

# 世界初！3D プリンターと遠隔医療システムを活用した 内視鏡手術のオンライン国際トレーニングシステムを考案

～コロナ時代における手術教育に最適なソリューション～

## ポイント

- ・日豪米の共同研究で、副鼻腔の内視鏡手術の国際オンライントレーニングシステムを考案。
- ・副鼻腔 3D モデルと遠隔医療システムで、世界のどこでもトップサージャンの指導が可能に。
- ・コロナ禍の影響で国内外の移動が制限された今、このシステムが世界に普及することが期待。

## 概要

北海道大学大学院医学研究院耳鼻咽喉科・頭頸部外科学教室の本間明宏教授、中丸裕爾准教授、鈴木正宣助教、オーストラリアアデレード大学耳鼻咽喉科・頭頸部外科ピータージョン・ウォーモルド教授、アルキー・サルティス教授、アメリカ Quintree 社兼オークランド大学耳鼻咽喉科・頭頸部外科のアダム・フォルベ教授のグループは、副鼻腔\*1の内視鏡手術のオンライントレーニングシステムを考案しました。2月11日（木）、12日（金）には北海道大学とアデレード大学間で、世界で初めて国際トレーニングを開催し、この“公開実験”の様子を世界にライブ配信しました。

今回、同グループは、北海道大学とアデレード大学の両方に3Dプリンターで作製した副鼻腔モデルを用意し、模擬手術を行いました。この模擬手術の内視鏡画像を遠隔医療システム Quintree で世界的トップサージャンに共有し、参加者は個別に手術指導を受けました。そして、この様子をリアルタイムで全世界の医師にオンライン配信しました（p.1 図）。

この3Dモデルは副鼻腔の形状だけではなく皮膚、軟骨や骨の硬度・質感・弾力も再現したもので、実際の人体に限りなく近い条件で模擬手術を行えます。大量生産が可能で、手術難易度によって分類されているため、術者の技量にあわせて簡単なモデルから複雑なモデルまで段階的に反復トレーニングすることができます。また、遠隔医療システム Quintree を組み合わせることで、最大15人の術者がそれぞれ同時に行う模擬手術の内視鏡画面を、指導者が1つのスクリーンで確認し個別指導ができるようになりました。

この内視鏡手術のトレーニングシステムは、3Dモデルと手術器具、PCとインターネット回線さえあれば、世界中のどこでも行うことができます。国内外の移動が制限されたコロナ時代における手術教育に最適なソリューションと考えられ、今後、耳鼻咽喉科領域のみならず、内視鏡手術一般を対象として世界的に普及することが期待されます。



（左）3Dモデルを用いた模擬手術の様子。

（右）今回は3ステーションをオーストラリアと繋ぎ、トップサージャンによる指導を全世界にリアルタイム配信。

## 【背景】

副鼻腔の内視鏡手術は全世界で幅広く行われている手術ですが、解剖や術式について正確な知識を習得しなければ、脳や眼球に重大な合併症を引き起こすことがあります。これまでは国内外で行われているカダバー（ご遺体）を用いたトレーニングコースに参加することで、正確かつ最先端の術式を学ぶことができました。しかし、コロナ禍の影響で国内外の移動が制限された今、現地での集中開催による学習・習得が困難となりました。内視鏡手術は術野をモニターに映して行うため、技術的にはオンライン配信が可能ですが、カダバーを用いた模擬手術の配信は倫理面の問題で不可能でした。

## 【研究手法】

そこで、研究グループは、3D プリンターモデルと遠隔医療システムを組み合わせることで、こうした問題の解決に取りかかりました。

まず、最先端の3D プリンターテクノロジーで副鼻腔の解剖を精巧に再現した3D プリンターモデルをオーストラリアアデレードの FuseTec 社と共同で開発しました。100 個以上の試作品を作製し、素材、形状、作製・精製方法を厳選することで、副鼻腔の形状だけでなく、皮膚、軟骨や骨の硬度・質感・弾力も再現することに成功しました（図 1）。

次に、オンライン配信の問題を考えました。カダバーとは異なりプラスチックやゴムなどの素材で作製された3D プリンターモデルには、オンライン配信に関する倫理的制約はありません。ただ、実際にオンラインで意義のある手術トレーニングを行うためには、同時進行する複数の内視鏡手術に、1 人もしくは2 人の指導者が全て目を配らせることができ、かつ、動画を安定して配信できるプラットフォームが必要となります。そこで、アメリカオークランド大学耳鼻咽喉科フォルベ教授が開発した遠隔医療システム Quintree を導入しました。これは Google Chrome の拡張機能として市販の PC に簡単に導入することができ、最大 15 人までの内視鏡画面を指導者のモニターに同時に表示することができます。

このように、3D プリンターモデルと、Quintree によるオンライントレーニングシステムの準備が整ったため、2 月 11 日（木）、12 日（金）に遠隔手術トレーニングを行いました。北海道大学医学部耳鼻咽喉科とアデレード大学医学部をオンラインで繋ぎ、内視鏡手術の実践と指導を行い、その様子を“公開実験”として国内外に配信することとしました。このトレーニングの開催情報は瞬く間に広まり、世界 11 カ国 250 名以上が事前視聴登録するなど国内外の耳鼻咽喉科医の間で大きな話題となりました。

## 【研究成果】

当日は北海道大学耳鼻咽喉科に模擬手術用ステーションを3 台設置し、同じ設備をアデレード大学にも設置しました。

まず、北海道大学に用意した3 台のステーションで、3 人の日本人医師が3D モデルを用いた模擬手術を行いました。この3 ステーションの内視鏡画面を、遠隔医療システム Quintree でアデレード大学の1 つのモニターに集約して映し出しました。8,000km 離れたオーストラリアから世界的トップサージャンであるウォーモルド教授とアルキー教授は、この3 台のステーションの手術の進行状況を随時確認し、リアルタイムに必要な指導を加えていきました（図 2, 3）。

北海道大学で模擬手術が終わった後、次にアデレード大学で同じ3D モデルを用い、トップサージャンによる模範手術を行い、その様子を供覧しました。その上で、3D モデルの元データとなった症例に実際に手術を行った際の内視鏡動画も供覧しました。

これを計5回、簡単な手術から複雑な手術へと段階的に繰り返すことで、術者は世界レベルの手術手技を身につけることができました。翌13日（土）には北海道大学病院 CAST 実施運営委員会の協力により、カダバーを用いて手術手技の習得を確認しましたが、模擬手術指導を受けた3人の術者は、最も難易度の高い前頭洞手術（おでこの裏の内視鏡手術）まで完璧に手術を執刀しました。

### 【今後への期待】

今回は3人の術者が手術指導を受けましたが、器具さえ揃えば15人まで同時に手術指導を受けることができます。また、このトレーニングシステムは、3Dプリンターモデル、手術器具、インターネット回線さえあれば場所を選ばずに何回でも手術トレーニングを行うことができます。さらに、他の臓器のモデルを開発することで、副鼻腔だけではなく内視鏡手術一般に応用が可能です。国内外の移動が制限されたコロナ時代における手術教育に最適なソリューションと考えられ、今後、世界的に普及することが期待されます。

### 【謝辞】

この公開実験は公益財団法人伊藤医薬学術交流財団、公益財団法人杉野目記念会、Medtronic、NeilMed、KARL STORZのご協力のもとに行われました。

### お問い合わせ先

北海道大学大学院医学研究院耳鼻咽喉科・頭頸部外科学教室 教授 本間明宏（ほんまあきひろ）

T E L 011-716-1161 F A X 011-717-7566 メール bigears@med.hokudai.ac.jp

U R L <https://hokudaijibika.jp/>

### 配信元

北海道大学総務企画部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール kouhou@jimu.hokudai.ac.jp

### 【参考図】



図1.（左）最先端の3Dプリンター技術で副鼻腔の3Dモデルを製作。副鼻腔の形状だけでなく、皮膚、軟骨、骨の硬度・質感・弾力も再現することに成功した。

（中）3Dモデルは何個でも大量生産することができ、手術トレーニングを反復できる。

（右）再現度の高さは、画面上では実際の人体と区別がつかないほど。

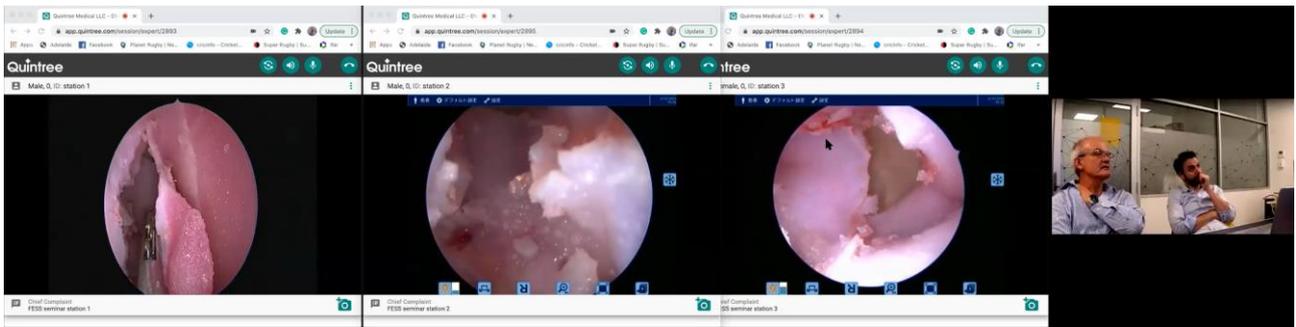


図 2. 実際に全世界に配信した画面。アデレード大学の世界的トップサージャンら（右）は、同時進行する 3 つの内視鏡手術を確認でき、それぞれ術者に個別に指導できる。左から 3 つ目のウィンドウのマウスカursor(黒)は、アデレード大学のトップサージャンから切除するよう指示された骨壁。



図 3. 8,000km 離れたアデレードから、北海道大学で同時に行われた 3 つの模擬手術をリアルタイムで指導するトップサージャン。

### 【用語解説】

- \*1 副鼻腔 … 鼻の周囲にある粘膜に覆われた空洞。鼻と小さい穴で交通している。いわゆる蓄膿はこの炎症のこと。副鼻腔に生じる炎症や腫瘍に対して内視鏡手術が広く行われる。