

エラステネスの背景

What lead to the Eratosthenes ?

理科教員養成において科学の文化的背景を教授する試み

A Modified Instruction Focusing on the Cultural Aspect of Exploring Natural Phenomena

大辻永

Hisashi OTSUJI

茨城大学

Ibaraki University

概要: 初等理科教員養成の教育法の時間に行っている、科学の文化的背景に配慮した一実践を紹介する。内容は、アリストタルコスからエラステネスに至る、古代ギリシア人の天体に関する探究を参考にしたものである。科学史や数学と関連させ、科学の本質(Nature of Science)にも部分的に触れ、高校と大学での学びの違い、洋の東西における自然現象解釈の差にも注目させる。対象は教育学部2年次生2クラス合計230人で、事前事後のテストはQDAソフトNVivo9によって解析した。その結果、短期間の変容ではあるが、被験者の科学観は精緻化されるなどの変容が見られた。

キーワード: 初等理科教員養成、科学の本質、ギリシア科学、NVivo、アリストタルコス、エラステネス

1. はじめに

かつて高等学校理科I地学分野において、エラステネス(BC275 - BC194)による地球の円周の測定・計算という題材があった。しかしここでは、その登場の背景には触れず、また実際の大きさとの誤差を計算させるといった、本質から離れた扱いで終わっていた。科学史の資料②を眺めるうち、エラステネスが置かれていた状況や、それ以前のアリストタルコス(BC310C - ca. BC230)の探究が見えてきた。古代ギリシア人たちの探究を題材に、いくつかの目標を加味して少々大胆に教材化した実践を報告する。

2. 構想した授業

内容は、科学史や数学と関連させ、科学の本質(Nature of Science)にも一部触れるものにした。さらに、高校と大学での学びの違いや、洋の東西における自然現象解釈の差についても強調するものである。

突飛ながらも、慣れ親しんだ数学の問題から授業は始まる。図1で、X対Yの比をa、b、cを用いて表させるという問題である。十分に時間をとり、補助線のヒントを与え、結果は黒板の端に残

し、後の授業で利用するとは触れずに進める。

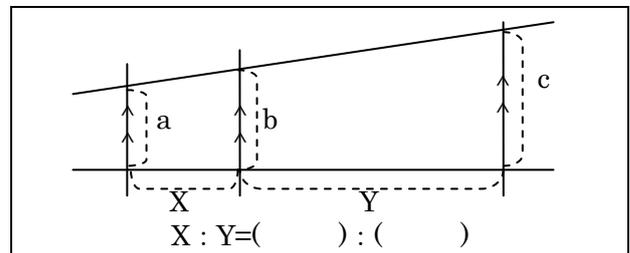


図1 導入の数学問題

5つのQuestion(以下Q)と、それぞれに対応した理由付けとなる5つのObservation(以下O)がセットで進むことを伝える。これにより、学習者は探究のどの段階にあるか、安心感をもって授業に臨むことができる。Q1は身近なところから始まる。

Q1 太陽と月、どちらが大きく見えるか。

O1 どちらもほぼ同じ大きさに見える。

これは、後の議論を成り立たせる前提である。

図示した後、「Q2 遠く大きいのはどちらか」と問う。簡単な質問であるが、それを証拠づける自然現象(O2)を問うと受講生は考え始める。

O2 日食が見られることから太陽が遠い。

神話「天の岩戸」を紹介し、非西欧の自然認識と対比させながら、次に古代ギリシア人が奇妙な問いを立てたことに注目させる。

Q3 太陽は、月より何倍遠く大きいのか

これは、数量的に迫ろうとする科学の特徴を示している。これを説明する自然現象を思い描くのは、なかなか困難である。

O3 半月の時に月と太陽を見込む角度を測り(87度)、月、地球、太陽が直角三角形をなすことから、太陽は月より20倍遠く大きい。

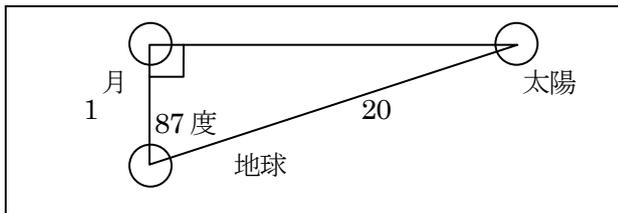


図2 半月の観測から

以下、E,S,Mをそれぞれの天体の直径とすると、
 $S=20M$

と書ける。

次の問いはどのような問いが適切か。時間をとって学生に考えさせ、大学において問いを立てることの重要性を強調する。地球、月、太陽の3者のうち2者の関係が判明していることから、

Q4 地球の大きさは月や太陽に比べてどうか。を導く。

では、これに迫る現象 **O4** は何か。地球自体は重ねられなくても、その影を重ねて比べることができる。

O4 月食の観測から、月の軌道付近で、地球の影の直径は月のその2倍と観測した。

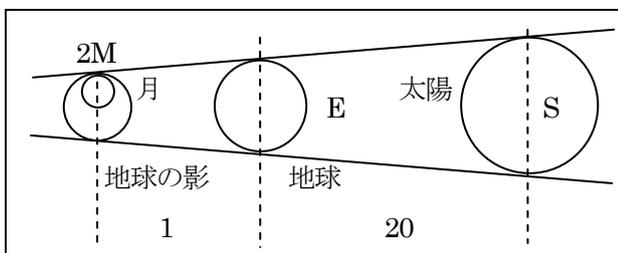


図3 月食の観測から

図1から得られた式、また、 $S=20M$ より、

$$M=0.35M \quad S=7E$$

が求められる。最後の問いについても学生に考案

させる。3者の比が明らかになっていることから、一つでも実際の値を求めたい。

Q5 実際の地球の大きさはどのくらいか

ここではじめて、高等学校で習ったエラトステネスの地球の大きさの探究(**O5**)が、その時代背景と共に結びつけられる。

3. 授業の実際と成果

対象は教育学部2年次生、2クラス合計230人で、質的データ解析ソフトNVivo9を用いて、事前・事後のテストをコーディングし、短期間での被験者の変容を調査した。

その結果、被験者の科学観は精緻化されたものになった。西欧科学には、自然現象を数量的に扱う傾向があり、前提や事実の上に推論を積み重ねていくといった科学の本質(Nature of Science)の基本的一端を被験者は的確に捉えていた。

4. おわりに

2012年春はスーパームーン(5月6日)、金環日食(5月21日)、部分月食(6月4日)が立て続けにあり、上記のトピックを提示するには、またとない好機であった。精巧な道具がない時代に、思いもよらない考え方で天体の距離の比や大きさに挑んだアリストアルコスへは、驚嘆の声が多く寄せられた。

なお、本実践は、アリストアルコスの探究を基に、現代の我が国の学生に馴染みやすく、また、計算しやすいように修正している。³⁴⁾

5. 参考文献

- 1) 『高等学校理科I(物理・地学編)』第一学習社1994など。
- 2) アリストアルコス 1972 「太陽と月の大きさと距離について」『ギリシアの科学』世界の名著、中央公論社。(Heath, T. 1913. *Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus*. Dover Publications.)
- 3) 大辻永. 2002.身近な科学の楽しさ,わくわくサイエンスフォーラムー「自然」と「科学」と「エネルギー」ー,大洗わくわく科学館(2002.11.9).
- 4) Otsuji, H. 2012. "Challenge to the Ancient Greeks": A Transformative pre-service primary teacher training to emerge the nature of science, *International Conference on Science and Mathematics Education 2012*, University of Mindanao, Davao, Philippine. (2012.5.29)