

インターネット天文台の情報教育への応用及び教育的観点からの改善についての研究

上田晴彦[†], 成田堅悦[†], 毛利春治[†], 高田淑子^{††}, 長島雅裕^{†††}, 亀谷光^{††††}

インターネット天文台はコンピュータと理科教育を有益に結び付ける魅力的な施設であり、教育利用に対して有効であるといわれてきた。我々はこれまでもインターネット天文台を利用したさまざまな教育実践を行っており、その有効性を再確認してきた。しかしインターネット天文台を情報教育の観点から利用した教育実践がほとんどなされていない、低年齢層に限られた利用しかされていない、という問題点がある。さらに感覚情報を欠いているため臨場感が無く、理科教育設備としても不満があるという欠点も顕著になってきた。本論文では情報教育の観点からのインターネット天文台の利用、小学生と大学生というまったく異なった年齢層に対する教育利用について報告をおこなう。また感覚情報を利用したインターネット天文台の改善についての実践事例、及びアンケート調査結果の紹介もする。最後にこれまでの結果を踏まえた、今後のインターネット天文台の教育利用の方向性についても提案をおこなう。

A Study on the Application of the Internet Astronomical Observatory to Information Education and Its Improvement from a Viewpoint of Education

HARUHIKO UEDA[†], KENETSU NARITA[†], SYUNJI MOURI[†],
YOSHIKO TAKADA^{††}, MASAHIRO NAGASHIMA^{†††}, HIKARU
KAMEYA^{††††}

Internet astronomical observatory is an attractive facility that combines computer and science education profitably, and its effectiveness to the educational use is well known. We have executed many educational practices for using the Internet astronomical observatory, and reconfirm its educational effectiveness. However, there remain problems that the educational practice by using Internet astronomical observatory is not performed from the viewpoint of information education, and is limited to low age groups. In addition, a disadvantage that the Internet astronomical observatory lacks sensory information has been gradually remarkable. In this paper, we report on the educational practice from the viewpoint of the information education, and the application to quite different age groups such elementary school students and collage students. We also report on the improvement of the Internet astronomical observatory by utilizing sensory information, and the results of questionnaire survey concerning these improvements. We finally discuss the future of the development of the Internet astronomical observatory.

1. はじめに

近年ますます顕著になっている社会の情報化に呼応して、初等教育においてもコンピュータを利用した教育の重要性が認識されるようになってきた。しかし初等教育でのコンピュータ導入の歴史は浅いため、小学生の興味を引く適切な利用法に関する実践・研究がま

だ十分なされていないという問題点がある。一方で「理科離れ」という言葉に代表される科学教育の危機的な現象が先進国を中心に起きており、日本でも社会問題にまでなっている。日本における理科離れ現象は小学校から既に始まり、学年の進行と共に顕著になることが報告されている。そのため、小学校段階での科学教育の改革は緊急の課題である。このような状況を打破するため、コンピュータと科学教育を有益に結びつける新しい種類の設備・教材・指導法を開発することは、大変重要なことである。

また大学でのコンピュータ関連の講義も理論中心であることが多い。理工系学部の専門教育であれば致し方ないが、教育学系学部のコンピュータ関連の授業についても事情は同じである。一般に教育学系学部でおこなわれる専門教育は、理工系学部・人文系学部・社会系

*[†] 秋田大学教育文化学部
Faculty of Education and Human Studies, Akita University
ueda@ipc.akita-u.ac.jp, narita@ipc.akita-u.ac.jp, mouru@ipc.akita-u.ac.jp
^{††} 宮城教育大学教育学部
Faculty of Education, Miyagi University of Education
toshiko@miyakyu-u.ac.jp
^{†††} 長崎大学教育学部 Faculty of Education, Nagasaki University
masahiro@nagasaki-u.ac.jp
^{††††} 仙台市天文台 Sendai Astronomical Observatory
kameya_hikaru@yahoo.co.jp

学部等でおこなわれる専門科目を薄めた内容になってしまう傾向がある。教育系学部にあふさわしいコンピュータ教育をおこなう設備・教材等を開発していくことも極めて重要である。

このような設備として、我々はインターネット天文台というものに注目してきた¹⁾。ここで言うインターネット天文台とは、インターネットを経由して望遠鏡を遠隔操作し天体観測を可能にする設備のことである。現在の情報化社会を支えているのはインターネットであり、その理解はまさに現代社会を生きる力となる。一方で誤った使い方をすると、大変な被害を受ける可能性もある。インターネットを理解することは、科学教育の観点からも重要なことである。

インターネット天文台の教育利用は従来からおこなわれてきたが、理科教育の観点からの利用に偏っていること、小・中学生という比較的年齢層の低い人々を対象にしたものが多いこと、がその特徴であった。このように小・中学生のための理科教育施設と認識されがちなインターネット天文台であるが、本来は情報教育の観点からの利用及び大学生への利用も可能、というより広い使い方の出来る柔軟性を持った設備である。また教育利用に際しては、インターネット技術を利用する故の欠点もある。本研究はこのような観点からのインターネット天文台の改善、教育実践及び調査研究結果の報告である。特に以下の3点について、中心に考える。

第1に、情報教育の視点からのインターネット天文台の利用である。インターネットを経由して天体観測をおこなうことは、利用者にインターネットの持つ魅力を実感してもらうことにつながる。さらに利用者の年齢層に応じたインターネットに関する説明・実習を付け加えれば、インターネットへの興味喚起に大きな力を発揮すると思われる。

第2に、幅広い年齢層の受講者に対するインターネット天文台の教育利用である。これまでは低年齢層に限っていたが、より幅広い年齢層への応用を考える。そのため、本研究では小学生及び大学生に対する教育実践をおこなうことにした。

第3に、インターネット天文台を理科教育の観点から利用した際の欠点の改善である。ネットワーク等のコンピュータ技術を利用した体験は、自然や社会での実体験とは大きく異なるという弱点を持っている。コンピュータ技術を利用した体験はあくまでも疑似体験であるが、これはインターネット天文台にも当てはまる。特に臨場感の無さが最大の欠点であることが、これまでの教育実践で徐々にわかってきた。そのためより臨場感を持たせる工夫をすることが、理科教育の観点からは必要である。今回は以下に述べる4つの試み

をおこなうことで、臨場感を出す工夫をした。

2. 今回の教育実践の概要

これまでもインターネット天文台の先進的研究はみさと天文台¹⁾、熊本大学²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、宮城教育大学⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾、秋田大学¹⁰⁾¹¹⁾などで積極的におこなわれてきた。しかし残念なことに、現時点で実際にインターネット天文台を構築し教育実践をおこなう機関はそれほど多くないのが現状である。その理由はさまざま考えられるが、先に述べたように低年齢層に対する理科教育の観点からの利用に限られていること・臨場感がないこと、が大きいのと思われる。そのため、以下のような教育実践をおこなうことで、インターネット天文台の教育利用の可能性について調べてみることにした。

2.1 大学生を対象とした利用

大学生を対象とした教育実践において、インターネット天文台の情報教育の観点からの利用、年齢の高い層への利用を試みた。後で詳しく述べるように、インターネット天文台は大学におけるコンピュータ関係の通常の授業に利用可能である。特に情報化社会の中心をなすインターネットに関する興味喚起には大きな力を発揮する。これまでも卒業研究等の特別な教育活動については、大学でも利用されてきた。しかし通常の授業の中での利用はあまりおこなわれてこなかったように思われる。

インターネット天文台は小型望遠鏡とフリーソフトを使用すれば、安価・手軽に構築できる。遠隔操作による観望によって機器が破損する可能性もそれ程高くない。特に普及に力を発揮する安価なタイプのインターネット天文台であれば、高価な機器を学生に開放するという心理的リスクはほとんど気にならないと思われる。いずれにしても、インターネット天文台を大学教育で利用する試みは、もっと積極的におこなっても良いように思われる。

2.2 小学生を対象とした利用

小学生に対するインターネット天文台の利用は、これまでもおこなわれてきた。しかし理科教育の観点からの利用に偏っていたため、今回は情報教育の観点から（特にインターネットの面白さの体験）の利用も、あわせて試みた。さらにインターネット天文台の教育利用する立場からの改善も実施した。インターネット天文台を理科教育として利用する際の最大の問題点は、感覚情報を欠くため臨場感が無く印象記憶として長く

残らないことである。これまでの利用経験から、インターネットを経由した観望は通常の観望会と全く異なっており、観察者に大きな違和感を生むことが教育利用の際の最大の弱点であることがわかってきた。つまりインターネット天文台の有効利用のためには、感覚情報を利用して臨場感を持たせる工夫をすることが必要なのである。残念ながらインターネット天文台での観望会を、現実の観望会と同レベルの体感にする決定的な解決法は見つからない。しかし視覚・聴覚に体験等を組み合わせる様々な仕掛けを施すことによって、ある程度の臨場感を引き出すことは可能と思われる。

3. 大学教育におけるインターネット天文台の利用とアンケート調査結果

3.1 「情報科学基礎」における利用

最初にインターネット天文台を大学教育において利用する試みを紹介する。秋田大学教育文化学部では人間環境課程共通科目として「情報科学基礎」という授業が金曜日3・4限(前期)におこなわれている。これは人間環境課程所属の2年生が主な対象の講義科目であり、専門教育に進むにあたり情報科学の基礎的な知識を身につける、という目的で開講されている。講義内容は「情報科学の基礎的課題」、「計算機科学の入門的講義」、「コンピュータの教育利用」の3つの柱から成り立っており、主に講義形式で授業を進めている。ただし最終回のみ実習形式とし、その際にインターネット天文台を利用した。演習実施前の講義において、インターネットおよびインターネット天文台の概要を講義済みである。



図1. 大学教育における利用の様子

当日はインターネット天文台構築に必要なハードウェア・ソフトウェアについて紹介した後、各自のコンピュータに構築に必要なソフトウェアをインストール

してもらった。(なおここで用いたソフトウェアは全てフリーソフトである。)その後、各自のパソコンに望遠鏡をつなぎ、コンピュータを通して望遠鏡を操作し、画像を取得してもらって体験をした。またサーバにつないだ望遠鏡を遠隔操作してもらって体験もした。図1はその際の様子である。

3.2 アンケート調査とその結果

インターネット天文台の利用が大学生にインターネットへの興味の喚起につながるかを見るために、実習に参加した学生に対してアンケート調査をおこなった。ここではその主だった結果について報告する。なお調査人数は14名であった。

最初に「コンピュータ科学が好きか嫌いか」という質問をし、コンピュータ科学が好きな11名と嫌いな3名にカテゴリ分けした。今回のアンケート調査では個々の対象者に対して、

- 1) 難易度(今回の実習がどの程度難しかったか)
- 2) 関心の高まり(今回の実習を通して、どの程度コンピュータ科学への感心が高まったか)
- 3) 有益性(インターネット天文台の構築を取り入れた授業は、大学教育にとって有益であると思うか)

の3つの質問事項に対し、1～5点で評価してもらっている。それらの結果を、先に示した2つのカテゴリごとに平均値を計算した。このような手法で各々の集団が持つ傾向を抽出したのだが、その結果は以下のとおりであった。

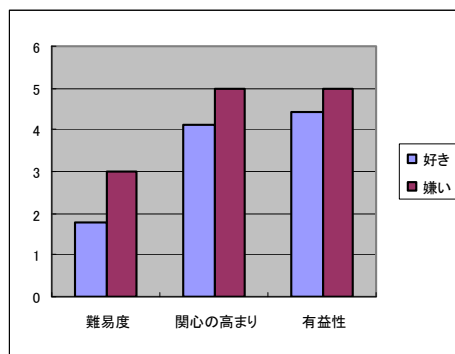


図2. 大学教育での利用結果

最初の質問は難易度に関するものである。難易度は最も易しいが1で、難しいと感じるほど点数が高くなるとしている。図2より、今回の実習はそれ程難しかったと感じる学生は少なかったことがわかる。特にコンピュータが苦手な学生についても、十分対応できる難易度であったと思われる。これはインターネット天文台の構築がそれ程難しくない証拠と考えられる。イ

インターネットへの関心の高まり、及び大学教育におけるインターネット天文台の有益性については、高い評価を得た。(点数が高いほど好評価であることを示している。)調査人数の少なさからはっきりしたことはいえないが、特にコンピュータ科学が嫌いな人に受けが良いようである。以上の結果より、インターネット天文台は工夫次第では大学教育でも情報教育の観点から利用可能であることが、ある程度確かめられたと結論づけられる。

4. 小学校教育におけるインターネット天文台の利用とその改善

4. 1 インターネット天文台の改善

感覚情報を利用して臨場感を出す工夫をする前に、インターネット天文台をより使いやすくするための若干の改善をおこなった。それは天体の導入をよりスムーズにするために、望遠鏡にウェブカメラを取り付けたことである。これで月がどの位置にあり、どちらに望遠鏡を動かせばよいか、視覚的に判断できるようになった。実は通常のウェブカメラでは感度が低すぎて星は映らないのであるが、月の導入および昼間の太陽の導入には大きな力を発揮することが、これまでの教育実践でわかっている。今回はインターネット天文台での月の観望であったので、これで十分であるとした。

さて感覚情報を利用して臨場感を出すための工夫が今回試みたことである。本研究では手軽なインターネット天文台を目指しているため、これからおこなう改善も安価で特別な知識を必要としないものに限る、ということを前提にした。特に以下に示す4つの工夫をおこなった。

1) 照明を消す。

これまでのインターネット天文台をつかった観望会では部屋が明るいままであった。そのため全く臨場感がなかったので、今回は部屋を暗くし観望会の雰囲気にならざることを考えた。

2) イルミネーションの点灯。

照明を消すだけでは、星空の雰囲気を出すには不足である。そこで星の代わりとなるイルミネーションを点灯させた。今回は200人以上の人が入る大きな部屋での観望会であったため、かなり大がかりなイルミネーションを利用した。小さな部屋での観望で雰囲気を出すのであれば、家庭用のプラネタリウムで十分であろう。

いずれにしても、1) 2) は視覚という感覚情報に訴えるものである。

3) 虫の鳴き声を聴く。

次に聴覚に訴える効果として、夏の虫の鳴き声を聴きながらの観望をおこなうことにした。今回は自然の音を効果音として採用したが、天体现象とよくマッチするような音楽でもよいと思われる。

4) 手作り望遠鏡の併用。

最後にインターネット天文台からの配信によってスクリーンに映しだされた月の映像を手作り望遠鏡で見るという体験を、感覚情報に組み合わせる試みをおこなった。

蚊取り線香をたくななどのことをやれば嗅覚による効果が得られるかもしれないが、安全確保のため今回はやらなかった。以上が今回の改善の概要である。

4. 2 「ひらめき☆ときめきサイエンス」における教育実践

2009年7月26日(日)に、秋田大学において「インターネット天文台と手作り望遠鏡で夏の夜空を眺めよう」という表題で、小学生5・6年生対象のイベントをおこなった。今回のイベントは「ひらめき☆ときめきサイエンス」として実施されたため、秋田大学と独立行政法人日本学術振興会との共同主催となった。その実施概要は、以下のとおりである。

本イベントでは最初に「ご挨拶と趣旨説明」をおこない、本研究の意義を受講者に理解してもらった。その後のインターネット天文台の簡単な説明に続き、受講者にインターネット天文台の操作体験をしてもらった。以下はその場面である。残念ながら本イベント実施時の秋田の天候は曇り時々雨であったため、屋根付きの部屋に置いたインターネット望遠鏡を遠隔操作してもらい、遠方の風景を楽しんでももらった。



図3. インターネット天文台操作体験

この体験操作の後、夕食のための休み時間を1時間程度取り、今度は望遠鏡作りに取り組んでももらった。

ごく簡単な望遠鏡の仕組みについて説明した後、組立天体望遠鏡（星の手帖社）を利用しておこなった。以下は参加者が望遠鏡作りに取り組んでいる場面である。なお参加者は初めて天体望遠鏡を組み立てるという人がほとんどであったため、その作成には30～40分程度を要した。



図4. 手作り望遠鏡体験の様子

その後インターネット天文台で星空観察をおこなう予定であったが天候がさらに悪くなり、雨が降り出した。そのため、事前にインターネット天文台でビデオ撮影しておいた月の動画を放映した。そして先にあげた様々な工夫を施して、どの程度効果があるかを体験してもらった。最後に本日の星空の説明をし、手作り望遠鏡を利用した擬似惑星観察体験をおこなった。以下は本日の夜空の説明の場面である。



図5. 本日の夜空の説明の場面

なお全てのイベントが終了した後、アンケート調査と未来博士号の授与がおこなわれた。図6は未来博士号授与の一場面である。



図6. 未来博士号授与の様子

4. 3 アンケート調査とその結果

今回実施したインターネット天文台改善についての基礎的データを得るため、今回のイベントに参加してくださった児童の皆さん、及び付き添いで来て頂いた父母の皆さんに対してアンケート調査をおこなった。ここではその調査の内容と結果について報告する。調査結果は子供・大人別に順次紹介するが、調査項目はそれぞれ6つである。なお調査人数は、子供25名・大人22名であった。

4. 3. 1 子ども用アンケートの内容とその結果

以下は子どもたちの調査結果である。ただし調査結果の性差を見るために、男女別の内訳も分かるようにしている。

問1. 最初に回答者の所属学年について答えてもらった。本イベントは小学校5・6年生に対するものであるが、調査対象人数を増やすためにも、付き添いで来ていただいた兄弟もアンケート対象に含むこととした。

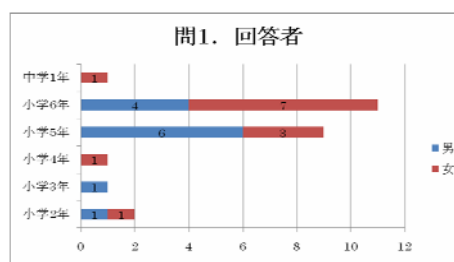


図7. 回答者の所属学年

問2. 次に「理科は好きですか」という質問をしたが、理科が好きな児童が多数を占めることが確認された。これは本イベントに参加した小学校が理科好きという特殊性の表れというよりも、小学校段階では理科は人

気科目であることに起因すると思われる。

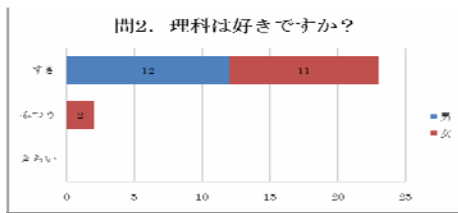


図8. 理科の好き嫌い

問3. 「手作り望遠鏡を利用して星を見たのと、インターネットを利用して星を見たのと、どちらが面白かったか」という質問をしたが、予想どおり手作り望遠鏡を選んだ受講者が圧倒的に多かった。ただし、インターネットでの観望を選んだ受講者がすべて女性であることは、注意を要すると思われる。

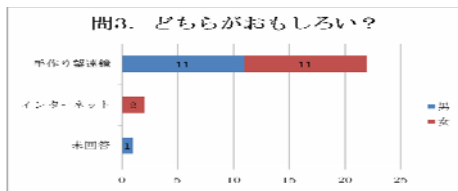


図9. 手作り望遠鏡とインターネット天文台のどちらが面白い

問4. 今回の工夫が臨場感を出す上でどのぐらい効果があったかを、5段階で評価してもらった。結果は以下のとおりとなり、各項目とも効果ありが50%を超える結果となった。

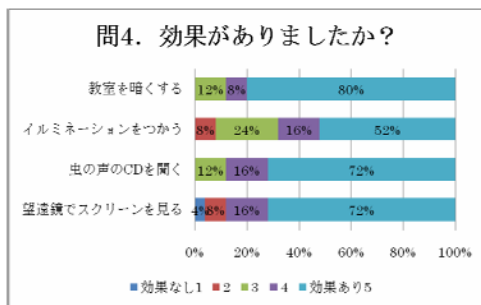


図10. 臨場感を出す効果の有無

問5. 次のような場合に、「A:ふつうに星を見る」と「B:インターネットを使って星を見る」と、どちらがよいと思いますか、という問いをぶつけてみた。結果は以下のようになったが、寒さが厳しい冬季の秋

田県では、インターネット天文台が役立つ場面が多いことが確認された。

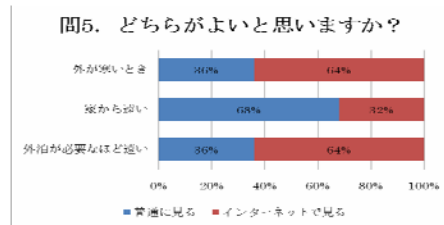


図11. 普通に星を見るのとインターネット天文台のどちらがよい

問6. 「インターネット天文台を体験することにより、インターネットを面白いと感じることが出来たか」について尋ねた。結果は以下のとおりで、インターネット天文台がインターネットに興味を持つきっかけとなりえることを示すことが出来た。

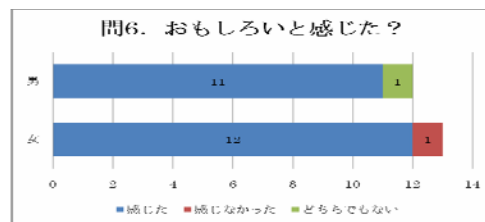


図12. インターネットは面白いと感じたか

4.3.2 保護者用アンケートの結果

次に付き添いでの参加となったご父母の方への調査結果を示す。

問1. 最初に回答者22名の内訳について調べた。これまでの経験より、アンケート調査結果には明らかな性差が表れることが分かっていた。

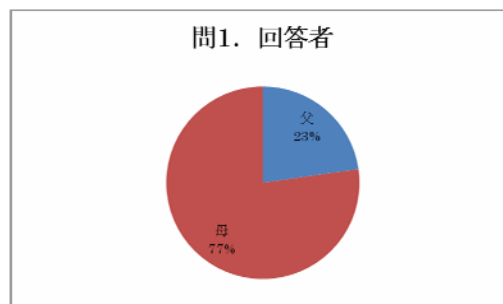


図13. アンケート回答者の内訳

そのため、今後は性差についても注目したい。なお参加者は父（5名）母（17名）であった。

問 2. 中学生の頃に理科の授業は好きだったか、について尋ねてみた。結果は以下のとおりで、男性は全員が好きだったという回答であったのに対し、女性は好き、普通、嫌いがほぼ同程度であるということが判明した。

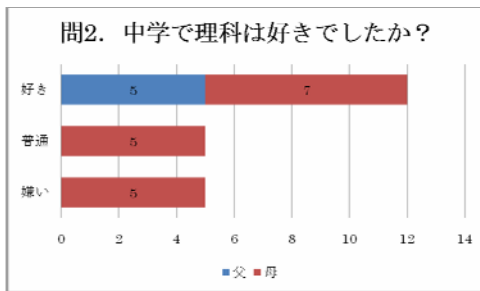


図 14. 中学校時代に理科が好きだったか

問 3. 今回の観望会において、「通常の星の観望」と「インターネットを経由した星の観望」のどちらに、興味を持ったかについて尋ねた。結果は以下のようになり、子供たちの回答と明らかに異なることが分かった。また男性は子どもたち同様、通常の星の観望を全員が希望したが、女性ではインターネット経由での観望に人気が高いという性差があることも判明した。

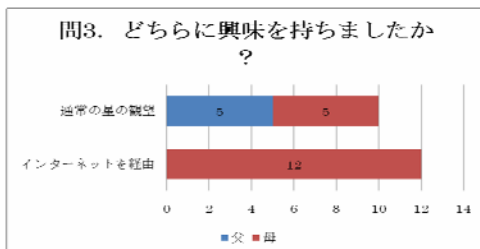


図 15. 普通に星を見るのとインターネット天文台のどちらがよいか

問 4. 次に臨場感を増すための効果の有無についてであるが、イルミネーションの評価が低かった以外は、それなりに効果があったことが分かった。ただしこれはイルミネーションの配置をどうするかで変化するかもしれない。今回はスクリーン近くにイルミネーションを配置したが、観望にやや邪魔だったという意見があった。この点については、今後工夫したい。

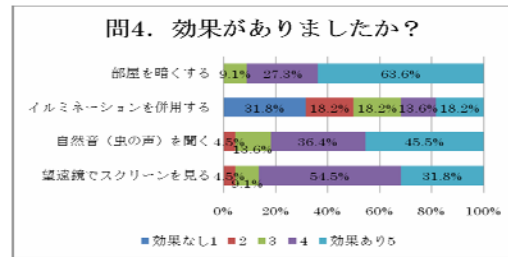


図 16. 臨場感を出す効果の有無

問 5. 次のような場合に、「A: ふつうに星を見る」のと「B: インターネットを使って星を見る」のと、どちらがよいと思うか、について聞いてみた。結果は子供の場合に比べ、寒さと外泊に関する抵抗感がやや異なることが分かった。

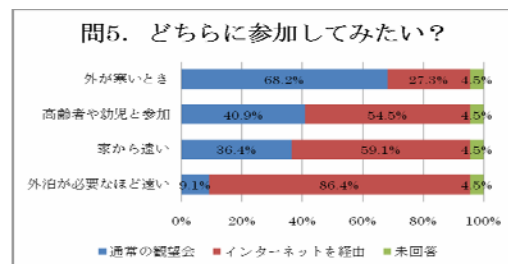


図 17. 普通に星を見るのとインターネット天文台のどちらがよいか

問 6. インターネット天文台を体験することにより、インターネットを面白いと感じることが出来たかについて尋ねた。結果は以下のとおりで、子供の場合と同様に、インターネット天文台がインターネットに興味を持つきっかけとなりえることを示すことが出来た。

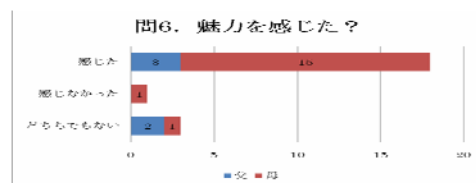


図 18. インターネットは面白いと感じたか

5. まとめと今後の展望

今回の調査結果をもとに、我々が特に知りたかった3点について、考察を加えてみる。まずインターネット

ト天文台がインターネットへの興味を引き出すかについてであるが、小学生・大学生・一般の御父母とも肯定的な結果を得ることが出来た。

また大学生に対する教育実践の結果から、インターネット天文台が様々な年齢層、及び様々なコンピュータに関する知識をもった受講者に対して、使い方を工夫すれば有用な施設となりえることを示すことが出来た。もちろん今回のような授業やイベントをおこなうには、講義担当者にある程度の知識及び入念な事前準備を要求するであろう。しかしマニュアル化も可能であると思われるので、今後は我々の持っている様々な情報を、ウェブページ等で積極的に公開したいと考えている。

さらに臨場感を引き出す効果の有無であるが、やはり何らかの工夫をするとそれなりの効果があることが分かった。一般にコンピュータを利用した教育にはバーチャル感が強すぎ実体験と大きく異なるという傾向があり、今回実施したような工夫を怠れば、その教材・設備はコンピュータゲームのようになってしまう。それぞれの教材・設備で工夫の仕方には大きな違いがあるであろうが、臨場感を増す何らかの工夫を施すことは、極めて重要であると思われる。なお今回のイベントを通して、子供たちは実体験することについて極めて貪欲であると感じた。手作り望遠鏡を用いインターネット天文台で映し出されたスクリーン上の月を見るだけでも、臨場感は大きく上がる。年齢層が低くなればなるほど、コンピュータを使った教育には、体験的学習を積極的に取り入れていく必要があると思われる。

最後に今回の調査結果を踏まえた今後のインターネット天文台発展の方向性について、考察をおこなってみたい。インターネット天文台は理科教育だけでなく、情報教育に対しても有用な設備である。ただしどちらに重点を置かかで、その仕様は大きく異なるであろう。そのためインターネット天文台は、それぞれの設置機関の実情に合ったように構築していくことが望ましい。つまりまず安価にインターネット天文台を構築し、教育実践を繰り返していくことでその仕様を修正する柔軟な設備として構築していくことが必要である。いづれにしても、インターネット天文台が理科教育・情報教育の両面で今度とも利用されていくことを、心から切望している。

謝辞 今回の教育実践に参加し、アンケート調査について協力して下さいました秋田大学教育文化学部の学生諸君、および「ひらめき☆ときめきサイエンス」参加者の皆様に感謝いたします。また、実施に際して様々な便宜を図っていただきました秋田大学学術研究課研究助成係の高橋幸子・鈴木奈美子さん、秋田大学

天文同好会のメンバーにも感謝いたします。本研究は独立行政法人日本学術振興会の「ひらめき☆ときめきサイエンス」、及び科学研究費補助金交付 基盤研究 (C) (課題番号 21500823) の支援を受けてなされたものです。

参考文献

- 1) 尾久土正己, 1999, 「インターネット天文台」 岩波書店
- 2) 佐藤毅彦・松本直記・坪田幸政, 1999, 「インターネット天文台の構築: 1. 安く, 早く, 簡単に」, 天文月報, 92, 312-317.
- 3) 佐藤毅彦・松本直記・坪田幸政, 2000, 「インターネット天文台の構築: 2. 良い物は作らない」, 天文月報, 93, 313-318.
- 4) 松本直記・坪田幸政・佐藤毅彦, 2000, 「インターネット天文台の国際利用-真昼にリアルタイム天体観測-」, 慶應義塾高等学校紀要, 30, 31-36.
- 5) 佐藤毅彦・前田健悟・松本直記・坪田幸政, 2001, 「インターネット天文台と理科教育」, 熊本大学教育学部紀要, 50, 17-22.
- 6) 高田淑子・堤康友・長島康雄・松下真人・伊藤芳春, 2001, 「教室で行う宇宙の実験-2: インターネット望遠鏡システムの構築とその教育現場への活用」, 宮城教育大学紀要, 36, 83-89.
- 7) 高田淑子・中堤康友・長島康雄・伊藤芳春, 2002, 「教室で行う宇宙の実験-3: 宮教大インターネット望遠鏡の活用事例」, 宮城教育大学紀要, 37, 209-213.
- 8) 高田淑子・中堤康友・池田尚人・長島康雄・伊藤芳春・林美香・吉田和剛・松下真人・斉藤正晴, 2003, 「宮城教育大学インターネット天文台の活用事例」, 天文月報, 96, 572-578.
- 9) 高田淑子・佐々木佳恵・松下真人・長島康雄・斉藤正晴・千島拓朗・中堤康友, 2004, 「教室で行う宇宙の実験-5: 宮教大インターネット望遠鏡を用いた昼間の星観察」, 宮城教育大学紀要, 39, 125-131.
- 10) 上田晴彦, 成田堅悦, 亀谷光, 毛利春治, 林信太郎, 早坂匡, 2007, 「秋田大学インターネット天文台における教育実践とその問題点」 情報処理学会研究報告 CE-92号, p57~64.
- 11) 上田晴彦・成田堅悦・亀谷光・毛利春治・林信太郎・早坂匡, 2008, 「秋田大学におけるインターネット天文台の構築」, 秋田大学教育文化学術部紀要 自然科学第51集, pp. 49-55.