

ベリリウム銅を凌駕する高強度、 高導電性を有する新規銅合金の創製

大阪府立大学 工学研究科

助教 千星 聡

研究概要

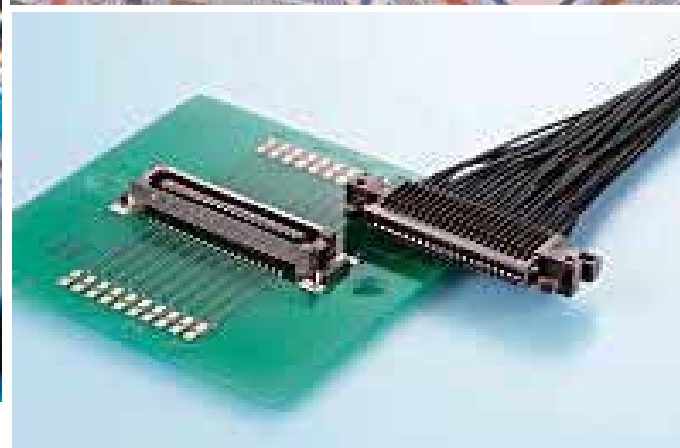
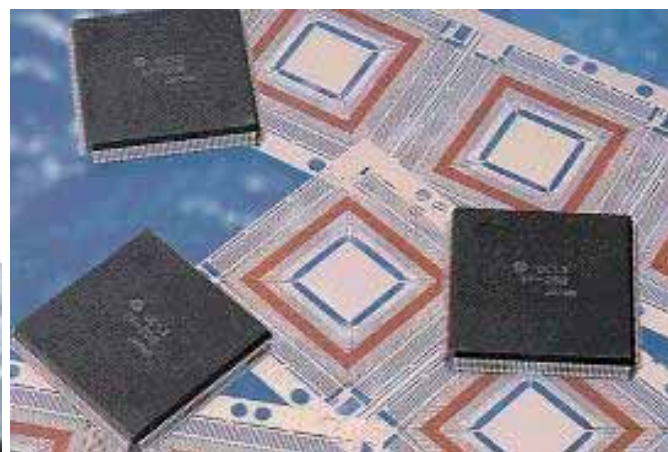
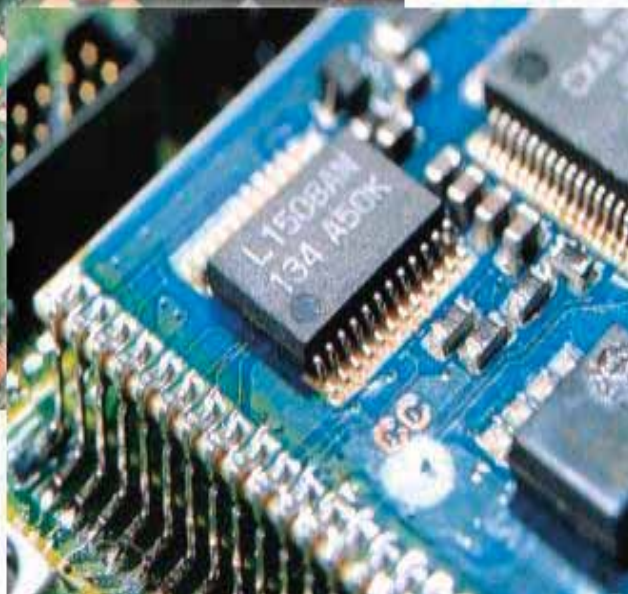
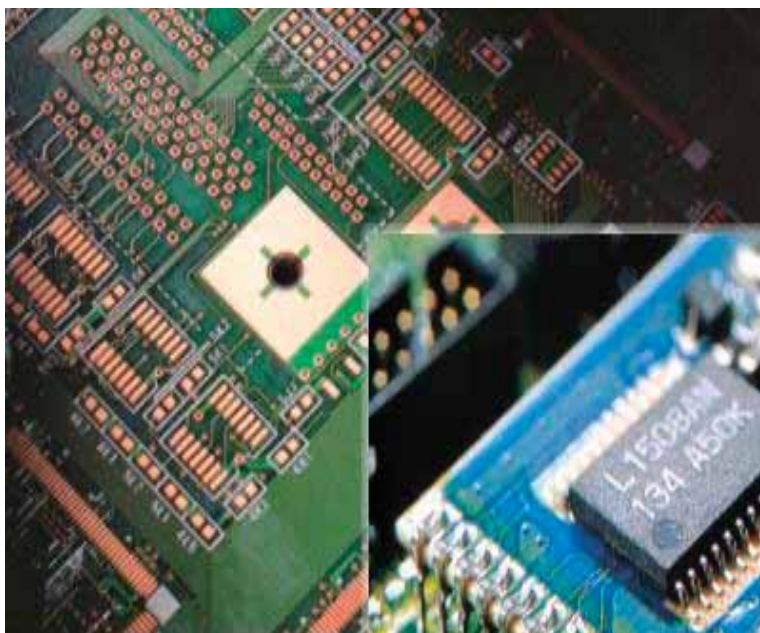
【新規の導電性銅合金を創りたい！】

… 本研究では、チタン銅(Cu-Ti)合金に、従来までの熱処理プロセスと水素化プロセスを組み合わせた「水素雰囲気中での時効処理」(水素化プロセス)を採用することによって、これまで実現できなかった組織制御を行い、強度と導電性とを両立した新規の導電性銅合金を実現します。

研究背景 〈導電性銅合金〉

導電性銅合金

… 基板, リードフレーム材, コネクタ部材などに応用



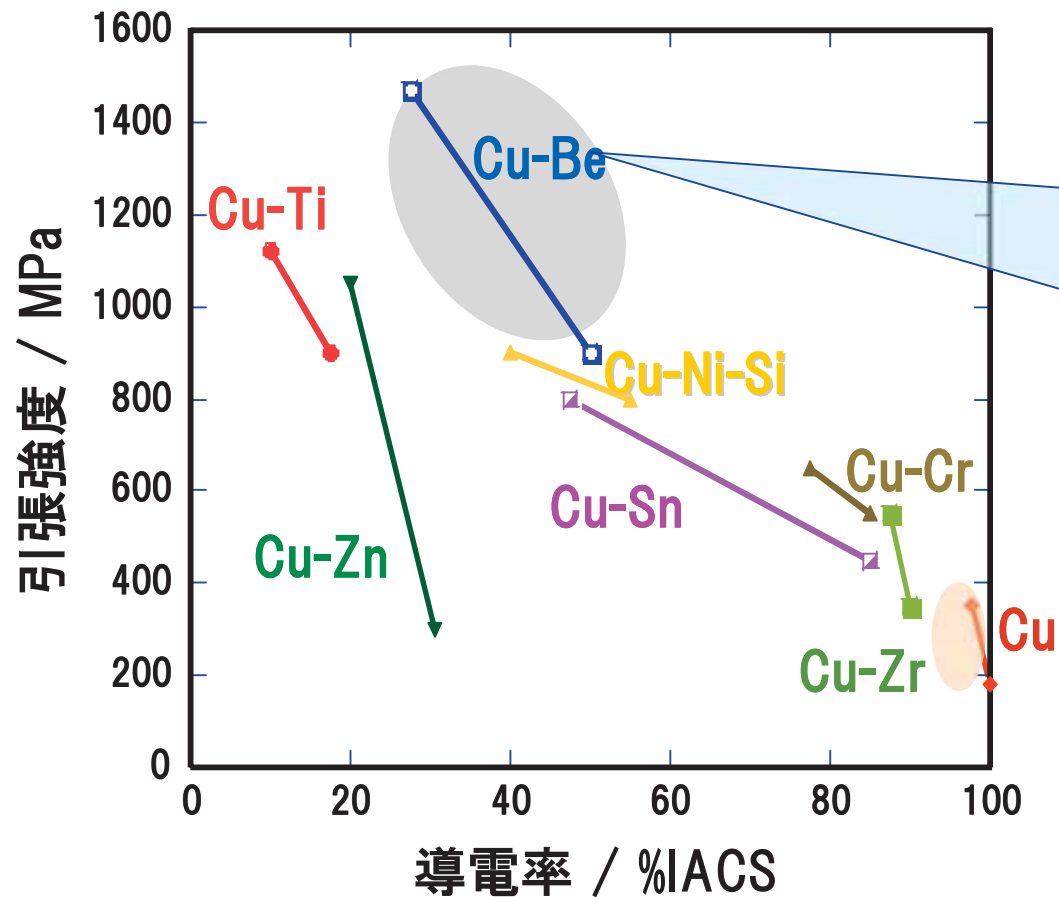
導電性銅合金の要求特性



【導電性】, 【強度】, 【環境調和性】…

研究背景 <ベリリウム銅合金①>

各種Cu合金の強度と導電性



* %IACS : 純銅の導電率を100%とした比率

ベリリウム銅(Cu-Be)合金

- ◎ **高強度** --- 時効析出強化型
- ◎ **高導電率** --- 25%IACS以上
- ▲ **環境性** --- Be: 人的に有害
- ▲ **コスト** --- Beが高価

Cu-Be合金に代替する
導電性材料の開発が必要！

研究背景 <ベリリウム銅合金②>

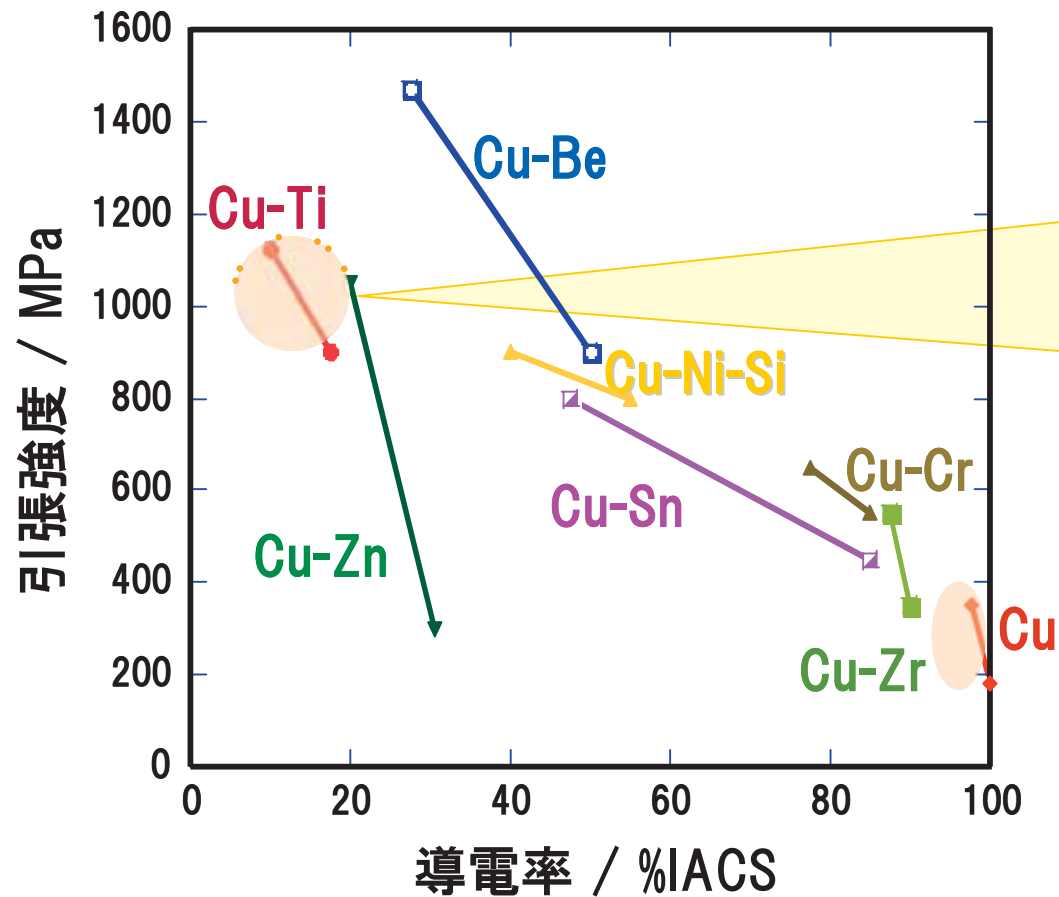
- ベリリウム銅 (Cu-Be) 合金は高強度-高導電率のため、広く汎用されている。
- 一方で、
 - > Beに起因する毒性 (アレルギー, 発癌性)
 - > Beが希少金属 等の問題がある。



代替材料の開発が必要不可欠

研究背景 <チタン銅合金①>

各種Cu合金の強度と導電性



チタン銅(Cu-Ti)合金

- ◎ 高強度
 - ・引張強度：800-1150MPa
 - ・バネ性, 耐摩耗性：良好
- ▲ 低導電率
(Cu-Be合金の半分程度)
- ◎ 環境性
- コスト --- 安価

* %IACS：純銅の導電率を100%とした比率

研究背景 <チタン銅合金②>

- チタン銅 (Cu-Ti) 合金は高強度。
- 生体・社会環境に負荷の少ない元素で構成。
- 導電率が低い ← 【問題点】



チタン銅合金の強度を維持しながら、
導電率を向上させる技術はあるのか？

研究背景 <チタン銅合金③>

チタン銅合金の作製手順

Cu-Ti 合金 (Ti : 1-6 at.%)

溶体化処理

調質圧延

時効処理

Cu-Ti 合金の組織

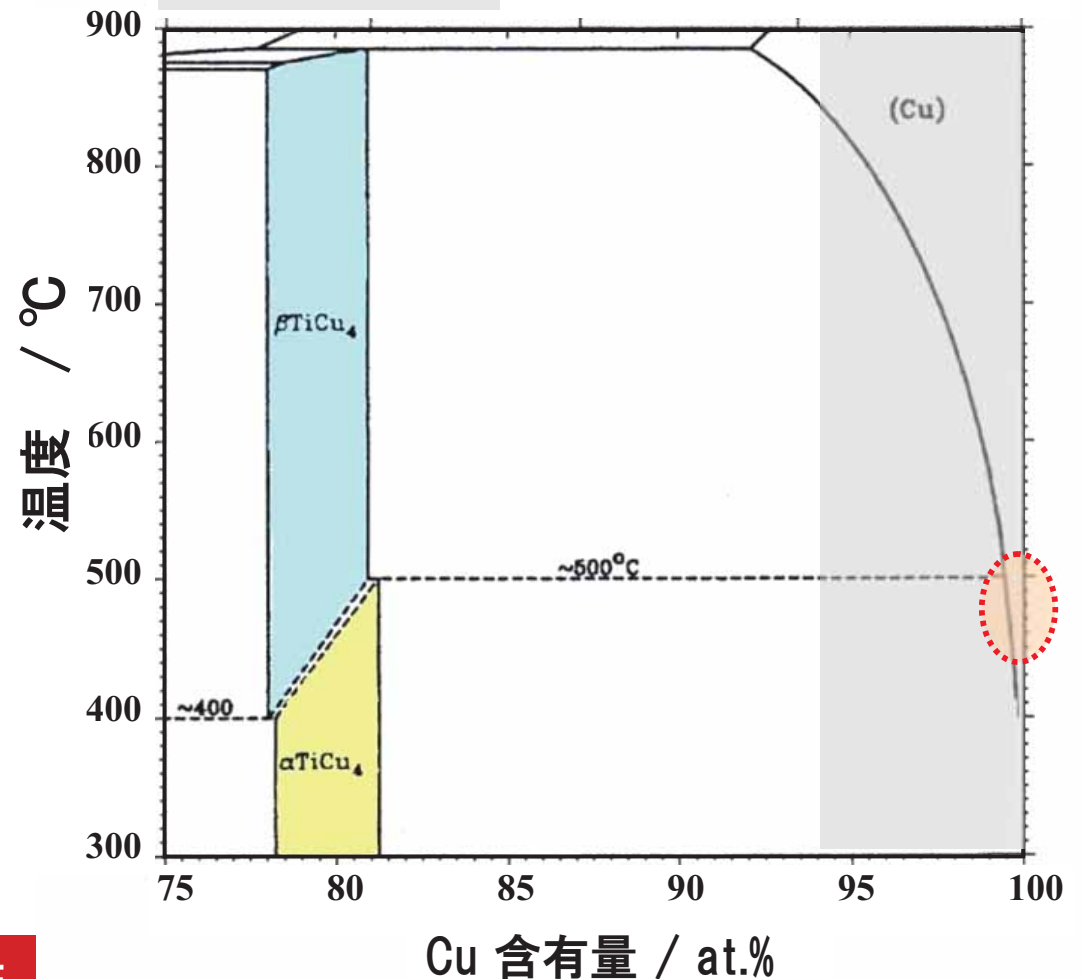
母相 (Cu) + 析出物 (Cu_4Ti)

固溶Ti量 : ~1.0%

導電率の低下

高強度・高靱性

Cu-Ti 状態図



新技術の基となる指導原理

★ Cu-Ti合金を高性能化させるための指針

- 強度：従来のまま微細析出物の形成
- 導電性：母相Cu中のTi含有量を低減

時効処理

✗ 真空 or 不活性ガス雰囲気

- 300-500°Cでの時効処理
→ 微細析出 → **高強度化!**

水素の利用

- 水素-Cu：反応しない！
Cu本来の特性に影響しない
- 水素-Ti：親和性が高い！
反応してTiH₂を形成

水素中での時効処理

新技術の基となる研究成果①

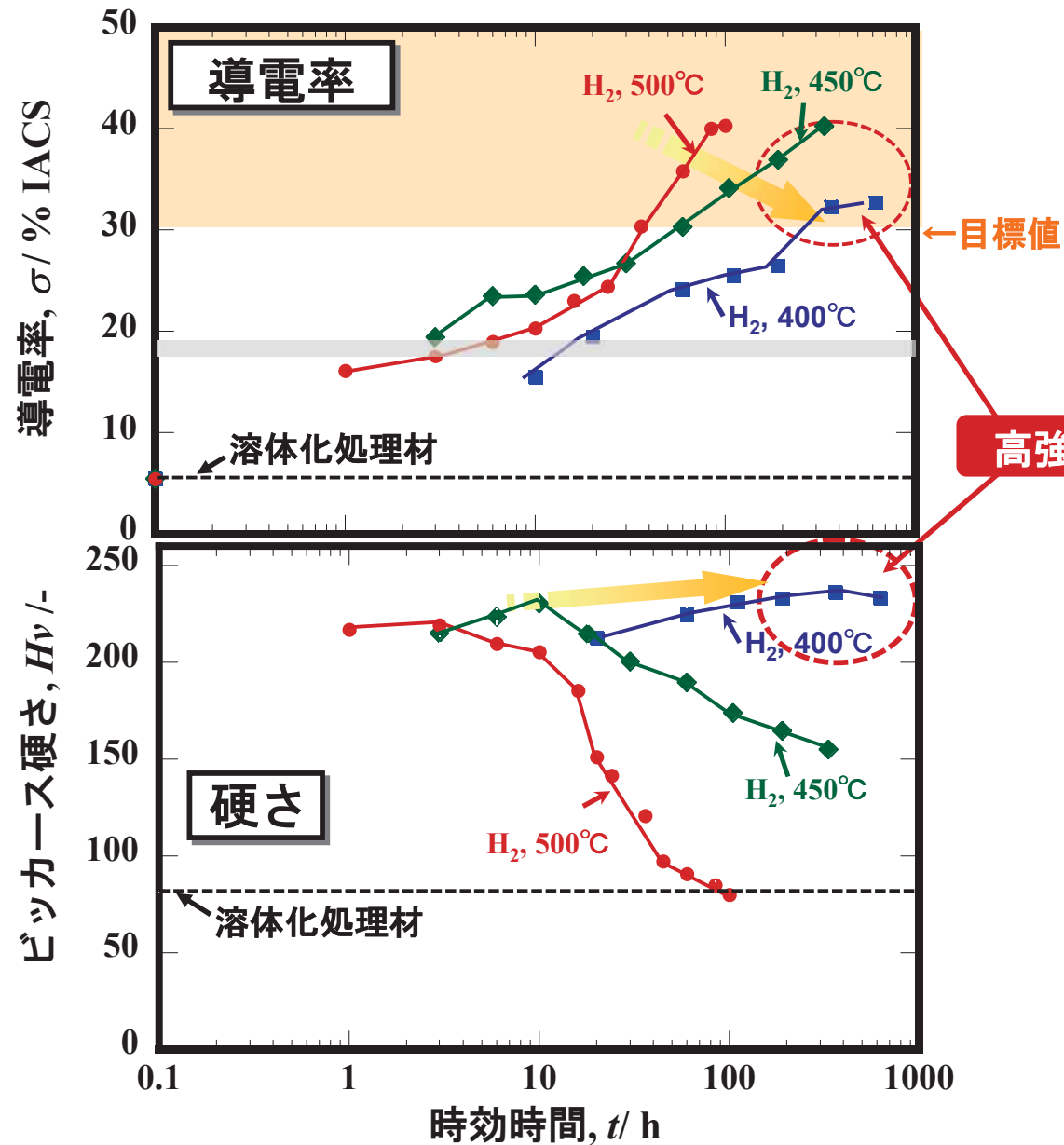
硬さと導電率

Cu-3at.%Ti 合金

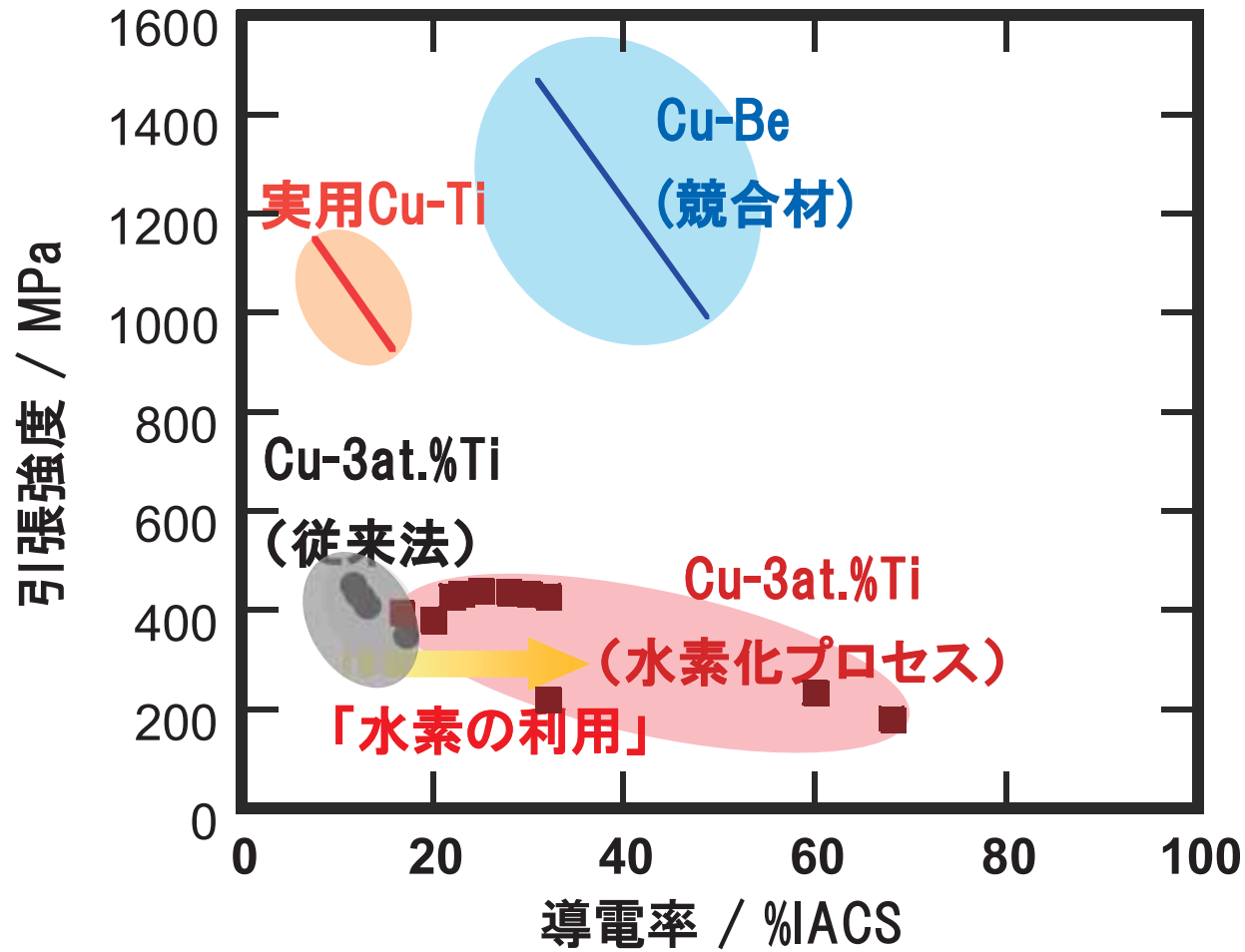
溶体化処理

調質圧延

時効処理



新技術の基となる研究成果②



新技術の基となる研究成果③

【水素雰囲気中で時効したチタン銅合金】



- 従来のチタン銅合金の強度レベルを維持
- 導電性 30%IACS以上（飛躍的向上）
- 環境性、元素戦略的に優位

新技術の特徴・新規性

- 「水素」の利用

- : Cu-Ti合金に水素を積極的に利用

- 反応性雰囲気中での時効プロセス

- : 「時効析出」と「合金化(水素吸収)」とを同時進行



- ① 強度と導電性を同時に向上

- : 本プロセス→「析出強化」+「固溶Ti量の低減」

- ② 広範囲な導電性制御

- : 処理条件の選択により導電性を広範囲に変化

新技術、従来技術、競合技術の比較

	引張強度	導電性	環境性
Cu-Be合金 (競合材)	1000MPa	30~40% IACS	× Be: 有害
Cu-Ti合金 (従来材)	1000MPa	~18%	◎
Cu-Ti-H 合金	1000MPa	30%IACS 以上	◎

新技術の進歩性

従来のチタン銅合金からの進歩

- ◆ 導電率の飛躍的向上（最大:70% IACS）
- ◆ 強度と導電率のバランス（最高硬さで32% IASC）
- ◆ 同等の強度-導電性バランス

競合材(ベリリウム銅合金)からの進歩

- ◆ 安全性の向上
- ◆ 資源問題の解決

新技術の優位性

- ① **従来材・競合材を凌駕する合金性能**
… 導電性、強度、環境性の総合点で至高の材料。
- ② **強度-導電性バランスを設計・制御可能**
… 制御パラメータの選択により、強度-導電性のバランスを多様に制御可能。
- ③ **実用化への迅速な展開への可能性**
… 現状製造ラインを改造するのみで製造可能。

想定される用途・応用

電子部材/素子産業への応用

- Cu-Be合金の代替
- 電子部材の信頼・安定供給
- 通電・接点用銅合金以外の用途へ展開

新領域へのインパクト

- ◇ Cu: 殺菌性 → 医療分野への進出
- ◇ Ti, H: 生体適合性
- 他の時効析出合金 → 他の材料系へ応用

実用化へ向けた課題

- ◆ 高性能化のための基本原理・技術を確立
 - ① 初期合金組成、組織の影響
 - ② 制御因子(温度、時間、水素圧)の影響
 - ③ 水素化プロセスによる組織変化挙動

- ◆ 実践的特性の評価, 課題の解決
 - … プレス加工性、溶接性、耐熱性、
耐久性等実践的特性の評価
 - 企業との共同研究により解決

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 銅-チタン-水素合金
- 出願番号 : 特願2007-100435
- 出願人 : 大阪府立大学
- 発明者 : 千星 聡

お問い合わせ先

大阪府立大学 工学研究科

コーディネーター：阿部 敏郎

TEL 072-254-9128

FAX 072-254-9874

e-mail abe@iao.osakafu-u.ac.jp