

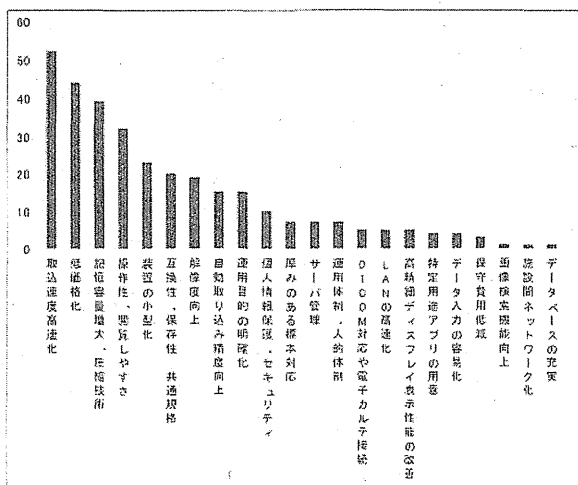
VSの用途【図6】は、教育・カンファランス・学会発表などで利用が進み、診断業務や患者説明などの利用はまだ進展していないことが判明した。VSのモニタ画面で複数の観察者が同時に観察できる利点が評価されたものと考えられる。

VSの業務への貢献評価【図7】では、評価が高かった項目は「医学生・研修医の病理診断に関する関心を高めるのに貢献」、「病理診断医の育成・教育に貢献」、「貴部門のチーム医療に貢献」、「細胞診断医の育成・教育に貢献」であった。VSは光学顕微鏡の利用が不得手な臨床医や学生が病理標本を観察する場合などに重用されていることを示すものと思われる。一方、「患者・家族の満足度や信頼感向上に貢献」、「患者・家族のインフォームドコンセントに貢献」は高い評価を予想したが、下位であった。これは、病理医が直接患者に説明することがまだ定着しておらず、こうした用途での利用が進んでいないためとも考えられる。「モニタ診断が標本観察の主流になるか」との問いに対して、【図8】に示したように、「患者・家族へ説明」、「学会発表」、「CPC /カンファランス」はほぼ半数の回答者が「モニタ観察が主流になる」と回答した。しかし、「術中迅速診断業務」や「細胞診断業務」では大半が「今後もモニタ観察は補助的」と回答した。細胞診断での期待度が低かったのは、細胞標本は細胞集塊の厚みが対物レンズの焦点深度に比べて大きいこと、焦点位置を変更したVS画像の取り込み機能が必要とされるが、それが実用レベルに到達していないことを示すものと思われる。

VSを利用して観察するには、標本画像の取り込み完了が前提となるため、従来の病理診断業務フローの見直しが必要となることはいうまでもない。また、VSの改善課題【表2-4】として、標本取り込み時間の短縮や画像の解像度などに加え、装置の小型化、サーバの保存容量などが指摘され、ベンダの努力が求められている。

4.4 標準化への対応

病理部門システムは電子カルテやオーダリングシステム等病院情報システム（以下、HIS）と接続され、オーダや報告の情報交換を行うが、その接続仕様は導入施設毎に個別協議で決定されてきた。病理部門システムとHISの接続標準化のため、IHE病理テクニカルフレームワークが制定され、JAHISではその実装のために、病理・臨床細胞データデータ交換規約が制定された。これらの成果を検証するためにも、標準化に対応したシステムの市場導入が望まれ



【図9】 VSの課題・改善要望事項 (2010年ユーザ調査)

る。

従来、病理画像は病理部門システムで保存するなど、部門内に閉じた運用管理がなされることが多かった。一方、病理標本管理やVS画像のDICOM規格に対するベンダの対応も進みつつあることから、近い将来病理画像も院内(Picture Archiving and Communication System)に

【表2】 VSスキャナの課題認識 (ベンダ)

| 順位 | 項目 | 点 |
|----|--------------------------------|----|
| 1 | 画像の1枚当たりの取込時間の短縮 | 11 |
| 2 | DICOM対応とPACSとの接続・画像格納 | 11 |
| 3 | 画像解像度の向上 | 9 |
| 4 | 焦点不良等の欠陥の無い画像の取込み | 9 |
| 5 | 導入しやすい価格 | 9 |
| 6 | 電子カルテやオーダリングシステムとの接続による患者情報の交換 | 9 |
| 7 | 病理部門システムとの接続による標本情報の交換 | 9 |
| 8 | 連続処理できるスライドの枚数の増大と容易な脱着 | 7 |
| 9 | 装置の小型化、設置面積の省スペース化 | 7 |
| 10 | 消費電力の低減 | 7 |
| 11 | 画像取込のターンアラウンドタイムの短縮 | 5 |
| 12 | 像取込のための操作の簡易化・省力化 | 5 |

【表3】 VSサーバ・ビューワの課題認識 (ベンダ)

| 順位 | 項目 | 点 |
|----|--------------------------------------|----|
| 1 | 画像解析等による診断支援機能 | 13 |
| 2 | 画像の保存枚数 (ディスク容量) の拡大 | 11 |
| 3 | 他社のVSとの画像の互換性、相互運用性 | 11 |
| 4 | 使いやすさ、操作性 | 11 |
| 5 | 厚生労働省のガイドライン等の情報セキュリティへの対応 | 11 |
| 6 | 電子カルテやオーダリングシステムとの接続による患者情報・診断情報の交換 | 9 |
| 7 | 病理部門システムとの接続による標本情報・診断情報の交換 | 9 |
| 8 | DICOM規格対応とPACS画像 (放射線画像や内視鏡画像など) の参照 | 9 |
| 9 | どこからでも画像参照のできるネットワーク対応機能 | 9 |
| 10 | 消費電力の低減 | 9 |
| 11 | 導入しやすい価格 | 7 |
| 12 | モニタの色校正など色再現性の向上 | 5 |
| 13 | システムの小型化、設置面積の省スペース化 | 5 |

【表4】 VS用途のベンダの認識

| 用途 | 現在→将来 |
|--------------------|-------|
| 症例の保存・アーカイブ | 13→15 |
| 術中迅速診断 (ローカル診断) 業務 | 8→13 |
| 大学での学生教育・実習 | 13→13 |
| 術中迅速診断 (遠隔診断) 業務 | 4→11 |
| ルーチンの組織診業務 | 7→10 |
| 組織診のコンサルテーション | 15→10 |
| 細胞診のコンサルテーション | 6→8 |
| 学会発表や学会での研修・交見会 | 11→8 |
| ルーチンの細胞診業務 | 6→6 |
| 症例の保存・アーカイブ | 13→15 |

放射線画像等と統合管理されると考えられる。また、VSを診断業務に利用するためには、新たにVS画像の取り込み作業が加わることから、病理業務のワークフローの見直しが必要になると考えられる。

VSの普及には標準化は重要である。IHE対応やDICOM規格やJAHISデータ交換規約等の実装をベンダに促すためにも、ユーザである病理医に対する標準化の啓蒙活動を継続する必要がある。

5. 結論

VSは複数人がモニタ画面で同時観察できることから、教育やカンファレンスを中心に利用が拡大していることが判明した。VSに取り込まれる標本数も急激に増大し、VSは普及期を迎えたが、ユーザからは取り込みの高速化や装置の小型化、低価格化、画像サーバの保存容量などの課題が提起されている。一方、光学顕微鏡の取り扱いに手馴れた病理専門医の多くは、細胞診断等へのモニタ診断の適用には慎重な様子がかがえた。VSや病理部門システムのIHEやDICOM等標準化の進展は病理画像の院内PACSへの統合化や病理部門ワークフローの革新をもたらすと考えられる。

謝辞

本研究の実施に当たっては、多数の施設の多忙な病理医およびベンダの方々のご協力をいただいた。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 東福寺幾夫. テレパソロジーの実情調査報告. 厚生労働科学研究費補助金 医療技術評価総合研究事業「遠隔医療実施状況の実態に関する研究」主任研究者村瀬澄夫. 平成15年度総括・分担報告書 2005; 47-52.
- 2) 東福寺幾夫. 2つのテレパソロジー実態調査の結果と課題. 日本遠隔医療学会雑誌 2006; 2(2): 246-247.
- 3) 東福寺幾夫. 臨床研修指定病院を対象としたテレパソロジーの運用と評価に関する調査研究. 平成17年度厚生労働科学研究費補助金 医療技術評価総合研究事業「医療効果・経済効果を目的とした遠隔病理診断の実用化とこれに関する次世代機器の調査・開発」平成17年度総括・分担研究報告書 2006; 11-30.
- 4) 東福寺幾夫, 澤井高志. わが国の病院における病理部門システムの導入状況. 医療情報学 2006; 26(Suppl.): 649-652.
- 5) 東福寺幾夫, 土橋康成, 松野吉宏. 地域医療支援基盤としての病理画像のデジタル化—その現状と課題—. 日本遠隔医療学会雑誌 2009; 5(2): 168-169.
- 6) 東福寺幾夫, 土橋康成, 松野吉宏. 病理診断部門のIT化の現状と課題. 医療情報学 2009; 29(Suppl.): 550-553.
- 7) 東福寺幾夫. 臨床検査のIT化最近の動向と課題. 臨床病理 2006; 55(8): 764-772.
- 8) 近藤恵美. 病理情報の標準化動向. 病理と臨床 2011; 29(12): 1332-1339.
- 9) 東福寺幾夫, 奥野隆司, 山本秀巨, 他. 病理IHEにおける画像情報の取り扱い. 医療情報学 2006; 26(Suppl.): 518-521.
- 10) 東福寺幾夫, 奥野隆司. 病理部門のIHEとそれに関連した活動. 医療情報学 2007; 27(Suppl.): 397-398.
- 11) 日本病理学会 認定病理専門医一覧 (2012年4月15日引用).
URL: <http://pathology.or.jp/senmoni/board-certified.html>

東日本大震災・大津波と 岩手県の医療情報連携・遠隔医療

岩手医科大学医学部小児科
同附属病院循環器医療センター循環器小児科

小山耕太郎

多数の犠牲者を出した東日本大震災・大津波は岩手県沿岸地域における大規模な通信の遮断と医療情報の消失をもたらした。災害医療支援などの情報収集や遠隔医療が困難となり、避難所や医療機関では調剤情報がないことから患者への対応に混乱がみられた。一方、医療クラウドで保管、管理されていた妊婦情報は被災を免れ、住民の健康を災害から守る上で医療情報連携がいかに重要であるかが如実に示された。医療情報連携のための冗長化されたシステムとその運用とによって、災害に強く、質の高い、保健・医療・福祉の新しい体制を構築する必要がある。

▶▶ 震災後の通信遮断

東日本大震災と直後の大津波は岩手県内では死者4,667人、行方不明者1,368人、倒壊家屋24,736棟(平成23年12月28日現在)という大きな悲劇をもたらし、県沿岸部の医療施設や自治体の社会的インフラが壊滅的な状態に陥った。この災害の特徴の1つは、津波による沿岸地域の通信設備の浸水、流失、切断がもたらした広域かつ長時間の通信の遮断であり、必要な災害医療支援などの情報収集や遠隔

医療を極めて困難にした。沿岸地域との間で固定電話、携帯電話、インターネット回線はつながらず、かろうじて衛星携帯電話による医療情報の連絡が行われたが、使用できる端末数は限られていた。衛星を利用したインターネットやIP電話も提供されたが、その利用は一部の地点に限られていた。岩手県における災害医療支援の中心であった岩手医科大学の医療支援チームは、内陸部の盛岡と約100km離れた、久慈、宮古、釜石、大船渡、陸前高田の沿岸各地との間を片道2~3

時間かけて往復し、情報の収集と分析を繰り返さざるを得なかった。

▶▶ 被災地の医療と医療情報連携

被災地では、患者のカルテや住民情報など、多くの個人情報消失した。避難所では住民が被災後のストレスや慢性疾患の薬が切れたことなどから健康状態を悪化させていたが、医療支援チームは簡単な問診と断片的な調剤情報をもとにして、持参した薬のなかから適切と思われる



図1 2011年3月20日 岩手医科大学災害医療支援チーム
陸前高田市気仙町長部長円寺班①

避難されている住民の体調を確認する。普段服用している薬が切れたとの訴えが多い(岩手医科大学画像情報センター中島久雄氏撮影)。

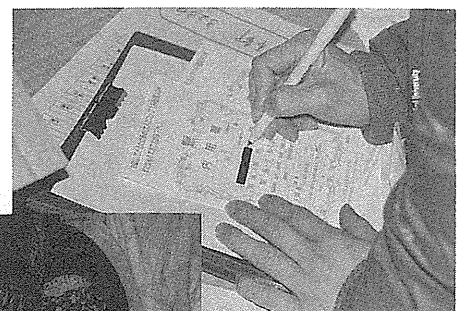


図2 2011年3月20日 岩手医科大学災害医療支援チーム
陸前高田市気仙町長部長円寺班②

残っている薬の包装やお薬手帳から処方内容を確認する。ジェネリックが多く、確認に手間取る(岩手医科大学画像情報センター中島久雄氏撮影)。

Part 1 ケースレポート / 遠隔画像診断サービスを利用する

に述べた「周産期医療ネットワークシステム“イーはとーぶ”」である。母体搬送や保健指導等に活用するため、県内の医療機関や市町村がインターネット回線を通じて妊婦検診や診療情報を共有する医療クラウドであり、平成21年から運用していた。

震災後の医療情報連携

岩手県沿岸地域における医療施設の復旧には、今後、長い年月を要すると考えられ、医師不足状態もさらに加速する可能性がある。鉄道や道路の寸断、自家用車の流失は、特に高齢者が医療機関へ通うことを一層困難にしている。大震災・大津波を生き延びた住民は9か月経った今も、被災地、仮設住宅での不自由な生活により、心身ともに大きなストレスを受けており、医療のみならず保健、福祉と連携した、地域ぐるみの健康支援の必要性がかつてないほどに高まっている。

この大震災・大津波であらためて明らかになったことは、住民の健康を災害から守るためには、医療や健康に関する情報を広域において共有し、保全するシステムが必要であることである。また、そのためには、情報機器を活用したネットワークが、大災害にも耐える強い冗長性を備える必要があることも確認された。

岩手県は平成23年8月に、県全域を対象として、「岩手県東日本大震災津波復興計画」を策定した。その中で、保健・医療・福祉について、「被災者の心身の健康を守るため、被災した病院や診療所等の医療提供施設及び高齢者・障がい者(児)福祉施設、保育所等の機能の回復を図るとともに、新たなまちづくりに連動した、災害に強く、質の高い地域の保健・医療・福祉体制を整備する」こととし、その工程表を明らかにした(図5、6)。

この体制のなかで、救命救急センターを有し、災害拠点病院である岩手医科大学は、地域の保健・医療・福祉の関係機関の機能を最大限に発揮させるために、学内にデータセンターを置き、医療情報の正規化と標準化を図り、これを複数のクラウド型ストレージに保存することにより、ネットワークを含め、震災等に強

い冗長性を確保したシステムの構築を目指している。患者の診療明細書や調剤情報をはじめとする医療情報の参照、共有は、被災地の医療機関毎にインフラの導入状況が異なることから、医療情報の標

準化を行い、シームレスな医療連携のためのシステムを構築する予定である。また、遠隔医療支援の対象をこころのケアや皮膚疾患、糖尿病にも広めていく準備を進めている。

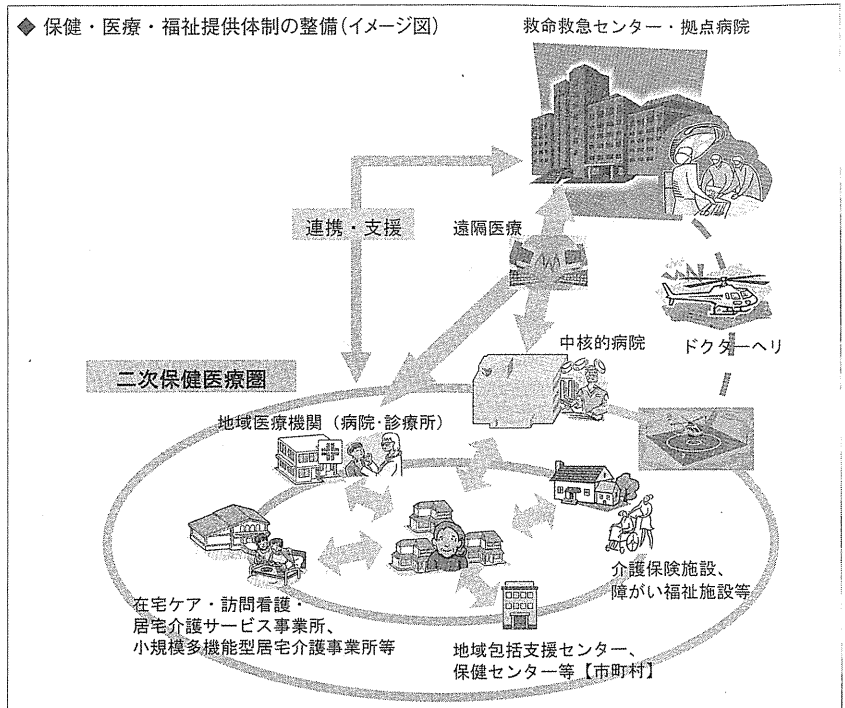


図5 岩手県東日本大震災津波復興計画 復興基本計画①
岩手県公式ホームページhttp://www.pref.iwate.jp/より

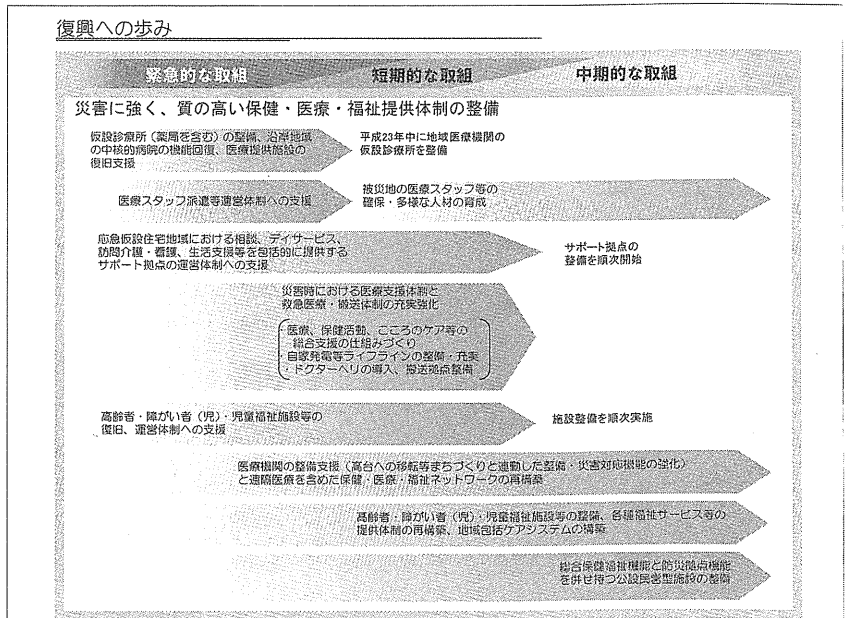


図6 岩手県東日本大震災津波復興計画 復興基本計画②
岩手県公式ホームページhttp://www.pref.iwate.jp/より

遠隔画像診断のための SVC 符号化された心臓超音波画像の主観品質評価

高木基宏[†] 藤井 寛[†] 小山 耕太郎[‡] 大平 隆^{*}
柿沼 博一^{*} 藤野 雄一^{**} 澤井 高志[‡] 猪飼 秋夫[‡]

[†] 日本電信電話株式会社, NTT サイバースペース研究所 〒239-0847 横須賀市光の丘 1-1

[‡] 岩手医科大学 〒020-8505 岩手県盛岡市内丸 19-1

^{*} 株式会社 NTT 東日本一岩手 〒020-8558 岩手県盛岡市中央通 1-2-2

^{**} 公立はこだて未来大学 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116 番地 2

あらまし 心臓超音波画像診断システムから出力された映像を, 広域ネットワークを介して PC 等の端末に配信し, 主観評価を行った. 映像符号化方式として SVC を用いることで, 映像再生端末の性能やネットワーク帯域, 伝送損失に制限がある場合においても頑健な配信が可能であることを検証する.

キーワード SVC, スケーラブル符号化, H.264, 画像診断, 遠隔医療

Applicability of SVC to Cardiac Ultrasound Images for Remote Image Diagnosis

Motohiro TAKAGI[†] Hiroshi FUJII[†] Kotaro OYAMA[‡] Takashi OODAIRA^{*}
Hirokazu KAKINUMA^{*} Yuichi FUJINO^{**} Takashi SAWAI[‡] and Akio IKAI[‡]

[†] NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation 1-1 Hikarino-oka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

[‡] Iwate Medical University 19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate, 020-8505 Japan

^{*} NTT East-Iwate 1-2-2 Chuo-dori, Morioka, Iwate, 020-8558 Japan

^{**} Future University Hakodate 116-2 Kameda Nakano-cho, Hakodate, 041-8655 Japan

Abstract We evaluate applicability of SVC to transmission of cardiac ultrasound images between a variety of terminals through the network with packet loss or limited bandwidth for remote image diagnosis.

Keyword SVC, Scalable Video Coding, H.264, Remote Image Diagnosis, Remote Medicine

1. はじめに

小児科医が広大な県内のうち盛岡市とその周辺に偏在している状況に対応するために, 岩手医科大学附属病院循環器医療センターは岩手県内 16 拠点 20 端末をつなぐテレビ会議システム「岩手県小児救急医療遠隔支援システムネットワーク」を利用して県内の拠点病院からへ心臓超音波画像を受信し, 重症心疾患を有する新生児の診療応援を行っている. しかし, 遠隔診断はテレビ会議システムを設置した環境でしか利用できず, 専門医が自宅にいる場合や外出, 出張により診断拠点である岩手医科大学附属病院を離れている場合には遠隔診療が困難である. また専門チームがそろって症例検討するには診断拠点に集合しなくてはならず,

緊急時の迅速な対応の障害となっている.

外出先から参加するためには, 一般の商用網に接続された PC 等による受信が必要である. さらに, 無線 LAN 等狭帯域のネットワークで接続されたモバイル端末を利用できることが望ましい. しかし, そこでは高解像度画像を再生するのに十分なネットワーク帯域や CPU, ディスプレーがない場合がある. また, ネットワーク上のパケットロスなどでデータが欠落した場合に超音波画像の廃棄による乱れが生じると, 表示画像品質が低下し初期診断に適さなくなる.

複数の専門家が異なる環境でそれぞれ解像度の異なる端末を用いて, ある一つの症例検討を行う場合, 同時閲覧によるカンファレンス形式の症例検討のため

に、端末毎に最適な映像データを効率良く送信できなくてはならない。

我々は強いエラー耐性と、ビットレートや解像度に関する柔軟なスケーラビリティを備えた符号化方式である H.264/SVC を利用することで上記の課題に対応した、乳児死亡の主な原因であり救急医療でもある新生児先天性心疾患の診療を支援するシステムの開発を目指している。

2010 年度に心臓超音波画像診断システムへの SVC 適用可能性の予備実験として、単体 PC 上での画質評価システムを用いた医療関係者 7 名による SVC 符号化映像の主観画質評価実験を行った[1]。その結果、1Mbps 程度のビットレートがあれば心臓超音波画像を SVC で符号化して遠隔診断可能であるという見込を得た。本稿ではさらに実際の広域ネットワークを用いた心臓超音波画像配信評価システムを構築し、遠隔診断のための SVC 画質評価実験を行い、実際のネットワーク環境での SVC の遠隔診断への適用可能性を検証した。本稿ではこれについて報告する。

2. スケーラブル映像符号化 SVC

SVC は H.264/AVC のスケーラブル拡張規格であり、H.264/AVC との互換性を保ちつつ、空間、時間、画質の 3 種類の柔軟なスケーラビリティと高い圧縮率を両立する符号化方式である[2]。

スケーラブル符号化された画像データは階層構造をもち、一部の階層を切り出す操作のみで再生映像の解像度やフレームレートを変えることができる。切り出し方に応じてビットレートも変化する。

SVC を用いたシステムはエンコーダ、エキストラクタ、デコーダの 3 つのモジュールから構成される。エンコーダは階層化された符号化データを生成し、エキストラクタに伝送する。エキストラクタは受信した階層化符号化データから、伝送先のデコーダ端末の性能や伝送ネットワークの状況などに適した階層のみを取り出し、それをデコーダに伝送する。デコーダは受信したデータ量に従った解像度やフレームレートの画像を再生できる。再符号化や H.264/AVC を用いたサイマルキャストなどの方式と比べて、デコーダで得られる映像品質は向上する。

NTT サイバースペース研究所はフル HD 映像をリアルタイムで符号化、復号できる H.264/SVC 準拠のコーデック・ソフトウェアを開発してきた[3]。

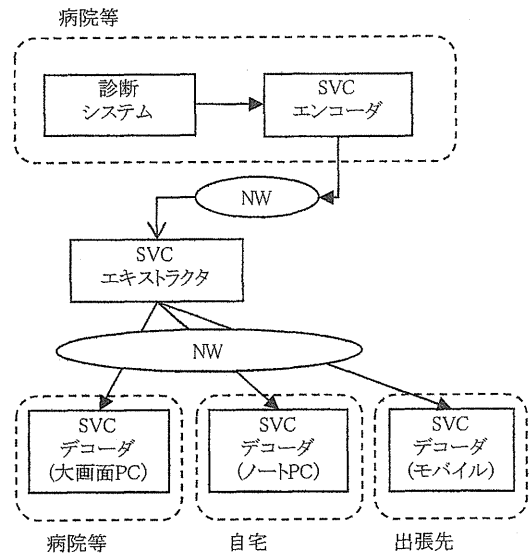


図 1: 心臓超音波画像診断用映像通信システム

3. SVC を用いた心臓超音波画像配信評価実験

3.1 心臓超音波画像診断用映像通信システム

図 1 に本評価実験が想定している、SVC を利用した心臓超音波画像診断用映像通信システムの構成図を示す。超音波画像診断システムから出力された医用画像は、SVC エンコーダで符号化されてネットワークに送信される。SVC データは中継地点や医療機関に設置されたエキストラクタで中継される。エキストラクタは受信端末毎に最適な階層のデータを切り出して送信し、拠点病院や医師自宅や出張先にある受信端末はエキストラクタから送信された、それぞれの端末に最適化された映像データを受信して遠隔診断に参加する。

3.2 画質評価システム

心臓超音波画像の画質評価システムを構築して主観評価と客観評価を行った。本評価実験では、ローカル環境による画質評価、広域ネットワーク環境による画質評価、モバイル環境での画質評価と 3 つの評価実験を行った。以下評価実験のために構築した 3 つの画質評価システムについて述べる。

(1) ローカル環境

心臓超音波画像をあらかじめいくつかの符号化パラメータで SVC 符号化し、さらに復号した映像データを非圧縮形式でファイルに格納し、評価用映像とする。評価用映像ファイルは主観評価ソフトウェアによって被験者に提示され、被験者は画面上で評価値を入力する(図 2)。

(2) 広域ネットワーク環境

実際の遠隔診断システムで用いた場合の SVC の画質を評価するために、商用の広域ネットワークを介し

表 1：評価映像

| | | | |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| ネットワーク環境 | ローカル | 広域ネットワーク | モバイル |
| 入力解像度 | 640x448 | 640x448 | 640x448 |
| フレームレート | モノクロ 39fps, カラー29fps | モノクロ 39fps, カラー27fps | モノクロ 39fps, カラー16fps |
| 空間スケーラビリティ | 3 階層(640x448, 320x224, 160x112) | | |
| 圧縮パターン | 4 種類(0.5Mbps, 1Mbps, 2Mbps, 非圧縮) | 3 種類(0.5Mbps, 1Mbps, 2Mbps) | 1 種類(1Mbps) |
| フレーム枚数 | モノクロ 390 枚, カラー290 枚 | モノクロ 440 枚, カラー319 枚 | モノクロ 429 枚, カラー176 枚 |
| GOP | IBBBP 構造 (N=24) | | |

て評価用心臓超音波映像を配信する画質評価システムである。心臓超音波画像診断システムに記録されている非圧縮の録画映像を SVC エンコーダに入力し、生成された SVC ビデオストリームをエキストラクタに伝送する。エキストラクタは決められたパラメータに従って SVC データの階層のエキストラクト処理を行い、処理後のビデオストリームを IP-VPN によって実現した有線の広域ネットワークを介して送信する。被験者は評価用 PC で SVC のビデオストリームを受信し、SVC デコーダで復号して画面に表示したものを用いて主観評価する（図 3）。

(3) モバイル環境

広域の無線ネットワークを介して映像データ伝送する場合の画質評価のための評価システムを構築した。屋外での受信を想定し、被験者は持ち運び可能なモバイルノート PC で受信して評価する。広域ネットワークの構築はインターネット VPN で実現した。

画質評価は主観評価ソフトウェアが被験者に復号映像を提示し、評価ソフトウェアを用いて評価値を入力することで行う。

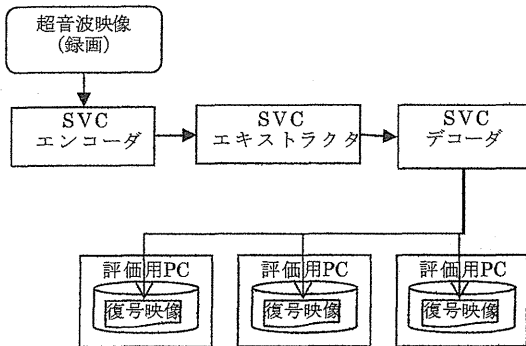


図 2：画質評価システム
(ローカル)

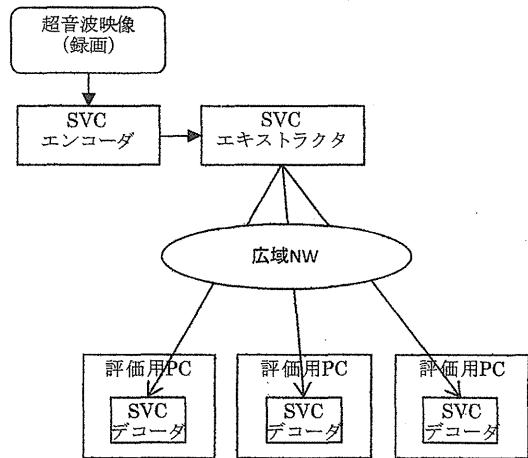


図 3：画質評価システム
(広域ネットワーク、モバイル)

4. 画質評価

4.1 評価映像

符号化による画質劣化を評価するために、SVC 符号化データの解像度とビットレートを変化させて画質評価を行った。

評価映像の符号化条件を表 1 に記す。モノクロとカラーの心臓超音波画像の録画映像を SVC エンコーダで空間スケーラブル符号化して、3 階層のスケーラビリティを付与した。エキストラクタはここから 640x448, 320x224, 160x112 の 3 つの解像度を切り出すことができる。昨年度の実験結果から、本評価実験では遠隔診断に利用可能な上位 2 階層のみを切り出して評価を行った。また、モバイル環境の試験は伝送路のスループットで伝送可能な第 2 階層 (320x224) のみを行った。ビットレートは 3 種類とし、最大解像度 (640x448) で 0.5Mbps, 1Mbps, 2Mbps である。それぞれのデータは階層が一つ下がって解像度が半分になる毎にビットレートはおよそ 1/2 になる。心臓超音波画像はローカル、有線、モバイル実験でそれぞれ異なる

る映像を用いた。

評価映像としては元映像である2心拍分の心臓超音波映像を時間方向に複製して繰り返して約10秒のシーケンスを作成した。GOP (Group Of Picture) はIBBBP構造、1フレーム間隔は24フレームである。

4.2 主観評価

ITU-T P.910で規定された一重刺激法 ACR-HRR (Absolute Category Rating with Hidden Reference Removal) を参考にして主観評価を行った。被験者は日本小児循環器学会所属の専門医15名である。本評価実験では評価映像をランダムに2回ずつ提示する。ローカル環境での画質評価ではカラー、モノクロ各々8種類(解像度2種類×圧縮パターン3種類+非圧縮映像解像度2種類)の映像をあらかじめPCに保存しておき、ランダムに2回ずつ提示する。広域ネットワーク環境での画質評価ではカラー、モノクロ各々6種類(解像度2種類×圧縮パターン3種類)の映像を評価用PCに伝送し、ランダムに2回ずつ提示する。モバイル環境での画質評価ではカラー、モノクロ各々1種類の映像(解像度1種類×圧縮パターン1種類)を評価用PCに伝送してランダムに2回ずつ提示する。被験者は評価映像の提示の後、評価値を10秒間で入力する。入力が表示用PC上で主観評価入力用のソフトウェアが表示する、連続的に動くスライダーで行う。バーの左端が“bad”、右端が“excellent”である。

本実験ではSVCの心臓超音波画像診断への適用可能性を評価するために、画質の劣化度ではなく画像による診断の可否を評価する。“bad”を診断できる可能性が全くないもの、“excellent”を普段診察している映像と遜色ないものとし、被験者に事前レクチャで対応を説明した。

図4, 5, 6に“bad”を0, “excellent”を1とした場合の画像毎の15人の評価値の平均値を示す。横軸のラベルのN x Mは画像サイズを、origは非圧縮画像を、2M, 1M, 0.5MはそれぞれSVC符号化時のデータ量(bps)を示す。図4はローカル環境、図5は広域ネットワーク環境、図6はモバイル環境におけるカラー映像の主観評価値である。熟練専門医による現実のサービスに近い商用広域ネットワークを用いた主観評価を行った今回の実験でも、昨年度のローカル環境による予備実験と同様の結果が得られた。

4.3 ビットレートと主観画質

図7, 8に、ローカル環境と広域ネットワーク環境でのカラー映像に対するビットレートと主観評価の関係を示す。

図に示すとおり、低ビットレートでは低解像度画像

と高解像度画像が同等の主観品質を保っている。ビットレートが同一の場合、解像度が小さいほど圧縮率が低下して画素あたりの雑音は減少する。解像度と雑音の関係から、あるビットレートに対して最も高い主観品質を与える最適な解像度と圧縮率が決まると考えられ、ビットレートが低いほど低い解像度が好まれると推測できる。本実験で用いた心臓超音波画像では高品質を与える解像度が逆転するビットレートは0.5Mbpsより大きいことになる。これはモノクロ映像に対しても同様の結果が得られた。

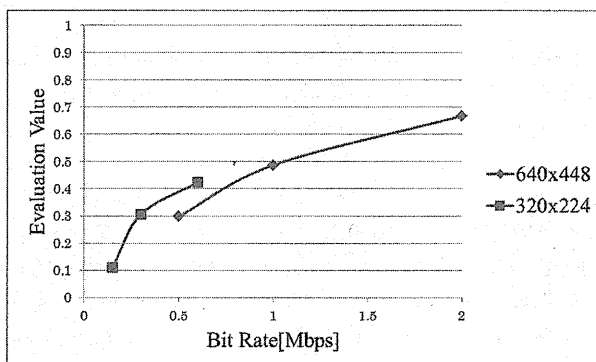


図7: ビットレートと主観評価の関係 (ローカル, カラー)

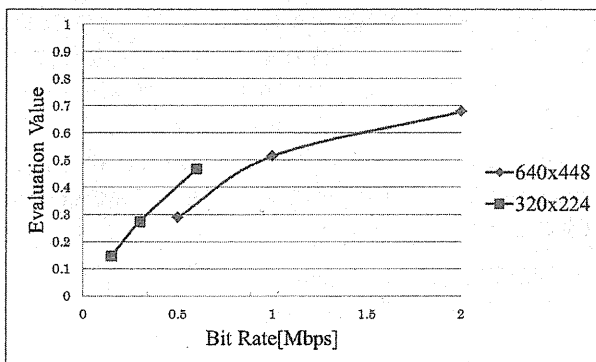


図8: ビットレートと主観評価の関係 (広域ネットワーク, カラー)

4.4 客観画質と主観画質

SVCを用いた画像配信ではエキストラクタがネットワークと端末に応じた最適な階層を切り出す。端末での表示映像の主観品質を客観品質から推測可能かどうかを確認するために、実験結果について客観画質と主観画質の関係を求めた。客観画質の評価にはPSNRを用いた。

図9はローカル環境での主観評価値とPSNRの関係である。解像度640x448, 320x224ともに相関係数が0.9以上と高い相関を示している。図10は広域ネット

ワークを介した場合の主観評価値と PSNR の関係である。こちらも相関係数が 0.9 以上と高い相関を示している。

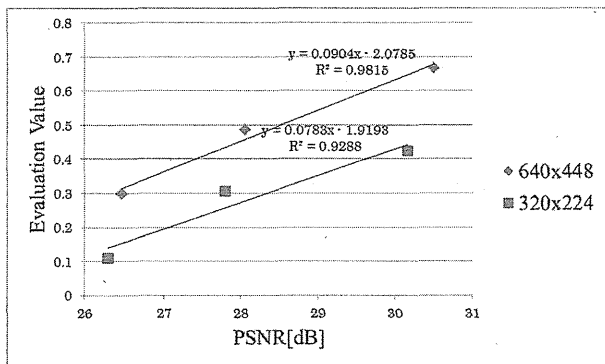


図 9: PSNR と主観画質の関係
(ローカル, カラー)

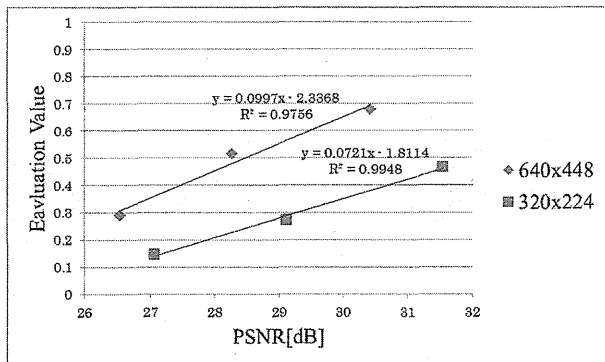


図 10: PSNR と主観画質の関係
(広域ネットワーク, カラー)

5. 遠隔診断のための SVC 符号化パラメータ

評価値を、映像のみで診断が正確にできる確率であると仮定すると、広域ネットワークを介した場合、図 5 から、50%を超えるためには解像度 640x448 で 1Mbps 以上が求められる。対応する PSNR は 28dB 程度である。1Mbps 未満の帯域制限がある場合、図 4、5 から、解像度 640x448 の最上位階層の圧縮率をさらに上げるよりも、解像度 320x224 の階層に下げることによってビットレートを下げることが品質が良い。図 6 に広域ネットワークとモバイル環境の各被験者の主観評価値平均（解像度 320x224, 1Mbps）を示す。モバイル環境での主観評価値は 50%を超えることはなかった。主観評価値平均は同程度であるが、各環境での分散は広域ネットワーク環境で 0.03、モバイル環境で 0.07 であった。モバイル環境の主観評価値分散が広域ネットワーク環境と

比較して大きい。これは無線ネットワークが有線ネットワークと比較して不安定であるためと考えられる。

6. おわりに

本稿では、遠隔画像診断システムへの SVC 適用可能性検討のための心臓超音波画像の SVC 符号化時の品質評価実験について述べた。実験結果から広域ネットワークを介しても 1Mbps 程度のビットレートで診断への利用可能性があることが示された。また、ビットレート低下時に解像度を保持したまま圧縮率を上昇させるより解像度を低下させる方が高い品質を与えることが分かった。しかし、モバイル環境下で診断に利用するにはまだ多くの検討課題が残されている。

なお、本研究は戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の 2011 年度の成果である。

文 献

- [1] 藤井, 早瀬, 小山, 大平, 柿沼, 藤野, 澤井, 猪飼, “遠隔画像診断のための心臓超音波画像への SVC 適用可能性検討” 信学技報, IE2011-44, pp. 37-42, Jul.2011.
- [2] ITU-T, “Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services,” *ITU-T Recommendation H.264*, Nov. 2007.
- [3] 早瀬, 坂東, 藤井, 高村, 上倉, 如澤, “H.264/AVC 拡張規格 SVC 準拠フル HDTV 映像伝送システム,” 信学論(D), Vol.J93-D, no.10 pp.2177-2187, Oct.2010.

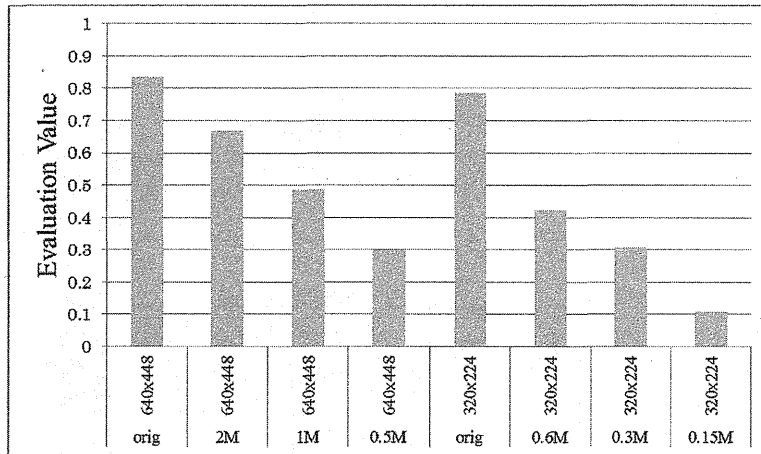


図 4：主観評価
(ローカル, カラー)

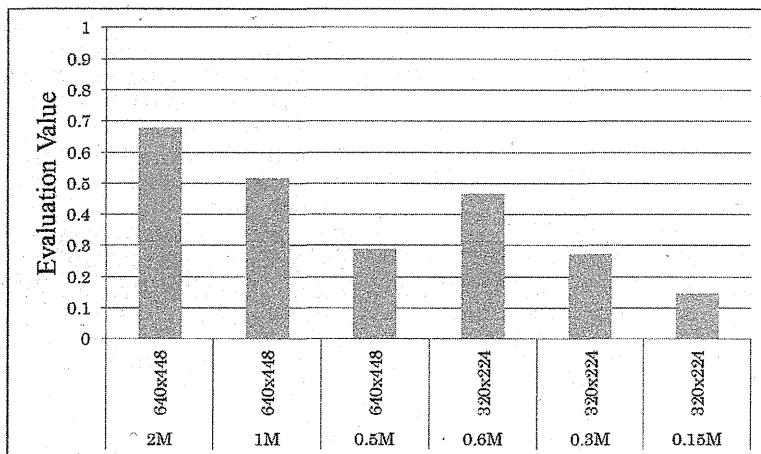


図 5：主観評価
(広域ネットワーク, カラー)

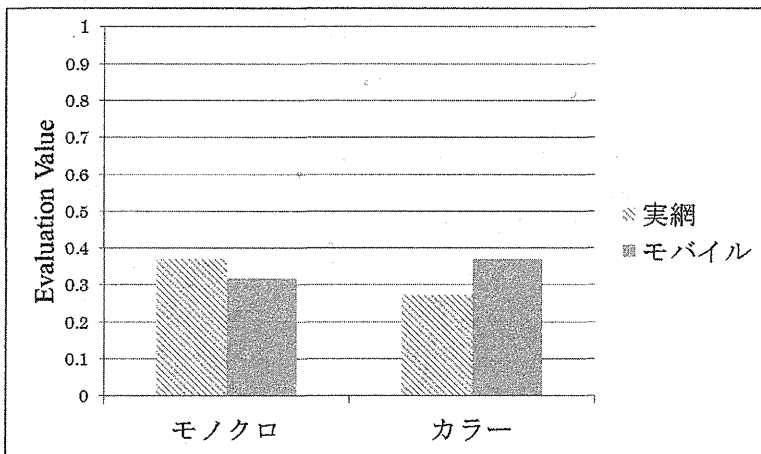


図 6：主観評価
(モバイル, モノクロ&カラー)

