

(革新的部材産業創出プログラム)
「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術」基本計画

ナノテクノロジー・材料技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

我が国の強みである材料分野において、物質の機能・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一体化した技術及び製品化までのリードタイムを短縮化する生産システム技術等により、ユーザーへの迅速なソリューション提案（部品化、製品化）を可能とすることで、新市場及び新たな雇用を創出する高付加価値材料産業（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。このために、平成18年度までに情報通信機器の小型化、高集積化、省エネルギーを実現するマイクロ部材、機械部品等の高機能・高精度化等を革新的に向上させる新材料部材化技術を確立するとともに、研究生産システムを迅速化する技術を確立することを目標とする「革新的部材産業創出プログラム」の一環として本プロジェクトを行う。

材料技術は、材料の特性・機能の向上が製品機能の向上に直結するなど産業技術全般に大きな波及効果をもたらす基盤技術であるが、昨今の国際競争の激化により、さらなる飛躍的発展のキーテクノロジーとして革新的な新材料創製技術が求められている。科学技術基本計画（平成13年3月閣議決定）においても、国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点的4分野の一つ「ナノテクノロジー・材料分野」に位置づけられている。

本プロジェクトでは、材料が成形加工され部材・部品となった時点で、材料として有していた特性および機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料の最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施する。具体的には、微細成形を実現する高易加工性と高強度等の特性を両有する材料創製技術、高精度なマイクロ成形加工を安定して行うための精密金型製造技術（金型材料創製技術、金型の精密加工技術）、およびこれらの材料、金型を用いて高精度部材、3次元形状を持つ機能性マイクロ機器部品等を創製するための成形加工技術を、密接な連携を持って研究開発する。

これにより、我が国材料産業の国際産業競争力強化と、材料産業を部材産業へ発展させることによる新規産業の創造に資する。

(2) 研究開発の目標

平成18年度までに、以下の目標を達成する。

- ・高易加工性と高強度等の特性を両有する金属系新材料を開発するとともに、合金材料等の組成設計・組成制御、組織制御等を安定的に制御する技術を確立する。
- ・高精度成形加工を安定して行うための精密金型製造技術（金型材料創製技術、金型の精密加工技術）を確立する。
- ・高精度部材、機能性マイクロ機器部品等を創製するための高精度成形加工技術を確立する。

(3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、以下の研究項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

- ①高易加工性金属系新材料の開発
- ②高精度金属金型材料創製・加工技術の開発

③高精密部材成形加工技術の開発

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、平成14年度は経済産業省産業技術環境局研究開発課及び製造産業局非鉄金属課において基本計画を策定し事業を実施したものであるが、平成15年度以降は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO技術開発機構」という。）において委託して実施する。なお、研究開発実施者の選定にあたっては、NEDO技術開発機構の協力の下、平成14年7月経済産業省において選定。平成15年度以降は、実質的に継続事業であるため、原則NEDO技術開発機構において公募による研究開発実施者の選定は行わない。

共同研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、NEDO技術開発機構が指名した東京大学生産技術研究所教授 林 宏爾 を研究開発責任者（プロジェクトリーダー）とし、その下に研究者を結集して大規模・集中的に研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成14年度から平成18年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成16年度、事後評価を平成19年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取り扱い

①成果の普及

得られた研究成果については、NEDO技術開発機構、実施者とも、学会発表、ホームページでの情報公開、シンポジウム開催等により普及に努めることとする。

②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究成果については、知的基盤整備または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供並びに、必要に応じて標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第26条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号に基づき実施する。

(4) その他

「革新的部材産業創出プログラム」で実施される他のプロジェクトと連携を図りつつ実施することとする。

本研究によって得られたあらゆる知的財産、また本研究の過程または成果に基づき開発したプログラム、サンプルもしくは装置などの成果物について、本プロジェクト外（国内外）への供試・開示については、事前にプロジェクトリーダーとNEDO技術開発機構に連絡する。

その際に、NEDO技術開発機構が申請書の提出を求めた場合は、これに応じ速やかに提出する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成15年3月策定。ただし、本事業は、平成14年度に、経済産業省の直轄事業として開始され、経済産業省において基本計画が策定されている。

(2) 平成16年3月、独立行政法人化に伴い、名称及び根拠法等、改訂。

(3) 平成18年3月、本研究によって得られた知的財産、成果についての取り扱いについて記載。

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目①「高易加工性金属系新材料の開発」

1. 研究開発の必要性

近年は特に医療、バイオ、情報、機器部品等の様々な分野において機能性マイクロ機器部品が重要性を増しており、その製造のために、微細成形加工が可能で高強度、高靱性等の特性を有する新材料に対する要求が極めて強い。しかしながらこの要求に応えられる実用的な材料が実現できていない。例えば、マイクロアレイコネクタ、マイクロギア等の試作を主にニッケルにて、早期から行われていたが、強度不足等により十分なバネ性能等が発現できず、また硬質材料の利用についても検討されてきたが、靱性不足等により容易に破断してしまうため、実用化には至っていない。

一方、近年の微細結晶材料研究の結果、数ナノメートルの適正な微細結晶粒径制御と緻密な組成制御を実現することにより、高強度、高靱性等を有し、かつ微細成形を可能とする高易加工性を発現する材料を創製できる見込みが得られている。

以上から高易加工性を示す臨界結晶粒径を把握し、マイクロ機器部品、部材に必要な機能を十分に発現する組成、組織構造を有する高易加工性金属系新材料の開発が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

高精度で強度、靱性等に優れた成形加工品を得るために、現状2～3マイクロメートル程度の結晶粒径を、0.1マイクロメートル以下の微細結晶化を行うことにより、微細成形を実現する高易加工性ととも高強度、高靱性、高伝導性等の機能を有する高易加工性金属系新材料を開発するとともに、合金材料等の組成設計・組成制御、組織制御等を、ナノからマイクロメートルに至る領域で安定的に制御する技術を開発する。

3. 達成目標

平成16年度までに、以下の特性を全て示す新材料を開発する。

- ・成形後においてビッカース硬さ(Hv)400以上の高硬度
- ・加工可能寸法精度が±0.5マイクロメートル以内

平成18年度までに、以下の特性を全て示す新材料を開発する。

- ・成形後においてビッカース硬さ(Hv)400以上
- ・常温において歪量が0.5%以上の成形加工後も破断しない高靱性
- ・1,000 MPa以上の引張強さ

研究開発項目②「高精密金属金型材料創製・加工技術の開発」

1. 研究開発の必要性

近年は特に機能性マイクロ機器部品を安定的かつ低コストで創製するために、高精密で寿命が長い金属金型に対する要求が極めて強い。

しかしながら現在創製可能な金属金型の寸法精度は、マイクロメートルオーダーであり、マイクロ機器部品の開発目標であるサブマイクロメートルオーダー以下の寸法精度を実現できていない。目標加工精度を安定的に実現するために、金型材料の創製技術と金型の精密加工技術の開発が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

本研究では、高精密成形加工を安定して行うための、高強度、高靱性、高耐摩耗性金型材料創製技術の開発と、サブマイクロメートルオーダーの金型寸法精度を可能とする高精密金型加工技術を開発する。また離型性等を考慮したTiN（窒化チタン）やDLC（ダイヤモンドライクカーボン）等の機能性硬質薄膜による金型表面処理技術も検討する。

（1）高精密金型用材料創製技術の開発

高精密成形加工を安定的に行うため、高強度、高靱性等を有すると同時に、微細加工性に優れた金型用材料創製技術の開発（例えば、材料創製技術としては微細粒タングステン粉末炭化法等と、その成型技術としての焼結時の不均質な結晶粒成長を抑制する粒成長抑制焼結技術の開発）を行なう。

（2）高精密金型加工技術の開発

（1）で開発された金型材料を用いて、微細仕上げ加工技術、高アスペクト精密加工技術、精密組立・精密位置決め技術等の開発を行い、高精密金型加工技術を開発する。また、離型性等を考慮した、金型表面処理技術を検討する。

3. 達成目標

（1）平成18年度までに、耐熱、高強度、靱性、離型性等、被加工材に適応した材料を開発し、長寿命金属金型材料創製技術を確立する。

（2）金型の寸法精度に関し、穴の直径、二つの穴の中心間距離等のそれぞれについて、平成16年度に±0.3マイクロメートル、平成18年度に±0.1マイクロメートルの寸法精度を可能とする高精密金型加工技術を確立する。

研究開発項目③「高精密部材成形加工技術の開発」

1. 研究開発の必要性

近年特に重要性を増している機能性マイクロ機器部品の製造のためには、高精密金属金型を用い高精密な部材を成形加工する必要がある。現状では、金型を用いて成形加工をした精密部材の寸法精度はマイクロメートルオーダーである。例えば、大容量化、サービスの多様化等が進む通信分野では超多心光コネクタ等のマイクロ機器部品の開発が求められている。こういったマイクロ機器部品は、高機能化・高集積化等のためにサブマイクロメートルオーダーの寸法精度が必要である。高精密でかつ低コストなマイクロ機器部品を創製するためには、高易加工性材料と高精密金属金型に加え、大量生産化を可能とする高精密部材成形加工技術の開発が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

寸法精度がサブマイクロメートルオーダー以下であるマイクロ機器部品、精密部材の製造を可能とする、高精密部材成形加工技術ならびに、成形性予測技術を開発する。

(1) 高精密成形加工技術の開発

高易加工性金属系新材料や機能性樹脂の微細成形特性、キャビティ内流動解析、金型形状転写特性解析、温度・圧力・時間依存性、抜き勾配や潤滑、金型構造等の検討、解析を行い、高精密成形加工技術を開発する。

(2) 成形性予測技術の開発

上記(1)の開発技術を用い、変形因子・変形阻害因子の解明等を行い、成形性予測技術を開発する。

3. 達成目標

(1) 穴の直径、二つの穴の中心間距離等のそれぞれの寸法精度について、平成16年度において±0.5マイクロメートル、平成18年度時において±0.3マイクロメートルの成形部材を安定的に作製する高精密成形加工技術を確立する。

(2) 常温・高温時の機械的性質、変形解析等と、金型形状転写率等を明らかにした、成形性予測技術を確立する。