

「宇宙とは何か」から「天文学とは何か」へ

佐藤明達

From "What is our Universe?" to "what is Astronomy?"

Satô Akisato

abstract

Nowadays education of astronomy in schools is to teach the results of astronomy. For the sake of time shortage, it is apt to be dry lecture. But if we adopt the history of astronomy in our lecture, students will learn vividly, as astronomy felt more intimate for them.

1.はじめに

学校教育では、天文学の成果を系統的に教え、現代の宇宙観を把握させることを目標としている。しかしこれでは天文学者が業績を挙げるまでの人間的な悩み、錯誤、挫折が見えてこない。科学者も自分と同じ人間なんだという親近感が得られるような教育が望ましい。

2.これまでの天文教育

学校教育の中での天文教育は、天文学が明らかにした宇宙の現状を教えることを主眼としている。宇宙の構造と発展を理解すれば、社会人としての天文学的素養を一応身に着けたことになる。しかし授業時間数の削減や教科内容の上級学校への繰り上げなどによって、高校卒業までに身に着けた天文知識は甚だ貧弱である（地学を選択しない者も多い）。それを補うために、社会に出てからも天文学の啓蒙書に親しんで、学問の進歩に遅れを取らないようにしたい。そうすれば時折日刊新聞に載る天文記事もなんとか理解することができる。

しかし学校における天文教育は、短い授業時間中にできるだけ多くのことを教えようとするために、贅肉をそぎ落とした天文学の要点だけを系統的に教え込むことになる。水で言えば蒸留水のようなもので、ミネラルが含まれていない。それが兎角天文学を無味乾燥と思わせる原因となっている。

3.人間はどれだけのことをしてきたか

戦前、理論物理学者・石原 純は表題のような中学生向きの科学史の本¹⁾を書いた。父が買っててくれたこの本を読んで、私はたいへん感銘を受けた。人類の自然探究の足跡が綴られていたからだ。科学は人間が創り上げた文化だ、ということがよく分かった。それ以来私は科学史への関心を失ったことがない。

天文学も科学の一つである。天文学者が試行錯誤を重ねながら真実を見出そうと努力を重ねて来た跡を辿ることは、教育的に極めて有効である。生徒は、自分と同じ生身の人間が、ああでもないこうでもないと苦労しつつ解答を見出していった過程を追うことによって、ああ、人間はこうして宇宙の謎を暴いて来たのかと納得し、天文学を非常に身近かなものと感ずるようになるだろう。そして、どのような器械を工夫して、どんな法則・方法を用いて宇宙を探るのかを知ることによって、天文学というものの実証的、論理的性格を感得するだろう。高校地学では「発展的学習」として天文学史がコラムで取り上げられているが、むしろもっと大幅に活用すれば、天文学が一層血の通ったものとなるだろう。私が「宇宙とは何か」に加えて「天文学とは何か」

を教えるのが望ましいと考える所以である。それには時間的な「ゆとり」が必須ではあるが。

例として太陽を取り上げてみる。

4. 太陽を探る

私たちは、太陽について次のようなことを知っている：

地球からの距離	約1.5億km
半径	地球の約109倍
質量	地球の約33万倍
表面温度	約6000K

これらは教科書に載っている。ではこれらの数値は果たして信用できるのだろうか。うのみにして間違いないのだろうか。天文学者はこれらをどうして求めたのだろうか。

(A) 距離

パリ天文台のG.D.カッシーニは、南米仏領ギアナのカイエンヌに出張したリシェーと火星の共同観測を行なって火星の赤道地平視差を測り、これから太陽までの距離即ち1天文単位を1.4億kmと出した（1672年）。次いでパリ天文台のレーメルは木星衛星イオの観測から光速度として22万km/sを得た（1675年）。その後フィゾー、フーコー、マイケルソンらの地上実験により、精密な光速度の値が得られるようになった。電波も光と同じ電磁波であるから光速度で伝播する。現代ではレーダー観測により1天文単位の値が精密に測られている。

(B) 半径

太陽の赤道地平視差は8.8''、平均視半径は16'であるから、太陽の大きさは地球の $16 \times 60 / 8.8 = 109$ 倍となる。

(C) 質量

太陽・地球系および地球・月系にそれぞれケプラーの第3法則を適用すれば

$$\frac{a_{\oplus}^3}{T_{\oplus}^2} = \frac{G(M_{\odot} + M_{\oplus} + M_{\ominus})}{4\pi^2} \approx \frac{GM_{\odot}}{4\pi^2} \quad (1) \quad G: \text{万有引力定数}$$

$$\frac{a_{\ominus}^3}{T_{\ominus}^2} = \frac{G(M_{\oplus} + M_{\ominus})}{4\pi^2} \approx \frac{GM_{\oplus}}{4\pi^2} \quad (2) \quad a: \text{軌道半長径}$$

T: 公転周期

ただし太陽・地球・月の値にはそれぞれ添符 \odot 、 \oplus 、 \ominus が付けてある。(1)式では M_{\odot} に対して M_{\oplus} ・ M_{\ominus} を、(2)式では M_{\oplus} に対して M_{\ominus} を省略した。(1)式を(2)式で割れば

$$\frac{M_{\odot}}{M_{\oplus}} = \left(\frac{a_{\oplus}}{a_{\ominus}}\right)^3 / \left(\frac{T_{\oplus}}{T_{\ominus}}\right)^2 = \left(\frac{1.50 \times 10^8}{3.84 \times 10^5}\right)^3 / \left(\frac{365}{27.3}\right)^2 = 3.30 \times 10^5$$

(D) 表面温度

地球の大気圏外で日光に垂直な1平方センチメートルの面が毎分受ける太陽の輻射総量即ち太陽定数は1.96カロリーであるから、シュテファン・ボルツマンの法則により太陽の有効温度として5800Kが得られる。

さらに(B)、(C)の値から太陽の平均密度や脱出速度を計算することができる。

(E) 内部構造

エディントンは太陽が理想気体から成り内部は輻射平衡にあると見なし、平均分子量を仮定して微分方程式を解き、内部における密度・圧力・温度の分布を導き出した（1924年）。条件がそれほど複雑でないから、太陽内部は地球内部より良く分かっている。

5. おわりに

つまり天文学は、地上の物理実験で見出された物理法則を宇宙に適用して謎を解明する科学なのである。従って物理学抜きの天文教育は、それなりの表面的な理解に止まる。結局天文学は、誰もが疑い得ない確固たる基礎の上に築かれていることを理解

していただけたと思う。これが実証的という言葉の意味である。

日本大学助教授・紫藤貞昭氏は、初等化学史「物質とは何だろう」の序で次のように述べている⁶⁾：

「学校の理科の教科書は、できあがってしまった知識を教えるのに忙しくて、どんな人が、どんな苦しみや喜びの中から、どんな知識を生みだしてきたか、という人間的な展望に欠けています。その欠けた視点に目を向けているのがこの本だ、と思っていただければよいでしょう」

本研究会ではこれまでにも何度も天文学史教育の有効性が議論されてきた。会報や年会集録に掲載された過去の文献^{2)～5)}を挙げておくから、再度読み直していただきたい。

[参考文献]

- 1)石原 純著「人間はどれだけの事をして来たか」(日本少国民文庫 2)新潮社
1937、改訂1942；復刻版 少年少女科学名著全集 国土社 1982
- 2)佐藤明達、1990、教材としての天文学史 「第4回天文教育研究会年会集録」
pp.122～124
- 3)嘉数次人、1993、科学史を天文教育に取り入れる 「第7回天文教育研究会年会集録」 pp.89～92
- 4)横尾武夫他、1999、[特集]科学史を天文教育に生かす 「天文教育」Vol.11, No.1,
pp.4～18
- 5)株本訓久・有本淳一、2000、専門学校における天文学史を用いた教育 「第14回
天文教育研究会年会集録」 pp.118～122
- 6)紫藤貞昭著「物質とは何だろう」(自然を探求した科学者たち ①)第一法規
1972 p.3

ここにも歴史が

科学の専門雑誌に発表する学術論文とは、最初に当該問題のこれまでの研究史を通して観察した上で、従来の結論に異議申し立てを行ない、改めて自己の得た新解釈を提示するものである。真実を巡って互いに議論を戦わせる、それによって科学は次第に進歩していく。「科学の進歩の源は『論争』にある¹⁾」とはこういう意味である。

自然界の姿は時間軸に沿って変化する。そこには必ず歴史がある。何より私達自身が、元を辿れば人類の歴史上の産物ではないか。

[参考文献]

- 1)「天文月報」Vol.99, No.3, p.160(Mar. 2006)

幸福

①幸福とは心が安らかで、悩みのない状態を言う。

②知らないことは幸福だ。

③だから次のような本は読んではならない。

山形大学地球環境研究会編「検証・ヒトが招いた
地球の危機」講談社ブルーバックス 1995