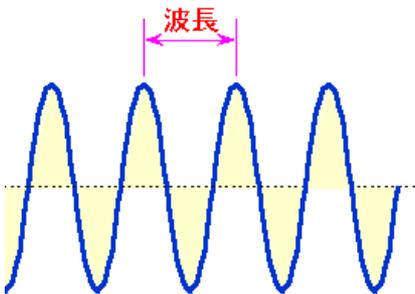
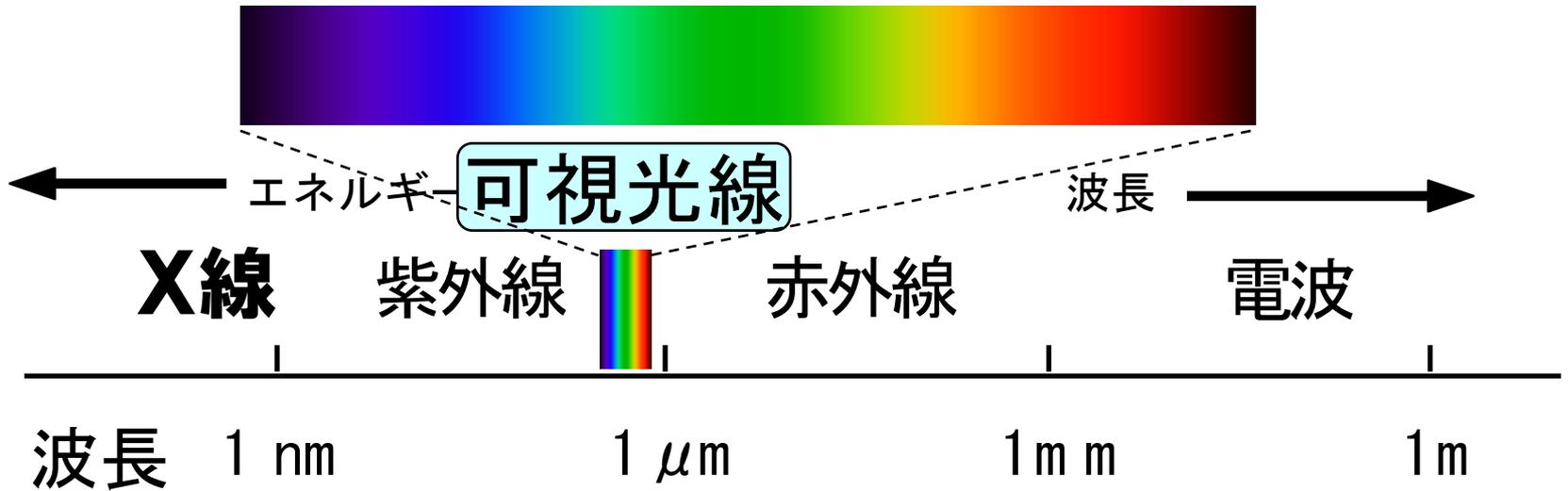


2009. 7. 7

SPring-8を用いた

安全安心のためのX線分析技術

# X線について:

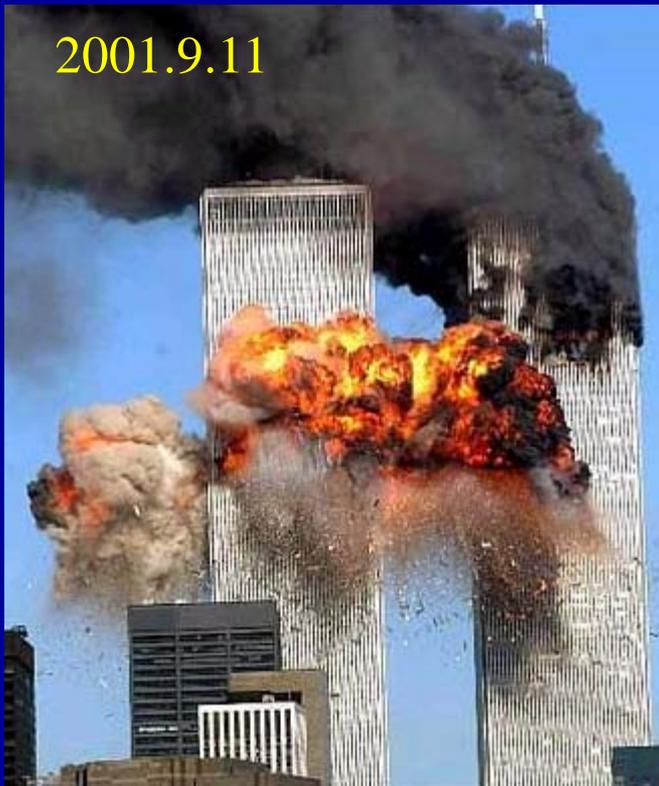


# 現在・・・テロ厳戒態勢

N: Nuclear(核テロ)

B: Bio(バイオテロ), Bomb

C: Chemical(化学テロ)



<http://www.geocities.jp/ingkuugunkiti/tero.jpg>



Ribbands Explosives

C-4: Small, easy to conceal.

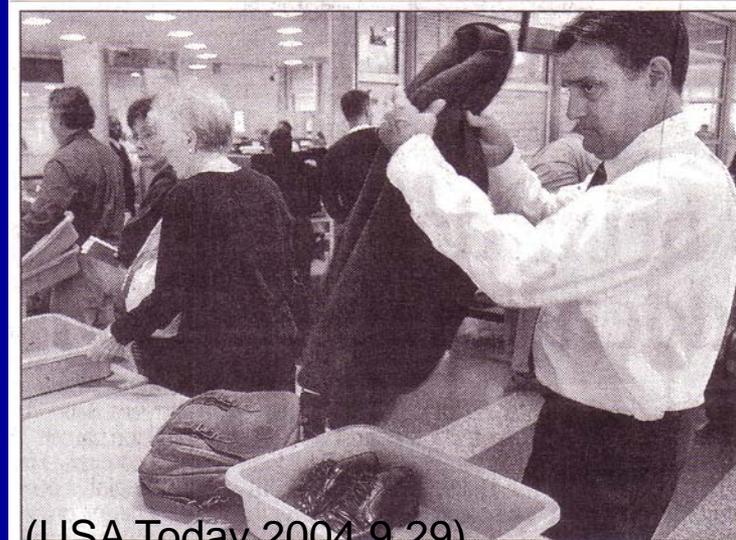
## Plastic explosives

Plastic explosives were designed for military use during World War II and are among the most volatile components used in terrorist attacks. The explosive has been used in bombings such as Pan Am Flight 103 over Lockerbie, Scotland, and the Khobar Towers complex in Saudi Arabia.

**Such explosives are a draw for terrorists because:**

- ▶ They're malleable and easy to mold inside belts, shoes and bags.

- ▶ They're odorless.



(USA Today 2004.9.29)

By Mannie Garcia, Reuters

**More pat-downs:** A passenger removes his jacket during screening earlier this month at Reagan National Airport in Washington, D.C.

AFTERMATH:  
Rescue workers  
tend the wounded  
and dying on the  
tracks outside the  
Atocha train station

PABLO TORRES GUERRERO—  
EL PAIS/RETENA

# TERROR ON THE TRACKS

Europe's deadliest bombing attack in years and a claim that al-Qaeda was behind it put the continent on edge. Inside the hunt for the killers

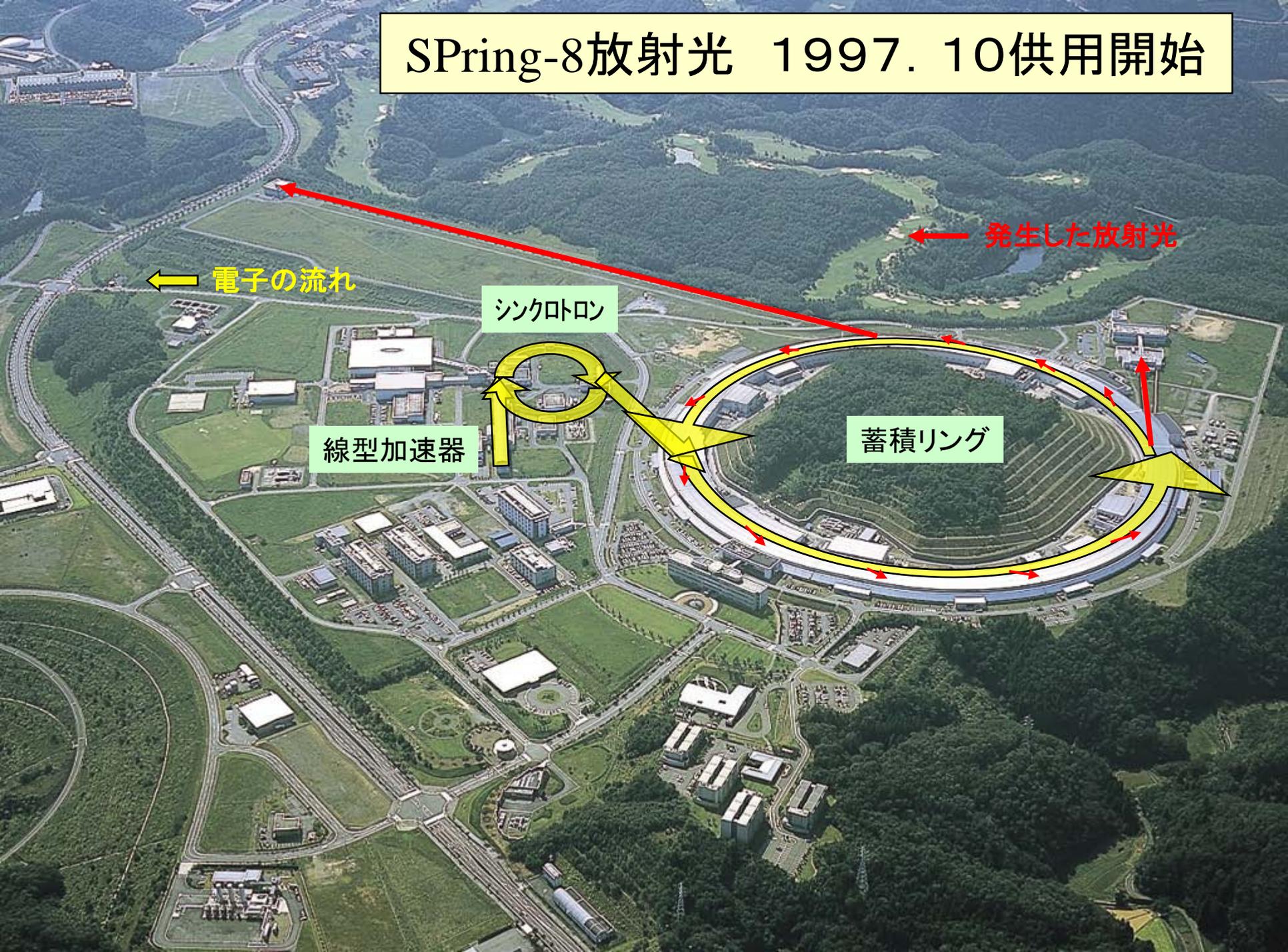
2004. 3. 11 スペイン列車爆破テロ (Time, 2004.3.22) 191人死亡

# 安全安心のためのX線検査例：

非破壊的

- 空港： 手荷物検査（米国同時多発テロ）
- 郵便： 中身検査（爆弾事件、白い粉事件）
- 医療： 骨折、病巣患部診断、再生医療素材開発
- 食品： 異物検査、産地偽装（毒ギョーザ事件）
- 税関： 輸入品検査（有害成分含有など、RoHS指令）
- 貴金属店： 成分検査、偽物検査
- 美術品、考古学資料： 成分・真贋検査
- 産業部材： 接合部・疲労検査
- 環境： 汚染成分検査
- 警察： 犯罪捜査 など

# SPring-8放射光 1997. 10供用開始



← 電子の流れ

シンクロトロン

線型加速器

蓄積リング

← 発生した放射光

# なぜSPring-8・放射光か？

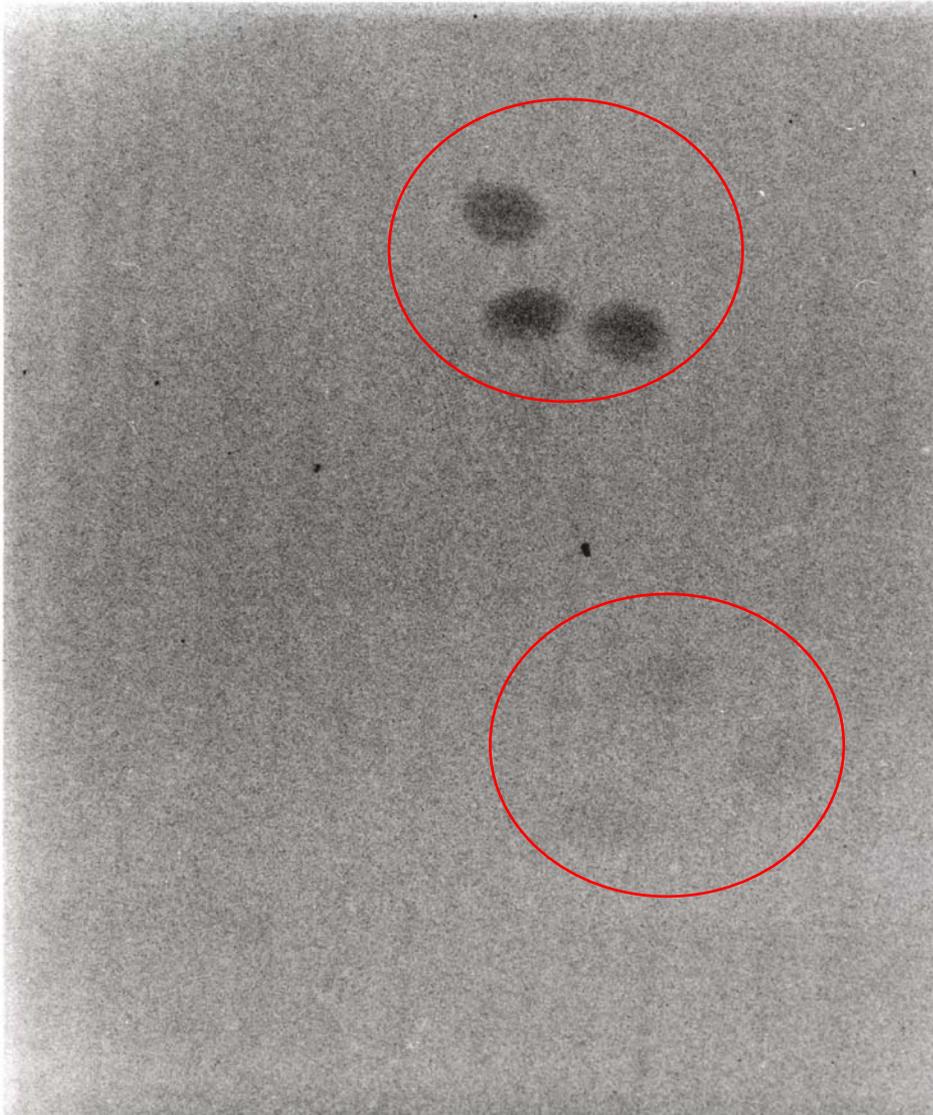
特徴	欠点
<ul style="list-style-type: none"><li>・ X線：明るい(およそ1億倍)</li><li>・ X線：細く絞れる</li><li>・ X線：波長選択できる！</li><li>・ 検出感度優れる： pg~fg~ag</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 兵庫県<span>の</span>山奥</li><li>・ 手続き必要</li><li>・ 直ぐに使えない</li></ul>

1フェムトグラム：0. 00000000000000000001g

# 科学捜査分野におけるSPring-8利用テーマ例

- 1999 C99A24XU- 微細科学捜査資料の位相コントラストX線イメージング  
048N
- 1999 C99B24XU- 微細科学捜査資料の位相コントラストX線イメージング  
550N
- 2000 2000A0139- シンクロトロン放射光による発砲残渣中の微量成分分析  
NS-np
- 2001 2001A0071- シンクロトロン放射光による微細塗膜片の成分分析  
NM-np
- 2002 2002A0542- シンクロトロン放射光による微細繊維片の成分分析  
CS2-np
- 2003 2003B0076- シンクロトロン放射光小角散乱測定による法科学証拠試料の異同識別  
NL2b-np
- 2003 2003B0516- シンクロトロン放射光蛍光X線分析法によるガラス片の微量成分分析  
NXb-np
- 2004 2004A0282- シンクロトロン放射光蛍光X線分析法による法科学証拠資料の微量成分分析  
NXb-np
- 2004 2004A0283- シンクロトロン放射光小角散乱測定による法科学証拠資料の異同識別  
NL2b-np
- 2004 2004B0139- シンクロトロン放射光X線回折による法科学証拠資料の異同識別  
NL2b-np
- 2005 2005B0509 犯罪捜査を目的とした単繊維のSR-XRD分析
- 2005 2005B0587 ひき逃げ事件捜査を目的とした自動車窓ガラス用セラミックプリントのSR-XRF分析
- 2006 2006A1378 X線広角散乱法による法科学的証拠試料としての単繊維の分析
- 2006 2006A1433 高エネルギー蛍光X線法による法科学的証拠試料としての耐火レンガの分析
- 2006 2006A1530 ひき逃げ事件捜査を目的とした路面遺留微細試料のSR-XRF分析

## 2種の種子(医学用レントゲン写真像)

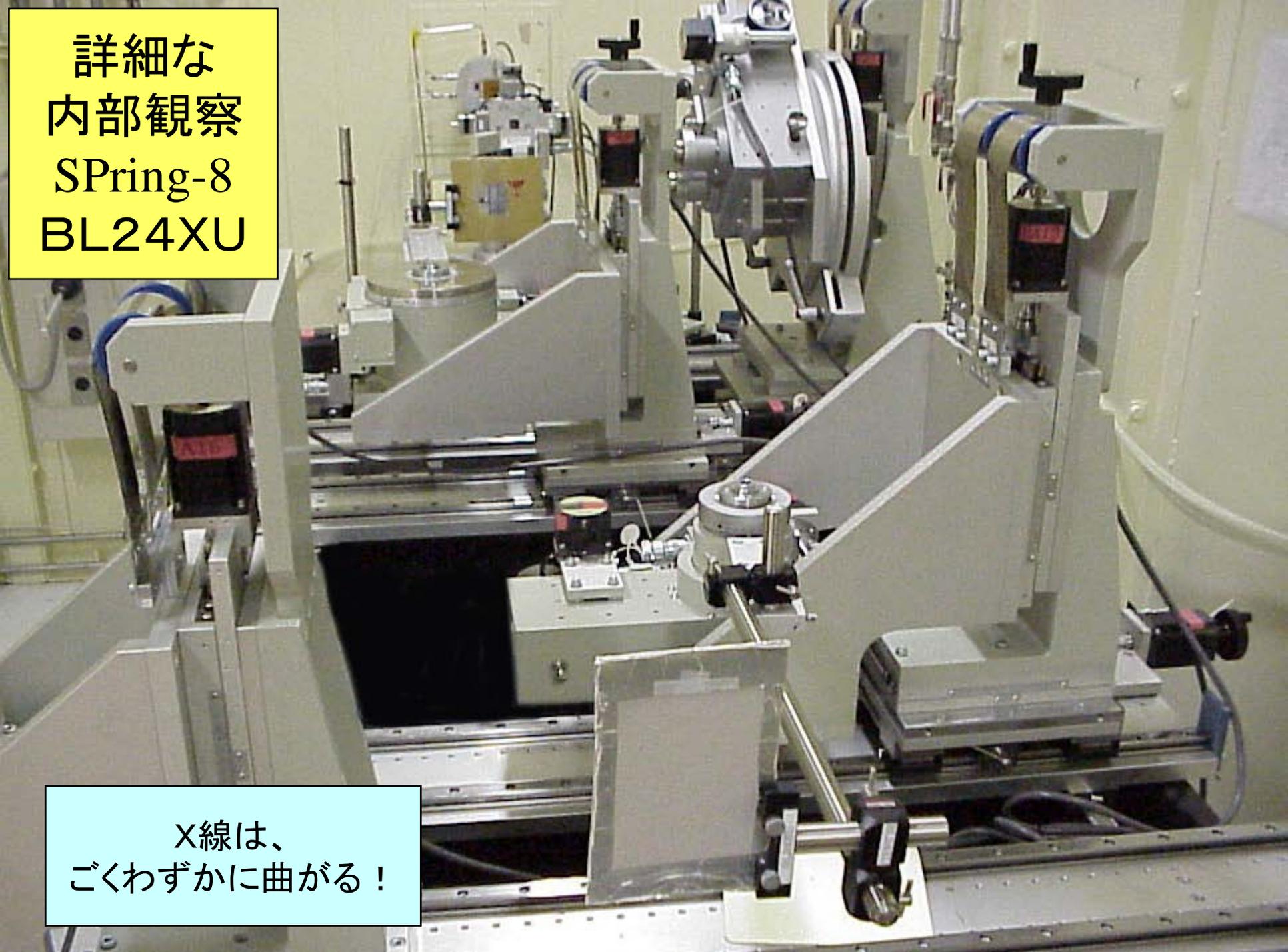


上:大麻種子

下:朝鮮朝顔種子

詳細な  
内部観察  
SPring-8  
BL24XU

X線は、  
ごくわずかに曲がる！



# 朝鮮朝顔種子

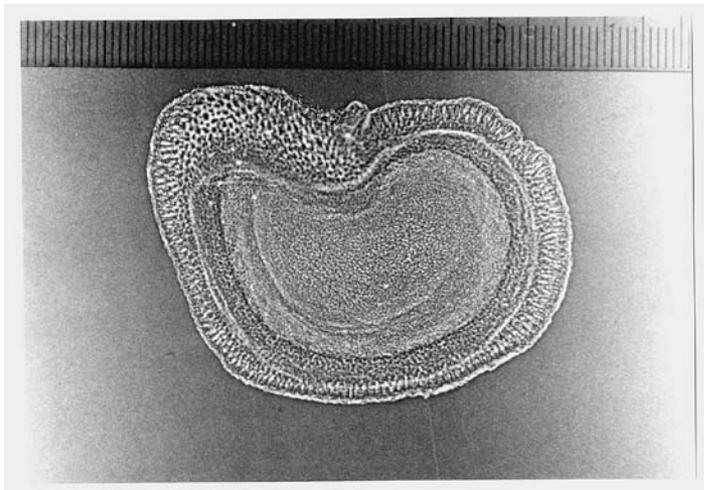


1998年産

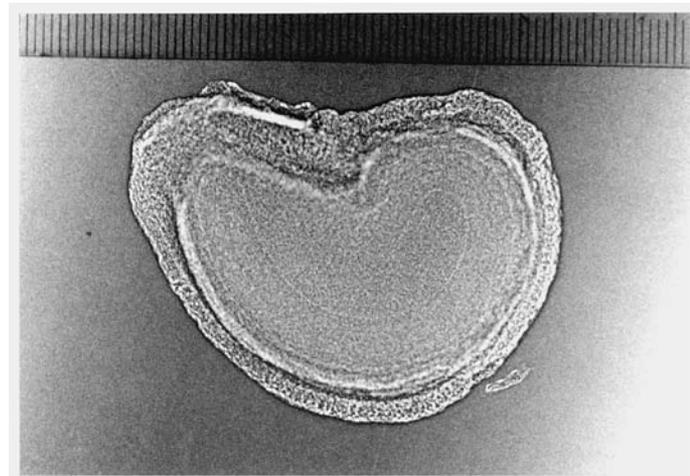


1999年産

## 顕微鏡写真

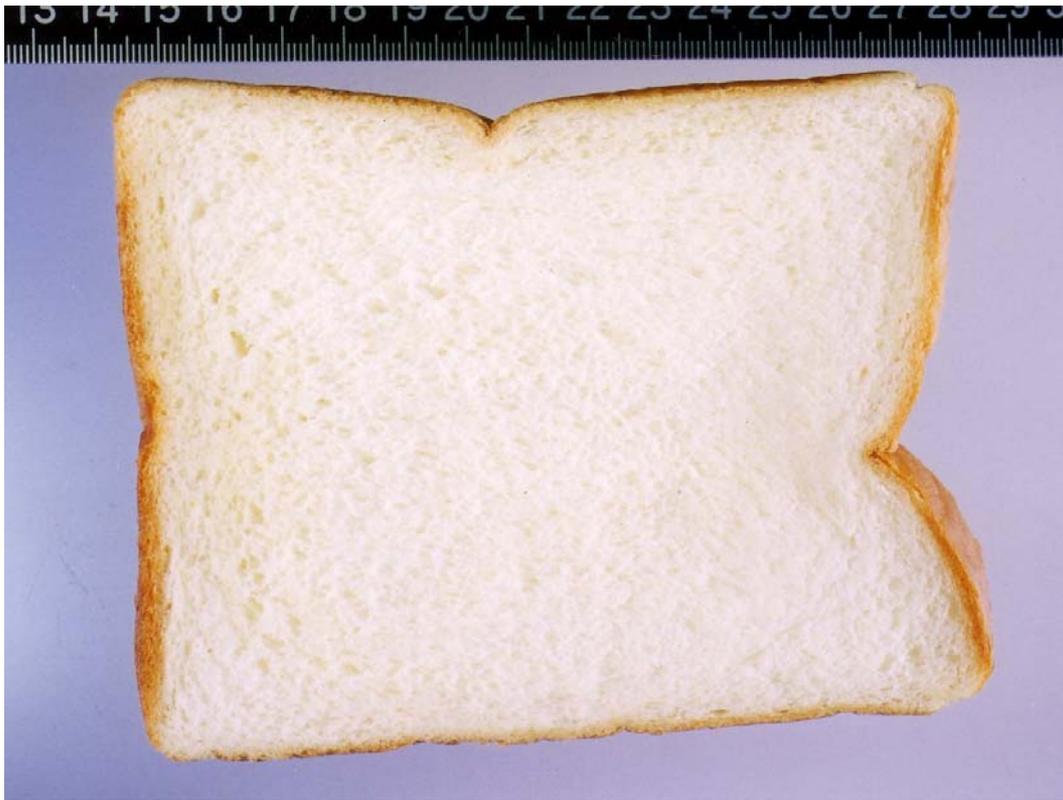


1998年産



1999年産 1目盛:100μm

## シンクロトロン放射光X線屈折コントラスト画像



パン外観写真  
(1目盛り1ミリ)

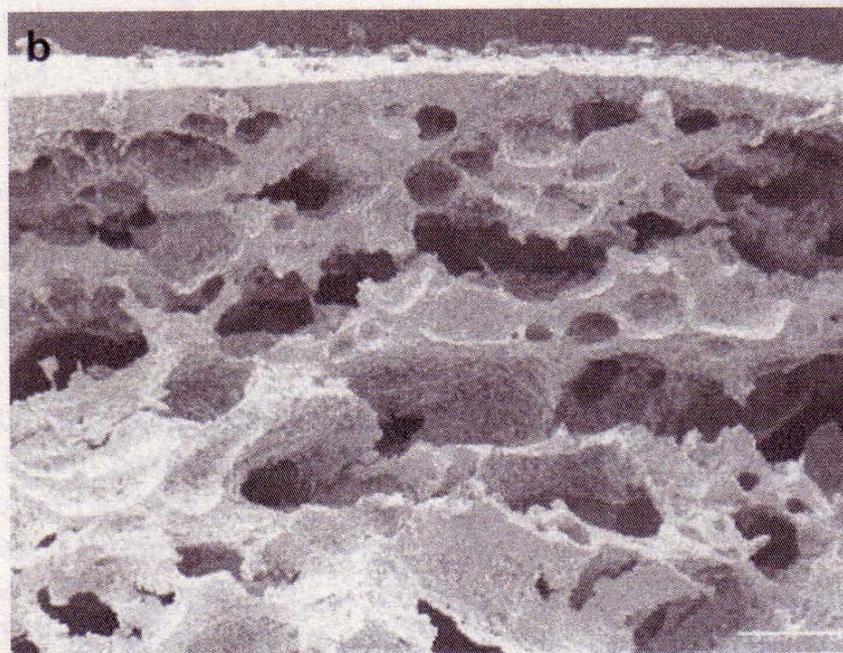


(1.7m離れ)  
X線屈折コントラスト  
画像

SEMによる  
破壊的観察  
(×50)



パン  
内部



パン表  
皮部分

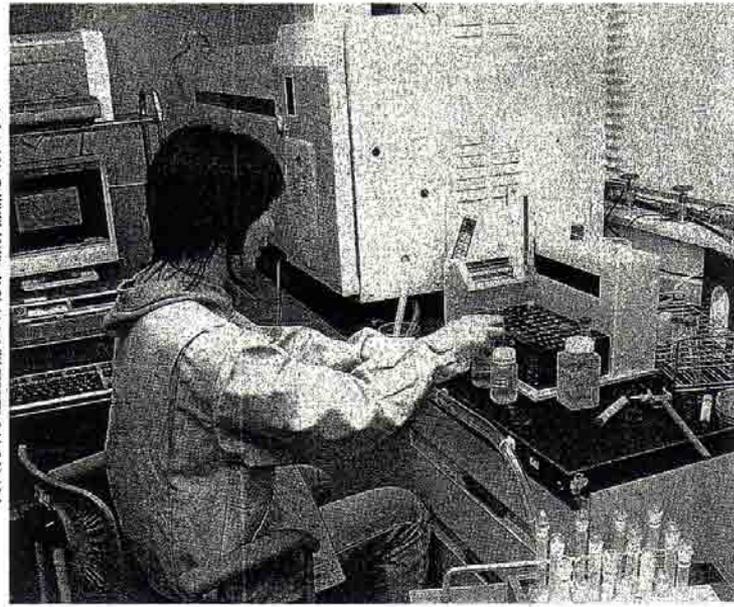
産地偽装を見破る！

# タマネギ産地ずばり

県農林水産技術センター共同で

## 偽装防止へ判別法開発

タマネギの無機元素組成による産地判別の研究に取り組む職員（県立農林水産技術総合センターで）



特産農作物の産地偽装  
 賀島の農業試験場など  
 する無機元素組成と、考古  
 同センターは「他府県や  
 ン8」を用いた非破壊技術を利用して、より短時間で精度の高い判別法の確立を目指す。

### 丹波黒豆



### SP8技術で時間短縮めざす

2000年の新食糧法（JAS法）施行で産地表示が義務付けられたが、輸入品が国産品と偽装表示されたり、「柔らかくて甘い」と人気の淡路島産タマネギ「もみじ3号」と同じ品種が中国で生産されたりしている。これらは、DNA鑑定でも判別が難しいため、03年から、タマネギ産地の北海道や佐賀県、独立行政法人の食品総合研究所、消費技術センターなどと研究していた。

無機元素組成による判別には、生のタマネギを粉砕してナトリウムやカリウム、リンなど28元素の含有量を測定して産地を特定。ストロンチウム同位体比は、タマネギの表皮を分析することとで、元素が同じで質量数が異なる四つの同位体の濃

光野た町  
 兵庫県農林水産技術総合センター  
 永井耕介様 提供

# 放射光励起蛍光X線分析の例 — 微量元素検出による食品の産地識別 —

## 落花生を分析

### 1. 産地による差は？

- 千葉県産と中国産の比較



### 2. 落花生の部位による差は？

- 実、薄皮、殻の比較

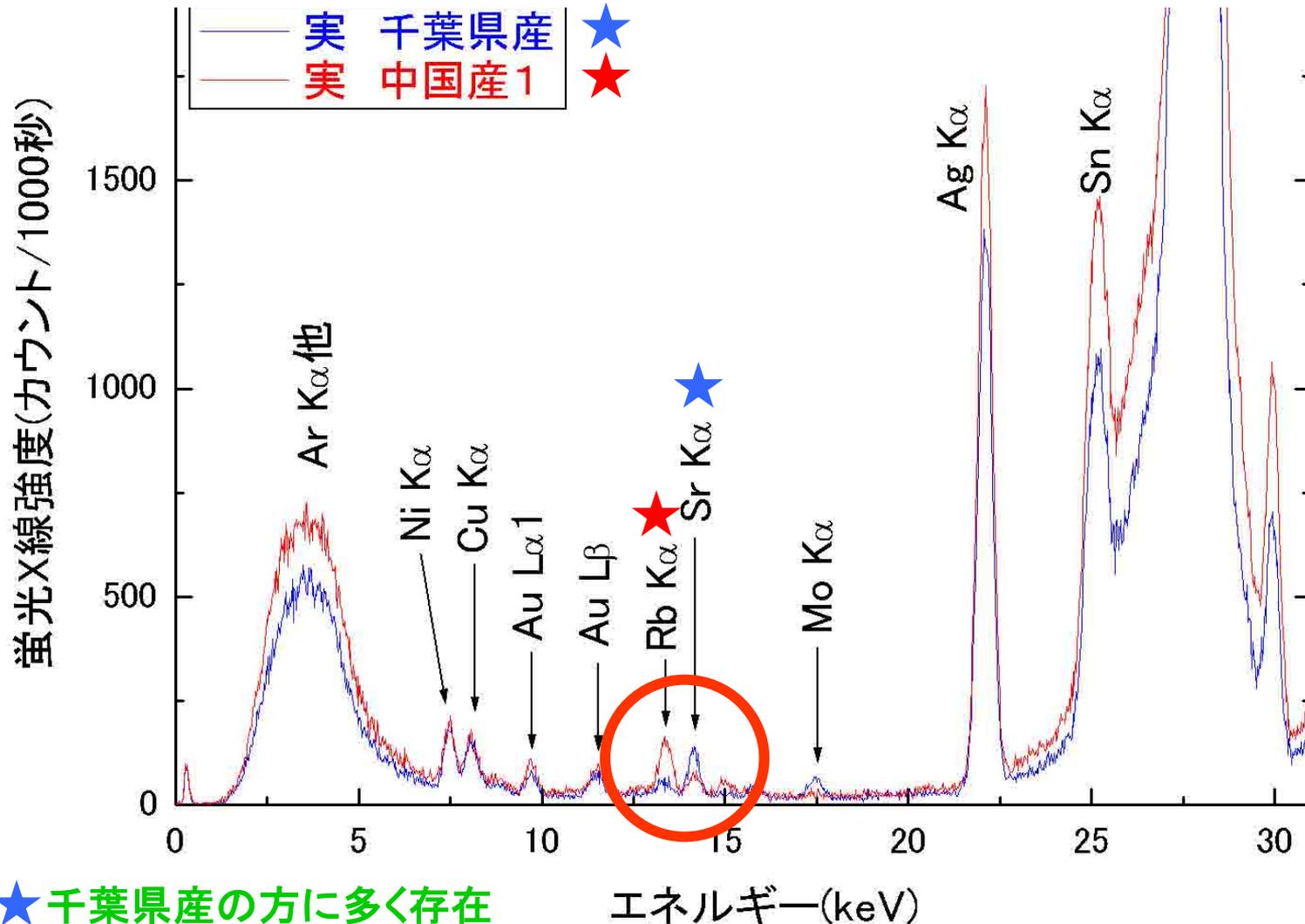


殻 実 薄皮

### 3. 実験条件

- 入射(励起)X線のエネルギー; 30 keV
- ビームサイズ; 100  $\mu\text{m}\phi$

# 千葉県産と中国産の実



★ 千葉県産の方に多く存在  
★ 中国産の方に多く存在

# 千葉県産と中国産の比較

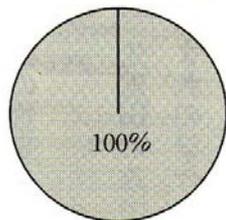
## — 元素別による検出の優位性 —

	千葉県産 ★	中国産 ★
殻	Sr, Zn, Fe	Rb, Cu, Ni, Mn, Ca, K
薄皮	Sr, Zn	Rb, Cu, Ni
実	Sr	Rb

1. 検出元素の産地による差異が認められる。
2. 殻、薄皮、実と種子に近づくに従って不純物が排除される。
3. 軽い元素ほど優位性が失われる傾向がある。

# 安全な飲料水を飲んでいる人口割合

安全な水を飲んでいる人口が多い

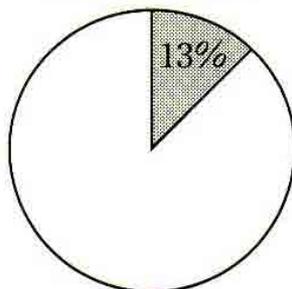


日本	アイスランド	ニュージーランド
ベラルーシ	オランダ	アメリカ
スロバキア	スイス	カナダ
ブルガリア	ドイツ	カタール
スウェーデン	オーストリア	トンガ

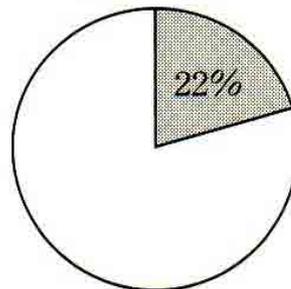
※他 計28カ国

安全な水を飲んでいる人口が少ない

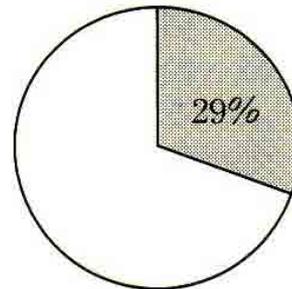
アフガニスタン



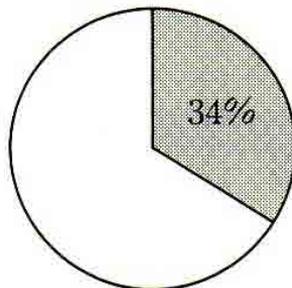
エチオピア



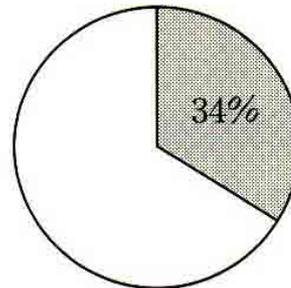
ソマリア



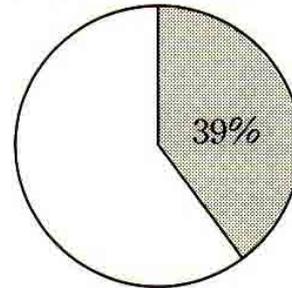
カンボジア



チャド

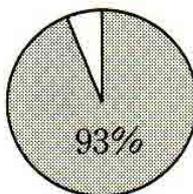


パプアニューギニア

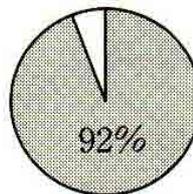


その他

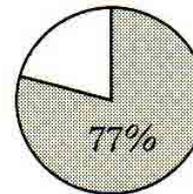
トルコ



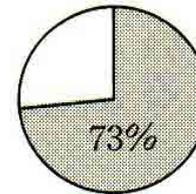
韓国



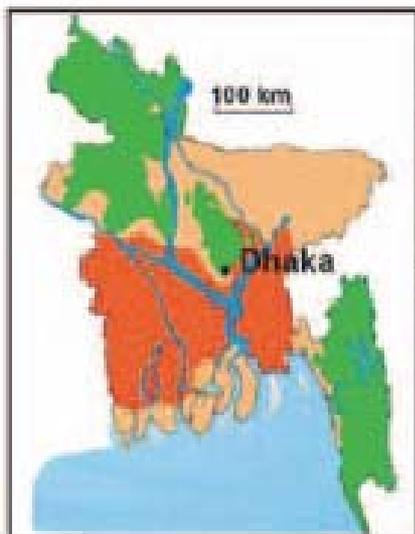
中国



ベトナム

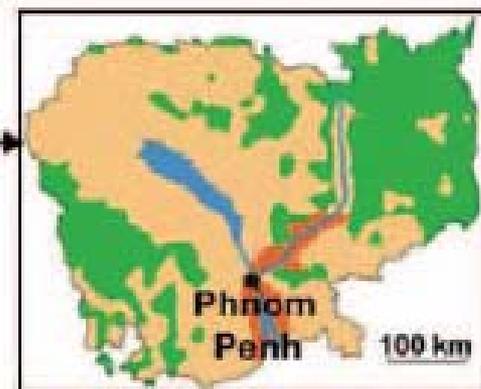
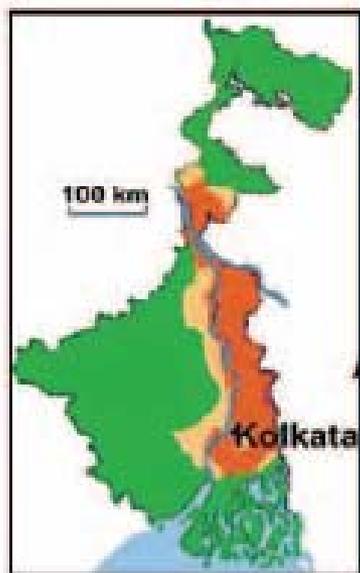
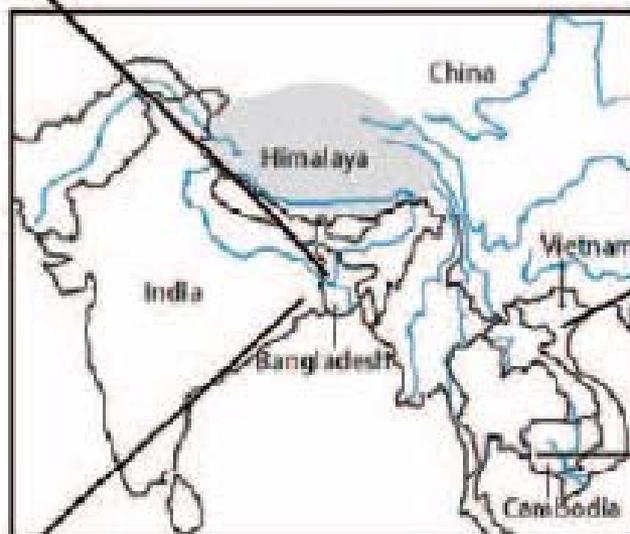


# アジア：砒素汚染地下水地域



Groundwater Arsenic Concentration

■ < 10 ppb   ■ 10 - 50 ppb   ■ > 50 ppb



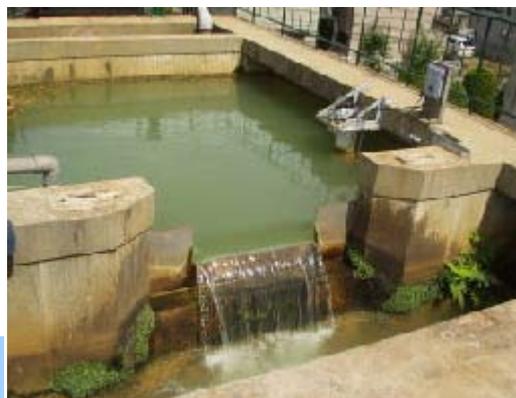
Elements vol.2, No.2  
(2006) p.92, p.105

# 奈良県北郡山浄水場



## 1. 1号取水場

(北郡山浄水場には井戸が11本あります。)



## 2. 着水井

(くみ上げた水の量をはかるところです。)



## 3. 生物接触施設

(平成13年11月に完成しました。)



## 4. 生物接触ろ過池

(3池あり、最大9600m<sup>3</sup>/日です。)



## 5. 急速ろ過池

(5池のろ過池で残るわずかな濁りを砂でろ過します。)



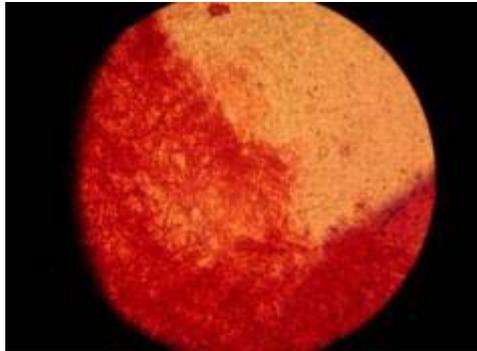
## 6. 天日乾燥床

(浄水処理工程で発生した、汚泥の水分を除去し、処分しやすいようにします。)

# 鉄バクテリア法（鉄バク法）とは

用水の除鉄・除マンガン法。

同法を**砒素除去に拡大適用**する研究を実施中



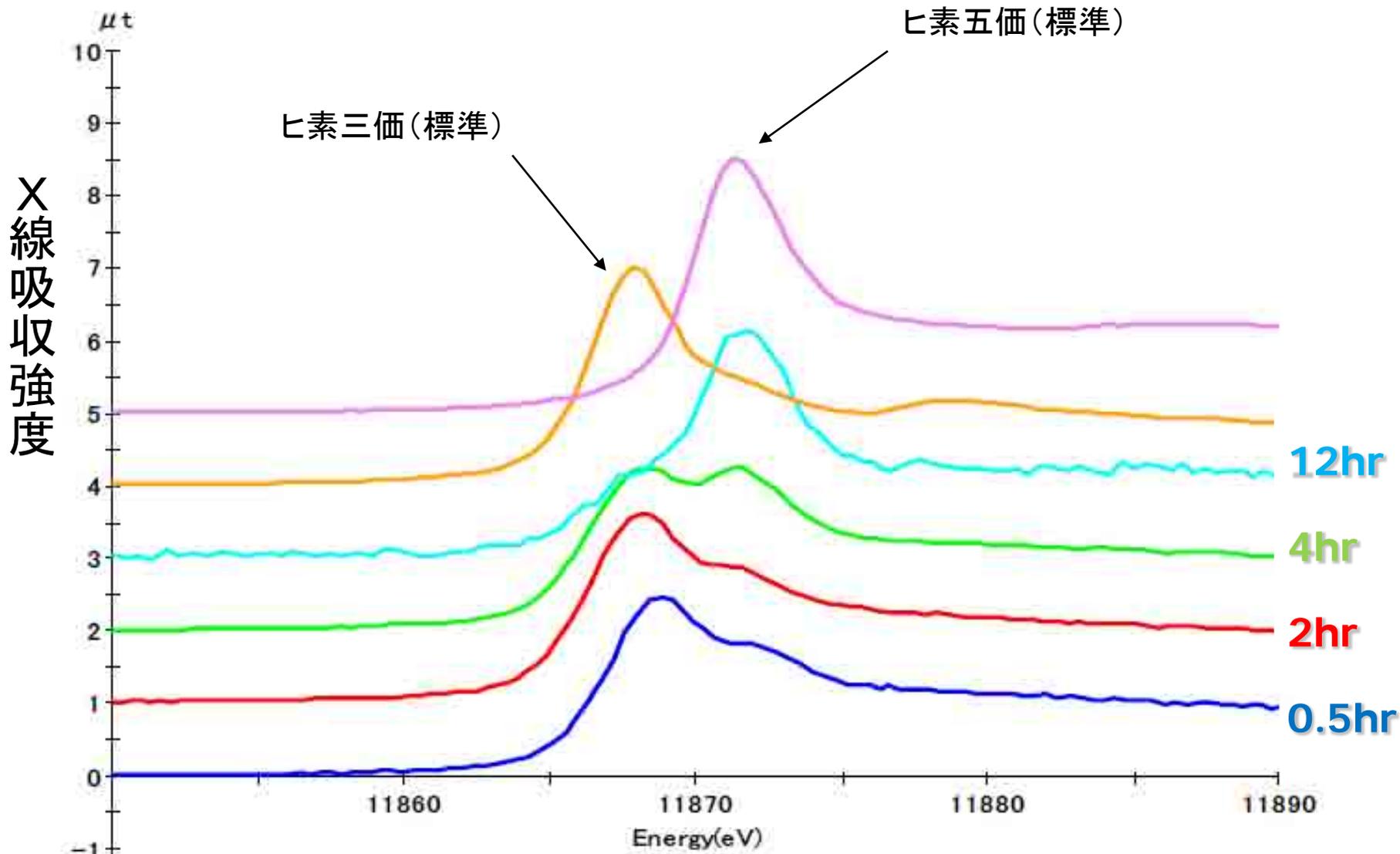
鞘をもつ鉄マンガン酸化細菌  
*Leptothrix discophora*



地下水中に自生する鉄バクテリアがろ材に定着繁殖して水中の鉄・マンガン  
を酸化・沈着。ろ材上に**微生物生態系**  
が形成され、硝化反応なども起こる。

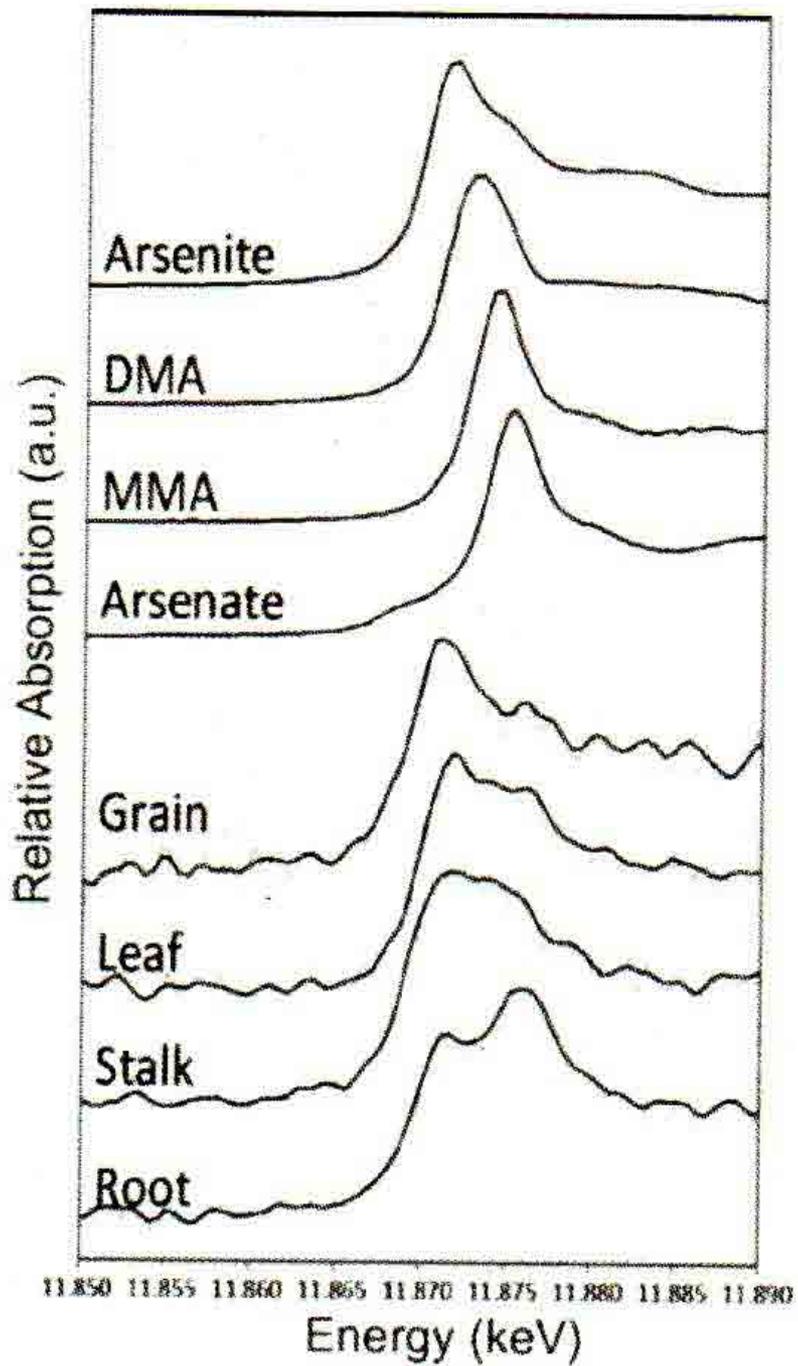
**鉄バク法現場試験装置**

(京大 藤川陽子先生提供)

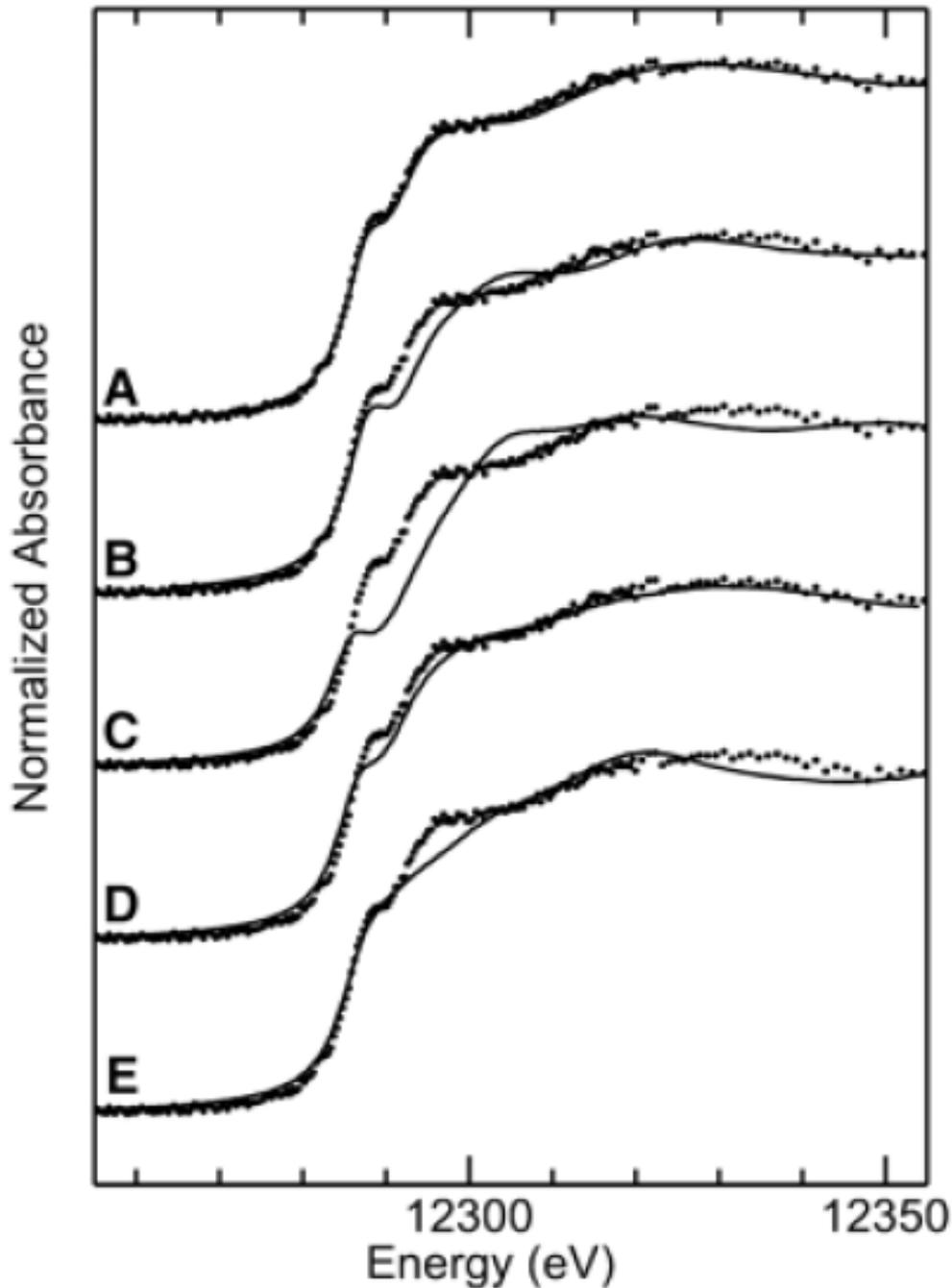


X線エネルギー(eV)  
**SPring-8・放射光によるヒ素の価数分析**

(京大 藤川陽子先生提供)



Chemosphere 76  
(2009)529-535



Swordfish (メカジキ)  
中の水銀 (6 $\mu$ M):  
メチル水銀 + システイン

A CH<sub>3</sub>HgS(Cys)

B CH<sub>3</sub>HgCl

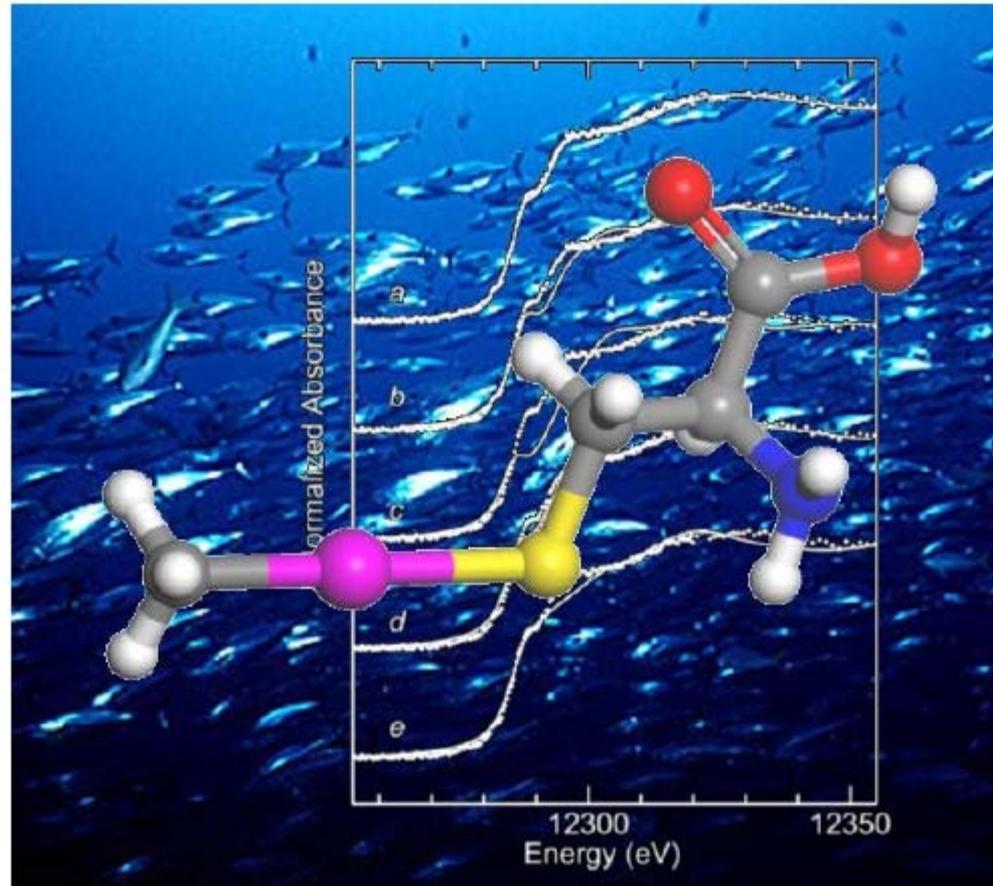
C Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> solution

D Hg(SR)<sub>2</sub>

E (Hg(SR)<sub>4</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>

Science vol.301, 29,  
August 2003, 1203

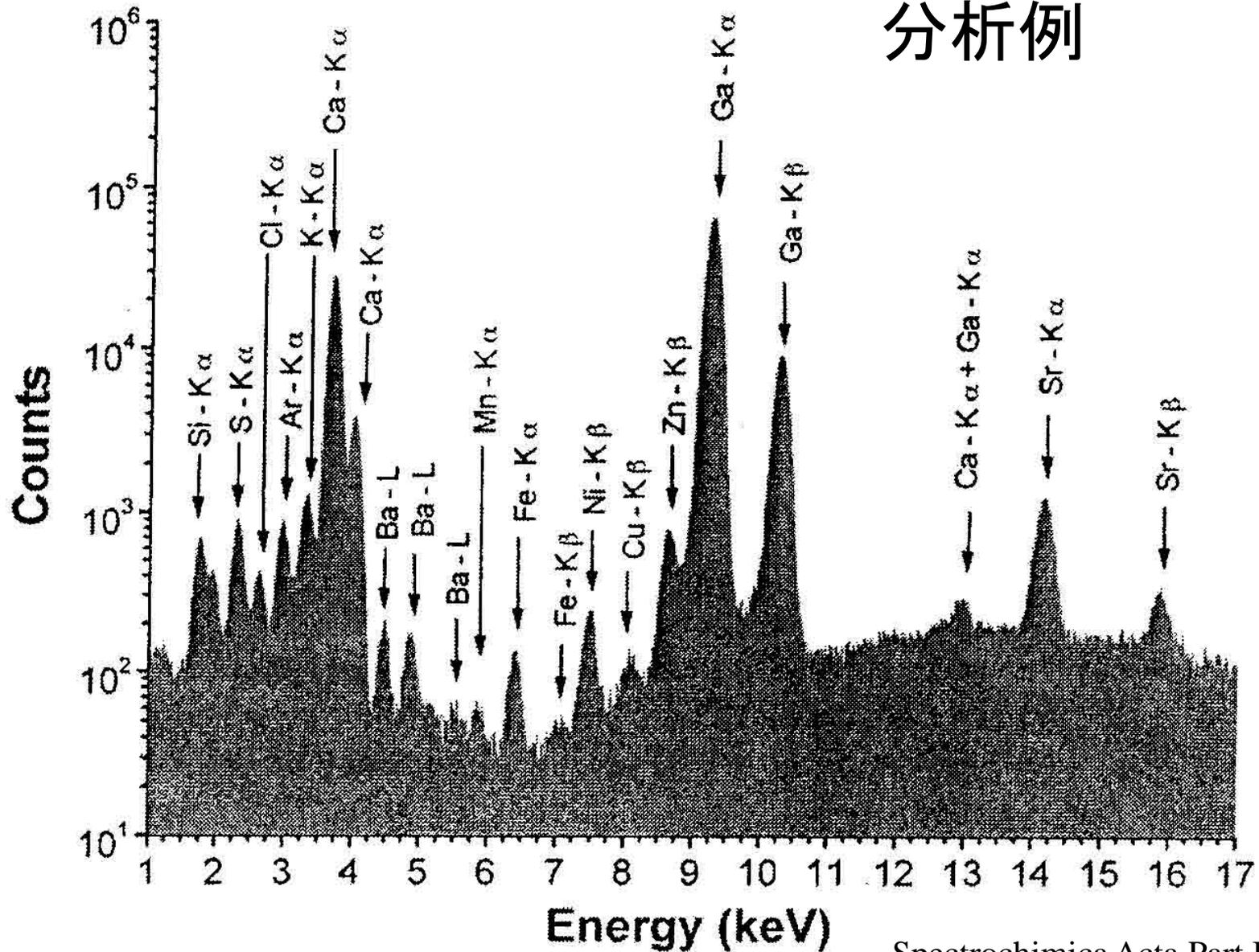
## X-ray Absorption Spectroscopy Catches the Chemical Form of Mercury in Fish



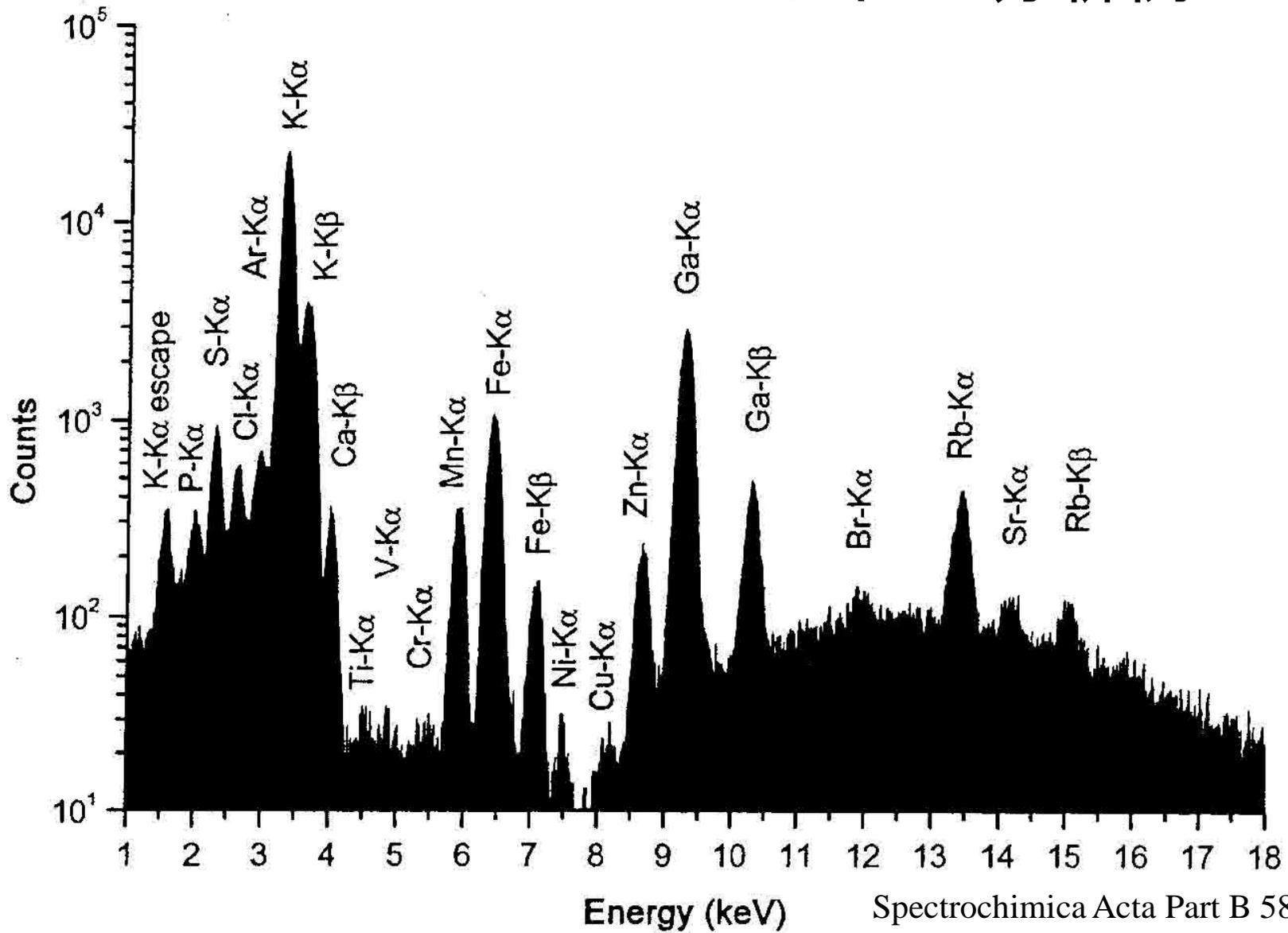
## その他の放射光利用例：

- ☆ ミルクの脂肪の結晶状態
- ☆ 果物内部の観察例
- ☆ ワイン成分の分析例
- ☆ ミネラルウォーター成分分析例

# ミネラルウォーター 分析例



# ワイン 分析例



SPring-8利用のご相談:

support@spring8.or.jp

または

ninomiya@spring8.or.jp ^