

情報収集から見えてきた原子層プロセス(ALP) 技術開発への取り組み

2021年度かけはしテーマ

「データサイエンスを活用した原子層プロセス(ALP)技術開発への取り組み」

物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点(MANA)

生田目 俊秀

目的及び具体的な調査方法

目的

AI、IoT及び5Gの電子デバイスは多種多様な装置を用いて作製されている。全ての装置のプロセスデータを収集する事が望ましいが、ここでは、ホットな原子層プロセス（ALP）の中で、原子レベルでの成膜（**原子層堆積法：ALD**）に着目して、有効なプロセスデータの収集法について検討した。

調査方法

1. 国内外の学会/研究会より**ALDの情報収集**
NIMS、産総研及び東大の3機関が各々の強みを活かした連携
2. 産総研/NIMS間のウエハ横断による**強誘電体キャパシタを作製**
プロセスフロー、レシピ、データの関連性

3機関の連携体制(特色と調査項目)



国立研究開発法人産業技術総合研究所
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

産総研

森田 行則 研究グループ長
太田 裕之 研究グループ長
有本 宏 コーディネーター
女屋 崇 協力研究者

東京大学

霜垣 幸浩 教授
百瀬 健 講師
出浦 桃子 助教

ALDと電子デバイス
との関連性

原子層堆積のメカニズム



NIMS

生田目 俊秀 GL
佐藤 宗英 主幹研究員
吉川 英樹 副センター長

ALD成膜から学んだ
必要なデータ収集方法

原子層プロセス(ALP)とは？

原子層堆積法：ALD

(a) 吸着

(b) パージ

(c) 反応

(d) パージ

原料ガス

酸化剤ガス

1原子層成膜

1サイクル

原子層エッチング：ALE

エッチング種

プラズマガス

1原子層除去

1サイクル

原子層プロセス
ALP

1原子層毎の成膜/
除去できる。

国内外の学会 & 研究会の動向調査

6月 ALD/ALE国際ワークショップ
6月 VLSI2021
8月 CVD反応分科会
9月 2021秋季応物
10月 MNC2021
11月 IWDTF2021(ALP session)
12月 SISC2021
12月 IEDM2021
1月 第27回EDIT研究会
2月 学振R025委員会



ALDの選択成長

- ・原料の吸着
- ・下地材料（レジスト）

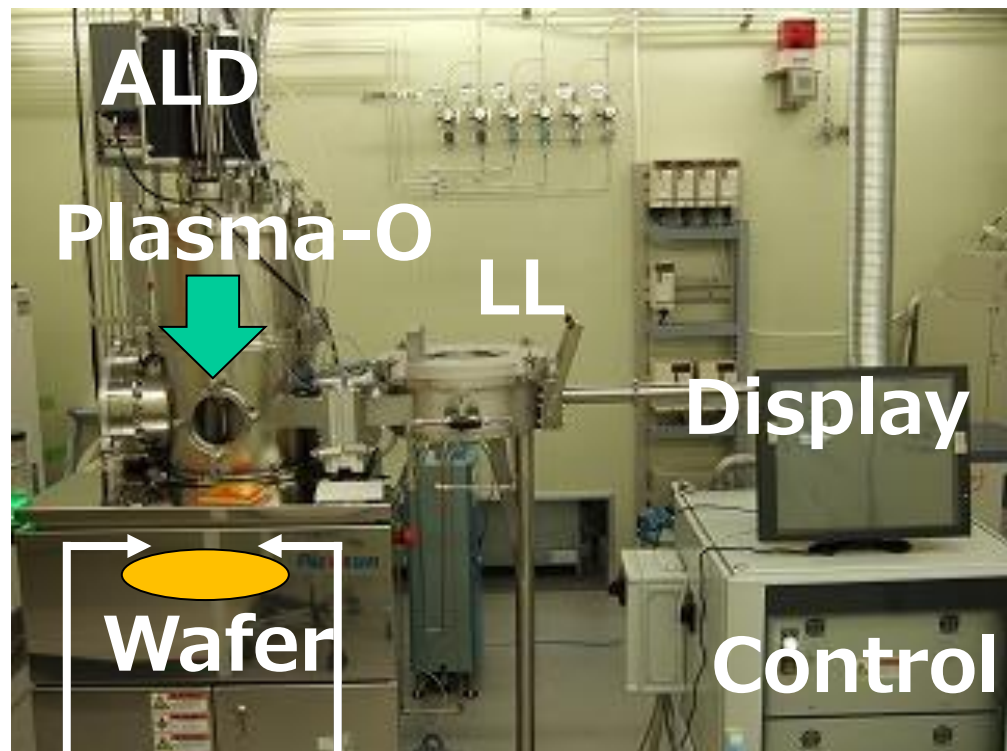
ALDで作製した絶縁膜を用いた電子デバイスの作製とその電気特性

- ・メモリー
- ・トランジスタ
- ・強誘電体材料
- ・酸化物TFT

データ及びレシピデータを活用したALD成膜及び電子デバイスの作製に関する内容は見あたらなかった。

ALD装置のパラメーター

ALD装置の写真 (NIMS)



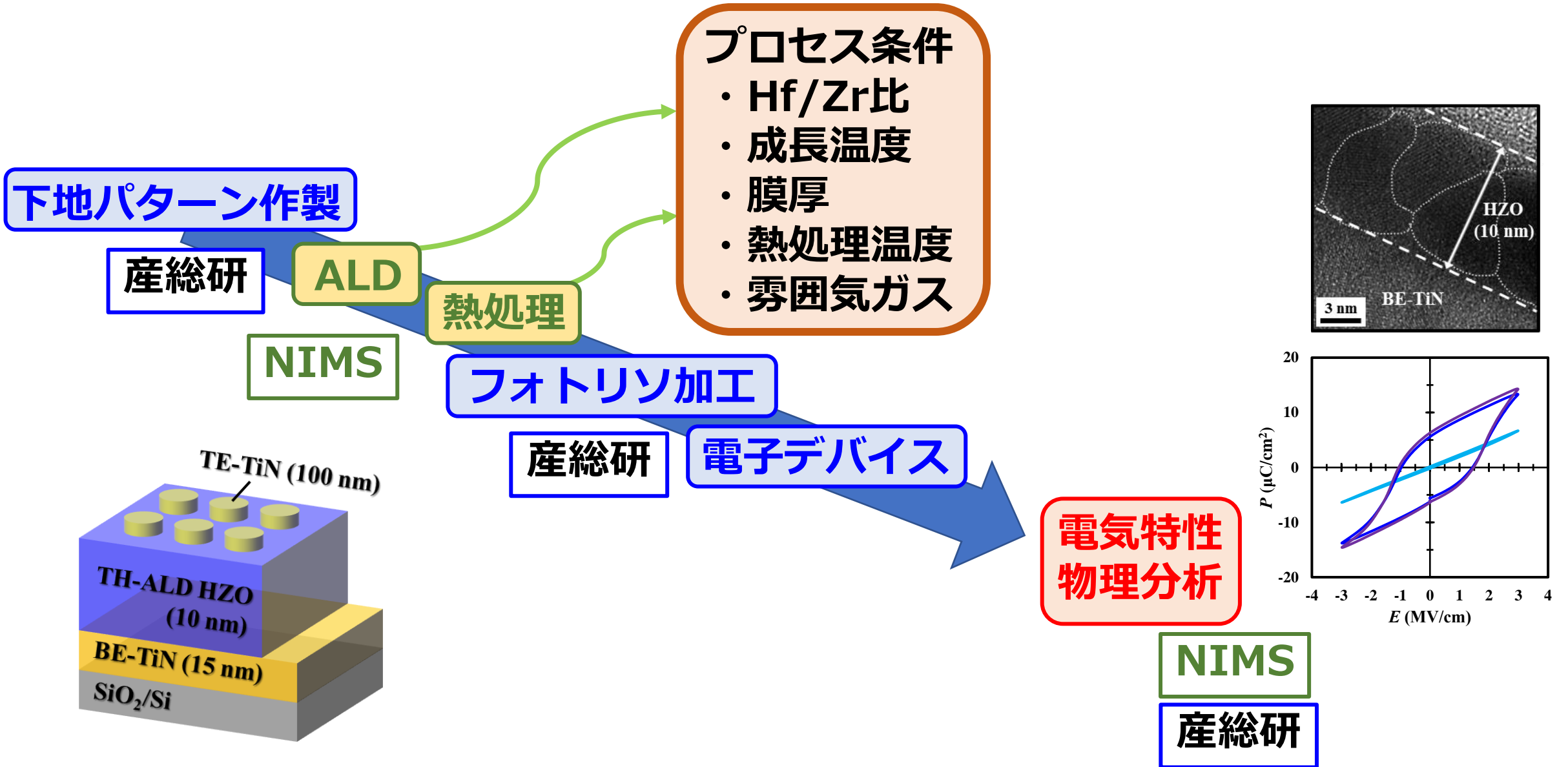
1ALDでの1ファイル

- ファイル名 (年月日時間)
- プロセス時間
- 成長温度 (設定温度)
- 圧力 (プロセス時)
- 6導入ガス (プロセス時)
- 3原料温度 (設定温度)
- H₂O温度 (設定温度)
- プラズマ (ガス種、パワー)
- パルス供給時間 (全原料、H₂O、プラズマ)
- パージガス (供給時間)
- ステップ (A/B/Cラミネート)
- サイクル数

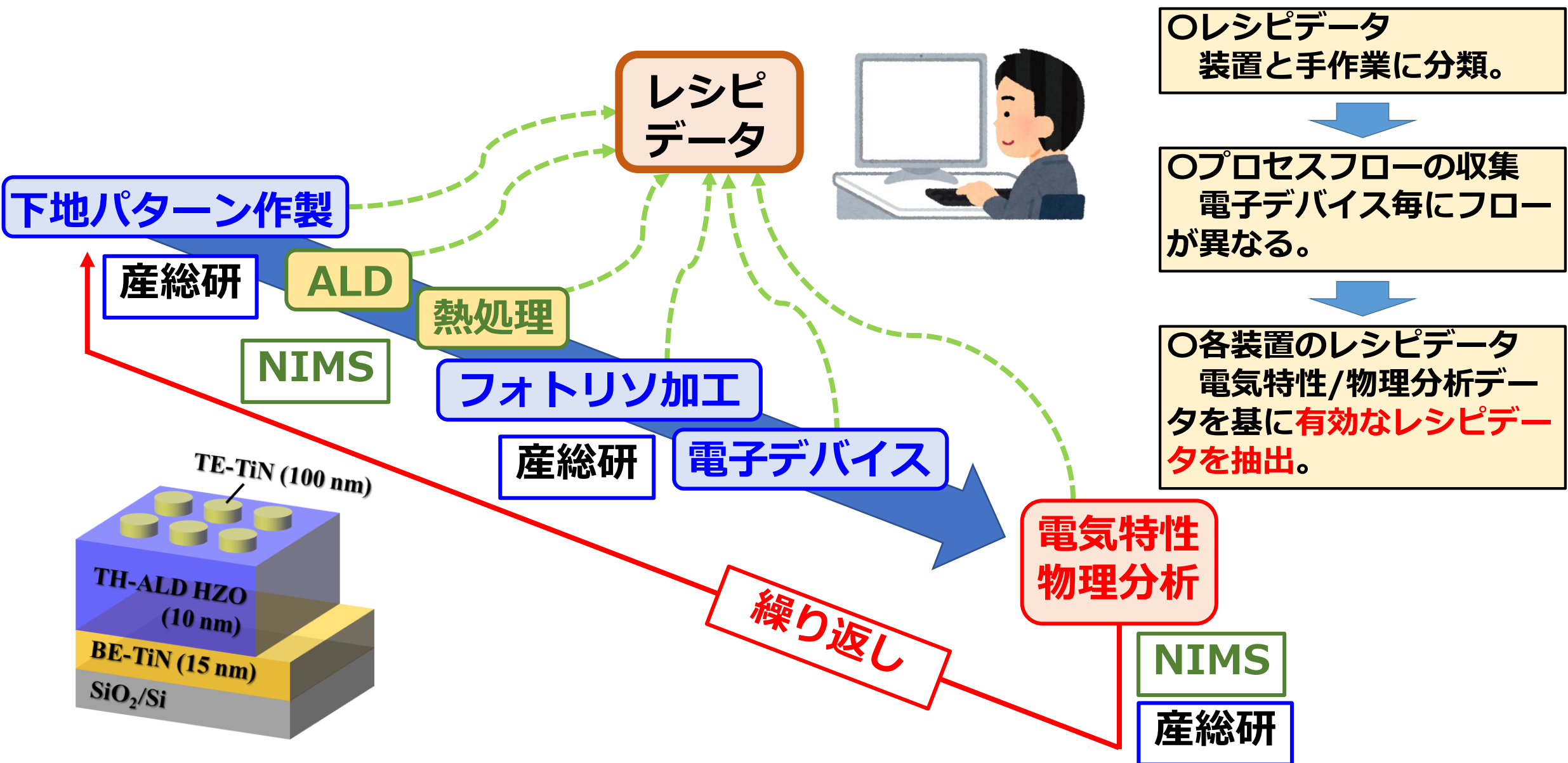
原料

H₂O

実施した産総研/NIMSの強誘電体キャパシタの作製フロー



電気特性/物理分析データに基づいた有効な情報収集



連携での利点と産物

コロナ下でも、距離の近い産総研/NIMS間で、ウエハ横断による強誘電体キャパシタの作製と電気特性評価までできて、対面議論により、特許出願まで繋がった事。

- 特許出願：1件**
産総研/NIMS共同出願
「強誘電体キャパシタ」特願2022-092987
(令和4年6月8日)
- Journal投稿：2件
- Proceeding：3件
- 学会発表：10件
- 令和4年度の共同研究：3件（外部資金有）

まとめと今後の方針

まとめ

学会ネタになりずらいためか、ALDレシピデータを利用した発表は見当たらなかった。

ALD単独装置からのレシピデータを収集するだけでなく、電子デバイスプロセスで、しかも電気特性/物理分析結果を踏まえた**有効なレシピデータの収集が理想的**である。

今後の方針

今回の結果を踏まえて、ALPコミュニティを拡大して研究開発を強かに推進するために、構成メンバーを変えて、**R4年度TIAさきがけ「先端原子層プロセス (ALP)の再定義と拡張のための連携および調査」**へ応募して採択され、スタートした。