

# 超微細金属組織を有する金属導電材の塑性加工法と力学特性に関する研究

東京大学生産技術研究所 柳本研究室



Chair for Hyper-functional Forming  
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo  
Junichiro Tokutomi and Prof. Dr.-Eng. Jun Yanagimoto

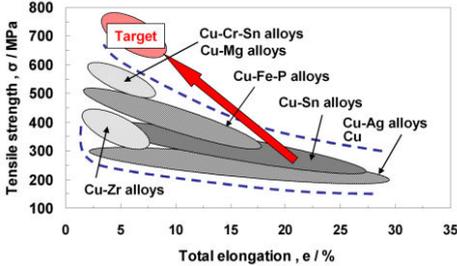


## 研究背景

近年、環境負荷低減のために自動車の軽量化や家電製品の屈曲部のひずみ負荷低減のために極細電線が使用されている。しかし、線径が細くなると取り付け時等に破断しやすくなるといった問題が生じる。そのため、高強度・高延性材料が求められており、このような材料の創出方法の一つとして巨大ひずみ加工に注目した。本研究では、巨大ひずみ領域(相当ひずみ4.0以上)の伸線加工材に新たに開発した『連続曲げ引き抜き加工』を組み合わせた新規加工法により、伸線加工材の力学特性の大幅な改善と加工によって負荷される力学因子と金属組織との関係について検討をする。

## 研究のねらい

### 【本研究の目標領域】



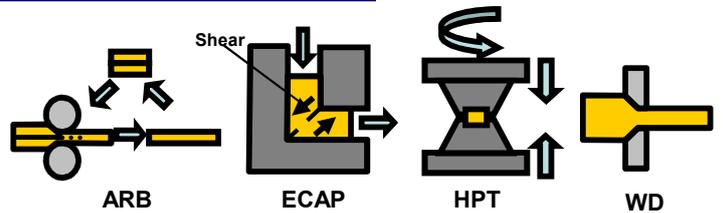
### 【前提条件】

- ・高導電率を維持する
- ・低コストで製造したい

第二相析出や熱処理では、前提条件をクリアできない

巨大ひずみ加工(結晶粒微細化)によって実現させる

## 巨大ひずみ加工とは

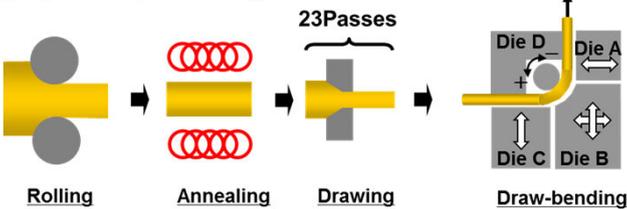


- ・相当ひずみ $\epsilon > 4.0$ の加工を負荷できる加工法を巨大ひずみ加工という
- ・超微細金属組織(粒径 $1\mu\text{m}$ 以下)を有した金属強化方法
- ・加工のみでの強化方法であるため導電率の低下はない

ARB : Accumulative Roll Bonding, ECAP : Equal-channel Angular pressing  
HPT : High Pressure Torsion, WD : Wire Drawing

## 連続曲げ引き抜き加工と力学特性変化

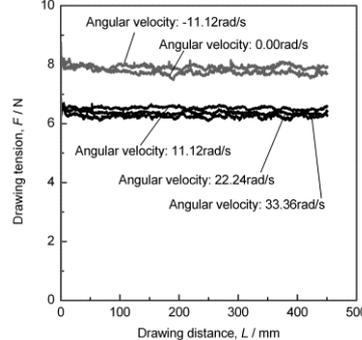
### 【連続曲げ引き抜き加工法】\*新規加工法



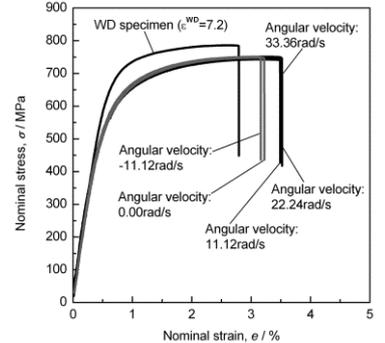
Distance between various dies [mm]	Die A and B / Die B and C	0.30
	Die A and D / Die C and D	0.25
Angular velocity [rad/s]		-11.12, 0.0, 11.12, 22.24, 33.36
Drawing speed [mm/s]		1.66

\* 回転速度: 11.12rad/sと引抜き速度1.66mm/sが同等のスピード

### 【引抜き荷重の変化】



### 【力学特性変化】

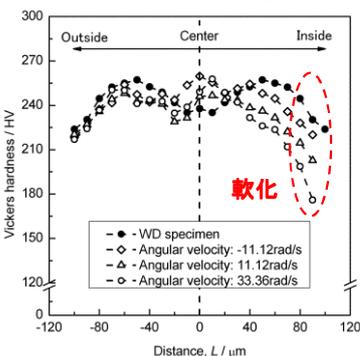


- 回転式曲げ引き抜き加工により引抜き荷重が低下
- 引抜き成分が小さい(曲げ成分が向上)ほど延性が向上する。WD材と比較して、曲げ引抜き加工材は46%伸び向上

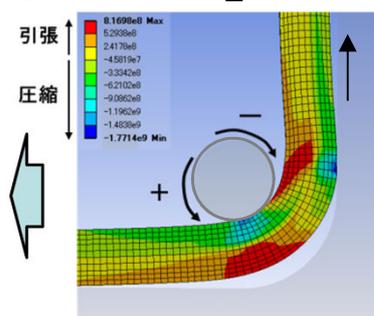
## FEMによる加工軟化推定と結晶方位変化

FEM: Finite Element Method

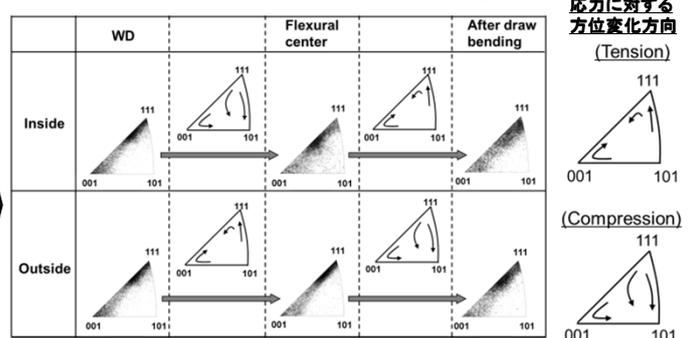
### 【硬度分布】



### 【FEM 解析結果\_線材長手方向】



### 【応力変化と結晶方位変化の関係】



- 圧縮応力が大きく作用する曲げ内側(Inside)で加工軟化が起こる
- FEMによる応力変化結果と結晶方位変化は良い一致を示す