

西オーストラリアとシンガポールの ICT 教育と 慶應義塾普通部でのコンピュータ教育の実践

慶應義塾普通部 荒川 昭 (Akira Arakawa)

Keio Futsubu School

芝浦工業大学・工学部 牧下 英世 (Hideyo Makishita)

College of Engineering

Shibaura Institute of Technology

1 はじめに

本稿では、筆者が普通部でこれまで取り組んできた (1) プログラミング教育, (2) 数学教育での活用, (3) インターネット利用 100 校プロジェクト, (4) 文部科学省のプロジェクト, (5) タブレットを利用する教育, および, ICT の教育利用に関する国際比較の観点から, コルベカソリックカレッジ (西オーストラリア) とシンガポールでの ICT 教育を視察して得られた知見につき紹介する.

2 普通部で取り組んできたこと

2.1 大型計算機を利用した中学生へのプログラミング教育 (1986 年～)

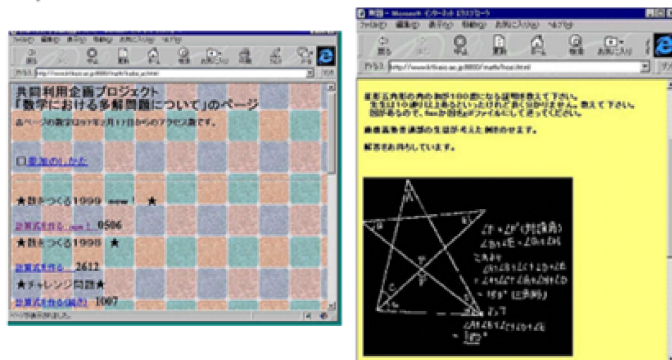
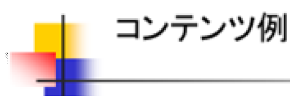
普通部生に対し, 中学時代にプログラミングを体験させるため, Fortran 言語を用い, 慶應大学の計算機センターで穿孔機によりパンチカードを穿孔させて実施した. アカウは大学に申請した. 数学の授業約 5~7 時間を使い, アルゴリズムの意味とプログラムの例についてプリントを配布して解説した後, それを参考に「自作のプログラム作り」をさせてレポートを提出させた. 当時はパソコンが家庭にない生徒も多く, 「コンピュータは便利そうだけど何をしてくれるのかわからない」という感想が多かった. 取り組みは熱心で, RPG のようなゲームや, 2 次方程式を解の公式で解くプログラムを作る生徒もいた. その後, 学校にコンピュータ教室ができて, Fortran, Pascal, Basic の 3 つの言語を違う学年で学ばせた時期もあった. 課題は数学に関連したものであった.

2.2 数学教育での活用

コンピュータ教室ができてから Basic 言語によるプログラミングを継続し, 数学の授業でも, 整数の約数・公倍数・素数の単元や, 関数のグラフ描画などで利用した. 生徒はプログラムのどの命令によって何が行われるか学んでいるので, $y = (x - 1)^2 + 3$ のグラフをかくときも, プログラムの意味を理解しつつグラフの移動を学習できている.

2.3 インターネットの教育利用100校プロジェクト（2000年ごろ）

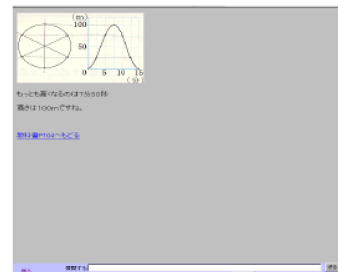
コンピュータの数学教育での活用を考える中で、インターネットの100校プロジェクトが始まった。先進校から普及していくことを企図したプロジェクトである。普通部も積極的に参加したが、当初はモデムでの接続で回線が非常に細かったので、活動は文字ベースで、後に絵が貼り付けられるようになった。主な取り組みは、「数学の多解問題」における、1997から $1+9+9+7=26$ を与えるように、



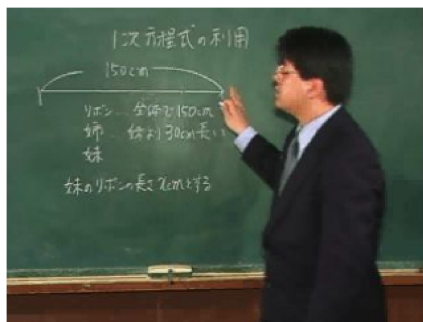
各桁の数字から与えられた数を作るための数式を求める問題や、星形五角形の先端の角度の和が180度になることの証明などで、数学は必要かどうかを理由をつけて答えてもらったこともある。生徒の多くは数学の問題は答えが1つだと思っているので、インターネットに複数解答がある問題を掲示して解を募集し、掲示板に書き込めるようにした。いろいろな学校、個人が参加し有意義だったが、このような活動はプロジェクトベースで、通常の授業とは離れてしまう面が否めない。

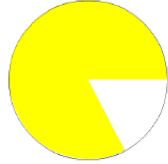
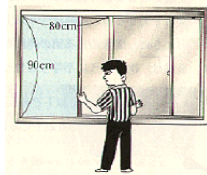
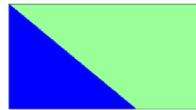
2.4 SFCの大学院での研究と文部科学省のプロジェクト

プロジェクトベースではなく授業でインターネットを使えないかという思いから、慶應大学湘南藤沢キャンパスの大学院デジタルメディア研究科で「授業のデジタル化の



研究」をおこなった。その頃、文部科学省のプロジェクト「中学校数学デジタル教材コンソーシアム」を実施できたので、平常授業で使えるデジタルコンテンツの開発や要件についての考察などを行い、ビデオ実写によるコンテンツ（写真）、音声やflashを利用したアニメーションなどを作成した。





問1 右の図のような窓があります。
この窓をあけていくとき、開けた部分の横の長さにと
もなって変わる量は何ですか。いろいろあげなさい。

解答 変わる量 変わる量 長方形 変わる量 三角形 変わる量 円

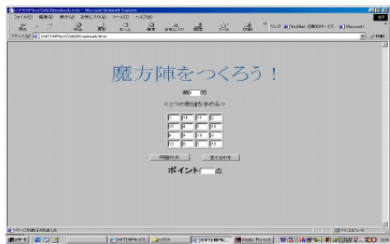


問2 右の図の立方体を、2点A、Cを通るいろいろな平面で切ります。
切り口はどんな図形になりますか。

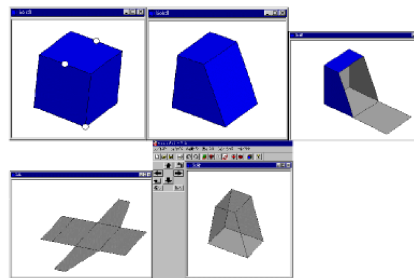
解答1 矩形 解答2 矩形

問2 問2で、3点A、C、Fを通る平面で切ったとき、次の問いに答えなさい。
(1) AF=ACであることを説明しなさい。
(2) 切り口は、どんな図形になりますか。
(3) ∠ACFは何度ですか。

解答(1)
解答(2)
解答(3)

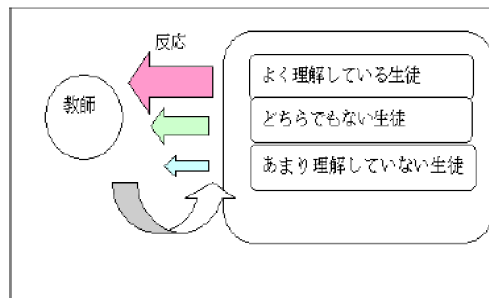
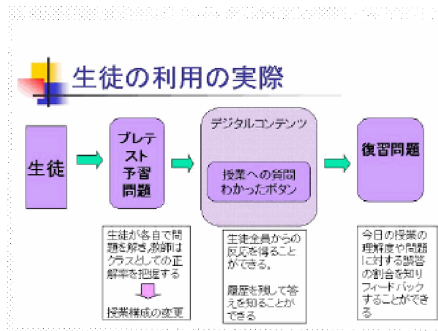


別の疑問例



このようなソフト開発は容易でなければいけないので、Javascript, 画面キャプチャーなどを利用し、現場の教員が利用できるよう、あまり作りこまない形で開発した。

インターネットの利点はコミュニケーションのための利用にあると考え、コミュニケーションツールも開発した。教師1対生徒40では密なコミュニケーションは無理で、あまり理解していない生徒からの反応は少ない。そうした生徒のために、下図の「生徒の層別コミュニケーションのモデル」を作った。これにより、生徒の個人履歴を見たり、理解力をモニタリングしたり、間違いやすい問題を分析したりできる。詳細は以下の通りである。



2.4.1 授業前のコミュニケーション

授業時のクラス集団の認識を目的とし、プレテスト機能を持たせた。

- (1) 生徒に問題が提示され、その問題に1度だけ解答を送ることができる。教員はクラスの解答率、正解率、個人履歴を見ることができる。
- (2) 既習事項の上に積み重ねる学習が多いので、生徒の前提事項の理解度を教員が知ってから授業することはとても大切である。基礎知識の足りない生徒を識別し、指導に役立てる。また、クラスの既習事項に対する理解度から本時の授業デザインを決定する。



問題	タイプ別	問題	答え	正解率	割合
問題1	問1	1. 次の2つの量x, yで、反比例の関係になっているものはどれですか。 (1) 6mのリボンをx人で等分したときの1人分がym (2) 円の半径がxcmと直径ycm (3) 1日の量の長さx時間と夜の長さy時間 (4) 円の直径xcmと円周の長さycm (5) 面積50cm ² の三角形の底xcmと高さycm (6) 40人学級の出席者と欠席者x人 答えは半角で、2つあるときは1,2のようにカンマをいれてください。	1,5	83.5%	83.0%
	問2	1. 次の2つの量x, yで、比例(正比例)の関係になっているものはどれですか。 (1) 6mのリボンをx人で等分したときの1人分がym (2) 円の半径がxcmと直径ycm (3) 1日の量の長さx時間と夜の長さy時間 (4) 円の直径xcmと円周の長さycm (5) 面積50cm ² の三角形の底xcmと高さycm (6) 40人学級の出席者と欠席者x人 答えは半角で、2つあるときは1,2のようにカンマをいれてください。	2,4	42.1%	41.7%
問題2	佐々	問1	—	—	—
	問2	—	—	—	—
	問3	—	—	—	—
	問4	×(2)	—	—	—
	問5	—	—	—	—
	三倉	問1	—	—	—
	問2	—	—	—	—
	問3	×(1),(5)	—	—	—
	問4	×(2),(4)	—	—	—
	問5	—	—	—	—
三田	問1	—	—	—	
問2	—	—	—	—	
問3	—	—	—	—	
問4	×(2), (4)	—	—	—	
問5	—	—	—	—	
小坂	問1	—	—	—	
問2	⊙1,5	—	—	—	
問3	⊙2,4	—	—	—	
小村	問1	—	—	—	
問2	⊙1,5	—	—	—	
問3	×2,4	—	—	—	
問4	—	—	—	—	

問題・回答および回答率・正解率一覧（左） 個々の生徒の解答・正誤判定（右）

2.4.2 授業中のコミュニケーション

生徒の授業進捗の確認を目的とし、以下の機能を持たせた。

- (1) わかったボタン
 「できました」「わかりません」「ちょっとまって」の3つのボタンをクリックする。演習で答え合わせする際、生徒の進捗を知るため利用する。リセットできる。
- (2) 質問機能
 授業中に教師に質問できる。

2.4.3 授業後のコミュニケーション

理解度の確認と問題演習の場としての利用を目的とし、復習機能を持たせた。

- (1) 問題が提示され回答を入力できる。主な回答をグルーピングし、解答数や率の表示、難易度の設定ができる。集計結果は誤答分析や授業へのフィードバックに利用できる。
- (2) 本時の授業の理解度を知るための復習機能と、単純な問題を解きあう形の2種類の意味づけとなっている。番号や難易の順に問題を選んで、30秒から1分で提示する。

ホーム 戻る 管理者グループ 管理者 荒川 昭		ホーム 管理者グループ 管理者 荒川 昭	
タイトル 表示 問題数 開放 P 1 更新		学校/クラス [keb 1a] 問題グループ [開放] 戻る	
タイトル 開放 問題文 視覚車の問題でわかるものに違さはありませんか。 1 ある 2 ない 3 どちらともいえない		アンケート 正答 : 1 答え 人数 割合 5 3人 23.0 % 2 2人 15.3 % 1 2人 15.3 % 3 2人 15.3 % 0 1人 7.69 %	
表示例 開放 視覚車の問題でわかるものに違さはありませんか。1 ある 2 ない		立方体の切断 正答 : 2.4 答え 人数 割合 2.4 2人 22.2 % 2.4 1人 11.1 % 2.3,4 1人 11.1 % 4 1人 11.1 % 42 1人 11.1 %	
正答 0 難易度 F0 数値で入力。値が小さいほど易しく、大きいほど難しい			
更新			

2.4.4 生徒へのアンケートと課題

このようなツールを授業で利用し、生徒にアンケートをとったが、全体として好評であった。一方で、いろいろな課題も出てきた。まず場所の制約である。全授業をコンピュータ教室で行うのには無理がある。また、内容の自由度の問題もあった。文部科学省のプロジェクトの後、教科書会社で教員がプロジェクターにより

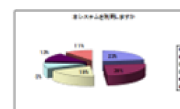
生徒のアンケートから

良い点111件記述

- ・わかりやすい 38件
- ・面白い 21件
- ・図や動画がよい 25件
- ・自分のペース 8件
- ・質問しやすい 6件
- ・使いやすい・家でも利用できる・音声

悪い点60件記述

- ・動きが遅い 13件
- ・うまく使えない 7件
- ・目が疲れる 5件
- ・入力などが面倒 6件
- ・使える人との差2件



提示する形のデジタル教科書の作成が始まったが、教科書という制約上自由にコンテンツを作れず、教科書を拡大して提示するだけのものが多くて、自由な授業展開が難しかった。flash や Java を利用し、図形を動かして提示する機能も組み込んだが、プロジェクターを利用するために教室を暗くする必要があったり、スクリーンのせいで黒板が使えなかったり、生徒の考えを全員に見せるのが困難などの問題が発生してきた。

2.5 タブレットの利用により改善されること

近年ではインターネットの環境が改善され、生徒の活動内容を教師のタブレットで見られるようになった。また、ノートパソコンと比べ、タブレットは価格や携帯性がリーズナブルで駆動時間も長く、普通教室に人数分を持ち込んで必要な時だけ利用できる。特に iPad であれば、パソコンのようにコードをいちいち差し替えたりせずに、AppleTV を利用して生徒の画面を大型テレビに鮮明に映すことができる。「ロイロノート」による教材の配信・集計や、iPad 搭載カメラで生徒がノートに書いたことを撮影して教師に送ることも可能になった。

普通部でも 2014 年から iPad を利用した教育を考え、少しずつ実践している。その一例として、1 年数学 II の時間 (24 名程度) 3 クラスで実施した授業がある。この中では、生徒が 2 人 1 組になり、教師側が操作法をあまり教えない状態で GeoGebra を与え、三角形の五心について調べさせた。生徒の感想には以下のようなものがあった。

「スムーズに勉強できる」「集中ができ理解度が高まる」「理解が簡単にできる」

「楽しくできる」「集中できる」「面白くて熱中する」「わかりやすい」「目が悪くなる」
 「正確でわかりやすい」「慣れるまで時間がかかる」「ボタンを押すだけで楽しい」
 「楽しみながら学べる」「好奇心がすごく増し、授業のことが好きになれると思う」
 「簡単に図形がかける」「いろいろな発見がある」「友達と協力し合える」
 「作図がしやすい」「コンパスがうまく使えない人がいるのでは」
 「自分で考えることができる」「使い方がわかりやすい」「新しい感じがして面白い」
 また、教員の感想には以下のようなものがあった。

「今回は利用形態を2人に1台にしたが、お互いに話し合いながら取り組んでいて、とても良い雰囲気であった。このような使い方のほうが数学的な言語活動についてうまく取り組めると感じた。互いに話し合いながら、たとえば垂直二等分線を引きたいのだから、垂直はこうやったらできるなどと、数学の用語を使いながら、お互いの考えを話し合い、すり合わせて取り組んでいた」

「iPadが使えるということで、生徒はとても喜んでモチベーションがあがって、みな生き生きと取り組んでいた。一部の生徒はカメラの機能で他の生徒を撮影して喜んでいた」

「iPadの機能でフィルタリングがあるが、少し強いようで今回事前に予定していた、大学のサイトが見られない事態になり、予定を変更して、ソフトを利用して図形の垂直二等分線などを結ぶには同様な手順や機能を使うかをほぼ教員側からは何も説明しないで、発見するような授業をした。みんな一所懸命多く見つけようと二人で話しながら取り組んでいた。とても熱心であった」

さらに、「iPadを使った授業は普段の授業と比べてどう思いますか」と問うアンケートを実施したところ（対象者69名）、下表のような結果となった。

	強くそう思う	ややそう思う	どちらでもない	ややそう思わない	強くそう思わない	平均	備考
興味・関心	49	19	1	0	0	4.7	
集中度	30	29	6	3	0	4.2	
理解度	26	30	10	1	0	4.1	未回答 1
使うのに関して	41	16	4	2	0	4.5	未回答 1

結果から見える通り、初めての利用だったこともあって、生徒は好意的に評価した。ただし、発見的な内容が多く、理解度が他の項目に比べて多少低かった面もある。今後、継続的にアンケートとり、生徒への課題を変えながら研究したいと考えている。

3 オーストラリアとシンガポールのICT教育

3.1 コルベカレッジその他の学校でのICT利用

iPadと1on1, および21世紀型学習の導入効果と授業視察を目的に、2014年7月27日から8月3日まで、西オーストラリア・パースの諸学校を視察した。本節では、主にKolbe Catholic Collegeでの視察について報告する。他にHoly Cross College, Presbyterian Ladies' College, Aubin Grove Primary Schoolの3校で授業を見学し、Tranby College

では特徴的な学校を作るために工夫された施設を見学した。西オーストラリア州では、2006年のCatholic Education Officeの研究依頼に呼応する形で「学校教育のデジタル化」を宣言して実践を重ね、生徒と教員の全員が情報端末を所有し、ICTがすべての教育活動に浸透する環境をつくりあげている。利用目的は次の3点である。

(1) 教務のツール

出欠管理、成績管理、学校の配布資料のデジタル化（ペーパーレス化）など

(2) 教科での活用

図書館がなく、情報センターでデジタル図書（1冊10円ほど）やパソコン・iPadを貸し出すほか、ここが生徒と教員のプレゼンや意見交換の場にもなっている。

(3) 授業での活用

黒板とチョークの教授型授業をなくして、生徒自身が考えて調べる21世紀型学習を増やす。そのため、フリーソフトや、学校のサーバーでなくネット上のスペースを積極的に利用して、家庭学習の課題などを送信する。家庭ではiPadを利用してビデオ録画し、発音などの練習を音声、ビデオファイルとしてサーバーに送る。家庭学習により、授業と家庭学習とがシームレスに連携できるようになる。

西オーストラリアでは、かつて各学校に大きな予算が配分された時期があったが、インフラ導入に充てた学校と、パソコン購入に充てた学校に大きく分かれた。当時の最新式のパソコンを導入した学校では、その後の運用がうまくいかなかった。むしろ、保護者・生徒に機器の費用を負担してもらい、常に最新のデバイスを活用できるシステムが有効だったようである。コルベカレッジではiPad導入を決めた時点で個人での購入をお願いし、最低限必要なソフトやスペックなどについてwebでのwikiを作り、iPadとiPadminiのいずれかや、ケースなどは各家庭で自由に選ばせた。個人所有にすることでデバイスを大事にする意識が生まれることや、教師が使用のタイミングをコントロールすることで、うまく活用されている。図書館などで、低学年の生徒がゲームをするために集まってくる事例があったが、上級生が下級生を指導してなくなった。これは日頃からハウス制を導入していることや高校生と中学生と一緒に生活していることも理由である。もっとも、学校で規制しても家庭で自由ではデバイスがゲーム機になりかねないので、そうならないように自己コントロールできる生徒を育てるのが本質的である。

3.2 シンガポールのICT教育

2校を見学した。シンガポールは共通試験でハイスコアをとることが大事とされ、ある意味では日本の大学受験を意識した学校と共通したものがあり、全体としては西オーストラリアの方が進んでいる印象を受けた。1校では、教室にノートパソコン用の大型の充電器がある一方、黒板を利用した普通の授業も展開していた。授業時間の何分から何分までパソコンを利用すると時間は明確になっていた。外部サイトを利用して知識が定着するようにドリル形式のゲームも行っていた。もう1校では、見学に行ったクラスでは全く使わなかった。グループ学習中心で、内容は高度な印象を受けた。

4 まとめ

以上に見た通り、日本・シンガポールとオーストラリアとでは非常に対照的であるが、これをまとめると次のようになる。

1. オーストラリア (21世紀型学習)

プロジェクト型学習も含め、生徒が中心となった学習スタイルである。デバイスは家庭の負担での購入が一般的で、生徒自身が場所や時間について考え、適正に利用している。デジタル図書の利用により図書館には本を貸し出す機能がなく、発表や討論の場になっている。コンピュータは分散して配置され、生徒はIDとパスワードで自由に使える。サーバーの利用により、家庭学習との連携が図られている。

2. 日本・シンガポール (黒板、チョークを利用した教授型の学習)

生徒は黒板や先生の話を受動的にノートに写し、大事な所を暗記するスタイルである。プリントを穴埋めしたり、ドリルにより反復して覚える学習スタイルも多い。教科書、ノート、プリント以外を利用した授業は少ない。最近では電子黒板やプロジェクターの利用、電子教科書が新しい動きである。デバイスの利用については、授業中に関係ないことをするのはないかなどの心配の声がある。コンピュータ教室の利用は技術・家庭科が中心で、場所と時間が限られている。

OECDの学習到達度調査から明らかな通り、教え込む教育スタイルは新しい困難に立ち向かう世代には不向きであり、21世紀型の学習スタイルにシフトすべきである。そこには、生徒・保護者からデバイスの購入に理解を得ることや、生徒自身が今何をすべきか考えてデバイスを使わなければならないことなど、いくつかの課題があるが、オーストラリアの学校では費用・バッテリーの持ち時間・電源をいれてすぐ使える利便性などにより、ためらいなくタブレットを導入するケースが多く、ICTの教育利用は自然な流れである。残念ながら、日本の教員には新しいものを活用して授業を行う文化がなく、意識を変える必要がある。それには、筆者が修士論文「初等・中等教育の授業のデジタル化の研究」で考察した通り、インターネットを利用して家庭学習と連携し、生徒の理解度を教員が把握できるシステムや、苦手教科の学習に個人のペースで取り組めるシステムが必要である。また、iPadはiBooks Authorで作った、ビデオや確認クイズや動的コンテンツを取り入れたデジタルコンテンツを利用できるので、教科書会社によるものとは別に、授業用にカスタマイズされたコンテンツを教員が作り、サーバーにアップする努力も必要である。同時に、生徒本人が深く考える学習に結びつかないと意味がないので、適切なサーバー周辺システムを構築し、いろいろな仕掛けのある授業を生徒が体験できるようにする必要がある。その際、ShowMeというソフトで授業を配信し、生徒がレベルに応じて学習するオーストラリアの事例は参考になる。特に、学内サーバーを立てずにshowbieなどのソフトを利用し、学校外の活動を含めて学校と家庭を結んで学習をサポートしていることは特筆に値する。普通部では率先してそのようなスタイルを取り入れ、生徒の主体的な学びを引き出していきたい。