

大航海時代に関する教科横断型授業の実践報告

—理系生徒への世界史教育を意識して—

地歴科 小田原健一

3年生理系クラスの世界史 A の授業で理科教員との協働で教科横断型授業を実践した。単元は大航海時代で、アメリカ大陸の先住民を苦しめた鉄器と天然痘を取り上げた。鉄器については、鉄や製鉄に関する歴史を説明した後、理科教員にテルミット反応の実験を生徒の前で実演してもらい、天然痘については、天然痘とその根絶要因となった種痘法の歴史を説明した後、理科教員にワクチン開発を疑似体験するゲームを考案してもらい、生徒に授業で体験をさせた。

<キーワード> 教科横断 鉄器 天然痘 種痘法 ワクチン開発

1. はじめに

今年度は現行指導要領の最後の年度であり、来年度の入学生からは各高等学校で新しい指導要領に基づいた教育活動が展開される。地歴科において現行指導要領の特色とも言えるのが、世界史必履修と A・B 両科目の存在だが、これも後 2 年でなくなることになる。A 科目については、「どうしてもええ科目」などと揶揄されることもあり、そのような意識がかつては未履修問題につながり、混乱をもたらした。この混乱時、私はまだ教員生活 2 年目の駆け出しの頃で、状況を理解するのに時間がかかったが、何より当時の生徒たちに迷惑をかけた事は今でも覚えている。

この A 科目は、一般的には受験に必要なことから、軽く見られる傾向は依然として残っているというのが、私の感覚である。しかし、受験の制約がないことにより普通科高校でも、「主体的・対話的で深い学び」の実現のために授業を工夫・改善しやすいという側面もある。特に新しい指導要領が示されてからは、A 科目での取り組みを新設の歴史総合に活かしたいと思って授業を行ってきた。

さて、本校では理系生徒に対して地理 B を 2・3 年次に、世界史 A を 3 年次に履修させている。世界史 A は出来る事なら低学年次に履修させたいところだが、学校全体の教育課程のバランスを考慮した結果、この体制が続いている。過去にも何度か 3 年生理系クラスの世界史 A 授業を担当したことがあるが、学習意欲を保つのが難しい状況の生徒を前に、何とかして世界史の魅力や学ぶ意義を伝えたいと思って授業をしてきた。

2. 実践に向けた構想

(1) 感染症を取り上げた授業

新型コロナウイルス感染症流行に伴う休校期間を経た昨年度から、A・B 両科目とも授業では感染症を取り上げている。昨年度はペスト、コレラ、スペイン風邪を中心に感染症の歴史だけをプリントにまとめて授業を展開したが、今年度は教科書を使った授業の進度に合わせて、歴史的な出来事の背景に様々な感染症があったことを紹介している。3 年生理系クラスの世界史 A 授業では、1 学期にトゥキデイドスの『歴史』を読ませて古代アテネを襲った感染症は何だったのかを考えさせたり、14 世紀の黒死

病から現代の我々が学ぶべき点について考えさせたりした。そして、1 学期末から 2 学期始めに大航海時代の単元で、天然痘と種痘法を題材に授業を展開する予定でいた。

(2) 理科との横断の始まり

夏休み明けの授業に向けて、どうやって天然痘と種痘法を取り上げるか検討していた 7 月中旬頃、本校の理科主任である足立達彦教諭と平野純一講師（教職大学院生として足立教諭の指導も受けている）から 1 年生の現代社会を担当している青山昌平教諭に、「1 年生で科学と人間生活、現代社会の間で教科横断型の授業を出来ないか」という提案があった。私の記憶ではエネルギー分野での提案だったと思うが、それを横で聞いていた私の方から逆に「3 年生理系の世界史 A でも横断型授業を出来ないか」と提案してみた。ちょうど、私と平野講師が『絶対に面白い化学入門 世界史は化学でできている』という令和 3 年 2 月に発行されたばかりの本を読んでいた事もあり、その場で議論が弾んだ結果、大航海時代の学習が終わった頃に、製鉄とワクチン開発に関する授業を平野講師が実施するという大枠を固める事が出来た。

3. 授業実践の報告

(1) 教科横断型授業に向けた世界史 A 授業

まず、私の授業では地図やグーグルアースを活用して航海ルートを疑似体験することで、羅針盤の効力を感じさせた。そして約 500 年前の出来事について、より切迫感を持たせるために『コロンブス 全航海の報告』、『マゼラン 最初の世界一周航海』といった当時の史料を活用した。生徒には、教科書などにも掲載されているコロンブスが先住民と対面した場面、コロンブスが嵐や食糧不足で苦しんでいる場面、マゼランが戦死した場面、マゼランの部下達がスペインに戻り初の世界周航を達成した場面などを読ませて、感想を文章にまとめさせた。この段階では、生徒は当時の航海者達の苦労やそれを乗り越えた業績など、ヨーロッパ側の視点から史料を読んでいたはずである。

この活動の後、古代アメリカ文明の崩壊やスペイン人征服者たちによる支配、その後の「世界の一体化」について、視点をアメリカ大陸側に移して学べるようにした。ここで活用した史料は『インディアスの破壊についての簡潔な報告』である。著者のラス・カサスはスペイン人ではあるが、生徒に読ませたのはピサロたちがインカの皇帝アタバリバを処刑する衝撃的な場面であり、アメリカ大陸の先住民の視点を想像させられるようにした。また、この後の教科横断型授業に繋げるために、鉄器を使用したスペインの軍事力以上に先住民を苦しめたのが天然痘をはじめとした感染症であることにも触れた。

(2) 教科横断型授業の進行予定

次の図 1 は、両教科の教員間で情報を共有するために作成した本実践の授業進行予定である。実際の進行は、諸事情により若干遅れが生じたが、最後の振り返りアンケートなど含めて、5 回分の授業を充てることになった。

3年(理・自)世界史A 教科横断授業(理社)の予定

	3の4		3の5
10月12日(火)	テスト返し (製)鉄の歴史1	10月12日(火)	テスト返し (製)鉄の歴史1
10月14日(木)	製鉄実験(授業の最初で) (製)鉄の歴史2	10月14日(木)	製鉄実験(授業の最初で) (製)鉄の歴史2
10月19日(火)	天然痘とワクチンの歴史	10月19日(火)	天然痘とワクチンの歴史
10月21日(木)	ワクチン開発シミュレーション(時間まるごと)	10月21日(木)	ワクチン開発シミュレーション(時間まるごと)

*太字は、理科(平野先生)が担当

図1 授業進行予定

平野講師の勤務に合わせて時間割を変更してもらい、授業を実施した。

(3) 鉄と人類の歴史

次の図2は授業で使用したプリントで、「鉄と人類の歴史」という題のもと、ヒッタイト以降の製鉄の普及について簡潔にまとめたものである。なお、金属器の普及順は青銅器から鉄器という順番であり、強度の強い鉄器の方が武器や農具としての実用性が高いが、高度な製錬技術が必要なため後から普及したという説明を今までの授業では行ってきた。今回、理科の教員と協働で授業を行ったことで、銅より鉄の方が、イオン化傾向が大きいために精錬して単体としにくいということが理解できたのは、私にとっては大きな発見であった。

世界史Aプリント 「鉄と人類の歴史」その1

大航海時代、アメリカ大陸の先住民を苦しめた要因の一つはヨーロッパ人が持っていた武器(つまり鉄器)でした。この鉄と人類の歴史について考えよう。

問1 鉄器の使用はいくつ頃始まったのか?
1 約850年前 2 約3500年前 3 約8500年前 4 約35000年前

問2 鉄器の使用はどこから始まったのか?
1 アフリカ 3 西アジア 3 ヨーロッパ 4 インド 5 中国

*鉄器の実用化に初めて成功して勢力を拡大したのが()人
→原らの国家が崩壊した後、各地に製鉄法が伝わった

問3 生活必需品ともなった鉄は、前漢の時代の中国で民間取引が禁止された。この時、他に民間取引が禁止された品目は何だろうか?
()・鉄・()の専売制度

問4 人類の歴史を石器時代→()時代→鉄器時代と分類する方法がある。
()に入る金属器は何か?

問5 何故、鉄器の方が後から実用化されたのか?

*鉄器の登場を動画で見よう

図2 授業プリント

世界史担当の私が授業で使用した

この次の授業で理科担当の平野講師が足立教諭の援助を受けながら、テルミット反応の実験を屋外に出、生徒の前で実演した。次の図3・4は実験の様子、図5は実験後、教室に戻ってから平野講師が授業で使用したプリントである。



図3 実験の様子

理科の授業では、教室内で生徒が実験することもあるようだが、本実践では安全性を重視し、屋外での教員による実演とした。



図4 実験の様子

アルミニウムで酸化鉄を還元して鉄単体を取り出している。

***テルミット反応の実験を觀察しよう**

テルミットとは、アルミニウムで金属酸化物を還元する方法です。觀察した実験で、アルミニウムは酸化鉄を還元させながら鉄の融点(約 1500℃)をはるかに超える高温を発生させました。この還元性と高温により、鉄を得ることができます。

【化学の目標】～熱化学方程式～

テルミット反応は、なぜこんなに高温になるのでしょうか？ テルミット反応の反応熱を求めてみましょう。

酸化アルミニウムの生成熱 $2Al + \frac{3}{2}O_2 = Al_2O_3 + 1676 [kJ]$
 酸化鉄の生成熱 $2Fe + \frac{3}{2}O_2 = Fe_2O_3 + 824 [kJ]$

テルミット反応の反応熱 $Fe_2O_3 + 2Al = 2Fe + Al_2O_3 + \boxed{} [kJ]$

今回使った酸化鉄は約 16 [g] (約 0.10 [mol]) です。上の式から、今回の反応で発生した熱量は何 [kJ] だと考えられますか。

【社会科の目標】～工業的製法～

現在、工業的に鉄を製錬する際には、テルミット反応ではなく、炭素(コークス)を用いた方法(↓)が用いられています。この理由を、視点①、②から考えてみましょう。

テルミットを用いた方法	*コークスを用いた方法
$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$	$C + CO_2 \rightarrow 2CO$
	$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

視点①：より良い状態の鉄を得られるのはどちらでしょうか。その理由は？

視点②：より簡単に安く原料を調達できるのはどちらでしょうか。その理由は？

--- 物理選択者用コラム【物理の目標】～比熱～ ---
 今回使った 16 [g] の酸化鉄から生み出された鉄は約 11 [g] です。鉄の比熱を 0.44 [J]/(g・K) とし、発生した熱量の 11% が鉄を温めることに使われたとすると、鉄の温度は何℃上昇するか計算してみましょう。

図5 授業プリント

実験後、教室に戻ってから生徒に取り組ませた。平野講師はこの他にも自製のスライドを用いて製鉄について説明を行った。

(4) 天然痘と人類の歴史

授業の冒頭で、大航海時代にアメリカ大陸の先住民を苦しめた要因には、鉄器以外にも感染症（特に天然痘）があることを再確認してから、授業プリント（次の図6）を配付した。

世界史Aプリント 「天然痘と人類の歴史」
大航海時代、アメリカ大陸の先住民の人口激減をもたらした最大の要因は天然痘をはじめとした感染症でした。

問1 天然痘とはどのような感染症なのか？

問2 同病、先住民の被害が大きかったのか？

問3 20世紀だけでも天然痘による死者数は3~5億人と書かれている。21世紀の今、この天然痘はどうなっているのか？

問4 日本での天然痘について

図6 授業プリント
日本国内外の天然痘とその根絶につながったジェンナーの種痘法について考察させた。

授業は、次の平野講師によるワクチン開発のシミュレーションゲームにつなげ、さらにはコロナ禍の現状を想起させるため、ジェンナーによる種痘法の開発と周囲の反応、日本での緒方洪庵による種痘法推進と周囲の反応について、生徒たちが考えられるように展開した。そして、次の図7がワクチン開発のシミュレーションゲームで使用した資料の一部である。

ワクチン開発リアル脱出ゲーム

資料1 「新型コロナウイルスとは？」

「COVID-19」を引き起こす新型コロナウイルスは、遺伝子が詰まっていた殻（エンベロープ）で包まれたような構造をしている。エンベロープには、「スパイクタンパク質」「膜タンパク質」「エンベロープタンパク質」の3つが刺さっており、内部には自己複製させるために必要なRNAゲノムを持つ。ウイルスが感染すると、「スパイクタンパク質」が膜のような役割を果たし、私たちの細胞にRNAゲノムを導入させる。ウイルスのRNAゲノムが侵入した細胞は、ゲノムの命令に従って、無尽蔵にウイルスを複製し続けるようになる。ちなみに、せっけんなどで手を洗うと良い理由は、せっけんが脂質でできたエンベロープを壊し、ウイルスを無力化するためである。

ワクチン開発リアル脱出ゲーム

資料2 「RNAゲノムとは？」

RNAゲノムとは、タンパク質を合成するための設計図のようなものである。細胞に侵入したmRNAは、タンパク質の工場である「リボソーム」までたどり着き、スパイクタンパク質などのウイルスを構成する物質を合成していく。mRNAは、「アデニン (A)」「シトシン (C)」「グアニン (G)」「ウラシル (U)」の4種類の塩基の配列でタンパク質の情報を伝えている。塩基3つのセット(コドン)で1つのタンパク質を示し、その中でも「AUG」の並びは「開始コドン」と呼ばれ、「AUG」が現れたところからタンパク質の翻訳がスタートする。今回のゲームにおいては、「AUG」から始まるAUGを含めた9文字がスパイクタンパク質を示す遺伝情報であり、ゲノムは一本鎖のまま翻訳できるものとする。

図7 ワクチン開発シミュレーションゲーム資料
平野講師作成の資料から抜粋した。なお、詳細は平野講師のウェブサイト「Junchi Lab」にて公開されている。

このシミュレーションゲームを解くには生物の知識があると有利になるため、事前に原則として生物選択者1名と物理選択者2名の3名グループを私の方で示したうえで、授業を開始した、次の図8・9がその授業の様子である。

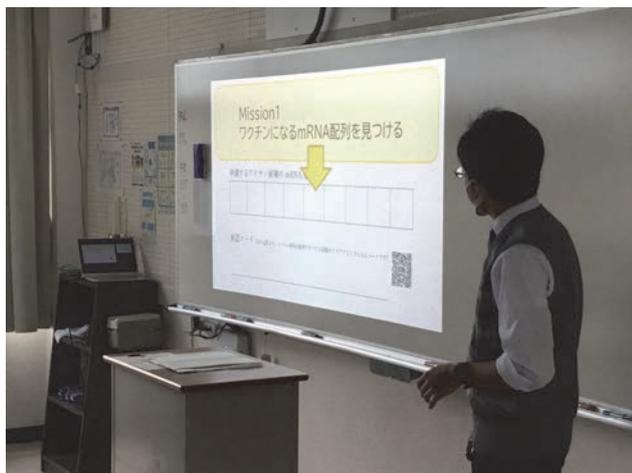


図8 事前のルール及び概要の説明



図9 シミュレーションゲームに挑戦する生徒達の様子

生徒達はワクチン開発を疑似体験できるこのゲームに、グループ内で良く協力して一生懸命に取り組んだ。しかし、難易度の高いゲームだったこともあり、与えられたミッションを授業時間内に解決できたグループは半数弱であった。それでも、特に理科の授業で学習した内容がゲーム攻略に役立った時などに、大きな反応を示す生徒の姿は印象的であった。

4. アンケート結果

5回目の授業で実施した振り返りアンケートの結果が次の表1である。

	当てはまる	やや当てはまる	どちらとも言えない	あまり当てはまらない	当てはまらない
1 世界史と理科との繋がりを感ずる授業内容でしたか。	49人 (77.8%)	14人 (22.2%)	0人	0人	0人
2 世界史への興味・関心は増しましたか。	29人 (46.0%)	28人 (44.4%)	5人 (7.9%)	1人 (1.6%)	0人
3 理科への興味・関心は増しましたか。	28人 (43.8%)	29人 (45.3%)	4人 (6.3%)	2人 (3.1%)	1人 (1.6%)

表1 授業アンケート結果より抜粋

両教科の繋がりを生徒達が十分に感じてくれただけでなく、それぞれの興味・関心を高めることにも繋がる実践であったことが確認できた。次に回答理由を記入させた項目の中から数名分を抜粋する。

< 1 の回答理由 >

- ・鉄や菌類の発見が人類の生存力や繁栄の基盤になっていることがよくわかったから。
- ・世界が大きく変わるタイミングで理科に関する技術が大きく関わって進歩してきたことがよくわかる授業だった。

< 2 の回答理由 >

- ・今まで日本史が好きで、世界史には少し苦手意識があったけど、好きになった。
- ・はるか昔に世界が行ってきたことや変化が今の生活にどのような影響を与えているのか興味が湧いたため。
- ・全く関係のなさそうな教科とも結びつきがあり、他の教科ともなにか結びつきがあるのではないかと疑問になったから。

< 3 の回答理由 >

- ・実験をしてみて初めてわかることがあるんだなと関心をもてたから。
- ・理科は固い難しい学問だと思っていたけれど、生活につながるものだったから。
- ・実際に鉄の精製の実験を見たり、生物で習った知識をもとにしてワクチン開発のなぞなぞを考えたり、今までの知識を活用できたと感じたから。

5. おわりに

教科横断型の授業に取り組むようになって久しいが、本実践に取り組んだことで、その魅力と可能性を再認識することができた。アンケート結果にある通り、2つの教科が連携することで生徒に学びへの刺激を与えられた事は大きな成果である。しかし、それ以上に私自身が鉄と銅のイオン化傾向の差が、青銅器が普及してから鉄器が普及したという人類の大きな歴史の流れに関わっていることに気付いたことに、本実践の成果を感じている。

末筆ながら、教科横断型授業の提案をし、本実践に関わってくれた足立教諭、平野講師をはじめとする本校の理科教員団に改めて感謝を申し上げる。

6. 参考文献

- 佐巻健男 (2021) 『絶対に面白い化学入門 世界史は化学でできている』、ダイヤモンド社
- ジャレド・ダイヤモンド著 倉骨彰訳 (2012) 『銃・病原菌・鉄』、草想社
- 林屋永吉訳 (2011) 『コロンブス 全航海の報告』、岩波書店
- 長南実訳 (2011) 『マゼラン 最初の世界一周航海』、岩波書店
- ラス・カサス著 染田秀藤訳 (1976) 『インディアスの破壊についての簡潔な報告』
- 小田原健一 (2021) 「感染症と人類の歴史についてーオンラインによる教科横断を活かした世界史 A 授業の実践報告ー」『本校研究紀要第 48 号』
- <https://junchilab.official.jp/> ウェブサイト「Junchi Lab」