

超音波技術による極限微細加工への挑戦

【プロジェクト名】

卓上型（超小型）・超精密リニアステージを利用した超音波振動微細切削加工技術の開発

契約期間：平成 19 年度～20 年度（一般枠）
特定ものづくり基盤技術：切削加工

●川下の抱える課題及びニーズ

■自動車に関する事項

高機能化

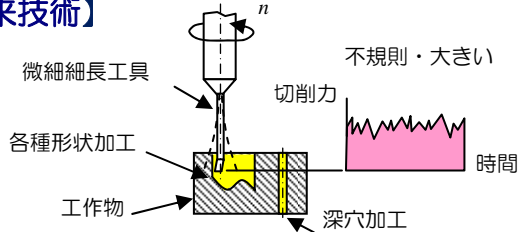
●高度化目標

高精度・超精密加工対応/研削・手仕上げ工程の削減/高硬度材加工対応

■研究開発の目的

情報機器や金型の微細加工に対しては、今後、微細で細長の切削工具や砥石を使用しての精密微細深穴、深溝あるいは深いポケット形状加工などが要求されてくる。これらの加工は、従来の延長上の対応では、物理的に加工が不可能となる。その要求に対し、超音波振動を利用した加工法により、図 1 に示すように、切削機構の原理的な飛躍を実現し、従来の切削法では不可能な領域の精密・微細切削や研削を実現する。

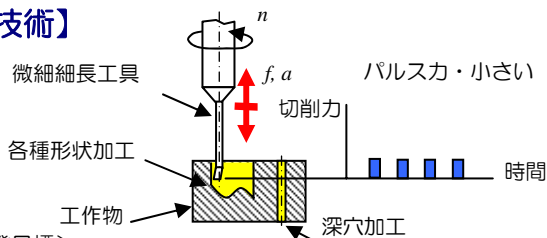
【従来技術】



<課題>

- 工具剛性が低いため、微細高アスペクト比形状の切削や研削が困難である
- セラミックスなどの硬脆材の高効率微細加工が困難である

【新技術】



<開発目標>

- 超音波振動 (f, a) の援用により、パルス切削力を作用させ、微細高アスペクト比工具のたわみを微小化する
- 同技術で、セラミックスなどの微細加工能率を向上させる

図 1 従来技術と新技術の比較

<課題解決の手段>

超音波振動切削による精密微細加工技術により、図 1 に示した開発目標を達成する。具体的技術開発目標を以下に示す。

- ①超精密・超音波小型スピンドルの開発
- ②高性能極微細切削工具の開発
- ③超精密・低コスト卓上型工作機械（ステージ）の開発
- ④上記技術の融合による超精密・微細切削（研削）の実現

■研究開発の成果

超音波振動切削技術により、高アスペクト比の微細金型や部品加工、ガラスやセラミックスなどの高硬度脆性材料の高効率微細加工を実現するために、図 2 に示すような、①小型高速超音波スピンドル、②微細 cBN（立方晶窒化ホウ素）エンドミル、③超精密卓上型リニアステージを完成させた。さらに④具体的微細加工事例を成功させ、この開発技術の有効性を証明した。

■開発した技術と製品の特徴

- ①小型高速超音波スピンドルは、コンパクトで設置工作機械を選ばない。回転数は最大で毎分 50,000（空気静圧軸受タイプ）、振動数 41kHz（キロヘルツ）である。
- ②微細 cBN エンドミルは、刃径 30 μm でアスペクト比 5 であり、かつ鋭利で丈夫な切れ刃を有する。
- ③超精密卓上型リニアステージは、1 m^2 の設置スペースであり 10nm の繰返し位置決め精度を達成している。
- ④加工技術に関しては、焼入鋼、タングステン、硬質ガラス、SiC（炭化ケイ素）、ジルコニアあるいは超硬合金などの高アスペクト比微細加工に関するテストカットを多数行い、開発した加工システムの有効性を実証している。



図 2 開発した小型超音波スピンドル、cBN 極微細工具、卓上型超精密リニアステージ及び微細溝加工例

■知的財産権（本研究開発による特許出願等）

（2009 年 12 月現在）

特許出願件数（件）	論文数（件）
4	約 20

■今後の技術課題

- ①空気静圧軸受型超精密超音波スピンドルを事業化する。
- ②小型超音波スピンドルを、卓上型ステージを含め各種工作

- 機械に搭載し、加工用途を拡張するための研究を行う。
- ③極限の極微細加工工具に関して研究する。
- ④小型超音波スピンドルのスマートな振幅制御を可能とする次世代型超音波振動切削技術に関する研究を行う。

■研究開発の体制

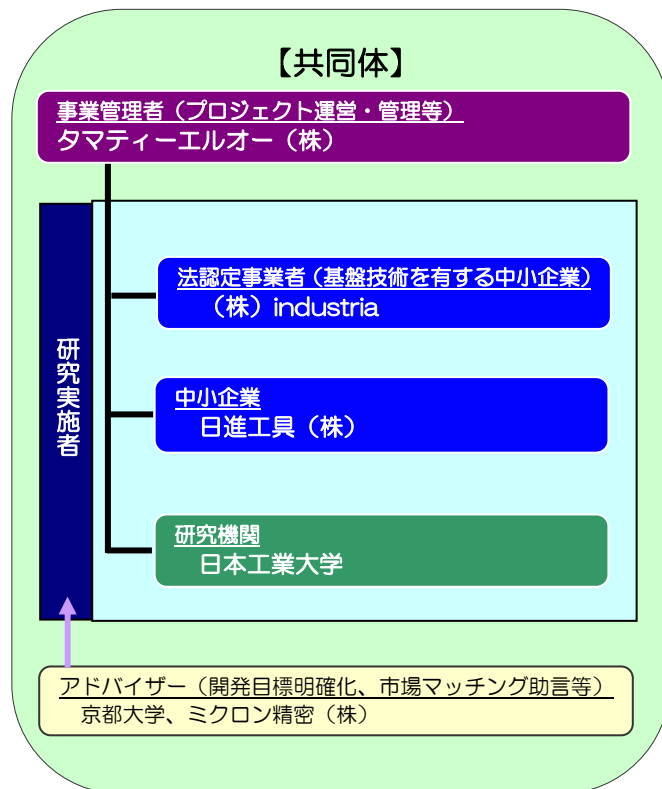


図3 研究開発実施体制及び共同体参画者

■キーパーソンの声

■キーパーソン

プロジェクトリーダー

日本工業大学 准教授 神 雅彦 氏

①プロジェクトについて誇れる点

精密加工分野において、超音波振動を利用することの有効性は、これまでも、多くの研究者により報告されてきた。しかしながら、この技術は、強力超音波と工作機械との融合技術であり、機械装置づくりと実加工への応用が極めて難しい。このプロジェクトでは、超音波、工具及び加工技術という実施各者の専門性が十二分に発揮され、お互いに融合しあい、とても魅力的な工作機械と加工技術とを開発することができている。現在、関係者の強い協力の下、事業化を展開中である。その姿勢は、決してはやらす、顧客一人一人の要求に着実に対応している点が素晴らしい。今後、強い日本固有の微細加工技術に大きく成長していくものと期待する。

②プロジェクトについての反省点

最先端技術のせい、プロジェクト実施中、川下企業の参画が無い点が不安材料であった。しかしながら、事業化後は、多くの川下大企業から引き合いを得ているようで安心した。

■事業化の現状と今後の見通し

■事業化計画

- ベアリング型超音波小型スピンドル（最大回転数毎分2万回）は既に大手自動車メーカーをはじめ20数社へ提供し、改良を加え2010年初頭より量産に入る予定である。
- 空気静圧軸受型超音波小型スピンドル（1分間の最大回転数毎分5万回）は、最終商品設計段階で2010年春から超精密金型、自動車メーカーへ販売していく。
- 本事業で開発した超音波スピンドル、極限の極微細加工工具、リニアステージの技術を用いて、超精密・微細切削（研削）の受託加工を50件以上既に受注しており、各企業の研究向きに、超精密加工ソリューションサービスとして本事業技術の融合によるサービスを順次拡充していく。

■本研究開発による売上の見通し

(2009年12月現在)

時期	売上額、「共同体」 累積金額 (億円)	事業化段階
2009年末までに	0	②
2011年度までに	3	③
2014年度までに	10	④

(注) 事業化段階：①試作品未完成、②試作品完成、③事業化（実用化）達成、④事業化達成に加え、同業・他産業へ研究成果普及

2008年秋以降の世界的不況の影響で業界全体の売上は低迷しているが、自動車の電池化等大きな変革の中で、金型や部品への新素材の導入や、小型化、精密化が進んでいる為、2011年度までに3億円の売上を見込む。

また、上述の事由は、数年で事業化していくことが予想され、研究設備投資から生産設備投資へと移っていく為、2014年度までに10億円の売上を見込む。

お問い合わせ先

【事業管理者】タマティーエルオー 株式会社

【連絡先】山県 通昭

〒192-0083 東京都八王子市旭町9番1号

TEL: 042-631-1325 FAX: 042-631-1124

yamagata@tama-tlo.com