



WASEDA UNIVERSITY

## 研究者の横顔

### 梅津 光生 (UMEZU, Mitsuo)

早稲田大学理工学術院教授／工学博士・医学博士  
先端科学・健康医療融合研究機構  
大学院設立ワーキンググループ主査



国立循環器病センター研究員、オーストラリアセントビンセント病院工学部長（豪州人工心臓開発プロジェクト・初代リーダー）などを経て、92年より早稲田大学教授として、人工心臓をはじめとする人工臓器の開発・評価研究に取り組むと同時に動物実験の代替装置としての高性能血液循環シミュレータの開発を行う。人工心臓の開発では草分け的存在と言われており、真の医工連携の実践に精力的に取り組んでいる。東京女子医大をはじめ、全国のおよび国際的にも医学部・病院との共同研究成果は多数。最近では世界初の人工心臓組込み型バイオリアクタを開発、その技術はハーバード・メディカルスクールにて世界最先端の再生医療実現のためにさらに花開こうとしている。日本心臓財団奨励賞、国際バイオエンジニアリング学会栄誉賞など受賞。日本人工臓器学会、ライフサポート学会、国際人工臓器学会等所属。

### 「小学生相手の実験もまた楽し」

スーパーCOEのミッションの中に、科学技術の公衆理解増進（かつては「啓蒙」といっていましたが、今は変わったようです・・）に努めることが盛り込まれています。早稲田大学理工学部では、毎年開催されている科学実験教室「ユニラブ（ユニバーシティ・ラボラトリーの略）」を通して、たくさんのお子様たちにそれを伝えていくことをしています。私は、その「ユニラブ」の企画・運営に永年携わってきたので、以下その内容と感想を述べてみたいと思います。

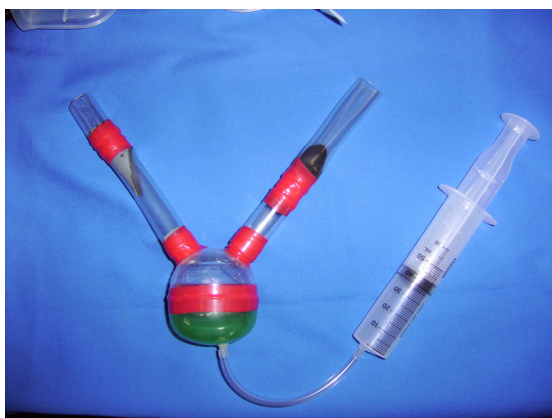
私は大学時代に機械工学を学び、今の専門は人工臓器の開発・評価研究です。なぜ「ユニラブ」に関わるようになったかといいますと、一つには、大学が外の社会と様々な接点を持つことが大切だと思ったからです。私は15年前、オーストラリアで仕事をしていました。オーストラリアの多くの小中学校、高校、大学、研究所などでは「オープンデー」という日を設け、普段は囲いの中にある施設を地域の人たちに開放していました。この日は学校に通う子どもを持つ人も持たない人も、若者もお年寄りもその中に入って、そこでどんな研究が行われているのかを知ることができるわけです。こうした催しは、大学と地域のつながりを深める上で大いに役立ちます。こんなことが日本でもできたらいいと考えていました。

もう一つには、文部科学省の「ゆとりの教育」政策により、結果としてないがしろにされてしまった傾向の強い理科の楽しさを子どもたちに伝えたいと思ったからです。最近では、実験のジの字も知らない生徒が、偏差値だけで学校を選んで理工学部に入ってくることもあります。小さいころからもっと「実験」を体験してそれに親しんで欲しいと思っています。



「ユニラブ」の様子

私の「ユニラブ」のテーマは、「心臓を作ってみよう」というものです。人工心臓というと先端技術のように思われますが、その原理は実に単純です。私は大阪にある国立循環器病センターの設立スタッフとして25年前から人工心臓開発チームの一員となりました。レベルは違いますがそのときに開発し、現在製品化されている患者用の心臓のポンプと同じような形態・機能を持つポンプの模型を小学生でも作ることができます。)材料はおもちゃ屋さんの店先などでよく売っている“ガシャポン”のカプセル、それにビニールチューブ、あとは研究室で製作した薄いビニールの膜などです。原理や作り方を指導するのは、主に大学院の学生ですが、私は彼らによくこう言います。「小学生が相手だからといって、ごまかしはきかないよ。」と。つまり、どんな難しい研究でもやさしく説明できるということが、私たち専門家にとってとても大切なトレーニングなのです。



手作り心臓“ガシャポン”

やっているんだ」と実感できるようになります。

それから「君の体重は何kg?」と聞いてみます。「20kg」。体重1kgに対して1分間に100ccの割りで血液は心臓から出て行きます。「君の心臓から1分間に2リットルの血液が出ているんだよ。子どもだと脈拍は1分間に100くらいだから、1回「ドキン」とすると20ccくらいずつ出ることになるね。君のお母さんは何kg?」「50kg」「それじゃあ、お母さんの心臓から

「ユニラブ」では、自分たちが作った人工心臓の実験を通してその働きを実感します。人間の血圧は平均大体100mmHgくらいです。その圧力を水の柱に置き換えてみると、水銀の比重13.6をかけて1m36cmの水の柱になります。ガシャポンの心臓に注射器のポンプをつけて、注射器をギュッ、ギュッと押して1m36cmの水柱の上から溢れ出た水を量ってみると、1分間に何リットル水が出たかがわかります。すごい水圧で、子どもたちは10回もやるとくたびれてしまいます。それで「僕の心臓ってすごいことを

は1分間に5リットル出ているんだよ」。こんな風にして心臓のはたらきを説明しています。

又、心臓には弁がついています。その弁を少しだけ故障したように細工すると、水を一生懸命流しても、戻ってきてしまいます。子どもたちはそれを見ると「なるほど、心臓の弁の悪い人はこんなにつらい思いをしているんだ」「うちの亡くなったおばあちゃんは大変だったんだ」ということがわかるのです。こういう実験をした子は、心臓の働きを一生忘れないと思います。

実際に手を動かして、触って実験することの意義がそこにあるのです。耳学問では何も残らない。試験でいい成績は取れても、みんな忘れてしまいます。「百聞は一見にしかず」、一回の体験のほうがはるかに貴重です。「ユニラブ」を見て、そんな簡単なやり方でいいのかという人もいますが、私たちは子どもやその親たちに科学を体験できる環境を提供することに意義があると思っています。

実験をした後、子どもたちの反応は実に楽しく、いい質問が出ます。「心臓って、一回止まっちゃうと二度と動かないの?」「そんなことはないよ。ふつうの心臓の手術では心臓の中に血が入っていると手術しにくいから、心臓の手前にチューブを入れて血液を一度、からだの外に出す。そして人工心肺というものを通して血をきれいにしてから再び血を体に戻すんだ。その間に手術をやってしまう。弁の悪いところとか、壁に穴があいているところとかを治すんだ。そ



「ユニラブ」実験

の後、除細動器という“しゃもじ”のようなもので、心臓の外からドーンと電流をかけると心臓が動き出すんだよ。昔は柱時計やテレビが動かないとき、外からたたくと動き出す。あれと似ているよ。心臓はマッサージをするだけで動きだすこともあるんだよ」と話すと、子どもたちは「ふーん、なるほど」と納得します。

もう一つ、こんないい質問も出ました。「血液は、一生の間に何回心臓を通るのですか」これには医学生でもすぐには答えられません。私はこんな風に説明しました。血液の量は体重の13分の1といわれています。65kgの人だと5リットル、つまり5000ccになります。そのくらいの体重の人の心臓から1分間に出る血液の量は6.5リットルです。したがって、 $5000 \div 6500 \times 60 \approx 46$  (秒) となり、40~50秒で血液は体を一周していることになります。そうすると一生の間にはどのくらいの血液が回るかが大体わかるんです。

この質問をしたのは、小学校の高学年くらいの子でした。もちろん本人にはそれがいい質問なのかどうかというような意識はありませんが、私が「君、本当にいい質問をするね」というと子どもはうれしくなって、ほかの子からもどんどん質問が出るようになるんです。ある時、そろそろ質問も終わりかなと思ったところに、小さな女の子がおずおず手を挙げました。「こんな小さな女の子がどんな質問をするんだろう」と思って聞いてみたら、「先生は体重、何キロですか」(笑)。私はやはり「いい質問だね」と言ってあげました。

## 「最近の研究から」

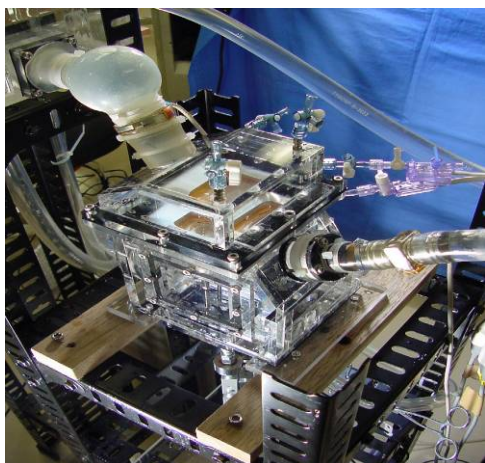
最近は医療に関する研究のうち、血液循環シミュレータの開発にエキサイティングしています。その一例を示しましょう。私の国立循環器病センター時代からの友人の心臓外科医の加瀬川均医師（現、半蔵門循環器クリニック院長、 榊原記念病院心臓血管外科部長）は、ピンセットでつまんだ細い針を真剣に動かしています。ここは私の実験室であり、この日彼は患者ではなく機械を相手に、心臓弁疾患の新しい手術方法を試しています。



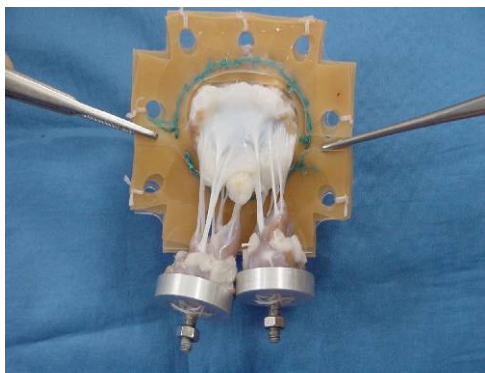
加瀬川先生との実験風景

梅津研で開発した装置は、心臓の半分、すなわち左心房と左心室の働きをシミュレーション

し、両者を仕切る弁（僧帽弁）が上手く閉まらない患者（僧帽弁閉鎖不全症）を再現することもできます。僧帽弁は何本もの筋（腱索）で左心室内の壁の突起（乳頭筋）につながっています。左心室は全身に血液を送るポンプの役割を果たしますが、その左心室内の血圧の変化で僧帽弁は開閉し、左心室から左心房へ血液を逆流させないようにします。シミュレーション装置では僧帽弁と腱索と乳頭筋は本当のブタの心臓から取り出したものを使い、左心室内の水圧を人工心臓で機械的に変化させて弁を開閉しています。血液の代役には生理食塩水を用いて、左心房や左心室は透明なアクリル板などで密閉容器として作り、弁が動く様子を外から観察できるようにしてあります。



僧帽弁シュミレーター（概観）



僧帽弁シュミレーターにつけるブタの弁

「手術の結果、血液の逆流がどの程度減少し、乳頭筋にかかる圧力がどのくらい変化したか、それらの数値で示してくれるこの装置は、医師が手術方法を試し、患者さんそれぞれに一番よい方法を選択することができるので、とても有効だと思います」と加瀬川先生は高く評価してくれます。最近の実験では、腱索の一部が切れた患者を想定して、ゴアテックスの糸で人工的に腱索を再建する人工腱索の手術と、アルフィエーリという別の手術方法を比較しています。僧帽弁手術の

第一人者で12年で200人以上に人工腱索の手術を行った加瀬川先生ですが、数年前に開発されたアルフィエーリを患者に対して行った事はありません。「様々なデータを取ってこの手術方式の位置づけを明らかにしてから患者に使うべきか判断したい」ということで、この実験を精力的に重ね、彼は医学の学会で、医学の視点から学会発表しました。一方、私の研究室の大学院生は、その基礎データを昨秋日本とヨーロッパの人工臓器学会で発表しました。

このシミュレーション装置は、設計はもちろん、可能な限り部品も梅津研究室の学生が作っています。研究室には、部品を作り高熱で張り合わせて複雑な形にも成型できるようにと、一通りの製造装置を揃えました。機械の扱いは「大田区の町工場」を通して教わり、職人のお墨付きをいただきました。

シミュレータの研究は、私にとってライフワークとも言えるものです。自身が工学部の大学院生だったときに、頻繁に出入りしていた東京女子医大における実験動物の多さに驚き、何とかその数を減らしたいと考えました。そこで、1974年当時開発していた拍動型人工心臓を二つと、ゴム管、その他抵抗となる部品を組み合わせ、血液循環シミュレータの原型を作りました。それは今から見るときわめて原始的なものでしたが、心不全の治療についての二つの手法のどちらが良いか、の傾向を導き出すことに成功しました。そのおかげで工学の博士号よりも先に医学の博士号をもらうことができました。「工学技術を駆使して、医工連携を推進し患者の治療に役立てたい」。これこそが、バイオエンジニアが医療に貢献する新しいスタイルであると信じています。医師の経験とカンを従来にないアプローチで数値化することにより、医療技術の透明化、閉鎖性の打開ができると考えています。

今、Evidence Based Medicine といって、医療の今までの膨大な結果を大規模な数値解析によって、医師の経験とカンを数値化することが世界的に広く研究されています。早稲田オリジナルとして、別の EBM、すなわち Engineering Based Medicine をここに提唱しているわけです。

### *最後に、私の略歴・プロフィールと趣味を書きます。*

- 1951年 3月8日生まれ
- 1979年 早稲田大学院博士課程修了  
国立循環器病センター研究所初代研究員
- 1985年 同研究室長（人工臓器部）
- 1988年 シドニー・ビンセント病院工学部長  
（初代オーストラリア人工心臓プロジェクトリーダー）
- 1992年 早稲田大学教授
- 1993年 ニューサウスウェールズ（シドニー）客員教授併任
- 2000年 早稲田大学人間総合研究センター副所長（2004年9月まで）
- 2001年 早稲田大学大学院生命理工学専攻初代主任
- 2004年 SCOE 融合大学院設立検討委員会主査

学位：工学博士（早稲田大学）、医学博士（東京女子医科大学）

研究、専門テーマ：医用機械工学、人工臓器

所属学会：日本人工臓器学会、国際人工臓器学会、日本機械学会、ライフサポート学会等

連絡先：早稲田大学理工学院

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1（#58-322 室）

TEL：03-5286-3256

FAX：03-3200-2516

e-mail：umezu@waseda.jp



家族：4人

2005年お正月に  
撮影した家族写真

特技：大型自動車免許（73年オイルショック後の就職対策として取得）

趣味：テニス、旅行、鉄道

尚、テニスは地元のサークルに入っています。鉄道に関しては、早稲田大学鉄道研究会の顧問をやっています。小学校4年生の時に鉄道時刻表を見るのが趣味となり、東京から大阪までの全駅を覚えました。今でもちゃんと言うことができます。（ただし、当時新幹線はなかったので“新大阪駅”などは意識しないと飛ばしてしまいます。）

人間の脳の中で、記憶はどうなっているのか・・・とつい考えてしまいます。

2004年テニスサークルの合宿  
（軽井沢セミナーハウス）にて

