

## ローコスト視線入力装置でA君の生活を支援する



秋田県立秋田きらり特別支援学校

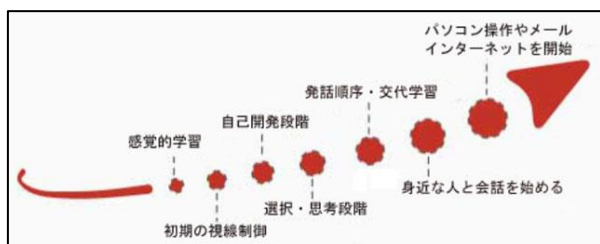
教諭 高橋 正義

### 1 研究の動機と目的

本事例対象生徒A（以下本生徒）は秋田きらり支援学校（以下本校）中学部1年に在籍する男子生徒である。脳性まひのため、体の緊張が弱く、不随意運動が多い。内言語は豊富だが、発声が不明瞭なため、身の周りの人に自分が伝えたいことを十分に伝えることが難しい。

本校は肢体不自由の特別支援学校であり、児童生徒の多くは身体の動きに制限があることから、日常的に補助用具や補助的手段の工夫が必要である。本生徒だけでなく、特に周囲の人とのコミュニケーションをとる場合には、発声と合わせて、絵カードや写真などを用いてやりとりを行っている。

下図はスウェーデンのTobii社が提案する「トビー 視線学習カーブ」である。その中で視線入力について以下のように述べている。



（株式会社Creat「視線でまなぶ トビー視線学習カーブ」より）

これは四肢麻痺や発話の困難などによって、意思伝達的手段や学習をする機会をもたなかった人々が、視線入力装置を使って、視線によるコミュニケーション、学習、パソコン操作を効率よく、また理解しやすく習熟していくための過程を分かりやすく描いたものである。視線入力装置を使ってスクリーンを「見る」ことによって、注意、因果、記憶を学び、読み書きや数の理解、メールやITを使ったコミュニケーションが出来るようになるには、実用的かつ認知的技能を学ぶ過程で体系的なトレーニングが必要と考える。

本生徒には肢体不自由があるが、視線入力装置を使って「見る力」を育て、さらに使いこなすことによって、身近な人に自分の考えを文字で伝えることができると考えた。さらに、視線入力の上達に伴い、将来に通ずるパソコン操作能力の向上も期待できると考えた。

これまで視線入力装置は大変高価であったが、2014年頃から1万円程度で購入ができるローコストな視線入力装置（製品名：Tobii EyeX Controller Tobii社製 スウェーデン）や視線入力装置に対応したフリーソフト（無料のソフト）が登場し、視線入力環境の導入が容易になりつつある。

本事例では本生徒への視線入力装置の導入から文字入力の初期段階までの実践を報告する。

### 2 本生徒の実態

- ・障害名：脳性まひ。体の緊張が弱く、不随意運動がある。
- ・心理検査の結果：新版K式発達検査 2001 認知・適応 DA 3：5 (DQ28) 言語・社会 DA 6：8 (DQ54) (実施日：2016年7月7日)
- ・利き手は左手。随意的にワンボタンスイッチを操作することが可能。
- ・視力は左右とも0.3。脳性まひに関係する何らかの見えにくさがあると考えられる。

### 3 研究の仮説

本生徒の視線の動きを視線入力装置でとらえ、自分の考えを文字で表したり、パソコンを操作したりできるようになることで、主体的に学習及び生活できる環境が整うだろう。

## 4 研究計画

本研究を3つのセッションに分けて取り組む。

- ・[セッション1] (2016年4～5月)  
視線入力に関する実態把握と使用するハードウェア及びソフトウェアの調整をする。
- ・[セッション2] (2016年5～9月)  
視線入力訓練ソフトウェア「EyeMot」等で視線入力トレーニングに取り組む。
- ・[セッション3] (2016年10月～2017年3月) 文字入力や学習上有効と考えられるソフトウェアに取り組む。  
なお、実施日時は毎週月曜日と火曜日の14時30分から15時までの30分間。長期休業中も保護者と相談して実施を継続するようにした。

## 5 研究の実際 [セッション1]

(1) 視線入力装置導入初期のハードウェアとソフトウェアの構成について

### 1) ハードウェア

- ・視線入力装置：Tobii EyeX Controller  
※視線入力装置の角度調整・固定が簡単にできるようにフレキシブルアームを使用した。
- ・パソコン：ノートパソコン (OS: Windows7 モニターの大きさ: 15.6型ワイド液晶)



導入初期の本生徒の取組の様子

## 2) ソフトウェア

- ・主に視線入力訓練ソフト「EyeMot」を使用した。



視線入力訓練ソフト「EyeMot」には6つのアクティビティがある。[セッション1]と[セッション2]では主に3つのアクティビティ (①視線を動かす、②注視する、③動くものを注視する) を使用した。「EyeMot」はアクティビティが完了すると所要時間と視線の軌跡が表示する機能が搭載されている。①～③の2枚目の画像は執筆者の視線の軌跡を表している。

①視線を動かす (画面をなぞる)



## ②注視する（的当て）



ーションに失敗することが多かった。回を重ねるごとに慣れ、比較的スムーズにキャリブレーションができるようになった。

## ②姿勢

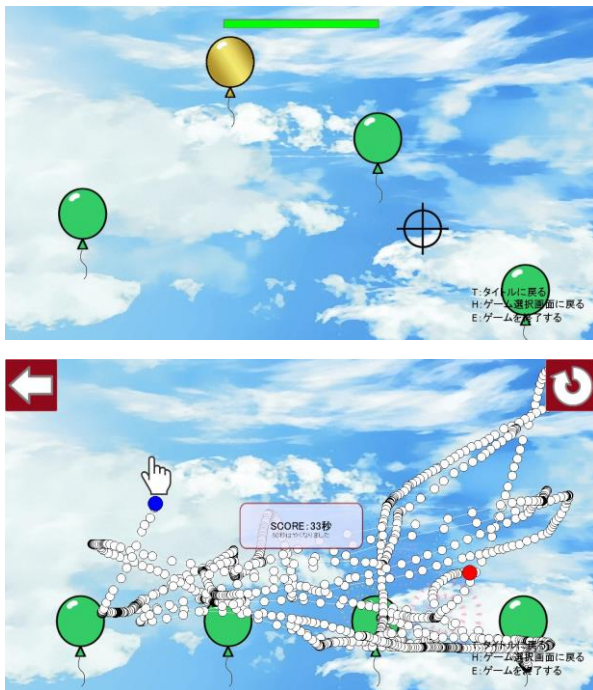
本生徒が視線入力装置とノートパソコンのモニターを見下ろすように机の高さを調整した。パソコンのモニターを集中して見ようとすると上肢に力が入り、顎が上がるような姿勢になった。また、下肢にも力が入り、電動車椅子の座席から臀部(尻)がずれる様子が見られた（写真1）。



写真1 顎が上がり、視線がモニター外に出してしまう。

視線入力を制御できなくなることが多かった。

## ③動くものを注視する（風船落とし）



## （2）導入初期の視線入力に関する実態について

### ①キャリブレーション

モニターの複数箇所で見続けられる点を見続けることで、視線の読み取り補正を行うことをキャリブレーションという。導入初期はターゲットとなる点を見続けることが難しく、キャリブレ

## ③パソコンモニターの見え方

主に縦方向と横方向にぎこちない動きで視線カーソルを動かしている。パソコンモニターで視線入力のカーソルを動かしやすい場所と動かしにくい場所があることが分かった。動かしにくい場所はモニターの右端側と下側であった。

## ④視線入力の決定方法

視線入力の決定にはモニターの対象箇所を数秒間注視する方法や目を瞬く方法などがある。本生徒の場合、左手が比較的自由に動くため、左手の手元にジェリービーンスイッチ（ワンボタンスイッチ）を設置して、決定方法とした。

## ⑤視線入力の継続可能な時間

視線入力を 10 分間程度継続すると視線がモニ

ターの外に出たり、ターゲットとなる場所を見続けることが難しくなったりするなど、疲れた様子が見られた。

### (3) [セッション1] の考察

- ・初期の視線制御はできている。
- ・パソコンモニターで視線を動かしやすい場所と動かしにくい場所があった。  
→本生徒の脳性まひ障害に起因する見えにくさが影響していると考えられる。

## 6 研究の実際 [セッション2]

ハードウェア及びソフトウェアのフィッティングに配慮しながら視線入力トレーニングを継続することで、本生徒の視線の動きに変化が見られるのではないかと考え、[セッション2]に取り組む。

### (1) 視線入力トレーニングのポイント

視線入力訓練ソフト「EyeMot」の各アクティビティを使用して、次の3点の力を培うことを目指した。

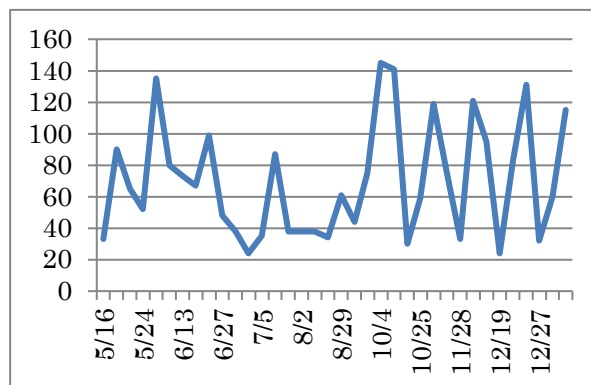
- ・モニター上の対象物を意図的に見る。
- ・モニター上の対象物を追視する。
- ・ワンボタンスイッチで選択する。

視線入力での操作に慣れてきたら、各アクティビティをクリアするまでの時間短縮を図る。

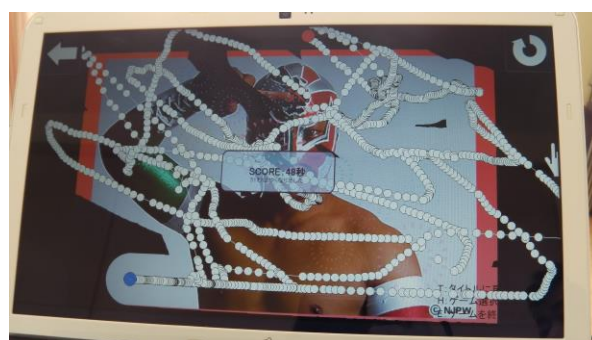
### (2) 各アクティビティの取組の状況

5月から翌年の1月の期間中、各アクティビティが完了するまでの秒数をグラフ化したものを示す。また、各アクティビティにおいて特徴的な視線の軌跡が見られたものを紹介する。

### ①視線を動かす（画面をなぞる）について

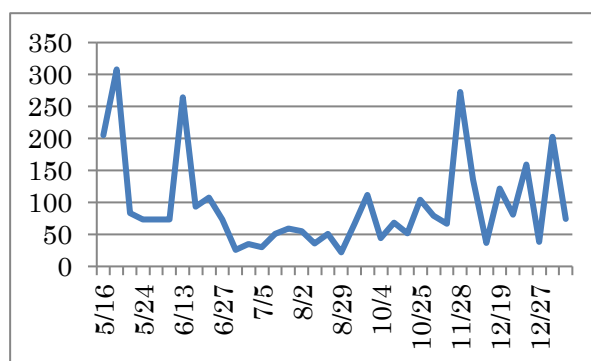


5～8月頃はアクティビティが完了する時間の短縮が図られ、視線入力の上達が見られる。9～12月はアクティビティを短時間で終わることができる日とそうでない日の差が大きい。理由は不明である。



横方向の動きが多く見られる。視線の軌跡は直線的である。(実施日：6月27日)

### ②注視する（的当て）について

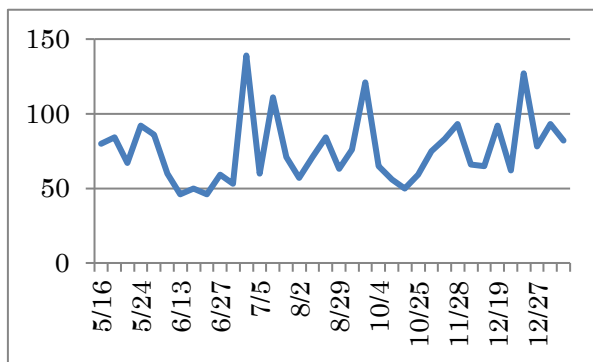


5～8月頃はアクティビティが完了する時間の短縮が図られ、視線入力の上達が見られた。「視線入力対象を見る」「ワンボタンスイッチを押して選択する」が自然につながってきた。9月以降はアクティビティの完了時間の幅が小さくなり、安定している。



視線の軌跡がモニターの左側に寄っている。特定の的に当てようとするがなかなか当たらず、同じの上を何度も行き来した。その一方でモニター右側と下側には視線が動きにくい。(実施日: 5月17日)

### ③動くものを注視する(風船落とし)について



アクティビティの完了時間の上下幅が徐々に小さくなり、安定している。



「下から上に浮かんでくる風船を打ち落とす」というアクティビティであるため、横方向の動きが多く見られる。横方向への動き主体であるが、タイミングを合わせて風船を打ち落とすことができるようになってきた。(実施日: 7月5日)

各アクティビティの取組の状況から、次のことが考えられる(成果は○、課題は●で表している)。

○各アクティビティをクリアする時間が短縮されているものが多い。視線入力トレーニングを続けることで視線の動かし方が上達すると考えられる。

○画面上で視線を縦・横・斜めに動かすことができるようになってきている。「EyeMot」の各アクティビティをクリアする時間だけに注目するのではなく、視線の軌跡を確認し、アクティビティをクリアするために視線をどのように動かしたかにも目を向ける必要があると考える。

●視線よりも頭部の位置を動かしてアクティビティに取り組んでいることに気付いた。当日の体の緊張の程度や視線入力に取り組む時間が長くなるとこの傾向が強くなる。視線がモニター外に出してしまうのは、この事と関係していると考えられる。

●視線入力装置の中心と両眼の中心の位置がずれると正確なトラッキングができなくなる。都度位置の確認と調整が必要である。

●視線入力装置を導入してから半年経過した後でも、見ることが苦手な場所はある。その時々体調にも左右される。

### (3) 視線入力時の本生徒の姿勢について

これまでの[セッション2]の実践から、本生徒と各機器のマッチングが図られ、視線の動かし方に上達が見られるようになってきた。その一方で視線入力に取り組む時間が長くなると上肢姿勢が崩れたり、頭部の位置が不安定になったりして視線入力がかまうこともあった(写真2)。本生徒が視線入力に取り組む姿勢に関してアドバイスが必要であると考え、外部専門家として本校と隣接する秋田県立医療療育センターのリハビリテーション科に所属するOT(occupational therapist、作業療法士)から協力をいただくことにした。

## 1) 外部専門家 (OT) からのアドバイス

### ①本生徒の肢体の状態について

- ・上体の重心が左に傾いている。
- ・眼球運動と頭部の分離性が低い
- ・眼球を左から右へ動かすことが苦手である。

### ②本生徒が視線入力に取り組みやすい姿勢や配慮について

- ・電動車椅子のクッション部分に臀部がしっかりとフィットするように着座時に調整する。
- ・上肢の姿勢を保持するために電動車椅子に天板を装着する。また、天板と両腕の間に空間をなくすようにクッション等を設置し、上肢の姿勢を安定させる。
- ・眼球を左方向から右方向へ動かすことが苦手である。トレーニングの一つとして取り入れて欲しい。

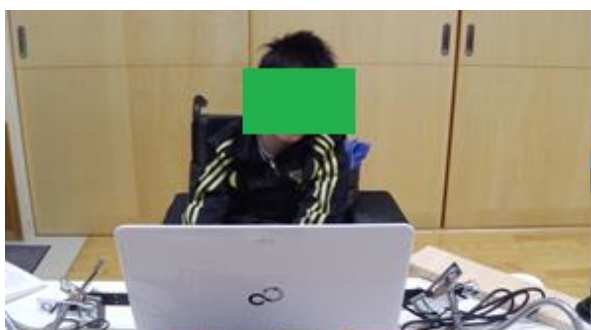


写真2 アドバイス前の本生徒の姿勢。頭部の正中線が左側に傾いている。視線入力装置とモニター、両眼の3点が平行関係を気付くことができず、結果的に誤入力が多くなってしまう。



写真3 OTからアドバイスをいただいている際の様子。姿勢を整え、クッションなども効果的に用いた。

## 2) アドバイスを受けての実践

各アクティビティをクリアする時間に直接的な影響は見られなかったが、本生徒からは「姿勢が安定した。楽な姿勢で視線入力に取り組めるようになった」と感想を聞くことができた(写真3)。アドバイスいただいた内容は今後も継続的に実践内容に反映させていく。

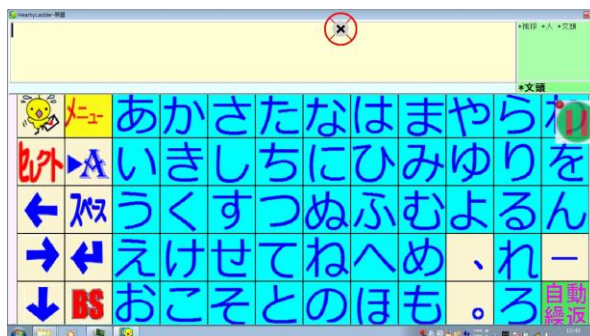
### [セッション2] の考察

- ・キャリブレーションが素早くなった。
- ・視線の動きに斜め方向が見られるようになった。
- ・完了までの時間が安定してきた。
- ・時々、パソコンモニターから視線が外れることが見られる。
- ・20分間程度は視線入力トレーニングを継続できるようになってきた。それ以上長時間になると入力に失敗することが多くなった 短時間でポイントを押さえた調整が必要である。

## 7 研究の実際 [セッション3]

[セッション2] の内容をふまえて、文字入力に取り組んだ。

(1) 文字入力ソフトウェア「HertyLadder (以下、ハーティラダー)」及び視線入力支援ソフトウェア「HertyLadder AI (以下、ハーティラダーAI)」について



文字パネルの一边が2.5 cm セッション1のトレーニングの一つとして取り組んだ「EyeMot」のアクティビティの1つである文字入力パネルと同じ平仮名の配列である。

(2) 「ハーティラダー」への文字入力の実行状況

- ・入力練習をする平仮名は2つ。自分の名前(ゆうだい)と好きな言葉(ぷろれす)。
- ・終了するまでにかかった時間

実施日	自分の名前	「ぷろれす」
12/19	90秒	224秒
12/20	296秒	226秒
12/26	52秒	210秒
12/27	294秒	計測不能
12/28	90秒	280秒
1/11	401秒	計測不能
1/16	53秒	541秒

- ・濁点や半濁点の入力状況は比較的良好。
- ・1～2文字目までは比較的スムーズに入力できる。それ以降は誤入力が多い。また、終了するまでの時間は安定していない。
- ・文字入力を間違った場合、平仮名文字入力パネルにBSキー(Back Spaceキー)はあるが、生徒自身では修正は難しい。文字入力に集中させるため執筆者が誤入力した文字を削除した。

#### [セッション3]の結果と考察

- ・平仮名文字入力パネルから1文字ずつ選択する方法を始めたばかりでスムーズな文字入力は難しい。「ハーティラダー」の文字盤への慣れが必要(文字の配列、小さいパネルの選択が確実にできるように)「ろ」や「れ」など不確かな平仮名がある。
- ・本生徒から「入力したい文字を見ているが、その文字の周辺にカーソルが移動してしまう」との訴えがあった。この原因は分からなかった。

## 8 研究のまとめ

(1) 成果と今後に向けて

### ①視線入力装置の設置について

視線入力装置の性能を十分に発揮させるために、各機器を使用者の肢体の状態に合わせてフィティングを行う重要性を確認した。使用者の視線と視線入

力装置、パソコンモニターの位置関係を適宜調整する必要がある。さらに、使用者の両目と視線入力装置が平行状態を維持できるように、電動車椅子の座位姿勢に注意し、体の傾きを補うためにクッションなどを効果的に使用するなどの配慮も必要である。

本生徒の上肢を安定させるため、外部専門家(O T)からいただいた助言も本実践において大変有効であった。今後も定期的に参観・助言をいただき、実践に反映させたい。

### ②「見る力」「意図的に視線を動かす力」について

視線入力装置の導入段階では、本生徒がキャリブレーションに失敗したり、パソコンモニター上でスムーズに視線を動かしたりすることが難しかった。視線入力訓練ソフトウェア「EyeMot」で視線入力トレーニングを継続したことにより、短時間でキャリブレーションを完了させたり、視線入力訓練ソフトウェア「EyeMot」の各アクティビティをクリアする時間が短縮したりと視線の動かし方が安定するようになった。パソコンモニター上の視線の軌跡画像を[セッション1]と[セッション2]の実施時期と比較すると、上下・左右方向の視線の動きと斜め方向の視線の動きが組み合わせ、スムーズな視線の動きができるようになってきた。

このことから、視線入力トレーニングを継続することにより、対象物を確実に「見る力」と「意図的に視線を動かす力」が育つことが分かった。

視線入力訓練ソフトウェア「EyeMot」の各アクティビティを楽しみながら視線入力トレーニングに取り組み、結果的に「見る力」や「意図的に視線を動かす力」につながっていることも見逃せない点である。

(2) 課題と今後に向けて

### ①文字の入力について

[セッション3]では、パソコンモニター上に表示した文章入力用ソフトウェア「ハーティラダー」

の平仮名 50 音パネルで視線入力による 4 文字の平仮名の単語入力に取り組んだ。原稿執筆時点で、実用的なスピードや正確さでの単語入力は難しい。その原因として 2 点考えられる。1 つめの原因としては、平仮名 1 文字分の文字パネルが小さく、その文字パネルを視線入力で正確に選択することがまだ難しい。しかし、今後も視線入力トレーニングを継続することで文字入力に慣れ、スムーズな入力が可能になると予想している。2 つめの原因としては、文字の認識に時間がかかってしまう。普段の学習において、本生徒は平仮名を逐次読みで読んでいる。文字入力においても逐次入力処理をしていると考えられる。視線入力による文字入力を継続することによって、文字の認識がどのように変化するかについて今後検証する必要がある。

これまでの実践によって、本生徒は「自分の興味ある言葉を文字にしたい」「自分の興味ある事柄についてインターネットで調べてみたい」という願いをもつようになった。視線入力に対する本生徒のモチベーションが向上している今、機を逃さずに視線入力トレーニングと文字学習を関連させながら取り組んでいきたい。

## ②視線入力装置のトラブルについて

本実践で使用している視線入力装置はスウェーデンの Tobii 社から直接購入することにより、低価格での導入を可能にしている。そのため、購入手続きから製品サポートなどは英語で行われる。2016 年の 8 月頃、視線入力装置の故障と思われる症状が発生した。スウェーデンの製品サポート担当者とは何度も電子メールでやり取りをして、視線入力装置の返品・交換を行なった。国内で販売されている機器とは違い、不具合等が発生した場合には、購入者自身で対応する必要がある。機器を設定するスキルと語学力、時間的な余裕も必要である。

## ③視線入力装置の基本性能について

ローコストな視線入力装置が登場して 3 年が経過した。本実践で使用している視線入力装置 (Tobii EyeX Controller) は比較的快調に動作しているが、時々、使用者の視線入力を受け付けなくなったり、ノートパソコンの処理速度が低下する現象が発生したりすることがあった。

2016 年末、本実践で使用している視線入力装置に比べ、大幅に基本性能が向上した視線入力装置が発売された (機種名は Tobii Eye Tracker 4C。視線検出頻度が 60 回/秒から 90 回/秒に向上。内部処理速度の向上により、使用するパソコンへの負荷が減ることが期待できる。直接販売価格は約 2 万円)。今後、予算が確保できれば、基本性能が向上した視線入力装置で実践を行いたい。

## ④今後の視線入力の活用について

本実践では、本生徒への視線入力装置の導入から文字入力の初期段階まで取り組んできた。本生徒からは視線入力に対する自信が感じられるようになり、「自分が興味ある事柄についてインターネットで調べてみたい」という願いも聞かれるようになった。

次年度以降も視線入力による文字入力のトレーニングを続けながら、視線入力でインターネット上の情報を検索する方法やインターネット上の学習コンテンツを活用する方法などを模索したい。

## 9 あとがき

「ローコストな視線入力装置で本生徒の学習環境を整える」ことをテーマにして実践に取り組んできた。高価な視線入力装置と比べると、ローコストな視線入力装置は使用者の実態に合わせてハードウェア・ソフトウェアのセッティングに手間がかかることは事実である。

しかし、障害がある方への支援機器の一つの選択肢としてローコストな視線入力装置に注目が集まり、活用についての情報発信が少しずつ増えてきている。



Web 上で公開されている情報を収集し、安価な汎用品も活用し、視線入力トレーニングの方法を工夫・継続することで成果につながることを本実践で確認したところである。

これまでの視線入力の成果と課題を踏まえ、本生徒にとってより豊かな社会参加の一つになるように、また、有効な学習ツールの一つになるようにその方法を探っていきたい。

#### 参考にした文献

- ・中邑賢龍 (2002), AAC 入門, こころリソースブック出版会

#### 参考にした Web サイト

- ・視線入力訓練ソフト「EyeMot」に関して  
「ポランの広場」  
<http://www.poran.net/ito/>  
島根大学総合理工学研究科  
助教授 伊藤史人氏の運営サイト
- ・文字入力ソフトウェア  
「HeartyLadder」に関して  
「ハーティラダー・サポート」  
<http://heartyladder.net/xoops>  
ソフトウェア開発者 吉村隆樹氏の運営サイト
- ・視線入力装置「Tobii EyeX Controller」に関して  
<https://tobiigaming.com/>  
Tobii 社の Web サイト

本研究は公益財団法人齋藤憲三・山崎貞一顕彰会より平成 28 年度個人研究助成認定を受け、実践に取り組むことができました。厚く御礼申し上げます。