



## 東海大学工学部機械工学科 宮沢の自己紹介と研究室の紹介

**「ろう付」を深く勉強し、実践的に研究し、学士・修士・博士を取得できる唯一の研究室です！**

**材料を開発し、それを工業製品へ応用し、産業界・学会(学界)と連携できる 唯一の研究室です！**

### 1. 宮沢靖幸の自己紹介

名前: **宮沢 靖幸(みやざわ やすゆき)**

学位: 博士(工学)

居室: 第5研究室, 19号館 10階

電話番号: 0463-58-1211, 内線 3073

携帯: 090-1107-8998

電子メールアドレス: ymiyazawa@tokai.ac.jp

東海大学の住所, 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1

住まい: 平塚市 家族: 妻と息子二人

趣味: 鉄道, 旅行, 写真, 読書(推理小説や歴史物), 歴史

出身地: 東京 育ち: 神奈川県横浜 ⇒ 茨城県水戸市

これまでの略歴

1982年3月, 茨城県立水戸第一高等学校卒業

1983年4月, 東海大学工学部金属材料工学科入学

1987年3月, 同卒業,

1993年3月, 金属材料工学専攻修了, 工学博士号取得.

1993年4月, 東海大学工学部金属材料工学科助手に着任, 講師, 助教授(准教授)を経て, 現在, 工学部材料科学科教授.

現在まで **35年間**, 各種材料の接合(特にろう付)の研究に従事.

### 2. 宮沢研究室とは？

宮沢研究室は、「接合科学研究室」です。「もの」と「もの」をくっつける研究をしています。何でもくっつける自信があります。接合技術の中で、特に産業界から要望が多い技術に「Brazing & Soldering」があります。この、**ろう付・はんだ付技術を取り扱う研究室**です。本研究室では、「冶金」や「金属材料」に関する基礎知識や素養を大切にしています。本研究室は、ろう付・はんだ付技術で世界トップレベルの大学の研究室です。

### 3. 宮沢研究室の主な成果

**【重要】**毎年、多くの優秀な学生が本研究室を巣立ち、社会で活躍しております。我々の研究室に所属する学生達(主に大学院生)は、国内の学会や国際会議(学会)への参加・発表を体験します。また、守秘義務があるために詳細は紹介できませんが、企業との共同研究を盛んに実施しております。

**卒業生 学士 308名 修士 130名 留学生(短期を含む)20名**

**博士 1名取得 社会人論文博士 2022年度 1名取得.**

**現在, 共同研究(技術指導を含む)を行っている企業は 13社.**

2012~2023年度に技術相談を受けた企業はのべ 50社.

2010~2023年度, 著書学術論文など, 130編

2010~2023年度, 学会学術集会などでの発表, 200件

2010~2023年度, 学会学術集会などでの座長, 32件

### 4. 宮沢研究室の研究背景

本研究室はモノとモノをつける接合技術に関する研究を行っています。特に、**ろう付・はんだ付**に関する研究を行っています。ろう付は溶接などの接合技術と比較して、**冶金的な面接合**が達成可能な技術であり、ものづくり分野の重要技術と位置付けられています。接着剤による接合も面接合が得られますが、冶金的な接合ではないので、経年劣化や環境による劣化が懸念される場合が多いと言われています。ろう付・はんだ付は、接合したい物の間に**ろう材・はんだ**と言われる溶融した金属を**毛管現象**により流入させ、液相/固



相間の**界面反応**によって強固な密着を得る事により接合する技術です。また、ろう付は極めて重要な技術ですが、科学的な考察が加えられる様になって日が浅く、学問的に未解決な問題が多く存在しています。一方、新技術や新素材の開発のスピードはますます加速しており、それに伴い、ものづくりにおける**材料プロセス技術**(材料の製造技術や加工技術など)の高度化、高精度化などが要求されております。そこで、宮沢研究室では、金属材料同士または金属材料と非金属材料(主に、セラミックスや炭素系材料)との接合に関する研究を次に示す研究方針に従い、実施しております。

### 5. 本研究室の基本的な研究方針

接合技術における重要な要求項目は、接合体使用時に接合部が破損(最悪の場合、接合部が外れる)しない事です。健全な接合部を得るためには、接合部を均質にする事が必要ですが、接合部は特別な場合を除き、材質的に**不連続・不均質**であり、これまでの研究成果より「**接合界面の密着性**」や「接合界面でのミクロ的またはマクロ的な材質の連続性や均質性」が接合体の信頼性に影響を及ぼす事が判っています。すなわち、密着した健全な接合界面が得られ、ミクロ的またはマクロ的に材質の連続性や均質が得られれば、実用上問題の少ない接合体(継手)が得られます。一方、健全な継手などが形成されるメカニズムやその手法には未解決の点が多くあります。そこで、ろう付部やはんだ付け部の**接合界面に着目し**、接合後の接合界面組織や元素分布を詳細に観察分析した結果から接合中の**界面反応現象機構**を明らかにし、より安定な**接合手法の確立**を最終目標として研究を実施しています。

### 6. 現在実施中の研究テーマ

**以下のテーマを実施可能な外部予算を取得済み！**

- (1) Ni系ろう材を用いたステンレス鋼のろう付と組織解析
- (2) **セラミックスと特殊材料のろう付**
- (3) 銅および銅合金のろう付と特性評価
- (4) 溶融ろう材のぬれ挙動のその場観察
- (5) **Al/Cu 黄銅/SUS 異種材料ろう付技術の開発**
- (6) **アルミニウム合金のろう付技術の開発**
- (7) **新しい Ag-Cu 系ろう材の開発**

### 7. 研究で使用する主な分析装置・測定装置など

SEM, XRD, EPMA, FIB, TEM, SEM+EBSD, 材料試験機, その場観察装置, 硬さ試験機, 顕微鏡, 熱分析装置, 電流負荷装置

### 8. 宮沢の対外的な活動

- (1) 溶接学会, 代議員 界面接合研究委員会, **運営幹事**
- (2) 日本銅学会, 企画運営委員・編集委員
- (3) 日本溶接協会, ろう部会・技術委員会 **委員長**  
ろう部会・先端材料接合委員会, 運営幹事
- (4) 溶接学会, 溶接協会(学識委員), 金属学会, IBSC, LOT
- (5) MAPT2019 **実行委員長**, IBSC2018 で**基調講演**.

### 9. 宮沢研究室で実施できる主な事

- (1) ろう付プロセスを詳細に解析し, 製造分野に必要な情報を提供するために必要な**特殊な試験片の創生とそれによる研究**
- (2) 共同研究や委託研究, **依頼分析や不具合解析**
- (3) ろう付・はんだ付に関する講演や講習(冶金に基づいた)
- (4) 高校生など若年層を対象とした理科教育講座

# ろう付とは？ 何か！ Brazing?

宮沢研究室は、「ろう付」を深く勉強し、実践的に研究し、学士・修士・博士を取得できる 唯一の研究室です！

ろう付は接合技術の一種である。図1の概念図に示す通り、被接合材(母材)を、**母材とは異なる金属(主に合金, ろう材)**で接合する技術である。実際には、母材とろう材をろう材のみが溶融する温度まで加熱し、**溶融ろう材を接合部へ毛细管現象**により流入させる。さらに、溶融ろう材/固体母材間で生ずる**界面反応現象**とそれに続く**凝固過程**で界面に強固な冶金的な接合を生じさせる。

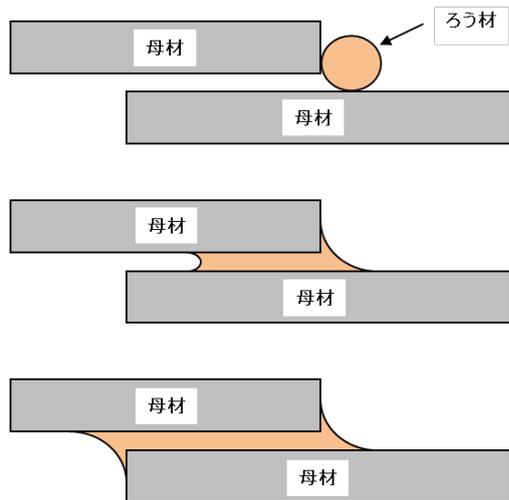


図1 ろう付技術の概念図

従って、ろう付の長所は、次の通りである。「母材をほとんど溶融することなく、薄板や精密部品の接合が可能。」、「ろうの浸透により、複雑形状部品や多数箇所接合部品の同時接合が可能。」、「ろう及びろう付法の選択により、**異種金属同士や金属と非金属の接合が可能。**」、「ろうと母材の融点異なるので、再ろう付や取り外しが可能。」、「最適接合条件において、母材同等かそれ以上の接合強度を得ることが可能。」、「比較的作業が簡単で仕上がりも美麗であり、自動化や大量生産向き。」

一方、ろう付の短所は、以下の通りである。「加熱を伴う作業であるので、熱影響は避けられない。」、「接合部は異種材料同士の組合せなので、継手の性質に若干影響がある。」、「**継手精度の管理に厳しさがある。**」

表1 接合技術におけるろう付の位置づけ

接合技術	接合形態			加熱または加圧
	点接合	線接合	面接合	
溶融溶接	アーク溶接		◎	局所
	スポット溶接	◎		局所
	レーザ溶接	◎	◎	局所
ろう付		◎	◎	全体
固相接合	拡散接合		◎	全体
	FSW	◎	◎	局所
接着	◎	◎	◎	全体
機械的締結	◎			局所

また、ろう付は、他の冶金的な接合技術と比較し、表1に示す通り、**面接合継手を得る接合技術**として、優れていることが判る。

ろう付では、継手の使用環境や使用方法を考慮し、最

適なろう材を選択する必要がある。代表的なろう材は下表に示す通りです。

各種ろう材の適用材料と特徴			
ろうの種類	記号	適用材料	特徴
1 銅ろう	BCu	鉄鋼、 <b>ステンレス鋼</b>	炭素鋼やステンレス鋼に非常にぬれ性がよい。融点が高いので、一般に雰囲気中で使用される。
2 銅合金ろう	黄銅ろう	鉄鋼、ニッケル、銅およびその合金	フラックスを使用。安価。融点が高い。
3 銀ろう	BAg	Al, Mg以外の金属材料、セラミックス	最も汎用性がある。フラックスろう付用および雰囲気ろう付用。
4 りん銅ろう	BCuP	純銅、銅合金(Ni10%以下)	純銅ではフラックスなしでろう付(自己フラックス作用)。液相線温度以下でろう付される。
5 金ろう	BAu	宝飾品、 <b>ステンレス鋼</b> 、ニッケル合金、耐熱合金	価格、色調から貴金属属用。耐食、耐酸化ろう付用。高信頼性(宇宙、航空機等)。
6 パラジウムろう	BPd	宝飾品、耐熱合金、Mo, Wなど	耐食、耐酸化ろう付用。PdおよびAg量により液相線にかなりの差がありステップろう付用。
7 ニッケルろう	BNI	鉄鋼、 <b>ステンレス鋼</b> 、ニッケル合金、耐熱合金	ろう付温度が高い。高温強度が高い。真空ろう付用。拡散ろう付(液相拡散接合)用。
8 アルミニウムろう	BAISI	アルミニウム、アルミニウム合金	フラックスろう付、真空ろう付。フレージングシートを用いた薄板の複雑な構造がろう付される。

また、ろう付は継手全体を十分に加熱する必要がある。従って、熱源の選択が重要となる。継手全体(試験片全体、製品全体など)を均一に加熱するためには一般的な**工業炉**が最適と考えられている。一方、様々な加熱源をろう付に応用する取り組みが行われている。

以上

## 代表的な研究成果 論文発表・招待講演

- ろう付の基礎と異種材料間接合への展開,宮沢,工業加熱,Vol.59,No.5,8-15,2022,**依頼論文**
- ろう付の現状と課題,宮沢,溶接技術(業界 No.1 技術雑誌), Vol.69,No.6,36-42,2021,**依頼論文**
- ろう付の基礎とろう付時の工業炉の役割 高品質な製品を得るためのコツ,宮沢,工業加熱,第56巻第1号,12-21,**依頼論文**
- Brazing of Stainless Steel and Analysis of Brazed Joints, Y.Miyazawa, IBSC2018 INTERNATIONAL BRAZING AND SOLDERING CONFERENCE,**基調講演**,2017,USA
- ろう付の基礎と各種材料のろう付,宮沢,ろう付技術フォーラム ろう付技術の基礎から応用まで,**招待講演**,2016
- ステンレス鋼のろう付技術,宮沢,H27(第72回)現場に役立つろう付技術講習会,**招待講演**,2015
- 銅と銅合金のろう付とX線透過法による溶融ろう材のその場観察,小澤 他,第103回界面接合研究委員会・平成28年第2回日本溶接協会先端材料接合委員会 合同委員会,**招待講演**,2016,**平成28年度界面接合研究賞受賞**
- 純銅と異種金属材料ろう付時に発生する粒界侵入現象,宮沢 他,第100回界面接合研究委員会・平成27年第2回日本溶接協会先端材料接合委員会 合同委員会,**招待講演**,2015
- ろう付を想定した冷却プロセスが耐脱亜鉛黄銅の組織へ及ぼす影響,宮沢 他,銅と銅合金,査読有,第54巻第1号,79-84,2015
- Brazing of Ferrite Stainless Steel with Ni-Based Amorphous Brazing Foils, Y Miyazawa, Proceedings from the 6th International Brazing and Soldering Conference, 査読有, IBSC 2015, 1-5, 2015
- ステンレス鋼のろう付,宮沢,ぶれいず,査読有,第48巻,119号,16-23,**依頼論文**,2014
- ステンレス鋼のろう付,宮沢 他,第97回界面接合研究委員会・平成26年第2回日本溶接協会先端材料接合委員会 合同委員会,**招待講演**,2014,**平成26年度界面接合研究賞受賞**
- Brazing of copper to stainless steel with a low-silver-content brazing filler metal, Y Miyazawa and son on, Materials Science and Engineering, 査読有, IOP Conf. Series, 61, 012016 doi:10.1088/1757-899X/61/1/012016, 2014
- Effect of stainless steel chemical composition on brazing ability of filler metal, Y Miyazawa and son on, Materials Science and Engineering, 査読有, IOP Conf. Series, 61, 012014 doi:10.1088/1757-899X/61/1/012014, 2014