

磁気記録懇談会の発表記録

溝尾嘉章

磁気記録懇談会、関西産学官人材育成研究会では、中村先生をはじめ諸先輩方から磁気記録のみならず、異業種技術交流として多くのことを学ばせていただきました。磁気記録懇談会での発表がきっかけで、学会発表、論文になり、さらに2回の論文賞につながり、大変感謝しています。

過去の記録を調べようとしたのですが、電子メール創世記の時代は5“FD、3”FD、ZIP等に入っていてアクセスも解読も難しくなっています。

溝尾自身のマグネ関連の活動歴は、
学生時代

核磁気共鳴 NMR、ガンマ線角度相関を使った物質の相転移の研究
松下電器産業(株)、パナソニック(株)で、
VHS用磁気テープ、D3放送用磁気テープ、MIG, LAM磁気ヘッドの開発事業化、
ヘッドテープ・インタフェース・シミュレーション技術、測定技術の開発
マルチフィジックスのシミュレーション技術開発

松下寿(株)、パナソニック四国(株)、パナソニックヘルスケア社で、
HDD用GMRヘッドの開発事業化、HDDの不良解析、HDD寿命設計、
CAE技術統括(電気機構CAD、熱設計、EMC設計、光学設計)、
磁気の医療応用、眼科用グリーンレーザ、3D内視鏡

九州大学医学部循環器内科で

ペースメーカ等の医療機器開発、医療機器安全、データマイニング
ソルナック(株)で

HDD、SSDの不具合解析
(株)株式会社アダチで

8K内視鏡、医療への音声認識応用、磁気応用
をやってきました。

何度か磁気記録懇談会、KC-HRD で発表させていただいたのですが、当時の記録が十分発掘できませんでした。松下寿当時に松山で磁気記録懇談会を主催させていただいたのはいい思い出です。松下寿の工場見学や能舞台の見学、翌日の松山観光等楽しくすごさせていただきました。

磁気記録懇談会で皆様の前で発表させていただいたものの記録に近いものが4つ見つかりました。

- (1) 2003 年 GMR 製造プロセスと ESD 破壊
- (2) 2005 年 GMR ヘッドの熱損傷
- (3) 2013 年 HDD と SSD の故障モード
- (4) 2017 年 磁気の医療応用

これらの一部を転載させていただき、何を伝えたかったか付記させていただきます。

余談ですが何度も大山崎のマクセル様を訪問させていただいき、400 年の昔、山崎の戦いの跡で、ご先祖様の溝尾庄兵衛（明智茂朝）が勝竜寺城の城代、明智四天王のひとりとして奮戦した地を感慨深く思っています。溝尾庄兵衛は京都山科小栗栖で主君光秀の介錯をし、首を妙心寺へと運ぼうとしたことまでは史実のようです。（生き延びて光秀天界説もありますが）



1. GMR 磁気ヘッドの ESD 破壊と製造プロセス

2003 年頃、磁気記録懇談会、IDEMA の磁気記録分科会で講演をさせていただき、それを RCJ 信頼性シンポジウムで発表したものが優秀論文賞いただきました。それを元にアメリカの EOS/ESD シンポジウムで招待講演になり論文賞をいただきました

当時、GMR ヘッドの不具合を公表した論文は少なく、多くの故障モードの解析を榊間さんに手伝っていただいた事を懐かしく思い出します。

2. GMR を用いた HDD の熱信頼性

EOS、ESD シンポジウムに参加した者は、続報を書けといわれて執筆したものです。

これも最初に磁気記録懇談会で報告させていただきました。

一番の目玉は、図 1、図 2 の人類が持つ情報量の推移と情報メディアの変遷で、国会図書館に通って資料を集めて作成しました。訴えたかったのは HDD の寿命は 5 年、磁気テープは 10 年で再生機器がなくなる、光ディスクは容量不足と再生機器の寿命で、情報にアクセスできなくなると考えました。2000 年代は 100 年後の知的生物にとって情報が無い暗黒の世代になる、ぜひ磁気を用いた半永久的な記録装置が必要だという思いでした。

これも EOS/ESD シンポジウムに発表したあと、J Electrostatics, から招待論文要請がきて

Soft ESD phenomena in GMR heads in the HDD manufacturing Process, J Electrostatics, (2006) Vol164, pp72-79

として論文になりました。

3. HDD と SSD の信頼性

縁あって大阪の北新地で HDD を製造しているソルナック株式会社で技術と経営を見ろということで、1 年弱ほど HDD の不具合解析、SD や SSD の不具合解析と営業（これが全くできませんでした）をやってみました。

ここで学んだのが、固体メモリ（フラッシュメモリが主）は信頼性が高く永久保存できるという都市神話が嘘だということです。

NAND 型メモリは 1 素子あたり数百個の電子がトンネル構造を通して保持されており、

- ・数年で電荷が抜けると記憶が消える、
- ・記録消去でトンネル膜の摩耗がおこり寿命がある
- ・再記録でチャージを保持する機能は、高価な SSD のみが持っているが、通電されてないと保持できない

という話をして、懇談会で物議をかましたと記憶しています。

HDDとSSDを使いこなす

2013年5月31日
ソルナック株式会社
溝尾

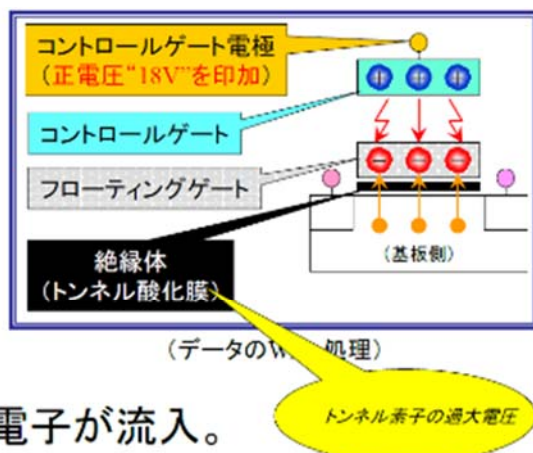
HDDの主な障害原因 1/2

	製品品質に起因	使用環境等に起因
1.機械的障害	◆ 磁気ヘッドの加工精度／取り付け精度 ◆ サーボ情報の書込精度 ◆ ヘッドの変異／付着物 ◆ 軸受けの加工精度 ◆ パーティクルの混入	◆ 特定の振動・衝撃
2.電氣的障害	◆ イオンマイグレーション ◆ 温度センサ不良 ◆ VCMの特性不良 ◆ 電子回路基板不良	◆ 静電気
3.化学的障害	◆ 製造ラインでのガスの混入 ◆ 潤滑剤の特性不良、化学変化	◆ 使用機器または環境からのガスの混入
4.物性的障害	◆ 磁気ヘッド素子のデグラデーション ◆ ストップ／ランプの強度不足	◆ 異常低温または、異常高温化での運転
5.その他	◆ 媒体の品位が低い ◆ ラインアウトの修理品(リワーク品) ◆ リハービッシュ品 ◆ リクラス品 ◆ 不純物の混入(唾液、汗、他)	◆ 定点浮上 ◆ (コピー機による障害、振動原因)

◆ NAND記憶素子の Write処理(Program)

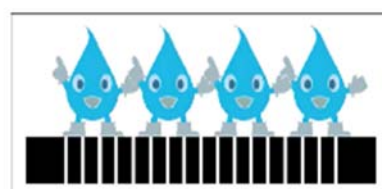
- コントロールゲート
(浮遊ゲート)側への
正電圧印加により
フローティングゲートに電子が流入。

- フローティングゲートに流入した電子は、トンネル酸化膜によって、そのまま保持。



◆ 書き換え可能回数

- 絶縁体(トンネル酸化膜)耐用回数
 - 書き換え耐性 (Write Endurance)
- 工場出荷時は
 - 「絶縁体」は、フローティングゲートの電子を維持するのに十分な性能。
- Write/Erase処理のたびに
 - 絶縁体が傷つくと、吸引されなくても、フローティングゲートの電子が漏れていくようになります。
 - また磨耗が進むと、絶縁体の様々な場所に、電子を溜め込んでしまう電荷トラップスペース(溜り空間)が発生。



工場出荷時



製品磨耗後

◆電子リーク開始時間(※)は、

低温も高温も弱い

■書き換え処理間隔

- 頻繁に書き換えるほど早く電子リークが始まる

■動作温度

- 低い温度ほど早く電子リークが始まる

◆つまりSSDは、短い間隔かつ低い温度で、Write 処理を続けると、電子リークの影響を早いタイミングで受けやすく、データ破損が発生しやすい。

◆データ復旧業者から見たSSD

- SSDにおける信頼性とは、「壊れるかどうか」の認識は間違いであり、正しくは「いつ壊れるか」である。
- 全ての部品には不良率が存在。
- 不良あるいはデータ消失には、部品要因、劣化要因、環境要因、ユーザ要因がある。
- SSDも突然死。
- 微細化や多値化は信頼性への挑戦である。

— 会社資料

		現状		将来(数年)	
1	振動・衝撃	SSD		SSD	
2	動作時温度(高温)	SSD(大容量モデル除く)	HDD	SSD(少容量・低速モデル)	HDD
	動作時温度(低温)	SSD(一部製品)			
3	動作時湿度(最大湿球温度)	SSD		SSD	
4	海拔高度	SSD		SSD	
5	ガス(腐食性ガスを除く)	SSD		SSD	
6	防塵, 防湿, 腐食性ガス等	SSD(コンフォーマル・コーティング)		SSD(コンフォーマル・コーティング)	
—	低発熱&製品重量(省略)	SSD		SSD	
7	速度/消費電力(省略)	SSD		SSD	
—	静電気&耐電磁波等(省略)	—		—	
8	瞬停対策	HDD	SSD(コンデンサ付)	HDD	SSD(コンデンサ付)
9	製品品質・信頼性	HDD		HDD?	
10	データ保持能力	HDD		HDD	
—	製品寿命・耐久性能(省略)	HDD		HDD	
—	製品容量(説明省略)	HDD		HDD	
11	データ復旧	HDD		HDD	

4. 磁気の医療応用

アダチという医療機器会社に転職して、医療機器開発にたずさわっています。

ダビンチというお腹を手術するロボットを扱っていましたが、その紹介と医療分野での磁気の応用例を発表させていただきました。

残念なことに磁気の医療応用の成功例は比較的少なく、また日本の存在感が弱くて、少数の研究会はありますが研究者が集まり日本で学会ができるほど盛況ではないことです。

2017/5/19

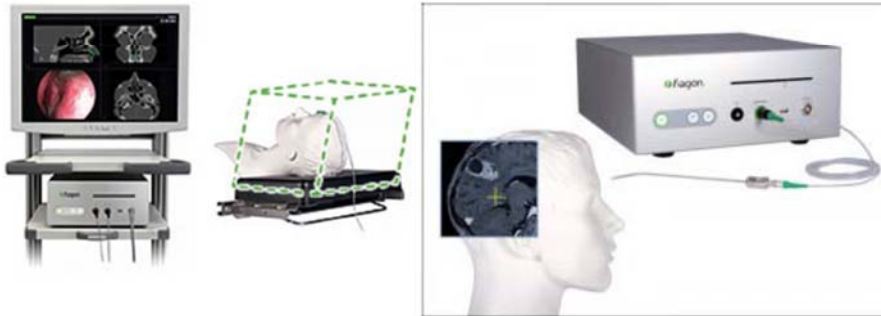
KC-HRD研究会



株式会社アダチ
国内開発部
CTO、総括製造販売責任者
溝尾嘉章

マグネ応用 ナビゲーション

- Fiagon (枕から発生する磁場勾配を3D磁場センサーで検出、CT画像相対位置検出)



マグネ応用 検出

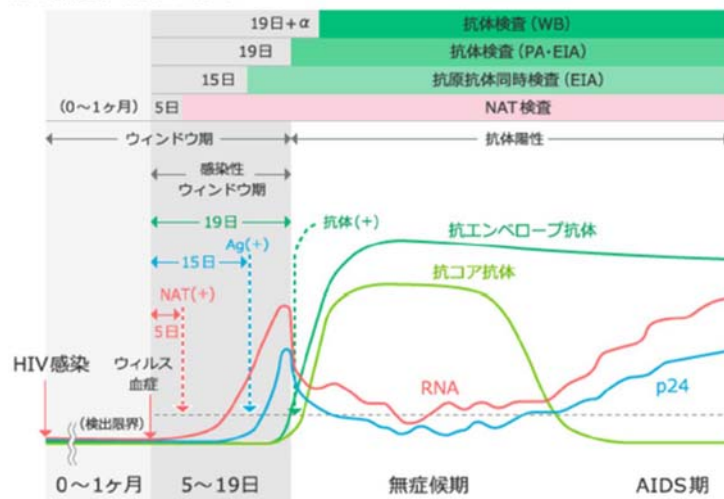
- MRI
日本は敗退



マグネ応用 検出

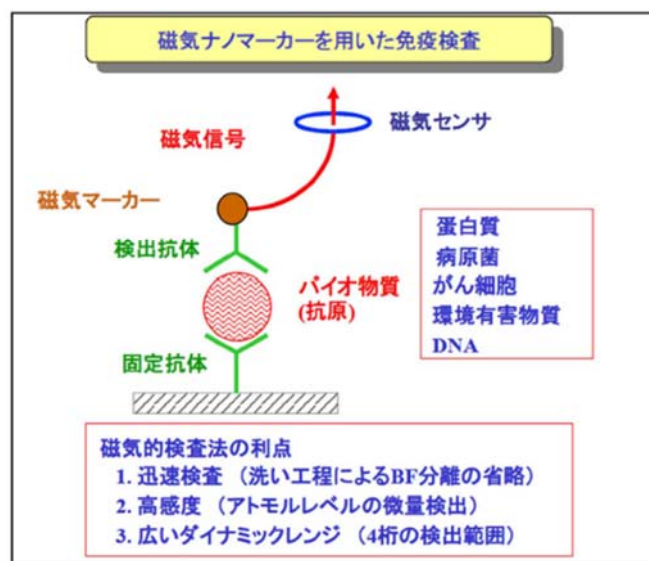
- 献血の血液検査(献血) HIV(AIDS)

<HIV感染とウイルスマーカー>



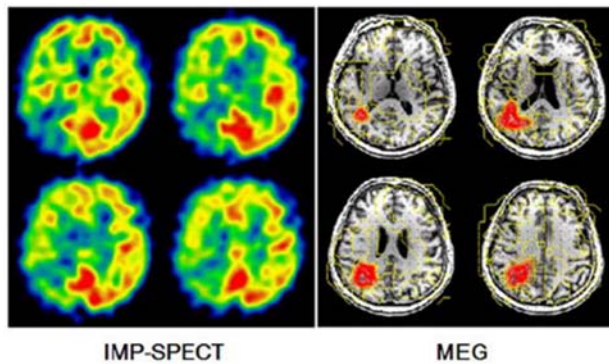
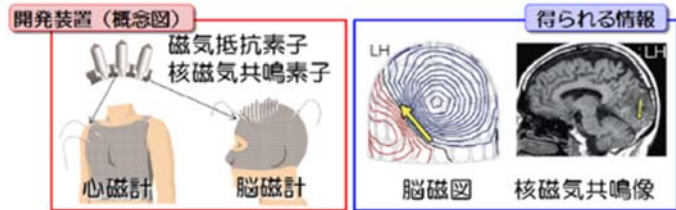
マグネ応用 検出

- 光検出
- 電氣的検出
- 磁気検出
- 蛍光検出



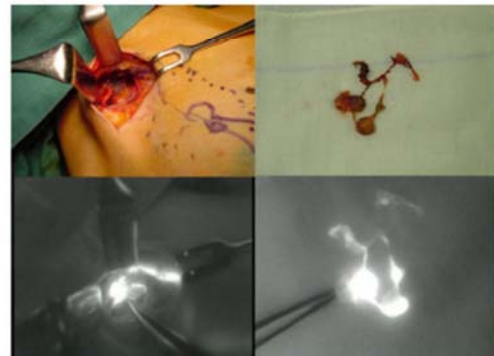
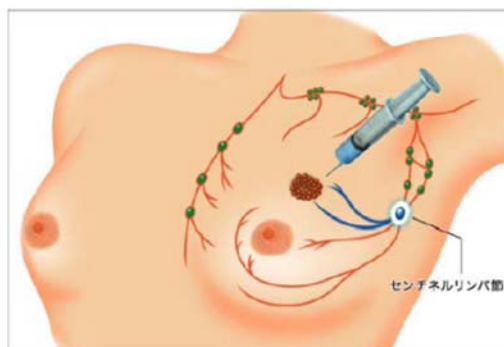
マグネ応用 検出

- 脳磁波検出
(MEG)



マグネ応用 検出

- センチネルリンパ節生検（がんの転移先検出）
放射線、蛍光、磁気



マグネ応用 磁場治療

- Pipエレキバン
 - 磁気治療器
 - 血流の改善＋プラセボ
- 東洋の神秘



マグネ応用 DDS

ドラッグ・デリバリー・サービス

- DDS温熱治療
- 磁性粒子または磁性体埋め込み
がん細胞破壊＋免疫によるがん捕食

図7

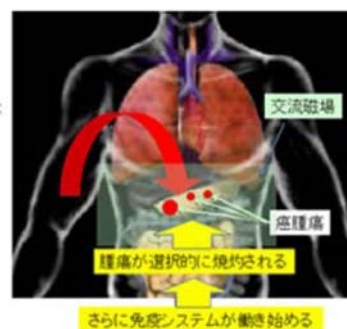
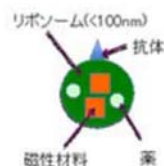
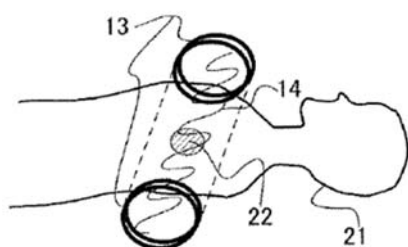


図1 DDSを用いる究極の癌治療法

以上、溝尾の勝手な思いをつづらせていただきました。

日本の磁気記録の栄光の時代をすごせたことに皆様への感謝と誇りを持ちつつ、これが持続的な日本の学術、産業に生き残れてない事に、忸怩たる思いと責任を感じています。

本会が新しい技術者を育てる礎になることを切に祈念しています。



背景はグランドキャニオンです

【略歴】

1980 年松下電器産業無線研究所入社その後同社中央研究所・AVC 研究所、松下電子部品、松下寿電子工業、パナソニック四国、パナソニックヘルスケア社等で新規機器特に磁気記録用ヘッド、メディア、ストレージ機器、医療機器の開発の事業化を行った。熱流体・構造・電磁気・光学・確率論等のマルチフィジックスシミュレーション技術を用いた最適化設計技術開発を行った。同時に理化学研究所研究員、愛媛大学医学部客員研究員を兼任。その後、九州大学医学部学術研究員、ソルナック株式会社等を経て株式会社アダチで医療機器の開発に従事。電子情報通信学会磁気記録研究会委員、日本トラバロジ学会委員、ストレージリサーチコンソーシアム副分化会長、日本機械学会、日本医療機器学会、応用磁気学会、レギュラトサイエンス学会、コンピュータ外科学会等の会員。