

ナノテク・部材イノベーションプログラム 「高機能複合化金属ガラスを用いた革 新的部材技術開発」(中間評価) (平成19年度～平成23年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO技術開発機構
ナノテクノロジー・材料技術開発部

平成21年8月12日

1/46

報告内容

公開

I. 事業の位置づけ・必要性

- (1)国内外の研究開発の動向
- (2)社会的背景と事業の目的
- (3)ナノテク・部材イノベーションプログラムでの位置付け
- (4)NEDOが関与する意義
- (5)実施の効果

II. 研究開発マネジメント

- (1)事業の目標
- (2)事業の計画内容
- (3)研究開発の実施体制
- (4)研究の運営管理
- (5)情勢変化への対応

III. 研究開発成果

- (1)開発目標と達成度
- (2)検討内容

IV. 実用化の見通し

- (1)実用化までのシナリオ
- (2)波及効果

2/46

プロジェクトの概要説明(その1)

I. 事業の位置付け・必要性について

- (1) 国内外の研究開発の動向
- (2) 社会的背景と事業の目的
- (3) プログラムでの位置づけ
- (4) NEDOが関与する意義
- (5) 実施の効果

II. 研究開発マネジメントについて

- (1) 事業の目標
- (2) 事業の計画内容
- (3) 研究開発の実施体制
- (4) 研究の運営管理
- (5) 情勢変化への対応

I. 事業の位置付け・必要性について (1) 国内外の研究開発の動向

国内外の研究開発の動向

1. 国内の研究状況

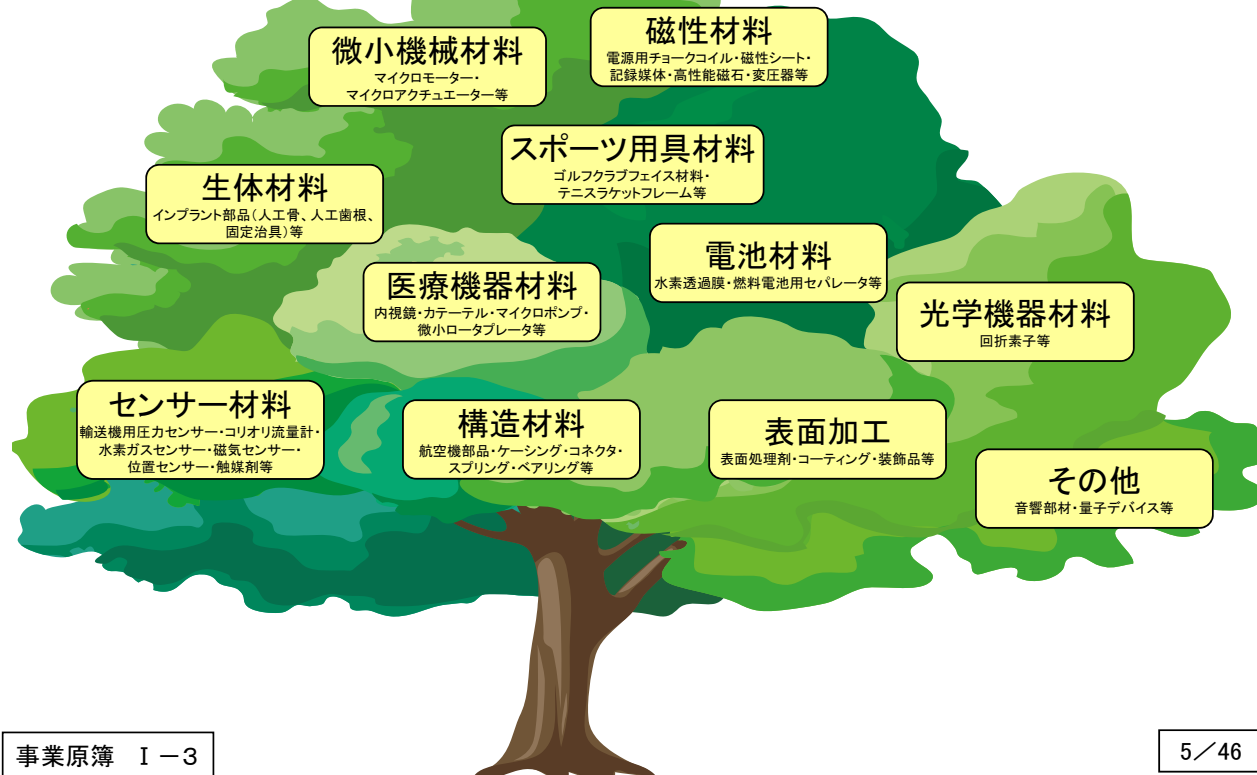
- ・1988年発明以降、バルク金属ガラスの材料創製及び基礎的研究で常に世界をリード。
- ・数百種を越える開発合金のうち、大半を開発し世界を先導。東北大学の物質科学分野での論文引用数世界3位のランキングに評価に大きく貢献 (ISI-Thomson Scientific, 1998-2008調査)。
- ・開発された合金の広範な実用化が望まれている。



2. 海外の研究状況

- ・**米国** 日本の研究成果に触発され、1993年以降研究開発を開始。最近では米国の国策的研究課題として、NASA、DARPA、U.S.ARMY等との金属ガラスに関する長期共同プロジェクトを実施。2003年にはベンチャー企業”Liquidmetal technologies®”を設立。
- ・**独、英** 日米の研究成果に触発され、1995年以降研究開発を開始。特に、金属ガラスの機械的性質や熱物性を中心とした研究を実施。
- ・**仏** 独英と同様、1995年以降研究開発を開始。英、独、仏、伊等の欧州共同研究体 (EURO-NANO) の拠点。金属ガラスの構造解析を中心とした研究を実施。
- ・**伊** 米Liquidmetal technologiesと射出成形メーカーSAGAが共同ベンチャーを2006年に起業。
- ・**韓国** 日米欧の研究成果に触発され、1999年以降研究開発を開始。Ti基金属ガラスの開発を中心とした研究開発を実施。現在、金属ガラスに関する8年プロジェクト(基礎研究)および12年プロジェクト(実用化研究)が進行中。金属ガラス製携帯電話ケースのベンチャー企業を設立。
- ・**中国** 2000年以降に金属ガラス研究が開始され、研究者数は現在数百人規模に急増。複数の大学で金属ガラスに関する国家プロジェクトが発足。
- ・他に、東欧、ロシア、インド、台湾、シンガポール、カナダ、ブラジルなど多数の国でプロジェクトが発足。

金属ガラスの多様な用途



社会的背景

金属ガラスの機能・特性を十分に活かしつつ、材料創製技術と成型加工技術を融合させることにより、新市場及び新たな雇用を創出する高付加価値産業(材料・部材産業)を構築するとともに、我が国の国際的産業競争力の強化を図る。

事業の目的

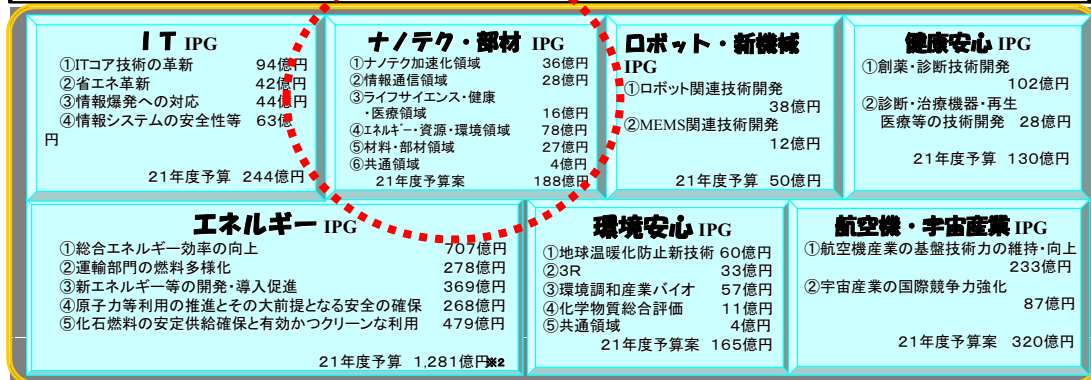
従来の金属ガラス単相合金の持つ優れた特徴に加えて、硬磁気特性、塑性加工性、高電気伝導性等の特性を併せ持つ複合化金属ガラス合金を創製し、従来の金属ガラス単相合金では為しえなかった革新的部材の開発を行い、さらに多様な工業製品に応用するための共通基盤技術を確立すること。

イノベーションプログラムの概要

第27回研究開発小委員会(平成21年4月27日)資料

- 「イノベーションプログラム」中での体系的推進 (**Inside Management & Accountability**)
 - 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。
 - 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。
- 「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (**Outside Communication & Networking**)
 - 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。
 - 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。

イノベーションプログラム(IPG)の21年度予算額 (総額: 1,966億円*1)



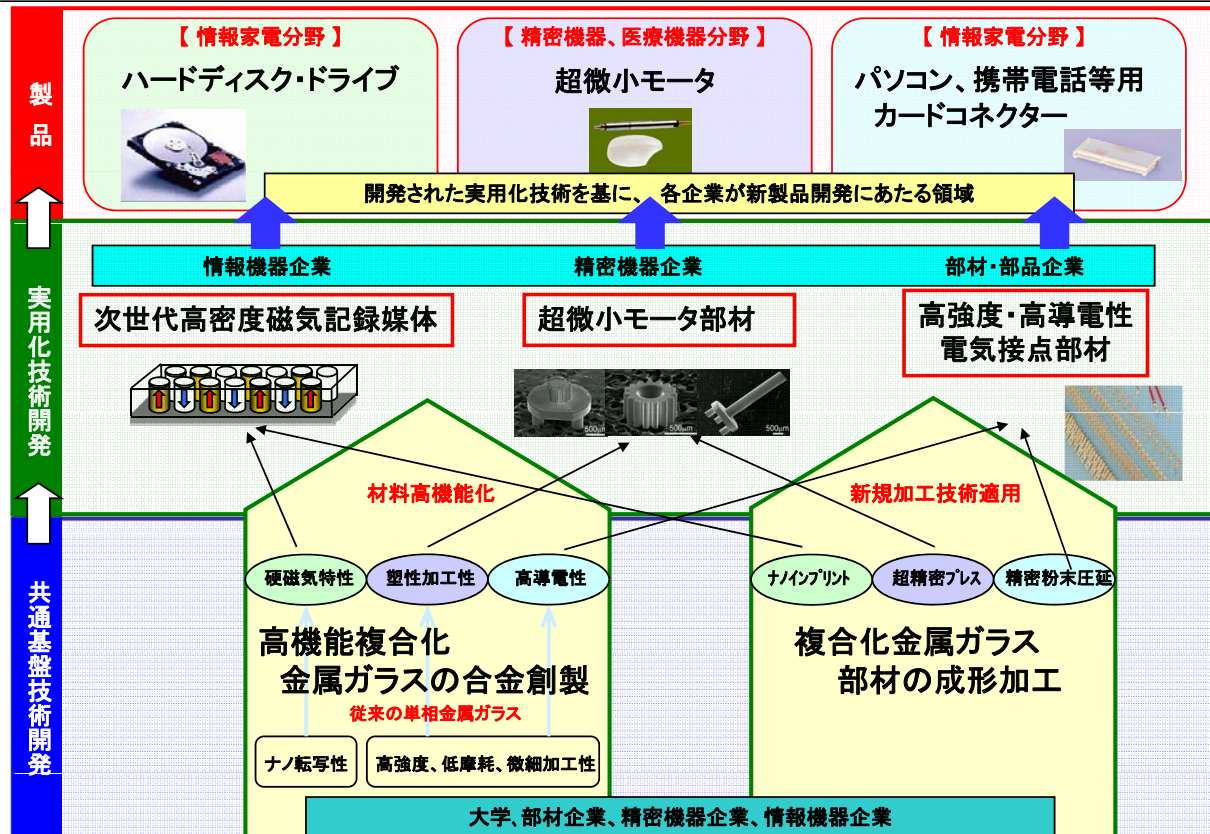
ナノテク・部材イノベーションプログラムの目的

ナノテクによる非連続技術革新

あらゆる分野に対して、高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。

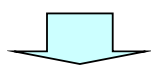
世界最強部材産業による価値創出

我が国の部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保するとともに、部材産業の付加価値の増大を図る。



金属ガラスによる新金属文明の早期幕開け

- 我が国発の先導的研究
- 我が国が得意とする部材開発の競争力強化につながる
- 情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどあらゆる分野に適用できる可能性を秘めている
- 出口製品に直結した連携重視開発が必要研究
- 開発の難易度: 高
- 投資規模: 大 = 開発リスク: 大



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

費用対効果

開発費用の総額: **約19億円(5年間)**

市場の効果(平成26年度)

総額: 43, 130億円

内訳:ハードディスクドライブ	43, 000億円
超微小モータ組込み装置	110億円
高性能微細カードコネクタ	20億円

研究開発項目

【共通基盤技術】 100%委託事業

- ①複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術
- ②複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術
- ③複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術

金属ガラス相と第二相を複合化させることで複合化金属ガラス合金を創製し、従来の金属ガラス単相合金の持つ優れた特徴に加えて、硬磁気特性、塑性加工性、高電気伝導性等の特性を付加。

【実用化研究】 助成事業(助成率1/2)

- ④次世代高密度磁気記録媒体の開発
- ⑤超微小モータ用部材の開発
- ⑥高強度・高導電性電気接点部材の開発

複合化金属ガラスの持つ新規な特性を用いて、従来の金属ガラス単相合金では為し得なかった革新的部材の開発を行い、さらに多様な工業製品に応用することで我が国産業の優位性を確保。

技術戦略マップでの位置づけ

部材分野／情報家電

2-06-01	記録部材	新規不揮発性メモリー	高密度、信頼性	無機系不揮発性メモリー、フォトロミック有機分子
2-06-02		超高密度ハードディスク、大容量光ディスク	表面化学特性制御、磁気特性制御(高磁化特性、軟磁性特性等)、多層構造特性発現、均一薄膜形成(高比剛性(低モーメント性)、微細転写性)	アイ系基板適合低誘電率材料、マンガン系精密製造部材、磁気記録材料(高機能複合化金属ガラス)
2-03-01	実装部材	封止、接着部材	加熱制御防止、外部衝撃緩衝、非吸水性	熱膨張率制御複合材料、有機材料、分子配向性有機無機複合水バリア材料
2-03-02		基板部材	高周波配線対応、耐熱性向上、平滑性、親和性(界面制御)、高精密性	セラミックス、無機有機複合、環状・縮環系耐熱樹脂、複合材料、有機材料
2-03-03		高リサイクル・環境適応部材	リサイクル性、審美性、電磁波遮蔽性、有害物質非含有	高機能軽量磁体(マグネシウム・リチウム構造系電磁波吸収材、Cr freeハンダ、Be-free銅合金(高機能複合化金属ガラス))

部材分野／環境・エネルギー分野等

4-11-01	ロボッ	骨格用構造材	高弾性、強靱性、高比剛性、高比強度	バネ材料(金属材料、高分子材料)、軽量骨格材料(セラミックス、有機無機複合材料)、重量骨格材料(金属材料、セラミックス) 軽量金属(マグネシウム・チタン)構造部材
4-11-02		駆動部材	繰返特性・高出力、超微細駆動制御、圧電変換、高速応答性、低ヒステリシス性、圧電変換機能	高弾性変形、自己修復材(エラストマー、ゲル材料) 形状記憶金属人工筋肉(ニッケル・チタン等)、圧電変換材(高分子材料)、超微小ギア(高機能複合化金属ガラス)

事業の目標

【共通基盤技術】

①複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術

中間目標

1平方インチ当り600ギガビット(ドット径:16nm程度、ドット間隔:33nm程度)の密度となるナノパターン形成技術を開発し、異方性磁界を10kOe以下、飽和磁化を500emu/cc程度の特性を持つ硬磁性複合化金属ガラスを用いて、評価可能な程度の微小サンプルを試作して、磁気記録特性を確認する。

最終目標

1平方インチ当り2テラビット(ドット径:9nm程度、ドット間隔:18nm程度)の密度となるナノパターン形成技術を開発し、異方性磁界を15kOe以下、飽和磁化を500emu/cc程度の特性を持つ硬磁性複合化金属ガラスを用いて、評価可能な程度の微小サンプルを試作して、磁気記録特性を確認する。

事業の目標**【共通基盤技術】****②複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術****中間目標**

圧縮強さが1650 MPa以上で、圧縮応力下での塑性伸びが5%以上の複合化金属ガラス合金の創製を行い、直径が0.3mm以下で、寸法精度が $\pm 2\mu\text{m}$ 以下の超々精密な遊星ギヤ等が作製できるような基盤技術を開発する。

最終目標

圧縮強さが1650 MPa以上で、圧縮応力下での塑性伸びが10%以上の複合化金属ガラス合金の創製を行い、直径が0.3mm以下で、寸法精度が $\pm 1\mu\text{m}$ 以下の超々精密な遊星ギヤ等が作製できるような基盤技術を開発する。

事業の目標**【共通基盤技術】****③複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術****中間目標**

引張強度が1200MPa以上で、導電率が30%IACS以上の複合化金属ガラス合金の創製を行い、板厚が0.1mm程度で、板幅が10mm以上の精密薄板を作製する。

最終目標

引張強度が1500MPa以上で、導電率が60%IACS以上の複合化金属ガラス合金の創製を行い、板厚が0.05mm程度で、板幅が50mm以上の精密薄板を作製する。

事業の目標

【実用化研究】

④次世代高密度磁気記録媒体の開発

最終目標

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、記録密度が1平方インチ当り2テラビットの超高密度磁気記録媒体を開発する。

⑤超微小モータ用部材の開発

最終目標

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、現状の世界最小ギヤードモータ用ギヤと比べて1/2の大きさの超々精密ギヤを使用し、モータ全体の体積が1/3以下の超微小モータを開発する。

⑥高強度・高導電性電気接点部材の開発

最終目標

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、コネクタのピッチもしくは高さが現状の1/2となる微細カードコネクタを開発する。

研究開発目標と根拠

研究開発項目	中間目標	設定根拠
①硬磁性・ナノ構造部材技術	1平方インチ当り600ギガビット(ドット径:16nm程度、ドット間隔:33nm程度)の密度となるナノパターン形成技術を開発し、異方性磁界を10kOe以下、飽和磁化を500emu/cc程度の特徴を持つ硬磁性複合化金属ガラスを用いて、評価可能な程度の微小サンプルを試作して、磁気記録特性を確認する。	ロードマップでは、媒体磁気記録密度は、平成26年度には1平方インチ当り2テラビットと策定されている。この目標を達成するため、平成21年度末(中間時点)で1平方インチ当り600ギガビット(ドット径:16nm程度、ドット間隔:33nm程度)、さらに、平成23年度末(最終時点)で1平方インチ当り2テラビット(ドット径:9nm程度、ドット間隔:18nm程度)を達成できる十分な磁気記録特性を持つ複合化金属ガラスを創製し、磁性粒子をインプリント加工できる超微細金型の加工技術および金属ガラスを被転写材としたインプリント技術の開発とともに、これらの技術を組み合わせて作製した微小サンプルを用いて磁気特性を確認する。




研究開発目標と根拠

研究開発項目	中間目標	設定根拠
②高強度・超々精密部材技術	圧縮強さが1650 MPa以上で、圧縮応力下での塑性伸びが5%以上の複合化金属ガラス合金の創製し、現状の世界最小ギヤードモータに比べて直径が1/2(0.3mm以下)、寸法精度が±2μm以下の超々精密ギヤ等を作製する。	単相金属ガラスと同等の1650 MPaとした。また、創製する複合化金属ガラスは、十分な塑性変形能を有し、精密プレス成形で破壊することなく歯形が加工可能であることから、圧縮応力下での塑性伸びを5%以上(中間目標)とした。また、 実用化技術で開発を目指す直径0.9mmの超微小モータ用ギヤボックスの基本的な検討から、遊星ギヤ等の直径は0.3mm以下である必要がある。ギヤボックスの試作組立性を考慮すると、遊星ギヤ等の寸法精度は±2μm以下である必要があると見積もられた。

研究開発目標と根拠

研究開発項目	中間目標	設定根拠
③高強度・高導電性部材技術	引張強度が1200MPa以上で、導電率が30%IACS以上の複合化金属ガラス合金の創製を行い、板厚が0.1mm程度で、板幅が10mm以上の精密薄板を作製する。	銅-ベリリウム合金に匹敵する引張強さ(1200 MPa)と導電率(30 %IACS)を有する複合化金属ガラス合金の創製し、現状の携帯電話等に用いられている小型カードコネクタのピッチもしくは高さを現状の2/3にすることが可能な高精度の薄板を作製する。

研究開発のスケジュール

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	目標製品
①硬磁性・ナノ構造部材技術 合金創製 超高密度パターン形成技術	磁気特性と粘性流動加工性を併せ持つ合金の探索					 次世代高密度磁気記録媒体
	金型製作・ナノインプリント方法の基礎検討		ナノインプリント方法の最適化			
④次世代高密度磁気記録媒体の開発	実用化検討					
②高強度・超々精密部材技術 合金創製 超々精密ギヤ等の成形技術	高強度と塑性変形能を併せ持つ合金の探索					 超微小モータ
	精密プレス加工での金型成形、ギヤ成形基礎検討		加工精度の向上			
⑤超微小モータ用部材の開発	実用化検討					
③高強度・高導電性部材技術 合金創製 精密薄板作成技術	高強度と高導電性を併せ持つ合金の探索					 微細カードコネクタ
	精密温間圧延の基礎検討		圧延精度の向上			
⑥高強度・高導電性電気接点部材の開発	実用化検討					

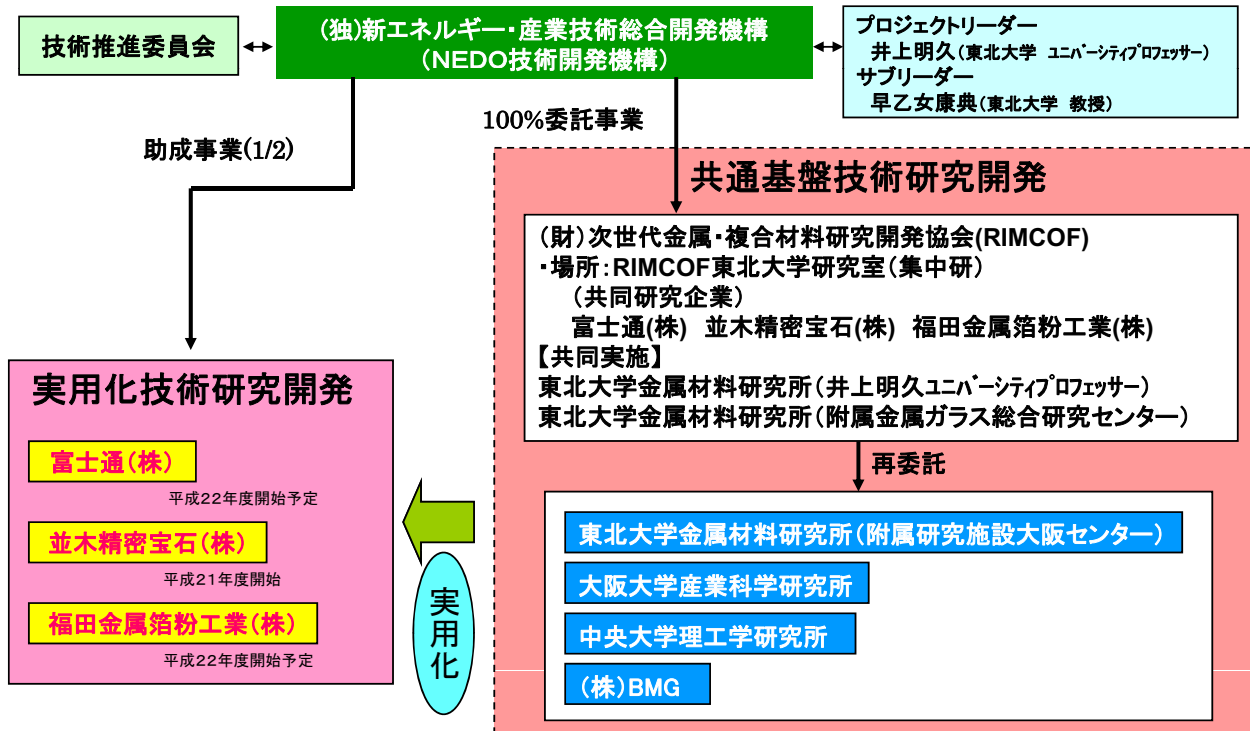
開発予算

(単位:百万円)

研究開発項目		平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度 (予定)	平成23年度 (予定)	合計
委託	①硬磁性・ナノ構造部材技術						
	②高強度・超々精密部材技術	350 (145)	323 (30)	289	385	323	1845
	③高強度・高導電性部材技術	加速	加速				
助成	④次世代高密度磁気記録媒体					15	15
	⑤超微小モータ用部材			4	22	10	36
	⑥高強度・高導電性電気接点部材				5	11	16
合計		495	353	293	412	359	1912

※下段の数字は加速資金
 ※NEDO講座費用は含まず
 ※助成事業は1/2助成額

研究開発の実施体制



研究開発の運営管理

・「技術推進委員会」開催

外部の専門家、有識者等によって構成される技術推進委員会を設置し、プロジェクトの目標達成度を把握するとともにプロジェクトの資源配分の判断に資することを目的とする。

開催実績 第一回：平成20年7月14日

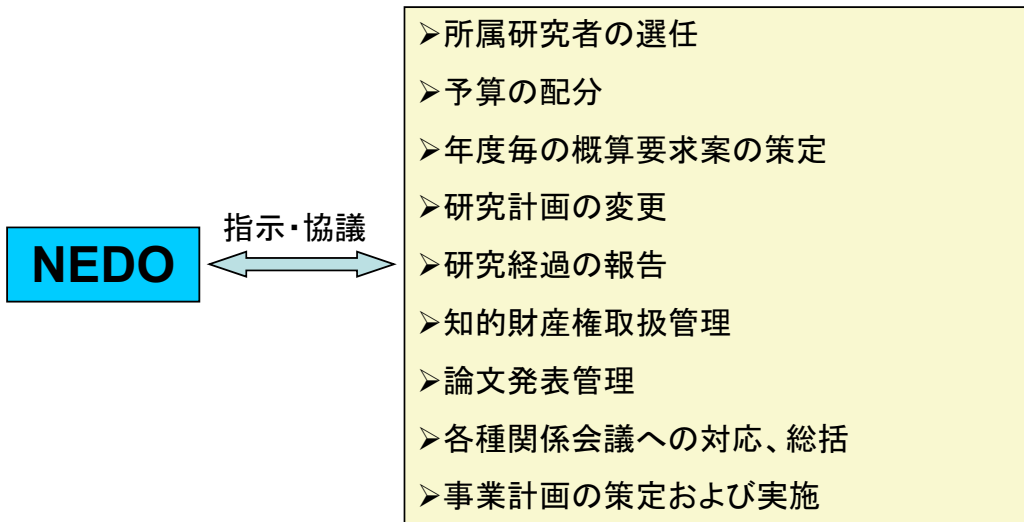
立場	氏名	所属・部署	役職
委員長	木内 学	木内研究室	代表
委員	田上 勝通	TDK株式会社 SQ研究所	所長
〃	肥後 矢吉	東京工業大学 精密工学研究所	教授
〃	丸山 正明	日経BP社 産学連携事務局	プロデューサー

・その他、以下の委員会を開催

「総合技術委員会(年3回)」研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議

「研究グループ会議(月2回以上)」研究開発項目毎の詳細な進捗状況確認

プロジェクトリーダーの役割



加速財源投入実績

年度	金額(百万円)	内容	成果
平成19年度	145	設備導入 ・組成探索用スパッタ成膜装置 ・ナノインプリント装置 ・電界放出型走査電子顕微鏡	磁気特性とナノ加工が可能な軟化特性を合わせ持つ金属ガラス薄膜の作製に成功し、微小サンプル上でのナノパターンの形成が可能になった。また、ナノパターンの詳細な形状解析により、実験へのフィードバックが可能になった。
平成20年度	30	金型購入 設備導入 ・精密温間圧延装置用混合粉末予備固化装置 ・超音波焼結圧延装置	均一に粉末化および混合し、固化成形前にまえて材料を予備加熱することが可能となった。さらに超音波振動モードが制御された圧子が揺動回転振動することで、効率的な固化焼結が可能となった。固化条件を精密に制御することにより、材料の表面酸化を抑制した状態で、粉末形成から精密圧延にいたるプロセスを一貫して実施することが可能になった。

HDD業界の動向

FUJITSU PRESS RELEASE

ハードディスクの記憶媒体事業の譲渡・譲受に関する基本合意について
2009年2月17日
昭和電工株式会社
富士通株式会社

昭和電工株式会社(以下、「昭和電工」という。)、富士通株式会社(以下、「富士通」という。))は、2009年第2四半期中(2009年4月1日～6月30日)の実施を目前に、富士通の子会社である株式会社山形富士通(以下、「山形富士通」という。))が営むハードディスク記憶媒体(以下、「メディア」という。)事業を昭和電工に譲渡することで基本合意いたしました。

富士通は新会社を設立し、山形富士通が営むメディア事業を新会社に承継させた上で、富士通の保有する新会社の全株式を昭和電工に譲渡いたします。今後、昭和電工と富士通は本年3月末までの最終契約の合意、第2四半期中(2009年6月30日まで)の譲渡完了を目前に、詳細条件に関する協議を続けてまいります。

山形富士通は、サーバ用ハードディスクドライブ向けのアルミメディア製造、ならびにモバイルパソコン、車載用ハードディスクドライブ向けのガラスメディアの開発・生産を行っており、その生産全量を親会社である富士通に販売しています。

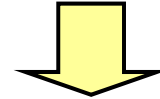
昭和電工は山形富士通のメディア事業を承継することで、サーバ用メディア事業を強化し、安定的取引先を確保いたします。また昭和電工は山形富士通および富士通が保有するメディアに関わる研究開発、製造ノウハウ、知的財産など技術的蓄積を取得し、昭和電工の独自技術との融合により技術力をさらに強化してまいります。

ハードディスク市場は、ノートパソコンおよびデジタル家電向けを中心に今後も高い成長が見込まれております。またハードディスクの記憶容量は今後も急速な増加が見込まれ、ハードディスク大容量化のための次世代磁気記録技術の研究開発と、お客様であるドライブメーカー各社への迅速なサポートが不可欠となっております。

平成21年度2月17日

集中研メンバー&予定助成事業者である富士通(株)が

HDD事業撤退を表明

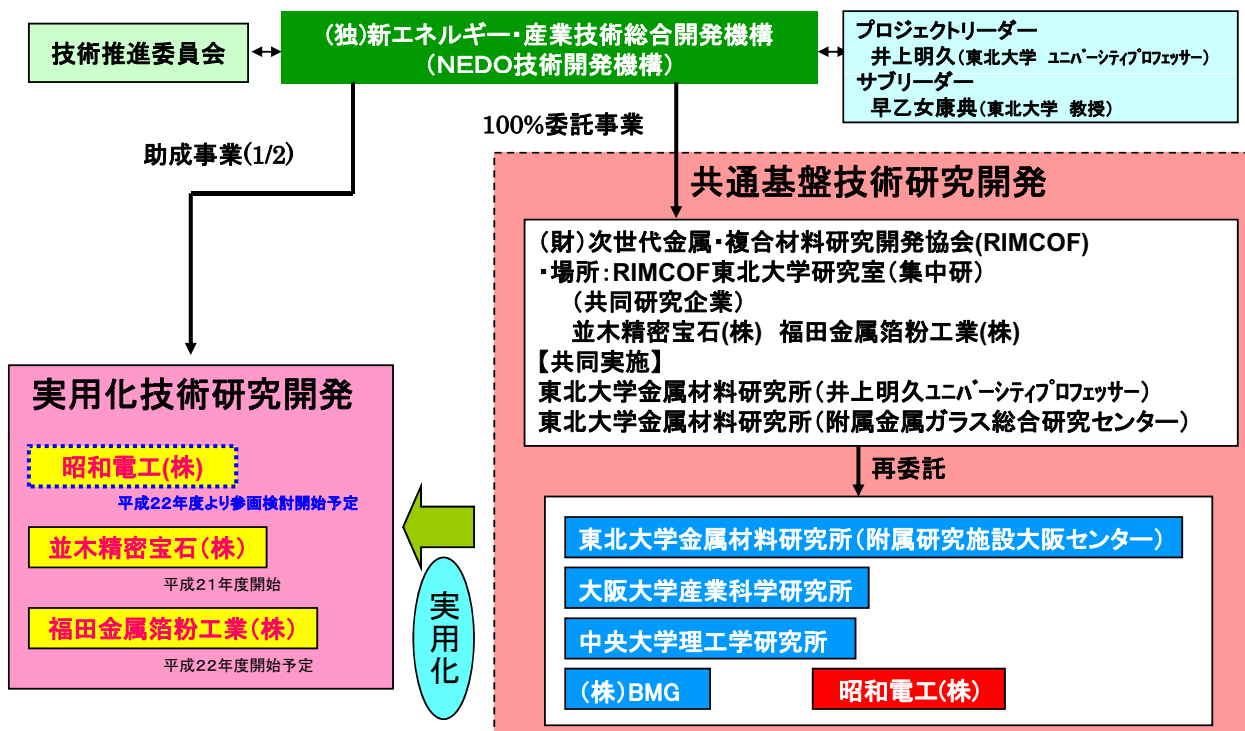


実施体制の変更

再委託先として昭和電工(株)に
参画いただいた。

実用化の立場から磁性媒体の
特性評価を担当。

研究開発の実施体制の変更



プロジェクトの概要説明(その2)

III. 研究開発成果

(1) 開発目標と達成度

(2) 検討内容

- ・複合化金属ガラスの位置づけ
- ・複合化金属ガラスの創製方法
- ・複合化金属ガラスを用いた出口イメージ
- ・特筆すべき研究成果
- ・成果の普及と知的財産権の取得状況

IV. 実用化の見通し

(1) 実用化までのシナリオ

- ・硬磁性・ナノ構造部材
- ・高強度・超々精密部材
- ・高強度・高導電性部材

(2) 波及効果

III. 研究開発成果について (1) 開発目標と達成度

研究開発項目毎の中間目標値と達成度

区分	研究開発項目	中間目標値	*達成度	根拠
共通 基盤 技術	①硬磁性・ナノ構造 部材技術	異方性磁界 10 kOe 以下 飽和磁化 500 emu/cc 程度	◎	Co/Pd多層膜(ベタ膜)にて、異方性磁界7.2 kOeと飽和磁化540 emu/ccを確認。
		ドット径 16 nm ドットピッチ 33 nm	◎	FIBデポジション+ドライエッチングによりDLC/Al ₂ O ₃ 基板上にドット径12 nm、ピッチ25 nm(1 Tbit/in ² 相当)で高アスペクト比の金型創製に成功(世界最高水準)。
		ドット径 16 nm ドットピッチ 33 nm	◎	超微細パターン金型を用い、Pd基金属ガラス薄膜上にドット径12 nm、ピッチ25 nm(1 Tbit/in ² 相当)の創製に成功。
	②高強度・超々精密 部材技術	圧縮強さ 1650 MPa 以上 圧縮塑性伸び 5% 以上	◎	Zr-Al-Ni-Pd系複合化金属ガラスで、圧縮強さ1690 MPa、圧縮塑性伸び8.5%を達成。
		直径 0.3 mm 以下 寸法精度 ±2 μm 以下	◎	技術導入したホブ加工により直径0.296 mmの遊星歯車を寸法精度±2 μm達成を確認。創製した遊星歯車を用いて一段減速ギヤヘッドの構築に成功。
	③高強度・高導電性 部材技術	引張強さ 1200 MPa 以上 導電率 30 %IACS** 以上	◎	Cu基金属ガラス粉末と電解Cu粉を押出法により混合固化した複合化金属ガラスが引張強さ1202 MPa、導電率30%IACSを達成。さらにCu-Zr-Ag系複合化金属ガラスを新たに開発。
		板厚 0.1 mm 程度 板幅 10 mm 以上	◎	新たに開発したCu-Zr-Ag系複合化金属ガラスを冷間圧延、熱処理することにより、板材寸法を達成しながら引張強さ1257 MPa、導電率31%IACSで伸び3.7%を達成(業界最高水準)。

*達成度の定義: ◎現時点で既に達成。○今年度中に達成見込み。△プロジェクト終了までに達成、×達成見込み無し

**国際標準焼きなまし銅(IACS)の導電性を100%とした時の導電性の比を百分率表示

複合化金属ガラスの位置づけ

「金属ガラスの成形加工技術」プロジェクト(平成14-18年度)



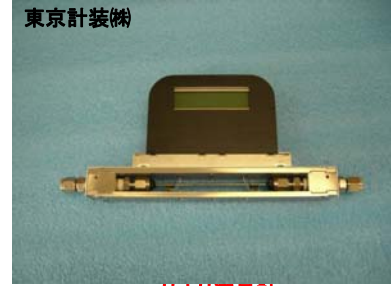
並木精密宝石(株)

マイクロギヤードモータ
微細成形性、高強度、低摩耗



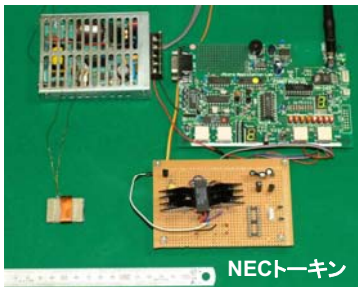
長野計器(株)

一般産業用 車載用
圧力センサ
高強度、高弾性限、低ヤング率



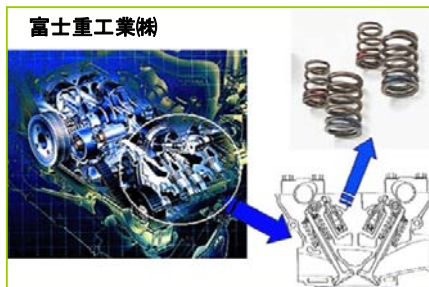
東京計装(株)

コリオリ流量計
高強度、低ヤング率、薄肉成形性



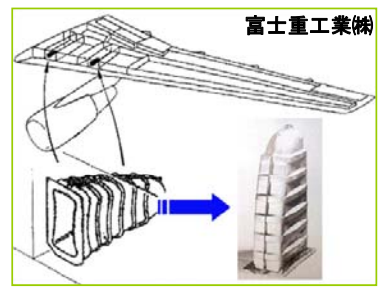
NECTーキン

リニアアクチュエータ
高飽和磁束密度、高透磁率、低保磁力



富士重工業(株)

自動車用バルブスプリング
高比強度、高弾性限、低ヤング率



富士重工業(株)

航空機用各種部材
高比強度、高弾性限、高疲労寿命

複合化金属ガラスの位置づけ

「金属ガラスの成形加工技術」プロジェクト(平成14-18年度)



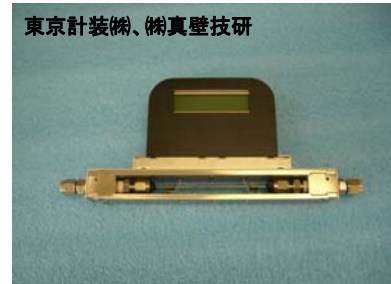
並木精密宝石(株)

マイクロギヤードモータ
微細成形性、高強度、低摩耗



長野計器(株)

一般産業用 車載用
圧力センサ
高強度、高弾性限、低ヤング率



東京計装(株)、(株)真壁技研

コリオリ流量計
高強度、低ヤング率、薄肉成形性

↓

**実用化助成事業
(平成19-20年度)**

直径1.5 mmマイクロギヤードモータを合計41台供与し、実装評価中。
平成24年量産化予定。

高飽和磁束密度、高透磁率、低保磁力

↓

**実用化助成事業
(平成19-20年度)**

製品化に向けた品質と信頼性を向上させるための量産技術の構築、現在も継続。
平成23年サンプル提供・製品化予定。

高比強度、高弾性限、低ヤング率

↓

**継続研究
(平成19-20年度)**

センサチューブの疲労強度特性の向上について検討、現在も継続。
平成24年量産化予定。

高強度、高弾性限、高疲労寿命

複合化金属ガラスの位置づけ

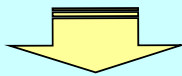
従来の単相金属ガラス

構造

- ・稠密無秩序な原子配列
- ・中長範囲に等方均質な組織

特徴

- ・高強度 (2,000 MPa)
- ・低ヤング率 (100 GPa)
- ・高弾性限界伸び (2%)
- ・超微細精密成形性
- ・粘性流動 (20000%)



応用可能分野 (前プロジェクト)

- ・超精密ギヤ部材
- ・圧力センサ用ダイアフラム
- ・コリオリ流量計用パイプ

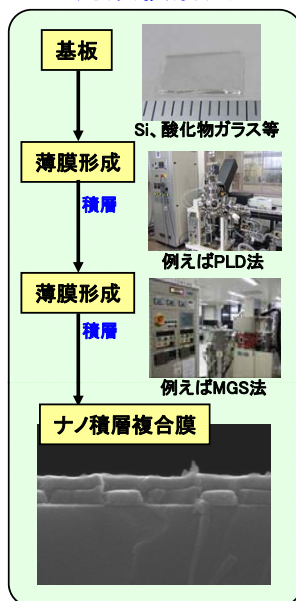
金属ガラスに対する産業界からの要望

- ・ナノレベルでの構造化と機能性発現への期待
異種薄膜金属ガラスのナノ構造創製と複合化
(機能性薄膜金属ガラス, ナノプリント)
→ ナノ規則複合構造による超高密度デバイス創製
- ・塑性変形能、2次加工が必要
金属ガラス母相よりナノ粒子を析出制御
(形態、量、分散状態、母相との界面)
→ すべり系・亀裂進展制御による塑性変形能
- ・高強度と材料機能の両立: 新材料への期待
固体・液体・気体等の第2相粒子導入・分散制御
(第2相物質、形態、量、分散状態、異相界面)
→ 密度, 弾性係数, 減衰能, 変形能, etc.
→ 電気・熱伝導度, 電磁特性, etc.

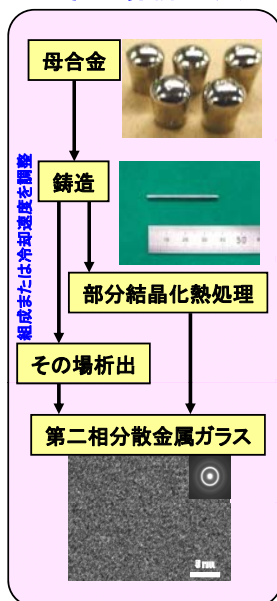
新たな構造・機能特性の発現
⇒ 次世代複合化金属ガラス

複合化金属ガラスの創製方法

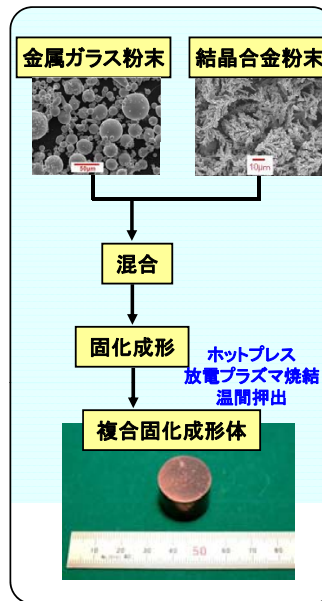
薄膜積層法



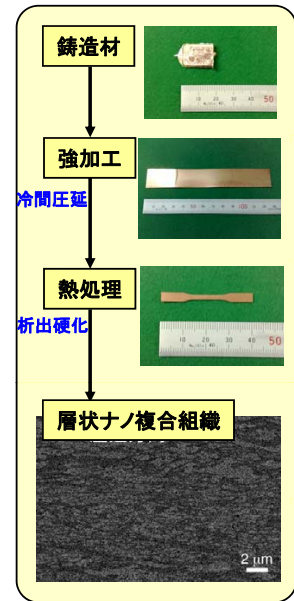
その場析出法



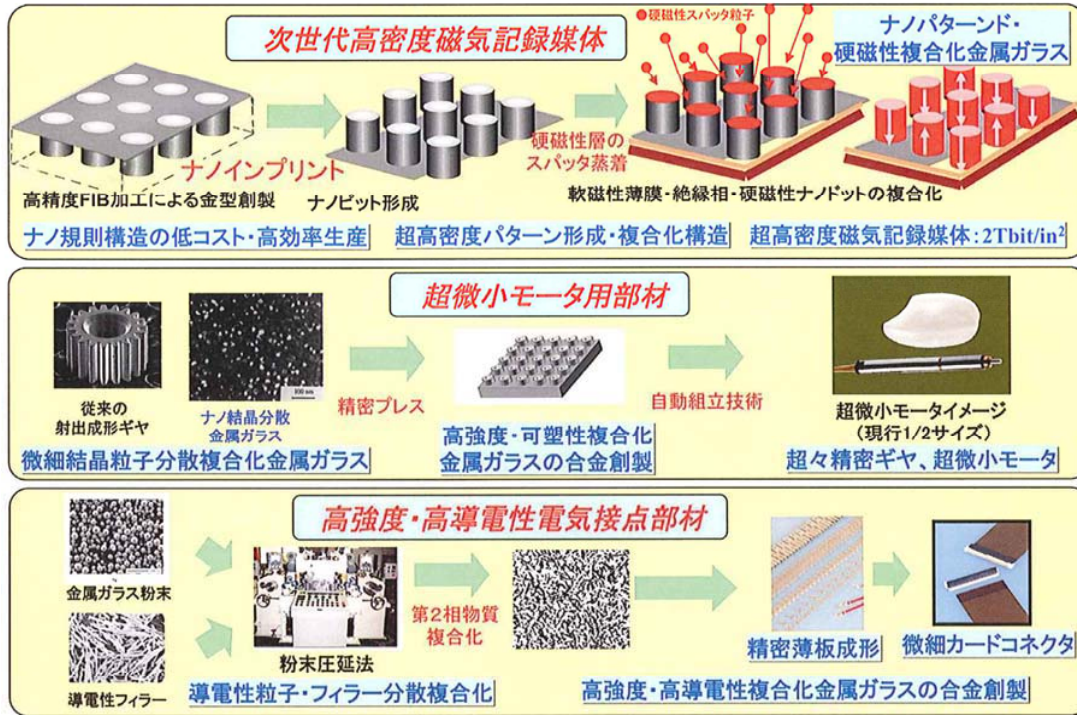
粉末固化法



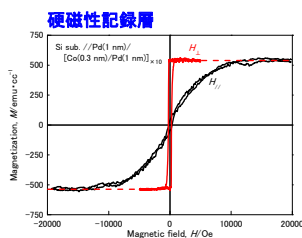
強加工法



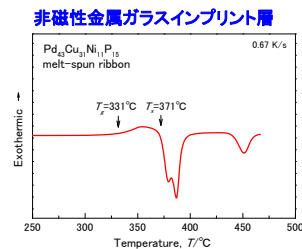
複合化金属ガラスを用いた出口イメージ



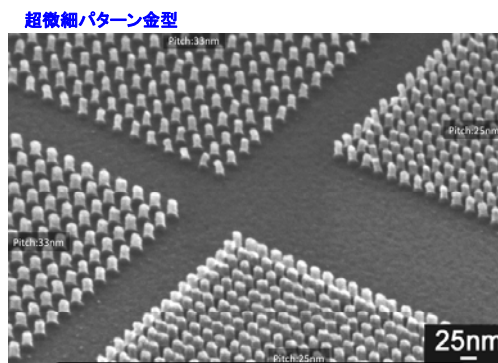
特筆すべき研究成果 ①硬磁性・ナノ構造部材



Co/Pd多層膜を選定
 異方性磁界7.2 kOe(ベタ膜)、
 飽和磁化540 emu/ccを確認。
 中間目標を達成!

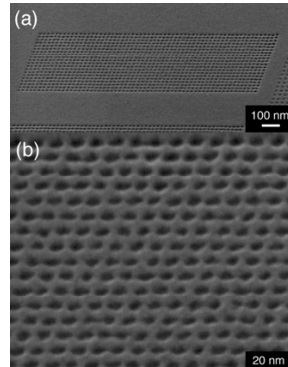


明瞭なガラス遷移を確認し、
 インプリント加工性を実証

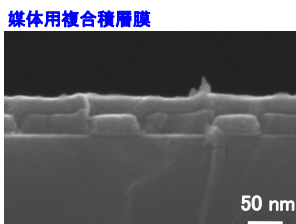


ドット径12 nm、ピッチ25 nmの高アスペクト
 金型(1 Tbit/in²相当)の創製に成功。
 中間目標を達成!(世界最高水準)

超微細インプリントパターン

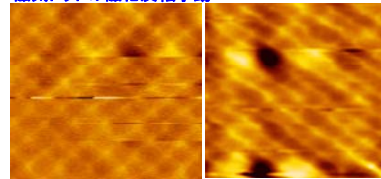


1 Tbit/in²相当のナノパターンをインプリント
 により創製。中間目標を達成!



媒体を構成する複合積層膜を創製。

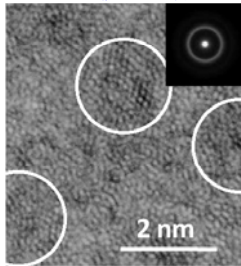
磁気ドットの磁化反転挙動



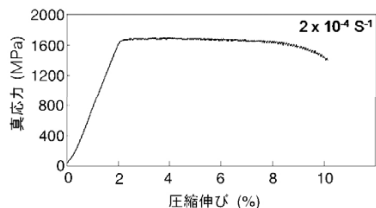
600 Gbit/in²相当のパターン上に硬磁
 性記録層を成膜磁化反転挙動を確認。

特筆すべき研究成果 ②高強度・超々精密部材

Zr-Al-Ni-Pd複合化金属ガラス

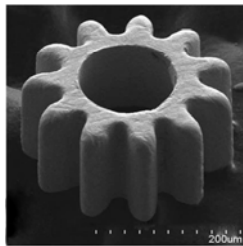


Zr-Al-Ni-Pd系複合化金属ガラスのHR-TEM組織



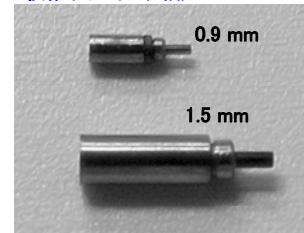
圧縮強さ: 1690 MPa、圧縮塑性伸び: 8.5%
を確認。中間目標を達成!

ホブ加工による遊星歯車



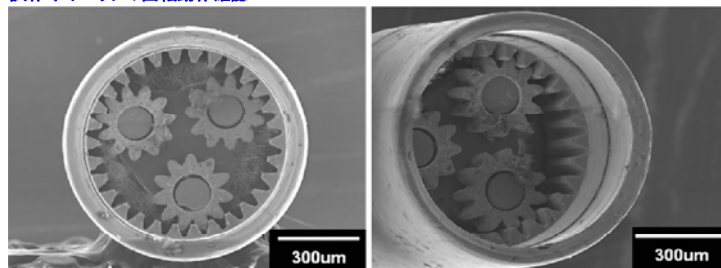
Zr基金属ガラスを用い、ホブ加工により直径
0.3 mm遊星ギヤの作製に成功。
歯形形状測定により寸法精度±2 μmを確認
し、中間目標を達成!

試作ギヤヘッド(1段)



計画を前倒し、一段ギヤヘッドを
構築!(世界最小)

試作ギヤヘッドの回転動作確認



構築したギヤヘッドのスムーズな回転を確認!

特筆すべき研究成果 ③高強度・高導電性部材

Cu-Zr-Ag非平衡結晶合金(強加工法)



金型鑄造材外観

板厚0.12 mm、板幅20 mmを達成



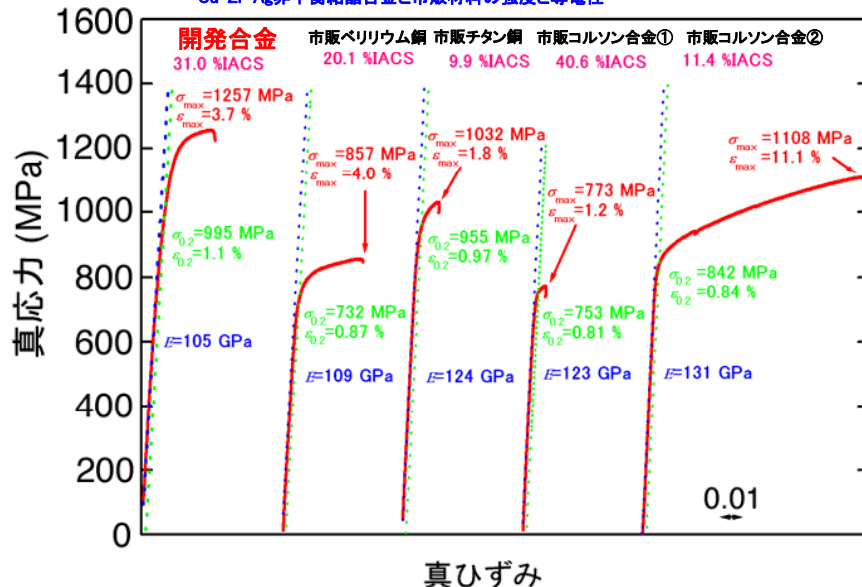
冷間圧延材外観



打抜き試料外観

↓
熱処理

Cu-Zr-Ag非平衡結晶合金と市販材料の強度と導電性



非平衡結晶合金に強加工(冷間圧延)でひずみを導入し組織を微細化すると共に
熱処理で析出硬化及び再固溶化させることで強度と導電性を両立。

板幅、板厚と共に強度と導電性の中間目標を達成!(業界最高水準)

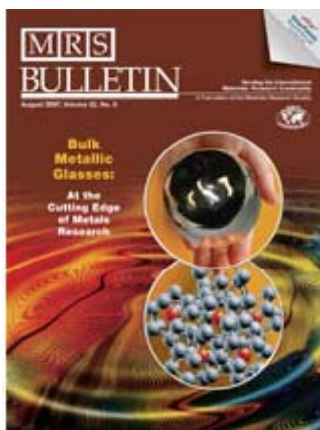
成果の普及と知的財産権の取得状況

外部発表件数一覧

	平成19	平成20	平成21	平成22	平成23	計
展示会等	0	3	0			3件
報道記事	0	0	0			0件
論文(査読付)・著書	6	20	1			27件
口頭発表	31	39	3			73件
特許出願	0	4	1			5件
受賞	0	1	0			1件

注目すべき外部発表成果

MRS Materials Research Society
 August 2007
 printer-friendly
 Bulk Metallic Glasses: At the Cutting Edge of Metals Research
 Volume 32, No. 8



Theme Article - New Bulk Metallic Glasses for Applications as Magnetic-Sensing, Chemical, and Structural Materials
 651-658 [Akihisa Inoue and Nobuyuki Nishiyama](#)



RIMCOF東北大学研究室
 竹中特別研究員 受賞

知的財産権と情報管理について

知的財産権の申請および取得について

材料成分特許

- ・本プロジェクトで利用する複合化金属ガラスの成分特許は既に大学より出願済。
- ・新たに発明したもの(強加工Cu基複合化金属ガラス)はプロジェクト参画企業より出願。

構造特許

- ・記録媒体の基本構造についてはプロジェクト参画企業より出願(2件)済。

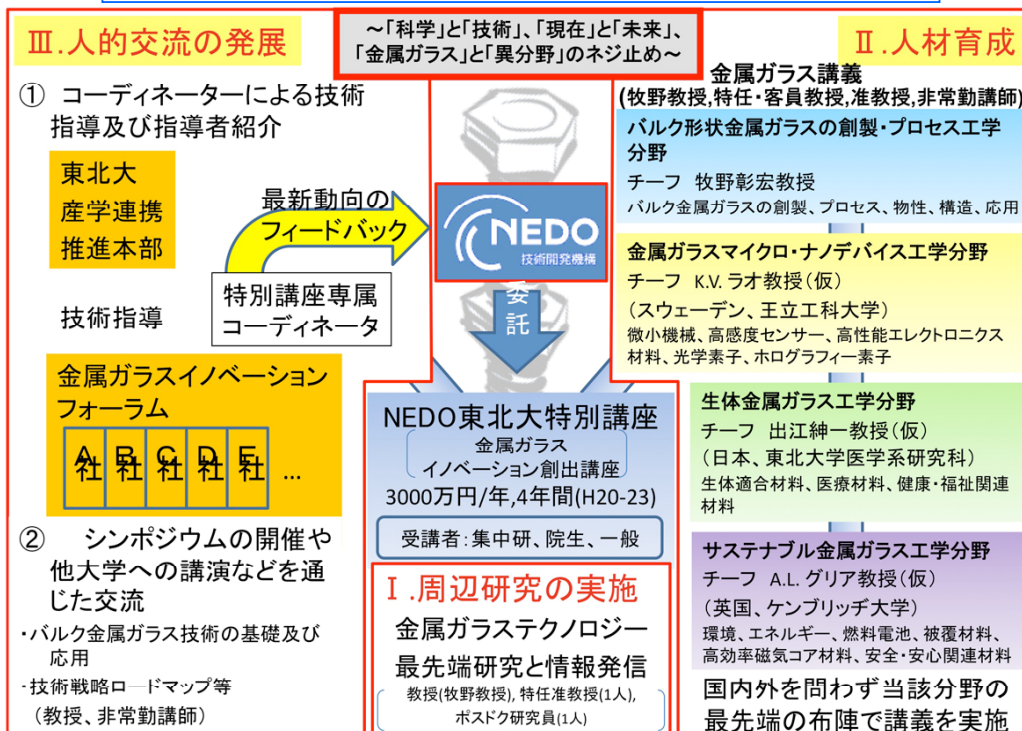
製法特許

- ・ノウハウに関する記載が多く、情報漏えい保持の観点から、共通基盤技術の範囲では出願を制限。
- ・今後、実用化助成事業の進展にあわせて、参画企業の知的財産取扱い基準に従い製法、構造に関する案件を用途限定で多数出願予定。

技術情報の管理について

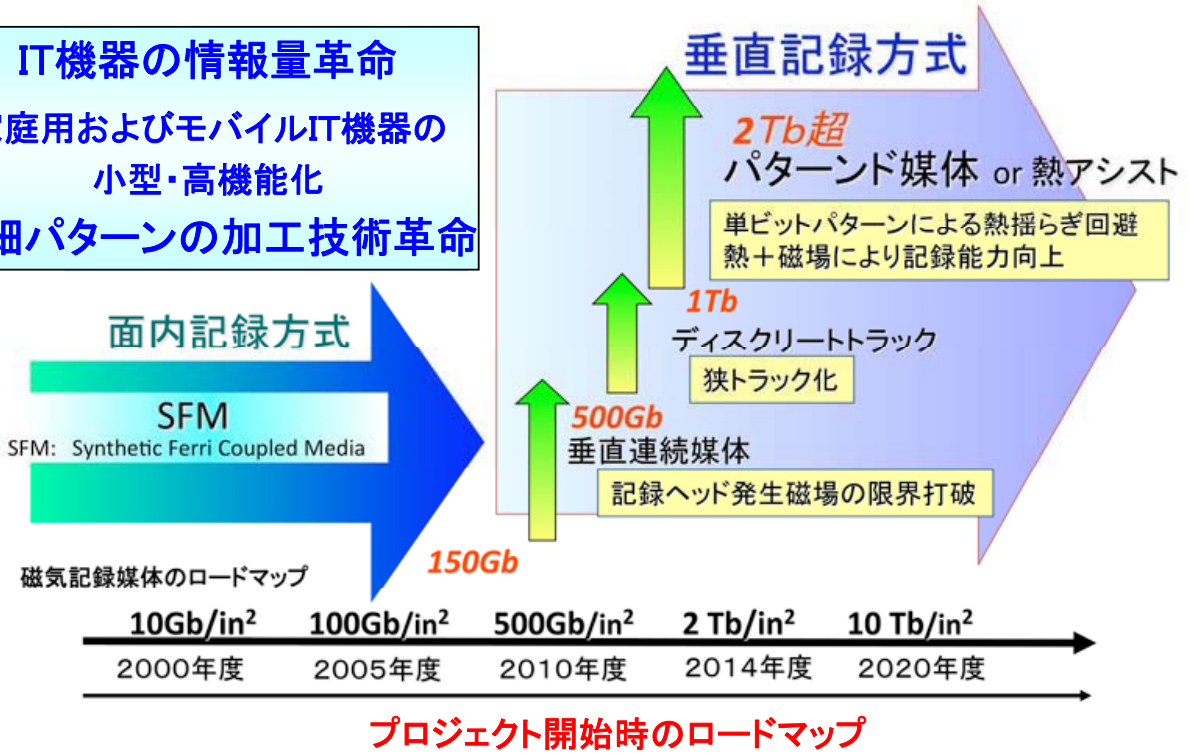
- ・情報管理規定を定め、プロジェクト実施により得られた技術上の成果あるいは情報を管理。成果の外部発表についても、届け出によりプロジェクトリーダーが一元管理し、技術ノウハウの漏えい防止と外部発表時期の適切化を図っている。

成果の普及(金属ガラスNEDO特別講座)



硬磁性・ナノ構造部材の将来展望

IT機器の情報量革命
 家庭用およびモバイルIT機器の
 小型・高機能化
 微細パターンの加工技術革命



高強度・超々精密部材の将来展望

医療機器の技術革命
 先端医療機器用
 低侵襲検査・治療デバイス



設計・試作・市場開拓を考慮したロードマップ

高強度・高導電性部材の将来展望

接点部材の材料革命

- ・強度と導電性の高次元バランス
 - ・RoHS規制、REACH規則に対応
- ベリリウム(Be)フリー接点材料



SIMカード(SCG)コネクタ
(GSM*携帯電話向け超低背型)



狭ピッチ、低背型コネクタ



バッテリー用(BTC)コネクタ
(1.7 mmストローク、1万回挿抜)

ベリリウム銅各種導電コネクタ

ベリリウム(Be)フリー接点材料

平成20年度

平成25年度

平成30年度

設計・試作・市場開拓を考慮したロードマップ

複合化金属ガラスが展開可能な新領域

医療用デバイス

ドラッグ・デリバリー・ニードルアレー

検査&治療用マイクロロボット

バイオ産業用ナノピラー

情報・光学機器用デバイス

ディスプレイ用光学素子

光学ホログラフィー

高記録密度媒体スタンプ

一般産業用デバイス

マイクロ流量計測ポンプ

ナノアクチュエータ

LOC, μ TAS