

平成22年度 戦略的基盤技術高度化支援事業

「放電傾斜皮膜生成技術の最適化と高度化による  
ダイカスト金型表面処理技術の開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成23年 9月

委託者 中部経済産業局

委託先 財団法人富山県新世紀産業機構

## 目 次

### 第1章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標
- 1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）
- 1-3 成果概要
- 1-4 当該プロジェクト連絡窓口

### 第2章 放電傾斜皮膜生成技術の高度化（株式会社松村精型）

- 2-1 研究目的及び目標
- 2-2 実験方法
- 2-3 研究成果

### 第3章 放電傾斜皮膜生成技術の最適化（株式会社松村精型、富山県工業技術センター、国立大学法人富山大学）

- 3-1 研究目的及び目標
- 3-2 実験方法
- 3-3 研究成果

### 第4章 全体総括

- 4-1 今後の取組み

## 第1章 研究開発の概要

### 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

#### (1) 研究開発の背景

今般の高水準の円高による厳しい事業環境を背景に、自動車産業の川下事業者のニーズが、生産拠点の海外シフトへと加速化したため、生産用治具・設備の短納期化と低コスト化がますます要求されてきた。金型製作においては、精度要求や製作難度が高く、また設計製作における知的財産管理強化の観点からも国内生産での需要が高い。本研究では、航空機エンジン部品皮膜処理技術である放電傾斜皮膜層生成法（\*）を、自動車のエンジン部品や駆動用モーター部品の金型へ応用することで、金型寿命の向上を図ることが可能となる皮膜形成技術の最適化と高度化によるアルミダイカスト金型表面処理技術の確立を目指し、放電傾斜皮膜生成機とロボット制御機器の連携による高機能金型製造システムの開発を行う。当該研究開発の効果として、金型表面処理加工時間短縮による“短納期化”、金型寿命の向上による“低コスト化”を実現できるとともに、軽量かつリサイクル性の高いアルミ材料の自動車部品数を拡充させ、率いては“環境配慮”型自動車の普及を図る。

\* 放電傾斜皮膜層生成法の特徴：金属粉末を焼結して作成した電極と基材表面（被加工物）との間に放電を起こす。この放電エネルギーにより、電極材料が基材表面へ移動し熔融溶着する。入熱が少ないため、基材に熱変形を起こすことなく熔融溶着を連続的に行うことができる。

#### (2) 研究目的

自動車のエンジン部品や駆動用モーター部品はダイカスト金型により鑄造されており、金型劣化の防止策として金型に表面処理を施しているが、金型寿命は短い。本研究では、「放電傾斜皮膜生成技術の最適化と高度化」により、金型寿命の向上を実現し、自動車産業への低コスト・短納期金型の安定供給をめざす。

#### (3) 目標

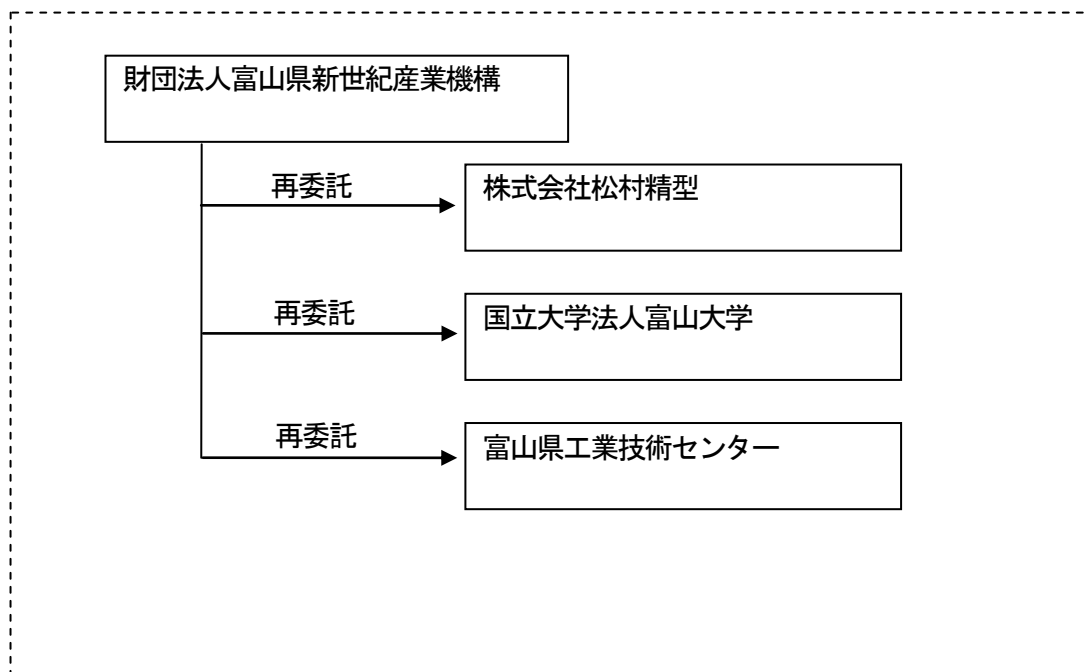
最終的な研究目標は以下に示すとおりとする。

技術課題	目標値
表面処理加工時間	従来比 50%～80%
金型寿命向上 A	従来比 200%～300%
金型寿命向上 B	従来比 200%
金型寿命向上 C	従来比 200%
電極組成	皮膜生成可能

1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

(1) 研究組織・管理体制

研究組織



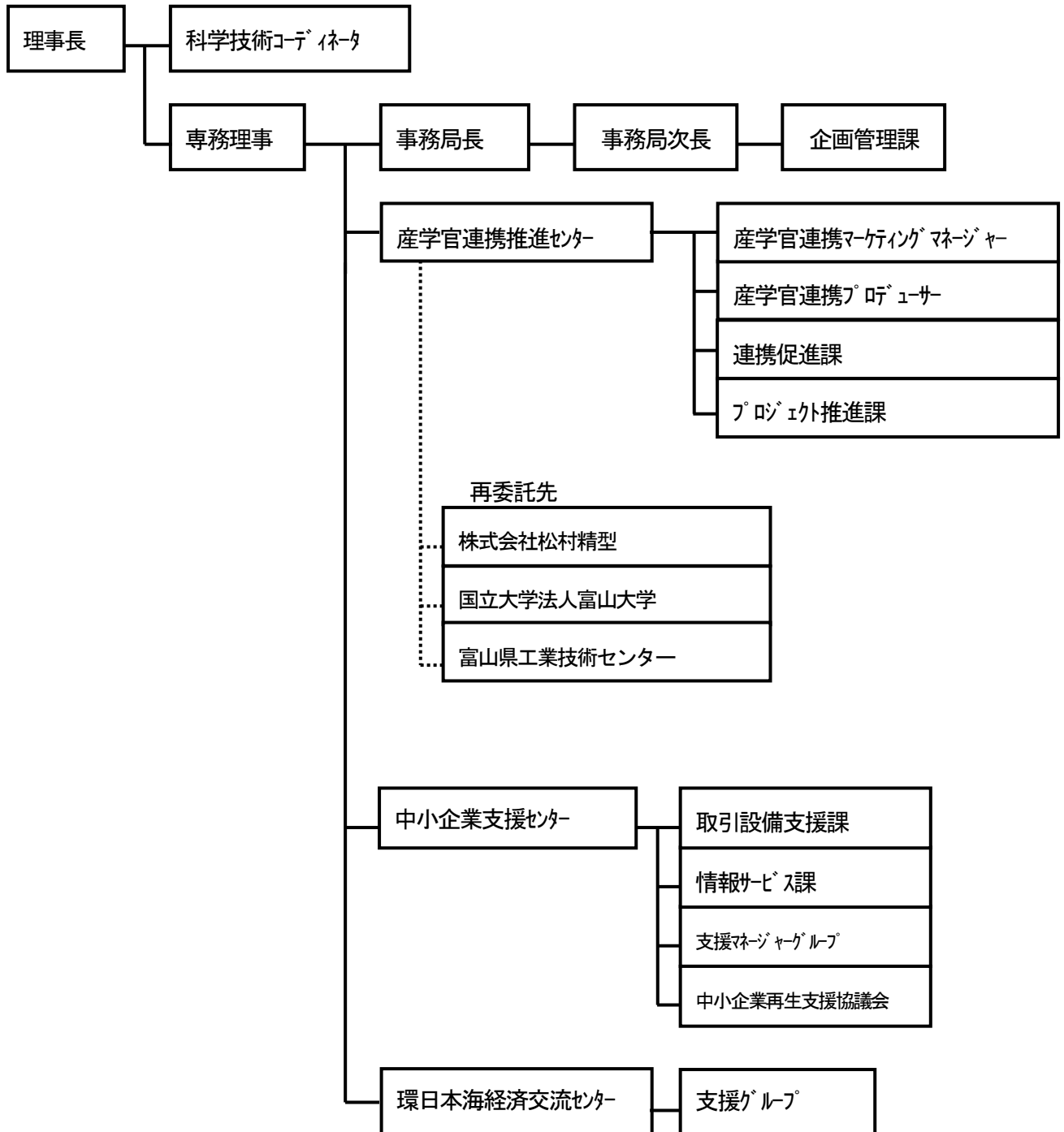
総括研究代表者（P L）  
株式会社松村精型  
代表取締役社長  
松村 浩史

副総括研究代表者（S L）  
株式会社松村精型  
営業技術部技術課課長  
林 圭一

管理体制

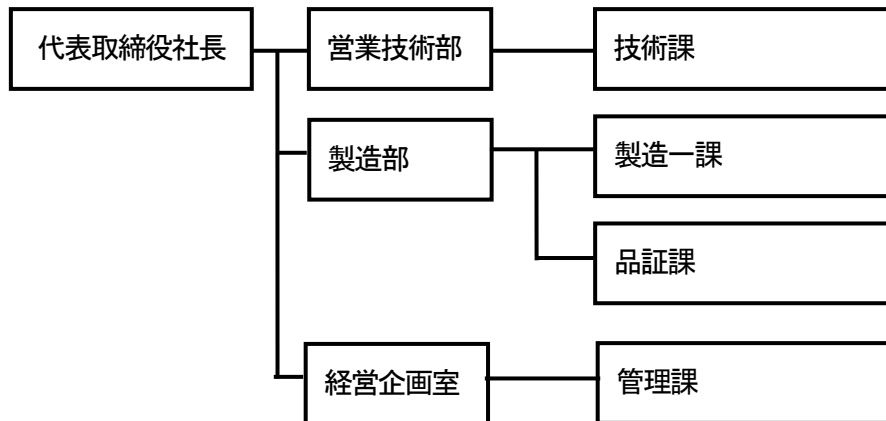
①事業管理機関

【財団法人富山県新世紀産業機構】

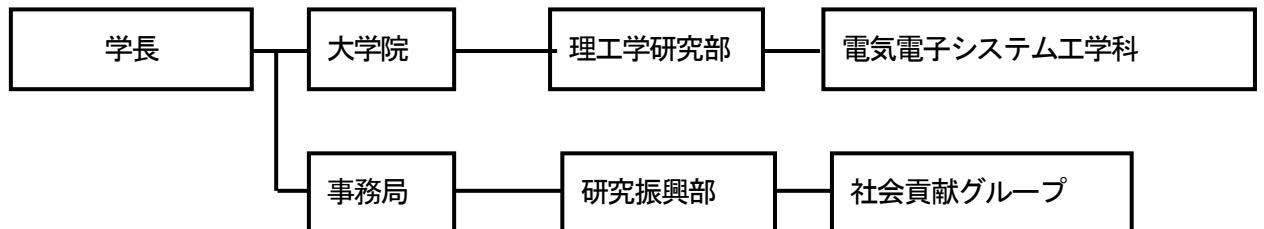


②再委託先

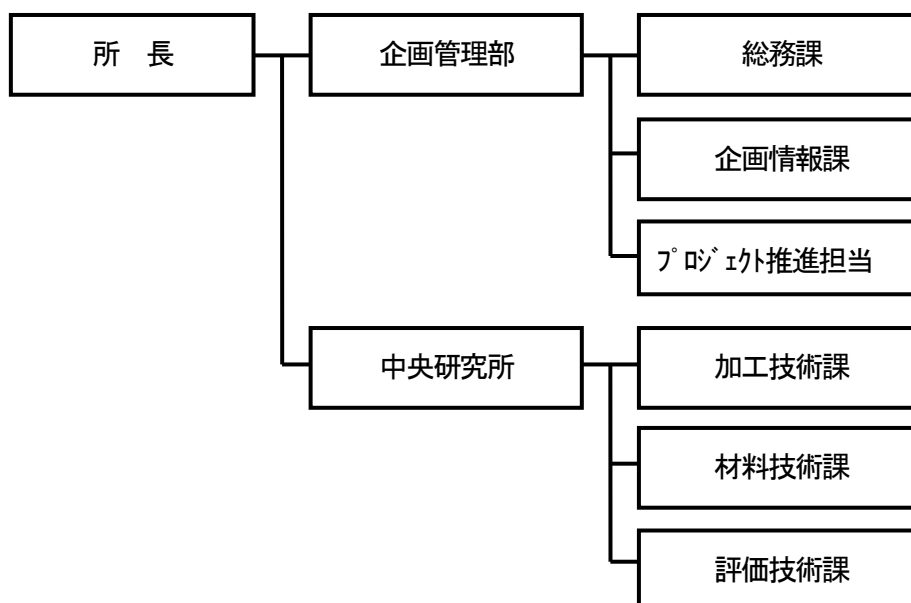
【株式会社松村精型】



【国立大学法人富山大学】



【富山県工業技術センター】



(2) 研究者氏名

株式会社松村精型

氏名	所属・役職
松村 浩史	代表取締役社長
林 圭一	営業技術部技術課 課長
山田 裕之	営業技術部技術課 主任
佐々木 宏介	営業技術部技術課
山川 雅志	製造部製造一課 課長
木村 満久	製造部品証課 課長
大濱 康夫	経営企画室長

国立大学法人富山大学

氏名	所属・役職
升方 勝己	理工学研究部 電気電子システム工学科 教授
伊藤 弘昭	理工学研究部 電気電子システム工学科 准教授

富山県工業技術センター

氏名	所属・役職
土肥 義治	中央研究所 材料技術課長
石黒 智明	企画管理部 企画情報課主幹研究員
関口 徳朗	中央研究所 評価技術課副主幹研究員
林 千歳	中央研究所 評価技術課副主幹研究員
川堰 宣隆	企画管理部 プロジェクト推進担当主任研究員

### 1-3 成果概要

#### (1) 放電傾斜皮膜生成技術の高度化

##### ①-1 表面処理設備の開発

##### 1) ロボット制御装置及び放電傾斜皮膜生成機との連動システムの開発

使用する電極及びワーク(金型部品)を、専用治具にて固定する仕様へと放電傾斜皮膜生成機に改造を行うことにより、ロボット制御機器との連携による高精度位置決め固定を可能とする電極及びワークの交換が可能となった。

また、放電傾斜皮膜生成機を外部端末から制御するシステムの構築をおこない、外部端末からのロボット制御装置及び放電傾斜皮膜生成機を同時に制御することで、自動連続運転が可能となり表面処理加工時間の短縮を実現した。

##### 2) 評価用金型部品への放電傾斜皮膜生成試験

評価用金型部品を設計し、従来の表面処理と放電傾斜皮膜生成との加工工数の比較を行った。

技術課題	: 表面処理加工時間	目標値	: 従来比 50%~80%
------	------------	-----	---------------

結果	: 目標を大きく達成することができた
----	--------------------

#### (2) 放電傾斜皮膜生成技術の最適化

##### ②-1 表面皮膜材質の最適化

##### 1) 金型寿命向上 A

放電傾斜皮膜生成に使用する電極の改良や皮膜生成条件の最適化を図ることで、放電傾斜皮膜法は、ダイカスト金型部品に最もよく使われている表面処理法との比較において、目標を達成することができた。

技術課題	: 金型寿命向上 A	目標値	: 従来比 200%~300%
------	------------	-----	-----------------

結果	: 目標を達成することができた
----	-----------------

##### 2) 金型寿命向上 B

放電傾斜皮膜生成処理を施した TP (テストピース) に繰り返し試験を行った。

技術課題	: 金型寿命向上 B	目標値	: 従来比 200%
------	------------	-----	------------

結果	: 完全に達成できたとは言いがたく、今後の課題とする
----	----------------------------

##### 3) 金型寿命向上 C

試験後の皮膜観察の結果、目標値を達成することができた。

技術課題	: 金型寿命向上 C	目標値	: 従来比 200%
------	------------	-----	------------

結果	: 目標を達成することができた
----	-----------------



## ②-2 電極材組成と成形の最適化

### 1) 電極組成

放電傾斜皮膜生成機メーカーが提供する電極を用いず、予想される様々な皮膜機能の向上を実現できる電極の開発を目指した。

技術課題	: 電極の開発	目標値	: 皮膜の生成が可能
------	---------	-----	------------

結果	: 皮膜を生成することができた
----	-----------------

#### 1-4 当該プロジェクト連絡窓口

##### (1) 事業管理機関

財団法人富山県新世紀産業機構（代表者 理事長 石井隆一）  
〒930-0866 富山県富山市高田 529 番地  
連絡担当者名、所属役職名：藤城 敏史 産学官連携推進センター部長  
TEL：076-444-5636 FAX：076-444-5630  
e-mail：fjk@tonio.or.jp

##### (2) 総括研究代表者

氏名：松村 浩史  
組織名：株式会社松村精型  
所属役職名：代表取締役社長  
TEL：0766-25-1715 FAX：0766-25-1716  
e-mail：k-matsu@matsump.co.jp

##### (3) 副総括研究代表者

氏名：林 圭一  
組織名：株式会社松村精型  
所属役職名：営業技術部技術課 課長  
TEL：0766-25-1715 FAX：0766-25-1716  
e-mail：k-haya@matsump.co.jp

##### (4) 研究実施者

機関名	代表者役職氏名	連絡先
株式会社松村精型	代表取締役社長 松村 浩史	〒933-0951 富山県高岡市長慶寺 805 番地 TEL 0766-25-1715 FAX 0766-25-1716 松村 浩史 e-mail：k-matsu@matsump.co.jp
国立大学法人富山大学	学長 遠藤 俊郎	〒930-8555 富山県富山市五福 3190 番 TEL 076-445-6714 FAX 076-445-6714 升方 勝己 e-mail：masugata@eng.u-ypyama.ac.jp
富山県工業技術センター	所長 榎本 祐嗣	〒933-0981 富山県高岡市二上町 150 番地 TEL 0766-21-2121 FAX 0766-21-2402 土肥 義治 e-mail：y-doi@itc.pref.toyama.jp

## 第2章 放電傾斜皮膜生成技術の高度化

アルミダイカスト金型製造コスト低減を目指し、放電傾斜皮膜生成機の改造により、基材や電極材の自動交換を行うロボット制御機器及び放電傾斜皮膜生成機との連動システムの開発を実施した。

### 2-1 研究目的及び目標

#### 2-1-1 ①表面処理設備の開発

放電傾斜皮膜生成のリードタイム短縮のためのロボット制御装置について、放電傾斜皮膜生成機と連動し、形状別機能別に複数の電極を自動交換できる機能及び、ワーク（金型部品）交換できる機能を要求仕様とし、製作を行った。

ロボット連動型放電傾斜皮膜生成機導入後は、評価用金型部品への放電傾斜皮膜生成試験を行った。その結果をもとに、従来の方法と放電傾斜皮膜生成の比較を行い、表面処理加工時間を短縮するための装置改良を行い、機能性向上の検証を実施した。

技術課題	目標値
表面処理加工時間	従来比 50%～80%

### 2-2 実験方法

#### 2-2-1 ①表面処理設備の開発

従来の表面処理と放電傾斜皮膜生成法との加工時間の比較評価のため、株式会社松村精型の金型製作の知見を活かし、金型部品を同形状にて2型新規設計した。1つは従来の表面処理法にて製作、1つは放電傾斜皮膜生成法にて製作を行った。その際の製作工数を算出し、双方の工数を比較することで製作コスト及びリードタイムの優位性を確認した。

### 2-3 研究成果

#### 2-3-1 ①表面処理設備の開発

##### 2-3-1-1 ロボット制御装置及び放電傾斜皮膜生成機との連動システムの開発

放電傾斜皮膜生成機横に、電極及びワークの自動交換を行うロボット制御装置を設置した。以上により、従来作業者の手作業によって行われていた電極及びワーク交換の自動化を可能とすることで、複雑な形状を持つダイカスト金型への放電傾斜皮膜生成の際のリードタイム短縮が実現した。放電傾斜皮膜生成法及び自動化システムの優位性については、次項にて確認した。

##### 2-3-1-2 評価用金型部品への放電傾斜皮膜生成試験

###### 2-3-1-2-1 評価用金型部品の設計

評価用の金型部品の設計に際し、松村精型にて設計製作の実績のあるダイカスト金型部品を参考に設計を行った。

###### 2-3-1-2-2 評価用金型部品の製作工数算出及び比較

従来法と放電傾斜皮膜生成法の2通りで、評価用金型部品を同形状にて製作した。このときの製作にかかった工数を項目毎に算出した。

結果として、ロボット制御装置及び放電傾斜皮膜生成機との連動システムの開発によって、工数削減の目標値を達成することができた。

### 第3章 放電傾斜皮膜生成技術の最適化

金型と同じ素材のテストピース（以下 TP）を用いて表面皮膜材質の条件についての研究開発を実施した。また、放電傾斜皮膜生成に適した、電極材の組成成形とその放電条件との関係についての検証を実施した。

#### 3-1 研究目的及び目標

##### 3-1-1 ①表面皮膜材質の最適化

従来のダイカスト金型部品に行われている表面処理事例より、金型表面機能についての分析調査を行った。調査結果より、ハイサイクル成形を可能とする技術課題解決の糸口となる皮膜処理条件を推測し、放電傾斜皮膜処理生成機により皮膜処理を行い、TP を数パターン作成した。TP については、下記の技術課題別に評価を実施し、最適な材質条件の探索を株式会社松村精型及び富山県工業技術センター共同で実施した。

技術課題	目標値
金型寿命向上 A	従来比 200%～300%
金型寿命向上 B	従来比 200%
金型寿命向上 C	従来比 200%

##### 3-1-2 ②電極材組成と成形の最適化

放電傾斜皮膜生成機は、放電条件と電極の関係性により様々な状態の被膜を形成することができる。このことから、各種条件の最適化により複雑形状である自動車部品用金型の要求性能を満足させることができると考える。そこで、電極を材料から組成し、皮膜の生成を確認した。皮膜の物性や形成状況の条件分析についての試験を行った。上記を株式会社松村精型と富山県工業技術センター及び、国立大学法人富山大学共同で実施した。

技術課題	目標値
電極組成	皮膜生成可能

#### 3-2 実験方法

##### 3-2-1 ①表面皮膜材質の最適化

まず、放電傾斜皮膜生成法の比較対象とする従来の表面処理法を選定した。放電傾斜皮膜生成法と、選定した従来の表面処理法にて、評価試験用の TP を作成する。従来の表面処理法と比較しながら皮膜の生成条件及び皮膜材質の最適化を図った。

##### 3-2-2 ②電極材組成と成形の最適化

###### 1) 電極組成

様々な条件にて電極を試作し、皮膜の生成テストを行った。

#### 3-3 研究成果

##### 3-3-1 ①表面皮膜材質の最適化

###### 3-3-1-1 比較対象とする表面処理法の選定

放電傾斜皮膜生成法との比較対象として、

- ・ ダイカスト金型に広く使用されている表面処理法
- ・ 放電傾斜皮膜生成法と同じ放電による皮膜生成を行う表面処理法

の2点を条件として、表面処理法を選定して基材に処理をした。

※基材

表面処理を施行していない TP。材質は、ダイカスト金型において最も多く使用されている材料とした。

### 3-3-①-2 生成された皮膜の分析

各表面処理法にて生成された皮膜の観察のため、TP の表面及び断面を撮影し、また、各皮膜の表面硬度も測定した。

### 3-3-①-3 試験評価

#### 1) 金型寿命向上 A 試験結果

寿命確認ができるような装置を設計製作し、試験を行った。  
結果として目標値を達成することができた。

#### 2) 金型寿命向上 B 試験

2つの試験を行い確認したところ、従来の表面処理と同等であることまでが確認できた。  
今後は量産ラインでの評価等が必要と考える。

#### 3) 金型寿命向上 C 試験

従来の表面処理と比較したところ、目標を達成することができた。

### 3-3-②電極材組成と成形の最適化

#### 1) 電極組成

生成した電極にて被覆したところ、皮膜の生成は可能であった。

## 第4章 全体総括

### 4-1 今後の取組み

自動車のエンジン部品や駆動用モーター部品に限らず、自動車部品の軽量化を図るための生産技術であるダイカスト製造法・ダイカスト金型は、その技術の中核に位置している。

このダイカスト金型を川下ユーザの最大の要求である「安価にかつ長期間安定して使用できる金型を作りこむ技術の確立」に応えるため、中小企業のものづくり基盤技術の高度化より、事業の維持や拡大に活路を見出すことが、この技術研究の目的であった。

今後我々は、この目的に基づき、川下ユーザである自動車メーカーや自動車部品メーカーに積極的にヒアリングを行い、真に要求される技術の確立を目指す。

本研究成果をもとに、この技術を活かせる部品や部品群の発掘と客先への提案、さらには客先の QCD (Quality : 品質 Cost : コスト Delivery : 納期) 要望を十分に満足するために、更なる技術改善を進めていくこととする。

事業化への大きなポイントは、技術の継続的改善が進むかにかかっていると言える。

また、一方では、事業として成功させるために実際の市場における適正価格の算出や市場規模の把握などを、より綿密に行っていくことも必要ではないかと考えており、株式会社松村精型の営業により、各自動車メーカーのヒアリングを行って行く予定である。

今回の研究成果をもとに、継続的な技術改善を通じ、より一層技術を充実させることで自社製品の販売や製造などを事業計画として策定し推進することで、日本のものづくり技術の向上及び、更なる国際競争力の強化につなげたいと考えている。