



講演 4

RNA スイッチによる細胞運命制御



iPS 細胞研究所教授 齊藤 博英

皆さん、こんにちは。iPS細胞研究所の齊藤と申します。よろしくお願いします。

まず、自己紹介からしたいと思います。

私、1973年生まれの大阪出身でして、今日午前中にオーロラの話があったんですけども、ずっと宇宙に興味のある小学生時代を過ごしました。

ただ、中学のときは、ずっとバレーボールばかりしていました。当時の同級生に、たむけんという人がいまして、関西で、たむけんという人、みんな「おお」とかいわれるんですけど… 関東の人たちは、どれぐらい知っているかわからないんですけど、吉本の「ネッシーはいてる」とか腹に書いている人でして、2年前ぐらいに同窓会があって、昔から、あまり面白くはない人だったんですけど（冗談）、すごい、いい男で、こうやって今でも仲よくさせていただいています。

ちなみに、1つ上の先輩には、ほっしゃん、がおりまして、こちらは抜群に面白いと思うんですけども、そういう中学校を出ました。

その後、高校は、だんじり祭りや最近ちょっと新聞をにぎわしている怖い人で有名な人の出身地の岸和田、そこの岸和田高校へ行った後に東京大学に行きました。その後、アメリカでも研究をしまして、今、iPS細胞研究所で研究をしています。

学生時代は東京大学で、今、京都大学におります。本当に自分の独断と偏見ですけども、東京大学と京都大学の印象をお話します。京都大学の先生方を前に、この話をするのはちょっとあれなんですけれども、僕が思ったのは、東京大学のときは、友達でも、すごい問題処理能力が高かったり、やはり自分たちがリーダーになっていくんだという意識の強い人たちが多く、何でもそつなくこなす、いわゆるスマートな人たちがすごく多いなという印象を持っていました。

そして、京都大学は、自分自身、本当に自由な学風だと思います。どんな研究をしても自由だし、人と違う面白いことをすればいいじゃないかという雰囲気を感じて、学生も先生もすごく変わっていて、面白い先生が多い印象を受けています。いい意味で変人が多いというふうに思っています。



その東京大学を経て、京都大学に来る前に、アメリカに行っていた時期がありました。25歳ぐらいのときに、東京大学の博士課程のときに3年間アメリカに留学してまして、そのとき新しい研究にチャレンジしたいという思いでアメリカへ行ったんですけど、バッファローという、ニューヨーク州にあって、アメリカといってもナイアガラの滝から15分ぐらいのところにある、ほとんどカナダの国境に近い寒いところへ行っていたんです。

大学院時代：25歳でアメリカへ留学



さっぱり英語が通じません、、

↓

英語は手段として必要。
自分を見つめ直すいい機会に。
なるべく早く海外へ行くことをおすすめします！



それで1人、そこに身を投げ出して、英語でコミュニケーションをしようと思いました。自分では、ある程度、勉強で英語を習っていたんで通じるだろうと思っていたんですけど、全然その英語が通じずに、やっぱり英語というのは本当に手段として必要だなということをそのときに痛感しました。

面白かったのは、海外に行くと、海外の人からやっぱり、日本ってどうなんだとか、おまえは日本の文化について、どう考えてんねんということをすごく聞かれるので、そのとき初めて自分自身が日本についてとか、自分のこととかについて、すごく見つめ直す、いい機会になったんです。

そのとき、僕は25歳で、もうちょっと早く行っておけばよかったなと思ったので、ぜひ若い人には、チャンスがあれば、どんどん海外へ行ってほしいと思いますし、ご年配の方々も、新たな環境にもう一度身を投げ出して、考えをリセットしていくというのは、すごくいいことなんじゃないかなと思います。

私は、きょうiPS細胞研究所から来たので、せっかくですので、最初iPS細胞についてお話しします。iPS細胞って、よく新聞に出てきて、すごそうだなあ、みたいな、でも何がすごいというのは、なかなかわかりにくいところもあると思うので、何がすごくて、何が問題なのかということについて初めにお話ししたいと思います。



iPS細胞 (アイピーエス細胞)って何？

私たちの体は何で出来ているかといいますと、細胞というもので出来ています。細かくこのタマネギを見ていくと、細胞という部屋で区切られた単位から成っています。この細胞というものは全ての生物で共通してまして、例えば、池にいるミドリムシやタマネギやお猿さんであっても、全部この細胞というものから我々の体はできています。

私たちの体は何で出来ているか？



顕微鏡で
見てみると……

全ての生物の基本

全ての生物は細胞からできているんですけども、例えば、我々の体を構成している細胞というものは、

いろいろ皮膚の細胞であったり、肝臓の細胞であったり、脳を構成する神経の細胞であったり、さまざまなものからできています。

ここで簡単なクイズをします。私たちの体を構成している細胞の種類について、ちょっと考えてほしいんですけども、大体何種類ぐらいの細胞から僕らの体はできていると思われませんか、ちょっと手を挙げていただけますか。

1番の「3万種類以上」だと思われる方、どれぐらいいるでしょうか。

——まあまあ多いですね。

2番の「1,000種類」ぐらい。

——ちょっと減りましたかね。

じゃ、3番の「200種類」程度じゃないかという方。

正解は、3番の「200種類」ぐらいということで、種類に関しては、そんなに思っているほどは多くはなくて、200種類から400種類ぐらいじゃないかというふうには今は言われています。

次の問題なんですけども、今度は、我々の体をつくっている細胞の個数は何個ぐらいでしょうか、もう一度すみません、お願いします。

1番の「60万個」ぐらいだと思われる方。

——ほとんどいないですかね。高校生1人、2人。

2番の「60億」ぐらいの方。

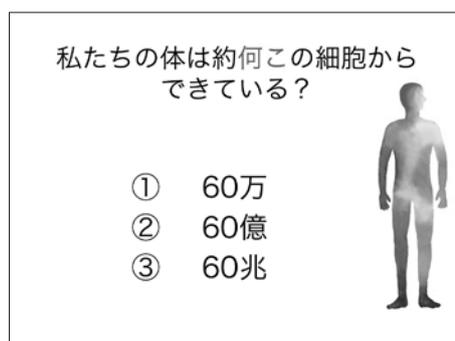
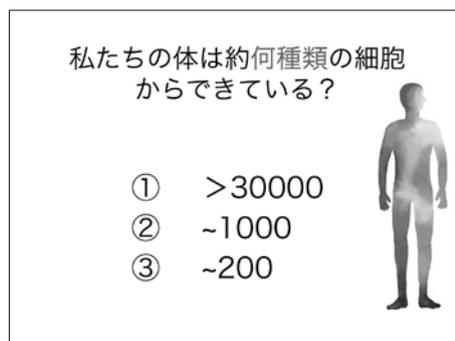
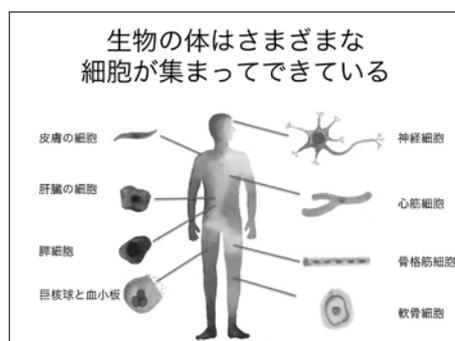
——まあまあ、いますね。

3番の「60兆個」ぐらいの方。

——3番が一番多いということで。

個数は、たくさん、60兆個ぐらいの細胞から僕らの体はできているというふうにいわれています。

60兆個ってイメージしづらいんですけども、すごくたくさんの数の細胞が合わさって僕らの体を形づくっています。よくよく考えてみますと、この60兆個の細胞というものは、もとをたどれば、たった1つの受精卵という卵からできています。



このことがすごく不思議なんですけど、たった1つの細胞が何で60兆個もの細胞になるのかという、ここには、まだまだ誰もわかっていない生命の不思議があります。

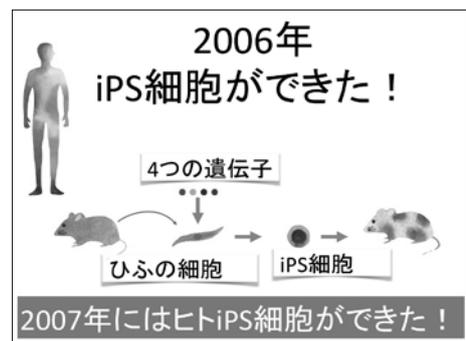
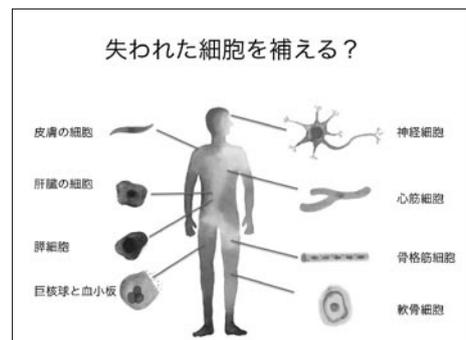
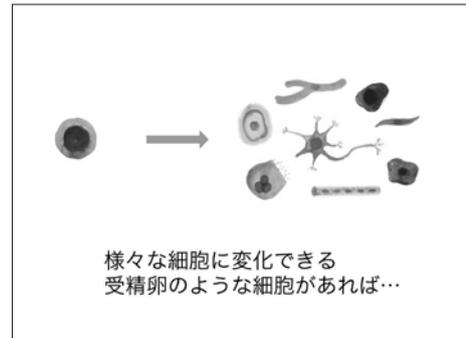
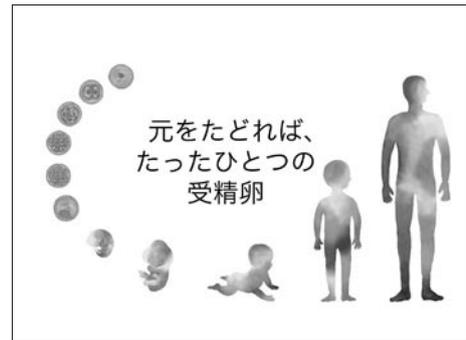
例えば、この受精卵のような、卵のような細胞をつくることができれば、どういうことができるかというと、今までつくることができなかったような、さまざまな細胞をつくり出すことができる可能性があります。なので、例えば、病気になってしまった人に対して、神経の細胞を作ること、その病気を治すことができる可能性が、今広まりつつあります。なぜなら、iPS細胞が誕生したからです。

2006年に、マウスの細胞でiPS細胞が初めてつくられました。そのつくり方は、すごく単純な方法で、遺伝子という僕たちが持っているDNA、たった4つの遺伝子を、その細胞の中に入れることでiPS細胞ができるということを山中先生、今、iPS細胞研究所の所長であられる山中所長が発見されて、2007年、その翌年には、今度はヒトの細胞で、それが実証されました。

この技術がすごいのは、いろんなところで、最初はすごいけど本当か、みたいな感じで怪しい目で見られていたという話も聞いたんですけども、世界中のいろんな人がそれを追試することで、誰でもできるということが、すごい衝撃で、この技術が瞬間に広まったという経緯を聞いています。それで、やはり、この技術がすごかったということで、初めてiPS細胞をつくってから、たった6年で山中先生はノーベル賞を受賞されるに至りました。

それでiPS細胞ができたということで、何かすごそうな気がするんですけども、じゃあ、何がすごいのかということについて次にお話ししたいと思います。

iPS細胞のすごいこと、幾つかあるんですけども、ここでは2つの点を挙げたいと思います。



1つ目の点としましては、i P S細胞というものは、ほぼ無限に増えることができます。これは何を意味しているかといいますと、ほぼ無限に増えるということは、その材料として使う細胞のリソースというものは、無限に利用できるということを意味しています。

ほぼ無限にいっぱい増えますし、もう1つは、ほとんどの細胞に変化することができます。例えば、神経の細胞ですとか、膵臓の細胞ですとか、いろんな細胞に変化する能力、この変化ということを変化というふうにもいうこともできるんですけども、そのようなほとんどの細胞に変化することができるという、この2つの点が、i P S細胞で、まず大きなすごい点だということ覚えていただければと思います。

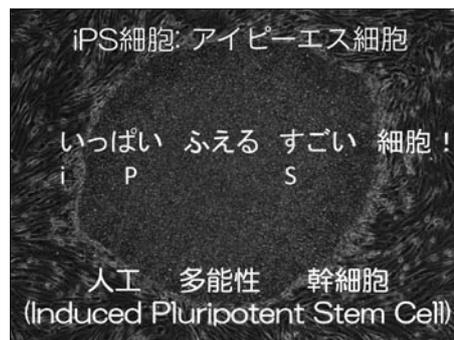
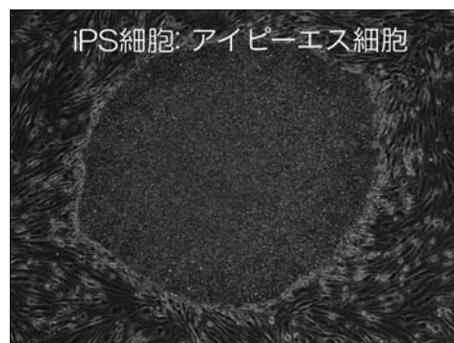
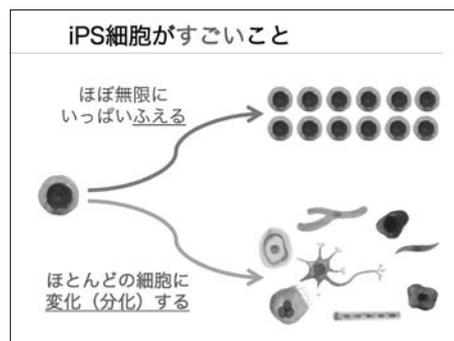
今は、研究所でどのように、このi P S細胞をつくっているかといいますと、血液を少し採取しまして、その血液からi P S細胞が大体1カ月程度でつくられるようになってきております。i P S細胞なんですけども、このような形をしまして、何でi P S細胞かって、なかなか覚えにくいこともあるんですけども、こうやって覚えたらどうかと思ったのでご紹介します。

ローマ字で、どうですかね。「い(i)っぱ(p)い増えるすごい(S)細胞」ということで、この前、小学校でこれを言ったら、子どもたちは、すごく喜んでくれたので覚えやすいのかなと思ったんですけども。このようにi P Sというふうに覚えていただければと思います。

本当の意味は、ちょっとややこしいんですけども「人工多能性幹細胞」ということで、英語では「induced piuripotent stem cell」というふうになってまして、その頭文字を取ってi P Sというふうになっているんですが、「いっぱい増えるすごい細胞」で覚えていただければと思います。

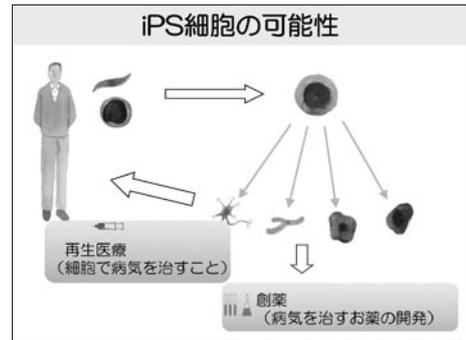
このi P Sが、どういうふうにご利用されていくのかということなんですけれども、まずi P S細胞を使って、いろんな細胞をつくり出すことができることが今後可能になってきそうなので、その細胞を使った医療、これは「再生医療」というんですけども、再生医療が進むんじゃないかというふうにいわれています。

もう1つは、さまざまな細胞をつくり出せるということは、その細胞を使って、その



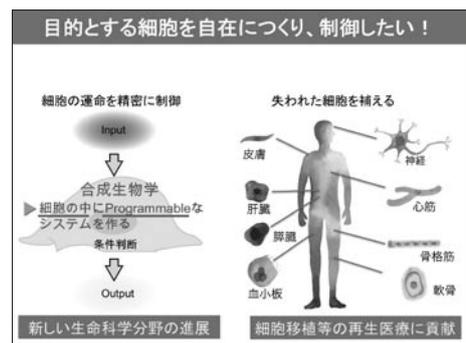
人に効く薬を見つけ出すことができる可能性が高まってくるので、創薬、薬をつくることにも応用できるんじゃないかというふうにいわれています。

私自身は、もともと工学部出身で、全然違う、どちらかというと化学の分野のことをやってきていたんで、本当に i P S 細胞とは縁もゆかりもない研究をそれまではしてました。でも、2010年に、その当時



できたばかりの研究所の山中先生を訪問するという機会に恵まれて、このとき初めて山中先生とお話しして研究所の見学をしたところ、研究所もすごくきれいだし、まだまだ空いているスペースもいっぱいあるし、山中先生もすごく優しく、そのときは見えましたが (冗談)、すごくいいんじゃないかと思って、研究所の職にアプライをして、そうすると、たまたま、本当に違う分野から来たんですけども、採用していただきました。いまだに、それはちょっとわからない、何で採用してくれたのかわからないんですが、それ以来、この研究所で私は研究をしています。

今は、目的とするいろんな細胞を自由につくれるような技術の開発を目指して研究しています。そういうことができたなら、どういうふうがいいことがあるのかといえますと、例えば、その細胞の中の状態に応じて細胞の運命を制御することができたら、例えば、悪くなった細胞を見分けて取り除くといったようなことにつながられて、今までできなかった新しい技術として、新しい分野をつくっていくことができるんじゃないかという思いがあります。



もう1つは、その技術を本当に産業に応用できればという願いもありまして、例えば、いろんな細胞をつくるようなことができるようになったら、それを先ほどお話ししました再生医療に利用できる可能性があるんじゃないかというふうに思っています。

ここまで i P S 細胞はすごいよという話を今までしてきたんですけども、すごいよということは、実はコインの表と裏みたいな形で、逆に問題にもなるんじゃないかということについてお話ししたいと思います。

さっきすごいと言ったことが2つあったんですけども、1つ目は、細胞がどんどん増える。「いっぱい増えるすごい細胞」なので、どんどん増えていくということがあります。

もう1つは、ほとんどの細胞に変化する能力がある。これもすごいことなんですけども、例えば、どんどん細胞が増えていく間に、その細胞の中の遺伝子が傷ついてしまうと、そのような傷ついた細胞、遺伝子に傷を持った細胞も増えてしまう可能性があります。そのようにして増えてしまった細胞というものは、やはり危険な細胞になり得ますので、その

ような細胞というものは、ちゃんと見つけて取り除くといったような方法が必要になるというふうに思っています。

もう1つ、どんな細胞にも変化することができる、分化することができるということは、例えば、心臓の細胞をつくりたいと思ったときにも、心臓以外のいろんな細胞がまざってしまうということが、問題

になってきています。i P S細胞を使って目的の細胞だけをつくるというのは、なかなか困難ということが実際に、研究所の現場に入ってみてわかってきました。

何が言いたいかといいますと、目的の細胞をちゃんと見つける、選別する技術というのが今後必要になってくるんじゃないかというふうに思っています。この2つの課題をまず最初に解決したいというふうに思いまして、今現在、研究をしています。

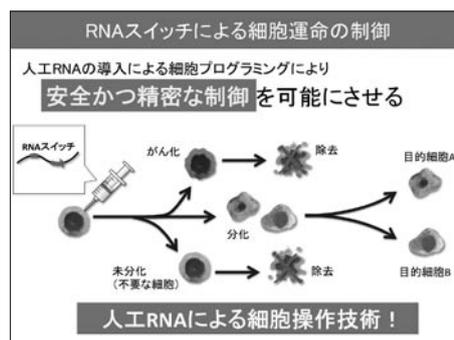
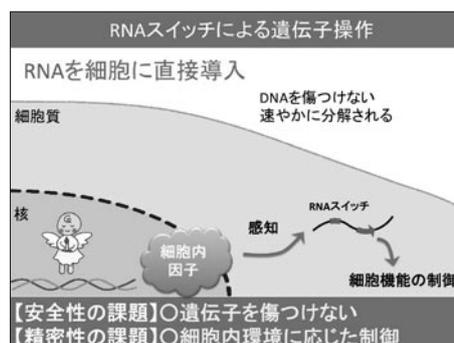
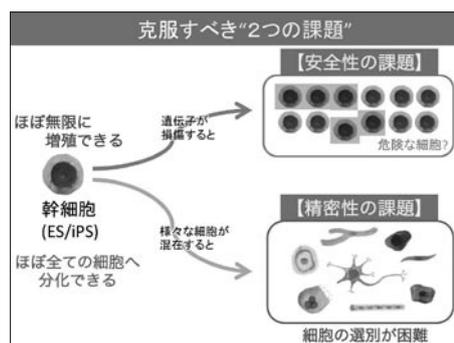
どういうふうにして解決するのかということで、ここでちょっと呪文のような「RNA」という言葉を使わせていただきたいんですけども、RNAというのは、僕らの体の中にある遺伝子のDNAの親戚みたいな存在なんですけども、いろいろDNAとは違う面白い働きを持つことができるということが最近わかってきています。私は、そのRNAという分子を細胞に入れることで、先ほど言った2つの課題を解決できないかということに挑戦しています。

何で解決できるのかといいますと、まずRNAというものを細胞に入れますと、RNAというものは基本的にはDNAを傷つけない。細胞の中に核というものがあって、そこにDNAがあるんですけども、RNAというものは、そのDNAを傷つける心配がないというふうに考えられますので、まず安全性の課題が解決できるんじゃないかというふうに思っています。

もう1つ、「精密性の課題」と書いたんですけども、このRNAスイッチというものは、細胞の中の因子に応じて遺伝子の発現をコントロールすることができますので、目的の細胞だけを取り出すといったことにつながられるんじゃないかというふうに思っています。

ちょっとややこしいんですけども、RNAというものを細胞の中に入れることで、細胞の中の状態を見分けられるようなスイッチができるんだというふうに考えていただければと思います。

RNAスイッチを使ったら、どういうことができるのかといいますと、例えば、i P S細胞から細胞



の分化というものをしたときに生じてしまった危険な細胞、例えば、がん化した細胞や未分化の細胞みたいなものができてしまったとしても、そういう細胞の中の状態を見分けて自律的に取り除く。それと同時に、目的の分化した細胞は、そのままその細胞を選別するといったようなことが、このRNAの技術でできないかというふうに考えています。

これが、そのRNAスイッチというものの漫画になるんですけども、平たく言いますと、細胞の中で発現するマーカーみたいなものがあるんですけども、そのマーカーのたんぱく質を検知することによって、遺伝子の発現をコントロールするようなものをRNAスイッチと呼んでいます。

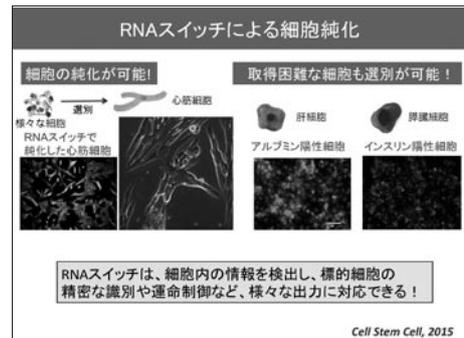
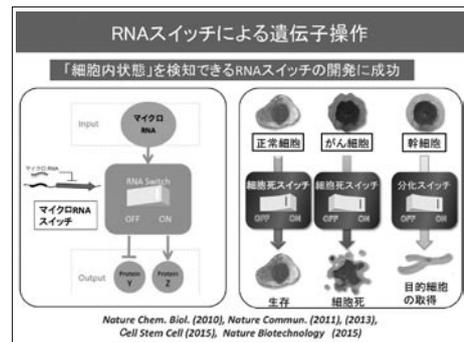
こういうRNAスイッチというものができたら、例えば、がん細胞と正常細胞といったときに、がん細胞の中で特定のたんぱく質や、あるマーカー因子を発現したときに、そのがん細胞の中の状態を見分けて細胞死のスイッチを入れる。それによって、がん細胞は殺すんだけど正常細胞には影響を与えない、そのようなスイッチを今後つくっていききたいというふうに思っています。そうすると、副作用の少ない、細胞の環境に依存した細胞の運命のコントロールができるんじゃないかというふうに思っています。

また、細胞の中ですごく小さなRNA、マイクロRNAというRNAが大事な働きを持つということがわかってきて、このマイクロRNAというものをちゃんと見つけて細胞の運命をコントロールする、「マイクロRNAスイッチ」というものを最近開発しました。

これを使うと、今まで取得できなかったiPS細胞からつくった心臓の細胞とか、肝臓の細胞とか、膵臓の細胞とか、いろんな細胞を実際に取り出すことができるということがわかってまいりました。

これが、その例なんですけども、例えば、左側には心筋細胞という心臓のもとになる細胞をiPS細胞からつくるんですけども、お話ししましたように、いろんな細胞が普通の状態ではまざってしまいます。そこに、このRNAスイッチというものをかけることによって、普通は機械がないと、その目的の細胞というものは取り出せないんですけども、そのRNAをふりかけることによって、この心筋細胞のみを取り出すことができるということがわかってきました。

この緑で光らせている細胞が心筋の細胞で、ちょっと動画が小さくて申しわけないんですけども、ドクドクと拍動するような心筋細胞をちゃんと取り出すことができ、マウスの心臓に移植して、その機能を調べることで、機能のある心臓の細胞が取り出せる可能性



がみえてきています。

また、右側には肝臓の細胞や膵臓の細胞、膵臓の細胞は、特にインスリンを産生する細胞で、糖尿病治療等に今後大事になると思われているんですけども、今まで効率よく、この膵臓の細胞を取り出すということはできなかったんです。

ただ、このRNAのスイッチの仕組みを使うと、効率よく、この膵臓のもとになるインスリンというものを産生する細胞を取り出すことができるかもしれません。ここで赤に染めているものは、全部インスリンを産生してますよという細胞なんですけども、そういう細胞をちゃんとiPS細胞から取り出せるということがわかってきて、今、さまざまな研究者の人と、このスイッチを使って共同研究をして、技術を広げて、目的の細胞を取り出すということを試みています。

こういうスイッチを使って、どういうことができるかといいますと、まず1つ目としましては、今お話ししましたように、いろんな細胞集団ができちゃうんですけども、そこから目的の神経の細胞だったり、血液の細胞だったり、心臓の細胞だったり、その細胞をちゃんと取り出すことができる基盤の技術をつくりたいというふうに思っています。

これは細胞を取り出すという技術なんですけども、もう1つ応用ができて、これはまだ基礎研究の段階なんですけども、そのRNAというものを細胞の中に入れることによって、コンピューターの中では、電子回路というものがコンピューターを動かしているんですけども、細胞の中に人工の回路というものをつくることができるということもわかってきて、その回路の仕組みをもとにがん細胞の中の環境を見分けて、こちらのがん細胞ではない細胞は殺さないんだけど、この細胞だけに細胞死を誘導するということが、まだモデル実験の段階ではあるんですけども出来るということがわかってきましたので、これを実際に応用できる研究に、これから展開していきたいというふうに考えています。

それでRNAの研究、今日はぜひRNAという言葉覚えていただきたいなと思うんですけども、RNAというものは、例えば、高校の教科書でも出てくるかもしれないんですけども、DNAとたんぱく質の間をつなぐ脇役みたいな存在として教科書では書かれているんですけども、実はそんなことはない、いろんな面白いことを細胞の中でやっているし、そのRNAを使うことで、いろんな新しい技術をつくり出せる可能性があるというふうに思っています。

そのRNAの構造は、ほとんどDNAと同じなんですけども、いろんな面白い構造というものをくり出すことができます。この構造物は、僕らの体の中にもありますし、全ての生物が持っているRNAでできた構造なんですけども、何か、わかる人はいますか？ ちょっとマニアックな質問なんですけども。

これは、リボソームという、RNAとたんぱく質でできた構造で、何をしているかというと、僕らの体の中の遺伝子の情報を読み取って、その遺伝子の情報をたんぱく質に変換する、すごい酵素なんです。すごい複雑な酵素なんですけども、全ての生物がそれを持

っているということ自体が驚異というか、すごいことだなと思うんですが、このスパゲティみたいな灰色の部分全部RNAできていて、基本的に大事な働きをしているのはRNAなんだということがわかっています。

僕、大学院のときにこの研究を少ししていて、すごいなあと思って、こういう構造物を全ての生物が、持っている、たんぱく質をつくるために欠かせないものです。今の技術でこういう構造物をつくることは誰もできないんですね。こういう複雑かつ巧妙な構造物を生物が持っていることにすごく感動して、私はRNAの世界に入っていました。

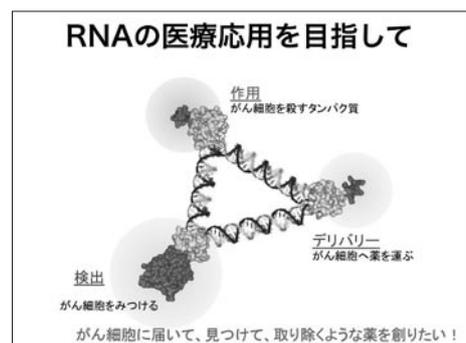
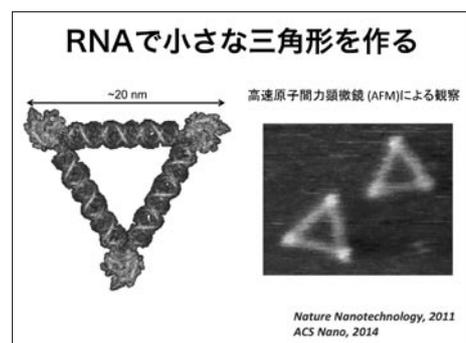
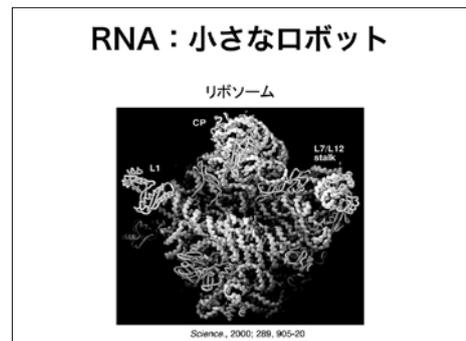
このようなすごいものを自分たちの手で1からつukれないかということが、次の時代のチャレンジになってくると思います。いきなりそんなすごい酵素みたいなものをつくるのは難しいので、めっちゃ簡単のところからスタートしようということで、大学院生と、こういうものをつくりました。

RNAとたんぱく質でできた、すごい小さい三角形をつくらうということで、こういう形をデザインして、まず目的の三角形というものをRNAでつくられるかということからスタートしました。そうすると意外に、この部分がRNAできていて、このたんぱく質というものはRNAを60度に曲げる働きがあるので、RNAとたんぱく質があるときだけ、こういう三角形の構造ができるんじゃないかということを考えて、大学院生との議論で、そういう話になって、それを実際に今は見ることができます。

今は原子間力顕微鏡というものを使うと、1つ1つのたんぱく質やRNAを直接見ることができます。この画像を見たときにも、すごく感動したんですけども、デザインした形を実際に原子間力顕微鏡で見ると、正確にその形ができているということを調べることができるようになってきています。

こういう構造ができきて、じゃあ、その構造物をどういうふうに使っていくんだということになるんですけども、今1つ、やっていますのは、こういう構造物というものを使って、新たな医療応用に、このRNAというものを利用できないかということを考えています。

例えば、そのRNAを足場に、がん細胞を見つけるような、たんぱく質や、見つけて光らせるたんぱく質や、そのがん細胞を殺すような、たんぱく質というものを並べることができますので、そのような分子というものを人工的に使って、がん細胞の治療に利用でき



ないかということを試みています。

ゆくゆくは、やっていきたいのは、RNAとたんぱく質というものを使って、先ほどのリボソームではないんですけども、細胞の中で機能する分子ロボットのようなものをつくりたいというふうに考えています。

これも大学院生が本当にRNAとたんぱく質でつくったモデルの図で、高校生の方はこのガンダムを見ても、もしかしたらピンとこないかもしれないんですけども。こちらが、僕が家で子どもとつくったガンダムでして、このようなロボットみたいなもの、今、残念ながらこれは動かないんですけども、体の中でちゃんと動くロボットをつくって、そのロボットが体の中の悪い部分を見分けて、例えば、修復したり、自分自身で増えていくようなロボットとか、そういうものを安全につくり出すことができればいいんじゃないかというふうに思っています。

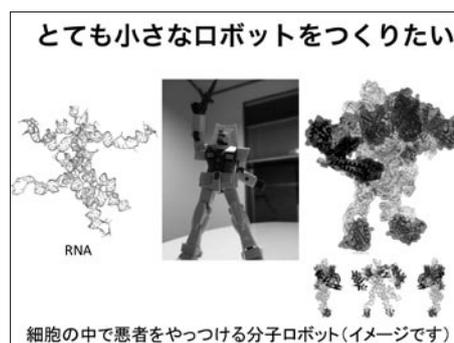
RNAの話をしてきたんですけども、RNAの特徴としては3つありまして、1つは、細胞の中で速やかに分解されてしまうという性質がありますので、遺伝子を傷つけないので安全性が高いということがあります。

2つ目としましては、細胞の中の環境を検知できますので精密性が高い、目的の細胞だけを取り出したり、要らない細胞は除去するといったことに使える可能性があると思っています。

また3つ目としまして、ここにプログラマブルと書いているんですけども、RNAの配列の改変は容易なので、いろんなことに応用できる可能性がある。例えば、膵臓の細胞を取り出すことにも使えますし、神経の細胞を取り出すことにも、その配列を変えるだけで簡単にデザインできる性質があります。

自分の夢としましては、こういう新しい技術を使って産業応用にも貢献できて、なおかつ基礎研究も進めていけるような研究をしていきたいと思っています。例えば、RNAを創薬に生かしていくとか、再生医療に貢献するといった医療応用を考えつつ、そもそも一番最初に宇宙に興味があると言ったのは、根源的なものにすごい興味がありまして、生命がどうやってできたのかとか、細胞の仕組みがどうやってできたのかとか、そういうことにもつながる研究を進めたいと思っています。

例えば、今日話せなかったんですけども、iPSの課題の3つ目は、何でiPS細胞ができるのかということは、誰もまだわかっていないんです。すごい単純な方法でできるんですけども、細胞の中の状態がなぜ変わって、その変わった細胞が何で、そんなに



人工RNAが拓く未来: 産業応用と夢	
人工RNAの特徴	産業応用の可能性
(1) 安全 (遺伝子を傷つけない)	(1) 再生医療に貢献
(2) 精密 (細胞環境の検知が可能)	(2) RNA創薬をめざす
(3) プログラマブル (改変が容易)	(3) 新しい生命科学の開拓
安全・精密・自律的な細胞運命制御技術により 新しい生命工学分野を開拓し、産業応用への道を拓く!	

200種類の細胞になり得るような能力があるのかということは、まだ誰もわかっていないので、そういう基礎研究の部分にも貢献できるような技術を今後つくっていききたいというふうに考えています。

最後になりますけども、私の研究所は別に体育会系ではないんですけども、実はすごく走られている人が多くて、私もこの前の京都マラソンで初めてフルマラソンを走ることができました。

実は、副所長のお二人も走られていて、山中先生はめちゃめちゃ速くて、僕より1時間以上先にゴールしていて、もう超人だなと思いました。山中先生もよく言われているんですけども、確かにマラソンをしても、しんどいと思って急に楽になる、みたいなときもあるので、研究もそのように、こつこつ、こつこつ、苦しいことのほうが多いんですけども、いつか道が急に開けたような、何か見渡せるときみたいなのが来るかもしれないという気持ちを持って、面白さと興奮を研究室のメンバーと共有しながら、今後も研究していきたいというふうに思っています。

どうもありがとうございました。