

**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23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バルク絶縁性が低いため、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る。そこで平成23年度には、トポロジカル絶縁体試料における十分なバルク絶縁性の確保のための材料研究を、バルク単結晶と薄膜の両方で推進する。また、そうして得られる試料を利用して、トポロジカル絶縁体に特有の物性を解明する。さらにトポロジカル絶縁体をベースにしたトポロジカル超伝導体に関する先導的な研究を推進する。

2. 研究の実施状況

- 1)我々が発見したトポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 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間の量子相転移を実現し、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た。(論文は Nature Physics 誌の表紙を飾り、成果が科学新聞で紹介された。)
- 2)昨年度中に我々は $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ 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新物質であることを発見したが、この関連物質である $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ 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、さらに物理学研究上の重要なトピックスを伝えるオンライン雑誌 Physics で紹介された。)
- 3) $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ の最適化により、表面伝導率がバルク伝導率を上回る試料を世界で初めて実現した。
- 4)この $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ において、高い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 を達成した。(論文は Nature Communications に掲載され、ネイチャー アジア・パシフィックの注目論文に選ばれた。)
- 5)トポロジカル絶縁体に電子を注入した超伝導体である $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ が、表面にマヨラナ粒子の出現を伴うトポロジカル超伝導体として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 ScienceNews で紹介された。)
- 6)理論的にトポロジカル絶縁体であることが予想されていたPb系三元カルコゲナイド化合物で実際にトポロジカル絶縁体新物質を発見し、この系ではディラック粒子の符号を制御できることを明らかにした。

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 14 件
計 14 件	<ol style="list-style-type: none"> 1. S. Souma, K. Eto, M. Nomura, K. Nakayama, T. Sato, T. Takahashi, K. Segawa, and <u>Y. Ando</u>, Topological Surface States in Lead-Based Ternary Telluride $Pb(Bi_{1-x}Sb_x)_2Te_4$, Physical Review Letters (2012) Vol. 108, No. 11, 116801–(1–5). 2. T. Arakane, T. Sato, S. Souma, K. Kosaka, K. Nakayama, M. Komatsu, T. Takahashi, Z. Ren, K. Segawa, and <u>Y. Ando</u>, Tunable Dirac cone in the topological insulator $Bi_{2-x}Sb_xTe_{3-y}Se_y$, Nature Communications (2012) Vol. 3, 636–(1–5). 3. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, and <u>Y. Ando</u>, Topological Superconductivity in $Cu_xBi_2Se_3$, Physical Review Letters (2011) Vol. 107, No. 21, 217001–(1–5). 4. 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>, and I. Matsuda, Topological transition in $Bi_{1-x}Sb_x$ studied as a function of Sb doping, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 23, 235308–(1–8) 5. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, and <u>Y. Ando</u>, Optimizing $Bi_{2-x}Sb_xTe_{3-y}Se_y$ 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 Synopsis</i>). 6. T. Sato, K. Segawa, K. Kosaka, S. Souma, K. Nakayama, K. Eto, T. Minami, <u>Y. Ando</u>, and 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. 7. Z. Ren, A. A. Taskin, S. Sasaki, K. Segawa, and <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). 8. M. Kriener, K. Segawa, Z. Ren, S. Sasaki, S. Wada, S. Kuwabata, and <u>Y. Ando</u>, Electrochemical synthesis and superconducting phase diagram of $Cu_xBi_2Se_3$, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 5, 054513–(1–5) (Editor's Suggestion). 9. A. A. Taskin and <u>Y. Ando</u>, Berry phase of nonideal Dirac fermions in topological insulators, Physical Review B (2011) Vol. 84, No. 3, 035301–(1–6) 10. A. A. Taskin, Z. Ren, S. Sasaki, K. Segawa, and <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). 11. S. Souma, K. Kosaka, T. Sato, M. Komatsu, A. Takayama, T. Takahashi, M. Kriener, K. Segawa, and <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). 12. A. A. Taskin, K. Segawa and <u>Y. Ando</u>, Additional Evidence for the Surface Origin of the Peculiar Angular-Dependent Magnetoresistance Oscillations Discovered in a Topological Insulator $Bi_{1-x}Sb_x$, 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] 13. <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. 14. 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ック電子

様式19 別紙1

	<p>の質量獲得、日本物理学会誌 (2012) Vol. 67, No. 3, 184-187.</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</p> <p>計 38 件</p>	<p>専門家向け 計 38 件</p> <p>(国際会議)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <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】 2. <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】 3. <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】 4. <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】 5. <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】 6. 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】 7. 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 8. 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> 9. 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 10. S. Sasaki, M. Kriener, K. Segawa, K. Yada, Y. Tanaka, M. Sato, <u>Y. Ando</u>, Point-contact spectroscopy 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 11. 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 12. 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 13. K. Segawa, M. Kriener, Z. Ren, S. Sasaki, and <u>Y. Ando</u>, Physical properties of bulk-superconducting

	<p>$\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$, 中国北京、2011年8月11-17日、26th International Conference on Low Temperature Physics</p> <p>14. 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>(国内学会)</p> <p>15. <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>16. 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 $\text{TlBi}(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_2$ 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>17. 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>18. 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> <p>19. 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</p> <p>20. 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</p> <p>21. 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</p> <p>22. 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</p> <p>23. 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</p> <p>24. 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</p> <p>25. 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</p> <p>26. 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</p> <p>27. 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</p>
--	---

様式19 別紙1

	<p>28. M. Kriener, K. Segawa, S. Wada, S. Sasaki, Z. Ren, <u>Y. Ando</u>, Thermodynamic properties of the superconducting phase in $Cu_xBi_2Se_3$, 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</p> <p>29. <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</p> <p>30. 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</p> <p>31. 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 $Cu_xBi_2Se_3$ 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</p> <p>32. 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</p> <p>33. 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</p> <p>34. 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 $TiBi(Se_xS_{1-x})_2$ 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> <p>35. 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>36. 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>37. 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>38. 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>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>
<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>

様式19 別紙1

	<p>大阪大学：最先端・次世代研究開発支援プログラム 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 http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>安藤陽一先生物理講演会、平成23年11月7日、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>
新聞・一般雑誌等掲載計6件	<ol style="list-style-type: none"> 1) 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」 2) 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 3) 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・阪大のグループ」 4) 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」 5) 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」 6) 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_2812201100000/
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成23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	0	40,000,000	0
間接経費	39,000,000	27,000,000	0	12,000,000	0
合計	169,000,000	117,000,000	0	52,000,000	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 (未取利息を除 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	86,342,166	0	0	86,342,166	86,336,140	6,026	0
間接経費	27,000,000	0	0	27,000,000	8,319,771	18,680,229	0
合計	113,342,166	0	0	113,342,166	94,655,911	18,686,255	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	79,369,094	電子線MBE装置、計測器、実験試薬、真空部品等
旅費	1,085,382	研究成果発表旅費(アメリカ物理学会)等
謝金・人件費等	5,040,474	特任助教人件費
その他	841,190	論文投稿料、学会参加費等
直接経費計	86,336,140	
間接経費計	8,319,771	
合計	94,655,911	

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
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(ヘリックスモード仕様)	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 セクターボックス付	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ソー	ニューメタルズエンドケミカルコーポ レーション製 CS-203	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	米国クライオマック社製 PT410-ReLi-S	1	10,500,000	10,500,000	平成23年9月29日	大阪大学
ハキウ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型	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 インターサート	アキス製 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	エイコー・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