

# 超高温融体の表面張力測定技術の開発

工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

助教 大石 佑治



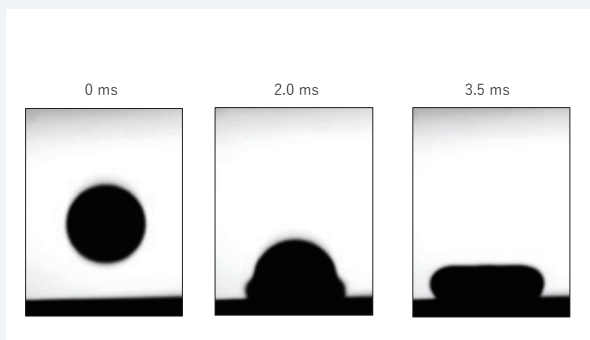
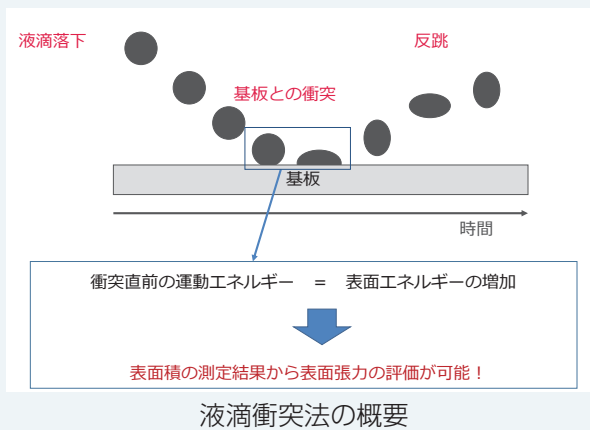
## 特徴・独自性

原子力発電所における炉心溶融事故がどのように進展するのかを予測するためには、核燃料などの炉心構成物質が高温で溶融することで生成する炉心溶融物の物性値が必要となる。しかし、炉心構成物質の多くは高融点であり、かつそれらの融体は蒸気圧が比較的高いという特徴がある。既存の物性測定方法では測定中に試料が蒸発してしまい、物性の測定が困難であるという課題があった。

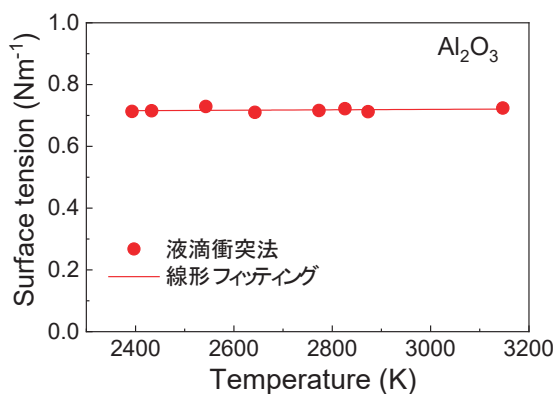
大石研究グループでは、ガス浮遊法を用いて浮遊させた試料をレーザーで加熱して液滴とし、この液滴を落下させて基板と衝突させ、衝突の際の液滴の変形挙動を解析することで、溶融物の重要な物性の一つである表面張力を評価する手法を開発した。既存の手法では測定に少なくとも数分間は必要であるのに対し、本手法では試料が落下する 100msec 程度の時間で測定が完了するため、極短時間での測定が可能である。このために、蒸気圧の高い物質でも物性の測定が可能になると思われる。

## 社会実装と実用化への可能性

既存の物性測定手法では測定が極めて困難な炉心溶融物に対して本手法を適用することで、その物性を解明することできると考えられる。炉心溶融物の正確な物性値が明らかになれば、福島第一原子力発電所事故の事故進展の予測精度の向上が期待できる。



ハイスピードカメラによって撮影した、溶融アルミナが基板に衝突する様子



液滴衝突法によって評価した溶融アルミナの表面張力

特許

論文

Toshiki Kondo, Hiroaki Muta, and Yuji Ohishi "Development of a new method to measure surface tension of molten oxides", High Temperatures-High Pressures, High Temperature-High Pressures, in press.

参考 URL

<http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seems/seems/>

キーワード

表面張力、ガス浮遊法、測定手法の開発

# 二酸化塩素を用いたメタンからメタノールの製造技術

高等共創研究院・先導的学際研究機構

教授 大久保 敬

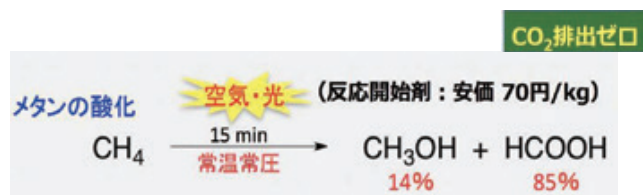


## ▶ 特徴・独自性

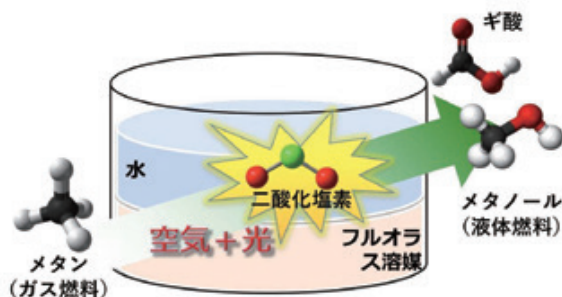
メタンを酸素でメタノールへ変換する反応は有機化学の中でも最も難しい反応の一つである。除菌消臭剤の有効成分として知られている二酸化塩素を反応剤として用いることによって、光照射下、メタンガスと酸素からメタノールとギ酸へ変換することが可能になった。メタンからメタノールの空気酸化は世界で初めての例で、メタン酸化の収率はこれまで知られている別の酸化剤を使用した場合と比べても世界最高値を示している。この研究成果により、貴重な天然炭素資源を扱いやすい液体燃料に容易に変えることができるようになった。また、これまでに困難であった様々な化学反応開発の課題解決に向けて重要なステップとなることが期待される。

## ▶ 社会実装と実用化への可能性

メタンガスは天然ガスの主成分であり、近年、シェールガスやメタンハイドレートなどの掘削技術が進展してきておりエネルギー源としての割合が増大している。また、家畜ふん尿やゴミ処理などから得る技術も進歩してきている。一方、メタンガスは輸送するためには液化する必要がある莫大なエネルギーを必要とすることが課題であったが、本技術によってメタンガスを扱いやすい液体燃料へ簡便に変換する手法が確立できる。本技術は、低エネルギー・低コスト・クリーンなガス・液体変換反応として今後様々な分野での応用が期待できる。



二酸化塩素によるメタンの酸化反応



メタン酸化を可能とする2相反応系

特 許 特許第 6080281 号

論 文 Ohkubo, K.; Hirose, K. Angew. Chem. Int. Ed. 2018, 57, 2126-2129

参考 URL [http://www.irdd.osaka-u.ac.jp/ohkubo/Ohkubo\\_Lab/Top.html](http://www.irdd.osaka-u.ac.jp/ohkubo/Ohkubo_Lab/Top.html)

キーワード メタン、メタノール、ギ酸、酸化反応、二酸化塩素、光反応

# 回路および電磁場解析シミュレータ

基礎工学研究科

教授 阿部 真之



## 特徴・独自性

これまでの回路・電磁界シミュレータでは解くことができない回路および周辺電磁界も問題を時間軸（および周波数軸）で解くことが可能である。

1. 集中定数回路および伝送線路、電磁場放出（アンテナ現象）を一括してセルフコンシステントに数値計算できる
2. 定性的な議論が多いコモッドを定式化し、電磁ノイズの基本方程式との関係性を示すことができる
3. 完全導体でなくても計算できる
4. アンテナ、フィルタ、レーダー解析などの厳密計算に発展させることが可能である

## 社会実装と実用化への可能性

電磁ノイズ低減、アンテナ解析、メタマテリアル

手法：物理学としてノイズを捉える  
(理論+実験)

基本方程式

$$u(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int d\mathbf{r}' \frac{q(\mathbf{r}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c})}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

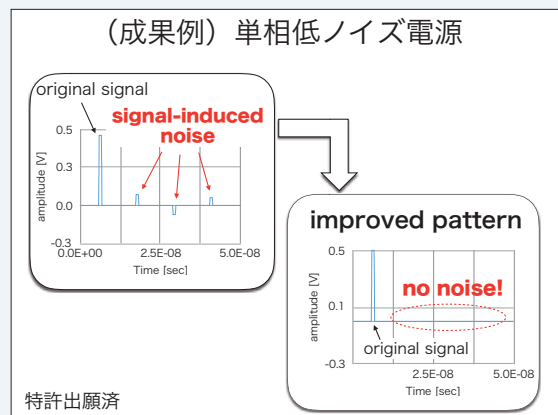
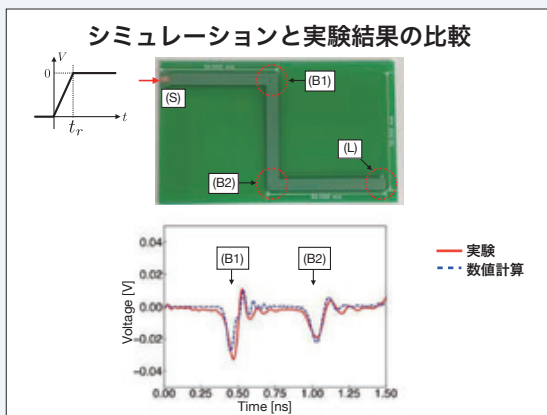
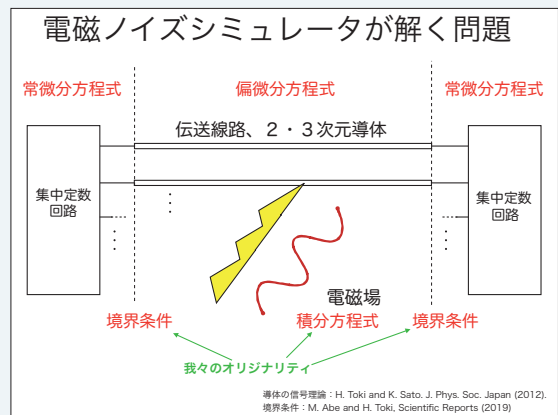
$$\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \frac{\mu}{4\pi} \int d\mathbf{r}' \frac{\mathbf{j}(\mathbf{r}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c})}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

$$\frac{\partial u(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = 0$$

$$-\nabla u(\mathbf{r}, t) - \frac{\partial \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = \rho \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A}^1 & -\mathbf{Z} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{U}^{m+1} \\ \mathbf{I}^{m+1} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \mathbf{A}^1 & -\mathbf{Z} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{U}^m \\ \mathbf{I}^m - \mathbf{Z}^{-1} \mathbf{U}^{m+1/2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{V}^{m+1} \\ \mathbf{J}^{m+1} \end{bmatrix}$$

Phys. Soc. Japan (2012)  
Scientific Reports (2019)  
J. Phys. Soc. Jpn. (2016)



**特許** 特開 2017-204724、特許 6516389 他出願済

**論文** DOI:10.1038/s41598-018-36383-3 他

**参考 URL**

**キーワード** 回路・電磁界シミュレータ、電磁ノイズ

# 微細表面テクスチャによる 切削工具の高機能化

工学研究科 機械工学専攻

講師 杉原 達哉



## ▶ 特徴・独自性

従来、切削工具の表面は、より平滑に仕上げることが望ましいとされてきた。本研究では、こういった従来知見とは全く逆に、工具表面に微細な三次元周期構造を付与することで、優れた耐凝着性や耐摩耗性、潤滑性を発現する切削工具、すなわち微細表面テクスチャを有する高機能切削工具を提案・開発している。切削工具に関しては、工具材種や工具形状、コーティング処理など、様々な研究が盛んにおこなわれてきた中で、本研究は工具の“表面構造”という新たな着眼点から工具の高性能化を図るといふ独創的な研究開発であり、従来要素の検討のみでは達成が困難であったブレイクスルーの実現を目指している。

## ▶ 社会実装と実用化への可能性

本提案手法は、高速・高精度加工、ドライ加工、難削材の加工など、今日の産業界の要求にこたえるものであり、極めて大きな工業的意義ならびに波及効果を得ることが期待される。特に、本研究は、現在世界中で研究開発競争が激化している航空宇宙系難削材の切削加工分野においても著しい成果を挙げていることから、生産加工における様々な分野での実用化展開が期待できる技術である。

### 従来の切削工具の常識

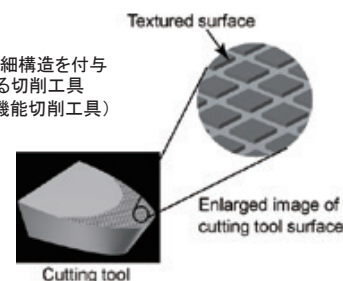
工具表面は可能な限り“平滑”に仕上げるべき



工具表面は研磨仕上げなどによって平滑化

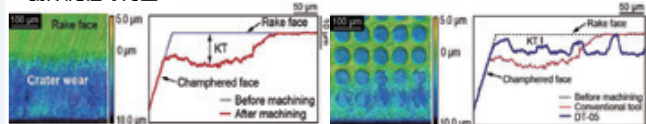
### 本研究のコンセプト

工具表面に所定の三次元周期微細構造を付与することで、様々な機能を発現する切削工具（微細表面テクスチャを有する高機能切削工具）を開発する

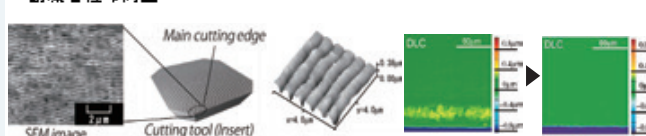


微細表面テクスチャを有する高機能切削工具

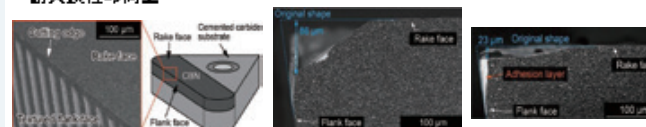
### ■ 耐摩耗性の向上



### ■ 耐凝着性の向上



### ■ 耐欠損性の向上



表面テクスチャの導入によって得られる様々な効果

特許

特許出願済

論文

Tatsuya SUGIHARA, Yuki NISHIMOTO, Toshiyuki ENOMOTO : Development of a novel cubic boron nitride cutting tool with a textured flank face for high-speed machining of Inconel 718, Precision Engineering, 48 (2017) 75-82 他

参考 URL

<http://www-cape.mech.eng.osaka-u.ac.jp/index.html>

キーワード

切削加工、切削工具、トライボロジー、表面テクスチャ

# 新コンセプト磁気ネジ機構

大学院基礎工学研究科 システム創成専攻

助教 仲田 佳弘



## ▶ 特徴・独自性

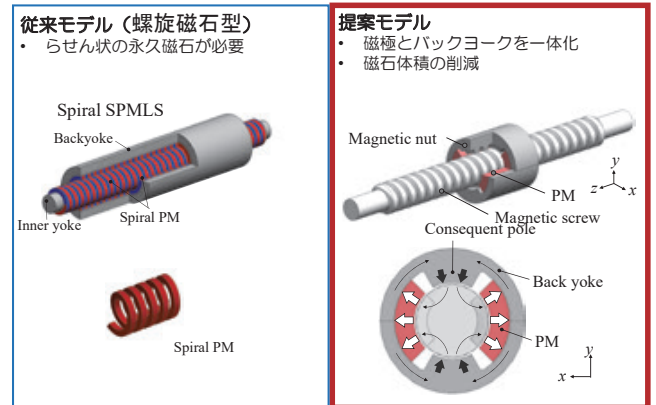
送りねじは、回転運動を直線運動に変換する伝達機構であり、物体の移動や位置決めを行うために必要不可欠な機械要素である。

本技術では、非接触に動力伝達が可能な「磁気式送りねじ機構（磁気ねじ）」を実現する。従来の磁気ねじでは、ねじ同様のらせん構造をした磁石を用いていたが、らせん構造磁石は製造が困難で量産向きではなかった。本技術では、既存の回転モータ等で広く使用されている円弧形状磁石のみを用いて「磁気ねじ」を実現した。提案構造では、ナット部分に磁石を使用し、ねじ部は一般的な機械ねじを使用可能であるため、特殊な設計を必要としない。このことはコスト低下に資するものである。

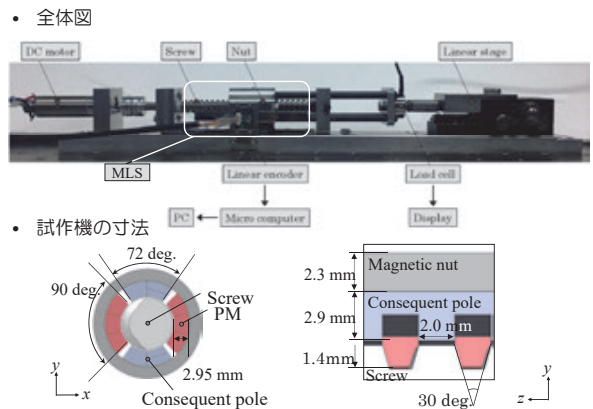
## ▶ 社会実装と実用化への可能性

磁気ねじは摺動に伴うパーティクルの発生を抑制でき、また潤滑油を使用せずに動作できるため、異物混入が問題となる食品や医薬品の搬送に利用可能である。また、通常の送りねじでは難しい、洗浄・滅菌も可能である。さらに、機械的な噛み合わせで駆動しないので、衝突時の外力に対して柔軟な動きを要求される動力伝達機構としても利用できる。

### 従来型と今回提案モデルの比較



### 試作機



特許 特許出願済

論文 Tetsuya Abe, Akira Heya, Yoshihiro Nakata, Katushiro Hirata, and Hiroshi Ishiguro "Experimental Verification of a Consequent-pole Magnetic Lead Screw", Proceeding of the 22th ICEMS2019 (International Conference on Electrical Machines and Systems), Harbin, China, 1570547659, 2019.08

参考 URL <http://yoshihiro-nakata.net/research/magnetic-lead-screw/>

キーワード 磁気ねじ、送りねじ、非接触、動力伝達機構、医薬品・食品搬送