～Splat Group～

『溶射プロセスを制御化するための粒子偏平・凝固現象の解明』

M2中野健太，M1 Liu Qinpeng，M1鈴木大輝，B4前田夏輝

研究内容

溶射粒子が基材に衝突する際、大きく分けて二種類の偏平形態に分かれることが知られているが、そのメカニズムは明らかにされていない。この研究では溶射粒子偏平形態の変化に最も影響を与える因子の解明を試みる。

溶射プロセス

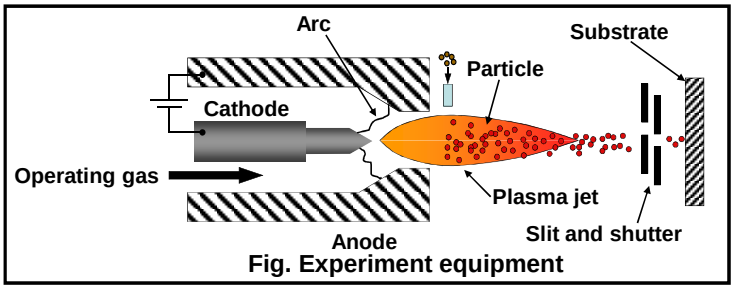
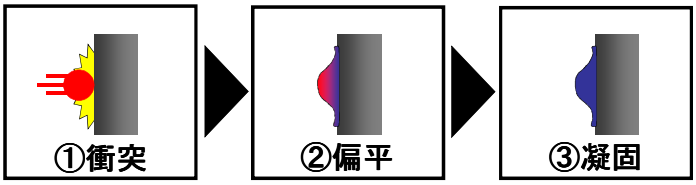


Fig. Experiment equipment

溶射粒子の偏平挙動



ディスク状スプラット発生割合と温度・圧力の関係

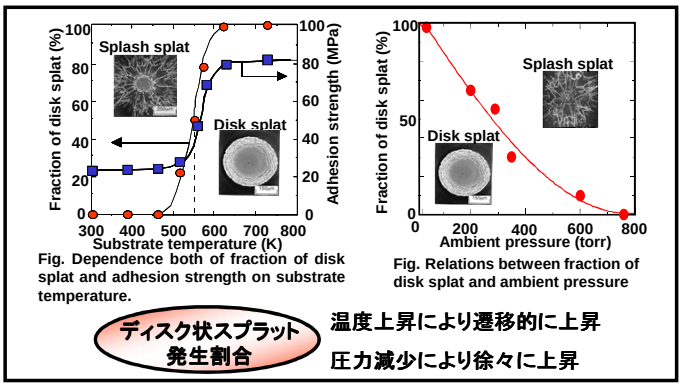


Fig. Dependence both of fraction of disk splat and adhesion strength on substrate temperature.

Fig. Relations between fraction of disk splat and ambient pressure

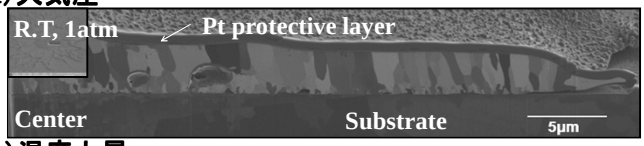
ディスク状スプラット発生割合

温度上昇により遷移的に上昇

圧力減少により徐々に上昇

スプラットの断面観察

(a)大気圧



(b)温度上昇

(c)圧力減少

実験内容：溶射実験（APS，LPPS）、液滴自由落下実験、ぬれ性評価

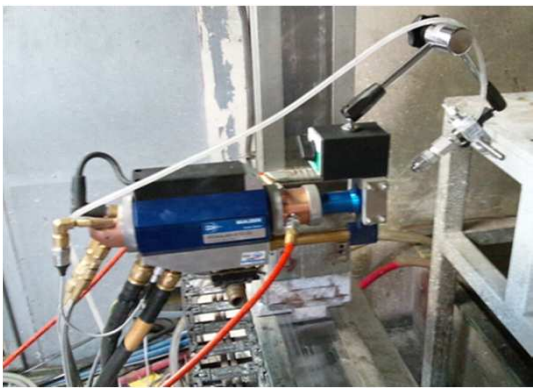
サスペンション溶射グループ

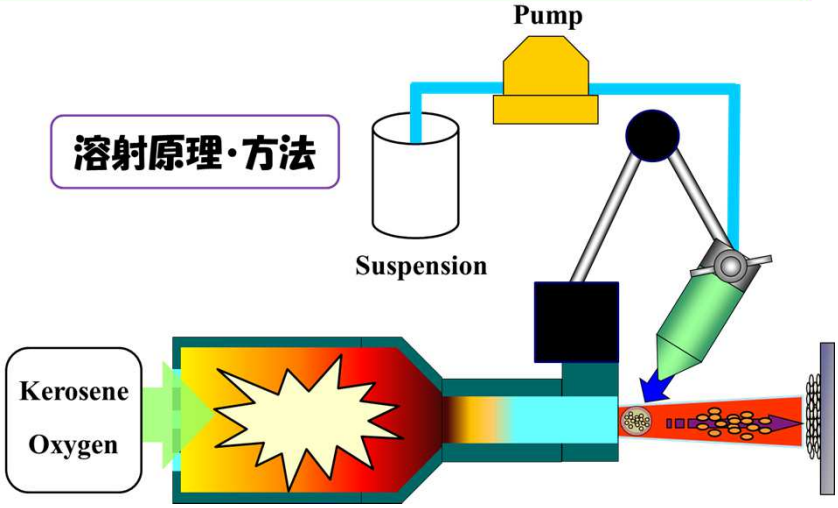
～サスペンションHVOFによる機能性セラミックス皮膜の作製～

M2 古川 和明 M1 砂田 貴彬 B4 大津 嶺斗

溶射法は、皮膜を作製する表面改質法の一つである。
高速フレーム溶射（HVOF）法は、高圧の酸素および燃料により形成した超音速のジェットフレームを使用することで，溶射材への熱影響を抑制し，より高密度な皮膜を作製する方法である．
本研究は、HVOF法を用いて微細粉末によるサスペンションを溶射材とすることで，セラミックス材料皮膜の作製および、その皮膜特性の向上を目指している。実験内容：溶射実験、皮膜特性評価（SEM,XRD）

実験装置(HVOF)外観図





～Blast polishing Group～

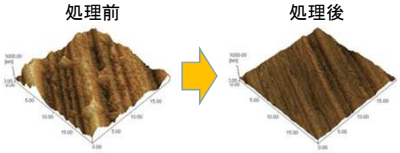
『ブラスト研磨法による超硬合金の研磨機構に関する研究』

D2 高井 一輝、M2 Mohd Nizar、B4 有松 直弥

研究背景

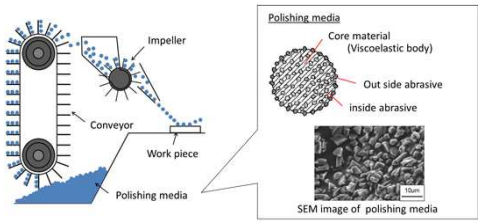
- 近年，超硬合金を母材とした切削工具の生産に，CNC工具研削盤が活用されている．
- これら設備の急速な高性能化により，技能レベルを問わず複雑形状の切削工具が容易に生産可能になりつつある．
- 現在では，工具形状以外の視点から付加価値を与える手法が注目されている．
- ブラスト研磨法による最終研磨仕上げは表面性状改善策の一つとして注目されている．

切削工具の表面処理例



ブラスト研磨法とは？

- 粘弾性体である核体の表面に微細な硬質粒子を担持させた特殊研磨材（研磨メディア）を加工物に投射して研磨を行う手法．
- 研磨メディアが衝突時に加工物の形状に倣って加工が行われるため，複雑な曲面を有する加工物の鏡面加工が得意．
- 金型や切削工具の最終仕上げに適用されることが多い．



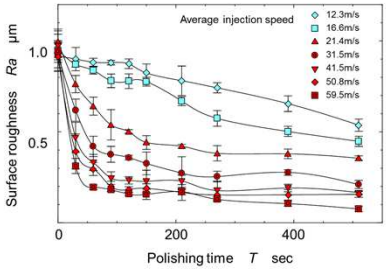
研究目的・成果

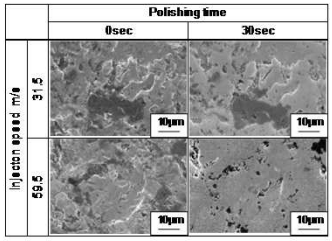
問題点

✓ 研磨機構を詳細に解明した事例は少ない．
✓ 処理条件の最適化および高能率化に向けた指針も明らかでない．

目的の表面性状とする為の条件選定時に多くの時間を必要としていた．

本研究では超硬合金の加工面性状に影響する支配的因子を明らかにし，研磨機構の解明を行う．





SEMによる加工面観察結果

研磨メディアの高速度投射により研磨効率が向上する

～Plasma process Group～

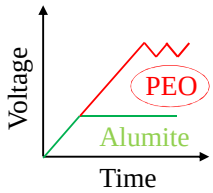
『プラズマ電解酸化法を用いた酸化皮膜の作製及び反応プロセスの解明』

M2 廣永 光希　B4 林 克樹

アルミニウムの表面処理

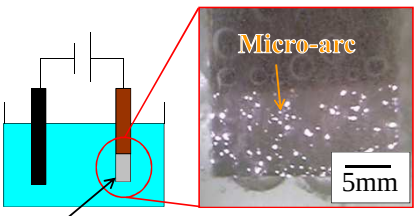
・めっき
・化成処理
・アルマイト（陽極酸化）

電気化学的に酸化皮膜を形成
印加電圧：低め（数十V）



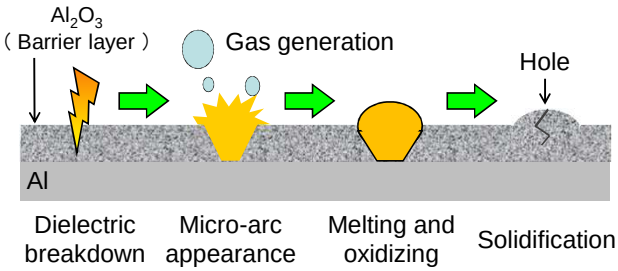
プラズマ電解酸化法（PEO）

・陽極酸化領域を超えた処理電圧
・処理中表面に火花放電が発生
・皮膜は防食性・耐摩耗性に優れる



Light metals (Al, Mg, Ti etc.)

PEOにおける成膜プロセスの構成単位



成膜は不連続であり挙動が複雑　詳細は不明瞭

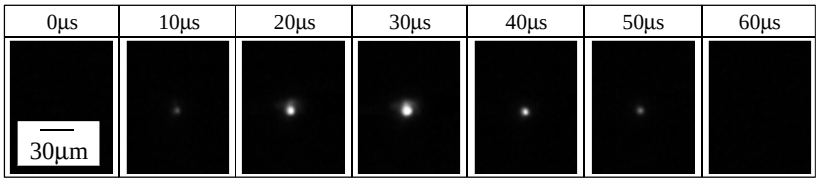
本研究の目的

本研究では，PEOによる皮膜創製と成膜プロセスの解明を目的としている．

・反応のリアルタイム観察
　放電などの現象を微視的に観察、分析
・皮膜（構造、組成）の分析
・電気化学反応の調査
　電圧・電流挙動、電解液の分析など

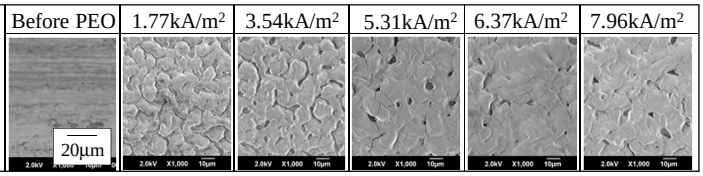
PEOの反応プロセスを考察

高速度カメラによる単一マイクロアークの観察



SEMによる皮膜表面の観察

電流密度の違いによる皮膜形態の差



摩擦攪拌接合：Friction Stir Welding (FSW)

PD 田無辺, M2 今井新, M1 安道直幸, 中村裕也,
山口森彦, B4 伊東篤志

近年、輸送機器において、強度を保ちながら軽量化を実現するために鉄鋼材料とアルミ合金を組み合わせたハイブリッド構造体が注目されている。しかし、このような異種金属の接合に溶融溶接を用いると、接合部に脆い金属間化合物層を厚く生成してしまうため強度が得られないという問題がある。そこで固相接合法である摩擦攪拌接合に注目した。現在、本研究室では摩擦攪拌による異種金属接合の接合機構の解明を目的とし、接合線形状やツール位置などの接合パラメータの影響調査及び有限要素法によるシミュレーションを行っている。

接合プロセス

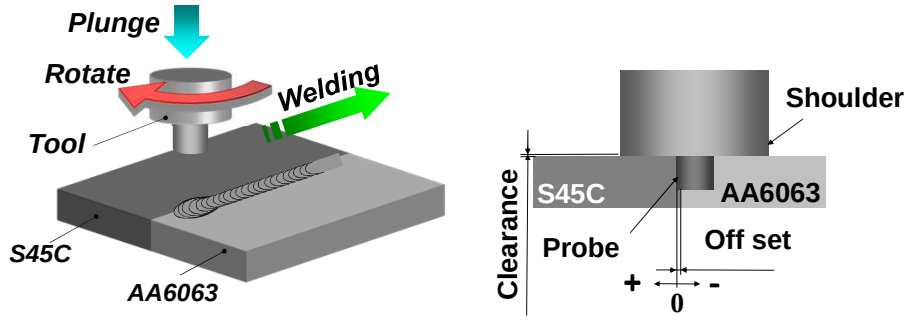
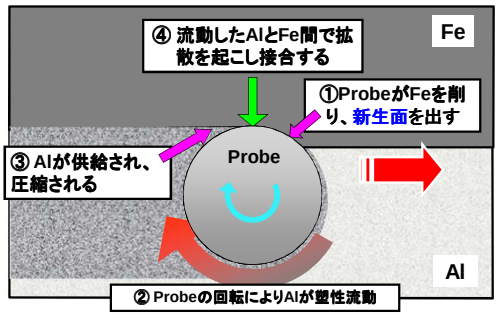


Fig. Schematic figure of FSW between Al and Fe.

異種材料接合のメカニズム



有限要素法によるシミュレーション

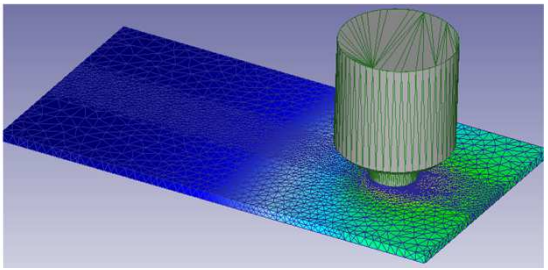
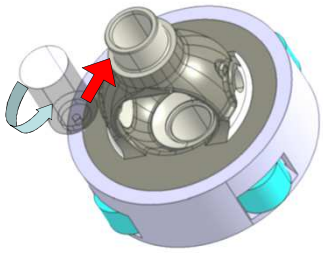


Fig. Figure of analysis by DEFORM-3D

二次元、三次元における接合技術の適用

現在、本研究室では自動車駆動系部品に対する異種材料摩擦攪拌接合の適用に向けた円周接合の調査を行っている。
異種材料接合において、直線接合と円周接合では適正な接合条件や接合強度などが異なることから接合線形状の変化によって接合現象がどのように変化するのか調査が必要である。



摩擦攪拌点接合：Friction Spot Joining (FSJ)

M1 神原徹, B4 中村孝洋

軟質材料同士の接合

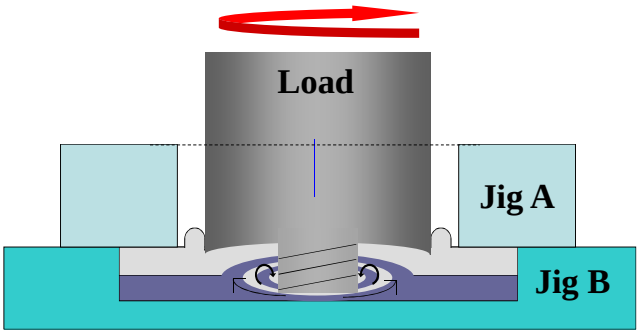
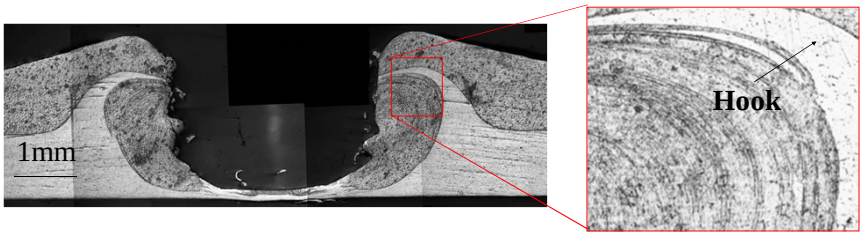


Fig. 軟質材料同士接合の模式図

プローブ近傍では下降する塑性流動が，プローブ底部で上昇する塑性流動が生じ，上板と下板が層状となる攪拌部を形成し，塑性流動に伴いフッキングが生じる．



軟質材料×硬質材料（上板：軟質材料，下板：硬質材料）の接合

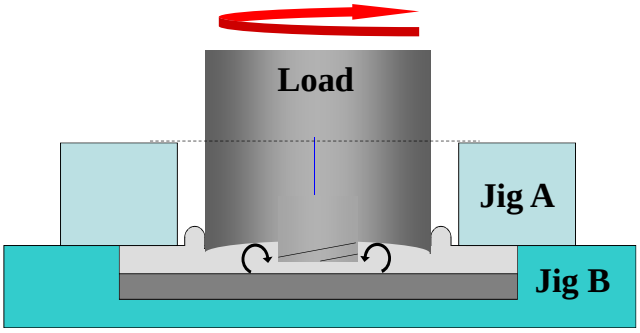
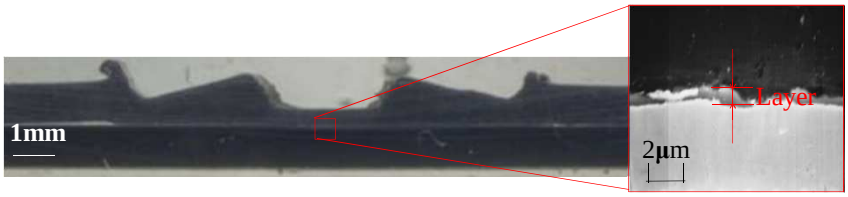


Fig. 軟質材料×硬質材料接合の模式図

異種金属における摩擦攪拌点接合は，回転ツールを接合材料に挿入し，ツールと材料間に発生する摩擦熱により軟化した材料が塑性流動を起こし界面に押し付けられることにより、酸化層などが除去され新生面が接することで接合される．

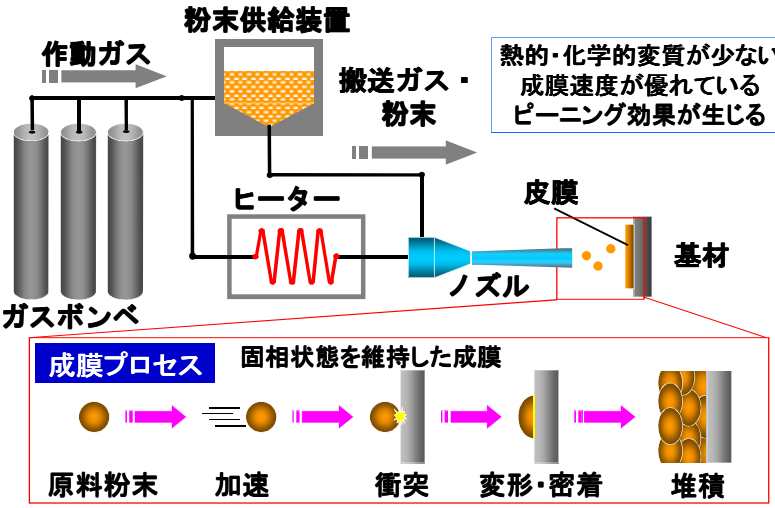


～Cold Spray Group～

『コールドスプレー法を用いた機能性皮膜の創製および成膜メカニズム解明』

D1渡辺悠太，M1石原智行，M1佐藤 学，M1吉田知聖

コールドスプレー法（CS法）



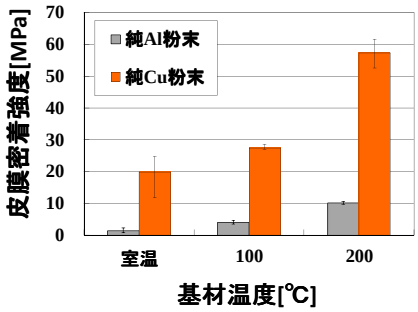
コールドスプレー皮膜の密着強度に与える基材温度の影響

現　状

基材温度を上昇させることで皮膜の密着強度が上昇する

課　題

密着強度を上昇させる因子が不明瞭



基材温度が密着強度に影響を及ぼすメカニズムを解明する

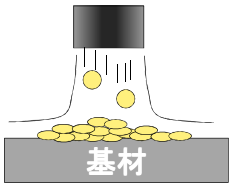
アナターゼ型酸化チタニウム

現　状

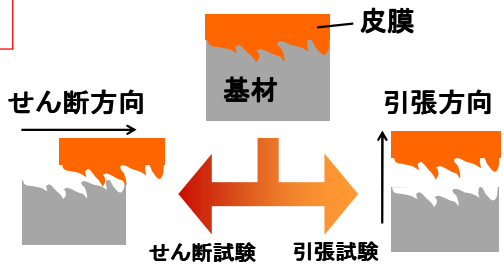
CS法を用いたアナターゼ型TiO2厚膜の製膜に成功

問題点

付着メカニズムが不明瞭



成膜メカニズムを解明する



現　状

皮膜の密着強度試験に引張試験とせん断試験が用いられている

課　題

互いの方法で得られた強度の相関が不明瞭

引張試験およびせん断試験それぞれの強度の相関を調査する

粒子制御およびCS法による成膜に関する研究

M2　江本大輔

研究概要

CS法を用いて**高品質・高機能皮膜**を作製するためには，成膜条件と**粉末粒子パラメータ**の両方の制御が必須である．本研究では主に複合皮膜の作製を目的とした粉末を作製し、成膜・特性評価を行う．

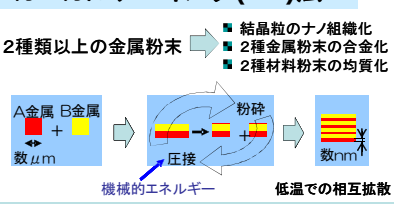
皮膜に**影響**を与える

粒子パラメータ

- 粒子分布 ・粒子径
- 粒子形状 ・粒子強度
- 組成 ・流動性 etc...

粉末粒子制御方法

メカニカルアロイング(MA)法



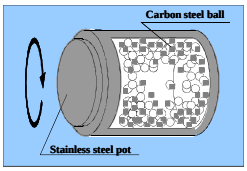
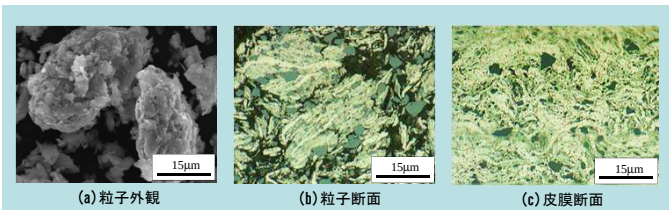


Fig. ボールミリング模式図



(a) 粒子外観　(b) 粒子断面　(c) 皮膜断面

実施例

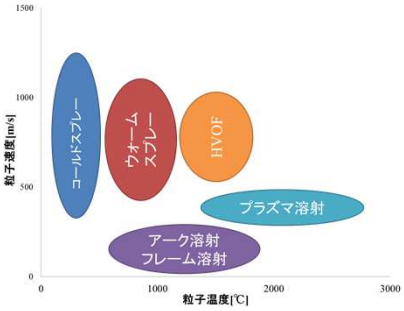
- Cu/Cr　・Al/Si
- MoS_2/Cu　etc...

研究内容

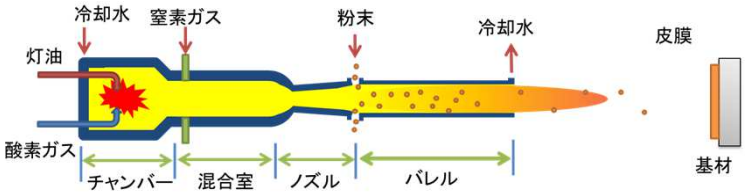
- 機能性複合皮膜の作製と評価
- 複合粉末の付着挙動調査

新たな溶射法によるアプローチ

PD　Ganesan Amirthan
M1　徳山　博之
B4　岡田　拓馬



各溶射法での粒子と温度の分類



ウォームスプレーの原理図

新たな溶射法によるアプローチとしてウォームスプレー法（以下，WS法）が開発された．これは，チャンバー内で灯油と酸素を混合・燃焼させ，その燃焼ガスへ不活性ガスである窒素を混合させることで温度を低下させたガスをコンバージェント・ダイバージェントノズルを経て超音速流にする．そこに原料粉末を供給し，直管のバレル部で加速・加熱してから大気中に放出し基材に衝突させて成膜する．これによって，上図に示すように高速フレーム溶射とCS法の中間的な性質をもち，それらの溶射法では困難とされていたチタン及び各種合金の材料粒子を溶融させずに軟化状態で成膜させることで高品質な皮膜を作製する．

Aerosol Deposition法によるセラミックス皮膜の創製

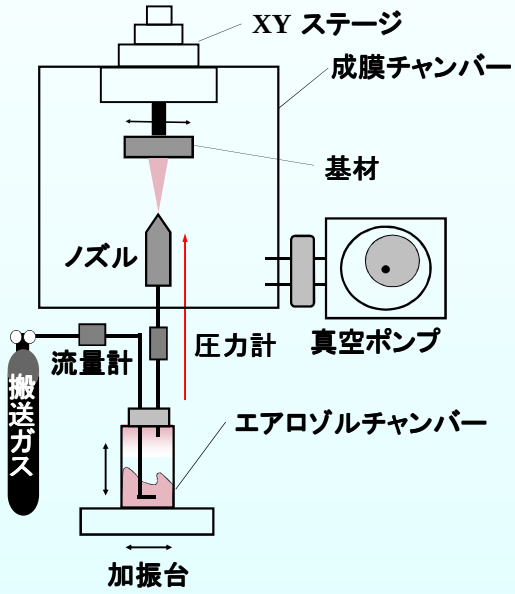
M2 佐々木一磨　B4 宮下順一

エアロゾルデポジション法（AD法）とは

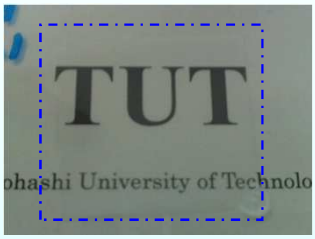
搬送ガスを流してエアロゾルを発生させ、真空にした成膜チャンバー内にある基材に対して、ノズルを用いて加速したエアロゾル粒子を噴射することで成膜を行う。

エアロゾルデポジション法は、非加熱かつ高成膜速度で緻密で透明な皮膜の創製が可能という特徴を有する。

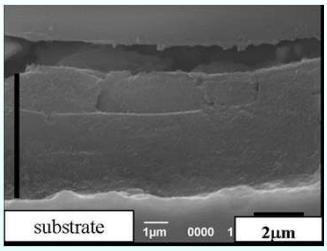
AD装置概略図



AD法により作製した皮膜



皮膜表面



皮膜断面

研究内容

- AD法における粒子の付着メカニズムの解明
- セラミックス材料を用いた機能性皮膜の創製

etc…

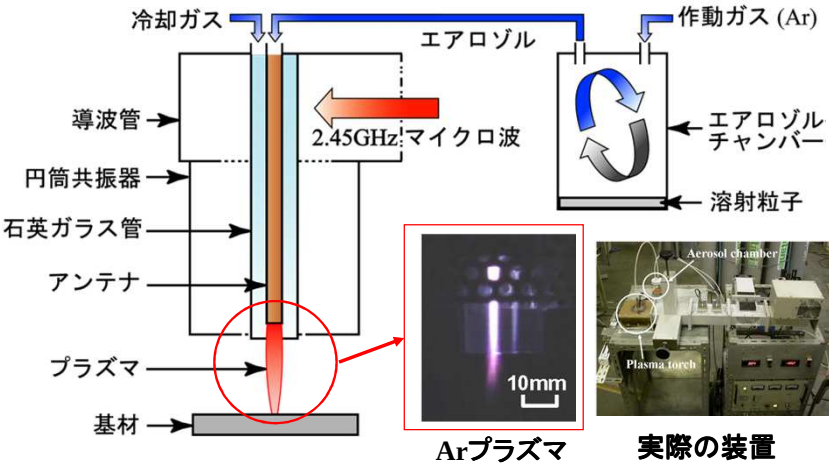
～Microwave Plasma Group～

『低電力大気圧マイクロ波プラズマ溶射法』

D1 Redza　B4 山田啓輔

低電力（約1kW）でのプラズマ溶射では、溶射材料や溶射基材への過剰な入熱の抑制が期待され、また、マイクロ波放電は、大気圧下で高温プラズマや反応性プラズマが生成でき、プラズマ溶射への応用が期待される。そこで、本研究では約1kWの低電力で溶射を可能とする大気圧マイクロ波プラズマ溶射装置（Arプラズマ温度：約5000K）を開発し、数μmサイズの金属粒子やセラミックス粒子を用いて低融点基材への皮膜作製を試みている。

大気圧マイクロ波プラズマ溶射装置

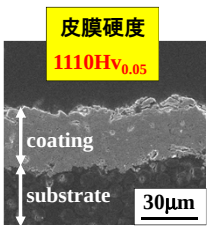


Arプラズマ　実際の装置

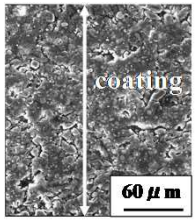
溶射条件と皮膜の断面SEM像

溶射条件

入力電力量	0.5～1.0kW
作動ガス	Ar, N_2
溶射粒子	Cr , Hydroxyapatite
溶射粒子サイズ	ϕ5μm, ϕ20μm
基材	SUS304, CFRP



Cr皮膜



Hydroxyapatite皮膜