

2008. 7. 31

## 臨床的ニーズの提案（例）

### 1 手術支援技術

#### (1) 生体内構造（癌、神経、血管など）の術中可視化技術の開発

現在の外科的治療は、低侵襲・機能温存の方向に大きく展開している。そのためには、術中の神経、血管、癌組織などの生体内構造を明確に認識し、必要最小限の侵襲で病巣を摘出するとともに、正常の神経や血管を温存し、隣接臓器の機能を維持することが必要となる。

本提案では、特定の臓器や細胞に集積するような物質の投与や、特殊な光源を用いた可視化技術を応用した手術支援技術を開発する。

#### (2) 微細組織の切除・縫合や血管内治療のためのマイクロロボット開発

欧米においては、特に心臓血管外科手術、泌尿器科手術などにおいて手術支援ロボット（ダビンチ）を用いた手術が、すでに急速に発展している。

本提案では、微細な血管、神経の縫合、さらには血管内治療まで遠隔操作で正確に遂行できるマイクロロボットの開発を目指す。

#### (3) バーチャル技術を応用した各種治療技術のシミュレーション

最近の医療技術は、高度化・複雑化しており、先端医療を安全に普及させることが重要課題となっている。特に経験の少ない若手医師の実技修得のための研修は非常に困難となっており、医療手技を安全に修得するためのシミュレーション技術の開発が求められている。

本提案は、バリエーションに富む人体をバーチャル画像技術を駆使して再現し、治療技術のシミュレーションに応用しようとする試みである。

## 2 イメージング技術

### (1) 自動操作による3次元エコー画像構築技術の開発

画像検査技術の進歩によって臨床診断における画像検査の重要性はますます増している。エコー検査はX線を用いる検査に比して非侵襲的であり、MRIの様に対象患者の制限もないため、頻回の検査に向いている。しかし施行者の技術の優劣により診断能力に差が出てしまい、検査結果に客観性を保てないのが現状である。

プログラミングされた機器がエコー走査を行う自動システムが確立されれば、検査の質を一定に保つことができ、侵襲的な他の検査に代わるものとなり得る。更に得られた結果をホログラム等を用いた3次元画像に構築するプログラムが確立されれば、検査結果を客観的画像として保存することができ、経時的な変化を捉えやすくなる。病変を3次元画像上にマッピングすることにより、選択的治療に用いることも可能となろう。

本研究では、自動操作による3次元エコー画像構築技術を開発し、臨床診断、治療、そして患者への侵襲軽減を達成しようとするものである。

### (2) 4次元MRIと筋電図を用いた生理学的画像診断システム

「一骨格筋機能障害の電気生理学的画像総合診断システムの開発一」

全身の骨格筋の機能障害に対する画像診断は2次元MRI画像が、また生理学的診断では筋電図測定が主流になっている。運動筋である骨格筋は、周囲関連筋と協調しながら収縮・伸展を繰り返して運動機能を担っているが、画像診断における2次元MRI画像は静止画像であるため運動機能障害の程度は評価しにくい。また、筋電図検査では筋電位のみ情報しか得られないため、個々の筋肉の形態的・動的機能を把握することはできない。

本研究はMRI装置を使用し、2次元から4次元MRI画像撮影と同時に筋電計を組み合わせた生理学的および形態・動的画像の総合診断を可能にするための解析システムの開発を目的としている。

まず、小範囲で多種の筋肉が存在し、筋疾患症状が顕著に現れる頭頸部領域の

骨格筋（咀嚼筋、嚥下筋、頸部筋）を対象を絞って、2次元から4次元MRI撮像と同時に筋電計を統合して、データの統合を行うことを目標としている。これには煩雑な撮像条件の模索と確立およびデータ処理が必要であるものの、理論的には、従来のMRI機器にソフト（プログラム）を追加したコンピュータを連動させることで実現は可能である。

この多次元MRI撮影と筋電図を同時活用する新しいアイデアは、頭頸部領域の筋疾患の他に、全身の関節や筋肉運動機能障害や心臓機能障害の評価などにも応用が可能であり、将来の内外の臨床におけるMRI活用のインセンティブが期待されるものと考えられる。

### (3) テラヘルツ波など透視技術を利用した診断、治療装置

X線は生体イメージングとしては極めて重要な診断技術であるが、それだけでは診断できない疾患も多い。テラヘルツ波は肉片、歯、骨、脂肪などを透過可能で、X線を補助する人体に安全なイメージング技術である。X線にはない性質を持っており、また健常組織と病的組織では、テラヘルツ波の吸収に差があり、診断に役立つことが期待されている。これらの特性を利用して、新しいバイオイメージングデバイスとして開発することを目的とする。さらに、開発したイメージングデバイスやテラヘルツ波を利用したセンサーを手術支援装置に応用することも考えている。

具体的には、これまで困難であった、歯周組織の客観的評価、粘膜疾患、顎骨、歯牙、齲蝕の新しい診断方法を確立したいと考えている。また、口腔内に限らず、皮膚癌、乳癌の早期診断、熱傷の診断など、様々な病変のバイオイメージングデバイスとして臨床応用できる研究開発であると考えられる。

### 3 細胞治療用技術

#### ・ iPS 細胞の再生医療応用に対応する自動細胞培養ロボットの開発

従来の治療法で治すことができない難治性疾患に対する新しい治療法として再生医療を可能にすることは、現在の医学における重要な課題の一つである。iPS細胞を用いた再生医療を安全に行うためには、遺伝子導入法の改良（導入遺伝子の削減、安全なベクター開発）、遺伝子導入なしの樹立法の開発などの基礎的検討はもちろんであるが、無血清培養、完全閉鎖系培養、完全無菌操作、細胞取り換え防止など安全な細胞培養法の開発が急務となっている。

本研究では、究極的な安全培養法の確立を目指して、人の手を煩わせることのない自動細胞培養ロボットの開発を目指す。このために、マンション型の炭酸ガス培養器とセットになって細胞の増殖状態をセンサーした自動培養液注入装置、コンピューター制御下でiPS細胞から目的とする細胞系列に分化させる装置、目的とする細胞だけを自動的に取り出す細胞分離装置などを開発する予定であり、最終的にはiPS作成段階から最終的に再生医療材料として患者さんに投与する前段階までの細胞を全て自動的に行うことを目指す。

## 4 情報システム

### ・ GPS とマルチメディア、ネットワーク等を利用した病院外患者の健康状態モニターシステムの開発

医療機関に通院・入院することを前提とする現在の診療システムは、限られた時間・空間での診療行為にとどまり、「生活者としての患者」の視点が欠如し、生活者であることにより生じる様々な医学的問題に充分対応できていない。また医療行為に対する効果判定、治療コンプライアンスの評価も本来、患者の生活の場でなされるべきである。GPSとマルチメディア、ネットワークを活用して、少子高齢化の進展と疾患構造の変化に対応した医学・医療の開発をめざす。

#### 【具体的提案】

- ① 様々な生体情報（心電図、血圧、脈拍、呼吸数、経皮的血中酸素飽和度、体温、エネルギー消費量、運動量）や、位地情報、歩行距離などを目的により選択し、これを携帯用センサーに記録し、定時的あるいは随時的にGPSにより送信することにより、日常生活での患者生体情報を取得する。これを一定期間モニターすることにより、治療効果の判定、ADLの評価、生活習慣病の管理や骨粗鬆症、転倒のリスク等の疫学的評価に活用する
- ② 独居世帯における服薬管理は重要な課題である。処方薬を保存する容器にセンサー・GPS機能を搭載して、薬剤を服用時に患者がスイッチを入れる、あるいは自動感知により、服薬情報、生活情報を医療機関に転送する。また、GPSによる位置情報の取得は、徘徊を伴うような患者の安全管理にも活用可能である。
- ③ 家庭、通勤途上、職場・学校など様々な位地情報と、生体情報を携帯端末とGPSでモニターすることにより、診察室・病室レベルでの診療では不可能な、環境ストレスと疾患との関係を解析する。