

パンデミック環境で医療側が求める情報通信技術、非対面診療の課題と効用

代表研究者	中 島 功	星槎大学横浜事務局中島研究室	役職	特任教授
共同研究者	辻 正 次	神戸国際大学	役職	学長・教授
共同研究者	黒 川 清	政策研究大学院大学	役職	名誉教授

1. 研究の目的

コロナウイルスの世界的な流行に伴い医学ニーズを踏まえ、携帯電話端末、インターネット上にさまざまなアプリが開発・運用されたが、必ずしも ICT がニーズに答えることができなかった。本研究では HER-SYS や疫学的数理予測、地理的な分布などへのリアルタイム性を欠いた情報提供の現実をユーザとして調査・分析し、さらに自己判断による抗ウイルス薬の服用支援などの確で効率の良い ICT 利用を提案し、さらに体育館や公民館など非医療機関での ICT を介した患者診察や直接対面診断を実施し、もって今後のパンデミックに ICT を役立てるノーハウを目指し、その実現のための調査研究を行った。

2. 調査内容

2.1 コロナウイルス感染症情報収集システム

新型コロナウイルスデータ収集システム（Health Center Real-time Information-sharing System on COVID-19、以下、HER-SYS と略）運用に関して調査し、救急医として気づいた点を報告する。

新型コロナウイルス感染症患者（疑似患者も含む）を診察した医師は、感染症法第 12 条に基づき、当局（厚生労働省、過去の例では地域の保健所）に報告する義務があり、この入力法的な根拠に裏付けられている。

日本の電子カルテシステム 外部接続の状況

日本の電子カルテシステムの直面する外部接続の状況（表 1）では、HER-SYS を直接接続して運用することはできない。この背景には、過去の無防備な電子カルテネットワークが、ランサムウェアの標的となった苦い経験があるからだ。これは徳島県の病院がランサムウェア「Lockbit 2.0」攻撃により、病院内の十数台のプリンタから英文の「犯行声明」が出力され、8 万 5 千人分の電子カルテや院内 LAN が使用不能になり、会計システムで診察費の請求もできなくなったため、一部の診療科を除き新規患者の受け入れを中止となった。復旧に 2 か月を要し、身代金を請求された経緯がある。これは表ざたになっている氷山の一角に過ぎない。

このようなリスクがあるため電子カルテは VPN として運用され、インターネットとは物理的に繋がっていない。つまり各医療機関にある電子カルテシステムの端末から自由にオンラインで患者データを外部に抜くことはできない。このためマイクロソフトウェア社の SaaS をベースとした HER-SYS の入力は、独立した端末からとなり、このため医療機関では、電子カルテの画面を見ながら、キーボードからの手打ちとならざるを得なかった。

表 1 日本の電子カルテシステムが直面する外部接続の状況

1. 複数の日本の医療機関は、ランサムウェアの標的となり、一部の病院では、サーバや端末がウイルスでロックされ、カルテが閲覧できないなど「長期間の混乱」が生じた。
2. そのため多くの医療機関の電子カルテは、外部のインターネットには接続しない、イントラネット上で構築されている。
3. 患者データを出力する場合は、紙に印刷する、CD-ROM に焼く、公衆回線で FAX するなど、インターネットを介さないメディアで情報を出力してきた。

ゼロクラスト ネットワークの提案

ランサムウェアなどの悪意のある攻撃を受け機能的な障害を避ける目的で、大手企業や銀行は、バーチャル プライベート ネットワーク（以下、VPN と略）として、広範にネットワーク展開が可能でしたが、一方、医療側では、全国に分散している医療機関に VPN を展開するには予算的な事情で二の足を踏んでいた。そこで、従来の VPN に代わるリモートアクセス方法としてインターネット上での安全なネットワークを目指して、いくつかのセキュリティチェックをおこなう方式、通称、ゼロトラストネットワークアクセスが提案されていた。具体的には外部から医療機関などのネットワークにアクセスするときに、毎回、端末の安全性を検査し、信用できる場合だけアクセスを認証します仕組みとなっているが、しかし、未だ、技術的には完全なものではない。HER-SYS は、日本国が目指した初の全国規模のゼロクラスト ネットワーク アクセスという位置づけだった。

既存システムである FAX との相関

HER-SYS の概念図（図 1）を示しました。これまで FAX を主体とした報告を、デジタル化し、各機関で共有することを目指したもので、あるいみ、地域の保健所を介さずに、中央集権を目指した形となっている。インターネット上のデジタルデータの共有システムは、FAX をベースとした紙資料のやや時間を要する伝送からデジタル共有によるリアルタイム性を目指したものと言える。ただし、ユーザ（入力医療機関）へのデータ公開に時間を要すれば、このリアルタイム性の意味が失われることもあり得る。

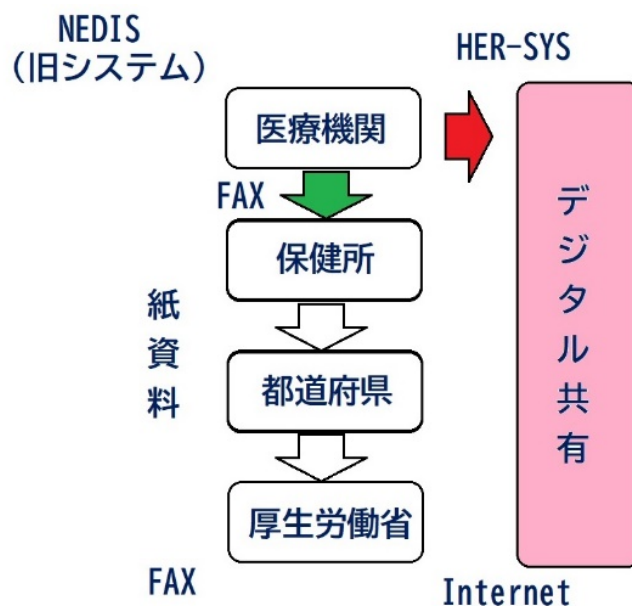


図 1 HER-SYS の概念図

HER-SYS の主な入力事項

120 項目の入力項目を大別すると 4 つに分けられます。3 項目目の ICU の入出室、人工呼吸器・ECOM の利用状況、死亡例などは、日数を要した状態であるため、即答は不可能です。

また、項目 4 は、医療側よりも保健所が記入すべき内容で、法的根拠である感染症法大 12 条の医師に課せられている事項よりは、遥かに広い項目となっております。それでも、これを電子的に提出した時点で、全項目において法的には医師への責務が発生します。

表 2 HER-SYS の入力項目

○ HER-SYSは、患者（疑似症患者を含む。）及び濃厚接触者に関する情報を把握・管理するためのシステム。
○ 医療機関や保健所等の複数の関係者が入力を行うことができ、業務に必要な範囲において、閲覧権限が与えられる。保健所は全ての情報の入力・閲覧が可能。

1. 基本情報	主に帰国者・接触者外来等又は保健所が入力	下線は入力必須項目
・氏名、生年月日、性別、住所／所在地、連絡先等 ・福祉部門との連携要否 ・高齢者等である同居家族の有無 ・担当保健所、関係保健所		
2. 検査・診断に関する情報	主に帰国者・接触者外来等が入力	
・発病日、症状（発熱、咳等） ・基礎疾患の有無等 ・検査記録（検体採取日、結果判明日、結果内容等） ・発生届の情報（※）		
3. 措置等の情報	主に入院医療機関、保健所、患者等本人（健康状態のみ）が入力	
・入退院日、初診日、胸部X線・胸部CTの所見、ICU・人工呼吸器・ECMO利用状況、死亡日 ・現在のステータス（濃厚接触者／入院中／入院中（重症）／宿泊療養中／自宅療養中 等） ・健康観察情報（日時、体温、咳・鼻水、息苦しさ、全身倦怠感等） ・緊急搬送先医療機関・かかりつけ医療機関等の名称等		
4. 積極的疫学調査関連情報	主に保健所が入力	
・行動歴 ・接触者情報 ・感染リンクの有無（※発生届項目） ・感染経路情報（※発生届項目）		※発生届における主な記載項目 ・患者の氏名等 ・診断分類（確定患者/疑似症等） ・症状（発熱、咳、肺炎像等） ・診断方法（検体採取日、結果等）、診断日、発病日 ・感染経路・感染地域 ・届出時点の入院の有無 等

厚生労働省 https://_www.mhlw.go.jp/content/10900000/000670376.pdf

システムダウン

回線設計を行う通信技術者を設計段階でチームに入れてなかったのか、コロナ患者が増加した 2022 年 7 月 26 日午前 10 月 30 分ごろから、一部でログインできない状態となった。これは想定を上回る感染者の急増でシステムがダウンしたと考えられる。オミクロン株で感染者が急増した 2022 年 6 月 30 日からは 7 項目と必要な入力項目を減らし続け、さらにオミクロン株の特性も踏まえ、2022 年 9 月 26 日から感染者の全数を把握せず、重症者などに絞る政策に切り替えた。この結果、120 項目のデータ、さらに軽症の感染者は、統計学的に厚生労働省の最終的なコロナウイルス感染に対して利用されないものとなった。

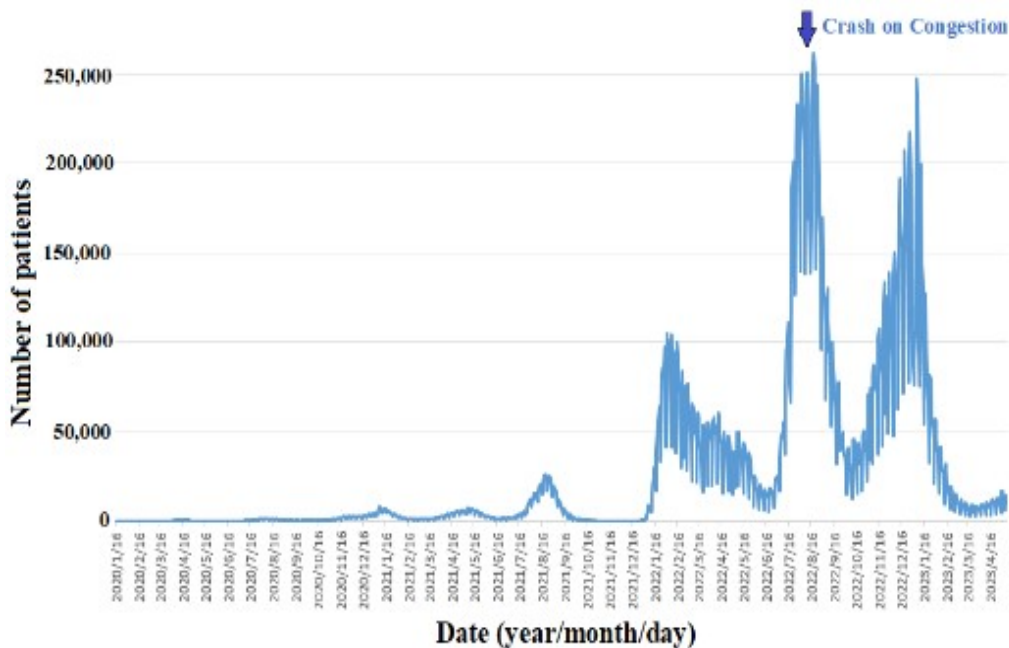


図2 HER-SYS 通信利用者の動き

システム修正 90 回以上

クラウド上に構築されたゼロトラスト管理システム 厚生労働省は、マイクロソフトのゼロトラスト クラウド上に構築されたもので、日本全国を管理しています。HER-SYS は、厚生労働省によって構築されたわが国初のゼロトラスト上の全国規模の公的なシステムです。新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の急速な蔓延のため、HER-SYS はできるだけ早く開発される必要がありました。初回リリースは僅か約 3 週間で実現されており、2023 年 4 月までにメーカー (FIXER) によるシステムアップデートが約 90 回以上実施されたと言います。これはバグを含むオペレーション アプリケーションの修正です。

医療用クラウドの課題

複数の日本の医療機関は、ランサムウェア (身代金ウイルス) の標的となり、一部の病院では、ネットワーク サーバーや端末がウイルスでロックされ、カルテが閲覧できないなど「長期間の混乱」が生じた。このため日本の医療機関は、外部のインターネットとは物理的に接続しないイントラネット環境で構築されている。患者データを出力する時は、1) 紙に印刷する 2) CD-ROM に焼く、3) pdf file を公衆回線を介して FAX する 4) モニタ端子である HDMI から OCR や画像取り込みで、文字や静止画を取り込み、外部の PC にインターネットで送る、などの手段で、情報を出力している。

もちろん、一般の医療機関でもゼロトラスト環境を整備すれば、インターネットに接続可能であるが、現状では普及していない。

日本の感染症を支えるシステムは、各地方政府が管理している保健所を中心に、FAX を使ってネットワークが構築されてきた。その理由は、上述のごとく、ランサムウェアを防ぐためイントラネットに参加している端末 (PC) から FAX 用のデータを pdf で出力できるからである。

一方、今回の HER-SYS は、クラウド ネットワークを管理するため、ゼロトラスト技術を使い、東京 (大阪、埼玉にもサーバーを配置) を中心都市、全国の医療機関や保健所を放射線上に 1 点のネットワークである。このネットワークの形状では、通信量が増えた場合、サーバがダウンする可能性があったのみならず、日本の医療機関の PC を直接接続することはできなかった。これは医療側の都合で、イントラネットをゼロトラストとはいっても、外部のネットワークに接続する合意はまったく得ていない。このため報告義務のある医師は、イントラネットからオンラインで、患者の個人データを抜くことができず、病院のネットワークとは物理的に接続されていない (off-line) PC を使って、キーボードを叩かなければならなかった。そのため当初、医師が慣れるまでは、1 件当たり、入力に 2 時間を要した。このようにネットワークの構造上の問題点を指摘する論文は極めて少ない。

検討

HER-SYS のトポロジー

物流 (患者検体) や指示・命令の流れトポロジーと通信側が整合せず。地域の保健所は、配下の医療機関が勝手にアップロードし誤りがある場合、修正に時間を要するという理由で、アップロードする前に紙に打ち出し、患者個人データを黒塗して、当該保健所に FAX させ、アップロードの許可を得るという手法を取っていた。HER-SYS は二度手間を要求した。

これまでの日本の感染症を支えた保健所との FAX システムは、保健所を中心にスター状のネットワークで構築され、このネットワークは、患者の検体を保健所に送るなど物の流れともマッチしていたが、一方、今回の HER-SYS は、中央集権でありネットワーク トポロジーが実社会と整合していない。

既存の FAX

既存の FAX はそれほど無力だったのだろうか? 日本の感染症法第 12 条は、医師に対し、新型コロナウイルス感染症のすべての症例を厚生労働省に報告することを義務付けています。それを受け厚生労働省へ情報が集約されます。厚生労働省は、集計されたデータを分析し、各都道府県の長に逆に結果を送り返すことを目的としました。これまで医療機関は手書きの書類に印鑑を押してから保健所に FAX 送信していたが、汎用のパソコンを使ってデータをクラウド上にファイルとして収集するシステムに変更したのが今回のトライアルです。ハッキング防止のため Web アドレスは公開せず、ID も医師個人ではなく医療機関にのみ発行する

など、セキュリティを考慮していました。しかし、実際、これまでは在宅医療を希望する患者や入院を希望しない患者が、居住地域の保健所にファクスで情報を送信するケースが珍しくなかった。そのため医療機関側としては、売上の少ない患者さんに時間をかけたくないという業務上の理由から、簡単に書ける FAX1 枚で報告を簡略化したいという社会的な事情がありました。さらに感染者の唾液やウイルスを含む検体は、地域のネットワーク、つまり医療機関から各保健所のネットワークで成り立っており、これは FAX ネットワークに重なっておりました。今回は、医療側の反対を押し切り、FAX を全面的に止めさせて、一気にクラウドに移行したもののなのです。

端末の手打ち

送信項目は 120 項目もあり、イントラネットとして作動している病院の電子カルテシステム接続の端末は、外部との通信が禁止されており、HER-SYS 端末は、指定された TTY 方式の入力となりました。そのため電子カルテのデータをわざわざ手打ちするので、1 報告当たり、当初は 2-3 時間を要しました。電子カルテシステムからの出力は、pdf を印刷した紙を保健所に FAX するのが、短時間でできる手段だったのですが、今回は、FAX という理由で、全国的に利用は表立ってできませんでした。もちろん、裏では FAX を保健所に送り、保健所側が手入力を代行していたのです

入力機能不足

HER-SYS は、顧客を対象とした一般的な物販のコールセンターの入力機能が不可欠。郵便番号から住所が表示され、また COCOA に対して HER-SYS の感染者番号を発行するツールは整備されたが、

- 1) OCR 機能、
- 2) オペレーターの音声文字変換機能
- 3) 患者の個人電子カルテからのテキストデータ抽出機能

1) ~ 3) が欠落していた。これらの機能を HER-SYS の端末に持たせられれば、入力時間の短縮が図れたものと推測する。

臨床側から見た不可解な許せない項目

HER-SYS のデータ発生源である医療機関や保健所では入力に多くの時間を要し、遅延を生じていた。初期調査であるはずなのに ECMO を使ったか？ 死亡したか？と治療末期の項目が含まれており即答できない。

結果 データ結果が判明するのに 1~2 週間を要し、デジタルの強みであるリアルタイム性がまったく失われていた。

さらに「疑似症患者や陰性患者についてまで入力することの事務の繁雑さ」が医療側からつぶさに指摘されていた。例えば、1 回目検査で陰性、2 回目陽性となるケースは、どう対応するのか？ 最後まで厚生の対処が不明であった。

まとめ

HER-SYS に関して本稿で記述した内容を表 3 にまとめた。

表 3 HER-SYS の課題のまとめ

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. HER-SYS は、無駄な質問事項が多く、現場での入力作業は臨床活動に影響を与えた。120 項目はいらない。2. 集計にも時間を要し、デジタルとしての即時性を欠き、さらにデータの精度も不明である。3. 輻輳でシステムダウンすることは、初期の段階で通信技術者をいれていないのではなからおう。4. FAX ならば電子カルテシステム上でデータを読み取り、印刷物、あるいは pdf で出力できるので、医療側の手入力の負担は大きく軽減できた。5. 最初から保健所を巻き込んで、FAX で収集した方が結果として良かった。6. 患者検体の流れに合わせ、地域保健所を中心とした情報ネットワークに戻すべきであろう。 |
|--|

7. 音声認識、文字認識装置、電子カルテなど入力補助装置を使えるようにしてほしい。
8. 担当官庁は、HER-SYS に関しては、責任逃れの話ばかりで、吸い上げた 120 項目のデータを将来どのように活用するのか？ 責任をもって我々に示してほしい。

結論（前半の結論）

HER-SY は、セキュリティを強固に求める割には、クラウド上の機能が満足なものでなく、結果として運用の利便性を欠き、入力側の生産性を極端に下げた。次回のパンデミックでは、これらの不備を改善すべきだろう。

3. 体育館や公民館等での運用を想定した Targeted Antivirus Prophylaxis

はじめに

COVID19 パンデミックを経験し Targeted Antivirus Prophylaxis 直訳は標的を絞ったウイルス対策、具体的には市民に抗ウイルス薬を事前に無償配布する対策を検討する。TAP とは、救急医療を維持できないと判断した場合に、市役所で抗菌薬を市民に無料で配り、インターネットで事前に有効性・副作用を学習させ、個人の判断で薬を服用させる対策のこと。

分析、医師法第 20 条からすると超法規的であるが、医療側の被曝がまったく無く、生存者の最大公約数を得ることができ、行政側の宣言で実施される。軽症者は公共機関（体育館や公民館）で集約的に問診し、抗ウイルス薬の服用を効率的に対応する。多くの場合、医師が現地で確保できないのでオンラインを活用する。重症者は医療機関へ輸送される。行政的に動きがあり、厚生労働省の社会保障審議会・医療部会は 2022 年 12 月 5 日、身近な場所におけるオンライン診療を議題とし、へき地であれば、公民館等の身近な場所に、オンライン診療のための医師が常駐しない診療所を開設できるようにすることを了承している。結論、パンデミックの経験を糧に、TAP の重要性を後世に伝え、実施を前もって準備し行政的な指針を作成すべきだ。

モデルの提案

体育館での TAP をサポートする機器、医療端末、ICT は以下のとおりです。1 施設では、30 分ごとに 100 人の来訪者を想定しています。

A：施設設備

COVID-19 の場合、一般人が集まると 5%が症状を訴え、発症者の 20%がベッドを必要とする患者となります。一般的に、災害時に体育館を宿泊施設にする場合は、1 人あたり 3m² の区画に分割されます。しかし、COVID-19 の場合、個人が隣人との適切な物理的距離を保つために、次のエリア（表 4）を使用しました。居住者 100 人の場合、840m² の体育館で 30 分、薬剤配布エリアは 25m²、診察室 4 室（8x4）32m²、看護師がいる感染者遠隔診察室は 12m² です。

日本の COVID-19 対策で実際に使用された段ボール製簡易ベッドと空調ファンも提供された（図 3）。



図 3. 体育館の追加設備として使用された段ボール製簡易ベッドと空調ファン。

表 4 Capacity per area

Contents 内容	Persons	m ²
Chairs (in front of an audiovisual monitor) 椅子（視聴覚モニター前）	95	380
Examination room 診察室	1x4	32
Remote examination room 遠隔診察室	1	12
Medicine distribution area 薬剤配布エリア		25

B: 医療端末

3 つのバイタルサイン（体温、血中酸素飽和度、血圧）は離散値として使用され、送信されるデータの合計サイズは 22 バイトです。医師はこれらのデータを対面診療の診断の基礎として使用できます[20-38]。

体温：体温計で計測（総バイト数：4）

血中酸素飽和度：パルスオキシメーターで 60 秒間計測し、心拍数、飽和濃度%も計測（総バイト数：8）

血圧（拡張期血圧／収縮期血圧）：血圧計で計測（総バイト数：10）

厚生労働省の研究班が策定した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）診療ガイドラインでは、これら 3 つの計測機器の数値が記載されています。発熱が 38 度以上の場合は新型コロナウイルス感染が疑われ、パルスオキシメーターの値が 93%以下の場合は呼吸不全のため医療機関に入院となります。血圧が 90mmHg を下回った場合は、サイトカインストームによるショック状態とみなし、すぐに医療スタッフに連絡し、同時に救急車を要請してください。

C: ICT の仕様

多くの市民がビデオを視聴して抗ウイルス薬に関する知識を高めることができますが、それでも不安な人はビデオを介して薬剤師や医師に会い、質問することができます。万が一、発熱などの症状を訴えた場合は、図 4 に示すように、パルスオキシメーターと血圧計を備えた個室で市民が診察を受けることができます。表 3 は、840m² の体育館で 100 人/30 分に必要な回線数を示しています。ブロードキャスト通信 20 Mbps 1 回線（薬と感染症に関する教育ビデオ用）、2 Mbps 5 回線（専門医との遠隔相談または双方向ビデオ通話用）。患者データ収集システム（HER-SYS）には、バックアップとしてクラウド回線 1 本と FAX 回線 1 本が必要です。

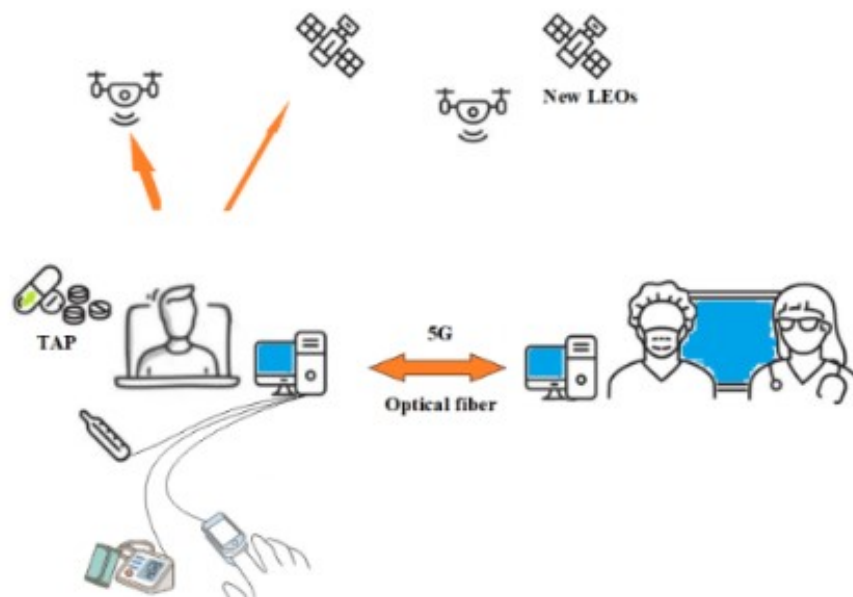


図4 TAP 支援システムの概念図 パルスオキシメーターと血圧計で遠隔医療を実施

表5 各施設 100 人/30 分に必要な回線数

Contents	Speed	Number of lines
Educational videos on drugs and infectious diseases	20-Mbps broadcast communication	1
Two-way videophone	Two-way 2 Mbps	5
Patient data collection system (HER-SYS)	Cloud	1, or a fax on a public line

検討

TAP がうまく運用される回線

高校や大学では、放送通信で 20Mbps、双方向で 2Mbps のブロードバンド速度を確保するために光ファイバーを使った公衆回線が一般的です。しかし、キャンパス内の長距離に隔てられた接続ポイントは 5G 回線の有力候補です。携帯電話端末を使ったビデオ通話も可能ですが、外付けディスプレイやマイクを装着することが望ましいです。

インターネットを前提としていますが、個人情報を匿名化すれば必ずしも厳密なセキュリティは必要ではありません。厳密なセキュリティを要求すればネットワークの柔軟性が失われ、さらに大量の通信回線を確保する必要があります。TAP は COVID-19 パンデミックのピーク前に導入されたため、通信回線を保守する工場労働者の一部が感染していた可能性もあります。つまり、通信事業者は、パンデミック時に公衆ネットワークの管理がさらなる課題に直面する可能性があることを事前に理解しておく必要があります。

5G 回線が敷設されていない発展途上国や離島、山間部ではどう対応すべきか。前述の通り、HER-SYS は 1 日に数回接続できる運用回線があれば、保健所に最低限の情報を送ることができる。また、可搬型メディアに格納された国民向けの薬物啓発動画を陸路や空路で輸送し、自治体で上映することもできる。

15～30 分程度のリアルタイム双方向ビデオ通話を行う TAP の実装に必要な通信回線は、2Mbps 程度（1 施設あたり最低 5 回線）のブロードバンド容量が必要で、合計で 10Mbps 程度となる。アールンの公式によれば、単純に 5 で割るだけでは足りず、仮に 2Mbps が周回衛星の最大容量だとすると、ユーザー数を 100 人程度から 20 人に減らし、全体の構成を縮小する必要がある。これにより、システムは 30 分あたり 20 人、12 時間あたり 480 人、5 日間あたり 2,400 人をカバーできるようになります。さらにラインが必要な場合は、ドローンを成層圏近くまで上昇させるラインが効果的かもしれません。

FAX モデムを使用した電子掲示板システム (BBS)

インターネットがまだ全世界をカバーしていなかった 1980 年代後半、愛好家たちは無線の無線電子掲示板システム (RBBS) を使用したデジタル ネットワークを構築しました。当時、PC と無線機の接続には端末ノード コントローラが使用され、通信プロトコルは AX.25 でした。RBBS は公衆回線網の有線 BBS と連携でき、自動的にファイルを交換できました。そのため、本稿では、災害時のバイパス ネットワークとして FAX モデムを使用した BBS を評価します。

FAX 機の廃止とデジタル化への移行により、日常の業務効率はいくつかの点で向上しました。デジタル ツールと比較すると、FAX 機は情報の確認、入力、管理に大幅に時間がかかります。パンデミック時に患者データを送信する場合、音声認識、光学文字認識、郵便番号アドレス データ リンクなどのデジタル ツールを備えた端末は、はるかに高い効率を示します。しかし、HER-SYS では医療側が保健所に患者データ（多くても数 kB の文字列）を一方向的に送信しているだけである。しかし、COVID-19 パンデミックのピーク時には、クラウドネットワーク上の HER-SYS が混雑によりクラッシュした。HER-SYS は医師から中央政府への患者データの報告に過ぎず、中央政府とエンドユーザーの医師が共同で取り組むものではないため、クラウドネットワークの選択は誤りである。ネットワーク管理の面でも、多くのユーザーが同時に使用し混雑を引き起こす HER-SYS は、クラウド上では非常に危険である。回路設計すらできないシステムエンジニアや官僚のせい、日本の HER-SYS は総数把握という最終目標を逃し、失敗に終わった。

日本の医療機関と保健所間の通信網は、従来は公衆回線を使った FAX 網で管理されており、大きなトラブルもなく運用されてきた。1 日に数回接続できる運用回線があれば十分である。しかし、新型コロナウイルス感染症の流行中は、「デジタルトランスフォーメーション行政」の名の下、既存の運用網を意図的に破壊し、すべてをクラウド網に移行せざるを得なかった。その結果、患者数の増加に伴いトラフィックが増加し、混雑によりクラウドが毎日ダウンした。このため、政府は新型コロナウイルス感染症患者総数の把握を断念した。そこで筆者らは「災害時にクラウドを使うのは本当に正しいのか」と問う。PC には、インターネットプロトコルスイートのほか、電話回線に接続する FAX モデムを搭載するオプションがある。クラウドにトラブルが発生した場合、地方保健所の公衆回線でデータを収集できる FAX モデムと、各保健所にリンクした BBS システムが、独立した分散処理のためのバックアップ網として有効である。一部のメディアは FAX がいかに時代遅れかを大々的に取り上げているが、これらの記事は技術的に浅薄で短絡的である。実際、米国でも医療機関、郡や州の政府機関、銀行、金融機関では FAX が主流である。パンデミック時に求められる医師の効率的な業務遂行については、セキュリティガバナンスよりも、ユーザーの実態を十分に考慮するべきである。国際電気通信連合は、公衆電話網の品質について政府に勧告を行っている。また、外部から盗聴される可能性は極めて低い。また、中島が所属する星槎大学は、傘下に Escuela Inc. というシステムを持っている。PAX88B のソースコードは、現在も中島研究室の所有物している。

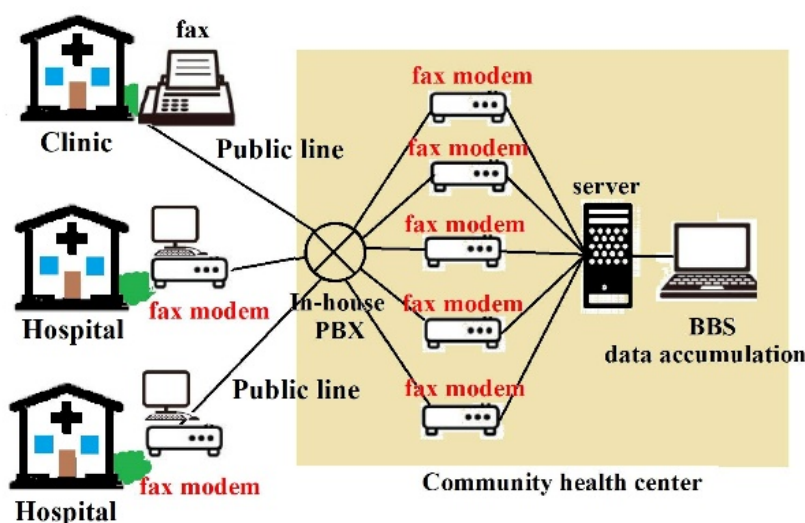


図6 FAX モデムを使用した地域保健センターの BBS

医療上の利点

TAP は、薬の服用の決定を個人に委ねる超法規的政策です。医療上の利点は莫大です。抗ウイルス薬を短期間で多くの市民に配布でき、対面での診察を必要とせず、感染者数を最小限に抑えることができます。経済的には、個人ごとの対面医療と比較して、社会全体の医療費を圧倒的に低く抑えることができます。

TAP は、医療崩壊の直前に政府が利用できる最後の有効な武器です。

2008 年 11 月、日本の厚生労働省は、コミュニティ感染を制御するために住民が抗ウイルス薬を集団で服用するためのガイドラインを発行しました。これは、住民が自分の感染症の発生に基づいて投与量を決定できる TAP よりもさらに強力な行政命令です。パンデミックの混乱の中で、路上で住民に薬を渡すことは、服用理由や副作用を十分に理解できないため危険です。体育館で入居者に薬を渡し、ICT を活用して情報提供することで、多くの入居者が事故なく薬を服用する機会が得られる。パンデミックによる医療崩壊の可能性を減らすためにも、行政側と医療側は ICT を活用した TAP 政策を検討すべきだ。

ところで、COVID-19 の TAP を行う際に実際に効果があり、注意して使用するべき経口薬はどれだろうか。新型コロナウイルス感染症の治療薬のうち、現在、軽症者向けの経口薬として国が承認しているのは以下の 3 つだ（表 6）。

1. ラジエブリオカプセル（有効成分：モルヌピラビル）
2. パキロビッドパック（有効成分：ニルマトレルビル/リトナビル）
3. ゾコバ錠（有効成分：ニルマトレルビルフマル酸塩）

新型コロナウイルスに感染した場合、各経口薬には以下のような特徴があり、ますが誰もが服用できたわけではない。非妊娠または症状発現（発症）後 5 日以内のみ服用可能で、妊娠中、および複数の抗ウイルス薬を同時に服用することは大変危険です。TAP を実施する際には、ICT を通じて国民に薬物のリスク、薬物の服用が禁止されている人への情報、薬物の服用のタイミングなどを正確に伝える必要があります。各自治体、および医療機関には、これらの適応、警告、禁忌を正確に市民に伝える義務があります。地方自治体は事前にホームページで警告を掲載し、広く社会に周知する必要があります。同時に TAP を実施し、路上で薬物を手渡すことは絶対にせず（口頭での指示は一般市民には理解されないため）、体育館や公民館に集まって丁寧に説明し、必要な患者には ICT を介して遠隔診療を実施すべきです。

また、新型コロナウイルスに感染した場合、TAP の候補となる各経口薬を表 4 に記載し、これらを参考にし、次期候補の抗ウイルス薬の市民への配布を検討すべきでしょう。

表 6 Features of oral tablets for candidate of TAP
TAP の候補となる経口錠の特徴

Lagebrio Capsules	
Features	Patients subject to administration Elderly people, obese people, people with underlying diseases, etc. who are at risk of aggravation
Those who cannot administer	Women who are pregnant or may be pregnant
Precautions for use	Multiple drugs cannot be used together
Deadline for starting medication	Within 5 days from onset
Pak bid pack	
Features	Patients subject to administration Elderly people, obese people, people with underlying diseases, etc. who are at risk of aggravation.
Those who cannot administer	Women who are pregnant or may be pregnant
Precautions for use	Multiple drugs cannot be used together
Deadline for starting medication	Within 5 days from onset
Zokova Tablets	
Features	who are not at risk of aggravation

	and who have clinical symptoms such as high fever, strong cough, and strong sore throat.
Those who cannot administer	Pregnant women or women who may be pregnant
Precautions for use	Multiple drugs cannot be used together
Deadline for starting medication	Within 3 days after onset

結論（後半）

TAP を実施することにより、パンデミック発生時には、市民が無料で服用できる抗ウイルス薬を事前に配布することが可能です。また医療機関が不足している場合は、ICT を駆使し体育館や公民館を一時的な医療施設として活用できます。 本稿は、TAP, さらに自力で服薬できない市民をオンラインでサポートするシステムを提案し、その技術的裏付けを検討しました。 この手法は、感染リスクを最小限に抑え、圧倒的に多くの人口に抗ウイルス薬を配布できるので、パンデミック対策の一手段となりえます。

謝辞

星槎大学横浜事務局 ITU コーディネーターである天野めぐみ氏、および総務課 陌間梢氏に事務的な支援を頂き、ここに感謝いたします。

専門家会議

研究代表者の中島、分担研究者の黒川、辻が中心となり、パンデミック環境で医療側が求める情報通信技術、非対面診療の課題と効用に関して、専門家との意見交換会を行った。この会議では、クラウド上に展開されるゼロトラストネットワークをパンデミックの通信として安全に利用できるのか？ あるいは公共通信回線上のFAXをIP-FAXとして災害時にクラウド上に展開するリスクなどに対して意見が出され論議された。



専門家会議のメンバー（左から4人目：辻、6人目：黒川、右端：中島）

参考文献

- [1] The National Diet of Japan "The official report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission "Final report
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/30856371/naic.go.jp/en/report/>
- [2] I. Nakajima,K. Kurokawa."Fukushima Nuclear Power Plant accident: Various issues with iodine distribution and medication orders", American J of Disaster Medicine", Vol. 16 No. 2, 2021:pp123-133.
- [3] I. Nakajima, M. Tsuji, "Issues on Japanese COVID-19 Exposure Notifications Application (COCOA)," 2022 4th International Conference on Computer Communication and the Internet (ICCCI), Chiba, Japan, 2022, pp. 179-184, doi: 10.1109/ICCCI55554.2022.9850270.

- [4] The Japan times. Japan to end use of COVID-19 contact-tracing app.
<https://www.japantimes.co.jp/news/2022/09/13/national/covid-app-end/>.
- [5] T. Chivers, Pandemics and privacy: COVID-19, contact tracing apps and protecting our privacy, Imperial College London, (4 May 2020) <https://www.imperial.ac.uk/stories/pandemics-and-privacy/>
- [6] A. Kerr “Twenty questions about the NHSX contact tracing app”, Nuffield Council on Bioethics, April 2020, [online] Available:
<https://www.nuffieldbioethics.org/blog/twenty-questions-about-the-nhsx-contacttracing-app>.
- [7] Tracking and tracing COVID: Protecting privacy and data while using apps and biometrics, April 2020, [online] Available:
<https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/tracking-and-tracing-covidprotecting-privacy-and-data-while-using-apps-and-biometrics/>.
- [8] Guidelines 04/2020 on the use of location data and contact tracing tools in the context of the COVID-19 outbreak, April 2020, [online] Available:
https://edpb.europa.eu/news/news/2020/european-data-protection-board-twentythird-plenary-session-edpb-adopts-further-covid_en.
- [9] COVID-19 contact tracing: data protection expectations on app development, May 2020, [online] Available:
<https://ico.org.uk/about-the-ico/news-and-events/news-and-blogs/2020/05/covid19-contact-tracing-data-protection-expectations-on-app-development/>.
- [10] Provisos for a Contact Tracing App, May 2020, [online] Available:
<https://www.adalovelaceinstitute.org/our-work/covid-19/provisos-for-a-contacttracing-app-4-may-2020/>.
- [11] Show evidence that apps for COVID-19 contact-tracing are secure and effective, April 2020, [online] Available: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01264-1>.
- [12] Coronavirus: An EU approach for efficient contact tracing apps to support gradual lifting of confinement measures, April 2020, [online] Available:
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_670.
- [13] The Challenge of Proximity Apps For COVID-19 Contact Tracing, April 2020, [online] Available:
<https://www.eff.org/deeplinks/>
- [14] S. Ahmad, P. Chitkara, F. N. Khan, A. Kishan, etc.”Mobile technology solution for COVID-19: surveillance and prevention. Computational intelligence methods in COVID-19”, Surveillance, prevention, prediction and diagnosis, 2020, pp.79-108.
- [15] F. Khan, A. Khanam, A. Ramlal, S. Ahmad, S. “A review on predictive systems and data models for covid-19. Computational intelligence methods in COVID-19”, Surveillance, prevention, prediction and diagnosis, 2021, pp.123-164.
- [16] eHealth: Network Mobile applications to support contact tracing in the EU’s fight against COVID-19 Common EU Toolbox for Member States Version 1.0, [online] Available:
https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/covid-19_apps_en.pdf.
- [17] Contact tracing: public health management of persons including healthcare workers having had contact with COVID-19 cases in the European Union – second update, Stockholm:ECDC, April 2020, [online] Available:
<https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19-contacttracing-public-health-management>.
- [18] Resource estimation for contact tracing quarantine and monitoring activities for COVID-19 cases in the EU/EEA, Stockholm:ECDC, 2020, [online] Available:
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/resource-estimation-contact-tracing-quarantineand-monitoring-activities-covid-19>.
- [19] T. Chivers. ”Pandemics and privacy: COVID-19 contact tracing apps and protecting our privacy”, London:Imperial College, May 2020, [online] Available:
<https://www.imperial.ac.uk/stories/pandemics-and-privacy/>.

- [20] J. Morley, J. Cows, M. Taddeo, L. Floridi, "Ethical guidelines for COVID-19 tracing apps", Nature, May 2020, [online] Available: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01578-0>.
- [21] Ministry of Health, Labour and Welfare Japan. "Health Center Real-time Information-sharing System on COVID-19 (HER-SYS)" https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00181.html, confirmed on 16 July 2023.
- [22] Toyohashi City. "Application for the Home Medical Treatment Certificate, About the Home Medical Treatment Certificate" <https://www.city.toyohashi.lg.jp/49942.htm>, confirmed on 16 July 2023.
- [23] 日野麻美、HER-SYS戦記-新型コロナウイルス感染症対策におけるシステム-、COVID-19有識者会議 <https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/7286> confirmed on 16 July 2023.
- [24] S. Bhatia, J. Malhotra. "Morton Filter-Based Security Mechanism for Healthcare System in Cloud Computing", Healthcare (2227-9032) , 9(11), Nov 2021: PP1-14.
- [25] S. Moni, D. Guptay. "Secure and Efficient Privacy-preserving Authentication Scheme using Cuckoo Filter in Remote Patient Monitoring Network". <https://arxiv.org/pdf/2211.01270.pdf>. Cornell University Website
- [26] I. Nakajima, M. Tsuji and Y. Yagi, "Recognitions of Tele-Homecare and Self-Medication against a Pandemic Outbreak," 2022 IEEE 8th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Yokohama, Japan, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/WF-IoT54382.2022.10152295.
- [27] I. Nakajima, K. Kurokawa, S. Morita, et.al." Basic Study on Scale-Free Networks and Targeted Antivirus Prophylaxis Supported by Information Communication Tools", International Journal of E-Health and Medical Communications Vol 12, No 6, 2021.
- [28] I. Nakajima." Concept of TAP(Targeted Antivirus Prophylaxis)" ITU Website: Public Webinar on New E-health Solutions to Combat Pandemics with ICT Isao-Nakajima-Seisa-University-Q2-2-webinar-presentation.pdf (itu.int)
- [29] Privacy and Ethics Recommendations for Computing Applications, Developed to Mitigate COVID-19 White Paper Series on Pandemic (7May 2020) <https://drive.google.com/file/d/1m0AT21dS2XJ6JIGMgo7SuLSLveWIO8WK/view>
- [30] Data Protection Impact Assessment NHS COVID-19 App PILOT LIVE RELEASE Isle of Wight (6 May 2020) <https://faq.covid19.nhs.uk/DPIA%20COVID19%20App%20PILOT%20LIVE%20RELEASE%20Isle%20of%20Wight%20Version%201.0.pdf>
- [31] Chair of the Committee of Convention 108 and Jean-Philippe Walter Data Protection Commissioner of the Council of Europe, April 2020, [online] Available: <https://rm.coe.int/covid19-joint-statement-28-april/16809e3fd7>.
- [32] European Parliament EU coordinated action to combat the COVID-19 pandemic and its Consequences, April 2020, [online] Available: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0054_EN.pdf.
- [33] Guidance on Apps supporting the fight against COVID 19 pandemic in relation to data protection (2020/C 124 I/01), [online] Available: [https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC0417\(08\)&from=EN](https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC0417(08)&from=EN).
- [34] Privacy and Ethics Recommendations for Computing Applications Developed to Mitigate COVID-19 White Paper Series on Pandemic, May 2020, [online] Available: <https://drive.google.com/file/d/1m0AT21dS2XJ6JIGMgo7SuLSLveWIO8WK/view>.
- [35] Data Protection Impact Assessment NHS COVID-19 App PILOT LIVE RELEASE Isle of Wight, May 2020, [online] Available: <https://faq.covid19.nhs.uk/DPIA%20COVID19%20App%20PILOT%20LIVE%20RELEASE%20Isle%20of%20Wight%20Version%201.0.pdf>.
- [36] G. Greenleaf, K. Kemp, "Australia's 'COVID Safe App': An Experiment in Surveillance" Trust and

- Law, pp. 17, Apr 2020, [online] Available:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3589317.2020/04/challenge-proximity-apps-covid-19-contacttracing.
- [37] Surveillance of COVID-19 at longterm care facilities in the EU/EEA, Stockholm:ECDC, May 2020, [online] Available:
<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/covid-19-long-term-care-facilities-surveillanceguidance.pdf>.
- [38] J. Morley, J. Cows, M. Taddeo and L. Floridi, Ethical Guidelines for SARS-CoV-2 Digital Tracking and Tracing Systems, May 2020, [online] Available:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3582550.
- [39] Report: Human Rights and the Government's Response to Covid-19: Digital Contact Tracing, May 2020, [online] Available:
<https://committees.parliament.uk/committee/93/human-rights-jointcommittee/news/146351/report-on-the-contact-tracing-app-published/>.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Targeted Antivirus Prophylaxis (TAP) Using ICT in a Gymnasium during a Pandemic	IEEE, III. International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (IEEE ICECET 2023)	November 2023
Issues Regarding Health Center Real-time Information-sharing System on COVID-19(HER-SYS)	IEEE, VI. International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (IEEE ICECET 2024)	July 2024
公民館等での運用を想定した Targeted Antivirus Prophylaxis の検討	日本救急医学会総会	2023 年 11 月
救急医から観た新型コロナウイルスデータ収集システムの課題	日本救急医学会関東地方会	2024 年 2 月