

服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブ・コミュニケーションシステムのユーザビリティおよびインタラクティブ性評価

戸田健[†] 尾崎信耶[†] 白川真秀[†] 井手口直子^{††,†††}
宮木智子^{††} 南部恵子^{††} 池田恵子^{††}

これまで我々は従来システムの課題に対処した新しいユーザインタフェースと患者-薬剤師間コミュニケーションにおける新しいインタラクションの方法を提案し、小児患者向けに設計・実装を行い実証実験のためのシステムを開発してきた。今回パイロット試験を行い、それらのユーザビリティとインタラクティブ性の評価を行ったので報告する。被験者は、実際の調剤薬局における薬剤師と外来の小児患者およびその保護者をお願いした。端末ユーザインタフェースのユーザビリティは操作誤り率と操作時間から、また患者-薬剤師間のインタラクティブ性は薬剤師の応答時間から定量的に評価した。最終的には、評価アンケートの結果も併せて、開発システムがどの程度システム要件を満足したかを示す。また実証実験に向けた課題もいくつか明らかになったので報告する。

Usability and Interactivity Test of Communication System between Pharmacists and Patients for Medical Treatment

TAKESHI TODA[†] SHINYA OZAKI[†]
MASAHIDE SHIRAKAWA[†] NAOKO IDEGUCHI^{††,†††}
TOMOKO MIYAKI^{††} KEIKO NANBU^{††}
KEIKO IKEDA^{††}

In order to overcome those problems in the conventional systems, we have proposed new methods for the user interface and the interaction for the communication between pharmacists and outpatients. We also have developed experimental systems, designed and implemented the proposed methods for pediatric patients. In this paper, we report pilot test for evaluating the usability in the proposed user interface and interaction methods using the developed experimental system. Test users are actual pharmacists in the dispensing pharmacy and pediatric patients with their parents. To evaluate

quantitatively the usability of the user interface, operation error rate and operation time are measured. To also evaluate quantitatively the interactivity between the pharmacist and the patient, pharmacist response time is measured. Finally we show how the developed system satisfied the system requirement, accompanying questionnaire result. We also show revealed problems for trial in future.

1. はじめに*

薬剤師は現状、在宅患者に対し調剤薬局窓口においてのみ服薬指導を行っているが、今後は患者の服薬状況や症状を常時把握し問題に対処することが要求されることから、携帯電話のメール機能を利用して在宅患者の服薬治療を遠隔で支援するための患者-薬剤師間双方向コミュニケーションシステムが開発され実証実験が行われている。しかしながら、患者の意欲維持や服薬状況の継続的把握といった薬物療法の根本課題のところで、端末のユーザビリティや患者-薬剤師間インタラクティブ性の欠如に起因する問題が報告された [1][2][3]。

従来システム課題の対処を求められた我々はこれまで、調剤薬局で働く薬剤師、さらに患者の協力を得てユーザビリティ及びインタラクティブ性に関わるシステム要件を策定した (図 1, 表 1) [4][5]。策定したシステム要件に基づいてユーザビリティ及びインタラクティブ性を高めた新しいユーザインタフェースを提案し、小児患者向けに設計・実装を行い実証実験のためのシステムを開発した [4][5]。

本稿では今回実証実験システムのパイロット試験に伴って、提案システムのユーザビリティ及びインタラクティブ性評価を行ったので報告する。被験者は実際の調剤薬局の薬剤師と外来小児患者及びその保護者をお願いした。端末ユーザインタフェースのユーザビリティは操作誤り率と操作時間から、また患者-薬剤師間のインタラクティブ性は薬剤師の応答時間から定量的に評価した。最終的には、評価アンケートの結果も併せて、開発システムがどの程度システム要件を満足したかを示す。また実証実験に向けた課題もいくつか明らかになったので報告する。

2. 実証実験系 [4][5]

端末ユーザインタフェースのユーザビリティおよび患者-薬剤師間インタラクティブ性のテストに用いた実証実験系を図 2 に示す。またその諸元を表 2 に示す。小児患者と薬剤師の携帯端末、研究室に設置した Web サーバー、携帯電話事業者ネットワーク

*[†] 日本大学理工学部
College of Science and Technology, Nihon University
^{††} 日本大学薬学部
College of Pharmacy, Nihon University
^{†††} (株)新医療総研こぐま薬局
Koguma Pharmacy, New MEC Inc.

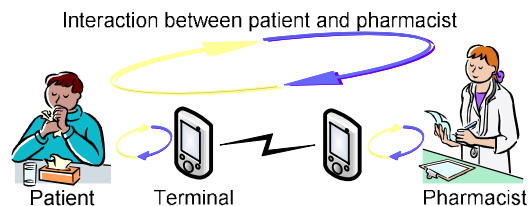


図 1 患者-薬剤師間インタラクション
Figure 1 Interaction Between Patient and Pharmacist.

表 1 患者-薬剤師間のシステム要件

Table 1 The Requirements of Interactions Between Patients and Pharmacist.

インタラクション区分	システム要件
患者-端末間	(1) 患者の薬物療法に対する意識及びやる気を高め、飽きずに持続できるような仕掛け。 (2) 小児や高齢者であっても、説明書や薬剤師の補助なく操作可能。 (3) 家事や仕事の合間であっても「面倒臭い」「手間」感を与えず、少ない手数で簡単に。 (4) 服薬及び症状報告の忘れを負担少なく回避できるような仕掛け。
薬剤師-端末間	(5) 服薬及び症状報告患者からのアクションに対し速やかに、必ず応答できるような仕掛け。 (6) 薬局業務の合間に、少ない手数で簡単に（薬剤師の負担軽減）。
患者-薬剤師間	(7) 服薬及び症状報告患者が薬剤師に見守られている感を持てるような仕掛け。 (8) 薬剤師から患者への返答はリアルタイム性を高め、コメントであっても「共感+アドバイス+連絡」の要素を含むような仕掛け。

ーク、および Web メールサーバーから成る。携帯端末はユーザインタフェースの独自開発・実装が可能なスマートフォンの中から、ハードウェア・インタフェースのユーザビリティ及びソフトウェア・インタフェースの開発環境を検討し iPhone 3GS を選定した。通信ネットワークは、iPhone 3GS は無線 LAN が利用可能な環境では自動的に切り替わって無線 LAN が使用されるが、今回は最悪値評価として、通信速度の比較的低い携帯電話網 (Softbank 3G) に固定した。研究室に設置した Web サーバーには、端末のユーザインタフェース、患者側と薬剤師側インタフェース連携させるために開発した CGI (Common Gateway Interface) プログラムを実装している。また Web メール

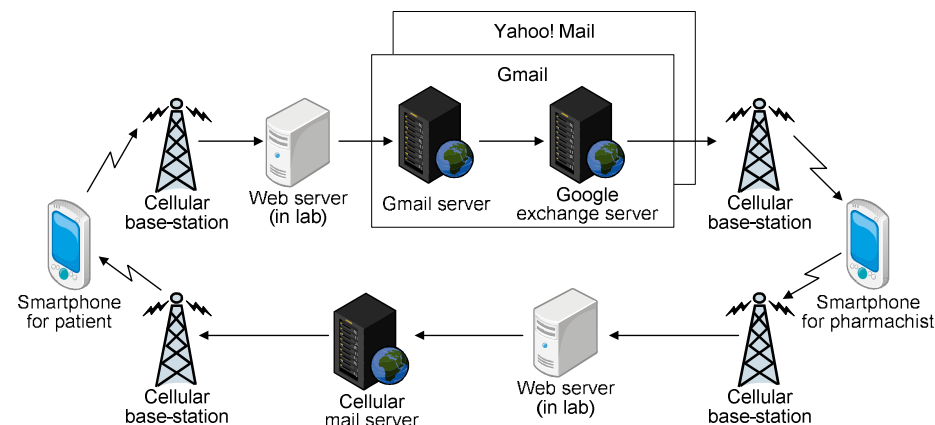


図 2 実証実験系
Figure 2 Experimental System.

表 2 実証実験系の諸元
Table 2 System Specifications.

項目	仕様
携帯端末	- iPhone 3GS (iPhone OS Ver. 3.1.3) - SDK Ver. 3.1.3.
通信ネットワーク	Softbank 3G
Web サーバー	- Linux OS: Fedora10, - CGI: Perl Ver. 5.10.0, PHP Ver. 5.2.9.
Web メールサーバー	- Gmail, Yahoo! Mail (患者→薬剤師), - Softbank 3G: S!メール(薬剤師→患者)

サーバーは携帯端末からの利用が近年増大し exchange server のダウンが発生したこともあり、Gmail サーバー (Gmail のメール server 及び exchange server) と Yahoo! Mail サーバーの二重化した。

3. ユーザビリティテスト

端末ユーザインタフェースの操作は、Web 画面のメニューボタンをクリックすると同様に、スマートフォンのタッチパネル上にあるメニューボタンをタッチするだけ

で患者-薬剤師間のほぼ全てのコミュニケーションを行う [4][5]. 本ユーザビリティテストは、ユーザビリティ工学の開拓者として世界的に有名で、特に Web のユーザビリティに関し第一人者である Jakob Nielsen 博士の著「Usability Engineering (Interactive Technologies)」 [6]に従ってテスト計画、測定項目の検討、データ測定を行った。

3.1 テストの目標

設計開発したユーザインタフェース及び患者-薬剤師間インタラクションがシステム要件 (表 1 参照) をどの程度満たしているかというユーザー評価アンケートの結果を定量的に裏付けるためのデータを取得すること。また設計のやり直し、あるいは今後の課題を抽出すること。

3.2 評価項目および測定項目

表 3 に、端末ユーザビリティおよび患者-薬剤師間インタラクティブリティ評価のための測定項目を示す。ユーザビリティの定義として最も参照され、JIS 規格としても採用されている国際規格 ISO9241-11 [7]では、ユーザビリティを「ある製品が特定の利用者及び利用状況において、指定された目標を達成する上での正確さと完全性 (有効性)、正確さと完全性に費やした資源 (効率)、不快感のなさや肯定的態度 (満足度)」と定義している。このことから、有効性については「操作誤り率」、効率については「操作時間」及び「応答時間」を測定項目とした。また満足度についてはシステム要件 (表 1) に対する満足度の調査アンケートを得ることとした。

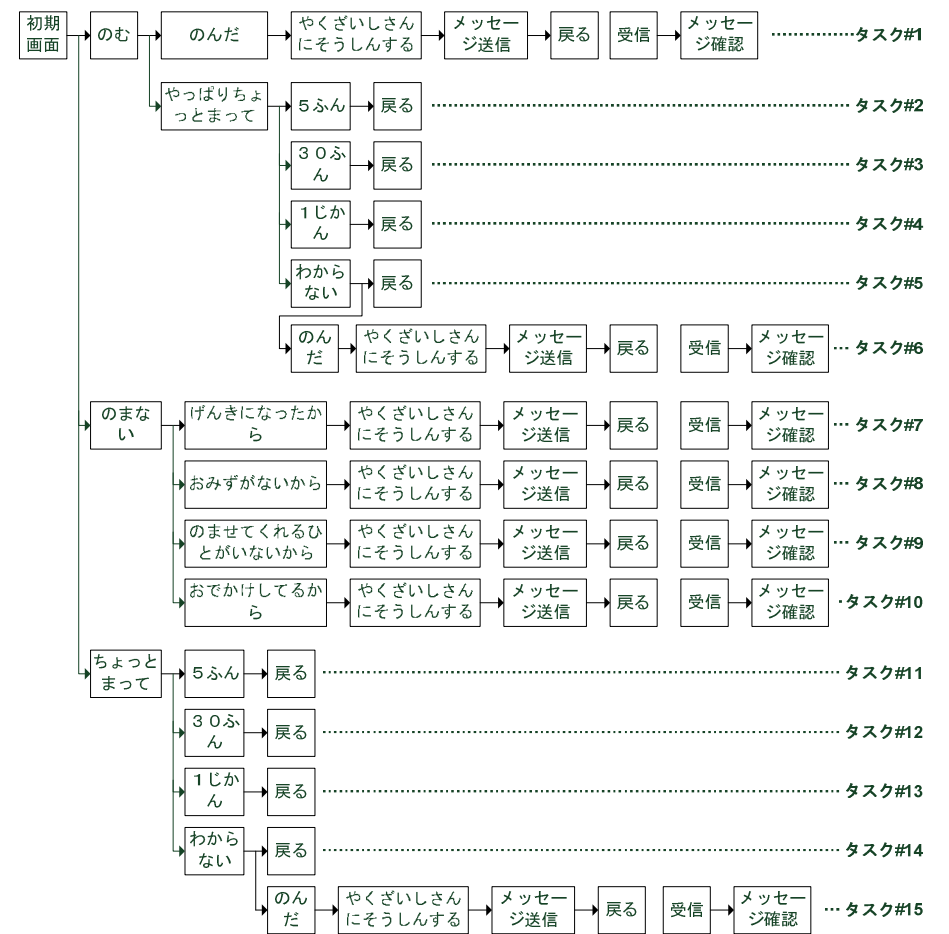
表 3 評価項目および測定項目

Table 3 Measurement Items for Evaluation.

評価項目	測定項目
端末ユーザインタフェースのユーザビリティ	・操作誤り率 ・操作時間
患者-薬剤師間インタラクティブリティ	応答時間 (患者が服薬状況の送信を完了後、薬剤師からの応答があるまでの時間)

(1) 操作誤り率

図 3 に、小児患者が服薬毎に行う服薬状況報告のタスクについて全てのパターンを示す [4][5]. タスク内の操作メニューは、スマートフォンのタッチパネル上に表示される選択メニューボタンに相当する。ここで「タスク」を、服薬時間の報知に従って初期画面のタッチでスタートし、戻るボタンのタッチで服薬状況報告を終えるまでの一連の操作と定義する。従って、タスクの遂行に要するメニューボタンの選択タッチの回数はメニューボタンの個数に相当する。たとえばタスク#1 ではメニューの合計数は 6 個(「初期画面」→「のむ」→「のんだ」→「やくざいしさんにそうしんする」→「メッセージ送信」



図

3 小児患者側端末におけるタスクフロー (フリーメッセージ機能を用いる場合)

Figure 3 Task Flows in Patient Terminals (for using free message function).

送信」→「戻る」)なので、操作回数は 6 回となる。タスク#2 では 5 回 (「初期画面」→「のむ」→「やっぱりちょっとまって」→「5 ふん」→「もどる」), タスク#6 では 8 回 (「初期画面」→「のむ」→「やっぱりちょっとまって」→「わからない」→「のんだ」→「やくざいし

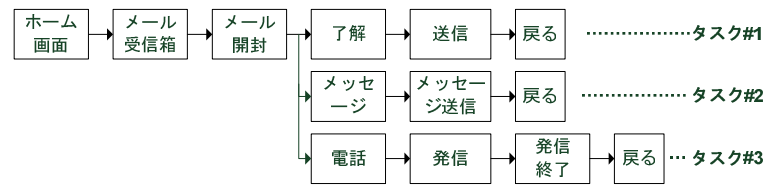


図 4 薬剤師側端末におけるタスクフロー
Figure 4 Task Flows in Pharmacist Terminals.

んにそうしんする」→「メッセージ送信」→「戻る」となる。またタスクの総数は、服薬状況およびメッセージを送信する時がタスク 1~14 で合計 15 パターンある。

図 4 に、患者からの服薬状況報告毎に薬剤師が応答する時のタスクについて全パターンを示す [4][5]。薬剤師端末では受信した HTML メール上に表示される患者服薬状況報告に対して「電話」、「メッセージ」、「了解」の 3 つのパターンで対応する。タスク #1, #2, #3 のメニューボタンの個数（操作回数）はそれぞれ 6 回、6 回、7 回である。よってテストユーザーの番号を k 、タスクの番号を l とした時、テストユーザー k がタスク l を遂行した時の操作誤り率（OER: Operation Error Rate）は下式で計算される。

$$OER = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K OER_k = \frac{1}{K} \frac{1}{L} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L OER_k^l = \frac{1}{K} \frac{1}{L} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \frac{N_k^l}{M_l} \quad (1)$$

但し、

M_l : タスク l 遂行時のメニューボタンの個数、

N_k^l : タスク l 遂行時に誤って押したメニューボタンの個数、

K : テストユーザー総数、

L : タスク総数。

以上より、操作誤り率の測定では、 M_l は前途の通り既知定数なので、 N_k^l を測定し、

(1)式に代入することで操作誤り率を求めることになる。

(2) 操作時間

図 5 に、服薬毎に発生する患者および薬剤師端末のタスクとデータ処理のフローを示す。ユーザインタフェースのユーザビリティ評価において測定する操作時間は、図 5 中の t_1, t_2, t_3 で、それぞれ以下のように定義する。

- t_1 : 患者が服薬時間アラームに反応し、服薬状況及びメッセージを入力し送信後、

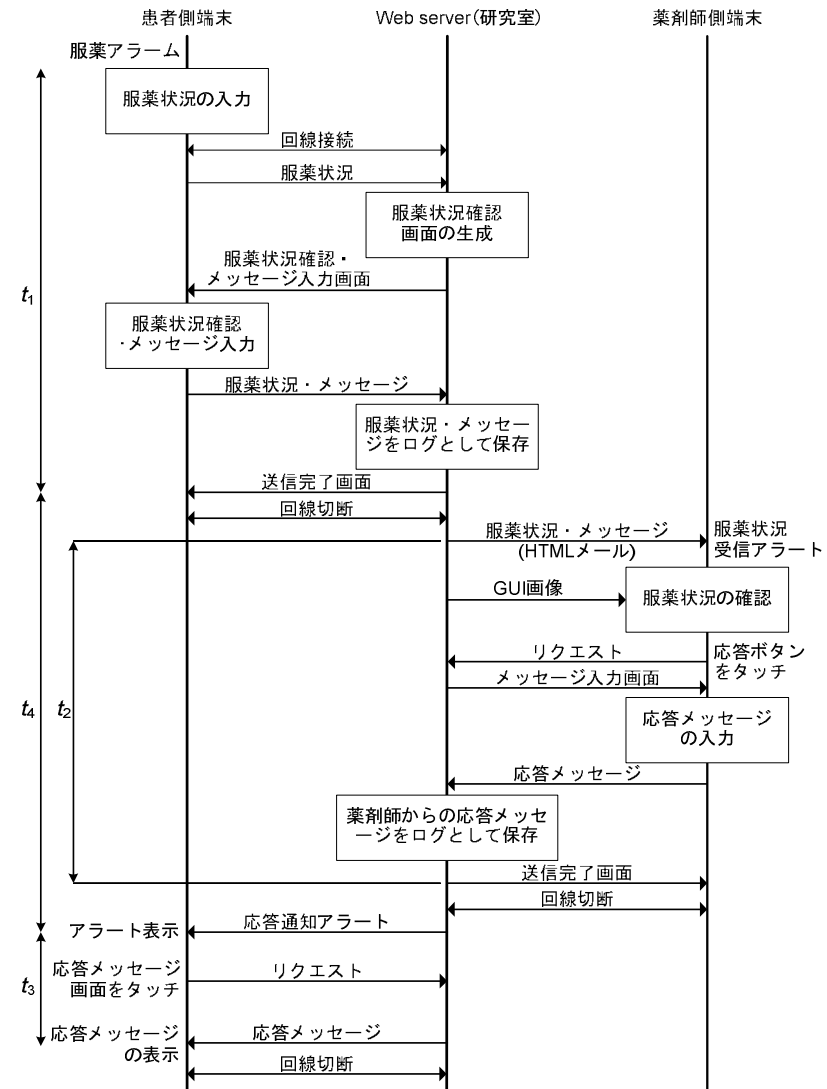


図 5 患者端末と薬剤師端末のタスク及びデータ処理フロー
Figure 5 Task and Data Flows between Patient and Pharmacist Terminals.

送信完了画面を確認するまでの要した時間.

- t_2 : 薬剤師が患者からの服薬状況受信アラートに反応し、患者の服薬状況を確認後にメッセージを入力し送信の後、送信完了画面を確認するまでに要した時間.
- t_3 : 患者が薬剤師からの応答（アラート表示）に反応し、応答内容を確認するまでに要した時間.

従って患者端末における操作時間は t_1 および t_4 , また薬剤師端末においては t_3 となる. 以上の通り, ここで定義した操作時間はユーザーがメニューボタンの選択タッチに費やす時間の他に, 携帯電話ネットワーク経由での Web サーバーとの接続確立やテキスト・画像の送受信に要する時間も含まれる.

(3) 応答時間

患者-薬剤師間のインタラクティブ性評価において測定する応答時間は, 図 5 中の t_4 で, 以下のように定義する.

- t_4 : 患者が服薬状況の送信完了画面を確認後, 薬剤師からの応答（アラート表示）があるまでの時間.

図 5 からわかる通り, 応答時間 t_4 には薬剤師端末での薬剤師操作時間 t_2 の他に, 携帯電話ネットワーク経由での Web サーバーとの接続確立やテキスト・画像の送受信に要する時間も含まれる.

テストユーザー 1 人あたり応答時間を測定するタスクは, 図 3 よりタスク#1, #6~#10 および#15 で, 合計のタスク数は 6 である.

3.3 テストユーザー

(1) 患者端末テストユーザー

患者端末のテストユーザーは実際に保険調剤薬局に来た外来小児患者で, 3 歳が 1 人, 5 歳が 1 人, 6 歳が 5 人, 7 歳, 8 歳, 11 歳がそれぞれ 1 人, 合計 10 人 ($K=10$) で行った. 服薬目的はアレルギーや風邪等であった. 操作するメニューボタンのひらがなが読める小児患者は, 保護者の付き添いのもと自分 1 人で操作してもらった. また読めるが自信がない, 少し読める, あるいは全く読めない小児患者についても, 保護者の助けを得るものの自分で操作してもらった.

(2) 薬剤師端末テストユーザー

薬剤師端末のテストユーザーは実際に保険調剤薬局にて業務中の薬剤師にお願いした.

3.4 テスト場所

テストは保険調剤薬局において, 患者が薬局スタッフ控室, 薬剤師は実際の業務現場に実施した (図 6, 7).

3.5 テストの時間帯, 患者一人当たりのテスト時間

患者端末のテストユーザーを獲得するために, 小児患者の外来数が最も多い午後の外来時間(15時~19時)においてテストを実施した. またその時間帯は患者の保護者(母親)にとって夕飯の準備等忙しい時間帯であることから, 調剤を待つ間の時間とし



図 6 患者テスト風景
Figure 6 Patient Test Scene.



図 7 薬剤師テスト風景
Figure 7 Pharmacist Test Scenes.

て, 一人当たり 20 分程度とした.

3.6 操作内容

(1) 患者端末ユーザインタフェース

患者前節で述べた通り患者 1 人当たりのテスト時間を 20 分程度としたため, 患者端末ユーザインタフェースではタスク#1~#10 までの合計 10 タスク ($L=10$) で, ボタンをタッチする回数は合計で 66 回 ($N=66$) となる. また今回は基本的なユーザビリティ評価のためメッセージの書き込み操作は行わない.

(2) 薬剤師端末ユーザインタフェース

患者端末での操作に合わせて, メッセージによる応答を行わない, 簡単に了解の応答の操作一タスク #1 のみ行う. 従ってボタンをタッチ回数は 6 回 ($N=6$) となる.

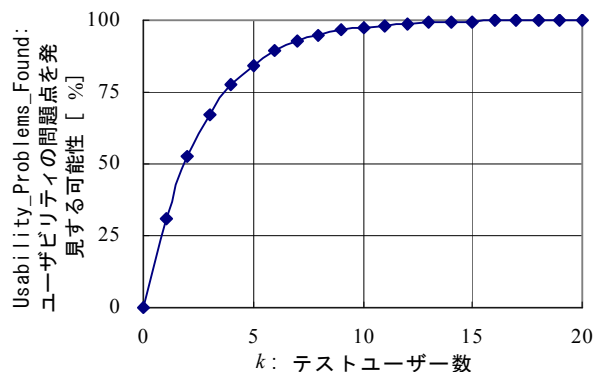


図8 テストユーザー数とユーザビリティの問題点を発見する可能性
Figure 8 Number of Test User v.s. Number of Usability Problems found

3.7 所要のテストユーザー数

ユーザビリティテストにおいて所要テストユーザーを見積もる時に、下式で表わされるユーザビリティ問題点発見の近似式がしばしば利用される [8].

$$Usability_Problem_Found(k) = N(1 - (1 - \lambda)^k) \quad (4)$$

但し、

N : インタフェースでのユーザビリティ問題点の総数、

λ : 1人のテストユーザーが問題点を発見する確率。

N は、(1)式で定義した M_l (タスク l 遂行時のメニューボタンの個数) を用いて下式で計算することができる。

$$N = \sum_{l=1}^L M_l \quad (5)$$

(4)式は、ユーザビリティ問題点の総数 N を 100[%] で正規化すると、 N によらず変わらず、1人のテストユーザーが問題点を発見する確率 λ に依存する曲線となる。ここで事前に λ は不明のため、文献[8]より $\lambda=31\%$ を参考値とし、(4)式に代入すると図6が描ける。ユーザビリティの問題点を発見する可能性はテストユーザーが5人で80%程度以上、10人で98%程度以上になる。よって所要テストユーザー数は、ユーザビ

リティテストでは一般的に2~5名で行われること[6][8]、小児の年齢によって操作誤り率に大きな差が出ることを想定して、患者端末のテストユーザーは多めに10名 ($K=10$) とした。テスト後に明らかになった λ は、次のテストに用いられることになる。一方薬剤師の場合は操作回数が極端に少ないこと、また事前に操作してもらったところタッチパネルのボタン押し間違えが皆無であったことから、今回は1人で行った。

4. 結果

4.1 操作誤り率

(1) 患者端末ユーザインタフェース

患者端末ユーザインタフェースについて、テストユーザー毎に遂行した全てのタスクで平均化した操作誤り率の測定結果を図9に示す。3歳のテストユーザーが34%、5歳が17%、6歳は平均が12%、7歳と8歳は8%、11歳は1%であった。

(2) 薬剤師端末ユーザインタフェース

薬剤師端末ユーザインタフェースについては、1人の業務中薬剤師に操作してもらった結果、操作合計回数が $N(=6) \times K(=10) \times L(=10) = 600$ 回で操作誤りは皆無であった。

4.2 操作時間

(1) 患者端末ユーザインタフェース

患者端末ユーザインタフェースの操作時間について測定結果を図10に示す。テストユーザー操作時間は開発者の操作時間を基準として正規化し、遂行した全てのタスクで平均化した。100%のところが開発者の操作時間と同じで14秒である。3歳のテストユーザーが264% (33秒)、5歳が221% (29秒)、6歳は平均で164% (22秒)、7歳が135% (18秒)、8歳が140% (19秒)、11歳は72% (10秒) であった。

(2) 薬剤師端末ユーザインタフェース

薬剤師端末ユーザインタフェースの操作時間は、1人の薬剤師に10回操作してもらった結果、平均10秒であった。

4.3 患者-薬剤師間の応答時間

図11に患者-薬剤師間の応答時間のヒストグラムを示す。前途の通り、テストユーザー1人あたりの応答時間の測定回数は6回 (6タスク) なので、10ユーザーで合計60回になる。応答時間が20秒前後の場合は薬剤師が瞬時に応答した時である。それ以外は、薬の調剤や窓口での接客業務に関わり瞬時に応答できなかった場合である。

5. アンケート結果

5.1 アンケート結果

システム要件 (表1) の中でユーザビリティとインタラクティブ性に関わるシステ

ム要件についてテスト終了後にアンケートを取った (図 12)。アンケートの回答は、小児患者のところもあり単純にはい/いいえ/わからないの3択のした。システム要

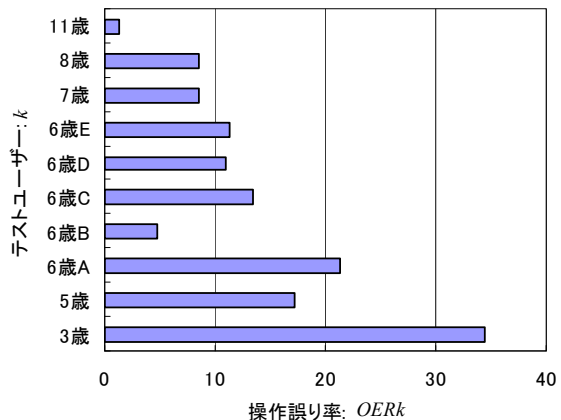


図9 テストユーザーkの操作誤り率
Figure 9 Operation Error Rate of User k

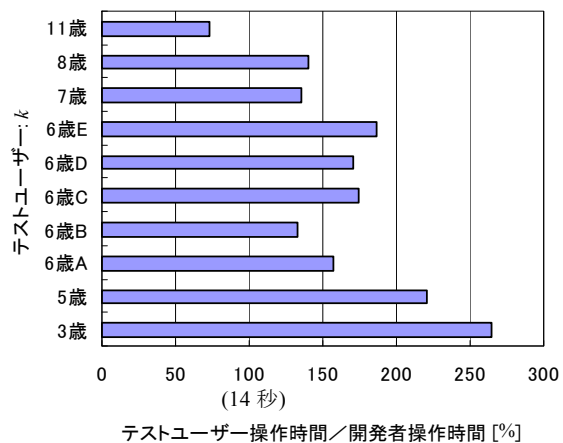


図10 テストユーザーkの操作時間
Figure 10 Operation Time of User k

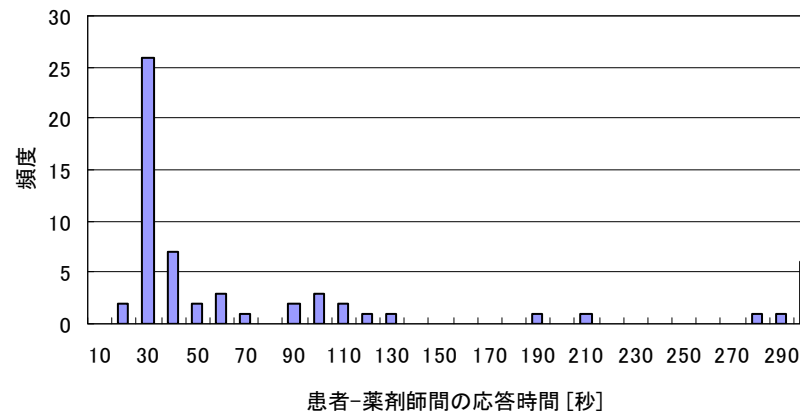


図11 患者-薬剤師間応答時間のヒストグラム
Figure 11 Histogram of Response Time of Pharmacist to Patient.

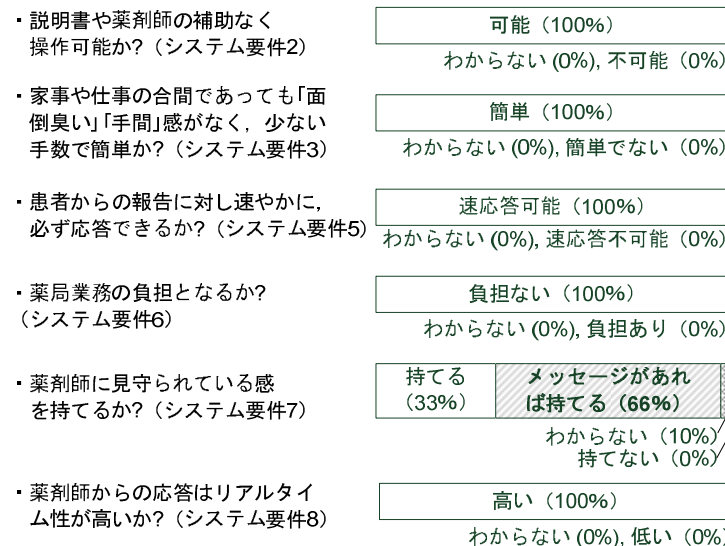


図12 アンケート結果
Figure 12 The Questionnaire Results.

件7では、今回のテストではメッセージ入力を行わなかったことから、メッセージがあれば見守られている感を持ってそうであるという回答が最も多かったが、その他の項目は100%システム要件を満足することができた。将来の実証実験では、実運用上の環境での評価となるので、より細かいアンケートが必要になると思われる。

5.2 患者テストユーザーのコメント

システム要件に対するアンケート回答時に得られたコメントを参考のため以下に列挙する。

(1) 説明書や薬剤師の補助なく操作可能か？

- 1通り操作すれば、問題ない。
- ゲーム感覚で簡単に楽しくできた。
- 母親に1通り教えてもらって操作すればOK。
- 慣れれば全然問題ない。

(2) 母親の手間がかからないか？

- 母親の手間はほとんどかからなさそう。ちょっとやっておいてと言えれば済みそう。
- 母親の確認は不要。実際親は何も手助けしなかった。
- 母親と一緒にやる必要があるが、10～30秒程度の操作で済むので、手間とか面倒という感じは全くない。

(3) 薬剤師に見守られている感があるか？

- 実際にメッセージの交換があれば見守られている感が高い。

(4) リアルタイム性は？

- 早い。5、10分であれば子供が遊んだり、親は家事をしている間あつという間という感じ。
- 薬局の忙しさを考えると、5分というのは早い。1時間位経つと遅いかなと思う。

5.3 観察者が気付いたこと

- 親と子、兄弟同士教え合いながら楽しくやっていた。
- 5歳、6歳の場合、平仮名を読むゲームの感覚で楽しくやっていた。
- 3歳の小児は平仮名が読めないで、メニュー選択は母親が「一番上」、「一番下」、「真中」、「上から2番目」と言って口頭指示で操作をさせていた。
- 3歳の小児は任天堂DS等タッチパネルの操作経験がないのでタッチ誤りが多かった。またテスト後半になっても学習されず、誤り回数は減らなかった。

6. 謝辞

システム要件の策定、ユーザインタフェースのデザイン、ユーザビリティ評価に御協力頂いた株式会社新医療総合研究所こぐま薬局スタッフ、小児患者とその保護者の皆様、藤多パークサイドクリニック医院長藤多和信先生、その他関係各位に深謝する。

またユーザインタフェースのメニュー画面において、アンパンマンキャラクターのアニメーション使用を許可頂いた日本テレビミュージック株式会社に感謝する。

参考文献

- 1) 井手口直子, 伊藤由香里, 高木彰子, 高田美奈子, 山内佳織, 糸数陽介, 山口弥里: 携帯電話を利用した医療コミュニケーションツールの開発 1-小児科での服薬支援, 第18回日本医療薬学会年会講演要旨集, Vol. 18, p375 (2008).
- 2) 射場茂樹, 浦上宗治, 百々文和, 栗原朝子, 為近太郎, 藤堂辺昭, 八代禎子, 吉永浩明, 新宮領恵美, 友田裕美, 大石学, 兼田真樹, 鈴木勉, 井手口直子, 佐藤英俊: 緩和ケアにおける (2008).
- 3) 井手口直子, 高木彰子, 高田美奈子, 山内佳織, 土居純一, 土居弘子, 土居孝之, 森下久巳, 竹原稔, 益田光弘: 携帯電話を利用した患者と薬局の双方向コミュニケーションシステムの開発-メタボリックシンドローム予防への取り組み-, *Journal of Pharmaceutical Communication*, Vol. 7, No. 1, pp13-20 (2009).
- 4) 尾崎信耶, 戸田健, 宮木智子, 南部恵子, 池田恵子, 井手口直子: 服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブ・コミュニケーションシステム, 情報処理学会シンポジウム「インタラクティブ2010」, *IPSJ Symposium Series Vol. 2010, No. 4, PA04*, (2010).
- 5) 尾崎信耶, 戸田健, 宮木智子, 南部恵子, 池田恵子, 井手口直子: 服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブ・コミュニケーションシステム, 情報処理学会第136回ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI)研究会, Vol. 2010-HCI-136, No. 14 (2009).
- 6) J. Nielsen: *Usability Engineering (Interactive Technologies)*, Academic press, Boston (1993).
- 7) ISO 9241-11:1998. (1998).
- 8) J. Nielsen and T. K. Landauer: A mathematical model of the finding of usability problems, *Proc. ACM INTERCHI'93 Conf.*, pp. 206-213 (1993).