

# わが国における 医工連携の問題点

産業技術総合研究所 名誉リサーチャー

たて いし てつ や  
立 石 哲 也

経歴 工学博士。東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。工業技術院機械技術研究所バイオメカニクス課長、同産業技術融合領域研究所総合研究官、産業技術総合研究所ティッシュエンジニアリングセンター長、東京大学大学院工学系研究科教授、東京電機大学理工学部教授、物質材料研究機構フェロー、同生体材料センター長を経て、同名誉フェロー。現在、NPO法人医工連携推進機構理事長。産業技術総合研究所名誉リサーチャー。2013年瑞宝小綬章受章

## 1. バイオメカニクスとの出会いと先覚者たち

1970年から2年間、材料力学の研究のためチューリッヒ工科大学に留学した際、バイオメカニクスの講義を聞いたのがきっかけとなり、帰国後1973年より当時の工業技術院機械技術研究所で骨・関節のバイオメカニクスの研究にたずさわることになりました。

その頃は、現在ほど専門性が峻別されていたわけではなく、バイオメカニクスとバイオマテリアルに同時並行的にかかわっていた研究者も少数ではあるがいました。1977年に日本バイオレオロジー学会が、翌年に日本バイオマテリアル学会が設立されたこともその様な事情の反映です。

日本バイオマテリアル学会設立直前にわが国の当分野に関係した研究者のコンセンサスをうる為にバイオマテリアル国際シンポジウムが京都で開催されたが、その運営に当たられたのが京大工学部機械工学科材料力学教室の故平修二教授で、そのお弟子さんには、林紘三郎教授や佐藤正明教授が、また同じ京大機械の井街宏教授、堤定美教授等と共にその後永きにわたり当分野に多大な貢献をされました。本学会黎明期を指導された東北大学の横堀武夫教授も高名な材料強度学者であったことも象徴的です。

## 2. わが国の研究の実情

人体の機能を代替する生体材料の研究開発においては、材料工学的、生物・医学的な知識、技術はもちろんのこと機械工学的な設計・製造・評価技術の支援なしに満足な医療用具の実現は不可能です。最近の傾向として生体力学と生体材料およ

び医学分野の融合が世界的に進んでいますが、わが国ではどうでしょうか。欧米医療先進国の現状に比べ、筆者が当分野と関わった30余年間、わが国の病院、大学、研究機関、企業における臨床と理工学の系統のかつ大規模な組織構築が遅々として進まないことに強い懸念をもちています。相変わらず個人的な関係を頼りにして、組織的な医工連携を構築する土壌が十分とは言えません。省庁、医と工、産と学の間には厳然として存在する文化的障壁を小さくする努力をさらにする必要があります。(図1)

高齢者の機能低下で最も深刻なものは運動機能、特に荷重関節である股・膝・足の各関節の障害です。歩行機能の障害は最終的には体全体の生理機能を損うことに直結するので何としても救済する必要があります。わが国では現在年間約10万個、1000億円の人工関節が体内に設置され、障害者の根治療法として確固たる地位を築いており、体内

## 医療機器市場の拡大

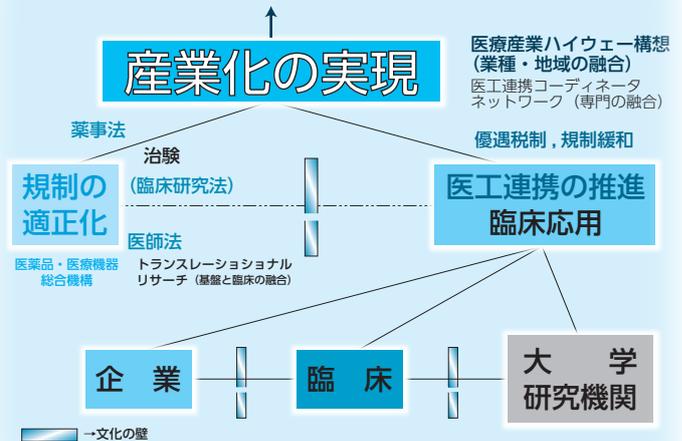


図1 医工連携の推進と文化的障壁

埋め込み型医療用具の中で断然一位の実績を誇っていますが、国内企業の健闘にもかかわらずその80数パーセントを欧米からの輸入に頼っているのが実情です。欧米ではそれぞれ日本の使用量の10倍の実績があると言われていています。人工関節は金属、セラミックス、プラスチックなどを巧みに組み合わせた生体軸受で、機械工学者と医師の協力で実現に至った代表的なデバイスですが、長期間の使用によるゆるみ、感染、イオン溶出による全身反応など依然として未解決な問題をかかえており、医療用具としての平均寿命はたかだか10数年で、高齢者にとって手術のやり直しといった想像を絶する難問題を避けて通れないというのが実状です。これに対する有力な解決策は骨・軟骨の再生医療です。

### 3. 再生医工学の臨床応用への課題

iPS細胞で山中教授がノーベル賞受賞を勝ち取ったことは再生医療に大変な呼び水をもたらし、その基礎分野である再生医科学の研究に弾みがついたことは紛れもない事実ですが、その臨床応用への道は解決すべき難題で満たされています。

臨床応用をめざす再生医工学において必要不可欠な3要素は、細胞ソース、細胞担体、細胞刺激因子といわれています。細胞、材料、刺激因子が整えば再生医療が達成されるわけではありません。細胞に基盤をおく医療用具すなわち細胞デバイスをデザインし、安全性が保たれた環境下で無菌的、無人的に製造し、デバイスの活性度を保ちながら保存したり、輸送する手段を確保するためには工学的設計技術が必要であり、細胞デバイスを大量生産するためには細胞工学の助けが必要であり、また目的とする組織、臓器にいたるまで細胞を分化・誘導し増殖を制御するためには、細胞集団の間に存在する莫大な量の遺伝子やたんぱく情報をモニターして制御するバイオインフォマティクスが必要です。何よりも、生体外で再生

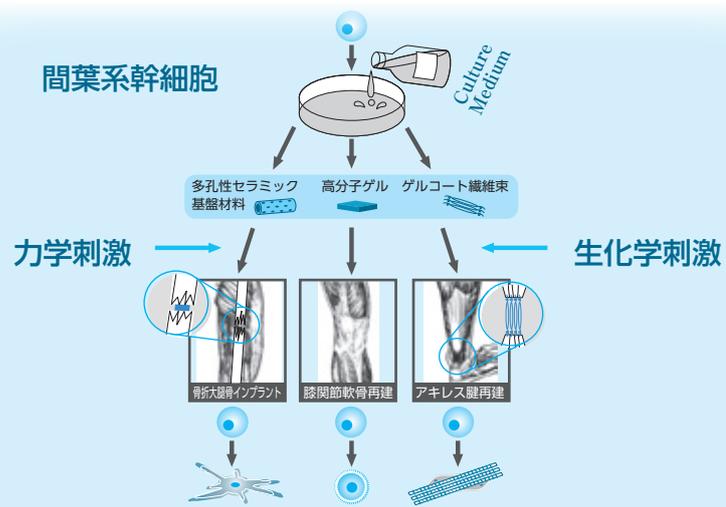


図2 再生医工学の概念図

された組織が体内に移植された後予定した機能を発揮するためには、あらかじめ再生組織が十分な強度、力学的特性や適切な生化学的特性を有するかどうかを無侵襲的に評価し、保障しなければなりません。これは理工学が最も得意とする分野です。つまり、サイエンスとテクノロジーおよび医学が融合してはじめて再生医工学が成立するのです。(図2)

### 4. 医工連携へむけて

わが国に於いては、個々には高いレベルにある生物学、基礎・臨床医学と理工学の協力関係が歴史的に不十分な状態が続いてきたことが医療産業の振興にマイナス要因となり、体内埋め込み型の医療用具の極端な輸入超過に見られるように、欧米先進国の草刈場の様相を呈することに至ったわけです。21世紀の花形医療産業となるであろう再生医療や遺伝子治療において再びこのような失敗は許されません。医工学の先覚者たちが寝食を共にしてその実現を夢見た真の医工連携がわが国でまだ十分に達成されたとは言いがたく、医と工の更なる相互理解と献身的な協力が望まれています。

20年前に産官学の連携組織として発足した「つくばバイオマテリアル研究会」は、現在「つくば医工連携フォーラム」と名称を変え、本年度で第19回になりました。わが国の医工連携をリードする組織としてますますの活躍が期待されています。

■この「つくばのシニア人材紹介コーナー」は、つくば市が2008年度から推進している「つくば市OB人材活動支援事業」に登録されている研究者・教育者の方々より寄稿を受けて作成しています。現役を一旦引退されてもいつまでも社会発展の牽引力となって活躍をされている方々の研究実績や業務経験の一端をご紹介させていただくものです。