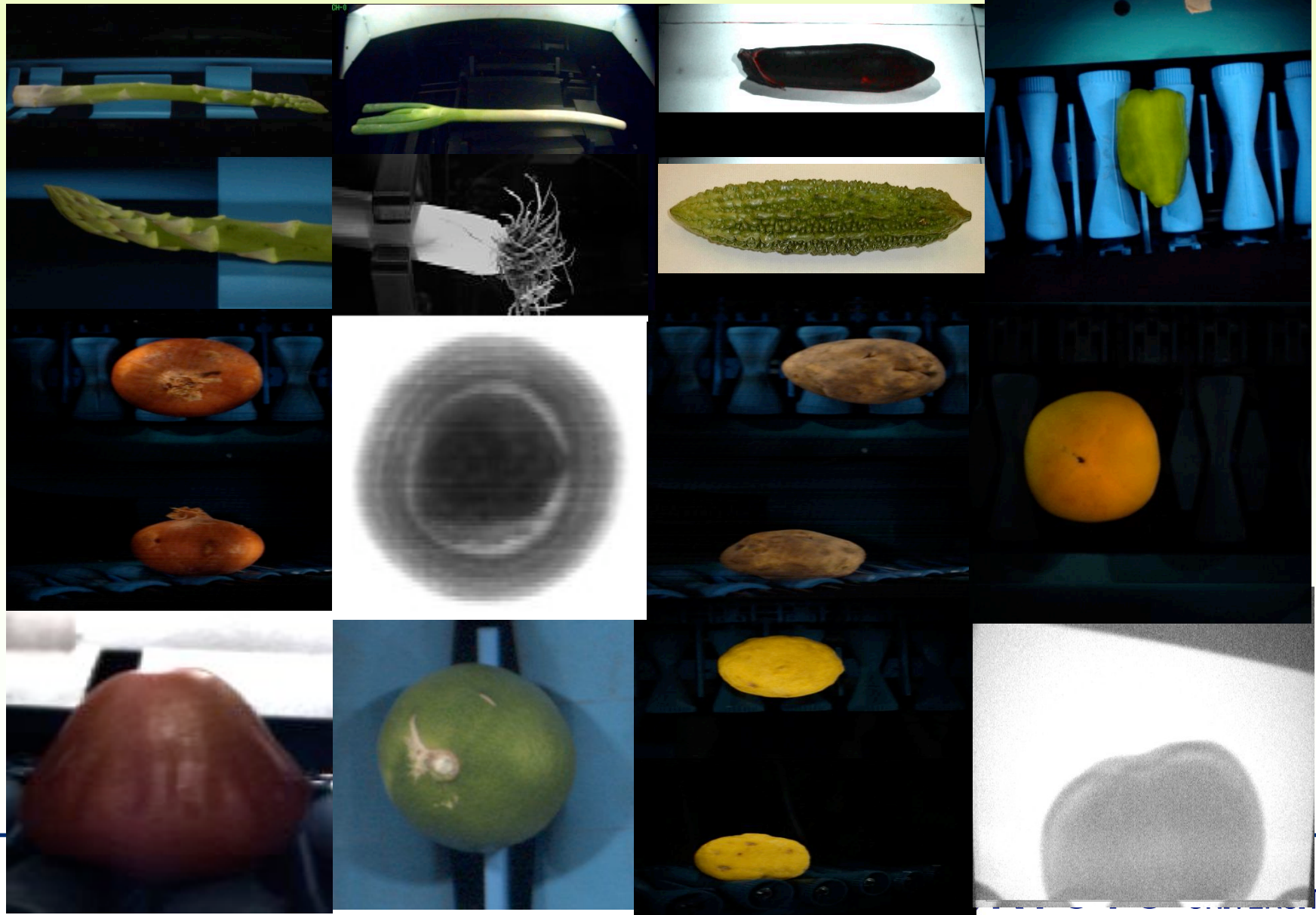


第11回

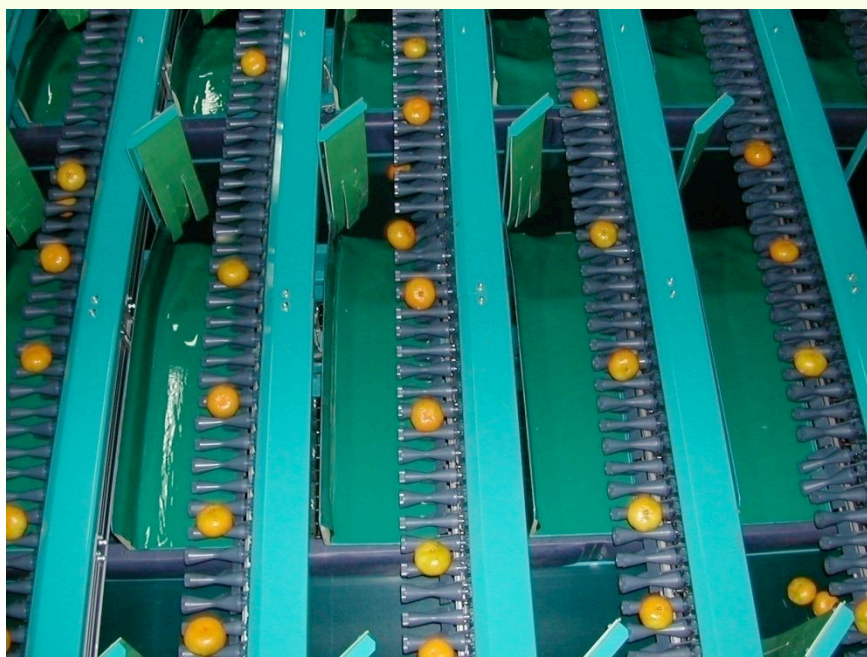
# 近赤外による非破壊計測と土壌の計測

授業の目的: 近赤外線を用いることで, 果実の糖度, 酸度, 米の食味, 土壌中の窒素等が推定可能である。その原理を学習する。

# 選果システムによる画像例



# 果実選別システム



カンキツ



トマト

レンブ

イモ

カキ

タマネギ

ピーマン



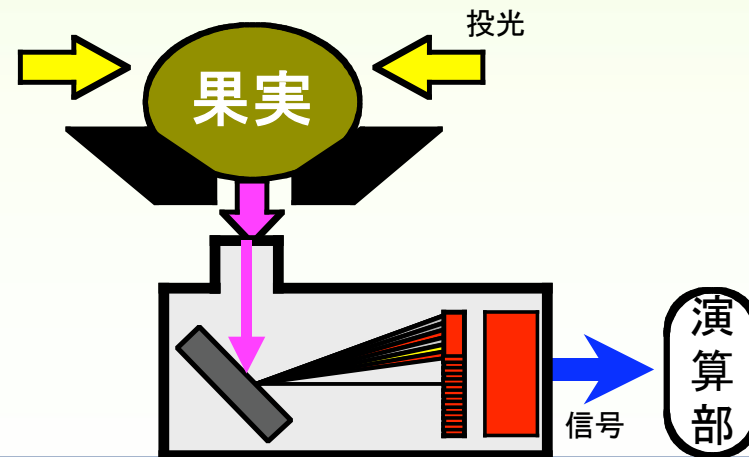
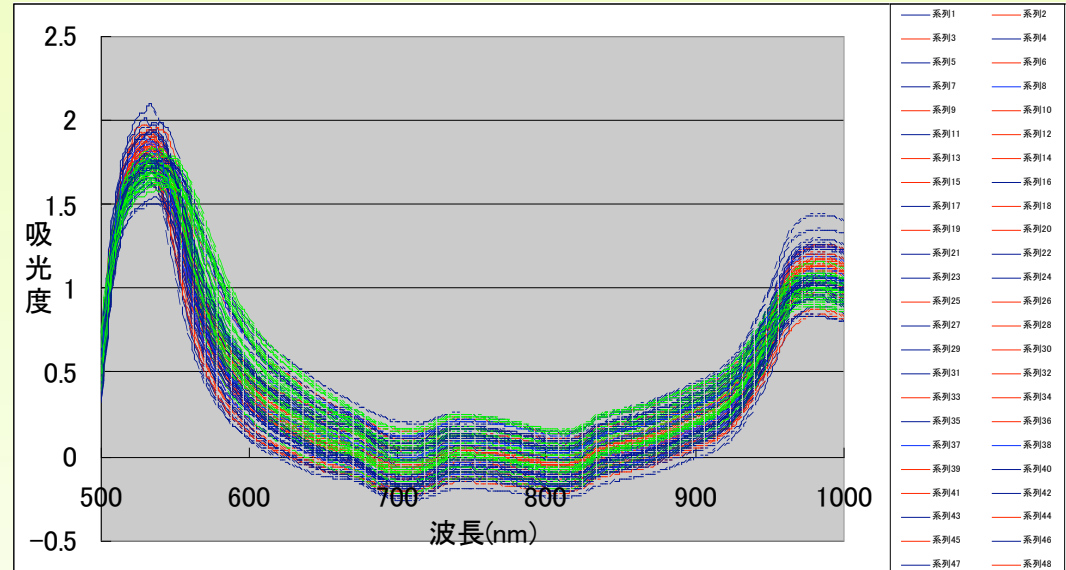
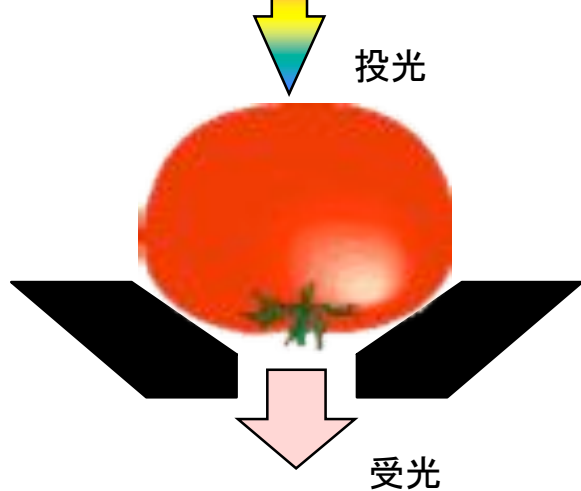
KYOTO

京都大学  
UNIVERSITY

# 近赤外による内部品質センサ(糖酸度センサ)

## 測定光学系

果実内部情報をできるだけ収集するため、果実の上方から投光し、果実底部で果実内部情報を含んだ透過光を受光します。



力子部



KYOTO 京都大学  
UNIVERSITY

# History of the NIR inspection system

**In 1989, A NIR sensor to inspect the peach was introduced (Mitsui Co., Ltd.)**

**Yamanashi Pref. (Japan)**

**In 1995, Orange sugar content and acidity (FANTEC)**

**At present, NIR sensors more than 300 place grading machines are installed**

**Mitsui Co.Ltd. has distributed more than 800 sensors**

**Price of sensor (1 pc.): \$100,000-- 400,000  
Maker: 3 – 4 companies in Japan**



**Grading machines which use NIR inspection systems are supported by national government**

# Measurement details

Commodity	Measurement
Orange	Sugar content, Acidity (Void and low moisture content)
Kiwi fruit	Sugar content, Acidity (degree of hardness, post harvesting ripening process)
Apple	Sugar content, Acidity, Maturity degree, degree of ripeness, rotten portion, (blackheart)
Pear	Sugar content, Acidity, Maturity degree, degree of ripeness, rotten portion, (blackheart)
Peach	Sugar content, Acidity,
Onion	Sugar content, blackheart
Potato	Cavity, blet
Water Melon	Sugar content ,Ripeness
Melon	Sugar content ,Ripeness
Persimmon	Sugar content, tannin
Others	(Pine apply, Mango, etc)

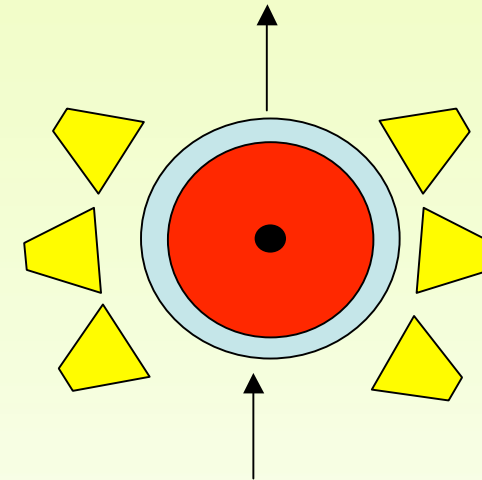
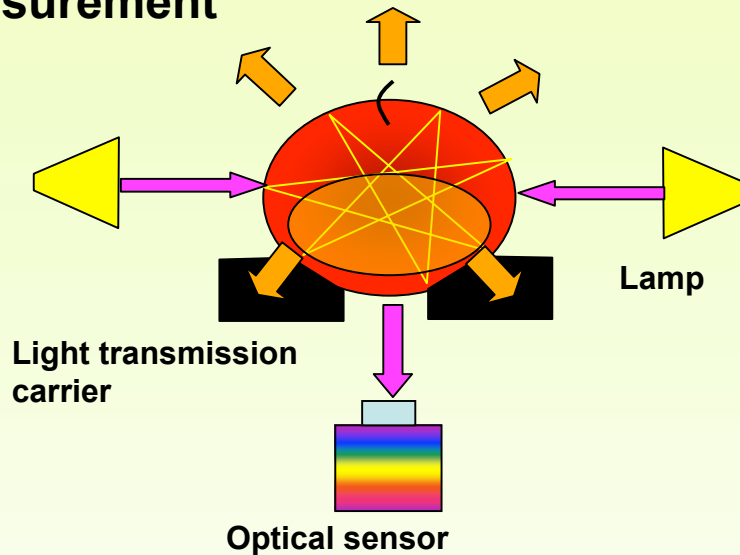


**KYOTO**

京都大学  
UNIVERSITY

# System details (Semi-transmissive)

## Optical measurement system



Products	Apple・Peach・Pear・Tomato Water melon・Melon etc
Gauge control Unit	Below orange area
Conveyor speed	Max 36m~60m/min
Number of Lamps	2~10

**Light source are kept at the side and transmitted light is received at the bottom by optical sensor**

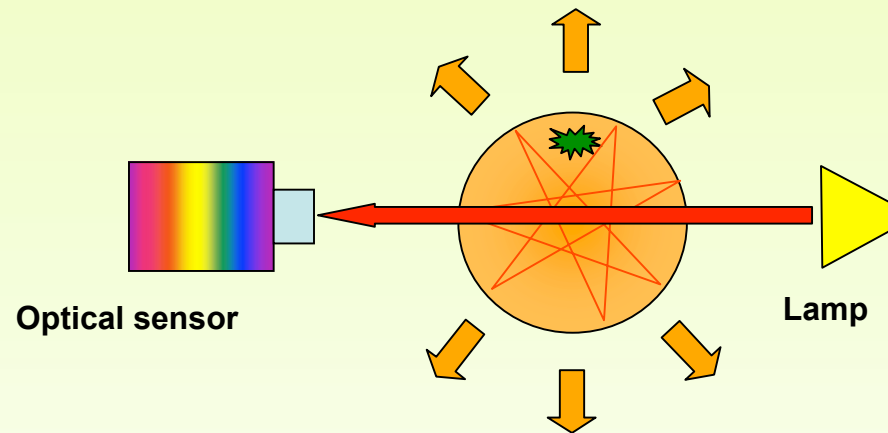


**KYOTO**

京都大学  
UNIVERSITY

# System details (Total transmittance)

## Optical measurement system



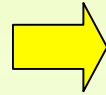
Products	Orange and others
Gauge control Unit	Full Internal
Conveyor speed	Max 60m/min (5~10/sec)
Number of Lamps	1 ~ onward

**In this case fruit is allowed to pass between source and sensor.  
Transmitted Optical rays are received by the optical sensor**



# Other sensors to measure sugar content

## Portable type



Can find in the department stores  
for consumers' checking

(Mitsui Co. Ltd)

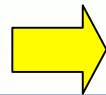
## Handy Type



(FANTEC)



(ASTOM)



Use at the farm for producers

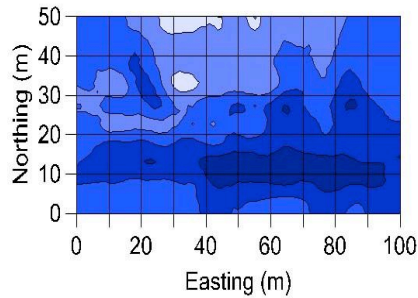
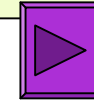
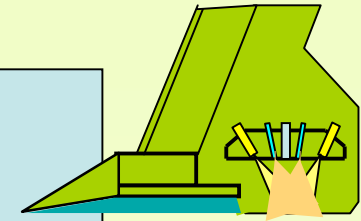


Prof. Shibusawa  
TUAT

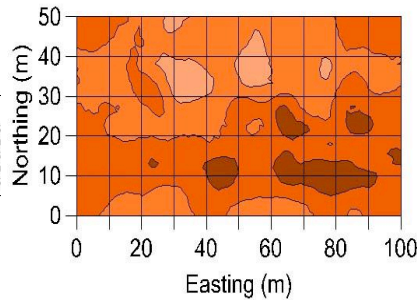
# Field management

N, P, K, EC, pH, moisture content, SOM,  
soil temperature, compaction

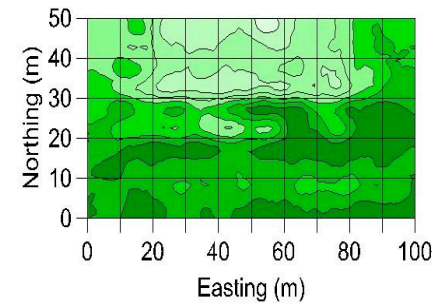
phosphoric acid, potassium



### Moisture Content



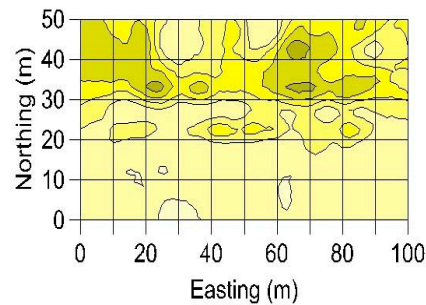
### SOM



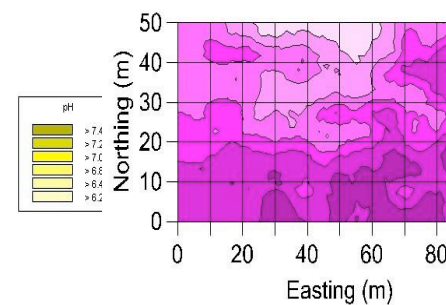
### NO<sub>3</sub>-N



June 7, 2005, Kondo



### pH



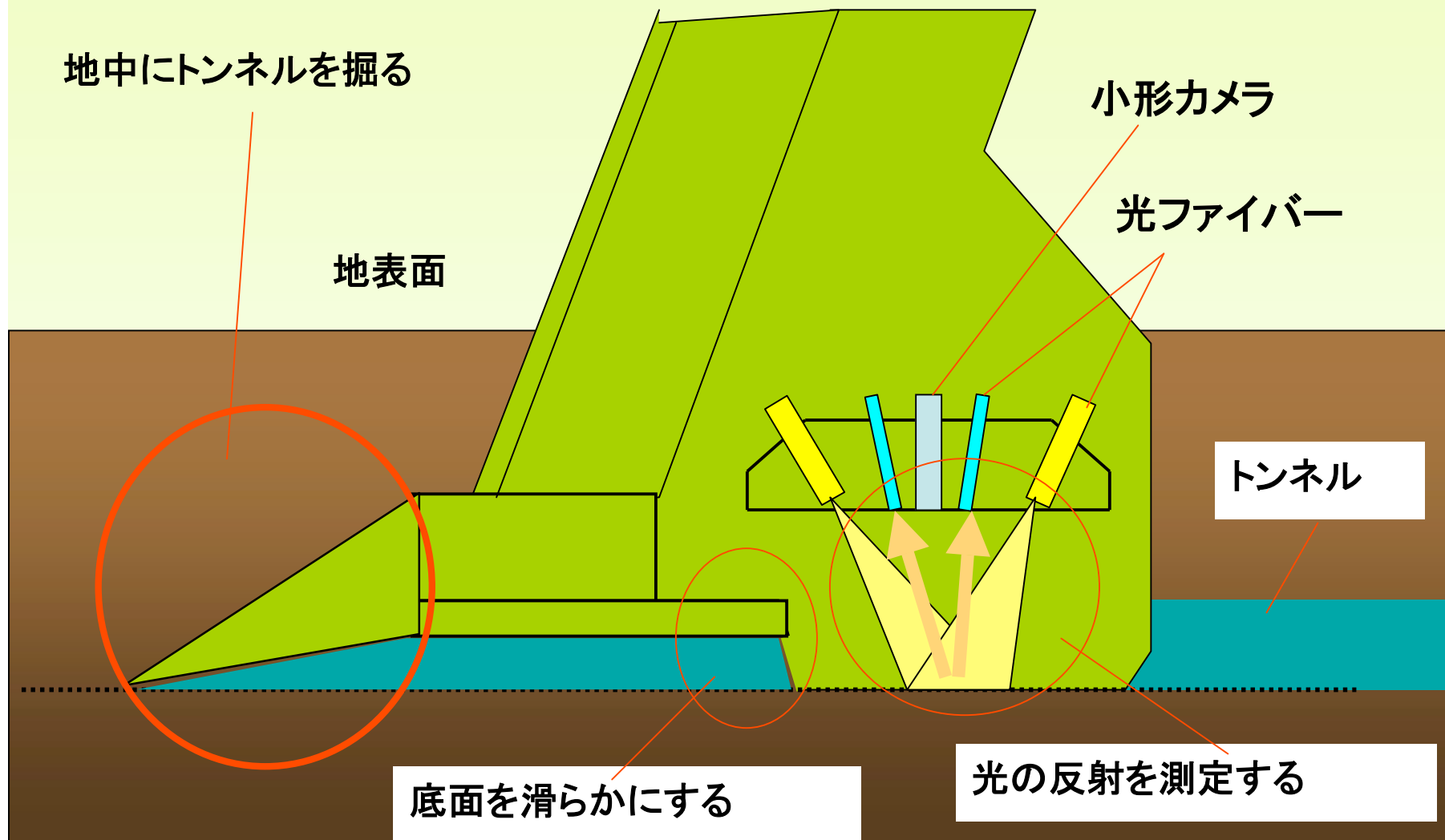
### EC



Real-time soil sensor



# リアルタイム土壌センサの土中の情報を光測定する仕組み



## Data Collected by the Soil Spectrophotometer

Soil Reflectance

400-900 nm for 256 channels

900-1770 nm for 128 channels

RTK-GPS

Location within 2 cm accuracy

Micro CCD Camera

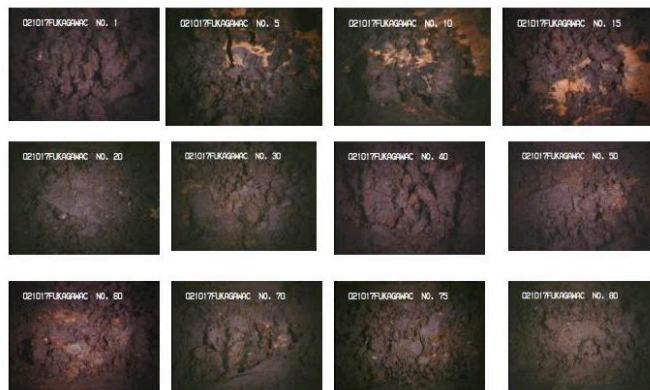
Soil Color Image with 512X512 pix

Load Transducer

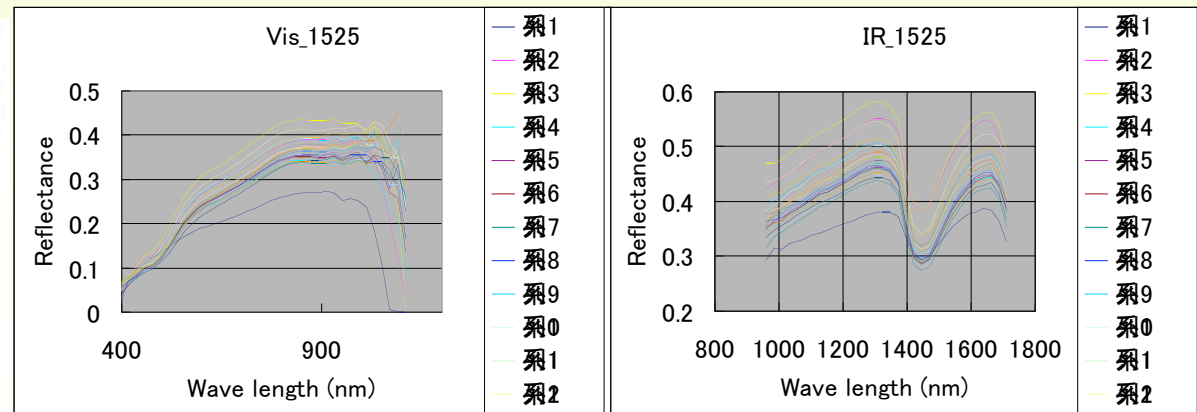
Soil Strength, Cutting Resistance

EC Electrodes

Soil Electric Conductivity



Examples of soil images captured every 1m in a paddy field at 30 cm depth.



Examples of soil reflectance collected every 1 m for visible-NIR (left) and NIR (right) wave ranges in an upland field.



# 検量線作成方法

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n$$

↑ 目的変量  
 水分量・全窒素量・全炭素量

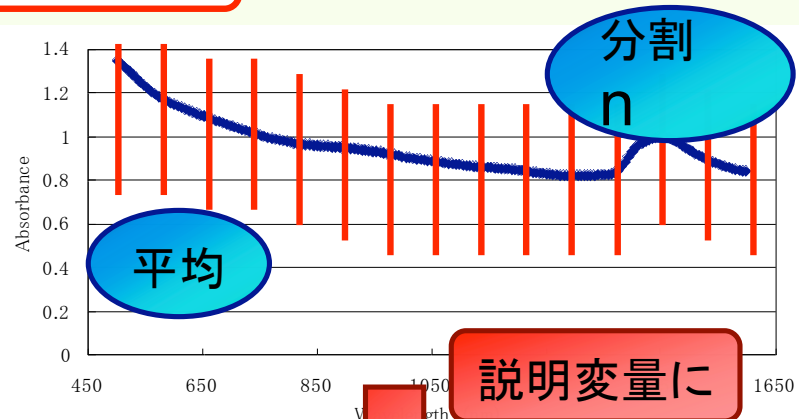
↑ 重み係数  
 ↑ 説明変量  
 土壤センサからのデータ(吸光度)

現状の方法

吸光度 + 前処理(微分・スムージング), 説明変量数 約200

今回の方法

500~1600nmの吸光度



作成用データ

等分割検量線を作成

分割数 n(説明変量数)  
5, 10, 15, 20, 25, 29, 35, 44, 52

ブロック化による平均

$$a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n$$



KYOTO UNIVERSITY

評価用データ

# 作成したモデルの評価

- 予測誤差

計測値と推定値の差の  
絶対値の平均

数値が低いほど良い

精度の目安

目標精度

水分量

10 %

全窒素量

0.1 %

全炭素量

1 %

- 決定係数  $R^2$

計測値と推定値の  
相関係数の二乗

数値が1に近いほど良い

統計的目安



# モデル構築に使用したデータ

## 作成用データ

- 水田  
灰色低地土・グライ土
- 畑  
黒ぼく土・黄色土
- 砂丘  
砂丘未熟土

- 水田
- 畑
- 牧草地
- 砂丘



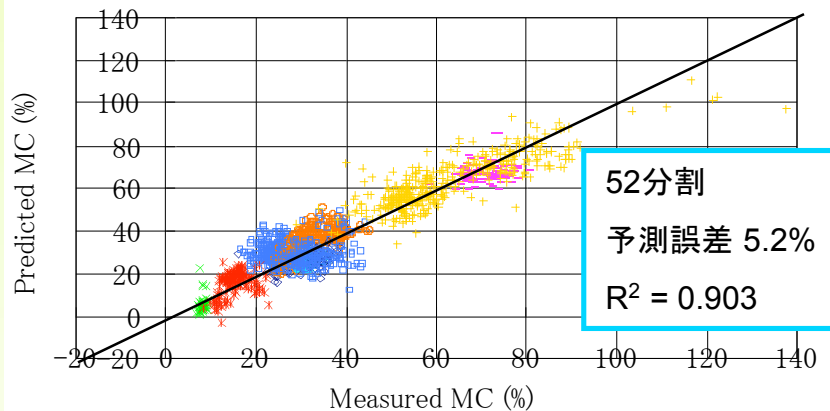
## 評価用データ(未知データ)

- 水田  
灰色低地土・グライ土
- 畑  
黒ぼく土・沖積土・湿性黄色土  
黒色火山性土・褐色火山性土  
黄色土
- 牧草地  
火山性土・非火山性土

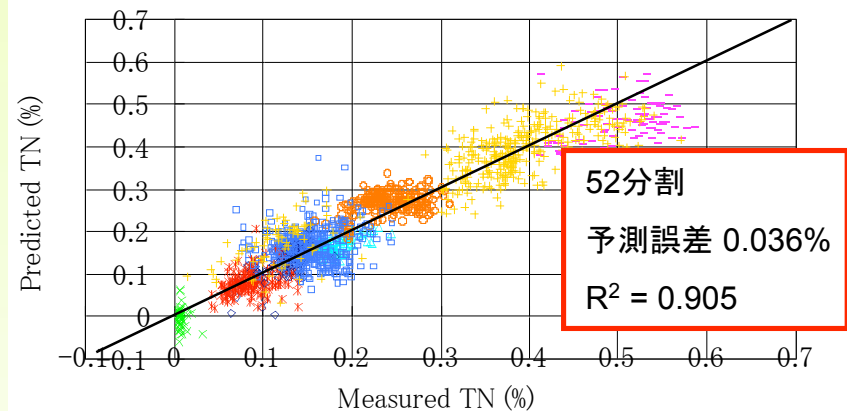


# 分割数によるモデルの比較検討 (作成用データ)

水分量



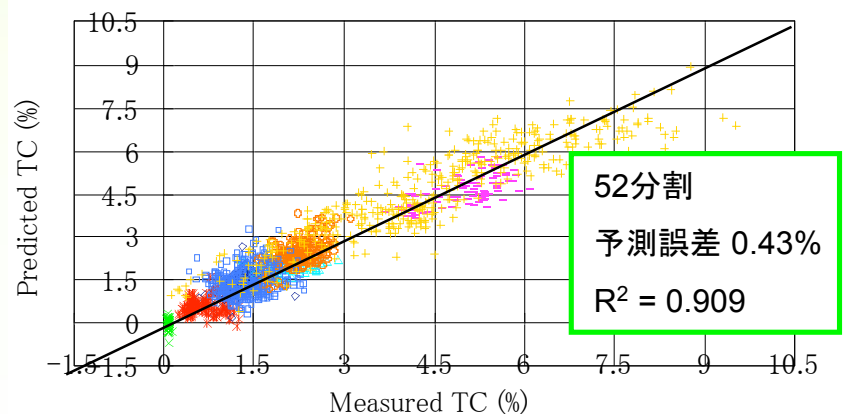
全窒素量



どの成分においても誤差も小さく推定可能

- ◇ 石川 金沢 水田
- 愛媛 松前 水田
- △ 石川 加賀 水田
- × 石川 内灘 砂丘
- \* 愛知 豊橋 畑
- 群馬 前橋 畑
- 岩手 盛岡 畑
- + 宮崎 都城 畑

全炭素量



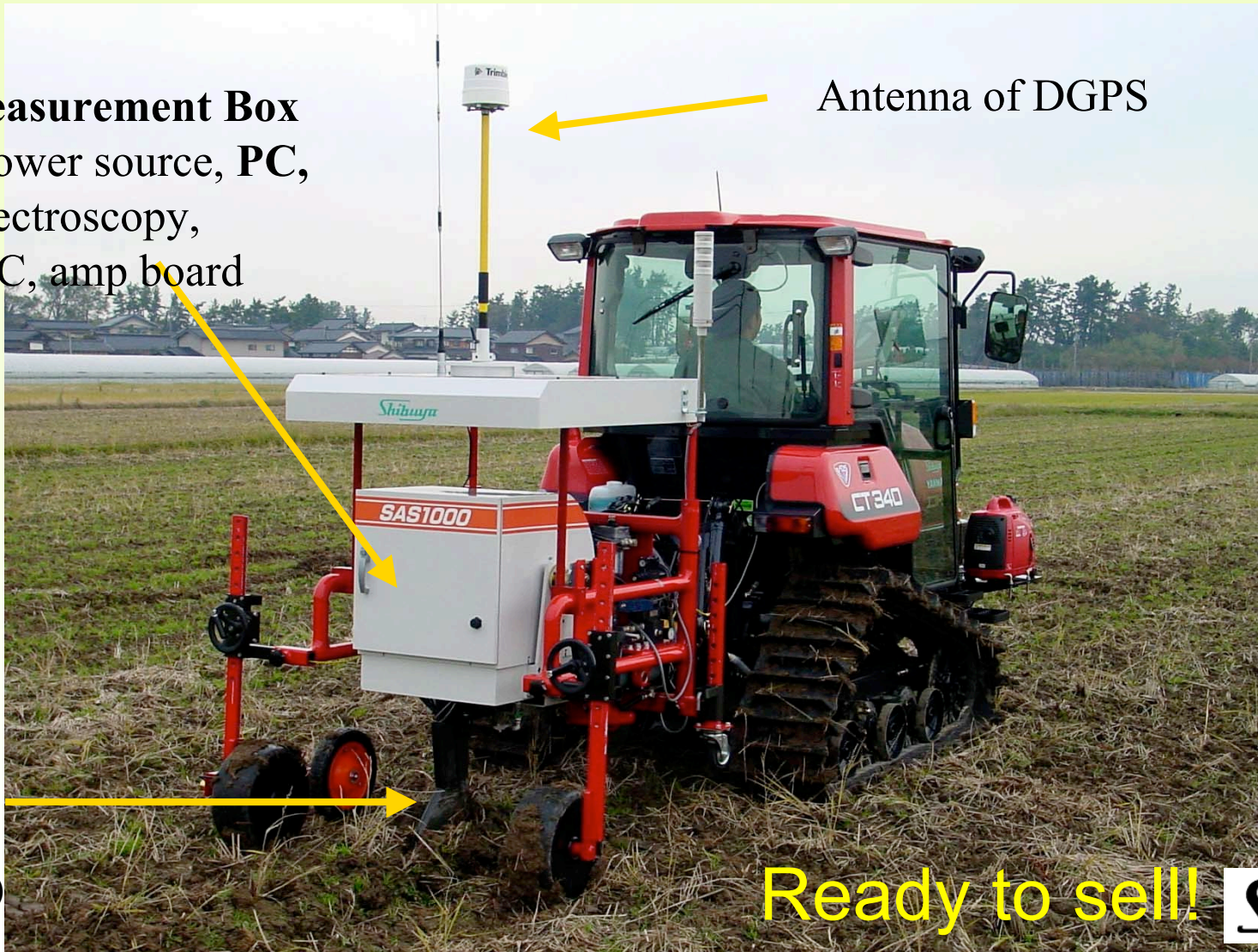


# SAS1000 – Outline (Real time soil sensor)

**Measurement Box**  
Power source, PC,  
Spectroscopy,  
PLC, amp board

Antenna of DGPS

**Chisel  
(sensor  
probe  
housing)**



**Ready to sell!** *Staeiko*

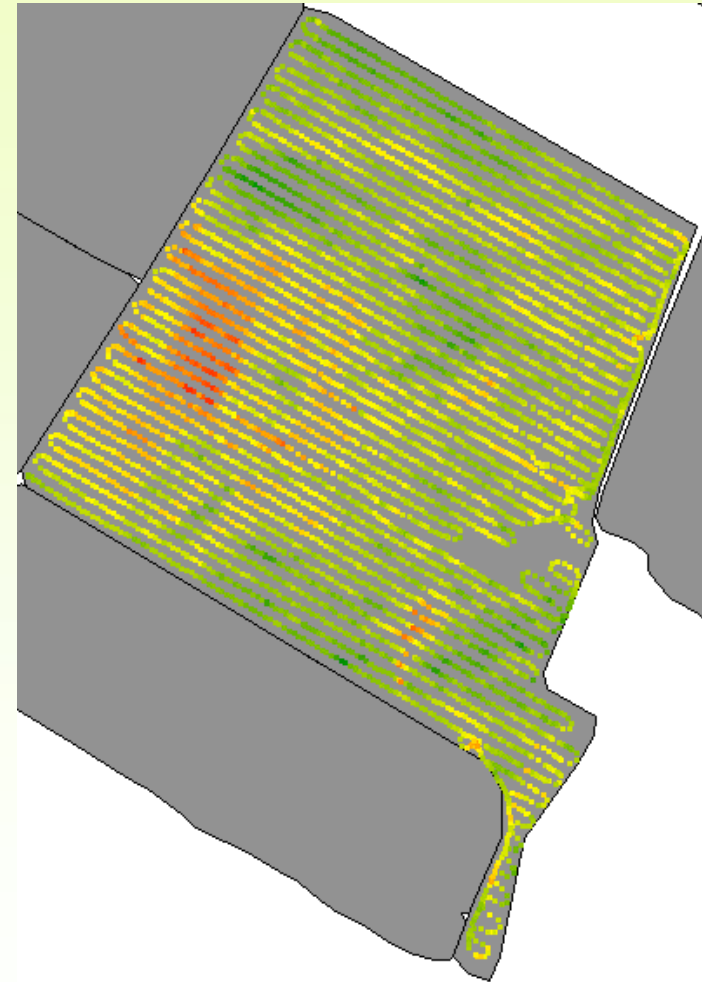
※ Date: 2004. 11. 21 Depth: 150mm, Speed: About 30cm/sec  
Cooperation with SHIBUYA MACHINERY CO., LTD., TUAT



**UKYOTO**

京都大学  
**UNIVERSITY**

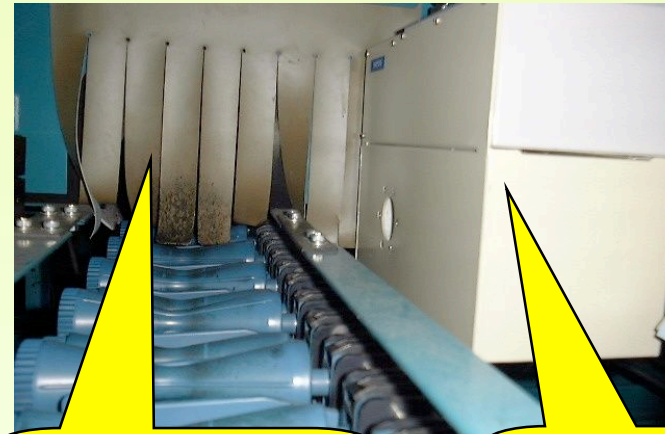
# Veris



- **VerisEC、EM38、Geocarta、Soil Doctor**
- **Veris: on-the-go pH EC Sensing**

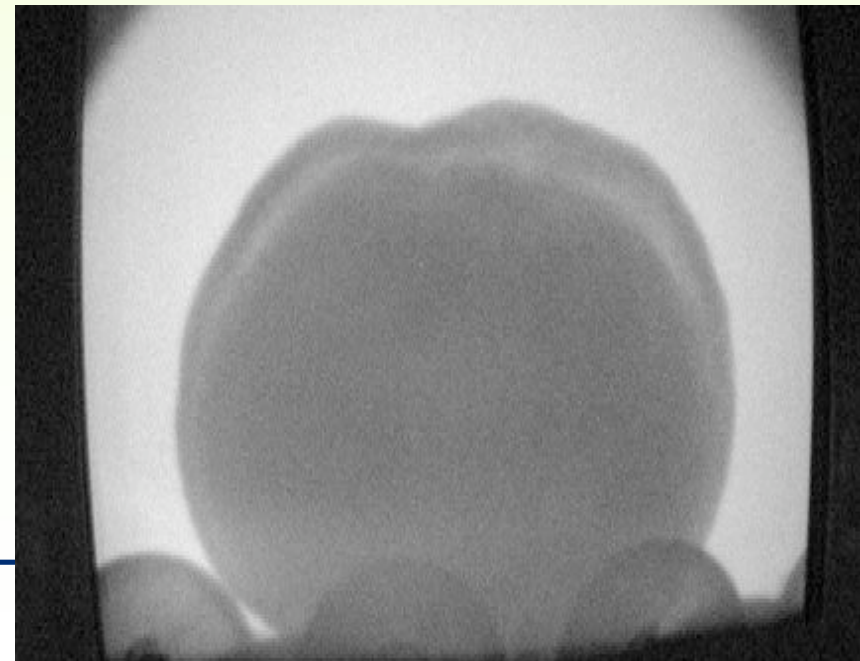


# 軟X線センサ（浮皮・空洞センサ）



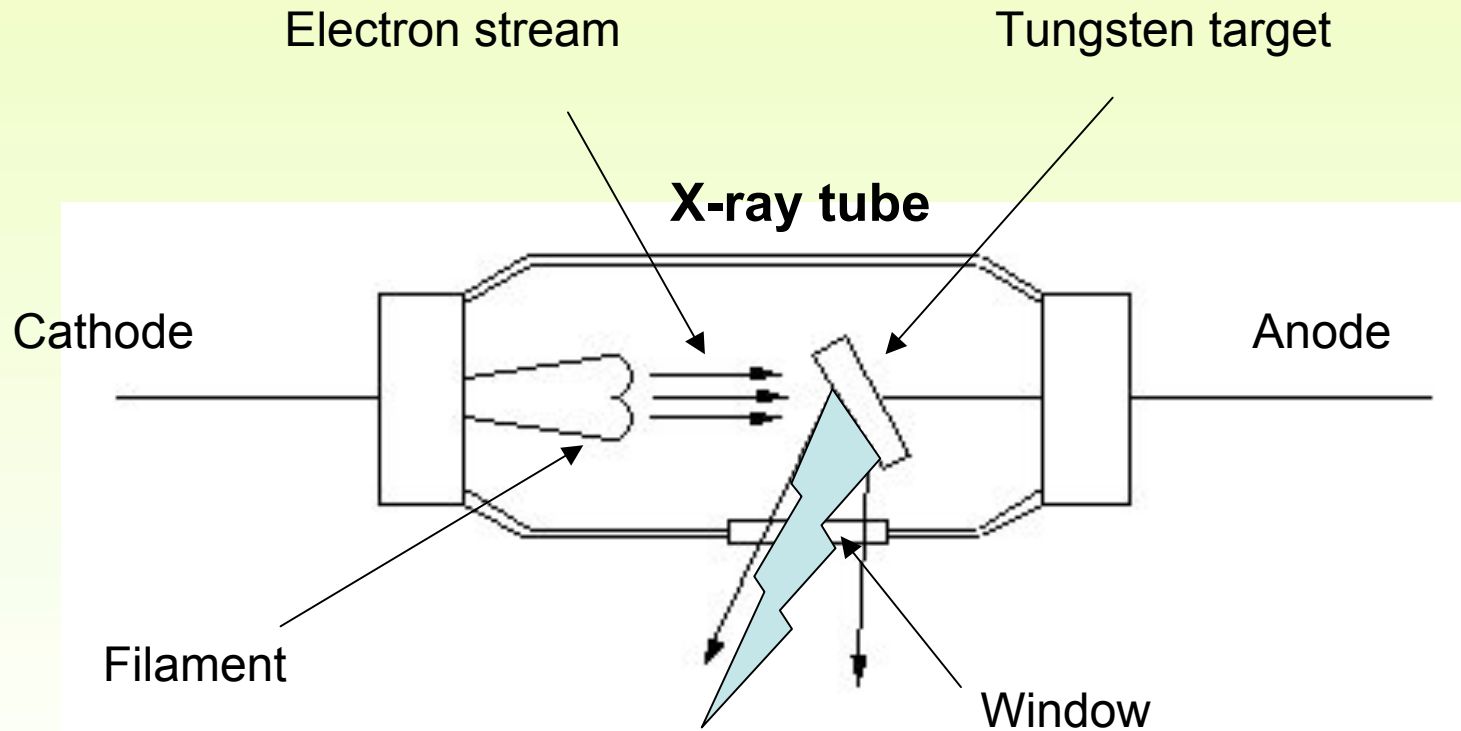
鉛ゴム垂れ

X線発生器



軟X線：管電圧が100kv以下の波長の長いX線

# The X-ray emission method

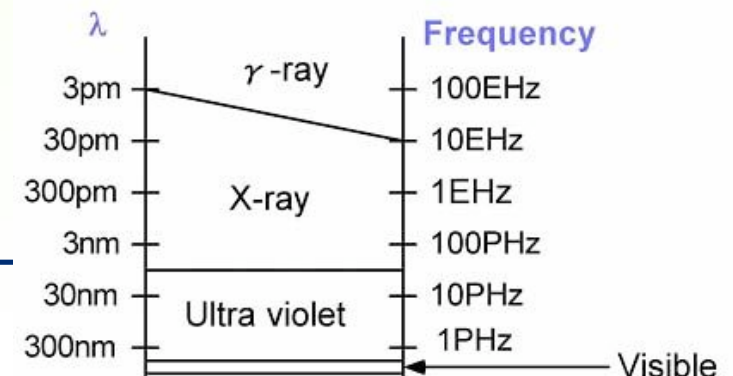


Electromagnetic Wave = X ray

Soft X ray: less than 100keV Tube Voltage

Energy of soft X ray: 0.1-2 keV

---



# 目次

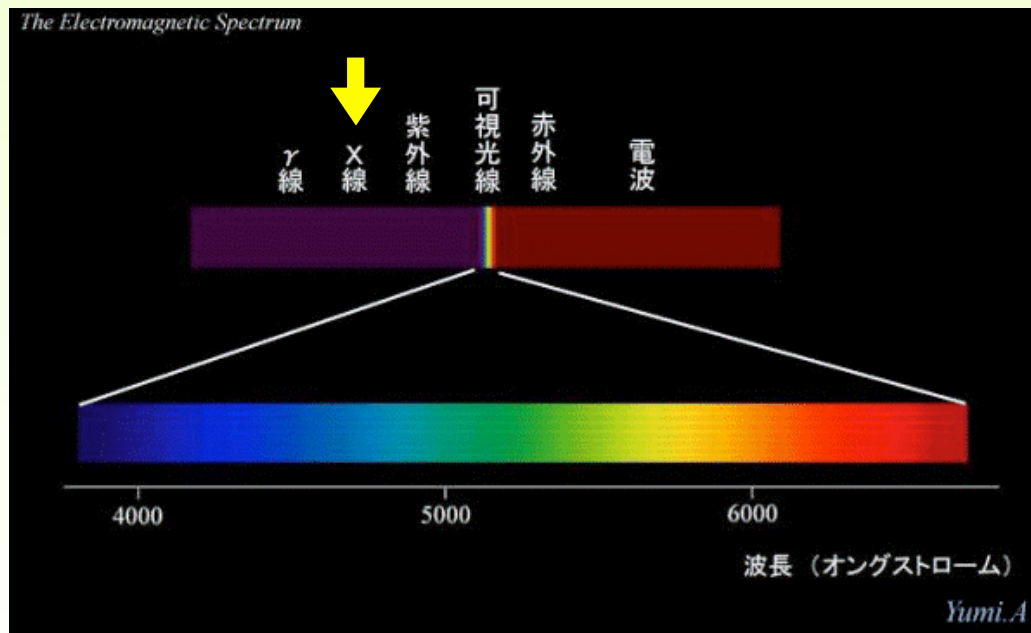
---

- X線とは
  - ◆ X線の利用
- X線の特徴
  - ◆ 防護の手段
  - ◆ X線装置 漏洩基準
- 放射線と放射能
  - ◆ アポロレーザーX線装置
- 放射線いろいろ
  - ◆ X線装置 注意事項
- 放射線が人体に及ぼす影響
- 食品へのX線照射について

# X線とは

約100年前にレントゲンによって発見された。  
当時、正体不明であったために「X」線と名付けられました。

「未知の光線」と呼ばれています。



エネルギーの高いX線およびγ線を一般的に電磁放射線と呼ぶ

X線とは、太陽の光と同じ電磁波の一種で、可視光線や紫外線よりもさらに波長が短いため、当然目で見ることには出来ません。



# X線の特徴

## ◆ 透過作用

物質に吸収されずに通過する性質。  
可視光線は物質にぶつかり反射・吸収されますが、  
X線は波長が非常に短く、物質を通り抜けます。

## ◆ 感光作用

写真フィルムを黒くさせる性質。  
(レントゲンで利用)

## ◆ 蛍光作用

蛍光物質から光を発生させる性質。  
(CTで利用)

## ◆ 電離作用

物質を電離する性質。  
(電子を原子や分子から電離さす。)

## X線の種類

管電圧が100kv以下の波長の長いX線の事を「ソフトX線」「軟X線」と呼び、  
管電圧が高く波長の短いX線を「ハードX線」「硬X線」と言う。



# 放射線と放射能

「放射線」と「放射能」はよく似た言葉で混同されやすいが、意味は全く違う。

## 放射線

- ・ 電磁波である。
- ・ X線管から発生するものである。
- ・ 電源を投入したときだけ発生する。
- ・ 放射性同位元素のように他の物質を放射化しない。
- ・ 空気中、あるいは物質中に残留しない。
- ・ 電離, 蛍光, 熱作用があるほか、細胞を破壊する働きがある。

## 放射能

- ・ 放射線同位元素の放射線発生能力を呼ぶ。
- ・ 放射線同位元素の壊変によって発生する。
- ・  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線は、例外なく放射性同位元素からの放射線であり、一般的に言う放射能である。

$\alpha$ 線 : プルトニウム, ウラニウム 等

$\beta$ 線 : トリチウム, ストロチウム 等

$\gamma$ 線 : コバルト60, セシウム137 等





# 放射線のいろいろ

日常生活からの放射線としては。

シーベルト(線量当量=Sv) : 放射線によってどれだけ影響があるかを表す単位。

胸のX線写真	...	0.1	ミリシーベルト	(1回あたり)
食物から	...	0.35	ミリシーベルト	(年間)
ラドンから	...	1.3	ミリシーベルト	(年間)
宇宙線から	...	0.35	ミリシーベルト	(年間)
大地から	...	0.4	ミリシーベルト	(年間)

年間 : 約2.5 mSv

1日 : 約6.8  $\mu$ Sv

1時間 : 約0.2  $\mu$ Sv

宇宙線の量は、高いところほど多く、富士山やエベレストの頂上では、平地の数倍もあります。



# 放射線が人体に及ぼす影響

## 確率的影響

確率的影響とは、しきい線量が存在しません。つまり、被曝線量の増加に伴い影響の発生率は増加すると考えられています。

- ガンの発生

## 確定的影響

確定的影響とは被曝線量のしきい値が存在し、しきい線量以下の被曝線量では影響は出現しません。

- 皮膚傷害としては、脱毛、赤斑、潰瘍 (3000mSv/1回)
- 生殖腺の場合は、不妊とホルモンの異常分泌 (50~150mSv/2週)
- 眼の水晶体の場合は水晶体の混濁、白内障 (5000mSv/1回)

人は約10GyのX線を全身照射すると数日で死亡します。(1Gy=1Sv)

グレイ(吸収線量=Gy) :放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されるかを表す単位。  
1グレイは、1kgあたり1ジュールのエネルギー吸収があるときの線量。



# 食品へのX線照射について

## 厚生省の食品衛生法の定め

『食品には、100万電子ボルト以上のエネルギーを  
有するX線を照射してはならない。』

(100万電子ボルト = 1000Kev)

弊社の、X線エネルギーは、  
上記規定の20分の1の5万ボルト以下である。

## X線照射による食品への影響

- ・ X線は、放射能では無いので残留しない。
- ・ 食品を放射化させない。
- ・ 栄養価を損なうことはない。
- ・ 味覚を変化させない。

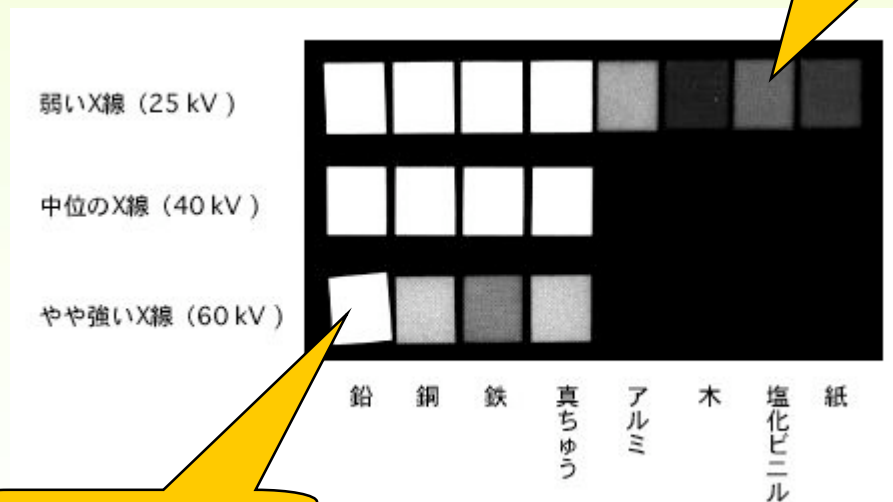


# X線の利用

モノの中を透過するX線の量はつぎの3つの要素で決まります。

1. 照射するX線の強弱
2. X線を当てるモノの材質
3. X線を当てるモノの厚さ

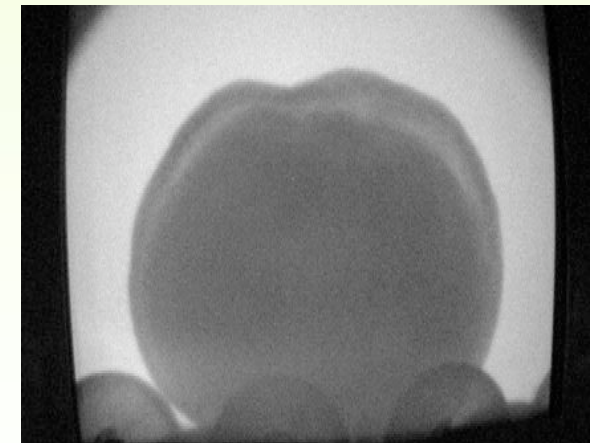
(参考) 0.3mm厚の材質と透過状態



黒部分:透過

白部分:透過しない

(参考) みかん透過状態



(アポログレーザー 浮皮判定システム)

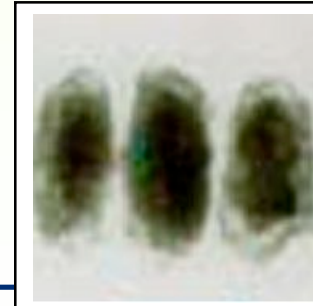
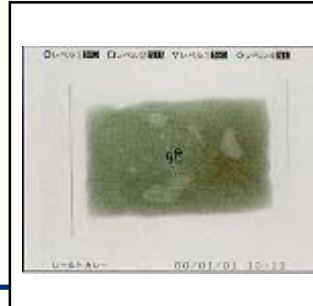
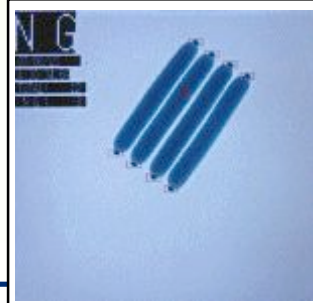
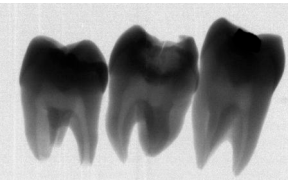
一般に鉛は、X線の防護材料として使用。(1~2mm厚)

# X線の利用

非破壊検査装置として、多く利用されています。

- レントゲン
- 歯科用X線装置
- 医療放射線
- 空港手荷物用検査

管電圧：60～150kV  
管電流：5～7mA



- 缶ビールのビール量計測
- 卵殻の割れ計測
- ハム類の内部異物検査
- 缶詰の内部異物検査
- ソーセージ金具検査
- ハンバーグ内の異物検査
- レトルト食品異物検査
- カキフライ殻検査

管電圧：20～80kV  
管電流：0.5～1mA



# 防護の手段

## 放射線防護の基本

- 放射線の照射時間をできる限り短くする。
- 適当な物質で遮蔽する。
- 線源からできる限り距離をとる。
- 照射口を直視しない。

これらの防護方法を実行するためには、自分が扱っている放射線はどのような種類の放射線をどれほど出しているかを知る必要があります。



# X線装置 漏洩基準

## 漏洩規定

漏洩X線量は「**電離放射線障害防止規則**」で定められた規定当量  
(0.3ミリシーベルト/週)以下でなければならない。

## 参考漏洩値

規定値 :  $0.3\text{mSv/週} = 300\mu\text{Sv/週}$   
つまり、1週間の労働時間を考えると  $7.5\mu\text{Sv/h}$  となる。

弊社X線装置の漏洩X線量 :  $1\mu\text{Sv/h}$  以下  
空港手荷物用X線検査装置 :  $6.5\mu\text{Sv/h}$   
胃のレントゲン検査 :  $0.6\sim 4.0\mu\text{Sv/回}$

※  $300\mu\text{Sv/週}$ を超える装置には、「**X線作業主任者**」の選任が必要。



# X線装置 漏洩基準



20秒間測定



測定距離 1 cm



仮定側面

装置漏洩:  $1\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下  
内部: 約 $300\mu\text{Sv}/\text{h}$



隙間測定

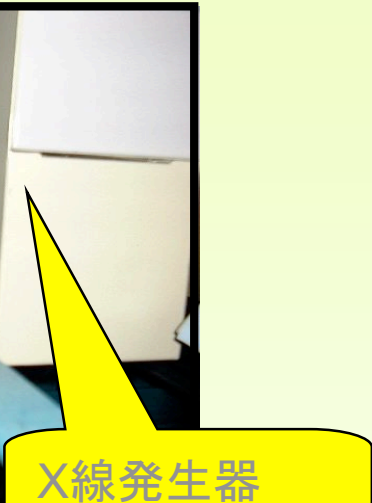




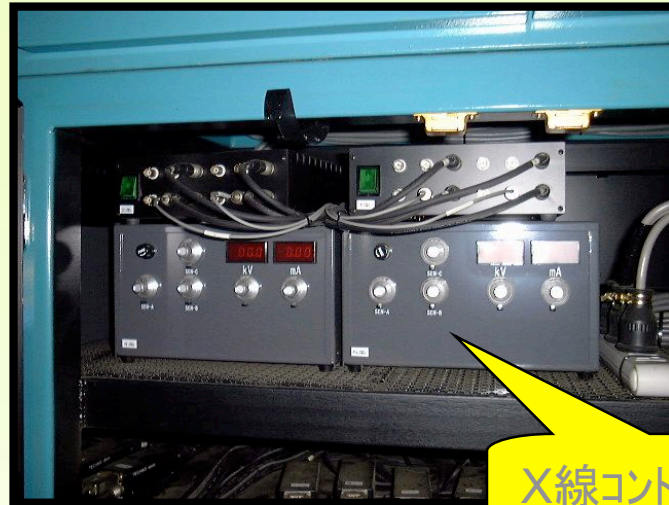
# アポログレーザーX線装置



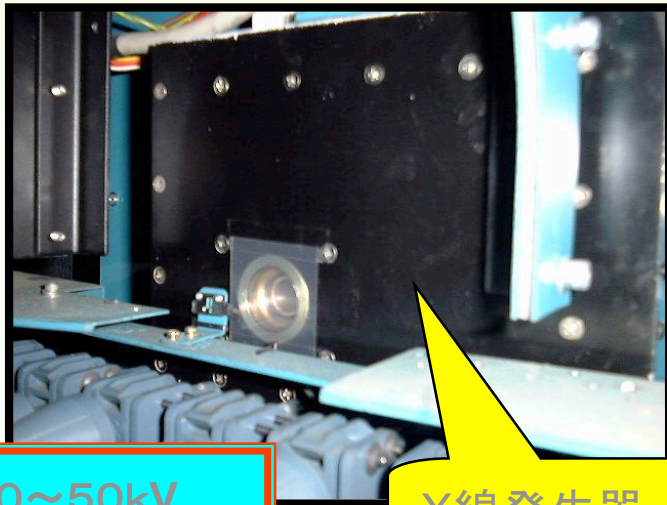
鉛ゴム垂れ



X線発生器



X線コントローラ



X線発生器

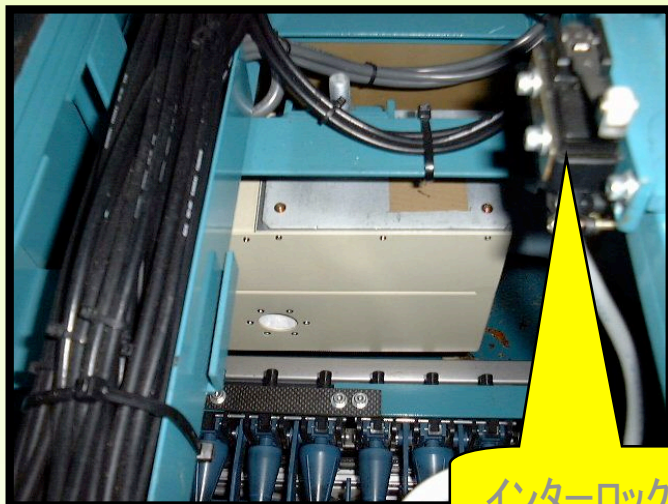
管電圧 : 20~50kV  
管電流 : 0.3~0.5mA



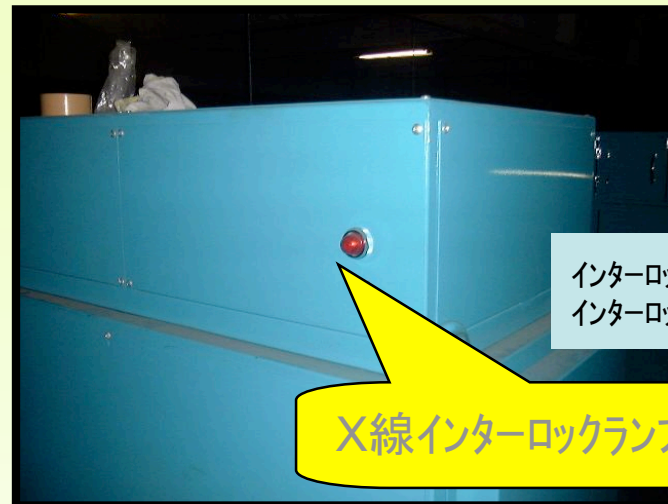
X線コントローラ



# アポログレーザーX線装置

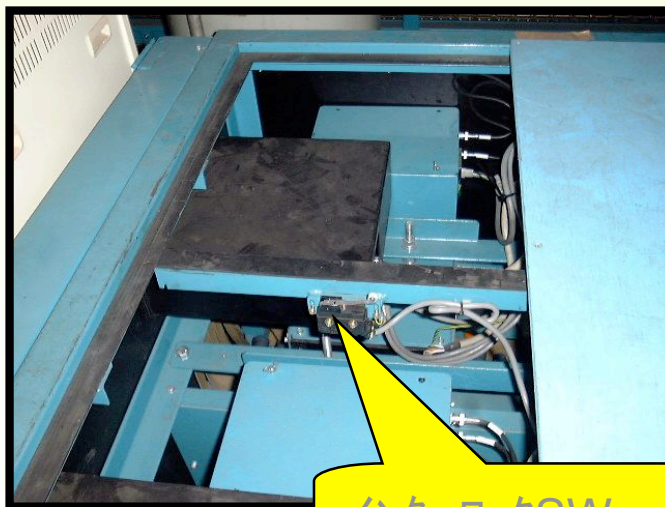


インターロックSW



インターロック扉開: 消灯  
インターロック扉閉: 点灯

X線インターロックランプ



インターロックSW



サーベイメーター



# X線装置 注意事項

## X線装置の据付

- ① X線装置据付は、電源をOFFした状態で行なう。
- ② X線出力調整を行なう場合は、作業員全員に告知する。

## X線装置の安全確認

- ① X線出力試験。(照射確認, 停止確認)
- ② X線インターロック動作確認。
- ③ X線漏洩検査。(サーベイメーター測定)

## X線装置運転中の禁止事項

- ① X線装置運転中は、X線防護カバーを外さない。(カバー, 鉛ゴム垂れ)
- ② X線装置近辺(サイザーの中)での作業は、行なわない。



# X線装置 注意事項

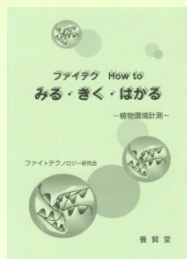
- ★ X線取扱担当者は、バッジを身に付け放射被爆量を確認しながら作業を行なう。
- ★ X線装置特有のランニングコストとして、「X線管球」の高額消耗品がある。  
メーカー保証値：500時間
- ★ X線装置は、装置設置の30日前までに所轄の労働基準監督署長に「設置計画の届出書」の提出が必要である。
- ★ X線装置の漏洩検査は、1年に1度社内保管する必要がある。



## 果実の糖度を測る

青果物は1つ1つが商品としての性格を持っているので、非破壊でその品質を迅速に評価する必要がある。そのひとつとして、対象物の分光反射特性と物性値との関連を求めて評価を行う方法がある。ここでは、分光光度計を用いた果実の糖度推定方法について解説する。

### STEP1 糖度計



P. 56

糖度の単位によく使われるのがBrix%で、ショ糖を水に溶解したときの重量%で表される。例えば100gの水の中に10gのショ糖が解けているときにはBrix10%になる。糖度計は光の屈折率を利用したものが用いられることが多い。これは光の屈折率と水溶液中の糖度がほぼ比例関係にあることを利用したもので、空気を1としたとき、蒸留水が1.33、Brix10%が1.35となる。な

お、屈折率とは光が例えば空気中から水中へ進むときにその境界面で進行方向が変化する割合を示したものである。

糖度計（図1）を使う際には、果肉の混入がないよう果汁のみを搾り取ることで、計測の度に蒸留水で洗浄すること、蒸留水による校正は測定を始める前に行うことに注意。



図1 デジタル式糖度計（アタゴ，PR-1）

## STEP2 分光反射特性

物質によって近赤外線領域の電磁波を照射したときにそれを吸収する波長帯域は違う。これを分光反射特性といい、概知の物質の波長特性をもとに測定対象物に含まれている物質及びその量を推測する方法は青果物の等級分別ではポピュラーな方法になりつつある。この分光反射特性は可視領域では主に色を表現するものであるが、赤外域ではある種の分子結合（今回なら糖）が特定の波長の光をよく吸収することを利用して、その化学成分の含有量を推定しようというものである。図2にショ糖、果糖、ブドウ糖がどの波長帯域の光を良く吸収するのかを示す。

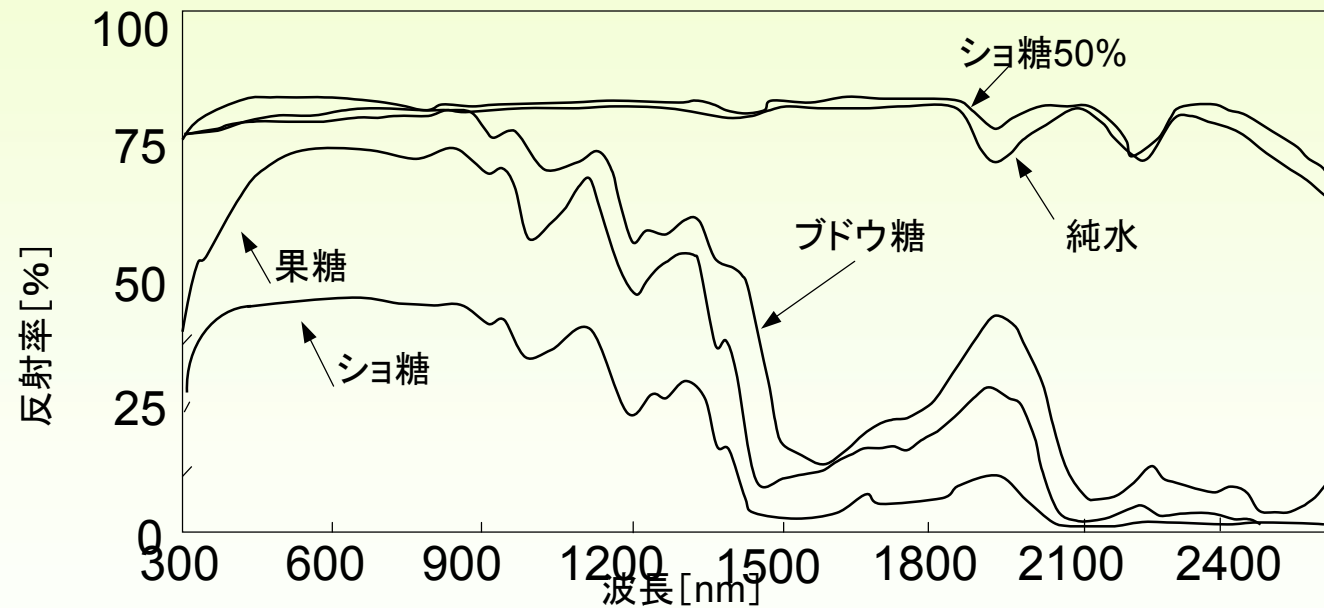


図2 糖の分光反射特性

## STEP3 重回帰分析

重回帰は被説明変数 $y$ に対して2つ以上の説明変数 $x_1, x_2, \dots, x_k$  ( $k \geq 2$ )で表す場合に用いられる。 $a_i$  ( $i=0, 1, \dots, k$ )を係数とすると

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k$$

係数を推定する実際の計算方法は統計の参考書をご参照いただくとして、ここでは実際のデータを用いてEXCELを使って行う方法を解説する。

図3はリンゴを分光光度分析した結果である。今回は説明変数として果糖の分光分析結果をもとに4つの波長領域を使うことにした。どの波長をいくつ使えば最も効果的なのかを決定するのが各自の腕の見せ所なので色々組み合わせて試してもらいたい。つぎに、対応する被説明変数（糖度）と説明変数（反射率）をセルに入力し、メニューのツールから分析ツールを選んで回帰分析ツールを開く。そして、それぞれの変数の範囲を選べば係数や寄与率を求めてくれる（図4-7）。図8にここで求めた回帰の相関を示す。

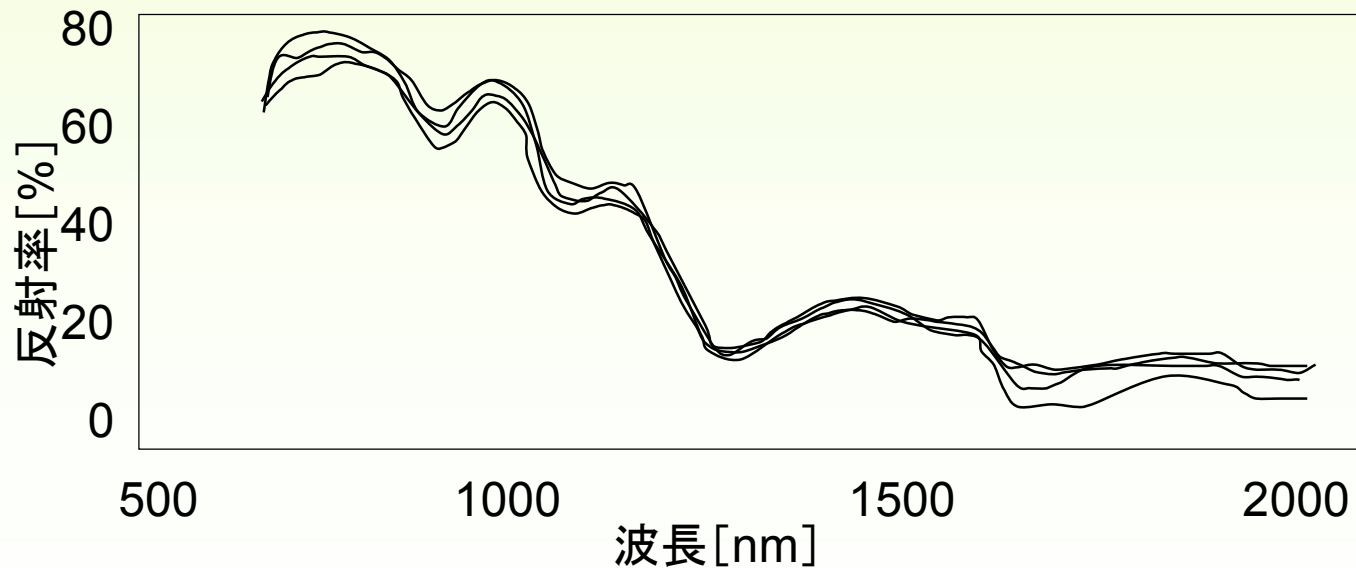


図3 リンゴの分光反射特性

	A	B	C	D	E
1	糖度	波長(nm)域での反射率(%)			
2	(%)	1934	1454	1072	980
3	15.4	8.26	13.4	57.1	49.7
4	15.6	6.70	10.6	56.5	48.6
5	13.9	6.98	11.8	50.8	44.1
6	14.0	9.07	15.3	58.4	51.2
7	13.4	8.62	14.9	60.2	52.5
8	13.0	8.87	15.3	62.7	54.4
9	17.2	5.19	8.07	50.4	42.9
10	15.9	6.90	11.4	53.1	46.2

図4 選択波長のセルへの入力



図5 メニュー

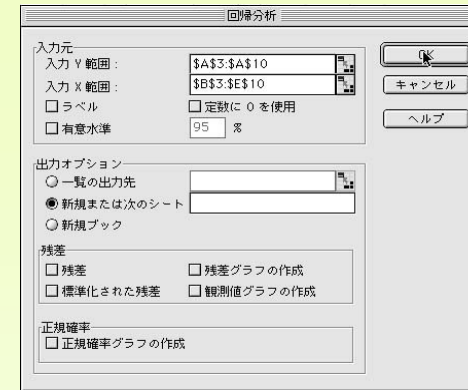


図6 回帰分析ツール

重回帰データ.xls									
1	概要								
2									
3	回帰統計								
4	重相関 R	0.955265134							
5	重決定 R2	0.912531476							
6	補正 R2	0.795906777							
7	標準誤差	0.658772							
8	観測数	8							
9									
10	分散分析表								
11		自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
12	回帰	4	13.58274585	3.395686464	7.824513048	0.061278141			
13	残差	3	1.301941645	0.433980548					
14	合計	7	14.8846875						
15									
16		係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
17	切片	16.76034401	4.458326749	3.75933505	0.032905032	2.57194521	30.94874281	2.57194521	30.94874281
18	X 値 1	2.557361027	1.844153298	1.386739936	0.259600079	-3.31156333	8.426285384	-3.31156333	8.426285384
19	X 値 2	-2.24500785	0.819319228	-2.740089301	0.071333003	-4.852449745	0.362434046	-4.852449745	0.362434046
20	X 値 3	-1.469017477	1.638835837	-0.896378664	0.43610434	-6.684529424	3.746494469	-6.684529424	3.746494469
21	X 値 4	1.836059639	2.071167685	0.886485267	0.440649971	-4.755326491	8.427445768	-4.755326491	8.427445768
22									
23									

図7 重回帰分析結果

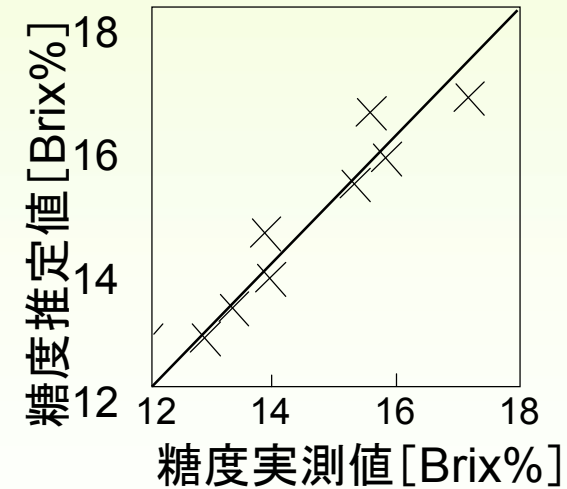


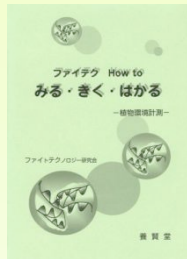
図8 回帰の相関



# 米の食味を測る

米の食味は食味試験で決定されるが、近赤外分光法に基づくNIR分析計では、種々の方法によりこの食味試験の食味を推定する。推定精度はそれほど高くなく、また、異なる機種間では食味推定値に互換性はないので、注意が必要である。

## STEP1 米の食味とは



P. 62

米の食味は、食糧庁の「米の食味試験実施要領」に準じて行われる**食味試験**に基づいて決定される。近赤外分光法で推定する食味推定値は、この食味試験の総合評価をそのまま用いるもの、米の主成分（水分、タンパク質、アミロース、脂質など）から求めた食味推定値を用いるもの、成分と**官能試験**の評価項目（たとえば粘り）から求めた食味推定値を用いるものなど、いくつかの方法がある<sup>1)</sup>。

## STEP2 近赤外分光法

**近赤外分光法**（NIRS: Near-Infrared Spectroscopy）とは、750 ～ 2500nmの範囲の近赤外光を農産物に照射して得られる**吸収スペクトル**から、コンピュータを用いた多変量解析法により成分、品質を測定する分析手法である。図1に米とその主要成分の吸収スペクトルを示す<sup>2)</sup>。

**近赤外(NIR)分析計**は、**走査型分光光度計**か**固定干渉フィルタ型分析計**か、**透過型**か**反射型**か、**粉碎式**か**全粒式**か、などに分類される。初期の分析計は粉碎式で1100～2500nm領域の反射型であったが、現在では全粒式で700～1100nmの透過型が主流になっている。図2に全粒透過型の測定部の一例を示す。図1に示した複雑な吸収スペクトルから目的の成分あるいは品質を推定するために、NIR分析計では**重回帰分析**（MLR）、**判別分析**、**正準相関分析**、**主成分分析**、**因子分析**、**クラスタ分析**など、多くの多変量解析手法が用いられるが、主に用いられるのは**重回帰分析**（MLR）、**主成分回帰分析**（PCR）、**PLS回帰分析**の3つである。NIR分析計にはこれらの多変量解析手法に基づいて作成された食味推定値の計算式（**検量線**）が内蔵されており、ユーザーがこれらの複雑な統計手法に煩わされることはない。

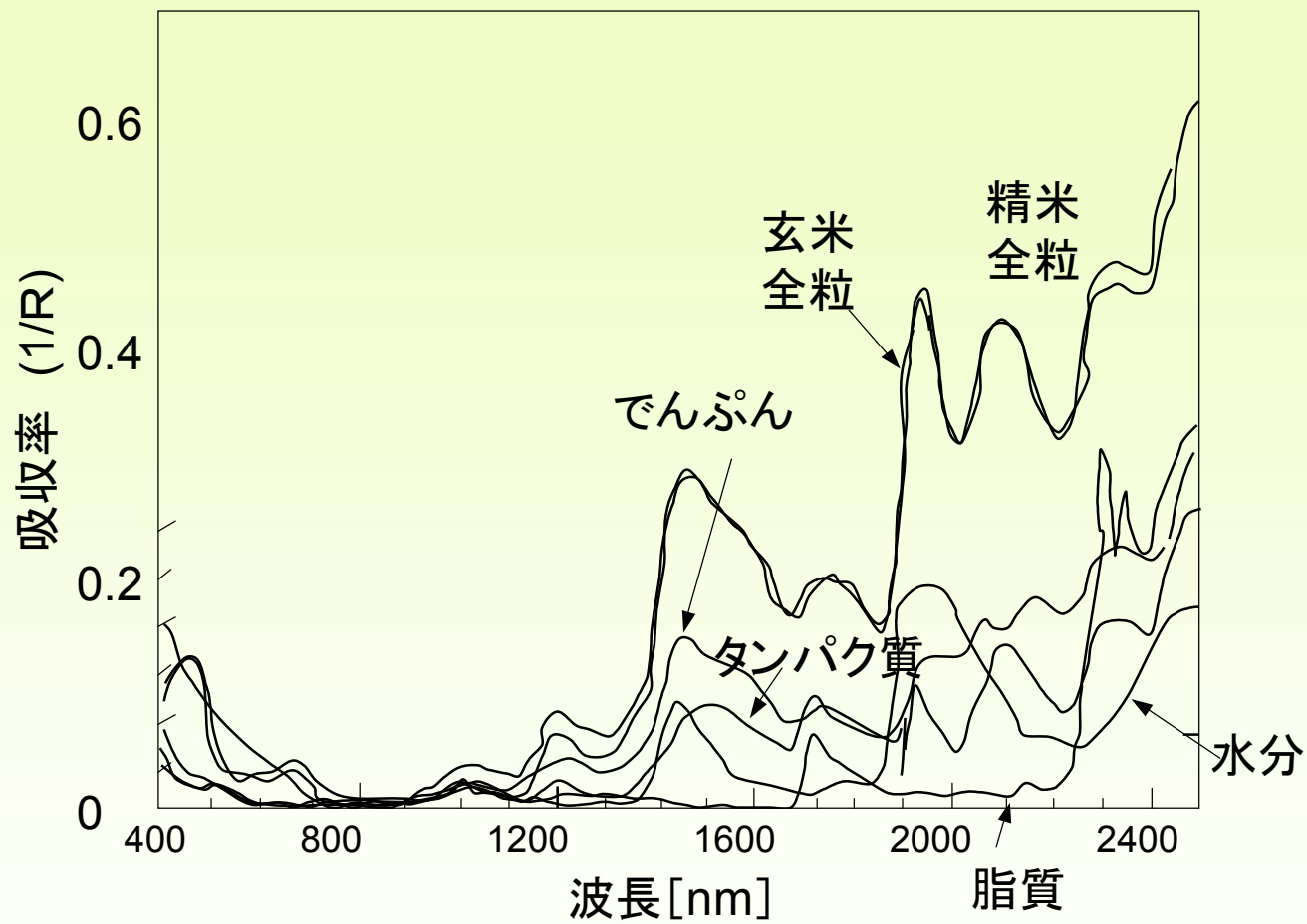


図1 米とその主要成分のスペクトル

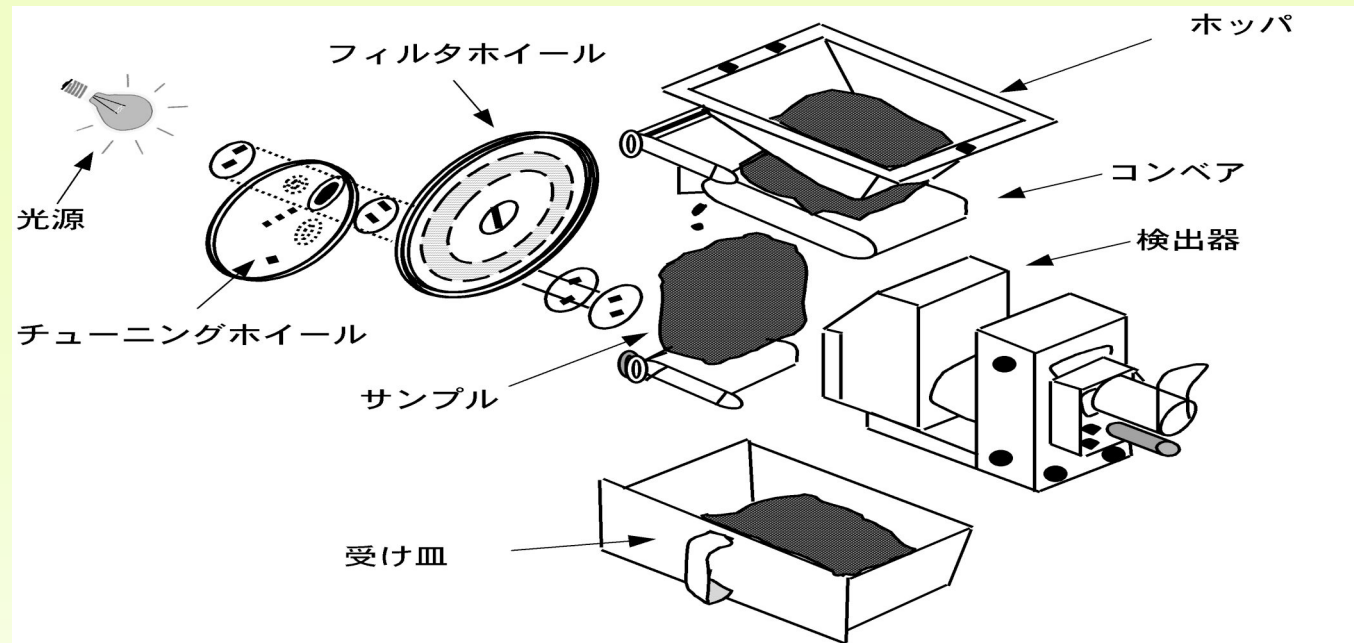


図2 透過型NIR分析計の光学系（静岡製機，GS-1000J）

## STEP3 NIR分析計による米の食味の測定

現在主流になっている全粒透過型NIR分析計では、以下の使用上の注意事項を遵守しなければならない。

- ・使用前のウォーミングアップを充分行う。
- ・分析計には温度特性があるので、空調した測定室に設置する。
- ・サンプル（玄米・精米）温度と分析計の温度が大きく異なると測定値が変動するので、サンプルはできるだけ分析計と同じ温度になるよう、予め測定室に入れておく。また、サンプルと分析計の温度差が10℃以上有る場合は測定を中止する。
- ・測定前に基準サンプルによる分析計のチェックを必ず行い、必要に応じて**バイアス調整**を行う。
- ・精米の**搗精歩留**は測定値に影響するので、搗精歩留は90～91%になるように調整する。



- ・ 玄米の性状は測定値に影響するので、未選別のもの、肌ずれがはなはだしいものなどの測定は避ける。
- ・ 得られた食味推定値はそれほど精度が高くなく、数グループに分類できる程度である。また、異なる機種間では食味推定値の互換性はないので、これらの特性をよく理解した上で使用する。

以上の注意事項を守った上で、それぞれの分析計の取り扱いに従って玄米あるいは精米を測定する。図3に、食味試験の総合評価と分析計の食味推定値の相関の一例（精米）を示す<sup>1)</sup>。

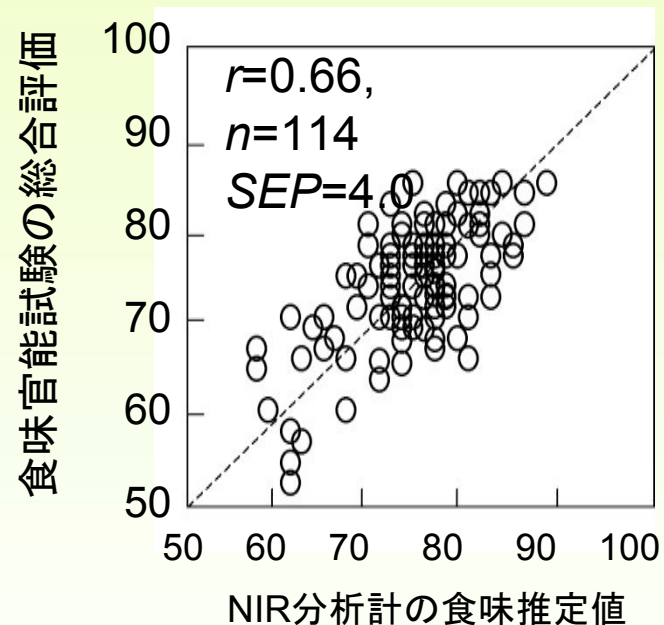


図3 食味評価値と官能試験の総合評価との相関の一例