

【部門構成員】

教授：松原 英一郎、 助教授：林 好一、 助手：神山 智明、櫻井 雅樹、市坪 哲、
その他（事務補佐員 1名）

【研究成果】

ランダム構造物質学研究分野では、2004 年度は(1)金属ガラスの金属ガラス近傍での構造安定性、(2)蛍光X線ホログラフィー法の高精度化、(3)高率光触媒活性なチタン酸化物薄膜の実現などを主要課題に研究を進めた。(1)については市坪哲博士、櫻井雅樹博士、(2)については林好一助教授らと共に研究を行っている。

2004 年度は金属ガラスのガラス転移温度近傍で、外部からサブ MHz 領域の周期的歪みを加えた場合に結晶化が誘起されること (Ref.1) に着目し、その機構の解明と、それに基づくガラス転移挙動の本質と金属ガラス構造安定性の理解についての研究を行った。また、FeNbB アモルファス合金において、 α 鉄のナノ結晶が析出するが、その機構についてもアモルファス構造の見地から考察した (Ref.2)。この研究では大阪大学産業科学研究所の弘津禎彦教授のグループと共同研究を行い、アモルファス構造と結晶化挙動の組成依存性などに関する系統的な理解を進めている。

蛍光X線ホログラフィー法については、これまで5年近くの間進めてきた高精度化の研究成果 (Ref.3) として、現在一般に用いられているバートンのアルゴリズムと呼ばれる方法では蛍光X線ホログラムから3次元原子配列を求める際に定量的な像の解析に耐えるような原子像を得ることが困難であることが明らかになった。そのため、現在はバートンのアルゴリズムに代わる方法の開発を進めている。

チタン酸化物薄膜の光触媒能の高効率化のための1つの方法として、薄膜のチタン酸化物の結晶構造をアナターゼ相単相にすることに成功し、その機構をアモルファス相からの析出時の歪みエネルギーによって説明した (Ref.4, 5)。この方法を部分硫化と組み合わせることで更なる高効率光触媒活性を示すチタン酸化物薄膜の実現に向けた研究を展開している。

1. Ichitsubo T., Matsubara E., Kai S., and Hirao M.;
Ultrasound-induced crystallization around the glass transition temperature for Pd₄₀Ni₄₀P₂₀ metallic glass,
Acta mater., 52(2), 2004, 423-429.
2. Matsubara E., Tanaka S., Makino A., and Chiang TH.
Crystallization behavior of α Fe in Fe₈₄Nb₇B₉ and Fe₈₅Nb₆B₉ amorphous alloys,
Mater. Trans., 45 (4), 2004: 1199-1203.
3. Takahashi Y., Hayashi K., and Matsubara E.
Development and application of laboratory X-ray fluorescence holography equipment
Powder Diffraction, 19(1), 2004, 77-80
4. Nakamura T., Ichitsubo T., Matsubara E., Muramatsu A., Sato N., Takahashi H.
Preferential formation of anatase in laser-ablated titanium dioxide films,
Acta Mater., 53 (2), 2005, 323-329.

5. Nakamura T., Matsubara E., Sato N., Muramatsu A., Takahashi H.
Study on fabrication of titanium oxide films by oxygen pressure controlled pulsed laser deposition.
Mater. Trans., 45 (7), 2004, 2068-2072.

【研究計画】

ランダム構造物質学研究分野では、中期目標に記された「研究領域毎の研究活動の内容と水準の質的向上に関する取組の "ナノ構造・組織化制御金属材料" で、(1) 金属ガラスや過冷却金属液体に代表されるナノ構造・組織化金属材料を開発することと、(2) X 線・電子線・中性子線回折、中性子散乱、分光、イメージング技術を実現することの 2 つの項目について目標を達成するための研究計画を展開する。

まず(1)については、本分野では放射光、X線などを主に用いて、金属ガラスおよびナノ結晶化材の構造解析を行い、金属ガラスの構造安定性の機構やナノ結晶化機構を明らかにするための研究を行う。これにより、金属ガラス安定化およびナノ結晶化における添加元素の役割が明らかになり、それを金属ガラス及びナノ結晶化材の創製を行っているグループにフィードバックすることで構造組織化開発のための知見を提供できる。また、金属ガラス転移近傍での超音波振動などの外部歪みと結晶化の関わりについても研究を行っており、外場によるナノ結晶組織制御についても研究を進める。

次に、(2)については、X 線および放射光を用いた新たな 3 次元原子配列のイメージング技術として蛍光 X 線ホログラフィー法の改良を進めている。この方法の高精度化をここ 5 年ほど進めてきた。その結果、これまで用いられてきたアルゴリズム自体に問題があることが明らかになってきた。そこで、新しいアルゴリズムの実現が重要であり、それにより現在、原子の位置や種類などについて定量的な解析が実現できていない蛍光 X 線ホログラフィー法について、 $1 \times 10^{-3} \text{nm}$ 以下の精度での原子位置の定量化が実現すると予想される。そのため、その実現に向けた研究を実施する。