

【原著】

在宅医療における X 線画像情報転送システムの構築

工藤 幸清^{*1} 真里谷 靖^{*2} 寺島 真悟^{*1} 鈴木 紀行^{*3} 川原田 恒^{*4}
小山内 暢^{*1} 廣田 淳一^{*1} 細川 洋一郎^{*1} 佐藤 真由美^{*1}
北嶋 結^{*1} 丹藤 雄介^{*1}

(2016年11月8日受付, 2017年2月24日受理)

要旨: 在宅医療の普及に伴い, 患者の居宅における X 線撮影が可能となっている。また, 在宅医療に利用される診断用 X 線装置の高性能化が進み, X 線画像検出器も Flat panel detector (FPD) が開発された。FPD は撮影後直ぐに画像が得られる特徴を有する。今回, 我々は FPD の特徴をさらに在宅医療に活かすため, 暗号化技術の Virtual private network (VPN) 接続された弘前大学のサーバに X 線画像を在宅現場から転送できる X 線画像情報転送システムを構築した。本転送システムが FPD を所有する青森県深浦町ならびに東通村で実用可能か調べるため, 画像転送時間の測定とネットワーク通信状況を調査した。その結果, 通信状況を示すアンテナマーク 2 本以上の場合, 1 画像を転送するのに必要な時間は 60 秒以下であり, かつアンテナマーク 2 本以上の場所は多数存在した。両地域での本転送システムの利用は十分可能であると考えられたため, 運用を開始し, 在宅からの画像をいち早く確認できるように, 診療所の一般的なパソコンや外出先でのノートパソコンによる画像閲覧を可能とした。

キーワード: 在宅医療, X 線撮影, FPD, VPN, 画像転送

I. はじめに

在宅医療の普及に伴い, 患者の居宅における X 線撮影が可能となっている¹⁾。また, 在宅医療における診断用 X 線装置の高性能化が進み, X 線画像検出器も Flat panel detector (以下, FPD) が開発された²⁾。

従来, 在宅での X 線撮影は撮影したイメージングプレートを診療所等の医療機関に持ち帰り, 画像読み込み装置により X 線画像を取得していた^{3,4)}。そのため, 読み込みするまでは画像を確認することができなかった。しかし, FPD では在宅で撮影した X 線画像を診療所等に帰還することなく, その場で得ることができる²⁾。

今回, 我々はこの FPD の特徴を在宅医療に活かすことを目的に, 暗号化技術の Virtual private network (以下, VPN) 接続⁵⁾された弘前大学のサーバに対して X 線画像を在宅現場から転送できる X 線画像情報転送システム (以下, 転送

システム) を構築した。X 線画像がサーバに転送されることにより, どこからでも X 線画像が見られるようになるという利点を有する。

転送システムの対象は青森県において在宅での X 線撮影を FPD により行っている深浦町閑診療所と東通地域医療センター (以下, 診療所) とした。また, 転送システムが実用可能か確認するため, X 線画像の転送時間と主要幹線道路のネットワーク通信状況を調査した。その結果, 両地域での転送システムの利用は十分可能であると考えられたため, 転送システムの運用を開始し, 在宅からの画像をいち早く確認できるように, 診療所の一般的なパソコンや外出先でのノートパソコンによる画像閲覧を可能とした。

II. 方法

1. X 線画像転送

X 線画像転送は, 遠隔地のノートパソコンから, 弘前大学に設置されたサーバに対して行った。ノートパソコンはモバイルルータによりインターネットに接続, 通信システムは IPsecVPN を採用し転送を試みた。また, 転送された X 線画像を VPN 接続による他のパソコンから閲覧可能か確認した。使用機器を以下に示す。

ノートパソコン:

- Acer Inc, ASPIRE R11, Japan. (CPU ; intel Celeron N3050)
- ASUSTeK Computer Inc, X200L, Japan. (CPU ; intel core i3)

モバイルルータ:

- ZTE Japan.K.K., MF98N, Tokyo. (LTE, 4G/3G)

VPN 暗号化:

- Buffalo Inc, VR-S1000, Nagoya. (IPsecVPN ルータ)

*1 弘前大学大学院保健学研究科
Hirosaki University Graduate School of Health Sciences
〒036-8564 青森県弘前市本町 66-1 TEL:0172-33-5111
66-1, Honcho, Hirosaki-shi, Aomori, 036-8564, Japan

*2 むつ総合病院
Mutsu General Hospital
〒035-8601 青森県むつ市小川町 1-2-8 TEL:0175-22-2111
1-2-8, Kogawa-machi, Mutsu-shi, Aomori, 035-8601, Japan

*3 深浦町国民健康保険閑診療所
Fukaura National Health Insurance Seki Clinic
〒038-2503 青森県西津軽郡深浦町大字閑字栞沢 78-2
TEL:0173-76-2109
78-2, Tochizawa, Seki, Fukaura-machi, Nishitsugaru-gun, Aomori,
038-2503, Japan

*4 東通地域医療センター
Higashidori Community Medical Center
〒039-4222 青森県下北郡東通村大字砂子又字里 17-2 TEL:0175-28-5600
17-2, Sato, Sunagomata, Higashidori-mura, Simokita-gun, Aomori, 039-4222,
Japan
Correspondence Author kohsei@hirosaki-u.ac.jp

サーバ:

- Buffalo Inc, LS220DB, Nagoya. (LAN-HDD, 6TB, Raid1)

2. 転送時間の測定

在宅に利用される X 線画像検出器は DRX-1 (DRX-Transportable For Field, Carestream Health Japan Co., Ltd., Tokyo, Japan) 付属の半切サイズ FPD であり、撮影部位によらず 1 画像の容量は約 15Mbyte である。そのため、転送時間は、モバイルルータの各受信レベル (アンテナマーク 0 本から最大 5 本) での 1 画像の送信時間 (sec) を測定した。モバイルネットワークの種類⁹⁾は 4G とし、3G については一部測定を行った。測定回数は各受信レベルに於いて 10 回以上とし、測定場所は 3 カ所以上とした。

3. ネットワーク通信状況

通信状況の確認は、深浦町と東通村の主要幹線道路について、モバイルネットワークの種類と受信レベルを調査した。

Ⅲ. 結果

1. X 線画像転送

X 線画像の転送は、ノートパソコンから VPN 接続されたサーバに対して可能であり、転送された X 線画像は VPN 接続された他のパソコンからも閲覧できた。そのため FPD を使用している診療所に転送システムを導入した。

2. 転送時間の測定

4G でのアンテナマーク本数と画像転送時間の関係を Fig.1 に示す。アンテナマーク本数の減少とともに転送時間は長くなった。アンテナ 5 本では 30 ± 9 sec/image, 2 本では 48 ± 9 sec/image であり、アンテナ 2 本以上での転送時間は 60 sec/image 以下であった。アンテナ 1 本では 96 ± 60 sec/image であったが、転送が中断することもあり実用的ではなかった。図には示さないが、アンテナ 0 本および 3G において転送時間は 10 分以上必要であり、送信が中断するが多かった。また、移動中の車内からの転送やパソコンのアップデート中は転送時間が長かった。ノートパソコンを 2 台使用したが、転送時間に違いは無かった。

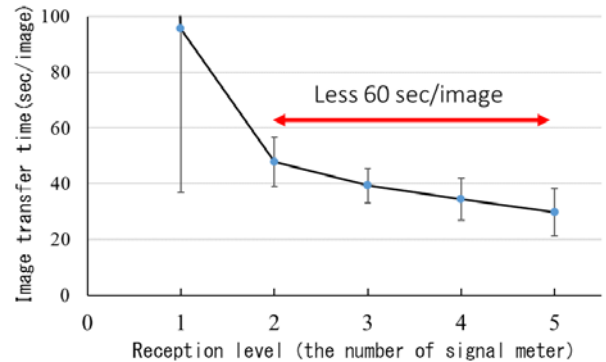


Fig. 1 An image transfer time due to difference of reception

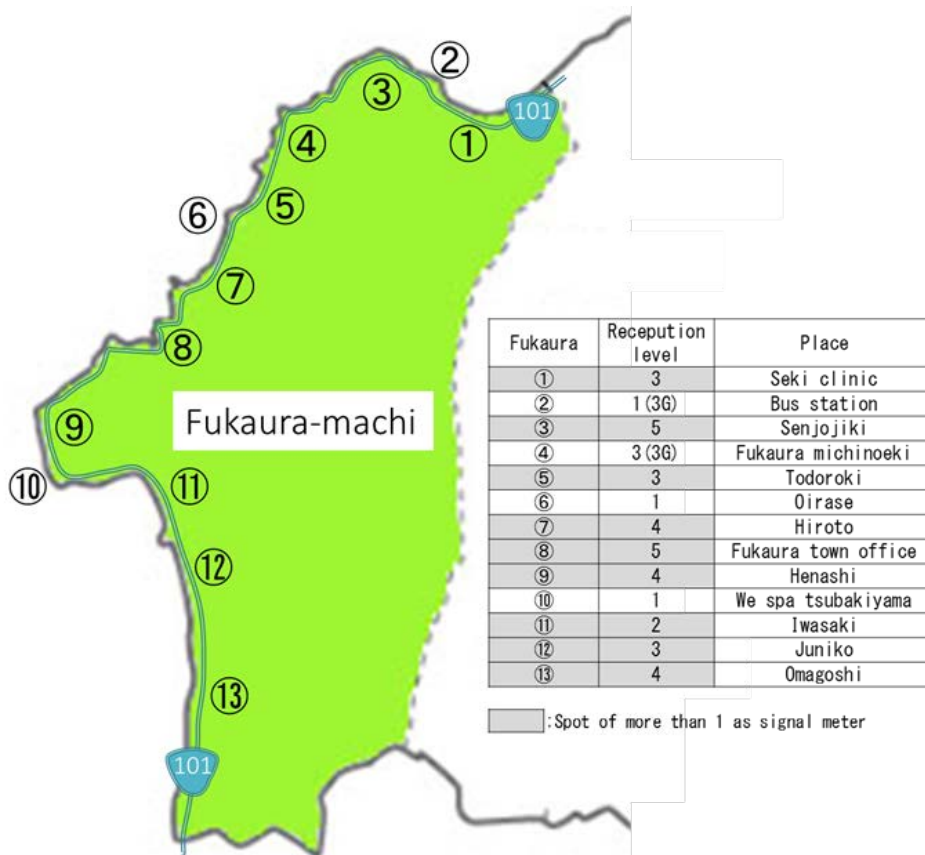


Fig. 2 The network communication situation of main street road side at Fukaura-machi

level

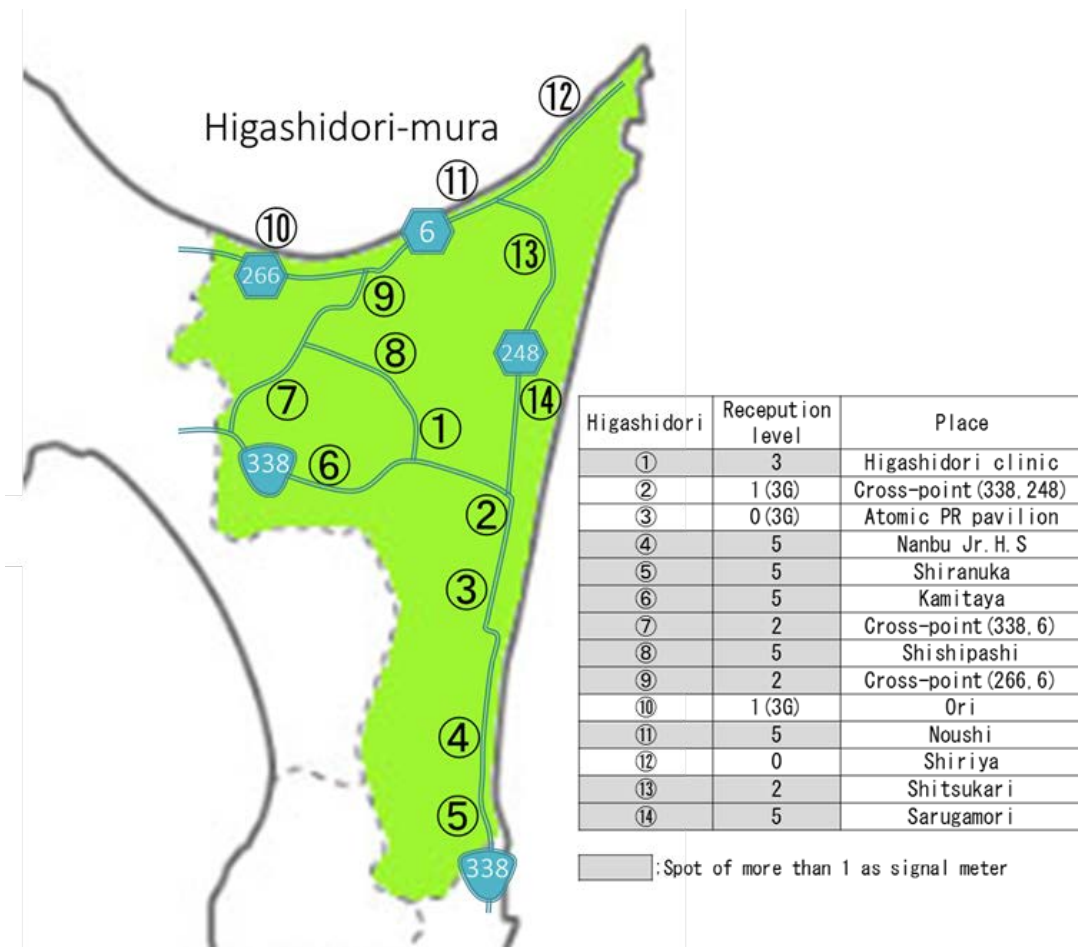


Fig. 3 The network communication situation of main street road side at Higashidori-mura

3. ネットワーク通信状況

通信状況は深浦町, 東通村ともに 4G アンテナ 5 本の場所は限られており, 診療所でさえアンテナは 3 本であった (Fig. 2, Fig. 3)。また, 場所による変化が大きかった。しかし, 4G かつアンテナ 2 本以上の場所は多数存在した。

IV. 考察

企業による VPN 接続の画像転送サービスは行われ始めた⁷⁾が, 集団検診等相当な枚数を想定した大掛りなものである。一方, 我々は在宅での一般撮影を想定し, 一度に数枚程度の画像を在宅付近からモバイルルータの使用により転送可能とした。また, 転送システムは小規模なため安価に構築できた。セキュリティに関し, 我々の構築した転送システムでは, IPsecVPN 接続を利用した閉域ネットワークであるが, モバイル側はオープンなネットワーク (インターネット) を経由するため, モバイル接続形態に関するセキュリティの確保が必要である⁵⁾。そこで我々は, 転送システム専用のモバイルルータとノートパソコンを使用しセキュリティを確保した。

画像転送が可能であっても転送時間が長くては実用的と

はいえない。通信速度のカタログ値は, 4G で下り最大 150Mbps, 上り最大 50Mbps であるので, 1 画像約 15MB (15MByte=120Mbit) を転送するのに必要な時間は単純計算で 2.4 秒 (上り) となる。しかし, 利用地域や回線の混雑状況, 通信環境により通信速度は低下する。そこで我々は 1 画像を転送するのに必要な時間を実測した。その結果 4G かつアンテナ 2 本以上では 60 sec/image 以下であった。一カ所からの送信にかかる時間を数分から十分程度と考えれば, 画像転送は実用上 4G でアンテナ 2 本以上が妥当と考えられた。

次に, 今回対象とした深浦町と東通村のネットワーク通信状況が, 転送システムを利用できる環境にあるか確認するため, 我々は深浦町と東通村の主要幹線道路のネットワークの種類と受信レベルを調査した。その結果, 4G かつアンテナ 2 本以上の場所は主要幹線道路沿いに多数存在することがわかった。そのため, 在宅現場での通信状況が悪い場合でも, 主要幹線道路の通信状況の良い場所からの画像転送は可能である。つまり深浦町や東通村の 4G かつアンテナ 2 本以上の場所を把握することで画像転送がスムーズに行えると考えられた。また, インターネット通信の高速化は今後さらに進む⁸⁾と考えられるので, 両地域での転送シ

システムの利用は十分可能であると考えられた。

以上より我々は弘前大学大学院保健学研究科の倫理委員会の承認を得て、2016年4月より転送システムの運用を開始した。本研究は弘前大学と診療所との共同研究であり、弘前大学が他の医療機関の画像を保管するのは本研究の実施期間（2016年4月～2017年9月）のみとし、研究終了時にはデータは適正に破棄される。また、患者に対しては、画像を弘前大学のサーバに保管することを含めた研究概要について文書および口頭にて説明し、同意文書を得た上で実施しているため倫理的配慮に問題はないと思われる。さらに、本転送システムは従来の診療方法の補助的な役割であるため、保険診療上の問題も生じないと考えられる。

最後に「在宅医療における医療機器等ニーズ調査」（平成25年度、厚生労働省）⁹⁾では、医師が使用する医療機器の改良ニーズとして「診断用 X 線装置」が 35.5%と最も多く、具体的には小型化・軽量化/ポータブル化であり、在宅で X 線写真をとりたい、高熱患者の肺炎の有無、骨折をその場で診断できること等が挙げられている。深浦町関診療所と東通地域医療センターが使用する FPD は正にこのニーズを満たしており、在宅医療において有効に利用されている。現在、両地域とも医師が在宅での X 線撮影にあっているが在宅での撮影の需要がさらに多くなったときに、診療放射線技師が撮影し、在宅からの画像転送により医師が診断するという、在宅医療に本システムは有効と考えられた。

また、放射線診断の専門医による読影にも本システムは利用可能であるため、更なる在宅医療に効果があると考えられた。

謝辞 本研究にあたり、青森県の深浦町関診療所・訪問看護ステーション、青森県の東通地域医療センターの皆様のご協力に深く感謝致します。

引用文献

- 1) 厚生省: 在宅医療におけるエックス線撮影装置の安全な使用について. 医薬安発第 69 号, 1998.
- 2) <http://www.carestream.jp/drxMobileRetrofit.html>: DRX Field Transportable Retrofit Kit Brochure. (2016-09-08)
- 3) 島田哲雄, シャハリアルアハメド, 他: 在宅 X 線ポータブル撮影用プレビューシステムの基礎検討. ライフサポート, 20(2): 42-46, 2008.
- 4) 山口竜司: 在宅医療における在宅 X 線撮影の有用性について. クリニカルプラクティス, 26(2): 195-198, 2007.
- 5) 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 4.1 版, 2010.
- 6) https://flets.com/customer/column/0315/0315cl_01.html: いろいろあるモバイル通信の規格. (2016-09-08)
- 7) <http://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/products-support/mit/mobile/index.html>: 検診車向け医用画像転送サービス. (2016-08-18)
- 8) https://www.nttdocomo.co.jp/support/area/premium_4g/ (2016-09-08)
- 9) www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000.../zaitaku1.pdf (2016-09-08)

【Original article】

Development of an X-ray image transfer system to contribute to in-home medical care

KOHSEI KUDO^{*1} YASUSHI MARIYA^{*2} SHINGO TERASHIMA^{*1}
NORIYUKI SUZUKI^{*3} HISASHI KAWARADA^{*4} MINORU OSANAI^{*1}
JUNICHI HIROTA^{*1} YOICHIRO HOSOKAWA^{*1} MAYUMI SATO^{*1}
YU KITAJIMA^{*1} YUSUKE TANDO^{*1}

(Received November 8, 2016 ; Accepted February 24, 2017)

Abstract: Due to the popularization of home medical care, X-ray photography as part of in-home medical care is now permitted in Japan. The diagnostic X-ray systems used for in-home medical care are continually being improved, and a flat panel detector (FPD) has been developed as an X-ray image detector. These FPDs can obtain an X-ray image immediately. In this study, we developed an X-ray image transfer system to contribute to in-home medical care. The system can transfer X-ray images via a virtual private network from a patient's home to a server of Hirosaki University. To assess the practicality of the image transfer system, we investigated the image transfer time and the network communication when using an FDP in Fukaura-machi and Higashidori-mura. In cases where the reception level was greater than one signal meter, the image transfer time was less than 60 s/image. There were also many locations with adequate network communication. Therefore, the system can be used in the Fukaura-machi and Higashidori-mura areas and can view the transferred image by a personal computer anywhere.

Keywords: Home medical care, X-ray photography, Flat panel detector, Virtual private network, Image transfer