

芸術と先端技術によるコンテンツ表現への試み

—若冲が描く花と生き物たちの世界—

金 尚泰[†] 若杉さえ子[‡] 西岡貞一[†]

筑波大学 図書館情報メディア研究科[†]

筑波大学 芸術研究科博士前期過程[‡]

本研究では、人文系研究者・学生自身による研究教育活動のための高精細デジタル映像システムの可能性を検討する。例として制作したコンテンツは絵画作品の新しい見方を目指し、従来の単純なビジュアライゼーションではなく、絵画の中に入る没入型仮想空間コンテンツ試作を伊藤若冲の絵を用いて行った。文化財や芸術作品の分析・理解に対し、等身大以上のディスプレイの前で議論を可能とするコンテンツを用いることによって、芸術学・心理学・認知科学など様々な分野での共同研究が可能になると考えている。

An Attempt at Content Expression with Art and Advanced Technology: Analysis and understanding of paintings by *Ito Jakucyū*

Sangtae KIM[†] Saeko WAKASUGI[‡] Teiichi NISHIOKA[†]

The Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba[†]
Doctoral Program in Art and Design, University of Tsukuba

This paper describes an attempt at usage of high-definition digital images system. The purpose is to produce the content for HD virtual Reality system. Paintings by *Ito Jakucyū* were used to produce the content as a prototype. This content is the immersive virtual environment, which means people are able to enter the paintings, and there is a possibility to create new ways of study and application of artworks. Collaborative studies will be possible among various fields, such as art, psychology, and cognitive science using this content and a display larger than a life-size to analyze and understand cultural properties and art works.

1. 研究背景

本研究では、人文系研究者・学生自身による研究教育活動のための高精細デジタル映像システムの可能性を検討する。芸術系学生を対象に大型高精細バーチャルリアリティ（VR）技術を応用した演習授業を実施し、その有効性の検証と課題の抽出を行った。

近年では、バーチャルリアリティの持つ没入感提示能力とインタラクティブ性を文化財研究への応用や博物館の展示にも応用されつつある。実物が無くても眺めることができるとともにウォークスルーしながらタイムスリップしたような感覚を得られるため、仮想考古学研究も活発に行われている。その例として、アメリカ自然史博物館の「Digital Planetarium」は、宇宙空間の中、過去と未来の地球や星の様子を観察できる巨大な VR システムを制作し、韓国では 2000 年「The New Millennium Breath, A Journey into Sorabol」プロジェクトを通して、約 1300 年前の都市をそのまま再現させた。日本では 2003 年凸版印刷と TBS が共同制作したマヤ文明再現のための VR コンテンツプロジェクトがある。このプロジェクトは、シアターの中、4.5 m×13 m という巨大なカーブスクリーンが設置され、3 台の高精細プロジェ

クタを用いることによって、非常に大きな視野角における映像提示を可能とした。大視野角は、高い臨場感の生成のために必要なものである。家庭用のテレビ程度の大きさの映像を眺めているとき、その画面が揺れたとしても、おそろくなにも感じられない。しかし、大画面の映像が揺れた時は、思わず体をぐらつかせてしまう。地面が揺れていないにも関わらず自分が揺れているように感じてしまうということは、それだけ視覚的な臨場感が高いということである。テレビの画像は、第 3 者的に眺めているにすぎないが、大画面の映像は第一人称としての視覚で、自分の体験として眺めることができるのである (1)。

図 1. のようにハイエンドグラフィックシステムは、費用・技術面から考えると政府機関や軍事産業、研究機関のプロジェクトに限定されていた。最近のハードウェア・ソフトウェアの飛躍的な発展により、高性能・低価格化は進み、ローエンドのハードウェアでも十分なパフォーマンスが発揮できるようになった。

VR のコア技術である、リアルタイムレンダリングテクノロジーも改良を重ね、長時間の計算を必要とするレイトラッキング方式から演算に掛かる時間を省ける新技術が発表されつつある。

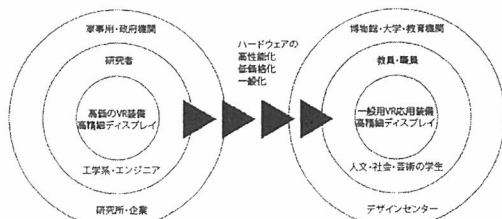


図1. 近年のシステム活用分野の変化

2. 研究目的

我々は、芸術・デザインの観点から高精細デジタル映像システムを応用したコンテンツ制作を目指し、理論と実技を併用した講義に取り組んでいる。特に今までの情報の視覚化は、工学系のエンジニアの専有物であったが、近年では一部の大学、博物館にも導入されつつある。さらに大型計算機を必要とした大容量演算も、一般パソコンレベルで計算できる領域が増えてきている。映像やゲーム制作、パーソナルバーチャルリアリティもその領域であり、システムの専門知識が無くてもシステムコントロールが容易になってきていることから、芸術・デザインを専門としている学生も使えるような環境が整えられていると言える。

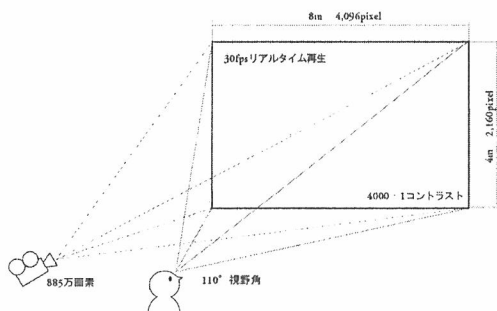


図2. Silicon X-tal Reflective Displayのプロジェクト部分の仕様

今回活用されたバーチャルリアリティシステムは、リアルタイム 30FPS 再生、HDTV の4倍を超える 885万画素の高解像度と 4,000:1 の高コントラスト比を備えたシステムである。一般的に 4m×8m のスクリーンに 2,160×4,096 ピクセルを投影出来るシステムである。(図書館情報メディア研究科、平成19年導入) 従来カーブスクリーンと3台以上のプロジェクタも用いた VR システムに比べるとシンプルな構成で、高精細映像投影が可能である。

本研究の目的は、「人文系研究者・学生自身による研究教育活動のための高精細デジタル映像システムの可能性検討」を前提としている。これにより絵画作品の新しい見方を目指すものとし、単純なビジュアライゼーションではなく、絵画の中に入る没入形コンテンツ試作を目的とする。文化財や芸術作品を理解・分析することに対し、等身大以上のディスプレイの前で議論を可能としたコンテンツを通して

心理学・芸術学・認知工学・感性工学などの共同作業が可能であると思われる。3D ソフトの利用領域を、インタラクティブな表現方向に広げることで鑑賞者はその世界を実際のものとして体感出来るようになる。

本演習の特徴は、学生の素早いフィードバックを求め、制作のための必要なソフトウェア一式が搭載されているノートパソコン一式を渡し、すべてのプロセスを、集中して制作できるようにした。近年、十分なパフォーマンスを発揮する計算機が手にしやすくなったことと、それに伴うソフトウェアの使いやすさも大きなポイントとなっている。このような環境の中、VR コンテンツ制作に関して、これまで開発の主役にあったコンピュータや工学専攻の学生ではなく、非専攻学生を対象としての授業設計に着目した。芸術専門学群のデジタルデザイン・三次元コンピュータグラフィックス制作手法の授業設計経験を基盤として、VR コンテンツ制作に関するすべてのプロセスを経験させるのに重点をおいて演習を進めた。

3. 演習の流れ

3.1. 授業設計

我々は、「創造性におけるエンジニアリング」というテーマで教育活動に取り組み、「教えること」を知識の受け渡しではなく、ダイナミックな問題解決ととらえ、多くの学生が、創造性の大きな障害と考えている制作スキルを体験させ、学生の創造性を育てていくための授業を設計してきた。

今回、対象となった学生たちは、これまで三次元CGに触れる機会がなく、約30時間をかけて三次元グラフィックスの基礎を学び、早速制作に取り掛かった。画像データを入力し、データ量を調節しながら、テクスチャデータを作成、3D 仮想空間への貼り付け作業を進めた。



図3. 3Dコンテンツ演習の授業風景

我々は、各6時間・5回の演習を設計・実施した。第一回は、演習のオーバビューを含め、リアルタイム 3D の事例紹介・解説を行い、学生全員に共通知識と理解のベースを作った。第2回目は、バーチャルリアリティを用いた文化財の展示の可能性に関して議論し、三次元コンピュータグラフィックスの基礎

からはじめ、三次元空間内でのモノ（3D オブジェクト）の考え方・扱い方を演習として取り上げた。基本プリミティブを中心に配置・質感・アニメーションの基礎などを学習し、三次元空間作業の特徴を身に付けた。第 3 回目は、テーマ設計・シーン設定のために文献や資料調査を行った。今回の例は、芸術を専門とする学生によるもので、工学系ベースの CG テクニックやコンピューティング関連知識無しで進められた。自分がイメージしているシーンに対して、CG で表現できないものはないという前提で進め、自由な発想を損なわないことに心懸けた。第 4 回目は、集められた資料をもとに実現可能性を図るための方法論を講義しながら表現方法を中心に実際の制作を兼ねて演習を行った。テクスチャマッピング法・レンダリング法とともに照明と色の関係やカメラワーク・バランス・トリミングの理論と実技を演習した。第 5 回目は、基本知識をもとに、発想から資料収集、それらをシーンとして表現するための実技演習をもとに実装作業に入った。従来の 3DCG 制作の流れは、殆どがチーム作業であり、分業された形で制作されてきたが、今回はアイデア展開から、資料集め、制作、アニメーションコントロール、インタラクティブまでのすべてを統合し、制作の全過程において直接触れる機会を与えると共に、すべての工程における責任感を持たせた。コンセプト・実装・制作を分けて分業化すると夫々の進み具合に関する打ち合わせや、試行錯誤により制作時間が延びる短所が必ず発生するが、今回の演習では、コンセプトの段階から実装まで一人で進められることから、素早い判断、自分自身の時間分配コントロールを含め良い経験を与えることができたと考えている。今回、演習の背景には、ワークステーション級の高価な計算機、機能別に細かく分かれたアプリケーションソフトが、IT 技術の飛躍的な発展とともにパーソナルコンピュータベースでも十分なパフォーマンスと使いやすさを発揮することができ、それらが統合されたソフトウェアは初心者向けに進化する傾向にあり、一般のパソコン環境での制作が可能になったこともあげられる。今回の制作では、持ち運びの可能な一般のノートパソコンで制作された。

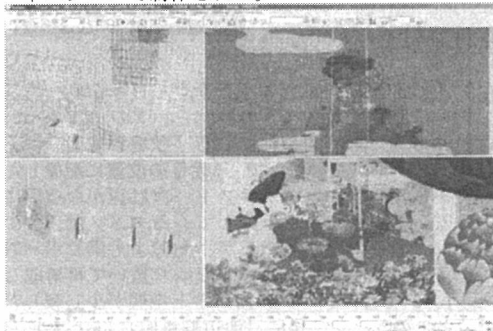


図 4. 3Dソフトでの制作画面

演習では、自由な発想を展開し高精細システムに最も有効なコンテンツは何かについてのブレインストーミングを行った。その結果、提案された絵画の 3

次元化・体験できる絵画・ユーザが思いのままに探索できる空間を三つのキーワードとして挙げた。

本演習の大きなポイントは、背景に述べたように工学系の専門エンジニアが制作を行うのではなく、芸術系の学生自身が自分の感性を生かし、自ら制作を進めるところに大きな意味がある。発想、メディアへの展開だけではなく、実際の VR 制作や手直し、仕上げまで自ら行うことができたため、表現の自由度が大きく広がった。

3.2. ハードウェア設計

カメラワークを利用、ウォークスルーインタラクティブ操作を可能にするため（株）3D コーポレーションの協力を得て、高精細（4K）3DCG データのリアルタイム変換ツール REMO やコンテンツ操作用のコントローラを開発した。コンテンツによってコントローラの操作感度を変えられるよう*.ini ファイルにより操作スピードをユーザが簡単に定義できるように設定した。計算機の前での操作ではなく、スクリーンの前に立ち、直観的なコントロールができるよう無線コントローラを用い、プログラミングにより、カスタマイズした。このようなリアルタイムレンダリング・コントロールにより、今までに無い絵画の理解と感動を与えることのできるコンテンツを目指した。3D studio Max で作成された 3DCG データをリアルタイムレンダリング方式に切り替える機能を持つ REMO は、3D studio Max でのレンダリングタイムを省けるとともに書き出しだけで、魅力的なアニメーションをストレスなく再現できるコンバータである。3D studio Max で付けられたアニメーション設定はそのまま、高精細映像システムに転送できる。

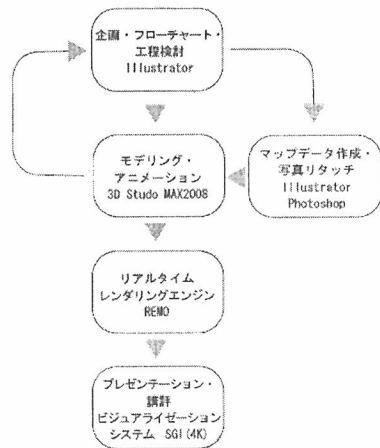


図 5. VRコンテンツ制作の流れ

このツールにより、自由な視点からの 3D コンテンツコントロールができるようになる。REMO はリアルタイムレンダリングエンジンを通すことでオフラインレンダリングより圧倒的に速く、アニメーション付きの CG が素早く作成できる。インタラクティブ 3DCG なので、一度データを書き出せば、3D オブジェクト

の形状が崩れることなくテクスチャ表現もそのまま再現される。

3.3. 3D空間の構築

制作の流れは、参考資料『目をみはる伊藤若冲の「動植綵絵」』（狩野博幸著 小学館、『若冲 Jakuchū』、狩野博幸監修・執筆、平井典子編、紫紅社）をスキャナー（Epson ES-H7200）を利用、600dpi/16Bitとして入力し、イメージとして各部分別に整理しておいた。この段階でアニメーションを念頭に入れ、3D空間の中に各素材個別に3Dオブジェクトを作る。スキャンされた4枚の原稿から動植物を分けると全86個の部分素材となった。さらに光の加減、テクスチャとしての透明度など設定し、保存された各々の部分を3D空間内でのモデルにイメージを貼り、アニメーションをつけ加えた。すべてのテクスチャをレタッチソフトで切り抜き、彩度・コントラストを合わせたものである。

原稿としては、江戸中期の京の画家、伊藤若冲（1716年—1800年）を取り上げ、30幅からなる花鳥画、「動植綵絵」を選んだ。色彩の美しさ・表現しやすさを中心として考えた場合、「動植綵絵」に描かれている花や生き物は、生き活きと動かしやすいことから、鮮やかな色彩・細かい動物表現を選択基準として、以下の4つの作品を選び、3D空間に再構築した。4枚の原稿を並べるだけでは、一枚一枚の奥行き空間が空白になるため、3D空間での効果を一層豊かにする目的として何点かの別の素材を選び、その組み合わせにより空間イメージを拡張させ、ウォークスルー操作が楽しめるよう映像効果を付け出した。

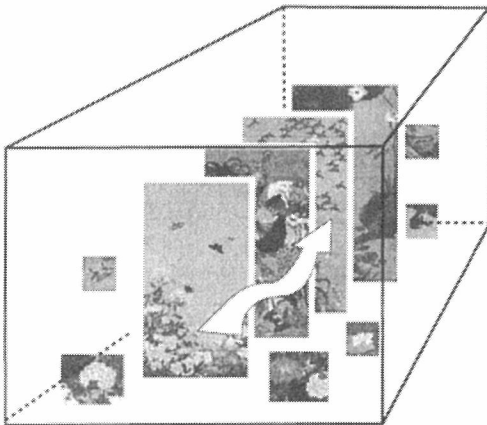


図 6. 芍薬群蝶図、群鶏図、秋塘群雀図、蓮池遊魚図を配置した仮想空間の中、ウォークスルーコントロールアイディア概念図

4. 高精細大型 VR コンテンツ 『動植綵絵』

4.1. 「芍薬群蝶図」（しゃくやくぐんちゆうず）

我々は、紅白のシャクシャクの花畑に蝶がとびかうシーンを最初に配置した。鮮やかに輝くような花々と蝶の組み合わせは、導入に用いることで鑑賞者を

ひきつけると考えたからである。もう一つの理由としては、若冲の代表作30幅で構成されている「動植綵絵」の中で、最も早い時期に描かれたものと考えられているからである。この2次元空間を、Photoshopで複数シーンに分解して複製し、花のきらびやかさや豪華さの表現を試みた。また、左下の花をピックアップして最前面で浮遊させ微妙な動きを付けた。

4.2. 「群鶏図」（ぐんけいず）

若冲の作品でニワトリはよく描かれる動物である。中でも「群鶏図」は有名な作品のひとつであり、羽の模様の鮮やかな色使いや精密な描写に圧倒される。一番目に配置されている「芍薬群蝶図」が鮮やかに輝くような花々と蝶の組み合わせであれば、次に強いコントラストが目立つニワトリの精密な描写を配置することで調和を求めた。平面上下方向に重なって描かれる鶏（13羽と言われている）を、3D空間にどう再構築するかだが、重なり部分を描き足すことができず、前面部分の鳥だけを配置した。蝶も単体で切り抜き、奥へ向かう不可視パスに沿って動かし、視点を花畑の向こうへと誘導させる効果をねらった。

3D空間に持ち込む際は、矩形で切り取られた部分や前景素材で切り抜かれた背景素材を、Photoshopによる描き直しや既存素材のコピーなどで再構成し、裁ち切りや不自然な切り取りラインが目立たない状態にする必要があった。

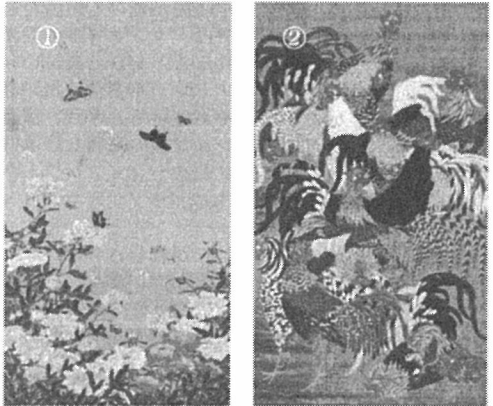


図 7. 「芍薬群蝶図」・「群鶏図」

4.3. 「秋塘群雀図」（しゅうとうぐんじゃくず）

舞い降りてくるスズメの群れと、アワの実をついばむスズメたちが描かれている「秋塘群雀図」は、秋のイメージが強いことで、3番目の位置に配置した。鮮やかさから強いコントラスト、次は静かな空間による安らぎを与える。下降してくるスズメは、首の傾きなど若干の違いはあるが、おおよそ同じポーズであるため、本課題では1匹を切り抜いて再構成した。1、2番目のシーンに比べると空間が少し寂しいので、このシーンの後に「池辺群虫図」（ちへんぐんちゆうず）に描かれる動植物を配置した。「池辺群虫図」にはカエル、オタマジャクシ、トカゲ、ケムシ、バッタ、トンボ、セミ、カブトムシ、カタツムリ

リ、ヘビなど様々な生き物が描かれている。

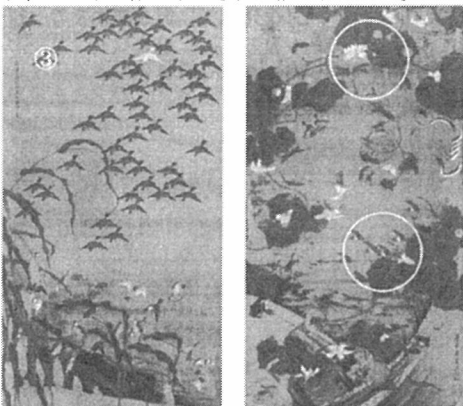


図8.「秋塘群雀図」・「池辺群虫図」で取り出して配置した部分
「動植綵絵」はシャクヤクやボタン、バラやフヨウなどの花々、鶏や鳳、凰、オウムなどの鳥といった美しい動植物が華麗に描かれると同時に、「池辺群虫図」にあるような、見過ごしてしまいがちな水辺の生き物も数々描かれている。

4.4. 「蓮池遊魚図」 (れんちゆうぎよず)

若冲の描く動植物の美しさを表現するのに、欠くことのできないと考えた作品である。ハスの花の優雅さ、魚たちの時が止まったような浮遊感が漂い、水中なのか水面なのか視点が定まらない不思議な空間観を醸し出している。2次元ならではの表現であるといえるが、3D空間では厳格に素材の位置を指定しなければならない。このため、本課題では水面のテクスチャを配置して、池の水のリアリティと透明感を持ち込むことオリジナルの雰囲気を持可能な限り継承できるよう試みた。

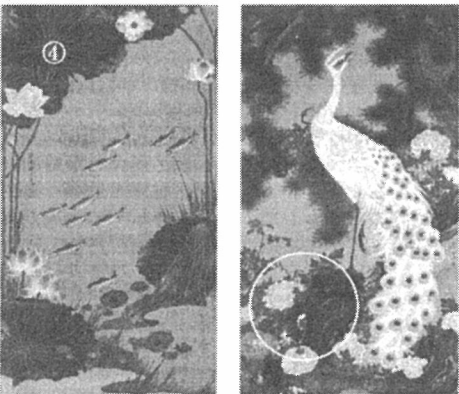


図 9.「蓮池遊魚図」・「老松孔雀図」
また、ハスの花を単体で切り抜いて動きをつけた。この他、「老松孔雀図」(ろうしょうくじゃく)のクジャク、「菊花流水図」のキクを使用している。また、各シーンの場面転換には雲(和紙をスキャニングし、Photoshopでレタッチしたもの)を用いた。各シーンのトビラとなる掛け軸は、別途のイメージデータを使用、天地、左右、奥の壁は、「芍薬群蝶図」の最も明るい背景部分を切り抜いてレタッチし

たもので塗りつぶしている。

5. システム構成

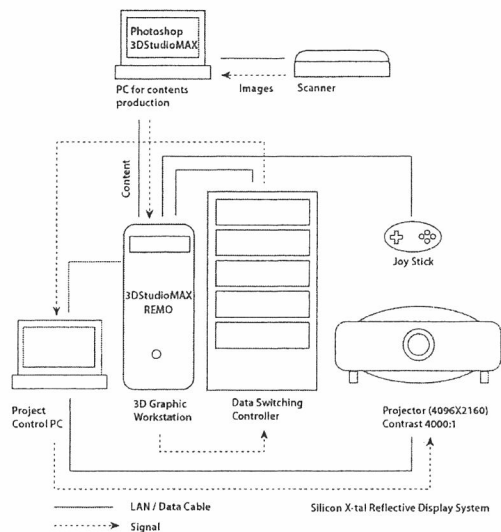


図 10. Silicon X-tal Reflective Displayのハードウェアシステムの構成

5.1. 制作システム：コンテンツ制作には、3Dシーン構築のために3 Studio MAX (Auto Desk社)が、イメージ入力・テクスチャ編集のためにPhoto Shop (Adobe社)が主に使われた。制作システムは、一般ノートパソコンVAIO Fシリーズ (Sony製)を利用したが、三次元空間でのシーン構築には充分であった。画像データ入力、リタッチ、3D空間配置、マテリアル操作、アニメーション設定すべてが一台のノートパソコンで、制作完了された。

コンテンツは、ユーザがコントローラを利用、自由にコントロールできるインタラクティブモードと、カメラをアニメーションさせた自動再生シーケンスモードの二つのタイプを用意した。コントローラは、無線で3Dグラフィックワークステーションと繋がっている。インタラクティブモードでは、魚、蝶、カエル等にアニメーションをつけ加え、生き生きした生物の動きをユーザに伝えられるように考慮した。

5.1. 表示システム：高精細VR表示のためのシステムのハードウェア構成は、NVIDIA QUADRO PLEXグラフィックカードを積んだデスクトップパソコンを利用した。CPUの性能は、一般デスクトップパソコンと大きく変わらないが、大用量のテクスチャメモリとグラフィックデータのリアルタイム転送といった2点の処理能力が要求とされる。本表示システムは、NVIDIA製のGPU4基を同期させ、4面の解像度を1面に統合し、4K (4096×2160) という大画面を作り出し、投影面積に合わせた高精細コンテンツデータをPCI Express x16ベース2基に分散、リアルタイムでプロジェクタに転送させた。プロジェクタは8,847,360画素 (水平4,096×垂直2,160×3) を投影できる。

6. 結果

本研究の結果としては、三つの成果があげられる。

1) システム開発：今までVRと言うと大型カーブスクリーンの配置や数台のハイエンド級ワークステーションでコントロールされる複数のプロジェクタ配置、それらを同時コントロールすることにより高精細映像システムを構築してきた。さらにその装置に合わせたインタラクティブコンテンツを再生するためには、大型スーパーコンピュータが別途必要になる。そこで本研究では、単一スクリーンに投影できる高精細映像システムを目指し、4枚のクラフィックボード (GPU) の組み合わせで4K表現ができるグラフィックシステムを構築した。さらに運用・活用方法を示すためにリアルタイムレンダリングコンバータやコントローラといった周辺機器設計も大きな成果として考えている。

2) 授業設計：既存のVRコンテンツの多くは、工学系のエンジニア・人文科学者・デザイナー・プログラマ・ディレクターの分業によるものである。その仕組みにより、打ち合わせ、細かい作り直し、設計変更など、コラボレーションに多くの時間を要することにより、時間と費用に比べ十分な成果が得られなかった。本研究では、美術系学生を対象としたVRコンテンツ制作演習を設計・実施した。演習は、筑波大学芸術専攻学生3人、指導教員1人、ティーチングアシスタント1人で構成され、総計30時間 (5時間×6回) のスケジュールで進められた。

学生自身が思いついた発想からアイディアの展開、実装まで自分の手で完成させたことと、これにより従来のディレクター・デザイナー・工学系エンジニアチームの作業であったVR制作が、誰でも思いのままコンテンツ制作に一人で挑戦できる可能性を確認した。

3) コンテンツ制作：今回の試みは、絵画の中を歩くという夢の実現への挑戦として位置づけられる。特徴としては、従来の可視化のように3DCGを使いシークエンスが決まっている映像で表現したものとは違い、計算された三次元空間の中、鮮やかな色彩や生き活きたアニメーションが、大画面から伝わるコンテンツである。特に本コンテンツは、授業の中、学生自らシステムの特性を引き出し、芸術表現としての欲求をもとに題材選定、(伊藤若冲の動植綵絵30幅から6幅による画面設定：メイン4幅、部分的要素として使われた作品2幅) さらにその表現が三次元VRコンテンツとして提案され、観覧者に対し江戸中期の日本画を代表する鮮やかな特徴をよく引き出していると評価できる。

今回制作されたプロトタイプコンテンツを用いて筑波大学情報メディア創成学類の学生30人を集め、体験実験を行い、図11、12で示すようにコントローラを操作しながら意見を出し合った。大きな感想・意見としては、「各素材の色鮮やかさ・精密さに驚いた。」「二次元平面では、気付かなかった小さな虫たちの表現などが細かく描かれているのを新しく発見した。」「若冲が描く当時の現場風景が想像でき、より深く作品を鑑賞することができた。」「美術作品鑑賞とエンタテインメント性が交わり、夢中

で空間の中を探索した。」などがあり、ネガティブな意見としては、「三次元空間に置き換えたことによって作品の解釈が作者の意図とは異なる恐れがある」「大画面に映し出される各素材の動きにより、没入感がありすぎて酔ってしまう。」などの意見があった。



図 11. コントローラによるウォークスルー操作



図 12. メディア創成専攻の学生たちによる体験授業

7. あとがき

近年、高精細デジタル映像システムが様々な博物館・研究所・大学に普及されつつあるが、本研究を通して、その高詳細システムの活用方法の一つとして提案ができたと考えている。

特に筑波大学図書館情報メディア研究科講堂に設置されている本システムを利用、従来とは違う美術感想提案の意味としてのハードウェアの活用、授業や研究活動での積極的な活用方を検討していく。

参考文献

- 1). 仮想仮想考古学とVR技術、廣瀬通孝、西岡貞一、神秘の王朝マヤ文明展、TBS、2003
- 2). 『目をみはる伊藤若冲の「動植綵絵」』狩野博幸著 小学館『若冲 Jakuchū』狩野博幸監修・執筆、平井典子[ほか] 編 紫紅社、2007
- 3). マルチダイナミックドキュメンテーションとパフォーミングデバイスの提案、金尚泰：日本感性工学会、第3回春季大会論文集、pp25-26、2007. 3、2008.
- 4). MDD コンテンツ制作事例、金尚泰：筑波大学、芸術学研究、Vol. 46, pp. 37-46, 2005.
- 5). マルチダイナミックドキュメンテーション、金尚泰：博士学位論文、2004