

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)
実績報告書

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. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成25年5月30日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	130,000,000	130,000,000	0	130,000,000	130,000,000	0	0
間接経費	39,000,000	39,000,000	0	39,000,000	39,000,000	0	0
合計	169,000,000	169,000,000	0	169,000,000	169,000,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	3,625,434	79,369,094	19,446,174	8,803,710	111,244,412
旅費	32,400	1,085,382	2,247,382	45,060	3,410,224
謝金・人件費等	0	5,040,474	8,557,938	0	13,598,412
その他	0	841,190	905,762	0	1,746,952
直接経費計	3,657,834	86,336,140	31,157,256	8,848,770	130,000,000
間接経費計	0	8,319,771	18,864,729	11,815,500	39,000,000
合計	3,657,834	94,655,911	50,021,985	20,664,270	169,000,000

4. 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
スクロールポンプ	株式会社パスカル Triscroll300 P/N:PTS03001	1	640,500	640,500	平成25年4月22日	大阪大学
UHV成膜システム(特型)	(株)エイコー・エンジニアリング製 特注 超高真空チャンパー	1	4,620,000	4,620,000	平成25年5月15日	大阪大学
ニードルハ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	平成24年5月10日	大阪大学
水冷MBEチャンパー	(株)エイコー・エンジニアリング製 EW-3SA	1	11,655,000	11,655,000	平成25年3月29日	大阪大学
低抵抗プリアンプ/スキャナ	LakeShore 370U型	1	748,650	748,650	平成23年4月1日	大阪大学
2位相 DSP ロックインアンプ	シグナルリカバリー 7265	2	714,000	1,428,000	平成23年4月1日	大阪大学
走査型プローブ顕微鏡	島津製作所製 SPM-9700(ベリックモード仕様)	1	7,350,000	7,350,000	平成23年5月19日	大阪大学
ビームフラックスモニター(Au線仕様)	エイコー・エンジニアリング製 EBM1000 セレク	1	2,499,000	2,499,000	平成23年5月31日	大阪大学
卓上放電加工機	三協エンジニアリング製 DE50-3T型	1	4,410,000	4,410,000	平成23年6月23日	大阪大学
ダイヤモンドワイヤーソー	ニューメタルズエントケミカルスコホレーション製 CS-	1	2,730,000	2,730,000	平成23年7月6日	大阪大学
液体ヘリウム再凝縮装置システム	米国クライオメック社製 PT410-ReLi-S	1	10,500,000	10,500,000	平成23年9月29日	大阪大学

様式20

バキュームローディング式 ヘリウム3冷凍機	英国オックスフォード・インスツルメンツ社製 HelioxVL	1	7,825,440	7,825,440	平成23年9月30日	大阪大学
温度可変インサート	英国オックスフォード・インスツルメンツ社製 VTI型	1	4,799,550	4,799,550	平成23年9月30日	大阪大学
2軸回転サンプルホルダー インサート	アグニス製 AXIS-S/XY(2)-SK	1	2,131,500	2,131,500	平成23年10月12日	大阪大学
電子線MBE装置	イコー・エンジニアリング製 EB-5A	1	24,990,000	24,990,000	平成23年10月31日	大阪大学
真空包装機	V-380G	1	591,570	591,570	平成23年3月17日	大阪大学
ソース・メータ	Keithley 2400	1	585,900	585,900	平成23年3月17日	大阪大学
AC&DC電流源+ナノボルト メータ	Keithley 6221+2182A	1	1,030,995	1,030,995	平成23年3月24日	大阪大学
DSP2位相デジタルロックイン アンプ	SR830	2	525,000	1,050,000	平成23年3月31日	大阪大学

5. 研究成果の概要

本課題ではトポロジカル絶縁体という極めて新しい量子機能材料の基礎研究を行った。その結果、これまでで最高の特性を示す新物質の発見、世界最高品質のMBE法薄膜作製法の開発、全く新しい種類のトポロジカル物質の存在の実証などを達成し、研究者の間で世界的な注目を集めた。これらの成果は、関連分野における今後の研究の発展のための礎をなすものであり、この意味で学術的波及効果は極めて大きい。この基礎研究の成果は、将来的にトポロジカル量子現象を利用する省エネルギー型デバイス技術として結実し、グリーン・イノベーションの推進に役立つことが期待できる。

課題番号	GR065
------	-------

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) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出
	Creation of Innovative Devices Based on Topological Insulators
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	大阪大学・産業科学研究所・教授
	Osaka University, Institute of Scientific and Industrial Research, Professor
氏名 (下段英語表記)	安藤陽一
	ANDO, Yoichi

研究成果の概要

(和文): 本課題ではトポロジカル絶縁体という極めて新しい量子機能材料の基礎研究を行った。その結果、これまでで最高の特性を示す新物質の発見、世界最高品質の MBE 法薄膜作製法の開発、全く新しい種類のトポロジカル物質の存在の実証などを達成し、研究者の間で世界的な注目を集めた。これらの成果は、関連分野における今後の研究の発展のための礎をなすものであり、この意味で学術的波及効果は極めて大きい。この基礎研究の成果は、将来的にトポロジカル量子現象を利用する省エネルギー型デバイス技術として結実し、グリーン・イノベーションの推進に役立つことが期待できる。

(英文): In this project, we conducted basic research of topological insulators, which are a new class of quantum functional materials. We obtained three outstanding results: discovery of new materials presenting the most desirable properties, development of the technique to grow world-best MBE thin films, and demonstrations of the existence of new types of topological materials. Those results attracted significant attentions from researchers worldwide, and they provide important foundations for future developments of the related research fields. In this sense, the academic impact of the achievements in this project is profound. The results of this basic research will eventually lead to the realization of low-energy-consumption device technologies to exploit topological quantum phenomena, and thereby contribute to fostering the green innovation.

1. 執行金額 169,000,000 円
(うち、直接経費 130,000,000 円、 間接経費 39,000,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成25年5月30日

3. 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ある。しかもその表面の電子状態は特殊なスピン偏極を持ち、電流を流す方向によってスピンの向きを制御できる。トポロジカル絶縁体はまだその存在が知られるようになってから日が浅いが、学術的には固体における新しいトポロジカル量子状態として非常に興味深い物理を示すことが理論的に予想されており、本課題申請時点ですでに世界的に大きな研究ブームが起きていた。この物質において期待される様々な新奇現象は、超省エネ型スピントロニクスや擾乱に強いトポロジカル量子コンピュータの動作原理につながる。このため、トポロジカル絶縁体の特長を利用した革新的な情報処理デバイスが実現すれば、グリーン・イノベーションに大きく貢献することが期待される。

しかし本課題申請時点で知られてい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かった。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いた。

また本課題申請時点でトポロジカル絶縁体の実験研究は米国がリードしており、日本は出遅れていた。そんな中でも本研究代表者はこの新しい分野の日本における先導的研究者として、世界の先頭集団に入っていた。そこで本課題では、最先端・次世代研究開発支援プログラムの助成を受けてそれまでよりも格段に国際競争力の高い研究プログラムを展開し、トポロジカル絶縁体における新奇な量子現象を世界に先駆けて観測・解明することを企図した。そしてそのような研究の結果として、超省エネ型スピントロニクス素子や擾乱に強いトポロジカル量子コンピュータの実現に向けた**トポロジカル絶縁体の学理の確立とデバイス応用の基礎の構築**を行うことを目的としていた。より具体的な目標としては、(1)試料のバルク絶縁性の確保、(2)表面ディラック粒子の物性解明、(3)トポロジカル超伝導状態の検証、(4)表面スピン流の直接観測、(5)新奇な電気磁気効果の検証と解明、の5項目を掲げた。

4. 研究計画・方法

本課題は研究代表者が教授として主宰する研究室において実施し、研究室の全メンバーが試料作製及び物性測定を担当した。スタッフである瀬川耕司(准教授)、佐々木聡(助教)、Alexey Taskin(助教)、和田詠史(特任助教)に加え、本課題で雇用した2名の博士研究員、Markus Kriener と Zhi Ren が主力となって実験を遂行した。一部の期間においては、クロアチア科学財団のフェローとして研究室に滞在した Mario Novak も研究実施に協力し

た。また准教授の瀬川が雇用した博士研究員の Fan Yang も一部の研究実施に協力した（なお上記のうち、和田詠史、Markus Kriener、Zhi Ren は本課題の期間中に転出、逆に Mario Novak と Fan Yan は期間中に加わった。）。さらに研究室外の研究協力者として、理論面で田仲由喜夫（名大工）、佐藤昌利（名大工）、Liang Fu（MIT）と共同研究を進めると共に、各種のデバイス研究に関し、松本和彦（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、白石誠司（阪大基礎工）、齊藤英治（東北大金研）、末宗幾夫（北大電子研）と共同研究を進めた。特殊な装置を必要とする物性測定は、角度分解光電子分光に関しては高橋隆（東北大理）及び佐藤宇史（東北大理）と、また磁気光学測定に関しては Dimitri Basov（カリフォルニア大学サンディエゴ校）と協力して行った。

具体的な目標とした5つの項目について、達成のための研究計画は以下の通りとした。

（1）試料のバルク絶縁性の確保：本研究の成功の鍵を握るのが、真のバルク絶縁体状態を実現した試料の作製である。そこでまず、本来的にバルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体新物質の探索を行う。また見つかった物質について、元素置換、熱処理の最適化、MBE 法による単結晶薄膜作製、3つのアプローチでバルク絶縁体状態の実現を目指す。

（2）表面ディラック粒子の物性解明：上記の試料作製研究によって得られるバルク絶縁性の高い試料を用いて、トポロジカル表面状態が示す新奇現象を極低温での磁気輸送特性の測定によって探索・解明し、理論家との緊密な協力の下にトポロジカル絶縁体の学理を確立する。また MBE 装置を利用して作製する薄膜試料を活用して表面電気伝導にアクセスしやすくするとともに、厚さを薄くしていったときの電子系の次元性の効果を調べる。さらに電界効果の実験ができるデバイスを作製・評価し、デバイス応用の基礎を築く。

（3）トポロジカル超伝導状態の検証：①トポロジカル絶縁体 Bi_2Se_3 の層間に Cu を挿入した $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ が示す超伝導のトポロジカル性を検証するため、この物質の高品質単結晶試料作製法の開発と極低温での超伝導物性測定を行い、理論家との緊密な協力の下にトポロジカル超伝導状態の存在を確立する。②バルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体の上に超伝導薄膜を接合し、トポロジカル表面状態における超伝導近接効果の特徴を調べる。

（4）表面スピン流検出：トポロジカル絶縁体の上に強磁性体電極を形成した薄膜デバイスを作製し、スピン流の直接検出を目指す。

（5）新奇な電気磁気効果：トポロジカル絶縁体の上に電気絶縁性持つ強磁性体を接合した試料において、表面状態にエネルギーギャップを開くことをまず確認した上で、試料の高周波電磁応答の特徴を調べる。

5. 研究成果・波及効果

成果： 具体的研究目標の(1)～(3)については、いずれの項目においても世界的に大きな注目を浴びる成果を挙げ、これによって**トポロジカル絶縁体の学理の確立**という目的はほぼ達成された。その成果の具体的な内容は次の通りである。

（1）試料のバルク絶縁性の確保

① 我々はH22年度中に $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ という物質が格段に高いバルク絶縁性を持つトポロジカル絶縁体であることを発見し、トポロジカル絶縁体におけるバルク絶縁性の確保にブレークスルーを起こした。H23年度中にはこの関連物質である $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ において、 $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ よりもさらに優れたバルク絶縁性を示す一連の組成を発見した(論文は *Phys. Rev. B* の Editor's Suggestion に選ばれ、さらにアメリカ物理学会が重要な論文にスポットライトを当てる *Physics* で「Optimizing Topological Insulators」というタイトルで紹介された:

<http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevB.84.165311>)。

② さらに、この物質 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ の結晶成長条件の最適化により、表面電気伝導度がバルク電気伝導度を率を上回る試料を初めて実現した(論文は *Phys. Rev. Lett.* に掲載)。これにより、本課題の重要目標であった「バルク絶縁性の十分に高い高品質単結晶試料の実現」を達成した。

③ なおこの $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ においては、バルク絶縁性を保ちながらディラック粒子の電荷の符号を自在に制御する Dirac-cone engineering の実現にも成功した(論文は *Nature Commun.* に掲載され、注目論文として「トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ における調整可能なディラックコーン」というタイトルで紹介された: <http://www.natureasia.com/ja-jp/ncomms/abstracts/35084>)。

(2) 表面ディラック粒子の物性解明

① H22年度に我々が発見したトポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 の研究を進める中で、H23年度にはその関連物質 TlBi(S,Se)_2 においてトポロジカル絶縁体と普通の絶縁体との量子相転移を実現した。しかもその相境界においてディラック粒子が質量を獲得する予想外の現象を発見し、論文が *Nature Phys.* 誌に掲載された。(この発見は *Nature Phys.* 誌の表紙を飾り、成果は科学新聞でも紹介された。)

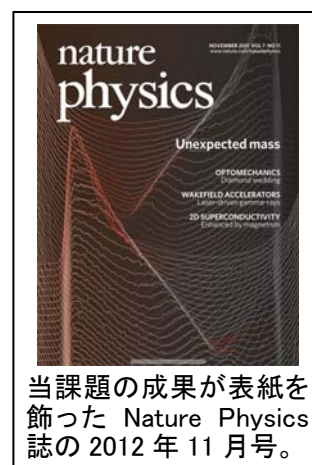
② デバイス開発において重要になる MBE 法による薄膜作製の研究が H24 年度に大きく進展し、これまでで世界最高の特性を示す Bi_2Se_3 薄膜の作製方法の開発に成功した(論文は *Adv. Mater.* に掲載)。

さらにその高品質 Bi_2Se_3 薄膜を活用して、トポロジカル絶縁体において理論的に予想されていた「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(論文は *Phys. Rev. Lett.* に掲載され、アメリカ物理学会が重要な論文にスポットライトを当てる *Physics* で「Topological Insulators by the Slice」というタイトルで紹介された:

<http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.109.066803>)。

これらの成果により、「表面ディラック粒子の物性解明」という目標も高いレベルで達成された。

③ さらに学術上の大きな成果として、これまでのトポロジカル絶縁体とは異なる新しいトポロジーで守られた「トポロジカル結晶絶縁体」という新規なトポロジカル物質の存在を H24 年度に世界で初めて実証し、論文が *Nature Phys.* 誌に掲載された。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り、*Nature Phys.* 誌の News & Views 欄で「The Great Topological Expansion」として紹介された(<http://www.nature.com/nphys/journal/v8/n11/full/nphys2473.html>)。



(3)トポロジカル超伝導状態の検証

- ① トポロジカル超伝導体である可能性が理論的に指摘され、注目を集めていた $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 超伝導体について、H22 年度に新規な合成法の開発によって高品質試料を得ることに成功し、超伝導状態における初の電子比熱測定を行った結果、超伝導状態が通常の BCS 理論に従わない、非従来型のものである可能性が高いことを明らかにした(論文は Phys. Rev. Lett.に掲載)。
- ② さらに H23 年度にはこの高品質試料を用いて表面微分コンダクタンス測定を行うことにより、この超伝導体が表面にマヨラナ粒子の出現を伴う時間反転対称トポロジカル超伝導体の最初の具体例であることを発見した(論文は Phys. Rev. Lett.に掲載され、成果は米国のメディア Science News で紹介された)。これにより「トポロジカル超伝導状態の検証」という目標も達成された。
- ③ その上、H24 年度には $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ に続く 2 例目の物質として、 $\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}$ がやはり時間反転対称トポロジカル超伝導体であることを発見した(論文は Phys. Rev. Lett.に掲載)。この新しいトポロジカル超伝導体 $\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}$ は $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ よりも格段に高品質試料を作製しやすいことから、この発見は学界に大きなインパクトを与え、Science 誌の Editors' Choice で「A Topo-Superconducting Hybrid」として紹介された(<http://www.sciencemag.org/content/338/6112/twil.full>)。

(4)デバイス応用のための基礎研究

- ① (2)-②で記述したように、本課題では MBE 法による薄膜作製の技術開発において世界のトップを行く成果を挙げたが、これはデバイス応用のための基礎研究としても重要な成果である。この薄膜を利用して図1のような電界効果デバイスの研究を進めているが、具体的な成果の発表は H25 年度の予定である。
- ② 我々が開発したバルク絶縁性の高い単結晶を、数十 nm の薄さに劈開してスピン流検出用ナノデバイス(図 2)を作製する研究を進めているが、具体的な成果の発表は H25 年度の予定である。



波及効果: 本課題で得られた成果は、関連分野における今後の研究の発展のための礎を築くものであり、その意味で学術的波及効果は極めて大きい。特に本課題で開発したバルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体は、トポロジカル絶縁体における表面状態の物性を調べる際に欠かせない、標準的な物質になりつつある。また当課題が成し遂げた時間反転対称トポロジカル超伝導体の具体例の発見により、トポロジカル超伝導に関する実験研究が世界的に進展しつつある。これらの基礎研究の発展は、将来的にグリーン・イノベーションの推進につながる波及効果を持つことが期待できる。

6. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 30 件
計 30 件	<ol style="list-style-type: none"> 1. T. Kondo, Y. Nakashima, Y. Ota, Y. Ishida, W. Malaeb, K. Okazaki, S. Shin, M. Kriener, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Anomalous Dressing of Dirac Fermions in the Topological Surface State of Bi_2Se_3, Bi_2Te_3, and Cu-Doped Bi_2Se_3, Physical Review Letters (2013) Vol. 110, No.21, 217601-(1-5). 2. T. Sato, Y. Tanaka, K. Nakayama, S. Souma, T. Takahashi, S. Sasaki, Z. Ren, A. A. Taskin, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Fermiology of the Strongly Spin-Orbit Coupled Superconductor $\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}$: Implications for Topological Superconductivity, Physical Review Letters (2013) Vol. 110, No. 20, 206804-(1-5). 3. Y. Tanaka, T. Sato, K. Nakayama, S. Souma, T. Takahashi, Zhi Ren, M. Novak, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Tunability of the k-space location of the Dirac cones in the topological crystalline insulator $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$, Physical Review B (2013) Vol. 87, No. 15, 155105-(1-5). 4. Z. Ren, M. Kriener, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Anomalous metallic state above the upper critical field of the conventional three-dimensional superconductor AgSnSe_2 with strong intrinsic disorder, Physical Review B (2013) Vol. 87, No. 6, 064512-(1-6). 5. K. Nakayama, K. Eto, Y. Tanaka, T. Sato, S. Souma, T. Takahashi, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Manipulation of Topological States and the Bulk Band Gap Using Natural Heterostructures of a Topological Insulator, Physical Review Letters (2012) Vol. 109, No. 23, 236804-(1-5). 6. M. Kriener, K. Segawa, S. Sasaki, <u>Y. Ando</u>, Anomalous suppression of the superfluid density in the $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ superconductor upon progressive Cu intercalation, Physical Review B (2012) Vol. 86, No. 18, 180505(R)-(1-5). 7. 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, Physical Review Letters (2012) Vol. 109, No. 21, 217004-(1-5). 8. S. Souma, M. Komatsu, M. Nomura, T. Sato, A. Takayama, T. Takahashi, K. Eto, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Spin Polarization of Gapped Dirac Surface States Near the Topological Phase Transition of $\text{TlBi}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_2$, Physical Review Letters (2012) Vol. 109, No. 18, 186804-(1-5). 9. 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, Nature Physics (2012) Vol. 8, No. 11, 800-804. 10. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Achieving Surface Quantum Oscillations in Topological Insulator Thin Films of Bi_2Se_3, Advanced Materials (2012) Vol. 24, No. 41, 5581-5585. 11. 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, Physical Review B (2012) Vol. 86, No. 7, 075306-(1-7). 12. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Manifestation of Topological Protection in Transport Properties of Epitaxial Bi_2Se_3 Thin Films, Physical Review Letters (2012) Vol. 109, No. 6, 066803-(1-5). 13. A. A. Schafgans, K. W. Post, A.A. Taskin, <u>Y. Ando</u>, X.-L. Qi, B.C. Chapler, D. N. Basov, Landau level

	<p>spectroscopy of surface states in the topological insulator $\text{Bi}_{0.91}\text{Sb}_{0.09}$ via magneto-optics, Physical Review B (2012) Vol. 85, No. 19, 195440-(1-6).</p> <p>14. 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 $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ by Sn doping, Physical Review B (2012) Vol. 85, No. 15, 155301(1-6).</p> <p>15. <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体入門、応用物理 第81巻 (2012年) 第12号 1020-1023.</p> <p>16. S. Souma, K. Eto, M. Nomura, K. Nakayama, T. Sato, T. Takahashi, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Topological Surface States in Lead-Based Ternary Telluride $\text{Pb}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_4$, Physical Review Letters (2012) Vol. 108, No. 11, 116801-(1-5).</p> <p>17. T. Arakane, T. Sato, S. Souma, K. Kosaka, K. Nakayama, M. Komatsu, T. Takahashi, Z. Ren, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Tunable Dirac cone in the topological insulator $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$, Nature Communications (2012) Vol. 3, 636-(1-5) .</p> <p>18. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, <u>Y. Ando</u>, Topological Superconductivity in $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, Physical Review Letters (2011) Vol. 107, No. 21, 217001-(1-5).</p> <p>19. F. Nakamura, Y. Kousa, A. A. Taskin, Y. Takeichi, A. Nishide, A. Kakizaki, M. D'Angelo, P. Lefevre, F. Bertran, A. Taleb-Ibrahimi, F. Komori, S. Kimura, H. Kondo, <u>Y. Ando</u>, I. Matsuda, Topological transition in $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ studied as a function of Sb doping, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 23, 235308-(1-8)</p> <p>20. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Optimizing $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ solid solutions to approach the intrinsic topological insulator regime, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 16, 165311-(1-6) (Editor's Suggestion, featured in <i>Physics</i> Synopsis).</p> <p>21. T. Sato, K. Segawa, K. Kosaka, S. Souma, K. Nakayama, K. Eto, T. Minami, <u>Y. Ando</u>, T. Takahashi, Unexpected mass acquisition of Dirac fermions at the quantum phase transition of a topological insulator, Nature Physics (2011) Vol. 7, No. 8, 840-844.</p> <p>22. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Observations of two-dimensional quantum oscillations and ambipolar transport in the topological insulator Bi_2Se_3 achieved by Cd doping, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 7, 075316-(1-6).</p> <p>23. M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, S. Wada, S. Kuwabata, <u>Y. Ando</u>, Electrochemical synthesis and superconducting phase diagram of $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 5, 054513-(1-5) (Editor's Suggestion).</p> <p>24. A. A. Taskin, <u>Y. Ando</u>, Berry phase of nonideal Dirac fermions in topological insulators, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 3, 035301-(1-6)</p> <p>25. A. A. Taskin, Z. Ren, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Observation of Dirac Holes and Electrons in a Topological Insulator, Physical Review Letters (2011) Vol. 107, No. 1, 016801-(1-4).</p> <p>26. S. Souma, K. Kosaka, T. Sato, M. Komatsu, A. Takayama, T. Takahashi, M. Kriener, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Direct Measurement of the Out-of-Plane Spin Texture in the Dirac Cone Surface State of a Topological Insulator, Physical Review Letters (2011) Vol. 106, No. 21, 216803-(1-4).</p> <p>27. A. A. Taskin, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Additional Evidence for the Surface Origin of the Peculiar Angular-Dependent Magnetoresistance Oscillations Discovered in a Topological Insulator $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, Journal of Physics: Conference Series (2011) Vol. 334, 012012-(1-5). [Proceedings of the 19th International Conference on the Application of High Magnetic Fields in Semiconductor Physics and Nanotechnology (HMF-19), Fukuoka, August 1-6, 2010]</p> <p>28. <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体の電子輸送現象、表面科学 (2011) Vol. 32, No.4. 189-195.</p> <p>29. 佐藤宇史、瀬川耕司、高橋隆、<u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体量子相転移近傍におけるディラ</p>
--	--

	<p>ック電子の質量獲得、日本物理学会誌 (2012) Vol. 67, No. 3, 184-187.</p> <p>30. M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, <u>Y. Ando</u>, Bulk Superconducting Phase with a Full Energy Gap in the Doped Topological Insulator $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, <i>Physical Review Letters</i> (2011) Vol. 106, No. 12, 127004-(1-4).</p> <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 90 件</p>	<p>専門家向け 計 90 件</p> <p>(国際会議)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Y. Ando</u>, Searching for Possible Topological Superconductors with Time-Reversal Invariance, スイス、ルディアブルレ, 2013 年 5 月 12-17 日、Gordon Research Conference on Superconductivity 【招待講演】 2. <u>Y. Ando</u>, Exploring Topological Insulator and Superconductor Materials, 東京、2013 年 1 月 26-29 日、QS²C Theory Forum: International Symposium on Strongly Correlated Quantum Science 【招待講演】. 3. <u>Y. Ando</u>, 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】. 4. <u>Y. Ando</u>, 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】. 5. <u>Y. Ando</u>, 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 (M²S 2012) 【基調講演】. 6. <u>Y. Ando</u>, 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】. 7. <u>Y. Ando</u>, 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】. 8. <u>Y. Ando</u>, 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】. 9. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, 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). 10. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, and <u>Y. Ando</u>, 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. 11. <u>Y. Ando</u>, 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. <u>Y. Ando</u>, 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】. 13. <u>Y. Ando</u>, Transport Studies of the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, フランス レジュツシュ、2012 年 5 月 21-25 日、International Workshop on Strongly Correlated Electron Systems in High Magnetic Fields (SCEF) 【招待講演】.

	<p>14. <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】.</p> <p>15. F. Iwase, G.-q. Zheng, Y. S. Hor, M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, <u>Y. Ando</u>, ^{77}Se NMR study of possible topological superconductors $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).</p> <p>16. 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).</p> <p>17. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Soft point-contact spectroscopy of $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 名古屋、2012年5月16-20日、International Conference on Topological Quantum Phenomena (TQP2012).</p> <p>18. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, 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).</p> <p>19. M. Kriener, S. Segawa, S. Sasaki, <u>Y. Ando</u>, 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).</p> <p>20. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, 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).</p> <p>21. K. Eto, S. Sasaki, Z. Ren, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, 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).</p> <p>22. <u>Y. Ando</u>, Transport Studies of Topological Insulators and Superconductors, 米国ボストン、2012年2月27-3月2日、American Physical Society March Meeting 【招待講演】</p> <p>23. <u>Y. Ando</u>, Probing the Exotic Surface States in Topological Insulators and Superconductors, 沖縄、2011年12月12-15日、FIRST-QS2C Workshop on <i>Emergent Phenomena of Correlated Materials</i> 【招待講演】</p> <p>24. <u>Y. Ando</u>, Materials-Oriented Research of Topological Insulators and Superconductors, 米国ボストン、2011年11月28日-12月2日、2011 MRS Fall Meeting 【招待講演】</p> <p>25. <u>Y. Ando</u>, Cutting-Edge Experiments on Topological Insulators and Superconductors, 京都大学基礎物理学研究所、2011年11月18日、International Workshop on Novel Quantum States in Condensed Matter: Correlation, Frustration and Topology (NQS2011) 【招待講演】</p> <p>26. <u>Y. Ando</u>, Materials-Oriented Research of Topological Insulators and Superconductors, 中国北京、清華大学、2011年8月18-21日、LT26 Satellite Conference on Topological Insulators and Superconductors【招待講演】</p> <p>27. A. Taskin, Z. Ren, S. Sasaki, K. Segawa, and <u>Y. Ando</u>, Magnetotransport studies of Dirac Fermions in Topological Insulators, 中国北京、2012年1月4-5日、IOP Workshop on Frontiers of Dirac Electron Systems 【招待講演】</p> <p>28. K. Eto, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Transport properties of new Pb-based Topological Insulators, 米国ボストン、2012年2月27-3月2日、American Physical Society March Meeting</p> <p>29. K. Segawa, M. Kriener, Z. Ren, S. Sasaki, and <u>Y. Ando</u>, Physical properties of bulk-superconducting $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 沖縄、2011年12月12-15日、FIRST-QS2C Workshop on <i>Emergent Phenomena of Correlated Materials</i></p> <p>30. K. Eto, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Experimental Attempts to Observe Spin-Polarized Transport Properties of the Surface States of a Highly Bulk-Insulating Topological Insulator, 大阪大学、2011年10月10-11日、7th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium</p> <p>31. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, <u>Y. Ando</u>, Point-contact spectroscopy</p>
--	---

	<p>of $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, ラフォーレ琵琶湖、2011 年 11 月 1-5 日、International Workshop for Young Researchers on Topological Quantum Phenomena in Condensed Matter with Broken Symmetries</p> <p>32. M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, S. Wada, and <u>Y. Ando</u>, About the Superconductivity in $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, ラフォーレ琵琶湖、2011 年 11 月 1-5 日、International Workshop for Young Researchers on Topological Quantum Phenomena in Condensed Matter with Broken Symmetries</p> <p>33. K. Eto, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>, Experimental Attempts to Observe Spin-Polarized Transport Properties of the Surface States of a Highly Bulk-Insulating Topological Insulator, ラフォーレ琵琶湖、2011 年 11 月 1-5 日、International Workshop for Young Researchers on Topological Quantum Phenomena in Condensed Matter with Broken Symmetries</p> <p>34. K. Segawa, M. Kriener, Z. Ren, S. Sasaki, and <u>Y. Ando</u>, Physical properties of bulk-superconducting $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 中国北京、2011 年 8 月 11-17 日、26th International Conference on Low Temperature Physics</p> <p>35. K. Segawa, M. Kriener, Z. Ren, S. Sasaki, and <u>Y. Ando</u>, Physical properties of bulk-superconducting $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 米国ニューハンプシャー州ウォータービルバレー、2011 年 6 月 6-10 日、Gordon Research Conference on Superconductivity</p> <p>36. <u>Yoichi Ando</u>, Materials Studies of Topological Insulators and Superconductors, 東京大学工学部、2011 年 3 月 9-11 日、International Meeting on High-Accuracy, Hierarchical and Many-Body Schemes for Materials Simulations (JST-CREST)、【招待講演】</p> <p>37. Alexander Schafgans, Andrew LaForge, A. Taskin, <u>Yoichi Ando</u>, Dimitri Basov, Magneto-Optics in the search for the topological insulating state, 米国テキサス州ダラス、2011 年 3 月 14-18 日、American Physical Society March Meeting 2011</p> <p>(国内学会)</p> <p>38. 瀬川耕司, 江藤数馬, <u>安藤陽一</u>、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>39. 佐々木聡, 任之, A. A. Taskin, 瀬川耕司, L. Fu, <u>安藤陽一</u>、ドーピングされたトポロジカル結晶絶縁体 $\text{Sn}_{1-x}\text{In}_x\text{Te}$ 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>40. 大西義人, Zhi Ren, 瀬川耕司, Maciej Lorenc, Herve Cailleau, <u>安藤陽一</u>, 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>41. 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, <u>安藤陽一</u>, 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>42. 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, <u>安藤陽一</u>、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>43. 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, <u>安藤陽一</u>、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>44. 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, <u>安藤陽一</u>、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>45. 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, <u>安藤陽一</u>、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>46. 金聖憲, 吉澤俊介, 江藤数馬, Zhi Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>, 小森文夫, Nb 蒸着したトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 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>47. <u>安藤陽一</u>、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】.</p> <p>48. 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, <u>安藤陽一</u>, 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_2Te_3 の研究、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.</p> <p>49. 瀬川耕司, Zhi Ren, 佐々木聡, 津田哲哉, 桑畑進, <u>安藤陽一</u>、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.</p> <p>50. A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, <u>Y. Ando</u>、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.</p> <p>51. 吉澤俊介, 金聖憲, 江藤数馬, Zhi Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>, 小森文夫、トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 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.</p> <p>52. 大西義人, Zhi Ren, 瀬川耕司, Maciej Lorenc, Herve Cailleau, <u>安藤陽一</u>, 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.</p> <p>53. 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, <u>安藤陽一</u>、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.</p> <p>54. 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, <u>安藤陽一</u>、$\text{TlBi}(\text{S},\text{Se})_2$ 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.</p> <p>55. 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, <u>安藤陽一</u>、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.</p> <p>56. 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, <u>安藤陽一</u>、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.</p> <p>57. 江藤数馬, 佐々木聡, Zhi Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、コバルト膜を蒸着したトポロジカル絶縁体バルク単結晶の輸送特性、横浜、2012 年 9 月 18-21 日、日本物理学会 2012 年秋季大会.</p> <p>58. 上山卓巳, 佐々木聡, A. A. Taskin, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、新奇な超伝導候補物質 TI ドープ 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>59. <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体の表面電子状態、東京大学物性研究所、2012 年 2 月 23-24 日、ISSP ワークショップ【招待講演】</p> <p>60. 瀬川耕司, 南達哉, 江藤数馬, 佐々木聡, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル量子相転移を示す物質 $\text{TlBi}(\text{Se},\text{S}_{1-x})_2$ の試料作製と輸送特性、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日、日本物理学会第 67 回年次大会</p> <p>61. 相馬清吾, 江藤和馬, 野村円香, 中山耕輔, 佐藤宇史, 高橋隆, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体 $\text{Pb}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_4$ の高分解能 ARPES、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日、日本物理学会第 67 回年次大会</p> <p>62. 荒金俊行, 佐藤宇史, 相馬清吾, 高坂研一郎, 中山耕輔, 小松誠, 高橋隆, 任之, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ の高分解能 ARPES、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日、日本物理学会第 67 回年次大会</p>
--

63.	吉澤俊介, 中村史一, 中辻寛, A. A. Taskin, <u>安藤陽一</u> , 松田巖, 小森文夫, Co 吸着 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (111) 表面の走査トンネル分光、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012年3月24-27日、日本物理学会第67回年次大会
64.	小松誠, 荒金俊行, 佐藤宇史, 相馬清吾, 高坂研一郎, 中山耕輔, 高橋隆, 任之, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、高分解能 ARPES によるトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ のディラック電子状態の組成依存性、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012年3月24-27日、日本物理学会第67回年次大会
65.	野村円香, 江藤数馬, 相馬清吾, 中山耕輔, 佐藤宇史, 高橋隆, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、高分解能 ARPES による Pb 系トポロジカル絶縁体の電子状態、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012年3月24-27日、日本物理学会第67回年次大会
66.	岩瀬文達, 鄭国慶, Y. S. Hor, M. Kriener, 瀬川耕司, Z. Ren, <u>安藤陽一</u> 、トポロジカル超伝導体 $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ の低温電子状態、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012年3月24-27日、日本物理学会第67回年次大会
67.	瀬川耕司, A. A. Taskin, Z. Ren, 佐々木聡, <u>安藤陽一</u> 、輸送特性測定によるトポロジカル絶縁体の研究、岡山大学創立五十周年記念館、2011年12月17-19日、対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象 第2回領域研究会
68.	佐々木聡, M. Kriener, 瀬川耕司, 矢田圭司, 田仲由喜夫, 佐藤昌利, <u>安藤陽一</u> 、 $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ のトポロジカル超伝導性～ポイントコンタクト分光～、岡山大学創立五十周年記念館、2011年12月17-19日、対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象 第2回領域研究会
69.	瀬川耕司, M. Kriener, 和田祥平, 佐々木聡, Z. Ren, <u>安藤陽一</u> 、トポロジカル絶縁体を舞台とした超伝導物質の輸送特性、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
70.	佐々木聡, M. Kriener, 和田祥平, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、 $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ のトンネル分光実験、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
71.	吉澤俊介, 中村史一, 飯盛拓嗣, 中辻寛, A. A. Taskin, <u>安藤陽一</u> , 松田巖, 小森文夫、 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (111) 表面における準粒子干渉の走査トンネル分光測定、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
72.	M. Kriener, K. Segawa, S. Wada, S. Sasaki, Z. Ren, <u>Y. Ando</u> , Thermodynamic properties of the superconducting phase in $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
73.	<u>安藤陽一</u> , Z. Ren, A.A. Taskin, 佐々木聡, 瀬川耕司、バルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体における表面輸送現象、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
74.	江藤数馬, 佐々木聡, Z. Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、高バルク抵抗トポロジカル絶縁体におけるスピン偏極輸送特性観測の試み、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
75.	和田祥平, M. Kriener, Z. Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、トポロジカル絶縁体を舞台とした超伝導物質 $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ の電気化学的インターカレーションによる合成、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
76.	吉田遼平, A. A. Taskin, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u> 、スピン偏極表面状態が予測されている NaCoO_2 の材料研究、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
77.	小松誠, 江藤数馬, 瀬川耕司, 高坂研一郎, 相馬清吾, 佐藤宇史, <u>安藤陽一</u> , 高橋隆、タリウム系トポロジカル絶縁体の表面ディラック電子状態:高分解能 ARPES、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会
78.	高坂研一郎, 江藤数馬, 瀬川耕司, 相馬清吾, 佐藤宇史, <u>安藤陽一</u> , 高橋隆、トポロジカル絶縁体 $\text{TlBi}(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_2$ の高分解能スピン分解 ARPES、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会

	<p>79. 岩瀬文達, 李政, 鄭国慶, M. Kriener, 瀬川耕司, Z. Ren, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル超伝導体 $Cu_xBi_2Se_3$ における常伝導状態: Cu, Bi, Se-NMR、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会</p> <p>80. 相馬清吾, 高坂研一郎, 佐藤宇史, 小松誠, 高山あかり, 高橋隆, M. Kriener, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、スピン分解 ARPES による Bi_2Te_3 の表面スピン z 成分の直接観測、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会</p> <p>81. 佐藤宇史, 瀬川耕司, 高坂研一郎, 相馬清吾, 中山耕輔, 江藤数馬, 南達哉, <u>安藤陽一</u>, 高橋隆、タリウム系トポロジカル絶縁体における量子相転移: 高分解能 ARPES、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会</p> <p>82. 大西義人, Z. Ren, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>, 田中耕一郎、トポロジカル絶縁体 $Bi_{1.5}Sb_{0.5}Te_{1.7}Se_{1.3}$ における時間分解反射率測定、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日、日本物理学会2011年秋季大会</p> <p>83. <u>安藤陽一</u>, Z. Ren, A. A. Taskin, 佐々木聡, 瀬川耕司、バルク絶縁性の高い新トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_2Se の表面量子振動、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>84. 中村史一, 小宇佐友香, A. A. Taskin, Marie D'angelo, 武市泰男, 中辻寛, 小森文夫, 柿崎明人, 近藤寛, <u>安藤陽一</u>, 松田巖、$Bi_{1-x}Sb_x$ エッジ状態における準粒子散乱の解析、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>85. 小松誠, 江藤数馬, 瀬川耕司, 高坂研一郎, 相馬清吾, 佐藤宇史, <u>安藤陽一</u>, 高橋隆、タリウム系トポロジカル絶縁体の高分解能 ARPES、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>86. 相馬清吾, 瀬川耕司, 佐藤宇史, H. Guo, 菅原克明, <u>安藤陽一</u>, 高橋隆、新トポロジカル絶縁体 $TiBiSe_2$ の高分解能 ARPES、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>87. 高坂研一郎, 江藤数馬, 瀬川耕司, 中山耕輔, 相馬清吾, 佐藤宇史, <u>安藤陽一</u>, 高橋隆、高分解能 ARPES によるトポロジカル絶縁体 $TiBi(SexS_{1-x})_2$ の電子状態、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>88. M. Kriener, 瀬川耕司, 任之, 佐々木聡, <u>安藤陽一</u>、$Cu_xBi_2Se_3$ の超伝導、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>89. 瀬川耕司, M. Kriener, Z. Ren, 佐々木聡, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体を舞台とした超伝導体 $Cu_xBi_2Se_3$ の輸送特性、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>90. 江藤数馬, 瀬川耕司, <u>安藤陽一</u>、トポロジカル絶縁体候補物質 Pb 系三元カルコゲナイドの単結晶作製と輸送特性、新潟大学五十嵐キャンパス、2011年3月25-28日、日本物理学会第66回年次大会</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書 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>
<p>Webページ (URL)</p>	<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>http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/fmc/sj_ando.html</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>http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next</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>http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</p>
<p>国民との 科学・技術 対話の実 施状況</p>	<p>(1)平成24年度: 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: 平成24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> <p>(2)平成23年度: 出身校で生徒むけの講演会を実施。</p> <p>標題: 「安藤陽一先生物理講演会」</p> <p>実施日時: 平成23年11月7日(月) 14:20～15:35</p> <p>場所: 聖光学院中学校・高等学校(神奈川県横浜市)</p> <p>対象者: 高2理系クラス、高1全員、中3全員</p> <p>参加者数: 580名</p> <p>講演の主眼: 高校生の物理離れが進む中、自分の出身高校において、一人でも多くの後輩に物理学に対する興味を持ってもらい、できれば物理学者を志してもらおうための啓蒙。</p> <p>講演内容: 物理学の目的と歴史、量子力学の基本概念、超伝導現象、トポロジカル絶縁体、物理学に残された重要未解決問題。</p> <p>アンケート結果: 聴講した高校生の67%が講演内容を「良く理解できた」または「だいたい理解でき</p>

	<p>た」と回答。また 81%が講演は「とても面白かった」または「まあまあ面白かった」と回答。さらに、「講演を聴いて、できれば物理学者になりたいと思うようになりましたか？」という設問には 38 名の高校生が「そう思う」と回答。中 3 生においては、上記の数字はそれぞれ 31%、58%、12 名であった。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計 9 件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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」 https://nanonet.go.jp/mukate4w7-281/#_281 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～」 https://www.nanonet.go.jp/mu0v829nq-281 3. Science 誌、平成 24 年 12 月 7 日号、Editors' Choice、「PHYSICS: A Topo-Superconducting Hybrid」 http://www.sciencemag.org/content/338/6112/twil.full 4. 日刊工業新聞、平成 23 年 5 月 18 日(22 面)、「トポロジカル絶縁体、電子スピンの動作解明、東北大・阪大、3 次元制御に道」 5. マイコミジャーナル、平成 23 年 5 月 19 日(オンライン版)、「東北大ら、『トポロジカル絶縁体』の電子スピンの直接観測に成功」 http://news.mynavi.jp/news/2011/05/19/065/index.html 6. 科学新聞、平成 23 年 5 月 27 日(4 面)、「注目集めるトポロジカル絶縁体、電子スピンを直接観察、東北大・大阪大のグループ」 7. 科学新聞、平成 23 年 11 月 25 日(2 面)、「トポロジカル絶縁体の新性質、ディラック電子に質量を付与、東北大と阪大が共同で成果」 8. Science News、平成 23 年 12 月 31 日(p.18)、「Metal crust, superconducting filling — material could harbor particles that’s its own antimatter twin」 9. 日本経済新聞、平成 24 年 1 月 3 日(Web 版)、「超省エネの切り札か 『トポロジカル物質』に注目、消費電力極めて少ない電子素子開発も」 http://sp.nikkei.com/news/article/DGXNASGG2701S_28122011000000/
<p>その他</p>	

7. その他特記事項

本課題で得られた成果により、研究代表者は平成 25 年 4 月に第 17 回超伝導科学技術賞を受賞した。受賞テーマは「トポロジカル超伝導体の理論と実証」で、佐藤昌利、藤本聡、佐々木聡、Markus Kriener、瀬川耕司の各氏との共同受賞である。