

ローコスト視線入力装置でA君の生活を支援する ～Part 2～

秋田県立秋田きらり特別支援学校

教諭 高橋 正義

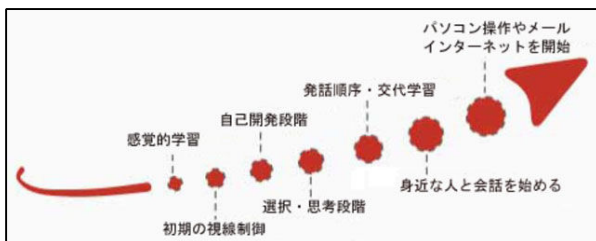
tobii

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2年に在籍する男子生徒である。脳性まひのため、体の緊張が強く、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「視線学習カーブ」である。



（株式会社Creat 社「視線でまなぶ トビー視線学習カーブ」より）

この図は、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。

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1万円程度で購入できるローコスト（低価格）な視線入力装置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。

本生徒には肢体不自由があるが、視線入力装置を使ってスクリーンを「見る力」を育て、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、昨年度より研究を行っている。

本研究では、本生徒が視線入力トレーニングソフトウエア「EyeMot」でのトレーニングに1年半にわたって取り組むことで、視線入力スキルがどのように変化するのかについて報告する。また、視線入力装置を活用した教科学習（国語、片仮名の習得）の実践についても報告する。

2 本生徒の実態

- ・障害名：脳性まひ。身体の緊張が弱く、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である。
- ・視力は左右とも0.3。障害に関係する、何らかの見えにくさがあると考えられる。

3 昨年度の研究の成果と課題

（1）成果

- ・約半年間、視線入力トレーニングを行った結果、スクリーン上の「対象物を見る力」と「意図的に

視線を動かす力」が育つことを確認した。

- ・視線入力機器の性能を十分に発揮させるため、各機器を使用者の身体の状態に合わせてフィッティングする必要があることを確認した。

(2) 課題

- ・視線入力による平仮名の文字入力に取り組んだ。実用的なスピードや正確さでの文字入力はまだ難しい。視線入力トレーニングを継続し、視線入力スキルを向上させる必要がある。また、文字を入力しやすくなるようなソフトウェアの工夫も必要である。
- ・視線入力装置 (Tobii EyeX) は比較的快調に動作していたが、時々、使用者の視線入力を受け付けなくなったり、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。構成する機器を見直す必要があった。

4 研究の仮説

本生徒が視線入力トレーニングに継続して取り組むことで、安定した視線入力ができるようになるとともに、視線入力装置を使用して教科学習に取り組めるように工夫することで、主体的に学習に取り組める環境を整えることができるだろう。

5 研究計画

本研究は2つのセッションで構成する。また、2つのセッションに平行して取り組む。

[セッション1]

視線入力トレーニングソフトウェア「EyeMot」の各アクティビティに取り組み、本生徒の視線入力スキルの変化について観察・考察する。

[セッション2]

視線入力装置を活用した教科学習 (国語、片仮名の習得) の方法を検討する。

※本研究は年間を通じて、毎週月曜日と火曜日の14時30分から15時までの約30分間実施した。長期休業中は保護者と相談して不定期で実施した。

6 使用したソフトウェアとハードウェアの概要

(1) ソフトウェア

1) 視線入力トレーニングソフトウェア

「EyeMot (アイモット) 2D」



本ソフトウェアは8つのアクティビティで構成されている。使用者の実態に応じてアクティビティを使い分けることで視線入力トレーニングを効果的に行うことができる。

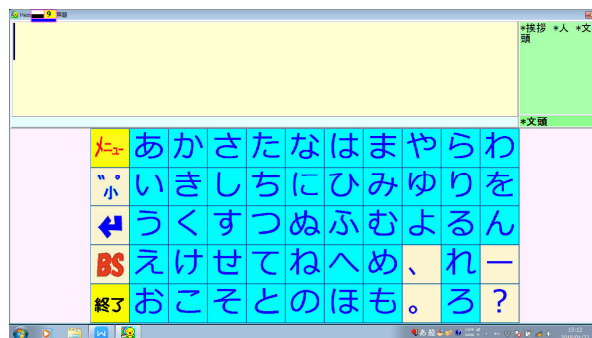
2) 視線入力トレーニングソフトウェア

「EyeMot (アイモット) 3D」



3) 文字入力ソフトウェア

「HertyLadder (ハーティラダー)」



昨年度の平仮名入力の取り組み状況から、ノートパソコンに映し出された「HertyLadder」標準の文字パネルが小さく、選択したい文字の周辺に視線が動

いてしまい、誤入力が多かった。「HertyLadder」作者のプログラマーの方の御厚意で、本生徒用に文字パネルをカスタマイズ（使用頻度の少ないパネルは削除、文字パネルのサイズを拡大）して頂いたものを使用した。

4) 視線入力支援ソフトウェア

「HertyAi（ハーティアイ）」

5) プレゼンテーションソフト「WPS Office」

(2) ハードウェア

1) 視線による入力機器

- ・ Tobii EyeX（2016年5月頃から2017年9月頃まで使用）
- ・ Tobii 4C（2017年10月頃から使用開始。先代のTobii EyeXに比べ、性能が大幅に向上している。価格は約2万円）

2) その他の入力機器

- ・ ジェリービーンスイッチ（Able Net 製）
視線入力トレーニングソフトウェア「EyeMot」にはスクリーン上の対象物を選択・決定する方法として①数秒間の凝視による選択・決定、②物理スイッチを押すことによる選択・決定の2種類の機能が備わっている。本生徒は左手を随意で動かすことができるため、②の方法で選択・決定した。
- ・ 「できマウス」（Dekimouse Project 製）
ワンボタンスイッチのプラグをUSBプラグに変換するための装置。

3) ノートパソコン

入手性が良く、一般的な仕様のノートパソコンを使用した。

OS：Windows7

スクリーンのサイズ：15.6型ワイド液晶

3) 固定具

- ・ バリアブルフリクションアーム（Manfrotto 製）
- ・ スーパーランプ（Manfrotto 製）
- ・ カメラ三脚用ノートPCデスク（サンコー製）

視線入力機器を使用者の身体に合わせるために必須の用具である。

7 研究の実際 [セッション1]

(1) 観察内容

本生徒が視線入力トレーニングソフトウェア「EyeMot 2D」のアクティビティをクリアするまでの所要時間の推移とスクリーン上にヒートマップで表示された視線の軌跡を観察する。

観察期間は2016年5月から2017年12月まで。

使用したアクティビティは次の3つである。

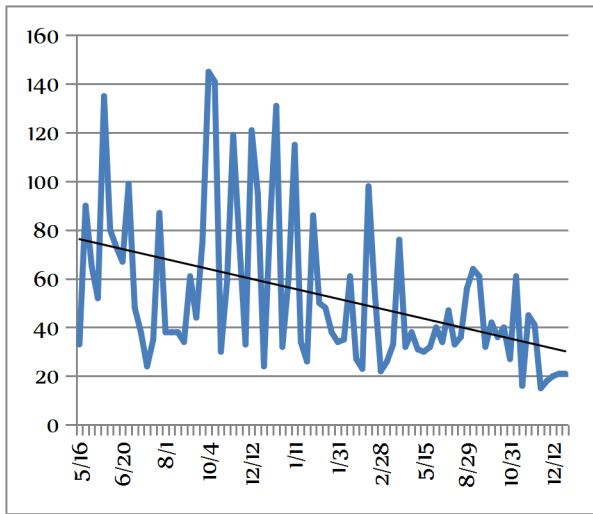
- A 「視線を動かす（画面をなぞる）」
- B 「注視する（的当て）」
- C 「動くものを注視する（風船落とし）」

(2) 各アクティビティの実際

- 1) A 「視線を動かす（画面をなぞる）」について
このアクティビティは、スクリーン上で視線を効率良く動かし、下絵に隠されているイラストや写真を見えるようにするものである。



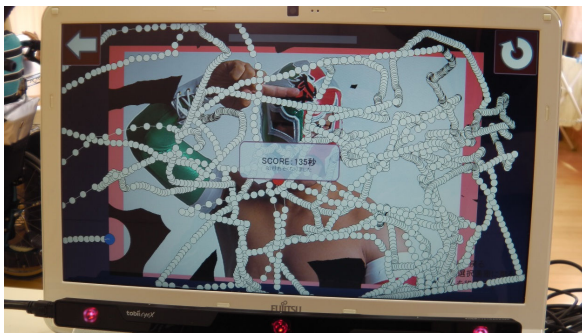
①クリアするまでの所要時間



(縦軸は秒数、横軸は実施日、斜線は近似直線)

2016年5月から同年12月頃まではアクティビティをクリアする時間が安定しなかった。2017年1月頃からはクリアする時間が短縮している。

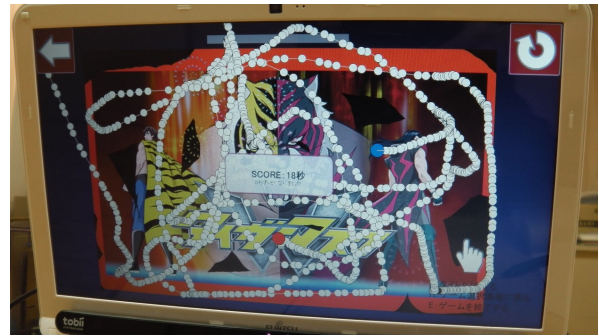
②特徴的な視線の動き



2016年6月6日実施。視線の軌跡がスクリーンからはみ出ている。



2017年1月17日実施。視線の軌跡がスクリーン内に収まるようになった。視線の動きが縦横方向に加え、斜め方向にも動くように変化した。



2017年12月11日実施。効率よく視線を動かし、アクティビティをクリアしている。

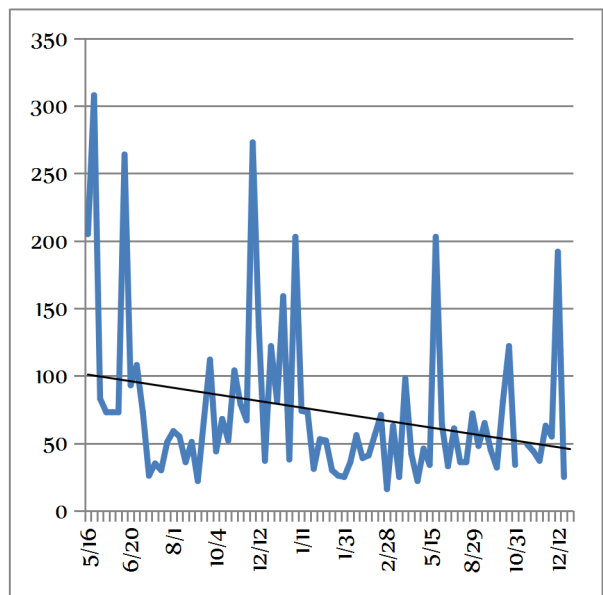
2) B「注視する(的当て)」について

このアクティビティは、視線で的に狙いを定めながら、ワンボタンスイッチを押してスクリーンの的を倒すというものである。視線入力によるスクリーン上の「選択操作」とスイッチによる「決定操作」を組み合わせるもの。



T:タイトルに戻る
H:ゲーム選択画面に戻る
E:ゲームを終了する

①クリアするまでの所要時間



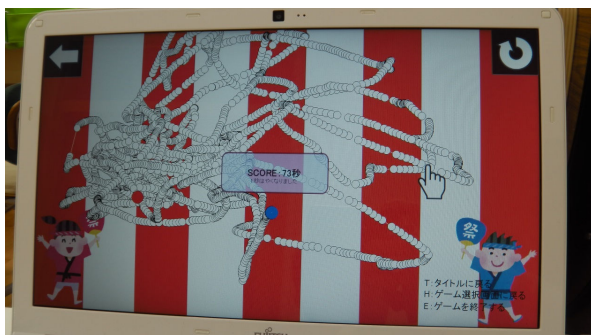
(縦軸は秒数、横軸は実施日、斜線は近似直線)

身体の調子によって、クリアする所要時間の幅が大きい。視線を1つの的に留めておくことが難しく、ワンボタンスイッチを押すタイミングが前後にずれってしまったことが原因である。実施期間全体を見ると安定傾向である。

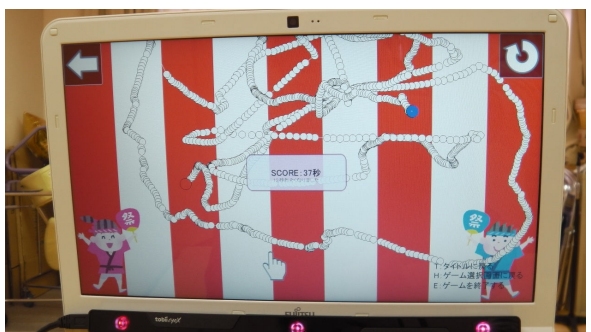


②特徴的な視線の動き

2016年6月13日実施。スクリーン上部での的に狙いが定まらず、何度も試行している。スクリーン下部は比較的良好である。



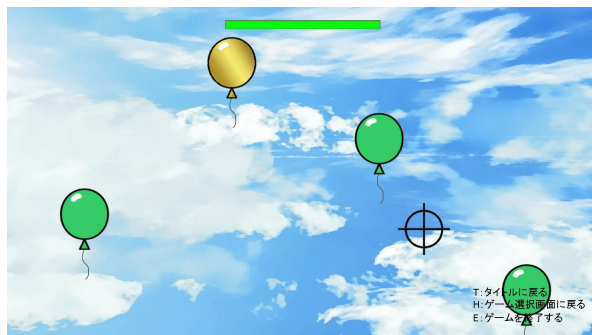
2017年1月12日実施。スクリーン左部での的に狙いが定まらずに、何度も試行している。



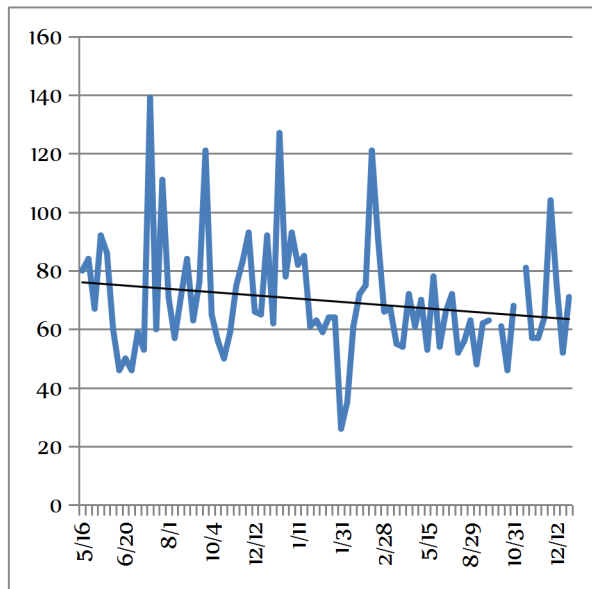
2017年11月20日実施。一筆書きのように効率良く的を狙っている。

3) C「動くものを注視する(風船落とし)」について

このアクティビティは、下から次々に現れる風船を視線で追い掛けて狙いを定め、ワンボタンスイッチを押して風船を割るというものである。金色の風船を割ると左右からキャラクター(UFO)が出現する。風船自体が動き、難易度が高い。



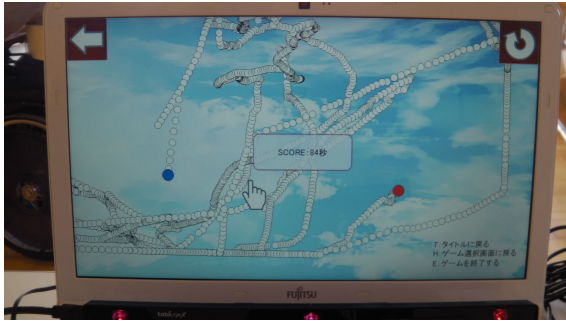
①クリアするまでの所要時間



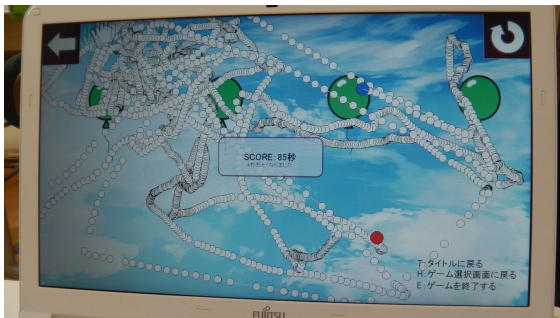
(縦軸は秒数、横軸は実施日、斜線は近似直線)

身体の調子によって、クリアする所要時間の幅が大きい。ゲーム性が高いアクティビティであるため、本生徒は楽しんで取り組んでいる。実施期間全体を見るとクリアに必要な時間は短縮傾向にある。

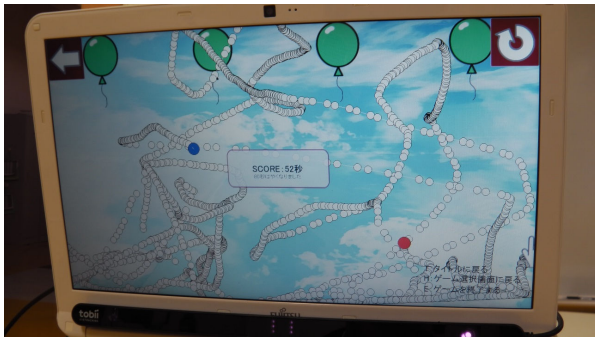
※都合により本アクティビティを実施できなかった日がある。そのため、グラフの線が途切れている箇所がある。



2016年5月17日実施。視線で風船を追いつけてはいるが、なかなか割ることができない。



2017年1月12日実施。風船がスクリーン上に上ってくるのを待ち、風船を割っている。左右から現れるUFOの動きにも対応できるようになってきた。



2017年12月13日実施。風船やUFOが出現する場所を予測し、待ち構えて割るようになった。スクリーン上で効率良く視線を動かしている。

(3) 考察

視線入力トレーニングを長期に渡って継続することにより、アクティビティをクリアする所要時間が短縮・安定することが分かった。さらに、スクリーン上で視線を動かす視線入力スキルの向上が見られた。具体的には次の4点が挙げられる。

- ・対象物を見る。

- ・対象物を一定時間見続ける。
- ・対象物の動きを追う。
- ・状況に応じて視線を縦・横・斜め方向に効率よく動かす。

視線入力スキルの向上に伴い、本生徒が随意で動かすことができる左手でワンボタンスイッチをクリックする動作にも向上が見られた。

さらに、本生徒が視線入力トレーニングをゲーム感覚で楽しく取り組み、モチベーションを維持していることも見逃せない重要な点である。視線入力トレーニングアプリケーションの設計コンセプトである「失敗体験のコントロール（視線入力初心者でも簡単に使える、視線入力操作ミスによるゲームオーバーがない、誰もが成功する喜びを体験し、達成感を得られる）」の成果が表れたからと考えられる。

2016年9月頃、視線入力機器と固定具の更新を行った。機器更新による影響については検証不足のため数値化することができないが、昨年度、時々発生した使用者の視線入力を受け付けない、パソコンの処理速度が低下するなどの症状は発生しなくなった。また、本生徒へのインタビューから「スクリーンを顔よりも若干上にすると首の位置が安定して視線入力がやりやすくなる」「スクリーンが顔よりも下にあると、まぶたが徐々に下がってきて見えにくくなる。スクリーンが上にあると目が大きく開くので、視線入力がやりやすい」ということが分かった。固定具によるノートパソコンの位置変更にも効果があったことが推測できる。

設置に関して次のことに留意する必要がある。

- ・室内照明や外光がスクリーンに反射すると画面が眩しくなり、視線入力動作に影響を与える。本事例ではフレキシブルアームなどを使用して、スクリーンと顔が平行になるように調整した。
- ・スクリーンと両眼の距離を60cm程度に保つ。計測用メジャーなどをスクリーン側に付け、随時測定・調整する必要がある。
- ・昨年度、本生徒の身体の傾きやねじれを軽減する

ためOTからアドバイスを頂いた。ストレッチ体操を行ったり、クッションなどを利用して身体の傾きを補正したりして視線入力に取り組んだ。使用者の両眼に視線入力装置とスクリーンができるだけ平行な位置関係になるように調整する必要があった。

8 研究の実際 [セッション2]

2017年3月頃、本生徒から「(来年度) 中学部2年生になったら、視線入力で片仮名の勉強がしたい」との申し出があった。本生徒はプロレスの大ファンであるが、書籍やインターネットでのプロレスに関する情報には片仮名が多く使われているため、一人で読むことが難しいと感じていたようである。

本生徒の申し出から、これまでの視線入力の学習に自分自身が手応えを感じていたとともに、視線入力で新しい学習に挑戦したいという気持ちが芽生えてきていることが分かった。本生徒のニーズに応え、視線入力で片仮名の学習に取り組むことを約束し、[セッション2]に取り組んだ。

(1) 文字認識の実態

1) 平仮名について

- ・2～3文字程度の平仮名を一つのまとまりとして読める。
- ・字形が似ているため、区別が難しい平仮名がある。
あ・お、き・さ・ち、ね・ぬ、ね・む、は・ほ、わ・ね等。

2) 片仮名について

- ・理解している片仮名があり、一文字ずつ読める。
- ・理解している片仮名であっても、数文字程度の片仮名を一つのまとまりとして読むことが難しい。
- ・字形が似ているため、区別が難しい片仮名がある
スとか、セとケ、ネとメ、ノとメ、ワとウ等。

3) 読みに関して

- ・文字飛ばしや行飛ばしが見られる。読む場所に集中できるように、それ以外の場所を紙で覆って見えなくするなどの配慮をしている。
- ・生活する上で視覚に問題がないように見えても、文字認識では位置や形が捉えにくいという困難があることが予想される。

(2) 視線入力装置を活用して学習指導を行うにあたって

『肢体不自由のある子どもの自立活動の手引のある子どもの自立活動の手引き』では、脳性疾患に起因する肢体不自由のある児童生徒の中には視覚障害や聴覚障害を伴う場合があり、視覚を十分に活用できず、視知覚や視覚認知の発達の異常(目と手の協応動作困難、図と地の弁別の困難、空間認知の困難等)を伴うと述べている。このことを踏まえて、次のように指導に取り組むこととする。

- ・指導の形態について。「各教科等を合わせた指導」として学級の係活動(給食のメニューの片仮名を教師と確認する、友達の前で給食のメニューを発表する)で取り組む。また、「教科の指導」として視線入力での片仮名の学習に取り組む。学習方法は異なるが、学級担任との情報共有を大切にしながら指導を進める。
- ・視線入力で使用する教材について。プレゼンテーションソフトを使用して片仮名の学習に取り組める教材を準備する。本生徒の興味関心が高いプロレス選手の名前と片仮名を関連させた教材を作る。
- ・ア行から順番に学習するが、提示する片仮名の順番を工夫し、学習内容に変化をもたせる。
ア行(順番そのまま。ア→イ→ウ→エ→オ)
カ行(順番そのまま。カ→キ→ク→ケ→コ)
サ行(順番そのまま。サ→シ→ス→セ→ソ)
ア行(順番入れ替え。ア→エ→イ→オ→ウ)
カ行(順番入れ替え。キ→ケ→カ→ク→コ)
ア～サ行(間違った片仮名をピックアップして

ランダム。エ→ウ→ス→ク→ケ→ソ等)



プレゼンテーションソフトで作成したスライドの一面。写真のプロレス選手の頭文字と下の片仮名の文字とをマッチングさせる。正解であれば「○」のスライド画面が表示され、次の問題に移る。間違いであれば「×」のスライド画面が表示され、再び同じ問題に挑戦する。

- 文字の識別がしやすくなるよう、使用するスライド教材に次のような工夫をした。

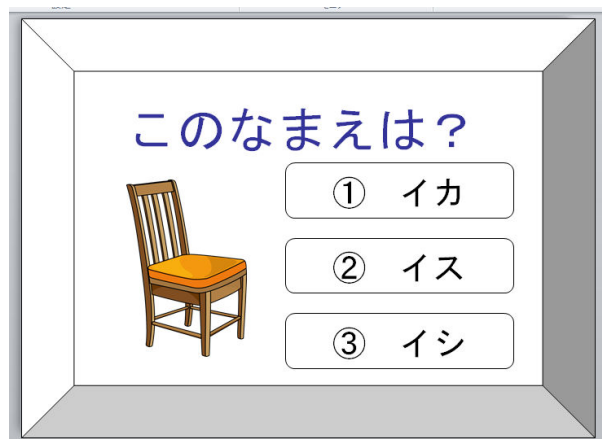
文字を拡大する。

文字のコントラストを工夫する（黒地に白字）。

文字の線を太くする。

文字に外枠を付ける。

以下のようなスライド教材も使用した。



苦手な片仮名が入った2文字の単語だと苦手意識が強くなり、適当にボタンを押している様子が見られた。現段階では一文字ずつ丁寧に取り組む必要があると感じた。

- その他の教材について

本生徒が分からない片仮名があった場合、すぐに確認して定着を図ることができるよう、自作の片仮

名表（A3版の大きさ）を身近な場所に置く。

ア	カ	サ	タ	ナ	ハ	マ	ヤ	ラ	ワ
イ	キ	シ	チ	ニ	ヒ	ミ	ユ	リ	ヲ
ウ	ク	ス	ツ	ヌ	フ	ム	ヨ	ル	ン
エ	ケ	セ	テ	ネ	ヘ	メ		レ	
オ	コ	ソ	ト	ノ	ホ	モ		ロ	

(3) 片仮名の習熟度について

「各教科等合わせた指導」と「教科の指導」を組み合わせながら、片仮名の指導に取り組んできた。

本生徒の片仮名の習熟度を3回（2017年9月12日、同年11月14日、同年12月21日）に測定した。測定方法は「片仮名が1文字記載されている文字カードを提示し、その片仮名を答える」というものである。

9月12日実施

ア行・・・ウ、エ
カ行・・・ク、ケ
サ行・・・シ、ス、セ、ソ
タ行・・・ツ、テ、ト
ナ行・・・ヌ、ネ
ハ行・・・（すべて正答）
マ行・・・ム
ヤ行・・・ユ
ラ行・・・ル、レ
ワ行・・・ワ

（28字/46字中、正答率60%）

11月14日実施

ア行・・・（すべて正答）
カ行・・・ク、ケ
サ行・・・サ、ス、セ、ソ
タ行・・・テ

ナ行・・・ヌ、ネ、ノ
ハ行・・・(すべて正答)
マ行・・・マ、ム
ヤ行・・・ユ
ラ行・・・ル、ロ
ワ行・・・ワ

(30字/46字中、正答率65%)

12月21日実施

ア行・・・(すべて正答)
カ行・・・ク、ケ
サ行・・・セ、ソ
タ行・・・テ
ナ行・・・ヌ
ハ行・・・(すべて正答)
マ行・・・ム
ヤ行・・・(すべて正答)
ラ行・・・(すべて正答)
ワ行・・・(すべて正答)

(39字/46字中、正答率86%)

以上の結果から片仮名の理解度が上がってきていることが分かる。

読めるようになった片仮名は以下である。

ウ、エ、サ、シ、ツ、ト、ネ、マ、ユ、ル、ワ

字形が似ている「ウ・ワ」「シ・ツ」「エ、ユ」「ネ、マ」を弁別できるようになってきた。

一方で、読むことが難しい片仮名配下である。

ク、ケ、セ、ソ、テ、ヌ、ム

いずれの片仮名を見ても本生徒は「分かりません」と答えた。字形が似ている「ク、ケ」など、違いに注目させたい箇所に色を付けて目立たせるなどの工夫が必要になると考えられる。

考察

[セッション1]に取り組んだ結果、視線入力スキルの向上が図られ、[セッション2]における片仮名の学習への意欲につながり、片仮名の学習は係活動を始め、学校生活全般を通じて行われ、成果となって表れている。

セッション2では、本生徒が片仮名を学習するため、プレゼンテーションソフトを使用して自作した学習教材に取り組んだ。担任と情報交換をしながら、本生徒の実態や興味関心に合わせて学習教材を作成した。教材作成にあたり、文字の見やすさや分かりやすさ、視線入力による操作のしやすさなどを考慮し、随時修正したが、今後も改善の余地が十分にあると考えられる。

本生徒が視線入力装置を操作し、学習教材と直接向き合い、課題解決を目指すという学習スタイルを実現できたことは、本研究の大きな成果である。視線入力による学習方法の長所を生かし、様々な学習と組み合わせることで教育効果が期待できる。

セッション2では視線入力による片仮名の学習に焦点を当てて、その過程を報告したが、視線入力による学習だけで完結させず、それぞれの学習方法の長所を組み合わせるとより効果的だと考えられる。

学習へのモチベーションを向上させ、得意な内容を伸ばし、不得意な内容にじっくりと取り組み、学習した内容を生活の中で活用するといったサイクルを作ることが大切だと考えられる。

9 研究のまとめ

(1) 成果

- ・本生徒が視線入力トレーニングソフトで継続的にトレーニングに取り組んだことで、視線入力スキルと学習意欲の向上が見られた。「失敗体験のコントロール」(伊藤)が効果的に発揮されたと考えられる。
- ・視線入力を教科学習に取り入れたことで、学習の

効果が上がった。今後も教材を工夫して学習に取り組む環境を整えていきたい。

(2) 課題

- ・ 本生徒の認知特性に合わせたソフトウェアの作成と身体の状態に合わせた視線入力機器全般の調整が必要であった。現在、15.6インチのスクリーンを使用している。選択したい対象物が小さい場合、意図しない対象物を選択してしまうことがあった。誤選択を防ぐため20インチ程度の外付けスクリーンをパソコンに接続して試したい。
- ・ 肢体不自由児に特有の「見え方」があることが報告されている。本生徒の「見え方」の特性に応じた教材開発をしていきたい。また、本生徒の将来の姿を想像して、視線入力装置の活用を進めていきたい。

あとがき

本年度の4月から、本生徒の他にもう1名の児童に視線入力トレーニングを開始した。その児童も視線入力トレーニングを楽しみながら取り組んでいる。

来年度は、本年度研究の成果と課題を踏まえながら、視線入力装置を必要としている児童生徒への活用を広げるとともに、教科学習における視線入力装置の有効性をさらに探っていきたいと考えている。

参考にした文献

- ・ 中邑賢龍 (2002年)、『AAC入門』、こころリソースブック出版会
- ・ 『はげみ (2017年6/7月号)』、特集「視線入力であらゆるコミュニケーション～障がいの子どもの新しいコミュニケーションツール～」、社会福祉法人 日本肢体不自由児協会
- ・ 研究代表者 當島茂登 (2006年)、『肢体不自由のある子どもの自立活動の手引』、国立特別支援教育総合研究所

- ・ 待木浩一 (2016年)、『知的障害を併せ有する肢体不自由児のコミュニケーション指導における実践研究—視線入力装置の活用を通して—』、公益財団法人 みずほ教育福祉財団

参考にしたWebサイト

- ・ 視線入力訓練ソフト「EyeMot (2D及び3D)及び視線入力機器全般に関して「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 Eye Trackers (EyeX及び4C)」に関して

<https://tobiigaming.com/>

Tobii社のWebサイト

- ・ プレゼンテーションソフトでのスライド作成に関して

「アクセシビリティ ホーム (特別支援教育でのPowerPoint活用、PowerPointでこんなこともできる! アイデア PowerPoint スライド)」

<https://www.microsoft.com/ja-jp/enable/ppt/idea.aspx>

Microsoft社のWebサイト

本研究は、公益財団法人 齋藤憲三・山崎貞一 顕彰会より研究助成を頂き、取り組んだものです。研究助成に感謝致します。