心臓外科手術 3Dハイビジョンライブ実証実験
―大和成和病院と神戸国際展示場間をWINDS衛星を使って―

FAシステムエンジニアリング株式会社*，株式会社NHKメディアテクノロジー**，
株式会社アスナ***，独立行政法人 情報通信研究機構（NICT）†
中村 康則（リーダー）*，寺田 茂**，河野 通之***，木村 和宏†，高橋 卓†

1. まえがき

超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム※1（以下「URCF」），URCF普及促進部会 立体映像伝送作業班［本件担当：㈱NHKメディアテクノロジー，㈱アスナ，FAシステムエンジニアリング㈱］※2は，㈱情報通信研究機構（NICT）との共同実験として，平成22年1月30日（土）に神戸国際展示場で開催された「CCT 2010 Surgical」※3（**図1**）において，世界初のインターネット通信衛星を用いた心臓外科手術3Dハイビジョンライブ映像IP伝送中継実証実験を行い，大成功裏に終了した。

これは，全国有数の心臓手術件数を誇る㈲公仁会（こうじんかい）大和成和（やまとせいわ）病院（院長：南淵明宏）※4と同展示場を超高速インターネット衛星WINDS（きずな）※5回線で結び，立体映像を3Dハイビジョンモニター10台に表示する手術供覧のライブ実証実験である。

図1 神戸国際展示場で開催された「CCT2010 Surgical」

この成功によって医療分野における超臨場感3Dハイビジョン利用の将来像を提示するとともに，アジア太平洋地域を広くカバーするWINDS衛星の利用により，同地域の外科医にまで技量伝承の可能性を拓き，医療における国際協力のまったく新しいかたちの探求も可能となった。

2. 背 景

心臓外科手術では，「職人技」として認識される勘と経験の蓄積が，患者の命運をその場で左右するといわれている。特に難しいとされる心臓病治療では，高度な技量を有する医師の施術状況をリアルに伝えることによって，遠隔地や途上国で孤軍奮闘する外科医にも最先端の技量の伝承を可能にし，広く医療水準の向上を図ることが可能になると考えられている。

あらかじめ撮影されたビデオ映像ではなく“ライブ”による“技”の伝承と経験の共有が不可欠であり，これまでの2D映像に比べ，3D映像の圧倒的な情報量とその高精細さを，遠く離れた地にリアルに伝える技術が医療現場にも必要とされている。

今回の実証実験でWINDS衛星を使った理由としては，当初JGN2plusを利用する計画をしていたが，JGN2plusから両拠点（大和成和病院と神戸国際展示場）までのネットワーク回線の工事費と使用料が高額となるため断念することとなった。WINDS衛星を使用した実証実験はNICTより許可が出て利用可能となった。

WINDS衛星では，送信側の車載局［大和成和病院，**図2**(a)］と受信側のパラボラアンテナ［神戸国際展示場，図2(b)］を設置するだけでインターネット衛星として

なかむら やすのり，てらだ しげる，こうの みちゆき，きむら かずひろ，たかはし たかし

(a) 送信側の車載局（大和成和病院）　(b) 受信側のパラボラアンテナ（神戸国際展示場）

図 2　WINDS 衛星の送受信構成

3D ライブ伝送が可能となった。

3. 実験の内容

大和成和病院の手術室に 3D カメラを設置し（**図 3**），実際の手術映像を撮影した。撮影された 3D ハイビジョン映像は神戸国際展示場に伝送され，3D モニターに立体表示された。3D ハイビジョンライブ映像は，高精度に同期のとれた左目／右目用のハイビジョンカメラによる映像と，それをリアルタイムに 3D 合成する装置「Side By Side Encoder」（**図 4**）により，初めて実現可能となった。Side By Side 方式とは，3D 立体映像を表示させるための技術の一つで，画像の横幅を 1/2 に縮めた（圧縮した）うえで 2 つの映像を画面の左右に並べて 1 つの画像に合成したものである。「3D Side By Side Encoder」によりリアルタイムに 3D 合成された映像は，H.264 形式でエンコードし，WINDS を介して神戸国際展示場に伝送された。神戸国際展示場では，46 インチの 3D 立体モニター 9 台（**図 5**）と 24 インチの 3D 立体モニター 1 台に「3D SS–Composer」（**図 6**）を介して接続され，リアルタイムに 3D 表示することにより，生の心臓外科手術の 3D ライブ伝送を可能にした。その 3D ハイビジョン映像ライブ中継実証実験の構成図を**図 7** に示す。

今回の実証実験では，実際の心臓外科手術の“3D ライブ手術”※6 での 3D ハイビジョン映像を良好に伝送でき，圧倒的な立体感を手術室と展示場の間で共有するこ

図 3　大和成和病院の手術室に設置された 3D カメラ

図 5　神戸国際展示場に設置された 46 インチの 3D 立体モニター 9 台

図 4　3D Side By Side Encoder HD–SDI（1,920 × 1,080）

図 6　3D SS–Composer

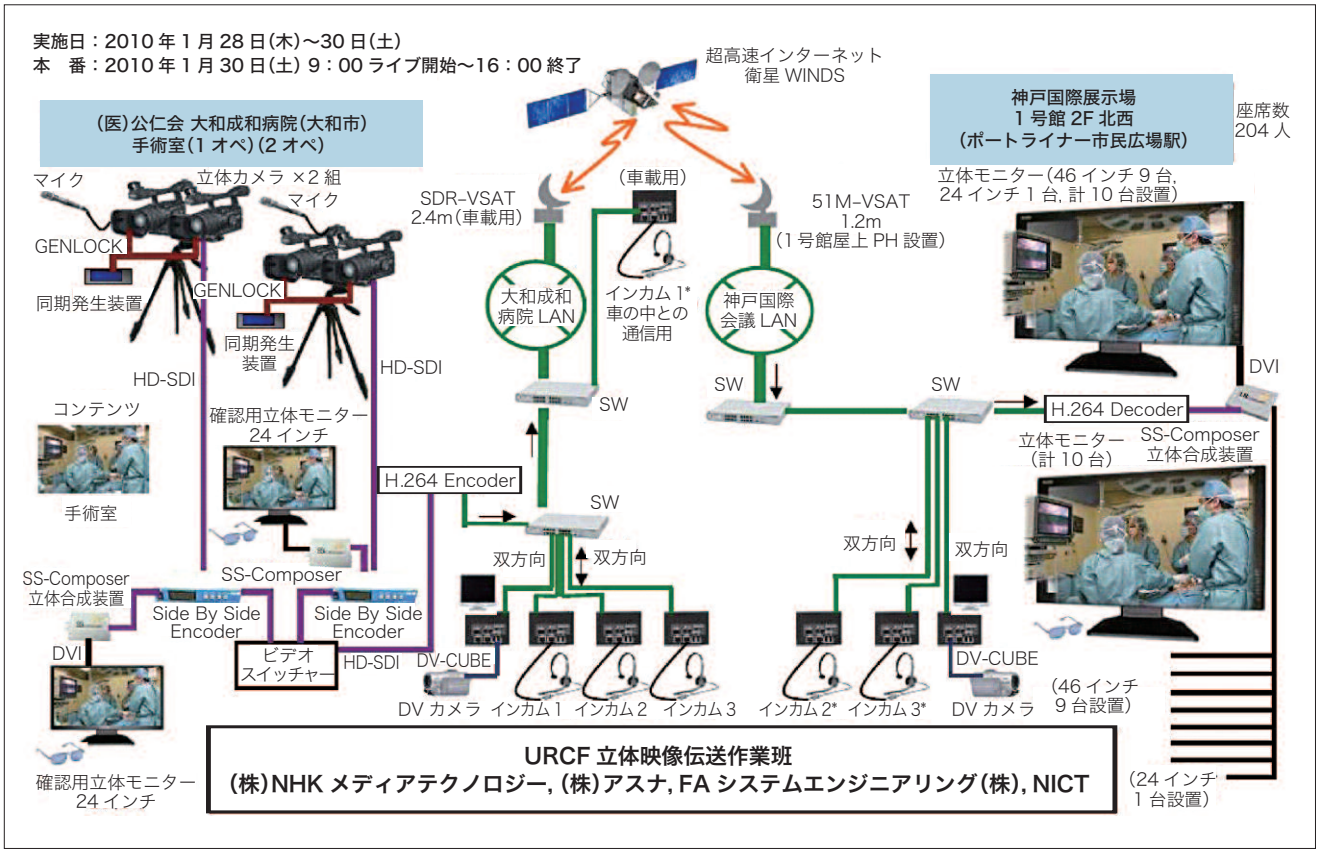

図 7　「CCT2010 Surgical」―心臓外科手術 3D ハイビジョン映像ライブ中継実証実験 構成図―

図 8　展示場内で上映された 3D ライブ映像

とができた（**図 8**）。展示場内の指導的外科医と手術室の執刀医の間で，血管の処置など細かな手技も含めた議論がストレスなく行え，遠隔地の外科医への技術の伝承や専門医同士の相互評価を通じ，全体の技量向上に大きな力を発揮する可能性が専門家により確認された。特に弁置換手術の深部映像は，通常の 2D では見えなかったところが十分に見え，その素晴らしい 3D 映像による立体視を利用する十分な可能性を示した。さらに伝送技術面においては，通信インフラとして，超高速インターネット衛星 WINDS（きずな）回線で 3D 映像をライブ伝送するシステムの妥当性も検証することができた。

4. 今後の展望

今回の実験が成功したことにより，今までの 2D 映像では限界のあった映像に超臨場感医療 3D ハイビジョン映像を活用することによって，近未来における高度医療技術の大きな展望が見えてきた。

大和成和病院の南淵院長いわく，「実際の手術室で，心臓外科医自身の目に映る画像よりも精緻（せいち）な画像であった。画像の技術が，人間の視覚という感覚器を超えたのだ。さらに被写界深度が手術野全体に及んでいる。外科手術などの技術の学習，教育や記録に役立つことは言うまでもない。外科医自身の目から得られる情報に，3D の画像情報がさらに多くの情報を付け加え，より完成度の高い手術を行うことを可能にしてくれるだろう」と，医療分野において 3D ハイビジョン映像が大変有意義との評価であった。

また併せて，アジア太平洋全域に良質のインターネット通信を柔軟に提供できるWINDSの特徴（APAA）※7を活用することで，今後の遠隔医療や医療技術の伝承の可能性も拓かれた。

〈用語解説〉

※1…超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム（URCF）

超臨場感コミュニケーションは，あたかもその場にいるような感覚を与える未来のコミュニケーション手段である。その実現には，「超高精細・立体映像」「高臨場感音場再生」「触覚・嗅覚を含めた五感通信」など多様な技術が求められる。2007年3月，超臨場感コミュニケーションに関する研究者・事業者・利用者等が広く参集し，情報交換や異分野間交流を行いながら研究開発・標準化等を効率的に推進していくことを目的に「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム」（会長：原島 博／東京大学名誉教授）を設立。2010年8月現在，会員203名（正会員：92名，特別会員：111名），http://www.scat.or.jp/urcf/。

※2…普及促進部会，今回の立体映像伝送作業班担当

㈱NHKメディアテクノロジー
（社長：西山博一，住所：東京都渋谷区神山町4–14）
㈱アスナ
（社長：松廣憲治，住所：東京都台東区柳橋2–12–5）
FAシステムエンジニアリング㈱
（社長：中村康則，住所：愛媛県松山市北藤原町1–26）

※3…CCT2010 Surgical（Complex Cardiovascular Therapeutics 2010）

2010年1月28日（木）～30日（土）に神戸国際展示場，ポートピアホテルで開催された。

※4…（医）公仁会 大和成和病院

2008年度の1年間に行われた冠状動脈バイパス手術の件数は278件で全国最多（心臓大血管手術総数は624件，心臓弁手術件数では全国第2位），2009年度も256件（総数581件）と，おそらく全国最多の件数を誇る心臓手術の専門病院。㈲公仁会 大和成和病院（院長：南淵明宏，神奈川県大和市南林間9–8–2）。そのほか詳細な実績はホームページを参照，http://www.syscom.ne.jp/home/seiwa/。

※5…超高速インターネット衛星WINDS（きずな）

WINDSは現在，NICTとJAXA（宇宙航空研究開発機構）が共同で進めている世界最高水準の高度情報ネットワークの形成を目指したプロジェクトである。将来の情報ネットワークのさらなる高速・大容量化を想定し，一般家庭でも超小型アンテナ（CS受信アンテナとほぼ同じ直径45cm程度）を設置することにより最大155Mbit/sの受信および6Mbit/sの送信を，また企業等においては直径5メートル級のアンテナを設置することにより最大1.2Gbit/sの超高速双方向通信の達成を目的としている。

※6…3Dライブ手術

正しい手術の戦略イメージを描くためには，経験豊かな術者の手術を討論しつつ見ることのできるライブ手術が最適と思われる。今回，世界で初めて3Dハイビジョン映像のライブを企画し，手術を映像で学ぶ際に3Dが2Dよりも，どれほどイメージ作りに有用か，長時間に耐え得るか等の検証を行った。

※7…WINDSの特徴（APAA）

多数の小さなアンテナ素子が平面上に並べられたAPAA（アクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナ）で各素子の電力合成の際の位相を制御することにより，受信・送信ビームの向きを機械的な手段を用いずに電子的に切り替えることができる。