

## contents

[コラム]

「情報処理学会 会員の力を社会につなげる 研究グループ」の活動  
…寺田真敏

[解説]

「情報を『処理』する学習」への  
問い直しは成立するのか？  
…苅宿俊文

[解説]

ゲームを題材にした情報科学  
授業の事例報告  
…長瀧寛之

基  
般 Column「情報処理学会 会員の力を社会につなげる  
研究グループ」の活動

「情報処理学会 会員の力を社会につなげる 研究グループ」という名前を聞いて、この研究グループはどんな活動をするのだろうと気になった方もいることでしょう。

本研究グループは、2011年12月27日に公開された『情報処理学会 教育ビジョン 2011』に記載されている、「教育に携わる諸部門とのさまざまな形での協働の推進に努めます」を実践する場として、2012年2月に立ち上げられました。具体的には、「小中高の情報の授業に際して助言や補助を必要とする先生をお手伝いしたいと思ったことはありませんか？」などのニーズに応えられる環境や仕組みの試行を通して、協働の場を整備していこうというものです。簡単に言えば、問題解決のための協働の場を企画して実践するという、イベント企画型の研究グループです。ただ、これまでの活動実績は、教科情報を担当されている高校の先生へのヒアリング会合2回、このヒアリング会合から始まった企画イベント1回にとどまっています。ここでは、初企画イベントである“東大での『一般情報教育』を体験しよう～情報科学入門—Rubyを使って学ぶ”について触れたいと思います。

初企画イベント開催は、日ごろ困っていることを意見交換するヒアリング会合（2012年5月22日）の中で、「大学でのしっかりした情報の授業を聴きたい」という声がかっかけとなりました。この声に応えてくれたのが、東京大学の萩谷昌己先生、東京都高等学校情報教育研究会の小原格先生、情報処理教育委員会の皆さんです。そこからは、あれよあれよという間に、2012年7月30日～31日、東京大学駒場キャンパス情報教育棟での“東大での『一般情報教育』を体験しよう”を開催することが決まり、当日は、三重、大阪、愛知など遠方も含め、計38名の高校の先生が参加する、初回としては大成功といえる教育イベントとなりました。来年も、同様なイベントを企画したいと考えていますので、ご興味を持たれた方は、ご連絡ください。

日ごろ困っているちょっとした問題を、情報処理学会の皆さんの力をお借りして解決する活動は始まったばかりで、まだまだ手探り、試行錯誤を続けながら活動をしています。次に計画している企画は、高校の情報の先生を目指している学生さんを、高校の先生、大学の先生とともに皆で応援していこうというものです。

もしよろしければ、一緒に、新しい取り組みをしてみませんか？

寺田真敏 ((株) 日立製作所)

# 「情報を『処理』する学習」への 問い直しは成立するのか？

荻宿俊文

青山学院大学

## 1992年とは

この情報処理学会誌「ぺた語義」の2012年の3月号をみると、情報システム総研の児玉公信氏が「情報教育をめぐる：「荻宿実践」と「近藤実践」の意味すること」という文章をコラムに寄せている。そこでは「荻宿実践」「近藤実践」ともに、コンピュータは児童の学びの「触媒」「増幅器」であり、手段であって目的ではないことが紹介されている。

そして、小学生にプログラミングを指導すべきか否かという議論がまだあることに現在の学校現場を知っている者として驚き、その議論の背景にある「情報を『処理』する学習」そのものへの吟味というか、問い直しに興味を持った。

「ぺた語義」で採り上げられている「荻宿実践」は1992年度の実践である。

1992年といえば、コンピュータが学校に導入されてきた時期(表-1)である。1992年度の文部省(当時はまだ文部科学省ではない)の調査では、高校で99%、中学校で60%、小学校で65%にコンピュータが導入されていると言われた時代であり(図-1)、学校でインターネットの活用が始まる端緒となった

総理大臣 宮澤喜一
文部大臣 鳩山邦夫
東海道新幹線「のぞみ」が運転開始
バルセロナオリンピック開催
小学校では新学力観に基づく「個性重視の教育」
公立学校は9月からは第2土曜日が休日となった

表-1 1992年の主な出来事

「インターネット100校プロジェクト」は1994年がスタートの年で、世の中にはまだインターネットの存在感はなく、パソコン通信の時代であった。

当時のコンピュータ担当の小学校教員はBASIC言語を研修し、そのBASIC言語を駆使して、プログラム学習と言われた分岐型の学習コースウェアの教材を100時間や200時間かけて作り、その「作品」を子どもたちは45分で消費していき、教師はその場で何もせず、コンピュータのお世話をするということが何の疑いもなく取り組まれていた。

CAI (Computer Aided Instruction) 教育と言われていたコンピュータが主役の実践が主流だったのが1992年である。

## 荻宿実践は何をしていたのか

荻宿実践として1992年度に取り組んでいたことは、小学校6年生のクラスの学習キーワードを「みつめる」というものに設定していた。これは学校で習うことを「みつめる」ことで自分のこだわりを作っていく、そのこだわりから習ったことを「自分ごと」にしていきかけたからである。また、「なぜ、学

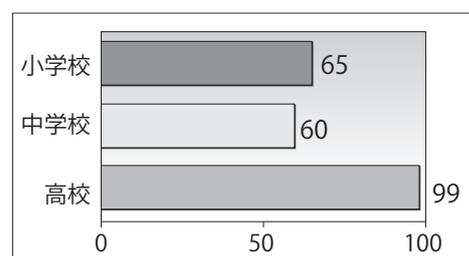


図-1 コンピュータの導入率

習するのか？」という問いを節目ごとにクラスの子どもたちと考えていた。子どもたちが真剣に話し合うと「将来、困るから」「社会人として生きていくため」という遠い将来への準備として捉えている。授業者の私はそれだけではなく、おもしろいから学習するという今のこととしての価値観も入れていきたいと考えていた。

なぜ、そんな小難しい面倒なことをしていたかという、実は、実践の対象だったクラスはそれまで課題のあるクラスだったこともあり、子どもたちに学習への意欲そのものが育っていなかったからだ。つまり、知ることがおもしろい、分かることが楽しい、分かち合うことが素晴らしいということや教室という場で経験してほしい「知的な好奇心」や「学習内容と社会との結びつきによる納得感」が子どもたちに垣間見られなかったからである。

だから、授業では、採り上げる学習内容とそれに連なる「社会」に存在するものとの因果関係、そこに埋め込まれている社会的文化や先人が見出した知識の必然性等をいろいろな形で、子どもたちの存在と結び付けようとした。学習を自分の生きている世界の出来事＝自分ごとにしていかなければ、すぐに「(勉強を)やらされている存在」になって自分で考えることを避けようとしてしまっていたからである。そこには、自ら進んで、分からない子、できない子に成ってでも、納得感のない競争や社会から求められている存在になる準備から解放されていきたいという姿がある。

この「(自分の生きている世界にあるものには存在する)必然性」に気づくことが「納得感」を呼び、自分と出会うものに埋め込まれている「必然性」の有りように驚かされたり、感心させられたりすることが「知ることがおもしろいことであり、分かることが楽しいこと」なのだ。そして、自分が知ったことや分かったことを認めてくれる、分かってくれる存在としてクラスという共同体があり、そこで「分かち合うことが素晴らしい」と気づいていくと本気で考え、実践していた。

そのため、よく学校周辺のフィールドワークをした。「(自分の生きている世界にあるものには存在す

る)必然性」に気づくことが重要なので、生きている世界＝社会であればどこでも「おもしろさを知る」きっかけは満ち溢れていた。

「こだわり地図」という実践として、地域を歩きながら、自分が気になったもの、興味を持ったものを見つけて、そこになぜこうなっているのだろう、これは何だろうという自分のこだわりを持たせていった。この実践では、「なぜ、近所に猫が多いところがあるのだろう」「どうしてマンホールから水があふれ出たのだろう」「消火器は、なぜ町のあちこちに設置されているのだろう」など、子どもの目線から見てきた疑問をきっかけに、家族や地域の人から話を聞いたりして、大人たちをも巻き込みながら、「こだわり地図」を作っていた。

菟宿実践では子どもたちを「自分自身の学んだことを(自分を含めた)人に伝えるための語り部< story teller >」として位置づけていたので、子どもたちの取り組んでいる「学びのプロセス」を記録し、さまざまな編集をすることなど「プロセスの作品化」は非常に重要なことであった。その「プロセスの作品化」の道具としてコンピュータを位置づけた。そのため、1人1台のコンピュータが必要であり、それを貸与してくれるということで「菟宿実践」と呼ばれる1年間学校や家庭で自由に使わせるという実験的な教育実践が始まった。「菟宿実践」は、一貫して小学校でのコンピュータの位置づけは、方法や手段であって目的ではないとしている。学習の道具として見たときに、それまでの道具とは異なる、「おもしろいこと」ができそうな道具としてその可能性を見ていた。これはコンピュータを軽く扱っているわけではない。コンピュータは文明の大きな転換点をもたらしたことは事実であり、それによって大きく変化した世界を私たちは生きていく必要があることも変わらない。

1992年当時は、「総合的な学習の時間」のような便利な時間がなく、これらのフィールドワークの時間は、社会科、国語科、理科、家庭科等を中心としたいくつかの科目の授業時間を集めた「合科授業」ということで位置づけていた。子どもたちには「合科」では味気ないので、「地図づくりの時間」等と紹介していた。これらの合科授業が後年「分かる」「出会う」

「伝える」「自分の言葉」などに分化していった。

## 「情報を『処理』する学習」への問い直し

この見出しは、今から16年前に大岩たちが調査から導きだしていたものである。

大岩たちは1996年に実施した、中学校技術家庭科「情報基礎」の現状に関する調査で、「情報基礎」を受けた中学生はコンピュータを使いこなしたいという意欲が高いとしている。しかし、時間や施設の未整備で意欲が活かされていないという現状を紹介している。まとめとして、次のように述べている。

意欲は高いが、具体的にコンピュータを使って何がしたいか、というビジョンは持っていないというのが中学生像であるということが分かった。それはひとえに、コンピュータをどういう場で使えるものなのか、どういうふうに便利に役立てるものなのか、というものについて授業を通して生徒が実感できていないことが起因している。

さらに、大岩は

情報活用能力を養うことが目標とされていても、情報を『処理』する能力ばかりに重点がおかれている。ともしている。

このまとめにある意欲は高いがビジョンがないというのは中学生の責任ではない、担当の教師の責任だけでもない。ビジョンを示すことができなかったことは、さまざまな関係者が反省すべきことなのだろう。情報処理学会でも、この小学生からのプログラミングの指導の是非だけではなく、大岩たちの示した問いへの回答はいろいろと用意されてきたのだろう。

しかし、現実を見ると、少なくとも、小学生のときに学んだプログラミング言語が大人になったときに役に立つことはきわめてまれだろう。そのことは、情報基礎で指導していたBASIC言語で明らかではなく、プログラミング言語を習うことで論理性が磨かれるという効果もあるだろう。それよりも日本語の論理性を磨いた方が賢明である。

今の小学生が大人になったときに就く仕事のうち65%が今この世にない仕事であるというレポー

トが雑誌に登場している昨今である。その上、あと50年も経てば、日本の人口は9,000万人を割り込むことが予想され、そのうち半数は65歳以上であると約束されている。そして、この50年で人口の1/4以上がいなくなる間に、多くの外国籍の労働者が日本に暮らすようになり、日本も多国籍の国になっていこうとしている。そこには見通しのきかない不安がつきまとう。

これから迎える社会は、これまでの50年をこれからの50年として繰り返せない。つまり、親の世代の生き方を子どもの世代が繰り返せない状況に直面していく。そして、現在、学校教育では、経済格差が学力格差を生み出し、この格差を受験システムが再生産していき、格差社会の公教育では、早期の学習に対する意欲の喪失が生成される一方、ハイパーメリトクラシーと呼ばれる高い能力を求めていく社会に教えていることと求められていることのミスマッチに苦しむことになることも考えられている。

これらのことはすでに始まっている。2012年度の東京都の小学校教員採用見込み人数は3,135人であるのに対して、秋田県の小学校教員の採用は25人である。若手ばかりで不安定さが増す教育現場と教員の平均年齢が40歳代後半という教育現場が現実化している。

このような教育現場の緊張感のある状況を踏まえて、改めていいたいことは、「情報を『処理』する学習」への問い直しは成立するのか？というものである。

### 参考文献

- 1) 佐伯 胖, 菊宿俊文, 佐藤 学, 吉見俊哉: コンピュータのある教室, 岩波書店(1996).
- 2) 佐藤 学: カリキュラムの批評, 世織書房(1997).
- 3) 菊宿俊文, 佐伯 胖, 佐藤 学: NHK取材班「教室にやってきた未来」, NHK出版(1993).
- 4) 坂本 旬: 「情報教育」と生活主義: 「菊宿実践」は何をもたらしたのか, 教育科学研究, No.13, pp.31-46 (July 1994).
- 5) 荒木直美, 齊藤俊則, 大岩 元: 義務教育課程における情報教育 中学校技術家庭科「情報基礎」の現状より, コンピュータと教育(1996).
- 6) 妹尾堅一郎: 新ビジネス発想塾, 週刊東洋経済(2012/10/6号). (2012年8月3日受付)

菊宿俊文 kariyado@si.aoyama.ac.jp

青山学院大学社会情報学部教授。専門は、学習環境デザイン論、学習コミュニティデザイン論。著書に「ワークショップと学び(全3巻)」(東京大学出版会)など。

# ゲームを題材にした 情報科学授業の事例報告

長瀧寛之

岡山大学

## 授業実践のコンセプト

「情報科学は自分に関係ない」「苦手だ」と思っている学習者に、履修への興味を持ってもらい、積極的な授業参加の意欲を持たせ、かつ授業を通して教養としての「情報の科学的な理解」の知識を身に付けその重要性に気付くような情報教育を実現したい。その方法として筆者は、コンピュータゲーム(テレビゲーム)の技術や歴史などの話題を切り口として、情報科学という学問の基礎を概観するというコンセプトの授業を実践している。本授業は「テレビゲームからみる情報科学概論」という名称の教養科目として、2010年度から2012年度の前期月曜1限(8:40~10:20)に所属大学にて開講した。授業計画を表-1に示す。各回に学習テーマを1つ設定し、

そのテーマに関連するゲームの具体例を紹介しつつ、その裏側にある原理や仕組みを紐解いていく、という講義スタイルである。メインターゲットは高校までに「情報の科学」の学習機会がなかった学生である。

## 授業例

本科目で実際に行った授業内容の事例をいくつか紹介する。なお本稿では授業中に提示した資料をイメージイラストで表現しているが、実際の授業では実際のゲームの映像や画像を多用しており、ゲームに馴染みが薄い学生でも知識と具体例が結び付きやすいように工夫している。

### ●情報の単位(第2回)

ゲーム中に登場する整数パラメータの最大値は、しばしば、16, 32, 255, 65535 など2のべき乗(-1)となることが多い(図-1)。なぜ最大値がこんな中途半端な数字なのだろうか? 実はコンピュータは数値を含めたあらゆる情報を“bit”単位のデータ表現に置き換えて管理しており、有限のbit数の範囲内で目一杯表現し得る組合せを考えると、これらの中途半端な最大値はむしろキリのよい数値であることが見えてくる。さらに図-1では、同

回	学習テーマ	サブタイトル
第1回	オリエンテーション, 導入講義	テレビゲームとは何か
第2回	情報の単位(ビット・バイト)	40kBで作れるゲームとは?
第3回	情報の単位(グラフィック)	ヒゲと帽子をつけた理由
第4回	ユーザインタフェース	十字ボタンという「発明」
第5回	コンピュータアーキテクチャ	ゲーム機の変遷
第6回	アルゴリズム	“ジャンプ”は意外と難しい
第7回	プログラミング	裏技が生まれる要因
第8回	ソフトウェア工学	テレビゲームの開発体制
第9回	データ圧縮/情報論	カタカナ20文字で描く世界
第10回	ネットワーク	ゲームと通信の関係
第11回	情報と社会	ゲームの著作権はどこまで?
第12回	情報科学研究	ゲームの進化の方向性
第13回	テレビゲーム研究	エデュテイメントからシリアスゲームへ
第14回	補足話題	(ゲームのさまざまな技術的話題)
第15回	総まとめ	

表-1 「テレビゲームからみる情報科学概論」授業計画



図-1 ゲーム中に登場する数値の例

じ 8bit の情報でも、左側の「最大 HP」は 0 ~ 255 の範囲の整数値として使っているため最大値は 255、右側はプレイヤー識別 ID として利用している (1 人目 ~ 256 人目) ため最大値が 256 になる。つまり同じ bit 列であっても、それがどういった情報に結び付くかで意味するものが異なってくる事例である。

この回の授業に対する学生からの反応で注目すべき点は、「高校の情報の授業でなぜ 2 進法を学ばされたのか、今回の講義で理解できた」という回答が少なくなかった点である。事実や手法は習うがその根本の意味を知らないまま、という情報教育の現状が垣間見られる。

### ● 入出力装置 (第 3, 4 回)

第 3 回はゲームグラフィックの、第 4 回はゲームコントローラの歴史的な流れを追いつつ、映像表現技術やユーザインタフェース論の基礎的な解説を行う。いずれも情報科学としてはかなり応用的な知識になるが、直接目に見える入出力装置の話だけに学生の授業への抵抗感が少ない。また画像の情報量やボタンの組合せ数を問うテストを実施する (図-2) ことで、bit の概念でつまづきかけた学生に対して、

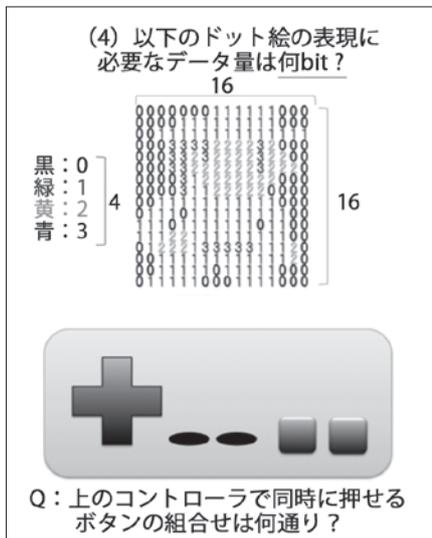


図-2 ミニテスト  
上: 第 3 回,  
下: 第 4 回

第 5 回以降のより理論的な話題に向けて復習を行うという意味合いもある。

### ● 記憶装置の役割 (第 5 回)

記憶装置の仕組みを実感するには、「Now Loading...」画面が頻出するゲームが格好の事例になる (図-3)。そもそもこの画面は何をしているのか? また「Now Loading...」の時間に影響を与える要素は何か? という疑問から、記憶装置と演算装置、さらに主記憶装置と補助記憶装置の動作の仕組みや役割の違いについて解説する。

ハードウェア寄りの話のためあまりゲーム画面を多用する講義にしにくい回だが、過去さまざまな種類のメディアが採用されてきたゲームソフトの変遷を写真で紹介することでも、最近のゲームメディアしか知らない学生にとって新鮮な話題として受け取られたようである。また、1980 年代に主流であった、電池による SRAM への電源供給でプレイデータを保持するゲームソフトの基盤 (図-4) を授業中に回覧することも行ったが、このソフトは本授業のために、中古ゲーム店にて 100 円で購入したものである。

### ● バグの裏側 (第 7 回)

スーパーマリオブラザーズ 2 (任天堂, 1986) では、ゲーム開始後すぐプレイヤーの残り人数を大量に増やせる「裏技」があるのだが、あまり増やしすぎると、その後一度ミスしただけですぐゲームオーバーになるという現象が発生する (図-5)。よく観察す

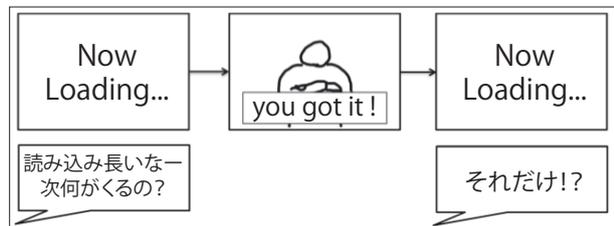


図-3 Now Loading が頻発するゲーム (イメージ)

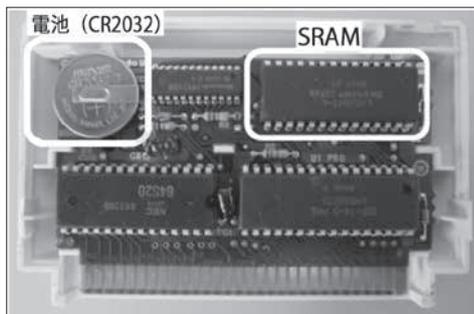


図-4 バッテリーバックアップ機能付きゲームカートリッジの基盤



図-5 残り人数を大量に増やしたゲームの挙動例

ると、「残り人数 128 人より少なければ、ミスしてもゲームオーバーにならない」ということも分かる。つまりこのゲームでは残り人数を「8bit の補数表現」で管理しており、ゲームオーバーの判定はミスした後の残り人数が 0 以下か否かでチェックしていること、その上で桁あふれを無視した加算処理を行うため、+127 を超えて加算（残り人数の増加）した場合、8bit で表現可能な範囲を超えた結果負数になってしまう、と仮定すると現象の説明がつく。ここから、コンピュータの挙動はその実行を指示するプログラムの設計が重要であること、また一見原因不明に思える不具合は、コンピュータの仕組みを理解しておけばその原因が推測でき、対応策も考えられるのだ、ということを示す。目に見える具体例として実感させることができる。

この辺りから、ゲーム好きの学生から「別のゲームのあの裏技も、今回の話に当てはめると説明がついた」「このゲームのバグは今までの話で説明がつかないが、どういう仕組みなのか」など、授業に関連するほかの具体例について質問や話題提供が寄せられるようになる。熱心なマニアも多い娯楽を題材に扱うがゆえの特徴と言える。提供された話題で特に面白い事例は、次の回の授業で紹介したり、次年度以降の授業資料に採用したりといった形で活用した。

### ● 誤り訂正符号(第 9 回)

図-4 のような電子的なデータ保存方式が普及する前、ゲームの途中経過（スコアや所持品、到達したイベントなど）を記録する仕組みは「パスワード」方式が一般的であった。パスワードはゲーム中断時に画面に表示される一見ランダムな文字列であり（図-6）、これをメモしておけば、次回そのパス



図-6 パスワード例（2行目）

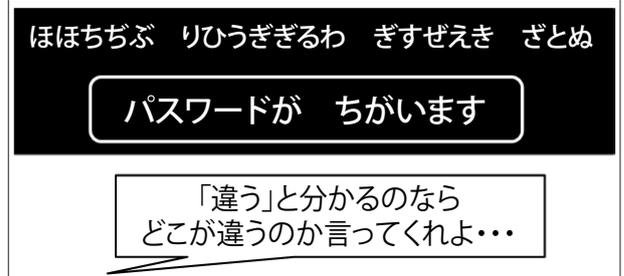


図-7 パスワード入力間違いのメッセージ

ワードを入力することで中断箇所からゲームを再開できる仕組みである。しかし入力したパスワードが間違っている場合、「パスワードが違います」などのメッセージが表示されてゲームの再開ができない（図-7）。

実はゲームというパスワードは、ゲームの途中経過を示す情報そのものをメモしやすい文字列などに置き換えたものであり、言わば人間に記憶装置の役割を持たせる方式である。さらにパスワードには誤り検出符号に相当する情報も含まれており、うっかり誤った文字列を入力してもそれを検出できるようにして、不正なデータでのゲーム再開を防ぐ仕組みになっている。図-7 で誤りを検出しながら誤り箇所を指摘しないのは、「全体として正しいか間違っているか」しか判定しない誤り検出符号を利用しているためであり、「違う」と分かっているから誤り箇所が分かっている、というわけではない。

授業後には学生から、ゲームのパスワードという体験可能な事例の中に、誤り検出という抽象的な印象を持つ理論が活用されていることに、驚きや興味を抱いたというコメントが多数寄せられた。

### ● 情報モラル(第 11 回)

テレビゲームと社会のかかわりにおける一例として、ゲームの不正コピー問題とそれに対するゲーム業界の技術的対策や法的整備の歴史を、プログラムに著作権がなかったころの裁判やコピープロテクト技術、国内外のゲーム絡みの事件などを事例で紹介

していく。

履修生には、高校で情報モラルを学んだ学生も少なくないが、ここまでコンピュータの仕組みや動作原理、またソフトウェア開発の技術的な工夫や苦労について学んできた学生からは、「ソフトウェアの不正コピーが単なるモラルの話だけでなく、どれほど深刻な問題なのかを実感できた」という回答が多数寄せられた。コンピュータの仕組みを理解してこそ、情報モラル教育にもより実効性ある学習効果が出てくることが示唆される。

## 授業実践結果

本科目の実践結果については文献 1)、2) でも詳しく報告しているが、いずれの年度も講義室の収容人数いっぱい履修希望者が集まり、授業後も学生から非常にポジティブな反応を得られた。しかも特徴的なのは、感想が単に「ゲームの話題が面白い」ではなく「高校の情報で学んだことの意味が分かった」など情報科学の知識に対する感想が多いこと、さらに「学習内容が難しい」と感じながら「題材が面白いからついていけた」という感想が多いことである。抽象的な概念の説明になりがちな情報科学の学習内容において、親しみやすいゲームという題材を扱う

ことが、学生にとって学習意欲を持続する強い動機につながったことが分かる。さらに情報系を専攻する学生でも、「同時並行の専門科目で学んだ概念的な知識を、本科目の具体例と結び付けて定着させることで大いに学習に役立った」という意見が得られた。

一方で本実践にあたって、情報科学の各学習トピックに適したゲームの具体例を見つけ出し準備する作業は、教師に十分なゲームの前提知識がないと難しい面がある。しかもゲームの映像や画像を多用する授業手法は、著作権上の問題で教材を容易に公開できないため、本実践のノウハウを情報教育に携わる教員間で広く共有するにはどのような方法をとるべきかが、悩ましい課題である。

### 参考文献

- 1) 長瀧寛之：テレビゲームを通して情報科学を概観する教養教育科目の授業実践，情報処理学会研究報告，Vol.2010-CE-105，No.3，pp.1-8 (2010).
- 2) 長瀧寛之：テレビゲームから情報科学を概論する教養教育科目の複数年実践結果と評価，情報処理学会研究報告，Vol.2011-CE-111，No.15，pp.1-8 (2011).

(2012年9月30日受付)

長瀧寛之 (正会員) nagataki@cc.okayama-u.ac.jp

2009年大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士(情報科学)。同年より岡山大学教育開発センター助教。主に学習支援システムの開発・運用、情報教育に関する研究に従事。