

### 3. 群馬大学での実用化事例とケーススタディ教材

#### ③ウエルドレス金型の開発

##### 【調査概要】

##### 1. 新事業の概要

株式会社柴田合成は樹脂の成型加工を主たる事業として取り組む 1961 年創業の群馬県甘楽郡に立地する企業である。同社は、樹脂成型時に発生するウエルドラインが出ないウエルドレス金型を群馬大学工学部の伝熱学を専門とする教員のサポートを受けて開発し市場化に成功している。

##### 2. 企業の概要

株式会社柴田合成の概要は以下の通りである。

会社名 株式会社 柴田合成

所在地 本社・工場：〒370-2202 群馬県甘楽郡甘楽町小幡 270-3

佐久金型工場：〒385-0051 長野県佐久市中込 3368

東京営業所：〒141-0021 東京都品川区上大崎 4-5-37 山京目黒ビル 201

創業 1961 年 10 月

法人設立 1968 年 1 月

資本金 12,000,000 円

代表者 代表取締役社長 柴田 洋

社員数 国内：153 名（本社 81 名・佐久 69 名・東京 3 名）

海外：387 名（天津柴田 304 名・天津柴洋 65 名・上海 18 名）

主たる事業： 携帯，自動車，医療機器，パチンコ等の樹脂成型部品の製造

主たる取引先：アルプス電気，(株)岩崎通信機(株)，(株)グッドワン，サンデン(株)，しげる工業(株)，マックス(株)，(株)村田製作所，(株)リラインス

ホームページ：<http://www.shibatagousei.co.jp/index.html>

##### 企業の沿革：

1961 年 10 月 甘楽郡甘楽町小幡 859 番地において合成樹脂加工を目的に個人にて創業

1964 年 10 月 受注量の増加に伴い工場が手狭となり，現在地を用地買収し移転する

1967 年 9 月 圧縮成形生産方式から，全自動生産方式に切り替え，合理化を図る金型部門を設立

1968 年 1 月 資本金 100 万円をもって，有限会社柴田合成を設立

1971 年 6 月 株式会社に組織変更する

1977 年 6 月 資本金を 1,200 万円に増資する

1978 年 4 月 受注量の増加に伴い，成形工場を増設する

2000 年 1 月 ISO9002 取得

- 2001年4月 営業譲受 (M&A) により佐久金型工場を設立 上海柴田塑料模具有限公司同時設立
- 2001年5月 社債 (私募債) 2億円発行
- 2002年4月 中国天津市に天津柴田精密模塑有限公司を設立
- 2003年1月 ISO9001:2000に移行及び拡大
- 2005年2月 上海馬克西斯柴田工業設計有限公司を設立
- 2006年1月 ISO14001取得
- 2007年8月 東京都高田馬場に東京営業所を設立
- 2007年10月 中国天津市に天津柴洋模具有限公司を設立

**【柴田合成の製品例】**

(1) 自動車エアコン吹き出し口

ある自動車エアコン吹き出し口の全部品 (合計 61 点) を金型製作から成形, 組立, 検査までの全工程を同社は担当し, 一貫生産をしている. 左側が樹脂成型部品, 右側が組み立てたエアコン吹き出し口である.



(2) 携帯電話

同社では, 店頭陳列用携帯電話 (モック) を「金型製作→成形→表面処理→組立」まで一貫生産している. また, 携帯電話機本体の製造もおこなっている.



### (3) パチンコ台上部パーツ



### 3. 連携した群馬大学の研究者

群馬大学大学院工学研究科 機械システム工学専攻 エネルギー第四研究室  
石間経章 教授

1) 専門分野： レーザ応用計測, 流体力学, 燃料噴霧  
混相流, 物体周り流れ, 他

2) 主な研究テーマ：

各種流れ場の実験的解明

温度および流れ計測による熱と物質移動の評価

レーザ応用計測と可視化手法の開発

### 4. 群馬大学教員以外に本件に関して連携関係を持った研究・教育機関

群馬高等工業専門学校

群馬県産業技術センター

### 5. 事例調査の方法

本調査にあたっては、主に、大学教員、企業関係者に対してヒアリングを行った。また、ヒアリング時に収集した資料（論文、チラシ等）、インターネット掲載情報等を含めて整理を行った。

### 6. 経緯

群馬県甘楽郡に本社を持つ柴田合成株式会社は、樹脂成型金型の設計製作、樹脂部品の製造をおこなう従業員 153 人(平成 24 年 2 月現在)、資本金一億二千万の中規模の企業である。

当初は樹脂成型のみを主たる事業としていたが、2001年に金型製作会社を吸収合併して、金型の設計と製作、樹脂成型まで一貫しておこなえる企業となった。また、概要にあるように取引先工場の海外移転に伴い、海外の生産拠点多数有している。今まで取引をしてきた分野としては、TIER 2として自動車部品製造やアミューズメント（パチンコ）の樹脂部品や携帯電話、医療機器の樹脂成型部品等、非常に多岐に渡っている。同社は、従前までは、顧客から部品の設計図を渡されて、それに基づいて部品を製造して納めてきた。しかしながら将来的に見て他社と比較して差別化できるような自社独自の技術を持たなければ将来生き残れない可能性があると同社の社長が考え、自社の独自技術について模索するようになった。

| 分類 | ウェルドライン形成の説明   | 略 図 | 発 生 源     |            |
|----|--|-----|-----------|------------|
|    |  |     | 材料の<br>固化 | 閉じ込み<br>ガス |
| A  | <p>・1つの樹脂の流れが金型の入れ子やヒンにより分流し、合流した際、流速の低下により冷え、融合せず表面の固化層により溝が出来る。</p> <p>同時に合流の時、樹脂が前方へ押し出したガスや空気を閉じ込める。</p> |     | ○         | ○          |
| B  | <p>・2つの樹脂の流れが接合部において流速が低下し、かつ融合力が弱く、冷えて固化して出来る。</p> <p>最初に接合した箇所への成形圧が高くなるのが速くなる為融合せずに固化する。</p>              |     | ○         | —          |
| C  | <p>・多数の樹脂の流れが1ヶ所に合流した際、ガスや空気の圧縮抵抗により融合できない状態</p>   |     | —         | ○          |
| D  | <p>・偏肉形状の場合、樹脂の流速差即ち冷却速度の違いを生じて起こる。</p> <p>(1) 偏肉が小さい時、早い流れが回り込み合流する箇所に発生する。</p>                             |     | ○         | ○          |
|    | <p>(2) 偏肉が大きい時、流れに低速流と高速流ができ、冷却型により固化の違いが境界線となる。</p>   |     | ○         | —          |

図-1 金型内部のウェルド発生の原因について

こうした経緯から、2004年頃から環境に配慮した技術の方向性として何があるか、検討していたが、その結果として、樹脂成型した後の表面塗装やバリ取りが不要な精密金型の開発

を進めようという事になった。この事は、塗装の際に必要な有機溶剤の使用量の削減や産業廃棄物量の減少に資するだけでなく、作業工程の単純化によるコスト削減にもつながる。こうした開発の方向性のなかで、樹脂の金型内部での分流が合流する際に発生する溝（ウエルドライン）がない金型を開発することを始めることになった。ウエルドラインの発生する理由としては、図-1に示すようにいくつかの金型内部の分流が合流する場所で樹脂の冷却固化や発生するガス等が理由である事が知られている。分流同士が合流する地点を再加熱することや金型内部のガス抜きをすることによって、ウエルドラインを消去できて、こうした問題が回避できると考え、こうした発想をベースに、これに関する技術開発の検討を開始した。樹脂の金型内部での流動解析をして、これよりウエルドライン発生個所を予測するところまでは、社内で充分に対応可能であった。これに対してウエルドライン発生部分にどの程度の熱源を配置するかと言う問題に関しては同社内部にはノウハウがなかった。そこで、2005年に群馬大学共同研究イノベーションセンターに金型内部での温度分布及び熱源を配置した際に内部での温度分布を知るにはどうしたら良いかというテーマで技術相談の依頼をおこなった結果、伝熱学を専門とする同大学の石間教授の紹介がなされた。

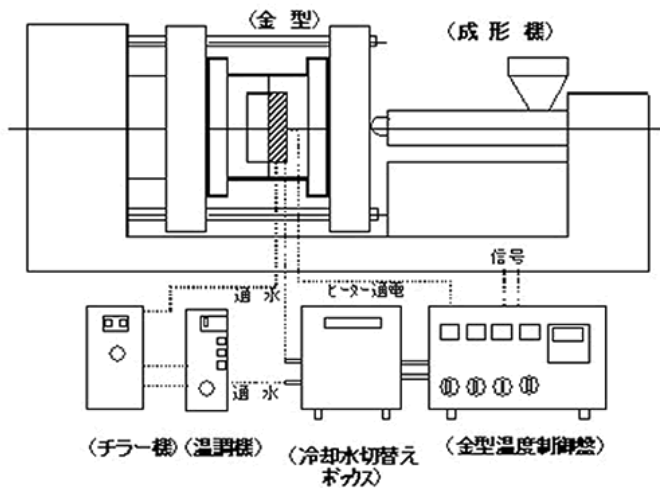


図-2 柴田合成のウエルドレス金型システム



図-3 システム中の水冷水切り替えボックス



図-4 金型温度制御盤

一方、この問題に対応した石間教授は何か新しい対象物の熱伝導シミュレーションが出来ないかテーマを探していたところであったので、柴田合成からの依頼に応じ、群馬県R&Dサポート事業という補助金に採択されたところで共同研究を開始した。共同研究の結果として、熱伝導シミュレーションにより、ウエルド部付近の温度分布と熱拡散速度を確認することが出来た。これらの知見より同社は、ウエルドライン周辺でのヒーターユニット配置の最適化をおこなう事が可能になった。こうして具体的な設計仕様の指針が得る事ができ、さらには別の群馬県の補助金の支援を受けて、このウエルドネス金型の構造解析には群馬高専、樹脂製品の評価には群馬県産業技術センターがサポートして第一号を2006年に工業製品の展示会に始め

て出展をすることが可能となった。さらに自社内で量産技術の確立をおこない、2004年の着想から約5年の歳月を経て、本システムは量産化を開始しており、実際の樹脂成型の現場で用いられている。

ここで示されているウエルレス金型のシステム自体は概念としては先行的な事例が既にあり、全くの新規製品ではない。しかしながら、同社の製品としての差別化ポイントは、付帯設備の設置が省スペースで済み、加えて低価格であること、さらには省エネ、安全面での確保にも、配慮されているというところであろう。

## 7. 効果、まとめ等

本事例に示されるような企業間取引で事業をおこなう企業の場合、ある程度具体的な引き合いがあって、こうした開発プロジェクトに着手する事が多いと思われるが、この場合はそれが、かなりあいまいな状況で検討を開始している。おそらく多少のリスクは覚悟しつつ、その一方で企業での開発担当者の育成という意味も含めてこの研究開発に着手したのであろう。そこは、企業経営者の将来に向けた布石という意味もある事が推測されよう。本事業において、大学の持つ知見は企業側にはなく、明らかに企業の技術開発の足りない部分を補完しているが、直接的に設計に寄与する内容とは言い難く、その点においては、大学の評価・検証技術が役に立ったという捉え方もできよう。また、経緯からも理解されるように一方的に大学側が企業にリソースしたという話ではなく、双方にメリットある連携関係が構築されたというところは着目すべきである。本来、こうした関係性がなければ長続きしないものであると言っても過言ではない。

### 【謝辞】

本事例を作成するにあたってヒアリング等、多大なご協力をいただいた柴田洋社長（柴田合成株式会社）、石間経章教授（群馬大学）に厚く御礼申し上げます。

調査概要の記載内容は、ヒアリング時点での情報に基づいている。  
(調査、執筆担当：群馬大学共同研究イノベーションセンター 伊藤 正実)

## ケーススタディ教材（課題：産学連携の特徴と効果）

課題：①新事業創出における産学連携の特徴と役割について整理し検討せよ  
②企業における産学連携の効果について検討せよ

### 事例：「ウエルドレス金型の開発」

#### 1. 会社及び新規事業の概要

D社は樹脂の成型加工を主たる事業として取り組む1961年創業の群馬県甘楽郡に立地する企業である。D社は自動車のティア2として内部のインパネや携帯電話や医療機器の樹脂部品等を手掛けている。創業当初は樹脂成型のみをおこなう企業であったが、2001年に金型の設計製造をおこなう企業と合併して、金型の設計から樹脂製品の量産まで一貫しておこなえる企業となった。また、取引先企業の生産工場の海外移転に伴い、中国を中心としていくつかの生産拠点を海外に有している。また、同社は、樹脂成型時に発生するウエルドラインが出ないウエルドレス金型を群馬大学工学部の伝熱学を専門とする教員のサポートを受けて開発し2009年に市場化に成功している。



図-1 D社が製造している自動車の内装の空調部品。多数の部品を高い精度で樹脂成型しこれを組み立てたものを取引先に納入している。

#### 2. 連携機関

群馬大学（S教授）専門分野 レーザ応用計測，流体工学，混相流，物体周り流れ，他これ以外に，本事業化事例では群馬県産業技術センター，群馬工業高等専門学校が関係している。

#### 3. きっかけから事業化までの経緯，産学連携の経緯

D社は、自動車や携帯のプラスチック部品の設計と試作や樹脂金型の製造等を主たる事業とする1961年創業の従業員153名の中小企業である。昨今の円高やそれにもなう製造業の海外シフト等の趨勢を見て、海外の生産拠点を持つ一方、国内に関しては自社でオンリーワン技術を持たなければ今後生き残れないと判断し、2004年くらいから新規技術の開発を志向するようになった。具体的には、樹脂成型部品のウエルドラインという金型内部の樹脂の分流同士がぶつかりあうところで発生するヘアラインを消せる金型技術の開発を着想した。これがなくなる事によって、ヘアラインを消すためになされていた塗装の手間を省く事が出来

る。これは工程を省ける事によるコスト削減だけでなく、塗装時に用いる有機溶剤の使用量を縮減できるという環境面でのメリットも想定される。

ウエルドレス金型の基本原理は、樹脂の流れ同士がぶつかりあって合流し冷却固化することによって生じるヘアラインができるところに熱源を配置し、その部分を再加熱することにより樹脂を再溶解させ、これを消すというものである。ヘアラインの位置は、金型内部の樹脂の流動解析で判別できるが、問題は、これを消すため何処に熱源を配置すべきか、さらには、どの程度の熱源が必要なのかということにあった。これを解決するために配置した熱源からどのように熱が金型内部に伝わるか熱伝導シミュレーションをする必要があり、これを群馬大学の産学連携組織を通じて、群馬大で熱伝導を専門とする教員に依頼した。一方、この問題に対応した S 教授は何か新しい対象物の熱伝導シミュレーションが出来ないかテーマを探していたところであったので、同社からの依頼に応じ、群馬県 R&D サポート事業という補助金に採択されたところで共同研究を開始した。共同研究の結果として、熱伝導シミュレーションにより、ウエルド部付近の温度分布と熱拡散速度を確認することが出来た。これらの知見より同社は、ウエルドライン周辺でのヒーターユニット配置の最適化をおこなう事が可能になった。こうして具体的な設計仕様の指針が得る事ができ、さらには別の群馬県の補助金の支援を受けて、このウエルドネス金型の構造解析には群馬高専、樹脂製品の評価には群馬県産業技術センターがサポートして第一号を 2006 年に工業製品の展示会に始めて出展をすることが可能となった。さらに自社内で量産技術の確立をおこない、2004 年の着想から約 5 年の歳月を経て、本システムは量産化を開始しており、実際の樹脂成型の現場で用いられている。

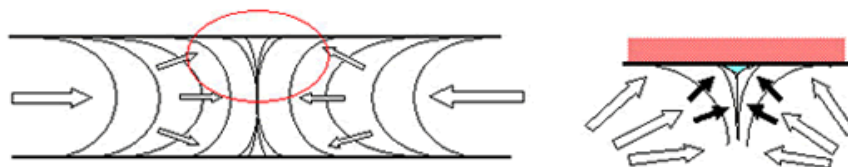


図-2 ウエルドライン発生メカニズム 金型内部での樹脂の分流同士が合流し冷却固化することによってヘアライン（ウエルドライン）が発生する。

#### 4. 現状

本事例におけるウエルドレス金型のシステムは 2009 年に市場化され、その後数百万円程度の売り上げまでにつながっている。(2012 年現在) 本格的な売り上げに至るまでは、もうすこし時間がかかるであろう。研究開発プロジェクトとしては、ここで培った技術をベースに、成型した樹脂表面が金属光沢を持つメタリック成型技術の開発に至っており、今後、これによる次の事業展開を目指しているところである。

本教材は、科学研究費補助金（基盤研究 B 課題番号 21300292 H21～23 年度）の交付を受けて行われた研究の成果である。無断複写を禁止しますが、ご利用の際は下記までご連絡下さい。  
なお、このケースは、各企業や団体等における経営管理の巧拙を示すものではなく、ケースディスカッション等の討議資料として作成されたものです。

【連絡先】 氏名 伊藤 正実

所属 群馬大学共同研究イノベーションセンター(〒376-8515 群馬県桐生市天神町1丁目5-1)

Tel : 0277-30-1181 e-mail : 21mito\*\*gunma-u.ac.jp (送信時には\*\*を@に変更下さい)