

# コア技術の『ろう付け技術』を 向上させるための 産学官連携



産学官連携の経緯と成果

アタゴ製作所 上西正久

開発事例の紹介

群馬大学 荘司郁夫

# (株)アタゴ製作所の紹介

- 1970年 ガスバーナ製造で創業  
資本金 3500万円  
従業員 140名  
売上高 (39期)44億円見込
- 2000年までの事業  
ガス機器関連  
バーナ・熱交換器  
送風機 その他金属加工  
ガス機器のOEM供給
- 2000年以降  
ガス機器関連の減少  
新たな分野への展開





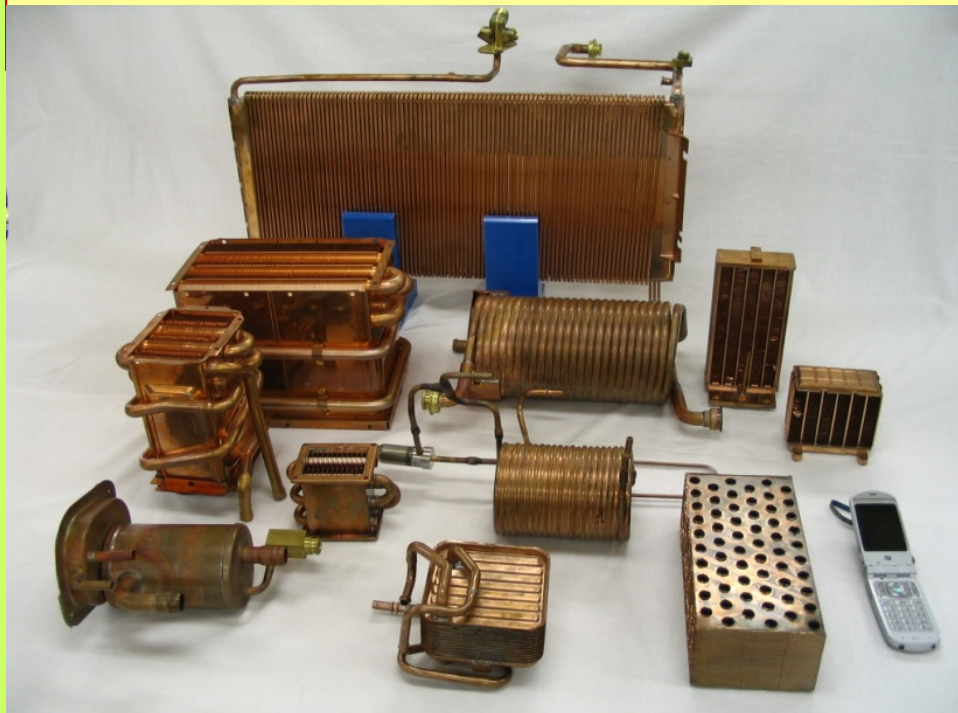
# (株)アタゴ製作所の紹介

## ● 現在の生産品

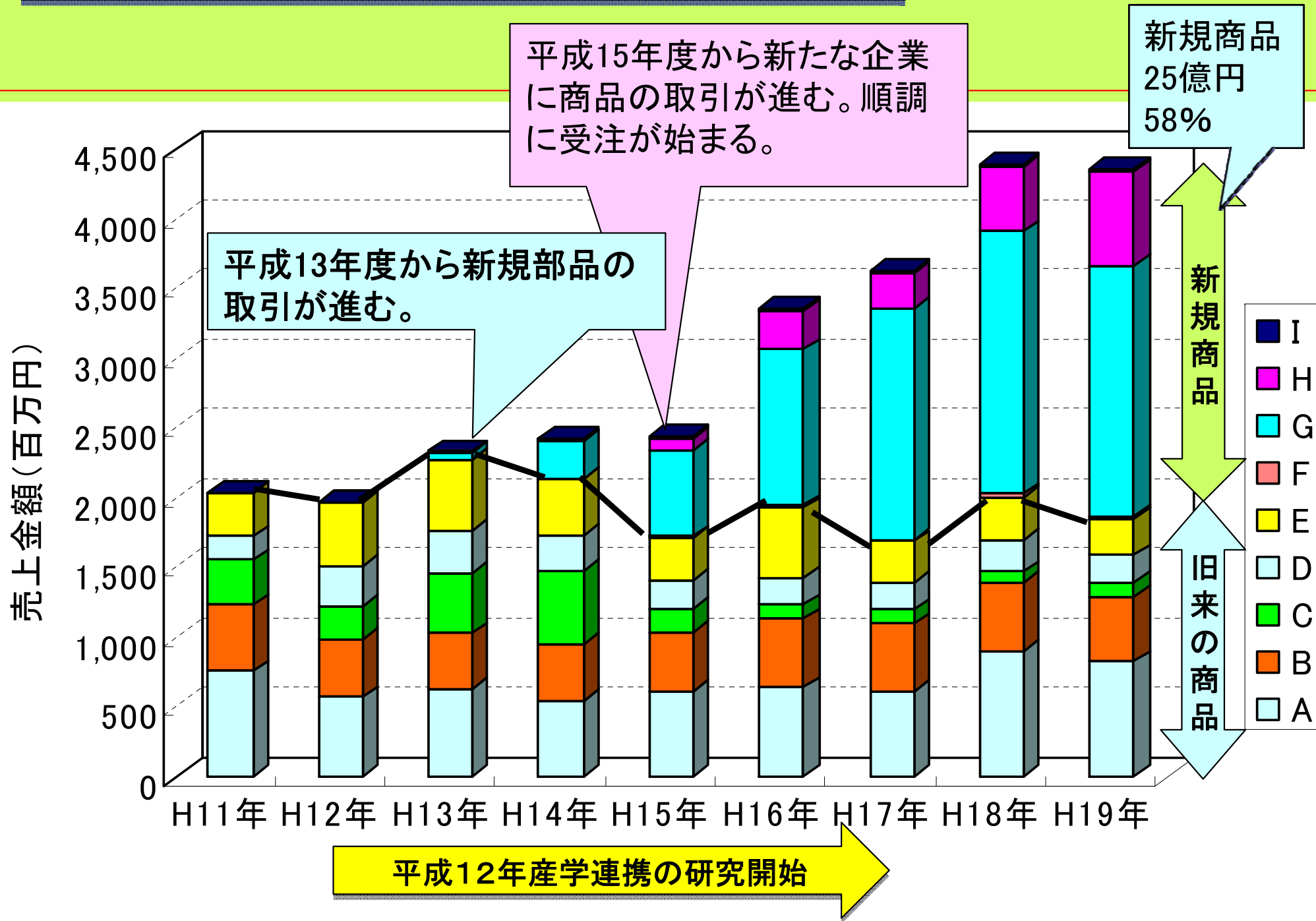
- ・ CO2給湯機の熱交換器 <エコキュート>
- ・ エンジン発電・給湯機の熱交換器 <エコウイル>
- ・ 各種の熱交換器（熱回収、HP用、放熱用）

## ● これからの期待事業

- ・ 燃料電池関連の部品（数年後本格化）
- ・ 省エネ・農業関連



# 売上げの推移と新規商品の割合



# 環境変化(平成10年頃)への対応模索

## ★平成10年(1998年)までの事業環境

- ガス機器関連大手セットメーカーからの部品の生産を受託し、  
大手の共栄・共存策に依存していた。

＜図面をもらい、指導を受けて物を作る＞

## ★事業環境の変化

- 大手企業の海外シフト・事業撤退:【大手会社には頼れない!】

「新しい得意先、新しい仕事を確保」が緊急課題となる。

『コア技術は何か?』・・・???

『アタゴでは 何ができる?』・・・???

☆模索の結論として、些少の「製造技術・設計」の経験を生かし

『ロー付け技術を、コア技術として、

熱交換器を設計・製造できるように』

＜ ロー付け技術で提案できる会社を目指す ＞

## 産学官連携の始まりと期待

- 1999年2月(平成11年)日刊紙の地方覧  
長年「ロー付けの研究」をされていた群馬大学の乙黒教授が紹介された。
  - ☆ 早々に研究室を訪問し、技術相談・指導、調査・分析等の支援をお願いした。(まず寄付金で)
- 大学への期待。
  - ☆ 困った時に相談したいが 第一。
  - ☆ ロー付け・材料技術の基礎を構築したい。〈群馬大学〉  
ロー付け : ロー付条件、結合部の組成・強度・耐久性  
新しい複合材料(ロー付けできる)
  - ☆ 熱交換器の設計資料、試験評価 〈足利工業大学〉  
性能のシミュレーション・性能試験

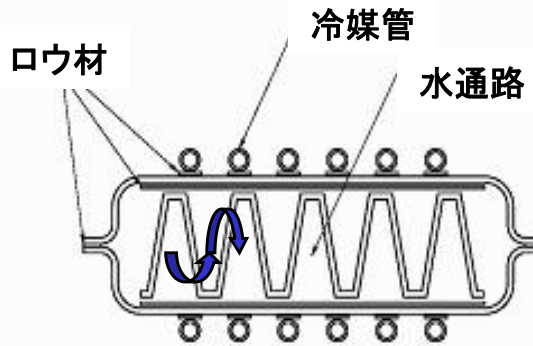
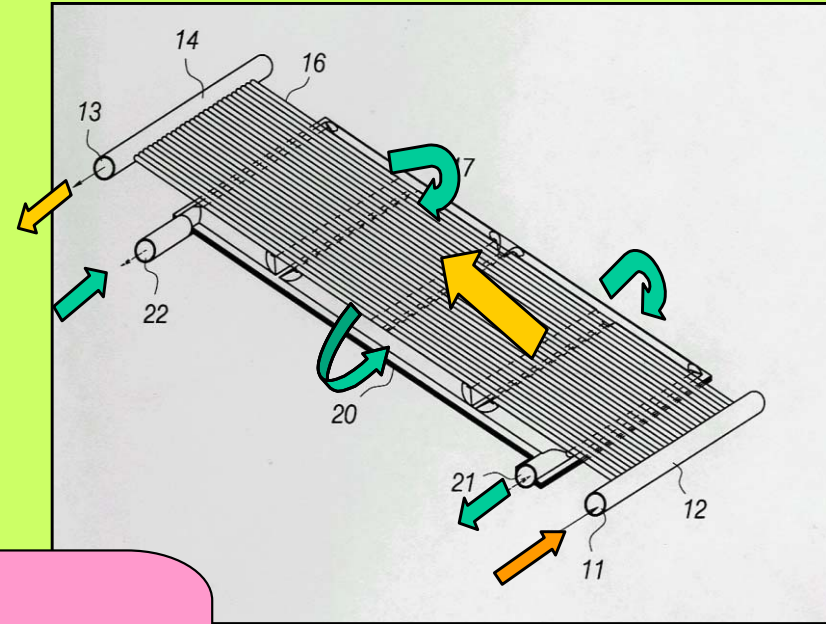
大学の基礎技術・技術情報を利用し、技術力の向上を考えた産学連携のスタートであった。



# 産学官連携の成果(量産品)

## ● CO2給湯機用熱交換器 (エコキュート用)

冷媒回路： 12MPa の高圧  
水回路： 銅プレートで水通路



一括ろう付け  
による製造



## 各大学との連携経緯と内容

大学	連携の経緯	連携の内容
群馬大学	ろう付けを研究している教授の存在を知り訪問する。 研究室への寄付金でスタート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎研究</li> <li>・日常の指導・相談</li> </ul> 11件/9年間
信州大学	アタゴのニーズを 群大・助教授が信州大・助教授に学会で橋渡し、3者共同研究が始まった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複合めっき の開発</li> </ul> 1件 3年間
足利工業大学	旧知の民間出身講師が、熱解析を得意としたので、依頼する。学生の卒論に評価試験の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シミュレーション</li> <li>・新規熱交換機の実証試験・評価</li> </ul> 6件/6年
ものづくり大学	大学見学で、技能教育の実態を見て、社員教育をお願いする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接技能者の教育対象者全員</li> </ul>



# 産学官連携平成12年以降の実績

	群馬大学	足利工業大学	その他大学	官による支援
2000年 平成12年	共同研究 SUS材のロー付け			
2001年 平成13年	共同研究 SUS材のロー付け			群馬県開発支援補助金
2002年 平成14年	寄付金 溶接材料開発	共同研究 熱交換器評価		群馬県開発支援補助金
2003年 平成15年	共同研究 溶接方法の開発	寄付金 熱交換器評価		北関東産官学研究会
2004年 平成16年	共同研究 溶接材料開発①	共同研究 熱交換器評価	信州大学 溶接材料開発①	北関東産官学研究会
	共同研究 新熱交換器開発		ものづくり大学 溶接研修	経済産業省 補助金
2005年 平成17年	共同研究 溶接材料開発②	共同研究 熱交換器評価	信州大学 溶接材料開発②	群馬県産学官連携推進
	共同研究 新熱交換器開発		ものづくり大学 溶接研修	
2006年 平成18年	共同研究 溶接材料開発③	共同研究 熱交換器評価	信州大学 溶接材料開発③	北関東産官学研究会
2007年 平成19年		共同研究 熱交換器評価		
2008年 平成20年	共同研究 A SUS熱交換器	共同研究 熱交換器評価		NEDO燃料電池要素開発
	共同研究 B アルミ放熱器			北関東産官学研究会

# 産学官連携の成果が出た理由

- 群馬大学 中小企業へ強力な支援。
  - 窓口の「共同研究イノベーションセンター」の施策と配慮  
積極的な中小企業への呼びかけ。セミナー等の実施  
大学のシーズ・研究室の紹介と結びつけ。
  - 教授方が 共同研究熱心、企業指向でよろず相談もOK。  
開放的で 自由に出入り、設備活用が出来る。
- NPO法人北関東産官学研究会
  - 大学との共同研究への資金的援助  
企業の負担最小限で共同研究が出来る。
- 中小企業への国・県の支援策(補助金制度)
  - 基礎的な開発・リスクを伴う開発に挑戦できる
  - 目的に応じて活用 <経産省・県・産官学>

# 『基礎技術の開発』

群馬大学と共同研究

特願:2001-211409

群馬大学・信州大学  
と共同研究

特願:2004-233700

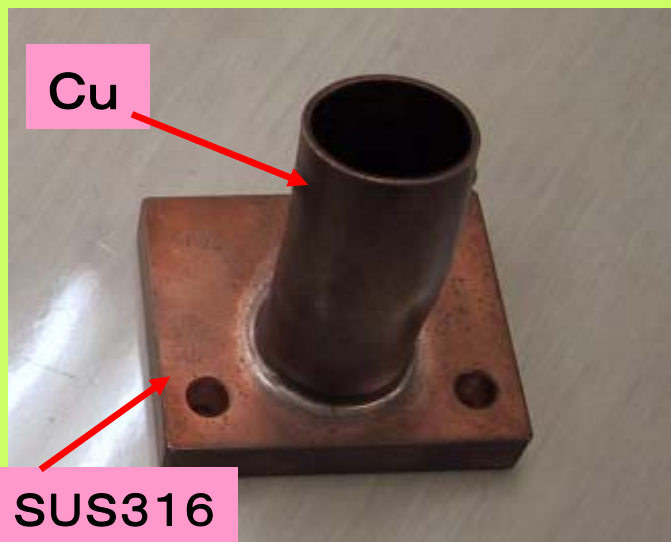
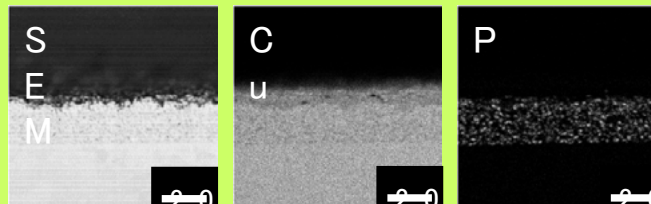
群馬大学と共同研究

特願:2008-181951

- 鋼材を 銅材の代替に  
鉄またはSUS材の表面に銅層  
を形成、銅材とSUSの炉中ろ  
う付けで結合する。

- SUS材のろう材の製造方法  
銅素材の表面に、  
ろう材合金層 を作る

- アルミと銅材の結合法法  
アルミ材料の複数の金属  
層を形成し、  
『特殊はんだで銅材と結合』  
する。



## 産学官連携を振り返って

- ★ 継続しての「大学の支援」と「補助金の活用」により効果が十分得られ、現在の売り上げに繋がっています。
- ★ 特許の共同出願(3件)、先生方の学会発表の論文(6件)、学生の卒論などで、大学側への多少の貢献に成りましたが基本的には「学・官への依存の連携」(利用型)であったと思う。更に、「Give & Take」を目指したいと思っている。
- ★ 共同研究のテーマが基礎的なもの、要素技術的なものに限られ、「ズバリ連携の成果ですと言える商品」はありません。中小企業の体力では、これからも同様です。
- ★ ハイテクと言えるテーマはありませんが、もっと多くの先生方、他大学と連携することが出来ればと考えている。

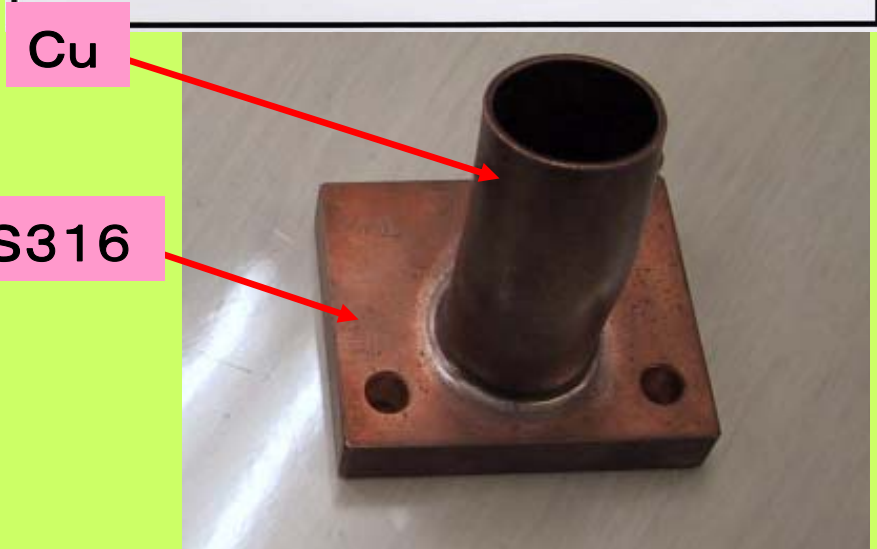
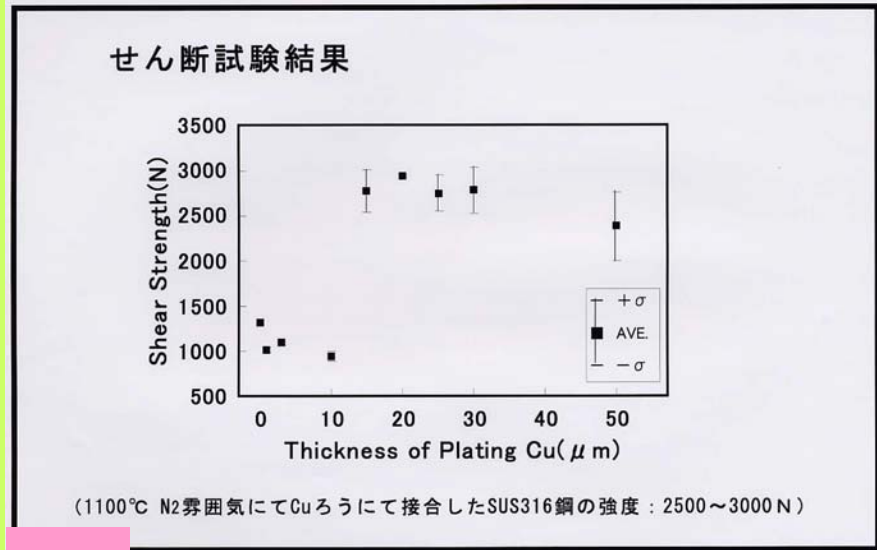
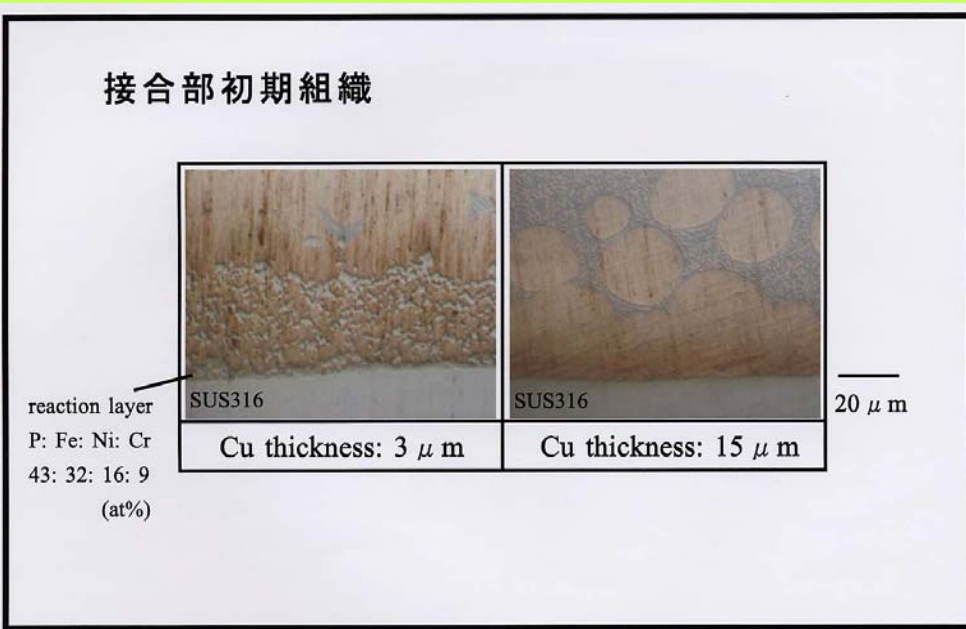
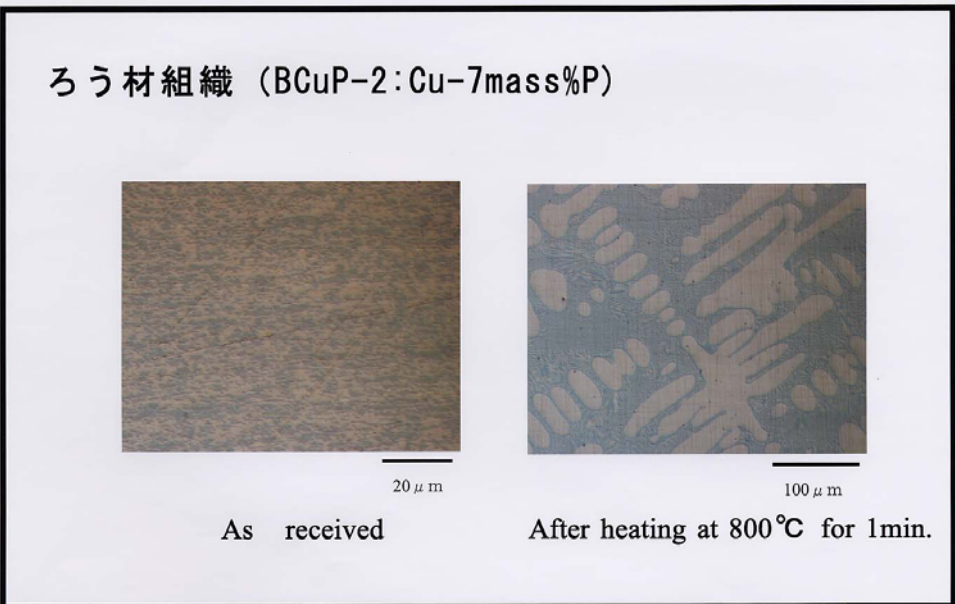


## 開発事例 (SUSと銅の結合) について

- 荘司先生にご紹介頂く 内容は、
  - \* 銅とSUS 鉄材を 安いろう材で結合したい。
  - \* 既存の設備 (連続加熱炉) でろう付けしたい。当時は 出来ればいいな！ と夢のようなことでした。
- 雑談の中で、「先生が可能性がある」と判断して頂いたことが、開発の始まりです。
  
- 成果は 共同出願になり、商品化は まだ些少ですが、
  - \* 軽量化・耐食耐久性のためのSUS利用
  - \* 銅の代替として 安価な 鉄材利用目的で、今後拡大して行く予定です。  
学会で発表された先生の論文を見て、最近大手メーカより引き合いが来ている。

# 産学官連携の成果(素材代替)

● 鋼材を 銅材の代替に  
SUS材の表面に銅層を形成、銅材と  
炉中ろう付け結合する。



# 連続加熱炉を利用した ステンレス鋼と銅の接合技術

研究者：群馬大学大学院工学研究科  
機械システム工学専攻  
准教授 荘司 郁夫

# 技術内容紹介

- ・熱交換器用の材料には，一般的にCuおよびCu合金が使用
- ・耐圧性，耐熱性が要求される部材にはステンレス鋼が使用
- ・Cu用のろう材（りん銅ろう）では，ステンレス鋼のろう付けは困難（接合界面に脆いFe-P系化合物が生成するため）

➡ ステンレス鋼表面にCuめっきを実施

接合部組織，接合強度評価により  
適正めっき厚範囲を確立

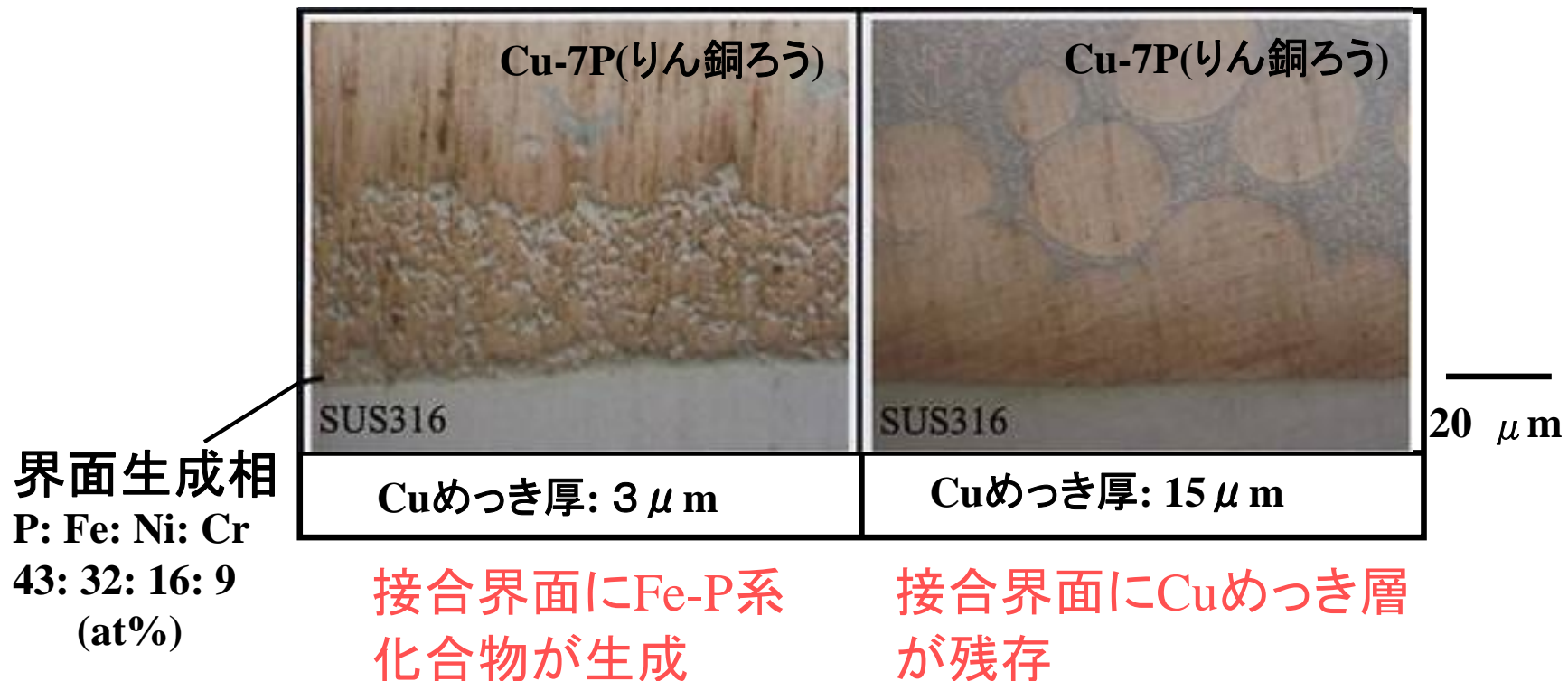




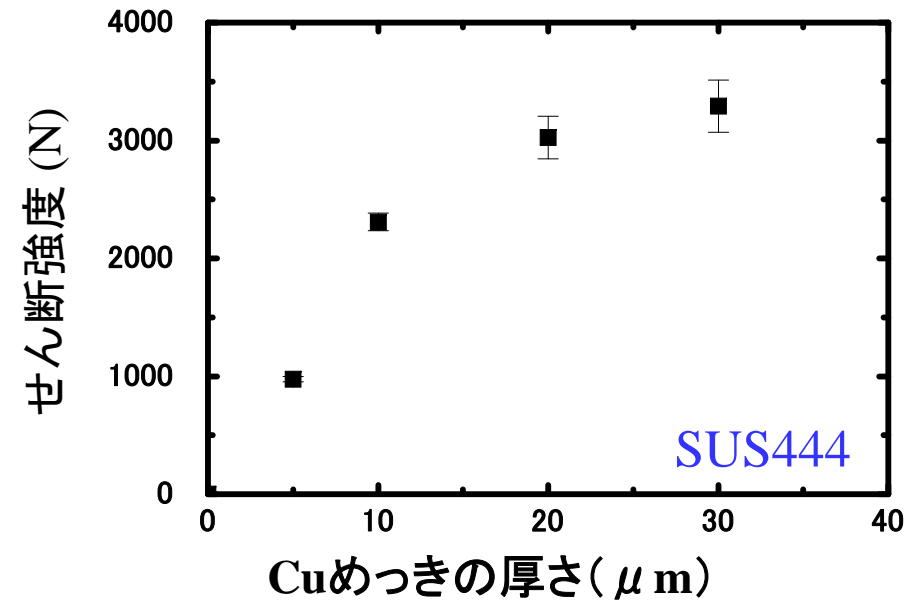
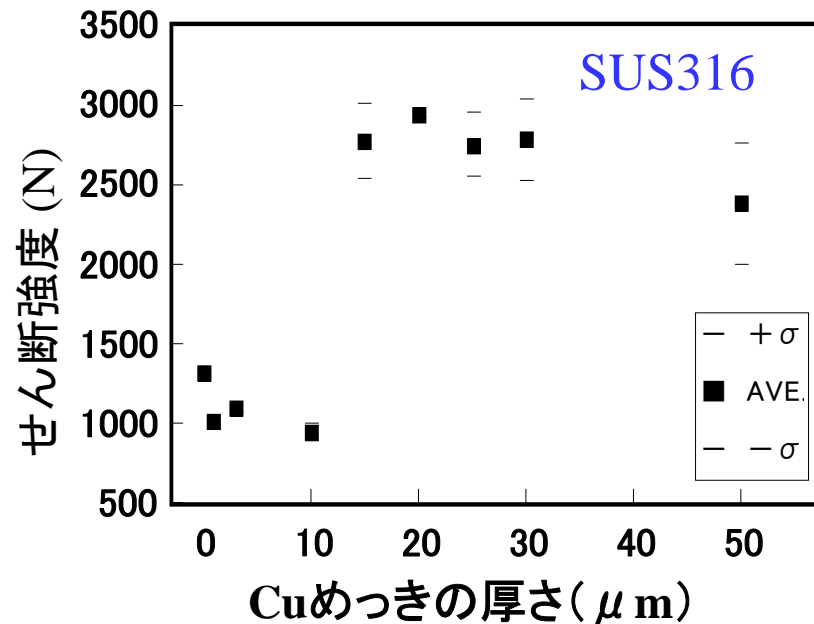
# 従来技術とその問題点

銅製品のろう付に使用される既存の還元雰囲気炉中にてりん銅ろう(Cu-7P)で、ステンレス鋼をろう付すると、接合界面に脆いFe-P系化合物が生成する。

そこで、ステンレス鋼に銅めっきを施しろう付を試みた。



# 接合強度評価結果(5x5mm 接合部のせん断強度)



実用レベル: 1100°C 窒素雰囲気にてCuろうにて接合した  
SUS316鋼の強度: 2500~3000N)

1. ステンレス鋼表面に20  $\mu\text{m}$ 厚以上のCuめっきを施すと、接合界面部でのFe-P系化合物層の生成を抑制できる。
2. 界面でのFe-P系化合物層の生成がみられなかった試料においては、実用レベルの接合強度が得られた。

# 想定される用途

- 既存の還元雰囲気連続加熱炉中にて、りん銅ろうを用いて銅材とステンレス鋼材を一括接合する技術を開発した。  
→ ハイブリッド熱交換システムへの応用が期待



銅めっきステンレス鋼と銅材を用いた  
複合熱交換プレートの試作例  
(上下それぞれ2枚ずつがステンレスプレート)

## 開発事例紹介2

# Cu-P複合めっきを利用した銅上への ろう材層作製技術の開発



## 技術内容紹介

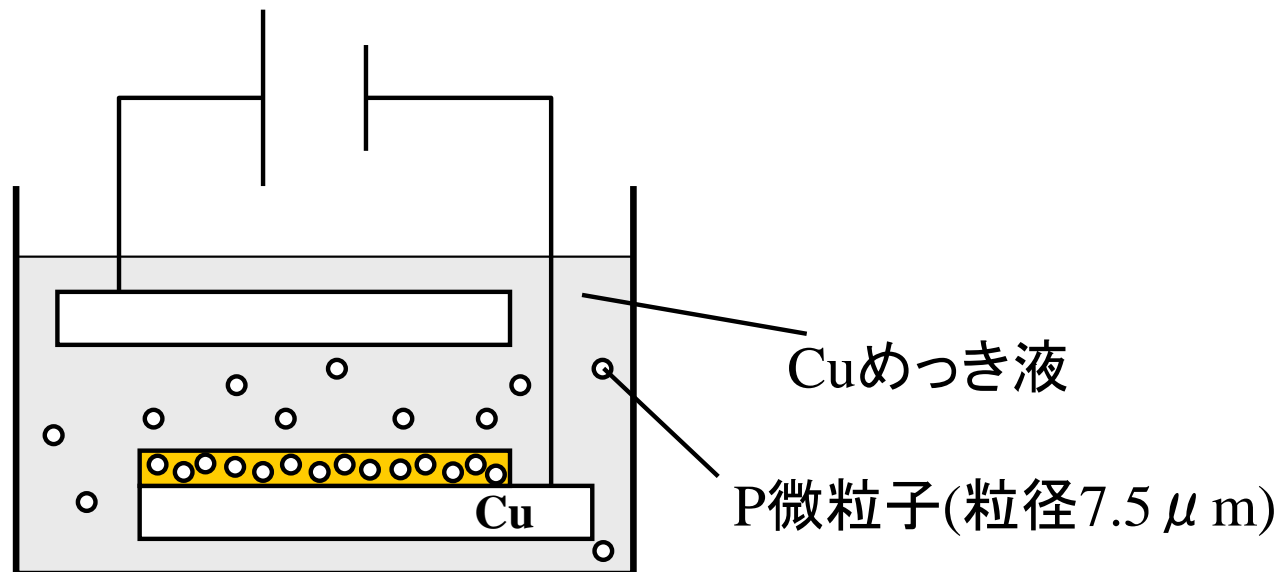
- ・熱交換器の材料として広く使用される銅のろう付けにはりん銅ろう(Cu-7mass%P)が使用される.
- りん銅ろうは、箔あるいはペーストにて供給されるが、熱交換器部品の形状が複雑になるにつれ、適量供給が困難となっている。  
(信頼性およびコストの問題発生)
- 複合Cu-Pめっきを用いた、あらかじめろう材が必要な箇所へのろう材成分の供給技術の開発



温水供給システム

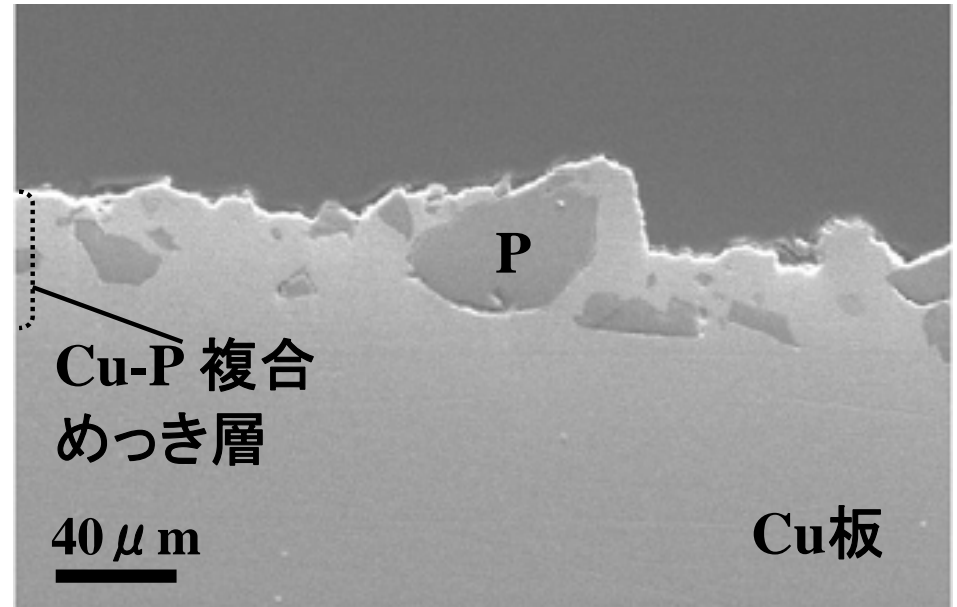
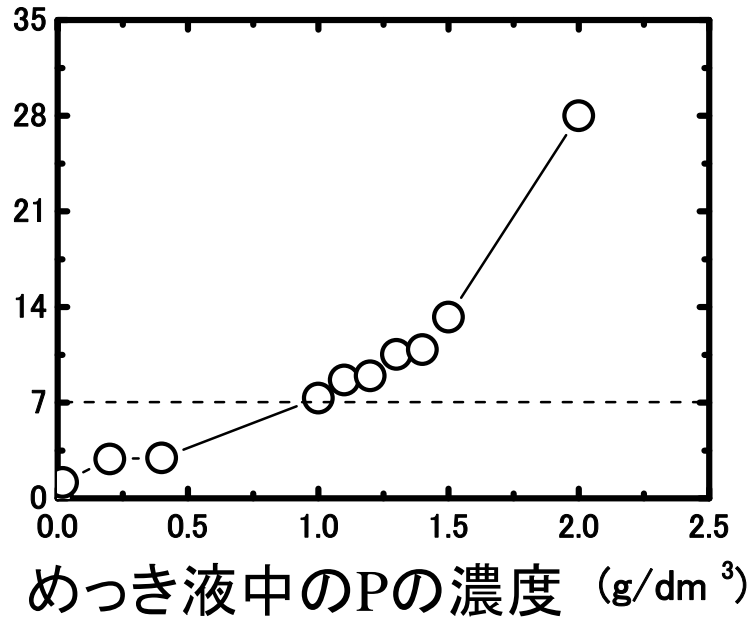
# 新技術の特徴

- ・りん銅ろうの成分はCu-7mass%P (Cu-Pの合金)
- ・Cu-P複合めっきによりりん銅ろうと同成分のめっき層を銅上に形成し、ろう材として使用することを目指す。  
生成する層は、CuめっきにPが取り込まれたもの。



# Cu-P複合めっきの評価

生成複合めっき層のPの濃度(mass%)



めっき液中への添加P粒子濃度を  
1 g/dm<sup>3</sup> とすればCu-7mass%Pに  
相当する複合めっき層が生成する.

1. 複合Cu-Pめっき法により, 銅上に適量のりん銅ろう層を形成する技術を開発した.
2. 熔融特性および接合強度評価より複合めっき液に添加する, P粒子の粒度分布は, 3~10 μm程度が望ましいことを明らかにした.

# 想定される用途

- 銅製ブレージングシート
- りん銅ろう成分を有するろう付部品
- 複雑形状を有する熱交換器部品へのろう材層の生成が可能
- 複合めっきを応用した他成分系ろう材への展開



複合Cu-Pめっき層を用いた  
プレート熱交換器の試作例  
(接合部断面)