

医師を目指したい君たちへ

慶應義塾大学医学部 小林英司

はじめに

日本では、医師になるためには大学の医学部というところへ行って学ばなければなりません。医師を目指す人は高校を卒業すると大学の医学部に入り、6年間にわたって病気の患者さんにかかわる基本的なことを勉強して、医師としての国の資格を得るための試験を受けます。つまり、高校を卒業した後は「将来の職業は医師になるのだ」と決めたくて大学生活を送るのです。

ちなみに、アメリカなどでは、いったん4年制の大学に入ってから、医師になりたい人はさらに4年制の医学部に進みます。つまり、最初の大学を選ぶ時には日本のように、必ずしも医師という職業を選んで大学に入らなくてもいいという点が異なります。

日本では、大学の医学部に入学した医療の専門家の卵たちは、一般教養はもとより、集中して大学で人間の体や命について科学的に学びます。それと同時に、すぐれた医師になるためには実際に患者さんと接することを通じて、人間らしさや人間愛を身につける努力が必要です。そうやって大学で医学を学び、その後本当に医師として仕事を始めると、多くの患者さんに感謝され、医師としての誇りと喜びを味わいます。けれど

も一方では、きれいごとばかりで片付かない悩ましい問題にも出会います。

海外の医学部と比べ、医師になるのが2年早い分だけ、早い時期から心構えが必要なのかもしれません。

医師と言っても誰もが同じように働いているわけではありません。医師の仕事は様々に分かれています。例えば、「内科医」と呼ばれるのは主に薬で患者さんを治療する医師です。一方で「外科医」と呼ばれる医師は手術を行って患者さんを治療します。とは言っても最近の医学では、薬を使う治療と手術で治す治療の間の治療が増えてきています。例えば血管や腸の中に管を入れて手術を行なうことも盛んで、こうした治療法によって内科・外科の境目がなくなりつつあります。

私は、大学を卒業した後、「外科医」になりました。現在の私の専門は、外科医の中でも臓器移植治療を専門とする外科医です。多くの肝臓移植を行ない勉強してきました。

しかし、自分が専門とした臓器移植治療の大きな壁を感じ、それを乗り越えるための新しい治療法を完成させたいと毎日を過ごしています。

さて、ここからは「臓器移植」にかかわるお話しをしたいと思います。

人間の体の中には様々な役割を持った臓器があります。臓器と言うのは、例えば、血液を全身に送り出す「心臓」や食べ物を消化する「胃」のことです。人間は体の中

の様々な臓器が健やかに働くことで、健康に生きることができます。ところが、こうした臓器が病気になり、うまく働かなくなることがあります。すると人の体は健康ではいられません。そうした場合に、ほかの人の臓器をもらって、病気の患者さんの体につけて、もらった臓器が患者さんの体で働くようにすることがあります。そのようにすることで、患者さんの体の中に再び健康な臓器が備わるというわけです。この「ほかの人からもらった臓器を患者さんの体につつしかえること」を「臓器移植」といいます。

臓器移植治療は、薬での治療や手術などほかの治療法では助けられない患者さんを助けることのできる、これまでになかった新しい医療です。この夢のような治療を行うにはドナーと呼ばれる臓器を下さる方が必要です。しかし、臓器移植治療を実際に行っている国々では、臓器を必要とする患者さんの数に比べて健康な臓器の数が足りません。苦しんでいる患者さんを助けるためには、健康な臓器が必要なのですが、その臓器はほかの人の体から取り出さないといけないのです。患者さんを救うために誰かにドナー（臓器をくださる方）になっていただかなくてはならないというのは社会全体で考えなければならぬ問題になっています。

今、私は、病気の患者さんに移植する新しい健康な臓器を、患者さん本人の体の細胞や組織を使ってヒトの体の外で作り上げて、そしてその作った臓器を患者さんの体に戻すという研究を行っています。これが実現できれば、健康な人の体から臓器を切り出す必要がなくなって、ドナー（臓器をくださる方）の体を傷つけないで、患者さんを助

けることができます。私は、今、この夢に挑戦しています。これはまだ世界中のだれも成しとげていない研究です。

このような誰もが成しとげていないことを実現するためには、大学の医学部に入ってから学ぶこと以外にも興味を持つことが必要だと強く感じます。皆さんが自分の得意科目、例えば理科以外にも数学や国語を勉強するのと同じように、幅広く勉強しなければなりません。自分の研究の目的を実現するために、自分があまりよく知らない分野にも目を配り、多くの分野にまたがって勉強していくことをトランスレーショナル・リサーチと呼びます。こうした勉強は、どこまでどれくらい学べば終わり、というものではありません。一生懸命勉強をして、研究をして過ごしていると、毎日があっという間に過ぎていきます。これから、私が夢中になっている医学の研究について、医師を目指したい君たちに話したいと思います。

自己紹介

私は、新潟の山間の田舎で生まれました。^{しゅりょう}狩猟を趣味としていた父に^{しと}仕留められたクマの写真が家にあります。家業は江戸の末期から続く小さな造り醤油（しょうゆ）屋です。そんな田舎ですから、小さいときは川へ魚取り、山へ昆虫取りと日が暮れるまで毎日駆けずり回っていました。私が医師を志したきっかけはきわめて単純です。村には

献身けんしんてき的な女医さんがおりましたが、往診かばんを乗せた自転車を引いている後姿を目にしていたやんちゃ小僧が、「田舎の医者」になりたいと思ったことでした。田舎で働く医師になりたいという夢は、昭和51年自治医科大学に入学できたことで現実的なものになりました。それ以上に医学を学びたいと強く決意したきっかけは、大学卒業直前に父が心臓病のために急死したことです。父の病理解剖びょうりかいぼうに立会い、強い衝撃しょうげきを受けました。決して努力をあきらめないよき医師になろうと決意し、新潟の山間地や佐渡島で外科医として九年間勤務しました。この間に見つけたものがありました。現在治らない病気に挑戦したいという先端医療せんたんいりょう、新しい医療技術への夢でした。心臓を移植したら生きてくれたかもしれないという父への思いが、オーストラリアの移植研究センターへの留学につながりました。私が学問を志すきっかけは父の死だったように思います。それ以来‘目の色’が変わったように思います。私には小学校に通う三人の子供がいます。今は虫や魚を追いかけることに夢中です。かつての自分の姿を見る思いがします。しかし、願わくは私の‘目の黒い’うちに努力を決意して勉強してほしいものです（小林英司、「学問のススメ」2005年4月24日付け、下野新聞より抜粋 一部改変）。

色のついたネズミの誕生

「光の^{さんげんしよく}三原色」を知っていますか？医学とは関係ないことを聞くようですね。とっくに知っていると言われるかも知れませんが念のため説明をします。光は赤、緑、青の三つの色さえあれば、その三色を混ぜ合わせることでほかのあらゆる色を作り出すことができます。例えば、赤+青=紫、青+緑=空色、緑+赤=黄色という具合です。このようなほかの色を作り出す働きをする基本となる色のことを「^{げんしよく}原色」と言います。

光の三原色は「RGB（アール、ジー、ビー）」と呼ばれます。これは英語の^{レッド}Red（赤）、^{グリーン}Green（緑）、^{ブルー}Blue（青）の頭文字をとってこう呼ぶのです。

人間の物を見る能力を「^{しかく}視覚」と呼びます。1800年代初め、イギリスのトーマス・ヤング^{きやうじゆ}教授（図1）が人間の視覚について研究をしていました。私たち人間は、どのようにして色を感じることができるのでしょうか。この疑問を明らかにするための研究を進めていくうちに、ヤング教授は光には「三つの基本となる色（光の三原色）」があることを発見しました。

図 1

トマス・ヤング



(1773年ー1829年)

イギリスの科学者、考古学者

1792年 ロンドンで医学の勉強

1796年 医学の学位

1800年 ロンドンで医師開業

1801年 王立協会 自然学 教授

医学: 乱視や色の知覚研究

光学: 光の波動説

用語: エネルギーEnergy

ヤング率(弾性体力学)

出典: フリー百科事典「*Wikipedia*」

また、^{せいりがくしゃ}生理学者であり ^{ぶつりがくしゃ}物理学者でもあるドイツのヘルマン・フォン・ヘルムホルツ教授（図2）がこの研究をさらに発展させて、人は光の ^{しげき}刺激を見つめた後に目を閉じたりしても前に見た物が像として視覚に残るという現象（^{ざんざう}残像）の色や多くの人たちとは色が違って見える（^{しまかくいじょう}色覚異常）人がなぜいるのかということを説明しました。

図 2 ヘルマン・フォン・ヘルムホルツ



(1821年—1894年)

ドイツの生理学・物理学者

1838年ベルリンで医学の勉強

1842年 医学の学位

1849年 ケーニヒスベルグ大学 教授

1855年 ボン大学 教授

1858年 ハイデルベルク大 教授

1871年 ベルリン大学 教授

1887年 シャルロッテンブルグ王立理工学研究所
理事長兼任

医学:生理学(光、音響)

「ヤング=ヘルムホルツの三色説」

内耳の音を感知する機能理論

電気力学:ハインリッヒ・ヘルツを指導

彼は後に電磁波の存在を証明

出典:フリー百科事典「*Wikipedia*」

さて、光の性質について研究する学問を^{こうがく}光学と呼びます。医学部では光学については学びません。私は、光の性質を最先端の^{いかがくけんきゅう}医科学研究に応用するために新たに勉強しています。光学を専門に勉強している人からすれば、私の光学に関する理解は小学生のようなものしょう。しかし、医学を学んだ私だからこそ光学のどの部分が自分の研究に役立つか判断できます。こうしたほかの分野について学ぶことが、先ほどお話ししましたトランスレーショナル・リサーチということなのです。

オワンクラゲというクラゲを知っていますか？オワンクラゲは体を青白く ^{はっこう} 発光 させます。イソギンチャクには赤い色のものがありますね。こういった生き物は体に緑色や赤色の光を出す「タンパク質」という成分を持っているのです。この「色のついた光を出すタンパク質」を取り出して研究に利用することがあります。実験で使う動物の体に「色のついた光を出すタンパク質」を打ち込んで、特定の細胞が色を持った光を出すようにするのです。

緑と赤の蛍光色を発する海洋生物

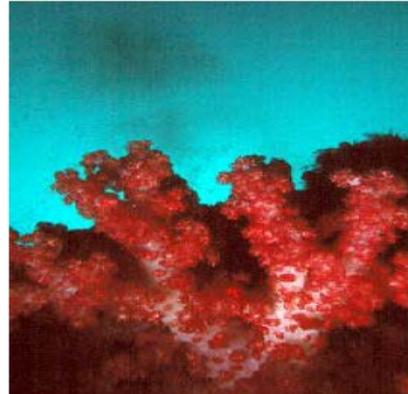
Aequorea victoria

おわんくらげ



Discosoma genus

赤色イソギンチャク



研究者がある特定の細胞を観察したいと思った時に、その細胞が周りの細胞と違って色がついていたり、光っていたりしたら「この細胞を観察すればいいのだ！」という目印になりますね。そのような目印がついていると研究者が働きを知りたい細胞が動物の体の中でどのように移動するのか、増えていくのかを目で見て確認することができます。

生きている動物の体の特定の細胞に色を付けて観察できる技術は画期的なものでした。

この技術はがんなどの最先端の研究に大いに役立っています。

ところで、それぞれの生き物がどんな特徴を持つかということはその生き物の持つ「^{いでんし}遺伝子」で決められています。遺伝子とは生命の体や性質をつくる設計図のようなものです。黒い髪の人には「黒い髪を作る遺伝子」を、金髪の人には「金色の髪を作る遺伝子」を体を持っているのです。

オワンクラゲの体が光るのはオワンクラゲの体にある「色のついた光を出すタンパク質」の性質によるものです。話がすこしややこしなりますが、なぜオワンクラゲは「色のついた光を出すタンパク質」を持っているのでしょうか？答えは、オワンクラゲは「体を光らせるタンパク質を作る遺伝子」を持っているからということですね。

先ほど述べたように「生き物の細胞に色を付ける」という技術は、研究をするうえでとても役立ちます。人間の体の仕組みを解き明かすための研究や実験では、多くのネズミが利用されています。ですから、色つきの光を出す細胞を持ったネズミを生み出すことが出来れば、それだけネズミという生き物の性質の研究が進みます。そして、その研究成果は人間の体の仕組みを理解する手助けとなります。

自然界にいるネズミは色つきの光を出したりはしませんが、そうしたネズミを生み出すにはどうしたらよいのでしょうか？そのためにはクラゲが持っている「色のついた光を出すタンパク質を作る遺伝子」をネズミの^{じゅせいらん}受精卵（生命のタネ）に組み込めばいいの

です。このような「元々その生き物にはない遺伝子をほかの動物の細胞に入れて、一つの生き物として育て上げる技術」をトランスジェニック技術といいます。

私は、2000年に母校である自治医科大学に^{そうきちかんけんきゅうぶ}臓器置換研究部という研究部署を作ってもらい、その部署の最初の教授になりました。ちなみに「^{そうきちかん}臓器置換」とは「臓器を置き換えること」という意味です。それ以前は外科医と研究者という二足の^{わらじ}草鞋をはいていました。けれど新しい部署が出来てからは、研究者として科学の最新の研究成果を患者さんの治療に応用する研究を行うことにしました。いろんな分野で発展する知識や技術を実際の患者さんの病気の治療に役立てるにはどうしたらいいかを考える研究です。

患者さんに役立つ技術の研究をするためには、人間で試す前に動物での実験が必要だと考えました。そして、その動物実験はできるだけ人間と共通する点が多い動物で行わなくてはなりません。^{そうきいしょく}臓器移植や^{いでんしちりょう}遺伝子治療の実験では、ラットという種類のネズミを使用するのが有効と考え、先ほど述べたトランスジェニック技術によって「色つきの光りを出すラット」を誕生させる研究を開始しました。私は、元々は人間の治療を行う外科医でしたので、このような新しい動物を作り出す技術に関しては全くの^{しろうと}素人でした。ですから、この研究を成し遂げるためにそのような技術を持った仲間を増やし、研究を行うためのお金を集める必要がありました。大変な努力が必要でしたが、その

かい
甲斐 あって「色つきの光を出すラット」が誕生しました。私たちのチームが生み出した「光るラット」は世界の 3000 を超える研究施設から利用をしないと提供の依頼があり、世界の様々な研究者のところへ送り出しました。現在ではアメリカ、カナダ、ドイツ、イタリアなどの大学や研究所などと協力しあって研究を行っています。

緑色蛍光タンパクを持つラットの赤ちゃん



赤色蛍光タンパクを持つラットの赤ちゃん



なぜ何種類かの色つきラットが必要なのか？

ここまで、生きている動物の細胞が色のついた光を出すと医学の研究に役立つということ、そのための「色つきの光を出すラット」を誕生させたことをお話ししましたね。研究したい特定の細胞を光らせて、生きている動物の体でその細胞の働きを観察する、こうした技術は最先端の医学の研究分野、がん、そしてこれからお話しする^{さいせいりょう}再生医療という分野でも大変よく利用されています。

「^{さいせいりょう}再生医療」という言葉を聞いたことはありますか？再生医療とはケガや病気で正しく働かなくなった体の組織を患者さん本人の細胞を使って元通りに戻すという最先端の医療技術です。人間の体にはケガや病気になって体の一部が傷ついても、元の状態に戻そう、再生しようという能力が備わっています。この能力を生かして病気やケガの治療を行おうというのが再生医療です。

今までも出てきた言葉ですが、ここで「細胞」について詳しく説明しましょう。動物も植物も全ての生物は細胞から成り立っています。例えば、ヒトの体は約60兆^{ちよう}個の細胞からできています。ヒトの肌には肌の色や形、そして機能を持った細胞が集まっていますし、筋肉には筋肉の色と形と機能を持った細胞が集まっていて、その細胞の集まりが体の様々な組織を形作り、体の部位はそれぞれの機能を発揮しているのです。

細胞の成り立ちを見てみましょう。動物の命の出発点は^{じゅせいらん}受精卵という命のタマゴで

す。オスとメスが出会い受精卵が出来ます。受精卵は ^{ぶんれつ}分裂 を始めます。一つの細胞だった受精卵が二つの細胞に分かれ、さらに四つ、八つと分かれていき、やがて無数の細胞になります。その細胞が分かれていく時に、それぞれの細胞の役割が決まっていきます。どの細胞が肌になるのか、筋肉になるのか、神経になるのか、細胞は運命に従って役割を担っていき、動物の体ができあがっていくのです。肌の細胞になると決まった細胞は肌の細胞に、筋肉の細胞になると決まった細胞は筋肉の細胞になり、細胞は一度運命が決まるとたいていはほかの種類になることはありません。

ところが、そうした運命にとらわれない特別な細胞があります。その細胞のことを「^{かんさいぼう}幹細胞」と言います。幹細胞は自分と同じ細胞を作り出すことや別の種類の細胞になることもできます。

再生医療では、幹細胞のこの「色々な細胞を作り出す能力」を使って、病気やケガに ^{おか}冒された体の組織を作り直そうというわけです。

皆さんも「iPS 細胞」という言葉は聞いたことがあるかもしれません。iPS 細胞は、日本語では「人工多能性幹細胞」と言います。わかりやすく言うと「人工的に作ったままの能力をもつ幹細胞」ということです。iPS 細胞を作り出した京都大学の山中教授は、成熟して運命が決まった細胞に 3~4 種類の特別な遺伝子を入れることで、人工的に幹細胞が作れることを発見しました。成熟した細胞が幹細胞になる現象を「^{しよまか}初期化」といいますが、この現象は、カエルの実験で 1960 年代にイギリスのジョン・ガー

ドン教授が発見していました。山中教授はこの「初期化」を引き起こす遺伝子を見つけた功績でノーベル生理学・医学賞を授与されました。

一方、iPS細胞が発明される前から医学の研究では幹細胞が使われてきました。「^{はいせい}胚性幹細胞（ES細胞）」という幹細胞です。しかし、この「^{はいせい}胚性幹細胞（ES細胞）」は受精卵というそのまま育てれば生き物になるはずだった生命のタマゴを壊して作りだされます。そのため医学の研究のために生命のタマゴを壊してしまうという道徳的な問題があります。iPS細胞を使えば、そうした道徳的な問題に悩まなくて済むことが幹細胞の医学応用を考えた際の大きな進歩でした。

現在、再生医学を研究する多くの研究者はこうした幹細胞を試験管の中で増やしたり、幹細胞にある特定の組織や臓器に育つ仕掛けをして、生きている生き物の体に戻そうとしています。例えば、心臓の働きが悪くなった患者さんがいるとします。その人の体に心臓の組織を構成する細胞を入れて、心臓が元通り元気に働くようにしようとする治療法を^{さいぼういしょくちりょう}細胞移植治療と呼びますが、そうした研究も幹細胞を利用して行われています。

そうした研究は、まずは動物実験で試されます。まず、研究者が動物に作った細胞を入れます。その細胞は実際に動物の体の中に入った後で、体の中のどこの部分に行って、どんな細胞になったのかを研究者は確かめなくてはなりません。この時に、周りの細胞とは違った色がついていると、その色が「この組織は実験で打ち込んだ細胞からできている」という印になって大変便利です。

こういった研究を行う場合に、私たちのチームが作った特殊な色の光を出すラットが役に立ちます。私たちの作り出した「色つきの光を出すラット」は体中の組織や臓器が特定の色の光を出すという特徴を持って生まれています。このラットから取り出した「色つきの光を出す幹細胞」を増やしたり、どの組織になるのかを運命づけたりしてふつうの色のラットに打ち込めば、その幹細胞が体の中でどこへ行ってどのような細胞になったのか、観察することが容易になります。私たちのチームでは色つきの光を出すラットを生み出す研究を始めてもう 15 年以上がたちました。

今では多くの研究者がこの「色つきの光を出すラット」を利用して しんけい しんぞう じんぞう 神経、心臓、腎臓といった再生するのが難しいと言われてきた組織や臓器を作る研究を熱心に行っています。

幹細胞は適切な仕掛けをしてやらなければ、研究者が望んだような組織や臓器にはなりません。まずは、その「適切な仕掛け」がどんなものなのかがわからないので、研究しなければなりません。幹細胞を生きた動物の中に打ち込んだらなにが起こるのでしょうか？ 幹細胞を望んでいる組織になるように運命づけるためにどんな仕掛けをすればいいのでしょうか？ どのような細胞と混ぜたらいいのでしょうか？ 幹細胞を何回注射したらいいのでしょうか？ 体に注射してからどのくらいの期間でどんな変化を起こすのでしょうか？ こういった様々な点を調べる必要があります。ですから、「色つきの光を出す幹細胞」は一種類の色だけではなく何種類かあると、複数の種類の幹細胞の変化

を同時に観察することができるようになり大変便利です。

ところで、色つきの光を出す動物を作り出そうとしたのは、私が初めてというわけはありません。多くの研究者が挑戦してきて、実際に成功しています。海にはたくさんの光る^{かいようせいぶつ}海洋生物がいて、またその光の色の種類も豊富です。多くの研究者は海にいる海洋生物から「色つきの光を出すタンパク質を作る遺伝子」を取り出してきました。そして、取り出した遺伝子に手を加えて、元々の海洋生物とは違う色の光を出すことに成功した研究者もいます。こうした遺伝子をネズミの受精卵に入れて様々な色に光る動物を作ろうと試みているのです。しかし、私が実際に行った方法はもうひとつあります。

ホタルラットの誕生

さて、当然色には緑色、赤色といった色の種類がありますが、光にも種類があります。

海洋生物の出す光とホタルの出す光は異なる性質を持っています。

私たちのチームは海洋生物ではなく、ホタルが出す光の性質に注目しました。海洋生物の出す光もホタルの出す光も「色のついた光」です。それぞれの光の特徴をこれからお話しします。

海洋生物の光はピカピカと明確に光ります。ですから、どの細胞が光っているのか、一つ一つの細胞の場所を調べやすいという長所があります。それに対してホタルの光は

ぼんやりと淡く光ります。どの細胞が光っているのか一つ一つを特定するには少し不向きです。

クラゲなどの海洋生物の持っているピカピカ光るもとは、いわゆる光の反射で私が見える「^{けいこう}蛍光」という光です。簡単に言うと、私が見えないような長い波長をもつ光（紫外線など）が当たると、光がタンパク質に跳ね返り（^{れいき}励起と言います）、緑などの目に見える光となります。

ところで、「色つきの光を出す幹細胞」が体の奥にある時には、動物を生きたままでどのように観察をすれば良いのでしょうか？

例えば、ネズミの体の内部、奥の方の組織に「色のついた光を出す幹細胞」を打ち込んで、増えているかどうか観察したいとします。この時、「色のついた光」がネズミの体の外から観察できなかつたらどうなるのでしょうか？ネズミを^{かいぼう}解剖して、中の組織を直接見て確認することになります。ネズミは解剖をした時点で死んでしまいます。こうした方法では、体の奥の組織を観察するたびにネズミの命を^{ぎせい}犠牲にすることになりますし、解剖をした後ももしもネズミが生きていたらどのような変化が起こったか、というのを同じネズミで続けて観察することができません。

ところが、「色のついた光」をネズミの体の外から観察ができれば、ネズミを死なせることなく研究を行うことができるのです。「海洋生物の光」に比べて「ホタルの出す光」はネズミの体を通過するという点で優れています。ですから、ネズミの体の中の変

化を観察することが「ホタルの光」を利用すれば可能になります。

そこで、私たちは「ホタルの光」を体から出すラット、ホタルラットを作りました。

蛍の光は、先ほど述べた「^{けいこう}蛍光」と違い、「^{はっこう}発光」と言う性質の光です。蛍は自分で光のもととなるルシフェリンという^{きしつ}基質を作り、これに自分が持っているルシフェラーゼという^{こうそ}酵素を反応させて光をエネルギーを使って出しています。

どちらのタイプの光にもそれぞれ優れた点があるというわけです。ですから、一匹のネズミが両方の光を兼ね備えて、どちらの光でも観察を行うことができればなおのこと研究が進展します。

そこで、私たちのチームはそれぞれ異なる特徴を持った色つきの光を出すネズミのオスとメスを掛け合わせて、どちらの光も出せるネズミの子どもを作り出しました。

この「二つの種類の光を出せるネズミの幹細胞」をふつうのネズミの体に注射すると、ネズミの体に植え付けられた幹細胞がどのくらい増えているか、どこへ移動しているのかが非常に効率よく観察できます。

まず、生きたネズミの皮膚を通過する「ホタルの光」を観察することでネズミの体の中でその細胞がどのくらいの期間の間にどの程度増えているのか確認します。そして最後には解剖を行って、それらの幹細胞から生まれた細胞が体のどこへ行ってどんな種類の細胞になったかを「クラゲの光」で確認するのです。

緑色のネズミと赤色のネズミの子どもは何色？

ところで、緑色に光るネズミと赤色に光るネズミのオスとメスからは何色のネズミが生まれると思いますか？この組み合わせのオスとメスからは「赤い光を出すネズミ」「緑の光を出すネズミ」「どちらの色の光も出さないネズミ」、そして「赤と緑の両方の色の光を出すネズミ」が生まれてきます。

では、生まれてきた「赤と緑の両方の色の光を出すネズミ」の体では何が起こっているのでしょうか？一つの細胞の中から両方の色が出るのでしょうか？それとも体の中でそれぞれの色を出す細胞が別々に存在するのでしょうか？わからないことは、まだまだたくさんあります。

こうした実験を行うのは、もちろん色を混ぜ合わせるいたずらをしたからではありません。様々な色のネズミを作り出せば、複数色の幹細胞を一つのネズミの体の中で同時に観察できて、研究が一層発展するでしょう。

患者さんの病気を治したいと願う医療の進歩は、こうした生命の不思議そのものへの好奇心と今はまだわからない謎に挑戦したいという気持ちが大きなきっかけとなるのです。