マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書
ARIM User's Report

【Release：2025.06.10】　【Update：2025.05.28】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24NU0016
利用課題名 Title	多元系合金材料の研究
利用した実施機関 Support Institute	名古屋大学 / Nagoya Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用（ARIM事業参画者以外）/Internal Use (by non ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	ハイエントロピー合金/High entropy alloys,電子顕微鏡/ Electronic microscope,電子回折/ Electron diffraction,高品質プロセス材料/技術/ High quality process materials/technique,集束イオンビーム/ Focused ion beam

利用者と利用形態 / User and Support Type

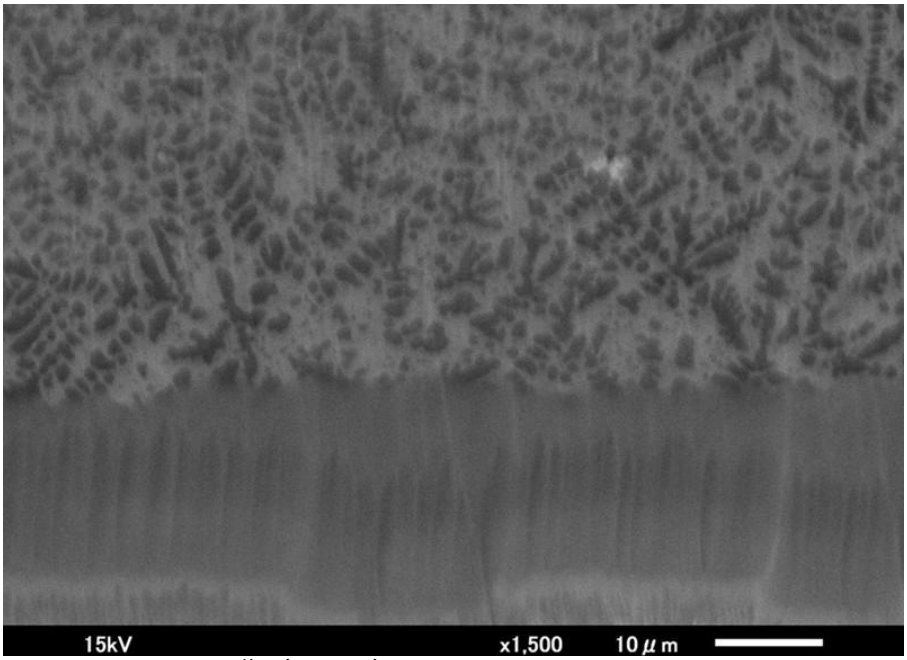
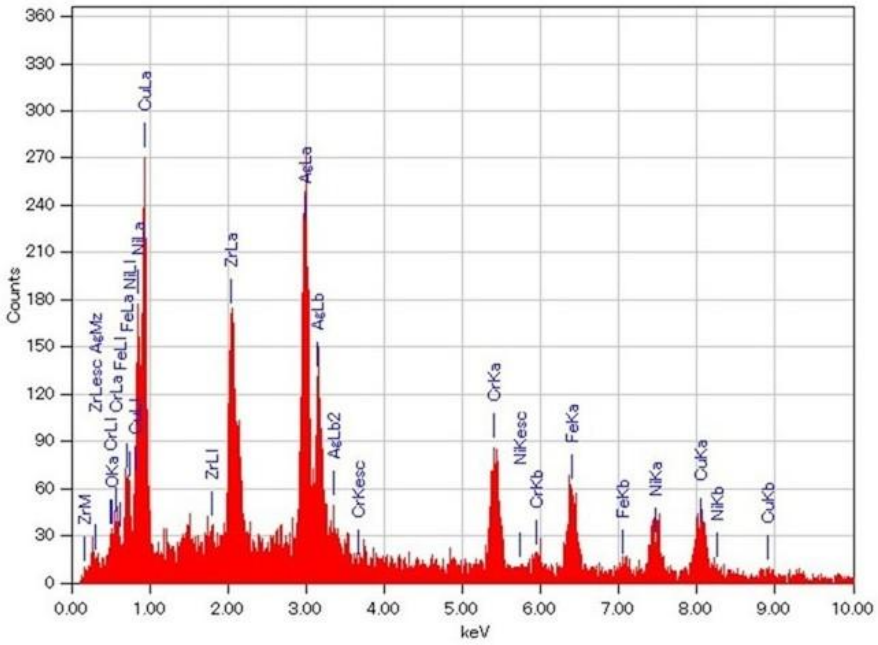
利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	加藤 隆彦
所属名 Affiliation	名古屋大学 未来社会創造機構 マテリアルイノベーション研究所
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	トヨタ自動車株式会社 射場英紀
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	中尾 知代,荒井 重勇
利用形態 Support Type	技術代行/Technology Substitution

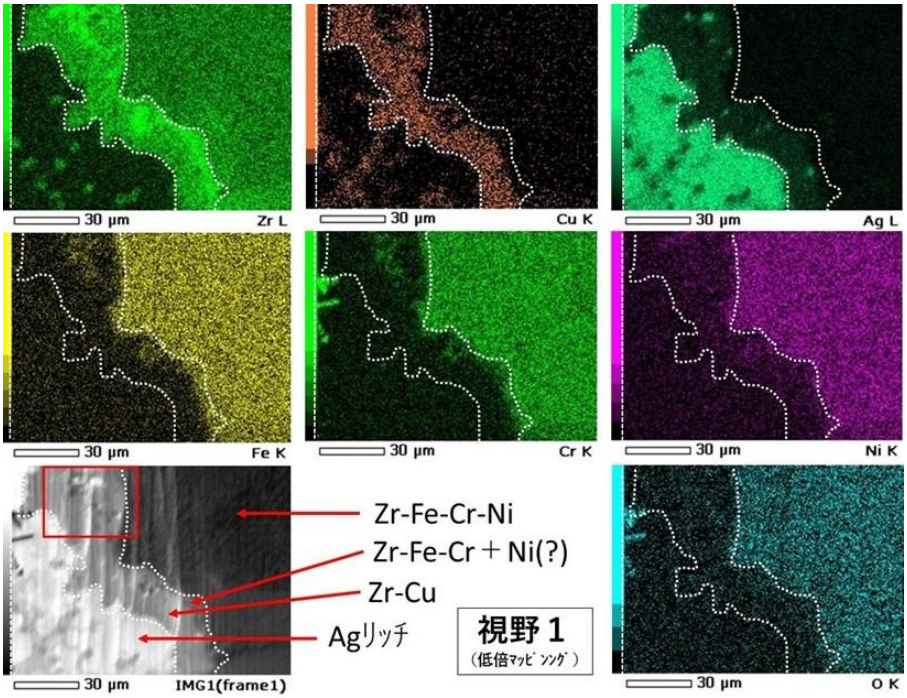
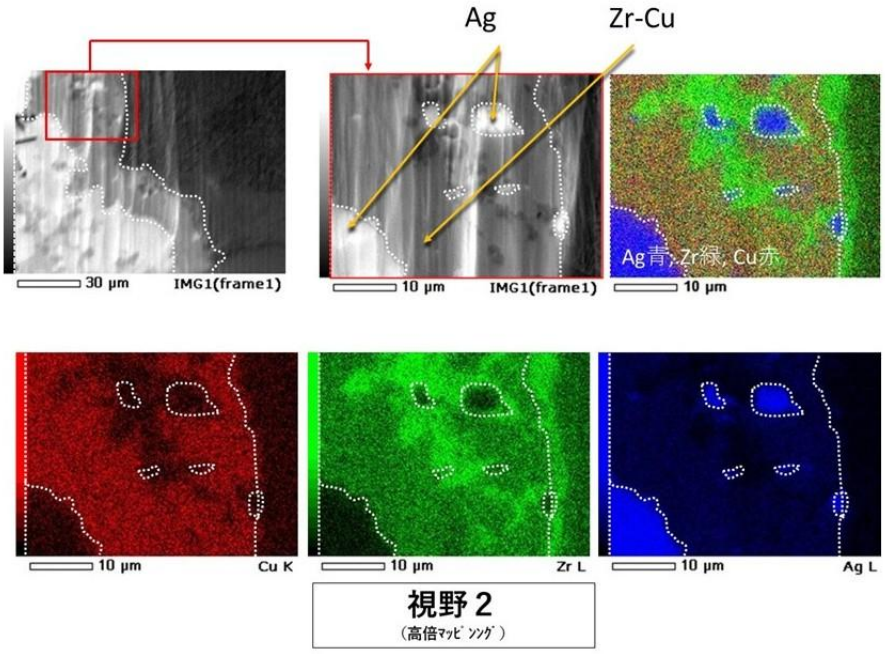
利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

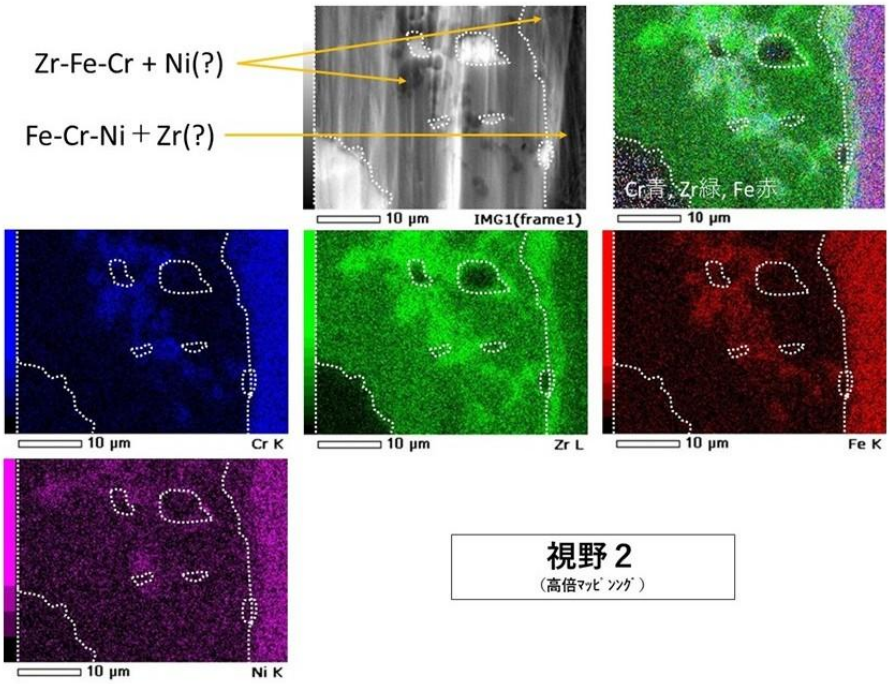
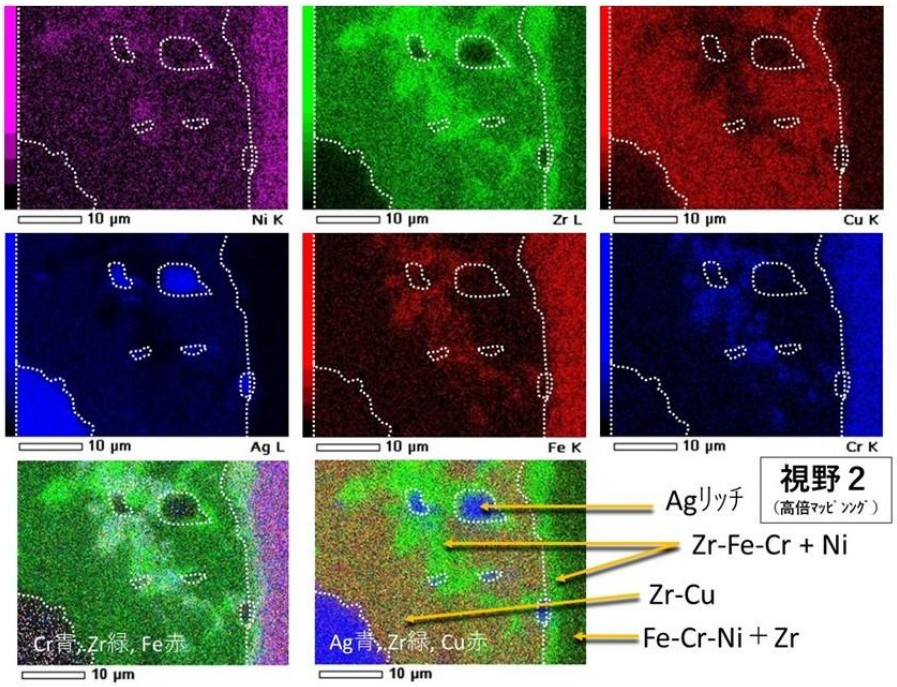
利用した主な設備 Equipment ID & Name	NU-102：高分解能電子状態計測走査透過型電子顕微鏡システム NU-103：高分解能透過電子顕微鏡システム NU-105：バイオ/無機材料用高速FIB-SEMシステム NU-106：試料作製装置群

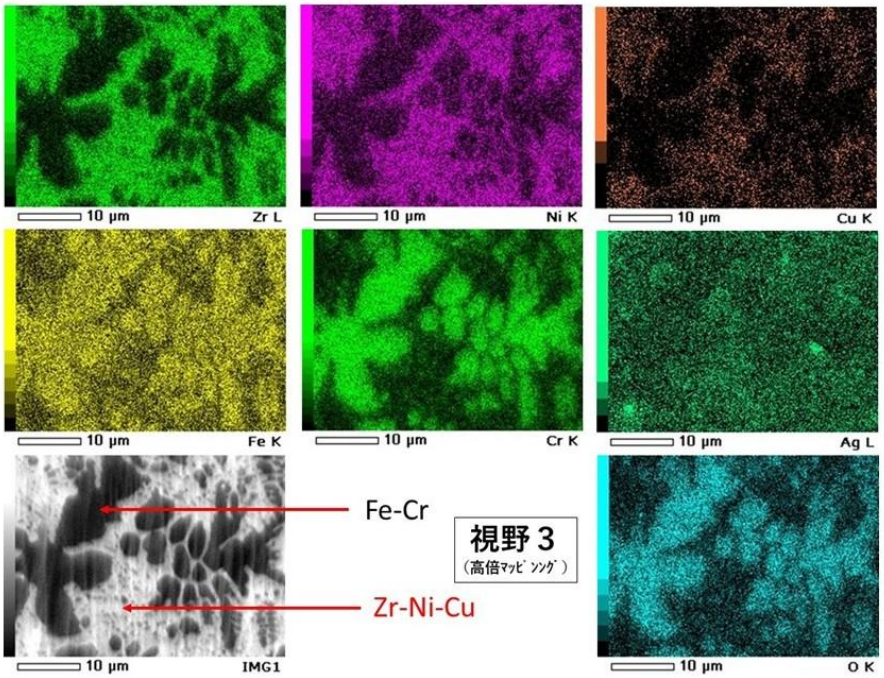
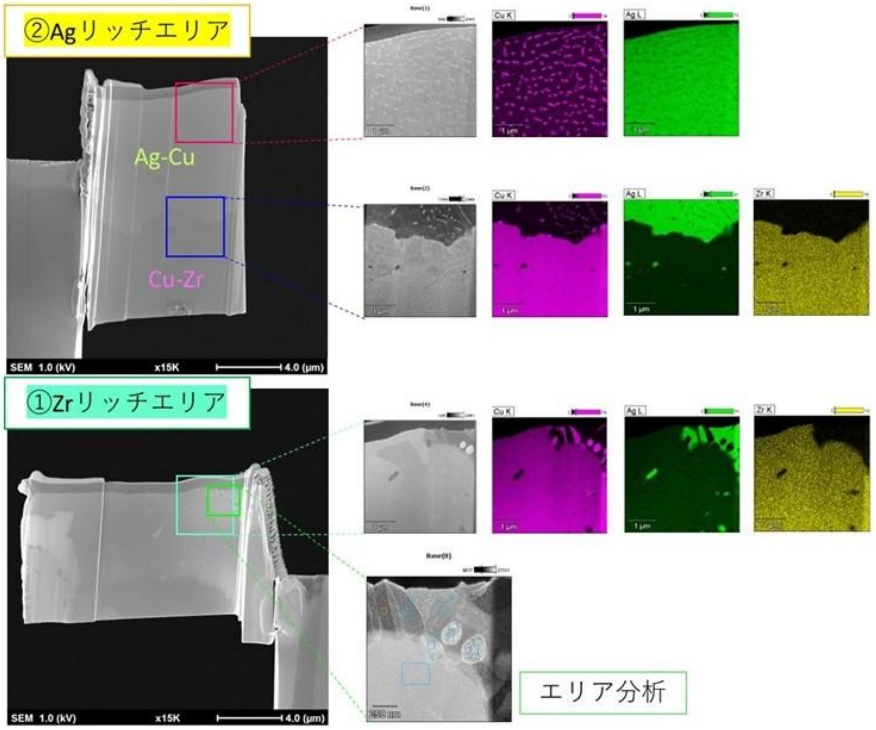
報告書データ / Report

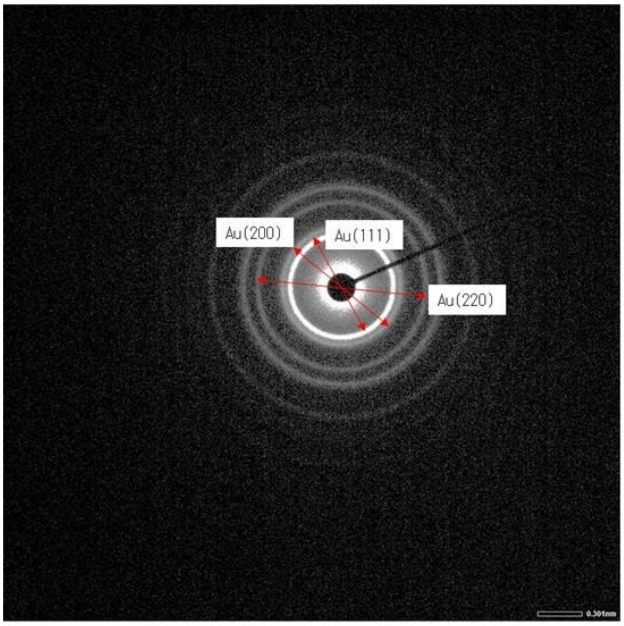
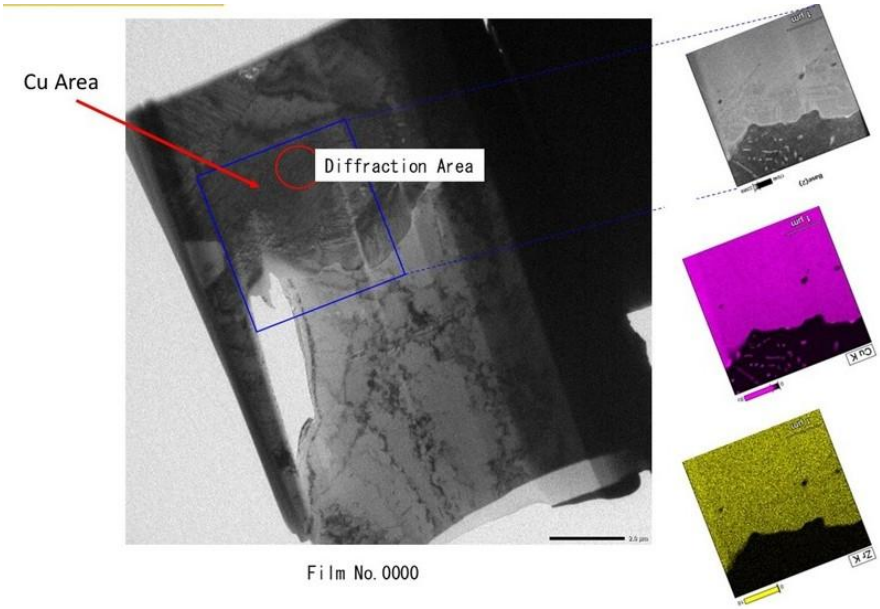
概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	・利用目的： トヨタ自動車株式会社と名古屋大学で研究開発を進めている「多元系合金材料」の微細組織、結晶構造、結晶組成などの同定を目的とする。・概要/内容：3～6元系の元素から構成される多元系合金に含まれる金属・合金相を同定し、得られた情報を、別途実施する合金の特性、電気抵抗測定、XRD結晶構造解析などと照合することにより、良好な機能を有する新規な合金相の探索研究に用いる。
実験 Experimental	以下の実験を特定の限定された試料において実施する。１． SEM/EDS観察・分析により、上記合金を構成する微細組織、組成分布等を同定する。２． SEM/EDSから、より局所的な目的領域を特定し、TEM微細組織観察・結晶構造同定（電子線回折像取得と回折像のIndexing、格子定数解析含む）、TEM/EDS・STEM組成分析（Titan含む）を実施する。３．原子レベルの像と組成（格子像、構造像（HAADF）を含む））を取得し、結晶微細構造を同定する。
結果と考察 Results and Discussion	機能性合金として、6元系（Cu-Ag多元系）合金を供試材として選び、FIB試料作製、SEM観察・EDX分析、TEM観察・EDX分析、電子線回折パターン取得・指数付けなどの解析を実施した。主な結果をFig. 1～Fig. 16に示す。これらの観察・解析データと、別途保有する合金の機能データとを照合することにより、Cu-Ag系の新たな合金相４つを見出すことができた。
図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1	 Fig. 1 FIB面のSEM像（その１）

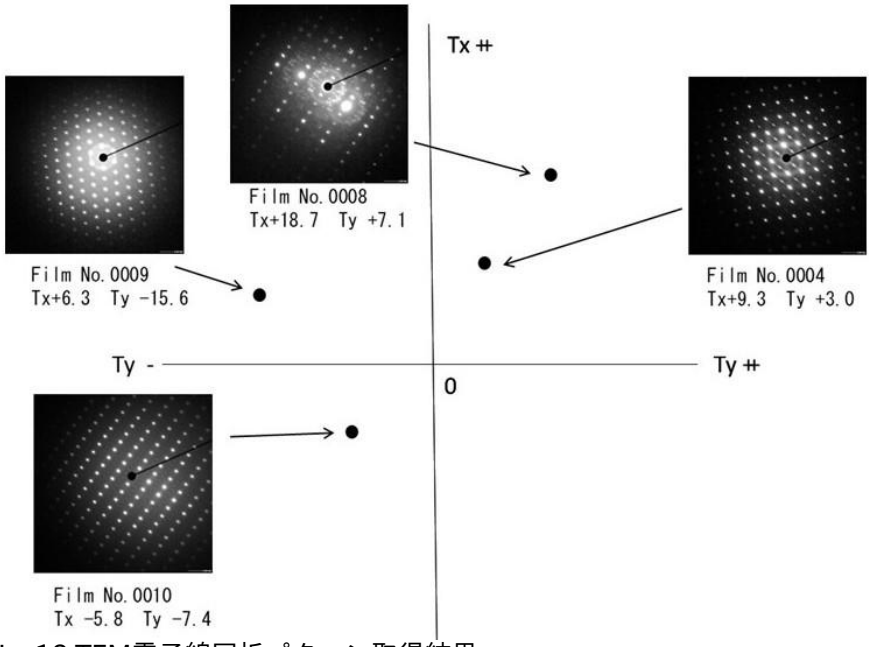
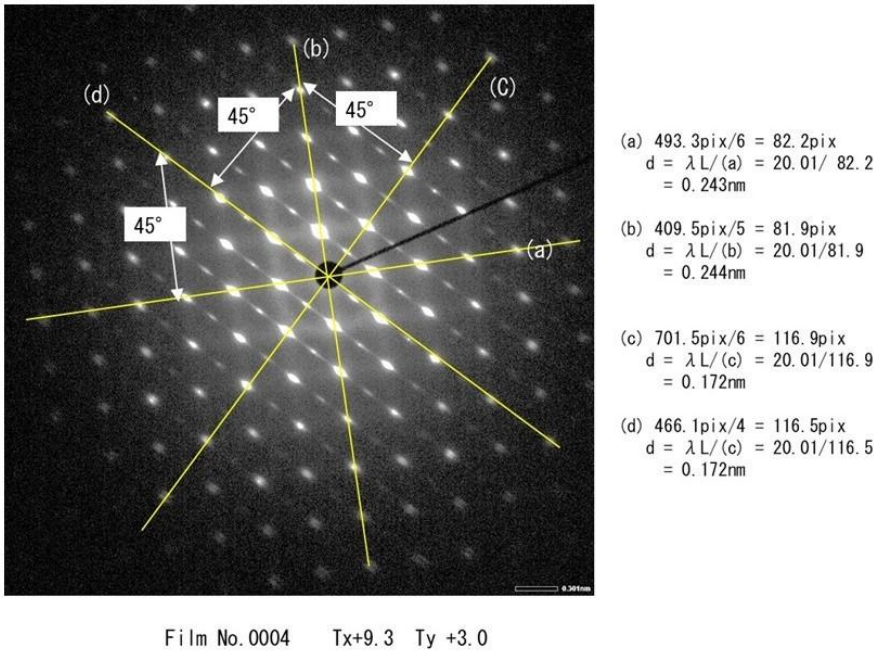
図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2	 Fig. 2 FIB面のSEM像（その２）
図・表・数式 3 Figures, Tables and Equations 3	 Fig. 3 FIB面のSEM像（その１）のEDX面分析結果

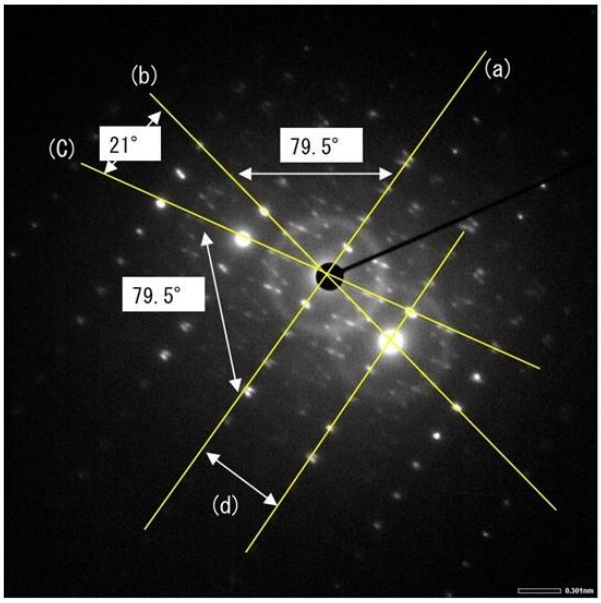
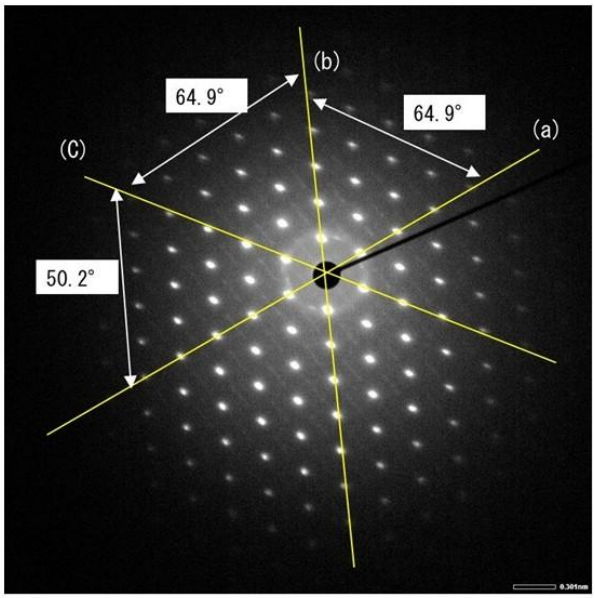
図・表・数式 4 Figures, Tables and Equations 4	 Fig. 4 視野１におけるEDX元素マッピング結果
図・表・数式 5 Figures, Tables and Equations 5	 Fig. 5 視野２におけるEDX元素マッピング結果

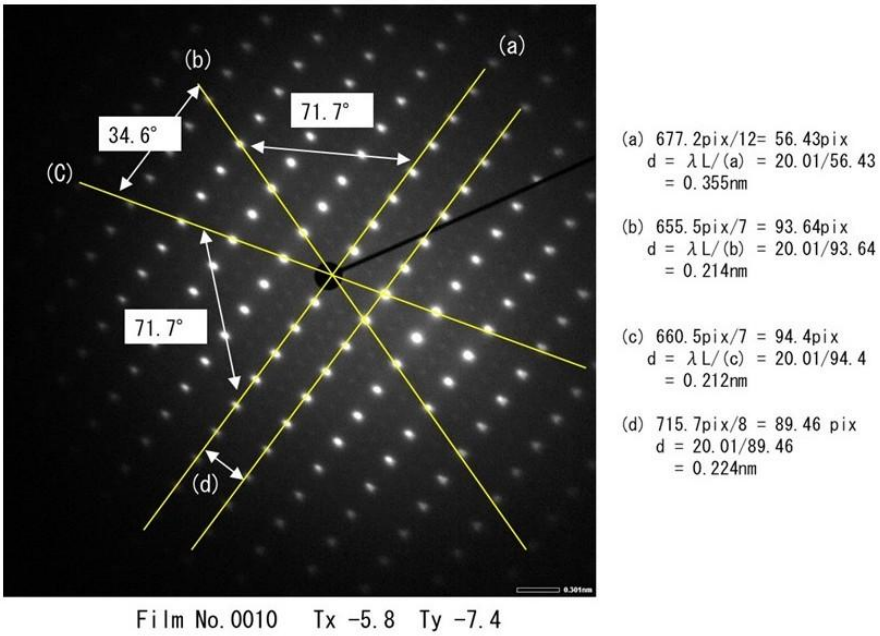
図・表・数式 6 Figures, Tables and Equations 6	 Fig. 6 視野２（続き）におけるEDX元素マッピング結果
図・表・数式 7 Figures, Tables and Equations 7	 Fig. 7 視野２（続き）におけるEDX元素マッピング結果

図・表・数式 8 Figures, Tables and Equations 8	 Fig. 8 視野３におけるEDX元素マッピング結果
図・表・数式 9 Figures, Tables and Equations 9	 Fig. 9 FIB試料の作製とTEM観察，EDS分析結果

図・表・数式 10 Figures, Tables and Equations 10	 金の面間隔からカメラ定数を求めた Au (111) 0.235nm 2r : 171.1 Pix λL = 20.10 Pix Au(200) 0.204nm 2r : 196.1 pix λL = 19.90 Pix Au(220) 0.144nm 2r : 278.2 pix λL = 20.03 pix Camera Length 3nm_mm カメラ定数(λL) 平均値 : 20.01 pix Film No.0011 Au Diffraction Pattern Camera Length 3nm_mm. Fig. 10 TEM電子線回折パターン解析に用いたカメラ長の測定結果
図・表・数式 11 Figures, Tables and Equations 11	 Fig. 11 TEM電子線回折パターン解析エリアのEDXマッピング結果

図・表・数式 12 Figures, Tables and Equations 12	 Fig. 12 TEM電子線回折パターン取得結果
図・表・数式 13 Figures, Tables and Equations 13	 Fig. 13 TEM電子線回折パターンの解析結果（その１）

図・表・数式 14 Figures, Tables and Equations 14	 (a) 472.5pix/8= 59.06pix d = λL/(a) = 20.01/59.06 = 0.339nm (b) 473.2pix/3 = 157.7pix d = λL/(b) = 20.01/157.3 = 0.127nm (c) 472.5pix/3 = 157.5pix d = λL/(c) = 20.01/157.5 = 0.127nm (d) 621.1pix/4 = 155.3pix d = 20.01/155.3 = 0.129nm Film No.0008 Tx+18.7 Ty +7.1 Fig. 14 TEM電子線回折パターンの解析結果（その２）
図・表・数式 15 Figures, Tables and Equations 15	 (a) 509.5pix/7= 72.8pix d = λL/(a) = 20.01/72.8 = 0.275nm (b) 621.7pix/10 = 62.2pix d = λL/(b) = 20.01/62.2 = 0.275nm (c) 508.2pix/7 = 72.6pix d = λL/(b) = 20.01/72.6 = 0.322nm Film No.0009 Tx+6.3 Ty -15.6 Fig. 15 TEM電子線回折パターンの解析結果（その３）

図・表・数式 16 Figures, Tables and Equations 16	 Fig. 16 TEM電子線回折パターンの解析結果（その４）
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	名古屋大学ARIM事業の荒井重勇先生、中尾知代様、依田香保留様には、本研究データの取得に際し、高度なデータ取得方法と解析手段を用い、全面的にご協力戴いた。ここに心から感謝の意を表します。

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件