

社会教育の中の天文

連載第5回(最終回) 学校教育との連携(学校教育のための天文教育施設)

伊 東 昌 市*

1. はじめに

表題のようなテーマでの執筆依頼を受けたが、筆者が勤務するところは社会教育施設ではない。地方自治体が学校教育をサポートするための科学教育センターであり、社会教育のための事業はあまり行っていない。従って、多少依頼者の意図と異なるかも知れない。ご容赦いただきたい。

ここでは、まず筆者の所属する杉並区立科学教育センターを中心に他の館についても筆者の知り得た範囲で紹介し、つぎに学校教育のための天文教育施設についての考えを述べてみたい。

2. 学校教育のための天文教育施設運営の実際

(1) 事業内容

当科学教育センターの場合、天文に関する事業は以下の通りである。

① 移動教室

プラネタリウムの学習投映は移動教室の一環であり、いわば学校での授業の延長である。従って投映内容はおのずと指導要領や教科書に沿ったものとなる。

当館の場合、区内小中学校 66 校の各学年全員が1年に1度科学教育センターを利用することができるように対応している。つまり全児童生徒を送り迎えるためのバスを借り上げ、各校に配車しているのである。利用率は小学校がほぼ100パーセントなのに対し、中学校はおよそ半分である。天文に限らぬ理科教育の総合施設であるから、必ずしもプラネタリウムを利用するわけではない。プラネタリウム利用者はその60パーセント程度で年間21000人ほどである。

学習投映におけるテーマはおおむね次の通りになる。

[小学校]

- 4 学年 太陽と月の動き
- 5 学年 星の動き
- 6 学年 季節と太陽

[中学校]

- 1 学年 地球の自転と公転
宇宙の広がり

上記以外の学年の利用もあるが、その場合は指導要領や教科書に天文の内容が盛り込まれていないため、それ

ぞれの希望に応じて内容を構成している。他館の場合も似たようなものであろうと思われる。

投映(プラネタリウム授業)の流れや具体的内容は、移動教室指導資料として各学校に配布したものに依っている。この資料は区内小中学校理科部の教師で構成される移動教室専門部会に執筆を依頼し、担当する筆者らと協議しながら作成したものである。学習投映では学校における授業との整合性が非常に大切である。当館の場合、本来学校の先生方にプラネタリウムを直接操作して使ってもらう予定であったが、実際には指導員が操作し授業(解説とは呼ばない)を行っている。

従って学校における事前学習の情報をもらい、指導員はできるだけ講義形式的な一方方向の解説は避け、児童生徒と対話しながらプラネタリウム授業を進めるように配慮している。具体的にはワーク・シートを使って観察記録をさせたり、ワイヤレス・マイクを使い児童生徒の間を巡視しながら、討論したりしている。また観察記録したワーク・シートをその場で、トランスペアレンシーにコピーし、オーバーヘッド・プロジェクターで投映してみたりしている。

なによりも、実際の星空を観察するためのシミュレータとしてのプラネタリウムの活用を第一に考えるようにしている。プラネタリウムで最もポピュラーな星や星座の見つけ方にしても、始めから説明してしまうことはせずに、大きめのチャートを人数配布し各自で捜してもらうようにしている。ワーク・シートやチャートを利用してもらうために、手元を照らす赤色の学習灯の設備がしてある。

数ある補助投映機のなかで学校教育、社会教育いずれに対しても最も有効かつ将来性の高いのはビデオ・プロジェクターであろうと考える。近年におけるその性能の向上はめざましく、極めて美しい映像を映し出すことが出来るようになってきている。アメリカの Optical Data 社のスペース・ディスクは天文関係だけでも4枚のレーザー・ディスクを販売している。静止画、動画合わせてそれぞれのディスクに10万フレームにも及ぶ映像が収録されている。パロマーの天体写真はもちろんのこと、MKK スペクトル分類、VLA による電波観測のマッピングからパロマー・スカイサーベイ、ハッブル・アトラス、シャプレイ-エイムスそしてアープの特異銀河カタ

* 杉並区立科学教育センター Shoichi Itoh

ログまで入っているのである。豊富なソフトがすでに供給されているのである。しかも元々教育用に制作されたものなので、著作権の問題も簡単にクリアーできる。

また、6年の学習では太陽の高度方位を計算しビデオ・プロジェクターをコンピュータの画面として使っている。さらに我々は天体観測室のビデオ・カメラとつないで太陽や月の映像をリアルタイムでプラネタリウム・スクリーンに映せるようにしている。

児童生徒に能動的な学習をしてもらった後には、映像と音楽をふんだんに使った一般公開用のショート番組を見てもらうことも多い。その内容は、時には天文学の話題に切り込んだハードなものであったり、あるいは感性に訴える情緒的なものであったりする。

② 科学教室

土曜日の午後、児童生徒を集めて科学教室を開催している。教室の関係で小学校と中学校それぞれ異なった時期に募集している。小学校の場合は各児童が物理、化学、生物、地質、天文の全分野について学ぶので、2コマ計4時間が天文にあてられる。中学校は天気象領域で募集するので、10コマの内8コマ計16時間天文教材を扱う。指導は実験室で行なうことが多い。内容はそれぞれ次の通りである。

[小学校]

1. 星の住所

恒星の位置のあらわし方

2. 星座早見盤を使って

星座のさがし方と天体の動きを調べる

[中学校]

1. 太陽の観察

15 cm 屈折望遠鏡にて光球、彩層 (H α) を観察

2. 太陽の自転を調べる (1) (2)

当センターで撮影した太陽写真から各自自転周期を求める

3. 星のスペクトル (1)

放電管を使って線スペクトルを観察する

星のスペクトル (2)

ばらばらに配られた MKK 分類の写真を並べて、スペクトル系列を作ってみる。

4. 星の距離と明るさ (1)

プラネタリウムで見た星の明るさの違いを、等級学習教具を使って考える

星の距離と明るさ (2)

距離に対する光束流量の違いを測定し、明るさと距離の関係を考える

5. 自由研究

生徒が自分で研究テーマを見つける。主に夏休み中に行う。

これら科学教室指導資料は、センター職員で作成している。指導者は小学校の場合は主に学校の先生方に依頼し、中学校については当センター職員が担当し、先生方にも協力してもらっている。

内容はドライラボである。観測データを児童生徒自身にとらせたいのだが、困難である。どこの天文教育施設でも最も悩みの種であろう。基本的な考え方としては、出来るだけ一次資料に近いものを利用するようにしている。従ってなるべく当センターで得られたデータを使うようにしている。簡単な作図や四則演算で結果が得られるような演習で、計算についてはオーダー・エスティメーションできればよしとしている。

先にも述べたように、我々の施設は学校教育の施設であり、本来は区内の学校教諭がテーマを決め指導する体制になっている。しかしながら天文学を専攻した先生方が殆どいない現状では、天文分野に関してはセンター指導員が教材を作成せざるをえない。

③ 一般公開

学校の休暇期間中に、科学実験や科学映画の上映と共に一日3回のプラネタリウム投映を行っている。投映内容は他の多くの社会教育を主体とするプラネタリウム館と同じと思う。番組は肉声で解説するライブ番組と予めコンピュータに演出をプログラムしておき録音テープの音声と同期させるオート番組を組み合わせている。ライブの場合は解説者の裁量に依存する部分が大きく、番組の構成力と共に話し方やその個性そしてその時の体調によって出来不出来が生ずる。また場当り的な投映も可能である。一方オートの場合は、番組の構成が全てと言ってよい。また聴衆との一体感、臨場感を生むのはなかなか難しく、満足のいく番組を作るためには、シナリオ作成、録音、作画、写真撮影、補助投映機への組み込み、更にコンピュータ・プログラミングと膨大な準備を要する。従って新設館の多くは番組制作をメーカーに全面的に委託しているようだが、我々の場合は当館のスタッフによる自作が中心である。沢山の絵を描きあるいはキーボードを使って音を作り、コンピュータにプログラムを入力して、オートマチックに投映するのである。台本の執筆から完成まで数カ月要している。

このように制作はライブに比べてかなり大変である。しかしながら一度完成すれば全く同じ投映を無人で何度でも行うことが出来る。いずれも優れた部分があり、いちがいに優劣を判断できない。我々の場合は双方の良さを取り入れるべく、前半ライブ後半オートというように組み合わせ投映することが多い。

④ 天文の夕べ

毎月1回の定例会に3回の特別会を加え、年15回夜の公開をしている。時間は日没後の2時間で、天体観測

室の15cm屈折望遠鏡と複数の小型望遠鏡を使った観望会が中心事業である。観望会の前には星の見つけ方、みどころ等30分ほどプラネタリアムを使ったオリエンテーションを行なっている。雨天曇天時は、プラネタリアムで天文講演を行う。また年に4回外部の講師を招いて講演会を開催している。特別会としては「七夕の会」「十五夜の会」また「プラネタリアム・コンサート」と称し演奏会やレコード・コンサートを行っている。

つまり①から③までの事業の枠組みに入らない内容の社会教育的事業は全て、ここで行っているといえよう。夜の公開ということもあり、参加者の半数は大人である。また参加には事前の申し込みを必要とせず、自由参加となっている。季節等によって異なるが、平均すると各回100人程度の参加がある。

⑤ 資料提供

理科の他の分野と共に天文分野でも、学校の授業に協力するものとして当センターで撮影した天体写真等の提供を行っている。その内容は次の通りである。

1. 月のスライド

日食、三日月、上弦、満月、月食、下弦

2. 星の見かけの動きのスライド

東西南北それぞれの方角の動きを固定撮影したもの

星座のスライド

ガイド撮影のもの

3. 太陽の見かけの動きに関するデータ

資料を求める学校あるいは任意の場所における、希望する日時の日の出、日の入りの時刻、毎時の太陽の方位角、高度、影の長さ等のデータをコンピュータで打ち出したもの

4. 太陽の連続写真

太陽の自転を示す5枚のプリント写真

5. 太陽の単色光写真

H α フィルターを使用した全体及び拡大像のプリント写真

以上のような資料提供を事業として実施しているが、残念ながら申し込みをされる学校の先生は殆どない。

(2) 担当職員と運営形態

杉並区は人口はおよそ53万であるから、ちょっとした市よりはるかに大きいのだが教員の人事権は東京都に委ねられている。杉並をはじめ都内の天文教育施設はプラネタリアムを保有しているが(というより、ほとんどはプラネタリアムのみ?)、その多くは学校教育施設でありながら教員や指導主事を置くことができない。都内にはおよそ10カ所の区立プラネタリアムがあるが、ほとんどは常勤の担当職員を置いていない。常勤は施設管理のための事務職員に限られ、学習指導や解説は非常勤

の嘱託員に負っているのである。天文が大好きで恵まれない勤務条件にもかかわらず頑張っている人もいるが、多くは退職校長(教科は理科とは限らない)を受け入れる職場となっている。その理由は、恐らく……教科書にある内容についての指導であるから、誰でも指導できるはずだし、ベテランの教職者を当てるのが最適……と考えてのことであろう。当センターの場合は、物理技術職員の筆者一人が常勤の担当職員で、他は大学で天文学を専攻した方に嘱託員として勤務していただいている。その理由は、学校の休暇期間中に一般公開を行なっているが、この一般向け放映では天文学を学んだ者や観察経験が豊かな者とそうでない者との差があらさまに出てしまうからである。幸いアクティビティの高い若いスタッフに恵まれている。

これまで東京で社会教育事業を主体に行っているプラネタリアムは中野区立文化センターのものだけであった。しかし最近では都内や都下の市に社会教育を目的とするプラネタリアムが幾つか開館あるいは開館しようとしている。中野は常勤職員が直接運営しているが、これらの新設館はいずれも嘱託が民間企業からの職員派遣によって職員をあてている。

3. 学校教育のためのプラネタリアムの考え方

プラネタリアムにおける授業において、学習効果を高めるために考えるべきことは、次のようなことではないかと思っている。

(1) 学校との役割分担を決める——事前学習、事後学習との連続性を考える——

社会教育における一般放映と異なり自発的にやって来るのではないから、学習効果を高めるためにまず学校における事前学習はなくてはならない。従って理科あるいは担任教師と綿密に打ち合せを行い、天文分野における学校とプラネタリアムとの役割分担を考えよう。学習内容を考える必要がある。

本来プラネタリアムは学校教育での教育効果を高めるために利用すべきものである。しかしながらプラネタリアムが普及してくると、その学年における天文分野の学習内容全てを一回のプラネタリアム学習に頼ろうとする傾向がみられる。そして浮いた時間を、遅れている他の内容の学習に充てるというのである。特に小学校は理科専攻でない担任も教えなければならず、無理もない面がある。かといってそのような使い方が一般化すれば、学校での天文教育が後退することになる。単に児童生徒の動機付けを行うためでなく、本来の意味でも学校における事前指導は不可欠であり、事後指導も重要であるといえよう。これらが有機的につながって初めてプラネタリアム学習の効果が上がるといえるのである。

(2) 児童生徒を学習に参加させる

学校教育に限ったことではないが、教育効果を高めるためには Friedman (1973) が指摘しているように聴衆参加の考え方が特に必要である。とくにプラネタリウム学習では、児童生徒とのコミュニケーションをいかに図るかがキー・ポイントになろう。つまりプラネタリウムで一般的な投映あるいは解説といった一方的な情報の提供ではなく、児童生徒が能動的になれるように、彼らの考えを引出し一緒に考える、あるいは調べてみるといった対話の考え方が必要であろう。それが大勢の児童生徒の学習に対する集中力をもたせる上でも効果的である。

(3) 観察記録させる

(2)と関連することであるが、プラネタリウムをシミュレータと考え天体の動きの様子を観察し、その法則性を導かせることが大切であると考え。つまり学校では困難な天体観測を補完するものとしての観測を行ったり、観測の仕方を学ぶのに使うのである。このとき、ただ見せるのではなく筆記用具を使って記録させることが大事である。勿論プラネタリウムが表現できるのは、天体の見かけの位置と見かけの運動に限られることは留意しなければならない。

(4) 学校における授業のための協力

学校教育のためのプラネタリウムとして、優れた授業が出来るよう努力することは当然である。しかしその効果を高めるためには (1) で述べたように学習すべき単元全体との関わりが重要である。従って学校教育における天文教育を発展させるためには、学校の教室での授業のための協力も必要である。一部の熱心な教師のいるところを除くと、ほとんどの学校には天体写真のスライドさえないのである。教材の提供やワークショップが考えられよう。これまでも東京都立教育研究所をはじめ都道府県や大都市の教育センターでは、地学の一分野としての天文教育研修会を行っているようである。プラネタリウムがこれだけ増えた現在、より地域に密着した各館を拠点に教育サービスが行われれば効果も上がると思われる。しかしながら、2. (2) でも述べたように学校教育を目的とするプラネタリウムの運営体制はこころもとないものである。こうした施設同士が教育系大学、日本天文学会あるいはアマチュア団体等の協力をえて、プロジェクトを作る必要があるのではないだろうか。

ちなみにアメリカでは、カリフォルニア大学バークレー校にあるローレンス科学館(プラネタリウムを保有している)の教師のためのワークショップや教材開発がよく知られている。また、ここと太平洋天文学会(the Astronomical Society of Pacific)が中心になってまとめたテキスト“effective astronomy teaching and student reasoning ability”(1978)も出版されている。さらに、小学校3年から高校3年までの天文教育にたずさわる教師を

援助するプロジェクト“The Universe in the Classroom Project”がスタートしている。米国科学アカデミーのSlipher基金をえて1984年から始めたこのニューズレターは当初から申し込みが殺到したという。昨年のIAUコロキウム“Teaching of Astronomy”(本誌82巻1号18頁参照)では、日本でもこれを翻訳して出すことになったらしい。

4. 施設の設定および運営について考えるべきこと

天文教育施設あるいはプラネタリウムの設置目的は様々であろう。プラネタリウムの場合は善し悪しは別として情操教育のみを目的とし科学教育を殆ど考えていないところもあるようである。

当然のことながら目的にあった運営や施設づくりをもう少し考えるべきであろう。科学教育としての施設を考えるならば、加藤、黒田(1978)が論じているように、最も考慮しなくてはならないのは天文分野においてもやはり実物教育である。従って、プラネタリウムだけでなく文献の収集そして天体観測設備や展示とのバランスをとらねば満足な施設とは言えない。

大きな問題点として施設で購入すべきプラネタリウムはどのような装置であるべきかについて、あまり熟慮されていない場合が多いように思えるのである。というのはItoh(1988)が指摘している通り、単に最新型の高価なプラネタリウムを購入することを考え、必ずしも目的にかなっていない場合も見られるからである。具体的にいえば、学校教育のための利用が中心であるのに多くの自治体が傾斜式スクリーンを備える宇宙劇場形式の投映機と全天映画を買いたがっていることである。

確かにスペース・シミュレータと呼ばれる最新のモデルはこれまでのアナログ計算の機械とは違って任意の日時、観測地(地球上に限定されていない)における太陽、月、惑星等の位置を瞬時に表現することができる素晴らしい機械である。けれども従来型の機械が得意としていた機能の中で失ったものも多い。例えばスペース・シミュレータは傾斜式ドームの欠球(180°をカバーしない)スクリーンで最もその能力を發揮する。その長所等についてはLunetta(1973)が述べているが、あたかも宇宙空間にいる雰囲気を表現したり、全天映画を見るのに便利にできているので、傾斜式のフロアーの比較的低い位置に機械を設置している。(従来のプラネタリウムは半球の中心に設置している。)従って二分二至における日の出、日の入りの様子を観察させることは殆ど不可能といってよい。また星の日周運動の観察や高度方位の観察はかなり不自然になってしまう。つまりこれまでのプラネタリウムが得意としていた位置天文学に関する表現力を失っているのである。機能を増やすことによって多少の改善はされつつあるようだが、本質的に不可能

な部分も多い。上位コンパチではないのである。そうした意味で、もはやプラネタリウムとは呼ぶべきではないのかもしれない。スペース・シミュレータが別の意味で大変優れた機械であり、極めて大きな可能性を秘めたものであるだけに、購入者の意図と違った選択になってしまったら残念でならないと思うのである。

1983年にアメリカの Evans & Sutherland 社が発表したデジスターは機械部分を全く有しないコンピュータ・グラフィックによる“プラネタリウム”である。まさに新世代のプラネタリウムということが出来よう。放映された恒星像の明るさ、シャープさ、そしてモノクロであるという点で、その評価は大きく割れると思う。しかしながら、ブライトスター・カタログその他をデータ・ファイルに持ち、リアルタイムで演算しながらそのプラウン管映像をフィッシュアイ・レンズを使って大型のプラネタリウム・スクリーンに映すこの装置は、天文教育に想像を越える可能性を与えてくれる。パララックス・データを使った恒星間旅行、固有運動データを使った過去や未来の星空の放映、X線、赤外線そして電波でみた空、さらには天文以外の分子生物学や建築などの3Dを楽しむことができるのである。現在アメリカとヨーロッパ計8カ所に納められている。大学での天文教育にこそもってこいの装置に思える。

こうしたモデルによる機能の違いを認識した上で機種を選定を行わなければ、せっかくの優れた機械も正当な評価を得ることは出来ないであろう。小中学校における学校教育のために考えるなら従来型の機種のほうが、必要な表現力をより多く備えていると筆者は考える。

教育的配慮が大事な職場であるから、理科教育のベテランと専門的な知識経験を持つ者双方が協力しあって運営していく必要がある。いずれ片方が欠けてもだめである。そうした意味で退職したベテラン教師を囑託として迎えるということは、理にかなっているといえよう。しかしながら東京の多くの施設のように、専任の職員を一人もあてずに運営している現状は正常とはいえないであろう。その背景には、先にも述べたように学校教育の内容は学校教師がやれば十分であるという考え、また社会教育のためのプラネタリウム番組はオート番組とし、制作や組込みをメーカーに委託すればよいとの考えからであろう。

およそプラネタリウムの運営の中で、最も難しくそして重要なことは番組の制作である。それをシナリオも作らず全て委託するようでは、運営を放棄しているといっても過言でない。こういふと、「いや、我が館は運営委員の先生方に内容を検討してもらっているし、メーカーが作った台本を修正しているから、十分に主体性を持った番組である……云々……」しかしメーカーは年間100

本以上もの番組を受注しているという。確かに要領よくこぎれいに制作してくれるが、まかせっぱなしではそれほど丁寧には作れないと考えるのは筆者だけだろうか。

ここで確認しておきたいことは、このような異常と思える状況を生んでいるのは、各館を運営している自治体が選んだ道だということである。よく何でもプラネタリウム・メーカーのせいにする人がいるが、そうではない。これはユーザーが考えるべき問題である。

5. おわりに

ここでは学校教育のための施設、とくにプラネタリウムが抱える問題を中心に述べたが、多くの事柄については社会教育のための施設でも共通しているであろう。

およそ施設を活性化させるのは人である。しかしながら「仏作って魂を入れず」と思われる施設もある。設備だけでなく適正な職員数も確保されなければならない。施設建設および運営の指標となるようなガイドラインやマニュアルを共同で作成したらどうだろうか。いまや建設予算も十分にあり(将来もこのままとはとても思えないが)、そこで働きたいと願っている優秀な人たちも大勢いるのである。それなのにそういう人たちが就職できる機会は極めて少ない。一方で活発なプラネタリウムあるいは天文教育活動が行われていないとすれば、その矛盾点を改めていくようにもっと努力してゆかなければならないだろう。現在の自治体における人事政策の重点は、組織の活性化と人減らしである。しかし単に減らすだけで、適正な職員の配置に対する考え方に大きな過ちがあるように思えてならない。

例えば一部の自治体にプラネタリウムの民間業者への業務委託や派遣職員の導入が進められている。地方自治法第244条の二③をどのように解釈するかによるが、その活動が地方自治体の事務事業と考えれば、法令に違反することになる。一方それを清掃等と同様、業務と考えれば可能と言えよう。つまり我々の活動をどのように考えているかがうかがえるのである。

現在の安易なプラネタリウム・ブームに心からは喜ばずに、ため息が出るのは筆者だけではあるまい。

参考文献

- Friedman, Alan J.: "Alternative approaches to planetarium programs", MERCURY, 2, No. 6, 1973.
 Ito, Sho'ichi: "Planetaria of Japan", The Planetarian, 17, No. 4, 1988.
 Lunetta, Donald M. 茨木孝雄(訳): "Let's Not Jilt The Tilt", The Planetarian, 2, No. 1, 1973 (訳) 超過半球-傾斜フロアーに関する考察—プラネタリウムのレイアウトについて—第9回全国プラネタリウム連絡協議会資料(伊東, 茨木編) 1980.
 加藤賢一, 黒田武彦: 社会教育のなかの天文 No. 2, STARS & GALAXIES (大阪天文学研究会) 24号, 1978.