

## プレス発表の状況（2004年8月～9月）

財団法人高輝度光科学研究センター  
広報室

11月号は、2004年8月～9月の2ヶ月間にプレス発表されたトピックスを紹介します。各記事の詳細、用語説明等につきましては、SPring-8ホームページ <http://www.spring8.or.jp/j/topics/> へ掲載してございますので、そちらをご覧ください。

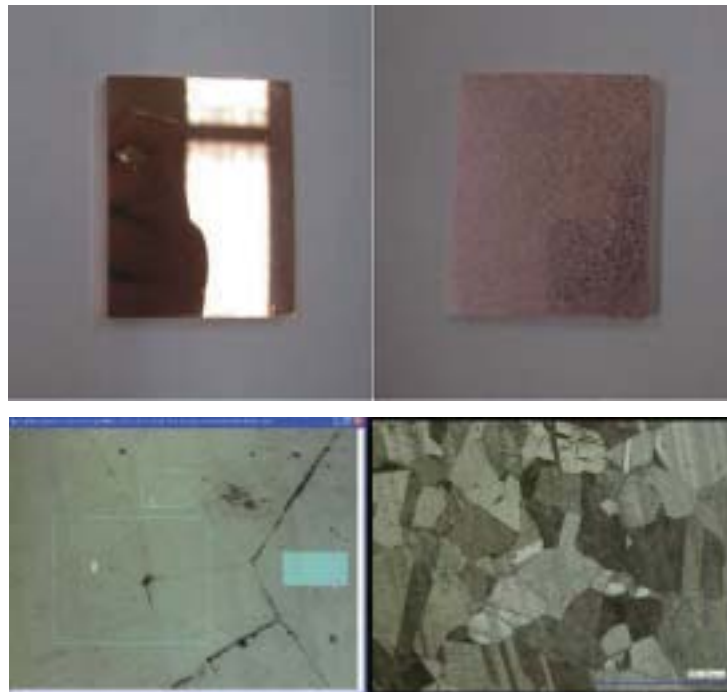
SPring-8新型光電子銃が表面電界強度で世界記録を達成

- 加速器の小型化による、産業利用や医学への応用に期待 -

平成16年8月2日

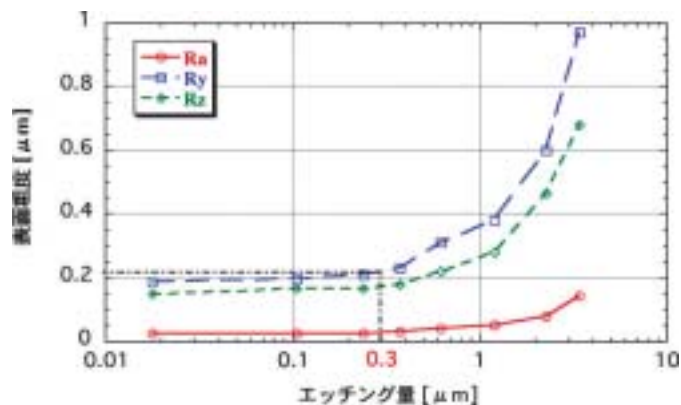
(財)高輝度光科学研究センター

(財)高輝度光科学研究センター( JASRI、理事長：吉良爽 )の加速器部門(熊谷部門長)は、(株)ネオスとの共同で化学エッチングを無酸素銅製の加速空洞の表面処理に適用し、Sバンド・光陰極高周波電子銃で陰極表面最大電界強度の世界記録を達成した。



エッチングによる無酸素銅表面形態への影響  
写真上：エッチング前（左）：エッチング後（右）  
画像下：エッチング前（左）：エッチング後（右）

レーザー顕微鏡（キーエンス社製：VK - 9500）によるエッチング処理の前後の銅サンプルの表面形態観察結果の例。空洞表面処理に使用した濃度のエッチング液（硫酸と過酸化水素水の混合液）で処理後の銅は、浸漬時間（20 ）が1分未満でも結晶粒塊が綺麗に表出することが分かった。



無酸素銅のエッチング量と表面粗度  
(脱脂後 : Ra : 0.02 $\mu$ m ; Ry : 0.19 $\mu$ m ; Rz : 0.17 $\mu$ m)

エッチング量が0.3 $\mu$ m以下では表面粗度があまり変化しないことがわかる。このことから、エッチング量が0.3 $\mu$ m以下であれば、表面粗度について再現性を保つ作業条件を満たし易いと言える。

光陰極高周波電子銃 (RF電子銃) では、高い電界強度を用いることで従来の熱陰極電子銃と比べて平行性の高い良質の電子ビームを生成する事ができる。しかし、高電界を実現することは、電子銃の空洞表面状態と密接に関わっているため極めて難しく、2年前に、JASRIで175MV/mの陰極表面最大電界強度の世界記録を達成した空洞でもRFコンディショニング (高電界に達するための、一種の慣らし運転) に数ヶ月を要するなど空洞の再現性や歩留まりに問題があった。

JASRI加速器部門では、理想的な表面状態を実現する処理方法として化学エッチング法を採用し、SPring-8施設内のビームライン (BL43IR、BL15XU) と協力し、その最適なエッチング条件を見出した。この条件下で表面処理した加速空洞では、陰極表面最大電界強度が190MV/mの世界最高値を達成するとともに、RFコンディショニングの時間も以前と比べて大幅に短縮された。

今回開発された表面処理方法で、高電界強度を短期間に安定に実現できたことは、高性能RF電子銃の実用化への大きな一歩であり、更に、この化学エッチング法が量産性に優れていることから、医療用および産業用加速器の一層の小型化や、次世代放射光光源およびリニアコライダー用の高電界加速空洞の開発にも大きく寄与できるものと期待される。

この成果の途中経過は8月に開催される第29回リニアック技術研究会で、富澤宏光博士 (JASRI) 等が発表を行う予定である。(発表タイトル: 化学エッチングの無酸素銅製RF空洞の表面に対する効果)

金ナノ微粒子の強磁性を世界で初めて確認  
 - ナノ磁性微粒子材料の設計指針への期待 -

平成16年9月9日  
 北陸先端科学技術大学院大学  
 (財)高輝度光科学研究センター

北陸先端科学技術大学院大学(学長 潮田資勝)の山本良之助手と堀秀信教授らの研究グループは(財)高輝度光科学研究センター(理事長 吉良爽)の鈴木基寛副主幹研究員、小林啓介推進室長らのグループとの共同で、大型放射光施設(SPring-8)の高エネルギー放射光X線を用いた実験を行い、ナノメートルサイズの金微粒子が強磁性磁気偏極することの直接的な証拠を世界で初めてつかんだ。

本研究は、物質がナノメートル(10億分の1メートル)程度の大きさになったときに現れる特異な磁気的性質を観測したものである。マクロな大きさでは磁性をもたない金が、ナノ微粒子の形態をとったときに強い磁性をもつことを、疑う余地のない形で証明した。この研究成果は、ナノメートルサイズの金属粒子の磁性研究に大きく寄与し、ナノ微粒子を用いた超高密度記録媒体などの材料の開発につながると期待される。

この研究は文部科学省のナノテクノロジー総合支援プロジェクトの一環として行われた。この成果は米国物理学誌 Physical Review Letters の9月10日号に掲載される。なお、印刷に先立ち、9月7日にオンライン版が出版された。

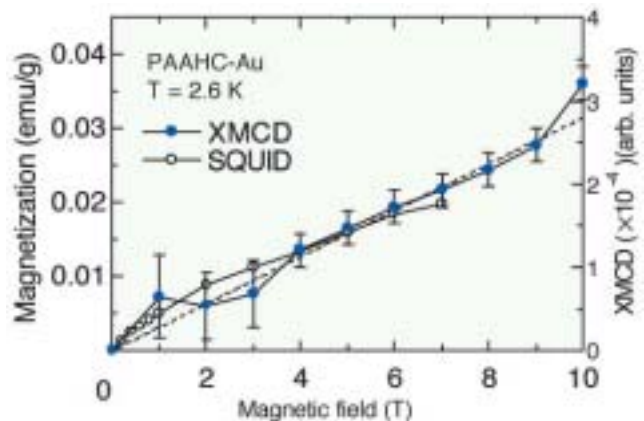
(論文)

"Direct observation of ferromagnetic spin polarization in gold nanoparticles" 「金ナノ微粒子における強磁性スピン偏極の直接的観測」

Y. Yamamoto, T. Miura, M. Suzuki, N. Kawamura, H. Miyagawa, T. Nakamura, K. Kobayashi, T. Teranishi, and H. Hori



高分子(ポリアリルアミン塩酸塩)被覆金ナノ微粒子の模式図



金ナノ微粒子のXMCD強度の磁場変化(温度2.6K)

## 2 ホウ化マグネシウム超伝導薄膜の高品質化機構の解明に成功

- 超伝導材料の実用化に期待 -

平成16年 9月24日

(財)高輝度光科学研究センター  
島根大学総合理工学部

(財)高輝度光科学研究センター(理事長 吉良爽)の坂田修身主幹研究員、木村滋主幹研究員らは、島根大学総合理工学部物質科学科(学長 本田雄一)の久保衆伍教授らが低温成長に成功した金属間化合物超伝導2ホウ化マグネシウム( $MgB_2$ )薄膜について、その構造と超伝導特性との関係を大型放射光施設(SPring-8)の高輝度シンクロトロン放射光を用いて調べ、その結果、高品質の鍵となるバッファー層の機能を解明することに成功した。

これまでの2ホウ化マグネシウム薄膜の高品質膜は、基板温度600℃以上の熱処理プロセスを経ないと作成できなかったが、積層化デバイスに応用する場合には界面での相互拡散が起こるといった問題点が予想されていた。300℃以下の低温で作成することによってその積層化デバイスの相互拡散が抑えられ、より平滑な界面が得られると期待されるが、今回のSPring-8での測定により、270℃という低温で成長させた2ホウ化マグネシウム薄膜の高性能化には、面内格子準整合バッファー層の結晶構造が、きわめて重要であることを解明できた。

また、低温成長2ホウ化マグネシウム薄膜やバッファー層からの回折強度信号は微弱なため、これまで、測定が困難であったが、SPring-8の高輝度シンクロトロン放射光を用いたことで、その回折強度信号を捉えることができ、詳細な解析が可能となった。

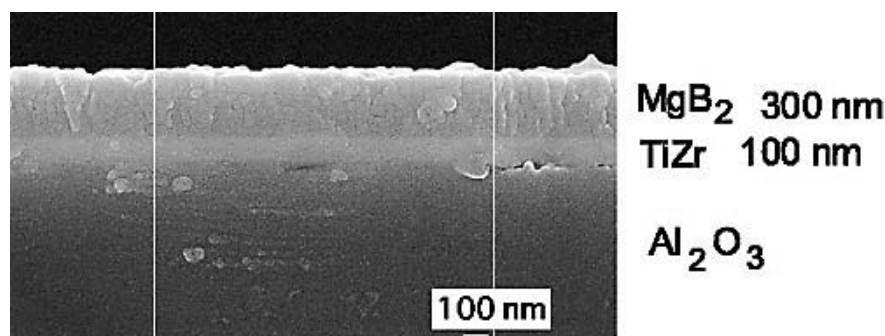
今回の成果は、より低温、より高品質な超伝導2ホウ化マグネシウム薄膜の作成に新たな道を開くものと期待される。

なお、本研究成果は、アメリカの応用物理誌「ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス(Journal of Applied Physics)」の2004年9月15日号に掲載された。さらに、the American Institute of Physics と the American Physical Societyの共同誌「ヴァーチャル・ジャーナル・オブ・アプリケーションズ・オブ・スーパーコンダクティビティ(Virtual Journal of Applications of Superconductivity)」に選ばれ、その2004年9月15日号にも掲載された。

(論文)

"High-quality as-grown  $MgB_2$  thin-film fabrication at a low temperature using an in-plane-lattice near-matched epitaxial-buffer layer" 「面内格子準整合バッファー層を用い、低温育成させた、高品質2ホウ化マグネシウム薄膜」

O. Sakata, S. Kimura, M. Takata, S. Yata, T. Kato, K. Yamanaka, Y. Yamada, A. Matsushita and S. Kubo

2ホウ化マグネシウム( $MgB_2$ )薄膜の高分解能断面走査型電子顕微鏡像

サファイヤ( $Al_2O_3$ )基板上に蒸着させた面内格子準整合チタン・ジルコニア(TiZr)・バッファー層を介し、270℃という低温の基板に形成された2ホウ化マグネシウム( $MgB_2$ )薄膜。

カルシウムポンプ蛋白質のゲートの開閉機構を解明

平成16年 9月30日

東京大学

(財)高輝度光科学研究センター

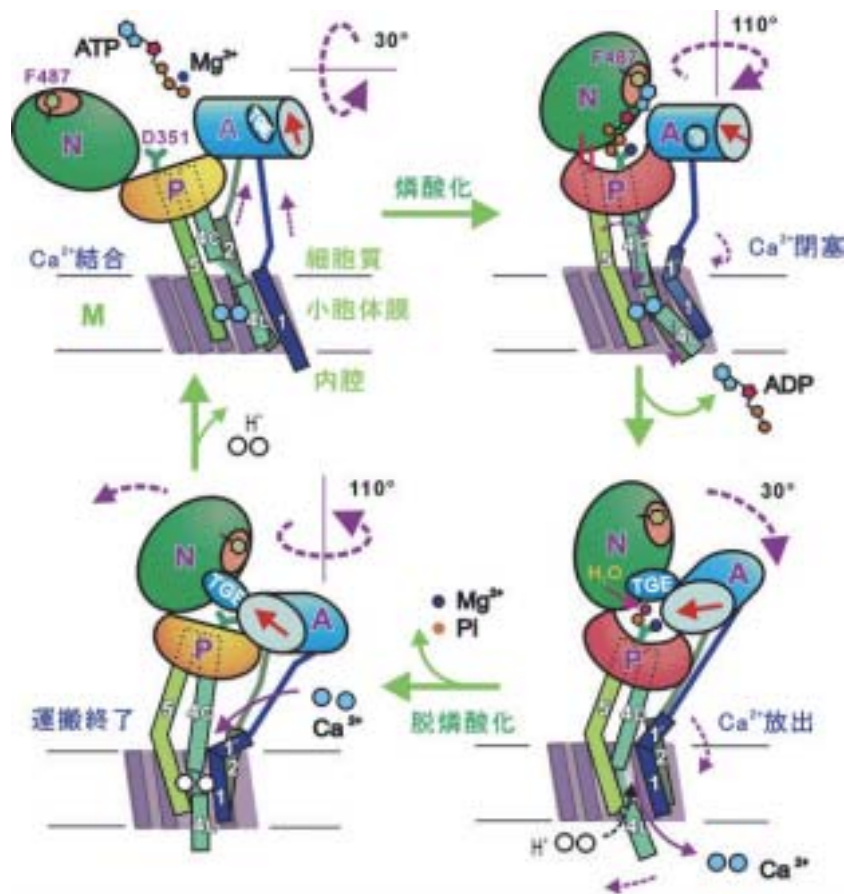
東京大学・分子細胞生物学研究所 豊島近教授、野村博美技官（現在自然科学研究機構生理学研究所）、津田岳夫助手はSPring-8共用ビームラインBL41XU（構造生物学 ビームライン）と大阪大学蛋白質研究所ビームラインBL44XU（生体超分子複合体構造解析ビームライン）を用いて、カルシウムポンプの二つの反応中間状態の立体構造を決定し、カルシウムイオンが運搬される側（小胞体内腔側）のゲートが開閉され、ポンプ蛋白質中に閉じ込められたカルシウムイオンが運搬される機構を解明することに世界で初めて成功した。

この研究の詳細は英国科学雑誌NatureにArticleとして発表されるが印刷に先立って9月26日にオンライン版が公開された。

（論文）

“Luminal gating mechanism revealed in calcium pump crystal structures with phosphate analogues” 「燐酸類似物を結合したカルシウムポンプの結晶構造によって明らかにされた内腔側ゲートの開閉機構」

C. Toyoshima, H. Nomura and T. Tsuda



カルシウムのポンプ機構の模式図