



コンピューターシヨナル フォトグラフィ ～ITによるカメラの進化、第2幕～

日浦慎作

広島市立大学 大学院情報科学研究科



講演あらまし



- コンピュータショナルフォトグラフィとは？
 - 写真技術の歴史と発展
 - 銀塩カメラとデジタルカメラの違い, 共通点
 - コンピュータショナルフォトグラフィとは何か？
- コンピュータショナルフォトグラフィで出来ること
 - 撮影の後でピントを合わせ直す
 - ブレやボケを画像から取り除く
- コンピュータショナルフォトグラフィのこれから
 - 海外研究者との出会いと交流
 - これから



カメラと写真制作



- 画像処理では嫌われるボケも、写真制作では重要な要素
- デジタルカメラは小型化によりボケの調整が難しくなっている





デジタルリフォーカス



- 手持ちカメラで撮影した複数の画像から、背景や前景など任意の部分にピントを合わせ、それ以外をぼかすことができる



自己紹介(1)



プロフィール

- 氏名：日浦慎作（ひうらしんさく）
- 出身：兵庫県
- 略歴
 - 大学・大学院：大阪大学 基礎工学部 制御工学科
1990- 学部 1993- 修士課程 1995- 博士課程
 - 1997- 京都大学（研究員）
 - 1999- 阪大 教員（1999- 助手 2003- 助教授）
 - 2008.8 – 2009.3 マサチューセッツ工科大学(MIT)客員准教授
 - 2010.4 広島市立大学着任

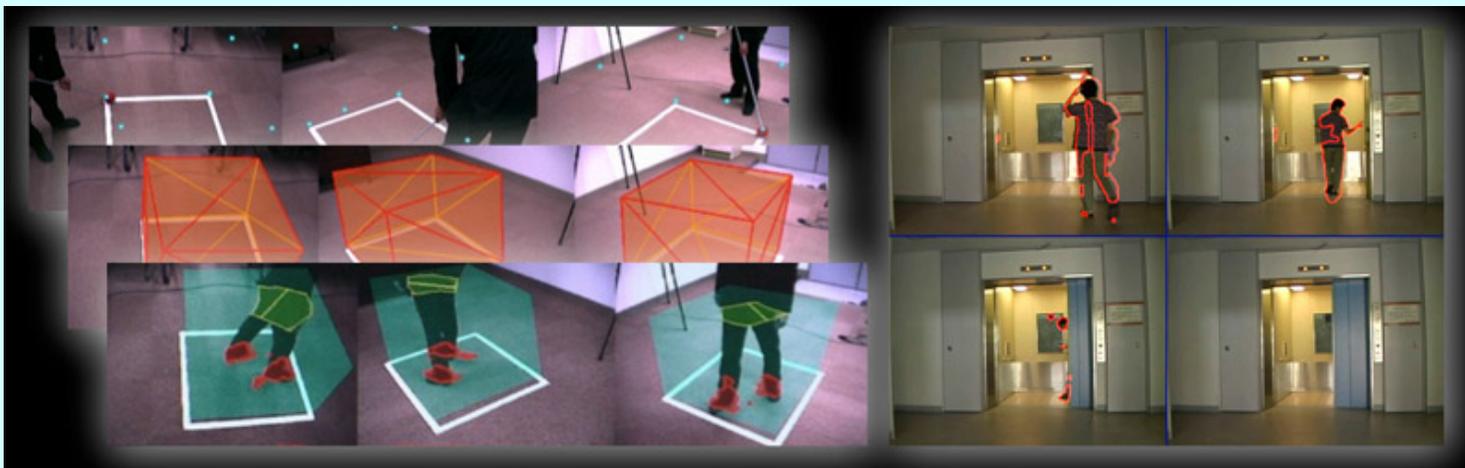


自己紹介(2)

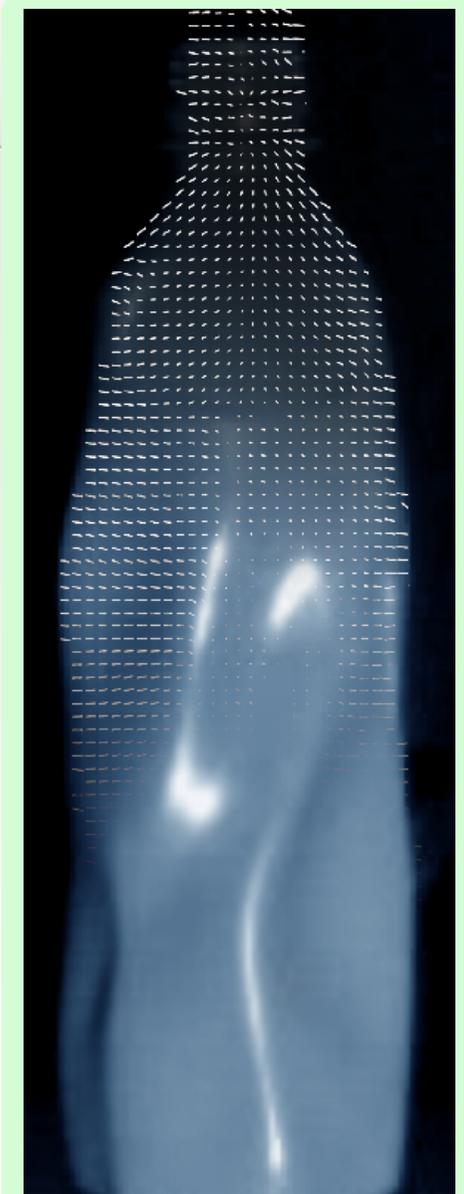
- 研究：画像を用いた形や動きの計測



なめらかな、鏡面仕上げの物体の3次元運動の解析



複数のカメラを用いた侵入の判定・未知物体の検出



陰影やツヤを用いた
物体の立体形状や
光のあたり方の推定



自己紹介(3)



- 趣味：クラシックカメラ





写真の歴史について



- 1839年 銀板写真の発明
- 1900年 ロールフィルムの発売
- 1935年 カラーフィルムの発売
- 1932年 35mm フィルムカメラ (ライカ)
- 1930～50年ごろ 距離計連動カメラ
- 1950～60年 一眼レフカメラの台頭
- 1960～70年 自動露出
- 1977年 オートフォーカス
- 1995年 デジタルカメラ(casio QV-10)
 - ・ ・ 主に, 利便性の向上が主体



距離計連動式 (1940-1960)



記念復刻

期間限定受注販売

Nikon S3

YEAR 2000
LIMITED EDITION

20世紀という、かつてない激動の世紀に生を
つぶさに時代を見つめ続けてきた数々のニ
その1台1台に脈々と受け継がれてきた、
そして、21世紀へと確実に伝えていきたい、
そんな私たちの情熱と技術の証として、
西暦2000年を機に、1台のカメラを復刻しまし
ただ飾っておいていただくためだけの記念
写真を、カメラを、ニコンを愛する方々に、
大切に使っていただきたい。
そんな思いを込めて選んだ、Nikon S3。
その2000年記念モデル。
それはきっと、かけがえのない1台となるで

- ファインダから見える像とレンズが撮影する像にずれがある

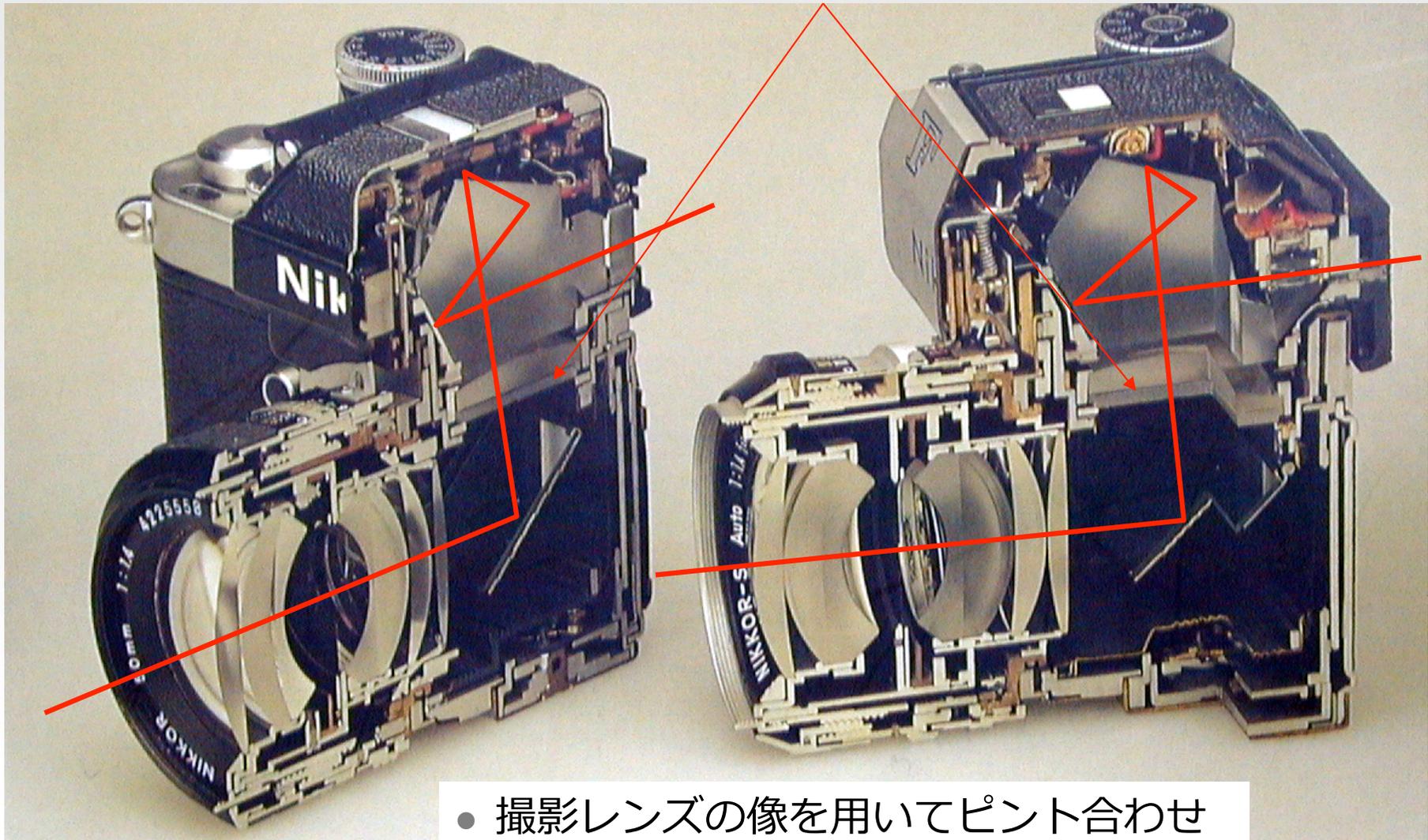
- レンジファインダ (測距儀) 式カメラ(1958, 2000)



一眼レフ(1952~)



焦点板 (すりガラス)



- 撮影レンズの像を用いてピント合わせ
→見たとおりに写る



銀塩カメラとデジタルカメラ



- 銀塩カメラと画像センサは，撮像方法（光を記録するための方法）が違うだけ
- 例：デジタル一眼レフ vs 銀塩一眼レフ



2001年ごろのデジタル一眼レフとフィルム一眼レフカメラ



デジタルカメラが変えたもの



- フィルムが要らない, 現像をしなくてよい
 - すぐに写真を見ることが出来る
 - フィルムや現像液などの材料コストがいらぬ
- デジタルデータであることの利点
 - 写真をネットワークで送ったり, 公開することが容易
 - 複製・バックアップ, パソコンでの編集 (レタッチ) が容易
- 変わらなかつたもの
 - 撮影時にピント合わせや露出の調整が必要
 - カメラはしっかり構え, ぶらさないようにしなければならない
 - 撮影の瞬間に仕上がる写真がほぼ決まってしまう

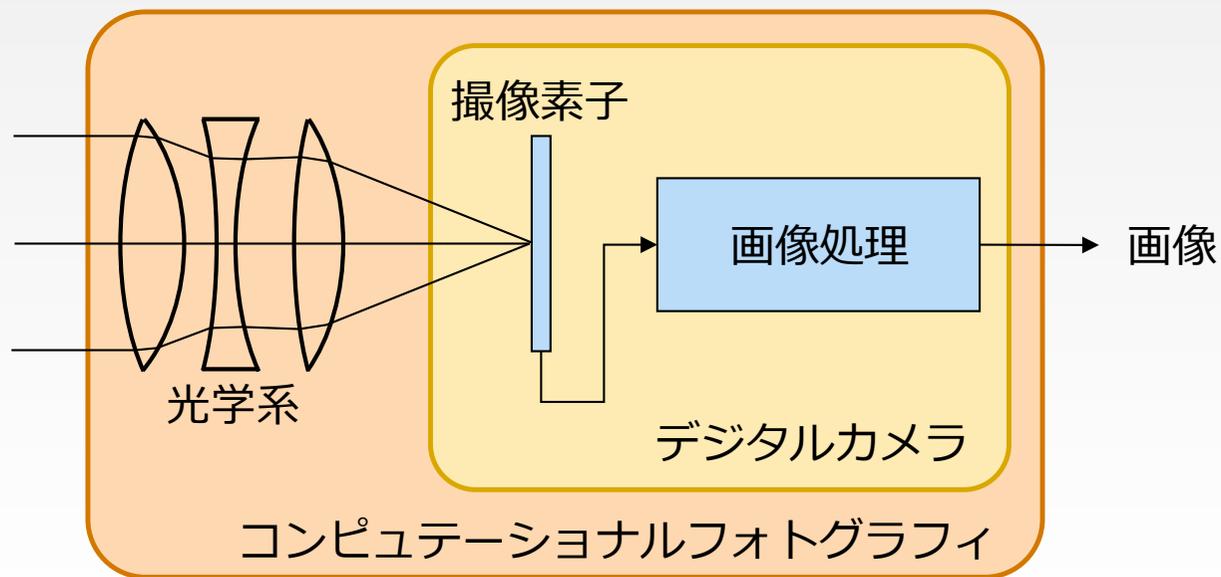
「撮影」という行為そのものはあまり変わっていない



コンピューテーショナル フォトグラフィとは？



- 計算機技術による、カメラ進化の第二幕
 - 第一幕：フィルムを撮像素子で置き換え（デジタルカメラ）
 - 「レンズが結んだ像」を高精度にデジタル記録する
 - 第二幕：カメラ全体（光学系，使い方）の再定義・再構築
 - 計算（画像処理）の結果，初めて画像が形成される



コンピューテーショナルフォトグラフィ技術が変えようとする範囲



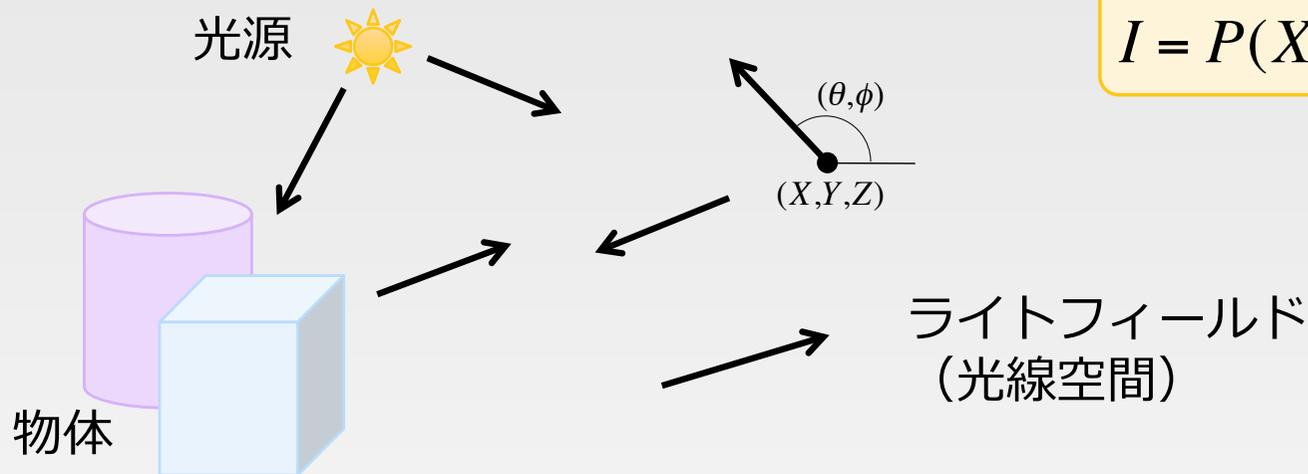
フィルムカメラ



デジタルカメラ



カメラとは何か



$$I = P(X, Y, Z, \theta, \phi, \lambda, t)$$

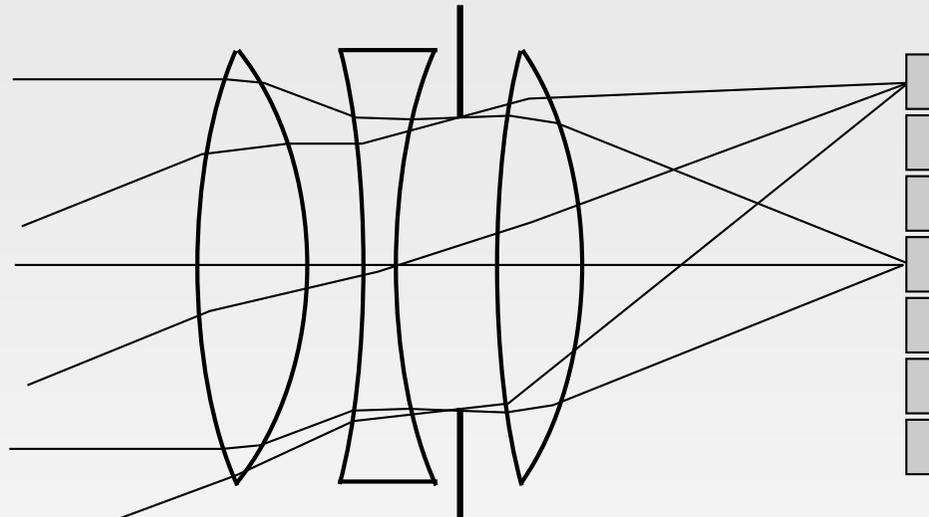
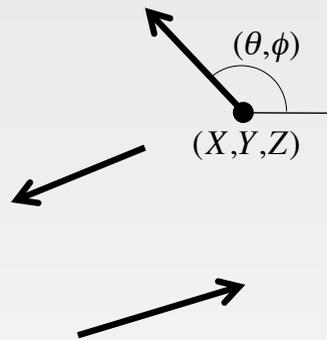
- カメラは、シーン中の光の分布を記録する機械である
- シーン中の光の分布を表すには？
 - 光線が通過する点の3次元座標：X, Y, Z
 - 光線がその点を通過する方向： θ , ϕ
 - 通過する光線の波長（色に対応）： λ
 - 光線が通過する時刻： t
- これら7変数により表した、シーンの光源状況を表す関数 P をプレノプティック関数という



カメラにおける「積分」



$$I = P(X, Y, Z, \theta, \phi, \lambda, t)$$



ライトフィールド（光線）

光学系（レンズ）

撮像素子（画素）

- カメラは入射する光を，一定の範囲について積分する
 - 位置（ X, Y, Z の範囲に対応：絞りの面積は0には出来ない）
 - 方位（ θ, ϕ の範囲に対応：面積0の画素は作れない）
 - 波長（ λ の感光範囲に対応：特定波長だけの観察は出来ない）
 - 露光時間（ t の範囲に対応：シャッター速度は0には出来ない）
- 複数サンプルの計測： θ, ϕ :画素数, λ : RGB, t : 連射 ・ ・ X, Y, Z は？



カメラアレイ



The Stanford
Multi-Camera Array
(Marc Levoy
@Stanford University)

- 複数の位置について
光の分布を計測する装置

ProFUSION25 (ViewPlus, Inc.)





カメラアレイの用途



- 自由視点映像生成
- 合成開口法によるぼけ生成



frame #68



frame #103

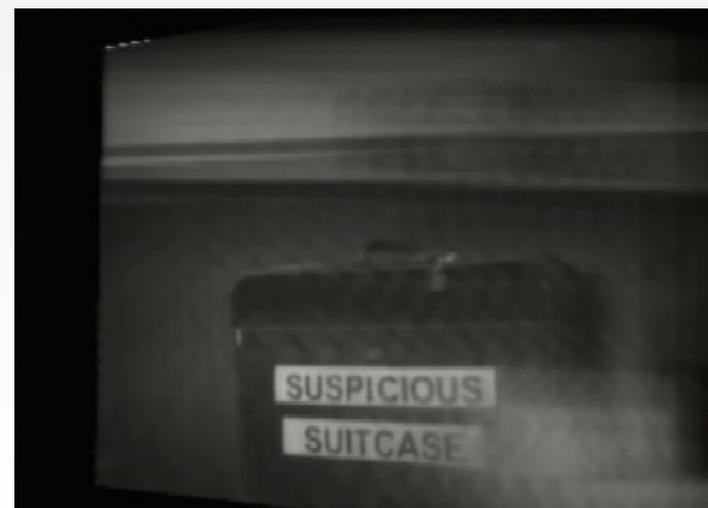


frame #157



frame #138

3次元ビデオ (松山研究室@京都大学)



合成開口法 (Vaish@Stanford)