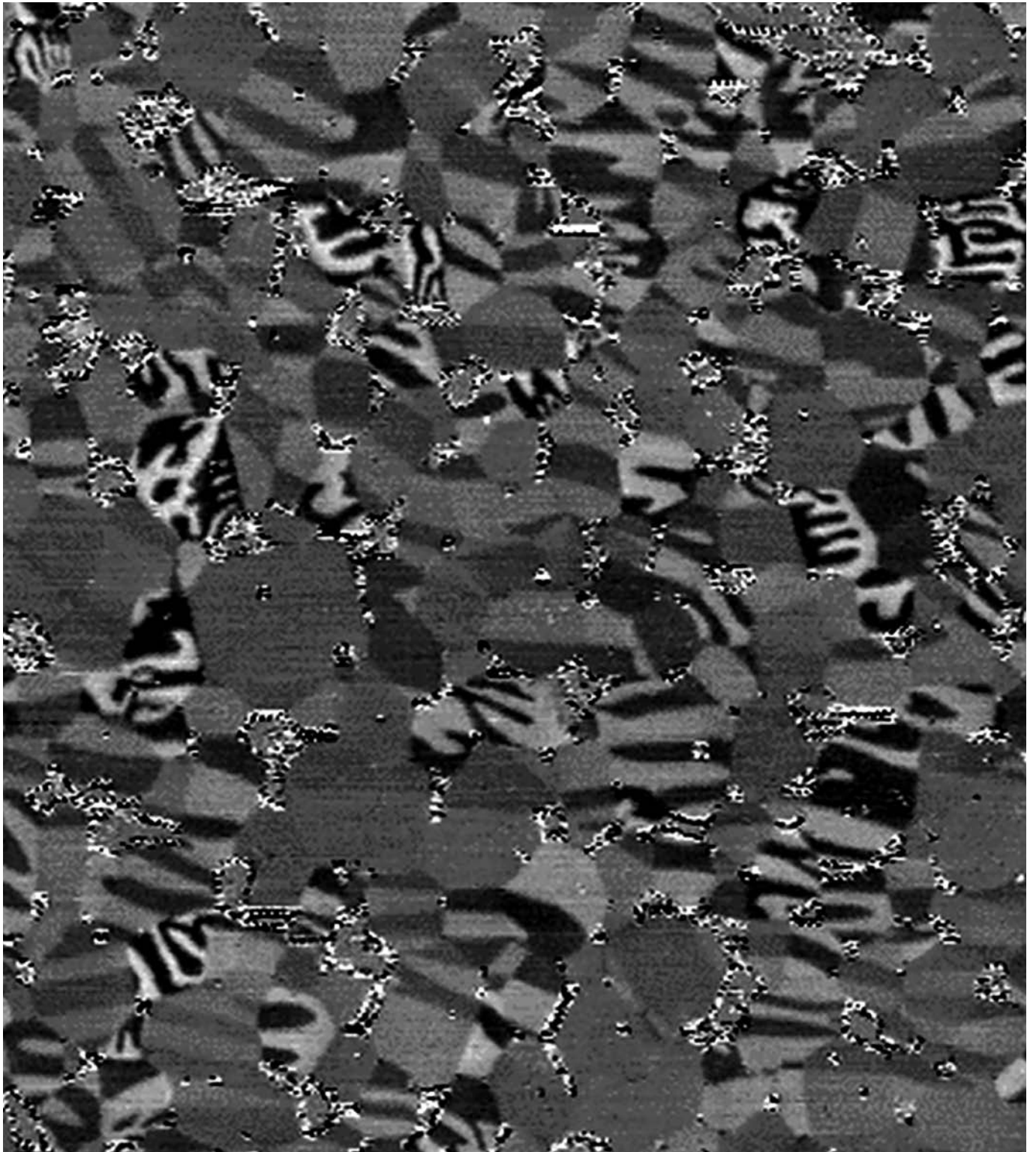


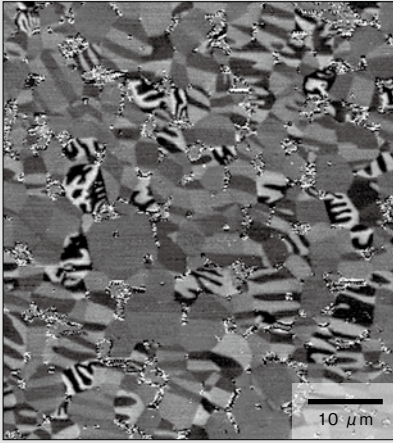
CODEN:HIKGE3
ISSN 0916-0930

日立金属技報

2019
Vol. **35**

HITACHI METALS
TECHNICAL **R**EVIEW

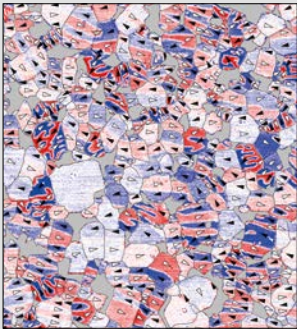




<表紙写真>

Nd-Fe-B 系焼結磁石 (熱消磁状態) の磁区像
Magnetic domain image of Nd-Fe-B based sintered magnet (thermal demagnetization state).

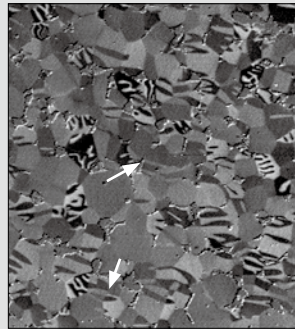
容易磁化方向に平行な断面を観察。
コントラストの強弱は観察面の法線方向における磁化成分の大きさを反映している。



<補足図 1 >

Nd-Fe-B 系焼結磁石 (熱消磁状態) の磁化方向の分布
Distribution of magnetization of Nd-Fe-B based sintered magnet (thermal demagnetization state).

赤・青の領域は観察面の法線方向における磁化成分の向きを示している。また、黒および白の矢印は EBSD で求めた結晶方位解析結果を組み合わせることによって得られた、観察面内の磁化成分の向きを示している。



<補足図 2 >

Nd-Fe-B 系焼結磁石 (外部磁界印加) の磁区像
Magnetic domain image of Nd-Fe-B based sintered magnet (in external magnetic field).

容易磁化方向に平行な断面を観察。
たとえば図中に矢印で示した領域では隣接した結晶粒の磁壁移動が連動して起こっていることから結晶粒間の磁気的な相互作用が大きいと解釈される。

表紙写真説明

軟 X 線 MCD で得られた Nd-Fe-B 系焼結磁石断面の磁区像

Magnetic domain image obtained by soft XMCD for cross section of Nd-Fe-B based sintered magnet

ネオジム (Nd) - 鉄 (Fe) - ほう素 (B) 系焼結磁石 (製品名 NEOMAX[®]) は、実用化されている磁石としては最も高い性能を発現し、モーターの小型化・高性能化・高効率化に貢献している。この磁石は、自動車の電動化の進展などに伴い需要の拡大が見込まれているが、保磁力を向上するために使用しているジスプロシウム (Dy) などの重希土類元素は資源的な制約があることから、重希土類を用いずに高保磁力化することが強く望まれている。

重希土類に依存しない高保磁力化を実現するためには、組織制御により磁化反転を制御することが必要である。磁化反転は、①反転核の生成、②磁化反転の伝播の 2つの過程を経ていると考えられていることから、これらの挙動を把握することが重要であり、現在も各所で精力的に研究が推進されている。

表紙写真は、Nd-Fe-B 系焼結磁石の容易磁化方向に平行な断面を、SPring-8 BL25SU に整備されている軟 X 線磁気円二色性 (soft XMCD: soft X-ray Magnetic Circular Dichroism) という手法で観察したものである (JASRI 課題 No.2016B1569)。近年、この手法の技術開発が大きく進展した結果、 $\phi 100$ nm 以下まで集光したビームを走査しながら測定できるようになっており、本観察でも高い空間分解能で明瞭な磁区像が得られている。得られたデータと、日立金属が保有する走査電子顕微鏡に付属されている電子線後方散乱回折装置 (EBSD: Electron Backscatter Diffraction) による方位解析結果と組み合わせることで、磁化の方向を求めることができる (補足図 1)。さらに、外部磁界を印加して磁区像を変化させながら XMCD 測定を行うことで、磁化反転の伝播を理解する上で重要となる、隣接する結晶粒間の磁区の連動性を詳細に把握することができる (補足図 2)。

日立金属は、放射光など最先端の解析手法を活用した研究にも積極的に取り組み、得られた結果を次世代材料・プロセスの開発に反映させていく。