

「高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	8
評点結果	14

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「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) 分科会委員名簿

(平成21年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	しもこうべ あきら 下河邊 明	東京工業大学 名誉教授
分科会長 代理	はっとり ただし 服部 正	兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 光応用・先端技術大講座 ナノマイクロシステム分野 教授
委員	あたか たつあき 安宅 龍明	オリンパス株式会社 新規中核事業企画本部 ヘルスケア事業開発部 企画グループ コーディネーター
	いしお しゅんじ 石尾 俊二	秋田大学 工学資源学部 材料工学科 教授
	きむら かおる 木村 薫	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 物質系専攻 教授
	たかだ じゅん 高田 潤	株式会社鉄鋼新聞社 編集局 鉄鋼部 記者
	ほんだ なおき 本多 直樹	東北工業大学 工学部 知能エレクトロニクス学科 教授

敬称略、五十音順

事務局：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価部

プロジェクト概要

		作成日	平成 21 年 8 月 2 日
プログラム（又は施策）名	ナノテク・部材イノベーションプログラム		
プロジェクト名	高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発	プロジェクト番号	P07007
担当推進部/担当者	ナノテクノロジー・材料技術開発部 / 土井秀之		
0. 事業の概要	<p>これまでの金属ガラスの実用化研究では、高強度、低ヤング率、軟磁気特性、粘性流動加工性等に着目して、金属ガラスの単相合金を用いた部材開発を行ってきた。本プロジェクトでは、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を創製し、従来の金属ガラスの持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等の特性を付与する。この複合化金属ガラスの新規な特性を用いて、金属ガラス単相合金では為し得なかった次世代高密度磁気記録媒体、超微小モータ用部材および高強度・高導電性電気接点部材の革新的部材の開発を行い、金属ガラスの用途を拡大するとともに実用化を加速する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>【NEDOが関与する意義】 本プロジェクトは、『情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、あらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新（ジャンプアップ）をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能とすること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の一環として取り組むものである。極めて広範囲な産業領域に波及する材料・部材領域について、ユーザー製造業等との連携（川上・川下連携）を促進するプロジェクト体制（垂直連携）で実施することで、高度な部材産業群の「すり合わせ力」を一層強化する。 このような技術開発は、複数の研究機関及び企業の知見を結集する必要性があり、民間の自主的取り組みでは難しい。したがって、NEDOの関与により、市場原理のみでは達成し得ない基盤技術の開発を重点的に実施することが必要である。</p> <p>【実施の効果（費用対効果）】 費用：【開発予算】に記載。 効果：これまでにない高機能部材としての複合化金属ガラス部材の市場としては、以下の効果が見込まれる（平成26年）。 ハードディスクドライブ 43,000億円 超微小モータ組み込み装置 110億円 高性能微細カードコネクタ 20億円 総額 43,130億円</p> <p>【事業の背景・目的・位置付け】 我が国において産学官を含む連携の強化（川上川下の垂直連携、材料創成と加工の水平連携など）を図ることで、次世代の部材分野での我が国のイノベーションを促進することが喫緊の課題となっている。 本プロジェクトでは、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与する。この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を目的とする。 複合化金属ガラスの創製と特性制御により、従来の金属ガラス単相合金が適用できなかった新規用途の開拓を世界に先駆けて実施するとともに、高機能の複合化金属ガラスを用いた革新的部材の早期実用化・事業化を促進するためにも、本プロジェクトの実施が必要である。さらに、他国の追随を封じて、我が国発の材料である金属ガラスを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し続けることが重要である。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>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を創製し、従来の金属ガラスの持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等の特性を付与する。この複合化金属ガラスの新規な特性を用いて、金属ガラス単相合金では為し得なかった以下に掲げる革新的部材の開発を行う。具体的な最終目標は以下のとおりである。</p> <p>【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 1平方インチ当り2テラビットの密度で、異方性磁界を15kOe以下、飽和磁化を500emu/cc程度とする磁性ドットが作製可能な複合化金属ガラスを創製する。ドット径を9nm程度、ドット間隔を18nm程度とし、密度が1平方インチ当り2テラビットとなるナノパターン形成技術を開発し、創製した硬磁性複合化金属ガラスを用いて、評価可能な</p>		

	<p>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。</p> <p>② 複合化金属ガラスによる高強度・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 10%以上の複合化金属ガラス合金の創製を行う。この複合化金属ガラスを用いて、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。</p> <p>③ 複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術 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う。この複合化金属ガラスを用いて、板厚が 0.05mm 程度で、板幅が 50mm 以上の精密薄板を作製する。</p> <p>【実用化技術】</p> <p>④次世代高密度磁気記録媒体の開発（平成 22 年度から実施検討予定） 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。</p> <p>⑤超微小モータ用部材の開発（平成 21 年度から実施） 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。</p> <p>⑥高強度・高導電性電気接点部材の開発（平成 22 年度から実施予定） 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。</p>												
事業の計画内容	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">主な実施事項</th> <th>H19fy</th> <th>H20fy</th> <th>H21fy</th> <th>H22fy</th> <th>H23fy</th> </tr> </table>	主な実施事項		H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy
主な実施事項		H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy							
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						→							
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				→		→							
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H19fy	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	総額						
	一般会計	495	353	293			1141						
	総予算額	495	353	293	412	359	1912						
契約種類： (委託・助成)	(委託)	495	353	289									
*助成は平成 21 年度～	(助成)	0	0	4									
開発体制	経産省担当原課	製造産業局素形材産業室											
	プロジェクトリーダー	東北大学総長 井上明久ユニバーシティプロフェッサー											
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	<p>【委託】財団法人 次世代金属・複合材料研究開発協会 (RIMCOF) 参加企業：3 企業 (平成 20 年度まで) 2 企業 (平成 21 年度から) (共同実施 2 大学) (再委託 3 大学、1 企業)</p> <p>【助成】並木精密宝石(株) 福田金属箔粉工業(株) (平成 22 年度から予定)</p>											

<p>情勢変化への対応</p>	<p>【情勢変化への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成19年度には研究開発項目①「複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術」のテーマに対して、平成20年度には研究開発項目②「複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術」および研究開発項目③「複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術」のテーマに対して研究加速財源を充て、基盤研究の充実と設備の前倒し導入による研究の加速と成果の向上を図った。 ・集中研参加企業である富士通(株)のHDD記録媒体事業の譲渡に伴い、本プロジェクトからも撤退することになった。事業継続のため実施体制を見直し、富士通(株)に代わり昭和電工(株)をRIMCOFからの再委託先として追加した。
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>すべての研究開発項目について中間目標はすでに達成している。</p> <p>研究開発項目①「複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術」 (中間目標達成度：◎)</p> <p>①-1 硬磁性複合化金属ガラスの合金創製</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軟磁性裏打ち層として、インプリント応力印加を考慮した零磁わいCo-Fe-B系アモルファス合金薄膜、非磁性インプリント層としてPd-Cu-Ni-P系金属ガラス薄膜、および磁気記録層としてCo/Pd多層膜を作製し、それぞれ媒体として要求される特性を確認して合金創製の中間目標を達成した。 ・これらを積層成膜することで磁気記録媒体として好適な硬磁性複合化金属ガラス合金を創製する基礎的な手法を確立した。 <p>①-2 金属ガラスによる超高密度パターン形成技術の開発</p> <p>①-2-1 インプリント用金型創製技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FIB加工とドライエッチングを組み合わせた手法により、Al₂O₃基板上のDLCに、ドットピッチ25nm、ドット径12nmの超高密度パターン形成に成功した。本金型は、記録密度で1平方インチ当たり1テラビットに相当し、中間評価目標値を上回る超微細金型の創製に成功した。 <p>①-2-2 インプリントによるナノパターン形成技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非磁性インプリント層としてPd-Cu-Ni-P金属ガラス薄膜上に市販の超高密度パターンDLC金型を用いた熱インプリント法により、ドットピッチ25nm、ドット径12nmのナノホールアレイパターンの作製に成功した。 ・ホール内にCo/Pd多層膜を孤立して埋め込み磁気記録媒体としての基礎的評価を行い、孤立化ビットの磁化反転挙動を確認した。 <p>研究開発項目②「複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術」 (中間目標達成度：◎)</p> <p>②-1 高強度・可塑性複合化金属ガラスの合金創製</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属ガラスマトリックス中に第二相として2nm程度のナノ結晶粒子が析出するような直径2nmのZr-Al-Ni-P系複合化金属ガラスを金型鑄造法により作製した。 ・作製したZr-Al-Ni-P系複合化金属ガラスの圧縮強さが1690MPa、塑性伸びが8.5%であることを確認し、強度と塑性伸びの中間目標を達成した。 <p>②-2 超々精密ギヤ等の成形技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超々精密ギヤ成形のためのシェービング加工の基礎試験結果を反映した精密プレス成形装置を導入し、シェービング加工による遊星歯車の試作の要素技術検討を実施した。 ・共同実施先(東北大金研)で開発された超精密ホブ加工を技術導入し、歯先円直径0.296mmの遊星歯車試作に成功した。この遊星歯車の精密寸法計測を行うことにより、寸法精度が±2μm以下であることを確認し、中間目標を達成した。 ・遊星歯車のみならずブッシュ、軸受け、ライナー、出力軸キャリア、ハウジング等のギヤヘッドに必要な部品の試作工法に目処をつけ、これらを組み込んだギヤヘッド(1段)の一次試作を完了した。

Ⅲ. 研究開発成果について	<p>研究開発項目③「複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術」 (中間目標達成：◎)</p> <p>③-1 高強度・高導電性複合化金属ガラスの合金創製</p> <p>③-1-1 合金探索</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Zr基、Ni基、Cu基およびFe基の金属ガラスを中心に、複合化金属ガラスのマトリックスとしての合金探索を実施。複合化に適したCu-Zr-Ag-Al系、およびZr-Al-Cu-Ni系を選定し、不活性ガスアトマイズ法により粉末化した。 ・金属ガラス形成の成分則を活用し、Cu-Zr-Ag系非平衡結晶合金を新たに開発した。 <p>③-1-2 複合化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属ガラス粉末化と、電解銅粉等を混合し押出法にて固化・成形。金属ガラスマトリックス中に導電性材料が分散した複合化金属ガラスを得ることに成功した。 ・作製した複合化金属ガラス固化成形体が引張強さ1202 MPa、導電性30 %IACSを示すことを確認。強度と導電性の中間目標を達成した。 <p>③-2 精密薄板作製技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Cu-Zr-Ag系非平衡結晶合金では、鑄造材に適切な冷間圧延・熱処理を施し、引張強さ1210 MPa、導電性35 %IACSを明らかにし、強度と導電性の中間目標を達成した。 ・金属ガラスと電解銅粉を混合固化した複合化金属ガラスの変形挙動を基礎検討し、温間圧延条件の基礎的検討を実施した。 ・Cu-Zr-Ag系非平衡結晶合金では強度と導電性の中間目標達成と同時に、冷間圧延条件制御により厚さ0.1mm、幅20mmの精密薄板を作製し、板寸法の中間目標も達成した。 ・Cu-Zr-Ag系非平衡結晶合金薄板を用いて携帯電話のSIMカードコネクタを試作。パネ特性等の電気接点としての基礎的評価を実施した。 	
	論文・発表	論文投稿 27件、発表 73件
	特許	出願済 4件
Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて	<ul style="list-style-type: none"> ・複合化金属ガラスによる超高密度パターン形成技術を開発することにより、複合化金属ガラスをディスク基板として用いる高密度磁気記録媒体を実現する。複合化金属ガラスをディスク基板として用いることで、現時点でHDDパターンドメディアの製造方法の主流となっているスパッタ膜をリソグラフィによってパターン形成する手法に比較して、大幅なコスト削減が達成される。トータルな媒体作製コストとしては、現状のスパッタ法で形成する垂直磁気記録用の連続媒体と同程度のコストで媒体を作製できる可能性がある。 ・高強度・可塑性複合化金属ガラスの合金創製と、この金属ガラス塑性変形能を利用した超々精密ギヤを得ることにより、このギヤを用いて超微小モータとし、カテーテル・内視鏡等の先端医療機器へ搭載することで、先端医療そのものが大きく変わるものと予想される。すなわち、超微小モータを用いて、より末梢血管への搭載が可能となり、診断・治療の範囲が大きく広がる。また、患者への肉体的負担を大幅に軽減でき、低侵襲治療機としての貢献は多大である。 ・高強度・高導電性複合化金属ガラスの合金創製と複合化金属ガラスを用いた精密圧延による精密薄板作製技術により薄板を作製し、この薄板をコネクタリードとする小型高性能コネクタを製品化することで、携帯電話やパソコンなどの電子機器への実用化が見込まれ、さらに、医療分野、自動車分野を含む大幅な市場拡大が見込まれる。 	
Ⅴ. 評価に関する事項	事前評価	平成19年度実施 担当部 ナノテクノロジー・材料技術開発部
	中間評価以降	平成21年度 中間評価実施 平成24年度 事後評価実施予定
Ⅵ. 基本計画に関する事項	作成時期	平成19年3月 制定
	変更履歴	平成19年6月 研究開発責任者(プロジェクトリーダー)決定に伴い改訂。 平成20年7月 イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1)研究開発の目的」の記載を改訂。

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料5-3より抜粋)

I. 事業の位置付け・必要性について (3)プログラムでの位置づけ 公開

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、他国の追従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。

事業原簿 I-6 8/46

I. 事業の位置付け・必要性について (4)NEDOが関与する意義 公開

The diagram illustrates the flow from common basic technology development to applied technology development and finally to products. It is divided into three main product categories:

- 【情報家電分野】** (Information Home Appliances): Hard disk drives (ハードディスク・ドライブ).
- 【精密機器、医療機器分野】** (Precision/Medical Equipment): Ultra-micro motors (超微小モータ).
- 【情報家電分野】** (Information Home Appliances): PC, mobile phone, etc. card connectors (パソコン、携帯電話等用カードコネクタ).

These products are developed by **情報機器企業** (Information Equipment Companies), **精密機器企業** (Precision Equipment Companies), and **部材・部品企業** (Component/Parts Companies). The development is based on **開発された実用化技術を基に、各企業が新製品開発にあたる領域** (Areas where each company develops new products based on developed applied technologies).

The core technologies being developed are:

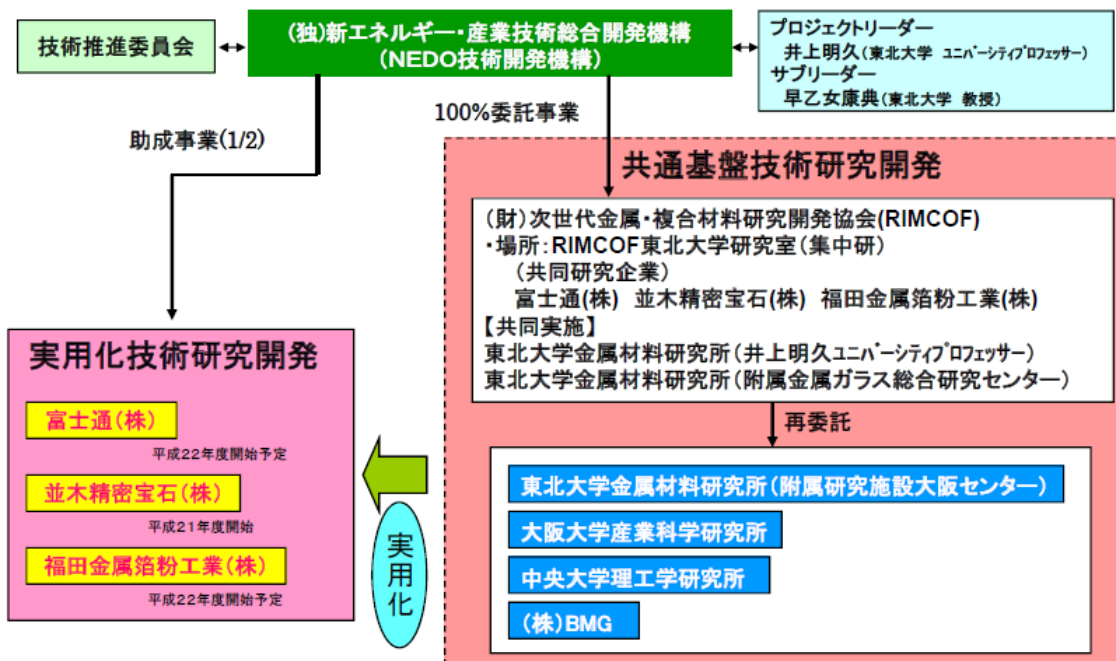
- 高機能複合化 金属ガラスの合金創製** (High-performance composite metal glass alloy creation): From traditional single metal glass, it involves **材料高機能化** (Material high-performance) with properties like **硬磁気特性** (Hard magnetic properties), **塑性加工性** (Formability), and **高導電性** (High conductivity). Applications include **次世代高密度磁気記録媒体** (Next-generation high-density magnetic recording media) and **超微小モータ部材** (Ultra-micro motor components).
- 複合化金属ガラス 部材の成形加工** (Composite metal glass component forming): Involves **新規加工技術適用** (New processing technology application) such as **ナノプリント** (Nano-printing), **超精密プレス** (Ultra-precision pressing), and **精密粉末圧延** (Precision powder rolling). Applications include **高強度・高導電性電気接点部材** (High-strength, high-conductivity electrical contact components).

These technologies are supported by **大学、部材企業、精密機器企業、情報機器企業** (Universities, component companies, precision equipment companies, and information equipment companies).

共通基盤技術開発 (Common Basic Technology Development) 9/46

「高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発」

全体の研究開発実施体制



「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) 評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

金属ガラスという日本発の優れた材料を更に発展させ、世界をリードするために、複合化という視点を導入した本事業を実施することは、我が国として必要なものと評価する。また、プロジェクトリーダ及びサブリーダの強い指導力の下に中間目標が全て達成され、金属ガラスの材料としての優れたポテンシャルを複合化により更に高めることに成功している。

しかし、世界をリードするためには、特許出願がやや少なく、特に海外出願も考慮の上、特許戦略を強化して欲しい。また、最終目標の要求性能には不明な個所があり、必要性能と目標値の明確化が望まれる。

ここまでの共通基盤技術研究では、ある程度の成果を上げてきており、今後の2年間の実用化研究がプロジェクト全体の成否を決めるとも言える。

2) 今後に対する提言

産学の連携体制が構築されており、基礎グループと実用化グループの間の更なる連携の緊密化によって、研究開発の一層の深化が期待できる。

本プロジェクトの実用化分野は、技術革新のスピードが速い上、ニーズの変化も激しい。プロジェクト推進中であっても、実用化イメージ、目標の見直し等にあたっては、市場変化に柔軟に対応することが必要であろう。場合によっては、当初の計画に縛られず、応用の見通しが得られた技術の研究開発に注力しても良いであろう。

実用化への課題は製品コストであり、特に材料から製品までを考慮した製造技術(トータルプロセス)から見た研究開発を心がけて欲しい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

金属ガラスという日本発の優れた材料を更に発展させ、世界をリードするために、複合化という視点を導入した本事業を実施することは、我が国として必要なものと評価する。また、実用化までには幾つものハードルを越えなければならず、基盤技術開発の段階では個々の企業による継続的な研究開発が難しい面もあり、NEDO が関与することは極めて有効である。さらに、金属ガラスは

非常にユニークな材料であって、多くの応用の可能性を持ち、本材料ならではの有用な応用を見出すことは、国際競争力強化の点からも極めて重要である。

しかし、具体的な応用については、戦略的・組織的な再検討も必要であろう。

今後も、海外からの追い上げに対しては、日本発の技術として大切に育てて行く必要がある。

2) 研究開発マネジメントについて

金属ガラスの第一人者であるプロジェクトリーダーの下で、効率的な実施体制が整えられており、心強い。プロジェクトリーダー及びサブリーダーは、他に適任者がいないと判断される。また、基礎研究を行う大学の研究者と実用化を行う企業の開発者が、上手く連携している。さらに、研究開発の目標及び計画は妥当であり、基礎的な研究の成果を更に生かせる可能性がある。

しかし、ユーザーとの連携は、十分に取れているかが明らかになっていない。また、実用化研究参加企業が HDD (ハードディスクドライブ) 事業から撤退し、企業の入れ替えがあったが、メディアメーカーだけでなく、HDD システムのメーカーにも参加を求めて欲しい。さらに、最終目標達成に向けては、必要な要素技術の見直しも望まれる。

3) 研究開発成果について

ハードディスクの記録容量拡大や、内視鏡などの医療検査機器の高度化といった国民生活を豊かにする夢のある技術の研究開発・実用化を目指し、現状は基盤技術確立の段階だが、実用化の第一歩となる中間目標をクリアしたことは高く評価できる。また、個々の研究開発成果にはその分野で世界最高水準のものが含まれている。

しかし、中間目標の達成はできていても、それが最終目標達成の見通しへとつながっていないものもあり、当初の最終目標達成のみにこだわらず、最終目標の修正があってもよいであろう。特許出願はやや少なく、実用化を見据えた研究開発の中、特許戦略を強化して欲しい。また、一般に向けた情報発信は、不十分であり、「金属ガラス」の研究開発で世界をリードしている点をアピールすべきである。さらに、学会・論文発表に比べると、展示会や報道への比重が低すぎるであろう。

成果は材料技術としても、加工技術としても新しい技術領域を切り開く可能性のある技術シーズであり、新しい応用分野が切り拓けると期待できる。

4) 実用化の見通しについて

実用化イメージ、出口イメージという意味では、新しい製品、モノにつながる

る材料・手法を開発することが大事であるが、その点では、新しい手法（ホブ切り）、新しい材料（非平衡結晶合金）という成果が得られている。また、その成果は、技術の応用可能性・優位性を示すものであり、様々な応用への挑戦を誘発するものとなっている。

しかし、成果の関連分野への波及のためには、論文発表、特許等に努力の余地がある。

今後、コスト・品質といった実用化までの課題に対し、取り残しのない研究開発を期待したい。

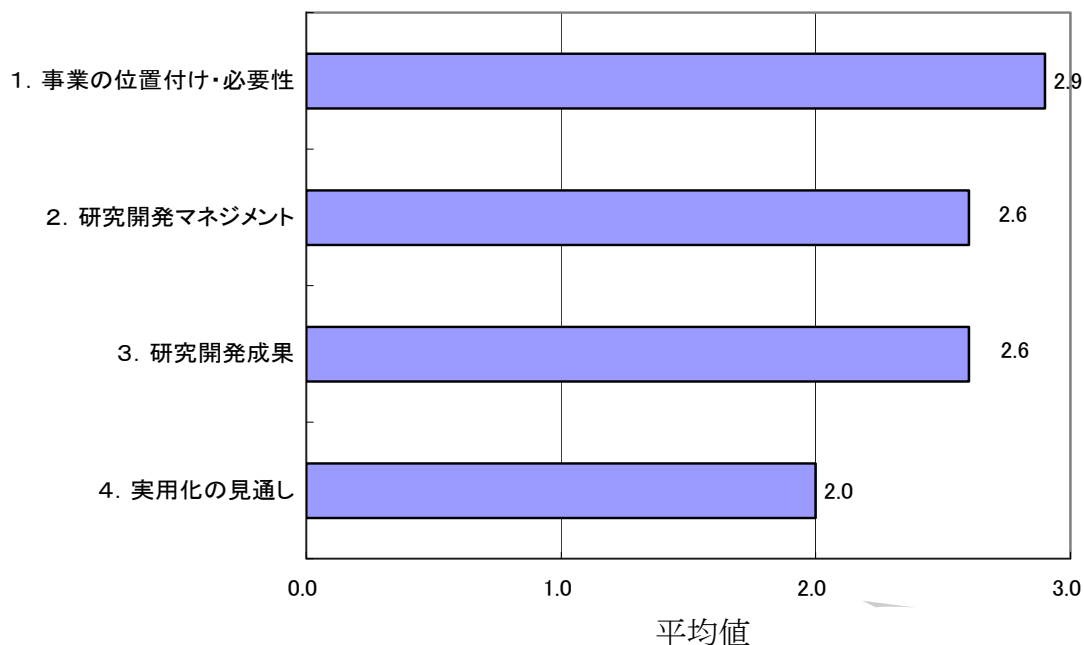
個別テーマに関する評価

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術	<p>世界最高水準である 1Tbit/in² 級の金型とこれを用いたインプリントパターンの作成に成功している点を評価する。また、安定な過冷却液体状態を使つてのインプリント加工は、金属ガラスならではの特徴を生かした優れた技術であり、軟磁性裏打ち層と非磁性金属ガラスのインプリント層を使う構造では、中間目標を達成しており、最終目標達成に向けた今後の課題が明確になっている。</p> <p>しかし、最終目標の達成可能性については、硬質磁性材料として選択された材料が最終目標に合致するかどうかを早急に検討する必要がある。作製された金型や硬質磁性ドット（ホール）の位置や形状などの精密な検証を進めて欲しい。</p> <p>今後、中間成果を基に、最終目標がいかにしたら達成できるかを精査することも重要である。</p>	<p>面記録密度 1 Tbit/in² 用の磁気ディスク基板の加工技術の成果については、精度と生産性を上げることで実用化の見通しが得られる可能性が高い。他技術との製造コストの簡単な比較を試みるなど、実用化イメージが非常に明確であり、可能であれば、研究開発課題「次世代高密度磁気記録媒体の開発」を 1 年前倒しにスタートさせることも望まれる。</p> <p>しかし、磁性ドットについては、最終目標達成のためのアプローチを再構築することが望まれる。また、HDD システムのメーカーにも参加を要請すべきであろう。</p>	<p>HD の磁気記録媒体として優れている点を、記憶容量の面だけでなく、他の側面から検証する必要もあろう。また、メディア単体だけで求められる機能特性の目標を決められないところもあるので、システム化技術を担当、開発する企業との十分な情報交換が求められる。</p> <p>昨今、競合のフラッシュメモリの価格低下が激しくなっており、市場動向をよく見て、本研究開発テーマが勝てる世界を作つて欲しい。また、独自の磁気パターンニング技術なので、必ずしも BPM (Bit Patterned Media) のようなナノレベルに限定されないでも、新たな応用分野への展開の可能性も期待できる。</p>

<p>複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術</p>	<p>複合化金属ガラスの特徴を生かしたプレス加工のアイデアは優れている。中間目標を達成する材料の創製と歯車の試作に成功しており、試作ギヤヘッドの回転動作試験にも成功している。また、複合化金属ガラスの圧縮強さ、圧縮塑性伸び共に中間目標を上回る成果をあげたことは高く評価できる。加工段階で寸法精度を高められる複合化金属ガラスを選定できたことも開発成果の一つとして特筆できる。電磁型マイクロアクチュエータの要求が強い医療機器の高度化につながる技術だけに、早期の実用化を期待する。</p> <p>しかし、プレス加工については、切削モード時の表面の傷及びバリが、コイニングモードでは取りきれない可能性が高く、切削モードでの精度改善のために、切削加工の専門家の助言を仰ぐ必要がある。ホブ切りだけで最終目標を達成できるなら、プレス加工に拘る必要はないであろう。</p> <p>今後の課題に挙げられているが、脱貴金属元素による複合化金属ガラス創製についての検証も実用化を図る上では重要である。</p>	<p>世界最小サイズのモータの試作に目途をつけている他、医療用機器への適用を視野に、課題と実用化までのスケジュールをきちんと示せており、高く評価できる。実用化は大いに可能であろう。</p> <p>しかし、応用製品については、競合技術の調査を更に進めて欲しい。</p> <p>実用化イメージがかなり明確なので、詳細な市場予測、経済性の評価などを前倒しで実施した方が良いであろう。超小型モータによる内視鏡やカテーテル以外の市場創出についても検討して欲しい。</p>	<p>本研究開発テーマの材料、加工技術で示された超小型・超精密の部品技術の可能性を示すことにより、新たな応用を誘発する効果がある。プロジェクト終了時には、この材料、加工技術で、どの程度の減速比が実現できるのかを示して欲しい。</p> <p>0.9 mmφモータについては実用化を急いで欲しい。また、競合技術と比較してアドバンテージを持ちうる小型モータの極限を検討して欲しい。</p> <p>実用化イメージが明確なので、対外発表などピーアールを更に活発化し、特に「医療検査機器の高度化につながる技術」という点をアピールした方がよい。</p> <p>最終目標達成の方策については、ホブ切りも候補にして欲しい。</p>
--------------------------------	--	--	--

<p>複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術</p>	<p>中間目標を、金属ガラスではないにしても、非平衡結晶合金により達成できていることを評価する。また、引っ張り強さと高導電性を併せ持つ複合材料を創製するアイデアは優れている。特に、Be-Cu合金を上回る強度、導電率をクリアしたことは高く評価でき、将来のBe-Cu代替材料への可能性を得たことは大きな成果といえる。</p> <p>しかし、2つの研究開発テーマについては、連携が十分でなく、2つの材料の提案となっており、お互いの位置付けを明確にする必要があると考える。</p>	<p>出口イメージを明確にし、その目標に向かった研究開発となっており、最終目標に対しての課題も明確となっている。特に、Cu-Be合金は、機械的特性（ばね性、耐摩耗性、耐食性、硬度）にも優れ、電気接点以外にも多くの分野で使用されているので、開発した新合金のこれらの特性も評価すれば、接点以外の応用も広がると期待する。</p> <p>今後、中間目標の成果から、最終目標の達成への道筋を明確にする必要もあろう。</p>	<p>非平衡結晶合金でBe-Cu合金に代替できるものを見出したとすれば、それはそれで材料の研究開発としての成果であり、金属ガラスに拘ることなく大事にして欲しい。</p> <p>実用化を目指す企業と十分な情報交換を行い、実用化に必要な基礎研究を更に推進することが望まれる。また、最終製品であるコネクタのメーカーによる検証も取り入れた研究内容にして欲しい。</p>
--------------------------------	--	--	--

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	B	A	A	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	A	A	A	A	A	C	B	
3. 研究開発成果について	2.6	A	A	B	A	A	B	B	
4. 実用化の見通しについて	2.0	B	B	B	B	A	C	B	

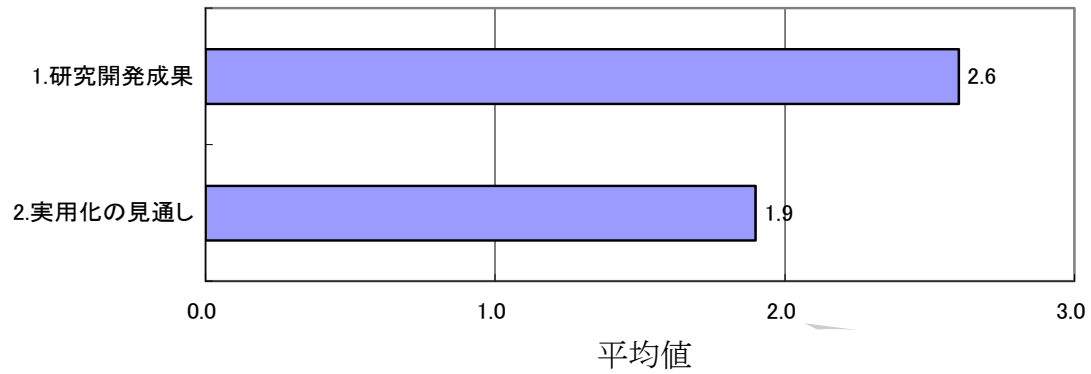
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

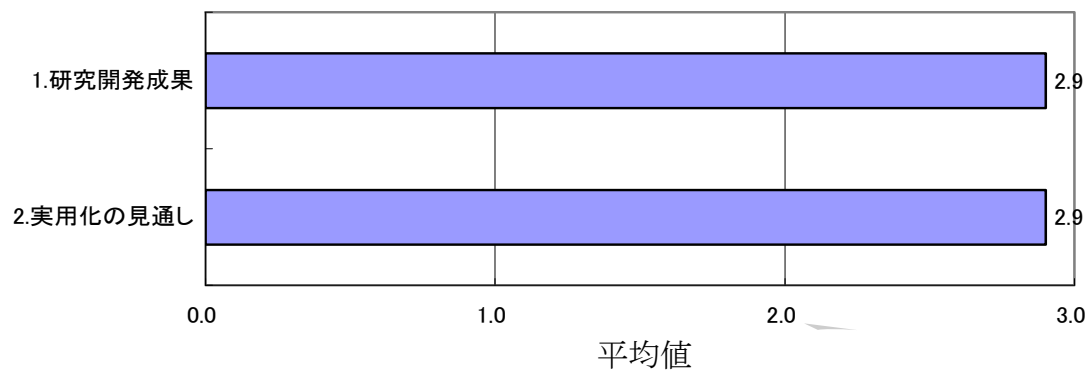
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

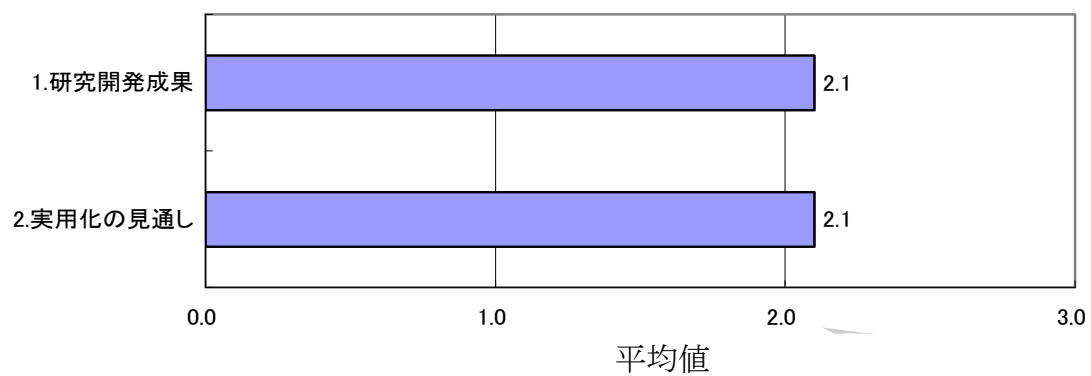
複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術



複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術



複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点（注）							
複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術									
1. 研究開発成果について	2.6	A	A	B	A	A	C	A	
2. 実用化の見通しについて	1.9	B	B	C	B	A	C	B	
複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術									
1. 研究開発成果について	2.9	A	A	B	A	A	A	A	
2. 実用化の見通しについて	2.9	A	B	A	A	A	A	A	
複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術									
1. 研究開発成果について	2.1	A	B	B	B	A	B	C	
2. 実用化の見通しについて	2.1	B	A	B	B	B	B	B	

（注）A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明