

**戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)**  
**革新的設計生産技術 (新しいものづくり 2020 計画)**  
**研究開発計画**

**2018 年 4 月 1 日**

**内閣府**  
**政策統括官 (科学技術・イノベーション担当)**

## 研究開発計画の概要

### 1. 意義・目標等

国際競争の激化により日本のものづくり産業の競争力が失われつつあるとの懸念がある。本プログラムは、地域の企業や個人が持つアイデアや技術・ノウハウを活かした新たなものづくりスタイルを確立することにより、日本のものづくり産業の競争力強化を目指す。提案するものづくりスタイルは、設計や生産・製造に関する革新的な技術を開発することで、企業・個人ユーザのニーズに迅速に応える高付加価値な製品の設計・製造を可能とする。さらに、ものづくりに関わる異なる領域のプレーヤーを繋ぐ拠点(ネットワーク)を形成することで、地域の企業のノウハウや個人の持つアイデアを活用した、新たなものづくり技術の確立を実証する。そして、新たに確立するスタイルを広く普及・展開することで、地域発のイノベーションを実現し、グローバルトップを獲得できる新たな市場の創出を目指す。

### 2. 研究内容

以下 2 項目の研究開発を実施する。また、研究開発テーマ毎に定量的な中間目標・最終目標を設定するものとする。

ニーズ・価値・性能・デライト(喜び品質、満足等)をベースとした多様な機能設計及び生産・製造条件や各種データを考慮し高品質な全体システム設計を可能とする超上流デライト設計手法の研究開発。従来にない新しい構造や複雑形状、機能の発現、高品質・低コスト化を可能とする革新的生産・製造技術の研究開発。

### 3. 実施体制

佐々木直哉プログラムディレクター(以下、「PD」という。)は、研究開発計画の策定や推進を担う。PD が議長を、内閣府が事務局を務め、関係府省や専門家で構成する推進委員会が総合調整を行う。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構交付金を活用し、公募により最適な研究開発実施者を臨機応変に選定するとともに、同法人のマネジメント力を最大限活用する。

### 4. 知財管理

研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブを確保するとともに、知的財産等について適切な管理を行う。

### 5. 評価

ガバニングボードによる毎年度末の評価の前に、研究開発実施者(責任者が決まっている場合には責任者)による自己点検及びPDによる自己点検を実施し、自律的にも改善可能な体制とする。

### 6. 出口戦略

#### 研究開発成果のツール化

デライトなものづくりの取組として、本プログラムでは、企業および個人のニーズアイデアが存在する段階からスタートし、それを高付加価値なものづくりに効果的につなげるための設計技術、生産技術に注力する。特に実用化の観点から、技術をツールとして活用できる段階にする。開発ツールの実用化・事

業化形態を販売サービス型、活用の場構築型、技術指導・交流型の3つに定め、プログラムを推進する。

#### 高付加価値製品を生み出す仕組みの構築

企業やユーザの開発ツール利用を支援する場を構築し、中小・中堅企業への普及、新産業創出を目指す。ツール利用の場における好事例を収集、これらを分析して得られる高付加価値製品創生の方式を、イノベーションスタイルとして公開する。イノベーションスタイルやツール利用の場といった仕組みの提供を通じて、事業化の好事例を他の地域や製品分野へ展開・普及させ、地方発のイノベーション、日本の産業競争力強化、高付加価値製品の創生を目指す。公的研究開発機関への導入など成果普及活動を強化する。

## 1. 意義・目標等

### (1) 背景・国内外の状況

我が国では、高品質・高性能な材料・部品や製造プロセス技術、さらにはそれらを支える工作機械等の加工技術などにおいて高い国際競争力を発揮し、ものづくり産業が国内雇用や貿易立国を支える基幹産業として発展してきた。しかし近年、国際競争の激化による製造現場の海外流出や新興国の躍進、さらには製品のコモディティ化などの要因を背景に、1982年から2008年までの27年間連続で維持していた工作機械生産額世界トップからの陥落や、世界市場で5割以上のシェアを誇った半導体産業の低迷など、我が国のものづくり産業の国際競争力が失われつつあるとの懸念がある。

現状の我が国のものづくり産業では、材料・部品や工作機械等については依然高い技術力を維持しているが、より多くの利益が得られる最終製品やサービスの市場では苦戦を強いられている。また、我が国の強みである、部品の製造に見られるような多様なニーズに対応したきめ細かなものづくりも、近年新興国の追い上げが激しく、危機感が募りつつある。苦戦要因の一つとして、ものづくりにおける川上領域(材料、部品等)と川下領域(製品・システム・サービス等)とのコミュニケーションが不十分であることが考えられる。これは、設計・製造における価値設計、デザイン、発想等の領域と生産・製造という領域の間においても同様のことが言える。「モノやサービスを利用することによって生まれる新たな価値を想定した上で、何を作るべきか」という視点に立ち、ものづくりプロセスの各領域が上手く連携した取組が十分ではなく、その強化が必要である。

一方、新たなものづくり技術に関する海外の取組として、米国・欧州・新興国では積層造形システムの開発が積極的に行われている。特に米国では、国家的なプロジェクトを推進する研究拠点の整備(NAMII: National Additive Manufacturing Innovation Institute)や教育機関での装置活用など、国家レベルで国際競争力強化に向けた研究開発及び人材育成に取り組んでいる。また、独国では「Industry 4.0」と称する先進的な工業生産技術開発プロジェクトを産学官一体で推進しているなど、世界各国において新たなものづくり技術の確立に向けた激しい競争が始まっている。

ものづくり産業でグローバルに勝ち残っていくためには、前述の取組に早急に着手し、成果を出すことが重要と考える。

### (2) 意義・政策的な重要性

本プログラムに関連して、「日本再興戦略 - JapanisBack-」(平成25年6月14日閣議決定)では、ものづくり産業の強化を図るべく、材料や機械制御等の日本の強みを活かし、3次元造形システムの研究開発を国家プロジェクトとして推進するとしている。また、「科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～」(平成25年6月7日閣議決定)では、重点的取組「生産技術等を活用した産業競争力の涵養」の中で、「三次元造形等の高度な生産技術を地域のものづくり産業に適用し、開発プロセスの革新を行い、少量多品種で高付加価値な製品・サービスを生み出す」とし、これらの生産技術が政策的に重要な技術分野として位置付けられている。

また、第4期科学技術基本計画(平成23年8月19日閣議決定)では、国が「地方公共団体や大学、公的研究機関、産業界が連携、協力して、地域が主体的に策定する構想のうち優れたものについて、研究段階から事業化に至るまで連続的な展開ができるよう、関係府省の施策を総動員して支援するシステムを構築する」ことが求められている。そして、「地域における研究開発やマネジメント、産学官連携や知的財産活

動の調整を担う人材の養成及び確保を支援する」ことも求められており、研究開発の推進の重要性に加えて、研究開発におけるネットワークの形成、人材の養成及び確保、知的財産活動等に関する支援活動についても重要であるとされている。

第5期科学技術基本計画(平成28年1月22日閣議決定)では、「ICTを活用し、サプライチェーン全体にわたりネットワーク化を進めるとともに、顧客ニーズから、製品企画、設計、生産、物流、販売、保守に至る様々なデータを、ビッグデータ解析技術やAI技術を駆使して解析・活用し、顧客満足度の高い製品やサービスを提供できる新しいものづくり・コトづくりを推進する。その際、我が国のものづくりを支える中小企業の活力向上や素材産業の競争力強化も併せて実現する」ことが求められている。そして、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き生きと快適に暮らすことのできる社会」も求められており、本プログラムはその実現に資するものとなっている。

前述のとおり、今日の我が国のものづくり産業においては、「モノやサービスを利用することによって生まれる新たな価値を想定した上で、何を作るべきか」という視点で、価値探索、設計、生産・製造が一体となり、ものづくりプロセスの各領域をインタラクティブに繋ぎ、多様な分野が融合することで新たな価値創造を行う、新しいものづくりスタイルの構築が急務となっている。この実現には、各省の枠を超えて、個々に開発した要素技術を一気通貫で結集することに加え、成果を実用化する企業とそれを使用するユーザとが共働して行錯誤を繰り返す研究開発を、府省連携かつ産学連携で取り組む必要がある。我が国では各地域に部品・材料分野等で優れた技術を有する有力企業群があることから、これら企業群が、その強みを生かした連携ネットワークを形成することにより、産業競争力が向上することを期待する。併せて、その成功例を他の地域・製品分野に波及・展開することで、我が国のものづくり全体の底力の向上を図る。

本プログラムでグローバルトップを勝ち取る企業の誕生を促すことにより、本分野における日本の圧倒的優位性を取り戻すとともに、市場活性化や雇用創出を実現することが可能である。

### (3) 目標・狙い

今後、一層の産業競争力を維持・強化するためには、これまで日本が得意としてきた「高品質・高性能」に支えられたものづくり技術に加えて、高付加価値な新たなものづくり技術の確立が求められる。具体的には、主に以下の1)～4)などの取組を推進する必要がある。

- 1) 製品の使われ方、文化、環境、顧客などに対応した、グローバルで多様な価値のものづくり上流での取り込み
- 2) コモディティ化を回避するための、日本の強みである部品や材料等の製品・システム・サービスへの適用
- 3) アイデアを素早く具現化、評価し、フィードバックする迅速なプロセスの実現
- 4) 様々な条件をものづくりの上流で事前に予測・検討できる、製品・システム・サービスのトータル的な評価や方法論

これらの取組を実現するために、ものづくりの川上領域である設計から川下領域である生産において、高付加価値製品の創生に寄与する技術を開発し、産業界が利用可能なツールとして提供する。さらに、開発ツールを有効に活用するための仕組みとして、ツールの利用を支援する場、イノベーションスタイルを整備して公開することにより、広く中小・中堅企業への普及、新産業創出を目指す。これらにより、以下の技術的・産業的・社会的なアウトカム目標を達成することを目指す。

## 技術的目標

企業や個人が持っているアイデアに対して、高付加価値な新しいものづくり技術を確立することを目標とする。なお、様々な地域において先端的に実証することで、新たな課題や価値を抽出し改良を行うなど、効果的な研究開発を行う。

## 産業的目標

ツールおよびその利用の場も含めた高付加価値製品創生の仕組みの確立により、グローバルトップを獲得できる新市場の創出を目指すとともに、開発された技術の持続的な利用促進を目指す。

## 社会的目標

地域の企業・大学・公的研究開発機関<sup>1</sup>等の優れた技術を実用化に繋げることで新たな価値創造を加速し、日本の産業競争力を強化し、かつ地域活性化（雇用創出等）に資することを目標とする。

## 2. 研究開発の内容

### (1) 研究開発の概要

上記目標を達成するための革新的なものづくり技術は、ものづくりの上流において、開発する製品やシステム、サービスの使われ方やユーザ意見等のデータから高い付加価値を探索し、その価値を実現するための全体設計を行い、これに基づいた生産・製造を行う一体化したプロセスが必要である。加えてモデルベースで迅速にアイデアを具現化することも求められる。しかしながら、現時点では以下の取組が十分ではない。

- 1) 製品の使われ方、使用環境、顧客にとってのグローバルで多様な使用価値を想定した設計技術
- 2) 設計プロセスにおいて、多様な価値（性能、品質、感性等）を提案するための評価手法、ならびにシミュレーションの連携技術
- 3) コモディティ化を回避するための日本の強みの材料・部品を製品・システム・サービスへ反映するシステム設計
- 4) 高機能な特性を持ち、複雑な構造、形状の製品をスピーディーに生産する新しい製造・加工技術
- 5) 従来の製造・加工技術の大幅な機能・性能向上、他分野への応用や他技術との複合化・システム化
- 6) 高度なシミュレーションや計測技術による、複雑な製造・加工現象の解明と最適な制御

これらを実現するため、以下の研究開発項目(A)、(B)を実施する。

研究開発項目(A)は、上述の 1)～3)の実現を目指す。これまで、文部科学省の科学研究費補助金等の基礎・基盤的な支援事業で個々に推進してきたものの、製品の付加価値を決める価値探索・設計領域を大きく取り上げた事業はない。こうしたことから、本プログラムにおいて「超上流デライト設計」という新機軸を打ち立てるものである。

研究開発項目(B)は、上述の 4)～6)の実現を目指す。これは、経済産業省の 2014 年度事業「三次元造

---

<sup>1</sup> 全国公設試験研究機関、研究開発独法等を想定。

形技術を核としたものづくり革命プログラム」等の関連施策との役割分担の下、市場性が見込める材料を用いた三次元造形技術や、大幅な機能・性能の向上を実現する革新的製造技術、様々な要素技術の複合化・システム化技術、各製造プロセスにおける複雑現象の解明等の研究開発を実施するものである。

研究開発項目(A)及び研究開発項目(B)は相互に連携するものであり、両項目を一体として実施することも可能である。

また、上記研究開発の中では、地域の企業・大学・公的研究開発機関等の有する優れた技術を格段に高度化するための革新的なアイデアも求められている。

なお、本研究開発は、設計・製造に係る基礎的研究及び実用化まで長期間を要する基盤的研究に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより、協調して実施する研究開発であり、委託事業として実施する。

## 【研究開発項目】

### 研究開発項目(A):超上流デライト設計手法の研究開発

種々のデータや試行から抽出されたニーズ・価値・性能・デライト(喜び品質、満足等)をベンチマークとして製品やシステム、サービス等の初期機能設計を行い、生産・製造条件、市場反応、情報・知識・計測等に基づく柔軟な修正機能をもつ、革新的な超上流設計技術を開発する。また、製品目標からバックキャストし、材料・部品と製品・システム・サービスそれぞれのプロセス間のコミュニケーションを通じて、製品やサービスの使われ方や環境・外乱の影響のモデルを俯瞰し、逆問題的設計や複雑事象のシミュレーションとも連携して、低コスト・高品質全体設計を可能とする革新的システム設計技術を開発する。ここで、「超上流」とは、より上流の設計プロセスで価値探索とものづくりプロセス全体の最適化を考慮することを意味する。

なお 2014 年度から 2016 年度で研究開発を進めてきた価値探索や喜び、満足といった感性設計については、本領域が企業の競争優位性をもたらす武器で「競争領域」であることから、共通技術化して広く普及させることが難しい点が多く、また、まだ発想段階で SIP 期間内に有効性を示すことが難しいため、2016 年度を持って本プログラム全体での研究開発は中止し、テーマ毎に共同研究やコンソーシアム等の形で企業への展開を進めることとした。2017 年度以降は、高付加価値なものづくりに効果的につながるための設計支援技術として、形状最適化や製造シミュレーションといった革新的生産・製造技術と連携可能な技術開発を中心に進める。

#### [テーマ例]

- ・種々の情報処理によるデータから抽出されたニーズをベースに、デザイナー等の異業種の人材も駆使可能な付加価値・製品企画・コンセプトデザインの設計手法(サービス工学的設計手法)
- ・製品目標に対し、材料・部品から製品・システム、サービスまでを全体俯瞰できる、システム設計手法
- ・複雑加工・製造シミュレーションや高度計測による製造プロセスを考慮した製品、システム設計手法
- ・対象の物理特性も考慮した複雑形状の三次元モデリング手法
- ・生体の形状・機能の模倣による新たな価値設計手法
- ・迅速で創造的なデザインや設計を可能とするインタラクティブデザイン手法
- ・プロトタイプ提示や活用時のユーザ反応からデライト性、潜在ニーズを分析、予測する手法
- ・IoT(センサ)活用による製品の使われ方等のデータ分析に基づく潜在ニーズの探索手法
- ・価値を探索する手法(データマイニング、AI、機械学習、官能分析、自然言語処理等)

## 研究開発項目(B):革新的生産・製造技術の研究開発

複雑で自由な形状の形成や多様な材料組成の選択、従来にない高品質、低コスト化、新しい機能の発現を可能とする生産・製造の新技术、複合化技術を開発する。また、多様なアイデアを迅速に、どこでも誰でも試作して評価できる生産・製造技術及びシステム化技術を開発する。

なお 2017 年度以降は、社会のさまざまなニーズにきめ細やかに対応することが望まれる Society5.0 時代のものづくりへの貢献として、主要な工業材料全てで高度な 3D 造形を可能とする技術や、さらに高付加価値化する技術を中心に、研究開発を実施することとする。

[テーマ例]

- ・難加工材、セラミックス、複合材料、ゲル、細胞等の新たな材料を用いた、これまでにない高強度化、長寿命化、軽量化、低コスト化、高機能化等の高付加価値を生み出す生産・製造技術
- ・従来の加工・製造技術の大幅な機能・性能向上に繋がるシステム・要素技術やこれまでにない新加工・製造技術
- ・高付加価値(新たな機能や特性、形状を持った)製品を創出可能な三次元造形技術等の高度化及び他の加工技術との複合化、システム化技術
- ・ユーザニーズ等を迅速に反映可能で、大幅な開発期間の短縮・低コスト化を可能とする試作システム

なお 2018 年度は最終年度であることを踏まえて、当初目標だった成果であるツール/技術を企業が使える状態に実用化レベルを向上させるのに加え、企業が量産に活用しようとする際のツール/技術の導入プロセスを明確化する。さらに、いくつかの研究テーマでは、製造装置の汎用性向上を目的とした、現場データ利活用による製造パラメータ設定の省力化の取り組みを行う。

## 【上記研究開発項目(A),(B)に共通する事項:イノベーションスタイルの実証・実践】

イノベーションを実現するためには、ユーザ参加型の新しいイノベーションを実現する仕組み、「イノベーションスタイル」が必要である。これは、上記の研究開発成果を実際のものづくりへ適用し、研究開発成果を使用した企業や個人ユーザの意見を得て新たな問題点を洗い出し、研究開発に迅速にフィードバックする、一連の試行錯誤を繰り返す仕組みである。これにより、“よりよい成果へブラッシュアップする”、“当初、潜在的で気づかなかったより高付加価値なニーズの発掘を行う”といったことが可能となる。

研究開発項目(A)及び(B)の実施に当たっては、技術を開発するのみならず、さまざまな「イノベーションスタイル」を試行し、それを事例集としてまとめるとともに、そこで共通するノウハウや課題を抽出、ドキュメント化し、地方の中小・中堅企業が高付加価値製品開発を目指す際の道しるべとして産業界に公開する。

「イノベーションスタイル」には、研究分野に関連する地域内、または、地域間における多様なプレーヤーの連携として

- ・大学・中小企業・公設試が一体となって、技術、得意分野を持ち寄り、製品開発を行う「異分野・顧客価値探索型」
- ・企業コンソーシアムを組み大学の技術紹介、技術移転を公設試等がバックアップする「同分野・顧客価値探索型」
- ・大学、研究法人を介して連携が進み、実用化に向け一連のシステム開発を促進する



「異分野・価値実証型」

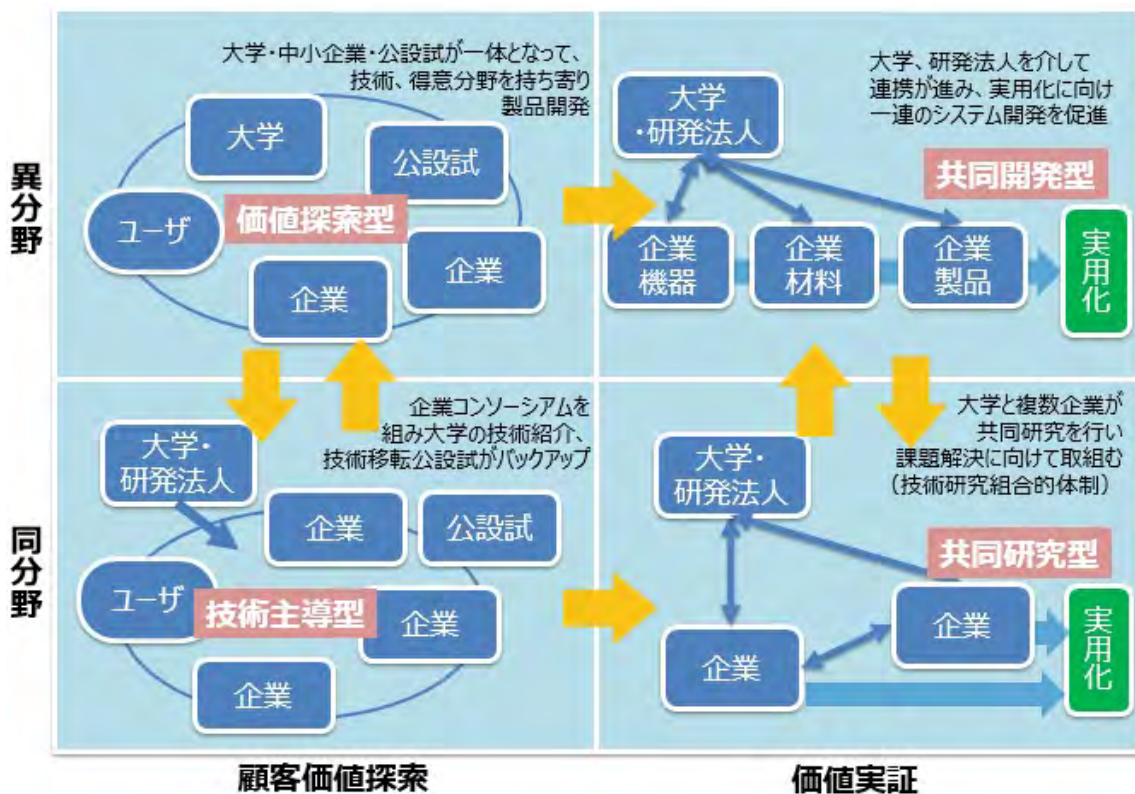
・大学と複数企業が共同研究を行い課題解決に向けて取り組む

「同分野・価値実証型」

などを例に、さまざまなスタイルがあり得るものとする。

さらに、研究開発を進め、その成果を具体的に実用化、事業化し、国内外の市場に展開していくまでの全体のストーリーの検討も、あわせて行う。これにより、新たな「イノベーションスタイル」のモデルや仕組みを構築し、幅広く他の分野や地域へ横展開していくことを目指す。また、研究開発のフェーズは基礎的研究から応用的・実用的研究までの範囲を対象とし、研究実施者は、実施している研究開発テーマについての紹介やテーマ間の有機的な連携の検討など、定期的に情報交換を行うことを考慮に入れつつ、研究開発を実施するものとする。

図表 2-1 「イノベーションスタイル」のイメージ

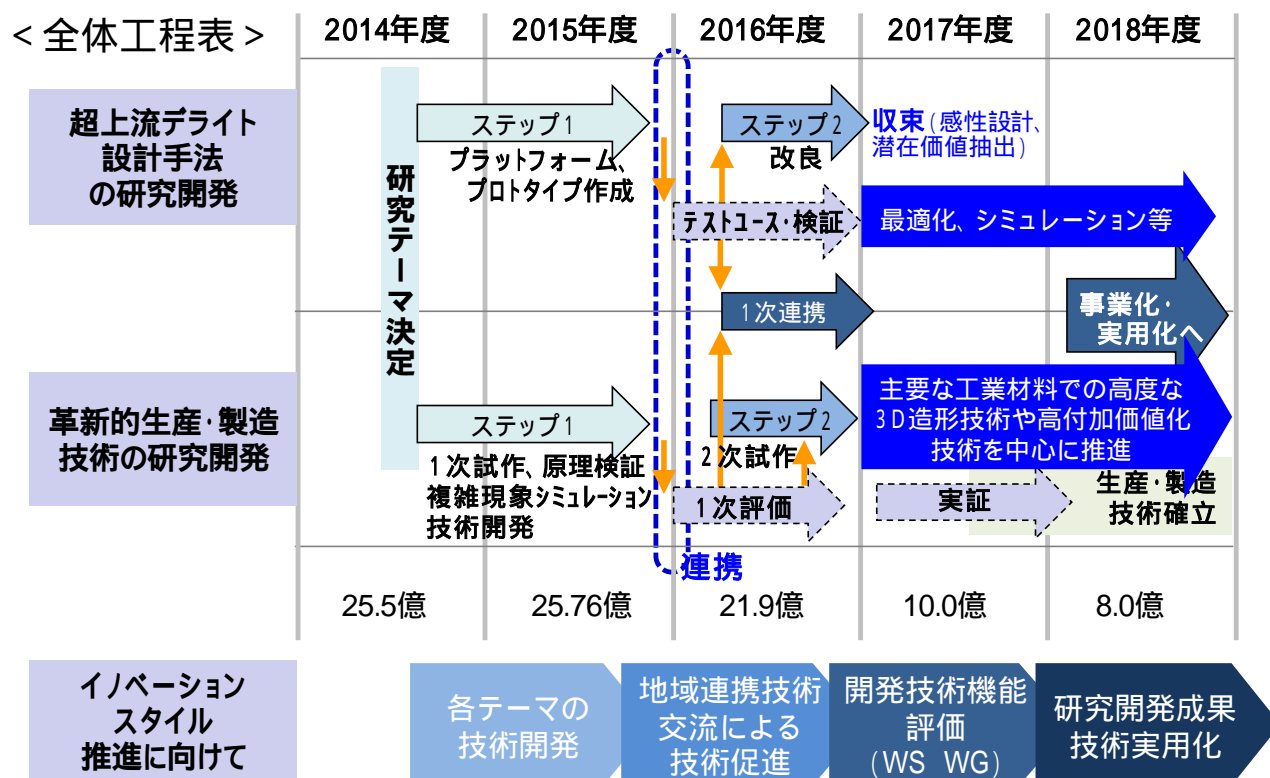


## (2)研究開発目標の設定

本プログラムでは多様な製品群を対象としており、分野毎に技術競争軸や指標が異なり、また、ものづくり連携としてのイノベーションスタイルの研究開発プロセスを通して、多様な設計手法、付加価値基準や新しい指標を同時に作り上げていくため、研究開発テーマ毎に国内外の技術開発動向を考慮しつつ、実用化に向けた定量的な技術目標(中間目標(2016年度)、最終目標(2018年度))を設定するものとする。そして、本プログラム全体の中間目標(2016年度)として、研究開発項目(A):新たな設計手法のプラットフォーム(設計支援ツール等)のプロトタイプを9件完成。研究開発項目(B):新たな生産・製造技術について、9件の一次試作及び原理検証を完了。最終目標(2018年度)として、プログラム終了後も広く活用される設計ツールや新たな生産・製造技術やツールを30件程度開発する。このうち、特に顕著

な成果として実用化レベルのツール完成 15 件に取り組む。また新たな設計ツールもしくは新たな生産・製造技術やツールの活用事例 15 件の作成を目指す。

図表 2-2 全体工程表



### (3) 研究開発の研究期間

2014年度から2018年度までの5年間とする。

### (4) 事業規模等

研究開発項目(A)及び(B)を合わせ、2014年度 総額 25.5 億円、2015年度 総額 25.76 億円、2016年度 総額 21.9 億円、2017年度 総額 10.0 億円、2018年度 総額 8.0 億円。

2014年度、2015年度は24研究開発テーマを実施する。2016年度は新規テーマを追加し、27研究開発テーマを実施する。2017年度は9研究開発テーマを終了とし、18研究テーマを実施する。2018年度はさらに6研究開発テーマを終了とし、12研究テーマを実施する。

## (5)研究開発実施内容

研究開発を実施するにあたり、研究開発フェーズは基礎的研究と応用的・実用的研究の2つのフェーズごとに、研究開発項目(A)、(B)、(A)と(B)を同時に実施する(A&B)の3つのカテゴリーで、24の研究開発テーマを実施してきた。2016年度に研究開発項目(A)に3テーマを追加し、2016年度は27の研究開発テーマを実施してきた。

2016年度で、下記研究開発テーマに関しては、SIPでの研究開発を終了することとする。

全体俯瞰設計と製品設計の着想を支援するワークスペースの研究開発

バイオイノベーティブデザインの研究開発

データマイニング、遺伝的アルゴリズム、迅速試作技術の融合による進化的ものづくりシステムの構築に向けた研究開発

計測融合計算化学を活用したスノースポーツ用品の最適化

チーム双方向連成を加速する超上流設計マネジメント/環境構築の研究開発

②④東工大―大田区協創による喜びを創出する革新的ものづくり環境の構築と快適支援機器の設計製造技術の開発

②⑤デライトものづくり発想支援システムの開発

②⑥インタラクティブ型デライト設計プラットフォームの研究開発

②⑦ヒューマンフィットデライト価値創出システムの開発及び実証

2017年度で、下記研究開発テーマに関しては、SIPでの研究開発を終了することとする。

CAM-CNC統合による革新的な工作機械の知能化と機械加工技術の高度化

次世代型高性能電解加工機の研究開発

マルチタレット型複合加工機(ターニング・ミーリング)による複雑形状の簡易・確実・高精度な知的加工システムの研究開発

革新的デライトデザインプラットフォーム技術の研究開発

フルイディック材料創製と3Dプリンティングによる構造化機能材料・デバイスの迅速開発

ガラス部材の先端的加工技術開発

2018年度は12の研究開発テーマを実施していく。

## 全体俯瞰設計と製品設計の着想を支援するワークスペースの研究開発

### 基礎的研究/研究開発項目(A)

#### )実施内容

製品設計の超上流で活用する、これまでにない設計ツールを開発し、新規性の高い小型風車開発や地域産業(焼酎製造)、また産業応用として工業製品設計を対象として、本提案の実証・展開を行う。本事業で開発するシステムは、設計時において考慮すべき市場動向、性能、コストなど異なる評価軸を俯瞰して意思決定を支援することや、設計アイデアの発想を促すデータの多角的自動分析機能を備え、設計者に様々な情報を提供することを特徴とする。

#### )研究開発の最終目標

システム開発を完了し、風車設計などについて適用・検証をすすめ、開発効率(期間やコスト)を改善できることを目標とする。また、システムリリースの準備と普及展開のサポート体制構築を終了し、企業などへの展開を進める。

#### )2014年度の達成目標

全体俯瞰設計システムの主要要素ソフトウェアに関する基本仕様を確定し、最終的な開発システムを実証事例へ適用するシナリオ、および開発システムを利用した新設計開発プロセス、システム評価法を検討し、評価計画を立案すること。

#### )2015年度の達成目標

全体俯瞰設計を実現する基盤ソフトウェアと機能モジュール群のプロトタイプ開発を終了すること。開発システムを風車実証事例へ適用し、部分的に評価を開始する。同時に、プロトタイプを文科省HPCI 戦略プログラムの自動車熱設計研究課題へ適用し、アウトカムの早期創出を狙う。これにより、本課題の産業分野への展開可能性を示す。適用効果や改善課題を抽出し、システム改善へとつなげるとともに、開発ソフトウェア群の早期リリースを実現する。

#### )2016年度の達成目標

前年度までに開発したソフトウェアの中から効果の大きなものを少なくとも一つ以上選択し、内外のプロジェクトで活用できるように整備し、アウトリーチにつなげることを目標とする。

#### )所要経費

0.5億円(2014年度)、0.5億円(2015年度)、0.3億円(2016年度)

#### )研究責任者

理化学研究所計算科学研究機構 チームリーダー 小野 謙二

#### )研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

理化学研究所、和歌山大学、九州大学、東京大学、熊本大学、熊本県産業技術センター、(株)静岡プラント

## 迅速で創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化に基づく超上流設計法の開発

### 基礎的研究/研究開発項目(A)

#### )実施内容

迅速で創造的な製品設計を可能とする逆問題的超上流設計法の開発を目的として、トポロジー最適化とデジタルエンジニアリング技術との有機的統合化に基づく革新的な構想設計法を構築する。

#### )研究開発の最終目標

熱、磁気、電磁波制御デバイス等のマイクロ・マクロ構造創成設計法を開発し、複雑な設計曲面や3次元領域において、従来製品よりも高性能なデバイス、あるいは、軽量化可能な部品の設計案を提案出来る方法を開発する。その設計案をもとにデバイスの製造技術の開発を行い、実デバイスを作製する。あわせて、実デバイスの自動車製品等の展開を進める。また、構造力学問題を対象として、既存の商用3DCADを用いて、自動化と、設計過程の時間短縮を可能とする構想設計法のシステム化を実施する。

#### )2014年度の達成目標

熱制御問題を対象に、トポロジー最適化手法による構造創成設計法の基礎開発を行い、平面形状のデバイスの設計案を作製する。さらに、その設計案をもとに、デバイスの製造技術の基礎検討を行い、その検討結果に基づく試作品の作製を試みる。

#### )2015年度の達成目標

熱制御問題を対象に、マルチスケール解析とトポロジー最適化手法によるマイクロ・マクロ構造創成設計法を開発・検討し、平面形状のデバイスの従来製品よりも高性能な設計案を提案する。さらに、その設計案をもとに、デバイスの製造技術の基礎検討を行い、その検討結果をもとに試作品を作製する。また、汎用性の高いシステム構築のため、自動化を目指した最適構造からCADモデルを作成可能なソフトウェアを改良する。

#### )2016年度の達成目標

熱構造連成問題を対象としたマイクロ・マクロ構造の設計法の開発を進めるとともに、EMC問題を対象に従来のフェライトで構成されるデバイスに対し、特定の単一周波数について、重量当たりノイズ遮蔽率を達成可能な平面型電磁波制御デバイスの構造案を提案できる方法の基礎検討を行う。さらに、超精密加工による電磁波制御デバイスの製造方法の検討を行う。また、最適構造からCADモデルを作成可能なソフトウェアの実装を進め、実設計問題への展開を進めるとともに、トポロジー最適化のソフトウェアの実装を行う。

#### )2017年度の達成目標

熱構造連成問題と電磁波問題を対象とした3次元曲面上におけるマルチスケール最適設計法の開発を進めるとともに、EMC問題を対象に従来のフェライトで構成されるデバイスに対し、特定の単一周波数について、重量当たりノイズ遮蔽率を達成可能な平面型および曲面型電磁波制御デバイスの構造案を提案できる方法の検討を行う。また、トポロジー最適化のソフトウェアの実装・改良を行うとともに、最適構造からCADモデルを作成するソフトウェアとトポロジー最適化のソフトウェアを統合化し、システム化実装を進める。併せて、事例創出のための拠点生成と拠点の充実化を進める。

### ) 2018年度の達成目標

熱構造連成問題と電磁波問題を対象としたマルチスケール最適設計法の開発を進めるとともに、EMC 問題を対象に従来のフェライトで構成されるデバイスに対し、特定の単一周波数について、重量当たりノイズ遮蔽率を達成可能な平面型電磁波制御デバイスの構造案を提案できる方法の検討を引き続き進める。また、トポロジー最適化のソフトウェアの実装・改良を行うとともに、最適構造から CAD モデルを作成するソフトウェアとトポロジー最適化のソフトウェアを統合化し、システム化実装を完了する。併せて、事例創出のための拠点生成と拠点の充実化を進める。

### ) 所要経費

0.6 億円(2014年度)、0.8 億円(2015年度)、0.5 億円(2017年度)、0.4 億円(2018年度)

### ) 研究責任者

京都大学大学院工学研究科 教授 西脇 眞二

### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

京都大学、(株)豊田中央研究所、(株)岐阜多田精機、(株)ナガセインテグレックス、(株)くいんと、アイシン・エイ・ダブリュ(株)、東北大学

## CAM-CNC 統合による革新的な工作機械の知能化と機械加工技術の高度化

### 基礎的研究/研究開発項目(B)

#### )実施内容

機械加工技術の高度化を目的に、機械加工を加工用プログラム(NC プログラム)で指令する方式から、加工中に工具位置や工具姿勢を計算して逐次指令する方式に転換して革新的な工作機械の知能化技術を開発する。世界でも例がない加工プロセスの制御が実現でき、機械加工を工作機械に指令するのではなく、工作機械に任せることが可能となる。NC プログラムの作成に要する多大な労力が不要となり、リードタイムの削減や、自律分散型工場の実現に貢献できる。

#### )研究開発の最終目標

機械加工を加工用プログラムで指令する方式から、加工中に工具位置や工具姿勢を計算して逐次指令する方式に転換して、3D プリンタのように製品と素材の3次元CADモデルから機械加工を達成(加工用プログラム作成時間がゼロ)できる世界初のNC工作機械を製品化する。また、そのNC工作機械の特徴を活かして、切削力の適応制御、機上計測による修正加工を実現する。具体的な加工事例でテストカットを実施して、切削力の適応制御による加工トラブルの発生の低減、修正加工による加工精度の改善を検証する。

#### )2014年度の達成目標

加工形状に応じた工具送り速度や工具姿勢を制御する工具モーション制御の機能を開発する。また、製品と素材の3次元CADモデルから加工領域を分割して加工順序と使用工具、加工条件を決定する工程設計システムを開発して、既存の仮想加工システムに統合する。統合したソフトウェアをオープンアーキテクチャのCNC装置に実装し、3DプリンタのようにNC工作機械が製品と素材の3次元CADモデルから機械加工を達成(加工用プログラム作成時間がゼロ)できるように、ソフトウェアの改良と調整を行う。

#### )2015年度の達成目標

切削力シミュレーション技術の開発：最終目標の切削力適応制御を実現するために、切削力を加工中に予測する技術を開発する。

NCプログラムを必要としない知能化NC工作機械の試作：試作中の知能化NC工作機械を欧州工作機械見本市(EMO Milano 2015)にテスト出品する。また、具体的な加工事例で3Dプリンタのように製品と素材の3次元CADモデルから加工用プログラムの作成時間ゼロで機械加工が達成できて、製造リードタイムが短縮できることを示す。さらに、試作中の知能化NC工作機械に工具モーション制御の機能を追加する。

#### )2016年度の達成目標

2015年度の成果である切削力シミュレーション技術を適応制御のアルゴリズムに適用して、切削力のシミュレーション結果に基づく切削力適応制御の実証用ソフトウェアを開発する。

切削力適応制御を実現するために、CNC装置のCPUの高性能化あるいはGPGPUの追加を検討する。切削力適応制御のテスト加工に成功した場合、第28回日本国際工作機械見本市(JIMTOF 2016)で試作機を展示してデモ加工を行う。

2015年度に完成した試作機ではNCプログラムを作成する必要がなく機械加工のリードタイムが短縮できることから、一品製品(カスタマイズ製品)の受注加工のニーズがある。このため機械加工用の工程設計支援システムを新たに研究開発して、加工対象となる加工形状を拡張する。



**) 2017年度の達成目標**

2016年度に開始した機械加工用の工程設計支援システム研究開発を継続し、加工対象となる加工形状を拡張する。

2016年度に開発した切削力適応制御の実証用ソフトウェアをCNC装置に実装し、第2次試作機(切削力適応制御)を開発する。

第1次試作機(NCプログラムレス加工)の実用化検証を行い、信頼性・完成度を高めて商品化に注力する。

**) 所要経費**

0.4億円(2014年度)、0.7億円(2015年度)、0.4億円(2016年度)、0.1億円(2017年度)、0.4億円(2018年度)

**) 研究責任者**

神戸大学大学院工学研究科 教授 白瀬 敬一

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

神戸大学、ソフトキューブ(株)、キタムラ機械(株)



)実施内容

産業ニーズに合わせた原料複合粒子を迅速に提供可能な「ナノ物質の集積技術(複合化)」の確立及び、安価で大量に複合粒子を製造する技術(装置)を開発する。

)研究開発の最終目標

ナノ物質の集積複合化技術を確立することにより、ナノデザインされた種々の新規形態複合粒子を提案する。また、複合粒子を活用した先端材料開発の実例を示すことで各種産業分野の活性化に寄与する体制を確立する。このために、複合粒子の大量生産装置の開発を行い、安価で迅速な複合粒子供給システムを構築する(ナノ複合粒子製造装置の生産量:10kg/h)。

)2014年度の達成目標

複合粒子製造装置の処理濃度(サスペンション濃度)を開発当初の5~10vol%から3~4倍程度の高濃度化を試みることで処理能力の向上(300~400g/h)を図る。また、複合粒子の活用例として、AD法、レーザー焼結用複合粒子を設計する。

)2015年度の達成目標

複合粒子の大量製造技術の確立を目指す。平成26年度に得られた基礎的なデータに基づき製造能の増大(1kg/h)を図る。これと並行して、作製する複合粒子の品質の向上を目指す検討を開始する。投入した原料粒子の90~100%が目指した吸着率で複合化できる技術を確立する。粒子活用事例として、AD法による透明導電アルミナ等の開発を行う。また、局所加熱造形法(例えばレーザー焼結)における焼結特性の向上のための複合粉末の開発を行う。従来の粉末との比較で20~30%の焼結性改善を目指す。

)2016年度の達成目標

昨年度に開発した複合粒子製造装置のスケールアップに関連して発生する問題点の抽出、並びに改善をはかり、連続型複合粒子製造装置の最適化を進める。特に、被覆量の均質化が可能となる仕組みを更に精査することで、広い範囲の被覆量(20~80%)に対して、1kg/hの製造量を達成する。複合粒子活用例として、多種の複合粒子を用いた多元多機能AD膜の開発に取り組む。3D造形への複合粒子の活用も逐次検討を進める。特に新規グリーン体造形技術への応用を開始する。これに加え熱融解積層法に用いる複合フィラメント製造装置の確立を目指す。

)2017年度の達成目標

昨年度に開発した試作機をベースとして、5kg/hを実現し、多様な粉末に対応するために操作性向上を目指したシステム化を行う。被覆量を連続的に変化させる製造技術(母材粒子と被覆量の体積比を0~40%程度)を確立する。得られた複合粒子を用いて、傾斜構造を有する板材(傾斜組成範囲:0~40%程度)の開発を行う。関連して、昨年度、予備的検討を終えた、セラミックス直接3D造形用粉末を原料とした局所加熱による焼結体を作製する。京都大学、西脇教授らのグループとの連携を希望しており、トポロジカルデザインを導入した機能性部材の検討を開始する。

)2018年度の達成目標

複合粒子製造量10kg/hの達成にむけた装置の完成を目指す。並行して岐阜県セラミックス研究所にテストコース可能な、より汎用性の高い製造装置を設置し、複合粒子を用いた材料開発に関する技術の普及を目指す。母材粒子と添加粒子の体積比を厳密に制御した複合粒子、複合顆粒を用いて組成比0~100%で変化する傾斜構造を有する特殊部材の開発を行う。

**)所要経費**

0.3億円(2014年度)、0.4億円(2015年度)、0.3億円(2016年度)、0.2億円(2017年度)、  
0.3億円(2018年度)

**)研究責任者**

豊橋技術科学大学総合教育院(電気・電子情報工学系(兼)) 教授 武藤 浩行

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

豊橋技術科学大学、岐阜県セラミックス研究所

## 次世代型高性能電解加工機の研究開発

基礎的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

従来の切削加工や放電加工では得られない、高付加価値部品を高能率に高精度で加工できる技術の確立に向けて、電解液処理、パルス電源、工具電極の送り制御、工具電極構造に新たな原理を取り入れ、ナノレベルに近い加工除去単位と高速加工の両立を行い、環境負荷にも考慮した5軸制御の電解加工システムを開発し、金属加工技術の飛躍的性能向上を図る。

### )研究開発の最終目標

加工シミュレーションソフトに支援された高能率・高精度な5軸の電解加工システムを確立する。超硬合金、ニッケル合金に代表される難加工材の加工において、加工速度及び加工精度の向上を実現する。

### )2014年度の達成目標

電解加工現象の解明のため、平行平板間の加工現象の可視化を行う。気泡や温度上昇を考慮したシミュレーションを静止液加工について行い、加工精度との関係を解明する。また、6価クロム還元、スラッジ分離の実験装置を製作し、処理能力の評価を行う。

難加工材の電解加工について、実験装置の構築と条件の調査を実施し、加工電源・フラッシングの仕様について検討を行う。また、3軸プロト機の設計を行い、ベースとなる機械を製造する。

### )2015年度の達成目標

回転パイプ電極から電解液噴流を行う場合の現象解明を行い、 $\pm 20\%$ の形状シミュレーション精度を得る。また、各種還元薬液、逆電解法でのクロム回収率、遠心分離法等の分離効率を評価。

難加工材の加工条件選定と非導電性材料の微細加工。30 $\mu\text{m}$ の超硬合金軸を加工速度0.02g/min、Ra0.1 $\mu\text{m}$ で加工。チタン合金の加工速度2g/minを実現。5mmの小径吸引工具による創成加工。10 $\mu\text{m}$ の電解液ジェット軸加工。6mmの曲がり穴を加工速度1mm/minで加工。静電誘導給電による10 $\mu\text{m}$ の軸加工。

200Aの両極性パルス電源装置を搭載した3軸プロト機と、微細加工用の電解加工機を試作。

### )2016年度の達成目標

(テーマ) 平行平板電極間で生じる、熱流体、電流密度分布、電気化学現象を解明し、50mmのシミュレーション精度を実現する。小型化省エネ化が可能な6価クロム還元装置、凝集・沈殿・ろ過装置を製作し、試作機に組み込み、処理能力の評価を行う。

(テーマ) 精度10 $\mu\text{m}$ のチタン合金の形状創成を実現。絶縁体の電解放電加工において、押しつけの安定化と高速化を実現。また、数値解析に基づき、吸引工具の設計を改良。なお、曲がり穴加工において、超音波振動付与と電極構造の検討により、加工要件を明確にする。微細軸加工や穴加工における微細化限界や、アスペクト比の限界を調べ、微細放電加工と比較。

(テーマ) 電解加工用電源装置の更なる性能向上のための仕様を検討し、加工面の品質と加工精度とを両立できる電源装置とする。また、5軸の電解加工機とするための仕様を検討し、2軸の回転軸をプロト機に組み込む。さらに、従来の電解研削の問題点を確認し、改善技術の開発を行う。特に超硬合金の高精度加工ができる技術とする。

### )2017年度の達成目標

(テーマ) 多軸加工のシミュレーションを開発し、50mmのシミュレーション精度を実現する。小型化が可能な6価クロム還元装置、凝集・沈殿・ろ過装置を製作し、試作機に組み込み、処理能力の評価

を行う。

(テーマ )チタン合金の創成加工精度 2mm を実現する。タングステンと超硬合金の微細加工、絶縁体の微細加工(直径 1mm 以下の軸加工)、3次元曲がり穴加工、曲面へのテクスチャリング加工を行う。

(テーマ )試作機を 5 軸化し、5 軸加工ソフトを組み込む。また、ユーザ企業との連携によりサンプル加工を行い、加工条件データベースを構築する。

**)所要経費**

0.3 億円(2014年度)、0.3 億円(2015年度)、0.3 億円(2016年度)、0.1 億円(2017年度)

**)研究責任者**

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻 教授 國枝 正典

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

東京大学、東京農工大学、静岡理工科大学、(株)放電精密加工研究所、関東学院大学、豊田工業大学、(株)牧野フライス製作所、(株)アクリテック

## 超3D造形技術プラットフォームの開発と高付加価値製品の創出

基礎的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

3次元マイクロ・ナノ光造形技術と3次元ソフト・ハード鋳型技術を融合し、高付加価値製品の製造拠点として「超3D造形技術プラットフォーム」を構築し、実用デバイスの製造に向けて、超高速造形が可能なナノ光造形技術、超高精度な全方位型マイクロ造形技術、多様な材料を用いた3D造形を実現する鋳型技術を開発する。

### )研究開発の最終目標

造形時間の短縮化、加工線幅の安定の実現。

### )2014年度の達成目標

2014年度に以下の項目の開発を完了する。

- ・空間光変調素子を用いたマイクロ光造形装置の構築
- ・3D-CAD空洞化アルゴリズムの完成
- ・光ファイバー造形基礎実験
- ・セラミックス鋳型技術の加工精度の向上
- ・人工血管モデル用鋳型の試作

・公的支援期間との産学官連携体制を構築

### )2015年度の達成目標

2015年度に以下の項目の開発を完了する。

- ・硬化障害レーザを用いたナノ光造形装置の構築
- ・人工血管モデルの試作と細胞培養実験の実施
- ・普及機の完成
- ・神奈川県産業技術センターに普及機を設置
- ・超3D造形ものづくりネットワークの発足と産学官連携の促進

### )2016年度の達成目標

- ・ナノ光造形装置の試作と機能検証
- ・光ファイバーを用いた全方位型造形装置のフィージビリティスタディと課題抽出
- ・3Dセラミックス構造体製造プロセスの確立と企業・大学などによる試作評価の開始
- ・マイクロ把持ツールを用いたロボット組立装置の開発
- ・普及型3D造形装置を用いて、受託試作、and/or 企業による利用を実施

### )2017年度の達成目標

- ・ユーザーインターフェース等の改良による普及機(第一世代)の実用化企業の選定
- ・普及機(第二世代)の開発とナノインプリント鋳型への応用

**) 2018年度の達成目標**

- ・普及機の実用化に向けて、普及機(マルチスケール型)のプロトタイプ機を開発
- ・普及機による高精度3D造形を可能とする3Dモデル編集ソフトウェアを開発
- ・造形範囲を拡大した普及機(第二世代)の開発と神奈川県立産業技術総合研究所での公開利用開始

**) 所要経費**

0.4億円(2014年度)、0.4億円(2015年度)、0.4億円(2016年度)、0.3億円(2017年度)、0.2億円(2018年度)

**) 研究責任者**

横浜国立大学大学院工学研究院 教授 丸尾 昭二

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

横浜国立大学、(地独)神奈川県立産業技術総合研究所

## イノベーションソサエティを活用した中部発革新的機器製造技術の研究開発

### 基礎的研究/研究開発項目(B)

#### )実施内容

金属とポリマー材料や特性の異なるポリマー材料を任意に積層できるリアルマルチ材料積層造形技術を用い、超リアル手術シミュレータ実体モデル製造技術の基礎研究開発を行う。また、複雑な骨折箇所を迅速的確に固定を可能とする Ti の金型フリー板材成形技術による即時オーダーメイド体内固定用プレート製造技術の基礎研究開発を行う。加えて、開発する技術や製品の社会実装や、研究開発から生まれた新技術やその分野横断的技術の体系化・規格化・標準化を進めるシステムを構築する。

#### )研究開発の最終目標

金属とポリマーや異種ポリマーのマルチスケール、マルチ材料による複合化技術(造形範囲 50 mm 立方、造形精度 50 μm、弾性率範囲 100k ~ 1GPa)を実現し、精密心臓モデル(温度測定機能:60 ~ 90 °C、温度精度 ±2 °C、迷走電流再現機能等)をパーツレベルで製作。

即時オーダーメイド体内固定用 Ti プレート(板厚 1mm、造形範囲 100mm 立方、精度 0.5 mm)を成形可能なシステムを実現。

日本機械学会内にイノベーションを継続的に推進できる組織・システムと、イノベーション推進に資する国際会議を開催。

#### )2014年度の達成目標

- ・ミリメートルオーダーの領域において、金属-ポリマー単層造形法を開発。
- ・100 kPa ~ 1 GPa の範囲でヤング率を任意に調整したポリマーの3次元造形システム(造形範囲:サブmm ~ mm)を試作。このシステムで温度場計測可能な血管モデル試作。
- ・板厚 0.5-0.8mm の Al 合金、Mg 合金および板厚 0.3 mm の Ti のインクリメンタルフォーミング実現。
- ・イノベーションソサエティとして、日本機械学会内の専属組織の立ち上げと、イノベーションフォーラムシステムの仕様決定、試験運用開始。

#### )2015年度の達成目標

- ・レーザー還元直接造形法により、Cu とポリマーからなる導電性パターンと絶縁層の複合構造を 2×2 × 0.01 mm 以上の形成領域で実現し、血管モデル用の絶対温度センサを作製。
- ・異種ポリマーのマルチスケール・マルチ材料積層造形システム(最大造形範囲:10 mm 立方)を構築し、室温から 60 °C 以上に上昇したことを示す温度履歴を提示する機能を有した血管モデルを作製。
- ・Al 合金板および Mg 合金板は板厚 1.0 mm、Ti 板は板厚 0.5 mm を加工するインクリメンタルフォーミング技術と、デジタル画像相関法による成形形状の測定結果のフィードバックによる成形精度向上技術の開発。
- ・マルチ材料造形で用いるノズル射出部から造形エリアまでの液滴の形状および状態変化の精密計測および高速描画ステージの導入と有限要素法による温度分布解析。
- ・イノベーションフォーラムシステムのプロトタイプの完成とその評価・改良・イノベーションカンファレンスの開催。(参加者数:150名以上、発表総数:100件以上(ポスター発表等を含む))

#### )2016年度の達成目標

- ・レーザー還元直接造形法により、Cu とポリマーからなる導電性パターンと絶縁層の複合構造を積層化し(造形範囲 2×2×0.3 mm)、血管モデル上での絶対温度センサの3D化。

- ・異種ポリマーのマルチスケール・マルチ材料積層造形システム(最大造形範囲:50 mm 立方、造形精度 50 μm、弾性率範囲 100k~1G (10<sup>5</sup> 範囲)Pa))を実現し、温度場の3次元計測センサ(温度測定機能 60~90 ,精度:±2 )を組み込んだ精密な手術シミュレーション用血管モデルを作製。
- ・Al, Mg, Ti 板(板厚 1.0 mm, 寸法 100 mm 立方, 精度 0.5 mm) インクリメンタルフォーミング技術の実現と切削加工の援用による精度 0.1 mm への向上。
- ・成形範囲 20mm×20mm×0.2mm 以下, 成形精度 0.1mm の純チタン, ステンレスの箔材のミニチュアインクリメンタルフォーミング技術を開発。
- ・血管・心臓モデルを手術シミュレーションに供するための筐体として超精密人体シミュレータ EVE-2 の最終プロトタイプを試作。
- ・血管モジュールに無線通信機能を搭載し, IoT 時代の高機能血管モジュールを構築。
- ・イノベーションフォーラムシステムの SIP クラスターメンバーへの開放と, iJSME2016 の開催。

### 2017年度の達成目標

- ・各チームの成果を公開し, 新たなニーズとシーズのマッチングを実現するサイバー拠点の主要システムである, ものづくり AI ネットワークプラットフォーム: PLANET AIDeA (PLAtform of NETwork by Artificial Intelligence for Delight Art) システムの外部活用を開始。
- ・金属 - ポリマ - リアルマルチ材料積層造形技術及び異種ポリマ 材料積層法により, 温度計測機能を有し, 様々な物理特性を有する心臓モデルの一部(心室)を作製。
- ・新たな疾患例として, 迷走電流を再現した心臓モデルの一部(心室)を作製。
- ・EVE-2 用部品(筐体等)の迅速作製のために, 成形範囲 20mm×20mm×0.2mm 以下, 成形精度 0.1mm の金属箔材のミニチュアインクリメンタルフォーミングと成形範囲 100mm×100mm×2mm の樹脂板材のインクリメンタルフォーミング技術を確立。
- ・血管・心臓モジュールを構築し, EVE-2 のプロトタイプを試作するとともに, 中部地域の医療機関等への試験提供に基づくデータ収集を実施。
- ・日本機械学会のHPをポータルサイトとして, イノベーションフォーラムシステム(Web会議システム)のSIPメンバー及び日本機械学会一般会員への開放
- ・2017年10月8,9日にiJSME 2017を名古屋大学にて単独で開催。

### 2018年度の達成目標

- ・前年度公開した PLANET AIDeA システムやイノベーションカンファレンスシステムの改修や機能強化を実施し, 現行の本 SIP の HP のコンテンツを継承したワンストップ Web ポータルを構築。
- ・温度センサや迷走電流を再現した多様な材料を用いた心臓モデルを作製し, 手術シミュレータユーザーへの試用結果をもとに, シミュレータの問題点を明確化し, その改良を実施。
- ・成形範囲 500mm×500mm×2mm 以上の樹脂板材のインクリメンタルフォーミング技術を確立し, EVE-2 用部品(筐体等)の迅速作製を実例に試作を行い, その改良を実施。
- ・各基盤技術を用いて心臓モジュールを構築し, EVE-2 の最終プロトタイプを試作するとともに, 中部地域の医療機関等への試験提供に基づくデータ収集を実施。
- ・日本機械学会のHPをポータルサイトとして, イノベーションフォーラムシステム(Web会議システム)を実現。
- ・2018年11月に, 東京にて iJSME 2018 を開催。



**)所要経費**

0.7億円(2014年度)、0.9億円(2015年度)、0.7億円(2016年度)、0.5億円(2017年度)、0.5億円(2018年度)

**)研究責任者**

名古屋大学大学院工学研究科 教授 秦 誠一

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

(一社)日本機械学会、名古屋大学、福井大学、ファイン・バイオメディカル(有)

## 分子接合技術による革新的ものづくり製造技術の研究開発 基礎的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

自動車、航空機、半導体、医療関連機器などの幅広い産業機器類の部材において利用される異種材料の接合及び複合材料の試作・評価の重要性に鑑み、分子接合技術を活用した軽量、低コスト化製品等を創出することを目的に、活用範囲の解明、接合性や易加工性を付与した材料開発、接合表面の高度化、新機能性製品の実用化等の研究開発を行う。

### )研究開発の最終目標

分子接合剤の特性解明をすることによってトリアジンチオール誘導体による分子接合技術を活用し、樹脂と金属の接着において樹脂が破断する接着強度 200N 以上の新しい一貫接合機能性製品といった軽量、低コスト化製品等の創出に資する研究開発を進め、自動車部材、電気電子部品等への技術移転を図るとともに、3D 配線基板である薄肉微細形成による次世代マイクロプロセッサユニット用ソケット等を実用化する。震災復興及び我が国のものづくり産業のイノベーション創出を図る。

### )2014年度の達成目標

分子接合剤による表面制御・界面制御・接合技術に関し、金属への分子接合剤の吸着硫黄量を従来の 0.5w% を超える 0.8w% を達成する。微小粉体のメタライジングにおいて球状微粒子径 100nm ~ 100 μm を合成する。次世代マイクロプロセッサユニット用ソケットの実用化研究に関し、高速伝送を実現するシールド機能付多接点ピン型ソケット製造の設計を完了する。

### )2015年度の達成目標

分子接合技術を活用し、樹脂と金属の接着複合体である放熱材料のモデル製造と熱伝導率の測定装置を試作する。次世代マイクロプロセッサユニット用ソケットの実用化研究に関し、高速伝送を実現するシールド機能付多接点ピン型ソケットのモデル製造とメタライジングを完了する。コーディネータの雇用、分子接着技術市場性調査と成果普及活動セミナー等の取り組みを構築する。

### )2016年度の達成目標

金属の表面処理の最適化条件を検討し、被膜の安定性、経年劣化因子を解明する。また、特殊配合剤の樹脂導入による結晶化温度低下に取り組む。さらには、次世代マイクロプロセッサユニット用ソケット、タクトスイッチ、各種複合部材等の研究・実用化開発を進め、新たに試作(10件以上)、実用化研究(2件以上)に着手するとともに、企業マッチングや市場性調査等による技術普及の取り組みを加速する。

### )2017年度の達成目標

各種材料との分子接合剤の吸着反応性について単位面積当たりの吸着質量を各種条件で測定する。また分子接合剤と諸材料間で化学結合又は一時結合が生成することを確認し、分子結合剤結合諸材料の生成物量を解析する。また、フレキシブル放熱材料、熱伝導性評価装置、射出成型による樹脂金属のスイッチ製品の実用化開発を進め、昨年度に引き続き企業マッチング及び技術セミナーの開催を開催し、技術普及に努める。

### ) 2018年度の達成目標

これまでの接合実証試験研究から、各材料間における分子接合技術の限界又は活用範囲を解明する。技術の普及展開のために接着カタログを作成・公開し、全国各地で技術普及セミナーを実施する。フレキシブル放熱材料、熱伝導性評価装置、射出成型による樹脂金属のスイッチ製品等、各種試作品の実用化開発を進める。

当該技術の持続的な利用促進を目指したプラットフォームを大学、地域企業、公的研究機関等とともに構築し、企業ニーズの取集と、当該技術の普及活動を通じ、多くの事業化事業の創出を図る（拠点形成：岩手大学次世代技術実証研究ラボ）。

### ) 所要経費

0.8億円(2014年度)、0.7億円(2015年度)、0.6億円(2016年度)、0.5億円(2017年度)、0.4億円(2018億円)

### ) 研究責任者

岩手大学工学研究科 教授 平原 英俊

### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

岩手大学、(地独)岩手県工業技術センター、(株)いおう化学研究所、アルプス電気(株)

## マルチタレット型複合加工機(ターニング・ミーリング)による複雑形状の簡易・確実・高精度な知的加工システムの研究開発 基礎的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

誰でも簡単かつ確実に高精度に複雑形状部品を創成することを目的として、加工工程の最適化、工具干渉回避、知能化制御によるユーザフレンドリー技術に基づくマルチタレット型複合作業機械のための知的加工システムの開発を行う。

### )研究開発の最終目標

3カ所に設置された切削工具により複数箇所と同時に加工が可能であるマルチタレット型複合作業機械を活用するために、工程設計から知的加工までを自動化し、複雑形状の簡易・確実な加工を実現するシステムの開発を目指す。

### )2014年度の達成目標

2014年度では、干渉を回避した最適加工工程・NCプログラムの生成技術の開発として、以下の項目の開発を完了する。

・干渉回避用データ構築アルゴリズム、シングル切削工具対応プロセスプランシステム、測定技術開発項目明確化

また、高精度・高速・最適加工を実現する知能化技術の開発として、以下の項目の開発を完了する。

・センサレス切削力推定技術、プロセス同定モデルの構築、最適機構・構造の設計

### )2015年度の達成目標

要素技術である最適加工工程・NCプログラムの生成技術について以下を達成する。

・工作機械環境に対応した干渉回避用データの自動構築(作業の簡素化)

・マルチ切削工具対応プロセスプランシステム

・小型カメラ型測定機プレプロトタイプ開発: 範囲 100×100 mm, 精度 ±0.1 mm, 金属面対応

また、要素技術である知能化技術について以下を達成する。

・切削力推定技術開発: 推定精度 ±10N, 推定帯域 1kHz

・切削力情報に基づくプロセス同定シミュレータ開発(加工精度の推定): 推定精度 ±0.05 mm

・熱的特性を含めた高精度構造設計と評価

### )2016年度の達成目標

(1) 干渉を回避した最適加工工程・NCプログラムの自動生成技術を開発するため、以下の項目の開発を実施する。

・マルチタレット(3タレット)用加工工程構築基礎システムを構築する。

・輪郭形状の押し出しにより形成される加工要素形状(マシニングフィーチャ)を認識可能とする。

・加工熟練者の加工ルールをデータベース化し、実用的加工工程を導出する。

・プレ-プロトタイプ高密度点群測定機により、工作機械に設置された切削工具(工具ホルダーを含む)、主軸チャックに設置されている工作物の点群データを獲得する実験環境を構築する。

・プレ-プロトタイプ高密度点群測定機の性能(目標測定精度 0.1 mm)を実験により検証する。

・高密度測定点群データから、干渉(衝突)回避に必要な形状パラメータを導出する。

・干渉(衝突)回避のための形状パラメータより、干渉(衝突)を回避できることを実験検証する。

・プロトタイプ測定機の設計を行う。

・3タレットおよび2スピンドルチャックに対応した加工工程・NCプログラムの自動生成基礎システ

ムを開発する。

- (2) 高精度・高速・最適加工を実現する知能化技術を開発するため、以下の項目の開発を実施する。
- ・タレットサーボ系に実装した切削力推定技術の推定精度を定量的に評価する。
  - ・びびり振動を実時間検知する技術を開発し、不等ピッチパラレルターニング、およびスイングターニングと統合して知的加工システムを開発する。
  - ・機械構造を検討し、切削力推定技術の精度向上を図る。
  - ・切削力モデルと機械構造ダイナミクスモデル、およびこれらを統合したプロセスモデルを構築し、加工中の振動現象のシミュレータを開発する。
  - ・モデルベースのパラメータ同定アルゴリズムを開発・実装し、不等ピッチパラレルターニング、およびスイングターニングによる知的加工システムを開発して、その基礎的性能評価を行う。
  - ・ミーリングにおけるバランスカットにおける知的加工手法を開発し、シミュレーションによる評価ならびに実験による基礎評価を実施する。
  - ・切削力推定可能なタレット駆動試験機を構築し、加工推定精度に関して詳細な実験的検討を行い、可動体のストローク内位置、エンコーダ取付け位置、モータ発熱時の影響を明らかにする。
  - ・知的加工法のアプリケーションモジュールを開発し、高精度・高速加工法としての評価試験を実施し、従来加工に対して20%の加工時間短縮を目指す。
  - ・クラスター間連携の一つとして、知能化マルチタレット加工機によるインクリメンタルフォーミング技術の開発に取り組み、性能評価を行う。

#### ) 2017年度の達成目標

- ・平成28年度に開発したマルチタレット(3 タレット)用加工工程構築基礎システムの実用化を目指し、実用化の観点で追加開発事項を明確にして、その開発を実施する。
- ・切削工具(工具ホルダーを含む)および工作物を含む3次元加工空間の形状点群データを獲得する小型カメラ型測定機の実用化を目指し、プレ-プロトタイプを開発し、性能を検証する。
- ・3タレットおよび2スピンドルチャックに対応した加工工程 NC プログラム自動生成基礎システムの実用化を目指す。
- ・ミーリングにおける知的加工システムに対応するため、マルチエンコーダ外乱オブザーバを応用した切削力推定手法へと展開し、推定帯域2kHzの切削力推定技術を確立する。
- ・オブザーバによる推定外乱力情報からプロセスを同定する技術の検証を行い、開発技術の性能評価を行う。
- ・タレット駆動軸の姿勢誤差等を含めた構造ダイナミクス特性を考慮したオブザーバモデルを構築する。
- ・切削力推定技術、プロセス同定技術、最適機構構造設計技術で開発した各要素技術を統合した知的加工システムを開発する。
- ・価値モデル・評価モデルに基づく貫入模様デザイン手法を一般化デザイン手法へ適用する試みを行う。

#### ) 所要経費

0.5億円(2014年度)、0.5億円(2015年度)、0.5億円(2016年度)、0.1億円(2017年度)

#### ) 研究責任者

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科 教授 青山 英樹

) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

慶應義塾大学、名古屋大学、東京工業大学、中村留精密工業(株)、(株)ニコン、(株)ピーマック・ジャパン

)実施内容

多種多様な生物形態モデルによる設計データベースの構築と、それに基づく形態最適化技術の開発、及びそこで得られた構造や機構を実現する組紐技術を用いた製造法の開発を行い、それらを一つの設計・製造システムとして統合することにより「バイオノバティブデザイン技術」を確立する。

)研究開発の最終目標

生物形態を規範とした最適化設計を行い、組紐技術を用いて超軽量かつ高強度な構造形態を製作する。具体的には、生物形態データベースおよび最適化ツールにより軽量かつ強高度の建築用部材を設計し、組紐構造を用いた FRP のプロトタイプ(FRP にはバサルト繊維も使用予定)を製作し、企業との共同開発により製品化を目指す。

)2014年度の達成目標

生物形態に基づく構造デザイン技術の開発として、筋骨格系データベースの作成を行う。バイオインスパイアード最適化技術の開発として、ベンチマーク問題を通じた最適化手法の選定を行う。また、複雑構造部材を実現するための組紐技術による設計・製造法の開発においては、ブレード装置の諸元を策定し、装置を導入する。

)2015年度の達成目標

生物形態に基づく構造デザイン技術に関して以下を達成する。

- ・筋骨格系データベースの作成(50種類程度を目標)
  - ・建機アーム部を模倣した簡易有限要素解析モデルの作成
- バイオインスパイアード最適化技術の開発に関して以下を達成する。
- ・機械学習と最適化手法を取り入れた設計知識のデータベース化による統合的最適設計支援システムの開発
  - ・本システムを活用した製品製造法の開発
- 複雑構造部材を実現するための組紐技術による設計・製造法の開発に関して以下を達成する。
- ・複雑形状を製作可能となるように、ブレード装置を改良
  - ・テストピース作成

)2016年度の達成目標

生物形態に基づく構造デザイン技術に関して以下を達成する。

- ・生物骨格の力学特性や活動環境に応じたデータベースの作成。
- ・メッシュマッチング法によるデータベースを活用したモデリング技術の開発。

最適化技術の開発に関して以下を達成する

- ・メッシュマッチング法を用いた形状最適化法の完成。
- ・機械学習を有する多目的最適設計法の開発・完成。

組紐技術による設計・製造法の開発に関して以下を達成する

- ・組紐技術による湾曲した構造部材の製作と、外側層(=シェル)+内側層(=リブ)の一体成形設計法の開発と試作。
- ・建築部材を試作し、作業者への負担の観点からのデライト性の評価。

バイオノバティブデザイン技術の確立

- ・上記個別の方法論を一つの設計・製造システムとして統合したバイオノバティブデザイン技

術の確立し、一例として、建築部材を試作し、性能評価を行う。

**)所要経費**

0.4 億円(2014年度)、0.4 億円(2015億円)、0.2 億円(2016億円)

**)研究責任者**

金沢大学理工研究域機械工学系 教授 坂本 二郎

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

金沢大学、石川県工業試験場



## データマイニング、遺伝的アルゴリズム、迅速試作技術の融合による進化的ものづくりシステムの構築に向けた研究開発 基礎的研究/研究開発項目(A&B)

### )実施内容

京都のものづくり中小企業 100 社が参加する京都試作ネットを活用して、“デザイン思考のものづくり”と“多数の企業等の中の一体的活動”の基盤となる情報システム(製品企画支援システム)と、それを支える超精密・超迅速試作技術の研究開発・実証を行う。この活動を通じて、京都における“開発試作”を軸とした中小企業連合体によるファブリケーション・ハブを形成し、開発試作市場(1.4兆円)でトップシェアを目指す。

### )研究開発の最終目標

ものづくり試作知識ベースは、30企業の企業情報を試作に特化した集積化をおこない最適企業システムではエネルギーデバイス(外科手術機器)・ロボット分野で担当企業を30秒で決定し受注率50%増をはかる。企画支援システムは従来手法では出なかった案を2倍創出し4~10件を試作案候補にする。

超迅速先端試作システムは約200mm×300mm×200mmサイズの小型部品を、10種類の超多機能多工程複合加工能力をもつプロトタイプ機で加工評価を完了し複数モデル部品を従来試作プロセスと超迅速試作プロセスで試作し、期間とコストを半減する。

### )2014年度の達成目標

ものづくり試作知識ベースは基本構造と記述言語を決定し、製品1種類についてサンプル知識ベースを構築する。最適企業・企画支援システムでは探索、分析ライブラリ、簡易検索、単純交叉サンプルプログラムの14機能を構築する。

超迅速先端試作システムは超多機能多工程複合加工機(SPC)ベースマシンの仕様(油静圧案内リニアモータ駆動、ハイブリッド油軸受工具軸等)を確定し、4種類の汎用加工・計測機能ユニット(超高速スピンドル、小型放電加工、ドレッシング、工具寸法計測)の製作を完了、レーザ加工ユニットの設計を完了する。

### )2015年度の達成目標

最適試作・企画支援システムについては、エネルギーデバイス関連の知識1,000項目、対象企業6社の知識ベースを作成するとともに、探索エンジン、学習エンジンを搭載し、最適試作・企画支援システムのモデルを完成する。これにより超迅速試作システムまでの流れが完成する。

超迅速試作システムについては、SPCベースマシンの機械本体の設計・製作を完了する。具体的には、主要素(工具軸等)の基本仕様を確定し、平成26年度に導入、設計を完了した加工・計測機能ユニット(小型放電加工ユニット等)の評価を完了するとともに、3種類の加工機能ユニット(定圧研磨ユニット等)は基本設計を完了する。

### )2016年度の達成目標

知識ベースに、200カテゴリ(冷蔵庫、洗濯機など)の家電情報を集積し、家電の製品機能を軸にした企画支援システムを構築する。最適企業システムでは、試作依頼(注文)を説明する単語を600以上選定し、試作依頼をベクトル化することで、最適な企業を算出するシステムを構築する。

SPCベースマシンの基本機能を確保できる主軸を設計・製作し、6種類の加工機能を搭載することによってSPCを完成させ、モデル部品により超迅速試作の効果を実証する。

### )所要経費

0.6 億円(2014年度)、0.7 億円(2015年度)、0.5 億円(2016年度)

**) 研究責任者**

(株)ファーマサイエンス 代表取締役社長 鈴木芳子

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

京都試作センター(株)、京都工芸繊維大学、(株)ファーマサイエンス

## 革新的デライトデザインプラットフォーム技術の研究開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(A)

### )実施内容

従来の性能品質・あたり前品質に加え魅力品質を持つ製品創出に向け、その設計支援を行うための手法とソフトウェアとからなるデライトデザインプラットフォームの確立を目指し、感性のデータベースを基とした設計支援技術及び詳細設計へつなげる感性統合化技術等の研究開発を行う。

### )研究開発の最終目標

デライトデザイン支援のための手法、DB、ソフト(感性 DB、感性モデリング、感性統合化 CAD)を開発し、事例検証により実用化につなげることを目標とする。

### )2014年度の達成目標

家電品・オーディオ機器を対象として、プラットフォームの要求機能を具体化し、外部仕様の設計に着手する。また、感性 DB の基本設計を終了し、感性モデリング環境の整備・試行、感性リバースのための試行・環境整備を実施する。また、感性統合化については、ベースとなるソフトなどの開発を開始し、その一部を完成させる。検証プロジェクトとして、車椅子移乗支援装置の仕様検討・設計及び一部の試作を行う。

### )2015年度の達成目標

家電品・オーディオ機器を対象として、プラットフォームを構成する手法及びソフトウェアについてプロトタイプを開発する。

また研究の加速化を図り、プラットフォームの汎用性・展開可能性を示すために、建設機械と靴とを具体例とするデライトデザインの適用可能性に関する調査を、検証プロジェクトに追加し、メーカーの協力の下に実施する。

### )2016年度の達成目標

前年度までの開発成果をベースとして、以下のようなツール技術開発を行う。

技術検証としては、前年度に試作したヘッドライヤーの音の魅力指標について、プラットフォームを適用してデライトデザイン改良を継続する。さらに、再委託先と共同して建設機械の操縦環境のシミュレータを開発し、それをを用いてプラットフォームに適用する。また、題材として、人間の動きを伴う作業を支援する機器を調査する。前年度に着手した靴のデライトデザインについて、履き心地に関する基礎的な技術検討を行う。

これに加えて、研究の加速化を図るため、2次配分予算等の可能性も見ながら、製品のプロトタイプを作成する。また、プラットフォームの汎用性・展開可能性を示すために協力を得られるメーカー等の探索を継続する。

#### **) 2017年度の達成目標**

前年度までの開発成果をベースに、下記の項目に注力する。

○デライトマップツールを使って、ガイドラインに従ってデライトデザインができる仕組みを開発、事例とともに提供する。

○デライトマップツールを産総研拠点での試行、連携先での試行を通して完成、拠点へ展開する。

○ガイドラインを公開、合わせてタダノを含む複数の企業、拠点で活用する。

なお、デライトマップツールとは、デライトデザインを実施するにあたり、製品情報、顧客情報を入力、デライトマップを出力とする一連のプロセスを支援するツールを指す。また、ガイドラインはデライトデザインを実施する際の手順を事例、手法を通して解説した手引書、デライトマップツールを始めとしたデライトデザインのための基本手法を含む。

#### **) 所要経費**

2.4億円(2014年度)、2.4億円(2015年度)、2.0億円(2016年度)、0.6億円(2017年度)

#### **) 研究責任者**

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻 特任研究員 大富 浩一

#### **) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

東京大学、(株)図研、ラティス・テクノロジー(株)、(株)タダノ

## 計測融合計算化学を活用したスノースポーツ用品の最適化

### 応用的・実用的研究/研究開発項目(A)

#### )実施内容

競技環境・競技者に最適化したスノースポーツ用品の実現に向けて、マルチスケール・マルチフィジックス計算化学に基づくワックスの研究開発、先端計測および空力・構造解析に基づくスノーボード及びチェアスキーの研究開発、高精度環境計測ならびにフィードバックシステムの研究開発を行う。

#### )研究開発の最終目標

低摩擦メカニズム解明および最適化による低摩擦性・撥水性・浸透性を有し、滑走性と耐久性を併せ持つ世界初のワックスの実現。ならびにオーダメイド使用者最適化スノースポーツ用品開発手法の確立。

#### )2014年度の達成目標

2014年度に以下の項目の開発を完了する。

- ・浸透性についてシミュレータ開発と実測評価方法を確立し、浸透性に優れる化合物探索の指針を得る。
- ・スノーボードについて、実験室環境で撓み、捩れ剛性評価系を構築するとともに、定量的評価実施時のパラメータを確定する。
- ・チェアスキー主要部品の開発優先順位を確定し、開発着手する。当該部品の第一次試作品を完成させ、評価を実施する。
- ・測定精度 0.1 以下の温度計測システム、ならびに精度 1/100 以内の動摩擦係数推定システム構築に着手する。

#### )2015年度の達成目標

2015年度に以下の項目の開発を完了する。

- ・滑走面表面から 200  $\mu\text{m}$  以上浸透するフッ素系化合物探索手法を確立する。
- ・摩擦シミュレータを開発する。
- ・数値データ取得着手。データと選手の感覚の関連性を明確にする。
- ・着用により、滑降競技換算で1秒短縮を可能とするカウルを試作する。大会での試用を目標とする。
- ・確度 0.1 以下の雪温計測システムの構築。
- ・精度 1/100 以下の動摩擦係数推定システムを構築する = >ワックス動摩擦係数目標値設定に反映

#### )2016年度の達成目標

2016年度に以下の項目の開発を完了する。

- ・浸透・撥水・摩擦シミュレータを完成させ、機器分析、雪上評価結果と統合した解析を可能とするシステムを構築する。
- ・スノーボードの捩れ剛性、撓み剛性の組合せの最適点を見出す。
- ・チェアスキーカウル設計プラットフォーム形成のための計測・解析ツールを整備し、最適化シミュレーションを行う。
- ・精度 cm 台の GPS センサ(サンプリングレート 10Hz 以上)と多軸モーションセンサ(同 100Hz 以上)を組み合わせた運動解析システムを構築する。確度 0.1 以下の温度センサならびにデータロギ

ングシステムを構築する。

- ・ トップユーザ,ならびにセカンドトップユーザの感覚の定量化と,計測データのデータベース化を行い,ワックス設計のためのプラットフォームを構築する。

**)所要経費**

0.4 億円(2014年度)、0.4 億円(2015年度)、0.2 億円(2016年度)

**)研究責任者**

東北大学未来科学技術共同研究センター 特任教授 磯村 明宏

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

東北大学、BLACKPEARL JAPAN、(株)ガリウム、同志社大学、北星学園大学、東海大学、北翔大学、(特非)日本障害者スキー連盟

## チーム双方向連成を加速する超上流設計マネジメント / 環境構築の研究開発

### 応用的・実用的研究 / 研究開発項目(A)

#### ) 実施内容

製造企業の技術的優位性を競争力優位につなげる目的で、ものづくりの川上川下や顧客とメーカー、専門家チーム間等チーム双方向連成を加速し、顧客価値の高い製品・システムの開発が可能になるような設計能力の飛躍的向上のため、超上流マネジメント・環境構築の研究開発を行う。仮実証により研究開発の完成度を上げ、事業化に直結できる研究開発を行うとともに、本研究開発が今後の設計研究の規範となることを目指す。

#### ) 研究開発の最終目標

デザインブレインマッピングシステムを完成し、5拠点及び3組織以上で、検証を行う。デジタルヒューマンモデルベースの世界初デライトデザインツール提案と共に、デザインスペース/ブレイン/ドキュメントマッピングシステムによるプリポスト処理含めたブレインストーミングトータルの質と効率の評価軸及び評価手法を開発し、その評価軸及び手法に基づくトータルの質と効率の改善効果を2倍以上とする。我が国初のデザイン・設計ROI調査を取り纏め、デザイン・設計力強化に必須である企業トップコミットメント啓蒙を行う。

#### ) 2014年度の達成目標

一業種一社を基本とする構想設計コンソーシアムを対象に、ソフトウェアツール・実証環境開発及び効果測定手法開発に関わる研究開発のPDCAサイクルに関する基本仕様を確定し、基礎検証(検討会合5回という数値目標を達成)も完了すること。

#### ) 2015年度の達成目標

秘匿情報レス設計把握手法及び組織内横連携の試行のため、デザインブレインマッピングツール(産総研独自開発の関係性デザイン議論共有ソフトウェア)の本体/オプションの開発を行い、3カ所以上への導入及びプロセスの検証を行う。デザインスペースマッピング・デザインドキュメントマッピングの開発を行い、仮実証企業による機能性能評価を踏まえた改良バージョンアップを2回行う。

#### ) 2016年度の達成目標

平成27年度までに開発した超上流設計マネジメント・環境構築に関わるソフトウェアを基に、平成28年度は手法開発も含めたシステム化開発を行う。設計・製造ソリューション展への展示、ユーザ会開催を通して、研究開発の取り纏めのためのフィードバックを得ると共に、コンソーシアム企業の協力による検証により精度を高める。構想設計能力向上の主たる必要条件である組織内連携効果の指標として5カ所以上への導入、及び、3部署以上による組織内連携のプロセスの検証を目標とする。開発ソフトウェアと開発手法の関係づけを行い、構想設計指南書として公開する。

#### ) 所要経費

0.9億円(2014年度)、0.7億円(2015年度)、0.5億円(2016年度)

#### ) 研究責任者

産業技術総合研究所製造技術研究部門 総括研究主幹 手塚 明

#### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

産業技術総合研究所、東京大学、金剛(株)、(株)小松製作所、(株)リコー

## 高付加価値セラミックス造形技術の開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

従来のセラミックス製造技術では作製困難な複雑形状や3次元の機能表面などを有する高付加価値部材を実現するために、3D積層造形技術とハイブリッドコーティング技術を組み合わせたセラミックス造形技術を開発する。また、この技術を基に各企業の出口部材製造に向けた技術開発を行い、革新的なセラミックス製品群創出の基盤を築く。

### )研究開発の最終目標

産業用として実用化を可能とする部材特性及び生産性を実現

### )2014年度の達成目標

設定した課題を一貫してマネジメントする仕組み、共同で知財を生み出す仕組みなどを共有し、実用化を担う企業を支える産学官連携の一体となった体制を構築する。合わせて、先行計画した、粉末造形、微粒子スラリー溶射、及びプラズマ援用といった設備類の仕様を確定・導入し、本技術の基本検討に着手する。更には、出口部材に設定した数値目標の妥当性を確認し戦略の実現性を評価する。

### )2015年度の達成目標

出口に設定した部材の主要な物性値目標を達成する。

### )2016年度の達成目標

出口に設定した部材の主要な物性値目標(中間目標)に加え、種々の形状目標を達成する。

### )2017年度の達成目標

- ・想定企業3社の拠点利用について、10月中間評価までに、試作品提示、試作性能評価を完了。年度末までに量産化の課題抽出と解決の目途をつける。
- ・10月中間評価までに、セラミックフライパンの試作品を提示し、拠点ツールの有効性を確認する。年度末までに拠点コーティング技術の普及モデル事例を示す。

### )2018年度の達成目標

出口に設定した部材の主要な物性値目標、および種々の形状目標を達成する。

### イノベーションスタイルの実証・実践

SIP終了後もコーティング拠点として自立運営できることを目的とし、以下の目標を達成する。

- ・ハイブリッドAD法の拠点装置に関し、ロールツーロール成膜に対応できるよう整備することで大面積化、シート部材化を実現し、商材用途の拡大を図る。
- ・自動化マップ(Level 1)に相当するプロセスデータベース及び機能データベースを構築し、ニーズとシーズのマッチングを向上。拠点活用事例として、年度内に自社資金投与による実用化検討事例を2件達成。

### )所要経費

2.7億円(2014年度)、2.7億円(2015年度)、2.6億円(2016年度)、1.7億円(2017年度)、1.4億円(2018年度)

### )研究責任者

TOTO(株) 取締役 常務執行役員 林 良祐



**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

TOTO(株)、日本ガイシ(株)、日本特殊陶業(株)、(株)ノリタケカンパニーリミテド、産業技術総合研究所、大阪大学、(一財)ファインセラミックスセンター、九州大学、東北大学

## デザイナブルゲルの革新的 3D プリンティングシステムによる新分野の進展支援と新市場創出

### 応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

#### )実施内容

「デザイナブルゲル(分子設計のデザインと、形状や機能のデザインが自由な革新的ゲル材料)」の自由造形を可能にする 3D プリンティングシステムの応用・実用化研究を実施し、新分野のデバイス等を創出など、新市場創出を目指す。

#### )研究開発の最終目標

想定される製品(臓器モデル及びロボットパーツ等)のテストユースが可能な3Dゲルプリンティングシステムの確立。

#### )2014年度の達成目標

ディスペンサ式プリンタについては、プロトタイプ機の装置構成を決定し、印刷材料の開発、吐出条件の最適化と共に、テストユース可能なシステムの試作を開始する。バスタブレーザ式プリンタおよびゲルスキャナに関しては、開発用装置の導入、材料や装置改造の試行を進める。

#### )2015年度の達成目標

ディスペンサ光硬化式の標準型3Dゲルプリンティングシステムの研究開発によりテストユース可能なシステムの開発を完了する。

バスタブレーザ式高精度3Dゲルプリンティングシステムのプロトタイプを完成させる。

#### )2016年度の達成目標

- ・ディスペンサ式プリンタのマルチマテリアル化対応。
- ・バスタブレーザ式プリンタのテストユース可能なシステム化を行う。
- ・3次元ゲルスキャナに向けた解析ソフトウェアの開発を行う。

#### )2017年度の達成目標

- ・マイクロ光造形バスタブレーザ式3Dプリンティングシステムの試作を開始する。
- ・バスタブレーザ式3Dプリンティングシステム用の材料開発を進める。
- ・ディスペンサ式プリンタによるテストユースを実施する。

#### )2018年度の達成目標

- ・マイクロ光造形バスタブレーザ式3Dプリンティングシステムによるテストユースを可能にする。
- ・ディスペンサ式プリンタシステム用のデータベース開発を進める。
- ・ディスペンサ式プリンタによるテストユースを拡大する。

**)所要経費**

0.8億円(2014年度)、0.8億円(2015年度)、0.6億円(2016年度)、0.5億円(2017年度)、  
0.5億円(2018年度)

**)研究責任者**

山形大学大学院理工学研究科 教授 古川 英光

**)研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

山形大学、JSR(株)、サンアロー(株)、(株)ディライトマター

## フルイディック材料創製と3Dプリンティングによる構造化機能材料・デバイスの迅速開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

機能材料のナノ材料化、その高濃度・高機能インク化(フルイディック材料)の開発及び3次元造形を可能とするインクジェット方式の3Dプリンティング技術開発を実施し、構造化機能材料からなるデバイス(3次元Li電池、オーダメイド人工歯)の創出を目指す。

### )研究開発の最終目標

セラミックス複合材料のインクジェット方式による3次元付加造形に係る基盤技術(インクジェットプリンターシステムの試作・構築、インクジェットによる積層実証)を確立する。オーダメイド人工歯については、高透明化を実現する。3次元Li電池:形状性能の確認を行い、高エネルギー密度を達成する構造、材料仕様の指針を明確化する。

### )2014年度の達成目標

2014年度までに以下の項目を完了する。

ナノ粒子合成の検討およびインク化における分散性調査

IJヘッドインク吐出および3Dプリンティング装置基本システムの基本仕様決定

オーダメイド人工歯材インク用ナノ粒子の課題抽出

3次元Li電池セル試作と基本データの取得

### )2015年度の達成目標

2015年度までに以下の項目を完了する。

高濃度・高機能インク化の設計指針の明確化と形状保持手法を3法に絞り込み。

オーダメイド人工歯:人工歯の試作および高透明性の確認。

3次元Li電池:3次元構造の優位性明確化と、最終目標達成のための設計パラメータ提案および酸化物による3次元電池試作・評価。

### )2016年度の達成目標

2016年度までに以下の項目を完了する。

モデル材ジルコニアナノ粒子を中心に、高濃度・高分散・低粘度インクを開発。

オーダメイド人工歯:IJによる試作と成形体を焼結して緻密なジルコニアを確認。

3次元Li電池:形状性能の確認を行い、高エネルギー密度を達成する構造、材料仕様の指針明確化。

### )2017年度の達成目標

2017年度までに以下の項目を完了する。

モデルインク1種、サポートインク1種を使用し、開発したインクジェット方式による3次元プリンターによる造形

人工歯材料YSZの焼結による透明性を検討

リチウムイオン電池の開発は中止

### )所要経費

2.5億円(2014年度)、2.5億円(2015年度)、1.7億円(2016年度)、0.3億円(2017年度)

### )研究責任者

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 教授 阿尻 雅文

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

東北大学、DIC(株)、日産自動車(株)、東芝テック(株)、パナソニック(株)、クラレノリタケデンタル(株)、産業技術総合研究所、首都大学東京、京都大学、産業技術総合研究所(中部センター)、日本ファインセラミックス(株)、法政大学、名古屋大学

## 高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

高機能(難加工)材料によるレーザーコーティング技術を確立し、材料・構造体に対して従来不可能であった超軽量極薄なのに従来よりも高強度といった高機能付加を実現し、ユーザーズに応えたものづくりに貢献する。

### )研究開発の最終目標

- ・モルテンプール / 非モルテンプール型高品質コーティングプロセスの計算科学シミュレーション、SPring-8 による溶融凝固現象計測及び微細エレクトロ機器と特殊材料への薄膜コーティングを実証する。
- ・高精度レーザーコーティングのための高精度粉末供給制御技術の実証機を開発し、電子機器・医療機器向け製品・部品へのコーティング技術を適用する。

### )2014年度の実施内容

- ・レーザー溶融凝固挙動に対するシミュレーションコードの構築、モルテンプール型・非モルテンプール型レーザーコーティング技術開発のための基盤技術を確立する。
- ・コーティング材料にステライトやハステロイを用いて、モルテンプール型レーザーコーティングを行い、レーザー照射条件（レーザー出力、集光スポット形状、掃引速度、粉末供給量、シールドガス量、ノズル角度等）と各パラメータの諸因子を明らかにする。
- ・非モルテンプール型レーザーコーティングの試作機として面直噴射型レーザー加工ヘッドの基本構造を検討・開発する。

### )2015年度の実施内容

- ・レーザー溶融凝固挙動に対する計算科学シミュレーションコードの構築。1msec程度の時間分解能、6 $\mu$ m程度の空間分解能にて、数個までの金属粉末の溶融、界面、および母材との相互作用現象計測技術を構築する。レーザーコーティング実践型評価システムを構築する。
- ・厚さ1mm以上のコーティングにおいて、50 $\times$ 75mmの板材への処理時間をPTAに対し10%以上短縮する。
- ・最大6レーザービーム照射可能なレーザー加工ヘッドを開発。単純形状の精密機器向け製品・部品へのコーティング試作を行う。
- ・成果発表のためのセミナーや研究会を3回開催する。また、展示会に出展する。
- ・青色レーザーコーティング技術・装置の開発
- ・粉末同時供給レーザーコーティング用加工ヘッド、製品化に向けた評価の実施。

### )2016年度の実施内容

- ・溶融凝固挙動の評価を行う計算科学シミュレーションコードの開発および実験結果を用いたコード検証を進め、同挙動評価に必要な数学・物理モデル等の妥当性評価を行う。同コードのマンマシンインターフェースの整備を行う。
- ・数百マイクロメートル径の金属球に関する溶融凝固現象計測を様々なレーザー照射条件、基板に対して実施、レーザーコーティングの基盤基礎データを創出する。
- ・粉末溶融制御技術に必要な基盤技術を確立するため、実践型評価システムのノズル改良、パウ

ダフィーダ改良を行うとともにプロセスパラメータの最適化を進める。厚さ 1mm 以上のコーティングにおいて、溶け込み深さのバラツキを 0.3mm 以内に抑える条件を求める。先に求められた条件にて、50×75 mmの板材全面にコーティングを行い、板材の歪量が 0.5 mm以下となる板厚について調査を行う。

- ・PTA を用いて 50×75 mmの板材全面に厚み 1 mm以上のコーティングしたサンプルを作製し、要した時間を計測する。それに対して 20%以上短縮することを目標としてレーザコーティング試験を実施する。
- ・面直噴型レーザコーティング装置に対して回転軸および傾斜軸を追加することで 5 軸化を図り、実際の製品に対するコーティング試作試験を可能とする。
- ・展示会および国際学会を企画し、平成 27 年度までに試作したレーザコーティング装置プロトタイプ機の成果報告を行い、ヒアリング調査を実施する。

#### ) 2017 年度の実施内容

- ・溶融凝固挙動の評価を行う計算科学シミュレーションコードの整備を進め、同コードを用いたレーザ照射条件などの適切化に関する妥当性評価を行う。更に、同コードのマンマシンインターフェースのプロトタイプ版を構築し、施工現場での操作性等を確認する。
- ・平成 26、27、28 年度に構築した装置を融合し、数十マイクロメートル径の金属球に関する溶融凝固現象計測を様々なレーザ照射条件、基板に対して実施、レーザコーティングの基盤基礎データを創出する。
- ・コーティング用光源に青色半導体レーザと近赤外線半導体レーザの 2 波長レーザを備えたレーザコーティング装置を開発し、銅などの難加工材料のコーティングを実現する。
- ・ハステロイを用いて耐食試験及びステライトを用いて耐摩耗試験用のサンプルを作成し、PTA との比較性能試験を行う。母材の溶け込みにより形成される合金層の厚みを調査し、性能試験結果を踏まえ、レーザコーティングの有効性の検証を進める。
- ・レーザコーティングの実用化に向けた、連続コーティング試験を開始する。
- ・面直噴型レーザコーティング装置に対して 3D-CAD データから加工レシピを自動生成する 3D-CAM 機能を面直噴型レーザコーティング装置へ組み込み、複雑形状製品へのレーザコーティングを通じて、その実用性を検証する
- ・国際展示会に本成果を出展し、試作したレーザコーティング装置のデモンストレーションを行い、ユーザーの意見をヒアリングし、研究開発計画にフィードバックする。

#### ) 2018 年度の実施内容

- ・平成 29 年度までに整備した溶融凝固挙動の評価を行う計算科学シミュレーションコードを用い、モルテンプール / 非モルテンプール型高品質レーザコーティングプロセスの定量評価を行い、同コードを用いたレーザ照射条件などの適切化に関する総合的な性能評価を行う。
- ・平成 26 29 年度に構築した装置を融合し、プロトタイプレーザコーティング装置によるレーザコーティング中金属溶融現象を撮影し、コーティングメカニズムを検討する。
- ・また 29 年度までに構築した粒度分布制御技術を用いて各種粉末コーティングに適した粒度分布の最適化を行い、高精度粉末溶融制御技術に必要な基盤技術を確立する。
- ・長時間の連続レーザコーティング試験において、コーティング膜質安定化を可能とするために必要な安定化因子の特定を進める。

- ・厚み 1 mm以下のコーティングにおいて、50 × 75 mmの板材の歪量が 0.5 mm以下である限界厚みを明らかにする。
- ・耐摩耗性および耐腐食性を求める製品へのコーティングに加え、高付加価値製品の補修コーティングや、電子部品や医療機器部品などへの機能性向上コーティングを実現するための非モルテンプール型レーザーコーティング技術の実用性を検証する。
- ・レーザープラットフォーム協議会、オプトロニクス社、東京工科大学と協力し、開発した成果を国内外の学会等で成果発表を行い、レーザーコーティング技術の普及活動に努める。

**) 所要経費**

1.6 億円(2014年度)、1.7 億円(2015年度)、1.4 億円(2016年度)、0.7 億円(2017年度)、0.7 億円(2018年度)

**) 研究責任者**

大阪大学接合科学研究所 教授 塚本 雅裕

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

日本原子力研究開発機構、大阪大学、大阪富士工業(株)、(株)村谷機械製作所、石川県工業試験場、古河電気工業(株)、山陽特殊製鋼(株)



## 市場流通材のスーパーメタル化開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

### ) 実施内容

大学研究者が企業現場サテライトで実機装置を起点にもものづくり現場の「暗黙知」「実践知」を科学することで「新たな気付き」を促す新しい産学融合ものづくりスタイルを確立し、市場流通材に新たな価値を付加するスーパーメタル化開発(高耐摩耗化、高耐食化、高摺動化を実現する表面処理技術)を行う。

### ) 研究開発の最終目標

(1) 表面処理技術を用いた高付加価値製品の創出

(2) 熱・流れ・反応連成解析ソフトの開発および産学官プラットフォームの仕組みを構築し、外部で活用できる運営を行う。

### ) 2014年度の達成目標

2014年度では、以下の項目について開発を完了する。

- ・浸硫窒化した金型の鍛造試験を実施し、雰囲気制御可能な浸硫窒化炉を開発する。
- ・ステンレス板厚を0.8mmより薄くし、熱処理炉内熱プロセスの見直しを行う。
- ・アミノ酸添加めっきのための設備を整える。
- ・分散用のCNT種類および分散剤を選定し、その分散液の調合とめっきの試作を行う。

### ) 2015年度の達成目標

- ・浸S/浸N厚さを独立制御した浸硫窒化法の基礎技術を確立し、30000ショットまでの長寿命化を達成する。
- ・SUS316以上の高耐食脱Niステンレス鋼を達成する。
- ・めっき液中のCNT安定分散技術の確立およびめっき膜中への共析率1vol%以上。
- ・500Hvの硬さを有するCr(VI)フリーNiめっき膜を作製する。

### ) 2016年度の達成目標

- ・1200℃で加熱したクロムモリブデン鋼(SCM435)を7m/sのハンマー速度で行うコネクティングロッドの鍛造において、2万ショットの現行寿命を3万ショットにする。
- ・脱Niステンレス鋼A5サイズ、0.1mm厚で金属セパレータを作製し、JARI(カーボンセパレータ)と同等の性能を実現
- ・無駄めっき抑制浴設計技術確立(電力コスト・原材料使用量50%低減)
- ・Ni-Pめっき中へのナノカーボン高分散化技術確立 摩耗量クロムめっき比40%以下

### ) 2017年度の達成目標

#### 協調領域

表面処理活用ツールおよび熱・流れ・連成解析ソフトを開発し、産学官プラットフォームの仕組みを構築する。

表面処理活用ツールは次のとおり。

#### (1) 高耐摩耗化テーマ

浸硫窒化処理におけるプロセスパラメーターと構造や諸物性に関するデータベース

#### (2) 高耐食化テーマ

フェライト系ステンレス鋼の窒化処理における腐食挙動に関するデータベース

### (3) 高摺動化テーマ

- ・めっき厚分布シミュレーションソフトとそれを応用したメッキ厚さ均質化の実施例の提示
- ・ナノダイヤモンド分散 Ni/P めっきの物性データベース

## 競争領域

### (1) 高耐摩耗化テーマ

現状の浸硫酸処理では金型寿命が 19000 ショット程度と短い。10 月までに寿命 30000 ショットの長寿命金型を見通せる硫化層の独立制御を提示する。また、H29 年度中に窒化層の独立制御を提示してデータベース化する。

### (2) 高耐食化テーマ

固体高分子形燃料電池セパレータ用材料として SUS316L の 100 倍以上の耐食性(1/100 の腐食電流)を有する窒素熱処理による SUS445 板材を提示してデータベース化する。

### (3) 高摺動化テーマ

H28 年度に購入しためっき厚分布シミュレーションソフトを用いて、テストピースのめっき厚が均一化される遮蔽板を設計・製作し、現状で 10 倍以上あるめっき厚ばらつきを 1.2 倍以下に改善する。

(例:狙いめっき厚 10 μm の場合、±2 μm 以下にめっき厚ばらつきを抑える)

ナノダイヤモンド分散 Ni/P めっき技術を用いて Cr フリー高摺動めっきを機械部品(レシプロスクリューなど)へ実装し、その長時間連続試験(1000-5000h)をデータベース化する。

## ) 2018 年度の達成目標

- ・金型寿命 30000 ショットを見通せる浸硫酸技術における硫化層の独立制御を確立しデータベース化した後、革新的金属表面処理技術資料を作成する。
- ・固体高分子形燃料電池セパレータ用材料として SUS316L の 100 倍以上の耐食性(1/100 の腐食電流)を有する窒素熱処理による SUS445 板材を提示してデータベース化した後、革新的金属表面処理技術資料を作成する。
- ・ナノダイヤモンド分散 Ni/P めっき技術を用いて Cr フリー高摺動めっきを機械部品(レシプロスクリューなど)へ実装し、その長時間連続試験(1000-5000h)をデータベース化した後、革新的金属表面処理技術資料を作成する。
- ・めっき厚分布シミュレーションソフトを用いて、テストピースのめっき厚が均一化される遮蔽板を設計・製作し、現状で 10 倍以上あるめっき厚ばらつきを 1.2 倍以下に改善する検討を行う。(例:狙いめっき厚 10 μm の場合、±2 μm 以下にめっき厚ばらつきを抑える。)
- ・当該無駄めっき低減技術を共同実施先以外の企業に対して支援ツールとしてデモ機設置(公設試)を行い、その運用と説明を行うことを通して、当該技術成果の普及展開を実施する。

## ) 所要経費

0.5 億円(2014 年度)、0.5 億円(2015 年度)、0.4 億円(2016 年度)、0.3 億円(2017 年度)、0.3 億円(2018 年度)

## ) 研究責任者

長岡技術科学大学大学院工学研究科 教授 梅田 実

## ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

長岡技術科学大学、長岡電子(株)、上越工業(株)、(株)中津山熱処理、日本メッキ工業(株)、(株)小西鍍金、アイテック(株)

## ガラス部材の先端的加工技術開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(B)

### )実施内容

ディスプレイ、照明、太陽電池、光通信素子等のデザイン、性能を差別化するガラス部素材の「成型・切断・接合」に係る加工技術(大面積精密成型、射出成型による迅速成型、超短パルスレーザー照射による高速切断・接合等)の開発を行う。これら従来にない加工技術を実現し、難加工材であるガラスをより自由な形状に加工可能にすることで、川下産業の製品ニーズに応える。さらに、加工の共通基盤となるサイエンスの構築やシミュレーション技術を開発し、ユーザにガラス部素材と加工方法をパッケージで提供することを目指す。

### )研究開発の最終目標

大面積精密成型の研究においては、8インチのガラス基板に精度2マイクロンでマイクロレンズアレイを形成する技術を開発する。異形物迅速成型技術の開発においては、ダンベル形状の加工物を良品率95%以上で可能な射出成型技術をラボレベルで確立する。切断・接合技術の開発においては、超短パルスレーザーを用いて、加工面近傍に割れ破壊の起点となるクラック、歪等が生じることなく、速度100~300mm/secで切断する技術、速度100mm/sec・接合強度300MPaで接合する技術を開発する。

### )2014年度の実施内容

大面積精密成型のために、粘弾性特性等の評価手法の検討、3インチのマイクロレンズ成型の条件探索、8インチ成型装置の仕様の検討を行う。射出成型の実現のために、新規ガラスの開発を行うとともに、射出成形機、耐光性試験機の購入準備を行う。切断・接合技術においては、切断速度・精度の向上、ガラス内部の局所熔融制御、メカニズムの解明を目的に、偏光状態の異なるレーザー照射や多パルス時間差照射、同時多点照射のシステム、過渡現象解析用ポンプ-プローブ光学系を構築する。更に、切断・接合試料の観察・評価を行う。

### )2015年度の実施内容

粘弾性特性に及ぼす温度・組成の影響を単純組成ガラスで明らかにする。精度2μm以下のマイクロレンズアレイを3インチ基板で達成する。8インチ成型のための条件の検討を行う。射出成型用ガラスとして透明な無機あるいは有機無機ハイブリッド材料(透過率:85%以上)を開発するとともに、成型効率が80%以上となる成型条件を確立する。超短パルスレーザー光の特性がガラス切断加工に及ぼす影響を明らかにする。様々なガラスにおいて接合が可能な、多点同時レーザー光照射の諸条件を体系化する。精密切断・直接接合の可能性を検証する。

### )2016年度の実施内容

リン酸塩、ホウ酸塩ガラスについて、粘弾性特性に及ぼす温度・組成の影響を調べる。粘弾性物性シミュレータ・視覚化シミュレータを完成させる。6インチガラス基板にマイクロレンズアレイを成型する。射出成型用に作製温度500以下の無機ガラス、軟化変形200以上の有機無機ハイブリッドガラスを開発するとともに、耐熱性を検討する。軟化変形領域の異なる材料において、射出成型効率80%以上となる成型条件を確立する。切断加工効率に対するバーストパルスの諸特性および材料物性の影響を明らかにする。シングルパルス列と比較して、バーストパルスによるアブレーション速度2倍以上を達成する。同種・異種ガラスのレーザー接合を行う。

### )2017年度の実施内容

シミュレーションと実験データとの比較を行い、クリープ時の原子の動きを明らかにすることで、組成の違いが粘弾性特性に影響を与える機構を原子レベルで解明する。モールド作製技術の高度化に注力す

るとともに、高 NA マイクロレンズの成形性を確認する。射出成型用に軟化温度の向上、耐光性の向上を目指した有機無機ハイブリッドガラスの開発指針を明確にするるとともに、その射出成形性を確認する。さらに、無機ガラスとの物性の比較を行ない、商品化に必要な物性値の把握を行う。レーザーを用いた切断接合技術の実用化において、生産性向上、品質の向上のために、パルスエネルギーの時間変調の技術の検証実験を行う。

**) 所要経費**

1.0 億円(2014年度)、0.9 億円(2015年度)、0.8 億円(2016年度)、0.2 億円(2017年度)

**) 研究責任者**

京都大学大学院工学研究科 教授 三浦 清貴

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

京都大学、産業技術総合研究所、日本電気硝子(株)、石塚硝子(株)、工学院大学、(株)五鈴精工硝子

## ⑳三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証

### 応用的・実用的研究/研究開発項目(A&B)

#### )実施内容

三次元異方性カスタムを核とした設計・生産製造に関する技術開発(最適化設計、材質・形状制御、デライト評価等)を実施し、これまで実現が困難であったカスタム製品新市場(生体・福祉、家電、航空エネルギー部品など)創発を行う。

#### )研究開発の最終目標

三次元異方性カスタム化製品設計システムの構築、インプラント、個電、タービン等の異方性カスタム製品の高機能発現の実証

#### )2014年度の達成目標

最終目標達成に向け2014年度までに以下の項目を完了する。

- (1)冷熱デバイスの異方性設計、既存装置での付加製造製作検討、性能評価
- (2)骨折動物へのインプラント埋入による骨密度以外のデライトアセスメントの指標探索
- (3)過去の既存疾患データを基にした、伴侶動物用カスタム骨インプラントの試作
- (4)阪大内にAMセンター設立準備
- (5)国民への情報発信のためのホームページの作成完了
- (6)デライトアセスメント商標登録を申請

#### )2015年度の達成目標

最終目標達成に向け2015年度までに以下の項目を完了する

- (1)冷熱デバイス等カスタム個電の異方性設計・新製造法による高機能化手法の確立
- (2)伴侶動物用カスタム骨インプラント埋入試験実施
- (3)異方性タービンブレード設計に向けた結晶方向制御基礎技術開発
- (4)新規参画企業による拠点体制の強化
- (5)人材育成のための高度ものづくり教育、講演プログラムの実施
- (6)アジア展開をも視野に入れた異方性カスタム新市場拡大のための基盤づくりの模索

#### )2016年度の達成目標

最終目標達成に向け2016年度までに以下の項目を完了する。

- (1)最適化設計構想に基づく、カスタム設計のためのテストユース用ソフトの開発。
- (2)単純形状モデルにおける、材質・形状同時制御手法の方法論確立。
- (3)冷熱デバイス性能の更なる向上と事業化に向けた量産化工程検討。
- (4)最適化設計システム(試行版)のテストユースによる新しい感性価値探索。
- (5)人材育成のための高度ものづくり教育、講演プログラムの継続実施。
- (6)カスタム個電ものづくりのテストユース実施

#### )2017年度の達成目標

- (1)テストユースによるカスタム設計ツールのサイバー機能向上と新機能モジュール開発およびAI化検討
- (2)材質・形状同時制御技術の確立およびデライト価値付与のためのサイバー/フィジカルを繋ぐ品質評価手法の研究開発
- (3)冷熱デバイス性能の更なる向上と事業化に向けた量産化工程検討

- (4) カスタム設計ツールを用いたマイノリティ分析による感性価値、感性指標と設計要素の関係性研究
- (5) 成果ツール(トポロジー最適化プログラム・カスタム骨インプラント設計プログラム)の活用ができる「デライトものづくり人材」の育成に向けた高度ものづくり教育、講演プログラムの継続実施および医療分野における普及の場としてのブルーオーシャン型デライト伴侶動物医療コンソーシアムの設立推進
- (6) 成果ツールのテストユース実施による機能改善と普及活動

#### **) 2018年度の達成目標**

- (1) 設計支援ツールへのサイバー・フィジカル機能の追加と汎用化改善の完了
- (2) 異方性インプラントの有効性検討と耐熱部材の材質・形状設計法の確立
- (3) 設計支援ツール(マイノリティ分析ツール)の有効性実証
- (4) カスタム個電(冷熱デバイス)の事業化(2017年度研究開発完了)
- (5) 設計支援ツール(トポロジー最適化プログラム)の活用ができる人材の育成に向けた高度ものづくり教育と広報・普及活動
- (6) 先端獣医療コンソーシアムにおける動物インプラントのビジネスモデル策定とその実現に向けた普及活動の継続

#### **) 所要経費**

3.4億円(2014年度)、3.1億円(2015年度)、2.9億円(2016年度)、2.0億円(2017年度)、1.7億円(2018年度)

#### **) 研究責任者**

大阪大学大学院工学研究科 教授 田中 敏宏

#### **) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

大阪大学、パナソニック(株)、(地独)大阪産業技術研究所、帝人ナカシマメディカル(株)、川崎重工業(株)、(有)北須磨動物病院、京都大学、東京大学、大阪府立大学

## ② Additive Manufacturing を核とした新しいものづくり創出の研究開発

### 応用的・実用的研究/研究開発項目(A&B)

#### ) 実施内容

各産業で幅広い応用が期待される樹脂の三次元積層技術において、高精度、高生産性な造形技術を開発するとともに、材料的にもスーパーエンジニアリングプラスチックを商業的に加工できるプロセスの開発を行うことで、AM(Additive Manufacturing)技術における製造能力の向上を目指す。また、その過程において AM に関する知見を蓄積し AM を生かす設計手法の確立(設計ツールの開発)を実施し、新たなものづくり創出を目指す。

#### ) 研究開発の最終目標

AM を中小企業・地域産業の特有の基盤加工技術とするための総合的なものづくりの創出。出口例としての高機能・高審美性・高適合性スポーツ義足の開発、AM の長所を最大限活用する設計ツールの高機能化・操作性の向上。差別化を実現する超高強度・高耐熱プラスチック造形の実現。

#### ) 2014年度の達成目標

2014年度では、製品力、設計力、製造力の3項目に分け、以下の開発を完了する。

- ・製品力の向上: 出口イメージモデル(0次試作)の製作と発表、展示
- ・設計力の向上: AM を使いこなすための設計ツールの基礎機能の開発。
- ・製造力の向上: 高機能樹脂加工のプロセス開発のための基礎試験装置試作(CO<sub>2</sub>レーザー) 中間評価用材料(融点 200 以上)を選定

#### ) 2015年度の達成目標

2015年度は以下の項目について完了する。

製造力の向上: 近赤外レーザー(ファイバ-レーザーおよび半導体レーザー)による上質な造形。中間目標としてのローエンドスーパーエンブラの造形(密度75%の達成)

製品力の向上: 試走できるプロトタイプ(一次試作)の製作と実走行試験、および展示とヒアリング

設計力の向上: 直感的操作性の実装、機械 CAD、シミュレーションソフトとの連携機能の試作

社会浸透・戦略: ユーザ連携研究会の運営、地域(東京都)の企業への技術展開フレームの構築

#### ) 2016年度の達成目標

2016年度は以下の項目について完了する。

製造力の向上: ローエンドスーパーエンジニアリングプラスチックの造形において射出成形品の75%程度の強度を得る、異種材料上にポリアミド造形物を構築する技術の提案、

製品力の向上: 試走可能な義足のプロトタイプの AM による製作とランナーによるモニター試験

設計力の向上: AM ならではの複雑な意匠デザイン機能の試作、造形前の仕上げ機能の試作

社会浸透・戦略: ユーザ連携、ベンチマーク、人材育成、地域(東京都)企業への技術展開の実施

#### ) 2017年度の達成目標

2017年度は以下の項目について完了する。

製造力の向上: 使用温度 200 超のハイエンドスーパーエンブラ、PEEK もしくは PEKK の造形技術の基礎研究を行い密度 80%以上を得る。

製品力の向上: AM によって作られるスポーツ義足を、既存の義足以下の重量に軽量化する

設計力の向上: 義肢製作者が従来の製作手続きを踏襲しつつデジタル設計できる機能を追加、義足ソケットの外側の複雑構造設計の時間を 1/20 に短縮

社会浸透・戦略: シンポジウム開催、素材メーカーユーザー連携、地域(東京都近郊)企業との連携  
試行

**) 2018年度の達成目標**

2018年度は以下の項目について完了し、スーパーエンブラ製の実用品の造形に融合することで、AM技術の出口を示す。

製造力の向上: 使用温度 200 超のハイエンドスーパーエンブラ、PEEK の実用的な造形技術を確立し 80MPa 以上の強度を得る。300mm×300mm の造形範囲の実用造形を可能とする。

製品力の向上: ハイエンドスーパーエンブラを併用し、AM 製陸上競技用義足の高性能化を図り、競技を想定した走行試験を実施し、その評価と改善を行う。

設計力の向上: 義足以外の人体フィット分野として装具業界などにヒアリングを実施、既存機能を汎用化することで適用可能か試行する。

社会浸透・戦略: ユーザー連携を行い、素材、装置、プロセス等の実用化への模索を行う。また、本研究開発内容・技術の普及促進を、展示会、シンポジウム等を通じて行う。そのほか、中小企業への技術移転を行う

**) 所要経費**

1.0 億円(2014年度)、1.0 億円(2015年度)、0.8 億円(2016年度)、0.5 億円(2017年度)、0.4 億円(2018年度)

**) 研究責任者**

東京大学生産技術研究所 教授 新野 俊樹

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

東京大学、(地独)東京都立産業技術研究センター、アспект(株)、(一財)製造科学技術センター、(株)エリジオン



## ⑳リアクティブ3Dプリンタによるテーラーメイドラバー製品の設計生産と社会経済的な価値共創に関する研究開発 応用的・実用的研究/研究開発項目(A&B)

### )実施内容

3Dプリンタによるテーラーメイド化が困難であったラバー製品について、地域産業であるシューズを取り上げ、多様なユーザとのIoV (Internet of Values)環境を構築してインタラクティブな価値流通に基づく超デライト設計・生産システムを開発するとともに、熱可塑成形と架橋のトレードオフを解決し、リアクティブ3Dプリンタマシンとその素材を研究開発する。

### )研究開発の最終目標

SIP において開発したスマホアプリ、3Dプリンタマシン等のツール/技術を成果の普及・展開の場となる価値共創プラットフォームに設置し、SIP終了後も含め地域社会に貢献する。

### )2014年度の達成目標

インタラクションデザインにおいて共創スマートフォンアプリとライフ・製品サイクル共調システムの概念設計を検討完了すること。準リードユーザ・マスユーザーに対するカスタマイズ需要と感性的価値のデータ収集を実施すること。リアクティブ3Dプリンタ研究開発試作機のスペック設計を完了すること。アウトソーシング用素材開発における物性評価用の基礎配合の基礎検討を完了すること。

### )2015年度の達成目標

テーラーメイドシューズの生産システムの実験用試作を進め、ユーザとのインタラクションデザイン用スマホアプリを試作する。個人適合性予測のための足部デジタルモデルを構築し、消費者プロファイリングと感性的価値の分析結果を提示する。また、マイクロ反応場の研究開発に基づきリアクティブ3Dプリンタの開発試作機を製作しテストピースを成形する。さらに、有機センサをシューズに配置し装着時出力を計測する。

### )2016年度の達成目標

2016年度実施予定の主要な研究開発項目を以下に列挙する。

デジタル足部モデルは、準リードユーザまでを対象に個人足部モデルの個人適合率向上を目指す。共創スマートフォンアプリとライフ・製品サイクル共調システムは実用化を目指した有効性評価を実施する。スマートファクトリは、IoT環境下における社会的有効性の簡易評価を実施する。センシングは、同時測定を試みる。リアクティブ3Dプリンタマシンは、小型化、マルチノズルに対応した実験機の創製を試みる。また、コンセプトモデルシューズの前倒し試作にも取り組む計画である。

### )2017年度の達成目標

2017年度実施予定の主要な研究開発項目を以下に列挙する。

人体筋骨格モデルをベースとしたスマホアプリの汎用性拡大及び身体運動データの蓄積による身体適用範囲拡大、スマートファクトリデモシステムの拡充を行う。ラバー素材に関しては、引き続き精密化/迅速化/軽量化及び各ソール間の界面制御技術開発を進めると共に試作評価で明らかとなった耐久性改善のサイクルを回す。リアクティブ3Dプリンタマシンは、改良を進めると共に傾斜材料の造形に取組み、最終年度の目標製造精度達成を目指す。また、成果の社会実装の場としての価値共創プラットフォームの前倒し設置・運営を行い、3DPの外部利用促進を目指す。

### )2018年度の達成目標

2018年度実施予定の主要な研究開発項目を以下に列挙する。

最終年度は、SIP終了後の成果の普及・展開の場となる価値共創プラットフォームに設置するツ-

ル/技術に関する研究項目を重点的に行う。

具体的には、スマホアプリの汎用性拡大及び身体運動データの蓄積による身体適用範囲拡大を行う。ラバー素材に関しては、引き続き精密化/迅速化/軽量化及び各ソール間の界面制御技術開発を進めると共に用途拡大を進める。3D プリンタマシンは、販売を念頭に改良を進めると共に価値共創プラットフォームにおいて外部活用を推進する。

**) 2014年度の所要経費**

2.0億円(2014年度)、2.1億円(2015年度)、1.7億円(2016年度)、1.0億円(2017年度)、0.9億円(2018年度)

**) 研究責任者**

神戸大学システム情報学研究科 教授 貝原 俊也

**) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)**

神戸大学、兵庫県立工業技術センター、産業技術総合研究所、(株)神戸工業試験場、バンドー化学(株)、住友ゴム工業(株)、(株)アシックス、シバタ工業(株)、天満サブ化工(株)

## ②④ 東工大一大田区協創による喜びを創出する革新的なものづくり環境の構築と快適支援機器の設計製造技術の開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(A&B)

### ) 実施内容

デザイン思考に基づく超上流デライト設計を実現するために、研究者、地域の中堅・中小企業の技術者・技能者、ビジネスコーディネータおよびユーザからなる全員参加型のイノベーション協創環境として、東工大デザイン工房を構築する。そして、地域の中小企業が本環境を利用して主体的に研究開発が推進できるような仕組みづくりとものづくりに取り組む。具体的には、羽田空港での移動や重筋作業のデライト支援機的设计製造技術開発と製品化を行う。

### ) 研究開発の最終目標

大学地域協創による地域のものづくり環境を構築する(大田区を中心とする中小企業が主体となる新製品開発プロジェクトを年3テーマ実施)。また、ウェアラブル人工筋デバイスを用いたデライト重筋作業支援機の実現(製品質量:5kg、製品価格:10万円、また本機器を20台試作し、羽田空港・大田区町工場での実証実験を実施。)

### ) 2014年度の達成目標

・東工大デザイン工房の構築について、4つのラボの構築とこれらの一体運用の基礎を構築する。また、デライト機器開発においては、カートロボットのニーズ抽出、設計、試作を行う(第1次試作の着手)とともに、ウェアラブルスーツのためのアクチュエータの製作技術開発(3種類のアクチュエータの製作と特性評価、これに基づく設計法の構築)の実施。

### ) 2015年度の達成目標

ユーザのデライト評価に基づく逆問題的設計手法を開発し、カートロボットの第2次試作に適用する。カートロボットの第1次試作機を用いたユーザのデライト評価、事業主体を想定した事業化課題・モデル検討に基づく繰返し設計・試作・評価を実施する。織布人工筋の実現、人工筋の精密制御、超小型コンプレッサの試作、空圧源の追従搬送機の開発を行い、これらの結果をもとにウェアラブルスーツの初期事業計画および仕様策定を行う。さらに、研究・技術シーズをベースとした製品化、事業化検討を積極的に(数件)推進する。

### ) 2016年度の達成目標

大田区内の中小企業による東工大デザイン工房の試用、カートロボットを具体例対象としたデライト製品の機能的なモデルとデライトの関係を可視化する設計支援ツールの開発、コミュニティサイトの構築を図る。デザイン工房と設計ツールを活用し、カートロボットの羽田空港での実用機開発および大田区企業を中心とした種々のデライト製品開発プロジェクトを積極的に推進する。

### ) 2014年度の所要経費

0.4億円

### ) 2015年度の所要経費

0.5億円

### ) 2016年度の所要経費

0.3億円

### ) 研究責任者

東京工業大学大学院理工学研究科 教授 武田 行生

### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

東京工業大学、(公財)大田区産業振興協会、日本空港ビルデング(株)、あずさ監査法人、東京医科歯科大学、(株)マテリアル、(株)小野電機製作所、三益工業(株)、(有)安久工機、(株)川淵機械技術研究所、日邦電機(株)、(株)ヤマショウ、シマフジ電気(株)、睦化工(株)

## ㊥ デライトものづくり発想支援システムの開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(A)

### ) 実施内容

顧客に感動を与えるよりデライトな商品を創造するために、設計者をターゲットとしたデライトものづくり設計手法に、商品開発上流での、商品企画担当やデザイナー領域のアプローチを融合させる。脳科学・生体信号計測技術とラフ集合分析等を用い、顧客の期待を超え、感性に訴える商品属性(以下、デライト価値と呼ぶ)の発想を支援する一連の仕組みを構築する。

### ) 研究開発の最終目標

デライトものづくり発想支援システムの核となる、ツール(ソフトウェア)とそれを支えるフレームワーク(要求分析、アーキテクティングを含む一連の上流設計手法)の策定

### ) 2014年度の達成目標

2016年度追加テーマ

### ) 2015年度の達成目標

2016年度追加テーマ

### ) 2016年度の達成目標

- ・データマイニングからのデライト価値属性の抽出
- ・感性の動いた瞬間とラフ集合を統合化させるための簡易型ツールの構築
- ・デライト発想支援ツールを構成する各機能モジュールの統合戦略の策定

### ) 所要経費

0.5億円(2016年度)

### ) 研究責任者

千葉工業大学社会システム科学科 教授 関 研一

### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

千葉工業大学、慶応義塾、明治大学、(一社)アイポート

## ②⑥ インタラクティブ型デライト設計プラットフォームの研究開発

応用的・実用的研究/研究開発項目(A)

### ) 実施内容

多様な顧客価値(ニーズ)に対応した、新たなものづくりスタイルの確立を目的に、ステークホルダの対話とAIの活用により価値の探索を行う、インタラクティブ型デライト設計プラットフォームを開発する。

### ) 研究開発の最終目標

インタラクティブ型デライト設計プラットフォームは、ものやシステムの設計案の価値を評価するシミュレータと、設計案と価値の相関性を抽出するAIにより構成し、AIに入力するデータの前処理技術、相関性分析結果の可視化技術を開発する。そして、交通システム、家電品、鉄道車両の設計を事例として適用し、対話による価値の共有を行うことで全てのステークホルダが合意する設計案を形成するインタラクティブ型デライト設計の方法論とプラットフォームの有効性を検証する。

### ) 2014年度の達成目標

2016年度追加テーマ

### ) 2015年度の達成目標

2016年度追加テーマ

### ) 2016年度の達成目標

AIへの入力データの前処理技術、相関性の可視化ツールを開発する。これらのツールを用いて、交通システムの設計を対象としたコンセプトデモを行い、方法論を検証する。

### ) 所要経費

0.3億円(2016年度)

### ) 研究責任者

(株)日立製作所 研究開発グループ テクノロジーイノベーション統括本部 主管研究長 海保 真行

### ) 研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

(株)日立製作所

## ②⑦ヒューマンフィットデライト価値創出システムの開発及び実証

### 応用的・実用的研究/研究開発項目(A)

#### )実施内容

市場の成熟度により製品のデライト要因が、性能・機能から、ユーザビリティ(使用性)、感性価値(心地よさ、感性フィット)、新価値創造(ユーザエクスペリエンス)に移行すると考え、本研究では～の価値創出を支援する3つのデライト支援システム(ヒューマンフィットデライト価値創出システム)を開発する。ユーザビリティでは、人の負担感を評価するデジタルヒューマン技術を虚弱高齢者まで拡張する(以降、デライトU)。感性価値では、握り心地をターゲットとして、デジタルハンドによる握り心地評価システムを構築する(以降、デライトK)。新価値創出では、デザインシンキング手法を応用したシーズベースデザインシンキング手法を確立することで、技術シーズを活かすための新しい着想を得る仕組みを作る(以降、デライトX)。

#### )研究開発の最終目標

～の各システムの構築が完了し、それぞれの技術を用いた新規製品やプロトタイプ構築を行う。加えて、株式会社パナソニック プロダクト解析センターにおけるソリューションメニューとしての設定や、公設試験研究機関などにおける活用展開などを行うことで、中小企業を中心とした様々な企業が活用可能な体制を構築する。

#### )2014年度の達成目標

2016年度追加テーマ

#### )2015年度の達成目標

2016年度追加テーマ

#### )2016年度の達成目標

- ・デライトU:虚弱高齢者を対象としたデータ取得およびデジタルヒューマンの汎用化のためのインターフェースの設計
- ・デライトK:握り心地評価システム構築に向けた把持圧データベースの作成およびデジタルハンド基礎モデルの構築
- ・デライトX:シーズベースデザインシンキングのプロセス案の作成、ワークショップでの検証

#### )所要経費

0.5億円(2016年度)

#### )研究責任者

パナソニック(株)プロダクト解析センター 係長 丸山 博

#### )研究実施機関(再委託先、共同実施先含む)

パナソニック(株)、新潟大学

### 3. 実施体制

#### (1) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の活用

本プログラムは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)への交付金を活用し、図表 3-1 のような体制で実施する。

NEDO は、PD や推進委員会を補佐し、研究開発計画の検討、研究開発の進捗や予算の管理、自己点検の事務の支援、評価用資料の作成、関連する調査・分析など、必要な協力を行う。

#### (2) 研究開発実施者の選定

NEDO は、本計画に基づき、研究開発実施者を公募により選定する。研究開発実施者の選定審査の事務は、NEDO が行う。審査基準や審査員等の審査の進め方は、NEDO が PD 及び内閣府、関係省庁と相談し、決定する。なお、イノベーションスタイルの視点(実用化・産業化のストーリー、参加者多様性、地域性等)を重視し審査を行うものとする。審査には原則として PD 及び内閣府の担当官も参加する。研究開発実施者の利害関係者は当該審査に参加しないものとする。また、研究開発実施者の選定に係る審査の過程において、研究開発テーマの実施範囲や研究開発テーマ間の連携等を考慮した上で採択を行う場合がある。

#### (3) 研究開発の実施体制

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等(以下、「団体」という。)のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、産学連携のコンソーシアム体制で研究開発に参加するものとする。ただし、国外に研究開発拠点を有する団体が有する特定の分野における優れた研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から、当該団体と連携して研究開発を行うことが必要な場合は、その研究開発等に限り当該団体と連携して実施することができるものとする。なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、各研究開発テーマに研究責任者(テーマリーダー)を置き、その下に研究者を可能な限り結集して研究開発を実施する。

#### (4) 各研究開発テーマの運営管理

各研究開発テーマは、PD 及び NEDO が管理・執行の責任を負い、関係省庁及び研究開発実施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、推進委員会等を設置し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、研究開発テーマの進捗について報告を受ける等により研究開発の進捗状況の管理を行うものとする。このほか、研究開発テーマで取り組む技術分野の動向や外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。予算執行上の事務手続きは、管理法人である NEDO の規則等に基づくものとし、例えば、平成 28 年度以降の委託契約に対しても 30%の間接経費を認めることができる。

PDを補佐するサブプログラムディレクター(サブPD)を内閣府に置き、委嘱する。サブPDは、研究開発の内容、目標に関する事、研究開発の体制に関する事、研究開発の進捗管理、成果の管理・活用に関する事、実用化・事業化に向けた戦略に関する事、その他、本プログラムの推進に際し必要な事項の調整・検討に関して、PDを補佐する。委嘱したサブPDは、以下のとおりである。



東京電機大学 学長室	特別専任教授	帯川 利之
東京大学	名誉教授	木村 文彦
三菱電機(株)FAシステム事業本部産業メカトロニクス事業部	技師長	安井 公治
立命館大学経営学部デザイン科学研究センター	センター長 教授	善本 哲夫
パナソニック株式会社エコソリューションズ社技術本部イノベーションセンター	主幹	中谷 光男

図表 3-1 実施体制



#### 4. 知財に関する事項

優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブに配慮しつつ、研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、知的財産等について下記のとおり適切な管理を行う。

##### (1) 知財委員会

知財委員会を NEDO に置く。知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び特許等(以下、「知財権」という。)の出願・維持等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整などを行う。知財委員会は、PD または PD の代理人、主要な関係者、専門家等から構成する。知財委員会の詳細な運

営方法等は、PD の指揮の下、NEDO において定める。

## (2) 知財権に関する取り決め

NEDO は、秘密保持、バックグラウンド知財権(研究責任者やその所属機関等が、プログラム参加前から保有していた知財権及びプログラム参加後に SIP の事業費によらず取得した知財権)、フォアグラウンド知財権(プログラムの中で SIP の事業費により発生した知財権)の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。その際、SIP の各種規程に定めなき事項、およびこれら規程の解釈に疑義が生じたときは、法令の規定に従うほか、研究開発実施者は誠意をもって協議し、解決するものとする。

## (3) バックグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

## (4) フォアグラウンド知財権の取扱い

フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 19 条第 1 項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関(委託先)に帰属させる。

再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付すことができる。

知財権者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。

参加期間中に脱退する者に対しては、当該参加期間中に SIP の事業費により得た成果(複数年度参加の場合は、参加当初からの全ての成果)の全部または一部に関して、脱退時に NEDO が無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。

知財権の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財権者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率、費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

## (5) フォアグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が SIP の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

## (6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について

産業技術力強化法第 19 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割により移転する場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・

移転の場合等(以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。)を除き、NEDO の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財権者は NEDO との契約に基づき、NEDO の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の後であっても NEDO は当該実施権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

### **(7) 終了時の知財権取扱いについて**

研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応(放棄、あるいは、NEDO による承継)を協議する。

### **(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学等)の参加について**

当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。

適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口または代理人が国内に存在することを原則とする。

国外機関等については、知財権は NEDO と国外機関等の共有とする。

## **5. 評価に関する事項**

### **(1) 評価主体**

PD と NEDO 等が行う自己点検結果の報告を参考に、ガバニングボードが外部の専門家等を招いて行う。この際、ガバニングボードは分野または課題ごとに開催することもできる。

### **(2) 実施時期**

事前評価、毎年度末の評価、最終評価とする。

終了後、一定の時間(原則として 3 年)が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。

上記のほか、必要に応じて年度途中等に評価を行うことも可能とする。

### **(3) 評価項目・評価基準**

「国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成 24 年 12 月 6 日、内閣総理大臣決定)」を踏まえ、必要性、効率性、有効性等を評価する観点から、評価項目・評価基準は以下のとおりとする。評価は、達成・未達の判定のみに終わらず、その原因・要因等の分析や改善方策の提案等も行う。

意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性。

目標(特にアウトカム目標)の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い。

適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。

実用化・事業化への戦略性、達成度合い。

最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

#### (4) 評価結果の反映方法

事前評価は、次年度以降の計画に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

年度末の評価は、当該年度までの実績と次年度以降の計画等に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

最終評価は、最終年度までの実績に関して行い、終了後のフォローアップ等に反映させる。

追跡評価は、各課題の成果の実用化・事業化の進捗に関して行い、改善方策の提案等を行う。

#### (5) 結果の公開

評価結果は原則として公開する。

評価を行うガバニングボードは、非公開の研究開発情報等も扱うため、非公開とする。

#### (6) 自己点検

##### 研究責任者による自己点検

PD が自己点検を行う研究責任者を選定する(原則として、各研究項目の主要な研究者を選定)。

選定された研究責任者は、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、前回の評価後の実績及び今後の計画の双方について点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。

##### PD による自己点検

PD が研究責任者による自己点検の結果を見ながら、かつ、必要に応じて第三者や専門家の意見を参考にしつつ、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、PD 自身、NEDO 及び各研究責任者の実績及び今後の計画の双方に関して点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。その結果をもって各研究主体等の研究継続の是非等を決めるとともに、研究責任者等に対して必要な助言を与える。これにより、自律的にも改善可能な体制とする。

これらの結果を基に、PD は NEDO の支援を得て、ガバニングボードが実施する評価に向けた報告を作成する。

##### NEDOによる自己点検

NEDOによる自己点検は、予算執行上の事務手続を適正に実施しているかどうか等について行う。

### 6. 出口戦略

本プログラムでは、以下の戦略により研究開発成果の実用化・事業化を目指す。

#### (1)研究開発成果のツール化

革新的技術に意欲的な地域企業が、本プログラムの研究開発成果を活用して新事業を生み出す好事例を作っていく。これを全国に横展開することで、大企業を含めた我が国全体のものづくり産業の革新を図り、迅速な新産業創生へ結びつける。

東京オリンピック・パラリンピックが開催される 2020 年に向けて特徴ある商品化を図り、日本のものづくり技術の優位性を PR する。

デライトなものづくりの取組として、本プログラムでは、高付加価値なものづくりに効果的につなげるための設計支援技術、生産製造技術に注力する。特に実用化の観点から、技術をツールとして活用できる段階にする。開発ツールの実用化・事業化形態を販売サービス型、活用の場構築型、技術指導・交流型の 3 つに定め、プログラムを推進する。さらに、製造装置の汎用性向上を目的とした、現場データ利活用による製造パラメータ設定の省力化の取り組みをいくつかのテーマで行う中で、日本のものづくりの国際競争力強化の観点で、データ利活用における技術の有用性や OpenClose 戦略を明確化する。

## (2) 高付加価値製品を生み出す仕組みの構築

本プログラムで採択する各研究開発テーマ間の連携を促進するための、クラウド技術等を活用した IT システムの構築、交流イベントの実施、展示会・コンテスト等への参加、PD 等のマネジメントによる研究開発成果の受け渡しや共同研究への発展可能性の検討等を行う。特に 2018 年は最終年度であることを踏まえて、産学官の密な連携促進をめざしてプログラム全体での国際展示会への出展を行うほか、地域ものづくりクラスターやすでに商用サービスを行っているものづくりプラットフォームとの連携によるものづくりコンテスト等の、広く一般に普及させるための技術 PR を実施する。

本プログラムで開発する革新的設計生産技術を先行開発・先行実装が可能な企業・大学・公的研究開発機関等へ結びつけるための活動を行う。特に、革新的技術に意欲的な地域企業が容易に情報にアクセスしうる仕組みを構築する。特に 2018 年は最終年度であることを踏まえて、ツール/技術にワンストップアクセス可能な Web ポータルと、ツール/技術を設置した活用の場から構成される、成果の普及展開の仕組みとしての SIP ものづくりネットワークを試行・改善し、SIP 終了後の維持、拡充に向けた人や運用コスト等も考慮した仕組み構築をめざす。

研究開発成果を共通基盤技術として公的研究開発機関等の地域の共有施設へ導入する。

中小企業向けの技術入門教科書、e-Learning の整備等を行う。

研究開発成果を具体的な製品や商品として国内外の市場に展開していくために、研究開発段階から事業化シナリオについて調査・検討を行い、方式としてまとめ産業界に公開する。また成果であるツール/技術において、これまでの企業におけるテストユースで確認できた効果を、中堅・中小企業が自社の製品に活用可能かを判断できるように開示する。

## 7. その他の重要事項

### (1) 根拠法令等

本件は、内閣府設置法第 4 条第 3 項第 7 号 3、科学技術イノベーション創造振興費に関する基本方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、科学技術イノベーション創造振興費に関する実施方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボード)、国立研究開発法人新エネルギー・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。

## (2)計画変更の履歴

本計画は、成果を最速かつ最大化させる観点から、臨機応変に見直すこととする。これまでの変更の履歴(変更日時と主な変更内容)は以下のとおり。

- 2014年5月23日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画を承認。内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)において決定。
- 2014年10月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。
- ・2.(5): 研究開発実施者決定に伴い研究開発実施内容等を追記。
  - ・3.(4): サブPD設置に伴い追記。
- 2015年5月21日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。
- ・2.(5): 2015年度の達成目標、所要経費を追記。
- 2016年12月15日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。
- ・1.(2): 第5期科学技術基本計画の閣議決定に伴い追加。
  - ・2.(1)図表2-1、2.(2)、2.(4)、2.(5): 2016年度の達成目標、所要経費を追記。研究開発内容を追加。
  - ・2.(2)図表2-2、2.(4)、2.(5) 、 : 研究開発内容を追加。それに伴い研究開発費等を増額修正。
  - ・2.(5)①～④: 2014年度の評価に基づき、2015年度の研究開発実施内容等の修正。
  - ・3.(4): 予算執行上の事務手続きに関して言及。
  - ・6.出口戦略: 研究開発内容の見直しによる出口戦略の修正。
- 2017年3月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。
- ・1.(3): 2016年度の評価、予算配分をふまえ目標・狙いを修正。
  - ・2.(1): 2016年度の評価、予算配分をふまえ研究開発項目を修正。
  - ・2.(2)図表2-2:所要経費等を修正。
  - ・2.(4)、(5): 2017年度の達成目標、所要経費等を修正、追記。
  - ・3.(4): サブPD変更に伴い修正。
  - ・6.(1)、(2): 2016年度の評価、予算配分をふまえ出口戦略を修正。
- 2018年3月30日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の下記変更を承認。
- ・2.(1): 2017年度の評価、予算配分等をふまえ研究開発項目を修正。
  - ・2.(2)図表2-2:所要経費等を修正。
  - ・2.(4)、(5): 2018年度の達成目標、所要経費等を修正、追記。
  - ・3.(4): サブPDの所属変更に伴い修正。
  - ・6.(1)、(2): 2017年度の評価、予算配分等をふまえ出口戦略を修正。

### (3) PD 及び担当の履歴

#### PD



佐々木 直哉(2014年6月～)  
準備段階(2013年12月～2014年5月)では政策参与。

#### 担当参事官(企画官)



守屋 直文(2013年10月～2016年3月)、千嶋 博(2016年4月～)  
2013年10月～2014年5月までは準備期間。

#### 担当



篠原 摩有子(2013年10月～2014年3月)、山本 大介(2014年4月～2016年3月)、  
2013年10月～2014年5月までは準備期間。



小笠原 伸二(2015年4月～2018年3月)、鎌田 芳幸(2016年4月～2016年8月)



横田 毅(2016年9月~2017年3月)



三須 義竜(2017年4月~ )



細田 奈麻絵(2018年3月~ )



## 添付資料 積算

### < 2014 年度 >

1. 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	2,499,000	( 0)
2. 研究開発管理費（旅費、委員会費等）	51,000	( 0)
計	2,550,000	( 0)

(千円)

### < 2015 年度 >

1. 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	2,525,000	(2,499,000)
2. 研究開発管理費（旅費、委員会費等）	51,000	( 51,000)
計	2,576,000	(2,550,000)

(千円)

### < 2016 年度 >

1. 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	2,150,000	(2,525,000)
2. 研究開発管理費（旅費、委員会費等）	40,000	( 51,000)
計	2,190,000	(2,576,000)

(千円)

### < 2017 年度 >

1. 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	970,000	(2,150,000)
2. 研究開発管理費（旅費、委員会費等）	30,000	( 40,000)
計	1,000,000	(2,190,000)

(千円)

### < 2018 年度 > (見込み)

1. 研究開発費等（一般管理費・間接経費を含む）	760,000	( 970,000)
2. 研究開発管理費（旅費、委員会費等）	40,000	( 30,000)
計	800,000	(1,000,000)

(千円)