

話題

感度係数法による定量分析

- マトリックス補正法を越えるか -

Auger Quantitative Analysis with Relative Sensitivity Factors

田沼繁夫, 木村隆

物質・材料研究機構, 〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1

(TANUMA.shigeo@nims.go.jp)

(2002年2月28日 受理)

1. はじめに

相対感度係数法は日常的な定量分析では最も広く用いられている方法である。しかし、今日では感度係数にはいくつかの種類があるが、その評価はほとんど行われていないばかりでなく、その使用法が混乱しているように見受けられる。

広く用いられている感度係数には純元素相対感度係数(ERSF), 原子相対感度係数(ARSF)がある。さらに、近年 Seah により提案された平均マトリックス相対感度係数(AMRSF)がある。

定量分析では、オージェピーク強度を正確に求めることが最も重要であることはもちろんであるが、ここでは微分スペクトルの P-P 強度を用いて感度係数の比較を行った。正確さを向上させるためにはもちろん積分スペクトルを用いるべきであるが、バックグラウンド処理、ピーク分離等に多くの問題が残されているのでここでは取り上げない。

2. 感度係数の定義および定量法

基準元素を key としその強度を I_{key} とすると元素 i の感度係数は以下のように定義される。

1) 純元素相対感度係数 (ERSF)

$$I_i^P = I_{i,100} / I_{key}$$

2) 原子相対感度係数 (ARSF)

$$I_i^A = \left(\frac{N_{key}}{N_i} \right) \left(\frac{I_i}{I_{key}} \right) = \left(\frac{N_{key}}{N_i} \right) I_i^P$$

ここで、 N は原子密度である。

3) 平均マトリックス相対感度係数 (AMRSF)

$$I_i^{AV} = I_i^P \frac{N_{AV} Q_{AV}(E_i) [1 + r_{AV}(E_i)] \lambda_{AV}(E_i)}{N_i Q_i(E_i) [1 + r_i(E_i)] \lambda_i(E_i)}$$

ここで、 Q は弾性散乱効果、 $1+r$ は後方散乱補正、 λ は電子の非弾性平均自由行程である。ここで添え字の AV は仮想的な平均マトリックスを表し、各物理量は以下のような値を用いた。

$$N_{AV} = 5.28 \times 10^{28} \text{ atoms / m}^3 \quad Z_{AV} = 40.57 \quad N_{v,AV} = 4.684$$

$$\rho_{AV} = 6.767 \text{ g / cm}^3 \quad A_{AV} = 137.51$$

計算に用いた式は r には Ichimura-Shimizu の式、 λ には TPP-2M、 Q には Jablonski-Powell のテーブルおよび平均組成には

$$Q_{AV}(E) = 0.951 - \left(\frac{E - 2310}{10300} \right)^2$$

を用いた。

定量は上記の感度係数を代表し、 I_i^{RSF} とすると、マトリックス m 中の元素 A の原子濃度 C は次式で与えられる。

$$C_A = \left(\frac{I_A^m}{I_A^{RSF}} \right) / \sum \left(\frac{I_i^m}{I_i^{RSF}} \right)$$

3. 結果および考察

測定値には VAMAS プロジェクトの一環として RRT を行った Au-Cu 合金の測定値を用いた。その結果、通常感度係数 ERSF では rms で 30% 程度の誤差を示すが、他の感度係数法の定量誤差は 10% 以下になり、通常マトリックス補正法に劣らない定量値を示した。これは十分に実用的に用いることのできるレベルであると考えられる。