

## 数式操作に対応したタブレット操作

Research on the designing of interfaces with one-to-one correspondence to mathematical operations

藤井研一、古賀歩、山崎伸久、中川玄

Ken-ichi FUJII, Ayumu KOGA, Nobuhisa YAMAZAKI and Gen NAKAGAWA

大阪工業大学情報科学部

Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

Email: kenichi.fujii@oit.ac.jp

中等教育における代数ならびに幾何学の学習は、それ以降の数学学習における基礎を与える意味で重要である。これらの学習のためにタブレット PC を用いるのであれば、数式の操作理解がタブレット PC のインターフェースに 1 対 1 対応してサポートされることが望ましい。本研究では、このような代数と幾何学における学習にタブレット PC のインターフェースがどのように寄与出来るかを考えた上で、独習でも利用可能なアプリケーションソフトウェアの開発を行なった。これらのソフトウェアの効果についても検証する予定である

Keywords: インターフェース、数式操作、タブレット PC

### 1. 初めに

#### 1. はじめに

中等教育における代数並びに幾何学の学習は、数学の学習の第一歩であるとともに論理的な思考を身につけるために必須と考えられる。学校教育においては、現在もこれらの学習では、紙と鉛筆を用いた筆記、作図中心に学んでいる。これにより代数では、移項や代入といった操作を理解し、幾何学では、平行線と角の関係などを学び、合同や相似の考え方を理解する。学習者は、こういった筆記ならびに作図操作を繰り返すことで、数学的な操作を身につけ、概念形成を行なう。筆記並びに作図操作では、注意深さが必要で、失念すれば、間違った結果を導いてしまうことになる。幾何学学習では、正確な図形を描くことも要求され、作図自体の能力やセンスも要求される。このような手順は、それ自体学ぶ上で意味は持つものの、思考の持続を妨げる可能性も考えられ、数学学習に対する障壁となっている可能性もある。操作を正しく行なえば、誰もが妥当な結果に至る訳であるが、初学者にはこれらが大きな障壁になる場合もあると考えられる。筆記による学習で、このような注意深い操作を繰り返し行うことは、手間と

忍耐が必要となる。文部科学省の調査によると、小学校では比較的受け入れられている算数の学習が、中学校の数学学習では、大きく変化し、好まれなくなる。この理由の 1 つは、上記のような忍耐を伴う操作習熟にあるのではないかと予想した。タブレット PC のインターフェース (I/F) は基本的に指での操作によってなされる。筆記とは異なり、間違いによる繰り返し操作の手間も小さく、操作に神経を使う度合いも低いと考えられる。このようなタブレット PC の I/F 習熟は、若年層ではすでに広く普及していると考えられる。以上を勘案して、タブレット PC の I/F が数学的・数学的操作に 1 対 1 対応をしたうえで、代数並びに幾何学学習が可能なソフトウェア開発を行っており、今後はこの効果の検証も含めた研究を続ける予定である。

### 2. 開発環境

本ソフトウェアの当面の動作環境として iOS を考えている。iOS が搭載されている iPod、iPhone での使用も想定しているが、画面サイズと操作性を考慮して主な利用環境をタブレット PC である iPad Air および iPad mini に限定し開発を行なった。開発に



図1 四角形の内角の和



図2 五角形の内角の和

は、apple 社の PC である Mac mini を用い、統合開発環境である Xcode 上で apple 社の SDK を用いて開発した。I/F のデザインのためにはインターフェースビルダーを用い、スピナーなど iOS に用意されている複数の I/F で数値入力が可能となるようにした。

### 3. 代数での操作

中学校の代数学学習における主要な単元の一つは連立方程式である。この学習時、問題となるのは移項、代入、定数倍などの方程式における数学的操作である。これらをタブレット PC の I/F に 1 体 1 対応させることを目指した。タブレット PC での、指による操作を用いるなら、移項操作は容易にタブレット PC 上の指をスライドさせる操作（ドラッグ）に対応づけることが出来る。また、代入操作も変数記号の上に直接数値や記号をドラッグすることで、直感的な理解が得られるものと考えられる。また、代数学学習時にグラフとの対応を同時には学ばない。そこで、開発したソフトウェアでは、代数計算に対応したグラフにより関数の可視化を行なえるようにした。代数的観点とグラフによる可視化を同時に体験すること、より深い理解を得られるものと考えている。

### 4. 幾何学での操作

中学校の幾何学では、図形の作図や図形の内角の和の学習から始まり合同、相似の学習へと移行する。特に、合同の学習では、証明の実施を行い、これにより論理的な思考力を伸ばすことが出来る。既に述べたように幾何学の問題を解く上で、作図は重要とな

り、定規などを使用して慎重に描くことが考えるために重要になる。この労力を軽減し、思考に注力を注ぐことが出来るのであれば、幾何学学習はより広く、その本来の目的を達成できるのではと考えている。図 1 に多角形としての四角形の内角の和を三角形の内角の和をもとに考えるために作成したソフトウェアの一画面を示している。指での操作により自由に図形を変形可能であり、様々な四角形の特徴を総合的に理解可能としている。さらに帰納法的に任意の  $n$  角形の理解に繋がられるように設計した（図 2）。このようにタブレット PC の画面に指による操作で考えたとおりに図形や補助線などを自由自在に描くことが可能であれば、幾何学の証明問題のように思考力を磨くための学習には大きな貢献ができるものと思われる。今回はこのような目的で作成したソフトウェアの開発を進めており、発表を行う予定である。

### 4. まとめ

中学校での数学学習を支援するためのソフトウェアを開発した。これにより目先の計算の手間や作図に囚われることなく、代数や幾何学の学習が可能となり、数学的思考の獲得を容易にできることを目指してタブレット PC 上で動作するソフトウェアの設計を行なった。学習時に、タブレット PC の I/F の積極的活用が代数および幾何学の学習に有効と考えられ、タブレット PC の教育用としての利用で意味をもつと考えられる。開発と同時にこのような効果の検証も進めている。