

Hyper SCOT（Smart Cyber Operating Theater）プロトタイプの開発

Development of Hyper SCOT (Smart Cyber Operating Theater) Prototype

○岡本淳（女子医大） 堀瀬友貴（女子医大） 伊関洋（女子医大）

正宗賢（女子医大） 村垣善浩（女子医大）

Jun OKAMOTO, Yuki HORISE, Hiroshi ISEKI, Ken MASAMUNE, Yoshihiro MURAGAKI
Institute of Advanced Biomedical Engineering & Science, Tokyo Women's Medical University

Abstract: Currently, networking has not progressed in the operating room (OR), almost every medical device in the OR is a state of stand-alone. In this project, we aim to develop the networking operating room called “SCOT (Smart Cyber Operating Theater)”. Medical devices are connected using ORiN (Open Resource interface for the Network) technology. SCOT will enable new information guided surgery and realize reliable operation for patients in the future.

Key Words: Operating room, SCOT, ORiN, Network

1. 緒言：現状の手術室はスタンドアロン機器の集合体

近年，様々な診断機器，治療機器の開発により，外科手術は大きな発展を遂げた。手術ナビゲーションシステムは，3次元位置計測装置を利用して患者診断画像上に手術中の手術器具の位置を表示するシステムであり，精密な解剖学的位置関係の把握が重要かつ困難な脳神経外科・耳鼻咽喉科・整形外科を中心に普及している。また，ハイビジョン化された内視鏡システムやマスタ・スレーブ型手術支援ロボット「da Vinci」など，最先端の工学的成果が次々に医療機器に応用され，外科の新たな展開を切り開いている。このようにそれぞれの診断・治療・手術機器は単独としては著しい発展を続けているが，手術や治療を施行する治療室は機器を搬入して治療を行うスペースのみを提供するという役割から変化していない。その内側で使用される機器との情報連携やシステム連携もなく，発展からは遠い状態である。

また現在，手術において医師・看護師などの医療行為とその結果である患者の生体情報は，機器各々の個別フォーマットの時系列データとして保存され，その他に画像情報，手書きメモ等，様々な形式で記録・収集している。しかし，各々の機器での時間軸がほとんど統一されておらず，複数の情報を突き合わせて見たときに時系列情報の一貫性に問題が生じている。そのため，医療情報として信頼性，有用性および客観性に乏しく，医療プロセスを第三者の目で客観的に評価できない問題がある。結果として，医療現場のシステムの（人，組織，機材など）な欠陥に起因した医療過誤の発生した際の原因究明や，治療に起因する合併症の原因探索とその解決策の提示は困難であった。

2. SCOT(Smart Cyber Operating Theater)の開発コンセプト

本プロジェクトでは，これら従来の治療室の問題を解決するために，選定した機器を統一的にオンライン管理し，データを時間同期して記録・再レイアウトすることが可能な治療室通信インタフェースを開発する。このインタフェースを用いて術中モダリティから得られる画像や手術ナビゲーションシステムからの術具位置，術野のビデオ，患者生体情報等，各種データを収集し，またそれらの情報源から治療に必要な情報を術者や手術スタッフに提示するアプリケーションなどに送信する（Fig.1）。これまでに発展さ

せてきた情報誘導手術を行うインテリジェント手術室¹⁾をパッケージとし術中画像診断装置と各科モジュールを加え，時刻同期データを融合するための機器オンライン化によって新しい治療室「スマートサイバーオペレーティングシアター（SCOT）」を実現する。治療室が単なる部屋としての存在ではなく，明確な機能を持つシステム化されたひとつの「医療機器」としてインテグレーションされることで，リスクが少なく高い治療効果の得られる精密医療が実現できる。



Fig.1 Development concept of Smart Cyber Operating Theater (SCOT)

3. ORiN を用いた治療室インタフェース

本プロジェクトでは SCOT の中核となる治療室インタフェースとして産業用ミドルウェア ORiN²⁾ (Open Resource interface for the Network) を用いる。ORiN はユーザーが使用するアプリケーションとシステムに接続されるデバイスを接続する役割を果たす。デバイスは抽象化されるためデバイスの変更があってもユーザー側のアプリケーションを変更することなく，そのまま使用することができる。ORiN はロボット工業会が開発した産業用ミドルウェアであり，ロボットを動かす機能がすべて揃っていることから，治療を支援ロボットと治療室の統合と運用が容易にできるメリットもある。加えてこれまでの実績・信頼性とインタフェースとしての柔軟性より，治療室インタフェースの基盤技

術として、ORiN の採用が最適と判断した。

4. Hyper SCOT プロトタイプの開発

現在、2種類の SCOT を開発している。「Standard SCOT」は情報系中心のインテグレーションであり、H28 年度より広島大学病院で試験的な稼働を開始している。「Hyper SCOT」は Standard SCOT の基本機能に加え、ロボット化された機器（ロボティック手術台、ロボティック顕微鏡、術者コックピット）から構成される。現段階では臨床使用は想定しておらず、開発機器の評価を行うプロトタイプとして機能させている（図2）。

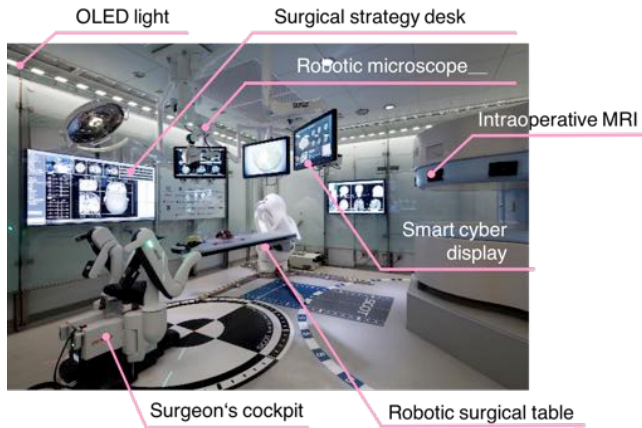


Fig.2 Hyper SCOT prototype (TWIns, Tokyo Women's Medical School)

・手術戦略デスク

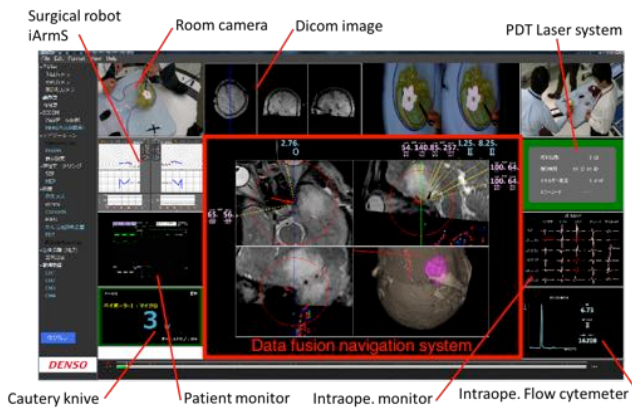


Fig.3 Surgical strategy desk

図3は、悪性脳腫瘍摘出術を想定した場合の熟練医師用ディスプレイ「手術戦略デスク」である。中央のナビゲーション画像上には術中にマッピングした神経機能情報および迅速診断による組織の悪性度情報を融合（重畳）表示させている。悪性脳腫瘍摘出の意思決定のためには、MRI画像・ナビゲーションによる「形態データ」の他に、脳に局在する機能の存在を示す「機能データ」と細胞の悪性度を示す「組織データ」が重要である。「機能データ」と「組織データ」は機能マッピングと術中迅速診断装置³⁾により術中に情報が増えていくが、それを形態データであるナビゲーション上に自動的に埋め込んでいくことで術中の履歴が術者以外にも一目瞭然となる。・精密誘導手術システム

ミドルウェア経由での情報の統合が可能になった場合に最もシナジーが期待できるのは画像誘導での手技である。例えば画像上で治療計画を立て、ロボットを用いて穿刺針

の位置を決めて患部を穿刺する手術や、集束強力超音波（HIFU）を照射する手術等である。さらに、機器のロボット化による治療環境の自動設定も可能になってくる。ロボット化した手術台（ロボティック手術台（図4））や顕微鏡（ロボティック顕微鏡）を開発することにより、症例ごと、術者ごとにあらかじめ設定したパターンに治療環境を自動設定することができるようになる。これは手術の準備時間短縮に役立つと考えられる。また、ロボティック手術台を用いることで、MRIの様な術中診断装置への患者の自動搬送を行うことができる。術中MRIの撮影は簡易的に、短時間でできるほど多くの回数撮影することができ、摘出率の向上に大きく貢献する。



Fig.4 Robotic surgical table

5. まとめ

本プロジェクトはAMED事業によりH26年度から5年間、13委託機関の共同事業として行う。SCOTをパッケージ化し、我が国の新たな輸出産業とすることを旨とする。

謝辞

本システムは、国立研究法人医療研究開発機構（AMED）「未来医療を実現する先端医療機器・システムの研究開発・安全性と医療効率の向上を両立するスマート治療室の開発」のサポートを受けて行われている。また、プロジェクト参画機関である広島大学、信州大学、東北大学、(株)デンソー、ミズホ(株)、パイオニア(株)、日立メディコ(株)、日本光電(株)、(株)セントラルユニ、東芝メディカルシステムズ(株)、エア・ウォーター(株)、(株)日立製作所に感謝申し上げる。

参考文献

- 1) Muragaki, Y., Iseki, et al., "Information-guided surgical management of gliomas using low-field-strength intraoperative MRI", Acta Neurochir Suppl, Vol.109-(2011), pp.67-72.
- 2) ORiN 協議会ホームページ <http://www.orin.jp/>
- 3) Shioyama, T. et al. "Intraoperative flow cytometry analysis of glioma tissue for rapid determination of tumor presence and its histopathological grade: clinical article", J Neurosurg, Vol.118-No.6, (2013), pp.1232-1238.