

事業区分	戦略プロジェクト研究	研究期間	令和元年度～令和3年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	航空宇宙関連産業の市場獲得に向けた切削加工技術の高度化				
(副題)	(航空宇宙機器用材料の切削加工における加工時間の短縮、加工トラブルの予測および脱脂技術の確立)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター・機械加工科 福田洋平			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画 チャレンジ 2020	戦略7 たくましい経済と良質な雇用を創出する。 (2) 地域経済を支える産業の強化 ⑥ 企業の技術力向上
ながさき産業振興プラン	基本指針(1) 生産性/競争力を高める 施策の柱① 生産性/付加価値の向上 重点施策(ア) ものづくり企業の事業拡大対策

1 研究の概要

研究内容(100文字)	
航空宇宙機器用材料は難削材と呼ばれる切削加工が困難な材料が多い。本研究では、加工能率を向上させる技術、突発的な加工トラブルを予測する技術、そして切削加工後の脱脂技術の開発に取り組み、本県の切削加工技術の高度化を図る。	
研究項目	① 航空宇宙機器用材料の切削加工における伝熱データの取得 ② 切削加工シミュレーションによる航空宇宙機器用材料切削の見える化 ③ チタン合金製航空機部品の高能率切削加工 ④ 加工トラブルを予測する智能化ワーク固定ジグの開発 ⑤ 切削加工後の脱脂技術の開発

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
<p>本県の基幹産業である造船業の先行きが不透明な中、県内において、造船に代わる新産業の創出・育成が県政の重要課題である。</p> <p>本県の地場企業が保有する造船および発電プラント向け部品の切削加工技術は航空宇宙機器用部品の切削加工においても活用することができる。本研究は地場企業が航空宇宙機器産業へ進出する足掛かりとなる。</p> <p>このため、県産業労働部は本年度より「長崎県新成長ものづくり産業生産性向上・拡大事業」を開始し、県内に立地する航空機関連の中核企業を中心に周辺加工企業群を集めた「長崎県航空機産業クラスター協議会(8月発足予定)」を組織して技術の高度化と受注の円滑化に取り組んでいるところである。本研究課題はこの施策の一翼を担って加工企業群の技術の高度化を実現するものであり、県の施策遂行上不可欠のものである。</p>
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
<p>国は地方創生の一環として、各地域の受注網の中核に位置する企業を「地域未来牽引企業」と名付け、このような企業を核とした中小企業群の高度化と受注拡大施策の実施を都道府県に呼び掛けている。</p> <p>また、航空宇宙関連産業は大きな成長産業として注目されており、日本全国の各自治体が航空宇宙関連産業への新規参入を目指し取り組んでいる。</p> <p>本県には大手重工メーカーの宇宙機器製造拠点、および航空機部品の切削加工の中核企業(Tier2 企業)があり、技術的課題を克服していくことによって、他県よりも優位に新規参入を進めることができる。</p>

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	R元	R2	R3	R4	R5	単位
①	実験による工具(超硬合金)、ワーク(チタン合金およびニッケル合金)およびクーラント間の熱伝達率取得	目標	5					回
		実績	5					
②	切削加工シミュレーションによるチタン合金切削およびニッケル合金切削の見える化	目標		256				回
		実績		256				

③	マシニングセンタによる試作モデル(チタン合金製航空機部品)の高効率切削加工	切削実験	目標	10	3			回
			実績	10	2			
④	加工トラブルを予測する知能化ワーク固定ジグの開発	計測対象の特性評価実験	目標	5	5			回
			実績	5	5			
⑤	切削加工後の脱脂技術の開発	脱脂実験	目標	20	10	5		回
			実績	20	10	5		

1) 参加研究機関等の役割分担

工業技術センター：全体の統括、切削加工シミュレーション、試作モデルの加工および切削加工後の脱脂技術の開発を担う。

【県内大学】

長崎大学 桃木悟教授：切削加工における伝熱データの取得（研究項目①）

長崎大学 小林透教授：知能化ジグのデータ解析アルゴリズムの検討（研究項目④）

【県内企業】

株式会社新田鉄工所：切削実験および実験ジグ等の製作（研究項目③、⑤）

システムファイブ株式会社：知能化ジグのシステム開発（研究項目④）

その他、株式会社ウラノをアドバイザーとして協力を得る。

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	42,767	23,636	19,131				19,131
元年度	14,957	7,954	7,003				7,003
2年度	14,026	7,829	6,197				6,197
3年度	13,784	7,853	5,931				5,931
4年度							
5年度							

※ 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

※ 人件費は県職員人件費の単価

(研究開発の途中で見直した事項)

令和2年度より、長崎大学の矢澤教授を共同研究機関に追加

長崎大学 矢澤孝哲教授：切削シミュレーションの検証実験（研究項目②、③）

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	R元	R2	R3	R4	R5	得られる成果の補足説明等
①	伝熱データの取得	5件	5件	○					工具、ワークおよびクーラント間の熱伝達率を取得する。取得した熱伝達率は切削加工シミュレーションに反映する。
②	切削条件の最適化	4条件	4条件		○				256件の解析データを得ることで、より適切な切削条件の設定が可能となる。また、新たな加工法の提案が可能となる。
③	加工時間の短縮	30%	53%			○			航空機産業に参入している県内企業の加工時間(H30年)を基準とし、加工時間を30%短縮する。
④	知能化ジグの試作	1件	1件			○			マシニングセンタ内での実加工に使用可能な、加工トラブルを予測するジグを試作する。
⑤	県内企業への技術移転	2社	2社			○			県内企業への技術移転を図る。

1)従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

航空宇宙機器用材料の切削加工において、工具メーカーが提供する工具とその推奨条件では十分な競争力が得られない。各企業は工夫を凝らして競争力を発揮しているが、その情報は各企業のノウハウであり、公開されていない。

本研究に先立って長崎県工業技術センターは株式会社ウラノと共同で経産省の大型研究補助金(サポイン事業)を獲得して、H27～H29年度の3年間、高度な専用工具の開発等を行った実績を有する。本研究課題はその成果を受けて、関連する周辺加工企業群に必要な技術開発を行うものであり、開発項目やその目標値はすでに非常に明確になっている。

さらに、本研究はチタン合金の切削量が日本一である株式会社ウラノをアドバイザーとして取り組むものであり、効率的かつ優位に本県独自のノウハウを蓄積していくことが可能である。

2)成果の普及

■研究成果の社会・経済への還元シナリオ

本研究によって得られた航空宇宙機器用材料の切削加工に関するノウハウは地場企業へ積極的に技術移転していく。本県には大手重工メーカーの宇宙機器製造拠点、および航空機部品の切削加工の中核企業(Tier2企業)があり、他県よりも優位に新規参入を進めることができる。

「長崎県航空機産業クラスター協議会」の会員企業に本研究の成果を普及することが県の施策として求められており、出口戦略も明確である。

■研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

国内航空機市場規模は1.8兆円(H27)、国内宇宙機器市場規模は3,554億円(H26)である。また、平成26年の長崎県の輸送用および汎用機械器具の製造品出荷額は5,862億円あり、県内には約100社の機械加工業者がある。

航空宇宙機器産業は成長産業であるとともに、本県には機械加工の生産能力が十分にあるため、戦略的な取り組みによって大きな市場獲得が期待できる。

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(30年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S 本県の基幹産業である造船業の先行きが不透明な中、造船に代わる新産業の創出・育成が県政の重要課題である。 高付加価値産業である航空機部品産業の県内育成は多くの県が挑戦して敗れているところであるが、本県では、「地域未来牽引企業(経済産業省の用語)」の一つである株式会社ウラノが立地していることから、このチャンスを活かし、当該企業を核とした高付加価値加工企業群の育成を目指して、県は H30 年度からの施策として「長崎県新成長ものづくり産業生産性向上・拡大支援事業」を開始しているところである。 本県の地場企業が保有する大型機械加工技術および発電プラント向け部品の製造技術は、航空宇宙機器用部品の製造においても活かすことが可能であり、地場企業の航空宇宙機器産業進出への足掛かりとして本研究は重要な位置づけとなる。</p> <p>・効率性 S 長崎県工業技術センターは他県に先駆けて5軸制御マシニングセンタを導入(H21 年度)しており、複雑形状加工に関するノウハウの蓄積がある。また、本研究はチタン合金の切削量が日本一である株式会社ウラノをアドバイザーとして取り組むため、効率的かつ優位に本県独自のノウハウを蓄積していくことが可能である。</p> <p>・有効性 S 本研究に先立って長崎県工業技術センターは、株式会社ウラノと共同で経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援事業を獲得して、H27～H29 年度の 3 年間、高度な専用工具の開発等を行った実績を有する。本研究課題はその成果を受けて、関連する周辺加工企業群に必要な技術開発を行うものであり、開発項目やその目標値はすでに非常に明確になっている。 高能率加工技術の開発のみでなく、加工トラブルの予測技術および後処理技術の開発に併せて取り組むことにより、航空宇宙機器産業参入への技術課題に対して包括的に取り組む。 本研究によって得られた航空宇宙機器用材料の切削加工に関するノウハウを地場企業へ積極的に技術移転していく。本県には大手重工業メーカーの宇宙機器製造拠点、および航空機部品加工の中核企業(Tier2 企業)があり、他県よりも優位に新規参入を進めること</p>	<p>(30年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S 長崎県において、造船に代わる新たな基幹産業の創出の観点から、必要性の高い取り組みである。特に、大型産業へ発展する可能性の高い航空宇宙関連産業の中心製造地域となれば、経済効果は大きく、また長期に亘る雇用が期待できる。県内機械加工業を中心とした産業界のニーズを正確に把握し、技術導入や設備導入のハードルを低くする工夫を期待する。</p> <p>・効率性 A 研究目標や研究計画が明確であり、関連する研究実績もあることから、効率性の高い研究の実施が期待できる。様々な分野で実績のある企業・大学をアドバイザーとしている点は評価できる。連携を密にとって研究のスピードアップを図っていただきたい。実施に当たっては、関連企業の教育の観点を含めた体制づくりを検討していただきたい。</p> <p>・有効性 A ある程度の企業の新規参入がなければ有効性が高いとはいえない。参入企業数や目指す産業規模等の見通しを明確にしていきたい。県内関連企業への技術移転については、各対応企業での実運用が容易にできるよう工夫を期待する。従来技術に対する優位性及び独自性が不明瞭であるため、関連特許について引き続き調査いただきたい。</p>

<p>ができる。</p> <p>また今年度中に設置される予定の「長崎県航空機産業クラスター協議会」の会員企業に本研究の成果を普及することが県の施策として求められており、出口戦略も明確である。</p> <p>・総合評価 S</p> <p>航空宇宙関連産業は大きな成長産業として注目されており、日本全国の各自治体が航空宇宙関連産業への新規参入を目指し取り組んでいる。</p> <p>本県には大手重工メーカーの宇宙機器製造拠点、および航空機部品加工の中核企業(Tier2 企業)があり、技術的課題を克服していくことによって、他県よりも優位に新規参入を進めることができる。</p> <p>新産業の創出・育成は県政の重要課題であり、本研究を積極的に推進すべきである。</p>	<p>・総合評価 S</p> <p>社会的情勢から必要性は高く、県内産業のニーズもある。</p> <p>研究目標は明確になっており、研究計画・研究実施体制も合理的である。海洋再生可能エネルギー産業への転換も念頭におきつつ、航空宇宙関連産業以外への発展性についても検討してほしい。多数の企業の参入の見通しが得られれば、きわめて有効なプロジェクトである。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>従来技術に対する優位性及び独自性を明確にするとともに、各対応企業での実運用が容易にできるよう工夫を進めていく。</p> <p>また、長崎県航空機産業クラスター協議会との連携を密にし、1社でも多くの企業が航空宇宙関連産業に進出できるよう多角的な支援に取り組む。</p>
<p>途 中</p> <p>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S</p> <p>本県の基幹産業である造船業の先行きが不透明な中、造船に代わる新産業の創出・育成が県政の重要課題である。</p> <p>長崎県は、航空機産業への県内企業の新規参入・取引拡大に力をいれており、平成30年8月には「長崎県航空機産業クラスター協議会」が設立された。県内企業41社(内機械加工関係16社)が会員として参画しており、航空機産業への進出に意欲を示している。</p> <p>本県の地場企業が保有する大型機械加工技術および発電プラント向け部品の製造技術は、航空宇宙機器用部品の製造においても活かすことが可能であり、地場企業の航空宇宙機器産業進出への足掛かりとして本研究は重要な位置づけとなる。</p> <p>・効率性 S</p> <p>県内企業および県内大学との連携により、効率よく研究を遂行している。また、機械加工業者である株式会社新田鉄工所との共同実験により、普及フェーズの前倒しが実現されている。</p> <p>令和2年度からは、切削加工の専門家である長崎大学の矢澤教授を共同研究機関に加え、連携体制の強化を図っている。</p>	<p>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S</p> <p>長崎県の基幹産業である造船に代わる産業の育成は当県にとって大変重要な課題である。航空宇宙産業用部品材料の切削加工技術の開発は、航空機産業の市場獲得に不可欠であり、航空機産業を集積するために必要である。</p> <p>・効率性 A</p> <p>県内企業及び県内大学、更に機械加工業者及び長崎大学と連携して効率よく研究を進めており、連携体制の強化に努めていることは評価できる。切削加工技術全般について、他の課題で推進される金属種類を含めて、整理した上で進められており、効率性は高い。</p>

<p>・有効性 S 長崎県航空機産業クラスター協議会を通じて、本研究によって得られた航空宇宙機器用材料の切削加工に関するノウハウを地場企業へ積極的に技術移転していく。会員企業の多くは、日頃から県工業技術センターと接点があり、円滑な技術移転が可能である。 また、加工技術に関する個別の相談や航空機産業への進出に向けた共同技術開発等の取り組みも既に進行している。</p> <p>・総合評価 S 高能率加工技術の開発に係る伝熱データの取得など、当初の数値目標を順調に達成できている。 長崎県では航空機産業クラスター協議会を中心として、県内企業の航空宇宙関連産業への新規参入・取引拡大に対する意欲が高まっている。 また、本研究には同協議会の会員企業も参画しており、効率的に研究が進められている。 長崎県工業技術センターと協議会の会員企業との連携も進んでおり、具体的な航空宇宙関連産業への参入実績が期待できる。</p>	<p>・有効性 A 民間企業への移転を進めるなど、計画した成果が得られる見通しがある。基本技術に関する部分の成果については、特許化を進めるなど、知財戦略が重要と考える。なお、開発した技術を他の産業分野に活用する点でのデータ取得範囲を検討していただきたい。</p> <p>・総合評価 A 切削加工技術に関して全体を整理した上で計画されており、研究は概ね計画通りに進捗している。特に、切削後の脱脂技術についてはすでに技術移転のレベルにある。本県の基幹産業のベース技術を活かした技術開発であり、県内企業の製造能力のベースアップに繋がるのが期待できるので継続することが妥当である。</p>
<p>対応</p>	<p>対応 航空宇宙機器用材料に対する切削加工技術の高度化は、航空宇宙機器産業の市場獲得を目指すうえで不可欠である。引き続き、研究計画に沿って切削加工技術の開発を進めるとともに、技術支援を含め、県内企業への技術移転を積極的に推進する。また、開発した技術を他の産業分野に活用することについても検討する。基本技術に関する成果については、県内企業と共同での特許化を検討し、推進する。</p>
<p>事後 (4年度) 評価結果 (総合評価段階: S) ・必要性 S 本県の基幹産業である造船業の先行きが不透明な中、造船に代わる新産業の創出・育成が県政の重要課題である。 長崎県は、航空機産業への県内企業の新規参入・取引拡大に力をいれており、平成30年8月には「長崎県航空機産業クラスター協議会」が設立された。正会員として参画している県内企業は、当初の41社から57社(内機械加工関係22社)まで増加しており、航空機産業への進出に意欲的である。 航空宇宙機器用部品の加工技術高度化に取り組み、支援環境を充実していくことは、地場企業の新産業進出への足掛かりとして重要である。</p>	<p>(4年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 長崎県の基幹産業である造船業に代わる新産業の創出・育成が県政の重要課題である。本県は、造船などで培った高度な切削加工技術を活用して航空機関連産業への新規参入・取引拡大に力をいれており、航空宇宙機器用部品の加工技術高度化に取り組み、技術的支援環境を充実していく本プロジェクトは、地場企業の新産業進出への足掛かりとして特に重要であり、特に必要な研究であった。</p>

<p>・効率性 A 県内企業および県内大学との連携により、効率よく研究目標を達成し、航空宇宙機器用部品に対する加工技術を高度化することができた。</p> <p>本研究は県内の機械加工業者である株式会社新田鉄工所と共同研究を進めるとともに、航空機部品加工の Tier2 企業である株式会社ウラノをアドバイザーとしており、要素技術普及の前倒しが実現された。</p> <p>有効性 S 成果目標を十分に達成できただけでなく、その成果は下記のように本県の産業振興政策に大きく貢献できた。</p> <p>①県航空機産業クラスター協議会加盟企業の共通する技術課題が解決できたことで、その横展開により個別の共同技術開発や様々なレベルの技術支援に広がった。</p> <p>②次のステップとして協議会のリーダー企業である(株)ウラノとの大型共同研究事業に発展するとともに、「機体部品からエンジン部品まで」の流れに沿って現在実施中の新しい戦プロに発展した。</p> <p>総合評価 S 本県は3大都市圏以外で航空機部品のサプライチェーンを構築できた数少ない成功県であり、そのポジションを維持・拡大するためにはリーダー企業との高度な共同研究と、本戦プロのような地場 Tier3 企業の不断の技術向上に貢献する研究開発が必要である。「有効性」の自己評価コメント記載のとおり、本戦プロは地場企業への横展開という横軸と次のステップへの発展という縦軸の両方向に良い循環が生まれ、県の中期計画の重要項目である航空機関連産業の創出に大きく貢献できた。</p>	<p>・効率性 A 本研究課題の開発項目と目標値は具体的であるとともに、研究手法は合理的であると認められる。県内企業および県内大学との連携により、計画通りに研究が進捗し切削加工技術の高度化に成功しており効率性は高い。また、航空機部品加工の Tier2 企業である株式会社ウラノをアドバイザーとしており、要素技術普及の前倒しが実現された。</p> <p>・有効性 A 本県の航空機産業クラスター協議会加盟企業の共通する技術課題の解決や情報発信につなげており有効なプロジェクトであった。また、その横展開により個別の共同技術開発や半導体製造装置向けの技術開発など様々なレベルの技術支援に広がった。加えて、大型共同研究事業や現在実施中の新しい戦プロに発展した。以上、概ね計画通りの成果が得られた。ただし、さらなるマーケティングを強化しなければ、研究で終わる懸念がある。</p> <p>・総合評価 A 本県の中期計画の重要項目である航空機関連産業の創出に大きく貢献できており、妥当なプロジェクトであった。ただし、コロナ禍による航空機産業の低迷で、当初期待していた市場獲得には至っていない。今後、コロナが収束し、航空機産業の活力が回復すれば市場獲得が期待される。知的財産としては、ノウハウ・特許化・標準化などの戦略構築が重要であり、他との関係での競合優位性を明確にしたビジネスモデルの構築が肝になる。他の競合の情報を整理し、ポジショニングを確立することが重要である。なお、今後の展望として本技術の他産業分野への展開を見通すことも期待される。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>コロナ禍が収束しつつあり、改めて航空機産業への参入を目指す企業の意欲も高まっている。本プロジェクトで培った切削加工技術を継続的に普及し、地元企業の航空機産業への新規参入を後押ししていく。また、新エネルギーや半導体産業など、他の産業分野への応用展開も併せて推進していく。</p>