

# 仮想化都市空間

東京大学大学院 情報学環  
池内克史

## 仮想化都市表現



## キーとなる考え方

- 仮想化空間を通しての人間の情報収集能力 (Awareness)の向上
- **Global Awareness** にもとづく
  - Safety
  - Sustainability
  - Comfort
- 最後は人間に判断させる

## 基盤技術

- ユビキタスセンサー群
- **仮想化都市表現**
- 分散情報検索・配信



都市空間の仮想化



静的都市空間の構築

経路再生型  
2次元画像ベース

## 全方位画像取得



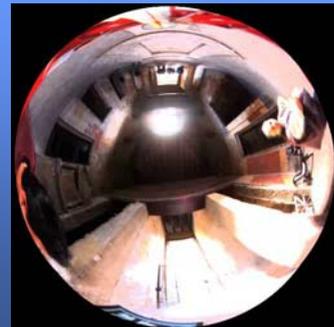
Video camera



## 6 TV camera

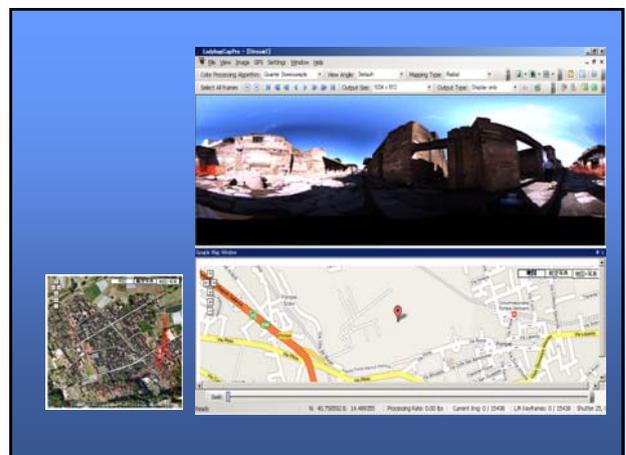


## 球投影



From the Arena to Casa di Menandro

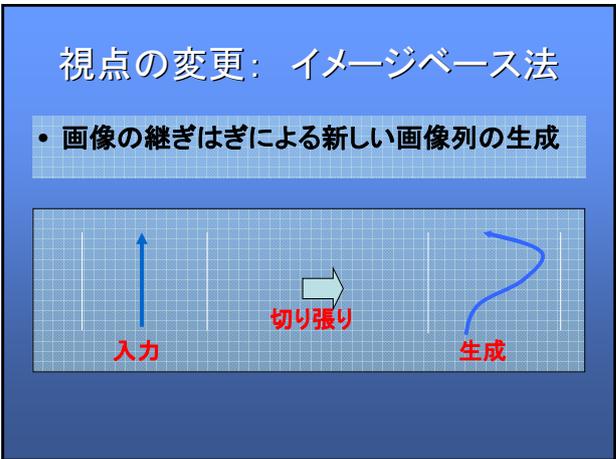
## GPSとの連動





- ### 目的
- バーチャルポンペイ(東大) — 観光
  - StreetView (Google) — 道順
  - LocationView(アジア航測) — 災害調査

**新経路画像生成型**  
**2次元画像ベース**

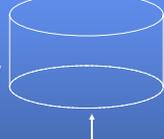


## 全方位画像取得

画像取得経路(直線)



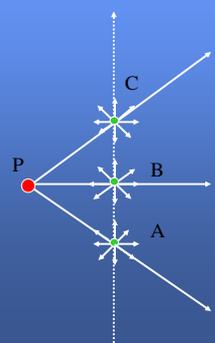
全方位画像



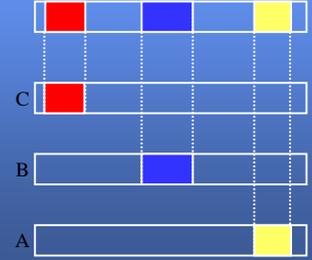
展開図



## 光線空間



合成画像



## 交通シミュレーション (桑原研究室)



## 須田研究室(車両制御動力学)



## 複合現実感実験スペース

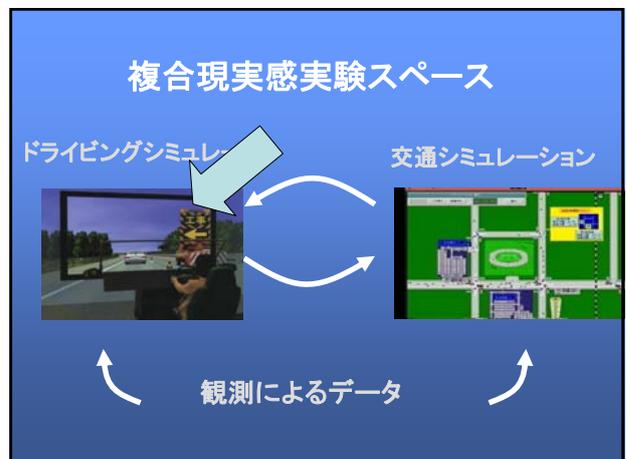
ドライビングシミュレーション



交通シミュレーション



観測によるデータ



## IMG



## 3次元表現

## 航空機＋地上センサー

- 航空機 — 高さ情報の抽出（ほぼ自動）
  - ドイツDLR 2週間でベルリン全域
  - Google
  - マイクロソフト
- 地上センサー — テクスチャ情報（手動）

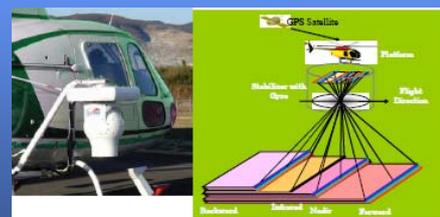
## Google Earth (3D)

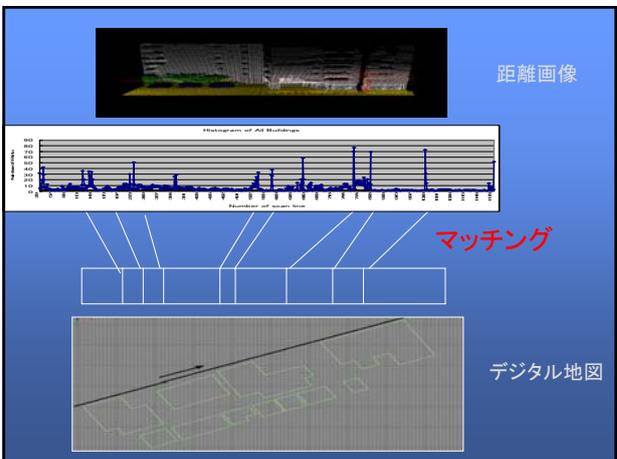
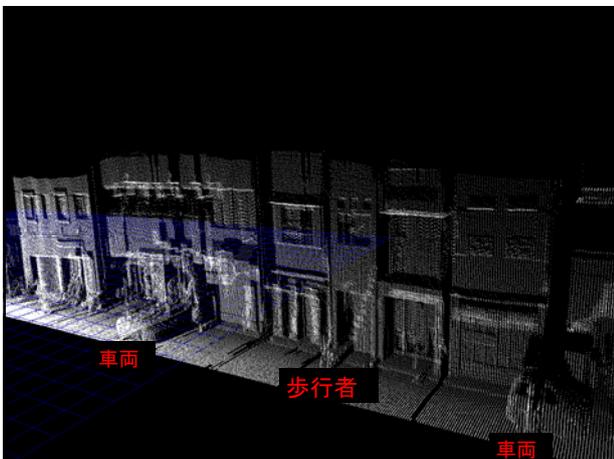
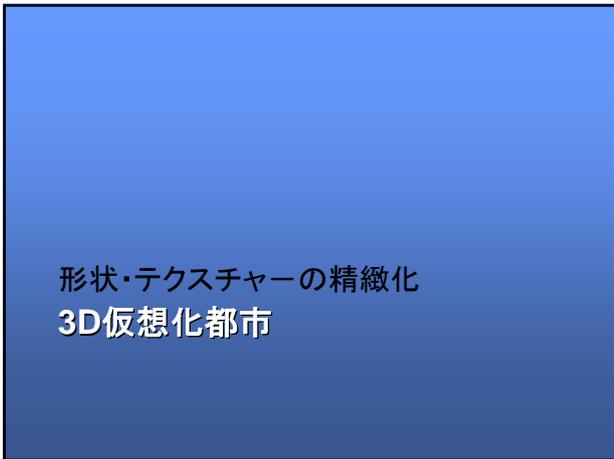
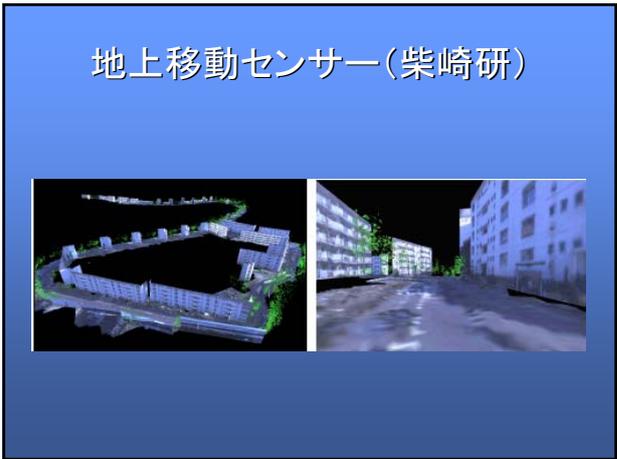
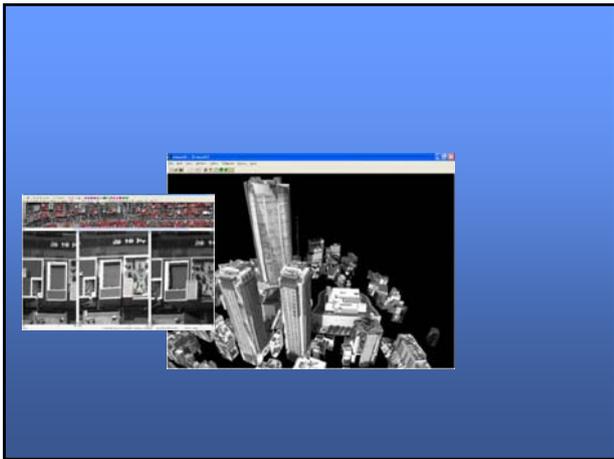


## Microsoft Virtual Earth (3D)

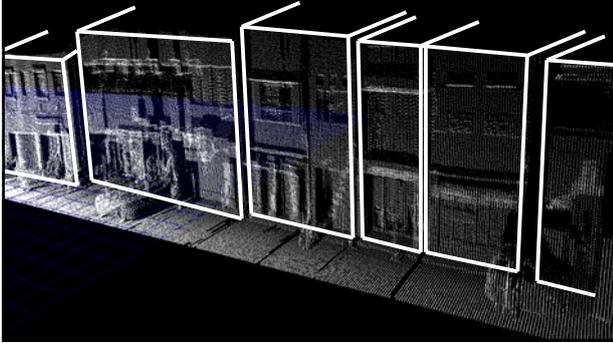


## 柴崎研(TLS)





## 精緻化結果

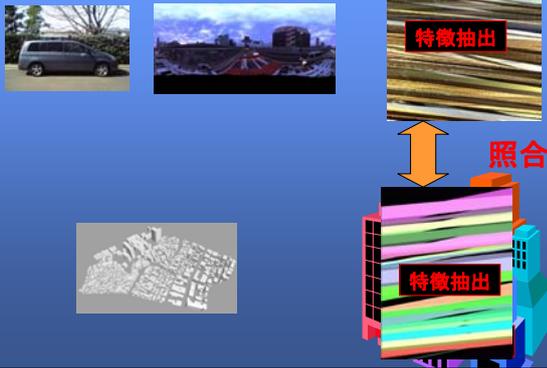


## テクスチャの精緻化



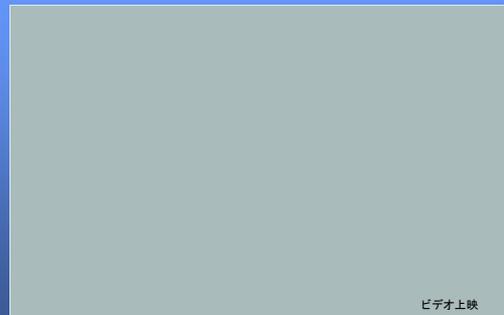
38

## 地図と実画像の比較



計測ベース  
3次元表現

## デジタルバイオンプロジェクト



ビデオ上映

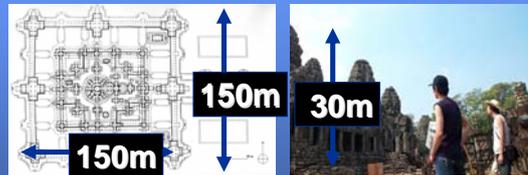
バイオン寺院(アンコール遺跡)

中央棟崩壊の可能性



→ 現存の間に3Dデータ化

### 問題点



→ 規模！

デ

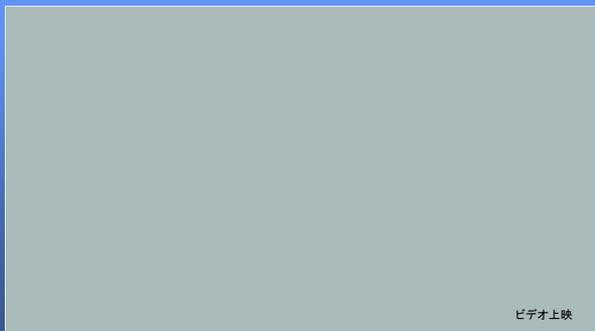
その規模と複雑さが  
全てのステップで問題になる！

位置あわせ

統合

- 新しい距離センサーの開発
- 新しいソフトウェアの開発

### 計測風景



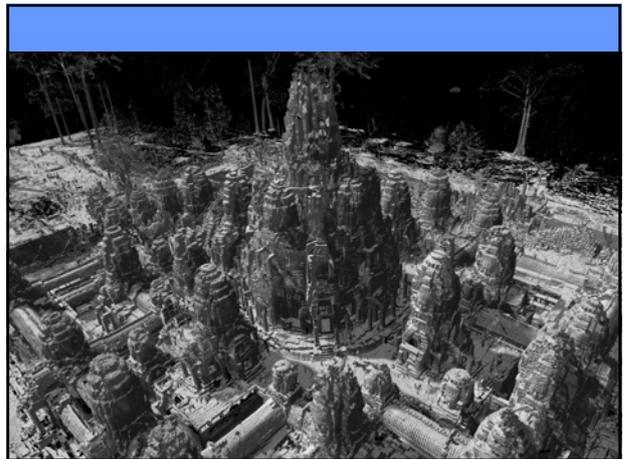
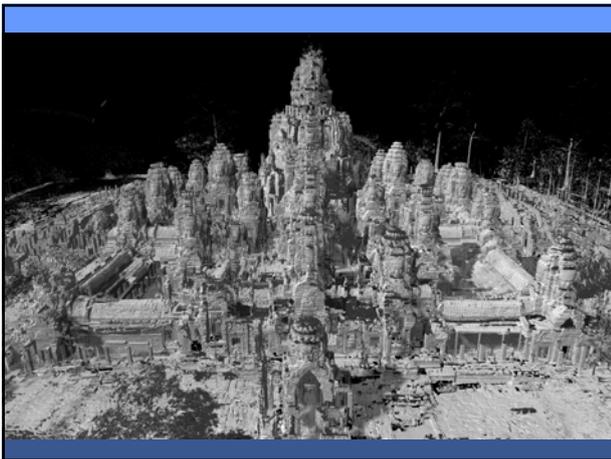
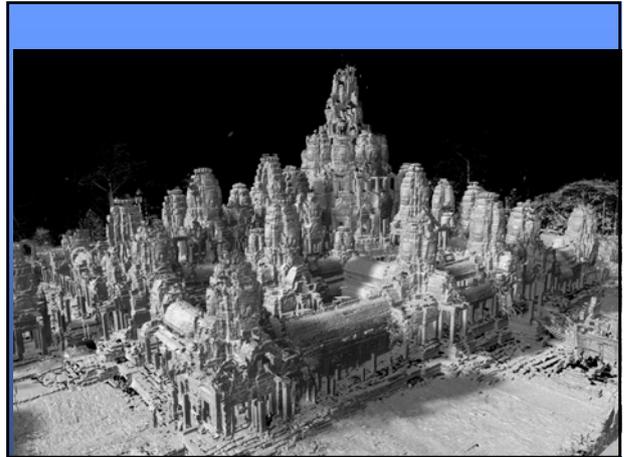
ビデオ上映

### 位置あわせの問題点

- 非常に大規模なデータのロードと処理
  - 20,000 以上の距離画像 ~ 0.5 TB
- 問題点
  - 仮想記憶オーバー
  - 極端に長い計算時間

## 解決法

- GPU を使用した高速2枚位置あわせ
  - 現場でのデータチェックとセンサープラン
  - 次のステップへの初期位置合わせ
- PC クラスタ上での並列同時位置あわせ
  - 大学へ持ち帰り高精度位置合わせ

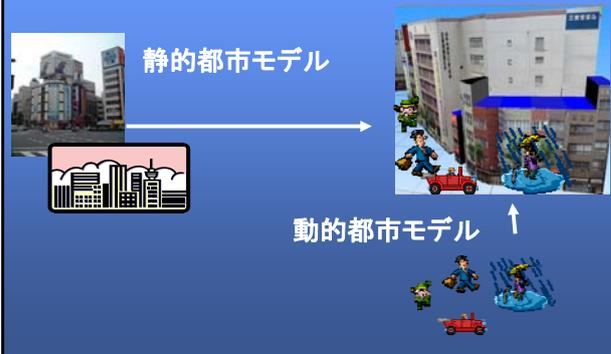


## なにに使えるか？(計測ベース)

- 平面図、立面図の作成
- 強度・温度シミュレーション
- 顔の解析と分類
- 隠されたペディメントのWeb展示

## 3次元動的都市空間

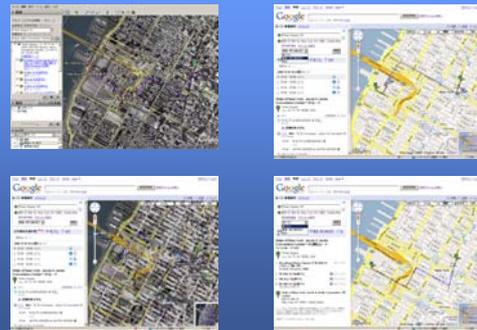
## 活動のモデル化



## 活動

- 交通流
- 違法駐車
- 車両監視

## Google Earth/Map (経路探索)



現状:

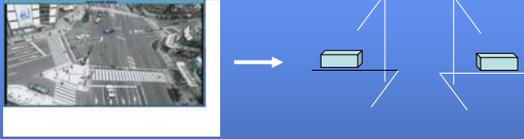
Local awareness for safety



## Local awareness to global awareness

- Local Awareness
  - 車の周辺だけ
- Global Awareness
  - どこでも
  - どの方向からでも

## Global Awareness for Safety



- いつでもどの方向からでも見える

## 車両のトラッキング

上條・坂内 HMMトラッカー



## 仮想駿河台下



## ドライバーの視点(ビルあり)



## Global Awareness: Safety



4次元仮想化都市空間

## 3次元都市から4次元都市へ

- 3次元仮想都市 → 視点の拡大
  - どこでも見る事ができる
  - どちらの方角からでも見る事ができる
- 4次元仮想都市 → アウェアネスの拡大
  - いつの時代でも見る事ができる
  - これからのことも見られる

## 未来への展開

Sustainability への応用

## ユビキタス情報観測網

- 情報統合法の確立
- 情報通信網の構築



## 予測技術

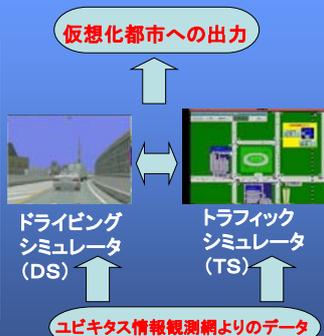
状況予測  
エンジン

ユビキタス  
情報観測網



## 状況予測エンジンの開発

- DSとTSの密結合による予測技術の高度化
- 人間行動のモデル化
- ユビキタス観測網情報との結合



Global Awareness: 汚染表示

## 過去への展開

Comfortへの応用

## 過去への展開



- 過去の表現
- 高度ナビゲーション

## バーチャル明日香



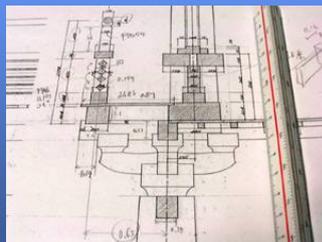
Virtual Kawahara-dera **そうだ!**

## 3Dデータをどうやって得るか

- 現存しないもの(明日香)  
→ 図面からCAD化
- 一部現存するもの(奈良大仏)  
→ デジタル化し変形
- 現存するもの(アンコール遺跡)  
→ デジタル化

## 出発点

- 古代の復元図面  
- 橿原考古学研究所  
- 奈良文化財研究所



## 色・模様

- 朱雀門の写真から抽出



## 立体モデル



## 複合現実感表示

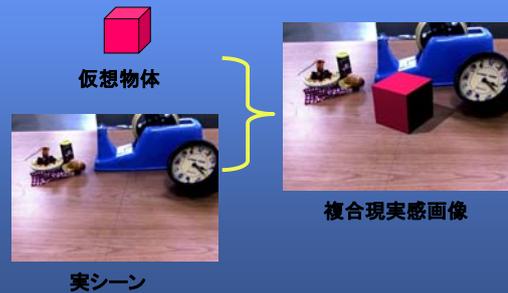


- 現場であじわう
- 古代からの風
- 現在と古代の融合

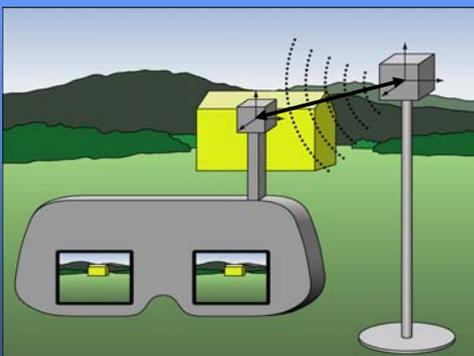
## 複合現実感展示の技術課題

- 位置がきちりあっている
  - 幾何学的整合性
- 色合いや影があっている
  - 光学的整合性

## 位置がきちりあっている — 幾何学的整合性



## 位置合わせ処理の流れ



## 光学的整合性



## 明日香村実験

- コンテンツ
  - 近景: 川原寺伽藍、板葺の宮
  - 遠景: 甘櫨の丘
- ハードウェア
  - キヤノンプラットフォーム

## 川原寺中門



## 甘櫨の丘



## 合成像



## 実 VS 仮想

- 時代変遷
- 学説の差
- 現状を破壊しない
- なにより古代からつづく風をかんじながら

## 双眼鏡型



- 駅前貸し出す
- 映像・音声解説
- ウェアラブルPC



## 自転車型



- レンタサイクルと合体
- カゴにPC搭載
- バッテリー駆動



## 電動カート型



- 複数人で利用可能
- 雨天時も使用可能
- 電磁誘導自動走行



## 4次元仮想化都市空間 アウェアネスの拡大

- |           |   |               |
|-----------|---|---------------|
| • Present | → | Safety        |
| • future  | → | Accessibility |
| • past    | → | Comfort       |

## 仮想化都市の現状

- 日本
  - 大学レベル
- アメリカ
  - マイクロソフトとGoogleの熾烈な戦い
    - Google EarthなどのWEBに活動全部をのせる
  - 米軍

## 問題点

- 更新
  - 基本は国
    - 衛星?
    - パトロールカー?
  - ユーザー参加型の車載カメラ?
- 標準化
  - インターフェースの標準化に関してヨーロッパを中心に動きあり(ADAS)

## まとめ

- 静的仮想都市空間の生成
- 動的仮想化都市空間の生成
- 4D仮想化都市