

## 人間科学特別講義特集

### 特別講義 1

#### 「最先端の医療技術 - 人工内耳の移植手術 - 」

講師 金沢大学 医学部長 古川 仍 先生

9月10日(金)の7限から2年生の「人間科学」で特別講義が実施されました。講師は、金沢大学医学部教授の古川仍先生でした。古川先生は医学部長でもあり、お忙しい中、時間を割いて、講義していただきました。大学の授業さながらの講義は、緊張した中にも先生の暖かい人柄が感じられ、未知の分野との興味深い出会いの場となりました。講義の後の質疑応答でも、多くの生徒が質問し関心の高さを感じました。以下に、生徒達の感想をいくつか紹介します。



#### 講義を聞いて...

- 今まで医学関係について話を聞いたのは主に体の中のことが多かったので、耳に関することはほとんど知りませんでした。新鮮な気持ちで講義を聞くことができ、また、多くのことを知ることができて本当によかったと思います。OやUの音の違いは、周波数によるものであり、第1、第2フォルマントの2つの周波から様々な音を識別しているという話がとても印象に残りました。今までどうやって音を識別するのかということに疑問を持っていたために、とても詳しいことまで分かり満足しています。また、鼓膜の病気の違い(中耳炎等)や日常の会話の周波数など、なかなか知ることができないことも聞くことができて勉強になりました。そして極めつけが実際の手術の映像を見ることができたことです。生の耳の手術の映像は、きっとこれから先見ることがないと思うので、貴重な体験になりました。自分が年をとったとき、耳が遠くなったとしたら補聴器を使うだろうか...とか思いながら補聴器の説明を聞いていました。人工内耳手術のことも知り、技術の進歩に驚きました。ヘレン・ケラーやベートーヴェンのように耳の聞こえない人は本当にどう生活しているのか不思議でたまりません。自分も耳が聞こえなかったら...と思うと怖いですが、耳は体勢バランスをとる役目もあり、とても重要です。その耳のことを今回詳しく知ることができて本当によかったと思います。耳だけにとどまらず、人間の他の様々な感覚を知りたいとも思いました。今回の講義が日常に役立てばよいと思いました。
- 古川教授の講義はわかりやすく興味がわいた。自分は再生医療や人工臓器に非常に深い関心を持った。難聴には伝音難聴、感音難聴、混合難聴があり、伝音部は外耳と中耳、感音部は内耳である。伝音難聴の病気は手術も比較的簡単である。しかし、感音難聴となると部位が深部にあるので手術も困難であるそうだ。さらに感音器なので手術では改善できないことが多く、そこで今日の講義の主題である人工内耳の移植が登場したということだ。補聴器とはどう違うのかということが気になるが、人工内耳の方が感度がはるかによく、適応者のさら

なる増加が予想される。移植手術は精密な作業が必要で困難を伴うそうだ。しかし、耳だけあって術後のケアはかなり大切になると思う。実際、幼児の適応には言語教育の資格をもつ人の存在が不可欠である。術後の統計をみると最先端の医療技術だけあって失敗例もあり、患部が壊死してしまったり機械の故障があったりと問題点はまだまだあるようだった。今日の講義を聞いて医療は失敗の繰り返しで発展していくものだ強く感じた。新しい技術開発をしていく医師達の努力もさることながらまだまだ発展途中の技術にチャレンジをする患者の勇気もすごいことであると思う。また、人工内耳は工学系の技術、音を聴く刺激や音の仕組みには物理学の技術、さらには術後のケアに教育学の技術と様々な分野にわたっており、これからはこのような分野を越えた協力が益々必要になってくるのではないかなと思う。



- 今日は古川仍先生に大変理解しやすい講義をしていただいた。耳の構造や、音が聞こえるメカニズム、そして、効果的な手術法も薬もなく内耳がだめになったときのための人工内耳の移植手術について知ることができた。特に、この人工内耳の移植手術は、まさに機械を耳に埋め込むというもので、医学と物理学、工学の強い結びつきが感じられた。この人工内耳移植によって、多くの耳の不自由な人が社会に積極的に参加できるようになるのは、とても素晴らしいことだと思うし、更なる医学の発展によって、身体障害者と呼ばれる人が、この世に存在しなくなることは全世界の人々の願いであるだろう。今回の講義は、医学方面はあまり考えていない自分にとっても非常に興味深く有意義なものであった。
- はじめ人工内耳の移植方法やその手術の様子のスライドを見た時に素直に感じたのは、人の体、それも脳への神経が通っている近くにこのような器具が入っている状況というものが患者にとっても、かなり大きな負担になるのではないかと、ということであった。しかし、これは今まで耳が健康な人のセリフであるようだ。「声・音」というと、どうしても人間の会話を思い浮かべてしまうが、決してそれだけではない。動物の鳴き声や楽器、さらには雨や雷の音など、全てが「音」であり、これらの「音」がすべて消えてしまうという状況は、かなりの精神的負担であることだろう。確かに、耳が文化の産物を生みだしてきたというヘレン・ケラーの言葉にもうなづくことができる。しかし、その人にとって不愉快な音や不必要な音を消してくれる人工内耳の性能はやはり素晴らしいものがあると思う。最近では、人工内耳の他にもペースメーカー等の体の不十分な部分を機械で補えるようになってきて、これはまさに最先端医学ということができただろう。現在は、はじめ述べた不安を持った人々も多いが、時間とともに受け入れられるのではないだろうか。そのために、現在求められていることこそ、副作用や失敗を減らすことではなからうか。現在の何らかの副作用の発生率は15%であり、これは決して低くない数字として人々は感じるであろう。性能を上げることも大事だが、確実性も高めることのほうが、さらなる浸透につながるであろう。
- 今までコスモサイエンスで多くの講義を受けてきたが、今日は人工内耳についてで、全く知らなかったのと、驚くことや発見がとて多かった。補聴器と人工内耳とは、人工内耳の方が音がよりよく聞こえるし、雑音はあまり入らないようになっていこうかと思ったので、多くのメリットがあり、これからたくさん普及していくだろうと思った。音の高低によって、それを感じ取る器官が異なることにも驚いたが、私のイメージでは、高い音の方が耳の奥で聞こえるだろうと思っていたから、実際には全く逆で、なるほどと思う点が多くあった。世界の人工内耳装着者は非常に多く、約半数は小児であった。小児から人工内耳を使用すれば、成人してから使用するよりも発話が明瞭になるので、小児からの使用を推奨すべきだと思った。しかし、小児の成長によって人工内耳に不都合が出てくるかもしれないので、その点を改善していかなければならない。古川先生に、未知の話をしていただいて、将来の選択の幅もまた広がった。有意義な時間を過ごせてよかった。
- 難聴の人への治療は補聴器しかないと思っていたので、今回の話は新鮮だった。人工内耳を作るには、音が聞こえるメカニズムだけでなく、手術のために耳のまわりの神経の通り方

で詳しく知らないといけなく、失敗は許されないから、研究するのは本当に大変だと思う。しかも、人工内耳をつけたからといって100%聞こえるようになるわけではないから、人間の体は複雑なんだと思った。これは医学の分野だけど、人工内耳のための研究では、音のこともよく知らないといけなから、本当に広い知識が必要だと思った。人間の五感の中で、最も重要なのは聴力なのだとこのことを初めて知った。言われてみれば、言葉は耳から聞くものだし、聴力がないと言葉の修得にたくさんの努力も必要なのもうなずけた。ただ、安全性の問題で、手術をするのにふんざりがつかない両親もいるそうだから、人工内耳の手術や、その後の教育がもっと安全で確かなものになればいいと思った。



○私は今まで、耳についての医療がどれだけ進んでいるか全然知識がありませんでした。だから、今日、耳のしくみについても詳しく知ることができ、耳の病気やその治療法も学べてすごくおもしろかったです。耳に障害があると、物音が聞こえないことで、言葉が話すことができなくなるし、知識を得ることもできず、精神的にも苦しい日々だと思います。その他にも、バランスをとるのも難しくなるなど、たくさんの不自由があると思います。そんな人たちを救える人工内耳は、本当にすごい発明だと思いました。手術の途中の写真や古川先生の話聞いていて、医者という仕事は大変だと思いました。数ミリの穴に人工内耳を入れるのはすごい集中力だと思うし、少しでもずれると失敗というぎりぎりの手術で、それをやり遂げて7万5千人もの人を救えてすごいなと感じました。それと、ヘレン・ケラーの言葉の視覚より聴覚の方が人間らしくあるためには必要だということに、今日の講義で納得しました。今日はすごく新しい発見もあったし、とても興味が持てました。その他の臓器についても知りたいと思いました。

○耳の病気といえば中耳炎くらいしか思いつかない。難聴といっても、どうしてなるのかよくわかっていなかった。まして、外耳、中耳、内耳って何だろう、人工内耳ってどこにつけるのだろう、という感じだった。だが、今回の講義で耳の構造や音の感知の仕組みがわかり、興味を持つことができた。一番印象に残ったのは、ヘレン・ケラーの話だ。"敗北は、精神的冒険への入り口であって、平凡な日々をきびきびしたものとなし、血をして歌わしめ、かつ骨の折れる仕事にされ、優美さを帯びさせる。"という言葉には感銘を受けた。五感のうちいくつかを失ってもなお、挑戦していくことを忘れないヘレン・ケラーには、彼女だからこそ感じとれるものがあつたのかもしれない。障害があるということは、人として不完全なわけではない。むしろ大きく成長するための糧となり得るのだ。私も負けてはいられないと思った。他に思ったことは、自分の子どもがもし先天性の難聴であつたなら、早い時期に人工内耳の手術をしてあげようということだ。身近に障害をもった人がいないので、障害というものに鈍感ではあるが、このような機会を利用して理解を深めていきたいと思った。

○今までよく知らなかった耳についての詳しいことがよくわかりました。先生は現役で人工内耳の手術に携わっておられ、生きた最先端の技術をきくことができ、とてもおもしろかったです。人工内耳の手術をする時に、いろんなことを考え、全てにおいて効率よく作れることがさすがだと思いました。また、人工内耳は手術を受ける年齢が若ければ若いほど、その後の効果の度合いが変わってきます。また、音入れやマッピングといった個人別でコンピュータに入力できるのはとてもすごいと思いました。今は人工で臓器を作る技術が進歩してきて今日きいた人工内耳もその一つです。これから、他の五感を司る目や皮膚も作り上げられることを期待しています。また、自分もそれが実現できるようにいろいろな方面からそのことを考えてみたいです。



P.S. ヘレン・ケラーの考えに非常に賛成でした。また、授業では決して学べないようなことを多くきけて得した気分になりました。

○難聴に伝音難聴と感音難聴の二種があり、全く治療法が異なることが分かった。最初の段階で過剰な音楽刺激による細胞死で起こる難聴という話があつたが、何故過剰な刺激で細胞死が起こるかが理解できなかった。音も電気刺激ではないのか？とすれば強い視覚刺激や嗅覚刺激、感情の起伏による神経伝達でも細胞死は起きるのか？などと考えてしまった。また、周波数によってヒトには聞こえない音域があると思うのだが、その音域は蝸牛神経の性能によってのみ左右されるのだろうか？より自分の関心事に近づけた言い方をすると、脳の神経システムは「聞こえないはずの音」に対応できるのだろうか？しかし、それ以前にまず音を聴くという仕組み自体が脳内レベルで詳しく解明されていないそう。聴覚を司っているのは側頭葉だということが分かっているが、音域ごとに違う神経回路が用意されているのかどうなのかということは未だよく分かっていない。4歳以前に手術を受けるかというのも大変重要なターニングポイントだと分かった。ヒトの脳は成長できる時期が決まっている。一定の刺激が一定の時期に伝わらなければ神経回路は発達しないようにできている。逆に早く手術を受けることができれば、それまでに生じていたブランクを全て返上できるほどの力を脳はもっていると思う。しかし、手術を受ける子どもや親の気持ちを考えるとやはり不安だろう。なので手術を勧める際には十分な説明が必要だ。医療は常に患者主体のもでなければならないと実感した。



## 特別講義 2 「脳の働きのすばらしさ」

講師 金沢大学 医学部 教授 小川 智 先生



11月17日(水)の6・7限に1年生の「人間科学」で特別講義が実施されました。講師は、昨年度もお世話になった金沢大学医学部教授の小川智先生でした。最初20分間は病・死と人間との戦いの歴史を語られ、21世紀を迎えた今日、脳の病気をなくすることが大きな課題となっており、脳の研究が重要であると指摘されました。その上で、あとの50分間は脳について、特に「記憶」について講義されました。先生のテンポの良い、分かり易い講義は生徒達を魅了し、大変刺激的なものでした。講義の後は、10人以上の生徒が質疑応答に参加し、30分間以上も楽しい時間を共有できました。以下に、生徒達の感想をいくつか紹介します。

### 講義を聞いて...

○今日、小川先生の講義を聞いて、「医学とは何か?」と「記憶のすばらしさ」について多くのことを学べたと思います。

まず最初に「医学とは何か?」について先生が「人が死ぬ理由をみつける分野」だと言ったのでかなり驚かされました。ネアンデルタール人は虫歯で死んだために約30歳の寿命だったが、時代ごとに死ぬ病気が変化し、寿命が年々のびて今では80歳になっていました。これをみると、やはり「人は死なないようにした」のでなく「なぜ死ぬかという所からそれを防いでいった」のだなぁと感じました。

次に脳についての話は、神経など小さいことの話だったけれども、とても大きく幅広いお話だったように感じました。特に、脳が進化していった話は面白かったです。昔の古い脳は「息をする・飲み込む」をするためのもので、少し古い脳は「体温調節・血圧・成長」などをつかさどり、新しい脳は「すぐに覚えたりすることができる」という話だった。この流れをみると、生物のすごさを実感できました。水中→陸上といった、より過酷な環境に対応するため、成長したり、体温を調節していき、より高度な発展のために記憶という能力を得た。と考えると、ものすごいことだなあと感じました。また、夢は、記憶するためだという話など、なんだか普段体験できない不思議な世界を感じることができたように思います。

○今回の講義を聞いて、人間の脳というものは私が考えていた以上にすごいものなのだと感じた。これまであたり前のようにしてきた息をすることや物を飲み込むこと、吸い込むことなどは、何億年という年月をかけて脳に記憶されたことにより、はるかに難しいことを短期間でプログラムさせることができるということなど、驚きの連続だった。歩くという動作を記憶するのに5億年もかかったのに、しゃべることや文字を書くことは2・3年でできてしまうなど、考えれば考えるほど人間の脳って不思議だと感じた。

記憶と夢についての話は、とても興味深く面白かった。海馬によって蓄えられた記憶のうち大事なものをだけ圧縮し大脳へ送り記憶するときに夢を見ているのだということを知り、やっぱり睡眠も大切だと感じました。また、その海馬の記憶を大脳に記憶させるときも人間は利き手をつくることにより脳にも左右の区別がつくようになり、記憶させる場所を決めることができ効率よく記憶させられるという話を聞き、自分の脳でも行われているのだけど、人間の脳ってすごいと感動してしまった。

他にも人間に感情があるのは、右脳と左脳がケンカをしているからだなど、分かり易く話をしてくれて、今まであまり関心のなかった脳というものについてとても興味を持つことができた。

○記憶から夢、脳の構造まで今回の講義を聞いたが、その中で最も印象に残ったのは夢だった。この夢については中学3年生のときに理科の先生が生物専門だったこともあって、生き物、特に人間の神秘について色々語られたという事があったからだ。私もその影響を受けて「ニュートン別冊」の夢についての本を読んでみたりして、ある程度の知識があったから、とても楽しく話を聞くことができた。また、その他に反射は原始的な記憶であるということ、細胞同士がつながることで記憶ができるようになったということなど、興味のあるものばかりでよかった。

最後の質問の時間には「まさゆめ」について質問できた。聞くところによると、正夢というのは脳の中で行ったシュミレーションがたまたま一致したということだそう。そのシュミレーションは自分が危険にさらされているときのことが多く、それは、いざ自分がその危険にさらされた時にすばやく対処できるようにするためだそう。また、人間の脳の70%以上は何をしているか分からないため、その未知の脳の働きとして、未来を予知する場所もあるのかもしれないが、今のところは発見されていないそう。

今回の講義全体を通して自分の興味のある分野であったこともあって、最後まで真剣に聞くことができ、自分の意見を持つことができた。他の人の意見も聞くことができ、大変有意義なものとなってよかった。

○脳というのはやはりとても複雑なものであった。今の人間の脳というものは何億年もかかって大成してきたものなのだ。大きく分けて2つの働きをもつ脳。1つは生きていく上で必要とされる神経のプログラム。もう1つは特に素晴らしいものだ。泳ぐことや字を書くこと、言葉を使うこと...。歴史の長い時を重ねて生物が身につけてきたものを、その能力のおかげで数年のうちに修得することができるのである。

記憶という脳、その内の特に海馬の大きな働きである。グルタミン酸などを利用して記憶をすることができるなんて、とても不思議だ。素晴らしく脳は優秀だ。人類が長年かけて作り上げてきた通信技術やコンピュータのメモリのようなものを既に脳は備えていたのだ。

夢。その意義というものをよく分からないでいた。しかし確かに意義はあったのだ。夢を見ることで海馬から大脳皮質に記憶がコピーされている。そんなことは全く知らなかった。ほぼ全ての記憶はそのルートを經由して記憶として焼きつけられるのだ。人体とは、とても謎が多く複雑なものである。中でもそのほとんどを支配している脳というものは素晴らしい働きをしているということが分かった。長い長い歴史の中で培われてきたものは、今を生きる自分たちにとってとても有意義なものである。人の神秘に感動しつつ、もっと勉強をしたいと思う。

○脳の記憶のメカニズムはなかなか知る機会が無いので、とても興味深かった。グルタミン酸が記憶に関わっている、夢を見て大事なことを記憶するといったことなど、初めて知ったので驚いてしまった。(略)

脳の優位があるからこそ人間の能力が生まれた、ということにも考えさせられた。互いに違ってからこそ発展が可能なのであるとすれば、争いは「発展」の末路なのだろうか。発達した能力を生かし合うためにも、どうにか折り合いをつけて共存していくことこそ私達に必要なことだと思う。

○他の動物達には見られないヒトだけの脳の素晴らしさを知ることができた。海馬に蓄えられた記憶を、夢を見ることで圧縮して大脳に書き込んでいくことなど、とても興味深い話が聞けて良かった。左脳と右脳に優劣の差ができて、左利きや右利きができることで、記憶の地図ができて、記憶がスムーズに行われたり、左右の区別をつけられるようになったりと、ヒトだけに見られる特徴が多いことに驚いた。

しかし、脳のはたらきは不思議なことや、原因不明なことが多くて、解明にはまだしばらく時間がかかりそうだと感じた。そのようなところも脳のおもしろさだと感じたが。そうやって、脳についての研究が進み、痴呆などの脳の病気を治せるようになること、寿命が80歳から100歳まで延ばされることを本当に望みます。



○脳のメカニズムについてちゃんと聞くことっていうのは、本  
当になかなかない機会で、今日の講義を本当に楽しみにして  
いました。私にとって医療というのは、古く昔から人々に無  
くてはならない存在だと思っていたけれど、本当は工学や農  
学の分野が文明の最先端に立って、飢餓や感染症に対応して  
きたことが分かり、とてもビックリしました。また、現在の  
平均寿命が80歳ということについても、あと20年寿命を  
伸ばすための方法として「脳」への更なる理解と、あと7  
0%分かっていない脳の部位の開拓であることを知り医学を  
志す人間として、また興味が高まったと思います。



我々の体の神経は2mの長さを 0.4 秒で正確に情報を伝達するとのことで、これまでの何億年  
という歴史が反映された結果が、この精密な構造に表れているんだと分かりました。また、  
我々の祖先が、何億年という年月をかけて蓄積し、記憶してきた事を私達は本当に短い時間で  
その表面に出すことができ、喋ったり、字を書いたりと高度なことをなんなくこなせるので、  
脳というのは、本当に素晴らしいんだと思います。

また、夢についても今回、多く知ることができました。夢の効能というのは今まで全然知らな  
かったんだけど、夢を見るという行為自体が海馬に蓄積された情報を圧縮し、大脳皮質に記憶  
するという大事な役割を持っていて驚くと共に夢の重要性を今回ひしひしと感じました。これ  
から先、進路を真剣に考える上で、今回の講義を十分に活かし、医学に対する更なる興味・関  
心を高めると共に、新たな分野の開拓にも希望を寄せたいと思いました。

○脳は素晴らしいコンピュータだと思った。なぜなら生物が何億年かけて修得することを「記  
憶」によって極めて短時間に修得することが脳はできるからだ。「夢」は記憶に大事なものだ  
と知った。2～3日の間に起こったことを再生し、大脳へ書き込む。そしてさらにシュミレ  
ーションもするという。まさにコンピュータだ。  
左右の優劣の話も印象に残った。右利きが多い理由は今まで心臓が左にあるのでそれを守るた  
めに左に盾、右に剣を持ったからだと思っていた。しかし、左右というのが重要でなく、どっ  
ちかが優れることが重要なんだと知った。しかも、その左右によって言葉を話せるか、戦争を  
するかなどが決まってしまうのがとても不思議だった。戦争はしないけどバカ、戦争はするけ  
ど利口、左右の話が人生幸福論と結びついて何か不思議な感じがした。

○普段、全く意識などしていないが、この小さな脳は凄まじいまでの働きをしていると知って驚  
いた。中でも、生物が何億年という長い年月をかけて獲得してきた記憶を、人間は「学習」と  
いう能力によって、それらの記憶より複雑な行為をわずか数日～数年で可能にするというこ  
とは、「人間」の能力の高さを示していると思う。(略)  
今回は脳の話だったが、脳の働きを読み解くということは、すなわち人間がどれ程進化した生  
物であるかを示している。脳の役割分担、記憶のシステムなど、興味の尽きない分野だと感じ  
た。

○以前から脳の働きについてとても興味があった。今回の講義が聞けて本当に良かった。1つの  
神経細胞が脳から腰まで伸びていると聞き驚いた。しかし、そのことによって正確かつ迅速に  
信号を伝達できるようになっている。また、記憶のメカニズムについての話が興味深かった。  
海馬にため込んだ情報から必要なものを選び出し、大脳に書き込む。この動作を私達は無意識  
のうちにやっている。このような素晴らしいシステムを持った脳が自分の頭につまっていると  
思うと不思議な感じがした。外部や体内の膨大な量の情報を  
高速で処理している脳は、コンピュータなど比べものになら  
ないくらいすごいと思った。

右脳と左脳に優劣が生じることで私達が言語、左右、感情を  
手に入れることができた。たったこれだけの差が大きな違い  
を産んだとは想像もつかなかった。しかし、優劣が生じな  
かったなら、文明の発達はなかったかもしれないが、ここまで残  
虐な世界にならなかったと知り、「平和な方が良かったんじ



やないかなあ」と考えさせられた。なぜ優劣が生じる脳を持った方が生き残ったのだろうか。  
話を聞いて、これから痴呆など脳の病気の治療法が見つけれればいいと思った。また、改め  
て脳の複雑さに首をかしげ、脳の素晴らしさに感動することができた。まだまだ脳には多くの  
謎が残されているが、これから解明されていくことに注目したい。

○人間はゼイタクだ。もとは30歳前後だった平均寿命が80歳に延びても、なお長い生を望ん  
でいる。死因の移り変わりも皮肉なものだと思った。飢餓で苦しんでいたかと思えば、現代は  
肥満傾向だというのだ。平安時代の妖怪が、飢餓に苦しむ人間の姿にそっくりだったのにも驚  
いた。

しかし、このように発展してきたのは、すべて“脳”が発達してきたおかげなのだ。その働き  
は私が考えていた以上にずっと複雑で、今こうして私が何気なく生活しているも全て複雑な情  
報を処理してきた上で成り立っていると思うと、なんだかスゴイことだ。脳に左右の優劣がで  
きたことで人類に言語が、音楽が、文化が生まれた。それと同時に争いまで起こってしまっ  
た。そう考えると、文化も闘争も人類のあかしであるだろう。悲しいことではあるが、2億年  
の記憶が今の私の基盤であり、16年間の学習が、私を構成している。生命の神秘と、脳の偉  
大さと、不思議な偶然の重なりが、この世界を構成していく。脳にはまだまだ未知の部分が多  
い。それらすべて解明されたとき、争いがなくなるだろうか。文化が高まるだろうか。人類は  
人間でいられるだろうか。今後の研究への期待と不安は大きい。その現場に立ち会うのも、お  
もしろいかもかもしれない。

○今回の講義では、脳の働きと人間との関係を知ることができた。現在の平均寿命である80歳  
を100歳に延ばすためにはどうしたらよいかを考えると、私は何も思いつかなかった。医学  
部では、そのために、クモ膜下出血や脳梗塞、脳卒中などの脳の病気を解決するために研究し  
ていることが分かった。また、21世紀となった今、人間は痴呆や寝たきりといった病気と闘  
わなければならないということも分かった。そういった脳の病気を治すことができれば、人間  
の寿命が100歳に、もしくはそれ以上に延ばせるかもしれないと知って驚いた。

記憶のところの話では、人間の脳の進化を知ることができた。また、2億年・3億年それ以上  
昔の脳と今の脳がつながっていることも分かった。これにはとても驚いた。記憶するというこ  
とは、その出来事を圧縮していることで、また、その記憶をより鮮明に憶えるために夢をみて  
いることも分かった。その時、記憶に関して生物が進化の上で得た最高の記憶媒体が聞いたこ  
とのある海馬であるらしい。海馬は脳の内側にあるということが分かった。記憶の神経回路に  
は2種類あり、生まれつき持っている運動機能と学習で得た運動機能があるということが分か  
った。生まれつき持っている運動機能は、得るために2億年・3億年のように長い年月を経た  
ものだが、私達の脳は今、初めてするようなこと(例えばビ  
アノや水泳など)でも2週間ほどで修得できるという脳の働  
きの素晴らしさに感激した。



私達の脳は、最も古い部分では、息を吸うことなどを記憶し  
ていて、次に古い部分では手足を動かすことを記憶してい  
る。情報は圧縮されて海馬に蓄えられる。また、その他言語  
など数多くの働きは、多くの場所で分担される。私は、人間  
がこのような素晴らし脳を持っていることを知り、とても興  
味も持てて話を聞けた。とても有意義な講義だった。

## 特別講義 3 「免疫の働きのすばらしさ」

講師 金沢大学 医学部 教授 谷内江 昭宏 先生

11月24日(水)の6・7限に1年生の「人間科学」で2回目の特別講義が実施されました。講師は、昨年度もお世話になった金沢大学医学部教授の谷内江昭宏先生でした。免疫システムという目に見えない仕組みについて、パワーポイントを用いて、大変分かりやすく講義をしていただき、1週間前の小川智先生の特別講義「脳の働きのすばらしさ」同様、生徒達の興味関心を大いに刺激するものとなりました。質疑応答も、様々な視点から出させ、谷内江先生にはそれら一つ一つ丁寧に答えていただきました。以下に、生徒達の感想をいくつか紹介します。



### 講義を聞いて...

○今まで取り組んだことのない免疫についての講義だったので理解できるか心配だったが、体の一部に例えて説明して下さるなど、とても分かりやすかった。遺伝子数から考えると明らかに足りない免疫グロブリンを、様々な組み合わせによって膨大な数にするシステムに圧倒された。また、免疫グロブリンの構造にも感動した。本当に人の手のようだった。しかし、これ程多種多様な抗体を持っているにも関わらず、治せない病気も多く存在する。いつも何となく生活しているが「生きるってことって難しいんだなあ。」と思った。

特に不思議に思ったことは「メモリー」のことである。脳の記憶のメカニズムより疑問が多く残った。「目に見えないものがどうやって記憶しているの。」「どうやって以前入ってきたウイルスだと分かるの。」と言葉にできない感覚に包まれた。突然変異によって生じた抗体が長い間残され、どんどん新しい抗体がつくられていくのに、メモリーはパンクしない。また、それだけの量の抗体から、侵入してきたウイルスを攻撃するのに一番適した抗体が選び出されている。

人間の体の仕組みに驚嘆させられっぱなしの70分だった。新しい分野に触れられたことを大変嬉しく思う。

○ものすごく難しい話だと思った。免疫グロブリンの遺伝子の突然変異によって抗原に対応できているというのは驚きだった。また、免疫グロブリンの遺伝子の組み合わせの多さにも驚かされた。さらに、赤ちゃんが自分で抗体をつくるまでの間、お母さんの免疫で対応していることを知り、人間の体というのは、うまくできているのだと感動した。今回の講義を聞いて、人間のすごさを感じた。次に備えてメモリー細胞を残したり、抗体が入ってきた時、ものすごい速さでメモリー細胞をふやしたりできるなんて、自分の体で行われているとは思えなかった。

講義を聞いた理解できなかったことも多かったが、免疫の働きはかなり理解できたと思う。しかし、免疫のすばらしさは、今理解したよりも、もっともっと深いものだと思う。

「予見なしに対象を初めて見たときに感動できること。その感動を忘れないこと。」という言葉は、私の心を強く打った。この言葉を忘れずに、今後につなげていきたいと思う。

○私達は普段、免疫のことなど全く気にもしていないが、実は非常に複雑かつ多様なものであると知った。免疫グロブリン構造のうち、抗原結合部位を変えること、更に突然変異を行うことによって数億種の免疫グロブリンをつくるなど、私達の体が多様に変化することで多様な病原体から身を守っているということが分かった。

また、新生児がわずか半年で様々な免疫に対応できるようになるのは凄と思った。大きなリンパ組織を持ち、どんどんと抗原チャレンジを繰り返し、やがては自分オリジナルの抗体を持つようになる。であるから、この時期に抗原から切り離しすぎると、抗体を作ることができな

くなってしまふ。大人になるとナイーブT細胞・B細胞の供給も減ってしまうためである。このように新生児は環境に適応しようとしている。それはとても大変なことだと思った。

このような免疫のしくみは、自然に進化してできたもののだとは思えない程に複雑で多様で、かつ効果的なものだと感じた。だが、これら免疫機能のお陰で、私達はこうして生活している。生命の不思議さを改めて感じると共に、人体の「可塑性」というものを知り、その素晴らしさを強く感じた。



○特別講義の事前学習で抗体について学習し、更に今回の講義では、その奥深さがよく伝わってきておもしろさを感じられた。免疫グロブリンの構造にはV・D・J・C領域があり、各種類ごとにいくつかあり、V・D・J・C各領域からの組み合わせとのり付けの仕方によって $10^{11}$ 通りも抗体の種類ができる。人間の体はとても精巧にできていて素晴らしいと思った。また、免疫については、経験することでたいていの経験したことには楽に対応できるが、新しいものに対応できなくなってしまうとのこと。やはり、免疫は素晴らしいものであるが、増えると同時に悪い面も出てくるのだとわかり、どんなものでも良い面と悪い面両方を兼ね備えているのだと思った。「子供は、生後5～6ヵ月母親からの免疫によって生活し、その間に免疫を自らつくり出す」ということも人間の体においてよくできた機能であり、人間の免疫機能の神秘さをも感じられた。最後に「予見なしに対象を初めて見たときに感動できること。その感動を忘れないことが大切である」とおっしゃっていたが、このことは万事に通じることであり、科学者を志す人にとって最も重要なことであると思う。興味深いお話だったと思う。

○免疫グロブリンに関する話は少しだけ事前学習で聞いていたけれど、ほとんどの話ははじめて聞くことだったのでとても勉強になった。特に、免疫グロブリン構造についてはとても不思議に思った。なぜなら、細菌をつかまえることができるほど小さいのに、先端はさらに小さな部分だけで抗原を区別でき、さらにちょうつがいの部分まで持ってるからだ。新生児は免疫を親からもらうという話を聞いて、やっぱり親の影響力はとても大きいんだなあということを実感した。母親が、私達が生まれてくる前からすでに私達のために免疫を分け与えてくれるということは、とてもすばらしいことだと思う。母からもらう免疫は、生まれてから半年もの間、新生児を守ってくれる。これは、本当にすばらしいシステムだと思う。今回の講義では、私達人間にとっても大切な機能である免疫システムの話の聞き、改めて生物の生きる強さに驚かされた。前回の講義で、人間の神経は生物が何億年もかけて培ってきたものだ聞いた。免疫システムも、きっと何億年もかかって生物が手に入れた生きるための強力な武器なのだろうと思う。

○今日、小座間先生の事前学習を活かし、谷内江先生の講義を受けた。脳と免疫には大きな共通点がある。多様性、可塑性、個体発生の3つである。また、抗体多様性で利根川進は大きな業績を残している。免疫グロブリン構造では、重鎖・軽鎖がY字型がちょうつがいによって連結され、抗原結合部位はちょうつがい部によって角度をかえることができる。また、驚いたのは抗体の多様性が抗原結合部位の多様性によって決定されるということである。免疫グロブリン遺伝子が多数のパーツから成り、V・D・J・C各領域から1個ずつパーツをとり、Ig重鎖遺伝子が再編成され、最終的に抗体ができる。これらV・D・J・C領域などの組み合わせにより $10^{11}$ 種類の抗原結合部位(抗体)ができると知って驚いた。一回かかった病気が二回目以降かかりにくくなる仕組みも詳しく知ることができてよかった。これからも、科学に目を向けて、感動を忘れずに生きていかなければいけないと思った。

○今回の講義は、免疫の働きについてだった。事前学習で少しやっていたが、本当に深い世界だった。やはり、驚くべきは免疫グロブリン構造だろう。こんなに小さく細かい世界で相手に合わせることでできる「ちょうつがい」部なんて、本当に生命の進化の過程で得ることができてすばらしいものだった。また、重鎖には4種類、軽鎖には3種類の領域があり、それぞれを組み合わせることで得られる多様性も驚きだった。もしもこれらが存在しなければ、私達がこの世



界で生きていくのは万に一つも不可能だろう。未だ全ては解明されていないそうだが、その部分の役割にもとても興味がある。それが解明されたとき、人間の寿命は延びるのだろうか？また、部位の操作が可能になれば、アレルギーなども消えるのだろうか。アレルギーも花粉症もない私にとっては空想でしかないが、本人にとっては切実なこともかもしれない。だが、進路も決まっていない私にとって、今日一番印象に残った言葉は“Faculty of Wonder”である。「はじめて見たものの感動を忘れない」それは、今後、意欲的に生きていく上で最も大切なことだと思う。今日の感動を忘れずに、明日へとつなげていくことが物事の解明につながる。この言葉を忘れずに、日々新鮮な気持ちでいたい。

- 免疫と神経に共通性があるなんて思いもしなかった。経験を積むにしたがって頭が固まってしまうことには思わず頷かされた。しかし、免疫が経験を積むと聞いてもいまいちピンと来なかった。手持ちの抗体を組み合わせ（実際には超可変部で突然変異が起こっている）編集すると知って初めて腑に落ちない心地が解消されたように思う。いまいちよくわからなかったタンパク質である免疫グロブリンの構造もよく理解できた。親から受け継ぐ免疫も、環境の中で成長させなければ意味がない。今の世の中は「安全」であることばかりを追求してしまい、大事なことを見失っているのではないだろうか。正しい知識を広めていくことの重要性を痛感した。最後に、「対象を初めて見た時の感動を忘れないこと」の大切さを谷内江さんはおっしゃっていた。古代も現代も、技術の発達の差こそあれど、本質的には変わっていないのだと。ふとそれを免疫に置き換えて考えてしまった。免疫が抗原と出会って感動するかどうかはさておき、少なくとも免疫の仕組み自体は母から子へ、母から子へと代々つ伝わってきたのである。それは感動すべきことではないだろうか。そんなところに生物の素晴らしさはあるのだらうと思った。...関係ないが、谷内江さんはMacをお使いになっていた。自分もMacユーザーのはしくれなので、妙な親近感を覚えてしまった。
- 今日の講義からも、人間の体の環境への適応能力のすごさに驚かされました。私達の体は知らず知らずのうちに免疫を作っているのだと知った。免疫グロブリンの抗原結合部位と呼ばれる先端部を変えることによって、多くのものを区別できるようになるということがわかった。免疫グロブリンの元である重鎖と軽鎖、接合部の組み合わせを変えることなどで、数多くの種類の免疫を作り出せるのだった。体の多様性というものは、とてもすごい力を持っているのだと改めて実感した。また、生まれたばかりの赤ちゃんには、私達が持っているような免疫が存在しないということも知った。そして、新生児に足りない免疫は、母親によって補われているとのことである。わずか3～5年の間で成人に匹敵するような免疫を作り出すそうである。私も幼い頃は、よく発熱していたけれど、これも体の中で免疫を作り出す過程で起こったことなのだった。様々な種類のウィルスと戦ってきたからこそ、今の健康で快適な生活があるのだと思った。今までに形成されたメモリー細胞には、本当に素晴らしい機能があると知った。しかし、その反面、年をとるに連れて免疫を作るナイーブリンパ球が減り、免疫を作る力が弱くなるそうである。私達の体は、多様性と引き替えに可塑性を失っていくのだと知った。私も今後、益々多様性が増していき、多くのウィルスに負けない人間になるのだと思った。免疫系の働きは、私達が生きていく上では必ずなくてはならないものだと思った。前回の脳など神経系の働きをふまえ、私達の体は一つ一つ見えない働きによって、生き続けることができているのだと実感した。
- Y字型の構造を持つタンパク質で出来た免疫グロブリン。人間の手の様な働きをするそのタンパク質が免疫の正体である。それは人一人につき種類だけではなく、膨大な種類を持っている。更に驚くべきことには、そのほとんどが生まれてから作っているということである。生ま

れた直後の赤ちゃんは母親からもらい受けた数少ない免疫しかもっていない。その状態から与えられた半年の猶予期間のうちに免疫を作り上げるのだ。免疫が作られるのはリンパ節だ。風邪をひいたりした時にリンパ節が腫れるのは、そこで新型の免疫細胞が作られるからなのだ。もちろん、その働きは未知の病原体が多い子供の方が活発で、老いるほどに弱まっていく。見事に完成されたシステムであると思った。一度目は感染は仕方がないことだが、その時の情報を記憶しておくことで二度目の感染を無効もしくは軽減できる。もしそれが出来なければ大人になっても「はしか」や「水疱瘡」といった病気に怯えることになるだろう。人間の体というのは数億通りもの免疫系によって保護されている。IgGといったものは病原体にIgAは粘膜になど、様々な箇所でも働いてくれる。生きるすべとして身につけられた機能には多くのものがあるが中でも免疫は大成されたものだと感じた。免疫はその人の歩んできた軌跡であり、生後の遺伝子だと言えるのではないかと思う。

- 事前学習でも勉強して思ったけど、免疫は本当に人の体にはなくてはならない大切なものだった。組み合わせ・接合部の変化などによって何億種類もの抗体をつくるのには驚いた。そうやって我々は多種多様な細菌に対応し感染症になることを防いでいるんだなと思った。また、幼児期に様々な免疫を作るが、その際、全くの無菌状態におかれると免疫が作れないため非常に危険だという話を聞いた。逆に、ほとんど抵抗力の弱い赤ちゃんを菌だらけの非常に汚い所で育てても感染してしまうので、その所が難しいなと思った。現代は様々な研究と医療、機械の発達により、清潔な状態をいとも簡単に作れる。しかし、これもちょっとした問題なのではないだろうか。そうすることで確かに菌は減るから感染しにくくなるが、これは幼児期、子供時代に免疫力がつけられた大人の場合だ。赤ちゃん、子供にとって、このような環境に入り浸っていたら、少し菌の多い屋外ではあつという間に免疫を持たないため感染する可能性が高くなるのではないだろうか。特に今日、赤ちゃん、子供達は室内で遊ぶことが多くなっている。体が弱くなるの是一目瞭然だ。だから、やはり、昔のようにもっと外で元気に遊ぶことが必要ではないだろうか？ただ残念なことに、そのような環境を壊しているのは親または大人達なのである。
- 免疫というのは自分で育てていく、いや、育てていく機能だと知った。世の中に何万何億種類もある病原菌に対抗するための戦略だ。しかし、未知の病原菌は体内に入ってきた場合に、まずその病原菌に合いそうな抗体をとりあえず作り、突然変異によって自ら形をかえてよりマッチした抗体を作り上げる。この可塑性こそ人間の一番すごい所だ。前回の脳の話でも思ったが、可塑性こそ人間が特化している一番素晴らしい部分だと思う。
- 免疫の働きについて詳しく知ることができました。私達は生まれた時に母親から免疫をもらい、その免疫がなくなる前に自分で新しい免疫を形成するので、私達の体はとてもすごい働きをしているのだと思いました。私達の周りには多くの病原体がいるので、遺伝子は何億もの数の抗体を作る必要があるので、様々な組み合わせによる抗原結合部位で、その数の抗体を形成していることがわかり驚きました。免疫はある病気について記憶することで、二度以降に病気にかかった場合は症状を和らげるようにするので私達人間は幼児の時に「はしか」や「おたふくかぜ」にかかっておかないと大人になってからこれらの症状にかかったら大変なことになるのだと思いました。今回の講義では多少難しい部分もあったけど、事前学習でヘルパーT細胞などについて学習していたので理解することができました。免疫についての知識を深めることができ、とてもよかったです。

