

5G と医療応用

理事 宮代 文夫

1. はじめに

コロナ禍で経済活動は停滞気味であるが、こと 5G に関してはスマホ応用を始め、なかなか活発である。そこで”医療応用”に的を絞って現状を眺めてみたい。

2. 5G と医療応用

2.1 5G のどんな特徴が生かせるか？

5G は周知のように「第 5 世代移動通信システム規格」のことで、世の中の移動通信量の増大に応えるため、ほぼ 10 年毎に更新される規格である。2020 年から適用され始めたばかりというのに、10 年後の 2030 年の増大量予測は今の延長上にある「”6G”の微変革」では到底太刀打ちできそうもなく、今から電気伝送のみでなく”光伝送”を取り入れた新方式を今のうちから検討しなくてはならないという状況にあり、これが”Beyond 5G”と呼ばれ、検討チームが昨年暮れに発足した。

それはさておき、5G の特長は何か？ それは

- ①超高速：最高速度 10Gbps（といわれてもピンとこないが、例えば 2MB のゲームソフトのダウンロードが 4G では 12 分かかっていたものが、5G では 2 分で済む。または、2 時間の映画を 3 秒でダウンロードできる）。
- ②超低遅延：1 ミリ秒程度。医療、特に遠隔診療・手術などではゼロ遅延が望ましいものの、この程度であれば、脈拍、血流などに関連した治療・手術でもそう差し支えはなさそうである。
- ③超多数同時接続：スマホ等の接続が 100 万台/km² 程度 OK とされている。医療には無関係。

となり、とりあえずは②の遅延量をちょっとだけ考慮すればよいと言える。

2.2 5G の特長が生かされる医療応用とは？

とりあえずは遅延量を少々顧慮すればよいと書いたが、実は 5G ではもう一つ医療にとって好ましい特徴が一つある。それは 4.6GHz 帯と並んで 5G で新たに許可された 28GHz 帯が使えることである。これは準ミリ波帯とも呼ばれ、通信技術的には「直進のみで回り込み電波が使えない」という欠点？ もあるが、逆に比較的「短距離を直進する電波を容易に追尾できる」という利点を用いて、移動車両を活用した遠隔治療システムを組みやすいという利点もある。

2.3 ローカル 5G と医療応用

もう一つ、「ローカル 5G の応用」が使いやすい。これは狭い領域（例えば屋内や自分の敷地内に 5G システムを組み込んで使う場合に限られる）に許可されるシステムで、NTT 等大手通信業者の回線を使わず、“自由に、安いコストで小ぶりの 5G 利用空間を構築できる”画期的なシステムである。例えば、・観客が自由に選手の映像を見ることができる e スタジアム、・CATV による 4K,8K 動画の配信、・工場のスマートファクトリー化、・地方自治体による河川等の監視、・農家による自動農場管理、・ゼネコンによる遠い土木作業現場の建機の遠隔制御、・・・等々いろいろなアイデアが考えられる。特徴や条件は次の通り。

- ①事業主が免許をとらなくてはならない。ただし大手通信業者は事業者にはなれず支援するのみ
- ②比較的狭い領域に限られ、基地局設置は自らの費用で行うが、電波使用料等は極めて安い
- ③全国に数千もの拠点が設置可能で、多種多様な応用が考えられる
遠隔診療や遠隔治療などには積極的に活用したいシステムといえる。

3. 5G とオンライン診療

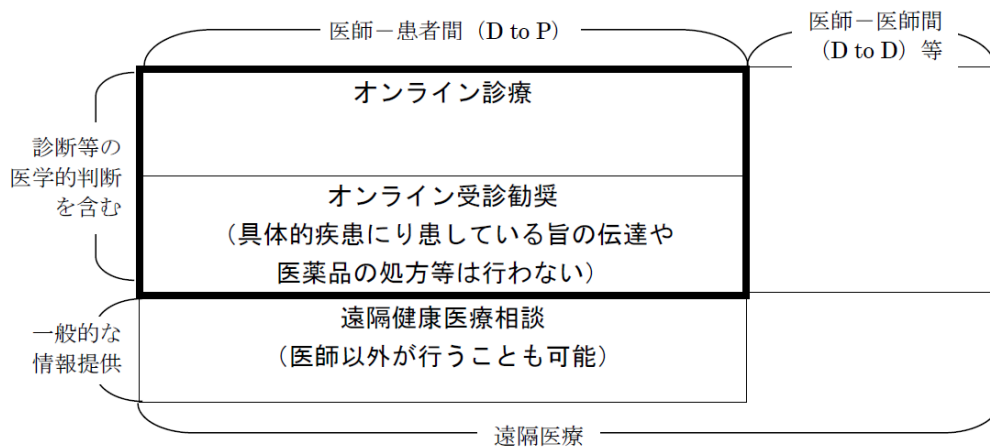
3.1 オンライン診療に関する指針

2018 年に厚労省は「オンライン診療の実施に関する指針」を出した。日本では特に近年、医師の勤務環境や医師の偏在（都会に集中している）などの問題について議論されてきたが、「情報通信機器」を用いての診療はこれを解消する一手段としてクローズアップされてきている。オンライン診療の定義としては「遠隔医療のうち、医師一患者間において、情報通信機器を通して、患者の診察および診断を行い、診断結果の伝達や処方等の医療行為を、リアルタイムに行う行為」としている。

そして患者からの症状の訴えや、問診などの心身の状態の情報収集に基づき、疑われる疾患等を判断して、疾患名を列挙し受診すべき適切な診療科を選択するなど、患者個人の心身の状態に応じた必要最低限の医学的判断を伴う受診勧奨。一般用医薬品を用いた自宅療養を含む経過観察や非受診の推奨も可能である。しかし具体的な疾患名を挙げて、これに患している旨や医学的判断に基づく疾患の治療方針を伝達すること、一般用医薬品の具体的な使用を指示すること、処方等を行うことなどはオンライン診療に分類されるため、これらの行為はオンライン受信勧奨により行ってはならない。なお、社会通念上明らかに医療機関を受診するほどではない症状の者に対して経過観察や非受診の指示を行うような場合や、患者の個別的な状態に応じた医学的判断を伴わない一

ちょっと長くなったが、**オンライン受診勧奨、オンライン診療、遠隔健康医療相談**（医師以外の人でも診断ではなく助言ならば可能）、は厳密に区分されているので注意が肝要である。

以上の内容を図 1 に示した。



※太字枠内が本指針の対象

図 1 オンライン診療の概念(厚労省資料による)

3.2 中核病院によるへき地診療所支援

都会や県庁所在地には比較的規模が大きく、専門性も高く、経験豊富な医師や新鋭の設備もそろっているいわゆる中核病院が存在する。一方、へき地や離島はもちろん、中核病院からさほど離れていない地方でも、小規模で設備も揃っておらず、専門性の高い診断・治療ができない病院・診療所しかない地域に住む住人にとっては、中核病院からの医療支援はきわめて重要である。

各地で種々の試みがなされているが、ここでは総務省「地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」の請負事業として 2020 年度（2021 年 1 月～2 月）に行われた愛知県・新城市民病院の例を紹介する。これは NTT グループ、理研、名大、ニプロ、ソシオネクストなどがコンソーシアムを結成し、名古屋市拠点及び基地局車（中核病院に見立てて）と新城市民病院（受益者側）との間で、5G を用いた遠隔診療・リハビリ指導の実証実験を行ったものである。

実証実験では、5G や 4K カメラを使用し、実証地域の診療所や集会所と中核病院の医師を繋ぐことにより、超音波画像検査（腹部エコー）などの遠隔診療や遠隔リハビリ指導を行った。その結果、5G と 4K 映像を使用することによって、腹部エコーやリハビリの映像において良好な解像度が得られ、映像伝送やデータ転送の遅延時間も許容範囲内であり、問題なく遠隔診療やリハビリ指導が可能となることを確認した。

図 2 に中核病院に見立てた基地局車(a)と新城市民病院のモニター(b)を示した。



図 2(a) 5G 対応移動基地局車



図 2(b) 新城市民病院でのモニター

新城（しんしろ）市では、人口減少・過疎化・少子高齢化が進み、山間部等のへき地における通院困難患者の増加や医療資源の負担増加など、深刻な地域課題を抱えている。例えば、独居世帯や老老介護世帯の増加により診療・リハビリ指導において機能低下の発見が遅れ、その結果、ADL（Activities of Daily Living：日常生活動作）が低下することで入院でのリハビリ介入が必要となるケースが増えている。また、地域交通インフラの不足により、診療・リハビリ指導を必要とする住民の通院が困難となっている。理学療法士は全国的に偏在しており、訪問リハビリテーションの需要は全国的に増加している。これらの問題点を解決するためには、①高齢者の健康異常を早期に「検知」できること、②物理的距離にかかわらず医療を提供できること、③遠隔で健康指導・リハビリ指導を行うため「高解像度な映像・データ」を送送できることが不可欠であり、高速・大容量かつ高信頼性・低遅延の通信環境が望まれる。この実証実験では、5G を活用した映像伝送・遠隔診療支援のプラットフォームおよび予防医療のためのスクリーニングシステムを構築し、上記のような地域課題の抜本的な解決に取り組んだ。

この他、専門医による遠隔治療・リハビリ指導・服薬支援なども同様に可能である。

3.3 SCOT を用いた遠隔高度治療と手術

手術室の現場は多種多様な医療機器・設備から発生する膨大な情報を医師やスタッフが、限られた時間内に判断および情報交換しつつ手術を行っている。そこで、治療効果向上とリスク低減を両立するため、治療空間自体が一体のシステムとなるスマート治療室「SCOT」を AMED（国立研究開発法人日本医療研究開発機構）支援のもと東京女子医大等 5 大学、11 企業の連携による開発に取り組み、これまでに機器をパッケージ化した基本版（広島大）、開発したミドルウェア（OPeLiNK）によりネットワーク化した標準版（信州大）、2018 年度には高機能版（東京女子医科大学）が導入された。この OPeLiNK を使用することにより、各機器の出力データをミドルウェアで「標準化」し、常に同じフォーマットのデータをデバイス非依存で提供することができるようになった。図 3 にセンサーが中心となって開発したミドルウェア OPeLiNK システムを、また、信州大に設けられた標準版 SCOT を図 4 に示した。

医療福祉技術の動向

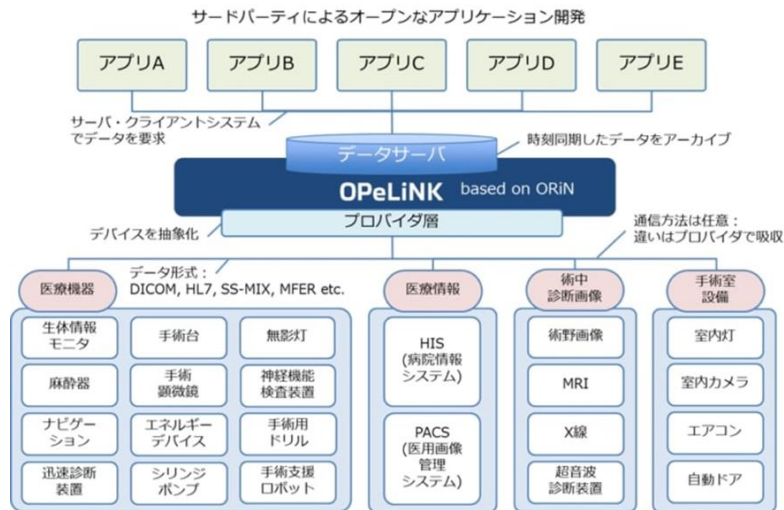


図 3 OPeLiNK システム



図 4 信州大に設置された「標準版 SCOT」

3.4 次世代移動診療車による5G応用・遠隔妊健診の実証実験-NTT関東ドコモとNTT関東病院

総合診療・各種健診へ対応する医療機器を搭載し、超高速、低遅延で通信可能な5Gを介してネットワーク接続された次世代移動診療車が職場や各種施設、無医地区、災害現場などに赴き、総合病院との間で高精細の診断映像とTV会議映像を同時に用いた遠隔診療を行うことができれば、より広いエリアでタイムリーに高度な医療を提供できる。

図5にはモバイルSCOTを搭載した「5G移動局+移動治療室」としてのトレーラを左上に示した。左下にその”モバイル・スマート治療室”が示されている。もちろんOPeLiNKも搭載しているので、ここで応急治療・手術ができるようになっている。さらに5Gシステムを介して、「モバイル戦略デスク」にいる熟達の医師から「オンライン助言」が可能になっている。この医師は今は鉄道で移動中という想定だが、”5G高精細タブレットと高性能ポータブルPCのセット”を持ち歩いており、「どこでも戦略デスク」という状態になっている。

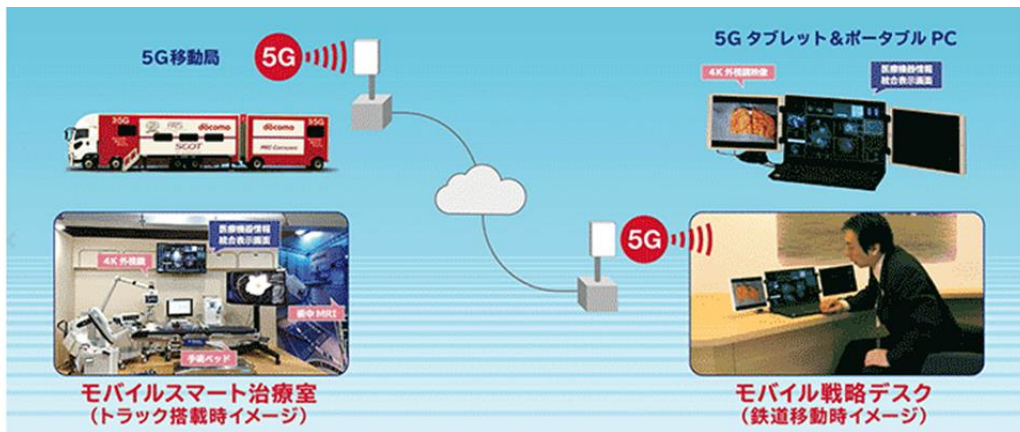


図 5 モバイル SCOT の活用イメージ

今回 NTT ドコモと NTT 東日本関東病院が参画した具体的利用シーンの一例として、移動診療車の総合診療科ドクター産婦人科ドクターが TV 会議を介してリアルタイムにコミュニケーションしながら移動診療車に搭載された各種医療機器を用いて遠隔妊婦健診することを想定した実証実験を行った。実験は模擬移動診療車スペースに 4D エコー 4K カメラ、乾式臨床化学分析装置、ベッドサイドモニタ等の医療機器を、総合病院の診療室に医用画像管理システム PACKS を配置し、さらに双方を接続する 4KTV 会議システムを設置した上で 5G 伝送によりリアルタイムで結んだ。

4. ローカル 5G 活用システム

2.3 の項で述べたように、今後個人、小事業主、地方自治体などが思い立てば、狭い地域での 5G 活用により様々なローカル 5G 活用システムを立ち上げることができる。大手、または専門メーカーもさまざまな応用を目指して、基本システムを準備し、公開している。ここでは新川崎に公開拠点を作り、28GHz 帯を用いたデモを体験することができる。想定は人が多く集まった場所を高精細カメラで撮影し、AI 処理など様々な手法を適用して各種データを得るもので図 6 に全体のシステム構成を示す。

ここで用いているシステムは、5G-NSA というもので、データ伝送に 5G、基地局と陸上移動局との接続制御に LTE の電波を利用している。周波数は 5G : 28.2~28.3GHz、LTE : 2575~2595MHz である。カバーエリアは富士通新川崎テクノロジースクエア敷地内 約 28,000 平方メートルである。この周波数帯は 28GHz という準ミリ波帯を用いているため、電波到達範囲は狭い（といっても上記の陸上競技場クラスの範囲では十分使える）が、アンテナ等は容易に持ち運べるサイズで収まっている。このシステムからだけでも、例えば工場内で多くの従業員が働いている様子をカメラで撮影し、内蔵するセンサや AI システムでいろいろなデータ（健康状況、疲労程度、空気中の特定成分の分析、人の動きと生産性、部外者の侵入・・・）等の測定や判断などを得ることはできる。道具立てもそれほど

高価なシステムではない。

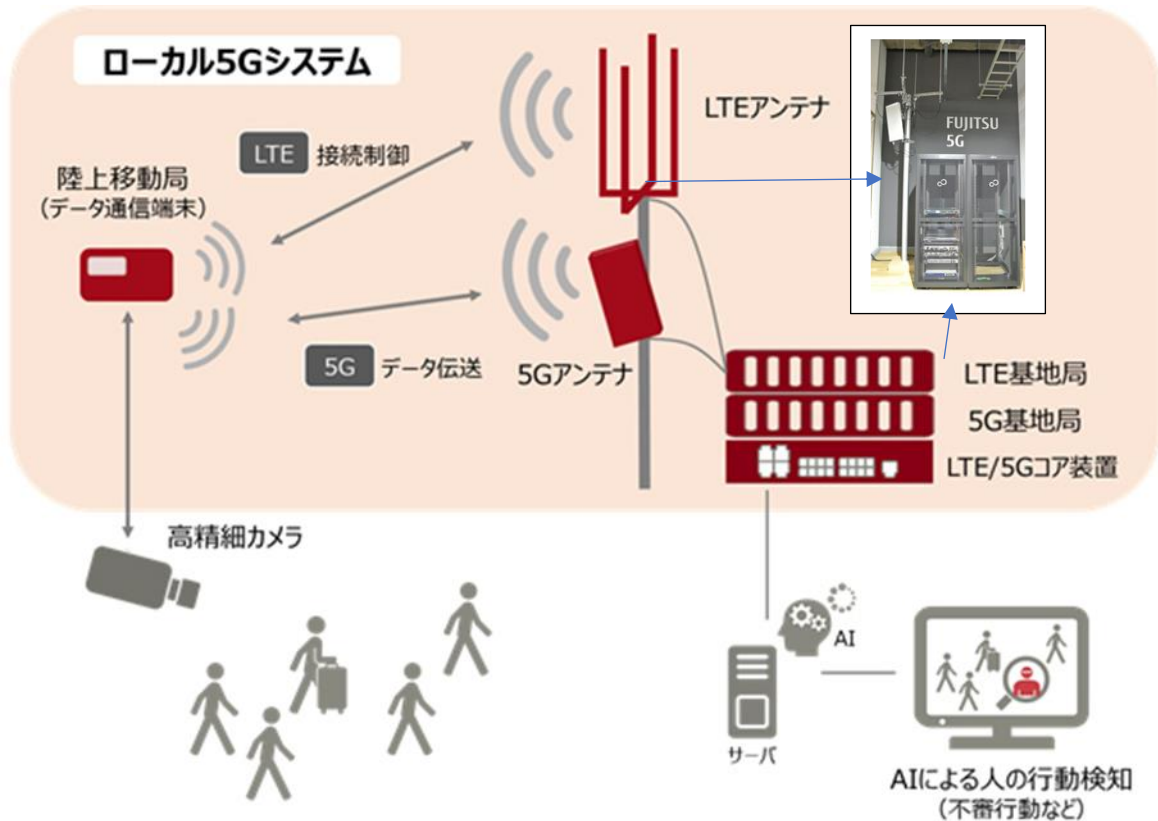


図 6 富士通新川崎のローカル5G システム

5. BOX 型「個人医療相談ステーション」の提案

これは本稿では付録のようなものだが、実は 昨年 12/5 に開かれた GCM 交流フォーラムの最終スライドで恐る恐る提案させていただいた<候補 3>BOX 型「個人医療相談ステーション」(右図はイメージ)についてちょっと触れておきたい。これは生身の人間であるわれわれは日々の暮らしの中で自分の身体や健康状態に不安を持つことはある。特に日常と違う気分、体の異変、軽いが気になる症状がでたとき、とても不安になる。すぐそばの配偶者、友人、知人に相談すればいいじゃないか、といわれそうだが、相談しにくい案件(場所や症状が微妙な部位、そんなことで悩んでいるのかと一笑に付されそうなこと、等)もあり、放っておいていいのか、すぐ病院へ行くべきなのか、大いに悩むことがあるのではないかと、「大丈夫だよ」といわれると余計心配になる。そんなに心配なら病院へいけばいいじゃないか、といわれそうだが、施設の整った大病院は紹介状がないと診てくれないし、いったんかかると今度はこれでもかと高額検査機器による検診が続くことになる。われわれの希



図 7 BOX 型「健ステ」

望は「今の症状のまま放っておいていいのか、それとも見てもらう必要があるのか?」という命題を解決してもらいたいだけなのである。さて、それでは「健ステ」にはどのような機能が必要なのだろうか? 私はズバリ 3 つの機能①名医による問診、②最小限の物理データの提供、③最適な医院の紹介、があればいいと思う。①は名医が関与して作成した問診ソフトでアンケートにどんどん答えていけば次第に絞られていくような形。②はそれを補うもので、物理データ（例えば脈拍、血圧、体温、眼圧、等および 4K カメラによる顔色や問題部位（皮膚など）の状況）の判定、所見等。化学データ（血液、尿等）は無理か。でも化学データも、指示により、薬局で売っている「キット」を使って自己データがとればある程度データ提示可能であろう。

ちなみにこのシステムは 2.3 で述べた「オンライン受診勸奨」に該当し、厚労省の指針には合致していると信じている。参考までに昨年 12 月のスライドを下記に示した。

GCMへの提案(たたき台)

<候補1> 東京直下大地震に備えた通信・医療体制

- ☞①震度8の耐震性を持つ指令病院、②津波対応のSCOT (スマート治療・手術)船を建造、③都民に無事確認用 5G 対応端末を配り、大地震直後の対応を模擬体験により検証する。

<候補2> 東京都・離島包括遠隔医療体制

- ☞人が住んでいる島だけでも8つある。遠距離5G通信はじめいろいろ難題はあるが、tryする価値はある。

<候補3> 電話BOX型・個人医療相談所(5G対応)

- ☞人知れず病気への恐怖は誰にでもある。これを解消するためのBOX型ラボ(各種センサ、高精細カメラ、各種測定装置完備)を町内に一基ずつ設置し、悩みを打ち明け、「病院へ行くべきかどうか」の指針を得る。匿名で専門医とつながるよう配慮。

6. おわりに

2020 年に 5G が始まったばかりなのに、もう Beyond 5G とか、6G へのアプローチが盛んである。これはいかにも早すぎる感もあるが、実は移動通信情報量は 6G 開始の 2030 年を待たずして”爆発的な増大”が確実に予測されており、6G になると”光伝送”を導入しないとどうにもならないことが判明している。これに向けて”IOWN 構想”なる提案が NTT を中心とする日本から国際提案され、話題となっている。このことについては別の機会に譲りたい。