

理研の博士に聞いてみよう！



せつけつきゅう  
血液の赤血球を人工的に  
たくさんつくる研究をしています。

赤血球をつくと、  
どんないいことがあるの？

輸血で病気に感染する心配がなく、  
どの血液型の人にも使えます。

なかむらゆき お  
中村幸夫 博士 バイオリソースセンター 細胞材料開発室 室長

撮影：STUDIO CAC

## ● 赤血球を知っていますか？

けがをして血が出ってしまったこと、ありますよね。私たちの血液は、赤い色をしています。赤は、赤血球の色です。赤血球は、体のすみずみまで酸素を運んでいる細胞です。酸素は私たちが生きていくためには欠かすことができないので、赤血球はとても重要な細胞なんですよ。

血液は、赤血球のほかに、白血球と血小板という細胞と、血しょうという液体でできています。白血球は、体に入ってきた細菌などの外敵をやっつけます。血小板は、けがをして血が出たときに、血液を固めて血を止める働きをします。血しょうは、体に必要な栄養や、体でいらなくなったものを運びます。

## ● 今は血液を人工的につくることできない

酸素や栄養を運んだり、外敵をやっつけたり、出血を止めたりする働きを

持っている血液は、私たちが生きていくために絶対に必要なものです。でも、けがや手術で、大切な血液がたくさん失われてしまうことがあります。そういうときは、血液を足してあげなければ、命が危険になります。

患者さんに血液を足してあげられることを、輸血といいます。では、その血液は、どこからくるのでしょうか。工場で作って病院に運ばれてくるのかな？ いいえ。血液は今の

ところ人工的につくることはできません。では、どうしているのでしょうか。

街を歩いているとき、「献血にご協力ください〜い」という呼びかけを聞いたことはありませんか？健康な人から血液を分けてもらうことを、献血といいます。献血によって健康な人から分けてもらった血液を、血液を必要としている患者さんに輸血しているのです。

でも、献血された血液を輸血に使うことには、いくつかの問題があります。

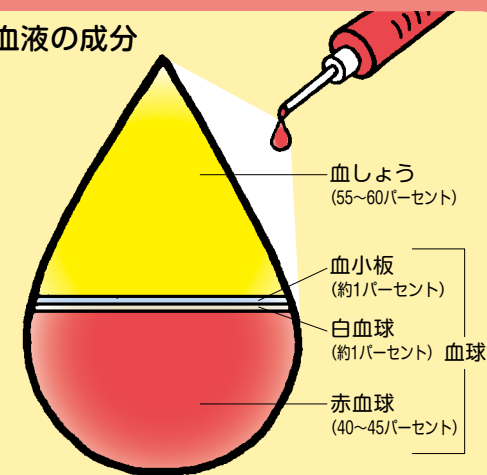
## ● 血液を人工的につくれたらいいな！

献血された血液は、いろいろな検査や処理をした後、冷蔵庫や冷凍庫で保管されます。しかし、血液は長い間保管しておくことができません。血液のすべての成分がふくまれた全血と呼ばれるものは、献血してもらってから21日間しか使うことができません。輸血用の血液が足らなくなってしまうたら大変ですから、いつも、たくさんの方の協力が必要です。

また、量や種類にもよりますが、献血ができるのは16歳から69歳までの健康な人です。日本では将来、若い人の数が減っていくといわれています。そのため、輸血用の血液が足らなくなってしまうと心配されています。

もう一つの問題は、病気の感染です。肝炎ウイルスやエイズウイルスなど

血液の成分



血液は、赤血球、白血球、血小板という3種類の細胞と、血しょうという液体でできている。3種類の細胞をまとめて血球と呼ぶ。



に感染している人が、自分が感染していることに気が付かずに献血をしてしまうことがあります。その血液を使ってしまうと、輸血を受けた人も病気になってしまいます。もちろん、献血された血液はいろいろな検査をして、合格したものだけが輸血に使われています。しかし、病気の感染の可能性をゼロにはできません。

血液を人工的につくるのができたらいいのに……。そう思いますよね。血液を人工的につくるのができたら、たくさんの人に献血してもらわなくてもよくなります。輸血によって病気に感染する心配もなくなります。

### ● 赤血球をつくらう！

輸血でいちばん必要とされているのが、赤血球です。そこで、赤血球を人工的につくる研究を始めました。

さて、どうやったら赤血球をつくるのでしょうか。ES細胞って、聞いたことがありますか？ ES細胞は、受精卵の一部を取り出したもので、いろいろな種類の細胞になることができます。そこで、マウスのES細胞から赤血球をつくってみることにしました。

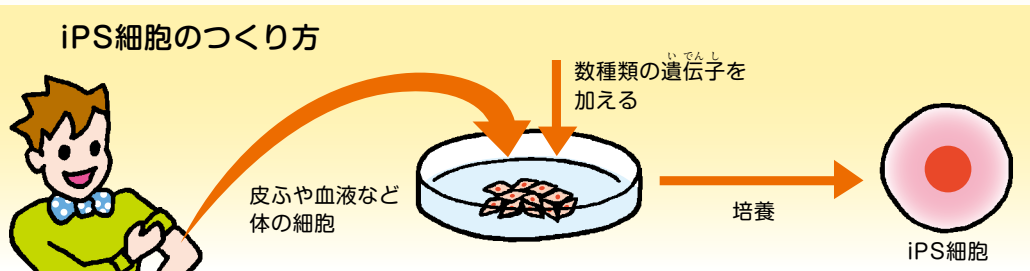
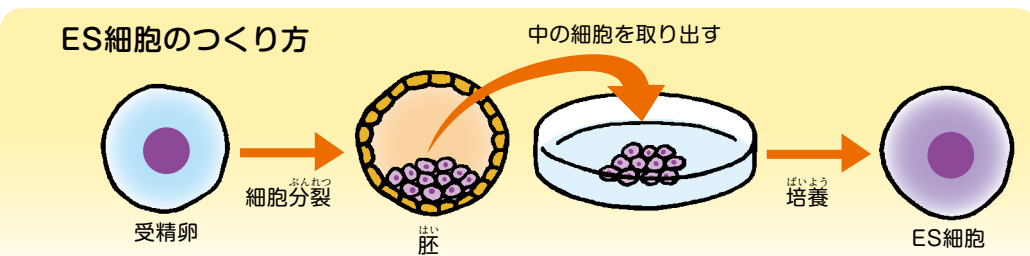
ES細胞をプラスチックの皿に入れて増やしていくのですが、そのとき加える薬の種類や量などを変えると、ちがう種類の細胞になっていきます。いろいろな条件を試しました。そうして、ようやくマウスのES細胞から赤血球になる前の細胞「赤血球前駆細胞」をつくることに成功しました。この細胞は、

ずっと増え続けます。そして、増やすときの条件を少し変えると、赤血球になります。つまり、この赤血球前駆細胞があれば、赤血球を無限につくるのできるのです。

でも、マウスのES細胞からつくった赤血球を、私たち人に輸血することはできません。そこで次に、人のES細胞から赤血球をつくる研究に挑戦しました。ところが、いろいろな条件で試しても、どれもうまくいきませんでした。マウスの細胞を使った実験ではうまくいったことでも、人の細胞を使うとうまくいかないことは、実はよくあるのです。人の赤血球を人工的につくることは無理かもしれない……。あきらめかけたとき、iPS細胞ができたのです！

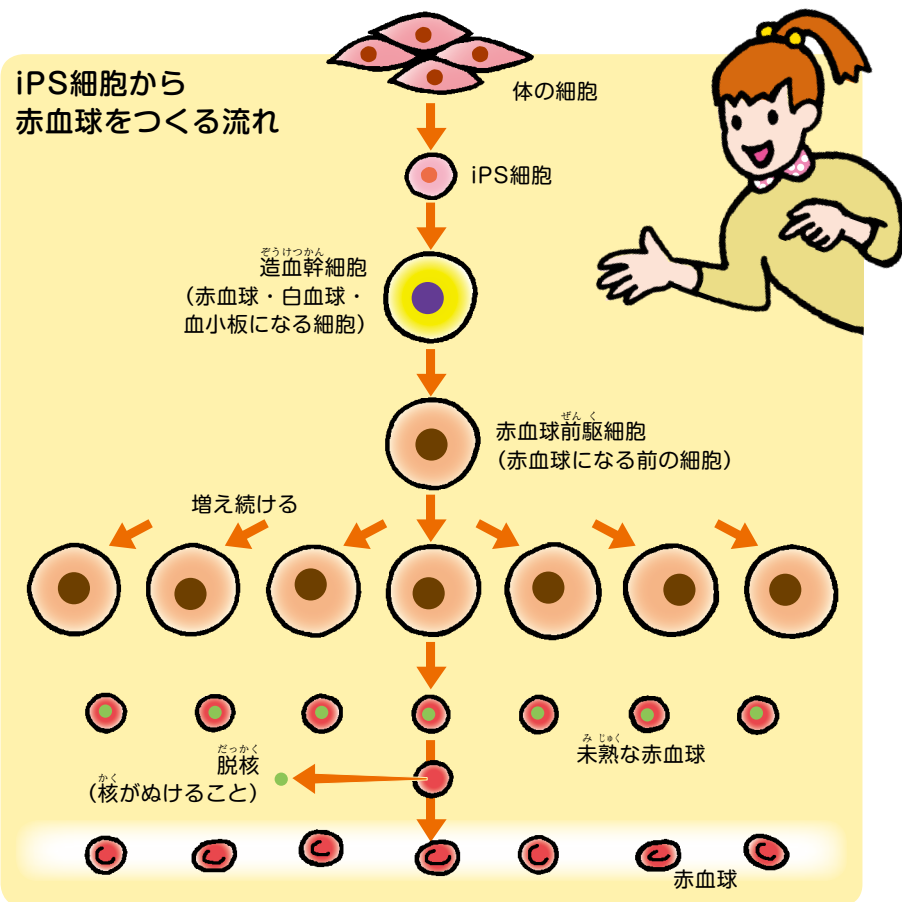
### ● 人のiPS細胞から赤血球をつくった！

iPS細胞は、ノーベル賞を受賞した山中伸弥先生がつくった細胞です。ES細胞と同じように、いろいろな種類の細胞になることができます。しかも、皮ふや血液など体の細胞から比較的簡単に、そしてたくさんつくることができます。そこで、人のiPS細胞から赤血球をつくる研究を始めました。



ES細胞とiPS細胞のつくり方 どちらもいろいろな種類の細胞になることができるが、つくり方がちがう。ES細胞は受精卵からつくるため、人のES細胞はたくさんつくることができない。iPS細胞は体の細胞からつくるため、人のiPS細胞はたくさんつくることができる。

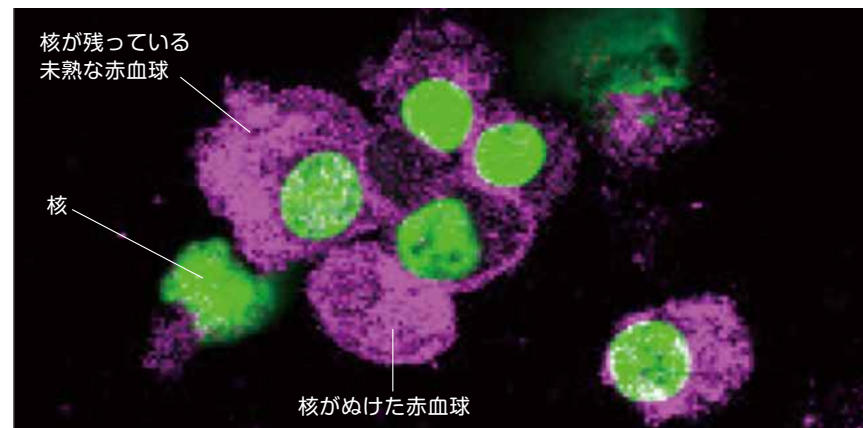
## iPS細胞から赤血球をつくる流れ



そして3年以上研究を重ね、ついに人のiPS細胞から赤血球になる前の細胞「赤血球前駆細胞」をつくることに成功！この細胞がずっと増え続けること、そして、赤血球になることも確かめました。できた赤血球は、きちんと赤い色をしています。

### ●安全で、どの血液型の人にも輸血できる。 そんな赤血球をつくりたい。

あなたの血液型は何型ですか？血液型にはいくつか分け方があって、みなさんがよく知っているA型、B型、AB型、O型は「ABO式血液型」といいます。ほかに「Rh式血液型」があります。Rh式血液型は実はとても複雑なのですが、RhプラスかRhマイナスとしてよく知られています。ABO式とRh式



人のiPS細胞からつくった赤血球 赤血球前駆細胞からできたばかりの未熟な赤血球には核（緑色）がある。核がぬけることで完成した赤血球になる。赤血球の真ん中がへこんでいるのは、核がぬけたからなんだ。

は、赤血球の血液型です。輸血のとき、この血液型はとても重要です。ちがう型の血液を輸血してしまうと、血液が固まって病気になってしまうからです。でも、O型Rhマイナスの血液は、ほぼすべての人に輸血することができます。そこで、まずは人のiPS細胞からO型Rhマイナスの赤血球をつくることを計画しています。

私たちは人のiPS細胞から赤血球をつくることに成功しましたが、まだ少ししかできません。もっとたくさん、しかも安くつくることができるようにすることが、これからの目標です。安全で新鮮な赤血球をつかって輸血に使う——そんな時代が、もうすぐやってきます。

お医者さんからは、「白血球も人工的につくってほしい」という声があります。白血球が少なくなってしまう病気で苦しんでいる人もいますが、白血球の輸血は現在ほとんど行われていません。白血球にも血液型のようなものがあり、ちがう型の白血球が体内に入ってくると、それを異物だと判断して自分の白血球が攻撃してしまうのです。特に白血球をくり返して輸血することは危険です。でも、患者さんと同じ型の白血球をつくることができれば、白血球の輸血が可能になります。白血球をつくることは、赤血球より難しいのですが、ぜひチャレンジしたいですね。