

文系で P a o f i t s

埼玉県立豊岡高等学校
原 正

1. はじめに

P a o f i t s の教材を使った授業を始めてから3年目になる。この間、教材を用いた実習は高校3年理系の地学 選択者の授業で実践してきた。少人数であり、数式扱いに慣れた理系だけに、教育効果が高いのは当たり前といえる状況であった。今回は他の高校でも最も対象者が多いと思われる文系で、本来の人数である40人編成のクラスでの実施を試みた。授業の進め方や教育効果について、理系クラスとはどのような相違点があったのかを紹介したい。

2. P a o f i t s 教材の位置づけ

豊岡高校は27クラスの普通科高校で、85年以上の長い伝統を持ち、地域のリーダーを輩出するなど、周辺地域の中核校となっている。2年から文理に分かれ、文系を7組、理系を3組設置している。文系での理科の教育課程は、1年次に化学1が必修、2年次に物理、生物、地学から1科目選択、3年次で1、2年で学ばなかった科目を物理、生物、地学から選択することになっている。文系では2年次に生物を選択する生徒が圧倒的に多いので、3年の文系クラスの理科はほとんどが地学になっている。つまり、今回実習を組んだ文系の生徒たちにとって、地学は物理との選択で否応なしに選んだ科目である。そのため地学に対するモチベーションはかなり低いと考えてよい。

P a o f i t s 教材を使用した目的は、たとえ文系のクラスであっても、1. PCを目的ではなく、道具として使う経験をさせたかったこと、2. 画像からデータを取り、結論を導く天文学の手法を学ばせ、天文学で得られた結果をより身近に感じてもらうこと、3. 少しは数学をやってもらいたい、などをあげることができる。

実習には時間がかかるので、講義と平行した形での進め方はせず、この実習で講義を置き換えるようにした。つまり、Ia型超新星で銀河までの距離を測って銀河団という構造が見えるわけだが、講義での話はせずに、実習を進める中でそのようなことが理解できるように配慮した。

実習に入るまでに、講義では1天文単位から始まって、三角視差、HR図、セファイドと距離を測ることに重点をおいた授業を展開しておいた。みかけの等級、絶対等級と距離の関係はHR図のところで解説し、みかけの等級とHR図から読みとった絶対等級から距離を求める練習も行っている。対数表も使っている。

3. 実習の実施と問題点

この教材の核になってるPCの使用環境はつぎのようである。CPUはPentium 800MHz、メモリは256MB、OSはMSWindows2000proである。PCは一人一台占有する。CDROMはセキュリティ上の観点から使えない設定になっている。校内LANを介して、インターネットに接続している。県のゲートウェイまでの回線は太く、インターネットを利用した一斉授業でもさほどストレスを感じることなく進めることが出来る状況である。

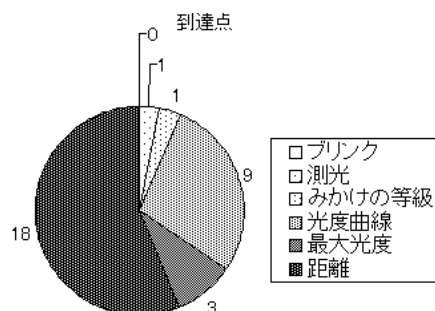
理系では、マカリのインストールから始めたが、文系クラスではすべての機器にあらかじめセットアップしておいた。

実習の手順とその所要時間を表1に記した。理系で行って要した時間も参考までに載せておいた。理系の時間は教材が設定している時間と一致している。

学習内容	文系 38人	理系 3人
法則発見編 絶対等級の計算 普通教室	計算手順の説明 4人で分担 2時間	計算手順の説明 3人で分担作業 1時間
測定編 データダウンロード PC教室	ダウンロードの指示 10枚の画像のダウンロード 3時間	マカリのダウンロード、インストール 画像のダウンロード 画像調整
超新星の発見 PC教室	画像調整 ブリンク 発見 1時間	ブリンク 発見 1時間
光度曲線作製 PC教室	比較星の確認 測光 エクセルダウンロード みかけの等級 光度曲線 2時間	比較星の確認 測光 エクセルダウンロード みかけの等級 光度曲線 1時間
距離の計算 普通教室	最大光度 距離計算 (宿題にした) 0時間	最大光度 距離計算 結果の考察 1時間
総時間数	8時間	4時間

表1. 実施の手順と所要時間

今回の教材を最後までやり遂げた生徒は18人で、過半数をかるうじて超えている。授業では光度曲線を引くところまでできたが、その後は宿題にしてしまった。「法則発見編」で一度やっているとはいえ、文系では自力で光度曲線から距離を求めることができる生徒は多くなかったということがわかる。ちなみに、理系では全員が結果に到達できている。光度曲線、最大光度を求めることができている生徒のうち何人かは、授業時間の中で指導すれば、最後まで到達できたことだろう。



また、最後まで到達した生徒でも求めた値の幅が50 Mpc から30 Mpc と大きくなってしまった。理系と比べると倍以上の幅である。

比較的、スムーズに進めることができた理系に比べ、困難な点が多かった。1．数学不慣れの問題、2．PC 苦手の問題、3．人数の問題、4．授業に対するモチベーションの問題などがあげられる。

文系生徒は容易に想像できるように、数学の対する苦手意識が強く、対数を含む計算を指導するのに時間を要した。最近、文系にもトップクラスの理系的センスを持った生徒が多くいるので、そのような生徒には課題は容易ですぐにすんでしまい、長く待たされることになる。また、コンピュータの操作についても同様で、苦手意識を強く持つ生徒やかなり習熟した生徒がいて、個人個人の作業時間差は相当大きくなる。単純に人数が多くなっただけではない、授業を進めにくい要素が入り込んでくる。

この教材で予想した時間配分は表1の理系のものと同じである。理系では、資料をワークシートを渡して、読みながら作業をするように指示すれば、あまり教員がでていくまでもなく課題をこなせるが、文系では生徒によっては逐一説明してゆく必要があり、なかなか進まない。異なる質問が同時にでてくるので、こちらも対応に忙しい。理系では、進んだ生徒が遅れた生徒を指導するシーンも見られるが、文系では人数が多く、様々な人間関係の中でそのようなことがやりにくいようだ。

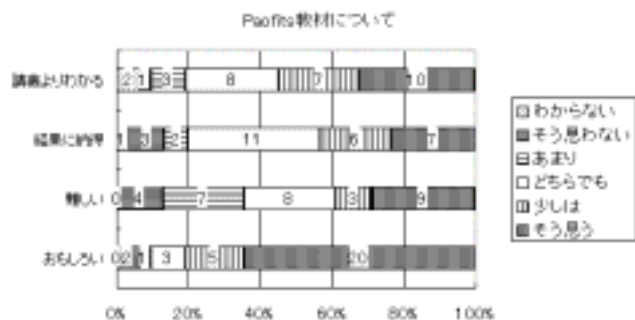
データのダウンロードで時間を要した原因は、1．人数が多いこと、2．私が修学旅行を引率したため、1週間以上空いてしまい、次の授業の際、生徒が操作手順をわすれてしまっていたこと、3．データがそろわない限りカリキュラムが始められないが、3年のこの時期は遅刻欠席が多く、全員がデータをそろえるまでなんども元に戻る事態が生じたこと、などがあげられる。それにしても、3時間はかかりすぎたと思う。

また、受験時期を間近にひかえ、受験科目ではない地学の授業に対するモチベーションは相当に低く、あまつさえ、講義ではない実習なので、気持ちがゆるんでしまう生徒が多くみうけられた。理系の生徒は、自分たちが将来このような実験実習を受けることもあるだろうという意識もあり、気持ちがはなれることは少なかったように思う。

4．教育効果

今回は宇宙の分野に入る直前の10月と2学期の最終の授業で教育効果を見る目的でアンケートを実施した。空間の感覚と時間の感覚について、同一の質問で、授業を受ける前後で意識がどのように変化するかを見たかった。授業を実施しない対照群をもうけることはできないので、授業では取り上げない事柄も設問に含めて、授業による変化がわかるような工夫をした。また、授業におけるどのようなアプローチが理解を助けるかを質問してみた。授業後のアンケートには、Paofits教材そのものについての設問も含めた。質問内容は資料1に掲載した。

事後のPaofits教材についてのアンケートによると、講義よりわかりやすいと答える生徒が過半数である。また、活動がおもしろいと感じている生徒が非常に多い反面、難しいと感じる生徒も多かった。難易度については、「どちらでもない」を無難にできたものとみれば、6割が実習をこなせたと考えられる。



10月と2学期末のアンケート集計結果をグラフに表現したのが資料2～3である。各設問のグラフの下が一連の授業の前で、上が一連の授業の後である。

まず、空間感覚、時間感覚のいずれも、全体として講義と実習も含めた授業全体で設問に対して「わからない」という回答は大きく数が減らしたことがわかる。この「わからない」の内容は、質問の意味すらわからない、勉強してないからまだ信用できるも何もない、といったことである。設問にあげた数値に対しては、距離が遠いほど、また、時間は昔ほど「信用できない」とした生徒が多いことがわかる。

今回の超新星による銀河の距離測定の実習にかかわる設問は、空間に関する質問の5、6である。銀河の距離について、「信用できる」とした生徒の数が増え、「信用できない」とした生徒の数が大きく減っている。講義のみの説明となった、銀河系の大きさや、宇宙の見える範囲の設問と比べて、改善の割合が非常に大きい。Paofits教材による効果であろう。

事柄の理解の助けになるのは何かという質問を8以降で行った。空間感覚、時間感覚とも数値の提示だけでは理解は進まないと感じる生徒が多い。図やイラストは授業の前から理解が進むと感じている生徒がもともと多いが、実際の授業を受けた後で、否定的に傾く生徒が増えたのが気になる。方法を知ることによって理解が進むということに否定的な生徒の数は多いままであまり変化はない。その中で空間感覚については、「少しそう思う」から「そう思う」に、より肯定的に変化する割合がみられる。これは今回の教材が距離という空間を扱っていたことによる効果ではないかと思う。

5. まとめ

人数の多い文系クラスでも、時間を余分にかければPaofitsの教材を使って、ある程度の教育効果を上げることがわかった。今後の課題としては、よりスムーズに実習を展開するために、1.ワークシートの内容の見直してより詳しい記述をし、文系の生徒でもワークシートを読みながら進めることができるようにすること、2.画像ファイルはダウンロードして、教室のサーバーから供給できるようにしておくこと、などが考えられる。また、事前に超新星の解説くらいはしておく方がよりよい理解につながるように思う。

6. 謝辞

この教材は、名寄市立木原天文台の佐野康男さんのデータなしに成立しなかった。快く教材化のためにデータを提供して下さったことに、深く感謝している。

また、何度かのアンケートに誠実に答えてくれた3年2、3組の生徒たちにも感謝したい。

【資料1】 事前事後アンケート

宇宙や地球に関する科学的知識として次のことをあげました。このことについて、あなたが今はどう考えているのかおたずねします。選択枝のない質問には、次の記号でお答え下さい。

0..わからない 1.そう思わない 2.あまりそう思わない 3.どちらでもない 4.少しそう思う 5.そう思う

. 宇宙の大きさ

- 【 】 1)「太陽までの距離は1億5千万km」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 2)「太陽系の最外部は1兆km程度」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 3)「太陽の近くの恒星と恒星の間隔は数光年」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 4)「銀河系の直径が10万光年程度であることは信用しても良い。
- 【 】 5)「アンドロメダ銀河までの距離は200万光年」だが、これは信用して良い。
- 【 】 6)「超新星という星の爆発を用いて銀河までの距離を測ると数億光年」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 7)「宇宙の膨張の速さを用いて宇宙の見えている範囲を推定すると、100～150億光年」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 8) 数値を聞けば、広がりが感覚的にわかりやすい。
- 【 】 9) 写真やイラストを見れば、広がりが感覚的にわかりやすい。
- 【 】 10) 測り方がわかれば、広がりが感覚的にわかりやすい。

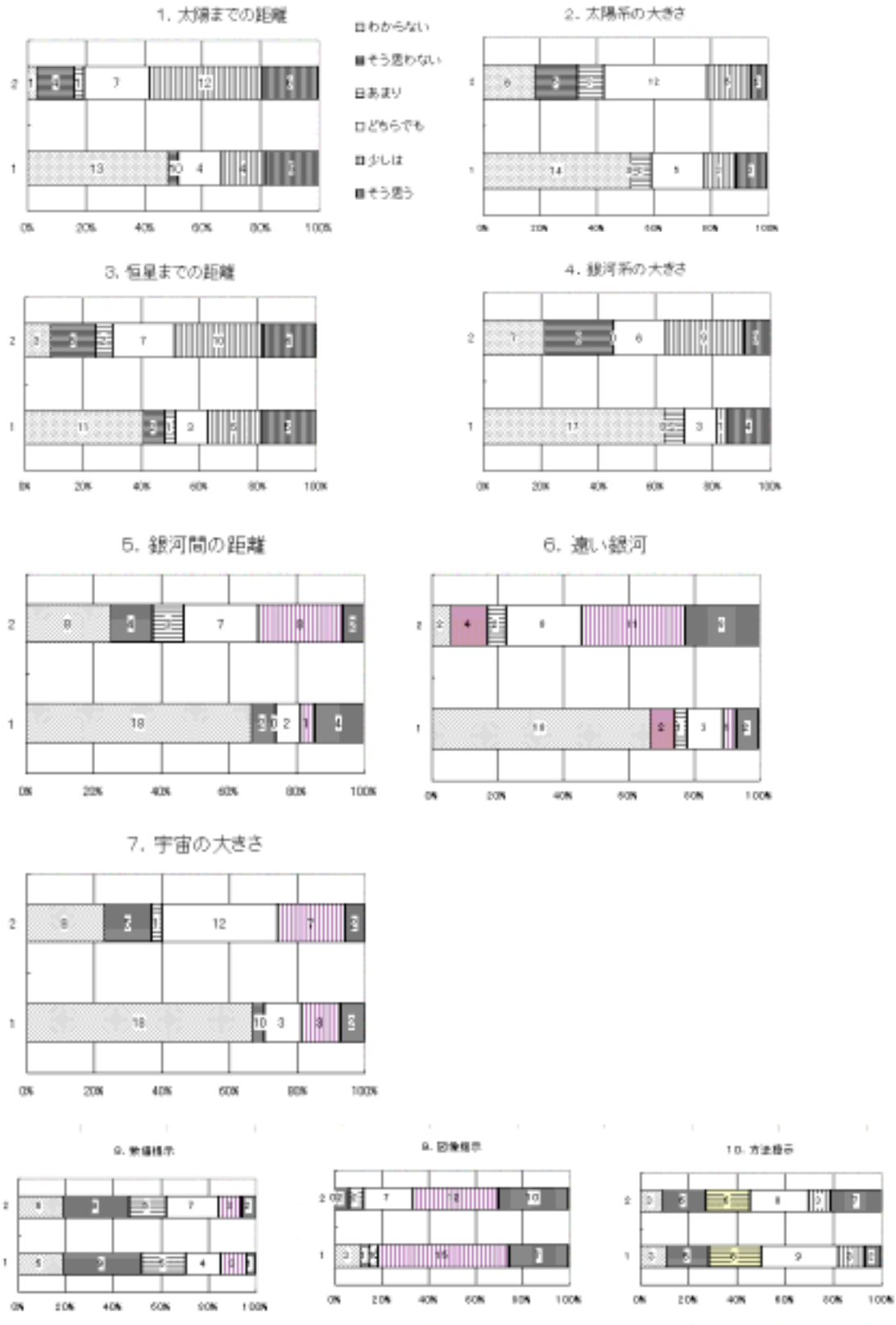
. 宇宙の歴史

- 【 】 1)「人類の都市文明の始まりは5000年前」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 2)「今の人類が地球に現れたのは10万年前」だが、これは信用して良い。
- 【 】 3)「せきつい動物が陸上に現れたのは3億5千万年前」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 4)「地球に生命が登場したのは38億年前」だが、これは信用しても良い。
- 【 】 5)「地球ができたのは46億年前」だが、これは信用して良い。
- 【 】 6)「銀河系は120億年ほど歴史があると思われる」が、これは信用しても良い。
- 【 】 7)「宇宙ができたのは、137億年前」だが、これは信用して良い。
- 【 】 8) 数値を聞けば、経過した時間が感覚的にわかりやすい。
- 【 】 9) 写真やイラストを見れば、経過した時間が感覚的にわかりやすい。
- 【 】 10) 測り方がわかれば、経過した時間が感覚的にわかりやすい。

. 実物の天体写真を用いた実習について（事後のみ）

- 【 】 1) 超新星までの距離を測る実習はどこまでできましたか、1-6の番号で教えてください。
 - 1. プリンクして超新星を見つけることができた。
 - 2. 測光して日ごとのカウント値を求めることができた。
 - 3. 日ごとのみかけの等級を出すことができた。
 - 4. 光度曲線を描くことができた。
 - 5. 最大光度を出すことができた。
 - 6. 距離を出すことができた。
- 【 】 2) 実物の写真を使った実習はおもしろかった。
- 【 】 3) 実物の写真を使った実習は難しかった。
- 【 】 4) 実物の写真を使った実習の結果には納得している。
- 【 】 5) 実習をすると、講義だけの授業よりも法則などの意味がわかりやすくなる。

【資料2】 事前・事後アンケート集計結果 空間感覚



【資料3】 事前事後アンケート集計結果 時間感覚

