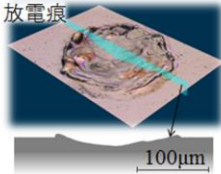
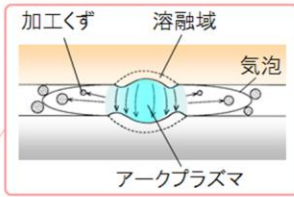
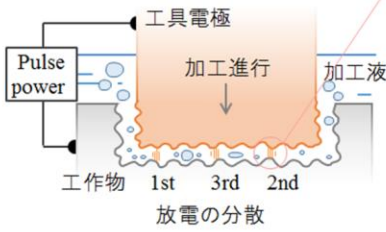


連続放電現象 (Consecutive Pulse Discharge Phenomena)

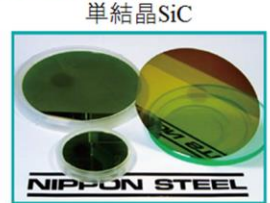
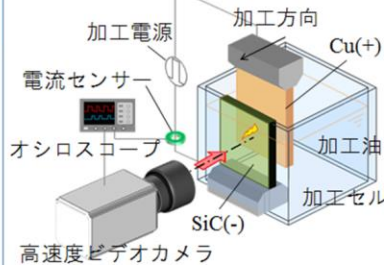
放電加工

油等の絶縁体の加工液中で工具電極と工作物の間に微小な放電を高い頻度で発生させ、放電痕の累積によって加工する



透明体電極を用いた極間の観察

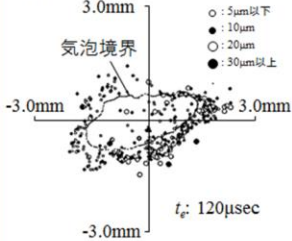
透明かつ導電性を有する単結晶SiC材料を電極に用い、高速度ビデオカメラでSiCを通して極間を観察し、加工現象を解明する。



加工油で満たした加工セルの中で、Cu板とSiC板を対向させて加工面5mm×5mmとして放電加工を行い、高速度ビデオカメラでSiCを通して、極間を観察した。

加工くず飛散状況

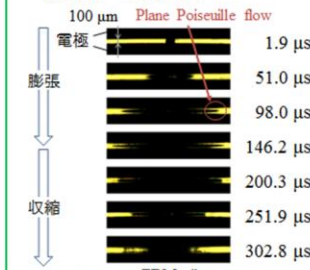
ゼラチンを加工液とし単発放電を行い、冷却後に加工くず分布を観察した。



Yoshida M. et al., IJEM 1998, 3, 39 - 47.

気泡の振動観察

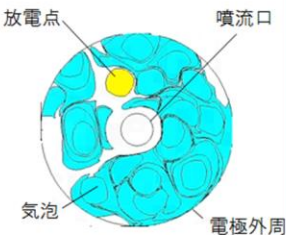
油中で単発放電を行い、気泡の膨張・収縮過程を側方から観察した。



国枝：精密学会講演論文集, 2010, pp. 245 - 246.

気泡運動のCG化

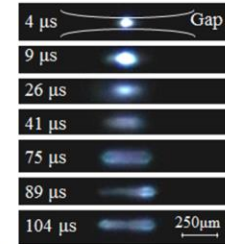
流体力学に基づいて気泡挙動をシミュレーションし極間をCG化した。



Takeuchi H. et al., Proc. of ISEM XV 2007, 63 - 68.

アーク柱の観察

単発放電を行い、高速度カメラを用いて側方からプラズマを観察した。

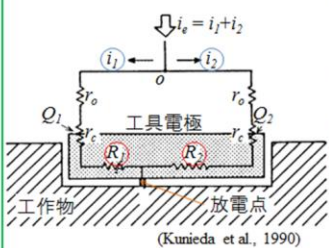


放電痕直径 200 μm (i\_c : 36A, t\_c : 300μs, u\_i : 120V)

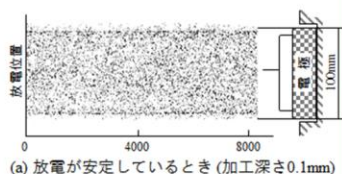
Kojima A. et al., 2008, Annals of the CIRP, 57, 203 - 207.

放電点分布の観察

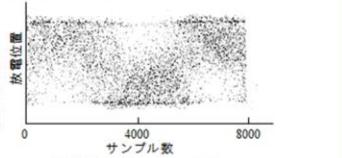
分割した給電線に流れる電流の比から放電点位置を検出した。



(Kunieda et al., 1990)

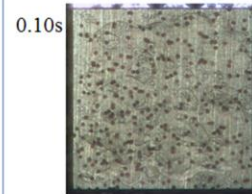
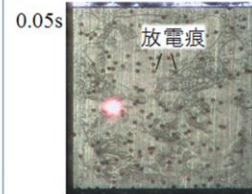
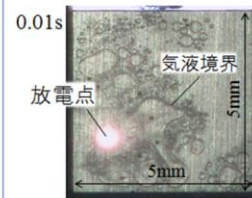


(a) 放電が安定しているとき (加工深さ0.1mm)



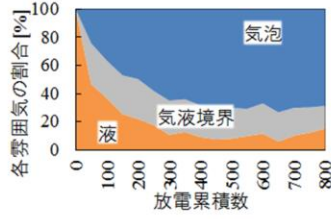
(b) 周期的な偏在 (加工深さ2.2mm)

極間の高速度撮影結果

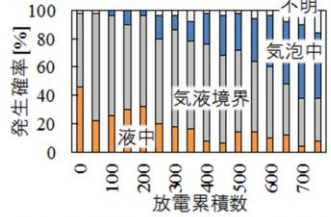


(i\_c : 10A, t\_c : 10μs, u\_i : 120V)

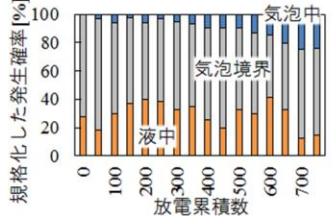
極間を占める各雰囲気気の割合



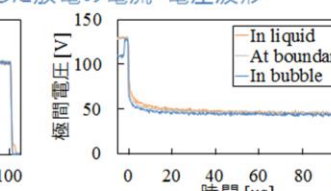
各雰囲気気で発生する放電の割合



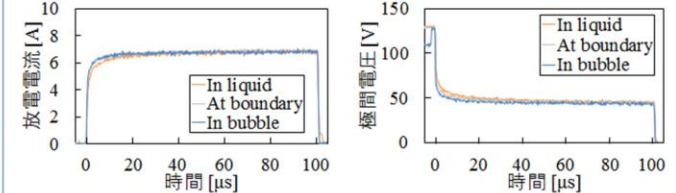
単位面積当たりの放電発生確率



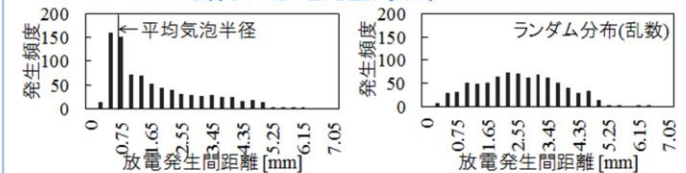
規格化した放電発生確率



各雰囲気気で発生した放電の電流・電圧波形



パルス列前後の放電発生間距離のヒストグラム



加工中は極間の70%以上が気泡で占められている。気液境界で生じる放電が多いが、液中や気泡中も生じ得る。放電位置はほぼランダムであるが、直前の放電で生じた気泡の境界に分布する加工くずを介して生じる放電の確率が高い。



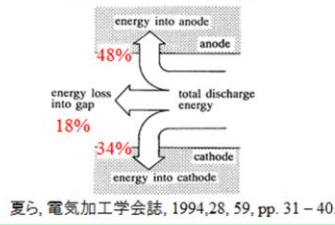
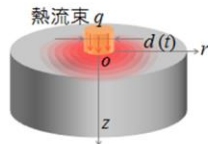
# 単発放電現象 (Single Pulse Discharge Phenomena)

## 単発放電

放電除去メカニズム解明のためには、単発放電の材料中の熱伝導解析が不可欠である。その解析には、境界条件として、陽極と陰極へのエネルギー配分率と、熱源直径が必要である。

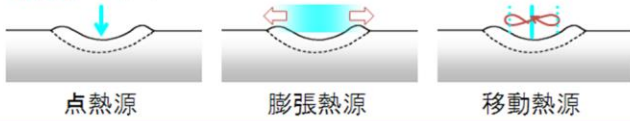
### エネルギー配分

材料中の熱伝導解析

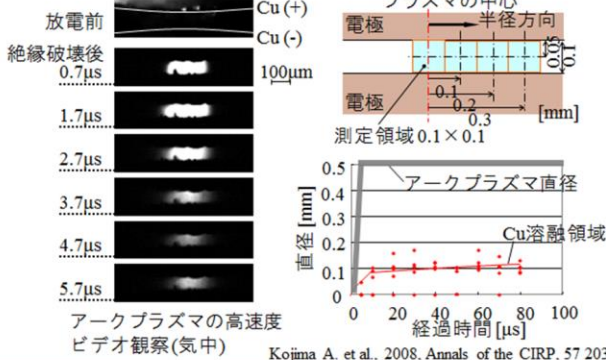


夏ら, 電気加工学会誌, 1994, 28, 59, pp. 31-40.

## 熱源モデル

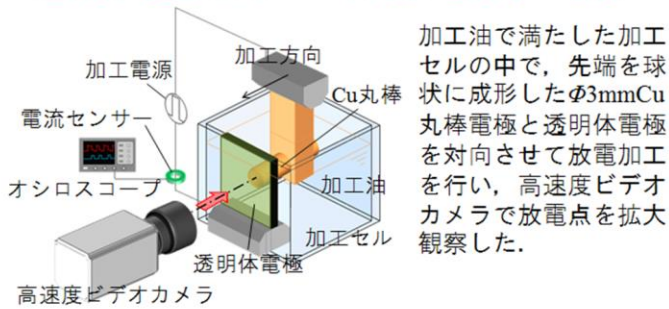


## アークプラズマの観察と温度分布測定



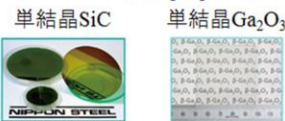
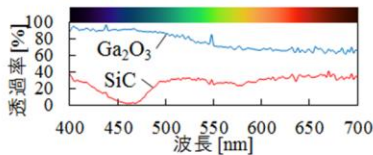
Kojima A. et al., 2008, Annals of the CIRP, 57 203-207.

## 透明体電極を用いた単発放電現象の観察



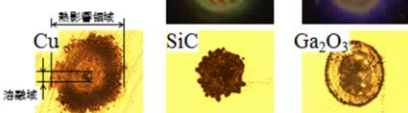
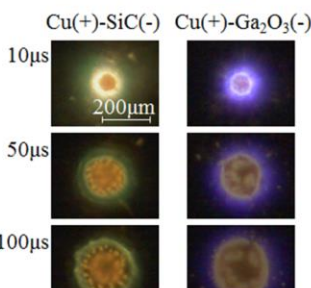
加工油で満たした加工セルの中で、先端を球状に成形したφ3mmCu丸棒電極と透明体電極を対向させて放電加工を行い、高速度ビデオカメラで放電点を拡大観察した。

### SiCとGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の分光透過率

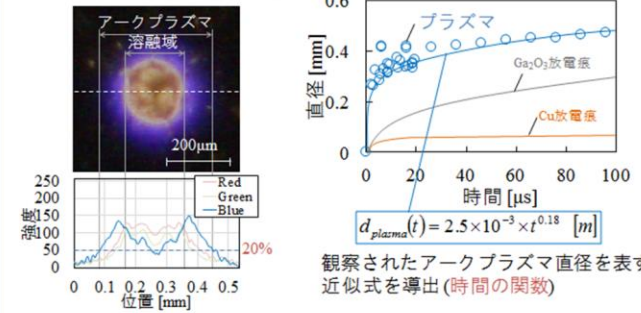


SiCに比べGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の方が透過率が高く、波長依存性がない。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ではプラズマは青く観察されるが、SiCは短波長域の透過率が低いために、緑色に観察される。

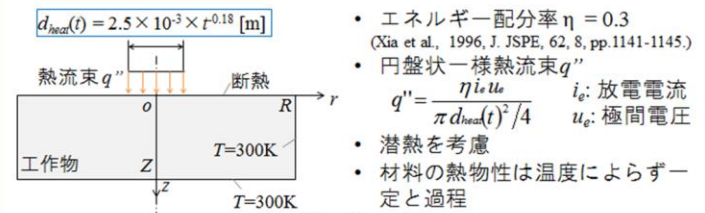
### アークプラズマの観察



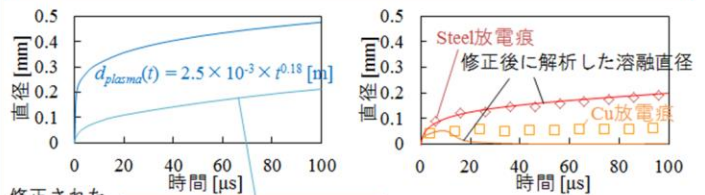
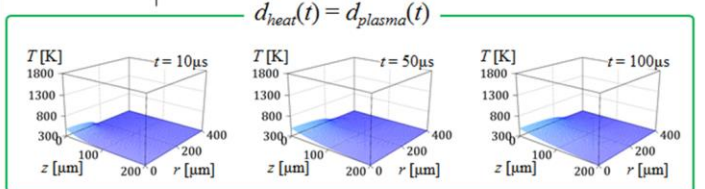
## プラズマと放電痕径の関係



## 単発放電の軸対称非定常熱伝導解析

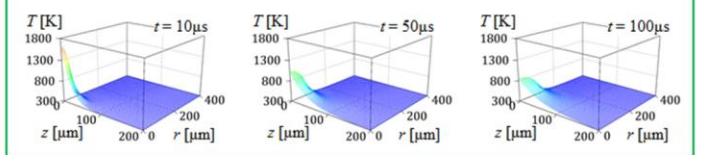


- エネルギー配分率  $\eta = 0.3$  (Xia et al., 1996, J. JSPE, 62, 8, pp.1141-1145).
- 円盤状一様熱流束  $q''$
- $q'' = \frac{\eta i_e u_e}{\pi d_{heat}(t)^2 / 4}$   $i_e$ : 放電電流  $u_e$ : 極間電圧
- 潜熱を考慮
- 材料の熱物性は温度によらず一定と過程

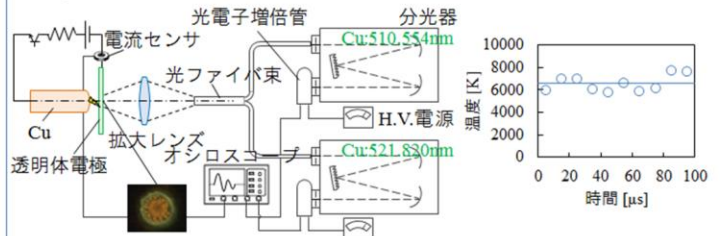


修正された熱入力直径:  $d_{heat}(t) = 7.95 \times 10^{-3} \times t^{0.4} [m]$

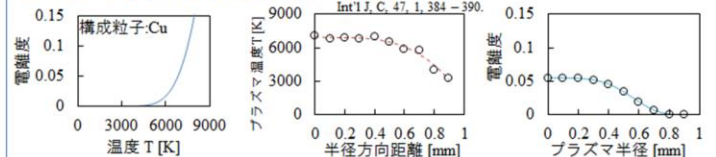
### Modified $d_{heat}(t) < d_{plasma}(t)$



## 円周領域のプラズマ温度の分光測定



## プラズマ半径方向の電離度



熱源直径はプラズマ直径より小さい。これは、プラズマ円周領域では温度が低く、電離が急激に低下するためである。従って、熱流束分布は均一ではなく、プラズマ中心部に集中している。それにもかかわらず、その熱入力直径は、Cuに形成される放電痕より大きい。