

コンピュータサイエンス教育とゲーム開発: 20年の展開と展望

山根 信二^{1,2,a)}

概要：近年，世界各国で高等教育機関におけるゲーム開発の導入が進み，学位プログラムの実装が進んでいる．この背景には各分野からの学際的な取り組みが存在するが，本論文ではその中でもコンピュータサイエンスとゲーム開発の関連に注目する．特に米国の大学におけるゲーム研究開発のビジョンと動向をまとめ，1990年代から2010年代までのおよそ20年間でたちあがった新たな学問分野についてそのビジョンやモデルを整理する．最後に日本を含めた地域への展開において求められる課題を示す．

キーワード：ゲーム開発，CS教育，産学連携

Game development and Computer Science Education: 20 Years Review and New Direction

SHINJI R. YAMANE^{1,2,a)}

Abstract:

This paper tries to figure out the game development in higher education especially in the computer science. In many universities all around the world, the number of game studies (game design, game development) degree programs has been increasing today. In this paper, we review the status of game studies in the computer science. In U.S. universities and colleges, there are some models and visions about the mission of game studies described by the computer scientists in about 20 years review. Finally we point out the future direction of computer science education in Japan and other following countries.

Keywords: game development, computer science education, University-Industry Research Relationships

1. はじめに

1.1 教育制度としてのゲーム開発

近年，世界各地で多くの大学のコンピュータサイエンス学科がゲームデザインやゲーム開発を専攻するコースを新設するようになった．

国内においてもコンピュータサイエンスのゲーム関連領域の研究は従来より行われており，情報処理学会において

もエンタテインメントコンピューティング研究が進められてきた [1]．研究だけでなく教育においてもゲーム開発を通じた情報教育がはじまっており，ゲーム開発を用いた教育実践が表彰を受けている^{*1}．ゲーム開発を取り入れること自体はもはや珍しいものではなく，いかにしてゲーム開発を通じた効果的な情報教育プログラムをデザインするのかという制度設計の視点も求められている．

本論文では，ゲーム開発の教育利用について，まずその制度化の動向について整理する．そしてそれを導入するための前提条件を歴史的あるいはコンピュータサイエンス教

¹ 岡山理科大学 総合情報学部 情報科学科
Okayama University of Science, 1-1 Ridai-cho, Kita-ku,
Okayama 700-0005, Japan

² 国際ゲーム開発者協会日本
IGDA Japan, Tokyo, Japan

a) s-yamane@computer.org

^{*1} たとえば情報処理学会 2011 年度優秀教育賞「プロジェクト演習「インタラクティブ・ゲーム制作」教育の提案と実践」および 2013 年度優秀教育賞 (論文執筆段階では学会ウェブサイトでは未公開)．

表 1 全米のゲームデザイン・ゲーム開発のコース・学位
(ESA 調査 [2], [3], [4], [5] をもとに作成)

Table 1 U.S. Video Game Courses and Degree Programs

西暦	専攻数	内訳
2009	254	
2010	(資料なし)	
2011	343	学部プログラム 301, 大学院 42
2012	381	
2013	385	準学士 55, 学士 226, 修士 46, 博士 4

育コミュニティのエスノグラフィ的手法を使って明らかにし、近年の取り組みについても報告する。

1.2 教育拠点の動向

まず世界の大学教育におけるゲーム開発の推移について概観する。ゲーム開発者教育の普及を示すものとして、たとえばアメリカの業界団体 Entertainment Software Association(ESA) の 2009 年の調査では、ゲーム開発やゲームデザインを学んで学位や認定証を授与する全米各洲の 254 の大学がリストアップされている [2]。この数字はさらに増え続け、2012 年には全米で合計 381 校にのぼり、すべての州にゲーム開発者を育成する高等教育機関が確認できる。

これらの多様な各学校の教育カリキュラムのうち、学部～大学院での学位プログラムの上位校は、コンピュータサイエンスの学位が取得できるプログラム、またはコンピュータサイエンスが必修となっているものが大半を占める。

たとえば受験情報企業 Princeton Review^{*2} が *GamePro* 誌と協力して作成したゲームデザインおよびゲーム開発の北米大学ランキングが全国紙 *USA Today* で 2010 年から毎年発表されている [6], [7], [8], [9]。このランキングで学部および大学院で複数回首位となっている南カリフォルニア大学の教育プログラム [10] は、映画学部のインタラクティブメディア部門と工学部のコンピュータサイエンス学科によって共同で運営されている。このように北米の大学においてゲーム開発の教育プログラムが発展した背景には、従来のコンピュータサイエンス教育が大きな役割を果たしている。

1.3 10 年間の動向

ただし、ここで注意しなくてはならないことは、現在のアメリカにおけるデジタルゲーム開発者教育の高まりに反して、むしろアメリカは西欧にくらべてゲーム開発の学位プログラムの設立は立ち遅れていたという点である。2005 年に Ficocelli & Gregg [11] が述べているように、西欧各地にでゲーム教育プログラムが設置された頃、アメリカではゲームを学問対象とすることに大学内外からの抵抗

が強かった。たとえば 1998 年にカーネギーメロン大学の Entertainment Technology Center(ETC) が修士課程を新設したが、1999 年の *New York Times* 記事では「副専攻はララ・クロフト」という見出しを掲げ [12]、大学が CG 美女を研究しはじめたかのようにフレームアップし、さらに同校の大学院修士課程とアニメーター職業訓練学校とを区別せず同列に論じている。こうした 90 年代末の評価は、大学や大学院の第三者評価ランキングが毎年発表されるようになった現在の状況とは大きく異なっている。

このことから、1990 年代末から 10 年あまりの間に、アメリカではゲーム開発者教育の位置づけに大きな変化が起こったと考えることができる。この間に、全米各地にゲームデザイン・ゲーム開発のコースがたちあがるだけでなく毎年の受験ランキングが注目されるにいたったことを示している。この 1999 年から 2010 年までのおよそ 10 年間のアメリカの変化は、コンピュータサイエンスを基盤とした新たな学問領域が創出された最新事例を提供するだろう。また、世界有数のゲーム産業を抱える日本国内のコンピュータサイエンス教育にも大きな示唆を与えられられる。

2. 先行事例

大学におけるゲーム開発者教育の成立はいまだ明らかになっていないが、それに先立つゲーム研究の発達については、研究史や個別の事例報告がある。たとえばゲーム研究者集団の形成については理論系研究者集団の形成を国際会議の発足から語り起こす Wolf and Perron [13]、ゲーム AI 分野の研究の歩みをまとめた Schaeffer [14]、国際会議や国際学会の立ち上げをとりあげた Copier [15]、Mäyrä [16] がそれぞれの歴史的証言を残しているが、この段階ではそれらの研究コミュニティの形成は新たな大学教育プログラムの形成にはつなげていない。

一方、研究コミュニティではなく欧米各地のゲーム研究機関の設立に関する報告や、教育プログラムについての報告も行われてきた [17], [18], [19]。しかしそれらは学位も異なる独自の試みとして相互に孤立した記述となっており、どうして短期間のうちに世界各地のコンピュータサイエンス学科にゲーム開発が導入されたのかという大きな枠組みについては明かされていない。

日本国内においても同様で、大学でのゲーム開発をとり入れた教育カリキュラムについては、これまでに大井 [20] による芸術系学部の報告、三上ら [21] によるメディア学部の長期カリキュラムの報告 (のちに 2011 年度情報処理学会優秀教育賞を受賞)、宮田ら [22] による大学院での VR 製作を通じた教育事例報告などがあるが、それら多様な特色ある取り組みを同じ発展の枠組みの中で位置づける作業は今後の課題となっている。

*2 <http://www.princetonreview.com/game-design>

3. 大学教育におけるゲーム開発の位置づけ

そもそもゲームの研究は、いつの間に学問制度になったのか。この問いに対して、Lowood は 2000 年のドットコム・バブル崩壊を理由としてあげている。

2000 年に IT バブルが崩壊して、それまでネット業界と組んでいた学界が一時的にパートナーを失った。そこで注目を浴びたのが、不景気知らずだったゲーム業界。研究のパートナーとして、また研究対象として学術的な価値が認識されたのはそれから。 [23]

この分析は 2000 年代にゲームや仮想世界の研究に研究の資源(いわゆる「ヒト・モノ・カネ」)が集まった背景をよく説明している。しかしながら、この視点では当然ながら 2000 年以前のゲーム教育研究の取り組みについては説明することはできない。そこで本節では時代背景にも留意しつつ、まず 1990 年代後半の先駆的な取り組みについて分析する。

3.1 職業訓練校に非ず: 1998-

アメリカで専門学校ではなく大学の高度専門家教育としてゲーム教育プログラムを立ち上げた先進的な事例がカーネギーメロン大学 ETC(Entertainment Technology Center)である。ETC は “Master of Entertainment Technology” の修士課程のみの高度専門家人材育成機関として設立され、従来の学部からは独立した独立採算の学際組織である。設立時の体制は演劇学とコンピュータサイエンスの教授が共同でディレクター職につき、その 2 名以外の教員は任期つき教員であった [18]。

共同ディレクターのうち、コンピュータサイエンスの教授である Randy Pausch は開設当初から大学院を「コンピュータの使い方を教えるだけの職業訓練学校ではない」 [12] と説明しており、後の著書 [24] でもプログラムには彼がコンピュータサイエンスで進めてきた取り組みを発展させたものとして説明されている。以下にその教育デザイン手法と運用手法についてそれぞれ整理する。

3.1.1 複合領域プロジェクト型教育

ETC における修士課程の科目の中核は既存のコースを再利用したものである。CMU のコンピュータサイエンス学科ではそれ以前から高度専門家人材の育成を目的とした HCI Institute(HCII) を設置しており、その中で仮想世界を構築する先端的なプロジェクト型教育 (Project-based Learning) は高く評価されていた [25]、Pausch は HCI Institute(HCII) の主要メンバーとしてこの科目を開設し、その科目 “Building Virtual World” を HCII から ETC へと持ち込んだ。この科目(群)は以下のような特徴を持ち、Pausch 自ら ETC の最重要科目と呼んでいる。

- (1) プロジェクト型教育を長期にわたって展開する
- (2) 異なるバックグラウンドをもつ院生でチームを組み、プロジェクトチームは最短 2 週間で解散してメンバーを入れ替える
- (3) プロジェクトのテーマを内外から募集し、提案した組織がプロジェクトのスポンサーとなる、
- (4) ゲームをつくることやツールを使うことではなく、クライアントとの協働作業を完成させることがゴールとなっている [18], [24], [26]

プロジェクト型教育は職業訓練のための実践教育としての側面が注目されているが、ETC におけるプロジェクト型教育では必ずしも企業で使われているツールに拘泥せず、学習者の能力を伸ばすことを強調している [27]。このように、90 年代より職業訓練とは異なる大学でのゲーム開発者教育が行われていた。

3.1.2 産学連携を埋め込んだ教育

大学・大学院の教育プログラムとしてゲーム開発者教育を行うことは、ただ「プログラミング演習の課題としてゲームを作成する」だけではありえず、高度専門家人材育成のデザインを必要とする。そのために ETC では共同ディレクターの Pausch 自身が長期休暇をとって EA(Electronic Arts 社)に勤務している [24]。Pausch のゲーム企業の勤務報告と大学でのカリキュラム提案は ETC-CMU にて公開されている [27]。それによれば、ETC の教育カリキュラムは EA の要求を満たしており、「現場インターンシップで能力を発揮できる人材を育てている」という評価が行われている。

なお ETC では夏期インターンシップが推奨されているが、そのカリキュラムは EA 一社に特化したものではなく、テーマパークや博物館のアトラクション、ウェブデザイン、シリアスゲーム業界もターゲットとして明記されている。また Pausch は *CACM* 誌上では「他の職業には使えない狭い教育に終始する可能性があるゲームの学位プログラムをつくることは危険である」 [18] と述べていることから、ETC の取り組みは特定分野に特化した高度専門家人材育成ではなく、ゲーム開発によって習得した能力を実社会で発揮できるようデザインされたものとして位置づけることができる。

3.1.3 教育システムのデザイン

このように ETC におけるエンタテインメントテクノロジー教育は、たんに社会的需要に応えるという経営的経済的判断というだけでなく、それ以前から進められていた高度 HCI 人材育成や地域クライアントとの連携によるプロジェクト型教育といった教育的な取り組みがゲームというアプリケーションを得て深化されたものだと言える。また、上記の報告の中で、教育プログラムの設計および実施だけでなく、学生を社会に送り出す際に要求される能力の分析や現場専門職からの評価も含めた体系的なアプローチ

をとっていることも確認できた。

3.2 教育プログラムの相互評価: 2002–2006

前節で ETC を例として米国の先駆的な事例を紹介したが、先駆的なカリキュラムが発表されただけで各大学がゲーム開発を導入しはじめたと考えることはできない。そこで本節では、研究者による報告だけでなく、学会などの社会活動にも注目し、それらのより大きな科学者集団の動向の中でゲーム研究を位置づけることを試みる。

主要な出来事を表 2 に示す。

表 2 関連年表
Table 2 Timeline

西暦	出来事
1995	全米研究評議会 “A National Research Agenda for Virtual Reality” を発表 [28]
1997	University of Abertay Dundee (UK), ゲーム開発の学位プログラムを創設 [11]
1998.10	CMU Entertainment Technology Center(ETC) 設立
2000.01	SIGGRAPH, Outreach to the Computer Games Community 発足 [29]
2000.02	<i>Computer</i> にてエンタテインメントコンピューティングコラム連載開始
2002.01	<i>CACM</i> 小特集「ゲームエンジンを用いた学術研究」
2002.03	IGDA Academic Summit 開始
2002.05	情報処理学会と IFIP による IWEC 開催 [1]
2003.01	情報処理学会, Entertainment Computing 2003 開催
2003.10	ACM, <i>Computers in Entertainment</i> 創刊
2004	“An Academic’s Field Guide to Electronic Arts” [27]
2005.09	“From Visual Simulation to Virtual Reality to Games” [30] <i>CACM</i> 背表紙に掲載
2006	GDCSE 開始
2006.06	<i>Computer</i> 特集「次世代ゲーム開発者の教育」
2007.07	<i>CACM</i> 特集「ゲーム学の創造」
2009.11	オバマ大統領, “Educate to Innovate” を発表 [31]
2009.12	<i>CACM</i> 特集「コンピュータサイエンス教育を楽しく」
2011.01	ACM, IGDA のゲーム開発イベント Global Game Jam を共催
2013.04	IGDA の Mark DeLoura, ホワイトハウス科学技術政策局 シニアアドバイザーに就任 [32]

アメリカのゲーム教育への取り組みが西欧と異なっていた点として、大学や企業が交流する場があったことがあげられる。たとえば表 2 にあげるように ACM 関連では SIGGRAPH や GDCSE (International Conference on Game Development in Computer Science, 後に FDG (International Conference on the Foundations of Digital Games) に改称) といった場が存在していた。しかしながら、2000 年当時は SIGGRAPH もゲーム産業への取り組みをはじめたばかりであり、この時期は学会よりもむしろ草の根団体が継続的な活動を推進していた。それが IGDA Academic Summit である。

ゲーム開発者の NPO 団体である IGDA (国際ゲーム開発者協会) が企画し、Game Developers Conference や SIGGRAPH といった既存の大型カンファレンスの合同セッションとして開催された「IGDA Academic Summit」は、ETC など先進的な大学がゲーム教育カリキュラムを発表する場として機能した。IGDA Academic Summit は 2002 年から 2006 年まで世界各地で開催され、その開催地に依拠して欧米からアジアまで各地の教育プログラムの相互評価が行われている。

ウェブサイトでの記録によれば^{*3}、カーネギーメロン大学 ETC は発足当初から継続的に IGDA Academic Summit で報告をおこなっている。ほとんどの大学の発表が一度で終わっているのに対して、ETC の発表回数は群を抜いており、その後、他機関のリーダーからも ETC は「他大学が同様のプログラムを創設するための参考情報として役立つ」(Michael Zyda) 「Entertainment Technology Center からアドバイスを受けてプログラムを開発した」(Susan Gold) と ETC の先駆的な役割を広めている。

ゲーム開発教育の相互評価が進むにつれて、ゲーム開発に必要な教育とは何かという大きな枠組みが議論されるようになってきた。それは IGDA のゲーム開発者教育カリキュラムフレームワーク [33] としてまとめられ、現在も改訂中である。

しかし、ETC の取り組みがそのまま他大学にコピーされたと結論づけることはできない。コンピュータサイエンス教育と芸術教育の共同ディレクターによる ETC の制度は独特であり、そのまま他校の範例となったわけではない^{*4}。ETC は組織体制だけでなく学位も独自であり、Master of Entertainment Technology を授与しているのは ETC のみである [34]。これに対して、今日の多くの大学では既存の学位プログラムを拡張して対応している。では、ゲーム研究教育を通じて従来の学位を授与する試みはどのようにして可能になったのか。次に学会を含めたコンピュータサイエンスの制度内での革新について分析を行う。

3.3 コンピュータサイエンス教育の変革

コンピュータサイエンスの使命としてゲーム研究開発を行うことを提唱し推進したのは南カリフォルニア大学 (USC) コンピュータサイエンス学部の Michael Zyda である。Zyda の著述の範囲は広く、審議会報告 (1995 年)、学会誌の展望記事 (2005, 2009 年) や会誌特集 (2006, 2007,

^{*3} 過去の IGDA Academic Summit の資料はウェブサイト <http://archives.igda.org/academia/events.php> にて保存されていたが、2011 年より一部アクセスできなくなった。

^{*4} たとえば 2003 年に ETC が開催校となった国際会議 ICEC で先端的なエンターテインメント技術の成果発表を期待した日本からの参加者は、主催者がハリウッドからゲストスピーカーを招いた企画を見て困惑した体験を率直に報告している [1]。これは ETC 立ち上げのコンセプトがいかに当時の情報科学プロパーの理解を越えていたかを示している。

2009年)と場所を変えながら大学におけるゲーム研究開発について視点を変えながら議論している(表2)。そこで以下ではZydaの提言をまとめ、1)ゲーム研究アジェンダの設定、2)コンピュータサイエンスにとっての意義、3)教育プログラムの策定、4)教育プログラムの運用の4つの観点から整理しその戦略を振り返る。

1995年にはZydaはRandy Pauschらとともに米国(および米軍)のVR研究を推進する立場にあった[28]。その後*America's Army*の開発を指揮し、ゲームで受託開発を行った先駆者でもあった。ZydaはVR研究の今後と将来を「ビジュアルシミュレーション発、ヴァーチャルリアリティー経由、ゲーム行き」[30]というスローガンで表現した(表2, 2005年)。このスローガンの出発点となるシミュレーションはコンピュータの起源にも関わる古典的応用分野である。そして今日でも軍事応用や物理学だけでなく、工業製品開発においてビジュアルシミュレーションや産業用VRとしてさらなる高性能化が要求されている分野であり続けている。この分野のキラアアプリケーションとして、Zydaは*America's Army*に代表されるシミュレーションゲームを挙げ、アメリカが長年研究投資してきた官製VR研究をゲーム研究として位置づけなおすという一種の「再起動」を試みている*5。

この「ゲーム行き」の論説記事ではZydaは*America's Army*の開発を通じて得た知見を踏まえつつ、将来のゲーム研究のアジェンダとして、1)インフラストラクチャ研究、2)認知的ゲームデザイン研究、3)没入感研究、4)シリアスゲーム研究の4つを提示した。こうした研究のアジェンダを議論することで、ゲーム研究開発は、未成熟な初期の段階から自律的な学問領域として意識されている。

ここでZydaが構想するゲーム研究・ゲーム学は、コンピュータサイエンスの体系を基盤としたゲーム研究開発のための学問である。コンピュータサイエンスの科学者がゲームに取り組む意義はどこにあるのだろうか?次にZydaは学会誌のゲストエディターとして、*IEEE Computer*, *Communications of ACM*の両誌でこれまでのコンピュータサイエンスのカリキュラムをゲーム研究に発展させる特集をまとめている[36], [37]。短期間のうちに、IEEE-CSとACMの会員のべ10万人以上の会員[38]にゲーム研究教育の特集記事を届けたことの意義は大きい。

ここでZydaは大学が学問としてのゲーム研究に取り組む必要性について論陣を張っている。ゲームのテクノロジーは高度化しているが、ゲーム産業はエンターテインメント以外の分野に進出することに慎重であり、ゲームテクノロジーの非エンターテインメント活用(シリアスゲーム開発)を推進するのは科学者が果たすべき社会的使命であると主

張している。確かにコンピュータサイエンス教育は他の分野に先駆けてゲームを導入してきた蓄積があり[39]、もっとも有利(あるいは責任ある)立場に近いと言える。このZydaの構想は、娯楽分野に限定されていたゲーム産業を科学者主導によって基盤産業化するプランだと言える。

さらにCACM特集には、全米アカデミーの産官学研究ディレクター[40]、DARPAのプログラムマネージャー[41]、そしてゲーム研究で成果をあげた大学の報告も掲載することで、たんなる大学内部の優位性ではなく国の長期研究体制を浮かび上がらせようとしている*6。

さらにZydaは特集エディターとして「他大学が同様のプログラムを創設するための参考情報として役に立つ」[37]としてカーネギーメロン大学ETCの報告[18]を紹介するだけでなく、南カリフォルニア大学(USC)で立ち上げた学位プログラムを紹介している[36]。そこでは新設の“Bachelor of Science in Computer Science (Game Development)”や“MS in Computer Science (Game Development)”が紹介され、さらに副専攻や領域間研究としてのデザインも検討されている。

このプログラムの特徴は従来のコンピュータサイエンスのプログラムを拡張して、ゲーム開発を通じたコンピュータサイエンスの学位取得を可能にした点にある。コンピュータサイエンスの標準カリキュラムを満たしつつ、さらにコンピュータサイエンスのアクレディテーションも満たそうとすれば、通常のコンピュータサイエンスの学位よりもゲーム開発によるコンピュータサイエンスの方が高度なプログラムになるとZydaは主張する。

このUSCのカリキュラム実装ポリシーは現在でもほぼ変わっていない。専攻名のGame DevelopmentをGameに変えるなどの修正はあるものの、第1.2節で述べた大学ランキングでもトップの位置を保ちつづけていることから学際的なゲーム開発を修めると同時にコンピュータサイエンスの学位認定要件を満たす大学のモデルケースでありつづけていると言える。参考として表3に2014年にUSCで掲示されている“BS in Computer Science”と“BS in Computer Science(Game)”とのカリキュラム内訳を示す*7。

3.3.1 体制としてのゲーム学

ここまでZyda以後のアプローチを整理した。Zydaが構想するゲーム研究・ゲーム学は、コンピュータサイエンスの体系を拡張したゲーム研究開発のための学問である。そしてその取組みは「研究開発のアジェンダ」と「教育プログラム」とを策定して、大学における研究と教育との両輪を支えるとともに、大学および科学者が果たすべき「ミッ

*5 このプロモーションはVR研究者以外にも強い印象を与えた。たとえばDavid Alan Grier[35]は*Computer*誌の回想の中で当時を研究の“Leisurification Process”と呼んでいる。

*6 ただしアメリカ政府が軍事利用以外でのゲーム活用の支援を打ち出すのは表2のオバマ大統領声明以後のこととなる。

*7 <http://catalogue.usc.edu/schools/engineering/computer-science/undergraduate/>

表 3 USC の CS 実装例と単位数 (2014)

Table 3 Bachelor of Science in Computer Science (USC, 2014)

科目分類	単位数
BS in Computer Science	
ライティング	(7 units)
一般教育	(20 units)
必修科目	(33-34 units)
専門科目	(67-68 units)
合計	128
BS in Computer Science (Games)	
ライティング	(7 units)
一般教育	(20 units)
必修科目	(17-18 units)
専攻科目	(84 units)
ゲーム開発	(31 units)
合計	128-129

ション」を共有するという構造を持っている。また学会誌のゲストエディターとして、単なる大学の学部改革にとどまらず、全米アカデミーのディレクターや DARPA のマネージャーとの連携により国全体の研究体制を展望する形式をとっている。

以上のような Zyda の取り組みによって、コンピュータサイエンスのコミュニティによって受け入れられやすい教育デザインが提供され、ACM と IEEE-CS の幅広い学会読者に届けられた。

3.4 学会外への展開

伝統的な学会も Zyda の動きを支持し、その後 Zyda は ACM が全米各地の支部で行なわれる講演会のスピーカー (Distinguished ACM Speaker) として学会支部を通じたゲーム教育推進を継続している^{*8}。

表 2 に示したおよそ 20 年間にわたる取り組みの結びとなるのが、教育という場での産官学の協力である。2009 年にオバマ大統領は教育改革の一つとしてゲームの活用について演説を行なった。それまでアメリカはゲーム産業を支援してこなかったが [42]、大統領がゲーム活用を語ったのは歴史的な変化とも言える^{*9}。オバマ大統領の演説の直後にも Zynda は CACM にコンピュータサイエンスでのゲーム開発についての小特集エディタをつとめた [46]。また、2013 年には大統領の科学技術政策決定を支援するホワイトハウスの科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy) の技術イノベーション部門の上級アドバイザーに元 IGDA 役員の Mark DeLoura が任命された [32]。ゲーム開発者のホワイトハウス入りはこれがはじめてである。

^{*8} Distinguished Speakers Program, http://dsp.acm.org/view_lecturer.cfm?lecturer_id=1462

^{*9} 日本でも国がゲーム産業を支援する動きがなかったわけではない。2006 年に産官学によるゲーム産業戦略 [43] [44] が発表されたが、ゲーム産業のプロモーション中心で教育や人材育成の視点は薄かった。これはのちのクールジャパン [45] でも同様である。

いまやゲーム開発者育成を通じたコンピュータサイエンス教育の改革は、コンピュータサイエンスのコミュニティだけでなく、産官学のアクターが参加する運動として捉える必要がある。

4. 考察

本論考では、歴史的的手法やコンピュータサイエンス教育コミュニティの活動調査 (学会誌、国際会議など) を用いて、コンピュータサイエンス教育の変化という大きな現象を素描した。この歩みから、今後の日本のコンピュータサイエンス教育にとって示唆的となる点をあげる。

(1) 第 3.2 節で見たように、西欧に対して米国のゲーム教育の形成過程においては個々の先進校の取り組みを共有する場 (Summit) の設定が有効だったと考えられる。国内においても、同様の場の設定が求められる。

(2) 第 3.1.1 節に見るように、先進校におけるゲーム開発は、異なる分野での訓練を受けた者が協働してプロジェクト開発に取り組むようデザインされている。しかし、従来の学校教育ではゲーム制作をとりいれても「同じ学科」の「同じ学年」の学生だけで「担当教員が一人で授業設計できる一科目の時間内」での実習に取り組むことが一般的だった。このために組織的な体制が必要となる。

(3) ゲーム開発者のカリキュラムはコンピュータサイエンス・メディア学・アートなど多岐にわたり、短期研修から博士課程まで多様なスケールが存在する。そのために、カリキュラムの評価を行うには単一のカリキュラムではなく多様なカリキュラムを位置づける「カリキュラムフレームワーク」が重要となる。

(4) 大学と職業訓練校との最大の違いは学位認定制度にある。(特に本論文で扱うコンピュータサイエンスにおいては、アクレディテーションも要求される)。そのため、大学および大学院においてゲーム開発を行うならば、学としてのコンピュータサイエンスの学位を認定するポリシーを明確にし、ゲーム開発をそのメディアとしてデザインする必要がある。

以上の観点から筆者が国内の大学の学位ポリシーを調査したところ、情報科学の学位のディプロマポリシーにデジタルゲーム開発のスキル獲得について記載されているのは岡山理科大学総合情報学部情報科学科の学位プログラムだけだった^{*10}。受験生向けにゲームとの関わりを示唆する国内の大学は少なくないが、今後は「ゲームも学べる大学」というだけでなく、ゲームをメディアとして体系的な学位を修めるといったポリシー設計が必要である。

本論文で述べた海外でのコンピュータサイエンス教育の

^{*10} <http://www.mis.ous.ac.jp/subject/index2.html#policy>
岡山理科大学の他に、大阪電気通信大学総合情報学部デジタルゲーム学科がゲームの (知識やスキル獲得についての記載はないが) 単位取得について記載したディプロマポリシーを公開している

高度化を受けて、海外のコンピュータサイエンス教育機関での人材育成に注目する日本企業が増えている。2013年には海外展開をはかる日本の大手ゲーム企業がカナダの専門大学院のキャンパス内に子会社を設置した [48]。これは国内の教育機関では存在しなかった試みである。こうして日本の産業界が海外の人材育成に投資するように、専門分野を修めながら企業人と協働できる実践的な教育プログラムの開発は世界的な競争に入ったと言える。

5. おわりに

本論文ではコンピュータサイエンスの教育改革としてゲーム開発の導入に注目し、特に米国の大学におけるゲーム研究教育の動向を展望した。こうして推進される学としてのゲーム研究は、今後さらに多くの若者をコンピュータサイエンスへと集めることも期待される。本論文の知見をもとに、さらなるコンピュータサイエンス教育を設計することが今後の課題である。

参考文献

- [1] 中津良平：日本の提案に基づく IFIP のエンタテインメントコンピューティングの新展開，情報処理，Vol. 46, No. 10, pp. 1172-1175 (2005).
- [2] Entertainment Software Association: Record Number of U.S. Colleges and Universities Offering Courses and Degrees in Computer and Video Game Design and Development, News release available online at http://www.theesa.com/newsroom/release_detail.asp?releaseID=76 (visited June 1, 2014) (2009).
- [3] Entertainment Software Association: Video Game Popularity Spurs Increased Demand for Game Degree Programs, News release (2011). http://www.theesa.com/newsroom/release_detail.asp?releaseID=152 (visited June 1, 2014).
- [4] Entertainment Software Association: Video Game Courses and Degree Programs Hit All-Time High at U.S. Colleges in All 50 States, News release (2012). http://www.theesa.com/newsroom/release_detail.asp?releaseID=179 (visited June 1, 2014).
- [5] Entertainment Software Association: U.S. Colleges and Universities Offer Record Number of Video Game Degrees, News release (2013). http://www.theesa.com/newsroom/release_archives_detail.asp?releaseID=212 (visited June 1, 2014).
- [6] Snider, M.: USC ranked No. 1 among video-game design programs, *USATODAY.com* (2010). http://www.usatoday.com/life/lifestyle/2010-03-01-gameschools01_ST_N.htm February 28, 2010 (visited June 1, 2014).
- [7] Molina, B.: USC retains top spot among video game design programs, *USATODAY.com* (2011). <http://www.usatoday.com/communities/gamehunters/post/2011/02/usc-retains-top-spot-among-video-game-design-programs/1> March 1, 2011 (visited June 1, 2014).
- [8] Snider, M.: USC still tops as video game design plays on more campuses, *USATODAY.com* (2012). <http://content.usatoday.com/communities/gamehunters/post/2012/02/usc-still-tops-as-video-game-design-plays-on-more-campuses/1> March 01, 2012 (visited June 1, 2014).
- [9] Molina, B.: Utah, USC top college video game design programs, *USATODAY.com* (2013). <http://www.usatoday.com/story/tech/gaming/2013/03/12/utah-usc-video-game-design/1982345/> March 12, 2013 (visited June 1, 2014).
- [10] Stephan, S.: USC maintains nation's top ranking in game design, Press Release (2014). <http://news.usc.edu/59927/usc-maintains-nations-top-rankings-in-game-design/> (visited June 1, 2014).
- [11] Ficocelli, L. and Gregg, D.: B.Sc. Computer Game Development... Why not?, *Changing Views: Worlds in Play* (de Castell, S. and Jennifer, J., eds.), Vancouver, Digital Games Research Association Conference (DiGRA 2005), University of Vancouver (2005). http://www.digra.org/dl/display_html?chid=06276.00539.pdf (visited November 9, 2010).
- [12] Hafner, K.: Cartoon college, with a minor in Lara Croft; New schools spring up to satisfy demand for computer animators, *New York Times* (1999). Online version available at <http://www.nytimes.com/1999/12/30/technology/cartoon-college-with-minor-lara-croft-new-schools-spring-up-satisfy-demand-for.html> (visited November 9, 2010).
- [13] Wolf, M. J. P. and Perron, B.: Introduction, *The Video Game Theory Reader* (Wolf, M. J. P. and Perron, B., eds.), Routledge, pp. 1-24 (2003).
- [14] Schaeffer, J.: A Gamut of Games, *AI Magazine*, Vol. 22, No. 3, pp. 29-46 (2001). Available online at <http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/viewArticle/1570>.
- [15] Copier, M.: The other game researcher: participating in and watching the co construction of boundaries in game studies, *Level Up Conference Proceedings: Proceedings of the 2003 Digital Games Research Association Conference (DiGRA)* (Marinka, C. and Joost, R., eds.), Utrecht, University of Utrecht, pp. 404-419 (2003). http://www.digra.org/dl/display_html?chid=05163.46510.pdf.
- [16] Mäyrä, F.: *An Introduction to Game Studies*, chapter 1, Sage Publications (2008).
- [17] Sutherland, J. N.: Reflections on Creating the New Academic Field of Computer Games, *Proceedings of Society for Research into Higher Education Annual Conference*, University of Glasgow (2002). Online version available at <http://www.btinternet.com/~akademos/SRHE2000.PDF> (visited November 9, 2010).
- [18] Pausch, R. and Marinelli, D.: Carnegie Mellon's Entertainment Technology Center: Combining the left and right brain, *Communications of ACM*, Vol. 50, No. 7, pp. 50-57 (2007). 邦訳は鈴木豊太郎訳「カーネギーメロン大学エンターテイメント技術センター：『左脳と右脳の結合』」。Japanese version also available at <http://doi.acm.org/10.1145/1272516.1272539>.
- [19] Fernández-Vara, C., Grigsby, N., Glinert, E., Tan, P. and Jenkins, H.: Between Theory and Practice: The GAMBIT Experience, *The Video Game Theory Reader 2*, Routledge, chapter 13, pp. 253-271 (2008).
- [20] 大井祥照：大学におけるビデオゲーム開発教育の展望，飯山論叢，Vol. 20, No. 1, pp. 15-28 (2003). Online version available at <http://ci.nii.ac.jp/naid/110001057904/>.

- [21] Mikami, K., Watanabe, T., Yamaji, K., Ozawa, K., Ito, A., Kawashima, M., Takeuchi, R., Kondo, K. and Kaneko, M.: Construction trial of a practical education curriculum for game development by industry-university collaboration in Japan, *Computers & Graphics*, Vol. 34, No. 6, pp. 791–799 (2010). Selected paper from the SIGGRAPH Asia education program. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2010.09.015>.
- [22] Miyata, K., Umemoto, K. and Higuchi, T.: An educational framework for creating VR application through groupwork, *Computers & Graphics*, Vol. 34, No. 6, pp. 811–819 (2010).
- [23] Sakuma, Y.: 対話する: ゲームの過去・現在・未来を巡る, *ブルータス*, Vol. 30, No. 19 (672), pp. 32–39 (2009).
- [24] Pausch, R. and Zaslow, J.: *The Last Lecture*, Hyperion (2008). 邦訳はランディ・パウシュ, ジェフリー・ザスロー著, 矢野野薫訳『最後の授業: ぼくの命があるうちに』(ランダムハウス講談社, 2008), (SB 文庫, 2013).
- [25] 中野有紀子, 塚原渉, 中川正樹, 黒須正明: 欧米における HCI 教育の動向, *情報処理*, Vol. 48, No. 11, pp. 1242–1250 (2007).
- [26] Belser, A.: CMU grad students build 3-D snowball fight, *Pittsburgh Post-Gazette* (2009). November 4 2009. Also available online at <http://www.postgazette.com/pg/09308/1010559-96.stm> (visited November 5, 2009).
- [27] Pausch, R.: An Academic’s Field Guide to Electronic Arts: Observations based on a residency in the spring semester of 2004, Online document available at http://www.etc.cmu.edu/about/press_articles/EAFieldGuide.pdf (visited November 9, 2010). (2004).
- [28] Pausch, R., Aviles, W., Durlach, N., Robinett, W. and Zyda, M.: A national research agenda for virtual reality (panel): Report by the National Research Council Committee on VR R&D, *SIGGRAPH ’95: Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pp. 477–478 (1995).
- [29] Rhyne, T.: ACM SIGGRAPH Outreach to the Computer Games Community, *Computer Graphics*, Vol. 34, No. 3, p. 45 (2000). Newsletter of ACM SIGGRAPH. Also available online at <http://www.siggraph.org/newsletter>.
- [30] Zyda, M.: From Visual Simulation to Virtual Reality to Games, *Computer*, Vol. 38, No. 9, pp. 25–32 (2005). Also available online at <http://gamepipe.usc.edu/~zyda/GamePipe/Zyda-IEEE-Computer-Sept2005.pdf> (visited November 9, 2010).
- [31] The White House Office of the Press Secretary: Remarks by the President on the “Education To Innovate” Campaign, November 23. Online article available at <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-education-innovate-campaign> (2009).
- [32] Yamane, S.: オバマ政権を支えるゲーム専門家, *IGDA 日本アカデミック・ブログ* (2013). <http://igdajac.blogspot.com/2010/08/blog-post.html> (visited June 1, 2014).
- [33] IGDA Education Committee: IGDA Curriculum Framework, Online document (2008). Version 3.2 beta. http://wiki.igda.org/index.php/Game_Education_SIG/Curriculum (visited November 9, 2010).
- [34] Pausch, R.: Randy Pausch’s Last Lecture: *Really Achieving Your Childhood Dreams*, Transcript. Available online at <http://download.srv.cs.cmu.edu/~pausch/Randy/pauschlastlecturetranscript.pdf> (visited November 30, 2009) (2007).
- [35] Grier, D. A.: Leisure Science, *Computer*, Vol. 44, No. 9, pp. 6–8 (2011). The Known World. Online version available at <http://www.computer.org/csdl/mags/co/2011/09/mco2011090006.html>.
- [36] Zyda, M.: Educating the Next Generation of Game Developers, *Computer*, Vol. 39, No. 6, pp. 30–34 (2006). Guest editor’s introduction. Also available online at <http://gamepipe.usc.edu/~zyda/GamePipe/Zyda-IEEE-Computer-June2006.pdf> (visited November 9, 2010).
- [37] Zyda, M.: Creating a Science of Games: Introduction, *Communications of ACM*, Vol. 50, No. 7, pp. 26–29 (2007). Editor’s introduction. 邦訳は鈴木豊太郎訳「ゲーム学の創造」. Japanese version also available at <http://doi.acm.org/10.1145/1272516.1272535>. Also available online at <http://gamepipe.usc.edu/~zyda/pubs/CACM-July2007.pdf> (visited November 9, 2010).
- [38] 大和田尚孝, 小原忍: IT 関連学会の憂鬱: 遠ざかる産業界との“距離”, *日経コンピュータ*, No. 644, pp. 36–54 (2006).
- [39] Sung, K.: Computer games and traditional CS courses, *Communications of the ACM*, Vol. 52, No. 12, pp. 74–78 (2009).
- [40] Mayo, M. J.: Games for science and engineering education, *Communications of the ACM*, Vol. 50, No. 7, pp. 30–35 (2007). 邦訳は鈴木豊太郎訳「理工系教育へのゲームの活用」. Japanese version also available at <http://doi.acm.org/10.1145/1272516.1272536>.
- [41] Chatham, R. E.: Games for training, *Communications of ACM*, Vol. 50, No. 7, pp. 36–43 (2007). 邦訳は鈴木豊太郎訳「ゲームを訓練に活用する」. Japanese version also available at <http://doi.acm.org/10.1145/1272516.1272537>.
- [42] 新清士: 米オバマ政権がゲーム開発の支援に乗り出したわけ, *日本経済新聞電子版* (2010). <http://s.nikkei.com/VQkfkH> (2013/2/12 9:00).
- [43] 東京大学: ゲーム産業戦略～ゲーム産業の発展と未来像～, 広報資料 (2006). <http://www.u-tokyo.ac.jp/public/pdf/180824.pdf>.
- [44] Ministers of Economy, Trade and Industry: Announcement of “Game Industry Strategy — A Vision for the Development and the Future of the Game Industry”, Immediate Release in English (2006). <http://www.meti.go.jp/english/information/downloadfiles/PressRelease/060824Gameindustry.pdf> (Visited November 9, 2010).
- [45] 秋菊姫: 「クール・ジャパン」ネーション: 日本のポピュラー・カルチャー振興政策, サブカルで読むナショナルリズム: 可視化されるアイデンティティ (谷川建司, 呉咏梅, 王向華 編), 青弓社, chapter 2, pp. 50–71 (2010).
- [46] Zyda, M.: Computer science in the conceptual age, *Communications of the ACM*, Vol. 52, No. 12, pp. 66–72 (2009). Also available online at <http://cacm.acm.org/magazines/2009/12/52822-computer-science-in-the-conceptual-age/pdf> (visited November 9, 2010).
- [47] 矢澤竜太: 【CEDEC 2010】日本で働く外国人ゲーム開発者が思う事、大激論, ニュースサイト記事 (2010). GameBusiness.jp 2010 年 9 月 14 日. <http://www.gamebusiness.jp/article.php?id=2139> (visited June 1, 2014).
- [48] NHK: ゲーム開発の新たな拠点カナダ (2013). NHK 総合テレビ 2013 年 9 月 22 日 18:10–18:42 on-air. http://www.nhk.or.jp/worldnet/archives/year/detail20130922_374.html (visited June 1, 2014).