

重点研究名： 分野横断型ニューマテリアル研究プロジェクト		
代表者名： 伊藤吾朗	所属： 工学部	職名： 教授
キーワード： 構造材料、機能材料、金属、セラミックス、半導体、塑性加工、プラズマ・レーザー応用加工、超微粒子、プロセス開発、理論・シミュレーション解析		
<b>研究組織</b> (研究体制の全体像が分かるように記入し、必要に応じて図表を掲載して下さい。) <ul style="list-style-type: none"> <li>○総括・構造機能金属材料……伊藤吾朗(工・機械・教授)</li> <li>○マイクロメカニクス解析……野崎英明(教育・技術・教授)</li> <li>○ナノ粒子の調製プロセス……泉岡 明(理・化学・教授)</li> <li>○プラズマ利用材料プロセス……池畑 隆(理工・応用粒子・教授)</li> <li>○量子ビーム組織解析……佐藤成男(理工・応用粒子・教授)</li> <li>○プラズマ利用材料プロセス……佐藤直幸(理工・応用粒子・准教授)</li> <li>○塑性加工プロセス……西野創一郎(理工・応用粒子・准教授)</li> <li>○弾塑性力学解析……堀辺忠志(工・機械・教授)</li> <li>○強化機構解析……倉本 繁(工・機械・教授)</li> <li>○研削材料……伊藤伸英(工・機械・教授)</li> <li>○炭素材料、金属の疲労挙動解析……車田 亮(工・機械・准教授)</li> <li>○レーザー応用材料プロセス……山崎和彦(工・機械・准教授)</li> <li>○超磁歪材料……森 孝太郎(工・機械・助教)</li> <li>○加工熱処理金属材料……小林純也(工・機械・助教)</li> <li>○結晶組織制御金属材料……鈴木徹也(工・マテ・教授)</li> <li>○材料物性解析、材料プロセスシミュレーション解析…篠嶋 妥(工・マテ・教授)</li> <li>○熱電材料……池田輝之(工・マテ・教授)</li> <li>○接合工学、微細組織・原子構造解析……岩本知広(工・マテ・教授)</li> <li>○半導体関連材料……田代 優(工・マテ・講師)</li> <li>○計算マテリアル科学……永野隆敏(工・マテ・講師)</li> <li>○マテリアル表面科学……横田仁志(工・マテ・講師)</li> <li>○水素貯蔵材料、非破壊検査……岩瀬謙二(工・マテ・講師)</li> <li>○ナノ粒子・ナノ材料超塑性プロセス……小林芳男(工・生体分子・教授)</li> <li>○半導体材料……鶴殿治彦(工・電気電子・教授)</li> <li>○磁性・ストレージ材料……小峰啓史(工・メディア・准教授)</li> <li>○表面改質・金属の疲労特性改善……中村雅史(工・知能システム・准教授)</li> </ul>		
研究組織のホームページ：		
<b>研究目的</b> (①背景・社会的重要性・緊急性等 ②学術的な特徴・独創的な点 ③予想される結果と意義を記入して下さい。) <p>茨城県の産業は農業もさることながら、日立銅山に端を発する県北地域の電気・電子工業や発電産業、鹿島臨海工業地域の鉄鋼・化学工業、東海村を中心とする原子力関係産業に大きく依存しています。その基盤となるのが、構造物や施設を構成する構造用金属材料、半導体材料やその配線に用いられる金属材料、高温や過酷な化学的環境に耐えるセラミック材料であり、これら材料を中心とする素材・材料製造企業集団で地域経済が成り立っているといっても過言ではありません。企業規模は大～中小と多岐にわたり、茨城県は「人・もの・情報の交流を活発にしながら、科学技術を活かした新産業の創出、中小企業の育成、企業誘致の推進、茨城農業改革などに取り組む。」を目指しています。</p> <p>一方、茨城大学では建学当初から工学部に金属工学科が置かれていました。これは銅山に由来する地域性に基づいたものと考えられますが、地方国立大学では比較的少なく、室蘭、富山、愛媛など数えるほどしかありません。これら他の地方大学に比べて、茨城大学では、現在の工学部マテリアル工学科にとどまらず、広く電気・電子・機械関係の工学部教員が、そして材料創成・解析などの基礎分野に理学系・教育学系の教員が在職しています。</p> <p>大規模大学の旧金属工学系学科では、日経ビジネス 2008 年 8 月 18 日号に「さらば工学部」という衝撃的な見出しで取り上げられたように、ナノテクや未開拓の新規材料分野など、産業界から乖離した方向に走っています。上述の地方大学においても同様の動きが見られます。このような動きに対して、茨城大学では第 2 期中期計画として、「産学連携の推進」、「重点研究の一つとしてのニューマテリアル研究の推進」を挙げています。「ニューマテリアル」というキーワードからは、産業から乖離している恐れがある新規材料を連想しがちです。しかしラインパイプ用継ぎ目なし鋼管、内視鏡用超細導線、ハードディスク用アルミニウム基板など、旧来素材でありながら、高精度・信頼性も含めた日本の材料開発力・技術力は世界を席巻しています。また学生・大学院生の就職先として量的に新規材料分野を依然大きく上回っています。本学が、地域経済・社会にマッチし、伝統的な分野を切り捨てることなく、かつ最先端の半導体や磁性材料を含めた幅広い材料分野を重点的に研究することは、本学の特徴を生かすとともに、地域社会からも歓迎されることとなります。そこで茨城大学の教育研究者を有機的に結び付け、材料分野を重点的に研究すること、すなわち本プロジェクト「分野横断型ニューマテリアル研究」を推進することには、大きな意義</p>		

があると考えます。

2012年8月に文部科学省科学政策研究所から「研究論文に着目した日本のベンチマーキング2011——大学の個性を活かし、国全体としての水準を向上させるために——」が出されました。この中の研究ポートフォリオで茨城大学は、唯一材料科学の分野においてランク内に入り（分析対象大学は国公私立128大学、材料科学分野でランク内は15大学）、材料科学重心型と分類されました。冒頭で述べた本学工学部の歴史に関係して述べたことが、客観的にも裏付けられたこととなります。そしてベンチマーキングに呼応して、2012年10月から始まった国立大学のミッションの再定義において、本学工学部の主な強みとして、金属材料解析と金属材料プロセス開発に関する研究分野が上げられました。ミッションの再定義は、各大学の強みと特色をエビデンスに基づき文部科学省と議論し、練り上げ、今後の全学的施策に反映させようとするものです。したがって現在限られた予算・人的資源で進めているこのプロジェクトは、本学の強みが材料科学分野であることから、全学的により優先度の高い位置に置かれることが期待されます。その分、成果も期待されることになるとおもいますので、メンバー一丸となってその期待に応えたいと思います。

本プロジェクトでは、工学部を中心としながらも全学の構成員の高度な専門性を生かして、構成する物質別（金属、セラミックス、半導体など）、用途別（構造用、電磁気・電子用、生体用など）、製造プロセス別（鋳造、塑性加工、プラズマ・レーザー応用加工、超微粒子製造など）、研究手法別（プロセス開発、理論・シミュレーション解析、機器分析など）など、あらゆる切り口から、材料について縦横無尽に研究し、茨城大学のプレゼンスを高めようとしています。

**研究内容**（研究内容を簡潔に記入して下さい。）

本プロジェクトでは、工学部を中心としながらも全学の構成員の高度な専門性を生かして、構成する物質別（金属、セラミックス、半導体など）、用途別（構造用、電磁気・電子用、生体用など）、製造プロセス別（鋳造、塑性加工、プラズマ・レーザー応用加工、超微粒子製造など）、研究手法別（プロセス開発、理論・シミュレーション解析、機器分析など）など、あらゆる切り口から、材料について縦横無尽に研究し、茨城大学のプレゼンスを高めようとしています。その切り口の一つである塑性加工の分野において、平成24年1月に工学部附属塑性加工科学教育研究センターが設立されました。平成24年度がセンターの本格稼働開始の年度になりましたが、講演依頼・産学連携の模索等、うれしい悲鳴が上がるほどたくさんのお声をかけていただきました。25、26年度も同じような状況が続きました。

**研究内容概要図**（研究内容の概要が分かるポンチ絵・図表を掲載して下さい。）

1. 多結晶薄膜の最適熱処理法に関する研究（篠嶋妥教授）。

図1のような解析から、多結晶薄膜の最適熱処理法を探索中です。

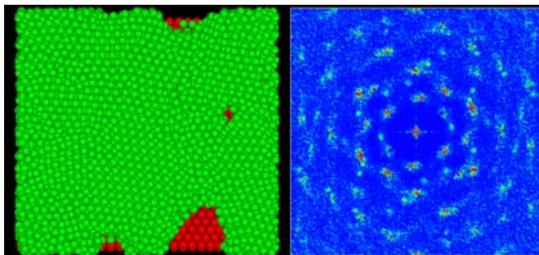


図1 (0001)配向したRu基板(赤色)の上に(111)配向したCu多結晶膜(黄緑色)を700Kで焼きなましした後の原子構造(左)と、その2次元フーリエ変換像(右)。原子構造のシミュレーションには分子動力学法を用いた。他の基板の場合と比較して、Cu膜の結晶性と配向性が良好であった。

2. Q-dot粒子のシリカカプセル化に関する研究（小林芳男教授）シリカカプセル化によりQ-dotの毒性と凝集の抑制が可能となり、無毒な発光イメージング剤への利用が期待されます。

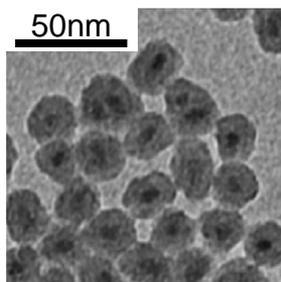


図2 シリカカプセル化Q-dot粒子の透過電子顕微鏡写真。  
(Y. Kobayashi et al., *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 55 (2010) 79-85)

3. 高圧水素用アルミニウム材料に関する研究 (伊藤吾朗教授)

図3のように水素の侵入場所をミクロに解析することにより、安心安全な水素社会の構築に貢献しようとしています。

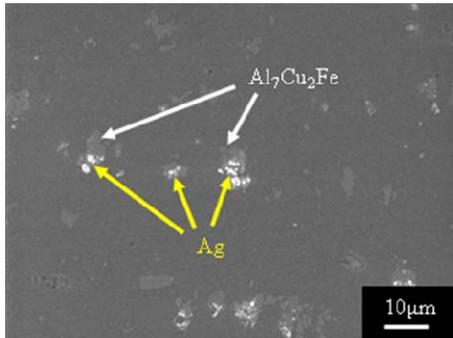


図3 アルミニウム合金中の  $Al_7Cu_2Fe$  化合物粒子(灰色)から水素(実際には銀粒子(白色)が検出される)が侵入したことを示すトリチウムオートラジオグラフ像。(渡壁, 伊藤, 波多野: 日本金属学会誌 77(2013), 565-570.)

4. ガラスとアルミニウムの接合に関する研究 (岩本知広教授)

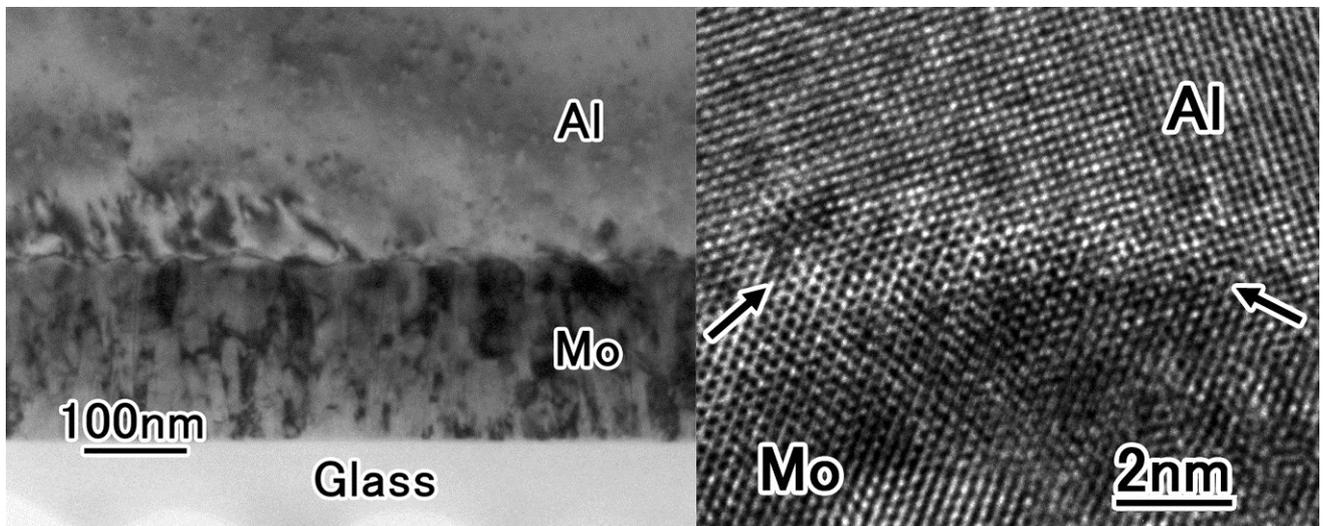


図4 ガラスとアルミニウムの界面に Mo ナノコラムをはさんで超音波接合することにより、低エネルギーで接合することが可能になった(左)。山形の頂上をもつ Mo がアルミニウムと直接原子レベルで接合していることが明らかになった(右)。

5. 鉄鋼材料の高強度化に関する研究 (倉本 繁 教授)

図5のように、高強度金属材料の機械的特性を解析し、加工性や信頼性向上に必要な条件を探索中です。

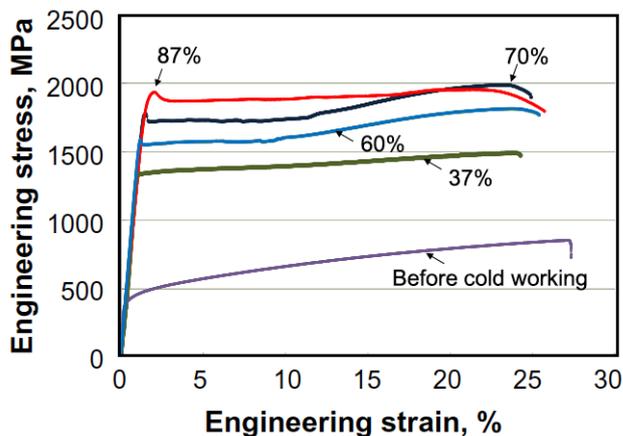


図5 冷間加工した Fe-Ni-Al-C 系合金の引張強度特性.  
(T. Furuta et al., Scr. Mater. 101(2015) 87-90.)