

## VR活用環境の進化着々と

— 膨らむ次世代ツールへの期待、注目される「World16」による新展開（後編）

（株）フォーラムエイトは5月20日、東京コンファレンスセンター 品川で「第10回 UC-win/Road協議会 VR-Studio™協議会」を開催した。これは、同社が3次元リアルタイム・バーチャルリアリティ（VR）ソフトウェア「UC-win/Road」のリリースを機に2000年から実施しているもの。スタートから10年目の区切りとなる今回協議会は、UC-win/Roadの新バージョン（Ver.4）が9月に、その後継ツールとして期待される「VR-Studio™」の初版が8月に、それぞれリリース予定を控える中での開催となった。

この間、同社はUC-win/Roadの「ソフトウェア・プロダクト・オブ・ザ・イヤー2002」受賞を機に、以降毎年11月に「3D・VRシミュレーションコンテスト」を開催。07年からはVR-Studioをベースとする新たな市場展開を視野に世界の建築系研究者から成る「World8」を組織。その活動成果を広くアピールする場とも位置付ける「国際VRシンポジウム」を併催してきた。「World8」のプロジェクトは「第2回 国際VRシンポジウム」（08年）でいったん終了したもの、UC-win/Roadの新バージョンおよびVR-Studioの初版が相次ぎリリースされることなどもあり、今年は「World8」を「World16」へと規模を拡大して取り組むことになった。

こうした事情を反映して今協議会午前のセッションでは、「VR-Studio™ Ver.1」および「UC-win/Road Ver.4」の機能について説明。続く午後からのセッションは、「VR-Studioへの新展開」（メインセッション：Stream-1）、「ドライビング・シミュレータ」（技術セッション：Stream-2）、「CAD & VR」（技術セッション：Stream-3）と3テーマに分けて実施。最後のメインセッションは、各セッション会場から再度メイン会場に統合する形で行われた。

本特集は、同協議会の講演内容を7月号・8月号と連載により紹介する。連載後編となる8月号では、上記各セッションにわたる講演のうち、Stream-1から「DSを活用した大橋JCTの走行支援策の実証実験」（首都高速道路（株）東京建設局調査・環境グループ総括マネージャー、田沢誠也氏）、Stream-3から「社会基盤情報標準化委員会における3次元CADへの取り組み」

（（財）日本建設情報総合センター（JACIC）標準部

長、秋山実氏）、さらに「World 16」をプロデュースするFORUM8 AZ代表の小林佳弘氏（アリゾナ州立大学（ASU）建築環境デザイン学部建築・ランドスケープ学科助教授）およびWorld 16の一部新メンバーによる最後のメインセッションに焦点を当てる。

橋梁編集委員会・編集（ライティング・ソリューションズ）池野 隆

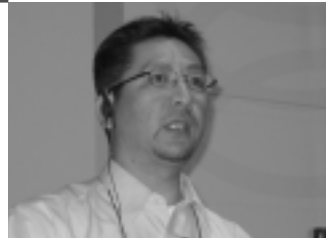


「第10回 UC-win/Road協議会 VR-Studio™協議会」（東京コンファレンスセンター 品川）

以下の会場および講演者の写真はすべて（株）フォーラムエイト提供

## DSを活用した大橋JCTの 走行支援策の実証実験

首都高速道路(株) 東京建設局 調査・環境グループ 総括マネージャー 田沢 誠也 氏



「首都圏三環状道路」のうち最も内側に位置し、東京都区部の主要拠点を結ぶ「首都高速中央環状線」。放射方向の道路網との連携により首都高全体のバランスの良い利用が可能となり、長く懸案事項となっている首都高都心部の渋滞緩和策としてはもちろん、首都機能の維持・増強といった面からも期待が高い。その総延長約47kmに及ぶ路線の西側、延長11km区間が中央環状新宿線（山手トンネル）。これについては、高速5号池袋線から中央道に繋がる高速4号新宿線に至る区間（熊野町JCT～西新宿JCT）が07年12月に開通しており、残る東名高速に繋がる高速3号渋谷線（大橋JCT）までの区間も10年3月に開通が予定されている。さらにその南側、高速3号渋谷線から高速湾岸線を繋ぐ中央環状品川線（大橋JCT～大井JCT、延長約9.4km）は13年度開通を目指し建設が進められている。

首都高速道路(株)東京建設局調査・環境グループ総括マネージャーの田沢誠也氏は、この中央環状新宿線と同品川線、高速3号渋谷線が双方で接続する大橋JCTのプロジェクトに際し、ドライビング・シミュレータ（DS）を用いて取り組んだ実験について紹介した。

### DSによる検証の経緯、概要、評価

大橋JCTは目黒区と渋谷区が近接する都心に位置し、その建設に当たっては地域の要望なども踏まえ一体的な街づくりが並行して進められている。とくにその限られた用地条件から、大橋JCTは最大約70mの高低差がある地下トンネル（地下35m）と高架構造（地上35m）を四枝交差で処理し、2回転のループ形状で接続。加えて、大気質や騒音など周辺環境への影響を低減するため、地上のループ部（高架構造）は覆蓋構造とされ、一周約400mの巨大なバウムクーヘンのような外観が形成されることになった。

一方、こうした構造であるが故に、急勾配や急カーブが連続する閉鎖空間をループ状に走行するドライバーの空間認知能力低下やストレス増大も懸念された。そこで、同JCTの運用前にいかにそれらのリスクを軽減（交通安全対策）し、かつ交通量が多い中で安全・

確実に各自の目的地に応じたルートを取ることが出来るよう誘導（走行支援対策）するか、を検討。DSを用いた走行実験により、同JCTのVR空間内に設置した各種の走行支援対策をドライバーが感覚的に把握し、運転に影響を与えることなく走行性や安全性を向上できるかどうか確認することで、それら対策の効果、あるいは悪影響を検証することとした。

「その際に重要なポイントとなったのが検討や実験の時間的な制約でした」。DSは住民側への説明力を高めるために使われるケースが一般的。しかし今回は計画段階を終え既に建設が進行、開通を1年半後に控える中で運用時のチェックをしようというもの。つまり、検証と同時にその成果を建設の現場へフィードバックしなければ開通スケジュールに遅延を起こしかねない。その点で今回、同社がフォーラムエイトに相談したのは08年夏。三ヶ月ほど後にはUC-win/Roadで運用後のJCTをモデル化したシミュレーション用のシステムが完成。さらに一ヶ月間の調整期間を経て、同年12月には被験者を集め最初の検証実験を行った。このハンドリングの良さが当初の目的に対し極めて有効に機能した、と田沢誠也氏は述べる。

実験用の3D・CGは、高速3号線（本線は設計速度60km/hの2車線）を東名方向から分岐（ここからは設計速度40km/hの1車線）して大橋JCTに入り、上り方向からの交通と合流して下り勾配を2周走り、再び設計速度60km/hの山手トンネル本線（2車線）に開くポイントまでの間を、逆のコース（山手トンネル 高速3号線）と合わせ2ルートが作成されている。

これを、首都高のOD調査に基づく属性に応じて抽出された被験者18名が、実地体験に近いDSの機能を駆使。対象を分岐案内、速度抑制、追突防止の3項目に分けて検証した。走行実験は練習走行の後、案内標識や看板の目的地あるいは色などを変えた7ケースを走行する形でいき、最後にアンケート調査およびDSから取得した速度ログを分析している。

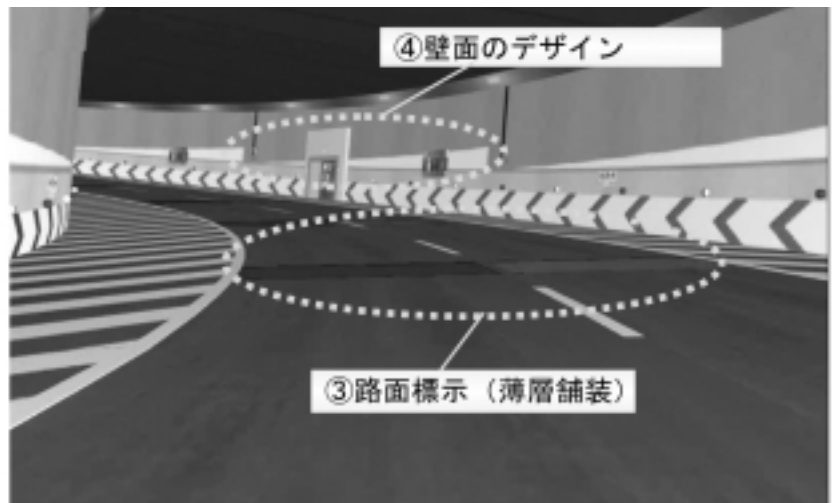
実験の結果、色を用いた分岐案内により全員が対策に気づき、8割の被験者は色の意味も理解し、ほぼ同

数が「分かりやすかった」とする反面、色彩に対する不満も見られた。分岐までの距離表示は8割の被験者が有効とし、とくに500mを切ると車線変更を意識する被験者が多かった。速度抑制の壁面標示に気づいた被験者は2割、意味を理解した被験者はゼロと、運転に集中してしまうと壁面にまで目が行きと届かないことがわかった。追突防止の警報板に気づいた被験者は半数、そのうちの7割は下流の渋滞に気づいたなどの実態が明らかになった。これを受け、実際の現場に近い材料を用いて再度検証のための試験施工を実施している。

これらを通じ、色による誘導案内は有効だが色のコントラストへの配慮が必要。距離表示やトンネル警報板は有効。壁面標示よりもむしろ路面標示にウェイトを置くべき、などの知見を取得。さらに、開通前の広報や新たな施策の事前周知も含めてイベントの体験コーナーなどでDSの有効活用も図っているという。



路側看板と 路面標示 (狭さくドット) で大橋JCTのループに入る手前で予行練習 (看板と路面標示を色でリンクさせている)



路面標示 (薄層舗装) で大橋JCTループ内は車線ごとに色を配置  
壁面に勾配を感じさせるデザインを配置



車線指定看板で行き先地名と色をリンク  
分岐看板で分岐点までのカウントダウンを表示

画像はすべて首都高速道路(株)提供

## 社会基盤情報標準化委員会における 3次元CADへの取り組み

(財)日本建設情報総合センター 標準部長 秋山 実 氏



(財)日本建設情報総合センター（JACIC）は2000年以降、建設情報標準化委員会（08年度からは「社会基盤情報標準化委員会」に改称）の事務局を担う。ここでは、CALS/EC（公共事業支援統合情報システム）を実現していく上で必要となる各種標準類の整備・普及に努めている。JACIC標準部長の秋山実氏はCAD & VRに焦点を当てた技術セッションのオープニング講演に当たり、同委員会の活動の推移と主な取り組み、同委員会あるいはCALS/ECアクションプログラムを通じた2次元および3次元のCADデータははじめ各種情報に関わる動向・見方、さらに今後の取り組みの針路に言及する。

### 標準化の流れと2次元・3次元データ利活用

建設情報標準化委員会の活動のベースとなるのが、その発足に先駆けて策定された標準化ビジョン。円滑な電子データ流通基盤の構築と統合的な電子データ利用環境の創出を通じ、建設分野全体の生産性向上を図ろうとの考え方を示す。中立的な立場を確保する狙いからJACIC内に同委員会の事務局を設置し、産学官にわたる建設関係者が参加する形で議論が重ねられてきた。同委員会は01年度から3年ごとに三箇年計画を策定。この間のターゲットは紙による納品成果の電子化から、建設事業の各フェーズ内、次いで隣接するフェーズ間、さらにライフサイクルを通じたデータ交換へと段階的に進展。併せて、分野あるいは組織を越え、しかも当初のファイル単位から意味内容にまで踏み込んだデータ交換へとという具合に3方向で標準化の

### 社会基盤情報の利活用 10年後のイメージ

項目は国土交通分野イノベーション推進大綱より抜粋



対象を拡大させてきている。

その中でCADデータの交換標準について取り組むのがCADデータ交換標準小委員会（07年度からは図面／モデル情報交換小委員会）。当初はCADソフトの多様化を受け、異なるCADソフトで作成したデータ間の非互換性解消を目指す共通フォーマット「SXF」の機能を徐々に改良。次いで属性情報の交換を可能にするなど、第二次三箇年計画（04～06年度）では2次元のCADデータ交換標準をほぼ完成（SXF Ver.3.1：レベル2）。第三次三箇年計画（07～09年度）はそれらのフォローアップと併せ、3次元データへの対応（レベル3、4）に向けた検討などを進めている。

標準化推進計画はもともと国交省を中心とするCALS/ECの活動と密接に連携。たとえば、「国土交通省CALS/ECアクションプログラム2005」においては3次元情報の利用を促進する要領整備による設計・施工管理の高度化、数量計算をCADで可能とする体制整備によるコスト縮減が目標に設定された。前者に関してはプロダクトモデルデータ交換標準仕様の検討、後者に関しては属性情報の活用などを具体的な取り組みとして挙げる。

「3次元情報の活用事例としては最近、情報化施工が話題になっています。秋山実氏はとくにトータルステーションを用いた出来形管理や3次元データで機械制御する施工などを念頭に、各種標準類の整備を進め

ていくとの考え方を示す。そのような中でプロダクトモデルデータ交換標準仕様については、既存の道路中心線形や横断形状に加え、道路舗装データあるいは河川堤防形状への拡張も目指すとする。また、これら個別のプロダクトモデルの開発を通じ、地形や地質データなど共通リソースの検討、国際標準化の動向調査、幾何要素仕様の整理も行っていると説明する。

一方、2次元CADデータの属性セットの活用に関しては電子納品された道路完成平面図を道路基盤データ（GISデータ）に変換して利用する形で、CADデータとGISデータの連携が進んでいる。そのほか、DM（デジタルマッピング）仕様からCADデータへの変換では拡張DM-SXF変換仕様（案）を策定しており、さらに基盤地図情報を設計・施工で活用するためJPGIS-SXF間のデータ交換の検討も進めていくという。

こうした流れを受けて、今年3月に公表された「国土交通省CALS/ECアクションプログラム2008」では、CADデータ交換標準仕様の普及状況などを踏まえ3次元データを前提とする調査・計画・設計・施工・管理を通じた利用可能な電子データの利活用、そして情報化施工の普及推進による工事の品質向上が目標に掲げられていると位置付ける。

### 3次元データの意義、今後の標準化

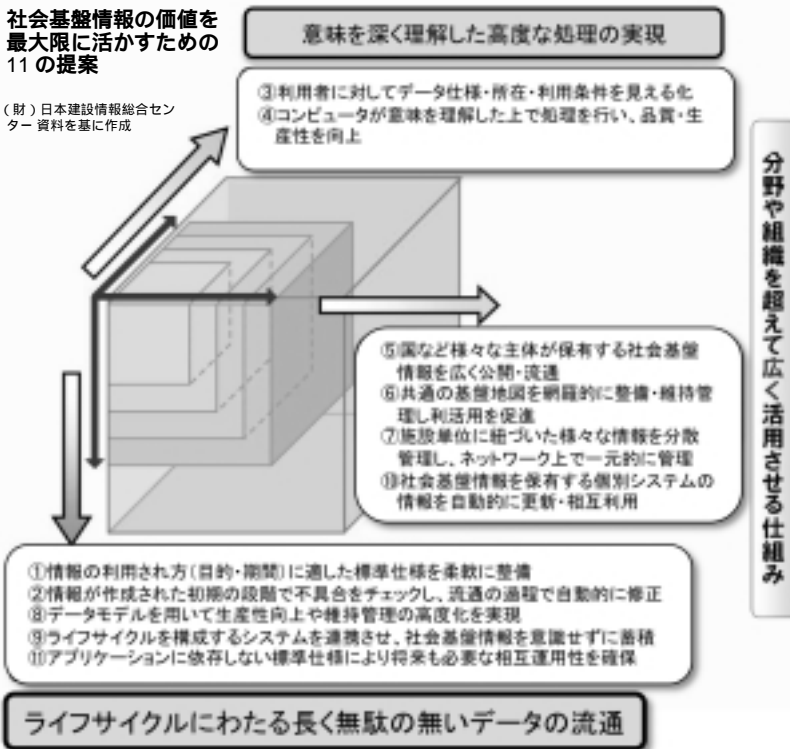
では、なぜ今、3次元データなのか。秋山実氏はまず、

品質確保、生産性向上、維持管理の各観点から従来の2次元データ利用による課題を列挙する。その上で、設計の初期からプロダクトモデルを共有、設計情報の共有や干涉チェック、製品管理などに3次元データの利用で先行する製造業に着目。建設分野のうち、とくに建築では3次元データの活用が進みつつあるのに対し、土木ではなかなかそうならないことから、資源の投入をプロジェクトの初期段階に移すこと（フロントローディング）により全体効率を向上させ、設計変更に伴う経費を抑制しようとの発想に立つ。

具体的には3次元データあるいはプロダクトモデルの利

#### 社会基盤情報の価値を最大限に活かすための11の提案

（財）日本建設情報総合センター資料を基に作成



用を通じ、設計思想や属性情報の共有、3次元可視化、情報化施工といった機能を実現。品質確保・生産性向上・維持管理に及ぶさまざまな効果が期待できるとする。そのためには、工種別プロパティセットの標準化、3次元ビューアの機能要件策定、重機施工データの電子納品要領整備などがカギになるだろうという。

前述の標準化ビジョンが策定されてからほぼ10年を経過。環境条件の変化を反映した新たなビジョンを描こうと、第4次社会基盤情報標準化推進三箇年計画に

向けた社会基盤情報の利活用グランドデザインが検討されてきた。そこではこうした流れを背景に、社会基盤情報の整備時、その利活用時、そのメンテナンス時にわたって必要となる技術的課題を11目標に整理。さらに今後の標準化に向け、先に触れた分野や組織を越えて広く活用させる仕組み ライフサイクルにわたる長く無駄のないデータの流通 意味を深く理解した高度な処理の実現 といった取り組みの方向性を改めて描く。

## 特別講演 5

メインセッション: Stream1 「VR-Studio への新展開」

# 第3回 国際VRシンポジウムへの新展開

FORUM8 AZ 代表 小林 佳弘 氏

(アリゾナ州立大学 建築環境デザイン学部建築・ランドスケープ学科 助教授)



協議会全体のクロージングとなる講演を行ったのは、アリゾナ州立大学(ASU)建築環境デザイン学部建築・ランドスケープ学科助教授の小林佳弘氏。同氏は今年初めに設立されたFORUM8 AZ(アリゾナ州フェニックス)の代表を務める。そこで講演では、自身のVRに絡む研究の近況とともに、同氏が発足時から深く関わるWorld 8および国際VRシンポジウムの位置付け、その延長として今年新たに展開するWorld 16プロジェクトの概要を説明。またこれを受ける形で、World 16新メンバーのうち3氏が自己紹介を兼ね、それぞれの研究活動と今回プロジェクトに向けた取り組みの一端に

触れた。

## UC-win/Road の導入と先進VR技術の活用展開

小林佳弘氏はまず、自らUC-win/Roadを本格的に導入する契機となった「デジタル・フェニックス・プロジェクト」に言及する。これは、ASUが市のダウンタウン開発計画を検討するに当たり、ディシジョン・シアター(意思決定シアター)で過去・現在・未来にわたるさまざまなシナリオに応じたシミュレーションや可視化を行う環境の構築を目指し、3次元(3D)デジタルコンテンツを作成しようと取り組んでいるもの。

## 商業地区に自動発生するビルディングのデザイン



建物、敷地、植栽などを1つのメッシュオブジェクトとして扱い、12種類のマテリアルを対応するメッシュに自動で割り当てる。V-rayというGlobal Illuminationを利用した高度なレンダラーを使用し、テクスチャペイク(焼付け)をすることで、UC-win/Road内に自動でインポートされる。

## 自動発生した住宅地域の UC-win/Road モデル



最近の3Dゲーム開発に用いられる Global Illumination を利用したため、テクスチャに焼き付けた影がより自然に見える。  
画像はすべて小林佳弘氏提供

06年に4年間の計画期間でスタート。以来、プロジェクトの進行と並行し、毎年その成果を「3D・VRシミュレーションコンテスト by UC-win/Road」で発表してきた。

またその間、この3D都市モデルをOSG (OpenSceneGraph) やW3D (Shockwave3D)、STL (Standard Triangulated Language) などのフォーマットにすることでステレオ描写や3D・Webアプリケーションの作成、タンジブル・ユーザー・インターフェース (TUI) の作成が可能であることを確認。同様に、Google Earthとの連携、iMoveおよび特殊カメラで取得した実写映像との比較、ドライブシミュレータを利用した運転中の新たなインターフェースの研究、交通流に応じた運転特性の影響調査などを行ってきたと振り返る。

同氏はこれらとは別に、簡単にプロフェッショナルな3Dのアウトプットを共有するための「KISS Modeling」「Design Map」「Wiki-design」といったコンセプトから成るデザイン共有システム、テンソル場を使ったShape GrammarとProcedural Modeling (手順モデル)による自由曲面のモデル化といった個人的な研究についても解説する。

一方、UC-win/Road向けに同氏は新しいプラグインツールの開発も進めつつある。たとえば、米国の都市計画などで近年使われ始めているForm-Based CodesやSmartCodeなどゾーニングのデータを利用し街を自動的に生成する技術に注目。UC-win/Roadと連携させることで、自動的な3D都市モデルの作成が可能となり、短時間でリアルに表現できるとする。「時間や労力を削減し、スタイリッシュかつ高品質なデザインをUC-win/Roadの中で生成できるようなフレームワークがないかと考えていました。」これについては3Dのアニメ

やゲームの開発者向けツールとしての利用も視野に入れているという。

## World 8 から World 16 へ

同氏の提案から07年11月に発足した「World 8」。世界7カ国にわたる8大学の建築系研究者9氏が参加した同プロジェクトは、「第1回 国際VRシンポジウム」(同年11月)、「VRワークショップ at ASU」(08年8月)、「第2回 国際VRシンポジウム」(同年11月)と主要な3イベントを実施。各メンバーが作成したUC-win/Roadのモデルを最終報告して所定の活動を完了した。

VR-Studioがリリースされる続く09年度は規模を倍増し、「World 16」と冠するプロジェクトへと引き継がれることになった。具体的には、UC-win/Road SDKを利用して、教育用パッケージや研究用パッケージなど新しいデザインツールの開発に繋がった、と小林佳弘氏は新たなプロジェクトの狙いを述べる。そこで、今協議会で一部新メンバーの紹介が行われたのを皮切りに、「Summer Workshop in Japan」(09年7月28-31日)を経て「第3回 国際VRシンポジウム」(同年11月19日)の開催に至るスケジュールが設定されている。新規に参加するメンバーの選出作業と併せ、World 16の活動に関する専用Webサイト (<http://world16.forum8az.com/>) を立ち上げており、それをベースに関係者間の情報共有を図るとともにメンバーに対するサポートも行っていくとしている。

## World 16 新メンバー研究紹介

## フロリダ州オーランド市中心街、I-4(州際道路4号線) 橋梁地区の再設計

Downtown Orlando, Florida Redesigning I-4 "Bridge District"



フロリダ大学 建築学科  
アシスタントプロフェッサー

ルース・ロン氏

Ruth Ron, Assistant Professor, School of Architecture, University of Florida

今協議会で最初に紹介された新メンバーは、ビデオ参加となったフロリダ大学建築学科アシスタントプロフェッサーのルース・ロン氏。同氏が取り組む地元ダウタウン・オーランドに関するプロジェクトの概要とそこでUC-win/Roadを使って行うWorld 16としての研究計画について説明する。

オーランド市では同市中心街の一角、I-4(州際道路4号線)の橋梁地区に着目。とくにパラモア遺産地区、イベントセンター、地域鉄道、芸術やビジネスの拠点、住民や来訪者などを繋ぐ橋梁地区の潜在性に焦点を当てた再開発事業を通じ、活性化を図りたい狙いがある。これに対し、同氏は09年秋学期の大学院生向け授業の一環としてこの「橋梁地区の再設計」をテーマに、市のさまざまな戦略的目標達成に資する交通および複合用途の可能性を探る研究プロジェクトに取り組むとしている。

そこでまず、UC-win/Roadを使って市中心街の3Dモデルを作成し、当該エリアにおける交通を分析。I-4再建の代替策をシミュレーションし、周辺街路の設計を提案。次いで、シミュレーションを通じ新しい交通データを抽出。これらのデータを基に、多様な検討とともに建築の性能設計を目指す考えという。

### 建築におけるバーチャルリアリティのアプリケーションの探究

Exploring Applications of Virtual Reality in Architecture, the Development at NCTU



台湾国立交通大学  
博士課程

呉彦良氏  
(亞州大学非常勤講師)

Yen-Liang Wu, Ph.D. Candidate in digital design media, National Chiao Tung University, TAIWAN

続いて、当初予定された台湾国立交通大学(NCTU)建築研究所教授の劉育東(Yun-Tung Liu)氏に代わり、同じく新メンバーである台湾国立交通大学博士課程の呉彦良(Yen-Liang Wu)氏(亞州大学非常勤講師)が同大で展開してきた建築におけるVR利用の考察について紹介した。

その一つ、バーチャル長安は文字通り長安の都の歴

史や建築、文化について各種の歴史文献・資料を基に3Dスキャニングやモーションキャプチャ、CAVE型VR装置などのデジタル技術を統合し、VRで再現したもの。その成果は02年、台北国立故宮博物館に展示された。

また、デジタル彫刻博物館は03年に取り組まれた。台湾の彫刻家、蒲添生(Pu Tian-Sheng)氏の作品を3Dレーザースキャニング、画像ベースのモデリングを行うD-Sculptor、構造化光ベースのモデリングを行う3Dカメラといった技術を使ってモデル化、アングルを変えて見られるWebベースの3D博物館を構築している。

さらに、VRによる歴史的都市空間の再現(05年)および安藤忠雄氏が設計したVRのNCTU博物館(07年)は、それぞれ台北市立美術館に展示されているという。

### 地理的状况から見た酋長国の建築遺産：ラムス、ダヤ、パラマを結ぶ三角地帯に関する事例研究

Emirati Heritage in Architecture in Geographic Context: The Rams-Dhayya-Barama Triangle as Case Study



ウィンストン・セーラム州  
立大学 美術学科  
アシスタントプロフェッサー  
トーマス・タッカー氏

Thomas Tucker, Assistant Professor, Department: Fine Arts, Winston Salem State University

ウィンストン・セーラム州立大学美術学科アシスタントプロフェッサーのトーマス・タッカー氏は、新メンバーとして最後に講演を行った。同氏は、ザード大学(アラブ酋長国連邦:UAE)との6年間にわたる共同研究の成果を紹介している。

まず、UAE北東部に位置する研究対象地域の歴史的・地理的特徴から、歴史遺産をデジタル化して残す意義とそのための技術や具体的な手法、これまでの活動について解説。引き続き、従来の研究成果の精緻化を図っていきたい旨を述べる。

その背景として、UAEでは近年、開発事業が急速に進展。考古学的に重要な遺跡や生態系などの破壊が懸念されていることから、その実情を広く知らしめるとともに、保存はもちろん、VRなどの技術を最大限活用することで記録や研究を出来るだけ早く進めておく必要があるとの考え方を示す。