

【部門構成員】

教授：井上 明久、 助教授：長谷川 正、竹内 章、 助手：沈 宝龍、加藤 秀実、
Dmitri Valentinovich Louzquine、 COE フェロー：辺 賛、 産学官連携研究員：平賀 賢二、西嶋 雅彦、
鶴井 隆雄、朴 英吉、 その他（技術補佐員：1名、 事務補佐員 1名）

【研究成果】

2004 年度では、金属ガラスを用いた小型・超高感度圧力センサおよび金属ガラス製マイクロギヤを用いた世界最小ギヤードモータなどの実用材料を開発するとともに、前年度に続き Co 基合金でさらなる高強度を有する新規非平衡材料を発見するとともに、Fe 基合金についても同様の高強度をもつ合金、高い飽和磁化をもつ合金、優れた硬質磁性をもつ合金を新たに開発した。開発した金属ガラスセンサは従来のステンレス鋼センサに比べて 2 倍以上の高圧対応が可能であり、4 倍以上の感度を示す。このセンサは Ni 基合金の高圧対応型と Zr 基合金の高感度型の二種類あり、既に開発済みの金属ガラスに適した歪ゲージ蒸着技術とを併せて 2007 年までの産業化を目指した応用開発をさらに推進してゆく研究計画である。また、Ni 基金属ガラス製マイクロギヤを内蔵した直径 1.5mm、減速比 40 : 1 の世界最小ギヤードモータの開発に成功した。金属ガラス製マイクロギヤは従来の鉄鋼材製マイクロギヤに比べて 30 倍以上の高い耐摩耗性を持つことから、ギヤードモータの超小型化と高負荷特性が実現できた。このギヤードモータは内視鏡やカテーテル等の先端医療機器の駆動源として 2006 年度の実用化を目指した応用研究に着手している。Co 基合金では 5000MPa 超の高強度を有する新規非平衡材料を発見した。この $\text{Co}_{43}\text{Fe}_{20}\text{Ta}_{5.5}\text{B}_{31.5}\text{a}$ 合金は 72K の過冷却液体を示し、2 mm 直径までのバルク材として作製可能である。また、5185MPa の超高強度、268GPa の高ヤング率、この合金の 5000MPa を超える超高強度は 698K まで保たれる。また、軟磁性合金として、1.5T 級の高飽和磁束密度、3 A/m 程度の保磁力および 1 kHz で 17,000 級の透磁率を有する軟磁性材を Fe 基合金で見出した。さらに、Fe-Pt-B 合金の組織制御によりナノ複合組織合金を作製し、このナノ複合化合物合金が、0.79-0.82 の残留磁化、0.93-1.05T の飽和磁化、375-487kA/m の保磁力および 118-127kJ/m³ の最大エネルギー積を示す優れた硬質磁性材料であることを明らかにした。

1. NISHIYAMA N., AMIYA K., INOUE A.
Bulk Metallic Glasses for Industrial Products
Mater. Trans., 45 (2004), 11245-1250.
2. INOUE A., SHEN B.L., KOSHIBA H., KATO H., YAVARI A.R.
Ultra-High Strength above 5000 MPa and Soft Magnetic Properties of Co-Fe-Ta-B Bulk Glassy Alloys
Acta Mater., 52 (2004), 1631-1637
3. INOUE A., SHEN B.L., CHANG C.T.
Super-High Strength of over 4000 MPa for Fe-based Bulk Glassy Alloys in $[(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{0.75}\text{B}_{0.2}\text{Si}_{0.05}]_{96}\text{Nb}_4$ System
Acta Mater., 52 (2004), 4093-4099.
4. INOUE A., SHEN B.L.
New Fe-Based Bulk Glassy Alloys with High Saturated Magnetic Flux Density of 1.4-1.5T

Mater. Sci. Eng., A375-377 (2004), 302-306.

5. ZHANG W., LOUZGUINE D.V., INOUE A.

Synthesis and Magnetic Properties of Fe-Pt-B Nanocomposite Permanent Magnets with Low Concentrations

Appl. Phys. Lett., 85 (2004), 4998-5000.

【研究計画】

2004 年度では、以下の四項目を研究主題とする研究を遂行する計画である。(1)新規非平衡合金の開発：過冷却金属液体の安定化をおこす合金成分3成分則を駆使して、より安定度の高い過冷却液体が得られる合金系を探索することにより、バルク金属ガラス単相、ナノ結晶分散バルク金属ガラス、さらにはナノ準結晶分散バルク金属ガラスの創製、構造と機械的性質を始めとする基礎物性解明、粘性流動加工性、結晶化などについて調査し、今日まで得られていない超高強度と高靱性を併せもつ新規バルク金属ガラスを得るための手がかりを探る。そして、この相変態の特徴を利用して、特異な原子配列構造とナノ粒径結晶固溶体が生成する合金系、および得られた新規ナノ粒径固溶体結晶合金の原子配列、構造、組織、ナノスケール成分偏析様式、機械的性質、耐食性、磁性、電気的性質などの基礎データを得て、基礎学問的および工業的有用性を検討する。合金系としては、社会ニーズの高いFe、Co、Ni基の鉄族基合金の外に、Mg基、Ti基、Al基、Cu基について調査する。(2)計算機科学予測の研究：実験的合金開発手法として実践されているバルク金属ガラスを中心とする非平衡相生成の成分則を熱力学的に解析するとともに、これらの因子を熱力学的因子に置き換えて、大過冷却液体の相安定性を非平衡相生成の計算機科学予測法の確立を図る。(3)非平衡材料の工業化の推進：用途に応じたプロセスや組成の最適化を行い、開発した非平衡合金の工業化の可能性についての評価を行う。新しく開発した非平衡合金に対して解明した構造、組織、基礎物性などの基礎的知見を基に工業的特性を調べる。また、大過冷却域での相変態とそれから得られる非平衡相の特徴を生かした新生成・加工プロセスを開発し、新非平衡材料の工業材料としての有用性を見極める。