

Part II 医師の“目”を拡張する

開腹手術のときに見えていたものが、内視鏡下手術だと視野が狭まり、見えなくなる。しかも、内視鏡画像は2次元なので、遠近感が乏しい。しかし、開腹手術のときですら、肉眼ですべてが見えているわけではない。近くに血管が走っているはずとわかっているにもかかわらず、脂肪などの組織の陰に埋もれて、見えないことがある。

目的の手術を精確で安全に行うためには、このような不十分な視野環境を改善する必要がある。「手術ナビゲーションシステム」は、加工された生体のさまざまな画

像情報を用いて、手術計画通りの手術が行われるように術者を導くシステムだ。これまでに、ナビゲーションシステムを使って、数多くの手術を出がけてきた、九州大学医学研究院の橋爪誠教授(写真1)に詳しい話を聞いた。



写真1 医師でありながら、医療ロボットの開発にはさまざまなアイデアを出し、積極的に取り組んできた橋爪誠教授(九州大学)。

ると、術中でもリアルタイムにMRI画像を撮り、ターゲットの臓器の最新状況を確認できる(写真2)。コンソールで、マスターマニピュレータを操作する医師の前の3つのモニタ画面には、中央に内視鏡画像、左右にMRI画像が表示されている。左は、臓器の腫瘍に対して、どの点から鉗子を入れたらいいかをMRI画像を使って計画し、シミュレーションを行っている。近くに大きな血管がある場合、そのエリアを危険区域として設定しておく、手術中に鉗子がその領域に近づくと、音や表示で警告を発してくれる。まさに手術ナビだ。

2-1 手術ナビで、ぶれないオペを

臓器を透視する

図1は肝臓(モデル)の手術を想定したとき、ナビゲーション手術用画像がどのように提示されるかを示した一例だ。この画像提示技術は橋爪さんが大阪大学の佐藤嘉伸准教授と共同開発したものだ。実際には、肝臓近くの体表面に穴を開け、内視鏡を挿入するが、この図では擬似的に、硬性内視鏡を肝臓(モデル)に向けている(左中央の写真)。中央上の写真が、内視鏡画像である。中央下の写真は肝臓内部の血管網を表示している。血管を誤って傷つけないようにするために、血管の情報は大事だ。だが、通常の内視鏡ではこのような画像は得られない。そこで、手術開始時に超音波プローブを使って、肝臓の3次元超音波画像を撮っておく。右の3つの画像はCT画像で、腫瘍の位置などを確認するために術前に撮ったものだ。術中には腫瘍だけを抽出

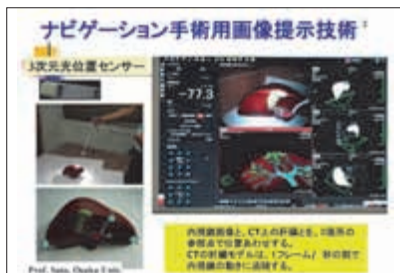


図1 手術中に肝臓の超音波画像、CT画像も参照するので、内視鏡だけでは見えない血管網、腫瘍の全体像なども、把握できる(大阪大学佐藤嘉伸准教授・九州大学橋爪誠教授)。

して、内視鏡画像の上に重ねて表示させる。このようなことができるのも、各々の画像が正確に位置合わせされているからである。3ヶ所以上のマーカー(参照点。写真左下の★印)によって、これらの画像は内視鏡画像とぴったりと対応づけられる(図2)。いったん位置合わせをすると、内視鏡をどんな風に動かしても、術前のCT画像が内視鏡画像に追従して動く。術者は想定外の術野状況に出くわしても、内視鏡以外の画像情報の支援を受け、ターゲットの腫瘍に対して、正確で安全、確実な治療を行うことができる。

手術中に再度手術シミュレーションも

OpenMRI下で手術(Part IIIで後述)す

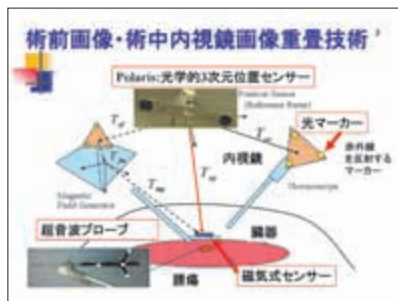


図2 内視鏡の位置を知るために、赤外線3次元位置計測装置(Polaris)を使う。超音波プローブを使うときは、赤外線は内部まで通らないので、プローブ先に小さな磁気式センサを付け、磁気によってその位置を測定する。どんな種類の画像を撮っても、同じ空間に表示するためには、位置合わせが必要だ(九州大学橋爪誠教授)。

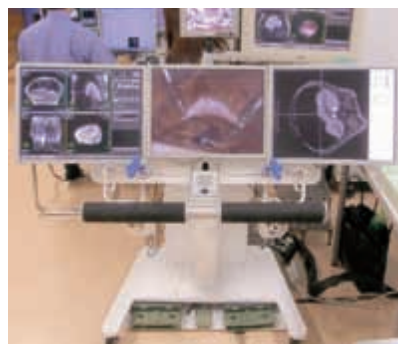


写真2 OpenMRI下では、コンソールでマスターマニピュレータを操作する医師は、手術中の患者の最新のMRI画像を使って、手術シミュレーションをし直すこともできる(九州大学橋爪誠教授)。

一方、右側の画像は腫瘍のMRI画像で、画面の中央には腫瘍の中心部が表示されている。手術場のスレーブマニピュレータをこのマスターマニピュレータから遠隔操作するとき、画面の心部に向かって針を移動させれば、腫瘍の中心に向かって正確に穿刺できる。

このように、手術ナビゲーションシステムは医師の所望する目的に応じて、手術計画や実際の手術をさまざまな方向から支援する。手術の確実性、安全性、効率性はアップするので、患者の負担を間違いなく減らせる技術だ。ただ、現行のシステムでは位置合わせ作業がやや面倒だと思った。生体の分子レベルの解明が進み、特定の臓器や腫瘍だけを発光させられるようになれば、煩雑な位置合わせが不要になり、自動化が進むのではないだろうか。