

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

旭川医科大学研究フォーラム (2003.12) 4巻1号:44-60.

過去2年間で行われたチュートリアル教育の総評と提言

林要喜知, 中村正雄

依頼稿 (報告)

過去2年間で行われたチュートリアルI教育の総評と提言

林 要喜知* 中村正雄**

【要 旨】

新たな医学教育システムとしてチュートリアル教育を1999年に導入してから、既に4年間の経過した。本稿では、3~4年目にあたる2年間のチュートリアルI (生物医学分野)について検証するために、個々の各課題に対するコメント、および、学生およびチューターによる意見や評価などを紹介した。さらに、今後の改善に向けた議論や幾つかの提案をまとめた。参考までに、教材として用いられた8課題文 (課題シート) およびそれらの学習のねらいを資料として掲載した。本稿で示した基礎資料が、今後のチュートリアル教育の実施上、何らかの参考になれば幸いである。

キーワード チュートリアル教育、生物医学、課題(シート)

I. はじめに

本学が新たな医学教育システムの一環としてのチュートリアル教育¹⁾を1999年に導入してから、既に、4年間の経過した。始めの2年間はあらゆる事が手探りの状態であった^{2)~4)}。その後の2年間では幾つかの反省を踏まえて試行錯誤を繰り返しながら、学生やチューターのみならず、課題出題者やチューター責任教官らが協力して、それぞれの立場から熱心な取り組みを重ねてきた。その結果、改善が効を奏して上手く機能している点が増えつつあるが、反面、より本質的な問題点も明らかになってきた。

本稿では、過去2年間にチュートリアルIで教材として用いられた8課題の準備段階から、実際のチュートリアル実施期間、さらには、第2学年に進級した後のタイミングで、チュートリアルIに関わった多くの方々との話し合い、さまざまな意見を集約して内容をまとめてみた。それらを踏まえ、短期あるいは中期的な改善を行うための提案を幾つか示した。

II. 課題実施の周辺状況

2000年度までは、新入生のチュートリアルIは、生物医学分野(ユニット1)と社会医学分野(ユニット2)から成り立っていたので^{3)~4)}、2001年度もこれまでと同じ方式で実施した。しかし、2002年度になされたカリキュラム改正にともない、チュートリアルIユニット1はチュートリアルIとして、ユニット2はチュートリアルIIとして、それぞれ独立した科目となった。そのため、チュートリアルの実施にあたり、さらに若干の変更を加えた。

1. チュートリアルIの学習目標

第3学年あるいは第4年に実施される医学チュートリアルの準備コースとして位置付けられ、自学自習の態度・技能、問題解決能力の獲得、討論発表技能の獲得が主眼となっている。さらに、医学生物学分野の最初の科目として、生物学や生命科学の基礎的知識の習得をも目指している。それゆえ、チュートリアルIには、問題解決型チュートリアルとしてのみならず、知識修

* 旭川医科大学生命科学

**旭川医科大学化学

得型チュートリアルとしての側面も併せ持つ。いずれにせよ、学生の学習意欲を高めることが何より重要なポイントである。

2. 実施形態

本チュートリアル I は、入学直後の 5 週間、週 2 回（月、木）展開される。午前中の 2 時間（60分、2 回）をチューター指導のもと、少人数（6~7 名）でグループ学習を行う。具体的には、チューターから配付された課題シートに基づいて学習項目を抽出しながら、学生達はそれらの内容や疑問点などについて討論を行う。チューターは、課題の学習目標にそった議論が展開されるように、チューターガイドに従って必要最小限のガイドや介入を行う。午後は、自己学習のための自由時間となっている。そして、次回のチュートリアルでは、自己学習に基づく発表や討論を行って、学習内容についての理解を深めていく。その後、チューターから次の課題シートを配付してもらい、同様に、グループ討論、自己学習、再度のグループ討論を続けていく。本チュートリアルでは、生物医学的課題が 4 つ与えられ、各課題のチュートリアルが終了した時点で、課題出題者による解説講義を受講し、疑問点を解消したり、さらに理解を深めていく。

3. 学生の成績評価

2001 年度は、学生の自己評価を加味しながら各チューターが行なった評価と、学生の課題レポートの両方を合わせて総合評価した。2002 年度では、レポートの代わりに、課題作成者によるペーパー試験を実施し、チューター評価とあわせて総合評価した。

Ⅲ. 課題内容と学生の反応

過去 2 年間で用いられた課題は、チューター経験者、あるいは、1~2 年生の講義科目担当教官によって作成された。すなわち、2001 年では、「遺伝情報の流れ」（資料 1）、「血管系から生体機能を考える」（資料 2）、「酵素」（資料 3）、「行動療法」（資料 4）の 4 課題で、2002 年では、「タンパク質」（資料 5）、「神経伝達のしくみ」（資料 6）、「免疫」（資料 7）、「体温」（資料 8）の 4 課題でチュートリアル I を実施した。資料として添付した課題シートの枠外には、課題作成者がチューターのために示した学習のねらいや目標を付記した。尚、各課題に対するコメントの概略は以下の通りである。

1. 2001 年度の 4 課題

① 「遺伝情報の流れ」

課題シート 1 では、セントラルドグマを学び、課題シート 2 ではレトロウイルスの生活環を学ぶことで、遺伝情報の流れを理解するものであった。導入課題としては妥当な課題だと予想していたが、課題文のキーワードを直ぐに理解できた学生とそうでない学生がいたため、初回の対応が大きく 2 分した。しかし、焦点を絞った内容であったため、2 回目以降のチュートリアルがスムーズに進んだようである。

② 「血管系から生体機能を考える」

複雑な人体の仕組みを誰もが理解できる血管系に的を絞った課題にくみ込んだため、議論や自己学習を進める上でうまく動機付けができた。また、課題文に具体的な学習指針を盛り込んだため、チュートリアルに慣れていない学生にとっては勉強しやすかったようである。学生が提出したレポートには、丁寧に血管系をスケッチしたのも多く見受けられ、時間をかけて勉強した様子が伺えた。

③ 「酵素」

酵素に関する課題は、比較的馴染みのあるテーマであったためか、積極的に取り組む学生が多かった。しかし、課題シート 2 の反応速度論的な内容には、学生の得意、不得意が働いたようであった。この分野が得意な学生は反応式を自分で誘導したり、他の学生に熱心に説明できたが、そうでない学生はどこまで勉強すべきかわからず、かなり消極的になったようである。また、この課題に取りかかっている頃、学生はインターネットで様々なサイトにアクセスして関連情報を入手していたようであった。ただ、それらの中には、必ずしも正確な情報ばかりではないということがチューター会議で話題となったので、チューターによる指導を行った。

④ 「行動療法」

このテーマでは、どの学生にとっても初めてのことが多く、これまでの知識の差による影響はなかったようである。実際、それまでであった発表者のかたよりが、少し解消された課題であった。ただ、馴染みの少ないテーマであるためか、自己学習のための資料探しに苦労したという学生のコメントが多く、図書整備の必要性を痛感した。また、内容を深く議論するというより、項目の羅列に終止したというグループも少なからず

あったようだ。これは、具体的な事例を引用した議論が展開し難かった面もあったためかもしれない。しかし、レポートを見る限りでは、丁寧に勉強した形跡が認められるものが多かった。

2. 2002年度の4課題

①「タンパク質」

タンパク質の構造について始めに学び(課題シート1)、その後、その遺伝子工学的応用について知識を深めていくテーマ(課題シート2)であった。2002年度チュートリアル最初の課題であるが、導入課題としては適切な内容であった。課題文は少々長めであるが、平易で読みやすい文章であったことや、テーマがタンパク質という点に絞られていたので、学生も色々な資料を活用し、よく勉強してきた様子が伺えた。

②「神経伝達のしくみ」

複雑な神経系を自己学習する場合、難解と感じる学生が出る事が予想された。ここでは、1)学習ポイントを「神経伝達の仕組み」に絞り込んで明確にしながら、しかも、2)私達の身近な嗜好品や薬から学習をすすめていく工夫がなされていた。課題シートは簡潔な内容になっており、順次ステップアップできるように3枚に分かれていた。これらのことから、チュートリアルとしては各グループに応じた発展性が期待されるテーマであった。実際、「医学部らしいテーマだ」とか「チュートリアルらしいスタイルだ」と感心して、前向きに勉強する学生が見受けられた。しかし、反面、「難しくて消化不良気味だ」と頭を抱える学生もいた。高校での生物履修の有無や自己学習時間の差が影響した課題と推測される。チュートリアル責任教官としては、頭を抱えた学生にリソースパーソンの活用を促すべきであったと反省している。

③「免疫」

自然免疫(課題シート1)、および、獲得免疫(課題シート2)という内容で免疫系の学習をすすめる課題であった。この課題では、広範な免疫系全体におよぶ学習ではなく、課題シートにあるキーワードを切っ掛けにして基本的な学習事項を勉強することに主眼がおかれていた。実際、チュートリアルでは、多くのグループでしっかり言葉の意味を調べて発表することがなされていた。「新たな発見があって面白かった」という意見がでたグループがあったが、反面、「言葉の羅列が続くだけで、調べた内容をいろいろな視点から

議論することが必ずしも十分ではなかった」と反省するグループもあった。このテーマに関して、学習内容が多過ぎるとする意見が引き続いてきた。

④「体温」

本テーマは、課題シート1では「ヒトの体温」を、2では「発熱」をテーマにした構成になっていた。体温調節のメカニズムを勉強した上で、発熱という異常事態を学んで欲しいとの意図から、課題は長くし、ある程度の方向性と情報を提供するものであった。このような課題シートの作成は、前3課題とは対象的なものであった。しかし、チューターガイドでは、様々な議論の展開を想定してそれに応えるようなガイド内容になっていた。実際のチュートリアルでは、「体温調節に関して良く理解できた」、「発熱の対処方法など臨床での対応もイメージできて、有意義であった」とするコメントが多かった。ただ、このテーマでも、「広範な学習内容を含んでいたため、息切れした」とか、「学習内容が膨大で勉強しきれない焦りを感じた」という学生も見受けられた。

3. 8課題の総括と今後の改善案

以上のことを総括すると、2001および2002年度の課題は、学生にとって学習内容が多すぎた為、個々の課題に対して、消化不良を起こしている面が残ったと考えられる。また、チュートリアル教育に慣れていないために、自己学習したことを、上手に発表できないという不満が残ったり、逆に、単に、羅列的に述べるだけに留まっているグループもあった。そのため、学習事項をグループ学習の中で議論したり、理解を深めたりする討論にいたらなかったという状態が、幾つかのグループで見受けられたのであろう。

そこで、今後の対応としては、先ず第一に、適切な課題量にするための工夫をしていきたい。勿論、削減し過ぎても困るが、具体的には、1~2課題減らすことで、適切な学習量となるようなポイントを探り当てていきたい。

第二には、チューターのファカルティーデイベロップメント(FD)だけでなく、学生がチュートリアル教育に慣れる為のFDも必要である。来年度は、初めてのチュートリアルでは、せめて、チュートリアル導入の時間を設けて、模擬チュートリアルなどの練習に時間をさきたい。

第三には、課題やチューターガイドの改善である。

毎年、学生からは課題内容に対して最も多く意見が出される。そこで、学習のねらいを実現できるようなチューターガイドに改めていく必要がある。具体的には、抽象的ガイド指針や教科書的な学習項目を掲載するだけでなく、具体的な学習内容にそったガイド例を盛りこむことで、幾つかの予想される議論の展開に対応できるように工夫すべきであろう。

第四には、学生のサポート体制を充実することが考えられる。過去2年間におけるリソースパーソンにアドバイスを求めた学生はテーマあたり2~3人程度であった。残念ながら、このシステムがあまり活用されていない。本学入学生の中には、高校生物の内容を履修していない学生が過半数を超えており、リソースパーソンの指導を必要とする学生はもっと多いと思われる。より積極的にチュートリアル参加ができるように、是非、開店休業状態のリソースパーソン活用について周知徹底をはかりたい。

Ⅳ.チュートリアルⅠにおける学生・ チューターの相互評価

表1および表2は、過去2年間における「チューターによる学生評価」および「学生によるチューター評価」をノーマライズし、各項目ごとに100点満点のポイントでまとめたものである。

課題内容やチュートリアル実施形態などこの2年間で変更を加えたことなどがあるため、この結果をどのように解釈するか難しい面もある。しかしながら、チューターが行った学生評価には、幾つか興味ある差異がある。1つには、H14年度学生の出席率が前年より良くなっていることである。ただ、自己学習時間にはむしろばらつきが見受けられた。それゆえ、単に出席率が良くなっているだけなのか、それが自学自習に結びついているのかは検証すべきところであろう。チューター側の評価の中では、学生の発言の仕方が適切であったかとか、科学的な根拠に基づく考え方が身についたかどうかという点、さらには、総合判定などに関して、いずれもやや厳しい判断が下されている点が注目される(表1)。

一方、学生側によるチューター評価は、各項目のばらつきが大きいことなどから2年間の変化としてとらえることは難しい。しかし、学生によるチューターの総合判定が良くなっていることは評価に値する。何故なら、学

生への評価が厳しくなっているのに、学生からの評価は良くなっているからである(表2)。これらのことから、チューターのFDやチューター経験を重ねてきたことなどがある程度上手く作用して、チューターが適切に対応しているケースが増えてきたと推察される。それゆえ、今後も、さらなる継続的な取り組みを重ねていくべきであろう。

チューターによる学生評価（平成13年度と14年度の比較）（表1参照）

以下すべての項目は、満点100点とした評価ポイントで実施した。

表1

	平成13年度	平成14年度
a. ポイント(100点満点)	学生出席率	学生出席率
90 ~ 100	86.50 %	96.70 %
80 ~ 89	10.10 %	2.20 %
70 ~ 79	0 %	1.10 %
60 ~ 69	3.40 %	0 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
b. ポイント(100点満点)	自己学習	自己学習
90 ~ 100	45.50 %	19.30 %
80 ~ 89	34.10 %	30.10 %
70 ~ 79	10.20 %	20.40 %
60 ~ 69	10.20 %	24.70 %
50 ~ 59	0 %	3.30 %
49 以下	0 %	2.20 %
	100.00 %	100.00 %
c. ポイント(100点満点)	科学的根拠による考え	科学的根拠による考え
90 ~ 100	22.50 %	14.10 %
80 ~ 89	48.30 %	31.50 %
70 ~ 79	13.50 %	20.60 %
60 ~ 69	13.50 %	26 %
50 ~ 59	0 %	7.80 %
49 以下	2.20 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
d. ポイント(100点満点)	発言の仕方	発言の仕方
90 ~ 100	19.30 %	16.10 %
80 ~ 89	48.40 %	30.10 %
70 ~ 79	10 %	18.30 %
60 ~ 69	21.30 %	21.50 %
50 ~ 59	0 %	10.80 %
49 以下	1 %	3.20 %
	100.00 %	100.00 %
e. ポイント(100点満点)	総合判定	総合判定
90 ~ 100	43.60 %	23.00 %
80 ~ 89	36.70 %	39.10 %
70 ~ 79	14 %	29.90 %
60 ~ 69	5.70 %	5.70 %
50 ~ 59	0 %	2.30 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %

- a. 学生出席率：遅刻や早退などを含めた学生のチュートリアル出席率を評価した。
- b. 自己学習：チュートリアル期間中の一日当たりの学習時間を学生の自己申告をもとに評価した。
- c. 科学的根拠による考え：グループ討論における学生の発表内容が科学的根拠や客観的事実に基づいてなされているかを評価した。
- d. 発言の仕方：ノートや資料の棒読みではなく、しっかりした自己学習に基づいた発表であり、自分なりに理解しているかどうかを考慮しながら、グループ討論における発表態度を評価した。
- e. 総合判定：各学生が、グループ討論や自己学習を通して、チュートリアルの目的を達成するために努力してきたかどうかを、総合的に評価した。

学生によるチューター評価（平成13年度と14年度の比較）（表2参照）

以下すべての項目は、満点100点とした評価ポイントで実施した。

表2

	平成13年度	平成14年度
a. ポイント(100点満点)	過度の介入	過度の介入
90 ~ 100	33.33 %	29.00 %
80 ~ 89	33.33 %	50.00 %
70 ~ 79	33.33 %	14.00 %
60 ~ 69	0.00 %	7 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	0 %	0 %
	99.99 %	100.00 %
b. ポイント(100点満点)	適切な指導	適切な指導
90 ~ 100	47.00 %	58.00 %
80 ~ 89	33.00 %	21.00 %
70 ~ 79	20 %	14.00 %
60 ~ 69	0.00 %	7 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
c. ポイント(100点満点)	姿勢	姿勢
90 ~ 100	60.10 %	29.00 %
80 ~ 89	33.30 %	57.00 %
70 ~ 79	0 %	0.00 %
60 ~ 69	6.60 %	14 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
d. ポイント(100点満点)	学生動機づけ	学生動機づけ
90 ~ 100	13.30 %	14.00 %
80 ~ 89	20.00 %	64.60 %
70 ~ 79	26.60 %	21.40 %
60 ~ 69	33.30 %	0 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	6.80 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
e. ポイント(100点満点)	学生との関係	学生との関係
90 ~ 100	66.60 %	20.00 %
80 ~ 89	6.60 %	65.00 %
70 ~ 79	26.80 %	15.00 %
60 ~ 69	0.00 %	0 %
50 ~ 59	0 %	0 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %
f. ポイント(100点満点)	総合判定	総合判定
90 ~ 100	26.60 %	43.00 %
80 ~ 89	53.30 %	29.00 %
70 ~ 79	6.70 %	14.00 %
60 ~ 69	6.70 %	7 %
50 ~ 59	6.70 %	7 %
49 以下	0 %	0 %
	100.00 %	100.00 %

- a. **過度の介入**：チューターによる介入が過度にならないように配慮しながら、学生の自主性に基づく討論を促したかどうかを評価した。
- b. **適切な指導**：逆に、全く介入しない傍観者的なチューターではなく、グループ討論が上手く進むように適切なガイディングをしていたチューターであるかどうかを評価した。
- c. **姿勢**：欠席や遅刻などをするのではなく、チューターとして真面目にチュートリアルに取り組んできたか、あるいは、チューターとしての姿勢がどうかを評価した。
- d. **学生動機づけ**：グループ討論の時間だけでなく、チュートリアル期間全体にわたって学習意欲向上を目指した動機づけであったかどうかを評価した。
- e. **学生との関係**：学生のグループダイナミクスが上手く機能するように、チューターとして学生との良好な関係を築いてきたかどうかを評価した。
- f. **総合判定**：常に学生を励まし、チューターとして相応しい役割を果たしたかどうかを総合的に評価した。

V. チュートリアル教育の諸問題と今後に向けた中期的視点からの提案

筆者らは、この4年間、チュートリアルIに様々な立場(課題出題者、チューター、チュートリアル責任教官)で関わってきたが、毎年、学生のグループによってうまくチュートリアルが進むグループとそうでないグループの差異に注目していた。これはどのような理由であろうか。チュートリアル実施上の問題点と幾つかの対応策について言及したい。

1. チュートリアル課題やそのガイド作成

まず、教材についてである。チュートリアルには、しっかりとした課題テーマとチューターガイドがあれば、テーマ内容に関して専門外のチューターであっても、その役割が十分果たせるといわれる。本チュートリアルでは、課題やチューターガイドの作成作業は、出題者個人にそのほとんどすべての作業を依存してきた。課題内容は、カリキュラムに照らし合わせてみて適切と判断されるものが多いが、入学直後の学生達が自学自習するには、やや難しいと感じられる課題も少なくない。さらに、チューターが直面する様々な問題に対応したガイド作りという面が十分に考慮されていなかったこともある。この4年間をみると、確かに、取り組みやすい課題テーマであったり、よく練られたチューターガイドの時には、学生によるチュートリアルが活発になっていた。それゆえ、より具体的で、かつ、効果的な教育効果をもたらすような教材作成が、今後のチュートリアルに望まれる。作題者を交えた複数メンバーによる課題検討が不可欠であるように感じられる。

2. グループダイナミクスを高める為のチューターFD

チューターの経験回数が、チュートリアルのガイドに大きく影響する場合について考えたい。例えば、チューターとしての経験が浅い場合や、チューターガイドに従って杓子定規に忠実に行ったため、学生達のチュートリアルを円滑に促すことができないケースがあった。特に、チュートリアルの開始時や難易度の高い課題テーマでチュートリアルがなされている時など、あるいは、高校で生物履修してこなかった学生が多く含まれるグループ構成においても、しばしば見受けられた。チューターは定期的な会議で、各グループ

の進捗状況や様々な問題を話し合い、解決策や対応策を協議してきた。そのような話し合いから得られた結論の1つは、学生1人1人を把握するだけでなく、グループとしてのダイナミクスがどうすれば上手く機能するかを考えて、ガイドするという方針の確認であった。そのため、グループによっては、介入度を高くしたり、チュートリアルシステムを理解してもらうための話し合いを学生と持つなどの、個別対応が必要であった。このように、チューターの(自由)裁量が大きく求められるケースでは、チューターとしての知識や技量、さらには経験が極めて重要な意味をもつと思われた。チュートリアルガイド作成のための努力に加えて、定期的かつ十分なFDが一層強く望まれるところである。

3. チュートリアル開講時期の問題

チュートリアルIの実施時期も、今一度検討しなければならない大きな問題であろう。「鉄は熱いうちにうて!」という格言があるが、チュートリアルIは入学直後の学生を対象にしている。新カリキュラムでは、欧米の医学生のようにしっかりと自己学習をしていくことを必要十分条件としているため、チュートリアルを契機にして、自学自習の姿勢を入学直後からしっかり習慣つけてほしいという期待が込められている。しかしながら、本チュートリアルは、新入学生にとっては、これまでの高校教育とは全く異なる教育スタイルであるため戸惑いがあり、入学早々の時期では、なかなか、そのシステムに慣れないうちに終了してしまうこともあったようだ。また、生物医学分野を取り扱うチュートリアルIでは、高校や予備校での生物履修の状況が大きく影響してしまうことも否めない。

そこで、入学以前の履修内容の差異による影響が解消されていく段階で、チュートリアルIを開講することはどうであろうか。例えば、開講時期を入学直後というより、むしろ夏休み後や2年次などにすることがより効果的なチュートリアルにつながるであろう。この場合、1年次の履修科目というベースのもとに2年次で展開される教科目などをテーマとすることが可能であり、課題作成やチューターガイドの作成も、知識修得および問題解決の混合型から問題解決型に統一していけるメリットも生まれる。あるいは、現行の開講時期であっても、どの学生にも同じような条件で取りかかれるような課題テーマ(例えば、社会医学的なテー

マを取り扱うチュートリアルⅡを先に実施したり、あるいは、一般教養科目に関わる多様な学習課題など)ですすめる方式も考えられよう。

もう1つの大きな提案は、チュートリアルⅠとⅡを連続させて行うのではなく、分離してもよいのではないだろうか。始めはこれらが1科目の扱いであったが、現在では、独立した2科目となっている。カリキュラム編成上は苦労が多いただろうが、例えば、前者を1年次前期に、後者を2年次前期としてみたい。医学チュートリアルⅢ以降が4年次に開講され、そのための練習という意味があるのならば、毎年少しずつ実施するほうが理にかなっている。チュートリアルⅠを緊張気味で臨み、Ⅱでは慣れによる中だるみ傾向に陥る学生にも、上手く対処できるかもしれない。

チュートリアルの目的を本学の医学教育全体のためのリテラシーと位置付けるならば、新入学生にあったチュートリアル教育のあり方をめぐって今一度議論していかなければならない。実際、高学年のチュートリアルが問題解決型であり、しかも、それなりにうまく機能しているとの声を耳にする。チュートリアルⅠの開講時期のタイミングやあり方をめぐる議論を早急にすすめていくべきではないだろうか。

4. 自己学習時間の有効利用

チュートリアルが最大の教育効果を発揮するためには、学生に提供した豊富な時間の使い方がもう1つの大きな要素と考えられる。この4年間、学生達は自習時間をどのように活用してきたのであろうか。学生の自己評価の調査から明らかなのは、自習時間の日平均が1~2時間とする学生が大多数であるということである。勿論、一部の学生はこの時間をはるかに上回る学習をしている。この時間データから自習時間を有効に活用しているかどうかを早計に判断する事はできないが、厳しくみれば、2時間ほどの学習時間は通常の自宅学習だけでも確保できるものと判断される。チュートリアルⅠ(1単位)に充てた総時間は、講義科目4単位に匹敵し、自習時間が3単位分に相当する。それゆえ、このシステムが4単位分の講義と同等以上に効果的に機能しているかは今後も検証していかなければならない大きな問題である。「自学自習」を、「自動車学校で自動車の教習を受ける」という迷言(名言?)を残した学生もいるようだが、自習のため施設利用の便宜をはかったり、希望者には補習講義を行ったり、

さらには、リソースパーソンの活用など、自学自習をサポートする体制整備が不可欠であろう。

5. 学生からの提案

一方、チュートリアルに対する率直な意見としては、「まずは講義を先にしてほしい」、「自分達は学ぶ意欲は高いと思うが、このチュートリアル教育は唐突すぎる」、「これまでの授業形態とは大きく異なる上に、チュートリアルの課題は難しく、量も多い」と感じる学生が、毎年、少なからずいる。そのため、「意味も理解しないまま、ただ、言葉や事象を羅列するだけの発表で終始してしまった」、「疑問点を明らかにしたり理解を深める議論ができず、どのテーマも途中で終わってしまった」というグループもけっして少なくなかったようである。また、「自学自習をするにしても、図書館やチュートリアル室には自学自習に適した書籍類はけっして十分とはいえず、また、大学の教科書や専門書は膨大すぎて難しい」、「結局、高校の参考書や資料集、一般向けの教養書や家庭医学などの書籍、あるいは、インターネットによる情報などを教材として使った」という学生が多かった。高校や予備校、あるいは他大学である程度の基礎知識をつけて入学した学生はまだしも、高校でほとんど生物を履修していない学生の中には、「チュートリアルは、焦りこそすれ、決して学習意欲をのばすとはいいがたい」と否定的にとらえている人もいる。

さらに、「グループ討論の時間が短かすぎて十分な発表ができない」、「どこまで勉強すればよいのか不安であるし、討論や自学自習の後でも内容を十分に理解できなかった」などを不満に思う学生もいた。また、「グループにより進捗状況の違いを不安に思った」、「試験やレポートがあるので、フラストレーションを感じた」、「グループのメンバーやチューターとの相性が良くなって、憂鬱な気持になった」という感じた学生もいた。これらの意見をもった学生は、むしろ、始めに、生物学講義や、生物の補習授業を行ってほしいと希望しているようである。

勿論、チュートリアルでの学習がその後の学生生活にプラスになったと考えている学生も少なからずいた。例えば、「チュートリアル形式のグループ学習により、自分達の理解が深まった」、「チュートリアルで学んだことが、実習やその後の講義を理解する素地になった」、「チュートリアルが契機となり、よく話し合

う（議論しあう）ようになった」などの意見があった。「チュートリアル終了後も、自分達で自主ゼミを開いて継続的に勉強するようになった」、「チューターの個人的な経験を聞く事ができ、様々な刺激を受けた」、「チュートリアルでは意味も分からず勉強していたが、講義の展開につれ自分の中でいろいろなことがうまく体系化できてきた」、「他の人の意見や考えを聞くことで、自分の興味や学ぶ意欲がでてきた」などというコメントもあった。これらの意見を持つ学生の割合は、正確にはわからないが、チュートリアルに積極的な参加をしていた学生達であると推察される。

VI.まとめ

入試の多様化により様々な学生が入学することは望ましいことではあるが、それだけ、入学時点での履修内容に幅をもった学生を受け入れることになる。これまでも、6年間の医学教育にとって、入学前の履修内容が大きな問題とはなっていないことは確かである。しかしながら、入学直後のチュートリアル I は、多くの学生にとっては「ある種のカルチャーショック」となっていることは事実である。そして、一部の学生にとっては「休学を考えた」ほどの大変なストレスになっているようでもある。このカルチャーショックが、今後の学びにとっての発奮材料になるためには、現行のシステムが抱える問題をどのように解決するかが大きな課題である。それゆえ、毎年チュートリアルの教育効果をしっかりと評価し、このシステムを磨きあげる

努力が求められている。本学法人化後の中期目標にも教育重視の基本方針が掲げられているが、今こそ、5年目を迎えたチュートリアル教育を大きく見直すタイミングであるといえよう。チュートリアル教育が真に有効に機能しているというレベルに到達しなければ、学生ばかりではなく、チュートリアル教育に参加しているヒューマンリソース（多くの若手教官や大学院生など）のエネルギーも浪費する結果になってしまうからである。

VII.謝辞

チュートリアル I の実施に際して、全面的なご指導や援助をしていただいたチュートリアル実施委員会委員長坂本教授、各課題作成者、さらには、チューターを担当して頂いた諸先生方に深く感謝いたします。

VIII.参考文献

- 1) 吉岡守正、東間 紘：チュートリアル教育、東京女子医科大学チュートリアル委員会編、篠原出版、東京、1-178, 1996.
- 2) 上口勇次郎：旭川医科大学医学科新生生に対するチュートリアル教育の現状と課題、旭川医科大学研究フォーラム、1：88-93, 2000.
- 3) 上口勇次郎：過去2年間にチュートリアル教育 I (生物医学分野)の学習教材として用いた8課題の短評、旭川医科大学研究フォーラム、2(1)：76-84, 2001.
- 4) 塩野 寛：過去2年間にチュートリアル教育 I (社会医学分野)の学習教材として用いた8課題の短評、旭川医科大学研究フォーラム、2(2)：66-71, 2001.

Review and proposals for the educational system of Tutorial 1 over a period of two years.

Yokichi Hayashi* and Masao Nakamura**

Summary

It is now four years since the implementation of the tutorial system of education in biomedical sciences for medical students. In order to assess this system and the problems encountered in Tutorial 1 and to measure student performance, we examined each learning task and provided analysis. Representative opinions, comments and evaluations summarized from both tutors and students are presented. The eight course modules are also shown along with their educational aims and learning goals. It is our hope that these data will be useful in promoting discussion and development and thereby make this educational system more responsive and effective.

Key words tutorial system of education, biomedical science, learning task

* Asahikawa Medical College, Life Science

** Asahikawa Medical College, Chemistry

資料 1 : 2001年 課題 1 「遺伝情報の流れ」

課題シート [1] - 1

1950年代初め、DNA (デオキシリボ核酸)の構造が解明されるとともに、細胞の遺伝情報はヌクレオチド配列に暗号として書き込まれていることが明らかとなった。この暗号をもとに、細胞の構造や機能の形成に必要な RNA (リボ核酸)とタンパク分子が作られる。この遺伝情報の流れは細菌からヒトにいたるあらゆる細胞に共通した根本原理なので、分子生物学のセントラルドグマ (central dogma)と呼ばれている。

【学習のねらい】

本学に入学した学生のおよそ半分は受験で「生物」を選択しておらず、生物学の基礎知識をほとんどもたないのが実情である。本テーマでは、生物を選択していない学生には、必要最低限の知識 (高校生物程度)を学習させること、生物選択の学生には、さらに深く学ぶ事で、自分達の知識はまだ入り口に到達した程度と認識させることを目標にしている。初めてのチュートリアルですので、チュートリアルの進め方になれることを主眼に置き、学習点が明確な問題にした。なお、このテーマについては、総合生命科学 I、III、VIで詳しく講義されることになっている。

課題シート [1] - 2

1970年代に入り、あらゆる生物に普遍の原理であると考えられていた「遺伝情報の流れ」に反する現象がウイルスの研究から明らかとなった。レトロウイルスと名づけられたウイルスの仲間、その生活環の過程で、ゲノム RNA から DNA を合成する(逆転写)逆行する流れを持つ。こうして合成された DNA は宿主細胞のゲノムに組み込まれ、宿主ゲノムに新たな遺伝情報を付加することになる。最近、ヒトゲノムの全ヌクレオチド配列が明らかにされ、我々のゲノムのおよそ 1 割がレトロウイルスによって持ち込まれたものであることが示された。

【学習のねらい】

レトロウイルスの生活環を学ぶことを介して、生物の遺伝情報がダイナミックに変化し、生物種間でもやり取りされうることを理解させる。

資料 2 : 2001年 課題 2 「血管系から生体機能を考える」

課題シート [2] - 1

ヒトをはじめとする脊椎動物のからだは、それぞれ固有の機能を営む様々な器官が集合してできています。そのような諸器官は、それぞれが勝手に働いているわけではなく、絶えず物質や情報のやりとりをしながら有機的な連携を保ち、生命を維持していくための機能を分担しています。その際に、物質や情報を交換するための共通スペースとして使われているのが、全身くまなくはりめぐらされている血管系です。心臓のポンプ作用によって動脈に押し出された血液は、全身の様々な器官に到達して、そこで酸素や栄養を供給します。また逆に、末梢の組織で生じた老廃物などを受け取った血液は、静脈を経て心臓に還流し、これを適切な形で処理してくれる器官まで、さらに運ばれます。また、ある器官からある器官に情報を伝えるために、ホルモンと総称されるさまざまな物質が血流にのって運ばれていきます。この血管系という生体にとって非常に重要な役割を果たしているインフラストラクチャーについて、あなたはどれだけの知識を持っているでしょうか。次の問題を参考にして、生体における血管系の構築およびその生理的な役割について整理してみてください。

- (1) 生体を構成する主要な臓器のおおよその位置・大きさ・形を模式図に示して下さい。動脈は心臓を出発してからどのように分枝してそれらの臓器に到達しますか。また、各臓器を灌流した血液はどのように合流しながら心臓へと戻ってきますか。
- (2) 各臓器は血液からどのような物質を受け取りますか。また、各臓器は血液にどのような物質を供給しますか。そして、このような血液との物質交換は、その臓器の機能とどのような関係を持っていますか。

課題シート [2] - 2

既に皆さんが学んだように、血管は生体を構成する各臓器をくまなく結んで、絶えず様々な物質を運搬しています。この血管の壁の構造と機能に関する次の質問に、あなたは答えられるでしょうか。

(1) 血管壁は部位によってどのような多様性を持っているのでしょうか。

血管は単なる管ではなく、その部位によって異なる壁を持ち、様々な機能を担っています。動脈・毛細血管・静脈の壁を顕微鏡で観察すると、どのような構造の違いがあるのでしょうか。またそのような構造は、どのような機能の差を反映しているのでしょうか。

(2) 様々な物質はどのようにして血管壁を越え、血液と組織との間を行き来するのでしょうか。

そもそも物質はどのように毛細血管の壁を越えて組織と血液の間を行き来するのでしょうか。さらに、組織・臓器によっては、その組織・臓器の機能の維持に必要な物質だけを選別して通過させる機構を持っています。そのような仕組みを総称して血液組織関門と呼びますが、このような関門はどのような臓器に存在するのでしょうか。

(3) 血管の構造・機能が障害されると、どのような健康上の問題・症状が生じるのでしょうか。

血管は全身くまなく分布しているため、血管系に系統的な病的変化が起ると、全身の臓器にその影響が及びます。そのような病的変化の代表的なものとして、動脈硬化がよく知られています。不適切な生活習慣やそれ起因する生活習慣病は、そのような血管の病的変化の進行に大きな影響を与えます。動脈硬化が進行すると、様々な臓器の機能不全を引き起こし、放置すると生命にかかわる事態となります。それでは、いったい動脈硬化とは血管のどのような変化で、どのような原因がもとで起こるのでしょうか。

【学習のねらい】

全身にくまなく分布する血管系の構築や区割りを学習することを通して、生体を公正する様々な器官組織の機能分担について理解を深めるとともに、各臓器を注解する血管系の重要性を認識する。

資料 3 : 2001年 課題 3 「酵 素」

課題シート [3] - 1

酵素という言葉から直接イメージするのは、アミラーゼやペプシンといった消化酵素ではないかと思いますが、このような消化酵素は酵素全体から見ればほんの一部にすぎません。酵素とは「タンパク質で構成された触媒」であり、体内で起きる化学反応のほとんどが種々の酵素の触媒反応によるものです。

酵素はタンパク質でできているため、高温では変性を起こし失活してしまいますが、温泉の湧出するところに住む好熱性細菌のもつ酵素は、非常に高い熱安定性を示します。この耐熱性酵素の利用例として PCR があります。PCR による DNA 断片の増幅技術は、遺伝子操作や臨床検査に革命をもたらしました。この技術は96℃の加熱に対しても安定な耐熱性 DNA ポリメラーゼの登場によって、はじめて実用化できたのです。

我々の身の回りでの酵素の利用は、よく知られている洗剤のほか、農業、食品、医薬品、診断、計測など多岐にわたっており、酵素利用技術の特許、実用新案は日本だけでも40,000件近くに上ります。たとえば臨床診断への利用では、血清中のいろいろな酵素の活性や量比を測定することが、疾病の診断に際して大切な指標となっています。

【学習のねらい】

体の中で起る化学反応を理解する上で、最も基本になる酵素という「物」について、生化学的に正しい知識を習得する。また、酵素の実例の利用例を学習する。

課題シート [3] - 2

酵素反応の速度は周囲の様々な要因(基質濃度、pH、温度、調節因子、etc.)によって影響を受けますが、他の要因を一定に保ち基質濃度を変えると、基質濃度が酵素濃度に対して十分に大きいと仮定すれば、反応速度 v と基質濃度 $[S]$ の間には次の式が成り立ちます。

$$v = \frac{V_{\max} \cdot [S]}{K_m + [S]}$$

この式はミカエリスメンテンの式とよばれ、酵素反応速度を論じる上で最も基本的な式です。この式に現れる V_{\max} とはこの酵素の最大活性を表し、 K_m はミカエリス定数と呼ばれる値で、酵素の基質に対する親和性の尺度となります。この式は酵素反応の途中で酵素と基質が結合し酵素基質複合体を形成することを仮定して導かれています。実際、酵素表面に基質を結合するポケットが存在し、そこに基質が結合することが、X線結晶構造解析などで明らかになりました。

基質結合部位に基質に似た構造の化学物質が結合すると、酵素本来の基質結合が妨げられ、触媒活性が失われることが有ります。このように酵素活性を低下させる物質を阻害剤と呼びます。特定の酵素に対して特異的な阻害剤の中には医薬品として有用なものが多くあります。最近では医薬品となる酵素阻害剤の開発で、基質結合部位の立体構造をコンピュータ上で構築し、阻害活性を有する化学構造をデザインするという方法も採られるようになってきました。

【学習のねらい】

酵素の反応機構を正しく理解し、医薬品としての酵素阻害剤について、实例に基づいた知識を得る。

資料 4 : 2001年 課題 4 「行動療法」

課題シート [4] - 1

【学習と行動療法】

人間は、環境と相互作用することにより、次々に行動を変化させます。このような経験による行動の変化は、学習と呼ばれています。学習には、馴化、古典的条件づけ、オペラント条件づけなどのさまざまなタイプがあります。

学習についての心理行動研究が進むにつれて、それらの成果を不適応行動や問題行動についての臨床場面に応用する試みが盛んに行われるようになり、現在では行動療法と呼ばれる治療法として確立されてきました(例: 系統的脱感作法等)。行動療法の基本的な考え方は、すべての症状を学習によるものと考えことにあります。たとえば、自傷行動は何らかのオペラント条件づけの結果であるとされます。また、抑うつは、報酬の欠如による学習性無力感であるとされます。

行動療法は、それまで心理療法の理論として絶対視されてきた精神分析の妥当性に疑問を投げかけることになりました。

【学習のねらい】

目的は以下の2つである。1) 学習という用語は勉強や成績などを連想させるが、学実的には、経験による行動の比較的永続的变化と定義されており、極めて広い心理行動現象を含んでいる。ここでは、人間や人間以外の動物が持っている学習能力の種類、それらの学術的な定義と具体的な例、それらの性質、それらの能力に関する心理行動現象等について、問題意識と興味を持ち、それらについて深く考察させることを目的とする。2) 行動療法には様々な種類があることを、それらの理論的背景も含めて理解する。加えて、従来の精神分析との関係についても思考を深める。

課題シート [4] - 2

【行動療法と精神分析療法】

人間が示す以上行動を考えるための心理療法の基盤として、さまざまな考え方が提案されています。たとえば、カウンセリングや感受性訓練に代表される精神分析療法の考え方によれば、問題行動の原因として無意識などの内的な過程を重要視します。ですから、治療法も内的な過程に関連するものがほとんどです。この考え方に従えば、ある患者さんが自傷行動を示す場合、その背景にある意識的あるいは無意識的な悩みを解決することが大切であることになります。

一方、行動療法の考え方では、問題行動はすべて学習されたものであると考えます。この場合、症状は行動そのものですから治療の焦点は行動の形成・維持に向けられます。この考え方に従えば、ある患者さんが自傷行動を示す場合、自傷行動が学習されたメカニズムを解明する(他の苦痛よりはましであるという学習、あるいは、周りの大きな反応が強化となる等)ことが治療の第一歩ということになります。

【学習のねらい】

行動療法と精神分析の本質を的確に理解し、それらのメリットとデメリットを挙げることができることを目的とする。

資料 5 : 2002年 課題 1 「タンパク」

課題シート [1] - 1

タンパク質はよくネックレスに似ているといわれます。見方によってはネックレスにそっくりだからです。でも、その玉はアミノ酸という特別の物質です。食卓でおなじみの化学調味料に使われるグルタミン酸もその玉の一種です。生物を作っているタンパク質には、無数といってよいほど多くの種類があります。さて、タンパク質というネックレスは、何種類の玉からできているのでしょうか。タンパク質の種類が多さから考えると、玉にもたくさんの種類があるとお考えでしょう。ところが、驚いたことに、たった20種類の玉からできているのです。バクテリアのタンパク質も、竹のタンパク質も、人間のタンパク質も、例外なくこれら20種類の玉を材料にしてつくられています。ちなみに、500個の玉からできているネックレスを20種類の玉を使ってつくるとすると、違うネックレスが何種類くらいできるのでしょうか。なんと20の500乗種類という天文学的な数になってしまうのです。まさに驚くべき多種類のデザインのネックレスができるわけです。しかし、生物はそこの中のごく一部しか実際にタンパク質として使っていません。タンパク質として役立つネックレスは、それぞれの目的に応じて特別の順序で玉がつながったものに限られているのです。

専門用語では、ネックレスの玉の並び方をタンパク質の一次構造といい、ネックレスが折りたたまれた状態を立体構造(三次構造)と呼んでいます。ネックレスの玉の並び方が一つ変わっても、まるまったネックレスの形が変わってしまったり、形はほとんど変わらなくても性質や働きが全く変わってしまうことがあります。玉の並び方が突然変異によってちょっとでも変わったら、どんな大変なことになるかを一例をあげてお話ししましょう。

【学習のねらい】

生体の主要構成成分である蛋白質やアミノ酸の化学的本体を把握し、それらが生命現象においていかに重要な役割を持っているかを理解する。課題文をできるだけ取り付きやすい表現にしたため、以下のキーワードは必ずしも上記文章中にふくまれているものばかりではないが、討論あるいは自己学習の過程でこれらのない様について理解を深めてほしい。

キーワード：蛋白質、アミノ酸、ペプチド、ペプチド結合、蛋白質の構造(一次構造、二次構造、三次構造、四次構造)、突然変異

課題シート [1] - 2

最近、遺伝子を試験管内で人工的に切ったりつないだりする（組み替える）技術、いわゆる遺伝子工学がめざましく発達してきました。これには、遺伝暗号の特定の配列を認識して遺伝子を切る酵素（制限酵素）の発見が、大きく寄与しています。たとえば、この遺伝子工学を利用すれば、人間に有用なタンパク質の遺伝子を切り出してきて、細菌や酵母の遺伝子と試験管内でつなぎ合わせて細菌や酵母に入れてやれば、その有用タンパク質を人為的に作り出すことができます。

この方法によって、従来天然の生物材料からはごく微量しか取り出すことができなかったインシュリン、成長ホルモンやインターフェロンなどのタンパク質を多量に作り出すことも可能になり、病気の治療に使えるようになってきています。遺伝子の暗号とタンパク質のアミノ酸配列との対応を利用することが、遺伝子工学を支えている基本的な原理です。それは一見、人工的な技術でありながら、一方では生物界の理法にかなったものだといえましょう。

【学習のねらい】

分子生物学の基本原則を学び、遺伝情報に従って蛋白質がどのように合成されるかを理解する。併せてその応用である遺伝子工学についても理解を深める。（学生の志向によっては遺伝子組み換え食品や遺伝子診断の是非など、遺伝子工学のもたらす社会的側面について議論したがる班もでてくるかもしれないが、その場合でもあくまで科学的知見をふまえた上での議論を展開するよう指導してほしい。

資料 6 : 2002年 課題 2 「神経伝達のしくみ」

課題シート [2] - 1

脳に作用する嗜好品や薬をどれだけ知っていますか？その中で特に、習慣性を持ち社会的に規制されている（法律で年齢制限がある、医師の処方なしでの服用が違法である）ものはどれですか？知っているものをあげてみなさい。

課題シート [2] - 2

これらは、細胞の表面に存在するタンパク質に作用する薬物（分子）です。では、このような薬物は脳の中で一体どのように作用するのだろうか。また、これらの作用を理解できるようになるためには、脳についてどのようなことを知っておかなければならないかを考えなさい。

【学習のねらい】

脳というものはだれしも興味をもつと思う。しかしながら、なかなか脳を理解するというのは難しい。その手がかりとして脳（を始めたとする神経系）を構成している神経細胞の基本的な性質を理解する。

課題シート [2] - 3

脳（およびすべての神経系）は神経細胞同士が情報を伝達することで機能しています。脳や脊髄が行うことを簡単に言ってしまうと、外部からの“いろいろな種類”の情報（感覚）を入れて、脳や脊髄内での“様々な過程”を経て“いろいろな種類”の筋を収縮させる指示を出すことです。

ここであげた“いろいろな種類”や“様々な過程”にはどんなものがあるのか考えなさい。また、どのような経路で脳や脊髄を情報が伝えられているのでしょうか？

【学習のねらい】

中枢神経（脳と脊髄）や末梢神経がどのようにしてはたしているかは学生はほとんど理解していないであろう。多少なりとも具体的なイメージをつかむために、ヒトの一連の行動（この場合は広義の行動で例えば発汗や腸管運動なども含む）の例をあげて、その中で神経系がどのように作用しているかを理解する。

資料 7 : 2002年 課題 3 「免疫」

課題シート [3] - 1

免疫系の最も本質的なはたらきは、微生物などの感染から生体を防御することである。細菌やウイルスなどの病原微生物の侵入に際して、私たちは自然に備わった自然免疫によってまず侵入者を撃退する。そして、さらにはリンパ球の免疫応答によって獲得される獲得免疫（適応免疫）が働く。このようなヒトの生体防御機構は複雑であり、実はいろいろなバリアー、因子、細胞などはたらきによって維持されている。特に、初期防衛反応として自然免疫のはたらきは重要である。

【学習のねらい】

免疫系は自然免疫と獲得免疫という大きな分類が可能です。特に、ここでは、自然免疫の働きを理解することに重点を置き、列挙された因子、細胞などの役割を示して下さい。生体防御、免疫の基本的なシステムを理解する上で基本となる主な因子、その働きについて理解する。

課題シート [3] - 2

獲得免疫には様々な免疫担当細胞が関わっている。それぞれの免疫担当細胞の多くは、骨髄の血液幹細胞から分化し、末梢血中、リンパ組織に移動する。そしてこれらが度重なる侵入者や体内の標識物に対して働くことになる。

【学習のねらい】

生体防御、免疫の基本的なシステムを理解する上で基本となる血液細胞、リンパ組織についての知識を習得する。

資料 7 : 2002年 課題 4 「体温」

課題シート [4] - 1

ヒトの体の中心部の温度は高く、外殻部の温度は低い。前者を核温（core temperature）、後者を殻温（shell temperature）という。両方とも「カクオン」であるので、中核温、外殻温として区別することもある。ヒトの核温は通常37℃程度ある。また、個人差、季節差、一日の時間内で変動する。我々が日常的に測定している腋窩（えきか）の温度は、核温を測定することを目的にしているが、実際の腋窩温度（36.5℃程度）は、核温と殻温（35℃以下）の間に位置する温度である。

ヒトの体内の温度のレベルは、熱産生と熱放散のバランス（熱出納）によって決定される。今、体重60 kgの人が茶碗一杯のご飯を食べて100 kcalの熱を産生すると仮定する。その産生された熱から40 kcalの熱だけが外界に放散されるとすると60 kcalの熱が体に留まって、全体として体の温度を約1℃上昇させることになる。このとき、当然のことながら、体の中心部の core 温の方がより高く上昇し、shell 温の方がより低く上昇する。

中心から周辺部へ向かう体内の温度分布は、core から shell へと熱を運搬する血液循環の状態によって著しく変化する。また、shell では熱が皮膚から外界へと放散させられるため、皮膚表面から失われる熱量は、皮膚表面の温度や、着衣、外界の状況によって規定される。皮膚から失われる熱は、通常は放射の形で失われるものの割合が最も大きい。その他に、対流と伝導によるもの、蒸発による熱放散などがある。

体温が変化してくると、ヒトは様々な反応を示す。まず体温が低下すると、「ふるえ」や「鳥肌が立つ」ことはよく経験するが、それらより最も基本的で初期の反応は「手足の先が冷たくなる」ことである。また、「ふるえ」も肩や四肢がふるえるものや、「胴ぶるい」といって体幹がブルッとふるえるものがある。次に、体温が上昇すると、「手足の先が暖かく」なり、「呼吸が早く」なったり「汗をかく」こととなる。これらの反応を引き起こす最初の信号は体の各部分の温度であるが、やはり一番大きな刺激となるのは核温である。

ところで、多くの熱を失うとき、core 温や shell 温が低下し、私達の体は寒さを感じる。面白いことに、熱放散の様式によって寒さの感じ方や寒さの表現が異なる。例えば、放射で体熱が失われていくときは、「底冷えがする」と表現したりする。

【学習のねらい】

この課題は、体温という漠然とした概念を、具体的な形に変換して思考する過程を体験してもらうために作成されたものである。従って、語句を調べてその内容を記すことではなく、できるだけ発展的な思考を行うよう学生を勇気付けてほしい。

課題シート [4] - 2

発熱は、体温が上昇した状態と単純に考えていいもののでしょうか。高い体温(核温)は、発熱の特徴の1つですが、それだけでは、熱射病などで起る高い体温と区別がつきません。高い体温が生じる条件を考えるとところから、発熱についての理解が深まります。それは、熱出納 (heat balance)がどのようになっているかを知ることから始まります。

発熱は、特に初期において、極めて特徴的なことがあります。それは、産熱が増加すると同時に放熱が抑えられていることです。運動でも産熱は増加しますが、通常環境での通常の運動レベルで体温が著しく増加することはありません。それは、ヒトの体に様々な放熱機能(皮膚血流の増加、呼吸の増加、発汗など)が備わっており、それらが産熱にともなって活動するので、熱出納がいつでもゼロに近づくからです。発熱では、放熱が早期から抑制されます。それは四肢の循環の低下、特に皮膚の血流の低下(皮膚温度低下)という形で現われます。この皮膚血流の応答(冷たい皮膚温度)によって、私達の感覚においては強い「寒気」が生じます。ヒトによって個人差がありますが、大抵のヒトは「手足が冷たい」とか、「背中がゾクゾクする」などと言って、皮膚温の低下を知らせます。この冷感ヒトに「暖かくなりたい」という強い欲求を生じさせます。それで、私達は、暖かい物を食べたり、暖かい場所に行ったりして体温を上げようとするのです。これは、行動性の体温調節と呼ばれる応答です。さて、実際の発熱では、放熱の抑制に加えて産熱が増加(代謝の亢進)していることがしばしば見られます。すなわち、熱出納がプラスになるように体全体が整合のある応答を示すのです。

熱出納がプラスになって体温が上昇することには、重大な意味があります。それは、免疫系が賦活されて細菌やウイルスに対する抵抗力が飛躍的に増加することです。免疫の第一段階を担当するマクロファージが合成する特別な物質(Interleukin 1, IL-1と略する)が、非常に多くの免疫応答を引き起こして行くことはよく知られていますが、この物質の効果は、高い温度環境のときにさらに増加するのです。つまり、発熱状態というのは免疫能が増加した状態を導くことができるのです。従って、発熱初期において、「暖かくなりたい」という強い欲求に従って充分体を暖めることは、感染防御という意味でも理にかなったことです。もっと興味深いことに、IL-1自体が脳の視床下部でプロスタグランジン E2 という発熱物質を増加させて、放熱を抑制し産熱を増加させるのです。

適正な発熱の持続期間については、少ししか分かっていません。1日ないし2日らの発熱なら、発熱が続いている期間、免疫が高く、宿主の生存にとって都合がいいのでしょうか。発熱が通常自然に解熱して行くことを考えると、解熱に至るまでの一連のメカニズムがあるはずなのですが、すべてが分かっているわけではありません。しかし、発熱の過程で私達は体を暖めることを自然にやめています。それは、私達の体が充分温まったり汗をかき始めたりするときです。このとき、殻温度が上昇していることが重要なサインになります。冷たかった皮膚が温かくなっています。放熱が始まったのです。熱出納がようやくゼロに向かい始める時なのです。蒸発や、対流といった放熱をスムーズに行なえるように、私達は下着をかえ、十分な水分を補給します。また、産熱の過程で失った栄養を補給する必要があります。

【学習のねらい】

「発熱」は生物学的にも医学的にも面白い題材である。発熱が感染に対する免疫防御反応であることが知られる事になって20年以上経過しているが、このような事実に対する一般の人たちの認識は低い。また、発熱のメカニズムについては、多くの臨床系医療業務に携わる人たちのちしきレベルも低い。その原因は、発熱現象が極めて複合的であり、感染症の臨床病学、脳生理や循環生理学的知識はもとより、免疫学、物理学、生化学、などの知識が必須とされるからである。にもかかわらず、「発熱」は身近な問題であり、例え断片的であっても、一定の学習のあとには、学生は必ず多くの生物学的興味をもつようになる題材でもある。課題シート1に記した熱放散に関する知識は、「発熱」や「解熱」の問題を考察するときにはかかせない。また、この課題は自分や身近な者の発熱体験を思い出すところからスタートするとよい。発熱や解熱の身体的反応(悪寒、震え、眠気、食欲不振、ふしぶしのいたみ、北海道弁でいうところの「こわい」状態など)を詳しく思い出すことがテーマをきめることに役立つ。発熱について学習することは、自分の身体の問題を学習することであるという風に単純に納得できれば、動機付けは成功である。