

機械表面機能・界面工学研究センター

〔プロジェクト研究センター設置期間：平成28年10月～平成33年3月(予定)〕

センター長 **宗澤 良臣** (むねさわ よしおみ) / 工学部 機械システム工学科・教授

共同研究者 (学内)

- 福島 千晴(ふくしま ちはる) / 工学部 機械システム工学科・教授
- 王 栄光(おう えいこう) / 工学部 機械システム工学科・教授
- 池田 雅弘(いけだ まさひろ) / 工学部 機械システム工学科・准教授
- 桑野 亮一(くわの りょういち) / 工学部 機械システム工学科・准教授
- 吉田 憲司(よした けんじ) / 工学部 機械システム工学科・教授

センターの概要

(1) 主たる研究分野

【分野】

工学(機械工学)

総合理工(ナノ・マイクロ科学)

【キーワード】

材料設計・プロセス・物性・評価、超精密加工、ナノマイクロ加工、ナノ表面・界面、ナノ機能材料、ナノ加工・成形プロセス、界面現象、界面制御、相変化

(2) 研究概要

現在、国内外で注目されている地球環境(周辺環境)問題に対し、工学が果たす役割は極めて大きい。

本研究センターでは、機械工学の立場から『界面現象を制御する表面機能性の創製とその評価』をテーマに研究を進める。そのため、ナノからマクロに亘るマルチスケールの視点から、濡れ性、摩耗性、耐食性などの機能性の発見、表面性状の創製と物理的作用の解明を試みる。これらを基礎として、例えば輸送機を取り巻く周辺環境(内部・外部界面)を念頭に、接着性、反射特

性、沸騰特性、着霜・除霜特性、電気化学反応、流動抵抗低減といった制御技術の新展開を模索する。各分野の成果を有機的に統合し精練化することが、高付加価値、高性能、高効率、高強度、高品質化など、ものづくりイノベーションに結実すると考える。

研究を遂行するためには、以下の要素が必要である。

- (1) テクスチャの界面への影響予測 (シミュレーション) 【吉田】
- (2) テクスチャの加工技術、作成技術 【福島、王、桑野、池田】
- (3) テクスチャの形状評価 【宗澤、桑野】
- (4) テクスチャの界面への影響評価および物理化学現象解明【王、池田】
- (5) 表面の機能性の評価および発見 【福島、吉田】

図1には、各研究者の取り組んでいるスケールや設備能力などを共有し、研究の進め方、試料の共通化や購入機器の検討などを行っている。

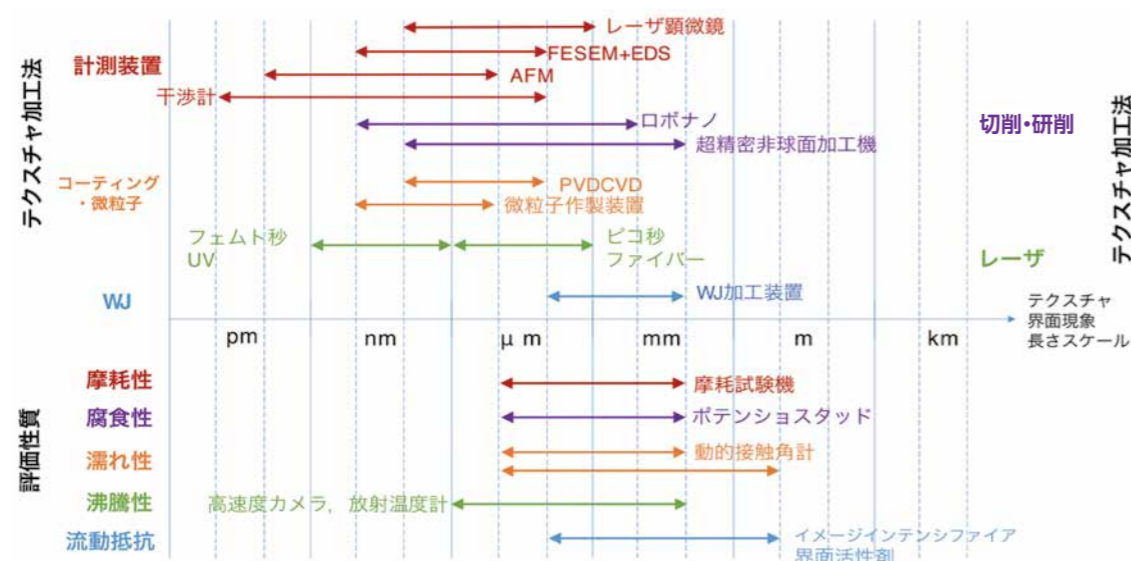


図1 マルチスケールマップ

研究成果等

(1) 研究成果

2年目となったプロジェクトであり、昨年度までの成果をさらに発展させるべく、研究を継続した。特に、ウォータージェット(WJ)技術、レーザ加工による表面微細加工、パルス電流によるメッキ加工の研究等を行った。加工した材料に対する形状評価も行った。また、表面に微細加工された材料の機能性(耐食性等)の評価を行った。

- 1) 炭化物が分散したコバルト基硬質合金は、優れた耐磨耗性や耐熱性を有し、溶接肉盛りや金属溶射層として使われている。その用途をさらに広げるため、種々の水溶液pHおよびCl⁻濃度下で耐食性を検討してみた。その結果、Cl⁻を含まない酸性～アルカリ性の水溶液およびCl⁻を含む中性～アルカリ性の水溶液中で良好な耐食性が確認された。図2には、コバルト基硬質合金に炭化物が分散している様子を示している。

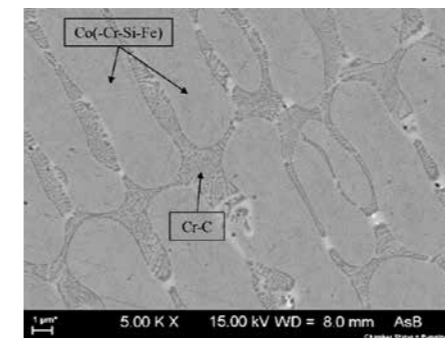


図2 炭化物が分散したコバルト基硬質合金

- 2) ウォータージェットによるテクスチャ加工と線粗さ・面粗さの比較として。基材材料はステンレス鋼(SUS 304)とアルミニウム(A6061)とし、比較用試験片として従来のプラスト法によるものを準備した。WJの加工特性を踏まえ、大まかな加工条件を設定した後、①WJ加工、②レーザ顕微鏡で加工面の評価、③プラスト加工表面との比較、④加工条件の再設定、を繰り返しながら最適条件の抽出を試みた。WJ加工の条件は、WJの噴射圧力Jp、スタンドオフ距離Ds、送り速度VT、繰り返し数を種々変化させた。線粗さおよび面粗さ解析の結果、本年度実施した条件において、WJで作成した表面はプラスト処理と比較して、比較的滑らかなであるが強い異方性を示すことがわかった。

(2) 今後の展開・応用分野等

各共同研究者が保有する実験装置で研究は進められている。試料片については、それぞれの装置で加工できるものが異なるため、現在は共通化していない。今後、研究を進めていく上で、共通化することで、それぞれの研究成果の相乗効果をはかる。

応用分野としては、材料表面を加工することで、界面現象を制御する技術の確立が期待できる。これにより、高性能、高効率、高強度、高品質なものづくりを行うことができる。例として、接着性、反射特性、沸騰特性、着霜・除霜特性、電気化学反応、流動抵抗といった制御技術の新展開が考えられる。

(3) 実績(論文・特許・共同研究・産学連携・補助金)等

- 受託研究 / 福島千晴:公益財団法人 ちゅうごく産業創造センター、平成29年度 産業創出研究会、「高速ウォータージェットを利用した表面微細加工技術の開発」
科学研究費 / 王栄光、福島千晴、他1名:挑戦的研究(萌芽)、「AFMを用いた水溶液中でのステンレス鋼の不動態皮膜のその場超高倍率観察と構造解析」
論文 /
1. Rongguang Wang, 他3名: "Single loop electrochemical potentiokinetic reactivation behaviour of continuously cooled SUS329J4L duplex stainless steel", International Journal of Mechanical Systems Engineering, Vol. 3, 1, 125, pp.1-7 (2017)
2. Rongguang Wang, 他4名: "Electro-wetting behavior of sodium chloride aqueous solution on hydrophobic surfaces of stainless steel and its influence on polarization", Materials Transaction, Vol.58, pp.1670-1678 (2017)
解説 / 機械表面機能・界面工学研究センター:「界面を起点とするものづくりイノベーションを目指して」、精密工学会誌、Vol.83, No.11, pp.1018-1019(2017)