

## 綜 説

## 高度先進工業技術の医療・福祉機器への導入

学際的研究とその成果

木村 哲彦\*

日本医科大学医療管理学教室

Transference of highly advanced technology  
into medical and welfare field

The results activated by interdisciplinary research and development

Tetsuhiko Kimura

Department of Health Services Administration, Nippon Medical School

## 緒 言

高齢化社会の到来を目前にして、われわれ医療に係る者にも、医療業務に関する周辺の多くの知識を要求される時代に入ってきたと言える。この日本で長寿化を果たし得たことは、乳児死亡を激減させ得たことを含め、医療診断・治療技術の高度の発展進歩に負うところ大であることは論を待たない。また、高度先進医療技術の発展の裏には、診断用機器、治療機器の発展があったことも無視できない。各種コンピュータ関連機器、各種センサ類、いずれも高度先進工業技術が医療部門に導入されてからの大躍進であり、工学部門と医学部門の連携が大きく功を奏してきた結果と言ってよい。「異業種間交流」と呼ばれた時代から「学際的研究交流」になり両者の混在する学会・研究会が機能を発揮するに至るまでには決して短くない時間を要したものである。わが国の戦後、1945年当時の極端な困窮および劣悪な医療環境から現在に至る軌跡を顧みると、国民の健康状態の向上は、生化学、生理学、細菌学、薬理学、免疫学、公衆衛生学などの基礎医学の進歩、発展とそれを支えたハイテクノロジーの導入があったからと言っても過言ではない<sup>1)</sup>。しかしながら、治療医学面でその技術を発展させるのに寄与した近代的な医療機器類の数々はきわめて多岐に及んでいる。

## 1. 先進技術の国外からの導入

現在、わが国の研究・教育機関において長老的な存

在になっている多くの先輩は、第二次大戦時の技術的空白を埋めるために、欧米に学び、多くの先進技術をわが国にもたらした。これは医学分野のみに限定されたことではなかったが、ことに他の分野に比し、進んだ機器類を駆使した近代的医療分野の立ち遅れが目立ち、その欠落した部分を埋めるのに、20年あるいは25年を要したとも言われている。その後の日本政府の海外技術協力・援助に関しても、この頃を境に技術、経済面の両面で急激に活発化している。

先進工業技術をわが国に導入するに当たってとった国の施策は正しかったと評価できる。国の財政的事情と、保健衛生・医療面におけるニーズ<sup>2)</sup>から判断し、選択する結果になった医療環境上の基盤整備と先進諸国からの技術移転は、現在日本が果たし得た長寿化社会、死因統計からみても、また医療経済の立場から判断して、市民の意識から負担額として上限とも言えるGDP7%台に医療費を抑え得ていることから判断しても、現在に至るまでの施策としては正しい選択であったと判断するべきであろう。

## 2. ハード面におけるわが国医療の発展の軌跡

欧米先進国でしばしば話題に上る「技術開発只乗り日本論<sup>3)</sup>」がある。医療器械に限定してみても、確かに源流を遡れば内視鏡関連、超音波関連機器を除けば欧米に至ることは事実であろうが、これは「只乗り」ではなく、正規のロイヤルティーを支払った上での技術移転であり、他に「健康にして文化的な福祉国家の構築」に力点を置くことに決めたわが国の態度は誇り高きこととして認識するべきと考える。昭和40年代から本格的に始まったとも言える医療関連技術開発に関す

\*教授

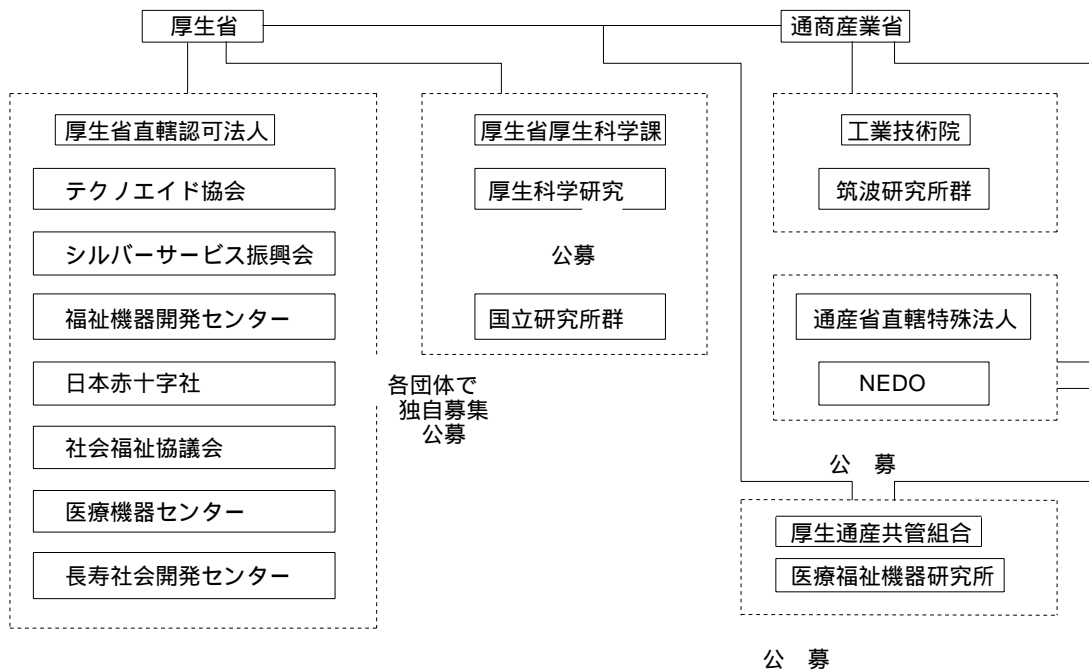


図1 医療・福祉機器に関する政府研究開発基金の例および厚生省と通産省の助成金配分の例

る国家的プロジェクトは、先進工業技術の発展と相俟って通商産業省工業技術院、厚生省共管の医療福祉機器開発研究組合（特殊法人）が発足するところとなり、それまでの国興しの工業技術開発の船、自動車、トランジスターに代表されるものから国家の質を問われるテーマへと徐々に幅を広げる結果になってきた（図1）。

### 3. 関連学会の発足

①医療器械学会、②コンピュータ外科学会、③LST（Life Support Technology）学会、④ME（Medical Electronics）学会、⑤リハビリテーション工学カンファレンス。これらの学会はおおむね医療者と工学技術者との寄り合いで運営されており、相互に足らざるところを補完し合っているという面が特徴的である。海外からの注目も集めている。また、この他にも、それぞれ診療科別学会の中で検討されている部分もあり、全科に及ぶ横断的な視点でみると医療における機器類の研究開発は、今日では決してマイナーな分野とは言えない状況に至っている。

### 4. 各種診断機器・治療機器類の発展

#### (1) 生化学系のもの

各種血液センサーの発達には特に目覚ましいものがあり、血ガス、血糖値のリアルタイム測定などはその代表的なものであろう。

#### (2) 遺伝子工学・バイオテクノロジー系のもの

DNA 検索を中心とした技術により、診断治療の技術とともにワクチン製造など発展の余地はきわめて大きなものが期待できる状況に至っている。また、この分野は、クローン動物で問題になるように、人知の及ばないところに置いておくべき問題であるかも知れず、細心の注意をもって検討を重ねる必要がある。

#### (3) 電子工学的なもの

CT, MRI, MEG(脳磁図), 心臓ペースメーカ, その他の刺激装置, デジタル補聴器。

#### (4) 精密機械工学系のもの

眼科系検索装置, 光学系内視鏡およびそれに伴う手術機器, 人工内耳。

#### (5) 超音波エコー

これらはほとんどコンピュータ制御, あるいはコンピュータ支援により可能になったもので, 基本的には他のテクノロジーの移入によると言っても過言ではない。また, すべての分野に跨がる, 総合科学的な開発の結果として発展してきたものであり, 医療ニーズに相呼応して生まれたものは, きわめて高いレベルの機器に育っている。

### 5. ソフト面におけるわが国医療の発展の軌跡

#### (1) Virtual reality 関連技術

各種のシミュレーションを行う際に, 視覚から得られる情報はきわめて大であるが, 疑似体験あるいは仮想現実の体験を可能ならしめるところまでは至っていない。しかし, ゴーグル型画像モニタ(HMD, Head

Mount Display) から進んで眼鏡式立体映像再現装置が完成すると一挙に VR の実現に近づくことになる。

### (2) システム工学系のもの

医療管理学的側面で見ると医療機関内におけるオーダリングシステムおよびそれに関連して電子カルテが代表的なものになろう。オーダリングシステムにしても基本的にはコンピュータによる院内ネットワーク造りがあってのことで、各種処方からカルテ管理、情報の保存までのすべてをコンピュータ処理に委ねるといふ医療技術とは直接関係のない、いわば医療社会学的な問題として捉えるべきであろう。医療情報は患者本人のものとの観点に立てば当然のこととして携帯可能な電子カルテが安価に供給されねばならず、現時点での日本のテクノロジーをもってすれば、決して困難なハードルではない。このことは、むしろ次に触れる患者個人情報の開示との関連で普及が進むことであり、研究者、機器製作業界もすでに基本的な技術については蓄積があり、後は現場から、あるいは患者自身からのニーズ<sup>1,5,6</sup> に対応させるかの応用問題を解く段階に至っていると考えて良い。われわれが最も関心を示すべきは、研究者の数だけ電子カルテの種類が出まわることである。最初からかくあることを予想しつつ、広く、研究者、メーカー、医師会・歯科医師会、市民代表、福祉関連職員、行政などの共同作業で、普及前の最初からスタンダードを作る作業として位置づけた研究開発を飛躍させ、その後予測される無用な混乱を避けなければならない。

### (3) 高度先進工業技術の導入がもたらすもう一つの側面

わが国の医療の水準は、アジア地域ではきわめて高いものになった。しかし、近い将来必ず問題となるであろう情報公開、情報開示、EBM (Evidence Based Medicine) 根拠に基づく医療と訳しているが、敢えて言うならば、表現は悪いが医師が診断をする際にコンピュータを利用して楽に業務を遂行するため、あるいは訴訟問題の起こった際の医師の防衛的根拠とするためのものとも理解されている)、ターミナルケア、安楽死問題のいずれにしても、医療を医療者のみで考える時代は終焉を迎えつつあることを知る必要がある。加えて、同時に診断治療の根拠を医師の診断と技量のみ委ねてきた時代も終わりを告げることになろう。高度な判断を必要とする場合、専門領域以外の医療を行わねばならない時、データバンクあるいは専門医師代理機器としてのコンピュータは医師の良き伴侶たり得ると発想を転換させるべきである。現在の医学教育の場をみても、医療そのものが高度化し、かつ、学生時

代に覚えるべき情報の量も 1960 年頃とは全く比較にならないほど多い。少なくとも最終的な判断は医師がくださるべきであっても、情報の収集、症例の照会、判断材料の有用性などについての検証は好むと好まざるとに関わらず、コンピュータに委ねるのが当然とする時代に入りつつある。この件に関してわが国には規範となるべき完成度の高いソフト (Evidence に相当する) が構築されておらず当分の間学会・研究会レベルでの検討が成されるはずである。また、最も効果的な医療を最も短期間に、最も安価に、という医療経済学的観点からも利用されるであろうことは容易に予想されることである。このこと一つをみても、先進工業技術の医療分野への導入は、医療者(とくに高度に進んだ専門医師群)の持っている現場でのニーズに応えるための研究開発を行い、前進を果たした段階で、さらに新しい基準の設定が成される結果を生み、新たな根拠とされる Evidence を生むことになると考えられる。冒頭に触れたように、医療の発展には医師のみでは果たし得ない能力を必要とする段階に至り、その結果多くの分野の英知を結集する結果に至った。医療は著しく発展を遂げた。そして現在もおさらなる発展を遂げつつあるが、人間である医師が人間としての分限・能力以上の分野に足を踏み込むことになりはしないかと恐れを感じさえもする。現在の卒業前教育段階でも「informed consent」に関する件は、医療管理学的系統講義および演習の場に止まらず、各診療科目の講義あるいは BSL (BST) でも教育されるに至っている。

### (4) 倫理的問題

遺伝子操作による診断治療、科学的にマインドコントロールすることによる治療方法の検討。倫理的問題として十分に討議を重ねた上での執行が必須である。

遺伝子操作については、倫理委員会などで個々に検討されてはいるものの、全般的なスタンダードが完成している訳ではなく、検討するべき時間が必要な段階に至っている。マインドコントロールについても、全く荒唐無稽な話とは言えないのではないかと。50 年前には奇想天外で、むしろ荒唐無稽に等しかった SF の世界も、ほとんど実現しているのではないかと。理論的には生体磁場を観察することが可能となり、その逆も可能になる時が来ると考えるのはあながち無謀とは言えない。

## 6. 福祉機器の世界にも先進工業技術導入

医療を福祉の一環として捉えている国家もあるように、障害者に対するサービス、あるいは高齢者に対するサービスにおける医療の関わりには大きなものがあ

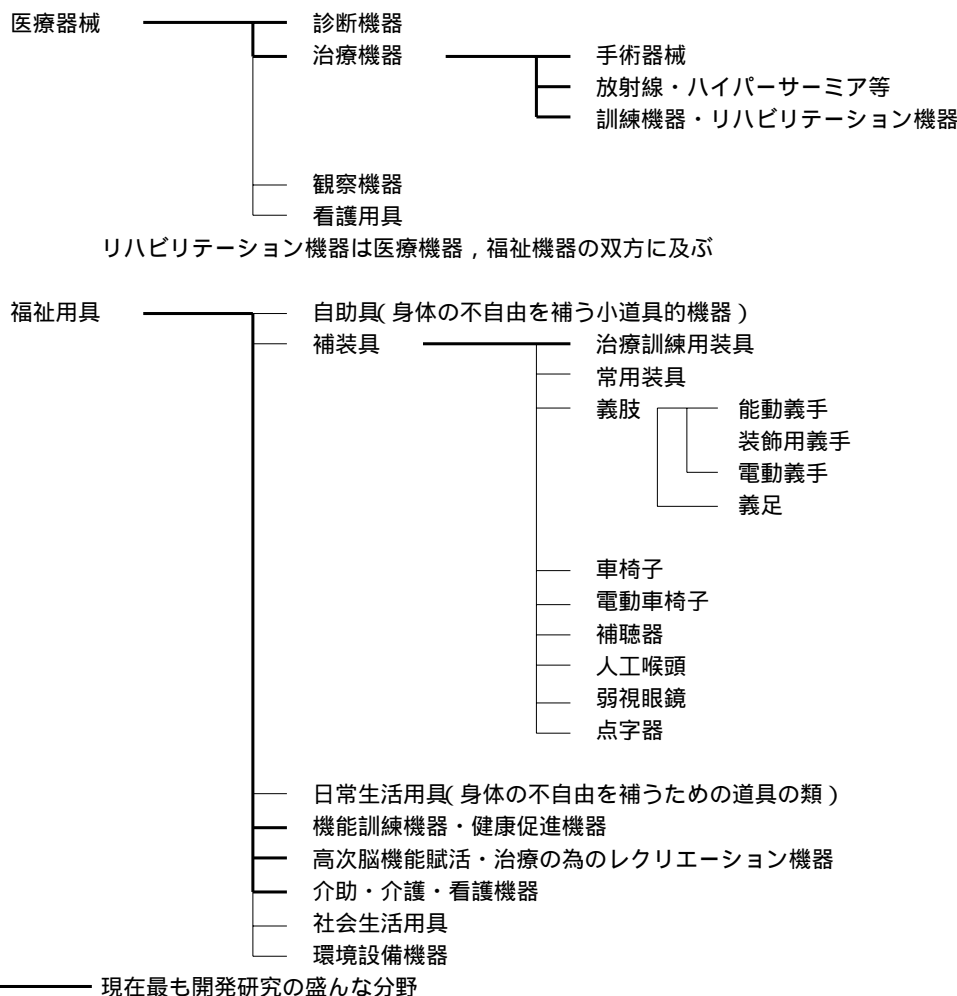


図2 医療・福祉機器

る。医療器械とならび福祉用具（福祉機器）と称せられる器械・器具の類が存在する。社会的な概念からは、基本的に医療行為の一環として行われるサービスのために用いられるものと、身体的な機能の欠損した部分を補填するためのデバイスの類に属するものと、さらには介護者のために開発されたものとに分類することが可能である<sup>8</sup>。また、医学的な概念で分類すると、解剖学的機能欠損（いわゆる Impairment）の予防・治療・補填のために用いるもの、日常生活における目的動作能力の欠損（いわゆる Disability）を補うためのもの、環境整備を含めて社会生活の場での不利（いわゆる Handicap）を除去し、社会生活を容易にするもの、加えて介護の場で用いるものに分けられる。

福祉用具法（平成5年制定）に謳っている文言はきわめて包括的であるが、リハビリテーション医学の用語を用いて分類すると図2のようになる。

先進的医療器械の開発過程をみると、人体の解剖・生理学的機能には、生物体としてのスタンダードが存在し、老若男女・障害の有無による差異が明らかであっ

ても、正常値には差異が存在しないことから、方向が決まった段階での開発は、ほとんど Seeds Oriented な形で進められてきた。しかし、福祉用具のカテゴリーに属する機器は、おおむね Needs Oriented<sup>7</sup> の形で進められ、その種類も機能もきわめて多様であると言わざるを得ない。したがって、高度先進工業技術の導入の困難なものが多く、一部汎用性の高いもの、設備に類するものに限られていわゆるハイテク化が進んでいる。

代表的な機器類をあげると下記のようなになる。

(1) 無侵襲生命監視装置

医療機関に入院中の患者に関する限り、看護職員の監視下に置かれ、バイタルサインは常時把握されているが、高齢者、重度障害者の場合には家庭内、あるいは施設内に収容されているために常時把握することは困難であり、特に夜間の介護負担を軽減するためには必須の機器とされている。現在開発中のものに例を引くと、呼吸あるいは体動の写真画像上の変化を捉えてアラームを発するものが有るが、簡単なようできわめ

めて困難な問題であったが、夜間無呼吸症候群の診断にもきわめて有効であることも分かり、期待されているなどの例が報告されている。

### (2) GPS ( Global Pointing System ) による徘徊老人探索システム

高齢化が進むにつれて、肢体に不自由をきたす高齢者が増えるのと同じく痴呆に至るものも決して少ない数ではない。痴呆の介護は、ともすれば軽んぜられる傾向があるが、失禁とともに徘徊については監視の目を緩めることができず、家庭内介護においても施設内介護の場合でも大きな問題であることは論を待たない。自動車のナビゲーション装置と同様に人工衛星を利用した探索システムを痴呆老人に応用する研究が漸く完成した段階である。ユーザーである痴呆老人が身体から遠避けぬよう軽量化を進める段階で、各方面に活用される可能性の大きな技術開発の一つと言える。将来的には、PHS 電話、トランシーバなどとの併用で盲人の行き先ガイドも実用化は可能であろう。

### (3) 各種パワーアシスト機構

大重量で医師、技術者一人では扱いにくい機器類などのために、すでに実用化されているものもあるが、福祉の分野では介護機器の範疇に属する機器のうち、パワーアシスト機構の導入が望まれるものは無数に存在する。少数の専門職で多数の老人・障害者を介護しなければならない場合、高齢者が高齢者を介護しなければならない場合などいろいろの場面で活用されることが望まれている。

## 結 語

今日ある、高度に発展した医療技術、あるいはさらなる発展を遂げつつある医療技術は、基礎医学分野における地道な研究の成果の上に構築された賜物である。しかし、そこには高度に発達発展した先進的工業技術の導入、工学者との協力が大きな果実をもたらす要因になったことも無視できない。これからの医学がさらなる発展を遂げるためには、自然科学分野に留まらず、人文科学分野とも協調・協力を進めることが必要であると認識するべきであろう。

これまでに述べた実務上のニーズに応えるための他分野からの技術移転、技術導入は、医師あるいは医療者の関与のみで実を結ぶまで進歩するものではない。

先進的診断機器・治療機器に限らず、例え生命、疾病などに直接関係の無い福祉用具であろうと介護用具であろうと、ハイテクノロジーに対応する能力を備えた技術者の参画が欠かせない。特にパワーアシスト機構の組み込みの必要を生じる機器類の場合、センサ、コンピュータなどの電子機器の導入頻度が高く、研究者レベルの知識、技術を持つ者の参画が必須条件となる。文部省関係の科学研究費を初めとする国費による開発研究、財団を主体とする民間からの研究補助金など、いずれの研究基金に基づくものであっても、要は医療の現場におけるニーズに基づいた開発が基本になるべきものである。医学単科大学においてこの領域の研究を進めるについては、他の分野の大学・研究機関とのネットワークの存在が前提となる。医療管理学の範疇に含められるべき一つの課題であると認識している。

今回、この文を投稿するに当たり、学術論文として掲載された根拠の欠けていることに当惑した。この数年間シンポジウム、パネルディスカッションなどで討論される機会は多くなってはいるものの、記録として残されている総論的な記事は Proceeding の域を越えておらず、歴史の浅い医療社会学上の盲点をみた思いがした次第である。あとがきとして付記したい。

## 文 献

1. 木村哲彦：福祉器機の開発と問題点。リハビリテーション 1981; 239: 10 17.
2. 木村哲彦：医師から見た福祉器機。リハビリテーション 1975; 176: 10 17.
3. Kimura T: Development of Welfare Equipment in Japan: Report of International Symposium of Stanford University. 8 th. 1996; 2: Stanford, USA.
4. Kimura T: The Handicapped and Their Technical Aid: Proceedings of International Symposium on Health, Welfare And Engineering Technology. Technology Research Association of Medical and Welfare Apparatus, MITI. 1992; Tokyo.
5. 木村哲彦：医療・福祉器機の展望。プロメテウス 1978; 53: 8 11.
6. 木村哲彦：重度障害者用器機の開発要素。バイオメカ 1984; 8: 161 164.
7. 木村哲彦, 他：福祉用具プランナー教科書「厚生省老人保険福祉局編」総論 歴史及び分類 1997; pp 7 32, テクノエイド協会。

( 受付：1999年2月10日 )

( 受理：1999年2月19日 )