

|      |       |
|------|-------|
| 課題番号 | GR026 |
|------|-------|

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成22年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| 研究課題名          | 強誘電体を用いた革新的太陽電池の創製    |
| 研究機関・<br>部局・職名 | 東京大学・先端科学技術研究センター・准教授 |
| 氏名             | 野口 祐二                 |

1. 当該年度の研究目的

本研究の最終目標は、強誘電体を用いて革新的な新太陽電池を開発することである。欠陥制御によりドメイン構造を設計することで、優れた機能を持つ新太陽電池を開発する。

本研究を遂行するには、強誘電体のドメイン構造を高分解能・高感度で観察する技術が必須となる。加えて、新太陽電池用の強誘電体には、大きな自発分極を持つこと、およびドメイン構造制御が可能であることが求められる。当該年度の研究目的は、強誘電体ドメイン構造の高分解能・高感度観測技術の開発、および強誘電体の新材料探索である。

2. 研究の実施状況

強誘電体ドメイン構造の高分解能・高感度観測技術の開発を目的として、従来の圧電応答顕微鏡の高分解能化・高感度化を試みた。従来技術では、導電性カンチレバーに比較的低周波数(～10kHz)の交流電圧を印加して、試料の圧電応答を探針先端の変位として検知することにより、強誘電性自発分極についての情報を得ていた。この測定において、解析に十分な圧電応答信号を得るには、試料に～10Vの高い電圧を印加する必要があった。このため、測定分解能が500nm程度にとどまっていた。

本研究では、カンチレバーの共振を利用した圧電信号の増幅を試みた。測定周波数として、従来(～10kHz)よりも高い周波数(～500kHz)の交流電圧を印加することにより、カンチレバーの共振を誘起して、圧電信号の増幅を試みた。その結果、約100-200倍の圧電信号の増幅に成功した。この結果、0.1V程度の低電圧で圧電応答信号の検出が可能となり、従来よりも高い空間分解能でドメイン構造を観察することに成功した(図1)。

強誘電体の新材料の探索を目的として、バンドギャップが比較的小さいBiFeO<sub>3</sub>系を対象とした物質探索を行った。構造相境界におけるドメイン構造制御の観点から材料を設計することにより、新物質である鉄酸ビスマス-チタン酸ビスマスカリウム固溶体BiFeO<sub>3</sub>-(Bi<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>を開発した。

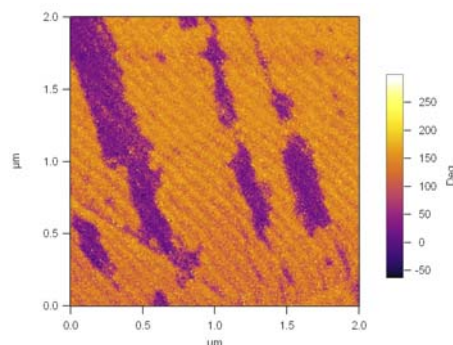


図1 Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>結晶のドメイン構造  
(共振圧電応答を観測)

様式19 別紙1

3. 研究発表等

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <p>雑誌論文<br/>計1件</p>              | <p>(掲載済み一査読有り) 計1件<br/>1. Akifumi Morishita, Yuuki Kitanaka, Makoto Izumi, Yuji Noguchi, and Masaru Miyayama, “Enhanced piezoelectric properties in <math>(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{TiO}_3-(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3</math> ferroelectric single crystals” <i>Journal of Applied Dielectrics</i>, 1[1] 63-69 (2011).<br/><br/>(掲載済み一査読無し) 計0件<br/><br/>(未掲載) 計0件</p> |
| <p>会議発表<br/>計2件</p>              | <p>専門家向け 計2件<br/>1. 高圧酸素下溶液引き上げ法による Bi 系強誘電体単結晶の高品質化と圧電特性評価<br/>北中佑樹、野口祐二、宮山勝<br/>日本セラミックス協会 2011 年年会 1A32 2011.3<br/>2. <math>(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3</math> 強誘電体単結晶における白金不純物の低減と高品質化<br/>矢内剣、北中佑樹、野口祐二、宮山勝<br/>日本セラミックス協会 2011 年年会 2P24 2011.3<br/><br/>一般向け 計0件</p>  |
| <p>図書<br/>計0件</p>                |  |
| <p>産業財産権<br/>出願・取得状況<br/>計0件</p> | <p>(取得済み) 計0件<br/><br/>(出願中) 計0件</p>   |
| <p>Webページ<br/>(URL)</p>          | <p><a href="http://www.crm.rcast.u-tokyo.ac.jp/">http://www.crm.rcast.u-tokyo.ac.jp/</a></p>   |
| <p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>          | <p>標題: 電気を蓄え利用する材料: 強誘電体と電池材料、実施日: 2011 年 6 月 3 日~4 日(予定)、場所: 東京大学先端科学技術研究センター、対象者: 一般参加者向け、参加人数: 未定、内容: 機械エネルギーと電気エネルギーの高効率変換を可能とする強誘電体と、電気を蓄える電池材料の仕組みを知って、実際のどのように使われているのかを、模型を使って実際に体験する。</p>  |
| <p>新聞・一般雑誌等掲載<br/>計0件</p>        | <p>なし</p>  |
| <p>その他</p>                       | <p>なし</p>  |

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成22年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

## 1. 助成金の受領状況(累計) (単位:円)

|      | ①交付決定額      | ②既受領額<br>(前年度迄の<br>累計) | ③当該年度受<br>領額 | ④(=①-②-<br>③)未受領額 |
|------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|
| 直接経費 | 138,000,000 | 0                      | 82,000,000   | 56,000,000        |
| 間接経費 | 41,400,000  | 0                      | 24,600,000   | 16,800,000        |
| 合計   | 179,400,000 | 0                      | 106,600,000  | 72,800,000        |

## 2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

|      | ①前年度未執<br>行額 | ②当該年度受<br>領額 | ③当該年度受<br>取利息等額<br>(未収利息を<br>除く) | ④(=①+②+<br>③)当該年度<br>合計収入 | ⑤当該年度<br>執行額 | ⑥(=④-⑤)<br>当該年度未執<br>行額 |
|------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|
| 直接経費 | 0            | 82,000,000   | 0                                | 82,000,000                | 1,461,410    | 80,538,590              |
| 間接経費 | 0            | 24,600,000   | 0                                | 24,600,000                | 0            | 24,600,000              |
| 合計   | 0            | 106,600,000  | 0                                | 106,600,000               | 1,461,410    | 105,138,590             |

## 3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

|         | 金額        | 備考                              |
|---------|-----------|---------------------------------|
| 物品費     | 1,384,950 | FRA内蔵PGSボード、高圧分解/反応容器DAB用過熱システム |
| 旅費      | 66,460    | 学会参加旅費(静岡大学)等                   |
| 謝金・人件費等 | 0         |                                 |
| その他     | 10,000    | 学会参加費                           |
| 直接経費計   | 1,461,410 |                                 |
| 間接経費計   | 0         |                                 |
| 合計      | 1,461,410 |                                 |

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

| 物品名                         | 仕様・型・性能<br>等               | 数量 | 単価<br>(単位:円) | 金額<br>(単位:円) | 納入<br>年月日 | 設置研究機関<br>名 |
|-----------------------------|----------------------------|----|--------------|--------------|-----------|-------------|
| FRA内蔵PGSボ<br>ード             | 北斗電工・VMP3<br>092-21/2      | 1  | 661,500      | 661,500      | 2011/3/23 | 東京大学        |
| 高圧分解/反応容<br>器DAB用過熱シ<br>ステム | アクタック・DAH-<br>406、BTC-3000 | 1  | 723,450      | 723,450      | 2011/3/29 | 東京大学        |
|                             |                            |    |              | 0            |           |             |