

「無鉛圧電セラミックスの開発動向2008」 -第3次無鉛圧電セラミックスブームの中間？総括-

楠本 慶二
主任研究員

サステナブル・マテリアル研究部門
独立行政法人 産業技術総合研究所(AIST)

注)本稿は2008年日本セラミックス協会秋季シンポジウムでの依頼講演の原稿を元にして、その後、改題及び質疑を追加したものである。講演者の勝手な予想も入っている事に注意されたし。

< 背景 >

自然環境の保護意識の高まりにともない、
家電製品に鉛などの有害物質を使用しない方向

従来の鉛系圧電セラミックスPZTは無害であるが、
企業間の競争から
鉛を含まず**実用性の高い圧電セラミック材料**の
開発が望まれている。

2000年頃から研究機運が盛り上がり、
すでに8年経過。

講演キーワード> 研究中断 蛍光体 依頼 全般的最新動向

< 主要な無鉛圧電セラミックス >

研究のトレンド

材料	特徴
(Bi _{0.5} Na _{0.5})TiO ₃ (Bi _{0.5} Na _{0.5})TiO ₃ -BaTiO ₃ - (Bi _{0.5} K _{0.5})TiO ₃	無鉛としては中 d ₃₃ 、中コスト、超音波振動子で実用化済 高 d ₃₃
Bi層状系、タングステンブロンズ系 Bi ₄ Ti ₃ O ₁₂ , Ba ₂ NaNb ₅ O ₁₅	高 Q _m 、圧電振動子向き？
KNbO ₃ and NaNbO ₃ KNbO ₃ -NaNbO ₃ -NaNbO ₃ -LiNbO ₃	高 d ₃₃ 、高コスト、厚膜アクチュエータ向き
NaNbO ₃ -BaTiO ₃	中 d ₃₃ 、高コスト、Kフリー
BaTiO ₃ -based BaTiO ₃ -(Bi _{0.5} Na _{0.5})TiO ₃	低コスト、耐熱性に難 低コスト、良好な耐熱性

講演キーワード> 主要成分紹介

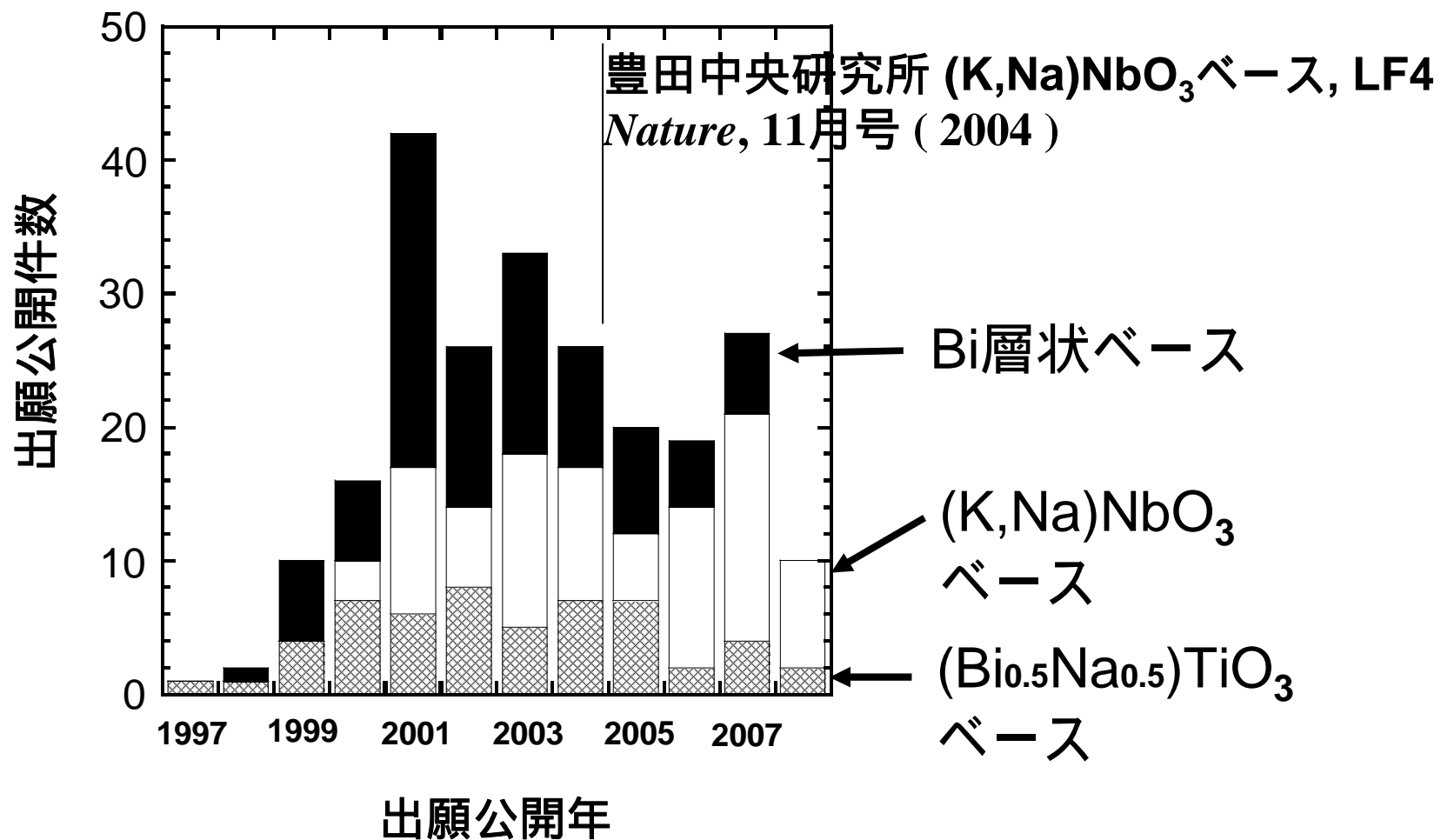


図 日本の公開特許件数の推移と材料

出願数220以上。研究は2000-2004年頃がピークで最近は減少傾向

< BNTベース > バルク、アクチュエータ向き

NEC-Tokin	16件
TDK	15
日本特殊陶業	3
松下電器産業	3

< Bi層状化合物 > リゾネータ向き

村田製作所	21件
京セラ	19
TDK	11
松下電器産業	7
NEC-Tokin	4

< Nb酸ベース > 厚膜、アクチュエータ向き

豊田中央研究所・デンソー	19件
京セラ	13
TDK	13
セイコーエプソン	9
松下電器産業	6
日立電線	6

< 2007, 2008年 出願公開企業 >

- 日本ガイシ
- 細川ミクロン
- 太平洋セメント
- 京セラ
- 東光
- 日本特殊陶業
- デンソー
- 日立電線
- 富士フイルム
- セイコーエプソン

→ 厚膜、ニオブ酸ベース
インクジェット用？

最近は
電子部品メーカーから、
最終製品メーカーに研究主体がシフト

最終製品メーカーが研究
実用化に近づく？

表. 材料別の主要企業出願数の累計、最近の傾向

< 無鉛圧電セラミック製素子に関する報道とその後 >

2004年 10月 TDK、HPで鉛フリー積層セラミックレゾネータ(試作品)を紹介

現時点 (2008)で進展は不明

2006年 9月 本多電子、富士チタンと共同で無鉛圧電材料開発、商品化へ
2008年 2月 本多電子が本社工場増設、超音波機器材料を増産

ランジュバン型振動子(BNTベース)は実用化へ
欧州においてOEMで無鉛圧電素子製 超音波機器 発売?
欧州で無鉛化開始

2007年 10月 太陽誘電、非鉛系圧電セラミック小型モーターを開発

現状で進展は不明

2008年 5月 プリンターヘッド、鉛を含まず・東工大など世界初開発。
コニカミノルタと共同で3年以内(2011年?)に実用化目指す

現状?

講演キーワード> 企業は4年先を見込んで研究。報道が他の企業を刺激することは事実。
無鉛ブームは中だるみ状態か



図 無鉛圧電セラミック素子搭載 超音波洗浄器
($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3$)ベース

講演キーワード> 非売品 謹呈 いつ発売? 準備中?

< 日本の主要な大学、研究機関の状況 2008 >
(圧電用途に限定)

東京理科大学	> BNT, KNN, Bi層状系
東京工業大学	> KNN, BaTiO ₃
東京大学	> BNT
山梨大学	> BaTiO ₃
名古屋工業大学	> KNN, NaNbO ₃
物質・材料研究機構	> (おそらく)研究していない
産総研 (AIST)	> (おそらく)研究していない

現在、鉛系圧電材料を研究している大学は少数。
一方、企業は鉛系圧電素子の開発も継続中。

< これから活躍する鉛系圧電素子 >

「**コモンレール型クリーンディーゼル車**」用 ピエゾインジェクタ

2005年6月～ デンソー・トヨタ自動車「アベンシス」

欧州で発売（累計20万台販売？）

2006年9月～ ドイツ ボッシュ社

「メルセデスベンツ E320CDI(日本で発売中)」など

6社の自動車へ搭載予定

ディーゼル車は、ガソリン車よりも排出CO₂量 30%減

「ディーゼル+モーター ハイブリッド車」 70%減（メルセデス・ベンツHPより）



2008年の圧電素子関係の新聞記事(日刊工業新聞)

2008/1/17 圧電アクチュエータ増産、来年度、月500万個体制、NECトーキン

携帯電話向け拡大対応

2008/2/7 需要広がる圧電デバイス、携帯・プリンターなど高・多機能化で採用増、

既存品から置き換え進む。

2008/7/24 圧電アクチュエーター アルプス電気が最小型10月出荷

携帯電話カメラ、**ブルーレイディスクドライブのレンズ駆動用。**

< 講演者がこれまでに研究した
無鉛圧電セラミックス >

$(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3\text{-SrTiO}_3$ 系 (2001-2003)

特徴 > 鉛フリー

$\text{KNbO}_3\text{-NaNbO}_3\text{-LiNbO}_3\text{-SrTiO}_3$ 系 (2005)

特徴 > ビスマスフリー

$\text{NaNbO}_3\text{-LiNbO}_3\text{-SrTiO}_3$ 系 (2006)

特徴 > カリウムフリー

$\text{BaTiO}_3\text{-(Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ 系 (2007)

特徴 > 低コスト BaTiO_3 が主体, $T_c=200$

講演キーワード > 大学研究との差別化 企業の観点から研究
大学の基礎研究(ドメインエンジニアリング、欠陥制御、添加物)の進展
組み合わせれば特性アップの可能性大 再評価期待。

< 無鉛圧電セラミック製素子に関する予想 >

ランジュバン型振動子の次は、インクジェット プリンターヘッド部品？
ニオブ酸セラミックベースの厚膜アクチュエータ？
実現時期 2011年頃？

超音波振動子で無鉛圧電振動子が一般化するか？

普及 他メーカーも製品化し一定の割合で普及。
OEMで欧州のメーカーから一斉発売

普及しない 一部のメーカーにとどまる？

共振子(リゾネータ)

無理？？？特性追求の結果として無鉛化？

報講演キーワード> インクジェットメーカー 自社の論理で開発が多い

超音波振動子 消耗激しい 頻繁に交換
欧州 文化 有害物質排除 好評



< 無鉛圧電材料に関する課題と希望 >

< 中間総括 >

第三次無鉛圧電セラミックスブームの到来と進展

(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃系の一部実用化、
Nb酸系圧電セラミックス研究の著しい進展

< 今後の課題、期待 >

革新的新規材料系の発見

BaTiO₃, PZT等々に代表される革新的化合物の発見
に期待。

講演キーワード> 新しい鉄系超伝導体(鉄-セレン系)

< 講演後の質疑応答 >

質問 > なぜ無鉛圧電セラミックスの研究を中断したのか？

回答 > 主要な材料に対して一通り工業的な観点(-40 から150 程度まで使える材料)から開発を行ってきた。これ以上の特性アップは、自分の能力、設備では困難と判断。最近、大学で研究されている粒子の微細化、エンジニアードドメインなどの技術を組み合わせると一層の特性アップが図れると思うが、それは企業でやる仕事かと思っている。

質問 > BT,PZTに続く革新的な材料のメドはあるのか。

回答 > 京都大で研究している高温、高圧中でしか合成できない BiVO_3 ?などのペロブスカイトが常圧で焼けるようになったら可能性があるかも。

BiVO_3 ?単独ではなく、最初から他の組成(例> BiFeO_3)と組み合わせることによって常圧で焼けるかもしれない。これらの基礎研究は大学で気長に行なってもらい、有望な材料が発見されたら、その後、便乗して無鉛圧電材料を再開するかもしれない。

ご静聴、ありがとうございました。

憲章

「社会の中で、社会のために」

独立行政法人産業技術総合研究所（AIST）