



陽電子消滅法を用いた水素貯蔵材料の格子欠陥の観察

榊 浩司

産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門

〒305-8565 茨城県つくば市東1-1-1

まず、「若い研究者の声」に投稿する機会を与えてくださいました編集者の皆様に厚く御礼申し上げます。水素貯蔵材料の高性能化を目指して、私はこれまで主に陽電子消滅法と呼ばれる手法を用いて水素吸蔵・放出反応過程における格子欠陥の形成・消滅挙動について観察を行ってきました。なぜ、このような研究に取り組んだかと言いますと、水素貯蔵材料には水素吸蔵反応時に多量の格子欠陥が導入されるにもかかわらず、反応時に導入される格子欠陥と水素貯蔵特性を結びつける研究例がほとんどなかったためです。私が用いた陽電子消滅法は、非破壊で格子欠陥を観察できる手法の一つで、原子空孔を検出できる有力な手法にもかかわらず、それほど広く利用されていません。そこで、今回はこの陽電子消滅法の特徴やその適応例としてこれまでの私の研究成果について紹介させていただきたいと思います。

陽電子消滅法とは、電子の反粒子である陽電子(e⁺)が材料中で電子と出会い、消滅する挙動を通じて材料の性質を調べる手法です。図.1には陽電子の発生から消滅までの模式図を示します。放射性同位元素である²²Naを陽電子の発生源としてよく利用します。この²²Naのβ⁺崩壊によって陽電子とγ線が放出されます。発生した陽電子は試料の内部を拡散し、電子と出会い、消滅します。このとき約511 keVのエネルギーを持った2本のγ線が同時

に反対方向に放出されます。試料内部に格子欠陥が存在しない場合、陽電子は格子間位置で電子と消滅します。一方、原子核が抜けた格子欠陥(図.2に示すような原子空孔や転位)が存在する場合は、陽電子はそこで捕獲され、電子と消滅します。すなわち、陽電子は試料内部の拡散過程において格子欠陥を探索し、捕獲された格子欠陥の情報を与えてくれます。ここでは陽電子消滅法の中で、私が用いている陽電子寿命測定法と同時計数ドップラ幅広がり測定法について説明します。

陽電子寿命測定法では、陽電子が発生したとき及び陽電子が電子と消滅したときのγ線を検出することで陽電子消滅寿命を計測します。陽電子が格子欠陥に捕獲されたとき、そこでは格子間位置と比較して、相対的に電子密度が低いため、陽電子の消滅確率が低下します。すなわち、陽電子が消滅するまでの時間が長くなり、陽電子寿命スペクトルに変化が見られます。材料中の原子空孔や転位で消滅した陽電子の陽電子寿命値は、それぞれの材料の格子欠陥固有の値を示します。そのため、得られた陽電子寿命スペクトルを解析することで、陽電子が捕獲された格子欠陥の種類を同定することができます。また、陽電子が格子欠陥に捕獲された割合から、その格子欠陥の濃度を評価することもできます。

一方、同時計数ドップラ幅広がり測定法では、陽電

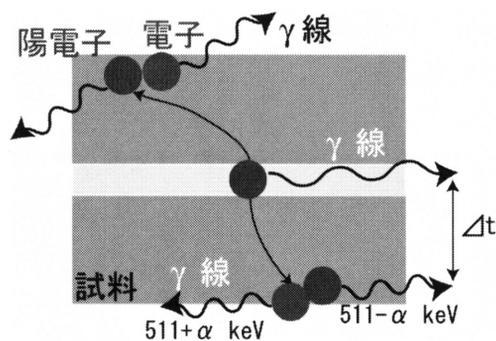


図1. 陽電子の発生から消滅までの模式図

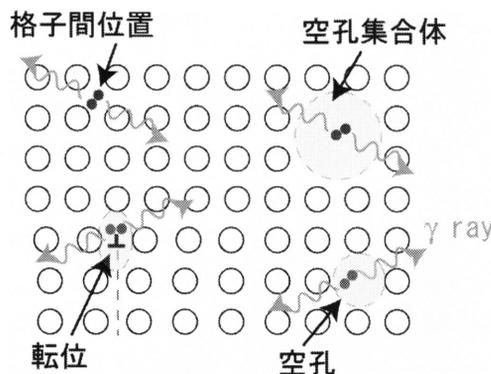


図2. 陽電子の消滅場所の模式図

