

即発ガンマ線分析 (PGA) および中性子放射化分析 (NAA)

(技術)キーワード 1:放射化分析 PGA NAA

(装置)キーワード 2:即発ガンマ線分析装置

(知りたいこと)キーワード 3:元素組成 核種 材料

1.概要

ウランの核分裂等によって発生した中性子を分析したい試料に照射すると、波長の短い電磁波であるガンマ(γ)線を放出します。この電磁波を測定しデータ解析することによって、どんな元素がどのくらい含まれているかを調べることができます。他の方法のように試料を破壊することなく、中性子を照射するだけで一度に多くの元素を精度よく分析でき、微量成分 (ppb~%) の分析法として優れています。

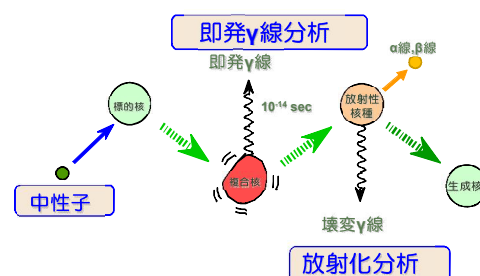


図 1. 中性子を利用した元素分析の原理

2.原理

中性子を利用した元素分析には、次の二つの方法があります。

(1) 即発ガンマ線分析(PGA : Neutron-induced Prompt Gamma-ray Analysis)

原子炉から導出した中性子を試料に照射すると、即時に電磁波である即発ガンマ線を放出します。この電磁波を Ge 半導体検出器で測定しデータ解析することによって、元素の種類と重量を求めます。中性子放射化分析では困難な元素 (H、B、N、Si、S、Cd など) も分析できます。

(2) 中性子放射化分析 (NAA : Neutron Activation Analysis)

原子炉内で中性子を試料に照射し放射能化すると、ある期間、壊変ガンマ線と呼ばれる放射線を放出します。この特性を利用して PGA 同様、この放射線のエネルギーと強さを Ge 半導体検出器で測定することによって、試料に含まれる元素の種類と重量を求めます。

3.解説

○メリット

質量分析法のような試料の前処理が不要なので、これによる分析精度低下を防ぐことができ、また、この分析後の試料を他の分析法に供することができるので、さらに正確なデータとすることができます。

○デメリット

PGA では、NAA に比べて分析感度の低い元素が多く、また、多種類のガンマ線を放出するのでデータ解析が複雑になります。また、NAA でも、放射エネルギーが弱く、半減期が短すぎる元素は測定できません。したがって、使い方としては、まず PGA で見極めてから NAA を行ったり、あるいは、NAA ではできないことを PGA で行うなどと効果的です。

4.産業応用例

考古学・環境関連科学・犯罪科学 (法医学) ・地質学・地球科学・医科歯科学・生物学・工業製品等々の幅広い分野で役立てられています。

具体的には、隕石・岩石の微量元素組成分析、河川・池・海洋堆積物などの水銀・カドミウム等の環境汚染物質の分析、患者の体内組織中のホウ素の定量、石英単結晶・フラーレン・ジェットエンジン用 Ti 等の微量水素の定量、重金属の生物影響調査、毛髪などの鑑定、石材産地の同定、考古遺物などの製作年代・流通経路等の推定、等々に活用されています。

5.今後開発が必要な周辺機器 技術

照射部に試料を自動設置する機器、内部欠陥探索などができる 3次元元素分布測定技術など。