

第3部

特集3 遠隔在宅医療を実現するインターネット社会

佐藤 雅明

第1章 はじめに

我が国において、高齢化の進展や医師の遍在などはすでに顕在化している課題である。医療費の増大を背景に、内閣は政府目標として現在全国にある135万ある病床を、2025年までに最大で20万削減する方針を決定している。既存の在宅医療患者と加え、約50万人が在宅医療サービスを受ける想定となる [32, 33]。医療サービスの質を維持・向上していくには、訪問に掛かる時間や費用の削減が期待される遠隔医療、すなわち医師が患者を遠隔からオンラインで診療するための基盤整備が重要である。

こうした遠隔医療、特に遠隔在宅医療を支える基盤として、デジタルデータの流通基盤であり、人工知能(AI)やIoT (Internet of Things)など新たなイノベーションを生み出す環境でもあるインターネットが前提となった現在の社会について述べ、今後の遠隔在宅医療を実現するための機器や課題について議論する。

第2章 インターネット社会

現在、我々の社会にはデジタルデータの流通によって、これまでと比べものにならない速度で進化を続けるテクノロジーによる変革が起こっている。インターネットのアプリケーションが発展し続ける背景には、新しいサービスが開発され、広く受け入れられ続ける開発基盤がある。開かれた基盤としての特徴を地球規模で維持し続けたことで、デジタルデータがさまざまな境界を超えた流通・処理が実現し、新しいイノベーションを生み出すまでに成長した。加えて、無線LANやモバイル通信網の発展、

バッテリー技術の進歩などによって仮想空間と現実空間の融合が進んだことで、実社会の課題をインターネット上のサービスで解決することが可能となった。組み込みコンピュータ、つまり実空間のモノがインターネットに繋がり意味のあるデータを共有する。その上で、巨大なデータをインターネット上で分散処理していく。これがIoTとそれが生み出すビッグデータ概念である。膨大なデータの利活用のため、インターネット上には新しい知的なデータ処理が生まれてきた。ディープラーニングなどの新しい技術としてのAIは、これまで以上に人々の社会生活に大規模で、非連続的な変革を与える。

医療の分野でいえば、病院内のネットワークが進化・高度化されることで、部署や診療科を超えた情報の共有や知の集約、あるいはデータの蓄積・分析による医師の支援システムが実現される。手術室などにおいても、高速なネットワークとデータ処理によって、医師が必要とする情報が必要な時に瞬時に提供される環境が期待できる。また、在宅環境においても、様々なIoT機器やウェアラブル機器、さらにはスマートホームを構成するセンサ機器が、人々の健康を支えるシステムとなる。こうしたシステムを支えるネットワークは、既存の既設インフラに加えて5Gに代表される次世代のモバイル通信網により、地域や住環境による格差の影響が縮小していく。

IoTやAIの利活用の急速な普及に伴い、流通するデジタルデータも急増していくと予想されている。全世界のデジタルデータの流通量は、2016年から2025年で約10倍に、我が国におけるインターネットのトラフィック量は2015年から2030年の15年間で約370倍になると推計されている[34]。一方、2017年に観測されたサイバー攻撃は約1,500億パケットで、2年前に比べて2.8倍の増加となっている。IoT機器をターゲットとした攻撃に限っ

ては5.7倍であり、これはサイバー攻撃全体の54%を占める。今後の産業や社会サービスの健全な発展には、これを支えるネットワークインフラを維持すると共に、増加するサイバー攻撃の脅威を正しく分析し、適切に対処することが重要である。

第3章 遠隔在宅医療を実現する基盤と技術

インターネットを前提とした新しい情報社会における情報通信機器の進化と普及によって、遠隔医療の発展も新しい展開をみせている。総務省がとりまとめた「遠隔医療モデル参考書」[35]では、遠隔医療は日本遠隔医療学会の定義を踏まえ、「ICT（情報通信技術）を利活用した健康増進・医療・介護に関する行為」と定義し、医師間のモデル(DtoD)のみでなく、医師と患者の間のモデル(DtoP)、例えばテレビ電話を通じた医師による在宅患者支援や、遠隔地の患者に対し直接医師が映像やバイタルデータを通じて診療や健康維持・向上のための助言をおこなうモデル、医師と患者の間を医師以外の医療従事者が仲介するモデル(DtoN)が挙げられている。

遠隔在宅医療分野は、1)患者は医療機関ではなく自身の住環境等の遠隔地におり、2)患者の住環境等に設置された機器にネットワークを介してアクセスすることで医療サービスを提供するケースである。厚生労働省の分類[36]においては、遠隔相談(テレコンサルテーション)と在宅医療(テレケア)が該当する。遠隔在宅医療システムを導入することで、医師や患者双方の負担を軽減した上で、受診機会を増やすと共に、多くの患者へ医療サービスを提供することができる。また、医師と患者が対面型のコミュニケーションを取ることで、医師は従来の医療機関内の対面診療に近い形で患者の病状を把握でき、患者の安心感も醸成することができる。さらに、システムによって患者側の生体情報が適切に記録される場合は、例えば血圧や脈拍といった従来では対面時にのみ得られたデータが、日常生活における連続的なデータとして確認することが可能となり、より正確な病状の把握や診療に役立つことが期待される。

遠隔在宅医療では、患者の状態を把握するためのカメラ

やセンサといった機器の品質やネットワーク環境の信頼性によって実現できる医療サービスが異なる。機器や環境の高度化が実現すると、遠隔在宅医療の適用可能な範囲が広がる。例えば、次世代の放送技術として開発された8K技術は、現行のハイビジョンの16倍に当たる3,300万画素の超高精細映像を実現する。こうした高精細映像を遠隔医療の現場で用いることで、患者の表情はもちろん、皮膚や眼球、口腔内の様子や質感などを捉えて再現し得る。また、高精度映像は、ズームをしても高い画質を維持できるため、ケースによっては対面での診察よりも細部の状態を把握できる可能性がある。

筆者らは、“Hospital in the home”というコンセプトの元、実在の病院を中核とした通信機能を有するテレビを活用した遠隔在宅医療システムの実証フィールドを構築した[37]。実証においては、慢性疾患を対象として、在宅において対面診療と同等の診療を実施するために必要な情報技術等に関する検証や、将来的な適用領域や有用な機器などについての検討をおこなった。構築した遠隔在宅医療のシステムの構成を図1に、実際の遠隔在宅医療の様子を図2に示す。

将来的な適用領域や有用な機器などに関しては、4K・8K等の高精細映像装置、および広帯域・低遅延ネットワーク

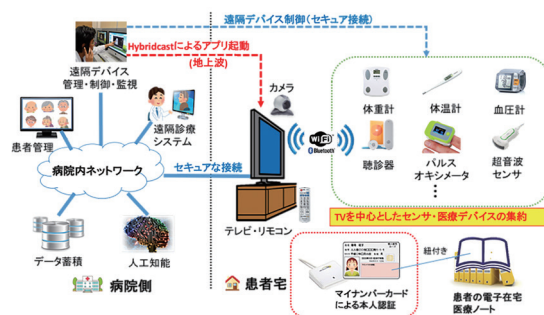


図1 構築した遠隔在宅医療のシステム構成

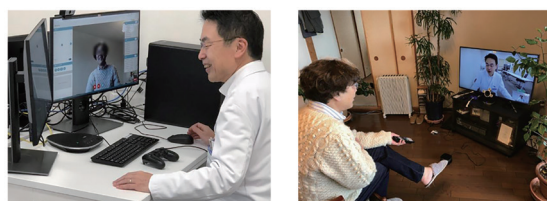


図2 実際の遠隔在宅医療の様子(左:医師側、右:患者側)

環境が一般に普及した場合を想定し、画質やネットワーク品質が遠隔在宅医療に与える影響や、遠隔在宅医療の範囲や可能性に関する検討をおこなった。実証における解像度の比較の例を図3に示す。同一画角で画像を比較すると、2Kでは拡大した際に画像が不鮮明であるが、4K・8Kでは質感を確認できることが分かった。特に、8Kでは唇や皮膚の状態がより鮮明に把握することが可能であり、患者の栄養状態の把握や皮疹の特定に大きく役立つ



図3 静止画の解像度の比較

つと考えられる。

実証を通し、現在のオンライン診療が想定している慢性疾患の安定期の経過観察には、既存の普及機器(2K画質)とネットワークインフラでも可能であるとの意見を得た。さらに、4K画質以上を用いれば、動画でも鮮明に肌や血管の状態を観察することができた。また、患者を広角で捉えて静止画もしくは動画で記録し、必要な部分を後からズームして表示・再生することで、スムーズな診療が可能であった。皮膚科・眼科などの視覚情報が重要である症例や領域において、患部のズームによる確認や、他の画像との詳細な比較検証は従来の診療では実現が難しい機能であり、有効性が高いという所見を得た。画像・動画が蓄積されることで、ヒストリカルなデータ分析や機械学習などの連携も期待できる。

実証では、カメラの光軸に併せてLED照明を照射できる機器を取り付けており、口蓋部や喉粘膜の状態の確認が可能であった。こうした機能を組み合わせることで、風邪症状などの急性疾患に際して重篤度の判定(トリアージ)や抗生物質投与の判断の手がかりを得られるとの評価を得た。

一方、従来の一般的な外来や訪問医療の置き換えとして

の遠隔在宅医療では気にならない光源やカラーバランスなどの差異が、高精細映像を用いた診察では問題になる可能性が指摘された。撮影時の状況や環境などをメタ情報として保存したり、画像処理でコンディションを平準化するなどの処理も検討すべきとの知見が得られた。

静止画や動画がデジタルデータとして記録されることに対しては、プライバシーの観点から課題も多い。遠隔在宅医療の導入に際しては、データを取り扱う基準や患者への説明や同意の取り方などについては、これまでの対面診療以上に配慮が必要である。

第4章 おわりに

遠隔在宅医療は、医師・患者双方の負担を低減するだけでなく、従来では不可能であった医療サービスを実現する可能性がある。インターネットは、人と社会が直面するあらゆる課題の解決や理想の追求を急速に加速させるプラットフォームであり、この分野においてインターネット技術が果たすべき役割は大きい。

遠隔在宅医療では、患者の状態を把握するカメラやセンサなどの機器の高性能化や環境の高度化が実現すると、対象とする領域が増加する。一方、医師や患者の使い易さと共に、相互運用性の確保、情報の管理やアクセスコントロールなどについてのセキュリティ対策は、本分野が今後も継続して健全に発展していくために極めて重要である。

医師と患者のインターネットを介したコミュニケーションが前提であれば、技術的には現状の環境でも一定レベルの遠隔在宅医療は実現可能である。一方、既存の機器によるコミュニケーションを主体とした医療サービスは、診断できる病状の領域には限りがある。例えば、患者の生体情報の把握を可能とするIoT機器と組み合わせることで、より多くの患者や領域に遠隔在宅医療を展開できる。遠隔在宅医療では、技術的・制度的な課題だけでなく、患者を含めた社会全体の受容性についても配慮すべきである。患者、およびその家族、ひいては医療従事者が安全に、かつ安心して遠隔在宅医療をおこなうために

は、新しい技術や機器を実際の現場で検証できるフィールド環境が必要である。このようなフィールドにおいて、得られた意見や課題を医師と技術者が一体となって整理し、適切な課題解決を模索することが、より良い遠隔在宅医療を実現させる。