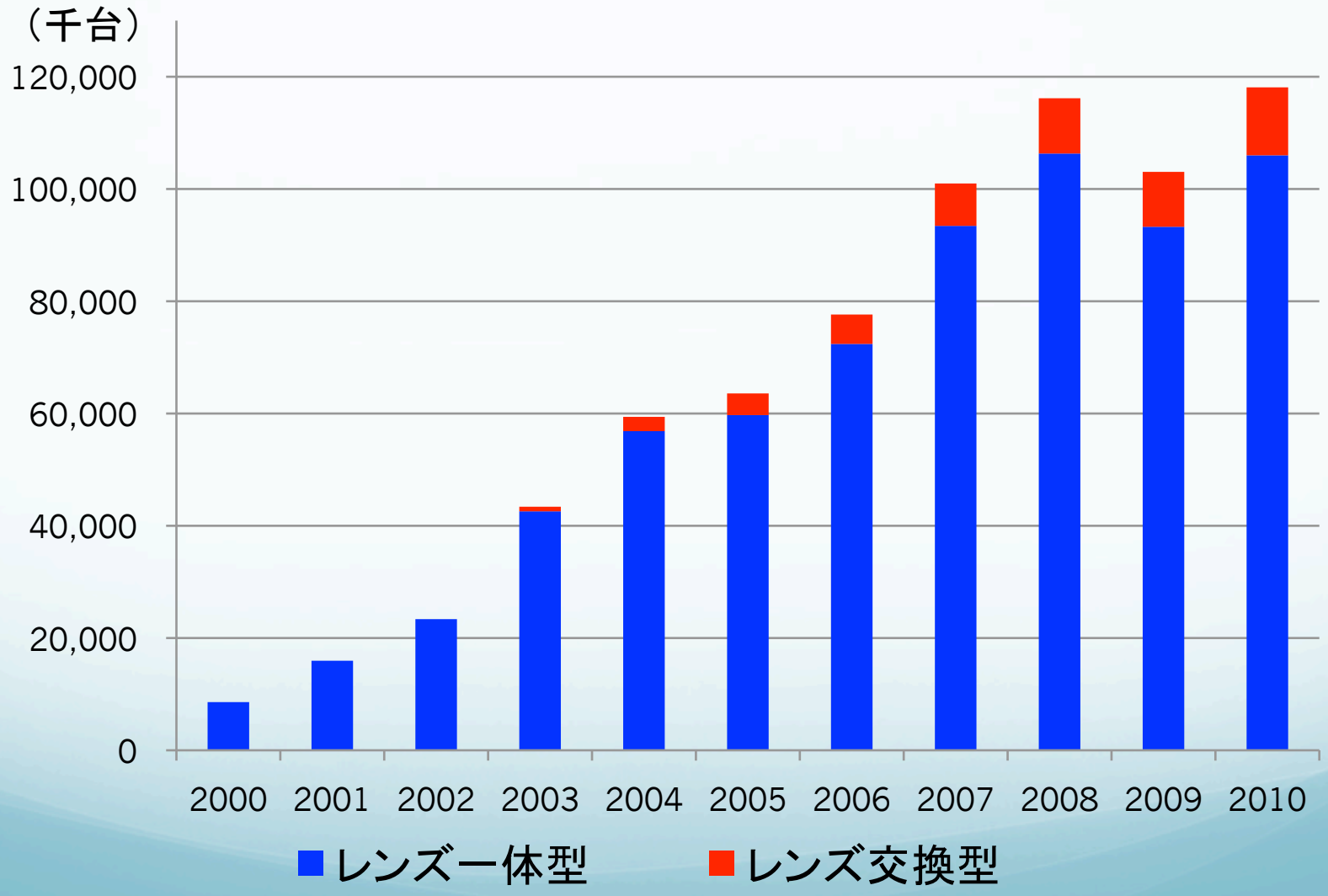
デジカメとイメージセンサ

2011年1月19日

京都産業大学 コンピュータ理工学部
蚊野　浩

デジカメの生産台数



CIPA（カメラ映像機器工業会）統計（2010年度は10月までの実績に基づく講演者の予測値）

デジカメの種類

レンズ交換式

レンズ一体型

一眼レフ

ミラーレス一眼

小
6.2mm
×
4.6mm

イメージセンサ

大
36mm
×
24mm

各製品の画像は、パナソニック、キャノン、ソニー、ニコンのWebサイトから転載

デジカメとイメージセンサの種類別製品数

カメラの種類	イメージセンサの種類	製品数	%
一眼レフ	CMOS	29	11.9
	CCD	4	1.6
ミラーレス一眼	CMOS	12	4.9
レンズ一体型	裏面照射型CMOS	17	7.0
	CMOS	19	7.8
	CCD	127	52.3
デジタルビデオ	裏面照射型CMOS	14	5.8
	CMOS	20	8.2
	CCD	1	0.4

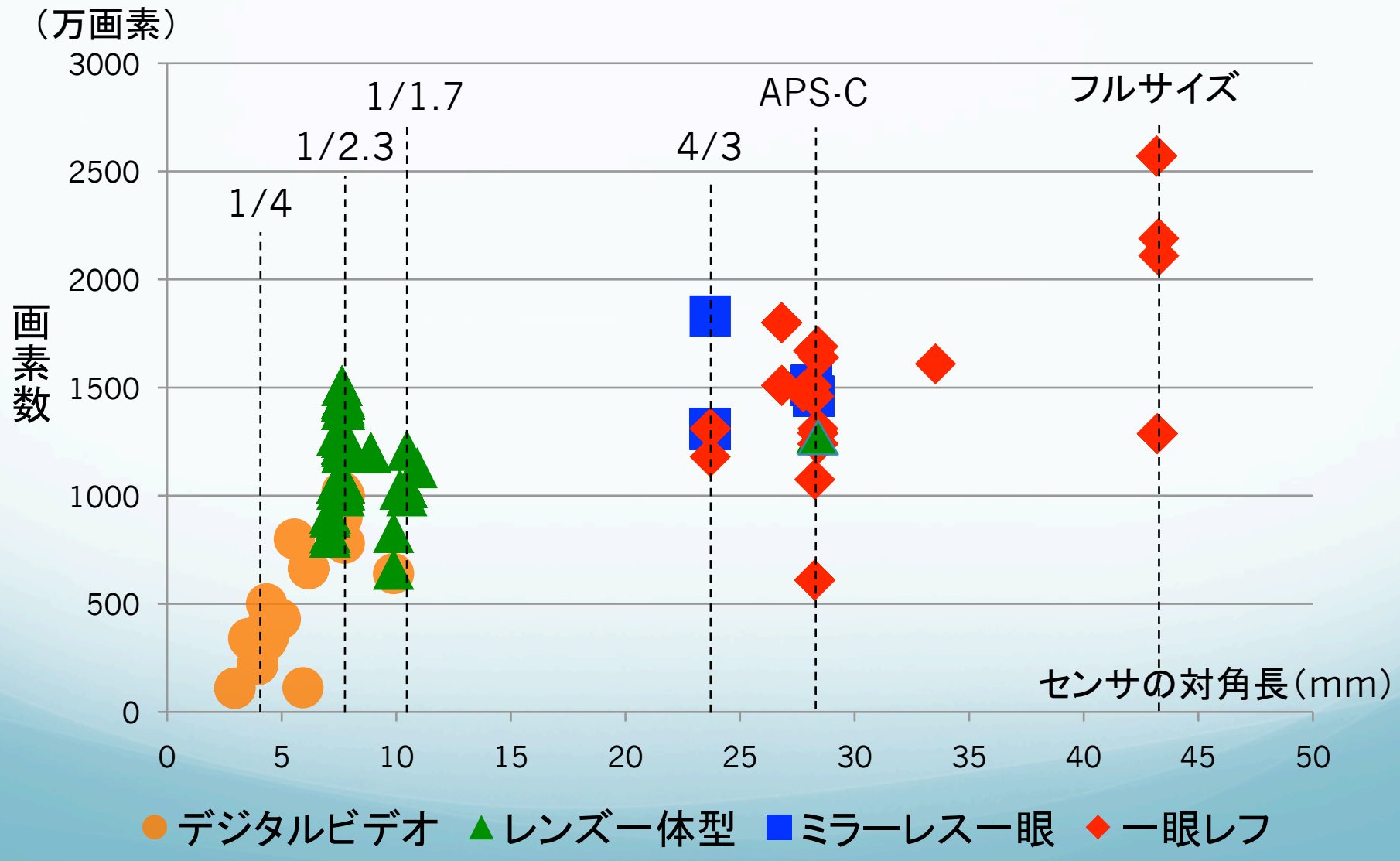
国内10社、韓国1社のWebサイトで主要商品として扱うデジカメ、デジタルビデオ243製品を種類別にカウントした。

CMOS vs CCD

111:132

- 数の上ではCCD製品が54．3%を占める。
- CCD製品はコンパクトデジカメの廉価品が多くを占める。
- 将来的には、CMOSセンサのローコスト化に伴って、特徴あるCCD製品以外は、なくなるのか？

イメージセンサのサイズと画素数



最先端のデジカメ技術

時代の最先端を行くデジカメ技術

- 映像情報メディア学会誌2011年3月号の企画
  - 「小型・高画質・高機能を実現するミラーレスレンズ交換式カメラ」 by パナソニック
  - 「ネットワーク親和性の高い新世代カメラ」 by 三洋電機
  - 「プロジェクタ内蔵デジカメの光学技術」 by ニコン
  - 「ユニット交換式カメラ」 by リコー
  - 「デジカメにも3Dがやってきた：3Dデジカメ」 by 富士フィルム
  - 「新・スーパーCCD　―位相差画素による「瞬速フォーカス」―」 by 富士フィルム
  - 「ディジタル画像の能力を引き出すRaw現像技術」 by 市川ソフトラボラトリー

PC&ネットワーク親和性の高いデジカメ

フリップビデオ
1/4.5インチCMOS
160万画素

ソニー ブロギー
1/2.5インチCMOS
1300万画素

サムソン
ポケットカムコーダー
1/3.2インチCMOS
800万画素

ビクター メモリカメラ
1/3.2インチCMOS
513万画素

画像はフリップビデオ、ソニー、サムソン、ビクターのWebサイトから転載しました。

プロジェクター一体型カメラ

ニコン S1000pj
1/2.3インチCCD
1239万画素
10ルーメン

ソニー HDR-PJ40V
1/4インチBSI CMOS
420万画素
10ルーメン

画像はニコン、ソニーのWebサイトから転載しました。

ユニット交換式カメラ

CMOS, 23.6x15.7mm
1230万画素
レンズ:50mm単焦点

CMOS, 23.6x15.7mm
1230万画素
レンズ:28mm単焦点

CCD, 1/1.7インチ
1000万画素
レンズ:24～72mm

BSI CMOS, 1/2.3インチ
1000万画素
レンズ:28～300mm

画像はリコーのWebサイトから転載しました。

3Dカメラ

富士フィルム Real 3D
1/2.3インチCMOS×2
1000万画素×2

パナソニック
TM750+3Dコンバージョンレンズ
1/4.1インチCMOS×3
305万画素×3

ソニー HDR-TD10
1/4.0インチBSI CMOS×2
420万画素×2

ビクター GS-TD1
1/4.1インチBSI CMOS×2
332万画素×2

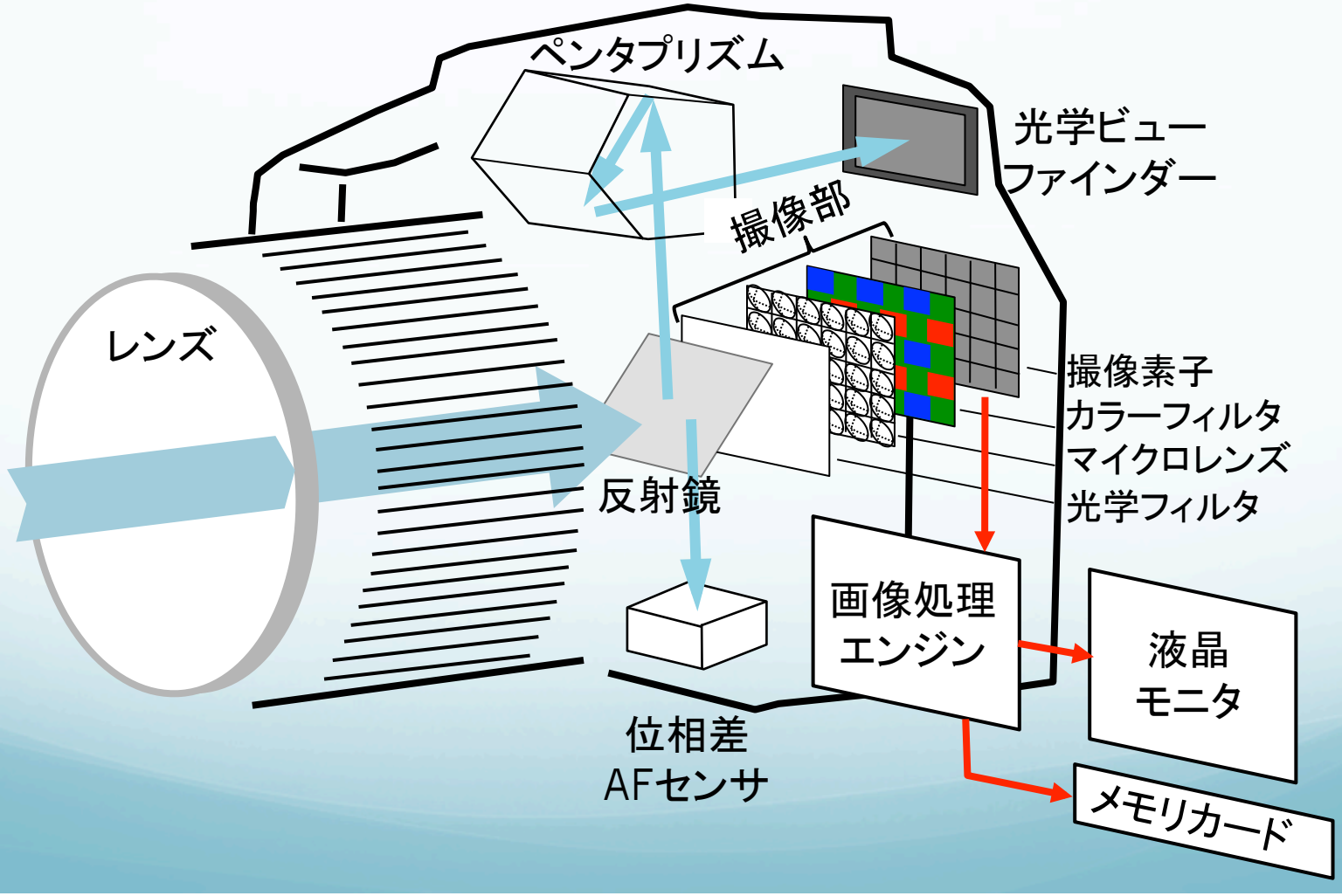
画像は富士フィルム、パナソニック、ソニー、ビクターのWebサイトから転載しました。

デジカメ技術の傾向

- ミラーレス：一眼レフ画質を、コンパクトなカメラで実現
- コンパクト機の高機能化：コンパクト機で一眼レフ相当の機能を実現
- 完全電子式デジカメ：フォーカスやシャッターのためのメカ部品、光学部品を電子的な手段で代替
- デジカメ画像処理による差別化：超解像、HDR、ハイブリッド手ぶれ補正など
- コミュニケーションツール化：YouTubeやUstreamなどに（極めて簡単に）接続できるカメラ
- 従来の写真機能以外に活路を求める：プロジェクター内蔵や3D撮影機能

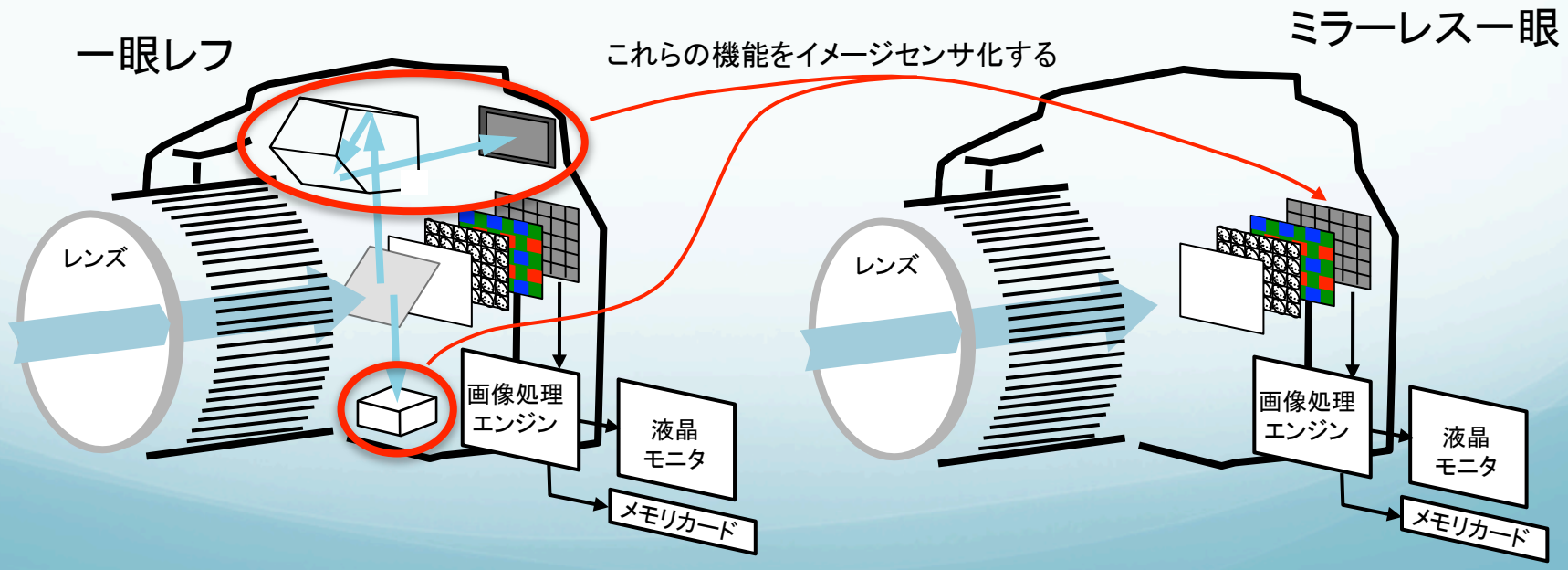
一眼レフのしくみ

特徴：被写体を直視できる光学ビューファインダー、高速な位相差AF



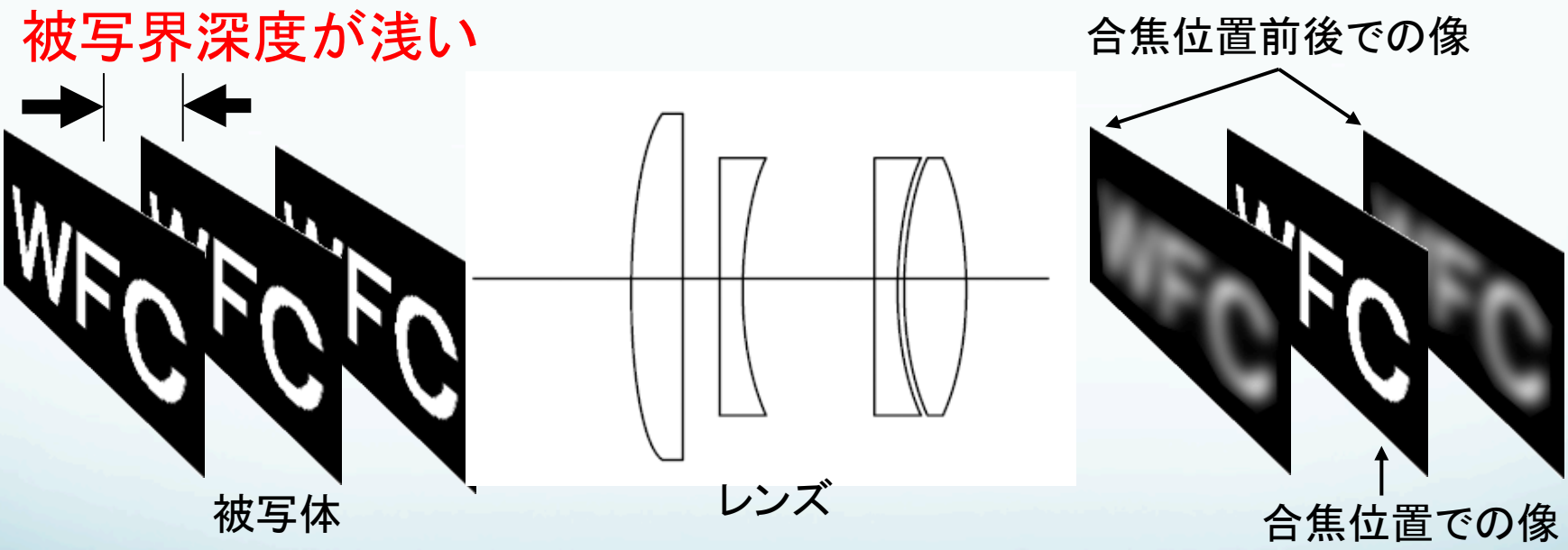
一眼レフとミラーレス一眼の比較

- 一眼レフから、光学ビューファインダーと位相差AFのための光学系を除いて小型化。位相差を代替する高速AF。
- 撮像素子は、両方式とも、20mm×15mm程度が主流で基本的な画質はほぼ同等と思われる。



「被写界深度」と「ピンぼけ」

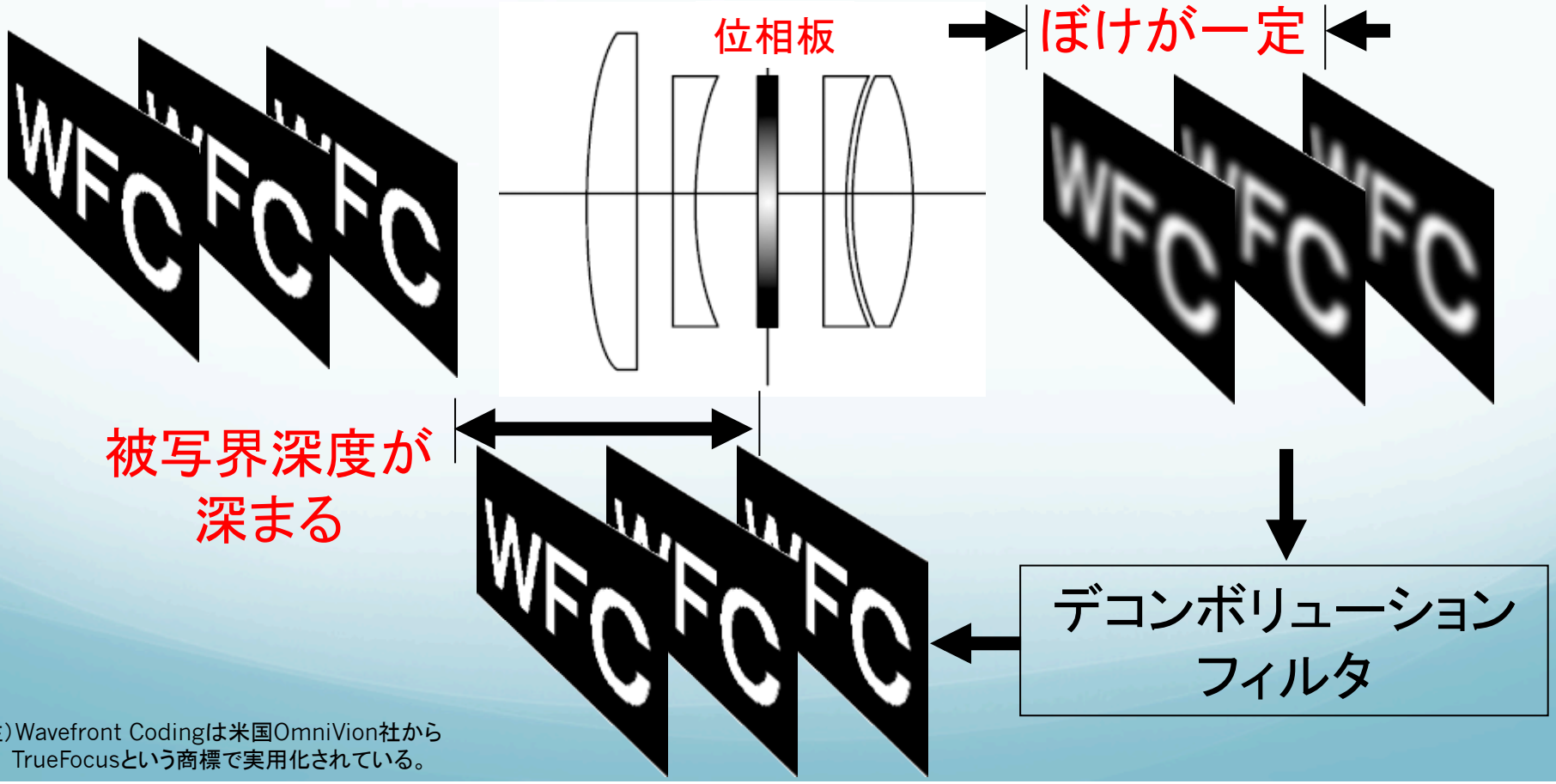
- 通常のカメラでは合焦位置で鮮鋭な像を得るが、その前後で像がぼける



被写界深度： ピントがあっている範囲。レンズ口径を絞るほど、またレンズが広角になるほど被写界深度が深くなる。被写界深度が深いとピンぼけが少ない。

被写界深度を拡大する Wavefront Coding

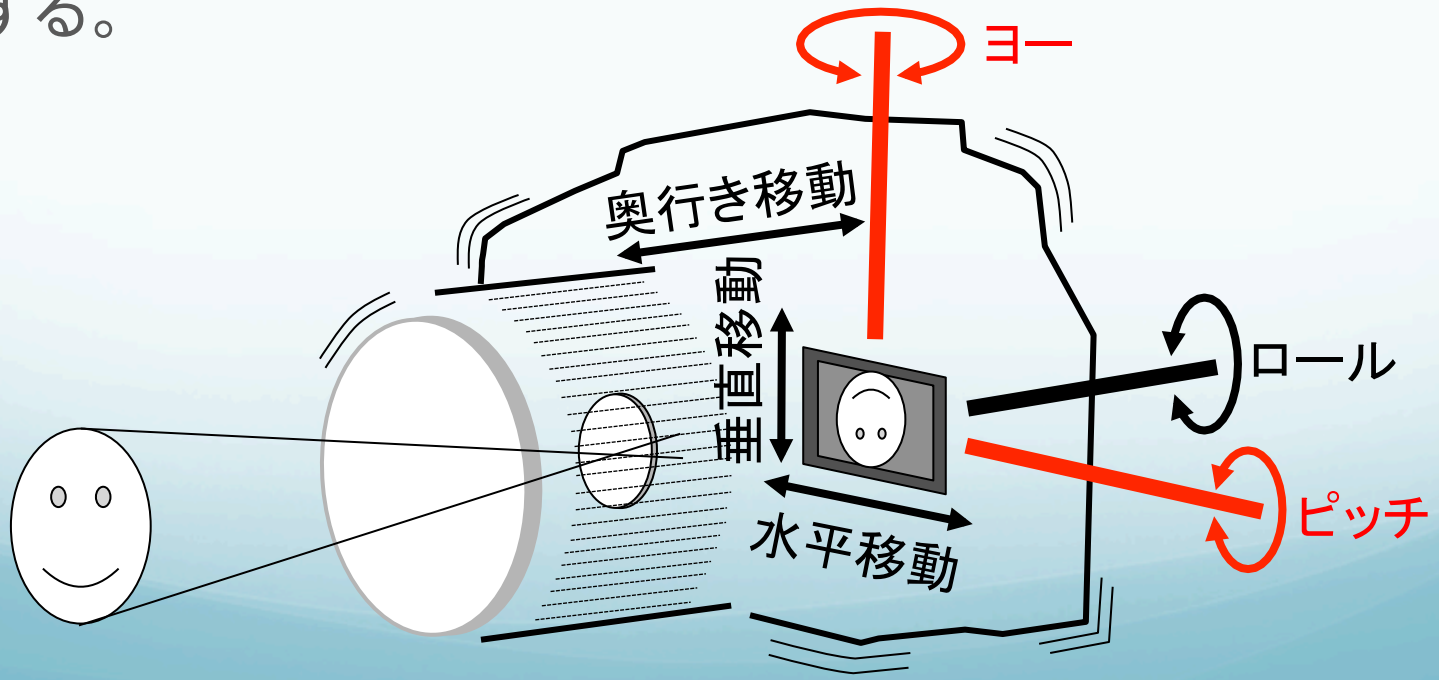
- 光波面を適切にシフトする位相板を挿入することで、合焦前後の広い範囲でぼけ一定の像を得、後処理で復元する



注）Wavefront Codingは米国OmniVion社からTrueFocusという商標で実用化されている。

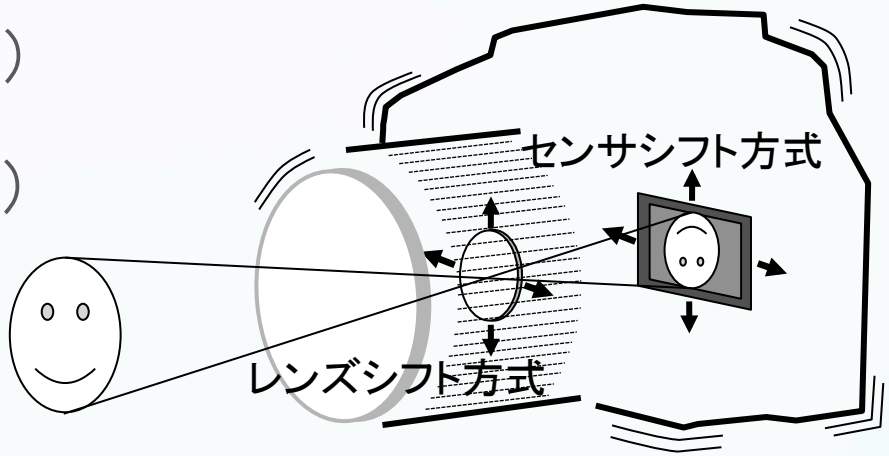
手ぶれの原因と対策

- 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。



光学式手ぶれ補正

- レンズシフト式（レンズ内蔵式）
- センサシフト式（ボディ内蔵式）
- 手ぶれ補正性能は
  シャッター速度3段程度



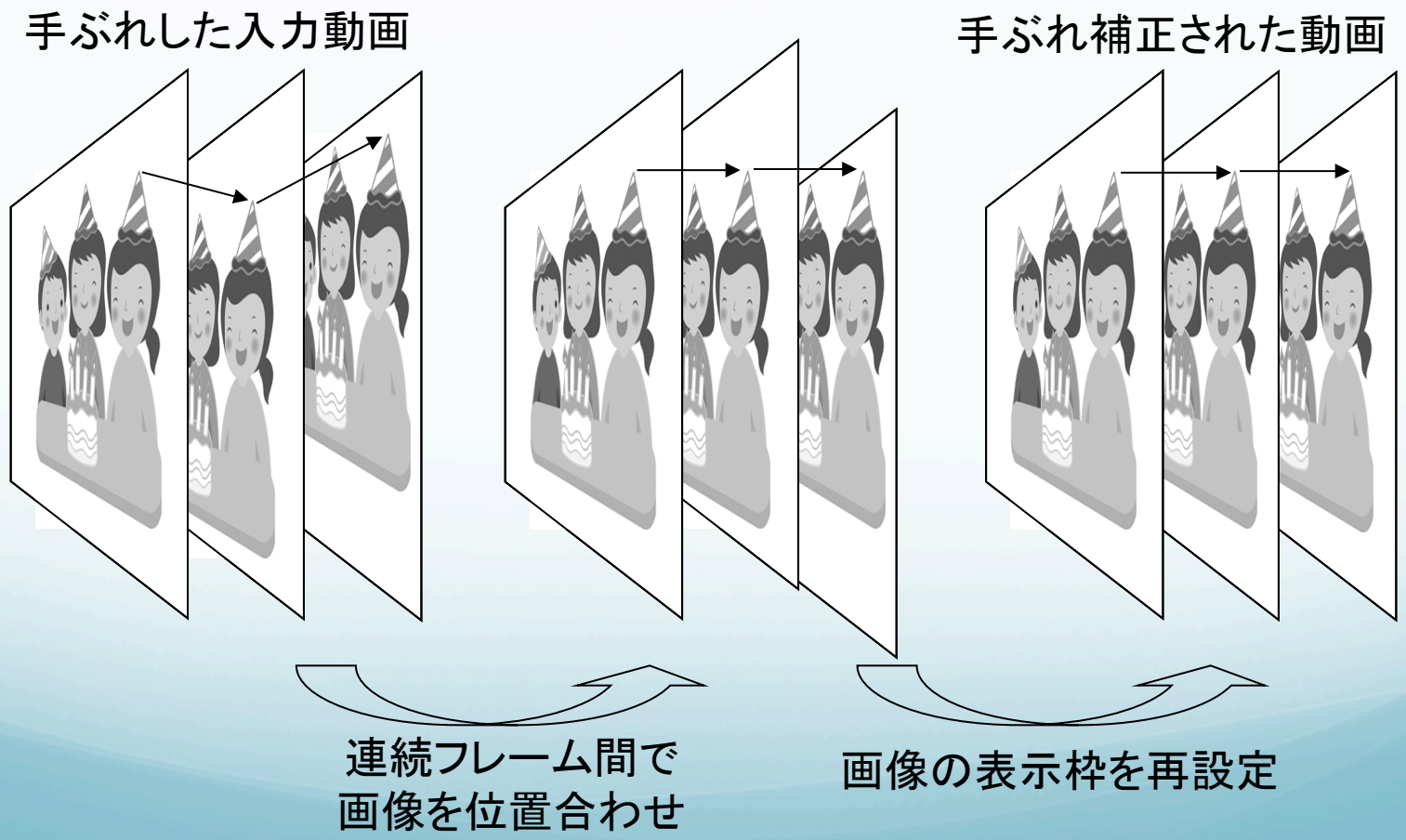
- シャッター速度が「1／レンズ焦点距離」よりも遅いと手ぶれが発生しやすい。50mmレンズを用いる場合、1/50secが手ぶれの目安。これが1/6.25secに緩和される、あるいは、400mmの望遠レンズを50mmレンズのように扱える。

電子式手ぶれ補正

- 動画手ぶれ補正
  - 1990年前後に、ビデオカメラの手ぶれ補正で実用化された。
- 静止画手ぶれ補正
  - 加算合成式
  - 画像復元式
  - 長短露光2画像合成式
  - 携帯電話のカメラ機能や、一部のコンパクトデジカメで実用化されている。
  - 一部には、光学式＋電子式の「ハイブリッド手ぶれ補正」をうたっている製品もある。

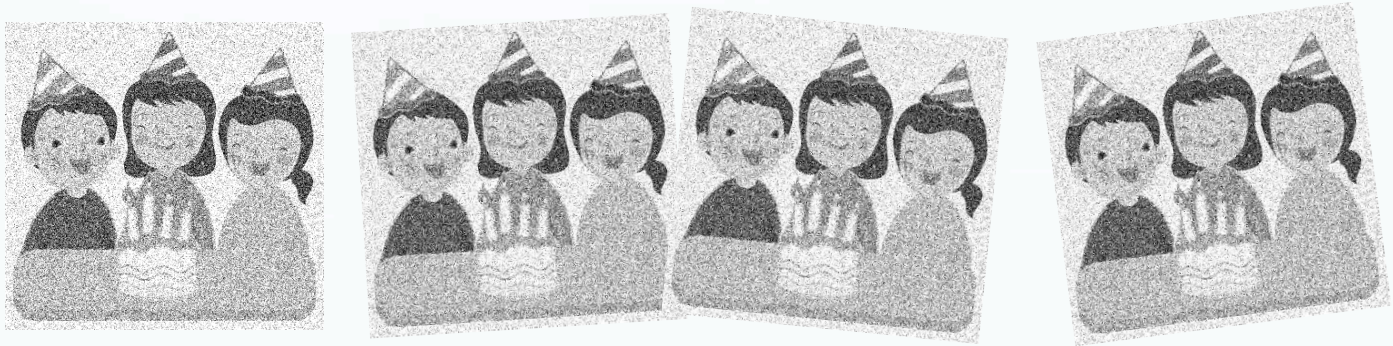
電子式動画手ぶれ補正

- 1990年前後に、ビデオカメラ用に実用化された技術



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）

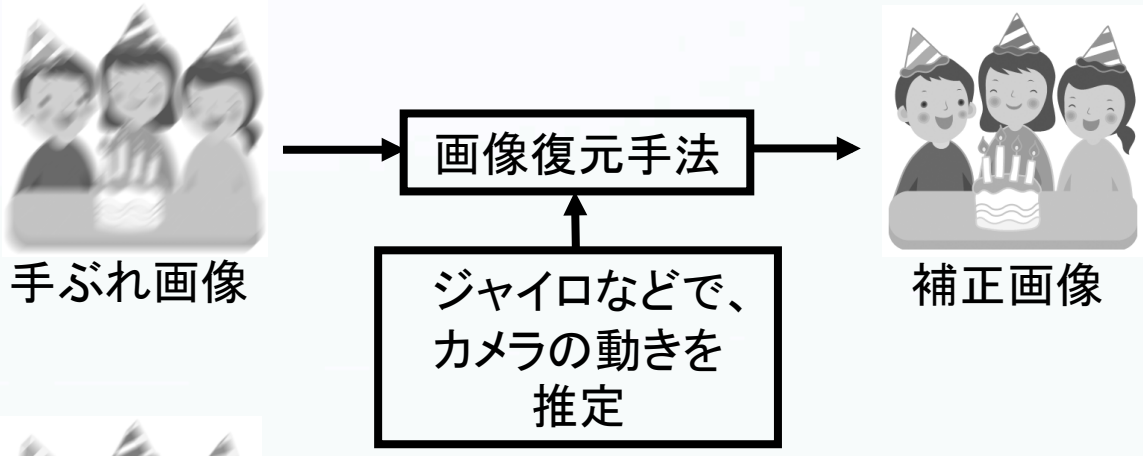


短露光で4枚程度の画像を連射撮影し，ノイズは多いが手ぶれが少ない画像を得る

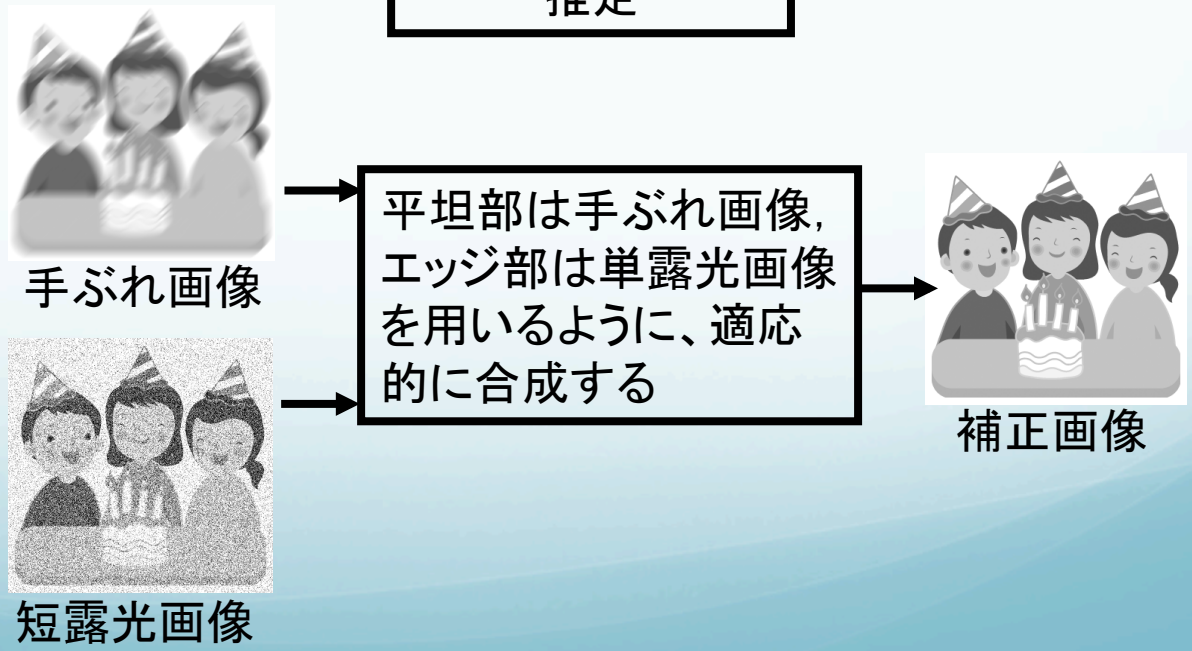
複数画像を位置合わせ・加算合成することで，
手ぶれとノイズが少ない画像を得る

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



カメラ技術の未来

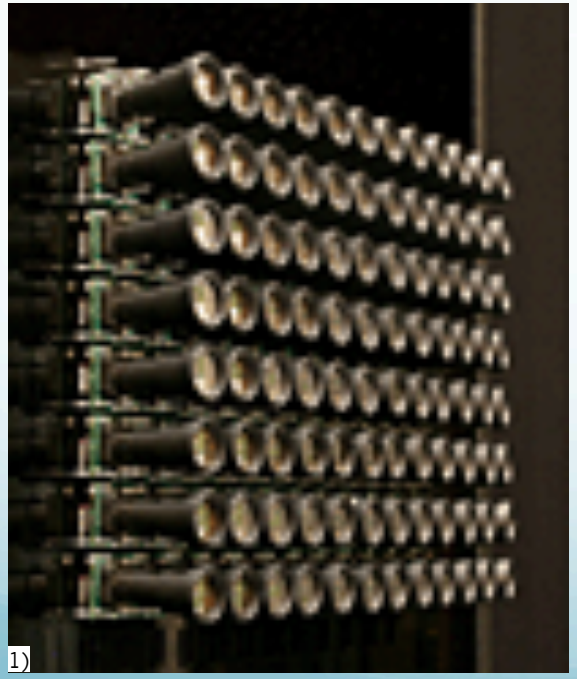
- 普通の進化（変化？）
  - メカ部品、光学部品を少なくして、完全電子式カメラを目指す。一眼カメラのメカシャッターやAF機構を電子式で代替する。
  - だれでも、失敗無く、きれいな写真がとれる。素人でもプロ並みの写真がとれる。画像処理、ユーザインタフェース、カメラ制御の高度化。
  - ネットワーク親和性を高めて、より、コミュニケーションツール化していく。
- コンピュテーショナルフォトグラフィ
  - ライトフィールドカメラ（光線空間カメラ）
  - 符号化露光による「ぶれ」「ぼけ」の解消

コンピュテーショナルフォトグラフィ

- これまでのデジカメは、レンズが生成する光像を忠実に取り出す装置と言える。
- これに対して、高度で複雑な後処理を前提として、(目的に合わせて)レンズ／撮像系／画像処理を再設計するデジタル写真技術をコンピュテーショナルフォトグラフィと呼ぶ。
- その代表的な手法がライトフィールドカメラと符号化露光撮影である。

ライトフィールドカメラの原理

- ライトフィールドカメラの一例は、カメラをアレイ状に併置することで、異なる視点の光線を密に取得するもの。
- 被写界深度制御、任意視点画像生成、3次元復元が可能。


1)

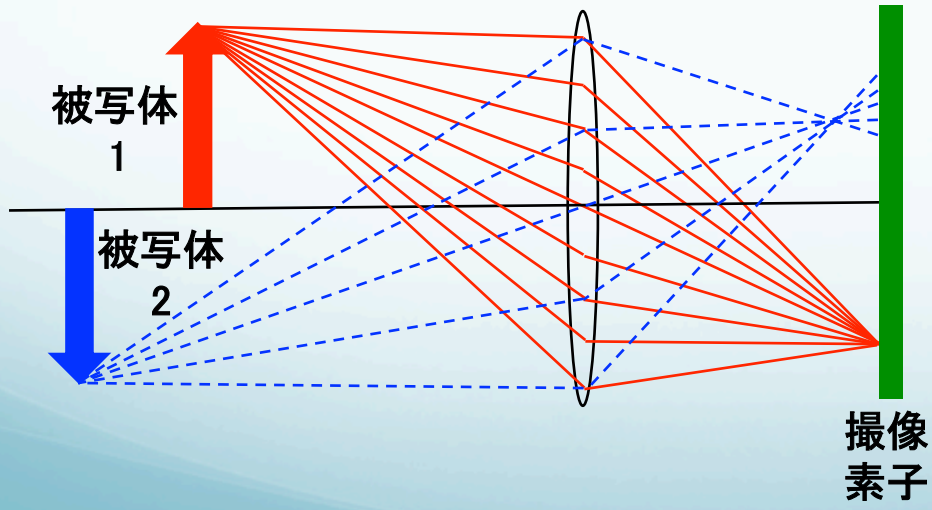
2)

1) http://graphics.stanford.edu/papers/CameraArray/

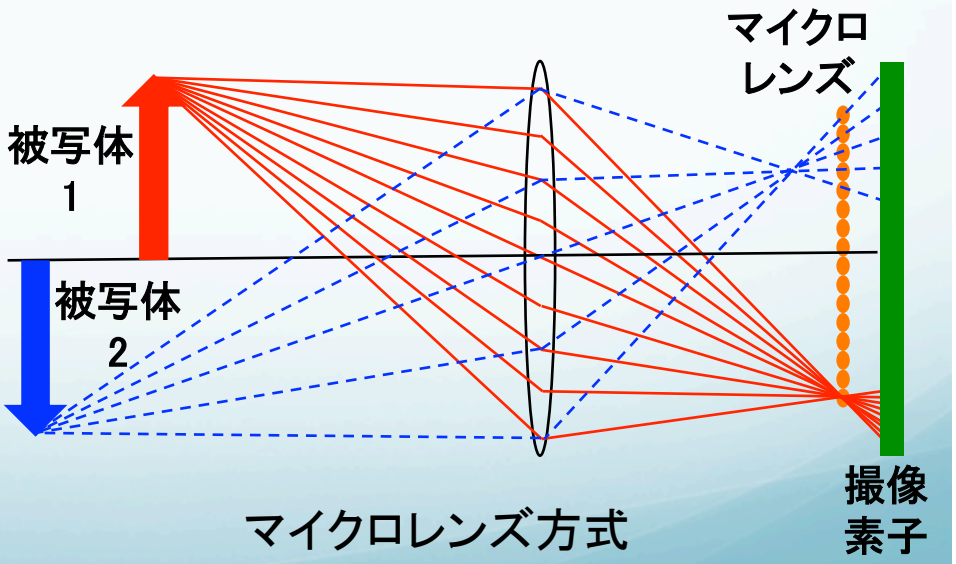
2) http://www.viewplus.co.jp/product/07/01.html

マイクロレンズ方式
ライトフィールドカメラ

- カメラアレイの機能を一台のカメラ筐体に格納したもの。
- 通常のカメラの撮像面にマイクロレンズを挿入し、撮像素子をその後部に配置することで、一枚の撮像素子による光線空間のサンプリングが可能になる。



通常カメラの撮影系

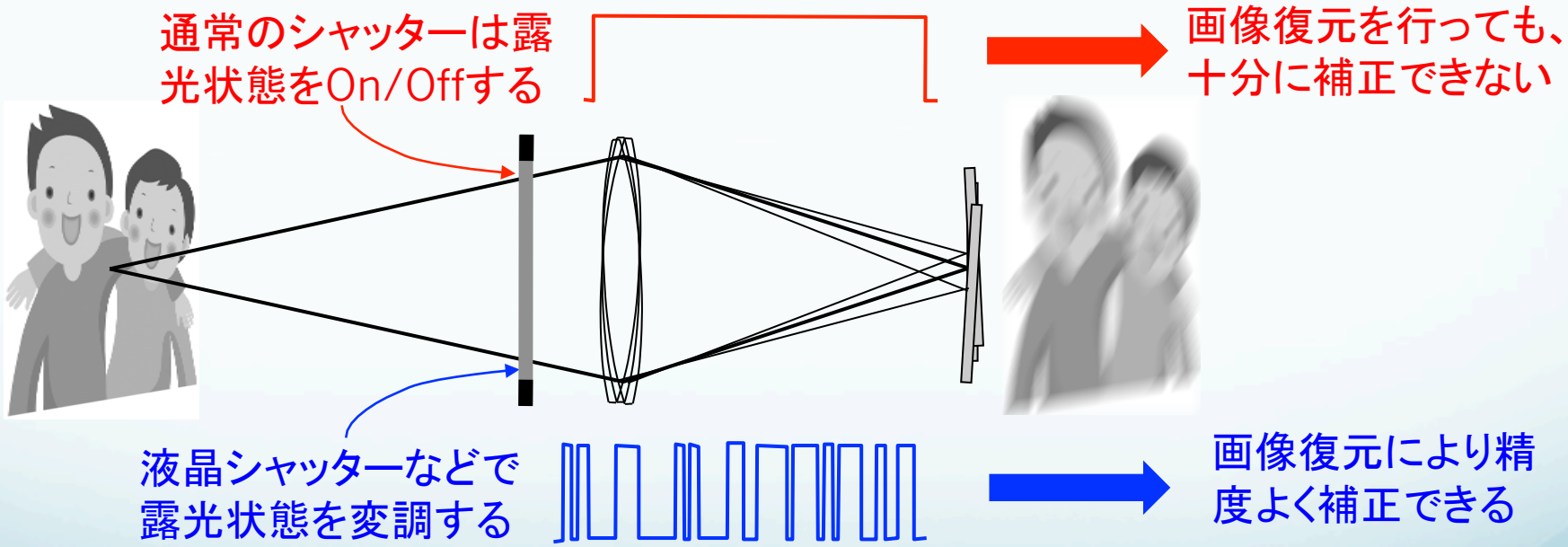


マイクロレンズ方式
ライトフィールドカメラの撮影系

世界初のライトフィールドカメラ（プレノプティックカメラ）がドイツraytrix社から販売されています。

符号化露光撮影による手ぶれ除去

- 手ぶれ撮影は、ぶれた画像が単純に積算されるため、高周波成分が著しく失われる。



- 符号化露光は、撮影中に、露光状態を変調することで、高周波成分を保存する。

イメージセンサによる符号化露光の実現

- 符号化露光と同じことは、イメージセンサ内の増幅器のゲインを変調することでも可能と思われる。
- なお、符号化露光に関しては、特許第4452825号「静止画像形成方法およびその記録装置」（平成16年8月5日出願、電気通信大学、西一樹先生他）が成立済み。

ご清聴ありがとうございます