

公益社団法人 精密工学会

ナノ精度機械加工専門委員会

**Committee for Nano-Precision
Mechanical Manufacturing Technology**

The Japan Society for Precision Engineering



ナノ精度機械加工専門委員会



委員長 厨川 常元

東北大学 大学院医工学研究科
生体機能創成学分野
大学院工学研究科
機械機能創成専攻 ナノ精度加工学分野
教授

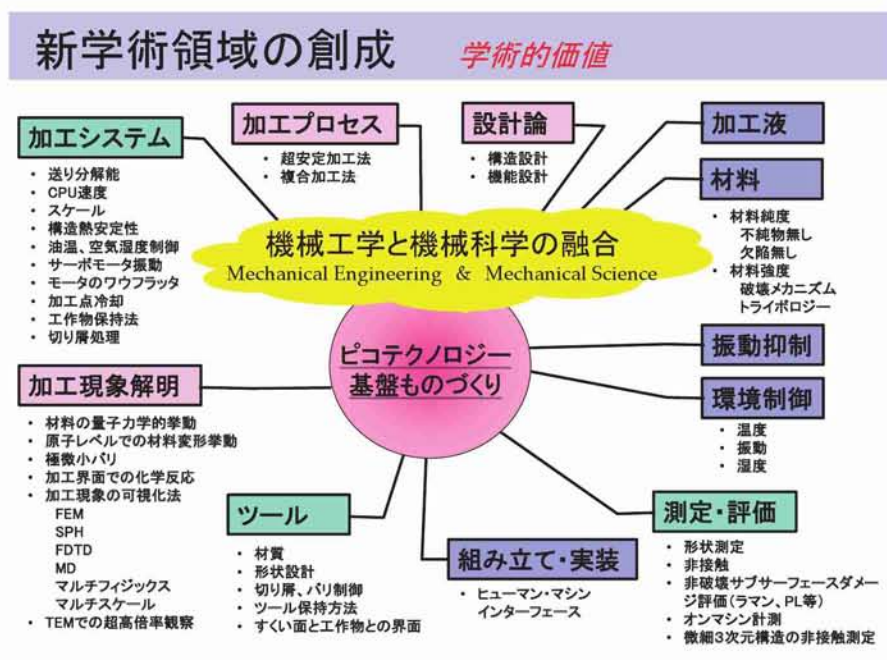
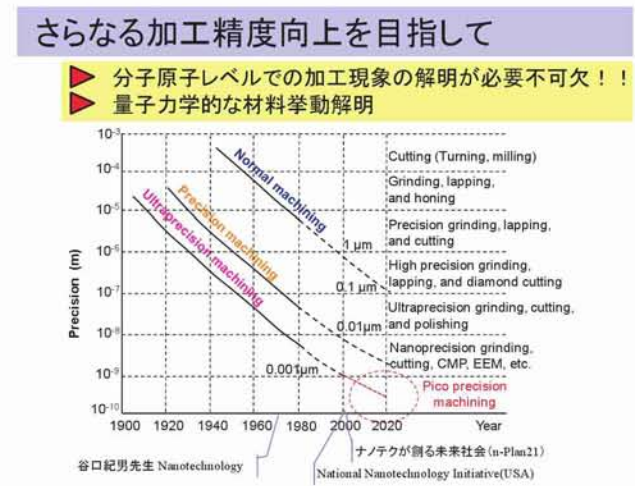
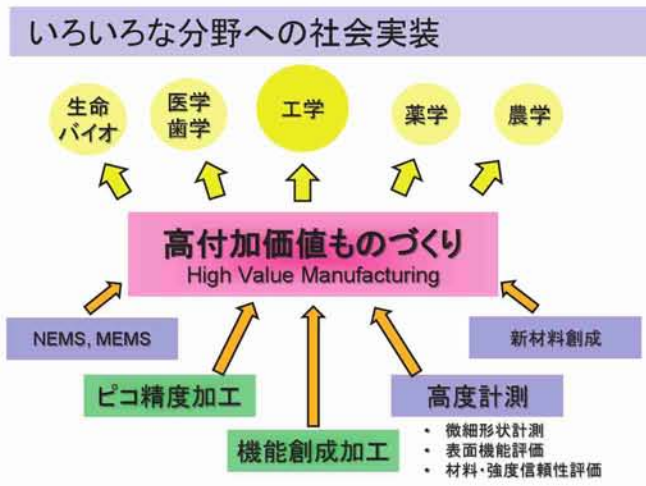
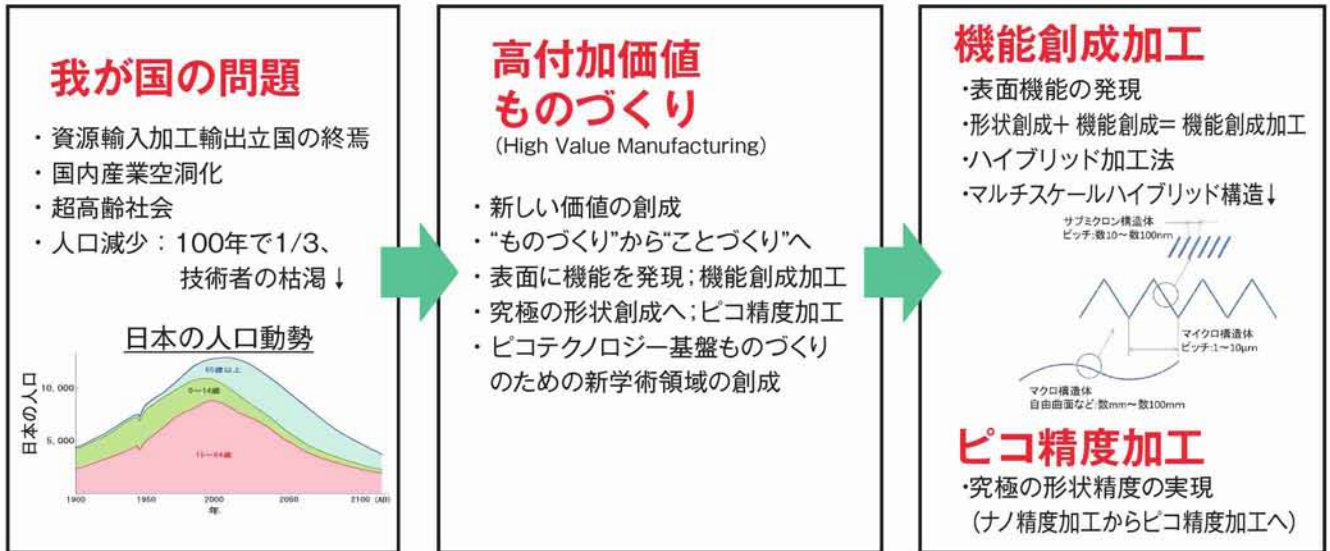
設立趣旨

これまでの日本の“ものづくり”は、技術と技能の融合のもとで高い水準を維持してきた。しかし人件費の安いアジア諸国の台頭、各企業の海外展開による現地調達の実現等により、日本の製造業における国際競争力が低下してきている。例えば、樹脂製非球面レンズのように、製造プロセスが確立した製品においては、超精密加工製品といえども国内では価格競争の波にのまれ、海外に生産拠点が移動し始めているのが現状である。このような状況の中で、日本の“ものづくり”がこれからも世界をリードしていくためには、海外の技術では到達できないような、より高い精度と付加価値をもった製品の生産に転換していかざるをえない。

すなわち今後は、ナノオーダーの超平滑な表面並びにナノ精度の3次元形状を有する構造体を創成する超精密加工技術と、原子や分子の加除を精緻な制御によって達成し、微細な構造体を創成する超微細加工技術の2つを駆使した生産加工技術の開発研究の促進が必要不可欠である。本委員会は特に、前者の超精密加工技術をさらに発展させたナノ精度機械加工技術やM² (Micro/Meso Mechanical Manufacturing) プロセス技術の開発研究を、産業界のニーズを取り入れながら行う。

日本の大学の研究室においては、機械加工技術の研究者が年々少なくなっているのが現状である。このような状況の中、企業サイドからのご意見、ご批判等を生かしながら、学学連携を基盤に産学連携を強力に推し進め、これからの機械加工学がどうあるべきかを考えるとともに、これからの日本企業を支える機械加工技術は何であるかを共に考える場を提供する。

高付加価値ものづくりを目指して



研究内容の概要

1 ナノ精度機械加工技術



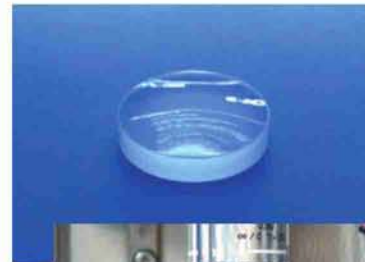
日本の“ものづくり”がこれからも世界をリードしていくためには、海外の技術では到達できないような、より高い精度と付加価値をもった製品開発を強力に推進していかなければならない。そのためには、ナノオーダーの超平滑な表面、並びにナノ精度の3次元形状を有する構造体を創成する超精密加工技術と、原子や分子の加除を精緻な制御によって達成し、微細な構造体を創成する超微細加工技術の2つを駆使した生産加工技術の開発研究の促進が必要不可欠である。本研究は、ナノオーダーの超平滑な表面、並びにナノ精度の3次元形状を有する自由曲面等の構造体を創成する超精密機械加工技術をさらに進展させるための新しい加工法の研究開発を行っている。これまでの形状創成に加え、機能創成まで考慮した新しいインターフェイス創成を目指すものである。



5軸制御非球面加工装置



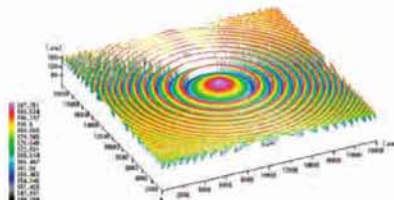
超硬製非球面金型



非球面ガラスレンズとナノ精度非接触測定



シリコンの非球面レンズ



ゲルマニウム製フレネルレンズ

a 非球面レンズ・プレス金型のナノ精度研削加工

本研究室では形状精度を向上させることのできる円弧包絡研削法、仕上面粗さを向上させることのできる平行研削法、均一な加工面を得ることのできる超安

定加工法を提案し、実用化させた。これをさらに発展させ、形状誤差パターンがないガラス製非球面レンズやプレス金型のナノ精度非球面研削法を確立する。

b 大口径非球面ガラスレンズの高エネルギー・高精度粗研削法の開発

大口径非球面ガラスレンズの直接研削、研磨加工工程において、多くの時間を要するのが、非球面形状を創成する粗加工である。本研究はこの粗研削工程

の時間を大幅に短縮するための手法と加工システムの開発を行うものである。

c 非球面のナノポグラフィー創成理論

これまでの非球面加工結果の評価は、形状精度と表面粗さの二つであった。しかしさらなる光学性能向上を目指すためには、加工面の均一性がより重要になってくる。そこで加工面のナノポグラフィー創成に関

する基礎的研究と、砥粒切れ刃あるいはダイヤモンドバイトの運動軌跡をシミュレーションするソフトウェアを開発し、均一性の高い加工面を得るための最適加工条件の設定を可能にする手法を確立する。

d 非球面形状の精密ナノ計測

プローブ走査による非球面形状計測において、プローブの非線形誤差の自律校正、プローブ先端球形状誤差の計測補正、走査基準の高精度化などのアプロ

ーチから、非球面形状をナノメートルオーダーの精度で計測することを目標に研究を行う。また、ダイヤモンドバイト刃先形状のナノ精度機上計測・評価法の開発を行う。

e 超精密平面ホーニング加工

本加工法は、ラップ工具を極微粒ダイヤモンド砥石に置き換えて材料除去を行う平面加工法である。開発した高剛性の超精密平面ホーニング装置を用いることにより、平坦度の高い鏡面を短時間で得ることができる。さ

らに加工ダメージが小さいため、これまで不可能であったウエハの薄板加工(0.01mm以下)が可能となる。シリコン、水晶をはじめ、各種半導体材料、光学結晶材料、セラミックスなどのウエハ加工に応用する手法を確立する。

f 極薄外周刃ブレードによる超精密切断・溝加工

極薄外周刃ブレードの切れ曲がりを、ブレードガイドを用いてアクティブに抑制することで高精度に切断・溝加工を行うシステムの構築を行う。これまで渦電流

式変位センサを用いてブレードのたわみを計測してきたが、それ以外の種類のブレードにも対応できるよう、たわみ計測方法に改良を加える。

g 極微粒ダイヤモンド砥石の高付加価値利用技術

極微粒ダイヤモンド砥石専用のツルアの開発、超高集中度マイクロ砥石の開発、均一分散型極微粒ダイヤモンド砥石の開発、マイクロ砥石のための高集中度レーザーコン

ディショニング技術の開発、極微粒ハイブリッドボンド砥石と電解コンディショニング技術、二重リング形回転電極を用いた接触放電V字ソーリング等に関する研究を行う。

h 超精密切削によるナノ精度形状創成

多軸数値制御加工機を駆使し、極めて鋭利な単結晶ダイヤモンド工具を用いて材料除去を行い、ナノレベルの形状精度を有する非球面・自由曲面・フレネルレンズ、回折格子・微細構造およびそれらの成形金

型の創成を行う。これらの加工技術は光学系の小型化、高機能化、大型液晶ディスプレイの高画質化などに大きく貢献するものである。

i 半導体・単結晶の完全表面創成

半導体や単結晶等のいわゆる硬脆材料であっても、一定の条件を満たせば金属と同様に延性モード加工が可能である。これにより、従来不可能とされてきた硬脆材料の高精度・高能率・複雑形状の加工が可

能となり、様々な新機能光電デバイスの開発が実現できる。赤外線領域用単結晶Si、Ge、CaF₂非球面レンズ、車載ナイトビジョン用超薄型回折レンズの開発を行う。

j ナノ秒パルスレーザーを用いたシリコンウエハ加工変質層の完全修復

レーザーラマン分光による加工変質層の非破壊検査法を提案し、ナノ秒パルスレーザーを用いた加工変質層の完全修復にも成功した。この技術を応用し、Si

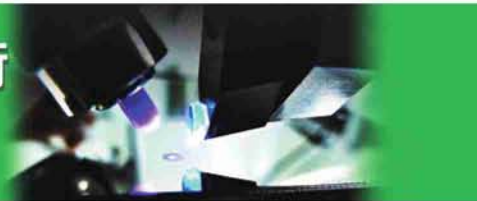
製フレネルレンズ等のナノ精度切削加工により生じた加工ダメージを修復する装置の開発を行う。

k 光学ガラスの超精密3次元プレス成形

赤外線などを利用して石英や光学ガラス等の素材をガラス遷移点付近まで加熱し、金型を介して圧力を加えることによって精密な微小3次元形状を成形するネットシェーブ加工について研究を行う。特に成形時における

材料の微視的な流動現象および高温高圧での素材・金型間の界面現象に着目し、最適な加熱・加圧方式および金型の長寿命化、プレス時間の大幅短縮を達成するための界面処理・薄膜技術などについて検討を行う。

2 機能性インターフェース創成技術



2-1 複合加工プロセスによる機能性インターフェース創成

a 3D 超音波振動援用マイクロ加工によるナノ・マイクロ3次元複合構造体の創成

超精密加工により創り出した溝やピラミッド形状のマイクロ構造体の上に、サブミクロンサイズの微細構造体を創成するための機械的手法、ならびに光学的手法の開発を行っている。とくに、超音波援用研削法は高速でサブミクロンサイズの周期構造を創成することが可能である。

本研究室では、3軸方向に振動可能な3D超音波スピンドルを開発するとともに、これまでに蓄積してきた極微粒ダイヤモンド砥石の製造ノウハウ、超精密ツールイン

グ・ドレッシング技術を駆使して、高効率かつ大面積にサブミクロンサイズの微細周期構造を創成することに成功している。

現在は、本プロセスで創成される多彩な形状の構造体に対して、形状を考慮に含め、濡れ性をはじめとする様々な機能性を記述できる解析手法の構築を行っており、目的とする機能から逆算的に構造をデザインする方法を開発している。

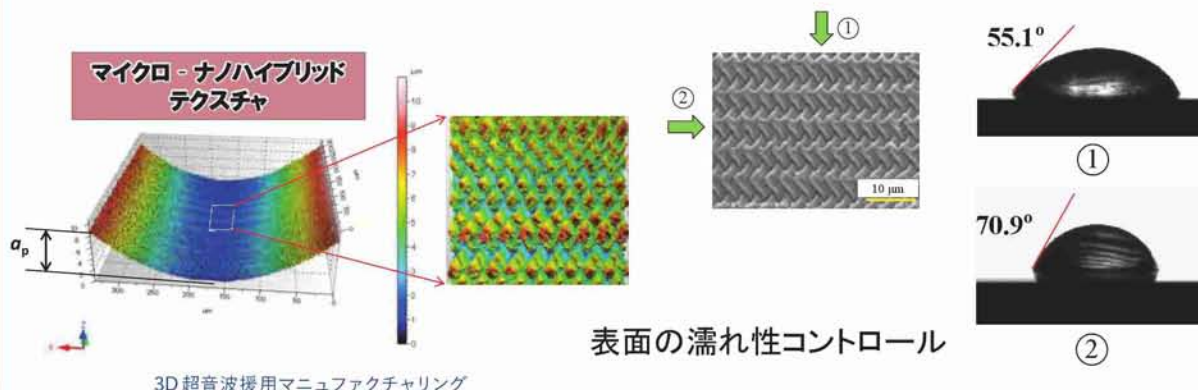
b レーザ援用マイクロ切削法による微細構造体の創成

光学素子成形などに利用される微細構造を有する金型を超精密切削により作製する場合には、その原理上、バリや欠けといった欠陥がサブマイクロからマイクロメートルオーダで発生し、形状精度が低下する。さらに対象とする構造の微小化により欠陥の影響は相対的に増大するため、製品の更なる微細化、高精度化を実現するためには欠陥の抑制が重要な課題となる。

本研究室では、この課題を解決する加工法として、レーザー照射に伴う局所加熱を利用するレーザー援用マイクロ切削法を提案している。レーザー照射は、材料表面の物性を変化させる手法として非常に有効なツールになる。そ

のような現象を利用し、機械加工プロセス（超精密切削）にレーザー照射を援用することにより、切りくず生成部分の局所的な材料物性を変化させ、微細構造体を欠陥レスで高効率に加工するプロセスの構築を行っている。

本研究ではこれまでに、解析と実験によりその効果の実証を行っている。具体的には、レーザー走査を模擬した移動熱源熱伝導解析によりレーザー加熱の効果を定量的に明らかにしている。また、切削実験によってレーザー援用マイクロ切削の有効性について検証を行っており、提案手法による切削抵抗低減効果や、それに伴う欠陥抑制効果を明らかにしている。

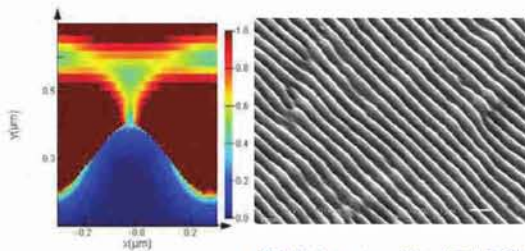


2-2 光による機能性表面創成

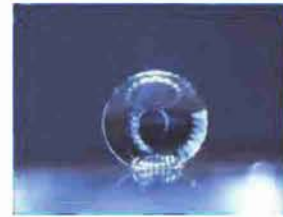
c 超短パルスレーザーによるナノ周期構造の創成

材料にレーザーを照射すると、その条件によって表面の幾何学的な形状や化学的な組成が様々に変化する。例えば、超短パルス（ピコ秒～フェムト秒）のレーザー照射を利用することにより、材料表面に周期性あるいはランダム性を有する構造が創成され、様々な機能を付与することが可能になる。本研究室では、レーザーを材料に照射した際に生じる現象をシミュレーションにより可視

化するとともに、量子物理学的な発想で現象の解明を行い、実用を想定した実験を通じて新しい機能性インターフェース創成技術を提案している。本手法によって得られる多彩な幾何学形状は「濡れ性」や「光学機能」、「潤滑性」などの様々な機能を発現できる可能性があり、実用的な観点からも革新的なプロセスとして期待されている。



(超)短パルスレーザーによる大面積微細構造創成

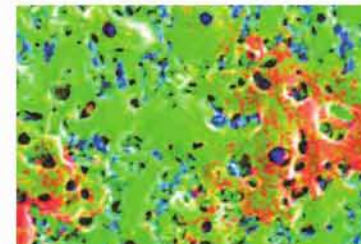
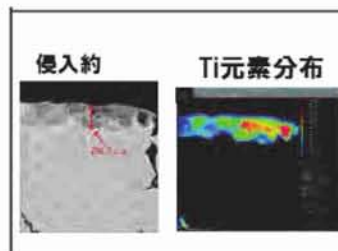
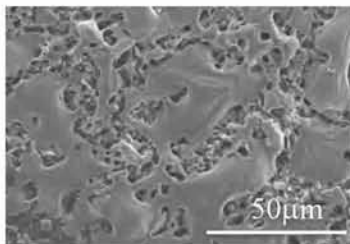


超撥水表面創成

d 低摩擦・低摩耗表面創成のためのプラズマショットプロセスの開発

プラズマショット（PS）法は放電加工を応用した新しい表面処理手法である。PS法は、電極-工作物間に連続的なパルス放電を発生させることにより電極を溶融させ、工作物上にその成分を移行させることで改質層を形成する。本手法では、微細なパルス状の放電が局所的に繰り返されるため、被処理材表面には微細なくぼみ（マイクロディンプル）が形成される。またそれと同時に、電極材料が溶融した状態で工作物側に移行し、一部基材と混合溶融することで密着性の高い改質層を

形成できる。これらの特徴を活かすことで、低摩擦かつ低摩耗を有する魅力的な表面の創成が期待できる。本研究室では、プラズマショットプロセスで生じる幾何学的・化学的現象について、実験的アプローチと解析的なアプローチの両面から解明し、所望の機能を効果的に発現させるプロセスの構築に取り組んでいる。また、PS法と研削加工の複合プロセスも提案しており、高い潤滑性を持つとされる“プラトー構造”を極めてシンプルなプロセスで創成することを狙っている。



赤:Ti
青:C
緑:Fe
黒:Si

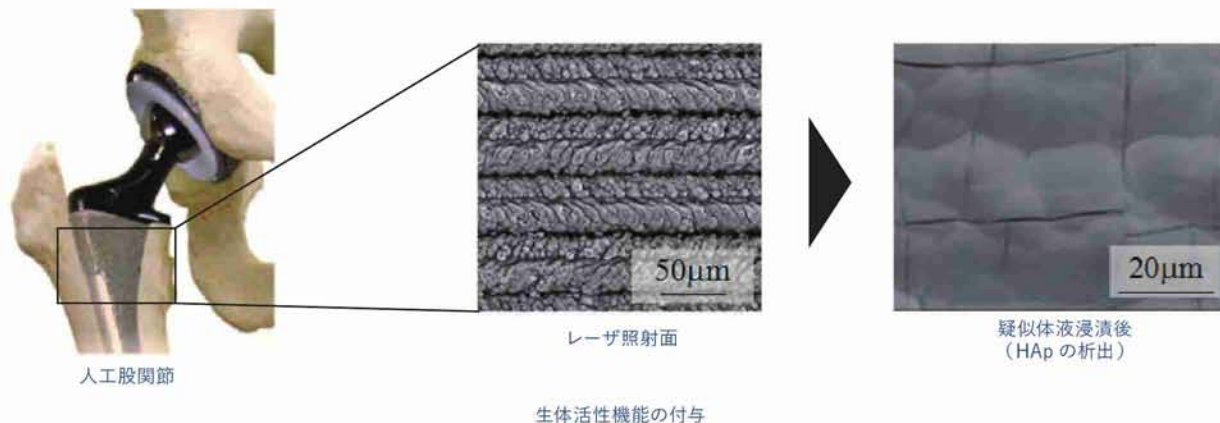
プラズマショット(TiC電極)による機能性表面創成

2-3 バイオインターフェース創成

e レーザによる生体親和性付与

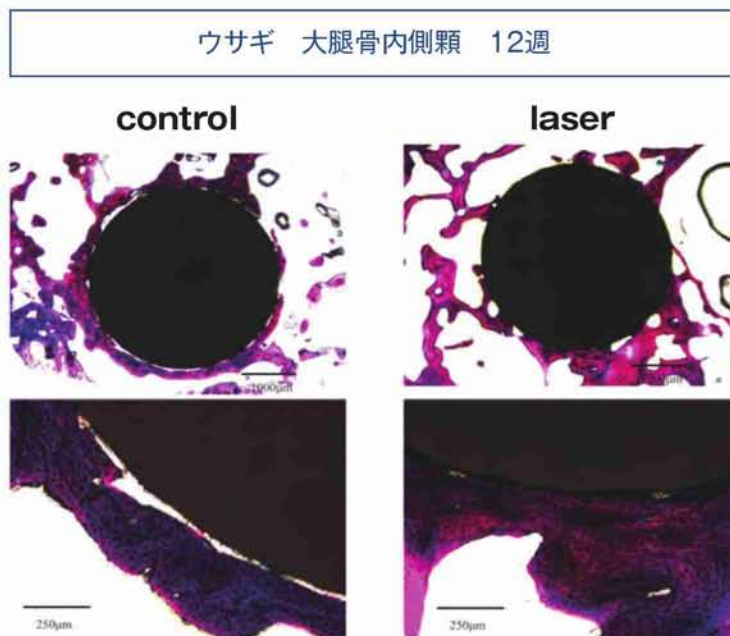
バイオマテリアルには、生体組織や細胞に対する高い親和性が求められる。本研究室では、様々な表面創成プロセスを利用して「生体に優しい」表面づくりに取り組んでいる。例えばレーザー照射を利用することにより、チタン系材料に対して生体に活性な機能を付与することに成功

している。このような機能を持つ材料を生体内に埋入すると、表面にハイドロキシアパタイト（骨や歯の主成分）が自然に析出する。この方法を利用すれば骨との固着性に格段に優れたインプラントを作製することが可能であり、人工関節や歯科インプラントなどへの応用が期待できる。



f 生体親和表面・バイオメテック表面の創成

材料表面の幾何学的な形状や化学的な組成により、生体細胞や組織へのインタラクションが変化する。この現象に着目し、バイオメテックな発想による表面の創成に取り組んでいる。例えば、細胞が瞬時に固着する、あるいは逆にそれらが全く寄り付かない表面を創ることを狙っている。このような手法を駆使し、医療・バイオ分野への新たなブレイクスルーを目指している。



1) Fukayo Y., Amemiya T., Nakaoka K., Mizutani M., Komotori J., Hamada Y., and Hayakawa T.: "Bone and gingival connective tissue responses towards nanosecond-pulsed laser-treated titanium implants", Journal of Hard Tissue Biology, 25, 2, (2016), 181-194.

動物実験により骨親和性の向上を確認¹⁾

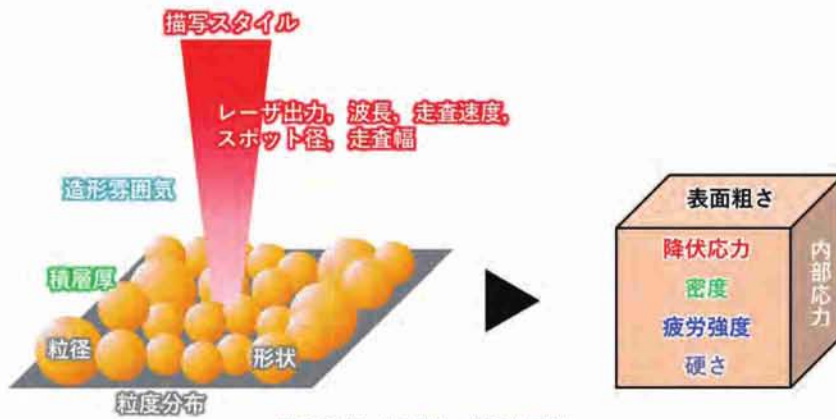
g 3D 金属積層造形による機能性インプラントの開発

3D 金属積層造形は、目的とする構造物の3次元形状情報があれば複雑な形状の造形も可能になる。この特徴を利用して、医療分野ではテーラーメイドのインプラント（人工骨、骨固定材など）作製技術として期待されている。

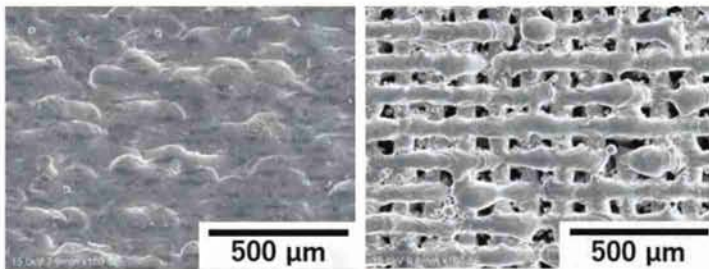
本研究室では、3D 金属積層造形における造形プロセスで生じるミクロな現象を解明し、それを応用して新たな機能を付与する、革新的なプロセスの開発に取り組んでいる。一般的に3D 造形法は、その造形条件によって造形物の表面性状や結晶構造、あるいは組織が変化し、その変化に伴って製品自体の機械的な性質も変

化することが知られているが、これら造形条件と得られる材料特性との関係性は明確になっていない。

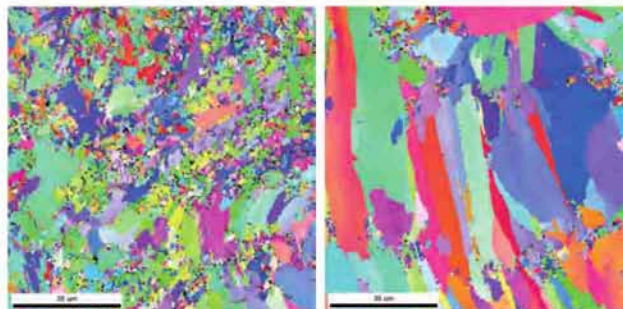
本研究室では、金属積層造形において最小単位の基礎的現象をとらえるべく、粉末粒子単体の微視的な溶融挙動を明らかにし、造形プロセスで生じるミクロな現象を解明することで、造形プロセスの原理・原則を明確にすることを狙っている。さらに得られた知見を基盤として、ミクロな視点から造形物内部の結晶構造や組織を任意に制御し、造形物自身に新たな機能を創成する革新的なプロセスの開発に取り組んでいる。



造形条件と材料特性の関係性解明



造形条件と表面性状の関係



3D 金属積層造形法による金属組織制御



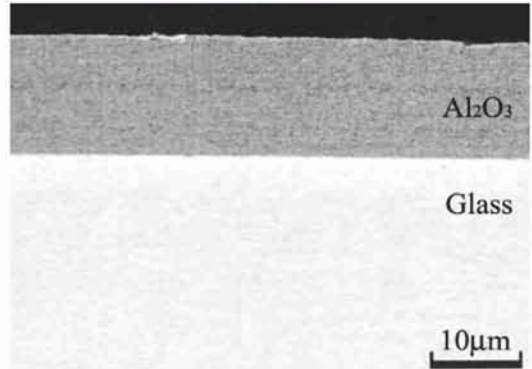
基板と粒子の接合状態

3 パウダージェット加工技術



a 常温大気圧環境下における機能性インターフェースの創成と制御

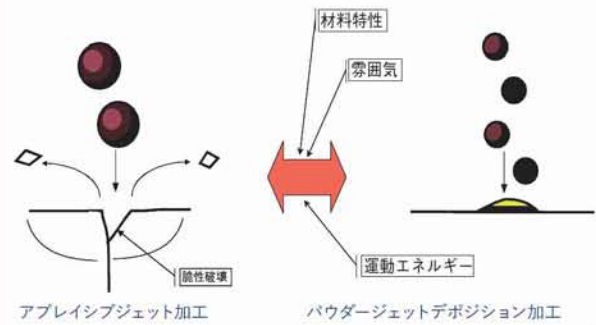
高精度に微粒子を噴射し、成膜することのできるデジタル式パウダージェットデポジション装置を開発し、室温、大気圧環境下でセラミックス厚膜を成膜することに成功した。本技術は、ナノレベルセラミックス材料の常温成形・集積化を低コストで可能にするもので、集積回路と高周波素子が高度に複合化されたGHz、THz帯高周波チップや、次世代の高速応答アクチュエータ素子、超高速光スイッチ等の機能性部品の製造をはじめ、通信素子用高耐圧透明絶縁膜や誘電膜、燃料電池用厚膜、表面改質膜等の新機能複合材料の創成におよぶ広範囲な応用展開が期待されている。



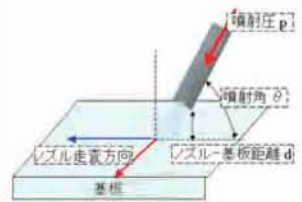
常温・大気圧中で成膜したアルミナ厚膜

付着加工 (パウダージェットデポジション:PJD)

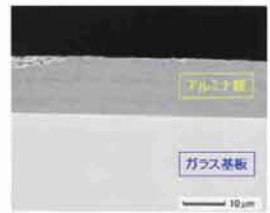
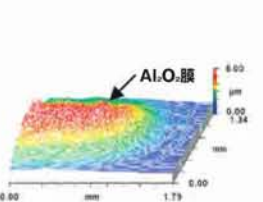
除去加工から付着加工への遷移



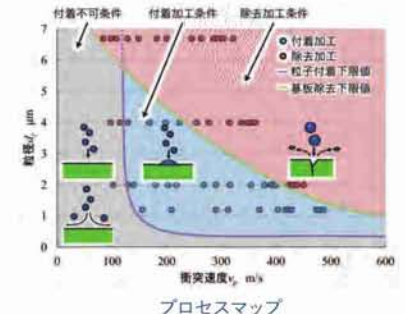
微粒子の高速衝突による新しい材料付着技術 (Powder Jet Deposition: PJD) を開発した。従来の成膜法とは異なり、常温常圧で厚膜の生成が可能なのが大きな長場で、新しい機能性インターフェイス創成技術として注目されている。本手法は車載用リチウム2次電池用シリコン負極電極形成や、未来の歯科治療や予防歯科、審美歯科治療への応用研究が進んでいる。



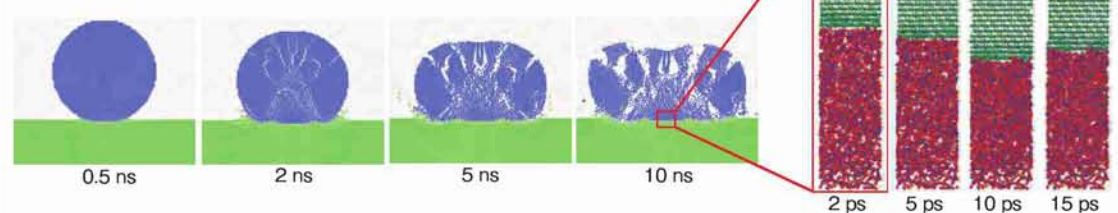
常温・大気圧中でのアルミナ厚膜の成膜



ガラス基板上へのアルミナセラミックス厚膜形成



成膜メカニズムの解明



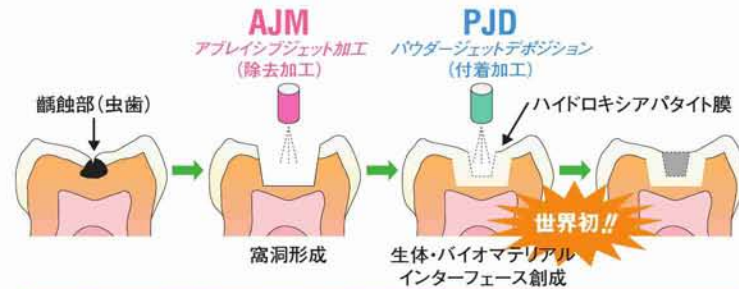
SPH法を用いた微粒子衝突時の挙動解析

量子分子動力学法による衝突シミュレーション (衝突後に新たな原子結合が生じ、付着する)

b 生体・バイオマテリアル高機能インターフェイスの創成

歯科用微粒子の噴射を高精度に制御することのできる歯科用デジタル式アブレイズジェット装置を開発した。これにより正常象牙質に影響を及ぼさず、齲蝕象牙質(虫歯)のみを選択的に除去する非接触無痛治療法や、歯質を痛めずに歯面に固着したプラークを非接触で効果的に取り除く口腔清掃法へ適用が始まっている。

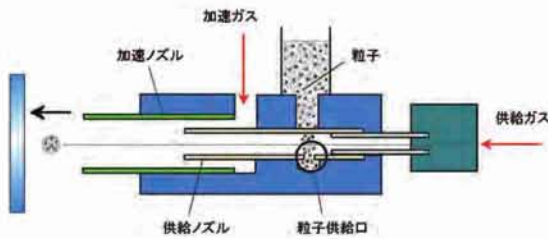
また微粒子噴射による付着現象を利用して、室温、大気圧環境下でハイドロキシアパタイト(HA)微粒子を、ヒトの歯の表面(エナメル質)に高速で衝突させることにより、HA厚膜を成膜することに世界で初めて成功した。本手法は、新しい歯質の再構築を可能にするもので、虫歯治療や予防歯科の分野において、従来の歯科治療を根本から変える技術として注目されている。



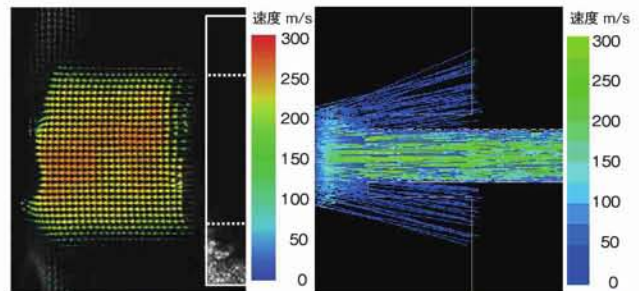
新しい歯質の再構築：歯科治療におけるイノベーション
未来の歯科治療を目指して

新しい歯質の再構築：歯科治療におけるイノベーション

PJD装置の開発



2重ノズル型PJD装置



粒子画像流速測定法(PIV)による粒子衝突速度の測定

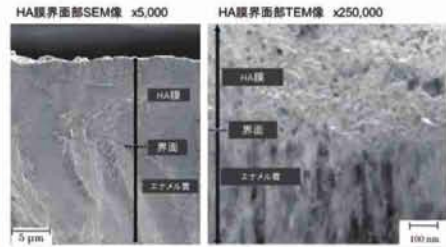
流動ダイナミクス解析に基づく装置設定



開発に成功した
抗菌性ハイドロキシアパタイト粒子



開発した歯科治療用
PJDハンドピース



HA厚膜形成：HA粒子の微細化により均一、
ギャップレスの界面



象牙質/エナメル質への安全性(歯髄刺激性)とHA膜の耐久性を検証



歯科治療の新しい需要開拓

研究者委員

委員長



厨川 常元

所属・役職 東北大学
大学院医工学研究科 大学院工学研究科
教授
専門 機械創成加工、ナノ精度機械加工、
M4プロセス

機能創成加工”を提案します。

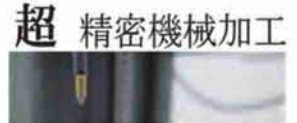
これまでの単なる形状創成だけでなく、製品表面に微細構造を創成することにより、特異な機能を発現させる新しいものづくり技術です。

・ピコ精度機械加工

製品が高機能、コンパクトになるほど形状精度は重要になります。従来の金属から特殊材料まで、加工精度を限界まで高める研究を行っております。

・極微細形状創成

材料表面に微細構造を創成したり、表面下の結晶構造等を制御したりすることにより、無反射や超撥水など様々な機能を発現させる研究を行っております。



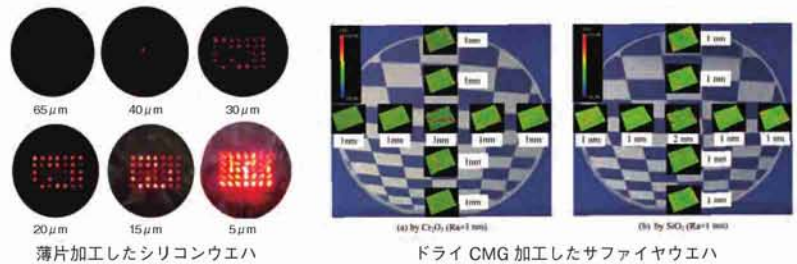
幹事



周 立波

所属・役職 茨城大学 工学部
機械システム工学科
教授
専門 精密加工

精密加工技術を主とする生産技術関連の実学とその応用を開拓している。(a) 半導体・機能材料の完全表面創成, (b) ナノ・微細加工, (c) 計測と画像処理, (d) プロセスのモデリングとシミュレーションの四分野で基礎および応用研究に取り組んでいる。また、地域活性化、産学官連携にも力を入れている。



薄片加工したシリコンウエハ

ドライ CMG 加工したサファイヤウエハ

委員



高 偉

所属・役職 東北大学
大学院工学研究科
教授
専門 精密ナノ計測、ナノ計測制御

寸法・形状のナノ計測、光学式変位・角度センサの開発及び精度保証、マイクロ/ナノ加工、加工プロセス計測などの研究に従事している。最近では、ナノメートルの精度をキーワードとする“精密ナノ計測”という研究分野を中心に研究を行っている。さらに、“精密ナノ計測”と制御技術の融合を目指すナノ計測制御の研究にも展開している。



MLA金型インプロセス加工計測システム

マイクロ切削工具エッジ形状測定機

委員



齋藤 修

所属・役職 東北大学
機械知能工学科
教授
専門 機械工作

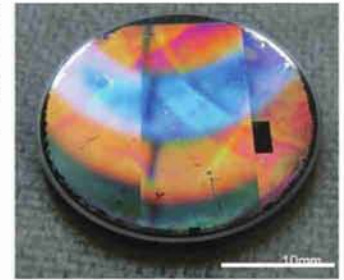
複雑な表面形状をもつさまざまな部品の機械加工を経済的に短期間で精度良く得るための方法についてNCプログラムの開発や工具軌跡の解析、CAD/CAMを使用した精密加工システムの実現に関する研究を行っている。

委員

佐々木 実



微細化しても同時多点加工の特徴を持つために、生産性に優れるフォトリソグラフィ技術を、従来の平面基板だけでなく曲面や段を持つ立体部品にも適用する研究を進めている。



高低差 60 μm をもつ曲面ディスク (直径 25mm) にピッチ 4, 6, 8 μm の格子パターンを形成した例

所属・役職
豊田工業大学
機械システム分野
教授

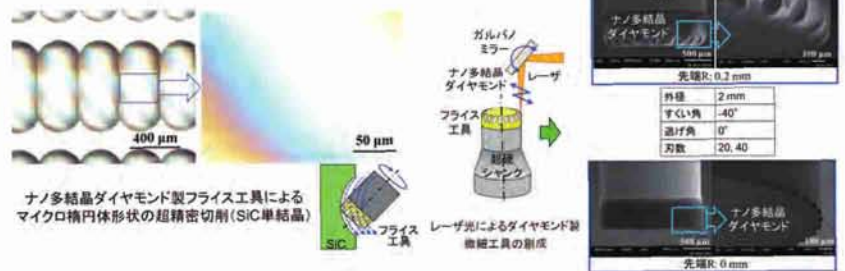
専門
微細加工

委員

鈴木 浩文



超精密加工(切削, 研削, 研磨, 成形),
レーザ加工計測



所属・役職
中部大学
生産技術開発センター
センター長・教授

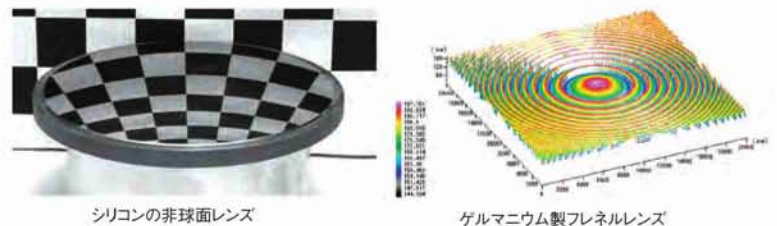
専門
超精密加工

委員

閻 紀旺



半導体・単結晶・ガラス等の各種硬脆材料の超精密延性モード切削加工、非球面・フレネルレンズ・赤外線光学部品・微細溝・回折構造の加工、超精密ガラス成形、ナノインデンテーション・レーザーラマン分光法を用いた加工変質層評価、レーザー照射による加工変質層の完全修復。



所属・役職
慶應義塾大学
理工学部 機械工学科
教授

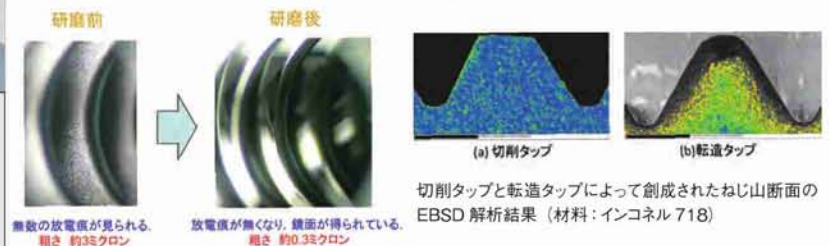
専門
超精密切削マイクロ/ナノ加工

委員

水野 雅裕



金型研磨加工装置の開発、メタルボンドホイールのためのツールイング装置の開発、ダイヤモンドワイヤソーによるスライシング加工に関する研究などを行っている。最近、インコネルの切削加工およびタップ加工に関する研究にも着手している。



3次元工具振動を利用した金型螺旋溝の研磨

所属・役職
岩手大学
理工学部 システム創成工学科/総合科学研究科
教授

専門
精密加工

委員

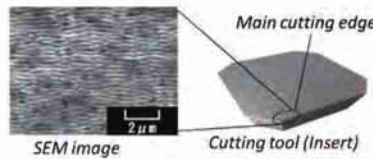


榎本 俊之

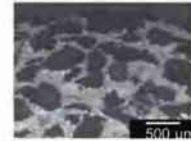
大阪大学
大学院工学研究科
教授

加工学

グローバル&エッジサイト高平坦研磨加工, 両面研磨加工, 難削材切削加工, テクスチャ工具, CBN切削工具, 低周波振動切削加工, 工具の機上再生, 難削材用切削加工液, 骨切除用医療用デバイス



テクスチャを有する切削工具



熱侵襲発生を抑制する骨切除用研削工具(ダイヤモンドバー)

委員



小川 和洋

東北大学
工学研究科附属先端材料強度科学研究センター
教授

超精密加工

耐高温酸化特性、耐はく離性、あるいは耐摩耗性といったコーティング特性の更なる改善を目的に、新しいコーティング技術に関し、研究を行っている。特に、活性なナノ粒子の利用、高エネルギーミルによるメカノケミカル反応の誘起、および高速度・低温のコールドスプレー法の応用の3つの技術の融合による改善を目指している。

高圧コールドスプレー法を用いた
Al管上への厚い銅成膜



Al管上へ高圧コールドスプレー法を用いた、 $50\text{-}50\mu\text{m}$ の粒子から、 $50\text{-}60\mu\text{m}$ の厚い銅成膜に成功。穴開け、ねじ切り等の後続加工も可能

低圧コールドスプレー法を用いたAl基材上への
超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) 皮膜の作製



活性なナノアルミナを追加することにより、数mmオーダーの成膜に成功

委員



足立 幸志

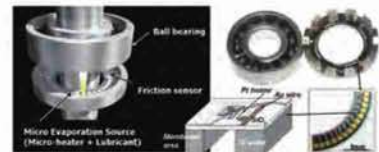
東北大学
大学院工学研究科
教授

トライボロジー

トライボロジー特性は、システムの応答特性であることを深く理解し、表面と界面の機能発現を機械システムとして設計する「高機能インターフェース(ナノ界面)創成の視点に立脚した機械設計:Tribologically-based Machine Design」の構築および高機能ナノ界面による高度な機械機器の創成を目指しています。接触面での原子・分子レベルでの物理・化学的解明とナノテクノロジーが可能にするものづくりを融合させた「ナノ界面層からのボトムアップ型設計による高機能機械機器の創成」を目指した研究を推進しています。



トライボ化学反応制御による低摩擦発現ナノ界面 (Tribolayer) の自己形成



低摩擦界面の修復機能を有する機能性真空軸受

委員



田中 真美

東北大学
大学院医工学研究科
教授

バイオメカトロニクス

機能性材料を用いた医療福祉機器用の新たなアクチュエータやセンサの開発に従事している。特に、ヒトの触覚に代替となるセンサの開発に力を入れ、触診代替用センサの開発や小型カテーテル・内視鏡用3次元抗力センサの開発を行っている。これらのセンシング技術は、加工状態モニタや材料評価への適用が期待されている。

委員

渡邊 裕



所属・役職
国立研究開発法人理化学研究所
仁科加速器研究センター 加速器基盤研究部
専任技師

専門
加速器

加速器施設の維持管理とともに新しい加速器装置の研究開発を行っている。



理研リングサイクロtron RRC
(現在所有するサイクロtronで一番古い(約30年前)メンテナンスや修理が欠かせない)



理研重イオン線形加速器 RILAC2
(高安定、高加速効率を実現するために開発された。紫色の空洞はイオン源からのイオンビームを加速している)

委員

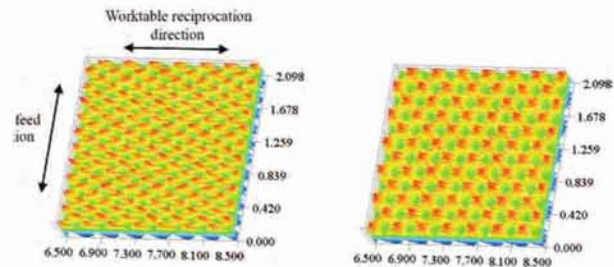
吉原 信人



所属・役職
岩手大学
理工学部 システム創成工学科
准教授

専門
研削加工

精密加工を実現するために、研削面創成メカニズムに関する研究を行っている。加工面粗さ、うねり、均一性の観点から、最適な研削条件を理論的に算出する手法について開発を進めている。



工具が振動しているときに創成される加工面のシミュレーション結果

委員

水谷 正義



所属・役職
東北大学
大学院工学研究科
准教授

専門
精密加工, レーザ加工, 機能性表面創成

マイクロファブ리케이션(機械加工やレーザ加工など)を利用して、材料表面に様々な機能を付与する手法の開発を行っている。例えば、材料にレーザを照射するとその条件によって表面の幾何学的な形状や化学的な組成が様々に変化する。本研究ではこの現象に着目し、シミュレーションや実験的な手法を駆使してメカニズムの解明とその制御を行い、いわゆる「機能性インターフェース」と呼ばれるユニークな表面の創成を行っている。本手法により、例えば表面の「濡れ性」や「光学機能」、「潤滑性」や「光触媒機能」などの様々な機能を有する表面を創成することが可能であり、新たな表面創成プロセスとして大いに期待できる。本研究成果は、生体・医療用デバイスへの応用を始めとし、幅広い分野への波及効果が期待できる。

委員

柿沼 康弘



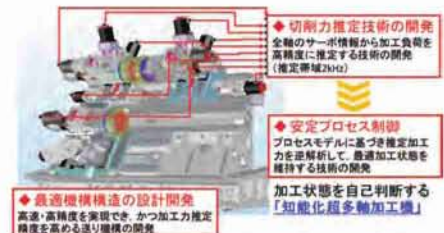
所属・役職
慶應義塾大学
理工学部 システムデザイン工学科
准教授

専門
精密加工, プロセス監視 / 制御

超精密加工やアディティブマニュファクチャリングのプロセス研究と工作機械の知能化に向けたプロセス監視/プロセス制御を軸とした研究に取り組んでいる。



超精密加工により作製した WGM 微小光共振器 (直径 400um)



センサレス切削力推定機能を搭載した知能化工作機械

委員

磯部 浩已



所属・役職 長岡技術科学大学
工学部
准教授
専門 超音波振動援用加工位置決め機構

超音波振動を援用した切削・研削加工について研究を行っている。特にダイヤモンド電着工具による金型鋼の鏡面仕上げ加工やセラミックスの型彫り加工の実用化と加工現象の解明を行っている。また、音響粘性流利用した平面基板の非接触搬送技術の開発も行う。

委員

野村 光由



所属・役職 秋田県立大学
システム科学技術学部 機械工学科
准教授
専門 機械加工(切削, 研削, 研磨)

微小径切削工具による微細加工について研究を行っている。特に直径0.1mm以下のエンドミルを用いたミーリングおよびドリルを用いた穴あけの加工プロセスの最適化に取り組んでいる。また、磁気混合流体(MCF)による微細表面形状の超仕上げの研究も行っている。

樹脂材料の微小径穴あけにおける
高精度・高効率加工

産業機器の装置の多様化、小型化にともない樹脂材料における微小径穴あけの高精度・高効率加工の要求が高まっている。本研究は、加工中に発生する加工熱が加工精度に及ぼす影響について調査し、加工プロセスの最適化を目指す。



(a) ノンステップ加工 (b) ステップ加工
図 加工穴側面の観察写真

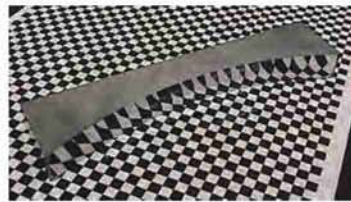
委員

久田 哲弥



所属・役職 宮城県産業技術総合センター
自動車産業支援部
上席主任研究員
専門 研削加工, 機械設計, 精密測定

これまで砥石による高硬度材料の切断や鏡面研削加工などの研究開発に従事。現在はCAEや精密測定技術を活用し、装置や工具などを企業と共同で開発している。



鏡面研削加工の例



企業と共同開発したCFRPの穴加工用ドリル
【株】ミヤギタノイ スカッドリル

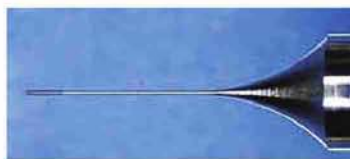
委員

鈴木 庸久

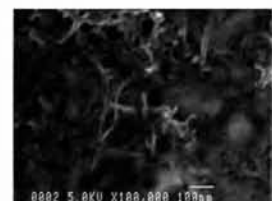


所属・役職 秋田県立大学
システム科学技術学部 機械工学科
教授
専門 複合材料創成・表面改質

複合めっき、焼結技術を用いて、ナノ材料を金属や樹脂に複合化した機能性材料、機能性表面の創成について研究を行っている。それらの技術を、電着砥石、メタルボンド砥石、レジジンボンド砥石など各種砥石、放電加工用電極材等に応用し、高性能化を進めている。



カーボンナノチューブ複合電着砥石



カーボンナノチューブ複合めっき被膜

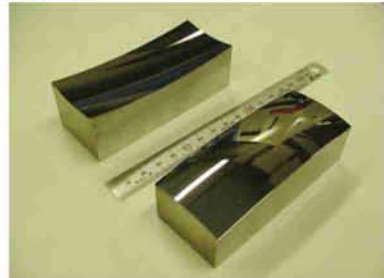
委員

山形県工業技術センター
精密機械金属技術部
主任専門研究員

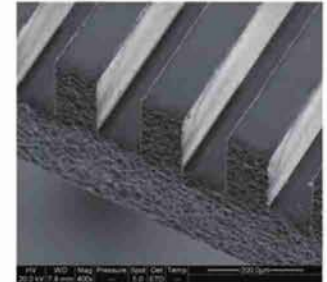
精密加工



山形県内の企業に対して、機械加工技術および精密測定分野の技術支援を行っています。



鏡面研削加工



微細切削加工

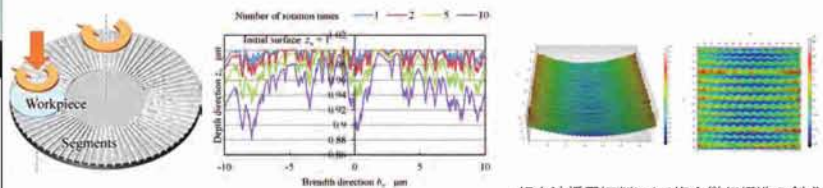
委員

東北大学
大学院工学研究科
助教

超音波援用加工, 研削加工



研削加工をはじめとする切れ刃が無数に存在する固定砥粒加工における統計的手法を用いた解析手法の開発と超音波振動を援用することによる加工効率の向上ならびに微細構造創成について研究を行っている。



平面ホーニングの解析モデルと計算結果

超音波援用切削による複合微細構造の創成

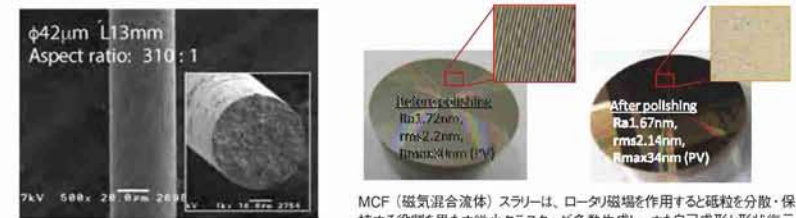
海外委員

南方科技大学 工学院機械とエネルギー系
講座教授 (Chair Professor)

マルチフィールド援用精密加工



超音波や電/磁場また固相化学反応などの物理化学作用を単独か同時複数で機械加工(切削、研削、研磨)の中に取り入れることによって加工能率と加工精度を向上させるいわゆるマルチフィールド援用精密加工技術の高能率化高精度化に関する研究を進めている。



従来の調整砥石を超音波レギュレータに置き換えた新しいセンターレス研削法を開発し、直径φ42μm×長さ13mmの極大アスペクト比微小超硬部品の加工に成功している。

MCF (磁気混合流体) スラリーは、ロータ/磁場を作用すると砥粒を分散・保持する役割を果たす微小クラスターが多数生成し、また自己成形と形状復元力を持ち、平面や曲面、また複雑 3D 形状面のナノ精度研磨に適している。上図は無電解 NiP メッキの 30 分 MCF 研磨前後の写真を示す。研磨前後の面粗さがほとんど変わらないが、研磨後ダイヤモンド切削痕が消えている。

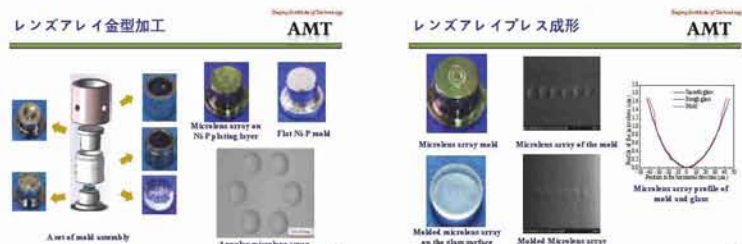
海外委員

北京理工大学 機械車輛学院 先進加工研究室
教授

ガラス成形・金型加工



ガラス表面にサブミクロンオーダーの周期的な微細構造を形成することによって、特異な特性(光学的、機械的、熱的特性等)を発現するための機能性インターフェース或いは光学部品を高温プレスすることによって創成すること、また複雑な 3D 形状をガラスに転写用金型の制作に関する研究を進めている。



海外委員



Laser/ultrasonic assisted micromachining of amorphous alloy, Thermal/UV nanoimprinting for fabrication of functional surfaces, Plasma enhanced laser micro/nanofabrication.

徐 少林

所屬・役職 南方科技大学 (Department of Mechanical and Energy Engineering, Southern University of Science and Technology) 助教授

専門 Mechanical Engineering

海外委員



Precision manufacturing, Nanomechanics and nanomaterials, Solid Mechanics, Tribology, Machining, Modelling, Numerical analysis, Phase transformation of advanced materials, Property characterisation of materials.

Liangchi Zhang

所屬・役職 Graduate School of Engineering
The University of Sydney
Professor and Director

専門 Mechanical Engineering

海外委員



Modelling of machining processes, Micro/nano-machining with abrasive jet, Abrasive waterjet meso-machining, Mechanisms of nano-machining/surfacing, Ductile regime machining, Tribology in manufacturing, Advanced cutting tool materials, New cutting tool designs and manufacturing, High-energy beam machining, Micro-machining.

Jun Wang

所屬・役職 BE, PhD(Melb), FIEAust, CPEng
The University of New South Wales
School of Mechanical and Manufacturing
Engineering

専門 Mechanical Engineering

海外委員



Nanomanufacturing, Nanostructural materials, Nanomechanical testing.

Han Huang

所屬・役職 Senior Lecturer
The University of Queensland
School of Engineering

専門 Mechanical Engineering

参加企業

会社名

アメテック株式会社

オリンパス株式会社

クレトイシ株式会社

株式会社ジェイテクト

株式会社 樹研工業

デクセリアルズ株式会社

東芝機械株式会社

株式会社ナガセインテグレックス

中村鉄工株式会社

中村留精密工業株式会社

会社名

株式会社ニートレックス

日進工具株式会社

日本ガイシ株式会社

日本ファインセラミックス株式会社

株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ

ハイデンハイン株式会社

パナソニック株式会社

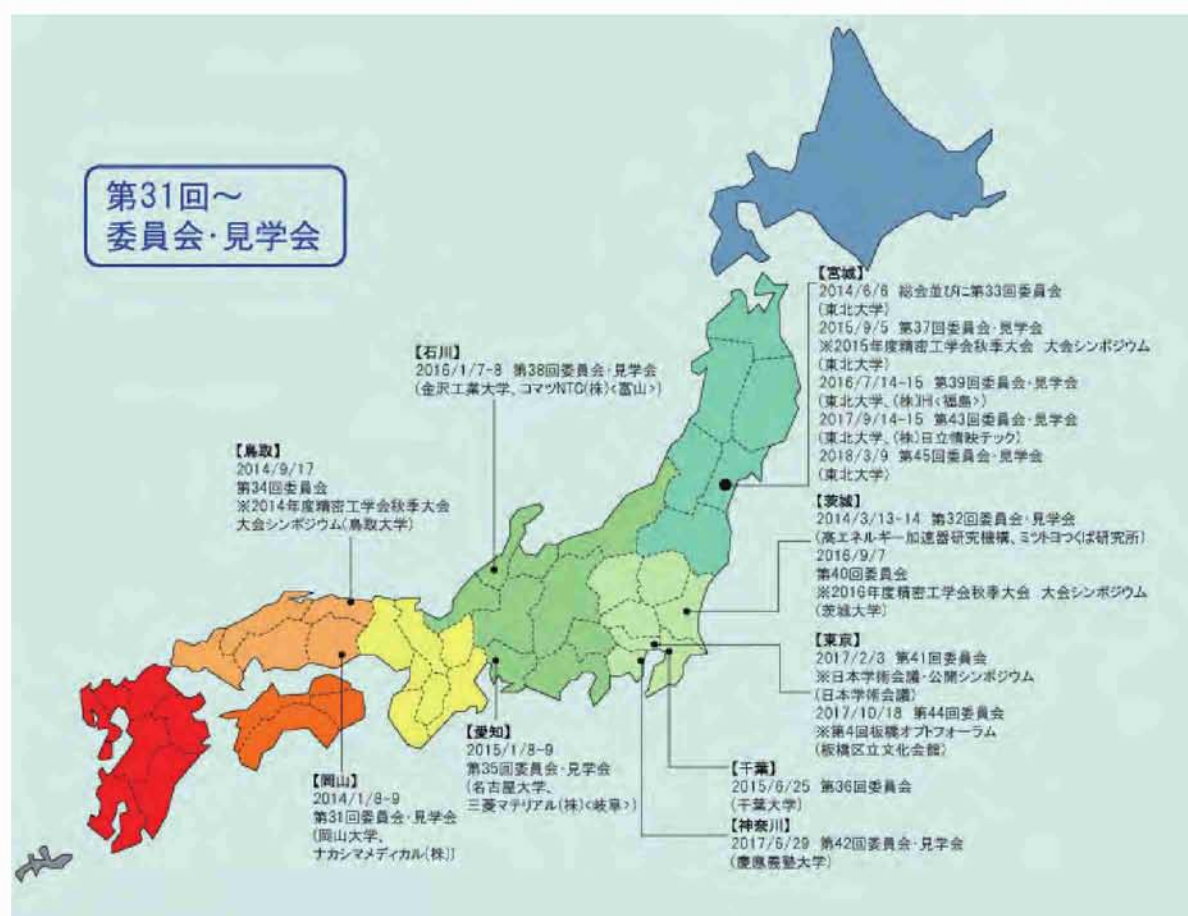
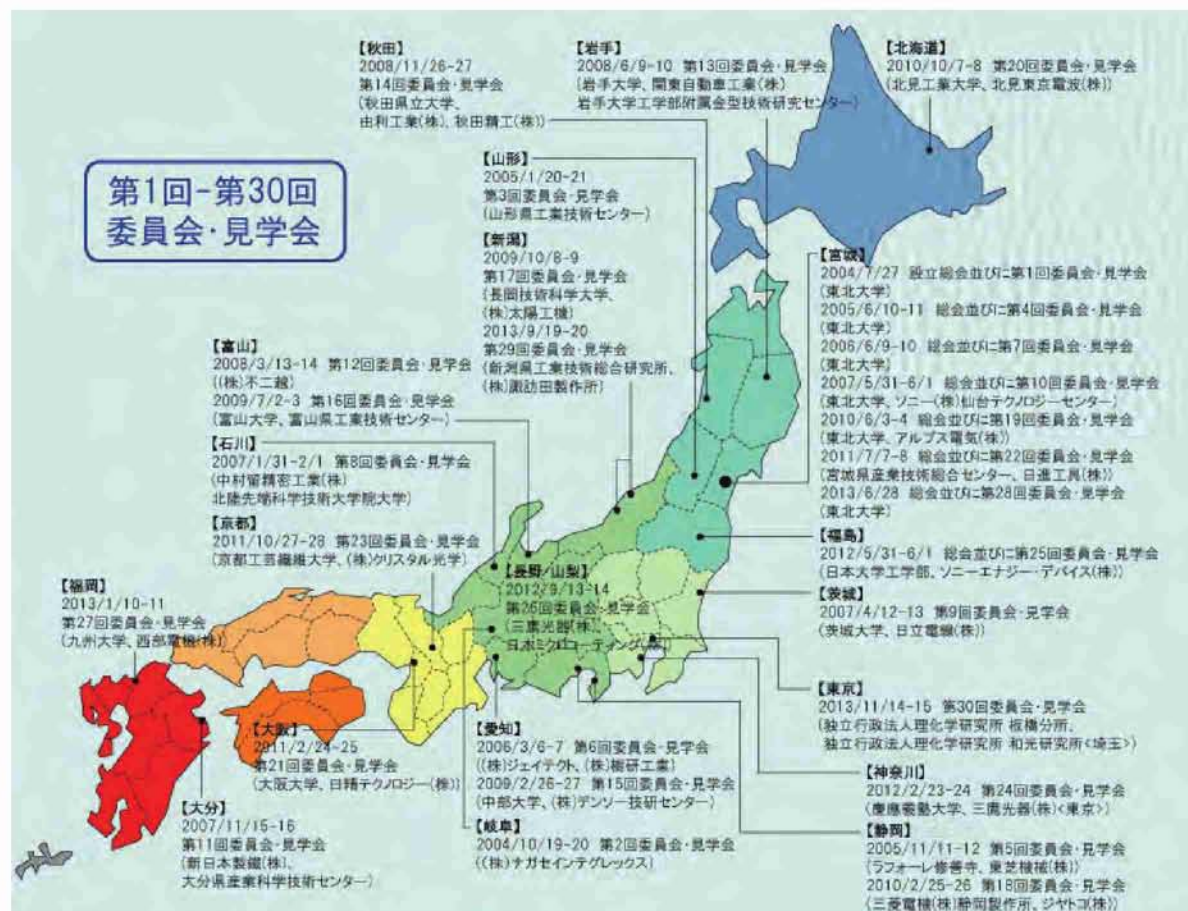
ファナック株式会社

富士ダイス株式会社

三菱電機株式会社 静岡製作所



これまでの活動実績



国際シンポジウム



第1回国際シンポジウム
(台北・新竹, 台湾)
平成17年5月25日-29日
開催場所:機械工業研究所
工場見学:機械工業研究所、
利汎科技公司、全敏精密研磨公司



第2回国際シンポジウム
(シドニー, オーストラリア)
平成18年5月10日-14日
開催場所:シドニー大学
工場見学:ANSTO



第3回国際シンポジウム
(仁川・ソウル, 韓国)
平成19年7月4日-7日
開催場所:KITECH
工場見学:Solutec、OSG Korea

第4回国際シンポジウム

International Symposium on Micro/Nano Mechanical Machining and Manufacturing (ISMNM 2010)(桂林,中国)
平成22年8月17日-20日
開催場所:桂林賓館
工場見学:High Precision Machinery Transmission Case Factory, Mini Vehicular Engine Factory



第5回国際シンポジウム

International Symposium on Micro/Nano Mechanical Machining and Manufacturing (ISMNM 2012)(宮城県)
平成24年4月18日-20日
開催場所:松島 一の坊
工場見学:トヨタ自動車東北株式会社

第7回国際シンポジウム

International Symposium on Micro/Nano Mechanical Machining and Manufacturing (ISMNM 2016)(秋田県)
平成28年4月25-28日
開催場所:田沢湖プラザホテル
工場見学:株式会社斉藤光学製作所、秋田昭和産業株式会社

第6回国際シンポジウム

International Symposium on Micro/Nano Mechanical Machining and Manufacturing (ISMNM 2014)(西安,中国)
平成26年4月21日-24日
開催場所:Xi'an International Conference Center
工場見学:Shaanxi Blower 社、西安交通大学 生産システム工学国家重点研究室

第8回国際シンポジウム

International Symposium on Micro/Nano Mechanical Machining and Manufacturing (ISMNM 2018)(南京,中国)
平成30年5月8日(火)ー11日(金)

テクノカレッジ

第1回テクノカレッジ

平成17年9月1日-2日
開催場所:東北大学 機械系2号館203室

第4回テクノカレッジ

平成21年8月6日-7日
開催場所:東北大学 機械系2号館213室

第7回テクノカレッジ

平成25年8月1日-2日
開催場所:東北大学 機械系1号館203室
／機械系2号館214室

第2回テクノカレッジ

平成18年9月7日-8日
開催場所:東北大学 機械系2号館203室

第5回テクノカレッジ

平成23年8月1日-2日
開催場所:東北大学 機械系2号館203室

第8回テクノカレッジ

平成27年8月5日-6日
開催場所:東北大学 機械系2号館213室

第3回テクノカレッジ

平成20年3月11日-12日
開催場所:東北大学 機械系1号館203室

第6回テクノカレッジ

平成24年8月1日-2日
開催場所:東北大学 機械系2号館214室



フリーディスカッション



修了証授与式

活動内容

- ・年3～4回の委員会と技術懇談会
- ・工場見学会
- ・国内シンポジウム
- ・国際シンポジウム

ホットな研究成果をいち早く、会員の皆様にお届け致します。
さらに大学と企業との交流はもちろん、企業間の交流の場を提供いたします。

会費および申込み方法

(1) 参加企業の会費

1社10万円(年間)

(注) 企業の参加費は学会の会費として納入されます。

(注) 法人税法基本通達9-7-15-3による損益勘定として損金に算入することができます。

(2) 申込み方法

申込みは、申込みフォームに記入の上、事務局までFaxか電子メールでお願い致します。

会費は参加の申込みをいただいた後に、委員会事務局より請求いたします。

(公社) 精密工学会 専門委員会 [ナノ精度機械加工専門委員会] 参加申込書

貴社名		TEL	—	—
代表者	(役職)	FAX	—	—
住 所	〒			
ふりがな		TEL	—	—
委員名		FAX	—	—
所属・役職名		E-mail		
住 所	〒			
要望欄				

事務局

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-01

東北大学

大学院医工学研究科 生体機能創成学分野

大学院工学研究科 機械機能創成専攻 ナノ精度加工学分野

教授 厨川 常元 (事務補佐員 藤田 美穂子)

Tel:022-795-6948 Fax:022-795-7027

e-mail:tkuri@m.tohoku.ac.jp (m-fujita@m.tohoku.ac.jp)

HP <http://www.pm.mech.tohoku.ac.jp/>



公益社団法人 精密工学会

ナノ精度機械加工専門委員会

**Committee for Nano-Precision
Mechanical Manufacturing Technology**

The Japan Society for Precision Engineering