

感覚統合を養う環境構築のための要求条件に関する検討

小林 明美^{1,a)} 青木 良輔¹ 宮田 章裕¹ 渡部 智樹¹ 田中 清¹ 山田 智広¹

概要：近年，子どもの身体的器用さやコミュニケーション能力の低下が問題視され始めている．文献調査や作業療法士へのヒアリングで，触れる機会が増加しているデジタルデバイスの操作だけでは感覚統合を十分に養えないこと，及び感覚統合が養われないと子どもの前記能力に影響があることが示唆された．本研究の目的は，デジタルデバイスが存在する屋内で感覚統合を養える環境を実現することである．本稿では感覚統合理論の知見を用いて，感覚統合理論で着目されている触覚，固有受容覚の発達・統合を促すための環境を実現するための要求条件を整理した．その結果，触覚経験を豊かにすることや全身と細かな運動の両方を行うことができる環境に加えて，子どもに楽しさや達成感を与えることができる環境が必要であることが確認された．さらに，デジタルデバイスとアナログデバイスの連携により子どもの自発的動機付けを高め，感覚統合を養うアイデアを紹介する．

1. はじめに

近年，不器用な子どもや人とのコミュニケーションが苦手な子どもの増加が問題視されている．全国の公立小・中学校の通常学級において，知的発達（知能指数）に遅れはないものの学習面や行動面で著しい困難を示すと担任教師が回答した児童生徒の割合は6.3%となっている [1]．これらの子どもは発達障がいのある可能性が考えられており，不器用な状態についても，発達性協調運動障がいという発達障がいである可能性がある．しかし，上記割合に入っていない子どもでも，担任教師が気づいていないだけで発達に何らかの問題を抱えている，いわゆるグレーゾーンと呼ばれる子どもは多くいると考えられている [2]．

一方ここ数年で，0歳から6歳までの乳幼児がいる家庭においてもタブレットやスマートフォンの普及率は高くなっており，子どもがTVやスマートフォン，タブレットなどのデジタルデバイスに触れる年齢は若年化する傾向にある [3]．加えて日曜日の平均1～3時間程度，デジタルデバイスが子どもに利用されているという報告もある [4]．しかし，子どもがデジタルデバイスばかりに集中してしまうと，子どもは身体を動かさなかったり，画面表面しか触らななかったりする．これにより，子どもは体を動かしたり，様々な形状や感触のものに触ったりつかんだりする機会が減る．これはすなわち，自分の内外から受ける複数の感覚

情報を脳内で処理し，協調・統合させる機会や，その結果として起こる運動の機会が減っていることを意味する．感覚情報の処理や複数感覚間の協調・統合と，それに伴う運動の発達を感覚統合と呼ぶが，感覚統合によって子どもは上手く自分の体を動かせるようになるだけでなく，その発達過程において，触れたものの力加減から相手との距離感を学んでコミュニケーションをとれるようになる．以上のことから，子どもがデジタルデバイスばかりに集中していると，感覚統合を養うことが難しいために，子どもの身体的器用さとコミュニケーション能力に影響があることが推察される．

しかし，子どもがデジタルデバイスを利用する良い面も多く存在する．デジタルデバイスは，子どもの興味を引きやすい様々なコンテンツを提供でき，学習効果を高められる点で効果的である [5]．また，いつでもどこでも使えるため，子どもも親も利便性を感じている．現在デジタルデバイスが日常生活に浸透している状況において，今後子どもにデジタルデバイスに触らせないようにするのはではなく，デジタルデバイスが存在していても感覚統合を養うことができる環境を作ることで，デジタルデバイスの利便性を活かせることが重要だと考える．

本研究の目的は，デジタルデバイスが存在していても子どもの感覚統合を養うことができる環境を実現することである．そのため，子どもの発達を支援する発達支援のうち，障がいがある子どもの生活上の困難を軽減させ，成長を支える治療教育（療育）の知見を利用する．療育では，子どもの発達のつまづきを早期に発見し，早期から対応することが求められる [6]．療育方法はいくつか存在するが，本

¹ 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所
NTT Service Evolution Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Corporation

^{a)} kobayashi.akemi@lab.ntt.co.jp

研究ではその一つである感覚統合療法に着目した。感覚統合療法に着目した理由は、感覚統合の過程が一般的な子どもの発達過程であり、感覚統合療法で行われている活動が、発達障がい児のみならず、広く子どもの発達を促すものであるため、子どもの発達支援として利用できるからである [7]。主な子どもの対象は、乳幼児から学齢期児童のうち、一般的に感覚統合の過程が進むとされる 1～6 歳の幼児とし、その子に発達障がいがあるかにはよらない。

デジタルデバイスを利用しながら感覚統合を養うことを考えた際、現状存在するデジタルデバイスの利用だけでは、直接感覚統合を養うことは難しい。将来感覚統合を養うデジタルデバイスが開発されることや、現在でも直接ではなければ何らかの貢献ができることが期待される。そのため、本稿では感覚統合を養うためにはまずどのような環境が構築されるべきか、デジタルデバイスがどのように関わると良いのかを検討するために感覚統合療法、デジタルデバイスによる支援についての文献調査を行った。そして、文献調査結果の考察から、感覚統合を養うために構築すべき環境の要件を、想定シーンに合わせて整理した。ここで、想定シーンは日常の屋内を想定している。最後に要件を満たすアイデアを提案する。

本稿の構成を以下に述べる。まず 2 章では感覚統合療法について、その理論と療法について簡単に述べた後、必要とされる要件や課題について述べる。次に 3 章では、デジタルデバイスによる支援について利点と課題について述べる。4 章では、感覚統合を想定シーンに合わせて提供するための要件について整理し、考察を行った。その結果要件を満たすアイデアを二点提案する。最後に 5 章でまとめと今後について述べる。

2. 感覚統合理論とその実践

2.1 感覚統合療法

感覚統合療法は、1972 年にアメリカの作業療法士エアーズによって提唱された [8]。感覚統合療法は、自身の内外から刺激された感覚情報を処理し、複数の感覚情報を協調・統合させることによって、人と環境とが上手く関わるようにすることを目的としている。感覚統合療法は学習障がいの子どもの理解するための療育方法として提案され、その後発達障がいの子どものに向けた作業療法として療育の現場で取り入れられ、アメリカから日本国内へ伝わった。本来、感覚統合療法は個別的療法として用いられるが、療育施設においては広く応用的に活用されており、発達障がい児のみならず、健常児にも広く活用できるものである [7]。それは、感覚運動機能を養う活動のアイデアは、子どもの発達を促すための援助法として有用であり、感覚統合療法の理論が、子どもの生活上の困難の原因を理解するのに有用なことが多いからである。

そもそも子どもの発達にとって、感覚指導の重要性は感

覚統合療法が提案される以前からも言われているが、感覚統合理論の重要性は、大脳皮質機能の感覚や知覚、学習といったものに、皮質下の機能が重要な影響を与える可能性を指摘したことである。

感覚統合について例を用いて説明する。健常児が普段椅子に座って文字を書いているとき、体のどこをどう動かしているかということはあまり考えない。しかしこの行為には、姿勢、手指の巧緻運動と各部位の固定、感覚-運動と感覚感の統合などといった感覚運動能力が要求される。健常児は基礎となるこの感覚運動能力が十分に発達しているため、上記の行為をほぼ無意識に行うことができる。

感覚統合理論は積み上げ式の理論であり、基礎となる土台部分に人間の感覚をおいている。土台となる感覚は、五感として知られる視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚の他にも、重力や体の動きを感じる前庭覚と、筋肉や関節を感じる固有受容覚が含まれている。これらの土台となる感覚がきちんと育ち、さらに感覚間が統合されていくことにより、段々と上位の脳機能が獲得できるようになる。逆に言えば、この基礎的な感覚が十分に発達していないと、感覚間の統合・協調が上手くいかず、高次の脳機能に問題を生じる。これが発達障がいの子どもの状態であり、改善の為に感覚の発達と感覚間の統合を進めることが重要視されている。特に感覚統合理論では、触覚・前庭覚・固有受容覚の発達と統合に重きを置いている。図 1 は [8] と [9] を参考に、感覚と運動に関する感覚統合の発達モデルを表したものである。図 2 は [8] と [10] を参考に、図 1 で示した感覚統合の過程と年齢を表したものである。最終段階の統合が完成するのは 6～8 歳頃で、社会生活に必要な基礎的な能力が培われた状態である。

以上のことをまとめると、感覚統合理論とは、高次の脳機能を支える基礎の感覚のうち、特に触覚、固有受容覚、前庭覚に重きを置いて、それらの感覚運動の発達と統合によって、人が上手く外の環境に関わるようになるための理論である。次節では、感覚統合を発達させるために挙げられている要件について紹介する。

2.2 感覚統合療法で示唆されている要件

感覚統合の理論的側面と療育的側面から、感覚統合を養うための要件として以下のものが提案されている [10]。

- (i) 触覚遊びを中心に組み立てられること
- (ii) 回転や揺れのような前庭機能に関わること
- (iii) 上下肢の動きを高めること
- (iv) 全身運動と微細運動を進めること
- (v) 協応動作が自然に図られること
- (vi) 姿勢反射統合の抑制や促進に有効であること
- (vii) 子どもの自発的動機付けを高めること
- (viii) 子どもが楽しんでいること

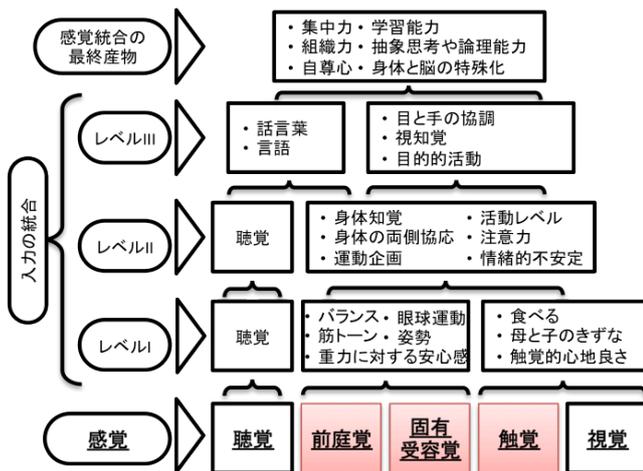


図 1 感覚およびその統合と最終産物

0歳	～1歳	～3歳	～6歳	6,7歳	～15歳	15歳～
乳児	幼児		学齢期			
感覚統合理論の適用範囲						
一般的な感覚統合段階						
感覚	統合 レベルI	統合 レベルII	統合 レベルIII	最終 統合		
発達障がいの感覚統合段階 (感覚～統合レベルIII)						

図 2 感覚統合過程と年齢

- (ix) 子どものニーズや反応に合わせたものであること
- (x) 適切な難易度のチャレンジを与えること
- (xi) タスクの段階付けを行うこと

2.1 節でも挙げたように、感覚統合を養うにあたっては、触覚、前庭覚、固有受容覚に重点が置かれる。どの感覚も単独で向上させる訳ではないが、主に (i) は触覚、(ii) は前庭覚、(iii) は固有受容覚に関わるものである。触覚と固有受容覚が発達することで得られる効果は二つ存在し、一つ目は能力の幅を広げること。二つ目は弁別能力を高めることである。一つ目の触覚と固有受容覚の能力の幅を広げるために行われていることは、水や砂など感触の違う様々な物に触れることである。二つ目の弁別能力を高めることは、今自分が触っている物が何か、どのくらいの力加減で触っているのかを理解することであり、弁別能力が上がると、身体を器用に使えるようになる。前庭覚を発達させるためには、トランポリンや回転椅子などで前庭刺激を与える活動が行われている。前庭覚の発達により、子どもはきちんとした姿勢をとれるようになり、歩いてもふらふらすることはない。

(iv) の全身運動と微細運動や、(v) の協応動作はまさしく感覚間の統合に関わるものである。(iii) や (iv) の要件を満たすためには体の両側の機能が分化することも大事であ

ると言われているので、体の正中線を超えて両手や両足が関わり合うことが大切である。

実際に感覚統合を養って自分の能力とするためには、子どもが楽しんでいることが大事で、あくまで遊びの一環として自分から外の環境に働きかけることが重要であると言われており、誰かに強要されてやったのでは、感覚統合は促進されない。そのため、いかに子どもをその気にさせるかがポイントになっている。このポイントを考慮した要件として、(vii)、(viii) のような子どもの自発的動機付けを高めることと、子どもが楽しんでいることが挙げられる。実際には、関わる大人自身も楽しむことが大事である。

実際の療育現場では、(ix) にもあるように、子どものニーズや反応を観察しながら、子どものどこが発達しており、どこに問題があるかを考えながら指導は組み立てられている。

子どもに達成感を与えることと、次に挑戦しようとする意欲を湧かせることも重要である。そのためには、困難と容易の間にある適切な難易度のチャレンジを与えることが大切であり、タスクに段階付けを行い、子どもが現状を理解して次に進もうとすることをサポートする必要がある。これが (x)、(xi) の要件に対応する。

3. デジタルデバイスによる支援について

この章では、感覚統合を養う環境にデジタルデバイスがどう寄与できるかを検討するために、アプリや関連研究について述べる。

近年の教育現場では、子どもが困難と感じる能力の代替手段としてデジタルデバイスが利用され始めている [11]。例えば、文字を書き写すことが難しい子どもにとって、黒板や連絡事項を書き写すことは大変労力のいる作業である。その代わりに、携帯のカメラ機能を利用して写真を撮ることで記録してもらおうようにしたり、キーボードを使って文字を入力してもらおうようにすることで、子どもは文字を書き写すという作業に大きな労力を割くことなく授業に集中できる。それ以外にも、文字を読むことが難しい子どものために音声読み上げ機能を利用してもらおうなど、その子の特性に合った支援が提供されつつある。

教育現場に限らずとも、スマートフォンやタブレットで使えるアプリもたくさん出てきている。例えば、ビジョントレーニング 1 *1 といったアプリでは、読み書きやボールをキャッチできない子どもに視覚的な問題があると考え、子どもの視知覚や目と手の協調機能を鍛えることを目的にしている。自閉症の子どもの社会的相互作用を高めるためのアプリの研究 [12] も多く存在し、それらのアプリに対する評価研究 [13] なども行われている、これらのアプリは、アプリを用いて子どもが創造したり、表現したり、共同

*1 <https://itunes.apple.com/jp/app/id427923481?mt=8>

作業を行うことを通して、子どもの社会的相互作用が高まるようにデザインされている。アプリを利用した場合の方が、アプリを利用しない作業よりも、子どもたちはより多くの言葉を発したり、行動を行うことも示されている [13]。これにより、デジタルデバイスを共同作業に上手く利用することによって、子どもの社会的相互作用が高まるのが可能であることが分かる。視機能や目と手の協調、社会的相互作用の他にも、注意欠陥多動性障がいの子どものために注意を促すソフトに関する研究開発 [14] など、子どもの特性に合わせて様々な種類の物が用意されている。

これらのアプリやソフトを使えば、現実では多くの道具を準備する必要があったり、成績を記録しておかなければならないようなケースであっても、道具の用意もいらず、成績も自動的に記録することが可能で、効率的に支援を行える。また、音や映像で様々な効果を与えることができることや、ゲームフィクションの要素を取り入れることも容易になったため、子どもが楽しみながら訓練を受けることができることも大きな利点である。そしてデジタルデバイスを用いると、現実では表現できないことや体験できないことでも、デジタル上の世界で表現され、疑似体験することが可能である。

このように、子どもの視知覚や目と手の協調、コミュニケーション能力の発達を促すことや、視聴覚面での豊かなフィードバック、ゲーミフィケーション要素を取り入れることに関しては、デジタルデバイスが上手く利用できる。しかし、感覚統合で重要視されている触覚、固有受容覚、前庭覚に関しては、現段階では十分に発達を促せていないと考えられる。それは、前庭覚に関してはトランポリンなどの子どもに前庭刺激を入れる道具が必要であるという理由と、触覚や固有受容覚に関しては、デジタルデバイスの利用によって、指を動かすことは上手にできるようになるが、様々な触感や力加減を学ぶことはできないためである。しかし、力加減がうまくできないと道具を上手く扱ったりすることができない。感覚統合理論に着目して、感覚統合を養うためのソフトに関する研究も存在しているが、端末を回転させたりたたく操作にとどまっており、感覚統合の要件から見ると、様々な触感を与えたり力加減を学ばせることはできていない [15]。

そのため、デジタルデバイスで触覚や固有受容覚を発達させようとした場合、2.2 節での感覚統合を養うための要件から、力加減や触感の変化に対応するデバイスが存在すると良いことが考えられる。感覚統合に関する取り組みではなくとも、触覚を擬似的に提示可能なデジタルデバイスの研究開発は、現在までに数多く行われてきている。感覚統合の観点からの応用できそうな物として、触覚や固有受容覚を提示可能なデバイスなどが存在する [16], [17], [18]。入院中の子どもや発達障がいの子どもの対象とした力覚提示デバイスなども存在している [19], [20]。しかし、これら

のデバイスは一つの機能には特化していても、それを広く感覚統合を養うために利用するためにはまだ不十分である。そのため、感覚統合を養うためには、将来触覚や固有受容覚を十分に発達させられるような固さや触感が自由に変化するようなデバイスが研究開発されることを待つか、実際にあるおもちゃなどを利用して触ってもらい、フィードバックをデジタルデバイスで工夫するということが、現段階で想定されるデジタルデバイスの利用方法だと考えられる。その例として、ActiveCube と呼ばれるブロックを用いて、組み立てタスクを行うことにより、発達性協調運動障がいの客観的な診断とリハビリを行おうとするものがあり [21]、実際にものに触れながら子どもに楽しませて行うことができる点を強みとしている。ActiveCube は、ブロック内にセンサやアクチュエータが入っており、ブロックを組み立てるとリアルタイムでコンピュータ内に 3 次元形状がモデリングされるものである。

4. 要件定義

本章では、2 章で述べた感覚統合を養うための要件と、3 章で述べたデジタルデバイスによる発達支援の動向から、感覚統合を養うためにはどのような環境が構築されるべきかについて、想定シーンに合わせて要件をまとめる。そして、要件について考察し、デジタルデバイスの関わり方について検討する。最後に要件を満たすアイデアを提案する。

4.1 想定シーン

本研究での対象ユーザは、一般的に感覚統合の過程が進むとされる 1 ~ 6 歳の子どもをメインターゲットとする。その際、子どもが発達障がいを持っているかにはよらないが、図 1、図 2 で示す感覚統合レベル I をクリアできている子どもを対象とする。なぜなら、この段階がクリアできていないと触覚防衛反応と呼ばれる、触ったり触られたりすることに対して極度の拒否や過剰の反応が出てしまい個別の療育が必要なため、今回検討の前提となるデジタルデバイスに関わる事が困難だと考えられ、この段階以下の子どもは対象とできないからである。

このとき、最初の想定シーンとして、自宅や幼稚園などの屋内を想定する。その理由としては、療育や支援活動はなるべく毎日継続して行うことが望ましいとされており、子どもは屋内で過ごす時間が長いからである。しかし、支援する側の親や幼稚園の職員など保護者のことを考えると、保護者にとって子どもを支援するためのプログラムを毎日継続して行わなければならないことは負担になることが容易に想像できる。このとき、保護者がずっと子どもを見ていられなくても、自然に感覚統合を養う環境が実現できれば良いと考えられる。

感覚統合理論によると触覚、固有受容覚と前庭覚を養う

必要があるが、この想定シーンを考えた際に、例えば一般家庭では、前庭覚を養うような大がかりな装置の導入は敷居が高いと考えられる。そのため幼稚園だけでなく、家庭内でも導入しやすく、比較的家庭内に今あるもので養うことが可能な、触覚と固有受容覚に絞り込んで要件をまとめていくことにする。

4.2 要件定義

上記の想定シーンに基づいた環境の要件定義を行うために、2.2 節の 11 の要件を想定シーンに合わせてブレイクダウンする。

本研究の目的は個別の療育ではなく、感覚統合療法で行われる活動を利用して、子どもの発達支援を行うことであり、姿勢反射統合については個別療育の面が強いことから検討の対象外とする。

協応動作を自然に図るため、一つの物に集中するのではなく、複数の物を一緒に扱ったりするなど、複数の感覚を一緒に養えることが必要である。今回は屋内という想定から特に上肢に着目しており、腕の機能の分化のためには体の正中線を超えて両手が関わり合うこと ((iii), (iv)) が大切である。

これに加えて、子どもの社会性を育てるため、デジタルデバイスを利用する際に、デジタルデバイスと子どもとの間で関係が閉じてしまわないように、他者との共同作業やコミュニケーションを図るようにすることが大事となる。子どものコミュニケーションの相手は最初は親だが、段々と友達になっていく。人とコミュニケーションするためには、臨機応変の対応が必要となるが、そのためには一つの専門的なことに特化せずに、やり次第で色々な使い方が見いだせるものが望まれる。上記で述べていない 2.2 節の残りの要件についても、2.2 節で述べたように感覚統合を養うためには必要なもので、上記で述べた要件を重視しながら、残りの要件もきちんと満たすようなデザインを検討する必要がある。

以上から、想定した屋内という利用シーンにおいて、触覚、固有受容覚を養うための要件を以下のように提案する。文末の数字は 2 章の感覚統合の要件に対応する。

- (1) 触覚経験を豊かにすること … (i)
- (2) 両手を上手く使えること … (iii), (iv)
- (3) 全身を使えること … (iii), (iv)
- (4) 一つの物だけでなく、複数の物を一緒に使えること … (iii), (v)
- (5) 子どもの自発的動機付けを高めること … (vii)
- (6) 子どもが楽しんでいること … (viii)
- (7) 子どものニーズや反応に合わせたものであること … (ix)
- (8) 適切な難易度のチャレンジを与えること … (x)

- (9) タスクの段階付けを行うこと … (xi)
- (10) 一つの機能に特化せずに色々な対応ができること
- (11) 親や友達との社会的相互作用を高めること

以上をまとめると、触覚、固有受容覚を養うためには、触覚経験を豊かにすることや、正中線を超えて全身と細かい運動の両方を行うことができる環境に加えて、子どもに楽しさや達成感を与えることができる環境が必要である。

4.3 考察と提案

次に、これらの要件について考察する。発達障がいのある子どもは、うまく力加減ができないと言われている。例えば強い力を入れると壊れてしまうことが頭では分かっているけれども、力を入れすぎて壊してしまうといったように、上手く自分自身の中で感覚が統合されていないのである。そのため、触覚経験 (要件 1) の中でも、力加減を高めるものが大事であることが推測される。

現在のデジタルデバイスについて考えると、全体の要件に対してデジタルデバイスが大きく貢献できる所は、主に達成感や楽しさを与える要件 (要件 5 ~ 9) に対してと、共同作業により社会的相互作用を高める要件 (要件 11) に対してだと考えられる。これに加えて、デジタルデバイスから子どもへのフィードバックとして、上記要件に合った運動を促すことも可能であると考えられる。

最後に、要件定義を満たす環境実現に向けてのアイデアの提案を行う。一つ目は、実際にあるものを触って、フィードバックをデジタルデバイスで行う方法である。特に要件の中でも優先度が高いと考えられる力加減 (要件 1) を、子どもに理解しやすいフィードバックを行うことで訓練する方法が考えられる。

また、子どもの状態に合わせて上記要件に合った運動をデジタルデバイスからのフィードバックで促すことも可能であると考えられる。そのため二つ目として、センサー情報を利用することによって子どもの状態や発達段階が自動的に取得できる環境構築を提案する。これにより、実際に行ったこととその効果が定量的に評価できるようになると、感覚統合療法の課題の一つとして挙げられている定量的評価の難しさに対して貢献できると考えられる。

自閉症児の攻撃、自傷行為、破壊行動を、四肢にウェアラブル端末をつけて加速度の検出から求める研究もある [22]。しかし、子どもが足につけるのを嫌がったりするなど問題はあり、ウェアラブル端末に限らずとも子どもが興味を示しやすいおもちゃや部屋に何かしらのセンサーを取り付けることにより非接触にとれる環境を構築したい。

5. まとめ

感覚統合の観点からデジタルデバイスを利用することによる子どもの発達支援ができる環境について検討した。療

育として行われている感覚統合療法に着目し、発達支援としての感覚統合の知見を活かして、早期から子どもの発達を支援する環境構築のための要件を整理した。本稿では屋内を想定シーンとし、触覚と固有受容覚を発達・統合を促すための環境の要件整理をした。その結果、触覚経験を豊かにすることや、正中線を超えて全身と細かな運動の両方を行うことができることを要件として挙げた。また、子どもに楽しさや達成感を与えることができる環境が必要であることも要件として挙げた。現在、デジタルデバイスが貢献している部分は子どもに達成感や楽しさを与える要件に対してであるが、子どもに要件を満たすような運動を促すことも可能であると考えられる。また、触覚経験を養う場合には、特に子どもの力加減を学べるようにすることが大事であると考えられる。

今後、これらの要件を満たすアイデアを実装していきたい。主には以下の二点を実装していきたいと考えている。一つ目は、要件の中でも優先度が高いと考えられる力加減を、子どもに理解しやすいフィードバックを行うことで訓練する方法である。今後、子どもにとって理解しやすいフィードバックとはどういうものなのかを検討していきたい。もう一つが、子どもが興味を示しやすいおもちゃや部屋に何かしらのセンサーを取り付けることにより、子どもの状態や発達段階を、非接触に自動的に取得できる環境である。そのために、何の状態をどの精度で取得できれば子どもの発達段階を効果的に判断可能なのか、今あるセンサーを組み合わせると何の情報取得可能なのかを今後検討していきたい。

また、今回は触覚と固有受容覚に着目した要件定義をしているが、姿勢づくりができていない子どもなど、前庭覚に問題を抱える子どももいるため、今後は前庭覚に関してデジタルデバイスが関わる方法があるかについても検討していきたい。

参考文献

- [1] 初等中等教育局特別支援教育課：通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果について、技術報告，文部科学省 (2012).
- [2] 佐久間庸子，田部絢子，高橋智：幼稚園における特別支援教育の現状：全国公立幼稚園調査からみた特別な配慮を要する幼児の実態と支援の課題，東京学芸大学紀要：総合教育科学系，Vol. 62, No. 2, pp. 153-173 (2011).
- [3] ベネッセ：乳幼児の親子のメディア活用調査報告書，技術報告，ベネッセ教育総合研究所 (2013).
- [4] NHK：2013 年幼児生活時間調査，技術報告，NHK 放送文化研究所.
- [5] 滝沢武久：講座 子どもの発達・教育・臨床 II 教育心理学と子どもの指導，八千代出版 (1996).
- [6] 渥美義賢，笹森洋樹，後上鐵夫：発達障害支援グランドデザイン，国立特別支援教育総合研究所研究紀要 (2010).
- [7] 加藤正仁，宮田広善：発達支援学：その理論と実践～育ちが気になる子の子育て支援体系，協同医書出版社 (2011).
- [8] Ayres, A. J.: *Sensory Integration and Learning Disorders*, Seattle: *Special Child Publications*, Vol. 3 (1972).
- [9] 石井孝弘：作業療法士の立場から—感覚統合理論の視点で発達障害を理解する—，ノーマライゼーション 障害者の福祉，公益財団法人日本障害者リハビリテーション協会 (2010).
- [10] 坂本竜生：入門 感覚統合法の理論と実践，学研 (1985).
- [11] 中邑賢龍，近藤武夫：発達障害の子を育てる本 ケータイ・パソコン活用編，講談社 (2012).
- [12] Hourcade, J. P., Bullock-Rest, N. E. and Hansen, T. E.: Multitouch Tablet Applications and Activities to Enhance the Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders, *Personal Ubiquitous Comput.*, Vol. 16, No. 2, pp. 157-168 (online), DOI: 10.1007/s00779-011-0383-3 (2012).
- [13] Hourcade, J. P., Williams, S. R., Miller, E. A., Huebner, K. E. and Liang, L. J.: Evaluation of Tablet Apps to Encourage Social Interaction in Children with Autism Spectrum Disorders, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, New York, NY, USA, ACM, pp. 3197-3206 (online), DOI: 10.1145/2470654.2466438 (2013).
- [14] 山田康平，上羽一葵，阿津地一瑳，高丸公斗，松山祐希，門田直樹，井上博幸，松尾優美子，縄手雅彦：発達障がい児の学習支援における訓練ソフトの開発と支援現場での活用事例，ATAC カンファレンス 2012，pp. 101-102 (2012).
- [15] Fang, W.-P. and Pen, S.-Y.: A Mobile Phone Base Sensory Integration Training Software, *Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC)*, 2011 Fifth International Conference on, pp. 276-278 (2011).
- [16] 新島有信，小川剛史：拡張現実感における視覚刺激を利用した上肢への触覚提示手法に関する一考察，電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎，Vol. 111, No. 479, pp. 127-132 (2012).
- [17] 田島寛之，赤羽克仁，佐藤誠：6 自由度力覚提示装置 SPIDAR-I の提示力等方性について (力触覚の計算，手，一般)，電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理，Vol. 112, No. 483, pp. 137-142 (2013).
- [18] 本間 達，若松秀俊：構成要素のすべての運動を反映した仮想器具の力覚提示 (テーマセッション「手」，手，実・仮想空間の知覚・認知，一般)，電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理，Vol. 109, No. 83, pp. 101-102 (2009).
- [19] 寺田尚史，高橋良至，井上薫，伊藤祐子，笹田哲，米田隆志：上肢運動機能・認知リハビリテーションを目的とした力覚提示装置の開発，日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，Vol. 7, pp. 265-268 (2002).
- [20] 橋本渉，加島寛子，大須賀美恵：力覚メディアを用いた障害児向け遊びリハビリテーションシステムの試作と適用評価 (コミュニケーションの心理・生理及び一般)，電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎，Vol. 103, No. 113, pp. 41-46 (2003).
- [21] 小池季，伊藤雄一，シーガルヤコビー，川合規文，ドローンヤコビー，ナオミジョスマン，北村喜文，ウエイズ，岸野文郎：発達性協調運動障害 (DCD) の診断とリハビリのためのインタフェースに関する検討，日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会論文集 (2007).
- [22] Plötz, T., Hammerla, N. Y., Rozga, A., Reavis, A., Call, N. and Abowd, G. D.: Automatic Assessment of Problem Behavior in Individuals with Developmental Disabilities, *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp '12, New York, NY, USA, ACM, pp. 391-400 (online), DOI: 10.1145/2370216.2370276 (2012).