

平成24年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「軽量でリサイクル可能な自動車用衝撃吸収部品の開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成25年 3月

委託者 中部経済産業局

委託先 公益財団法人中部科学技術センター

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

1-3 成果概要

1-4 当該研究開発の連絡窓口

第 2 章 本論

2-1 CAE によるカップコーンの最適形状設計

2-2 生産性の向上

2-3 事業化の検討

第 3 章 全体総括

第1章 研究開発の概要

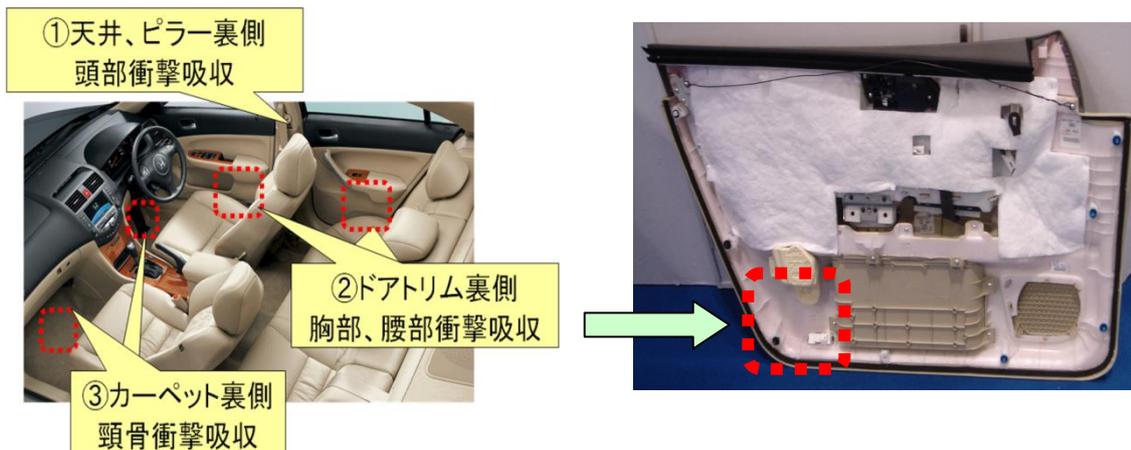
第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1.1 研究開発の背景

<研究開発の背景>

- ・自動車の乗員保護を目的とした車内衝撃吸収部品（以下衝撃吸収部品）は、下図に示すような箇所に現在は自動車1台につき8~14個程度搭載されている。
- ・自動車の衝突安全性に関する各国の法規が年々厳しくなっていることや消費者の安全性に対するニーズの高まりから、搭載個数は今後ますます増加すると推測される。



<研究開発動向>

- ・現在、衝撃吸収部品の約7割のシェアを発泡ウレタン樹脂が占めている。
- ・発泡ウレタン樹脂は衝撃吸収性能に優れる一方で、加熱再成形することができない熱硬化性樹脂であるため、リサイクルできないという問題を抱えており、リサイクル可能な熱可塑性樹脂を使った代替部品の開発が待たれている。

<本研究開発と従来技術との相違点>

- ・本研究開発では、リサイクル可能な熱可塑性樹脂であるポリプロピレン（以下 PP）のシートをカップコーン状に真空成形し、そのカップコーンがつぶれる際の変形抵抗で衝突エネルギーを吸収する。
- ・中空のカップコーンであるため、中実の発泡ウレタン樹脂よりも軽量である。
- ・しかし、衝撃吸収性能がカップコーンの形状に依存するため、形状設計が難しく、発泡ウレタン樹脂を代替するまでには至っていない。

<本研究開発と類似技術との相違点>

- ・熱可塑性樹脂の成形法としては射出成形法が一般的であるが、真空成形の場合、成形時に材料が延伸されるため、分子配向効果で比較的薄肉でも強度が強く、変形時の変形抵抗も強いいため衝撃吸収部品に向いている。

- ・また、型費が発泡成形型の約 1/2、射出成形型の 1/5~1/10 と安価なため、コストが安い。

＜本研究開発に使用する特許と類似特許との相違点について＞

- ・既に登録済の特許第 4448938 号「樹脂シート成形品」は、補強リブがあること、またそのリブが突起と突起の間を結ばない独立している構成によって、単位体積当たりの強度が他の特許と比べて大きく優れている。本特許は、国内外の特許には、同様にリブの構成によって抵触の可能性は低い事が、複数の海外特許事務所の調査により明らかになっている。

1-1. 2 研究目的

現在、自動車の乗員保護を目的とした車内衝撃吸収部品（以下、「衝撃吸収部品」という）は、自動車 1 台につき 8~14 個程度搭載されている。自動車の衝突安全性に関する各国の法規が年々厳しくなっていることや消費者の安全性に対するニーズの高まりから、搭載個数は今後ますます増加すると推測される。現在、衝撃吸収部品の約 7 割のシェアを発泡ウレタン樹脂が占めている。発泡ウレタン樹脂は衝撃吸収性能に優れる一方で、加熱再成形することができない熱硬化性樹脂であるため、リサイクルできないという問題を抱えており、昨今の世界的な環境問題意識の高まりからもリサイクル可能な熱可塑性樹脂を使った代替部品の開発が待たれている。

本研究開発では、リサイクル可能な熱可塑性樹脂であるポリプロピレン（以下、「PP」という）のシートをカップコーン状に真空成形し、そのカップコーンがつぶれる際の変形抵抗で衝突エネルギーを吸収する自動車用衝撃吸収部品の開発を行う。

研究の概要として、本研究開発では、PPの薄肉シートを中空のカップコーン形状に真空成形することで、従来より軽量でリサイクル可能な衝撃吸収部品を開発することを目的とする。衝撃吸収性を左右するカップコーン形状はシミュレーション技術（以下、「CAE」という）を活用し最適化すると共に、生産面では成形シートの板厚均一化と、成形時の急速均一加熱技術を確立することでサイクルタイムを短縮し、安価で高品質な製品を製造することができる。

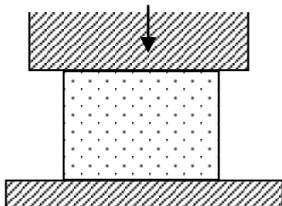
(従来技術と新技術の違い)

従来技術

発泡ウレタン製衝撃吸収部品(中実)



リサイクル性	×	熱硬化性樹脂 (ウレタン)
軽量化	×	中実 (発泡)
コスト	×	発泡成形
衝撃吸収性能	○	発泡倍率で調整



発泡倍率で調整

衝撃吸収性能は優れる。

【課題】

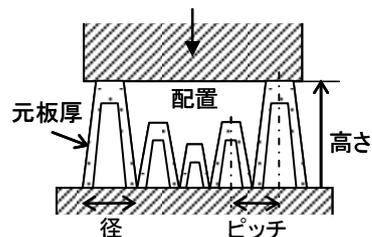
1. リサイクル不可
2. 製品重量が重い
3. 高コスト

新技術

ポリプロピレン製衝撃吸収部品(中空)



リサイクル性	○	熱可塑性樹脂 (ポリプロピレン)
軽量化	○	中空 (カップコーン)
コスト	○	真空成形
衝撃吸収性能	○	形状で調整、CAE で最適化



CAEで形状最適化
最適デザインに忠実に精密成型する

同等の衝撃吸収性能を確保する。

【特徴】

1. リサイクル可能
2. 軽量
3. 低コスト

(新技術の特徴)

1. 熱可塑性樹脂を使うことでリサイクル可能
2. 樹脂シートを中空カップコーン形状に成形することで軽量化
3. 真空成形時の樹脂伸張効果で材料強度向上
4. 型材質がアルミ材ですむため、型費が安価
5. 軽量化することで単位重量当たりの衝撃吸収能力の向上

1-1.3 研究目標

i. CAEによるカップコーンの最適形状設計

発泡ウレタン樹脂は発泡倍率や材質の調合などで比較的簡単に衝撃吸収特性を調整できるのに対して、真空成形によるシート成形部品において、カップコーン形状を修正するためには都度金型を修正しなければならず大きなコストと時間がかかる。そのため、金型を修正することなく衝撃吸収性能を予測するCAEの開発が不可欠となる。

昨年度、形状パラメータを任意に設定した単体のカップコーンでCAEの予測精度の検証を行うために、カップコーン形状の設計とCADデータ作成を行った。また、そのCADデータを使用して金型を製作して成形し、衝撃試験を行った。

今年度は、単体カップコーンのCAE解析を行い、実際の衝撃試験データとの比較検証により予測精度を向上させる。また、異なる形状のカップコーンを複数組み合わせることで実製品寸法での最適形状を探索する。

①単体カップコーンのCAE解析

①-1 真空成形解析

成形するカップコーン形状によって板厚分布は全て異なるが、それによって変形時の座屈挙動、つまり衝撃吸収性能が大きく左右されるため、CAEを行うにあたって、成形後の板厚分布の解析は非常に重要である。

昨年度までに、株式会社ホワイトインパクトにおいて、既存品であるブロー成形や射出成形品の板厚を測定し今後真空成形に必要な値を把握した。また、真空成形品でも高さの違う真空成形品の試作品2ヶ（高さ100mmと高さ50mmのサンプル）を利用して、側面板厚の測定を行い目途付けを行った上で、単体カップコーンの側面板厚の測定を行った。

今年度は、その単体カップコーンの側面板厚測定結果を元に真空成形解析を行い、最終目標である、

- ・板厚分布の予測精度 : ±0.3mm 以内

を目指す。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト

①-2 高速圧縮解析

樹脂材料は変形速度によって物性や伸びなどが変化するため、衝撃時の圧縮解析を実施するためには、高速変形時の材料物性が重要な要素である。この材料物性値の中で特に重要な物性値として「応力-ひずみ曲線」取得のため、昨年度までに、市販のシート材料を使用してデータ取得し市販製品での実力値を把握した。高速圧縮解析を実施するために動的変形が解析可能な陽解法対応のソフトウェア(LS-DYNA)を利用しているが、衝撃解析を行うための材料データ取得や設定は外部依頼している。今年度はそのデータを利用して、昨年度まで蓄積した単体カップコーンの衝撃解析結果を踏まえ、最終目標である「実製品寸法での最適形状の検討」の衝撃解析へ繋げる。

また、昨年度も外部委託して多くの時間を要した解析のメッシュ貼り作業は、今年度も同じく、LS-DYNAソフトを所有している会社に外部委託する。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト

②単体カップコーンの試作と評価

②-1 真空成形実験

昨年度は、単体カップコーン形状である円錐と四角錐の単純な形状に加えて円錐にはねを付けた（剛性リブ）の3種類の形状の金型製作を行い、成形はそれぞれの形状において板厚1.0mm、1.5mm、2.0mm、3.0mmの4水準の元板厚の合計12種類を行った。この内、板厚1.5mmの板厚分布を測定した。

昨年度は、①-1真空成形の板厚解析の結果と比較することで解析精度の検証を行い、真空成形解析の精度検証を行う。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト

②-2 衝撃試験

昨年度は、②-1同様単体カップコーン形状である円錐と四角錐の単純な形状に加えて円錐にはねを付けた（剛性リブ）の3種類の形状の金型製作を行い、成形はそれぞれの形状において板厚1.0mm、1.5mm、2.0mm、3.0mmの4水準の元板厚の合計12種類を行った。そして12種類すべてにおいて、n3の衝撃試験をすべて完了した。

今年度は、①-1の衝撃解析との比較検証を行い、③の実製品寸法での最適形状の検討に反映する。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト

③実製品寸法での最適形状の検討

今年度は、昨年度まで実施した単体カップコーンの衝撃解析や衝撃試験データを元に、実車搭載の大きさを想定し、異なるカップコーンの組み合わせ検討をCAE上で行う。また、昨年度実施した既存製品である代表的な発泡ウレタン品や、ブロー成形品の衝撃試験を実施し、実力値を把握した結果を参考に設定した衝撃吸収特性に達成するまで、カップコーンの形状やその組み合わせを変えて解析を繰り返し、最適形状と組み合わせを検討する。求めた最適形状を元に製品金型を作製する。そして落錘試験機で衝撃吸収特性を確認する。

そして目標値である

- 平均荷重に対する荷重振幅の大きさ (W_b/W_a) : $\pm 30\%$ 以内（設定ストローク内）
- 単位重量あたりのエネルギー吸収量 (A/M) : 代表的な発泡ウレタン樹脂と比較し劣っていないこと（設定ストローク内）

を達成する。

【実施機関】

ii. 生産性の向上

①サイクルタイムの向上

従来の加熱技術は、ヒーター出力を一定に保った状態で、シート温度を管理する方法が主流であるが、現状の技術では加熱時間短縮の為、ヒーター出力を上げた結果、シート表面が焼け、厚み内温度差が大きくなり成形不良が生じたり、逆に品質維持の為、ヒーター出力を絞った結果、加熱時間が長くなり生産効率が悪い。

今回開発する、新規加熱技術では、厚み方向温度のリアルタイム制御では、段階的に設定された目標シート温度に実測温度が到達する毎に、ヒーター出力を最適に可変設定させ、板厚方向の温度分布の均一化とサイクルタイムの短縮化を図る。

昨年度は、板厚1.5mmのPP材シート温度と金型温度を測定し、目標加熱時間以下となる様なデータ取りを実施した。

今年度は、データを加熱条件に反映させ、生産機の目標サイクルタイム15secを達成させる。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト、下田工業茨木株式会社

②成形品質の安定化

成形前のシート状態での板厚は、衝撃吸収性能に直結する。従来では、市販の決められた板厚のバラツキの大きいシートを購入するしかなかった。また、自社でシート材を押し出すにしても、材料の流動性や、粘度、熔融温度などのバランスによって、シート材の板厚を均一にすることは、困難であった。そこで、衝撃吸収性能のあるペレット状態の材料から、シート材にするために、押し出し機に材料の加熱温度、加熱時間、押し出し速度などのパラメータを組み合わせることで板厚を自由に、また均一に制御する技術確立する。

また、安定した品質を確保するために、成形機に供給される直前のシート供給装置付近でのシート材料の温度と厚みも計測し、検証する。昨年度は、納入された押し出し設備によるシートの押し出しを実施した。

今年度は、ギアポンプが組み込まれた押し出し機ラインにポリッシングロール駆動装置を追加し、材料のシート押し出しを実施した。押し出したシートが見た目で、巣（空気ホール）や、ひずみ（樹脂が均一に成形されていない状態）がないものが予定通り成形できることが確認できた。また、成形時のシート全面温度のバラツキ：±2.5℃以内の目標値については、今回単体カップコーンの成形トライ（板厚1.5mmのPP材）において、シート温度と金型温度を測定した結果、目標を満たすことができた。引き続き、実製品形状の成形時においても継続して±2.5℃以内に収まる様にデータ取りをしていく。

今年度は、データをもとに、シート板厚バラツキ：±0.1mm以内（シート厚み1mm）と、押し出しされたシート材料をもとに、成形トライを実施し、成形品厚み寸法誤差：±15%を達成する。

【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト、下田工業茨木株式会社

iii. 事業化の検討

本研究開発成果を用いた軽量でリサイクル可能な自動車用衝撃吸収部品の事業化に向け、実用化に求められる技術的要素やコスト面等に関するユーザー企業のニーズ把握を踏まえ、事業化計画の検討を行う。

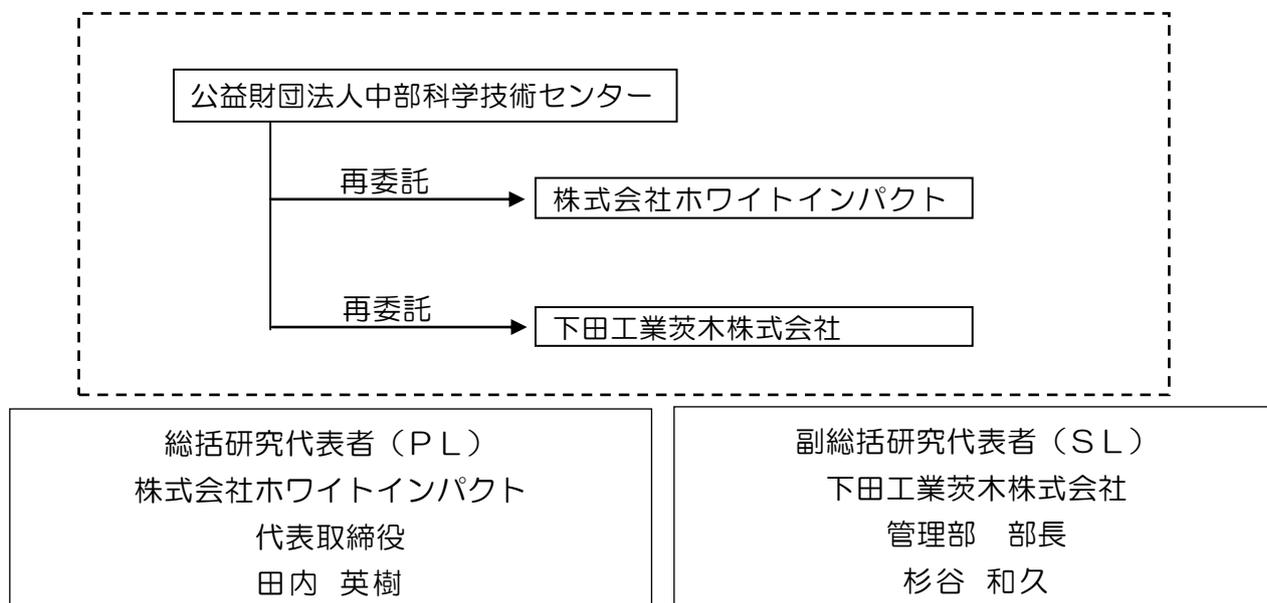
【実施機関】

株式会社ホワイトインパクト、下田工業茨木株式会社

1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

(1) 研究組織及び管理体制

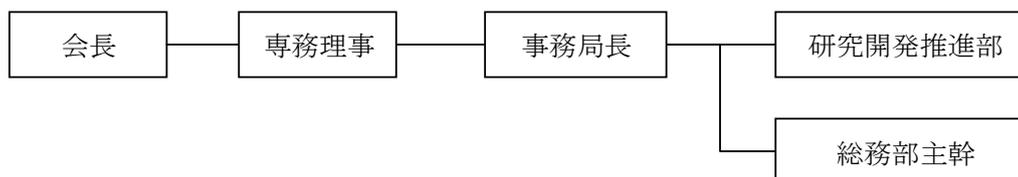
1) 研究組織（全体）



2) 管理体制

①事業管理機関

公益財団法人中部科学技術センター

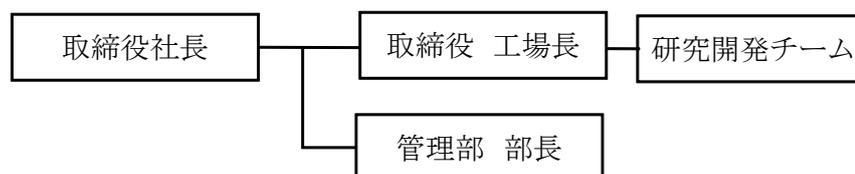


②再委託先

株式会社ホワイトインパクト



下田工業茨木株式会社



(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】 公益財団法人中部科学技術センター
管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
永田 達也	研究開発推進部長	iv
廣瀬 亘	研究開発推進部長(平成24年7月1日)	iv
福嶋 昭	研究開発推進部 担当部長	iv
大澤 秀敏	研究開発推進部 担当部長	iv
平澤 進	研究開発推進部 主幹	iv
宮島 和恵	研究開発推進部 主任	iv
高須 容功	研究開発推進部 主任	iv
宮崎 久美子	研究開発推進部	iv

【再委託先】

研究員

株式会社ホワイトインパクト

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
田内 英樹	代表取締役	i、ii、iii
久野 貴之	研究開発チーム 一般職	i、ii、iii
山下 剛志	研究開発チーム 一般職	i、ii、iii

下田工業茨木株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
杉谷 和久	管理部 部長	i③、ii、iii
富田 容高	取締役 工場長	i③、ii、iii
崎田 健太郎	研究開発チーム 一般職	i③、ii、iii
渡辺 嘉宣	研究開発チーム 一般職	i③、ii、iii
瀬戸 隆嗣	研究開発チーム 一般職	i③、ii、iii

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

公益財団法人中部科学技術センター

(経理担当者) 総務部 主幹 田村 幸司
総務部 主幹 山本 清(平成24年7月1日)
(業務管理者) 研究開発推進部長 永田 達也
研究開発推進部長 廣瀬 亘(平成24年7月1日)

(再委託先)

株式会社ホワイトインパクト

(経理担当者) 代表取締役 田内 英樹
(業務管理者) 代表取締役 田内 英樹

下田工業茨木株式会社

(経理担当者) 管理部 部長 杉谷 和久
(業務管理者) 管理部 部長 杉谷 和久

(4) (協力者)

安川 雄一郎	日本ポリエチレン株式会社 研究開発部研究企画管理グループ グループマネージャー
山下 実	国立大学法人岐阜大学 工学部 機械システム工学科 金型創世技術研究センター
村田 真伸	名古屋市工業研究所 生産加工研究室

1-3 成果概要

軽量でリサイクル可能な自動車用衝撃吸収部品の開発を実施するために、以下の目標を設定した。

【1】CAEによるカップコーンの最適形状設計

【1-1】単体カップコーンのCAE解析

- ・CAE用材料物性の取得 : ひずみ速度は100/sを最大として
ひずみ速度3条件以上(1、10、100/s)

【1-2】単体カップコーンの試作と評価

- ・板厚分布の予測精度 : $\pm 0.3\text{mm}$ 以内
- ・衝撃吸収特性(変位-荷重曲線)の予測精度 : $\pm 30\%$ 以内

【1-3】実製品寸法での最適形状の検討

- ・平均荷重に対する荷重振幅の大きさ(W_b/W_a) :
 $\pm 30\%$ 以内(設定ストローク内)
- ・単位重量あたりのエネルギー吸収量(A/M) :
代表的な発泡ウレタン樹脂と比較し劣っていないこと(設定ストローク内)

【2】生産性の向上

【2-1】サイクルタイムの向上

- ・目標サイクルタイム :
15sec (PPシート厚み1.5mmにおいて) 現状サイクルタイム25sec

【2-2】成形品質の安定化

- ・シート全面温度のバラツキ : $\pm 2.5^\circ\text{C}$ 以内
- ・成形品厚み寸法誤差 : $\pm 15\%$
- ・シート板厚のバラツキ :
 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内 (シート厚み1mmにおいて) 現状 $\pm 0.3\text{mm}$

【3】事業化の検討

- ・ユーザー企業のニーズ把握を行い、【1-3】で製作する金型に反映した。

以上全ての目標に対して、本開発期間中にすべて達成することができた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

※対外的な問い合わせの担当者（所属・氏名・電話・FAX・E-mail）を記載

①事業管理者

公益財団法人中部科学技術センター

〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須一丁目35番18号

担当部署：研究開発推進部

担当者： 宮崎 久美子

連絡先電話番号：052-231-3549

②再委託実施機関

株式会社ホワイトインパクト 本社

〒464-0804 愛知県名古屋市中区千種区東山元町5丁目59番地の1

株式会社ホワイトインパクト 分所

〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄二丁目2番24号

あいちベンチャーハウス 204号室

担当者： 代表取締役 田内 英樹

連絡先電話番号：052-602-8474

下田工業茨木株式会社

〒567-0834 大阪府茨木市学園南町16番16号

担当者： 管理部長 杉谷 和久

連絡先電話番号：072-634-1551

第2章 本論

第2章 本論

2-1 CAEによるカップコーンの最適形状設計

リサイクル性と衝撃吸収性を両立した真空成形による新しい衝撃吸収部品の開発に向けて、衝撃吸収特性の改善や成形サイクルの高速化などの課題について、下記の研究を実施し解決した。

(1) CAEによるカップコーンの最適形状設計

発泡ウレタン樹脂は発泡倍率や材質の調合などで比較的簡単に衝撃吸収特性を調整できるのに対して、真空成形によるシート成形部品では、カップコーン形状を修正するためには都度金型を修正しなければならず大きなコストと時間がかかる。そのため、金型を修正することなく衝撃吸収性能を予測するシミュレーション技術（CAE）の開発が不可欠となる。まず、形状パラメータを任意に設定した単体のカップコーンで CAE の予測精度の検証を行い、その上で、異なる形状のカップコーンを複数組み合わせさせて実製品寸法での最適形状を生み出した。

(1-1) 単体カップコーンの CAE 解析

<真空成形解析>

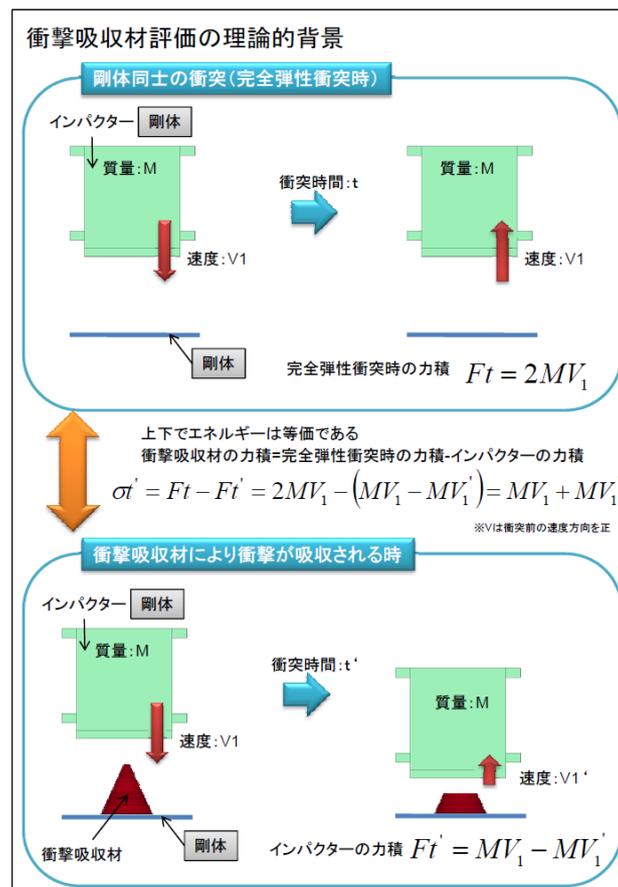
成形するカップコーン形状によって板厚分布は全て異なるが、それによって変形時の座屈挙動、つまり衝撃吸収性能が大きく左右されるため、CAE を行うにあたって成形後の板厚分布は非常に重要である。またカップコーンの高さ、径、角度などの代表的な形状パラメータをいくつか振った形状について真空成形解析を実施し、各形状パラメータと板厚分布との関係を明確にした。

■最適なカップコーンとその過程で検証した形状

データ名	20110930_BD1109_17	20110930_BD1109_19	20110930_BD1109_23	
内容	基本寸法(すべてこの寸法)	円錐(フランジ付)	四角錐(フランジ付)	六角錐 ^特 (フランジ付)
画像				
	t1	10	10	10
	t1.5	10	10	10
	t2	10	10	10
	t3	10	10	10

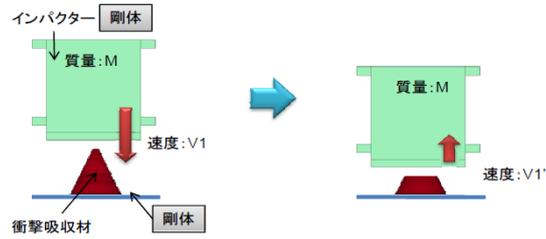
<高速圧縮解析>

樹脂材料は変形速度によって物性や伸びなどが変化するため、衝撃時の圧縮解析を実施するためには高速変形時の材料物性を取得した。また高速材料試験機を導入して、PPの高速変形時の材料物性（応力-ひずみ曲線）を取得した。ひずみ速度は 100/s を最大としてひずみ速度 3 条件以上（1、10、100/s）のデータ取得を実施した。カップコーンの高さ、径、角度などの代表的な形状パラメータをいくつか振った形状について単体での高速圧縮解析を実施し、各形状パラメータと衝撃吸収特性との関係を明確にする。



衝撃吸収材評価の理論的背景(エネルギー)

衝突前後での系全体のエネルギーは保存される
→衝突前後での運動エネルギーの差=衝撃吸収材の吸収したエネルギー



衝撃吸収材の吸収したエネルギー E は以下の式で表わされる。

$$E = \frac{1}{2}MV_1^2 - \frac{1}{2}MV_1'^2$$

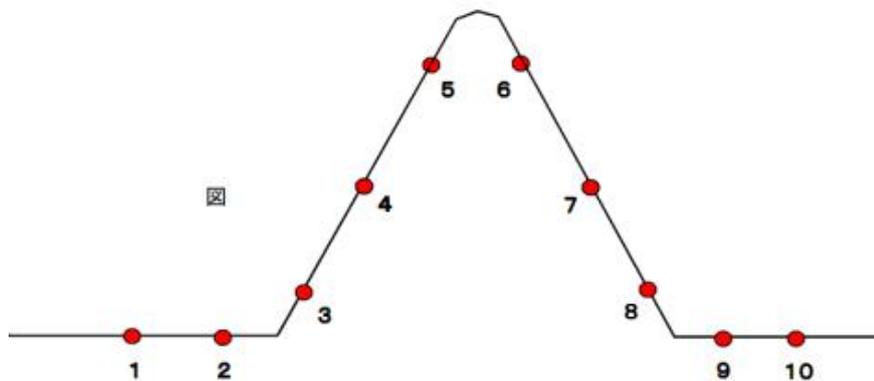
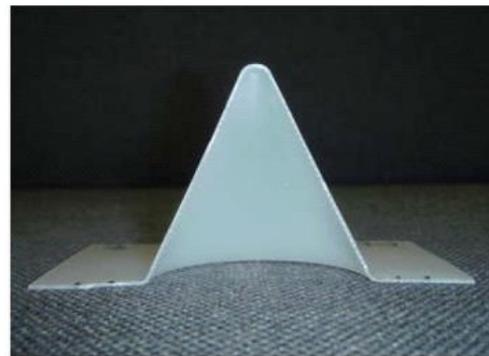
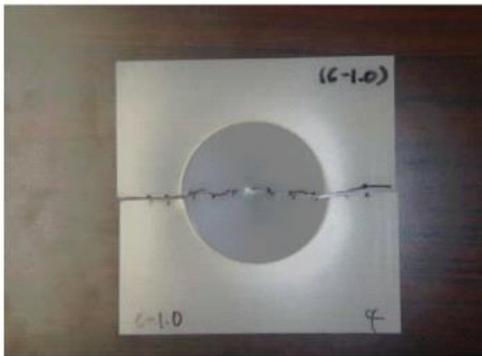
(1-2) 単体カップコーンの試作と評価

<真空成形実験>

解析と同様に形状パラメータをいくつか振った簡易金型を作製し、試作カップコーンを成形した。その後、板厚分布を測定し CAE 解析の結果と比較した。

■真空成形実験で成形されたサンプルと板厚測定結果

円錐(フランジ付) t1



サンプル 円錐(フランジ付) t1

位置	國枝		船戸		杉山		平均		差(mm)	振れ幅
	板厚(mm)	割合	板厚(mm)	割合	板厚(mm)	割合	板厚(mm)	割合		
1	0.95	95%	0.94	94%	0.91	91%	0.93	93%	0.04	4%
2	0.85	85%	0.86	86%	0.88	88%	0.86	86%	0.03	3%
3	0.84	84%	0.86	86%	0.85	85%	0.85	85%	0.02	2%
4	0.75	75%	0.76	76%	0.74	74%	0.75	75%	0.02	3%
5	0.65	65%	0.67	67%	0.67	67%	0.66	66%	0.02	3%
6	0.62	62%	0.62	62%	0.66	66%	0.63	63%	0.04	6%
7	0.71	71%	0.75	75%	0.84	84%	0.77	77%	0.13	15%
8	0.83	83%	0.85	85%	0.85	85%	0.84	84%	0.02	2%
9	0.84	84%	0.92	92%	0.88	88%	0.88	88%	0.08	9%
10	0.91	91%	0.99	99%	0.95	95%	0.95	95%	0.08	8%
									元厚(mm)	1

<衝撃試験>

- 動的衝撃試験機を使用し、試作カップコーンの衝撃吸収特性を取得し【1-1】の結果と比較する。

■使用された衝撃試験機 と 衝撃試験リスト



形状名	内容	板厚	高さ	デバイス kg	角度	材料	高さ mm	速度 mm/sec	コーン 向き
CP-h50t10-1	円錐H50	1.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
CP-h50t15-3	円錐H50	1.5	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
CP-h50t20-3	円錐H50	2.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
CP-h50t30-3	円錐H50	3.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
4P-h50t10-3	四角錐 50	1.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
4P-h50t15-3	四角錐 50	1.5	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
4P-h50t20-3	四角錐 50	2.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
4P-h50t30-3	四角錐 50	3.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
WI-h50t10-3	WI形状H50	1.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
WI-h50t15-3	WI形状H50	1.5	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
WI-h50t20-3	WI形状H50	2.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上
WI-h50t30-3	WI形状H50	3.0	50	6.159	0	PW-A	1130	4.3	上

(1-3) 実製品寸法での最適形状の検討

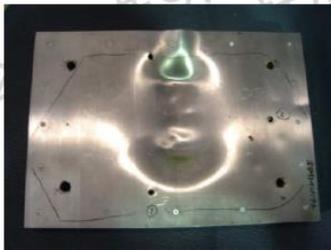
実車搭載の大きさを想定し異なるカップコーンの組み合わせ検討を CAE 上で行い、目標とする衝撃吸収特性を達成するまで、カップコーンの形状やその組み合わせを変えて解析を繰り返し、最適形状と組み合わせを検討した。その後求めた最適形状を元に製品金型を作製し、成形を行った。



真空成形用金型

また、実製品寸法での試作部品は大型であるため、岐阜大学の大型落錘試験機で衝撃吸収特性を確認した。

■試験状況



2-2 生産性の向上

2-1 (1-3) で製作した真空成形用金型を用い、実製品レベルで成形トライを実施した。

(1) サイクルタイムの向上

- ・目標サイクルタイム :
15sec (PP シート厚み 1.5mm において) 現状サイクルタイム 25sec

(2) 成形品質の安定化

- ・シート全面温度のバラツキ : $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 以内
 - ・成形品厚み寸法誤差 : $\pm 15\%$
 - ・シート板厚のバラツキ :
 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内 (シート厚み 1mm において) 現状 $\pm 0.3\text{mm}$
- それぞれについて、成形することが確認できた。

2-3 事業化の検討

ユーザー企業のニーズ把握を行い、2-1（1-3）で真空成形用金型に仕様を反映させた。本結果をもとに、事業化へのあしがかりをつかんでいく。

⑥プロジェクトの管理・運営

本研究開発の円滑な推進を図るため、委員会の運営、各研究開発項目の課題抽出、検討、研究成果の評価等プロジェクトの管理・運営を実施した。

(1) 第1回研究開発委員会

開催日：平成24年9月14日（木）10時00分～12時00分

議題：(1) 平成24年度全体計画及び目標について

(2) 個別テーマのH24年度進捗状況と計画について(製品サイズでの形状
検討状況)

(3) 今後の進め方

(4) その他

(2) 第2回研究開発委員会

開催日：平成24年12月18日（火）11時00分～12時30分

議題：(1) 平成24年度全体計画及び目標について

(2) 個別テーマのH24年度進捗状況と計画について(製品サイズでの形状
検討状況)

(3) 今後の進め方

(4) その他

(3) 第3回研究開発委員会

開催日：平成25年2月22日（木）14時00分～16時30分

議題：(1) 前回までのご報告、平成24年度全体計画および目標について

(2) 個別テーマのH24年度計画および目標について

(3) 今後の方針

(4) その他

第3章 全体総括

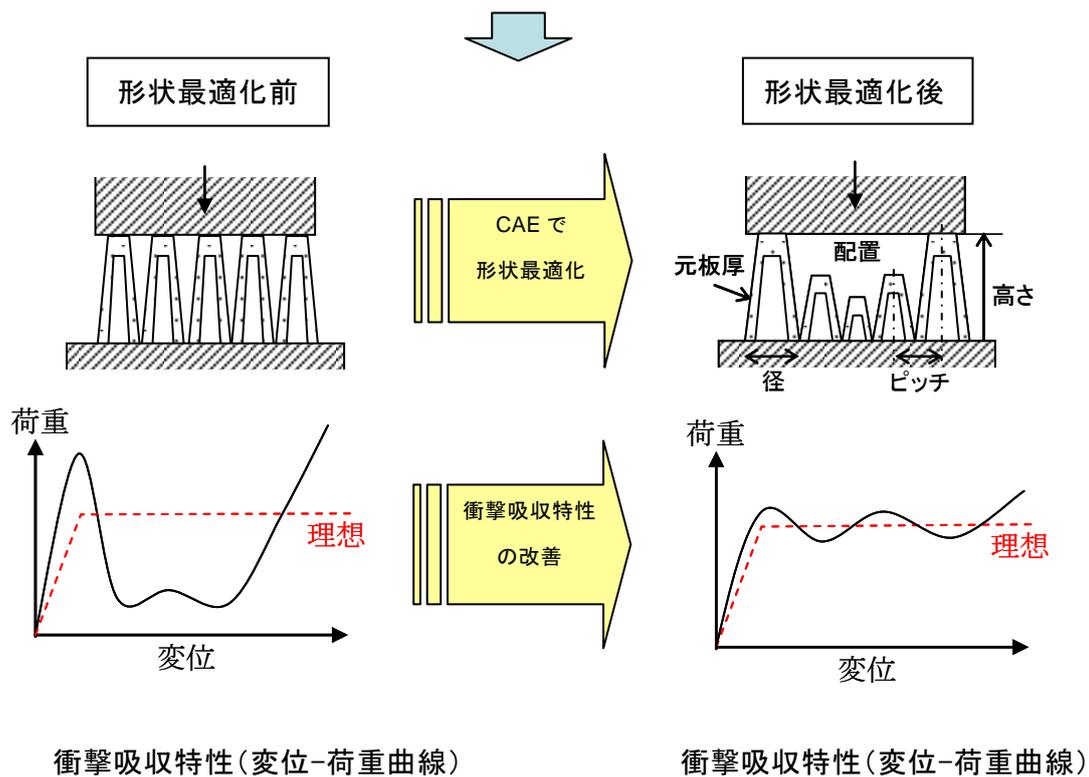
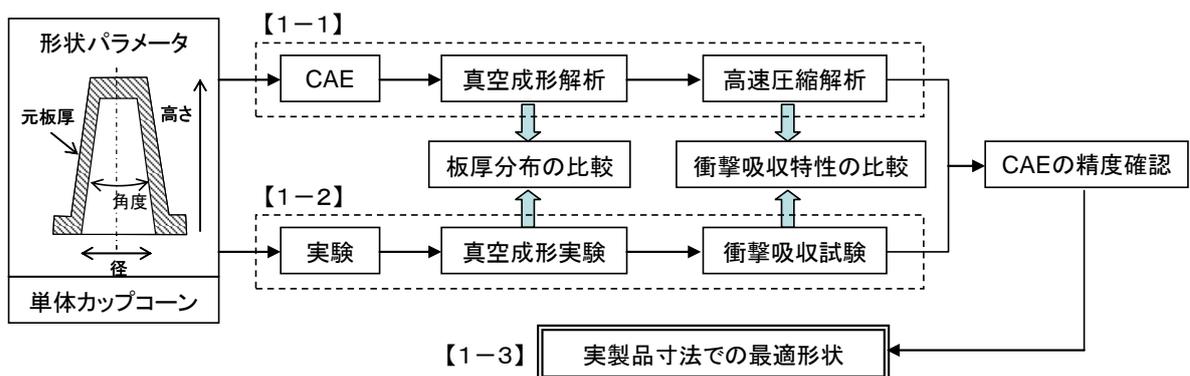
第3章 本論

【成果概要】

成果概要（設計面）

【具体的解決方法】
CAE を活用してカップコーンの形状や配置を最適化

サブテーマ
【1-1】 【1-2】 単純形状の単体カップコーンで CAE の予測精度の確認を行う
【1-3】 実製品寸法での最適形状の検討

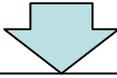
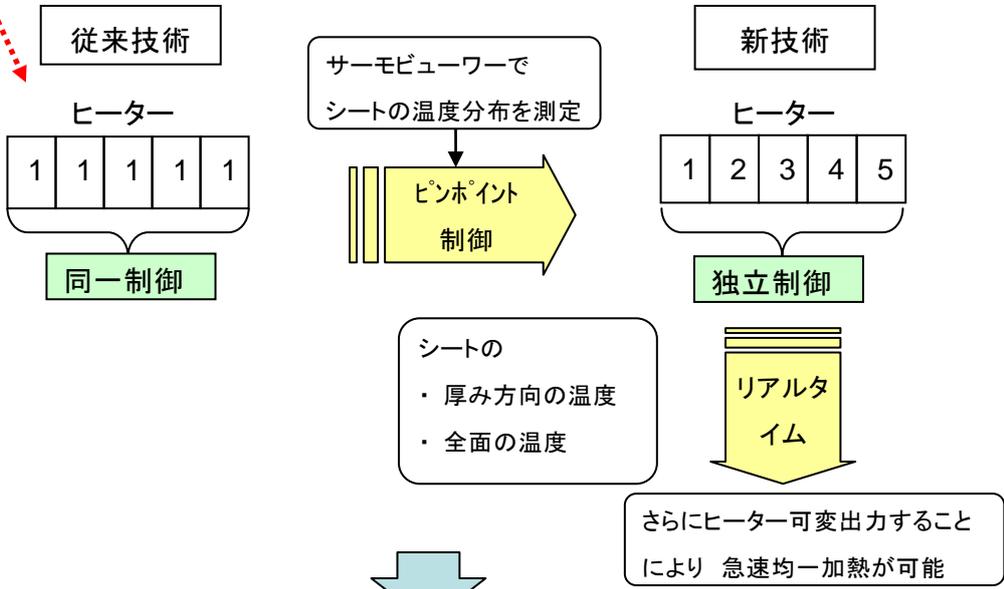
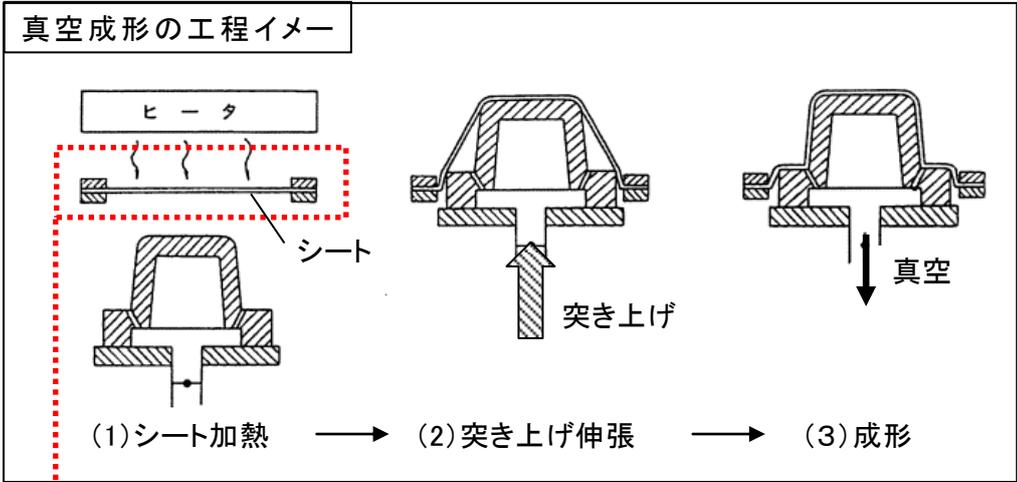


成果概要（生産面）

【課題. 真空成形の生産性】
 衝撃吸収性能を安定させるためには、
 → 樹脂シート板厚の均一成形技術が不可欠



【具体的解決方法】
 ピンポイント成形制御技術を確立
 → 短時間でシート板厚の均一化を図る



サブテーマ
【2-1】板厚が安定するまでの成形タイムの向上
 ・安定化成形タイム 10min
【2-2】成形品質の安定化
 ・シート温度のバラツキを±2.5℃以内
 → 成形品厚み寸法の個差±15%以内

【自動車軽量化及び低コスト化の効果】

本提案は、自動車の乗員保護性能を維持しつつも自動車の軽量化を可能とすることで、化石燃料の使用量削減や二酸化炭素の排出量削減に資するものである。さらに、熱可塑性樹脂を採用することで、リサイクルできるようになり、循環型社会の実現へも寄与する新たな技術開発であった。

従来の発泡ウレタン樹脂を新規開発する真空成形品で置き換えることができれば、自動車の軽量化にもつながり二酸化炭素排出量削減の効果も期待できる。過去、真空成形品が採用された実績では、発泡ウレタン樹脂の重量は約 100g/個であったのに対して、真空成形品は約 70g/個と約 30%程度の軽量化が達成できている。国土交通省「自動車燃費一覧（平成21年3月）車両重量別 CO2 排出量」によれば、車両重量が 1kg 軽くなることで 1km 走行時の CO2 排出量は約 0.160g-CO2 減少する。

当開発部品による車両軽量化の効果を一台あたり平均 200g として、国内で生産される約 1000 万台の自動車全てで採用された場合、一台当たりの年間走行距離を 5000km と見込むと年間の CO2 排出量の削減効果は約 1600ton と試算できる。更に、発泡成形が 60~90sec の成形サイクルなのに対して、真空成形で 15sec の成形サイクルが実現できれば、生産エネルギーも大幅に削減でき低コスト化にもつながる。また成形型については、従来のウレタン製に比べて真空成形にすることにより、下型のみで成形可能であり、かつ型材質を金型鋼からアルミに変えることで製品の低コスト化が可能である。

【循環型社会の実現への効果】

熱硬化性の樹脂である発泡ウレタン樹脂はリサイクルすることが出来ず、自動車廃棄時に埋め立て処理されているのが現状である。一方の真空成形品は熱可塑性樹脂の PP を使用しているためリサイクルが可能となるため、循環型社会形成推進基本法で提唱されている循環型社会の実現へも寄与できるものと考ええる。

また、国の産業施策として、次世代産業を支える分野として低炭素革命（省エネ・新エネ・3R 等）、健康長寿（医療・介護等）、魅力発揮（農業水産業、ソフトパワー等）の 3 つの柱を特定しているが、本提案は、自動車の乗員保護性能を維持しつつも自動車の軽量化を可能とすることで、化石燃料の使用量削減や二酸化炭素の排出量削減に資するものである。さらに、熱可塑性樹脂を採用することで、リサイクルできるようになり、経済産業省などが示す低炭素革命（省エネ・新エネ・3R 等）といった産業政策の方向性と合致しており、循環型社会の実現へも寄与する新たな技術開発である。

【事業化スケジュールの根拠】

従来品である射出成型品による衝撃吸収部品は、製品コスト、金型コストとも高額であるため、真空成形による衝撃吸収材の可能性を高く評価している自動車メーカーから、基礎技術確立を早期に確立する様に依頼されている。衝撃吸収部品は、1 つの車に 8~20 部品搭載されており、1 車種受注するだけでも、大きな波及効果がある。また研究開発終了後 1 年目の平成 25 年については、自動車メーカー 1 社の 1 車種に搭載し、国内シェア 1% 相当の約 1 億円の受注額を予定しており、実際に現時点で引合いがあり試作品納入について打合せを実施している。また、研究開発終了後 2 年目の平成 26 年については、平

成27年の燃費基準対応の車両開発がスタートするため、部品軽量化の新規技術採用に積極的な他の国内自動車メーカーへの採用が進むことも踏まえ、3億円の受注額を想定している。研究開発終了後の3年目の平成27年については、試作から量産までの開発期間が短い大手自動車メーカーへ対応するため、CAE解析の予測精度をさらに上げる。また試作型作製回数を低減することでさらなるコストダウンに貢献し、10億円の売り上げに達することを目指す。研究開発終了後の5年目の平成29年には、中国とインドで衝突関連法規が整備され、衝撃吸収部品の採用が必須となる事や、品質レベルの高い国内メーカーの実績を売りに、欧米自動車メーカーの採用が進むことで、30億円の受注を想定している。

【営業戦略】

どの自動車メーカーからも受注することで、各社のノウハウを蓄積し、そこで得たノウハウをまた他社へ生かしていく。また、一部の自動車メーカーの生産台数が急激に減少しても、他社で補うことが出来る様に、リスク回避可能な体制を整えておく。

【営業計画】

まずは、自動車メーカーへの車両へ採用して実績を積み、その後平成27年に燃費基準対応の車両開発がスタートするため、部品軽量化の新規技術採用に積極的な他の国内自動車メーカーへの採用と最初に採用された自動車メーカーの多車種への展開が進むと想定する。アドバイザーの自動車メーカーから得た市場ニーズを基に製品開発を行い、また材料面では、物性データの指導を日本で有数の原材料メーカーである「日本ポリエチレン」にご指導を頂きながら、市場化に即した製品開発を行う。