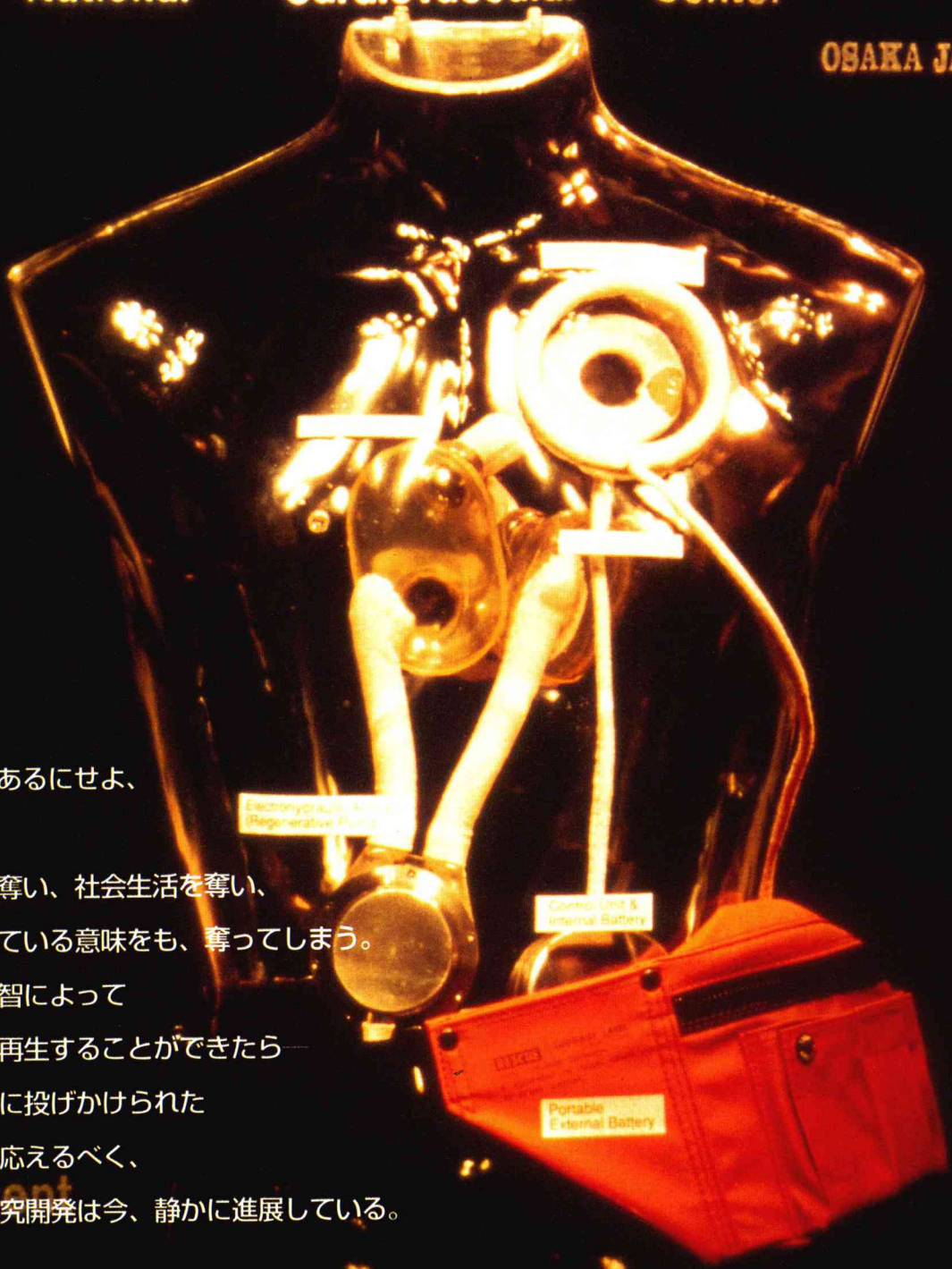


Techno
Scope

National Cardiovascular Center

OSAKA JAPAN



たとえ一部であるにせよ、
肉体の喪失は
人から自由を奪い、社会生活を奪い、
ときには生きている意味をも、奪ってしまう。
もし科学の叡智によって
失った肉体を再生することができたら—
テクノロジーに投げかけられた
究極の悲願に応えるべく、
人工臓器の研究開発は今、静かに進展している。

Department
of
Artificial
Organs

生体機能を製造する技術 —人工臓器の夢

21世紀、機械の体が寿命を延ばす?! あらゆる臓器で進行する 代替パーツの研究

人の体のうち脳をのぞくほとんどすべての臓器で、その機能を代行する人工パーツが研究されているという。現在のところ、生体に匹敵する機能を備えたものはないが、行われている研究の広範さや、期待度の大きさを考えると、今後の大きな進展が期待される。21世紀は人が肉体の限界をこえて生命を維持することが可能な時代となるのだろうか。人工臓器の研究開発の現況を概観する。

－人工心臓－完全埋め込み型の実現をめざして

現在進展している人工臓器の研究開発の中で第一に取り上げねばならないのが人工心臓の研究だろう。生体適合性、機械的精巧さ、動力と制御、いくつかの技術的課題を複合的にクリアしなくてはならないのが、人工心臓である。

人工心臓開発では米国が一步進んでいる。米国は1960年代から人工心臓開発を国家プロジェクトとして2005年の実用化を目標として研究を進めてきた。1982年には長期使用を目的とした史上初の人工心臓埋め込み手術がユタ州で行われており、生存期間は残念ながら112日だったものの、人工心臓で人間が生存できる可能性が示された。この初期の人工心臓は体外の装置から圧縮空気を送って駆動するタイプで、患者が動きまわることが不可能だったが、現在は小型バッテリーで駆動し、自由に動きまわれるタイプのものの研究が進んでいる。

先進国アメリカに迫るべく日本でも完全埋め込み型人工心臓の研究が進む。国立循環器病センター（吹田市）の妙中義之人工臓器部長のチームは、電気駆動式の完全埋め込み型人工心臓の実現へ向け「拍動流型」「定常流型」という2つの異なるタイプの人工心臓を研究開発している。いずれも現在動物実験によりデータ収集が行われている段階だが目標としては、10年後の実用化をめざしている。

「拍動型」の主要なシステムは、血液を循環させるための〈ポンプ〉、動力を生み出す〈アクチュエーター〉、運動量に応じて血流をコントロールする〈制御ユニット〉などから構成される。アクチュエーターへの電力供給は皮下に埋め込んだ電極に電磁誘導によって行う。この方法なら皮膚に開口部がないため感染症の心配が不要になる。腹部の皮下下に環状の電極を埋め、中心にピアス状に穴を開けておく。ここに輪を取り付けて体外バッテリーをつなぐ。むろん体外からの電力オンリーでは、もしもの断線が命取りになる。そこで体内にも30分間は駆動できるバックアップ用の小さな2次電池（充電式バッテリ

ー）を入れる。通常の電力は「ボディ・ピアス」から送電されるが、外してもしばらくは安定した動きが得られるわけだ。

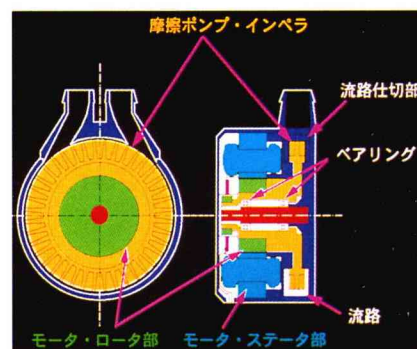
「ドキドキ」する心臓・しない心臓

「拍動流型」は、名称からもわかるとおり、心臓の拍動を再現したタイプで、右心・左心にあたる2つのポンプが交互に脈打って血液を循環させる。対する「定常流型」は、いわゆるモーター・ポンプの構造を採用したものでインペラ（スクリー状の羽根車）が回転し心拍なしに定常的に血液を流すタイプだ。いわば「ドキドキ」しない心臓である。やはり右心・左心に相当する2つのポンプからなるが、拍動式のような大きなポンプ室はない。

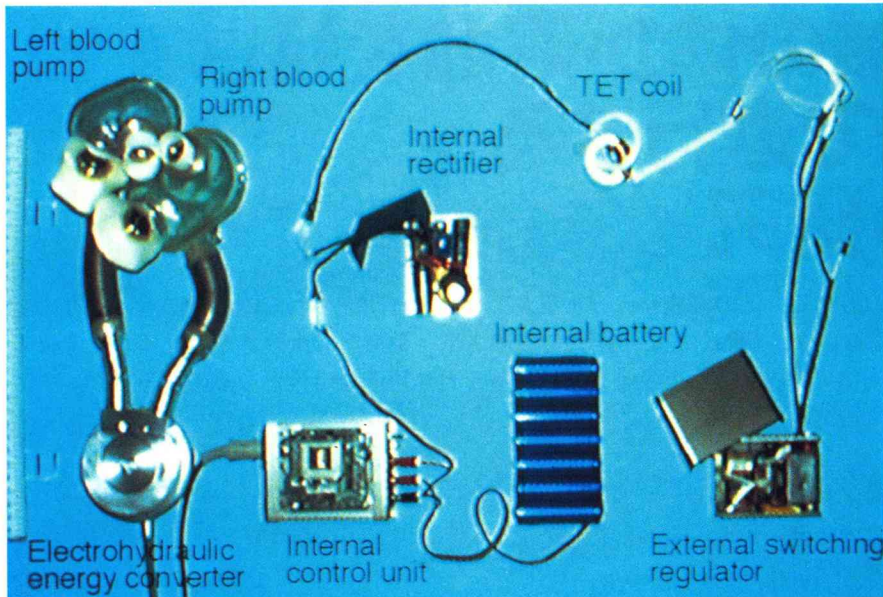
いずれの方式も開発にあたっての鍵になるのは、血液ポンプの血栓対策と、耐久性である。人工心臓では生体組織ではない容器の中を血液が流れるわけだから、血液がこびりつくようなことがあれば、固まって血栓となっ



国立循環器病センターの人工心臓モデル
国立循環器病センターの「拍動流型」人工心臓。システム全体の大きさと、埋め込み時の位置関係がよくわかる。電気油圧式ポンプ・アクチュエーター（下の円盤状の部分）が正逆駆動し、2本のパイプに満たされたシリコンオイルを媒体にして左右ポンプを交互に圧縮・吸引する。オートマチック車のトルクコンバーターを連想させるメカニズムである



「拍動流型」電気油圧式アクチュエーターの構造



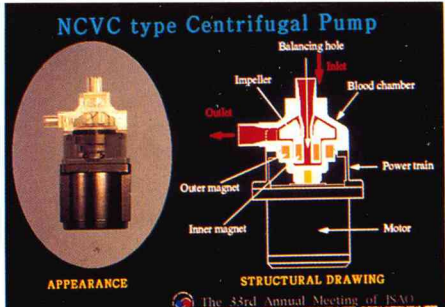
「拍動流型」のシステム構成。アクチュエーターには電気機械式のものや油圧によるポンプ式が考えられている。前者がカムやローラーねじなどで血液ポンプを駆動するのに対し、後者はシリコンオイルの油圧を利用する。写真は油圧ポンプ式アクチュエーターを採用したシステム。血液ポンプと離して埋め込むことができ、体内でのスペース確保がしやすいという利点がある。バッテリーには現在リチウムイオン電池が使われているが、将来はニッケル水素電池の採用も検討されている

てしまう。したがって血液がくっつきにくい素材の開発が必須となる。同時に、長年にわたって安定した運転を確保するための高度な耐久性も必要だ。現時点で妙中氏は主要な素材としてポリウレタンを採用しており、実用化にあたっては抗血栓剤であるヘパリンで内壁修飾を行うことを考えているという。さらに「定常流型」ではインペラを回転させる軸のシール部分（モーター軸との接続部分）が血栓のモトになるわけだが、妙中氏はこの部分に永久磁石の磁力で隔壁を介してインペラを動かすノンシール構造を採用し、可能性を拓いた。インペラの軸周辺にも血液が常に還流し、よどみができないように構造上の工夫がなされている。またインペラは高速回転することから、より血液を破壊しにくい形状が模索されている。

機械的寿命をどう延ばすかが技術的課題

現在の素材やメカニズムから予想される人工心臓の寿命は、およそ3年程度だという。膜やアクチュエーター、バッテリーなどの耐久性に限界があるからだ。この耐用年数をどう延ばしていくかも人工心臓開発の大きな課題である。

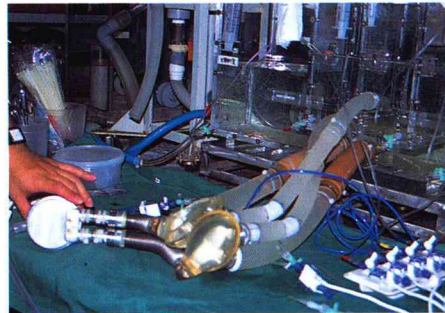
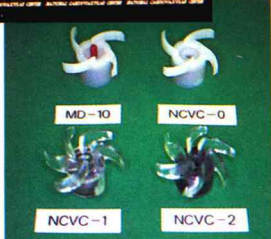
「すでに一般的に広く使われるようになったペースメーカーの寿命も初期には2～3年からせいぜい5年といわれていました。しかし今は10年以上つけている人が多数います。心臓の人工弁にしても、20年以上もつようになってきました。技術的ブレイクスルーが、新しい可能性につながることは希望を持っていいんじゃないでしょうか。その意味でもわれわれ医学者と工学者の連携が必要なん



「定常流型」ポンプの構造

「定常流型」ポンプのインペラ。理想的な形状を求めて研究・実験を重ねられている。

血液の代わりに水を用いた「拍動流型」ポンプの作動試験

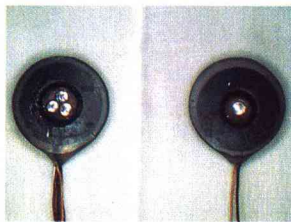


国立循環器病センター
妙中義之
人工臓器部長

です。われわれがスペックとなるデータを出し、工学者はそれを実現するための技術を提供してくれるといったようにです」(妙中部長)

さらに妙中氏は、人工臓器の研究が生体解明にも新たな視点を提供することになるという。「たとえば定常流型の人工心臓を取り付けることを考えた場合、生体にとって脈がないというのは、かつて存在したことがない状態です。それについても開発にともなうデータの分析からさまざまなことがわかってくるはずです」

国立循環器病センターのほかにも日本の人工心臓の研究開発は、後出のインタビューでご紹介する東京大学医用電子研究施設など、いくつかの大学や研究施設でそれぞれに開発が進んでいる。また心臓を完全に人工のものに置き換えてしまう「全人工心臓」の他に、もとの弱った心臓をそのままにして、血流量の何割かを補助的に受け持つ補助人工心臓も研究が進んでおり、このタイプは日本でもすでに臨床試験的に移植手術が行われた例がある。補助人工心臓をつけることで、弱った心臓への負担をやわらげて機能回復を促すことが可能だという。



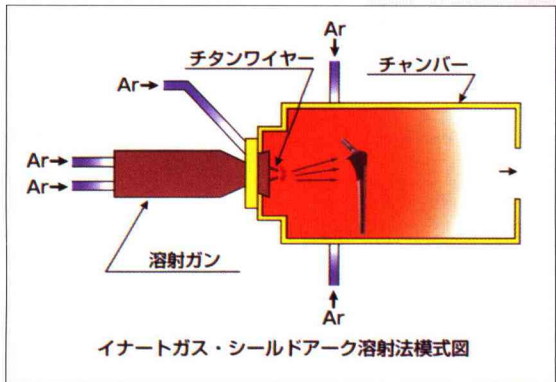
人工心臓は、生体のように補聴器をあてて診察するのはむずかしい。そこで赤外線LEDによる光デジタル通信で通院時などに人工心臓そのもののデータを直接検出する方法が有望視されている。写真はそのためインターフェイス部分。左側の装置を皮下に埋め込んでおき、もう一方を皮膚の上から当ててデータを読み取る



高分子中空糸に血液を通し、その外側に透析液を流して血液浄化を行う体外循環式の人工腎臓。小型化が進んでおり本体のみの大きさは小型の懐中電灯くらいになってきた（写真提供：テルモ株式会社）



主に手術用などの目的で実用化されている体外循環用の人工肺。ポリプロピレンの中空糸膜によってガス交換が行われる。血液流路が抗血栓剤ヘパリンでコーティングされている（写真提供：テルモ株式会社）



純チタンの溶射膜上にハイドロキシアパタイトをコーティングすることで生体適合性を高めた人工股関節（写真提供：京セラ株式会社）

イナートガス・シールドアーク溶射法では、不活性ガス（アルゴン）をチャンバーの中に満たし、チタンワイヤーを材料としてアーク溶射して、母材に純チタン膜を付着させる。これにより従来のチタン粉末による減圧プラズマ溶射法では避けがたかった被膜の内部欠損が生じにくくなり、チタン粒子の脱落・剥離を防げるようになった。さらにその上からハイドロキシアパタイトをコーティングすることで、生体適合性をいっそう高めることができる

—人工肺—新素材が可能にした人の肺をこえるガス交換能力

人工肺も人工心臓同様に、埋め込み型への模索が行われている人工臓器である。人工肺は従来から主に手術用に「体外循環型」のものが医療の現場で用いられてきたが、体内に埋め込めるようなサイズではなかった。しかしここへきて従来のものの数十倍のガス交換能力を示す高分子素材（ポリイミドの一種）が開発され、小型化へむけて展望が開けた。開発に成功したのは東京都立大学の長岡昭二教授の研究グループで、この素材を中空糸膜にすれば小型乾電池1個分ほどの大きさで人の肺に匹敵するガス交換能力をもたせることができるという。ガス交換能力だけからみれば、人の肺以上の効率である。かなりの小型化ができることから埋め込み型の人工肺素材として有望視されている。動物実験では生体適合性もよく、血栓もできにくいという。

—人工関節— 生体と融合するチタンの骨

京セラのバイオセラム事業部が開発した人工股関節は、新たなチタンコーティングの技術によって生体適合性を高めているという点で興味深い。人工股関節はもともと

リウマチなどで歩行が困難になった人たちのために考案されたものだが、大きな力がかかる大腿骨に埋め込んで使用するため、骨へのより確実な固定性が求められてきた。京セラではチタン合金母材の粗面に純チタンをコーティングする新たな技術を開発、骨への結着性を高めることに成功した。イナートガス・シールドアーク溶射法とよばれるこの新たな溶射技術によって形成された純チタン被膜は、内部欠陥が極度に少なく、チタン粒子の脱落や剥離がおきにくいという。京セラではさらにこの上から骨と一体化しやすいハイドロキシアパタイトをコーティングして、手術後インプラントが生体としっかりフィットするように工夫した。また関節部分には耐磨耗性の高いアルミナやジルコニアなどの高強度セラミックスを採用し、磨耗による不純物の生成を抑えている。

—人工血液— 蒸留水でもどして使えるインスタント血液

血液を人工的に合成しようという研究もある。血液中の酸素運搬機能を担うのはヘムという物質だが、このヘムを人工的に合成し加工すると、赤血球にきわめて近い機能を発揮する。リピドヘムといわれるこの人工血液は、

粉末で長期保存ができ、使いたい時に蒸留水でもどして使用することができる。災害時など、多量の輸血が緊急に必要とされる場合にも対応しやすい。輸血用の血液は通常採血後21日を経過すると使用できず、さまざまな感染症への不安も常にはらんでいる。リポドヘムによる人工血液が実用化されれば、そういった輸血用血液のデメリットからもまったく自由な輸血用血液が得られることになる。

すでに動物実験では約40%をリポドヘムに交換しても障害がないことがわかっており、さらに安全性を確認したうえで人への臨床試験が行われることになっている。

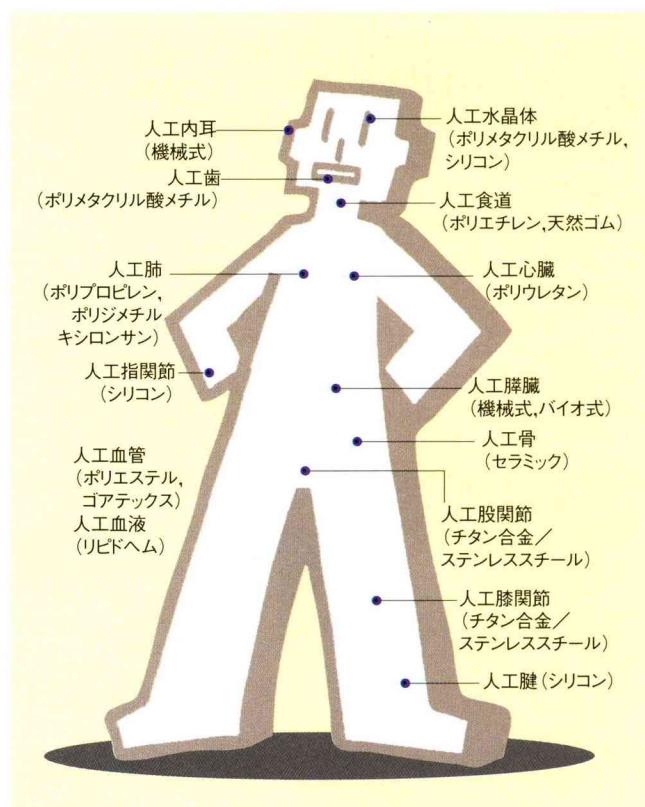
リポドヘムに先んじて本年度中には実用化される見通しの修飾ヘモグロビンと呼ばれる人工血液もあるが、これは人工的に合成されたものではなく、21日を経過して期限切れとなった輸血用血液からヘモグロビンを取り出して加工したもの。人工血液というよりは、リサイクル血液、もしくは加工血液といえなくもないが、不足しがちな輸血用血液需要を補うものとして期待されている。

医学と工学のクロスオーバーが人工臓器実用化への鍵か？

以上に紹介した以外にも、現在あらゆる身体部分の人工化が進んでおり、極論すれば脳以外のすべてのパーツについて人工化の研究が進められているともいわれる。残念ながら本来の身体機能に匹敵するだけの人工臓器は、まだ存在しない。ざっと概観しただけでも、どうやら道程は険しそうに見える。しかし、身体的人工化への研究開発は、かなり広範に行われていると見ることはできそう。

すでに生体の化学的反応を関知するバイオセンサーや人工神経の研究も始まっており、研究が進めば、最後に残された脳の分野でも、テクノロジーによる改造が不可能とはいえなくなってくるかもしれない。

とはいえ、現実の人工臓器をある程度安心して使用できるまでには、まだまだ数々の技術的積み重ねとブレークスルーを待たねばならない。人工臓器は、いわば医学と工学のクロスオーバーを必要とする技術である。循環器系人工臓器でいえば、耐久性・抗血栓性の高い素材開発が重要であり、数十年にわたって安定して動き続ける動力装置の開発も不可欠である。たとえば米国ではポリウレタンとシリコン樹脂の高分子の鎖をつないだカルジオセンという新たな抗血栓性の樹脂が開発され、人工心臓の素材として有望視されているが、こうした新素材開発、あるいは工学面、エレクトロニクス面での技術革新によって医学的な研究をバックアップしていく体制が人工臓器開発には必要だと考えられるかもしれない。



開発中あるいはすでに実用化されつつある人工臓器 () 内は素材の一例

また昨今臓器移植の問題が議論されているが、脳死の社会的許容度が日本に比べて格段に高い米国でもドナーが見付かりにくいという状況がある。日本では首相の諮問機関である脳死臨調が「脳死を死の判定としてもよい」との見解を出した後も、なお組織的、心理的抵抗が根強く存在する。よしあしは別として、わが国では臓器移植全般が普及しにくい土壌があるようだ。その意味でも脳死者を待つのではなく、必要に応じていつでも使える人工心臓をはじめとする人工臓器の開発は、日本でこそ切に求められている技術と考えられなくもないだろう。

人工臓器を産業として見た場合、30年後には数千億円の市場規模に成長するだろうとの予測もある。しかしその機能が生命にかかわる商品となるだけに、企業にとっては製造物責任の問題が重くのしかかってくる。事実、多くの企業がPL法を恐れて人工臓器開発におよび腰になっているという話も耳にする。その方面での法的整備や組織的なバックアップも、あるいは今後の課題となってくるのかもしれない。いずれにしても、人工臓器が最先端技術の結集を要するジャンルであることから、日本は持てる技術によって、その発展に貢献すべきだという声は少なくないようだ。

取材協力・写真提供：国立循環器病センター、テルモ株式会社、京セラ株式会社

超人工臓器開発への夢

東京大学医学部医用電子研究施設 教授 井街 宏
Kou Imachi

人工臓器の究極の目標を、生体臓器の機能を超越した超人工臓器の開発に置くべきである——東京大学の井街 宏教授はそう提唱される。先端技術が競い合い、異分野技術の融合が目覚ましい今、これは決して夢物語ではない、という。

昭和47年から人工臓器の開発に携わり、中でも人工心臓、人工弁を専門分野として研究を進められてきた。人工心臓を中心に、開発の歴史や現況、持論の超人工臓器を含む未来への展望を語っていただいた。

人工臓器開発の歴史と現状

——人工臓器の開発の現状から教えて下さい。

井街●1940年代～1960年代にかけて多くの人工臓器の開発が進みました。これらが基礎となって現在ではさまざまな人工臓器が臨床に使用され、その一部は日常的に使用されるまでになっています。とくに血管、弁、ペースメーカー、腎臓、骨、関節などは、25年以上にもおよぶ使用者も珍しくありません。

また心肺、補助循環、心臓、内耳、中耳、水晶体なども積極的に臨床応用が行われています。さらに肝臓、脾臓、血液なども、一部臨床応用が始められ、腸管、食道、子宮に至っても研究段階に入っていますから、現在人間の代表的な臓器中で研究・開発に手つかずのものといえば、脳くらいなのでしょう。

——先生のご専門である人工心臓は、どのような種類のものがどの程度の段階まで開発されていますか。

井街●人工心臓には衰弱した心臓の拍出機能の一部を補助代行する補助心臓と、拍出機能を完全に代行する完全人工心臓があります。補助心臓はすでに実用化が始まっていて国内でも240例近くありますが、完全人工心臓は世界的に見てもまだ試験段階にあります。完全人工心臓は、さまざまな問題から1960年代の終わりまで、動物実験でも100時間以上の生存すら得ることができませんでし

た。しかし、1970年代になると体外に置いた大きな空気圧駆動装置によって、胸腔内あるいは胸壁上の血液ポンプを駆動するものが主体となり、人工心臓システムとしての制御や信頼性は著しく向上したのです。この型の人工心臓は、現在動物実験や臨床応用の主流となっている形式です。また血液ポンプの材料も生体適合性に優れたものが開発され、1970年代後半には各国で動物実験による半年以上の生存が可能となりました。

1980年代の前半からは心臓移植へのブリッジ（繋ぎ）を中心として臨床応用が試験的に始まり、米国では法律によって心臓移植の対象外となるボランティア患者4人に対して、半永久的な完全人工心臓の使用も試みられました。そして1986年にはこのうち一人の患者を622日間生存させることに成功しています。このような臨床応用の成功と合わせて、駆動装置から解放されたいという患者の切望、皮膚を貫通するチューブに沿って起こる感染症の回避などの理由から、1970年代後半からはシステム全体を体内に埋め込む完全埋込型人工心臓の研究も盛んになっています。

現在では米国、日本、ヨーロッパなどの各研究所や企業において、バッテリーなどのエネルギー源のみを体外に置き、自然心臓の内膜に相当する血液ポンプ、筋肉に当たる駆動装置、また計測および制御装置などその他のすべてのシステムを体内に埋め込む、完全埋込型人工心臓の激しい開発競争が始まっていると言えます。

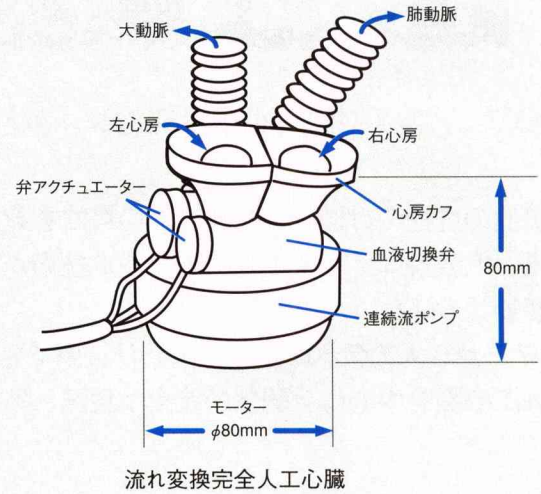
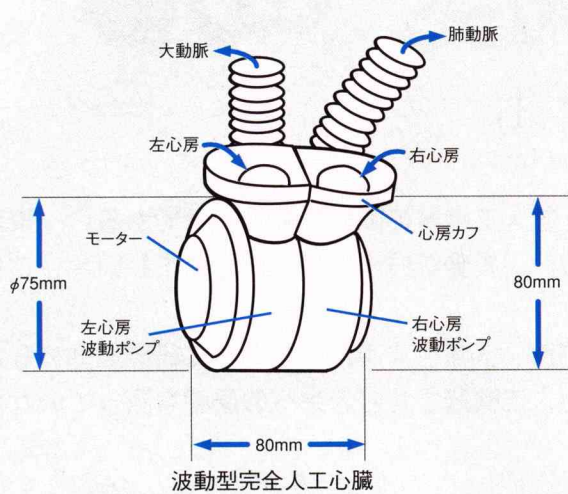
〈人工心臓の歴史〉

- 1957年 コルフ、阿久津(米)が人工心臓を犬に埋め込む
- 66年 米国で補助人工心臓の臨床使用始まる
- 67年 (南アで世界初の心臓移植実施)
- 68年 (札幌医大で日本初の心臓移植)
- 80年 東大、人工心臓の動物実験で228日間の世界新記録達成
- 82年 デブリーズ(米)、永久使用目的の人工心臓を臨床使用
- 84年 デブリーズ、2例目の人工心臓臨床使用(622日間生存)
- 85年 日本で補助人工心臓使用患者が初めて生存して退院
- 88年 NIH(米国立衛生研究所)、体内埋め込み式の全置換型人工心臓計画を本格化
- 2005年 NIH、全置換型人工心臓の開発目標

〈わが国における埋込型人工心臓の研究開発〉

- 北海道東海大／北大 : ブラシレスDCモータ／ボールネジ
- 東北大 : 振動流ポンプ
- 慶大／北海道東海大 : Valvoポンプ(タービンポンプ)
- 東女医大／早大 : 心室内軸流ポンプ
- 東大 : 流れ変換型波動型
- 信州大 : リニアパルスモータ
- 国立循環器病センター : 摩擦ポンプ／油圧
- 広大 : 振り子型

東大で開発中の波動型完全人工心臓と流れ変換型完全人工心臓の完成予想図



——東京大学で開発中の完全埋込型人工心臓についてお聞かせください。

井街●波動型完全人工心臓と流れ変換型拍動流完全人工心臓というふたつのシステムの研究開発を進めています。波動型はモータの回転を特殊な機構によって円盤の波動運動に変換し、この運動によって血液を出口側に運ぶもので、円盤の両側に180度位相がずれた流れができるため、出口ではほぼ完全な連続流となります。モータの回転数を変化させることによって任意の波形の拍動流にすることもできます。低回転で多くの搏出量を得られるのが特徴で、心臓の右心および左心用にふたつのポンプを組み合わせるタイプのものです。現在米国などで長い年月を費やして研究開発している完全埋込型人工心臓は、彼らの平均体重である約80Kgの人体向けのものですから、小柄な人に埋め込むことは不可能なのです。これに対し、われわれが開発中のこのタイプの人工心臓はおそらく世界最小のもので、小柄な人にも埋め込むことが可能なのです。また、流れ変換型拍動流のほうは、基本的には単一の連続流ポンプを用いて肺循環と体循環を搏動流で灌流しようという新しい発想の人工心臓です。こちらはポンプがひとつで済むので、人工心臓の小型化により有利なのです。

至難の生体エンジニアリング

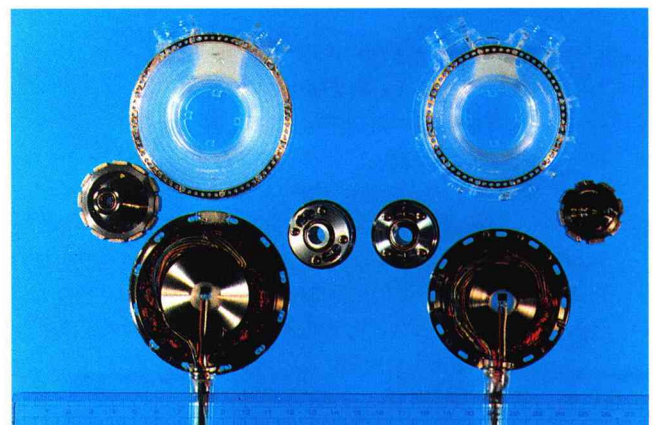
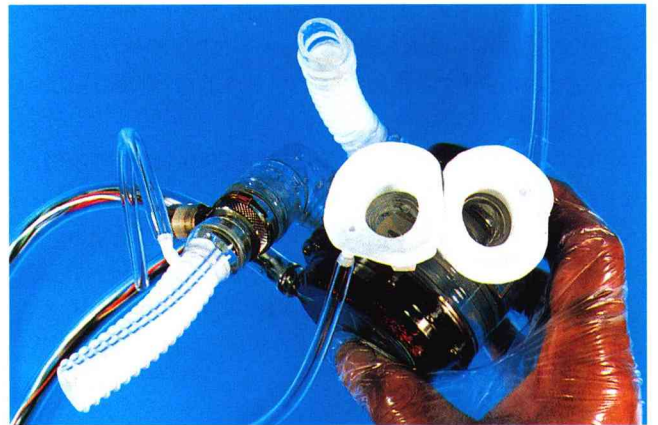
——人工心臓の制作はすべて内部で行っているのですか。また、材料にはどのようなものが使われているのですか。

井街●部品の一部を購入している以外は、半田付けから金型製作、プラスチック加工にいたるまですべて内部で制作しています。材料はさまざまですが、ポンプ中にあるモータの回転軸や、この軸が回転運動する際にぶれを起こすのを防ぐベアリングという部分にはステンレスが使われています。しかし、このベアリングや軸に関しては少しでも人工心臓全体の軽量化をすすめる意味から、徐々にチタンを使用する方向に移行してきています。

——人工心臓の開発においてとくに苦労されていることはあったのでしょうか。

井街●まず、よりよい材料を厳選し、それを生かす技術が必要です。しかしかりに最高の材料および技術を駆使しても、人工心臓のように生体を扱うエンジニアリングというものは、到底数学上の計算には乗らない世界なのです。生体は個体（人）差が極めて大きいので、ある一人の人には適合しても別の人には拒否反応が出てしまったりするわけです。また、人の健康状態や疾病の状態、女性では妊娠・出産時など、人体に関するデータは統計としては意外とそろっていないのです。そのような状況下において、人体

波動型完全人工心臓（上）とその部品（下）



に合うように人工心臓を制御するにはいったいどうしたら良いのか。さらに通常、一般の工業部品は500万回の使用に対する耐久性があれば、製品として合格だといわれます。しかし、一日に心臓が打つ鼓動は5～10万回ですから、50日～100日も経てばすぐに500万回に達してしまう。つまり500万回しか耐久性のない人工心臓では、50日～100日しか生きられない計算になってしまうのです。2年、3年の耐久性を得るのでもたいへんなところへきて、半永久的に使用できる人工心臓を作るとなれば、並大抵のことではありません。

——開発はどの程度まで進んでいるといえますか。

井街●駆動装置を体外に置く、空気圧式のポンプを用いた人工心臓を装着したヤギを最長で532日間生存させることに成功しています。これが現在世界における動物での最長記録のはずです。

——人間への完全埋込型人工心臓の実用化の目はいつ頃に置いていますか。

井街●あと10年ほどで臨床実験がスタートするとして、実用化はさらにその10年後、合計約20年後くらいでしょうか。

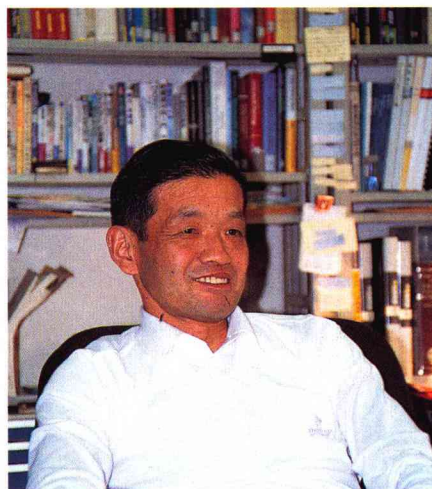
未来の臓器——超人工臓器

——先生は超人工臓器の開発を提唱されているそうですが、具体的にはどのような臓器のことをいうのでしょうか。

井街●人間が何かのきっかけで不幸にも体の一部を失い、人工臓器を装着すると、その日からその人はハンディキャップドパーソンとして扱われてしまいます。その原因は現在実用化されている人工臓器が、人間の生存や生体機能の確保に必要な最低限の機能を持つものにすぎないからだと思います。例えば、生体機能の一部しか備えていなかったり、大きすぎて体内に埋め込むことができなかったり…。また、センサ機能がほとんどないために、体の状態に応じた自動制御ができない。さらには組織適合性が悪く、感染を招く恐れがあったり、耐久性に限界があるなど問題点は山積みです。確かに死ぬよりは生きる方がよいかもしれませんが、ただ生きるよりは社会復帰が可能であったほうがよく、健常人と同じであればもっとよいことは言うまでもありません。

そこで、私が考えている超人工臓器は数多くありますが、いくつか例を挙げるとすれば、超微細加工が可能な手、動物より速く走れる足、大気汚染に耐えられる肺、酒豪用の肝臓、心臓の場合は分散型の心臓などといったものが考えられます。とくに心臓を分散化できれば、手や足など用途に応じて機能を強化したい部分に、タイムリーに大量の血液を送ることなどができる。また、あらゆる部分に心臓バイパスを作っておけば一部が駄目になっても別のところが充分機能してくれる。故障箇所はそのあいだに修復すればいい。つまり、超人工臓器とは生体の臓器機能を超越した人工臓器なのです。

私は車という乗り物は、超人工臓器のひとつであると考えています。人は車に乗ることによって普段よりずっと速く走ることや重い荷物を運ぶことができたりする。つまり人間として生まれ持った能力以上のことが可能になるわけです。そしてその車を利用している人たちは数えきれないほどいますが、誰もそれを不自然なことだとは思っていませんよね。しかし、何らかの不幸で足を



井街 宏
(いまち こう)

1942年 6月5日生まれ
1968年 京都大学大学院工学系研究科機械専攻修士課程修了
1972年 東京大学医学部医用電子研究施設 助手
1987年 同学助教授
1993年 同学教授 現在に至る

専門分野 : 人工臓器 (特に人工心臓、人工弁)

受賞 : 人工心臓功績賞 (チェコスロバキア、プルキエン大学)
日本医科器械学会技術賞「臨床用補助心臓システムの開発」
チェコスロバキア病態生理学会特別賞「人工心臓の病態生理の解明」

日本ME学会論文賞「単一の連続流ポンプを用いた搏動流完全人工システムの開発」など
著書 : いずれも共著「人工臓器工学」、「電磁駆動型人工心臓」など多数

失ってしまった人が自分の足代わりに車椅子に乗ると、たちまちハンディキャップドパーソンになってしまう。車椅子は遅いし、重いものは運べないし、自由がきかないからでしょう。これではいけないと思うのです。ここに人工臓器の分かれ目がある。現在のような人工臓器ではなく、装着することがむしろ優越感につながるような、さまざまな人工臓器を開発することが重要でしょう。超人工臓器の装着によって、人間として生まれもった臓器や機能を不意に失ってしまったという大きな不幸からようやく救われ、精神の落ち込みからも立ち直ることができるのではないのでしょうか。

コンピュータ科学、電子技術、マイクロマシンやロボット技術が進歩した現在、これは決してただの夢物語ではなく、臓器研究開発者が概念や視点を変えて努力しさえすれば近い将来可能なものであると思うのです。

約30年ほど前、人類は月面到達に成功しましたが、宇宙開発が始まったばかりの頃には、人が月に行くなどということは夢のまた夢であったに違いありません。しかし、人類はそれを成し遂げた。

人工臓器の開発においても、私の夢である超人工臓器のように目標を高く設定することによって、生体臓器と同程度の人工臓器を近未来において容易に実現可能にすると思うのです。

——ありがとうございました。

[資料提供：東京大学医学部医用電子研究施設ほか]