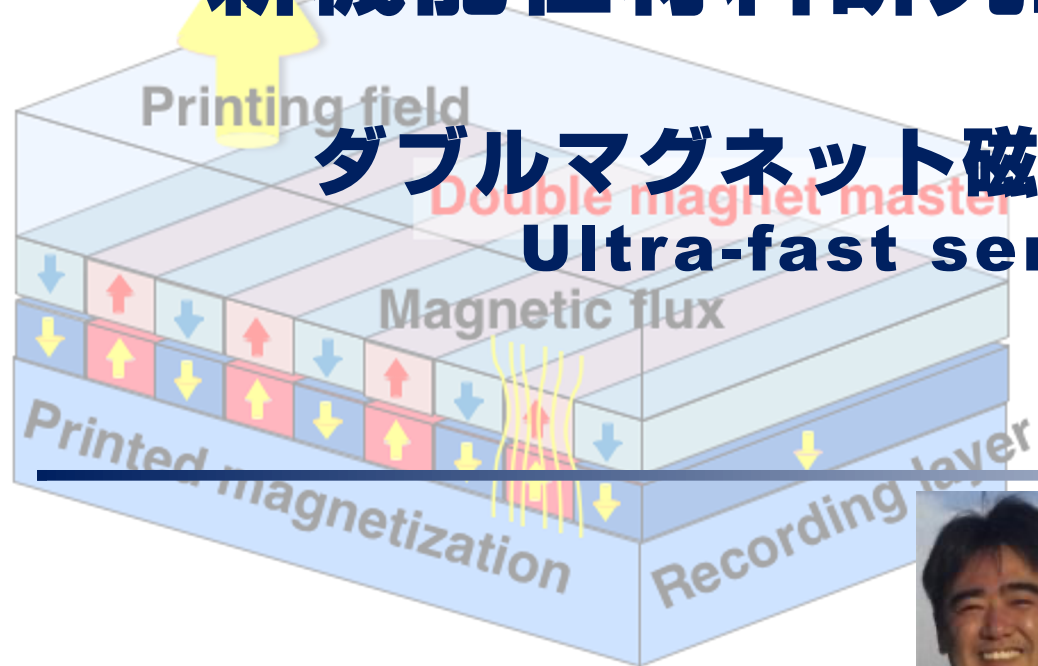


# - 新機能性材料研究室（小峰研究室）研究紹介 -



**ダブルマグネット磁気転写による超高速サーボ信号記録**  
**Ultra-fast servo-track writing onto hard-disks**  
**by magnetic printing method**  
**with double magnet master**

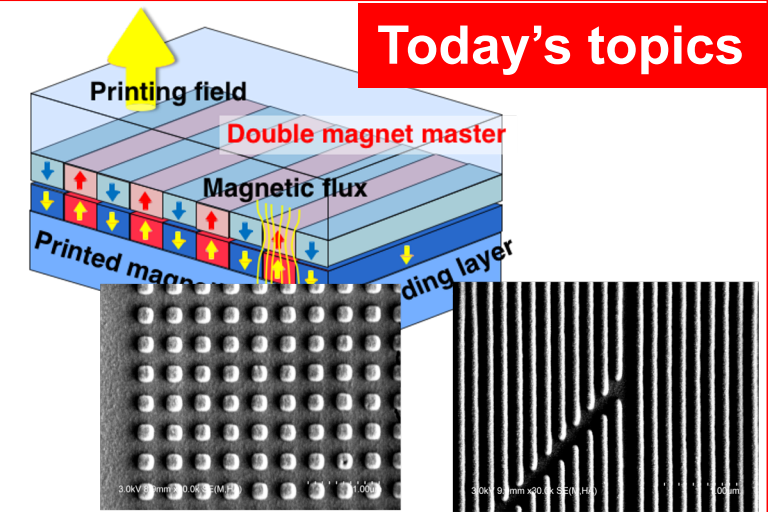
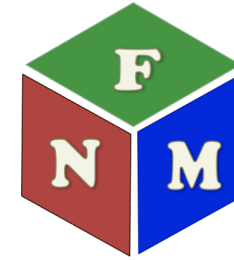


**小峰啓史 (Takashi Komine)**

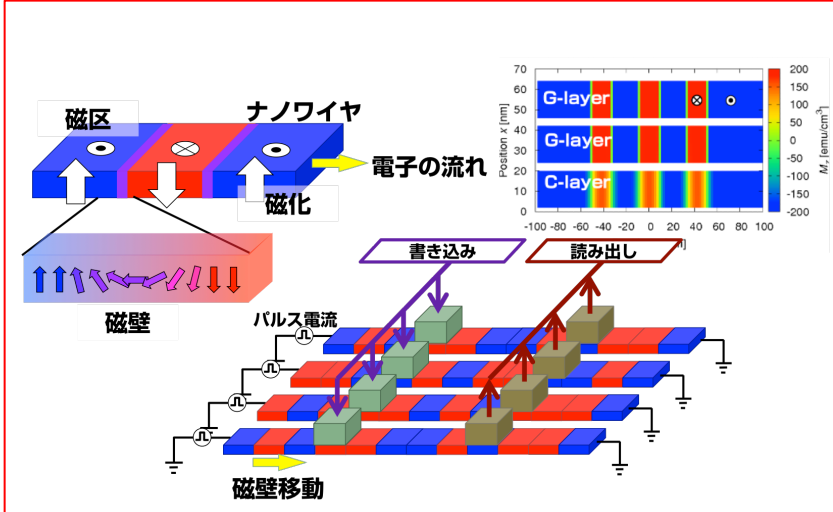
[takashi.komine.nfm@vc.ibaraki.ac.jp](mailto:takashi.komine.nfm@vc.ibaraki.ac.jp)

**茨城大学大学院理工学研究科，工学部附属グリーンデバイス教育研究センター**  
**Green Device education and research center,**  
**Graduate School of Science and Engineering,**  
**Ibaraki University**

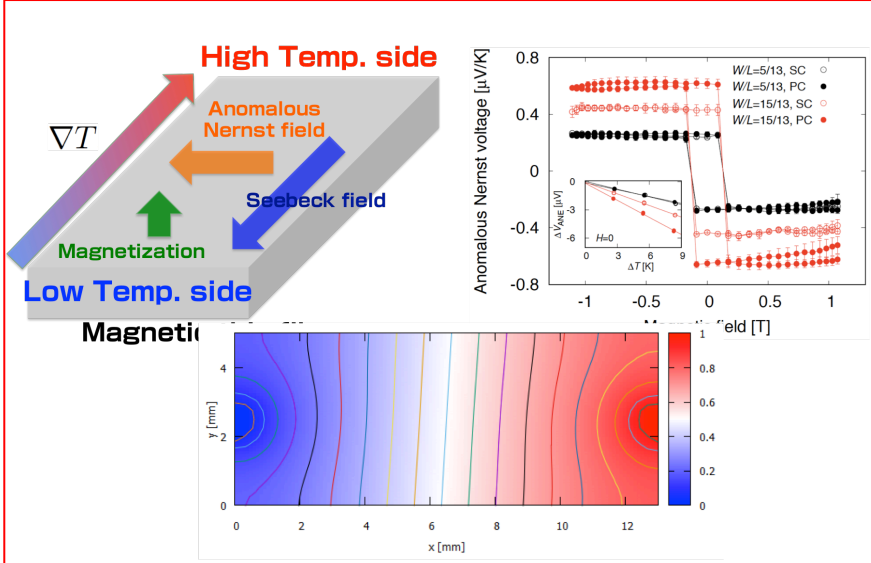
1. 磁気転写による超高速サーボ信号記録技術（生産技術）
2. スピンの流れを制御した新機能性デバイス（次世代技術）
3. ナノ構造及び外場を利用した高効率熱電材料（未踏技術）



2005 NEDO産業技術研究助成事業  
 2009 科研費基盤(B)  
 2010 第58回電気科学技術奨励賞  
 2018 KDDI財団助成  
 他



2004-10 科研費若手研究(B)  
 2009 第1回茨大学長表彰奨励賞  
 2010-15 科研費基盤(C)  
 2016-23 科研費基盤(B)  
 他



2011-13 NEDO先導研究  
 2015-17 NEDOエネ環  
 2015-18 科研費基盤(B)  
 2015 ITS paper award  
 2018-23 国際共同研究強化(B)  
 他

- **情報インフラ社会(Society 5.0)の变革**

- SNS(Social Networking Service)などの進歩
- スマートフォンをはじめとする携帯端末からの膨大な情報
- IoTにおけるセンサネットワークの進展
- 第四次産業革命(AI, 機械学習, ロボット)

- **記録密度向上によるHDDの大容量化**

- プラッタ枚数増加, He充填HDD
- 新技術の投入
  - 瓦記録(重ね書き)方式 (SMR \*1)
  - エネルギーアシスト磁気記録(MAMR\*2/HAMR \*3)
  - ビットパターンドメディア(BPM \*4)
  - 3次元記録(3DMR), 強誘電体記録

## 情報の流れ



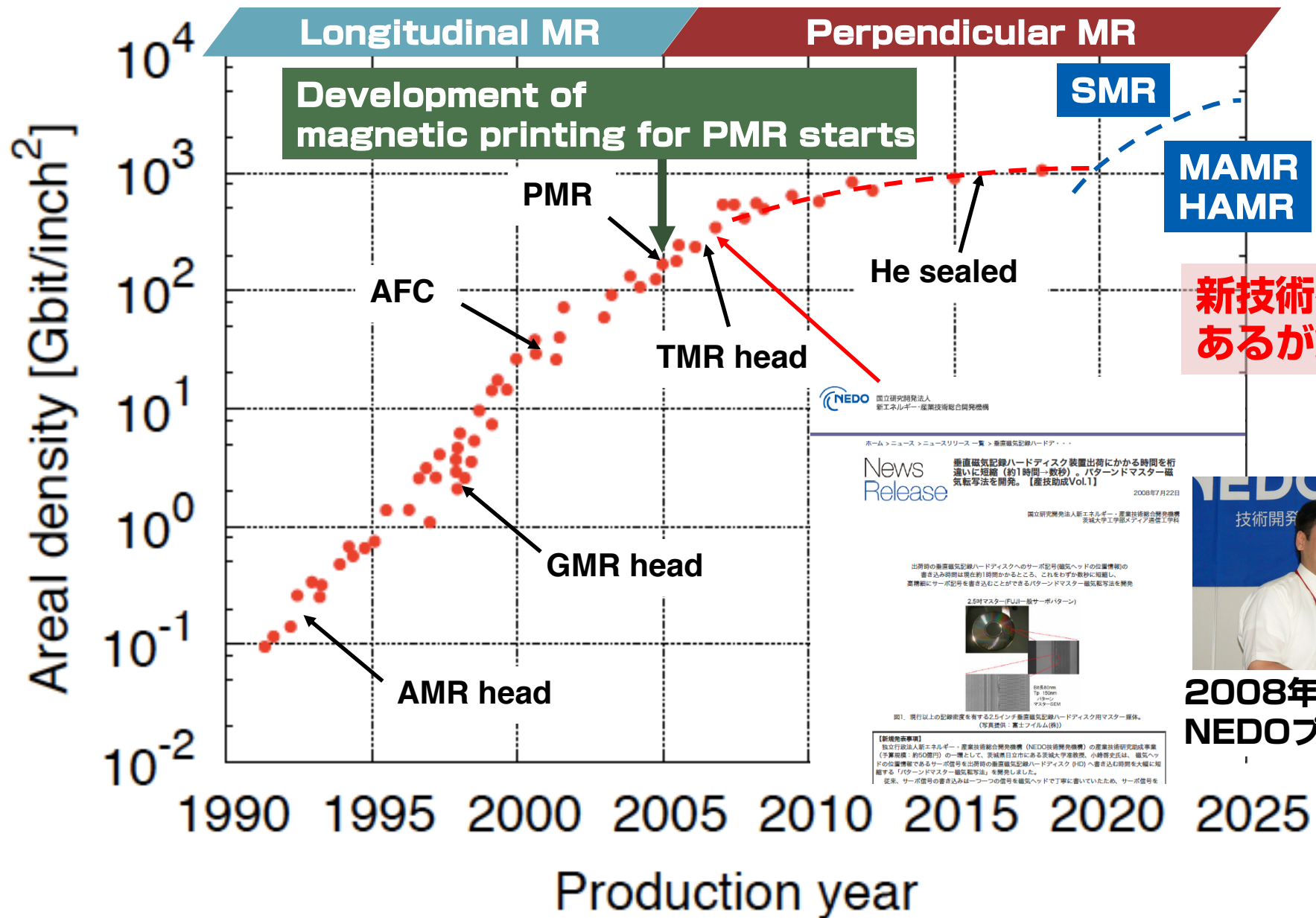
- \*1 SMR: Shingled Magnetic Recording,
- \*2 MAMR: Microwave Assisted Magnetic Recording,
- \*3 HAMR: Heat Assisted Magnetic Recording,
- \*4 BPM: Bit Patterned Media

- **大量の情報保存**

- 2020年に世界で生成される情報量: 59 Zetta Byte (Zetta= $10^{21}$ )
- **情報量の年平均成長率26%. 2025年に180 ZBにもものぼる**

**生産性向上により供給量を増やし続けることが重要(本提案)**

# ハードディスク装置(HDD)の面記録密度の推移



**NEDO** 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

News Release

垂直磁気記録ハードディスク装置出荷にかかる時間を桁違いに短縮(約1時間→数秒)。パワードマスター磁気転写法を開発。【産技助成Vol.1】

2008年7月22日

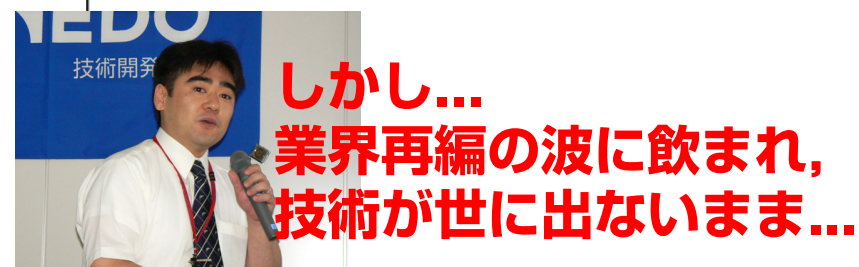
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
茨城大学工学部メディア工学学科

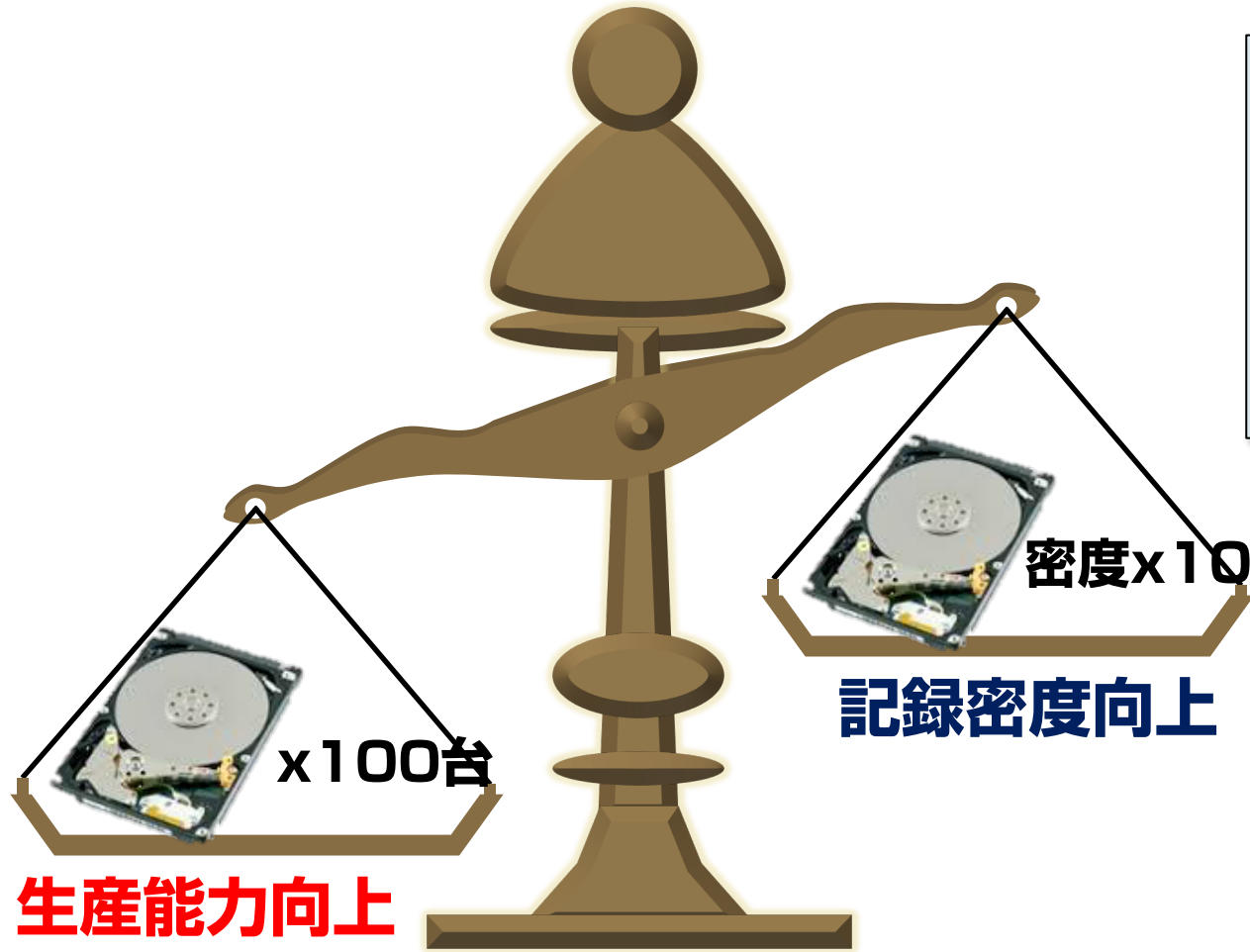
出荷時の垂直磁気記録ハードディスクへのサーボ信号(磁気ヘッドの位置情報)の書き込み時間は現在約1時間かかる。これをわずか数秒に短縮し、高集積にサーボ信号を書き込むことができるパワードマスター磁気転写法を開発

2.5吋マスター(FUJII-龍サーボパターン)

①、現行以上の記録密度を有する2.5吋垂直磁気記録ハードディスク用マスター媒体。  
(写真提供：富士フイルム(株))

【新技術概要】  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)技術開発機構の産業技術研究助成事業(予算規模：約50億円)の一環として、茨城県日立市にある茨城大学准教授、小嶋等文氏は、磁気ヘッドの位置情報であるサーボ信号を印刷時の垂直磁気記録ハードディスク(0HD)へ書き込む時間を大幅に短縮する「パワードマスター磁気転写法」を開発しました。  
従来、サーボ信号の書き込みは、ヘッドの信号を磁気ヘッドで丁寧に書いていたため、サーボ信号を





データセンターの需要増，今後も期待大

- ・ 次世代技術で記録密度向上
- ・ 従来密度で生産能力向上

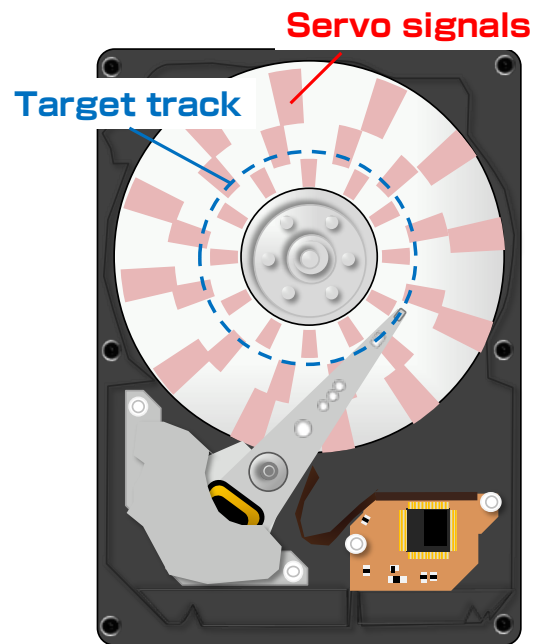
いずれの戦略もあり得るのではないか



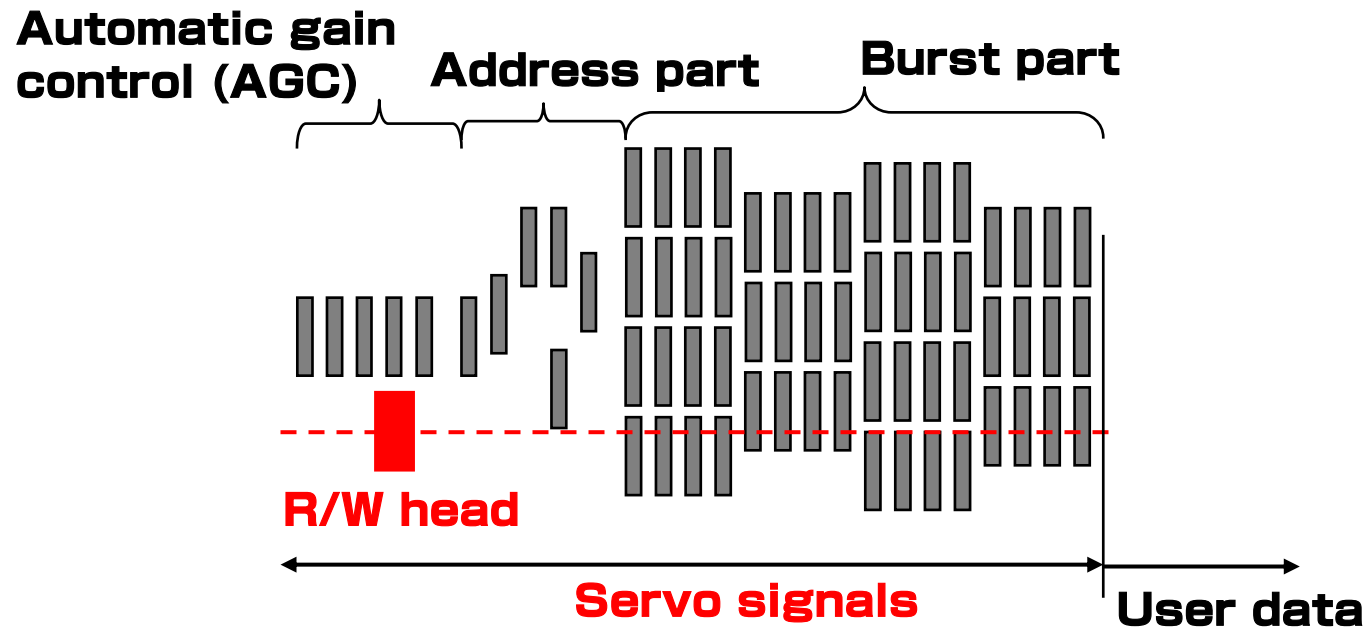
サーボ信号書き込み時間が  
生産速度改善を大きく阻害

記録密度は現状のままでも，生産能力向上，付随するコストダウンはHDD市場におけるひとつの戦略になり得るのではないか？

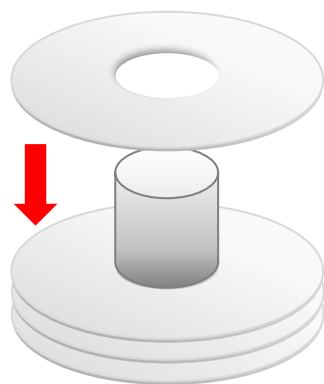
# サーボ信号と現行の記録方法



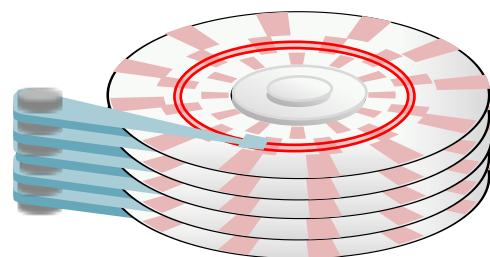
HDD and servo signals



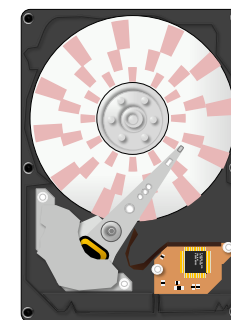
サーボ信号：磁気ヘッドを誘導するための信号（出荷前に記録）



HD assembly



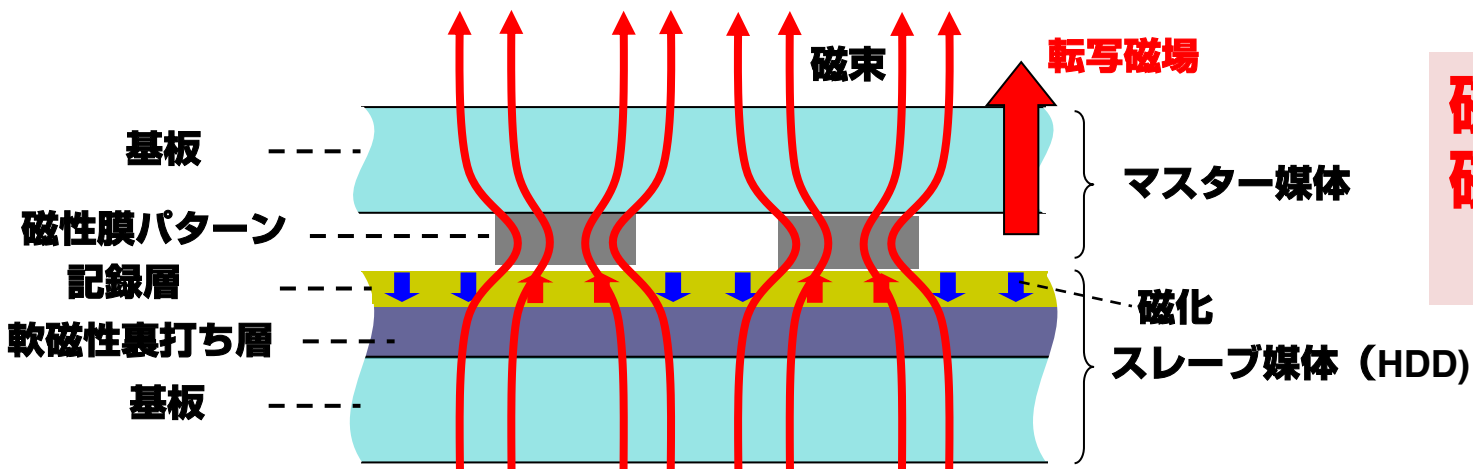
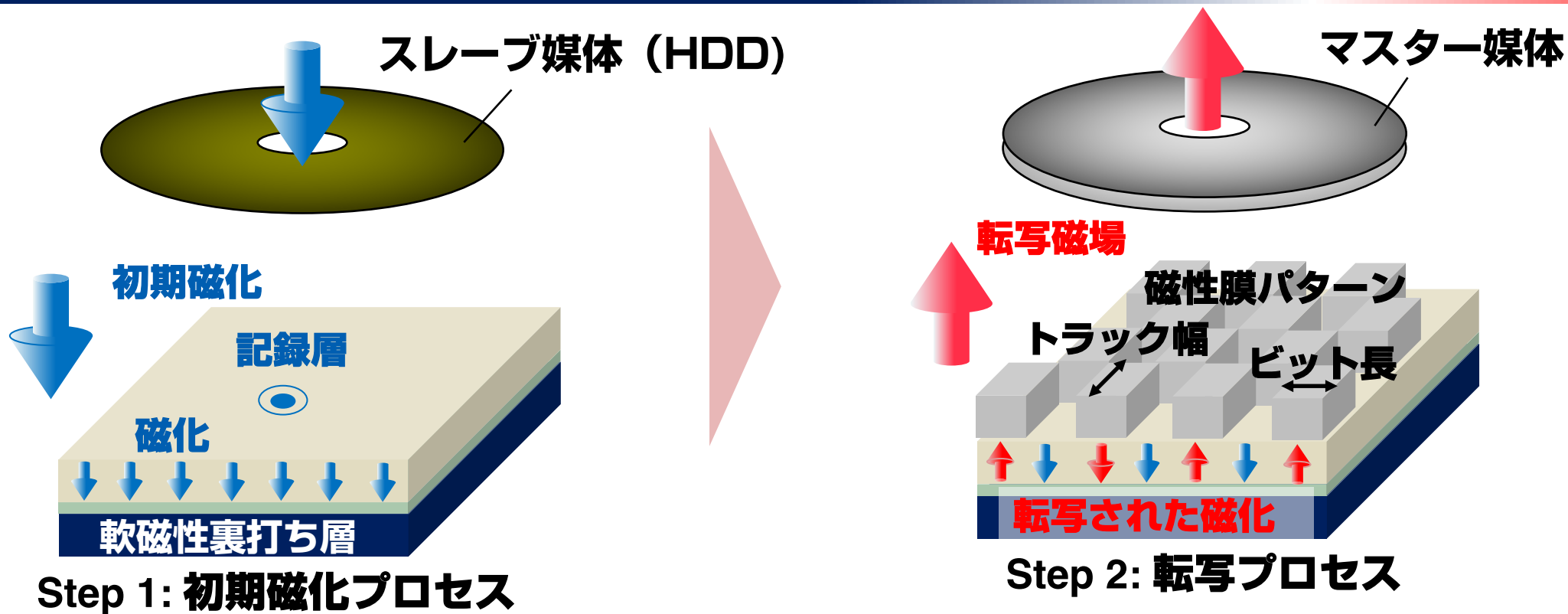
Self-servo track writing (STW)



Products

サーボ信号記録に2-3日/台の時間を要する=HDDの生産効率低下

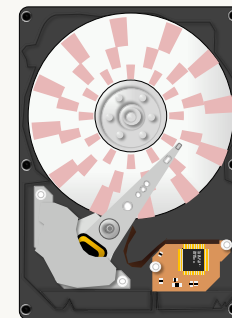
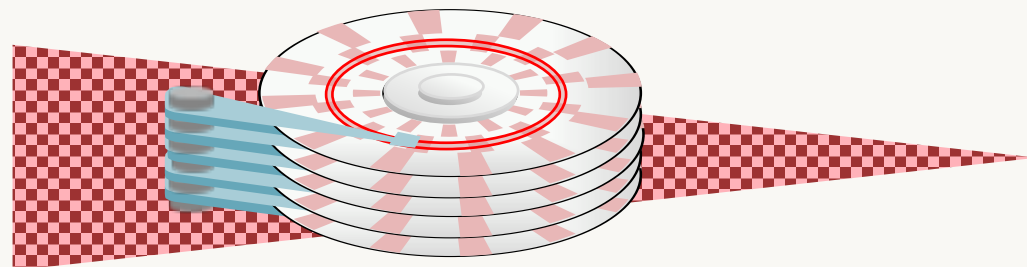
# 磁気転写法による超高速サーボ記録



磁束の流れを制御して、  
磁化を一括で記録  
(超高速サーボ記録)

# 磁気転写を用いたHDD生産プロセス

## 現行プロセス



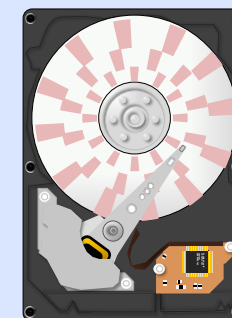
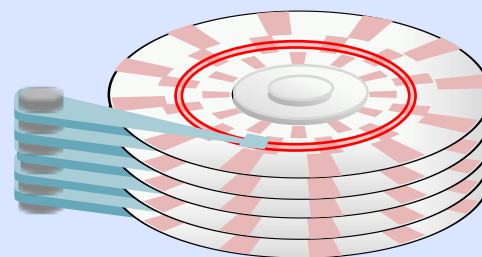
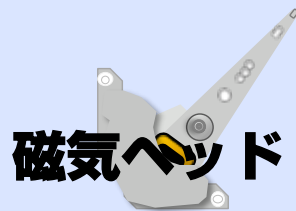
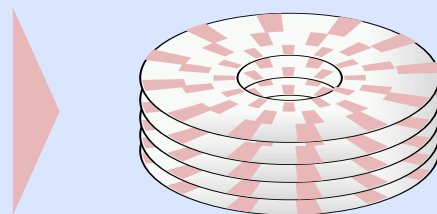
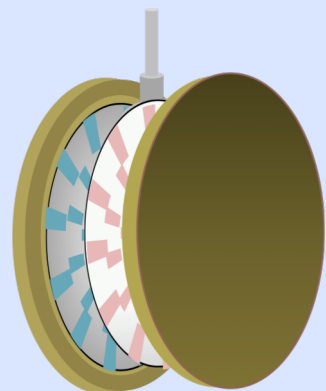
H/D Assembly

Self-servo track writing (STW)

HDD製品

2-3日 ... 生産効率低下

## 転写プロセス



H/D Assembly

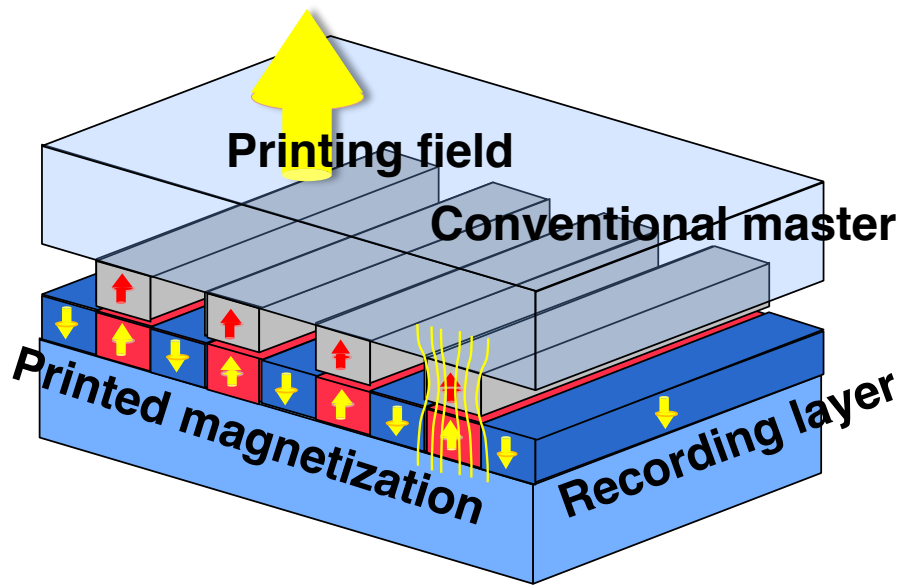
HDD製品



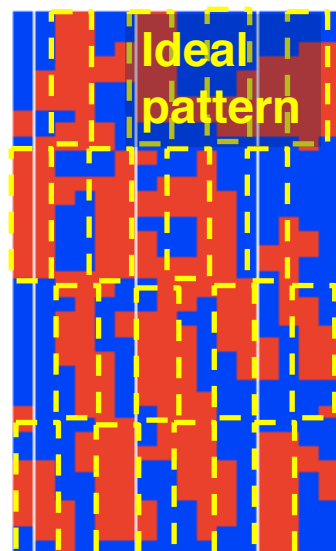
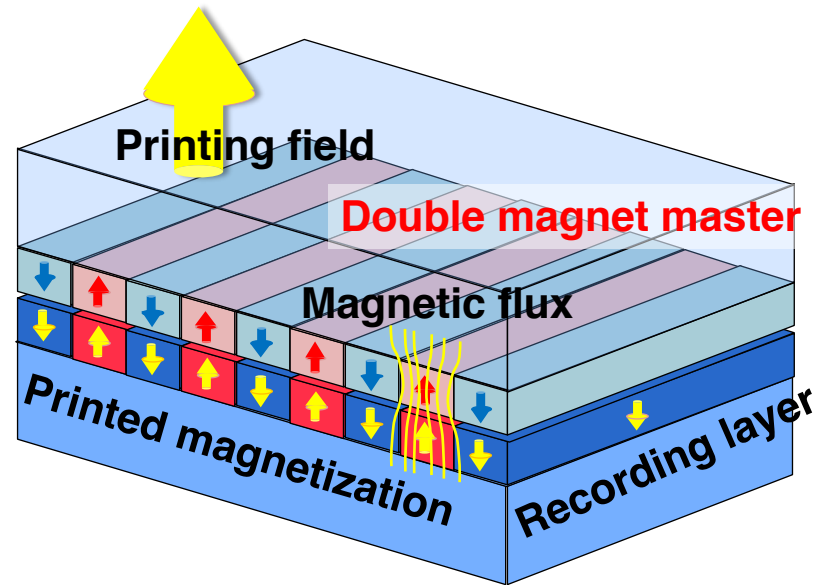
# 現行方式と磁気転写、本発明の性能比較

記録方式		従来 サーボトラックライタ	磁気転写	
			従来型	本発明 特開2020-35506
サーボ記録時間		2-3日@ <b>現行HDD</b> (Serious issue) 記録密度増で増加	6 sec (マスター密着と転写プロセス) 記録密度に依存しないプロセス	
信号品質	0.3 Tbit/inch <sup>2</sup>	◎	◎	◎
	1.0	○	△ S/N 比が低い	◎
	> 2	?	×	○
コスト		大規模クリーンルーム 運転費用	初期投資は必要だが、 原盤の作製のみで記録密度に対応	

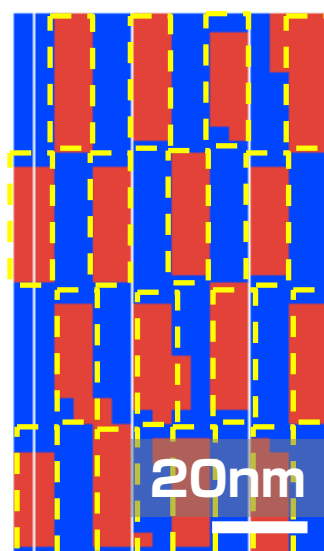
# 従来マスター媒体とダブルマグネット型マスター媒体



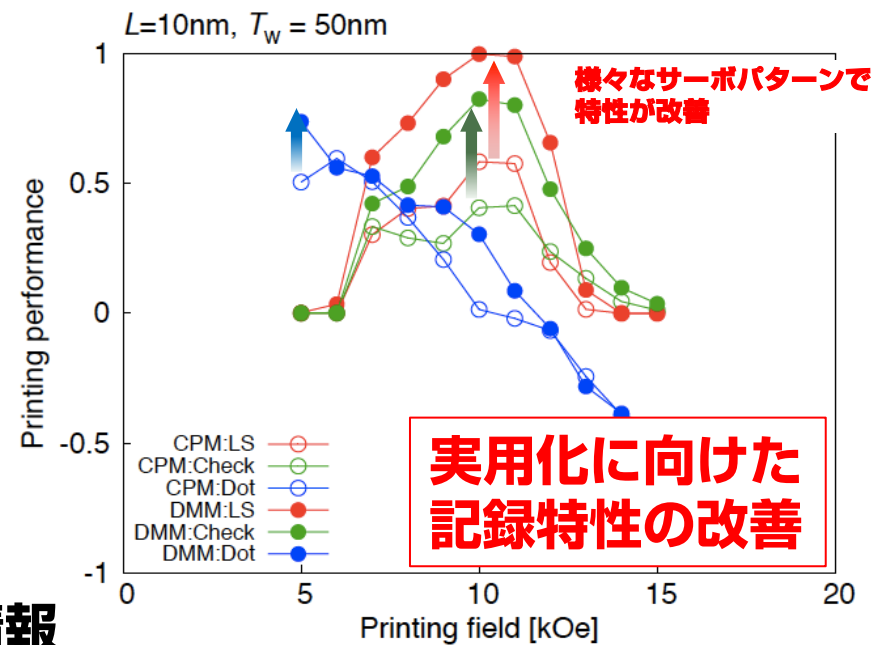
本発明の適用



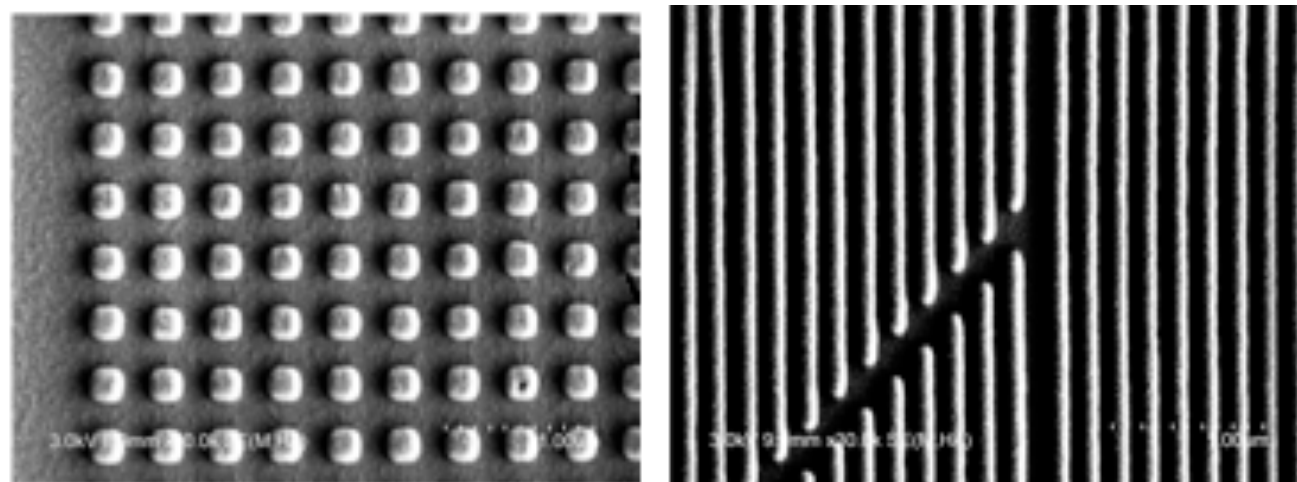
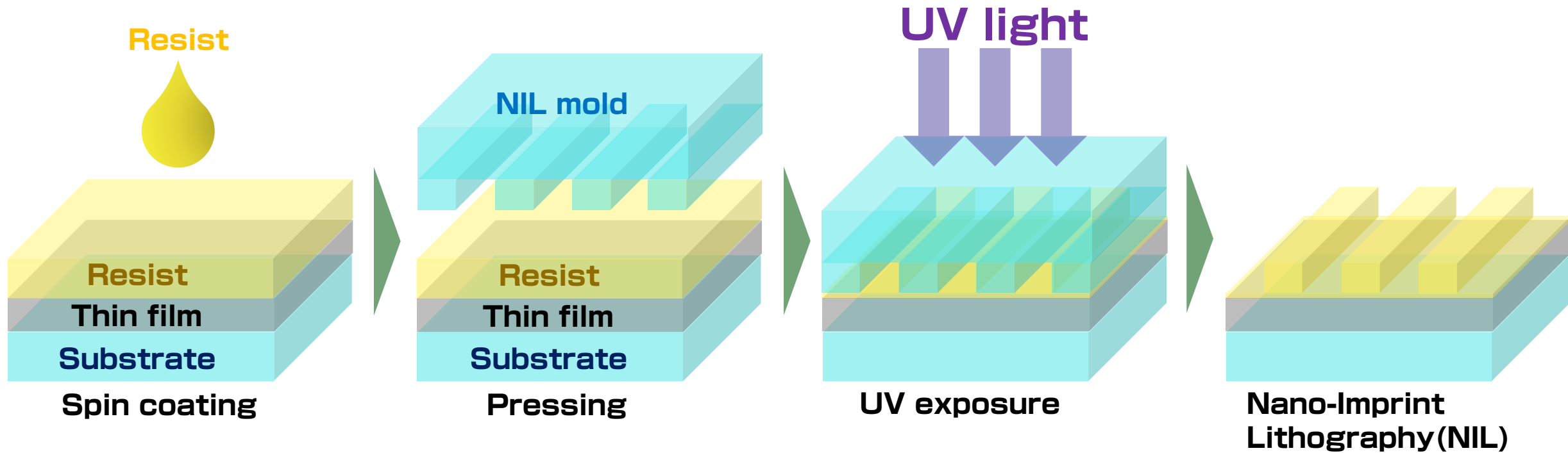
従来方式の記録状態



鮮明に記録された磁化情報



# Nano-Imprint Lithography (NIL)



実験室レベルでは  
100nmパターン幅のNILが可能

→マスター媒体作製プロセスの検討