屋大学大学院環境学研究科の柴田隆教授より提示された光の減衰に関する数式

$$L=L_0 \times e^{-D \sigma / D^2} \quad (L \text{ 明るさ}, L_0 \text{ 光源の明るさ}, D \text{ 距離}, \sigma \text{ 消散係数} = 6 \times 10^{-5})$$

に標高に関する項の改良を加え、地方版より誤差は大きいもののまずまずの結果を得ている。この内容については3月の日本天文学会ジュニアセッションで発表する。また、昨年引き続き時習館コア SSH 海外連携プログラムに参加している生徒が、イギリスを訪問する際、先輩から引き継いだ内容の英語による発表を予定しており、新たな連携も期待できる。

4.3 小中高校生の科学的資質を伸ばす取り組み

(1) 高校生の科学的資質の伸張

本校の地学部では、部活動やコア SSH 事業の企画、運営、研究、実施等の作業を生徒に任せることにより、科学者の資質として重要な自主性、発想力、企画力、協調性を伸ばしてきた。この手法を各連携校にも広げ、合同研修の講師を各校生徒にと考えていたが、事前の割り振りができず、ほぼ本校の生徒のみで運営してしまった。もっと通常から ML を通して、生徒同士が交流できる場を設ける等の努力が足りなかった。交流がうまくいってれば、係の割り振りを本校生徒から ML に投げるだけでうまく運営できたであろうと考える。

(2) 小中学生の科学的資質の伸張

昨年度コア SSH 夜空の明るさ調査に参加した小学生の一人が、週に3～4回地学部の部活動に参加している。この児童は、2011年3月の日本天文学会ジュニアセッションで「SQMによる夜空の明るさ調査Ⅱ」をポスター発表（コア支援対象）した。今年は、ハートピア安八のジュニアチームにも所属し、金環日食の照度観測のまとめ役も担当するなど、多方面に活躍している。

本校の夜間観測会にも参加し、高校生の指導の元、夜空の明るさデータとデジタルカメラの画像を取得した。そのデータを集約し前述の発表会で発表したが、発表準備も部活動の中

で高校生と一緒にプレゼンやポスターを作成し、より質の高い発表につながった。この成果は、3月の天文学会でも発表を予定している。

また、前述の日食めがね製作イベントのスタッフとして、向山小学校の他の児童に対してプレゼンの説明をしたり、製作のアシスタントも務めた。

このように小学生は高校生からの継続的な指導を親近感を持って受け入れ、高校生も教えることでより理解が深まっている。こうした活動が小学生・高校生の両者の資質を伸ばすと考えている。



日食めがね製作プレゼン

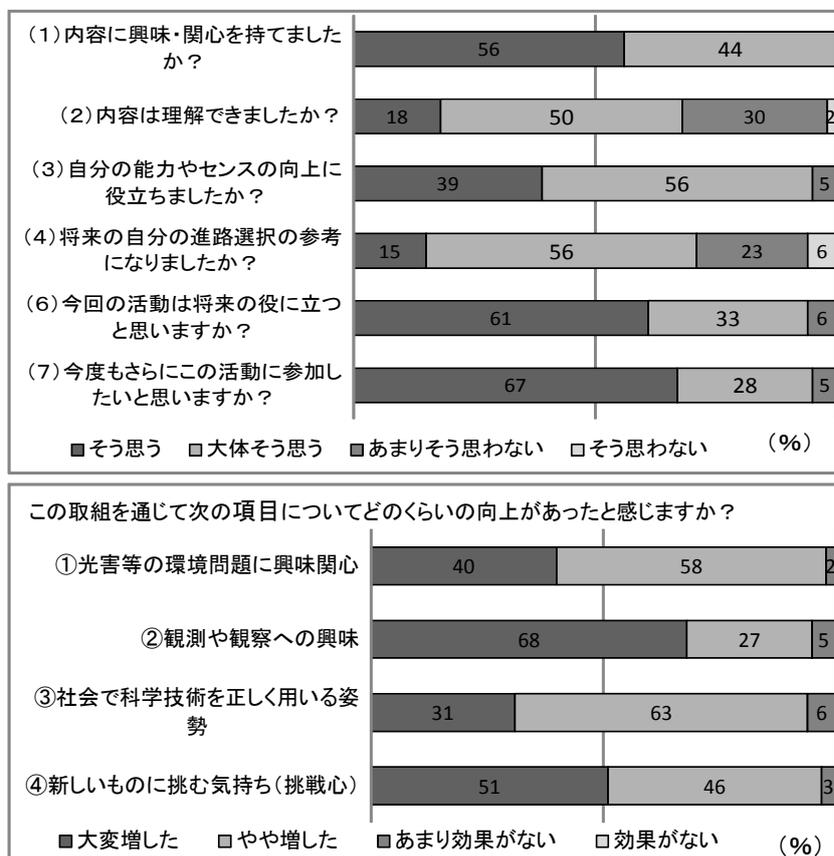


日本天文学会ポスター発表

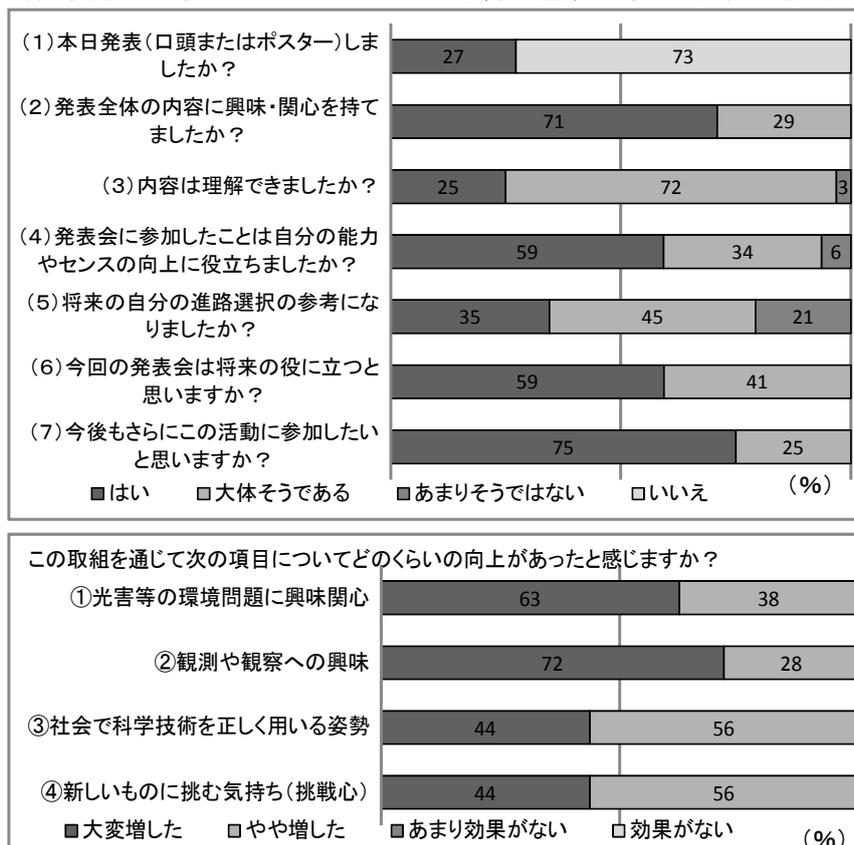
(3) アンケートの結果から

以下では、7月の研修会・1月の発表会に実施したアンケートで、本事業に取り組む小中校生の変容が見てとれる。特に発表をしたか否かによるクロス集計で、協調性・プレゼンテーション力に大きな差が出ており、発表の場をできるだけ多く持ち、小中校生に経験を積ませることが重要だと考えている。業務のほとんどを地学部の生徒に主体的に取り組ませているのは、効果的な取り組みといえる。今後も生徒のリーダー性・協調性・発想力や企画力・論理的思考能力を高めていきたい。

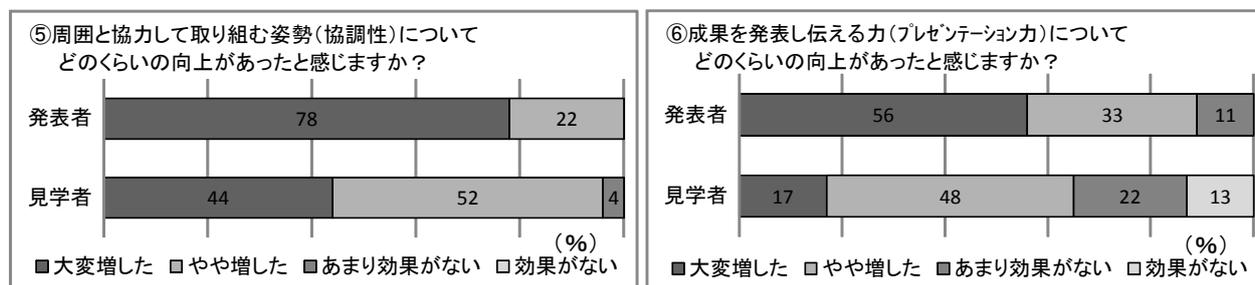
7月の研修会時のアンケートでは連携校生徒は次のように答えている。



1月20日の成果発表会後のアンケートでは連携校生徒は次のように答えている。



特に以下の項目は発表者と見学者(項目(1))によるクロス集計に大きく差が出た。

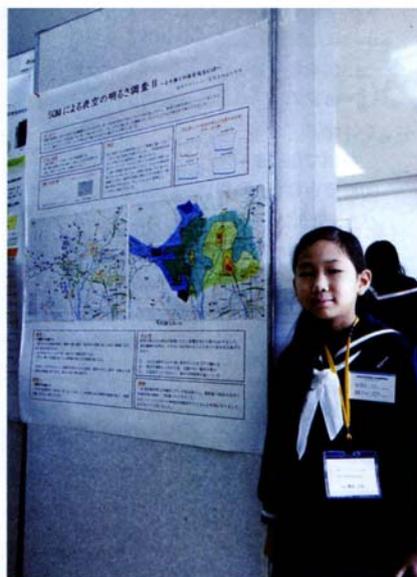


アンケートの自由記述欄には、次のような記述があった。

- ・とてもきんちょうしたけど、すごく自分のためになって良かった。これからも、このようなことに参加してもっとたくさんのたいけんをしたい。SSHはすごくいい仕組みだと思う。
- ・自分達とは違う夜空の調査方法を聞いて、さらに興味がわいた。
- ・もっと機材を使いこなし、自分自身でもこのようなおもしろいことを調べてみたい。
- ・いつも見ている空も18等くらいなので、カーテンを閉めたりしてもライトダウンの効果があると知り、実践しようと思った。
- ・(コアSSH支援がなくても)今後も調査を続けていきたい。
- ・今年もライトダウンに参加したい。

4.4 今後の方向性

平成25年度の方向性としては、申請中のコア枠が認められれば、「夜空の明るさ調査」をコアSSHの一部として継続し、現在ある機材と観測網を活かし、共有フォルダとMLを中心に研究を進めていく。長期間の夜空の明るさをモニタリングすることが重要で、それによって新たな知見を生み出すことが期待できると考えている。ライトダウンキャンペーンにも引き続き参加し、1月頃に発表会を持ちたい。



史上最年少、「アンダーエイジ」枠で参加した、小学3年生(当時)の富田小冬さん。月にうさぎがいることを信じて疑わなかった小冬さんは、餅をついている姿が見たくて1年生のとき親に望遠鏡を買ってもらい月を観察した。それでも満足できずに公開天文台で望遠鏡を使わせてもらったという。これが天文に興味を持った動機だそうだ。うさぎは見つかったかな？

最多の参加者が集った ジュニアセッション

ジュニアセッションは天文学会最大のセッションである。昨年は発表の機会が失われたこともあり、第14回となる今回は過去最多64件、400名を超える参加者が集うこととなった。

2008年春季年会(和歌山大学)から継続して参加している海外チーム、タイの学生の発表

では、質疑にて堂々と英語で質問する生徒もいた。また、ロンドン五輪男子サッカー規定「オーバーエイジ」(年齢制限なしの参加枠)の逆である「アンダーエイジ」による、史上最年少・愛知県一宮市立向山小学校3年生(当時)の富田小冬(とみたこと)さんによる発表があった。これは「スカイクオリティメーター」という夜空の明るさを簡易測定する装置を用いて、自身

の活動範囲を実測しまとめるというもので、見事なフィールドワークであった。指導した愛知県立一宮高校地学部および高村裕三朗教諭の功績とともに、記憶に残る快挙といえよう。

その他の発表もどれも生き生きとしていた。ジュニアセッションでは例年、秀逸かつ独創的で、大舞台でも物おじせずに発表や質疑応答をこなす姿勢が見られる。「理科離れ」「天文離れ」は環境次第。読者の皆様もどうかジュニアセッション会場に訪れてほしい。見学は無料だ。学生のみなさんは発表も検討してみよう。

