

## 平成 25 年度軽金属論文賞

受賞論文名 「湿潤空気中における Al-Zn-Mg-Cu 合金の水素脆化挙動の調質による変化」

(軽金属 第 63 巻 2 号(2013) P. 57-64)

山口大学

大崎 修平 君

山口大学

春山 繁之 君

山口大学

古賀 毅 君

山口大学

上西 研 君

### 表彰理由

7075 アルミニウム合金相当の Al-Zn-Mg-Cu 合金の板材を使用して、調質(亜時効、過時効)、湿潤空気中での予暴露および低ひずみ速度引張試験を組み合わせることによって、延性に及ぼす水素の影響を明らかにした。そして、水素の格子拡散、転位輸送および臨界濃度を見積もり、実験結果との照合によって次の考察を行った: 亜時効の場合に粒界破壊が誘起されるのは、水素の格子拡散よりは転位による水素輸送が水素臨界濃度をもたらすためであり、過時効の場合に特に局部伸びが増加するのは、水素が析出相と母相との界面に富化されてポイド生成が助長されるためである。

以上のように、本論文は 7000 系アルミニウム合金における水素脆化の機構解明に努めており、学術的に貢献するところが大きい。また、近年、水素燃料自動車の車載高圧水素容器用材料として着目されている 6000 系アルミニウム合金に続く高強度材料として工業的な価値を有する。よって、軽金属論文賞に値すると判断し、ここに表彰する。

受賞論文名 「アルミニウム合金のせん断帯における 3D / 4D 破壊力学的評価」

(軽金属、第 63 巻 5 号(2013) P. 188-195)

豊橋技術科学大学

清水 一行 君(現在 東北大学)

豊橋技術科学大学

坂口 祐二 君

豊橋技術科学大学

酒井 一憲 君

豊橋技術科学大学

戸田 裕之 君(現在 九州大学)

公益財団法人 高輝度光科学研究センター

上杉 健太郎 君

公益財団法人 高輝度光科学研究センター

竹内 晃久 君

豊橋技術科学大学

小林 正和 君

### 表彰理由

近年、放射光 X 線トモグラフィ技術の発達により、現実の材料内部のき裂やひずみの三次元(3D)計測が可能となり、従来は試験断面で行っていた二次元(2D)観察を四次元(4D)観察(時間発展挙動の 3D 連続観察)に展開でき、材料内部の局所的な力学量を定量化できるようになった。本論文では、X 線トモグラフィを用いて、析出状態の異なる 7075 合金のその場破壊試験を行い、その結果、き裂先端のひずみ分布は、

弾塑性破壊力学の規定するものとは大きく異なり、斜め上方および下方の二方向のせん断帯内に大きなひずみが局在化することがわかった。この局在化の程度は、時効状態など従来知られている要因だけでなく、多結晶組織や結晶方位に大きく影響され、負荷の増加とともに局在化の程度が顕著になること、またせん断帯内で相当塑性ひずみに支配される粒子の損傷が生じ、破壊力学が規定する損傷域の 10 倍以上遠方まで粒子の損傷が生じることを明らかにした。以上の放射光を用いたその場破壊試験による知見は学術的にも貢献するところ大である。実用的にも 7075 合金などの高力アルミニウム合金の高強度高靱性化に大きく寄与するものと考えられる。よって軽金属論文賞に値すると判断し、ここに表彰する。

## 平成 25 年度軽金属論文新人賞

受賞者 <sup>しみず かずゆき</sup>清水 一行 君 豊橋技術科学大学 (現在 東北大学)

論文名 「アルミニウム合金のせん断帯における 3 D / 4 D 破壊力学的評価」

(軽金属、第 63 巻 5 号(2013) P. 188-195)

表彰理由

航空機用アルミニウム合金の高強度高靱性化が要望されている。高強度高靱性化にあたっては、破壊き裂進展の挙動の解析が重要である。本論文では、X 線トモグラフィを用いて、析出状態の異なる 7075 合金のその場破壊試験を行い、その結果、き裂先端のひずみ分布は、弾塑性破壊力学の規定するものとは大きく異なり、斜め上方および下方の二方向のせん断帯内に大きなひずみが局在化することがわかった。この局在化の程度は、時効状態など従来知られている要因だけでなく、多結晶組織や結晶方位に大きく影響され、負荷の増加とともに局在化の程度が顕著になること、またせん断帯内で相当塑性ひずみに支配される粒子の損傷が生じ、破壊力学が規定する損傷域の 10 倍以上遠方まで粒子の損傷が生じることを明らかにした。この結果は、今後の航空機用アルミニウム合金の材料開発に大きく貢献するものと考えられる。よって本論文の第一著者に対し、今後の一層の研究活動の発展と活躍を期待し、論文新人賞を授与する。

受賞者 <sup>ふじむら りょうこ</sup>藤村 涼子 君 株式会社 UACJ

論文名 「Al-Mg-Si 系合金の腐食に及ぼす塩化物水溶液中のカチオン種の影響」

(軽金属 第 63 巻 5 号(2013) pp.175-181)

表彰理由

降雪地域で散布される融雪剤には、NaCl、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>などの異なるカチオン種の Cl<sup>-</sup>が含まれる。近年自動車用など各種構造用材料としてアルミニウム合金の使用が進みつつあるが、これらアルミニウム合金の腐食に対する融雪剤の影響を明らかにすることが望まれている。一般的にアルミニウム合金の腐食は、Cl<sup>-</sup>の影響が大きいと考えられており、いくつかのカチオン種の異なる Cl<sup>-</sup>について、アルミニウム合金の腐食に及ぼす影響を比較調査した報告もみられるが、系統的に精査した報告は少ない。

著者らは、構造用材料として代表的な Al-Mg-Si 系合金について、温度、濃度の異なる NaCl、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub> 溶液中での浸漬試験にて腐食挙動を調査するとともに、電気化学的測定などの検証実験をあわせて実施した。その結果、MgCl<sub>2</sub> が存在すると他の塩化物環境下と比較して腐食しやすいこと、更には、その理由として、Mg(OH)<sub>2</sub> の溶解度が著しく小さいことから、カソード界面で発生した OH<sup>-</sup> が水溶液中の Mg<sup>2+</sup> と反応し不溶性の塩を形成し、pH 上昇が抑制されたことでカソード電流密度が増加し、孔食成長を促進したためと考えた。

以上のとおり、本論文は Al-Mg-Si 系合金の用途拡大に寄与するだけでなく、学術的発展性についても大いに期待できる。よって本論文の第一著者に対し論文新人賞を授与する。

## 第 48 回小山田記念賞

受賞技術 「小型・軽量アルミ熱交換器用 低Siろう犠材チューブの開発」

受賞者 杉浦 慎也(株式会社デンソー)  
手島 聖英(株式会社デンソー)  
根倉 健二(株式会社デンソー)  
大河内 隆樹(株式会社デンソー)  
長谷川 恵津夫(株式会社デンソー)  
渥美 哲郎(株式会社 UACJ)  
田中 宏和(株式会社 UACJ)  
久富 裕二(株式会社 UACJ)

### 表彰理由

自動車の世界生産台数の増加に対し、地球環境保全の観点から、省資源・省エネは必須項目である。本技術は、自動車用アルミ熱交換器のコンデンサにおいて、市場の小型・軽量化ニーズに応えるべく、従来16mmであった製品巾を性能・品質をそのままに11mmへの薄巾化に成功し、従来製品に対して30%の小型化、ならびに20%の軽量化を実現することができ、さらには高性能でかつグローバル調達性に優れるという画期的なものである。

特に“低Siろう犠材チューブ”は世界初の新材料である。“ろう材は流れるもの”という固定概念を打ち破り、“流れにくいろう材”という新たな合金をクラッド層とする低コストクラッドチューブ材を開発し、ろう付性と耐食性の両立に成功した。また、特殊な成分を添加しないことによりグローバル調達性にも優れた新材料となった。

2012年4月から本技術による新型コンデンサの国内生産を開始し、欧州、中国等の海外拠点でも生産準備中である。2017年では国内960ton/年、海外2880ton/年のアルミ材使用が予測される。

以上のとおり、当開発成果は、小山田記念賞を与えるにふさわしい技術であると判断する。

## 第 36 回高橋記念賞

受賞者 さくもと 作本 くにひろ 邦博 君 九州三井アルミニウム工業株式会社

### 表彰理由

作本邦博君は、1970年4月に九州三井アルミニウム工業(株)の前身である三井アルミニウム工業(株)に入社し、その後長年に渡り、各種アルミニウム素材の製造に関わる全工程業務に従事してきた。

1989年の九州三井アルミニウム工業(株)の設立当初は、製造担当者として、建材用のアルミニウム合金ビレットの鑄造鑄型システム改良を重ね、不良率の大幅削減を実現した。さらに、電解コンデンサ用の高純度アルミニウム材料においても、本材料に要求される微量(数ppmオーダー)の添加元素調整に関し、調整元素の金属形状・添加方法・溶湯攪拌方法等を改善することによる品質安定化を実現し、品質管理・現生産能力・製造体制の礎を築いた。その他、非金属介在物混入に対して厳しい高品質アルミニウム合金ビレットでは、原料の選定、溶湯ろ過技術等の最適化に取り組み、ビレット製品化を実現した。また、2003年には製造条件や原料情報をシステム化すべく、情報細分化や収集に取組み、使う側の立場に立脚した現情報システム化を構築した。

同君は長年の実績や経験から、現在は、製造技術の更なる発展のため、改善事務局として、部下の指導や育成に尽力している。

受賞者 なずきのりただ 鈴木 伯忠 君 株式会社 アーレスティ栃木

### 表彰理由

鈴木伯忠君は、1978年に株式会社 扶桑軽合金浜松工場(現 株式会社アーレスティ 東海工場)に入社し、鑄造経験1年をへて、金型課にて24年間一貫してダイカスト鑄造の要となる金型整備に携わってきた。

その間に同君は、金型故障低減による生産性向上や原価低減に特化し、とくに、金型整備前の詳細な金型故障診断による金型劣化度合いの定量化と整備内容の標準化、および損傷した金型の溶接補修の標準化による大幅な金型寿命の延命に尽力した。また、金型整備効率向上のために、5Sや見える化を推進し、次型・次々型整備率向上にも多大な貢献をしてきた。

現在同君は、その手腕を買われ株式会社アーレスティ栃木に出向し、高度な金型補修技術の教育を進めるとともに、アーレスティグループ各拠点における金型整備効率向上の推進リーダーとして横断的に活躍・奮闘している。

受賞者 武田 浩昭 君 三協立山株式会社三協マテリアル社

#### 表彰理由

武田 浩昭君は、1979年に立山合金工業(株)に入社し鑄造課へ配属された。その後三協アルミニウム(株)と立山アルミニウム(株)の統合という大きな流れの中、当奈呉工場の前身である富山合金(株)へ移籍し、三協マテリアル(株)を経て、現在は三協立山(株)三協マテリアル社奈呉工場の鑄造課に勤務している。

この間三十余年にわたり一貫して、アルミニウムビレットの鑄造業務に従事し、安全はもとより環境、品質、生産性の向上に積極的に取り組み、数々の成果を上げてきた。例えば溶解・保持炉の燃焼管理面では、燃焼バーナーの空燃比パターン改善に取り組み黒煙発生を防止、炉内メタル温度の均一化を達成するための最適な電攪運用パターンを作成し燃料原単位の低減に貢献した。品質改善の面では、現在当工場で運用している鑄造条件を現場で確認できる鑄造システムを作成した。また、溶湯処理後の溶湯サンプリングタイミングの決定や分析用サンプル成分のばらつきを小さくする鑄込鑄型の改善を行い、サンプリング精度の向上と操業の安定に多大に貢献してきた。

現在同君はこれまでに得た経験・知識を活かし、現場の係長として後進の若手技術者の指導・育成に献身的にあたるとともに、安全な職場の維持に日々注力、貢献している。

受賞者 松橋 則夫 君 株式会社 神戸製鋼所

#### 表彰理由

松橋則夫君は、1977年に株式会社神戸製鋼所に入社以来34年間一貫してアルミニウム圧延用スラブの溶解・鑄造に従事してきた。

1990年代後半には、高強度アルミニウム合金として市場ニーズが高まりつつあった2024合金の鑄塊大型化に取り組み、500mm厚さの大型鑄塊で、鑄造割れを抑制できる鑄造技術の確立に操業部門のリーダーとして携わった。2000年代には環境意識の高まりから、従来2次合金メーカーで再生塊にした後溶解原料として使用していたアルミニウムスクラップを、溶湯のまま受け入れることにより、省エネルギー・省資源を目指すことになったが、同君は、操業責任者として溶湯取鍋および取鍋台車の形状と取り回し方法の適正化に取り組み、安全でかつ効率的な受け入れ方法を確立した。その結果、2011年には対象とする近隣2次合金メーカーで発生する溶湯全量(毎月約1000トン)の受け入れを実現し、大幅な省エネルギーを達成するとともに、溶解時の酸化減損を約40%削減した。

以上のように、同君は30年余の長きにわたり、アルミニウムの溶解・鑄造において、社会ニーズに応じた技術開発に従事してきた。現在は、操業部門の監督職として、これまでの経験・知識を活かし、安全で安定した操業を指揮しながら、後進の指導と育成に尽力し、社内外のアルミニウム産業を支える技術者の育成にも貢献している。

## 第 12 回軽金属躍進賞

受賞者 すずき しんすけ 鈴木 進補 君 早稲田大学

### 表彰理由

鈴木進補君は、アルミニウム合金をはじめとする金属の凝固プロセス、塑性加工、融体物性に関する研究で画期的な業績を上げている。最近では、方向性ポーラスアルミニウム合金の製法としてパイプと基材の溶融接合を用いた方法を開発し、新規の軽量構造材料として期待されている。実証実験により、溶融または半溶融基材へのパイプ浸漬法や連続鋳造法による作製が可能であることを示した。さらに、合金元素の拡散によるパイプ表層の融点低下により金属学的に接合するため、気孔率が増加しても気孔長手方向には比強度が低下せず、圧縮変形中にもパイプと基材が剥離しないことを明らかにした。本方法は、気孔の配置、寸法、体積率の制御を容易にし、既存の凝固・鋳造設備の適用が可能であることから、実用量産化が推進できるものと期待される。この他、アルミニウム合金を用いて、ロータス金属や発泡金属の製法開発、特性改善、強度評価、溶湯中における拡散係数測定、薄板連続鋳造法などの研究開発を行い多くの成果を上げた。

以上のように、同君は新規特性を有する軽金属材料の製法に関する基礎・応用研究で多大な業績を上げており、今後さらなる発展と活躍が期待される。

受賞者 よしはら しんじ 吉原 伸二 君 株式会社神戸製鋼所

### 表彰理由

吉原伸二君は、アルミニウム合金押出材の技術開発を中心に幅広く、堅実な成果を上げてきた。切削用アルミニウム合金の開発においては、破壊力学的視点という新しいアプローチに基づき、加工時に不可欠な切り屑折断性を合金に付与することにより、従来の鉛含有材を代替する鉛フリー新合金の開発に取り組み、量産実用化した。合金中のシリコン粒子が工具すくい面の摩擦力を低減させ、切りくずに導入されるひずみ量を増す結果、切り屑が折断しやすくなるというメカニズムに着目し、技術を完成させている。また衝撃吸収部材の合金開発にも取り組み、コア技術である圧壊割れ性改善の研究を行い、結晶粒界で発生する圧壊割れを防止するため、結晶粒微細化と過時効処理の最適化により、粒界での応力集中を減ずる材料設計指針を得た。実用化においては、応力腐食割れ防止のための組織制御研究を行い、遷移元素添加と表面層での再結晶抑制効果との関係を明らかにした。これらの開発成果は、自動車ブレーキ部品材およびバンパー材への採用など、自動車のアルミニウム化による軽量化を促進し、アルミニウムの用途拡大に、大いに寄与している。

以上のように、同君はアルミニウム合金押出材の研究開発において多くの業績を上げており、今後の活躍と発展が期待される。

受賞者 わたなべ ひろゆき  
渡辺 博行 君 地方独立行政法人大阪市立工業研究所

#### 表彰理由

渡辺博行君は、マグネシウムの高温度変形に関する基礎的研究に取り組んできた。超塑性の研究では、内部摩擦の評価も取り入れるなど独創的な手法により、長年にわたる超塑性分野の論争点であったしきい応力の発現機構や転位のすべり運動の役割などの超塑性の微視的変形機構に関する理解を深化させた。圧延や押し出しなどの塑性加工を利用したマグネシウムの組織制御に関する研究にも取り組んでおり、異周速圧延によるマグネシウム合金の組織制御に関する研究を世界に先駆けて実施し、その後の当該分野の研究をめざましい勢いで発展させる端緒となった。他にも、塑性加工中に起こる再結晶挙動の定式化によるマイクロ組織の予測・制御技術の構築や、塑性加工が行なわれる条件下での変形機構の解明を通して造り込むべきマイクロ組織の設計も行った。これら組織制御の結果、機械的特性、超塑性特性、高温強度特性、制振特性を向上させ、マグネシウムの高性能化に関して卓越した多くの成果を挙げている。

以上のように、同君は軽金属に関する学術研究に顕著な功績を残しており、今後の更なる飛躍と発展が期待される。

## 第 31 回軽金属奨励賞

受賞者 うえすぎ とくてる  
上杉 徳照 君 大阪府立大学  
業績項目 「第一原理計算による電子・原子レベルから見た軽金属材料の材料特性に関する研究」

#### 表彰理由

上杉徳照君は学生時代より一貫して第一原理計算による電子・原子レベルから見た軽金属材料の材料特性の解析と予測に携わり、顕著な業績を上げている。アルミニウム合金では 55 種類の合金元素に関するミスフィットひずみの計算結果に基づいて、固溶強化量の理論予測を行っており、アルミニウムの固溶強化に最も適した合金元素を明らかにしている。また、アルミニウム合金の粒界脆化に及ぼす不純物元素の影響を粒界凝集エネルギーの計算結果から評価するとともに、脆化の機構は不純物元素の価電子数と原子サイズに起因することを明らかにしている。さらに、アルミニウム粒界において、粒界エネルギーと粒界自由体積の間に比例関係が存在することを計算から実証し、この関係を用いることによりナノ結晶アルミニウムの粒界エネルギーを世界で初めて算出している。チタン合金については計算から算出した溶解熱を用いて  $\beta$  相の臨界濃度が予測できることを明らかにしており、 $\beta$  相の安定性を理解する上で重要な知見となっている。

以上のように、同君は第一原理計算による軽金属材料の電子・原子レベルからの特性解析と合金設計に貢献する優れた研究成果を上げており、今後の発展と活躍が大いに期待される。

受賞者 久米 裕二 君 名古屋大学大学院

業績項目 「強ひずみ加工を用いた軽金属材料の材質改善および高性能化」

#### 表彰理由

久米裕二君は、学生時代から現在まで一貫して、強加工プロセスである「圧縮ねじり加工」を利用した軽金属の材質改善技術および固相リサイクル技術に関する研究を行い、優れた業績を上げている。軽金属材料の材質改善においては、強ひずみ加工で一般に報告されている結晶粒微細化のみならず、アルミニウム合金鋳造材の晶出物を微細化し母相中に均一に分散できる技術を確立した。そして、従来の鋳造・押出プロセスでは得られない、高強度かつ高延性なアルミニウム合金を簡便に得られることを実証し、産業界から今後の実用化が期待されている。また、マグネシウム合金鋳造材においても、強ひずみ加工と温度制御技術を組合せて、均質微細な組織の造り込みと強度・延性の改善に成功している。さらに、強ひずみ加工プロセスを利用して、各種アルミニウム合金の切削屑を溶解することなく低温で緻密に固化成形する技術を確立した。そして、溶製材と同等以上の強度と延性を有するアルミニウム合金再生材を作製できることを実証したことは、独創性の高い業績である。

以上のように、同君は強ひずみ加工を利用した軽金属材料の材質改善および高性能化技術の研究開発において多くの優れた研究成果を上げており、今後の発展と活躍が大いに期待される。

受賞者 竹田 博貴 君 株式会社 UACJ

業績項目 「自動車用 Al-Mg-Si 系合金の曲げ加工性に及ぼす集合組織の影響に関する研究」

#### 表彰理由

竹田博貴君は、入社から現在に至るまで自動車用 Al-Mg-Si 系合金板の研究・開発に携わっており、特に、曲げ加工性に及ぼす結晶方位の影響について精力的に調査研究を行ってきた。アルミニウム材を自動車用ボディアウター材と使用する場合、成形性や強度以外にヘム曲げ時の曲げ加工性が重要な特性となる。この曲げ性に関して、粗大粒から切り出した単結晶材を曲げ試験片とする基礎検討により、実用的な各種結晶方位と曲げ加工性の関係を実験的に明らかにした。また、各結晶方位の曲げ加工性の差異がせん断帯の形成にあること、曲げ加工性と Taylor 因子の間に相関関係があることなど、曲げ加工性を改善する上で極めて重要な結晶塑性上の特徴を見出した。さらに、Al-Mg-Si 系合金の再結晶集合組織形成に及ぼす製造工程の影響についても調査検討を行い、曲げ加工性改善に効果的な結晶方位を効率的に得られる製造プロセスの設計指針を提示するなど、特に曲げ加工性に優れた Al-Mg-Si 系合金板材の開発に貢献している。またこれらの論文では軽金属学会の論文新人賞や論文賞を受賞している。

以上のように、同君は自動車用 Al-Mg-Si 系合金の曲げ加工性改善に関する、優れた研究成果を上げており、今後の発展と活躍が大いに期待される。

## 第5回軽金属女性未来賞

受賞者 おおしま ともこ 大島 智子 君 株式会社 TYK

### 表彰理由

大島智子君は、(株)TYK入社から一貫して研究に従事し、初の技術系女性管理職に登用された。入社直後から、プロトン導電体を用いた溶融アルミニウム用水素センサプローブの改良および製造立ち上げに取組み、センサプローブの安定供給に尽力した。その後、水素センサの他金属への応用として、消耗型溶融銅用水素センサ開発に貢献し、水素センサの更なる適用拡大に取り組んでいる。同時に、新エネルギー製品開発を担い、量産体制の確立に寄与した。この間、同君は総合研究大学院大学で博士号を取得し、その成果を基にして研究開発に大いに貢献している。軽金属学会講演大会中には、企業展示責任者として、多くの軽金属学会員に新製品説明及び利用法紹介を行う等、軽金属分野への寄与も高い。

一方、軽金属学会『女性会員の会』に設立当初から連続して参加し、社会人博士号取得者として若手女性研究者・技術者のロールモデルの役割を果たしている。また、社内に女性が増える中、女性が働きやすい環境を作るために貢献している。

以上のように、同君は広い視野に立ち問題解決能力を有する、女性研究者の先駆的人材として、同時に、今後業界を牽引する研究者として、更なる活躍が期待される。