

二. 精密加工技術 とは・・・

**金属等の材料に対して機械加工・塑性加工等を施すことで精密な形状を生成する精密加工技術。
製品や製品を構成する部品を直接加工するほか、部品を所定の形状に加工するための精密な工具や
金型を製造する際にも利用される。**

具体的には

- 金属、プラスチック、セラミックス、ゴム、木材等多岐にわたる材料を目的に応じた形状に成形加工するために、機械・工具又は金型等で圧力を加えて所要の形状・寸法に塑性変形・塑性流動させて成形する技術
- 金属プレス機等の加圧装置を用いて、金型形状を転写する加工技術
- 切削工具、電気、光エネルギー等を用いて素材の一部を除去し、必要な寸法や形状を得る加工技術 など

認定を受けた中小企業は様々な支援を受けることができます！ 全技術同様の支援が受けられます

- (1) 戦略的基盤技術高度化支援事業
- (2) 特許料及び特許審査請求料の軽減
- (3) 政府系金融機関による低利融資制度
- (4) 中小企業信用保険法の特例
- (5) 中小企業投資育成株式会社法の特例

川下製造業者等からよく聞かれる課題とニーズ

川下分野共通

ア. 高機能化・精密化・軽量化

イ. 新たな機能の
実現

ウ. 品質の安定
性・安全性の向上

エ. 高感性化

オ. 環境配慮

カ. 生産性・効率化の向
上、低コスト化

1)医療・健康分野

ア. 高衛生・信頼性・安全性の保証
イ. 生体親和性向上
ウ. フレキシブル生産
エ. 寿命向上
オ. リビジョン対応
カ. 手術手技の簡素化(操作性向上)



2)環境・エネルギー分野

ア. 高効率化
イ. 複雑形状化
ウ. コンパクト化

エ. 軽量化
オ. 高リサイクル化



3)航空宇宙分野

ア. 高機能化
(高剛性、高比強度、耐熱性、
耐食性等)
イ. 信頼性向上
ウ. 軽量化、ネットシェイプ化
エ. 燃費向上



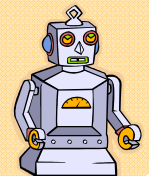
4)-b.情報通信機器分野

ア. 高剛性化
イ. 複雑形状化
ウ. 高機能化
エ. 製品意匠面の高品位化
オ. 高強度化
カ. 軽量化
キ. 静音化・高放熱化



4)-c. ロボット分野

ア. 安全性の向上
イ. 複雑形状加工
ウ. 高耐久性・高信頼性の向上
エ. フレキシブル生産



4)-a.自動車分野

ア. 衝突時の安全性の向上
イ. 軽量化
ウ. 複雑形状化・一体加工化
エ. 燃費向上
オ. ハイブリッド化、EV化、燃料電池化
カ. 静粛性向上
キ. 操作性向上
ク. フレキシブル生産



4)-d.産業機械・農業機械分野

ア. 高機能化
(加工技術の組み合わせ・
複合化)



これまでのサポイン成果事例のうち、「二. 精密加工技術」で想定されるプロジェクト例(1/2)

#	プロジェクト名	概要	川下分野(想定販売先)	ユーザーニーズ	旧技術
2-1	微細加工技術を用いた、樹脂製注射針の開発	注射針は小径化による無痛化や低コスト化が求められており、樹脂製針への転換が求められているが中空極微細形状の製造技術が未確立であったが、金型の微細化技術を高度化させることで、極微細中空構造の製造技術を確立し、樹脂製針を作成	医療・健康	高衛生・信頼性・安全性の保証 生体親和性向上	2. 金型
2-2 事例①	安価でメンテナンス性に優れたプレス用金型(パンチ)の開発	プレス用パンチにおける刃先の高寿命化とランニングコスト低減という自動車メーカ共通のニーズに対応し、安価でメンテナンス性に優れた分割型のプレス用パンチを開発	自動車	生産性・効率性の向上、低コスト化	2. 金型
2-3	リチウムイオン電池用高精度シャント抵抗器の超薄肉アウトサート成形技術・生産技術の確立	リチウムイオン電池の充放電制御に必備な電流検出に用いる6.3 × 3.2mm、3.2 × 1.6mm、2.0 × 1.2mm サイズのシャント抵抗器を、熱硬化性樹脂の超薄肉アウトサート射出成形により、高精度、低コストでの生産を実現	情報通信機器 自動車	高機能化・精密化・軽量化 生産性・効率性の向上、低コスト化	5. プラスチック成形加工
2-4	加工速度制御鍛造による高精度ヘリカルギヤの開発	サーボプレスを用いた複合制御システムと高圧力対応の金型作製により、高精度なヘリカルギヤ製法を開発	自動車 ロボット	複雑形状化・一体加工化	8. 鍛造
2-5	輸送用機器等の軽量化向け新規耐熱性マグネシウム合金鍛造部品の開発	自動車部品、ロボット部品軽量化を実現する、耐熱性と強度に優れたマグネシウム合金鍛造部品の開発	自動車 ロボット	軽量化	8. 鍛造
2-6	冷間閉塞鍛造によるネットシェイプ成型技術の開発	閉塞鍛造用の精密金型を用いた複合流動制御ネットシェイプ冷間鍛造による工程数の削減、素材利用率の向上	自動車	生産性・効率性の向上、低コスト化	8. 鍛造
2-7 事例②	高出力産業用燃料電池スタック実現のための金型技術、金属プレス技術、実装技術及びメッキ技術の高度化研究開発	安価・軽量・小型の燃料電池システムを実現する、チタンセパレーターの開発	環境・エネルギー 産業機械	低コスト化 高効率化 軽量化	12. 金属プレス加工
2-8	高耐熱耐食合金のプレス成形加工の研究開発	インターコネクタに使用される難加工材料(特殊フェライト系ステンレス鋼)である高耐熱耐食合金のプレス成形加工の実現を目的とし、プレス加工技術及び高精度金型の研究開発を行い、要求形状及び要求精度を満たす量産技術を確立	環境・エネルギー	生産性・効率性の向上、低コスト化	12. 金属プレス加工
2-9	鍛造自動車部品の低コスト化を実現するプレス加工・厚板成形技術の開発	コストダウンと寸法の高精度化を図るため、プレス加工技術を高度化した「厚板成形技術(板鍛造プレス成形)」を開発	自動車	生産性・効率性の向上、低コスト化	12. 金属プレス加工
2-10	難成形材の超薄板・微細コルゲート加工による電磁シールド・熱対策深絞り成形品の開発	上記実現に向け、複雑形状を有する電子機器内部の発熱素子等を覆うことができる安価で放熱性に優れた製品の実用化に向け、コルゲート(凸凹)形状を有する超薄板難加工材(板厚0.04mm)を使用した、電磁シールド機能を持つ深絞り成形品の製造方法を確立	光学機器 情報家電 自動車	高機能化 品質保証	12. 金属プレス加工

これまでのサポイン成果事例のうち、「二. 精密加工技術」で想定されるプロジェクト例(2/2)

詳細後述

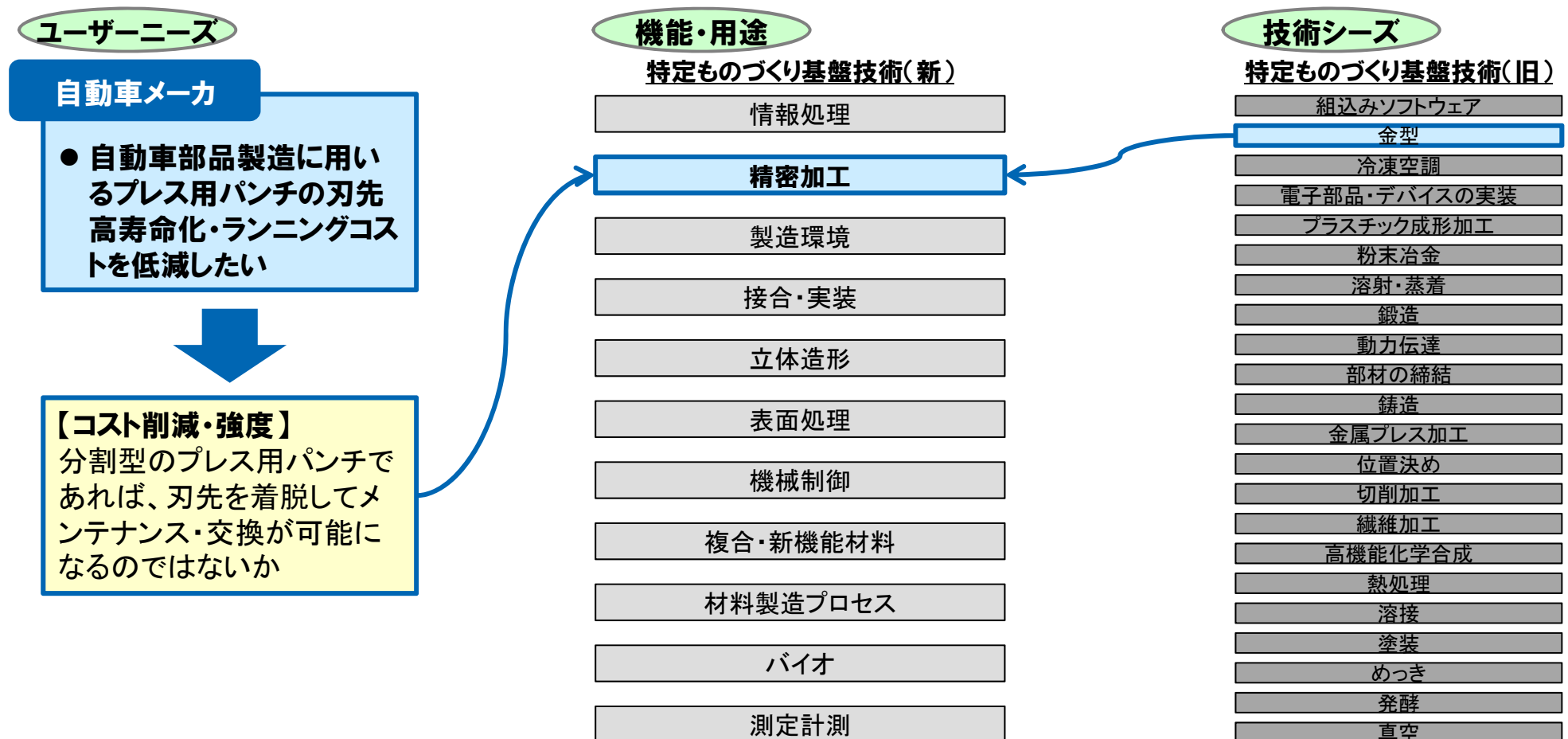
#	プロジェクト名	概要	川下分野(想定販売先)	ユーザーニーズ	旧技術
2-11 事例③	難削材(耐熱合金インコネル材)の加工技術高度化の研究開発	航空宇宙用精密部品として使用されている難削材(耐熱合金インコネル材)の切削について、切削書条件の高度化と切削工具の長寿命化により、切削条件の適合化を図り、コストダウンを実現	航空・宇宙 環境・エネルギー 自動車	高機能化・精密化・軽量化 生産性・効率化の向上、低コスト化	14. 切削加工
2-12	極細管加工技術を用いたマイクロチャンネル熱交換器の小型化・軽量化の研究	切削加工、金属プレス加工技術の高度化により極細管を量産する技術を確立し、小型軽量・省エネ型熱交換機を開発	自動車 情報通信機器 環境・エネルギー	高機能化・精密化・軽量化 燃費向上 高剛性化	14. 切削加工
2-13	航空機部品の薄肉軽量化及び、信頼性向上に対応した振動制御機能を有する高精度高能率加工技術の開発	切削刃具と薄肉化する部品の組み合わせによる振動特性の変動をデータベース化し、フィードバックできる自立制振機能を有した加工方法を開発	航空・宇宙	高機能化 信頼性向上	14. 切削加工
2-14 事例④	ELID研削を用いた高能率・高精度表面処理による人工関節摺動抵面加工プロセスの構築	ELID研削を用いて人工関節摺動部の摩耗を軽減し耐久性に優れ、人体にやさしい人工関節を開発	医療・健康	生体親和性向上	14. 切削加工

「二. 精密加工技術」事例① キョーユー 川下分野:自動車

プレス用パンチにおける刃先の高寿命化とランニングコスト低減という自動車メーカー共通のニーズに対応し、安価でメンテナンス性に優れた分割型のプレス用パンチを開発

本サポイン事業のポイント

- 自動車業界共通のニーズに対応するための研究開発を、大手川下企業とタッグを組んで進めることができた。



キョーユー「安価でメンテナンス性に優れたプレス用金型(パンチ)の開発(H18採択プロジェクト)」

■ 川下ニーズとその背景

● 主な川下:自動車

- お付き合いのあった大手川下企業「トヨタ自動車東北株式会社(現トヨタ自動車東日本株式会社)」のニーズを起点として宮城県産業技術総合センターに技術支援をいただいていた中で、サポイン事業の公募があり、制度を活用し研究開発を加速することが可能で、全額自己負担で設備投資をするのは難しい中小企業にとっては活用しやすい制度であると感じたことから申請をすることにした。
- 当社とトヨタ自動車東北との間で研究開発内容を協議し、その開発に必要な地場の中小企業に当社から声をかけて体制を組むこととした。宮城県産業技術総合センターは提案から採択における体制構築のコーディネート役として協力いただいた。
- 本サポイン事業の課題である「プレス用パンチのコスト削減」は当時のどの自動車メーカーも抱えている課題の一つであり、本サポイン事業で製作した「分割型のプレス用パンチ」も解決策として思い付くものである。しかし、実際に開発するとなると、中小企業単独では難しく、例え試作したとしても大手川下企業に試してもらうチャンスはなかなかない。

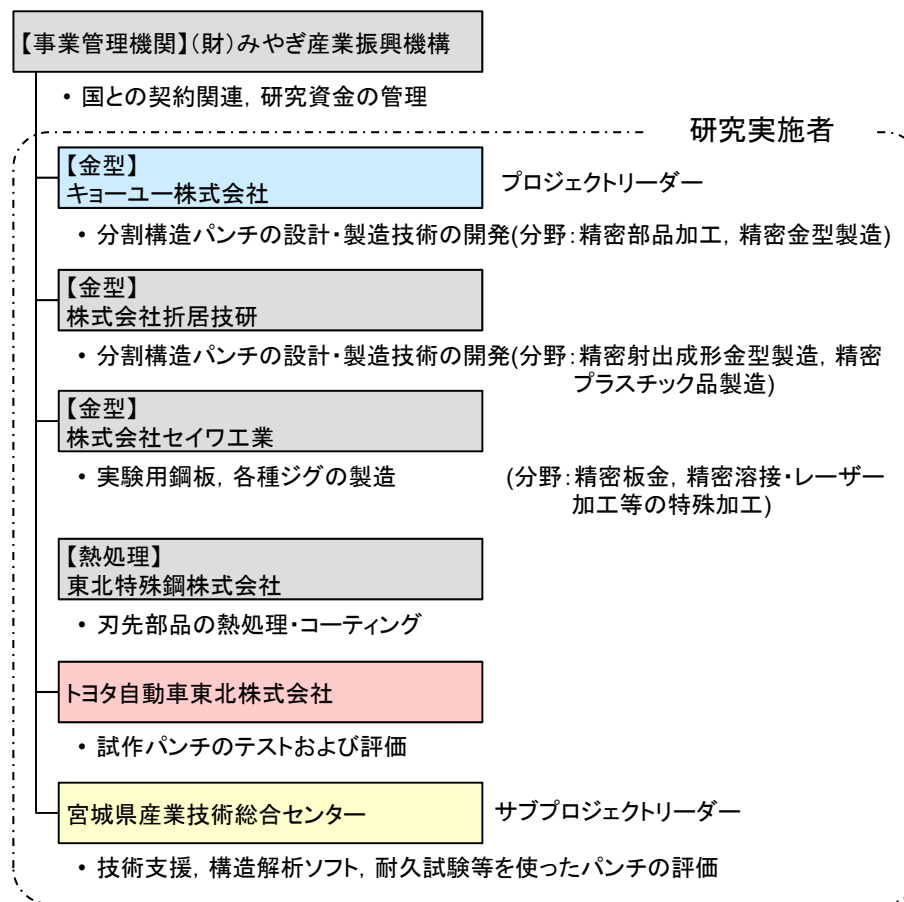
■ 研究開発内容

- 刃先部品が着脱可能な分割型ではあるが、プレス時の重い荷重にも耐えうる構造のパンチを設計。さらに分割構造の特長を活かした性能の向上。

■ 目標・スケジュール

- 分割型パンチで、強度と製造コストは一体構造の従来のパンチと同等以上。刃先に耐摩耗性材料を使うことで刃先寿命が従来品の4倍以上。交換部品を最小限にすることでランニングコストが従来品の1/4以下。
- H19年度には、年4回の研究推進会議のほかに定期的に打ち合わせを設けることで各テーマの課題と解決策を協議し、約2年間の事業期間内に目標に到達するように進めた。

■ 研究開発体制^{注)}



■ 成果

- サポイン終了後のプレスリリースの記者会見をトヨタ自動車東北の敷地で行う等、川下企業が会社として取り組んでくれ、当社にとって、自動車分野への本格展開のきっかけとなった。
- 開発製品が「みやぎ優れMONO」認定製品に選ばれたり、様々な展示会に参加したりしたことで、当社のネームバリューが高まった。

注) 研究開発体制中の、水色は認定を受けた中小企業、ピンクは川下企業、黄色は研究機関(大学・公設試等)

「二. 精密加工技術」事例② サイベックコーポレーション 川下分野:環境・エネルギー

安価・軽量・小型の燃料電池システムを実現する、チタンセパレーターの開発

本サポイン事業のポイント

- 川下企業が抱えていたチタンの加工・表面処理を解決するため、川下企業、高度な金属加工技術を保有する事業者、高度な表面処理技術を保有する事業者が集まりコンソーシアムを組成した。

ユーザーニーズ

環境・エネルギー

- 安価で寿命の長い、高出力の燃料電池を作成したい。

【低コスト化・長寿命化・高出力化】

セパレーターとして、カーボンではなくチタン材を使用できれば、プレス加工にて耐久性に優れた燃料電池を作成出来るのではないかとまた、精密な加工技術を高度化すれば高出力の燃料電池スタックが作成出来るのではないかと

機能・用途

特定ものづくり基盤技術(新)

情報処理

精密加工

製造環境

接合・実装

立体造形

サブ:表面処理

機械制御

複合・新機能材料

材料製造プロセス

バイオ

測定計測

技術シーズ

特定ものづくり基盤技術(旧)

組込みソフトウェア

金型

冷凍空調

電子部品・デバイスの実装

プラスチック成形加工

粉末冶金

溶射・蒸着

鍛造

動力伝達

部材の締結

鋳造

金属プレス加工

位置決め

切削加工

繊維加工

高機能化学合成

熱処理

溶接

塗装

めっき

発酵

真空

サイベックコーポレーション「高出力産業用燃料電池スタック実現のための金型技術、金属プレス技術、実装技術及びメッキ技術の高度化研究開発(H21年予算プロジェクト)」

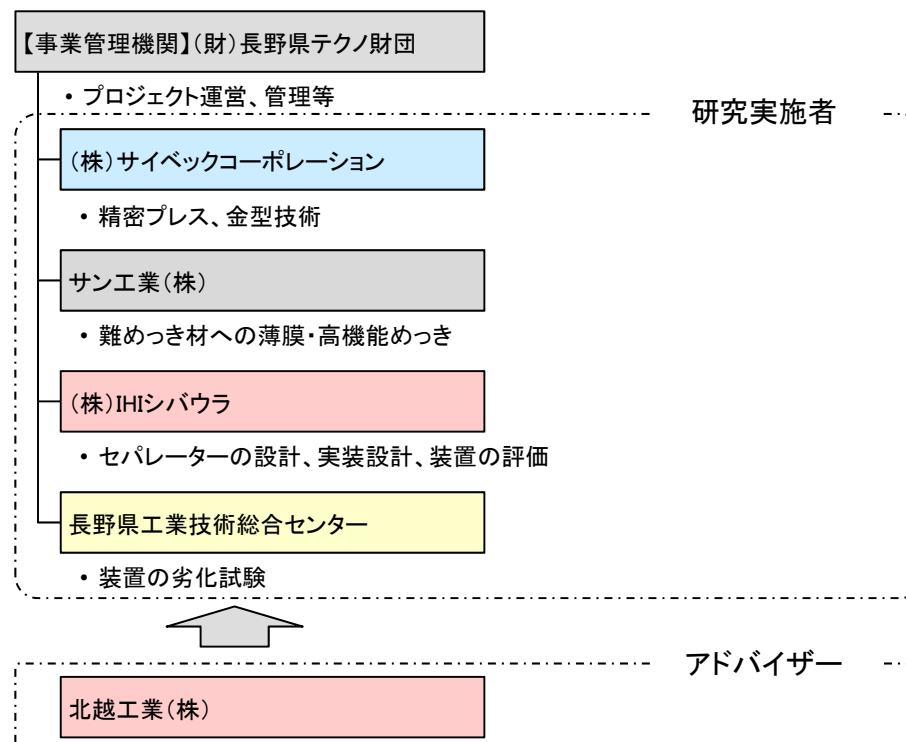
■ 川下ニーズとその背景

- **主な川下:環境・エネルギー**
- 産業用燃料電池の普及には、安価で寿命が長く、高出力の燃料電池の開発が不可欠である。
- 上記実現のために、炭素系ではなくチタン部分めっきセパレーターが有効と考えられる。
- しかし、チタンは難加工材、難めっき材であり、高出力化のためのスタック積層に不可欠な平坦な加工・微細な流路の加工、長寿命化に不可欠な耐食性の付加等に課題を抱えていた。
- そこで、高度な金属加工技術を保有するサイベックコーポレーション、高度な表面処理技術を保有するサン工業、燃料電池の販売を目指すIHIシバウラがコンソーシアムを組み上記課題の解決を図った。

■ 研究開発内容

- 金型技術・金属プレス加工技術の高度化によりセパレーターの平坦度向上を実現。
 - ・ 平坦度約0.05mmのチタンセパレーターを実現出来る金型技術・プレス加工技術を開発。
- 高機能めっき技術の開発によりセパレーターの長寿命化を実現。
 - ・ めっきの厚さを従来の1/3以下に低減しながら長寿命化を達成し、めっき単価の低減も実現。
- 技術・積層技術の高度化により超高集積燃料電池スタックの実現。
 - ・ 電子部品の超多層積層技術を燃料電池スタックに展開。
 - ・ シール実装技術を高度化し、水漏れ・ガス漏れなどの課題を解決。
- 超高集積燃料電池スタックの実証評価。
 - ・ 100°C以上、出力8kw程度、耐久8,000時間、耐振動性、低コスト燃料電池の実現可能性を実証。

■ 研究開発体制^{注)}



■ 成果

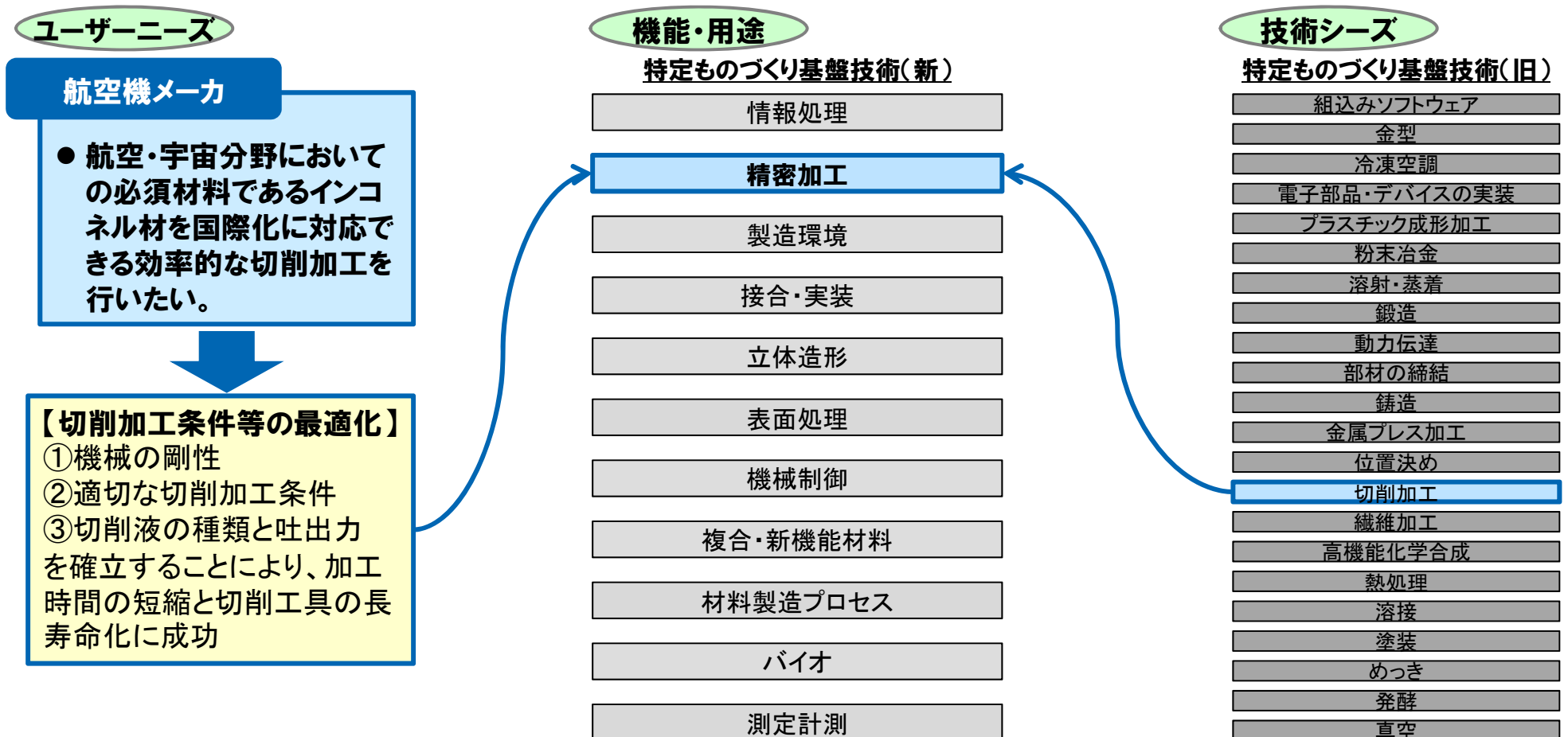
- 低コスト化
 - ・ 従来の黒鉛系セパレーターと比較し、本研究のセパレーターのコストは1/30に。
- 長寿命化
 - ・ 2,400時間以上の実証実験で性能劣化が全くないことを確認し、家庭用燃料電池等に要求される使用耐久80,000時間を金属系セパレーターで唯一達成。
- 高出力化
 - ・ 超高集積スタック積層技術を開発。
- 小型化・軽量化
 - ・ 従来の燃料電池スタックと比べ、重量・体積が1/2以下に。

注) 研究開発体制中の、水色は認定を受けた中小企業、ピンクは川下企業、黄色は研究機関(大学・公設試等)

「二. 精密加工技術」事例③ 瑞木製作所 川下分野：航空機・宇宙ロケット・自動車・電機機器 難削材(耐熱合金インコネル材：ニッケルクロム合金)加工のコストダウンを図りたいという川下事業者のニーズに基づき、加工時間の短縮と切削工具の長寿命化に成功

本サポイン事業のポイント

- 適正な切削条件等が確立されていなかった耐熱合金インコネル材(ニッケルクロム合金)の効率的な切削加工法を確立。
- ジェットエンジン部品の加工時間を38.2%、ロケットタービン部品の加工時間を36.9%短縮。(目標:30%)



瑞木製作所「難削材(耐熱合金インコネル材)の加工技術高度化の研究開発(H19採択プロジェクト)」

■ 川下ニーズとその背景

- **主な川下:航空機・宇宙ロケット**
- インコネル(ニッケルクロム合金)は $-150^{\circ}\text{C}\sim+1,300^{\circ}\text{C}$ でも熱膨張の変化が少なく、切削加工が難しく材料費が高価であるため、日本では普及しておらず、加工に適した工具・工法が少なかった。瑞木製作所は川下事業者であるMHIの指導を受けながら長年にわたり加工法の研究を行ってきた。
- ニッケルクロム合金は航空宇宙関係では必須の材料であり、効率的な加工技術を所有しなければ今後航空宇宙分野での日本の発展国際化対応は難しい。
- また、耐熱性が高いインコネル・軽量化のチタン合金の切削加工技術は航空宇宙分野だけでなく自動車・医療機器・ガスタービン・エネルギー・化学工業分野への応用も期待されている。

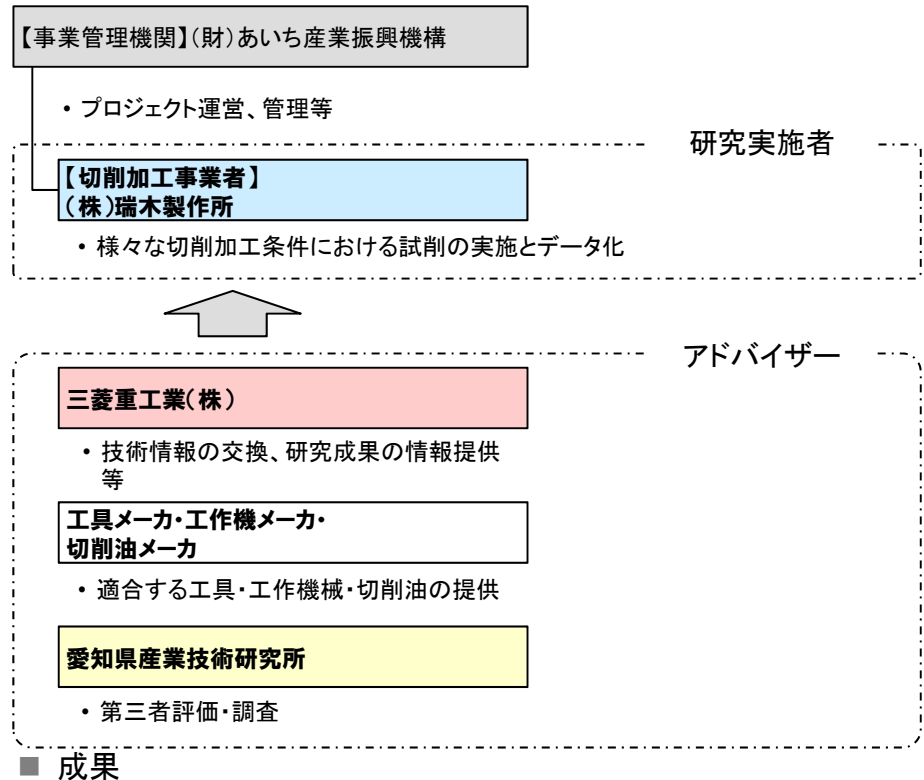
■ 研究開発内容

- 切削諸条件(切削速度・切込量・送り量)や工具の研究開発による切削加工を実験的に繰り返し、切削速度の高速化・工具の長寿命化・加工時間の短縮を実施した。
- また、連続加工を図るために、切削液吐出力を従来より10倍に高めた。高噴射高圧クーラントとジェットノズル式ホルダー等により切屑の切断を実現した。

■ 目標・スケジュール

- 1年目:旋削加工(1工程)の最適化・複合機械設備の導入
- 2年目:旋削加工(2工程)の最適化・複合機による切削試験
- 3年目:ドリル・エンドミル加工(3・4工程)の最適化・切削諸条件のデータ化
- 4年目:補完研究により、それぞれの目標を達成

■ 研究開発体制^{注)}



■ 成果

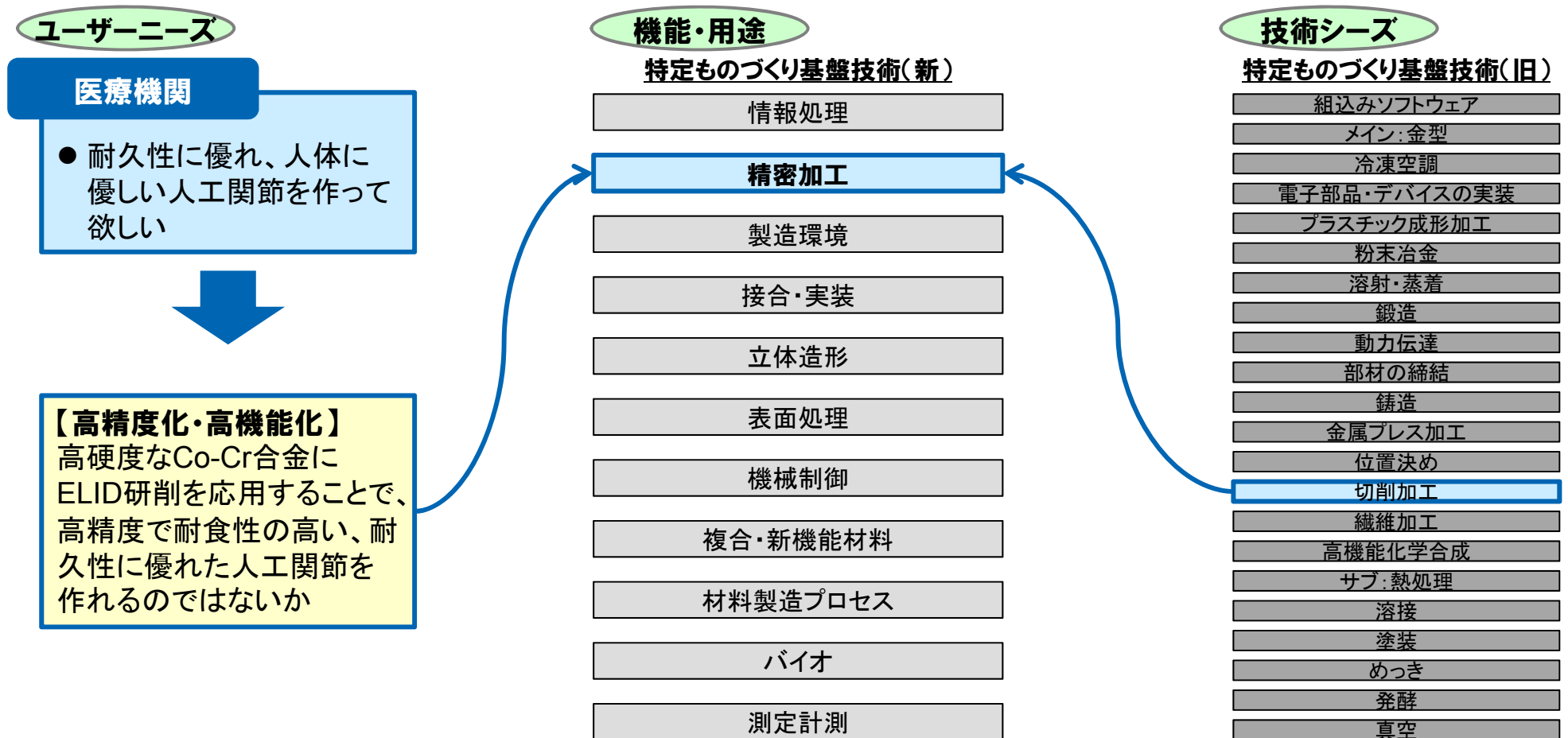
- 切削諸条件に適合した切削工具の開発により、切削速度は30m/minから72m/minへ2.4倍の高速化が図れ、また工具の長寿命化と独自の固有技術により、加工時間も従来比23～43%の短縮を達成した。
また、インコネル材の切屑の切断を実現した。
- 本研究の成果によって従来の川下事業者だけでなく、難削材(ニッケルクロム合金・チタン合金など)の切削加工技術の波及効果により他分野事業者からの受注を得ることができ、販路の拡大・切削加工技術の普及につながった。

「二. 精密加工技術」事例④ ナカシマメディカル 川下分野:医療健康

ELID研削を用いて人工関節摺動部の摩耗を軽減し耐久性に優れ、人体にやさしい人工関節を開発

本サポイン事業のポイント

- ナカシマメディカルの技術シーズ調査部隊が、理化学研究所が開発したELID研削技術の人工関節への応用を検討し、既に関係のあった、大学、ユーザーである岡山大学医学部に声を掛け、コンソーシアムを組成した。



ナカシマメディカル

「ELID研削を用いた高能率・高精度表面処理による人工関節摺動抵面加工プロセスの構築(H22採択プロジェクト)」

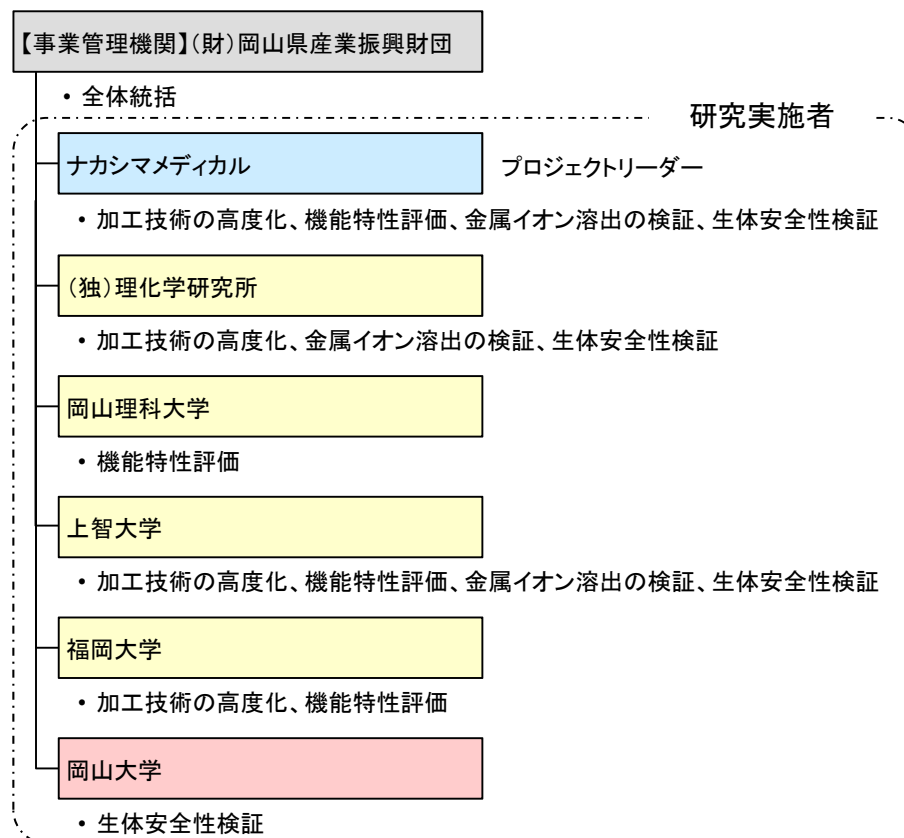
■ 川下ニーズとその背景

- **主な川下:医療健康**
- 高齢化社会の状況下で、人工関節置換術の症例数の増加とともに、再置換術が増えており、その原因の一部として、「緩み」・「摩耗」・「破損・破綻」といったインプラントに関連するものが挙げられる。
- 上記課題を解決するために、人工関節の摺動部材として、耐久性の高いCo-Cr合金が利用されているが、表面粗度、形状精度、耐摩耗性、金属イオンの血中への溶出(耐食性)などに問題がある。
- そこで本研究では、理化学研究所の保有技術である超精密鏡面研削技術(ELID研削技術)をCo-Cr合金に応用し、人工関節摺動部の摩耗を軽減し、耐久性に優れ、人体に優しい人工関節の製造プロセス構築を目指した。

■ 研究開発内容

- 人工関節摺動面の創製を目的とし、Co-Cr合金に対し、ELID研削技術を応用し、人工関節の凸面(骨頭)形状・凹面(カップ)形状及び複雑(大腿骨コンポーネント)形状の高精度化(表面粗度・形状精度の向上)を可能にする加工技術を開発した。
- ELID研削表面の下記摺動特性を評価した。
 - ・ 人工関節シミュレーターを用いて、摩耗の発生時期及び潤滑状態を評価
 - ・ 電気化学的な腐食損傷と力学的な摩耗損傷を作用させた際の耐食性、耐摩耗性の評価
- 擬似体液中の材料溶出試験にて、ELID研削により酸化皮膜を形成させたCo-Cr合金と非処理のCo-Cr合金の金属イオンの溶出量を比較した。
- 動物試験による生体安全性検証のため、細胞傷害性の評価、緩みの評価、金属イオンの溶出量の評価等を実施した。

■ 研究開発体制^{注)}



■ 成果

- 表面粗度の向上
 - ・ Ra<0.02μm未満を達成。
- 形状精度の向上
 - ・ 0.01nm未満を達成。
- 耐摩耗性の向上
- 金属イオン溶出量の抑制(耐食性の向上)
 - ・ ELID処理により、被膜が生じCo、Crの溶出を抑制。

注)研究開発体制中の、水色は認定を受けた中小企業、ピンクはユーザー、黄色は研究機関(大学・公設試等)