

タブレット PC のリハビリテーションへの応用方法

ータブレット PC を活用した書字に於けるアプローチー

伊藤春樹・岩山絵理・吉田 敬

Application of the Tablet PC for the rehabilitation

- The approach in the writing letter utilizing the tablet PC-

Haruki Ito, Eri Iwayama, Takashi Yoshida

要旨：タブレット PC を利用したリハビリテーションを考えてみた。もちろんタブレット PC という限られた機器での開発なので、当然利用できる範囲も限定的なものである。今回は書字におけるリハビリテーションの可能性を模索するために、開発したプログラムの可能性を明らかにする中で検討を試みた。書字での分析の前に最も簡単な直線においてどのような分析が可能であるかを、X 軸に平行な直線、Y 軸に平行な直線と斜めの直線を描く中で分析をしたので、モニター上に表現された軌跡図と収集したデータを比較しながら分析を行い、検討を加えたので報告する。

Keywords：リハビリテーション、書字、筆圧、タブレット PC
Rehabilitation, Writing letter, Tablet PC

1. はじめに

タブレット PC は、タッチパネル（タッチスクリーン）から始まったともいえるが、1977 年の Alan Kay and Adele Goldberg (1977) の「Personal Dynamic Media」で現在のタブレット PC に通じるような Dynabook の構想を示したことから始まると言われている。タブレット PC の歴史は専門家に願うが、比較的新しいデバイスを用いて、新たな試みに利用できないかと考え、書字と筆圧と言う問題から考えるとともに、リハビリテーションにも利用できないかと考えた。タブレットを用いた手書き入力の方法は、専用ペンによる方法と指操作ができる方法とがあり、最近のタブレットは両方の機能を備えたものが、多くなってきている。

今回利用したのは専用ペンによる方式で、電磁誘導方式といわれ、先端に電磁コイルを取り付けた専用ペンを画面に触れることにより、電流が発生して信号が伝わり、位置（XY 座標）と筆圧が測定できるものを利用した。特に筆圧に応じて、書かれたものの太さを変化させることができ、絵を描くことを考えると非常に面白い可能性を作り出したといえる（伊藤春樹他 2014）。

この研究の始まりは、本学が子ども福祉専攻を設置することに決まった時に、20 年ほど前にタッチパネルを用いた文字の学習を支援するプログラムができないかと考えて作成していたプログラムをタブレット PC に利用できないかと考え始めたところにある。これをもとにして作成したのが幼児の文字学習プログラムであった（金森由華、伊藤春樹 2013）。このころは筆圧が活用できず、幼児のひらがな学習における「はね」や「とめ」の問題をどのように解決しようかと悩んでいた時でもあった。この筆圧の問題が解決しなかったときに、ひらがなの練習プログラム、写真アルバムの作成プログラムなど保育園、幼稚園向けのプログラムを作成し、幼稚園の現場で研究展開した（磯川舞子 2014）。この写真アルバム作成プログラムを利用して高齢者の研究にも利用した（伊藤春樹、神波幸子 2014）。さらに、障害児教育の現場に活用しようとした研究へと展開した（岩山絵理他 2015）。

また、位置の検出から書かれた文字の形状が測定でき、筆圧の測定から今まで簡単に測定できなかったパラメータを見出すことができると考えたのと、データとして保存、送信することができればさまざまなことが可能になると考え、新たな可能性を求めてリハビリテーションの分野の研究を行う上での基礎研究に位置するものである。

2. 利用した機器とプログラム

タブレット PC は次々と新機種が導入されているので、様々なパラメータの変化がみられる。モニターの解像度も改良されているうえに、タッチパネルの解像度もモニター同様に改良されている。実際に利用したタブレット PC は、Lenovo 社の X201 Thinkpad と Microsoft 社の Surface Pro 3 の二種類であるが、Toshiba 社の Ultrabook など合計 5 機種で利用できることを検証している。利用した一台目の Thinkpad のモニターの解像度は 1,366 × 768 であるが、タッチパネルの解像度（横×縦）は 36,145 × 20,323 であり、もう一台の Surface Pro 3 のモニターの解像度は 2,160 × 1,440 で、タッチパネルの解像度（横×縦）は 38,091 × 25,396 である。従って、モニター上で確認できない移動時における変化も観察できることになる。また、Thinkpad, Surface Pro 3 のモニター上に示される検査に利用するスペースはタッチパネルの解像度で表すと、左上隅が (0,0) で表示され、右下隅が (13150,13150) であるが、モニター上で利用できる検査空間は被験者の好む場所に移動できる仕組みになっている。

今回開発したプログラムは日本コムシス東海支店の協力を得て開発したもので、タブレット PC の持つ機能を最大限に利用したもので、データとして時間、X 座標、Y 座標、筆圧（可変域：0-255）をとることができるが、ペンがパネルに触れていなくてもある距離までの高さ（約 1cm）の離れであれば X 座標と Y 座標、筆圧 0 として記録できる。これは、タッチパネルの感度によってきめられていることで、プログラムで決定しているわけではない。従って、複数の画数のある字を書いた時には、一画目を終えて二画目に移行する間のペンの移動も記録されている。一画目や二画目を書く中での状況の分析に加えて一画目から二画目に移行する間の空中での移動状況をも分析できる可能性を作り出した。

また、X 座標、Y 座標に加えて筆圧を分析できることで、パーキンソン病などにみられる手の震えを三次元で分析できることになった。

図 1 にプログラムの機能と利用方法が分かるように提示される画面を示した。タッチパネルなので機能の選択は当然、画面上で操作できる。



図 1. モニター上に提示されるプログラム

- ① 記録表示：モニター上にデータを④に表示するかどうかの選択を決めることができる。
- ② ペン表示：空中・接地のみの場合はペンでタブレット上に文字を書いているときだけでなく、一画目を書き始めてから最終段階まで、接地していなくても空中を移動しているときもデータを記録する。接地はタブレットの画面上にペンが接地している場合のみデータを表示、記録。

- ③ 最新データ表示：データ番号、ペンの位置（空中か接地）、X座標、Y座標、筆圧のリアルタイム情報。
- ④ 取得したデータ表示：取得したデータの表示（枠内に表示できる範囲内での表示）。①で非表示の場合は提示なし。
- ⑤ ペンの太さ：ペンの太さの変更時に利用。
- ⑥ 利用域：この枠内から開始した場合記録が開始。記録としてはこの枠外も記録できるが、描いた軌跡はこの枠内のみ。
- ⑦ クリアボタン：記録されている内容のクリア。
- ⑧ 文字認識ボタン：文字認識機能を利用した認識結果が確認できる。
- ⑨ 再生ボタン：描いた内容を倍速で再生。
- ⑩ 自動分析ボタン：自動で分析するため。
- ⑪ タイル名：データのファイル名の指定と書き込み、以前に取得したデータの取り込み。
- ⑫ 終了ボタン：プログラム終了。

検査空間に字を書くときに、モニター上にデータを表示させるとデータの表示に時間を要し、検査空間に書かれた文字の表示が遅れて表示され、検査には不都合なので特別な場合を除いて、記録の表示は「非表示」、ペン表示は「接地・空中」のところにチェックを入れて利用している。ペン表示で「接地・空中」にチェックを入れているのは空中でのペンの移動の仕方の中にリハビリテーションに利用できる要素がある可能性があると考えられるので、空中の高さを測定できない上に、一定以上の高さを超える場合には測定すらできないことを知りつつも記録にとどめるようにするためである。

3. 作製したシステムの特徴

Microsoft社のSurface Pro 3を利用して説明すると、前にも述べたように、モニターの解像度は2160×1440で、タッチパネルの解像度（横×縦）は38,091×25,396である。従って、1 pixelは縦横それぞれタッチパネルの解像度によれば17.6の変化を含むことになる。逆に言えば、17.6以上の一の変化がタッチパネル上で検出されれば、pixelが変化することになるが、これ以内の変化であればpixelの変化は起こらないことを意味する。

このシステムを利用してどのようなことが測定できるか調べるために、X軸に平行する直線、Y軸に平行する直線と左上隅から右下隅を結ぶ斜めの直線を描いた時のデータを実際にモニター上に描かれた直線と比較して理解できるように分析した。タブレットPCの表面が非常に滑りやすいので、定規に沿って直線を引くことは非常にむづかしいが、最初に、X軸に平行な直線を引いてみた結果をまとめたものが、図2-1、図2-2、図2-3と図2-4である。とにかく、実際に描かれた直線の状態とタブレットPCが持っている機能で収集できたデータをグラフに示したので比較して表示する。

この直線を引くのに要した時間は約1.5秒、サンプリングしたデータの数には198個である。従って、サンプリングは平均0.03秒ごと（少しばらつきのあるサンプリング）に一つのサンプリングが行われたことになる。サンプリングは定期的に行われるために、描く時間が長ければ長いほどサンプリング数は当然大きくなる。

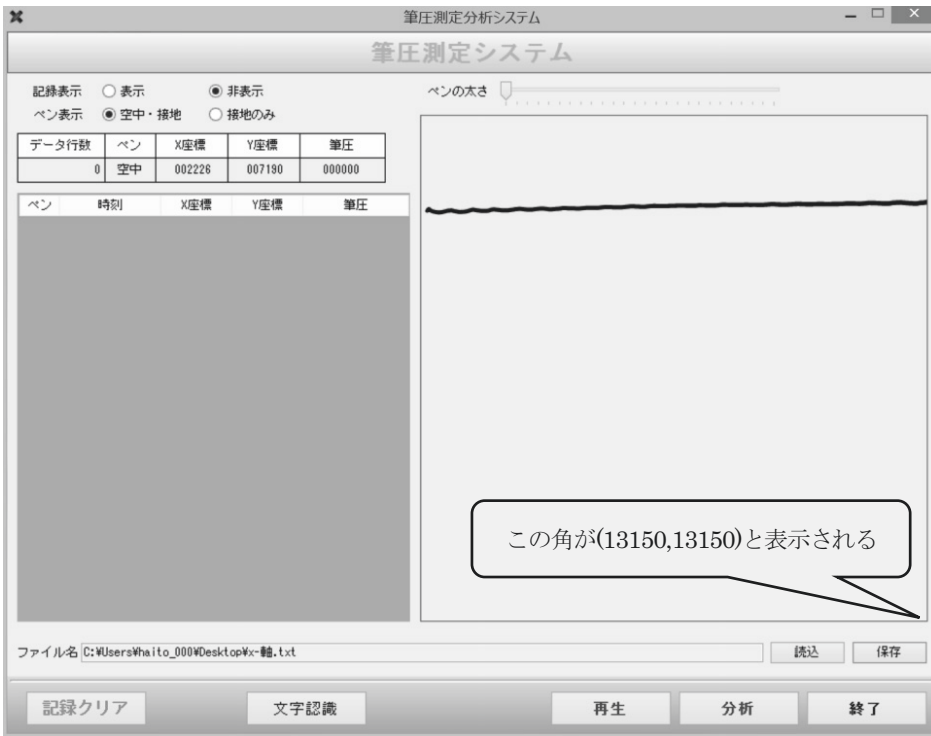


図2-1. X軸に平行に近い線を描いた時の軌跡図（直線ではなく、最初と最後の部分が波うった線になっているのでこの変化がX座標、Y座標でどのようにになっているかを比較）

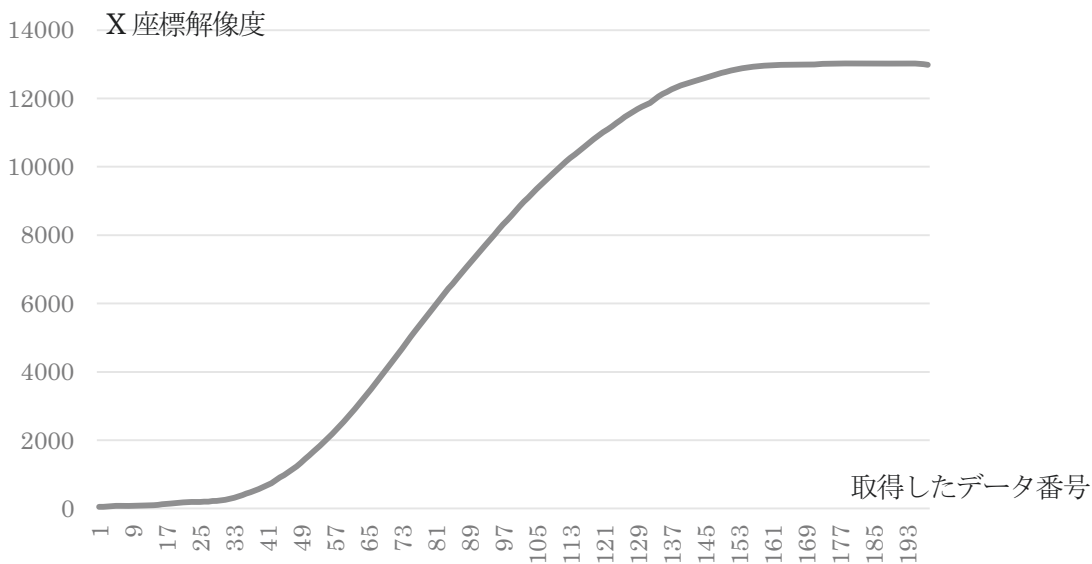


図2-2. X軸に平行に近い線（図2-1）を描いた時のX座標の変化

X軸は取得したデータの取得順の番号。Y軸はタブレットで取得した位置情報（X座標、左から右に向かって増加し、枠の中であれば0～13,150で変化する）。

描き始めと終わりが滑らかになっていて、真ん中部分が急激な座標の変化が起こっているのは、描き始めと終わりは、ペンの運びが遅く、サンプリングされたデータの変化が少なく、中間の部分ではペンの運びのスピードが速くデータの変化があり、これがX座標の変化に現れている。

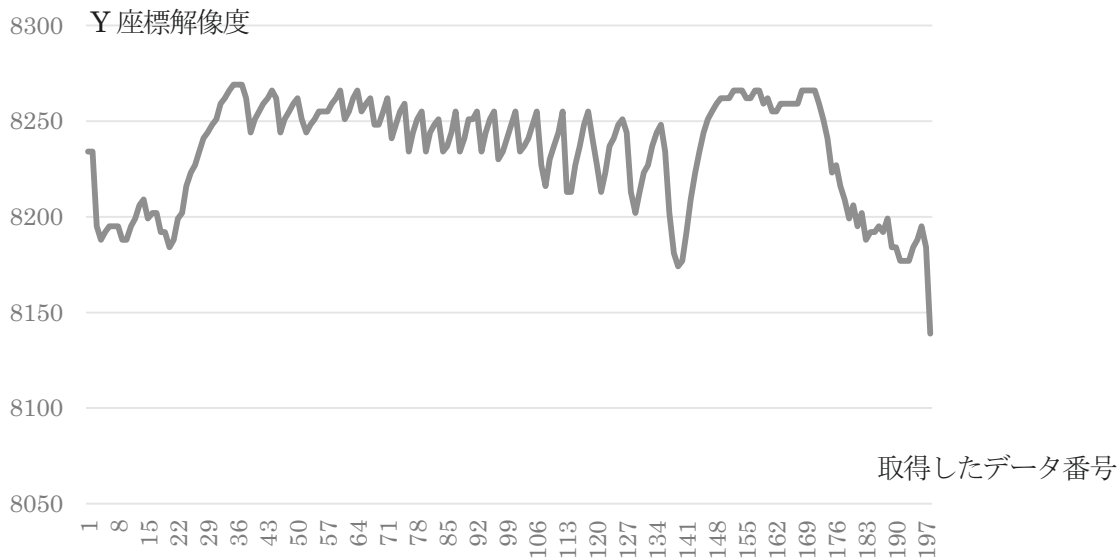


図2-3. X軸に平行に近い線(図2-1)を描いた時のY座標の変化

図2-1で線の形状は描き始めと終わりに波線状態が見られ、真ん中は直線に近いことが観察できる。この状況を反映して、始めと終わりにY座標の変化がみられる。

このX軸に平行な線を描いて測定したのは、X軸に平行するというので、ほぼY座標の数値は一定値を取る。従って、図2-1に示した軌跡図でどの程度Y座標の変化があるのかを知り、システムを通して収集されたデータとの比較をすることは、このシステムの感度を理解するうえで重要であり、数値で表されるデータの持つ意味の理解の手助けになる。図2-1の軌跡図において上下に変化がみられるが、全体を通してのY座標の最大値、最小値の差は130である。この最大・最少差はモニター上の図を見ても理解できるが、pixelに換算すると約8 pixelになる。したがって、モニター上に示される以上に詳細な変化を計測できることが分かる。

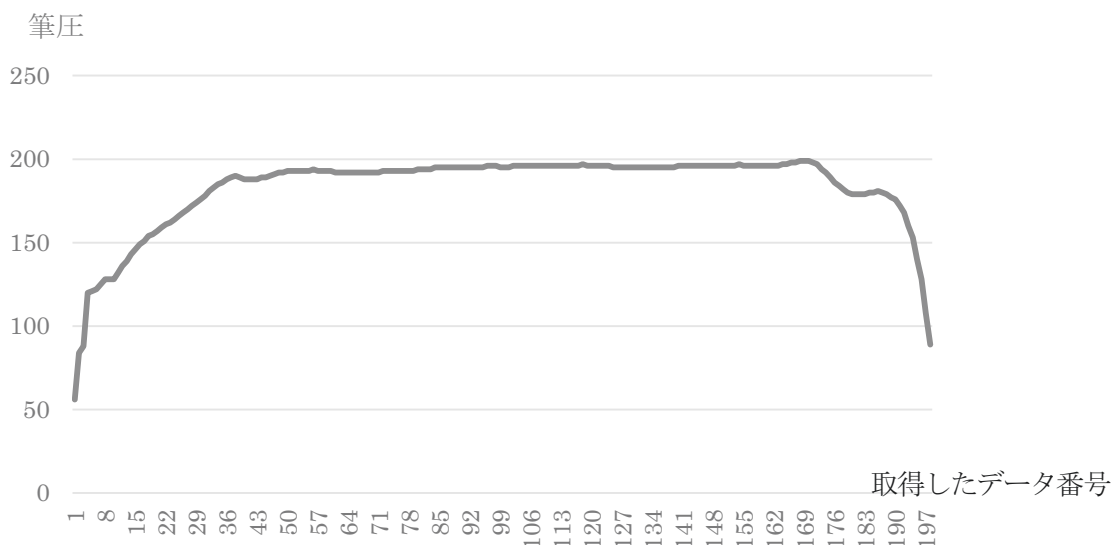


図2-4. X軸に平行に近い線(図2-1)を描いた時の筆圧の変化

図2-4に示した筆圧の変化は、描き始めから徐々に筆圧が増加し、ある程度の筆圧に達した時から、ほぼその筆圧を守り、描き終わりに近くなって筆圧が減少する。健常者が普通に描けば、このような変化が一般的なので、被験者に何かの異常があれば、この過程に変化が出てくる可能性もあるので、どの

ような疾患を持つ被験者が筆圧の変化を持つようになるのかは、今後の検討課題である。

前にも述べたように、パーキンソン病などの手の震えを伴う疾患には、この手の震えがX軸方向、Y軸方向またはZ軸方向の震えなのか検査できる可能性を生み出したことは事実である。数値的に手の震えを捉えることができるようになったとしても、この数値の変化が日常生活において、どのような意味合いを持つのかを検証しなければ本当に有効な検査とは言えないのではないと思われる。

次にY軸に平行な直線を描いた時のものを、X軸に平行な直線と同じように図3-1、図3-2、図3-3と図3-4にまとめた。

Y軸に平行な直線は、X軸に平行な直線よりも上手に描けたが、図3-1では直線のように見えるものも(X座標の変化がほぼ0のように見える)、このシステムでは最大値が5159、最小値が5124と測定され、最大値と最小値の差が35あることが分かり、pixelに換算すれば2 pixelの変化があることが確認できる。この2 pixelの変化が図3-1で見られないのは、文字を書くときに筆圧を反映させて、被験者に理解できるようにしたことが、この変化を隠す原因になったと考えられる。

滑りやすいモニターの表面を注意しながら、定規をテープで固定しながら両直線を描いたにもかかわらず、X軸に平行な直線には波状の形状が現れ、Y軸に平行な直線には波状の形状はほとんど目で確認できない程度にしか現れていない。

定規を利用しないでフリーハンドで直線を描いていた時には気づかなかったことが発生したのも事実で、定規のメモリ用に掘られた溝を拾って、波上の形状を出現させたり、ペンと定規の接する面の角度が影響することなど、鉛筆で紙上に描いた時以上に微妙な変化がみられる感覚を得たが、このことはさらに検討を重ねた上で、報告したい。

とにかく、X軸、Y軸それぞれに平行な直線は軌跡図に現れた変化の度合いと合致するように、X座標、Y座標の変化に現れたことは、このシステムの有効性を示唆するものでもある。



図3-1. Y軸に平行に近い線を描いた時の軌跡図（ほぼ直線になっているが、X座標、Y座標がどのようなになっているかを比較して見てほしい。）

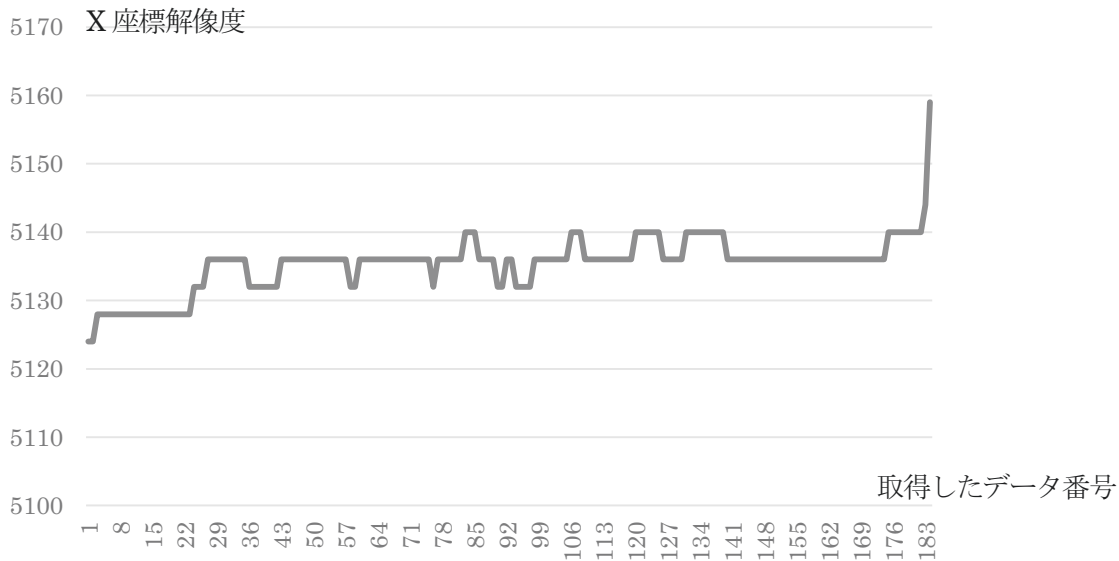


図3-2. Y軸に平行に近い線(図3-1)を描いた時のX座標の変化。(X座標(横の動き)は、この図3-2ではところどころ変化しているが、画面上はX座標の変化は見られない。Y座標は、当然大きく変化するが、当然のことである。)X座標の最小値は5124、最大値は5159であるが、開始点と到着点を除くと横ブレの変化は、5130から5140の間の変化とみることができ、僅か10のタッチパネルの解像度の変化である。

Y軸に沿って描くので、当然徐々に変化していくことが、図3-3のグラフからも見られる。ただし、直線の描き始めと描き終える前は当然スピードが遅くなるので、Y軸の変化量は少なくなる。この事実は、パーキンソン病においては、動き始めと動き終える時のコントロールがうまくできないことが知られているので、このプロセスに異常が来ることは想像できる。

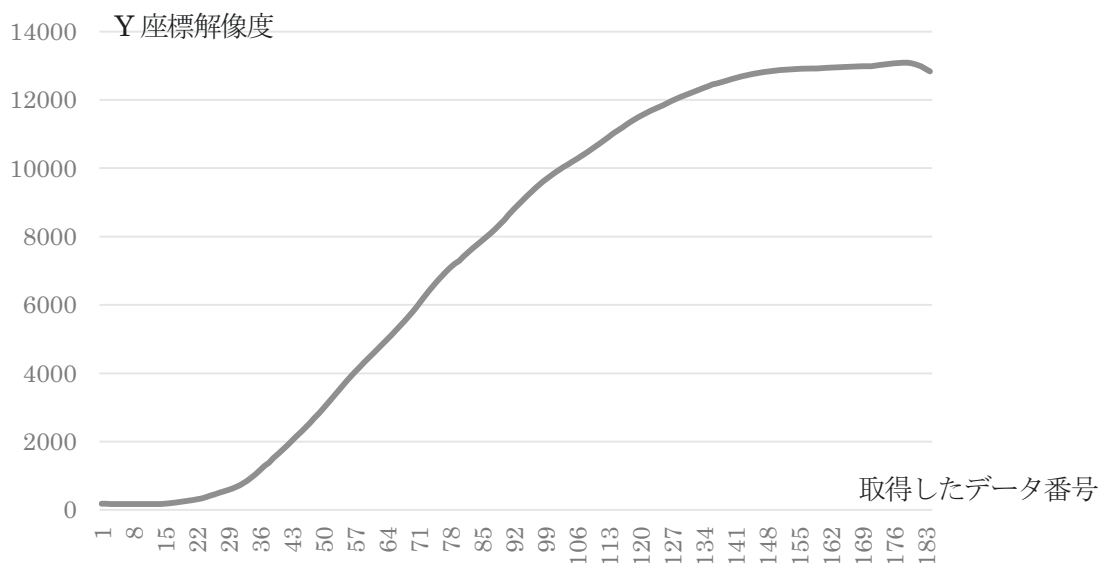


図3-3. Y軸に平行に近い線(図3-1)を描いた時のY座標の変化。(描き始めは、データ取得の数が30程度までY座標の変化は見られず、それ以降のデータ番号においてY座標が急激に大きくなる。これは、描き始めにおいては描くスピードが遅いことを示し、描くスピードが速くなって急速にY座標が増加する。直線を描き終わるときにもペンを停止するためにペン運びのスピードを緩める過程に入るために、Y座標の変化が減少する。)

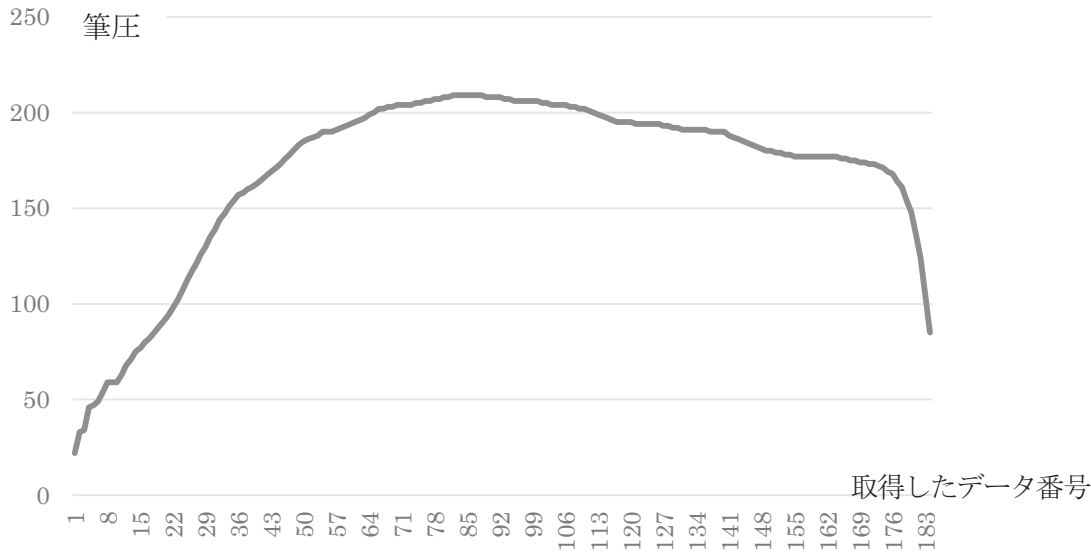


図3-4. Y軸に平行に近い線(図3-1)を描いた時の筆圧の変化。

X軸と平行な直線を描いた時よりもY軸と平行な直線を描いた時の方が、描き始めの筆圧の上昇期間が長く続き、筆圧が減少する機関が急激に起こることが見て取れ、一定の筆圧にとどまっている期間が短い。ただ、一定になった時の筆圧のレベルは、両平行線においてほぼ同じ数値となっていることは、一人の人の筆圧は意識しない限り、似通った数値で安定していることが読み取れる。

最後に、斜めの直線の分析を、図4-1、図4-2、図4-3と図4-4に示した。この直線を描き始めてから終了するまでに約3.9秒、サンプリングの数は524個となっている。Pixelが現在のPCほど小さくない時代にPCで斜めの直線を描いた時に起こる現象が右下隅のところにみられる。

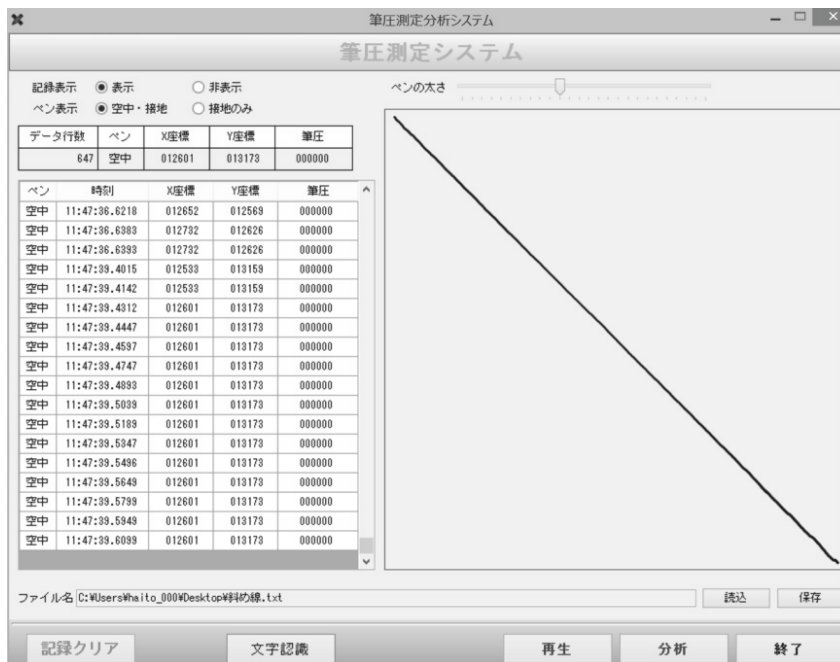


図4-1. 斜め線を描いた時の軌跡図(ほぼ直線になっているが、X座標、Y座標がどのように変わっているかを比較して見てほしい。)

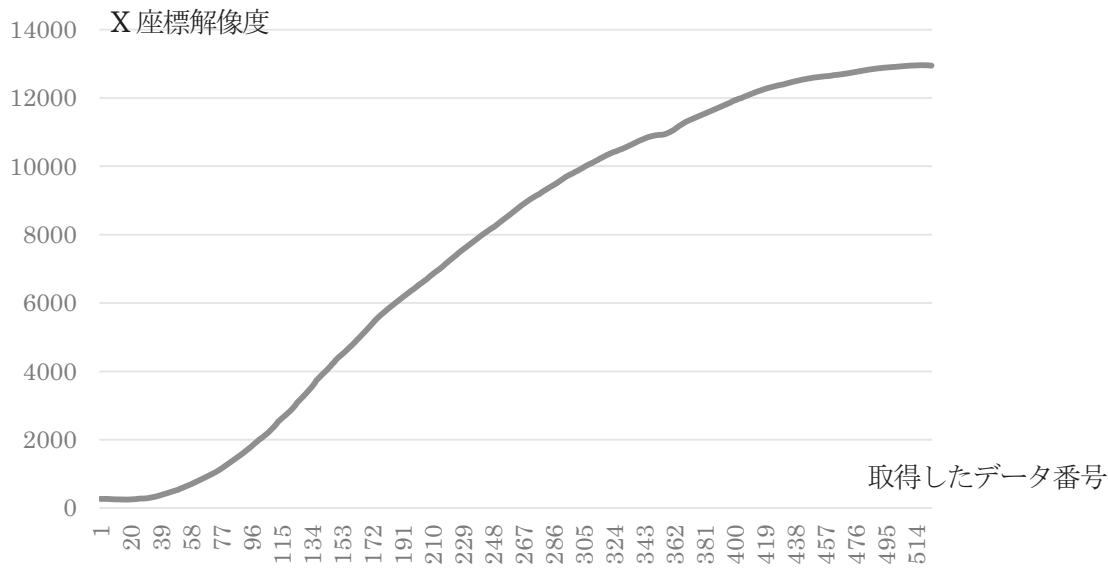


図4-2. 斜め線(図4-1)を描いた時のX座標の変化。

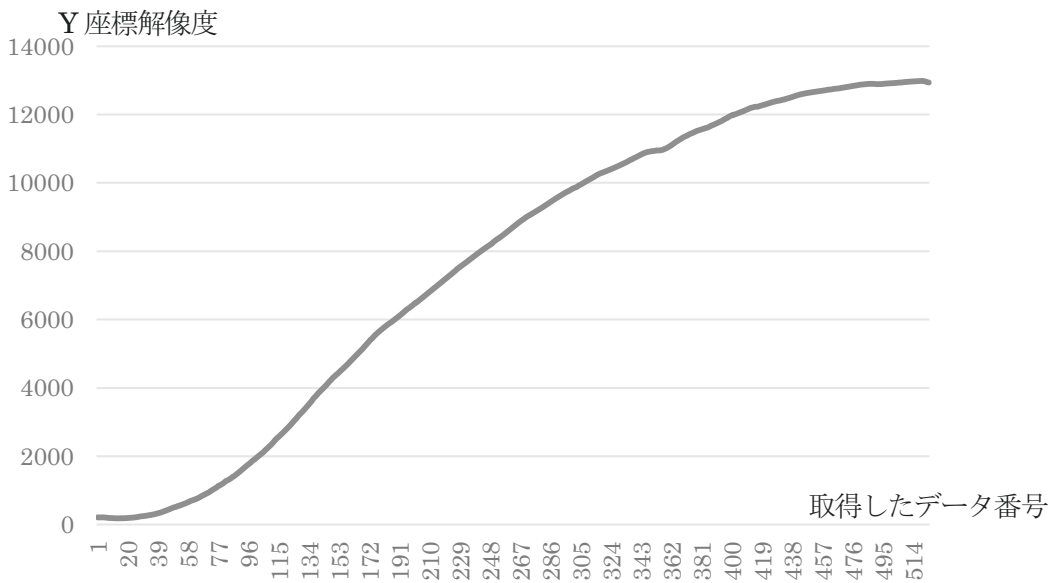


図4-3. 斜め線(図4-1)を描いた時のY座標の変化。

斜めの直線を描くことは、X、Y軸に平行に描いた直線とは異なり、X、Y軸ともに同じ量の変化をもたらすことになり、図3-3において見られた変化がX、Y軸の両軸にみられることになる。従って、フリーハンドで斜めの直線を描かせることによって、横方向の異常か縦方向の異常かが分析できることになる。今回の研究では、上から下に、左から右に45°の角度で直線を描いたが、この角度を変化させたときにどのように変化が生じるかは、調べてみる必要があることをここに留めておきたい。

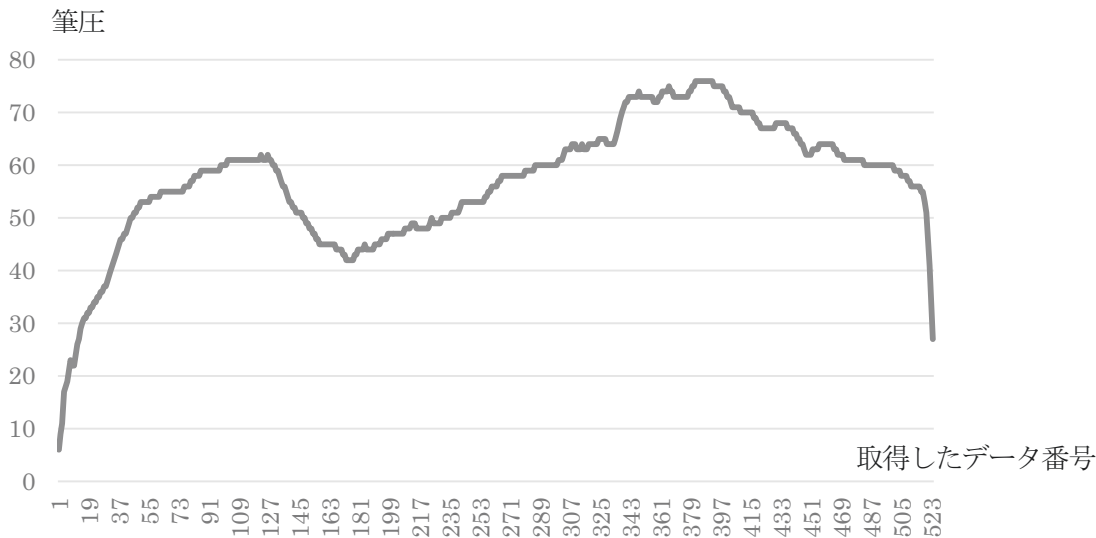


図4-4. 斜め線(図4-1)を描いた時の筆圧の変化。

4. リハビリテーションへの応用の可能性

リハビリテーションへの利用に関しては、当然のこととして考えられることは、タブレットPCのモニターが比較的小さなものが当たり前になっているので、小さな動きの中のリハビリテーションを目指すものに限定されていることになることは前にも述べた。理学療法の中で議論されてきたリハビリテーションでは、一つひとつの関節の動きがどの程度制限され、どの程度改善されたかが評価対象になってきたところもあるが、今回の試みでは、色々な関節の動きの総合的な結果としてのモニターの上に出力された(描かれた)結果を分析することによって得られる評価である。

失語症の研究などで、字が書けるようになったなどの研究に被験者がどのような形の文字を書いたかを写真で表示している場合が多いが、今回のシステムでの測定では、描いた線の滑らかさや震えなどが確実に把握できることになる。今まで感覚的な評価でしかなかったものが数値として提示できるようになることは、問題の重軽度を数値として提示できることになり一つの利点となりうる。

また、描いた線上では見えない変化もタッチパネルのセンサーの解像度がモニターの解像度より高いことで、視覚的に発見できない変化も分析ができる可能性はあるが、これに関しては視覚的にはとらえられないような変化がどのような意味を持つのか、センサーの誤差を配慮に入れながら検討していかねばならない新しい課題となることが予想できる。また、筆圧に関してはその単位と上限値などまだ調べつくしていないところがあることをお許し願いたい。文系のものがこの種の研究をするときに直面する問題でもあるが、日常的にこの種の研究をしている方々にはない問題である。

この論の中では言及していないが、自動分析ボタンを押すと、一画ずつの平均速度、平均加速度、平均筆圧が分析されるようになっている。

今回の分析の結果を利用して考えられることは、X軸、Y軸方向の揺れを数値として分析できることが可能になったことと、Z軸方向のものを筆圧の分析で測定できるという可能性を示すことができた。さらに、一画ごとの平均速度ではなく、一画を描く中でペンを動かすスピードの分析からも重要なデータを集める可能性を示すこともできた。さらに、通常の筆圧かどうかとも測定でき、検査時に被験者がどのような状況で検査を受けたか推し量ることもできると思われる。

まだまだ、このシステムは開発途上でもあり、さらなる試みを通して開発したシステムの可能性を見出すことができると思われる。

最後にこのシステムの開発は、愛知淑徳大学の研究助成金を利用して開発したものであり、大学関係

者に心よりの感謝を述べたい。

参考文献

Alan Kay and Adele Goldberg (1977) “Personal Dynamic Media” ,Computer 10 (3) :31-41. March 1977.

http://www.newmediareader.com/book_samples/nmr-26-kay.pdfにて参照

金森由華、伊藤春樹 (2013)、文字学習過程の分析―「あいうえお…」学習を通して― 福祉心理学会ポスター発表

磯川舞子 (2014) 就学前児童へのタブレット型パソコンを使用した学習システムの導入について：文字学習過程の分析のために 愛知淑徳大学論集福祉貢献学部編 4号 pp.83-88

伊藤春樹、神波幸子 (2014) 高齢者が豊かな生活を送るための一つの支援方法として―タブレット PC を活用したアプローチ― 愛知淑徳大学論集福祉貢献学部編 4号 pp.63-70

伊藤春樹他 (2014) タブレット PC を用いた新しい e-Learning, 平成 26 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会予稿集 pp.258-9

岩山絵理他 (2015) 知的障害児のためのタブレット型パソコンを用いた文字学習方法の開発、愛知淑徳大学論集福祉貢献学部編 5号 pp.39-45