

## Ti-Nb 合金の Nb 元素近傍局所原子構造解析 Analysis of local atomic structure near Nb in Ti-Nb alloys

山本篤史郎<sup>1,\*</sup>, 林好一<sup>2</sup>, 八方直久<sup>3</sup>, 細川伸也<sup>4</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学, 〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2

<sup>2</sup>東北大学, 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

<sup>3</sup>広島市立大学, 〒731-3194 広島市安佐南区大塚東 3-4-1

<sup>4</sup>熊本大学, 〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1

Tokujiro Yamamoto<sup>1,\*</sup>, Kouichi Hayashi<sup>2</sup>, Naohisa Happo<sup>3</sup> and Shinya Hosokawa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, 321-8585, Japan

<sup>2</sup>Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai, 980-8577, Japan

<sup>3</sup>Hiroshima City University, 3-4-1 Ozuka-Higashi, Asa-Minami-ku, Hiroshima 731-3194, Japan

<sup>4</sup>Kumamoto University, 2-39-1 Kurokami, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, Japan

### 1 はじめに

Ti 合金は軽量かつ高強度を有する構造材料で生体適合性も優れている。近年、鍛造により Ti 合金の大型部材を製造できるようになったことから、鉄鋼材料を Ti 合金に置き換えることにより、航空機の軽量化に貢献している。種々の Ti 合金の中でも、 $\beta$ Ti 合金はマルテンサイト変態により超弾性特性を発現するため、眼鏡フレームなどに用いられてきた。また、生体適合性が高いため、外科手術用器具としても用いられている。この  $\beta$ Ti 合金を室温で利用するためには、工夫が必要となる。

純 Ti は低温で六方最密構造を有する  $\alpha$ Ti 相となり、882°C 以上の高温では BCC 構造の  $\beta$ Ti 相となる。高温の  $\beta$ Ti 相を室温に冷却すると、徐冷した場合、 $\beta$ Ti 相は通常の拡散変態により  $\alpha$ Ti 相となる。また、冷却速度が比較的早い場合、マルテンサイト変態を生じて  $\alpha'$ Ti 相 (マルテンサイト相) が生じる。従って、超弾性を示す  $\beta$  相は純 Ti では得られない。そこで、Ti に  $\beta$  相を安定化させる添加元素 ( $\beta$  安定化元素) を固溶させてその濃度を高くすると、マルテンサイト変態温度が低下し、室温で  $\beta$  相が安定化する。更に、その超弾性特性は添加元素の他に 300~400°C 付近の中温域で時効熱処理によって大きく変化する。この熱処理では  $\beta$ Ti 相中に、高密度で微細な  $\omega$ Ti 相が  $\beta$ Ti 相と一定の方位関係を保って析出する。Ti 合金における  $\beta$  安定化元素が  $\omega$  相析出に果たす役割を明らかにすることを目的として、 $\beta$  安定化元素近傍の局所構造を XAFS 構造解析によって明らかにすることを目的とした。

### 2 実験

$\beta$  安定化元素として、実用材によく添加されることが多い Nb を選択した。Ti-20at.%Nb の組成をもつ合金ボタンインゴットを Ar アーク溶解で作製し、そのインゴットを高速切断機で厚さ 1mm の板材にスライスした。XAFS 測定に凝固組織が影響して異

方性を生じるのを避けるため、ボタンインゴットの底面と垂直方向に、すなわち、凝固方向と概ね平行となるように切断した。

### 3 結果および考察

図 1 は Ti-20at.%Nb 多結晶合金インゴットを Ar 雰囲気中において 850°C で 48 時間均質化熱処理した後、300°C で 1 時間時効熱処理してからスライスした板材の X 線回折図形である。マルテンサイト相からの回折ピークは観察されず、 $\beta$ Ti 相からの鋭い回折ピークと  $\omega$  相からの弱く幅広い回折ピークが観察された。過去の多数の文献と同様に、高密度で微細な  $\omega$  相が  $\beta$ Ti 相中に析出した試料が得られたことが確かめられた。この試料を機械研磨により 75~100 $\mu$ m まで薄くし、XAFS 測定用試料を作製した。

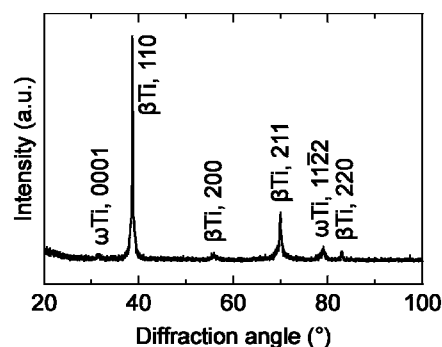


図 1 : 高密度で微細な  $\omega$  相が  $\beta$ Ti 相中に析出した Ti-20at.%Nb 多結晶合金インゴットの X 線回折図形。

### 4 まとめ

$\beta$ Ti 合金中の  $\beta$  安定化元素である Nb 元素近傍の XAFS 構造解析に必要な多結晶試料を作製した。今後、本試料だけでなく、時効熱処理時間を短くした試料などについても XAFS 測定を実施する予定で或る。

\* toku@cc.utsunomiya-u.ac.jp