

**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24年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出
研究機関・ 部局・職名	大阪大学・産業科学研究所・教授
氏名	安藤陽一

### 1. 当該年度の研究目的

トポロジカル絶縁体は、内部は電気を通さない絶縁体なのに表面には低損失で電気が流れるという変わった物質で、その表面の特長を利用した革新的な情報処理デバイスの実現が期待されている。しかしこれまでに確認されたトポロジカル絶縁体は数が限られており、しかも多くの場合、これらの物質の単結晶はバルク絶縁性が低い。そのため、電流を流すと表面よりもバルクの方に多く流れてしまい、表面状態を調べる上での大きな障害となってきた。本課題の昨年度までの研究で、研究代表者らはバルク絶縁性の高い最初のトポロジカル絶縁体物質を発見してこの問題にブレークスルーをもたらし、さらに最近、表面伝導の割合がバルク伝導を上回る単結晶試料を世界で初めて実現した。本年度はこの成果を踏まえ、高いバルク絶縁性を確保しつつ表面電子移動度を向上する方法を探る。

また昨年度中に抵抗加熱型 MBE 法単結晶薄膜作製装置の立ち上げを終了し、 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  および  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  の薄膜成長を開始した。本年度は世界最高レベルの品質を持つ MBE 薄膜の成長を目指すとともに、その結果得られる試料について、極低温・強磁場中での輸送特性を精密に測定することによって、表面状態の量子性に伴う新奇現象を探索・解明する。さらにデバイス研究として、バルク単結晶を薄く劈開した薄片試料の上に強磁性体を微細加工したスピン流検出デバイスの試作・評価を進める。

上記の研究と並行して、トポロジカル絶縁体の親戚である「トポロジカル超伝導体」に関する先導的な研究も推進する。特にキャリアドーピングされたトポロジカル絶縁体である  $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$  で発現する新しいトポロジカル超伝導状態の詳しい性質の解明を目指す。

### 2. 研究の実施状況

- 1) 我々が発見したバルク絶縁性トポロジカル絶縁体物質において、微量の Sn ドープによってバルク絶縁性と表面電子移動度を同時に向上できることを明らかにした(論文 11)。
- 2) デバイス開発において重要になる高品質薄膜成長法の研究が大きく進展し、これまでで世界最高の特性を示す  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  薄膜の成長方法を開発した(論文 7)。
- 3) その高品質  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  薄膜を活用して、表面電気伝導の「トポロジカル保護」の実証に世界で初めて成功した(論文 9)。
- 4) バルク絶縁性の高いバルク単結晶試料の表面全体をイオン液体でゲート制御するという新しいコンセプトを実証し、キャリアの極製制御に成功した。(論文 8)。
- 5) トポロジカル超伝導体  $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$  における超流体密度を系統的に測定し、その超伝導状態のトポロジ

様式19 別紙1

カル性を支持する結果を得た(論文 3)。

- 6) 応用上有用な特性を示す新しいトポロジカル絶縁体を発見した(論文 2)。
- 7)  $\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}$  が新奇なトポロジカル超伝導体であることを発見した(論文 4)。この成果は Science 誌の Editors' Choice で紹介された。
- 8) 新しいタイプのトポロジカル物質である「トポロジカル結晶絶縁体」を世界で初めて発見し、論文が Nature Physics に掲載された(論文 6)。これはトポロジカル物質の概念を拡張する重要な成果である。この発見を受けて、設備を増強してこの物質の MBE 薄膜の成長実験を開始した。
- 9) 世界最高品質の  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  薄膜を実際にデバイスに活用するため、図1のような電界効果デバイスを試作して評価を進めた。
- 10) バルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体単結晶を数十 nm の薄さに劈開して図2のようなスピン流検出用ナノデバイスを作製し、スピン流検出に必要な条件の検討を進めた。

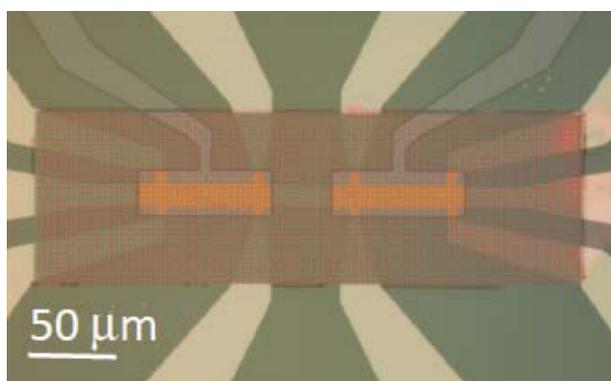


図1 MBE 薄膜を用いた電界効果デバイス

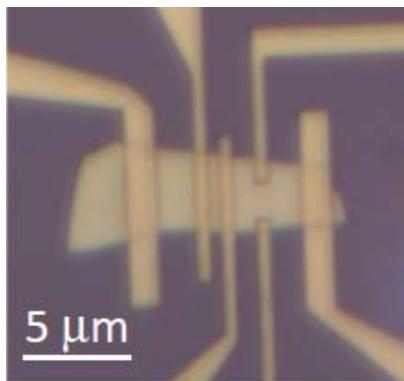


図2 スピン流検出用単結晶薄片ナノデバイス

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 12 件
計 12 件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Z. Ren, M. Kriener, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, and <u>Y. Ando</u>, Anomalous metallic state above the upper critical field of the conventional three-dimensional superconductor <math>\text{AgSnSe}_2</math> with strong intrinsic disorder, <b>Phys. Rev. B</b> <b>87</b>, 064512-(1-6) (2013).</li> <li>2. K. Nakayama, K. Eto, Y. Tanaka, T. Sato, S. Souma, T. Takahashi, K. Segawa, and <u>Yoichi Ando</u>, Manipulation of Topological States and the Bulk Band Gap Using Natural Heterostructures of a Topological Insulator, <b>Phys. Rev. Lett.</b> <b>109</b>, 236804-(1-5) (2012) .</li> <li>3. M. Kriener, K. Segawa, S. Sasaki, and <u>Y. Ando</u>, Anomalous suppression of the superfluid density in the <math>\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3</math> superconductor upon progressive Cu intercalation, <b>Phys. Rev. B</b> <b>86</b>, 180505(R)-(1-5) (2012).</li> <li>4. S. Sasaki, Z. Ren, A. A. Taskin, K. Segawa, L. Fu, <u>Y. Ando</u>, Odd-Parity Pairing and Topological Superconductivity in a Strongly Spin-Orbit Coupled Semiconductor, <b>Phys. Rev. Lett.</b> <b>109</b>, 217004-(1-5) (2012).</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. S. Souma, M. Komatsu, M. Nomura, T. Sato, A. Takayama, T. Takahashi, K. Eto, K. Segawa, an <u>Yoichi Ando</u>, Spin Polarization of Gapped Dirac Surface States Near the Topological Phase Transition of <math>\text{TlBi}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_2</math>, <b>Phys. Rev. Lett.</b> <b>109</b>, 186804-(1-5) (2012).</li> <li>6. Y. Tanaka, Z. Ren, T. Sato, K. Nakayama, S. Souma, T. Takahashi, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Experimental realization of a topological crystalline insulator in SnTe, <b>Nature Physics</b> <b>8</b>, 800-804 (2012).</li> <li>7. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Achieving Surface Quantum Oscillations in Topological Insulator Thin Films of <math>\text{Bi}_2\text{Se}_3</math>, <b>Advanced Mater.</b> <b>24</b>, 5581-5585 (2012).</li> <li>8. K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, T. Tsuda, S. Kuwabata, <u>Y. Ando</u>, Ambipolar transport in bulk crystals of a topological insulator by gating with ionic liquid, <b>Phys. Rev. B</b> <b>86</b>, 075306-(1-7) (2012).</li> <li>9. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Manifestation of Topological Protection in Transport Properties of Epitaxial <math>\text{Bi}_2\text{Se}_3</math> Thin Films, <b>Phys. Rev. Lett.</b> <b>109</b>, 066803-(1-5) (2012).</li> <li>10. A. A. Schafgans, K. W. Post, A.A. Taskin, <u>Y. Ando</u>, X.-L. Qi, B.C. Chapler, D. N. Basov, Landau level spectroscopy of surface states in the topological insulator <math>\text{Bi}_{0.91}\text{Sb}_{0.09}</math> via magneto-optics, <b>Phys. Rev. B</b> <b>85</b>, 195440-(1-6) (2012).</li> <li>11. Z. Ren, A.A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Fermi level tuning and a large activation gap achieved in the topological insulator <math>\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}</math> by Sn doping, <b>Phys. Rev. B</b> <b>85</b>, 155301(1-6) (2012).</li> <li>12. <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体入門、<b>応用物理</b> 第 81 巻 (2012 年) 第 12 号 1020-1023.</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 41 件</p>	<p>専門家向け 計 41 件</p> <p>(国際会議)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Y. Ando</u>, Topological Insulators and Superconductors: Materials Frontier, 名古屋、2012 年 5 月 16-20 日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012) 【基調講演】.</li> <li>2. F. Iwase, G.-q. Zheng, Y. S. Hor, M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, <u>Y. Ando</u>, <math>^{77}\text{Se}</math> NMR study of possible topological superconductors <math>\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3</math>, 名古屋、2012 年 5 月 16-20 日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).</li> <li>3. K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, T. Tsuda, S. Kuwabata, and <u>Y. Ando</u>, Gating with ionic liquid on bulk single crystals of a topological insulator, 名古屋、2012 年 5 月 16-20 日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).</li> <li>4. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Soft point-contact spectroscopy of <math>\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3</math>, 名古屋、2012 年 5 月 16-20 日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).</li> </ol>

5. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, Y. Ando, Molecular Beam Epitaxial Growth of Topological Insulators on Insulating Substrates, 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).
6. M. Kriener, S. Segawa, S. Sasaki, Y. Ando, Small superfluid density in  $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).
7. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, Y. Ando, Optimizing the  $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$  solid solutions to approach the intrinsic topological insulator regime, 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).
8. K. Eto, S. Sasaki, Z. Ren, K. Segawa, Y. Ando, Transport Properties of Topological Insulators with Cobalt Films Deposited on their Surface, 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).
9. Y. Ando, Transport Studies of the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, フランス レジュッシュ、2012年5月21-25日、International Workshop on Strongly Correlated Electron Systems in High Magnetic Fields (SCEF) 【招待講演】.
10. Y. Ando, Progress in Topological Insulator Materials for 2D Devices, 米国バージニア州アーリントン、2012年5月30-31日、NSF/AFOSR Workshop on 2D Materials and Devices Beyond Graphene 【招待講演】.
11. Y. Ando, Probing the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, ロシア チェルノゴロフカ、2012年6月17-23日、Advanced Research Workshop on Non-equilibrium and Coherent Phenomena at Nanoscale (Meso-2012) 【招待講演】.
12. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, and Y. Ando, Soft point-contact spectroscopy of  $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , 米国マサチューセッツ州サウスハドレー、2012年6月24-29日、Gordon Research Conference the 2012 correlated electron systems.
13. Y. Ando, Probing the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, 韓国釜山、2012年7月8-13日、The 19th International Conference on Magnetism (ICM 2012) 【招待講演】.
14. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, Y. Ando, Optimizing the  $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$  solid solutions to approach the intrinsic topological insulator regime, 韓国釜山、2012年7月8-13日、The 19th International Conference on Magnetism (ICM 2012).
15. Y. Ando, Probing the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, 修善寺、2012年7月14-17日、Japanese-German Symposium 2012 【招待講演】.
16. Y. Ando, Topological Insulators: A New Materials Frontier, 米国メリーランド、2012年8月3日、Super-PIRE 2nd Workshop 【招待講演】.
17. Y. Ando, Experiments Toward Identifying a Topological Superconductor, 米国ワシントン、2012年7月29-8月3日、International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity ( $M^2S$  2012) 【基調講演】.

18. Y. Ando, Probing the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, ドイツ プレーメン、2012 年 8 月 13-17 日、CECAM workshop on Topological Materials 【招待講演】.
  19. Y. Ando, Exploring Topological Insulator and Superconductor Materials, 東京、2012 年 12 月 17-19 日、International Symposium Nanoscience and Quantum Physics (nanoPHYS'12) 【招待講演】.
  20. Y. Ando, Exploring Topological Insulator and Superconductor Materials, 東京、2013 年 1 月 26-29 日、QS<sub>2</sub>C Theory Forum: International Symposium on Strongly Correlated Quantum Science 【招待講演】.
- (国内学会)
21. 安藤陽一、トポロジカル絶縁体・超伝導体の実験：現状と将来展望、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会 【シンポジウム講演】.
  22. 中島祐貴, 近藤猛, 石田行章, Walid Malaeb, 渡部俊太郎, Cuangtian Chen, Markus Kriener, 佐々木聡, 瀬川耕司, 安藤陽一, 辛埴、偏光を用いたレーザー励起型角度分解光電子分光によるトポロジカル絶縁体 Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> の研究、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  23. 瀬川耕司, Zhi Ren, 佐々木聡, 津田哲哉, 桑畑進, 安藤陽一、トポロジカル絶縁体バルク単結晶におけるイオン液体を用いた表面ドーピング効果、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  24. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, Y. Ando、MBE Growth of Topological Insulators、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  25. 吉澤俊介, 金聖憲, 江藤数馬, Zhi Ren, 瀬川耕司, 安藤陽一, 小森文夫、トポロジカル絶縁体 Bi<sub>2-x</sub>Sb<sub>x</sub>Te<sub>3-y</sub>Se<sub>y</sub> の STM/STS 測定、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  26. 大西義人, Zhi Ren, 瀬川耕司, Maciej Lorenc, Herve Cailleau, 安藤陽一, 田中耕一郎、トポロジカル絶縁体における非平衡キャリアの緩和ダイナミクス、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  27. 野村円香, 相馬清吾, 江藤数馬, 中山耕輔, 佐藤宇史, 高橋隆, 瀬川耕司, 安藤陽一、Pb 系トポロジカル絶縁体のスピン分解 ARPES、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  28. 相馬清吾, 小松誠, 野村円香, 佐藤宇史, 高山あかり, 高橋隆, 江藤数馬, 瀬川耕司, 安藤陽一、TlBi(S,Se)<sub>2</sub> のスピン分解 ARPES、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  29. 佐藤宇史, 相馬清吾, 小松誠, 野村円香, 高山あかり, 高橋隆, 江藤数馬, 瀬川耕司, 安藤陽一、TI 系トポロジカル絶縁体の量子相転移近傍におけるスピン依存電子構造、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  30. 小松誠, 荒金俊行, 佐藤宇史, 相馬清吾, 中山耕輔, 高橋隆, 任之, 瀬川耕司, 安藤陽一、トポロジカル絶縁体の表面ドーピング制御、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.
  31. 江藤数馬, 佐々木聡, Zhi Ren, 瀬川耕司, 安藤陽一、コバルト膜を蒸着したトポロジカル絶縁体バルク単

様式19 別紙1

	<p>結晶の輸送特性、横浜、2012年9月18-21日、日本物理学会2012年秋季大会。</p> <p>32. 上山卓巳, 佐々木聡, A. A. Taskin, 瀬川耕司, 安藤陽一、新奇な超伝導候補物質TlドーピングPbTeの単結晶作製、横浜、2012年9月18-21日、日本物理学会2012年秋季大会。</p> <p>33. 瀬川耕司, 江藤数馬, 安藤陽一、Pb系ホモロガス相トポロジカル絶縁体における輸送特性、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>34. 佐々木聡, 任之, A. A. Taskin, 瀬川耕司, L. Fu, 安藤陽一、ドーピングされたトポロジカル結晶絶縁体<math>\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}</math>の超電導特性、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>35. 大西義人, Zhi Ren, 瀬川耕司, Maciej Lorenc, Herve Cailleau, 安藤陽一, 田中耕一郎、トポロジカル絶縁体における非平衡キャリアの緩和ダイナミクスII、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>36. 中島祐貴, 近藤猛, 石田行章, Walid Malaeb, 渡部俊太郎, Cuangtian Chen, Markus Kriener, 佐々木聡, 瀬川耕司, 安藤陽一, 辛埴、レーザー励起型角度分解光電子分光で観察したカリウム蒸着により変化するトポロジカル絶縁体の表面電子状態、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>37. 野村円香, 相馬清吾, 江藤数馬, 中山耕輔, 佐藤宇史, 高橋隆, 瀬川耕司, 安藤陽一、Pb系トポロジカル絶縁体のフェルミ面ワーピング効果: スピン分解ARPES、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>38. 田中祐輔, Zhi Ren, 佐藤宇史, 中山耕輔, 相馬清吾, 高橋隆, 瀬川耕司, 安藤陽一、トポロジカルクリスタル絶縁体SnTeの高分解能ARPES、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>39. 中山耕輔, 江藤数馬, 田中祐輔, 佐藤宇史, 相馬清吾, 高橋隆, 瀬川耕司, 安藤陽一、トポロジカル絶縁体のバルクヘテロ構造制御によるディラックコーンの操作、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>40. 正満拓也, 田中祐輔, 菅原克明, 相馬清吾, 佐藤宇史, 高橋隆, 江藤数馬, 瀬川耕司, 安藤陽一、金属吸着したトポロジカル絶縁体表面の高分解能ARPES、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>41. 金聖憲, 吉澤俊介, 江藤数馬, Zhi Ren, 瀬川耕司, 安藤陽一, 小森文夫、Nb蒸着したトポロジカル絶縁体<math>\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y</math>のSTM/STS測定、広島、2013年3月26-29日、日本物理学会第68回年次大会。</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>

様式19 別紙1

Webページ (URL)	<p>大阪大学産業科学研究所安藤研究室：最先端・次世代研究開発支援プログラム採択課題「トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出」</p> <p><a href="http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/fmc/sj_ando.html">http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/fmc/sj_ando.html</a></p> <p>大阪大学・最先端・次世代研究開発支援プログラム</p> <p><a href="http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next">http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next</a></p> <p>大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・最先端・次世代研究開発支援プログラム</p> <p><a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</a></p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>一般大衆との直接対話としてサイエンスカフェを実施。</p> <p>標題：サイエンスカフェ・オンザエッジ・ネクスト「物質中の量子力学の不思議～超伝導からトポロジカル絶縁体まで～」</p> <p>実施日時：2012年12月4日(火) 18:30～20:00</p> <p>場所：アートエリア B1(ビーワン) 京阪電車中之島線「なにわ橋駅」地下1階コンコース</p> <p>対象者：最新の科学に興味のある一般人</p> <p>参加者：58名</p> <p>主催：アートエリア B1【大阪大学+NPO 法人ダンスボックス+京阪電気鉄道(株)】、大阪大学 大型教育研究プロジェクト支援室・支援事務室</p> <p>共催：大阪大学 21世紀懐徳堂</p> <p>企画制作：大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室、大阪大学コミュニケーションデザイン・センター(CSCD)、NPO 法人ダンスボックス</p> <p>協力：NPO recip [地域文化に関する情報とプロジェクト]</p> <p>内容：ファシリテータ(岩崎琢哉・大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・特任研究員)の司会進行のもと、研究代表者が物質中の量子力学の不思議について、さまざまな具体例を取り上げながらトポロジカル絶縁体の基本概念までをわかりやすく説明し、トポロジカル絶縁体研究の学術的な意義と、技術革新を通して社会に与えるインパクトの可能性について対話を行った。</p>
新聞・一般雑誌等掲載計3件	<p>1)ナノテクジャパン、平成24年8月20日、「トポロジカル絶縁体薄膜は6層がマジックナンバー」 <a href="https://nanonet.go.jp/mukate4w7-281/#_281">https://nanonet.go.jp/mukate4w7-281/#_281</a></p> <p>2)ナノテクジャパン、平成24年10月16日、「新種のトポロジカル物質を発見 ～次世代の省エネデバイス開発に向けて大きな進展～」 <a href="https://www.nanonet.go.jp/mu0v829nq-281">https://www.nanonet.go.jp/mu0v829nq-281</a></p> <p>3)Science 誌、平成24年12月7日号、Editors' Choice、「PHYSICS: A Topo-Superconducting Hybrid」 <a href="http://www.sciencemag.org/content/338/6112/twil.full">http://www.sciencemag.org/content/338/6112/twil.full</a></p>
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

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 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	130,000,000	90,000,000	31,500,000	8,500,000	0
間接経費	39,000,000	27,000,000	9,450,000	2,550,000	0
合計	169,000,000	117,000,000	40,950,000	11,050,000	0

2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	6,026	31,500,000	0	31,506,026	31,157,256	348,770	0
間接経費	18,680,229	9,450,000	0	28,130,229	18,864,729	9,265,500	0
合計	18,686,255	40,950,000	0	59,636,255	50,021,985	9,614,270	0

3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

	金額	備考
物品費	19,446,174	水冷MBEチャンバー、実験試薬、真空部品等
旅費	2,247,382	研究成果発表旅費(磁性国際会議)等
謝金・人件費等	8,557,938	博士研究員人件費
その他	905,762	実験装置保守費、学会参加登録費等
直接経費計	31,157,256	
間接経費計	18,864,729	
合計	50,021,985	

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 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ニードルバルブクラッカー セル	(株)エイコー・エンジニア リング製 ENC- 350	1	4,935,000	4,935,000	2012/5/10	大阪大学
水冷MBEチャン バー	(株)エイコー・エンジ ニング製 EW-3SA	1	11,655,000	11,655,000	2013/3/29	大阪大学
				0		