



未来治療を支援する医工連携への デザイン支援

大阪大学・名古屋市立大学 名誉教授 川崎和男

はじめに

人間にとって「生老病死」は最大の問題である。

人間活動の根本的な骨格として、人生の過程に「生老病死」がまち受け、すべての局面で問題解決、すなわち治癒に対してあらゆる知識と知恵が投与されている。

具体的にいえば、「生きている」ことは「死んでいく」ことであり、この過程で「病」、「死」が絶えずまち構えている。生きることが死んでいくことであり、生きている毎日は死んでいく日々の積み重ねという矛盾を引きずっているわけだ。

「生老病死」は人間にとって、アポリアそのものかもしれない。

人間は日常という過程で、病・死を引き込むことなく「生きがい」を求めている。それと同時に、病・死へ対抗するために医学から医療を専門的に分業化し、なおかつ学識として、産業として、制度として、すべからく経済活動の基盤にしている。

筆者はプロダクトデザイナーとして、いわゆる工業・工芸製品の開発を職務とし、医学が対象とする製品のデザイン(=問題解決の手法)の実務応用とその展開を目指してきた。そして、デザインが対象とする「医療」と「医学」をさらに学域とすべく、大学人として研究と教育にも携わってきた。加えて、筆者は交通被災者として車椅子生活を余儀なくされている。さらにその事故を遠因とした心臓障害もあり、これらが筆者の「生老病死」を決定し、何度か重篤な状態も体験している。こういった入院、手術、そして生死の境をさまよったという経験を通じて、筆者は現実的な医療現場やその環境を熟知することができたと感じている(図1)。

本稿では、デザイナー、大学人という立場から、30年後の治療体系を予知してみたいと考えている。ただし、1949年に出生した筆者には、2049年(=100歳)まで生命があるとは断言しにくい。しかしながらデザイナーとして、その職能の本質に「未来創造に対する責務」があることを述べておく。

■ 手 法

将来医療の自己体験、予知、デザイナーの予感、デザイン設計方針から、医療の環境デザイン・制度設計を提案するための方法論として次の3項目を考えている。

①「健康」を3つに分類し、この概念に覆い被さる一般的風潮を問題点として捉える。

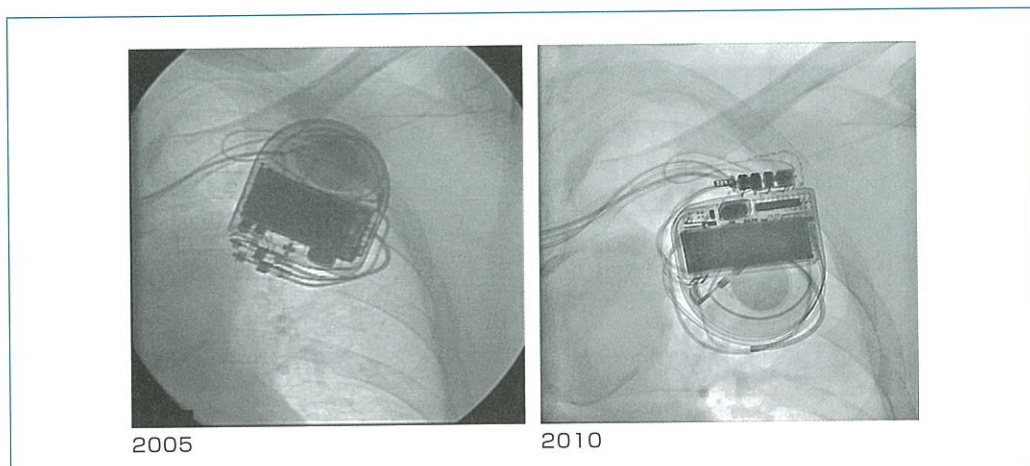


図1 筆者の体内(X線画像：植込み型ICD)

- ② 未来革新については、3つの方向性を予見し、その解決に向けて、筆者自身の体験とデザイン学識的な予想から具体的なデザインを例示をする。
- ③ 時間設定をおおよそ30年先とし、包括的・統合的な医工連携へのデザイン支援に対する期待感を未来医療とする。

結果と考察

①「反健康」、「半健康」、「範健康」という「健康」の3つの分類

「生老病死」から、健康は3つに分類できる。

「反健康」とは健康の全面的な否定であり、病気そのもののことである。そして、病気の治癒とは、医学を背景にした医療行為の効能・成果である。この治癒へのデザイン支援が求められている。

「半健康」とは、一病息災といわれるように、人間はどこかに1つくらい持病をもっているほうが自分の健康状態を気づかい、かえって健康を維持できる。これは健康とはいえないものの息災であるという、ほとんどの人の状態である。

「範健康」とは、健康を常に自己管理して、模範的な日常性を維持することである。

こうした「反・半・範」健康は、医療の個人情報と密接な関係がある。医療情報とは、具体的にいうと、カルテのことである。

「反」(=病気)の治療のためにはmedical data(メディカル・データ)が当然不可欠である。現在のメディカル・データとは、問診に始まる診察の記録である。しかし今後は、病態を現行犯逮捕するために、身体に異変が発生した時点でその事実を正しくキャッチできるようにする必要がある。たとえば、モバイル性の身体装着機器などによって常に装着者の身体の状態が発信され、医療機関や担当医師・看護師がその情報を受信するといった方法が考えられる。そのためには、患者とのインタラクションとフィードバックデザインを社会的な義務制度とする必要がある。

「半」(=やや病状を抱えた息災)のためには、live data(ライブ・データ)受信体制が制度化されなければならない。息災の状態を維持管理する社会が実現すれば、「息災文化」が構築できる。

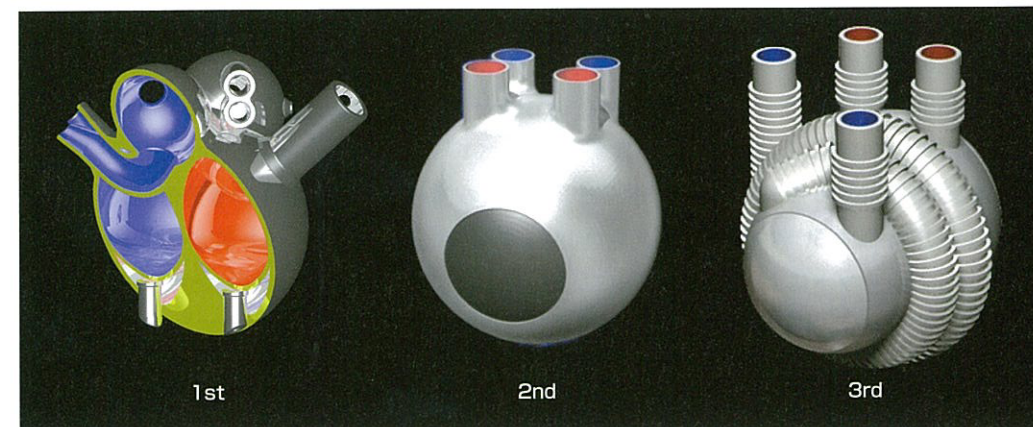


図2 人工心臓—3つの開発モデル図—

そして、「範」(=ほぼ確約された健康)のためにはlife data(ライフ・データ)を医療職能者たちが常に管理できる制度をつくる必要がある。ところが現在、個人情報は秘匿され、医療制度と対立している。秘匿されている個人情報を解放するためには安全性の担保が欠かせない。

これらの「反・半・範」健康という3つの分類はそれぞれ、医療デザインの意図づくりに結びついている。この「未来医療」への時系列的なデザイン設計こそがデザイナーとしての責務である。

簡潔に考えれば、「反健康」は治療そのものの未来形につながり、これは背景となる医学の未来と密接に連鎖する。筆者が最も嫌悪し、打破すべきと考えること、それは「半・範健康」に商業主義的な流行や風潮が覆い被さっていることである。これを明確に解決するための医学的手法は、今のところ存在しないであろう。しかし、商業主義的な医療の経営的成果は、医療制度から分離しなければならない。

② 未来を創造していくために必要な3つの「革新」

3つの革新は、科学・技術・制度など、ほとんどすべての領域・学域に統合的に通じるものであり、「医療・治療」にも連動するというデザイン思考である。

a. 光重合革新

20世紀後半にコンピュータ技術が情報化社会を生み出し、そのなかで光重合の革新が具体的に進化していく様子を筆者は体験した。

筆者は1980年中盤から、光重合である「光造形システム(=ラピッドプロトタイピング)」によって、「全置換型人工心臓デザイン」に取り組んできた(図2)。人工心臓、つまりartificial heartは「art」で始まり「art」で終わる、人類が創造する最高の人工物だと思ふ。筆者はこの人工心臓をデザインすることで、それまで体外のモノづくり一辺倒であったプロダクトデザインにおいて、人工臓器そのモノをデザインの対象とすることを提示したと自負している。また光造形システムによるその他の成果として、未発達な骨盤を造形して、骨盤のどこに異常があるかを術前に確認できるようにし、さらに博士号取得という業績までもたらした。当時は大学での研究であったが、

今では術前のシミュレーション用に商業化されている。

さて、光造形システム装置は当初は高額であったが、特許の開放により、現在では安価な3D-printerが登場している。光造形システムはわが国で発明されたものの、特許はすべてアメリカが有しており、アメリカ主導の産業になっている。筆者は現在、アメリカとは全く異なる3D-printingのデザインに取り組んでいる。この3D-printerは今後の手術形式を大幅に革新していくと確信する。すなわち、「光重合」が未来革新を誘導するといえ、だからこそ「光重合」をデザインコンセプトによって医療機器に反映するべきである。ただし、日本がアメリカに追随しているという現状からは確実に脱却しなければならない。

b. 電磁波革新

筆者はこの革新を2つに分けて考えている。

1つは再生エネルギー(=新たな発電方式)の開発革新である。筆者は、太陽光発電や風力発電よりも、新たな原子力発電のデザインと原発の再稼働を重視している。東日本大震災以降、原発や脱原発が声高に叫ばれているが、今こそ「原発」へのデザインが必要だと筆者は考えている。しかし本連載は医療を対象としているため、再生エネルギーに関する詳細は省く。もちろん、医療環境での電力の確保(自給自足を含め)は、今後の大きな課題である。さらに、医療環境における電力の充足は緊急時、救急体制で必須となることも付記しておく。

さて、もう1つの革新は放射線といった電磁波の各波動の運用革新と考えている。電磁波には、遠赤外線・近赤外線、紫外線、超音波、X線など、さまざまなものがあるが、とくに放射線、重粒子線や中性子線にはがん治療の方策として期待がもてる。デザイナーである筆者にとって、電磁波革新は放射線治療の中核をなすものである。また、筆者はメガネフレームやモニターのデザインに当たって、近赤外線や可視光線、そしてドライアイへの対策をデザイン意図とした経験がある。最近話題になっているモニターなどから発せられるブルーライトをPCメガネで防止するというのは、単なる流行、商業主義のデザインにすぎない。筆者は、ドライアイの原因としてまばたきが減って角膜表面を覆う涙の膜(油層・水層・ムチン層)の状態が不安定になるという機序に着目し、それに介入するようなドライアイ対策メガネこそが重要と考え、商品化してきた(図3)。

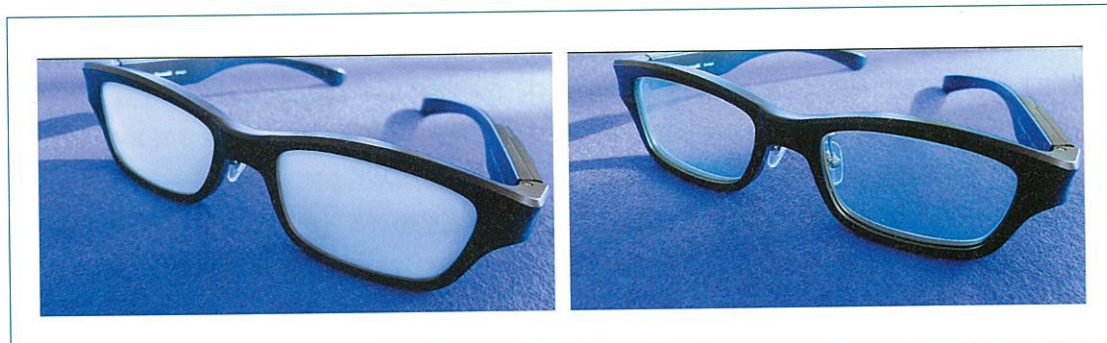


図3 ドライアイ対策メガネ
10秒に0.2秒(あるいは0.1秒)レンズがすりガラス状(左)になることでまばたきを促す。

c. 遺伝子革新

人類が科学によって人体の構造や機能を明らかにしてきたことは素晴らしい成果である。身体には約60兆個の細胞があり、その細胞のなかには染色体が46本、約32,000種類の遺伝子が入っている。そして、iPS細胞の発見や遺伝子の配列制御により、今後さらに人類は基礎医学的な医療技術を発展させていこう。筆者は、このような細胞や染色体に関する医療技術を「遺伝子革新」のデザインと考える。その遺伝子革新は、検査や人工臓器などのデザインと密接に関係する。具体的に2つ例をあげたい。

1つは、遺伝子検査の検査手順の簡略化と検査時間の短縮である。これはアフリカなどの発展途上国の子どもたちへの感染症診断システムの革新として、1つの成果を出した。それまで1ヵ月かかっていた結核の遺伝子検査を、遺伝子診断機器のシステム化によってほぼ5時間で行えるようになるデザインを提案している(図4)。

もう1つは、人工臓器と再生医療のクロス化である。たとえば、自己細胞を培養して心筋細胞シートを作成し、その心筋細胞シートをロボティクス化する。つまり、自己細胞の脆弱性をデバイスによって補い、心筋細胞シートをロボット化するという提案である(図5)。

筆者自身の遺伝子革新はささやかな例示であるが、遺伝子診断と遺伝子の配列制御が医療革命を引き起こし、手術とは全く異なる治療方法が現れるものと推察している。そして遺伝子革新はおそらく、これまでの問診から入る診断手法をも変化させ、薬剤の効能を最初から判断できるようになるだろう。これらが実現すれば、低侵襲な手術といわれている NOTES すら最終手段と

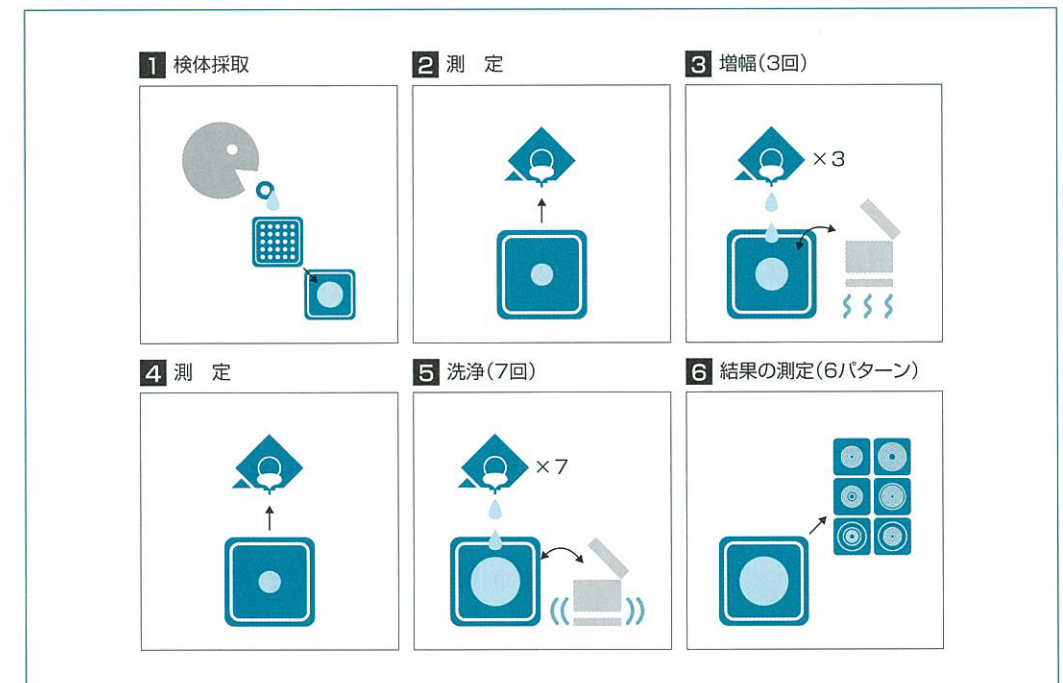


図4 遺伝子検査(結核)プロセスシステムチャート

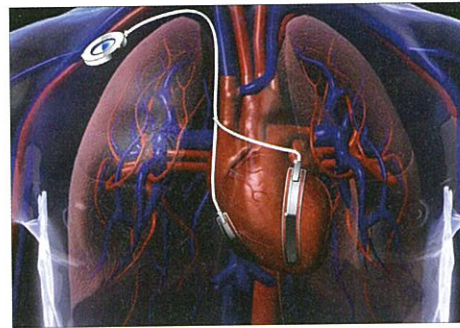


図5 心筋シート補助ロボティクス提案

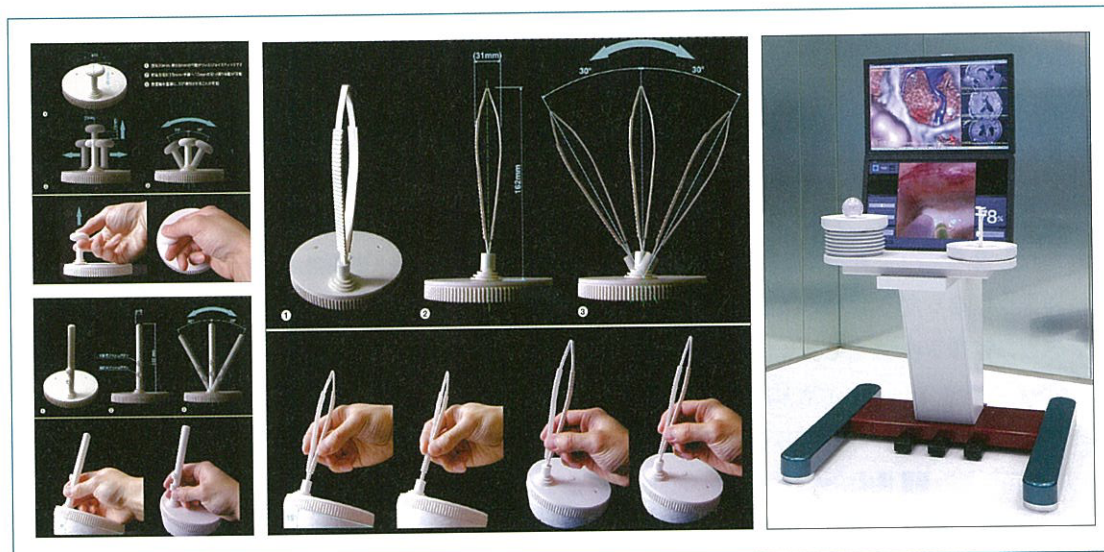


図6 インテリジェント手術機器とインターフェイス提案

なり、治療方法の新たなデザインが求められると考えている。そのためには、医工連携+デザインが必須となるはずだ。

■ 結論と展開

現在は、医工連携が未来をつくっているとする風潮がある。これは大間違いである。医学と工学はそれぞれが独立した学域であり、この協働や協同には、それぞれを接着する「デザイン(=問題解決実務)」が深く関与するべきであると主張してきた。

この主張には、医療制度のグローバル化の問題が筆頭的なテーマとしてある。すでに、国家間の経済的な格差があり、経済的な支援(=国家支援)体制をグローバル化によって平準化させることは不可能である。よって世界的に「半・範健康」を確立させるためには、国家観・民族観・宗教観の違いにかかわらず標準的・基準的な医療制度、あるいは地球環境下における普遍的な医

療環境の構築が不可欠であると考えている。

そして、個々人の「生きのびる」という欲望は、健康産業の経営認識と風潮に最大に影響している。「生まれたこと」は「死んでいくこと」であるという事実を忘却しがちな現在の時代感覚は、健康の産業化に直結し、さらに健康産業の商業主義が本質を見失わせている。生きのびる方法の産業化を性善説化しているのである。おそらく、健康の産業化から人類を解放することは、医療だけではなく、すべての産業、その商業主義の問題解決へとつながり、これによって、未来主義に基づいた未来医療が創成されていこう(図6)。そのためには健康に関する社会制度を新しく構築する必要がある。