

K-022

3D-CG アニメーションを用いた対話型 e-Learning システムの開発と 教材制作技法に関する研究

Development of Interactive e-Learning System based on 3D-CG Animation and Technique for Producing Teaching Materials

ビカス グルン
Bikash Gurung

新藤 義昭
Yoshiaki Shindo

松田 洋
Hiroshi Matsuda

grg_bikash@hotmail.com

1. はじめに

近年、e-Learning システムによる学習が期待されており小学生向けの教材も作られているが、現在利用されている e-Learning システムは、文字、写真、図、実写映像を組み合わせた Web 形式が多い。これらの素材の中で最も効果的であると考えられるのは実写映像であるが、制作コストが大きく、対話機能を備えたコンテンツの制作は困難である。一方、3D-CG 技術で人間型ソフトウェアロボットを仮想教師として登場させ、映像や音声で学習する方法も高い学習効果を期待できる¹⁾²⁾。しかし、CG 映像の制作コストを軽減する技法や、対話機能の実現方式については、いまだ確立していない。この問題に対して、本研究室では対話機能を備えたリアルタイム 3D-CG アニメーション教材を用いる教育システム CAP (Cyber Assistant Professor) と、映像教材の制作コストを軽減するための、ハイパーテキスト型映像シナリオ記述言語 CPSL3 (Cyber Person Scenario Language 3)を開発してきた。本研究では、CAP の機能を拡充するための設計開発を行うとともに、これらを用いて小学校高学年用の理科の教材を開発し、実際に実験授業を行って評価した。

2. CAP (Cyber Assistant Professor)

2.1. CAP の概要

CAP とは、受講者が人間型ソフトウェアロボットと対話しながら自学自習することを目標とした e-Learning システムである。CAP に組み込まれた人間型ソフトウェアロボットが仮想教師となり、合成音声や字幕、演技、顔の表情を駆使して、受講者と対話しながら学習する。3D-CG 形状モデルで3次元の仮想舞台を設定し、その中に仮想教師と小道具を配置する。仮想舞台に配置された小道具は、自由に動かすことができる。小道具とは、教材内で使用する惑星、太陽系、ばね計りなどを指す。学習した教科がよく理解できなかった場合には、同じ内容を繰り返し学習することも可能で、教材の流れを柔軟に変えることができる。図1に CAP の実行画面を示す。

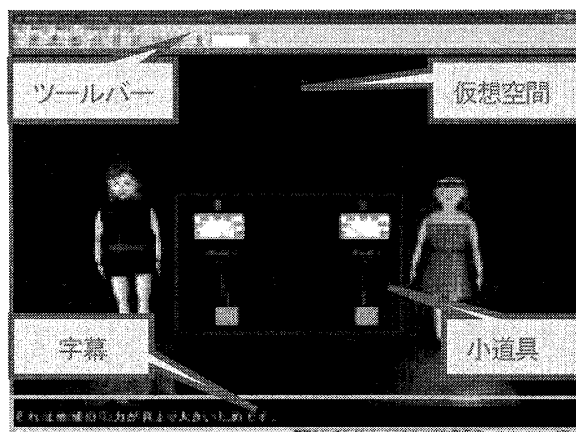


図1 CAP の実行画面

3. 映像シナリオ記述言語 CPSL3

CPSL3 (Cyber Person Scenario Language3) は、CAP の映像シナリオを記述するためのハイパーテキスト型スクリプト言語である。表1に CPSL3 の主要なタグコマンドを表1に示す。

表1 CPSL3の主要なタグコマンド

Table 1. Main <TAG> Command of CPSL3

タグ名	機能
<STAGE>	舞台を定義する。
<PERSON>	仮想俳優を定義する。
<SPEECH>	音声合成によって台詞を喋る。
<SCRIPT>	字幕を表示する。
<PARTS>	小道具を読み込む。
<ACTION>	仮想俳優の関節を動かし演技する。
<MOTION>	仮想俳優をモーショキャプチャデータで動かす。
<MOVE>	小道具を数値制御で動かす。
<SOUND>	効果音を再生する。
<MUSIC>	MIDI ファイルを再生する。
<CAMERA>	カメラを数値制御で動かす。
<SCENARIO>	シナリオを分岐させる。
<REQUEST>	小道具に Answer Target を設定する。
<ANSWER>	Answer Target のエントリポイント
<SCORE>	得点計算、得点による分岐

† 日本工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻
Graduate School of Computer and Information Major,
Nippon Institute of Technology

CAPの映像教材コンテンツの制作コストを低減し、自学自習教育システムとしての機能を実現することを目標として設計した。CPSL3で記述したシナリオは、CAPブラウザによって、対話型リアルタイム3D-CGアニメーションに変換される。CPSL3で記述したシナリオは、テキストエディタやワードプロセッサで編集をすることが出来る。すでに44種類のタグが開発された。CAPのシナリオは、このタグを用いて、人間型ソフトウェアロボットの演技や台詞、音楽、効果音、小道具の動きを記述する。前記した対話機能もタグによって記述する。これらを用いて、非専門家でもホームページを制作する程度のコストで、対話型リアルタイム3D-CGアニメーションを制作できる。

4. 本研究で新たに設計開発している機能

これまでに開発されたCAPの機能を強化するため、次のような新たな機能を設計開発した。

4.1 小道具の物理運動シミュレーション機能

これまでのCAPでは、小道具を動かす際に線形の数値制御しか出来なかった。しかし、太陽系の惑星の公転運動をケプラーの法則に従って動かそうとすると、スクリプト言語での線形数値制御では困難である。そこで、小道具をもっと複雑な物理運動で動かすため、**物理シミュレーション機能**を開発した。これは、表計算ソフト等で作成した物理運動データを正規化して**インポートする機能**である。平行移動データと角速度データのインポート機能を開発した。

- (1) 小道具の平行移動を、正規化された3次元数値で動かす機能
 - (2) 小道具の回転運動を、角速度データをインポートして動かす機能(円運動のシミュレーション等)
- また、画像マッピングを用いたBillboardに、アニメーション機能を付加する機能を開発した。

4.2 探索型学習機能

教材シナリオに基づいて映像教材を再生中に、一時的に停止し、**探索学習モード**に移行する機能を開発した。これは、仮想舞台を一種の博物館のような環境とし、仮想世界を探索して学習する機能で、以下の様な機能を設計開発した。

(1) フリービューア機能

自由にマウスで視野カメラを動かす機能。

(2) ズームイン、ズームアウト機能

マウスで小道具をクリックすると、その小道具に近づいたり、遠ざかったりする機能。

(3) インターネットターゲット機能

マウスで小道具をクリックすると、あらかじめ設定しておいたURLのインターネットページを表示する機能。博物館学習機能の中核機能と考えている。図2はインターネットターゲット機能の例である。

(4) 解説ターゲット機能

マウスで小道具をクリックすると、解説用子ウィンドウが開き、あらかじめ設定しておいた文章が表示されるとともに、仮想教師が音声で読み上げる機能。

探索型学習モードは、あらかじめシナリオで設定しておいた**エスケープターゲット**の小道具をクリックすると終了し、次の映像シナリオへ進む。

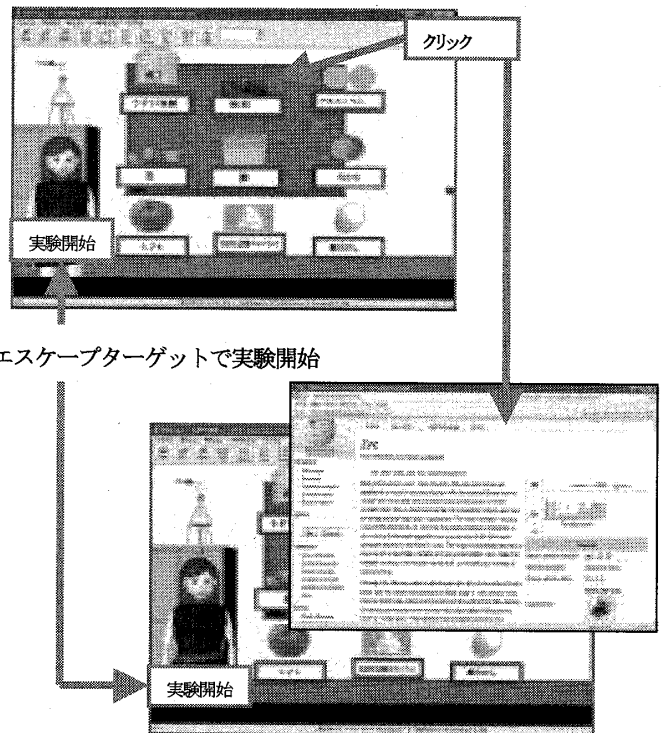


図2 インターネットターゲット機能とエスケープターゲットの例

5. 小学校用の理科(宇宙)の教材の開発

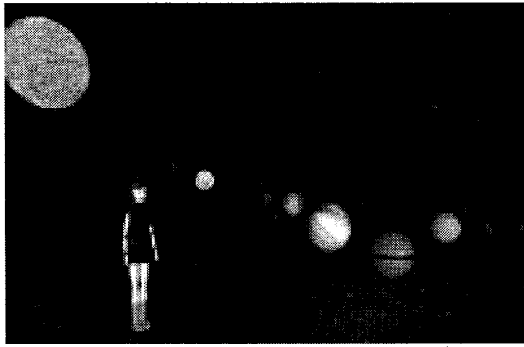
CAPの有用性を検証するために、小学校4年生から6年生を対象とした理科の教材(太陽系と地球)を開発した。表2に教材シナリオ名と内訳の一覧を表示す。この教材を開発した理由は以下の通りである。

- (1) 宇宙を扱う理科教材は、太陽や惑星、衛星、小惑星、彗星など、大きさが把握しにくいものが含まれており、児童が理解するのが難しい。これらは3D-CGアニメーション技術を用いて視覚化することで、学習効果につながると期待できる。
- (2) 教材の進行の途中で、CAPが投げかける問題に受講者が回答する対話学習を行うことで、受講者の理解度に応じた進行が可能である。つまり、受講者の理解が低い部分は詳しい解説を行い、不要な解説は省くことができる。
- (3) 惑星の自転や公転運動の映像化に、新たに開発した物理シミュレーション機能を利用できる。

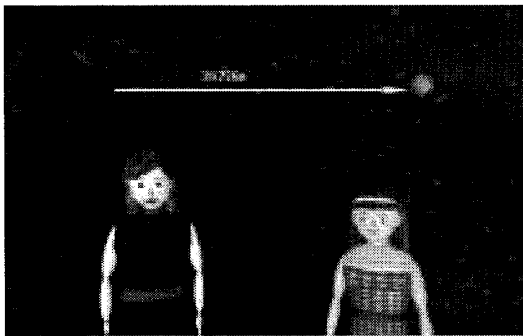
図3に開発した理科教材の映像例を示す。

表2 シナリオ一覧

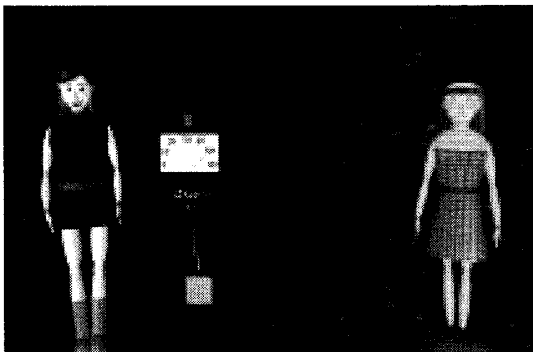
教科	シナリオ名	上映時間(秒)
理科 (宇宙)	太陽系の惑星たち	72
	月と地球の関係	90
	月の引力	178
	太陽の動き	202
	地球と太陽	101



(a) 太陽系の惑星たち



(b) 月と地球の関係



(c) 月の引力

図3 映像教材の画面例

5. 実験授業

5.1 実験の概要

埼玉県南埼玉郡宮代町立笠原小学校で実験授業を行った。対象は、4年生から6年生の15名である。授業は、児童を1つの部屋に集め、開発したCAPの教材をプロジェクタに映し、人間の教師とCAPが対話しながら授業を行う方式で行った。検証のため、対象単元の授業前テスト、授業後テストを行い、CAPの学習効果を測定した。事前テストの問題数は5問と事後テストの問題数は5問を出題した。問題の難易度は私立中学受験程度とした。事後テストの問題は事前テストの問題に比べて、少し異なった問題を出題した。CAPの教材は、解説や説明とそれに準じた問題を出題する構成

となっており、問題を出題した際には、児童と論議を行いCAPに回答を入力した。

図4に実験授業の風景を示す。



図4 実験授業の風景

5.2 実験結果

参加した生徒は、みな真剣に授業に集中して臨んだ。事業にかかった時間は事前テストが約6分、事後テストが約6分、CAPを使った事業では、理科が約10分である。各問題の正解者数を正答率とし、図5に結果を示す。実験授業前のテストの正答率は、平均20%であったのに対して、授業後テストの正答率は、平均98%であった。数十分の教材映像で、私立小学受験程度という難しい問題であったにもかかわらず正答率が上がる結果となった。

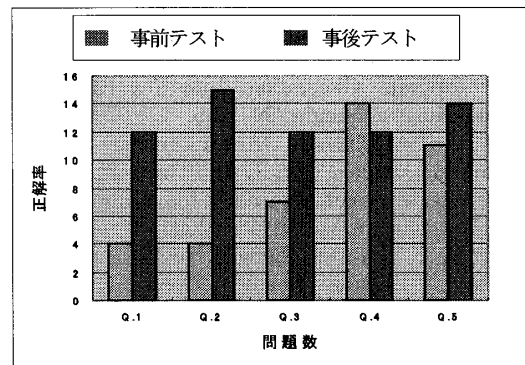


図5 テストの正解率

実験授業の最後にアンケート調査を行い「CAPの教材は面白かったですか」という質問をしたところ、図6に示す通り、約8割の生徒が「CAPの教材が面白かった」、「またこのような授業を受けたい」と回答した。また「解説がわかりやすかった」、という意見もあった。これらのことから、CAPは、小学生の学習意欲に結びつく機能も有していると考えられる。

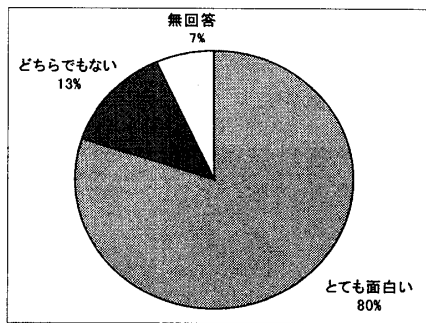


図6 アンケート結果

6. まとめと今後の課題

CAP を用いた教材開発と実験授業について報告した。今後は、さらに新しい機能の追加を検討し、開発を行いたい。また、探索型学習機能を活用できる理科教材の開発も続けたい。この機能は、理科教材だけではなく、小学生向けの英語教材として有効に活用できるのではないかと考えている。機会があれば、英語教材の開発も検討していきたい。

参考文献

- [1] C. Phillips, N.I. Badler: "Jack: a Toolkit for Manipulating Articulated Figures", ACM/SIGGRAPH Symposium on User Interface Software, 1988.
- [2] M.Hayashi, H.Ueda, T.Kurihara, M.Yasumura, "TVML(TV program Making Language)" Automatic TV Program Generation from Text-based Script", Proceedings of Imagina'99, 1999.
- [3] Tsutsui, M.Ishizuka, "A Multimodal Presentation Markup Language MPML with Controlling Functions of Character Agent." Journal of Information Processing Society of Japan, Vol.41, No.4, 2000.
- [4] Arthur C. Graesser, Xiangen Hu, "Teaching with the Help of Talking Heads", Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT2001), pp.460-461, 2001.
- [5] ssAmy L. Baylor, "Cognitive Requirements for Agent Based Learning Environments", Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT2001), pp.462-463, 2001.
- [6] 筒井孝之, 石塚満: "キャラクターエージェント制御機能を有するマルチモーダル・プレゼンテーション記述言語 MPML", 情報学論誌, 41, 4, pp.1123-1133, 2000.
- [7] 道家, 林, 牧野: "TVML を用いた番組情報からのニュース番組自動生成" 映情学誌, 53, 7, pp.1097-1103, 2000.
- [8] 新藤義昭, 松田洋, 鈴木誠史: 3D-CG Animation のシナリオ記述言語 CPSL と Cyber Teaching Assistant の開発, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.8, pp.2782-2796, 2002.
- [9] 伊藤悠也, 松田洋, 新藤義昭: 人間型ソフトウェアロボットを用いた Cyber Assistant Professor(CAP)の開発, 第3回情報科学技術フォーラム (FIT2004) 演説論文集 Vol3, pp.311-312, 2004.
- [10] 松田 洋, 新藤義昭: 対話型 3DCG リアルタイムアニメーション記述言語を用いた自学自習用 e-Learning システムの開発, 映像情報メディア学会誌, Vol.59, No.11, 2005.
- [11] H.Matsuda, Y.Shindo: "Development of Cyber Assistant Professor (CAP) and Cyber Person Scenario Language 2 (CPSL2) for Interactive 3DCG Animation", Proceedings of Computers and Advanced Technology in Education (CATE2005), pp.59-64, 2005.
- [12] H.Matsuda, Y.Shindo: "Design and Implementation of Cyber Assistant Professor: CAP", Proceedings of the 5th IEEE international Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2005), pp.297-301, 2005.
- [13] H.Matsuda, Y.Shindo: "Prototype of Cyber Assistant Professor: CAP", Proceedings of International Conference on Cognition and Exploratory Learning In Digital Age (CELDA2004), pp.141-148, 2004.
- [14] H.Matsuda, T.Morita, Y.Shindo: "Prototype of Cyber Theater Scenario Language", Proceedings of International Conference on Computer, Communication and Control Technologies (CCCT2003), 5, pp.77-80, 2003.
- [15] H.Matsuda, T.Morita, Y.Shindo: "Development of Cyber Theater and Cyber Theater Scenario Language", Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2003), pp.330-331, 2003.
- [16] H.Matsuda, Y.Shindo: "Development and Utilization of Cyber Theater", Proceedings of International Conference on Computers in Education(ICCE2003), pp.942-946, 2003.
- [17] Y.Shindo, H.Matsuda, J.Suzuki, "3D-CG Animation Scenario Language for Cyber Teaching Assistant", Journal of Information Processing Society of Japan, Vol.43, No.8, pp.2782-2796, 2002.
- [18] Y.Shindo, H.Matsuda, "Prototype of Cyber Teaching Assistant", Proceedings of IEEE Computer Society Press, IEEE International Conference on Advanced Learning Technology, pp.70-73, 2001.
- [19] H.Matsuda, Y.Shindo: "Design and Implementation of Scenario Language for Cyber Teaching Assistant", Proceedings of Enhancement of Quality Learning Through Information & Communication Technology, ICCE/SchoolNet 2001,2, pp.643-650, 2001.
- [20] 新藤義昭, 阿部正平: "OpenGL リアルタイム 3D プログラミング", 単行本, 秀和システム, 2000.