

●巻頭インタビュー	2
●家計管理・生活設計のツボ	6
〈第8回〉 考えていますか? 定年退職後の暮らしとお金	
●まんが わたしはダマサレナイ!!	8
悪質サイトの ネットショッピング詐欺	
●連載エッセイ	11
—経済学者がくらしをあばく—	
〈第4回〉 幸福 より良い暮らしと経済学	
●そこが知りたい! くらしの金融知識	14
お得に便利に安全に インターネットバンキング活用術	
●なるほど知るぼると	19
中学生・高校生を対象とする 作文・小論文コンクールの審査結果	
●特別企画	20
第12回金融教育に関する 小論文・実践報告コンクール表彰式	
●金融広報アドバイザーの誌上セミナー	26
知っておきたい「高額療養費」の 仕組みと医療費への備え	
●金融・経済 おもしろ豆知識	28
〈第8回〉 「彦一と殿さまのご褒美」	
●おたよりコーナー	29
●都道府県金融広報委員会一覧	30
●まなびや訪問	31
鳥取県 米子市立和田小学校	

『夢と信念』があれば  
心臓も再生できる

巻頭  
インタビュー

清水達也さん

東京女子医科大学・先端生命医学研究所教授

今、世の中で脚光を浴びている「再生医療」。そのなかでも、心不全の患者さんの治療に向けて実用化が進んでいるのが、東京女子医科大学・先端生命医学研究所の清水達也教授が開発した「心筋細胞シート」です。近い将来、心臓の機能を代替する組織をつくりたいと語る清水教授に、再生医療の道に進んだきっかけや、再生医療に賭ける想いをうかがいました。

## 研究が進む再生医療と細胞シート

京都大学の山中伸弥教授が2012年にiPS細胞の研究でノーベル賞を受賞したことをきっかけに、「再生医療」が大きな注目を浴びています。iPS細胞が医療の現場で患者さんの治療に役立つにはもう少し時間がかかりそうですが、iPS細胞以外にも私たち自身のからだの中にある細胞を使って、食道疾患や脊髄損傷などを治す再生医療の研究が進んでいることをご存知でしょうか。その一つに、「細胞シート」を使った心不全の治療があります。今年1月からは、太ももの筋肉の細胞からつくられた「心筋細胞シート」による治療が、初めて保険適用になりました。この心筋細胞シートを開発したのが、清水教授です。現在進んでいる再生医療とはどのようなもので、その主役の一つである細胞シートとは、何でしょうか？

「トカゲは尻尾を切られてもしばらくすると元通りになりますね。私たち人間はトカゲのような再生能力こそ持っていませんが、皮膚がちょっと傷ついたくらいであれば、数日のうちに自然に治ります。これは皮膚にある幹細胞が表皮細胞などを新しくつくり出し出しているおかげです。このように私たちのからだには、自分自身を複製する能力と同時にさまざまな細胞に分化する能力を持った『体性幹細胞』があります。こうした体性幹細胞やES細胞、iPS細胞などを使って、目的の細胞や組織をつくり出し、傷ついたり失われた身体の働きを補おうとするのが再生医療です」。

細胞を治療に使うとき、投与方法が問題になります。細胞が含まれた浮遊液を注射しても、治療が必要な場所に届く前にバラバラになってしまうと十分な治療効果が望めません。そこで考え出されたのが、「細胞シート」です。東京女子医科大学の岡野光夫教授が開発したもので、特殊な培養皿を使い、細胞同士が手をつないだままのシート状態で目的の部位に移植できるスグレもの。ちょうど筋肉痛のときに貼る湿布を、ものすごく薄くしたものを想像するといいのどか。

『心筋細胞シート』は、心臓の筋肉が薄く伸びて血液を送り出す力が弱くなった『拡張型心不全』の患者さんの心臓に貼る細胞シートで、大阪大学心臓血管外科の澤芳樹教授率いるグループと一緒に研究開発を進めてきました。太ももの筋肉の細胞（筋芽細胞）からつくった細胞シートを患者さんの心臓に貼ると、周囲の心筋細胞を元気にする『サイトカイン』という物質の効果で、血液を送り出す力が回復するのです。ただ、筋芽細胞は心筋細胞に変化しないので、さらに重症の患者さんを救うには、心筋細胞自体を再生する必要があります。そこで現在、iPS細胞から心筋細胞をつくり出し、患者さんに移植する研究が進んでいます。最先端の研究についてさらりと話す清水教授ですが、先生が再生医療の世界に飛び込んだのは、

どのようなきっかけがあったのでしょうか。

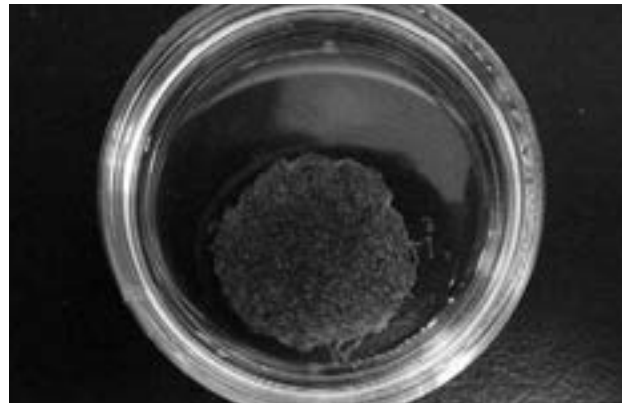
## 循環器内科の臨床医としてスタート

高校時代は宇宙飛行士を夢見ていたという清水教授ですが、最終的には父親が医者であったこともあり、医学部に進学します。大学6年生で専門分野を決定する際には、患者さんと接することに向いていると感じていたことと、何らかの特技を身につけたいという思いから、心筋梗塞の有効な治療手段として注目が高まっていた「カテーテル」を用いる循環器内科を選択。研修医時代には、救急で運ばれてきた患者さんに実際にカテーテル治療を施し、「人の命を救える」という手応えを感じたそうです。そして、いくつかの大学の関連病院に勤務するなかで「カテーテルのスペシャリストになろう」と考えるようになっていました。

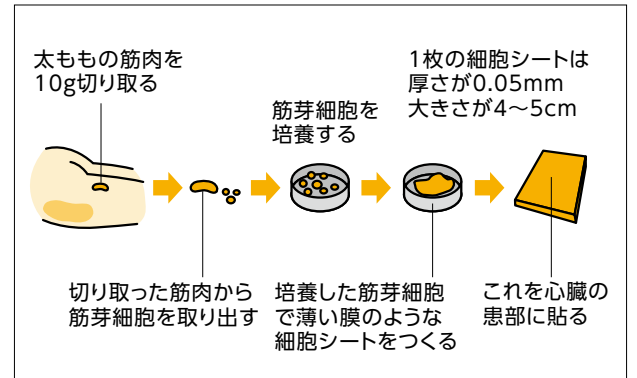
※体性幹細胞は、からだのさまざまな組織に存在し、種類に応じて特定の種類の細胞になる。例えば、造血幹細胞は、赤血球や白血球など約10種類の血液細胞になるが、神経細胞になることはできない。それに対して、受精卵からさまざまな細胞へと分化していくごく初期段階の胚からつくられるES細胞（胚性幹細胞）はどんな細胞になることもできる。しかし、生命の萌芽である胚を壊すという倫理的な問題がある。成体の細胞に遺伝子を導入して人工的につくられるiPS細胞（人工多能性幹細胞）は、胎盤以外のどんな細胞にもなれるが、がん化の可能性など、実用化に向けていくつかの課題がある。



## 心筋細胞シート



### ヒトの筋芽細胞から細胞シートをつくる



## 31歳で初めて自分の将来に悩んだ末の転身

ところが、27歳のとき、大学院に戻って研究し、医学博士を取得するよう指導教授から勧められました。清水教授は、臨床に後ろ髪を引かれながらも、分子生物学の研究に携わるようになりま

す。そして、4年間の博士課程修了が近づいたころ、留学して大学院の専門分野を深めるか、外の病院で臨床をやるか、選択しなければならぬ時期が訪れました。

「ここで初めて自分の将来について悩みました。すでに臨床の現場から遠ざかり、カテーテルのプラ口になるという希望も中途半端な状態でした。では臨床医でなく研究者になるとして、留学後にポストがあるのか、本当に自分は研究を続けたい

のか。と。それまでは決められた道をなんとなくまっすぐ歩いてきた人生でしたが、今こそ自分自身で決断しなければならぬ。そのとき宇宙飛行士の募集を見つけたのです。もともと憧れていた職業だし、実際に宇宙飛行士になった人の中には、古川聡さんという大学の身近な先輩もいるし、決して夢じゃない。もしかしたら運命かもしれないと、真剣に宇宙飛行士になることを考えました。実際に応募書類も取り寄せていたのです」。

しかし、すでに結婚し、1歳と3歳の子どもを抱える家庭状況で、採用されれば家族と離れて米国で暮らさなければなりません。周囲にも反対されて結局断念。これをきっかけに、「自分は本当に何がしたいのか？」と必死の模索が始まります。

「そんなときに目にしたのが、文部省(当時)が再生医学に大きな予算をつけるというニュースでした。岡野先生の『細胞シート工学』が取り上げられていて、『細胞シートを重ねて心臓をつくる』『血管もできる』と書いてあるのです。もともとモノづくりにも興味がありましたし、『これだ!』と早速、岡野先生にコンタクトを取りました」。

清水教授の熱い思いはすぐに伝わり、話はトン拍子に進んで、東京女子医大に移るようになります。1999年、31歳になっていました。前年の1998年にはヒトES細胞が誕生するなど、

まさに、再生医療が大きく進展しようとしていた時代でした。

## 拍動する心筋細胞シートをつくり出す

東京女子医大で清水教授が取り組んだのは、心筋細胞シートづくりでした。

「私が研究に参加したころは、細胞シートのコンセプトはできていたものの、まだ培養皿からなかなかキレイに細胞シートを剥がすことができない段階でした。心筋の培養にもまだ本格的には取り組んではいませんでした」。

ここで生きたのが、博士課程で身につけた、心筋細胞を元気な状態で培養する技術でした。

「産まれたばかりのラットの心筋の動きを、細胞内のカルシウム濃度で測る研究をしていたのです。心筋が動いた状態で調べることが大切なので、手早く進めなくてはなりません。こうした細胞を生きたまま培養するノウハウのおかげで、研究に取り組みはじめて数週間で、心筋細胞シートをつくり、さらに何枚かを重ねることによって拍動する様子を確認することができました。シャーレの中でドキンドキんと動いている動画を岡野先生に見ていただくと、とても喜んでくださいました」。

「拍動する心筋細胞シート」は、その技術力の高さと利用可能性が大きな反響を呼びます。国の予算もつき、研究室も大きくなっていきました。

ただ学会で研究発表をしても、臨床医の反応は「絵に描いた餅だ」といったものだったそうです。そうしたなかで、一緒に研究をしたいと申し出があったのが、澤教授のチームでした。

「実際に胸をメスで開いて、心臓に細胞シート

を貼るのは澤先生のような心臓血管外科の臨床の人たちです。また動物実験室など、臨床応用のための設備も阪大は整っています。ぜひ一緒にやりましょうと共同研究を進めました。」

こうして2000年に共同研究がスタート、2007年には、実際の患者さんを対象にした臨床研究を行い、多くの患者さんで治療効果を確認。なかには人工心臓を装着していたのに、手術後に正常に近い状態まで回復し、人工心臓をはずすことができた患者さんもありました。2014年からは企業治験がスタートし、今年から保険治療が始まっています。

「現在、心筋細胞シートの薬価は1476万円ですが、近い将来、心筋細胞シートでの治療が一般的になり普及が進めば、さらに安くなるはず」。

## モットーは、「夢と信念」

現在、清水教授がチャレンジをしているのが、心臓の代替になる組織を体外で作り出すこと。現状の心筋細胞シートは、あくまで患者さんの心筋細胞を補助しているにすぎないため、さらに厚みをもたせた立体的な組織をつくり、重篤な患者さんを救おうというのです。すでに細胞シートを重ねて30層にし、血管も通った厚みのあるシートを開発しています。

「私が進めたいのは臓器を、取り換える治療です。心臓をそっくり取り換えるのはまだまだ先のことです。心臓の拍動する機能を代替する、生体による補助人工心臓のようなもの、心臓のパーツがターゲットです。円柱状の心筋組織にポンプ機能

を持たせたものや立体的な心筋組織をつくらうと考えています」と次の目標を掲げています。さらに「最終的なゴールは重篤な心疾患を持つ患者さんに、生命の光をもたらす『心臓をつくること』と語ります。

「現在実用化されている人工心臓はせいぜい10年ぐらいいもつ程度で、心臓移植までのつなぎにかなりませんし、生体心臓移植は臓器提供者（ドナー）が少ないなど、一般的な治療法とはなりえていないのが実情です。iPS細胞から、心臓機能を代替できる心臓をつくり出すことができれば、多くの人を救えるはず。この『夢』は『信念』を持って取り組めばきっとかなうと信じています。だからこそ、この研究に、ともに夢を持ち続けてチャレンジしてくれる人を一人でも多く集めたいのです」。

問題はそこに投入できる予算の確保。10名の研究員が100名になれば、10倍のスピードで研究は進むのだそうです。とはいえ、研究者の大半が任期の短い「プロジェクト雇用」で、予算の増減によって研究室の定員が左右されるといふ問題があり、彼らを支える仕組みが大切だと指摘します。また予算にしても、国の研究費を増やすことは、これからの時代、なかなか困難です。「日本の科学技術が海外に負けないためには、最先端分野の研究に投資する民間企業の力と、個人からのドネイション（寄付）が集まる仕組みなどが重要になってくるでしょう」。

これまで再生医療に少なからず予算が投下されていることを十分に踏まえ

たうえで、清水教授はこう言います。

再生医療分野のテクノロジは、ITのように日進月歩というわけにはいきません。安全性の確認ひとつとっても、十二分な検証が必要。そのため、清水教授が今研究を進めている「心臓のパーツ」が患者さんを救うまでにはもう少し時間がかかるのも現実。時折届く、「再生医療で移植用の心臓をつくり出せる日はいつですか？」という患者さんの声には「10年後か、あるいは20年先かもしれません」と答えているそうです。ただ、多くの人が関心を向けることにより、同じ夢を持つ研究者が増え、研究費が増えれば、20年かかる研究が10年に短縮されることも夢ではありません。「日本の技術は今、世界を救えるポジションにあり、その可能性は十分に示されているのです」という清水教授の言葉を信じて、再生医療の未来を切り拓く若い研究者たち、夢を託す企業にも期待したいところです。



### ●清水達也（しみず・たつや）

1968年生まれ。1992年東京大学医学部医学科卒業後、循環器内科の医師として済生会中央病院、JR東京総合病院で勤務。その後、東京大学大学院で分子生物学研究に従事。1999年より東京女子医科大学先端生命医学研究所で心筋組織再生・構築の研究をスタート。2011年同大教授。2015年度 日本再生医療学会賞。