

Title	4K映像を用いた皮膚科遠隔医療の信頼性要因に関する研究
Sub Title	A research on reliability factors of teledermatology using 4K image
Author	鈴木, 創史(Suzuki, Satoshi) 当麻, 哲哉(Toma, Tetsuya)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2012
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2012年度システムデザイン・マネジメント学 第107号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002012-0037

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2012 年度

4K 映像を用いた皮膚科遠隔医療の 信頼性要因に関する研究

鈴木 創史

(学籍番号 : 81133367)

指導教員 当麻哲哉

2013 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

論 文 要 旨

学籍番号	81133367	氏 名	鈴木創史
論文題目： 4K映像を用いた皮膚科遠隔医療の信頼性要因に関する研究			
(内容の要旨)			
<p>日本皮膚科学会学術委員会によれば高齢者は皮膚が乾燥しているため皮膚疾患が多い。しかし、高齢者の中には認知症や寝たきりなど外出そのものが難しい患者が存在する。そのため、初期段階での診断が難しい。今後の高齢化社会に伴いこの問題は更に深刻化するものと考えられる。そのため、解決策として、近年の ITC 技術の発展を活用した遠隔医療が有効であると考えられてきた。しかし、医師法 20 条の原則により、その解釈の緩和が進みながらもなお遠隔での一次診断が認められておらず、対象はあくまで対面診療の補助的な役割を持つものに限られている。そのため、遠隔で診断などを行うためには特定の疾患に対し対面と同等の診断ができるという信頼性を示さなくてはならない。しかし一般に遠隔医療の機材は高価である上、導入されても診療報酬の認可を得られない場合が多い。そのためニーズがありながらも研究があまりなされていない。</p> <p>そこで本研究では今後一般家庭に普及予定である 4K 規格の映像技術を用いて対面診察に代替するシステムを提唱し、その信頼性を得るための要因を特定することを目的とした。</p> <p>具体的に本研究では杉並区医師会の医師にヒアリング調査を行い、その結果を元に 4K 映像システムを用いて実際に診断ができるか実証実験を行った。その結果、4K 映像システムを用いれば肌荒れや老人性イボといった疾患の診断に対し信頼性のあることがわかった。この実験から得られた知見を更に詳しく検証するべく慶應義塾大学医学部信濃町キャンパスにて医療従事者 23 名を対象に遠隔映像評価実験を行った。その結果、4K 映像システムを用いれば対面以上に疾患をみることができ、その要因は質感の再現であることがわかった。これは高画素数の 4K を用いたことにより階調性が向上したことが理由であると考えられる。よって本研究では 4K 映像システムを用いれば皮膚の乾燥による肌荒れのような疾患の診断に対し特に有効であり、その要因は質感の再現であると結論付ける。</p>			
キーワード (5 語) 4K、皮膚科、遠隔医療、質感、信頼性			

SUMMARY OF MASTER’S DISSERTATION

Student Identification Number	81133367	Name	Satoshi Suzuki
<p>Title</p> <p style="text-align: center;">A Research on Reliability Factors of Teledermatology Using 4K Image</p>			
<p>Abstract</p> <p>Some portion of skin disease patient still find difficult to reach the hospital in modern Japanese society. Especially elder people have higher risk to catch skin disease, and elderly patients with bedridden will find difficult to leave home. As the result of it, history shows some patient fail to receive treatment and early diagnoses opportunity, and leads to disease worsen. This is problem may intensify due to the society. One solution to this problem is using image to diagnose patients remotely in distance, and the solution seems working. But according to number 20 of the medical practitioners law, doctors are not allow to make any medical diagnosis nor treatment plan without face to face connect, with the ITC’s recent growth and the acceptance came with it, it can only serve as supporter’s position. In order to stimulate long distance dermatology medical action at home, it is important to demonstration 4K of medical action to raise reliability. Therefore this research is center on hearing interview, the goal is to find out the relationship between reliability on diagnosis and video’s to quality. In specific, the Sugunami ward medical association dermatology division. As a result, when using 4K visual system, the disease could be seen more than meeting, and it turned out that the factor is reappearance of textures.</p> <p>This is considered that it is a reason that story tonality improved by having used 4K of the high pixel count.</p> <p>Therefore, in this research, if 4K visual system is used, it will be concluded that it is effective and the factor is reappearance of textures.</p>			
<p>Key Word(5 words)</p> <p>4K, Dermatology, Telemedicine, Texture, Reliability</p>			

目次

1 序章.....	7
1-1 皮膚科受診患者の内訳.....	7
1-2 高齢者の皮膚.....	7
1-3 高齢者の外出困難.....	8
1-4 高齢者自身の健康への不安.....	8
1-5 高齢者人口.....	9
1-6 本章のまとめ.....	9
2 本研究の対象.....	10
2-1 遠隔医療の定義.....	10
2-1-1 遠隔医療の歴史.....	11
2-2 遠隔医療の実践とその類型.....	11
2-2-1 医対医 (D to D=Doctor to Doctor).....	11
2-2-2 医対患 (D to P=Doctor to Patient).....	12
2-3 医対医療従事者 (D to N=Doctor to Nurse).....	13
2-3-1 患対患 (P to P= Patient to Patient).....	14
2-3-2 遠隔医療の類型.....	15
2-4 先行事例.....	16
2-4-1 D to P の現状.....	16
2-5 遠隔医療の発展可能性.....	17
2-5-1 日本における ICT の状況.....	17
2-5-2 消費者の望むネットワークコンテンツ.....	17
2-5-3 本節のまとめ.....	17
2-6 通院困難者に対する現状のソリューションの課題.....	17
2-6-1 介護士の不足.....	18
2-6-2 医療機関における問題.....	18
3 遠隔医療の課題.....	21
3-1 医師法20条.....	21

3-2	診療報酬.....	23
3-3	科学的なデータ.....	23
3-4	本章のまとめ.....	24
3-5	本研究の目的.....	24
4	理論と実施計画.....	25
4-1	用語.....	25
4-1-1	映像関連.....	25
4-2	関連研究.....	27
4-3	インタビュー.....	27
4-4	構成機器選定.....	29
4-4-1	カメラ.....	29
4-4-2	ディスプレイ.....	29
4-4-3	コントローラー.....	29
4-4-4	HD映像.....	30
5	皮膚科医による遠隔映像診断実験.....	31
5-1	遠隔映像診断実験目的.....	31
5-2	実験参加者.....	31
5-3	遠隔映像診断実験構成図.....	32
5-3-1	音声システム.....	34
5-3-2	その他.....	34
5-4	遠隔映像診断実験手続き.....	35
5-5	遠隔映像診断実験結果.....	36
5-6	遠隔映像診断実験考察.....	37
5-7	遠隔映像診断実験課題.....	37
6	医療従事者を対象とする遠隔映像評価実験.....	38
6-1	遠隔映像評価実験目的.....	38
6-2	遠隔映像評価実験参加者.....	38
6-3	遠隔映像評価実験構成図.....	39
6-4	遠隔映像評価実験手順.....	39
6-4-1	手順.....	39

6-5 結果.....	42
6-6 考察.....	44
7 結論.....	46
7-1 研究の課題と解法設定.....	46
7-2 成果の価値.....	46
7-3 今後の課題.....	46
7-4 今後の展望.....	47
8 謝辞.....	50
9 文献目録.....	51
10 付録.....	53

1 序章

本章では本研究の背景となる皮膚科の現状と課題を述べ、そこからメインとなるステークホルダーを選定する。

1-1 皮膚科受診患者の内訳

日本皮膚科科学学会学術委員会が合計 190 施設の大学、病院診療所で行った調査 [1] によれば全患者数のうち 71 歳から 75 歳が最も多く、ついで 66 歳から 70 歳、56 歳から 60 歳と年代別に見ると高齢者の割合が非常に多くなっている。

1-2 高齢者の皮膚

高齢者の皮膚の特徴に関して藤広 [2]は乾燥している、薄い、しわがある、ほくろが大きく色が薄くなりやすいといったことをあげている。これは加齢に伴う表皮における角質水分保持機能の低下が原因 [3]であると考えられている。

このような理由から皮膚のトラブルが多く高齢者の受診が多いものと考えられる。

[4]高齢者に多い疾患として老人性イボ、乾燥性湿疹、湿疹などがある。これらの疾患は症状こそ軽いものの誤診がおこったり、悪化すると重症化したりする可能性がある。

肌荒れ



湿疹



老人性イボ



Figure 1 皮膚の代表的な疾患 (筆者撮影)

褥瘡



皮膚癌



Figure 2 重度の皮膚疾患 (出典：介護スキンケア 25 症例)

たとえば皮膚の乾燥による肌荒れは適切な処置を怠れば褥瘡となる可能性がある。また Figure1 の老人性イボは実際に筆者が撮影したものであるが Figure2 の皮膚癌と比べると違う症状であってもよく似ていることがわかる。そのため、悪化や誤診を防ぐためにも早期発見、早期治療が望まれる。

1-3 高齢者の外出困難

高齢者になると身体機能が低下する。内閣府 [5]が 60 歳以上の人を対象に実施した調査では日常生活に不自由があると答えた人の過半数が「外出する時」をその理由としてあげている。

また身体能力の低下以外の要因としては認知症があげられる。認知症の高齢者は 2012 年の時点で 300 万人を超え、2002 年時点の 149 万人から 10 年間で 2 倍に増加していることが厚生労働省の推計によりわかっている。65 歳以上の 10 人に 1 人が認知症を患っている計算になる。認知症は進行すると正常な判断が難しくなる [6]ため、外出が困難となる。また、それに伴う身体能力の低下から寝たきりなどの原因にもつながる。

1-4 高齢者自身の健康への不安

内閣府 [7]によれば高齢者が不安に感じる点としてあげることが最も多いのは「自分や配偶者の健康や病気のこと」が 77.8%で最も多く、2位は「自分や配偶者が寝たきりや身体が不自由になり介護が必要な状態になること」52.8%である。このことから高齢者は自身も自分の健康に対し不安を抱いていることがわかる。

1-5 高齢者人口

日本は人口減少社会と呼ばれ、2004 年をピークに総人口が減少していくと予測されている。ところが 65 歳以上の人口は、2030 年頃までは継続的に増加すると予測されている [8]。

1-6 本章のまとめ

皮膚科における患者は高齢者が多い。これは高齢者の皮膚が乾燥しているため疾患ができやすいためだ。だが高齢者の多くは外出そのものに不安をかんじており疾患がありながらも皮膚科への受診ができないものもいることを考えると皮膚科の潜在的ニーズは更にあるものだと考えられる。また、代表的な皮膚疾患は早期治療を行えば軽傷で済むが、外出が難しいと受診の機会も少なくなり結果として病変を悪化させてしまう可能性がある。よって外出せずとも気軽に受けられるような医療サービスが望まれているのではないだろうか。よって本研究では通院困難な高齢者をメインステークホルダとして選定し、そのためのソリューションを提案していく。

2 本研究の対象

皮膚科の現状に対し高齢者の通院困難という問題がある。そこで本研究ではそのソリューションとして遠隔医療を提唱する。そこで本章では遠隔医療のソリューションとしての有効性を示すとともに、本件研究の対象範囲を定めることを目的とする。

2-1 遠隔医療の定義

厚生労働省及び日本遠隔医療学会の定義を参考にすることにより本研究では遠隔医療とは何らかの通信手段を介し、必要な情報を伝送できる、医療に関連する行為と定義づける。

Table 1 遠隔医療の定義

組織	定義
厚生労働省遠隔医療研究班「総括班最終報告書」(平成9年)	映像を含む患者情報の伝送に基づいて遠隔地から診断、指示などの医療行為及び医療に関連する行為を行うこと。
日本遠隔医療学会	遠隔医療(Telemedicine and Telecare)とは、通信技術を活用した健康増進、医療、介護に資する行為

2-1-1 遠隔医療の歴史

村瀬によれば [9]遠隔医療の黎明期は、1970 年代である。米航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) は衛星通信を利用して宇宙飛行士の生体データを地上から監視したが、その際に開発された技術や装置が今日の遠隔医療システムの発展に大きな貢献したと言われている。初期の例としては、米国で 1968 年に開始されたテレビ電話による Massachusetts General Hospital (MGH) と近隣の医療センター間の医療コンサルテーションである。日本における遠隔医療の発展は、ICT が普及する以前の 1971 年に遡る。日本で初めて山間僻地への医療供給を目的にケーブルテレビ、電話線を利用した遠隔医療の実験が和歌山県で行われた。

2-2 遠隔医療の実践とその類型

現在は ITC の普及により様々な遠隔医療が実践されている。そこで遠隔医療の現状を把握するため実践と類型を示すものとする。総務省 [10]によれば遠隔医療の実践事例は次のようなものがある

2-2-1 医対医 (D to D=Doctor to Doctor)

Tab12 からも分かる通り必要な診療科の医師不足や高度な医療技術を扱うことができる医師がいない医療格差を解消するための手段として実践されている。メリットとしてはまず患者への処置判断に対する連携先医療機関医師の負担軽減があげられる。次に患者情報を共有化することによって搬送や受け入れ、処置までのスケジューリングを可能とすることがあげられる。また、双方の医師の負担軽減と効率的な医療サービスの提供につながっている。そして患者側にとっても近隣医療機関で高度な医療サービスを受けることが可能となり、経済的・時間的負担が軽減されている。

Table 2 D to D モデル (出典：遠隔医療の取り組みと実践)

地域	地域特性	名称・医療機関等	遠隔医療の種類	開始時期	実施主体・関係主体	概要	費用負担
北海道 旭川市	振興山村・豪雪	旭川市医科大学遠隔医療センター	遠隔画像診断 遠隔病理診断	1999年～	旭川医科大学	遠隔医療センターを1999年に設置、現在は国内外42医療機関とネットワークを形成し、リアルタイムでの手術の指導、MRI、CT、X線フィルム画像・心電図・消化管内視鏡像などの画像診断、術中迅速病理組織診断などを実施している。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・総務省助成 ■運営： (不明)
香川県	—	かがわ遠隔医療ネットワーク	遠隔画像診断	2003年～	香川医科大学医学部附属病院医療情報部・香川県・香川県医師会	X線やCTなどの患者データを通信回線により伝送し、専門医の助言を受けながら診療できる。従来の遠隔診断システムを2003年からかがわ遠隔医療ネットワークとして、香川県が運営。また、WEB上の周産期電子カルテにより県内産婦人科医療機関で連携をし、同ネットワークとの機能統合も図っている。全国初の全県的なネットワークで、県外にもネットワークを開放している。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・文科省、郵政省等実証実験 ・県の補助 ■運営： ・医療機関の負担 ・県の負担
岩手県	—	アカデミックベンチャー(岩手医科大学)	遠隔病理診断	2005年～	民間企業(アカデミックベンチャー)	心電図の解析をインターネット上に組織化した心臓病専門医や解析専門臨床検査技師がおこなう支援システムを岩手医科大学発のアカデミックベンチャー会社が運営している。現在、約60医療機関と契約、800件/月の解析を全国から請け負っている(約8000円/件)。ネット環境があれば接続可能。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・自己資金(民間企業との実証実験) ■運営： ・医療機関の負担

2-2-2 医対患 (D to P=Doctor to Patient)

このモデルに関しては後述で詳しく解説する。そのため、ここでは実践例をあげるのみとする。

Table 3 D to P モデル (出典：遠隔医療の取り組みと実践)

地域	地域特性	名称・医療機関等	遠隔医療の種類	開始時期	実施主体・関係主体	概要	費用負担
福島県 葛尾村	過疎 辺地 振興山村 特定農山村	葛尾村テレビ電話	遠隔医療相談 在宅健康管理	1997年～	葛尾村・医療機関	①テレビ電話+薬の配達(慢性疾患等のため村外医療機関に通院している患者向)と、②在宅健康管理タッチパネル式バイタルセンサーによる健康管理を実施。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・補助事業 ■運営： ・自治体負担 ・個人負担(回線料)
福島県 西会津町	過疎 振興山村 豪雪	在宅健康管理システム「うらら」	在宅健康管理	1994年～	西会津町保健センター	検診の結果、健康管理が必要な人に対し、在宅健康管理システム「うらら」を町より貸与(期間1年で利用料は無料。延べ利用者687名)。操作が簡単な端末機から、問診への回答と血圧、心電図などをCATV回線や電話回線を使って、病院に送ることが出来るシステム。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・補助事業 ■運営： ・自治体負担 ・個人負担(回線料)
千葉県 鴨川市	過疎 辺地 半島 特定農山村	南房総地域医療ネットワーク「PLA NET」	個人健康情報管理サービス	2001年～	医療法人鉄蕉会亀田総合病院	患者が個人用カードを使って、クリニック内、病院内、提携の診療所に設けられているパソコンから電子カルテの医療情報を見ることができ、家庭からもインターネットを通じて見ることができる。提携の病院、診療所は、安房夷隅地区に17ヶ所、都内他3ヶ所と計20ヶ所ある。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： ・補助事業 ・医療機関負担 ■運営： ・個人負担 ・医療機関負担

2-3 医対医療従事者（D to N=Doctor to Nurse）

このモデルの実践事例としては、岩手県遠野市助産院と近隣市の医療機関との連携による「ねっと・ゆりかご」を中心とした遠隔妊産婦健康診断があげられる。現在、日本全国で報道等により「産科・婦人科不足による、緊急搬送時の妊産婦のたらい回し」問題が盛んに取り上げられている [11]が、この実践事例はこれら問題に対する解決手法の一つとして注目を集めている。

Table 4 D to N モデル（出典：遠隔医療の取り組みと実践）

地域	地域特性	名称・医療機関等	遠隔医療の種類	開始時期	実施主体・関係主体	概要	費用負担
岩手県 遠野市	過疎	遠野市助産院「ねっと・ゆりかご」	遠隔医療相談	2007年12月～	遠野市、岩手医科大学、盛岡赤十字病院 他	遠野市が開設した助産院「ねっと・ゆりかご」にて、モバイル胎児心拍転送システム(CTG)を活用した遠隔妊婦健診を、主治医の指示で助産師が行う。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： <ul style="list-style-type: none"> ・モバイルCTGは実証実験。 ・助産院開設は自治体。 ■運営： <ul style="list-style-type: none"> ・自治体負担 ・個人負担(ただし、無料化を検討中)
岡山県 新見市	へき地	携帯型通信端末「医心伝心」	在宅健康管理	2004年11月～	新見医師会、新見市、地元企業、新見公立短大 他	民間企業で協力開発された携帯型通信端末を、看護師が患者自宅訪問時に設置、在宅療養者の様子を医療機関側のIPTV電話で確認、支援するシステム。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入： <ul style="list-style-type: none"> ・新見医師会(1台70万円) ■運営： <ul style="list-style-type: none"> ・新見医師会

2-3-1 患対患 (P to P= Patient to Patient)

実践事例からも分かる通り患者や市民の間での通信ネットワーク等をつかった治療や相談を指す。健康管理や禁煙などを集団でサポートする役割を持つ。

Table 5 P to P モデル (出典：遠隔医療の取り組みと実践)

地域	地域特性	名称・医療機関等	遠隔医療の種類	開始時期	実施主体・関係主体	概要	費用負担
全国	—	インターネット禁煙マラソン	遠隔医療相談	1997年～	奈良女子大学教授 高橋裕子 医師	インターネットのメールを利用した禁煙法で、禁煙支援の方法は、双方向通信を利用した「メールリスト+入学式+講習会」の場合とメールを利用した「メールマガジン」の場合とがある。(本人の希望および適性を勘案して決定)。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入：(不明) ■運営：利用者からの寄付金 PCコースの場合1口1万円
東京	—	Medi-wa	情報共有	2005年～	民間企業	医療従事者によるSNS(ソーシャルネットワークサービス)。招待制によるサイトで、医療関連の情報交換を行う。現在1500人強の参加者があり、毎日数十件の閲覧がある。	<ul style="list-style-type: none"> ■導入：実施主体会社の負担 ■運営：実施主体会社の負担
東京都千代田区	—	ライフケアシステム(LCS)	健康管理(非通信)	1980年～	佐藤智医師	「自分たちの健康は自分たちで守る」をモットーに設立された会員制の在宅医療支援組織で、約1000名の会員がいる。医師による24時間ケアを中心とした総合的な在宅ケアサービスを提供し、医師、看護スタッフ、非医療スタッフ、会員、ボランティア等からなるコミュニティによって支えられている。特別な通信機器は用いていないが、電話等で患者とやり取りをする。	<ul style="list-style-type: none"> ■運営：会費1000円/月で7口以上
松本市	—	熟年体育大学	健康管理(非通信)	1999年～	松本市、松本市教育委員会	市の健康教室の卒業生がOB会を作って自主的な活動をしたり、健康推進トレーナーとしてトレーニングの指導や補助にあたるなど、さまざまな形で協力しているほか、英会話、パソコン教室、郷土料理等の講座の講師を務めるなど、住民参加型のプログラムとなっている。	<ul style="list-style-type: none"> ■運営：市保健事業・利用者負担年8000円

2-3-2 遠隔医療の種類

以上述べてきたように遠隔医療の種類は、次の4つに整理できる。

- ①D to D(Table2) : 医療関係者間 (医対医) のモデル
- ②D to P(Table3) : 医療関係者と患者の間(医対患) のモデル
- ③D to N(Table4) : 医療関係者と患者の間を看護師やケアマネジャー等医師以外の医療従事者 (コメディカル) が仲介するモデル
- ④P to P(Table5) : 患者 (住民) 同士が主体的に取り組む組織モデル

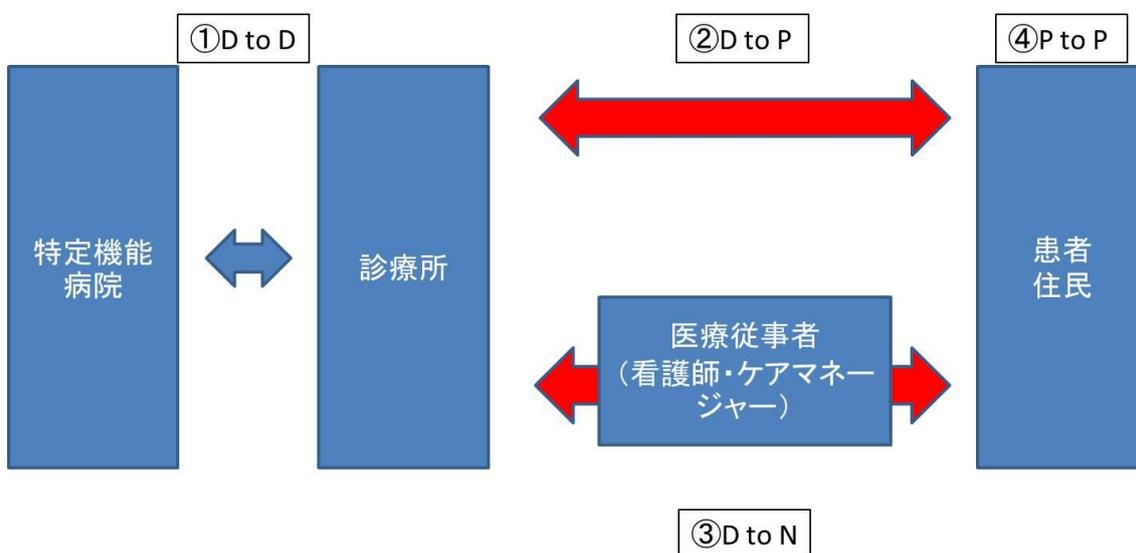


Figure 3 遠隔医療の種類

2-4 先行事例

本研究では、皮膚科における高齢者の課題に対するソリューションとして遠隔医療を提唱していく。そのため医療関係者と患者の間を遠隔医療でつなぐ[D to P]のモデルを研究の中心とする。

2-4-1 D to P の現状

厚労省 [12]により D to P の場合は直接の対面診療に代替し得る程度の患者の情報が得られる場合に限り遠隔診療を行うことが医師法第 20 条等に抵触するものではないという基本的考え方が示されている。そのため、実践されている遠隔医療においては比較的容易に代替可能とされるそのため、医療相談や健康管理といったものが中心となっている。

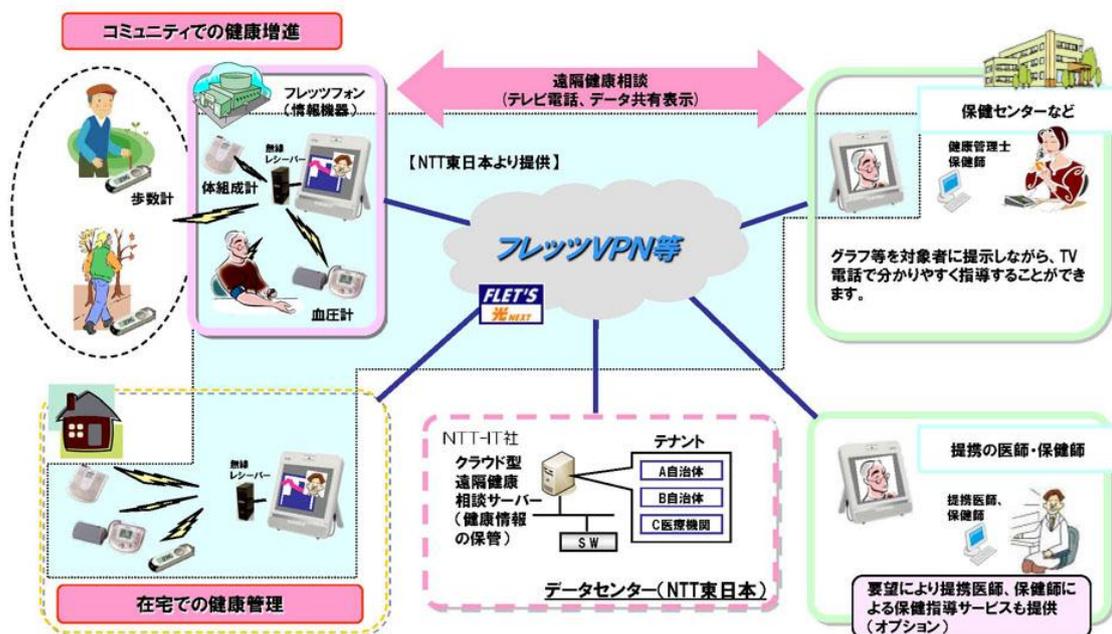


Figure 4 D to P サービスイメージ (出典：NTT 東日本)

そのため、画質よりも使いやすさやコミュニケーションの取りやすさが重視されている。

2-5 遠隔医療の発展可能性

この節では ICT の現状から今後遠隔医療がどう発展するかを推測していく。

2-5-1 日本における ICT の状況

わが国でのインターネットの人口普及率は 70%に迫り（2007 年末時点 69.0%）、また、ブロードバンドの世帯カバー率は 98.3%（2007 年末時点）となっている。

2-5-2 消費者の望むネットワークコンテンツ

遠隔医療に対し、国民から高い関心度を持っている。2006 年に総務省が実施した「消費者の ICT ネットワーク利用状況調査結果 [13]」によれば、「医療・看護」はユビキタスネットワークにおいて最も期待されているサービスであるとされている。

2-5-3 本節のまとめ

以上のことから日本でも遠隔医療は行われていた。インフラの発達した現代においては新たなメディアを使った遠隔医療の実現が望まれると考えられる。現在日本では世界的にみて、もっとも高品質でもっとも安価な水準にある通信ネットワークが広く一般に利用可能な状況が実現している。いわゆる情報格差の問題は、機器の使いやすさが増し、市民などによる支援体制が進むなどによって改善されつつある。パーソナルコンピュータや携帯電話など通信機器の性能が飛躍的に向上し、映像や音声をともなった遠隔会議などのコミュニケーション手段が、安価に、専門的な知識なしに、一定の臨場感をもって利用できるようになっている。インターネット活用は、特に、条件の不利な個人や小規模団体の不利を克服することに役立つという特徴をもっている。よって今後遠隔医療の分野でも、インターネットを使った手段が期待される。そのため ICT を活用した遠隔医療の適切な利用方策を検討し 推進することが必要である。

2-6 通院困難者に対する現状のソリューションの課題

通院困難な高齢者の現状のソリューションとして介護士による通院支援と医師の往診があげられる。ここではその課題を指摘することを目的とする。

2-6-1 介護士の不足

厚生労働省 [14]によれば福祉・介護分野に従事者は、2005年時点で約328万人であり、その中で高齢者分野に従事する方々が約197万人と約6割を占めている。これらの高齢者分野への従事者のうち、介護職については、今後、2014年までに約40万人から約60万人の確保が必要となるといった推計がなされている。また、福祉・介護人材の確保が喫緊の課題となっている中、福祉・介護分野の職場の状況を見ると、他の産業と比較して離職率が高く、常態的に求人募集が行われ、人手不足感が生じている。

Table 6 入職率・離職率 (出典：厚生労働省福祉介護人材確保対策)

介護職員＋ホームヘルパー	入職率 27.4% (全労働者：16.0%)
	離職率 21.6% (全労働者：16.2%)

2-6-2 医療機関における問題

今日本では多くの地域で医師が不足している。OECD (経済協力開発機構) Health Data 2012によれば日本における人口1000人あたりの医師数は2.2人と対象国34カ国中下から6番目である。英米でも2.4～2.7人、ヨーロッパを始めとする先進国は3.0～4.0人前後であるのと比較すると非常に少ない。

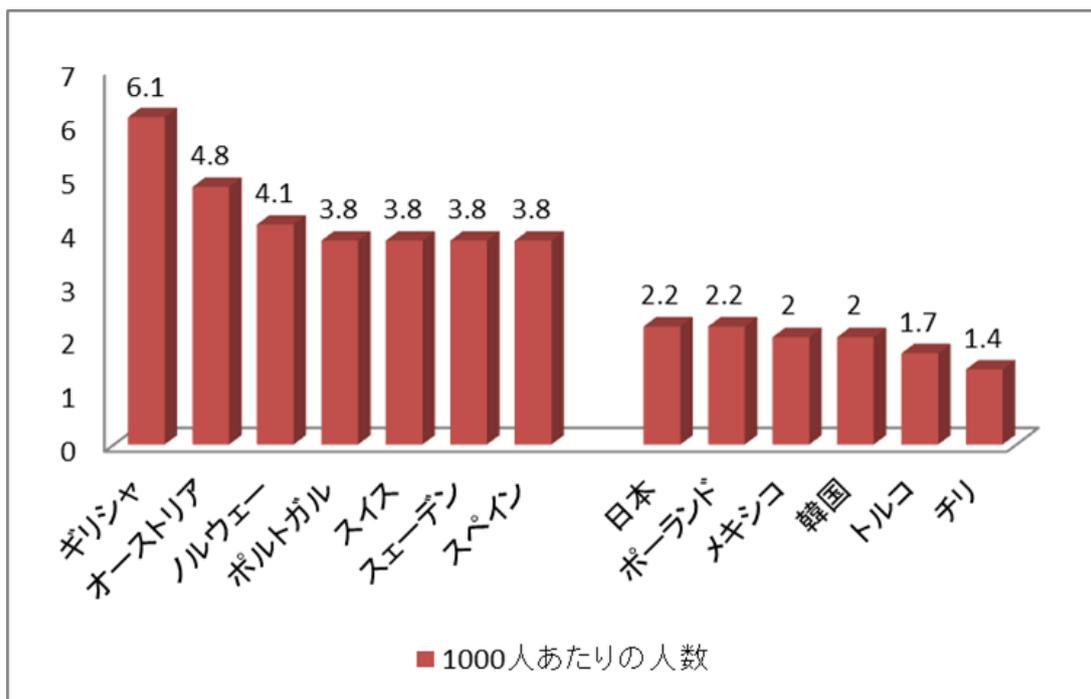


Figure 5 人口1000人あたりの医師数 (出典: OECD2012より筆者作成)

外来診察回数の多さ

日本の1人当たりの外来診察回数は諸外国と比べて抜きん出て多い。

	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス	スウェーデン	日本
人口1人当たりの 外来診察回数	4	5.9	7.8	6.9	2.8	13.4

*ただし、アメリカ・日本は2007年のデータ、スウェーデンは2006年のデータ

Figure 6: 人口1人当たりの外来診察回数 (出典: OECD2012より筆者作成)

以上のことから、日本では諸外国と比べ医師の数が少ないことが1人当たりの外来診察回数は多いことをことがわかる。そのため日本は医師不足であるといえる。

ここで諸外国のように医療費負担費を上げ外来診察回数を減らすべきだという意見もある。実際にスイスでは切り傷を始め風邪、インフルエンザといったいわゆる軽傷では保険が適用されず、病院へかからないことが常識となっている。しかし、軽傷であっても受診することは疾病の早期発見や予防にもつながるため必ずしも受診回数を減らすことだけが外来受診の適正化につながるとは限らない。むしろ「病気になったら病院へ行く」という日本人の意識をプラスに捉え、必要な時に迅速にサービスを受けられるように医療機関との連携が取れる新たなシステムが望まれるのではないだろうか。ここで深

刻な医師不足を解消するため医学部を増設すべきであるという意見もある。実際に 2010 年 12 月には文部科学省が開催した大学医学部の新設などの是非を検討する専門家会議「今後の医学部入学定員の在り方等に関する検討会」などが行われている。しかし単に人員確保だけを目的とした医学部新設による急激な定員増は、医学生の実力低下を招き、医療の質の低下が危惧される。この件に関しては全国医学部長病院長会議の森山寛副会長も「医師 1 人の養成には、約 1 億円という莫大な費用がかかり、血税も投入される。医師を増やすために医学部を新設するという政策はわかりやすいが、医師・医学生の実力の維持や教育の点からは、既に行われている既存の医学部での増員が適切であり、新設については極めて慎重に考えるべきだ」と指摘している [15]。

仮に増設に成功したとしても条件不利地域における地域医療の解消には至らない。これは医師が都市部に偏在しており、診療科別の偏在も深刻だからだ。また、患者の医療に対するニーズが多様化し、さまざまな情報が行き渡り、患者の期待水準が高くなっている。医療行為にかかわる訴訟リスクも増えている。このように多くの地域で必要な医師の確保ができておらず、同僚が離職した後に残された医師は、過度な仕事量をこなすことを余儀なくされ、心理的負担も過大になっている。

利用者からすると、いつでも良質な医療サービスを受けられるという信頼感が揺らいでおり、不安感が広がっている。このような負のスパイラルを断ち切るための有効な手だてとなる選択肢として遠隔医療が必要となるのではないだろうか。

3 遠隔医療の課題

以上述べてきたように遠隔医療には既存の医療・介護サービスとは違ったニーズがあり、普及するための環境も整ってきている。しかしながら普及には様々な課題があり、あまり促進されていない現状がある。そこで本章ではその課題を明らかにし研究目的を定める。

3-1 医師法20条

遠隔医療に関わる重要な法律には医師法20条がある。

医師法 [16] (昭和23年法律第201号)

第20条 医師は、自ら診察しないで治療をし、若しくは診断書若しくは処方せんを交付し、自ら出産に立ち会わないで出生証明書若しくは死産証書を交付し、又は自ら検案をしないで検案書を交付してはならない。但し、診療中の患者が受診後24時間以内死亡した場合に交付する死亡診断書については、この限りでない。

この法律により、医療行為は直接医師が対面で行うことが原則となっている。しかし、当時の情報伝達手段を背景として推測すると信頼性の問題から医師が自ら診察をしないで治療を行ったり、伝聞情報で診察を行ったりすることを禁止するために盛り込んだものだと考えられる。したがってこれは明確に遠隔医療を禁止する目的で定めた条項ではない。また、この法律は制定されたのが昭和23年であり、この時代には存在しない医療形態である遠隔医療の内容を盛り込むことは不可能である。そのため情報通信機器の発達した現代では様々な方法を使って患者の状態を確認することが可能であることを理由に緩和が求められている。

実際、上記の問題について1997年12月24日に解釈通知が出され遠隔診療についてはただちに医師法20条に抵触するものではないことが明らかにされた。

さらにそれを踏まえて、2003年3月31日と2010年3月31日に一部改正が行われた。この改正により、遠隔医療の対象として在宅医療の複数の事例が明示された。

Table 7 実現性のある遠隔診療

(出典：情報通信機器を用いた診療（いわゆる「遠隔診療」）について）

遠隔診療の対象	内容
在宅酸素療法を行っている患者	在宅酸素療法を行っている患者に対して、テレビ電話等情報通信機器心電図、血圧、脈拍、呼吸数等の観察を行い、在宅酸素療法に関する継続的助言・指導を行うこと。
在宅難病患者	在宅難病患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、心電図、血圧、脈拍、呼吸数等の観察を行い、難病の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。
在宅糖尿病患者	在宅糖尿病患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、血糖値等の観察を行い、糖尿病の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。
在宅喘息患者	在宅喘息患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、呼吸機能等の観察を行い、喘息の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。
在宅高血圧患者	在宅高血圧患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、血圧、脈拍等の観察を行い、高血圧の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。
在宅アトピー性皮膚炎患者	在宅アトピー性皮膚炎患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、アトピー性皮膚炎等の観察を行い、アトピー性皮膚炎の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。
褥瘡のある在宅療養患者	在宅療養患者に対して、テレビ電話等情報通信機器を通して、褥瘡等の観察を行い、褥瘡の療養上必要な継続的助言・指導を行うこと。

このように医師法 20 条緩和の動きは進んでいるものの、原則として遠隔による一次診療は禁止されており、対象はあくまで慢性疾患の再診や見守りなど、対面診療の補助的な役割を持つものに限られている。

3-2 診療報酬

厚生労働省 [17]によれば診療報酬の原則とは

- ①次の要素を満たす場合に点数が設定
 - ア疾病・負傷に対する治療行為であること
 - イ有効性、安全性等が科学的に確立されていること
- ②対面診療に対するものが原則

としている。そのため、医師対医師のケースで専門的な知識を持って遠隔的に画像診断を行うなど、患者に対する医療サービスが向上している場合は、診療報酬上の評価を行っており、平成 20 年度の診療報酬改定においても上乗せでの評価が進んでいる。しかしながら医師対患者のケースに関しては、テレビ電話等を用いた予防・健康相談等は、疾病や傷病に対する治療行為を給付対象とする診療報酬の対象とはなっていない。そのためテレビ電話等の設置・通信・維持費、通信ケーブルなどのインフラ整備費なども、効果的な診療を行うために必須の医療機器として認められておらず、診療報酬の対象とはなっていない。この問題から診療報酬上の評価のためには、対面診療に比べて患者に対する医療サービスの質が上がるという科学的なデータが必要となる。

3-3 科学的なデータ

遠隔医療における科学的なデータの根拠として様々なガイドラインが存在する。代表的なものとして遠隔医療モデル参考書 [18]に示された効果検証手順がある。

- ・遠隔では診断に足る十分な情報が得られなかったこと等により質的に対面での診断を代替できなかった件数を、実施した医師が記録しておき、集計
- ・遠隔診断の全症例のうち、上記に該当する症例の件数の占める割合を算出

以上のことから遠隔医療を行うためにはどの疾患に対し診断できるという信頼性があるか、またその要因は何かを示さなくてはならない。

3-4 本章のまとめ

遠隔医療の導入により在宅医療による患者負担の軽減等、遠隔医療の有用性については広く期待される。これにより閣僚懇談会においても、遠隔医療を可能とするための規制緩和措置として「初診時を原則として除き、遠隔医療を認める」という解釈を発表している。だが、初診を除く医療行為であっても診療報酬体系が明確化されていない等の問題点があり、さらに遠隔医療により患者のQOLの向上や、より高度な医療の質が確保されるとしても、遠隔医療に要するシステムの設備投資、回線使用料のランニングコスト等が遠隔医療システムの導入を躊躇させる大きな要因となっている。現在、遠隔医療に対する社会保険診療報酬は明確化されておらず認められていない。このため、遠隔診断を依頼する医師にとっては診断の不確定要素の排除、患者にとっては転医による経済コストの削減等、メリットが大きい反面、受けて側（コンサルテーションを行う医師）は、自らの診療業務を中断してコンサルテーションを行っても社会保険診療報酬の点数に労働力として、直接的に対価が反映されない。また、遠隔医療には経済的問題もあげられる。情報通信技術の向上により、遠隔医療システムの整備コストは低下の傾向にある。しかしながら、導入に際しては、設置費用はもとより回線使用料は医療機関の負担となり経済的メリットがない。そればかりか、受け入れ側の医療機関にあっては、日常の診療時間を割いてまでコンサルテーションを行っている診断医のマンパワーに委ねる部分が多い。このような理由によりニーズが有るにもかかわらず医療機器を開発しても業者と医師、双方に経済的メリットがない。

3-5 本研究の目的

以上のことから、在宅で遠隔医療を行うためにはその有効性を示すとともに開発、普及コストを極力下げる工夫が必要となる。よって本研究では現状あるシステムを遠隔医療に応用して提唱し、どの疾患の診断に対し信頼性があるか、その要因は何か検証することを目的とする。

4 理論と実施計画

本章では具体的にどのようにして遠隔医療システムを提案するかを述べていく

4-1 用語

専門的な用語、規格、機材のうち代表的なものについて本研究では以下のように定義する。

4-1-1 映像関連

① 画素・ピクセル(pixel)

画像を構成する最小単位の点。ピクセルともいう。ディスプレイ上の文字や画像はすべてこの画素の集合で表示する。

② 走査

テレビやディスプレイの画面では、画素という小さい画面の単位に分割することができる。この画素を水平方向には左から右へ、垂直方向には上から順に光らせることでテレビやディスプレイが映し出される。このように順に光らせていくことを走査という。

③ 走査線

走査によって描かれた画素の横1行分の軌跡のことを指す。なお、日本で採用されていたNTSC規格のテレビの走査線は525本である。ヨーロッパで主流のPAL規格では、走査線は625本となっている。最近普及が進んでいる「ハイビジョン」は、1125本の走査線を持つ。

④ HD (High Definition)

JEITA（電子情報技術産業協会）では垂直方向の走査線が 650 本以上あるもと定義している。現在 HD 対応の規格は下記の 4 種類がある。

Table 8 （日本学術振興会,HP より筆者作成）

有効走査線[総走査線]	主要規格
1280×720p[750p]	ヨーロッパ規格、BSデジタル放送
1440×1080i[1125i]	地上デジタル放送
1840×1035i[1125i]	アナログハイビジョン放送
1920×1080i[1125i]	BSデジタル放送、BD、HD-DVD

⑤ フルHD

本論文においては 1920×1080 をそのまま再生出来る規格を指す。なお、一般的には上記の意味に各メーカーが差別化を図るため便宜上付けたのが「フルHD」などの呼び方である。そのため、フルHD も各メーカーでそれぞれ呼び方が異なっている。

Table 9 各社フルHD規格の呼び方 [各社HP より筆者作成]

メーカー	呼び方
パナソニック	フルHD
東芝	フルHD
ソニー	Full HD 1080
シャープ	フルスペックハイビジョン
日立	1080 FULL HD
ビクター	Full Hi-Vision

⑥ 4K

一般には水平画素数 4,000×垂直画素数 2,000 前後の画面解像度を持つ動画フォーマットの総称である。厳密な規格はない。そのため本論文では後述する「4K 映像システム」に用いた水平画素数 3840×垂直画素数 2160 の画面解像度を持つ動画フォーマットを 4K とする。

4-2 関連研究

以上述べてきたように、皮膚科遠隔医療は高齢者の通院負担を軽減するにあたって有効なソリューションであると考えられる。

しかし映像における皮膚科の遠隔医療は技術的課題、社会的課題からあまり進んでいない。そこで当研究室では2010年に「POF光ハイビジョン遠隔診断実験」において診療科別の診断性について検証を行った。その結果、皮膚科はHDであれば診断性ありとの結果を得ている。

4-3 インタビュー

実験に先立ち杉並区医師会の皮膚科医へ映像による遠隔医療についてのインタビューを行った。この医師は当研究室が2010年に行った「POF光ハイビジョン遠隔診断実験」においてHD映像を用いたリアルタイム光伝送であれば遠隔であっても診断の可能性ありというスコアをつけている。そこでこの皮膚科医へのインタビューを行い、先行研究で明らかになっていない部分を明確にすることを目的とした。

以下、皮膚科医へのインタビューから主要な意見を抜粋する

- 映像診断については特に皮膚科においては難しいと思われる。
- 映像画面については肉眼で見た時の感覚と同じような色調が重要視され
- 皮膚の盛り上がり診断できるようにする
- 皮膚の立体感を出すためには照明の角度を変化させ観察するがこのとき照明光の色が重要である。現在診療所ではマグライトのLEDと白熱電球を使用している。白熱の長所は光の焦点が変えられることである。全体映像はLEDもしくは白熱球を使う。蛍光灯は皮膚の色が青く見えるので不向きである。スポットライトは点光源が望ましい
- 皮膚科において動画は必要ない
- 皮膚の立体感を出すためには照明の角度を変化させ観察するがこのとき照明光の色が重要である。現在診療所ではマグライトのLEDと白熱電球を使用している。白熱の長所は光の焦点が変えられることである。全体映像はLEDもしくは白熱球を使う。蛍光灯は皮膚の色が青く見えるので不向きである。スポットライトは点光源が望ましい。

- 一回目の映像記録は二回目以降の診療に有効に使えるが患者が遠隔地で映像を送ることは現段階では有効な手段ではない。また患者がうつす映像のクオリティに問題点がある。
- まず大事なのは、正常な皮膚が正常に見えること。正常だとわかるクオリティが分かれば、病気がわかる。正常な肌を見てもらうだけでも、どの病気がわかるのかがわかるかもしれない。
- 患者は肌色別に準備したほうが望ましい。
- 皮膚の色の病状は 赤、白、茶、黒、紫に大別できる

以上のインタビュー内容をまとめると、皮膚科医にとっては現状の映像クオリティでは十分な信頼性を確保できないため診断は難しいとしている。前回の実験でも拡大や色調、皮膚の盛り上がり等が正確に判断しにくいため診断に影響が出るとされた。また、将来的な運用モデルを考えるとカメラを患者側で操作することに不安が残ることを指摘している。これらを踏まえ本研究ではプロトタイプを選定していくものとする。また、信頼性を得るためには複数の疾患を診断する必要があるため、遠隔映像実験では模擬患者も数名手配することにした。

4-4 構成機器選定

前述のインタビューの内容を踏まえた上で本研究では映像システムを提唱することにした。システムの構成機器としては各要求を満たすため以下のものを検討した。

4-4-1 カメラ

HD では十分な信頼性を得ることができないという医師の要求を満たすため、より高画素なカメラを検討した。また、将来的な実用も考え POF 光ファイバに対応したものを選定している。以下にその仕様を示す。

- AH-4413
- 解像度：3840×2160
- 信号帯域：12Gbps



Figure 7 AH-4413 (出典：アストロデザイン株式会社)

4-4-2 ディスプレイ

4K×2K フォーマットの高解像度映像を直視モニタリングが可能なものを選定した。このディスプレイは 4K フォーマットでありながら大掛かりな上映システムが不要となり、液晶ディスプレイならではの手軽さを兼ね備えているため将来的な実用にも耐えうると考えた。

- 名称：DM-3432
- 32 インチ



Figure 8 DM-3432 (出典：アストロデザイン株式会社)

4-4-3 コントローラー

患者側で映像を撮影することが不安という医師からの意見より放送カメラと同様の UI や機能を備え、ズームやフォーカスといった機能が遠隔であっても直感的に操作できるものを検討した。

- 名称 : MASTER CONTROLLER



Figure 9 MASTER CONTROLLER (出典 : アストロデザイン株式会社)

以上のカメラ、ディスプレイ、コントローラーを組み合わせたものを本研究では 4K 映像システムと称す。なお、4K 映像は画素数が多くきめ細やかさを再現できる反面、伝送量が多く POF やガラス性の光ファイバーを使用しなくてはならない。また、現状ではコンテンツが少なく一般にはあまり普及していないといったデメリットがある。

4-4-4 HD 映像

HD は日本では 2000 年から放送規格として採用されているため一般的に普及している。4K と比べ、画素数は少ないがその分伝送量は少なく HDMI ケーブルなどの一般的なケーブルでも配信可能である。本研究では 4K が従来の映像とは違うことを示す比較のために HD 映像のみ用いた。そのためここでは機材の仕様をあげるのみとする。



Figure 10 HXR-NX3D1J (出典 : ソニー)

- 名称 : HXR-NX3D1J
- 動画有効画素数 : 265 万画素 (FHD)

5 皮膚科医による遠隔映像診断実験

2012年7月12日、杉並区医師会において4K映像システムを用いた遠隔映像診断実験を実施した。先行研究より皮膚科は特に高品質の映像伝送が必要となるためこれを対象とした。

5-1 遠隔映像診断実験目的

前述したように遠隔医療実施のためには対面を代替する機能とそれを保証するエビデンスがひつようである。そのため本実験では遠隔であっても映像で対面を代替することによりどの疾患の診断に対し信頼性があるか調査することを目的とした。

5-2 実験参加者

(1) 評価者（皮膚科医）

評価者の設定は次のように考えた。本実験は皮膚科における遠隔医療の分野ではあまり行われていない試みであり、知見探索的な実験である。

従って熟練の皮膚科医を評価者として選び、明確に現れる課題を探りだすことを目的とした。この皮膚科医は通常の医師免許の他、日本皮膚科学会認定 皮膚科専門医を取得して20年以上皮膚科に特化した診察を行っており、この実験の評価は十分可能であると考えた。ただし、実験結果は評価者の主観が強く反映されており、一般的な皮膚科医の傾向や印象結果の関係などを詳しく分析するには足りない。

(2) 模擬患者 模擬患者に関しては皮膚疾患を持つ男性2名、女性1名に依頼した。症状は高齢者の皮膚疾患に多いとされる、乾燥による肌荒れ、老人性イボ、湿疹である。特に有効な患部を特定するための知見を得るためには十分であると考えたためである。ただし、より細かい知見、たとえば模擬患者の個人属性（性別・年齢など）と印象結果の関係などを詳しく分析するには足りない。

Table 10 模擬患者の属性

	患者A	患者B	患者C
性別	男	男	女
患部	足	腹部	腕
症状	肌荒れ	老人性イボ	湿疹

5-3 遠隔映像診断実験構成図

2F に、2D 撮影用にデジタル HD ビデオカメラレコーダーHDR-TD10（ソニー製）を設置、および送信画面モニターとして、42 型ディスプレイ TH-P42VT2（パナソニック製、HD カメラからの HDMI 出力を POF 光送信受信器 HDV-OTR、高速 POF（館内既設ルキナ、2F は壁 MU コンセント、3F は床 SC コンセントに接続）を介して 3F へ送信し、HDMI ケーブルによりディスプレイ REGZA-32ZP2（東芝製デジタルフルハイビジョン液晶テレビ）に映写した。 2F に、4K 撮影用に 2 本の高速 POF 入出力を装備した 4K カメラ（アストロデザイン製）、4K モニターを設置し、2 本の高速 POF100m（FONTEX）により、3F まで配線し、3F の 4K プロセッサへ接続し、32 型 4K ディスプレイ（アストロデザイン製）に映写した。

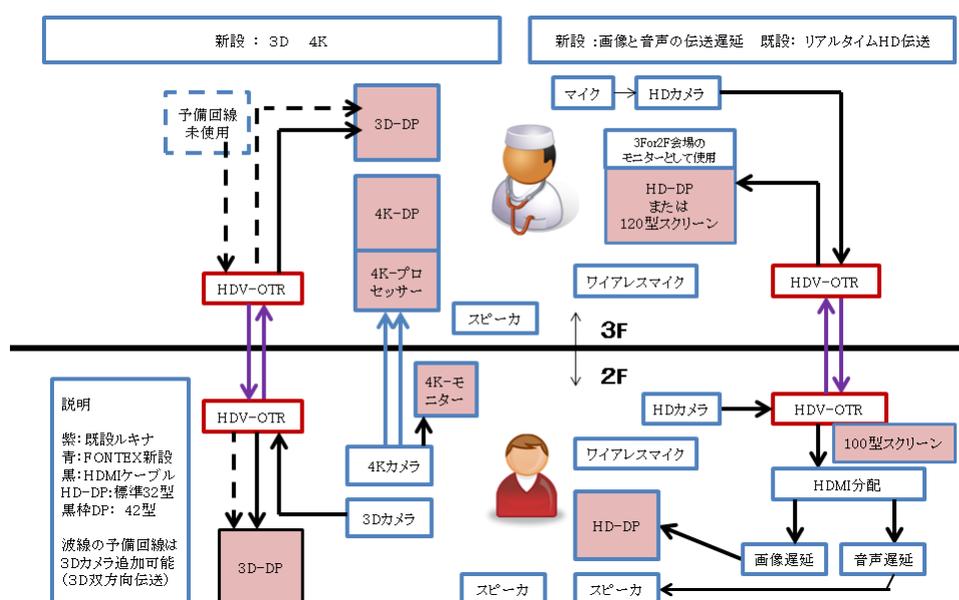


Figure 11 遠隔映像診断実験システム構成図



Figure 12 3階撮影風景



Figure 13 2階撮影風景

5-3-1 音声システム

2F と 3F 間のリアルタイム音声会話は、既設のワイアレスマイクロフォンを使用した。

5-3-2 その他

なお、比較用ディスプレイとは別に館内既設の 2F の 100 型ブルーオーシャンスクリーンと 3F の 120 型ブルーオーシャンスクリーンは、適宜会場の様子のモニター用とし

また、上記以外の外部要素として医師からの要望として、ペンライト及びスポットライトを使用した。



Figure 14 3F の 120 型ブルーオーシャンスクリーン

5-4 遠隔映像診断実験手続き

実験は評価者（医師）が模擬患者ひとりずつに対し、模擬診察を行う形で行う。

模擬患者と評価者に機材の使い方を伝えた後、HD システムを使った映像を評価者に見せ評価を得る。その後4K システムの映像を見せ HD システムの映像と比較しながら評価を行う。



Figure 15 映像診断実験における手順

なお、本研究の目的は映像評価のための知見を得ることである。そのため、映像のクオリティを上げていく方法で見え方がどう変わるかを調査した。よって一人の評価者が同一の模擬患者の患部を重複してみる形になるが適当であると考えた。

5-5 遠隔映像診断実験結果

実験の結果、得られた主要なコメントは次の通り

Table 11 皮膚の乾燥による肌荒れ

患者 A:皮膚の乾燥による肌荒れ	
HD	皮が剥けている感じが強調されすぎて、皮の中の赤茶色が見えない
4K	現物よりもよく見える。普段、ルーペで見ている画像を裸眼で見られる。

以上のコメントから皮膚の乾燥による肌荒れの診断に関して4K映像システムを用いれば信頼性ありとの知見が得られた。また、拡大の操作ができるためルーペを使用したのと同様であるとのコメントも得られた。なおHD映像では対面と比べて皮のむけ具合の再現が異なるとのことであった。

Table 12 老人性イボ

患者 B:老人性イボ	
HD	こちらの方がはっきりする老人性イボの可能性あり。ただこの映像での診断は不可能である。
4K	これだと老人性イボだと判断できる。肌の淡い色もみえますので診断価値がある。隆起する様子もみえる。イボの中に毛が生えているのもみえる。がん細胞に毛は生えないため、重要な指標である。

以上のコメントから老人性イボの診断に関しても信頼性ありとの知見が得られた。なお、老人性イボは皮膚癌と症状が似ているためHD映像では診断に対する信頼性を満たすことができないとのことであった。もともと老人性イボは対面であっても皮膚癌かどうかの診断が難しく医師の熟練度に左右されやすいとのことであった。

Table 13 湿疹

患者 C:湿疹	
HD	ひっかいている。皮がボロボロ。よく見える。
4K	現物は4Kの方が近い気がするが(湿疹に関しては)同じくらいである。

患者 C (湿疹) に関しては HD 映像、4K 映像システムともに対面と同程度の診断ができるという評価が得られた。このことについて医師から、赤い病気に関しては HD 程度の映像であっても診断に関して信頼性があるという知見が得られた。



Figure 16 患者 A : HD



Figure 15 患者 A : 4K

5-6 遠隔映像診断実験考察

実験から 3 つの疾患全てにおいて 4K 映像システムを用いれば診断できるという信頼性が得られることがわかった。特に映像であっても表面に皮むけ (乾燥による肌荒れ) や突起 (老人性イボ) などの疾患に対し 4K 映像システムを用いれば対面と同等以上の再現性が得られることがわかった。これは従来の HD システムでは得られなかった知見である。このことから 4K 映像システムを用いれば在宅での一次診療に対して応用の可能性があることを立証した。

また、映像によるメリットとしてズームフォーカスにより距離感や奥行きといった事柄がつかみやすくなったという現象を得ることができた。

5-7 遠隔映像診断実験課題

今回の実験結果では評価者が 1 名であったためより人数を増やし妥当性を得る必要がある。またなぜ疾患がどう観察できるのかその要因を検証する必要がある。

6 医療従事者を対象とする遠隔映像評価実験

2012年12月17日から18日にかけて、慶應義塾大学信濃町キャンパスにおいて4K映像システムを用いた遠隔映像評価実験を実施した。

6-1 遠隔映像評価実験目的

膚科医による映像診断実験で4K映像システムを用いれば「皮膚の乾燥による肌荒れ」という疾患の診断に対し信頼性があることが明らかになった。しかし、前実験では評価者が1人であったため評価の影響が偏っている。そこで、より多くの知見を集め、診断の信頼性の要因を明らかにすることを目的とする。

6-2 遠隔映像評価実験参加者

(1) 評価者

評価者集団の構成は医療従事者合計23名とした。属性は医師、医学生、看護師である。医学生は医師免許を持たないため厳密には診断を行うことができないものの医療教育や実習で専門的な知識を得ており映像の評価者としては妥当であると考えた。また、看護師に関しても厳密には診断できないものの、日常的に疾患に接する機会が多く、異変があった際、医師への報告義務があるため映像の評価者としては妥当であると考えた。

(2) 模擬患者

模擬患者に関しては皮膚疾患を持つ男性1名に依頼した。症状は高齢者の皮膚疾患に多いとされる皮膚の乾燥による肌荒れである。特に有効な患部を特定するための知見を得るためには十分であると考えたためである。ただし、より細かい知見、たとえば模擬患者の個人属性（性別・年齢など）と印象結果の関係などを詳しく分析するには足りない。

6-3 遠隔映像評価実験構成図

実験機材は診断実験を踏襲し、4K映像システムおよびHD映像を用いた。なお、今回の実験は全て同じ部屋の中で行われている。

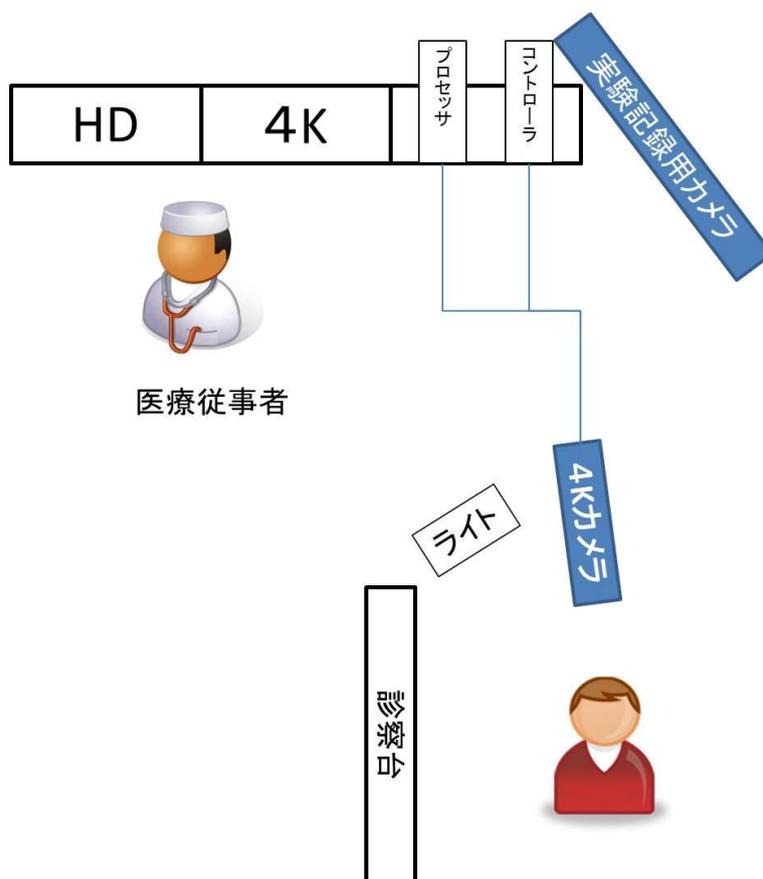


Figure 17 遠隔映像評価実験システム構成図

6-4 遠隔映像評価実験方法

本実験における「映像による遠隔医療」とは機材や設備だけでなく人まで含めたシステムである。そのため映像により「患部が正しく確認できたか」の判断は評価者の視力や感性などにも強く影響される。そのため本実験ではヒアリングにより多くの知見を得ることを試みた。

手順

HD映像により模擬患者の腕を写しヒアリングを行うその後4K映像システムでも腕を写しHD映像と比較しながらヒアリングを行うそして対面で実際に患部を見てもらい

HD、4K映像システムと比較しながらヒアリングを行う。



Figure 18 映像評価実験における手順（腕）

次に模擬患者の足を写しHD映像と4K映像システムで同時に比較をしてもらいヒアリングを行う。そして最後に対面を観察してもらい映像との違いを評価してもらう。



Figure 19 映像評価実験における手順（足）



Figure 21 模擬患者「腕」撮影



Figure 20 模擬患者 患部「腕」

模擬患者撮影風景



Figure 23 模擬患者「足」撮影



Figure 22 模擬患者 患部「足」

6-5 結果

実験の結果得られたコメントは28種類でありそのうち映像に関わるものは22種類であった。ここでは更にそのコメントを4K映像システムを「対面以上」に評価するコメントと「対面未満」と評価したコメントに分類し記載する。

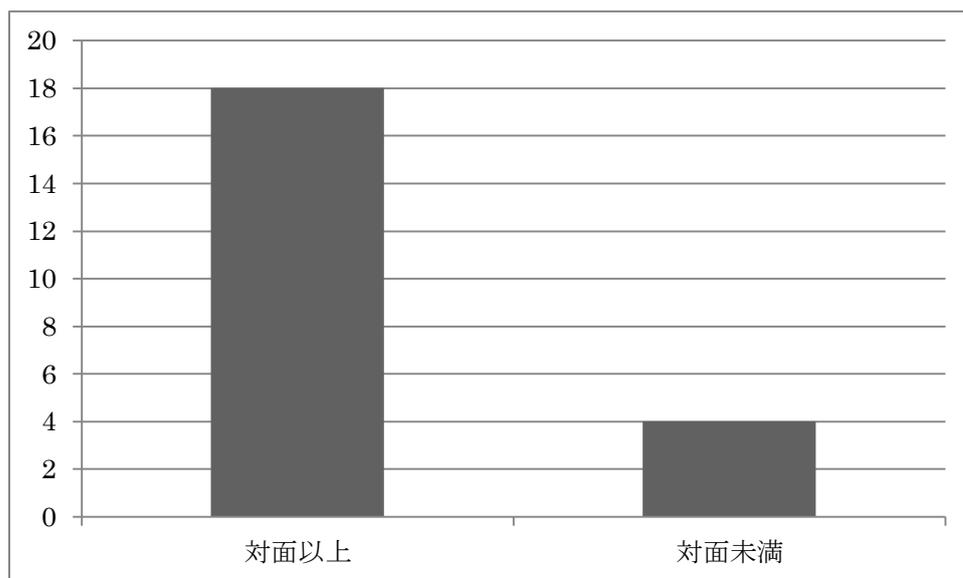


Figure 24 遠隔映像評価実験結果

その結果4K映像システムを使えば対面以上であると評価したコメントが18、対面もしくはHD映像に劣ると評価したコメントが4となった。

Table 14 K 映像システムを「対面以上」に評価するコメント

発信者	発言の主要内容
男性・医学生 (1)	目で見るとより情報が得られるので（診断が）出来ないわけがない
男性・医学生 (2)	肉眼で見てもここまでは見られない
男性・医学生 (3)	肉眼以上に見えている感じ
男性・消化器科	顕微鏡で見ているレベル
女性・看護師 (1)	拍動があるのかないのがわかる
女性・解剖医	これくらい綺麗に映って入れば問題ない
女性・看護師 (2)	細かく見える
男性・予防医療センター	HD でも何があるのかわかるが、4k はもともとの皮膚の筋が見える
女性・看護師	細かいでこぼこまでよくわかる
男性・耳鼻科	立体感もこちらの方がある
男性・医学部教授	小さい盛り上がり、ごくわずかだがわかる
女性・看護師 (3)	これだけ繊細に見えると肉眼では見えないものを見ることができる
女性・看護師 (4)	早期診断できるかも
女性・看護師 (5)	なめらかすごく見える
女性・看護師 (6)	(4k が)本物っぽい
男性・医学生 (5)	見たいものに対してフォーカスを集中できる
男性・歯科	このような拡大できるシステムと組み合わせると有用だと思う
男性・医学博士	4K でもいいが今のハイビジョンも普通にいい

4K 映像システムを対面以上に評価したコメントをまとめると、盛り上がりや立体感など質感に類するワードが多いことがわかる。

Table 15

発信者	発言の主要内容
男性・医学生 (2)	色合いはハイビジョンの方が近い
男性・心臓外科医	手術の際も質感で判断するが、映像だとわからない
女性・看護師 (3)	赤って、どちらの色が正しいか
女性・看護師 (4)	HDの方が痛そう

4K 映像システムが対面や HD 映像に劣るとしたコメントでは色合いに関するものが多い。

これにより 4K 映像システムを用いれば色合いに問題は残るものの対面と同等それ以上のクオリティで患部を確認できることが示された。

6-6 考察

4K 映像システムの信頼性があった要因として「立体感」や「凸凹」といった「質感」を再現があげられる。よって本研究の目的である皮膚疾患の診断に対する信頼性要因として「質感」の再現が重要であることを示した。

ここで映像という平面であっても 4K 映像システムでは質感が再現できた理由について理論的考察を行う。

画面越しであっても質感の再現に成功した理由は画素数が向上したことにより階調性が上がったことが理由であると考えられる。

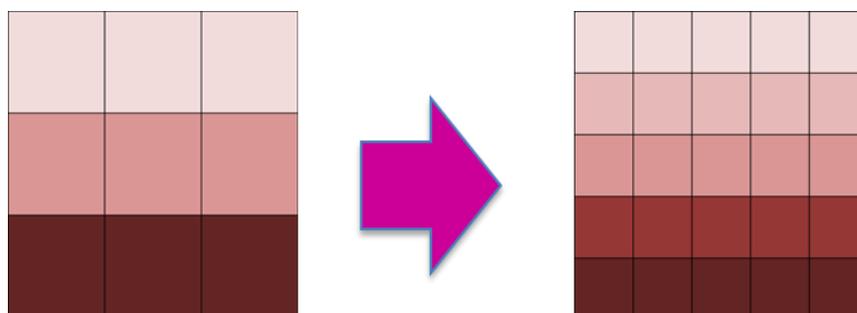


Figure 25 階調性

映像では画素ごとにどんな色かを記録していくが、その色をどこまで細かく区別して

いくかを階調という。画素数が高く色の段階の数が十分であると再現性が高まると言われている [19]。そのため画素数の多い4Kではより再現性が高く平面であっても質感を再現できたと考えられる。ただし、これは皮膚疾患に対しての知見であり、コメントからも分かる通り手術映像などの分野ではまだ再現に課題が残る可能性がある。

7 結論

7-1 研究の課題と解法設定

本研究では在宅医療を対象とする映像を用いた皮膚科の遠隔診断に対して高精細規格を応用することに注目し、4K 映像規格を用いればどのような疾患の診断に対し信頼性があるのか。そしてその要因とは何かを明らかにすることを目的とした。これにより、従来あまり行われていなかった映像による遠隔診断の信頼性を示すことを目指した。

解法として2つの実験を実施した。1つは皮膚科医に4K映像システムを使って異なる疾患の診断の信頼性を評価する実験である。この結果4K映像システムを用いれば皮膚の乾燥による肌荒れ、老人性イボ、湿疹といった疾患に対し対面と同等の診断ができるという知見が得られた。

2つめの実験は医療従事者23名に4K映像システムを使って皮膚の乾燥による肌荒れの疾患を遠隔であっても対面と同等にみえるか評価してもらうものである。これは評価者の人数を増やして4K映像システムの信頼の妥当性を得るとともにその要因を検証するためである。その結果、4K映像システムを用いれば対面と同等の信頼性が得られるというコメントが得られた。またそのコメントを詳しく分析したところ質感に関するを伴う部分がよくみえるという意見が得られた。これらの実験から4K映像システムを用いれば皮膚の乾燥による肌荒れのような質感を伴う疾患に対して映像であっても診断ができるという知見が得られた。よって本研究では4K映像システム用いれば遠隔であっても皮膚の乾燥による肌荒れといった疾患に対し信頼性がありその要因は質感を再現することであると結論付ける。

7-2 成果の価値

本研究では4K映像システムを用いれば皮膚の乾燥による肌荒れのような質感を伴う患部の診断に対し信頼性がありその要因は質感の再現であるという知見を明らかにした。解明できた部分は少ないものの在宅医療を対象とする映像を用いた皮膚科の遠隔診断に対し応用の可能性を示した。

7-3 今後の課題

まず、色合いの再現があげられる。色は設定や蛍光灯、見る人の色彩感覚など、僅か

な差でも影響を受けてしまうため診断の信頼性に影響を与えてしまう。本研究でも専門家立ち会いのもとカラーチャートによる色の補正を行ったが、対面と同等の信頼性を得ることは難しい。

次に 4K 規格の普及があげられる。今後は、東芝やソニー、シャープといった大手家



Figure 26 カラーチャートにおける色の補正

電メーカーから積極的な展開が予定されている。しかしまだまだ数が少なくどのメーカーも、最上位機種や高級モデルをメインとした展開にとどまっている。このように映像機器の中で「4K」は、あくまでもプレミアムな機能として位置づけられているため価格が下がるには時間がかかる見通しである。

最後に伝送量の問題があげられる。一般に普及している HD ではその伝送量が最大でも 2Gbps 前後であるのに対し 4K では高画素となるため 10Gbps 以上の伝送量となる。そのため、既存の伝送システムでは非常に難しい。現在、圧縮をして伝送する方法が研究されているものの、遠隔地に伝送するためのデータ圧縮が医師の遠隔診断に影響を及ぼすことが知られており最適なソリューションとは言いがたい。したがって非圧縮で 4K 規格の映像を伝送するためにはガラス製の光ファイバーや本研究で用いた POF が利用できる環境が必要となる。

そのため、一般家庭への普及を目的としたシステムとして採用するにはまだ不安が残る。

7-4 今後の展望

本研究全体の今後を捉えやすくするため理想的な活用法のイメージを述べていく。

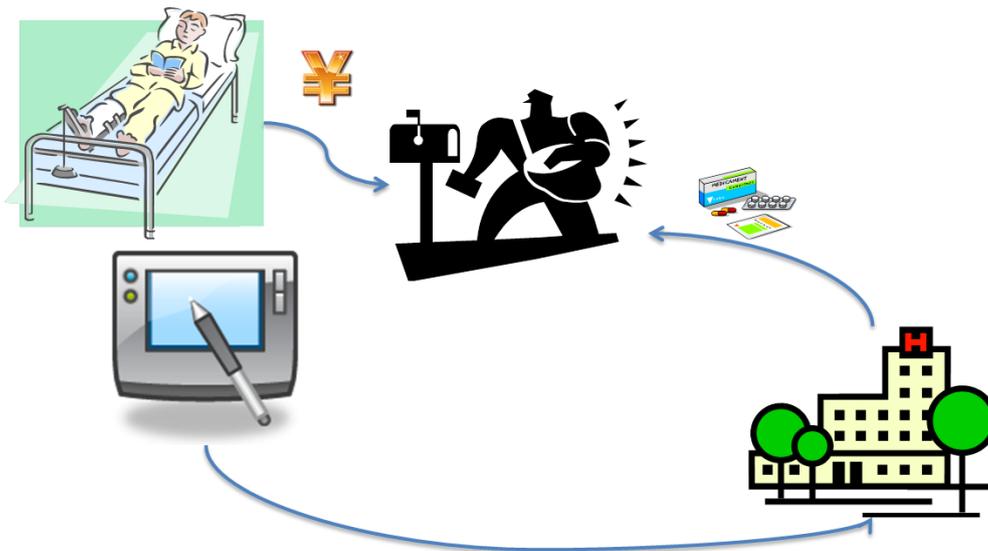


Figure 27 4K映像システム活用法イメージ

まず、機材として望ましいのはタブレット PC である。タブレット PC とは(Tablet PC) は、平板状の外形を備えタッチパネル式などの表示、入力部を持った携帯可能なパーソナルコンピュータである。カメラとディスプレイが一緒になっている形状は従来のお年寄り向けテレビ電話と一緒にありより使いやすいと考えられる。また OS を搭載しているため将来的にはあるが本研究で使用した 4K 映像システムを組み込むことも十分可能であると推測できる。また、総務省 [20]が 2012 年 5 月 30 日に発表した通信利用動向調査によれば、2011 年末時点での世帯単位のタブレット型端末の普及率は 8.5% となっている。2011 年以降も各社から新しい端末が発売されており、今後も普及していくものと考えられる。このタブレット PC により担当の医師の診察を受け、薬を自宅に郵送で配達してもらい、料金を郵便局経由で病院へ支払うといった方法が考えられる。これにより通院回数を減らすため負担が軽減できると考えられる。また、早期発見・早期治療による医療費の抑制が期待できる他、人員不足を補うことも可能であると予測できる。

なお、参考としたのは福島県葛尾村で実際に行われていた「遠隔医療相談」および「在宅健康管理」の地域情報化事業 [21]である。この村には医師が在住していなかったため村外への通院しようとするると 1 日がかかりになるという問題があった。そこでテレビ電話を使用し通院負担の軽減による疾病管理の向上及び健康管理による疾病の予防を目的とした遠隔医療を導入した。この事業は 1999 年に開始されたものであるため皮膚科は対象となっていないものの、実際に内科などの慢性疾患の再診を中心とした遠隔医療の成功事例となっている。残念ながら 2010 年時点でシステム自体の老朽化が問題視され

2011 年の東北大震災の被害により村民が避難しているため一部のシステムが停止したままとっている。

8 謝辞

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。

この研究を修士論文として形にすることが出来たのは、担当して頂いた慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科当麻哲哉准教授、SDM 研究所顧問日比谷孟先生、敏米田巖根助教授の終始懇切なご指導のお陰です。

また、副査の西村秀和教授、ヒジノ ケン・ビクター・レオナード 准教授から熱心なご指導を頂きました。心より感謝致します。

本研究において医学的な知見をくださった杉並区医師会の稲葉義方氏、調査に協力してくださった慶應義塾大学医学部所属の医師、慶應義塾大学病院の医療従事者の方達に厚くお礼申し上げます。

実験にあたりましては、アストロデザイン株式会社、イーラムダネット株式会社、株式会社メタ・コーポレーション・ジャパン、株式会社計測技術研究所から機材や情報の御提供、ならびに種々の御助言を賜りました。ここに深甚なる謝意を表します。

また、実験の際に擬似患者を快く引き受けてくださった方々に感謝いたします。

実験協力者としてあるいは研究協力者として多大な時間を割き、多くの指摘を下さいました当麻研究室の同期のメンバー、藤田智行君、生熊頭君、井本慎也君、福智直美さん、堀田佳江さん、安田照君、田口康弘さんへ厚くお礼申し上げます。

日々の論文執筆を支えあった久保田曜丞君、石山友基君、陸瀬君、佐久間悠君、万焜君そして様々な知見をくださった慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメントの先輩方、同学年の方々、後輩、そして協力していただいた全ての皆様へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

9 文献目録

- [1] 日本皮膚科学術学会, “本邦における皮膚科受診患者の多施設横断四季別全国調査,” 日皮会誌, 119.
- [2] 藤広満智子, “高齢者の皮膚疾患,” 2008. : http://tokozure-kamogawa.jp/doc/080126koen_siryu118p.pdf.
- [3] 鈴木定他, スキントラブルよくある 25 症例の対処法, 日総研出版, 2009.
- [4] D. Peter, 褥瘡の原理, ライフサイエンス, 1998.
- [5] 内閣府, 平成 21 年度 高齢者の日常生活における意識調査, 2009.
- [6] 厚生労働省, “認知症を理解する,” <http://www.mhlw.go.jp/seisaku/19.html>.
- [7] 内閣府, “高齢者の日常生活に関する意識調査 結果[要約], 2010. <http://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/h21/sougou/gaiyo/pdf/kekka.pdf>.
- [8] 統計局・政策統括官・統計研究所, “高齢者の人口,” 2011. <http://www.stat.go.jp/data/topics/topi541.htm>.
- [9] 日経メディカルオンライン, “持続可能な遠隔医療への取り組み,” <http://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/all/special/it/report/201002/514293.html>.
- [10] 株式会社NTT データ経営研究所, “遠隔医療の類型と取組例 (追加調査),” 2008. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/04/dl/s0425-13c.pdf>.
- [11] 産経新聞, “産経ニュース west,” 2012 http://sankei.jp.msn.com/west/west_life/news/121001/wlf12100109010002-n2.htm
.
- [12] 厚生労働省, “情報通信機器を用いた診療 (いわゆる「遠隔診療」) について,” 2011. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000025aq3-att/2r98520000025aze.pdf>.
- [13] 総務省情報通信政策局, “消費者の ICT ネットワーク利用状況調査,” 2006. http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/other013_200603_hokoku.pdf.
- [14] 厚生労働省, “福祉・介護人材確保対策について,” <http://www.mhlw.go.jp/seisaku/09.html>. [アクセス日: 1 2013].

- [15] 河北新報社, “新設の正当性／医師の偏在、大学数と相関,”
<http://blog.kahoku.co.jp/saisei/2012/04/post-44.html>.
- [16] 医師法 昭和 23 年法律第 201 号.
- [17] 厚生労働省, “診療報酬精度について,” 2012.
http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/hoken/iryuu/hoken15/index.html.
- [18] 総務省情報流通行政局 地域通信振興課, “遠隔医療モデル参考書,” 2011.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000127781.pdf.
- [19] 畑田豊彦, “高臨場感を生み出す視覚特性,” 情報メディア学会技術報告, 1998.
- [20] 総務省, “情報通信統計データベース, 2011.”
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>.
- [21] 福島県葛尾村役場, “福島県葛尾村公式サイト,”
<http://www.katsurao.org/forms/top/top.aspx>. [アクセス日: 1 2013].

10 付録

専門的な用語、規格、機材のうち代表的なものについて本研究では以下の意味で用いた。

① 診察

医師以外が行うことはできない。病気の有無や病状などを判断するために、患者のからだを調べたり質問したりすること。

② 診断

医師以外が行うことはできない。患者を診察して、健康状態、病気の種類や病状などを判断すること。

③ 診療

医療従事者が診察や治療などを行うことである。

④ 往診

医療機関ではなく自宅や施設などを訪れて行う診察や治療

⑤ 医療

人間の健康の維持、回復、促進などを目的とした諸活動について用いられる広範な意味