

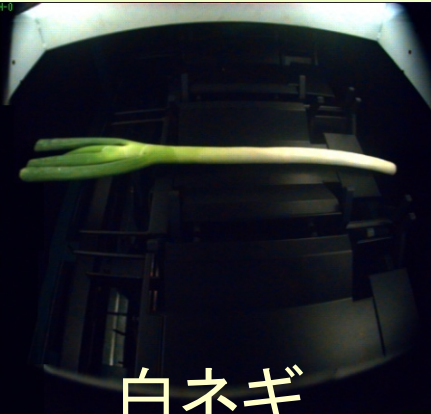
# マシンビジョンシステムとは？

授業の目的: マシンビジョンシステムの構成を学び, 対象物に適するシステム構築の方法を習得する。





アスパラ



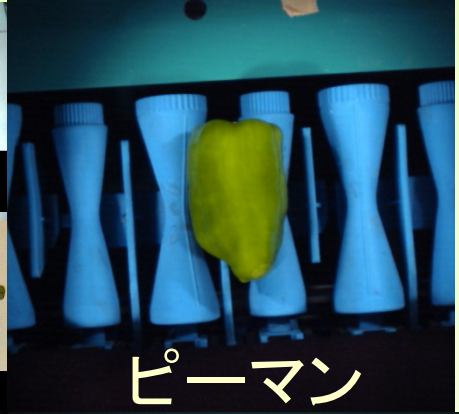
白ネギ



ナス



ニガウリ



ピーマン



タマネギ



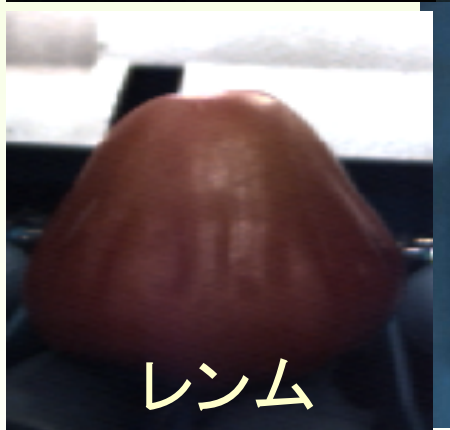
トマト



ジャガイモ



カキ



レンム



スダチ



ユズ



ミカン

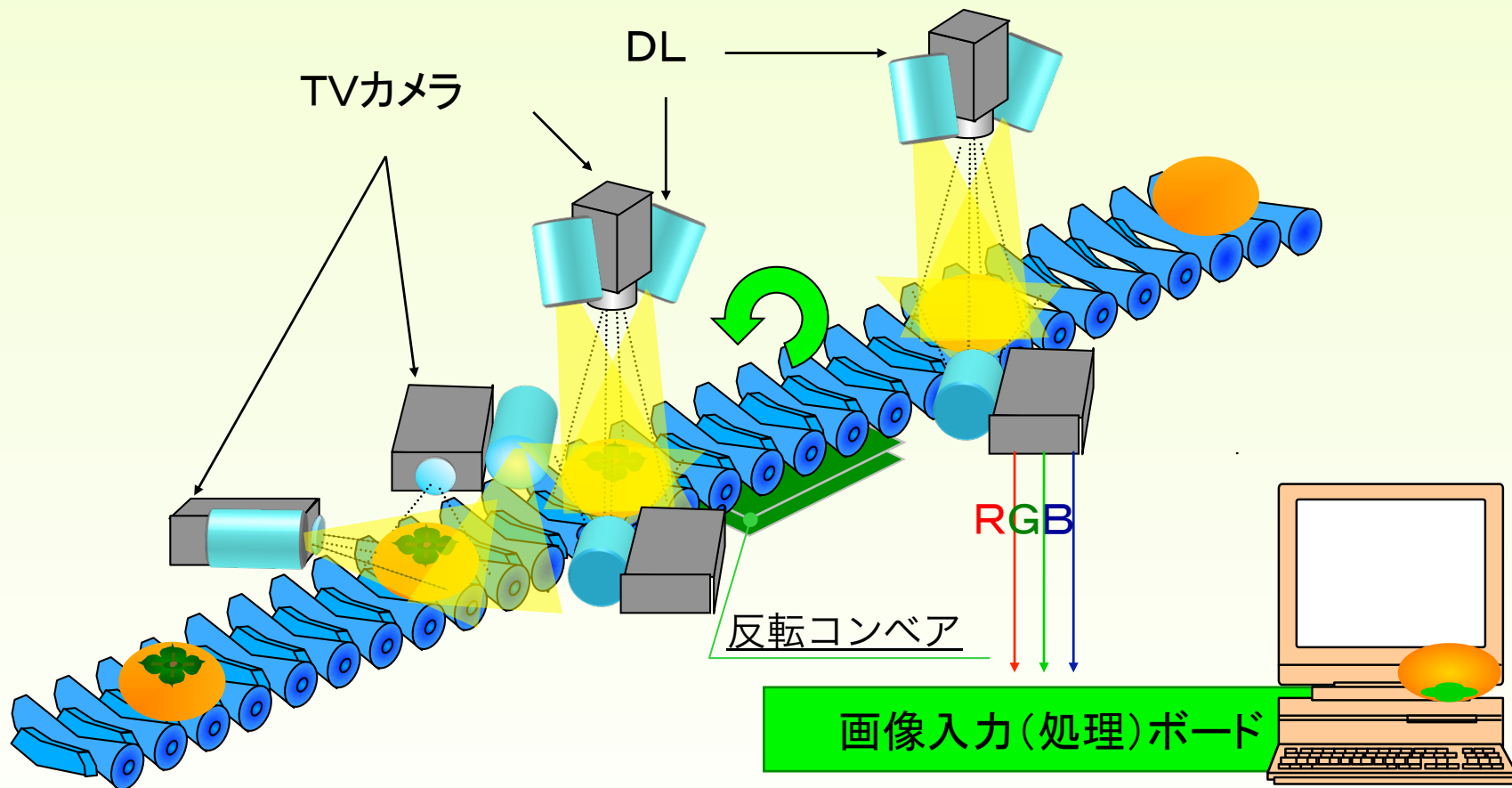


KYOTO

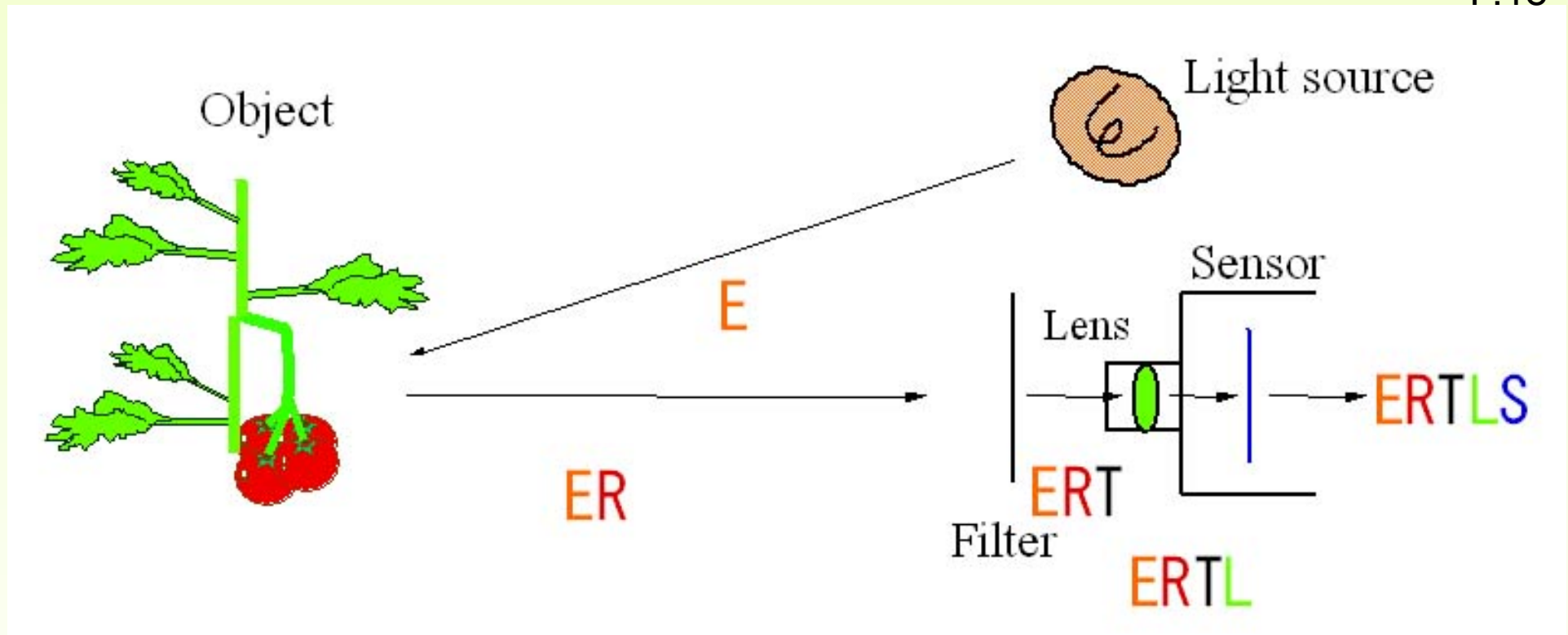
京都大学  
UNIVERSITY

# マシンビジョンシステムとは (What is machine vision system?)

ここでいうマシンビジョンシステムとは、照明から発せられた光のエネルギーが、TVカメラによって光から電気的信号に変えられ、最終的にコンピュータのディスプレイ上で再び光の信号となり、我々の目に入るまでのハードウェアのことを指す。

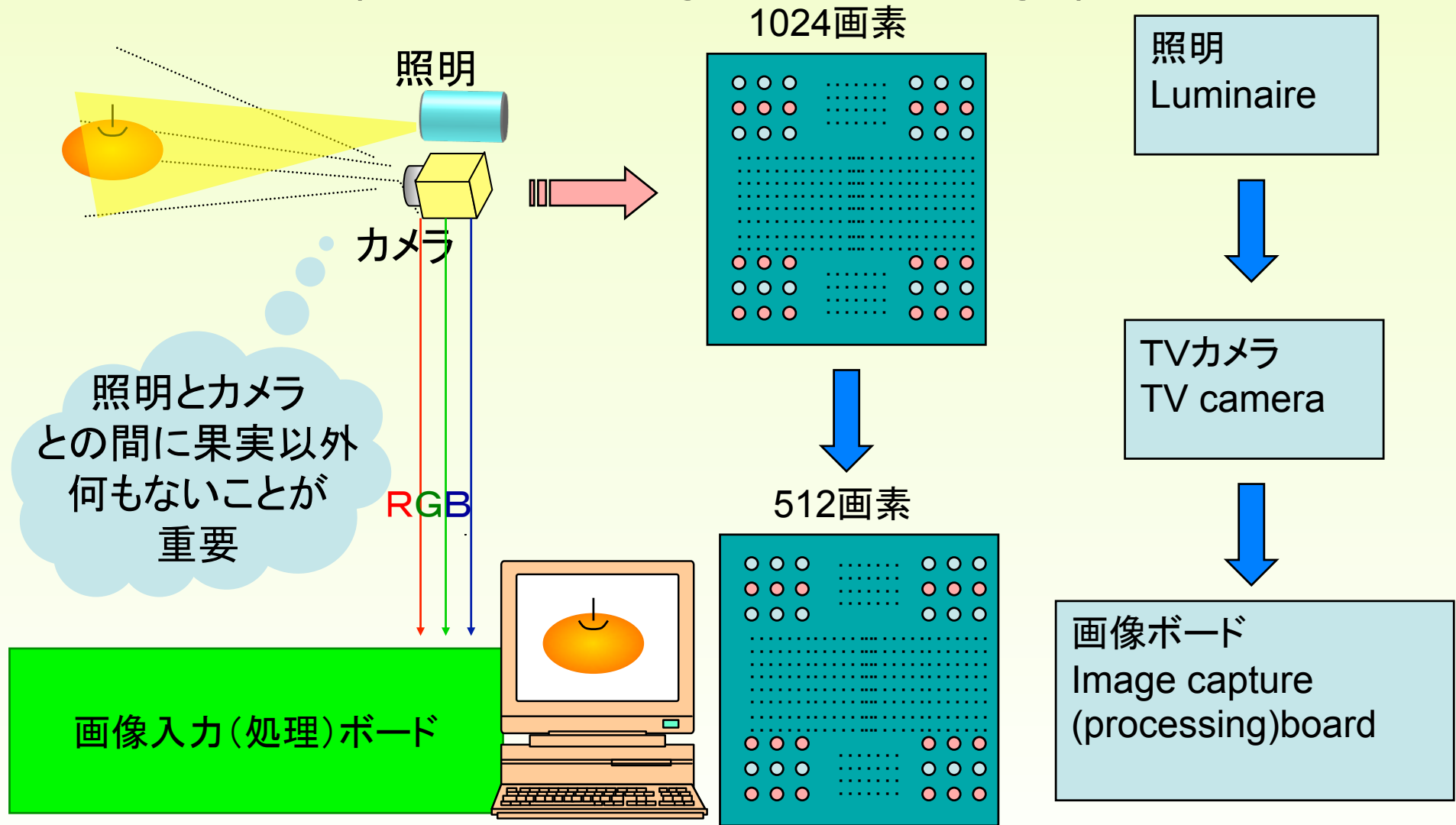


# Energy flow from light source to TV camera



# 画像入力

(What is image processing?)



# システムの構成要素 (Components of image processing system)

照明  
Luminaire

TVカメラ  
TV camera

処理システム  
Image  
processing  
system

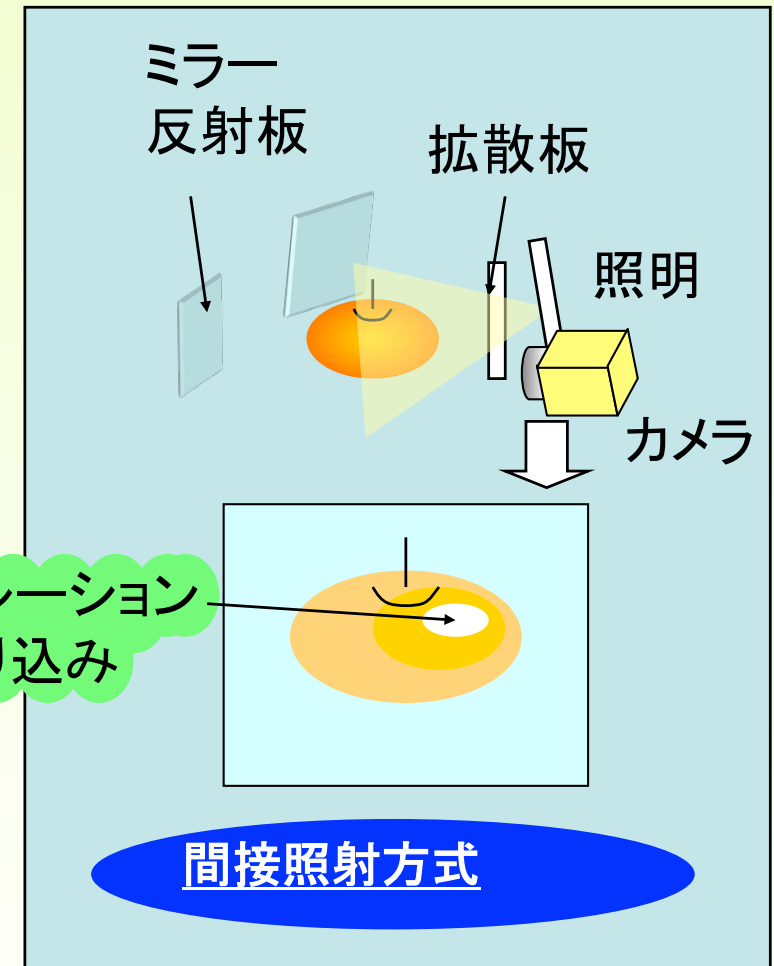
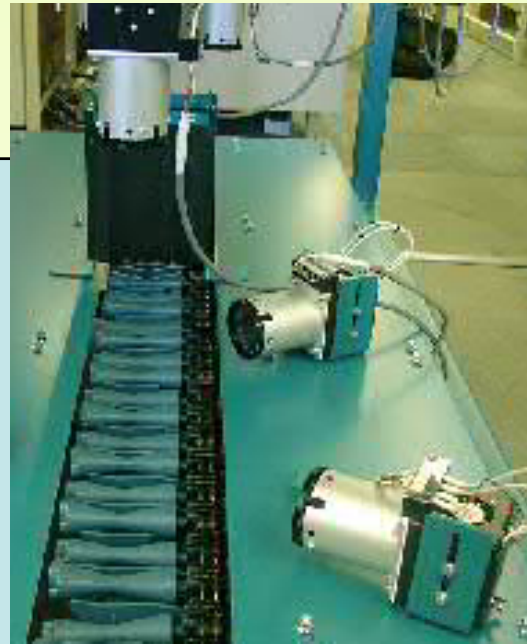
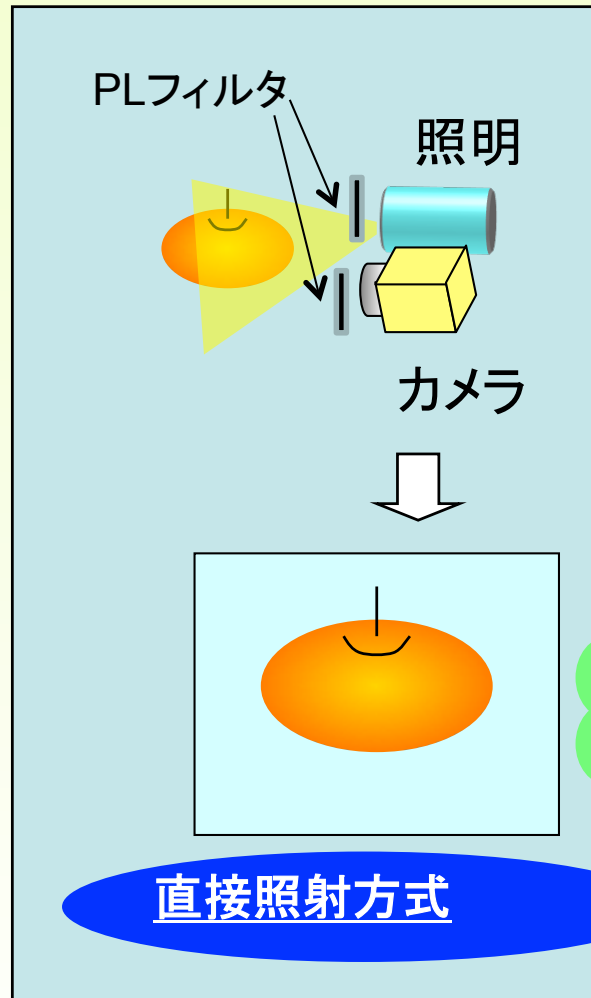
- ・直接照射方式(DL)
- ・間接照射方式  
(ドーム、拡散板等)
- ・色温度
- ・照度
- ・ランプ  
(ハロゲン、蛍光灯、  
LED、メタハラ・・・)

- ・直接撮像方式
- ・間接撮像方式  
(ミラー等)
- ・イメージセンサの種類  
(CCD、MOS、単板、3板、エリア、  
ライン、インターレス、プログレッシブ)
- ・倍速カメラ
- ・カラー、白黒
- ・分光感度
- ・ホワイトバランス
- ・色調整
- ・アナログ/デジタルカメラ

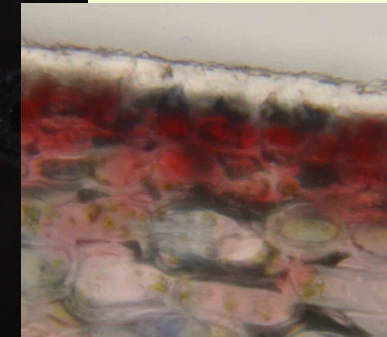
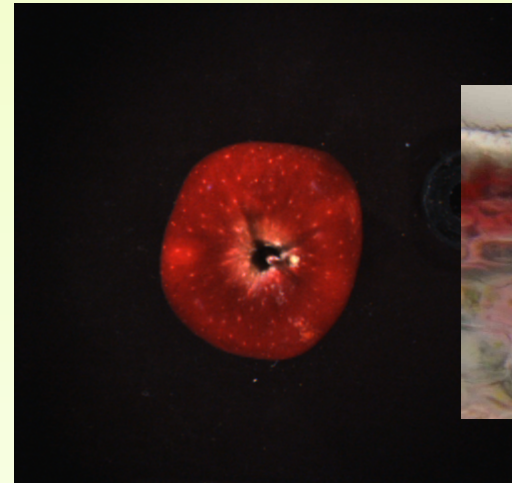
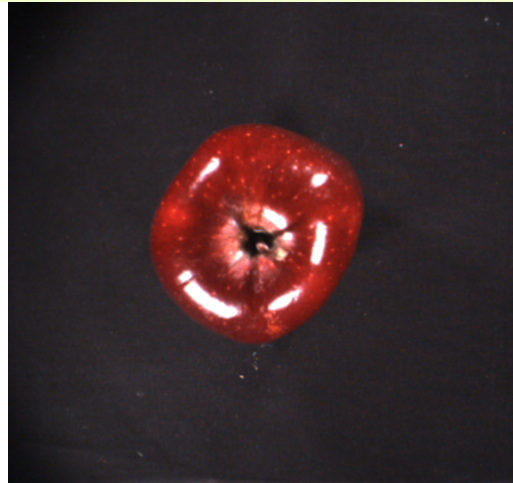
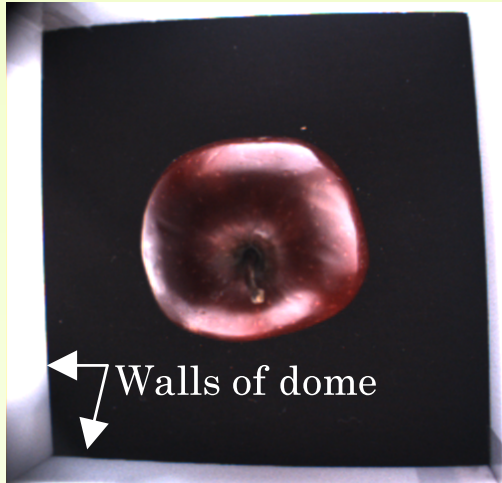
- ・解像度  
(30万画素→80万画素)
- ・処理ボード
- ・入力ボード  
(キャプチャー)
- ・処理ユニット
- ・AD変換
- ・DMA



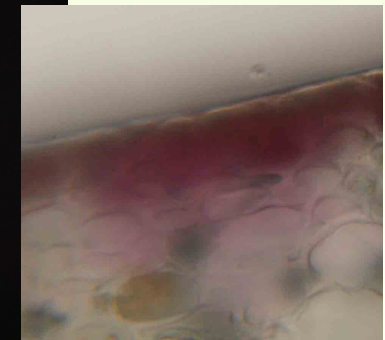
# 直接照射方式と関節照射方式



# Category 1 (Smooth and thick cuticle)



Apple



Eggplant

Dome

Diffuser

PL filter





# ランプ(Lamp)

ハロゲンランプ: 輝度が高い、色温度が低い、高光束維持率(95%)

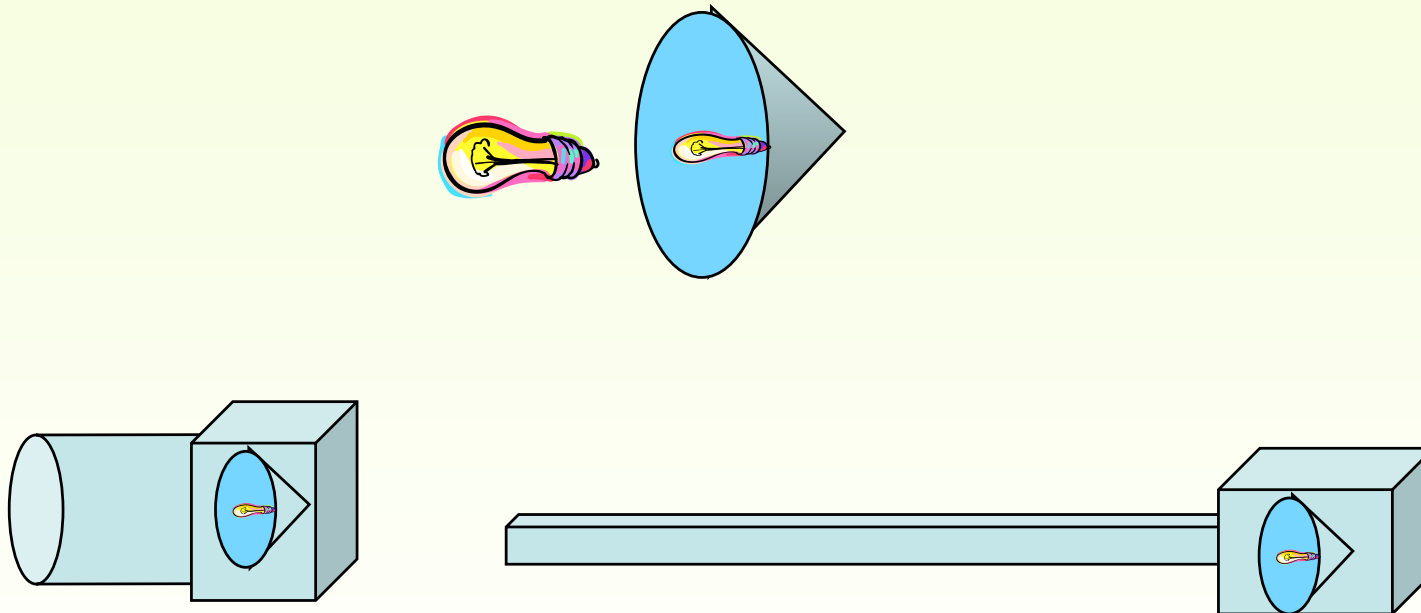
蛍光灯: 輝度が低い、高周波が必要、光束維持率(80%)

LED: 長寿命、色温度が高い、輝度が低い、高光束維持率

メタルハライドランプ: 輝度が最も高い、高価、低光束維持率(50-70%)

ドーム用: アキシアル型50Wハロゲンランプ、色温度2700K、寿命2000hr

DL用: ダイクロイックミラー付き50Wハロゲンランプ、色温度3200K、4000hr



## ハロゲンランプの寿命と特性

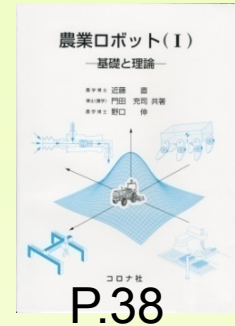
「ハロゲンランプの寿命が4000時間」という意味：  
4000時間経過時で残存率が50%

寿命とビーム光束の関係：4000時間でほぼ90%  
に低下 (c.f.メタハラ：50～70%、Naランプ：75～  
80%、蛍光灯：75%、水銀ランプ：75%、白熱電  
球：85%)

寿命と色温度との関係：97%に低下 (少し赤みを帯  
びやすくなるが、ほとんど影響なし)



# カメラヘッド分離型カメラと一体型白黒小型カメラ



29×29×31mm、50g  
ランダムトリガ  
インターレス  
VGA



- フレームシャッター方式  
(全画素読み出し)プログレッシブ  
スキャンによる高精度な画像入力
- 70°Cの温度環境下でも作動
- RGB原色カラーフィルタ採用
- 小型、簡単、軽量、安価
- ランダムトリガ機能付き
- CCDタイプ
- シャッタースピード1/1000

(株)CIS) (東京電子工業(株))



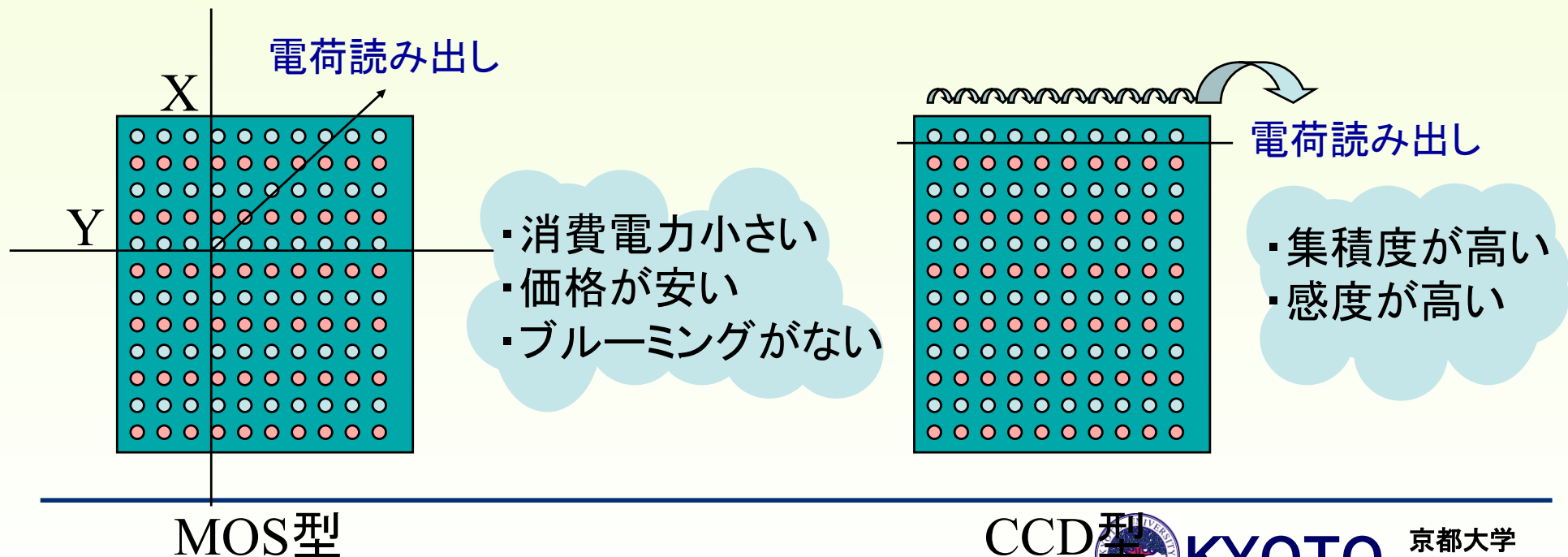
**KYOTO** 京都大学  
UNIVERSITY

# CCDとMOS(Type of Image sensor) イメージセンサ(固体撮像素子)の種類

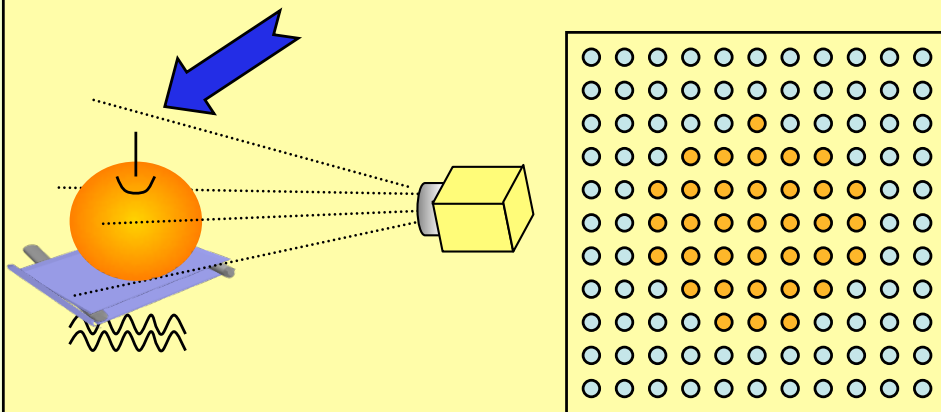
イメージセンサとは、フォトダイオード(画素)の固まりで、光量に応じた電荷を蓄積する。

CCD:Charge Coupled Device, since 1974

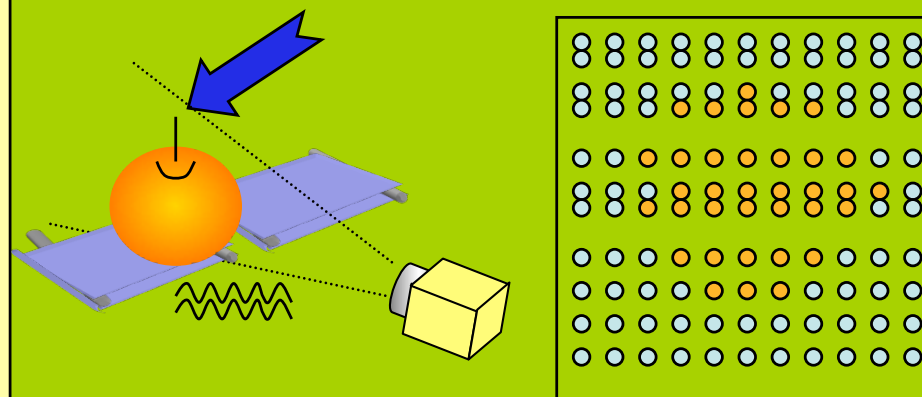
MOS:Metal Oxide Semiconductor, since 1973



# エリアセンサ



# ラインセンサ



画像を準備  
する時間

33ms  
倍速カメラだと  
16.6ms

対象物の大きさと  
対象物の速度に依存  
直径65mmの果実が  
60m/minで移動する場合65ms

形状の取得

容易

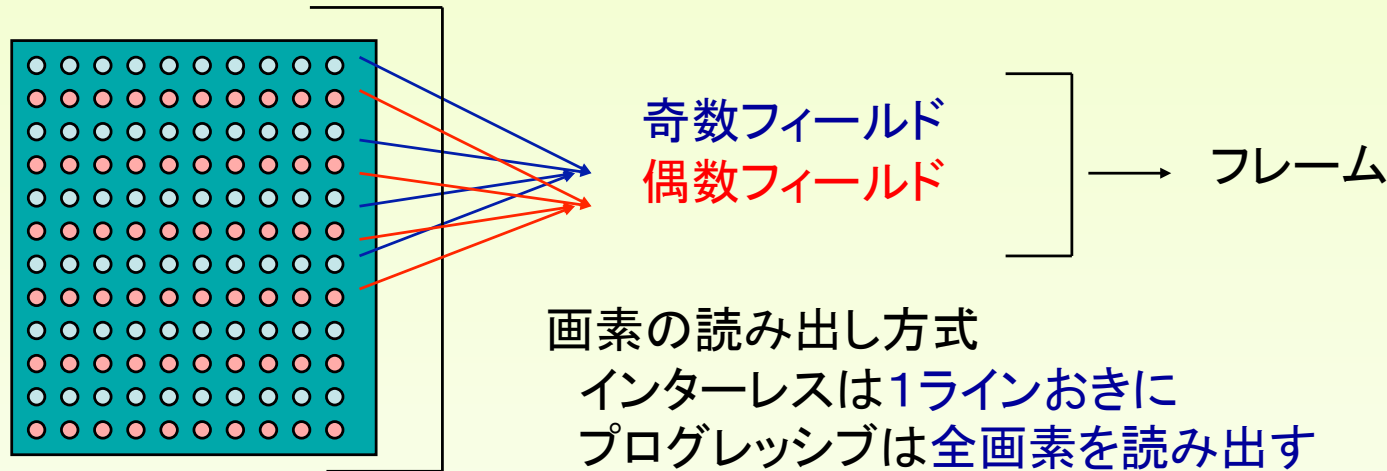
移動速度、振動等の関係で  
細かな形状が取得困難

解像度

画像ボードに依存  
(512×480)

画像ボードに依存  
(512×480)

# インターレス、プログレッシブ方式 (フィールドシャッター、フレームシャッター方式)



イメージセンサ  
個体撮像素子  
(撮像板)

読み出す時間は  
インターレス:  $1/60s + 1/60s = 1/30s$   
プログレッシブ:  $1/30s$

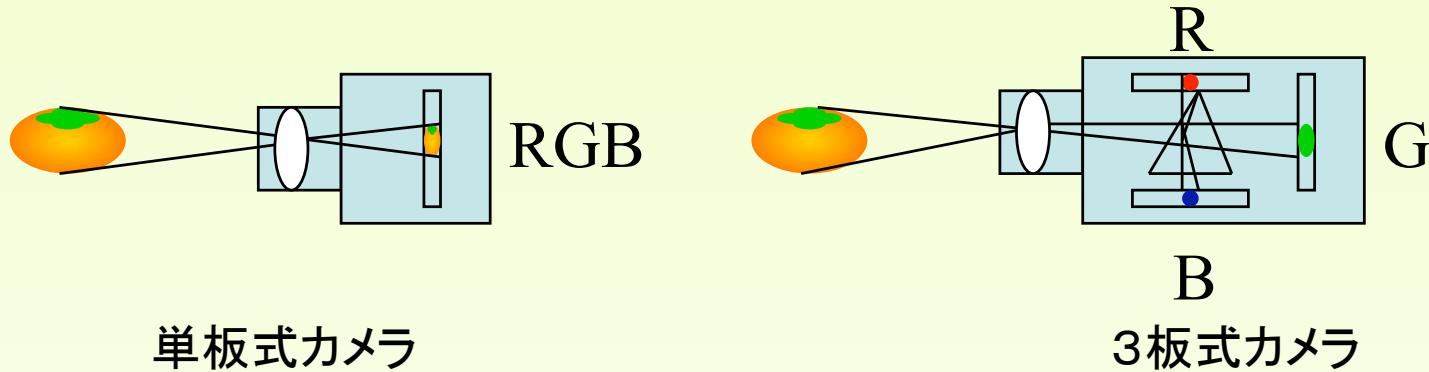
今後は、倍速カメラ(読み出し時間:  $1/60s$ )  
に移行する予定



# Resolution

- VGA (video graphics array: 300,000pix)
- XGA (extended graphic array: 800,000pix)
- SXGA (super extended .....: 1,300,000pix)
- UXGA (ultra extended.....:2,000,000pix)

# 単板式カメラの色フィルタ配列と3板式カメラ

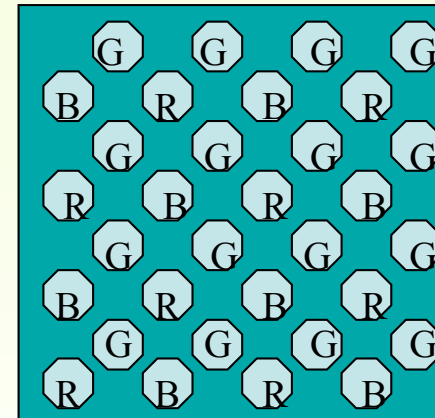


単板式カメラ

3板式カメラ

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| R | G | B | G |
| G | R | G | B |
| R | G | B | G |
| G | B | G | R |

正方格子



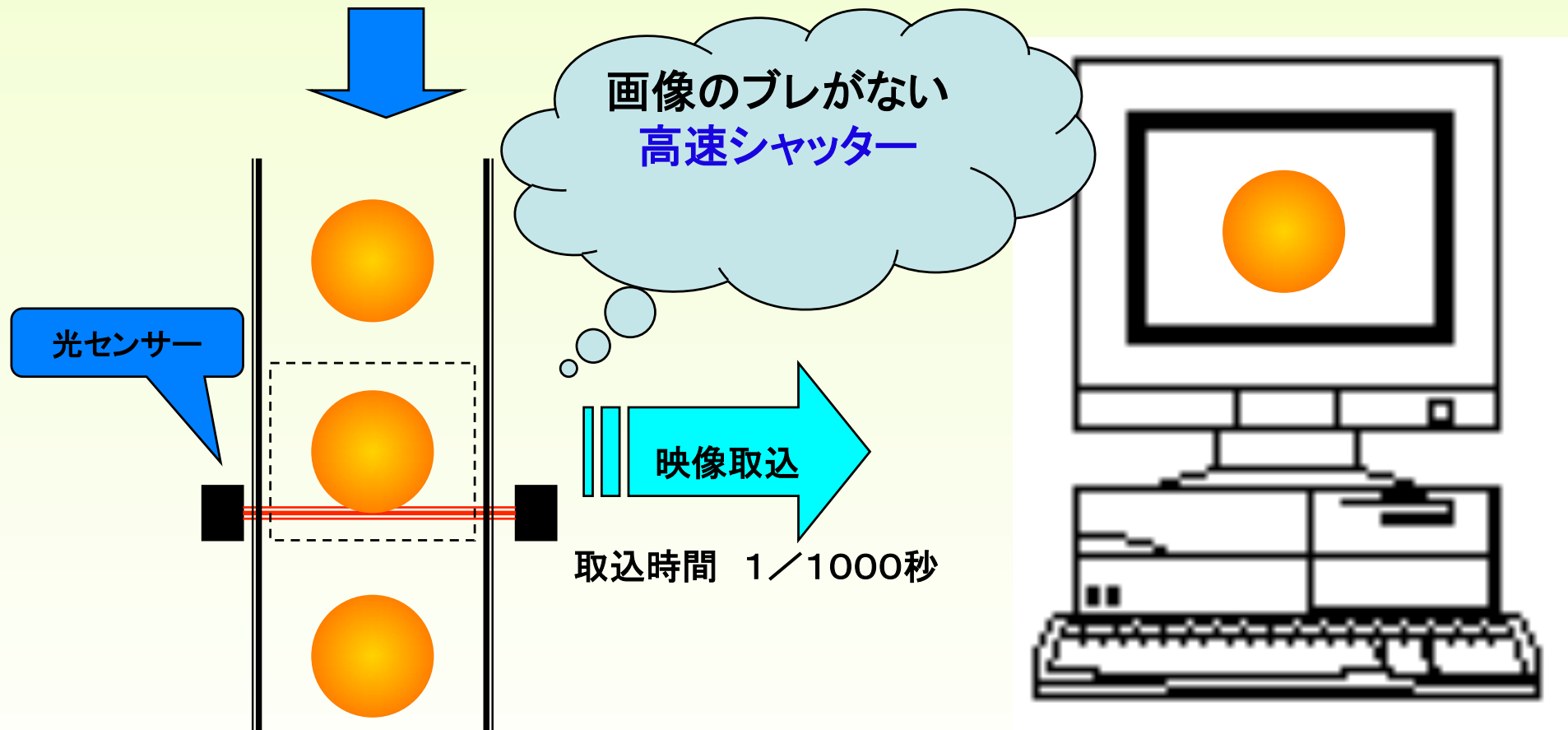
ハニカム配列





# ランダムトリガ機能 (Random trigger mode)

ランダムトリガーシャッター機能付きのカメラでは、流れてくる対象を、同じ位置で同じ条件で瞬時に撮像する事が可能。



# 撮像素子、TVカメラの種類



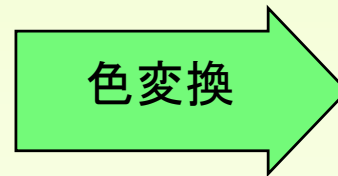
|           |                           |                     |
|-----------|---------------------------|---------------------|
| 撮像素子の種類   | CCD                       | MOS                 |
| アレイの種類    | エリア                       | ライン                 |
| 撮像素子の枚数   | 単板                        | 3板                  |
| カラー方式     | RGB原色フィルタ                 | CMYG補色方式            |
| フィルタの配置   | 正方格子                      | ハニカム                |
| トリガー方式    | ランダムトリガ、                  | 連続撮影                |
| 走査方式      | インターレス                    | プログレッシブ             |
| 走査時間      | 1/30、1/60(倍速)、1/120秒(4倍速) |                     |
| 画素数       | VGA, XGA, SXGA, UXGA、     |                     |
| 撮像素子の寸法   | 2/3,1/2,1/3,1/4インチなど      |                     |
| 映像出力方式    | デジタル<br>(カメラリンク、IEEE)     | アナログ<br>(NTSC, RGB) |
| デジタル出力分解能 | 8ビット(256階調)、10ビット(1024階調) |                     |



# カメラ調整 (Camera adjustment)



カラーチャート



|    |     |     |
|----|-----|-----|
| ワウ | R1  | 赤1  |
|    | R2  | 赤2  |
|    | Y1  | 黄1  |
|    | Y2  | 黄2  |
|    | YG1 | 黄緑1 |
|    | YG2 | 黄緑2 |
| キズ | G   | 緑   |
|    | BR1 | キズ1 |
|    | BR2 | キズ2 |
|    | BR3 | キズ3 |
|    | BR4 | キズ4 |
|    | BR5 | キズ5 |
| 背景 | BR6 | キズ6 |
|    | WH  | 白黒  |

どのTVカメラにも若干ではあるが、ホワイトバランス、色バランスなど微々たる個体差がある。照明装置も同じであり、通常以下のような調整作業が必要とされる。

照明：電圧調整、使用時間

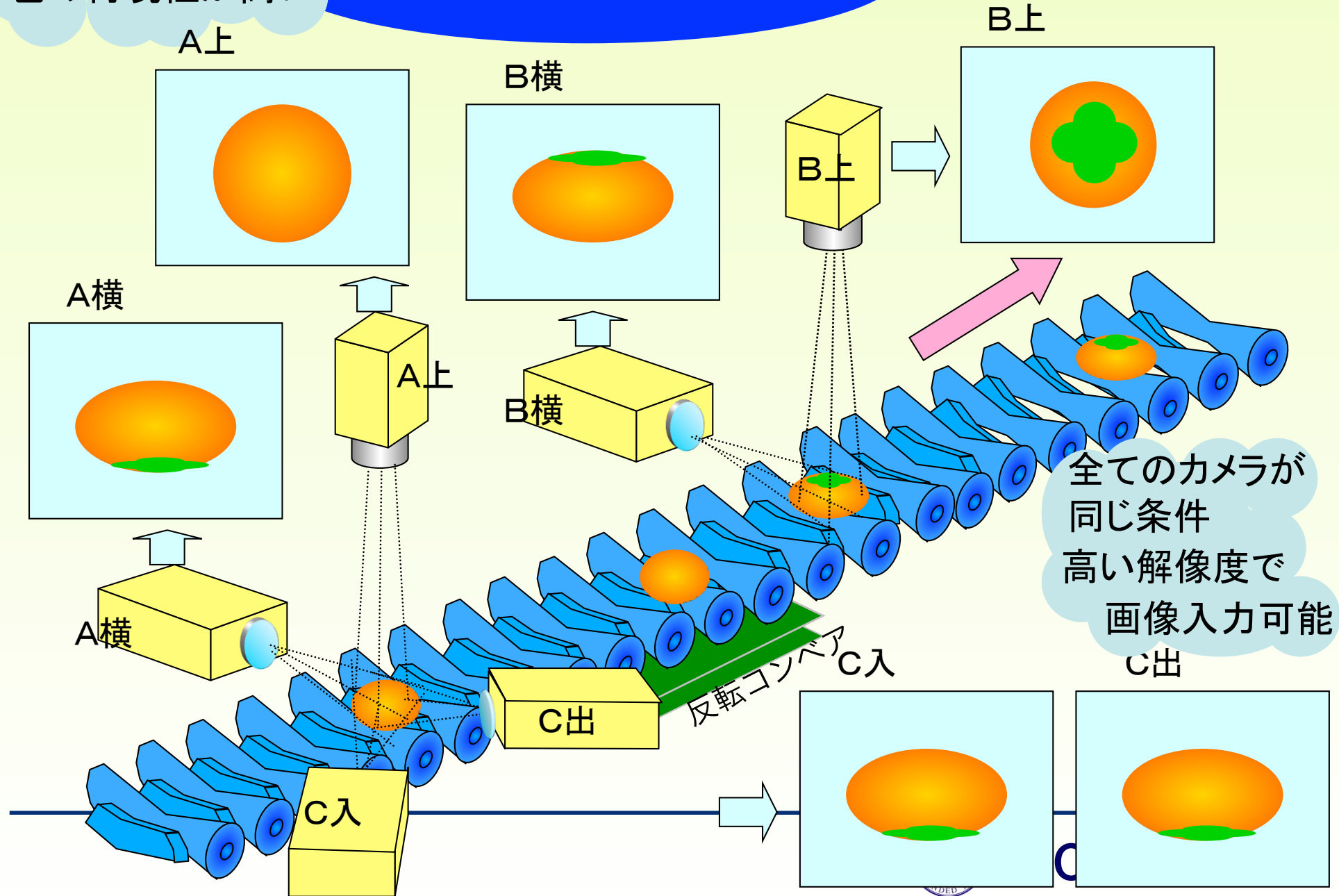
カメラ：ホワイトバランス、色バランス、ゲイン、 $\gamma$ 補正、シャッタースピード、絞り、ピント



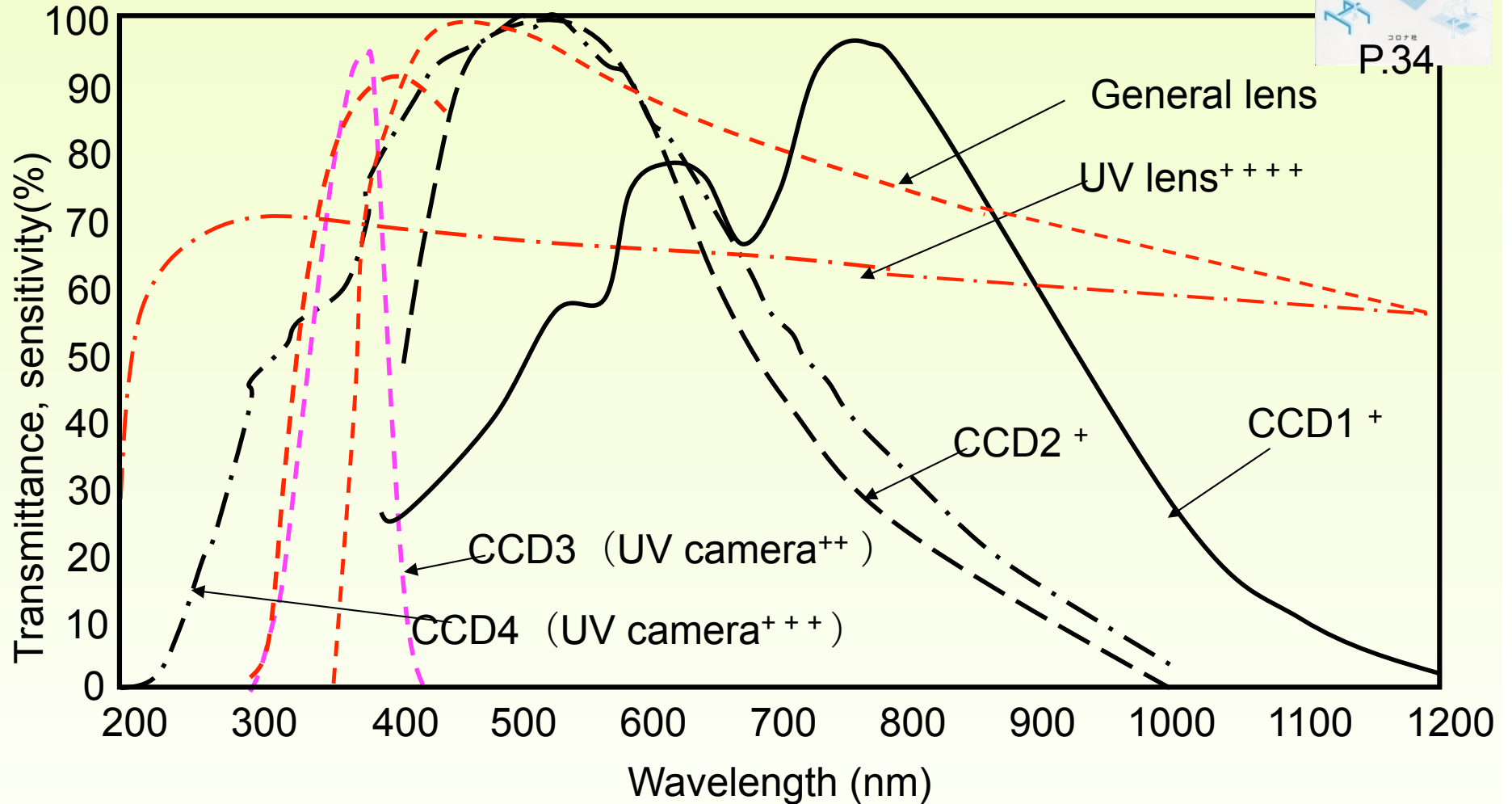
直接撮像するため、  
色の再現性が高い

# 直接撮像方式

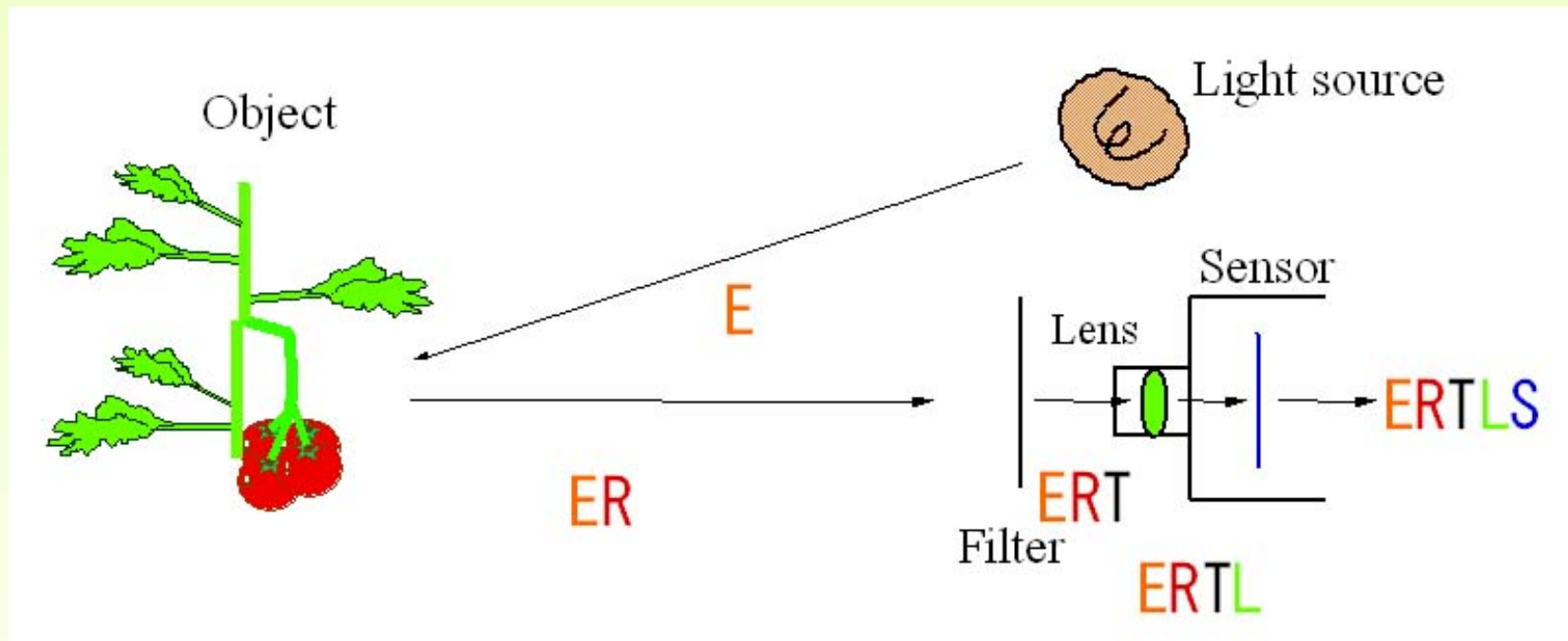
★6カメラ



# レンズの透過率とカメラの相対感度



# エネルギーの流れ



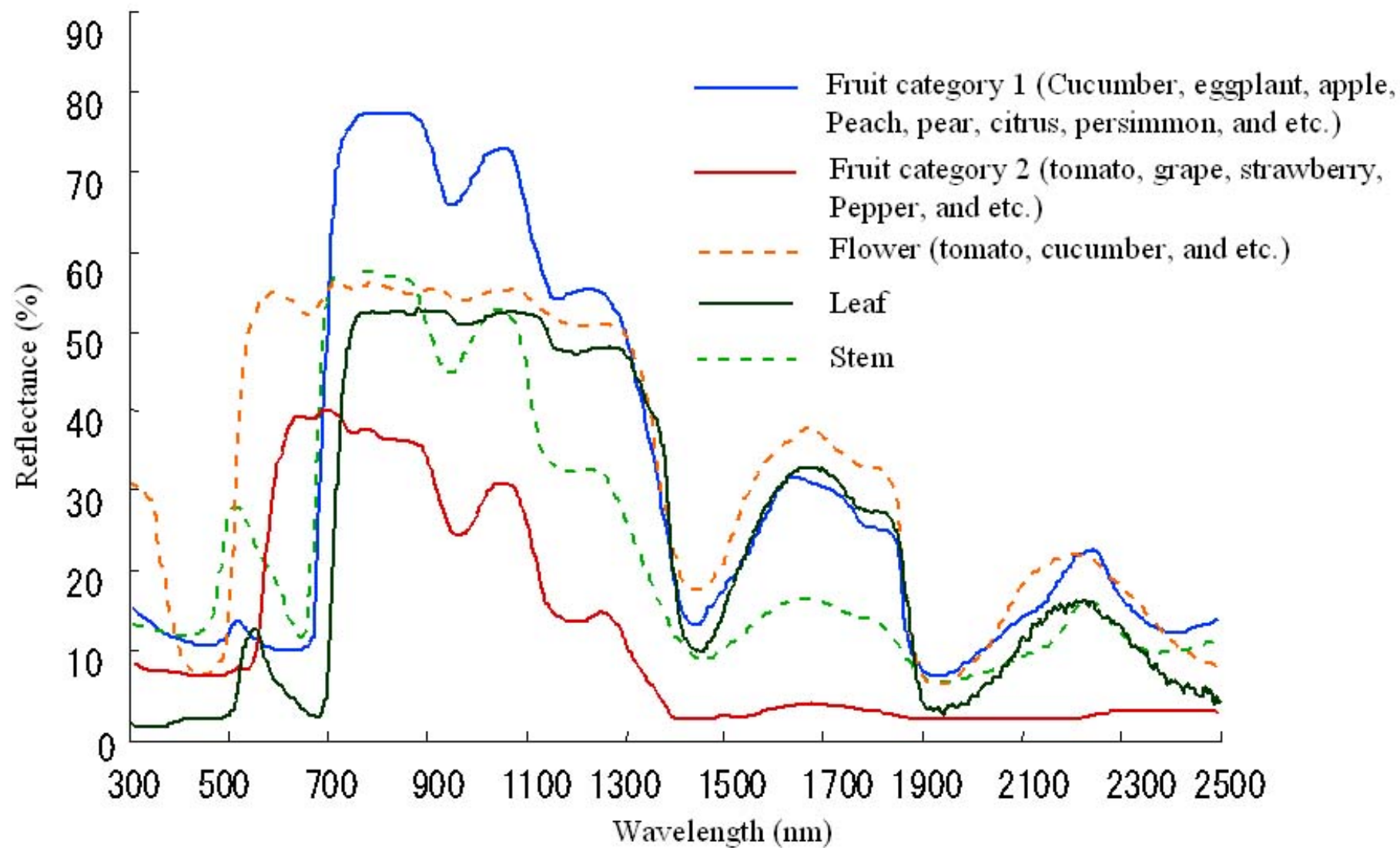
$$O_{ai} = \sum E \cdot R_a \cdot T_i \cdot L \cdot S \cdot \Delta \lambda \quad (i=1, 2)$$

$$O_{bi} = \sum E \cdot R_b \cdot T_i \cdot L \cdot S \cdot \Delta \lambda \quad (i=1, 2)$$

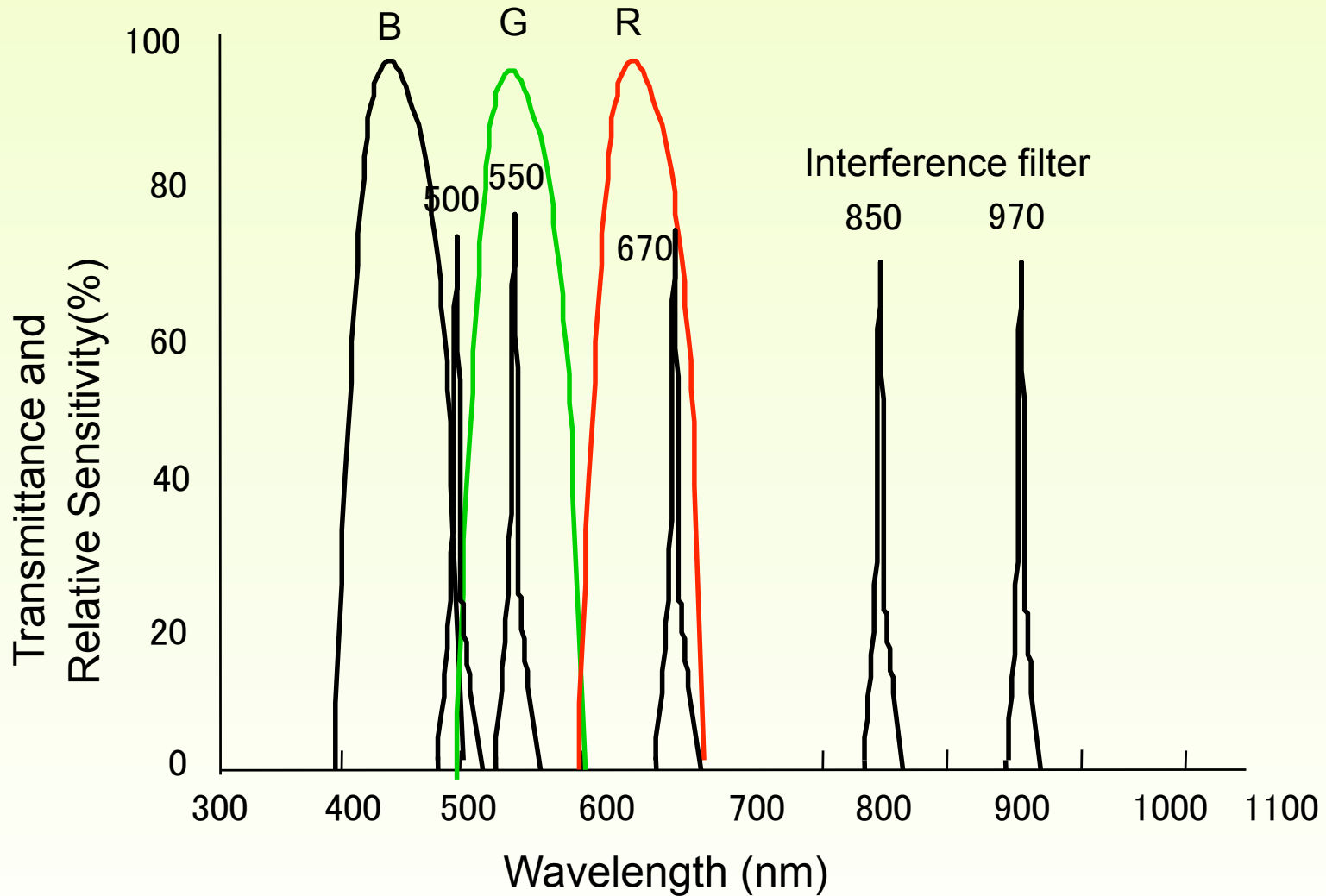
$$C = \frac{O_{a2} - O_{a1}}{O_{a1} + O_{a2}} - \frac{O_{b2} - O_{b1}}{O_{b1} + O_{b2}}$$

a, b : object  
i : filter number

# 分光反射特性

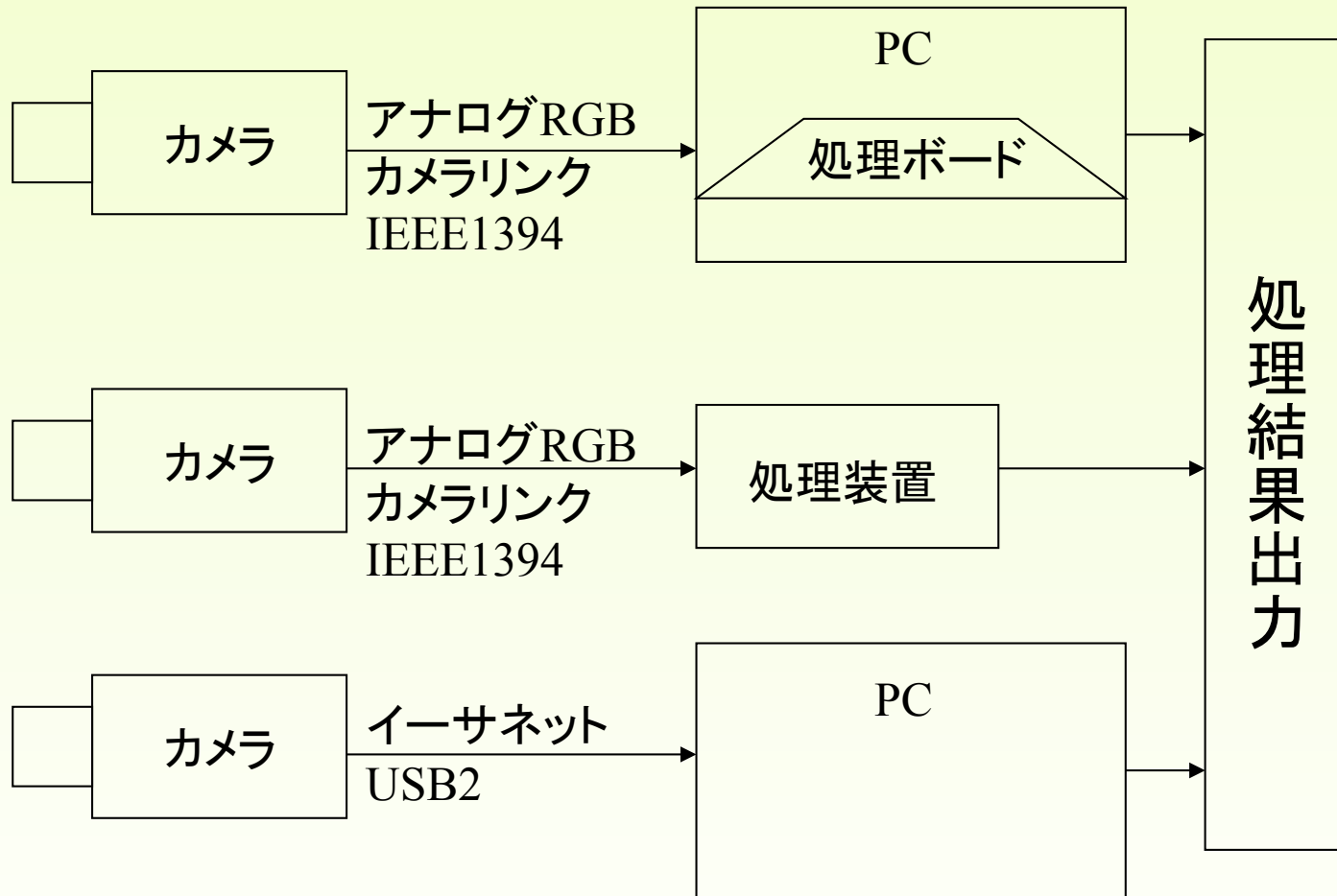


# Transmittance of filters suitable for plant part discrimination





# 画像処理装置への接続



# 画像処理専用処理ユニット



(株)ルネサス北日本セミコンダクタ)



**KYOTO** 京都大学  
UNIVERSITY