

2 型糖尿病患者のための生活指導支援システムの開発

今成 一雄*¹, 櫻岡 卓哉*², 大橋 博*³

Development of Living Guidance System for Type 2 Diabetics

Kazuo IMANARI, Takuya SAKURAOKA and Hiroshi OHASHI

We proposed and developed a prototype of new Living Guidance System for type2 diabetics. The system is aimed for the improvement of instruction environment, the simplification of duties, and the offer of effective data to guidance. It designed to executable on Apache firewall server as a Web application with portable personal digital assistant terminal. The system was tried on the medical treatment for a week and the questionnaire survey of the system performance was carried out. On Correspondence Analysis, the effectiveness was confirmed.

KEYWORDS : diabetics , guidance system , relational data base , SQLite , PHP , Web application

1. まえがき

予備軍も含めると今や 2000 万人を超えと言われ、国民病となりつつある糖尿病患者。そのほとんどを占める 2 型糖尿病の治療では、長期の生活指導・運動指導とその経過観察とを必要とする。一方、カルテの電子化が一般的になりつつある現状で、看護師・栄養士による指導・観察記録の電子化は立ち遅れており、現場では経験や知識の蓄積とその共有化が求められている。今回はこれを実現する生活指導支援システムを開発し、そのプロトタイプ of 医療現場スタッフによる評価が得られたので、これを報告する。

以下、第 2 章では糖尿病の原因・分類とその医療機関の現状について、第 3 章では医療機関にお

ける IT 化の現状とシステムに求められる要件の分析・提案を、第 4 章では今回、試作・実装されたシステムについて、第 5 章では医療スタッフによる試用・評価と今後の展望について記す。

2. 糖尿病患者数と医療機関の現状¹⁾

2. 1 糖尿病とは^{2, 3, 4)}

すい臓に存在するランゲルハンス島 (すい島) の β 細胞から分泌されるペプチドホルモンの 1 種であるインスリンは、グリコーゲン合成と解糖を促進し、糖新生を抑制する。つまり、細胞が血液中からブドウ糖を取り込んでエネルギーとして利用する働きを助けている。インスリンの作用が不

*1 電気情報工学科 (Dept. of Electric and Computer Engineering), E-mail: imanari@oyama-ct.ac.jp

*2 北陸先端科学技術大学院大学 修士 2 年生 (Japan Advanced Institute of Science and Technology)

*3 医療法人 小山イーストクリニック 理事長 (Medical Corporation OYAMA East Clinic, President)

足するとブドウ糖を利用できなくなり、血液中のブドウ糖濃度“血糖値”が高くなる。この状態を高血糖と呼び、これが継続する症状が糖尿病と呼ばれる。

糖尿病は、その要因により大きく2種類に大別される。

1) 1型糖尿病

インスリンが生成できなくなり、突発的に発病する症状を指す。自己免疫疾患やウイルス感染、遺伝的な原因が挙げられる。

2) 2型糖尿病

インスリンの分泌量が低下している場合や肥満によりインスリンの効果が阻害されている症状を指し、生活習慣病と呼ばれる糖尿病である。過食や運動不足等の生活習慣の乱れが原因とされている。患者の95%以上がこのタイプである。

この他に「妊娠糖尿病」、「特定の原因によるその他の型の糖尿病」などがある。

ここでは2型糖尿病患者に対する生活指導支援を想定する。

2. 2 患者数と医療機関の現状^{5, 6)}

図1は、日本における糖尿病患者の推移を示す。日本国内4,003人を対象に実施された平成19年国民健康・栄養調査結果によると糖尿病患者数の推計は890万人であり、糖尿病の可能性を否定できない予備軍を含めると2210万人にも及ぶと試算されている。また、厚生労働省の調査によると糖尿病が疑われる者は、10年前と比べ、およそ1.3倍に増加しており、患者増加ペースはさらに加速している。このペースで患者が増え続けると、平成24年には3500万人に及ぶと試算される。

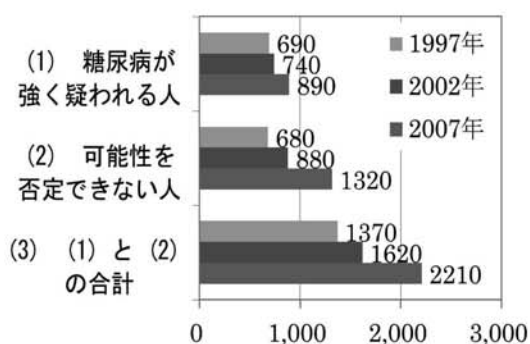


図1 糖尿病患者数の推移 (単位 万人)

一方、医療施設の現状は表1に示す通りであり、概算すると1日当たり看護師が療養指導を行わなければならない患者数は20人以上であり、専門医においては100人以上を診断しなければならない。したがって、医療スタッフは時間的・精神的余裕がなく医療ミスに繋がりがかねないといった問題や患者情報の共有が効率的に行えず、一人の患者に対し複数の看護師が同じ指導をしてしまう重複指導の問題等が発生する。そのため、患者への生活指導管理のIT化が強く求められている。

表1 医療施設の現状

糖尿病専門の医療機関数	9000 件
1 施設当たりの患者数	1000 人
1 施設当たりの専門医数	2.6 人
1 施設当たりの糖尿病療養指導士数	9.8 人
専門医 1 人当たりの患者数	400 人
糖尿病療養指導士 1 人当たりの患者数	100 人

3. システム設計

3. 1 従来型電子カルテシステム

現在、院内IT化システムとしては、電子カルテやRS-Base⁷⁾などが普及している。電子カルテは、大まかに分類された検査項目や指導の内容をフリーテキスト形式で入力する。フリーテキスト形式であるため、病状経過の可視化や統計・相関処理などが難しい。RS-Baseは電子カルテの情報をデータベース化したシステムで、体重やHbA1cなどの検査数値を可視化(グラフ表示)できる環境となっている。

図2は従来型の電子カルテシステムの運用の1例を示す。図中の矢印は情報の流れを表す。医師は、患者の診察記録を診察室のパソコンから電子

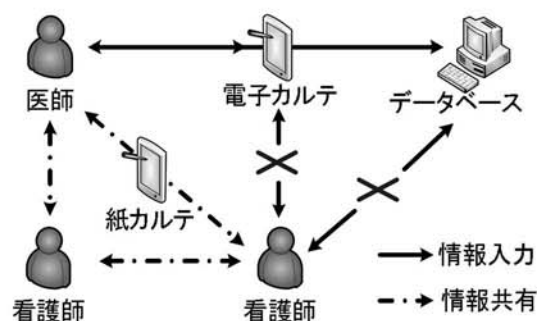


図2 従来型電子カルテシステム例

カルテに入力、データベースに保存する。看護師は、診察前の問診や生活指導の内容を紙のカルテや連絡メモ等に記載し医師に引き継ぎ、医師はそれを診察記録と共に電子カルテからデータベースへ記録している。看護師は、問診や採血など現場で五月雨式に患者の面倒を見ており、常にパソコンを携行しているわけではなく、既存の指導方法の大半は口頭による説明が占めていることも相まって、患者に対する指導と並行してその詳細を紙上に記録・参照することは、事実上不可能である。

したがって、看護師は電子カルテやデータベースの情報を常に参照できないため、医師と看護師や看護師同志の情報の共有方法としては紙のカルテか口頭によるものが主となっており、この点に大きな問題を抱えている。

3. 2 設計要件

従来型システムの“完全に電子化されておらず情報共有が不十分である”問題点により病状の時系列記録の把握が困難であり、生活指導とその効果の相関関係の程度等の確認・検討が得られにくい環境にある。また、指導ノウハウが看護師・医師個人のものとなっており、その経験の蓄積が十分に共有できておらず、完全に活かしていない問題もある。表2は、糖尿病専門医療現場から挙げられた改善のための具体的な要望事項を示す。

患者側からは、内容が重複しない簡潔で理解しやすい指導が求められている。これは、ひいては自身の病状の理解と把握、そして改善への励みと成り、医療費負担の低減へとつながる可能性を秘めている。

看護師側からは、仕事の効率化や迅速な患者情報の共有による指導環境の改善と、取り扱いの容易なシステムが要求されている。移動量が多く患者の途切れることのない現場にあっては、携帯に支障のない普段使い慣れた小型端末と直感的なユーザインターフェースが理想的であると考ええる。

医師側からの要求は、既存の指導方法では効果の得られない患者に対し、過去の指導経験から新たな指導方針を検討できるシステムである。そのため、複数の医療施設の指導記録とその効果を共有する必要がある。しかし、現状のシステムでは、それらは多種多様な記録メディア・形式で存在するため、複数の医療施設で情報を共有する場合、形式の統一のためのコストが必要になる。よって、お互いの指導経験を把握し活用できるよう、形式

が統一化された指導履歴情報を扱う必要が求められる。さらには、個々の医療機関によって個別の特殊な環境・状況が存在する可能性をかんがみ、システムの基本部分と基本情報は統一化し、そこに状況に合わせた変更が加えられる機能を用意する必要がある。

表2 要望事項

A 患者側	1) 病状の理解・把握のサポートの要望 2) 重複指導への嫌悪感 3) 指導方法の違いによる困惑の解消
B 看護師側	1) 指導時間の短縮 2) 指導方法の簡素化 3) 患者情報の共有 4) 端末は業務に支障無い大きさ 5) 端末は業務に支障無い通信方法 6) シンプルで扱いやすいUI 7) 初心者のための Help 機能
C 医師側	1) 指導履の統計による内容検討 2) 指導データの統一化 3) 指導履歴による医療指導情報構築 4) 患者データ管理の簡素化 5) 記録データの可視化 6) 画像撮影のためのカメラ機能搭載 7) 複数の医療機関との情報交換 8) 情報共有による新指導方法の検討

3. 3 提案

図3は、以上の要件を踏まえて提案した生活指導支援システムである。図中の矢印は情報の流れを表す。本システムは、メインとローカルの2つのデータベースによって構成される。メインデータベースには、医療データ基本ファイルが蓄積されている。このファイルには、共通の医療指導情報が保存されており、各々の医療機関にダウンロードされる(図中、矢印(1))。ダウンロード後、個々の医療機関が保有する患者情報の既存データベースと統合され、医療施設ごとのローカルデータベースが構築される(矢印(2))。運用時、ローカルデータベースは、医師のカルテ入力用のコンピュータと、看護師の持つ携帯端末からの入力を受け付ける(矢印(3))。携帯端末より入力された患者への指導情報は、既存の患者の指導履歴を記録したデータベースにも記録され(矢

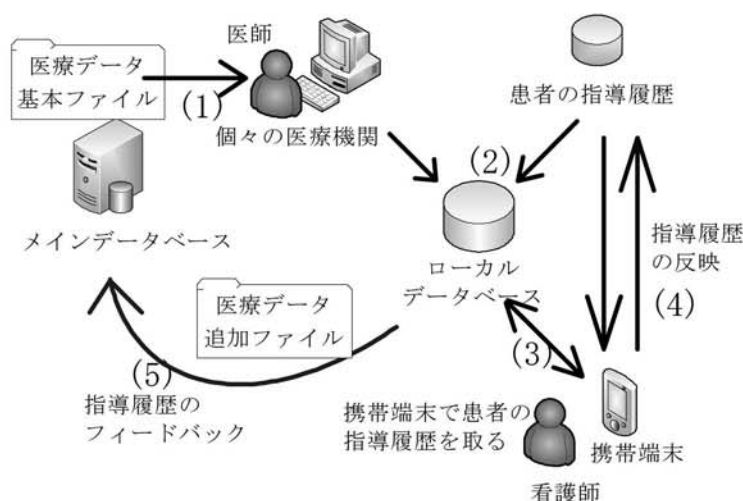


図3 生活指導支援システム

印(4))、全ての指導履歴を残す。ローカルデータベースには、最新の更新情報のみを反映させる。各医療施設の指導経験により蓄積されたローカルデータベースの情報は、医療知識としてメインデータベースの医療データ基本ファイルに反映される。よって、メインデータベース上では常に最新の医療データ基本ファイルが構築される(矢印(5))。

従来、医師が入力していた指導履歴をデータベース化し、そのデータベースに医師だけでなく看護師もアクセス可能にすることで、いつでも素早く情報が共有できるようになる。さらに、看護師がデータベースにアクセスする手段に携帯端末を使用すると、時間や場所を問わずに患者への指導や容態を簡単に記録できる。本システムを使用することで、指導支援による生活指導の効率化と、指導経験の蓄積データの分析による新たな指導方針の検討・決定への効果的な支援が期待される。

4. 試作システム

先に述べたように、医療機関によってIT化の度合いには相違がある。そこで提案システムを構築する上での環境条件を仮定しておく。具体的には、すでに電子カルテ他が導入され、患者の個人情報を記録したデータベースが存在するものとする。また個人情報の流出防止のため、外部とはFirewallサーバを介して接続されており、Apacheが稼働しているものとする。今回の試作システムは、この

Apache上で稼働させた。なお、これらの条件は最も一般的なものであり、特殊な要素は含まれていない。

4. 1 システム環境

システムで想定する看護師の携帯端末は、一昔前ではPDAが最適であるかと思われたが、最近ではコストパフォーマンスや機能性の面からTablet PCの選択が最適であると思われる。一方で、携帯性や操作性・習熟度を考えると、携帯電話やスマートフォン、果ては携帯ゲーム機も捨てがたい。そこで、今回のシステムはWebアプリケーションとして

構築する事とし、Webブラウザが使用できる機種すべてに対応できるものと設定した。

システムが動作するサーバのOSも新旧WindowsからiOSやLinux、果てはAndroidと選択肢は多岐にわたる。また、高級言語ではOSを原因とする相違が出やすい。そこでOS依存度を下げて移植性を高めるために、プログラミング言語はスクリプト言語であるPHP5とした。

データベースには、SQLite^{8,9)}を採用する。SQLiteは、フルセットのSQLステートメントと型束縛のないデータセットを利用することができる。データの保存に単一のファイルのみを使用することが特徴で、ストレージ仕様がアーキテクチャに依存しないため、管理ツールの直接実行が難しい組み込みソフトウェアシステムにおいても、ストレージを取り出してのデータの確認やSQLステートメントの実行が可能である。また、サーバ・クライアントモデルではないので、正しく使用すると、非常にセキュアなデータベースエンジンとして使用することができる。さらには、前述のApacheサーバとの親和性が高く、PHP5からも標準で使用できる。

4. 2 データベース構造

図4は、今回試作したデータベースのER図である。データベースは、医療指導データベース、患者情報データベース、付加情報データベースから構成されている。

医療指導データベースは医療指導の内容が蓄

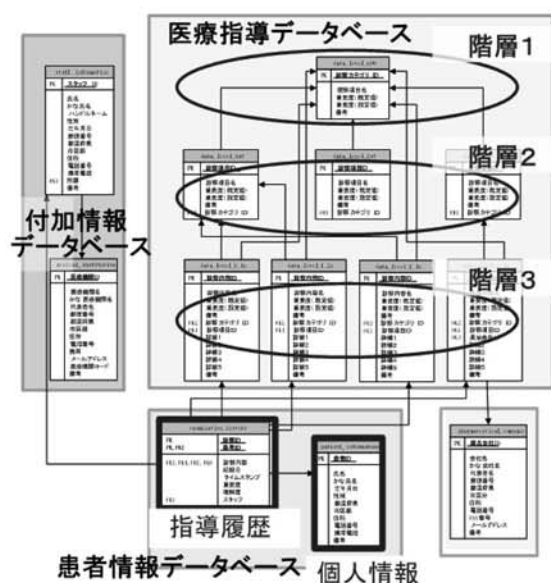


図4 データベース ER 図

積されたデータベースであり、指導内容が指導種別の大分類・中分類、具体的な内容の詳細分類に3階層化されている。階層化することで新規項目やデータが容易に追加・変更できる。また、各項目には5段階の“重要度”を示す値が付加されている。この値を変更することで、データ呼び出し・表示時等の項目出現順位を変更でき、各医療機関の都合に合わせた修正を可能としている。

患者情報データベースは、個人情報と指導履歴とに分離されている。それゆえ、各医療施設は各々が蓄積してきた患者情報データを容易にインポートできるだけでなく、指導履歴データをメインデータベースの医療データ基本ファイルへフィードバックする際の個人データの漏洩を未然に防止できる。ここにSQLiteが、データの保存に単一の

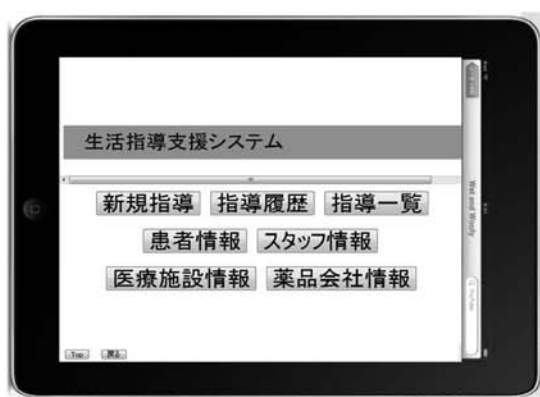


図5 起動画面

ファイルのみを使用している特徴が生かされている。また、指導履歴は患者情報データベースと医療指導データベースの2重構成とした。それぞれに、患者単位と1カ月単位とで指導履歴が記録されており、一方のデータベースに不具合が発生した場合の容易な修復が可能となる。

付加情報データベースは、患者の生活指導に携わった看護師や医療機関に関する情報が蓄積されたデータベースである。医療機関が変更になった際などの履歴管理に利用できる。

4. 3 ユーザインターフェース

図5は、本システムのユーザインターフェースの1例として、携帯端末からの接続後の起動画面を示す。表示画面は上下2分割とされ、上画面は情報表示領域、下画面は情報入力領域と機能別に分離設定されている。画面を2分割することで操

第1階層目の指導を選択してください

指導id	指導名	重要度
1	糖尿病とは	5
2	治療目標	5
3	合併症	5
4	食事療法	5
5	運動療法	5
6	薬物療法	4

(a) 第1階層

第1階層の選択項目：薬物療法

第2階層目の指導を選択してください

指導id	指導名	重要度
58	薬物療法の種類	5
59	薬物療法の適応	5
60	薬物療法のストレス	3
61	経口血糖降下剤	5
62	インスリン	5

(b) 第2階層

図6 指導データ入力画面

作・入力領域が限定され、視点移動距離の減少による操作性の向上と誤操作の低減効果が期待される。さらに、2つの表示画面を持つタイプの携帯ゲーム機からの接続において問題となる、タッチパネル領域の限界と画面の狭小にも対しても効果的な解決策と成り得る。本システムの携帯端末からの使用者は、主として看護師であることから、コンピュータ端末の使用に習熟していないものと仮定し、ユーザインターフェースはメニュー形式とボタン選択入力の併用を基本とし、コマンド・文書による入力は避けた。これにより、使用感の向上と入力時間の短縮も期待される。図6(a),(b)は、指導内容第1階層と第2階層の入力画面の例を示す。ここで、“指導id”が、入力ボタンとなっている。

図7は、指導履歴表示画面の1例を示す。指導履歴の第3階層は具体的な内容を示すため、薬物指導などの場合には、その内容が一目で確認できるように画像表示を取り入れている。これにより、指導内容の誤認や重複の低減が期待される。また、指導した日付と患者側の理解度（効果）と指導の時系列による理解度の変化から効果的な指導方法の模索・検討が期待できる。

5. 評価

医療現場において試作システムを1週間試用していただいた後、SD法¹⁰⁾によるアンケート評価を行った。試用の際、携帯端末にはApple社のiPad

を用意した。表3は、アンケートの設問を示す。内容は、現状の紙カルテへの指導記録の記載方法と比較した、IT化による環境改善効果の程度を調査している。各設問のスコアの値が低いほど、評価は高くなる。また、使用者のスキルによる評価の違いも調査し、今後の参考資料とした。調査結果はコレスポンデンス分析¹¹⁻¹³⁾で評価した。有効回答アンケート総数は30である。

5. 1 アンケート集計結果

図8は、各設問毎の評価スコアの平均値を示す。看護師と薬剤師、パソコン（以下、PCと称す）の使用頻度の高い人からは全項目について高い評価

表3 アンケートの設問概要

質問1	職種は？ 医師、看護師、薬剤師、 臨床検査技師、その他
質問2	PCの使用頻度は？ 毎日、週4～6日、 週1～3日、使用しない
質問3	従来の紙カルテへの記載と比較 したシステムの使用感について (良い1 ～ 悪い5)
設問1	ボタン選択入力の効率性は？
設問2	指導記録・情報の閲覧性は？
設問3	システムの指導情報は有用か？
設問4	知識の整理や再確認に有効か？
設問5	今後利用したいと思うか？

坂本 龍馬さんの指導履歴

指導履歴id	階層1	階層2	階層3	日付	重要度	理解度	担当スタッフ
3	薬物療法	インスリン		2011/2/9	5	3	木戸 孝允
2	食事療法	指示カロリーの算出		2011/2/9	4	2	大久保 利通
1	糖尿病とは	糖尿病の病態		2011/2/9	3	3	西郷 隆盛

図7 指導履歴表示画面

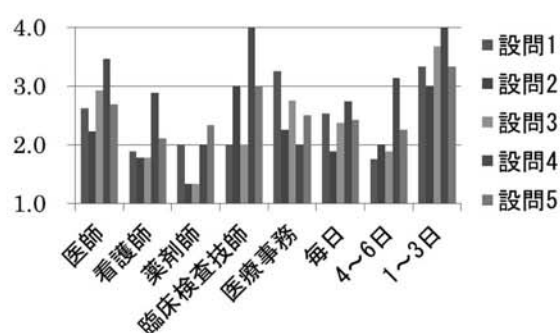


図8 評価スコア平均値

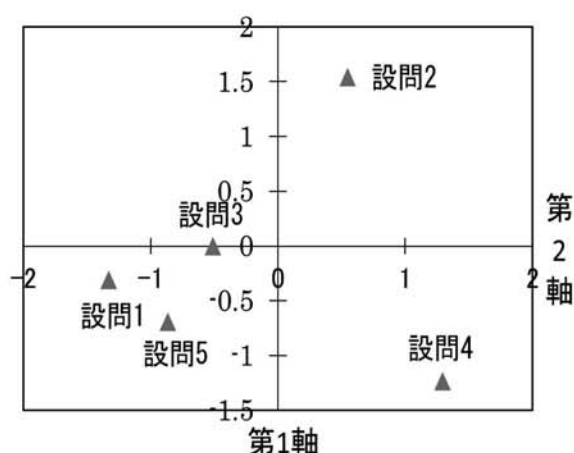


図9 散布図

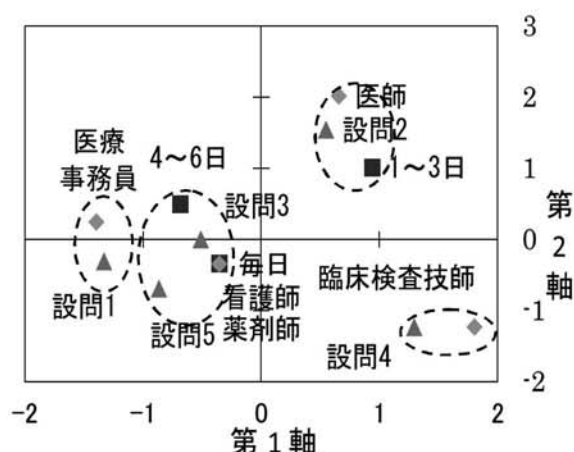


図10 システム評価分析図

が得られた。一方、PCの使用頻度が低い人からは、全ての項目において低い評価となった。普段からPCに馴染んでいないため、IT化による環境の改善には抵抗があると思われる。予想された結果ではあった。

5. 2 コレスポンデンス分析結果

図9は、カテゴリースコア第1軸と第2軸による散布図である。設問1と設問4が評価に強い影響を与えているといえる。また、設問1と4、設問2と4との相関が強いこともわかる。指導環境改善に直接つながる質問（ボタン選択式入力と指導履歴の確認用飼料としての有効性）に対して評価が高いことから、本システムの方向性と位置付けは正しく、期待通りであると言える。

図10は、職種別とPCの使用頻度別に見たシステム評価における分析結果を示す。この図から、評価は

- 1) PCをあまり使用しない人と医師は、指導履歴の有効性の項目に対して
- 2) PCをある程度使用する人と看護師・薬剤師は、指導支援システムの有効性についてと今後システムを使用したいかという項目に対して

強く影響していると言える。これは、クロス集計と同様の結果となり、本システムによる環境改善の期待の高さを示している。一方、同様に

- 1) 医療事務員は、ボタン選択入力の有効性の項目に対して
- 2) 臨床検査技師は知識確認ツールとしての有効性の項目に対して

は評価が低く、悪い評価対象として強く影響していると言える。

6. 結論

アンケートの評価スコアの平均値では、質問の項目によって職種別でスコアが分かれた。医師は、指導の効率化に繋がる項目に関心がある一方で、知識確認ツールは必要としていない。反対に、医療事務員は、知識確認ツールに関心がある一方で、指導支援項目には関心がないと推察される。そのため、今後のシステム製作においては、職種別の要求を詳細に調査し、満たす必要がある。またシステムとしては、現場の要求に応じて画面や機能を簡単に変更できる機能を備える必要があると思われる。

コレスポンデンス分析からは、現状の問題点に対し、改善策に大きく繋がる項目（設問1、2、4）がアンケート結果に強く影響しており、本システムによる指導の環境改善への期待が見てとれる。しかし、悪い評価対象として捉えられている部分も少なからず存在し、その対応修正が必要である。この原因としては、

- 1) プロトタイプのため操作方法のサポートが無く、操作方法がわかりづらい。
 - 2) 指導内容の新規項目追加や、並べ替え等のカスタマイズができず自由度が低い。
 - 3) PC に対する使用者の習熟度の問題。
- が考えられる。今後の対策として、入力画面に操作に対するサポート画面の準備や音声ガイドの搭載などが挙げられる。

参考文献

- 1) 糖尿病ネットワーク Diabetes Net. - 生活エンジョイ物語, <http://www.dm-net.co.jp/>, (2012.08.27).
- 2) 厚生労働省: 糖尿病ってどんな病気?, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/tounyou/about.html>, (2012.08.27).
- 3) 脂質と血栓の医学 - インスリン, <http://hobab.fc2web.com/sub4-insulin.htm>, (2012.08.27).
- 4) インスリン - Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%B9%E3%83%AA%E3%83%B3>, (2012.08.27).
- 5) 厚生労働省: 平成 19 年国民健康・栄養調査報告, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyon09/01.html>, (2012.08.27).
- 6) 糖尿病ネットワーク Diabetes Net. - 生活エンジョイ物語【2007 年国民健康・栄養調査 1】 糖尿病が強く疑われる人や「予備群」は 2210 万人, <http://www.dm-net.co.jp/calendar/2008/007740.php>, (2012.08.27).
- 7) RS_Base は医療用の画像ファイリング・診療支援ソフトです, <http://rsbase.net/>, (2012.08.27).
- 8) SQLite - Wikipedia: <http://ja.wikipedia.org/wiki/SQLite>, (2012.08.27).
- 9) 西沢直木: SQLite 入門, 翔泳社(2010).
- 10) SD 法: www.skr.mlit.go.jp/yongi/r_kansei3/yougo/kaisetu.html, (2012.08.27) など.
- 11) 酒井隆: 図解 アンケート調査と統計解析がわかる本, 日本能率協会マネジメントセンター(2006).
- 12) コレスポネンデンス分析: リサーチソリューション, マクロミル, <http://www.macromill.com/method/d07.html>, (2012.08.27).
- 13) コレスポネンデンスプログラム, <http://www.datamining.jp/datamation/cha5/507CorresPondAnly.htm>, (2012.08.27).

【受理年月日 2012年 9月12日】