

# プライベートクラウドのデスクトップとのリモート接続を 想定した情報教育における iPad の教授者による活用

土肥紳一<sup>†1</sup>

**概要：**学生が情報端末を購入し、大学へ持ち込む BYOD(Bring Your Own Device)が普及している。その機種はノート型からタブレット型へシフトし始めている。このような状況の中、大学の情報システムはプライベートクラウドが増え、情報端末からリモート接続が可能となった。この結果、情報端末は高性能な CPU や大容量のメモリを必要としなくなった。本論文では、プライベートクラウドに構築された Windows のデスクトップを、持ち込み端末やシンクライアント等からリモート接続して利用することを想定し、情報教育における iPad の教授者による活用について述べる。

**キーワード：**プライベートクラウド、情報教育、iPad、BYOD、リモート接続、情報端末

## Using by teacher of the iPad for Information Education assuming remote connection with desktop on the private cloud system

SHINICHI DOHI<sup>†1</sup>

**Abstract:** Students bring the information terminal which they bought, BYOD(Bring Your Own Device) is getting popular in many universities. The model of information terminal is beginning to shift from a note type terminal to a tablet type terminal. In these situation, information system based on the private cloud system is increasing in university, students came to be able to connect to the cloud computing system with their information terminal. Result of this, hi-performance CPU and huge memory are not necessary for information terminal. In this paper, it assumes that we are able to connect the virtual desktop on cloud system with students' personal computer and thin client, I describe use of the iPad by teacher in information education.

**Keywords:** Private cloud, Information education, iPad, BYOD, Remote connection, Information terminal

### 1. はじめに

大学におけるコンピュータリテラシーやプログラミング入門教育等の情報教育は、受講者にノート PC(Personal Computer)を購入してもらう BYOD(Bring Your Own Device)の形態を取り入れている大学が増えている[1][3]。これまではコンピュータ教室にデスクトップ型の情報端末を設置し授業を行うことが多かったが、情報コンセントや電源を準備し、学生所有のノート PC を情報端末として活用する授業形態へ変わって来ている。さらにその機種は、ノート型からタブレット型へ移り変わろうとしている。

本学の情報システムはプライベートクラウドが導入され、学生所有の PC はプライベートクラウドに構築された Windows のデスクトップとリモート接続できるようになった。この結果、データセンターの CPU、メモリ、ディスク等の豊富な資源を活用できるようになり、性能を抑えた安価な PC や数世代前の PC でも活用できるようになった。

本論文では、BYOD の機種として iPad に着目し、将来、これがプライベートクラウドの仮想環境にリモート接続できることを想定し、教授者の教具としての活用を試みた。

以下の章では、2 章で情報教育を取り巻く環境の変化、3 章でシンクライアント端末の特徴、4 章でリモート接続について、5 章で iPad のキー入力に関して、6 章と 7 章ではプログラミングと情報科教育法の授業で iPad を教具としての活用、8 章でまとめと今後の課題について述べる。

### 2. 情報教育を取り巻く環境の変化

#### 2.1 BYOD の仕様の变化

情報環境学部は 2001 年 4 月に、1 学部 2 学科、定員 180 名で開設した。人と情報の関わりを探究し、人に優しい情報環境を提供できる技術者の養成を目的とした学部である。2008 年からは 1 学部 1 学科定員 240 名に改組し、現在は大学院を含め、約 1100 名の規模である。

学部創設費用でノート PC を購入し、1 年間新入生に貸与することを 3 年繰り返した。貸与した機種は IBM の Thinkpad X20 で、CPU は Intel Celeron(R) 500MHz、メモリ 128MB(64MB を増設)、ドッキング・ステーション(ウルトラベース X2)であった。現在は、BYOD の機種の仕様を公開し、これを満足するものを購入してもらっている。時代の変化を比較するために、学部開設当初に貸与したノート PC の仕様と、2016 年入学予定者へ案内した推奨パソコンの仕様を表 1 に示す。

<sup>†1</sup> 東京電機大学情報環境学部  
Tokyo Denki University School of Information Environment

表 1 ノート PC の仕様

Table 1 Specification of note PC.

	2001 年	2016 年
機種	IBM Thinkpad X20	富士通 LIFEBOOK SH
CPU	Celeron(R) 500MHz	Corei7-6500U(2.5GHz)
メモリ	128MB	8GB
ディスク	10GB	256GB(SSD)
解像度	1024×768	2560×1440
OS	Windows 98 32bit	Windows 10 Pro 64bit

2001 年と 2016 年の仕様を単純に比較すると、2016 年はクロック周波数が 5.0 倍、メモリが 64.0 倍、ディスク容量が 25.6 倍、ディスプレイの画素数が 4.7 倍に向上している。2001 年の仕様でコンピュータリテラシーやプログラミング入門等の情報教育を行ってきたことを考えると、現在の性能は、十分過ぎることが窺える。

## 2.2 ノート型からタブレット型へ

これまで BYOD の機種はノート型が主流であったが、タブレット型が出るようになり、その活用が始まっている [4][5]。新入生を対象としたアンケート調査結果によると、今年度の新入生の中でタブレット型を購入した人は 7 名 (3%) であった。

現在のタブレット型は、通常の PC と同等の OS を有するか否か、通常の PC と同等の入力装置を有するか否か、その入出力機器の使い勝手が通常の PC と同様か否かで分類されると考えている。前者の代表的な機種として、Microsoft の Surface が挙げられる。高性能な CPU と豊富なメモリ、そして大容量のディスク(SSD)を搭載しており、価格は約 15 万円から 35 万円程度である。性能面で魅力的である。

後者は、安価な Windows タブレットや Android タブレット、そして Apple の iPad 等が挙げられる。CPU やメモリを抑えた機種であり、価格は約 3 万円から 15 万円程度である。価格面、物理的な大きさ、重さが魅力的である。

## 2.3 プライベートクラウドの導入

もう一つ、大きな変化が起こっている。それは大学の情報システムに、プライベートクラウドの導入が進んでいることである。学内に大規模なサーバ等を持つ必要がないため、設備等の費用削減や運用管理のコストを削減することができる [6]。本学で導入しているプライベートクラウドの概要を図 1 に示す。データセンターと各キャンパス間は広域イーサネットで接続され、設置 PC から利用する。大学とデータセンター間は 1Gbps の FENICS 網で接続されている。設置 PC はクラウド専用端末(シンクライアント)とデスクトップ PC(リッチクライアント)がある。さらに学生所有の Windows や Mac OS の PC(リッチクライアント)からも、必要なソフトウェアを入れることでリモート接続が可能となっている。

図.新しい教育研究システム構成図

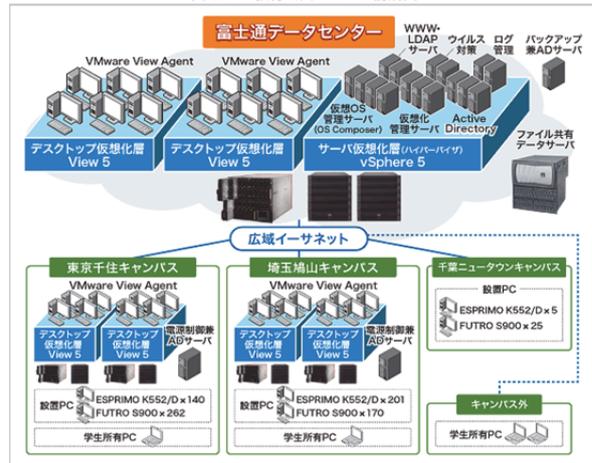


図 1 プライベートクラウドのシステム構成

Figure 1 System Structure of Private Cloud.

[http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/cases\\_tudy/tdu2012/](http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/cases_tudy/tdu2012/)より引用

## 3. シンクライアント端末の特徴

プライベートクラウド上の仮想環境を利用することを想定し、シンクライアント端末を使ってその固有の性質を探った。実用性を確認するために、以下の要件を設定した。

- 要件 1 デスクトップ上の操作がスムーズに行える。
- 要件 2 キーボードからの入力がスムーズに行える。
- 要件 3 動画の再生がスムーズに行える。
- 要件 4 エクスプローラの操作がスムーズに行える。
- 要件 5 コマンドプロンプトの操作がスムーズに行える。
- 要件 6 描画がスムーズに行える。
- 要件 7 教授者の画面が受講者から見易い。

### 3.1 シンクライアント端末を利用する授業での活用

授業は、工学部第二部電気電子工学科の「コンピュータ基礎 I」と同 II である。「コンピュータ基礎 I」はコンピュータリテラシーを学び、その内容は情報倫理ビデオの閲覧、メモ帳を使った文書入力、電子メール、web ブラウザの活用、「コンピュータシステム原理教育用シミュレータ」の活用、日本語ワープロ、表計算、プレゼンテーション、POV-Ray による 3D モデリングとレンダリング、web ページの作成、Mathematica を使った数式処理、Processing によるプログラミング入門体験、web ページコンテストの実施である。

同 II は、C 言語で手続き型プログラミングの入門を学習する。テキストエディタは TeraPad を、C コンパイラはコマンドプロンプトで gcc を使う。授業内容は、ディスプレイへの出力、キーボードからの入力、分岐、繰返し、教科書 6 章の関数までを学習する [1]。

これらの授業では、コンピュータ教室に設置されたシンクライアント端末(Fujitsu FUTRO S900)を利用する。端末の本体の様子を図 2 の赤丸の中に示す。手前にあるノート PC(Panasonic CF-S10)と比較すると、非常に小型である。



図 2 シンククライアント端末  
Figure 2 Thin client terminal.

シンククライアント端末の OS は Microsoft Windows Embedded Standard 7 である。CPU は AMD G-T44R(1.20GHz)、メモリは 2GB、ディスクや CD/DVD は付いていない。インターフェースは USB、ヘッドフォン端子、マイクイン端子が付いている。ディスプレイは 20 型ワイド(1600×900)、キーボードは OADG(109A 対応)、光学式マウスが付いている。データセンターでは VMware View 5.0 を使っている。プライベートクラウドの仮想環境では、OS は Microsoft Windows 7 Enterprise 64bit、CPU は Intel® Xeon® CPU E5-2697 v2(2.70GHz)、メモリは 6GB として動作し、ディスク容量は 1GB が与えられる。

### 3.2 プライベートクラウド導入当初の症状

プライベートクラウドの導入当初(2012 年)は、シンククライアント端末で固有の症状が確認された。一例であるが、メモ帳を起動した後、文字の大きさを変更するために、「書式」→「フォント」の順にクリックした場合、フォントに関する情報が表示するまで 30 秒程度、待たされる現象が発生した。2015 年は情報倫理ビデオ小品集 5 の閲覧を開始したが、物語編や解説編をクリックした後、再生が始まるまでに 1 分程度、待たされる現象が発生した。情報倫理デジタルビデオ小品集 5 のコンテンツのフォーマットは、MPEG-4 形式である。コンテンツの置き場所は、データセンターのファイルサーバである。これらの問題は、既に改善されている。プライベートクラウドの環境設定やネットワーク構成等が、これらの症状の原因と考えられる。

### 3.3 プライベートクラウド固有の性質

プライベートクラウドは、データセンターとシンククライアント端末の間は広域イーサネット接続されている。この性能が、プライベートクラウドに影響を与える。例えば、情報倫理ビデオ小品集 5 の閲覧は、再生が始まるとデータセンターから画面に表示されるべき情報が送られて来る。広域イーサネットの負荷状況によっては、画像が間引かれ、

画質が低下する。音声は比較的クリアであった。画質を確保するための対策として、授業では教授者が図 2 に示したノート PC を持ち込んで有線 LAN に接続し、アクセスした動画コンテンツを、教室内のプロジェクタやモニタ等に表示して全員が同じ動画を閲覧することで対処した。プログラミング入門体験の授業内容では、Processing を利用する。マウスの操作によって円を描画するプログラムは、素早いマウスの移動に追従できなくなると画像が間引かれる。Mathematica は Animate 関数を使う場合に、高速な動作では画像が間引かれる。その他、ネットワークの負荷が高まった場合、シンククライアント端末が稀にブラックアウトすることを経験している。以上の性質は、後述するリモート接続でも潜在的に発生するものと捉えておく必要がある。3 章で定義した要件 3 に関して、満足できていないことが分かった。

## 4. クラウドの仮想環境へのリモート接続

学生所有の Windows や Mac OS の PC は、接続のためのソフトウェアをインストールすることによって、仮想環境にリモート接続できる。これらの接続について述べる。

### 4.1 Windows からのリモート接続

本学の総合メディアセンターでは、Windows の PC に TCAgent と VMware Horizon View Client をインストールし、必要なログイン処理を行うとプライベートクラウドのデスクトップを表示できる。この様子を図 3 に示す。TCAgent は VMware の仮想環境の前段にあるキャンパスクラウドに接続し、リソース管理を行う。仮想環境のリソースをユーザが必要な時間だけ予約して利用したり、PC 教室にリソースを優先的に配分するなどの運用が可能になる予定である。

クライアントに使用したノート PC は IBM の T60 である。10 年近くコンピュータプログラミング等の授業で使ってきた。図 3 の左上のウィンドウは T60 のシステムのプロパティ、右下が仮想環境のシステムのプロパティである。

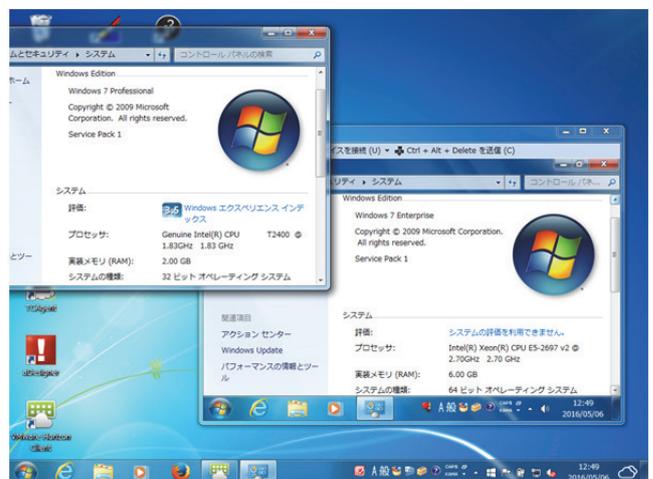


図 3 Windows からのリモート接続  
Figure 3 Remote connection with windows PC.

T60 の OS は Windows 7 Professional 32bit, CPU は Genuine Intel® CPU T2400(1.83GHz), メモリは 2GB である。一方, プライベートクラウドの OS は Microsoft Windows 7 Enterprise 64bit, CPU は Intel® Xeon® CPU E5-2697 v2(2.70GHz), メモリは 6GB であることが分かる。T60 は, クラウドの端末になった瞬間, 高性能な PC に置き換わる。

#### 4.2 Mac からのリモート接続

Mac は VMware Horizon Client をインストールし, 必要なログイン処理を行うと, プライベートクラウドのデスクトップを表示できる。手元にあった MacBook Air で試した。OS は OS X (オーエス テン) El Capitan 10.11.4, CPU は Intel® Core i7 (1.8GHz), メモリは 4GB である。OS X のウィンドウに Windows 7 のデスクトップが表示された様子を図 4 に示す。プライベートクラウドのシステムプロパティは, Windows からリモート接続を行った場合と同じである。フルスクリーンで表示すると, Mac が Windows に置き換わる。なお, Windows の Ctrl + C (コピー), Ctrl + X (切り取り), Ctrl + V (貼り付け), Ctrl + Z (やり直し) の操作は, Ctrl キーの代わりに command キーを使う必要がある。右クリックは,トラックパッドを 2 本指でタップすると行える。

### 5. iPad の活用

iPad に関しても VMware Horizon Client をインストールし, 必要なログイン処理を行うと, プライベートクラウドのデスクトップを表示できる。VMware Horizon Client は, App Store から無料で入手できる。しかし, 本学のプライベートクラウドは, ライセンス費用の問題で iPad からのリモート接続が許可されていない。次のシステム更新が 2018 年に予定されており, ここで実現される見通しである。

#### 5.1 ノート PC へのリモート接続

iPad から仮想環境へリモート接続を行えるようになった場合に備えて, どのような問題が発生するのかを事前に調査しておきたい。そこで考えた方法は, リモート接続先を Windows が動作するノート PC にすることである。接続先のノート PC は, 手元にあった Panasonic の CF-AX2 を使った。OS は Windows 10 Education 64bit である。CPU は Intel® Core(TM) i5-3427U CPU (2.30GHz), メモリは 8GB である。プライベートクラウドのシステムプロパティと比較すると, CPU の性能は Intel® Xeon® CPU E5-2697 v2(2.70GHz) よりも低下するが, メモリは 6GB よりも多い。CF-AX2 はリモートデスクトップの接続を許可する設定を行い, 居室の有線 LAN に接続しグローバルアドレスを割り当てた。学内では無線 LAN でノート PC をリモート接続することは制限されているようで, このような接続となった。以上の環境で, 擬似的に仮想環境を実現できていると考えている。

クライアントの iPad は, Air 2 Wi-Fi モデルである。最大の魅力はその大きさにある。高さ 240mm, 幅 169.5 mm, 厚さ 6.1mm, 重量 437g で, B5 サイズよりも一回り小さい。



図 4 Mac OS からのリモート接続

Figure 4 Remote connection with Mac OS PC.



図 5 コンピュータプログラミングでの iPad の試用

Figure 5 Using iPad for Computer programming.

メインチップは 64 ビットの A8X, ディスプレイは 9.7 型(2048×1536)である。VMware Horizon Client の代わりに RD Client をインストールした。RD Client は, App Store から無料で入手できる。「コンピュータプログラミング A」, 同 B の授業で使用する教室の教卓に iPad を置き, ディスプレイの映像をプロジェクタへ投影した様子を図 5 に示す。

#### 5.2 Windows 7 と Windows 10 の違い

iPad のタッチ操作の反応は, 接続先が Windows 7 の場合と Windows 10 では異なる。Windows 7 ではタッチ操作は, デスクトップのマウスに対して相対的な関係になる[7]。一方, Windows 10 の場合は, デスクトップを直接操作できる[8]。操作性に関しては, Windows 10 との相性が良い。以下の説明では, Windows 10 を対象に述べる。

#### 5.3 キーボードの操作

iPad のキー入力は, オンスクリーンキーボードを使う。半角文字は, オンスクリーンキーボードから直接入力できるが, 漢字の入力はオンスクリーンキーボードから Windows 10 のマイクロソフト IME を利用しようとしても, 上手く機能しなかった。通常 IME では「ひらがな」の状態

でローマ字を入力すると読みがひらがなで表示され、スペースキーを押すと漢字に変換できる。さらにスペースキーを押すと次の変換候補が表示される。

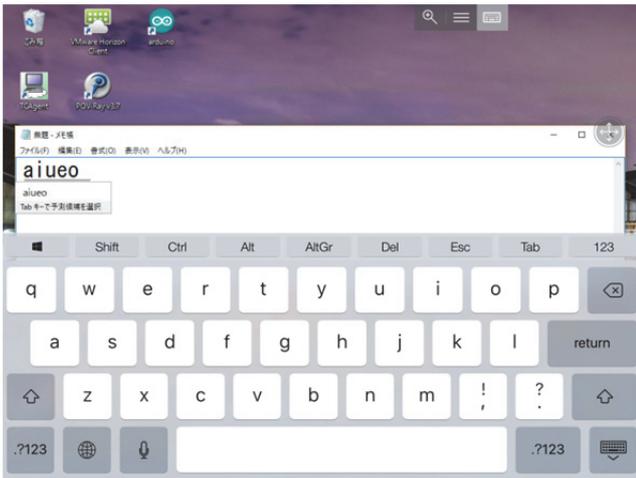


図 6 マイクロソフト IME によるカナ漢字変換  
Figure 6 Kana-Kanji translation by Microsoft IME.



図 7 iPad によるカナ漢字変換  
Figure 7 Kana-Kanji translation by iPad.

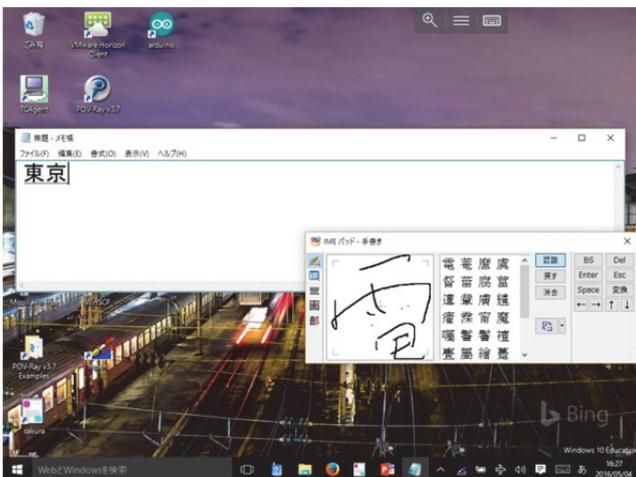


図 8 IME パッドによる漢字入力  
Figure 8 Kanji input by IME Pad.

しかしオンスクリーンキーボードでは、ローマ字で入力した半角文字が表示されるだけで読みが表示されない。さらにスペースキーを押しても半角のスペースが入力されるだけである。この様子を図 6 に示す。したがって、漢字は iPad のカナ漢字変換機能を利用して入力する。オンスクリーンキーボードの変換モードを「日本語ローマ字」に切り換え、ローマ字を入力するとその候補が iPad のタッチパネルに表示される。この様子を図 7 に示す。その後、目的の漢字等にタッチすると文字が入力される。

IME パッドを使った手書き入力は、iPad との親和性が良かった。文字を指で描くだけで候補となる文字が表示され、マウスで描くことと比べれば、格段に操作性が良い。この様子を図 8 に示す。カナ漢字変換が難しい文字を表示するときに便利である。

## 6. 「コンピュータプログラミング A」での試用

5.1 節で提案した方法によって iPad がどの程度実用的であるかを探るために、2015 年 10 月 5 日の「コンピュータプログラミング A」の授業から iPad を教授者の教具として試用することを開始した。その後、同 B でも継続して活用している。

### 6.1 プログラムの入力

プログラム言語は Java を、テキストエディタは「サクラエディタ」を使い、コマンドプロンプトでコンパイルと実行を行う。iPad の表示を教室内のプロジェクターに投影したところ、発色が良く綺麗であった。キーボードの操作はスムーズに行え、要件 2 を満足している。しかし、キー入力の操作はオンスクリーンキーボードが表示され、スクリーンの半分近くの領域がこれに占有された。この様子を図 9 に示す。教授者のオンスクリーンキーボード上の操作は受講者にとって目障りであり、要件 7 を満足できないことが分かった。

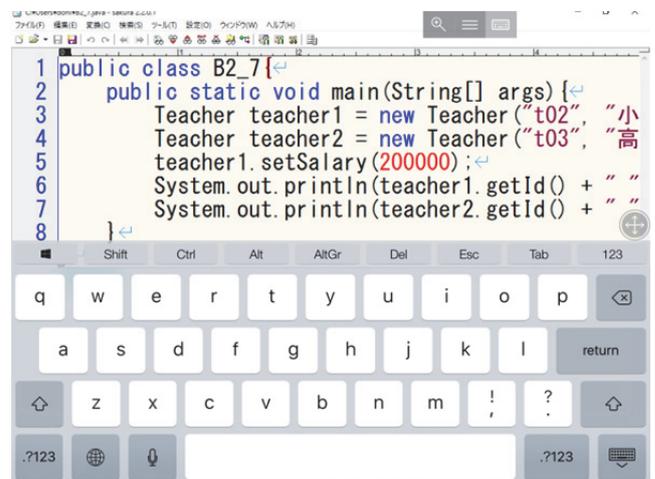


図 9 オンスクリーンキーボード  
Figure 9 On screen keyboard.

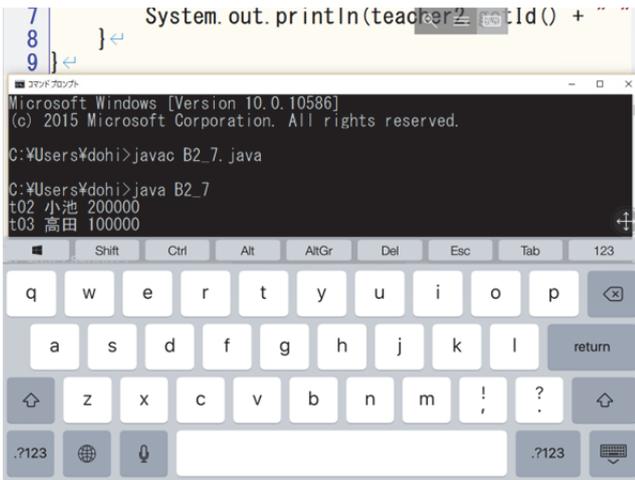


図 10 コマンドプロンプト

Figure 10 Command prompt.



図 11 コマンドの再利用

Figure 11 Reuse of command.

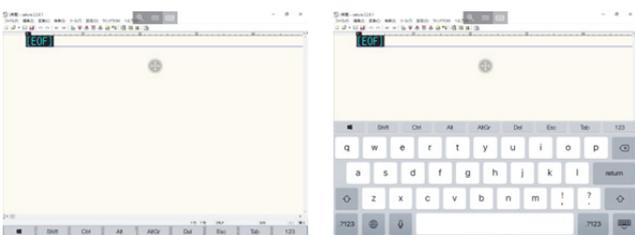


図 12 オンスクリーンキーボードの切り換え

Figure 12 Switch of the onscreen keyboard.

## 6.2 コンパイルと実行

コンパイルと実行は、コマンドプロンプトで行う。この様子を図 10 に示す。カーソル移動キー(^)を使うと、過去に入力したコマンドを再利用できる。カーソル移動キーは、オンスクリーンキーボードの右上にある「123」のキーを押す、「特殊キー」を押すと「数字キー」に変わり、カーソル移動キーが表示される。この様子を図 11 に示す。操作性は多少煩雑であるが、要件 2 と要件 5 を満足している。

## 6.3 受講者の反応

受講者の反応を知るために 2015 年 10 月 5 日の「コンピュータプログラミング A」の授業でアンケート調査を実施し、47 名の回答を得た。「iPad を使った説明は、これまでと同様に理解し易かったですか」との設問に対して、38 名(80%)が「はい」と回答した。

「iPad を使った説明は、どのような点で理解し易いですか」の設問に対して、「いつもの授業と変わった点は感じられなかったです」「画質がきれいで見やすい」「強調したい箇所をズームして見られる点」「見る側としては今までと大して変わらなかったから」「今回の授業では iPad を使うことで理解しやすくなった点は無かったと思います」等の指摘があった。授業の様子では、ズームが好評であった。

「iPad を使った説明は、逆に、どのような点で理解が難しいですか」の設問に対して、「キーボードが画面に出てきてよく見えない時がある」「キーボードで隠れてる部分が多い点」「仮想キーボードが画面の半分以上を占めてしまうため、過去に打った文字が見えなくなっていました。ただし、キーボードは使用後に消えるので、この問題はあまり大きい問題ではないと思います」「文字を打つときキーボードが出てくるところが邪魔で理解しにくかった」「入力の際 キーが画面に出てきてしまうのでスクリーンが見にくかったのと、いつもみたいにマーカーでここが重要な部分であると線が引かれてなかったことがわかりにくかった」などの指摘があった。オンスクリーンキーボードを出なくする対策と、マーカーを出せる対策が必要であることが分かった。

## 6.4 外付けキーボードによる対策

オンスクリーンキーボードの表示に対する対策は、外付けキーボードを用意した。Lightning コネクタで有線のキーボードを直接 iPad へ接続すると、オンスクリーンキーボードは表示されなくなった。しかし、プロジェクタへの出力のアダプタを介して接続すると、外付けキーボードが認識されなくなった。一例であるが、Bluetooth で接続できるキーボード、Logicool の Keys-To-Go Ultra-Portable Keyboard for iPad でプロジェクタへの出力と、オンスクリーンキーボードの表示を消すことができた。この様子を図 12 の左の図に示す。

オンスクリーンキーボードは、Shift, Ctrl 等のキーが iPad のタッチパネルの最下部 1 行に集約される。右の図に示す通り、外付けキーボードの操作でオンスクリーンキーボードを再び表示できる。iPad のカナ漢字変換時のモードの切り換えは、外付けキーボードでは上手く行かず、オンスクリーンキーボードが必要であった。

外付けキーボードでは、Ctrl + C(コピー), Ctrl + X(切り取り), Ctrl + V(貼り付け), Ctrl + Z(やり直し)等の操作が効かなかった。図 12 の左の図の状態 Ctrl をタッチした後、外付けキーボードで C, X, V, Z を押すと機能した。この点は要件 2 において少し難があるが、要件 7 は満足できた。

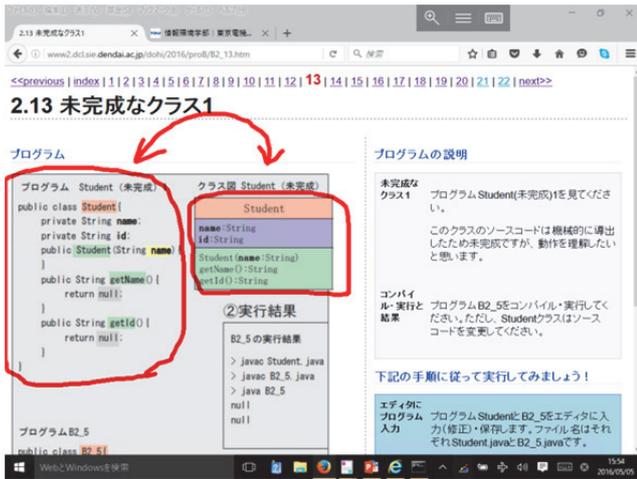


図 13 MPEN にスタイラスペンを使用

Figure 13 Using stylus pen for MPEN.

### 6.5 スタイラスペンによる対策

MPEN は、マジカル・ペンシルと言うフリーソフトである。画面をキャプチャーし、マウスやペンタブレット等で描画できる。複数のスクリーンが異なる方向を向いて設置されている教室では、受講者に対して注目すべき点や注意点を伝達するのに便利である。講義資料の説明やテキストエディタでのプログラム入力時に、注目すべき点は MPEN を使ってマーカーを表示し、強調している。この操作は指でも描けるが、微細な描画は難しい。一例であるが、Bluetooth で接続できるスタイラスペン、ワコム の Bamboo Fintline2 グレー CS600C1G を準備した。描画の様子を図 13 に示す。この図は、クラス図からソースプログラムを機械的に導出する内容である。これらは、1 対 1 に対応していることを強調した例である。ネットワークの影響を受け、滑らかな描画は難しい。ネットワークの状況によってはコマ落ちが発生し、要件 6 を満足しないこともある。

## 7. 「情報科教育法」での試用

プログラミングの授業での試用に合わせ、「情報科教育法」の授業でも iPad の試用を始めている。教科書は、オーム社の「情報科教育法」改定 2 版を使っている[9]。

### 7.1 講義資料の閲覧

授業は教科書の内容に沿ってパワーポイントに要点をまとめ、講義を行っている。スライドの表示でアニメーションの機能を使う場合は、ネットワークの負荷が高まるとコマ落ちが発生し、滑らかなには見えなかった。ディゾルブインなどの微細なアニメーションは、リモート接続には向いていないことも分かり、要件 3 を満足していない。受講者は、スライドの内容を PDF に変換した資料を閲覧しながら授業を受けており、授業自体への大きな影響はない。2 年前の受講者の中には iPad で PDF を閲覧する受講者がいたが、2016 年 4 月の授業では iPhone で PDF を閲覧する受講者が出て来た。BYOD のさらなる小型化が進行している。

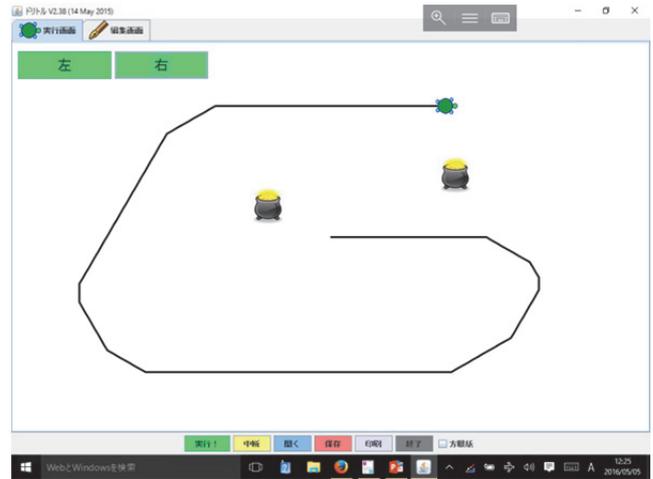


図 14 ドリトルの実行

Figure 14 Execution of Dolittle.

### 7.2 ドリトルの利用

教科書の「4 章 情報の科学的な理解の指導法」では、プログラミング言語ドリトルが取り上げられている。ゲームのプログラムが紹介されており、授業では入力の手間を省くため、「情報科教育法」の web サイトからソースプログラムをコピーし、貼り付けて試している。web サイトに表示されたプログラムは、選択する最初の部分を iPad でタップし、最後の位置までスワイプすると選択できる。一旦、指を離した後、選択範囲の中を指で長押し(マウスの右クリックに相当)すると Windows のメニューが表示され、「コピー」を選択する。ドリトルの編集ウインドウをアクティブにし、「貼り付け」ボタンをタップするとプログラムが貼り付けられる。ゲームプログラムの実行例を図 14 に示す。

この例はカメのキャラクターが登場し、実行が始まるとカメが前進する。「左」「右」のボタンをタッチするとカメが左右 30 度回転する。教科書ではトンボの絵が紹介されているが、宝物の絵に置き換えている。これにカメが接触すると、宝物が消えるプログラムである。iPad では「左」「右」のボタンをタップすると反応し、たいへん操作性が良い。何度か実行を試す中で、カメが一瞬停止し、しばらくすると少し離れた場所からカメが出現するワープの様な現象が見られた。ネットワークの状況によって表示すべき情報が途切れたことが原因と考えられ、要件 3 を満足できないことが発生することが分かった。

### 7.3 PEN の利用

教科書の「6 章 アルゴリズムとプログラミングの指導法」では、PEN が取り上げられている。素数を求める実行例の様子を図 15 に示す。ドリトル同様に、プログラムはコピーして貼り付けた。プログラムを実行すると、どこが実行されているのかが赤い丸で表示される。プログラムの実行にしたがって、実行結果の出力と、変数の値の様子が表示される。ドリトルと同様に、ネットワークの状況によって、要件 3 を満足できないことが発生することが分かった。

