

ITS車載センシング技術

(動的仮想都市空間を目指して)

東京大学大学院情報学環

(生産技術研究所)

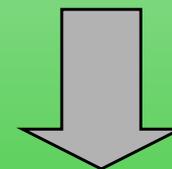
池内 克史

◆ 静的都市空間の仮想化

- 建物の仮想化
- 3次元地図の自動生成

◆ 動的都市空間の仮想化

- 活動の表現
- 車の流れ
- 走行車両の種別
- 駐車車両の数



プローブ情報

データ収集車両



全方位カメラ 2



静的仮想都市空間

- ◆ イメージベース法
 - 入力画像列の切り貼りによる再合成
- ◆ モデルベース法
 - 3次元地図を構成
 - 視点を仮定し、3次元地図をレンダリング

イメージベース法

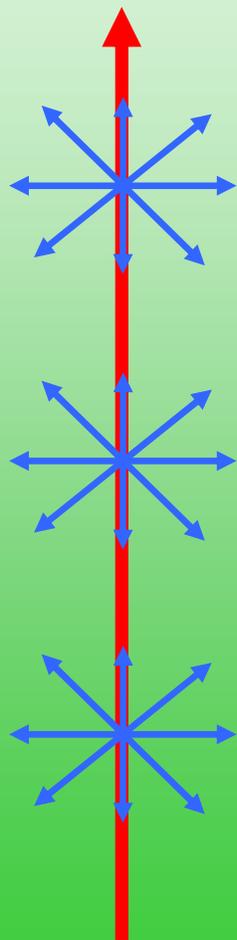
- ◆ 全方位画像列の取得
- ◆ イメージベース法を用いた画像の切り貼り
- ◆ 取得経路とは異なる画像例の生成

全方位画像

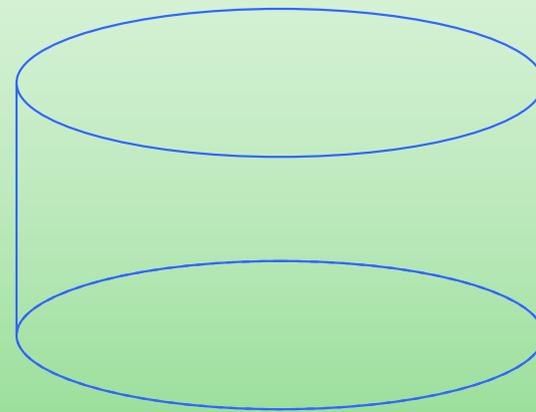


全方位画像取得

画像取得経路(直線)



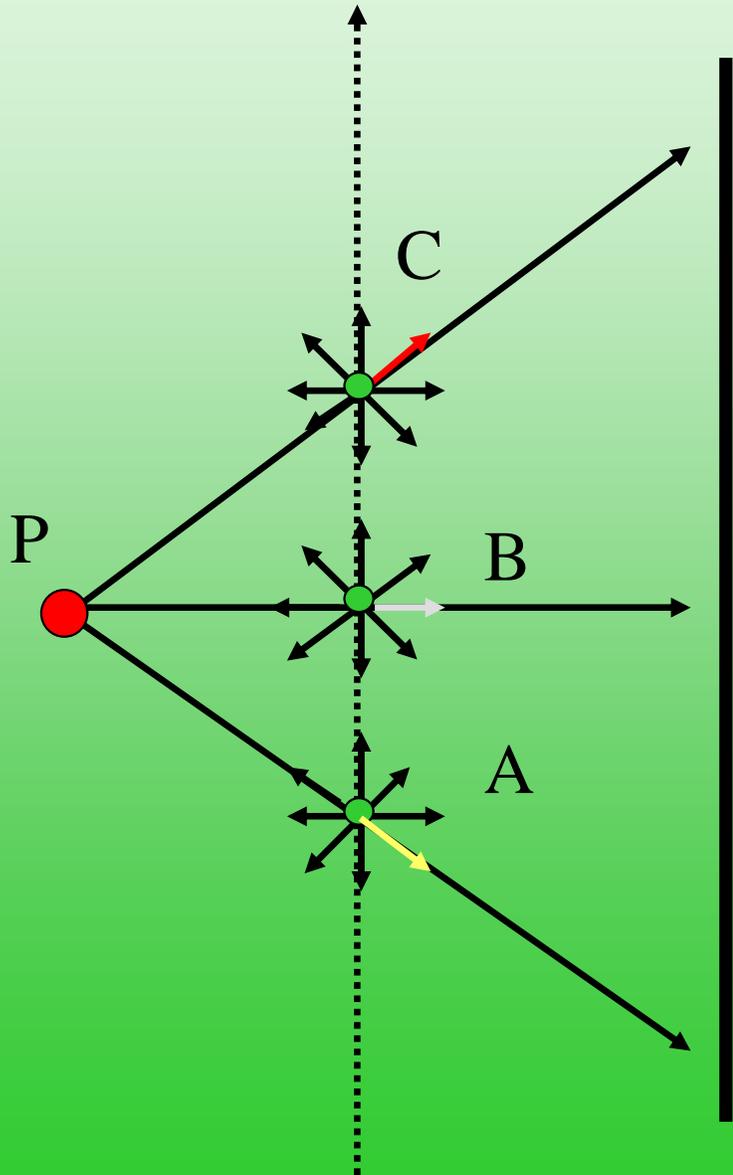
全方位画像



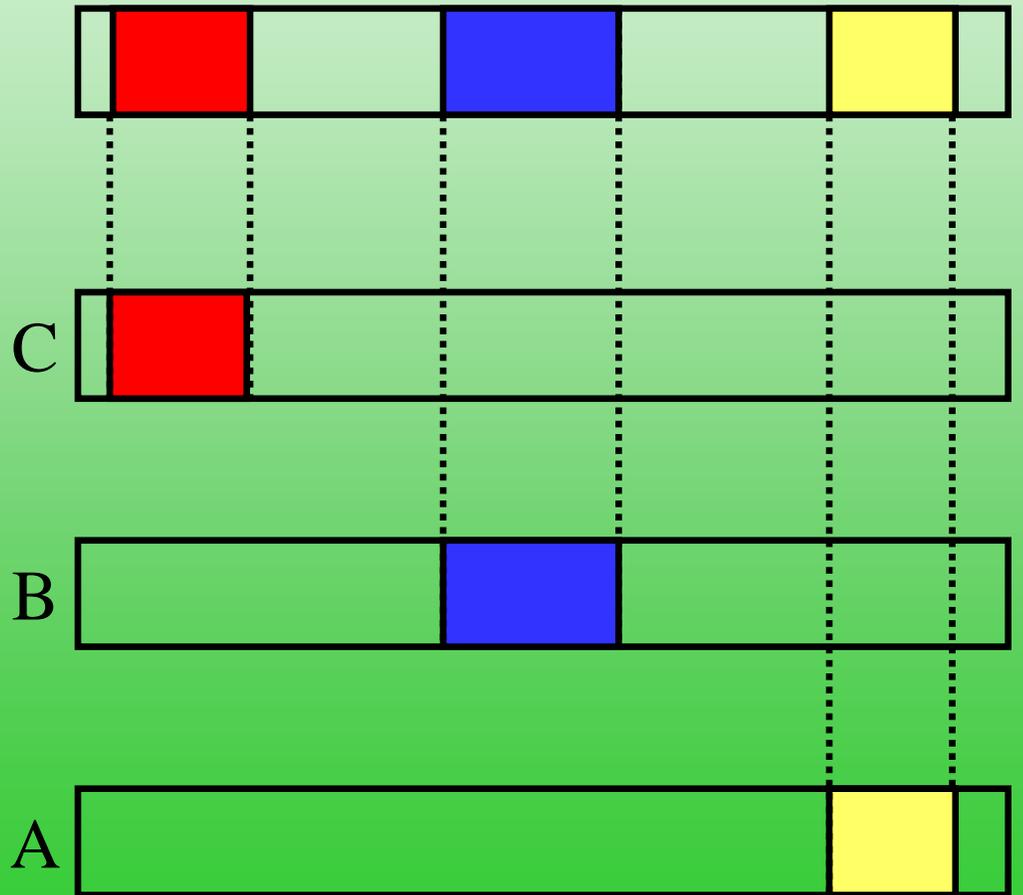
展開図



光線空間



合成画像

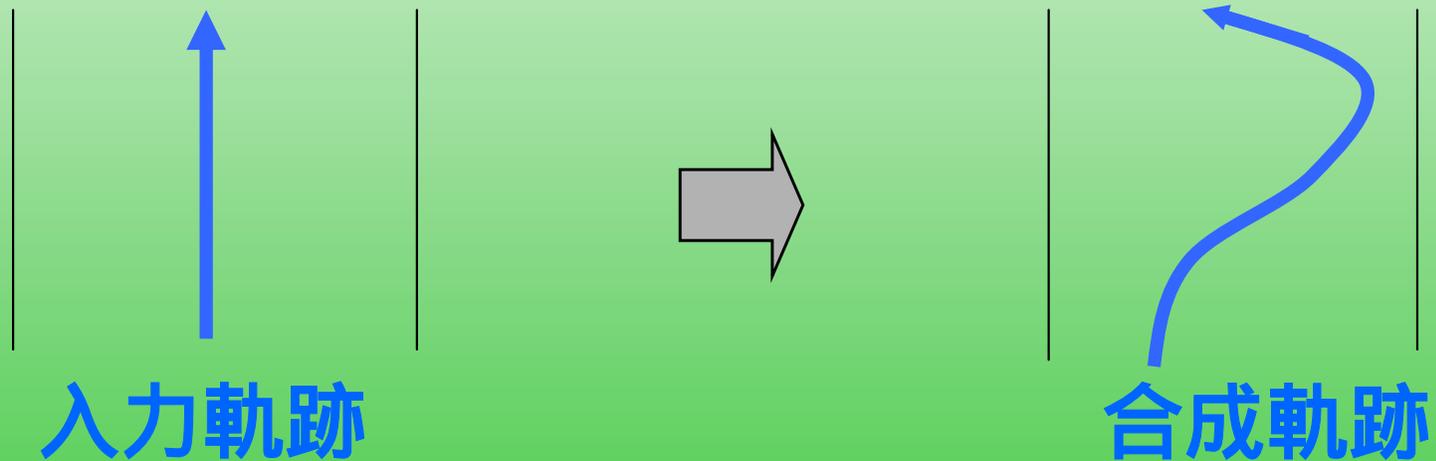


合成画像列(レーンチェンジ)



イメージベース法

- ◆ 入力時と異なる画像列の生成が可能



画質の向上

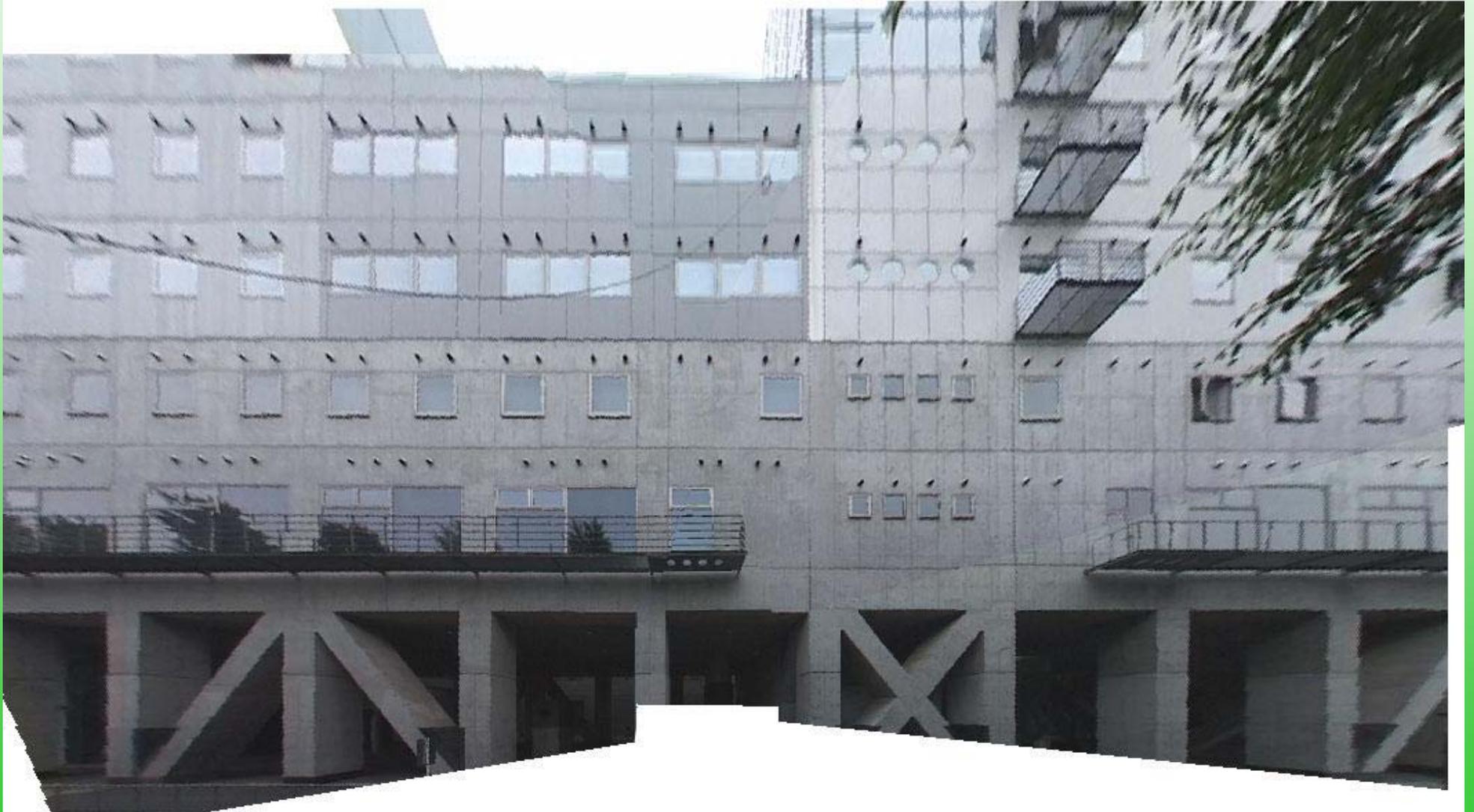
- ◆ 画像の精緻化 複数カメラ

複数カメラの構成法(その2)





統合例



光学中心のずれによる誤差



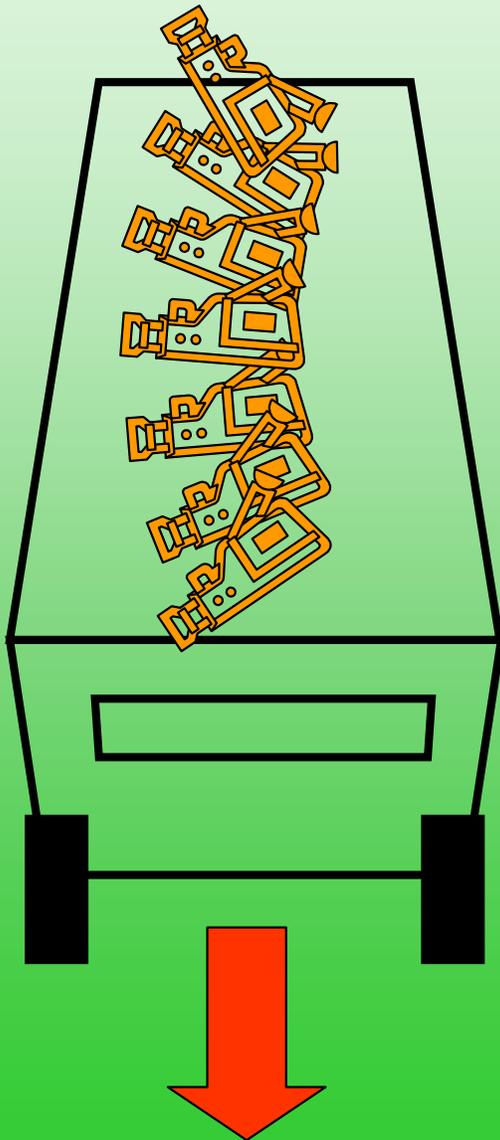
光学中心の一致

- ◆ 直線運動を仮定
- ◆ カメラは直線上に配置

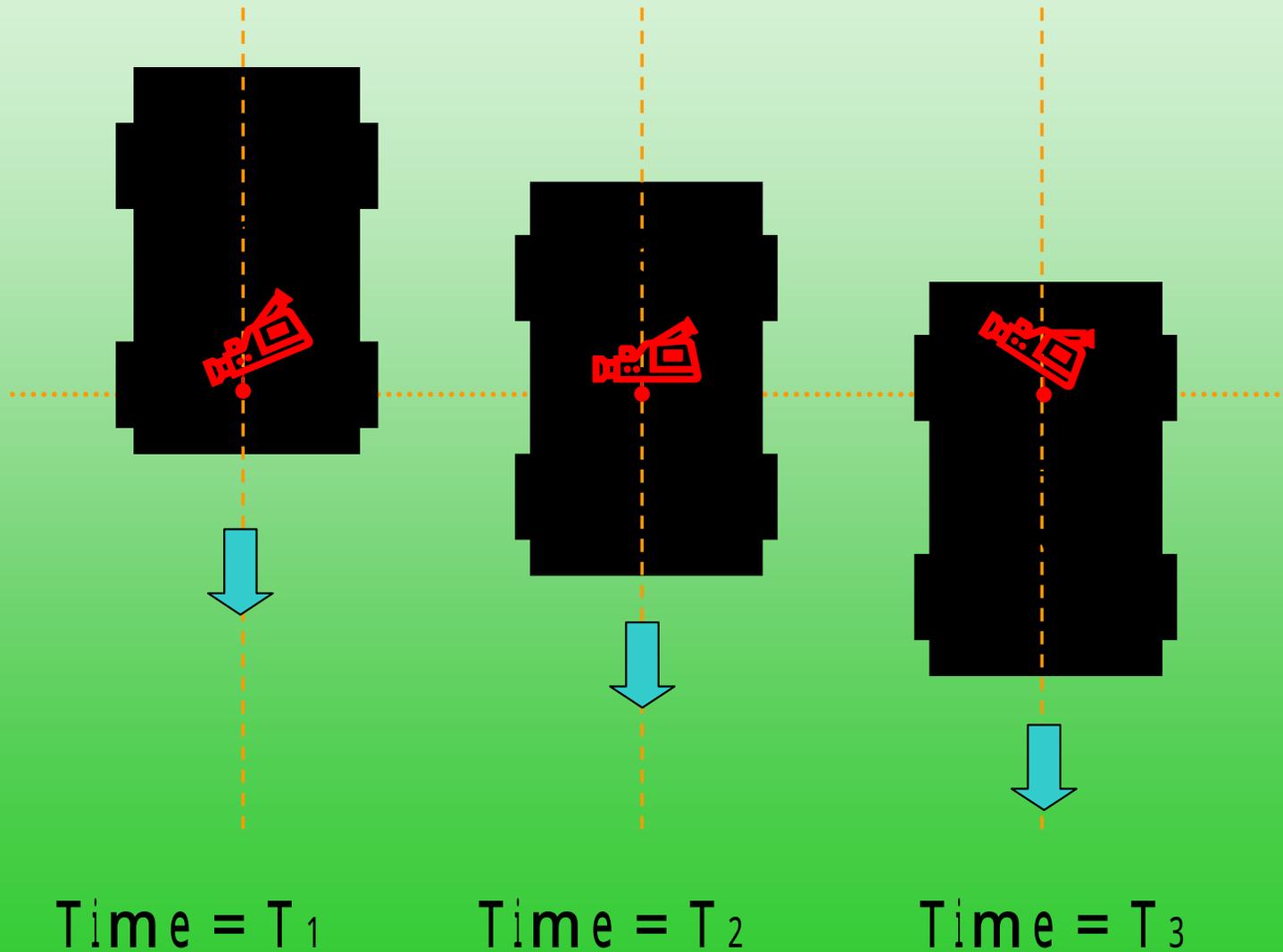
時空間での光学中心の一致

カメラの配置

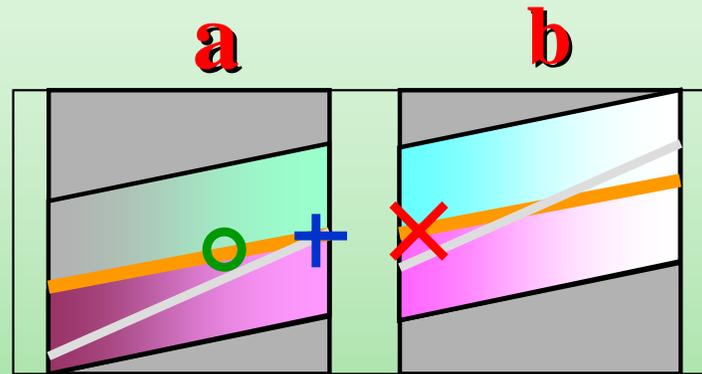
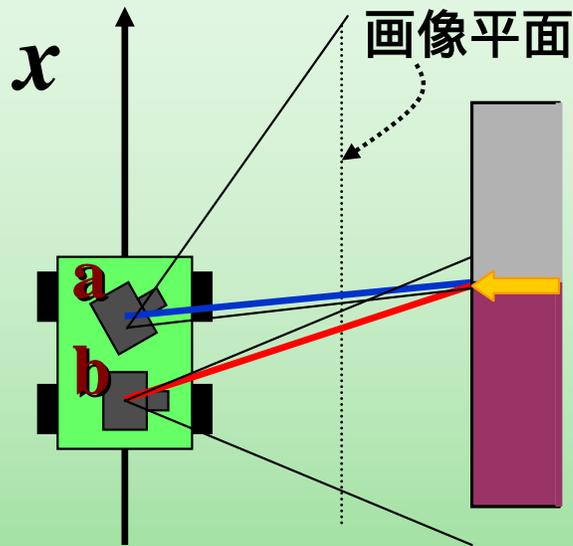
進行方向に1列



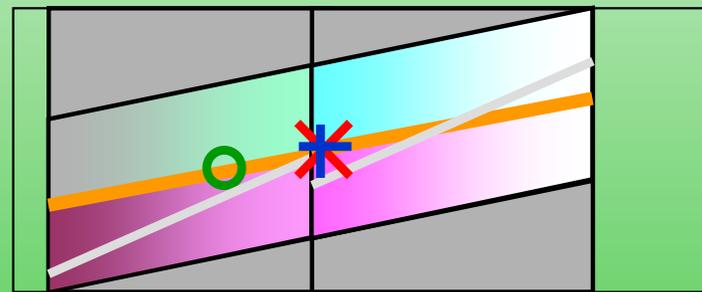
時空間での光学中心の一致



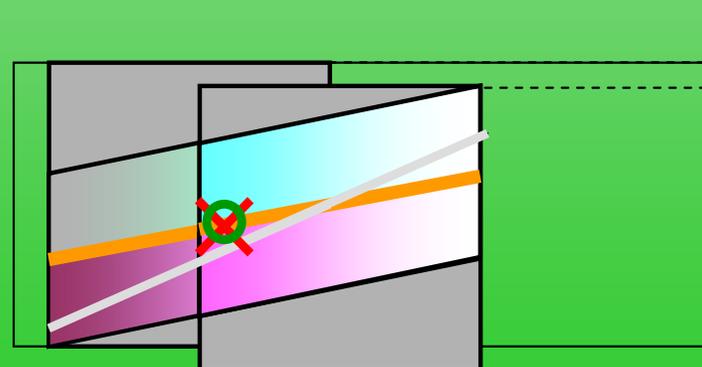
EPIによるキャリブレーション



(i) 実位置での
EPI

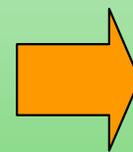
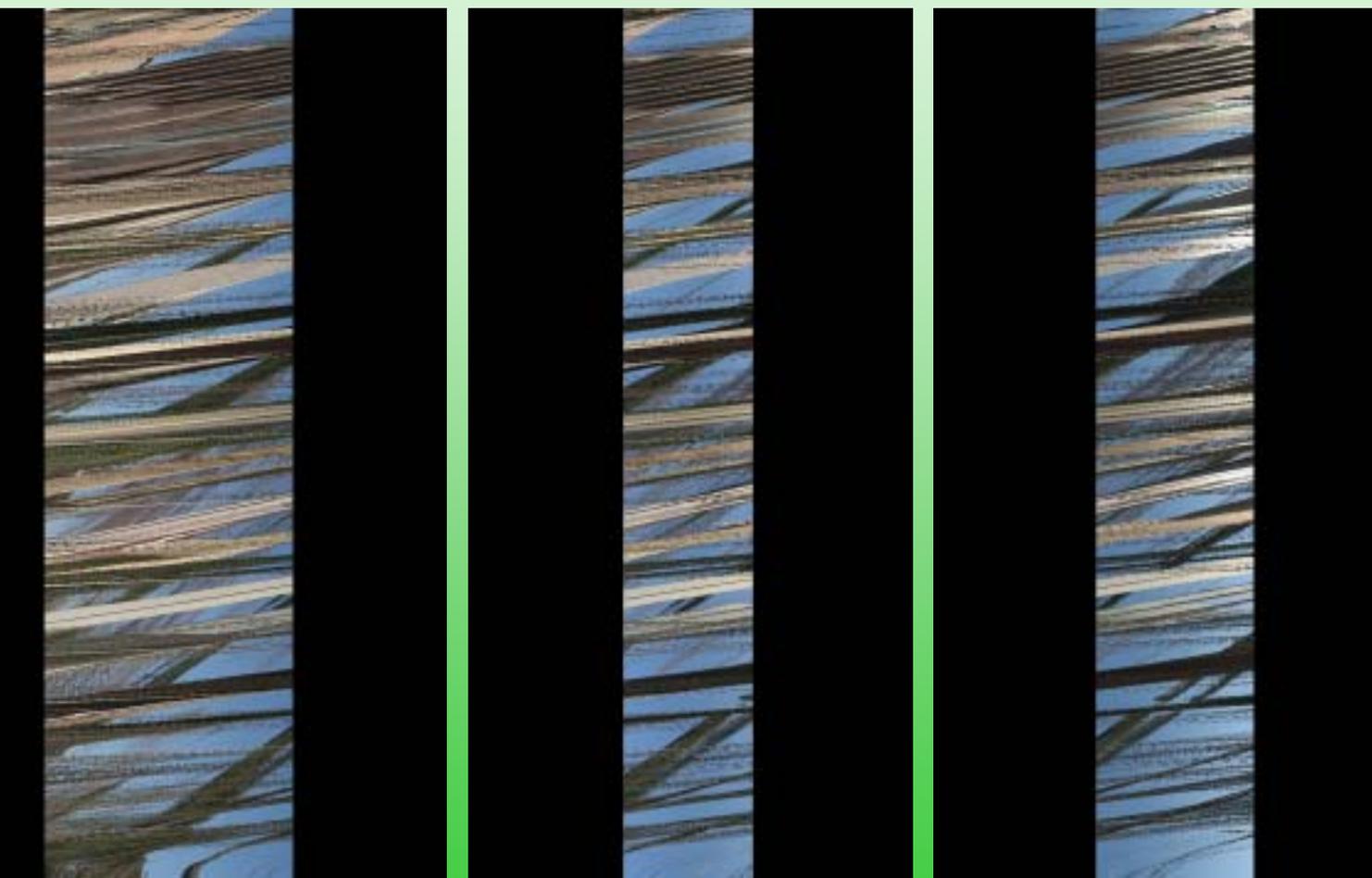


(ii) EPI matching
[1次元]



(iii) EPI matching
[2次元]

時空間での一致



画像統合例



歪み

光学中心の一致した画像

光学中心を考慮
していない画像



統合例(1)



統合例(2)



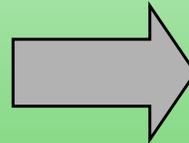
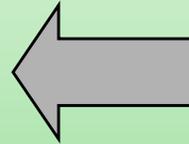


複合現実感交通実験スペース

ドライビング
シミュレータ



周辺車両挙動
交通制御信号



交通シミュレーション



車両・運転者挙動



実パラメータ

実観測実験室

実環境モデル



桑原研究室 (交通工学)

多様な交通施策の効果を評価するツールの開発

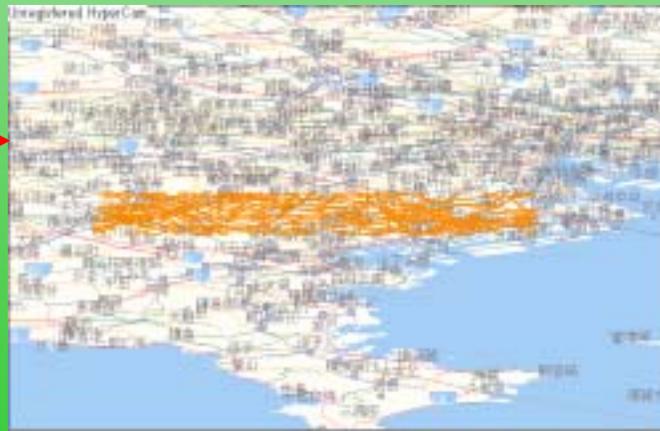
ヒューマンファクターに関する基礎研究

交通シミュレーションの機能向上

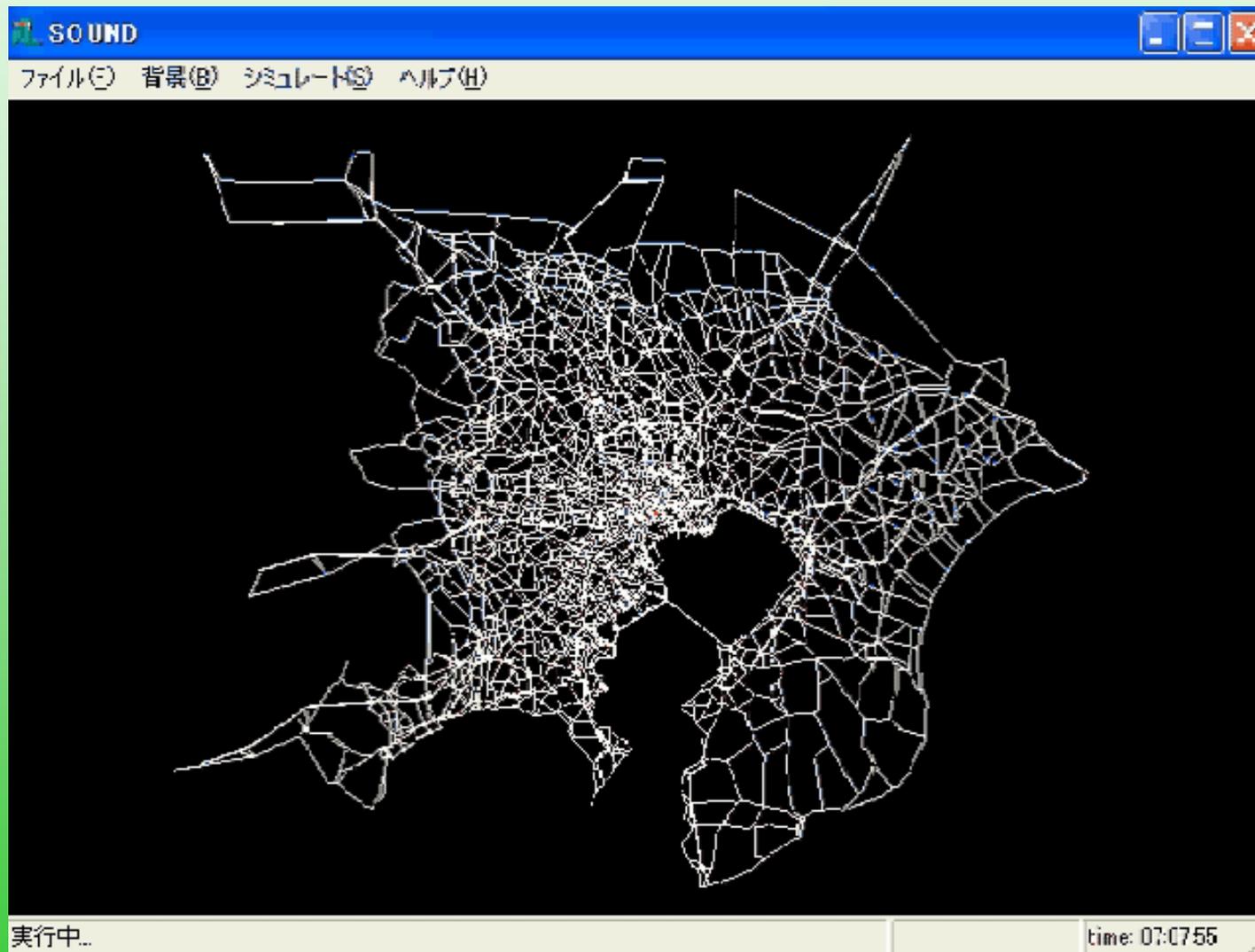
都市基盤
GIS

Driving
Simulator

実観測実験室



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)



Automobile & ITS



Driving Simulator

ドライビングシミュレータ (須田研究室)



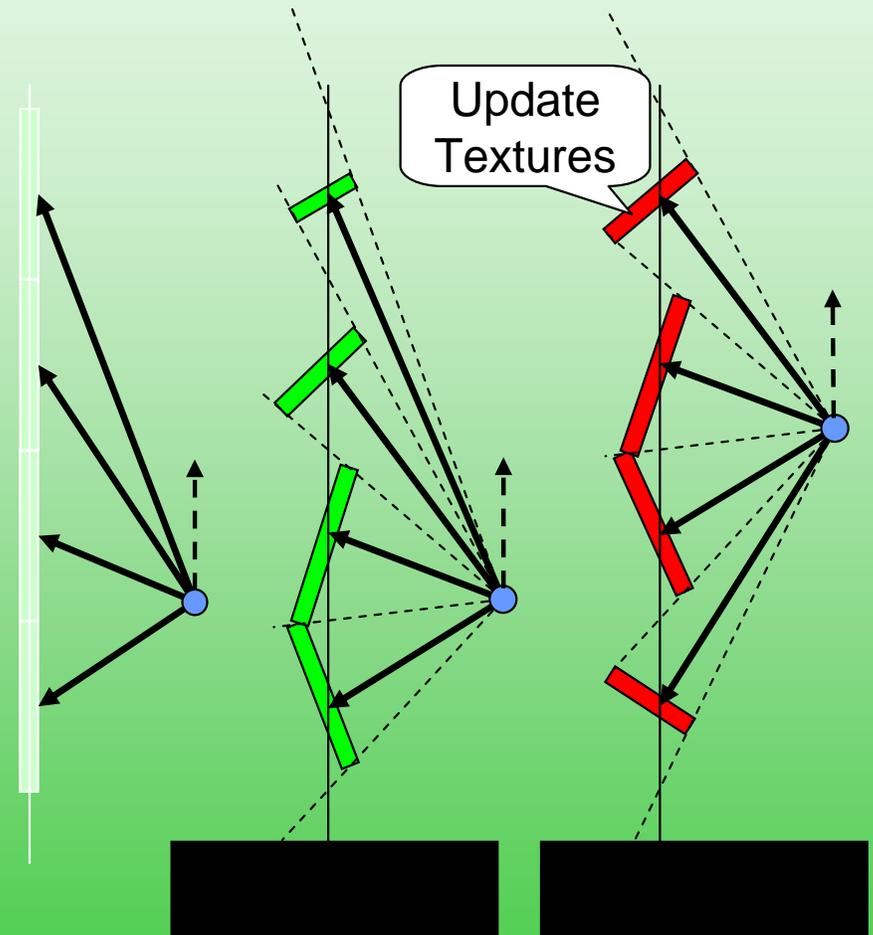
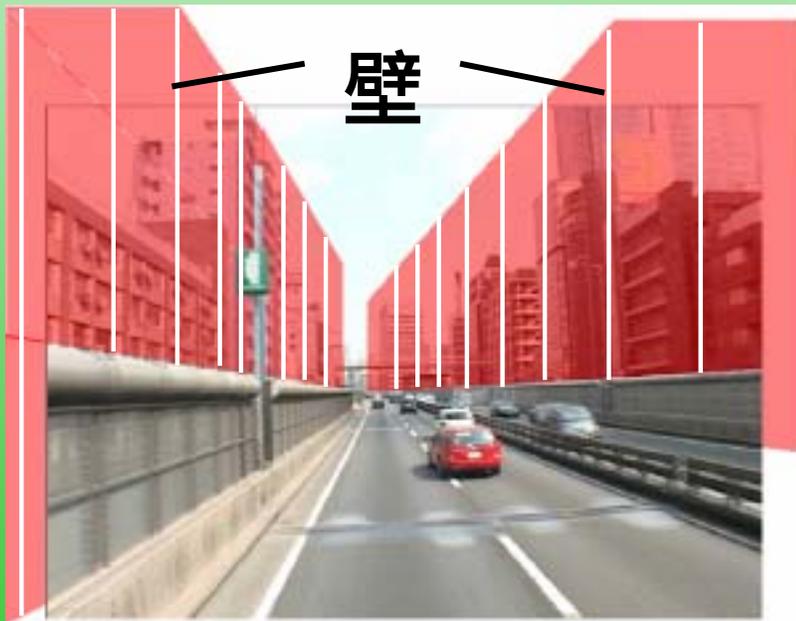


全方位画像



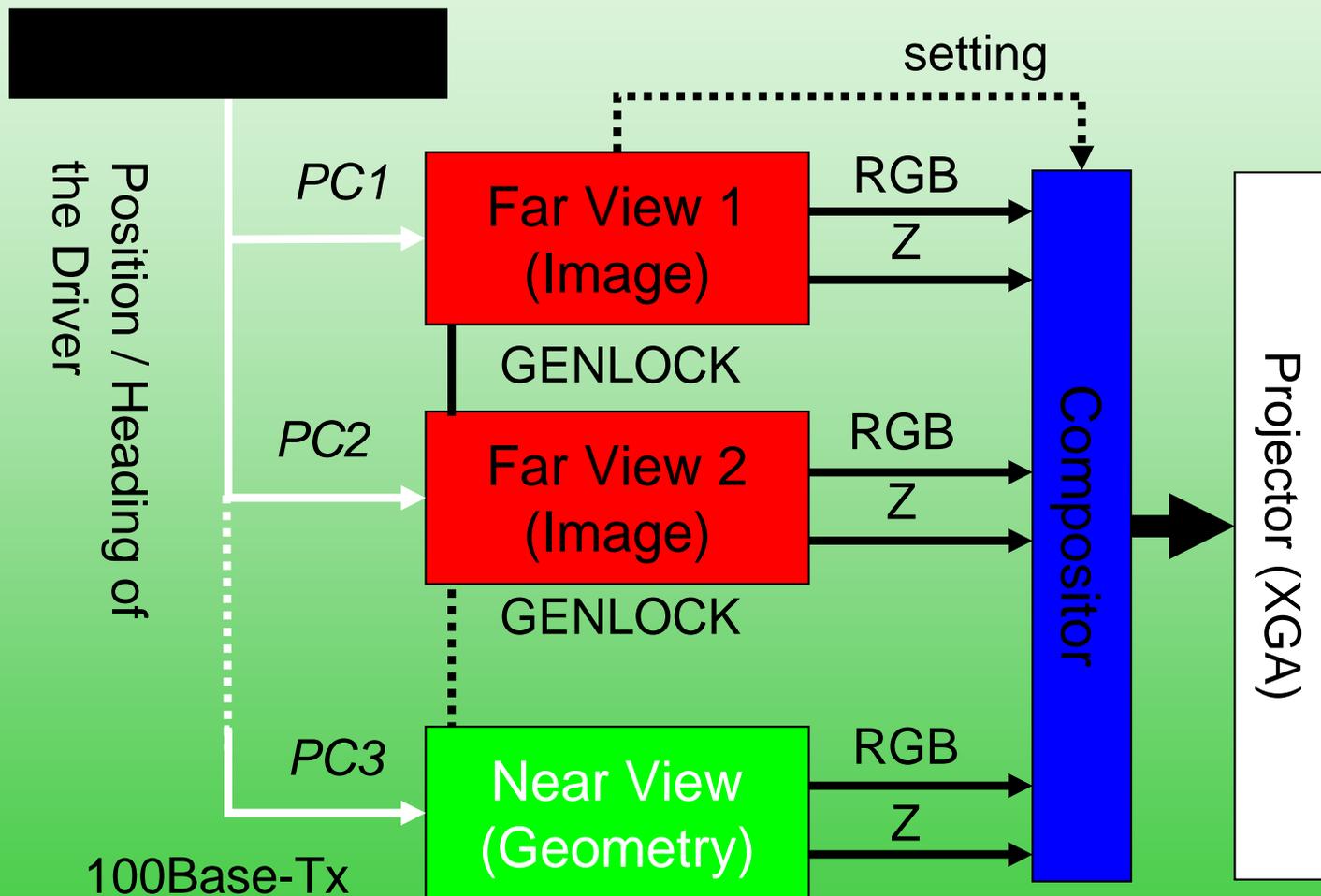
実時間レンダリング

- ◆ 道路外側部分に仮想壁を設定
- ◆ テクスチャ内容を自車位置に応じて動的に更新
- ◆ 60Hz



システム 出力

- ◆ 区間毎分割処理
 - テクスチャデータのメモリ先読み
- ◆ ハードウェアによる近・遠景の合成





レンダリング結果(視点変更)



撮影経路よりも右側から
左方を見た場合



撮影経路よりも左側から
右方を見た場合

20040906_omni_straight5_45degree

20040906_omni_straight-5-45degree

画像生成 (池内研究室)



新型ドライビングシミュレータ



新しい産学連携の展開

東京大学

研究室連携

電気・機械・土木
研究室メンバー

民間企業

異業種連携

異業種約10社の派
遣研究員

サステイナブルITSに関する研究

関係省庁

アドバイザー

画質の向上

- ◆ 画像の精緻化 複数カメラ
- ◆ 形状の精緻化 距離センサの利用

形状の精緻化

レーザー光の伝播時間から距離の計測

機械式の垂直スキャニング

計測車両のラテラル・モーション(横方向移動)



3次元復元例

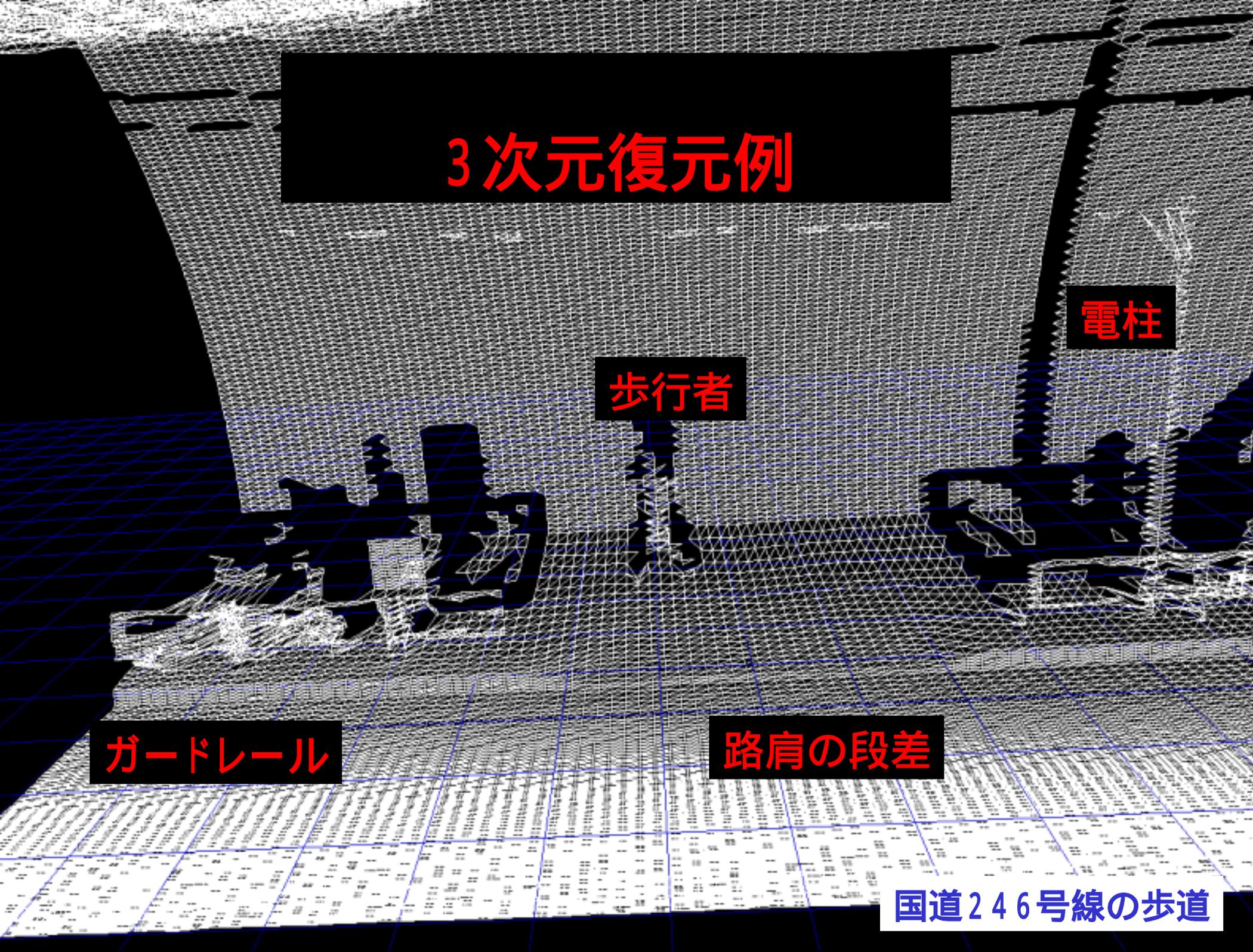
電柱

歩行者

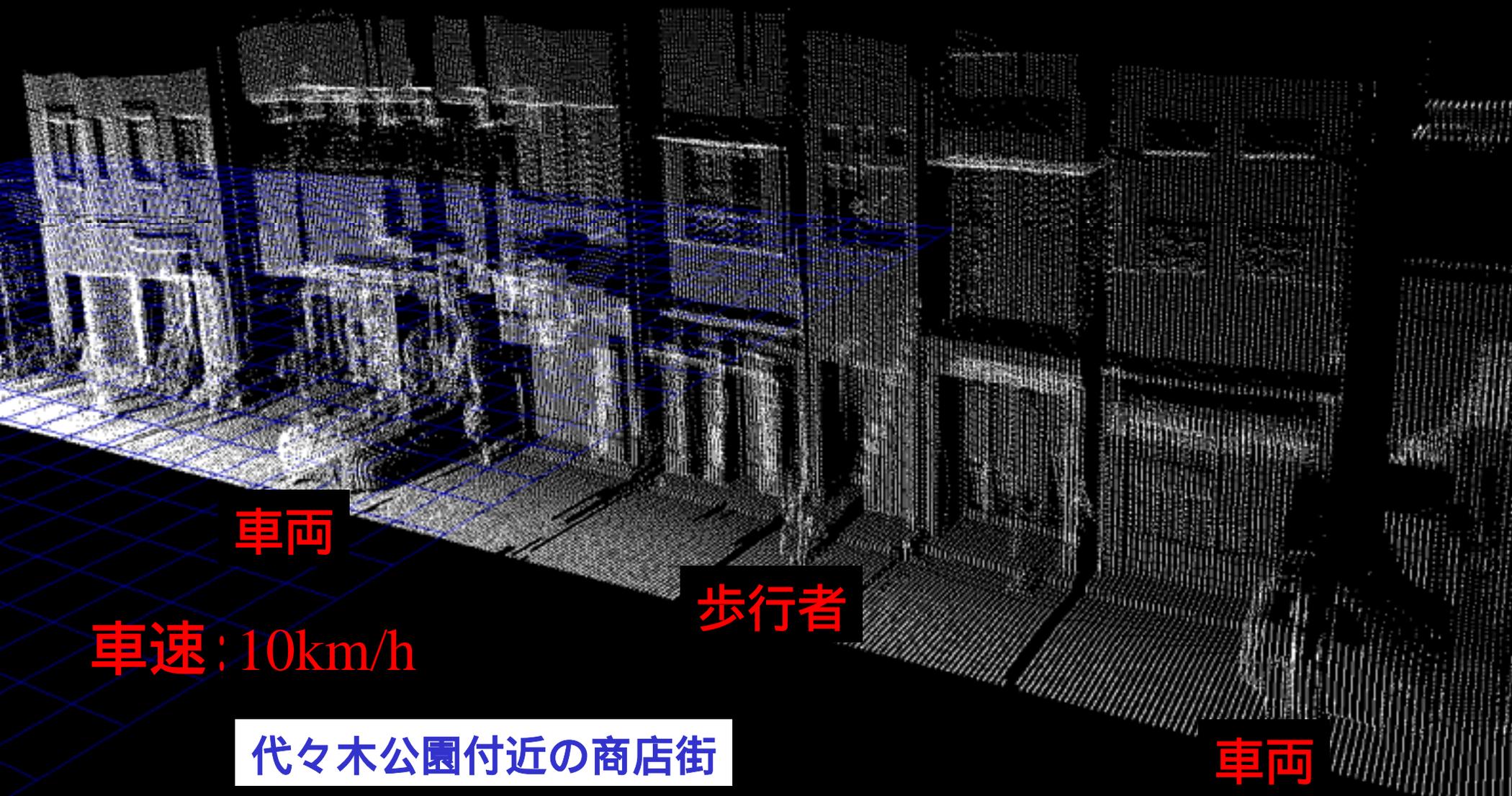
ガードレール

路肩の段差

国道246号線の歩道



3次元復元



車両

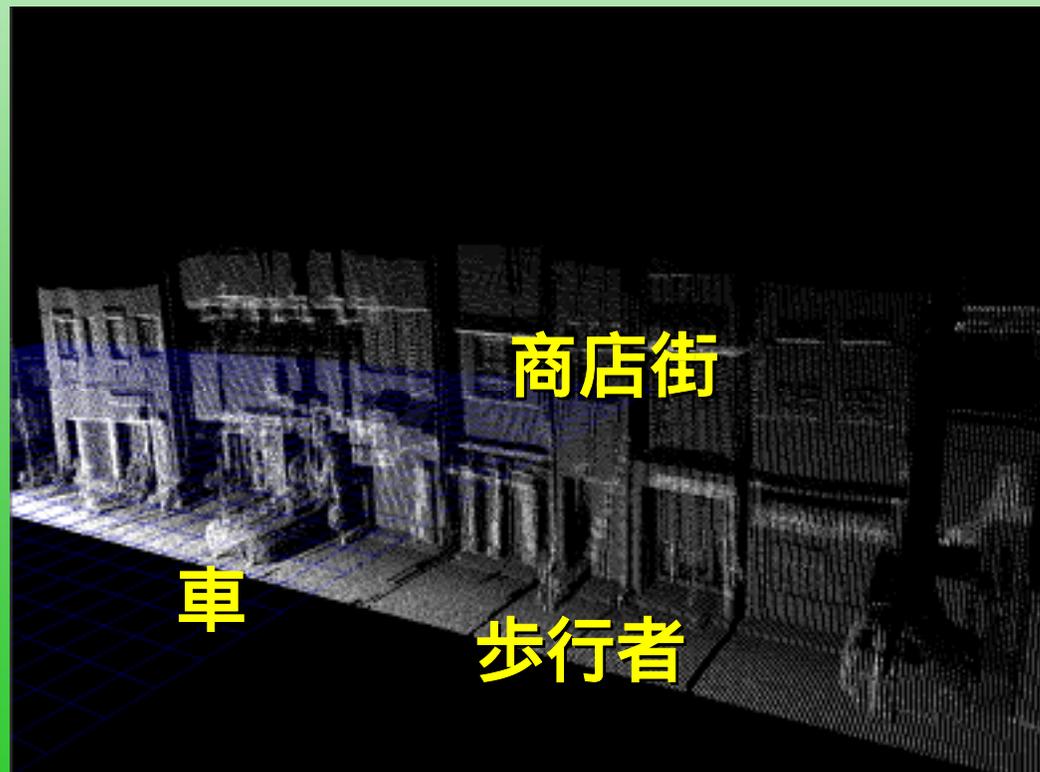
車速: 10km/h

代々木公園付近の商店街

歩行者

車両

縦スキャン

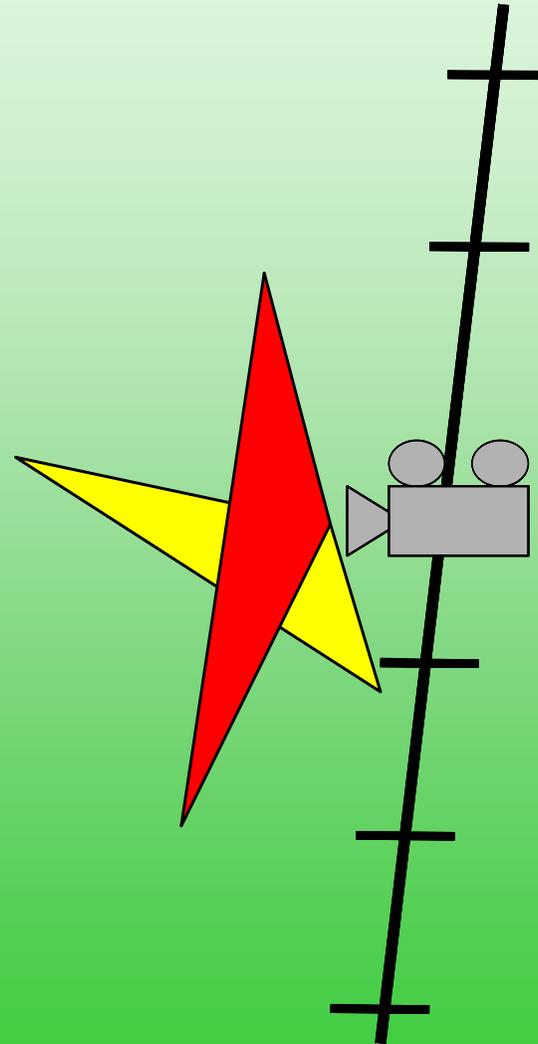


木登りセンサ



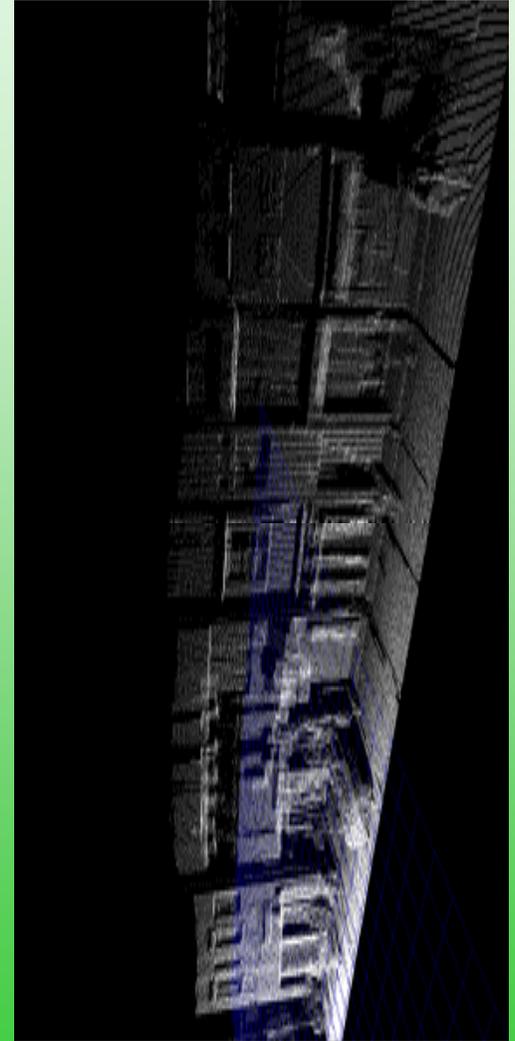
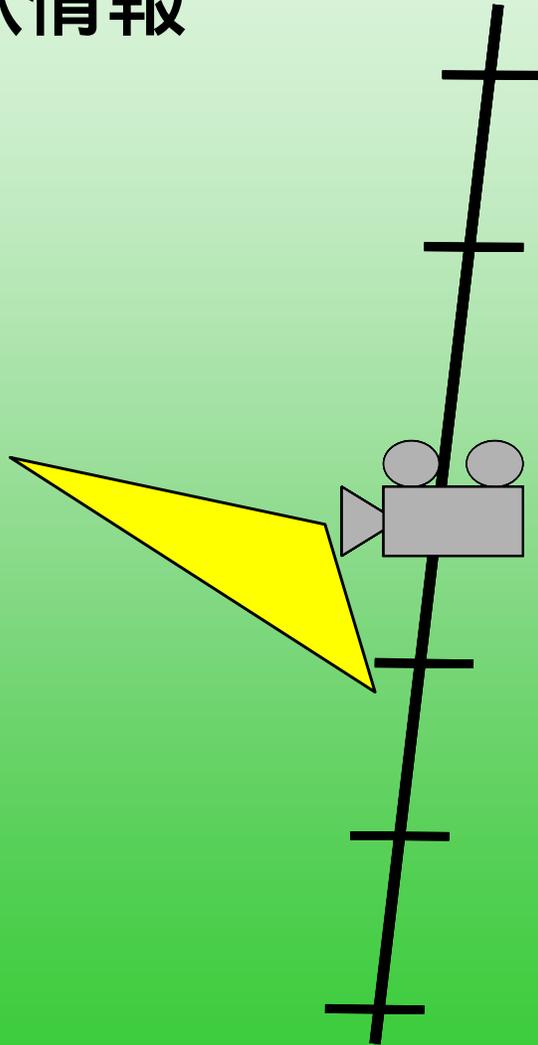
水平スキャン
- 形状

垂直スキャン
- 速度
- 距離EPI 解析



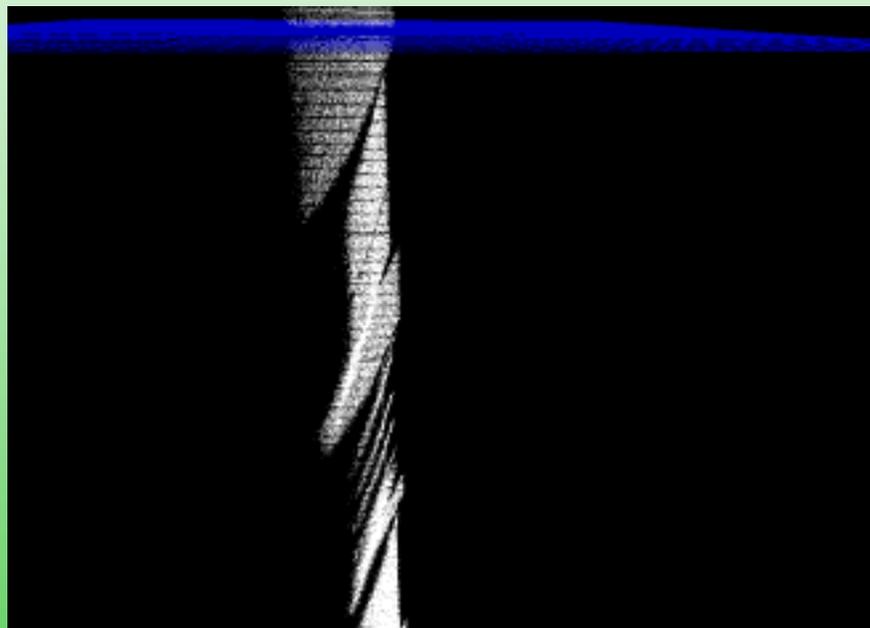
水平スキャン

◆ 形状情報



垂直スキャン

◆ 距離EPI

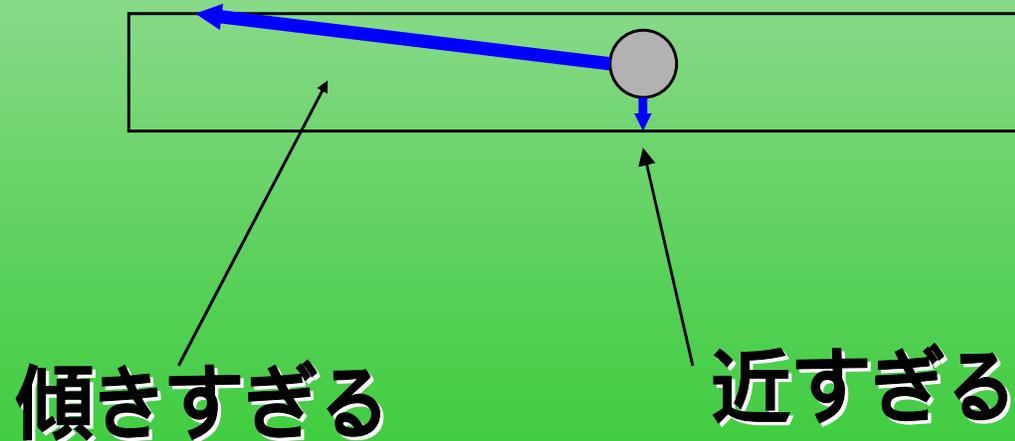


◆ 速度



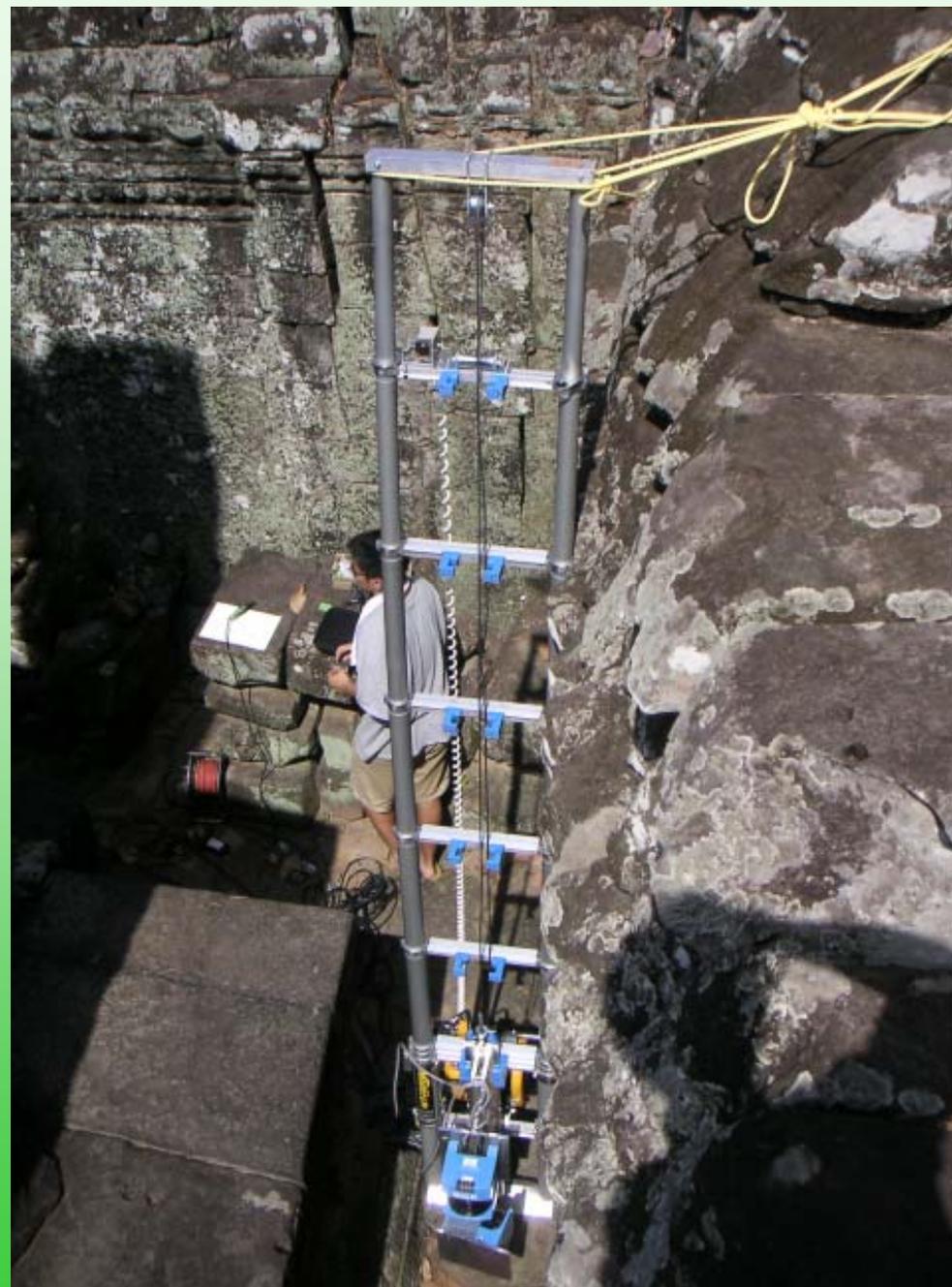
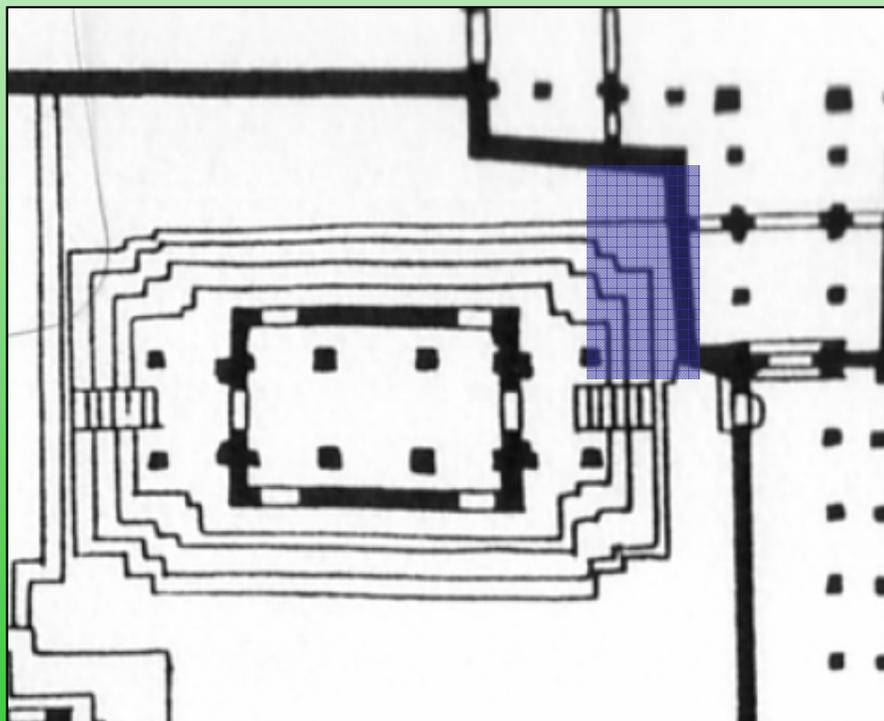
狭隘部

- ◆ 通常のセンサーが入らない
- ◆ 角度の関係でデータがひずむ



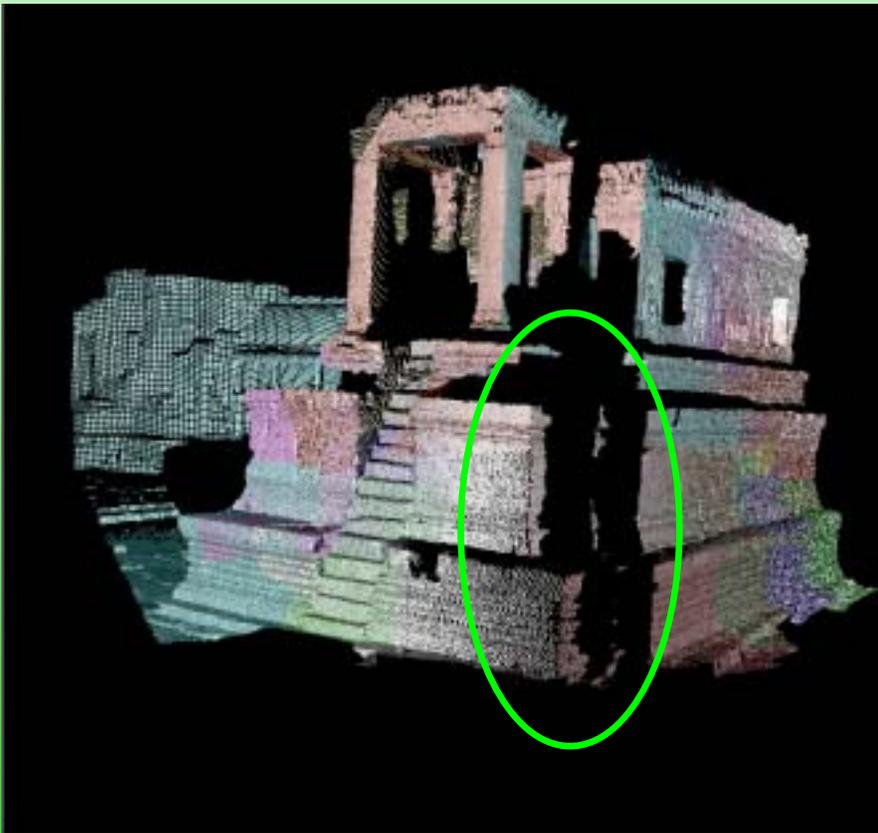
計測例

◆ 北経蔵北東部



実用例

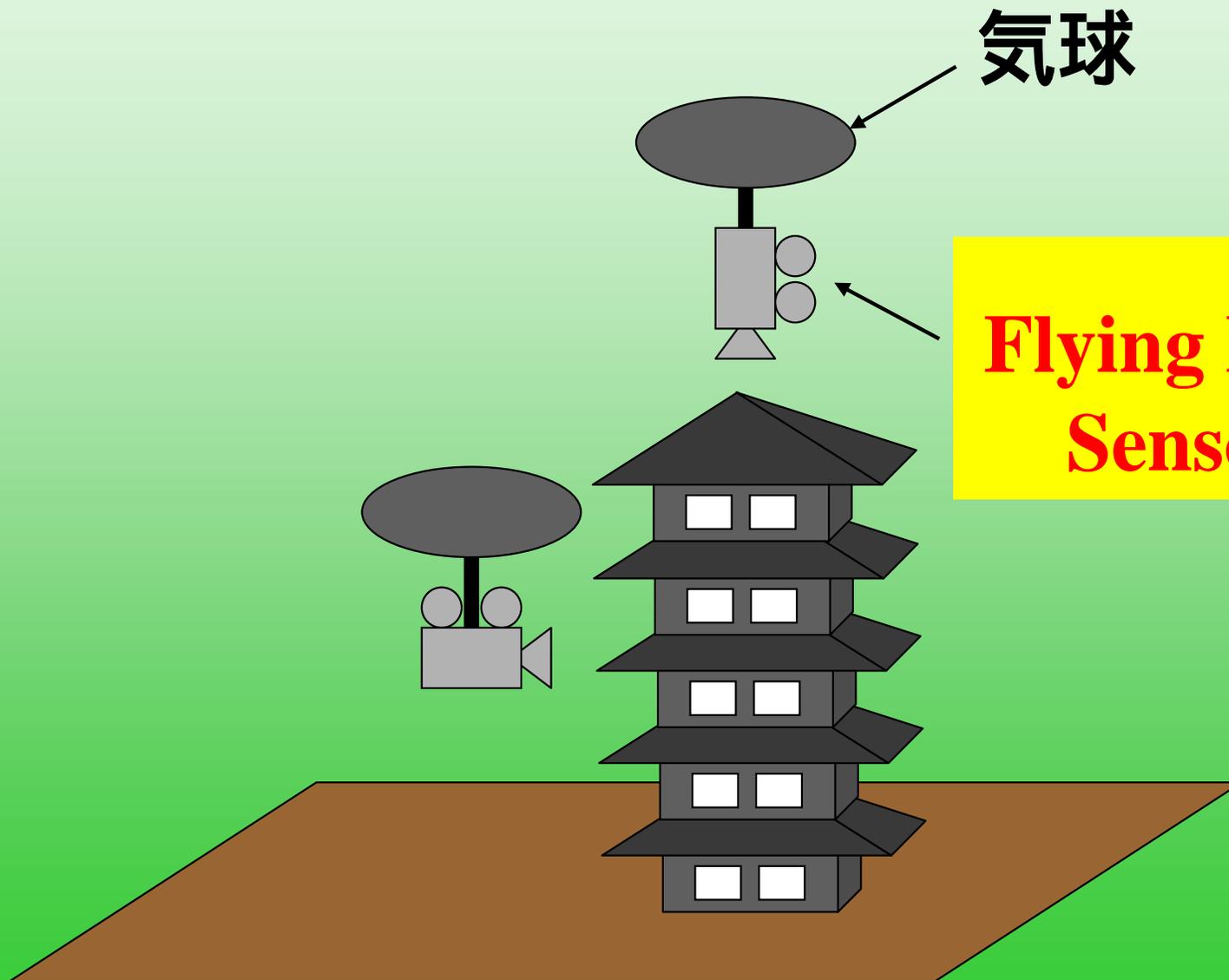
バイヨン北経蔵北東部



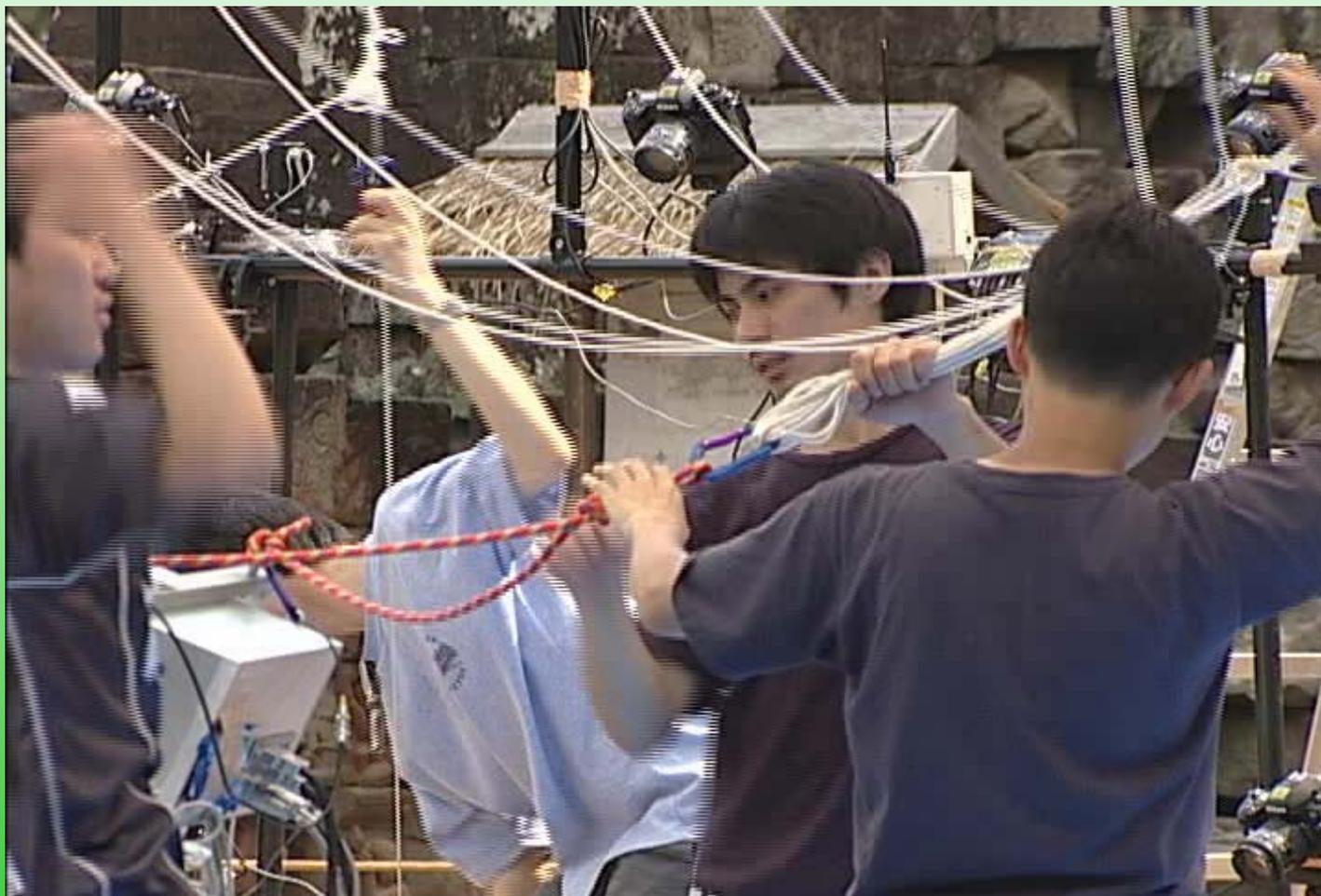
気球搭載型局所距離センサ

気球

**Flying Laser Range
Sensor (FLRS)**



気球搭載型局所距離センサー実験



気球センサー

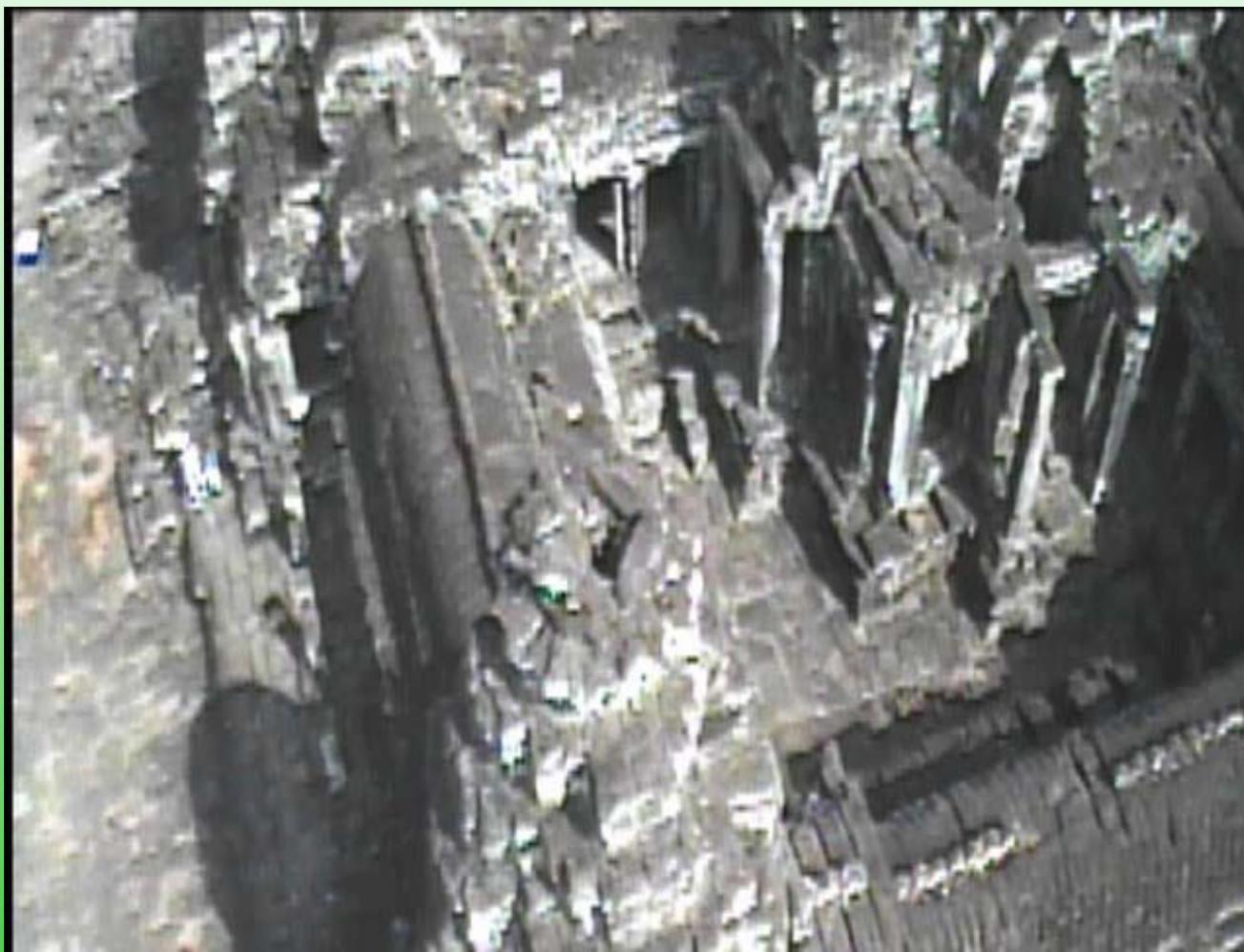
- ◆ モデル単純化のため
撮像時間の短縮： 1秒
- ◆ それでも撮像中に動く
- ◆ 距離画像がゆがむ



アプローチ

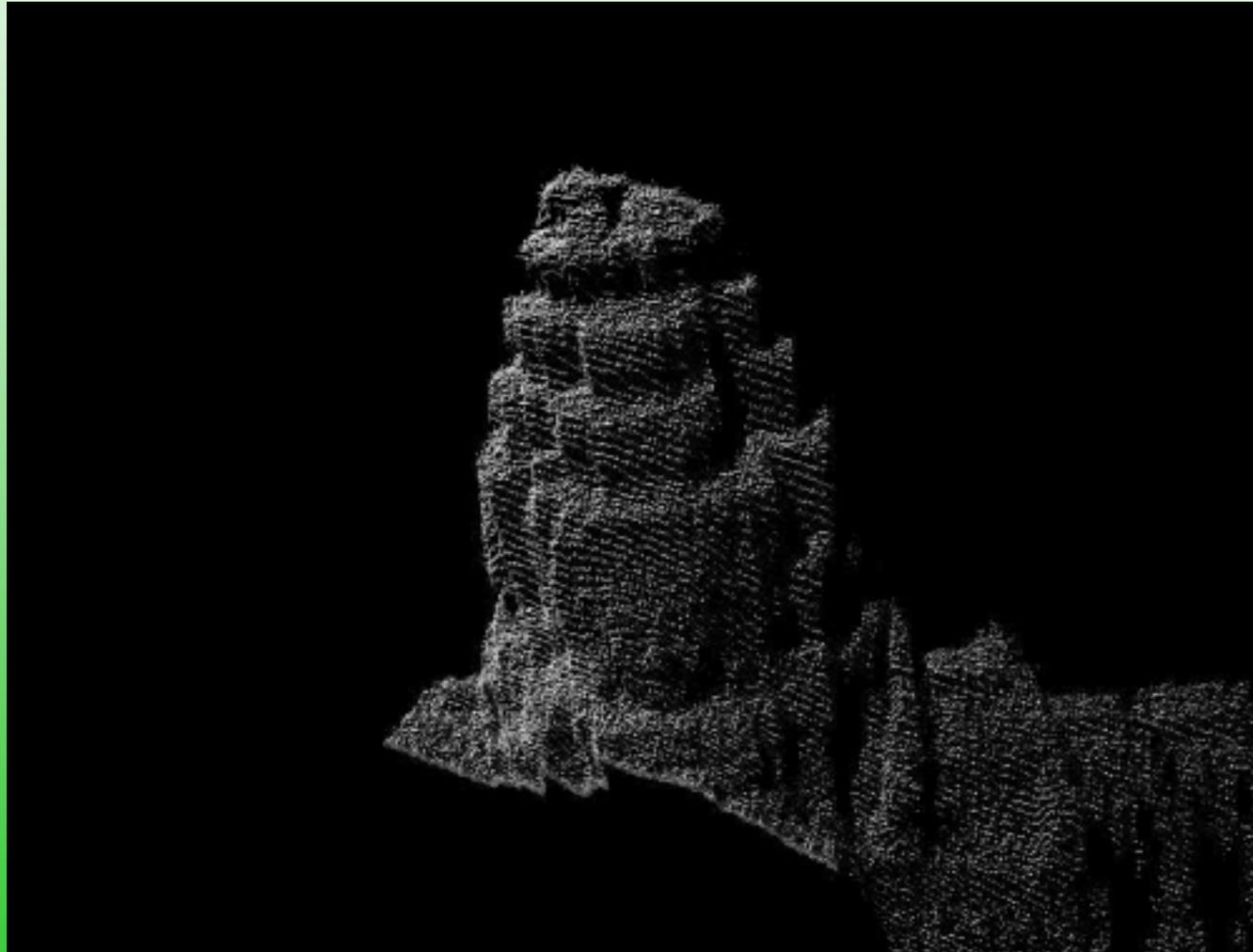
- ◆ 機構上の工夫： 縦横比：1対5
- ◆ 動き推定法の開発
 - ハード： ジャイロ
 - 画像： 画像トラック
 - ソフト： 距離画像同士の比較より推定

搭載カメラよりの画像

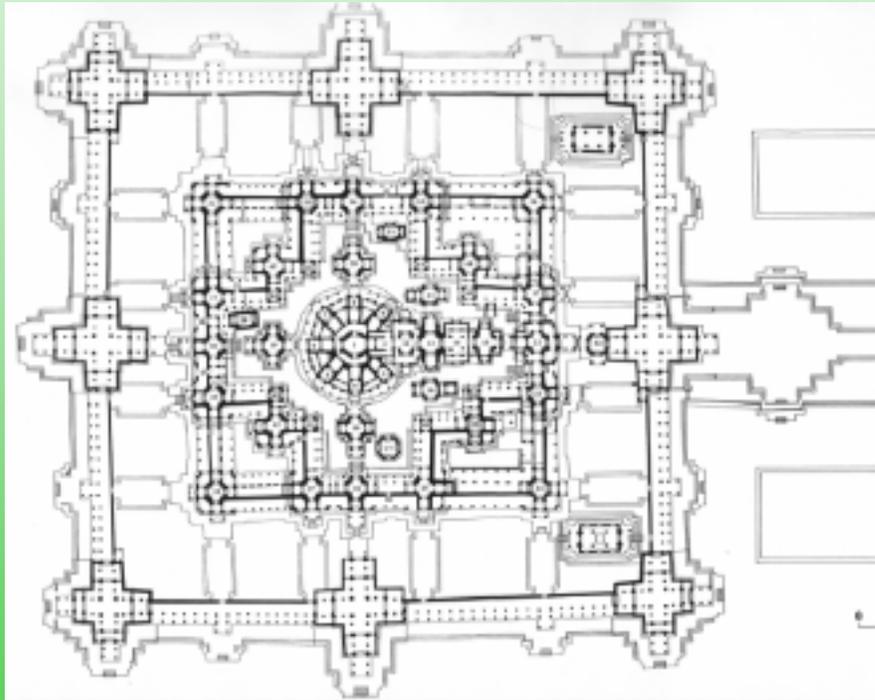


(撮像時間 1秒)

得られた距離画像



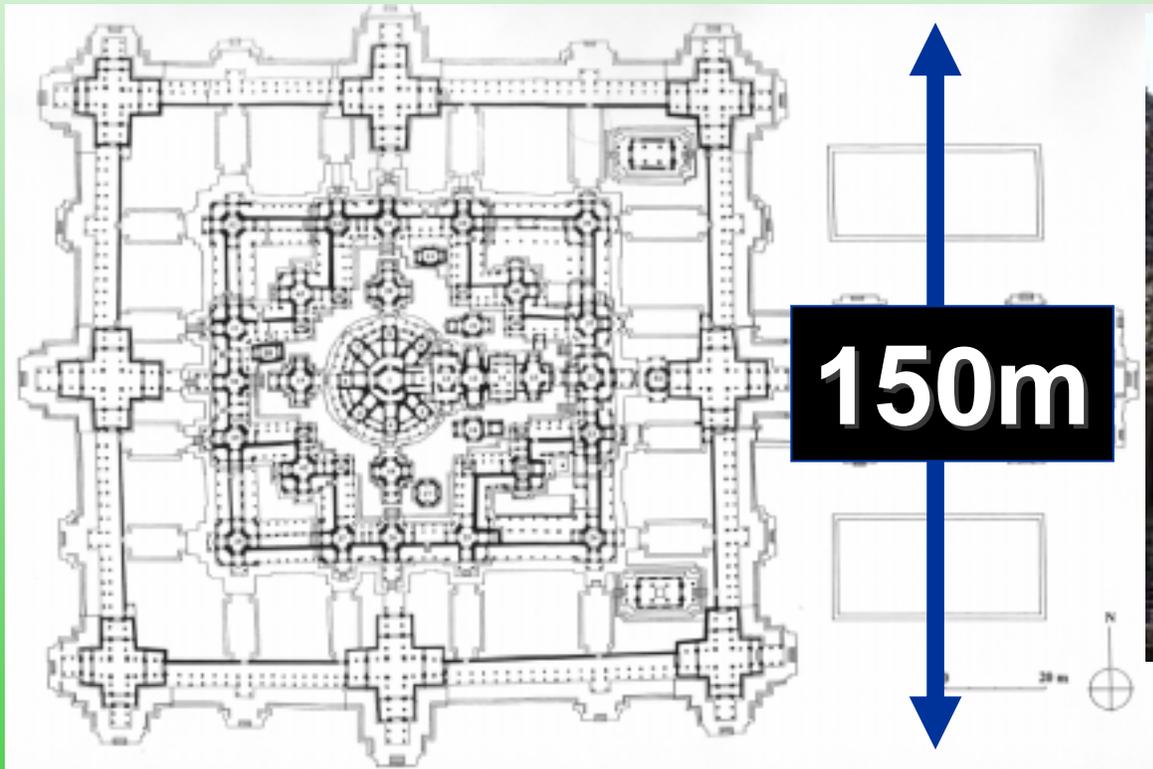
デジタルバイヨンプロジェクト



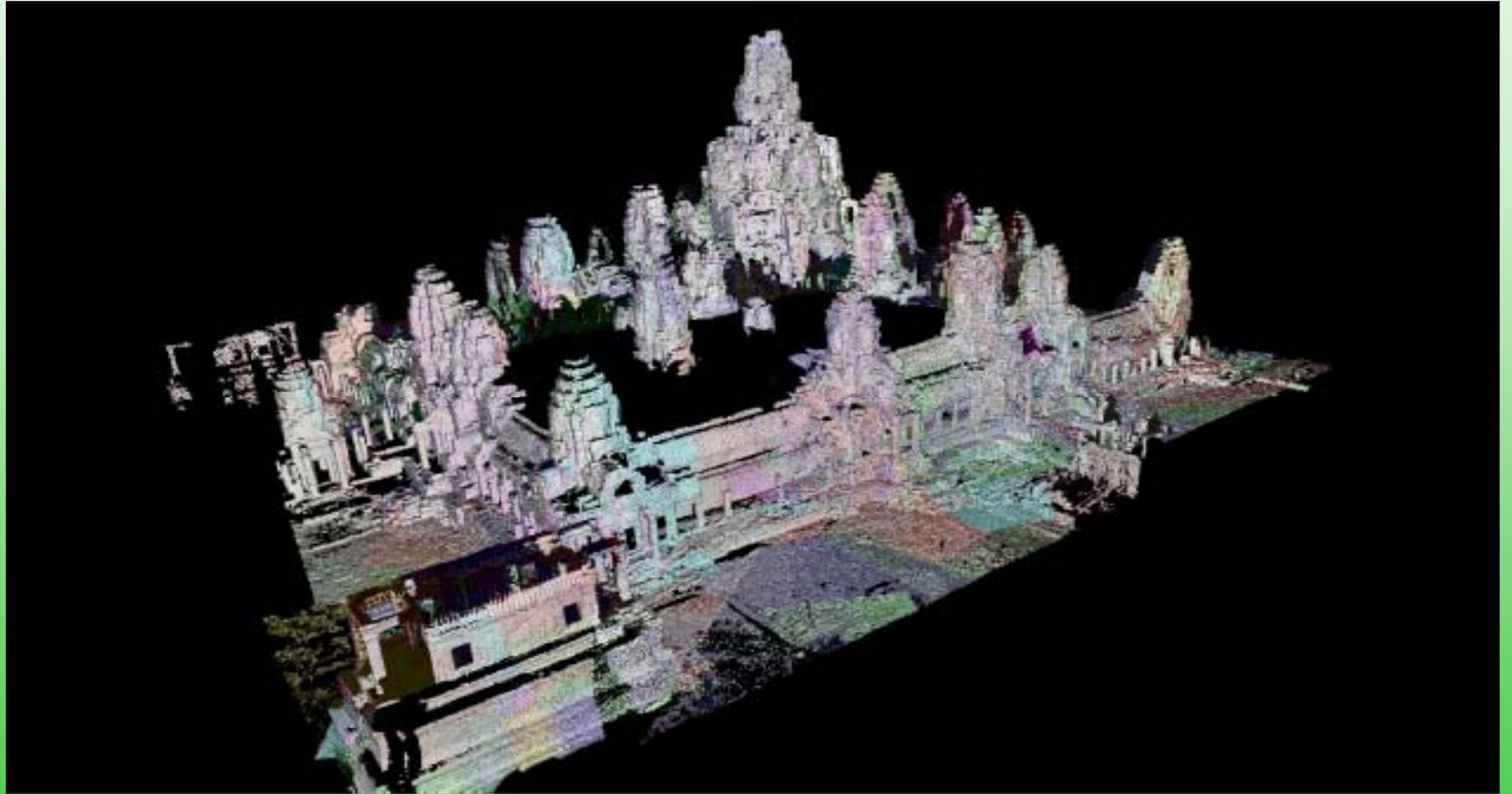
Feb 03

(協力 日本政府アンコール遺跡救済チーム(JSA))

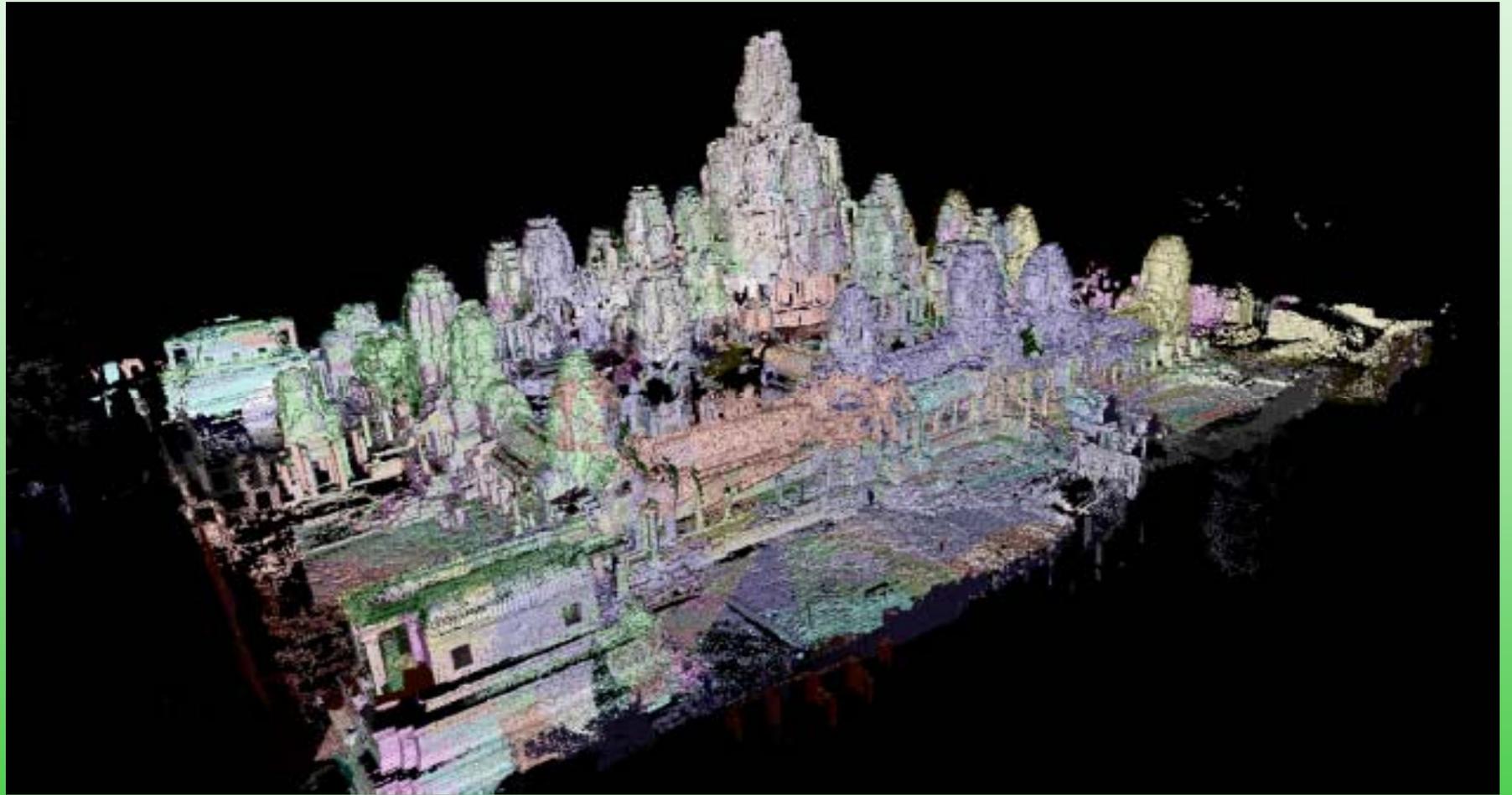
規模



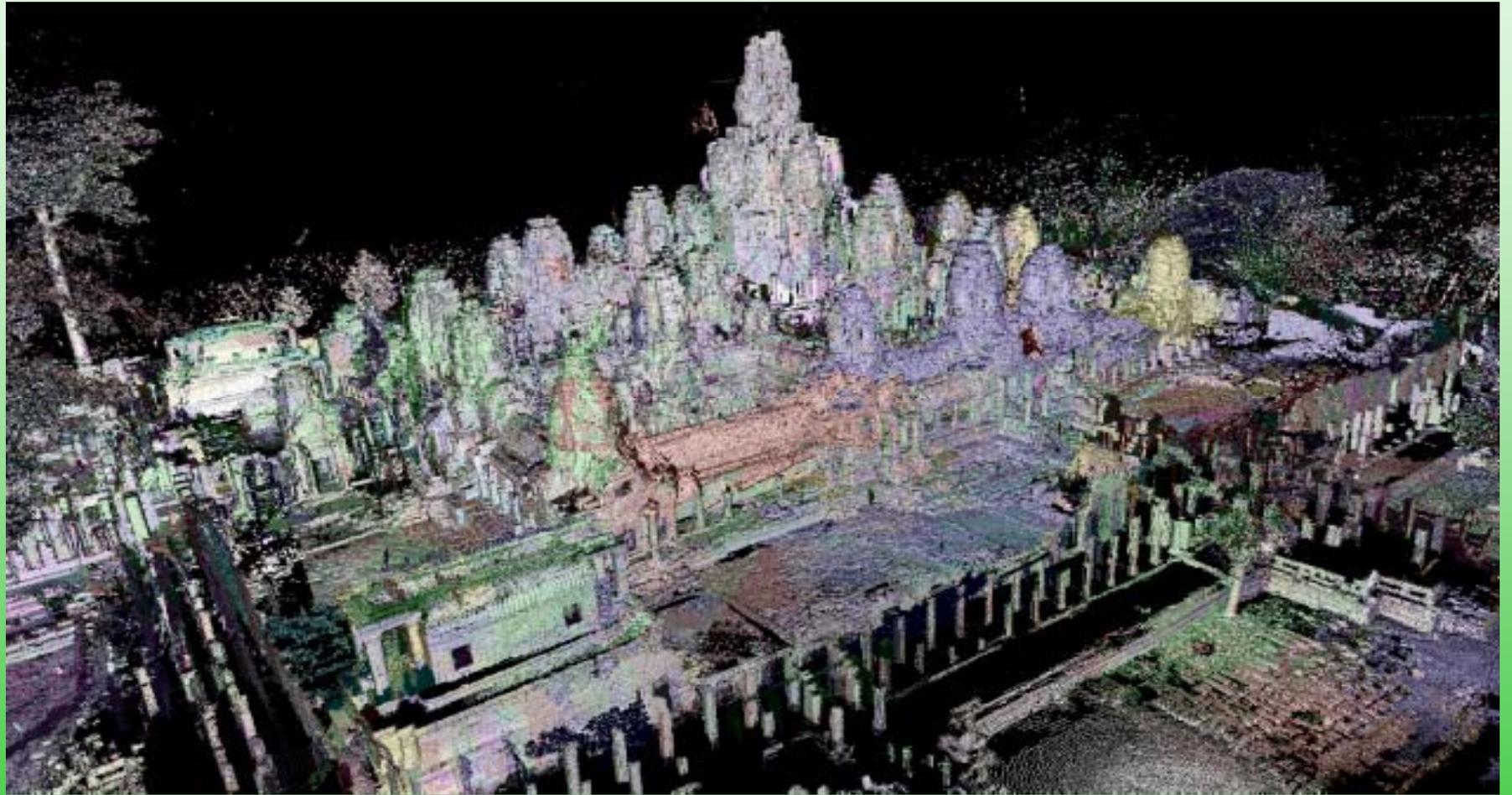
2003年3月



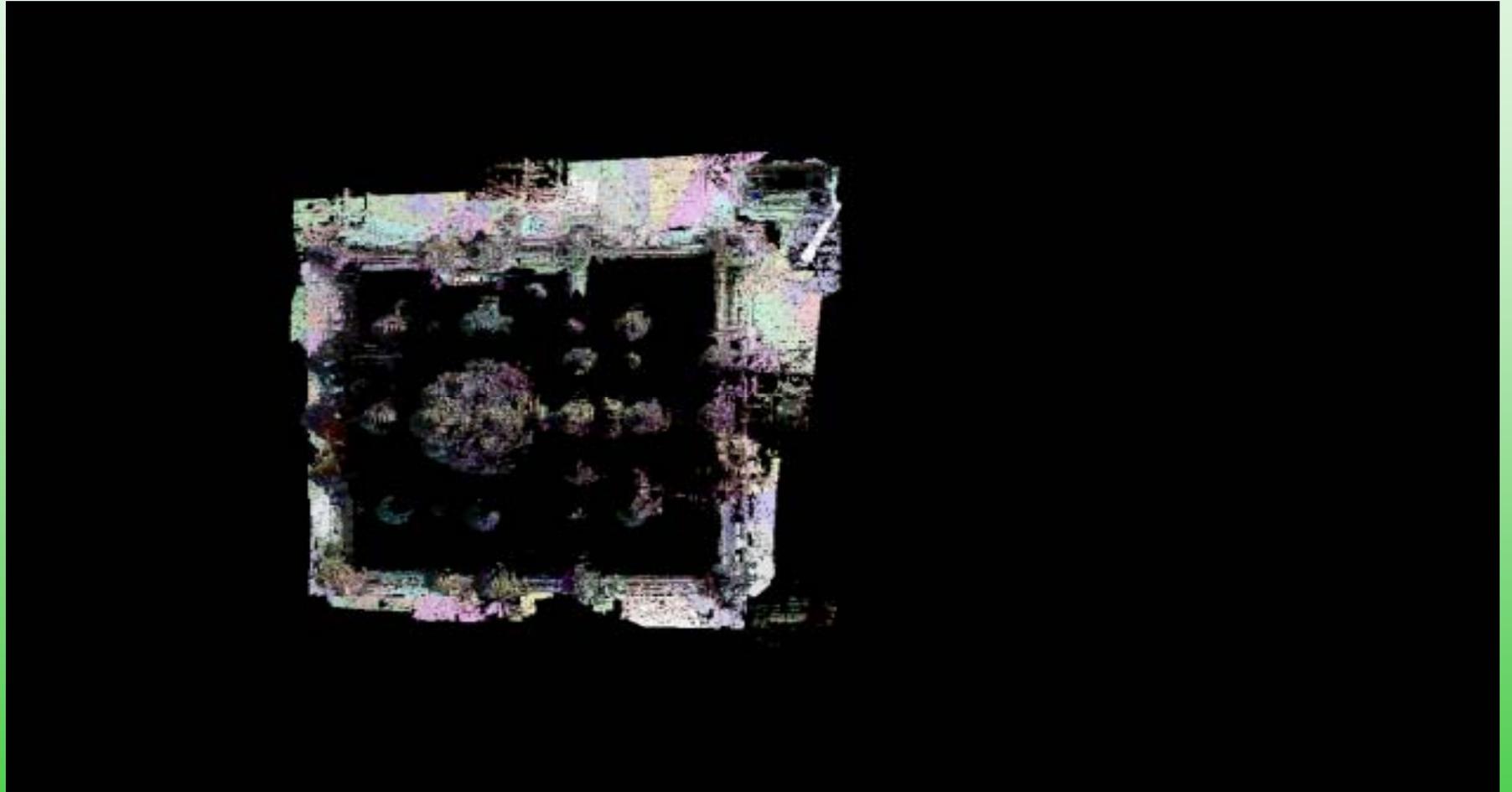
2003年12月



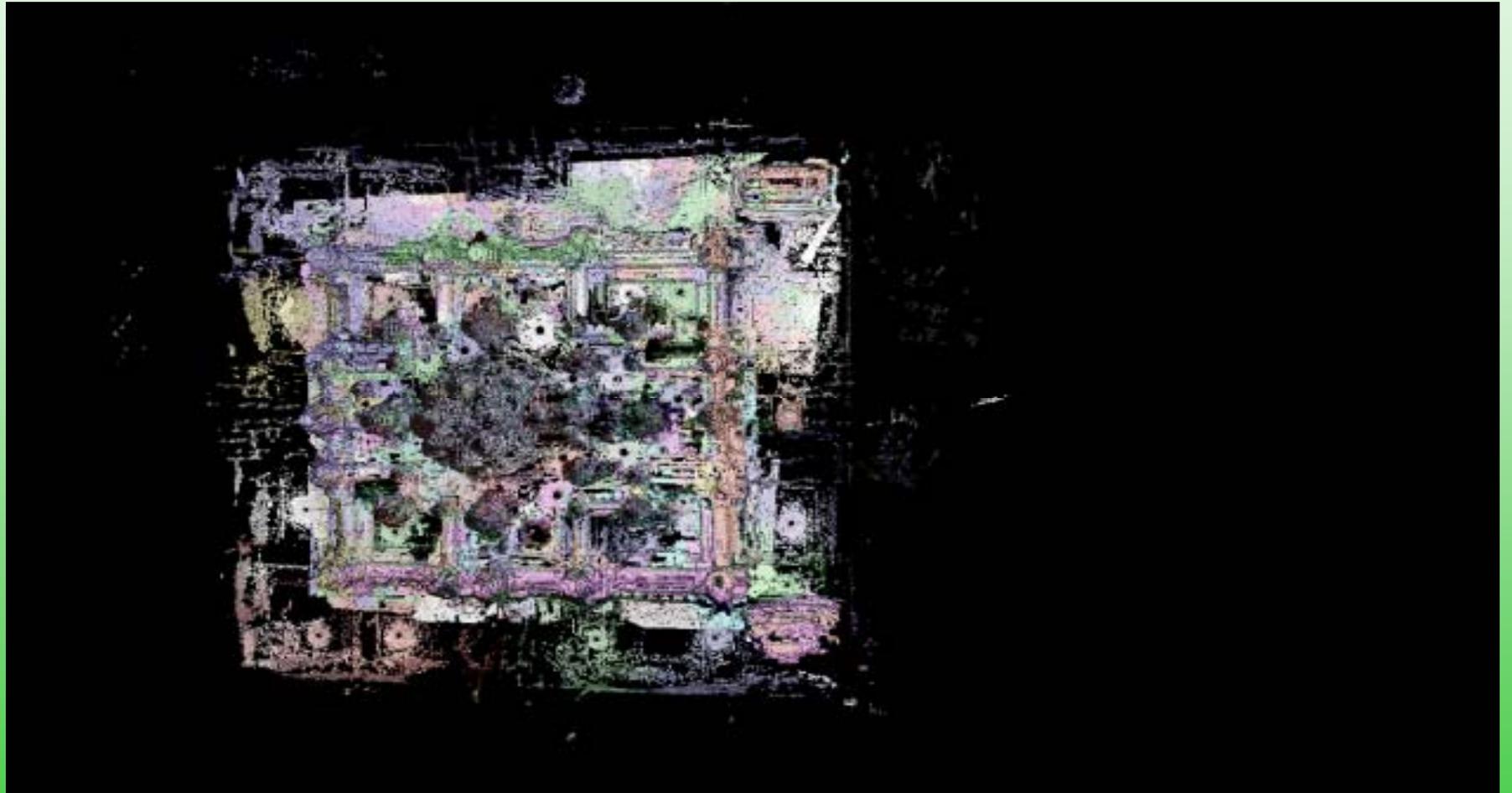
2004年12月



2003年3月



2003年12月



2004年12月



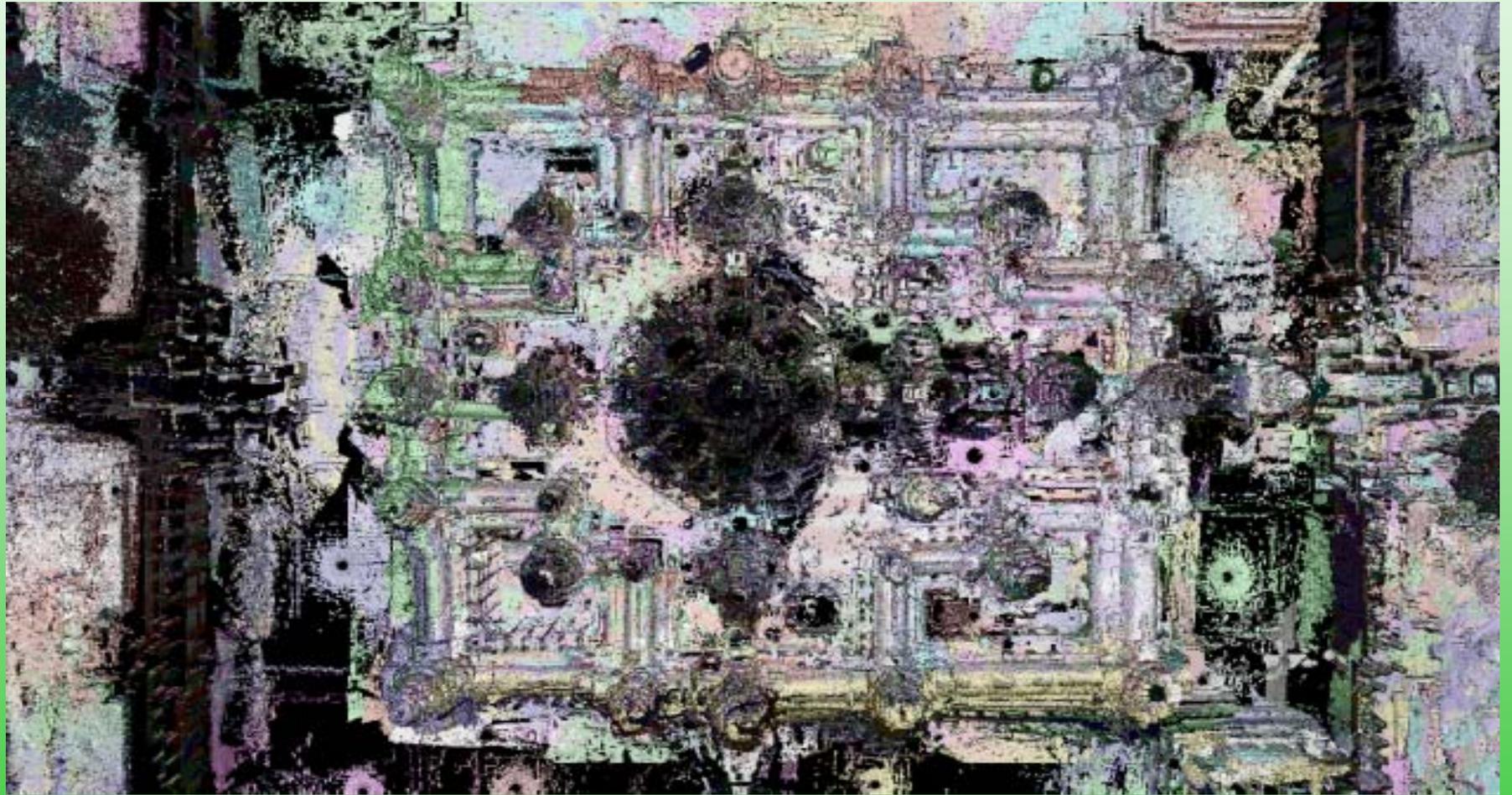
2003年3月



2003年12月



2004年12月

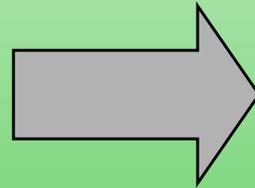
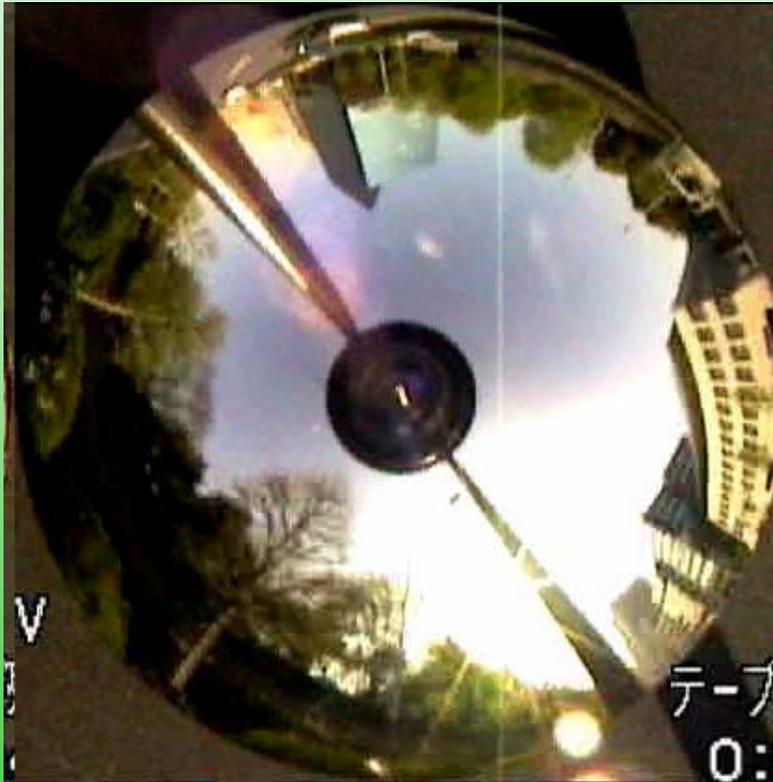




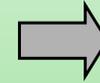
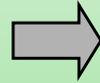
モデルベース法

- ◆ 全方位画像列入力
- ◆ 時空間全方位画像解析
- ◆ モデルベース仮想都市空間の生成

時空間全方位画像



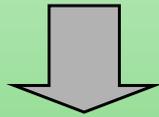
橢圓切断面



距離情報

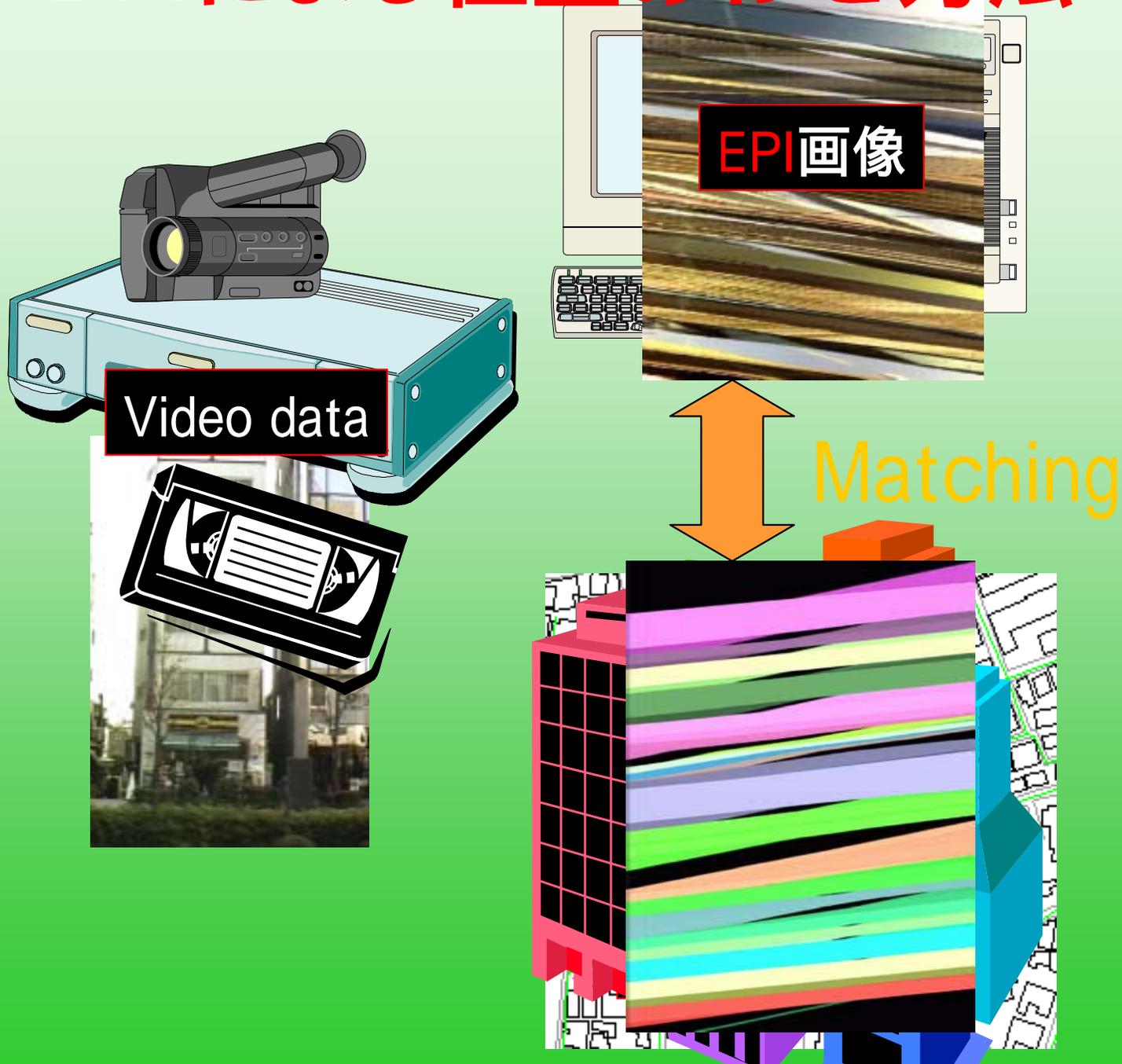
2次元地図との比較

◆ 距離情報 +

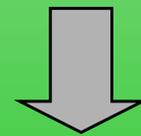
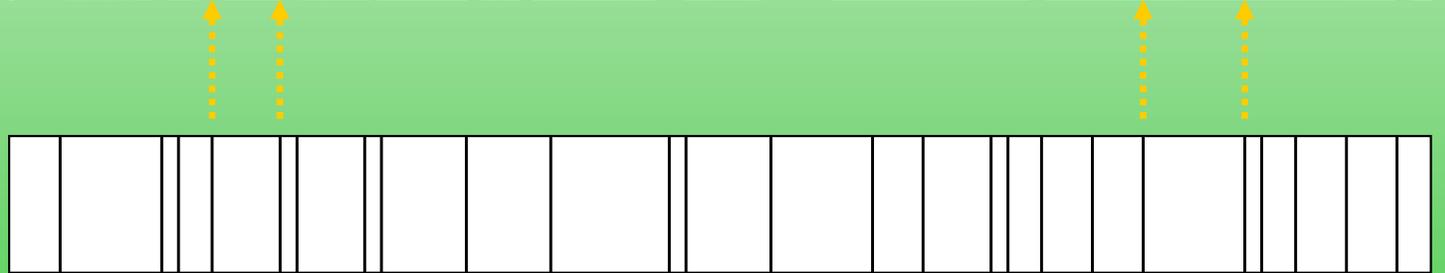
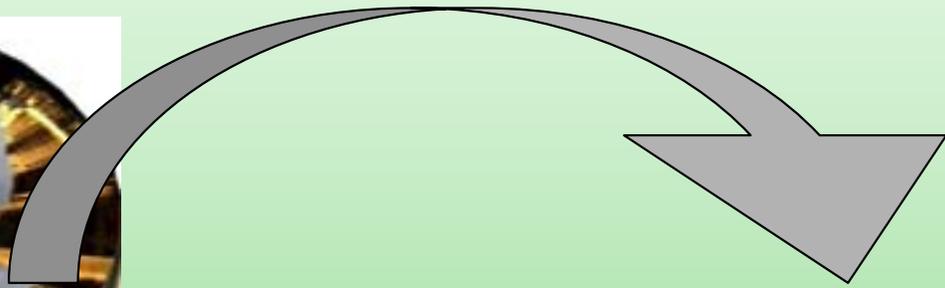
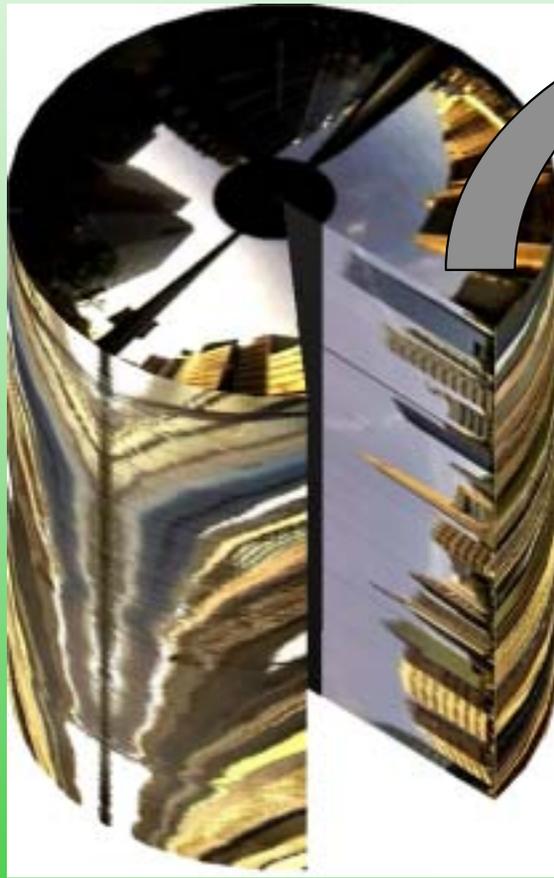


◆ 全方位画像と地図上のビルの比較

EPIによる位置あわせ方法

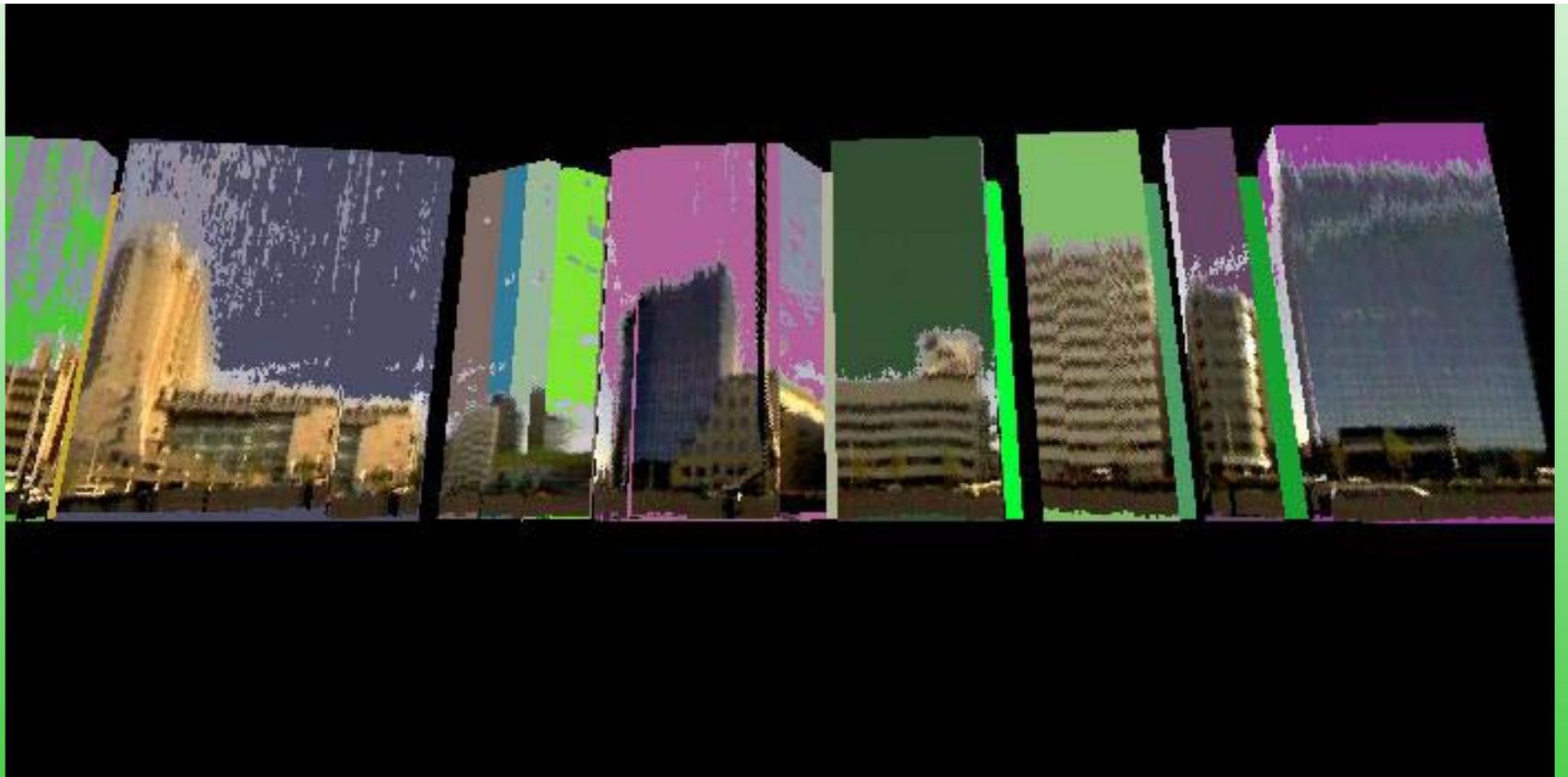


半径方向切断面

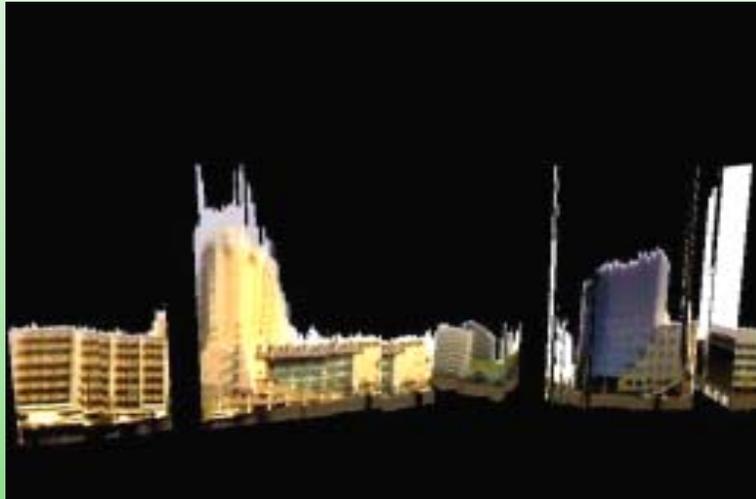


パノラマ画像

テクスチャの貼り付け



側面情報の貼り付け



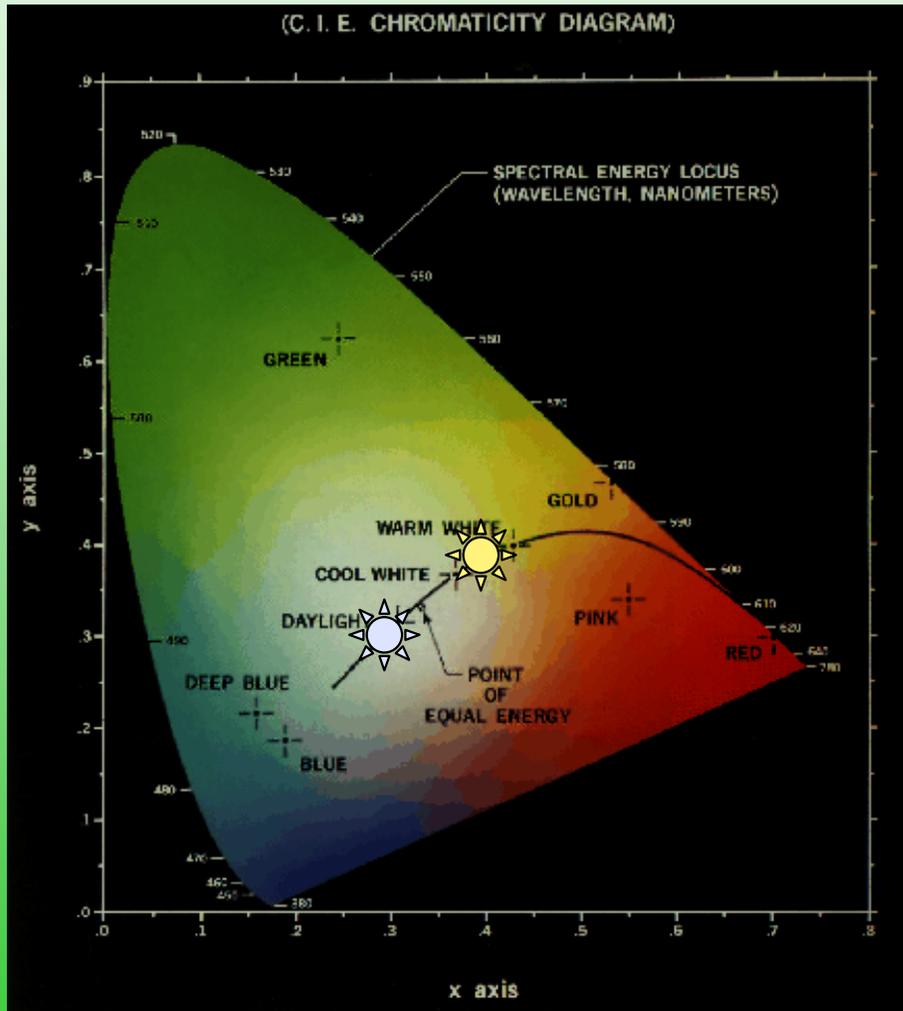
モデルベース法

- ◆ 時空間全方位画像解析 + デジタル地図
- ◆ 画像各部に建物等の意味
 - モデルベース仮想空間
- ◆ 撮影時間の影響
 - 影
 - 色合い
- ◆ 空の影響(手動処理を含む)
- ◆ 屋上

色情報の精緻化

- ◆ プランケン軌道を仮定する手法
- ◆ スペクトルフィルターの利用

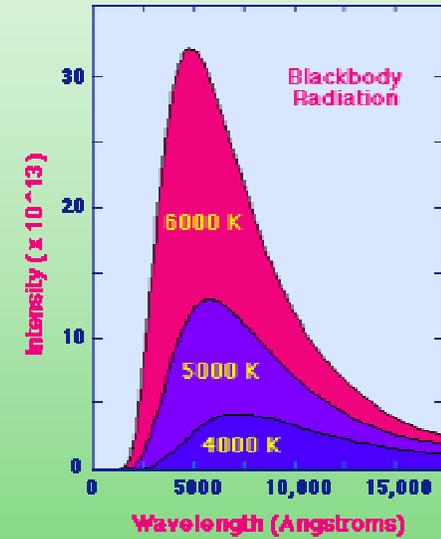
照明变化



$$\rho_r = \int M(\lambda, T) R_r(\lambda) d\lambda$$

$$\rho_g = \int M(\lambda, T) R_g(\lambda) d\lambda$$

$$\rho_b = \int M(\lambda, T) R_b(\lambda) d\lambda$$



- 朝 T=6500K, (255,243,127)
- 昼 T=3500K, (220,228,255)
- 夕 T=6500K, (255,243,127)

ソフト的解法

二種類の異なる光源下の写真より



入力画像 1



入力画像 2



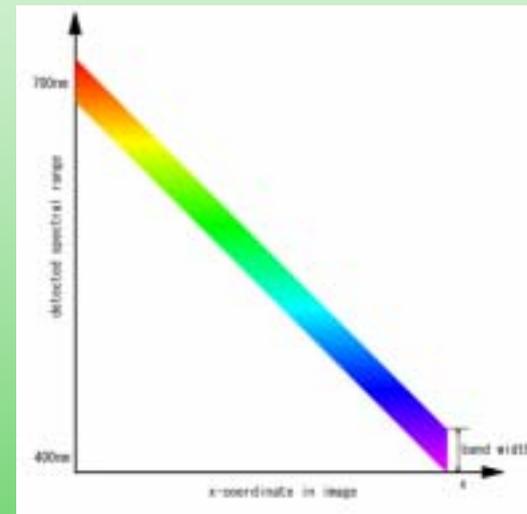
推定結果

ハード的解法: 多波長フィルター

- ◆ 透過光の波長が位置により線形に変化



Interference filter



透過光の範囲

- ◆ 光源・反射率とも低次元の基底関数で表現可能

動的仮想都市空間の作成



静的仮想都市空間



高度画像処理



動的情報

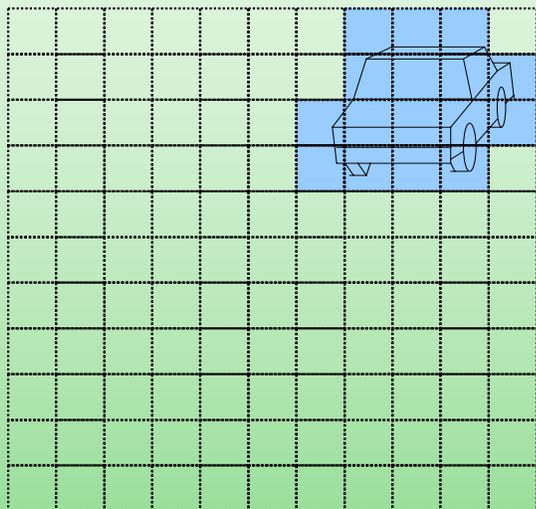
- ◆ 交通流
- ◆ 走行車種判別
- ◆ 駐車車両の認識

交通流の仮想化

- ◆ 現実空間での車両のトラッキング
- ◆ 車両の活動を仮想空間へ投影
- ◆ 仮想空間の任意視点画像の生成

トラッキングの原理

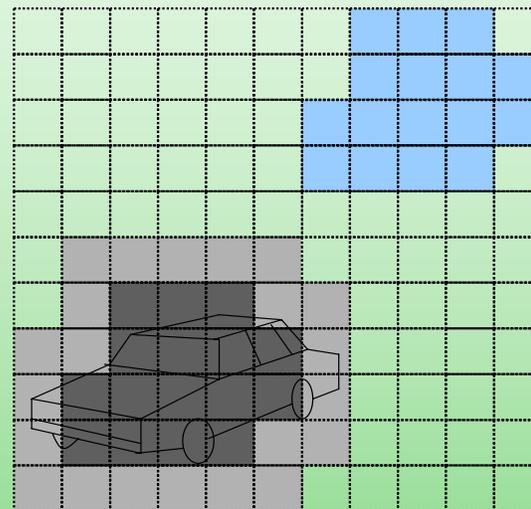
現在のフレーム



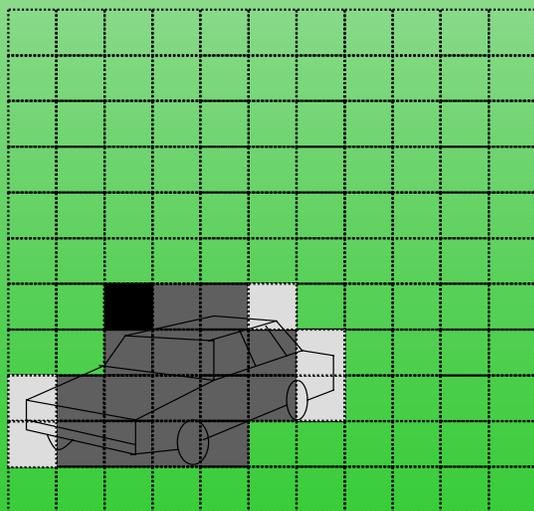
速度予測による
窓の移動



予測位置

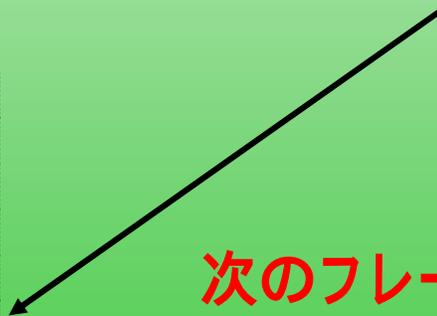


次のフレーム



- 消去
- 拡張

次のフレームにおける
類似性のチェック

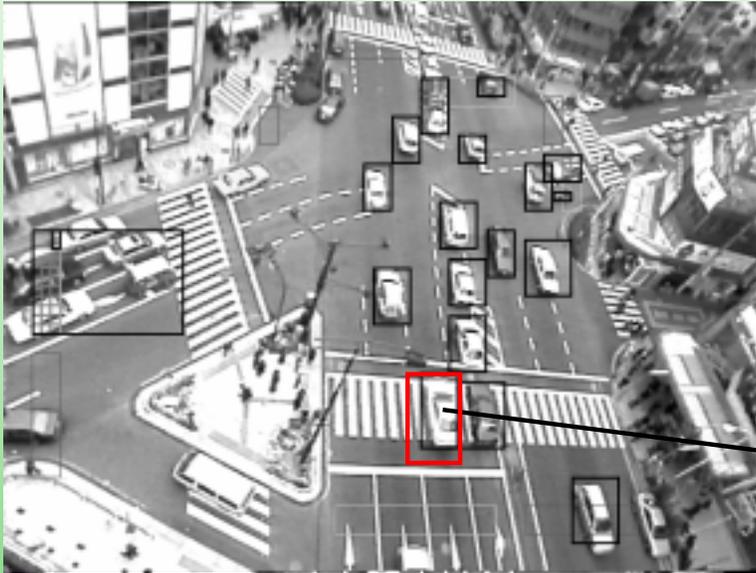


車両のトラッキング

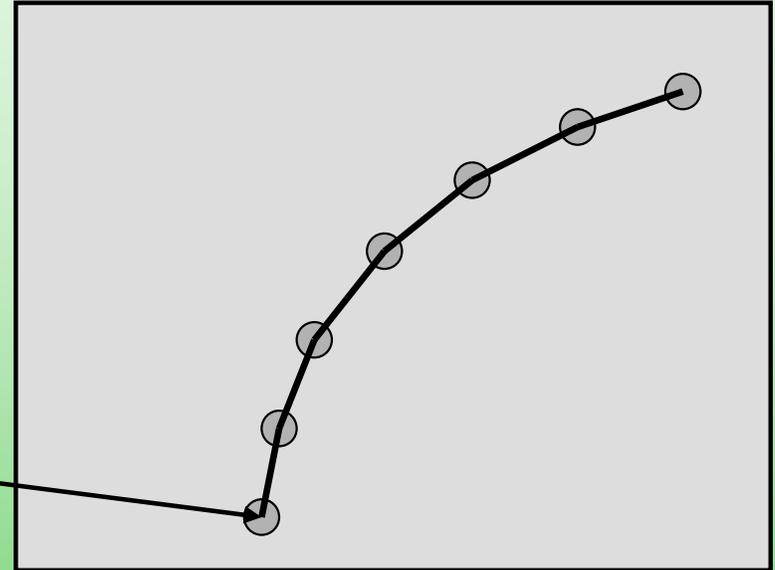
上條・坂内 HMMトラッカー



経路抽出



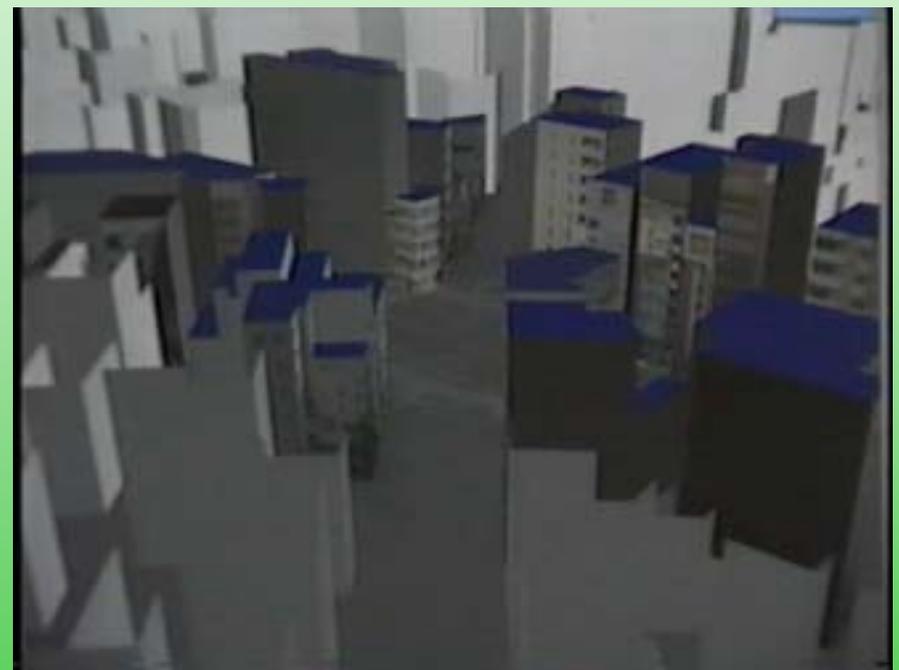
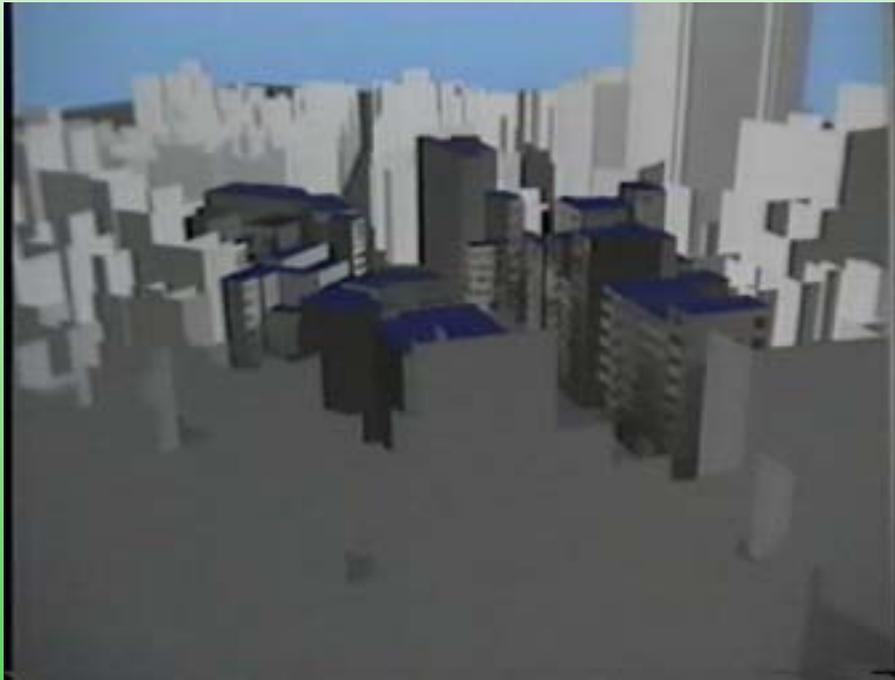
トラッキング画像



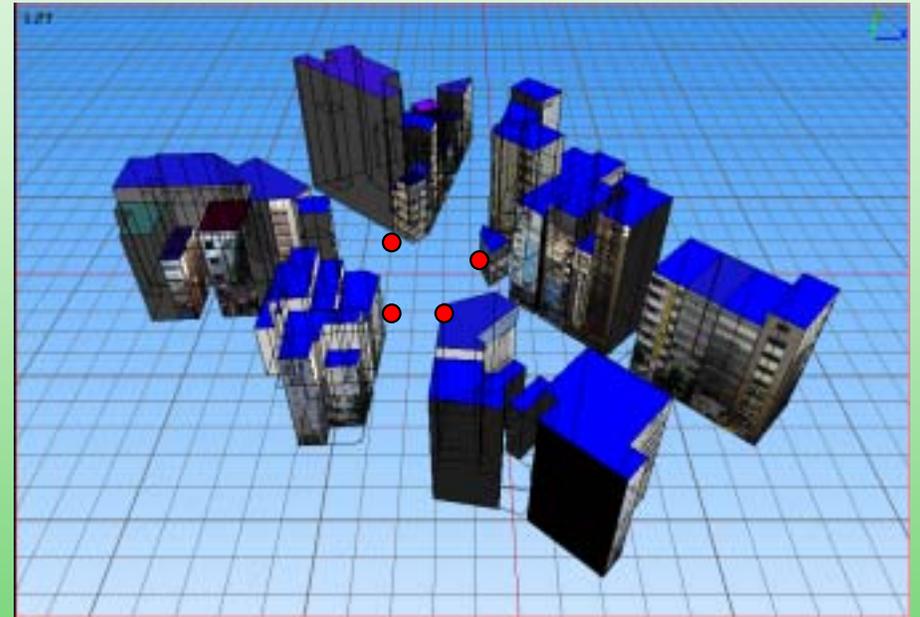
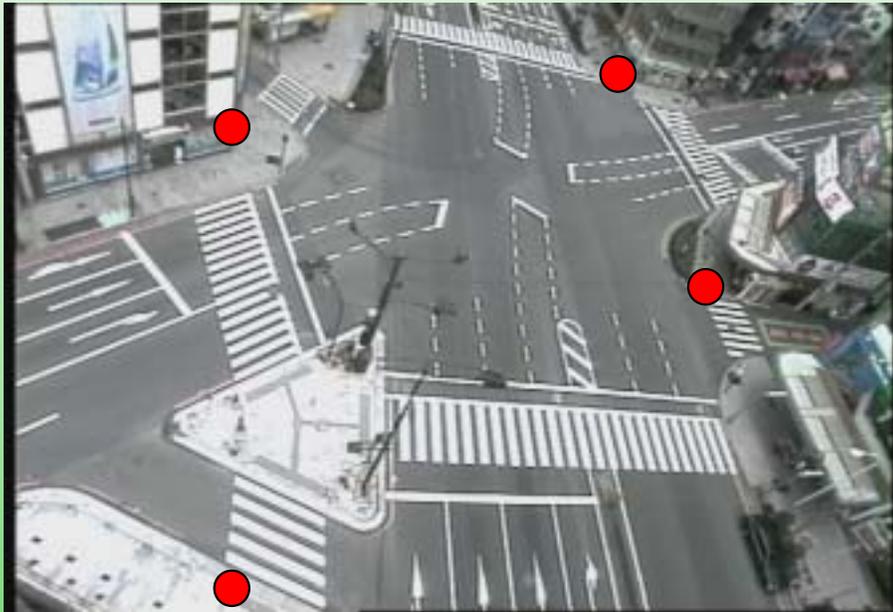
抽出軌跡

◆ 位置情報から軌跡情報へ

モデルベース法による仮想空間 (仮想駿河台)

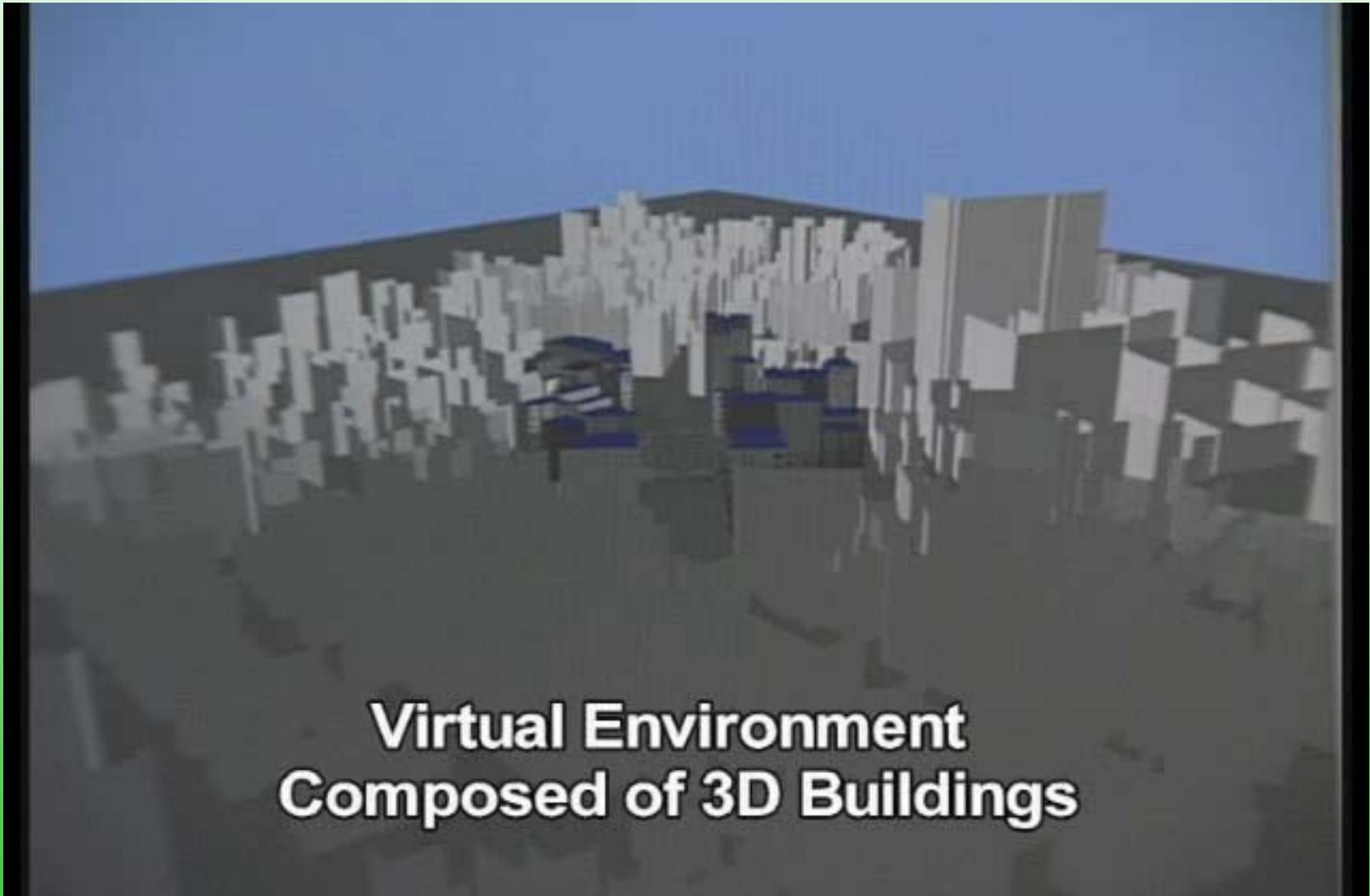


実空間と仮想空間の対応付け

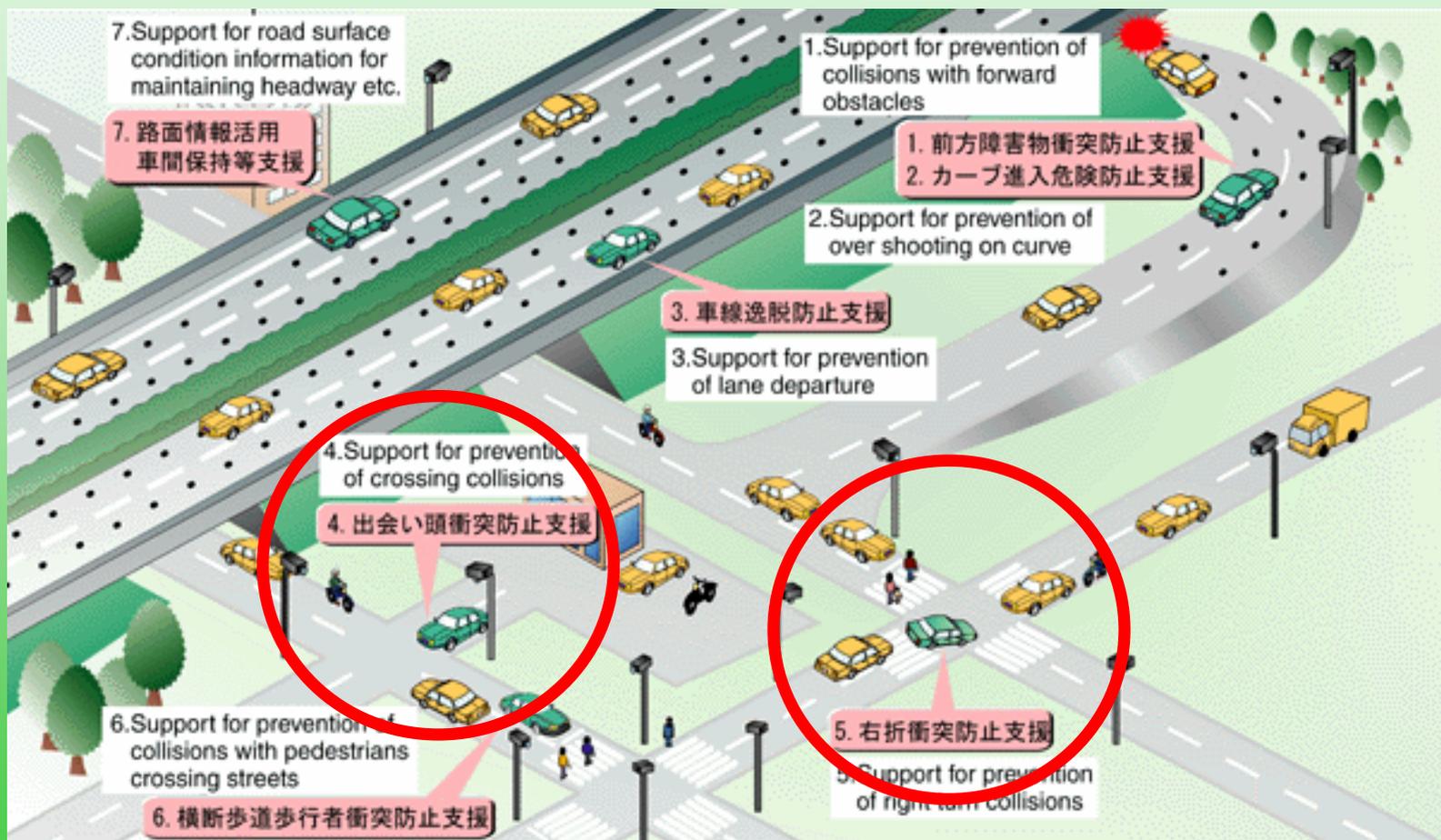


- ◆ 2次元射影変換
- ◆ 仮想車両の生成

仮想駿河台

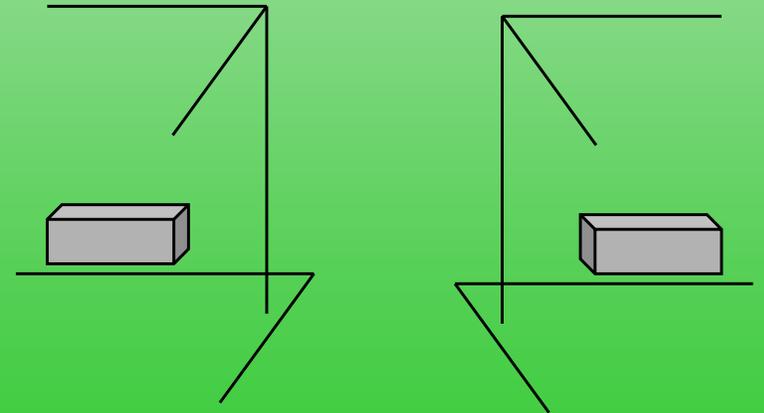


ITSにおける走行支援システム



仮想交差点映像

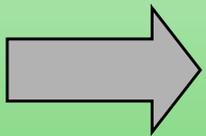
- ◆ 監視カメラから交通流
- ◆ ドライバーの視点で表現
- ◆ 運転者支援・事故解析



ドライバーの視点(ビルあり)



ドライバーの視点(透明ビル)



交通流表現

- ◆ 現実空間の交通流を仮想空間に投影
- ◆ 任意視点からの画像列が生成可
- ◆ 事故分析・運転者支援への応用の可能性

まとめ

- ◆ 車載センサ応用技術
- ◆ イメージベース法
 - 複合現実感実験システム
 - バイオンプロジェクト
- ◆ モデルベース法
 - 3次元地図
 - 可視化システム