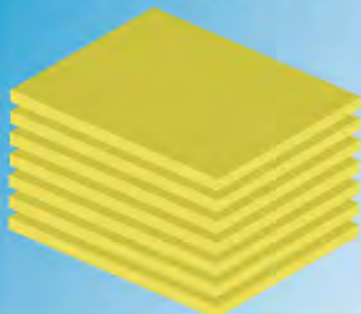


ナノシートの組成・構造の精密制御

トップダウン的合成の利点を活用

層状化合物の精密なデザイン → ソフト化学的に単層剥離

層状ホスト化合物



サイトエンジニアリング

同形置換、ドーピング...

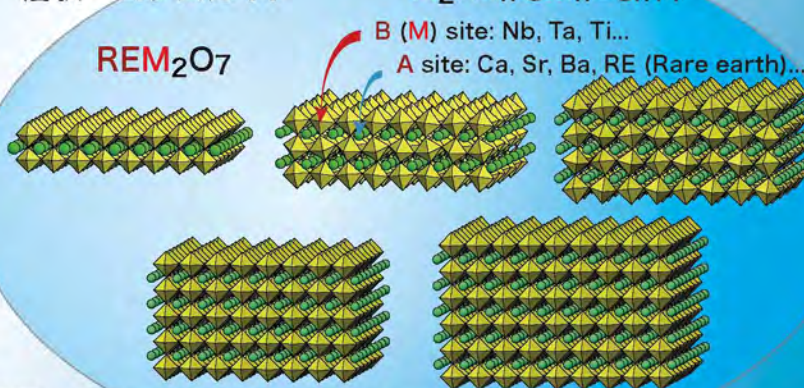
層状チタン酸化物



強磁性

柔軟なドーピング; ドーピングレベル、共置換...

層状ペロブスカイト



基本的にセラミックスの一般的な合成法を適用可

多大な蓄積あり

固相合成
均一沈殿法
...

組成・構造の高い柔軟性

0.4 nm (NbO₆ 八面体の高さ)単位での厚みのコントロール

誘電性/強誘電性、光触媒性、蛍光特性...

ナノシート精密集積化技術

無機ナノシート: 電荷を帯びた2次元結晶コロイド

液相プロセスによりナノレベルで集積化可能

・レイヤーバイレイヤー累積

ナノシートの厚み単位で構造構築、制御

・多様な物質と接合・複合化

多様なナノ高次構造の構築

ビルディングブロック

ナノシート



+

金属錯体 クラスタ



ナノシート(反対電荷)



静電的自己組織化法

ラングミュア・プロジェクト膜法



洗浄用ピーカー
ナノシートコロイド溶液
カチオン性ポリマー溶液
基板

+超音波処理



転写圧力最適化
+親水化処理

「ウェットプロセス・ナノテクノロジー」へ

Chem. Mater. 15, 807 (2003)
Chem. Mater. 17, 1352 (2005)
J. Am. Chem. Soc. 129, 8000 (2007)
Langmuir 19, 9534 (2003)
J. Phys. Chem. B 108, 4283 (2004)

ナノシート精密集積化技術

無機ナノシート：電荷を帯びた2次元結晶コロイド
液相プロセスによりナノレベルで集積化可能

● **レイヤーバイレイヤー累積**

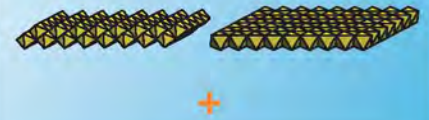
ナノシートの厚み単位で構造構築、制御

● **多様な物質と接合・複合化**

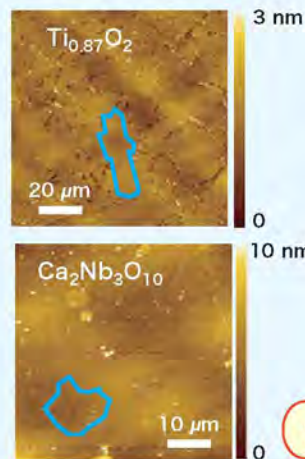
多様なナノ高次構造の構築

ビルディングブロック

ナノシート



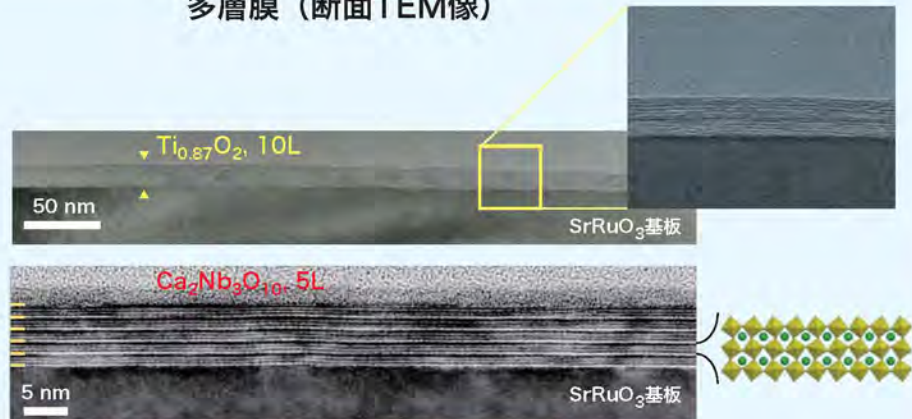
単層膜 (AFM像)



LbL累積



多層膜 (断面TEM像)



ナノシートの稠密配列 + 高い積層構造秩序 を実現

ACS Nano, 3, 1097 (2009)
 ACS Nano, 4, 5225 (2010)

人工格子デザインによる機能開発

人工格子構築技術

「原子層」のレイヤーバイレイヤー累積

Build your own superlattice
 Quus Rijnders and Dave H. A. Blom

Artificial materials made from oxide building blocks turn out to be excellent ferroelectrics. This shows that materials with specific properties can be designed by atomic-scale tailoring of their composition.

Ferroelectric oxides are used in a wide range of applications—random-access memories in computers, accelerometers in airbags or inkjet printers, telecommunication signal-processing devices and high-frequency devices for ultrasonic medical imaging, to name just a few. Predictions that the performance of a ferroelectric oxide can be significantly improved by combining it with other oxides in a carefully tailored lattice have now been borne out by experiment. On page 395 of this issue, Lee et al. show that such a ‘superlattice’ has a 50% enhancement in ferroelectric polarization compared with hafnium titanate, its only ferroelectric material, when a voltage is applied across a perovskite material, it undergoes a mechanical distortion in response and vice versa. A potential application of ferroelectric materials lies in ultra-high-density memory devices, produced by controlling the ferroelectric domains at the nanometric scale. Such storage devices would be non-volatile (and so able to retain the stored data for long periods of time without any power supply) and have short ‘write-up’ times. Most materials used for ferroelectric devices are perovskites—oxides with a structure like that of the natural mineral



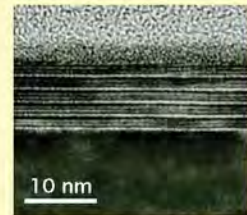
Figure 1 Building regulations—a large version of the superlattice structure shown in Fig. 1d (page 395). The lattice consists of the substrate, including the buffer, electrode, and the Laga wall is made of layers of three different ferroelectric oxides, BaTiO3, SrTiO3 and CaTiO3 (blue). Lee et al. demonstrate that an artificial material with ferroelectric properties can be constructed by using these three perovskite building blocks.

Nature, 433, 396 (2005)

溶液プロセスによるレイヤーバイレイヤー累積

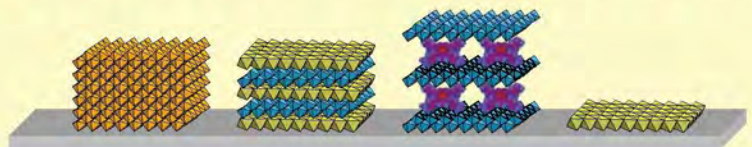


LbL 自己組織化
 LB 法
 新手法?
 →
 精密累積



ナノシート
 多層膜
 (Ca2Nb3O10)5
 基板

格子エンジニアリング 2D 機能性ナノシート：ビルディングブロック



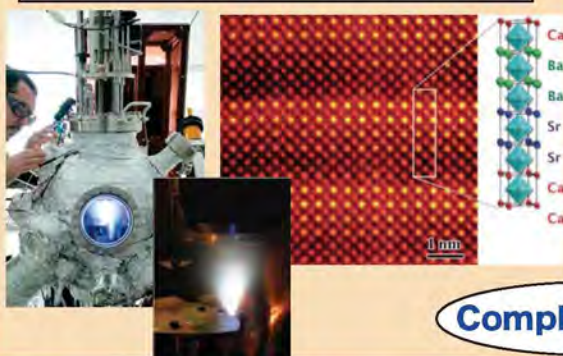
ウェットプロセス・ナノテクノロジー

- ナノ高次構造の精密構築能力
- 簡便、低コスト、低環境負荷
- 多彩な複合化が可能 有機～無機

- High-k 誘電体ナノ薄膜
- スピンエレクトロニクスデバイス
- 光電変換素子
- スーパーキャパシター / Li イオン電池

ビームエピタキシー

PLD, MBE...



Complementary