

科学・技術の教育と国際理解

ユネスコ協同学校計画

1967年度教育実験報告書

ユネスコ校内委員会

A. 全体計画

(1) 教育実験の主題 科学・技術の教育と国際理解

(2) 主題設定の理由

UNESCO（国連教育科学文化機関）という名称に「S」つまり、「科学」という言葉が入っている意味を、従来の日本のユネスコ教育活動では、とかく軽視していた傾向があったのではなかろうか。この20年間、ユネスコが、科学の進歩とその経済・社会への応用にどのように貢献したかを、生徒によく理解させるにはどうしたらよいか。その有効な方法を見つけるのが主題設定の第一の理由である。次に、現在の日本の高校における理数系の教育は、世界的水準からみてかなりの高さにあるようであるが、他面入試によるゆがみや教科の細分化などに伴う事情から、ともすれば、学習の目的が生徒に明確に把握されているとは言えない場合も多いかと考えられる。最近の日本の工業化はめざましく、とくにアジア・アフリカの後進地域から期待を寄せられている折から、日本の科学・技術陣の後続の一員として次代をなう若い世代に、自分たちが科学・技術を修める世界的使命をよく把握させることは急務である。この観点から、現行カリキュラムの再検討をこころみ、将来の改善に資したい。これが主題設定の第二の理由である。

(3) 教育実験の仮説

第一年度 従来（現行）のカリキュラムによる比較学級と、主題に沿ってカリキュラムを特別に編成した実験学級をつくり、予備実験を行なうことによって、問題の所在を明らかにすることができるのではなかろうか。

第二年度 本実験を行う予定

(4) 教育実験の目標

第一年度は、次年度の準備として次のような活動を目指とする。

1. 現行カリキュラムの検討と教科書の分析
2. ユネスコの事業（とくに科学・技術部門）の理解を深める。
3. 予備調査の実施・第一次比較実験の実施。

(5) 指導計画の概要

a. 期 間 昭和42年度と43年度2年間

42年度は〔11月18日より、43年の2月24日までの間の学習時間〕10時間

b. 対象学年 高校一年（二年）各4学級男子のみ

c. 方 法 Control Group Method による。

d. 内 容

- 理科の各科目（生物・物理・化学・地学など）の目標の確認・調整を通じて、学習の意義を再検討する。
- 科学・技術部門での国際協力はどのように進んでいるかを調べさせる。
- 科学の進歩とその社会への応用について、現状理解と将来の展望

(6) 評価計画 予備調査（作文調査）

終末調査（同上）

(7) 教育実験実施上の問題点

1. 資料入手の困難点
2. 科学・技術の現状の正確な把握の困難
3. 比較群・実験群に課する教材の取扱いについての問題

B. 42年度の具体的計画

(1) 具体的な主題 科学と人間（国際理解の教育を目途として）

(2) 具体的主題設定の要旨

原爆の決定的な被害や公害の浸透的な作用は何とかしてこれを防がなくてはならぬと誰しも考えているであろう。こんなに現実判然とした問題をとらえてみると科学の進歩に努力する人間のいとなみに疑問をいただくようになる。「科学とは何か」つまり、科学は何であったか、何であるか、何であり得るか。

このようなことをあらかじめ深く考えておかななくてはならぬであろう。

それは、科学を生み出した人間が遂には、科学によって自らを滅ぼすようなことになってはならないからである。そのような観点から、可能な限り自由な気持で、おこり得る様々なケースを検討してみる必要があるであろう。学問の分化はその研究が進むにつれて細分化されていく傾向を示している。そのことは高校の科学教育においても近代化とか、現代化とかの形でおし進められようとしていることでも判然としている。部分にとらわれて全体把握に欠け、総合的な判断を失う。したがって、総合的な観点から科学学習の目標を再認識させる必要があり、人間にとって有益な科学の進歩を導き、やがて人類の幸福をめざすための出発における認識として定着させておくことは、高校段階における教育目標としても重要なことである。特に欧米の先進諸国とアジア・アフリカ地域の後進諸国との中間にあって重要な役割りを果たすべき日本の将来の指導的責任をになっている本校生徒の認識の深まり、問題の本質的な把握は、重要である。それらの事柄に対し適切な目標と効果的な教育内容や方法を検討してみる必要がある。特に国際的意味で人類の幸福のための自然科学分野における共同研究の必要性や現状の認識と未来への展望を総括的に認識させたり、把握させる必要がある。

(3) 具体的な研究の目的

理科の各科目の目標に対して、各科目を総括する立場での学習の意義を「人間と科学との関連」において分析し、総合してみる。

そして生徒の認識やその問題点を把握して今後の指導計画の資料とする。

ユネスコにおける共同研究の現状の把握とその必要性やあり方に対して生徒はどう考えるか？その反応を調査し研究する。

(4) 具体的な教育実験の経過

対象生徒 高等学校1年生（170名 4学級）男子のみ

日 時	時 間	実 験 学 級	比 較 学 級
42.11.25	1	全員学級別に実施 作 文 題「人間にとって科学とは何か」 ユネスコ憲章について説明し話しあう 資料Iのプリントによって作文の導入をする。	

43. 1.20	2	講義 教大農学部教授林純一氏 題 「社会科学者よりみた自然 科学と人間」 資料2の講義録
43. 2.20	2	全 員 講義 教大大学院小西克利氏 題 近代科学における核酸(D・N・A) 研究の所産(I) 資料4のプリント
43. 2.21	2	講義 文部省大学学術局国際学術課 中村芳生氏 題「科学技術の国際協力」 資料3の講義録
43. 2.24	2	全 員 題 核酸研究の所産(II) 資料4のプリント
43. 2.28	1	作文 題「近代科学や共同研究と人類」

(5) 評価基準

- 科学史をどうみているか。
- 現代科学の性格や状況をどうみているか(科学に対する認識と方法)
- 科学にとって価値体系が必要ではないか, その判断の程度
- 科学とヒューマニズムの関連をどうみているか
- 科学の未来像をどのようにえがこうとしているか

(6) 予備調査における生徒の作文

顕著な傾向をまとめてみると, 次のような内容であった。◎印は個人(生徒)を示す。

- ◎1. 巨大な化け者である。何故かといえば, 現在の科学は超広範でしかも細分化されていて全領域に対する個人個人の学者の科学全体に対する理解は不可能であると考えられるから
- 2. 将来, 人間が科学によって滅亡する。だから人類の平和と発展のためには, この問題に対して早く処置をすることが必要だと思う。
- 3. 以上の心配は, 地球上での問題で, 地球以外の宇宙という視野にたって考えると人間の尊厳とか, ……なんだとかいわれるものは, 馬鹿らしい, つまらないものになるかも知れない。民主主義者が考えることは地球上の狭い世界でのことだと思う。
- ◎1. 科学は終局的には, 人類を滅亡させるものであろうという悲観的な見方をせざるを得ない。
- 2. その理由としてユネスコ憲章でいうように人間の心に完全なる平和の砦をきづくことは無理であると思われるからである。例えば, 歴史をふりかえてみてもわかるように, 1000万人の善人がいて平和を保持しようとしても, 1人の極悪人が存在すれば, 絶対に戦争を中止させることはできないと思う。
- ◎1. 人間にとって科学とは何か, という問題について考えたことがなかった。
- 2. 科学は人間がつくり出した「第2の自然」であるとか, 人間の持っている機能の拡大であるとかの説明を見聞いた。

3. 人間と科学との関係が問題化してきたのは、人間の生活を便利にするための科学が、即ち、手段として発達したものが逆に人間の将来を支配し、悪影響をおよぼそうとするようになったからである。
- ◎1. 科学によって人間が破かいされるなどということはおかしい。科学が破かいするのではなく、科学を利用する人間が破かいするために科学を用いるのである。
 2. 科学は人間が個人として生きるためにも、社会生活をいとなむためにも、おそらく必要ないことである。
 3. 科学は人間の必要とは別に必然的に生まれてきたような気がする。
- ◎1. 湯川博士のいわれるような科学に対する目的のようなものは、現在の高校生にとって無意味だと思う。
 2. 大学へ行くとき入試のためにも勉強していないと困るだろうという考えが本当のところ心の奥では働くので正直に言えば現在高校では現状の学習程度でよいのではないか。
- ◎1. 人間は何のために生きるかという疑問を解く目的をもっている。科学は、その大目的のうち自然界の不思議を解決したり、科学を利用して生活に便利を与えるなどの助けとなるものだと考える。
- ◎1. 実生活（人類の幸福）を基盤としたものでないといけない。

現状では、原爆のように理論の遊びのような科学であってはならない。私は悲観的な見方をしている。

 2. 歴史的にみようとしている。
 3. 科学者の自覚に対する批判
- ◎1. 科学は真理の探求と利益を求める心から出発していると考えている。
 2. 科学が利益追求にかたよると大変なことになる。
 3. 科学の進歩にともなってそれを扱う人間も人間そのものに対して（精神活動のようなもの）本質的な真理の探求によって何か新しい、道をみ出すであろう。絶望は早すぎる、人間は必ず心を一致させることができると信じている。
- ◎1. 人類の進歩に役立つというよりも、ただそのすばらしい推論の方法や人間の根源的努力に深く感銘したからにほかならない。
 2. 人間の知的要求を満たすものとの考えは軽卒か？

論理的に解明しようとする要求の他に、純粹に直観的に何とか真理を知ろうとする要求がある。
 3. カント、ソクラテスを引用している。

汝、自からを知れ。

歴史的な考察をしようとしている。

科学が人間生活を便利にし、さらに人間の過去の偉大な科学者がみな一様に哲学的であり、宗教的であったことを思い、科学をこえた何ものかがそこにひそんでいるのだろう。認識や能力や思考の面にまでも深く入り込もうとしはじめている。「科学は万能だと主張して。」
 4. 科学がすべてを決定するかしないかの判断をくだすには、まだまだ人間の努力はそこまで、いたってないし、至ろうとしても至ることはできないであろう。
 5. 人間の生活は、主客合一の世界であり、その内部にも論理的真理以上に人間を人間たらしめるまことがあると思う。
 6. 科学と宗教

科学は宗教をより深くし、宗教は科学者に真理を求めようとする誠実な要求をあたえる。

- ◎1. 科学は人間から離れた対物質的なものであるように聞こえる。
 - 2. 科学はこの宇宙に存在する神秘を解明するまで、それは続けられるであろう。
 - 3. 科学は人間の能力の限界のはるか先を前進することはないであろうか？ もしもそうならば人間性は、もっとも破壊されてしまうが、それに対処する新たな文明・文化が開かれることもまた、可能であると思う。
- ◎1. 科学は人間生活を物質的に豊かなものにしたことは認めるが、精神生活に対しては認められない。むしろ人間疎外を著しく進めた。
 - 2. 科学技術の発展に対して精神の発展はおくれ、常に人間は科学技術の危険な風をうけている。
- ◎1. 人間の歴史は「闘争の原理」の具象化であり、「闘争をする二者の統合への限らない接近」であったと思う。
 - 2. 科学にたずさわる人間（科学者を特に強く取りあげている）の態度を重要視しないと「闘争」そのものに悪用される。
- ◎1. 科学は真理の追求のためのものであり、人間の好奇心、追求心を満足させるという感情に由来して発生した。そして今日では人間のための最大の武器として使用されている。
 - 2. 科学が進展すればする程、人間に対する重圧がかかり、それから逃げようとしてまた進展するというじゅんかんがある。そしてそのじゅんかんのシステムの中で人間がふりまわされるという原因となる。
- ◎1. 湯川先生の「人間にとって科学とは何か」という本を読んだが内容の十分な吟味をすることができなかった。
 - 2. 社会の制度や認識の限界を越えて科学が先行しているのではないかという疑問が生じてくる。それが書中「人間からの離脱」という表現になっていた。
 - 3. 科学の定義を拡充しようとしている。そして「情報」という概念を導入しようとしている。
 - 4. 社会と深い関係があるのだから科学と社会生活を結びつけた意味で、定義すべきであると思う。
- ◎1. 人間と科学のような大きい問題は考えてみたことがなかった。
 - 2. 科学とは、人間の生み出す理性的な現象であって自然認識の手段であると考える。
- ◎1. 湯川さんのように悲観的な見方をしない。
 - 2. 科学は人間がこれを発展させるのであるから、人間自身がしっかりしてないと科学に支配されて危険な方向へおし進められるかも知れないが大丈夫だと思っている。
- ◎1. 科学は人間にとって戦いの道具でしかない。
 - 2. 人間は戦いを好まないが戦いに対する人間の目を開眼させた。やはり、歴史的に判断してみる必要がある。
- ◎1. 人間にとって科学というものは物事の説明であり、その説明から導き出されてくるものだと思う。
 - 2. 真理を人間が求めなくてもその時の天然自然の運行（天体宇宙の動きなど）には影きょうないであろう。
- ◎ 人間にとって科学とはなにか。

科学は急速に進歩している。しかし人間は一万年前からそれほど変わっているわけではない。一

万年前の状態に合うように作られたのが人間なのではないだろうか？ 科学は人間のまわりの環境を一変した。そのために科学は人間が適応できないような環境にも、人間が存在しなければならないようにしむけてきた。たとえば、空気が汚染された地域に人は住むようになり、都市の周辺に人が大ぜい住むようになったため、住宅問題なども起こっている。考えてみるに、今、種々ある問題のすべての原因は科学にあるのではないだろうか？ 住みにくいという点では、今も昔もたいして変わっていない。これは、人類が個人的利益のみに科学を急速に発展すぎたためではないだろうか？ たとえば、ある一つの機械が発明される。そのことは発明者にとっては利益であることだが、それによって、たとえば労働者とその分だけ首を切られたり、また戦争にも悪用される。また、その機械によって、人間の環境は少しずつ変えられていく。なぜそういうことになるのか？ これは、人類が科学の進歩に対して計画性をもって臨んでないことにも原因があるが、科学の進歩が個人の利益のみにつかわれているためではないだろうか？ そのため、科学が人間にとって悪い影響をおよぼしている。

つまり僕にいわせると、科学の進歩に対して世界的な機関がこれに統制するとか、また国家的な研究所で、計画性をもった発展をはかるべきだと思う。科学が今のよう一部の人の利益にのみ使われていることは、結局科学は人間を破滅においやり、人類全体が損害を受けるのではないだろうか。科学は人間にとって凶器になるということも、おおいにありうると思う。

そして、今のままならそうなるであろう。

人間は環境に適応することができる。しかし、そのため、科学が人間をこき使うような環境にでも、適応できる。そして人間はそれに満足してしまう。そして、そうなるのが人間に与えられた、宿命的な運命であるのかもしれない。しかし僕は、そうあってはならないと思う。

要約

1. 科学は、人間が適応できないような環境にも、生活しなければならないように、仕向けてきた。
2. 社会問題、政治問題、国際問題の困難な関係の生じたのは、人間が、科学の進歩に対して、計画性をもって臨んでなかったことにも原因があるが、科学の進歩が個人や特定の利益にのみ使われているためではないだろうか。
3. 科学は、人間を破滅に追いやり、人類全体が損害を受けるのではないだろうか。
4. 解決方法として、科学の進歩に対して世界的機関がこれに統制をするか、各国家ごとに研究所を作って計画性を持って全体のバランス（総合開発）をとって進歩させるようにする。

(7) ポスト・テスト（作文例）

比較グループ

人間と科学

生徒A

文明が起こった時は、分野は入り混じって混沌としていたのであろう。それが文明の発達と共に分化してきた。

ここまで書いて、「その一分野である科学……」と続けようと思ったら、「科学」という言葉があまりにも広いので驚いてしまった。

人間の作り出したもの全て科学であるという感じになってしまう。

そもそも「社会科学」なんてのがあらわれるから話がおかしくなる。「自然科学」でさえ、ぼう大な分野をその内にひめると言うのに。生物学、物理学、化学……その1つだけで、しかも僕が高校までに習った部分だけでも、僕の頭を混乱させて、僕はとほうにくれるというのに。

前にも書いたように、「科学」は文明の発達とともに分化を続けてきてぼう大な量になったが、

おもしろいことに、最近になって、2～3の分野の要素を1つに持つような、今までお互いになんら関連のない体系でできていると考えられていた分野の接点に位置するような分野が開発されてきたようである。

この間の講議の分野は「生物物理化学」というのだそうである。しかも、「生命とは何か」という問題は「科学」の分野にだけ存在する命題ではない。「哲学」「宗教」でもとりあげられている問題だ。

現在続けられている研究（生物物理化学の立場で考える生命）が1つの終点に達した時それは「哲学」「宗教」の生命観にも影響を与えるかもしれない。これらが混合して、そこから統一した新しい生命観が生まれるかもしれない。発生当時は1つだった文明は、発達と共に分化してきたが、最後には1つの統一されたものに、なるのかもしれない。ともう想をめぐらした。

× × × ×

僕がこんなことを書いたのは、「科学とは何か」ということが、ちっともわかっていないことに気がついたから。何でもそうだが、「物の本質」は少し考えただけでわかるはずがない。人は本質を知らないでも、その外観から学ぶことはできる。しかし、その外観がおぼろげながらわかってくると当然「本質」を握るようになる。首をつっこんでいたら、学者になっていたというのでは……。

僕にとって科学とは何か。

科学とはそれ程人間に必要なのか。

真理なのか？ 現在より未来の科学に

疑問と心配を抱かずにはいられない。

しかし完全なる解明を期待するのも

僕の一つの気持である。

科学と精神とは常に一体でありたい。

生徒B

核酸に関する講議はかなりむずかしいものであったが、現在の最新の研究成果にじかに触れることができたのは、非常に有益であった。以前から生物の研究と共にいくつかの本を読んでいったが、その中で理解できなかったものが、かなり理解できたものと思っている。我々人間が自身についてつまり生命の探求を進めていてしかも最近になって、つまり僕らの時代にその活動が活発になったことは、僕にとって好運であった。

以前より僕の疑問であったことで、学者の間でも問題になっていたことである。果たして人間の感情というものが、生物学つまり生化学特に分子生物学によって解明されるか、ということ、小西先生にうかがった。先生は、研究者の意気として、完全に究明するということをおっしゃっていた。記憶というものは、脳の皮質に何らかの形で残されるものであるから、そこにはやはり物質というものが関与してくるということであり、それは将来かならず理論的にも実験的にも解明されるということであった。従って感情というものも、脳で支配されるものならば、当然同様の考え方から、解明することが可能であるというお話でした。僕自身そういう考え方は理解できるが、しかし解明されるということについて確信はもっていないし、又信じたくもないと思っている。人間の感情というものは、人間という1つの形態をもったもの、その総合的な物体から物質だけではない何かによって生まれ、支配されているものと考えたい。

過去から幾多の人々が哲学思想というものについて学び、研究してきた。それらの根源が、完全に物質の支配によっているということがわかった時人間はいったいどうなるか、心配である。

人間の感情、記憶が本当に物質の支配によっているならば、人間の脳の交換によって、人格などはどうにでもなる。頭を良くする理論がわかっしまえば世の母親達はどうするのだろうか。世界最初に心臓移植を行なったバーナード博士でさえ、脳の交換は許されないとやっている。今後ますます生化学は発展し、それに伴って、人間の精神面、宗教、思想などが問題となるであろう。しかし、物質だけでわれわれに人間の問題を片づけるようなことが将来ないことを願う。

人間と科学

生徒C

科学の諸部門での国際協力については、それ自身は素晴らしいことで、国際間の友好を深めることは可能であろう。しかし、それが人類の存在とかけ離れた人間疎外の部門であることは問題となるべきで、「核」「細菌」といった人類の滅亡を意味する？ものを、それを研究している者はどう考えているのか。科学者間において、この問題について真剣に討議されるべきである。政治的拘束を脱して。科学者は国家の機構の一要素であるよりもまず、地球上の32億の人類の一員である。

生化学について

人間に、人間の生命を自在にあやつることが許されるのであろうか？最近では、人工心臓の移植まで可能になった。そうすると、“a man is a mortal”という文が「不変の真理」として常に現在形で書かれていたものが近い将来、時制の拘束をうけかねない。

上は冗談だが、本当のところ、寿命を失った心臓を機械と取り替える権利を人間はもっているのか。また、権利があるとすればどう人間がその権利を得ることができるのだろうか？全人類がその恩恵を受けることは不可能だろう。

このあいだの講義によると生命現象を追う生化学は、現代の花形だそうで、だいぶ進展しているそうだ。生命現象の全体系が暴露されるのも夢ではない。そうすると、生命の最も神秘的であった発生についても明らかにされる結果、人間の手になる生命も生まれるというような時代が必ずやってくるだろう。その時人類はどうなるか？人工の生命をもち電子頭脳を備えた「物質」の地位は？身体はび弱で、頭は悪く、めんどろばかり起こす人類の存在価値は著しく低下し、世界あるいはそれ以上の単位のもの、ひとにぎりの人類と「半人類」ににぎられるのか？

これが単なるSFで終わればよいが。

こういうばかばかしい論議も一笑に付されるべきではないと思う。

生徒D

小西先生（核酸の講義担当）の話は、面白味は全くなかったが、ためにはなったように思う。D・N・Aについてももっと基礎的なことから話をして貰いたかった。DNAの存在価値の大きさは、ぼう大なものだということがわかったが、勉強不足のため具体的に何がどのように大切なのかということは、うすうすわかりながらもはっきりとは理解できなかった。もう少し、興味をそそるようにお話をしてくれたら……、とは思いますがこれは、ぼくのつまらないぐちでしかない、「科学」というものは何なのか？ばく然と「科学」といってもぼくには全くわからない。予備知識もなにもないからの頭をほんの少し、しばって書いてみよう。

人間が歴史的に発展させたものの中の1つに科学がある。その発達の戦後の伸展は実は目をみはるものがある。先述した、DNAもまた、核も科学の発達が生んだ産物であるといえよう。ところがこの2者が人間社会にもたらした影きょうは大きな違いがある。もう言わなくてもわかる

だろう。

しかし、ここで考えてみたいのは、核だって我々人間の使用法いかんによっては、兵器にもなり得るし、また、生活に役立つものにもなるのである。科学が生んだ物に矛盾があるわけではなく、我々人間側に矛盾があるのである。科学が今日までにあれほど大きく前進したように我々人間もそれだけの前進を続けていたならば、このような矛盾は絶たい起こらなかったであろうに……思えば、ずい分皮肉なことではないか。

生徒E

科学の研究について考えて見ると生物をはじめとして人間のやっていることは、まだまだ幼稚である。自然界の営みに比べれば。

しかし、人間たちは、ようやくその入口に達したといえるだろう。そして、それは自然自らのなどを解き明かしていくものであり、科学による力はどんどん巨大なものとなり、その力の行使の方向が非常に重要となってきた。

今までの科学ではせいぜい日常の自然現象の解明が行なわれてきた程度であったが、核酸などの研究をみると、それは、その研究者たちのやり方をそのままにしておくことは、できない位だと思われる。

心臓の移植などにしても、これは人間の本質を変えていくものであり、科学者たちが、それぞれ勝手なことをやり出したら、大変なことになるであろう。また科学者の研究がたとえ良心的なものであっても、それが一部の者、国家権力などによって悪用されるということは考えられる事態であり、その危険性は大きい。

現に、世界各国でそのようなことが行なわれている。このようなことを防ぐためには、科学者自身の真の自覚とその基盤となる社会、国際情勢が理想的なものでなくてはならない。しかし現在の状態はこれにほど遠く、人間のもつ本能的要素、感情面そういうものを全部理性でおしきってしまうことはむずかしいと思える。

したがって、科学の自由な良心的な発達という面においては、悲観的要素が強いと思う。

しかし、そうばかりもいってられないので、科学者の内面的問題としては、これからは純粋に自然科学だけでなくもっと人文科学的な面もわきまえる必要があるだろう。

実験グループ

生徒A……科学、この事を考える時、ひと、はまず自然科学を考える。これは確かな事だろう。私もそういう意識が強かった。科学＝原子力というような印象さえもっていた。

しかし科学の中の、社会科学の存在、という意識が、林元校長の話によって亡却のかなたから思い起こされてきた。しかし悲しいかな社会科学の実態は余りに遅れていた。僕の想像以上だった。私は前の時には、道徳、というような言葉でこの科学を片付けていたが、社会科学、というものを、これ程単純な言葉で言い表わしていたのが、社会科学の現状だったのではないだろうか。

DNAの研究に代表される自然科学の発達に社会科学がついていけなくなってしまった現在これからこの差を少なくさせるのが、我々人間の課題だ。

社会の中における現象の研究、という意識が人々の間に浸透するようになる迄我々は努力する事が必要だろう。

自然科学の発達は実に素晴らしいものがある。そこには基礎からしっかりと造られてきた科学というものの特殊性を利用した確固たる、トリデ、の姿がある。

今迄何百億、否、何千億という人類の頭が考え確かめて築いてきたものを、私達はたった何十年間に理解し、そしてまた科学を広く大きくする事さえできる。この事は当り前のように思えるが、実に素晴らしい事だと思う。自然科学の発達もすべてこの事に説明されるのではないだろうか。

最後に林先生の講義の中で引用された言葉が気に入ったので書いておきたい。

「科学には国境はないが 科学者には国境がある。」

○私の結論

科学は使用する人間の鏡のような物だ。それは良い人が使って始めて科学になる。

生徒B……最近の科学の発展は目ざましい。先日の生物化学の最先端で研究している人の「DNA合成」という講演を聞いてもその内容を理解することはむずかしい。この内容はいわゆる生命の合成に大きく貢献する。いやそのための研究であるといってもよい。講演の内容を理解することはできなくても、生物化学という学問の深さ、一つのことが研究によってわかれば、それによってますます問題の極限点に達するための道がけわしくなり困難が倍加されるということはわかった。生命合成が世間一般にとって常識化されるのは何時頃であろう。科学が常識化されれば、科学もまたさらに科学化されなければならない。

一方科学の発展は政治情勢を変えた。つまり核兵器の出現により、その強力な破壊力によって現代では戦争を政治手段として用いることが不可能になった。核兵器を作った物理学者は今度は自分達のつくったものが、人類破滅に陥いるという恐怖と責任から平和運動をおこしている。やはり人間が築いた科学によって人間が滅亡する事態を制するのは人間以外にはなく、そのためにより多くの一般人に科学を認識させねばならないだろう。

科学の発展において、日常の人間生活向上に大きく寄与するものがあつた。その多くは現在の科学よりも、何十年か前に発見された法則、原理によるものが多い。現在の科学も何十年か先には生活に役立つものの源になるであろう。したがって過去の科学者の偉大さが賛美されるのは業績において日常生活向上に直接役立つものの発明ではなく、発見した法則・原理である。これこそが何十世紀先においても受けつがれてゆくものであり、発見者の科学的態度も今日たたえられている。

結局、科学の研究にしても、最後は自分自身の研究つまり人間そのものの研究につながるのではないだろうか。

生徒C……林前校長の言葉に「科学とは純粋なものである。国際性をもち非政治的なものである。このすばらしい科学に人間がついていけない。科学は非常に進歩したが、人間はまったく進歩していない。」とあつたがなるほどと思った。科学はより新しい発明、発見によって上に上にと積み上げることができ進歩していくのみである。けれども人間はある程度目覚めても、またすぐに後もどりをしてしまう。後もどりをするというより、あるサークルがあつてその上を廻っているといった方がよいかもしれない。科学と人間を同じ尺度でみるのはまちがっているかもしれないがそれにしても人間は進歩していかない。

科学は物の本体をみきわめようと努力する。そしてその物の本質をみきわめれば、そこから何かへの応用を人間に与えてくれる。科学の限界はここである。ここまでの過程において誤つた事はあるだろうか。ようするに科学の世界は正しく純粋なのである。ところが人間はこれの応用を考える。これは科学の限界を越えた人間の持つすばらしさである。しかし人間はこれを自分の属する世界へのみ利用しようとする。そこが人間のおろかな所である。

生徒D……およそ5時間にわたって講議を聴いた結果科学が人間（今回は特に生命について）にどれだけ結びついたものであるかを改めて感じた。しかし、生命高分子の研究などが非感情的に、非人間的（この場合の人間は心、精神をもつ）に生命の神秘のベールをはぎとっていくのを少々、残念に感じた。科学の力で、未知のものを一つ一つ探求していくことは、大切な事であろう。それが、人間の生命を救うものであるなら、もっとすばらしい事であろう。今日、まだ生きていてよい人々が何人もガンあるいは、種々の心臓病で死んでいく。それらの人々の命が、少しでも救われるなら、科学のもつ意味は大変、大なるものである。故に、科学の本質をみきわめ、それを人生の目標としてゆく生き方は、全く、はたでみてもすばらしいと思うし、又、自分もそうありたいと考える。

そう考えたところで、近頃（だけではないが、）科学というものを取り違えた言動が世に頻繁にみられる。

特に先日の新幹線に爆薬をしかけた少年の言葉など、きちがいであるとしか思われぬ。「科学の実験のための爆破だ」というのである。科学を行う上で、少しでも、人間を死なせるような事があってはならないと思う。応々、科学に貢献しすぎて、自己を犠牲にしたというような事がいわれるが、この意味においては、それもナンセンスだ。人間は科学に支配されるものではなく、支配するものなのだ。

ヴェトナム戦争が行なわれている今、実験室で、DNAを作っている科学者は、何を考えているのであろうか。世間にそのような事を言う人がいる。が、それも近い将来、わかる時が来るだろう。

人 間 と 科 学

生徒E

「人間にとって科学とは何か」という題で国際連合教育科学文化機構の活動の一環として、文を前に書いたことを覚えている。内容はもう殆んど忘れてしまったが多分、科学の発展が社会の発達に大きく寄与しているといったことを書いたものであろう。

林純一先生の「人間と科学」についての講演で、自然科学の発展は著しいが、それにひきかえ、人文科学、社会科学の発展は遅れている。と言われたが、全くその通りであろうと思われる。自然科学は、対象が自然現象であり、また、人類の頭脳の結晶であるところの数学を駆使して、学問を体系化し、合理的かつ明確にしてきている。自然科学の発展は数学と密接な関係がある。もともと数学は、自然現象とは別個に発展して来たものであろうと思われるが、自然科学の発展に伴い、両者の関係は、ますます緊密化してきたのである。それに対して人文・社会科学は、合理的な体系を作ろうとしても数学を利用しない限りそれほど合理的にならず、発展も遅れているのであろう。このように自然科学は17世紀以来めざましい発展をとげている。私たちは、現代の自然科学の一分野の「核酸の生化学」について2回にわたって講演をしていただいた。核酸に関することは、わかりにくいところがかなり多かったが、講師が最後に、「このように現代の科学（自然科学のこと、以下同じ）はめざましい発展をとげきて、私たちの文明生活を豊かにしていると思われるが、それに伴って多くの困難な問題もおこってきている。」とおっしゃったが、確かにそのことは重要なことであろうと思われる。最もよくひきあいに出される例として、原子爆弾があげられるであろうと思われる。核分裂反応が人類の平和と福利の為に利用されれば、原子力発電など私たちの文明生活をより良くしていきますが、一度誤って利用されると、現在のよう核時代になってしまうものなのでしょう。研究者たる者自身がまず、自分の研究が本当に人類の福利に役立っているかどうかを考えることも必要でありましょうが、それ以上に重要なこと

は、「社会」の問題であろうと思われまゝ。現在、世界の多くの人々は、「核爆弾」などなくしていきたくて思っているでしょうが、何故なくならないかという点、それは、人類相互の信頼がなく、その為には悪循環を起しているものでありまゝ。

でありますからして、科学の発展に見合うだけの文化（精神的なものをさす）を發展させていかなければならないのでありまゝ。

C. 反省とまとめ

(1) 主題について

現代における科学技術の進展にはめざましいものがあり、また科学の研究成果はすぐに技術に転化され、それは直接に生活、社会、経済等諸分野に大きな影響を与えている。その影響は、人間の生活を豊かにし、人類の進歩発展に大きく寄与する面もあり、一方全く反対に人類の全体的滅亡さえも可能な核兵器をも作り出しているのである。

このように、人間の活動分野の一つである科学・技術が人類の存亡を支配するという事は歴史上おそろくかつてなかったことであろう。また今までの科学的成果——つまり真理の追求——は、ある時間をおいて生活の諸分野に影響をおよぼしてきた。だが、現代のように高度に組織化された科学と技術の成果は、研究自体が直接にそして全体的に社会の諸分野に影響してくるのである。

そして一言でいえば、現代の理解は——国際理解も含めて——科学技術を除いてはとうてい考えられず、しかも単なる技術的な面とか、科学の現象的な面にのみにかかわり合うのではなく、その内容に即した実体の理解が必要である。

しかし、このように現実を認識しても、それが教育の分野でこの認識にもとづいて充分行われているかという点、疑問を持たざるを得ない。つまり、科学技術的な分野にある者からみれば——実際教育の場では理科（物理、化学、生物、地学）が相当するのだが——この科学上の成果が充分に思想的な分野に位置づけられておらず、極端に乱暴な言い方をすれば、不当に軽視——特に理科の教科がという意味ではなく——されているのではないだろうか。そして、特に理科教育にたずさわる者は、単に専門的な知識のみを生徒に与えるだけではなく、科学技術の実体を少しでも専門に扱っているということから、それを基盤にして、現実の理解（国際理解）の教育へと向ってみたいと思う。

(2) アプローチの方法と問題点

現在までは、主題の設定と、大まかなイメージについては考えてあるのだが、アプローチの方法がなかなか確定せず、次の①～⑤に述べるいくつかの方法にも不十分な点が数多く見られ、ここに記した以外の方法や問題点もまたたくさんあると思われる。

- ① まず自然科学は物質を扱う分野であり、また物質以外のものは扱わない。ただし一言つけ加えるなら、これは自然科学が、科学思想にならないという意味ではない。そしてこの自然科学的な物質の概念を思想的に定着させ、つまり物質という立場から人間を理解し、国家や国際問題へと発展させる方法が考えられるが、しかし、この方法では扱いがどうしても国際理解というよりも、人間理解が中心の課題となろう。
- ② 科学の国際協力を通しての国際理解

現代の自然科学が従来の原理による抽象的な分類から、具体的な対象の分類が出てきている——例えば、地球なら地球について、地球物理学、地球化学、地球光学等がある。このような対象を通しての国際協力、また対象に向っての協力体制という面から、国家間の理解、協力を見ていこうとする方法もある。こうすれば、対象が具体的であり、教材化の時も理科的な面が非常に強く出せる一方、単なる協力の紹介に終わってしまい、内容や実体の理解にまで到達できないこともある。

- ③ 前項と一見似ているが、技術の国際協力もある。これは国家間の政治体制や、利害関係も含む問題だろうが、技術の内容を現段階の教科で扱うのは、特に普通の中・高校では非常に困難なのではなかろうか。もし扱うとすれば例えば、先進国の後進国に与える技術援助がある。
- ④ 特別に科学技術の歴史について教材化し考察することにより、科学技術の発展を社会体制、政治や経済の状況、さらには思想との関連などが深く扱えるのではないだろうか。ただし、これも現在のように、生徒に理科的な内容自体を理解させるのにどれくらい寄与できるのか疑問である。
- ⑤ 思いきって理科的な内容から離れてアプローチする方法も考えられる。たとえば科学者が自国にとらわれず広く世界的な視野に立って活躍していることから、科学者の専門研究以外の活動（例えばパグウォッシュ運動、日本の京都科学者会議など）を中心に考えていく方法。
またこれは教師側の課題なのかも知れないが、他国の科学教育に対する研究も、もし生徒にやらせるなら、生徒の他国の同世代に対する理解に大いに役立つと思われる。

以上いくつか思いつく方法をあげてみたが結局最大の問題は、国際理解ということを実科とできるだけ密接に関連した所から扱えないものだろうか、また逆にそのような教育研究が理科に何らかの形で有効に取り入れられないものだろうか、という点である。

そしてともかく考え得る方法から出発してその過程で試行錯誤的に問題点を見つけ、国際理解に対する理科的な面からのアプローチの一助としたいというのが次年度の予定であり、楽観的すぎると批判されるかも知れない予測である。

(3) 生徒の学習上の問題点

予備調査における作文事例にも顕著のように、生徒は「科学、技術の発達と国際理解」あるいは「科学と人間」という主題について、「今まで気が付かなかった」という者から、「科学による人間疎外」を論ずる者まで、その理解度はかなりの振幅を示している。その振幅差は、選抜で能力的には均質に近い高一（本校）としては、他の一般教科での学習能力とくらべて、はげしいものがある。この差は、問題意識を持つか持たぬかで決定的に開くものかとも思われるが、次年度の学習内容を考える上に重要な与件の一つである。

ポスト・テストの作文例を通して見て、大体において、この主題が、現代日本の高校教育で当然取上げられ、検討されるべき課題をはらんでいるであろう、というわれわれの所期のねらいは、ほぼ的を射ているという確信を得た。

次年度においては、これらの生徒の感想を貴重な手がかりとしながら、問題の所在を一層明確にすることに努めるとともに、有効な学習法をさぐるくふうを続けたい。

とくに、生徒に学習させる参考書・資料を広く採訪して備えたいと思う。

社会科学者からみた自然科学と人間の関係

東京教育大学農学部教授 林純一氏講義（前校長）

「科学と人間」というテーマがここ数年来問題になっているが、本当をいうと非常に古くから問題となっていたもので、1930年代には、西洋では物質文明の没落ということでシュプレングラーなどが哲学的な評価を下したり、様々のことがあったわけです。何かの機会に書いたと思うが、モルガンが古代社会の中で人類は文明として非常に発展をとげたがその自らつくりあげたもの前に立って呆然自失してなす術を知らない状態にあると現代文明を評している。話は違いますが、マルクスが原始社会、古代社会に非常な関心を示していた。特に晩年に関心を示していた。恐らく彼の理想は、その呆然自失する以前の人間がこの世の中で作り出したものを、当の主人公であるという自覚をもって暮せた社会、そういう時代に対するノスタルジアというものがマルクス自身にもあったのではないかと思われる程原始社会に対する郷愁を表明していると思われる。所が現代、御承知のようにそういう文明の極地に立っているわけです。特に科学、あるいは技術と呼ばれるものは、自然科学、その自然科学を応用した高度の科学的技術、そういうものの時代であるといわれているわけです。そういう時代の中で我々が一体いかに生きるべきであるか。

公害問題にしても、交通戦争の問題にしても、あるいは原子力開発の問題にしても、そういう人間が自ら作り出したものの前に対して、そのもの前にたって作り出したものを自分の意志でコントロールできなくなってきた。こういう状態があるわけです。

で、現在、社会制度にしてもかつては人間が自分達の生活の都合のよいものとして作りあげてきたそのものが、逆にそういう制度の奴隷に人間がなってしまう。そして物質文明なり経済制度なりというのは、自らの力でどんどん大きくなっていく。そしてそういうものに個々人が押しつぶされるような姿になってきている。カールマンハイムという社会学者が、現代のマンモス社会の中にいる個々人というのは、甲羅のない蟹のようなものだ。つまり自らを守る術を知らない裸体になった個人がマンモス社会の中におぼろげに出されている、というのが、現代人の姿なのだ。と甲羅のない蟹に例えている。それでもまだ中味があるからよいが甲羅のみあって中味のない蟹も出てくる。形式的にいうとそういうものも出てくる。主体性を失った人間というのは、そういう形をとるだろう。

科学といっても、自然科学、自然科学を応用した技術ということを中心にして諸君に考えていただき度いことは、やはり、ある素材を、諸君は勉強しておいてほしい。文科系へ進む人でも、理科系へ進む人でも、何をやる場合でも、人類の辿った道すじとして、科学史に関する本を一冊読んでみると、いかに我々の先輩が苦難に満ちた歩みを続けながら、今日に到達しているかということが、非常に痛々しいほど判る。そして、その到達した科学の高さに比べて、人間というものが今だにみじめな、いやしい、純粋な科学の発展に比べてきたない主体でしかない、ということが反省されるであろうと思う。

特に社会科学をとり扱っていると、自然科学の進歩に対して、社会科学（人文科学）の立ちおくれが痛感されるわけです。レオンチェフという経済学者がいる。ソビエトで経済学教科書を書いているレオンチェフ、A. A. レオンチェフですが、ハーバードにいるレオンチェフはW. W. チェフです。ドストエフスキーの小説に出てきそうな、その彼が経済学に関するエッセイを書いて

いる中に、今の世の中にマックスプランクが出てきたら、この人はご承知のように1800年代の後半から活躍した人ですが、現在の物理や化学に対して、何が何だかさっぱり分らん、というだろう。所が1770年、マックスプランクより一世紀前のアダムスミスをつれてきて、今の経済状態をみせたら、何だまだこんなことをやっているのか、というだろう。このことは物理、化学の非常な進歩と、経済学の非常に遅々たる退歩に対比されるであろうと思います。しかも経済学は社会科学の中では比較的歴史も古いし、進んだ学問だといわれており、その他の社会科学はもっともっと非常におくれている。アトミック・エネルギー・アンド・ストーンエッジ・エコノミーという本を読んだことがあるが、これは、時代は既に原子力時代だというのに、経済学は石器時代の経済学をやっているじゃないか、という話だ。非常な立ち遅れをしている。その立ち遅れというのは、非常に立派にすこやかに育った自然科学、技術に対して、それらを産み出した、然も、それらの主人公であるべき人間の非常に立ちおくれたみじめな姿であるということになる。我々はそのことを先ず認めなくてはならぬ。人間の立ちおくれがあるからこそ、進んできた科学であるのに、その科学が人間を馬鹿にして、といっても科学には心がないので、馬鹿にするわけではないが、客観的には馬鹿にして、我々を奴隷のように考えているのではないか。科学自身が、人間が自分達の幸福を願って作り出していき、それがどんどん展開していく、その科学自身が、人間を奴隷のようにして、自分が主人公になってしまうと、人間が科学をコントロールできなくなり、モルガンではないけれども、自分の作り出したものの前に呆然自失しているのが、丁度、非行少年を把えた両親みたいなもので、ところが本当は、両親の方が非行で子供の方がまともなものでというようなことが起ってきて、まあ両親があまり非行なので、子供の方もそれじゃいたずらしてやろうかというので、原子爆弾みたようなものをつくり出すという構造になる。その結びつきを非常に現代の哲学者、自然科学者、その他が問題にし、重点は原子力戦争にしばられてきて、いかに人類が原子力を、人類の幸福のために作り出すことができるのか、このように考える人々が増えてくる。然しそれを焦点にしばり、もっと深く、科学と人間というものを考える、或いは、人間とは一体何なのだ、ということを経段階において、もう一度反省しなおしてみよう。これだけのものを作り出した人間はすばらしいものであるに違いないのに、どうもすばらしさが余りみられない。そういう問題点を現在かかえている。しかも科学技術の発達がコミュニケーションの発達というものからんでくるから、益々もって人間のみにくさと水準の低さが明確になってくると思います。この話は後でします。

科学、特に自然科学、技術ということを考えてみますと、これは決して無から出たものではない。先程、申しましたように、人間の血と汗の結晶が次第々々に積み重なってきたのだという事が科学史をみても分る。そういう意味では科学自身は、それ自体の歴史をもっている。科学の歴史性というか、今迄発展してきた科学の誤りを正し、新しい発見を行い、新しい領域に進展していくというそういう歴史性をもっている。歴史性は自ら発展していく、そういうものである。例えば、物理と化学の間の境界はなくなっていく。物理、化学、生物の境界がなくなっていくとグレンツゲビーデとか境界科学とか或いはビッグサイエンスとかいう類のもので、科学の分類ということも、今では非常に新しい考え方で対峙していかなくてはならぬ程、自己発展する歴史性というものを持っている。

これは客観的な法則を発見する。その法則がいくつかの系を出していく。その系が更に展開していく、という形で自己発展していく。これは科学史を読めば分る。手近にはメースンの岩波から出された上下が適当かと思う。

第二に、科学というものは、やはり純粋な科学は純粋に国際性をもっている。インターナショナルなものである。インターナショナルであるべき筈なのだ。科学の本質からいえば――。これ

は黒人の発見した法則も、白人の発見した法則も、日本人の発見した法則もソビエト人が発見した法則も、科学としての客観的な吟味に耐え得るものは、等しく真理としてみられ、お互に交流しあうものでなければならぬ。その事によって人類全体のインターナショナルな国際的な連帯性が科学の発展にはどうしても必要なもので、封鎖的なものでは困る。科学の本性に反するということができると思う。

第三番目に、一番これは現実的になりますがサイエンス自身というものは、その理想の本質において、政治とは無関係である。非政治的な姿であるものです。つまり科学は、自身の法則に従って自己展開を自由にしていくと、その自由にしていけるものを、それ以外の要素で阻んではいけない。こういうことが科学の本来の姿だろう。科学はある意味で法則発見の学問というか、或いは、発見された法則を体系的に統一した知識の集積といえますか、そういう風に規定されていると同時に、生産的なものである。一見非生産的に見えながら生産的要素を含んでいる。単なる消費ではない。生産的な活動にみられる人間の生産的な活動に属していると考えられるであろう。これは、何等妨げられる事なく伸びてゆくのが本来である。ところが、現実には今の科学史を読み、現在の状態を諸君が反省するならば、科学が自ら伸びようとするのに対して阻害条件がある。科学は一つの歴史をもっている。然し、その歴史は純粋な人類の驚異疑問から発したのものもあるし、或いは、生活に迫られた必要より生ずるものもあっていろいろの要素で展開している。そういう科学や科学技術をおし進める動機は何なのか。科学が法則発見的な知識の体系的集積だとすれば、技術学を対象とする学問は、それぞれの生産力を高めることを以て、人間の労働生産性を高めることを目的とするような学問、応用していく学問と考えることができる。そういう科学をおし進め、技術を展開させる原動力というのは、一体何であるのか。そういう原動力をルネッサンス迄は押えつけていた。ルネッサンスが始めて、科学或いは、科学的技術を人間の手で開放した。人間自身が開放されると同時に、科学、科学的技術も開放された。それ以後、急速な進歩が行われてきている。

現在に於いて、科学、科学技術を押し進める原動力は、本当に人間の幸福を願い、生活の向上を願って行われることが動機になって進められているかどうか。この点を今の段階でいろいろ考えて貰いたいと思う。本当をいうと、非常に俗っぽい云い方だけれども、喧嘩道具なんかを使う為に進歩させるなどという事は言語道断なので、所があればやるのは一番力がこもるんだ！今の人間のレベルからいうと、あいつをやっつけるからやる、むこうが持っているから、こっちも持ちましょう。サッカーの試合みたいなので丁度よい。そういうレベルなんだ、人間は。所が科学はそんなことでは、本当はないのだ。唯、現実には人間がそういうようにおしすすめてきているという点がある。

それに関連しまして、国際性の問題にしても、まだ人類社会は成立してきてない。キリストが夢に見、或いはドストエフスキーが描いた意味での人間社会はまだない。日本人、日本国、或いは、アメリカ、或いはソビエト連邦、中国、西ドイツというように、民族或いは、国家というものに世界が分れてきている。そこで科学自身は国境がないけれども、科学者には国境があり、祖国を持っているのだ、というパスツールの有名な言葉を思い出す必要がある。で、これが逆用されて、ある戦争の時代、ある民族の指導者が、学問をして御用学問ならしめた時代がある。日本例をあげてもよいし、ナチスドイツの例をあげてもよいが、非常に奇妙なものを以て、これこそ我が国の科学だという表現をしていた。それは長い時間をかけてみますと、科学の国際性という純粋な要求の前には、忘れ去られる程脆いものではあった。科学はジグザグのコースを通りますけれども、世界の科学者達が協力して展開していくことを科学自身が求めるもので、それを阻んでいるのは人間である。人間といっても、こういう時代の人間というのは、先に言ったように、

甲羅のない蟹ではなくて、大きな組織、政府であるとか、大企業であるとか、大きな組織体としての人間、個々の生きた人間というのはその中に甲羅のない蟹のようにはいりこんでしまっており、共通の甲羅の蔭にかくれているのである。大企業の傘にかくれる。或いはアメリカの原爆の傘の下にもぐるとか、いろんなもぐり方があるけれども、雨露を凌ぐ為には、自分の甲羅がないから人の甲羅にもぐりこまなくてはならぬというような意味で、個々の人間はなくなっているのだけれども、甲羅があって、その甲羅が人間であるという顔をしているわけで、その大きな甲羅の下で、そこにいる人間達が、国際的な問題をいろいろ引きおこしてきている。その為、科学が妙な具合に利用されているという状態になっている。これを国内にとって考えてみると、科学自身は政治的な要素を持つ筈はないけれども、科学をおし進める人、科学を利用する人達の間には政治的な対立があるし、本質的な科学がまだ展開される程に十分人類の方が進歩していない。現実には様々な立場が政治的に科学を制約してきているというのが実情だと思います。これは新聞記事を読んでみても軍事科学の研究だと非常に沢山金がでるとか、研究費がないからやっぱりアメリカの研究費を貰わないとならぬとか、いろいろなことを聞くでしょうが、科学ということの中に政治が深くはいりこんできている。これは人間の社会がそれ程進歩してきていない証拠なのです。

特に社会科学面よりみると、政治的なもの、人間的な大きな甲羅の構造そのものを対象とするという意味で、同じサイエンスでありながら、自然科学よりはるかに、先ほど申し上げました歴史的な色彩の非常に強い、民族的色彩の強い、国際的な対立の強い、政治的党派性の強い科学になっていく。恐らく諸君が大学へ入ってみると、経済学でも、キン経と、マル経とがあって、同じ話をしていても、日本人とガーナ人が話をしている程度に通じないということがあるわけです。更に社会学になるともっと遅れているので、共通の言葉がなく、社会構造なんていうこと言っただけ、ああそうかと思っていると、内容はとんでもないことであったり、一々相手に、お前のいう社会構造というのは、どういうことだといって、一時間位説明して貰って、おれのいう社会構造とは、一時間位説明する程に時間がかかる。学者の教程、学派があるといわれる程である。人類社会学などでは益々そういうようにおこなわれている。マルクスの有名な言葉の中に、「科学のないところに言葉がくる。」という表現をしたことがある。つまり科学的分析に耐えられない時は「レトリック」というか言葉の綾でもってごま化してすり抜ける意味のことを言っている。それで見ますと、今の日本のあらゆる出版物、マスコミその他には、全部科学はなくレトリックですませているわけだ。あれは本当にレトリックです。よく聞いていてごらん下さい。そのレトリックを、諸君が真似し始めたら、これは日本の民族の危機だと思っている。諸君は幸に、それ程馬鹿ではないから、そういうレトリックにはごま化されないとと思いますが、ソクラテスの弁明の中にルクレルチーフを反駁して、おれの罪よりも彼の罪がもっと重い。彼は本当に真面目な問題を冗談として扱ってしまっている。この罪は非常に大きなものとなってしまっている。という、そういう意味のことを言いますと、今のあらゆるマスコミに動員されているものは、すべて本当に、我々が真面目に考えなくてはならぬものを、レトリックの修辭と表現の巧みさとかうまさとか、面白さでもってごま化してすり抜けていってしまっていることが非常に多い。私は苦々しいから、もう、新聞も読まないし、テレビも見ないことにしているけれども、文明批評の立場から時々見なければならぬから時々見ているが、本当にレトリックだけです。例えば相撲などそうで、相撲の解説者は相撲の事はよく知っているが、レトリックを知らない。ところがアナウンサーはその反対で、レトリックが上手だから、必ず誘導訊問にひっかかりますね。そうです、そうです、とっている。そうです、そうですと、金を貰ってずるいというのではなくて、アナウンサーはレトリックの専門家なのだ、分らないけれども、レトリックをやっているでしょう。先ず述語をよく

覚えるでしょう。アイスホッケーであっても、ルールを説明するとか、何でも自分が昨日聞いてきたような話を、得意になってするわけだ。それがアナウンサーだけでなく、週刊誌も然りですね。或いは雑誌の思想の論文ですら、そういう形になってきて、一億総レトリック時代ということになる。つまり言葉が非常にはやるわけです。気の利い表現をすると、それで問題をすりかえてしまう。これは、サイエンティフックスピリットというものに、正に反することだと思ふ。それでサイエンティフックスピリットを諸君がどういふふうにして身につけるのか。又サイエンティフックスピリットというものとヒューマニズムとを、どういふ風に関連させるか、と、コールドヘッドアンドウォームハートということ、英国のケンブリッジの経済学者であるマーシャルがのべた、冷たい頭と温かい心を持つてということだが、どうも今のマスコミさんは、ウォームヘッドとコールドハートなんですな、どうも考えてみると、何か事件が起つて人でも死んだら嬉しくてたまらぬようになって、現場へ飛んでいくような姿をみていると癩に触つてしまうのです。何か事件が起らぬか、早く飛行機でも落ちこちないものかなと、落ちようものなら鬼の首を取つたように喜ぶでしょう。こういうことになってきて、それと全く同じ扱ひでエンタープライズが寄港する場合でも、角材を何本持つた話とか、道路の石を投げた話が、エンブラ入港以上に強調されているわけでしょう。そうするとエンタープライズの入港の話をしているのか、全学連三派の話をしているのか、さっぱり分らぬ。こういうのは余りサイエンティフックスピリットでない。

所が我々には、エンタープライズがたまたま入港してきた時に、人間と科学というのは、一体どういふ結びつきをしているか、あのエンブラを一つの教材といふか、考える材料として取り上げ、考えてみると、非常に重大ないろいろな問題が浮んでくるわけでしょう。ですから、そういう扱ひ方を我々が考えなくてはならない。あれは何を守る為かは知らぬけれども、簡単に言つてしまえば、人殺しの武器なのです。コールドハートなのです。そして組み合わせをつくるわけだ。コールドハートでもつて、ウォームヘッドだとか、ホットヘッドかな、かっかっくとくるというやつでしょう。かっかっくとくるけれども、他人のことはどうでもいいのだといふ、これがあのウォームヘッド・アンド・コールドハートだ。コールドハート・コールドヘッドといふのはね、全くおれ知らんぞといふ奴、フーテン族、ホットウォームヘッド・ウォームハートということになると浪花節ですね。こりゃ、やっぱりね、サイエンティフックスピリットといふものと、ウォームハートサイエンティフックスピリットは、いわばコールドヘッドのただけれども、コールドヘッドのままではなくて、ウォームハートで有機的に結びつけられるということが、根源的に必要なので、そこで、科学者、科学を専門にする人達が問題になる。ところが諸君一人一人が科学の専門家になるのではないといふことが一つと、現在の社会で一人の科学者が何にも事を起すことはできません。

現在は先述のように一人一人は甲羅のない蟹のようなもので、組織の中の諸君ということになる。事務系の仕事をする人でも、宇宙開発に力を注ぐといふ、そういう大きな組織がなければ、宇宙開発、スプートニクなどといふものはできない、ということになると、現代は組織の時代だということになる。そういう組織の中で科学を展開させていく。組織そのもの、そこで展開される科学そのもの、これが本来科学が自ら叫んでやまない人類の幸福の為に役立たせてほしいといふ願望を満たすような形でなければならぬだろうと思ひます。

今それが大きく歪んでいる。その大きい歪みの為に折角この段階にまで達してきた科学それ自身が、あとの世界の人達から見れば、歪んだものになってくるだろうと思ひます。国際的にも歪んでいる。政治的にも歪んでいる。歴史的な原動力としても歪んだものになって、目にうつっているのではないかと思ひます。誰が何の為に科学を発展させ利用していくかといふ大きい問題に対して、我々個々の人間は微力でもっと大きな巨大な組織、それが人間という形をとつて科学と

対決するということになるだろうと思います。ですから我々個人で顕微鏡を覗くという段階ではなくなってきているという風に思われます。もっと大きな組織の問題となる。すると組織自身の問題となる。これは人間の作った一つの制度なので、制度は制度として、人間が作ったけれども、人間からまた独立した働きを示すようになってくる。個々の人間は制度と、そういう制度を主体になって作りあげていく科学技術というようなものを、こういうものと交渉していかなくてはならぬと思います。個々の人間というのは、甲羅のない蟹のようなもので、大きな甲羅を求めるか、そうでなければマイホーム主義で面白おかしく過ごそうとするかである。全体が面白おかしく過ごすことは殆どないだろうと思います。面白おかしく暮していると、食べていけなくなりますから。やっぱり面白おかしくは過ごせないで、組織の中で生きようとするということになる。

ですから諸君は、やはり科学史というものを読むと同時に、その科学史が現代ではもっとはげしい程度で個々の人間、有名な科学者そういうものではない大きな組織が、科学技術を押し進め利用しているのだ。そういう科学技術、そういう組織自体、それと人間との関係というものを、歴史的にも、インターナショナルな協力という世界の平和という立場からも、或いは政治的に歪められない純粋な科学的立場というものからも、十分に考えていってほしいと思います。

序でに、簡単に国際理解という題でこじつけではないのですが、申し上げておきますが、今、我々が問題にしているところのものは、主に先進諸国、西欧諸国の科学に対する不信ですね。或いは科学の進歩に対する人間のみじめさ、こういうことが問題になった本がいろいろ出版されているわけです。ところが、後進国の場合というのは、ごく初期の科学がやはり必要なものになると思います。日本は幸か不幸か中進国なので、中進国というのは、進んだ先進国のこともある程度分るし、おくれた後進国のこともある程度分るという意味で、日本人の持つ科学と人間の立場というものは全人類的な科学と人間の立場を代表できると思う。余りにも物質文明の進みすぎて困っている世界と、余りにも物質文明がおくれて困っている世界の、その中間に立って、両方の問題を同時に理解し、同時に解決してやらなきゃならぬというのが日本の立場なのではないか。その点で先頭に立つのが、駒場の諸君ではないかと思う。

資料 2

科学・技術の国際協力

文部省大学学術局 中村 芳生氏

最近、自然科学の分野では国際的な交流が非常に多くなってまいりましたが、それはどういう形で行われているのかということについてお話ししたいと思います。この国際交流というのは、人物交流、情報交換、会議、共同研究の4つに分けられ、今日は主として共同研究についてお話いたしますが、その前に他の3つを簡単に説明しましょう。

(1) 人物交流

① 先進国と先進国との間の交流

この中には、特定の少数の国の間で学者が交流する場合があります。例えば、日米科学委員会というのがあって、それにもとづいて日本とアメリカで共同研究をするため、1年間に約30名前後の日本の学者がアメリカに行き、アメリカの学者が日本に来るということをしています。その他、日本とソ連の間にも日ソの学者交換という制度があり、毎年約10名の日本の学者がソ連に行

き、ソ連からも日本に来て研究しております。また、非常に多数の国の中で交流する場合もありますし、ユネスコなどの国際的な機関の肝いりで、学者が沢山の国をまわって研究したり視察するという制度もあります。

日本に来ていた外国人で、純粋な意味で研究者といわれる人は、昭和41年には86名おります。主な国はアメリカの23名、中華民国の18名、韓国の17名で、これらはいずれも日本の大学で研究している研究者です。

余談になりますが、頭脳流出とって日本やヨーロッパの学者がアメリカに研究に行ったまま帰ってこないということが、最近新聞などでしばしば取り上げられています。これは学者の間で人物交流が盛んになったための1つの弊害ともいえるべきもので、アメリカでは日本よりも待遇が非常によく、また、研究以外の雑用に追いまわられることもありません。そのためアメリカに行った学者がなかなか日本に帰りがたらず、それだけ日本の損失になります。これは日本だけでなく、ヨーロッパの特に英国でもさかんにいわれております。

⑥ 先進国と低開発国との間の交流

先進国から低開発国へ学者が指導に行き、逆に低開発国から先進国に研修を受けにくる。日本でも最近先進国の仲間入りをしかけたところで、東南アジアの若い学者の玉子が日本に来て、教育や或いは自然科学の面では海洋学、地震学、化学、工学などの分野で大いに勉強しています。ユネスコでもそういうことを非常に奨励しております。

(2) 情報交換

昔から各国の学者同志の間で、学術上の論文や情報の交換は行われていましたが、最近はもっと系統的になってきています。日本には科学技術情報センターというのがあって、日本国内の学者が研究した成果が集められ、外国からの問い合わせに応じています。世界の情勢としては、各国に情報センターを設けて、どこの国のどのような論文がほしいという時にはいろいろ教えてくれるし、また、なまの論文でなくても抄録したものとか、テープ或いはマイクロフィルムにおさめたものを送ってくれるようになってきています。

(3) 会議

これは、各国の学者が国際会議を開いて学術上の討論をしあうことであって、先進国同志の会議もあれば、先進国と低開発国が入りまじって行う会議もあります。ユネスコ関係の会議では、先進国も低開発国も同じ場所に会して討論しあうことが多く、日本でも最近国際会議がだんだんと開かれるようになって、大きな都市には国際会議にむいた建物、施設がふえてきました。昭和43年中に、世界で約315件の学術上の国際会議が開かれることになっており、そのうち日本では18件の会議が開かれます。

(4) 共同研究

④ 国際学術連合会議 (ICSU) で計画した事業

国際学術連合会議はいろいろな学会が世界的な規模で集約されているもので、ここで計画した事業は、大体において先進国間の学者が集まって行っています。日本では日本学術会議がこれに対応しています。

(イ) 国際地球観測年 International Geophysical Year 略称 IGY 参加国数約67

期間 昭和32年7月～33年12月

これは、世界の学者が協力して地球上層の気象、地磁気、電離層、極光、宇宙線などを科学的に観測するもので、この時に南極観測が強化され、さらにロケット観測がはじまりました。かつて1882年、83年にヨーロッパの科学者達が共同して全地球的な観測をはじめ、北極、南極も含めて、さらに50年後の1932年、33年にもヨーロッパを中心に日本も加わって、国際的な観測がおこ

ない、50年を25年にちぎめてここに I G Y が設けられたのです。

日本の南極観測はここに端を発したのですが、明治末期、白瀬中尉が開南丸という 200 トン位の小さな船で、一年以上かかって南極にたどりつき、さらに極点まで行こうとして果せず、途中で引きかえした例がありました。彼は国から援助を受けず、財界からの援助をもとにして、非常な苦勞をしてこの探検をやっております。それ以来、日本は南極探検をやっておりませんでした。終戦後、平和条約の中に、日本は南極に関するすべての権利を破棄するという項があって、日本の南極関係者は意気銷沈していましたが、I G Y が設けられ、南極の共同観測が行なわれるようになって、日本も昭和31年から南極観測をはじめました。昭和31年の第一次南極観測隊から第六次隊までで、経費その他の関係によって、昭和基地は閉鎖しましたが、その後再開され、第八次隊が昨年11月に日本を出発しました。南極の観測隊というのは毎年11月頃約40名が日本を出発し、そのうち約3分の2が冬隊として越冬します。夏隊は翌年の春南極をたつて6月頃日本に帰ってきます。

(ロ) 国際地球観測協力 International Geophysical Cooperation 略称 I G C 参加国数約64 期間 昭和34年1月～12月

(イ) 世界磁気測量 World Magnetic Survey 略称 W M S 期間 昭和34年1月～38年12月

(ニ) 国際太陽極小期観測年 International Quiet Sun Year 略称 I Q S Y 参加国数約97 期間 昭和39年1月～40年12月

太陽の活動が最も静かな時に、I G Y と同じような観測を行なうもので、昭和40年に終わりましたが、今度は逆に International Active Sun Year といって、太陽活動が最大になった時に観測を行なう。これは今年から数年年間世界共同で観測する計画ですが、日本では今年は用意ができていませんので、来年あたりからはじめる予定です。

(ホ) 地球内部開発計画 Upper Mantle Project 略称 U M P 参加国数約43

期間 昭和37年1月～39年12月(第一期)

昭和40年1月～45年12月(第二期)

地球の断面は、一番外側に薄い所で5 Km、厚い所で35 Kmの地殻という層があり、日本列島は35 Km位です。この地殻の下に2900 Km位のマントル層があります。地球の中心部を核といっていますが、この核から地表まで6370 Kmです。マントル層の上部を世界各地で研究するのが、地球内部開発計画で、一つの方法として爆薬で人口地震をおこし、マントル層がどう変化するかを調べます。今年はこの U M P の計画にもとづき、日ソ共同で北海道の襟裳岬と積丹半島を結ぶ線で、人口爆破の実験をおこなって、周囲にどんな影響を与えるかを研究することになっています。

(ヘ) 地球大気開発計画 Global Atmospheric Research Programme 略称 G A R P

期間 昭和43年1月～44年12月(第一期)

昭和45年1月～50年12月(第二期)

主として、地球の表面の気象を観測するもので、今まで気象庁などでやっていたきめのあらいものではなく、各国の学者が集まって観測機械なども開発しながら、もっときめの細い観測をする。日本では、鹿児島島の南方海域の気象観測をしながら、台風とか集中豪雨の研究をしようと考えています。最近、電子計算機が非常に発達してきたので、各国が共同して上層の気象を調べ、そのデータを電子計算機にかけて、15日～20日前に台風の予報ができるようにしようと考えております。

(ト) 国際生物学事業計画 International Biological Programme 略称 I B P 参加国数約60

期間 昭和40年1月～42年6月(第一期)

昭和42年7月～47年6月(第二期)

なわれました。そして、50年後にもう一度共同研究を計画しましたが、科学の長足の進歩にともな生物学では、室内で研究する場合と屋外で研究する場合がありますが、IBPは屋外で研究する生物学者が集まって、共同調査をしようというものです。森林、草原、湖水、河川、海岸、内湾の動植物、微生物による分解、生体系の中の物質循環やエネルギーの流れなどを研究するために、7つの分野に分かれています。生物学者が世界的な規模で、研究計画をたてたのはこれがはじめてで、そういう意味で大いに注目されています。今から40年たつと世界の人口が倍になり、食料が不足してきます。その時にそなえて、今から動植物の調査をし、植物の生産を飛躍的に増大させ動物性蛋白質の摂取をどうしたらいいかなどを研究します。

⑥ ユネスコの事業計画

学者同志の集まりではなくて、国が単位になって入っているもので、先進国と低開発国が共同して、低開発国を向上させながら協力をはかるものです。

(イ) 国際分水学10年計画

参加国数約90 期間 昭和40年1月～49年12月

農業人口がへって工業が発達してくるにつれ、世界の水がだんだん不足してきます。日本のように台風によって水が過剰になる所もあり、アフリカの砂漠のような所もあります。どこにどれだけ水が不足して、どこにあまっているか世界中の水の状態を調べて、それぞれの解決策を考えようというものです。

(ロ) ユネスコ政府間海洋学委員会 (I O C) に所属する事業

・ 国際インド洋調査 International Indian Ocean Expedition (I I O E)

インド洋を物理、化学、生物、生化学など海洋学的に調査するもので、多数の国が参加し、日本からも水産大学その他から船が参加して、大きな成果をおさめました。

・ 黒潮共同調査 Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions (C S K)

参加国数10 期間 昭和40年6月～42年5月(第一期)

昭和42年6月～44年5月(第二期)

世界には黒潮とメキシコ湾流の2つの大きな海流があり、日本では明治時代から黒潮の調査をやっておりますが、広く外国の協力をあおぐためにユネスコに提唱して、取りあげてもらった事業です。現在、日本をはじめアメリカ、ソ連、中華民国などが参加して調査にあたり、各国に黒潮調査のための調整員がおかれています。日本では埼玉大学の学長の和達清夫先生が国内調整員であると同時に、国際調整員にもなっております。したがって、日本国内の黒潮調整をするだけでなく、世界各国の調整もするわけです。

〔質問〕

ちょっと前に、アメリカの軍事方面から出た予算で、日本がかなり関係してずいぶん問題になりましたが、ああいう状態というのは日本としてはさげられなかったのか。その辺のところをどうお考えでしょうか。

〔答〕

大変むずかしい問題ですので、ずばり答られるかどうかわかりませんが。日本の学者がアメリカの軍のお金をもらって研究しているという事実は、確かにありまして、国会でも問題になりました。日本の学者がアメリカの軍のお金をもらった原因の一つは、外国では充分な研究費が学者に与えられているのに、日本では非常に少ないということです。アメリカでは自国だけでなく、他の国に対しても、自国の軍事研究に必要なだと認めれば研究を依頼しております。日本に対しても学者を指名してきたわけですが、日本の場合、国立大学ではその学者個人がお金をもらうのでは

なく、一般の寄付金と同様に形式上国のお金として扱われます。この手続きがふまれないで、学者個人がお金をもらったケースがあったわけで、文部省では43年度に研究費の増額をはかっており、従来よりは各研究室に配分される研究費がふえると思います。

もう一つは、軍事研究に日本の学者が協力しているかどうかという問題です。これも非常にむづかしい問題ですが、例えば、南極観測隊員をはこぶ砕氷船「ふじ」は防衛庁の船でして、防衛庁が非常に軍事的なものだというふうに解釈すると、防衛庁の船を使ったということで、南極観測にもいろいろ問題が出てきます。べつに軍事的な目的ではなく、非常に平和的な目的のために防衛庁の協力をあおんでいるわけで、この点では国内的にそれほど異論はないと思います。アメリカの軍のお金をもらうことは、それが戦争につながるかどうかの判定が非常にむづかしい。何ごととも解釈のしようで、直接戦争につながるがともまた、つながらないとも解釈することができます。たとえば、日本の医学者が細菌の研究にアメリカの軍のお金をもらうと、それが戦争に直接つながるかどうかということは、解釈の仕方、どういうふうにもいえるわけです。アメリカのお金を使って日本の学者が研究するということは、広い意味では国際的な共同研究なのですが、お金の出どころが軍だということで、神経質になる面があります。また、軍だけでなく、日米医学教育委員会に属するウィルス部会が、軍事的な目的のために使われているということがいわれていますが、決してそういうことはないのであって、個々の事例にあたってみないとわかりませんが、あまりそういうことを気にする必要はないんじゃないでしょうか。

資料 3

核酸の科学と人間

東京教育大学大学院 小西 克利氏

これからの新しい生物学は、物理学とか化学の基本的な考え方をマスターしておかなければ、ならないと思う。特に分子生物学についてはその根底をなしている生体高分子という蛋白質・核酸などを生化学の面から研究しなければならない。

そしてこれまでの学問領域にはあてはまらない分野である。

資料として配布したプリントは一応これから話の中に出てくる核酸に関する名詞のようなもので時々聞き慣れない熟語が出てくればその正体は、これだなと思って見ていただければよい。最近、朝日新聞で紹介されたDNAの人工合成の業績は、典型的な研究目標であるが、あのような方向で合成を旨として高分子のレベルで生命現象を解明してやろうという計画がなされている。

バイオフィジック・モレキュラーバイオロジーなどという言葉が使われているが、それらの言葉のむれの中で、蛋白質・多糖類・核酸などをバイオポリマー（生体高分子）とよんでいる。モレキュラーバイオロジーというのは、生体高分子の持つ特性を解析してそれをもとにして生命現象を解明しようというものである。

従来、医学などで生物化学といわれていたものは、ホルモン、低分子のものの体内の代謝を研究対象としていたがそれとはちがった内容を対象とするが生化学という同じ呼称をしている。現在、生化学と呼んでいるものの内容は、分子レベルで探究しようとするもので、化学的であろうと物理的であろうとどんな方法でもよいからあらゆる方向よりアタックしていこうとしている。そして研究対象として基本的な生命現象である遺伝増殖、進化、運動、調節、神経や脳のはたら

き（特に記憶や推理）、発生と分化などを対象内容としている。これらの内容は無生物との著し
いちがいであってどのような方法で解明することができるであろうかをねらっている。

グリアンとコンバーグのDNAの合成は、すべてが人工的な有機合成と想像されがちだがそこ
までは進歩していない。これは、バクテリアの成分を借りて酵素（エンザイム）で合成に成功し
たので人工オンリーの有機合成ではない。つまり、ダブルヘリックスのDNAでサークルを作っ
ている。このDNAは、PX 174^{註-2}にマークし、大腸菌に寄生するDNAを鋳型にしてアデノシン
を始めとする例の4つのヌクレオチドを材料として、それを1つ1つつないでいく酵素を用いて
サークルをつくっていった。それで1959年にノーベル賞を受けた。どういうようにしてDNAを
合成していくか、1955~56にコンバーグは合成酵素（DNAの）をみつけた。

DNAポリメラーゼをもとにして試験管中で合成してみたが自然のものに対して活動していく
能力がなかった。即ち、この段階では、本物に似ていて非なるものであった。

イリノイ大学のスピゲルマンの所で、活性RNAの合成に成功していたのでDNAも成功する
と予想はついていたし、すでに受けたノーベル賞の価値をたかめ、本来、目標にしていた活性の
DNA人工合成へ一歩でも近づこうとしてあげた成果であろう。

天然のものと同じ活性のDNAを作り出すことができるようになった。つまり、人間の引いた
設計図と同じく思い通りのものができるようになった。ここに重要な意義があり、この概念を押し
進めていくと生命の解明へ一歩々々近づいていくことができる。ということになる。

アメリカでは一研究室で140~150万ドル位の研究費を使っているのに対し、日本では100万円
位で少なくて問題にならぬが、日本の場合は、アイデューをいかして日本らしい研究成果をあげ
なくてはならない。なお、合成DNAの研究について言及しておく、

天然のPX 147を⊕として鋳型の原型とするとそれに⊖というものが人工的にできれば、次に⊖
を鋳型にして新しい⊕を人工的に合成していけば天然の⊕と同じものが合成されるという方法を
順に繰返していけばよいことになる。その場合、コンバーグの酵素と呼ばれるものが介在し
ているのでダブルヘリックスになっている天然のものと人工のものとを分離できるようになっ
た。

つまり、ブロムウラシルという重い元素を使用していくのである。また、この場合、10万Gで
48時間位円心分離器でふると天然のものと同一生物活性を持ったものをつくり出すことができ
る。以上のような研究は、遺伝のコードや細胞内の蛋白質の合成などと匹敵するようなものであ
らう。

具体的に核酸について

生体成分としてのRNAやDNAは生物体を構成している主要成分である。生体が自己増殖す
るとき不可欠のものである。生命を維持していくためには蛋白質がなくてはならぬ。蛋白質の存
在様式を規定するのが、核酸で特にDNAがこれにあたる。

物質としての核酸はどういうものか。そして生物体内での存在意義を規定するそのものとして
の性質<生体高分子の物性に興味があるが>はどのようなものか興味深い内容をたくさん持って
いる。

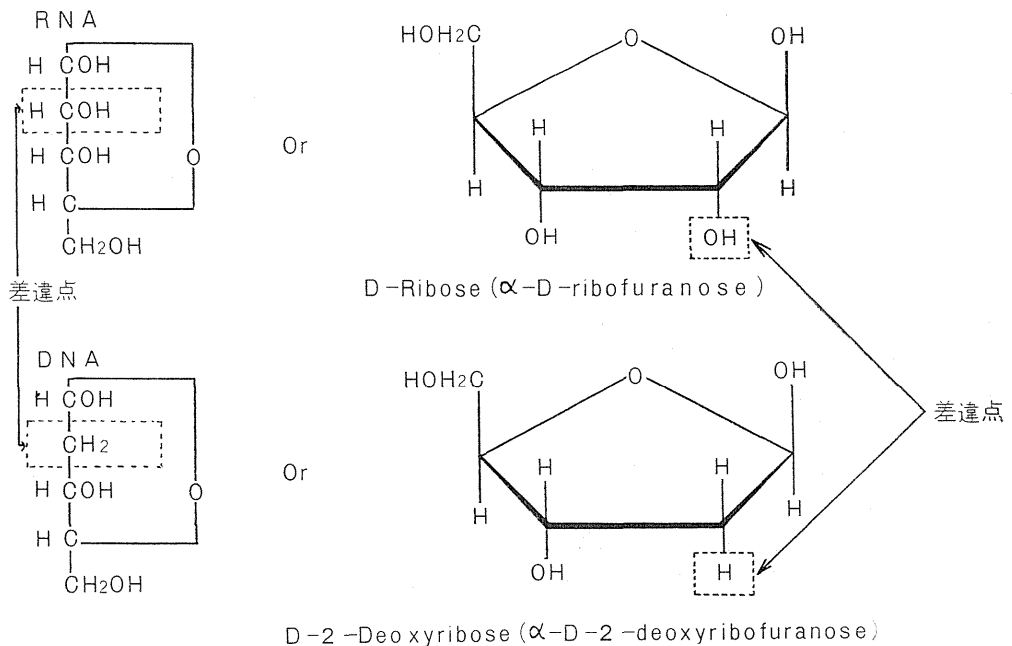
先ず、巨大分子（マクロモレキュラー）よりなっている。例えばTフェージと呼ぶ大腸菌をお
かす天敵がいるが、浸透圧を変えて、その頭部を破裂させることができる。パンクさせると頭部
よりDNA分子が飛び出してくる。この方法で今度は、電子顕微鏡を用いて10万倍（50kvで6万
倍位）位にしてやり、ポジライブスティンで写真にとってやると形態的に観察される。^{註-3}

分子量の推計は160万位、大腸菌で 10^8 、人間のDNAの1本分で 10^{10} 位で単純に考えると分子
量の大きさと進化との関連性がある。

テキストに示してあるように、DNAとmRNA<鋳型>、tRNA<運搬>、rRNA<リボソーム>、wRNA<ウィルス>などが天然に存在している。

これらのものに核酸と名称がつけられたのは、1923年頃塩基性の色素でよく染まるが、その中に酸性の物質がふくまれているというので核酸と命名された。いずれもエステル結合であるがその異なる点は、RNAが基本構造でリボース(糖) $C_5H_{10}O_5$ であるが脱酸素(Dオキシ)されて $C_5H_{10}O_4$ となっていることと、塩基としてプリン<AとG>、ピリジン<TとC>が含まれているが、ピリジングループのT(チミン)を持つものがDNAで、Tの代りにU(ウラシル)を持つものがRNAである。

以上のヌクレオシドに H_3PO_4 (磷酸) が加わって何れもヌクレオチドとなっている。分子は長く手をつないでリボヌクレオチドとなっている。



上の図式に示してあるようにポリヌクレオチド<RNA>ではOHであり、Dデオキシリボヌクレオチド<DNA>ではHであって脱酸素されており、OHとHのみとは大した差異点とは思われないが、機能面では大きな違いの働きをする結果となっている。

1細胞中DNAは、1種類で170万以上の分子量を持ち、情報を持っている本体である。一方、RNAは四種類以上あって情報をDNAから受けとり、その暗号を伝達し、蛋白質をつくるのであるが、その間にあって働き手のようなものである。

mRNA 情報をうけとり暗号として伝える。

tRNA sRNA<ソリーブル>とも言い、細胞内のアミノ酸を運びペプチド結合をさせる。必須アミノ酸の種類数だけ、それぞれの専任のtRNAがあると推定されており現在、10種余りは判明している。

rRNA 合成工場をつくっているので、このRNAの働きでアミノ酸より蛋白質が合成されている。

wRNA ウィルスの遺伝情報に関してDNAをかねたような働きをしている。

スライドを用いて説明する。

①スライド Tフェージと大腸菌を用いて

S^{35} <アイソトープ> (システイン) や P^{32} (核酸) でラベルしてDNAが遺伝子の本体である
うということを知る。

②スライド ネズミに発病させる双球菌2系統を用いてDNAが遺伝子の本体であろうとい
うことを知る。

③スライド DNAを生体細胞よりどのようにして抽出することができるか。

大腸菌(ウァイルドタイプ)を用いて抽出する。培養するのであるが20分で一世代であるから
1 cc当り 2×10^8 個にふえるので3時間40 l位培養すると大腸菌 $70 g$ 位が得られる。大きなスプ
ーンに一杯位になる。遠心分離で、3000~5000回転位で5分振るとチューブの底に分離して集める
ことができる。NaCl溶液で $60^\circ C$ に分りゅうしてやる。これを何回か繰り返えし、ドロドロの液
になるからこれを洗剤ソデリウムラウリルサルファイト(SLS)で何回か洗ってやる。その後
エタノールを加えてやるとDNAが沈殿する。それにクロロフォルムを入れてよく振とうし含ま
れている酵素(エンザイム)を除去する。このようにしてクロロフォルムで洗ったものをエタノ
ール中を流してやって硝子棒で繊維状のDNAをとり出す。DNAを始めて抽出した人は、以上
のような方法を用いた。高等動物(小牛の臍臓)より抽出するときも大体同じであり、また、R
NAをとり出すときも同じ原理で抽出する。RNAはDNAの粘性に対してサラサラしている点
の違いがある。

④スライド DNAの化学的構造を示す。

3'と5'のエステル結合が何千何万とつながっている。

⑤スライド DNA分子をX線回析で写真をとったものである。X線回析は高分子構造をきめ
るのに最も適確な方法である。

具体的にダブルストランドのフェリックス構造註-4をしていることが決定された。

フェリックスでは黒い濃いものが出てくる。

このような研究の場合、日本では、写真をもとに計算して時間をかけて構造を決定せねばなら
ぬが、進歩している英国では、アナグロ電子計算機に写真そのものをかけて直ちに算出され、構
造が決定されるようになっている。

⑥スライド DNA分子が長いポリヌクレオチド二重らせん構造になっており、四種の塩基が
AとT, GとCという組みあわせで水素結合をしている。この特異的結合は、分子がほどこやす
くなる状態であって(ふつうはスターキングして分子構造を保つため水素結合のほか、その周
りにフーロン力とかパンネヤーワルフ力という力が働いて、きれいに全部堅固なフェリックスと
なって1本鎖になるべき筈である。)また、らせん状に曲がっているのは、分子として形の弱い場
所があってそれを補う形として2重螺旋構造になっているのではないかと考えられている。

分子の引張りが上下左右に働いて、10~15も同じA. A. A……, G. G. G……というように重
なるとそのところでDNA分子のフェリックスがくずれやすくなる。分子のほどこやすくなった
ところは、発がん物質や色素の影きょうを受けやすいことも推定されているし、分子の形のくず
れやすいところが遺伝子と遺伝子のつなぎ目になっているのではないかも考えられている。

そしてDNAは、すべてが遺伝子ではなくDNAの部分部分にのっかっていて例えば、A. A.
A……, とかG. G. G……と重なっているところで切れるらしいということを含めて重視すべき
ことである。

⑦スライド DNAは生物の種類で全部異種であり、同じ生物でも細胞によってATとGCの

量はちがう。

⑧スライド ワトソンとクリックの考えたDNAのA型モデルは乾燥した状態のものを示してある。

⑨スライド ⑧と同じでB型DNAを示してある。これは生体細胞中の状態のものである。

ほそい溝・深い溝が写真にみえているが、溝の上にヒストン蛋白がスーパーフェリックスとなり、いわゆる電球のコイル方式で付着している。

以上のようにDNAの構造を説明をしてきた中でも感じていただけたと思うが既にわかっていることや生徒諸君であれば、教科書、参考書に書いてあることが永久に正しいことだなどと思わず常に真理を求めようとする人間の態度は大切なものである。特に、自分の頭でよく考えて事実にもとづいて探究すべきであるということが今日の説明で少しでもわかっていただければ幸いである。

前回は、染色体の本体としてのDNAの化学的構造について説明したが、今回は、RNAをも含めてそれらの機能をお話する。

DNAとRNAとが関係しあって蛋白質の合成をしていることは、大体、お話したが、RNAは、DNAから形成される。しかも、核内のDNAのコードの特定の部位にてそれぞれ種類の異なるRNAが複製される。その部位とRNAの種類は特異的で独立的になっているのでDNAは情報発現の本部であるがそれと同時に発現のための直接間接の働き手となるRNAをもつくるのである。そのことをスライドにて説明する。

①スライド テトラヒメナという細胞の生物体の中のRNAをオートラジオグラフという手段で撮影したもので、テトラヒメナの単細胞中に存在しているRNAは黒い点に見えている。

テトラヒメナは、成長の初期には核があり、12分後から88分後には核の内部より外へRNAが出ていく、これをP³²でトレースして知ることができるが、核外へしん出するRNAに対してDNAは核内にとどまっている。この場合のRNAはリボソーム(r)RNAである。

②スライド 動物の臍臓細胞であるが、①のスライドと同じことを推定するもので、RNAは細胞中の全体に分布している。

(写真の中央にミトコンドリアが見えているがこれはエネルギーの発電所のようなものである。)

細胞質中のエンドプラミックレストラム(ウ曲した細長い二重膜構造)の膜の表面やその付近にみられる小さな顆粒が蛋白質の合成工場で、リボソームという。

③スライド この前に示したスライドでDNAの構造モデルを示したが、これは、RNAの基本構造で、H₃P₄とC₅H₁₀O₅と四種の塩基(AとU、GとC)から構成されているヌクレオチドである。

④スライド RNAはポリヌクレオチドであるが1本鎖でそれが折れまがって重なりあい2次・高次の構造となっている。やはり3'と5'のエステル結合をする。そのような基本的な構造を示したものである。

⑤スライド DNAはAとT、GとCとがそれぞれ1:1のH結合になっているが、RNAはAとU、GとCは1:1の水素結合になっていない。しかし、RNAでもWRNA例えばイネの萎縮病ウィルスの場合にはDNAと同じ働きを持っていることも関係があるらしく2重螺旋構造をしているので、Aが24ならUも24というように1:1となっている。

しかし、プロデュース、大腸菌、ラットシドニーなどの生物体のソースより抽出したRNAは2重らせん構造にならず1本鎖で、塩基組成もそれぞれ1:1ではないことは、構造と働きや化学成分とが相互に深い関連性を持っていることを示している。

⑥スライド mRNAは三種の中でDNAの情報を読みとって形成されてくる。それはどのようにして研究されたか、DNAは長い鎖でそのある部位にちがった情報を持っている。今、DNAのある部位(位置)を①と考え、別のDNAの部位を②と考える。今DNAより作られたmRNAを仮定する。90°C~100°Cに加熱してDNAの中央の水素結合を切ってやると、DNAはそれぞれの鎖に別かれる。所謂変性現象を示す。そうしてできた1本鎖のDNAとmRNAを混ぜあわせてやって60°C~70°Cでしばらく保ってやるとmRNAは写真では黒い方の鎖(DNA)と上手に水素結合をして2重らせんの構成となる。これをハイブリッドをつくると呼ぶ。同様に今①のDNAでハイブリッドをつくったmRNAを別の②のDNAにまぜてやる。このとき①のDNAの部位の情報によって形成されたmRNAを②のDNAに混合してやる。しかし、混合してもハイブリッドを作らないということになる。

この結果よりm, r, tの各RNAはDNAのそれぞれきまった部位より作られてくるということが推定できる。このようにしてDNAのどの部位よりm, r, tなどのRNAがつくられるかが研究されている。この写真で示している内容は、すばらしい研究内容を持ったトピックである。

⑦スライド mRNAはDNAよりどのようにして遺伝情報をもってくるかを示したもので、そのメカニズムの模式図である。

丸い図は、mRNAをつくる酵素で、必ず酵素が関与して合成を早くしている。

DNAからRNAをつくるときRNAポリメラーゼ(Polymerase)という合成酵素がDNAのきまった情報をもっている部位(シストロンという)の端にスタートポイントがあると考えられ、ここにくっついてずっとDNAの塩基と相補的な構造のmRNAが合成されてくると現在は考えられている。

そのRNAポリメラーゼは、分子量200万位で土管形をしているという説もある。

DNAの情報を丹念に読んでRNAをつくっていく。前時にDNA Polymeraseということを手上げたと思うが、1細胞から2つの細胞が新しくできるとき(細胞分裂をするとき)DNAが1つから2つ複製される。その場合DNA Polymeraseが働きDNAが複製される。RNA Polymeraseは1つのDNAの上の意味のあるシストロンを読みとるという優れた働きがあり、そのときサイドをどのようにして認識(標識)するか? このことを、

金沢大学のカミヤマ教授、アメリカのライツ氏などが研究している。それは、DNA上のどこか意味のある部位(シストロン)をずれて読みとると狂ってくる。普通の状態では、正確に読み、読みとる部位がきまっている。このメカニズムが判明すると遺伝子の本体がわかり遺伝の真相をあきらかにすることができる。

⑧スライド tRNA(sRNAともいう)についての写真である。細胞質内のアミノ酸をつれてrRNAまで運んできてそこで蛋白合成をするはし渡しをする。mRNAもrRNAの何れも分子量が大きく分子構造(一次構造不明)が十分判かってないがtRNA(sRNA)は小さくて分子量が27000~30000の小さいもので正確に一次構造がきまった。それは、アメリカのフォーリー氏が最初の人でその人の発見したのは、アラニンに対するtRNAのモデルである。一次構造が1つもわかってなかったときはヘアーピンモデルであったが、わかってくるとおそらくクローバー形をしていると考えられる。

フォーリーの発見したtRNAは、アラニンのみを選ぶのであるが、生体では、アミノ酸は20種余り必須のものがあるから、それら1つ1つに対応するtRNAもあり20種余りのtRNAが推定されていた。現在では、10種位一次構造が判明してきている。したがって二次構造もわかってくるであろう。

どのtRNAを取り出しても、ここに

$\left\{ \begin{array}{l} C < \text{シトシン} > \\ C < \text{シトシン} > \\ A < \text{アラニン} > \end{array} \right\}$ の並びがあり、この並びの意味は何であるか、アミノ酸アクチベイト酵素

という活性化する酵素をここにうまくくっつけてそれをかえしてアミノ酸をくっつける。

tRNA分解酵素でこのあたりを切つてやるとtRNA活性化酵素は全々活性がなくなる。

現在は、このモデルが一番確かで、これが折れ曲がってくっついているという説が主流をなしており、ここがmRNAのトリプレットに対応する三連構造であろう。そしてrRNAやtRNAがくっついたりするであろうといわれている。ここがmRNAがもってきた情報（位置関係）をくっつける部位、これを研究したのは、名古屋大学の三浦謹二氏である。

⑨スライド rRNAの構造およびrRNAについてのスライドである。

リボソームというものはダルマ形をしていて試験管の中で取り出すとこの形は、 $Mg^{2+}10^{-3}$ モルの状態で分子量270万位の粒子状で存在する。 $Mg^{2+}10^{-4}$ モルにしてやると30S、50Sという2つのSubunitに分かれる。逆にもとに戻すとすなわち Mg^{2+} の濃度を高くすると（ 10^{-3} はこのようなパーティクルになる）可逆的に行われる。70Sという粒子で生体中で合成される。

$\left\langle \begin{array}{l} 50S \text{ で } 180\text{万分子量} \\ 30S \text{ で } 90\text{万分子量} \end{array} \right\rangle$ で、これの構造は合計されて270万ということであるが、ほぼ、正確ですが、まだ、可成り誤差はある。それでこの粒子を8molの尿素で分解してやるとこれがゆるやかに破れて蛋白質の粒子とRNAの粒子とにわかれ、ピンカールモデルが示してあるがこれがrRNAと考え50Sの中の120万のものを1分子だけ含まれている。これがうまく折れ重なってその間に蛋白質が25000位はいつてパーティクルをつくる。どのような構造をとっているか。

rRNAが中央にくるまって蛋白質がおおっているのか、所々rRNAが顔を出しているのか我々の実験では顔を出していると考え、そしてその顔がmRNAとくっついたりすると考えている。

したがってこのようなくっつき関係のものがどのようにうまくみあわさって生命をつくり出しているか、自分達のグループの研究内容と対抗的に研究の進められている相手としてウイスコンシンの野村氏、広大の近藤先生、ソ連のスピリー氏などがいる。

三つの遺伝子（暗号）の組みあわせをコードンといい、コードンが順番につながるがと、アミノ酸の配列の順序が決まりこれをシストロンとよぶ。シストロンで蛋白質の種類が決定される。四種の塩基の組み合わせの方法の中で三つの塩基の組みあわせを考え、三連符仮説を考え、例えばAUGというように3つ一組で1種類のアミノ酸を対応させると

$4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りで20種類のアミノ酸全部を対応させることができる。

コラーナー・ニーレンバーグ・ハイデンバーグ氏等の研究の成果がこの段階まで進展させた。

以上のDNAやRNA働きのメカニズムについて説明してきたが、最初にも例として申上げたコーンバーグ氏の研究成果でも推定できるようにDNAをおきかえる人為的な突然変異や狂った人をもとへもどすなど遺伝子のスタートとエンドをつないで人工DNAをつくるのが可能性を持っている。

RNAにDNAの端をとりこんでくるそのとき蛋白質を分解して分子論的立場で遺伝子DNAのどこにどのような情報をくみこんでいるか。調節のシステムはどうなっているか。さらに関連的に発展させてジャコブ・オベロン説、発がんのがん細胞の生ずる仕組みの仕事は、これからの若い研究者である君達（生徒）だ、リボソーム分子が数百種あり、そのどれが関係しているか、総合的位置づけ、分子のレベルでの位置づけ、などの沢山の問題が残っている。

このように学問は、病気を治すと共に、すばらしい希望もあるが、反対に人類を滅亡させる反

面もある。実験室の中で個々のことは明かになっても人類全体，社会のレベルまで正しい見方考え方のできる人間の成長がともなわないととんでもない方向になる。

それには，自分の頭でよく考えるということをも身につけていただくことが科学の研究進展と共に必要なことをつけ加えて終りにいたします。

- 註一1 二重ラセン
- 註一2 大腸菌に寄生するウイルスの各称
- 註一3 電顕染色法の一つ
- 註一4 二重ラセン構造