

ポスター | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | ポスター発表

ポスター5

業務支援・情報提供・教育

2020年11月20日(金) 11:20 ～ 12:20 E会場 (コンgresセンター5階・52～54会議室)

[3-E-2-07] 細胞形態学習のためのアプリケーションの開発と評価

*西原 佑昇¹、三上 史哲¹、田中 昌昭¹（1. 川崎医療福祉大学大学院 医療福祉マネジメント学研究科 医療情報学専攻）

*Yoshinori Nishihara¹, Fumiaki Mikami¹, Masaaki Tanaka¹（1. 川崎医療福祉大学大学院 医療福祉マネジメント学研究科 医療情報学専攻）

キーワード：Cell Classification, Learning Applications, Clinical Laboratory

【緒言】臨床検査部門業務における末梢血・骨髄の細胞分類の学習法は、従来上級者から直接技術を学ぶ方法が一般的である。一見効率的な学習法ではあるが、上級者の存在が必須である上に、上級者の技術つまり精度を保証する仕組みもない。そこでより効率的で効果的な学習環境を構築することを目的に学習アプリを開発した。

【方法】学習環境は4ラインナップ開発した。画像クイズ形式で Cell By Cellの正誤判定に加え、出題細胞種別に回答状況を円グラフ表示する機能と、結果レポート機能を実装した（Windows版、Excel版、スマホ版）。さらに Webアプリとして、回答結果を匿名化した状態でサーバに登録し、集計公開する仕組みを構築した。細胞画像は日本検査血液学会が公開する正解付き画像を利用した。出題細胞の種類は顆粒球系幼若細胞（骨髄芽球/前骨髄球/骨髄球/後骨髄球/桿状核球）の5種類各20枚とした。

【結果】学会公式画像による精度保証された学習の質と、学習状況のグラフ化やレポート機能により自習環境が構築できた。Webサーバの集計状況は、現時点の集計人数26人で、正答一致率100%の画像数は各細胞 12/2/2/0/4枚、70%以上では19/8/9/4/13枚であった。【考察】アプリを施設内で共有すれば、細胞分類業務に携わる技師の技術間差を収束することに繋がるほか、正答率を指標にして技術力の評価にも有用である。Windowsアプリ及びスマホアプリを Webアプリと連携させたシステム構成で、多彩なラインナップを展開することで手軽に多くの技師に学習環境を提供できる。また Webアプリで他者の回答状況を確認することで、技師間差の是正の糸口にもなり、さらに外部精度管理を支援するツールとしても期待できる。

【結語】本アプリは利便性よく効果的な個別学習環境を提供し、血液検査技術の向上に寄与する有用なツールといえる。

細胞形態学習のためのアプリケーションの開発と評価

西原 佑昇^{*1}、三上 史哲^{*1}、田中 昌昭^{*1}

^{*1} 川崎医療福祉大学大学院医療福祉マネジメント学研究科医療情報学専攻

Development and evaluation of application for learning cell morphology

Yoshinori Nishihara^{*1}, Fumiaki Mikami^{*1}, Masaaki Tanaka^{*1}

^{*1} Department of Health Informatics, Kawasaki University of Medical Welfare

As a method of learning cell classification of peripheral blood and bone marrow in clinical laboratory work, the conventional method is to learn the technique directly from an advanced person. Although it is a seemingly efficient learning method, it requires the existence of an advanced person, and there is no mechanism for guaranteeing the skill or accuracy of the advanced person. Therefore, we have developed a learning application for the purpose of building a more efficient and effective learning environment. Sharing the application within the facility will help to close the differences between the technologies of the technicians involved in the cell classification work, and will also be useful for evaluating the technical capability using the correct answer rate as an index. With a system configuration that links Windows applications and smartphone applications with Web applications, it is possible to easily provide a learning environment to many engineers by developing a diverse lineup. Also, by checking the response status of others using a web application, it can be a clue to correct the difference between engineers, and can be expected as a tool to support external accuracy management. This application can be said to be a useful tool that contributes to the improvement of blood test technology by providing a convenient and effective individual learning environment.

Keywords: Cell Classification, Learning Applications, Clinical Laboratory

1. 結論

臨床検査の一部門である血液検査では、疾患精査のために顕微鏡下での末梢血および骨髓液細胞の目視分類が行われる。目視分類は定量的な細胞の分類値だけでなく、詳細な形態の特徴も付加して報告するため、医師からの結果に対する信頼度が高く、重要な検査法として位置付けられている。このような目視分類法は、技師の技量が検査精度に直接反映するため極めて専門性が高いため、技術の習得には十分な教育と学習環境が必要である¹⁾。

ここで学習環境について考えると、多くの場合学会や外部研修会で学ぶのだが、このような集合教育は時間と場所に制約を受けるため利便性が良くない。そこで従来、施設内で上級者から直接指導を受けられる学習方法(目合わせ)も行われているが、一見して効率的・効果的であるこの方法にも問題がある。それは細胞分類の判定基準となる上級者の技量(精度)を保証する仕組みが無いことや²⁾、上級者と呼べるに相応しい技術を有する技師がいなければ、学習環境として成立しないという問題である。

一方で、臨床検査には外部精度管理調査(サーベイ)と呼ばれる検査精度の施設間差を埋める取り組みがされている。これは細胞分類技術についても行われており、課題となる細胞像を共有するということで共通の学習環境と考えることができる。しかし、細胞像の配布から回答の収集、そして結果のフィードバックという一連の作業には時間を要しリアルタイム性がない³⁾。せっかく大規模な一斉教育の機会であっても、結果が遅れるということは、その間の精度は是正されないままでありサーベイが形骸化してしまう。そこで他者との技術間差も意識した学習環境もまた有用と考える。

また近年 Web サービスを用いた学習ツールも発表されているが^{3) 4)}、特定メーカーの製品であり導入コストの問題を無

視できない施設は多いと考える。また Access を用いたシステム構築の工夫もみられるが、Excel とは異なり Microsoft Office 製品として標準導入しない施設もあり、他施設への展開、普及には適したツールとは言い難い²⁾。

2. 開発目的

以上より求める学習環境の条件とは、利便性と効果を兼ね備えた個別学習環境であり、他者との技術間差の収束につながる取り組みにも展開できることである。

本研究ではこれらの条件を満たすアプリケーションを開発し、学習環境の構築に取り組んだ。さらに収集した学習データを解析し、細胞形態学における教育の方法論についても考察した。

3. 方法

アプリの主な要求仕様は、利便性向上のために個別学習環境を複数のプラットフォームで用意できること、上級者に相当し学習精度の保証された学習教材を利用すること、学習方法は手軽に実践できる画像クイズアプリ形式とすること、学習結果を外部と共有し外部精度管理の実践が可能であること、である。

3.1 複数のプラットフォーム

学習ツールは 5 ラインナップとした。「Windows アプリ」として Windows OS 上で作動する① VB (Visual Basic) 版と② Excel 版、そして「スマホアプリ」として③ iPhone 版と④ Android 版。さらに各アプリで記録されたユーザーごとの学習結果をサーバ上に集め、Web ブラウザ上で表示共有できる⑤ Web アプリ。である。開発環境を表 1 に示す。

表 1. 開発環境と技術一覧

アプリ	項目	技術
Windows アプリ ①,②	開発環境	Visual Studio 2017 Community Edition、Microsoft Excel 2016
	開発言語	Visual Basic.NET、Excel VBA
スマホアプリ ③,④	開発環境	Monaca
	開発言語	HTML5、Java Script
Webアプリ ⑤	バックエンド	PHP
	DB	MySQL
	フロントエンド	HTML、JavaScript

3.2 学習教材

クイズ教材に用いた細胞画像は、日本検査血液学会が公開する標準細胞画像を利用した(図 1)。本研究で学習対象とした細胞種は幼若顆粒球系細胞と呼ばれる骨髓芽球、前骨髓球、骨髓球、後骨髓球、桿状核球の 5 種と、幼若赤芽球系細胞である前赤芽球 1 種を加えた計 6 種とした。それぞれ 100 枚(100 パターン)程度の画像を取得できるが、Web 集計時に細胞種および 1 細胞像毎の回答数を確保する目的で、幼若顆粒球系細胞の 5 種を Web 集計の対象とした。また細胞画像は細胞種ごと 20 枚(20 パターン)用いた。

さらに、本画像には日本検査血液学会の標準化 WG 委員 11 人による正答一致率が付与されており、正答一致率 70%を超える細胞を典型的な細胞像として定義している。つまり正答一致率 70%未満の細胞は、学会として細胞種を明確にはするが、成熟段階において細胞種間に位置する細胞と定義している。

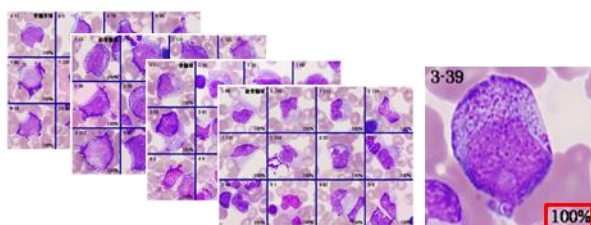


図 1 標準細胞画像

標準化委員 11 人が選定した細胞画像で、各細胞には標準化委員の正答一致率が付与されている(赤粋)。

3.3 クイズの出題アルゴリズム

5 種の細胞画像について各 20 パターン計 100 パターンの細胞画像をランダムに重複なしで 1 問出題する。選択肢も 5 種の名称から単一選択形式とした。問題数は 30 問 50 問 70 問 100 問から選択できるようにした。

3.4 アプリの配布

本研究においてユーザーへのアプリ配布は限定的に Windows アプリ VB 版のみとした。EXE ファイルや DLL ファイルなどアプリを構成するファイル一式を ZIP 形式に圧縮しサーバに保存した。配布方法は専用のダウンロードサイトを作成し、試用協力者となる検査技師 10 名に対してダウンロードと試用を要請した。これ以降はシステムの評判具合も見る目的で、口コミで利用者を増やす方針をとり、ダウンロードサイトをそのままオープンにした。

4. システム評価

4.1 Windows アプリ(VB 版、Excel 版)の UI

Windows アプリの UI 画面は図 2 の通りである。UI 画面上段では細胞種別のユーザーの回答状況が円グラフでリアルタイムに確認できる。UI 画面下段には 1 問進むごとに問題と回答を表示し、正誤で色分け(正解は緑、不正解は赤)して表示する。また、各出題のサムネイル画像をクリックすると、その拡大画像を確認することができる。結果レポート画面では細胞種別の自回答内訳の最終結果円グラフと、正答率のレーダーチャートを確認することができる結果レポート画面には学習結果をサーバに送るためのボタンが設置してあり、任意でサーバへ登録することができる。



図 2 Windows VB 版アプリ UI
クイズ画面(上)と結果レポート画面(下)

4.1.1 ダウンロード状況

ダウンロードサイト開設 2020 年 4 月 17 日から 7 月 14 日 (抄録作成時点) までに累積 111 件となった(図 3)。

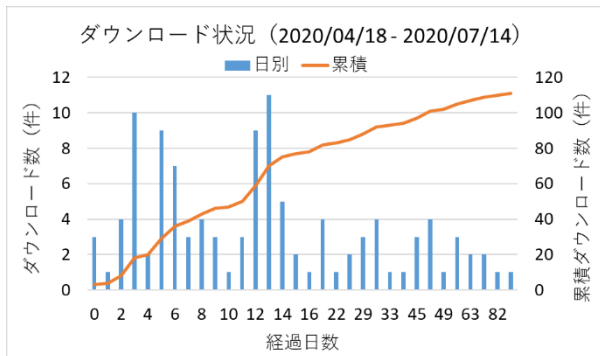


図 3 ダウンロード数の推移

4.2 スマホアプリ (iPhone 版、Android 版) の UI

スマホアプリの UI 画面は図 4 の通りである。クイズ機能は Windows アプリと同様である。スマホ画面の表示域に限度があるため、回答状況のリアルタイム円グラフは実装せず、学習終了後に結果表示画面へ遷移させる仕様で最終回答状況の円グラフを表示する。またアプリ初回利用時に、日時と乱数からハッシュ関数を用いて端末固有 id を作成することで、これをサーバへ登録してサーバ上で匿名のデータ管理を可能にした。id をキーにすることで、細胞種別正答率推移や累積正答率を個人学習記録としてサーバから取得することができる(図 5)。なお Windows 版は 5 種の細胞種だが、スマホ版は 6 種仕様とした。



図 4 スマホアプリ UI

上段左から、スタート画面・資格設定画面・辞書画面・クイズ画面(正誤)・結果画面(種別回答状況)

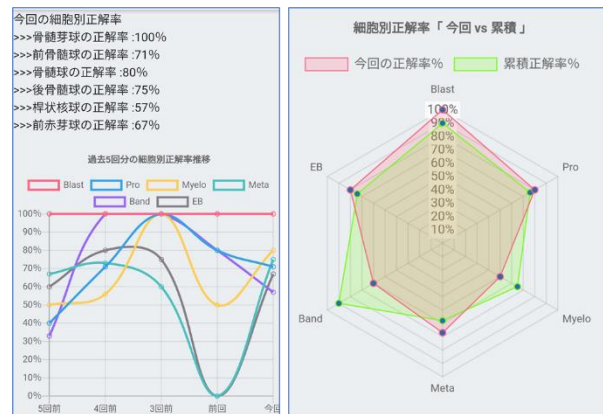


図 5 スマホアプリ結果画面

種別正解率推移(左)・種別累積正解率(右)

4.3 Web アプリ

4.3.1 UI 画面

WEB アプリの UI 画面は図 6 の通りである。細胞種ごと各細胞画像(5 種×20 パターン)の回答状況を円グラフで表示する。表示は細胞種と登録された資格情報で絞り込みが可能である。ブラウザで Web アプリ URL のリクエスト時に DB への SQL 文が発行されるため、ページが開かれた時点で常に最新状況が確認できる

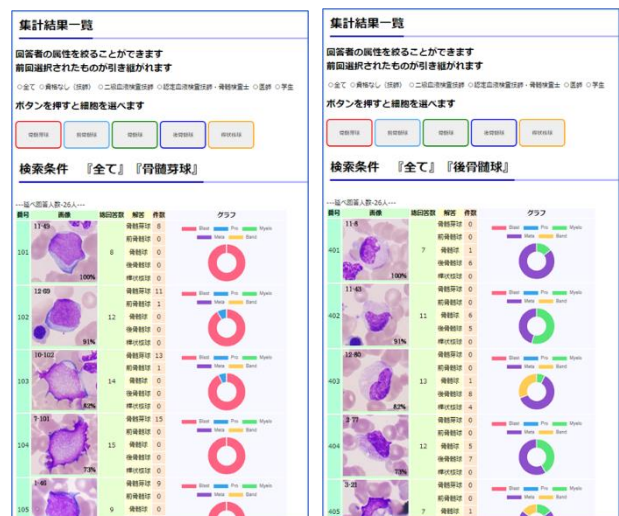


図 6 Web アプリ

細胞種、細胞ごとに全ユーザーから集計した回答内訳を円グラフで表示。資格と細胞種で絞り込み可能。

4.3.2 集計データの解析

本抄録作成時点で Web サーバに集計された回答者数はのべ 26 人であった。登録された資格情報から回答者の内訳をみると、資格なし 8 名、二級血液検査技師 4 名、認定血液検査技師 12 名、骨髄検査士 2 名であった。ここで「資格なし」および「二級検査技師」のユーザーを合わせてレベル Low 群、「認定血液検査技師」および「骨髄検査士」のユーザーを合わせてレベル High 群として、それぞれの細胞種別正答一致率を求めたところ、全体としては骨髄芽球の正答一致率が高

く、次いで桿状核球が高い結果であった。また細胞種ごとにレベル Low 群と High 群の正答一致率を有意水準 5%でフィッシャーの正確確率検定により検定した結果、骨髓芽球と前骨髓球で有意差を認めた($p=0.03$, $p<0.01$)。骨髓球、後骨髓球そして桿状核球については有意差を認めなかった(表 2)。

表 2 細胞種別の正答一致率(単位%)

	標準化委員	WEBアプリ集計		
		全体	Low群	High群
骨髓芽球	63.6	93.5	88.3	97.8
前骨髓球	67.6	62.5	51.1	73.4
骨髓球	74.8	67.3	69.4	65.5
後骨髓球	73.5	55.9	54.6	56.8
桿状核球	62.7	74.7	72.4	76.8

さらにレベル Low 群は High 群に比べて前骨髓球を骨髓球と間違える傾向にあった(図 7)。

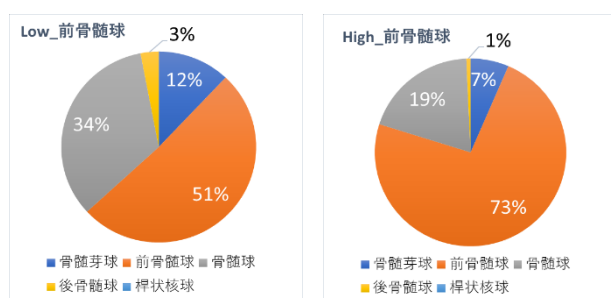


図 7 前骨髓球回答結果グラフ

5 考察

5.1 利便性

本研究では学習ツールとしてのアプリを Windows アプリ (VB 版と Excel 版)とスマホアプリ (iPhone 版と android 版)で計 5 ラインナップを開発したわけだが、Windows アプリとスマホアプリはそれぞれの特性を活かして利用場面を使い分けることができる。例えば Windows アプリは学校や病院、そして職場など、スマホを利用することに不向きな場面での利用を想定できる。サーバへの登録は任意のため、外部のインターネット接続ができない環境でもアプリを利用することができる。また、サーバを施設独自に構築すれば利用施設専用の Web アプリにもなる。ここで、VB 版を利用するには専用のダウンロードサイトからインターネット接続する必要があるが、セキュリティ上外部サイトからダウンロード不可能な施設の場合には、Excel 版アプリが便利である。Excel 版アプリは同一機能を VBA で実装した Excel ファイルのため、メールでの配布が可能である。次にスマホアプリについては、Windows アプリの学習機能は標準で継承しており、かつ手軽に扱えるスマホということで時間や場所の制約が完全に解消する。スマホ環境は個別学習環境としては理想的といえる。さらにスマホアプリは Monaca で開発したクロスプラットフォームなハイブリッドアプリであり、iPhone や Android、さらには Mac OS や Window OS でも利用可能なことから、より多くの技師が利用できる。

5.2 学習機能

本アプリに使用した教材は日本検査血液学会が作成した標準画像ということで、どの施設においても、個人間においても、同一の学習の質が担保される。対人での「目合わせ」では上級者の存在に恵まれた施設のみが技術を習得できたわけだが、本アプリでは日本検査血液学会の判定基準と常に照らし合わせた学習が可能となるため、ある意味施設内で相対的な上級者と比べて確実な判定精度を持った技術を習得できると考える。

次に、学習結果として細胞種別に正答率の推移、また累積正答率を確認できるため、どの細胞種が得意か不得意かを自覚することができる。苦手細胞を自覚することで学習すべき鑑別ポイントを意識しやすくなることは学習効率の向上に繋がると考える。鑑別ポイントを意識した取り組みは実際の現場でも教えられることではあるが、今見ている細胞像は分化成熟段階の中の瞬間を切り取った一時点であり、細胞種間に位置する細胞が存在することは当然である。この場合分類結果がばらつくことは想定内だが、最低限、成熟段階では前後、もしくは同系統 (本研究では示していないが、顆粒球系統やリンパ球系統さらに赤芽球系統など、まったく系統の異なる細胞種が存在する。)の細胞として分類することが、現場で求められる最低限のレベルである。これには細胞を見る回数、つまり経験が重要なため、本アプリのように手軽に細胞画像を見ることができると考える。

5.3 ダウンロード状況と Web アプリ回答状況

VB 版の配布開始当初、10 人から始まったダウンロード数が現在 111 件となっている。ダウンロードサイトは一般に公開されているが、URL を知る術は当初の 10 人からの働きかけ、いわゆる口コミで広がったと言える。これは本アプリに対する興味を裏付ける現象と考える。一方で Web 集計された回答人数はわずか 26 人で、ダウンロード数からみると少なかった。この原因の一つにはアプリ自体の操作性が考えられる。VB 版アプリは回答完了後、結果レポート画面に遷移して集計ボタンを押す仕様となっており、ここでボタンの存在を認識できたかどうか疑わしい。また、ダウンロードしたもの、PC へのセットアップが難しく、アプリが使える状態になっていないことも考えられる。これらの懸念については、事前対策としてダウンロード後のセットアップ手順とアプリの使い方をまとめたマニュアル (PDF ファイル) もダウンロード資料に含めているが、マニュアルの内容をすべてのユーザーが理解出来たかどうかは不明である。また、何らかの理由で意図的に回答結果を送信しなかったことも考えられる。これらについては今後アンケート調査を実施してみたい。

5.4 Web アプリの集計結果

全体として骨髓芽球の正答率が高く、桿状核球がレベルによらず高い正答率であったのは、集計対象とした細胞種が 5 種類ということ、その内においては骨髓芽球と桿状核球は成熟段階の端に位置する細胞種のため、悩む対象となる選択肢が必然的に狭まったことが主な要因と考える。表 2 が示すように、細胞種別平均一致率を求めると骨髓芽球と桿状核球のみ標準化委員より高かった。この傾向は新人から初級者が主なレベル Low 群でより明確なことから、判定技術のみで説明がつく結果ではないことが分かる。

次に、前骨髓球に関して、図 7 が示すようにレベル High 群に比べてレベル Low 群で骨髓球と間違える傾向がみられる。前骨髓球は細胞成熟段階では骨髓芽球に次ぐ早期の段階であり、細胞内顆粒が明確に異なる点や、核小体の有無とい

った特徴、また細胞の大きさなども、他とは分かりやすく異なる鑑別点を持っている。この点は教科書的にも必ず第一に教えられるポイントではあるが、レベル High 群との違いはやはりここの部分の理解かもしれない。言い換えると、経験の浅い技師が徹底的に学ぶ必要のある鑑別ポイントで、単に教科書的に内容を伝えるといったことではなく、意図的に細胞の特徴を具体的に示し教育する必要がある。

骨髓球および後骨髓球についてはレベル High 群でも正答一致率が標準化委員の正答一致率よりも低く、かつレベル Low 群と同程度であった。この場合懸念する点として、臨床検査室の品質マネジメントを保証する ISO15189 では、検査要員の技術力の証明に各種認定資格が求められるが⁶⁾、本結果では資格の有無で品質マネジメントを保証するとは言い難い結果となっている。しかし本結果を前向きにとらえるならば、認定資格取得者も資格取得に満足することなく細胞判定技術を継続して研鑽する動機付けになれば良いと考える。また当然のことながら、認定資格取得には細胞分類技術だけでなく、血液検査全般の知識も必要なため、本結果のみで認定資格の有意性を否定するものではないことは付け加えておきたい。

以上 Web 集計による考察を行ったが、この考察自体が Web アプリを活用することで可能となった結果である。従来見えなかった視点で、細胞分類技術の考察ができるようになれば、技師間差の是正につながることであり、将来的には大規模な外部精度管理での活用もできるのではないかと考える。冒頭で述べたように、細胞像の判定技術を全国で標準化するためのサーベイの取り組みは存在するが、本アプリでは、集計から結果報告までのリアルタイム性においても有意性が発揮されたと考える。

6 結語

本研究では学習アプリケーションという形で個別学習から外部精度管理の実現につながる学習環境を構築した。本アプリは医療および血液検査技術の向上に寄与する有用なツールと考える。

参考文献

- 1) 木村 恵美子, 他:【臨床検査 Yearbook 2009 血液検査編】
その他 血液検査室の現状と問題点, 臨床病理レビュー
2009: 177-182.
- 2) 市村 直也, 他:顆粒球系幼若細胞分類における内部精度管理
の構築と技師間差は正効果の検証, 医学検査
2017: 66: 25-32.
- 3) 石川 義徳, 他. ビー・エム・エルにおける血液形態学 Web
研修の試み 白血球分類目視検査の社内施設間・個人技能試
と標準化. 臨床病理 2015 ; 63: 106.
- 4) 石川 義徳. 血液形態検査の外部精度管理
ウェブネットワークと自動顕微鏡装置の活用を中心に.
医療検査と自動化 2020 ; 45: 132-136.
- 5) 高木 康. 外部精度管理の意義—日本医師会の調査
を例に—, 臨床検査 2014 ; 58: 615-20.
- 6) ISO 15189 Medical laboratories—Requirements for quality and
competence (臨床検査室—品質と能力に関する要求事項) [英
和对訳版]: 日本規格協会 2013.