

第2学年 化学基礎 × 公共 学習指導案

1 単元名 アンモニアの合成とフリッツ・ハーバーの生涯～天才化学者の苦悩～

2 単元目標

- (1) ① 化学は物質を扱う学問であるが、技術が生み出され改善される過程で、様々な物質を合成し利用できるようになった。その中からアンモニアを取り上げ、生活の中でアンモニアがどのように利用されているかを知る。〔化学 知識・理解〕
② アンモニアの工業的製法として知られるハーバー・ボッシュ法とは、どのような方法か、また、どのような役割を果たしたのか、当時の社会情勢から理解しようとする。〔公共 主体的に学習に取り組む態度〕
- (2) ① フリッツ・ハーバーに焦点を当て、偉大な化学者がどのような生涯を送ったのかを知り、科学技術について多面的に考えることができる。
〔化学 思考・判断・表現〕
② よりよい社会の構築に向けて、科学技術と倫理観の問題に主体的に取り組もうとしている。〔公共 主体的に学習に取り組む態度〕
- (3) ① 探究の目的や成果などをわかりやすく伝える技能を身につけ、発表を行うことができる。
〔教科横断 48 の探究スキル 28 番〕

3 単元の評価規準

- (1) ① アンモニアの性質、反応性について必要な知識を身に付け、なぜ、アンモニアが生活の中で重要なのか理解できる。〔化学 知識・理解〕
② ハーバー・ボッシュ法の確立にどのような時代背景があったか多面的・多角的に考察しようとしている。〔公共 思考・判断・表現〕
- (2) ① フリッツ・ハーバーの生涯に思いを巡らせ、科学技術と幸福について考えることができる。〔公共 主体的に学習に取り組む態度〕
- (3) ① 探究の目的や成果などをわかりやすく伝える技能を身につけ、発表を行うことができる。
〔教科横断 48 の探究スキル 28 番〕

4 単元について

(1) 教材観

ハーバー・ボッシュ法の確立によって、大気中の窒素を固定し、直接アンモニアを合成する方法が人類の食料確保に貢献した事を知り、科学技術の果たす役割を理解する。一方で、科学技術は、いつの時代も社会情勢に翻弄される危険性がある事に触れ科学者の輝かしい栄光だけでなく、教科書には掲載されていない当事者の苦悩や負の

部分についても扱い倫理観を養う。

教科「化学基礎」と「公共」による教科横断の授業を展開し、各教科の学習内容の深化と定着を目指すとともに探究力を身に付ける。

(2) 生徒観

本单元の学びを通して、知識・技能や思考力・判断力・表現力を高めるとともに、批判的思考力を培う。また、歴史観や倫理観を備えた探究の態度を養う。

(3) 指導観

【化学】

まず始めに、アンモニアについて教科書に基づき、構造、性質、反応性を確認する。常温・常圧で刺激臭の気体である事、極性分子で極めて水に溶けやすく、弱塩基性を示す事など。

次に、このアンモニアが社会においていかに重要な物質であるか、歴史的な背景を辿って理解する。工業的にはハーバー・ボッシュ法で合成される。化学平衡と反応速度、触媒について研究し、適切な反応条件を見出した。この方法で安価にアンモニアが合成できるようになり、硫酸アンモニウムや塩化アンモニウムなどの化学肥料が生産され、作物の生産性向上に貢献した。また、硝酸の合成にも寄与した。

さらに、本時の主役であるフリッツ・ハーバー（1868~1934 ドイツ国籍のユダヤ人）に焦点を当て、彼の生きた時代背景、主な業績、研究者としての充実期、後半生を追っていく。

19世紀末のヨーロッパは産業革命で人口増大とともに将来の食料不足が懸念されていた。窒素肥料の不足から新たな窒素資源を見つける事が急務であり、大気中の窒素を直接利用できないか、いわゆる、窒素固定の研究が当時の化学者の主要なテーマであった。

1902 アンモニアの酸化により硝酸を作る工業的製法がオストワルトによって確立された（オストワルト法）。硝酸は、火薬や爆薬を製造するための原料となる。したがってアンモニアが必要である。

1903 ハーバーは窒素と水素から直接アンモニアを合成する方法の研究に着手した。化学平衡の理論から反応条件を探ったところ、低温高圧条件が望ましいという結果が得られた。一方、反応速度を高めるには高温の方が良い。つまり、優れた触媒を見つける事が絶対条件であった。

1853~1941 ネルンストがアンモニア合成反応における平衡定数を実験的に求めることに成功した。

1908 ハーバーがドイツ最大の石油会社 BASF と共同研究に入った。さらに、ボッシュ（1874~1940）ミッタシュ（1870~1953）の協力を得られる体制が整った。

1912 窒素固定によるアンモニア合成法の確立に成功する。ハーバーによって合成法が発明され、ボッシュによって製造法が開発されたのでハーバー・ボッシュ法とよば

れる。短期間のうちに大工業を起こした事から化学技術上の奇跡と言われている。

1918 ハーバーとボッシュがノーベル賞を受賞する。

ハーバーの後半生

第一次世界大戦でドイツ軍部の要請で化学兵器の研究に携わった。結果として、ドイツが **1915** 年、連合国軍に塩素ガスを使用、多くの犠牲者を出した。プライベートでは妻が戦争の苦悩から自殺してしまう。その後のナチス政権下で国を追われイギリスに亡命したが化学兵器の発明者に冷ややかな視線を浴びる日々であった。

1934 旅先のスイス バーゼルで **66** 歳の生涯を終えた。

【 公共】

ハイデガーの『技術への問い』の内容を思想をベースに、科学技術について考える。

1 在庫、挑発、総駆り立て体制

ハイデガーは、近代資本主義的な社会における人間を「Bestand (在庫、雇われ人)」と定義している。では、何が人間を雇われ人に駆り立てるのか。それは、「総かり立て体制」である。

近代技術において、人間はあらゆる存在者を「在庫」として制御、確保している。

かつての「風車の翼」はたしかに風の中で回転するが、ただ風に身を任せているだけであるのに、風力発電所が建設される時には、風自体が絶え間なくエネルギーを産出するように「挑発」されている。この「挑発」においては、風はいつでも用立てられるべく、そこで待機して存在するべきものなのである。しかし重要なことは、こうした自然の「挑発」の中で起こっているのが、技術を駆使した人間による「自然支配」などではないということである。

むしろ人間は、在庫として存在者を絶え間なく挑発・採掘する「総駆り立て体制 (Ge-stell)」の中で、技術に適合して存在するように強いられ、支配されているだけでなく、「人材資源」や「病状資料 (カルテ)」といった形で自分自身を「在庫」として用立てるよう駆り立てられている。ハイデガーにおいて技術とは、最終的には、人間を倉庫から搬出される食材や木材と同様の何かにしてしまうのである。

2 古代-近代-現代の存在史

(1) 古代

物=人間、自然、存在者、存在感、神、死などが結び合わされたもの

古代において、存在者、いわゆる物は様々な価値や宗教観が結び合わされたものであり、人間にとって豊潤な存在であった。

(2) 近代

「主観-客観」の確立 (デカルト)、我思う故に我あり

古代において結び合わされていた物は、近代において分離し始める。物（存在者）は対象的に捉えられ、距離を取られ、生きられたものではなく、固定的で客観的に分析可能なものになる。つまり無機質なものとして、単独で存在することになる。

（3）現代

現代において、物は技術により組み立てられる。組み立てにより、物の分離化はより強固になってしまう。「技術による組み立て」について、ヴィリリオは「ロジスティックス」という言葉で説明している。ロジスティックスとはもともと戦争用語で、後方支援にあたる物資や人員を迅速に送るための輸送、通信ネットワークのことである。戦争で発達したこのシステムが、現代ではそのまま都市生活を支えること活用され、これによって日常生活空間は、電気、水道、ガスなどのライフラインだけでなく、食料、日用品など何でも調達できるようになる。今では、これももともと軍事用に開発されたインターネットという通信ネットワークの民主化によって注文した本が翌日には手元に届くまでになった。こうして存在者は対象であるばかりでなく、役立つ「用象」として用立てられ、調達されるものとしてのみ現れる「存在感のない」ものになる。

（4）組み立てられた日常生活空間

技術によって支援され「組み立て」られた日常生活空間は拡張される。しかし、いくら拡張されるとしても、組み立て不可能な「外」の世界は支配できない。例えば、地震という災害は、いくら建物の耐震強度を上げたところで、地震そのものをなくすことにはならない。この限りにおいて、技術によって組み立てられた日常生活空間は虚構である。それは根源的な不安定性を抹消することにはならず、せいぜい不安定性を深く抑圧することにしかならない。

3 科学と技術の関係について

産業革命といえば通常その背景に科学理論や新たな法則の発見を予想し、科学者を技術者が協力しあって産業革命を推進したと考えがちである。しかし、蒸気機関を発明したワット、水力紡績機を発明したアークライト、さらに電球や蓄音機を発明したエジソンなどは、大学教育とは無関係の技術者であった。

これまで異質の領域と考えられていた「科学」と「技術」が融合し始めるのは 1920—30 年代、すなわち第一次世界大戦と第二次世界大戦という 2 つの対戦の間の時期である。この 2 つの世界大戦はそれまでの戦争とは大きく異なり、科学および技術が兵器開発などに深く関わった戦争であった。つまり、国家が主導する形で軍事技術のイノベーションが推進され、その結果として戦闘機、潜水艦、戦車、毒ガスなど新たな兵器の開発が進められたのである。やがてこのような国策としての軍事技術の開発に、科学者や技術者が大量に

動員されていくことになる。当然ながら、軍事技術の開発には長い時間をかけるわけにはいかず、少なくとも数年のうちに結果をださなくてはならない。そのような要請から、短期間に巨額の軍事予算が投入され、科学の理論的知識を基盤にして、それが技術開発を結びつけられていったのが1930年代、すなわち両大戦期間なのである。

科学は大学や研究所の中で自己完結するわけにはいかず、必然的に社会との結びつきを強めて行かざるを得ない。これがまさに日本語の「科学技術」あるいは英語の「テクノサイエンス (technoscience)」という言葉で表される特徴的な事態であるが、科学は技術と融合することによって否応なく社会へと開かれ、逆に、それまで社会から孤立していた科学は、研究開発を通じて社会と結合する回路を見出すのである。

科学は、アカデミズム科学の段階までは「自然界の真理の探究」を目指してきた。しかし20世紀後半からの科学技術は、単なる自然界の真理や法則の探究だけではなく、原爆やコンピュータやロボットなどの「人工物の製作」へと大きく傾斜してきている。また、これまで理論的発見とその技術的実用化までには大きなタイムスパンがあつたけれども、現在ではその時間的距離が著しく短縮されている。研究室で実験された試料や試作品が、時をおくずに市場へ製品として出回るということが現実化しており、その意味で実験室と社会とがこれまでのように隔絶されたものではなく、地続きになっているのである。言うならば、実験室の社会化、社会が実験化するという状況が生まれているのであり、遺伝子組み換え食品や生殖技術などはまさにその好例といえる。

問題提起として、いくつかの問い合わせを設定したい。

- 当時の社会情勢から、科学者は何を求められたか。
- 時代の要請に応える事ができた要因は何だったか。

同時代に優れた科学者、影響を受けた人、仲間がいた事、研究資金面での支援、スポンサーがついたこと。国家プロジェクトであった事などが挙げられる。

- ハーバーの生涯は、「しあわせ」だったのだろうか。

天才化学者が時代の要請に応え、一方では、時代に翻弄されていく運命であった事に思いを巡らし、「しあわせ」とは何かという究極のテーマに突き当たる。

5 単元の指導計画

	化学基礎	公共	生徒の活動	評価規準等
導入 5分	本時のテーマを紹介する。 ・身近なアンモニアを扱う事 ・ハーバー・ボッシュ法の確立 ・ハーバー・ボッシュ法の確立に至る歴史的背景 ・フリッツ・ハーバーの生涯		・なぜ、本時の授業を「化学」と「公共」のクロス授業としたのか考える。	・「化学」と「公共」のクロス授業で一人の化学者に焦点を当てたことを理解しているか。
展開 ① 20分	①化学：講義、および、事前学習の発表 ・アンモニアの構造・性質・反応性について理解する。 ・アンモニアが生活に必要不可欠な理由と役割を理解する。 ・ハーバー・ボッシュ法とはどのような方法か。当時の社会情勢から確立に至る過程を理解する。 ・研究を続けるために必要な条件、環境とは何か。		・前時の実験「アンモニアの実験室的製法」について考察。 ・グループ事に調べたテーマを発表する。 ・ハーバー・ボッシュ法に関わる反応速度、化学平衡、触媒について理解する。 ・ハーバーの業績と苦悩、研究者としての生涯を考える。	・「化学基礎」「化学」の教科書の関連する単元を複合的に扱っていることを理解しているか。 ・当時の社会情勢や化学者の立場を考えることができるか。
展開 ② 20分	② 公共 ・ハーバーが生きた時代に「科学」と「技術」がどのような関係にあったのかを理解する。(5分) ・ハイデガーの『技術への問い』を用いて、存在論の哲学的立場から、科学技術と人間の関係、そして科学技術の進歩を駆り立てている時代の特徴を理解する。(5分) ・グループワーク (10分) 「私たちのしあわせを保証してくれる科学技術とは」をテーマにグループで多面的に考察する。		・個別研究室で行っていた「科学研究」と社会一般で広く用いられていた「技能技術」がどのように結びついたのかを理解する。 ・ハイデガーの「在庫」、「挑発」というキーワードから、ハーバーが生きた時代の特徴を考察し、そこには現代にも通じる倫理的課題が含まれていることを理解する。	・「科学」と「技術」が結びついた歴史的背景を理解することができたか。 ・科学技術の時代は、人間の生き方にどのような影響を与えていているのか、存在論的に理解できたか。
振り返り ③ 10分	③ まとめ 化学：指導者からのコメント ・当時の社会情勢から、科学者は何を求められたか。 ・ハーバーの生涯は、「しあわせ」だったのだろうか。 公共：指導者からのコメント			