平成 16 年度研究結果概要

1 産学官共同研究開発推進事業

(1) 知的クラスター創成事業

研究課題	内 容 と 成 果
DNAチップ、細胞チップの実用化研究	DNAチップの実用化では、検出精度向上の検討及びハイブリダイゼーション検出装置の開発を実施し、リアルタイム測定法の採用により検出精度が格段に向上するとともに、簡易型検出装置を試作した。試作装置によってSNPsの検出を行うことができ、実用化のメドを立てた。また、細胞チップの実用化では、4インチシリコンウエハによる細胞チップの量産化プロセスを確立し、地域新生コンソーシアム事業に対して技術移転を行った。

(2) 中小企業技術開発産学官連携促進事業

研究課題	内 容 と 成 果
厚膜圧電体を用いたマイクロアクチュエータの開発	厚膜圧電体の組成および下部電極構造を検討し、残留分極 $P_r=12.2(\mu C/cm^2)$ が得られ、目標に近い特性の向上が達成できた。PZT系におけるシリコン基板と下部電極の密着性の向上要因を各種機器分析により明らかにした。Pbを含まないBTZ系厚膜マイクロアクチュエータ(0.3mm×0.3mm)を作製し、20V、4kHzで駆動したときに、中心部分で0.065μmの変位が観測された。BTZ系としては予想を超える大きな変位であり、今後の展開が期待できる。これらを利用し、電子部品作製のインクジェットヘッドを試作した。また独自に誘電体インクやサーミスタインクを開発しインクジェット技術と高精度スクリーン印刷技術により、新規な高機能電子部品を試作した。

2 受託研究推進事業

(1) 地域新生コンソーシアム研究開発事業

研究課題	内 容 と 成 果
複合プラズマ装置によるμリアクターシステム製造技術の研究開発	汎用の熱可塑性ポリマー材料9種類(PMMA、PC、PMP、APEL、TOPAS、PE、PP、POM、PA66)について、酸素プラズマに対する微細加工特性を明らかにした。この中の6種類のポリマー材料については、 $R_a<10nm$ を可能にする化学的機械研磨手法を確立し、幅1μmの微細マスクパターンを形成することが可能になった。また、PMMA、PC、PMP、PEについては、アスペクト比10以上の深堀加工を実現した。さらに、深堀加工を生かした4種類の流体素子(秤取、分級、ピラー、乳化)を設計・製作し、動作確認を行った。
ナノファクトリーのための自立型ナノ加工・計測システムの開発	単結晶シリコンのエッチング技術と多結晶ダイヤモンドのCVD技術を併用し、任意の切れ刃形状と配列を精密に規定できるナノレベル加工用ダイヤモンド工具の作製技術を開発した。作製した工具は、ナノシェイパー、ナノフライスでそれぞれを用いてシリコン基板の加工をおこなった。両工具ともにシリコンの加工が可能であり、ナノスケール機械加工に対して優れた加工特性をもつことがわかった。

(2) 戦略的基盤技術力強化事業

研究課題	内 容 と 成 果
ロボット用6軸運動センサに関する研究開発	3軸(X,Y,Z)の加速度、3軸の角速度(X,Y,Z)を検出可能な6軸運動センサを開発した。パッケージタイプセンサ内の真空封止技術の改良によって、今年度の課題であった、共振特性の検出を確認した。共振周波数は、2.5kHzと目標の2.0kHz以上の値を達成しており、角速度検出に向けて設計及び作製プロセスを最適化することでさらに高い周波数が得られるものと期待できる。また、ユニットタイプセンサは、川田工業(株)が開発している人間型ロボット実機搭載でのテストにおいて実用に十分な性能が得られることを確認した。

(3) R&D推進・研究助成事業

研究課題	内容と成果
マイクロ波モード制御による高効率 ECR プラズマ生成とそのプロセス応用に関する研究開発	電子サイクロトロン共鳴 (ECR) によるプラズマ生成の効率化を図るために、モード理論を導入し、真空容器自身を特定マイクロ波の単一モード共振器とする装置の構築を図った。シミュレーション実験において単一マイクロ波モードを生成する技術を修得し、さらに、富山県立大学の多価イオン源においてマイクロ波モードによりイオン生成の効率が増加することを確認した。その後、プラズマプロセス装置の真空容器をマイクロ波共振器として改造し、プラズマ生成実験を行った結果、30%のイオン電流の向上を実現した。
アルミ・マグネシウムダイカスト用金型の高性能化に関する研究	アルミニウムやマグネシウムのダイカスト用金型に適した新しい保護膜の開発を行うとともに、窒化処理等により金型の長寿命化を図り、離型材フリーのダイカスト金型用保護膜の可能性を検討するための研究を行った。本研究で得られた Ti-Al-Si-N 膜は従来用いられてきた Ti-Al-N 膜よりも機械的性質ならびに耐酸化性に優れる。また、Ti-Al-N/BN コンポジット膜は、特に耐酸化性に優れた Ti-Al-Si-N 膜と組み合わせて使用すると効果的である。

(4) 地域新規産業創造技術開発補助金

研究課題	内容と成果
IT デバイスにおけるナノ薄膜創製技術	アドバンスドゾルゲル法により水分バリア性の高い酸化膜を作製することを目標に、3種類の SiO ₂ 、ZrO ₂ 、TiO ₂ 膜の最適な作製方法の検討とその膜特性を評価した。その結果、各種前駆体の膜固化過程はそれぞれ基板界面で析出可能なものと、表面で析出可能なものに別れることが分かった。そのため膜の種類によって水分バリア特性が大きく異なることが分かった。それらの中で ZrO ₂ 膜がもっとも優れていることが示され、その作製プロセスの最適化を行った。

(5) 新商品・新事業創出公募事業(ものづくり枠)

研究課題	内容と成果
土壌被覆材の商品化研究およびその新規現場施工法の確立	石膏の溶解速度を遅くする添加剤を選定し、被覆による除草効果が長続きする雑草防止用土壌被覆材の新商品を開発した。これをミルク状とし土壌表面に流し込んで被覆を行う、簡便で効果的な施工方法を開発した。

3 海洋深層水非水産分野利用研究

研究課題	内容と成果
海洋由来の有用微生物の工業的応用	富山湾沖合の表層水と水深 300m 及び 700m の深層水中から、プロテアーゼ活性、リパーゼ活性、アミラーゼ活性を有する海洋細菌を分離した。また、環境ホルモンであるノニルフェノール分解菌やビスフェノール A 分解菌についても探索したところ、ノニルフェノール分解菌は分離できたが、ビスフェノール A 分解菌は見出せなかった。さらに、糸状菌を 21 種類分離した。

4 フロンティア研究推進事業

研究課題	内容と成果
生分解性プラスチックシートを活用した畦畔管理に関する研究	畦畔の防草・緑化、除草作業労力の低減を可能とするシートの開発を行った。草種の種子と生分解性プラスチックシートを組み合わせた防草・緑化シートを考案し、それに適する草種および生分解性プラスチックシートを選定した。選定した草種の種子とプラスチックシートとを組み合わせたシートを作製して実証試験を行い、防草・緑化効果と除草作業労力への効果について評価した。実証試験の結果をもとに、シートと杭を組み合わせる改良を行い、その効果を確認した。

5 最先端技術調査研究

研究課題	内容 と 成 果
活性化反応性蒸着法による絶縁体薄膜の高品位化	マイクロ波を利用したプラズマ源を真空蒸着法の成膜支援に使用して、酸化物絶縁体薄膜の高品位化及び高速化を図るために活性化蒸着装置の開発を行った。そして、金属 Mg を蒸着源として非加熱で成膜速度を検討したところ、プラズマ中蒸着において基板中央部では 1nm/sec (酸化物蒸着源と同程度) で成膜可能であったが、基板外側では高速化は見られなかった。また、二次電子放出係数の高い(111)面の生成が認められたものの、単相膜の作製は困難であった。
ナノ構造制御によるポリオレフィンの高性能化研究	本研究で開発した PP 系材料の物性評価を進めるため、衝撃強度を測定し、この材料が通常の耐衝撃 PP に対しても特長ある材料であることを明らかにした。また更なる物性改良を行うため、透明性改良について改良指針を提案した。改良指針で示した多相構造を実現するために、新たに導入するポリマーについて調査・実験し、適当なポリマーブレンドを見出した。さらに PP 系材料とポリマーブレンドについて、多相構造設計のために必要な基礎データを測定した。
知的ヒューマンインターフェースに関する研究	音声や画像等の情報から人間の行動意図を理解し、適切な機器操作を支援できるか検討した。昨年度に開発した音声による家電リモコンの操作について、ユーザとの入出力に情報携帯端末(PDA)を用い、リモコン操作や支援情報の構築処理を管理サーバで行うサーバ・クライアント方式とし、構成に必要なクライアントモジュール、支援情報提供モジュール、画像情報処理モジュールの開発を行い、実現可能性を確認した。
固体高分子電解膜を用いた小型水素ポンプに関する研究	マイクロポンプとして微小流量制御の可能性について実験をおこなった。その結果、今回の実験条件では最低 1.28 μ L/sec の微量の液送を実現でき、この条件でも電流と流量・電圧は比例関係を持つことから、流量制御は容易であることがわかった。また、このときのポンプの消費電力は 9 μ W(10mA,0.9mV)と非常に小さな電圧および消費電力で済んでいる。
生体材料の微細パターン形成とその応用に関する研究	生体機能(免疫応答や神経伝達)解析や再生医療工学への応用を目指し、生体材料(細胞、タンパク質、DNA)の微細パターン形成を検討した。生体材料の接着・非接着を温度で制御できる高分子を、リソグラフィ技術によって基板上にパターンニングする手法を開発した。所定の形状にパターンニングしたチップを低温に保持すると、細胞を高分子パターン部のみに選択的に接着させることができ、さらに、チップを昇温することで細胞を任意に剥離させることが可能であった。

6 経常研究

(1) 実用化研究

研究課題	内容 と 成 果
アルミダイカスト用易崩壊性中子の開発	硫酸塩、硝酸塩等の無機塩類の混合物に、骨材として酸化物系耐火物を配合し、鑄込によって成型される、高強度でありながら抜型の容易な中子の開発を目指すもので、無機塩の配合、骨材配合条件等について検討を行った。骨材配合量と抗折強度の関係を測定したところ、骨材配合量に比例して抗折強度が向上し、シェル中子の 2 倍以上の強度を得られることがわかった。また実際に鑄造を行い、耐熱性、熔湯との濡れ性、崩壊性が良好であることを確認した。
個人適合型スポーツ用具の開発研究	個人の身体特性や技能に対応した用具設計の最適化を目指し、運動時のグリップ力の計測により用具の適合性を判定することを目的として、グリップ作用力の検出に取り組んだ。昨年度までに得られたグリップ内蔵型 3 分力センサによる結果から、センサ本体の剛性を高め、力の分布が測定できるよう改良したセンサグリップを製作した。プロゴルファーによるスイング時の手指各部のグリップ力を測定した結果、両手指垂直力と摩擦力およびその分布を検出することができ、新たな商品展開への知見を得た。
マイクロ接合部の高強度化技術の研究	これまで、電子基板の鉛フリーはんだ接合部の熱疲労損傷を、組織観察によって評価する実用的な手法を開発してきた。本年度は、本手法を広く電子機器関連企業へ普及するために、X線による非破壊検査と組み合わせた評価技術の可能性試験を実施した。放射光研究施設を利用し、放射光 X線を直径 100 μ m のはんだボール接合体に照射して、はんだのマイクロ組織の変化を観察した。X線マイクロ CT 技術を適用し、約 1 μ m の空間分解能を実現して、はんだ内の Pb 相および Sn 相を観察、解析することが可能となった。将来、電子基板におけるマイクロ接合部の非破壊による信頼性評価への適用に、大きく貢献することが期待される。

(2) 特定研究

研究課題	内容 と 成果
軽量生体材料の高度加工技術の開発	人工関節などの生体材料として利用されるコバルト基合金と骨との接合性に必要なアパタイト形成能（生体活性）を合金に付与するため、通電加圧焼結法による鑄造合金表面へのアパタイト粉末のコーティングを試み、焼結条件の最適化と組織、反応層の形成について検討した。さらに、疑似体液を調整し、試作した試験片の生体活性能をプラズマ溶射によるコーティング材と比較検討した。
マグネシウム合金応用による新地場産業形成プロジェクト - 鍛造用マグネシウム合金 AZ80A の鋸切断粉のリサイクル法に関する研究 -	県下ホイールメーカーから排出される Mg 合金のリサイクル促進のため、ピレットを鋸で加工する際に排出される切断粉を、加圧型加熱炉を使用して Ar 雰囲気下で溶解、凝固させる鍛造用合金としての再利用を試みた。鍛造用 Mg 合金として要求される要件のうち成分変動やガスの巻込みの有無の項目では大概満足させることができたが、結晶粒が規格より粗大となった。しかし、動的再結晶法により微小化させることにより克服した結果、鍛造用合金としてリサイクルの可能性があることが分かった。
繊維及び繊維強化複合材料のリサイクルに関する研究	アルコリス法によるポリエステル分解は、塩基性物質の存在により、極めて効率を向上させることが確認された。ポリアミド系複合素材の開発については、樹脂の硬化速度や繊維の劣化のため成形が困難であり、解決策を見出せていない。廃棄繊維屑のリサイクル化は紙状加工での機能向上を図ると共に、立体形状への展開を検討した。FRPの再原料化は、開放系でのガラス繊維回収について良好な結果を得た。

(3) 一般研究

< 中央研究所 >

研究課題	内容 と 成果
アルミニウム陽極酸化皮膜の機能化	アルミニウム陽極酸化皮膜を各種ナノ粒子懸濁液中で直流電気泳動し、孔内へのナノ粒子の導入を図ったが、孔サイズが小さく、導入は非常に難しかった。アルミニウム陽極酸化皮膜を各種塩の水溶液中で交流電解することで、水酸化物を孔底で生成させ、これを加熱処理することで酸化物とし機能を付与する方法では、導入は可能であったが、用いる塩によっては皮膜の破損が大きかった。
超精密薄膜抵抗器の開発	薄膜抵抗器の高精度化を目的に、薄膜抵抗体における膜と基板の熱膨張率の違いが抵抗温度係数 TCR にどの程度影響するかをシミュレーションと実験から明らかにした。また、基板の表面あらさが原因で、膜の谷の部分に非常に強い熱応力の集中が発生するために膜の TCR が大きくばらつくことも明らかにした。その他、アニールの効果、膜の作製方法による膜密度と TCR 特性の変化を明確にし、これまで不明であった薄膜抵抗体における TCR の要因とその程度を示した。
大面積色素増感太陽電池の開発	従来のシリコン系太陽電池に比べ、カラフルでフレキシブルな形状として期待されている色素増感太陽電池について、その大型化およびフィルム化を目的に、酸化チタン電極の大面積成膜について検討を行った。その結果、反応性スパッタリング法により酸化チタン電極を作製したところ、酸化チタン膜はメソポーラスな柱状構造として成長しており、非常に大きい非表面積を持つことがわかった。光電変換効率の測定結果から、酸化チタン電極のエッチングや色素吸着時間を変えることで、高い光電変換効率を得られた。
マグネシウム合金の高強度表面改質技術の開発	マグネシウム合金表面に高硬度で耐摩耗性に優れた均質な合金化層の形成を目的に、昨年度は溶射膜に対しレーザーロイニング法の最適条件を取得し、改質層の機械的性質を調査した。今年度は溶射皮膜形成に関して、溶射加工条件と形成された皮膜厚さ、品質との相関、またレーザーロイニングによる改質層形成に関して、溶射皮膜厚さとレーザー加工条件との相関を調査した。また良好な改質層断面において EPMA による元素マッピング分析を行い、機械的特性に大きく影響するアルミニウムの分布状況を調査した。さらに実用化に必要な耐食性の向上を目的に、無電解 Ni メッキ処理に取り組み、メッキ皮膜形成を可能とした。
マイクロ流体素子（溝）製造技術の開発 - 卓上型マイクロ塑性加工機の開発 -	マイクロリアクターやレンズアレイなどの表面微細加工を目的とした卓上型加工機的设计・製作を行った。主に、材料表面に微細な工具を押し込むことで表面に凹凸を形成するマイクロ塑性加工機として開発した。現在、開発した加工機で樹脂表面や軟質金属（純銅）表面に溝加工を行っている。

研究課題	内容 と 成果
グリーンケミストリーを指向した酸化反応触媒の開発	メチルトリオキソレニウム触媒/過酸化水素によるオレフィン類のエポキシ化反応は、ピリジンなどの窒素複素環化合物の添加により、生成エポキシドの開環が抑制されると共に反応が加速されることが報告されている。今回、添加する窒素複素環化合物について種々検討したところ、3-メチルピラゾールがこれまでの報告のなかで最も優れた添加剤とされているピラゾールより優れた性能を有することを見出した。

<生活工学研究所>

研究課題	内容 と 成果
快適工学に基づいたスポーツウエアの開発	中・高齢者が快適かつ安全に運動を行うためのスポーツウエアを設計・開発することを目的に、身体をサポートする機能を有するスポーツウエアのためのデザインおよびその各素材について、安全性と着用快適性の両面から検討を行い、スポーツウエアを試作した。試作スポーツウエアの着用が、衣服圧分布、人体生理量および着用快適性評価に及ぼす影響について、市販品と比較検討した。
音響・振動特性に優れた高機能快適生活用品の開発支援研究	適正音量で聞き取りやすい警報音について検討するために、市販品の警報音について周波数等を解析し、警報音の現状を明らかにした。 また、打球感に優れた野球用バットの開発支援のため、バットの定量的かつ詳細な振動解析を行い、バットによる振動の違いを明らかにした。
高機能型商品（健康衣服）開発と支援研究	衣服を着用することにより、圧痛点を刺激して自律神経のバランス調整を促進し、自己がもつ身体活動能力を最大限に引き出し、健康維持、リラックスを得られる衣服の圧迫方法に関する開発指針を得た。被験者6名に試作品を着用させ、圧痛点のひとつである「肩井」を刺激する方法および圧迫力の計測を行った。また、心拍など生体情報を計測し試作品の特性について検討を行った。
高齢者生活状況確認システムの高度化に関する研究	「高齢者生活状況確認システム」の機能向上のため、稼働中のシステムデータから個人毎に起床時刻、就寝時刻、外出時刻、帰宅時刻を自動で分析し、一定期間における平均的な生活パターンを分析、出力するソフトウェアを開発した。また、遠隔地の家族等に生活パターンをわかりやすく提示するため、健康状態や生活パターンの分析結果を自然言語で説明するソフトウェアを開発した。
有機材料複合化グリーンプラスチックの開発	工業製品用ポリ乳酸真空成形について、日本成工（成形技術）、セコン三木（シート成形）、ユニチカ（材料）の協力で、日本で初めて成功した。今後耐久性評価と真空成形最適化材料の開発およびポリ乳酸繊維による複合化を行う。

<機械電子研究所>

研究課題	内容 と 成果
平面アンテナの放射効率向上に関する研究 - 山岳地帯におけるGPSの受信状態について -	GPSによる位置情報を、無線モデムを利用して関係救助機関に伝達する遭難者探索支援システム用小型発信器は、山間部においては衛星からの到来電波の一部が近在する山や樹林帯にさえぎられるため、上空向きのみならず90度向きを変えたGPSアンテナ等を併用することにより、受信状態の改善が期待できる。
微小領域の仕上げシステムの開発	小径穴の仕上げを行うため、小径穴内部に砥粒と油を懸濁させた加工液を流しながら穴の軸方向に超音波振動を付加する新たな加工方法を考案し、その性能評価を行った。その結果、穴端面の仕上げ、穴内面の平滑化の可能性を見出した。
衝撃解析技術の応用研究	モデル最適化についての検討を行った。モデルはシェル要素を用い複数のボディが接触し構成される3次元構造とした。このモデルを構築するにあたり、ボディ間のクリアランスや接触定義、材料物性の与え方を検討し、貫通を発生させることのないモデル作成の技法を確立した。
導電性高分子の電気化学特性と応用化研究	光センサとして、ポリアニリン/ヘマトポルフィリン/キノンの検討を行ってきたが、ポリアニリンとヘマトポルフィリンの配合量の適正化や、キノンを最も電子受容性の大きなC60に変更することにより、開放電圧 Voc170(50)mV、短絡電流 Isc120(50)nA/cm ² 、エネルギー変換効率は550nm以下で1%(0.5%)以上を達成した。 また、ポリアニリン/レシチン-液晶/アゾベンゼン複合膜を作製して、配合量の適正化や支持膜への固定化を検討し、紫外線照射によりイオンを透過させる光感応膜を開発した。直列に配置した3水槽間（界面2ヶ所）に2枚のイオン交換膜を配置して中央の水槽を食塩水で満たし、陰イオン交換膜側から紫外線照射をすることにより最大210mV(塩素側)の電圧を発生させることができた。

研究課題	内容 と 成果
強誘電体巨大粒子厚膜の作製	昨年度の結果から、ジルコニア基板上においてチタン酸ジルコン酸バリウム系の材料で粒成長が進みやすいことが分かった。今年度は、この材料系について、シリコンの微細加工技術との組み合わせを念頭に、シリコン基板上での厚膜パターンを作製することを目標にして、焼成プロファイルと下部電極について検討した。1350 で焼成すると基板との反応のない安定した厚膜パターンを作製できることが分かった。これにより非鉛系アクチュエータなどへの応用の可能性が示された。

7 共同研究

(1) 若手研究者育成支援研究事業

研究課題	共同研究者	内容 と 成果
人材等地域資源活用による各種材料・センサ・システム等の開発	若い研究者を育てる会	会員企業の技術者を研究者として育成するため、7テーマの研究を実施した。
1) 大型色素増感太陽電池の開発	(株)タカギセイコー	反応性スパッタリング法によって特殊柱状構造の酸化チタンを成膜し色素増感太陽電池の大型化・高光電変換効率化・フレキシブル化について検討した。その結果、(1)堆積した酸化チタン膜はアナターゼ型で熱処理無しで結晶化する、(2)柱状酸化チタンにバッファードフッ酸で15秒のエッチングを行うと光電変換効率が54%増加した、(3)膜厚1.6μmで単位膜あたりのラフネス・ファクター91を示す、(4)膜厚が4.1μmで光電変換効率は最大となる、(5)膜厚8.9μm色素溶液浸漬時間6hrで最大光電変換効率29%である、などの成果が得られた。
2) 交流法を用いたバイオセンサの開発	コーセル(株) 立山マシン(株) 東洋化工(株) 立山科学工業(株) 富山県新世紀産業機構	ヒトの健康に関する多くの生体情報が詰め込まれたDNAやタンパク質、血液などを調べ、種々の疾患検査を安価で短時間にできるバイオセンサの開発を行った。その結果、(1)交流インピーダンス法をバイオセンサに適用することが有効である、(2)抗原-抗体反応の検出に適用したところ高感度で目的物質の抗原を検出できる、(3)DNAに適用したところ精度よくハイブリダイゼーションを見分けることができる、(4)微小なインピーダンス変化をリアルタイムでトレースできる簡易型交流インピーダンス測定システムを開発した、などの成果を得た。
3) インクジェット用機能性インクの開発	立山科学工業(株)	誘電体材料としてBaTiO ₃ を用いたインクを作製し、パソコン用インクジェットプリンタ及び専用インクジェットプリンティングシステムを用いて、膜パターン形成について検討した。その結果、(1)インク作製の溶媒は適度な粘度を持ち吐出状態が良好であったBCAが、分散剤は攪拌後沈降しにくいエステル系分散剤が優れている、(2)線幅200μmのパターニングができる専用システムではBaTiO ₃ 濃度10wt%インク1回の印刷で0.4μmの膜厚が得られる、(3)BaTiO ₃ インクの焼成は1000 で緻密な膜が得られる、などの知見を得た。
4) 小型燃料改質器を用いた燃料電池の開発	コーセル(株) (株)斉藤製作所	電解改質型燃料電池の出力向上を目的として、各種炭化水素燃料の改質特性の調査と電解質膜特性改善に検討を加え、セルを試作した。その結果、(1)メタノール水溶液3mol%以上では濃度による改質特性の変化は見られなかった。ホルマリン溶液では濃度が高いほど改質特性が向上し、15%ではメタノールより良い特性を示した、(2)試作した電解改質型燃料電池システムは自律的に動作し、外部出力が得られることを確認したが得られた出力は7mW/cm ² 程度であり、実用的に応用するには、なお数倍の電力密度が必要と考えられる、などの成果を得た。

研究課題	共同研究者	内容 と 成果
5) 薄膜超低温度特性抵抗器の開発(2)	北陸電気工業(株)	低温度特性を持つ薄膜抵抗器の開発を目指し、今年度は抵抗体材料と基板との熱膨張係数の違いが抵抗器の温度係数に与える影響を解明し薄膜の改善を試みた。具体的には薄膜抵抗器材料に NiCr を用い、基板として NiCr の熱膨張係数に近いアルミナと熱膨張係数の差が大きい石英ガラスを用いた。RFスパッタリング法やイオンビームスパッタリング法を用い、平坦性の異なる3種類のアルミナ基板でアニーリングによる温度特性の改善を試みた。その結果、(1)膜質が同じであれば熱応力の小さい組み合わせで低温度特性抵抗器が作製できることを理論的・実験的に証明でき、(2)基板の平坦性、薄膜の膜質、アニーリングも重要な因子である、などの知見を得た。
6) 環境適応型インテリジェント窓の開発	立山アルミニウム工業(株)	エアコンなどの機器と連携して総合的なエネルギー管理と防犯性能も向上するホームオートメーションシステムの開発を目指して、家電機器と連携可能なエコーネット規格に準拠し、室内外の温度環境によって窓の開閉を制御するシステムの開発を行った。その結果、(1)Java を用いた外部機器とのデータ入出力制御の手法を習得し、温度の自動計測と窓の自走開閉を行うシステムを構築した、(2)ロータリエンコーダを用いて窓開度を検出する機構の設計と製作を行い、センサ応用機器を開発した、(3)エコーネット対応の通信により、複数のシステムが協調運転するしくみを構築した、などの成果を得た。
7) 高摩擦係数材料の研究(3)	田中精密工業(株)	自動車駆動系部品の軽量化、高耐久性に対するニーズを背景とし、マニュアルトランスミッションの歯車式減速機用シンクロナイザーリングの内径摩擦面に形成する高摩擦係数材料の開発を目指し、今年度は高摩擦係数化に有効と考えられる気孔に着目し、気孔を有する摩擦材の作成方法および気孔が動摩擦特性に及ぼす影響を検討した。その結果、(1)充填率を減少させると、摩擦材の気孔率を増加させることができる、(2)発泡剤を添加した摩擦材は、充填率を変えることで気孔率を制御できる、(3)高い動摩擦係数を有するためには、方向性を持たない塊状鉱物を配合することが有効である、などの知見を得た。

(2) ベンチャー創成等支援共同研究

研究課題	共同研究者	内容 と 成果
樹脂からなる細胞チップの開発	(株)リッチェル	「とやま医薬バイオクラスター」研究やバイオテクノロジー関連研究で用いられるマイクロウェルアレイ構造を有する細胞チップを、樹脂を用いて開発した。特殊成形技術および特殊樹脂材料を開発することにより、量産性に優れた低コストな細胞チップの供給を可能とし、富山医科薬科大学、富山大等に提供した。また、新たな成形法を検討し、剛性、耐熱性、親水性や機能表面を有する細胞チップを提供できる基礎技術を開発した。
非鉛系積層圧電アクチュエータの開発に関する研究	(株)北陸セラミック	Ni 等の卑金属を内部電極に用いた積層圧電アクチュエータへの応用を目的として、Ni 電極と同時焼成を行った場合の $[\text{BaO}]_m(\text{Ti}_{0.975}\text{Zr}_{0.025})\text{O}_2$ の組成 ($m = 1.00 \sim 1.05$) と誘電的、強誘電的、圧電的性質の関係について調べた。電界歪み曲線(最大電界 8 kV/cm, 周波数 10Hz)の傾斜より求めた圧電定数 d_{33} が 430 pC/N の材料を得た。また、この材料をシート成形後、Ni ペーストをスクリーン印刷し、積層し焼結した試料も作製した。

研究課題	共同研究者	内容 と 成果
精密金型再生のためのYAGレーザによる肉盛改質技術の開発	(株)北熱	窒化処理を施した熱間金型鋼に同種のワイヤを、窒化層を除去せずにYAGレーザを用いて肉盛溶接し、ビード形状の特徴、マクロ・ミクロ組織、機械的性質などを調査した。従来熱源として広くTIGアーク溶接法により行われている金型の肉盛補修に対しレーザを用いた場合、どのような特性があるか確認でき、事業化するために必要となる技術的な判断材料を取得できた。
粉状活性炭の成形技術	ミナトセラミック(有)	活性炭は水処理用資材をはじめ数多くの用途に用いられている。活性炭の形態は粒状が主流であるが、近年、指定形状に成形された活性炭のニーズも高まっている。そこで、水処理関連企業のニーズを基準に、結合材の選定、抗菌材料の検討、活性炭+結合材+抗菌剤+ミネラル材の混合方法、簡易プレス装置の設計試作、焼結方法などについて検討し、粉状活性炭の成形技術を開発した。
鉄系傾斜機能材料の製造技術の開発	(株)松村精型	新しい金型製造技術の開発のため、粉末冶金プロセスにより純鉄の焼結条件を検討した。組織、密度については、900の変態点前後で緻密化挙動の変化が認められ、変形抵抗と脱ガス挙動の影響が示唆された。これらの結果を基に、合金粉末でも同様に焼結条件の最適化と組織、密度、硬度などを検討し、複雑形状の転写性を確認した。さらに、焼結時の温度分布を調査することで、セラミックス層の傾斜化の可能性が見いだされた。
生糸・絹燃糸のリサイクルによるインテリア商品等の開発	(株)松井機業場	廃棄絹繊維(生糸、絹燃糸)を不織布シート状に加工し、壁紙やランプシェードなどのインテリア用品に用いることを目的に、絹繊維の高級感(光沢や繊維感)を出すこと及び吸着性能を阻害しないことを主眼に検討した。粉碎、開繊による質感への影響、カードや湿式法によるシート化の難易、目付量による透光性・質感への影響、先染め糸による着色・加飾性、後加工による艶出性などの特性が把握できた。また、絹繊維由来成分100%とするためバインダーにも絹繊維由来材料を用いたところ、風合いの制御が行えるまでは至らないが、バインダーとして十分に使用可能であった。これらの結果をふまえ、襖サイズ(90×180cm)のサンプル試作を行った。

(3) 企業、団体等との共同研究

研究課題	共同研究者	内容 と 成果
導電性接着剤の性能向上と量産化の検討	マクセル北陸精器(株)	安価で高性能の導電性接着剤を開発するため、銀粉末の形状やバインダーに用いる樹脂に検討を加えた。その結果、導電性では市販の導電性接着剤より優れた導電性、接着性では市販のものと同様以上のものを開発した。また、ハイブリッドミキサーによる量産化のメドも立てた。現在、実用化に向けて各種の環境試験を実施すると共に、市販の導電性接着剤の倍以上の接着性を持った導電性接着剤を開発するための準備を進めている。
MEMS技術により作製する加速度センサ及び超小型マイクロデバイス等に関する研究	立山科学工業(株)	小型で高感度な3軸加速度センサの開発では、耐衝撃性などの諸特性を評価し、その対応策を検討して今後の製品化に向けたプロセス開発を行った。耐衝撃は1000Gまで耐えうることを確認できた。またシリコンと低温接合が可能なガラスを採用し、その評価も行った。環境試験はおおむね合格レベルで、温度ドリフトもほぼリニアに変化するため、周辺回路で十分補償できることを確認した。試作したサンプルは、周辺回路とのモジュール化が終了し、テストサンプル出荷による評価を行っている。

研究課題	共同研究者	内容と成果
超小型・多軸検出慣性センサの試作と特性評価に関する研究	(株)ワコー	3軸(X,Y,Z)の加速度、3軸の角速度(X,Y,Z)を検出可能な6軸運動センサを開発した。センサチップ内にマイクロ真空ポンプ機能を搭載させる真空封止技術の改良によって、今年度の課題であった共振特性の検出を確認した。共振周波数は、2.5KHzと目標の2.0KHz以上の値を達成しており、設計及び作製プロセスを最適化することでさらに高い周波数が得られるものと期待できる。
厚膜チップバリスタの開発に関する研究	立山科学工業(株)	ZnOに添加する半導体化成分並びに粒界形成成分やアルミナ基板上に厚膜として形成するためのガラス添加物について検討した。その結果、バリスタ電圧が0.7 V/ μ m、バリスタ定数が $\approx$ 19の材料が開発し、これを用いて、動作電圧が20~40Vの厚膜チップバリスタ(2.0 $\times$ 1.25mm)を作製して、そのノイズ吸収特性を評価した。
高温係数抵抗体材料に関する研究	北陸電気工業(株)	高温係数抵抗体材料を開発するためにFe-Pd膜を作製し、その膜の温度抵抗係数TCRを測定した。その結果、FePdよりもFePd ₂ の膜の方がTCRが大きかった。また、数%の水素雰囲気中で熱処理を施すと、特性の改善が見られた。さらに、数十nmのFe層を入れると密着性が非常に改善された。
マグネシウム合金表面改質層に対するメッキ技術の開発	(株)高松メッキ	素材とは組織の異なる溶接構造物および改質合金等への無電解Niメッキ技術の開発を目的に試験研究を行った結果、溶接した部位および曲げ加工組織への無電解Niメッキが条件の最適化により可能となった。合金化層に対する無電解Niメッキについては、組織の不均一性により、安定したメッキ条件はまだ得られていない。
LiNbO ₃ , LiTaO ₃ 用反応性イオンエッチング装置の研究開発	立山マシン(株)	光集積素子に求められるニオブ酸リチウムの微細加工特性を実現するために、反応性イオンエッチングのプロセス条件を検討した。加工選択比を向上させるためメタルマスクの材質を変え、試料を設置してあるカソード電極へのRF給電方法を工夫することで、5 μ m以上の深堀が可能となった。また、プロセス圧力等をコントロールすることで、リッジ角が80°近くまでに向上した。
ポリオレフィンワックスの製造管理技術の確立	(有)豊栄産業	架橋ポリエチレンから得られる熱分解ワックスがマシナブルワックス(機械加工用ワックス)に利用できるか検討した。発生ガスなど製造工程の安全性については問題が見られなかったが、スケールアップや社会的な要求にあわせさらに検討が必要である。製品の有害性と品質の評価では、原料からの異物の混入が問題となり、原料の確保をより厳密にする必要がある。マシナブルワックスに必要な製品物性評価については、無機材料の配合により性能が大きく向上する可能性が示唆された。
サッシ一体型樹脂合わせガラスの性能強化に関する研究	新光硝子工業(株)	従前からのサッシ一体型樹脂合わせガラスの性能強化を図るため、風圧を考慮した樹脂層の動的粘弾性測定および樹脂層の剪断剥離強度について検討した。また、新たに規定されたISO9050に基づき、紫外線領域での透過率に関しても検討を加えた。
ステンレス板への光触媒成膜技術の開発	月星アート工業(株)	ステンレス意匠鋼板製品の高付加価値化を目的に、表面への光触媒膜の形成を試みた。基板には、鏡面処理したステンレス素地、TiN処理ステンレス鋼板、TiAlCN処理ステンレス鋼板を用いた。従来、活性遮断層として用いていた酸化ケイ素下地を用いず、素地に直接酸化チタンを成膜したところ、高い密着性能が得られた。また、月星アート工業社の直流スパッタリング装置により反応性スパッタリングを行ったところ、安定した放電成膜が可能であり、作製した膜は光触媒性能を示した。

研究課題	共同研究者	内容と成果
樹脂材料を対象とした環境負荷の小さい接着性改善方法	立山アルミニウム工業(株)	<p>市販されている各種樹脂表面への接着強さ・接着安定性の改善を図ることを目的に、樹脂表面へ環境負荷が小さいと考えられるスチームを用いた表面改質及びフレームを用いた表面改質を試みた。</p> <p>この結果、双方の手法ともに、最大で接着強さが2倍程度に増加すること及び接着安定性の増加が見られた。なお、いずれの方法においても処理条件に最適な領域の存在することがわかった。</p>
鉛フリーはんだ実装基板の影響度解析の研究	コーセル(株)	<p>鉛フリーはんだの実用化により、チップ部品の割れなど、これまでにない形態の損傷が発生するようになってきた。典型的ないくつかの実装形態を対象とし、CAEによる構造解析技術および実験計画法を併用して、基板の強度信頼性に影響を及ぼすパラメータの影響度を、簡単な代数式によって評価することを可能とした。具体的には、(1)チップコンデンサの実装におけるチップ割れの強度評価と(2)トランスのフェライトコア接合部の強度評価を実施した。解析結果の代数式化は、設計部門での利用を容易にし、設計データベースとしての活用を可能にするものである。鉛フリーはんだを用いた電子基板の信頼性向上に大きく貢献することが期待される。</p>
マグネシウム切削屑のリサイクルシステムの構築	(株)鍛栄舎 日本サーモケミカル(株) 日本マテリアル(株)	<p>マグネシウムホイールを仕上げ加工する際に大量に発生する切削屑は、切削油や水分を含む上、燃焼し易い薄片形状をしている。この切削屑が自然発火などの原因で燃え出すと大災害となる危険性を孕んでおり、一刻も早いリサイクル技術の確立が望まれていた。本研究ではMg切削屑を安全に加熱加圧し固化する技術を開発した。Mgの固化した塊(ブリケット)は、Mg合金地金の原料や鉄鋼の脱硫剤などに使用できる見込みであることから、リサイクルシステムの構築にほぼ成功した。</p>
回収ガラス繊維の再生と製品への適用技術	(株)日立ハウステック	<p>廃FRPから回収したガラス繊維の用途展開をはかるため、昨年のリサイクルガラスのマット化に引き続き、本年はシート状に成形し、FRPの基材とする開発研究を行った。水中で繊維を分散させ、それを網目状のふるいにかけることにより、紙状のシートを作成することができた。さらにFRP成形を行い、強度性能等の評価を行った。</p>
登山における腰痛予防に効果のある腰サポーターの開発・研究	(株)ゴールドウインテクニカルセンター	<p>本研究は、登山におこる腰部への負担と腰痛予防に着目し、腰痛予防に効果的で、かつ快適に活動を支援する登山用腰サポーターを開発・研究することを目的に行った。具体的には、登山用サポーターを構成する各素材の性能評価、また、腰サポーターの着用が人体生理現象および衣服内環境、主観評価に及ぼす影響について、登山活動を考慮して検討した。</p>
冷却塔向けスケール抑制システムの開発	(株)鳥羽	<p>スケール剥離・抑制・防錆の評価装置を作成し、下記の試験をもとに冷却塔システムについて検討した。</p> <p>スケール抑制効果があるとされるセラミックス含有ポリマー素材を入れたものと入れないものの2種を用意して、中に冷却塔で使用しスケールが付着した充填材を入れ水を循環させた。試験期間中のスケールの付着状態を観察するとともにスケール付着重量を測定した。さらに、循環水のpH、酸化還元電位(ORP)、導電率、Ca、Mg、Si、陰イオン類、COD、生細菌数の変化を測定した。また、素材の遠赤外線放射率を測定した。</p>

(4) 大学等との共同研究

研究課題	共同研究者	内 容 と 成 果
リアルタイム目追跡システムのネットワーク化による実用化研究 (県立大産学官連携研究費)	富山県立大学 黒川製作所(株) (株)富士薬品工業	開発したリアルタイム目追跡システムを用いて、居眠り警報のための瞬き検出装置の開発を行い、瞬きと意識水準の指標となる脳波を測定、解析できる瞬き-脳波相関システムを構築し、居眠り判定基準を検討した。
ハイブリッドセンサとパッケージング技術の研究開発	富山県立大学	センサーとその出力信号を処理するLSIを接続する緩衝基板(インターポージャー)を開発した。インターポージャーは、シリコン製で外気温変動によって起こる熱膨張の影響をチップに与えない様に工夫してある。約100ミクロンの3次元配線を介して、3mm角のセンサーチップと2.4mm角のLSIが接続されている。本年度は、メッキ技術を使用して3次元配線をもつインターポージャーの作製をおこない、電気的接続の有無を確認した。
次世代、低価格液晶ディスプレイにおける画素制御素子の開発	北陸先端科学技術大学院大学	液晶用ドライバーIC(0.2×0.2mm以下)を直接パネルに貼り付けるという新しい発想(MAT)で、低価格で高性能な液晶ディスプレイの開発をおこなった。ドライバー回路を形成したシリコンをDEEPRIEで約150ミクロンエッチング後、その裏面よりCMP、あるいはドライエッチング法によって薄片チップ化した。作製したチップを専用チップマウンターにて液晶パネルに実装することに成功した。
快適科学に基づく高弾性衣料の設計に関する研究 (科学研究費補助金)	富山大学 奈良女子大学	高弾性衣料としてスポーツウエア、女性ファンデーションおよびレグウエア等を取り上げ、繊維組成・糸構造・編構造などの素材因子、サイズ、カッティングなどの衣服構造因子が衣服圧強度に及ぼす影響を明らかにする一方、衣服圧強度が血液循環系、呼吸器系、自律神経系等に及ぼす影響と、身体各部の圧感受性の分析から圧快適性を追究した設計指針を得ることを目的に行った。
マグネシウム合金への溶射皮膜の形成と摩擦攪拌による合金化・複合化に関する研究	(独)産業技術総合研究所	マグネシウム合金表面に純アルミニウム皮膜を、プラズマ溶射法を用いて形成するとともに、摩擦攪拌プロセスにより溶射層と基材の合金化・複合化を試みた。溶射皮膜の上にマグネシウム薄板を置いて摩擦攪拌処理を行ったところ、条件を選べば欠陥のほとんどない良好な攪拌処理が行えた。内部は接合の場合と同様にオニオンリングが形成され、メタルフローに沿って円弧状、あるいは粒状の第2相が確認された。EPMA分析などから摩擦攪拌処理により合金化が行われた可能性が示唆された。
光触媒膜を用いた滑雪板の開発 (富山県元気な雪国づくり事業)	若い研究者を育てる会	これまでに、光触媒酸化チタン膜の特性を利用した滑雪板の開発を試み、北陸地域において酸化チタンを用いた滑雪板が有効であることを明らかにした。そこで本事業では、企業の生産用成膜装置を用いて、安価で大量生産するための方法を確立することを目的とした。屋外に大型の光触媒滑雪板を設置し性能についてモニタリングした結果、良好な結果を得ることができた。
雪下ろしロボットの開発 (富山県元気な雪国づくり事業)	NPO 法人子どもモノづくり教育支援事業団	雪上等不安定地形においても移動可能な駆動機構として、多脚歩行機構の機構解析を行い、組立てやすさ、耐腐食、耐環境性の観点から構造の新規設計をおこない機体作製をおこなった。 その結果、運動機能は維持したまま、構造強度をアップした、ステンレス製多脚歩行ロボットが製作できた。