

# EFfEct : エピソードを用いた歴史文化学習ゲームシステム

東本遼太郎<sup>†1</sup> 森崇志<sup>†1</sup> 中井仁大<sup>†1</sup> 星野准一<sup>†1</sup>

実体験を伴った経験は学習にとって効果的で、学校教育などでは実際に学習対象に触れるような学習が推奨されている。しかし過去の歴史や文化について学ぼうとした場合、実際に体験をすることで知識を得ることは難しい。本稿で提案するシステム、EFfEct: Experiential Foundation for Education では、歴史的な事象を定義でき、プレイヤーは登場人物の1人として場面に参加することで、様々な視点から多面的に事象を理解できる。システムは様々なゲームコンテンツの基盤となるもので、学習したい場所、時代に対応する。今回は過去の生活習慣や文化に着目し、町を再現したヴァーチャルな3D空間の中で人々の暮らしを観察、体験できるゲームコンテンツを制作可能とした。評価として、日本の江戸時代の町における人々の生活を体験できるゲームコンテンツを制作、実現した体験的学習に学習効果があるのか、こういった要素が効果的であるのかを確認した。

## EFfEct: Game System for Learning Culture of the Past Using Episode

RYOUTAROU TOUMOTO<sup>†1</sup> TAKASHI MORI<sup>†1</sup> YOSHIHIRO NAKAI<sup>†1</sup>  
JUNICHI HOSHINO<sup>†3</sup>

Experience is effective for learning. Learning with observing or touching on the object actually is recommended, such as school education. However, if we try to learn about the history or culture of the past, it is difficult to learn it from actual experience. In this paper, We developed a game system called EFfEct (Experiential Foundation for Education) using Episode System that allows players the historical and cultural experiential learning. Users as the characters of scenes can actively learn contents with experiencing the time, the place and the change with them. System is foundation, so creators of game contents can produce them representing various age or place with this system. We performed experiments to evaluate the system by getting users to play game content can experience the life of people and entertainments in the town of the Edo period of Japan. In these experiments, it was confirmed whether there is a learning effect and what element is effective.

### 1. はじめに

学習を行う際、時間や空間と関連付けられるような実体験を伴った経験をすると、その学習は効率的なものになるとされている[1]. 学校教育などでは実際に学習対象に触れるような学習、博物館などの見学や、実地での体験学習などが推奨されている[2]. 博物館や資料館などにおいては、映像コンテンツや模型など、実際に見たり触れたりすることで知識を得ることのできる設備が多くある。

しかし、過去の歴史や文化について学ぼうとした場合、実際に体験をすることで知識を得ることは難しい。当時の出来事や町並みを体験することや、様々な視点から出来事を理解したりすることは不可能である。出来事同士の因果関係や、それが当時の人々の目にどう映ったのかなどを多面的に理解することも難しい。学校教育の歴史分野などにおいても、教員による教示、歴史的特色を残す地域の見学などに留まっている。

そこで本稿では、時間的、空間的な体験により歴史文化学習を行えるゲームシステムを開発し、その学習効果を検証する。ここでは、ユーザが能動的に、時間、場所とそれによる変化を体感しながら、場面の登場人物の1人として学習内容に触れることを体験的な学習としている。

本稿で提案するシステム、EFfEct では、人物や物体、事象などの歴史的な要素を定義できる。体験場面中の様々な人物の意見を聞いたりすることで、同じ出来事を多数の視点から見ることができ、プレイヤーはキャラクタの操作による自身の視点も含めて多面的に事象を理解できる。また、ゲームによって様々な時代を表現することを考え、本システムは内容の入れ替えが可能で、コンテンツの基盤となりうるものである。今回は過去の生活習慣や文化に着目し、町を再現したヴァーチャルな3D空間の中で人々の暮らしを観察、体験できるゲームコンテンツを制作可能とした。システム中では、町という場面で暮らす多くの人々の日常生活を表現し、時代や季節の流れを制御することのできる新たなキャラクタ行動制御を用いている。

また今回はゲームシステムと具体的なゲームコンテンツを示すだけでなく、学習効果の検証も行う。学習のための各要素に学習効果があるのか、また今回のシステムがそれを満たしているかを確認する。今回は江戸時代の町における人々の生活を体験できるゲームコンテンツを制作し、評価に利用する。ゲームは自宅環境でのプレイを想定し、ターゲットユーザは特に限定せず、誰でも知識を得られるものとする。

<sup>†1</sup> 筑波大学  
University of Tsukuba

## 2. 関連研究

### 2.1 学習コンテンツの実用例

ゲームや施設内のコンテンツとして学習に利用されているものは多くある。RPG を模した歴史学習ゲーム[3]や、クイズ形式の設問に報酬を与える手法のアプリケーション[4]などがその例である。これらはゲームという形態のエンタテインメント性による動機付けを利用するものである。また、博物館[5]の展示には、当時の様子を再現した映像や町並みや住居の模型などがある。しかし、滞在時間などの制約もある上、観察が主となるもので、体験型のインタラクティブなコンテンツとして利用されているとは言い難い。

### 2.2 インタラクティブな歴史学習

歴史学習にインタラクティブなコンテンツを用いた例としては、3D のバーチャルな空間を用いた研究[6]がある。これは過去の生活様式などを再現、その中の様々なものに触れるような学習ができるものであるが、ユーザ自らがその中に関わっていくようなインタラクションや体験学習は行われておらず、辞書的なツールとなっている。また、日常生活を行うエージェントを用いた研究[7]もある。こちらも3D 環境を学習に利用しており、当時の生活様式で暮らす住人キャラクタを AI 制御技術により構築、アパタを通じたインタラクションにより学習するものである。AI キャラクタを用いる点で本研究に類するものであるが、出来事の連鎖や時間と関連付けられた体験は見られない。

### 2.3 インタラクティブストーリーテリング

インタラクティブなストーリーテリングに関する研究として、学習などを用途としたゲームコンテンツにおけるドラママネジメントでのシナリオ表現に関する研究[8]がある。また、物語表現におけるキャラクタに関する研究として、場面を盛り上げる NPC を適所に設置する研究[9]や、プレイヤーに適切なストーリー体験をさせるため、その中で登場する NPC の要件を設定、提案した研究[10]などがある。

その他にも多くのキャラクタモデルを扱う群衆シミュレーションに関して、人の密度を拘束条件として導入し、10 万程の人の流れをシミュレーションできる研究[11]や、集団行動を、個人に対するドラッグや固定によってインタラクティブに編集できる研究[12]などが行われている。

このように、1 体、あるいは数体の高機能なエージェントとの対話を行うようなインタラクティブなコンテンツや群衆シミュレーションに関する研究が数多く行われているが、ゲームコンテンツにおける町の規模を表現しつつ、日常生活行動やプレイヤーとのインタラクションを可能とするシミュレーションを実装するのは未だ容易ではない。

今回は、当研究室の先行研究であるエピソードによる複数キャラクタの制御技術[13]を発展させ、町に生活する多数のキャラクタの制御を可能とするシステムを新たに提案する。

## 3. 時間、空間と関連付けた知識の獲得

本稿では、体験的な歴史文化学習を行えるゲームシステムを提案、開発し、ゲームによる学習効果を検討する。体験的な学習を活かすため、今回は町程度の大きさを全体の場面としている。

### 3.1 学習に関する機能要件

本研究において期待される学習効果とそれに関するシステム要件、及び実装する機能を挙げる。

3D 空間に再現された町を探索、時間やシナリオ変化の中でイベントを体験することにより、その中で得られる知識を自らの出来事として関連付けて記憶する。これはヴァーチャルな町を再現、時間や場所と出来事の発生を関連付けることで実現する。

また、プレイヤーキャラクタを通し、当時の町の中の住人の 1 人として場面を体験することで、より実体験に近いゲームプレイを提供する。キャラクタとのインタラクションを通して、周囲と関わりながらの体験をすることで没入感を増し、ゲーム中で生活している実感をプレイヤーに与える。

さらに、時代の変遷や季節の流れなど、体験場面の中の時間の流れを表現することによって、事象間の因果関係を明確にしたり、時代毎の事象を時系列に沿って学習しやすくしたりする。エピソードを用いた連鎖的なイベントの実行による表現や、フラグ管理による次イベントの解放などを実装し、流れの中で学習を行う。

このような要件を満たすことで、「何時、何処で何を体験した」といったような時間、空間情報を伴ったエピソード記憶を、ユーザが場面に入り込み、能動的に探索して自分の体験として取り入れることで、知識を効率的に身につけることができると考えられる。

### 3.2 体験場面における要素のモデル化

学習対象や、それに関わる事物をシステム中で表現するため、体験場面中の各要素をモデル化する。各モデルの概要を図 1 に示す。

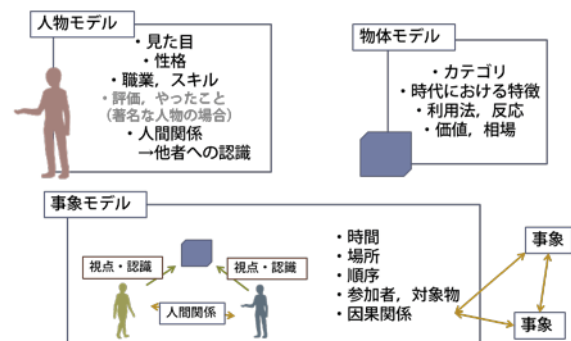


図 1 各要素のモデル化

#### 3.2.1 人物モデル

体験場面に登場する人物を表現するためのモデル。その

人物の性格、嗜好、職業、行い得る動作、他者へ持つ印象などの情報を表す。歴史上大きく扱われている人物であれば、どのような行動をとったのか、当時、あるいは現代においてどのように評価されているかも表す。

### 3.2.2 物体モデル

体験場面に配置される道具や建築物などの物を表現するためのモデル。物体の見た目や重さ、使い方、当時における価値、干渉された時の反応などの情報を表す。また、体験場面それぞれの設定によってカテゴリ分けし、所属するカテゴリを属性として扱う。

### 3.2.3 事象モデル

歴史上の出来事や日常の小さな出来事まで、体験場面において発生する事象を表現するためのモデル。その事象の発生した時間、場所、関連する人物や物体とその相関関係を表し、各人物の視点から見た事象への印象も表現する。

## 4. EFfEct: Experiential Foundation for Education

3章で述べた学習に関するシステム要件を満たし、体験場面における各要素を表現したシステムとして、EFfEct(Experiential Foundation for Education)を開発した。

EFfEctの実装に際して、まず町という大規模な場面を統括して管理できることが重要である。様々なオブジェクト情報はもちろん、発生する出来事や時間・位置情報、加えてそれぞれの相関を管理する必要がある。次に、過去の生活様式や文化を再現する上で重要になるのは、町に暮らすキャラクターの制御である。複数キャラクターに知覚や記憶などを持たせて同時に制御することを実現する。更に、インタラクションへの反応や、それによるプランの動的な再編を考慮する。

そして、以上のような機能と、3章で述べた学習のための要件を満たしつつ、学習したい時代に合わせてコンテンツ内容を入れ替えられなければならない。

### 4.1 EFfEct 実装概要

システムの概要図を図2に示す。ゲーム全体を管轄する管理部は、時間や場所、オブジェクトなど、管理する対象に対応したマネージャをそれぞれ持っている。これらのマネージャが情報を扱い、全体の管理を行っている。

PC (player character) はプレイヤーの操作を受けて直接動作するキャラクターである。プレイヤーはプレイヤーキャラクターの操作、あるいはインタフェースを通じた操作によってゲームコンテンツに干渉する。NPC (non-player character) はエピソードモジュールを用いたキャラクター制御により、自ら知覚、判断して動いている。アイテム、及び建築物を含む町並みは干渉を受けたときに反応したり、エピソードの発生が設定されていたりする。

また、管理部はシナリオの進行管理も行っており、プレイヤーやNPCの行動が一定の条件を満たした際に、発生する

エピソードを変化させたり、特定のエピソードの発生を開放したりといった遷移をゲームにもたらし。

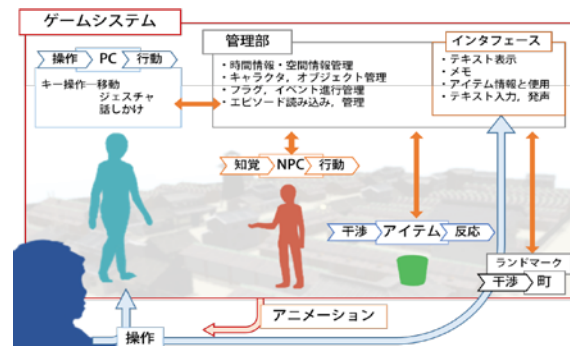


図2 EFfEct 概要図

### 4.2 エピソードモジュールによるキャラクター制御

本研究で目指すシミュレーションでの出来事の連鎖を実現するため、イベントをAND/ORノードの組み合わせによって階層的に並べ、ツリー状のモジュール「エピソードツリー」として構成する。エピソードツリーは図3のように構成される。

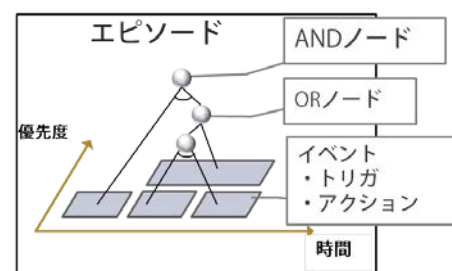


図3 エピソードモジュール

本システムでは、日常生活で発生する会話や食事などといった小さな事象の断片を「エピソード」として表現し、キャラクターの全ての行動をエピソードによって制御する。このエピソードモジュールが連鎖的に選択・実行されることで、ストーリー性や因果関係の表現が可能となる。このエピソードを用いたキャラクター制御を図4に示す。

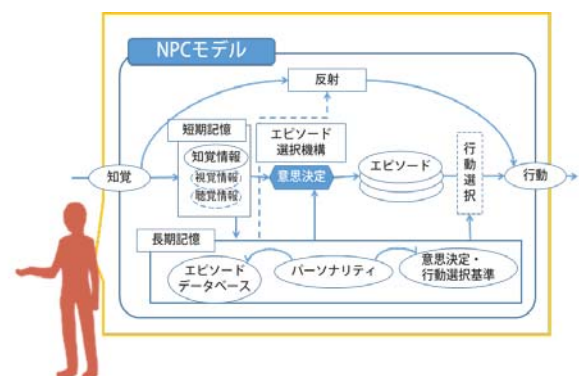


図4 NPC制御モデル



### 4.3 日常生活風景の再現技術

町における当時の日常生活風景を再現するため、エピソードを利用した新たなキャラクタ行動制御技術を提案する。

エピソード選択機構では、時間に沿った行動をキャラクタに与えるため、その時点から 24 時間後までのエピソード選択計画を、キャラクタが個別に生成する。ユーザからのインタラクションなどずれが生じた際には動的に再構成される。

日常生活エピソードは 3 つのカテゴリに分かれており、人間としての基本的な行動を行う生活行動、社会的な活動などが分類される義務行動、任意の自由時間を過ごす自由行動があり、プランニングの際のエピソード選択順に反映される。またこれとは別に、インタラクションされた際などに実行される反応行動がある。

さらに、複数人での行動の実装を容易にするため、1 人の持つエピソードで複数人を制御する複数人エピソード機能を実装する。この機能によって、多くのバリエーションが予想される複数人での行動を、1 つのエピソードで表現でき、エピソード制作の効率を向上させることができる。

### 4.4 プレイヤによる主観視点での探索

本システムでは直接画面上で操作するようなインタラクションのみならず、ユーザがプレイヤーキャラクタとして主観視点でコンテンツ中を探索できる。プレイヤーも空間内のキャラクタとして振る舞うことができ、エピソードの発生や他キャラクタとのインタラクションを行える。

また、インタフェースの機能として実装しているものもある。ゲーム内に出現させたり、図鑑のように閲覧できたりするアイテムがあり、収集状況などをエピソードやシナリオ進行のトリガとすることもできる。他にも、テキストボックスへの入力で、聴覚として検知される発話を行うことが出来るほか、主観視点での探索と俯瞰での観察を切り替えることのできる機能をインタフェースが持っている。

### 4.5 基盤システムとしての利用

前述のように、学習の対象となる時代とその当時の文化や生活は多様であり、ゲームにより再現する時代を入れ替えることができた方が良い。今回のゲームシステムはコンテンツの基盤となるものであり、建築物やキャラクタの 3D モデル、エピソードなどを入れ替えることにより、様々なゲームコンテンツへと応用することができる。

今回の提案システムでは、ここまで述べてきたような機能を基盤として実装しており、コンテンツの内容は入れ替えが可能となっている。その範囲について図 5 に示す。コンテンツ制作者は主に、キャラクタなどの 3D モデル制作と設定、エピソードの制作とその割り当てなどを行うことになる。なお、この中でエピソードやアイテム、マップなどの情報は XML 形式の共通の書式で記述が可能であり、追加や変更も容易に行える。

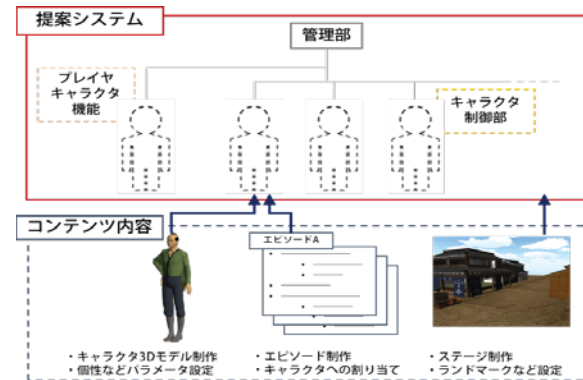


図 5 システムとコンテンツの範囲

## 5. 評価

システムの有用性を確認し、どのような機能が学習に有用であったか検証するため、システムを用いたゲームコンテンツを試作し、提案するゲームシステムについての評価実験を行った。

### 5.1 評価用コンテンツ

今回開発した評価用のコンテンツは、日本における江戸時代、江戸の下町とそこで暮らす人々の生活の様子を再現した学習用のゲームコンテンツである。制作は 3D のゲームエンジン「Unity」で行った。評価用コンテンツ実行中の画面は図 6 のようになっている。商店が並ぶ表通りを中心に、商人や職人などの長屋町人が暮らしている。学習する内容は主に、当時の人々の食や娯楽など、エンタテインメントに関する項目である。



図 6 評価用コンテンツ実行中の画面

具体的な操作・機能について述べる。キーボード操作により、プレイヤーキャラクタの移動、NPC への働きかけ、視点の切り替えが可能である。ユーザインタフェースとしては、時間と季節の表示、視点の切り替え、所持品およびメモの表示機能を持っている。今回は季節の変化を表現しており、それにより人々が楽しむ娯楽や食事などが変化していく。所持品およびメモは、エピソードを体験することによって閲覧が可能になるもので、一覧から個別の所持品、もしくはメモのアイコンをクリックすることで、詳細な情報を確認することができる。

## 5.2 評価実験

評価実験は以下のような手順・方法で行った。被験者は日本人の大学院生6人である。

### (1) 事前テスト

学習する内容に関して、被験者が事前にどの程度の知識を持っているかをペーパーテストにより確認した。テストの内容は、1問1答形式の設問が5問、自由記述の考察課題が1問である。また、被験者が事前テストで出題された内容のみを確認することを防ぐため、設問は学習後のテストとは異なっている。ただし、考察課題に関しては、学習する範囲全体を対象とするものであるため、学習後のテストとほぼ同一のものとした。

### (2) 学習

被験者を2グループ(3人:3人)に分け、それぞれテキストによる学習と、評価用コンテンツの体験による学習をもらった。学習時間は任意であり、学習できる項目は全部で40項目程である。

### (3) 本テスト

学習した内容について、被験者がどれだけの知識を身につけたかを、ペーパーテストにより確認した。設問数は事前テストと同様である。

### (4) アンケート

評価用コンテンツの体験により学習してもらった被験者には、ゲーム体験に関するアンケートに回答してもらった。このアンケートの内容を表1に示す。表1中の設問1~6は、思う(5点)、まあまあ思う(4点)、どちらともいえない(3点)、あまり思わない(2点)、思わない(1点)の5段階評価で答えてもらった。

表1 ゲーム体験者へのアンケート内容

設問1	教科書や参考書、資料集での学習と比べ、今回のゲームを用いた学習をしたいと思うか。
設問2	博物館・資料館や映像での学習と比べ、今回のゲームを用いた学習をしたいと思うか。
設問3	時間の変化があることや、様々な場所に行けることは、学習の役に立ったと思うか。
設問4	自分でキャラクタを操作し、体験できることは学習の役に立ったと思うか。
設問5	ゲームを進めることで会話が変わることは、学習の役に立ったと思うか。
設問6	様々なキャラクタから話を聞けることは、学習の役に立ったと思うか。
設問7 (自由記述)	教科書や参考書、博物館や資料館などでの学習と、ゲームで体験する学習について、感じた違いなどがありましたらお書きください。
設問8 (自由記述)	今回学習して頂いたゲームで、良かった点がありましたらご自由にお書きください。

設問9 (自由記述)	今回学習して頂いたゲームで、悪かった点がありましたらご自由にお書きください。
設問10 (自由記述)	その他、ゲームのご感想やご意見などありましたら、ご自由にお書きください。

## 5.3 実験結果

### ・事前テスト、及び本テストの結果

両グループにおける事前テスト及び本テストの結果は、図7のようになった。図7左のグラフは1問1答の設問において、正答数の平均値の変化を表すものである。図7右のグラフは考察課題における記述文字数の平均値の変化を表すものである。それぞれについて、各グループの結果に対し、事前テストと本テストの結果間で母平均に差がないことを帰無仮説とした対応のあるt検定を行ったが、いずれも非有意であった( $p>0.05$ )。

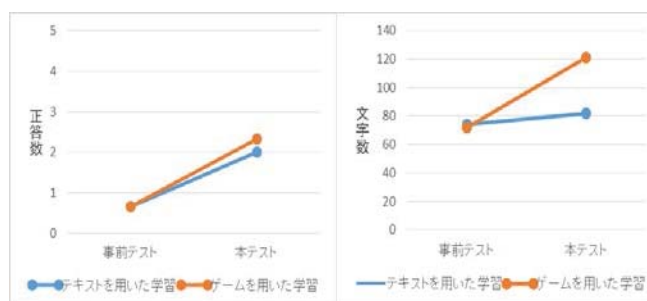


図7 テスト結果 (左:1問1答形式, 右:考察課題)

### ・アンケートの結果

ゲームを用いた学習を行ったグループに対するアンケート(Table 4)中の設問1~6の結果を図8に示す。グラフの縦軸は前述の5段階評価における点数の平均値、エラーバーは標準誤差である。

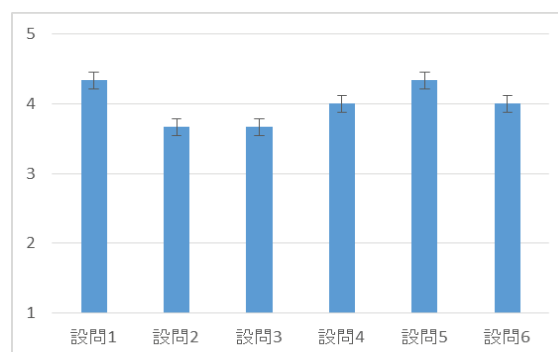


図8 アンケート結果

設問7に対する回答としては、「自分のペースで情報収集ができる点良かった」、「能動的に話を聞いたりするので覚えられる」、「雰囲気や文化を掴むのには良いが、物事の詳細を知るには教科書や参考書を読む必要がある」といったものがあつた。

設問 8-10 に対する回答としては、「季節に応じてキャラクタの台詞が変わるのは良いと思った」、「主人公（プレイヤーキャラクタ）の身分が変更されると面白い」といったものがあつた。

#### 5.4 考察

今回、テキストを用いた学習とゲームを用いた学習を比較した実験項目において、ペーパーテストでの有意差が認められる結果は得られなかった。NPC との会話など、結局文字情報に頼る学習になってしまい、明確に差異がつけられなかったと考えられる。

ゲームに関するアンケートでは、教科書や参考書の学習と比較して利用したいと思うかを問うている設問 1 において、4 以上の評価点を得られている。博物館や資料館との比較ではこれに評価点は劣るものの、教科書や参考書などと比較し、学習の動機づけとなりうることを示された。

また、設問 4-6 において、いずれも 4 以上の評価点を得られている。自由記述においても、進行に沿ったイベントの変化や、能動的に体験できることの有用性が挙げられており、体験に関する各機能は有用であったと考えられる。設問 3 はこの 3 項目と比較してやや低い評価点であるが、これは時間や場所の変化に対応するようなイベントを、十分に実装できていなかったためと考えられる。

その他、設問 8 以降では、評価用コンテンツに対する意見を得られた。各機能やユーザインタフェースの改善点などについて参考にし、システムとして、あるいはコンテンツ制作の補助機能としての実装を検討したい。

## 6. まとめ

### 6.1 本稿の総括

本稿は、体験的な学習が効率的であることに着目し、特に実体験を伴う学習が困難である歴史にむけた学習ゲームのためのシステムを提案した。また、ゲームを用いた学習とその効果について、評価用コンテンツを用いて実験を行い検証した。

システムは学習ゲームのための基盤となるものであり、様々なゲームコンテンツに、キャラクタ制御を用いた日常生活風景の再現や、学習のための機能を提供する。学習のための機能も実装し、ゲームの持つ物語性、エンタテインメント性、時間・空間、プレイヤーキャラクタを通じた体験などを利用する。学習効果及び体験のための各機能についての評価では、体験に関する各機能が有効に働いたことを確認した。

### 6.2 今後の展望

今回の実験で高評価を得られなかった部分に関する改良点として、キャラクタのアニメーションなど文字情報以外に依存するエピソードを多く利用し、テキストによる学習との差異を明確にすることが考えられる。また他に、時間や場所の情報をよりエピソードに反映させることが挙げ

られる。

また、今回学習項目としては考慮しなかった、学校教育における歴史の主要な事項の学習への対応が考えられる。さらに、基盤システムとして、制作者目線に立ったゲームコンテンツ制作の簡易化も求められると予想される。キャラクタの移動の設定、3D モデルのモーション作成、町の構成やエピソードモジュールの制作支援など、簡略化すべきゲームの制作プロセスは多々ある。

**謝辞** 本論文を執筆するにあたり、ご助言を頂きました本学システム情報系 宇津呂武仁教授、システム情報系 浜中雅俊講師、誠にありがとうございました。また、研究を進めるにあたり、ご支援下さった研究室の皆様にも深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 増本康平, 「エピソード記憶と行為の認知神経心理学」, ナカニシヤ出版
- 2) 中学校学習指導要領 第 2 節 社会, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/990301c/990301c.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301c/990301c.htm)
- 3) 株式会社かくげい, 「日本歴史トラベラーズ」, <http://www.gakugei.co.jp/products/rekishi/>
- 4) アソビエ, 「クイズタイマー」, <http://www.quiztimer.com/>
- 5) 江戸東京博物館, <http://www.edo-tokyo-museum.or.jp/>
- 6) Barbatsis Kostas, Economou Daphne, Papamagkani Ioanna, Loukas Dimos, “3D Environments with Games Characteristics for Teaching History: The VRLerna Case Study”, SIGDOC’11, 2011
- 7) Anton Bogdanovych, Kiran Ijaz, Simeon Simoff, “The City of Uruk: Teaching Ancient History in a Virtual World”, IVA2012, LNAI 7502, pp.28-35, 2012
- 8) Jeroen Linssen, “A Discussion of Interactive Storytelling Techniques for Use in a Serious Game”, 2012
- 9) Ramon Limberger, Cesar Tadeu Pozzer, Bruno Feijo, Edirlei Soares de Lima, “Supporting Characters in Interactive Storytelling”, SBGames - Salvador - BA, 2011
- 10) David L. Roberts, Charles L. Isbell, “A Survey and Qualitative Analysis of Recent Advances in Drama Management”, International Transactions on Systems Science and Applications, Special Issue on Agent Based Systems for Human Learning, pp.61-75, 2008
- 11) Rahul Narain, Abhinav Golas, Sean Curtis, Ming C. Lin, “Aggregate Dynamics for Dense Crowd Simulation”, SIGGRAPH Asia ’09 ACM SIGGRAPH Asia 2009 papers
- 12) Taesoo Kwon, Kang Hoon Lee, Jehee Lee, Shigeo Takahashi, “Group Motion Editing”, SIGGRAPH ’08 ACM SIGGRAPH 2008 papers
- 13) Junichi Hoshino, Katsutoki Hamana, Shiratori Kazuhito, Atsushi Nakano, “Distributed Episode Control System for Interactive Narrative Entertainment”, Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp. 145-156, 2009.