

画像処理・画像計測技術と その実用化

2011年11月14日

京都産業大学 コンピュータ理工学部

蚊野 浩

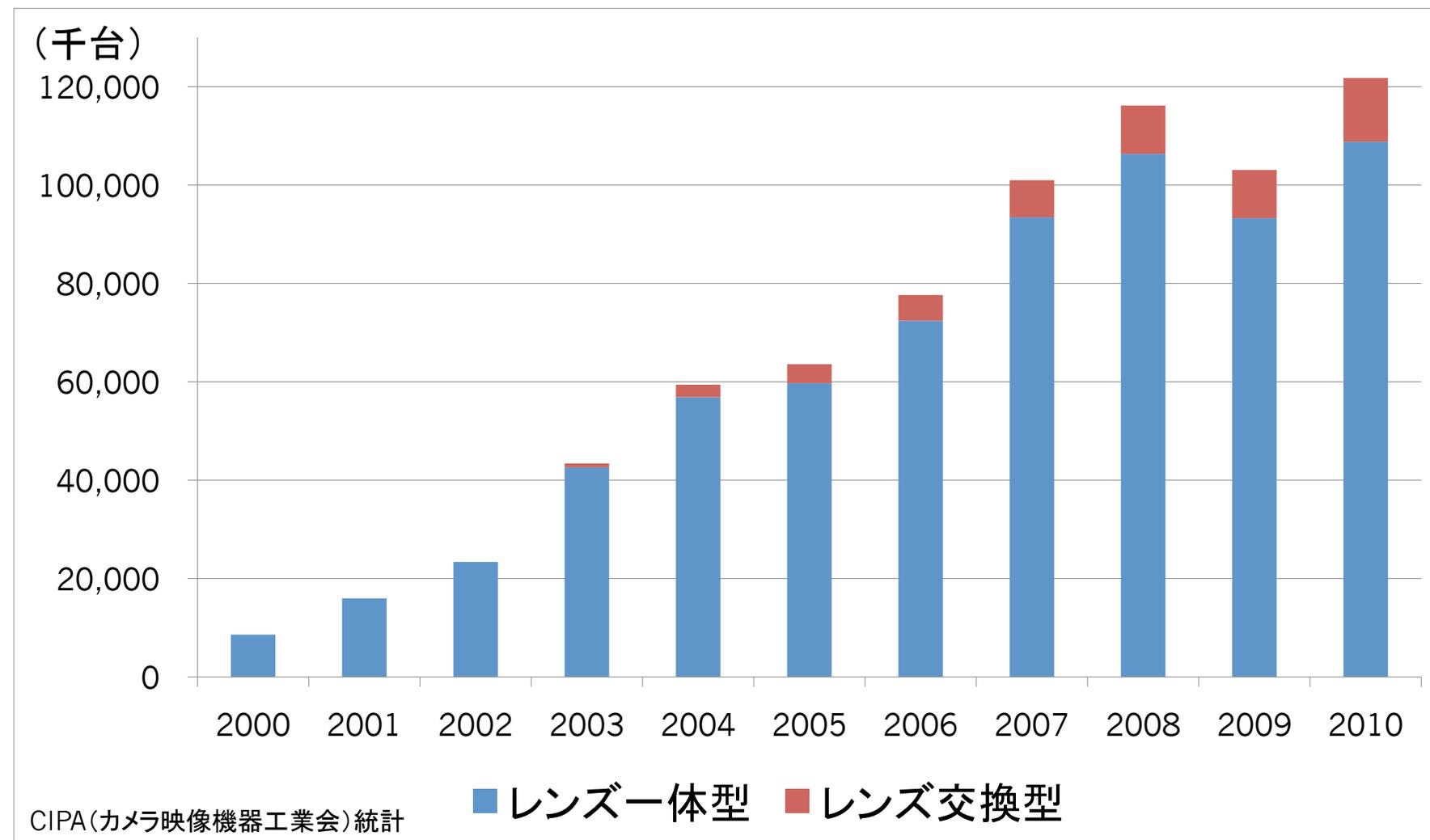
本日の話題

- デジカメに実用化されている
画像処理技術
- 3次元計測技術とその実用化

デジカメ産業

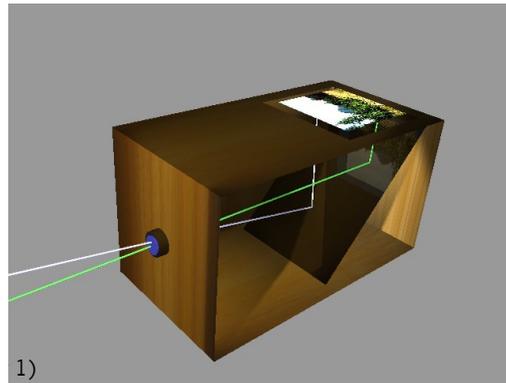
- デジタル家電は、世界最大の産業の一つである
 - 世界人口70億人に対して、
 - 携帯電話の生産台数: 16億台／年
(契約者は55億人程度)
 - パソコン: 3.4億台／年
 - デジカメ: 1.2億台／年
- デジカメは、日本が優位に立つ(唯一の)デジタル家電
- 携帯電話のカメラも合わせれば、毎年、10億台以上のデジカメが生産されている。
- 現在もさまざまな形で、新たなデジカメ技術が生まれている。

(参考) デジカメの生産台数



デジカメ以前のカメラ

ルネサンス期



カメラ・オブスクラ

絵画や測量のための補助具

1825年



写真技術の発明

デジカメが普及する前から、カメラ技術は深く産業に浸透していた。

19世紀末

- イーストマンによる **ロールフィルム** の発明
- エジソンによる **映画** の発明

フィルムカメラ

20世紀前半

- 1926年 **高柳** による **電子式テレビ受像機** の開発
- 1927年 **ファンズワース** による **電子式テレビ撮像機** の開発

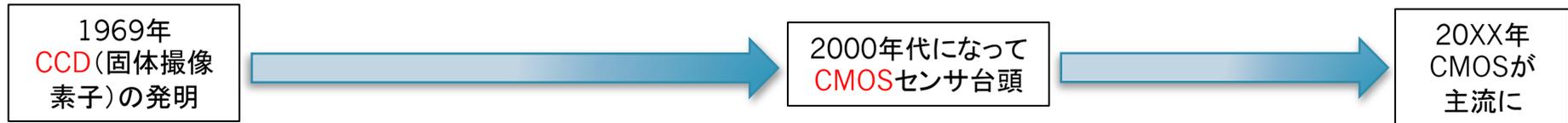
テレビジョン

写真産業

映画産業

テレビ産業

デジカメ的なものの進化



電子スチルカメラ

1981年
ソニー
マビカ

1988年キャノン QPICなど



1)

絶滅

デジカメ

カメラ応用商品

デジタルビデオカメラ

携帯電話カメラ

Webカメラ

1. カメラ技術はデジカメ的なものに収斂
2. ネットワークや通信と結びついて用途を拡大

1988年世界初のデジカメ
FUJIX DS-1P

2)



2MbitのSRAMカードにフレーム画像を5枚記録

1995年(デジカメ元年)
カシオQV-10

3)



25万画素CCD、2MBフラッシュ
320×240の画像を96枚記録
1.6インチ液晶モニタ付き

2010年 例えばソニー
ミラーレス一眼 NEX-5

4)



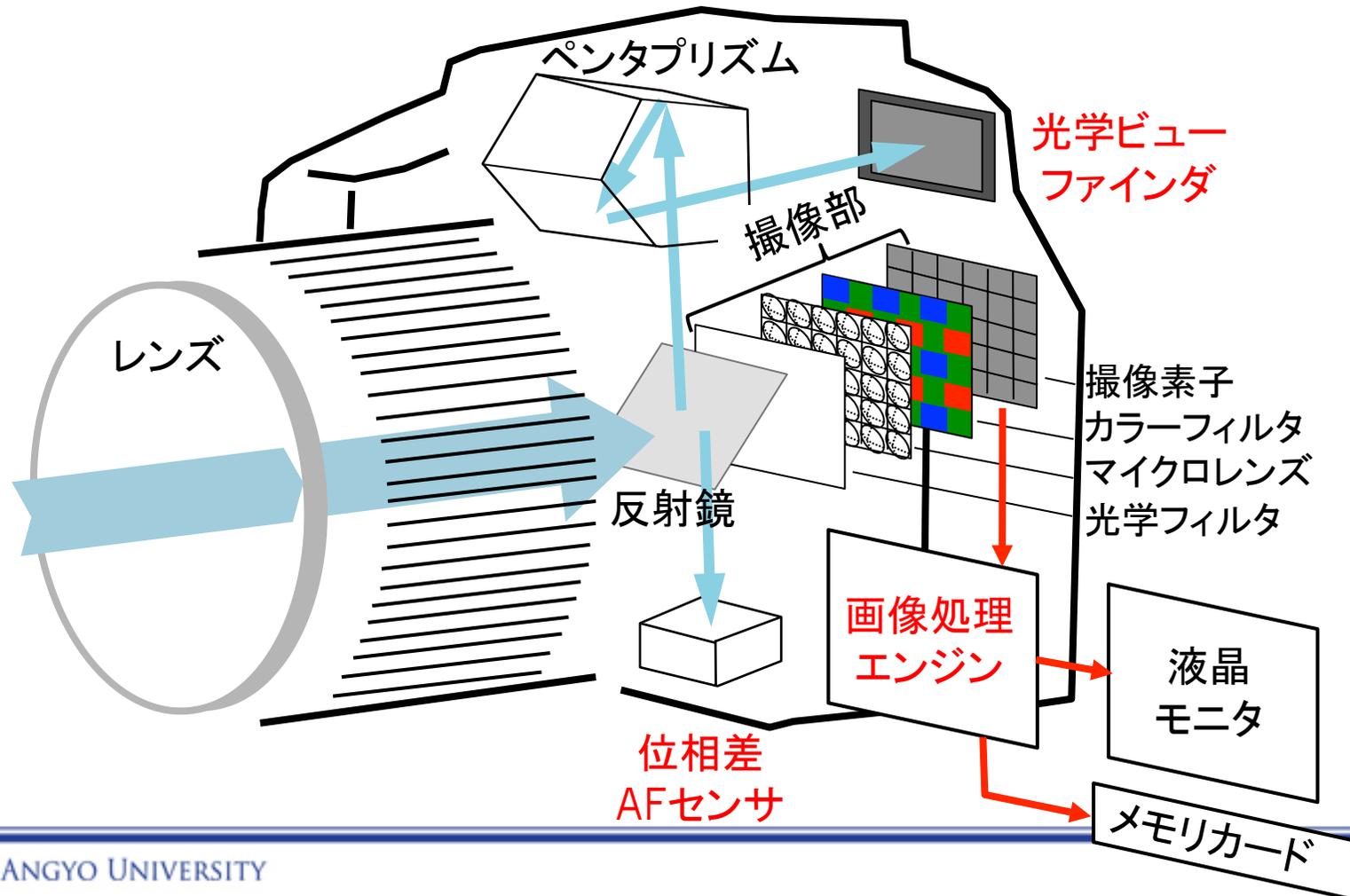
1420万画素CMOS、32GBメモリカード
4592×3056の画像を7172枚記録
3.0インチ液晶モニタ付き

デジカメの3大差別化技術

- レンズ
 - 例えば、ミラーレス一眼
- 撮像素子
 - 例えば、裏面照射CMOS (BSI)
- 画像処理エンジン
 - 例えば、DIGICなど

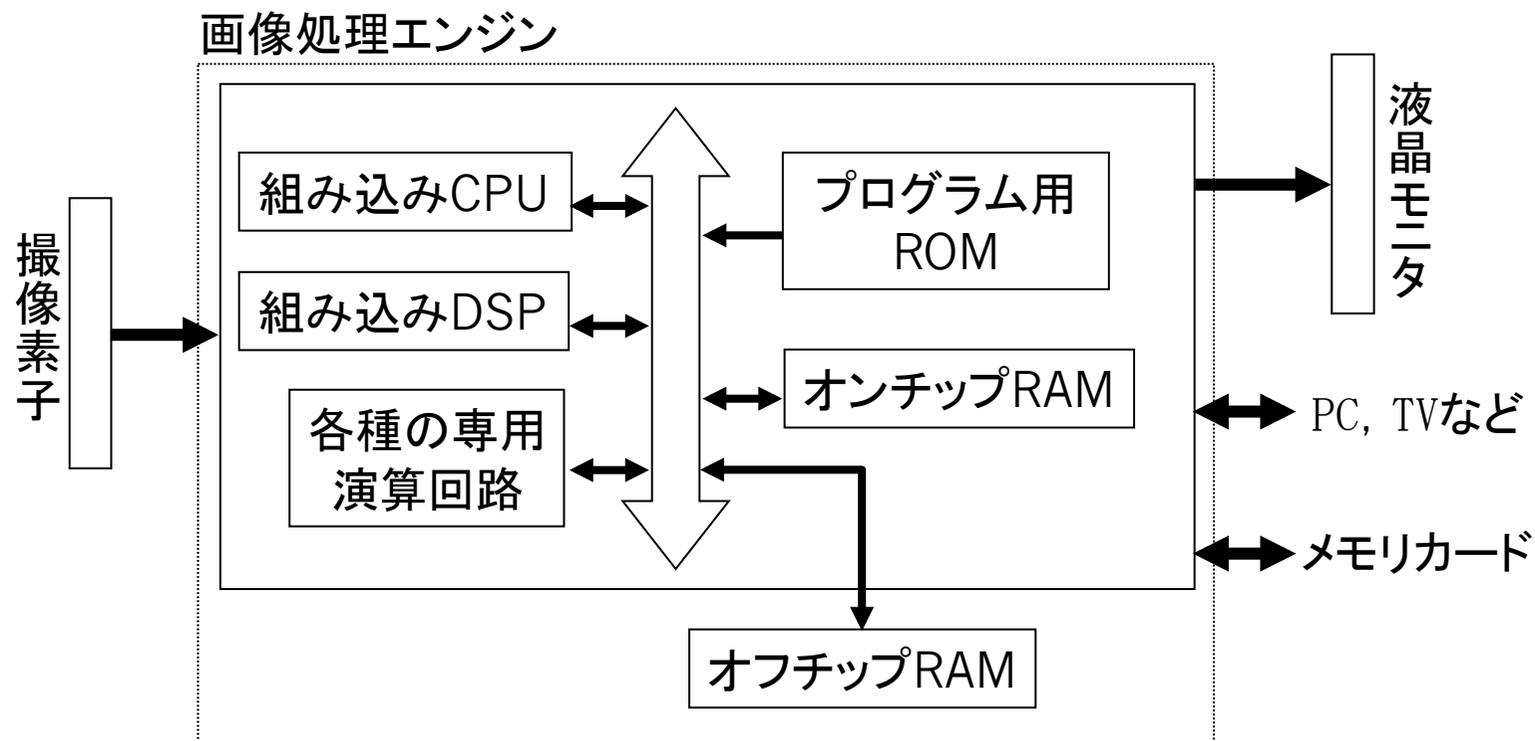
一眼レフのしくみ

特徴: 被写体を直視できる**光学ビューファインダ**と高速な**位相差AF**



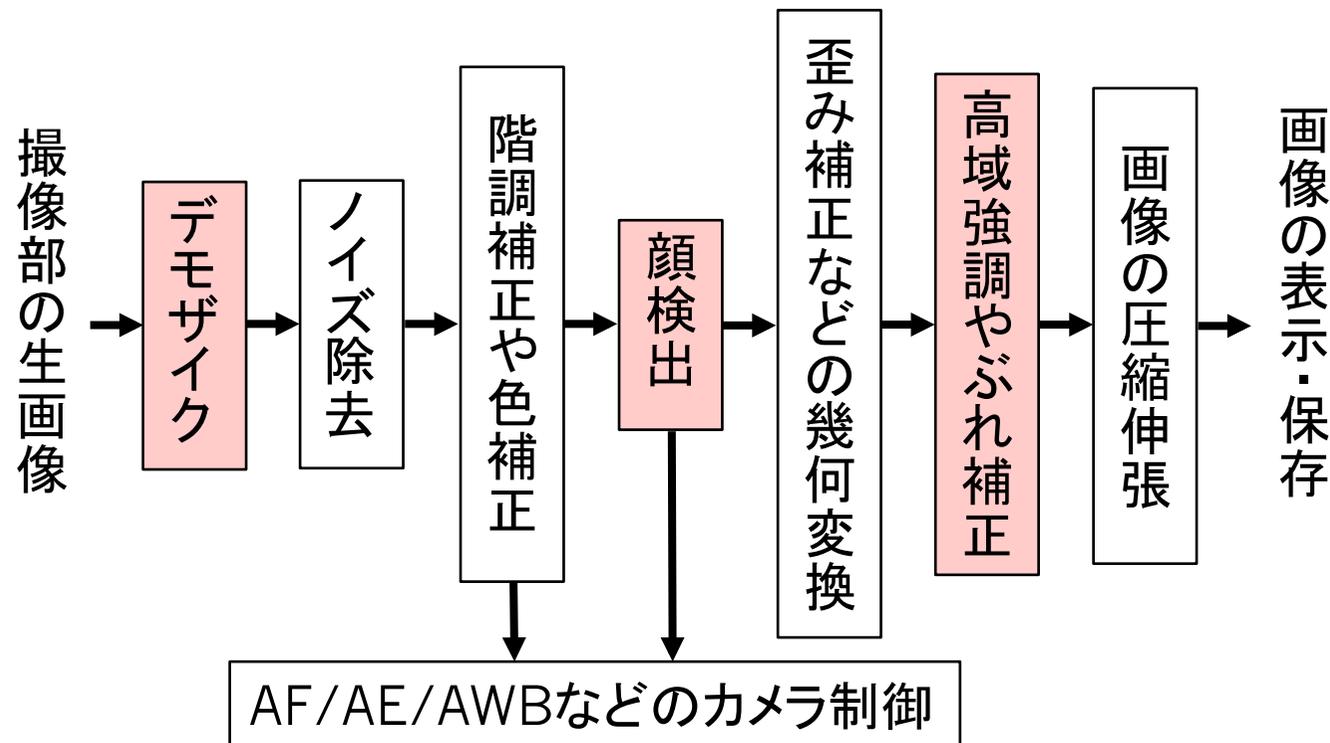
画像処理エンジン

- 撮像素子が出力する生画像を、観察するのに適した画像に変換する(現像処理)や、記録メディアへ保存するフォーマットに変換するシステムLSIを画像処理エンジンと呼ぶ。



画像処理パイプライン

- 画像処理エンジンでは、下図のように、デモザイクからノイズ除去や階調補正、顔検出、などの画像処理が順次実行される。この様子を**画像処理パイプライン**と呼ぶ。



最近のデジカメにみる画像処理機能

- 高度な「顔・人物画像処理」
- 超解像処理
 - 1枚ないし複数の画像から、より解像度の高い画像を生成
- 画像処理による被写体追跡技術
 - 前後左右に動きまわる被写体にピントを合わせ続ける
- 電子式手ぶれ補正
 - ぶれが生じた画像を、画像処理によってぶれ補正する
- オートフォーカスの高速化・高機能化
 - 高速コントラストAF、2個のCMOSセンサを用いたパッシブAF

高度な「顔・人物画像処理」

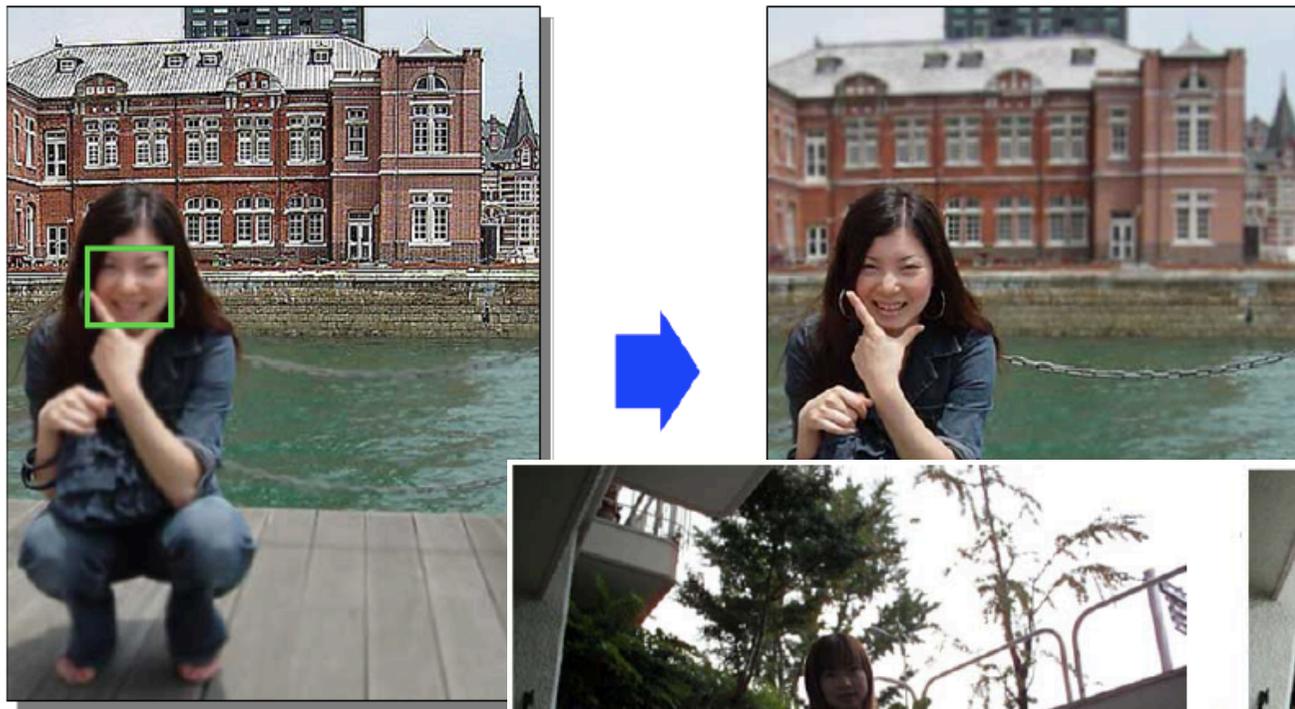


図 3. 1 顔オートアイリス

画像は「デジカメの画像処理」、
オーム社の口絵から抜粋



図 3. 2 顔オートアイリスの実行イメージ

顔・人物画像処理で可能なこと

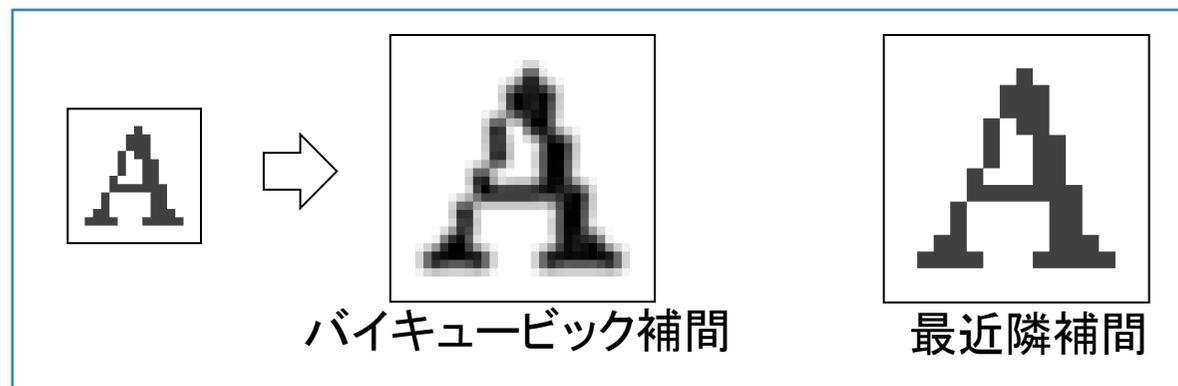
- しみ・そばかすをとる**美肌補正**や、顔色を白くする**美白補正**
- フラッシュによる赤目を補正する、目を少し大きくする、瞳に輝きを加えるなどの**瞳補正**
- 顔の大きさを自然な範囲で小さくする**小顔補正**
- **個人を識別**すること
- **性別・年齢・表情を推定**すること、など



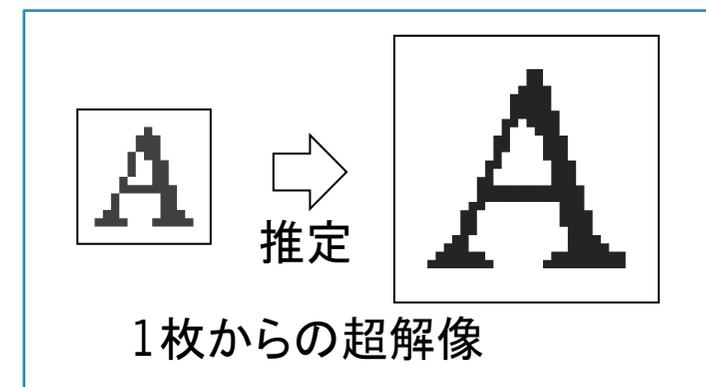
これらによって人物写真の失敗が少なくなり、場合によっては、実物以上にきれいに撮影できる？！

超解像処理

- 画像の補間は、画像を引き延ばす処理



- 超解像処理は、元画像にない高周波成分を作り出す処理



画像処理による被写体追跡

- ペットなど、前後左右に動き回る被写体にピントを合わせることが容易になる

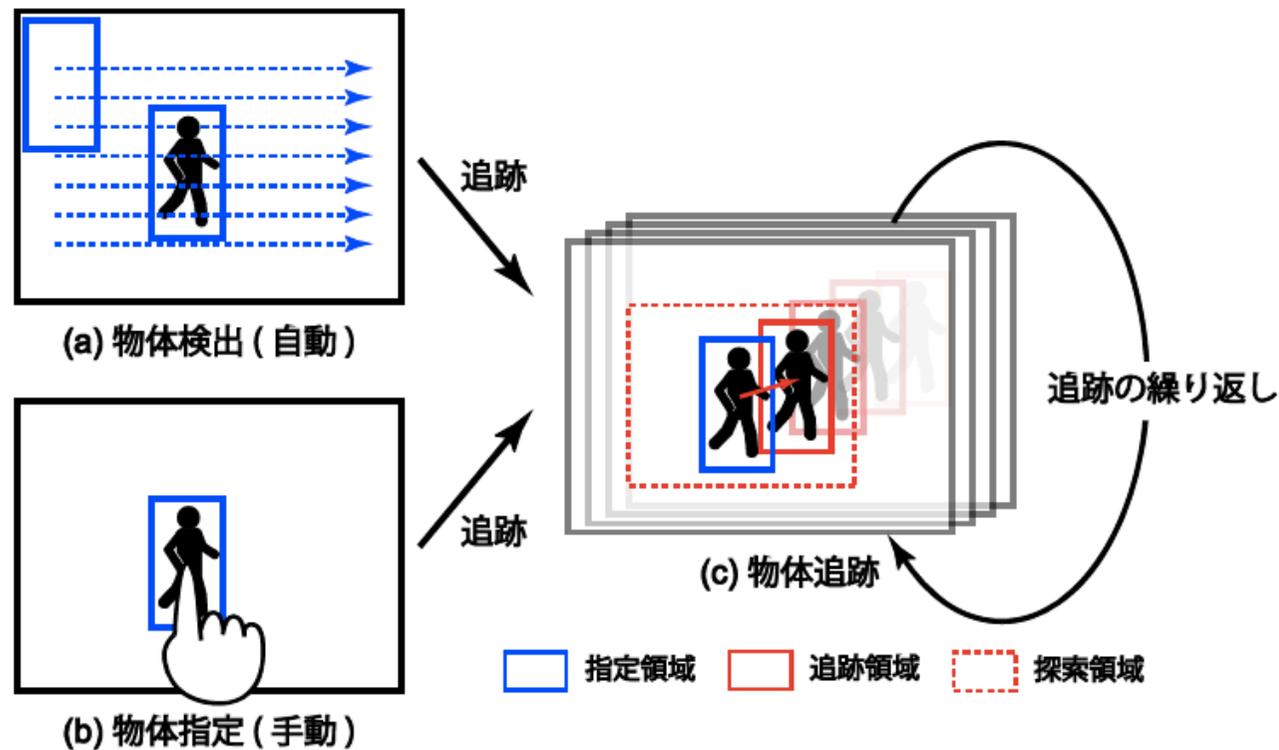
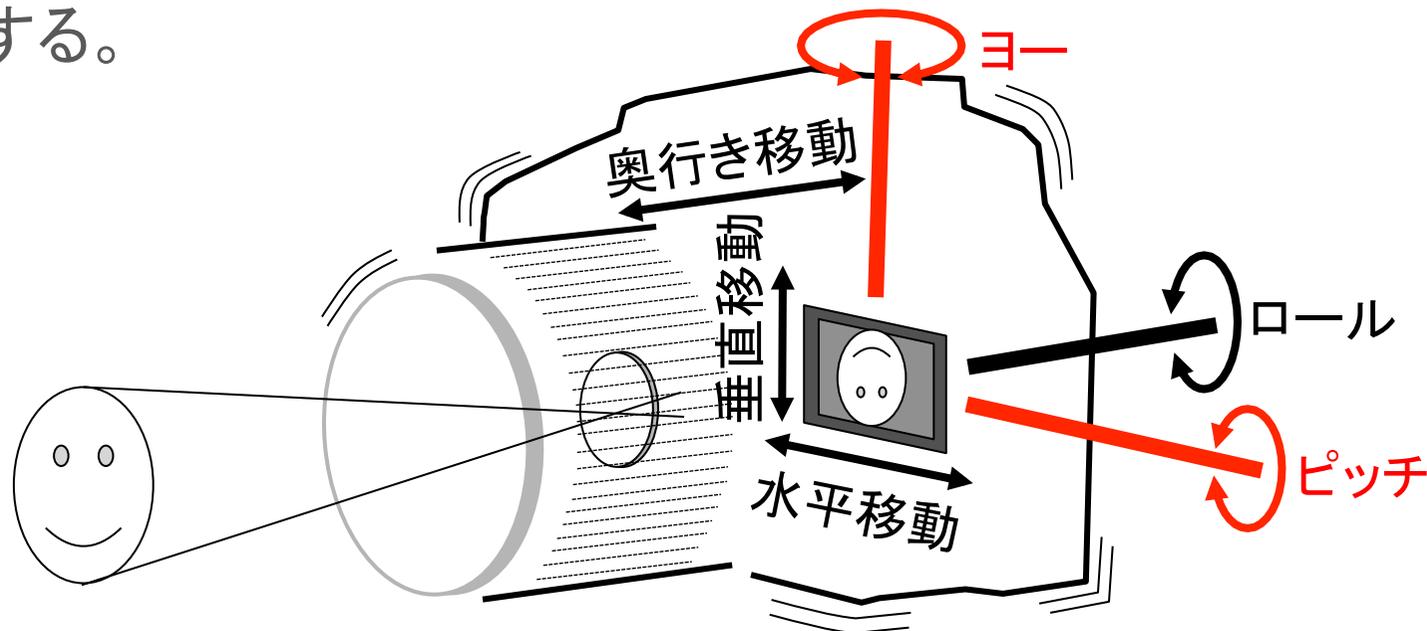


図4・1 デジタルカメラにおける物体追跡

「デジカメの画像処理」
オーム社、p.78から抜粋

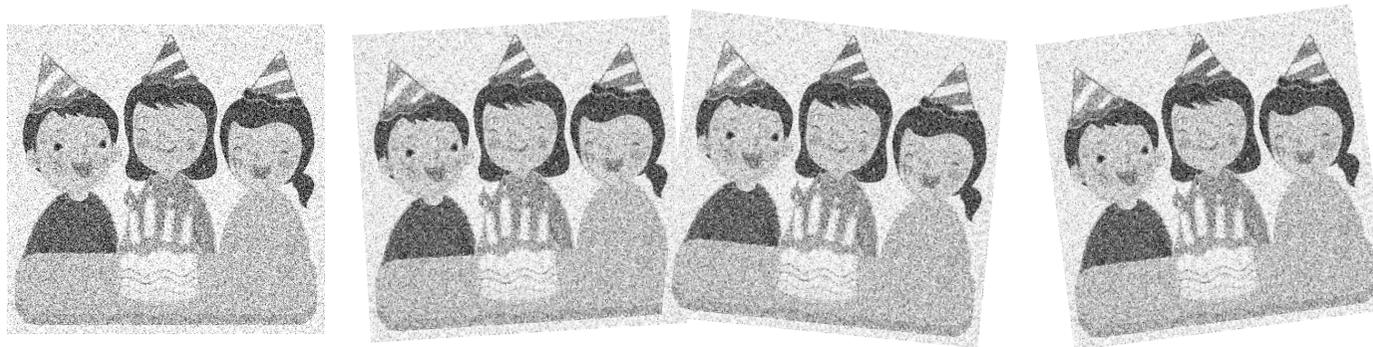
手ぶれの原因と対策

- 手ぶれによる**カメラの動きは3軸回転と3軸移動**に分解することができ、特に、**ヨー・ピッチ回転の影響が支配的**。
- 光学式補正では、この動きをキャンセルするように撮影系を制御し、電子式ではぶれてしまった像を画像処理で補正する。



電子式静止画手ぶれ補正1

- 加算合成式(補正性能2段程度)



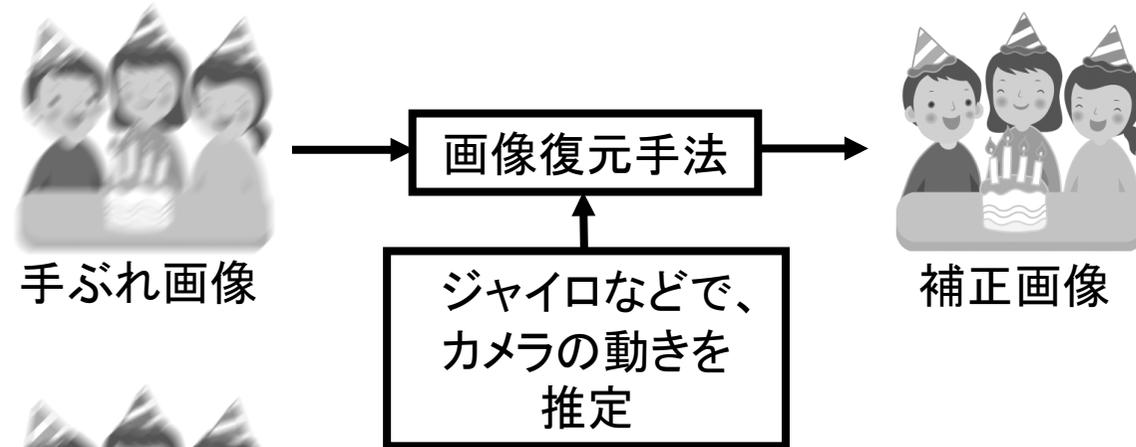
短露光で4枚程度の画像を連射撮影し、ノイズは多いが手ぶれが少ない画像を得る



複数画像を位置合わせ・加算合成することで、手ぶれとノイズが少ない画像を得る

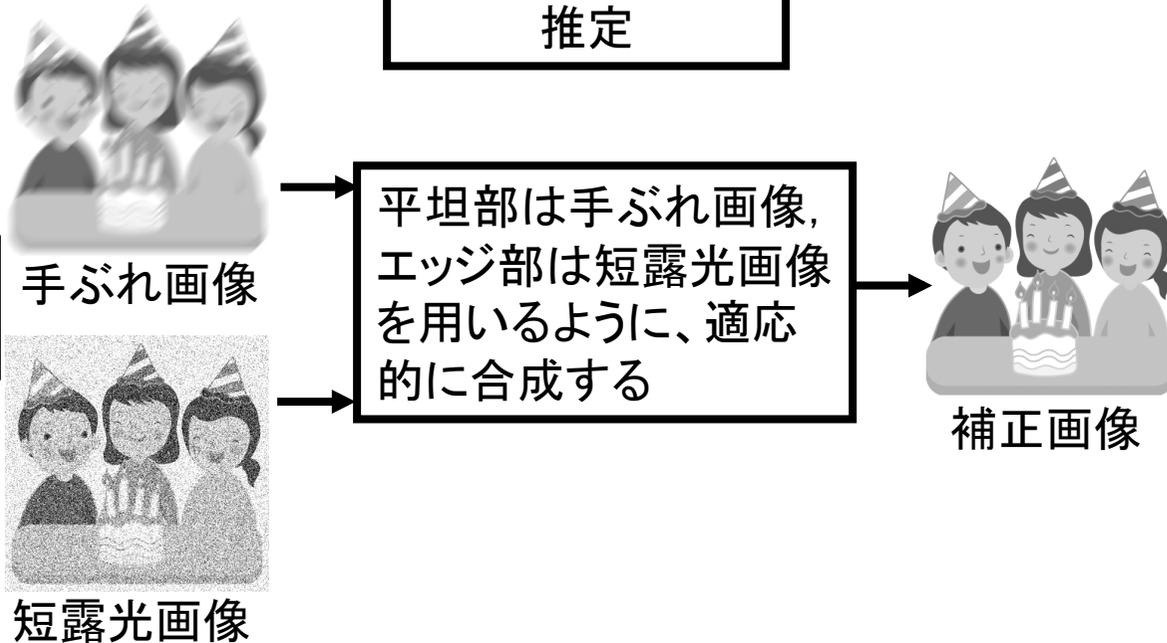
電子式静止画手ぶれ補正2

- 画像復元式



- 長短露光
2画像合成式

通常露光と短露光の
2画像を連射撮影する



その他の画像処理機能

- 一眼レフ以外の多くのカメラは、**オートフォーカスに画像処理**を用いている(コントラスト方式と呼ばれる)。
- 夜景・風景・集合写真など被写体に応じて、絞り・シャッター速度などの設定を最適化するために**画像を認識**する。
- 写真をソフトにしたり、セピア調にしたり、ジオラマ写真にするなどが、**アートフィルタ**や**デジタルフィルタ**などの名称で実装されている。

コンピュータと融合したカメラの未来

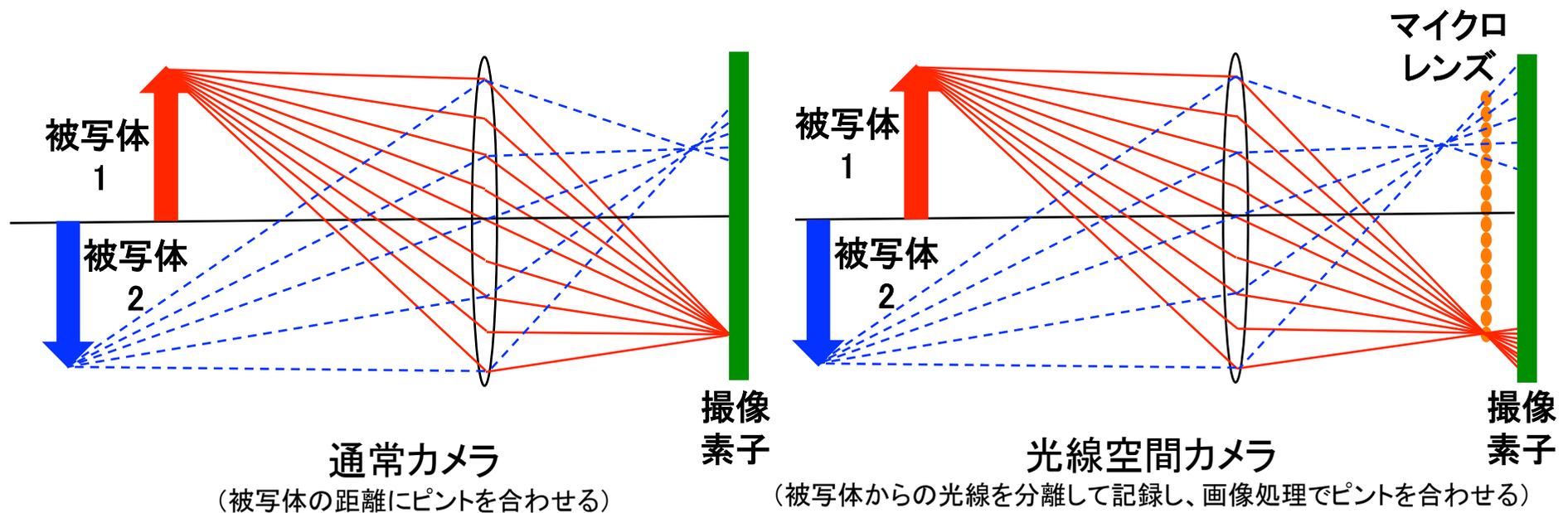
- デジカメになり、撮影と同時にカメラ内で画像処理され、それが大きな差別化技術になった。
- この傾向はさらに発展し、今後は、画像処理がレンズや撮像素子の方式にまで、影響を与える可能性がある。



画像処理がレンズ・撮像素子の再設計を促し、既成概念を超えたカメラ技術を **Computational Photography** と呼ぶ。

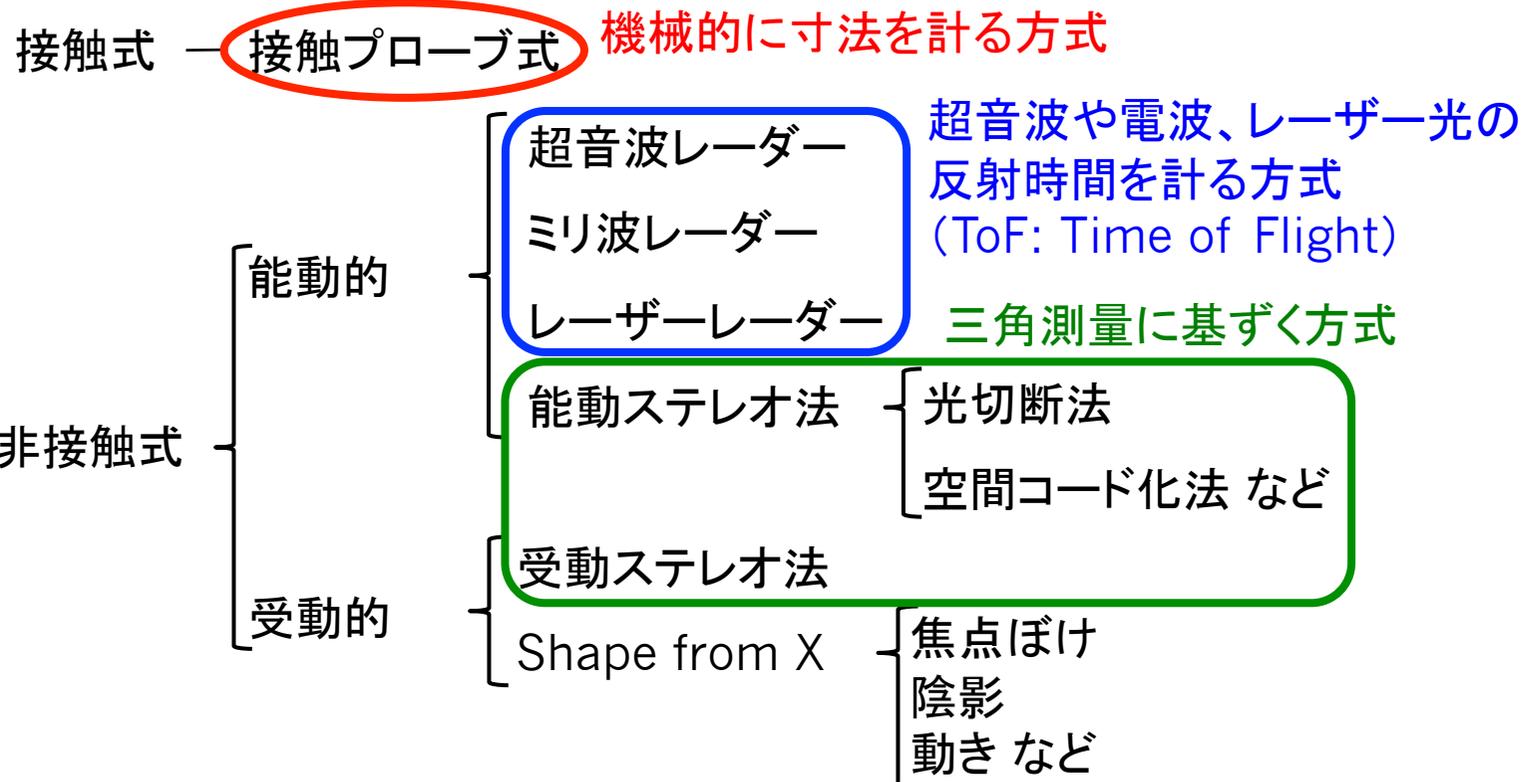
光線空間カメラ

- Computational Photographyを代表するカメラとして、**光線空間カメラ**と呼ばれるものがある。
- <http://www.lytro.com/>を紹介



3次元計測技術

- 物体の3次元形状や距離情報を測定する代表的な方法に、下図のものがある。



注) 人体内部の3次元組成を計測する装置にX線CTやNMR、PETなどがあるが、本講演では、これらについては扱わない。

代表的な3次元計測装置



ミリ波レーダーによる前方障害物検出

(<http://www.honda.co.jp/auto-archive/crossroad/2010/mechanism/ihec/index.html>)



光切断法を用いた3Dスキャナ

(<http://www.konicaminolta.jp/instruments/products/3d/index.html>)

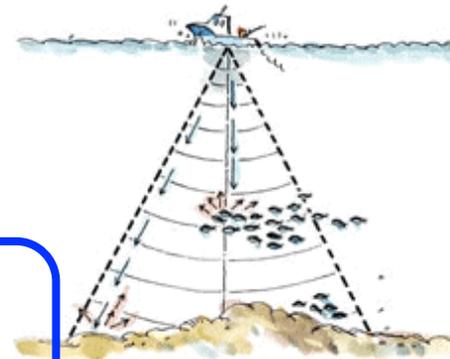


受動ステレオ法を用いたスバルのEyesight

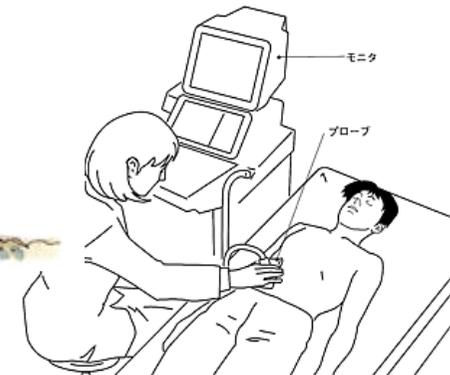
(<http://www.subaru.jp/about/technology/story/eyesight/eyesight01.html>)

超音波レーダー
ミリ波レーダー
レーザーレーダー

能動ステレオ法 { 光切断法
受動ステレオ法 { 空間コード化法 など



魚群探知機



超音波診断装置

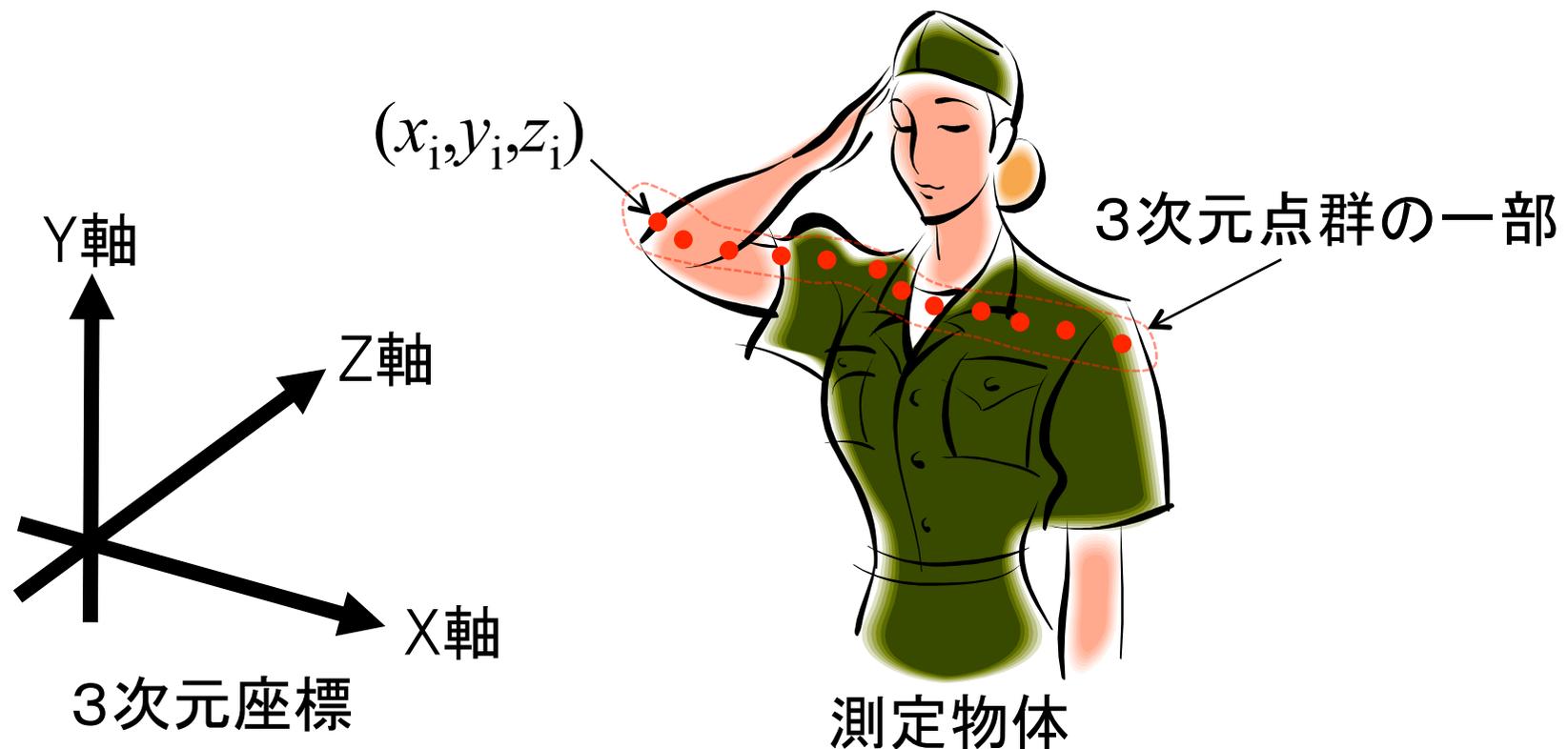


パターン光投影による能動ステレオ法を用いたKinect

(<http://www.xbox.com/ja-JP/kinect?xr=shellnav>)

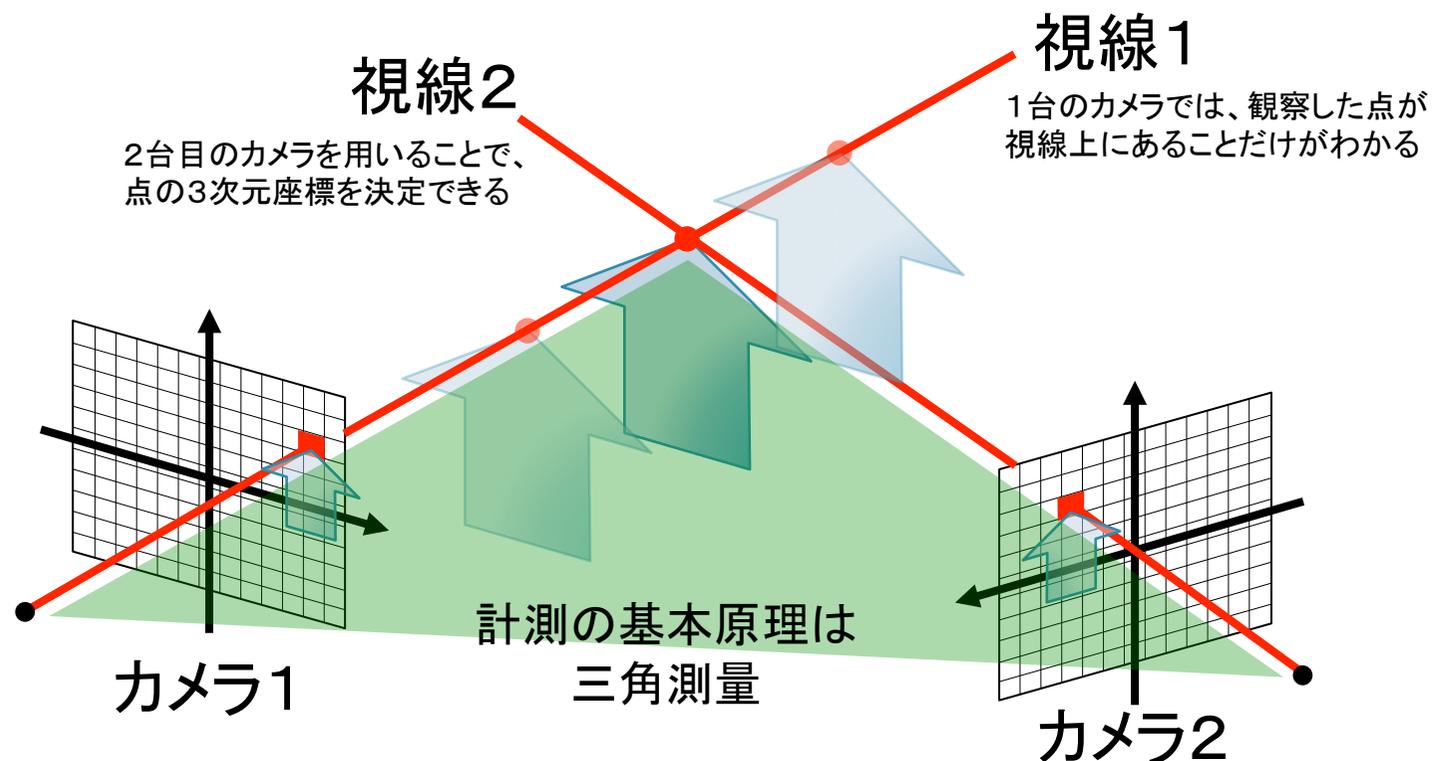
3次元計測／距離計測とは

- 測定物体表面の3次元座標を得ること。多くの測定装置は、物体表面の多数の位置における座標を得ることができる。測定された点の集合を**3次元点群**と呼ぶ。



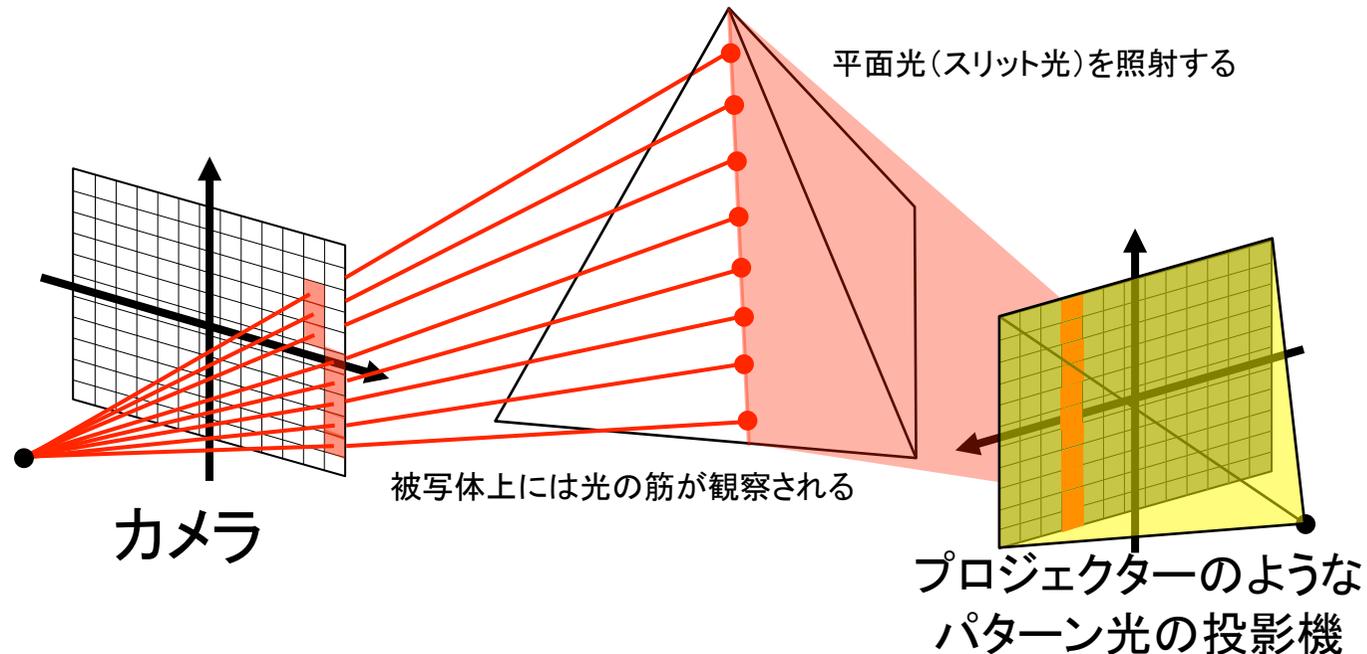
受動ステレオ法の原理

- 2台のカメラで被写体を観察する装置を**ステレオカメラ**と呼ぶ。2台のカメラが同じ点を観察していれば、それぞれの視線の交点として、3次元座標を決定することができる。



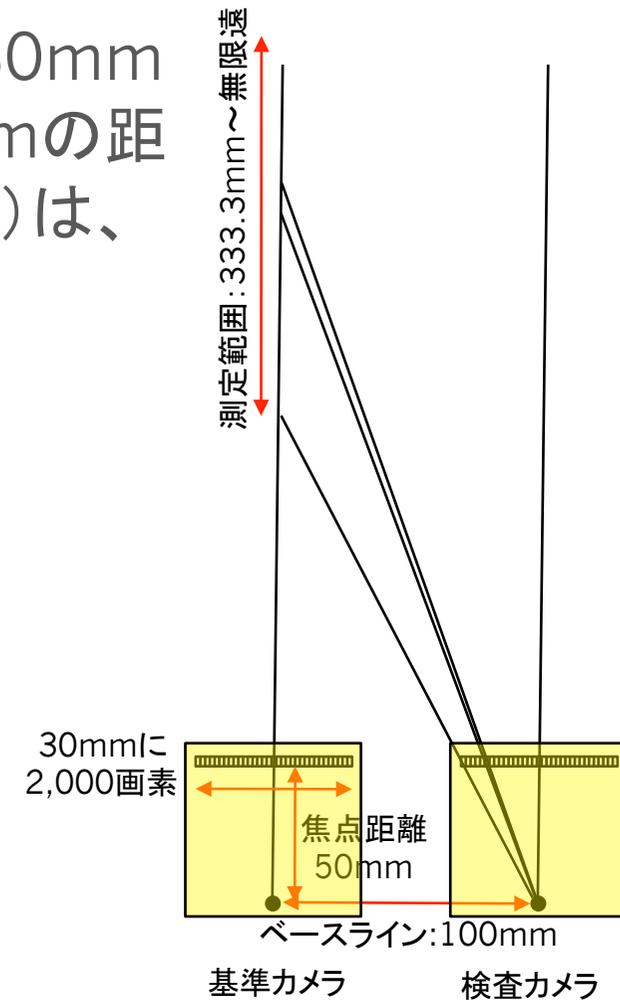
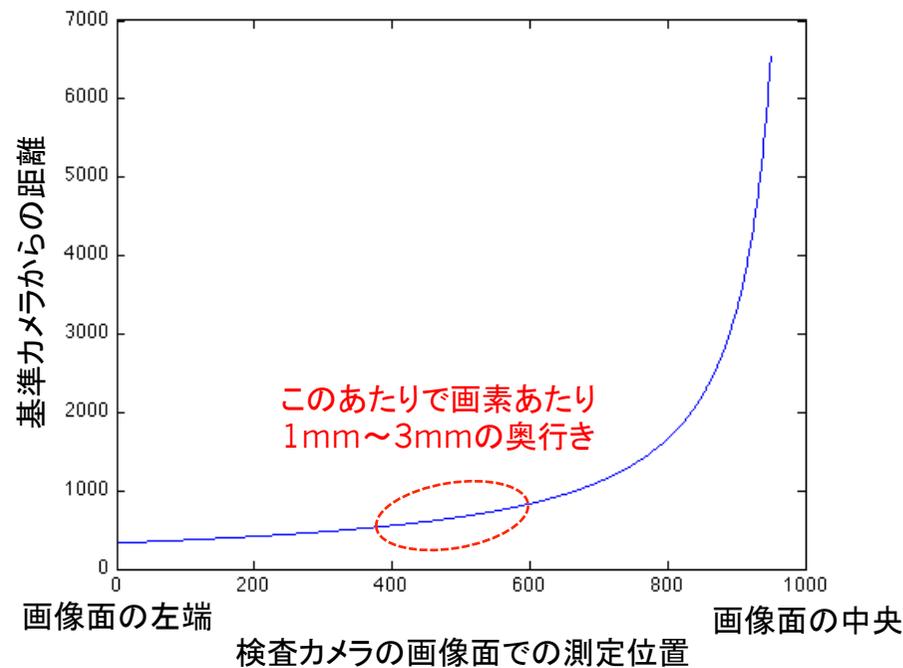
能動ステレオ法の原理

- 受動ステレオ法における1台のカメラを、プロジェクタのような投影機に置き換える方式を能動ステレオ法と呼ぶ。
- 照射する光パターンには多くの種類がある。下図は、スリット光を用いるもので、光切断法と呼ばれる。



ステレオ計測技術の測定精度

- 例えば、焦点距離50mm・撮像面が30mmで2,000画素の2台のカメラを100mmの距離に併置したステレオ計測装置(右図)は、下図の測定精度を有する。



ステレオ3次元計測技術の用途

- ステレオ計測技術の基本的精度は、前ページのようなもので、このままでは、機械の金型形状を入力する、などの用途には適さない。
- 測定物に計測マークを貼付ける、または能動ステレオ法を採用すると、0.1画素程度の測定が可能になる(前ページの条件で0.1mm~0.3mmの奥行き精度)。このような装置が産業用途で利用されている。
- ゲーム機のヒューマンインタフェースデバイスとして注目されているKinectは、能動ステレオ的な測定技術を採用しているが、奥行きの測定精度は3mm程度である。

メカニカル・リバースエンジニアリング

- 精密な3次元計測装置(3Dスキャナとも呼ばれる)で機械部品やデザインモックを計測し、CADデータ化する技術は、メカニカル・リバースエンジニアリングと呼ばれる。
- 3Dスキャナが出力する生データは3次元点群データと呼ばれ、これをCADデータ化する必要がある。
- CADデータ化するソフトには、Rapidform(<http://www.rapidform.com/>)などがあるが、利用には熟練が必要である。