

メディカルサイエンス・デザイン(2) 超音波骨折治療器

(取材協力) 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター 教授 川崎 和男

■自身が使う「超音波骨折治療器」をデザイン

30年にわたって車イス生活を送る川崎和男氏は、前号「ORTHOD-VIEWS」第3号で紹介したように、ユーザーとデザイナーの両方の視点から機能性とファッション性を追求した車イスを開発し、世界的な評価を受けている。しかし、氏の医療デザイン分野での活躍はそれにとどまらない。「超音波骨折治療器」のデザインの提案もまた、その1つである。

長年の車イス生活で骨密度が低下している川崎氏は、2001年に2度わたって大腿骨骨折を経験した。氏はこのとき3ヶ月の入院治療が必要と診断されたが、その年は「グッドデザイン賞」の21世紀最初の審査委員長に選出された年であり、長期間の入院は、実際のところ不可能だった。そこで使用したのが、当時はまだ臨床応用が承認されていなかった、超音波骨折治療器である。

超音波骨折治療器は、周知のように微弱な超音波を出ることで骨癒合の速度を速めるものである。川崎氏も治療器を使用したおかげで、予定よりも早い入院が可能になった。しかしながら氏にとって、自分の体に触れるプローブ部分の質感も、治療器本体の形も、決して納得のいくものではなかった。また、優れた治療効果がありながら国内では十分に認知されず、患者がその恩恵を受けることが難しい点も気になった。そのような現状の問題点を解決し、さらに自分が使って楽しい機器を作りたい。その思いから氏は、独自に超音波骨折治療器のデザインに取り組んだ。

川崎氏がデザインした治療器は、周波数1.5MHz、パルス幅200秒、有効超音波放射面積3.88cm²という性能性を維持しながらも、本体は液晶表示と作業ボタンが一本の筒状の形にとけ込むようなシンプルな造形をとる(図1)。プローブ部分は使用時には本体と一体化しており、治療時に本体から分離させて使うように設計されている。先端の外装が、プローブ部をはずす作業が、手前側から小指が触れる様子を探るふつとさせるような楽しいものとなっている。氏がデザインし

た治療器は、治療効果があがりさえすれば、治療器は人目につかず地味なものでもいい、という従来の医療機器の発想を打ち破るものであった。斬新で洗練された治療器から、医療器具にも機能性の充実した「美しさ」を追求する川崎氏の医療デザインの姿勢が読み取れる。

■医療デザインの国際的な動き

川崎氏は最近、医療デザインを通してPeace-Keeping Design(PKD)という国際的な活動を提案している。PKDの代表的な活動の1つに、興味津々へのワクチン支援のためのデザインシステムがある。氏のデザインしたワクチンは1回留置ごとに密封され、注射針には転用できない工夫がされている(図2)。

本システムでは、現在、途上国へのワクチン支援が熱い重要な課題(ワクチンの有効期間が短い、注射針が廃棄用などに転用される、など)を解決し、効果的に大勢の子供たちにワクチンを行きわたらせることを目的としている。これは、氏が所属する大阪大学医学部附属病院未来医療センターのプロジェクトの1つであり、WHOや海外の大使館の支援を受け始めている。実際には、取戻りつつある問題の解決が必要とされるが、国際的に高い期待が寄せられるプロジェクトとなっている。

現在、米国では「HIVと人種差別をデザインでどう解決できるか」という活動があり、フランスでは「アルツハイマー患者をデザインがどう支えるか」というプロジェクトが動き出している。世界的な動きとして、デザインは着実に医療や命と向き合い、医療の重要なファクターとして認知されつつある。川崎氏の活動は、こうした世界的な動きの中でも斬新なものとして、今日も輝き続けている。

*グッドデザイン賞「デザインを通じて生活の質的向上と産業の高次元化を図ること」を目的とした賞で、1967年にスタートした。この賞で唯一の製品のデザイン評価・推奨の仕組みである。

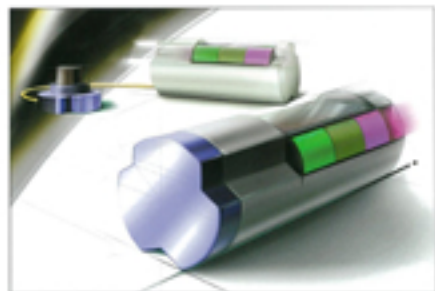


図1 超音波骨折治療器

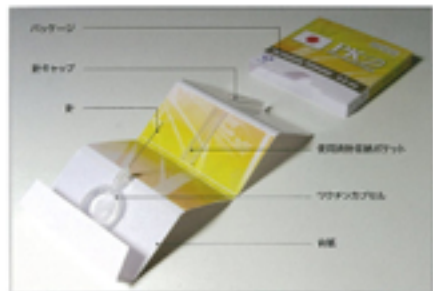


図2 ワクチン運搬センター・コンセプト7671型

整形外科治療に役立つ生体材料の開発(1) Bio-hydrogelを用いた人工半月板

INTERVIEW ● 小林 正典 (大岡山大学 工学部機械工学科 先端機械工学専攻 教授)

注目を集める「生体材料学」と「バイオメカニクス」

工学博士にして医学博士——小林正典氏はまさに医工連携を体現するようなキャリアの持ち主だ。研究領域はバイオメカニクスと生体材料科学。バイオメカニクスは力学・機械工学的に生物の動きのメカニズムを理解する学問であり、生体材料学は病気やけがなどによる生体の欠損を修復し、機能を回復させるための人工材料を研究する分野として注目されている。

氏はまた、整形外科の臨床医としての経験も積む。これまで主に整形外科治療に役立つ生体材料の研究開発を、医学と工学の両面から手がけてきた。研究の中核材料は、関節のトライボロジー(摩擦を科学する学問)を背景とした人工半月板や人工関節、関節の高度前などである。最近では形状記憶合金を使った骨折治療用具の開発にも着手している。治療用具を小さくしたんだ状態で体内に入れ、熱を与えて本来の形状に戻すというもので、低侵襲の治療として臨床応用が期待されている。その他、リハビリ用の骨格補助の開発にも取り組む。

生体半月板に近い「高含水率PVA-H人工半月板」

小林氏が進めている研究のなかで世界的にも最も評価が高いのは、人工半月板の研究に開発したbio-hydrogelの開発である。近年、半月板損傷の治療の主眼は、切除術から修復術へと移行しつつあるが、損傷の内容や程度によって切除せざるを得ない場合もある。「とくに日常生活への早期復帰が求められる若年のスポーツ選手などでは、耐久性のよい人工材料をインプラントして半月板機能を維持する治療が患者の生命を救済するために望ましい」と小林氏はいう。こうした観点で半月板機能の再建を目的に開発されたのが、ポリビニルアルコール・ハイドロゲル(PVA-H)を用いた人工半月板である。生体内安定性や力学的強度などに優れ、ジュエルの作製過程で含水率を調整することにより、生体軟部組織に似た粘弾性をもたせることが可能だといふ。

小林氏は、含水率を変えたPVA-Hで機械試験(圧縮試験、広力線形試験)を行い、生体半月板との比較を試みた。その結果、含水率が高くなるにつれて粘性が増し、弾性率が低下した。90%のPVA-Hが最も生体半月板の粘弾性挙動に近いことが明らかになった。

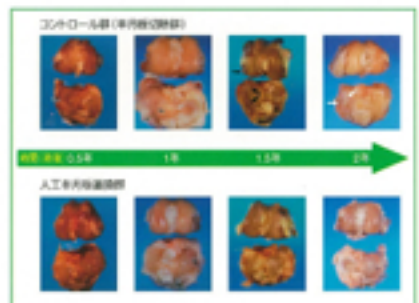


図1 内側の様子(マクロ撮影)

人工半月板は関節の退行性変化を抑える

半月板切除後の患者について臨床的に問題になるのは、将来、変形性関節症(OA)などの退行性変化を起こすことである。小林氏はPVA-Hでできた人工半月板で家兎を用いた動物実験を行い、退行性変化を抑制した。一方の関節軟部外側には人工半月板を埋め込み、もう一方の側にはコントロール群として外側半月板切除を行って関節軟部の変化などを調べた。すると、半月板切除群では経過時間とともに関節軟部の退行性変化が進行し、術後1年でOAとなった。他方、人工半月板置換群では、初期には予想通りの退行性変化が起こったが、進行は術後6ヶ月の時点で止まり、術後1年で腫れも関節軟部のダメージは少なかった(図3)。関節軟部のマクロ変化をChangら¹⁾によるスコアで評価したところ、両群の結果が得られた(図2、図3)。これまでの懸念であった人工半月板の摩耗や破損も起こらなかった。

高含水率PVA-H人工半月板は、従来型で半月板機能を再現できる有望な治療法だ。臨床応用への課題は生体への固定方法だが、「自家組織誘導性のある材料とPVA-Hとの複合人工半月板により高い固定性を得ることができると小林氏は見ている。現在もこれらの課題については、京都大学再生医療科学研究所と共同研究が行われている。

■文献

1) Chang YS, et al. (1997): Histologic comparison of tibial articular surfaces against rigid materials and artificial articular cartilage. J Biomed Mater Res 37: 51-59.

次号では、超音波照射による生体活性アタンの骨形成促進のメカニズムについて掲載します。

- 1 正常軟部
- 2 最小限の損傷にとどまる。関節軟部外側に異常なし、わずかな色調変化あり
- 3 明らかに軟部が薄くなっている。関節軟部外側の一部が線状に白くしている。わずかな色調変化あり
- 4 軟部が薄く、関節軟部の一部が線状に白くしている。明らかに色調変化あり
- 5 軟部の部分的な欠損あり。軟部が薄く白くしている
- 6 軟部が薄く部分的に欠損している。パルス形成(骨組織の破壊)

図2 軟部OA進行度の内側の様子(評価結果)

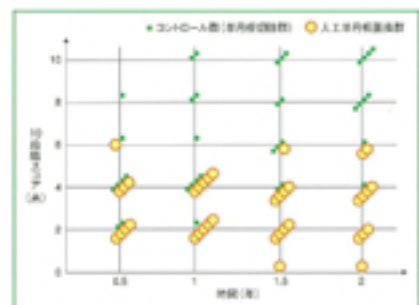


図3 内側の評価(関節軟部外側)