

目次

Executive Summary : 3D Archiving Houses and Settlements

-Alternative Technologies to Support Lasting Diachronic Memory-

Background and purpose	A-2
1. Cases of organizations in charge of maintaining lasting data	A-3
2. Historical review of media recording digital data	A-5
3. Currently used data formats for modeling 3D objects	A-9
4. Development of alternative technologies	A-12
5. Approaches toward practical use	A-18
Conclusion	A-19
1. 研究の経緯	
1-1. 三次元住宅情報の永久保存技術に関する基礎的研究	1-1
(1)平成 22(2010)年度	1-2
(2)平成 23(2011)年度	1-5
(3)平成 24(2012)年度	1-11
1-2. 地域居住空間の三次元アーカイブスの利活用	1-12
(1)平成 25(2013)年度	1-12
(2)平成 26(2014)年度	1-14
1-3. 成果	1-15
(1)論文	1-15
(2)特許	1-15
(3)WEB 公開	1-17
(4)雑誌紹介記事など	1-17
2. 三次元アーカイブスの構築と利活用の手引	
2-1. タブレットを用いた現場での閲覧機能(VC-3M)の利用	2-1
(1)起動と表示する場所の選択	2-2
(2)GPS 衛星の電波取得待ち	2-4
(3)現場での閲覧	2-4
(4)足による補正	2-5
(5)シャッターによる静止画の記録	2-5
(6)屋内での記録データの再生	2-5
(7)その他	2-7
2-2. 指導員のための手引き	2-7
(1)セットアップの準備	2-8
(2)必要なファイルのコピー	2-8

(3)セットアップ	2-8
(4)GPS 機能の設定	2-9
(5)端末の精度の確認	2-9
(6)データの原点の確認	2-11
(7)記録データの回収・保存	2-12
2-3. データ作成方法	2-12
(1)建物の三次元データの作成	2-12
①CAD 入力	
②写真からのモデリング	
③レーザー計測	
(2)地形データの作成	2-15
①DEM データの利用	
②紙地図の等高線からの生成	
③ステレオ空中写真（ライブラリ画像）からの復原	
④衛星画像からの復原	
⑤基盤地図情報の利用	
(3)団地の地盤面の作成	2-18
①景観シミュレータの高台整地機能の使用	
②細部の編集	
(4)町並データの作成	2-20
①建物の配置	
②属性データの付与	
③地盤面の指定	
④隠蔽面の作成	
(5)テクスチャファイルの作成	2-21
(6)ローカル座標系の計測と登録	2-22
①座標原点の緯度・経度・標高の計測	
②メタファイルへの登録	
③表示選択用リスト・ファイルへの登録	
2-4. メタファイルの作成	2-23
(1)考え方	2-23
①C 言語に準拠した文法体系	
②LSS-G 形式のコマンドを部分集合として含むライブラリ関数	
③OS に依存しない処理系の上でのコンパイルと実行	
(2)メタファイルの種類	2-24
①固定形状	
②パラメトリックな形状	
③高度な文法形式をもつデータ形式の解読処理	

(3)保存データの基本的な構造の把握	2-25
①文字コード	
②ブロック構成	
③コマンドとパラメータの抽出	
④シンボル・テーブル	
(4)プログラミングとデバッグ	2-26
①コンパイル時のエラーメッセージ	
②実行時のエラーメッセージ	
③メタファイル中の logf 関数によるメッセージ出力	
(5)配列の長さ等の最適化	2-36
(6)不要な関数等の削除	2-37
(7)データファイルの真贋判定、改竄検知	2-37
2-5. 三次元アーカイブスの作成	2-39
(1)携帯端末用ロードデータの作成	2-39
①選択用リスト modelindex.txt の作成	
②データファイルおよびメタファイルの格納	
(2)アーカイブスを使用した現場活動の記録の保存	2-40
①mobile.ja.scn	
②images ディレクトリの下に作成される背景画像	
③thumbnail ディレクトリの下に作成される見出し用縮小画像	
④log.txt	
(3)WEB 配信用の圧縮ファイルの作成	2-41
①modelindex.txt	
②meta ディレクトリの下に格納されたメタファイル	
③data ディレクトリの下に格納されたデータファイル	
④texture ディレクトリの下に格納されたテクスチャファイル	
⑤VC-3M.apk	
(4)長期保存媒体への記録と再生	2-41
2-6. サーバとデータベースの管理	2-43
(1)はじめに	2-43
(2)仮想化	2-43
①概念と用語	
②仮想ハードディスク	
③実施例	
④効果など	
(3)FTP	2-48
①概念と用語	
②IIS の設定	

③アカウントの設定	
④ディレクトリ・セキュリティの設定	
⑤ファイアーウォールの設定	
⑥サーバ側のセキュリティに関する小結	
⑦FFFTP	
⑧まとめ	
(4)データベース (SQL サーバ)	2-57
①データベースの歴史と展望	
②利用可能なデータベースエンジン	
1) 2012 Express LocalDB (ローカル DB)	
2) SQL2012 とマネジメント・スタジオ	
③コマンドラインを用いた、SQL サーバの検証	
1)名前付きパイプ	
2) TCP/IP	
3)共有メモリ	
4)VIA プロトコル	
④地区別 WEB サイトのための SQL サーバの設定と検証	
1)アクセス文字列	
2) asp のエラーメッセージの表示	
⑤掲示板機能のためのテーブルの構築	
1)テーブルの自動構築のためのスクリプト	
2) SQL2012 への移行における修正点と留意事項	
⑥basp21 について	
⑦巡回サービス	
⑧SE のための支援機能	
⑨簡単なデバッグの方法	
⑩データベースの保存と移行	
⑪まとめ	
2-7. VC-4D 「三次元データ保管庫」	2-74
(1) 概要	2-74
① アップロード受付機能	
② ダウンロード受付機能	
③ 履歴参照機能	
(2) 動作環境	2-75
①動作環境	
②利用アプリケーション一覧	
(3) システムのインストール	2-75
① Java SDK	

② Apache Tomcat	
③ Web アプリケーション (本システム)	
④ データベース設定	
⑤ Web サーバ	
(4) システムのアンインストール	2-84
① Web アプリケーション	
② その他のアプリケーション	
(5) システム構成	2-85
① Web アプリケーション ファイル構成	
② ソースコードファイル構成	
(6) 操作説明	2-90
① 各種設定	
② 操作画面	
(7) システムの移行	2-100
① 現行環境での作業	
② 移行環境での作業	
3. システム開発者の手引き	
3-1. はじめに	3-1
3-2. 仮想コンパイラのコンパイラ・インタプリタ基幹部分の開発	3-2
(1) 数値型の増補と、それに伴う仮想マシンの機械語の増補	3-2
(2) 入出力に用いるライブラリ関数の増補	3-8
(3) メタファイルの文法における標準 C 言語との違い	3-17
① main 関数の省略	
② 引数の数が可変のライブラリ関数	
③ 引数を省略できるライブラリ関数	
④ LSS-G コマンドを補足するライブラリ関数	
(4) ライブラリ関数の追加	3-19
(5) 機械語レベルで実装した数値計算の関数の書法	3-24
(6) コンパイル時のメモリ	3-25
① 記号表	
② コード	
③ 変数領域	
(7) 実行時のメモリ	3-27
① スタック	
② 局所変数、配列	
(8) エラー処理	3-29
(9) ヘッダファイル	3-30
① cci.h	

②cci_prot.h	
③cci_kanji.h	
④cci_export.h	
(10)記号表ポインタ型変数	3-31
①スキャン関数による記号表登録	
②ID 値	
③記号表へのアクセス	
④ポインタの内部処理と機械語	
⑤関連ソースコード	
3-3. VC-1C の開発	3-33
(1)試作段階でのコンソール・アプリケーション	3-33
(2)景観シミュレータの外部関数としての活用	3-36
(3)パラメータ設定ダイアログの単独起動	3-39
3-4. VC-2V の開発	3-41
(1)DML ライブラリを用いたメモリ上のデータ構築	3-41
(2)景観シミュレータ用のプラグイン DLL としての実装	3-41
(3)出力系関数群の実装	3-43
3-5. VC-3M の開発	3-51
(1)OS を Android とする場合の開発課題	3-51
①開発環境	
②OpenGL	
③センサ計測値による視点座標、カメラアングルの取得	
④Windows 上のモックアップ FSMFC の作成	
(2)アプリケーションと基幹部分の役割分担とインターフェース関数	3-55
①MOpen(char *logfile, char *scnfilename)	
②MInit(int W, int H, int w, int h, double fovy)	
③MLoad	
④MMove	
⑤MShutter(const char *image)	
⑥MSelect(const char *imagefilename)	
⑦MDelete(const char *imagefilename)	
⑧MTerm()	
⑨MClose()	
(3)結果の現場検証	3-63
3-6. VC-4D の開発	3-63
(1)VC-4D(dll, 2012.10.11)	3-65
(2)VC-4D(win, 2012.10.24)	3-70
(3)VC-4D.exe (2012.12.26)	3-70

(4)WEB アプリケーション「三次元データ保管庫」	3-74
3-7. 出力系のライブラリ関数の開発と出力系メタファイルの作成	3-74
(1)出力系のライブラリ関数	3-76
①G () 関数	
②F () 関数	
③V () 関数	
④F3 () 関数	
⑤S_0コマンド	
⑥N_0コマンド	
⑦T_0コマンド	
⑧C_0コマンド	
(2)凹ポリゴン	3-79
(3)VERTEX コマンドとポイントの扱い	3-79
(4)穴あきポリゴンと仮想線	3-80
(5)LINK の出力処理のためのライブラリ関数	3-87
①関数の仕様と用法 cci_sql, cci_dml における処理	
②移動・スケール・回転の取得	
(6)ディスプレイ・リストの取得	3-88
3-8. 仮想コンバータのセキュリティ	3-88
(1)セキュリティ対応のための C 関数の仕様変更への対応	3-88
(2)メタファイルが呼び出すライブラリ関数のセキュリティ	3-89
(3)ライブラリ関数の利活用処理系における実装	3-90
(4)書式文字列の検査	3-91
(5)サーバのセキュリティ	3-92
3-9. まとめ	3-92
(1)段階的な前進	3-92
①既存のデバッグの進んだライブラリ (ソースコード) の活用	
②異なるプラットフォーム上での開発における技術要素の分解	
③役割の終わった仮設的処理系の活用	
(2)イノベーション	3-93
①VC-1C	
②VC-2V	
③VC-3M	
④VC-4D	
4. 資料編	
4-1. メタファイルの文法	4-1
(1)コメント	4-1
①/* . . . */	

②//	
③#	
④COMMENT 文	
(2)数値型	4-2
①void 型	
②int 型 (整数型)	
③float 型 (浮動小数型)	
④quat 型 (四元数型)	
(3)変数	4-2
①変数名	
②局所変数	
③大域変数	
④ 1 行中での複数の変数の宣言	
⑤宣言されていない変数への代入	
⑥宣言されていない変数の参照	
⑦重複定義	
⑧その他	
(4)配列	4-4
①配列名	
②配列の長さ	
③配列へのアクセス	
(5)関数の定義	4-5
①数値型	
②関数名	
③引数リスト	
④局所変数、局所配列の宣言	
⑤プログラム	
⑥前方参照	
⑦return 文	
(6)関数のプロトタイプ宣言	4-7
(7)文	4-8
①関数呼び出し	
②変数への代入	
③配列への代入	
④代入文における型変換	
(8)プログラム制御(if, else, while, do, switch, case, continue, break, default)	4-10
①if~else	
②switch、case、default、break	

③do～while	
④while 文	
⑤for 文	
(9)式と二項演算	4-12
(10)単項演算子	4-13
(11)組込関数	4-14
①数値関数	
②システム制御、デバッグ用関数	
③データアクセス関数	
④書式文字列	
⑤データファイル入力例	
(12)ライブラリ関数	4-24
①モデル構築系ライブラリ関数	
②シーン記録用ライブラリ関数	
③モデル要素取得用ライブラリ関数	
(13)メタファイルのデバッグと、エラーメッセージのための処理	4-27
①コンパイルエラー	
②ランタイムエラー	
③メタファイルの中でコーディングするエラー処理	
④オペレータによる強制的なブレーク	
4-2. ライブラリ関数	4-30
(1)データ構築系のライブラリ関数	4-30
(2)携帯端末を用いた現場活動記録のためのライブラリ関数	4-34
(3)座標系に関するライブラリ関数	4-37
(4)解読・入力済データへのアクセスと利活用のためのライブラリ関数	4-37
①LSSG 形式のファイル出力	
②VRML 形式のファイル出力	
③DXF 形式のファイル出力	
④STL 形式のファイル出力	
4-3. 三次元データ形式とメタファイル作成例	4-47
(1)本研究以前の状況	4-47
①貿易コンバータにより対応した各種データ形式	
②景観シミュレータにおける外部関数により作成したコンバータ	
③プラグイン d11 によるデータ形式変換	
(2)各種データ形式の調査・収集と仮想コンバータの開発要件	4-53
①各種データ形式の調査	
②仮想コンバータ処理系の作成と、可搬性の検証	
(3)IFC 形式	4-55

①資料等	
②データ形式の概要	
1)形式宣言	
2)ヘッダ部分	
3)データ部分	
4)上位構造	
5)色彩等の定義	
③階層図	
④メタファイル	
⑤データの欠陥	
1)大きさのない面	
2)面の逆転	
3)閉じていない立体	
(4)LSS-G 形式	4-68
①資料等	
②メタファイル	
(5)POINT CLOUD(CSV)形式	4-80
(6)STL 形式	4-83
①資料等	
1)バイナリ形式	
2)テキスト形式	
②メタファイル	
1)景観シミュレータのための外部関数として実装したコンバータ	
2)仮想コンバータのためのメタファイル	
(7)LandXML 形式	4-91
①資料等	
②データ構造	
1)線形データ<CoordGeom>	
2)縦断線形データ<Profile>と<ProfileAlign>	
3)横断図データ<CrossSects>と<CrossSect>	
③メタファイル	
1)景観シミュレータのための外部関数 (LandXML. cpp)	
2)仮想コンバータのためのメタファイル (LandXML. cmm)	
④補助的なメタファイル	
(8)その他のファイル形式	4-143
①コンテナ形式	
②圧縮形式	
③暗号化形式	

④コメント埋め込み形式	
4-4. 空間座標と携帯端末	4-144
(1)座標系とその変換の表現	4-144
①携帯端末の姿勢の表現	
②ローカル座標を用いた階層的な空間記述における移動・回転・スケール	
1)移動(TRANSLATE)	
2)回転 (ROTATE)	
3)スケール (SCALE)	
③同次行列	
④LINK_XFORM コマンドによる表現	
1) IDENTITY	
2) TRANSLATE	
3) ROTATE_X, ROTATE_Y, ROTATE_Z	
4) ROTATE_A	
5) SCALE	
6) MATRIX	
⑤同次行列の合成	
1)単位行列(IDENTITY)	
2)平行移動(TRANSLATE)	
3)各軸周りの回転(ROTATE_X, ROTATE_Y, ROTATE_Z)	
4)任意の回転軸周りの回転(ROTATE_A)	
5)スケール(SCALE)	
6)行列(MATRIX)	
⑥リンク行列からの要素抽出	
1)移動	
2)スケール	
3)回転	
⑦逆転写としての古写真からの立体的形状の復原について	
(2) 同次行列の要素への分解手順	4-156
①歪テンソルと同次行列のスケール要素との関係	
②数値解法	
1) 二次元の回転における円の写像を用いた解法	
2) 行列の固有方程式を用いた解法	
3) プログラム実装のための、座標軸に関する自由度削減の方法	
③プログラムの実装とテスト	
④ライブラリ関数によるアクセス	
(3) 行列の自由度の幾何学的な意味	4-168
(4) 四元数を用いた移動と回転の表現	4-169

①表現方法	
②演算	
1)加減算	
2)乗算	
3)ゼロ元	
4)単位元	
5)絶対値	
6)逆元	
7)超越関数	
③回転の表現	
④回転行列からの回転軸と回転角の計算	
⑤四元数と回転行列の相互変換	
⑥四元数 Qr による携帯端末の姿勢の記述	
⑦センサ計測値からローカル座標系への変換	
4-5. ビルドと開発環境	4-199
(1)はじめに：CPU と OS の略史	4-199
(2)開発用言語	4-200
①アセンブリ言語	
②FORTRAN	
③C 言語	
④BASIC 言語	
⑤C++言語	
⑥java 言語	
⑦javascript	
⑧C#言語	
⑨コーディングレス言語	
⑩バッチコマンド	
⑪SQL 言語	
⑫HTML 言語、XML 言語、PostScript、Tex 言語等	
⑬その他	
(3)利活用処理系試作における開発環境	4-205
①VC-1C	
②VC-2V	
③VC-3M	
④VC-4D	
(4)Windows と VisualStudio 開発環境	4-206
①様々な開発ツール	
②統合開発環境	

③コンソールアプリ	
④Windows アプリケーション	
⑤リンクするライブラリの選択	
⑥マルチスレッド	
⑦メモリリークの検査と除去の方法	
(5) Android 用アプリケーションの実行環境	4-217
①CPU	
②OS と記憶構成	
③各種センサ	
④OpenGL ES	
⑤アプリの状態遷移	
(6) Android 用アプリケーションのクロス開発環境	4-220
①開発に用いるホストマシン	
②SDK(System Development Kit)	
③Eclipse 統合開発環境	
④NDK(Native Development Kit)	
⑤プロジェクトのディレクトリ構成	
⑥Android 端末エミュレータ(AVD:Android Virtual Device)	
⑦APK ファイルの内部構造	
⑧開発環境テストのためのサンプルプログラム	
⑨文字コードとデバッグ用メッセージ	
⑩開発環境のハングアップ対策	
⑪携帯端末実機へのプログラム導入と実行	
⑫実機の画面サイズ、センサ計測値等の確認	
⑬多重起動した複数のプロセスの干渉のテスト	
⑭画像ファイルのロード	
(7) サーバと SQL データベースの開発環境	4-235
①SQL サーバ	
②cci_dml, cci_sql におけるログファイルの処理	
③VC4D.exe の起動におけるパラメータの引き渡しについて	
④VC-4D(win)を用いた SQL サーバのテスト	
⑤VC-4D(win)を用いたコンソール・アプリケーション VC-4D.exe のデバッグ	
(8) おわりに	4-242
①メタファイル処理系の位置づけ	
②メタファイルの作成環境の展望	
③必要な人材	
4 - 6 . 筑波移転機関の移転前の記録	4-244
(1)新宿百人町	4-244

(2)建設省建築研究所について	4-246
①成立	
②大蔵省建築研究室	
③内務省防空研究所	
④技術員養成所（沼津）	
⑤百人町における施設整備	
⑥筑波への移転	
(3)移転直前の百人町の敷地の復原	4-253
①航空写真地図帳、住宅地図	
②所史掲載写真	
③実測記録	
④UNESCO 報告書掲載図	
⑤年報	
⑥筑波移転に関する企画室資料	
(4)旧、建設省建築研究所に関する空間情報のアーカイブ	4-257
①基盤地図情報から、関係するエリアの切り出し	
②鳥瞰写真（1966年）からの敷地全体のモデリング	
③本館の地上写真からのモデリング	
④国際地震工学部の報告書掲載図からのモデリング	
⑤移転前の実測図からの主要建物の CAD 入力	
(5)利活用	4-265
①タブレットによる表示	
②3Dプリンタによる出力	
(6)その他の筑波移転研究機関の移転跡地	4-267
[補注]	4-269
[シンポジウム資料] 旧・建設省建築研究所の筑波研究学園都市への移転	

－その経緯と移転後の研究の展開－

4-291

1. 建築研究所の筑波移転の経緯
 - (1) 筑波移転の背景
 - 1) 建築研究所の歴史と移転前の状況
 - 2) 筑波研究学園都市への移転要請
 - (2) 将来構想と筑波新施設整備の経緯
 - 1) 建築系研究部門の飛躍的な拡大と都市計画研究部門の独立への期待
 - 2) 筑波移転と新施設の整備の経緯
 - 3) 筑波新施設による研究活動の展開への課題
 - (3) 移転準備業務の経緯
 - 1) 研究用の機器・装置及び研究資料の整理・選別
 - 2) 筑波における研究環境の変化と対応方策の検討
 - 3) 移転困難者対策および移転後の生活及び研究環境対策
 - 4) 建研の国際活動の進展と旧庁舎の見納め会
 - 5) 筑波における新施設の建設管理
2. 筑波新施設の整備と研究活動の展開
 - (1) 移転後における大型プロジェクト研究の展開
 - (2) 移転後における国際研究・研修活動の展開
 - (3) 筑波新施設における大型実験の実施
 - (4) 共同研究の前進および受け入れ研究員の活用
 - (5) 建研の筑波関連経費などの推移

4-7. アナログ資料の扱い	4-330
(1)ステレオ計測写真	4-330
(2)ステレオ計測写真のデジタル化	4-331
(3)古図面、古地図のデジタル化	4-332
(4)建築図面	4-335
4-8. 参考文献一覧	4-337
(1)バックグラウンドとなる研究	4-337
(2)本研究とその成果の発表	4-339
(3)本研究において参照した技術資料等	4-340
(4)本研究において参照した機関史、地方史等	4-341
4-9. WEB サイト一覧	4-346
(1)国総研ホームページからの技術情報の公開	4-346
(2)関連機関	4-346
4-10. 付録 DVD-ROM の構成について	4-347
(1)ソースコード	4-347
(2)セットアップ	4-347
(3)サンプル・コンテンツ	4-347
(4)資料	4-347