

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	令和3年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	航空宇宙産業に向けた耐熱合金の切削加工技術の開発				
(副題)	(モリブデン合金の切削加工 )				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター・工業材料科 梅木宣明			

### <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③ 技術力の向上 重点施策(ア) 工業技術センター及び窯業技術センターによる県内企業の技術力向上支援と 産学官連携による研究開発の支援

## 1 研究の概要

<b>研究内容(100文字)</b>	
航空宇宙産業機器のエンジン部品等に用いられるモリブデン合金(耐熱合金)の切削加工に関する研究に取り組み、高能率な切削加工条件および高品位な切削加工条件を確立する。	
研究項目	①モリブデン合金の切削加工に最適な切削工具材種の検討と評価 ②モリブデン合金の切削加工に最適な刃先形状の検討と評価 ③モリブデン合金の切削加工に最適な切削加工条件の検討と評価

## 2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
2018年の長崎県航空機産業クラスター協議会の設立に伴い、県内機械加工業において、航空機関連部品等の難加工技術の確立に向けた意欲が高まっている。県内には航空宇宙産業機器を製造する大手重工業メーカーがあり、エンジン部品等の耐熱合金に使用されているモリブデン合金の切削加工に関するニーズがある。しかし、モリブデン合金は難削材であるため、切削加工の高能率化や加工部品の高品質化等が課題である。県内企業からのニーズがあるモリブデン合金の最適な切削加工技術を開発することで、県内機械金属加工業の高度化を図ることが可能となる。さらに、本成果は県内企業にとどまらず、県外加工業者からの受注増加にもつながると期待できる。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
国、他県等において、モリブデン合金の切削加工技術に関する基礎的な知見はあるが、県内企業から要望が高い表面粗さに関する報告はない。そのため、モリブデン合金の切削加工における高能率化や高品質化は新規性がある。

## 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		R3					単位
①	同一条件にて各材種でモリブデン合金の切削加工を行い、最適な切削工具材種を検討	工具材種検討のための切削試験	目標	5					回
			実績	5					
②	同一条件・同一材種にて各刃先形状でモリブデン合金の切削加工を行い、最適な刃先形状を検討	刃先形状検討のための切削試験	目標	5					回
			実績	33					
③	同一材種・同一刃先形状にて切削条件を変更してモリブデン合金の切削加工を行い、最適な切削加工条件を検討	切削加工条件の最適化	目標	20					回
			実績	2					

1) 参加研究機関等の役割分担

①.工業技術センター

マシニングセンタおよび NC 旋盤による切削実験

表面粗さ計、三次元測定機およびデジタルマイクロスコープによる評価

②. 長崎大学、産総研九州センター

研究に関するアドバイザー

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	4089	3164	925				925
3年度	4089	3164	925				925

※ 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)

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	R3				得られる成果の補足説明等
①	最適材種の選定	最適な切削材種選定	最適な切削材種を選定	○	/	/	/	モリブデン合金の切削加工実験において、切削加工実験後の工具状態を観察し、最適な切削材種の選定を行う。最適な切削工具の基準は、JIS B 4053「切削用超硬質工具材料の使用分類」に基づく。
②	刃先形状の選定	最適な形状選定	最適な形状の選定	○	/	/	/	切削加工実験後の工具状態を観察し、最適な切削工具刃先の選定を行う。最適なチップブレーカーを選定する。
③	表面粗さ	Rz3.2 μm 以下	Rz3.2 μm 以下の達成	○	/	/	/	加工面粗さ(表面粗さ)を測定し、切削加工面の評価を行う。

1)従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

国、他県等において、純モリブデンや新素材であるモリブデン合金の切削加工に関する基礎的な実験事例は報告されている。しかし、県内企業の目標値である表面粗さ Rz3.2 μm 以下を得る最適な切削加工条件に関する切削事例は報告されていない。

2)成果の普及

■研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

県内機械金属加工業において、モリブデン合金の切削加工技術における高能率、高品質化に関する開発によって県内加工業の高度化を図ることが可能となり、経済的・社会的効果が期待できる。

本研究により得られる技術は長崎県航空機産業クラスター協議会の参画企業をベースとし、技術移転を図る。

■研究成果による社会・経済・県民等への波及効果(経済効果、県民の生活・環境の質の向上、行政施策への貢献等)の見込み

県内機械加工業において、難削材であるモリブデン合金の切削加工技術を確立することは新たな受注獲得へのチャンスを生み出す。さらに、県内の航空機産業におけるサプライチェーンの強化につながる。本県航空機関連産業における 10 年後の成長目標(雇用者数と売上高を現在の 2.5 倍に増加)に貢献する。

(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>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性: S 当グループはこれまで機体の構造材用のチタン合金の加工技術を開発し、県内企業に普及してきたが、意欲的な企業からは一歩進んで、定期的交換の対象で、より加工ニーズの大きいエンジン部品加工に取り組みたいとの要望がある。航空宇宙産業機器用のエンジン部品等に採用される耐熱合金(モリブデン合金)は難削材であるため、切削加工の高能率化や加工部品の高品質化が課題となっている。そのため、モリブデン合金の最適な切削加工技術の確立を目指す本研究は必要性が高い。</p> <p>・効率性: A 長崎大学および産総研九州センターと連携し、耐熱合金の切削加工技術の確立を行うため、効率性は極めて高い。</p> <p>・有効性: A モリブデン合金の切削加工技術については、国・他県において基礎的な知見はあるものの、県内企業からの要望が高い表面粗さに関する報告はない。そのため、モリブデン合金の切削加工条件を最適化することは、県内関連企業の技術の高度化につながるため有効性は高い。</p> <p>・総合評価: A 県内機械加工業において、難削材であるモリブデン合金の切削加工技術を確立することは新たな受注獲得へのチャンスを生み出し、県内の航空機産業におけるサプライチェーンの強化につながるものと期待される。</p>	<p>(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性: S 県内の航空宇宙産業として、モリブデン合金の最適切削加工技術の確立を目指すことは、航空宇宙産業用エンジン部品の製作に必要である。長崎県内の難削加工品への機械加工技術の向上は、新たな航空・宇宙産業への振興に寄与できる。</p> <p>・効率性: A 連携企業が航空宇宙関連での経験が豊富であり、難削加工材の機械加工も多数の経験があるので連携を強めて進めていけば良いと考える。さらに大学等との連携により効率的な開発が可能となる。</p> <p>・有効性: A 県内企業の航空宇宙産業用部品の競争力向上のために有効な技術開発である。加工精度には切削工具の材料設定もあるが、刃先のコーティング手法も重要なので、検討して欲しい。</p> <p>・総合評価: A モリブデン合金の最適切削加工技術が構築できれば、長崎県の航空宇宙産業の国内における技術優位性を見出すことができ、強みとなる。関連企業の技術の高度化に貢献でき、技術の底上げにつながる点では概ね妥当な研究といえる。このような切削加工技術の開発は権利化を優先に、ノウハウとして公開しないことも含めて検討して欲しい。</p>
途	<p>対応</p>	<p>対応 本研究を効率的に進めるため、県内企業や大学等との連携を強めていきたい。また、刃先コーティングの手法も含めて切削加工条件の最適化を検討する。得られた成果を権利化すべきか、ノウハウとして秘匿すべきかについては、県内関連企業の支援によってどちらが有益かを判断材料とする。</p>
途	<p>( )年度) 評価結果 (総合評価段階: ) ・必要性</p>	<p>( )年度) 評価結果 (総合評価段階: ) ・必要性</p>

中	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>
	対応	対応
事後	<p>(4年度) 評価結果 (総合評価段階:A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S</li> </ul> <p>本研究のスタートと同時に決定された長崎県の中 期計画では、航空機関連産業は新産業創造の4本柱 の一つに選ばれて、県全体として推進することが決ま った。当グループはこれまで機体の構造材用のチタン 合金の加工技術を開発し、県内企業に普及してきた が、意欲的な企業からは一歩進んで、定期的交換の 対象で、より加工ニーズの大きいエンジン部品加工に 取り組みたいとの要望がある。航空宇宙産業機器用 のエンジン部品等に採用される耐熱合金(モリブデン 合金)は難削材であり、依然として切削加工の高効率 化や加工部品の高品質化が課題となっている。その ため、モリブデン合金の最適な切削加工技術の確立 したことは、必要性が極めて高いものであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>本研究は、これまでに当センターが蓄積した難削材 の切削加工に関する知見をベースに、効率的に研究 を実施できた。また、県内企業とも連携し、より効率的 に研究事業を推進することができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性 A</li> </ul> <p>モリブデン合金の切削加工技術については、国・他 県において基礎的な知見はあるものの、県内企業か らの要望が高い表面粗さに関する報告はない。本研 究では県内企業の表面粗さの目標値を達成できた。 使用する工具が一般的なものを使用しているため、県 内関連業界に広く展開できることから、成果の普及性 も高く、本研究の有効性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価 A</li> </ul> <p>県内機械加工業において、難削材であるモリブデン 合金の切削加工技術を確立することは新たな受注獲 得へのチャンスを生み出し、県内の航空機産業にお けるサプライチェーンの強化につながるものと期待さ れる。本研究で確立した技術は県内関連業界に広く展 開できる。それとともに、この基礎的成果を令和4年度 からの戦略研究プロジェクトに反映することで、戦プロ がより高いスタート地点からロケットスタートするこ うな点でも効果の大きい研究であったと評価した い。</p>	<p>(4年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性:A</li> </ul> <p>航空宇宙産業は将来有望な領域であり、次の長崎県 の産業となることが期待される。難削材の加工技術等 は企業が取り組みにくい課題であり、工業技術センタ ーが加工技術を確立しておくことは重要であり、必要 な研究であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性:A</li> </ul> <p>最適な切削加工技術の確立のため、地道に基礎的 な条件出しを行い、難加工材のモリブデンの切削可能 条件の整理ができています。また、県内企業との技術協 力も行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性:A</li> </ul> <p>実験により開発技術の有効性を検証しており、企業 への普及が期待される。また、航空宇宙産業を長崎 県の主要産業へ育てるために有効な研究であり、今 後の展開が期待できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価:A</li> </ul> <p>県内の次世代産業として有望な航空宇宙分野での 切削加工技術の確立に取り組んでおり、県として必要 な技術研究である。短期間の研究で実用可能と判断 される成果が得られており、今後の技術の普及や他 の材料への応用展開に期待する。</p>
	対応	<p>対応</p> <p>県内の次世代産業として有望な航空宇宙分野での 切削加工技術の確立を目指し、今後の技術の普及や 他の材料への応用展開を図る。また、産学官連携を</p>

		強化し、航空宇宙分野の県内企業の育成、発展を目指す。
--	--	----------------------------