

第4章

物理学探究講座

大 羽 徹

1. 目 標

学校設定科目であるSLPⅡでは、1年生で「自然と科学」の授業を行う。自然科学だけでなく、社会学、人文学など様々な観点から、論理的・多面的・批判的思考力を養成することで、科学的リテラシーの向上を目指した。そのため、SLPⅡでは、知的好奇心を喚起し、既存教科の学びに対する意欲を向上させることを目指している。そこで、ASPではSLPⅡより専門的な内容を扱うことにより、人間・自然・社会に関する深い科学的理解力を養成することを目指している。

本講義では、相対論、量子論により今日、科学的に広く受け入れられている宇宙の誕生と進化が進展してきたことを学ぶ。

2. 学習方法

物理学探究講座では、第1部で大同大学の斉田浩見先生に「相対性理論」、第2部で名古屋大学の南部保貞先生に「宇宙論と量子論」、第3部で愛知教育大学の高橋真聡先生に「ブラックホール」について専門的な講義を行う。

3. 実践内容

第1部では、「相対性理論」について6回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。

この宇宙そのもの（ブラックホールなどを含む）の姿や成り立ちを解明することは、現代物理学の大きな目標の一つである。そして、宇宙を研究し理解していく上で欠かせない物理学の理論に、特殊相対性理論と一般相対性理論がある。

特殊相対論により、以下のことを学んだ。

○速く運動する人ほど時間がゆっくり進み（時間の遅れ）、その人の速さが光の速さに近づくほど時間の流れは止まっていく。

○一本の棒が速く運動するほど長さは短くなり（ローレンツ収縮）、棒の速さが光の速さに近づくほど棒の長さはゼロになっていく。

これらの現象を理解するために直線と双曲線の方程式を用いた。

6回目の講義では、一般相対性理論の雰囲気講義をしていただいた。等価原理という実験結果に基づいて導

入される、曲がった時空という考え方を学んだ。次に、それを把握するための基礎となるアインシュタイン方程式の意味をイメージ的（図解的）に説明していただいた。

第2部では、「宇宙論と量子論」について2回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。

現在の宇宙論によれば、我々の宇宙はある法則に従って膨張しており、その膨張則を（一般相対論を用いた宇宙の進化）表しているのがアインシュタイン方程式であると考えられている。様々な宇宙の観測事実をこの方程式がどのように説明するのかを学んだ。さらに量子力学を組み合わせることで宇宙そのものの始まりがどのように理解されているのかを学んだ。

第3部では、「ブラックホール」について2回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。

宇宙の「アリ地獄」とも言える「ブラックホール」について学んだ。ブラックホールが存在すると、その強い重力によって時空が歪められ、様々な不思議な現象が起こることを解説していただいた。ブラックホールはどのようにして形成され、どのように確認（観測）されるのかを学んだ。

4. 成果と課題

第1部の授業後にアンケート（無記名）を実施した。「講義の内容は面白かったですか？」の問いに対し、「面白かった」または、「どちらかといえば面白かった」と答えた生徒は、100%、「どちらかといえば面白くなかった」または、「面白くなかった」と答えた生徒は、0%であった。「もっと特殊相対性理論のことを知りたいと思いますか？」の問いに対し、「思う」または、「少し思う」と答えた生徒は、89%、「あまり思わない」または、「思わない」と答えた生徒は、11%であった。

生徒の感想に、「相対性理論は、日常では意識をしていなかったが、今回の講義を聞いて日常と関わっていることを知り、楽しかった。」「アインシュタインは、特殊相対性理論、一般相対性理論を発表したことは知っていましたが、内容を知りませんでした。今回の講座は私にとって、とても意味のあるものでした。」とあり、生徒の知的好奇心が喚起され、学問的な興味・関心が高まったと考える。一方、「計算が難しかったけど、理解はできた。」「計算

が煩雑だった。」とあり、高校1年生にとって文字式の扱いに慣れていないこと、高校3年次で学習する双曲線の方程式を扱う等、数学の準備の必要性を感じた。

第2部の授業アンケートでは、「講義の内容は面白かったですか？」の問いに対し、「面白かった」または、「どちらかといえば面白かった」と答えた生徒は、100%、「どちらかといえば面白くなかった」または、「面白くなかった」と答えた生徒は、0%であった。「もっと宇宙論と量子論のことを知りたいと思いますか？」の問いに対し、「思う」または、「少し思う」と答えた生徒は、96%、「あまり思わない」または、「思わない」と答えた生徒は、4%であった。

生徒の感想に、

「宇宙論や量子論を学ぶ上で、相対性理論の必要性を強く感じた。」「現代の物理学や数学を駆使しても、分からないことが多いことに改めて驚いた。」「次元解析は、高校物理でも非常に役立つと思った。」とあり、第1部の相対性理論とのつながりを伝えることができたと考える。また、「計算が難しかった。」「量子論から導かれる様々な現象の多くは、特殊相対性理論の時間の遅れのように、日常では体感できないものである。このようにイメージする事が難しいため、感覚的には理解できる部分が少なかった。」とあり、第1部同様に高校1年生までに履修している数学から何を伝えることができるのが課題である。

第3部の授業アンケートでは、「講義の内容は面白かったですか？」の問いに対し、「面白かった」または、「どちらかといえば面白かった」と答えた生徒は、100%、「どちらかといえば面白くなかった」または、「面白くなかった」と答えた生徒は、0%であった。「もっと宇宙論と量子論のことを知りたいと思いますか？」の問いに対し、「思う」または、「少し思う」と答えた生徒は、100%、「あまり思わない」または、「思わない」と答えた生徒は、0%であった。

生徒の感想に、

「ブラックホールが天文学や物理学にここまで大きく関わっていることは知らなかった。」「ブラックホールの理論的計算にアインシュタイン方程式が関わっていて、相対性理論と宇宙論がつながっていることが分かった。」「星の進化についても知ることができた。ブラックホールが理論上そのようなもので、どこまで観測ができていくのかを知ることができた。もっと観測技術が向上してブラックホールを観測できるようになってほしいと思った。」とあり、第1部、第2部とのつながりを伝えることができ、宇宙の誕生と進化について学ぶことができたと考えられる。