

# 知的障がいのある子どもにおける知的発達段階による タブレット端末操作スキルについて

塚本 光夫\*・中村 光志\*\*

## Operational Skills on Tablet PCs in Children with Intellectual Disabilities

Mitsuo TSUKAMOTO and Kouji NAKAMURA

(Received October 1, 2015)

The purpose of this study is to clarify the basic operation skills of tablet PCs for children with the intellectual disabilities. The skills measurement method and the software application for measurement skills are developed to accomplish this purpose. In addition, it was carried out basic skills investigate the children with the intellectual disabilities and the questionnaire survey. The analysis of measurement and questionnaire survey using this application was carried out in children with intellectual disabilities. As the results, the operation skill of tablet PC can not be evaluated only by the age. It is an indication that even the degree of intellectual disabilities to evaluate the operation skills. Therefore, children with intellectual disabilities in school in case of using a tablet terminal, and it is required to use adapted to the degree of disability.

**Key words :** tablet pc, special needs education, operation skill, software development

### 1. はじめに

近年は特に携帯端末の発展・普及がめざましく、タッチ操作が可能なスマートフォンやタブレット端末が普及している。このような状況の中で、教育において情報化が推進され、情報通信機器や視聴覚教育設備等のICT活用が積極的に行われている。コンピュータなどの情報機器を教育現場で適切に活用することが求められており、総務省のフューチャースクール推進事業<sup>2)</sup>により実証研究がおこなわれている。今後は、これまで活用されていたものに加え、タブレット端末などの新たな情報通信機器や視聴覚教育設備等が活用<sup>3)-7)</sup>されていくものと考えられる。特別支援を要する子どもは、障がいの程度や状態、必要とされる支援の内容などがそれぞれ異なるため、情報通信機器を障がいの状態や特性等に応じて適切に活用することが求められている。情報通信機器の中でもタブレット端末は、

- ① 画面に直接触れることによって操作をおこなうため、マウスやキーボードに比べ、入力時の行動と機器の反応が結びつきやすく理解しやすい。
- ② 文字入力よりもアイコンやボタンなどの対象を操作することが主体である。
- ③ パソコンのマウス操作よりも多彩な操作方法を有している。

- ④ マウスやキーボードと比較して凹凸が少ないため、ふき取りなどによって衛生状態を保つことが容易である。
- ⑤ 軽量かつ可搬性があるため、さまざまな姿勢で利用することができる。

などの利点があることから、個々の児童・生徒が有する障がいの状態や特性に応じた指導が求められる特別支援教育において、タブレット端末の活用が期待されている。

しかし、これらの機器や設備を学校現場で利用する場合には、操作指導はもちろんのこと、学習ソフトの企画・開発においても新しい知見が必要になるものと想定される。たとえば、タブレット端末を児童・生徒が操作する場合には、何年生になればどのような操作ができるかなどの情報を獲得できていれば、どのように指導すれば良いのか、どのような学習ソフトを選択すれば良いのかといった選定条件や、学習ソフト開発における仕様策定の一助になるものと思われる。

操作スキルに関して境野ら<sup>8)-10)</sup>は小学校児童がデスクトップパソコンをマウスで操作したときの操作スキルについて検討しているが、特別支援を要する児童生徒に対してやタブレット端末などの携帯端末に関する記述はない。知識ら<sup>11)</sup>はタブレット端末における子どもの基本的な操作スキルに対する年齢別評価に関する研究をおこない、基本的な操作スキルとしてタップ

\* 熊本大学教育学部

\*\* 熊本大学教育学部平成26年度卒業生

操作、スワイプ操作、ドラッグアンドドロップ操作の能力を調査し考察した結果、タブレット端末操作スキルは年齢とともに向上することを明らかにしている。しかし、操作する対象者が特別支援を要する子どもの場合、必ずしも年齢だけが発達段階を示す指標とはならないことから、このような年齢のみの評価に課題があることが懸念される。

そこで本研究では、知的障がいのある児童・生徒におけるタブレット端末に関する操作スキルの実態把握を目的とする。この目的を達成するため、以下の内容を実施する。

- ① 操作スキルを評価する指標を選定し、測定手法を定める。
- ② 開発した測定方法を基に、操作スキルの実態を把握するための測定アプリケーションを開発する。
- ③ 熊本県内の特別支援学校小学部児童、中学部生徒、高等部生徒そして比較対象として大学生を対象とし、開発した測定アプリケーションを用いて実地調査をおこなう。
- ④ 前記③にておこなった調査を分析、検討、考察することで、知的発達段階とタブレット端末操作スキルの関連性を明らかにする。

## 2. 基本操作スキル測定方法

情報端末の操作スキルを評価する手法としては、

- ① 所定の目標を達成できるかどうかや達成度合い
  - ② 所定の目標を達成する速さや正確さ
- などが考えられ、知識ら<sup>11)</sup>は所定の操作終了までの時間を評価指標としている。この指標により、ある手順を完遂するのに要した操作時間が短いと操作スキルは高く、長いと低いとして評価している。その特徴は以下の通りである。

- ① 定量的評価をすることが可能である。
- ② 別の操作を同じ尺度で評価することができる。
- ③ ソフトウェアを用いた測定手段を採用しており、操作に要した時間を正確かつ自動で保存でき、測定の誤りもなくデータ整理も容易である。

本研究においても同様に、操作スキルを評価する指標として操作に要した時間を選定し、ソフトウェアを用いて操作に要する時間を計測し、自動記録する方法をとることとした。記録されるデータは、操作をおこなった日付、時間、そして操作の内容である。なお、操作をおこなった日付は「西暦/月/日」の形で、時間は「時:分:秒」の形で0.001秒単位まで記録される。

タブレット端末の操作には1本の指を用いておこなうものから複数の指を用いるマルチタッチなどがある。知識ら<sup>11)</sup>は子どもの基本的なタブレット端末操作スキルを把握するために1本の指でおこなう操作に限定し、タップ操作、スワイプ操作、ドラッグアンドドロップ操作を測定対象とした。タップ操作は画面に表示された対象物の選択などに用いられ、スワイプ操作は画面遷移などに用いられており、ドラッグアンドドロップ操作は対象物の移動などに用いられている。

図1は知識ら<sup>11)</sup>が開発したタップ操作スキル測定方法の流れである。タップ操作に関する測定は画面上の9個の対象物をタップするのに要する時間を測定する。横方向3列、縦方向3行に並んだ計9個の四角形のボタンのうち、乱数によって発生させた任意の1つを画面に表示する。そのボタンをタップするとボタンは消え、その直後に元の位置とは異なる位置に無作為にボタンを表示する。最終的に9個すべてのボタンをタップするまでの時間を測定する。はじめに青色のボタンについて操作をおこない、9個のボタンをタップし終わると、色や形、大きさの異なるボタンで同様の操作をおこなう。画面表示の3原色であるRGBのひとつである青色を基準となるボタンの色とし、さらに赤色と緑色を追加した計3種類のボタンを設定している。また、ボタンの形は正方形を基準とし、縦の長さを変えずに横の長さを半分にした長方形、横の長さを変えずに縦の長さを半分にした長方形、各辺をそれぞれ半分にした正方形、同様に各辺を2倍に拡張した正方形の計4種類の形のボタンを追加している。

この手法の特徴と長所・短所を表1に示す。この手法では、ボタンの形状が限られているものの、その長所から妥当な手法であると判断した。したがって、本研究においても同じ手法を用いることとし、知識ら<sup>11)</sup>のプログラムをそのまま用いることとした。

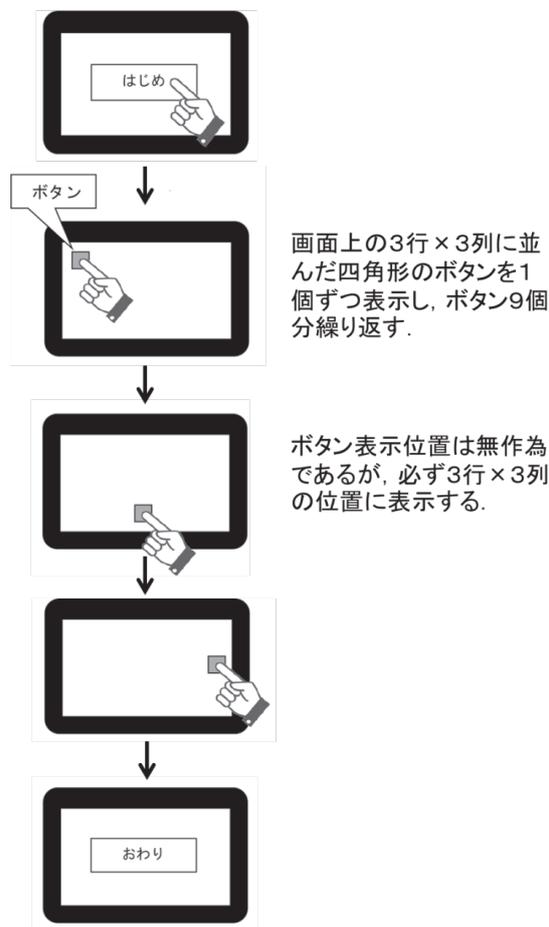


図1 タップ操作スキル測定方法<sup>11)</sup>

表1 知識ら<sup>11)</sup>によるタップ操作スキル評価手法の特徴、長所、短所

|    |  |
|----|--|
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>画面の全ての位置で表示</li> <li>ボタンの大きさを変化</li> <li>ボタンの色を変化</li> <li>乱数発生による任意の位置表示</li> <li>7種類のボタンを使っている</li> </ul>                                       |
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>操作する腕の左右に影響されない</li> <li>画面の位置による得手不得手を相殺できる</li> <li>大きさや色の違いによる影響を把握することができる</li> <li>毎回表示が異なるため、表示位置を予測できない</li> <li>操作時間が長く、誤差が小さい</li> </ul> |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>画面の位置による得手不得手がわからない</li> <li>ボタンの図形が四角形のみで、形状の影響が不明</li> <li>毎回表示が異なるため、同じ操作手順ではない</li> </ul>   |

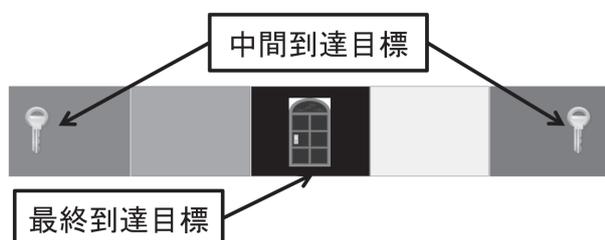


図2 左右へのスワイプ操作スキル測定用アプリケーションの画面構成<sup>11)</sup>

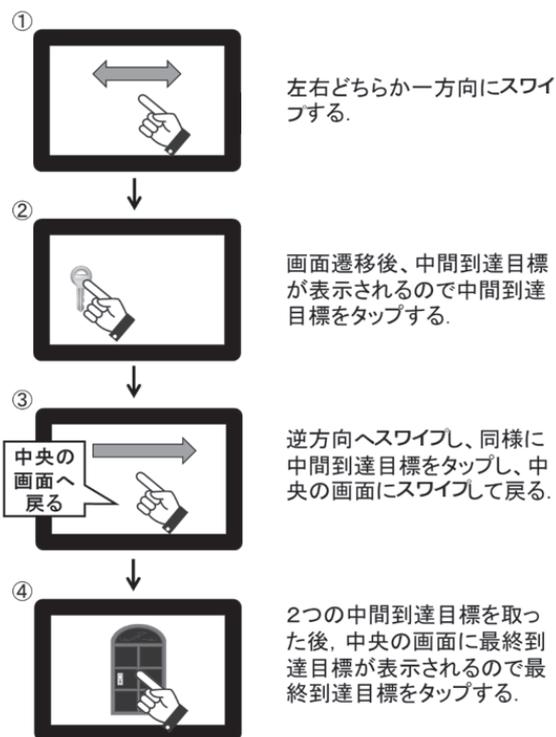


図3 左右スワイプ操作スキル測定方法<sup>11)</sup>

左右へのスワイプ操作に要する時間の測定方法を図2と図3に示す。被験者が左右へ任意の方向にスワイプ操作をおこなう。スワイプ操作により左端あるいは右端まで画面を遷移させ、中間到達目標をタップする。次に最初に画面を遷移させた方向とは逆方向へスワイプ操作をおこなう。もう一方の端に配置された中間到達目標が現れるまでスワイプ操作を繰り返し、2個目の中間到達目標をタップする。そして中央の画面に戻るために逆方向へスワイプ操作をおこなう。2個の中間到達目標をタップした後に中央の画面に戻ると最終到達目標が表示される。最終到達目標をタップすると左右へのスワイプ操作に関する測定を終了する。なお、2つの中間到達目標をタップしない限り最終到達目標は表示されない。

一方、上下へのスワイプ操作に要する時間を測定する方法は、前述の左右へのスワイプ操作に要する時間を測定する方法と同様の方法を用いることとしている。図4に示すように画面構成を縦方向に構成しなおしている。したがって、図5に示すように上下へのスワイプ操作スキル測定用アプリケーションの所定の手順も同様である。しかし、操作するときにはタブレット端末本体を90度回転させて操作をおこなう。すなわち、画面を移動させる距離は左右へのスワイプ操作測定の場合とまったく同じである。

この手法の特徴と長所・短所を表2に示す。表2より、上下スワイプ時には慣れがある可能性があるものの、操作の目標が具体的に明示されていることから、この手法は妥当なものであると判断した。したがって、本研究においても同じ手法を用いることとし、知識ら<sup>11)</sup>のプログラムをそのまま用いることとした。

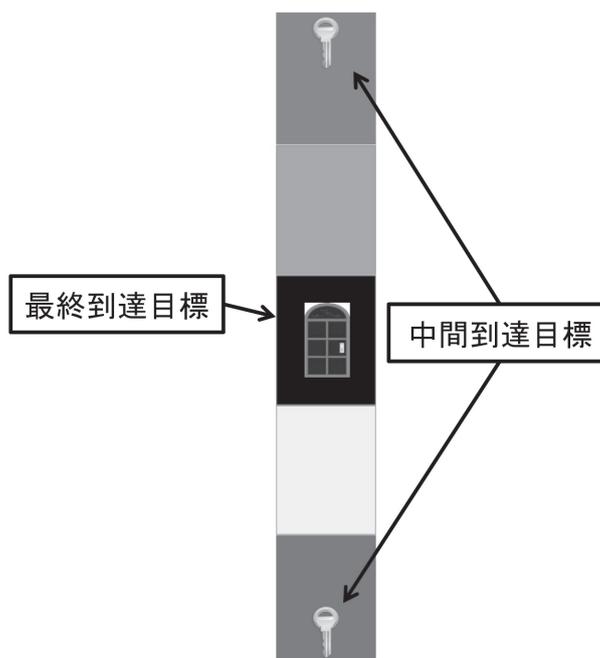


図4 上下へのスワイプ操作スキル測定用アプリケーションの画面構成<sup>11)</sup>

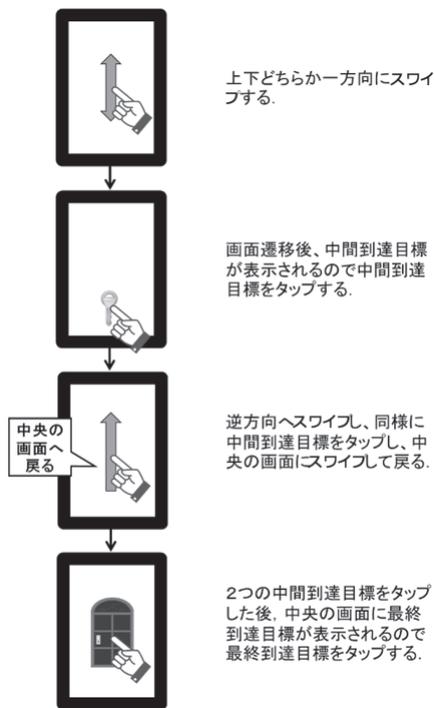


図5 上下スワイプ操作スキル測定方法<sup>11)</sup>

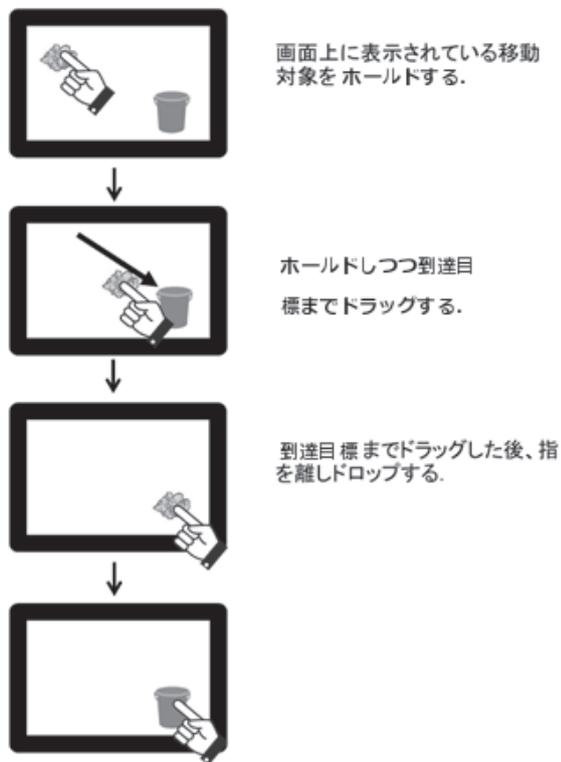


図6 ドラッグアンドドロップ操作スキル測定方法<sup>11)</sup>

知識ら<sup>11)</sup>が開発したドラッグアンドドロップ操作測定用アプリケーションによる測定方法を図6に示す。アプリケーションの画面構成は移動対象を画面上部に5個、到達目標を画面下部に1個設置している。パソコンではファイル削除の方法の一つとして、以下の手順のようにドラッグアンドドロップを利用する方法がある。

- ① 削除するファイルのアイコンの位置までマウスカーソルを移動する
- ② マウスの左ボタンを押したまま保持する(右利き用マウス設定の場合)
- ③ 削除するファイルのアイコンをゴミ箱のアイコンの位置まで移動する
- ④ マウスボタンを放す

知識ら<sup>11)</sup>はこの手順に倣って図6のような画面構成としている。一般に削除するファイルのアイコンはデスクトップ画面の特定の位置にあるわけではなく、右上や左下にあるファイルも削除することから、図6のように散在した移動対象を到達目標にドラッグアンドドロップする方法をとっている。しかも、下から上への移動では移動対象が手で隠れる可能性があることから、上から下への移動のみとしている。そして、移動対象を到達目標まで移動させ、到達目標上でドロップし、5個の移動対象を移動し終えるのに要した時間を計測することとしている。

表2 知識ら<sup>11)</sup>によるスワイプ操作スキル評価手法の特徴、長所、短所

|    |   |
|----|---|
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 画面全体を移動する</li> <li>● 到達目標が表示されている</li> <li>● 左右と上下のスワイプ操作の移動距離が同じ</li> </ul>   |
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 左右と上下の移動距離が同じであることから、操作時間の差異で比較することができる</li> <li>● 画面色を区別して現在位置を明確にしている</li> <li>● 具体的な中間到達目標と最終到達目標を設けることで、操作の目標が把握できる</li> </ul>                     |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● スワイプの優先順(たとえば左右のスワイプの時に左の次に右をした場合、あるいは右の次に左をした場合や上下スワイプの後に左右スワイプをした場合など)による得手不得手がわからない</li> <li>● 左右スワイプ直後に上下スワイプをするので、上下スワイプ時には慣れている可能性がある</li> </ul> |

表3 知識ら<sup>11)</sup>によるドラッグアンドドロップ操作スキル評価手法の特徴、長所、短所

|    |   |
|----|---|
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 移動方向が一定ではない</li> <li>● 到達目標が表示されている</li> </ul>   |
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● パソコンのファイル削除と同じ操作である</li> <li>● 斜め方向の操作を測定できる</li> </ul>  |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 上から下に向かう斜め方向のみの測定であるため、上下、左右などの方向が含まれていない。</li> <li>● タブレット端末のドラッグアンドドロップでは、最初にロングタップ(タップした後、しばらく押し続ける動作)が必要である</li> </ul> |

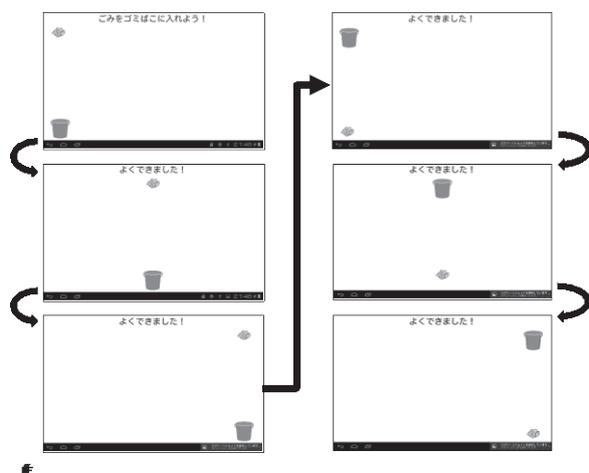


図7 上下のドラッグアンドドロップ測定2

この手法の特徴と長所・短所を表3に示す。パソコンのファイル削除と同じであるため、パソコン操作の経験がある場合には理解しやすい作業であるものの、上から下方向への斜め方向の操作のみを対象としているため、上下左右方向の操作が含まれていない。従来の測定方法では上から下の操作と斜めの操作についてのみの測定となっており、ドラッグアンドドロップ操作の基本的な操作スキル測定として必ずしも適切であるとは言及できない。そのため、本研究ではドラッグアンドドロップに関する操作スキルの測定方法を新たに開発する。

ドラッグアンドドロップ操作に関する測定は移動対象と到達目標を画面にひとつずつ設置し、ドラッグ操作により移動対象を到達目標へ運び、到達目標上でドロップをおこなう。ドロップが成功すると移動対象と到達目標が消え、新たな移動対象と到達目標が別の場所に現れる。移動対象は中央を除く横方向3列、縦方向3行に並んだ計8箇所に表示され、到達目標は移動対象に対応した位置に表示される。上下方向についての操作スキルの例を図7に示す。移動対象である「ごみ」のアイコンを「ごみばこ」に移動させる。同様して左右方向ならびに斜め方向の操作スキルを測定する。上から下の操作、下から上の操作、左から右の操作、右から左の操作、上から下の斜め操作、下から上の斜め操作の順で操作をおこなう。操作をおこなう手によって操作スキルに影響を及ぼさないよう上下の操作において画面左、画面中央、画面右に移動対象を設置した。左右の操作においては画面上部、画面中央、画面下部に移動対象を設置した。この手法により全方向のドラッグアンドドロップ操作を対象とすることができる。

次に操作スキルとの関連が考えられる要素について述べる。知識ら<sup>11)</sup>の研究において、タブレット端末などタッチパネルを用いた端末の使用経験やパソコンの使用頻度、家庭にある情報端末の種類、指の太さが操作スキルに及ぼす影響はなく、年齢、

すなわち発達段階が操作スキルに影響を及ぼすとしている。しかし、この年齢による発達段階を示すものは、運動神経などの運動能力や身体的発達なのか、あるいは知的発達なのかは明確ではない。もしも知的発達が主たる影響因子であるならば、知的障がいのある児童・生徒を対象とした特別支援教育では、児童・生徒によって操作スキルが大きく異なることが考えられる。そこで、操作スキルとの関連が考えられる要素として、本研究では児童・生徒の知的発達段階を取り上げ、操作スキルとの関連性を検討・考察する。

### 3. 基本操作スキル測定用アプリケーションの開発

本研究においては、知識ら<sup>11)</sup>が開発したアプリケーションを用いることとした。ただし、知識ら<sup>11)</sup>が開発したアプリケーションのドラッグアンドドロップ操作スキル調査用の部分の欠点を補うため、本研究では新たにドラッグアンドドロップ操作スキル調査用アプリケーションの開発をおこなった。本研究で実施する開発から操作スキル評価までの手順を図8に示す。本研究はWindowsをOSとするパソコンを用いてJava言語のアプリケーション開発をおこない、AndroidをOSとするタブレット端末へ転送し、そのタブレット端末を用いて測定を実施する。本研究で用いるタブレット端末は、10インチ程度の画面を有しており、平板で画面がガラス製の静電容量方式タッチパネルを採用している端末である。本研究で用いるタブレット端末の仕様を表4に示す。

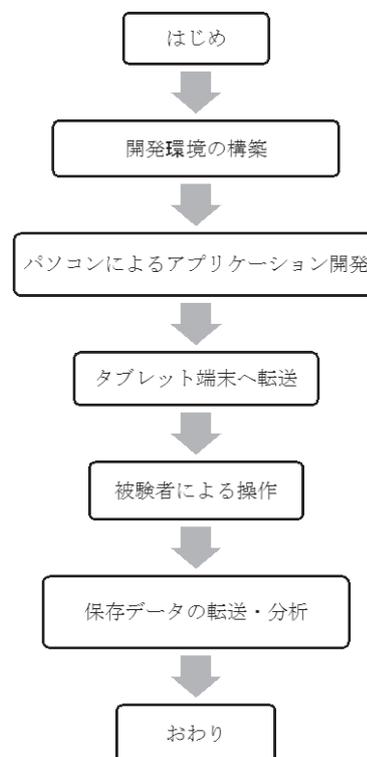


図8 開発から評価までの流れ

表4 本研究で用いるタブレット端末の仕様

|        |   |
|--------|---|
| プロセッサ  | NVIDIA Tegra2 1.0GHz  |
| OS     | Android4.1  |
| メインメモリ | 1GB   |
| ストレージ  | フラッシュメモリ 16GB   |
| 操作画面   | 10.1型画面(1,280×800ドット)<br>TFT カラーLED 液晶 1677万色<br>静電容量方式タッチパネル |
| 通信機能   | IEEE802.11 b/g/n 準拠<br>Bluetooth Ver.2.1                      |
| 外部接続端子 | HDMI 出力端子<br>USB2.0,USB2.0(Mini-B)<br>マイク入力/ヘッドホン出力共通端子       |
| カメラ    | 本体前面(有効画素数 約200万画素)<br>本体背面(有効画素数 約500万画素)                    |
| 外形寸法   | 約177.0(幅)×273.0(奥行)×15.8(高さ)                                  |
| 重さ     | 約765g   |

#### 4. 発達段階別評価

知的障がいがあり特別支援を要する児童・生徒を対象におこなった調査では、操作スキルと年齢には関連性が認められなかった。そこで、知的発達段階と操作スキルの関連性について考察する。本研究においては、児童・生徒の知的障がいの程度を「最重度、重度、中度、軽度、障がいなし」のいずれかとした。

操作スキル測定用アプリケーションを用いて、熊本県内の特別支援学校に在学中で、知的障がいを有する小学部児童22人、中学部生徒25人、高等部生徒21人の計68人と比較対象である大学生18人を対象として紙面によるアンケート調査と操作スキル調査を実施した。ただし、計測不能の児童・生徒が存在するため測定する操作スキルによって人数が異なる。児童・生徒の年齢、「最重度、重度、中度、軽度、障がいなし」の5段階であらわした知的障がいの程度については担任が回答し、大学生の年齢に関しては本人に質問し、実験者が記入した。大学生は「障がいなし」として分類した。

操作スキル調査では、従来の研究<sup>1)</sup>で用いられたアプリケーションによるタップ操作、左右および上下へのスワイプ操作、ドラッグアンドドロップ操作スキル調査に加えて、本研究で新たに開発したアプリケーションによるドラッグアンドドロップ操作スキル調査をおこなった。各アプリケーションの操作に要した時間と知的障がいの程度を図9から図13に示す。

図9に示すタップ操作に要した時間と知的障がいの程度から、知的な発達に従って操作に要した時間が減少していることがわかり、知的障がいの程度とタップ操作スキルには関連性があることがわかる。

同様に、図10に示す左右へのスワイプ操作に要した時間と知的障がいの程度との関係、図11に示す上下へのスワイプ操作に要した時間と知的障がいの程度との関係、図12と図13に示すドラッグアンドドロップ操作に要した時間と知的障がいの程度との関係から、知的発達に従って操作に要した時間が減少していることがわかる。

次に、ドラッグアンドドロップ操作における各方向の操作に要した時間を図14に示す。図14(a)に示すように各方向を「操作の始点→操作の終点」で示し、始点と終点の位置を列、行の順に示している。次に、ドラッグアンドドロップ操作における各方向の操作に要した時間を図14(b)に示す。図14に示すように、7±2秒の範囲に全方向の操作に要した時間があることから、ドラッグアンドドロップ操作の方向と操作スキルとの関連は認められない。

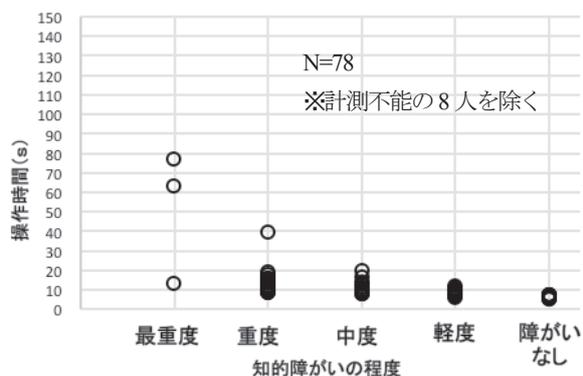


図9 各知的障がいの程度におけるタップ操作に要した時間

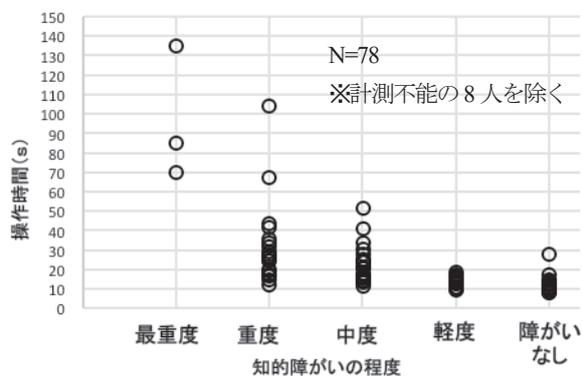


図10 各知的障がいの程度における左右へのスワイプ操作に要した時間

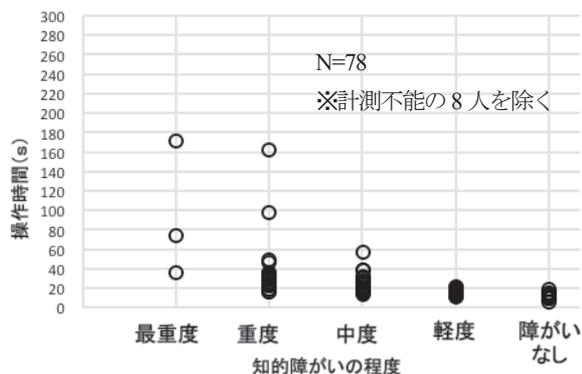


図 11 各知的障がいの程度における上下へのスワイプ操作に要した時間

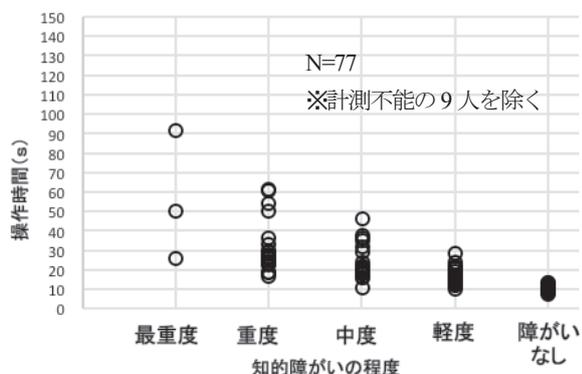


図 12 各知的障がいの程度におけるドラッグアンドドロップ操作に要した時間

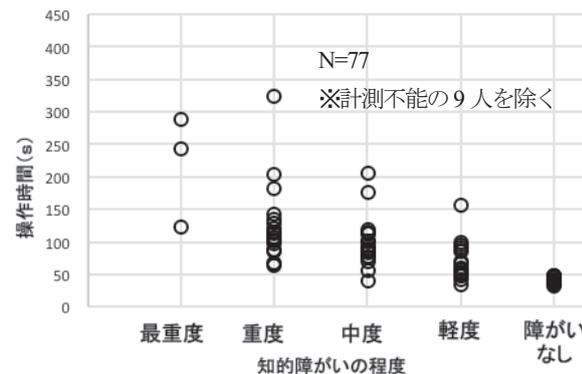
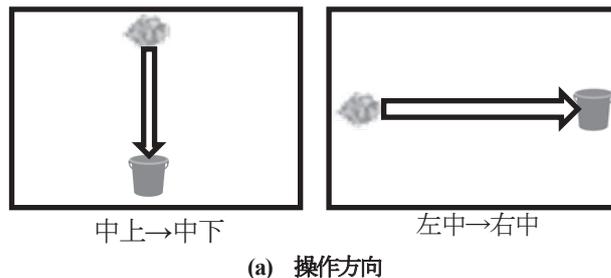
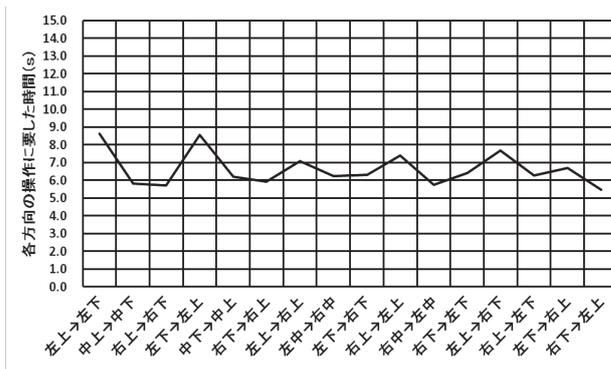


図 13 各知的障がいの程度における新ドラッグアンドドロップ操作に要した時間



(a) 操作方向



(b) 各方向の操作に要した時間

図 14 ドラッグアンドドロップにおける各方向の操作に要した時間

### 5. おわりに

本研究では、知的障がい有する児童・生徒の基本的なタブレット端末操作スキルの把握を目的とした。この目的を達成するために、ドラッグアンドドロップ操作スキル測定方法と操作スキル測定用アプリケーションを開発し、知的障がい有する児童・生徒を対象として基本的なタブレット端末操作スキル調査と紙面によるアンケート調査をおこなった。操作スキル調査とアンケート調査の結果を分析、検討、考察したところ、タブレット端末操作スキルは年齢のみでは評価できず、知的障がいの程度も操作スキルを評価する指標となることが明らかとなった。したがって、学校において知的障がい有する児童・生徒がタブレット端末を用いる場合には、障がいの程度に合わせた活用が求められる。

### 参考文献

- 1) 文部科学省：教育の情報化ビジョン～21 世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～ (2011)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/23/04/\\_icsFiles/afieldfile/2011/04/28/1305484\\_01\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/_icsFiles/afieldfile/2011/04/28/1305484_01_1.pdf)
- 2) 総務省：教育分野における ICT 利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン (手引書) 2014 (中学校・特別支援学校版) ～実証授業の成果をふまえて～  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000285283.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000285283.pdf)
- 3) 金森克浩編集代表：【実践】特別支援教育と AT 第 5 集, 明治図書 (2014)

- 4) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課編集：特別支援教育 No.1, 東洋館出版社 (2001)
- 5) 奈良教育大学特別支援教育研究センター：「特別支援教育における ICT 教育に関する調査」のまとめ, (2014)  
<http://nara-edu-csne.org/web/download/pdf/ictanketomatome2014.pdf>
- 6) 文部科学省：学びのイノベーション事業実証研究報告書 第3章特別支援学校における取組, (2014)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shougai/030/toushin/1346504.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/030/toushin/1346504.htm)
- 7) 独立行政法人 国立特別支援教育総合研究所：学習上の支援機器等教材活用促進事業「これが欲しかった！ICT機器の『次の』活用方法」(平成27年度版) (2015)  
[http://kyozai.nise.go.jp/?action=common\\_download\\_main&upload\\_id=329](http://kyozai.nise.go.jp/?action=common_download_main&upload_id=329)
- 8) 境野裕一, 塚本光夫：小学校のコンピュータスキルを調査するためのツールの開発, 日本産業技術教育学会第23回九州支部大会講演要旨集, 61-62 (2010)
- 9) 塚本光夫, 境野裕一：小学校のコンピュータスキル調査ツールを用いた実態調査, 日本産業技術教育学会第24回九州支部大会講演要旨集, 91-92 (2011)
- 10) 塚本光夫, 境野裕一：小学校のコンピュータスキル調査ツールを用いた実態調査-ファイル操作について-, 日本産業技術教育学会第55回全国大会講演要旨集, 6 (2012)
- 11) 知識綾良, 塚本光夫：タブレット端末の基本操作スキルに関する測定ソフトの開発と年齢別評価, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 21, 57-64 (2013)