

MORIS2009 Workshop (淡路夢舞台国際会議場) 参加報告

JSTさがけ「革新的次世代デバイスをめざす材料とデバイス」研究総括 佐藤勝昭¹

1. MORIS の経緯

この国際会議は、社団法人日本磁気学会が主催し、磁気・光関連の研究者が一堂に会し、次世代の磁気・光デバイスに向けた学理を討論するもので、1991年東京、1992年 Tucson(米)、1994年東京、1996年 Noordwijkerhout(蘭)、1997年山形、1999年 Monterey(米)、2000年名古屋、2002年 Benodet(仏)、2004年横浜、2006年富浦、2007年 Pittsburg(米)と引き継がれてきた。

2. 会場について

今回の会議は、明石海峡大橋(Fig.1)で本州と結ばれた淡路島北部にある兵庫県立淡路夢舞台国際会議場で開催された。「淡路夢舞台」は、関西国際空港を築くために土砂を採取した跡地で、一度は人間が壊した自然を本来の姿に戻し、さまざまな動物や植物と人が共生できる空間を創造するというコンセプトのもと、世界的に有名な建築家・安藤忠雄氏によって設計された「環境創造型」の総合施設である。隣接する「国営明石海峡公園」とともに整備され、2000年3月9日にオープン、淡路花博「ジャパンフローラ2000」の会場の一つとなった。

淡路夢舞台には、国際会議場 (Fig. 2)、Westin Hotel 淡路、レストラン&ショップ、展望テラス(Fig. 3)、楕円フォーラム、円形フォーラムのほか、奇跡の星の植物館と名付けられた温室 (Fig. 4,6)、野外劇場、海の玄関口である交流の翼港(Fig. 5)などがある。



Fig.1 明石海峡大橋(舞子から)



Fig. 4 ホテルのテラスレストランより植物館を望む



Fig. 2. 淡路夢舞台国際会議場 (Westin Hotel よ



Fig.3. 展望テラスからの眺め(右は Westin



Fig. 5. 淡路「交流の翼」港



Fig. 6. 植物館を彩る熱帯植物

3. MORIS2009 の講演紹介

今回の会議の組織委員長は日大中川活二教授、副委員長は、パナソニック尾留川正博、米国 Carnegie Mellon 大 Jimmy Zhu 博士、オランダ Radboud 大 Theo Rasing 教授である。招待講演者リストを Table 1(p.3)に示す。

¹兼務：イノベーション推進企画調整部基礎研究制度評価タスクフォース、広報ポータル部研究広報主監

今回の会議のメインテーマは、 $10\text{Tb}/\text{in}^2$ という高い記録密度をめざす技術として注目される光アシスト、マイクロ波アシストなどの記録技術に関する基礎的な課題（近接場光磁気複合ヘッド、連続媒体、パターンド媒体等）であった。現在の HDD は、垂直磁気記録方式と湯浅らによって開発された MgO バリアを用いた TMR ヘッドによって、面記録密度 $1\text{Tb}/\text{in}^2$ の実現が近づいてきている。しかし、この記録密度を超えると超常磁性限界が現実の壁となる。これは、ナノスケールで微細化された多結晶媒体の磁性粒が熱減磁することで、記録が保持されない現象である。これを救うには垂直磁気異方性の非常に強い FePt などの媒体材料が候補となるが、このような材料では保磁力 Hc が高く磁気ヘッドの磁界では磁化反転できなくなる。磁化反転を助けるために光の熱を利用するのが光アシスト磁気記録(HAMR)であり、マイクロ波磁界で援用するのがマイクロ波アシスト磁気記録(MAMR)である。

Seagate 社の Gage 博士は、HAMR のための光磁気ヘッドの設計原理とシミュレーション、そのもとで作られた実際のデバイスについて詳しく紹介した。このヘッドでは、光ガイドの中に SIM を置き、絞られた光を微細光ガイドを通して金ディスクに導きプラズモンの作用で光を増強、近接場トランスデューサ(NFT)を通して媒体に照射する。実際にヘッドを作製し、どのような光が出るかを SNOM で観察している。光スポットは $50\text{nm} \times 50\text{nm}$ で記録密度 $250\text{Gbit}/\text{in}^2$ ということであった。

Hitachi の松本博士らは、面発光半導体レーザをヘッドに組み込み、この光をナノビークというプラズモン増強近接場ヘッドに導きこれから出る微小光スポットを HAMR に利用する。レーザを組み込むためヘッドの熱設計が重要になるという印象であった。

会議ではこれにとどまらず、次世代メモリーとしての電圧援用 spin-RAM の理論(Juelich 研究センター Wortmann 博士)、3次元固体磁気メモリ Race-track Memory(IBM Aladen 研 Parkin 博士)についても詳細な討議が行われた。また、このほかにも、ピコ秒以下の超高速光誘起磁化反転(Radbout 大 Theo Rasing 教授)、グラフェン・スピントロニクス(阪大/さきがけ白石准教授)、磁気光学空間光変調器(豊橋技科大井上教授)など光と磁気が絡む重要な基礎研究の最新の話題が議論され、110 名というこぢんまりとした会議であったが情報収集という点で有益であった。

4. Tutorial Session

MORIS2009 の前日に大学院生・若手研究者のための Tutorial Seminar が行われ、筆者と Hitachi GST の B. Terris 博士が講師として講義した。筆者は、さきがけ佐藤領域で行っている次世代デバイスに向けた材料探索のうちスピントロニクス材料について、その歴史的経緯をふまえ、最新の成果までを解説した。Terris 博士は

$10\text{Tb}/\text{in}^2$ へのチャレンジと題して、研究の意義を含め、将来への夢を語った。特に2次元磁気記録の話は今後の磁気記録の方向性として興味深かった。

5. Banquet

Banquet では、地元の人形浄瑠璃 (Fig.7)が英語の解説付きで上演され、海外からの参加者を喜ばせた。また、3つのポスター講演に対し Best Poster Award が授与された。

Fig. 7. Banquet で紹介された地元の人形浄瑠璃「恵比寿舞」

最後に、次回の MORIS が、2011 年の 6 月に Theo Rasing 教授の指揮のもとオランダの Nijmegen(ナイメーヘン)(Fig.8)付近で開催されると発表された。



Fig.8. Nijmegen Grootmarkt

Table 1. Invited Speakers

Session	Speaker	Affiliation	Country	Title
Tu-01 Fast Reversal Phenomena	Th. Rasing	Radboud Univ. Nijmegen	The Netherlands	Controlling Magnetism by Light
	T. Satoh	Univ. Tokyo	Japan	Photo-Induced Magnetization in Nickel Oxide
	J-Y. Bigot	Univ. Strasbourg	France	Magnetization Dynamics of Ferromagnetic Nanostructures Studied with Femtosecond Optical Pulses
Tu-02 New Magnetic Materials	M. Shiraishi	Osaka Univ. /JST PRESTO	Japan	Spin-Dependent Transport in Graphene-Based Spin Valves
	N. Ota	Hitachi Maxell Ltd.	Japan	Ferromagnetic Features in Asymmetric Nano Graphene Molecule
	A. Nakajima	Keio Univ. /ex JST CREST	Japan	Magnetic Properties of One-Dimensional Organometallic Clusters
Tu-03 Functional Material & Devices	N. Liu	Univ. Stuttgart	Germany	Longitudinal and Transverse Magnetic Coupling
	T. Tanaka	RIKEN /JST PRESTO	Japan	Magnetic Metamaterials and Their Fabrication Technique
	Y. Endo	Tohoku Univ.	Japan	Study on Magnetization Reversal in Ni-Fe Nanowires with Several Notches Using a MFS-MFM Measurement
	Y. Shiratsuchi	Osaka Univ.	Japan	Exchange Coupling of Ultrathin Co Film and Antiferromagnetic Cr2O3(0001)
	N. Kikuchi	Tohoku Univ.	Japan	Magnetization Switching Experiment on a Single Co/Pt Multilayer Dot in Nanosecond Pulse Field
We-01 High Density recording Materials	A. Itoh	Nihon Univ.	Japan	Hybrid Magnetic Recording Media on FePt Grains and Self-Assembled Nano-Structured Layers
	S. Nakagawa	Tokyo Inst. Tech.	Japan	Fabrication Methods of Perpendicularly Oriented FePt Ordered Alloy Thin Films from Pt/Fe Bilayered Films for Hybrid Magnetic Recording Media
	K. Yoshino	Nihon Univ.	Japan	the Domain Structure with Few Pinning Sites in TbFeCo/FePt Composite Films
We-02 HAMR	E. C. Gage	Seagate Technology	USA	An Integrated Heat Assisted Magnetic Recording System
	T. Matsumoto	Hitachi, Ltd.	Japan	Integrated Optical System for Thermally Assisted Magnetic Recording - Toward Terabit-Class HDD
	S. Miyanishi	Sharp Corp.	Japan	Hybrid Head for Near Field Assisted Magnetic Recording
We-03 Assisted Recording	Y-J. Kim	Yonsei Univ.	Korea	Surface Plasmon Assisted HAMR Media and Head Based on Grating Structure
	J. Zhang	DSI	Singapore	Temperature Concerns about the Ultrathin Lubricant Film on Heat Assisted Magnetic Recording Media
	J. G. Zhu	Carnegie Mellon Univ.	USA	Microwave Assisted Magnetic Recording with Circular AC Field
	M. Igarashi	Hitachi Ltd.	Japan	Elliptically Polarized AC Field for Microwave Assisted Magnetic Recording
We-04 Photonic Crystal & Device	M. Inoue	Toyohashi Univ. Tech./ex CREST	Japan	Magneto-optic spatial light modulators with magnetophonic crystals driven by PZT films
	T. Mizumoto	Tokyo Inst. Tech.	Japan	Waveguide Optical Isolators Using Magneto-Optic Garnet
	R. Antos	Charles Univ.	Czech	Time Modulation of Light Propagation Through Magneto-Photonic Crystals and Devices Based on Spin Dynamics
Th-01 Thermo-Magnetic Simulation	J. Barker	Univ. York	UK	Theory of Ultrafast Magnetization Reversal at Elevated Temperatures Using an Atomistic Model
	J.A. Bain	Carnegie Mellon Univ.	USA	High Efficiency Near Field Sources for Heat Assisted Magnetic Recording
	S.J. Greaves	Tohoku Univ.	Japan	Transition Formation in Thermally-Assisted Magnetic Recording
Th-02 Spintronics & New Materials	D. Wortmann	Forschungszentrum Jülich	Germany	The Fe/MgO Interface: From Spin-Polarized Tunneling to Voltage Assisted Writing
	V. Zayets	AIST	Japan	Spin Polarization Switching at 2.2 Tbit/sec for Proposed Spin-Photon Memory
	S.S.P. Parkin	IBM Almaden Res. Center	USA	Racetrack Memory -A Magnetic Domain Wall Based Storage Class Memory
Th-03 Patterned Media	J.-P. Adam	Univ. Paris-Sud	France	Thermal Stability of Single Nanoplatelets : Beyond The Coherent Reversal Model
	T.R. Albrecht	Hitachi GST	Japan	Discrete Track and Bit Patterned Magnetic Recording Media
	N. Iwata	Sharp Corp	Japan	Amorphous Magnetic Film Patterned Media with Columnar Structure

Table 2. Tutorial Speakers

K. Sato	JST	Japan	Spin-related Nano sciences for Innovative Next Generation Devices
B. Terris	Hitachi GST	USA	From nanolithography to energy assisted writing—Challenges for 10 Tb/in ² recording