

先進 Mg 合金開発に関する東アジア連携の構築

実施予定期間：平成 21 年度～平成 23 年度

代表機関：熊本大学大学院自然科学研究科

代表者：高島 和希

国内参画機関：九州大学大学院工学研究院

代表者：東田 賢二

国内参画機関：(独) 産業技術総合研究所中部センター

代表者：坂本 満

国外参画機関：National Die & Mold CAD Engineering Research Center, Shanghai Jiao Tong University, China

代表者：Xueyu Ruan

国外参画機関：Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, China

代表者：En-Ho Han

国外参画機関：National Engineering Research Center of Near-Net-Shape Forming for Metallic Materials, South China University of Technology, China

代表者：Ming Shao

国外参画機関：Production Technology R/D Division, Korean Institute of Industrial Technology (KITECH), Korea

代表者：Jung-Chan Bae

国外参画機関：Department of Materials Science and Engineering, Hongik University, Korea

代表者：Woo-Jin Kim

国外参画者：Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University, Korea

代表者：Do-Hyang Kim

国外参画機関：Department of Materials and Optoelectronic Science, National Sun Yat-Sen University, Taiwan

代表者：Jacob C. Huang

国外参画機関：Department of Materials Science and Engineering, National Don Huwa University, Taiwan

代表者：Jian-Yih Wang

国外参画機関：Department of Materials Science and Engineering, National Cheng-Kung University, Taiwan

代表者：Truan-Sheng Lui

I. 概要

先進 Mg 合金は、自動車等の軽量化による環境負荷低減技術として、その開発が急務であり、原料の安定的供給国、材料の大量使用国である東アジア諸国との連携が強く望まれている。本研究では、熊本大学が保有する Mg 合金の先進技術を基盤とし、東アジアにおける先端的な大学・研究機関と相互補完的な共同研究を推進することで、先進 Mg 合金開発に対する持続的かつ戦略的な国際連携の基盤構築を行う。これにより、我が国が主導的な立場で、東アジアの産業創出に大きく貢献できる。

1. 研究の目的

地球環境保全において、排ガス削減、省エネルギー、省資源といった環境負荷低減は、21 世紀における人類共通の課題である。その解決の効果的な方法の一つが自動車、電車など輸送機器の軽量化である。Mg 合金の開発は、自動車等の軽量化に大きく貢献し、アジア地域において緊急の課題とされているエネルギー消費や排ガス問題、CO₂ に

よる温暖化と環境破壊の解決に効果的な技術の一つとして注目されている。

このような状況の中、熊本大学では、従来の Mg 合金の常識を覆す高性能 Mg 合金の開発を進めている。この合金は、従来の Mg 合金に比べ強度、耐熱性が飛躍的に向上しているばかりでなく、対抗材料となる超々ジュラルミンの特性をも上回っており、環境問題解決のキーテクノロジーの一つとして東アジアを中心に大きな脚光を浴びている。

このように我が国は Mg 合金開発に関しては先進的技術を有しているが、原料の安定的供給国、材料の大量使用国との連携なくして将来の展開は見込めない。本研究は、熊本大学が保有する Mg 合金の先進技術を基盤とし、東アジアにおいて Mg 合金に関する先端的研究を行っている拠点大学・研究機関と相互補完的な共同研究を推進することで、先進 Mg 合金開発に対する持続的、戦略的かつ互恵的な国際連携の基盤を構築することを目的としている。また、本研究が契機となり、輸送機器の高性能化・高付加価値化をもちよることにより、資源開発やリサイクルなどを含む新たな産業を創出し、東アジア経済圏の発展にも大きく寄与するものとなる。

2. ネットワーク構築の実現可能性

熊本大学では、これまで、参画大学・研究機関と「継続的な研究交流に関する覚書 (MOU)」を個々に締結し、研究者の交流を進めてきた。また、これらの機関と、環黄海域 Mg 合金国際会議等を定期的に開催することによって、情報交換を行ってきた。本研究の実施により、これまで培ってきた交流ネットワークを基盤にして、さらに東アジアの Mg 合金拠点研究機関を包括した強固で戦略的な国際連携の構築が可能となる。また、本研究では若手研究者の交流も進める。これにより次世代の研究者が本事業で構築した国際ネットワークを引き続き活用でき、永続的なネットワークの構築が可能となる。したがって、本研究で目標としているネットワーク構築の実現性はきわめて高い。

3. 本制度により取組を支援する必要性

現在、熊本大学は、先進 Mg 合金の実用化を目指した研究を拠点形成研究と位置づけ、支援している。次のステップとして開発した合金のグローバルな展開を図るためには、原料供給国、材料使用国の確保ならびに国際規格の取得等が必要とされる。特に、東アジア諸国では研究開発の主体が大学、国研であり、これらの機関とのネットワーク構築が、我が国の将来戦略としてきわめて重要である。また、高性能 Mg 合金の創製、加工、再資源化技術は開発段階であり、産業界が主導で行う段階にない。したがって、これらのネットワークの構築は、民間企業主体で行うこと、一大学法人の支援だけで推進することや、既存の共同研究事業ではきわめて困難である。そのため、本取組には、科学技術振興調整費の支援が必要であり、その活動によって基盤整備への貢献が大いに期待される。

4. 継続性の担保 (特に課題期間終了後の取組)

事業終了後には、構築したネットワークを利用して、熊本大学内に「東アジア Mg 合金国際共同研究機構」を構築する。この拠点内に参加各機関の海外ラボを設け、本事業を基盤とした国際共同研究をさらに推進させる。また、東アジア若手人材の育成・交流を通して、次世代の研究者が本事業で構築した国際ネットワークを引き続き活用でき、

一時的ではない永続的な国際交流が可能となる。これにより、我が国主導のもとで、東アジアにおける Mg 産業の創出や、将来の国際展開においてきわめて重要となる先端 Mg 合金に対する国際標準の取得も可能となる。

5. 我が国を中心としたアジア・アフリカ諸国等との政府レベルでの協力関係の強化・構築への発展性

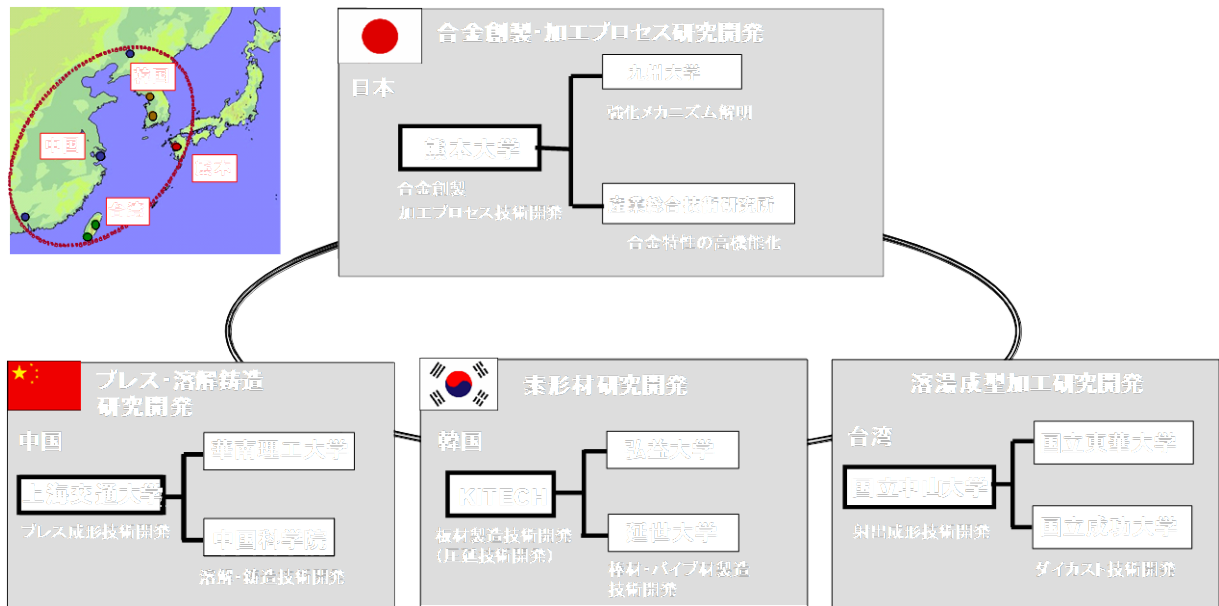
高性能 Mg 合金の開発には、原料となる Mg ならびに添加合金元素である希土類金属が必要とされ、その供給国（中国）との連携が、我が国の元素戦略の観点からもきわめて重要となる。また、東アジア地区は、環境問題との関連から Mg 合金の一大消費地となることが予想されている。このことは、今後、政府間の関係強化、構築への展開にあたり、本研究で構築するネットワークが大きく貢献できることを強く示唆している。

6. 生命倫理・安全面への配慮について

本研究は生命倫理・安全面とも特段の配慮は必要ない。しかしながら、研究で使用する Mg は発火の危険もあるため、1年に1回、研究者、学生を一堂に集めて防火訓練を実施している。

7. 研究実施体制

研究体制としては、先進的な Mg 合金開発技術を有する熊本大学が共同研究の核となり、そのリーダーシップの元に、国内では、九州大学、産業技術総合研究所、海外では、中国、韓国、台湾における大学・研究機関との相互補完的な共同研究体制となっている。また、本研究における海外参画機関は、Mg 合金開発に関しては、いずれもその国を代表する中核的な研究機関であり、本共同研究でも、それぞれの大学・研究機関の得意分野を生かした体制としている。すなわち、中国は溶解・鋳造技術、プレス技術に優れており、韓国は素形材である板材、棒材、パイプ材の成形、さらに台湾は射出成形、ダイカスト技術に優れた成果を挙げている。これらの技術は参加各国の中で相互補完的なものとなっており、参加各機関の要求がマッチングしたものとなっている。したがって、効率的な研究の推進が可能な研究実施体制となっている。なお、実質的研究にあたっては、参加国にコーディネータを配置して、効率的な研究が推進できるようにしている。すなわち、中国では上海交通大学、韓国では KITECH、台湾では国立中山大学が、コーディネータとなり参加各国の研究の取りまとめを行う。



氏名	所属部局・職名	提案課題における役割
◎高島 和希	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	研究代表者 日本国内参画研究機関の取りまとめ 熊本大学参画研究者の取りまとめ
里中 忍	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	合金創製・加工プロセスの開発
河村 能人	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	合金創製・加工プロセスの開発
峠 睦	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	合金創製・加工プロセスの開発
河原 正泰	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	合金創製・加工プロセスの開発
安藤 新二	熊本大学大学院自然科学研究科・教授	合金創製・加工プロセスの開発

外本 和幸	熊本大学大学院自然科学研究科・准教授	合金創製・加工プロセスの開発
岩本 知広	熊本大学大学院自然科学研究科・准教授	合金創製・加工プロセスの開発
大津 雅亮	熊本大学大学院自然科学研究科・准教授	合金創製・加工プロセスの開発
山崎 倫昭	熊本大学大学院自然科学研究科・准教授	合金創製・加工プロセスの開発
阮 立群	熊本大学大学院自然科学研究科・助教	合金創製・加工プロセスの開発
北原 弘基	熊本大学大学院自然科学研究科・助教	合金創製・加工プロセスの開発
眞山 剛	熊本大学大学院先導機構・特任助教	合金創製・加工プロセスの開発
○東田 賢二	九州大学大学院工学研究院・教授	強化機構の解明
森川 龍哉	九州大学大学院工学研究院・助教	強化機構の解明
○坂本 満	産業総合技術研究所中部センターサステナブルマテリアル研究部門・副部門長	合金特性の高機能化
Xueyu Ruan	National Die & Mold CAD Engineering Research Center, Shanghai Jiao Tong University, China, Professor	中国研究機関の取りまとめ プレス成形技術に関する研究
Zhenshan Cui	National Die & Mold CAD Engineering Research Center, Shanghai Jiao Tong University, China, Professor	プレス成形技術に関する研究
En-Ho Han	Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, China, Vice Director	腐食防食・疲労に関する研究
Rongshi Chen	Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, China, Professor	腐食防食・疲労に関する研究
Yuanyuan Li	South China University of Technology, China, President	溶解・鋳造技術に関する研究
Ming Shao	National Engineering Research Center of Near-Net-Shape Forming for Metallic Materials, South China University of Technology, China, Professor	溶解・鋳造技術に関する研究
Zhixin Kang	National Engineering Research Center of Near-Net-Shape Forming for Metallic Materials, South China University of Technology, China, Professor	溶解・鋳造技術に関する研究
Jung-Chan Bae	Production Technology R/D Division, Korean Institute of Industrial Technology (KITECH), Korea, Director	韓国研究機関の取りまとめ 板材、棒材の製造技術に関する研究

Ha-Guk Jeong	Production Technology R/D Division, Korean Institute of Industrial Technology (KITECH), Korea, Principal Researcher	板材、棒材の製造技術に関する研究
Woo-Jin Kim	Department of Materials Science and Engineering, Hongik University, Korea, Professor	板材、棒材の製造技術に関する研究
Do-Hyang Kim	Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University, Korea, Professor	板材、棒材の製造技術に関する研究
Jacob Chih-Ching Huang	Department of Materials and Optoelectronic Science, National Sun Yat-Sen University, Taiwan, Professor	台湾研究機関の取りまとめ 射出成形技術の開発
Jian-Yih Wang	Department of Materials Science and Engineering, National Don Huwa University, Taiwan, Professor	ダイカスト技術の開発
Truan-Sheng Lui	Department of Materials Science and Engineering, National Cheng-Kung University, Professor	摩擦撹拌接合技術に関する研究

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 21 年度

・計画

平成 21 年度は、共同研究の初年度であるため、共同研究準備期間と位置付け、国内外の参画各機関と本共同研究に関する MOU を締結するとともに、熊本大学においてキックオフシンポジウムを開催する。国外の参加機関としては、中国の上海交通大学、韓国の KITECH、台湾の国立中山大学がそれぞれの国・地域の代表機関として共同研究をコーディネートする体勢を整える。また、各研究機関を訪問することで、上記に示した役割に基づいて、より具体的な研究内容について検討を行う。また、人材交流・育成プログラムについても検討を行う。

・実績

本年度は、上記計画に示すように共同研究の初年度であるため、共同研究準備期間と位置付け、国内外の参画各機関と本共同研究に関する MOU を締結するとともに、熊本大学において平成 21 年 11 月 11～13 日にキックオフシンポジウムを開催した。キックオフシンポジウムでは、中国、韓国、台湾から参画機関の研究者から口頭発表 14 件、ポスター発表 31 件の報告があった。また、同時に開催した全体会議において、中国の上海交通大学、韓国の KITECH、台湾の国立中山大学がそれぞれの国・地域の代表機関として共同研究をコーディネートすることが了承され、これによって共同研究体勢を整えることができた。さらに、本研究の基盤である合金創製・加工プロセスの研究開発の立ち上げを行った。具体的には、「合金設計の基盤研究」として、合金探査手法の確立(合金成分・組成の選定)、「破壊挙動解明の基盤研究」として、マイクロ破壊試験手法の確立(破壊試験の方法・条件の決定)、「加工プロセスの基盤研究」として、プレス加工シミュレーション法の構築(最

適加工プロセスの選定)、「リサイクルの基盤研究」として、溶解抽出法を確立(方法・条件の選定)し、共同研究の基盤整備を行った。さらに、各研究機関を訪問することで、上記に示した役割に基づいて、研究内容について検討を行った。また、本共同研究の広報活動として、平成 21 年 11 月 25 日に東京国立科学博物館で開催されたサイエンスフェスタで活動報告を行うとともに、平成 22 年 2 月 4 日に熊本グランメッセで開催されたくまもとビジネスフェアにおいて、本共同研究の活動状況と参加各機関の活動について報告した。

b. 平成 22 年度

・計画

平成 22 年度は、共同研究の 2 年目にあたるため、共同研究の基盤構築期間と位置付け、国内外の参画各機関で国際共同研究ネットワークの基盤構築へ向けた本格的な取り組みを行う。各参画機関は、9 で示す年次計画にしたがって共同研究の基盤構築を目指す。また、平成 22 年度から、さらに強固なネットワークの構築を目指し、素形材加工に優れる韓国の延世大学、台湾の成功大学を海外参画機関として追加する。なお、平成 22 年度も各研究機関を訪問して、国際共同研究の基盤構築を進めるとともに、中間報告会の開催も行う。さらに、海外参画機関から日本の参画機関へ、日本の参画機関から海外への参画機関への若手研究者の交流にも着手し、実質的な交流を進展させる。

・実績

本年度は、上記計画に示したように共同研究の 2 年目にあたるため、共同研究の基盤構築期間と位置付け、熊本大学ならびに台北において海外参画機関の代表者が参加した全体会議ならびに中間報告会を実施するとともに、中国の代表機関である上海交通大学、韓国の代表機関である

KITECH、台湾の代表機関である国立中山大学にリエゾンラボの開設を行った。海外ラボに関しては、本年度は開設準備を進めることを目標としていたが、計画を1年前倒して開設まで行うことができ、海外交流拠点を確立できた。また、本研究の基盤である合金創製・加工プロセスに関して本格的な研究を遂行した。具体的には、「合金設計の基盤研究」として、合金成分・組成の選定と作製合金の組織解析・強度評価、「破壊挙動解明の基盤研究」として、マイクロ破壊試験によるき裂伝播抵抗の計測と高靱性化設計への展開、「加工プロセスの基盤研究」として、加工シミュレーション法の構築と最適加工プロセスへの適用、「リサイクルの基盤研究」として、溶解抽出による希土類金属の収率向上に関してそれぞれ研究を進め、国際共同研究の基盤を確立させた。さらに、各研究機関を訪問することで、研究内容の検討・討論を行った。また、本学の若手研究者の派遣を行うとともに、海外の若手研究者を招聘し、次の

世代への永続的な交流基盤を確立させた。

c. 平成 23 年度

・計画

平成 23 年度は、共同研究の最終年度であり、国際共同研究ネットワークの実質化の段階として、昨年度から本格的に開始した共同研究を着実に進展させ、国際共同研究ネットワークの基盤構築へ向けた取り組みを継続して行う。また、最終報告会議を開催し、3年間の成果を報告するとともに、次の活動へ向けた取り組みも開始する。特に、昨年度に開設した海外拠点ラボを通して人的交流を拡大させるとともに、熊本大学内に海外ラボの開設準備を行うことにより、強固なネットワーク構築を目指した活動を行う。さらに、今後のグローバルな共同研究ネットワーク構築を視野に入れた活動を開始する。

9. 年次計画

研究項目	1 年度目	2 年度目	3 年度目
合金創製・加工プロセスの開発 (熊本大学)	合金組成探査と特性評価		
	加工・接合技術の 立ち上げ	加工・接合技術の確立	
強化機構の解明 (九州大学)	強度評価と強化機構の解明		
合金特性の高機能化 (産業技術総合研究所)			
大型板材プレスならびに溶解・鋳造技術 (Shanghai Jiao Tong University, Institute of Metal Research, South China University of Technology)	プレス加工技術の 立ち上げ	プレス加工技術の確立	
	溶解・鋳造技術の 立ち上げ	溶解・鋳造技術の確立	
大型圧延、棒材、パイプ材加工技術 (KITECH, Hongik University, Yonsei University)	板材製造技術の 立ち上げ	板材製造技術の確立	
	棒材パイプ材製造 技術の立ち上げ	棒材パイプ材製造技術の確立	
射出成形、ダイカスト技術 (National Sun Yat-Sen University, National Don Huwa University, National Cheng-Kung University)	板材製造技術の 立ち上げ	板材製造技術の確立	