

特定ものづくり基盤技術「6. 立体造形技術」

1. デザイン開発技術
2. 情報処理技術
3. 精密加工技術
4. 製造環境技術
5. 接合・実装技術
6. 立体造形技術
7. 表面処理技術
8. 機械制御技術
9. 複合・新機能材料技術
10. 材料製造プロセス技術
11. バイオ技術
12. 測定計測技術


立体造形技術とは・・・

- 自由度が高い任意の立体形状を造形する立体造形技術（ただし、（三）精密加工に係る技術に含まれるものを除く）
- 具体的には、
 - ・金属、セラミックス、プラスチック、ガラス、ゴム等様々な材料を所用の強度や性質、経済性等を担保しつつ、例えば高いエネルギー効率を実現するための複雑な翼形状や歯車形状等を高精度に作り出したり、高度化する医療機器等の用途に応じた任意の形状を高精度に作り出したりする技術全般
 - ・射出成形、押出成形、圧縮成形、プレス成形等の造形方法
 - ・鋳型空間に溶融金属を流し込み凝固させることで形状を得る融体加工技術
 - ・金属粉末やセラミックス粉末の集合体を融点よりも低い温度で加熱し固化させることで目的物を得る粉体加工技術
 - ・次元データを用いて任意の形状を金型等の専用工具を使わずに直接製造できる積層造形技術

など

特定ものづくり基盤技術「6. 立体造形技術」 川下製造業者等が抱える課題及びニーズ

川下分野	課題及びニーズ
共通 	ア. 高機能化 イ. 品質保証 ウ. 長寿命化 エ. 環境配慮 オ. 生産性、効率化の向上、低コスト化 カ. 多品種少量生産
医療・健康・介護 	ア. 安全性、清浄度の向上 イ. 高精細化 ウ. 高機能化 エ. 高信頼性
環境・エネルギー 	ア. 環境負荷低減 イ. 効率化 ウ. 耐久性
自動車 	ア. 安全性・快適性 イ. 高付加価値化 ウ. 軽量化 エ. 新素材への対応 オ. 新動力の導入 カ. 短納期化
スマートホーム 	ア. 精密化・微細化 イ. 高付加価値化 ウ. 短納期開発・フレキシブル生産・安全性 エ. コンデンサ等電子部品性能の高度化

川下分野	課題及びニーズ
工作機械・ロボット 	ア. 高機能化 イ. 耐久性
電池 	ア. 大容量化 イ. 高出力化 ウ. 小型・軽量化 エ. 高寿命化 オ. 安全化 カ. 耐熱化（高耐熱樹脂の使用） キ. 生産性向上
光学機器 	ア. 高機能化 イ. 高付加価値化

特定ものづくり基盤技術「6. 立体造形技術」 高度化目標の達成に資する特定研究開発等の実施方法

技術開発の方向性		
(1) 高機能化に対応した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①高強度化 ②高精度化 ③複雑形状化 ④振動減衰性の向上 ⑤剛性及び靱性の向上 ⑥耐摩耗性の向上 ⑦耐熱性及び耐焼付き性の向上 ⑧耐食性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ⑨低熱膨張性の向上 ⑩機能美の向上 ⑪信頼性の向上 ⑫高磁性特性化 ⑬熱・電気伝導性の向上 ⑭撥水性等の表面特性の向上 ⑮生体適合性の向上 ⑯光学特性の向上
(2) 軽量化に対応した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①薄肉化・微細形状の造形技術 ②軽量素材の利用 ③新部素材の利用 ④ダイカスト等の金型の高品質化 	
(3) 省資源・環境配慮に対応した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①省資源・環境対応 ②省エネルギー ③廃棄物削減 ④有害物質の削減・代替、除去、無害化 ⑤作業環境の改善 	
(4) コスト削減と短納期化に対応した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①高速成形 ②一体化成形・融合製造 ③加工レス ④不良率低減 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ITの活用 ⑥トレーサビリティ ⑦リードタイム短縮 ⑧少量多品種生産
(5) 積層造形技術を用いた当該技術等製造方法に関連した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①材料等の対象拡大 ②高精度化 ③作業効率化 	
(6) IoT、AI等を活用した技術開発の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ①センサ技術等を活用した信頼性の高いデータの取得・蓄積 ②IoT、AI等の活用による設備等の予知保全・遠隔保守、運用最適化、匠の技のデジタル化等を通じた立体造形に係る技術開発の効率化・生産性向上 ③IoT、AI等の活用による新たなサービス創出 	

特定ものづくり基盤技術「6. 立体造形技術」 研究開発事例

サポイン採択年度	プロジェクト名	研究開発体制
平成26年度	<p>鋳鉄の耐摩耗性の向上及び安定化技術の開発</p>	<p>(有)渡辺鋳造所、(株)ナガセ、ワタナベ・コア(有)、 山形県工業技術センター、秋田大学、 (公財)山形県産業技術振興機構</p>
平成26年度	<p>大型薄肉ダイカスト部品の洩れ・鋳巣欠陥を解決する、 半凝固・低圧力・高速射出充填ダイカスト法の開発</p>	<p>日比野工業(株)、東北大学、(公財)中部科学技術センター</p>
平成26年度	<p>国民病「顎関節症」の治療に最適な 革新的次世代型開口訓練システムの開発</p>	<p>山科精器(株)、東京医科歯科大学、 滋賀県工業技術総合センター、(公財)滋賀県産業支援プラザ</p>

立体造形

耐摩耗性に優れた大型鋳鉄部材の製造・評価技術の確立

■プロジェクト名：鋳鉄の耐摩耗性の向上及び安定化技術の開発

■対象となる川下産業：昇降機部品・自動車部品

■研究開発体制：(有)渡辺鋳造所、(株)ナガセ、ワタナベ・コア(有)、山形県工業技術センター、秋田大学、(公財)山形県産業技術振興機構

プロジェクトの概要

<背景・目的>

- エレベータ用シーブ（綱車）や高張力鋼板（ハイテン材）等の曲げ加工に用いるホットプレス用金型の材料として、大型の鋳鉄部材が求められている
- これらの部材には耐摩耗性が求められ、必要な硬さの確保及び硬さのばらつき低減が重要である
- これを実現するためには、金属組織の均質化とともに、硬さを向上させるための技術を開発することが必要である

<実施項目>

- マルテンサイト球状黒鉛鋳鉄の組織微細化技術の開発
- 熱処理による硬さ制御技術の確立
- 機器分析の精度向上
- 機械加工条件の確立
- 耐摩耗性評価手法の確立
- 補修溶接及び肉盛り溶接技術の確立

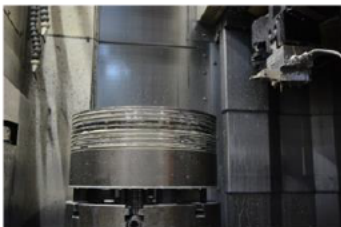
プロジェクトの成果を活用できる製品・サービス

- マルテンサイト球状黒鉛鋳鉄
 - 大型の高硬度エレベータシーブ
 - 高張力鋼板（ハイテン材）のプレス用金型

製品・サービスのPRポイント

- 高い硬さを有する大型鋳鉄部材（1t級）の提供
 - 硬さ350～450HBWで任意の硬さに調整可能
- 加工込みでの納入に対応
 - エレベータシーブの外周加工、溝加工等
- 市販の溶接棒を用いた溶接が可能
 - 金型の補修、肉盛り溶接に対応

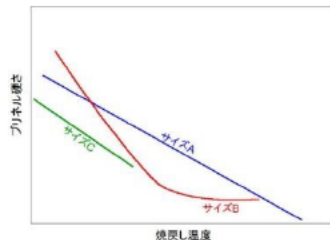
<エレベータシーブの溝加工試験>



<試作エレベータシーブ>



<シーブの熱処理条件>



プロジェクトで実施した内容

<研究開発の目標>

マルテンサイト球状黒鉛鋳鉄の硬さに及ぼす化学組成、熱処理の影響を明らかにするとともに、実用化する上で必須となる付帯技術を確立する

従来技術	新技術	新技術のポイント
・大型の鋳鉄部材で、ユーザから要求される硬さ（350HBW以上）を満足できる材料がない	・化学成分の最適化 ・熱処理条件の最適化	・大型鋳鉄部材の硬さを350～450HBWで任意に調整可能 ・部位による硬さのばらつきの低減

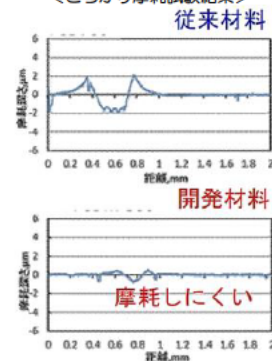
<直面した課題と課題解決>

直面した課題	問題解決のための手段	手段による効果
・材料の寸法や熱処理条件の違いにより生じる硬さの差の原因究明	・系統的な熱処理実験と組織調査 ・熱力学計算システムを採用した組織の考察	・熱処理によるマイクロ組織変化を考慮した熱処理条件の設定 →高精度な硬さの制御

研究開発の結果

- マルテンサイト球状黒鉛鋳鉄の鋳造において、適切な溶湯処理を施して、黒鉛粒径を微細化（平均20 μ m以下）した
- 化学組成の検討（元素添加）による硬さ向上効果を見出した
- テンサイト球状黒鉛鋳鉄の組織に及ぼす熱処理条件の影響を詳細に調査し、硬さ350～450HBWに調整できる条件を確立した
- 材質の安定化に欠かせない化学成分の管理について、分析試料の採取方法や分析手法を検討した結果、蛍光X線及び発光分光分析を併用することで迅速に精度良く分析する体制を整えた
- CNC旋盤による加工試験を実施、切削抵抗に及ぼす加工条件の影響を調査した結果、開発材料を能率良く加工できる条件を明らかにした
- ころがり摩耗試験の結果、開発材料が優れた耐摩耗性を示すことを明らかにした
- マルテンサイト球状黒鉛鋳鉄の補修・肉盛り溶接試験を実施し、市販の金型補修用溶接棒により健全な溶接ができることを明らかにした

<ころがり摩耗試験結果>



実用化・事業化の状況

<プロジェクト終了時の状況>

- ・実用化に成功した段階

<実用化・事業化の見通し>

- ・エレベータ用シーブについては量産試作品を出荷しており、事業化を達成している
- ・また、ビルの高層化が進んでいる中国市場への参入を、事業終了後5年を目処に考えている
- ・金型については市場ニーズを踏まえた材料の改良（高温強度の向上）も行いながら、ユーザへの提案を進める
- ・この際、ダイカスト用金型等、他の用途への展開も視野に入れ、事業終了後5年以内の実用化を目指す

企業情報：有限会社渡辺鋳造所
事業内容：鋳鉄鋳物製造
所在地：〒990-2351山形市鑄物町21番地
（山形西部工業団地内）
URL：http://www.watana-f.com/

本製品・サービスに関する問い合わせ先
連絡先：渡辺利隆
TEL：023-643-7010
E-mail：watana-f@jan.ne.jp

立体造形

洩れ・鑄巣がなく品質安定、低コスト化できる大型薄肉ダイカスト部品の
半凝固・低圧力・高速射出充填ダイカスト法

- プロジェクト名: 大型薄肉ダイカスト部品の洩れ・鑄巣欠陥を解決する、半凝固・低圧力・高速射出充填ダイカスト法の開発
- 対象となる川下産業: ヒートシンク製造・電池ケース製造・大物自動車ケース部品製造
- 研究開発体制: 日比野工業(株)、東北大学、(公財)中部科学技術センター

プロジェクトの概要

<背景・目的>

- ・電気自動車やハイブリッド自動車・再生可能エネルギー設備等に用いられる薄肉大面積かつ液冷回路を持つ電気制御ケース(通称ヒートシンク)や電池ケース類は、今後は飛躍的に増大すると予測される
- ・現状のダイカスト鑄造法は安定生産にまだ問題があり、管理・コスト的にも行き詰まっている
- ・薄肉品では、部分的厚肉部に発生する凝固収縮ひけ(巣穴)欠陥が数次的に発生しやすくなることから、洩れ等の致命的な品質不良が発生している

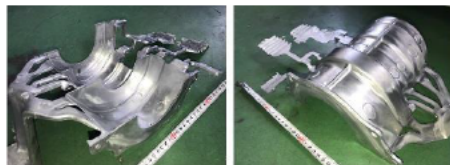
プロジェクトの成果を活用できる製品・サービス

- 大型薄肉ダイカスト部品
 - ・大型平板薄肉ヒートシンク
 - ・大型立体薄肉ミッションケース
- 半凝固・低圧力・高速射出充填ダイカスト製造プロセス(薄肉製品の半凝固ダイカスト法による鑄造技術)

製品・サービスのPRポイント

- 洩れ・鑄巣が少なく品質安定、低コスト
 - ・凝固冷却時間短縮によるサイクルタイムの短縮
- ヒートシンク
 - ・冷却媒体の洩れがない
- 自動車のミッションケース類、油圧制御部品
 - ・薄肉軽量化を達成
 - ・耐圧圧性維持、強度・剛性面の低下なし

<薄肉鑄造品>



<実施項目>

- スリーブ法での半凝固スラリーの安定生成への対応
- ・小型設備での半凝固スラリーの安定生成条件と鑄造条件の確定、大型設備での大量の半凝固スラリー生成に向けたオフラインでの安定化条件の確立、大型設備実機での大量の半凝固スラリー生成の確立
- 大型平板薄肉ヒートシンク試作品の鑄造性と品質の確立
- 大型立体薄肉ミッションケース試作品の鑄造性と品質の確立

<大型立体薄肉ミッションケース試作品>
基本肉厚部



<HV車用液冷式電気制御ケース(ヒートシンク)>
約 800 mm



プロジェクトで実施した内容

<研究開発の目標>

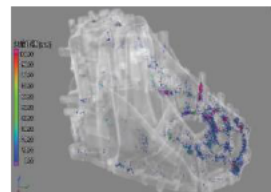
鑄込み材料をダイカストマシンの射出スリーブに直接注湯する時に、初期凝固核を大量に生成して球状組織を数十μmまで微細化、流速による攪拌力により、半凝固スラリーを生成できるスリーブ法を技術開発する

従来技術	新技術	新技術のポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・現状のダイカスト鑄造法では、巣穴・洩れ不良、鑄肌不良による突発不良が頻発し、洩れの救済処理(浸湯処理)も必要となっている 	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな装置が不要な、汎用材であるADC12材での半凝固鑄造法 ・品質工学手法により高い安定性に確保し、大物薄肉ダイカストに適用する 	<ul style="list-style-type: none"> ・保有熱量の少ない半凝固スラリーでの鑄造が高温注湯での普通ダイカスト法より薄肉充填性が良く、凝固収縮ひけ巣欠陥も低減できる ・凝固冷却時間を短縮できる
直面した課題	問題解決のための手段	手段による効果
<ul style="list-style-type: none"> ・薄肉ミッションケースでは順調に結果を得られたが、大型平板薄肉ヒートシンク試作品鑄造実験では、安定した品質を確保できず 	<ul style="list-style-type: none"> ・半凝固組織の特定のための評価手法を確立し、これまで不可能であった大型部品・薄肉部品に対して半凝固スラリーを生成する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設の大型ダイカストマシンを大幅な改造を行うことなく、ミッションケース等の薄肉製品での試作が可能であり、CT観察結果からも良好な結果が得られた

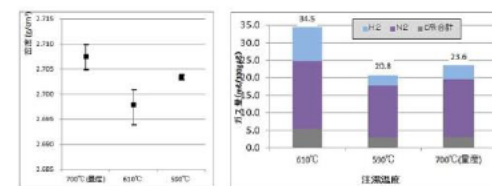
研究開発の結果

- 小型設備での半凝固スラリーの安定生成条件と鑄造条件を確定した
- 小型設備にて確立してきた注湯方法や評価方法を大型設備に適用し、大型設備でのスリーブ法による半凝固鑄造を確認した
- 現行鑄造品の基本肉厚3.5mmに対して2.5mmと薄肉化設計のミッションケースの試作を行い、低温注湯であるスリーブ法による半凝固鑄造で欠陥の少ない鑄造品を得ることができ、ADC12材のスリーブ法による高速射出充填半凝固鑄造法が成立することを確認できた
- スリーブ法による低温注湯の半凝固鑄造法により、普通ダイカスト法の半分の圧力で、高温注湯である普通ダイカスト法と同等の鑄造品を得ることができたが、問題の多い現行品と同等ではまだ十分な品質とはいえなかった

<X線CT装置による欠陥検出結果例>



<展示会出品品の密度と含有ガス量>



実用化・事業化の状況

<プロジェクト終了時の状況>

- ・事業化に向けた開発段階

<実用化・事業化の見通し>

- ・今回のアドバイザーである既存顧客との連携の基に、早期に量産向けサンプル出荷までこぎつけ、機能評価を終えて量産開始へつなげる
- ・コンポーネントメーカーである顧客の品質・価格競争力や品質信頼性が高まることにより、既存の顧客自動車メーカーの枠をこえた、世界的な供給の武器になる

企業情報: 日比野工業株式会社
事業内容: アルミダイカスト部品製造
所在地: 〒472-0017 愛知県知立市新林町
小深田18-1
URL: <http://www.hibino-jpn.co.jp>

本製品・サービスに関する問い合わせ先
連絡先: 顧問 浅井光一
TEL: 0563-52-2138
E-mail: kasai@hibino-jpn.co.jp

立体造形

治療効果が高い訓練器具や的確な診断の役に立つ測定器具を備えた
革新的次世代型開口訓練システム

- プロジェクト名：国民病「顎関節症」の治療に最適な革新的次世代型開口訓練システムの開発
- 対象となる川下産業：医療機器・顎関節症治療
- 研究開発体制：山科精器(株)、東京医科歯科大学、滋賀県工業技術総合センター、(公財)滋賀県産業支援プラザ

プロジェクトの概要

<背景・目的>

- ・口の開閉に伴い間接雑音や疼痛、開口障害がある等の顎関節に不安を持つ患者は15歳から44歳で25.2%にのぼる(平成23年歯科疾患実態調査/厚生労働省)
- ・顎関節症治療、特に開口障害(有痛、無痛)の治療に用いられる器具は、十分な機能を有さないまま、長年、技術革新がされていない
- ・顎関節症の専門医は、治療効果が高い訓練器具や的確な診断の役に立つ測定器具を切望している

<実施項目>

- 開口訓練システム(訓練器&測定器)に関する臨床データの収集と評価技術の確立
 - ・正しい開口軌道の実現に必要な機能の確定と情報のデータベース化、設計要求仕様確定と評価技術の確立等
- 開口訓練システムの設計・試作及び前臨床評価
 - ・開口訓練器、開口度測定器の設計・試作及び前臨床評価
- 開口訓練システムの評価と商品化に向けた改良
 - ・開口訓練システムの臨床評価データの収集及び分析・評価、臨床評価データに基づく商品化に向けた改良等

プロジェクトの成果を活用できる製品・サービス

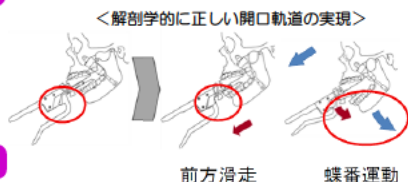
●開口訓練システム

- ・解剖学的に正しい開口軌道の実現
- ・上下切歯間距離と下顎の側方偏位量を測定

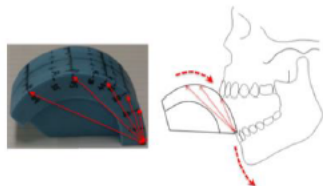
製品・サービスのPRポイント

●解剖学的に正しい開口軌道の実現

- ・顎関節の前方滑走を効率的に誘導できる
- ・スライド式の自由度を持った支点により、解剖学的に正しい開口軌道をトレースできる
- ・特定の歯に負荷が集中しにくい
- 上下切歯間距離と下顎の側方偏位量を測定
- ・測定の再現性に優れる
- ・開口に伴う下顎の側方偏位量を評価でき、開口路の変化の評価が可能
- ・上記の機能により、従来困難であったより客観的で正確な評価、診断が可能
- ・保持しやすく、操作性に優れる
- ・測定面の視認性に優れる



<上下切歯間距離と下顎の側方偏位量を測定>



<開口訓練器(左)、開口度測定器(右)の最終年度モデル>



プロジェクトで実施した内容

<研究開発の目標>

解剖学的に正しい開口軌道を実現する訓練器の構造と的確な診断ができる測定器の構造が発案され、樹脂成形技術を高度化して、理想的な治療を実現する次世代型の開口訓練器と開口度測定器を開発した

従来技術	新技術	新技術のポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・顎関節症治療、特に開口障害(有痛、無痛)の治療に用いられる器具(回転運動による開閉のみ)は、十分な機能を有さないまま、長年、技術革新がされていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・訓練器の構造：解剖学的に正しい開口軌道の実現 ・測定器の構造：上下切歯間距離と下顎の側方偏位量を測定 ・樹脂成形技術を高度化 	<ul style="list-style-type: none"> ・従来よりも効果的な顎関節症の治療が実現することができる開口訓練器と開口度測定器

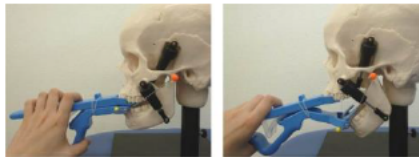
<直面した課題と課題解決>

直面した課題	問題解決のための手段	手段による効果
<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂レーザーマーカースの印字の前摩耗性はあるが、ガラス繊維強化樹脂との相性が悪く視認性が悪かった 	<ul style="list-style-type: none"> ・滋賀県産業支援プラザから発泡印字と呼ばれる技術を持つ企業の紹介を受け、印字トライを行った 	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡印字は、印字部分が白い泡状になっており、視認性が優れる ・材料の中にも泡が形成されており、摩耗に強く、目盛印字はこの技術を採用した

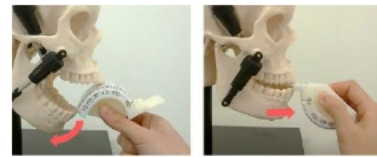
研究開発の結果

- 解剖学的に正しい開口軌道を実現するために必要な機能、製品に要求される設計要求仕様を確定した
- 上記に基づき、開口訓練システムの設計・試作および前臨床評価を行った
- 開口訓練器を一般医療機器(クラスI)の「歯科用開口器」として製造販売届出を完了し、健康なボランティアを対象とした評価を行い、その結果に基づきモックアップの製作および製品化に向けた改良を重ねた
- 臨床評価は顎関節症あるいは開口障害を有する患者様を対象に行い、開口訓練システムの有効性を検証した。目標とする症例数には達しなかったが、臨床にて一定の有効性があることを確認した
- 日本顎変形症学会、日本顎関節学会および日本口腔外科学会に参考出品し、製品PRと販売方法や仕様に関する意見の聞き取りを行った

<顎関節モデルを用いた開口訓練器仕様の確認>



<顎関節モデルを用いた開口度測定器仕様の確認> (左：開口量測定、右：前方滑走量測定)



実用化・事業化の状況

<プロジェクト終了時の状況>

- ・事業化に成功した段階

<実用化・事業化の見通し>

- ・補助事業期間内に製造販売届出を完了した後、実際の患者様に使用し一定の有効性を臨床にて確認できた
- ・事業化に向けた体制を整えており、平成29年5月から「ヤセック開口訓練器」及び「ヤセック開口度測定器」として国内の販売を開始した
- ・また、海外への展開も模索していく予定である

企業情報：公益財団法人滋賀県産業支援プラザ
事業内容：県内企業のものづくり支援
所在地：〒520-0806 滋賀県大津市打出浜2-1
URL：http://www.shigaplaza.or.jp/

本製品・サービスに関する問い合わせ先
連絡先：ものづくり支援課
TEL：077-511-1414
E-mail：shin@shigaplaza.or.jp