

## グループワークによる知識創造と VR コンテンツの制作教育

宮田 一乗<sup>†</sup> 梅本 勝博<sup>†</sup> 石橋 賢<sup>†</sup> 樋口 健夫<sup>††</sup>

VR コンテンツの制作には、多種多様なスキルが必要とされる。グループワークは、メンバー間の共同作業を通じて各人の能力を最大限に活用できるため、VR コンテンツの制作に非常に適したアプローチであると考えられる。また、グループ討論などに積極的に取り組むことで、学習効果が改善されるばかりでなく、社会性も身に付けることができる。本報告では、VR コンテンツの制作例をもとに、グループワークによる知識創造の可能性と教育効果について述べる。

### An educational framework for knowledge creation and creating VR application through groupwork

Kazunori Miyata<sup>†</sup> Katsuhiko Umemoto<sup>†</sup>  
Ken Ishibashi<sup>†</sup> and Takeo Higuchi<sup>††</sup>

Virtual reality (VR) application creation is a comprehensive development process that requires a variety of skills. A groupwork-based project is a suitable approach for creating a VR application because the group members can utilize their full powers and knowledge of their special fields through collaboration. Students learn best when they are actively involved in a process, such as in group discussion and field work. Such groupwork projects are also effective in improving their collaboration skills. This report introduces an educational framework for creating VR applications through groupwork, and highlights the advantages and potential of this framework.

## 1. はじめに

現在の社会はますます複雑になっており、堅牢かつ学際的なアプローチなしでは、多面的な問題の解決は困難である。これに対し、学際的なトレーニングは高度に細分化された専門知識の問題点[1]を克服する一つの方法である。21世紀の「知識社会」は、コンピュータと通信技術の技術革新とともに現実のものとなり、第三次産業であるサービス産業が成長している。サービス産業では、これまでの大量生産とは正反対に、クライアントの要求に柔軟に適應することが必須である[2]。したがって、知識社会では多様な専門職種の人たちが協力しながら知識と価値を創造する知的協働能力が求められている。本稿では、グループワークによるVRコンテンツの制作を通じて、複雑な課題の解決に対する知識創造技法の教育法を述べる。

### 1.1 IVRC について

VR コンテンツ制作の成果発表の場である国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC; International collegiate Virtual Reality Contest<sup>a</sup>) について簡単に述べる。日本VR学会が中心となり運営しているIVRCは、1993年から毎年開催されており、VRやロボットなどの先端技術を用いたインタラクティブな作品のコンテストである。IVRCは学生が中心となって企画立案、制作、展示を行うコンテストであり、学生教育の最適な場でもある。また、国際的な競争も視野に入れることができる高いレベルにあり、参加する学生のモチベーションも極めて高い。発足当初は、国内だけであったが、2004年からはフランス Laval Virtual と、2010年からはアメリカ CMU の ETC との連携が深められ、国際的なコンテストへと発展した。IVRCで優秀な成績を収めた作品は、SIGGRAPH や Ars Electronica などの国際ステージで評価されており、わが国のメディア芸術の一翼を担う存在となっている。IVRCのおおまかなスケジュールを図1に、IVRC 出展作品のSIGGRAPH 採択件数の推移を表1に示す。

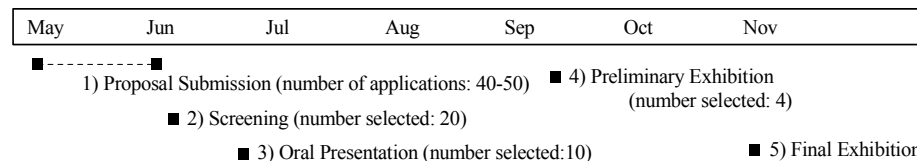


図 1 IVRC のスケジュール

Table 1 IVRC 出展作品の SIGGRAPH 採択件数

Year	02	03	04	05	06	07	08	09	10
採択件数	1	1	2	3	3	2	2	3	1

<sup>†</sup> 北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

<sup>††</sup> アイデアマラソン研究所

Idea Marathon Institute

<sup>a</sup> IVRC 公式ページ: <http://ivrc.net>

## 1.2 関連研究

グループワークのスキルは多くの学生の基礎能力であると考えられており、すでにいくつかの組織がカリキュラムにグループワークを導入している[12,14]. Farkas は、グループプロジェクトによる先端コンピュータサイエンスのコースを開発し[9], グループプロジェクトが学生教育ならびに社会的な経験を高めるために適していることを指摘した. Gold らは、グローバルゲームジャム(GGJ)[8]を 2008 年に設立した. これは、ゲームのラピッドプロトタイピング大会であり、参加者に協同作業の重要性を認識させ、新しいアイデアの試行、さらには、開発者、デザイナー、アーティストとして成長する機会を与えるものである. しかしながら、ゲームのテーマ自体はイベント主催者が決定している. Fullerton らは、ゲームデザインに関する非常に有益な参考書[10]を出版している. この本では、演習ドリブなアプローチを取っているが、プログラミングスキルや芸術的な能力を必要とせず、ゲームデザインに比較的簡単に取り組むことを可能にしている. Stansfield は、VRの理論と実践要素を組み込んだVRの入門コースを提案しており[11], 学生が様々なスキルを統合することができる理想的な実習環境を提供している.

以降で述べる教育の枠組みは、VR コンテンツを中心としたグループワークによる複雑な課題を解決するための知識創造法を教えるように設計した.

## 2. グループワークの方法

本章では、グループワークによる VR コンテンツ制作法について概観する.

### 2.1 なぜグループワークなのか

アイデアがよく練られ、協同作業、特に学際的な環境下で統合化されることで、一般的にチームは強くなると言われている. いっぽう Csikszentmihalyi は、フロー体験と呼ぶ、人がそのときしていることに積極的にかつ完全に没頭し、時を忘れるほどの快楽を伴う没入感を体験することが、自己の成長に結びついていると指摘した[5].

筆者らは、学生が積極的にグループ討論やフィールドワークに取り組んでいる際に、最も効率的に学んでいる姿勢を観察していた. また、グループワーク[4]が、学生の協同作業のスキル向上に有効であることも経験上知っていた. VRコンテンツ制作は、さまざまな能力を必要とするために、制作過程にグループワークを適用することで、学生のスキル向上ばかりでなく人格形成に役立つのではないかと考えた. なお、具体的なプロジェクトの制作事例は 3 章で述べるが、参加した学生の 4 割強が非技術系のバックグラウンドを持つ学生であった.

### 2.2 グループワークのプロセス

VR コンテンツに限らず、コンテンツ制作での重要なプロセスは、デザインプロセスにあると考える. デザインプロセスでは、物理的なオブジェクトやインタフェースのデザインが最も目につきやすいが、体験者の経験デザインこそが最も重要な要素である.

Young は、アイデアの創出には、1) データの収集、2) データの咀嚼、3) データの組み合わせ、4) 発見!の瞬間、5) アイデアのチェック、の 5 つの過程があると述べている[3]. また、アイデアは古い要素の新しい組み合わせ以上のものではないとも述べており、バラバラな要

素間の関係性を見出すことの重要性を指摘している. 彼のアイデア創出法は、グループにおける創造性に関する文献[13]でも支持されており、筆者らも VR コンテンツ制作におけるアイデア創出に適用することとした. 以降、このプロセスを以下の 3 段階に分けて述べる.

- (1) 発散思考: アイデアをひたすら出す.
- (2) 収束思考: アイデアの統合・結合.
- (3) アイデアの具体化: 実現可能性などの調査・検証とアイデアの結晶化.

### 2.3 発散思考

制作にあたり、最初に行うのがアイデア出しである. この段階では、既成概念や既存手法に捉われない自由な発想が肝要であり、思いっぴのままにアイデアを数多く出すことが求められる. 本報告では、電子掲示板(BBS)を用いたアイデアマラソンの手法で発散思考を行う. アイデアマラソンとは、「発想の分野を限定しないで、個人が考えたものを、即時、できるだけ早く、できるだけ短く、ノートやパソコンデータに記録し、周りに話をする」発想法である[6]. アイデアの質は問わず、考え付く限りのアイデアを継続して出し続けることが重要である.

グループワークではメンバは複数いるため、互いのアイデアを共有し、いつでも閲覧・記録が可能でコメントが付けられる環境が必要である. したがって、BBS による発散思考の環境を用いることとした. 用いた BBS は一般的なものであるが、以下の点に注意が必要である.

- (1) スレッドの参照数とコメント数を表示する: これにより、アイデアへの注目度と議論の活発さが明確になる.
- (2) スレッドが更新されたものを常にトップに表示する: これにより、ホットなアイデアが明確になる. その反面、見向きもされないアイデアは後送りされ、死滅する可能性が高い.
- (3) コメントにはネガティブなことは一切書かない: アイデアの質は問わずに、たくさんのアイデアを出すことが大切である. ネガティブなコメントを書きしまうと、アイデアホルダーが自信をなくし、その後のアイデア創出に悪影響を与える.
- (4) 期限を設ける: 際限なくアイデアを出し続けることは不可能であり飽和してしまうので、期限を設けて集中して考えるようにする.

### 2.4 収束思考

発散思考の結果、相当数のアイデアが蓄積される. 次段階では、これらのアイデアを集約し、特定のアイデアへと集約する. アイデアの集約(収束的思考)にはクロス法や KJ 法[16,17]などの様々な手法があるが、筆者らは KJ 法を用いた. KJ 法では、集めたアイデアや情報に対して似たものや関連の深いものをグループ化し、表札付けと呼ばれる、グループが意味するところを帰納的に表現する作業を繰り返す.

アイデアの集約プロセスではアイデア全体を俯瞰することが重要である. デジタルツールではそれが困難であるため、図 2 に示すような紙ベースのアナログ的な手法を用いる. まず、BBS スレッドのタイトル名(アイデア名)をラベルに書き写す. それらを、大きめの模造紙に互いの関係性や親和性を考慮しながら貼り付けていく. すなわち、似たようなアイデアは近くにまとめるように分類して配置する. この作業は、図 3 に示すようにメンバ全員が一堂に会し、議

論しながら進める。ここで、常に全体を俯瞰しつつ、アイデアを集約することが重要である。次に、アイデア間で関連のありそうなもの、結合すると面白そうなものなどを考慮し、ラベルの再配置を行うとともに、模造紙に関連事項などを書き込む。これらの作業により、アイデアに深みが増し、新たなアイデアが創出される場合がある。最後に、アイデアの取捨選択を行う。



図 2 アイデアの集約



図 3 グループ討論の様子

### 2.5 アイデア結晶化

集約されたアイデアを実行可能なものにするために、アイデアの検証と結晶化を行い、具体化する。この段階では、VRコンテンツの体験者の体験デザインに注力し、常に体験者の視点で考えることが重要である。すなわち、目標とするコンテンツで体験者に何をさせ、どのようなことを感じてもらい、それがどのような楽しみや驚きを与えるのかをデザインする。ここで注意すべきことは、技術志向にならないことである。VRコンテンツでは、技術的な面白さを前面に出した企画になる傾向が強い。しかし、体験者にとって重要なことは、使われている技術の面白さではなく、どのようなことが体験できるのか、である。

例えば、3.4節で後述する「風景バーテンダー」では、図4に示すストーリーと展示イメージから具体化を始めた。その後、図5に示すように体験デザインを具体的に図式化し、メンバに共通意識を持たせる。同時に、実現に必要な技術的要素の洗い出しと調



図 4 アイデアの具体化例(風景バーテンダー)

査を進め、体験デザインに沿ったコンテンツ制作が可能かどうかを検証する。これらの作業が、VRコンテンツ制作の肝要であり、あとはデザインに沿って実装するだけである。

Baker[7]や Paul[15]が指摘しているように、筆者らはグループワークが学生の創造的思考やクリティカル思考の一助になると考えている。創造的思考は、発散的で非拘束な想像力に富むものである。一方で、クリティカル思考は収束的で拘束があり、論理的である。この2つの思考法は両極的なものとして扱われているが、どちらも必要なものであり、そのバランスが重要であるとする[22]。



図 5 体験デザインの例 (風景バーテンダー)

## 3. 制作事例

本章では、実際の制作事例bをいくつか簡単に紹介する。なお、各プロジェクトへの参加人数のうち、()内は技術系のバックグラウンドを持つ学生の数を内数で示した。

### 3.1 Ton<sup>2</sup> (2004 年度：参加人数 3(3))

Ton<sup>2</sup>は、図6のような紙相撲がテーマの対戦型の作品である。プレイヤーが水を揺らす行為を入力とし、水上のスクリーンに表示した力士の動きに影響を及ぼすことで対戦する[18]。プレイヤーは発泡スチロール製のブロックを押下して波を起し、システムはその押下速度をセンサで測定し紙力士同士の干渉および応力を算出する。極めて直感的な操作のみで遊ぶことができ、子供から大人まで性別を問わず、幅広い層の体験者が等しく遊べる作品である。

### 3.2 球魂 (2005 年度：参加人数 8(3))

球魂は、図7のようなピッチングを体感する作品である[26]。本作品は、のれん状スクリーンと、野球ボールを改造しセンサを内蔵したボールデバイスで構成され、プレイヤーは、ボールデバイスをスクリーンに向かって投げ込む。ボールがスクリーンを通過した際に、ボールがミットに収まるまでの映像をスクリーンに投影することで魔球の投げ分けを体験できる。

### 3.3 Interactive Fountain (2006 年度：参加人数 6(4))

Interactive Fountainは、図8のような団扇型のコントローラで7基の噴水を操る作品である。

b 動画はこちらを参照のこと。 <http://www.youtube.com/mytlab>

団扇の形状が持つアフォーダンスを活用し、対話的な噴水システムを実現した[27]. 噴水はプレイヤーが操作する団扇型コントローラの動きに反応し、LED 照明の色を変えながら水を吹き上げる。また、コントローラおよび噴水の動きに対応した効果音を出す。

### 3.4 風景バーテンダー (2007 年度：参加人数 5(2))

風景バーテンダーは、図 9 のようなカクテルのアナログを用いた風景 CG を作成するシステムである[19]. 体験者は岩や雲などの風景の要素が入った任意のボトルを選び、適量をシェーカに入れて配合する。そして、シェーカを振ることで地形の起伏や構成要素の配置を変化させ、シェーカを振り終えた後に完成した風景 CG をスクリーンに表示する。

### 3.5 Spider Hero (2009 年度：参加人数 8(5))

Spider Hero は、図 10 のようにバーチャル都市空間をスパイダーマン™ のようにクモの糸を使って自由に飛び回ることができる VR アプリケーションである[20]. Spider Hero では、ユーザが装着した手袋型の操作デバイスでクモの糸を発射しビルに張り付け、そのクモの糸によって引っ張られながらバーチャル都市空間内を飛び回る体験イメージを提供する。

## 4. 評価

表 2 は、本教育プログラムに参加した学生のアンケート調査の結果を示したものであり、5 段階評価 (数値が高いほど高評価) で 19 名の学生から評価を得た。この結果から、ほとんどの学生がグループワークを通じて成長したと感じており、この教育枠組みが有効であると評価していることがわかる。

表 3 は、2004 年から 2008 年までの IVRC での順位を示したものである。ここで、2009 年以降は順位付けのレギュレーションが変更になったために省略した。この客観的評価の結果が示すように、我々のプロジェクトは電通大や東工大のような理系の強豪大学とも互角の結果を残しており、また我々だけが 5 年間連続で 4 位以内に入っている。また、プロジェクトに参加した学生が、プロジェクトや各人の研究成果に対して最優秀論文賞などの学術賞を受賞した数は、Ton<sup>2</sup>:3, 球魂:3, Interactive Fountain:3, 風景バーテンダー:5, Spider Hero:1 となっており、このような高い評価は本教育の枠組みがメンバの研究遂行能力の向上にも役立ったことを裏付けるものと考えられる。

Table 2 アンケートによる参加者の主観評価

質問事項	評価の平均値
グループワークへの参加により成長を感じたか	4.7
グループワークによる他者との協同作業は価値があるか	4.7
グループワークの経験は実社会で役に立っているか	4.3
この教育枠組みへの参加を他者に勧めるか	4.9
この教育枠組みにどの程度満足したか	4.7

Table 3 IVRC での順位

開催年	1 位	2 位	3 位	4 位
2004	電通大	東工大	JAIST	電通大+東大
2005	筑波大	東工大	NAIST	JAIST
2006	JAIST	電通大	JAIST	東大
2007	電通大	ESCIN+ESIEA	筑波大	東工大, JAIST
2008	筑波大	Univ. Paris 8	金工大	阪大, JAIST, 東大

## 5. 分析

本章では、Spider Hero を題材にグループワークによる教育効果を分析する。

### 5.1 グループの発達

グループ設立から最終目標である展示までの 1ヶ月ごとに、各段階におけるグループの発達に関するアンケート調査を行った。アンケートは以下に示す 13 の調査項目から成り[25], 各調査項目を 4 段階評価する。図 11 に評価結果のグラフを示す。

- |                   |              |                   |
|-------------------|--------------|-------------------|
| A-1 結束性           | A-2 自発性      | A-3 グループの風土       |
| A-4 リーダーシップの分布    | A-5 責任の分布    | A-6 問題の解決         |
| A-7 グループ内の不一致の解決法 | A-8 基本的要求の充足 |                   |
| A-9 活動の多様性        | A-10 活動の深まり  | A-11 リーダとメンバの信頼関係 |
| A-12 リーダの役割       | A-13 安定性     |                   |

全体の傾向として右上がりのグラフであることが確認でき、1ヶ月ごとにグループが発達していることが分かる。また、A-3 と A-5 が高い値であり、A-12 が低い値を示していることから、グループのメンバは自由な活動を行い、各々の課題に責任を持って取り組み、グループのリーダーがアイデアや異なったやり方を提案しつつ自分たちで決定していたと言える。このような性質は、VR コンテンツ制作の複合的な技術を用いる特性によるものだと考えられる。

図 12 は平均増加率を棒グラフにしたものである。同図より、5-6 月と 7-8 月に高い増加率が見られる。5-6 月は、グループでアイデアを出し合い協力して企画書を制作している段階である。その段階において、企画書を作り上げることを目標にグループが一丸となり発達したと考えられる。次に 7-8 月は、最終目標である作品が決定し、その完成に向けて各々が課題を遂行している段階である。すなわち、最終目標のため自分のやるべき課題を遂行するために、グループが発達したのだと考えられる。グループワークにおける VR コンテンツの制作において、目標が二段階に設定されていることが、グループとしての発達を促していると分析する。



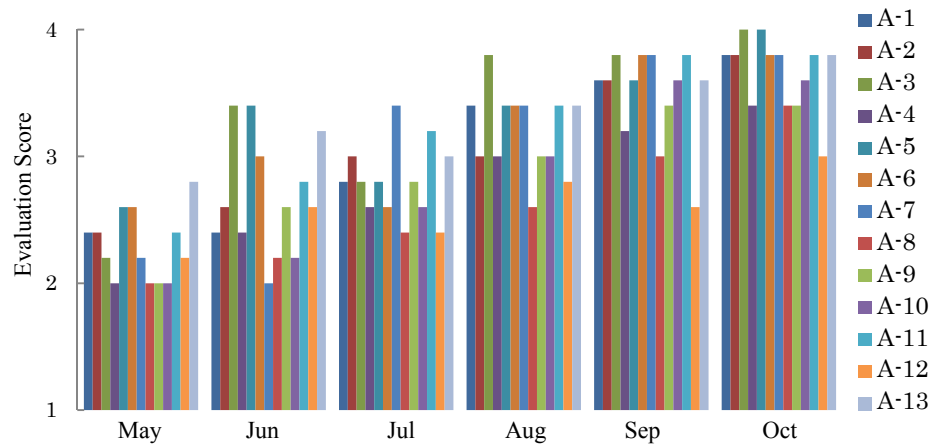


図11 グループ発達の評価結果

## 5.2 個人の発達

5.1 節と同様の方法で、各段階における個人の発達についてアンケート調査を行った。ただし、評価項目は以下のとおりとする。

- |                   |         |           |
|-------------------|---------|-----------|
| B-1 他のメンバとの関係について | B-2 自発性 | B-3 問題の解決 |
| B-4 コミュニケーション     | B-5 技能  |           |

個人の発達に関するアンケートは、評価項目 B-1 がグループに対しての感情、B-5 が個人の技能を、B-2 から B-4 は経済産業省が提示する社会人基礎能力に基づいている。個人の発達に関するアンケート調査結果を図 13 に示す。

個人の発達においても、右上がりの傾向があり、B-1 の項目が高い増加率を持ち、最終月では、最高値を示していることが確認できる。また、B-4 の項目も高い値を保っていることがわかる。このことから、グループワークが社会人として発達に効果的であることが確かめられる。

個人の発達においては、グループの発達と同様に7-8月において特に高い増加率が確認でき、実際のモノづくりという過程で、社会人基礎能力や親密性、技能を大きく発達させることができると言える。9-10月では、増加率が他と比べて低い値を示しており、9月後期の実装調整を行っている段階には、個人の発達は成熟していると言える。

以上のことから、グループワークによる VR コンテンツ制作教育が、個人を成熟段階まで発達させることができていると考える。

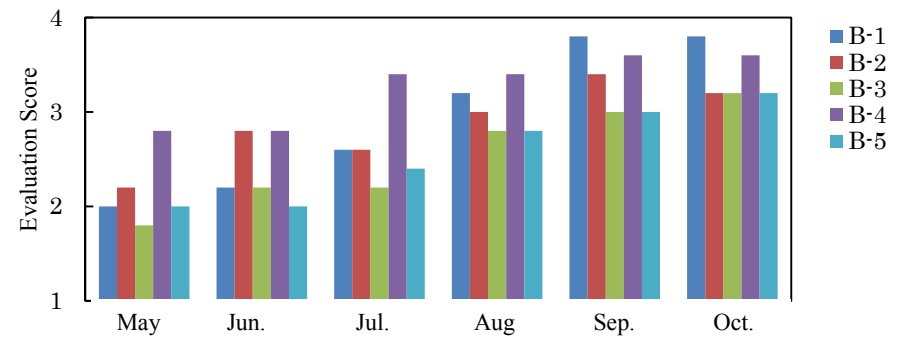


図13 個人発達の評価結果

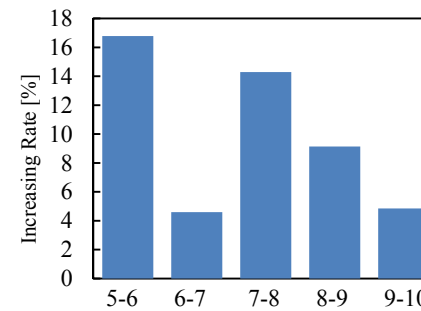


図12 グループ発達の平均増加率

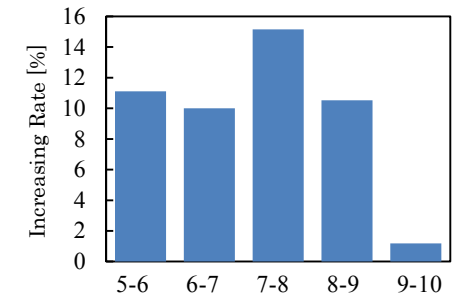


図14 個人発達の平均増加率

## 6. おわりに

以上、VR コンテンツ制作に対するグループワークの有効性とその教育効果を示した。VR コンテンツ制作は総合技術的な性格が強く、センシング技術や映像表現法以外に、意匠やストーリーデザインなどのソフト面のスキルが必須である。この場合、本稿で提案したようなグループワークによる共創の場は非常に有効であると考えられる。

今後は、より独創的なアイデアが創出できるよう、デザインプロセスにおけるコンセプト生成の手法やデザイン空間の合成法など[21,23,24]を教育手法に取り入れたい。

**謝辞** IVRC 実行委員会の方々には、有益なコメントやサポートをいただき、感謝の意を表す。本研究の一部は、文部科学省「大学院教育改革支援プログラム」の助成による。最後に、システム作りに寝食を忘れ取り組んだ学生諸君に深謝する。

### 参考文献

- 1) Easton D, Schelling CS: Divided knowledge. SAGE Publications; (1992).
- 2) Castro GM, Saez PL, Lopez JEN, Dorado RG.: Knowledge creation process: theory and empirical evidence from knowledge-intensive firms. Palgrave Macmillan; (2007).
- 3) Young JW: Technique for producing ideas. Natl Textbook Co Trade; (1988).
- 4) Douglas T: Basic groupwork. International Universities Press Inc.; (1978).
- 5) Csikszentmihalyi M: Flow: the psychology of optimal experience. Harper and Row; (1990).
- 6) Higuchi T: Idea Marathon <<http://www.idea-marathon.net/en/>>.
- 7) Baker M, Rudd R, Pomeroy C: Relationships between critical and creative thinking. Journal of Southern Agricultural Education; 51(1): pp.173–88 (2001)
- 8) Gold S, Lai G, Schrieber I: Global Game Jam <<http://www.globalgamejam.org>>
- 9) Farkas D: Choosing group projects for advanced systems courses. In: Proceedings of SIGCSE, pp.109–15(1998).
- 10) Fullerton T, Swain C, Hoffman S: Game design workshop. Focal Press; (2004).
- 11) Stansfield S: An introductory VR course for undergraduates incorporating foundation, experience and capstone. In: Proceedings of SIGCSE, pp. 197–200 (2005).
- 12) Wills CE, Finkel D, Gennert MA, Ward MO: Peer learning in an introductory computer science course. In Proceedings of SIGCSE, pp. 309–13 (1994).
- 13) Leonard DA, Swap WC: When sparks fly. Harvard Business School Press; (1999).
- 14) Daigle RJ, Doran MV, Pardue JH: Integrating collaborative problem solving throughout the curriculum. In Proceedings of SIGCSE, pp. 237–41 (1996).
- 15) Paul R, Elder L: The thinker's guide to the nature and functions of critical & creative thinking. Foundation for Critical Thinking; (2005).
- 16) 川喜田二郎: KJ法, 中央公論社; (1986).
- 17) Scupin R: The KJ method: a technique for analyzing data derived from Japanese Ethnology. Human Organization;56(2):233–7 (1997).
- 18) Yabu H, Kamada Y, Takahashi M, Kawarazuka Y, Miyata K: Ton<sup>2</sup>: a VR application with novel interaction method using displacement data. ACM SIGGRAPH 2005, E-Tech (2005).
- 19) Noda T, Nomura K, Komuro N, Tao Z, Yang C, Miyata K: Landscape Bartender: landscape generation using a cocktail analogy. ACM SIGGRAPH 2008, New Tech Demo, (2008).
- 20) Ishibashi K, Luz TD, Eynard R, Kita N, Jiang N, Segi H, et al.: Spider Hero: a VR application using pulling force feedback system. In: Proceedings of VRCAI2009, ACM, pp. 197–202 (2009).
- 21) Taura T, Nagai Y, Tanaka S: Design space blending—a key for creative design. In: International conference on engineering design, (2005).
- 22) Sternberg RJ: Handbook of creativity. Cambridge University Press; (1999).
- 23) Nagai Y, Taura T: Formal description of concept-synthesizing process for creative design. Design Computing and Cognition (Part 6):443–60 (2006).
- 24) Chiu I, Shu LH: Using language as related stimuli for concept generation. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AI EDAM);21(2):pp.103–21 (2007).
- 25) Dimock H, Kass R: How to observe your group. Captus Press (2007).
- 26) 伊豫田,木村他: 加速度センサとのれん状スクリーンを用いたピッチングVRアプリケーション, 芸術科学会論文誌, Vol.5, No.2, pp.33-44 (2006)
- 27) 柿原,溝口,櫻井,瀬井,谷本,宮田:Interactive Fountain,芸術科学会論文誌, Vol.7, No.2, pp.34-42 (2008)

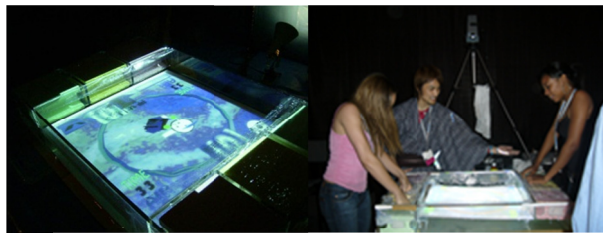


図 6 Ton<sup>2</sup>



図 7 球魂



図 8 Interactive Fountain

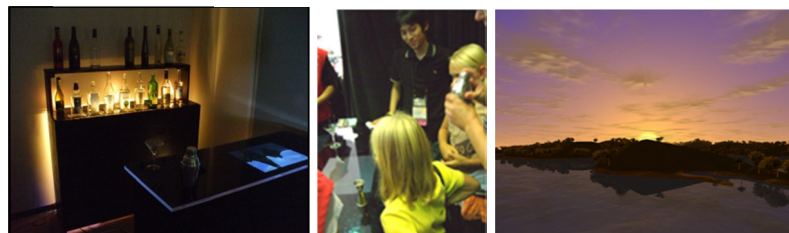


図 9 風景バーテンダー

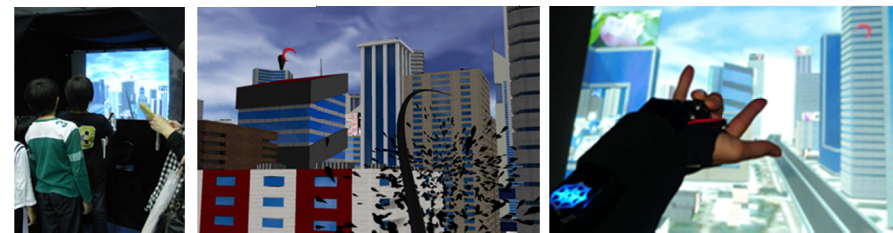


図 10 Spider Hero