

平成23年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「エコカー用電子部品（リードフレーム）における  
順送プレス加工の工程短縮及び金型の  
コンパクト化に関する研究開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成24年 3月

委託者 中部経済産業局  
委託先 財団法人 名古屋産業科学研究所

## 目 次

第1章 研究開発の概要	1
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2 研究体制	3
1-3 成果概要	5
1-4 当該研究開発の連絡窓口	7
第2章 本論	8
2-1 プレス工程の解析と現状調査	8
2-1-1 工程削減可能な金型設計技術の確立	8
2-1-2 複雑化した金型部品精度の維持・向上	9
2-1-3 工程短縮された金型製作技術の確立	10
2-2 微細な複雑形状プレス加工への対応	11
2-2-1 プレス成形後の製品品質維持向上	11
2-2-2 プレス加工速度の向上	17
2-2-3 連続生産技術の確立	19
2-2-4 連続生産のプレス条件標準化	21
2-2-5 プレス加工使用エネルギー20%ダウンの実現	22
2-3 製品サンプル製作及び評価への対応	23
2-3-1 サンプルの製作	23
2-3-2 サンプルの精度・品質確認	24
2-3-3 サンプルの評価	25
2-4 事業化の検討	25
第3章 全体総括	26

# 第1章 研究開発の概要

## 1 - 1. 研究開発の背景・研究目的および目標

エコカーに代表されるハイブリッド車の販売台数は年々増え続けており、地球環境保護の目的から、世界の各自動車メーカーはハイブリッド技術、EV（電気自動車）の開発に力を入れている。

特にEVはCO<sub>2</sub>を排出しない自動車として大きな期待が寄せられている。

これらエコカーならびにエコカーの基幹技術開発により自動車の電子化は急速に進むと考える。リードフレームは、エコカーの電子制御においては無くてはならない部品であり、ICチップの情報を自動車の各部品、ユニットへ正確に伝える重要な役割を果たしている。

## 川下企業のニーズ

自動車産業から求められるニーズとして低コスト化が挙げられる。インドや中国などの低所得層の多い国で自動車を販売するには、コストが低くなければならない。

リードフレームなど、製造難易度の高い製品について、現地生産は難しく、国内で生産することを前提としており、更なるコスト低減が求められている。

製品精度は、金型、設備、環境など様々な要素で成り立っているが、更なる精度向上の要求がある。特に、金型精度は製品精度の生命線であり、より安定的な量産を実現するべく、高度の金型技術を求められている。

これらの製品を含め、わが国の品質管理は海外メーカーより高いレベルを維持しているがその差は縮まりつつあり、より高い品質管理レベルを求められている。

## 課題の明確化

ハイブリッド車用電子部品は年々増産傾向にある。量産工法は順送式のプレス加工にて行っている。順送プレス加工は多くの工程を経て、製品となるが、多いものでは40の工程(ステージ)を経て完成品となる。それに伴い、金型も大型化し、金型重量も増えている。当然プレス加工速度も低下し、製品単価の上昇要因となっている。

金型が大型化すると、精密に金型を加工することが難しくなり、また、設備も大型になると熱変位量が増え、量産時の精度維持、品質管理も困難な状態となる。加工エネルギーも増える傾向にある中、金型と設備を小型化できれば省エネ生産も実現できると考えている。

今後の、HV車の需要を考えると、早期にこれらの電子部品の製造に係る生産技術、金型技術を高度化し、コスト、品質、精度の面においても国際競争力をつける必要がある。

## 2) 研究の概要

## 現状

### 順送プレス成形の問題点

- ①工程が多い
- ②金型が大型化する
- ③金型重量が増加
- ④加工速度の低下
- ⑤製品単価の上昇

### 順送プレス成形の利点

- ①金型部品形状が単純化できる
- ②高精度な金型作りが出来る

## 対策



### 複雑形状で高精度の金型製作技術を確立

- ①2工程の成形を1工程で（小型化も可能）
- ②高精度で加工速度の速い加工技術の確立



## 手法

- ①株ニシムラ所有の「リニアモーター超精密加工機」により 0.5mm の溝加工を可能とする。
- ②山田ドビーの高精度制御法を使ったプレス機  
熱変形 従来の1/2以内、  
繰り返し精度 0.005mm 以内  
加工スピードの高いプレス機の開発（80トンプレスで400SPM）

## 開発の問題点

複合化した成形工程に対応した複雑形状金型の製造技術開発、プレス成形技術開発と品質管理方法の確立

## 目標値

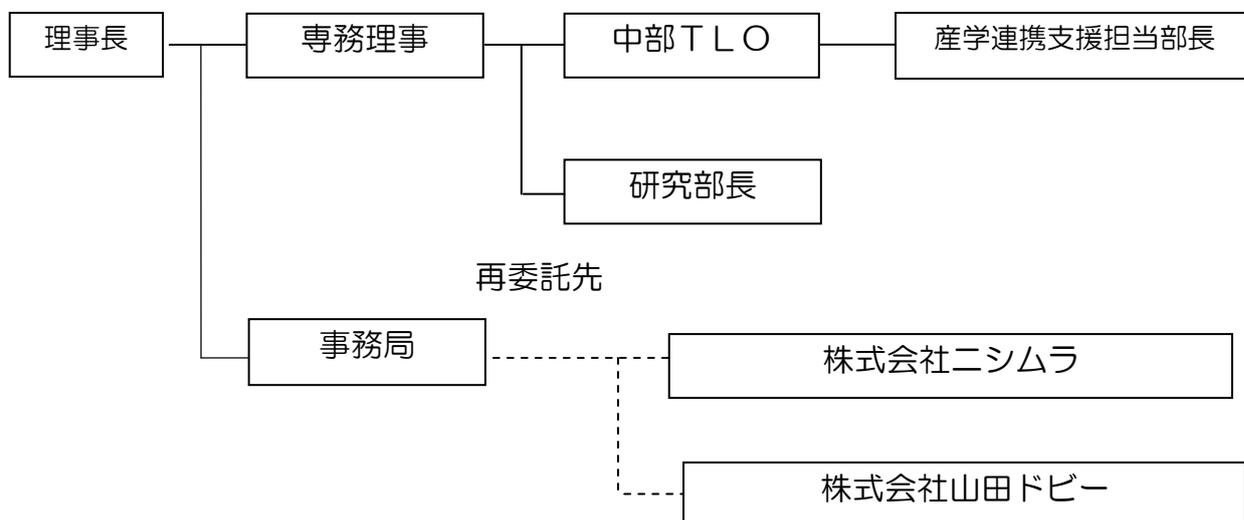
- 1) 成形工程数 25%削減
- 2) プレス生産性 30%向上

**総合目標値 製品コスト20%低減**

## 1-2 研究体制

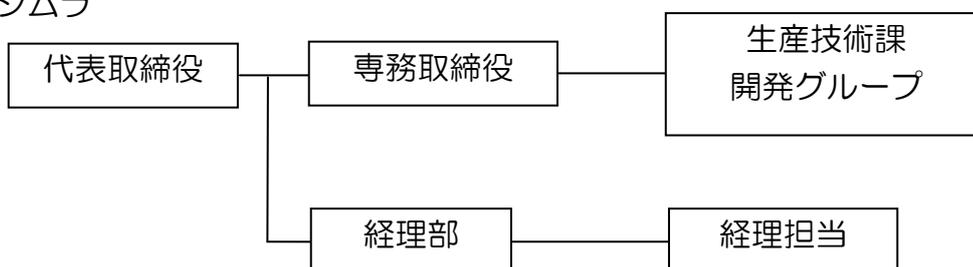
### ① 事業管理者

財団法人 名古屋産業科学研究所



### ② (再委託先)

株式会社ニシムラ



株式会社山田ドビー



3) 研究者氏名

株式会社ニシムラ

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
木下 学	生産技術課開発グループ 専務取締役	【1】～【4】
中武 創	生産技術課開発グループ 主担当員	同上
加藤 敏幸	生産技術課開発グループ 担当員	同上

株式会社山田ドビー

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
鈴木 英夫	業務推進室 リーダー	【2-1】
平光 和男	業務推進室 担当員	同上
山田 亨	業務推進室 担当員	同上

4) 協力者

アドバイザー

氏名	所属・役職
村川 正夫	日本工業大学 大学院技術経営研究科 教授
小池 貴之	愛知製鋼株式会社 電磁品事業本部 電子部品事業室 技術G 担当員

5) 事業管理機関（財団法人名古屋産業科学研究所）

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
野崎 駿吉	中部TLO 産学連携支援担当部長	【5】
三浦 眞	中部TLO 事務員	同上
田中 恭子	中部TLO 事務員	同上

### 1-3 成果概要

#### 【1】プレス工程の解析と現状調査

##### 【1-1】工程削減可能な金型設計技術の確立

現状の金型がどのような工程で成形を行っているかを詳細に分析した。

川下企業の協力により、現状の金型を観察する機会をとらえ、実際のプレス作業者とのヒアリング、金型の分解観察を実施した事により、工程の考え方、金型の構造を把握する事ができた。

この調査結果を基に、工程集約された金型設計を進め、目標である25%の工程削減可能な金型設計を実施した。

##### 【1-2】複雑化した金型部品精度の維持、向上

現有設備で金型部品の加工が可能かどうかの検討を行った。加工精度目標をパンチの輪郭形状において、現状4 $\mu$ m以内を2 $\mu$ m以内と設定し、設備的な側面から対応の可否を検討し、適切な加工設備を選択した。

設備検討後、選択した設備の強みを活かす為の加工工程検討を行い、工具、加工条件、加工順などを事前にまとめる事ができた。

##### 【1-3】工程短縮された金型製作技術の確立

【1-2】で取りまとめたデータを基に実際の試作型の金型加工を行った。

目標値を部品単位で $\pm 2\mu$ m、組み立て精度を $\pm 5\mu$ mと設定し、現状の半分の公差で金型製作に入った。

結果、部品単位で測定箇所80%は合格し、20%の部位で未達成となった。未達成の要因は設備的な誤差と作業の方法、加工環境の温度変化などが挙げられる。今後の課題となった。

組み立て精度は $\pm 5\mu$ m以内に対して、 $\pm 7.3\mu$ mという結果となり、こちらも課題が残った。要因は単品精度が組み立て精度に影響しており、単品精度の重要性を認識した。その後に金型の寸法調整を実施し、プレス加工可能な状態になった。

#### 【2】微細な複雑形状プレス加工への対応

##### 【2-1】プレス成形後の製品品質維持、向上

本研究に使用するプレス機械の要件を洗い出した。山田ドビーとの話し合いを行い、今回のプレス成形において、製品精度と加工スピードを満足する要件を洗い出し、機械仕様書としてまとめ上げた。

山田ドビーにて、プレス機械の製作を行い、仕様書、要件を100%満たすプレス機械が完成

した。機械設置場所である㈱ニシムラへ搬入、据え付けを行い、プレス成形トライを行う環境を整えた。

【1-3】にて製作した金型にてプレス成形トライを実施するに当たり、一般プレス機械との製品品質の比較、評価項目として輪郭寸法、せん断面、バリ高さ、平面度等を設定した。

目標の輪郭寸法は、現状20 $\mu$ m以内を10 $\mu$ m以内、せん断面は、80%以上、バリ高さは、垂直方向15 $\mu$ m、水平方向40 $\mu$ mという製品品質の目標値を設定しプレス成形トライを実施した。

その結果、①輪郭精度は、製品公差（20 $\mu$ m以下）に対し100%合格

②更に厳しい製品公差 10 $\mu$ m以下に対しては 70%の合格であった。

③せん断面、80%以上に対しては 85%

④バリ高さは垂直方向8 $\mu$ m、 水平方向20 $\mu$ mとなり、良好の結果を得た。

平成23年度は、精密レベラー装置の導入により、製品の歪とそりを除くことにより、川下コーザーの供試を行い、実機で起こる問題点の把握に努めた。

#### 【2-2】プレス加工速度の向上

プレス機自体の速度は、500spm まで可能であるが、前後の送り、取り出し装置とのバランスを考え、300~400spm を第1目標に加工速度の向上に努めた。

100spm で発生した①V 溝が浅い。②断曲げが弱い、③R 曲げが弱い等の問題点をシムの追加加工、および金型の修正で対策した。150spm、200spm とスピードを上げて、問題点の発生の有無を確認した。その結果 250spm で送り不良が発生し、金型を修正した。その後 250spm で連続運転を続けると「カス上がり」が発生し、キズ不良が多発したため、金型下部にエアーを供給し、カスを下に飛ばすことにより、キズ不良も対策した。

当初、400spm までの間に連続運転条件を決める予定であったが、350spm までにダイおよびパンチのチッピングが発生したため、350spm までで試験条件を決めることにし、安全サイドの 200spm で【2-3】の連続生産に移った。

#### 【2-3】連続生産技術の確立

200spm の連続運転を行い、金型の耐久性すなわち連続生産時の製品の安定性を、10万ショット毎 50万ショットまで製品を取り出し品質確認を行なった。その結果、心配されたバリ高さの発生は垂直・水平方向いずれも規格内に入り、50万個までは安定した品質の製品が得られた。

#### 【2-4】連続生産のプレス条件標準化

【2-3】の成果をもとに、プレス条件の標準化を行なった。標準化を行うに際し、金型のメンテナンスに伴う費用を、加工速度毎にシミュレーションした結果、現状では 300spm が、コスト的にベストの加工速度であることが判明した。

#### 【2-5】プレス加工エネルギー20%ダウン

以上の成果を今度は省エネルギーの観点から整理した。金型重量（上型重量）を100kg削減した金型で成形。消費電力量でエネルギー計算すると、300spmで従来の金型で加工する場合に対し、24%のエネルギー改善効果が見られた。これ以外にも、加工油の消費量等の改善効果が推察される。

この結果、当初設定した20%の省エネが達成されたことがわかる。

#### 【3】製品サンプル製作及び評価への対応

##### 【3-1】サンプルの製作

5万個の製品をサンプルとして製作し、1万個毎の計5個を品質評価用とした。

##### 【3-2】サンプルの精度・品質確認

5個中1個のみ寸法合格率98.9%となったが、その他の4個は100%の合格率であった。

外観品質は3者で目視検査を実施し、何れも合格となった。

##### 【3-3】サンプルの評価

川下企業にて、5個のサンプル評価を実施。

川下企業のライン検査と同じ手法で評価を実施。

寸法合格率100%、外観品質合格となりサンプルとしての総合評価は合格となった。

#### 【4】事業化の検討

平成24年度に①リードフレームの量産試作に入り、年度内には量産予定。

②今回の金型をモデルとして、川下企業に複雑形状・高精度金型を提供する。

#### 1-4 当該研究開発の連絡窓口

株式会社ニシムラ 専務取締役 木下 学

電話：0565-21-1583 FAX：0565-21-3579

E-Mail manabu-kinoshita@nishimura-net.co.jp

## 第2章 本論

### 2-1 プレス工程の解析と現状調査

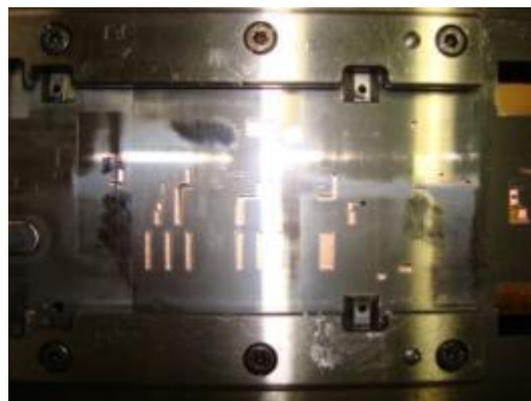
#### 2-1-1 工程削減可能な金型設計技術の確立

- ・現状の金型で各工程がどのような生計を行っているかを詳細に分析する。

図1 現状の金型の写真



(a) 上パンチ



(b) 下ダイス

各工程の金型を調査し、レイアウトを検証した結果、25%の工程短縮を達成するための工程削減内容を下記する。

#### 1. アイドル廃止 6工程分

背反事項・問題点： ダイ入子の分割位置によっては本体の肉厚不足が発生する

#### 2. V溝打ち込み 2工程→1工程へ削減

背反事項・問題点： 一度のV溝加工量が大きくなり、歪、そり、曲がりなどの不具合

#### 3. 抜き工程 6工程→5工程へ削減

背反事項・問題点： ダイの肉厚減少による破損、早期摩耗

#### 4. ピッチ曲げ 4工程→3工程へ削減

背反事項・問題点： 1回の引き込み量増による曲がり。

この工程削減された金型設計を行った結果、プレスセンターと荷重センターのズレを調査した結果、153mmから102mmに改善され、プレス精度の向上につながることが予測された。

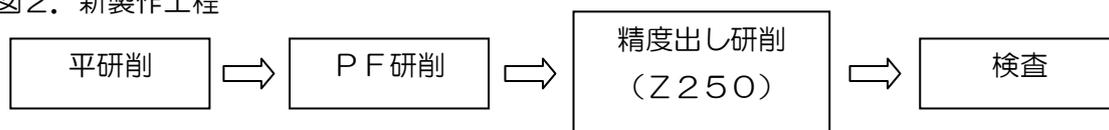
### 2-1-2 複雑化した金型部品精度の維持・向上

- ・ 現有設備（金型加工用）を用い前項 2-1-1 で設計した複雑形状高精度金型を製作する場合において、精度的対応（\*1）可否を検討し、問題を洗い出す。

\*1 金型部品精度：パンチ輪郭度精度が、現状 $4\mu\text{m}$ 以内を $2\mu\text{m}$ 以内を目標

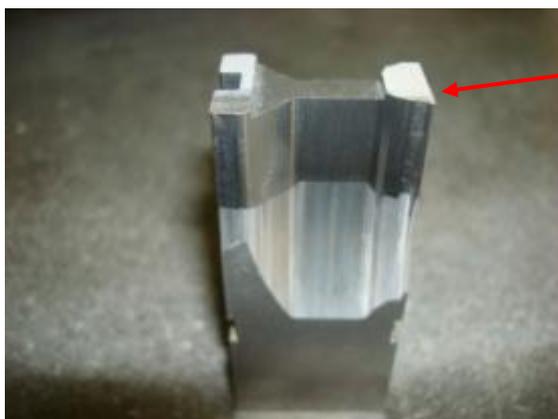
今回の金型の製作方法を検討した。従来採用されているPF（プロファイル）研削加工では目標の精度 $\pm 1\mu\text{m}$ は達成が難しいため下記の工程を採用することとした。

図2. 新製作工程



精度出し研削＝ AZ250にて形状部の輪郭を加工し、PF研削での誤差を修正する。

（図3. 金型のパンチ）



パンチ上部輪郭形状



図4. AZ250 リニアモーター・ナノ加工機

ここで、AZ250はリニアモーター・ナノ加工機：リニアモーターによる駆動で加工機の動的誤差は3ナノメートルで制御している。この加工機を採用により、金型加工時の機械的誤差を排除した。

結果、加工誤差として表れるのは工具摩耗のみとなり、加工時の寸法管理、寸法保証の信頼性が上がると同時に、 $\pm 1\mu\text{m}$ （誤差 $2\mu\text{m}$ 以内）を実現できた。

### 2-1-3 工程短縮された金型製作技術の確立

- ・ 前項 2-1-2 の検討にて整理・取りまとめた技術データを基に試作金型を製作する。
- ・ 試作金型を3次元測定機にて精度測定を行い、設計図面との比較を行い、その結果を 2-1-1、

2-1-2 ヘフィードバックし、目標値内の複雑形状高精度金型製作技術の確立を目指す。

目標値：金型部品単体精度＝ 現状±2 $\mu\text{m}$  を±1 $\mu\text{m}$

金型組立て精度 = 現状±10 $\mu\text{m}$  を±5 $\mu\text{m}$

製作結果

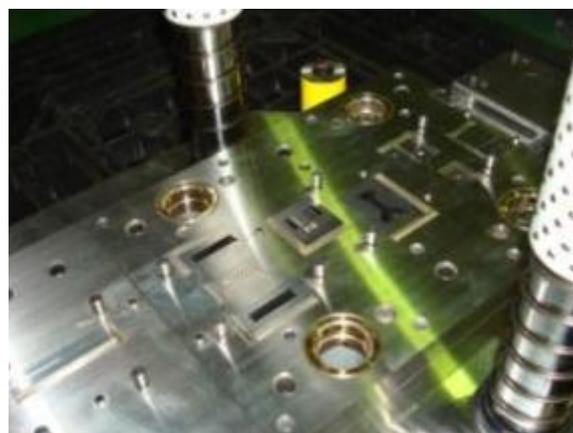
組み立て精度＝ 7.3 $\mu\text{m}$  (実測値)

組み立て後測定結果は目標±5 $\mu\text{m}$ に対して7.3 $\mu\text{m}$ となり未達成となったが、調整作業によってプレス加工可能な状態にした。

図5. 完成試作金型写真



(a) 上下金型全体



(b) 下ダイス

調査の結果、その他の効果として、金型がコンパクトになった分、各金型部品のサイズも小さくなり、金型加工精度、特にプレート類の平面度が向上した。

金型はプレートの積層によって厚みを増し、一つの金型となるが、各プレートの精度が向上したことによって、平行精度も従来の1/2程度まで改善されている。

## 2-2 微細な複雑形状プレス加工への対応

### 2-2-1 プレス成形後の製品品質維持向上

- ・ 微細かつ複雑形状のプレス加工に耐えられる平行精度などの設備要件を洗い出す。

#### 2-2-1-1 80トン高速プレス機の導入

山田ドビーと目的の製品精度を達成する為、プレス機械の検討を行い、仕様書にまとめ、プレス機械の設計を開始した。

表 6.プレス機械仕様

仕様確認書

項目	仕様詳細	確認	備考
1 型式	MXM80L		
2 加圧能力	ton 80		ST40mm 下死点上2.0mm位置で80t能力発生(110~400spm仕様)
3 ストローク長さ	mm 40		
4 ストローク数	spm 110~400		
5 アジャスト量	mm 50		
6 ダイハイト	mm 320		
7 ボルスター	mm 1500×800×160		
8 スライド	mm 1500×540		
9 ベッドオープニング	mm 1250×130		
10 サイドオープニング	mm 340		
11 モーター	kw 4P×30		
12 エア消費量	0.5(5kg/cm <sup>2</sup> )		
12 重量	ton 25		
13 塗装	マンセルN8,5		
14 電圧	200V/60Hz		
15 ブレード長さ	空中配線7m		
16 ファンホース長さ	標準		
17 銘板	日本語		
18 取説	日本語 2部		
19 オイル	有り		
20 送り装置	VG100		
① 材料幅	mm 41~150mm		
② 材料厚	mm 0.1~2.0mm		
③ 送り長さ	mm 0~100mm		
④ 取付位置	左		
⑤ 送り方向	左→右		
⑥ パスライン	mm 130 ± 25		
⑦ ロール仕様	-		
⑧ ジョー特殊	詳細別途記載		送り装置図面参照
⑨ 内側材料ガイド	有り		

図6 80トン高速プレス機



(a) 本体



(b) 外観（防音ボックス中にある）

設置後、機械の仕様を確認したが、どの要件も満足するものであった。（表2）

表2. 80トン高速プレス機の精度調査

要件	規格、仕様	実測値（図13参照）	合否判定
下死点精度	5 $\mu$ m 以内	4.5 $\mu$ m	合格
熱変位量	5 $\mu$ m 以内	4.5 $\mu$ m	合格
復帰精度	10 $\mu$ m 以内	9 $\mu$ m	合格
スライド平行精度	20 $\mu$ m 以内	16 $\mu$ m	合格
ボルスタ平行精度	20 $\mu$ m 以内	20 $\mu$ m	合格
荷重発生位置	2mm以上	2mm	合格

表3 今回導入した設備と従来の設備（60トンプレス機）との比較結果

評価項目	従来の設備	新規設備	設備有効性
せん断面 80%以上	60%	85%	○
バリ高さ（垂直方向） 15 $\mu$	20 $\mu$	10 $\mu$	○
バリ高さ（水平方向） 40 $\mu$	40 $\mu$	20 $\mu$	○

株式会社ニシムラの現有設備と今回導入した80トン高速プレス機との比較を行った結果を表3に示す。

せん断面、バリ高さについては従来プレス機械に比べ、製品品質の向上が確認できた。

要因としては、プレス機械の高精度化、高剛性化が上げられる。

## 2-2-1-2 精密レベラー装置の導入

(導入理由)

- ・ リードフレームの平面度確保のため、コイル（材料）の巻き癖、歪を除去する。
- ・ 異形断面コイルに合わせたロールを特注で製作し、効率的かつ高精度なレベラー加工を行う。
- ・ ロール材質を鋼から特殊な硬質樹脂等に変更し、キズ、打コンによる不具合の防止。

(導入機種)

精密レベラー装置メーカーの3社を検討し、今回の目的を満足する機種として、国産メーカー1社を選定した。

図7. 従来のロールと今回の特殊ロールとの断面比較図

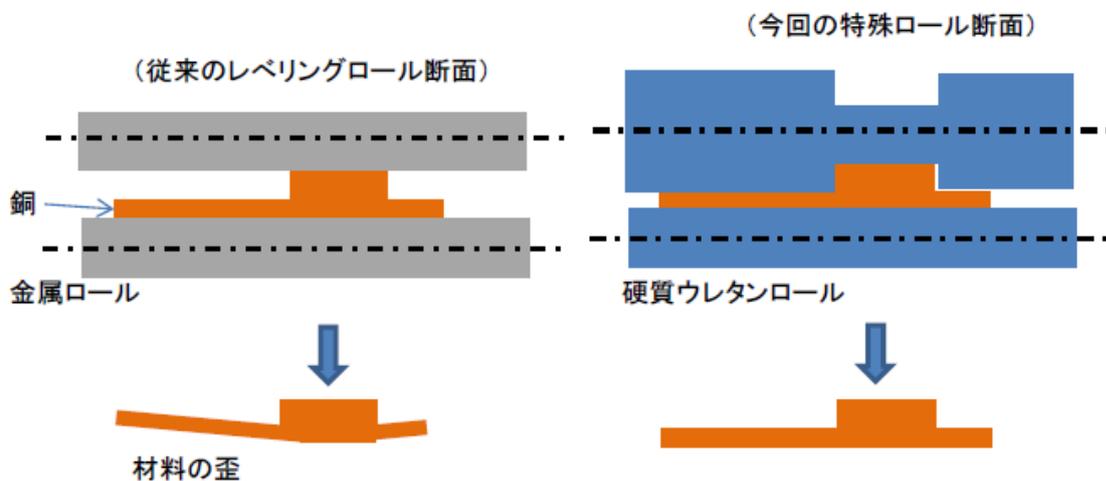


図8. 精密レベラー装置



(a) 外観図

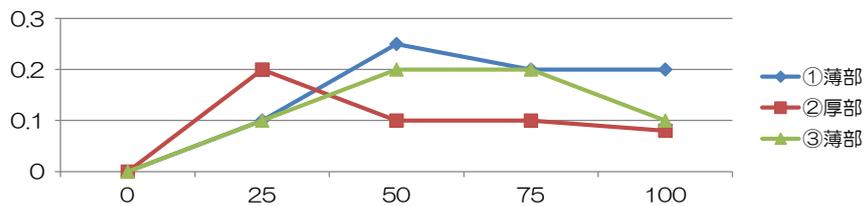
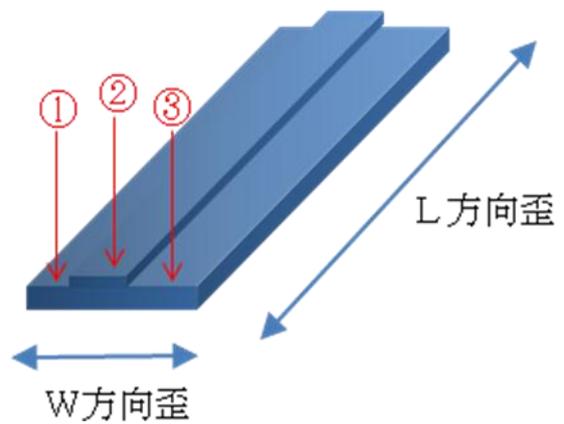


(b) 特殊ロール (丸印に凹凸がある)

2-2-1-3 精密レベラー装置の効果

(1) L方向の測定結果

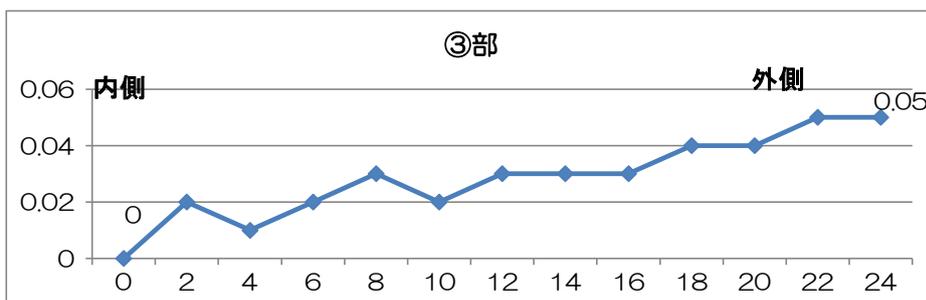
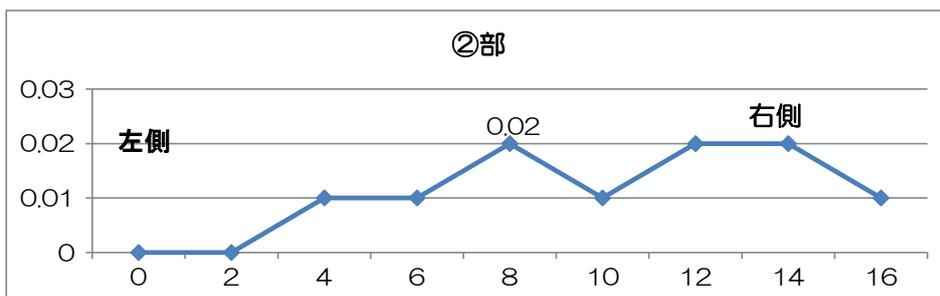
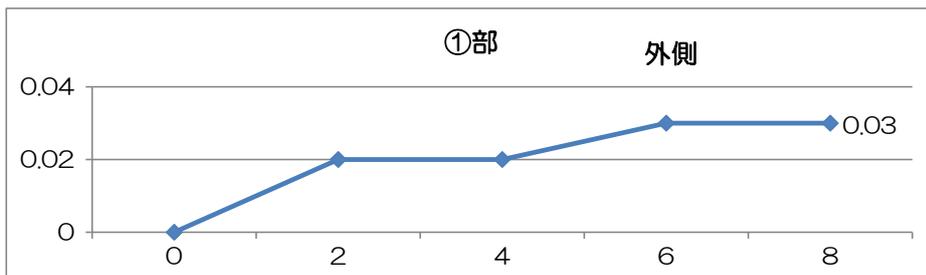
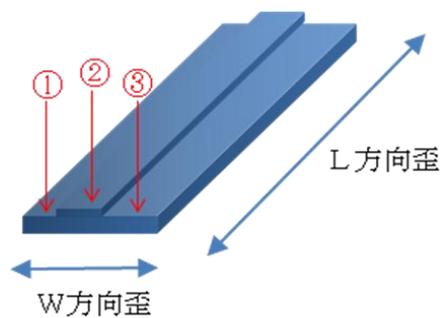
図9. L方向の測定箇所 (右) と測定結果 (下)



L = 100mmで測定。MAX 0.25mmの歪で合格レベルと判断した。

(2) W方向の測定結果

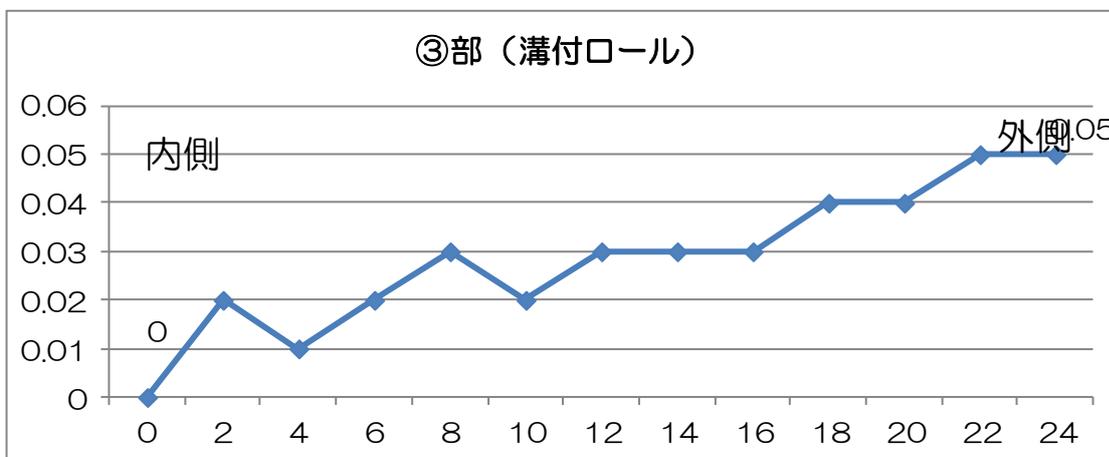
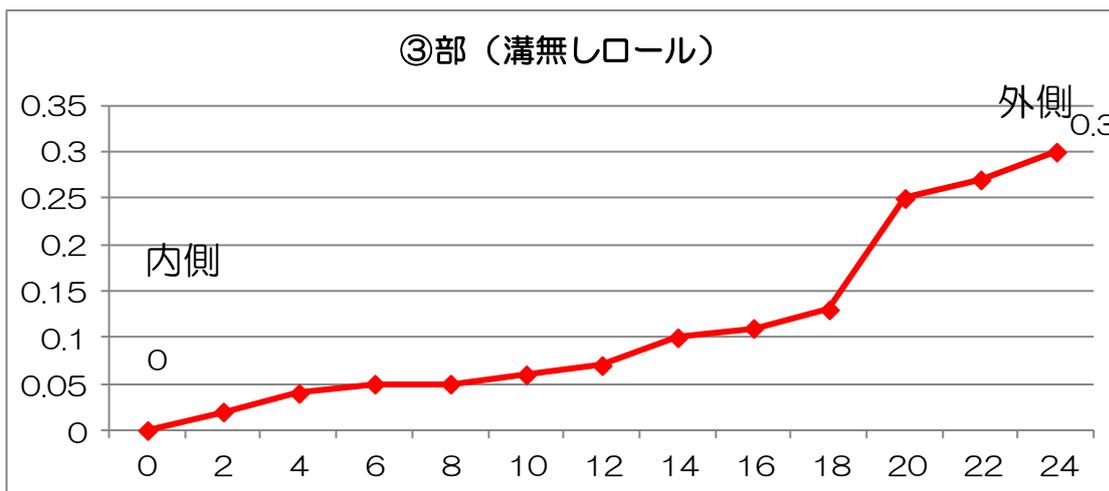
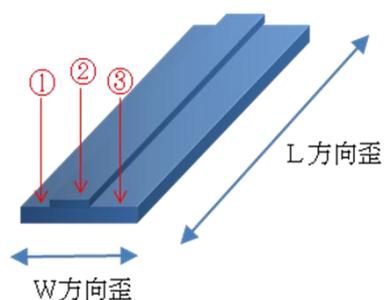
図 10. W方向の測定箇所（右）と測定結果（下）



何れの部位もリードフレーム製品図面規格（平行度0.1以内）を満足している。  
約半分の歪量で加工されている。

(3) 溝付ロールの効果確認

図 11. L方向の測定箇所（右）と  
測定結果（下）



溝付ロールは溝無しロールの約1/6の歪量であった。

目標の歪量1/2以下は達成できた。

## 2-2-2 プレス加工速度の向上

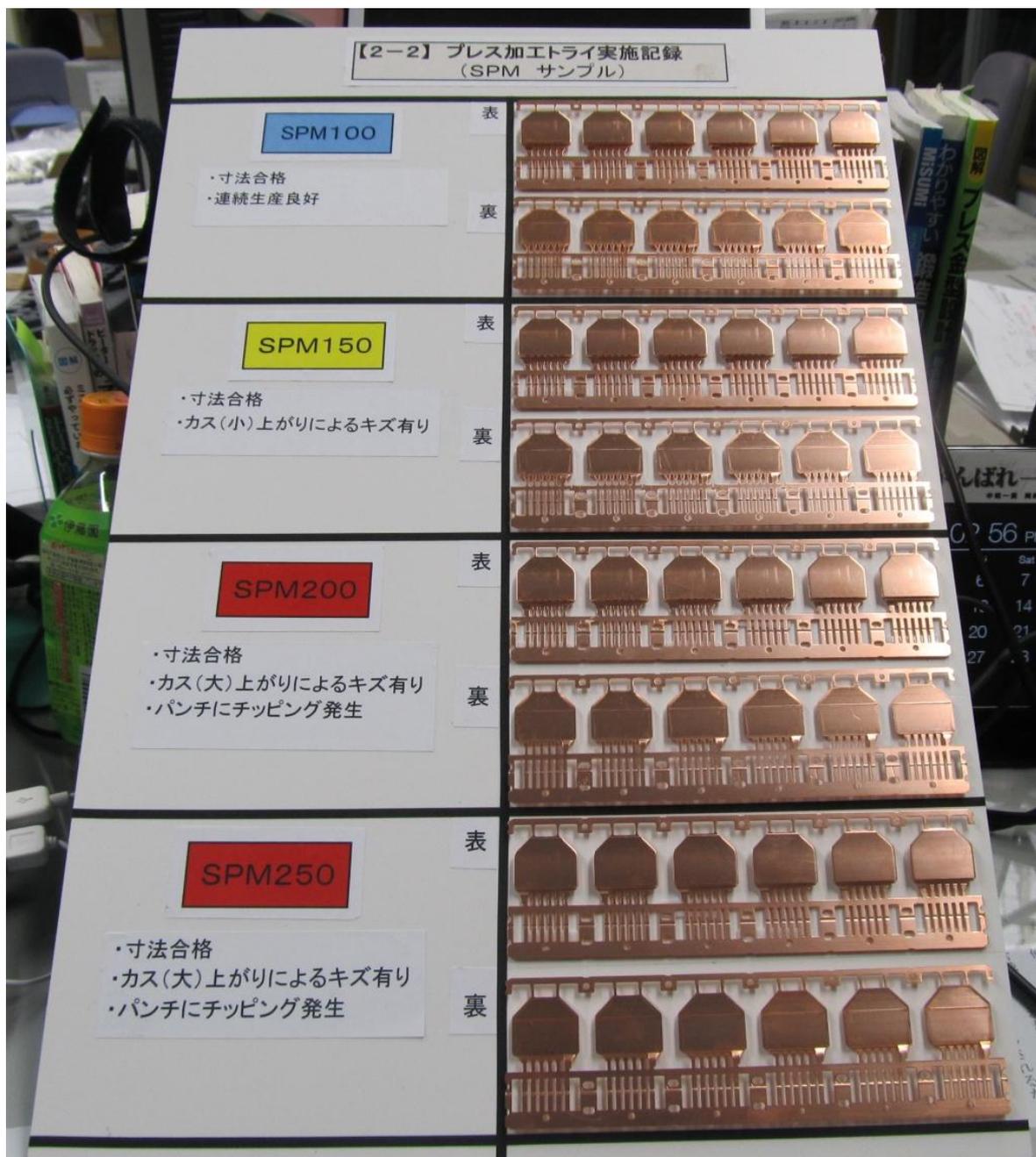
- 平成22年度に製作した試作金型をプレス機へセットし、試作製品のトライ（試打ち）を行い、その後、プレス加工速度をアップさせ、最適プレス加工条件を確立する。

目標値：300～400spmの間で最適条件を求める

被加工材：銅合金（無酸素銅＋錫）

パラメーターに、3種の加工油を設定し、プレス加工速度を上げていき、製品を調査した。

図 12. プレス加工速度を上げた時の製品の状況

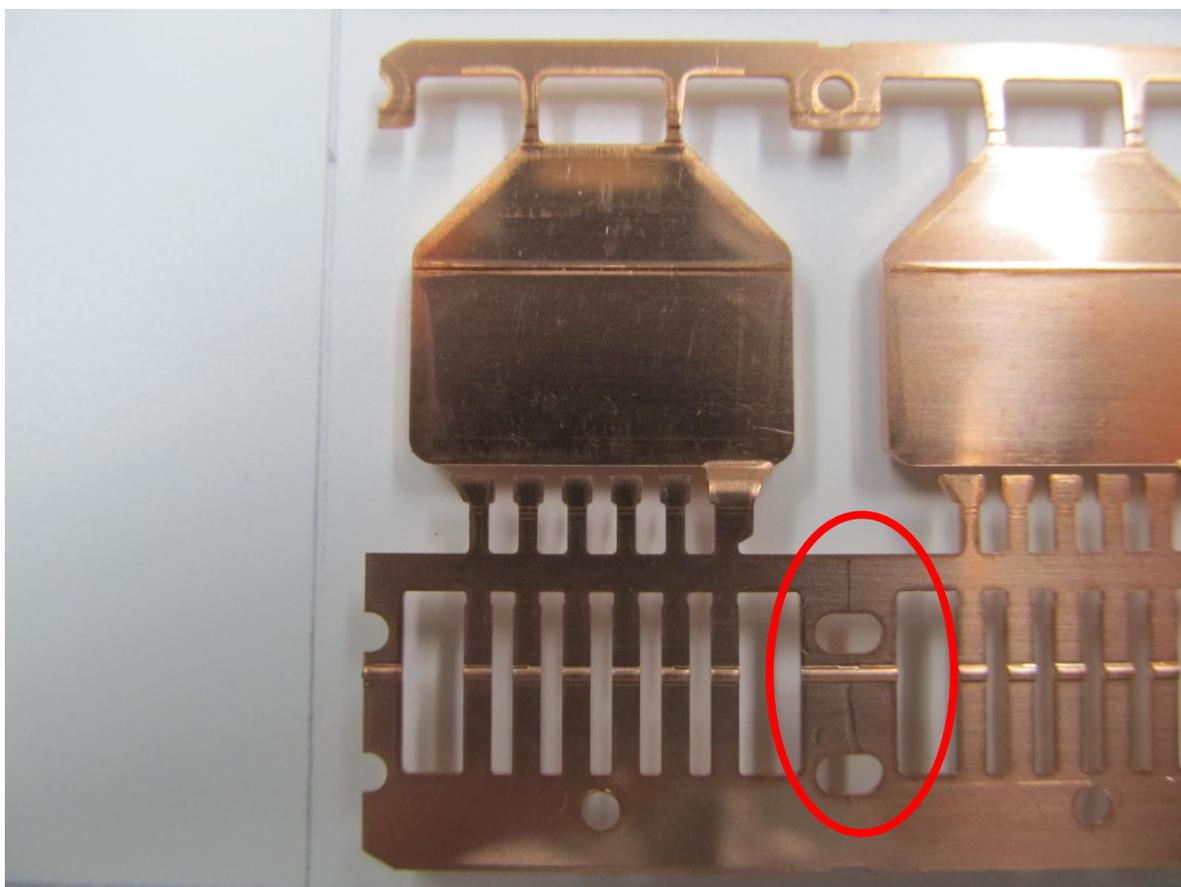


## 結果

- s p m毎に1000ショット加工し、寸法検査は初品、終品にて実施。
- 100 s p mでは品質、プレスの連続運転共に良好。
- 150 s p mでは小さな切カスがダイから上がって、製品に圧痕が有る。
- 200 s p mではカス上がりが発生。50%がキズ不良となる。
- 250 s p mも同様にカス上がりで50%以上がキズ不良となり、これ以上トライを実施しても金型破損につながる為、250 s p mで中止。

そのためカス上がり対策を実施した。

図 13. カス上がり対策後、350spm 時により生じたキズ（赤丸で表示）



カス上がり対策後、再度スピードを上げて目標の300~400 s p mでの加工条件を調査した。その結果、300 s p mでも連続運転可能な事は実証できたが、カス上がりの可能性は残るため、200 s p mで次項 2-2-3の連続運転による量産技術の確立を 目指した。

### 2-2-3 連続生産技術の確立

- 前項 2-2-2 において確立したプレス条件にて連続生産を行う。これにより、
- 連続生産時の品質確認を行う
- 新構造金型の各部品について、寿命調査を行う

目標値： 川下企業のスペックを満足する品質であること

型寿命： バリの高さ（垂直方向）15  $\mu$ 以上（水平方向）40  $\mu$ 以上発生するプレス回数50万回を目標とした



表 4. 連続生産時の品質確認項目

項目	条件・その他	備考
測定頻度	10万ショット/1枚	
測定箇所	主に打ち抜き部位	バリに関する部位
測定機	キーエンス デジタル投影機	IM-6500

図 1 4. 製品検査用測定機（右）と測定箇所（左）

図 1 4. 製品検査・輪郭測定機画像

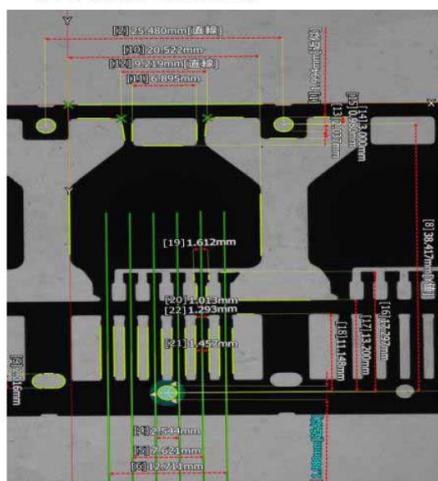


図15. 測定値（80箇所）のバラツキグラフ（0が狙い値）

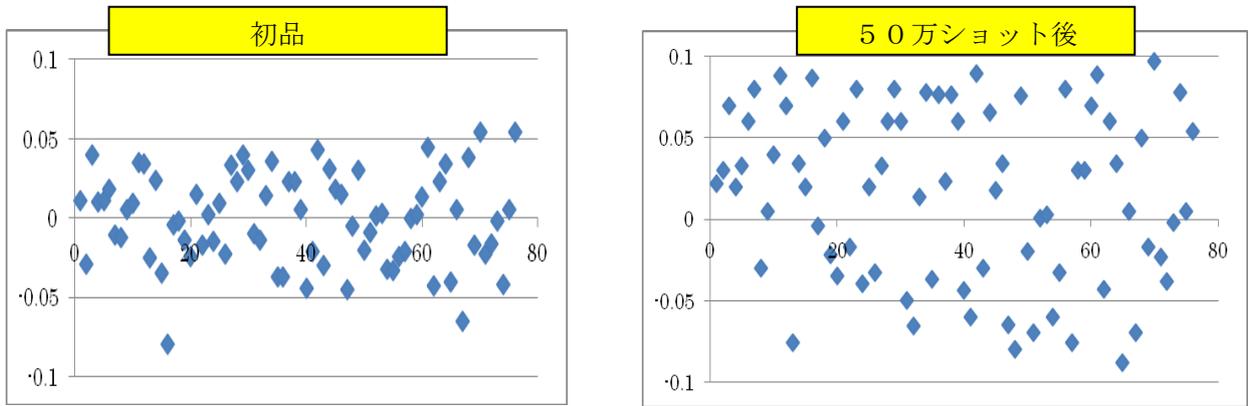


表. 5バリ高さ測定条件

項目	規格 (垂直方向)	規格 (水平方向)
① 薄部 板厚=0.5mm	15 $\mu$ 以内	40 $\mu$ 以内
② 薄部 板厚=0.5mm	15 $\mu$ 以内	40 $\mu$ 以内
③ 薄部 板厚=0.5mm	15 $\mu$ 以内	40 $\mu$ 以内

図16. 製品 バリ高さ測定部位

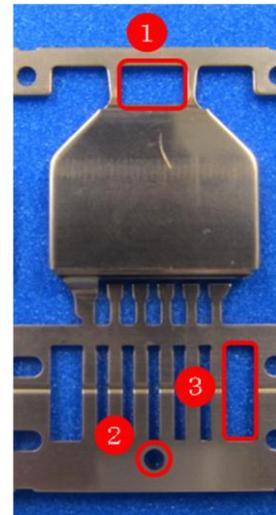
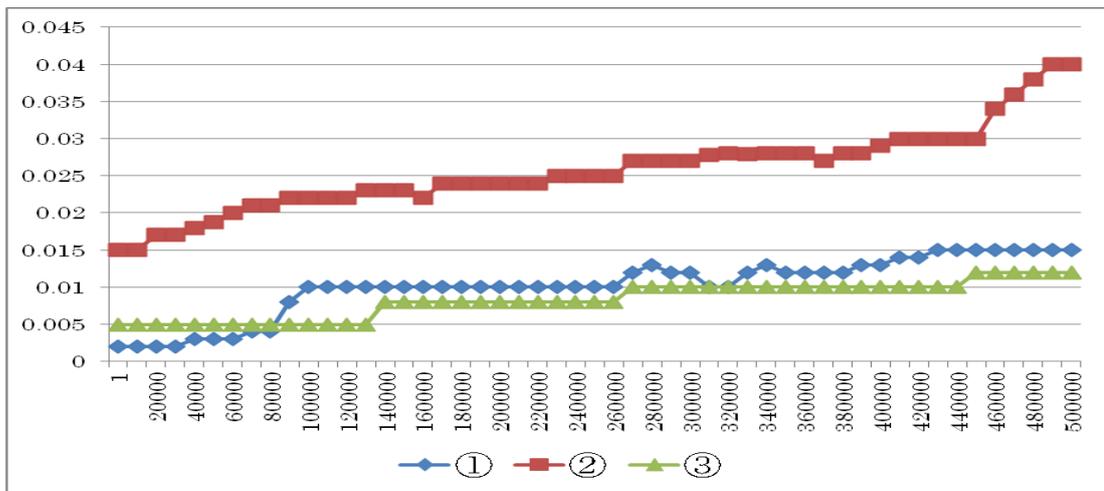


図17. バリ高さ測定値（1ショット～50万ショット）



以上の結果をまとめるとバリ高さは50万ショット後も規格内であった。

## 2-2-4 連続生産のプレス条件標準化

- ・トライ時に収集したデータを分析し、生産性の評価と製品コストの評価を行う。
- ・金型寿命と加工速度のデータを基に経済境界線を探し出し、最適な加工条件を設定する。
- ・新構造金型の各部品について、寿命調査を行う。

### ① 最適加工スピード (s p m) の算出

高速化された時の不具合対応、チョコ停を考慮する必要があり、メンテナンス費を考え下記加工スピードアップに伴うメンテナンス費の増加予想を行った。

高速化によるチョコ停の要因としては

- ・パンチ、ダイの早期破損
- ・送り装置のミスフィードによるチョコ停
- ・上型慣性力による下死点のバラツキ → 製品寸法不具合 などがある

そのため、加工スピードを上げた場合の経済境界線の作成し、製品コストの一番低くなる条件は、SPM280~320の間にあると算出した。(詳しい計算は略)

### ②金型 刃先摩耗調査結果

製品バリ高さを測定する部位のパンチ、ダイの刃先を観察した。その結果、図 23・24 のとおり 25 万ショットでは異常がなかったが、50 万ショットではチッピングや材料の凝着が見られた。

図 18. 耐久テスト 金型刃先観察結果 ダイス

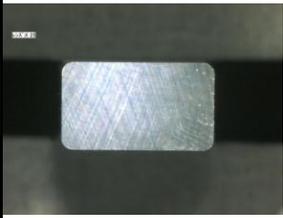
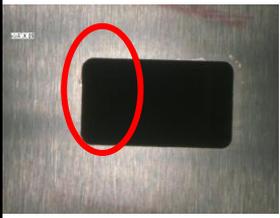
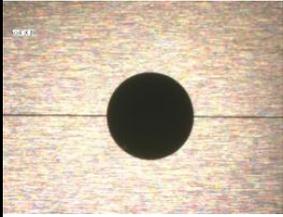
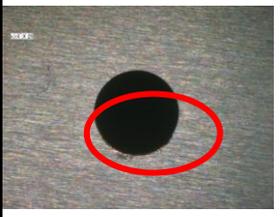
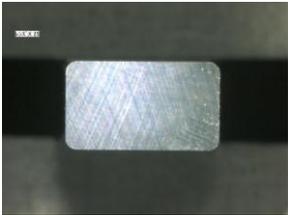
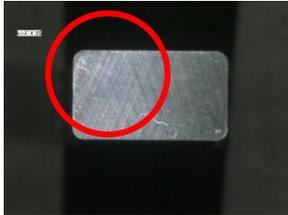
	25万ショット後	50万ショット後	考察
①			25万ショットではカケ、大きな摩耗は見られなかったが、50万ショット後はチッピングが発生。
②			25万ショットではカケ、大きな摩耗は見られなかったが、50万ショット後はチッピングが発生。

図 19. 耐久テスト 金型刃先観察結果 パンチ

	25万ショット後	50万ショット後	考察
①			25万ショットでは変化無し。 50万ショット後ではチッピングが発生。
②			25万ショットでは変化無し。 50万ショット後では材料(銅)の凝着が見られた。

#### 2-2-5 プレス加工使用エネルギー20%ダウンの実現

- ・従来金型(360Kg)と今回の試作コンパクト金型(260Kg)とのプレス加工使用エネルギーを比較し、省エネ効果の確認と評価を行う。

目標値： 使用エネルギー20%ダウン(1万回生産するに要する電力 から算出)

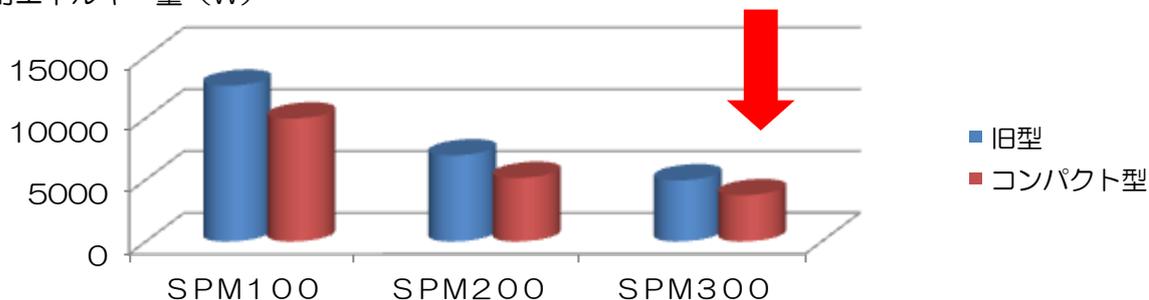
表 6. 金型重量を削減した効果と、各SPM毎のエネルギー使用量を計測する

SPM	上型重量 (kg)	電流 (A)	電圧 (V)	電力量 (Wh)	効果
100	360	38	200	7600	
	260	30		6000	21%ダウン
200	360	42		8400	
	260	31		6200	26%ダウン
300	360	45		9000	
	260	34		6800	24%ダウン

表 7. 10000ショットに要する時間から使用エネルギー量を計算

SPM	上型重量 (kg)	所要時間 (時間)	電力量 (Wh)	エネルギー量 (Wh)
100	360	1.66h	7600	12616
	260		6000	9960
200	360	0.83h	8400	6972
	260		6200	5146
300	360	0.55h	9000	4950
	260		6800	3740

図 25. 従来金型（旧型）と今回の試作金型（コンパクト型）とのプレス加工使用エネルギーの比較  
使用エネルギー量 (Wh)



金型を軽量化した事によって、モーターへの負荷が減少し、300spmでの生産では24%の電力量削減が達成できた。

## 2-3 製品サンプル製作及び評価への対応

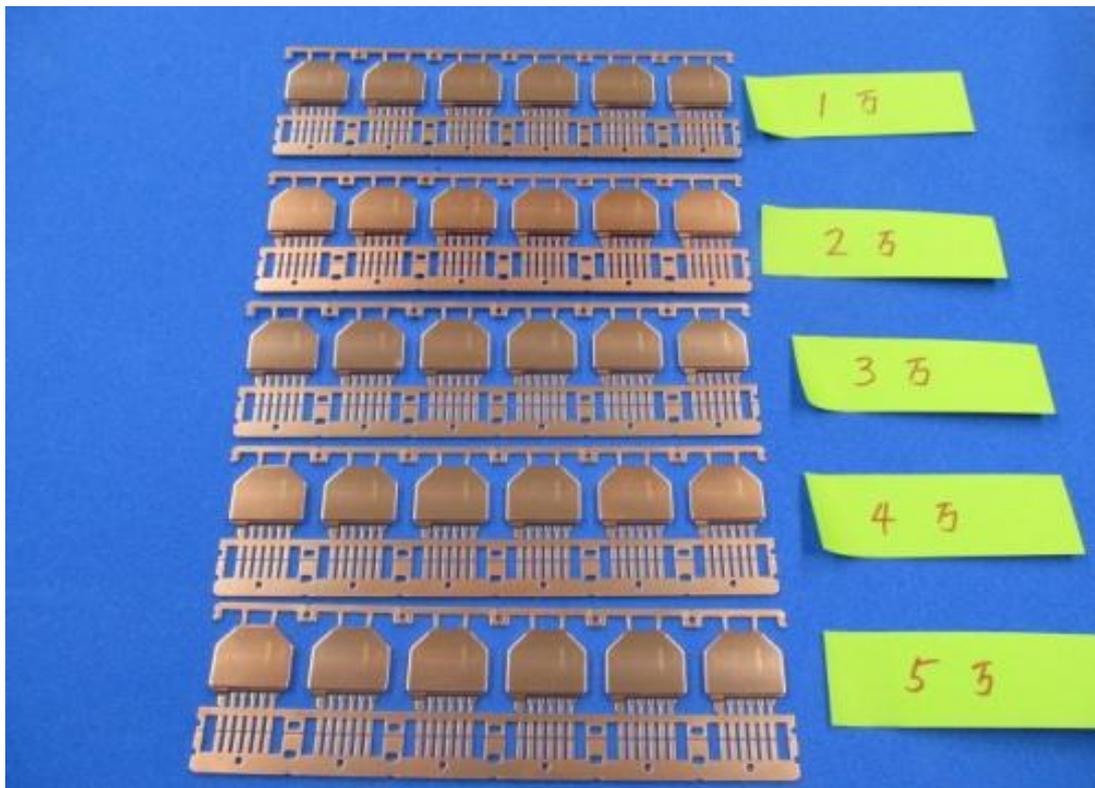
### 2-3-1 サンプルの製作

2-2-3 項にて確立した技術を基に製品のサンプルを製作する

- ・量産時と同じ速度（300spm）、手順でサンプル製作を行う。

目標： 1万個ごとにサンプルを抜き取り評価サンプルとする

図 20. 1 万個毎に抜き取ったサンプル



評価サンプル生産として、上記条件にて5万個生産し、5個のサンプルを製作した（図 25 参照）。洗浄は弊社の簡易洗浄機で実施

### 2-3-2 サンプルの精度、品質確認

- 品質仕様書に準じた製品検査を行う
- 精度面でデータを収集し、外観品質も含めた総合的な品質チェックを行う

目標値： 川下企業のスペックを満足する品質で、組付け試験に供すること。

表 8. サンプル検査要領

項目	条件・その他	備考
測定枚数	5枚	
測定箇所	全箇所検査	
測定機	<ul style="list-style-type: none"> <li>• キーエンス デジタル投影機</li> <li>• コントレーサー（形状測定機）</li> <li>• デプスゲージ</li> </ul>	

検査は客先の要求検査項目を全て測定した。

外観品質は3名の検査員がキズ、汚れ等の目視検査を実施した。

何れのサンプルも客先評価用として十分な品質であると判断した。

### 2-3-3. サンプルの評価

2-3-2 項で実施したデータを基にサンプルの評価を行う

- 客先のニーズと照合し、品質、精度、コストの3項目について評価する

目標値： 品質目標＝寸法検査合格率95%以上、

コスト削減達成率80%以上

#### ◆川下企業での品質確認

現状のライン内での出荷検査と同じ手法で検査を実施。

その結果を表9に示す。川下企業としては、全品良品としての受け入れを要求しており、今後量産試作を行って、工程能力を高め、無検査納入に持っていく必要がある。

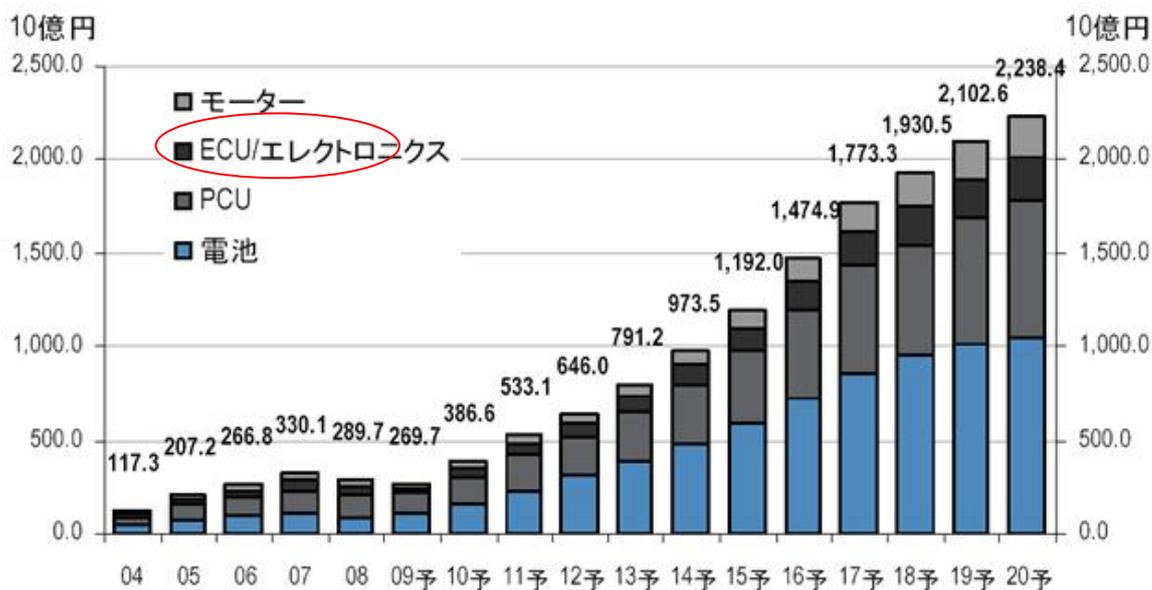
表 9. 川下企業での検査結果

サンプルNO	寸法検査合格率	外観検査評価
1	100%	良好
2	99.6%	良好
3	100%	良好
4	99.8%	良好
5	99.2%	良好

### 2-4. 事業化の検討

2009年には75万台程度の全世界でのハイブリッド車の生産が、2020年には1128万台にまで増えることが予想されている。この流れの中で、ハイブリッド車のモーターや電池などの関連業界の規模は2008年推定市場規模の約2,900億円が、2015年には1兆1千億円、2020年には2兆2千億円まで拡大すると予測されている。

図 26. ハイブリッド車関連業界の規模予測（出典：マークラインズ社）



株式会社ニシムラでの事業化については平成25年度には事業化を達成し①金型の販売、②リードフレームの製造、販売を開始する。また株式会社山田ドビーでは、①高速プレス機の販売強化を進める。売り上げ増加を見込む。

### 第3章. 全体総括

#### (1) 研究開発の目標達成について

本研究開発は下記2件の目標値を立てて取り組んだ。その結果を表10に示す。

- 1) 成形工程数 25%削減
- 2) プレス生産性 30%向上

**総合目標値 製品コスト20%低減**

表 10. 従来手法と今回の研究開発成果（新技術）との比較

項目	従来	新技術	比較	備考
成形工程数 (1年目)	35	26	-9	25%短縮
プレス生産性 (2年目)	200 spm	300 spm	+100 spm	50%向上

表 10.からも明らかとなり、製品コスト 28%低減が可能になり、目標を達成した。

## (2) 製品の品質について

川下企業において、製品の評価をおこなった結果は、寸法検査合格率が100%を切るロットがあったが、今後、量産試作を継続し、合格率100%を達成できる見込みがある。工程能力指数を上げて、顧客満足に努める

## (3) 今後の研究開発テーマ

現在のリードフレームのプレス速度は200spmが中心であり、300spmの加工が、今季あの研究では、経済境界線であるとの結論であったが、プレス機的能力は500spmであり、設備的にはさらにスピードを上げることができる。そのためには、金型のレベルアップが必要となる。

金型材質の見直し、コーティング技術の活用、加工油の選択、金型加工精度のさらなる向上等によりスピードにアップに挑戦可能と考える。