

## 重水素透過によるパラジウム多層膜上での元素変換の観測

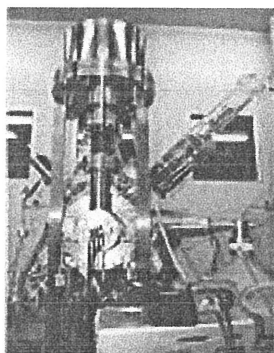
Observation of Nuclear Transmutation Induced by Deuterium Permeation through Pd Complex

岩村 康弘\*<sup>1</sup>  
Yasuhiro Iwamura

伊藤 岳彦\*<sup>2</sup>  
Takehiko Itoh

坂野 充\*<sup>2</sup>  
Mitsuru Sakano

栗林志頭真\*<sup>3</sup>  
Shizuma Kuribayashi



### 1. はじめに

当社では、PdとCaOから構成される多層膜に、ある元素を添加し、重水素を透過させると添加した元素が別の元素に変換していく現象を見出した<sup>(1)</sup>。通常、元素変換を引き起こすためには、原子炉や加速器など非常に大掛かりな装置が必要であるため、重水素を透過させるだけで元素変換が起きる本手法は、大きな技術的・社会的貢献を与えることが期待できる。本稿では、この現象について紹介する。

### 2. 実験方法

図1(a)に示すようにPd薄膜とCaOとPdの混合層から構成されるPd多層膜(Pd Complex)の表面にCsやSr等の元素を添加し、片側を重水素ガス、片側を真空状態にすると、Pdは重水素を透過させやすい性質を持っているため、Pd多層膜の重水素側の表面で重水素ガス分子が重水素に解離し、多層膜中を透過する。この際、添加したCs等の元素を分析すると時間と共に減少し、代わりに最初存在しなかった元素が検出される<sup>(1)</sup>。

Pd多層膜は、25 mm × 25 mm × 0.1 mmのサイズのPd板をアセトンで洗浄した後、 $10^{-7}$  Torr以下の真空度で10時間、900 °Cの温度でアニールし、重水でPd板をエッチングした後、20 ÅのCaOと

180 ÅのPdを5回交互にイオンビームスパッタ装置で成膜し、合計1000 ÅのCaO/Pd混合層を作成する(図1(b))。さらに、400 ÅのPd薄膜を表面に成膜する。以上の成膜はArイオンビームスパッタ法によって行なう。

Pd多層膜は真空容器内に設置し、容器内に設置したXPS(X-ray Photoelectron Spectrometry)装置を用いて表面の元素を分析する。図2は実験装置の概要を示している。真空容器の中心にPd多層膜が置かれ、Cs等の元素を添加した側が1気圧の重水素、反対側がターボ分子ポンプによって真空引きされている。重水素ガスはPd多層膜表面で解離吸着し、Pd中を真空側に向かって透過していく。このPd多層膜の表面をXPSによって分析を行い、元素の変化を観測する。

### 3. 実験結果

Csの元素変換の例を図3に示す。Csを多層膜に添加し、重水素ガスを透過させると、時間と共にCsが減少し代わりにPrが表面で出現してくる。この図は2回の実験例だけを示しているが、これまでに数十回以上の実験を行い、Csを添加したPd多層膜に重水素ガスを透過させると、Prが検出されることを確認

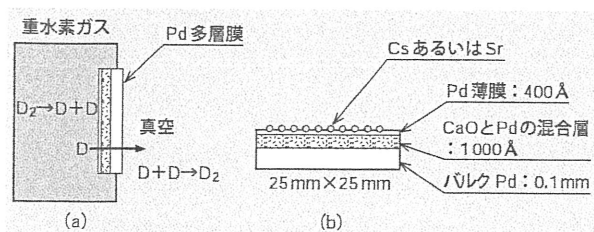


図1 実験手法の概略 (a)重水素ガスの透過, (b) Pd多層膜の構成。

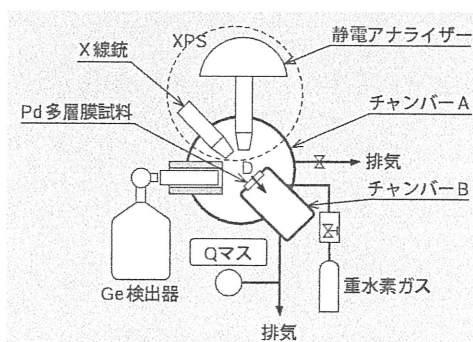


図2 実験装置の構成 パラジウム多層膜を取り出さずに分析ができる。

\*<sup>1</sup> 技術本部先進技術研究センター応用物理グループ主席 工博

\*<sup>2</sup> 技術本部先進技術研究センター応用物理グループ

\*<sup>3</sup> 技術本部先進技術研究センター応用物理グループ長

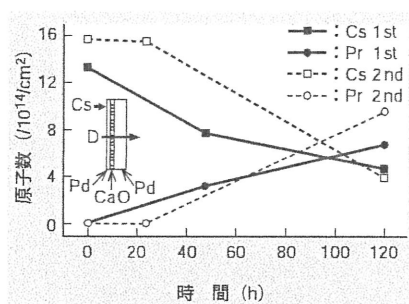


図3 CsからPrへの元素変換の観測  
定性的再現性はほぼ100%。

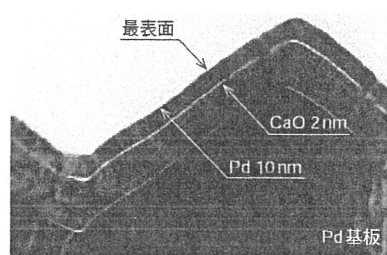


図4 Pd多層膜のTEMによる断面  
写真 ナノスケールの構造。  
表面から10nm程度で変換反応  
が起きていると推定。

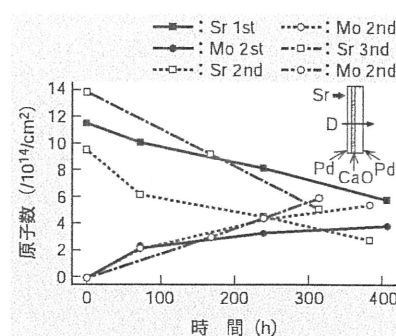


図5 SrからMoへの元素変換の観測  
Moの同位体比は天然と異なり、質  
量数96が突出して大きい。

しており、定性的にはCsからPrへの元素変換の再現性はほぼ100%である。

Prは他の分析方法、例えばTOF-SIMS (Time of Flight-Secondary Ion Mass Spectrometry), XANES (X-ray Absorption Near Edge Structure), ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), 蛍光X線分析法等の他の方法でも分析し、Prが存在していることを確認している<sup>(2)</sup>。また、検出されたPrの量はサンプル中の不純物が全て集積したとしても、説明できない<sup>(1)(2)</sup>。

図4はPd多層膜の表面付近のTEM(Transmission Electron Microprobe)像を示している。Pd多層膜を作成する際の重水素エッチングにより波状の形が形成されている。図中でCaOは白い部分、Pdは黒い部分に対応している。この多層膜のどこで反応が起きているのかを明確にするために、TOF-SIMSによる深さ方向分析を行なった結果、CsとPrの深さ・面分布計測の結果、反応は表面から100Å程度までの領域で起きている可能性が高いことが判明した<sup>(2)</sup>。

次にCsの代わりにSrを多層膜の表面に添加し、重水素ガスを透過させた場合には、時間と共にSrが減少しMoが現れる現象について説明する。図5が示すように、Csの際と同様に時間と共にSrが減少し、代わりにMoが検出されている。Srの実験は合計3回行なったが、その全ての実験結果がプロットされている。

このMoの同位体比をSIMS(二次イオン質量分析法)で分析すると天然のMoとは異なっており、質量数96のMoのみが突出して多い<sup>(1)</sup>。したがって、検出されたMoは環境からの混入した不純物ではないと考えられる。

最後に、本現象を参考論文(1)に発表した後、いくつかの研究機関で再現実験が行なわれているので、その状況について述べる。大阪大学の高橋教授のグループでは類似の実験装置を構成し、CsからPrへの元素変換を3回の実験で3回とも確認している<sup>(3)</sup>。また、

静岡大学のグループも同様の実験でPrを検出しており、イタリアのINFN-Frascati(核物理研フラスカティ)のDr. Celaniのグループも手法は異なるがCsからPrへの変換を観測している<sup>(4)</sup>。そのほかにも、米国NRL(Naval Research Laboratory)でも我々の実験の再現実験を目指し、実験が続けられており、今後東大、東北大、理研等のグループと共にメカニズムの解明を目指した研究を実施する予定である。

#### 4. ま と め

以上述べたように、現状ではまだこの現象の本質を明らかにする研究が開始された段階であり、今後現象の解明と共に開発を進め、従来にない革新的な新技術に育てていきたい。

#### 参 考 文 献

- (1) Iwamura, Y. et al., Jpn. J. Appl. Phys. 41 (2002) p.4642
- (2) Iwamura, Y. et al., Proc 10th Int. Conf. Cold Fusion (World Scientific Inc., 2004) to be published (<http://www.lenr-canr.org/>)
- (3) Higashiyama, T. et al., Proc 10th Int. Conf. Cold Fusion (World Scientific Inc., 2004) to be published.
- (4) Celani, F. et al., Proc 10th Int. Conf. Cold Fusion (World Scientific Inc., 2004) to be published.



岩村康弘



伊藤岳彦



坂野充



栗林志頭真