

# インターネットを利用した 在宅医療支援システムの開発

九州職業能力開発大学校 吉田 啓 孝  
職業能力開発総合大学校東京校 田 中 晃

Development of Home Care Support System that Utilizes Internet

Hiroataka YOSHIDA, Akira TANAKA

**要約** 開発した在宅医療支援システムは、在宅で療養が必要な患者や成人病等で生活改善指導の必要な患者、または生活指導・監視の必要な高齢者等を対象に、インターネットを利用して在宅医療支援を行うものである。本システムは、病院に設置する病院用管理PCと、複数の居宅に設置する患者用端末装置を、インターネットを介して接続する構造とした。本システムの利用者は、居宅からバイタルデータ等の体調情報を病院へ連絡することにより、医師から健康管理指導や医療指導を受けることができる。Webを利用した他の機能として、患者の遠隔監視や緊急時連絡システムを構築した。また、患者用端末装置には、防犯機能や家電のリモコン、薬の飲忘れ防止を目的とした薬箱などの生活補助機能を備えている。本報では、学内で患者や病院を想定し、製作した患者用端末装置と病院用管理PCの各動作、及びシステム全体の動作について実験を行ったので報告する。

## I はじめに

在宅医療とは、医師の管理下のもと在宅で療養する患者に対し、定期的な訪問診療や在宅療養指導、または訪問看護などを行うことである<sup>(1)</sup>。

在宅医療は、入院治療後の在宅療養患者や生活指導・監視の必要な高齢者が主な対象者である。平成16年度の診療報酬改定により在宅医療の需要が高まり、訪問診療や訪問看護の事業量は、医療保険、介護保険あわせて大きく伸びている。

労働省の人口動態統計年報「平成18年10月1日現在推計人口（総務省統計局資料）」から5歳階級・男女別人口（日本人人口）を見ると総人口の55%が40歳以上の中高齢者となっており、65歳以上の高齢者については総人口の21%を占めている<sup>(2)</sup>。（図1参照）

さらに、一人暮らしの高齢者も、2010年には現在の3650万人から4300万人に上がることが予想されている。今後は、中高齢者が年々増加するにしたい、在宅医

療を受ける患者はますます増えると予想される。そこで、病院や訪問看護事業所においても、在宅医療を見据えた事業展開が進められている。

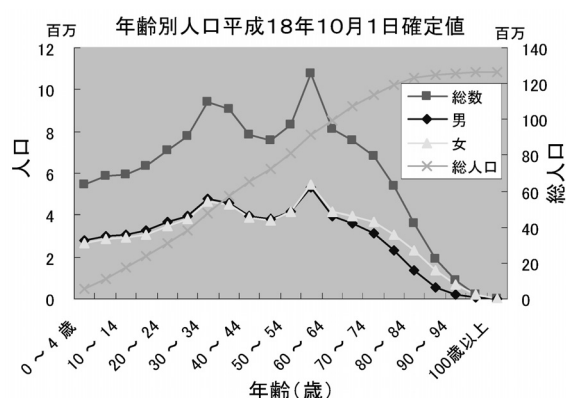


図1 年齢別人口統計

近年、一部の病院や大学の研究室等では、在宅医療支援システムの研究・実用化が進められており、病院にいる医師と居宅にいる患者がWebカメラを利用し

て直接対話できるシステムや、緊急医療用として患者に付けた医療装置のモニタリングが出来るシステムなどが開発されている<sup>(3)(4)</sup>。

本学においても、病院での治療後に回復が見込まれ、在宅での治療が必要な患者や成人病などで生活改善の必要な患者、または、生活指導や監視の必要な高齢者を対象に、在宅医療の支援として「インターネットを利用した在宅医療支援システム」を製作したので報告する。

現在、開発や実用化が進められている他のシステムと比較すると、以下に示す点が本システムの特徴として上げられる。

- ① タッチパネルによる入力とWebメールを利用した情報伝達システムである。
- ② 患者に非常事態が発生した場合、非常連絡ボタンを押すことで病院や登録している家族等に異常を知らせることができる。
- ③ 病院や家族が必要に応じ患者の遠隔監視が可能である。
- ④ 患者用端末装置に防犯機能や自動薬服用指示などの生活サポート機能がある。

## II システムの概要

本システムは、病院に設置する病院用管理PCと、複数の居宅に設置する患者用端末装置を、インターネットを介して接続する。(図2 参照)

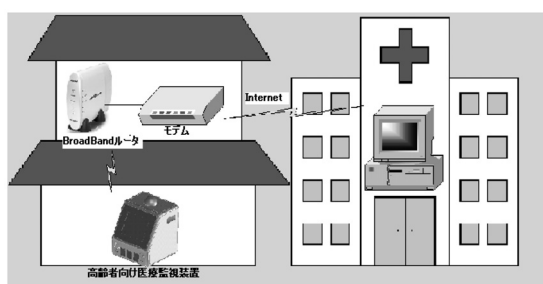


図2 システム構成

患者用端末装置と病院用管理PCの情報伝達は、Webメールを利用して行われる。患者は、患者用端末装置を使用して、病院へバイタルデータ等の体調データを送信する。この場合、患者は事前に血圧や体温などを測定しなければならず、血圧計や体温計は常備しておく必要がある。将来的には、血圧計や体温計を患者用端末装置に接続して、データ入力を不要にすることも考えられるが、今回は画面操作による入力とした。

画面操作は、利用者の患者の病状が悪化したりして本人が操作出来ない場合は、家族や介護者なども操作が可能である。

病院では、看護師や医師が患者から送られてきたデータを確認し、在宅療養指導や生活改善指導を返信メールで患者用端末装置へ送信する。

緊急時の対応として、緊急連絡システムを構築しており、患者が緊急連絡用ボタンを押すことで病院や家族との緊急連絡が可能である。また、本人が緊急連絡用ボタンを押せない場合も考え、病院や家族がWeb上から患者の様子を確認できるモニタシステムを装備しており、非常時の早期発見にも役立つ。

さらに、患者用端末装置には、薬の飲忘れや誤飲を防止するために自動開閉型の薬箱を3つ用意しており、1日3回の音声による服用指示機能を備えている。

その他の患者用端末装置の機能として、家電のリモコン操作機能、アラーム付スケジュール機能、さらに、患者の外出を登録先に知らせ、侵入者を検知するセキュリティ機能、リラクゼーションのための音楽再生機能やメール機能を備えている。

## III 患者用端末装置

### 1 患者用端末装置本体

患者用端末装置は、装置上部から、緊急連絡用スイッチ、可動式Webカメラ、タッチパネル、薬箱の順に設置している。(図3 参照) (仕様は表1 参照)



図3 患者用端末装置

緊急連絡用スイッチは、直径80mmの透明なドーム型のスイッチを製作し、内部には部屋のほぼ全体のモニタ可能なWebカメラを設置している。タッチパネルは、患者や高齢者でも簡単に操作できるよう外形310×260 (mm) と大型のものを採用した。装置側面の両側には、音声や音楽再生用のスピーカーと人体検

知用の赤外線センサを設置している。装置の下部には、サイズが100×50×50 (mm) の自動開閉ができる薬箱を3つ設けている。

表1 患者用端末装置の仕様

|         |          |                       |                      |
|---------|----------|-----------------------|----------------------|
| 外形      | 高さ×幅×奥行き | 370×360×370mm         |                      |
|         | 質量       | 15kg                  |                      |
| 可動部     | カメラ      | 2自由度                  |                      |
|         | 薬箱       | 3ヶ所                   |                      |
| 入力部     | 手動入力     | タッチパネル                |                      |
|         | 画像入力     | Webカメラ                |                      |
|         | 内蔵センサ    | 赤外線センサ                |                      |
| 出力部     | 音声出力     | スピーカー                 |                      |
|         | リモコン送信部  | 赤外線LED                |                      |
| 通信部     | LANカード   | PCI接続LANカード           |                      |
|         | 無線ルータ    | IEEE802.11b準拠         |                      |
| タッチパネル  | メーカー     | 株式会社デジタル              |                      |
|         | 型式       | GP2501-SC11           |                      |
|         | 外形寸法     | W317×H243×D58         |                      |
|         | 質量       | 約3.5kg                |                      |
|         | 内部記憶     | FLASH EPROM 2 MByte   |                      |
|         | 分解能      | キー数 32×34             |                      |
|         | 表示デバイス   | STNカラーLCD             |                      |
|         | 表示色      | 64色3速プリンタ             |                      |
|         | メインボード   | CPU                   | Pentium III (1.4GHz) |
|         |          | メモリ                   | 128MByte             |
| ハードディスク |          | 60GByte               |                      |
| ビデオカード  |          | Trident Blade 3D Core |                      |
| サウンドカード |          | AC '97 2.1CODEC       |                      |
|         | バス       | PCI×3, AMR×1, ISA×1   |                      |

タッチパネルやPICマイコン (16F877) の制御を行っている。データの転送は、RS-232C (9600bps) によるシリアル通信を使用している。(図4参照)

タッチパネルとの通信は、メモリリンク方式を採用し、メインボードに設定した通信手順に従って、タッチパネルの記憶領域 (システムエリア) とデータの送受信を行っている。(図5参照)

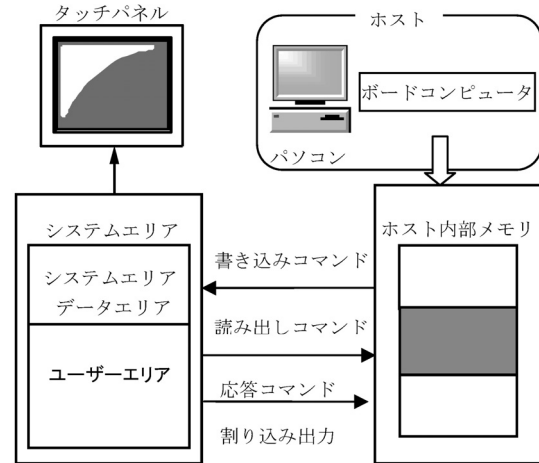


図5 メモリリンク方式のブロック図

## 2 メインボードの制御プログラム

メインボードの制御プログラムは、VisualBasic6.0を使用している。ここでは、タッチパネルからのデータ取得手順と割り込み処理について制御フローを示す。(図6参照)

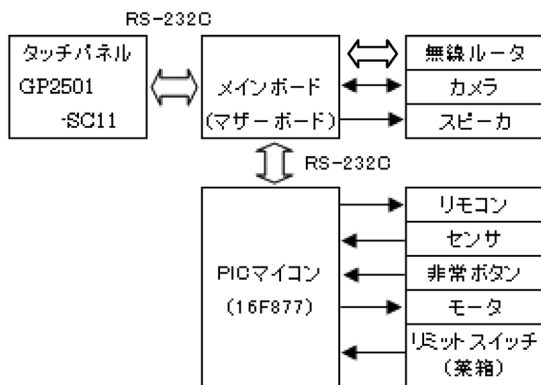


図4 ハードウェア構成ブロック

ハードウェアの構成は、メインボードにパソコン用マザーボードを用いホストコントローラとして、タッ

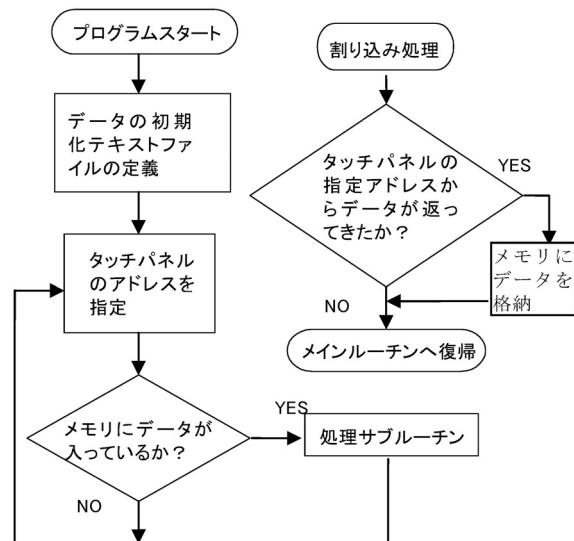


図6 メインボード制御プログラムフローチャート

### 3 PICマイコンの制御プログラム

PICマイコンの制御は、C言語でプログラムされており、メインコントローラから取得した3桁のデータをPICマイコン信号一覧表と比較して、対応した動作を行う<sup>5)</sup>。(表2参照)

例えば、下のフォーマットで〇〇〇の部分に“011”が入ると、モータ1の正転(CW)信号を出力する。

@(スタートビット)+〇〇〇(半角整数3桁のデータ)+改行(ストップビット)

表2：PICマイコン信号一覧表

| PICの信号<br>“@****” | 関連機構   | 動作    |
|-------------------|--------|-------|
| 011               | モータ1   | CW    |
| 012               |        | CCW   |
| 021               | モータ2   | CW    |
| 022               |        | CCW   |
| 031               | モータ3   | CW    |
| 032               |        | CCW   |
| 101               | TVリモコン | 電源    |
| 102               |        | 2ch   |
| 103               |        | 8ch   |
| 104               |        | 12ch  |
| 105               |        | 音量(増) |
| 106               |        | 音量(減) |
| 500               | 焦電センサ  | 反応有り  |
| 999               | 非常スイッチ | 反応有り  |

## IV 画面構成

### 1 患者用端末装置

端末装置の画面構成は、階層構造になっており、起動画面の下に設定画面、体調関連、体調以外の3つのメニュー画面がある。電源を投入すると、起動画面から体調関連画面へと移行する。体調関連画面から他のメニュー画面にはボタン1つで移行できる。

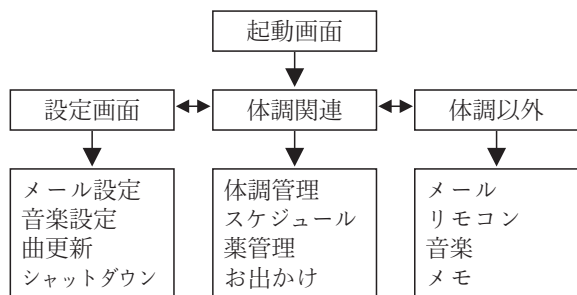


図7 患者用端末装置の画面構成

操作画面は50画面あり、各メニュー画面から操作したい項目を選択し画面を表示させる。(図7参照)

患者用端末装置の画面は、各画面とも大きな文字と大きなボタンを配置し、見やすく押し間違いのないように考慮した。(図8参照)

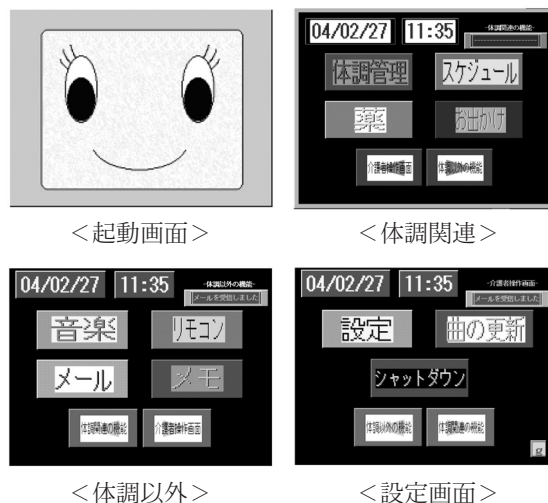


図8 起動画面とメニュー画面

例として、体調管理画面の入力手順を示す。まず、Aの体調チェック画面に体温と血圧を入力する。次に、体調に異常がなければ、体調の「良い」を選択して入力完了を押す。もし、異常があれば、「痛いところがある」にチェックを入れて入力完了を押す。すると、Bの患部選択画面が現れ、部位を選択したらCの症状の入力画面が表れるので、チェックを入れるか、その他を選択して自分で症状を入れる。ここで入力したデータが、病院用管理PCに送信される。Dは、病院から受信したメールの表示画面である。(図9参照)

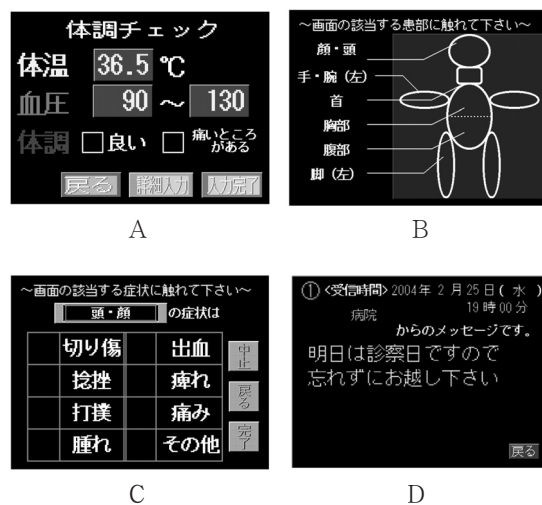


図9 体調管理入力画面

## 2 病院用管理PC

Web画面の認証ページにユーザーIDとパスワードを入力する。今回用意したIDは「iryou」「guest」「doctor」の3つでパスワードも同じである。「doctor」と入力したときだけ、管理者用のメニューページへ移動するようにした。ほかにも認証時のログ（認証時のID、日付、時間）の保存や、認証エラー時の処理なども行うようにした。（図10参照）

IDとパスワードが認証されると病院用または家族用のメニューページへと移行し、各ページに設定された操作が可能となる。なお、非常時及び外出時連絡ページは、各メニューページへ移動したときに別ウィンドウとして自動で起動する。（図11参照）病院用メニューページからは、患者健康状態閲覧、家電操作、カメラ映像の受信が可能である。（図12参照）



図10 認証ページ

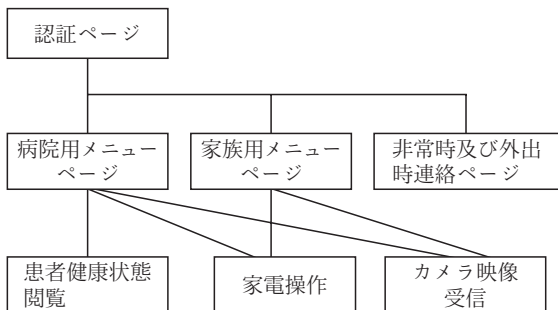


図11 病院用管理PCの画面構成



図12 病院用メニューと各ページ

患者健康状態閲覧では、画面から入力したデータや患者用端末装置から受信したデータを記録・閲覧できる。ページ更新により、患者用端末装置から受取った体温・血圧・体調の最新データを読み込み表示する。（図13参照）



図13 患者健康状態閲覧

緊急連絡時には、常時表示してある緊急連絡監視ウィンドウが、通常の青色から赤色になり、警報を鳴らして音と画面で患者の異常を知らせる。（図14参照）

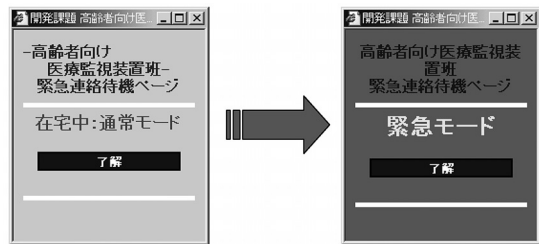


図14 緊急連絡監視ウィンドウ

## V 運用実験

### 1 実験でのシステム構成

製作した在宅医療支援システムは、まず、患者用端末装置の製作、病院用管理PC（仮想）の設定を行い、学校内のLANを利用して実験・検証を行うこととした。（図15参照）

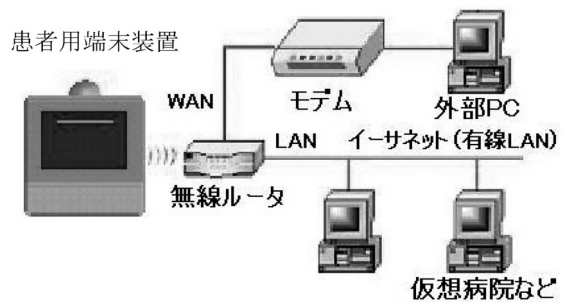


図15 実験時のシステム構成図

## 2 検証内容

本システムの実験は、患者用端末装置を使用する患者（仮）1名と、病院側担当者（仮）2名で以下の内容について検証を行った。

- ① 患者用端末装置と病院用管理PC間のメール機能を利用したデータの送受信が正確にできるか。
- ② 患者用端末装置のWebカメラから病院用管理PCに映像が正確に送れるか。
- ③ 緊急連絡システムや防犯システムは正しく動作するか。
- ④ 家電のリモコン機能は正しく動作するか。
- ⑤ 病院用管理PCの認証は適正か。
- ⑥ 患者用端末装置の入力は簡単にできるか。

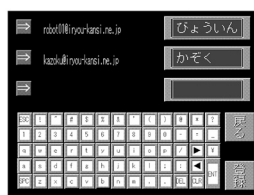
## 3 実験結果

今回の実験で得られた結果を以下に示す。

- ① メールを利用したデータ転送は、患者用端末装置1台、病院用管理PC1台で実施した。双方から送受信を行い、送信後はすぐに受信を確認した。
- ② Webカメラの検索に数秒かかり、表示した動画に1秒程度のタイムラグがあった。（図16a参照）
- ③ 緊急連絡システムは緊急連絡ボタンを押した後、数秒後に受信した。防犯システムは正常に動作したが、侵入者検出センサの反応範囲が半径2m程度で1歩以上の動きが必要であった。
- ④ 家電のリモコン操作は、テレビにより実験を行ったが、電源・チャンネルとも正常に動作した。
- ⑤ 今回の方法では認証ページを介さなくても、直接アドレスを打ち込めば問診結果やカメラの画面に移動できるというセキュリティ上の問題があった。
- ⑥ 患者用端末装置のタッチパネル操作は、全般的に見やすく簡単にできた。動作速度は、パネルへのタッチとほぼ同時に次の画面が表示された。文字入力画面で1文字のボタンの大きさが人差し指程度で入力が難しかった。（図16b参照）



a カメラ映像受信



b 文字入力画面

図16 病院用管理PC画面

## VI 考察

実験結果からの考察を以下にあげる。

- (1) 今回の実験は患者用端末装置と病院用管理PCが1:1であったが、患者用端末装置を複数台使用した場合の動作検証が必要である。
- (2) Web画面の認証時に、セキュリティ機能の強化が必要であり、URLの直接入力による画面表示防止やパスワード入力及び送信時のセキュリティの追加が必要である。
- (3) 費用面では、患者用端末装置の制作費が約54万円を要しており、個人での使用を考えるとコスト高である。したがって、必要な機能に絞ってコストダウンする必要がある。
- (4) タッチパネルの入力においては、文字入力をする場合の文字スイッチが小さいので、文字枠を大きくするか、入力方法の検討が必要である。

## VII おわりに

今回、病院に設置する病院用管理PCと複数の居宅に設置する患者用端末装置を、インターネットを介して接続する在宅医療支援システムを開発し、その基本機能の動作確認を行った。

患者用端末装置から、タッチパネルとWebメールを利用した医療情報伝達については、技術的に可能であることが確認できた。

今後の課題として、本システムを実用化するためには、患者用端末装置の高齢者による試用と評価、及び病院用管理PCの医師による試用と評価が必要である。

### 【参考文献】

- (1) 神津 仁 在宅医療の現状と今後の展望について  
<http://www.ijnet.or.jp/SYPIS/zaitak.html> (2007.9)
- (2) 厚生労働省ホームページ 厚生労働省統計表  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii06/fuhyo.html> (2007.9)
- (3) 新見医師会「遠隔在宅医療支援システム」  
<http://niimi-ma.no-ip.com/%7Eishikai/index.html> (2007.7)
- (4) 東京医科歯科大学「遠隔在宅緊急医療支援システム」  
[http://www.tmd.ac.jp/med/mtec/wakamatsu/info/r\\_info/enkaku.html](http://www.tmd.ac.jp/med/mtec/wakamatsu/info/r_info/enkaku.html) (2007.9)
- (5) 後閑哲也『C言語によるPICプログラミング入門』技術評論社（発行2002年）