

高校生のしし座流星群

濱根寿彦¹，鈴木文二²，宮下 敦³，大島 修⁴，
尾久土正己⁵，小野智子⁶，水野孝雄⁷，渡部義弥⁸

1. ことの起こり

1998年5月15日，午後9時を少し回った頃，一通のe-mailが天文教育普及研究会のメーリングリストに流れた。「しし座流星群の共同観測について相談です」に始まるこのメールこそ，その後の筆者らの運命を決めたものであった。

「雑誌で喧伝されている通り，今年のしし群は好条件が期待されますが，残念なことに極大日が平日になっています。本校は都心に近いので，クラブで条件の良い観測を行うためには遠征が必要となります。生徒から希望も出ていますし，33年に1回の事ですので是非かなえてあげたいところですが，終夜観測をしてから遠征先から帰り，そのまま授業を受けるのは，いくら高校生が元気でも無理があります。しかし，高校などのクラブで，平日に授業を休んで活動することには制限があります。例えば，高野連のような組織の主催する公式戦であれば，公認欠席のような形で遠征が可能です。

できれば，公的機関（国立天文台かどこか？）で，そうしたプロジェクトを立案して頂き，共通の観測法をとって全国の学校等で参加するようなことが考えられないでしょうか？ 私は天文には素人なので，学術的どのような成果がでるかにはわかりませんが，何か役に立つ結果がでるのなら，さらによい事だと思います。

どなたか，よいお考えがあればお聞かせ下さい」

30分後，毎年テーマを作って公式行事として全国の高校生と一緒に天文観測をしてはどうだろうという反

応があり，さらに25分後には「天文甲子園」の名称が飛び出した。この55分が，その後展開されるしし座流星群観測会の助走開始であった。2日後は日曜日であったが，メールが飛び交い，実行委員会を立ち上げて共催・後援団体を募り，しし群観測会実施へ向けての活動を始めようという話になっていた。翌週には具体的にどう動くかの意見交換が始まり，天文教育普及研究会の有志が実行委員会を立ち上げれば良いだろうということになった。この後，しばしメーリングリストは静けさを取り戻した。誰が動くんか？……。

そうこうするうちに日本惑星科学会と天文教育普及研究会との共催が内定し，水面下での私信のやりとりの後，鈴木委員長のもと，本稿著者8名の有志による「しし座流星群・全国高校生同時観測計画実行委員会」が発足した。あのメールから2週間後の後のことである。初めにレスポンスをした面々が実行委員にめでたく収まり，あれよあれよという間に観測会に向けての準備が始まったのである。きっかけとなったメールの主(A.M.)もちろん加わっている。筆者の一人(T.H.)も，気がついた頃にはすでに最初の仕事を終え，流れに揉まれていた。思えば初めから予想を越えた動きであった。

ともあれ，インターネット無かりせば，この観測会構想は机上のもので終わっていただろう。また，これはほどの広がりを持った活動も実現しなかつただろう。しかし，それは紛れも無く一通のメールから始まったのである。[1]

1 県立ぐんま天文台

2 埼玉県立三郷工業技術高等学校

3 成蹊中学高等学校

4 岡山県立鴨方高等学校

5 和歌山県立大成高等学校美里分校

6 天文教育普及研究会

7 東京学芸大学

8 大阪市立科学館

2. 背景 [1],[2]

これほど早く話がまとまって観測会の準備に入ることができたのはなぜだろうか？背景には理科教育に対する関係者の危機感があった。

元来、子どもたちの興味・関心はムシとホシに向くことが多いようである。ホシとはもちろん天文分野のことである。科学館、プラネタリウム、公開型天文台の数の増加は子どもたちの根強い科学人気をうかがわせる。一方で、青少年の間に「理科離れ」があるという指摘が繰り返されてきたように、年齢層が上がるにつれて利用者が減少する傾向が見られる。小学生の頃は理科が好きであったが中学生になってから理科嫌いになったという者が理科好きと理科嫌いの者の割合を逆転させるほど多いことの反映だろうか。なぜなら、理科好きの者は科学館などに行きたいという傾向が強いのに対し、理科嫌いの者はこれら施設に見向きもしない者が圧倒的なのである[3]。(理科離れの問題は理科に限定されるものではなく、むしろ「知離れ」の問題であるように思われるが、ここでは理科に限定しておく)

これに合わせるように、学校の自然科学系クラブ活動の停滞・沈滞も指摘されている。このような状況を打破する試みとして、天文分野においてはインターネットやパソコンなどを積極的に取り込んだJAHOU[4]のような教育実践が始まっているが、青少年の活動を積極的に企画・支援するという動きはまだ十分ではない。

そんな中、1998年2月、しし座流星群の母彗星であるテンペル-タットル彗星が回帰し、この年から翌年にかけてこの流星群の活動が活発になることが予測された。とりわけ1998年は、日本をはじめとする東アジア地域が、大出現が期待される時間帯で最も観測条件の良い場所とされていた。

肉眼で観測可能であることから、流星観測は学校の天文部の恰好の観測テーマとして昔から取り上げられてきた題材である。短時間に流星が雨のように降り、しかも限定された地域でしか観測できないかもしれない

今度のしし座流星群をテーマとすれば、各地の高校生が協力して日本列島をカバーできる流星観測網を作れるかもしれない。しかも、理科の「活きた教材」として、しし座流星群そのものと観測活動ともに感動を呼び起こすに違いない。さらに、こうしてできた観測網、高校生や教員のつながりは、将来の天文観測イベント「天文甲子園」につながっていくだろう。時は5月。残された時間は少ない。それならばすぐに立ち上がって準備をしなければ、という思いが実行委員会のすばやい立ち上げにつながったのである。

3. 観測会の概要

観測会は、日本惑星科学会、日本天文学会、天文教育普及研究会の共催と国立天文台、日本流星研究会[5]、東京近郊地区流星観測者会[6]など14の天文関係団体の後援で行われた。

観測会の趣旨[2]に照らして、参加登録できるのは、原則として高校、高専のクラブ、もしくは指導者(科学館、プラネタリウム、公開天文台の職員および地域天文同好会など)のいる高校生のグループとした。学校活動(授業、クラブ)に限定しなかったのは、一人でも多くの高校生に参加して欲しかったことと、アマチュアや社会教育施設関係者など地域に密着した活動を目指す方々の参加、草の根の広がりを期待したためである。資料請求はインターネット、郵送、FAXで受け付けたが、インターネットを通してのものが多かった[1]。登録は、資料請求に応じて事務局から郵送された参加登録用紙に記入して、郵便またはFAXで返送することとした。

実行委員会の主な仕事は、学校管理者向けの「参加依頼書」を出したり、ホームページや連絡用メールリストを用意するなど、全国の高校生のサポートと、共同観測のデータを意味あるものにするための観測方法の統一などであった。経験の浅い高校生や指導者が安心して参加できるよう考慮し、裾野を広げるため

に「簡易観測マニュアル」を用意し、これに推奨観測法を載せた。敷居を低く、しかし確実な成果を、が実行委員全員の思いであった。

基本的な観測は、特別な機材を必要としない眼視計数観測とした。その方法は、グループの人数が何人であっても天球の同じ方向(具体的には北斗七星)を向き、一人一人が観測を行って見えた数を記録し、平均値をもってグループの正式記録とするというものである。雲量、最微等星の記録法の他、大出現に備えて流星雨になったときの視野も指定した[7]。従来広く行われてきた全天観測を目的とした団体計数観測を推奨せずに前記の方法を標準としたのは、この観測会の科学的目標を、彗星ダストチューブの空間構造解明においたからである。

このような観測方法をとった理由についてももう少し説明しよう。一時間流星出現数HR(一人の人間が一時間当たりに見る流星の数)を基に流星物質の空間密度を考える。人間の視野をおおむね半径 60° の円形とし、流星の出現高度を100kmとすると、流星観測の視野は $94,000\text{km}^2$ となる。しし座流星群の流星は地球の進行方向から約 70km/s の相対速度で衝突するので、観測者が1時間当たりこの流星群のダストチューブを掃引する体積は $2.4 \times 10^{10}\text{km}^3$ である。したがって、HRがわかれば流星物質1個が占める体積がわかり、ひいては流星物質の平均間隔がわかることになる。しし座流星群の場合、HR=100なら630km間隔、HR=1,000なら290km間隔、さらにHR=10,000という流星嵐なら140km間隔となる。以上の議論は天頂方向を見ている場合を想定しているが、輻射点高度補正等を加えれば一般化できる。

ダストチューブの空間構造を探るためには、以上の計算から、まず日本国内の東西南北2500kmの範囲でできるだけ密に観測点を用意しなければならない。50km刻みで観測点がとれれば申し分ない。さらに、地球をダストチューブのセンサーとして用いるには、常に一定の方向を見て流星数を測ることが必要になる。こ

れが全天観測を目的とした通常の団体計数観測を採用せず、天球の特定の方向を見て出現数を数える方法を推奨した理由である。

今回の推奨観測法では群流星と散在流星の区別については言及しなかった。散在流星が無視できるくらいの出現数を想定したものとなっていたことは否めない。実際には、当夜はおうし座流星群の活動も活発で、前半夜にはおうし群の流星も頻繁に見られた上に、しし群も予想された下限値ぎりぎりの出現数だったために、しし群以外の流星数が問題になった。このことは今後同様の観測会を行う際の反省点として挙げられる。

観測報告は、実行委員会のホームページに置いたエクセル・フォーマットに書き込んでe-mailで送付する方法を推奨したが、FAX、郵送でも受け付けた。これは、インターネット環境の整備が、一般にはまだまだ進んでいないことを考慮したものである。報告の締切は1998年11月末日とした。観測報告は観測会に参加しかつ報告した団体全てに2月初旬に配布される予定であり、これら団体はデータを自由に利用できる。後日、ホームページ上でもデータ公開することを検討している。

なお、観測の翌朝はe-mailによる速報報告を募った。この結果はただちにホームページ上に公開された。

4. 実施状況 [8]

観測会の資料請求は11月初めに締切った。観測会直前に参加決定をした団体もあったので、参加登録は観測結果を送付する時点でも受け付けた。高校生以外からの資料請求も多かった。

資料請求数は、高校生のグループ290、一般のグループ20、個人42の計352団体からあった。資料送付後、参加登録を行ったのは、高校生のグループ268、一般のグループ(中学、大学、高校OB、OG)8の計276団体である(図1)。参加者数に直すと、高校生約2600名、

顧問やOB, OGを含めると3000名以上になる。まさに天文甲子園にふさわしい数といえよう。このうち報告を寄せた団体は240であった。

当日は、日本海側や九州、沖縄などでは天候に恵まれなかったが、関東地方を中心に晴れ間が広がり、200余のグループが観測に成功した。雪の中でじっと晴れ間を待ったグループや、校庭にコタツを用意してほかほかと観測した高校(図2)、合同観測地に報道陣が詰めかけ生徒の気が散ってしまった観測地など各地で様々な光景が見られた。

行われた観測は、実行委員会推奨のもの以外にも、団体計数観測、写真観測、電波観測などがあった。見事な流星写真を撮った生徒もいる。しかしながら、実行委員会からのデータ提供が急がれる状況でもあるので、当座の解析には実行委員会推奨の観測のもの(165校+11団体)を用いることにした。団体計数観測の場合は、人数補正係数を入れて比較する必要がある。時間の制約が厳しい現在(1999年1月)、残念ながら後回しにせざるを得ないのである。

さて、流星観測データを比較するときには「月も雲も



図1 参加団体の分布。(43都道府県)



図2 コタツに入って、さぁ観測!(京都・西舞鶴高校)

ない理想的に晴れた夜、6.5等星までの星が見える空で輻射点为天頂にある場合に観測されるであろう値」(天頂一時間流星数:ZHR)を用いる。したがって、データには雲量、最微等星、輻射点高度などの補正が必要である。このうち雲量と最微等星の補正については、これらの値のわずかな違いが補正式によって増幅されてしまう。データの質を見ずに一律にこれらの補正を行うのは危険であるので実行委員会では輻射点高度補正のみにとどめ、このデータを雲量、最微等星のデータ別表とともに公表することにした。輻射点高度補正は観測者や天候によらず、機械的、画一的に行えるからである。補正を加えたデータは、前述したように参加しかつ報告を寄せた参加団体に配布される(図3)。

ところで、本観測会の結果であるが、本稿執筆時点ではデータ解析中であり、日本全国に広がった観測網ならではの結果をお目にかけることができないのが残念である。現時点でわかっていることは、全国的にHR=100を超えることはなかったということ、輻射点補正データを見る限り1000kmオーダーでは顕著な空間構造はなさそうであることである。しかし、これから予定している観測条件の良い観測点のデータの重点的解析から興味ある結果が出るかもしれない。今後の解析結果については別の機会に報告したい。

5. 天文甲子園 ～理科教育として

当日夜空を眺めるだけでは私たちが意図した観測会に参加したとは言い難い。仲間と協力して観測計画を練り、実践し、解析して発表する。ここまでやって観測会に完全参加したことになる。自然に向き合い、自ら考え計画して実践し、他者に成果を伝達する過程を通してこそ、生きた科学の方法を学び身につけていくことができるのである。

実行委員会では、当初から観測結果を高校生に学会発表してもらおうと考えていた。観測会終了後、参加校のメーリングリストで3月の天文学会春季年会発表希望者を公募したところ、高校生2人がぜひやりたいと応じてきた。本稿執筆時点において、実行委員会の指導の下、高校生代表として鋭意発表準備を進めている。また、6月の地球惑星科学関連学会合同大会においても高校生による研究発表を行う予定である。

実行委員会からは、両学会において理科教育の観点からの発表を行う。「主体的な学習」と口で言うのは簡単だが、今回の観測会はその具体的な実践として

天文教育の範疇に留まらない画期的なものである。これを各方面にアピールし、次の天文甲子園実施に向けて勢いをつけていきたいものである。

6. 天文甲子園 ～今年はどうする？

昨年やしし座流星群極大時刻は予想から大きくずれたと一般には言われている。実際には予測通りだったのだが[9]、それより早く分岐成分の極大があったために日本にいた私たちは肩透かしを食った気になってしまった。状況は1966年の大流星雨の前年(1965年)に似ている。

ところで、流星群の予想極大時刻として用いられるのは、地球が母彗星の軌道面を横切る時刻である。1999年のしし座流星群の極大時刻は11月18日1.6時(UT)と予測されており[10]、日本では夜明け後になる。しかし、この予測には研究者によってばらつきがあり、日本でも眼視観測できる可能性は十分にある[11]。一般には条件が良くないと言われている今年ではあるが、日本で流星雨が見えると期待してもそう悪くはなさそうである。

そこで、今年も「天文甲子園」としてしし座流星群観

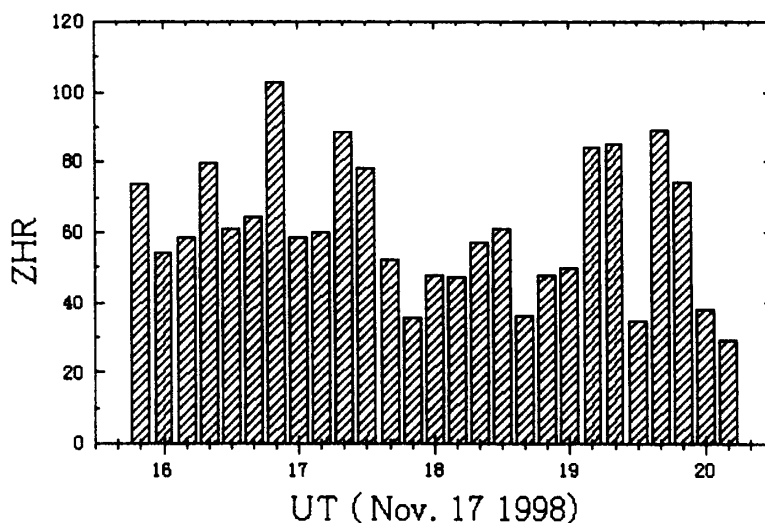


図3 輻射点高度補正済データの一例。時刻は世界時。(埼玉県大滝グリーンスクールでの5校合同観測)

測会を行なおうということになった。今回の経験と観測網を活かせば、より精度良く広範なデータを得られるに違いない。昨年の観測会では、オーストラリアやアメリカから参加したいという希望が寄せられ、香港からは観測方法についての問い合わせがあった。パラオ共和国の日本人グループからの参加もあった。実行委員会のホームページには、若干ではあるが英文のページも用意した。これも海外からの要望があったためである。今年はもしかしたら世界を覆う高校生の流星観測ネットワークさえできるかもしれない。観測ネットワークを広げる余地はまだまだあるのだ。

参加条件や観測方法の敷居を低く保ちつつ、科学的に意味のある観測データが得られるように、そして何より、より多くの高校生に夜空の美しさと宇宙の不思議を身をもって体験してもらえるようにしたい。

今年の天文甲子園が楽しみである。

謝辞

日本惑星科学会には天文教育普及研究会とのしし座流星群観測会共催に快く応じていただきました。実行委員一同心より感謝致します。また、中村良介氏より貴重なコメントをいただき、本稿を充実させることができました。ここに感謝致します。

参考文献

- [1] 鈴木文二, 1998: キミにも手が届く宇宙への入口「しし座流星群全国高校生同時観測会」計画, 第12回天文教育研究会 1998年天文教育普及研究会年会集録, 81-87
- [2] <http://www.leonids.net/>: 「しし座流星群全国高校生同時観測会」案内
- [3] 浜根寿彦, 1996: 高校生と社会教育施設, 第7回西はりま天文台シンポジウム集録, 143-146
- [4] <http://jahou.riken.go.jp>: JAHOU (日本HOU協会) ホームページ
- [5] <http://www2u.biglobe.ne.jp/~nms/>: 日本流星研究会ホームページ
- [6] <http://plaza.across.or.jp/~suzukima/>: 東京近郊地区流星観測者会ホームページ
- [7] しし座流星群全国高校生同時観測会実行委員会編, 1998: 流星観測簡易マニュアル 1998
- [8] 濱根寿彦, 1999: 全国同時観測「天文甲子園」. 天のグラウンドでしし座流星の砂拾い, SKY WATCHER 3月号, 32-33
- [9] 矢野創, 1999: しし座流星群は大出現していた, Newton 3月号, 110-117
- [10] 長沢工, 1997: 流星と流星群. 地人書館, 218-219
- [11] 尾久土正己監修, 1998: しし座流星群を追え! 世界文化社, 13