

重度重複障害を有する生徒への教材・教具の活用と反応の検討

- ICT 機器を使った客観的な評価方法を探る一試み -

宮城県立西多賀支援学校

教諭 野地 清

1 はじめに

(1) 学校の概要

本校は病弱特別支援学校で、平成 30 年度から知的障害（療育手帳 A かつ身体障害者手帳 1 級相当）のある児童生徒への教育も行っている。家庭や隣接する病院から通学する児童生徒や、入院している病院へ教師が出向きベッドサイドで授業を受けている生徒もいる。令和 2 年度からは、新型コロナウイルス感染症対策のため、オンラインによる学習も行っている。

(2) 主題設定の理由

本校に在籍する重度重複障害を有する児童生徒の多くはコミュニケーション面での課題があり、教師の働き掛けに対して反応がなかったり、反応が小さくて読み取れなかったり、反応とは別の不随意運動等が混在していて判別できなかったりすることがある。これらの要因から反応に対してのフィードバックが不十分となり、結果として教師から児童生徒への一方向のコミュニケーションが多くなる傾向にあると考えられる。コミュニケーション面での教育的ニーズは多く、個別の指導計画の指導内容にも様々なアプローチで取り入れているところである。

GIGA スクール構想では、一人一台の端末環境の整備と、教育の情報化として ICT 機器の効果的な活用が推進されている。現在、本校では 30 台以上の iPad をはじめ、PC 類固定器具、視線入力装置一式、各種スイッチ、VOCA、スイッチインターフェイス、テレプレゼンスロボット kubi、Wi-Fi ルーター等の ICT 環境が整っており、これらを活用することで、重度重複障害を有する児童生徒の反応を客観的に捉え、複数の教師が同様の評価を行うことができることに併せ、児童生徒からの反応をより明確にすることで双方向コミュニケーションの指導を行うことができると考えた。

以上を踏まえ、本研究では主題を「重度重複障害を有する生徒への教材・教具の活用と反応の検討 - ICT 機器を使った客観的な評価方法を探る一試み - 」と設定し、タブレットのアプリやスイッチ教材等を活用した指導の充実を図っていきたい。

2 対象生徒の実態

対象生徒 A は本校に隣接する病院に入院中の生徒で、本研究に関する実態として以下の点が挙げられる。

- ・上下肢ともまひがある。指先がわずかに動く程度で、明らかに自発的と判断できる動きが見られない。
- ・体温調節が難しいので、常に掛物を掛けている。
- ・気管切開をして 24 時間人工呼吸器を使用し全介助を受けている。
- ・心拍数や血中酸素飽和度などを測定するセンサーを付けている。
- ・常時まぶたは開いたままで眼軟膏を塗布しており、眼球の動きは確認できない。
- ・新型コロナウイルス感染症対策として、生徒に触れる機会は最小限としている。

3 方針

生徒 A の実態から、個別の指導計画の短期目標の一つとして、「様々な刺激や働き掛けを保有する感覚で受け止める。」と設定した。この目標に関する指導内容の一つとして、本人の感覚に働き掛けられるよう香りを感じる活動を行うこととした。

本研究では、香りを感じる活動の中で常時動きの有無を観察できる顔をアプリで撮影記録し、同時にベッドサイドモニターの心拍数と血中酸素飽和度の値を記録する。それらの結果を比較し、

有意的な反応の有無を分析する。

また、学習の中で生徒Aがスイッチ操作をする機会を設け、教材・教具の効果的な活用方法と指導の手立てを探っていく。

4 実際と経過

本研究に当たり、株式会社 atacLab が販売している iOS アプリ「iOAK」を使用した。

iOAK (アイ オーク) は、重度・重複障害など、随意的な動きをとらせることが難しい人の反応を可視化したり、わずかな動きによるスイッチ操作を可能にしたりする iOS, iPadOS 用のアプリです。

iOS の 3 つの特徴

1. モーションヒストリー機能

動いた体の位置を（動きの頻度に応じて紫色から赤色に）着色して表示します。

2. エアスイッチ機能

カメラ画面を長押しして四角を描き、わずかな動きに反応する非接触型スイッチとして利用できます。乾電池型の無線スイッチ MaBee をコントロールできます。

3. ズーム機能

ピンチイン・アウトやダブルタップの操作で拡大表示ができます。離れた位置からの観察やスイッチ利用に役立ちます。

<https://atac-lab-products.com/ioak/>より引用

(1) 香りを感じる活動

香りを感じる活動での撮影には、iOAK のモーションヒストリー機能を使用した。生徒Aの動きの量や活動時間等を考慮し、1分ごとの自動撮影を6分間記録することとした。香りを感じる学習は香りのない状態と比較するため、2分間安静にした後、活動として生徒Aの顔の約 20 センチ側で香りを発する素材を2分間揺らすように提示し、その後素材を片付け安静にした状態で2分間記録した。また、1分ごとにベッドサイドモニターから心拍数と血中酸素飽和度も記録することとした。

0分	1分後	2分後	3分後	4分後	5分後	6分後
	安静		活動		安静	
開始	☆	☆	☆	☆	☆	☆
	★	★	★	★	★	★

☆モーションヒストリー撮影

★心拍数・血中酸素飽和度記録

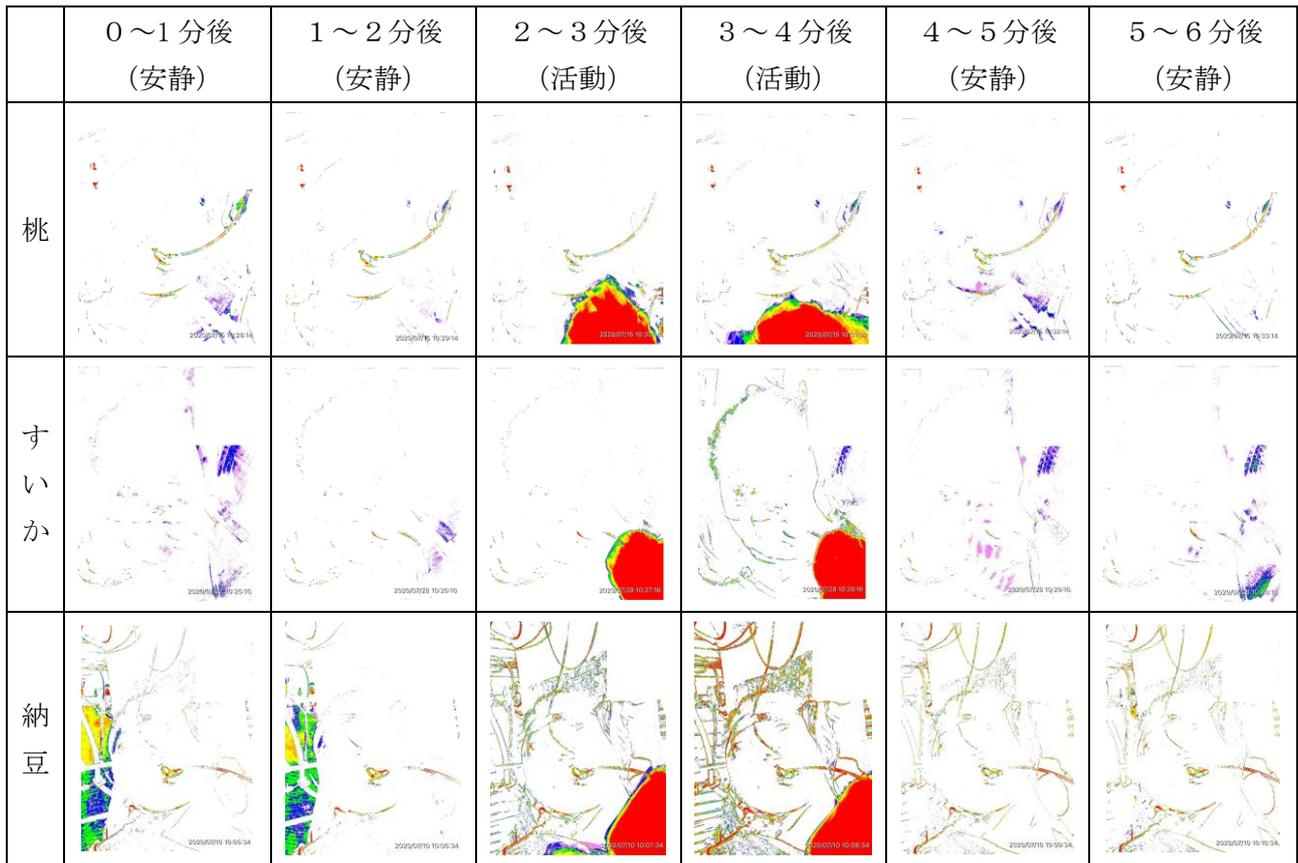
生徒Aが病棟内でも四季の変化を感じることができるよう、旬の食材や花などの紹介を行った。その中で香りを感じる学習を行い、上記の方法で記録を取った。実物をベッドサイドに持ち込むことが難しい場合には香料が含まれる食品や精油で代用した。取り上げた香りは、イチゴ (カンロピュレグミプラスストロベリーミルク味)、サクランボ (オリヒロ ぷるんと蒟蒻ゼリーパウチさくらんぼ)、バラ (ザ・ダイソー、アロマオイルローズ)、桃 (ブルボン フェットチーネグミイタリアンピーチ味)、すいか (マンナンライフ 蒟蒻畑塩スイカ味)、納豆 (あいコープのこつぶ納豆たれからし付き) である。

不定期に喀痰吸引や人工呼吸器の管理など看護師によるケアのために指導を中断する必要があり、十分に記録をとることができない香りもあった。そこで、試行回数が5回以上実施できた、桃 (5回)、すいか (6回)、納豆 (8回) の3種の香りについて考察することとする。

【図1】に、香りを感じる活動中のモーションヒストリーの記録 (一部) を示す。どの活動でも、常時喀痰を吸引しているチューブや人工呼吸器の動きと、活動中に教師が香りを揺らしている動きが確認できた。

香りの種類による顔の動きの違いを比べると、桃とすいかについては、安静時と活動時の明確な違いは見られなかった。一方、納豆については、香りを提示した際に動きが活発になり、活動後も活動前より動きが多くなっていることが読み取れた。再度実施した結果も図1に近い結果であった。このことから、生徒Aは納豆の香りを感じ取り、それを顔の動きで表出していると考えられる。他の香りについては、感じているが表出がないのか、そもそも感じていないのかはモーションヒス

トリーの記録では判断できなかった。

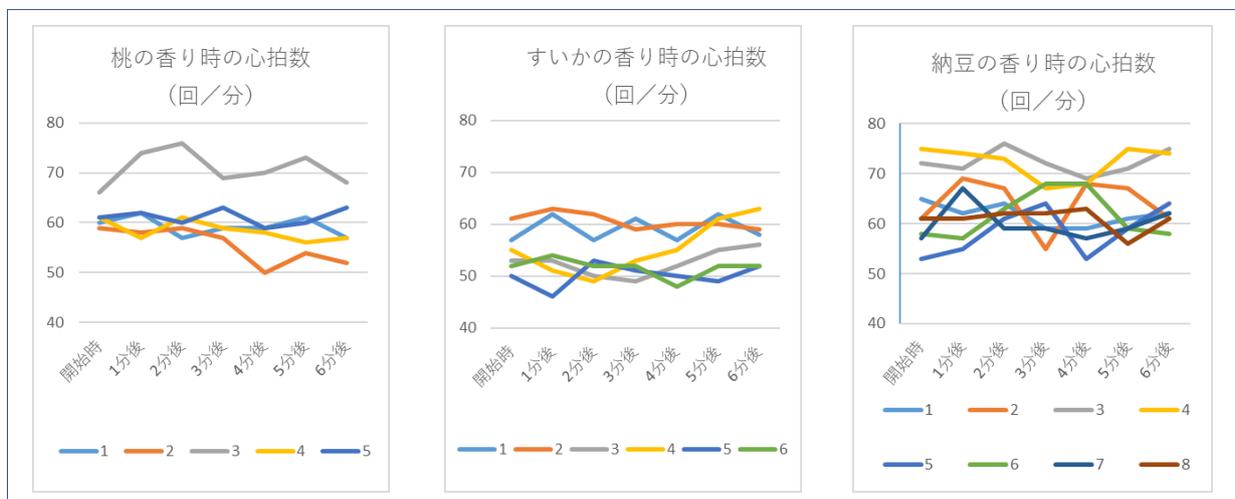


【図1】 香りを感じる活動中のモーションヒストリーの記録 (一部)

血中酸素飽和度については、全ての香り、全ての試行回において99%または100%の値となった。生徒Aは人工呼吸器を使用し酸素投与を受けているので、血中酸素飽和度の変化により吸入酸素濃度が自動的に調整されて一定の値になっていると考えられる。

化を示す。グラフを香りごとに分けて比較したが、目立った特徴は見出せなかった。そこで、【図3】のとおり、開始時から6分後までの心拍数の推移について、一括して相関係数を算出した。同じ香り、違う香りを比較しても相関の度合いに偏りなどは見つけられなかった。

【図2】に、香りを感じる活動中の心拍数の変



【図2】 香りを感じる活動中の心拍数の変化

	納豆1	納豆2	納豆3	納豆4	納豆5	納豆6	納豆7	納豆8	桃1	桃2	桃3	桃4	桃5	すいか1	すいか2	すいか3	すいか4	すいか5	すいか6
納豆1	1.00																		
納豆2	0.13	1.00																	
納豆3	0.56	-0.23	1.00																
納豆4	0.77	0.35	0.34	1.00															
納豆5	-0.18	-0.54	0.66	-0.14	1.00														
納豆6	-0.67	-0.25	-0.25	-0.95	0.13	1.00													
納豆7	0.04	0.27	0.10	0.31	0.11	-0.53	1.00												
納豆8	-0.07	-0.19	0.10	-0.59	-0.08	0.51	-0.06	1.00											
桃1	-0.09	0.31	-0.71	0.22	-0.56	-0.33	0.35	-0.46	1.00										
桃2	0.63	-0.15	0.36	0.30	-0.01	-0.27	0.17	0.03	0.19	1.00									
桃3	0.03	0.67	0.18	0.14	0.08	-0.02	0.37	-0.19	0.11	0.23	1.00								
桃4	0.54	-0.28	0.38	-0.10	-0.11	0.23	-0.48	0.53	-0.39	0.61	-0.13	1.00							
桃5	-0.03	-0.68	0.34	-0.01	0.58	-0.23	0.51	0.10	-0.07	0.22	-0.35	-0.13	1.00						
すいか1	-0.38	0.01	-0.32	0.06	0.19	-0.20	0.55	-0.57	0.68	0.12	0.31	-0.64	0.35	1.00					
すいか2	0.54	0.64	0.04	0.42	-0.50	-0.40	0.47	0.08	0.40	0.60	0.60	0.24	-0.25	0.07	1.00				
すいか3	0.18	0.26	-0.03	0.67	-0.09	-0.73	0.27	-0.57	0.17	-0.45	-0.21	-0.63	0.06	0.09	-0.14	1.00			
すいか4	-0.16	-0.17	-0.03	0.29	0.24	-0.32	-0.09	-0.54	-0.08	-0.65	-0.45	-0.61	0.16	0.08	-0.67	0.82	1.00		
すいか5	0.14	-0.42	0.69	-0.20	0.57	0.37	-0.57	0.30	-0.94	-0.07	-0.14	0.50	-0.01	-0.64	-0.47	-0.25	0.08	1.00	
すいか6	0.46	-0.11	0.40	0.57	0.29	-0.67	0.69	-0.34	0.32	0.70	0.25	-0.05	0.61	0.55	0.44	0.12	-0.14	-0.32	1.00

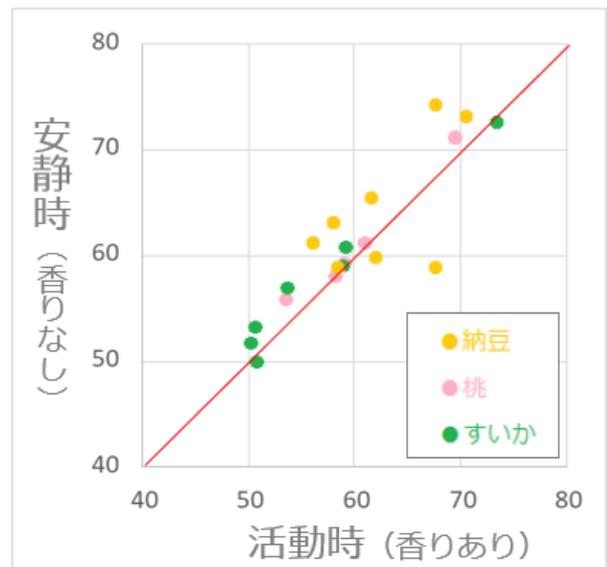
【図3】 試行回ごとの心拍数の推移の相関係数

【図4】に、それぞれの香りについて、心拍数の平均と分散の値の比較を示す。計測する期日の体調によって平均の値に差が生じることが考えられた。一方、分散の値については、桃の6.1、すいかの7.0に対して、納豆では12.0となり、倍近い値となった。このことから、納豆の香りを感じる活動は他の香りを感じる活動と比較し、生徒Aの心拍数の変動が大きいことが分かった。

	納豆	桃	すいか
心拍数の平均 (回/分)	63.9	61.1	54.9
分散	12.0	6.1	7.0

【図4】 心拍数の平均と分散

【図5】に、試行回ごとに安静時（香りなし）と活動時（香りあり）の心拍数の平均値の比較を示す。それぞれの香りについて、安静時と活動時の心拍数の平均値は同じか、活動時の心拍数の方が低い傾向が見られた。特に納豆に関しては、試行回の半数以上が活動時の心拍数の平均が5程度低い値となり、活動と心拍数に関係性が見られた。



【図5】 安静時と活動時の心拍数の平均値の比較

(2)スイッチを使った活動

iOAK のエアスイッチ機能を用い、生徒Aが口元を動かすことで乾電池型の無線スイッチ MaBee をコントロールできるようにした。操作する機器を案出することで、より多くの指導場面で活用することができた。

ア 制作的活動

単3乾電池で作動する電動はさみに MaBee を入れて操作を行った。一回のスイッチ操作で電

源が ON, もう一回の操作で電源が OFF (ラッチ) になるようにした。電動はさみの保持と切り進める作業は教師が行い、電動はさみの ON-OFF が理解しやすいよう、作動音や振動が感じ取りやすい距離で作業を行うよう心掛けた。七夕飾りの吹き流しに使う紙テープを同じ長さに切ったり、輪飾りにする紙を直線状に切ったりするなど、活動の量が分かりやすいように留意した。【図 6】



【図 6】制作した吹き流し飾り

イ 入力装置の工夫

MaBee は単 3 電池を使用する機器には入替えが容易であるが、9V の積層乾電池を使用している機器の直接の利用はできなかった。また、機器自体の ON-OFF ではなく、電子機器などの電源を入れた上での操作についても対応できなかった。

そこで、1.5V で駆動するリレーを用い、入力装置を制作することとした。単 3 電池 2 本用の電池ボックスの片側に MaBee, もう片側にリレーを入れ、3.5 ミリプラグに信号が出力できるように配線した【図 7】。これをスイッチ用のジャックや外部入力端子に接続することで、ステップバイステップウィズレベルの再生などが可能となった。



【図 7】制作した入力装置の内部

ウ iPad 操作

制作した入力装置を「なんでもワイヤレス」な

どのスイッチインターフェイスに接続することにより、iPad のアプリを操作する学習を行った。iOAK 側では、一回のスイッチ操作で一回の信号（ショット）を送り、連続してスイッチ操作を認識しないように無反応時間を 1.0 秒と設定した。iPad 側は、アクセシビリティのスイッチコントロールでスイッチの登録やレシピなどを生徒 A の実態に合わせた設定にすることで、エアスイッチによる任意の位置のタップ動作が可能になった。iPad の画面をタップするごとにメロディが奏でられるアプリ「もっと！ピアノ」で「きらきら星」や「ハッピーバースデー」などの曲を演奏することができた。

iOAK : 動きの読み取り

↓ 無線

MaBee : 入力信号に変換

↓ 有線

入力装置・スイッチインターフェイス

↓ Bluetooth

iPad : アプリの操作

(アクセシビリティを設定することで
任意の位置でのタップ操作が可能)

iOAK から iPad までの機器の接続

エ リモート学習での利用

令和 2 年 10 月より、新型コロナウイルス感染症対策のため、生徒 A が入院している病棟と学校をオンラインでつなぎ、学習を行った。

病棟に依頼し Wi-Fi ルーターと iPad, iPad を固定するスタンドをベッドサイドに設置してもらい、病棟保育士の支援を受けながら学校にいる教師と FaceTime でビデオ通話を行った。ビデオ通話画面に向かい合ってみると、コミュニケーション面での課題が少ない生徒の場合には言葉や表情、動き等で双方向のコミュニケーションが図りやすいが、生徒 A の場合には教師側からの一方的な働き掛けが多くなりがちであった。そこで、エアスイッチの機能を用いて生徒 A の微細な動きを捉え、学校にいる教師が生かせるような試みを行った。

FaceTime の画面と iOAK の画面を向かい合わせ、使用する iPad アプリの画面も隣に置くことで、病棟にいる生徒が学校にある iPad を操作できる環境を構築した。1月の学習では題材として初詣を扱い、おみくじのルーレットを回すアプリを作動させることができた。【図 8, 9】

テーブル上の iPad と向かい合わせになるように FaceTime を起動させた iPad を設置



【図 8】エアスイッチでリモートでの iPad 操作

左の目元を動かすことでおみくじ番号ルーレットが回る



【図 9】生徒側から見た iPad の画面

また、2月には季節の遊びをテーマにした学習の中で、雪玉投げの活動を行った。1月と同様に FaceTime の画面と iOAK の画面を向かい合わせ、雪玉風のボールを載せたピッチングマシンに入力装置を接続することで、生徒の動きで的に向かって雪玉が飛ぶようにした。さらに、入力装置にタイマーを組み合わせることで、一回のスイッチ操作でピッチングマシンが一定時間作動するようになった。オンラインでのスイッチ操作に併せ、ベッドサイドでの授業では難しい粗大な活動を遠隔で実現させることができた。【図 10, 11】



【図 10】エアスイッチでリモートでのスイッチ操作

右の目元を動かすことでピッチングマシンが作動し玉が飛んでいく



【図 11】生徒側から見た iPad の画面

5 まとめ

(1) 成果

iOAK のモーションヒストリー機能を使った生徒 A の活動記録は、反応が可視化されることにより複数の教師でも同様の評価を行うことができた。客観的な評価方法の一つとして活用することができた。以前担任した教師からの引継ぎで、「ペーパーミントの香りを感じさせると動きがあるようだ。」「カレーの香りを感じているらしい。」というような情報はあった。しかし、程度の度合いや、他の香りとの比較はその場で指導した教師の主観が多く、動きが微細なためにビデオ撮影による比較も難しかった。今回の記録は、直接生徒 A と対面することのできない他の教師に対しても提示することができ、複数の教師の多面的な視点から支援方法の提案やアドバイスを受けることができた。

心拍数と血中酸素飽和度の記録については、活

動との関係の有無をある程度明確にさせることができた。記録開始時はどのような結果になるのか予測ができず、記録したデータの分析方法についても未確定であった。データを様々な計算式やグラフで比較することにより、結果的に特徴のある差を見つけることができた。統計としての有意性を算出するまでには至らなかったが、学習活動の手掛かりとして有効であった。

指導の手立てとして試行してきた生徒Aの自発的な動きによるスイッチ操作については、双方向コミュニケーションのきっかけとすることができた。また、体の動きと感覚の協応の指導においても効果的な内容であった。新型コロナウイルス感染症対策で今後もオンラインによる授業が予想されるため、ビデオ越しでのiPadや機器のスイッチ操作は、他の児童生徒にとっても活用可能な手段であった。

さらに、普段はベッドサイドで教師との1対1の授業を行っている生徒にとって、ボールを投げのような広いスペースの必要な活動は実施できなかった。オンラインによる学習によって、間接的ではあるが大きな動きのある活動や大きな音の出る活動、その他病棟内のみで行うことが難しい学習が実現できたことも成果の一つとして挙げられる。

今回制作したMaBeeを使った入力装置について、同様の機能を有する商品が市販されているか確認していないが、制作者自身が教材として使用する範囲においては安全で有用であった。

(2) 今後の課題

モーションヒストリーは生徒Aの不随意運動を捉えたり、人工呼吸器や口腔内吸引等の機械的な動きによる変化も記録したりすることがあり、可視化された反応が学習活動に起因するものなのか明確にできないこともあった。病棟内の他の入院患者の生活音や看護師によるケア、生徒Aの体調など今回の研究では考慮に入れていない要素も多い。記録を蓄積するとともに、可能な範囲内で他の不要な刺激を減らして提示したい刺激に集中できる環境を整えたり、測定する時間や間隔を変えてみたりすることで結果の妥当性を検

証したい。また、今回実施した香りを感じる活動では、支援の仕方や教材の提示方法について再考する機会となった。生徒Aに実施した方法と同様の手順で他の教師に実施した結果、香り自体を感じにくいという感想があった。香りを感じる強さを一定に保つために外気の影響を考慮すること、香りの拡散の仕方から提示する位置を工夫すること、使用した香料等の特性で目的以外の香りが影響していないかなど、客観的な評価をするために生徒Aの指導に関わる複数の要因を検討する必要がある。

スイッチの操作について、MaBeeの作動は感度の調整や繰り返しの無反応時間を設定することにより入力を制限することができる。教師の意図する方向に過度に誘導していないかよく留意するとともに、感度の調整や状況の違いによる操作の頻度を録画等で記録するなどして、モーションヒストリーを使った可視化と同様に生徒Aの反応が無意識的な反射なのか随意的な動きなのかを検討する必要があると思われた。また、エアスイッチ機能は触れずに機器を操作できるメリットがある反面、画面を見たり機器に触れたりしなければ操作した実感がもちにくいのも事実である。現在は新型コロナウイルス感染症対策のため接触する機会をできる限り減らしているが、その制限が解除されれば、視覚での受容が難しい生徒Aでもスイッチ操作を触覚でフィードバックできるような機器の導入をしていきたい。そして、スイッチ操作と周囲の変化の因果関係を感じる機会を増やし、認知面での発達を促していきたい。

6 参考文献等

- ・文部科学省：特別支援学校教育要領・学習指導要領解説自立活動編（幼稚部・小学部・中学部），2018，開隆堂
- ・武長龍樹・巖淵守・中邑賢龍（編著）：黙って観るコミュニケーション，2016，atacLab
- ・atacLab ウェブサイト <https://atac-lab.com>

※本稿の発表について本人及び保護者の同意を得ています。