

自然と科学

2) 自然と科学 後期

山田 孝・竹内 史央
福谷 敏

【抄録】 数学・社会（歴史）・理科（物理）の教員により、三つのグループに分かれて行う授業である。ここでは、科学的思考を身近で体験するためのアプローチとして、数学的・理学的・社会科学的観点から三つのグループに分かれ、様々な観点から科学的リテラシーを身につけさせるための授業を展開している。

【キーワード】 「科学的な思考」 演繹法 帰納法 デカルト 疑似科学 科学革命

①目標

17世紀科学革命におけるデカルトの成果を検証し、演繹法さらにベーコンの帰納法も併せて科学的な思考法の基礎を学び、「科学的な思考」を実践できるように地球市民としての科学的リテラシーの育成を図る。

「科学的な思考法の立脚点をつくるための学習」というテーマを設定し、少人数でものを考え、追求する体験をさせる機会とする。また、科学的思考を身近で体験するためのアプローチとして、数学的・理学的・社会科学的観点から三つのグループに分かれ、様々な観点から科学的リテラシーを身につけさせるための授業を展開していく予定である。

②学習方法

「自然と科学」のねらいは地球市民としての科学的リテラシーを身につけさせることと、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の2つある。

SLP IIでは、「知識」と「思考力」のどちらもが大切なのであるが、特に後期の「自然と科学」においては「思考力」、特に「科学的な思考」とは何か重点を置いて授業を行う。

③実践内容

	福谷	山田	竹内
1回目・10/16	オリエンテーション 担当教員よりグループの活動内容の説明		
次の3回はクラスを出席番号順に3グループに分け、数学・社会・理科編を順番に学習			
2回目・10/23	人口で見る17世紀	17世紀科学革命とデカルト	デカルトの自然法則
3回目・10/30	人口で見る17世紀	17世紀科学革命とデカルト	デカルトの自然法則
4回目・11/6	人口で見る17世紀	17世紀科学革命とデカルト	デカルトの自然法則
選択希望調査を実施し、以後はグループ別学習			
5回目・11/13	帰納法と演繹法 その1 数学を例に 数学・社会合同		帰納法と演繹法 落下運動の実験 1
6回目・11/20	帰納法と演繹法 その2 デカルトの演繹法とベーコンの帰納法2 数学・社会合同		帰納法と演繹法 放物運動の実験 2

7回目・11/27	人口で見る17世紀 1	デカルトの思想を読む 「省察」 1	帰納法と演繹法 3
8回目・12/4	戸田山先生 合同授業「デカルトの時代に科学には何が起きたのだろうか」		
9回目・12/11	人口で見る17世紀 2	デカルトの思想を読む 「省察」 2 水槽脳仮説 「マトリックス」を見る	帰納法と演繹法 3 ガリレイ 「新科学対話」を読む
10回目・12/18	デカルトの「数学」の 解説を読む	デカルトの思想を読む 「省察」 3	帰納法と演繹法 4 ニュートンの運動法則①
11回目・1/15	デカルト・パスカルの 「方法」の解説を読む	デカルトの思想を読む 「省察」 4	帰納法と演繹法 5 ニュートンの運動法則②
12回目・1/22	「方法叙説2部」を読む 理数合同	世界観の科学的転換1 『天地創造』	「方法叙説2部」を読む 理数合同
13回目・1/29	「方法序説2部」を読1	世界観の科学的転換2 進化論裁判と「創造科学」	科学と似非科学 薬の効き目は? 1
14回目・2/5	「方法序説2部」を読2	世界観の科学的転換3	科学と似非科学 薬の効き目は? 2
15回目・2/12	「方法序説2部」を読3	世界観の科学的転換4	科学と似非科学 薬の効き目は? 3
16回目・2/19	発表会 公開授業 科学的な思考とは何か 各分野からのアプローチ		
17回目・3/11	「方法序説3部」を読む	科学的な世界観の検証	薬の効き目は? 5
18回目・3/18	まとめ・アンケート		

i) 戸田山先生の合同授業「デカルトの時代に科学には何が起きたのだろうか」

情報科学研究科・高等教育センター長 戸田山先生の特別授業を、3クラス合同で第1総合教室で行った。17世紀イタリアの天文学者リッチオリの「新アルマゲスト」に描かれた絵の解説から、科学革命の時代の様子を解説していただいた。

□生徒の感想より

・「今日は、科学を身近に感じる事ができたような気がします。1つの絵から、昔人間の考えていたことが分かるのはとてもすごいことだと思います。昔の人の考え方は、今の考え方より劣っているイメージを持っていたけれど、『重いものほど

下に、軽いものほど上に』という見たままの考え方には納得させられてしまいました。見たままの考え方は、世界の本当の姿ではないと、どんどん考え方が変わっていくけれど、それは見たままの考え方があったおかげだと思う。こうやって現代のものへと変化していくんだなあ、つながりを知ることができました。

科学というものが、まだよく分かっていないけれど、今日の講義を聞いて、おもしろいと思ったし、もっと知りたいと思うようになりました。」

・「今日の講義はおもしろかったです。けっこうおもしろい画像で、その絵を見ても全然目に入らないこともあるということを知って、本当に驚きました。神は姿を現してはいけないということも初

めて知りました。最初は何の手なのか分からなくて、ちょっと気味が悪かったけど、神は顔も出しではいけないと言うことも初耳でした。

『科学』は科学分野だけの考えではなく、数学的な考えも必要だと言うことを知りました。だから、理科の教科の勉強も、数学の勉強も兼ねられるんだと言うのも気がつきました。だから両方の勉強が同時にできて、かつ楽しみながらできると思えました。

地動説や天動説の話は難しいものだと思っていたけど、今回の話を聞いて少し理解できたと思います。

この講義を聴いて得たものをうまく活かしながら『新教科』の勉強を深めていきたいと思います。『リッチオリの絵について、あの絵のいたるところに重要なエレメントがはめこまれてあって驚いた(それに気がつかない自分にも)。その中に、その当時までの3つの宇宙の姿があり、そこから導入して下さった戸田山先生のお話はとても良かったです。

今日の講義で特に歴史を感じたのは、学問と宗教(キリスト教)との『関わり』です。当時の西欧諸国では、キリスト教が絶大な権力を持っていたのは知っていましたが、学問を始める上で、学問と宗教の分離というものがないかと思えます。真理の探究と称して一方向(キリスト教の視点)から眺めては真理はつかめないと思うからです。どちらが良いというわけではありませんが、その点に疑問を感じました。『いろいろな資料を使っていたし、哲学が難しいと感じる私にも分かりやすいような説明の仕方で楽しかったです。特にあの「新アルマゲスト」という絵は眺めているだけでも、絵の変わった世界というものがあるかもしれないけど、いろいろと説明を聞いてよりおもしろく感じました。『昔の人は変わったことを考えていたんだ』と感じるような絵だったけれど、そのように考えているのにはある理由っていうものがある、それぞれの時代背景などにも影響されていることも事細かに聞くことができて良かったです。絵の右上だけが黒いのは何を表しているのか?宇宙か?という疑問が残りました。でもあの黒い部分から神の手が出ているので『神を隠す黒い布』でもあるのかも知れないと思えました。また、今の科学は『キリスト教』『形而上学』『数学的自然』『経験主義』がmixされたものだと教わったが、どんな所がそうなのかといった実感がわかって、実際どうなのかというのが疑問になりました。』

ii) 竹内グループ

科学的な考え方を身につけることを目標として、実験と論理を2本柱として授業を組み立てた。

まず、実験においては距離等のセンサーとデータ処理ソフトを活用し、結果をできるだけ短時間で表示することでじっくりと考察できるように試みた。また、測定値の信頼性を意識させるため、センサーの精度を検証するような操作も取り入れた。

論理については、身近で実践的な題材として昨年度に引き続き、薬や健康食品の効果を検証する方法を取り上げた。昨年度は生徒が受動的になってしまいがちであった反省から、今年度はレポート提出や研究発表を取り入れ、自ら思考しなければならない状況を作ることに努めた。関連する話題として、不実証広告規制や学位商法(ディグリーミル)も取り上げ、「健全に懐疑すること」を様々な実践させるように意識した。

iii) 山田グループ

世界を科学的に認識し、それを表現する方法について考える授業を行っている。社会の発展について「方法的懐疑」の手法により、不可知論や破壊的な懐疑主義を克服することを目標としている。

社会科学の分野でも、自然科学的な手法を使い同じように世界=社会を認識し、表現することもサイエンス・リテラシーの一つと考えられる。世界=社会を認識する時に、懐疑的な視点で見ることが今日ではより重要ではないかと思われる。世界を「無批判」で受け入れるか、または「全く理解できない人知を超えた存在」として受け止めるのか、今日ではこの2極に分化しているのではないだろうか。いわゆる「非科学的な存在」を、無批判で受け入れてしまう傾向が強くなってきているようにも思われる。科学技術も高度に発達し、様々な技術がブラックボックス化してしまい、もはや理解不能としてあきらめてしまう態度をとってしまうことも多いのではないだろうか。こうした姿勢を批判し、自ら主体的に判断しクリティカルに考える姿勢を育てることが社会科学にも必要である。

授業では、哲学の入門としてデカルトの「省察」を皆で読み、方法的懐疑の基礎について学ぶ。さらに、ヨーロッパでの世界史記述の歴史を学びながら、科学的な世界史像に迫る予定である。

iv) 福谷グループ

数学リテラシーの獲得の動機を得ることを目標に行った。現実的な考える杖としての「数学リテラシー」と、本質的な数学活用の元となる「理性を用いた説得術」や理解する「方法」に関する文を読む

ことを中心に展開した。「人口で語る日本の歴史」や「世界人口の推移」など数量的な面から歴史を眺めた。また、科学革命を推し進めたデカルトやパスカルの考え方に触れると同時に、「帰納法」と「演繹法」という考え方で、「数学の授業」場面を見直す作業を行い。最終的には、デカルトの「方法序説」(第2部第3部)を輪読した。特に、思想や方法は、その時代に彼らが取り組んだ問題を意識し、想像しながら問いかけていった。10人前後の生徒と口の字形の席にしてお互いの顔も見えるようにした。

④成果と課題

生徒の感想より

- ・デカルトは、「すべてのものにおいて根底からくつがえさなければならぬ」という懐疑主義の思想の下、この『省察』を書いている。よって、あらゆるものを疑う中で信仰する神の存在証明をしたり(デカルトは自身の内に神の観念はあると言っている)、人間が誤るのはなぜか、ということをしつこく何度も考えている。そこでたどりつく結論は、私にとって一見不可解なものも多いがよく考えるとデカルト自身の渾身の意見なのだと思い、改めてすごいと思う。
- ・疑って考えて、初めてわかったり改めて納得できることがあるんだと思った。文章が難しくて内容がよくわからなかったところもたくさんあったけど、共感できる部分もあった。でも、そんなに全部疑ったりしなくても良いんじゃないかなと思った。ずっと後にもう一度この本を読んだら、自分の考え方が変わりそうでおもしろそうだなと思った。
- ・デカルトは全てを白黒ハッキリさせたいんだなと思った。確かに、神が全てを作ったとは思えないが、なぜ、デカルトがここで又、神への信仰が深かった時代に真偽をつけたかったのかが知りたくなった。なにより、「デカルトの『省察』を読んだ!」ということがすごいことだと思う。かなり難しく、今も何が書いてあったか分からないが、一通り目を通したという喜びは確かにある。

後期の前半は、『省察』を読む授業を中心に行ってきた。生徒の大半は難解であったと感想に書いている。確かに第3省察以後は、論理の展開が難しいように思われる。しかしながら、哲学書を読む機会はほとんどないことなので、良かったのではないだろうか。課題は、『省察』で学んだ内容をどう科学的な思考方法に結びつけていくのかさらに授業研究を重ねていく必要がある。

生徒にとって科学革命前夜の西欧で直面した問題や人口変化の要因をリアリティをもって理解することは難し

い。幸い少数で、教えあい話し合いながら読み解けた部分は、生徒の生活の出来事との対応をつけながら、理解を深めることができた。しかし、基本的な世界の簡単な通史や日本史が生徒の教養となっていないので構造的な理解になりにくい。特に、理系生徒にとって、歴史上の体制・思想の消長を学ぶことが社会的貢献のできる倫理観をもった科学者・技術者になっていく上で重要な教養になると思う。また、オリジナルなものや本物に触れさせる重要さは明白であるが、それをどうリアリティを持って生徒が受け止められるように準備するかが考えどころである。