

平成24～25年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）

研究課題（H24-医療-指定-049）：遠隔医療を実施する拠点病院のあり方に関する研究

研究期間：平成24年4月1日から平成26年3月31日

研究代表者：小川 彰（岩手医科大学学長）

研究分担者：岩動 孝（岩手県医師会副会長）、佐藤 元昭（県立宮古病院院長）、鎌田 弘之（盛岡赤十字病院健診部長）、小笠原敏浩（県立大船渡病院副院長）、澤井高志（岩手医科大学教授）、赤坂俊英（岩手医科大学教授）、江原 茂（岩手医科大学教授）、佐藤 譲（岩手医科大学教授）、高橋義彦（岩手医科大学講師）、小笠原邦昭（岩手医科大学教授）、菅井 有（岩手医科大学教授）、菊池昭彦（岩手医科大学教授）、福島明宗（岩手医科大学教授）、中居賢司（岩手医科大学教授）、森野禎浩（岩手医科大学教授）、田中良一（岩手医科大学准教授）、小山耕太郎（岩手医科大学教授）

#### 研究要旨

1) 遠隔医療の拠点病院が、医療情報連携・遠隔医療支援を安定的かつ包括的で、一元的に推進するための施設・設備・人員体制・コスト等に関する検討

岩手県県内で医療情報を共有・保全する「岩手県医療情報連携基盤（仮称）」を提案し、先行モデルとして、岩手医科大学内に「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」を構築し、遠隔医療の拠点病院が、医療情報連携・遠隔医療支援を安定的かつ包括的で一元的に推進するために、設備、運用、教育等に関する以下の検討を行った。（1）「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」に岩手医科大学医療情報リポジトリを構築し、電子カルテシステムの異なる岩手医科大学附属病院と連携医療機関との間で、ベンダーに依存することなく、SS-MIX/SS-MIX2と部門システムの診療情報を共有する患者紹介システムの有用性と問題点を検討した。（2）フルHD対応のテレビ会議システムを電子カルテの端末として利用する症例コンサルテーションシステムを構築し、有用性と問題点を検討した。地元の担当医と大学病院の専門医が、ディスプレイに表示されるSS-MIX/SS-MIX2と部門システムの診療情報を共に見ながら相談することの有用性が示された。モバイルネットワークとスケーラブル符号化技術を採用し、専門医がタブレット端末により病院外からも相談に応じることを可能にした。（3）医療情報連携ネットワークは、接続形態の拡張性や通信速度、コスト面から、専用線ではなく、閉域IP通信網で接続することとし、セキュリティを高めるために大学内で暗号化（IPSec）するシステムを構築した。（4）従来の紙による情報の授受が一過性のものであるのに対して、ITによる医療情報の授受は継続的に行われる可能性があることから、同意書、申請書の整備について検討を行った。医療情報連携の運営主体のあり方と各医療機関の関係について、委託や第三者提供、共同利用等を検討した。（5）遠隔画像読影と遠隔病理診断について県内基幹病院のネットワーク化を検討した。（6）医療支援を安定的に行うための人員体制について、「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」における医療クラ

ークとシステムエンジニアの役割を検討した。

## 2) 対面診療と比較した遠隔医療の質に関する検討

(1) 皮膚疾患について、岩手県医師会高田診療所と岩手医科大学附属病院を専用光回線で結ぶ遠隔診療を行い、診療環境と機器設定、皮疹診断上の問題点を検討した。他科の医師と熟練した技術員の存在のもとに皮膚科遠隔医療が可能であることが示唆された。遠隔医療に関する受診者の理解や運用性に優れたムービーカメラの精度向上等の課題が提起された。

(2) 糖尿病については、県立宮古病院と岩手医科大学附属病院とをVPNによるセキュアなネットワークによるテレビ会議システムで結び、連携データベースシステムにより検査結果や指導内容、投薬内容をデータベース化するシステムを構築し、遠隔診療支援を行った。

## 1. 研究目的

人口減少と医療過疎が進む中で起きた東日本大震災の被災地では、患者の住民情報やカルテなど多くの重要な情報が消失した。そのなかにあって、医療クラウド「岩手県周産期医療情報ネットワーク」による妊婦情報の共有が母子の健康を守り、医療情報の連携と保全の有効性が示された。

被災地域は医療過疎が進んだ地域であることから、情報機器等を活用した遠隔医療が住民に良質な医療を提供する一つの方法と考えられるが、現状は特定の医療機関、診療科間における個別的な対応に留まっており、住民の医療・健康上の多様な問題に対して、複数の医療機関、診療科、医師が医療情報を共有し、連携して支援するまでに至っていない。また、送信者・受信者である医療従事者の負担も大きい。さらに、遠隔医療の安全性、妥当性、効果に関する検証も十分とはいえない。

本研究では、1) 遠隔医療の拠点病院が、医療情報連携・遠隔医療支援を安定的かつ包括的で、一元的に推進するための設備、運用、教育等に関する問題点を検討した。また、2) 対面診療と比較した遠隔医療の質に関する検討を行った。

検討にあたっては、厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第

4.2 版」を遵守することとともに、東日本大震災被災地にある中核4病院から岩手医科大学に対して寄せられた医療情報連携・遠隔医療に関する以下の要望を考慮した。

) 地域毎、病院毎に不足する専門医が異なる一方、高齢者を中心とする患者の病態は多様であることから、どの専門領域にも対応できる大学病院・特定機能病院の支援が欠かせない。 ) 現行の患者紹介では、画像データのCDへの焼き付けや検査データの転記等に多くの時間を要し、医師不足の現場における負担が大きい。患者紹介のオンライン化によって負担を軽減して欲しい。 ) 患者の治療方針や緊急時の判断について、電子カルテ上の画像や検査データを共有しながらリアルタイムで相談に応じて欲しい。 ) 遠隔放射線画像診断と遠隔病理診断を広めて欲しい。

## 2. 研究方法

1) 遠隔医療の拠点病院が、医療情報連携・遠隔医療支援を安定的かつ包括的で、一元的に推進するための設備、運用、教育等に関する検討岩手県県内で医療情報を共有・保全する「岩手県医療情報連携基盤(仮称)」を提案し、先行モデルとして、岩手医科大学内に「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」を構築し、医療情報を病院間、診療科間、医

師間で共有し、震災等に強い冗長性を確保した医療情報連携システムについて検討した。特に SS-MIX 等の利用により医療情報をベンダーに依存することなく円滑に共有できるシステムを検討した。モバイルネットワークとテレビ会議システム等を積極的に利用することにより、専門医が病院の内外を問わず医療情報を共有するシステムの構築を試みた。医療情報連携のために網羅すべき情報の範囲、個人情報保護と同意の取得等、運用・管理に関する検討や医療支援を安定的に行うための人員体制、通信費や課金制を含むコストに関する検討を行った。岩手医科大学が行う遠隔画像読影や遠隔病理診断等を全県の医療機関に拡大するための検討を行った。

#### 2) 対面診療と比較した遠隔医療の質に関する検討

皮膚疾患や糖尿病等について、被災地診療所における専門医による対面診療と遠隔診断による診療とを比較し、遠隔診断の診断精度、治療効果への影響、所要時間、コスト、患者の満足度を評価するためのシステムを構築した。

#### 3) 倫理面への配慮

患者情報を扱うテレビ会議システムの研究とモバイルネットワークの利用に関する実証実験では患者情報や画像は匿名化し、個人を特定できないようにした。医療情報へのアクセスは VPN と IPsec のシステムを介して行われ、登録した携帯情報端末を識別するとともにパスワード管理によって携帯情報端末の所有者以外はデータを閲覧できないようにして行った。

皮膚疾患遠隔診療ならびに糖尿病の遠隔診療については、倫理委員会に申請して許可を得た後、患者本人に対して、研究の目的・方

法等の趣旨、及び個人情報公表されないことを明記した文書を提示し、口頭で説明した上でインフォームドコンセントを得た。

### 3. 研究結果

1) 遠隔医療の拠点病院が、医療情報連携・遠隔医療支援を安定的かつ包括的で、一元的に推進するための設備、運用、教育等に関する検討

(1) クラウド型医療情報リポジトリの構築:「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」に岩手医科大学医療情報リポジトリを構築し、電子カルテシステムの異なる岩手医科大学と連携医療機関との間で、同意を得た患者について、ベンダーに依存することなく、SS-MIX/SS-MIX2 と部門システムの診療情報を共有する患者紹介システムの有用性と問題点を検討した。このシステムによれば、紹介元では、手紙や CD による従来方式に比べ、より詳細な情報を容易に提供することができ、紹介先では患者の来院前にそれらを参照できる。施設間の一連の診療情報を時系列形式で一覧できることから、切れ目のない診療が可能になることが示された。

(2) テレビ会議を用いた症例コンサルテーションの構築:フル HD 対応のテレビ会議システムを電子カルテの端末として利用する症例コンサルテーションシステムを構築し、小児科、内科、心臓外科、脳外科、産婦人科、放射線科等、複数の診療科において運用を行い、有用性と問題点を検討した。地元の担当医と大学病院の専門医が、ディスプレイに表示される SS-MIX/SS-MIX2 と部門システムの診療情報を共に見ながら相談することの有用性が示された。患者自身や家族、関係する多

職種も、当事者として協議に直接参加できることの意義も評価された。また、通信が不安定なモバイルネットワーク環境でも動画像等を乱れなく受信するためのスケーラブル符号化技術を採用することで、専門医はタブレット端末により病院外からも相談に応じることが可能になった。

(3) 医療情報を安全に交換するネットワークの検討：医療情報連携ネットワークは、接続形態の拡張性や通信速度、コスト面から、専用線ではなく、閉域 IP 通信網で接続することとし、さらにセキュリティを高めるために大学内で暗号化 (IPSec) するシステムを構築した。このシステムでは導入のための初期費用、維持費用とも大幅に低減できることが示された。

(4) 医療情報連携の運用と管理に関する検討：従来の紙による情報の授受が一過性のものであるのに対して、IT による医療情報の授受はある程度継続的に行われる可能性があることから、同意書、申請書の整備について検討を行った。また、医療情報連携の運営主体のあり方と各医療機関の関係について、委託や第三者提供、共同利用等の検討を加え、「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」運用規定に反映させた。

(5) 遠隔画像読影と遠隔病理診断に関するネットワーク化の検討：

遠隔画像読影については、従来の画像診断の遠隔読影に加えて、広域ネットワークによる沿岸施設との画像情報管理・画像診断支援の推進に努め、将来的には内陸の中核病院を含めた県全域での画像情報ネットワークの構築を目指すことが検討された。画像データ管理体制として、必要最小限のデータの維持は各病院で行うこと、保存用の画像データを岩

手医科大学におくこと、日常診療に利用するための画像データ (レポートを含む) の共有化を個別に進めることが検討された。特に遠隔画像読影の結果の品質が担保されるシステムの重要性が強調され、そのためには放射線科以外の臨床情報の効率的な共有化、可視化が必要であることが示された。

遠隔病理診断では、津波と地震による病理情報の被害を受けて、ガラス標本の電子化、病理診断情報の共通化・共有化とデータベース化が検討され、県内の基幹病院をネットワーク化し、遠隔病理診断に必要な病理診断システム、バーチャルスライド等を整備する案が提案された。さらに東北地方なかでも岩手県における病理医不足の深刻さが示され、病理医の育成の必要性が強調された。

(5) 医療支援を安定的に行うための人員体制に関する検討：「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」において医療クラークとシステムエンジニアの役割を検討した。医療圏毎に医療機関の役割分担と連携が求められる中で、医療情報連携のための医療クラークとシステムエンジニアは欠かせない人的資源と考えられた。

2) 対面診療と比較した遠隔医療の質に関する検討

(1) 皮膚科遠隔診療

遠隔診療に要した時間は、照明・撮影・検査・テレビ会議システム機器設定まで  $23 \pm 6$  分、岩手医科大学との交信・診察  $19 \pm 5$  分、診察終了から処方箋発行  $13 \pm 4$  分であった。患者への説明と同意取得、診断機器や映像機器の切り替えに時間を要したが、技術的な問題は熟練すると短縮可能と考えられた。

診断一致率は 56 例中 53 例が一致 (95%)

していた。診断確定に苦慮した例の多くは、頭皮の毛髪間や指間、口腔内、陰部・殿裂部などの皮疹の映像の焦点が合わない、蕁麻疹など淡い紅斑の色調あるいは常色の軽い扁平な盛り上がりや画像で認識しがたい、アナフィラキシー紫斑病など微小点状出血は映像では不明瞭である、悪性黒色腫の初期病変や軽症の太田母斑の淡い黒色斑や青色斑は映像で不明瞭である、真菌検査の菌糸の画像が不鮮明である、などによるものであった。これらの問題は診断を補助する色調調節や高性能ハンディカメラ等の機器の充実で改善すると考えられた。

患者からの遠隔診療に対する評価はVASで平均 9.42 と高かった。大きなモニター画像に映し出され、おどろいた、診察のスキンシップが感じられない、診療時間が長すぎる、カメラに追い回されている感じがする、などの意見があった。しかし、意見の多くは専門医の診療・判断を仰ぐことができ、安心感を示すものが多くみられた。

改善すべき以下の問題点が提起された。遠隔医療に関する受診者の理解、他科の医師の皮膚科遠隔医療に対する理解、カメラ、検査機器、コンピュータの操作に熟練した技術員の存在、患者誘導や発疹の選択に熟練した看護師の存在、運用性に優れたムービーカメラの精度向上、診断精度向上のための機器（皮膚温検査機、エコー機器など）の必要性、画像および遠隔診療カルテの保存方法の改善、診療費用の配分。

## （2）糖尿病遠隔診療支援

糖尿病については、岩手県のなかでも特に糖尿病専門医が著しく不足している沿岸の県立宮古病院と岩手医科大学付属病院とをテレ

ビ会議システムで結び、糖尿病遠隔診療支援を行うプロジェクトを立ち上げた。岩手医科大学矢巾キャンパスの災害時地域医療支援教育センター内にサーバを置き、ふたつの病院の外来診察室の間をVPNによるセキュアなネットワークで結び、連携データベースシステムにより検査結果や指導内容、投薬内容をデータベース化するシステムを構築した。

遠隔診療支援の手順としては、保険診療を行うために、宮古病院側にも診療担当医を確保し、TV会議システムを介して閲覧できる検査結果、面談における指導内容、患者との面談後必要と判断した処方情報をWEB上でデータベースに入力し、それを宮古病院側にリモートプリンティングで出力することとした。そして宮古病院側診療担当医がそれを確認の上、処方や次回診療予約を行うことにした。また、糖尿病専門医の指導がTV会議システムだけで継続されるのではなく、同じ専門医がTV診療支援と直接診療を交互に行うことや、必要時には岩手医科大側医師が宮古病院側医師に対して直接診療を依頼できることとし、医療の質や安全を担保するようにデザインした。実際に診療支援を行った2名について要した時間は、通信開始からオーダ発行まで約20分、検査結果待ち1時間、遠隔での医療面接6～8分であった。対照群に比し、この2名の糖尿病管理状況に悪化はなかった。遠隔診療支援に関するアンケートに対し、「遠隔診療支援における担当医の話は通常の診療と同じように理解できた」、「担当医に話したいこと、聞きたいことを伝えられた」、「スタッフの案内は適切であった」等の回答が寄せられ、遠隔診療支援は十分受け入れられると判断した。

#### 4. 考察

本研究の最中、今後の日本社会のあり方を左右する二つの重要なデータが発表された。2013年3月公表の「日本の地域別将来推計人口」と2013年8月に発表の「地域の医療提供体制現状と将来 - 都道府県別・二次医療圏データ集 -」である。

前者によれば、高齢化先進地域である岩手県の「老年人口」は、日本全体に比べ20年も早い2020年の40万6千人をピークに減少していく。北東北3県の「老年人口」の推移も岩手と同様であり、東北6県や北海道に比べても5年早く「老年人口」のピークを迎えるとされる。後者によれば、2010年から2040年までに岩手県の総医療需要は10%減少すると予想される。二次医療圏毎の総医療需要をみると、盛岡医療圏こそ8%増加するが、他のすべての医療圏で減少する。盛岡では老年人口、特に後期高齢者の医療需要と総介護需要が伸びるが、大半の医療圏では介護需要も減少する。

人口減少と高齢化が全国に先駆けて進む中で起きた東日本大震災により、岩手県では多くの医療機関が被災し、未だに復興途上にある。人口減少の下、医療需要・介護需要が急速に変化する地域社会を生き抜くためには、医療機関等の連携により広域で医療情報を効率的にやりとりできる地域医療情報連携ネットワークを構築する必要がある。私たちは本研究に基づき、岩手医科大学矢巾キャンパスの災害時地域医療支援教育センター内に医療情報リポジトリを設置し、SS-MIX標準化ストレージを開始する一方、医療クラウド「岩手県総合医療情報リポジトリ（仮称）」を中心とする「岩手県医療情報連携基盤（仮称）」を大震災後の岩手県における医療情報連携の

基幹システムとして提言した。それを受け、岩手県では、2013年12月、「岩手県医療情報連携推進協議会設立準備会」が組織された。今後、この準備会は岩手県医療情報連携推進協議会に移行するとともに、本研究で提起された様々な課題を地域医療構想（ビジョン）の策定等の医療政策に活かしていく予定である。

ICTの活用により医療情報連携と遠隔医療を一体化した「岩手県医療情報連携基盤（仮称）」は、住民、患者の高度医療へのアクセスを保証する一方、クオリティとコストを並立させ、医師不足にも対応した、全国の過疎地、被災地医療にとって新しい医療モデルとなりうる。一元的で持続可能な医療情報連携・遠隔医療支援システムを構築するうえで、医療情報の標準化・最小化と費用負担の軽減が最も重要な課題である。

本研究で提案しているテレビ会議システムやモバイルネットワークを利用した医療情報連携と遠隔医療は、県域を越えて広域での医療連携を可能とする。また、安価で持続可能なシステムであることから、国内の他地域はもちろん、医療資源の乏しい海外においても医療情報連携の発展に資するものと考えられる。

人口減少が進む中で、住民の安全な生活を支える医療と介護を効率よく提供するには、広域医療圏において、「人のちから」と「組織のちから」、そして「情報のちから」を結集する必要がある。国も新しい診療報酬体系のなかで進める「主治医制」を柱とした「地域包括ケアシステム」において、かかりつけ医と特定機能病院とのより密接な連携を求めている。本研究が提案するICTの活用と各医療機関の役割分担を結びつけた広域医療情報連携ネットワークシステムは、新たな医療資源で

あり、新時代の医療システムとなる可能性がある。

## 5 . 結論

遠隔医療の拠点病院として医療情報連携・遠隔医療を推進するために、「岩手県医療情報連携基盤（仮称）」の構築を提案し、先行モデルとして、岩手医科大学内に「いわて医療情報連携・遠隔医療システム」を構築した。ベンダーに依存しない、持続可能な医療連携の実現には、情報の標準化・最小化と費用負担の軽減が重要である。遠隔画像読影と遠隔病理診断を全県でネットワーク化するシステムについて検討した。スケーラブル映像符号化技術やモバイルネットワークを利用することで県域を越えた広域医療連携と経費削減が可能になることが提起された。

被災地診療所と大学病院を結ぶ皮膚疾患と糖尿病の遠隔診療システムを構築し、遠隔診断、遠隔診療支援を普及するうえでの課題を検討した。

## 6 . 研究発表

### 1 ) 論文発表

1. Sawai Y, Uzuki M, Miura Y, Kamataki A, Matsumura T, Saito K, Kurose A, Osamura Y, Yoshimi N, Kanno H, Moriya T, Ishida Y, Satoh Y, Nakao M, Ogawa E, Matsuo S, Kasai H, Kumagai K, Motoda T, Hopson N. World's first telepathology experiments employing WINDS ultra-high-speed internet satellite, nicknamed "KIZUNA". J Pathol Inform 2013;4:24
2. 小川 彰. いわて新医療モデルと遠隔医療. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 2-3.

3. 江原 茂. 遠隔画像診断を発展させた岩手県広域ネットワークによる画像情報連携にむけて. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 8-9.
4. 江原茂 . 遠隔画像診断ガイドラインの目指す画像診断のありかた . 臨床放射線 2012;57:1141-1144
5. 菅井 有, 澤井高志. 岩手県における遠隔病理診断の現状と今後の展望. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 10-11.
6. 小山耕太郎. モバイルネットワーク環境における新生児心臓病の超音波動画遠隔診断. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 12-14.
7. Park S, Parwani A, Aller RD, Banach L, Becich MJ, Borkenfeld S, Carter AB, Friedman BA, Rojo MC, Georgiou A, Kayser G, Kayser K, Legg M, Naugler C, Sawai T, Weiner H, Winsten D, Pantanowitz L. The History of Pathology Informatics: A Global Perspective. Journal of Pathology Informatics 2013
8. 赤坂俊英, 高橋和宏. 三陸沿岸部被災地との皮膚科遠隔診療の試み. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 4-5.
9. 高橋義彦, 佐藤 譲. 岩手医科大学と県立宮古病院の間の糖尿病遠隔診療支援日本遠隔医療学会雑誌 2013 : 9 : 6-7.
10. Nakayama I, Matsumura T, Kamataki A, Uzuki M, Saito K, Hobbs J, Akasaka T, Sawai T. Development of a teledermatopathology consultation system using virtual slides. Diagnostic Pathology. 2012; 7: 177-84.
11. 中山育徳, 松村翼, 赤坂俊英, 澤井高志. 皮膚科領域における virtual slide を利用し

た遠隔病理診断用コンサルテーションシステムの開発. 岩手医誌 2012; 64: 173 - 182.

12. 東福寺幾夫, 澤井高志. バーチャルスライドの利用と標準化に関する調査報告. 日本遠隔医療学会雑誌 2012; 8: 19 - 24.
13. 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: 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画質評価. 信学技報 2012 ; 111 : 239-244 .
14. 小山耕太郎: 東日本大震災・津波と岩手県の医療情報連携・遠隔医療. Rad Fan 2012;10:24-26.

## 2) 学会発表

1. 小山耕太郎, 澤井高志, 猪飼秋夫, 藤野雄一, 藤井寛, 高木基宏, 大平隆, 柿沼博一. 心臓病の新生児のためのスケーラブル映像符号化技術による地域医療連携支援システムの研究開発. ICT イノベーションフォーラム 2012. 千葉, 2012 年 10 月.
2. 小山耕太郎, 小川彰. 被災地支援として遠隔医療を実施する拠点病院のあり方に関する研究. 第 32 回医療情報学会連合大会. 新潟, 2012 年 11 月.
3. 小山耕太郎, 那須友里恵, 遠藤正宏, 中野智, 早田航, 高橋信, 小泉淳一, 猪飼秋夫, 小林隆史. スケーラブル映像符号化技術を用いた新生児心疾患の遠隔医療. 第 47 回東北小児心臓病研究会, 仙台, 2012 年 11 月.
4. Oyama K, Sawai T, Ikai A, Fujino Y, Fujii H, Takagi M. Real-time Mobile Telemedicine using Scalable Video Coding for Neonatal Heart Disease.

The 6<sup>th</sup> World congress of Paediatric Cardiology & Cardiac Surgery, Cape Town, South Africa, February 2013.

5. Oyama K, Chida S, Sawai T, Akio I, Fujino Y, Fujii H, Takagi M. Real-time mobile telemedicine using scalable video coding for neonatal heart disease. The International Forum on Infection Surveillance; Morioka, Japan, August 2013.
6. 小山耕太郎, 那須友里恵, 遠藤正宏, 中野智, 早田航, 高橋信, 猪飼秋夫, 横田暁史, 斉藤健司. スケーラブル映像符号化技術を用いたモバイルネットワーク環境における超音波動画遠隔診断. 日本超音波医学会東北地方会第 46 回学術集会, 盛岡, 2013 年 9 月.