

# 自己点眼の負担を軽くする 点眼支援ツールの開発

大槻 紗也香<sup>1,a)</sup> 鈴木 優<sup>1,b)</sup>

**概要:** 自己点眼を苦手とする人がいるが、既存の自己点眼補助器具ではデメリットが存在する。そこで本研究では、自己点眼を苦手とする人が点眼薬を目に命中させることを助ける点眼支援ツールの開発を行った。本研究の点眼支援ツールは、スマートフォン用のアプリケーションとして実装した。本ツールは、アプリケーションの指示どおりにスマートフォンの画面に当てた点眼びんごと点眼支援ツールを動かして使用する。

## Development of the Support Tool to Reduce the Burden on Dropping Medicine in the Eyes

SAYAKA OTSUKI<sup>1,a)</sup> YU SUZUKI<sup>1,b)</sup>

**Abstract:** People who are not good at dropping medicine in the eyes, but existing auxiliary instruments for dropping medicine in the eyes have disadvantages. So, this study is development of support tool which helps dropping medicine in the eyes for people who are not good at it. We implemented this support tool as an application for smartphones. People use moving the support tool with an eye drop bottle which is set on smartphone's screen according to the instructions of the application.

### 1. はじめに

#### 1.1 研究目的

自分で点眼するときは、点眼している自分の様子は見ることができない。そのため点眼薬が目命中しない場合も多く、子どもは親に点眼をしてもらうことも多い。さらに、大人でも目に点眼薬を入れるために命中するまで何滴もさし、点眼薬を無駄にしてしまう人もいる。さらに、点眼をする際に点眼びんの先端が角膜に触れると重大な合併症を引き起こすことがあるため [2]、点眼びんの先端が汚れない方法を用いなければならない。自己点眼が苦手な人の原因として、先端恐怖症で点眼びんを見られないこと、および点眼薬を命中させることに難しさを感じるなどの点眼手技とが原因として挙げられる。そこで本研究では、先端恐怖

症が原因の人と点眼手技が原因の人が顔につけない方法を用い、100%の確率で目薬をさせるようにすることを目的とする。

#### 1.2 既存の自己点眼補助器具と本研究

既存の自己点眼補助器具として、眼瞼周囲に固定して使用するものがある。既存の器具は、様々な形の点眼びんが使用可能であることがメリットである。一方、顔に直接つけて使用するものであるため、手間を加えなければ清潔さを保つことは難しい。そこで本研究では、メリットはそのまま生かし、顔に直接触れないことで衛生面の問題を解決する点眼支援ツールを開発する。

### 2. 点眼支援の基本指針

本研究で用いる点眼支援は、2つの指針を基礎とする。

- 顔に直接触れないことで安全性を確保する
- 装置を小さくし、コンパクトにする

既存の自己点眼補助器具のデメリットである衛生面の問

<sup>1</sup> 宮城大学  
Miyagi University, 1-1Gakuen, Taiwa-cho, Kurokawa-gun,  
Miyagi 981-3298, Japan

a) p1422014@myu.ac.jp

b) suzu@myu.ac.jp

題を解決するために、顔に触れないことで清潔さを保ち、安全性を確保する。持ち運ぶことを考慮して、装置を小さくし、コンパクトにする。そうすることで、周りから見たスマートさを実現することにつながり、人前での使用も可能にする。

### 3. 点眼支援ツールの設計

自己点眼が苦手な人の原因である先端恐怖症が原因の人、および点眼手技が原因の人それぞれに向けた対策を検討した。

#### 3.1 先端恐怖症が原因の人向けの対策

先端恐怖症の人に向けた人への対策として、点眼びんの先端を見えなくすることを考えた。点眼薬が落ちるところに先端が見えないよう点眼支援の装置に小さな穴をあけることとした。

#### 3.2 点眼手技が原因の人向けの対策

手の位置と目の位置がずれる人に向けた対策として点眼位置のずれを視覚的に提示することを考えた。自己点眼をする人本人が位置を調整することで適した目薬の位置の感覚をつかむことができる。そのため、将来的には自己点眼をする人が点眼支援ツールに頼ることなく点眼することが期待される。高齢者にとって、機能面で他人に依存するという事は意欲や自己尊重を損なうことにつながるため [2]、自信の力で自己点眼ができるということはプラスの効果が期待できる。そのために、点眼支援ツールが点眼びんを正しい位置に誘導するという方法を用いる。

#### 3.3 点眼支援の基本指針を実現するために

睫毛や眼瞼周囲に点眼びんの先が触れることは不潔になりやすい [2] ため、そのことを考慮し、基本指針 a を実現するために、自己点眼の装置は既存の商品のように眼瞼周囲に直接つけて使用するではなく、眼瞼周囲に直接触れずに空中で浮かせて使用する形にする。さらに、基本指針 b を実現するために、必要な機材を 1 つの装置にまとめて配置した箱型デバイスを用いる。

## 4. 点眼支援ツール第一号

#### 4.1 点眼支援ツール第一号の概要

自己点眼支援ツール第一号は、点眼手技が原因の人に向けた対策のためのカメラ、LED ライトと目薬を備える箱型のデバイスであり、目の上にその箱を掲げて使用する。カメラで目とその周辺を画像として取得する。そして、取得した画像からシステムが目の位置を検出し、目薬の位置と目の位置のずれを検知する。さらに、システムがそのずれを修正する方向の LED ライトを光らせ、ユーザに点眼支援ツールの位置の調整を促す。

#### 4.2 点眼支援ツール第一号のしくみ

点眼支援ツールは、openFrameworks を用いて開発した。カメラの画像を OpenCV で解析し、カメラの画像から目の位置を検知する。そして、openFrameworks のプログラムが Arduino のプログラムに取得したデータを送信する。このときシリアル通信を用いる。Arduino のプログラムが受け取ったデータをもとに LED を光らせ、点眼びんおよび点眼支援ツールを移動させる方向を指示する。

#### 4.3 目の検出方法

目の検出は、OpenCV に含まれる Haar-like 特徴分類器の haarcascade-eye を用いて実装した。検出した矩形領域の中心に黒目があることを想定している。

#### 4.4 完成した点眼支援ツール第一号

図 1 は、実際に制作した点眼支援ツール第一号である。点眼支援ツール第一号には点眼薬用の小さな穴の真横にカメラが配置してある。点眼薬用の小さな穴の上下左右には LED ライトがついており、システムの制御により LED ライトを点灯することによって、ユーザに点眼支援ツールを動かす方向を指示している。カメラと LED との方向とは逆側に点眼びんが出ているので、ユーザは点眼びんを自分で押すことによって点眼薬を目に落とす。



図 1 点眼支援ツール第一号

#### 4.5 カメラの認識率に関する実験

実装した目の検出プログラムの性能を評価するために、11名の被験者に対して試用実験を行った。被験者には、正面を向いた状態の右目と左目の認識、および上を向いた状態の右目と左目の認識をそれぞれ 1 回ずつ計 4 回行ってもらった。目の認識率、および検出した矩形の中心に黒目があるかを重要な要素として結果の集計をした。結果、目の認識率は 81.8 % であった。目の認識が正しくできていたもののうち黒目の認識率は 83.3 % であった。

#### 4.6 問題点

点眼支援ツール第一号には、点眼びんとカメラの位置にずれが生じてしまうという問題があるため、点眼びんが目の真上にあるときにカメラ内に目がおさまるようにするには、顔と点眼支援装置の間にかかなりの距離が必要である。

さらに、顔と点眼びんの間で距離が生じると、命中率が下がってしまう。また、点眼薬の命中率を上げるために点眼びんを水平に保つための機能を加えると、点眼支援ツールがさらに大きくなってしまふ。

この問題点を解決するために、点眼支援装置第二号ではスマートフォンを使用する。スマートフォンでは、水平かどうか検知することができ、カメラがついているので、使用するものがスマートフォンと点眼びんだけで済む。さらに、この2つだけを使用することにより大掛かりな装置がいらないため、出掛け先でも使用が可能である。さらに、将来的に所持率の高いスマートフォンのアプリとして使用することで、誰でも使用できる状態が想定できる。

## 5. 点眼支援ツール第二号

### 5.1 点眼支援ツール第二号の概要

点眼支援ツール第二号では、スマートフォンを用い、点眼薬を専用のバンドでスマートフォンに固定する。ユーザが点眼支援ツールを顔の上に浮かせて使用する。システムがカメラの画像からユーザの目を検知する。システムは、あらかじめ設定された基準点と目の位置の情報から、点眼支援ツールの動かし方の指示を画面に出す。ユーザは、画面に表示された指示のとおり点眼支援ツールを動かし、点眼を行う。画面には点眼びんを置く場所、点眼支援ツールを動かす向き、および点眼びんを傾ける方向を円や三角形を使用して描画する。基準点と目までの距離は、画面の背景の色によって可視化する。

### 5.2 点眼支援ツール第二号のしくみ

アプリとしてスマートフォンにプログラムを入れる。そのアプリ内ではカメラを使って目を認識する。あらかじめカメラの画像内に基準点を設定し、その基準点と検知した目のずれのデータをもとに、画面内に指示を表示し、点眼支援ツールを目の真上まで誘導する。

### 5.3 使用方法

点眼びんは専用のバンドを用いてスマートフォンに固定し、画面を横にした状態で使用する。画面には、点眼びんを固定する場所、動かす方向、および基準点と目の距離を表示する。点眼びんに直接カバーをつけ、先端を隠す。この対策は、先端恐怖症の人だけが使用する機能である。

### 5.4 点眼支援ツール第二号に入れる対策

点眼支援ツール第一号では、先端恐怖症が原因の人向けの対策として穴をあけることによって先端を隠す方法を用いていた。この方法は、穴が小さすぎると点眼薬が穴のふちに落ちてしまう可能性があったため、点眼支援ツール第二号では、滅菌ガーゼを点眼薬にかぶせ、その隙間から点眼薬が落ちるしくみを用いることとした。

点眼支援ツール第一号の点眼手技が原因の人向けの対策は、カメラで得た画像をもとに目を検出し、LEDを用いて動かす方法を指示するという方法であった。点眼支援ツール第二号ではスマートフォンを使用するため、LEDを付随して利用する方法よりも画面に表示する方法の方が使用する装置の数が少なくなるため、画面に表示する方法を用いることとした。

### 5.5 画面表示のデザインと色

画面内に表示する指示は、目への安全に配慮して青を一切使用しない色を選択した。点眼支援ツールの画面は、普段画面を見るときよりも距離が近い。そのため焦点が合いづらいことが想定されるため、画面内に表示される図形は円、三角形および四角形等の単純なものを用いている。さらに、カメラが左端にある場合も右端にある場合も使用できるように点眼びん置き場の上下どちらにも指示する図形を描画している。

### 5.6 動かす向きと水平器を用いた表示のしかた

指示を見ながらも視線をなるべくカメラからそらさなくて済むようにし、目の検出の精度に支障を来さないようにするため、動かす向きの表示は画面のカメラ側に描画する。どの方向でも正しい向きに誘導できるよう、三角形の短辺側を軸とした回転式の表示である。矢印の長い方に向かって点眼支援ツールを動かすという表示のため、図2の表示だと右上に向かって点眼支援ツールを動かし、点眼びんを移動させることとなる。

点眼支援ツール第二号では、スマートフォンで取得した地面との角度を利用して、点眼支援ツールの角度についての距離を表示する機能を追加した。図3の表示は、点眼支援ツールの右上が他の部分よりも浮いていることを表す。重力で起こる現象を用いた表示のしかたである水平器の表示を参考としている。水平からプラスマイナス5度以内であれば内側の円の中に灰色の円が納まる。水平からプラスマイナス20度以内であれば外側の円付近に灰色の円が表示され、それ以上傾いていれば外側の円より外側に灰色の円が表示される。



図2 動かす向きの表示



図3 水平器を用いた表示

### 5.7 基準点までの距離の表示のしかた

前述したとおり、カメラで取得した画像内で点眼びんの真下に当たる位置を基準点とする。基準点と目の位置の距

離については、画面の背景の色によって判断できるようになっている。基準点と目の位置が遠ければ遠いほど背景は赤くなり、近ければ近いほど背景は黒くなる。

### 5.8 点眼びんを落とすことを指示する画面表示

基準点から独自で決めた範囲内に検出した目が入り、点眼支援ツールの地面に対する角度がプラスマイナス5度以内に納まっていれば、画面内に点眼薬を落とすことを指示する図4の画面が表示される。動かす向きや水平器の表示があった部分に表示される四角形が点眼薬を落とすことを指示する画面表示である。

図5は、上記した機能をすべて含む点眼支援ツールの画面である。上下の緑の円は水平器を用いた表示であり、黄色いやじるしは点眼支援ツールを動かす向きの表示である。また、画面の背景が基準点と目の位置の距離を表している。黄色い円は点眼薬を置く場所である。



図4 点眼薬を落とすことを指示する画面 図5 指示出しの画面

### 5.9 点眼薬を固定するバンド

点眼薬を固定するバンドはゴムを使用しており、ゴム同士を固定する部分にはマジックテープを使用している。そのため、伸縮性があり、マジックテープがアジャスターの役割を果たしているため、様々な大きさの端末や点眼びんに対応可能である。ゴムの点眼びんを通す部分およびカメラと重なる部分はくりぬいて周りを接着剤で補強している。図6は、実際に市販の点眼薬をバンドで固定している点眼支援ツール第二号である。



図6 バンドで点眼薬を固定した点眼支援ツール第二号

### 5.10 先端を見えなくする方法

点眼支援ツール第二号では、点眼びんに直接滅菌ガーゼをかぶせ、先端を隠す方法を用いる。点眼びん本体の形に添って直接かぶせるため、点眼支援ツールの大きさは変わらないため、周りからの見た目により大きな変化はない。

### 5.11 試用実験

点眼支援ツール第二号を用いて試用実験を行った。システム内で正しく目の検知ができている場合は、命中する可能性が高いことがわかった。しかしながら、点眼しようと試みている目とは反対の目を検知してしまうこともあったので、処理の速いカメラ側の画像に点眼する方の目が入るようにしなければならないことがわかった。そのため、点眼支援ツール第二号使用の際のルールとして、点眼したい目側にカメラがくるようにすることを追加する。

## 6. 関連研究

飯田ら [1] は、自己点眼指導後、点眼のセルフケア行動に対する患者の思いを把握することを目的とした研究を行った。患者に行ったアンケートの結果、点眼が上手にできるという答えが多かったが、点眼手技の難しい点についての意見も多かったと述べている。カテゴリごとに自由記述をまとめた表によると、自己点眼の手技についてのカテゴリの中では命中することに難しさを感じる人が多かったということがわかっている。本研究の点眼支援ツールを使用することで解決できると考える。

笹沢ら [2] は、点眼補助器具を用いて高齢者の自己点眼指導を行った。機能面で他人に依存することは意欲や自己尊重を損なうことになると考えられるため、依存していた部分が自立できることによって生活での自信に結びついてくれれば幸いと締めくくっている。本研究の点眼支援ツールを使用することで、他人に依存せずに点眼が可能となる。

浜田ら [3] は、一度習得された技術は継続が可能であると推察できると述べている。本研究の点眼支援ツールを使用することで、点眼びんの適切な位置がわかり、将来的に点眼支援ツールに頼らない自己点眼の実現が期待される。

## 7. まとめ

本研究では、自己点眼が苦手な人を2種類に分類し、それぞれへの対策を盛り込んだ点眼支援ツールの開発を行った。スマートフォンのアプリケーションとして開発することによって、既存の器具ではなかった、顔に触れない衛生確保をし、かつ小さい装置であるという指針を実現した。

### 参考文献

- [1] 飯田知佳子, 岸谷欣香, 児玉由紀, 市川智子, 清水舞, 中西悦子. 眼科手術後における自己点眼指導を受ける患者のセルフケア行動と心理の実態. 看護研究発表論文集録, Vol. 38, pp. 145-148, 2006.
- [2] 笹沢智里, 河野佳代, 久恒明子, 黒岩治代, 吉田直子. 自己点眼指導を考える: 点眼用具を作成して. 東京医科大学病院看護研究集録, Vol. 13, pp. 12-13, 1993.
- [3] 浜田洋子, 永井, 八尾, 吉國, 宮崎, 一宮, 戸館. 短期入院の白内障患者における自己点眼指導: 患者に合った点眼法とパンフレットを工夫して. 東京医科大学病院看護研究集録, Vol. 18, pp. 114-118, 1998.