

へ入らなければならない。このような観測はライネスによって南阿で、水の深さにして 8400 m の地下坑道で行なわれている。また三宅はインドのコーラ金山のほぼ同じ深さのところでもニュートリノの中間子の上限を得た。さらにアルプスのモン・ブランのトンネルをひろげて観測をしようという計画もある。

§7. おわりに

前節までにのべたようにして作られたニュートリノは宇宙をさまよっている。それらを考慮に入れた宇宙論的議論が、また宇宙の構造と素粒子の世界の法則との関係の議論がいろいろとなされている。しかしここではあまり範囲が広くなりすぎるので割愛した。

第4節と第6節でのべたように、太陽や宇宙線につく

られるニュートリノはもうすぐ観測結果が明らかにされるところまでこぎつけられた。遠い星でつくられたものとか、超新星が爆発するときのニュートリノが観測されるようになる日も、いずれ期待できるときがくるであろう。日本ではニュートリノ天文学は昨年、基礎物理学研究所の研究計画にとり入れられ、昨年10月に、原子核物理学、宇宙線物理学、天体物理学者が同研究所に会合し、それまでの研究を発表するとともに、将来の研究について実験、理論を問わずいろいろなアイデアが提出された。天文学の前線は物理学の諸分野と交流しながら益々広がっていく。そこでわれわれは今まで見なかったものを見るようになり、いろいろな新しい知識を供給されることが期待される。

地学天文教室

天文教材 こんなことが

みのわとしゆき

月のかんさつをめぐって

☆月のうごき、「いま三日月が西空にみえています。あと一時間したら月はどちらにうごいているでしょう。」

「はい先生月は西の地平線近くに動いて行きます。」

「半月は南の空にでて西にしずみます。満月は東の空にでて西にしずみます」ここまではスムーズに行くのですが、さて継続観察をつづけて行くうち、教科書の半月は南にでる、満月は東にでるという表現が、うつるとかうごくとか子供達が気づいたときほど困るときはあります。ましてうっかりあしたの今頃同じ時刻に月はどこにいますかなどと発問したら、夕方は東から西にうごく月が、一晩たったら逆に西から東にうごいているという、子供にとつては誠に不思議な現象となって、思考の流れは大きく乱れて授業はつまずきます。指導要領では月は東から西へ動く自転を取扱うことになっていますが、発問を如何に気をつけても詳しくかんさつすればするほど自転の問題が出がちで、小学3年生の月のうごきの単元は苦手の学習の一つです。

☆月のかたち「今西空に沈んだ太陽が、あそこに見える月の右(西)を照らしているから三日月にみえるのです。ほら、満ち欠け図や電灯とボールの実験と同じでしょう。」と実際の月を指さして説明すると始めて知ったように感心する児童、いや先生でさえもそうです。また丁度半月のとき太陽との角度は何度だなどと実際の月をみていってもとてもわからぬのに、それでいてテストの満ち欠け図は実によくわかるのです。もっとも満ち欠けの図の原理的なことは中学に移されたけれど、図と実際の観察の結びつきは天文教材に限ったことではない

けれど、とくに天文の場合は相手が遠くスケールが大きいだけに、その断層を埋める中間的な事を考えねばならないと思います。朝の月は先生と児童がともどもいっしょに月を見ながら授業をすすめるので、是非かんさつしたいものです。1, 2年生などは満月、半月、三日月は別々にあって、かわるがわる出るとほんとは思っているのですから子供というものは厄介なものです。

☆天動説から地動説へ

1年から5年まで太陽、月、星のかんさつを、ありのままにみるというつまり天動説から、6年の最後になって地動説にかわる。この転換をどうしてはるかか。観察の集約から証明的に地動説をもってくる事はできない。なにしろコペルニクスが出現するまで長い間人類が気づかなかったことからしても、この授業の問題はなかなか難しい問題で、動きの相対性や月の自転の観察、科学史の挿入などして知識として教え込むより仕方があるまいと思います。ある人はいう、小学校ではすべて観察本位の天動説で終り、中学に入ってから地動説に転位する……それも一方法かとも思う。学習心理学の面、教材構造化の問題等よりして、この問題はもっと分析探究して教授方法を組立てる必要があると思います。

☆プラネタリウム

「今度学校に理振法でプラネタリウムが買えましてねえ、もうあれさえあれば天文教材は世話なしですよ。」そこで先生はプラネタリウムをぐるぐるまわし一応星座を説明しその単元は終わりである。そして先生は本物の星をみてきなさいなどとほとんどいわない。プラネタリ

ウムは星図や星座早見盤と同様あくまでも本物の星をみる手がかり足がかりであって、一つの教具であるという事を念頭においてもらいたいものです。

「川崎は煤煙都市で星がみえないのですよ」と二言目にはいうけれど、わたくしの調査では中心街でも北斗七星やオリオンは充分みえるのです。わたくしの四年生の娘が理科のテストをもらってきました。北斗の五倍が北極星にあたる問題が、たやすくできて丸がついているので、試みに夜北斗はどれ北極星はどれときいてもさっぱりわからない。実物の北斗の五倍をさして北極星を教えたと、「お父さんテストの絵とほんとに同じなんだね」と感心しているのです。プラネタリウムを手がかり足がかりとして、不完全でもよい、よくみえないながらの星空でもよい、話し合っては家でみさせ、また話し合ってはみさせてきて是非本物の星に親ませたいものです。プラネタリウムの説明にしても、ただ先生が説明することなしに、映しだされた星座を子供達自から早見盤を使って星座をみつけださせたら、どんなにか自主的な学習ができることでしょう。わたくしは一度どこかの大型プラネタリウムをおかりしてそんな授業をやってみたいと思う近頃です。

☆星の美を民衆の中へ

「望遠鏡がついで 15 年、今ちゃどうやら自動車で…」

雑 報

人工衛星を利用した日米間時計同期の実験 1964 年秋の IAU 総会で、各国の無線報時は秒信号を ± 1 ms (ms は 0.001 秒) の範囲内で同時に発信することと云う勧告が行なわれた。この方式は併し、米、英、日、仏、カナダなど数カ国の間で数年前からすでに実施されてきたことであった。さてこの方式を完全に行なうために必要な要件は、(1) 報時電波の搬送波を原子周波数標準に連結すること。原子の振動数はいつ、どこでも、同一かつ一定である筈だから、(2) 秒信号は搬送波に連結されていること。(3) 時刻観測資料の算出と交換を迅速に行なうこと。などである。

具体的には欧米各国共、多数のセシウム原子一次標準をそなえ、時刻観測もまた直接これに結んで表わすなどの処置をとり、国際的には長波を仲介として、周波数標準の相互比較を行なってきた。現在もっとも安定なものとして各国で標準として採用されているセシウム原子標準器は、周波数の安定度がおよそ 10^{-11} 程度とされているが、1 回 1 回の測定が物をいう物理学、電気工学等においてはこの精度は標準器として充分であるが、この高精度にも拘らず、その周波数を積分して、持続的時系(原子時)を造るとなると、誤差は累積して数年間で数

のぞいた人は 5 万人」ふざけた歌ですけれど、私ども川崎天文同好会が市役所前の広場で競輪帰りの人々に星をみせた人々は、5 万人はおろか 10 万人にも及ぶであろう。あの荒んだ人々の心の中にも恐ろしくなにか美しいものを灯してくれたことと信じます。各学校の理科室に眠れる望遠鏡も、せめて一年に一度でも良い、埃をはらつて区内の児童、父兄、一般に開放し星の美を心ゆくまで眺めさせたいものである。

附記 上記の“月のうごき”について編集子にはつぎのような経験がある。

編集子の娘が小学 3 年の時に、毎日同じ時刻に月の位置をスケッチするという宿題をもらってきた。彼女はせっせと毎日の月の位置を、南方の家の屋根や林を背景にした絵にかき込み、よくできたと先生にほめられて得意だった。こんどはつぎのテストで、月はどちらの方向に動くかという問題に、前の経験から「西から東へ動く」と書いたところ、まちがいがいということで彼女は不平やるかたない面持で父親に説明を求めたのであった。みのわ氏の提示された点について会員諸君に教授法に関する御意見があったら教えていただきたいものです。

ms の誤差が生ずることとなる。持続した時の流れを扱う天文学にあつては、数 ms の差は重大である。

このような立場から、報時の基本となっている標準時計の国際直接比較を人工衛星を仲介として行なう試みが計画され、1962 年には米、英間でテルスター衛星を使って実際に行なわれたのである。その結果は $\pm 20 \mu$ s (μ s は 100 万分の 1 秒) という画期的な高精度比較が成功したのである。

今回の日米間の実験は第 2 回目として、さらに高精度をねらったもので、人工衛星はリレー 2 号を使い、地上局は米側は西海岸に近いモハービー局、日本は電波研究所鹿島局であった。実験は 1965 年 2 月 15 日から 20 日まで、丁度太平洋の真中を横切る。地上高およそ 1000 km 前後の経路、毎日 2 回をねらって行なわれた。

まだ最終的な結果を発表する段階ではないが、比較の精度は $\pm 1 \mu$ s 以内に充分入っていることが明らかとなり、大成功といって差支えないと思われる。

今回の方法は、前回の米英間の実験よりさらに複雑で、鹿島からの時計信号はリレー 2 号を経てモハービーに送られ、そこで受信器を通つてそのまま送信器に入り、再びリレー 2 号を経て鹿島に返送される。と同時にモハービーの時計信号が返送信号に重なって送られるというもので、これが両局立場を変えて交互に行なわれ