

研究タイトル：

無機系エネルギー材料・バイオマテリアルの研究開発



氏名： 岩田 憲幸 / IWATA, Noriyuki E-mail: iwata@kurume-nct.ac.jp

職名： 教授 学位： 博士（工学）

所属学会・協会： 日本セラミックス協会, 日本金属学会, 米国 MRS, 日本 MRS, 日本原子力学会

キーワード： 原子力材料, 核融合炉材料, メカニカルアロイング, 生体材料, バイオミメティクス, 組織制御

技術相談： ・鉄鋼, 合金, セラミックスなどの組織制御技術

提供可能技術： ・金属, 合金, セラミックスの表面改質・被覆技術

・金属酸化物粉末や薄膜の液相合成技術

研究内容： 無機系エネルギー材料・バイオマテリアルの研究開発

材料プロセス工学研究室では、高エネルギー環境や生体内環境で使用可能な高機能材料の創製プロセスの確立と応用の観点から、鉄鋼、合金、セラミックス、複合材、被覆材、接合材、および粉体など、様々な形態で利用される各種無機系エネルギー材料およびバイオマテリアルの研究開発を行っている。ここでは、最近の先進原子力システム用構造材料や硬組織代替用インプラントデバイス研究の中から、2つのテーマについて紹介する。

1) 次世代エネルギーシステム用先進鉄鋼材料の開発

第4世代原子炉や核融合炉のような次世代のエネルギーシステムを実現するためには、高温、高圧、高腐食、高線量の中性子照射という過酷環境に耐える「革新的な構造材料」の開発が必要不可欠である。そのため、粉末冶金法を利用して、フェライト系鉄鋼材料中にナノサイズの酸化物粒子を分散させた酸化物分散強化（ODS）鋼を創製している [図1]。これまでに、メカニカルアロイング（MA）処理のプロセスパラメータを制御することで、性能向上を図る独自の組織制御技術を開発している。

2) 金属系インプラントの生体活性化表面改質技術研究

チタン（Ti）整形外科インプラントの骨形成能や骨結合能などの硬組織適合性を高めるために、Ti金属に初めて硫酸水溶液中で非対称交流（AC）電解を施し、直流電解法よりも低電圧かつ短時間で、ナノスケール多孔質皮膜を形成する表面改質技術をすでに開発している [図2(a)]。擬似体液（SBF）浸漬による *in vitro* 試験では、2週間以内に多孔質皮膜上に骨類似アパタイトが析出することを見出している [図2(b)]。従って、この迅速表面改質技術は、Tiインプラントの生体活性化に有用である。

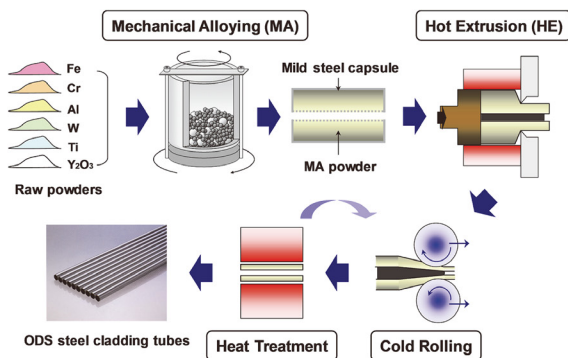


図1 ODS鋼被覆管の製造工程。この工程では、汎用鉄鋼材料の製造時に使用される溶解法とは異なり、MA処理およびその後の熱間押出による固化成形を含む粉末冶金法が用いられる。

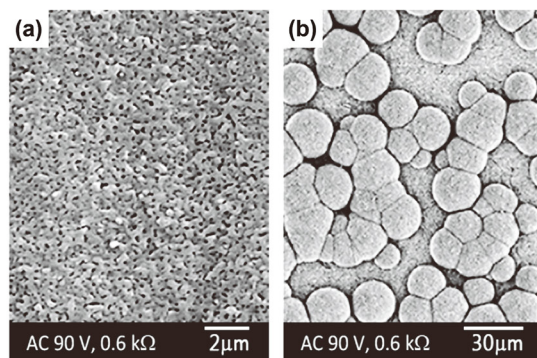


図2 (a) 非対称 AC 陽極酸化によって Ti 金属表面に形成されたナノスケール多孔質皮膜、および (b) 37°C の SBF に 2 週間浸漬後、その皮膜上に析出した骨類似アパタイトの SEM 像。

提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）

示差熱／熱重量同時測定装置・DTG-60H（島津）	ディップコーター・DC4300（アイデン）
粒子径／ゼータ電位測定装置・Nano ZS（マルバーン）	スピンコーター・SC8000（アイデン）
遊星型ボールミル・P-6（フリッチュ）	オートミキサー・AS100（アズワン）

Research and Development of Inorganic Materials for Energy and Biomedical Applications



Name	IWATA, Noriyuki	E-mail:	iwata@kurume-nct.ac.jp
Status	Professor, Ph.D. (Eng.)		
Affiliations	Ceram. Soc. Japan, Japan Inst. Met. Mater., MRS, MRS-J, Atom. Energy Soc. Japan		
Keywords	Nuclear materials, Fusion reactor materials, Mechanical alloying, Biomaterials, Biomimetics, Structure control		
Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> • Microstructure control technologies for steels, alloys, ceramics, etc. • Surface modification and coating techniques for metals, alloys, and ceramics • Liquid-phase synthesis techniques for metal oxide powders and thin films 		

Research Contents R&D of Inorganic Materials for Energy and Biomedical Applications

The Materials Process Engineering Laboratory has a research focus on the development and evaluation of novel inorganic materials for energy and biomedical applications, such as steels, alloys, ceramics, composites, coatings, joints, and powder materials. Here are introduced two themes from recent research on structural materials for innovative nuclear systems and implantable devices for hard tissue replacement.

1) Development of Advanced Steel Materials for Next Generation Energy Systems

Development of "innovative structural materials" is essential for realization of next generation energy systems, such as Generation IV fission nuclear reactors and fusion reactors. Nano-sized oxide dispersion strengthened (ODS) steels for structural components of the reactors have been produced using powder metallurgy method [Fig. 1]. Original techniques to improve their performance have been developed by controlling process parameters of mechanical alloying (MA) treatment so far.

2) Research on Surface Modification Techniques for Bioactivation of Metal Implants

Bioactivation is the promising ways to enhance the hard tissue compatibility of titanium (Ti) orthopedic implants. We, for the first time, have used asymmetric alternating current (AC) electrolysis on Ti metals in sulfuric acid solution to form a nanoscale porous film on the Ti surface [Fig. 2(a)]. *In vitro* tests in simulated body fluid (SBF) have found a bone-like apatite precipitation on the porous film [Fig. 2(b)]. The developed surface modification technique is thus useful for bioactivation of Ti implants.

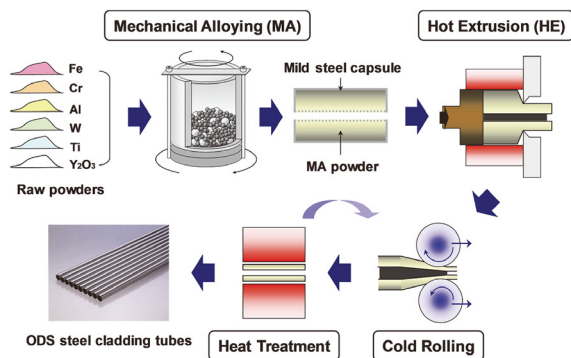


Figure 1. Manufacturing process of ODS steel cladding tubes. In this process, a powder metallurgy method including MA treatment and subsequent solidification by hot extrusion (HE) is used.

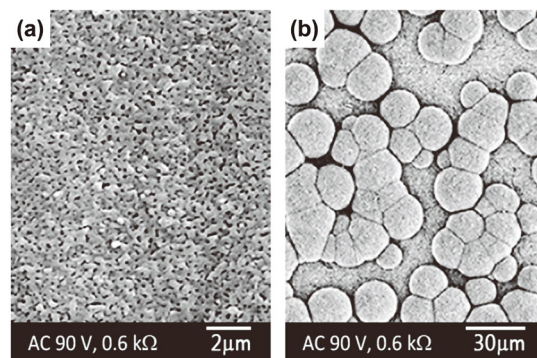


Figure 2. SEM images of (a) nanoscale porous film formed on Ti metal surface by asymmetric AC anodization and (b) bone-like apatite precipitated on that film after soaking in SBF for 2 weeks.

Available Facilities and Equipment

Product Name and Model Number (Manufacturer)

Simultaneous DTA/TG Apparatus, DTG-60H (Shimadzu)	Dip Coater, DC4300 (Aiden)
Particle Size/Zeta Potential Analyzer, Nano ZS (Malvern)	Spin Coater, SC8000 (Aiden)
Planetary Ball Mill, P-6 (Fritsch)	Auto Mixer, AS100 (AS ONE)