



## 5. 原子吸光分析法 (atomic absorption spectroscopy)

### [1] 原子による光の吸収

フラウンフォーファー線, 暗線

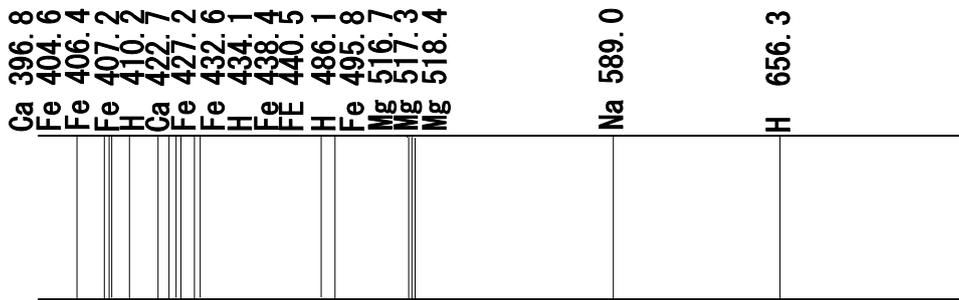


図1. フラウンフォーファー線

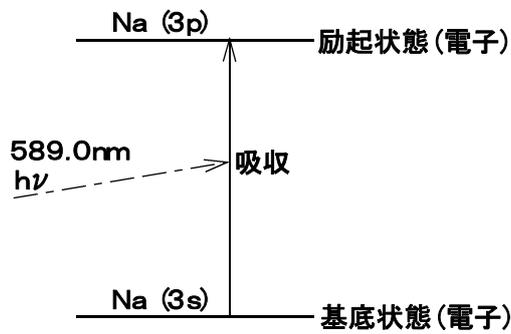


図2. Na原子による光吸収

### [2] 測定装置

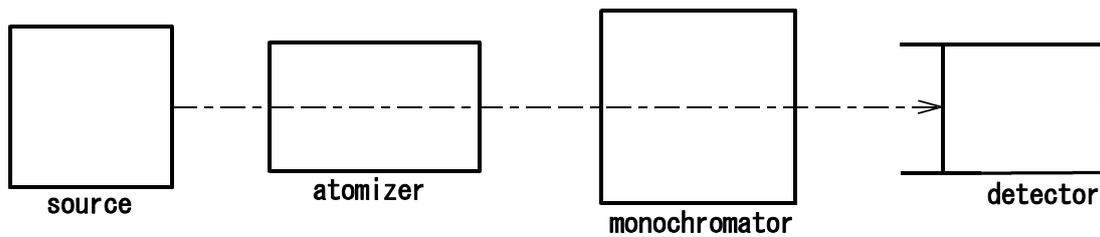


図3. 原子吸光分析装置の主要部分

### [3] 光源

中空陰極管 (hollow cathode lamp)

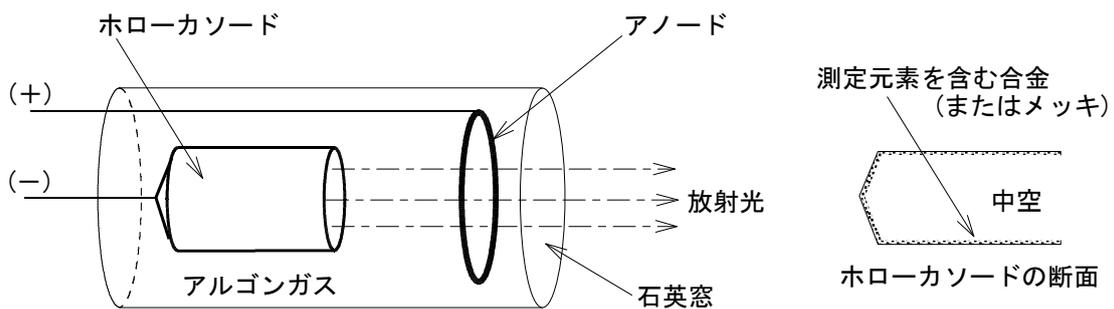


図4. 中空陰極管

線スペクトル

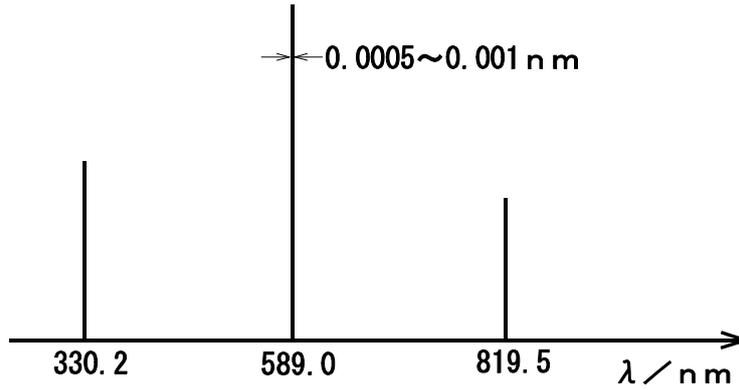


図5. Naの発光スペクトル

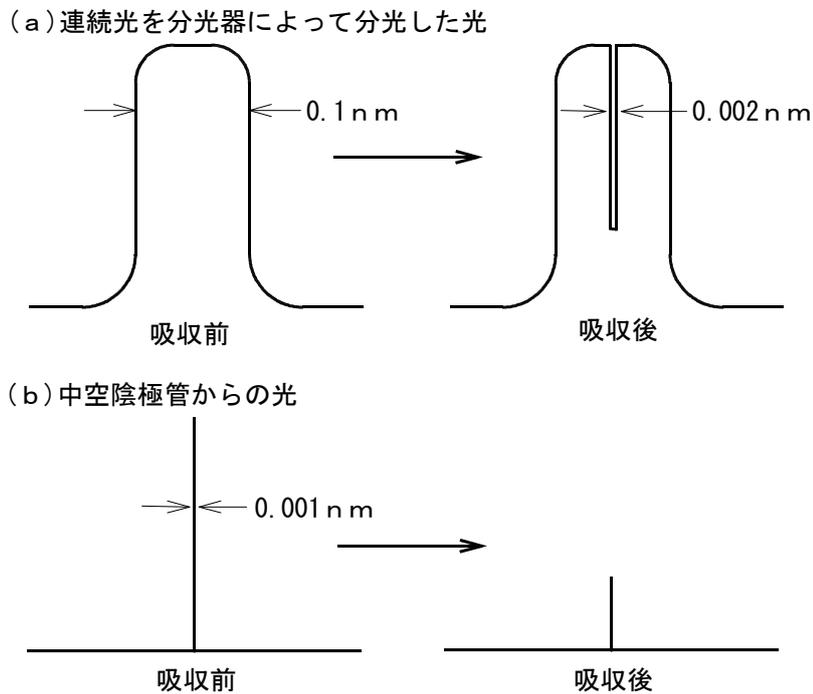


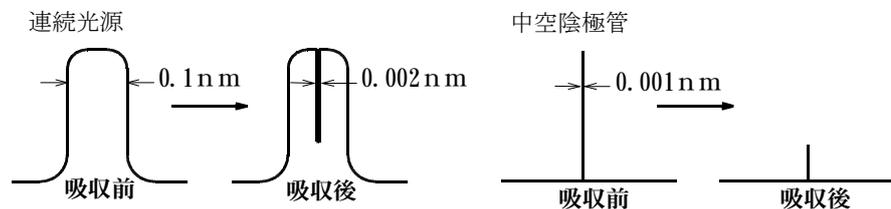
図6. 光源の違いによる吸光度の差

[問1] 以下の仮想的な計算をおこなえ。

(a) [下図左] 連続光源からの光を分光して得られた単色光の強度が10000である。ナトリウムイオン濃度 0.0002 mol/L を含む試料を測定すると、ナトリウム原子による吸収後の光の強度は(130だけ吸収され) 9870であった。吸光度を求めよ。

(b) [下図右] 中空陰極管からの光の強度を100とする。 0.0002 mol/L の濃度のナトリウムイオンを含む試料による吸収後の光の強度は(65だけ吸収され) 35であった。吸光度を求めよ。

(c) もし、吸光度が0.001まで測れる装置をもちいたとき、それぞれの光源について、測定できる最低濃度を求めよ。



## [4] アトマイザー (atomizer)

原子化

バーナー

フレイムレス (flameless) , カーボンロッド, カーボンチューブ

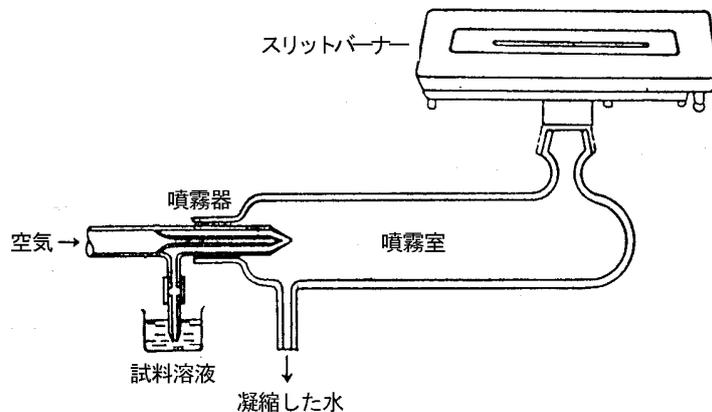


図7. 噴霧装置とスリットバーナー

表1. 燃焼温度

$O_2 - H_2$	~ 2660°C
air - $C_3H_8$	~ 1930°C
air - $C_2H_2$	~ 2330°C
$N_2O - C_2H_2$	~ 3100°C

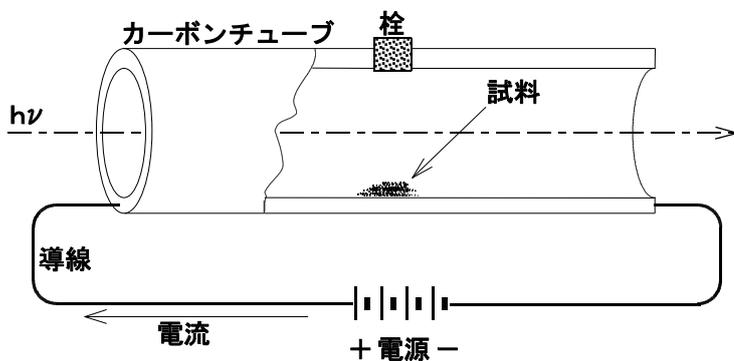


図8. カーボンチューブによるアトマイザー

## [5] 定量

L a m b e r t - B e e r の法則

吸光度, ピーク面積

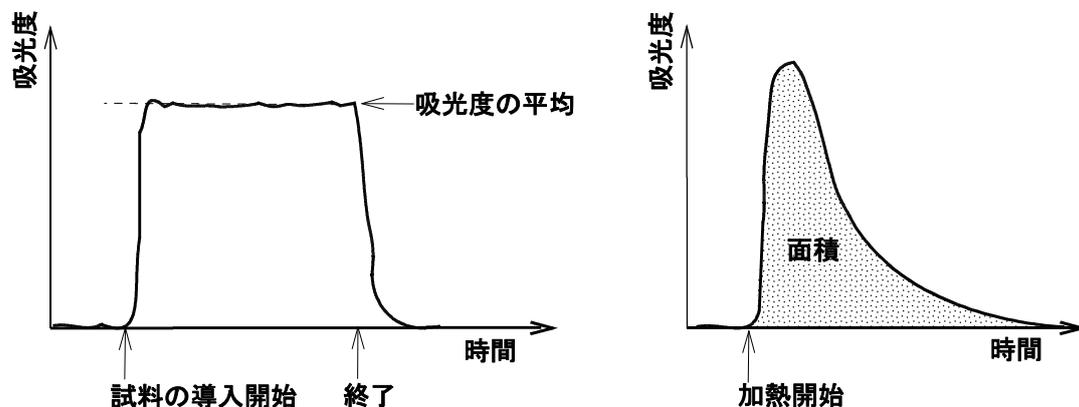


図9. 測定方法

表2. 原子吸光分析法による定量

元素	波長(nm)	検出限界( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	元素	波長(nm)	検出限界( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
Al	309.2	1	Nd	463.4	10
Sb	217.6	0.1	Ni	232.0	0.1
As	193.7	2	Nb	334.9	20
Ba	553.5	0.2	Pd	247.6	0.5
Be	234.9	0.1	Pt	265.9	1
Bi	223.1	0.1	K	766.5	0.01
B	249.7	250	Pr	495.1	10
Ca	442.7	0.05	Re	346.0	15
Cs	852.1	0.1	Rh	343.5	0.1
Cr	357.9	0.1	Rb	780.0	0.1
Co	240.7	0.1	Ru	349.9	0.8
Cu	324.7	0.1	Sm	429.7	10
Dy	421.2	1	Sc	391.2	1
Er	400.8	1	Se	196.1	1
Eu	459.4	2	Si	251.6	0.8
Gd	368.4	20	Ag	328.1	0.01
Ga	287.4	1	Na	589.0	0.01
Ge	265.2	2	Sr	460.7	0.1
Au	242.8	1	Ta	471.4	10
Hf	307.2	10	Te	214.3	0.5
Ho	410.4	2	Th	377.6	0.4
In	304.0	0.1	Sn	235.4	0.5
Fe	248.3	0.1	Ti	364.3	1
La	392.8	75	W	400.9	1
Pb	217.0	0.01	U	351.5	100
Li	670.7	0.03	V	318.4	1
Mg	285.2	0.001	Y	398.8	2
Mn	279.5	0.05	Zn	213.9	0.01
Hg	253.7	1	Zr	360.1	50
Mo	313.3	0.1			

[問2] バーナーを使った場合とフレームレスでの場合の定量条件（試料量や定量精度）を比較せよ。

[問3] バーナーを使った場合に使われる検量線を描け。

[問4] フレームレスの場合には測定精度が良くないことを考慮して、その検量線を描け。

**[6] 干渉**

化学干渉

難解離性化合物, 耐熱性化合物,

$M(II)_2P_2O_7$ , カルシウムーリン酸, ストロンチウム添加

$M(II)SiO_3$ , マグネシウムーケイ酸, カルシウム添加

$M(I)AlO_2$ ,  $M(II)(AlO_2)_2$ , ナトリウム・マグネシウムーアルミニウム, EDTA添加

物理干渉

表面張力, 粘度

[問5] リン酸を含む酸性溶液中のバリウムイオンを, バーナーを使用した原子吸光法で測定したい。正確な定量をするための方法をいくつか述べよ。

**[7] 参考図書**

- (1) 田中 誠之, 飯田 芳男「機器分析」裳華房, 1979, p100
- (2) J.W.ロビンソン (氏平 祐輔)「機器分析ー基礎と応用ー」講談社, 1978, p199
- (3) 武内 次夫編「工業分析化学 下巻」学術図書, 1977, p7

## [8] 総合問題

[問6] \* 次の各問に答えよ。

- (1) 原子吸光測定法に用いられる「フレイムを使ったシングルビーム型原子吸光装置」の概略を光源、バーナー、レンズ、分光器、検出器、試料、ガス導入系を用いて示せ。ただし、光源と検出器には具体的名称を記せ。さらに、その測定原理を装置概略図と二準位(基底状態-励起状態)エネルギーモデルを用いて説明せよ。
- (2) 原子スペクトル分析法の試料導入法として用いられる還元気化法と水素化物発生法について、対象となる元素を一つずつ挙げて説明せよ。

[問7] \* 原子スペクトル分析では発光、吸光、蛍光の原理を用いた分析法が開発され、広く利用されている。このような原子スペクトル分析法に関連する以下の問に答えよ。

- (1) 発光、吸光、蛍光にもとづくそれぞれの測定法の原理を2準位エネルギーモデルを用いて説明せよ。
- (2) 原子スペクトル分析では分析値の誤差の原因となる妨害は干渉と呼ばれる。測定の上の主な干渉となる次の事項について簡潔に答えよ。
- (a) 分光干渉
  - (b) 物理干渉
  - (c) 化学干渉
  - (d) イオン化干渉





