

IoT と AI で医療・ヘルスケア環境をデザインしよう
Design of medical and health-care environments by IoT and AI
1016071 松田 栞 Shiori Matsuda

1. 背景

現在日本の医療は、高齢化社会、病院と医師の偏在、生活習慣病、リハビリ難民などの様々な問題を抱えている。これらの問題を解決するには、IT 機器や ICT を活用して医療の質の向上を行うことが重要であると考えられる。

日本では、総人口に対する 65 歳以上の人口の割合が年々増えている [1] 影響で、要介護者の人口が増え、介護需要が増加している。また、高齢化に伴い認知症患者の増加が著しく、介護需要の増加により介護職員の人員不足が起きている [2]。また、介護事務所における「従業員の過不足」に関する調査結果では、人材が「不足」と回答している割合は 2009 年から右肩上がりに増加しており、2016 年の回答では全体の 62.6% が不足である [3]。このように、増加の一途をたどる認知症患者や介護者への支援や対応が必要である。

さらに高齢化問題に加え、地域の医療格差も問題となっている。平成 28 年の医師調査 [4] によると、都道府県（従業地）別の医療施設に従事する人口 10 万対医師数を最も多い県と最も少ない県で比べると 155.8 人もの差がある。そして、主たる診療所が小児科の人口 10 万対医師数を最も多い県と少ない県で比べると 77.7 人の差がある [4]。また、都道府県別の人口 10 万対病院病床数を最も多い県と最も少ない県で比べると「全床数」は 3.1 倍、「一般病床数」は 2.2 倍となっている [5]。以上のことより、現在の日本では地域ごとの小児科医師を含めた医師数の差や病床数の差などのように、地域間での医療格差が起きており、これら問題は、少子高齢化が進展する日本では解決していかなければならない重要な課題の一つである。

一方生活習慣病は、今や健康長寿の最大の阻害要因となるだけでなく、国民医療費にも大きく影響を与えている [6]。厚生労働省より発表された平成 26 年度の厚生労働白書 [7] によると、生活習慣病と部類される数種の病気が死因の 5 割強、医療費の 4 割弱を占めていることがわかる(図 1-2)。また JPALD(日本生活習慣病予防会)による「2010 年国民健康・栄養調査結果の概要」(厚労省)に基づく 2012 年

の調査では、糖尿病や高血圧症および脂質異常症などの生活習慣病をもつ人の割合は 40 歳以降に男女とも増加する傾向にあると報告されている [8]。このことから、40 台前後での生活習慣病予防や健康寿命のさらなる伸長に対する意識の向上が上述した医療問題の解決に重要である。

近年、日本では「リハビリ難民」という言葉をよく聞く。リハビリ難民とは、十分なリハビリを受けることのできない患者のことを指す。2006 年 4 月に、厚生労働省は診療報酬改定によりリハビリ期間を最大 180 日に制限した [9]。これは、長期間にわたって、効果が明らかでないリハビリ医療が行われている場合が認められたためである。さらに 2008 年 10 月からは入院後 6 カ月以内に退院する患者が 6 割を下回る病院への診療報酬が大幅に引き下げられた [10]。これにより、重症患者の受け入れを断る病院が増えた [11]。これらのことから、リハビリが不十分なままであっても、退院させなければならないという現状が問題となっている。この問題を解決するために、入院中ばかりでなく退院後の自宅でのリハビリ患者の症状改善の促進が必要とされる。

以上の問題を解決するために、日本の医療現場には医療の効率化、質の向上が必要とされる。その手段として、IT 機器の導入が挙げられるが、それらの導入が満足にされていない現状から、2013 年に世界最先端 IT 国家宣言が行われた。また、今年の世界最先端 IT 国家宣言の変更により、ますます IT の導入が盛んになるであろうと考えられている [12]。IT 機器の導入の一例として、介護職員が行う記録業務を、タブレットを用いて業務の効率化を図る『絆(高齢者介護システム)』がある [13]。これは特別養護老人ホームが採用した、内田洋行 IT ソリューションズがシステム開発を行った業務システムである。しかし、現状では賛否両論があり、操作が複雑であると感じる職員も多く、改善の必要がある。このように、医療現場から課題や問題を発見し、現場に即した改善や解決をしていくことが、これからの医療、介護の分野には必要である。

2. 課題の設定と到達目標

2.1 医療問題について調査、プレゼンテーション

本プロジェクトでは、日本の医療問題に対する解決策の提案を検討するために、メンバーの興味がある医療分野に関して文献、論文、Web サイトから調査し、状況把握、問題発見、分析を行い、問題の解決策、それに伴う効果について1人5分間のプレゼンテーションを2回にわたって行った。第1回目のプレゼンテーションでは、「新人看護師支援」、「リハビリ支援」、「認知症」等のテーマがあげられた。プレゼンテーション後、教員とメンバーからフィードバックを得た。そのフィードバックを踏まえ、再調査、スライドの修正を行った。第2回目のプレゼンテーションでは、1回目のテーマを掘り下げた者、新しいテーマを提案した者がいた。新たなテーマとして、「ヘルスケア」、「保育士支援」「糖尿病」などがあげられた。

2.2 グループニング

個人の調査から提案されたテーマを書き出し、大まかな分野に分け、各自が興味のある分野に分かれるという形式でグループニングを行った。その結果、「リハビリ」、「AED」、「看護師」、「体力」の4グループに分けられた。各グループでテーマに関する調査、教員を交えてのディスカッションを1カ月程度行い、それぞれのテーマ、提案を設定した。

2.3 テーマ設定

各グループのテーマは以下のように設定された。

- ・「リハビリ」→「自主的リハビリ支援」

リハビリグループは、リハビリ患者の約90%は1日のリハビリ時間が1時間未満であり、その時間の少なさが問題であるとの事実を各種資料から確認した。そこで、患者が1人で行うリハビリ(自主的リハビリ)を支援することが重要であると考えた。リハビリの現状を知るために、高橋病院でフィールドワークを行った際、理学療法士が指導する患者は自主的リハビリに対するモチベーションが低いと感じた。そこで、理学療法士が指導する患者を対象を絞った。これらの情報を下に、対象者の自主的リハビリへのモチベーションを維持、向上させることを目的とし、6軸センサ、タブレットを用いた自主的リハビリ支援ツールを提案する。

- ・「AED」→「医師と認知症高齢者のコミュニケーション支援」

AED グループとしてグループニングを行なったが、グループで提案したシステムは既存のシステムが多くあった。このため、グループ内会議でテーマを変更する案がまとまり、会

議の結果、テーマを認知症に変更した。これは、認知症をテーマにしたグループが他にいないこと、グループメンバーの内2人が認知症をテーマにしたプレゼンを行なっていたためである。そして、京都府立医科大学成本准教授による、認知症患者の医療同意の課題に関する講義を受けたことで、医師と認知症患者間のコミュニケーションの困難さに課題があると考えた。そこで、グループテーマを「認知症患者へのコミュニケーション支援」と設定した。

- ・「看護師」→「Virtual Pet による入院患児支援」

看護師グループとしてグループニングを行ったが、1ヶ月間のメンバーと教員でのディスカッションや市立函館病院でのフィールドワークを通して、テーマを患児支援に変更した。その後、2015年度の医療プロジェクトで取り組まれていた長期入院患児を対象としてプレパレーションを行うアプリケーションを多機能化、実用化したものを本グループの解決策とすると意見がまとまり、グループテーマを「Virtual Pet による入院患児支援」と設定した。

- ・「体力」→「心身の疲労度の可視化」

グループニング後、体力を可視化するテーマについてグループ内で再検討した。その結果“体力“という概念は、体格、姿勢、筋力、パワー、持久力などの身体的要素と、防衛体力などの精神的要素から構成される上、多くの外的、内的要因に影響されるという点であまりに抽象的であり実現に困難が生じると判断した。そこで、解決すべき医療問題を生活習慣病であると設定し、その上で何を可視化する必要があるかを検討した。生活習慣病の原因には運動不足や食生活が挙げられるが、精神的ストレスも一つの要因である。そこで、可視化する体力の構成要素を運動的要素の“持久力“と、精神的要因の“精神的ストレスに対する抵抗力(防衛体力)“と絞った。この2つを使用することで、精神的ストレスによる影響を加味した運動による疲労度を数値として表現することができると考え、テーマを「心身の疲労度の可視化」と改めた。

3. 課題解決のプロセスとその結果

各グループで設定した提案の開発を進めた。

- ・自主的リハビリ支援

6軸センサを用いた1度単位で関節の可動域を測定し、毎日の小さな進捗変化がグラフなどにより実感できるアプリを提案し、試作を行った。提案に至るまでには、リハビリの現状や既存のシステムの調査、フィールドワークを行った。調査したリハビリの現場では、1日のリハビリ時間は1時間未

満である患者が約 90%いること、自主的リハビリを行っていない患者の割合が約 79%であることが分かった。既存の外来リハビリに使用されている IoT を利用したシステムでは、患者がセンサを装着し、正しいリハビリの動作を促すシステムである Moff 測や、Kinect を用いて理学療法士が遠隔で患者に指示をしてリハビリを指導するシステム等が存在するが、どちらも理学療法士がいるという前提でつくられたシステムであり、自主的リハビリを支援する既存システムではなかった。さらにフィールドワークにおいて、理学療法士、作業療法士、言語聴覚士が指導する現場を実際に見学し、可能であれば患者に質問等させてもらう機会をいただいた。ここで、理学療法士が担当する患者の自主的リハビリに対するモチベーションが低いことが確認された。上記調査やフィールドワークを通して本提案に至った。提案したアプリの機能としては、関節の可動域を測定する機能、その測定した数値をグラフとして見られる機能を定義し、開発を行った。しかし、開発する中でタブレットアプリとセンサの 2 つの端末のみの連動が困難であり、PC を仲介して連動するシステムとした。

・医師と認知症高齢者のコミュニケーション支援

医師と認知症高齢者のコミュニケーションを支援するため、動画から表情を認識し、その表情に対してどの程度困っているかを推定するシステムを提案した。本提案では健常な高齢者の表情とどの程度困っているかの関連性を明らかにし、認知症高齢者の表情分析における手がかりとする。その最初のステップとして、対象者を認知症高齢者ではなく、まずは健常な高齢者とした検討を開始し、最終的に医師と認知症高齢者の意思疎通を円滑になることを目標とした。提案したシステムの機能としては、表情を撮影し、困っている度合いを推定し、フェイススケールを用いて可視化する。困っている度合いを推定する手法として、深層学習を用いた。深層学習を行う上で、学習データを集める必要があるため、健常な高齢者 36 名（男性 18 名、女性 18 名、65~75 歳）に対して画像データ収集実験を行った。

・Virtual Pet による入院患児支援

後期の開始当初に市立函館病院、高橋病院で前期時点での提案について中間発表を行なった。中間発表では入院患児の生活リズムを整えられるような機能が欲しい等の患児の入院生活支援を行う機能を求める意見が多かった。よって前期時点での提案を患児の入院生活支援を行えるような提案になるように修正をしながら開発を行なった。修正点としてはあらかじめ iPhone で設定した時間に Apple Watch 上の NoA が

アニメーションを用いて患児に声をかける機能を追加した。またプレパレーションを行うアニメーションを作成する際に、市立函館病院にて小児科の医師、看護師の方々とディスカッションを行なった。そのディスカッションでは治療の手順の確認や患児に声をかける際の注意点等についてお話を伺うことができた。得られた情報を元にプレパレーションを行うアニメーションの作成に取りかかった。以上の活動を経て、長期入院患児の入院生活支援アプリケーション「NoA」を完成させた。

・心身の疲労度の可視化

後期では開発期間に十分注力するため、予め夏季休暇に開発言語等の予備知識を蓄え、その上で Viscator の開発に取り掛かった。また、実証・評価実験の為の十分なリソースが確保できない為、グループメンバー自ら運動計測を行い、パラメータの調整も行った。開発段階で、使用したウェアラブルセンサでは心拍の変動時系列間隔データである RRI を正確に測定できないことが明らかになった。RRI を用いてストレスを把握する予定であったため、我々はより精度の高いセンサを追加することにした。しかし精度の高いセンサでの開発は難航し、実装にいたることができなかった。そこで実装可能である低い精度のセンサを用いてそのデータの粗さを如何にカバーするかを考え、実装に成功した。

4. 今後の課題

2 月に東京の秋葉原で行われる発表に向け、各グループで開発を続ける。

・自主的リハビリ支援

達成度が不十分であった 2 点を中心に継続して開発を進める。1 点目は、センサとアプリの直接通信である。現時点では PC を仲介して行っているため、使用タブレットアプリとセンサの 2 つの端末のみで連動するようにセンサや通信方法について再度検討し開発を行う。2 点目は関節の可動域のリアルタイム表示である。現時点では、アプリ内で操作しなければ表示されない設計になっており、今後関節の可動域を算出するアルゴリズムやアプリ設計の再検討をし、開発を行う。

・医師と認知症高齢者のコミュニケーション支援

完成したシステムは表情読み込みから推定までの動作が重く、リアルタイム性に欠ける点があるため改善する必要がある。またテスト画像に対する結果として適合率が低いためファインチューニングを用いた手法等を今後再検討する。現段階では健常な高齢者を対象にしているため、認知症高齢者に

対して、どのように適用するかを検討する。

・Virtual Pet による入院患児支援

現状実装されているプレパレーションを行うアニメーションが吸入と採血の2種類しかないため、MRI や薬でのプレパレーションを行うアニメーションを追加する。また治療中のVP による応援機能が現状では患児のもつ AppleWatch に表示されているボタンを押すことで応援を始めるものとなっているが、その機能を親の iPhone 側から応援を始められるような機能に変更する。

・心身の疲労度の可視化

心身の疲労度の可視化予備実験を行ったのはグループメンバーのみであり、妥当性の検討が不十分である。したがって予備観察を継続した後、実験のデザインを決定、評価実験を開始した後、考案アルゴリズムの妥当性を検討し、調整する。また、このアプリケーションは現在搭載されているセンサ精度に依存しているため、センサ精度の向上によるアプリケーションの再プログラムの必要性も懸念すべきである。そこで、今後ウェアラブル端末搭載のセンサ精度が向上したと仮定した環境で開発を行う為、LED 型の心拍センサではなく、ウェアラブル型の心電計測器を用いた開発を行う。そして最終的には、フィットネスアプリケーションとしてローカルな形として定義した本アプリケーションを、他者とのデータの共有という形でよりグローバルなアプリケーションへと進化させることが今後の課題である。

参考文献

[1]総務省,“国勢調査”,2015.

Available: <https://goo.gl/oRmevH>. [2018 7 23 アクセス]

[2]“認知症の人はどのくらいいるのですか?”,.

Available: <https://www.ninchisho-forum.com/knowledge/kurashi/003.html>. [2018 7 23 アクセス]

[3]“人手不足にあえぐ介護業界, 原因は”やはり”賃金にある! 処遇改善加算も虚しく響く中, 抜本的な改革は可能か?”,2017 8 9.

Available:<https://www.minnanokaigo.com/news/kaigogaku/no299/>. [2018 7 21 アクセス]

[4]厚生労働省,“平成 28 年(2016 年)医師・歯科医師・薬剤師調査の概況:厚生労働省”,2017 8 9.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/16/>. [2018 7 22 アクセス]

[5]厚生労働省,“平成 28 年(2016 年)医療施設(動態)調査・病

院報告の概況:厚生労働省”.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/16/>. [2018 7 22 アクセス]

[6]厚生労働省,“厚生労働省-生活習慣病”.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou/seikatsu/seikatusyuukan.html>. [2018 7 22 アクセス]

[7]厚生労働省,“厚生労働省-厚生労働白書”,2016.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/14/backdata/index.html>. [2018 7 22 アクセス]

[8]JPADL(日本生活習慣病予防協会),“40 歳以降で生活習慣病が増加【2010 年国民健康・栄養調査】”, 2012.2.2.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/05/dl/s0516-9e.pdf>. [2018 7 23 アクセス]

[9]厚生労働省,“平成 18 年度診療報酬改定の概要について”, 2006.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2006/02/dl/s0215-3u.pdf>. [2018 7 23 アクセス]

[10]厚生労働省,“平成 20 年度診療報酬改定の概要について”, 2008.

Available:<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/05/dl/s0516-9e.pdf>. [2018 7 23 アクセス]

[11]上昌広,“リハビリ難民の救世主となるか 私費リハビリの可能性”,2017 5 19.

Available: <https://goo.gl/RIBi16>. [2018 7 23 アクセス]

[12]政府 CIO ポータル,“世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画”.

Available: <https://cio.go.jp/data-basis>. [2018 7 24 アクセス]

[13]“直感的なタブレット操作で煩雑な記録業務を改善”.

Available:<https://www.uchida.co.jp/system/welfare/case/teitoku.html>. [2018 7 23 アクセス]