

平成 21 年 5 月 12 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18300027

研究課題名（和文） インターネット上のエデュテインメントコンテンツ制作基盤

研究課題名（英文） Fundamentals of Edutainment Contents' Creation on the Internet

研究代表者

米倉 達広（YONEKURA TATSUHIRO）

茨城大学・工学部・教授

研究者番号：70240372

研究成果の概要： 本研究では、インターネット上で楽しみながら学び、学びながら楽しむというエデュテインメントコンテンツの制作支援環境の整備とその評価を進めてきた。具体的には、エデュテインメントのコンテンツを作成できるソフトウェア基盤環境の構築と、コンテンツを作成する過程自体が学べるための手法の開発を行い、併せてこれらを教育現場などで広く普及するための検討とソフトウェア環境の整備を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2007 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	9,400,000	2,820,000	12,220,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：エデュテインメント、コンテンツ、Web 社会、遠隔教育、Web-Com、Islay、状態遷移図、CGM

## 1. 研究開始当初の背景

研究開始当初(2005 年後半頃) ,我が国では基礎学力の低下ならびに理系離れの問題が深刻化していた。これに対し政府からは、一部で「ゆとり教育の弊害への対処」と呼ばれていた国策が浮上していた。この問題に備えるべく、高等教育の活性化を目的とした「現代的教育ニーズ取組支援プログラム」(現代 GP) 等が文部科学省により提案されており、とりわけ e-learning 市場拡充への期待は「IT を活用した効率的で実践的な遠隔教育」なるテーマ領域として取り上げられていること

からも明らかであった。このような状況にあって遠隔教育市場はその期待とともに増大し、様々な分野で一流の講師による普遍的で生産コストが高額な DVD が生産されていった。

## 2. 研究の目的

そのような状況のなかで本研究課題では、実践的遠隔教育環境を低コスト、低負担で構築することを目指した技術・教育基盤の整備を目的とした。すなわち、本研究ではインターネット上に構築される「楽しみながら学び」「学びながら楽しむ」ための、教育・啓

蒙・技能学習・娯楽を包含した広義のエデュテインメント(education + entertainment の意味)用コンテンツ制作・配信に関わる技術的かつ社会的基盤整備を主な目標とした。具体的には、本課題で申請者がこれまで遠隔教育システム開発に関して挙げた幾つかの成果を、従来型授業の遠隔版システム構築(図1)、論理教育用プログラミングパラダイムの実現(図2)、ピアツーピア型オンラインエンターテインメント環境構築(図3)とユビキタス化の3課題を軸に、実用化とそのWeb上での情報公開を計画した。

すなわち、(1)従来の教育現場での板書による授業形式がそのまま配信・蓄積でき、これをオンラインまたはオンデマンドで電子的に配布できる新しい遠隔教育環境の提供、(2)習熟度レベルに応じた対話型エデュテインメントコンテンツの簡易作成環境の提供、(3)楽しみながら学べ、しかも将来プログラミング言語に代わる可能性を持つ、状態遷移図による論理教育用コンテンツ制作プロトタイピングの技術基盤の整備、ならびにインターネット上のコンテンツ普及が可能な環境構築を研究目標とした。また、これらの機能のPC端末から携帯端末上への移植の検討も行った。

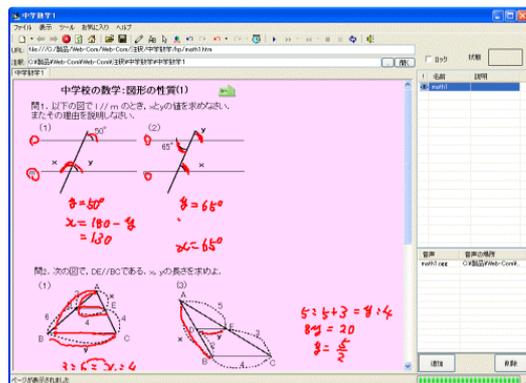


図1. オンライン・オンデマンド型遠隔教育システム：Web-Com

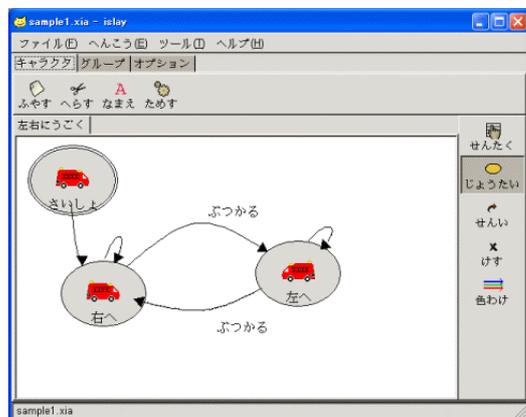


図2. 状態遷移図型アニメコンテンツ作成環境：Islay

これらが実現すれば、時間と場所に影響されず(ユビキタス)かつインターネットとWebブラウザがあればどこでも楽しむことができる(オンライン)e-エデュテインメント環境が整備され、中高生・大学生を始めとするネット世代一般へのエデュテインメント型コンテンツ制作が実現可能となる。

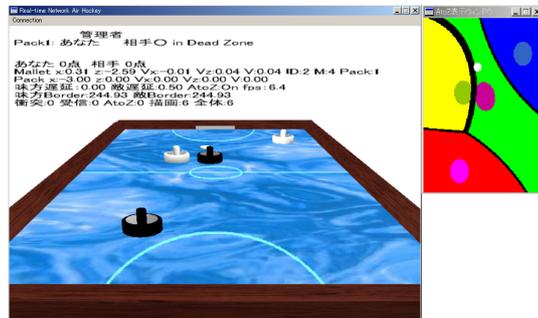


図3. ピアツーピア型オンラインゲーム試作

### 3. 研究の方法

上記の研究目標を達成するため、本研究課題の進め方としては、

領域1) エデュテインメントインフラの整備に関する技術的アプローチ

領域2) エデュテインメントコンテンツ開発環境構築に関するアプローチ

の2つの領域での活動に大別して行うこととし、主として領域1)に関して研究代表者と研究分担者岡大が、領域2)に関しては論理教育用プログラミングパラダイムの検討とその応用を研究分担者岡本秀輔と研究分担者鎌田賢が、ピアツーピア型エンターテインメント環境とユビキタス化を研究代表者が、CGM型情報共有機構の設計と実装を研究代表者と研究分担者岡本秀輔と鎌田賢で遂行した。

具体的な内容としては、領域1)において分散仮想環境用状態更新データの情報量向上、実時間対話性に関する研究、領域2)では、WEBブラウザの情報収集機能強化、モバイル型遠隔教育コンテンツ制作支援環境の開発と普及、オフライン・オンラインの両方を視野に入れたe-ラーニング・ゲームコンテンツ制作支援環境の導入ならびに普及の方法を考察することで、研究を進めている。

具体的には、領域1)においてインターネットで通信しあうアプリケーションレベルの最適プロトコルの検討や設計、実時間性を満たすためのアルゴリズムの検討を行った。領域2)においては主としてWebサービスを利用したコンテンツ生成と情報共有のためのシステム開発を行った。

以下これらを年度別に概観する。平成 18 年度には、分散仮想環境用状態更新データの内挿と外挿に関する Dead reckoning 手法の提案、オンライン用に利用する濃淡図形・濃淡画像を知的に符号化・圧縮する手法、が前者に該当し、WEB ブラウザの情報収集機能のカスタマイズを支援するビジュアルプログラミング環境の開発、Peer to Peer 型オンラインゲーム環境に関する対話環境構築(図 3)、KDDI(Qualcom) 社製 BREW 環境への Web-Com コンテンツ再生機能移植システムと BREW 実行環境開発が後者に該当する(図 4)。更に申請者らの開発したソフトウェアである Web-Com、Islay の英語版ならびに Linux 版を開発した。加えて、経済産業省コンピュータ教育開発センター OSP(Open School Platform)のプロジェクト(<http://osp2006.oss-linux.com/>)にも参加し、茨城県内の 4 小中学校で Web-Com と Islay の、現場での実証実験を行った(図 5)。

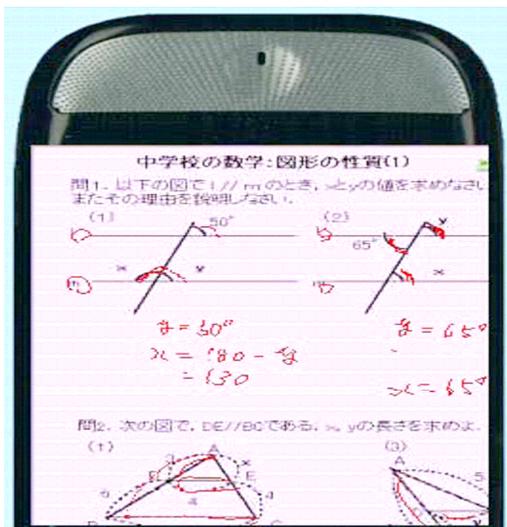
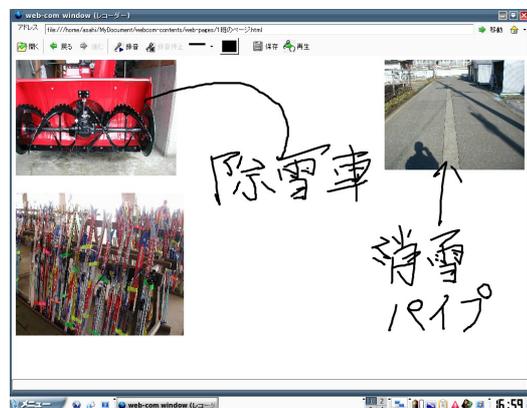


図 4 . 携帯電話用 WebCom 教材再生システム

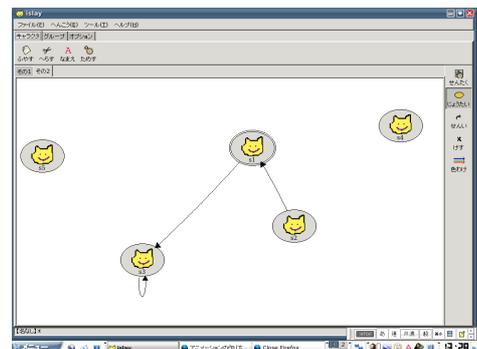
次に平成 19 年度には、オンライン球技ゲーム環境における「スペース」に関する数学的解析とそのサッカーゲームモデルの試作、分散仮想環境用状態更新データの内挿と外挿に関する Dead reckoning 手法の理論的限界の考察、等が前者に該当し、遠隔教育用コンテンツの、Qualcom 社製 BREW 環境携帯電話用再生機能の開発、WEB ブラウザの情報収集機能のカスタマイズを支援するビジュアルプログラミング環境の開発、等が後者に該当する。また、平成 18 年度に申請者らの開発した Web-Com、Islay の Linux 版の環境を利用して、日立市教育研究会(同市教育委員会の諮問機関)に参加し、日立市内の中学校で Web-Com 教材と LMS の統合化による教育現場での遠隔教育型実証実験を行い

(図 5)、更に筆者らの研究室で新たに開発した CGM(Consumer Generated Media)型オンラインテスト DBの試験的導入を行った(図 6)。これらにより、当初において第二年度に予定していた、教育コンテンツ動作環境のモバイル化の充実、オープンソース化の更なる展開、およびそれらの実証試験実施とモデル評価を全て行っている。

最終年度にあたる平成 20 年度には、Web2.0 と呼ばれる潮流にある新たな技術:Web Ajax を取り入れた Web ゲームのインフラの整備(図 8、9)ならびに Web 情報の信頼性を保証する基盤整備に関してアルゴリズム開発と機構整備の両面から研究を推進した。また、Web ブラウザの情報収集機能強化ならびにオフライン・オンラインの両方を視野に入れた遠隔教育用 Web コンテンツ制作支援環境の開発を行った。



(a)Linux 版 WebCom による遠隔授業の風景



(b)Linux 版 Islay(上)による対話型コンテンツ制作演習の風景(右)

図 5 . 神栖市の小学校とつくばみらい市の中

学校の授業で利用された WebCom(a) と Islay(b):経済産業省 OSP 報告書より抜粋

問題一覧の中から使用する問題を選択して下さい。

問題番号	問題	作成者	難易度	分野
<input checked="" type="checkbox"/> 1	1+11は?	kyo2285	普通	数字 一次関数
<input checked="" type="checkbox"/> 2	1次関数 $y=2x+1$ で、 $x$ の値が 3 から 5 まで増加するときの $y$ の増加量は (4)、減少は (2)、切内は (3) である。	adain	普通	数字 一次関数
<input type="checkbox"/> 3	1次関数 $y=3x+5$ で、 $x$ の値が -6 から -2 まで増加するときの $y$ の増加量は (-12)、減少は (-3)、切内は (3) である。	ynaka	普通	数字 一次関数
<input checked="" type="checkbox"/> 4	1次関数 $y=2x+3$ で、 $x$ の値が 3 から 5 まで増加するときの $y$ の変化の割合は (2)、切内は (3) である。	ynaka	普通	数字 一次関数
<input checked="" type="checkbox"/> 5	1次関数 $y=3x+4$ で、 $x$ の値が -6 から -2 まで増加するときの $y$ の変化の割合は (3)、切内は (4) である。	ynaka	普通	数字 一次関数

大問題

以下の場合、答えがない

総合難易度

普通

作成

図 6 . 日上市内の中学校で行った実証実験で使用した LMS 兼オンラインテスト作成環境

Webページの存在証明サービス

トップ サービス オンライン投稿 ヘルプ ツール API Q&A

\*API: スキマ

APIを用いることで存在証明サービスを利用益料をせずにAPIが実行された際、開発者がサイトの証明を簡単に

API利用の登録はこちらから  
注意: 利用益料には個人情報情報

このページの存在証明を行う

このページの存在証明は期間(警告)です

このページの存在証明は期間(警告)です

このページの存在証明は期間(警告)です

図 7 . Web ページ存在証明サービスのサイト

Web-Com CGM

Web サービス型教材制作環境

Web-Com CGM

Web サービス型教材制作環境

Web-Com CGM

Web サービス型教材制作環境

図 8 . Web サービス版教材制作環境 Web-Com CGM

new\_fire.xia - islay

File(E) Edit(E) Tool(T) Help(H)

Character Group Options

add delete name try

fire\_engine water\_bubble

start

move\_right

move\_left

shoot\_water\_to\_right

shoot\_water\_to\_left

select

state

transition

cut

color

図 9 . Web サービス版アニメゲーム制作環境 IslayPub

GUEST エディタ

http://www.google.co.jp/

マウスが上にきたら

Google

ウェブ 画像 ニュース 地図 グループ more

図 10 . 公開 API のビジュアルマッシュアップツール: GUEST の外見

#### 4 . 研究成果

以上のような研究の推進により下記のような成果を得た。具体的には、領域 1 ) では Dead Reckoning を用いた Ajax 型リアルタイム Web ゲームの環境整備で成果を挙げた。また領域 2 ) では、Web ページの存在証明サービスの開発 ( 図 7 ) とその API 公開によりプレス発表ならびに複数の論文投稿を行った。また Web サービス型のマルチメディアコンテンツ制作環境とその CGM 環境: Web-Com CGM ( 図 8 ) Web サービス型の状態遷移図駆動型ゲームコンテンツ制作基盤とその CGM 環境: IslayPub ( 図 9 ) 公開 API のグラフィカルなマッシュアップツール開発等を行った ( 図 10 )。これらの研究は、その新規性と有効性は、今後遠隔教育を拡充しようとする、アジア地区特に中国などの諸外国で高く評価されている。

こうして、当初において「楽しみながら学ぶ」「学びながら楽しむ」と設定した基本方

針に基づくオンラインエデュテインメントコンテンツ開発のための IT 環境の整備は、各年度に予定していた、教育コンテンツ動作環境のモバイル化の充実、オープンソース化を更に進めた Web サービス型コンテンツ制作とその CGM 化、および実証モデル実装により、本課題はほぼ実現できたと言って良い。

こうした研究活動における成果は、次節で挙げるように、査読付き学術誌論文 10 編、国際会議論文 17 編、マスメディア発表 2 件を著した。年度別にみると、平成 18 年度に査読付き学術誌論文 2 編、国際会議論文 7 編、特許出願 1 件、平成 19 年度には査読付き学術誌論文 2 編、国際会議論文 5 編、平成 20 年度には査読付き学術誌論文 6 編、国際会議論文 5 編、特許公開 1 件、マスメディア（プレス）発表 2 件を発表した。これらは海外の研究者から高い評価を得ており、特に国際会議論文のうち 1 編（文献 3）は、revised selected paper として Springer 社のジャーナル LNBIP(Lecture Notes in Business Information Processing)に掲載されることが決定している。今後は、これらのコンテンツ制作基盤が多数の関係者に利用されるような運用機構の整備ならびにそのためのビジネスモデルの提供を行い、良質な教育コンテンツが容易に、かつ安価に入手できるような環境の構築を検討していきたい。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件 全て査読有)

- 1) ISLAYPUB A User-Participatory, Service for Video Game Creation on the Web, Kazuya Shindome, et.al. (5 人による連名の中 4 番目), IJCSNS, 9, 1, pp.212-216, 2009, 査読有
- 2) 階層構造を持つ状態遷移図に基づくロボット制御プログラミング環境の提案, 竹原陽道, 岡本秀輔, 鎌田賢, 米倉達広, 電子情報通信学会論文誌, J91-D, 12, pp.2857-2860, 2008, 査読有
- 3) Dead Reckoning を用いたリアルタイム Web ゲームの設計と評価, 河野義広, 宮田昌廣, 米倉達広, 埜大, 電子情報通信学会論文誌, J91-D, 12, pp.2833-2843, 2008, 査読有
- 4) The Mobile Web-Com e-Learning System for Mobile Phones, Susumu Shibusawa, Tatsuhiko Yonekura, Michitoshi Niibori and Munehisa Kamata, IJCSNS, 8, 3, pp.67-76, 2008, 査読有
- 5) Improvement on the accuracy of the polynomial form extrapolation model in distributed virtual environment, Dai Hanawa and Tatsuhiko Yonekura, The Visual Computer, Springer, 23, 5, pp.369-379, 2007, 査読有
- 6) 状態遷移図に基づくビジュアル Web ブラウザプログラミングの提案, 山本瑞秋, 米倉達広, 岡本秀輔, 鎌田賢, 荒木俊郎, 電子情報通信学会和文論文誌, J89-D, 10, pp.2246-2250, 2006, 査読有
- 7) Count Down Protocol を用いた P2P 型仮想球技における Critical Case 発生回避の実現, 河野義広, 米倉達広, 電子情報通信学会論文誌, J89-D, 10, pp.2219-2228, 2006, 査読有

〔学会発表〕(計 17 件 全て査読有)

- 1) Visualization of and Retrieval of Background Information Relating to Words in Web Documents, Kouji Shimatsuka and Tatsuhiko Yonekura, CDROM Proc. WEBIST 2009, Lisboa Portugal, No.139, 2009, 査読有
- 2) The Existence Proof Service of The Web Pages -New Web Service to Get Grounds of the Existence of the Web Pages-, Yuka Obu, Tatsuhiko Yonekura, et.al., CDROM Proc. WEBIST 2009, Lisboa Portugal, No.135, 2009, 査読有
- 3) Enhancement of Web Browser Programming with GUEST - Visual programming tool for non-programmers, Yuka Obu, Kazuhiro Maruo, Tatsuhiko Yonekura, Masaru Kamada, Shusuke Okamoto, Proc. WEBIST, 2008, 2, Madeira Portugal, pp.50-57, 2008, 査読有
- 4) A New Concept in The Real Time Web Games -How to develop the highly real-time Web games-, Yoshihiro Kawano, Masahiro MIYATA, Dai Hanawa and Tatsuhiko Yonekura, Proc. WEBIST 2008, 1, Madeira Portugal, pp.171-178, 2008, 査読有
- 5) On an Analysis of Pass Play in a Virtual Ball Game, Kazuhumi Osato, Yoshihiro Kawano, Tatsuhiko Yonekura and Dai Hanawa, Proc.of International Conference on CW 2007, Hannover Germany, 2007, pp.187-193, 2007, 査読有
- 6) Exploring State Diagram-based Web Browser Programming, Yuka Obu, Mizuaki Yamamoto, Tatsuhiko Yonekura, Masaru Kamada and Shusuke Okamoto, Proc.of International Conference on CW 2007, Hannover Germany, 2007, pp.121-125, 2007, 査読有
- 7) Time-Stamp Service makes Real-Time Gaming Cheat-Free, Shunsuke Mogaki, Masaru Kamada, Tatsuhiko Yonekura, Syusuke Okamoto, Yasuhiro Ohtaki and Mamun Bin Ibne Reaz, Proc.NetGames 2007, Melbourne Australia, pp.135-138, 2007, 査読有

- 8) e-Learning System "Mobile Web-Com" for Mobile Phone, Munehisa Kamata, Susumu Sibusawa, Tatsuhiko Yonekura, Proc. Computational Intelligence and Security 2006, Guangzhou, China, 1, pp.886-891, 2006, 査読有
- 9) Count Down Protocol : Asynchronous Consistent Protocol in P2P Virtual Ball Games, Yoshihiro Kawano and Tatsuhiko Yonekura, CDROM Proc. Fifth Workshop on Network and System Support for Games 2006, Singapore, No.32, 2006, 査読有

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

- 1) 名称: WEB 閲覧操作と注釈の記録再生システム

発明者: 米倉達広

権利者: 有限会社ラーニングアイ

種類: 特許

出願番号: 2006-75966

出願年月日: 平成 18 年 3 月 20 日

国内外の別: 国内

取得状況(計1件)

- 1) 名称: WEB 閲覧操作と注釈の記録再生システム

発明者: 米倉達広

権利者: 有限会社ラーニングアイ

種類: 特許

公開番号: 2007-249887

公開年月日: 平成 19 年 9 月 27 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

< マスメディア発表等 >

- 1) 日本経済新聞朝刊、首都圏茨城版(新聞) WEB ページの存在証明サービス茨城大学工学部米倉達広教授の研究グループと株式会社ケーシーエス: 2008/01/30

- 2) IT Media ニュース(Web) 「Web ページの存在証明」サービス、サイトに埋め込み可能に: 2009/04/07

URL

<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0904/06/news080.html>

その他 関連サイト多数

< ホームページ等 >

- 1) Web サービス版 WebComCGM の試験用サイト

<http://yonyx1.cis.ibaraki.ac.jp/webcomgm/>

- 2) Web サービス版 Islay のベータ試験サイト

<http://islaypub.net/>

- 3) 3次元CGコンテンツ作成サービス

<http://yard.cis.ibaraki.ac.jp/~sone/>

- 4) WebCom を利用して作成した茨城大学の情報処理概論授業用コンテンツ

<http://yonyx1.cis.ibaraki.ac.jp/~yonekura/lecture00/lecture00a.html>

- 5) WebCom を利用して作成した茨城大学のUNIX プログラミング授業用コンテンツ

<http://yonyx1.cis.ibaraki.ac.jp/~yonekura/x11-sock.htm>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

米倉 達広 (YONEKURA TATSUHIRO)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号: 70240372

(2) 研究分担者

鎌田 賢 (KAMADA MASARU)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号: 70204609

岡本 秀輔 (OKAMOTO SHUSUKE)

成蹊大学・理工学部・准教授

研究者番号: 30262380

埴 大 (HANAWA DAI)

成蹊大学・理工学部・助教

研究者番号: 50422506