

# 新科目「理科総合の課題研究について」

理 科 倉 庸 康

平成15年度から、高校では、理科基礎、理科総合A、理科総合Bの少なくとも1科目を履修しなければならない。その中で「課題研究的なもの」を実施することになっている。本校では、昨年に引き続き、この「課題研究的なもの」ものを実施してみた。その結果、現行の物理Ⅱなどの課題研究に比べて、実施しやすいことが分かった。さらに、「生きる力」を育てることに役立ちそうであり、総合学習として実施するのも悪くないことが分かった。その実施方法、評価の方法について報告する。

キーワード：理科教育、課題研究、総合学習

## 1. はじめに

平成15年度から実施される新教育課程では、高校生は、理科基礎、理科総合A、理科総合Bの中から少なくとも1科目を履修しなければならなくなった。理科基礎、理科総合A、Bでは、従来通りの実験や観察を伴う探究活動のほかに、「課題研究的なもの」を実施することになった。

そこで、本校では、昨年に引き続き、その「課題研究的なもの」を実施してみた。その結果、これは、現行の物理Ⅱなどの課題研究とは異なり、かなり実施しやすく、また、生徒に「生きる力をつけさせるのにも役立ち、総合学習の一貫として実施するのも悪くないことがわかった。

本年は、昨年の研究をさらに進めて、テーマの設定のためのお話を用意し、レポートの評価項目を改良した。

## 2. 指導要領解説にみる理科総合の課題研究

昨年は、指導要領の解説が出ておらず、指導要領の期待するところがはっきりとはしなかった。本年は、指導要領解説の内容が分かったので、それに沿って研究を実施した。

理科総合Aの新指導要領によれば、「科学技術の

成果と今後の課題について考察させ、科学技術と人間生活とのかかわりについて探究させる。」とある。

また、内容の取り扱いとして、「生徒の興味・関心等に応じて、物質や資源の利用、エネルギーの変換や利用など科学技術に関する身近な課題を取り上げ、科学技術と人間生活とのかかわりなどを平易に扱うこと。」となっている。

さらに、指導要領の解説には、「著しい発展を遂げつつある科学技術について、物質や資源の利用及びエネルギーの変換や利用などの中から適切な課題を選んで、これらの対象の中にどのように多くの基本的な自然の見方や考え方、実験の進め方などが組み込まれて成果を上げているか、あるいは課題を抱えているかについて、検討する姿勢を養うことがねらいである。したがって、特定の解答が用意される学習ではなく、生徒の自由な学習を促すことが大切である。学習に当たっては、観察、実験、製作、調査、見学など体験的な活動を取り入れるようにし、結果を報告書にまとめたり、発表を行わせたりする。」とある。

また、指導要領解説には課題例として以下の項目が上げられている。

(1) 燃焼、精錬、資源リサイクルなどの化学反応と

エネルギーの関係

- (2) 触媒，半導体，超伝導，合成樹脂などに用いられる物質とその働き
- (3) 身の回りの電気機器に用いられている物質とその働き
- (4) 自然界の物質循環の例と資源の再利用
- (5) 原子力発電の現状と放射性廃棄物の管理
- (6) エネルギー源としての石油，石炭，天然ガス，原子力，太陽エネルギー，風力，地熱の比較
- (7) 天然の放射性物質と放射線の利用
- (8) 温室効果
- (9) 燃料電池，太陽電池，バイオマスなどでのエネルギーの変換
- (10) 省エネルギー，コージェネレーションなどエネルギーの有効利用
- (11) X線，MRI，レーザー，超音波，人工臓器など医療機器における技術
- (12) レーザー，テレビ，インターネットなど電子，通信，情報技術
- (13) 微生物を用いる医薬品や食品の生産
- (14) 人工衛星打ち上げや無重力状態など宇宙開発の技術

さらに，この課題例の取り扱いについては，「これらについて高度な知識を学習することが目的ではなく，自ら課題を見だし，それらを題材として，科学的な見方や考え方を育成し，これからの社会においてますます重要となる科学技術と人間とのかかわりについて考察できる力を養うことが大切である。」  
「科学技術が人間生活に果たしてきた役割やこれからますます重要となる科学技術と人間生活とのかかわりについて，生徒の興味・関心に基づいて課題を設定して探究させ，問題解決の能力を育成することが大切であることを示している。その際，報告書を作成させたり発表を行わせたりすることにより表現力を育成することも大切である。」という記述がある。

なお，理科基礎，理科総合Bにも，類似の記述がある。

### 3. 現行の学習指導要領との違い

現行の学習指導要領にも物理Ⅱなどに課題研究がある。しかし，この物理Ⅱなどの課題研究は，現場ではほとんど実施されていないのが実状である。その大きな理由としては，理科の課題研究であるから当然のことであるが，実験を伴うものを実施しなければならないからである。すなわち，場合によっては，数クラス・200人くらいの多人数の生徒が，数週間，自分のやりたい実験を伴う研究をすることになる。そうになると，ひとりひとりの生徒の相談にのる時間もなく，その間，多数の研究途中の実験器具を保管しておく場所もなく，ひとりひとりの実験に目が届かないため危険な実験をやっていても分からないという安全確保上も極めて問題が多いからである。

しかし，理科総合の課題研究は，「観察，実験，製作，調査，見学など体験的な活動を取り入れる」ということで，必ずしも実験をやらなくてもよいのである。それで，理科総合の場合，指導要領でも，はっきりとは「課題研究」とは言っていない。

そこで，昨年・今年と，調査研究を中心とした「課題研究的なもの」を実施してみた。その結果，物理Ⅱなどの課題研究に比べて非常に実施しやすく，生徒にとっても大変有意義なもののように思われた。

### 4. 「課題研究的なもの」の実施方法

1年生の「物理ⅠA」2単位の中で試行した。まず，5月の中間テスト後，後述の課題研究を実施する旨の実施要領を書いたプリントと，評価の観点を書いた評価表を配布した。これらのプリントの内容は，昨年の反省に基づき，改良を加えたものである。さらに，本年は，テーマを決めるのに参考になるように，科学技術の発達と人間生活についてのプリン

トを配布し、合計3時間程度、説明をした。レポートの提出締め切り日は、約1カ月後とした。

なお、評価の観点を書いたプリントを初めに配布したのは、レポートを書くときに、どのような点に注意してレポートを書くべきかが最初に分かっていた方がフェアで、生徒も観点がはっきりし、レポートが書きやすいであろうということからである。

以下にその内容を記載する。

#### 課題研究の実施要領のプリントについて

このプリントには、以下のような内容を記載した。

(1) 学習指導要領解説に記載されている課題例、本稿の2で記述した14例を記述した。

(2) 論文の書き方

はじめに、本文、おわりに、参考文献の記載のしかたについて説明した。

(3) 評価の方法 後述の内容

(4) 締め切り日(約1カ月後に設定)

なお、締め切り日を過ぎた場合には1日につき、10%ずつ得点を減ずること。(不利になることは最初に宣言しておくほうがあとでごたごたしない。)

(5) 各班の最優秀論文は、クラスで発表してもらう予定であること。

#### 5. 評価の方法

生徒に課題研究を実施した場合、その評価法が大きな問題となる。

昨年実施した結果の反省に基づき、評価項目を入れ替えたり、表現に改良を加えた。

評価は、生徒どうしで行う相互評価とした。すなわち、名列番号に基づいてクラスの生徒を10人ずつの4つの班に分け、自分を除く残りの9人の生徒に対して10項目について5段階評価点を付けることにした。評価表には、各評価項目の評価点を記入する欄と各生徒の合計点を記入する欄を作っておいた。

レポート提出締め切り後、2時間の授業時間を使って、生徒に評価させ、集計後、各班の最優秀論文4

つを、1時間で、みんなの前で発表させた。

#### 評価表の項目について

以下に、評価項目とその項目を設けた理由を記載する。

(a)意欲が感じられるか→昨年度の反省で、生徒の意欲を評価してほしいという希望が多く、もっともであると思ったので、この項目を設けた。

(b)内容が分かり易かったか→人に読んでもらって、理解してもらわなければ意味がないということである。

(c)内容が興味深いものであったか

(d)図やグラフを用いるなど、レイアウトや表現に工夫がみられたか→相手の人に見てもらって、理解してもらわなければ意味がないので、表現力を評価することにした。

(e)本人の意見・主張が入っていると感じられるか→この項目は、昨年は「本人の意見・主張が入っているか」ということにしてあったが、レポートを読んでもそれがはっきりしない場合があるということで、「感じられるか」というばかした文に変更した。

(f)内容が科学的で、信用できると感じられるか→この項目も、昨年、類似の項目があり、生徒としては、判断が難しいということなので、「感じられるか」というようなばかした表現にした。

(g)科学・技術の利点・欠点等が科学的に客観的・公平に述べられているか→これは、科学論文にとって重要なことである。

(h)引用文献や資料などがたくさん載っているか→これは、1冊の本のみでは、偏った意見になることを防ぐためである。

(i)『はじめに』、『本文』、『おわりに』がそれぞれ適切に記載されているか→これは、論文の体裁を保つことで、論理をはっきりさせるためである。

(j)科学技術と人間とのかかわりが述べられているか→これは、理科総合の課題研究としては重要なことである。

## 6. テーマを決定するためのお話

課題研究のテーマを決定するために参考になるように、指導要領の課題例を、より詳しく解説した次のような科学技術の発達と人間生活についてのプリントを作成・配布し、2時間くらい、内容を解説した。(以下の内容は、一部加筆訂正したものである。)

### 科学技術の進歩と人間生活

薬は病気を治すが副作用もあるのと同じように、科学技術にも利点・欠点がある。科学技術は、良くも悪くも、人間生活に大きな影響を及ぼしてきた。人類の未来を考えると、この科学技術の利点・欠点を、科学的に正しく理解することが市民としても重要である。

科学が未発達な16～17世紀、西洋では、一般に天動説が信じられていたばかりではなく、魔女が病気を流行させたり天災を引き起こすという迷信が信じられていた。その迷信の犠牲となり、残虐な拷問を受けた末、『魔女』という汚名を着せられ、火あぶりの刑などで殺された人々の数は、数十万人にも登ると推定されている。

科学技術の進歩した現在でも、非科学的な迷信が完全になくなったわけではない。

また、科学は万能で、科学技術で何でも解決できると錯覚している人もいるだろうし、逆に、科学技術が諸悪の根元だと思っている人もいるであろう。

科学と技術と人間生活は、お互いに影響しあって進歩してきた。17世紀の初め、ガリレオは、自然現象を『観察』するだけでなく、条件を設定して積極

的に自然現象にはたらきかけて自然を探究する『実験』という方法を行った。この新しい『実験』という方法によって、科学が大きく進歩し始めたのである。さらに、科学の進歩が技術の進歩を生み出したり、測定技術などの進歩が科学の進歩に貢献したこともある。また、科学技術の進歩が人間生活に影響を及ぼしたり、人間生活の必要性から科学技術が進歩したこともある。

以下の科学技術に関する話を参考にして、科学技術の成果と今後の課題に関するテーマを決め、観察・実験・製作・調査・見学などを通して、科学技術と人間生活とのかかわりについて、テーマを決め、個々の項目を、さらに詳しく探究してみよう。

### A エネルギー

日本では江戸時代末まで、科学・技術はあまり発達していなかった。その江戸時代の中で記録が残っている1721年～1846年の日本の人口は、表1のようになっている。すなわち、この記録のある125年間、戦争がなかったにもかかわらず、人口は2,720万人を最高に、増加していない。この間、度々、飢饉が起り、人々が餓死したり栄養失調から病死したりして、人口が増加しなかったのである。

1732年の害虫の大発生による享保の飢饉の際は、九州地方で餓死者が村の半分に及んだところもあったと言われている。今日ほど殺虫剤が発達していなかったのである。また、1783年の冷害による天明の飢饉では、八戸藩の領民の56%が餓死または逃散し、家畜・草木はもとより死んだ人の肉まで食べたり、

表1 江戸時代の人口（武士などを除く、千人台四捨五入）（平凡社「世界大百科事典」より）

年	1721頃	1726	1732	1744	1750	1756	1762	1768	1774
人口(万人)	2,607	2,655	2,692	2,615	2,592	2,602	2,592	2,625	2,599
年	1780	1786	1792	1798	1804	1816	1828	1834	1846
人口(万人)	2,601	2,509	2,489	2,547	2,552	2,562	2,720	2,706	2,691

さらには人を殺して食べる者まで出たと伝えられている。今日ほど農業技術が発達していなかったことも被害を大きくしたことであろう。いったん、飢饉が起ると、人口は数十万人も減少し、元の人口に戻るのに長い年月を要している。

また、江戸時代は、家族が増えると生活が苦しくなるので、民衆の間には、禁止されていたにもかかわらず、赤ん坊が生まれるとやむなく殺してしまうという『間引き』が行われていたとも伝えられる。このように、江戸時代、人口が増加しなかった理由のひとつには、生産力が低く、この程度の人口しか養えなかったということもあるであろう。

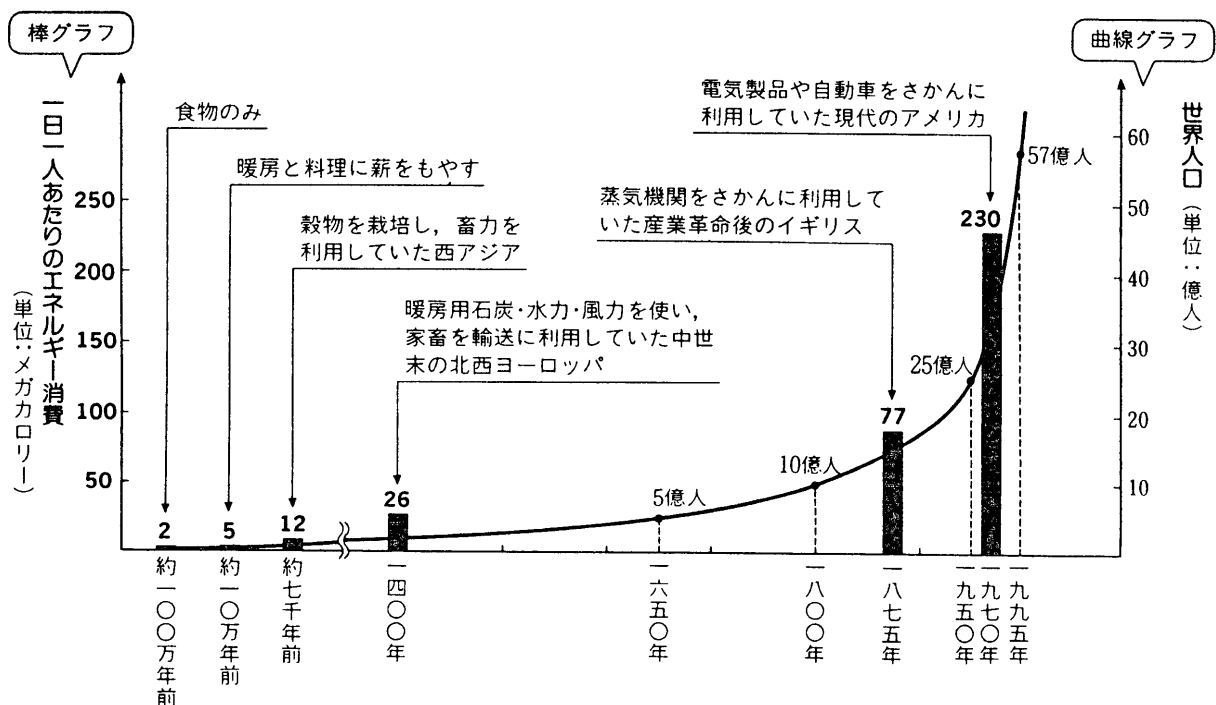
図1のように、西暦1年の地球上の人口は約3億人と推定されている。それが1650年ころまでの1650年間で約5億人に増加しただけである。しかし、1700年ころの産業革命開始以後、エネルギーの消費量とともに地球上の人口は急速に増え始め、300年で約10倍に増加した。現在、より一層激しく増加し続けていて、人口爆発と言われている。このように

人口が急激に増加したのは、蒸気機関などを用いるようになったこと、すなわち、石炭や石油のエネルギーを利用することによる生産力の桁違いの向上がひとつの原因と考えられる。

たとえば、1kWhのエネルギーを使うと、10リットルのバケツの水を10mの高さ（およそ4階の床）まで、3,600杯も運び上げることができる。それに必要な電気料金は、現在30円弱である。これをひとりの人が階段を上り下りして両手で運ぶとしたら、30時間くらいはかかるであろう。しかし、1kWの理想的なモーターなら、1時間で運び上げることができる。大型船に用いられている5万kWのエンジンを使えば、これだけの仕事ならわずか0.072sでやってしまう。すなわち、石炭・石油などのエネルギーを使うことにより、人間が直接仕事をする場合に比べ、同じ時間で桁違いに多くの力仕事ができるようになったのである。

しかし、石炭・石油の大量消費が、二酸化硫黄などで大気汚染を発生させ、酸性雨を降らせたり、

図1 1人あたりのエネルギー消費量と人口の変化



CO<sub>2</sub>の温室効果で地球温暖化をもたらしたりすると考えられている。ただし、CO<sub>2</sub>の温室効果が全くなくなると、地球の平均気温は厳寒の零下18℃程度になると推定されている。地球が住み易いのは適度の温室効果のおかげである。また、数千年という長い年月で見ると、現在、地球は寒冷化に向かっているのではないかとされている。しかし、これ以上の温室効果が進行すると、海水面が上昇して低地は水面下に沈み、砂漠化が進行し、異常気象となり、農作物の成長に影響が出て、人口の増加も加わって食料危機が起こるのではないかとされている。

このような環境破壊は、昔から、少しずつ進行してきたのである。特に、イギリスが一番早く、大気汚染が進行した。

12世紀の北西ヨーロッパでは、森を切り開いて農地にする大開墾が行われ、森林が伐採された。また、ステンドグラスの製造が盛んになり、大量の木材が燃料として消費された。さらに、ワインの樽を作るためや、製塩の燃料のためにも大量に木材が伐採された。14世紀、「高炉法」という製鉄方法が始まり、鉄の大量生産が行われるようになった。そのため、木炭や木材がさらに大量に消費されるようになり、森はどんどん禿げ山になっていき、森林破壊が進み、16世紀、木材の価格は急騰した。

その間、12世紀ころから次第に石炭が用いられるようになった。13世紀、イギリスでは不純物の多い「海炭」という石炭の使用が一般的となり、大気汚染がひどくなっていった。1640年代には家庭の暖房にも海炭が使用されるようになった。さらに、18世紀には産業革命が始まり、石炭の使用量が爆発的に増えた。その上、各種の産業も盛んになり、大気汚染物質が大量に放出されるようになり、ロンドンの大気汚染は絶望的な状態に陥っていった。煤煙法などが制定されたが、あまり効果はなく、大気汚染は進行した。1952年には、とうとう、スモッグによって、わずか5日間で4,000人以上が死亡するという

ロンドンスモッグ事件が発生した。これをきっかけに「大気浄化法」が施行されたが、必ずしも状態は良くならなかった。その後、石炭から石油や天然ガスへの転換が進み、今日のロンドンでは、二酸化硫黄は1950年代の10分の1以下に減少し、冬の日照時間も2倍近くまで増加している。

エネルギー源には、石油・石炭のほか、天然ガス、原子力、太陽エネルギー、風力、地熱、バイオマス等がある。

1994年の推計では、現在、大量に消費されている石油の可採年数は46年、石炭は219年、天然ガスは65年、1993の推計ではウランは43年と予測されている。

天然ガスは、石油・石炭に比べれば大気汚染物質の排出が少なく、温室効果をもたらす二酸化炭素の排出も少な目である。

原子力発電は、運転時、二酸化炭素は排出しないが放射性廃棄物が発生する。天然にも放射性物質は存在し、放射線はガンの治療などにも利用されている。しかし、放射性廃棄物の管理には、長い年月、十分な注意が必要になる。

太陽エネルギーは、あと50億年程度、地球全体に大量に降り注ぐ比較的クリーンなエネルギーであるが、広い面積を必要とし、夜はエネルギーが来ないなどムラがあり、太陽電池による発電は、現在のところ高価で使いにくい。このように、各エネルギーには一長一短がある。

とは言っても、エネルギーを全く使わない生活をしようとする、生産力は桁違いに落ちる。その結果、地球上には、産業革命以前の人口程度しか養えないであろう。すなわち、現在の人口を10分の1くらいに減らさなければならない。しかも、残った人々も、現在のような豊かな生活はできなくなり、飢饉におびえる生活になる可能性が高い。

エネルギー源を何に求めるかということを考えてと共に、省エネルギー機器を用いたり、コージェネ

レーションなどでエネルギーの有効利用をはかったり、燃料電池のようなエネルギー変換効率の良い技術を用いてエネルギーを節約し、無駄を減らし、なんとか悪影響を減らして持続的にエネルギーを使えるように考える必要がある。

エネルギーを増やすことは科学の法則に反するので不可能だが、コストが高いため無理と言われているものは、コストを下げることができれば実現する可能性がある。

また、現在の人口の爆発的増加が続けば、いかに努力をしても、エネルギー・資源問題、環境問題などの諸問題の解決は困難になり、食糧危機になる可能性がある。人口爆発は楽観を許さないが、国連は2095年に102億人で安定する見込みがあると推計している。

## B 医療技術の進歩

医療技術の進歩も、人間の寿命を伸ばし、人口の増加をもたらした。図2のように世界の人々の平均寿命は伸びてきたと推定されている。1600年ころまでは、人生35年くらいであったのである。人々の平均寿命が伸び始めたのは、19世紀初め頃からである。昔は衛生状態が悪かったため病気にかかりやすく、病気にかかっても貧困から栄養状態が悪かったため

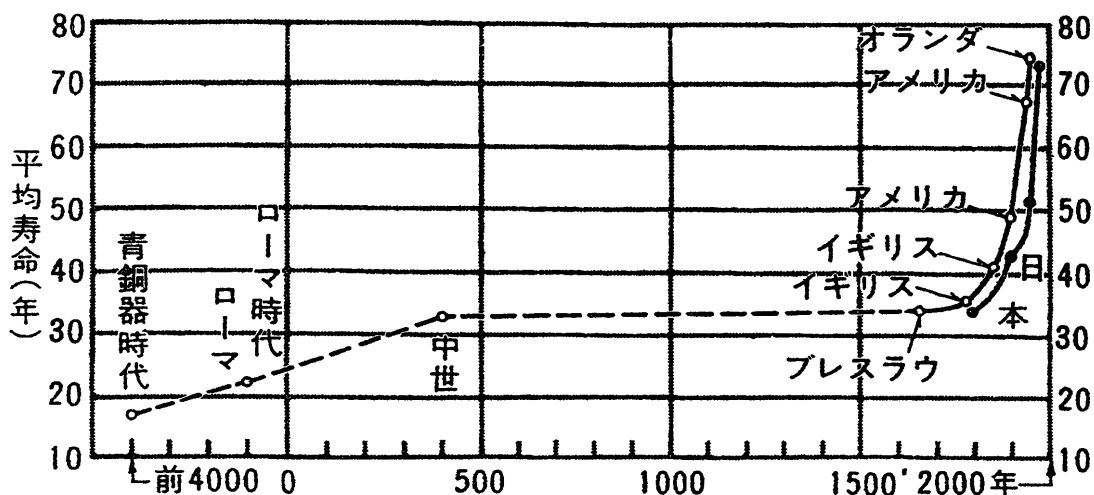
回復力がなく、さらに、病気の原因が不明で、治療の薬や治療方法が今日ほど発達していなかった。その結果、乳幼児を初めとして、若くても病気で死ぬ人が少なくなかったのである。たとえば、1347年～1350年の4年間のヨーロッパ全体のペストによる死者は、人口の3分の1に相当する3,500万人にもものぼると言われている。

平均寿命を伸ばした病気やけがの治療技術の発達について、学習してみよう。

昔、微生物は無生物の中から自然に発生すると信じられていた。しかし、1861年、パスツールは、空気は出入りするが微生物は出入りしない装置で実験した結果、無生物から微生物は発生しないことを明らかにした。さらに、パスツールは伝染病は微生物の繁殖が原因であると推定した。続いて、コッホが炭疽菌・結核菌・コレラ菌を発見し、細菌がこれらの病気の原因であることをつきとめた。これは、顕微鏡とそれに伴う技術の改良・進歩によるものである。

18世紀末、ジェンナーが、天然痘ウイルスによる病気には種痘という方法が効果があることを経験的に発見した。1880年、パスツールはコレラ菌を弱めたもの（ワクチン）を注射すると免疫ができること

図2 人間の平均寿命の推移（寿命の革命）



を発見し、ワクチンが病気の予防に使われるようになった。これは、ジェンナーが経験的に行ったことを、科学的におこなったものである。また、病原微生物の毒素の研究から、血清療法が発見され、それで救われた人も少なくない。

なお、細菌よりもずっと小さいウイルスが発見されたのは、1930年代に実用化された電子顕微鏡によるものである。

微生物は、病気の原因となるものばかりではない。微生物には有用な微生物もあり、昔から、みそ・しょうゆ・納豆・チーズ・ヨーグルト・ワインなどの製造に微生物が利用されてきた。

最近では、微生物を用いて有用な物質を工業的に生産しようとするバイオテクノロジーが注目されている。1982年、遺伝子工学の技術により大腸菌に人のインシュリンホルモンを作らせることに成功し、糖尿病患者が助かるようになった。その後、各種のホルモンなどの医薬品を類似の方法で微生物に生産させることができるようになった。

化学物質エーテルやクロロホルムに麻酔作用があることが分かり、1846年頃、それらが外科手術の麻酔に用いられるようになり、手術の際の痛みから解放され、手術が容易になった。さらに、1867年、リスターはバスツールの細菌説に基づき、石炭酸による消毒法を考案し、手術の際の感染症による死亡率を激減させた。手術によって、ある程度、けが・病気が治せるようになったのである。

昔から使われていた天然の薬の化学分析が行われ、1823年にはマラリアの薬からキニンという化学物質が発見された。その後、その化学構造が明らかにされ合成されるようになった。また、発明された合成染料を用いて、1875年、細胞の核を染色して観察する方法が考案され、細胞の研究が進んだ。さらに、染料によっては羊毛は染まるが木綿は染まらないということから、特定の細菌にのみ吸収される化学物質・特定の細菌を殺す化学物質があるのではないかと

と考えられ、研究が行われた。その結果、1909年、梅毒の病原菌を殺す化学物質が発見された。この頃から、次々と、いろいろな病原菌に利く化学物質が発明・製造されるようになり、薬で治る病気が増えたのである。

1895年、レントゲンによって発見されたX線は、物質を透過する性質があることから、骨折や胃・腸の検査に使われるようになった。1972年、人体の周囲からX線を照射し、各方向のX線の透過率のデータをコンピュータで処理し、人体の断面図を表示する方法・コンピュータ断層撮影（X線CT）が発明された。その結果、人体にメスを入れずに内部を知ることができるようになった。また、水素原子が磁界と共鳴することを利用した磁気共鳴画像診断（MRI）が発明された。これにより、人体に害を与えることなく、人体内部の軟部分の細かい立体的な画像が得られるようになり、病気の発見が容易になった。なお、MRIには、超伝導磁石がよく用いられている。また、1980年代より、超音波を用いて人体の内部の動く画像を得られる超音波画像診断もよく用いられるようになり、病気の診断に役立っている。CT、MRI、超音波診断は、コンピュータがなければ作れなかったものである。

1950年頃、各種の実験結果から、遺伝子の本体はDNA（デオキシリボ核酸）という物質であることが明らかになった。さらに、1953年、ワトソンとクリックがX線を用いた実験結果より、DNAの二重らせん構造を提唱し、遺伝子の詳細が解明されつつある。現在は、遺伝子を用いた治療（遺伝子治療）が研究・試行され、遺伝子の異常でおこる病気の中には治療可能なものも出てきた。

プラスチック・セラミックスなど、腐らず、拒絶反応の少ない各種の物質の発明により、人工血管、人工骨、人工関節、人工気管、人工腎臓、人工心臓など、人体の悪くなった部分の代わりとなる人工臓器の技術・研究も進んできた。



人工腎臓や人工心肺などは、今のところ、大きく持ち運びはできないが、それで救われた人も少なくはない。

レーザーで剥離した網膜をくっつけたり、レーザーを出血の少ないメスとして用いたりして、レーザーは、治療・手術にも役立っている。

1928年、アオカビからペニシリンという抗生物質が発見され、その化学構造が決定され、合成されるようになった。その後、ストレプトマイシンなど、各種の抗生物質が知られるようになった。この抗生物質の登場により、表2のように、結核など、各種の細菌による伝染病が激減した。

日本では、1918年、結核による死亡率は人口10万人当たり257.1人で、死亡順位も1位であり、人々に恐れられていた。その後、30年近く高い死亡率が続いたが、1982年には10万人当たり4.5人にまで激減した。このように、細菌による病気が治るようになったのは、抗生物質の発明によるところが大きい。ただ、抗生物質がきかない耐性菌が登場している。

耐性菌の発生は、安易な抗生物質の大量使用が原因であると言われている。なお、抗生物質はウイルスには効果がないが、体内に存在するインターフェロンという物質がウイルスに効果があるということが分かってきた。インターフェロンは、遺伝子工学の手法で、大腸菌に生産させることができるようになった。

### C 物資の合成

18世紀後半、産業革命の中で、イギリスで木綿工業が機械化され、綿糸と綿布の大量生産が開始した。それに伴って、綿布を大量に早く漂白する必要性が高まった。従来の灰汁と腐って酸っぱくなったミルクを利用する漂白方法では、材料が大量には手に入りやすく、漂白に時間がかかりすぎた。そこで、酸っぱいミルクの代わりに硫酸を用いて天日にさらす方法が発見され、1736年、硫酸の工業生産が始まった。その結果、20分の1の価格で硫酸が製造できるようになった。

次に、ルブランが、灰汁の代わりとなる炭酸ナト

表2 日本の伝染病の患者数（平凡社「世界大百科事典」より）

年	赤痢・疫痢	腸チフス	パラチフス	猩紅熱	ジフテリア	結核
1940	83,689	40,706	6,251	19,325	38,303	不明
1945	96,462	57,933	10,059	2,405	85,833	不明
1950	49,780	4,883	1,711	5,149	12,621	528,829
1955	80,654	1,939	590	13,486	15,557	517,477
1960	93,971	1,572	319	8,786	14,921	489,715
1965	48,621	789	71	10,735	2,159	315,006
1970	9,996	211	50	7,774	596	180,833
1975	1,498	524	81	7,518	139	110,118
1980	951	294	123	2,804	66	73,230
1985	1,128	211	141	368	10	58,567
1990	920	120	26	29	5	51,821
1994	1,042	71	49	6	1	44,590

リウムの工業生産の方法を発見し、1790年に工場生産を開始した。しかし、このときの反応で発生する塩素ガスが酸性雨をもたらすことになった。現在では、別の方法が用いられている。

その後、各種の化学物質が大量生産されるようになっていった。

1907年、ベークライトという合成樹脂が合成されて以来、いろいろな性能のプラスチックが製造されるようになった。多くのプラスチックは、成形しやすく、安く、軽く、各種の化学薬品にも強く、耐久性があるので、いろいろなところで大量に用いられるようになった。しかし、耐久性があるということで、ゴミとなっても長い年月腐らないで残ったり、プラスチックによっては環境ホルモンを放出するものもあることが分かった。現在では、土の中の微生物によって分解される生分解性プラスチックも生産されている。

昔から、家畜の糞などが肥料として使われていたが、19世紀後半から、化学肥料が大量に工業生産されるようになり、農産物の増産に貢献した。

また、17世紀末よりタバコが、19世紀より除虫菊が天然の殺虫剤として用いられるようになった。その後、その成分の化学構造が解明された。さらに、1938年より、DDTなどの殺虫剤が次々と合成された。これらは安価な殺虫剤として大量に使用され、害虫による不作を防ぐことができるようになった。しかし、DDTなどは残留性により慢性毒性を引き起こすことが分かり、現在は使用されていない。

また、19世紀初期には、モモのうどんこ病を防ぐ殺菌剤として天然の硫黄と石灰が使用されるようになった。1915年以降、合成有機殺菌剤が次々と開発され、病気による不作を防止するのに効果を上げるようになった。しかし、有機水銀剤は残留性が問題となった。現在では、低毒性で残留性の少ない農薬や、薬品ではなく天敵の昆虫などを利用した生物農薬が用いられるようになった。

農薬とは異なるが、防腐剤の発明により、食品をしばらく腐らせずに利用することが可能になった。が、防腐剤によっては、人体に悪影響があるものもある。最近では、アミノ酸、有機酸、アルコールなど、殺菌効果は少ないが、人体への影響が少ないものが使用されるようになった。

環境問題に取り組むようになって、あまり、良くなっていない項目もあるが、成果を上げているものもある。たとえば、琵琶湖の全リンの量は、1993年には1985年の13.5分の1に減少し、多摩川のBODは、1993年には1980年より45%減少し、淀川では33%減少した。一般環境大気測定局15局の平均では、二酸化硫黄の量は、1995年には1965年の7分の1に減少している。

#### D 電気機器の発明

日本では、1950年頃から第一次家庭電化ブームが起こり、白黒テレビ、電気洗濯機、電気冷蔵庫、電気釜、扇風機などが一般家庭に普及し始めた。1960年から1995年の35年間に、女性パート労働者は57万人から632万人へと11倍にも増加した。1960年に20%であった電気洗濯機の普及率は、現在では99%と増加している。家庭電化は家事労働を大幅に軽減し、女性の社会進出を助けたものと思われる。

また、合金や各種のプラスチックなど、新しい素材の発明により、これらの電気製品も高性能のものができるようになった。

冷蔵庫の発明により、大量にとれた魚などを無駄にすることなく、新鮮なままで遠くの消費地に運んだり、必要なときまで冷凍保存することが可能になった。しかし、クーラーや冷蔵庫の冷却用のガスとして理想的と思われたフロンガスも、オゾン層を破壊することが分かり、最近では代替フロンガスが使用されるようになった。しかし、代替フロンは、地球温暖化をもたらすことが予想されており、使用後は回収することが重要である。オゾン層が破壊されると紫外線の影響で皮膚ガンが増加するのではないかと

言われている。

## E 電子・通信・情報技術

コンピュータの登場によって、複雑でもあらかじめ手順が決まっていることは、コンピュータにやらせることができるようになり、仕事の能率が飛躍的に向上した。

自動車工場などでは、コンピュータを取り付けた穴あけ機械・溶接機械・塗装機械などの工作ロボットを用いることにより、人間が作成したプログラムのおおりに自動的に複雑な作業をすることができるようになり、工場に必要な人数は激減した。その結果、生産性が向上し、ファクトリーオートメーション（FA）が進んだ。さらに、コンピュータの桁違いの低価格化・能力向上により、コンピュータは情報を処理する機械として使用されるようになった。オフィスでは、あらかじめ手順の分かっている事務作業をコンピュータにやらせることができるようになり、オフィスの人数も少なくて済むようになった。すなわち、事務作業の生産性が向上し、オフィスオートメーション（OA）が進んだのである。

各種の電子技術は、ラジオ・テレビ・VTR・CD・MD・DVD・コンピュータ・携帯電話など、多数の電子機器を登場させた。これらの電子機器には、半導体・液晶を初めとする各種の新素材の登場によって実現したり高性能化したものも少なくない。

江戸時代のような通信機器がなかったころは、情報を伝えるには手紙などが用いられ、時間がかかった。現在では携帯電話が普及し、どこでもいつでも瞬時に情報を伝えることができるようになり、能率良く仕事ができるようになった。また、ラジオやテレビの登場により、国内はもとより外国の状況や台風情報など、各種の情報をすばやく広範囲に伝達することが可能になり、良くも悪くも世論を左右するようになった。

コンピュータの能力が向上するにつれて、通信分野にもコンピュータが使用されるようになった。初

期の電話は、交換手が手動で相手の回線に接続していたので、遠くの相手に電話する場合は、何人もの交換手の手をわずらわせていて、能率が悪かった。現在では、コンピュータを用いた電子交換機により、外国とも簡単にすばやく接続することができるばかりではなく、時間帯や距離によって複雑に異なる料金も秒単位で自動的に計算することができるようになり、電話料金も安くなった。

光ファイバーによるレーザー通信技術が登場して、1本の光ファイバーで銅線の場合の百倍以上の情報を送ることができるようになった。途中で弱くなった信号を増幅する中継器の数も銅線の場合の10分の1で済むようになった。将来、光ファイバーは、銅線の場合の1万倍の情報が送れるようになると予測されている。その結果、外国との通信など、遠距離の通信料金が大幅に下がってきた。

CD、MD、DVDといった電子機器にも、レーザーが利用されている。

世界中のコンピュータを電話回線で接続したインターネットが登場し、海外でも、簡単に、市内料金でEメールや設計図などの情報のやりとりをすることができるようになった。瞬時に安価に世界中と情報交換することが可能になり仕事の能率が上がった。

狭い店でも品物の種類の多い便利な店・コンビニエンスストアは、同じ品物を少ししか置いていない。それでもなかなか品切れにならないのは、コンピュータに接続したレジの機械でバーコードを読み取り、常時、在庫の管理をして、品切れを防いでいるからである。したがって、通信回線に接続したコンピュータがなければコンビニは登場しなかったであろう。

また、コンビニなどのATMで、いつでも、どこでも、簡単に銀行のお金を出し入れできるようになったのも通信回線に接続したコンピュータのおかげである。さらに、銀行に行かなくても、携帯電話で銀行の自分の口座から他人の口座へお金を振り込みすることも可能になりつつある。

## F 人工衛星と宇宙開発

惑星探査機や人工衛星により、地球や宇宙のことがよく分かるようになってきた。

惑星探査機は、惑星に関する情報を地球に送信し、太陽系の成因などをより一層詳しく知ることができるようになった。

天文観測衛星は、太陽のような星が誕生してから燃え尽きるまでのできごとや、宇宙の誕生から今までの状況などを知る手がかりをたくさんもたらした。

気象観測衛星は、台風など、気象の変化を時々刻々知らせてくれ、被害の防止に役立っている。各種の地球観測衛星は、大気や陸地・海洋の状態、地球温暖化、気候変動、土地利用状況、森林破壊の状況、古代の遺跡の発見など、地球に関する各種の情報をもたらししてくれる。資源探査衛星は、地球上の埋蔵資源の所在を調べるのに用いられている。測地衛星は、正確な地図を作るのに役立っている。類似のものに、大気観測衛星、海洋観測衛星などがある。

GPS衛星は、車・航空機・船舶などに正確な位置を知らせてくれ、安全運行に役立っている。

通信衛星や放送衛星は、地上に通信基地を作るよりも広い範囲をカバーすることができる。

また、人工衛星の中は無重力なので、大型の宇宙ステーションを作り、重力のある地上では作れない物質を作ることが計画されている。

## 7. おわりに

この課題研究実施後、生徒に書かせた感想の中に、誰が書いたか分からないようにして評価点を付けるようにしてほしいというのがあった。次回はレポートの著者を匿名にし、別のクラスの生徒に評価をさせるように工夫してみたい。

新教育課程では、ほとんど全ての教科でこのような生徒の活動が期待されている。生徒の負担過重に十分配慮する必要があるだろう。

もともと科学技術は万能ではないにもかかわらず、

万能であるような錯覚を持ったり、それが裏切られると科学技術が諸悪の根元であるかのように言われたりしている。科学技術の問題というよりも、過度の利潤追求や制度の整備の遅れが問題である場合も少なくないように思われる。エネルギー問題など、今後、益々、一般市民が選択を迫られる事項が多くなっていくものと思われる。

全33巻の百科事典が数枚のCDに収められて紙の事典の数分の1の価格で販売されている。本よりもはるかに早く検索できて便利である。そのCDの約26倍の情報量を記録できるDVDが発売された。また、光ファイバーで2時間分の映像が10秒程度で送受信できるようになりつつある。IT革命により、同じ教室にいながらA君は高1レベルの学習、B君は中2レベルの学習というように、各個人の進度に応じた個別学習を実施することが技術的には可能になりつつある。

## 参考文献

- 学習指導要領解説：文部省，2000年  
高校教育研究：金沢大学教育学部附属高等学校，第51号，1999年  
物理 I A 教科書：啓林館，2000年  
科学技術史概論：山崎俊雄ら，オーム社，1981年  
科学技術の発達と環境問題：井上尚之，東京書籍，1998年  
科学史：木村陽二郎編，有信堂，1981年  
環境科学の基礎：御代川貴久夫，培風館，1997年  
平凡社大百科事典：1984年  
平凡社世界大百科事典：1981年，2000年，  
百科で見ると20世紀：日立デジタル平凡社，2000年  
小学館万有百科事典：1974年，  
マイクロソフトエンカルタ百科事典2000：2000年