

大阪東部エリア

都市エリア産学官連携促進事業（一般型） 自己評価書

【大阪東部エリア】特定領域：次世代の高品位接合技術の開発

総括

本事業では、大阪東部エリア（東大阪市、八尾市、大東市、大阪市東部地域及びその周辺地域）の主力業種である金属製品・一般機械等のいわゆる組み立て生産技術のキーポイントである「接合技術」のうち、従来法とはまったく異なり、熔融状態を経ないため材質劣化がほとんどない画期的な接合技術（軽金属材料の高品位接合に極めて有効な技術）として脚光を浴びている「摩擦攪拌接合」（F S W）に注目した。

本事業の内容は、共同研究事業とこれを支援する研究交流事業から成る。

共同研究事業では、ナノ構造を制御した高比強度を持つ次世代軽金属材料の高品位接合法としてF S W技術を確立するとともに、このF S Wを3次元自動接合システムへ展開することを目指し、2つの共同研究テーマを設定し研究開発を推進した。

共同研究テーマAの「軽金属材料の高品位接合部の高機能組織化とその条件最適化に関する研究」においては、アルミニウム合金やマグネシウム合金、さらには、チタン（チタニウム）及びその合金など、次世代の航空・宇宙材料として、また、自動車・鉄道をはじめとする輸送機器の軽量化に寄与する構造材料として注目を集めている高機能・高強度の材料を対象に、材料の持つ優れた機能を損なうことなく、一体化してモジュール化できるF S W技術を確立することを目的にして、接合部の材料組織を母材組織と同化させる最適F S W条件を検討した。

共同研究テーマBの「3次元駆動による高品位接合システムの自動化に関する研究」においては、3次元F S W技術の確立のために、多軸制御できるF S W装置を製作して、C A Dデータあるいは接合対象についての計測データによって接合工具を制御し、安定にかつ効率良く加工できる自動化システムを開発することを目的に、形状データ取得および加工条件設定などのデータ処理、接合装置の位置・姿勢制御ソフトウェア、ならびに装置のハードウェアに関する研究開発を行った。

F S W技術は、主にアルミニウム合金において鉄道や船舶といった大きな構造物の直線接合で実用化が進んでいるが、今後は、さらに高比強度なアルミニウム合金やマグネシウム合金、チタン合金などにその適用が広がっていくとともに、構造体のみならず部品レベルでの適用が求められると考えられ、そのためには、3次元での接合技術が不可欠である。共同研究テーマAとBは、それぞれの研究成果を交換してお互いの研究開発を高度化し相乗効果を生むことで、新素材の接合と3次元接合の技術を確立し、大阪東部エリアの中小企業に移転していくことを最大の目的とした。

研究交流事業は、共同研究事業の研究成果を普及するとともに、高品位接合技術などの次世代ものづくり技術関連分野の技術者、研究者との具体的技術交流を通じて、応用ニーズの探索や産業分野への浸透を図ることを目指した。特に、事業の効果的な推進を図るため、本エリア内外で推進されている産学官連携関連事業との連携協力体制を構築するとともに、本事業による研究成果の活用などについて事業終了後の展開をにらみながら幅広い交流を進めた。これらの取り組みにより、本事業への参加企業数は、当初の5社から11社へと大きく拡大したところである。

さらに、本事業の実施と平行して、平成17年度から、大阪府の「産学官共同研究成果実用化推進事業」（国等の支援制度を活用して府が推進している産学官共同研究プロジェクトの研究成果の活用を進めるための独自事業）を実施し、本事業の研究成果であるF S Wによる新素材の接合と3次元接合技術を大阪東部エリアの中小企業に移転していただくための試作開発（平成17年度：3件、平成18年度：2件）を実施するとともに、本事業で創出された知的財産（発明）の戦略的な権利化（特許権の取得）を推進した。

本事業終了後は、まず、平成19年度からの新規事業として、大阪府において、産学官による研究開発ネットワークの承継・発展と、大阪東部エリアにおけるFSW事業拠点構想などの事業化に向けた調査検討、本事業の研究成果を活用した中小企業の試作開発等に対する支援等を行う「次世代接合技術の開発・普及事業」を展開する。さらに、国等の競争的研究資金を活用した新たな研究開発も推進していく予定である。

これらの後継事業の推進と、本事業参加機関・企業を中心とする研究開発・事業化の展開等を通じて、大阪・関西の機械金属加工産業にとって新しい付加価値を生み出す次世代の基盤技術（高品位接合技術）の地域産業化を摩擦攪拌接合（FSW）の基本特許（英国溶接研究所(TWI)保有）が失効する2012年に向けて、強力に推進する。

事業実施の背景

1. 地域性

大阪地域には、わが国有数の大学・研究機関が集積しており、大阪東部エリアには、近畿大学（東大阪市）や大阪産業大学（大東市）をはじめとする理工医学系学部を有する大学が多数あり、また、大阪大学、大阪府立大学、関西大学や大阪府立産業技術総合研究所からも近く、これらの大学や機関も大阪東部エリアと深い関わりを持ってきた。

また、大阪東部地域は、古くからものづくり産業が集積してきたエリアであり、その産業集積を構成する企業の大部分は中小企業であるが、オンリーワン企業と呼ばれる優れた技術を保有する企業も多く、これまで高度な加工技術を通じて、わが国のものづくり産業に大きく寄与してきた。

しかしながら、近年は景気低迷や産業構造の高度化、国内製造業の空洞化などの影響から事業所数、従業員数、製造品出荷額のいずれの指標においても長期的な低落傾向にある。

大阪東部エリアにおけるものづくり産業の低迷は、当該エリアや関連産業のみならず、大阪府の産業、ひいてはわが国のものづくり産業全体に大きな影響を与えるものであり、その脆弱化しつつある体質からの脱却や構造転換を進め、エリアの活性化を図ることが急務である。

大阪府では、大阪東部エリアを『ものづくり支援拠点』と位置付け、様々な施策を展開している。特に、新たなものづくり産業振興施策の実践の場となるとともに、地元企業のニーズに迅速かつ適切に対応した支援を行い、地元企業の国際競争力の強化及び起業や新事業創出に貢献していく、ものづくり産業振興のための総合的な支援拠点として中小企業基盤整備機構が整備する「ものづくり支援拠点『クリエイション・コア東大阪』」を誘致（第一期/平成15年度オープン・第二期/平成16年度オープン）し、ここを中心として、地域の企業が、大学等のシーズを新事業や新製品の創出に結びつけるための取り組みが進展している。

2. 特定領域のポテンシャル

大阪東部エリアでは、これまで鉄鋼材料を中心とした加工技術を軸にしてものづくりが行われてきたが、次世代のものづくりにおいては、マグネシウムやアルミニウムに代表される軽金属材料が、省エネルギーや省資源・リサイクル性、ひいては環境汚染・地球温暖化防止に極めて有効であることなどから、自動車、鉄道、航空宇宙などの幅広い分野において主役となることが想定されている。

「接合技術」は、大阪東部地域の主力業種である金属製品・一般機械などの、いわゆる組み立て生産技術のキーポイントであり、特に「摩擦攪拌接合」(FSW)は、従来法とはまったく異なり、溶融状態を経ないため材質劣化がほとんどない画期的な接合技術（軽金属材料の高品位接合に極め

て有効な技術)として脚光を浴び、国内では新幹線などの高速鉄道車両等に活用されつつある。

大阪地域には優れた研究ポテンシャルを有する大学や研究機関がわが国有数の規模で集積しており、これまでに多くの大学や研究機関が大阪東部エリアと深い関わりを持ってきた。

特に、大阪府域におけるFSWに関する研究では、大阪府立大学において「FSWによる接合(攪拌)部の組織に及ぼす接合条件の影響に関する実験研究」と「材料の塑性流動のせん断(ひずみ)速度依存性を記述できる構成方程式の構成に関する理論的研究」を実施し、すぐれた知見が得られている。

大阪東部エリアの企業が持つ「ものづくりの経験」と、エリア内外の大学・研究機関が持つ「知」とを融合して、次世代軽金属の加工、特にその要となる高品位な接合技術の開発に努めることで、大阪・関西はもとより、わが国全体のものづくり産業において、大きなイノベーションを生み出すため、今回のプロジェクトを計画したものである。

事業目標及び計画

1. 事業目標

大阪東部エリアの優れた技術力を有するものづくり企業と大学・研究機関の研究開発ポテンシャルを結集し、同エリアの主力産業である金属・機械産業に幅広く活用が可能な次世代の高品位接合技術(画期的な接合技術として脚光を浴びている摩擦攪拌接合(FSW)技術がキーテクノロジー)の開発を進める。

接合技術は、いわゆる組み立て生産技術のキーポイントであり、本プロジェクトで開発される高品位接合技術は、エリア内に所在する鉄道車両から航空宇宙産業関連企業などに広く活用され、長期にわたり低迷が続いてきた大阪のものづくり産業を活性化(ものづくり企業の技術基盤及び国際競争力を強化)する起爆剤となることが期待できる。

さらに、本プロジェクトのコア研究室を置く「クリエイション・コア東大阪」(大阪東部ものづくり支援拠点)の諸事業をはじめ、エリア内外の関係機関・団体との連携を図り、大阪東部エリアを、高品位接合技術など次世代のものづくり技術の研究開発及び情報発信拠点に育成する。

(事業提案書より抜粋。なお、本事業目標に対する大きな変更はなかった。)

2. 事業計画

(1) 全体事業計画

都市エリア産学官連携促進事業により実施する事業部分(国費部分)

< 研究交流事業 >

- ・ 科学技術コーディネータの配置
- ・ 研究統括の配置
- ・ 研究交流会(「次世代接合技術開発」研究交流会)の開催
- ・ 全体研究会(「次世代高品位接合技術開発プロジェクト全体研究会」)の開催
- ・ 課題別研究会の開催
 - (研究会A「高品位接合部の高機能組織化・条件最適化に関する研究会」)
 - (研究会B「3次元駆動による高品位接合システム自動化研究会」)
- ・ 技術動向、市場ニーズ調査、特許関連調査 など

< 共同研究事業 >

(共同研究テーマA)

「軽金属材料の高品位接合部の高機能組織化とその条件最適化に関する研究」

高力アルミニウム合金・高力マグネシウム合金の接合技術の確立
チタン及びその合金への摩擦攪拌接合の適用

(共同研究テーマB)

「3次元駆動による高品位接合システムの自動化に関する研究」

3次元駆動摩擦攪拌接合装置の開発改造

自動制御システムの構築

自治体の基盤的な取り組み及び独自の活動(地域負担分)

<コア研究室の設置・整備・運営>

・ 「クリエイション・コア東大阪」に本事業のコア研究室を設置

<成果普及事業>

・ 研究成果発表会の開催

<技術移転事業>

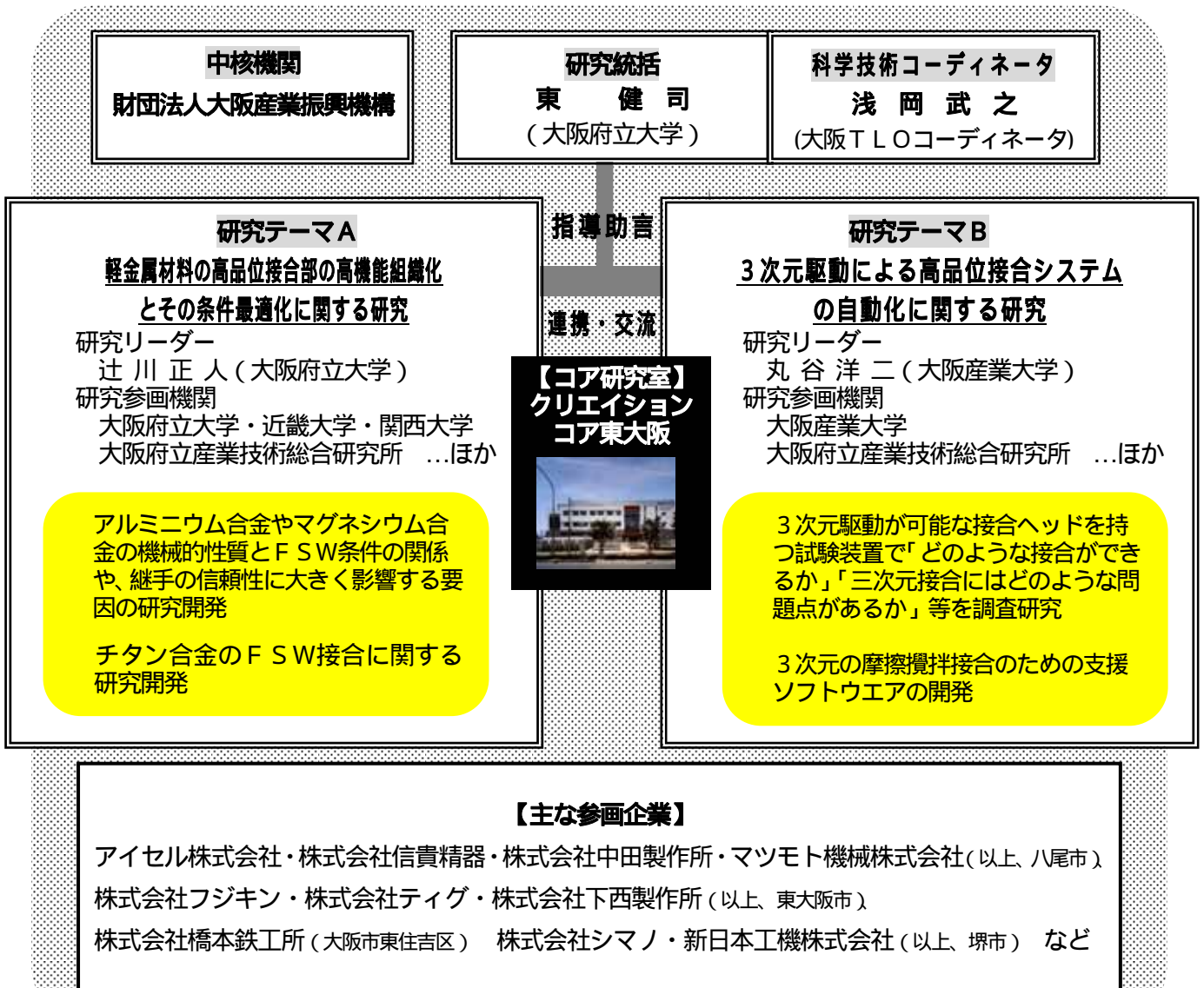
・ 「大阪TLO」をはじめとする技術移転関連機関・団体を通じた活動

<他機関との連携>

・ 大阪・関西の関連機関・団体等との連携・交流活動

(2)実施体制

事業推進体制



参画機関

	産	学	官(公)
基本計画	アイセル株式会社 株式会社信貴精器 株式会社中田製作所 株式会社フジキン 株式会社橋本鉄工所	大阪府立大学 大阪産業大学 近畿大学 関西大学	大阪府立産業技術総合研究所
現時点	アイセル株式会社 株式会社信貴精器 株式会社中田製作所 株式会社フジキン 株式会社橋本鉄工所 株式会社ティグ 株式会社下西製作所 マツモト機械株式会社 株式会社シマノ 新日本工機株式会社 株式会社竹中工務店 (順不同)	大阪府立大学 大阪産業大学 近畿大学 関西大学 (順不同)	大阪府立産業技術総合研究所 財団法人大阪産業振興機構

(3) 共同研究

【共同研究事業】

概要

ナノ構造を制御した高比強度を持つ次世代合金の高品位接合法として摩擦攪拌接合(FSW)技術を確立し、異種合金間での接合技術を開発する。同時に、このFSWを3次元自動接合システムへ展開することで、この統合された接合技術を高機能構造体創製のための適材適所を可能にする新しいものづくりのツールとすることを旨とする。

研究推進体制

研究統括の指導のもと、次の2つのグループに分かれて研究開発を進める。

共同研究テーマA

名称	軽量金属材料の高品位接合部の高機能組織化とその条件最適化に関する研究
研究代表者(所属)	辻川 正人(大阪府立大学大学院工学研究科准教授)
概要	次世代航空機用材料を担う高信頼性・高強度アルミニウム合金や革新的マグネシウム合金およびチタンなどの各種金属材料の優れた特性を損なうことなく一体化モジュール成形できる摩擦攪拌接合(FSW)技術を確立することを目的に、接合部の材料組織を母材組織と同化させる最適FSW条件を検討した。
研究目標	<p>微細組織に由来する高力アルミニウム合金および次世代マグネシウム合金の接合技術のFSWによる確立、および接合条件のデータベース化。</p> <p>強力難加工材料でかつ高温での酸素等との反応性の高いチタンおよびチタン合金の接合技術のFSWによる確立、および接合条件のデータベース化。</p> <p>共同研究テーマBによって開発される自動化された非直線突き合わせFSWシステム(2次元あるいは3次元FSW)へ適用するためのツールの小型化が継手特性に及ぼす影響の検討。</p> <p>異種金属接合における接合条件と継ぎ手の機械的性質の関係の解明。</p> <p>これらを統合することによる異種材料を適材適所に用いた高品位の構造体の自動接合システムの確立。</p>

共同研究テーマB

名称	3次元駆動による高品位接合システムの自動化に関する開発研究
研究代表者(所属)	丸谷 洋二(大阪産業大学工学部教授)
概要	開発が進められている3次元摩擦攪拌接合技術の確立のために、多軸制御できるF S W装置を用いて、C A Dデータあるいは接合対象についての計測データによって接合工具を制御し、安定にかつ効率良く加工できる自動化システムを開発することを目的に、形状データ取得および加工条件設定などのデータ処理、接合装置の位置・姿勢制御ソフトウェア、並びに装置のハードウェアに関する研究開発を行った。
研究目標	<p>多軸制御F S W装置を用いて、共同研究テーマAによって得られる材料の最適接合条件データベースを利用することで高品位な3次元構造物を簡単に作製できる自動化された3次元F S Wシステムの構築を目指す。</p> <p>このために、</p> <p>加工対象物に関するC A Dデータおよび接合線の形状データから、接合工具の移動軌跡と工具の姿勢制御データを計算するソフトウェアを開発</p> <p>加工時に使用する裏あて金具を製作するN CデータをC A Dデータから発生するソフトウェアの開発</p> <p>3次元部品に適用するのに適した摩擦攪拌接合装置の機構設計と製作</p> <p>回転数や送り速度など、接合時の加工パラメータを接合の進行に応じてその場で最適調整する方法の実現</p> <p>接合対象物の形状と接合線の形状を教示し、それによって加工経路を計算するソフトウェアの開発</p>

事業成果等

1. 産学官連携基盤の構築状況

事業の効果的な推進を図るため、事業終了後の本事業の研究成果の活用等についての展開も見据えながら、「大阪東部エリア産学官連携フォーラム」、「次世代高品位接合技術研究会」の開催をはじめ、クリエイション・コア東大阪の諸事業、その他本エリア内外で推進されている産学官連携関連事業との幅広い連携・交流を進めた。

「大阪東部エリア産学官連携フォーラム」の開催

本事業の成果を、地域の企業等に効率的・効果的に普及(情報発信)することを目的とする研究成果発表会を開催

- (第1回) 平成17年 4月16日(土)
(会場)クリエイション・コア東大阪 (参加者数)約100名
- (第2回) 平成18年 5月10日(水)
(会場)クリエイション・コア東大阪 (参加者数)約100名
- (第3回) 平成19年 2月19日(月)
(会場)クリエイション・コア東大阪 (参加者数)約100名

「次世代高品位接合技術研究会」の開催

本事業の推進方針や共同研究事業に対するアドバイスや情報交流等を目的に開催し、本事業

参加大学・公設試・企業関係者と本事業の成果活用を考えている企業が参加

(第1回) 平成17年10月 7日(金)

(内容) 参画研究者による研究開発状況の報告と情報交換

(第2回) 平成17年12月16日(金)

(内容) 豊橋技術科学大学教授 福本昌宏氏の講演と情報交換

(第3回) 平成18年 1月24日(火)

(内容) 日本大学教授 加藤数良氏の講演と情報交換

「クリエイション・コア東大阪」で行っている諸事業との連携

コア研究室の隣室で実施されている、近畿大学の文部科学省の私学助成産学連携研究推進事業や産学官連携イノベーション創出事業(大学発ベンチャー創出事業)などと連携し、同大学が開発した「冷間鍛造が可能な超軽量マグネシウム・リチウム合金」について、当事業で摩擦攪拌技術による接合や表面改質の可能性を研究するなど、さまざまな連携が実現した。

2. 研究開発

(1) 進捗状況

<平成16年度>

事業の初年度となる平成16年度の前半においては、摩擦攪拌接合(FSW)装置の製作など、研究開発の基盤となる条件の整備を急ぎ、年度後半に本格的な研究開発に着手できる環境を整えることに最大限の努力を払った。特に、研究開発の核となるFSW装置は、さまざまな研究課題に幅広く対応できる装置とするべく、強い剛性を持つ門構の両側に高出力の直線ヘッドと3次元駆動可能なヘッドを持つユニークな装置として、地元である大阪東部エリアの中小企業に発注して製作した。年度前半の準備を踏まえ、装置の本格稼働に伴って年度後半から研究開発を本格化させ、当初計画にしたがって2つの研究テーマに分かれて研究開発を行った。また、研究内容の周知と研究成果の普及を図るため、ウェブサイトを開設した。

<平成17年度>

事業の中間年度となる平成17年度においては、FSW装置をフルに活用して本格的な研究開発を行った。研究テーマごとに研究開発を高度化させるとともに、それぞれの進捗状況に応じて情報交換と連携を行い、施工精度と継手の機械的性質の関係を明らかにしていった。また、研究成果の産業界への移転を目指して、参画企業との共同研究を並行して実施し、企業による試作品の開発を実現した。さらに、事業の研究内容の周知と研究成果の普及を図るため、研究成果発表会を開催するとともに、より深い情報交換を行うための研究会を実施した。以上の諸活動により、FSW技術の高度化を図るとともに、その普及に向けた歩みを確実に前進させることができた。

<平成18年度>

事業の最終年度となる平成18年度においては、2年間で蓄積した知見を基礎にして、研究開発の高度化を進め、当初計画の実現を図るとともに、当初の計画を超えた新たな研究開発にも取り組んだ。あわせて、事業で得られた知的財産の特許化を進めるとともに、国際会議等での成果発表を本格化させ、事業の成果を発信した。また、年度開始早々と年度終了時の2回にわたり、研究成果発表会を開催し、エリア内外の企業と研究機関に対して事業の成果の普及を図った。さらに、事業終了後に研究成果を活用して事業化が実現できるよう、その準備に努めた。

(2) 研究成果等

主な研究成果

< 研究成果指標 >

- ・ 特許出願件数 14件 (累計)
- ・ 論文発表件数 30件 (うち査読論文 30件)
- ・ 口頭発表件数 42件 (うち国際会議発表 20件)

< 研究テーマA >

「軽金属材料の高品位接合部の高機能組織化とその条件最適化」をテーマに、摩擦攪拌接合部の材料組織を母材組織と同化させる最適 FSW 条件に関する研究開発を行い、次のような成果が得られた。

- ・ FSW 施工条件データベースの構築
各種軽金属材料について、その FSW 条件、流動モデルの構築と構成式が得られた。
- ・ FSW 塑性流動に関する検討
FSW における塑性流動挙動について、接合条件探索コストの低減を図る知見が得られた。
- ・ 軽合金材料における FSW の適正条件の確立
接合可能条件範囲を明確にすることで、試作開発につなげることができた。
- ・ 超塑性アルミニウム合金の FSW の実現
アルミニウム合金の FSW 材における超塑性成形実現の可能性を確認できた。
- ・ FSW によるアルミニウム合金継手材の成形性の調査
アルミニウム合金において、母材と同等な成形性を有する FSW 材の作製に成功した。
- ・ 摩擦攪拌プロセスによる亜鉛・アルミニウム合金の高機能組織化
室温超塑性が発現する Zn-Al 合金を創製することに成功した。
- ・ 軽金属合金 FSW 継手の X 線残留応力測定手法の確立
疲労特性評価とあわせることで継手の信頼性の確保するための手法が得られた。
- ・ FSW における施工偏差の許容度の解明
非直線接合に必要となる FSW 特異点に関する知見が得られた。
- ・ 非直線 FSW におけるツールの最適制御方法の確立
非直線接合に必要となる FSW 特異点を回避するためのツール制御の指針が得られた。
- ・ マグネシウム合金の高品位継手と FSW 条件の解明
代表的マグネシウム合金である AZ31 材の最適接合条件と施工法が解明された。
- ・ 高力マグネシウム・リチウム合金の FSW の実現
冷間加工可能な高比強度材料である Mg-Li 合金の接合方法を確立した。
- ・ チタンの FSW の実現
低コストのチタン接合用ツールを開発し、実用化の可能性を広げた。
- ・ 鑄造マグネシウム・イットリウム・亜鉛合金の摩擦攪拌プロセスによる高力化
航空材料として期待される Mg-Y-Zn 合金の結晶粒微細化を達成した。
- ・ マグネシウム合金へのアルミニウム合金クラッドへの摩擦攪拌の適用
摩擦攪拌によって高活性の Mg-Li 合金上への Al 合金の被覆加工技術を開発した。
- ・ 固体潤滑剤を利用した攪拌領域の拡大による FSW 継手の高品位化
FSW 継手の欠陥を無くし、FSW 条件の拡大を図り施工を簡便化する方策が得られた。

< 研究テーマ B >

「3次元駆動による高品位接合システムの自動化に関する研究」をテーマに、多軸制御できるF SW装置を用いて、CADデータあるいは接合対象についての計測データによって接合工具を制御し、安定かつ効率良く加工できる自動化システムの研究開発を行い、次のような成果が得られた。

- ・ 3次元F SW装置の開発
本事業でプロトタイプとなる装置を開発し、実用機の開発に寄与することができた。
- ・ 3次元座標測定装置を用いたF SW支援ソフトウェアの開発
3次元接合に必要な基本的なアルゴリズムを解明し、知的財産化を図ることができた。
- ・ 簡易NCプログラム作成用自動プログラミングシステムの開発
簡単な形状の加工に向けた軽快なシステムを構築し、加工試験に寄与することができた。
- ・ 3次元CADとロボットシミュレータによる統合F SWシステムの構築
CADデータによりロボットコントローラを動作させるためのシステムを構築できた。
- ・ 5軸加工機による3次元接合加工の検証
3次元接合に必要な自由度を明らかにするとともに、軸数不足を回避する方策が得られた。
- ・ F SWツール押込み検知センサの開発
接合不良を解消するとともに、接合結果の評価に寄与できるセンサを開発できた。
- ・ ワーク固定用簡易裏当て型の開発
3次元形状の接合に必須な裏当て型をセメントで簡易に製作する方法が開発された。

事業化事例及び事業化可能性が見出された事例

本事業の成果を活用した事業化については、大阪府による「産学官共同研究成果実用化推進事業」の「大阪府実用化開発支援事業補助金」を活用して、本事業に参加している企業から、平成17年度に3社、18年度に2社が事業化に向けた試作開発等の取り組みを推進した。

(平成17年度)

- ・ 「摩擦攪拌接合工法の採用による長尺アルミフレームの製作と部品搬送機筐体への応用」
(株式会社下西製作所 / 東大阪市の中小企業)
- ・ 「アルミ材に最適な摩擦攪拌接合用高機能ツールの開発」
(アイセル株式会社 / 八尾市の中小企業)
- ・ 「ガンドリル深穴加工(水冷プレート)に使える摩擦攪拌接合方法の研究開発」
(株式会社中田製作所 / 八尾市の中小企業)

(平成18年度)

- ・ 「小型汎用摩擦攪拌装置の開発」
(マツモト機械株式会社 / 八尾市の中堅企業)
- ・ 「2次元、3次元接合及び装置のコストダウンを目指したアルミ材に最適な摩擦攪拌接合用高機能ツールの開発」
(アイセル株式会社 / 八尾市の中小企業)

その他特筆すべき成果

大阪府の平成18年度「大学発ベンチャー創出促進事業補助金」制度を活用して、本事業に参画している大学及び企業による「大阪東部エリアにおけるF SW事業拠点構想」の検討を行った。

3.波及効果

次世代のものづくりにおいては、マグネシウムやアルミニウムに代表される軽金属材料が、省エネルギーや省資源・リサイクル性、ひいては環境汚染・地球温暖化防止に極めて有効であることなどから、自動車、鉄道、航空宇宙などの幅広い分野において主役となることが想定されている。

また、接合技術は、いわゆる組み立て生産技術のキーポイントであり、本プロジェクトで開発される軽金属材料の高品位接合技術（摩擦攪拌接合技術）は、エリア内に所在する鉄道車両から航空宇宙産業関連企業などに広く活用され、長期にわたり低迷が続いてきた大阪のものづくり産業を活性化（ものづくり企業の技術基盤及び国際競争力を強化）する起爆剤となることが期待される。

さらに、摩擦攪拌接合技術は、従来の溶接技術のような悪臭や閃光、汚水などを発生しないため、住宅混在地域における加工製造を維持しやすくなるとともに、熟練工を要しないなど、大阪東部エリアが抱える課題の解決にもつながることが期待される。

本事業がコア研究室を置くクリエイション・コア東大阪を中心にした産学官連携の場が構築され、これが契機となって、大阪東部エリアが次世代のものづくり技術の研究開発・情報発信拠点となることにより、将来的には大阪東部エリアにもものづくり産業クラスターを形成することが期待されることである。

自己評価

1. 本事業での目標達成度に係る自己評価

(1) 事業目標について

本事業では、ナノ構造を制御した高比強度を持つ次世代合金の高品位接合法として摩擦攪拌接合（FSW）技術を確立し、各種の軽金属材料の接合技術を開発するとともに、このFSWを3次元自動接合システムへ展開する研究開発を推進してきた。共同研究事業によって得られた知見により、高機能構造体創製のための適材適所を可能にする新しいものづくりのツールを得ることができた。

また、研究交流事業では、共同研究事業の研究成果を普及するとともに、高品位接合技術などの次世代ものづくり技術関連分野の技術者、研究者との具体的技術交流を通じて、応用ニーズの探索や産業分野への浸透を図ってきた。本事業の進捗につれてエリア内外の研究機関・企業等との交流や連携協力体制が深まり、事業化へ向けた動きが加速されるなど、当初の目標を十分に達成することができた。

これらの取り組みにより、大阪東部エリアに「次世代のものづくり技術の研究開発・情報発信拠点」を実現するための流れが大きく加速されたものと考えている。今後は、平成19年度から大阪府の独自事業として実施する「次世代接合技術の開発・普及事業」や、今後提案を予定している国等の競争的研究資金の活用などを通じて、次世代のものづくり技術のさらなる集積と発展を促進させていく。

(2) 事業成果について

持続的な連携基盤の構築について

3度にわたり開催した「大阪東部エリア産学官連携フォーラム」や「次世代高品位接合技術研究会」を通じて、大阪東部エリアの内外に対して、摩擦攪拌接合（FSW）の優位性とその技術展開の可能性を周知することができた。また、本事業に参画した大学及び研究機関と、FSW技術の導入を検討する企業との連携関係を構築することができた。このことにより、今後、

同技術の基本特許が失効することに伴って同技術が本格的に普及するまでの間に、さらなる研究開発を行い、知的財産とノウハウの蓄積を図ることが可能になっている。

大阪府が平成19年度から実施する「次世代接合技術開発・普及事業」では、このような産学官のネットワークを基盤として、本事業の参加大学・研究機関・企業を中心に、新たな企業も加えた「摩擦攪拌技術実用化研究会」を設置し、本事業の研究成果の普及・活用とネットワークの拡充・強化を図っていく。

研究開発の成果について

< 研究テーマA >

高品位軽金属材料のFSWによるモジュール化（継手領域での機械的性質の母材との同一化）を目指して、FSW条件のデータベース化、アルミニウム合金・マグネシウム合金・チタンのツールを含んだ最適FSW条件の確立を図ってきたが、ほぼ当初の目標を達成することができた。研究テーマAでの研究成果を研究テーマBにフィードバックすることにより、3次元自動化FSW装置開発の基礎とすることができた。多くの研究成果を知的所有権の確立とともに内外へ発表し、大阪のものづくりのポテンシャルを基礎とした先端技術の開発が行われ、そのことで内外からの多くの関心と呼ぶことができた。これらの成果は、基本特許の失効が近づくにつれ参入してくるであろう多くの研究開発グループとの今後の開発競争において重要なアドバンテージとなると考えられる。

なお、研究テーマAの研究成果を中心に、研究テーマBの成果も加えて、本事業参加大学・研究機関・企業による新たなコンソーシアムを形成し、今後、国等の競争的研究資金の獲得へ向けた提案を行う予定である。

< 研究テーマB >

FSW装置の実用化と技術の普及を図るため、新用途の可能性を持つ曲面接合が可能な3次元駆動摩擦攪拌接合装置の試作と、各種接合支援ソフトウェアの開発を進めてきたが、ほぼ当初の目標を達成することができた。プロトタイプとなる3次元駆動装置を開発し、接合実験により5軸構造の装置の課題と解決策を見出した。また、簡易システムによる方法、3次元支援ソフトウェアによる方法、ロボットシミュレータによる方法など、3次元FSW装置を利用するための提案を盛り込むことにより、実用的なシステムを構築することができた。また、接合品質の向上やコスト削減に効果が期待できる周辺技術の開発や実用製品の提案、3次元接合ノウハウの蓄積により、大阪東部地域を中心とした大阪府域での技術普及が期待できる。

(3) 事業計画について

事業目標を達成するに妥当な事業計画であったか

基本計画で設定した目標について、大きな見直しをすることなく、概ね順調に事業が遂行された。摩擦攪拌接合技術という新しい接合技術分野に取り組む事業であったが、早期に研究開発に必要な条件整備を進めることで円滑な事業推進が可能となった。

共同研究事業については、コア研究室に設置した「摩擦攪拌接合装置」が研究開発を進めていく上で極めて重要な役割を担うものであったこともあり、コア研究室（クリエイション・コア東大阪）を中心とする研究開発ネットワークの構築については、当初想定していたものを大きく上回る成果となった。研究テーマA及びBの研究開発についても、リーダーと参加研究者による緊密なチームの下で、概ね順調に推進されたと思われる。

研究交流事業については、研究成果の発表会である「大阪東部エリア産学官連携フォーラム」、本事業の推進方針や共同研究事業に対するアドバイスや情報交流を目的とする「次世代高品位接合技術研究会」、研究開発に関する推進状況報告と課題検討などを主に行う「研究連絡会議」がそれぞれ大変有効に機能した。これらにより、地域への情報発信と交流から、参加研究者間の緊密な連携体制まで、幅広い交流体制を構築することができた。

さらに、コア研究室を「クリエイション・コア東大阪」に開設したことも、本事業にとっては大きな効果をもたらすこととなったと思われる。「クリエイション・コア東大阪」は、平成15年の第一期、平成16年度の第二期と機能整備が進められ、名実ともに、ものづくり企業が集積する大阪東部エリアにおける拠点となったところであり、幅広い連携交流や成果の普及が促進された。

事業目標を達成するに妥当な資源配分(資金、人材等)であったか

本事業を推進するための資源配分は概ね妥当であったと考えられる。

資金的には、まず、初年度において、本事業の研究開発の基盤となる摩擦攪拌接合装置の製作などの条件整備を重点的に進め、コア研究室での研究開発が本格的に実施できるようにした。それにより、次年度以降については、コア研究室の摩擦攪拌接合装置をフルに活用して、様々な実験を進めることが可能となった。摩擦攪拌接合装置については、本事業終了に伴って、大阪府立産業技術総合研究所に移設し、本事業の研究成果の普及事業に活用している。

なお、平成17年度からは、大阪府が独自に実施している「産学官共同研究成果実用化促進事業」により、研究成果の実用化に対する支援と発明の戦略的権利化が図られており、本事業における研究開発とその活用を大きく加速させる効果をもたらした。

人的には、まず、世界でもトップクラスの研究業績と幅広いネットワークを持つ研究統括のもと、実用化までを見据えた2つの研究テーマを設定し、当該テーマについて優れた識見を有するリーダーと参加研究者による緊密なチームを構成するとともに、産学官連携や中小企業への技術普及などに長年の経験とネットワークを有する科学技術コーディネータを配置することで、研究開発の推進とその普及活用を進めるための強力な体制を構築することができた。これらの緊密な研究開発・成果普及活用体制については、今後も、大阪府が平成19年度から実施する「次世代接合技術開発・普及事業」の「摩擦攪拌技術実用化研究会」の活動基盤として承継・発展させていく。

2. 地域の取組み

(1) 自治体等の取組

大阪府のプロジェクト支援体制(平成16年度から)

- ・ 大阪府立産業技術総合研究所による研究開発支援体制の構築
- ・ 大阪府商工労働部(本庁)に担当者を配置
- ・ 中核機関への職員派遣(本事業の専任スタッフとして2名配置)
- ・ コア研究室(クリエイション・コア東大阪内)の設置

大阪府「産学官共同研究成果実用化推進事業」(平成17年度から)

大阪府が国等の支援制度を活用して進めている産学官共同研究プロジェクトの研究成果を活用した「応用・試作開発」や「研究成果の戦略的権利化とその活用」などの取り組みに対する支援を行うもの。

大阪府実用化開発支援事業補助金

(大阪府予算 / 17年度 : 9,164 千円、18年度 : 10,000 千円、19年度 : 10,000 千円)
国プロジェクトの研究成果を活用して、その実用化を目指す中堅・中小企業が、それぞれのプロジェクトに参加する大学又は公的研究機関と共同して行う試作開発等の取組みに対する支援。最先端の共同研究成果と中堅・中小企業のアイデア・技術力から生まれる新商品・新技術の創出を支援することで、大阪経済活性化の起爆剤となることを目指す。
大阪府成果活用支援事業補助金

(大阪府予算 / 17年度 : 15,250 千円、18年度 : 14,720 千円、19年度 : 14,720 千円)
現在までに獲得した国プロジェクトの研究成果(発明・特許等)を地域の産業発展に向けて積極的に普及・保護・活用することにより、新産業創出や技術革新を促進させ、大阪経済の再生を図るため、発明の戦略的権利化(先行技術調査・特許出願・審査請求対応など)地域産業の発展に資することが期待される発明の権利の保有、研究成果の地域企業への普及・活用促進などを行う。

大阪府「次世代接合技術開発・普及事業」(平成19年度から実施)

(大阪府予算 / 19年度 : 10,000 千円)

大阪府の主要産業である機械金属加工産業の技術革新や国際競争力の強化等を図るため、本事業の研究成果(FSWに関する新技術・ノウハウ等)や産学官ネットワークを活用し、下記のような事業を実施する。

摩擦攪拌技術実用化研究会の設置・運営

FSW技術を活用した中小企業の試作開発等に対する支援(補助)事業

大阪府立産業技術総合研究所を通じた技術(研究成果)普及(平成19年度から実施)

同研究所は、本事業の中核研究機関として、研究テーマA・Bの両方に参加し、優れた成果を創出してきたところであり、事業終了後は、同研究所の技術指導や成果普及などの事業を通じて、地域の企業に研究成果の普及・活用を進めていく予定である。

なお、本事業で導入し、コア研究室(クリエイション・コア東大阪)に設置した「摩擦攪拌接合装置」については、本事業終了に伴い、大阪府立産業技術総合研究所に移設しており、本事業の研究成果の普及・活用に幅広く活用していく。

(2) 関係府省との連携

- ・経済産業省近畿経済産業局との連携交流、情報交換等

本事業の成果の普及促進と事業終了後の展開を円滑に進めるため、コア研究室(クリエイション・コア東大阪内)の見学や、本事業参加研究者・科学技術コーディネータ・中核機関・大阪府との意見交換等を実施した。

- ・国等の競争的研究資金への提案(予定)

本事業の研究成果を活用した新たな展開を目指し、今後、国等の競争的研究資金の獲得へ向けて、提案を行っていく。