

研究スタッフ

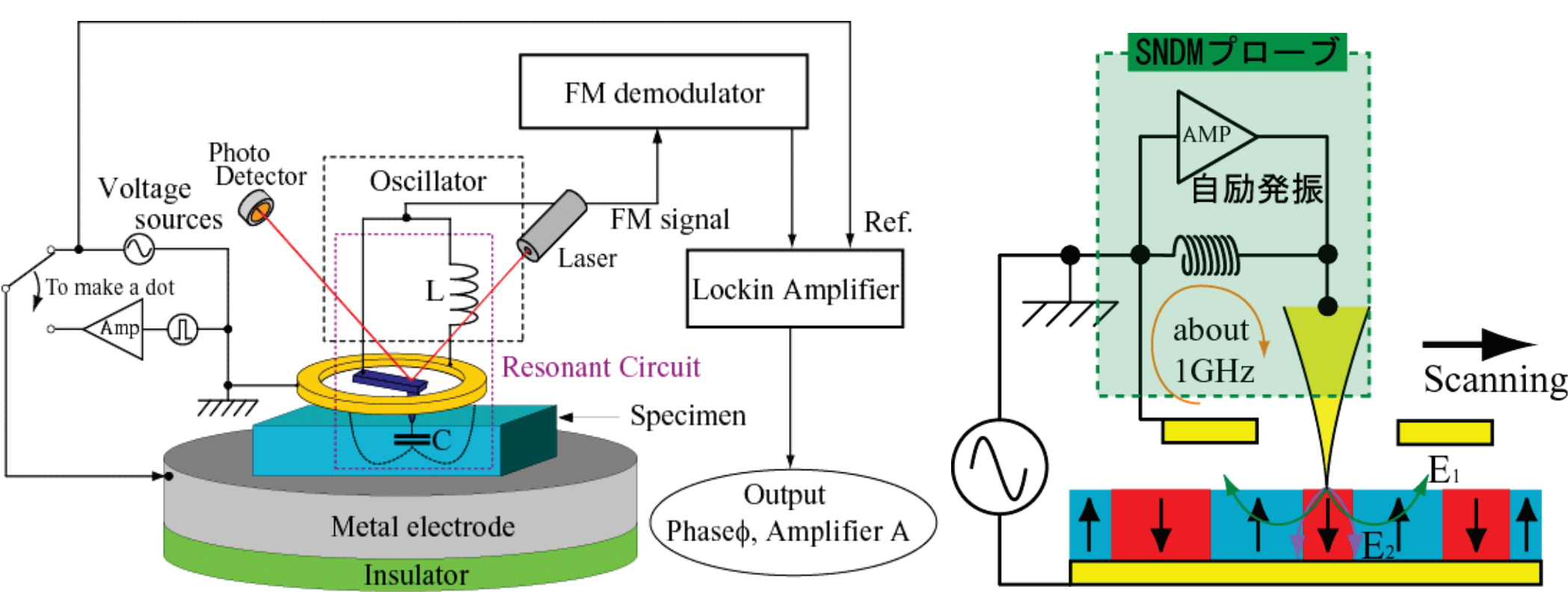
教授：長 康雄

助教：平永 良臣、山末 耕平

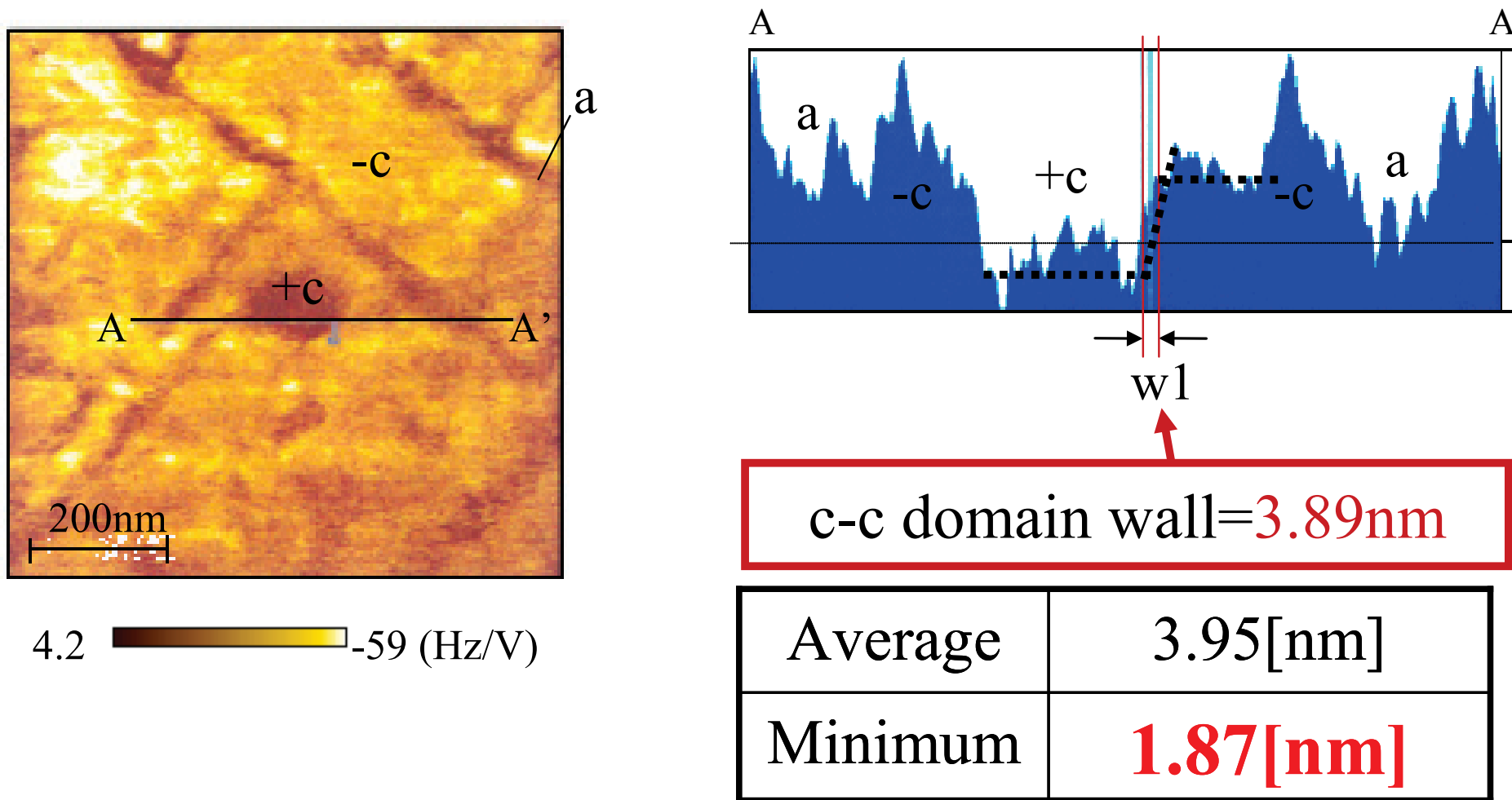
技術職員：我妻 康夫

研究目的

本分野では強誘電体や圧電体などの機能性材料を評価・作製する独自技術の開発と、それらを通して明らかとなった材料の特長を生かした通信用誘電・圧電デバイス、および強誘電体記録デバイス開発を行なっている。具体的には超音波や光およびFe-RAM等に多用されている強誘電体単結晶や薄膜の分極分布、様々な結晶の局所異方性を高速かつ高分解能に観察できる走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM; Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy）の研究・開発ならびにその電子デバイスへの応用を行なっている。



SNDMの測定原理

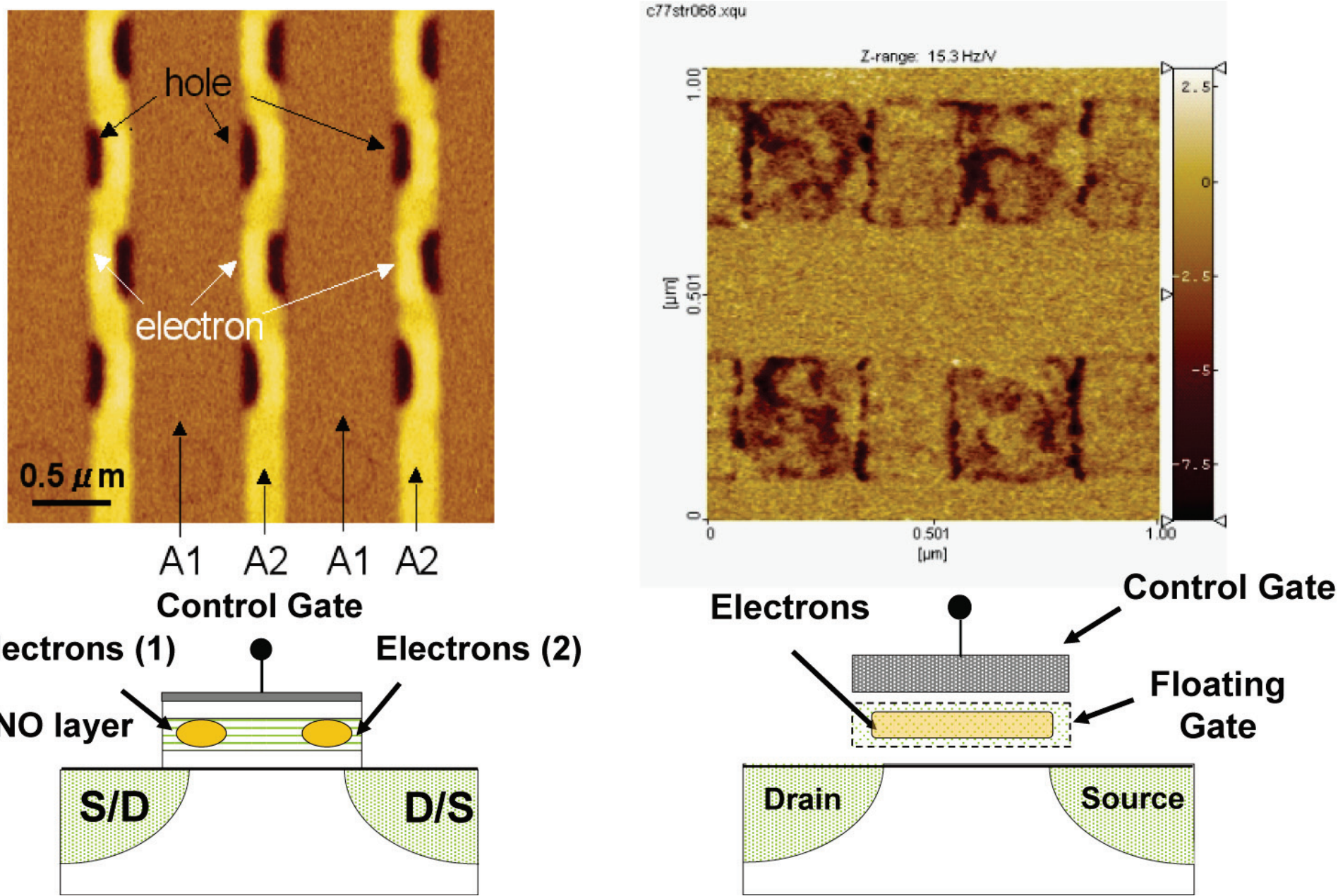


PZT薄膜のドメイン構造の高分解能観察

主な研究テーマ

1. 強誘電体ドメイン構造の解明

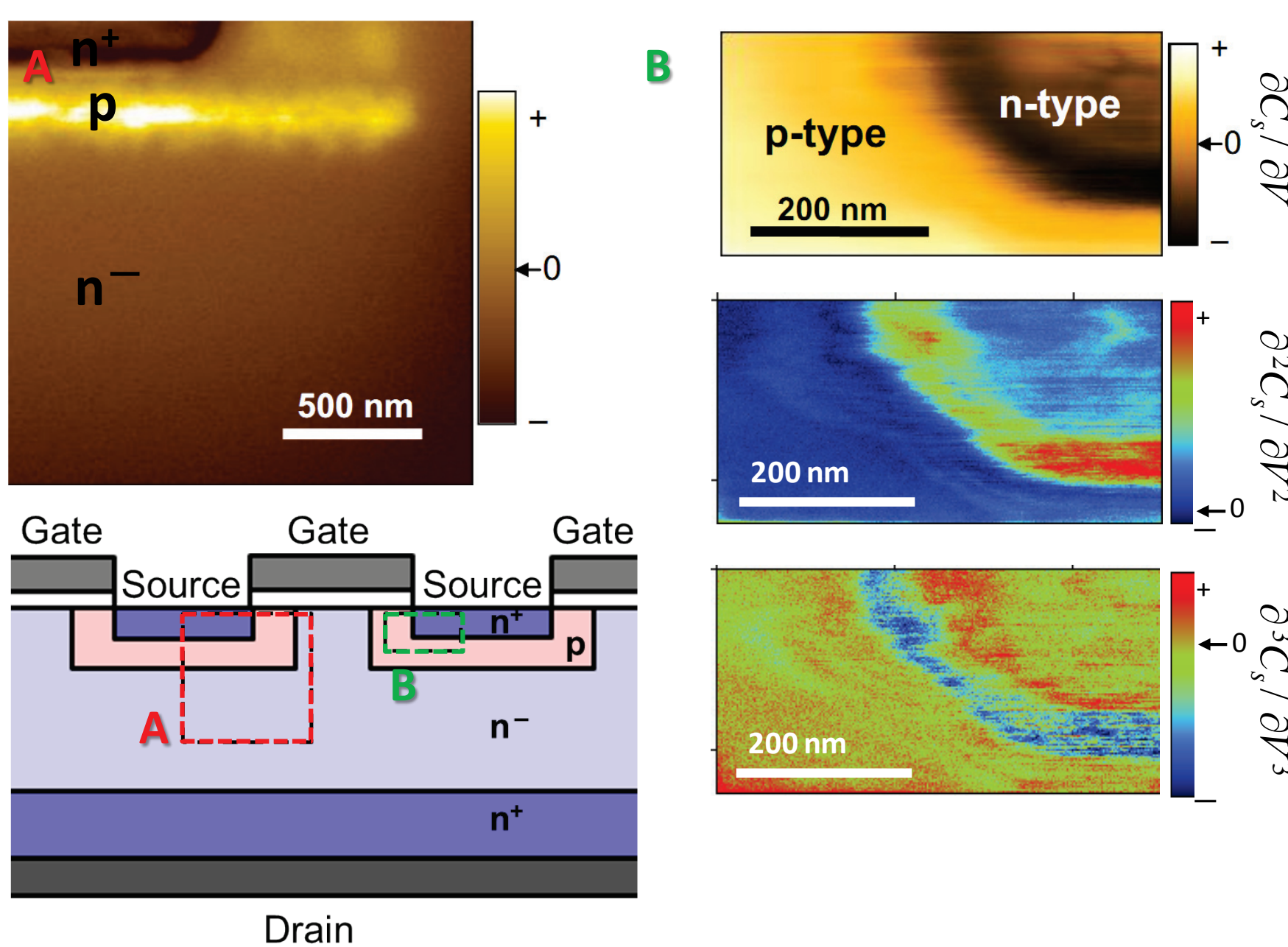
- 強誘電体特性はドメイン構造に大きく依存すると言われていたが、その詳細がSNDMにより明らかになってきている。
- 測定分解能は大気中でサブナノメートルオーダーである。現在、更なる高分解能化を目指している。



フラッシュメモリ中に蓄えられた電荷の可視化

2. 半導体計測・評価技術への展開

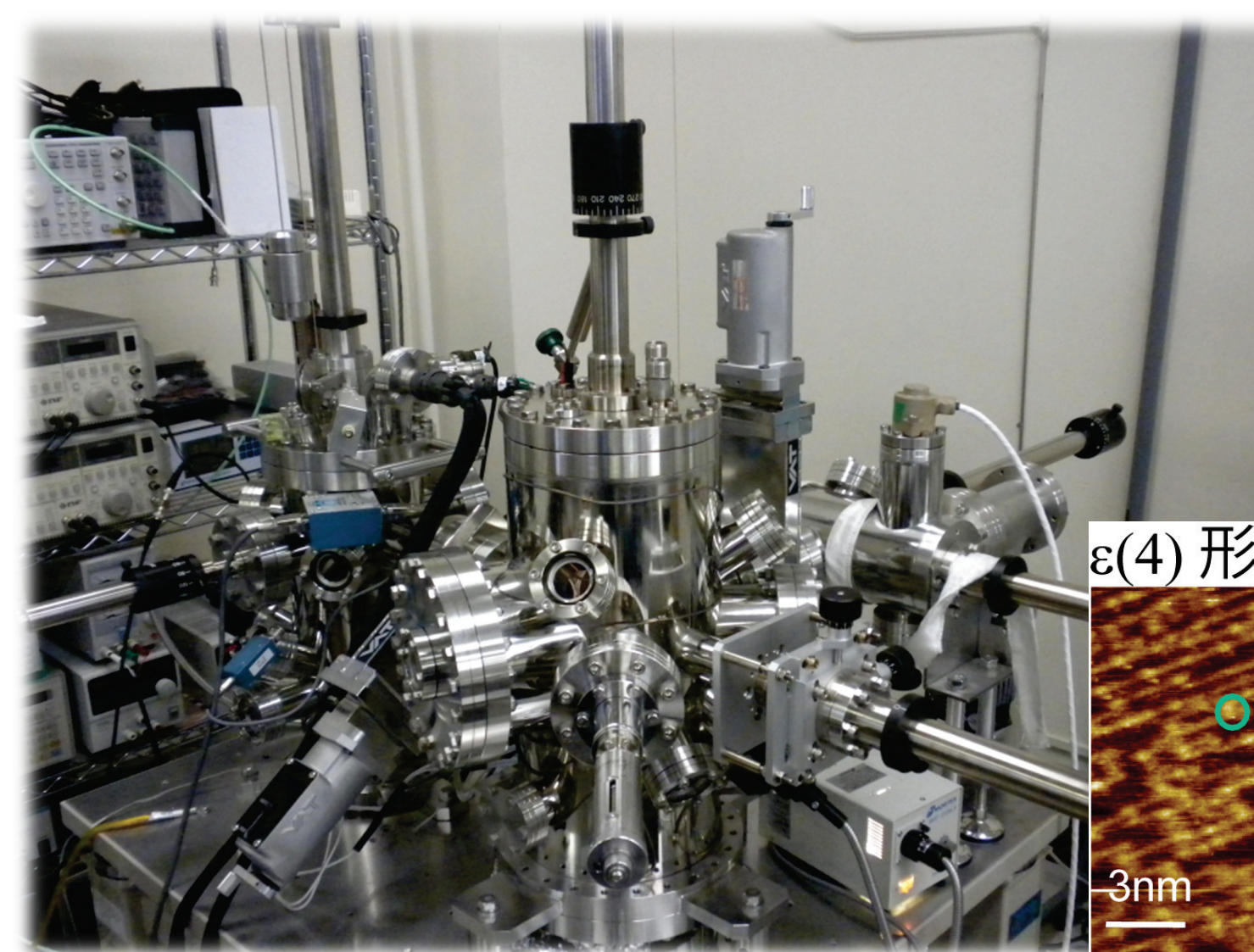
- SNDMが静電容量変化に対して極めて高感度（ $\sim 10^{-22}\text{F}$ ）であることを利用して、フラッシュメモリに蓄えられた電荷の分布計測に成功しており、メモリデバイスの評価・開発に役立つものと期待されている。
- トランジスタのPN接合部でのドーパントプロファイルの可視化の研究も行っている。



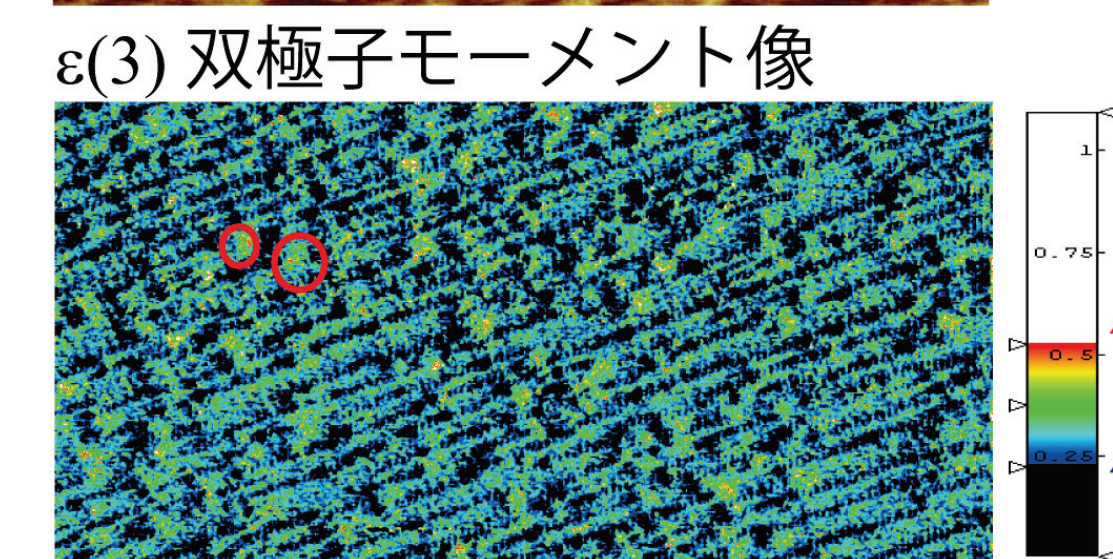
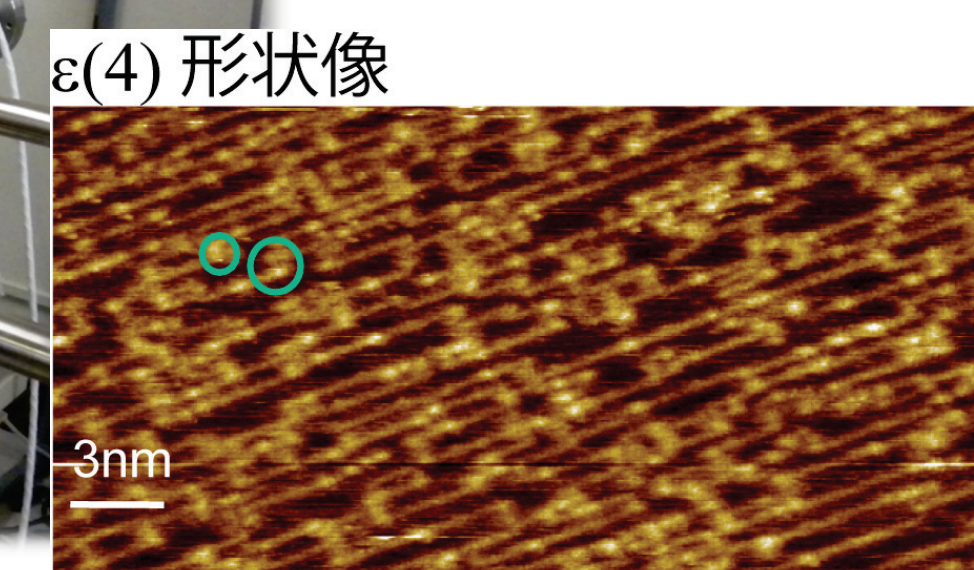
SiCパワーMOSFETの断面SNDM観察

3. 原子分解能SNDMの開発

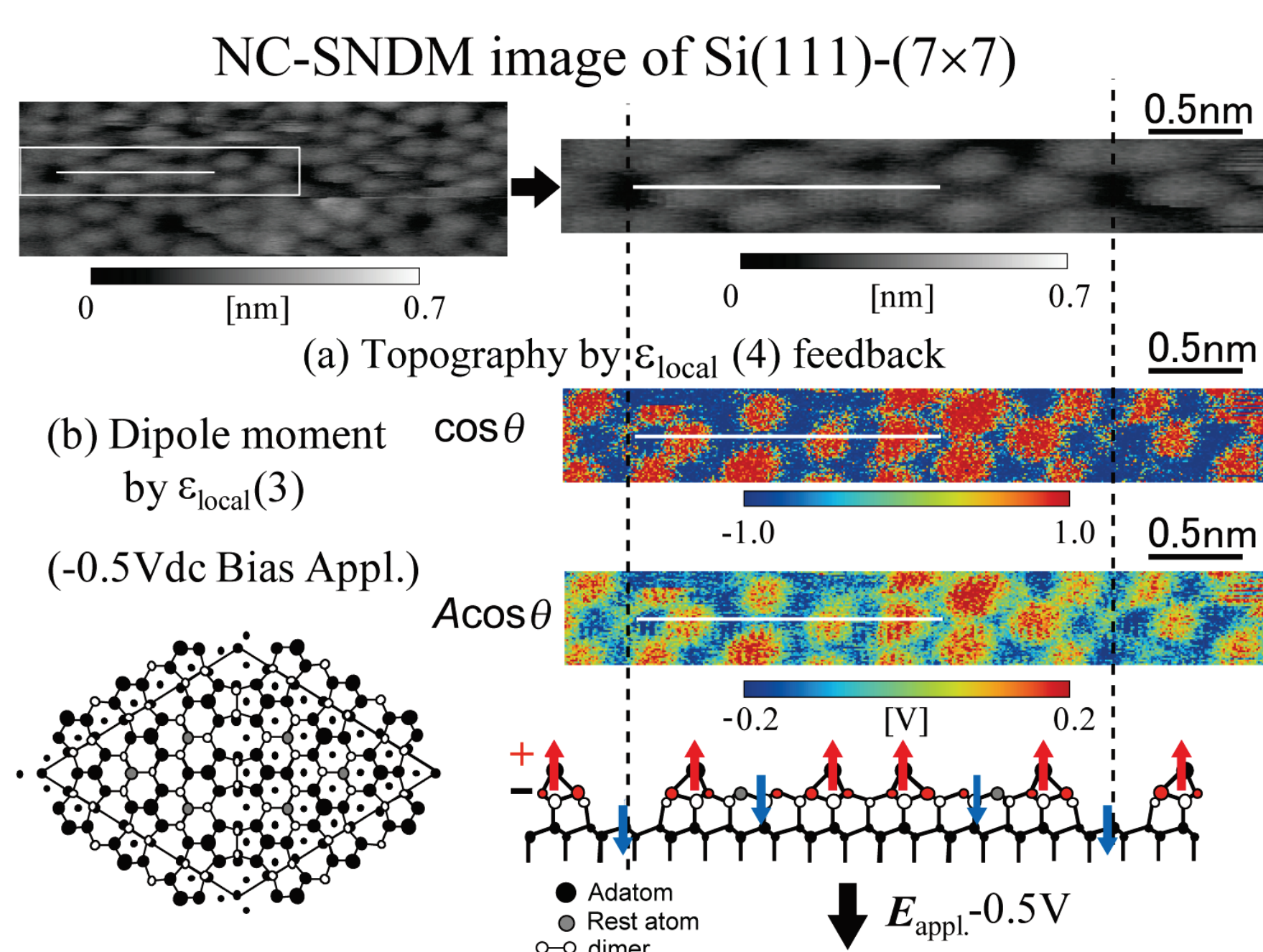
- 原子分解能を持つSNDMを開発し、極超高真空下におけるSi(111)-(7×7)再構成表面の原子構造の形状像と双極子モーメント像の非接触同時観察に成功している。
- その他、フラーレンの内部構造の可視化やGaAs, InP, SrTiO₃, TiO₂の原子構造の可視化に成功。
- 表面に異種元素が吸着した系の双極子モーメント分布の観察も可能である。



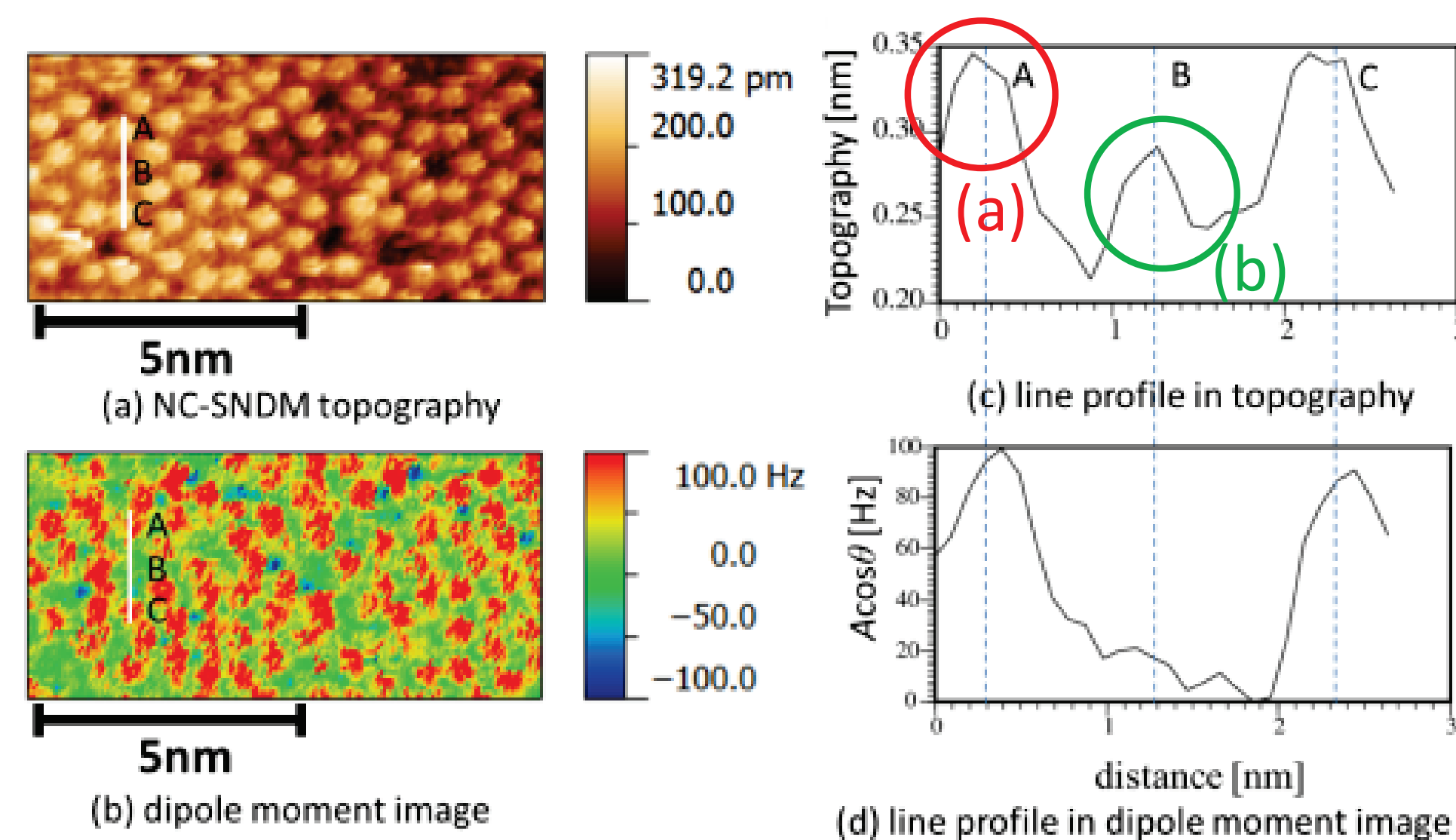
極超高真空非接触SNDM



ルチル TiO₂ 表面原子構造

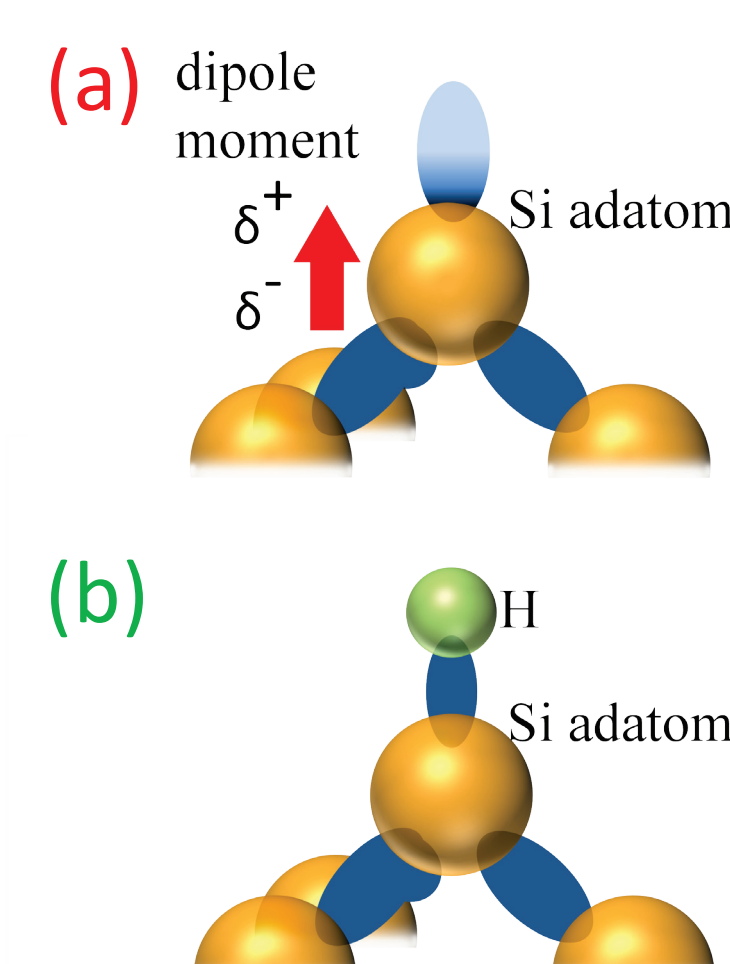


Si(111)-(7×7)原子構造のSNDM像



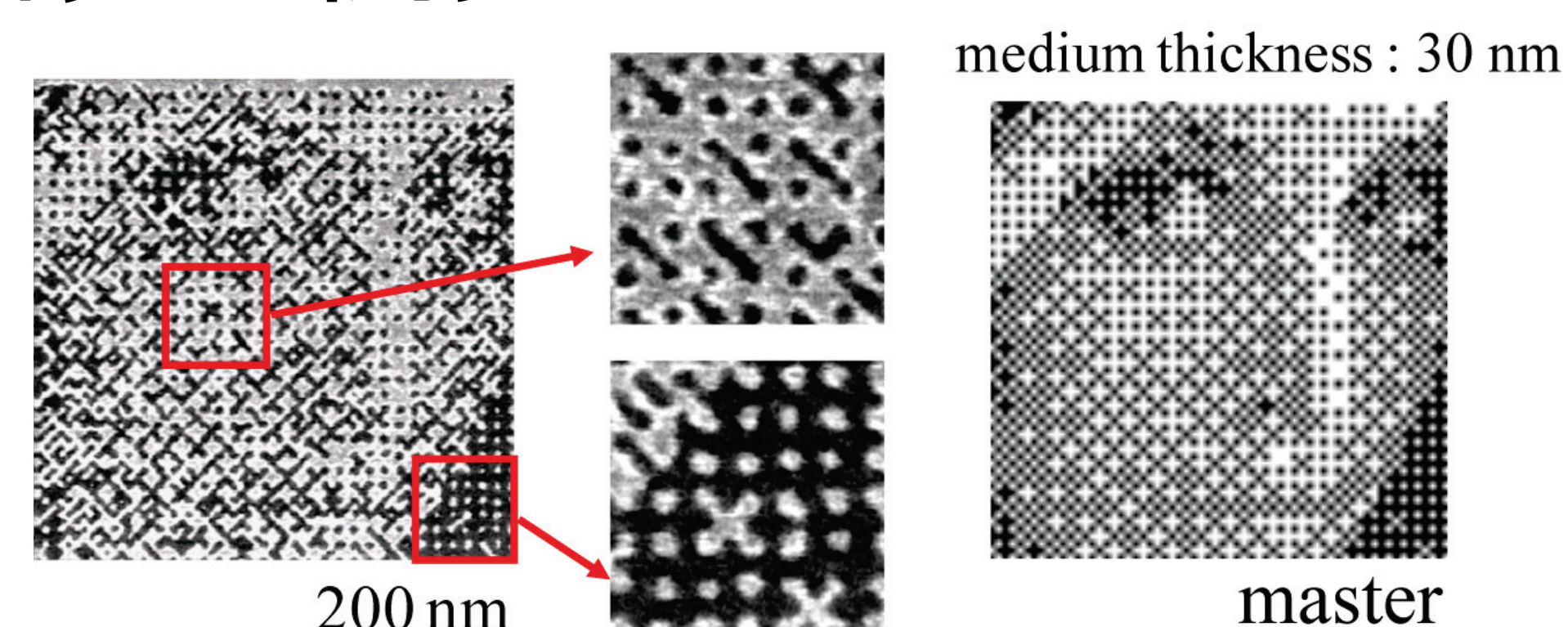
(a) bare adatom / (b) Hydrogen-adsorbed adatom

水素原子を吸着したSi(111)表面のSNDM像



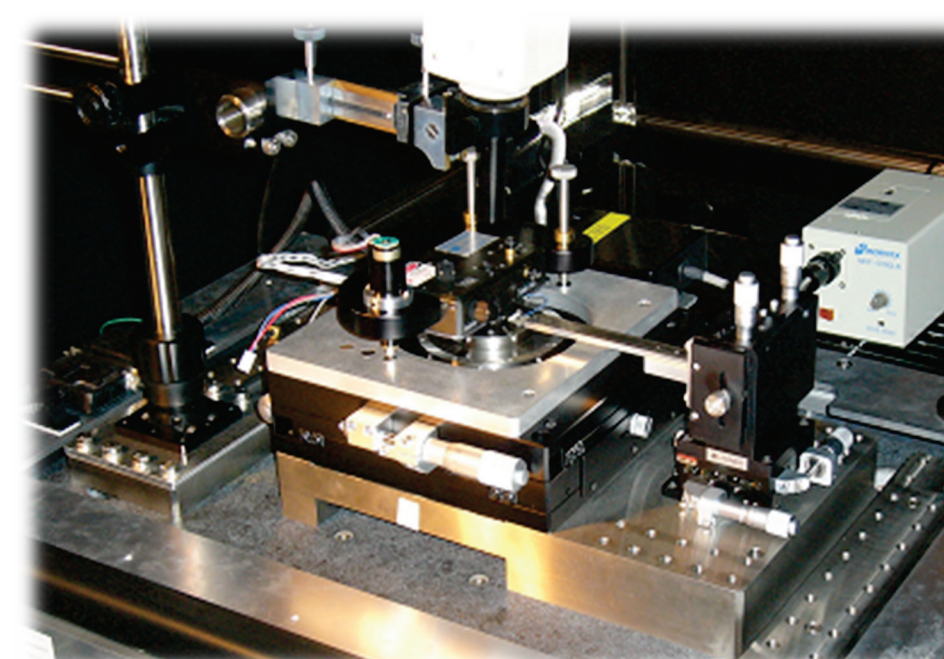
4. 強誘電体プローブデータストレージの研究・開発

- 強誘電体のドメイン壁は数単位格子と強磁性体に比べて非常に薄い。
- 読取・書込装置としてSNDMを用いることで現在の磁気記録ハードディスクドライブ等の記録密度を凌駕する可能性がある。
- 強誘電体(LiTaO₃)単結晶媒体を用いて既に直径3nmのエリアの分極反転領域を作製している。
- 4Tbit/inch²での実データ記録にも成功。
- 強誘電体の分極反転は500psのパルスに回答することが確認されておりGbpsオーダの記録転送速度を実現する可能性がある。
- 現在は、大径薄膜記録媒体の開発や回転記録ディスク方式によるシングル・トラック記録再生、ならびにその高速化の研究を行っている。

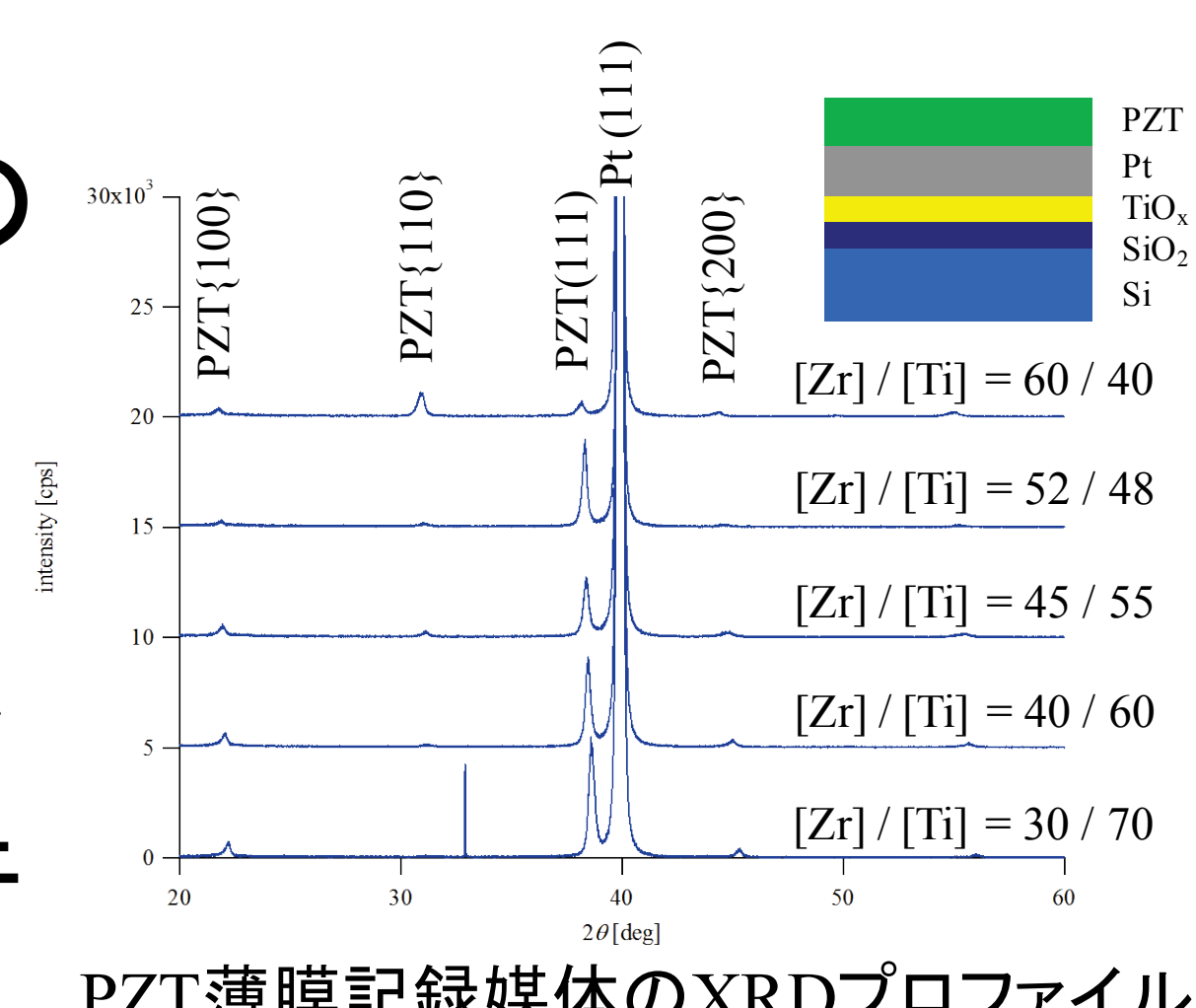


Bit spacing: 12.8 nm → 4 Tbit/inch²

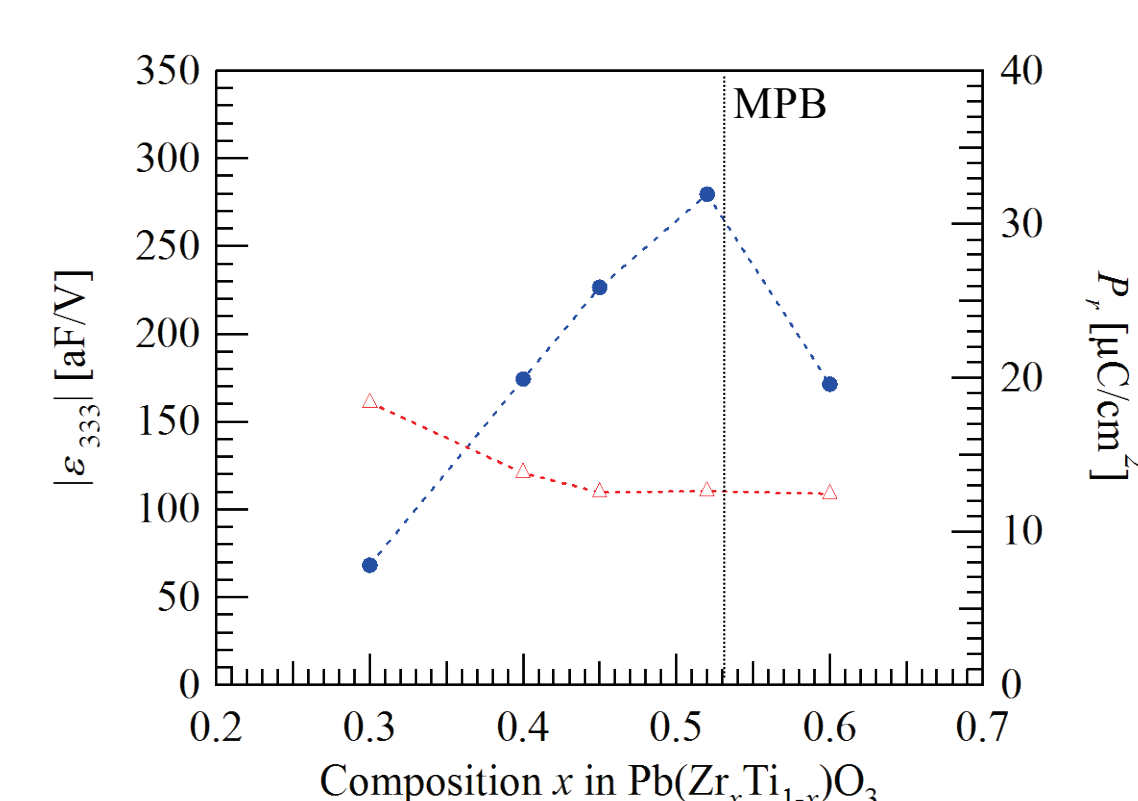
4Tbit/inch²での実データ記録



開発中のHDD型強誘電体記録装置



PZT薄膜記録媒体のXRDプロファイル



非線形誘電率の組成依存性

薄膜強誘電体記録媒体の開発