



茶葉中の金属元素の蛍光X線分析

京都大学化学研究所

伊藤嘉昭

株式会社福寿園CHA研究センター

木下 彩



共同研究者(敬称略)

同志社大学:吉門進三

(株)福寿園:乗本秀幸、早川潔、植村則大

Johnan(株):松嶋正義、川口勇三

東北大学:後藤知子、駒井三千夫

内容

1. お茶の話

歴史、効用、地域再生の試み、などについて

2. 研究の目的

3. 実験(分析)

蛍光X線分析で何が分かるか？

試料などについて

1結晶元素分析、新しい手法による表面分析法、

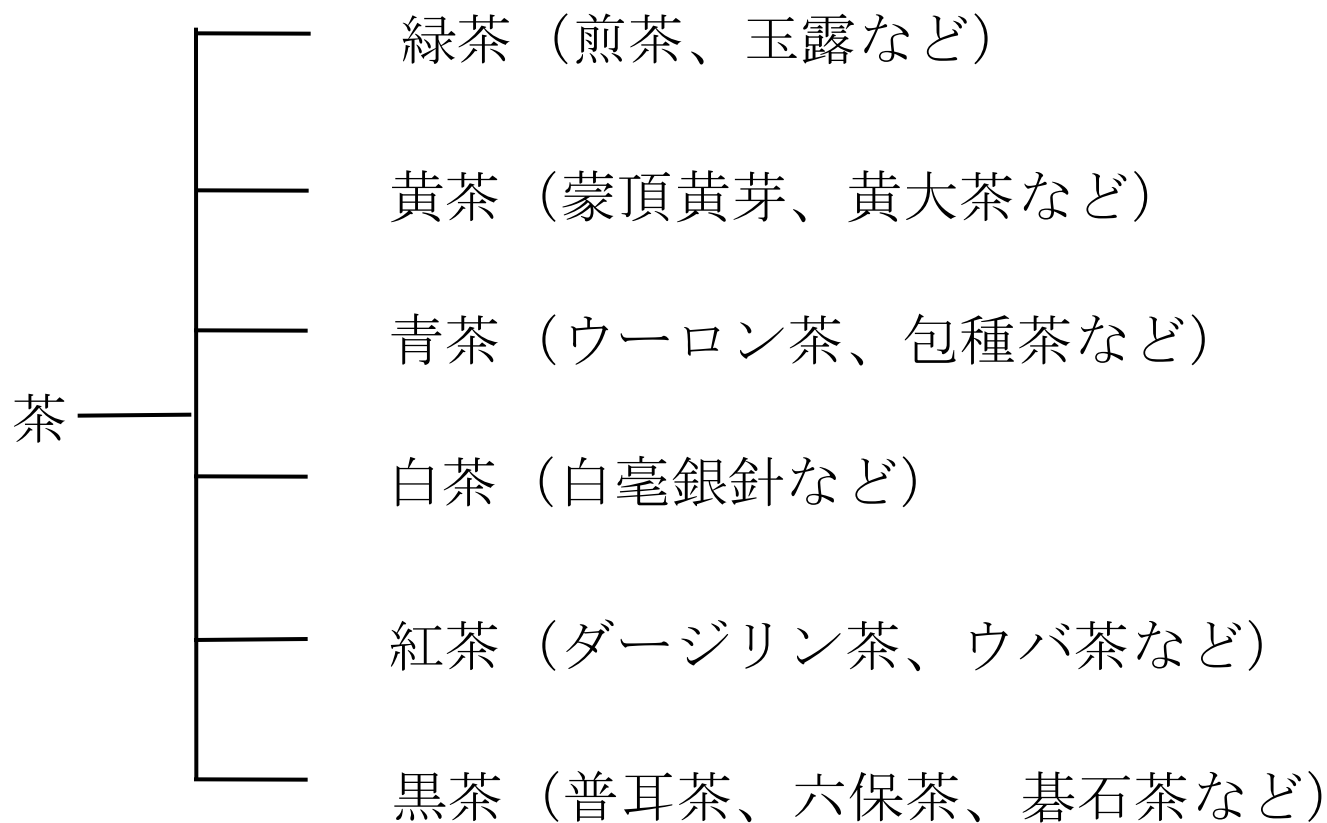
2結晶状態分析(SPring-8)

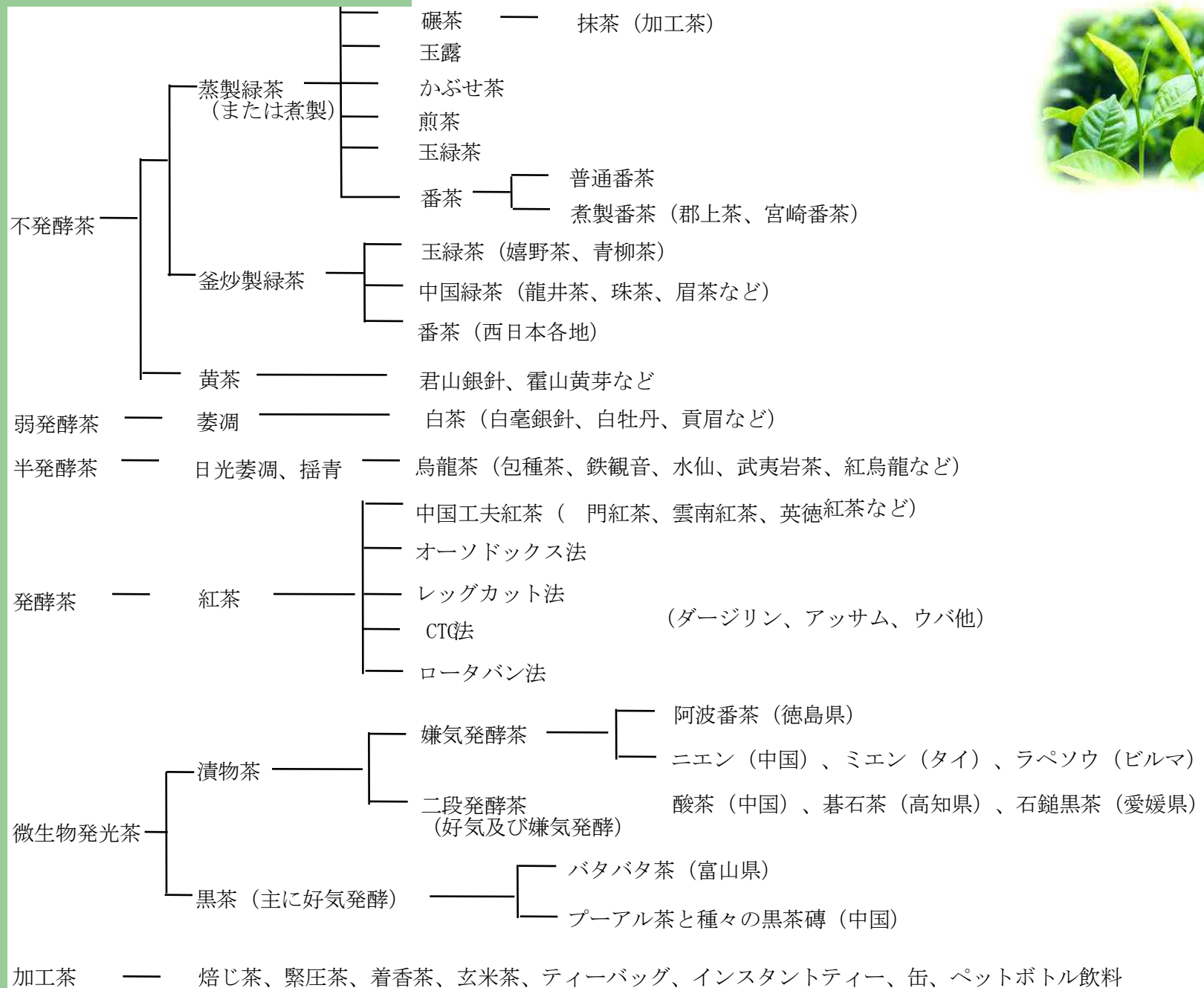
それぞれの実験結果

3. まとめ



茶は湯で溶出した時の色で緑茶～黒茶までの**6種類**







最近緑茶に注目が集まっている

緑茶は中国では紀元前から、また我が国でも815年に著された日本後紀の中に「近江国滋賀韓崎で大僧都永忠が嵯峨天皇に茶を煎じて奉った」という記録がある。

緑茶の飲用は中国で始まり、少なくとも2,000年の歴史がある。禅僧、栄西によって著された喫茶養生記(1211年)の冒頭に「茶は養生の仙薬なり、延齡の妙術なり」とある。今日、茶はまさに養生の仙薬であることが種々の動物実験を通して実証されつつあるが、当時の人たちが自らの身体で会得したと思われる緑茶の効能に近い将来様々な試験を通してより明確に示される日が来ることを期待する(静岡県立大学・富田勲氏, Foods Food Ingredients J. Jpn., 160,34(1994))

最近(2001年)、緑茶成分テアニン及びカテキンが脳神経細胞保護作用があるという報告(株式会社伊藤園中央研究所・角田氏)

京都発の伝統技術を全国へ
日本のお茶を世界へ発信!!



地域再生の新産業創造戦略

食品産業の高付加価値化

- ⇒安全・安心な食品の提供と市場開拓
- ⇒ブランド化・効能に関する分析、産学連携による技術開発

地域サービス産業の革新

- ⇒集客交流や健康などで、独自の魅力を持った付加価値の高い事業展開
- ⇒ブランド作り、外部企業との連携促進

- 世界的な健康食ブームによるお茶への関心
お茶 ⇨ 生理作用の有効成分が豊富である

粉末茶の生理作用と薬効の解明

- 茶消費量の増加に伴う「茶殻」の増加
粉末茶市場の拡大 ⇨ 粉碎生産のため、茶殻の発生が減少

環境負荷軽減のため、石臼では困難だった茎などの粉碎方法の開発





緑茶の成分と効能

代表的な緑茶の成分とその効能

茶殻に約
20%残存

テアニン

記憶力・判断力の増強作用
抗がん剤の効果増強
リラックス効果

茶殻に約55%
残存(EGCgと
ECgは70%)

カテキン

抗突然変異 抗がん作用 茶のがん予防効果
抗がんプロモーション 発がん抑制・転移阻害作用
血中コレステロール上昇抑制作用 血圧上昇抑制作用
脳梗塞・心筋梗塞の予防 動脈硬化の予防
抗アレルギー作用 抗アレルギー作用(メチル化カテキン)
抗酸化作用 糖尿病の予防 抗菌・抗ウイルス作用
抗う歯(虫歯予防)

香気成分

若葉の香り
緑葉の香り
花よの香り
アロマセラピー

ミネラル

溶出量は
1%未満

γ-アミノ酪酸
血圧上昇抑制作用

サポニン

抗炎症作用・抗アレルギー作用
抗菌・抗ウイルス活性
抗肥満作用

カフェイン

肝機能保護作用
覚醒作用 利尿作用 強心作用
抗がん剤の効果増強

茶殻に約
30%残存

脂溶性ビタミンで
あるVA、VEは溶
け出さない。

複合多糖類

糖尿病を予防

ビタミン

抗酸化作用 抗がん作用
風邪予防 美白作用
動脈硬化抑制作用
老化防止

栄養の宝庫！ 手軽で美味しいヘルシー飲料！

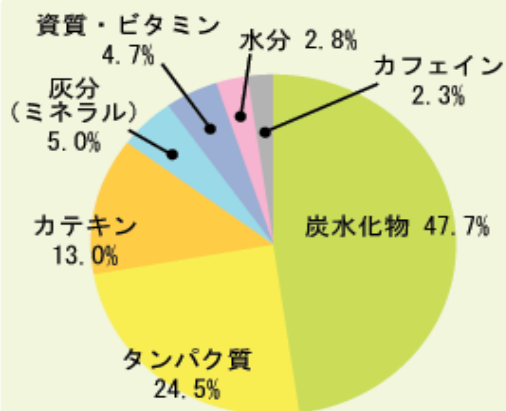


粉末にするなどして、茶葉ごと食べたほうが
栄養素を丸ごと摂取できる！



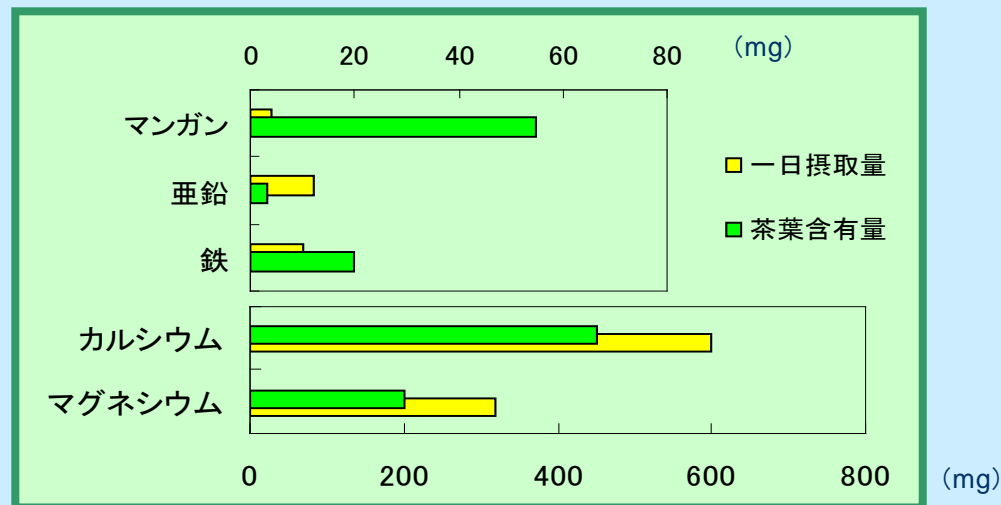
茶に含まれる微量元素

煎茶の茶葉に含まれる成分割合



「五訂 食品成分表」より

Mn・・・骨を丈夫に！
Zn・・・味覚異常防止
Fe・・・貧血の予防
Ca・・・骨粗しょう症予防
Mg・・・骨の成長を助ける



- ・茶葉には各種ミネラルが豊富に含まれている。
- ・ビタミンCの働きでFeの吸収率up！
- ・粉砕することで、栄養分を丸ごと摂取！
- ・粉砕すると、Caの吸収率up！

茶葉のミネラル成分にターゲットを絞った粉末茶
の新たな商品価値の創造



研究内容

1. 茶葉および茎における金属元素の分布

一般的に茶樹は、4月初旬より新芽が伸育し、やがて上位葉はシンク（光合成を行う）、下位葉はタンク（養分を蓄える）となる。光合成や植物体内の様々な代謝において、MnやFeなどの金属元素は補酵素として重要であり、金属元素の含有量は葉や茎の部位において異なることが推察される。

2. 茶葉の金属元素蓄積状態の分析

茶樹は、**一番茶（5月初旬）**、二番茶（6～7月）、秋番茶（10月中旬）と1年に3回の生育ステージがあり、各ステージにおいても金属元素の含有量が異なることが推察される。



部位や生育ステージ別に金属元素の含有量を分析し、「食べるお茶」として有用な金属元素の補給源となるか検討する。

蛍光X線で何が分かるのか

- 元素分析

幅広いエネルギー領域、比較的高い精度で元素分析可能

- 化学状態分析

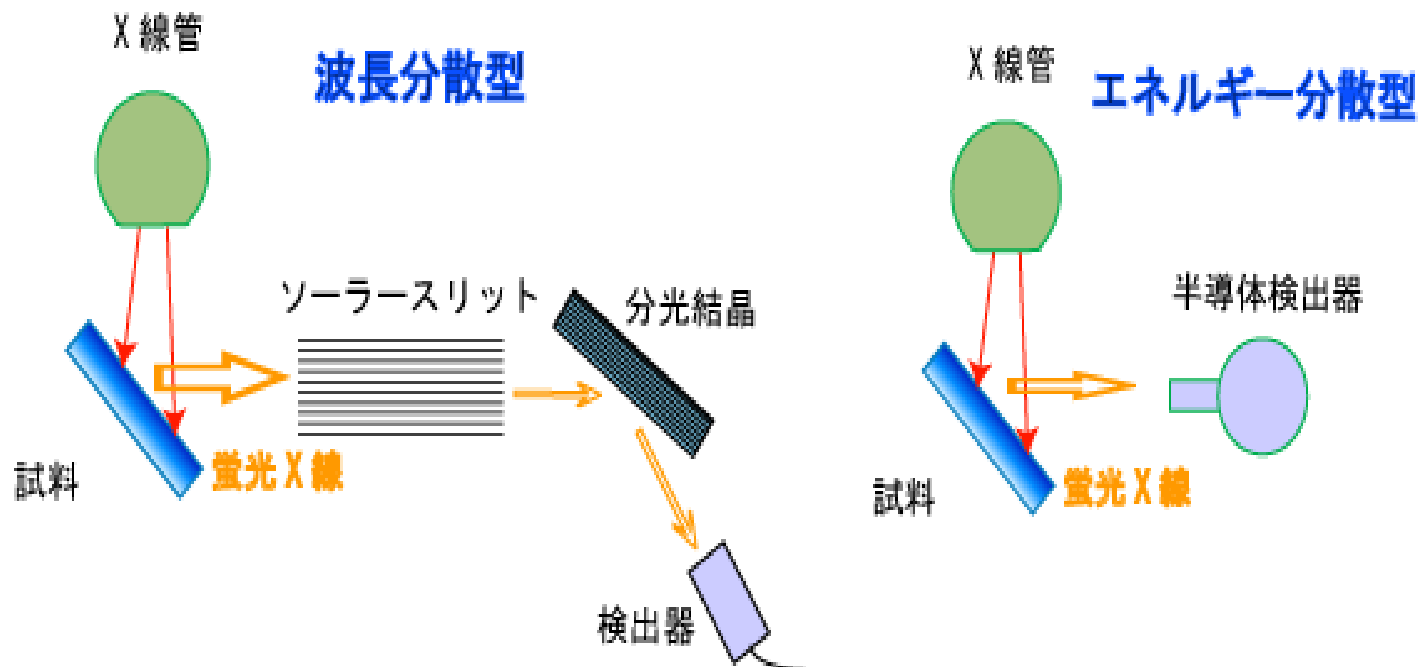
測定するエネルギー領域で高分解能測定が可能

ピークシフト・非対称性や半値幅の違いから化学結合状態を推測



実験条件(1)

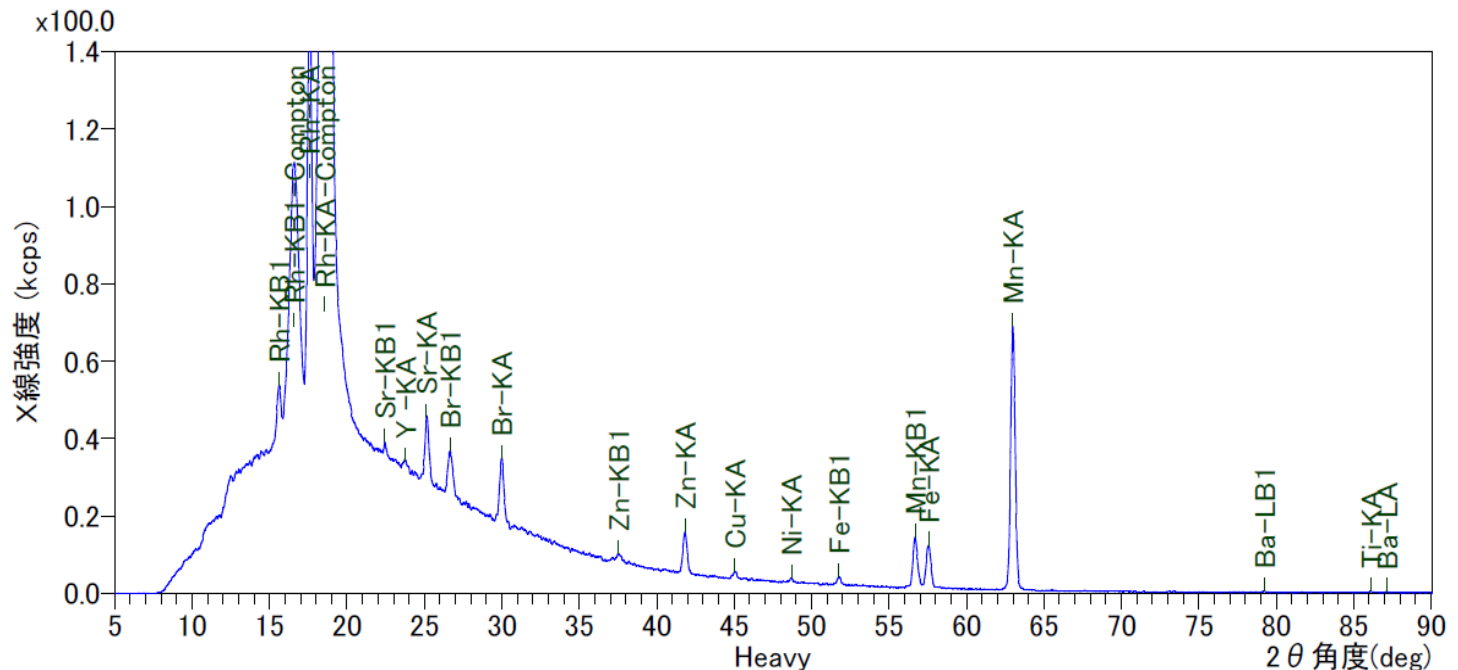
1. 蛍光X線分析装置は、理学電機工業社製 ZSXを使用((株)リガク、京大化研横尾研究室)。



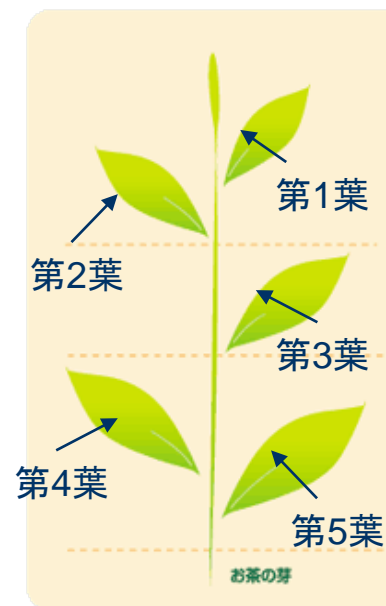


茶葉における微量元素

人体に必要な必須元素としての供給源として着目したのがお茶であり、茶葉はミネラル分を豊富に含む優良食品であり、例えば、骨形成に重要な役割をするMn、味覚に必要なZnの含有は特に多い



試料準備



1. 採取サンプル

(株)福寿園CHA研究センター内研究茶園のやぶきた

2. サンプリング日

一番茶期: 2008年5月6日

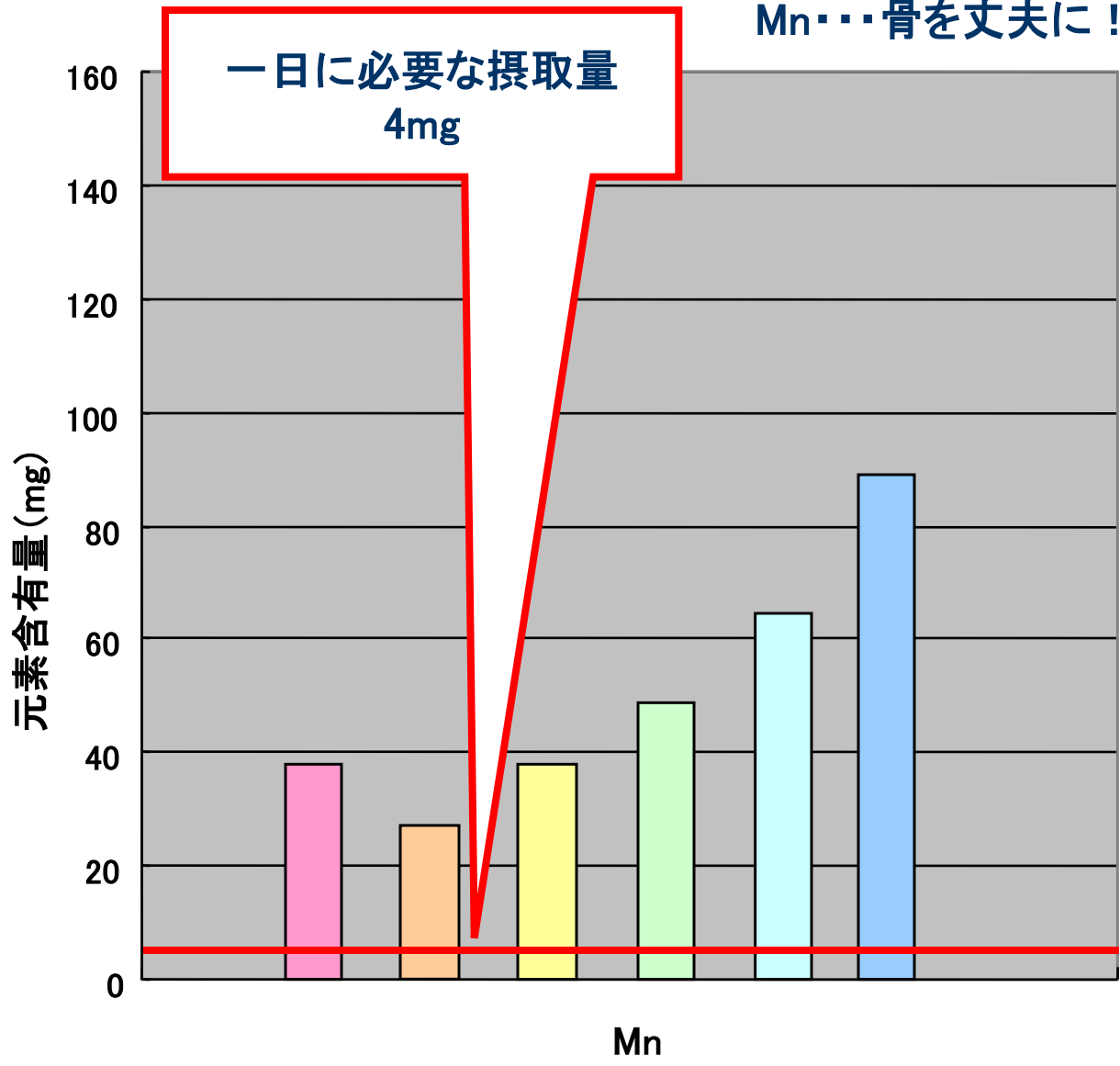
3. 試料の調整

一番茶期: 茎と葉に分け、葉については上から第1葉、第2葉・・・として各葉位に分けた。

それぞれ蒸し、70°Cの乾燥機で完全に乾燥させた。



Mn・・・骨を丈夫に！

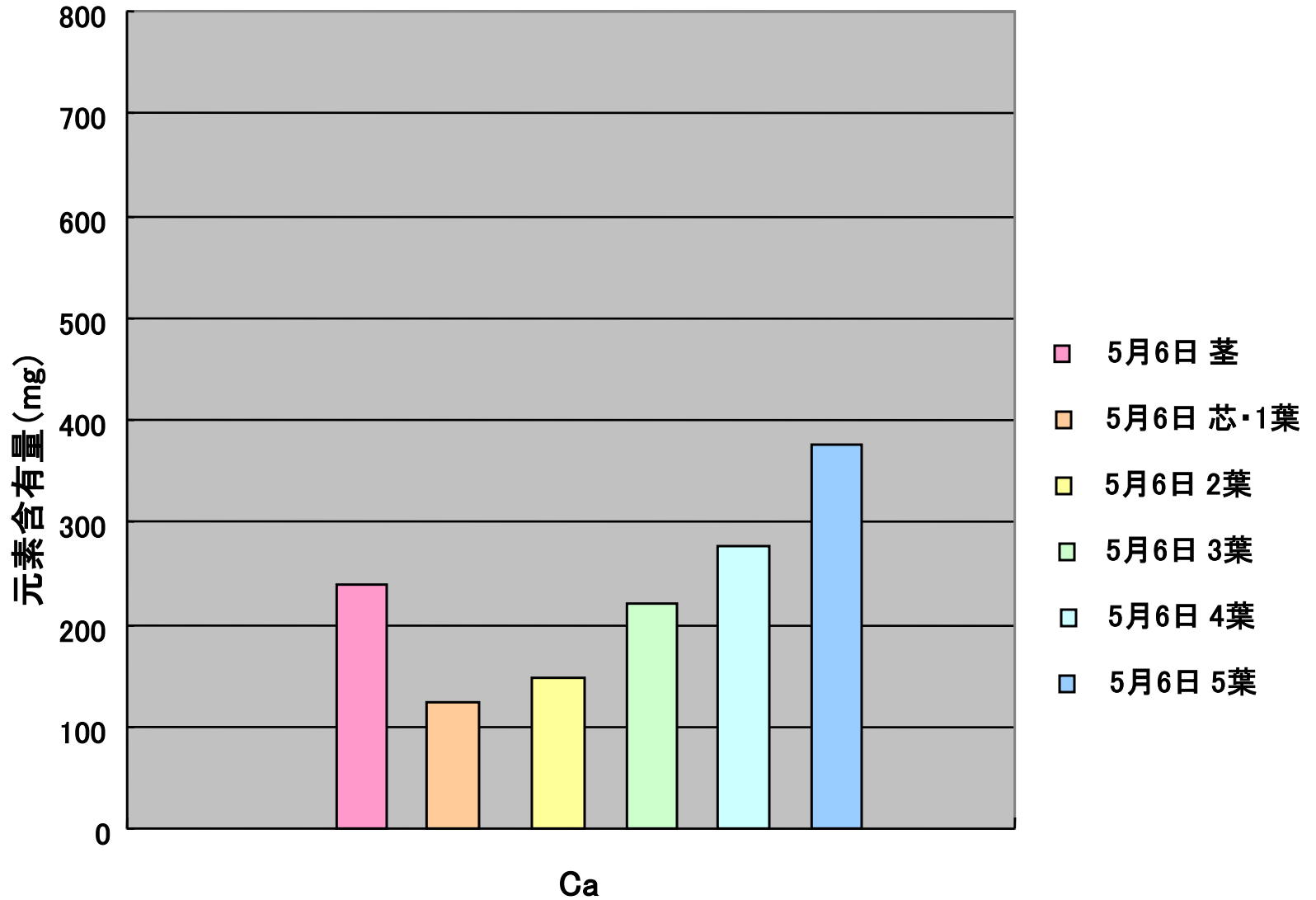


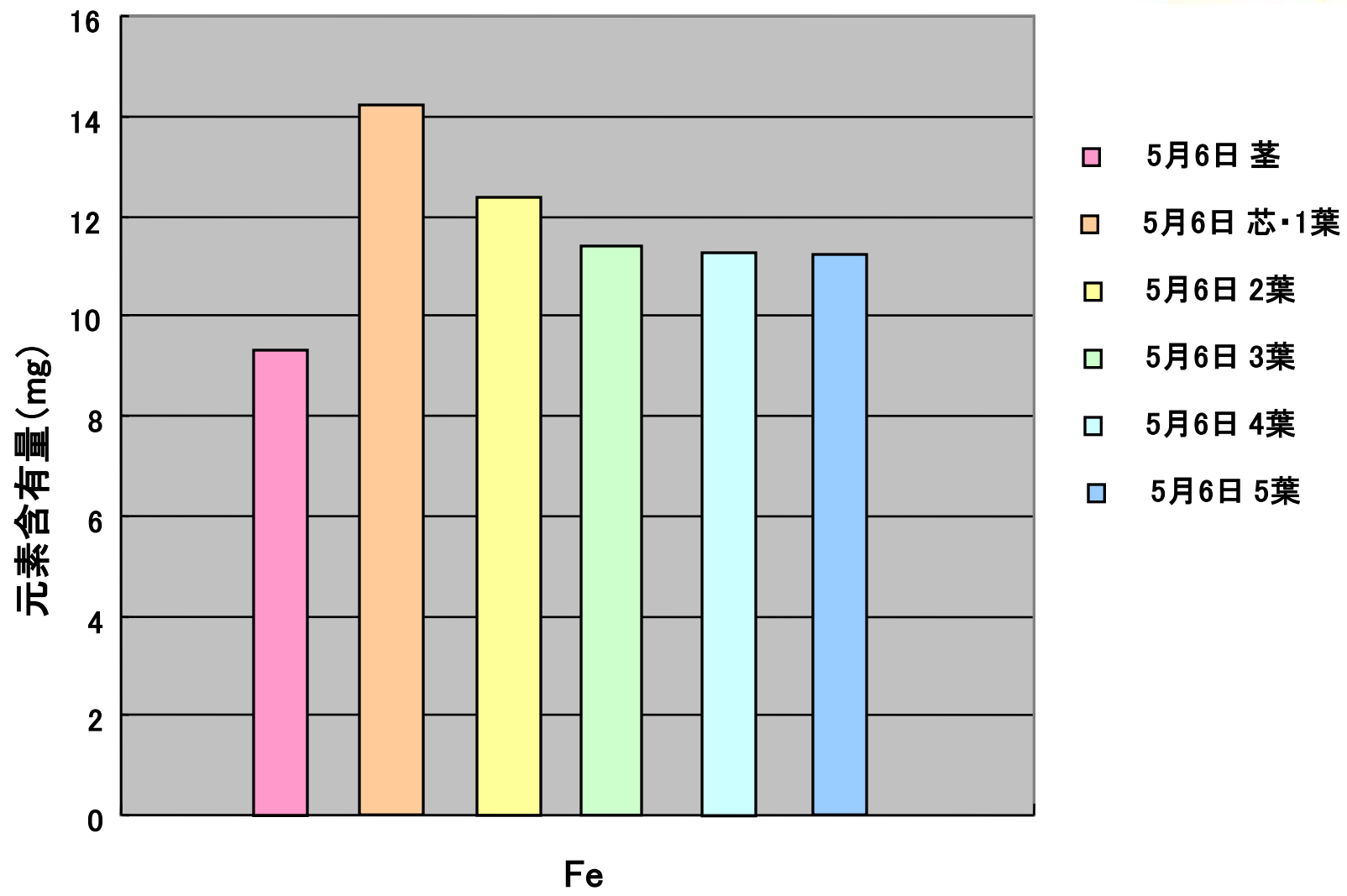
- 5月6日 茎
- 5月6日 芯・1葉
- 5月6日 2葉
- 5月6日 3葉
- 5月6日 4葉
- 5月6日 5葉

(茶葉100g中)



Ca・・・骨粗しょう症予防





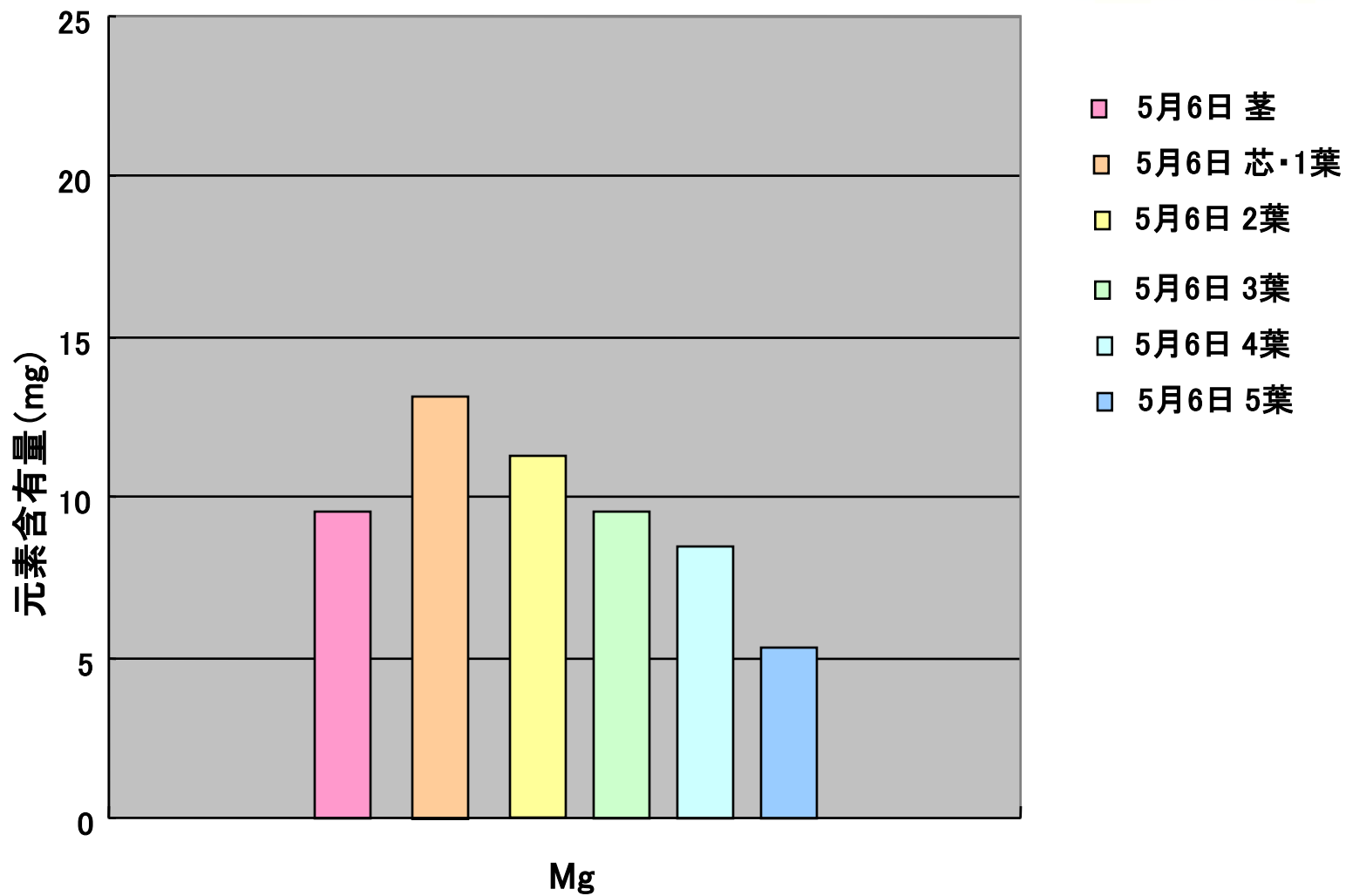


Fe: 2価, 3価で吸収量が異なる:

鉄分が体内に過剰にあると、触媒のような役割を果たし、活性酸素が体内にできるのを促進する。鉄分は食品によって種類が異なり、体内吸収率に差がある。動物性食品に含まれる『ヘム鉄』では吸収率が15～25%と高いが、野菜や穀物に含まれる非ヘム鉄は2～5%にとどまる。

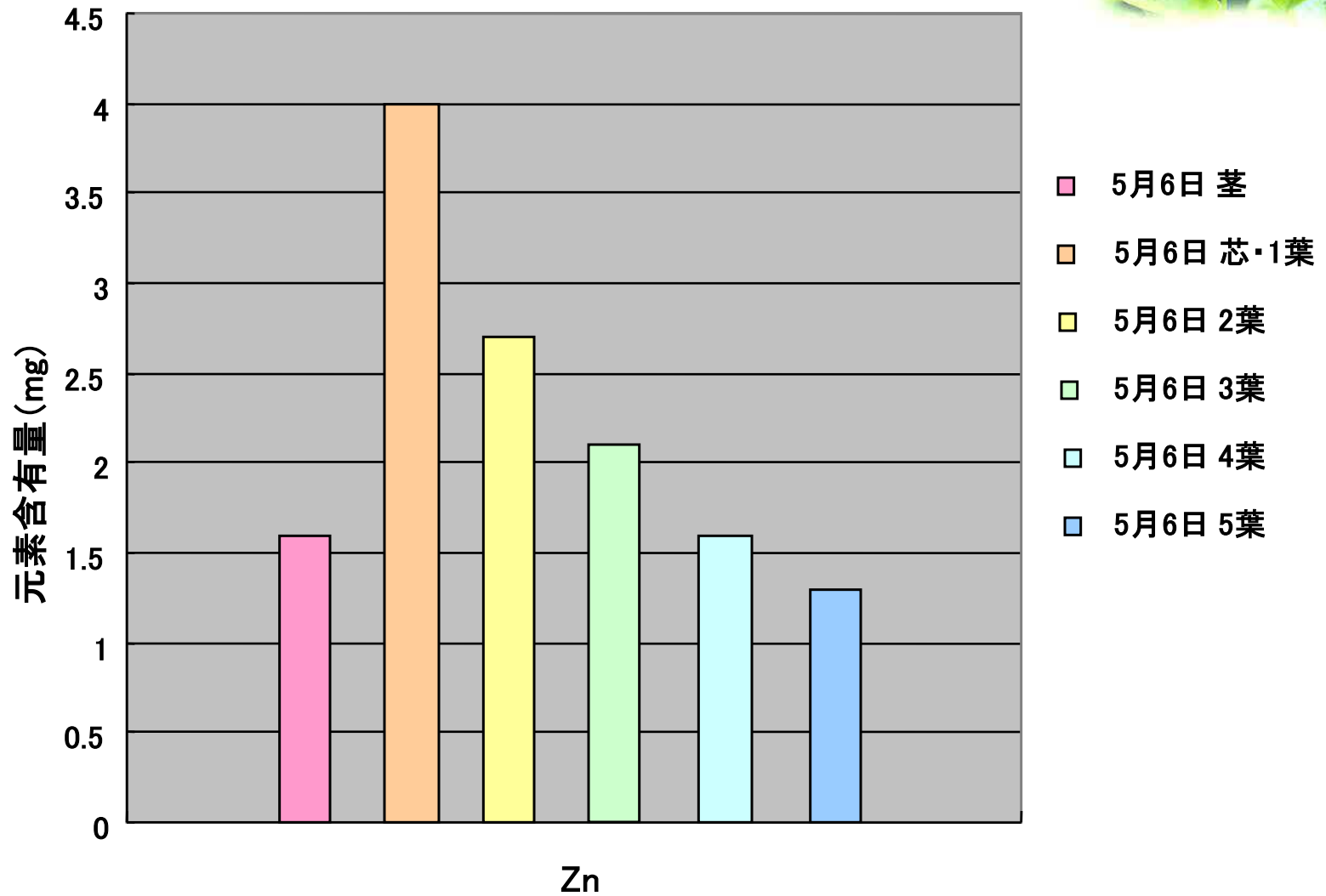


Mg・・・骨の成長を助ける





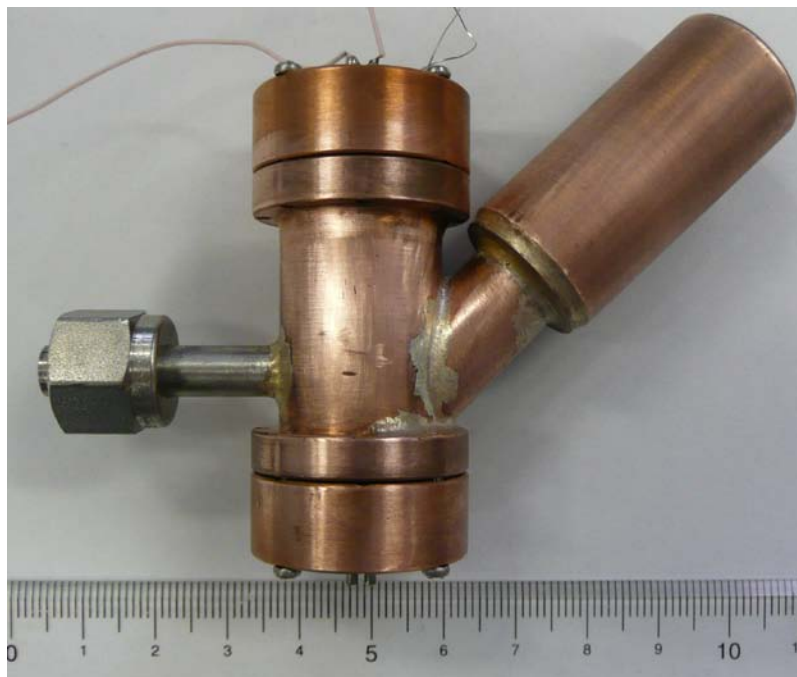
Zn・・・味覚異常防止



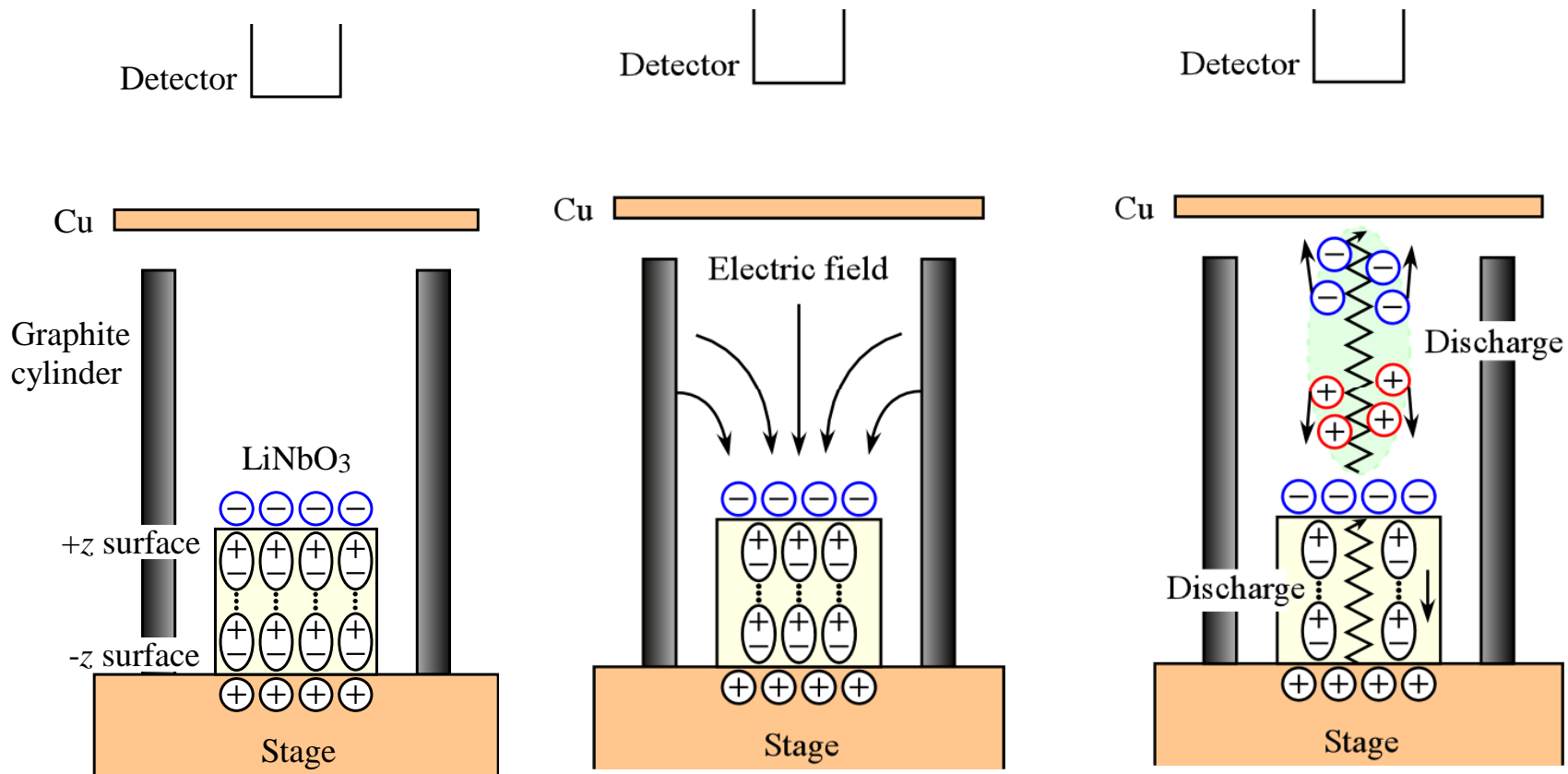
実験条件(2)



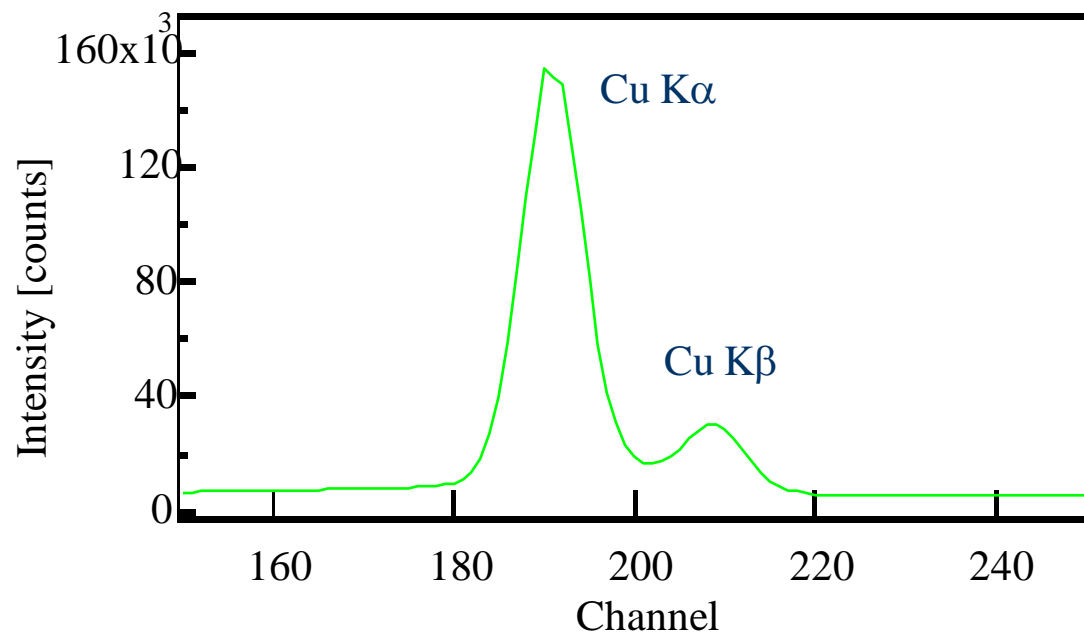
3. 茶葉の表裏の測定に我々が開発中のX線分析装置(低真空下での表面分析装置)を使用(同志社大学・京都大学共同開発)。



焦電性結晶を用いたX線発生に関する原理

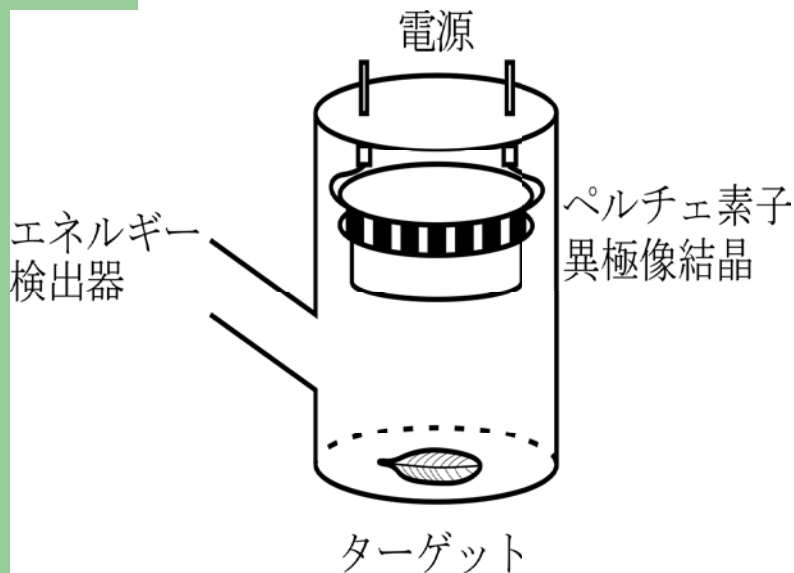


最もシンプルなX線発生装置

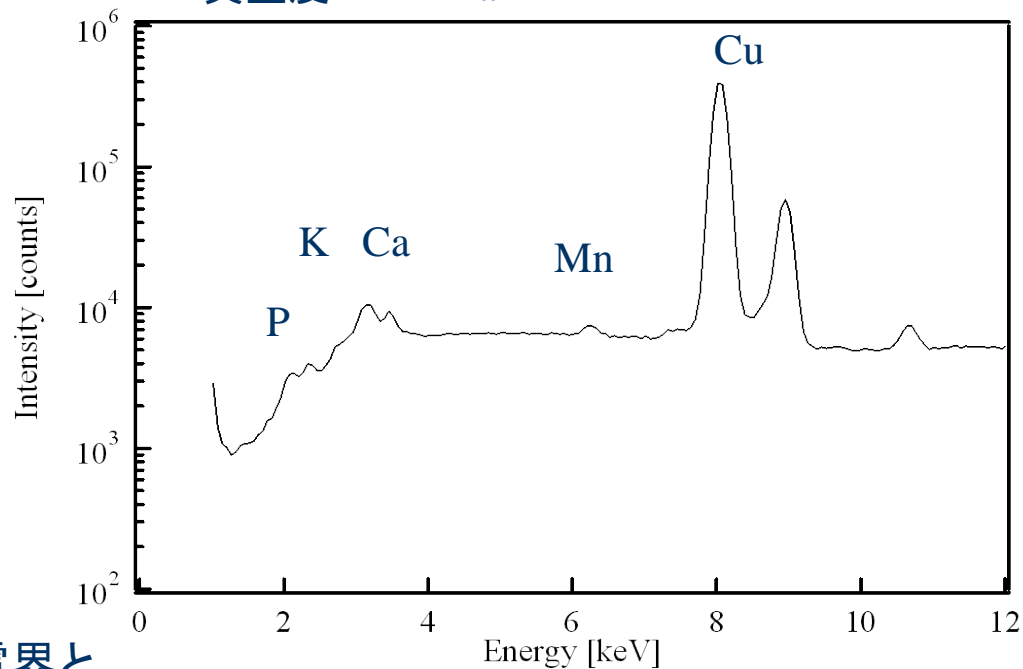


小型元素表面分析装置の基本構造と茶葉(裏面)における分析例

結晶と茶葉の設置図



真空度: 4~5Pa



元素分析したいものに結晶が形成する電界と電子を衝突させ、特性X線を発生させる

⇒側面にエネルギー分解が可能な検出器を設置し、特性X線を観測する

蛍光X線で何が分かるのか

- 元素分析

幅広いエネルギー領域、比較的高い精度で元素分析可能

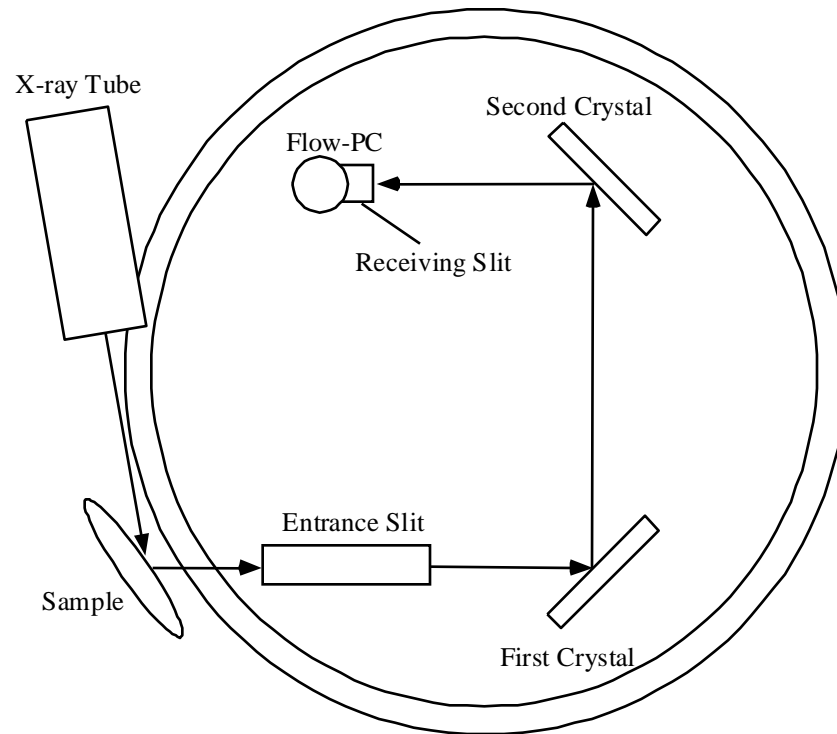
- 化学状態分析

測定するエネルギー領域で高分解能測定が可能

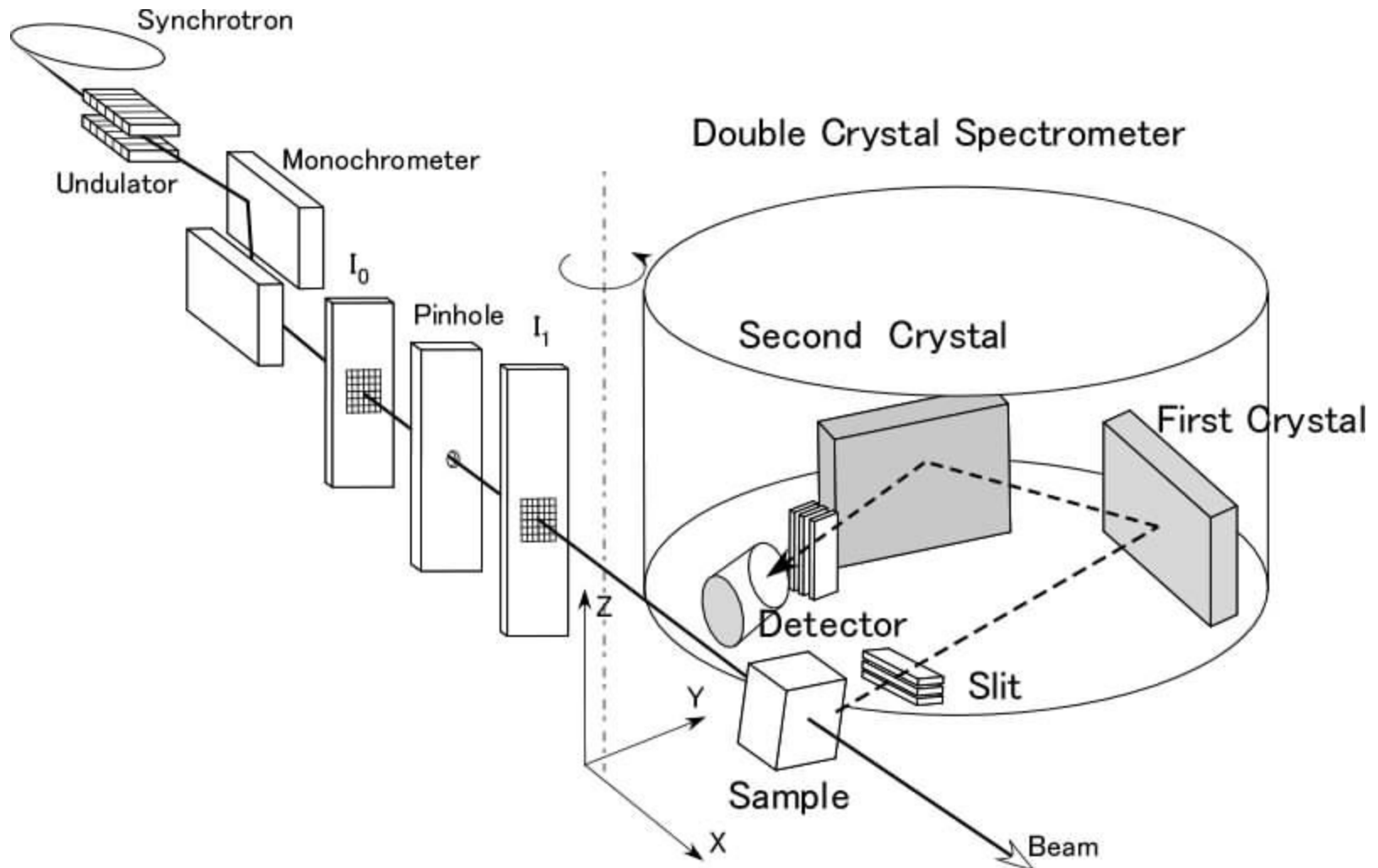
ピークシフト・非対称性や半値幅の違いから化学結合状態を推測

高分解能二結晶X線分光器

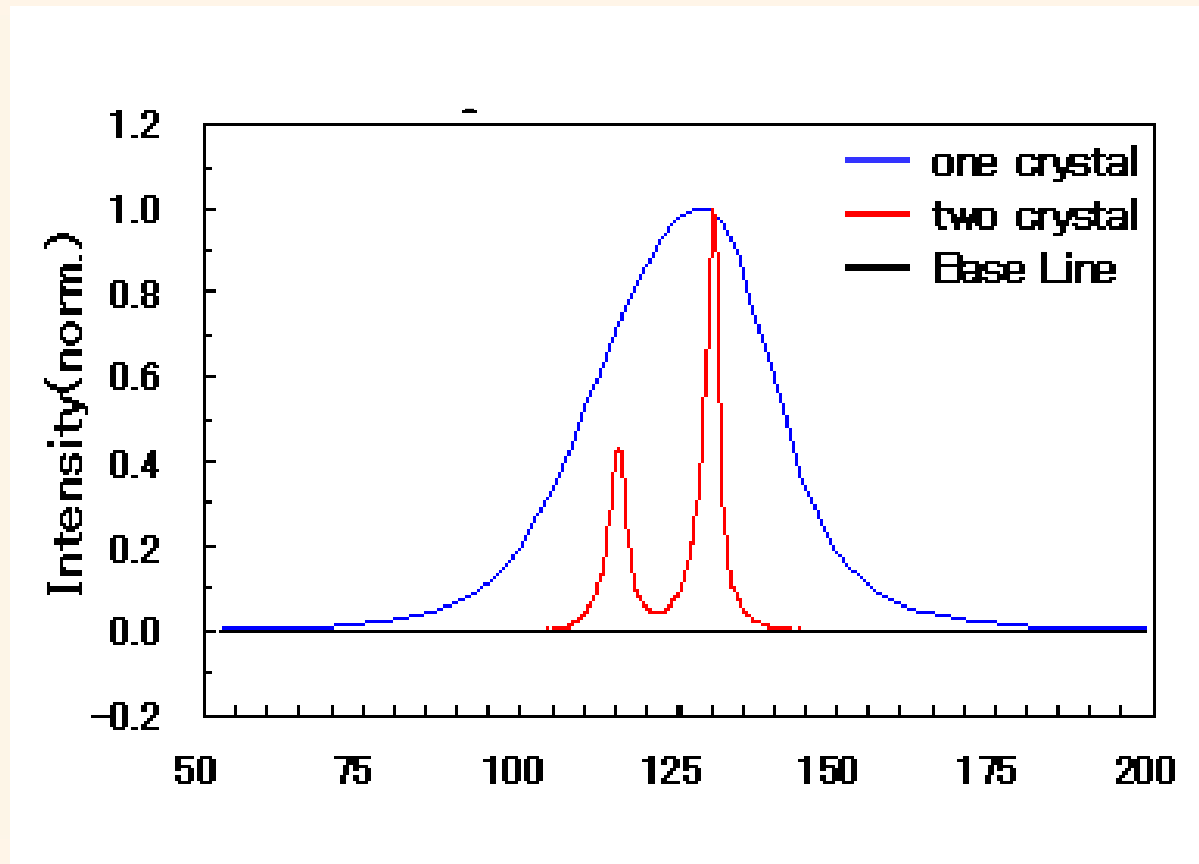
4. 蛍光X線を用いた状態分析装置には(株)リガク社製 System3580EKIあるいは、高輝度光源SPring-8産業用ビームライン



高輝度光源SPring-8における 高分解能二結晶X線分光器



どれぐらいすごいか！



X線による化学結合状態分析

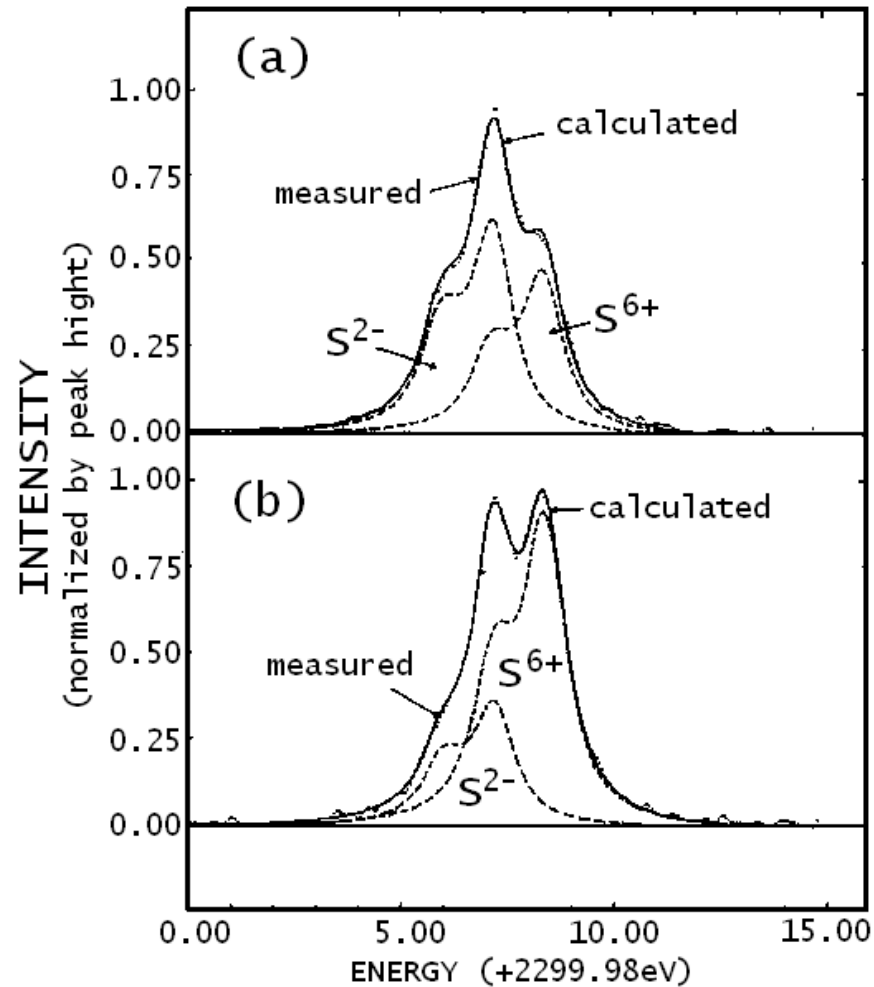
波長分散方式(1結晶法)では、化合物中の元素分析。
2結晶法により、化学状態の分析が行える:

利点)

- ◇ **2結晶分光装置の特徴 ⇒ バルクの状態分析装置である**
- ◇ **非破壊測定ができる。**
- ◇ **測定精度が高い。**
- ◇ **超高真空が不要である。**
- ◇ **絶縁物、溶液、生物試料でも測定が可能である。**
- ◇ **分解能が試料の大きさによらない。**
- ◇ **再現性、汎用性が高い。**

S $K\alpha_{1,2}$ スペクトル;

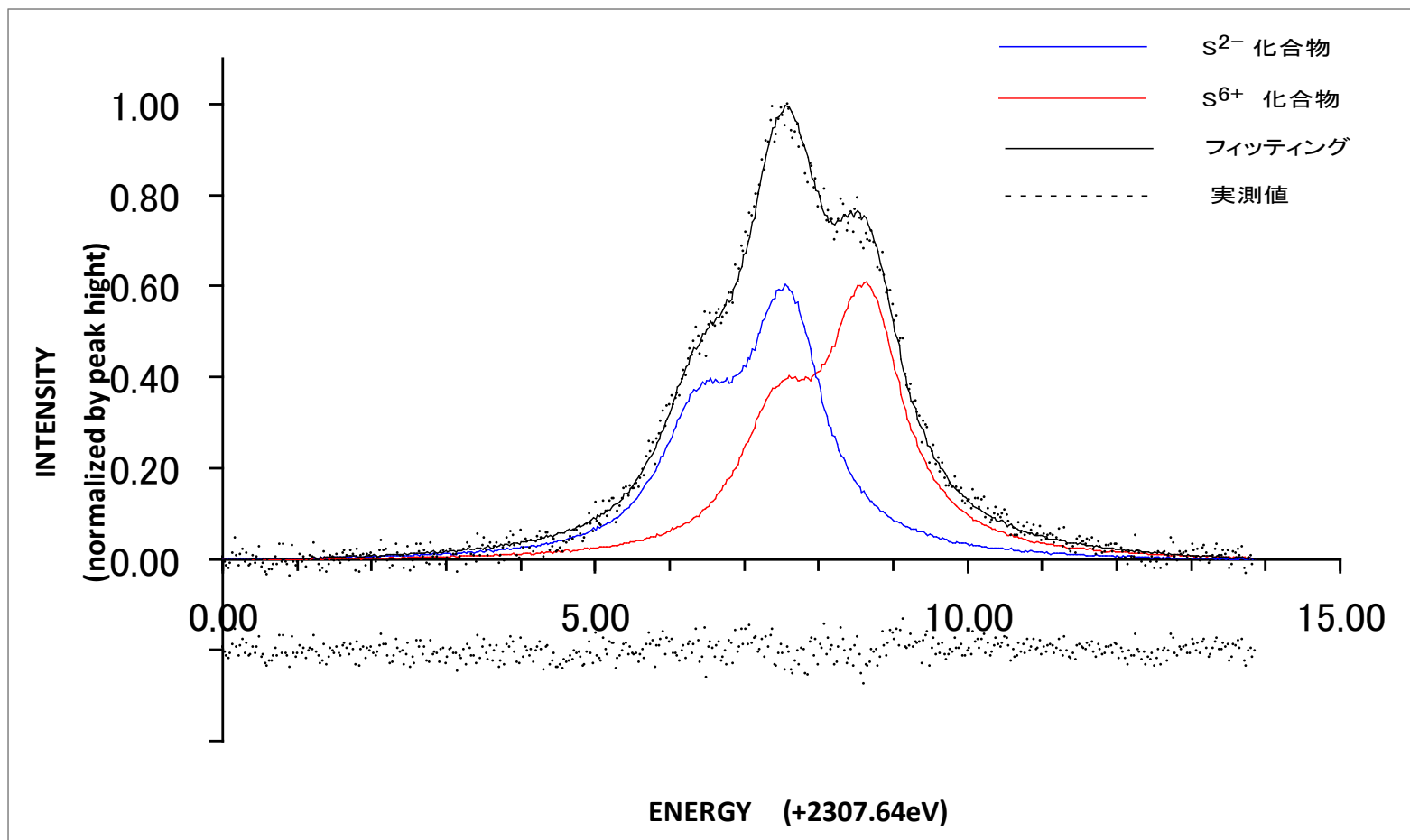
タバコ葉 (a)健康体 (b)ウイルス感染後



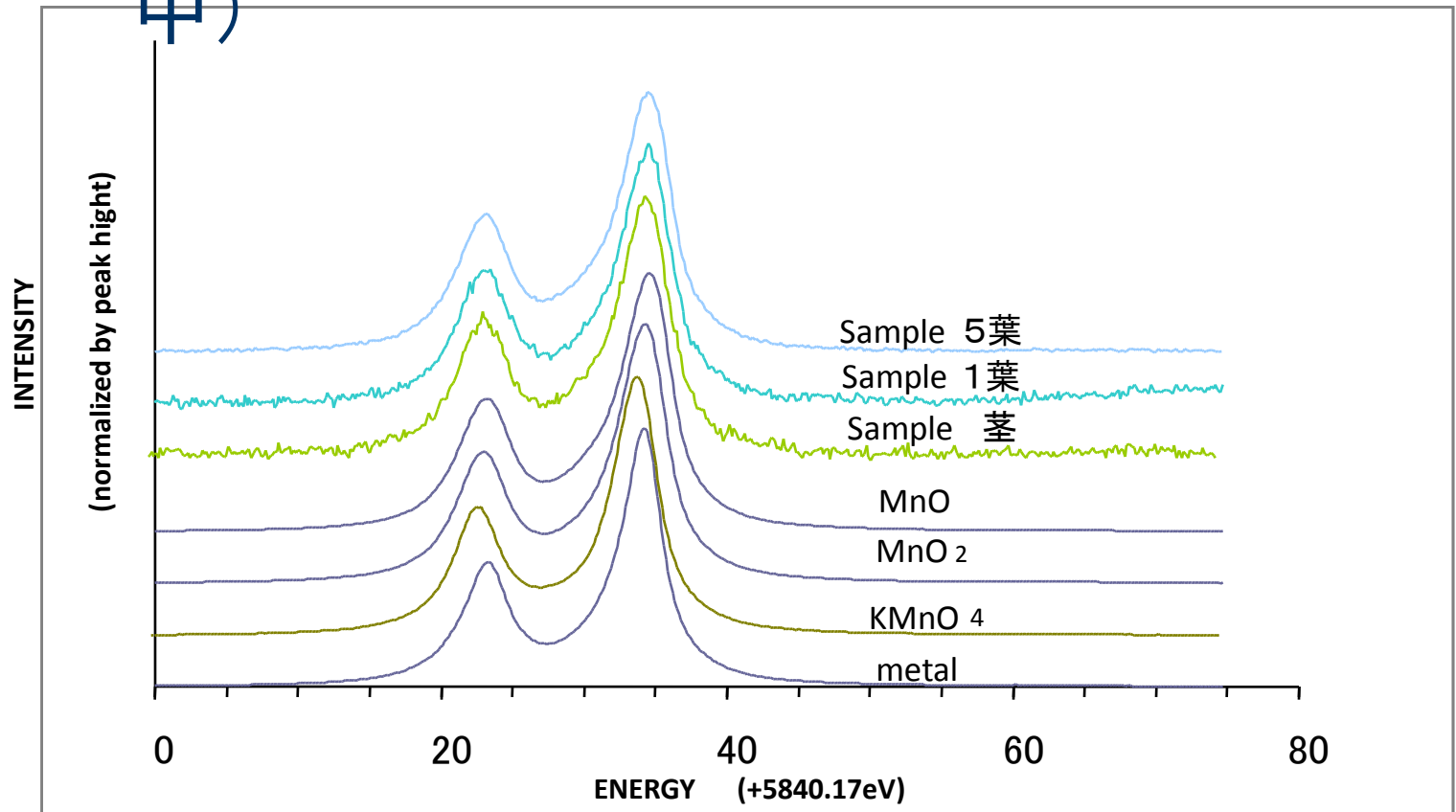
S^{2-} 化合物

S^{6+} 化合物

茶葉中のS(硫黄)の状態分析の結果



茶葉中のMnの状態分析(解析中)



まとめ



- Mnは、数グラムの粉末茶より一日の必要摂取量をほぼ摂取できることがわかった。他の元素については他の食品との併用による補助的な摂取が必要である。
- Mn, Ca の含有量は下位葉で多く、Zn、Mg、Feの含有率は下位葉で少なくなる傾向がみられた。
- 茶葉表面分析の結果から茶葉の裏面にMnの含有量が多くなっている。
- 茶葉中のSとMnの状態分析がはじめて行われた。

今後はFeなどの微量元素の状態分析をSPring-8などの高輝度光源（産業用ビームライン）を用いて行う予定である。