

第2回

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



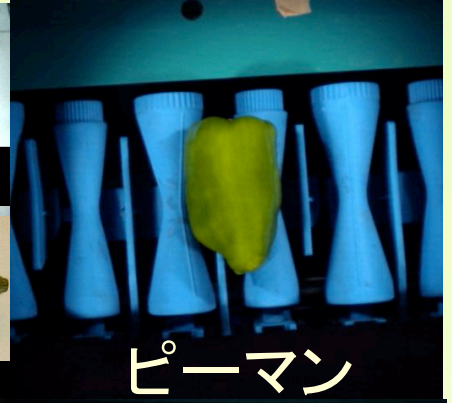
白ネギ



ナス



ニガウリ



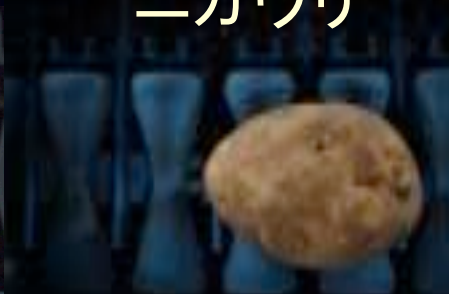
ピーマン



タマネギ



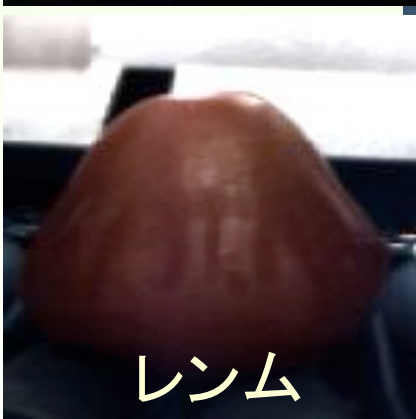
トマト



ジャガイモ



カキ



レンム



スダチ



ユズ

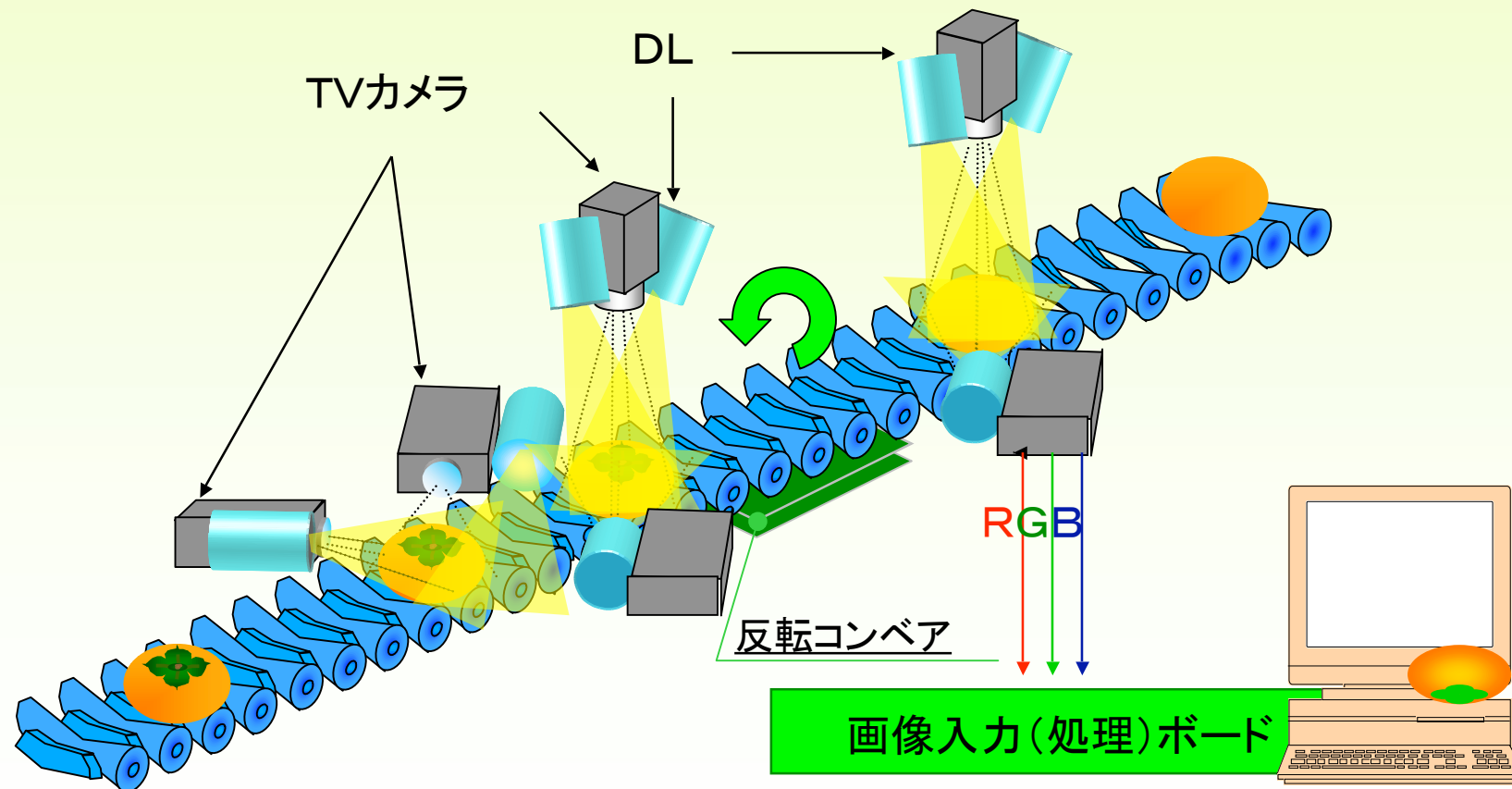


ミカン

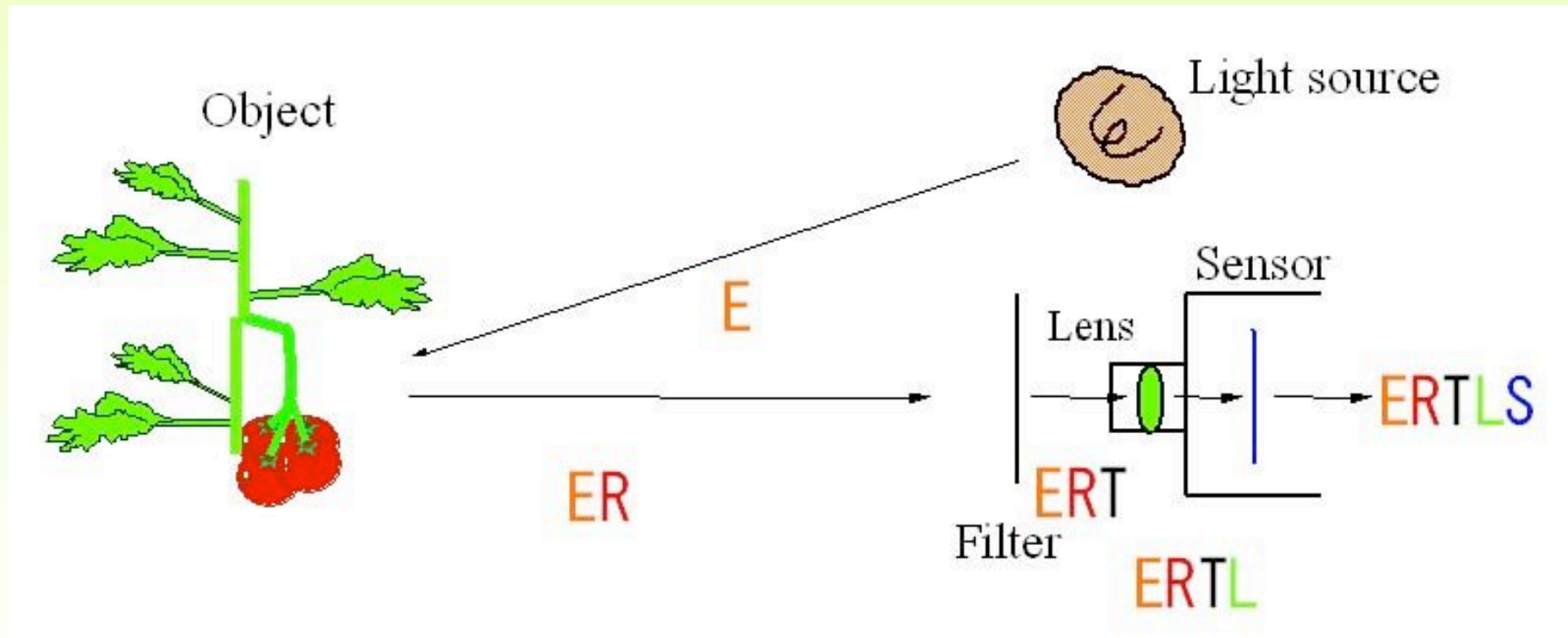


マシンビジョンシステムとは (What is machine vision system?)

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。

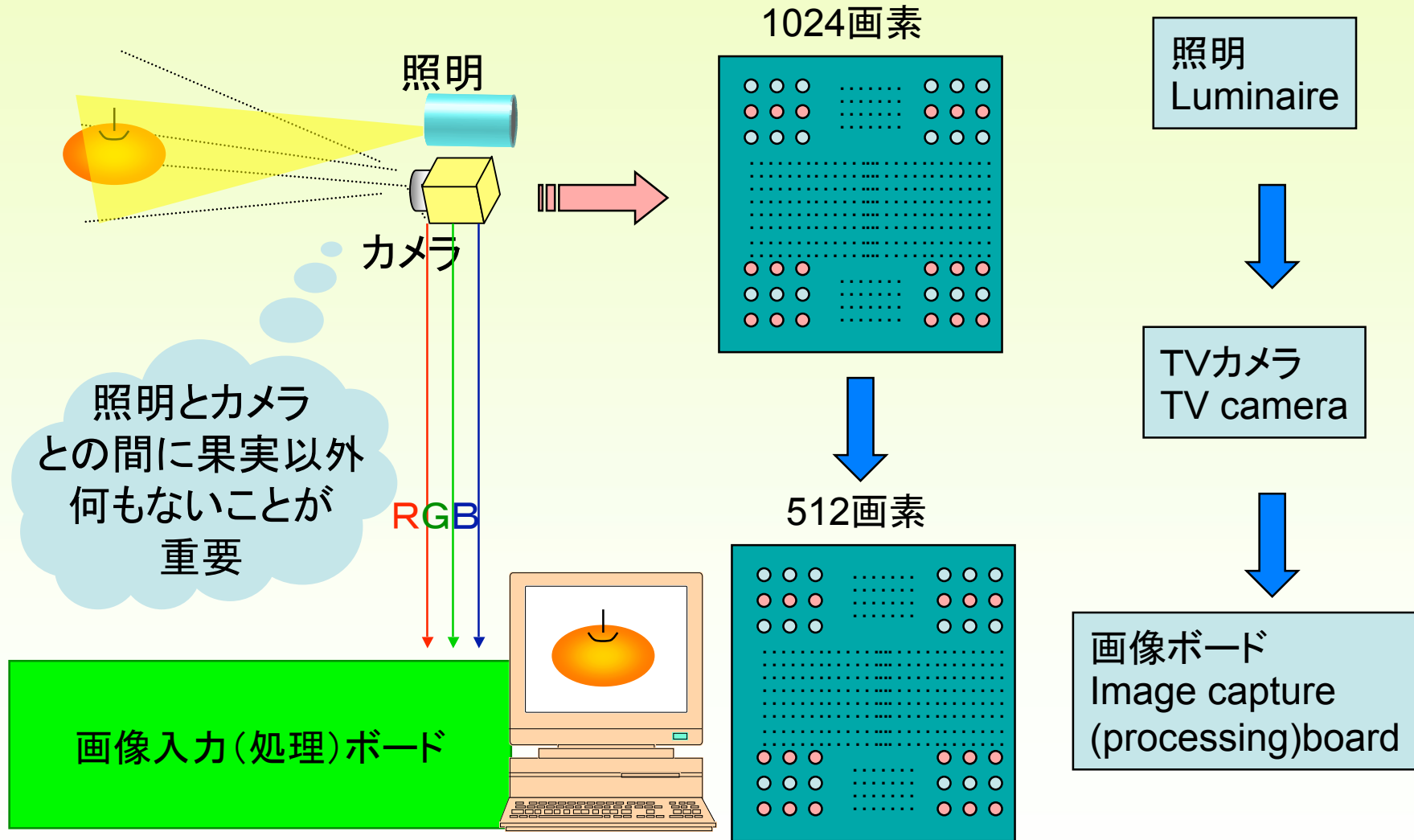


Energy flow from light source to TV camera



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

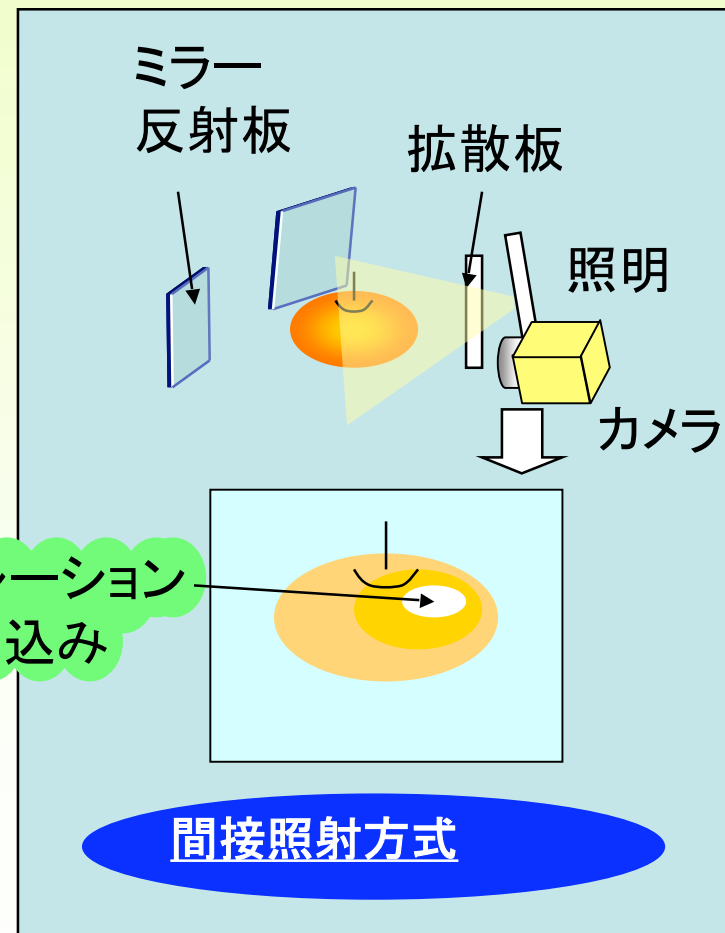
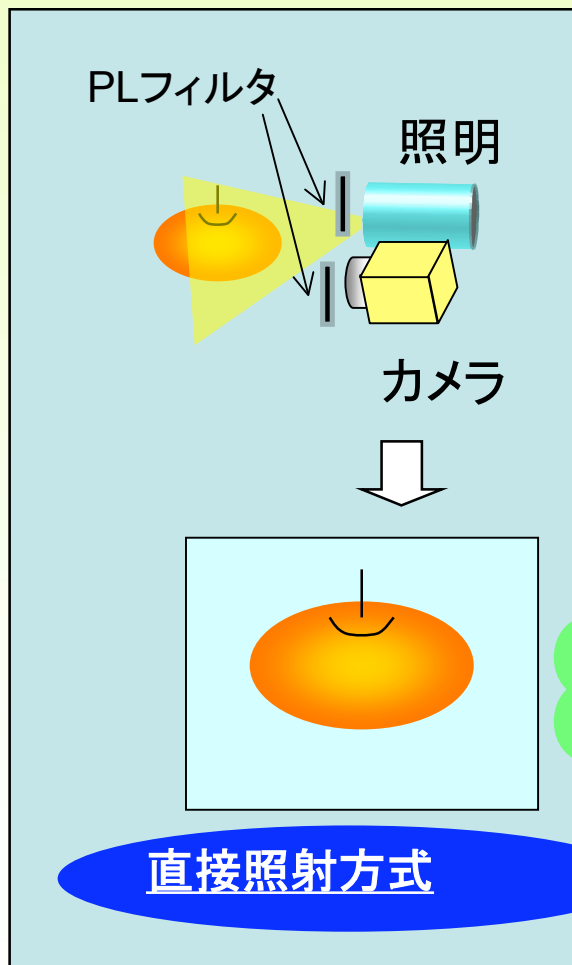
- ・直接照射方式(DL)
- ・間接照射方式
(ドーム、拡散板等)
- ・色温度
- ・照度
- ・ランプ
(ハロゲン、蛍光灯、
LED、メタハラ・・・)

- ・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

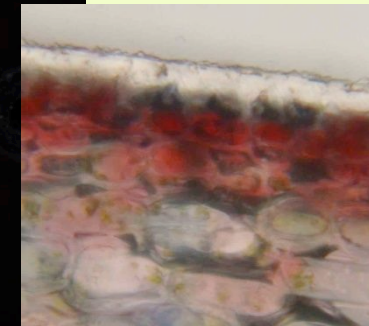
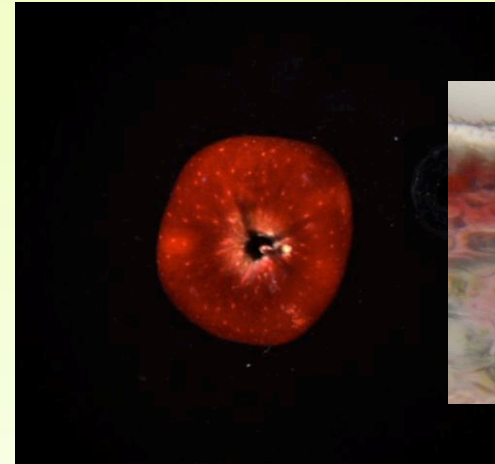
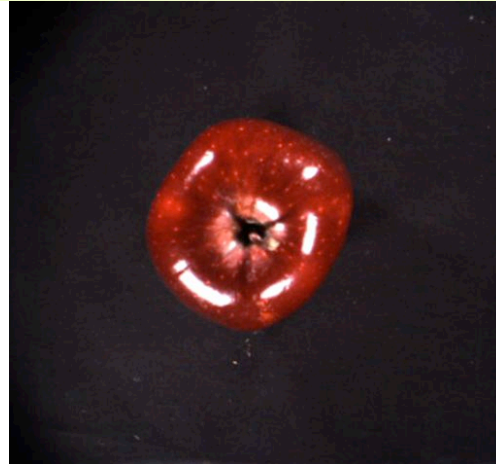
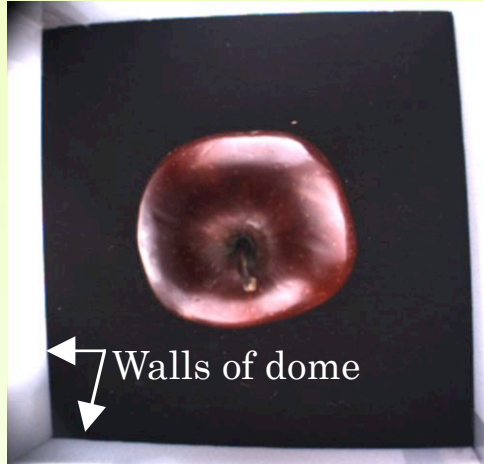
- ・解像度
(30万画素→80万画素)
- ・処理ボード
- ・入力ボード
(キャプチャー)
- ・処理ユニット
- ・AD変換
- ・DMA



直接照射方式と関節照射方式



Category 1 (Smooth and thick cuticle)



Apple



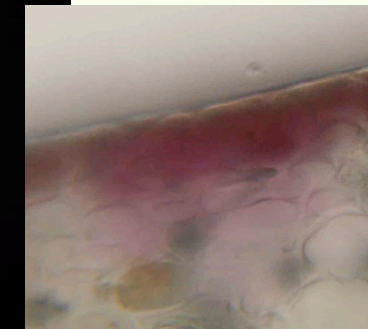
Dome



Diffuser



PL filter



Eggplant



KYOTO

京都大学
UNIVERSITY

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%)

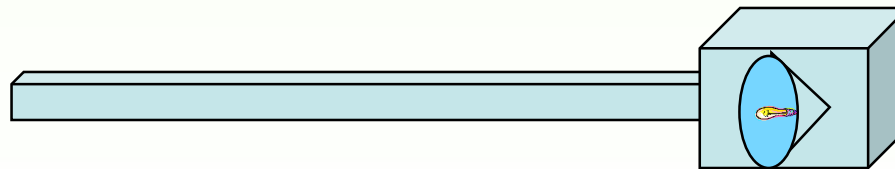
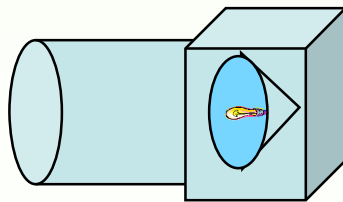
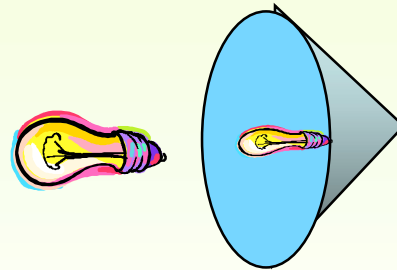
蛍光灯: 輝度が低い、高周波が必要、光束維持率(80%)

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



KYOTO

京都大学
UNIVERSITY

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))



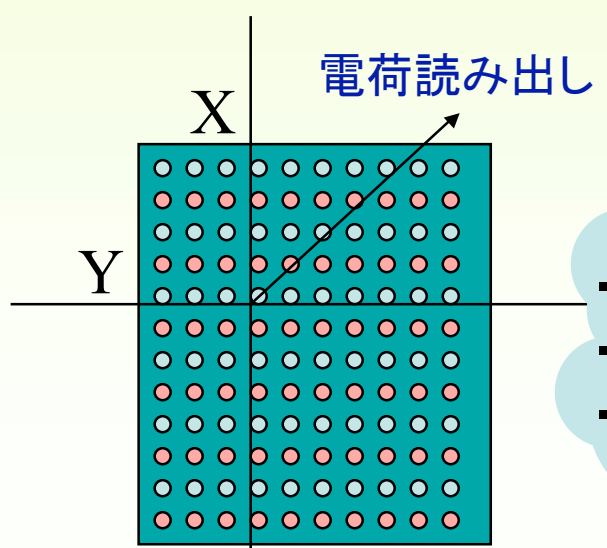
KYOTO 京都大学
UNIVERSITY

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。

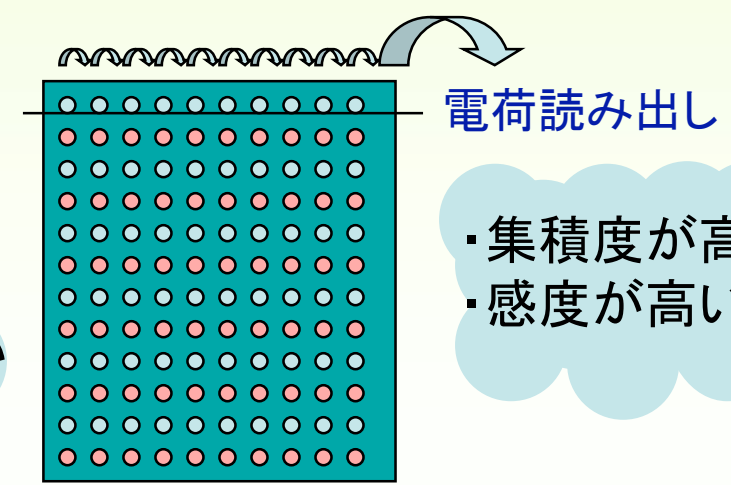
CCD:Charge Coupled Device, since 1974

MOS:Metal Oxide Semiconductor, since 1973



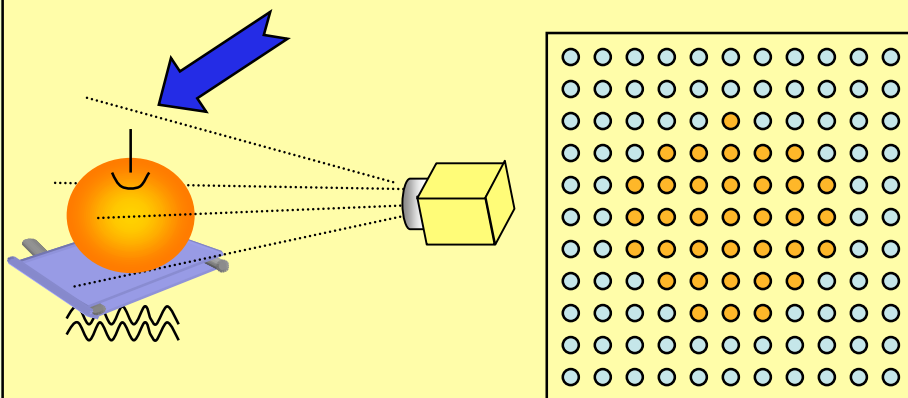
MOS型

- ・消費電力小さい
- ・価格が安い
- ・ブルーミングがない

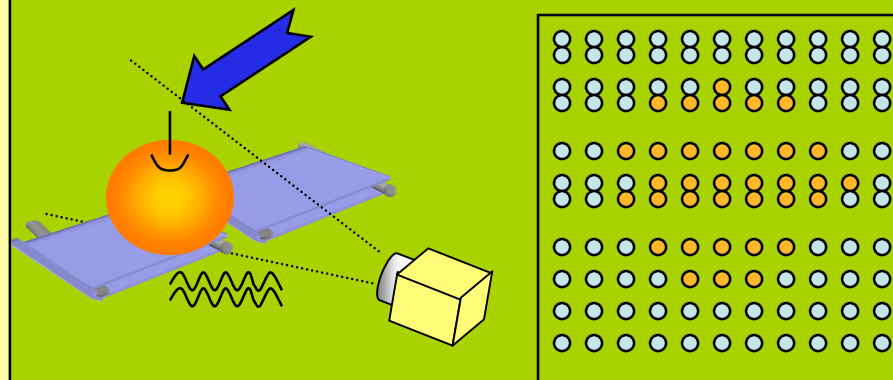


- ・集積度が高い
- ・感度が高い

エリアセンサ

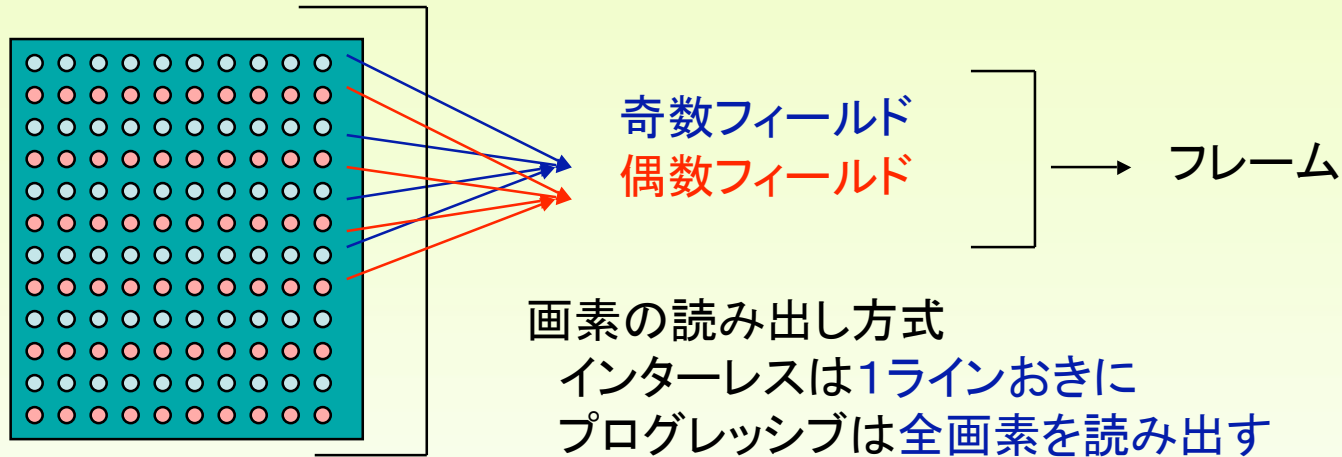


ラインセンサ



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)

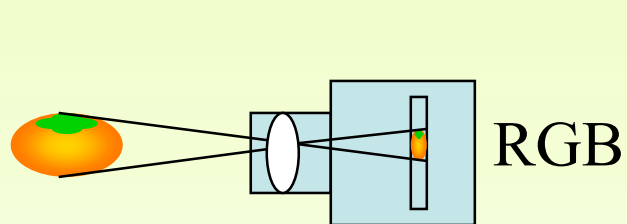
読み出す時間は
インターレス: $1/60s + 1/60s = 1/30s$
プログレッシブ: $1/30s$

今後は、倍速カメラ(読み出し時間: $1/60s$)
に移行する予定

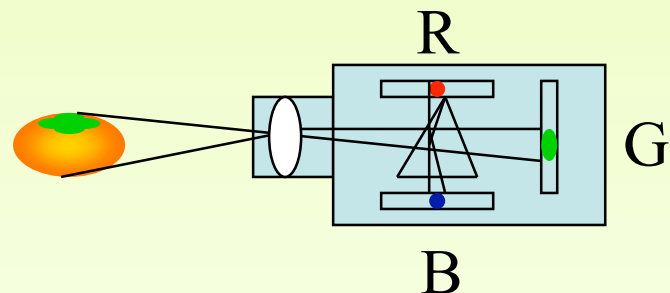
Resolution

- 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



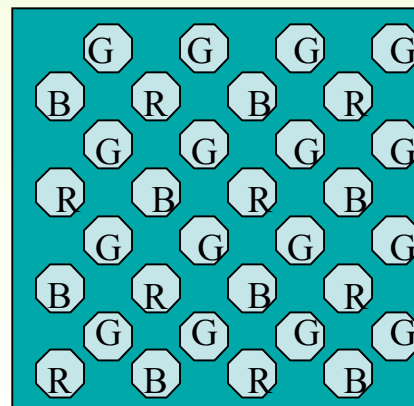
単板式カメラ



3板式カメラ

R	G	B	G
G	R	G	B
R	G	B	G
G	B	G	R

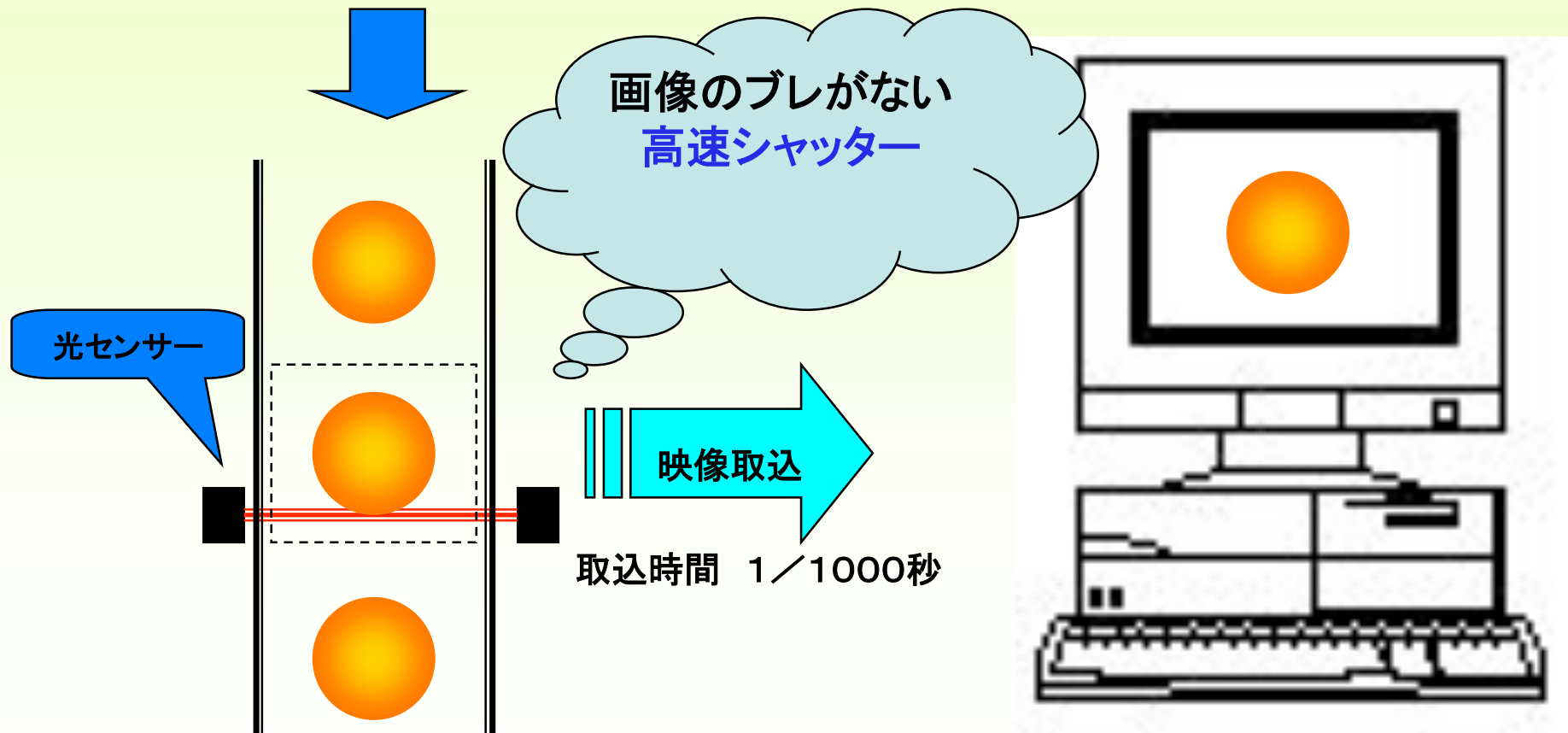
正方格子



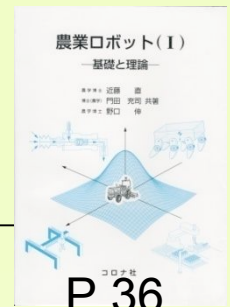
ハニカム配列

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。

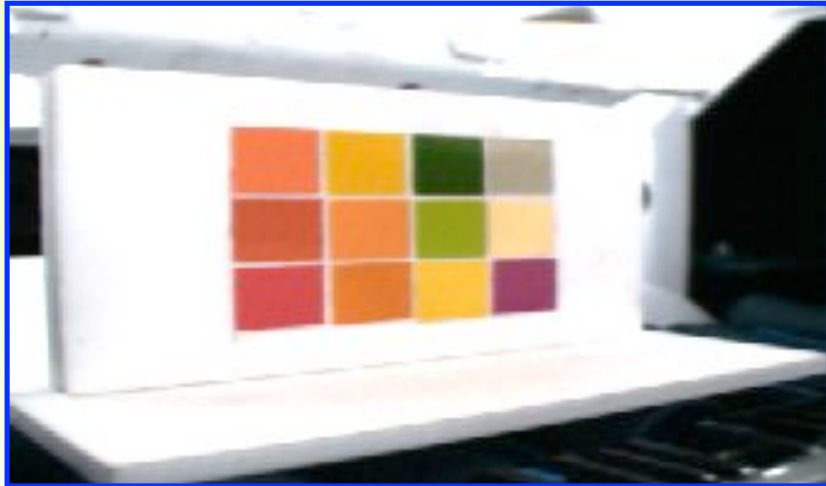


撮像素子、TVカメラの種類

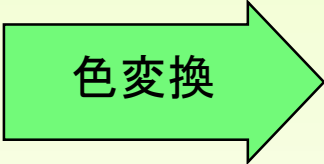


撮像素子の種類	CCD	MOS
アレイの種類	エリア	ライン
撮像素子の枚数	単板	3板
カラー方式	RGB原色フィルタ	CMYG補色方式
フィルタの配置	正方格子	ハニカム
トリガー方式	ランダムトリガ、	連続撮影
走査方式	インターレス	プログレッシブ
走査時間	1/30、1/60(倍速)、1/120秒(4倍速)	
画素数	VGA, XGA, SXGA, UXGA、	
撮像素子の寸法	2/3,1/2,1/3,1/4インチなど	
映像出力方式	デジタル	アナログ
	(カメラリンク、IEEE)	(NTSC, RGB)
デジタル出力分解能	8ビット(256階調)、10ビット(1024階調)	

カメラ調整 (Camera adjustment)



カラーチャート



ワーム	R1	赤1
	R2	赤2
	Y1	黄1
	Y2	黄2
	YG1	黄緑1
	YG2	黄緑2
	G	緑
	BR1	キズ1
	BR2	キズ2
キズ	BR3	キズ3
	BR4	キズ4
	BR5	キズ5
	BR6	キズ6
背景	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。

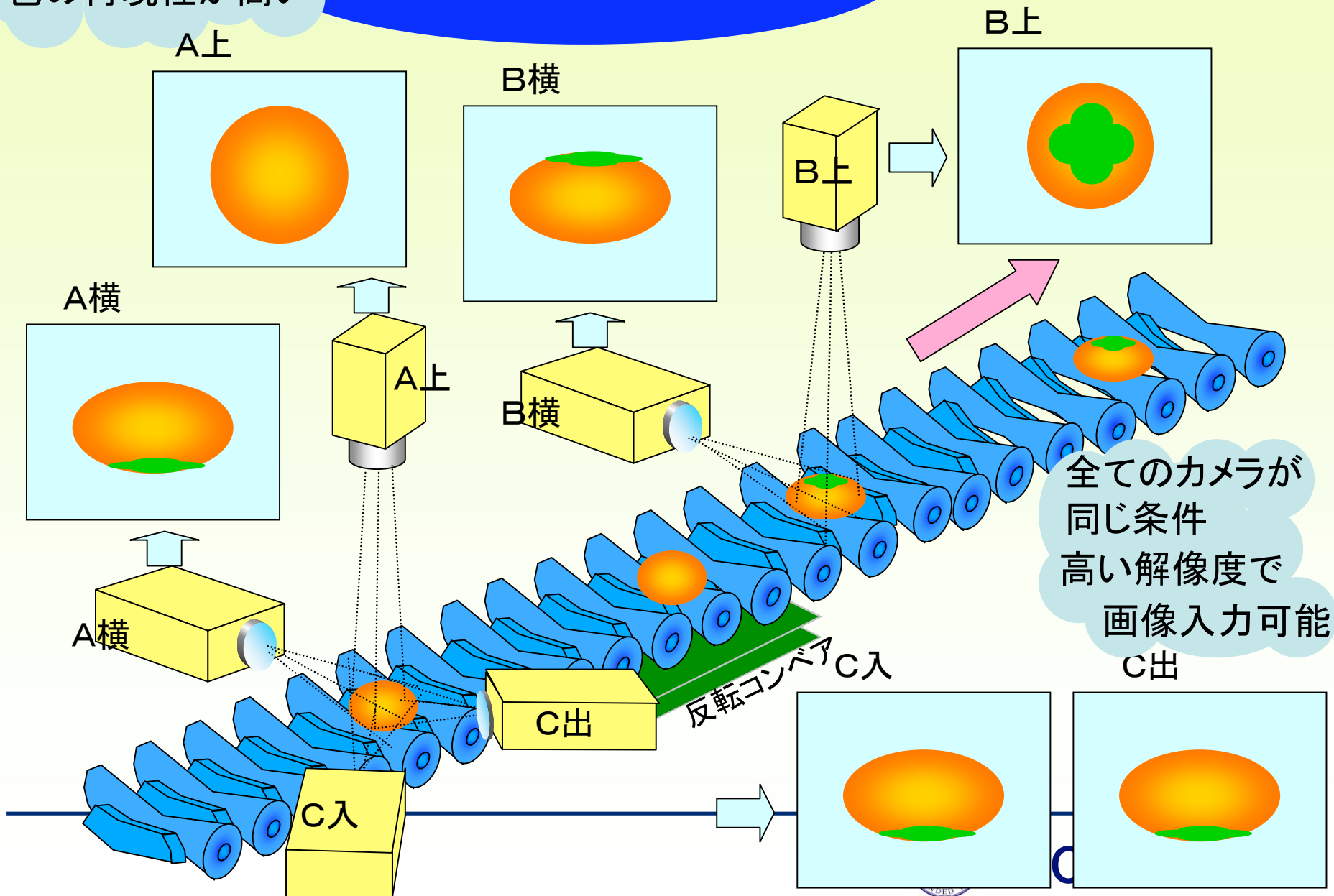
照明: 電圧調整、使用時間

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

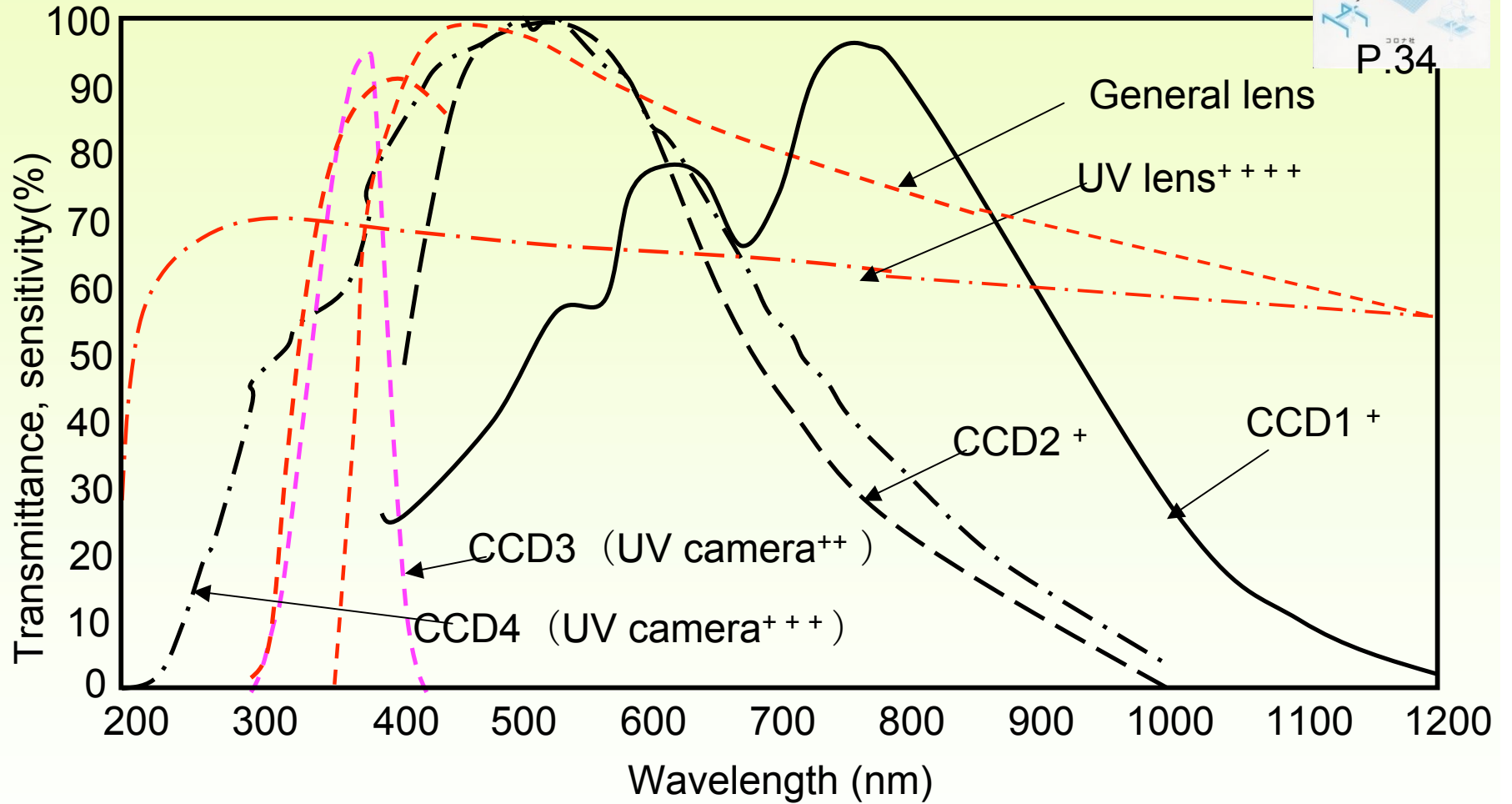
直接撮像するため、
色の再現性が高い

直接撮像方式

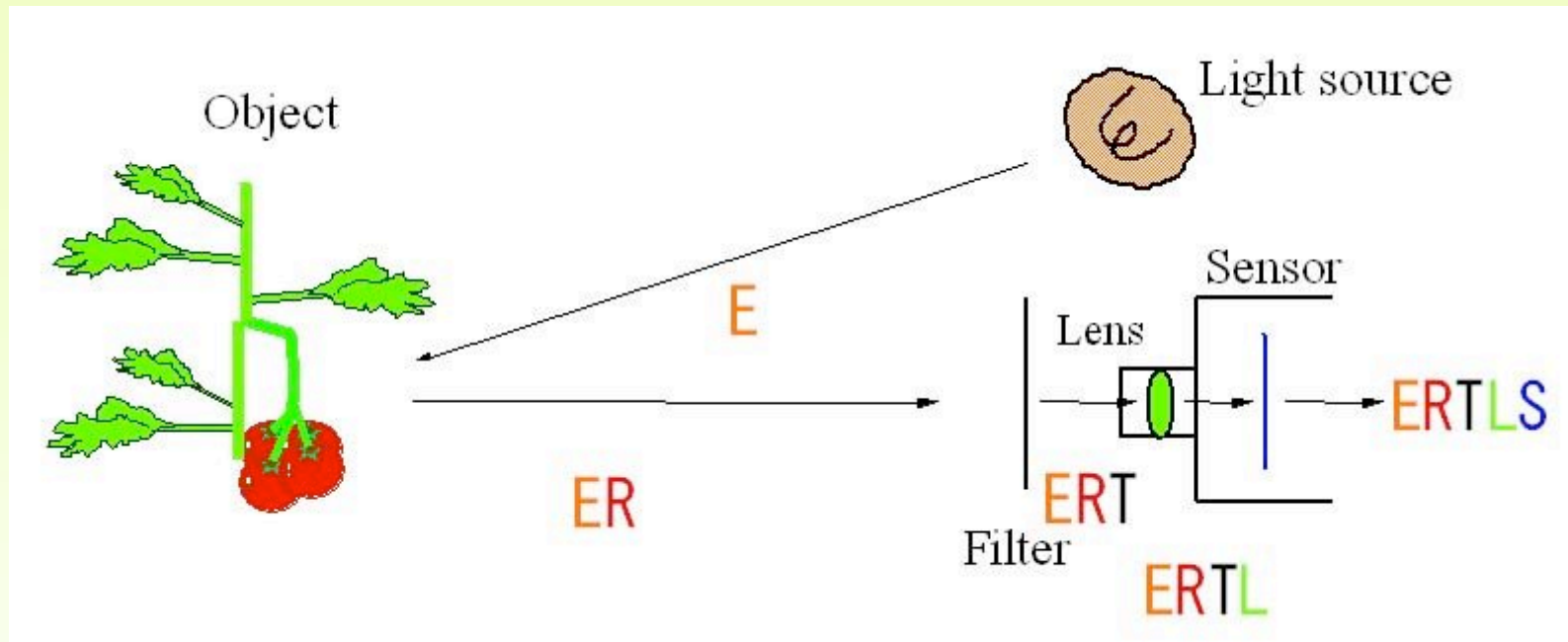
★6カメラ



レンズの透過率とカメラの相対感度



エネルギーの流れ



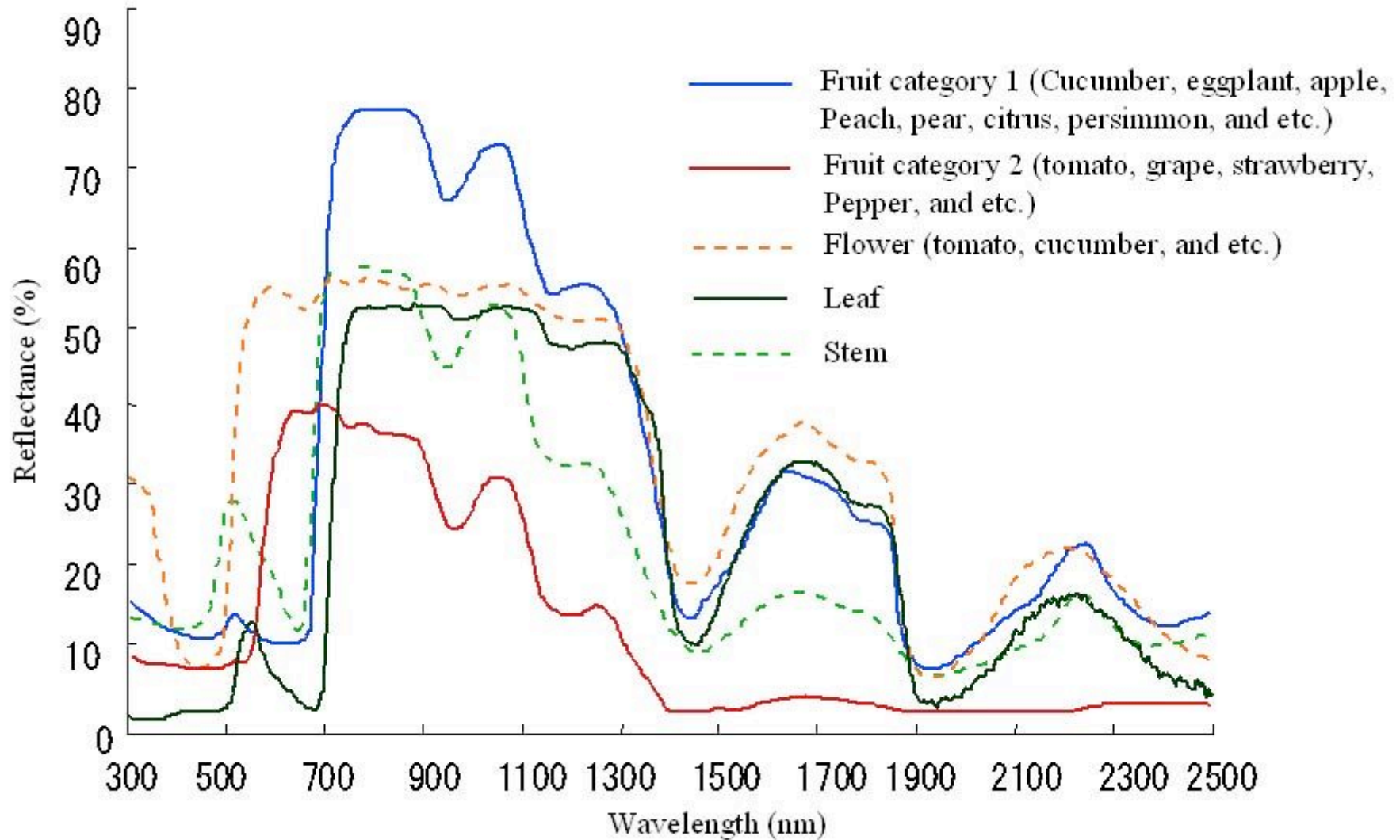
$$O_{ai} = \sum E \cdot R_a \cdot T_i \cdot L \cdot S \cdot \Delta \lambda \quad (i=1, 2)$$

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

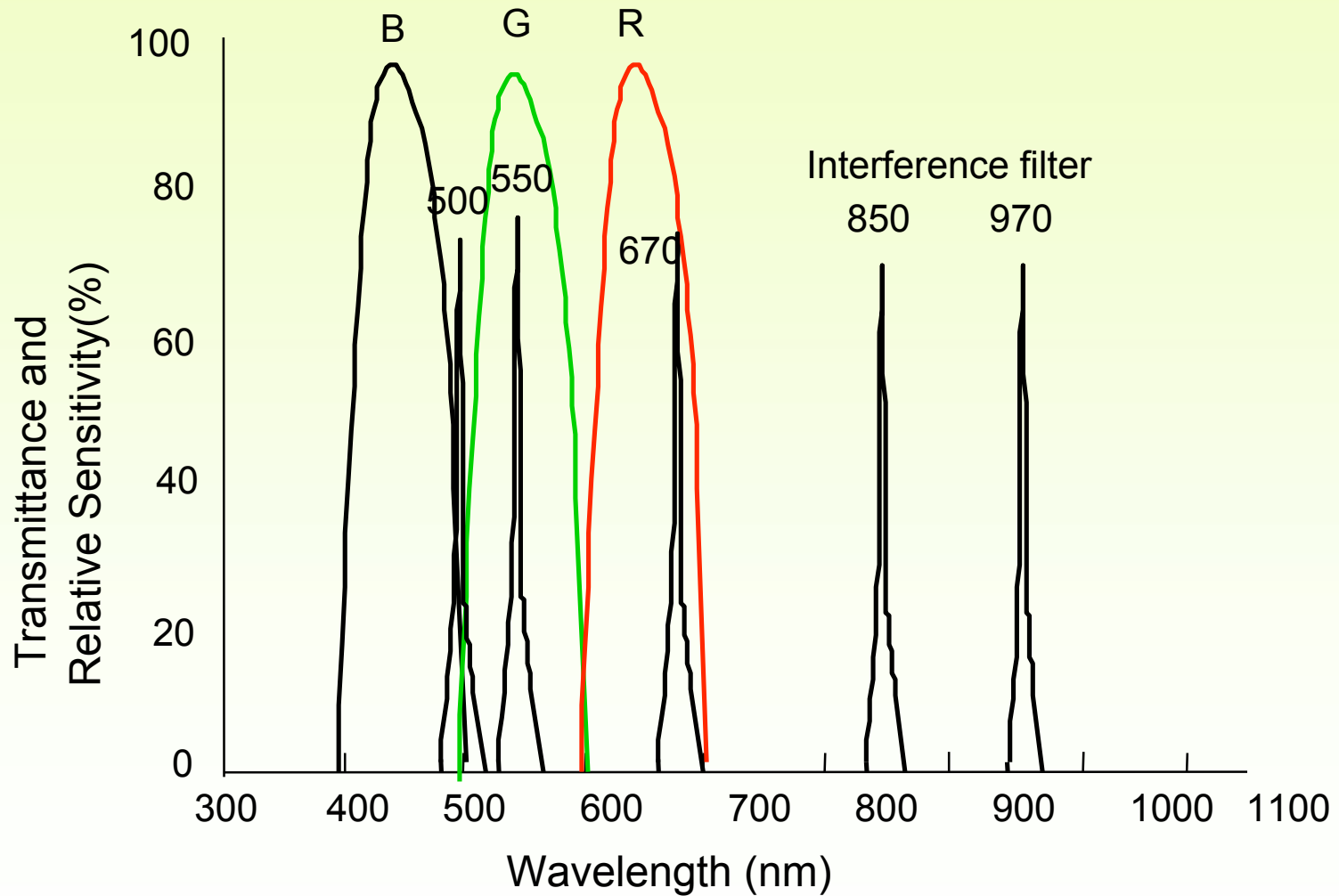
$$C = \frac{O_{a2} - O_{a1}}{O_{a1} + O_{a2}} - \frac{O_{b2} - O_{b1}}{O_{b1} + O_{b2}}$$

a, b : object
i : filter number

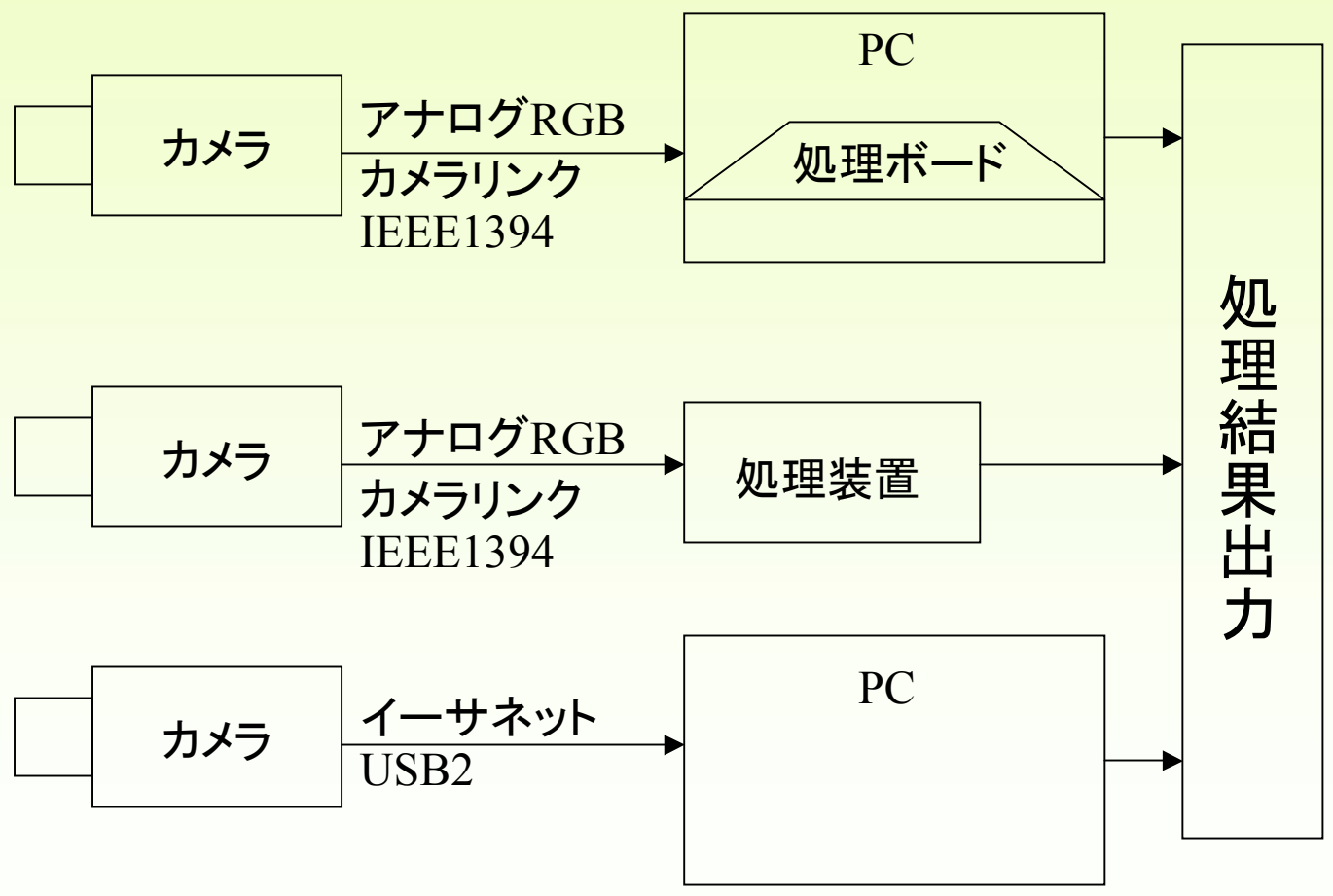
分光反射特性



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)