

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

令和 7 年 4 月 30 日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 大学院工学研究科材料工学専攻

職 名 教 授

氏 名 岸田 恭輔

助 成 の 種 類	令和6年度 ・ 研究活動推進助成		
申請時の科研費 研 究 課 題 名	硬質相の特異な塑性変形能と新奇構造材料設計		
上記以外で助成金 を 充 当 し た 研 究 内 容	微小単結晶圧縮試験による双晶変形の支配因子解明		
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) 該当なし		
発表学会文献等	(国際会議・招待講演) K. Kishida, H. Inui, 2024 MRS Fall Meeting & Exhibit, 2024.12.4, Boston, MA, USA. (国際会議・招待講演) K. Kishida, et al., TMS2025 Annual Meeting & Exhibit., 2025.3.26, Las Vegas, NV, USA		
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)		
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,500,000 円	
	使用した助成金額	1,500,000 円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額
		高純度金属・薬品の購入	110,638
		真空装置用品の購入	245,179
		解析装置用消耗品の購入	217,800
		書籍の購入	20,314
		外国出張(学会発表)旅費	733,842
解析装置修理費用		172,227	
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 特に制度改善に向けた意見等はございませんが、ご支援いただいたおかげで継続的な研究と予備的な調査ができ、2025年度科研費補助金基盤研究(A)を無事獲得することができました。ありがとうございました。		

成果の概要 / 岸田恭輔

京都大学教育研究振興財団令和 6 年度研究活動推進助成を受け、「硬質相の特異な塑性変形能と新奇構造材料設計」に関する基礎研究を行った。具体的には硬質脆性材料である β - Si_3N_4 , σ 相 Nb_2Al , μ 相 Ta_6Fe_7 などの室温塑性変形挙動を単結晶マイクロピラー圧縮試験法により調査するとともに、変形により導入された欠陥(転位)の微細構造を透過電子顕微鏡法/走査透過電子顕微鏡法(TEM/STEM)により実験的に解析し、さらに第一原理計算による一般化積層欠陥エネルギー(GSFE)の理論計算を行うことを通じて、これら硬質脆性材料の室温塑性変形能に関する様々な基礎的知見を得た。

β - Si_3N_4 に関する研究では、室温における活動すべり系が底面すべりに限定されること、その活動のための臨界分解せん断応力が 1.66 GPa 程度の値をとることを実験的に明らかにした。また原子分解能走査透過電子顕微鏡法による転位芯構造の解析結果と GSFE 計算の結果をもとに底面すべりの転位が運動する原子面の位置や分解反応に関する考察を行った。得られた結果は、現在、"Room-temperature plastic deformation of single crystals of high-purity β - Si_3N_4 investigated by micropillar compression"と題した論文としてまとめ、Journal of the American Ceramic Society に投稿中である。

μ 相 Ta_6Fe_7 に関する研究では、単結晶マイクロピラー圧縮試験と原子分解能 STEM を用いた室温塑性変形機構に関する研究により、室温塑性変形挙動、転位の微細構造の解析を行った。その結果、活動可能なすべり系とその活動のための臨界分解せん断応力の値の評価に成功するとともに、活動するすべり系の転位がシンクロシアー型転位であることを示唆する実験データを得た。得られた結果と第一原理 GSFE 計算の結果を比較することにより変形機構モデルの提案を行った。得られた結果は現在学術論文として投稿準備中である。

σ 相化合物は複雑な結晶構造を有し、硬質で脆性的な性質を示すと考えられてきたが、近年、我々が行った単結晶マイクロピラー圧縮試験と原子分解能 STEM を用いた室温塑性変形機構に関する研究により、 σ 相の代表化合物である FeCr 相は室温で転位の運動によるすべり変形が可能であること、活動するすべり系のうち一部のすべり系の転位が、通常の転位とは異なる特異な転位, Zonal 転位であることを実験的に初めて明らかにした。本研究では、同一結晶構造を有する Nb_2Al について、同様の研究手法での力学特性評価を行った。その結果、 Nb_2Al 相は FeCr 相よりも脆性的な挙動を示すこと、同一の荷重軸方位で圧縮変形を行った場合にも異なるすべり系が活動することなど様々な予備的実験結果を得た。このような違いは結晶構造を構成する 5 種類の原子サイトのサイト占有率の違いと相関があると予想される。現在、令和 7 年度に新たに獲得した科研費基盤研究(A)「複雑結晶構造を有する硬質相の特異塑性変形能とその構造材料への活用」により、他の荷重軸方位での単結晶マイクロピラー圧縮試験による活動すべり系の調査、転位組織観察、第一原理計算による GSFE 計算等をすすめている段階である。また上記に関連する研究発表を、国内および国際学会において招待講演(計 4 件)として行った。