

学 長 定 例 記 者 会 見 要 項

日 時：平成23年11月2日(水) 11:00～11:30

場 所：事務局第二会議室(小白川キャンパス、事務局4階)

発 表 事 項

1. ひとつでも多くの文化遺産を未来へ
2. あの高句麗広開土王(好太王)碑拓本を小白川図書館で発見！
3. 震災後の山形における中国人観光客誘致の方策を提案
4. 世界初！Dirac 電子による特異な現象の定量的解析に成功
5. 大学院生のキャリア教育に新たな強化策

お 知 ら せ

1. 農学部『第2回 農業・食料・環境を考える山形県民シンポジウム』
2. 人文学部 国際学術講演会
『安達峰一郎とベルギーとの関係～ルーバン大学の復興を通じて～』
3. 大学コンソーシアムやまがた
『やまがた里の暮らし推進機構 委託事業 成果報告会』
4. 国際事業化研究センター まちづくり談話会・もっとみらいコンソーシアム研究会
『次世代安全社会に向う経営力学』
5. 大学コンソーシアムやまがた『進学相談会』

(参 考)

- 次回の学長定例記者会見(予定)

日 時：平成23年11月15日(水) 11:00～11:30

場 所：事務局第二会議室(小白川キャンパス、事務局4階)

平成23年11月2日
山形大学

インフォメーションセンター・パネル展 ひとつでも多くの文化遺産を未来へ

「東日本大震災」による被災資料を救うための、「山形文化遺産
防災ネットワーク」の活動を紹介します。

○期 間：平成23年11月8日（火）～25日（金）

10:00～16:30（土・日・祝日は閉館）

○場 所：山形大学インフォメーションセンター（山形市・小白川キャンパス）

◇「東日本大震災」は、多くの尊い命と生活の場を奪うと同時に、被災地に残されていた文化遺産にも甚大な被害をもたらしました。

◇2008年に設立された「山形文化遺産防災ネットワーク」は、こうした被災資料を救い、文化遺産を未来へ伝えるために、様々な活動に取り組んでいるボランティア組織です。

県内の文化財行政担当者や大学関係者ととともに、山形大学人文学部の学生も中心メンバーとして活躍しています。

◇現在の活動の中心は、津波によって大きな被害を受けた、陸前高田市立博物館などが所蔵していた歴史資料のクリーニングです。

東北芸術工科大学において、洗浄や防カビ・乾燥などの応急処置がなされた文書や図書を、展示や保管できるように、付着している汚れを一つずつ手で落とす作業をしています。

◇救済すべき歴史資料の数は膨大で、作業が完了するまでには長い時間とたくさんの方々の協力が必要になります。

◇この活動を、写真パネルによって紹介することでご理解いただき、皆さまのご支援をよろしくお願いいたします。

（お問い合わせ）

山形大学人文学部 准教授 三上喜孝

(TEL) 023-628-4240

平成23年11月2日
山形大学

あの高句麗広開土王(好太王)碑拓本を小白川図書館で発見！

「高句麗広開土王碑は何を語るか」
～山形大学所蔵・広開土王碑拓本の世界～
小白川図書館と人文学部が共催で、この広開土王碑拓本の展示と
講演会を開催します。

○講演会

日時：平成23年12月20日（火）16：30～18：30
会場：山形大学人文学部205教室（山形市・小白川キャンパス）
講師：東京大学名誉教授 武田幸男氏（専門：朝鮮古代史）
※山形県出身で、広開土王碑墨本研究の第一人者です。
山形大学人文学部准教授 三上喜孝（専門：日本古代史）

○展示

日時：平成23年12月19日（月）～22日（木）
9：30～16：30
会場：小白川図書館シアタールーム（山形市・小白川キャンパス）

- ◇山形大学小白川図書館書庫に、歴史教科書でおなじみの「高句麗広開土王（好太王）碑」の拓本（第3面）が眠っていました。
- ◇今夏、書庫内の教育用掛図を整理した際に発見されましたが、どのような経緯で本学にもたらされたのかは、全く不明です。
- ◇横幅1.78メートル、縦5.61メートルもの大きさがあり、掛け軸の形に表装されたもので、4世紀の日本列島の歴史を知る上で、貴重な資料となっています。

（お問い合わせ）
山形大学小白川図書館
(TEL) 023-628-4902

山形大学小白川図書館所蔵「広開土王碑拓本（第3面）」について

山形大学人文学部 三上 喜孝

1. 「広開土王碑」とは

広開土王（好太王）は、朝鮮半島北部から中国東北部にかけて存在した高句麗の19代目の王で、4世紀末から5世紀初頭にかけて活躍した高句麗最盛期の王です。広開土王碑（好太王碑）は、広開土王の没後の5世紀初め、子の長寿王が父の功績を顕彰する目的で立てた石碑です。現在は中国吉林省集安市の広開土王陵の近くに所在し、高さ約6.3m、幅約1.5mの角柱の凝灰岩の四面に、1802文字が記されています。碑文には、4世紀当時の倭が高句麗と交戦したことを示す記述もみられ、4世紀の日本列島の歴史を知る上で、貴重な資料となっています。

2. 「広開土王碑」拓本について

広開土王碑は1880年頃に再発見され、近代以降、日本の陸軍参謀本部や歴史研究者たちにより解読作業が進められました。近代日本の朝鮮半島進出を歴史的に正当化する意味で、広開土王碑に記された4世紀の倭の半島進出の歴史に、大きな関心が寄せられたためであると思われます。この過程で、多くの広開土王碑の拓本が日本にもたらされました。

戦後、広開土王碑の碑文が陸軍参謀本部によって改竄されたのではないかとする説が出されるなど（現在では否定されています）、広開土王碑やその拓本をめぐるは、これまで多くの論争が繰り広げられてきました。¹

広開土王碑の拓本には、大きく分けて3種類あります。

- ①「双鉤加墨本」…碑文の字画を縁取りし、字のまわりを墨で塗りつぶしたもの。
 - ②「石灰拓本」…拓本をとりやすくするために、碑面に石灰を塗布して碑面を平滑にした上で、拓本をとったもの。
 - ③「原石拓本」…石碑になんの加工もほどこさず、拓本をとったもの。
- ①は正確には拓本ではなく、文字を縁取りしたものなので、石碑の文字を正確に表現したものとはいえません。
- ②は、最も多く流通した拓本で、主に1890年代から1930年代にかけてさかんにつくられました。
- ③は石碑の原状を最もよくとどめている拓本として、資料的価値の高いものですが、碑面の凹凸がそのまま反映されているため、文字の解読にはかなりの困難がともないます。

¹ 佐伯有清『研究史 広開土王碑』吉川弘文館、1974年、李成市「表象としての広開土王碑」『思想』842、1994年。

3. 発見の経緯

もと山形大学の図書館旧書庫（赤レンガ書庫）に保管されていたもので、旧書庫の解体にともない、現在の小白川図書館の書庫に移管されたものです。戦前に教材用として使われた地図などの掛図とともに保管されていました。

4. 拓本の現状

本学小白川図書館から発見された広開土王碑拓本は、第1面から第4面までのうちの、第3面のみが残っています。掛け軸の形に表装されており、法量は以下の通りです。

（掛け軸全体の法量）

縦 5 m61 cm、横 1 m78 cm

（拓本部分の法量）

縦 5m36 cm 7 mm、横 1m74 cm 6 mm

52センチ四方の「宣紙」とよばれる中国製の紙を用いて各部分の拓本がとられ、それらを貼り継いで全体を表装しています。

5. 拓本の性格と拓出年代

2011年9月27日（火）に、広開土王碑墨本研究の第一人者である武田幸男先生（東京大学名誉教授、朝鮮古代史）をお招きして、拓本の調査をしていただきました。調査の結果、以下のようなことがわかりました。

本拓本は、典型的な「石灰拓本」です。正確な拓出年代（拓本がとられた年代）については不明ですが、本拓本を詳細に観察し、現存する他の石灰拓本などを参考にすると、武田幸男先生が分類する「C2型」の類型にあたると思われます²。「C2型」の拓本は、拓出年代が1920年代から30年代と考えられ、本拓本も、ほぼそれと同じところに拓出されたものと考えられます。

6. 問題点と課題

広開土王碑の拓本がどのような経緯で本学にもたらされたのかについては、現段階で

² 武田幸男編著『広開土王碑原石拓本集成』東京大学出版会、1988年、武田幸男『広開土王碑墨本の研究』吉川弘文館、2009年。

は全く不明といわざるをえません。しかも通常は、広開土王碑の拓本は4面すべてが1セットで残っているはずなのですが、本学ではなぜか第3面しか残っておらず、これが当初からそうだったのか、あるいは途中で散逸してしまったのかについてもわかりません。仮に当初から第3面のみが入手されたのだとしても、なぜ第3面だけを入手したのか（碑文の内容から考えると、重要なのは第1面であり、第3面は内容からみて特筆すべき部分とはいえません）がわかりません。これらの点は、すべて今後の課題です。

7. 広開土王碑拓本所蔵の意義

いまのところ入手の経緯については不明ですが、図書館に残っていた他の「教育用掛図」と同様、この拓本が教育用に活用されていた可能性があります。表装の現状をみると、頻繁に掛けて使用していたと思われるような痕跡もみられます。とすれば、戦前において、広開土王碑拓本が教育の場でどのように利用されていたのかを知る手がかりにもなります。そしてさらには、戦前の歴史教育がどのように行われていたかを知ることにもつながります。いずれにしても本拓本は、東アジアの古代史のみならず、近代の東アジアの歴史や近代歴史教育を考える上で貴重な資料であることはまちがいありません。他に残された教育用掛図とともに今後も調査を継続していく所存です。



山形大学小白川図書館所蔵「広開土王碑拓本（第3面）」

平成23年11月2日
山形大学

震災後の山形における中国人観光客誘致の方策を提案

山形大学大学院ものづくり技術経営学専攻の留学生と(株)日本政策投資銀行が共同して、山形県への中国人観光客誘致のためのアイデアをまとめました。

- ◇山形大学と株式会社日本政策投資銀行（DBJ）との連携協定の一環として、『中国人留学生へのアンケート調査からみた山形の観光資源－震災後の山形における中国人観光客誘致のための方策案－』と題したレポートを作成しました。
- ◇本レポートは、大学院ものづくり技術経営学専攻の留学生 ^{しや ひじょう} 余 飛城 さんがDBJと共同で、中国人留学生の視点からみた山形県への中国人観光客誘致のためのアイデアをまとめたものです。
- ◇山形県に対する外国人観光客の現状と課題の把握、山形大学在籍の中国人留学生・教員向けにアンケート調査、関係機関へのヒアリング調査を実施しました。
- ◇今回のアンケート調査を通じて、中国人からみた山形の観光資源については、潜在的な魅力が多く存在することがわかりました。
- ◇今後、さらにマーケティングを進めていくとともに、この調査結果を広く国内外に発信してまいります。
- ◎山形大学とDBJは、平成22年12月に人材教育交流を通じて国際化等地域社会に貢献することを目的とした連携協定を締結しています。

(お問い合わせ)

山形大学渉外部 社会連携・図書・情報課 矢口

TEL : 023-628-4840

中国人留学生へのアンケートからみた山形の観光資源 —震災後の山形における中国人観光客誘致のために—

日本政策投資銀行東北支店×山形大学大学院理工学研究科MOT専攻

1. 山形県における外国人観光客の動向

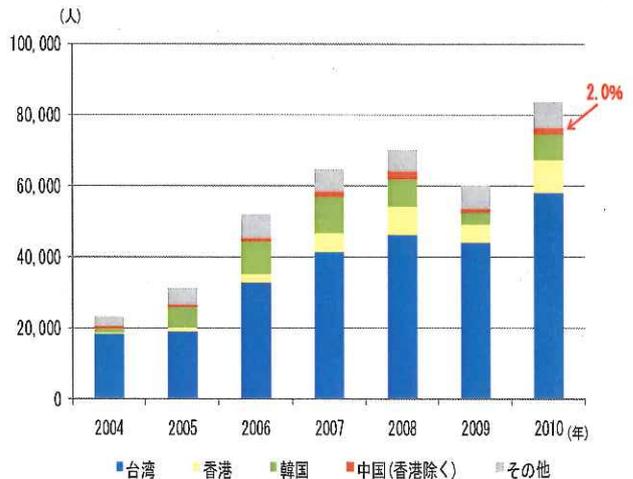
- ・2010年の都道府県別外国人宿泊者数をみると、山形県は47都道府県中37位と下位に位置しており、東北各県の中では最も外国人宿泊者数の少ない県となっている。国内観光需要が今後大きく伸びないとされる中、外国人観光客の取り込みは観光産業にとって検討すべき重要なテーマの一つである（図表1）。
- ・山形県における外国人観光客数を国別にみると、台湾が最も多く、次いで韓国、香港が続いており、この3カ国・地域で全体の約9割を占めている。近年、急速に経済成長している中国からの観光客は、全体の2.0%に留まっており、今後の中国人観光客拡大が期待されることである（図表2）。
- ・統計データからみる外国人観光客の山形県訪問の特徴としては次の2点が挙げられる。①受入観光客の52.2%が立寄客であり、宿泊客のウエイトが低い点（図表3）、②宿泊客数を月別にみると、冬季の宿泊者数が多く、春から秋までのグリーンシーズンの宿泊が少ない点、である（図表4）。山形を訪問する外国人は、冬季のスキー客などを除けば、仙台などで宿泊し山形へは日帰りで訪問するケースが多いものと考えられる。経済効果の大きい宿泊客を冬季以外に獲得するためには、外国人からみた観光資源の魅力を高め、山形県内における滞在時間の増加を図ることが求められる。

図表1 都道府県別外国人延べ宿泊者数(2010年)

順位	都道府県	延べ宿泊者数(人)	順位	都道府県	延べ宿泊者数(人)
1	東京都	8,901,220	25	三重県	101,960
2	大阪府	3,219,490	26	新潟県	101,890
3	千葉県	2,115,470	27	和歌山県	94,330
4	北海道	2,112,400	28	茨城県	91,230
5	京都府	1,306,230	29	富山県	88,500
6	愛知県	1,038,050	30	岩手県	85,820
7	神奈川県	842,840	31	岡山県	85,050
8	静岡県	599,390	32	福島県	83,180
9	福岡県	589,990	33	群馬県	71,950
10	山梨県	529,970	34	秋田県	65,180
11	沖縄県	450,390	35	埼玉県	62,680
12	兵庫県	376,010	36	青森県	58,870
13	長崎県	351,480	37	山形県	52,730
14	大分県	321,560	38	宮崎県	47,940
15	熊本県	316,300	39	愛媛県	47,300
16	長野県	314,370	40	香川県	43,010
17	広島県	290,760	41	山口県	37,500
18	岐阜県	239,930	42	佐賀県	36,740
19	宮城県	189,220	43	鳥取県	28,060
20	石川県	167,990	44	徳島県	22,590
21	栃木県	139,560	45	福井県	21,160
22	滋賀県	135,630	46	高知県	15,530
23	奈良県	122,000	47	島根県	12,900
24	鹿児島県	117,360			

(出所) 観光庁「宿泊旅行統計調査」より作成

図表2 山形県における国別外国人旅行者受入者数推移



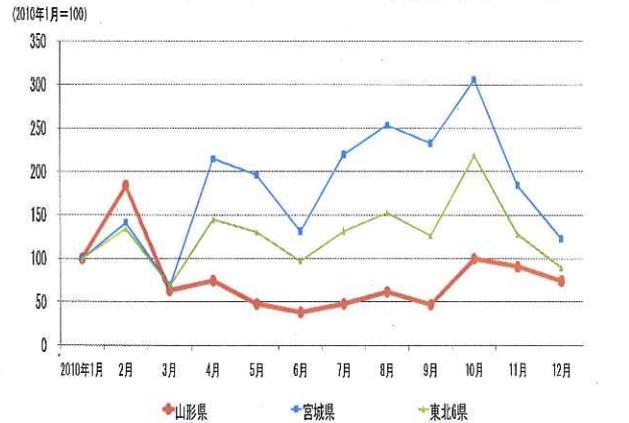
(出所) 山形県「外国人旅行者県内受入実績調査」より作成

図表3 宿泊・立寄別外国人旅行者受入者数推移(2010年)



(出所) 山形県「外国人旅行者県内受入実績調査」より作成

図表4 月別外国人延べ宿泊者数推移(2010年)



(出所) 観光庁「宿泊旅行統計調査」より作成

2. 中国人留学生へのアンケート調査結果 (1)

・日本政策投資銀行東北支店は、山形大学大学院理工学部MOT専攻と共同で、山形大学に在籍する中国人留学生・教員向けに以下のアンケート調査を実施した(図表5)。

実施者:株式会社日本政策投資銀行東北支店

対象:山形大学在籍の中国人留学生・教員(主として米沢キャンパス)

時期:2011年9月

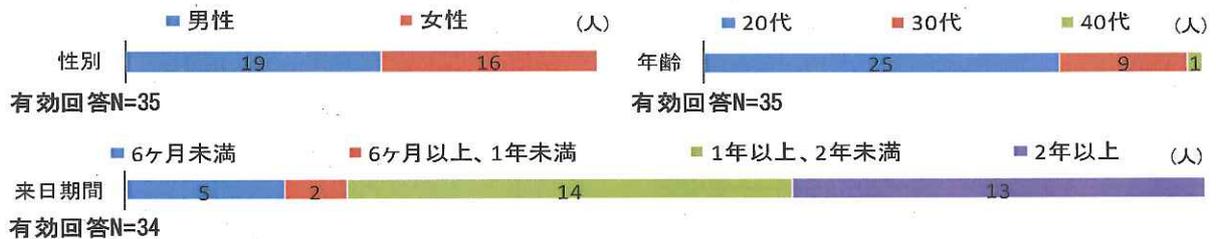
方式:アンケート調査票(中国語、日本語)に対する記入方式

内容:山形県での観光、日本での観光、日本に対するイメージについて等

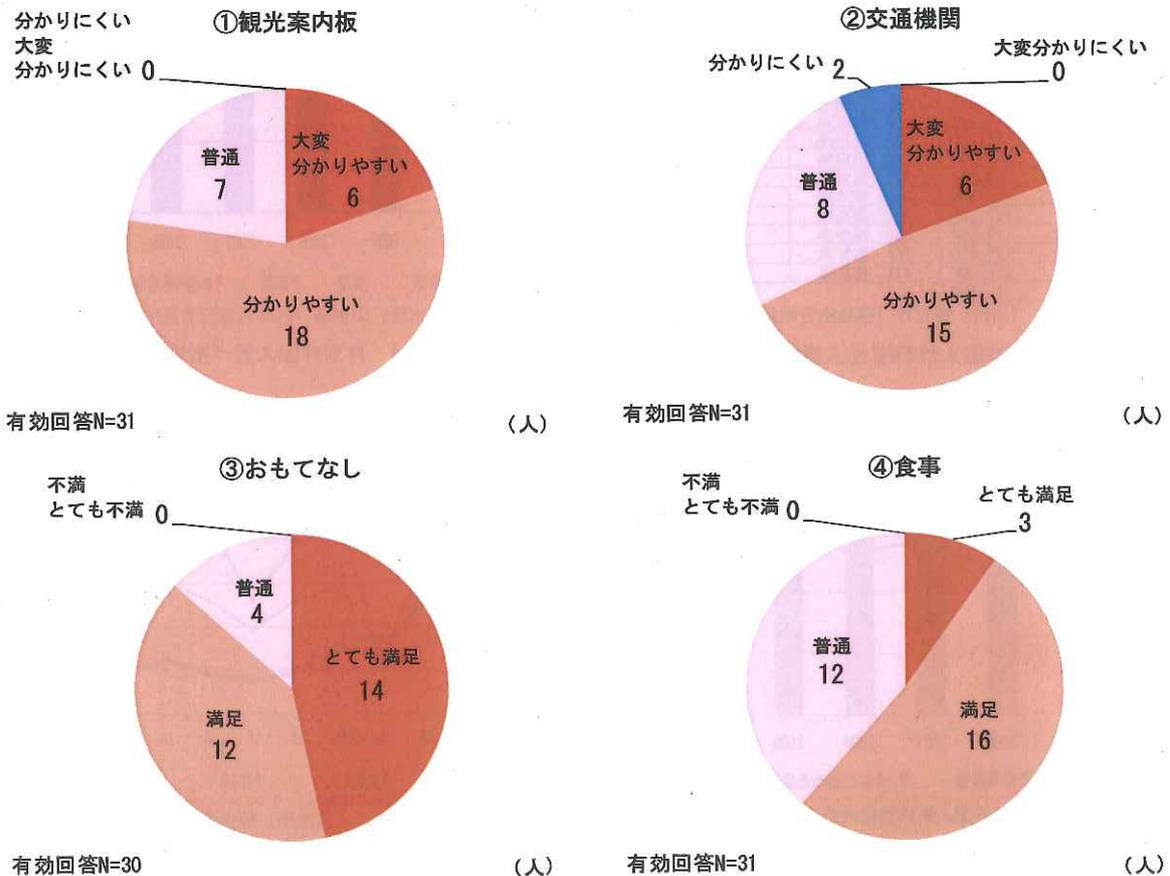
回答者数:35人(調査票配布数35)

・調査結果によると、山形県内の観光地の受入体制については、概ね高い評価であった。観光地における観光案内板の地図・表示については、「大変分かりやすい」「分かりやすい」が全体の4分の3以上を占めたほか、観光地での“おもてなし”については、全体の8割以上が「とても満足」「満足」と回答した。食事については、「とても満足」「満足」が全体の6割に留まったが、食事に対するコメントとしては、美味しいが値段が高いという回答が多かった。

図表5 回答者プロフィール



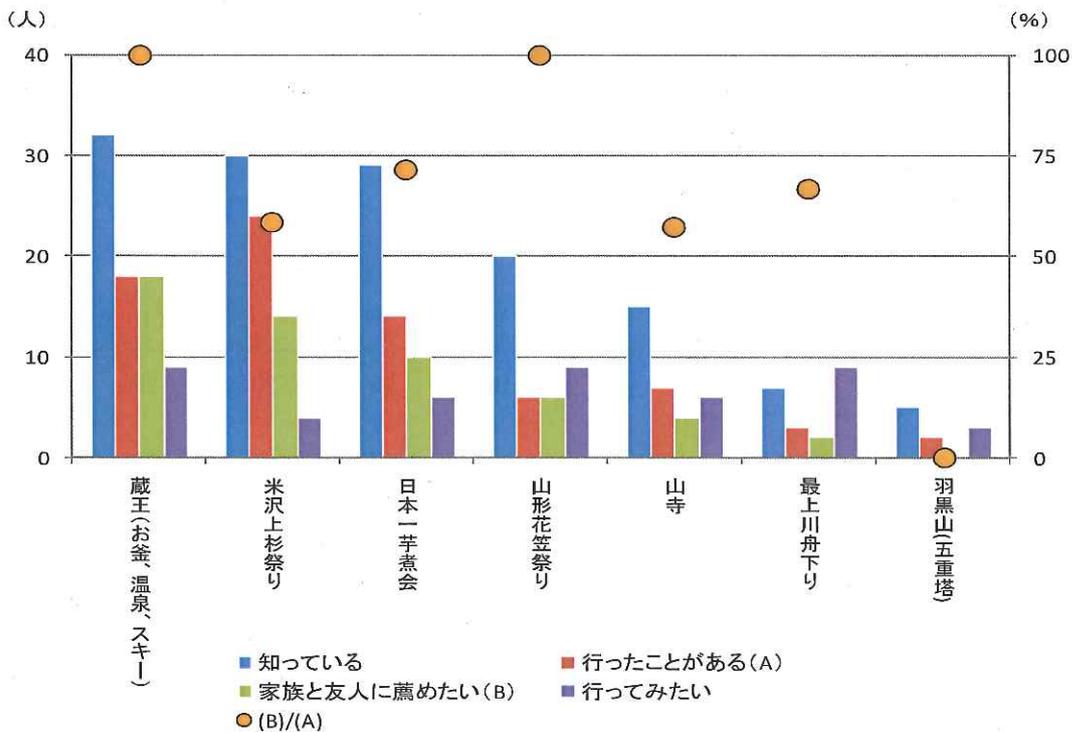
図表6 観光地の受入体制



3. 中国人留学生へのアンケート調査結果 (2)

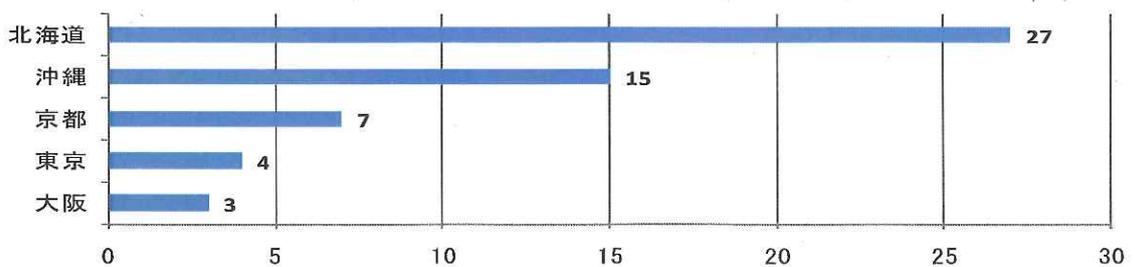
- ・県内の個別の観光資源について聞いたところ、知名度は蔵王(お釜、温泉、スキー)が最も高く、次いで米沢上杉まつり、日本一芋煮会の順となった。米沢上杉祭りについて、知名度が高く、行ったことがある経験が多いのは米沢キャンパスの留学生が多いためである。他方、山寺、最上川舟下り、羽黒山は、中国人留学生の間ではあまり知られていないという結果となった(図表7)。
- ・行ったことがある観光地の中で、家族や友人等に薦めたい観光地を挙げてもらったところ、評価が高かったのは蔵王(お釜、温泉、スキー)、山形花笠祭り、日本一芋煮会であり、蔵王(お釜、温泉、スキー)と山形花笠祭りについては、行ったことのある人全員が家族や友人等に薦めたいと回答した。
- ・日本国内で旅行したい観光地(山形県内を除く)は、北海道が圧倒的に人気が高く、次いで沖縄が続いている。東京、京都が少ないのは、留学生の場合、既に旅行している人が多いためと思われる。北海道については、最近中国でヒットし、北海道観光ブームを巻き起こした映画「非誠勿擾(邦題:狙った恋の落とし方)」のロケ地となったことなどが影響しているものと考えられる(図表8)。

図表7 山形観光資源に対する評価



有効回答N=35 (複数回答可)

図表8 日本国内で旅行したい場所



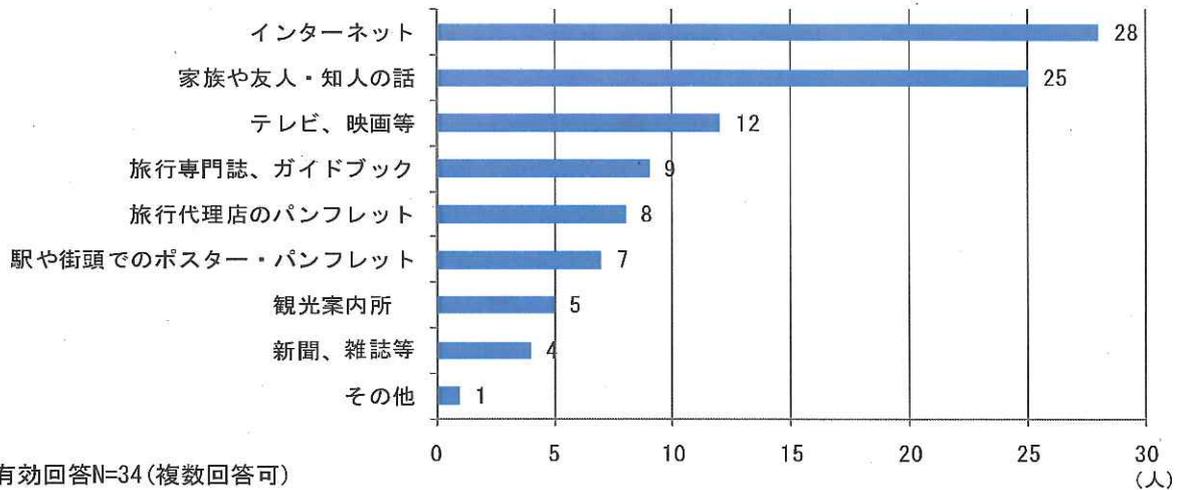
有効回答 N=33 (複数回答可)

(人)

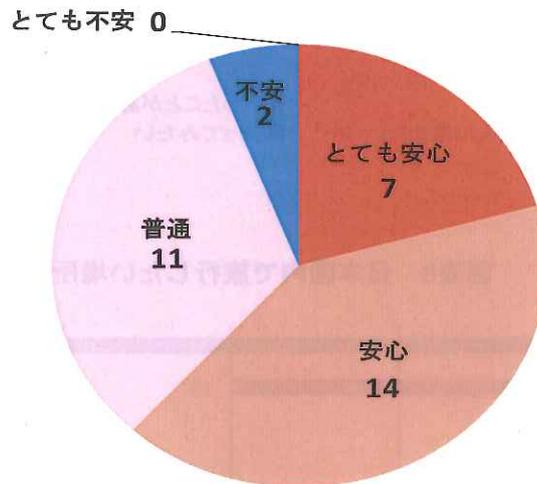
4. 中国人留学生へのアンケート調査結果 (3)

- ・日本国内を旅行するにあたっての情報の入手方法を聞いたところ、インターネットが最も多く、次いで家族や友人・知人の口コミが多かった。回答者の7割以上がこれら2つの手段を活用している(図表9)。
- ・中国人の間ではインターネットの活用が浸透しているため、集客側ではインターネットをうまく利用し、観光情報の発信を行うことが効果的と考えられる。また口コミ情報は短期間に伝播するうえ、中国人の間では重視されるので、訪問客が少ない段階から中国人観光客の山形観光地に対するよい印象が定着するよう努める必要がある。
- ・最後に、震災後の山形における生活や観光の安全性については、9割以上が「とても安心」「安心」「普通」と回答しており、不安と回答したのは1割未満であった。海外からの観光入込みにおいては、足元、風評被害の影響が懸念されているが、山形在住の外国人の見方として、この調査結果を広く海外に発信していくべきである(図表10)。

図表9 情報入手方法



図表10 山形県の安全性



有効回答N=34

(人)

5. 中国人観光客誘致のためのアイデア

- 山形への中国人観光客誘致の方策に関して、自由意見形式で聞いたところ、「中国国内における山形の知名度は低い。まずは認知度を高める広告・宣伝が必要」との指摘が大半を占めた。
- また個別の観光資源に対する自由意見の中では、山形の秋の風物詩である「芋煮会」について、「美味しい」「活気があって楽しい」など好反応の回答が非常に多く聞かれた。インバウンド（訪日観光客）集客においては、食の観光資源の魅力を高めることが重要であるが、芋煮会は中国人向け観光資源としてアピールできる可能性があり、毎年9月に開かれる「日本一芋煮会」イベントなどを通じてPRすべきである。芋煮会は冬季以外の集客資源としてだけでなく、山形の地域農産品の海外販売イメージづくりにも寄与する効果が期待できる（図表11）。
- 山形の知名度を高めるアイデアとして、映画やアニメなど中国国内で知名度のあるコンテンツを活用すべきとの意見も寄せられた。中国国内で放映された有名な漫画・アニメの一つに、山形出身の漫画家富樫義博氏「HUNTER×HUNTER」があるが、この作品は中国の30歳代以下の世代に広く知られており、こうしたキャラクターを観光PRに活用することなども検討に値しよう（図表12）。
- この他、現在、中国の若者の間で、「三国殺」というカードゲームが流行している。参加者は三国志の登場人物に扮し、敵を倒していくロールプレイングゲームであるが、大学や職場で大会が開催されるほどの人気がある。中国全国で600万人が楽しんでいるといわれているが、このカードゲームの全国大会が中国全土各地で開催されている。例えば山形でこうした大会を開催することで中国国内の話題性を高め知名度を高めることができるという意見もあった。
- アンケート調査を通じて、中国人からみた山形の観光資源については、潜在的な魅力が多く存在することが分かった。今後、さらなるマーケティングを進めていく必要があると思われる（了）。

図表11 芋煮会に関する評価



（出所）日本一の芋煮会事務局より提供

中国人留学生の意見

- ①秋の味覚を楽しむことができる。
- ②賑やか、雰囲気がいい。
- ③秋の山形の名物である。
- ④楽しい会、面白い会である。
- ⑤秋の味、美食である。
- ⑥新鮮、山の味、里芋がいい。
- ⑦作り方が独特である。
- ⑧美味しい。
- ⑨日本一の芋煮会は、山形県の秋の最大のイベント。
（6mの大鍋は見どころである。）
- ⑩日本一の芋煮会は、山形県独自のイベントである。
- ⑪日本一の芋煮会は、美味しい。

図表12 中国人観光客誘致のためのアイデア

図表13 中国で人気のゲーム「三国殺」

中国人留学生の意見

- ①山形県にはいい所がたくさんあるにもかかわらず、山形に来るまでは知らなかった。もっと宣伝すべき。
- ②中国旅行会社と連携して有名なタレントを起用し宣伝する
- ③インターネットによる宣伝、中国語ガイドの設置。
- ④無料の旅行ツアーを企画し、宣伝してもらおう。
- ⑤山形県独自の観光資源を宣伝し、差別化を図る
- ⑥山形県だけでなく、東北6県が連携して宣伝をする。
- ⑦仙台空港から山形への直行観光バスを運行する。
- ⑧北海道がロケ地となり北海道観光ブームを巻き起こした「狙った恋の落とし方」のような映画を撮る。
- ⑨中国全土の若者の間で流行しているカードゲーム「三国殺」の大会を山形で開催する。



（出所）山形大学留学生余飛城氏より提供

平成23年11月2日
山形大学

世界初！Dirac電子による特異な現象の定量的解析に成功

山形大学とテグ大学の共同研究で、世界で初めてDirac電子による異常なホール効果と磁気抵抗効果の定量的解析に成功しました。

- ◇理学部物理学科量子物性研究室（佐々木実教授、大西彰正准教授、北浦守准教授）では、トポロジカル絶縁体と呼ばれている新しいタイプの物質である Bi_2Te_3 単結晶を育成し、液体ヘリウム温度の低温でホール効果と磁気抵抗効果を調べました。
- ◇その結果、Dirac電子による特異なゾンドハイマー振動を発見しました。さらに、東京大学物性研究所でパルス強磁場実験を行い、別の振動現象も発見することができました。
- ◇これらの実験結果を、テグ大学の金教授とポハン工科大学の金教授が理論的解釈を行い、世界で初めてDirac電子による異常なホール効果と磁気抵抗効果の定量的解析に成功しました。
- ◇この成果は、アメリカ物理学会が発行する学術雑誌で、物理学の専門誌としては最も権威のある「Physical Review B」に掲載されました。

- ◆トポロジカル絶縁体でゾンドハイマー振動が観測されるということは、超高速で運動しているDirac電子が極めてクリーンであること（散乱されないこと）を示した重要な成果です。
- ◆このことは、Dirac電子系よりなる電子素子材料が未来のスーパーコンピュータの素子材料として有望であることを示しています。
- ◆ただし、このDirac電子系を作ることは難しくかつ不安定です。ところが、本研究をさらに発展させて、100%近い確率でしかも極めて安定なDirac電子系を作ることに成功しています。
- ◆この成果の産業界に与える影響は極めて大きく、同様な手法で熱を電氣的エネルギーに高効率に変換できる素子材料の合成が可能となり、これらは、日本を救う技術になりえる画期的な成果です。

- ◎この共同研究は、一昨年、山形大学とテグ大学の学術交流協定締結（1990.7.24締結）20周年記念事業のテグ大学訪問を契機に始められました。

（お問い合わせ）

山形大学理学部物理学科 教授 佐々木 実

TEL：023-628-4564

共同研究の主な成果

Dirac電子について

- Dirac電子は、2次元物質グラフェンや3次元物質トポロジカル絶縁体表面に存在する質量がゼロの特殊な電子で、超高速で運動している。
- 不純物等により散乱されないので、極めて動きやすい。その様子を模式的に図1に示す。
- グラフェンはグラファイトの表面1層で、理想的な2次元系である。
- トポロジカル絶縁体 Bi_2Se_3 や Bi_2Te_3 の表面にもDirac電子が存在し、注目すべき物質である。その表面状態(SS)による2次元バンドをバルクのバンド構造と共に図2に示す。

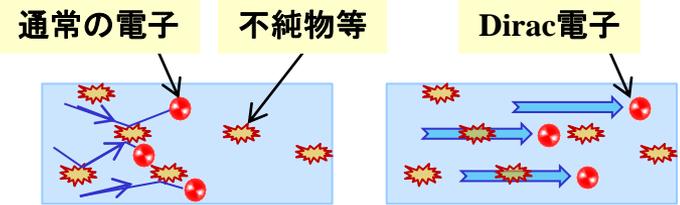


図1 通常の電子(左)とDirac電子(右)

Dirac電子に関する発見

- Dirac電子による異常な磁気抵抗効果やホール効果を定量的に説明することの世界で初めて成功(PRBに掲載)。
- Dirac電子が不純物等により散乱されないことを世界で初めて示す(PRBに掲載)。
- トポロジカル絶縁体表面のDirac電子がカイラル性を有することを世界で初めて実空間で示す(論文投稿を検討中)。カイラル性を有する上向きスピンの電子と下向きスピンの電子は、互いに反対方向に周回運動をしており、その様子を図3に示している。

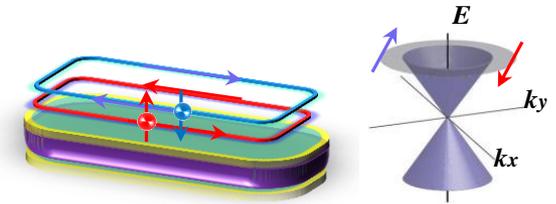


図2 実空間(左)および波数空間(右)でのDirac電子

研究の新展開

- トポロジカル絶縁体状態とすること自体難しく、かつ不安定であるが、100% 近くの確率でしかも極めて安定なDirac電子系を構築する方法を世界で初めて成功(論文投稿を検討中)。
- 同一手法で極めて高性能な熱電材料となりうる材料の開発にも成功(論文投稿を検討中)。

→ “世界一を目指せる技術”

→ “日本を救う技術”

山形大学と韓国テグ大学の大学間交流の理想を目指して

学生交流

×リット小



20周年

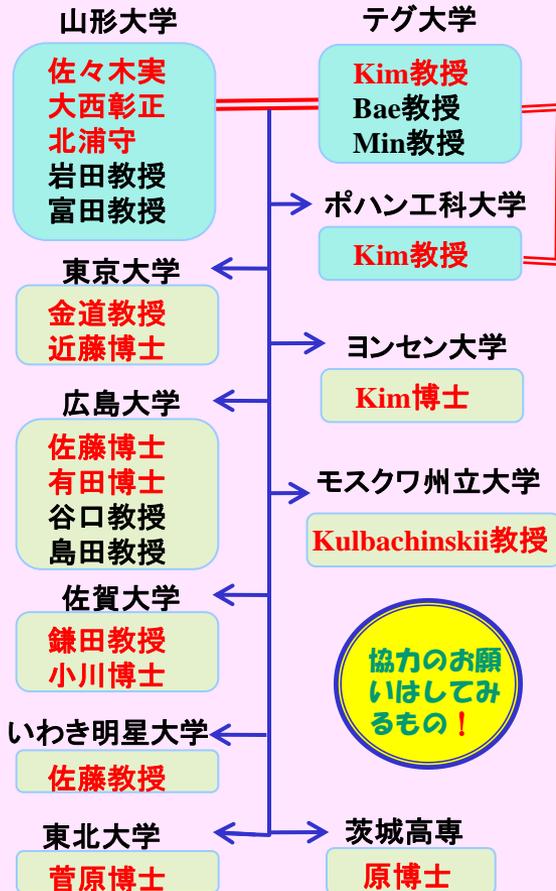
教員交流
共同研究

×リット極めて大

共同研究開始以降に形成された組織

共同研究開始以降に始めた研究

共同研究（支援）組織



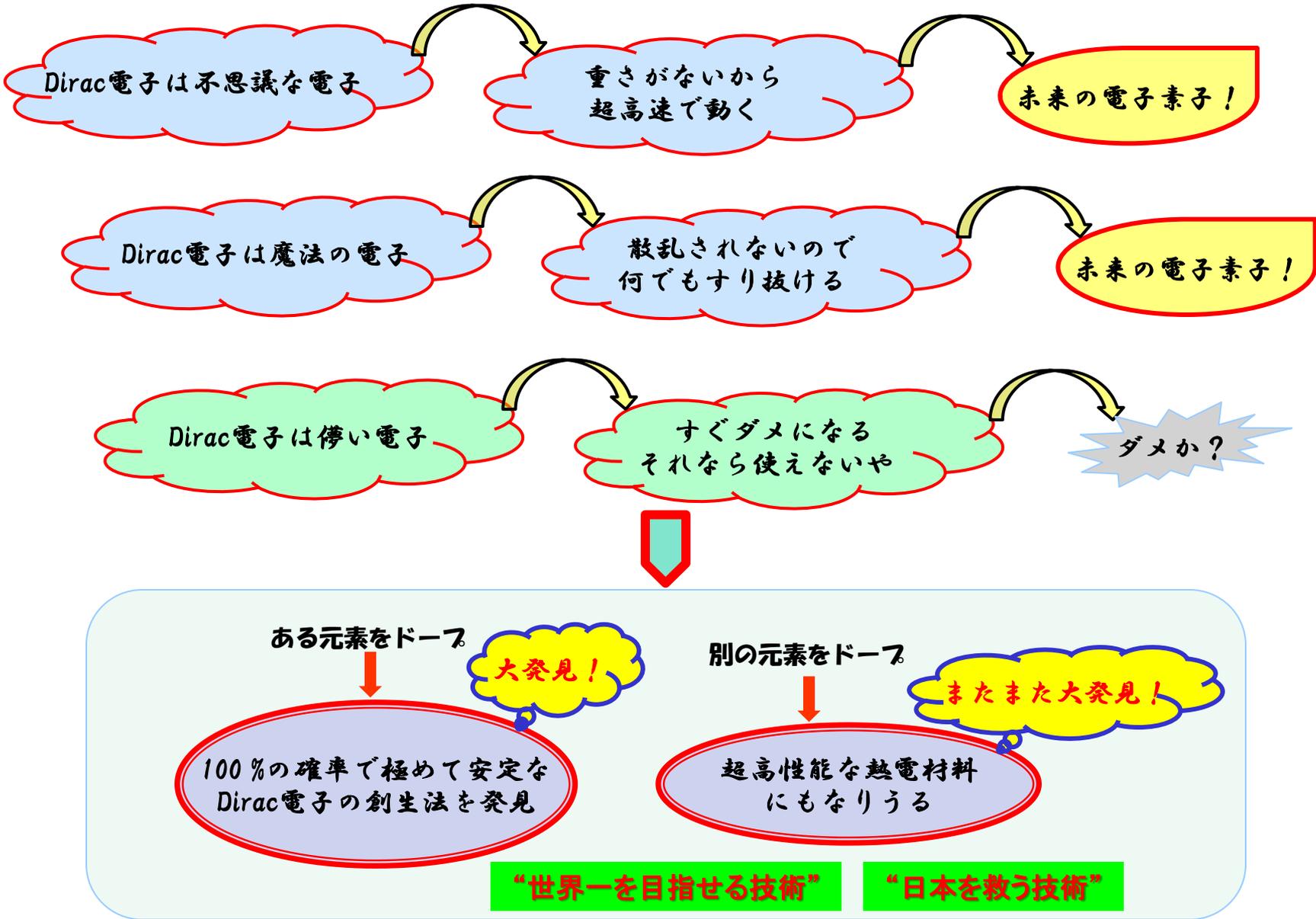
共同研究プロジェクト

- (1) トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 表面におけるDirac電子の特異な輸送特性の解明 (PRB)
- (2) 磁性トポロジカル絶縁体 $\text{M}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$ および $\text{M}_x\text{GeBi}_2\text{Te}_3$ 表面におけるDirac電子の特異な輸送特性の解明
- (3) トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 および GeBi_2Te_4 表面におけるDirac電子の電子状態の角度分解光電子分光法による解明
- (4) 磁性トポロジカル絶縁体 $\text{M}_x\text{Bi}_2\text{Te}_3$ および $\text{M}_x\text{GeBi}_2\text{Te}_3$ 表面におけるDirac電子の電子状態および共鳴不純物バンドの角度分解光電子分光法による解明
- (5) トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 及びBiSb系表面におけるDirac電子のヘリカル性の解明
- (6) X線および中性子線解析による磁性半導体 Fe_xTiS_2 における磁気秩序構造の解明
- (7) 半導体 $\text{Fe}_x\text{Ti}(\text{S}, \text{Se})_2$ における近藤効果と量子臨界現象の解明
- (8) 層状金属 M_xTaS_2 におけるキャリア局在現象の解明
- (9) ドープしたフラストレーション系の超伝導探索
- (10) パルスPPMS装置の開発

共同研究の成果が次々と出始めている

楽しく研究!

トポロジカル絶縁体表面のDirac電子とその安定化



極めて安定かつ超高速動作が可能なDirac電子系スーパーコンピュータ用素子材料の合成法開発

山形大学 理学部 物理学科^A, 佐賀大SLAC^B, 韓国Daegu大学^C

佐々木 実^A, 大西 彰正^A, 北浦 守^A, 小川 浩二^B, 鎌田 雅夫^B, 李 相俊^A, 出井 千善^A, H.-J. Kim^C, 朝倉 康太^A, 佐藤 拓人^A

1. 序論

1.1 Dirac電子とDirac電子系材料

- 2次元物質グラフェンや3次元物質トポジカル絶縁体表面には、超高速で運動しているDirac電子が存在している。
- そのような電子を利用した未来のスーパーコンピュータ用素子材料の研究開発が世界各地で盛んに行われている。
- グラフェンは表面1層しかないので応用に向かず、応用を目指したグラファイト薄膜の研究が盛んである。
- トポジカル絶縁体Bi₂Se₃やBi₂Te₃の表面にもDirac電子が存在し、注目すべき物質である。その表面状態(SS)による2次元バンドをバルクのバンド構造と共にFig. 1に示す。

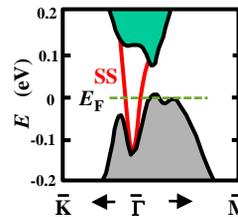


Fig. 1 Bi₂Te₃のバンド構造とDirac表面バンド

1.2 現状と課題

- グラフェン薄膜は、現状では薄質が悪く、応用できる状況にない。
問題点: (i) 単層化しにくい, (ii) 基板の影響が強くてDirac電子の特性が失われる。
- Bi₂Te₃は、高い熱電特性を有するp型縮退半導体である。フェルミエネルギーをチューニングして、ギャップ内になるようにすることによりp型縮退半導体からトポジカル絶縁体とすることができる。
- そのような試料を作製しても、ほとんどがトポジカル絶縁体にならず(実現性が悪く、現状では、2-3%程度)、トポジカル絶縁体となっても不安定である。
実現性の問題点: バルクに比べ表面状態の状態密度が極めて小さいので、トポジカル絶縁体となるべき最適キャリアドープ量に制御するのが難しい。
不安定性の問題点: 表面に吸着した分子等の影響により試料作製から数ヶ月で通常のp型縮退半導体に戻ってしまう。

研究課題: 極めて安定なDirac電子系スーパーコンピュータ用素子材料の合成法開発

2. 実験

2.1 試料

- A_{1-x}Bi_xTe₃ (元素A: A1-A4) 単結晶は、母体であるp型縮退半導体Bi₂Te₃を原料とし、それにAを化学量論比で混合・溶解して、徐冷法で育成。**[現在、製法特許申請を検討中ですので元素名は伏せてありますので、詳細は佐々木まで]**
- A_{1-x}Bi_xTe₃結晶を粉砕してXRD測定。

- 冷却速度: -10 K/h程度
- 銀白色の鏡面を有する単結晶 (Fig. 2)
- 硬度・劈開性は元素の種類と濃度に依存

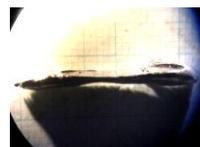


Fig. 2 育成した結晶の実体顕微鏡写真

2.3 ゼーベック効果測定

- 4端子法で測定: 77-300 Kあるいは4.2-300 Kで測定

2.2 電気抵抗率測定

- 室温でゼーベック電圧を測定して、キャリアの種類を調べた。

3. 母体Bi₂Te₃で得られた結果

3.1 Bi₂Te₃の電気的性質

- p型Bi₂Te₃にTeを添加していく事によりフェルミエネルギーをチューニング出来る。
- 試料#1と#2はp型縮退半導体であり、#6はn型縮退半導体である。
- 試料#3-#5は、抵抗率そのものが大きく、かつ、低温で抵抗率が增大し、トポジカル絶縁体である(文献の結果とよくあっている)。[Te量を調整して作製したインゴットから試料を取り出しても、数%の確率でしかこのような試料は見いだせなかった→実現性が悪い]

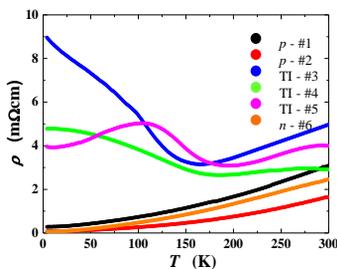


Fig. 3 Bi₂Te₃の抵抗率の温度依存性

3.2 トポジカル絶縁体の不安定性

- 試料#4の抵抗率の温度依存性について、試料作製直後からその経時変化を調べた。
- その結果がFig. 4である。試料作製後3ヶ月で抵抗率の値が著しく減少し、9ヶ月経つと完全に縮退半導体になってしまった。

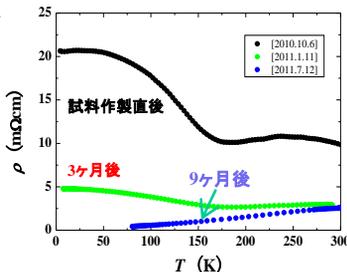


Fig. 4 抵抗率の経時変化

これでは未来のスーパーコンピュータ用素子材料として使えない。

3.3 クリーンな表面Dirac電子系

- 4.2 Kで測定した磁気抵抗の2次微分に2種類の量子振動が観測される。
- 弱磁場の振動はDirac電子によるゾンドハイマー振動(SO)。

これはDirac電子系が極めてクリーンである(散乱されない)という証拠(詳細は佐々木まで)

- 強磁場の振動はDirac電子によるSdH振動。
- 4.2 Kでスピン分裂が明瞭に見える(青印で示したSdH信号がピンクの枠内では2本に分裂)。

これもDirac電子系が極めてクリーンであるという証拠(詳細は佐々木まで)

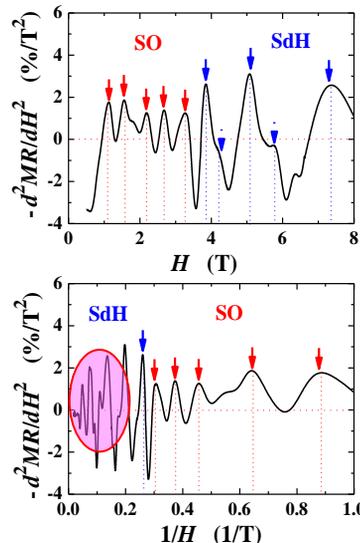


Fig. 5 磁気抵抗の2次微分に現れる2種類の量子振動現象

安定性という課題さえ解決できれば、トポジカル絶縁体表面のDirac電子系は極めてクリーンなので、未来のスーパーコンピュータ用素子材料として充分使える!

4. 極めて安定なDirac電子系の構築

4.1 基本的物質設計思想

- (1) 元素Aによる不純物バンド(IB: **ピンクの部分**)をギャップ内に形成 (Fig. 6)。
- (2) フェルミエネルギーを不純物バンドに**ピン止め**させる。



ここでは不純物バンドはキャリアリザーバーとして働く。キャリアリザーバーは、表面に吸着した分子による表面Dirac電子の状態密度の変化を抑制してくれる。

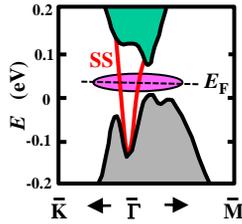


Fig. 6 基本的物質設計思想の概念図

4.2 元素Aによる不純物バンドの位置の違い

- 通常、元素Aはドナーとして働くので、Aの濃度を増やしていくと、キャリアタイプはp型からn型へと変化していくはずである(ある濃度でトポジカル絶縁体となるが、この状態は不安定と考えられる)。
- 提案する基本的物質設計思想により、元素Aの種類により、Fig. 7のようなことが起こることが期待される。

- (1) 不純物バンドIB-1の場合には、n型縮退半導体 (Fig. 7)。
- (2) IB-3の場合には、p型縮退半導体。
- (3) IB-2の場合のみ、新しいタイプのトポジカル絶縁体。



検証実験!

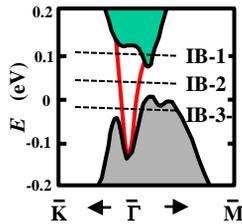


Fig. 7 元素による不純物バンドの位置の違い

4.3 (A1)_xBi₂Te₃単結晶の結果

- $x = 0.075$ 以下ではp型であるが、それ以上の濃度でn型に変化する。
- n型にすると、抵抗率の温度依存性が小さくなる。



不純物バンドの位置は Fig. 7のIB-1の位置にあると考えられる。

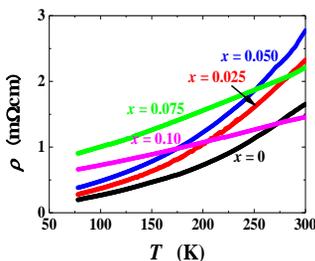


Fig. 8 (A1)_xBi₂Te₃単結晶の抵抗率の温度依存性

4.3 (A2)_xBi₂Te₃単結晶の結果

- $x = 0.10$ でトポジカル絶縁体と同様な振舞いが見られる。
- その**実現性**は極めて高い(50%以上)。



不純物バンドの位置は Fig. 7のIB-2の位置にあると考えられる。

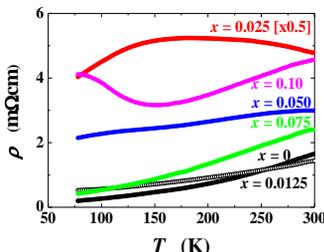


Fig. 9 (A2)_xBi₂Te₃単結晶の抵抗率の温度依存性

4.5 新しいトポジカル絶縁体の安定性

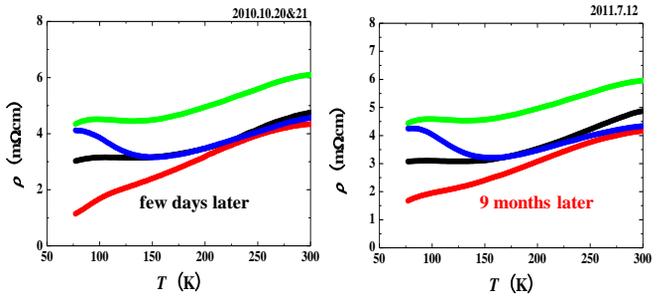


Fig. 10 抵抗率の経時変化

- いくつかの試料の抵抗率の温度依存性の経時変化を調べた結果が Fig. 10である。すべての試料で、試料作製後9ヶ月経っても振舞いはほとんど変化していない。



- (1) **不安定性という課題が解決できた!**
(ここでは示さないが、表面にDirac電子が存在することを確認済み。詳細は佐々木まで)
- (2) **ここではユニークな機構が働いている!**
(佐賀大SLACで検証実験)

4.6 (A3)_xBi₂Te₃単結晶および(A4)_xBi₂Te₃単結晶の結果

- (A3)_xBi₂Te₃単結晶の場合、全ての濃度でp型縮退半導体のままであった。
- 抵抗率はp型Bi₂Te₃よりむしろ小さい。
- (A4)_xBi₂Te₃単結晶の場合も(A3)_xBi₂Te₃単結晶の場合と同様な結果を得た。

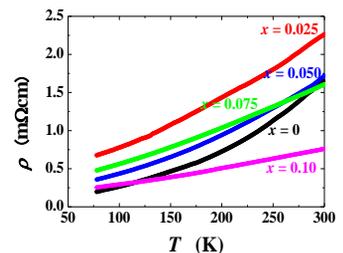


Fig. 11 (A3)_xBi₂Te₃単結晶の抵抗率の温度依存性

不純物バンドの位置は Fig. 7のIB-3の位置にあると考えられる。



ドーピングする元素により不純物バンドの位置が変えられ、それによって超高性能熱電材料などの様々な特性を有する新材料が作れる。

5. まとめ

- (1) 実現性が極めて高く、かつ極めて安定なトポジカル絶縁体の合成方法を発見。
- (2) その表面にはDirac電子が存在。
- (3) 基礎的にも応用的にも重要な成果。

6. さらなる発展性

- 応用:** (1) 薄膜化による素子開発
(2) 超高性能熱電材料開発
基礎: マヨラナ粒子やアクシオン粒子の発見などの可能性あり。

内容に関する質問や特許の相談

学会期間中: 30日と2日以外なら夕方研究室にいます。023-628-4564に電話していただき、理学部3号棟2階R211にお越しください。
学会期間以降: 佐々木のメールアドレス(sasaki@sci.kj.yamagata-u.ac.jp)にメールしてください。

Sondheimer oscillation as a signature of surface Dirac fermionsHeon-Jung Kim,^{1,*} Ki-Seok Kim,^{2,3} Mun Dae Kim,⁴ S.-J. Lee,⁵ J.-W. Han,¹ A. Ohnishi,⁵ M. Kitaura,⁵ M. Sasaki,^{5,†} A. Kondo,⁶ and K. Kindo⁶¹*Department of Physics, College of Natural Science, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Republic of Korea*²*Asia Pacific Center for Theoretical Physics, POSTECH, Pohang, Gyeongbuk 790-784, Korea*³*Department of Physics, POSTECH, Pohang, Gyeongbuk 790-784, Korea*⁴*Institute of Physics and Applied Physics, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea*⁵*Department of Physics, Faculty of Science, Yamagata University, Kojirakawa 1-4-12 Yamagata, 990-8560, Japan*⁶*Institute for Solid State Physics, University of Tokyo, Kashiwanoha 5-1-5, Kashiwa, Chiba 277-8581 Japan*

(Received 7 September 2011; published 30 September 2011)

Topological states of matter challenge the paradigm of symmetry breaking, characterized by gapless boundary modes and protected by the topological property of the ground state. Here, we present compelling evidence for the existence of gapless surface Dirac fermions from transport in Bi_2Te_3 . We observe Sondheimer oscillation in magnetoresistance (MR). This oscillation originates from the quantization of motion due to the confinement of electrons within the surface layer. Based on Sondheimer's transport theory, we determine the thickness of the surface state from the oscillation data. In addition, we uncover the topological nature of the surface state, fitting consistently both the nonoscillatory part of MR and the Hall resistance. The side-jump contribution turns out to dominate around 1 T in Hall resistance while the Berry-curvature effect dominates in 3–4 T.

DOI: [10.1103/PhysRevB.84.125144](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.84.125144)

PACS number(s): 75.47.-m, 73.20.-r

I. INTRODUCTION

Symmetry breaking is the paradigm in not only classifying quantum states of matter but also describing phase transitions between them, where the correlation length of fluctuations between local order parameters diverges at the critical point of a continuous transition.^{1,2} On the other hand, topological states of matter are classified by topological quantum numbers,^{3,4} associated with gapless boundary electronic states, and are protected from the topological properties of the ground state.^{5,6} Instead of a divergence in correlation length, topological phase transitions are accompanied by changes of the gapless boundary modes. One possible mechanism for this phenomenon is that the extent of the transverse wave function or the length scale of the boundary state becomes of the same order as the bulk size, causing the gapless modes in opposite boundaries to be mixed and making such boundary modes gapped.⁷ In this case, this length scale for the boundary mode plays basically the same role as the correlation length for the phase transition, which is the fundamental length scale for a topological phase [Fig. 1(a)].

Recently, the semiconductor materials Bi_2Se_3 and Bi_2Te_3 have been verified to be three-dimensional topological insulators. These insulators are regarded as a novel quantum state of matter,^{8–11} where gapless surface electrons are uncovered in angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES).^{12–14} Although the surface states in these materials and the electronic structure in graphene are described by Dirac theory [Fig. 1(b)], the surface state of topological insulators is profoundly different from the electronic structure of graphene.¹⁵ This difference originates from the absence of both the sublattice symmetry and valley degeneracy. The direction of spin is locked with that of the momentum in surface Dirac electrons.¹⁶ This completely suppresses backscattering due to time-reversal invariant impurities, allowing a supermetallic state.¹⁷

In this paper we focus on MR and Hall measurements, both of which are of high importance for the fundamental understanding and practical applications of topological insulators.

We observe an oscillatory behavior in MR at low magnetic fields up to 4 T. This behavior can be identified as Sondheimer oscillation,¹⁸ where the oscillation is periodic in H . Sondheimer's transport theory,¹⁸ combined with Dirac dispersion, enables us to determine the fundamental length scale of the topological insulator from our experimental data, which turns out to be about five atomic layers. In this respect the Sondheimer oscillation can be regarded as an inevitable result of the surface state. The nature of the surface state can be explained by the single Dirac-fermion theory. This explains not only the nonoscillatory part of MR but also the topological properties implicit in Hall resistance in a quantitative and consistent way. In particular, we show that the Hall resistance of the surface state is dominated by the side jump around 1 T and below, while the Berry-curvature contribution is dominant at higher fields.

II. EXPERIMENT

In our measurements we used defect-controlled Bi_2Te_3 single crystals. Single crystals of Bi_2Te_3 were grown by a modified Bridgman method, where Bi_2Te_3 powder is melted and crystallized in an evacuated quartz ampoule several times by slow cooling. The sample was cooled from 850 °C to 550 °C with a cooling rate of -10 K/h. Usually, as-grown Bi_2Te_3 single crystals are p doped because of the antisite defects in Bi sites.¹⁹ In order to tune the Fermi level, we have controlled the amount of defects by adding extra Bi or Te; the doped Bi tends to increase the antisite defects, while the doped Te tends to decrease them. Based on this strategy, we have succeeded in growing a range of Bi_2Te_3 single crystals, from fully p -doped to fully n -doped regions. The carrier type is determined by thermoelectric power at room temperature and also by Hall sign measured at 4.2 K. For our experiments, we selected two p - Bi_2Te_3 samples (fully p type sample 1 and lightly p type sample 2), two insulating Bi_2Te_3 samples (TI samples, 3 and 4), and one n - Bi_2Te_3 sample (5). Samples 3 and 4 are expected to show the topological properties of the surface state well.

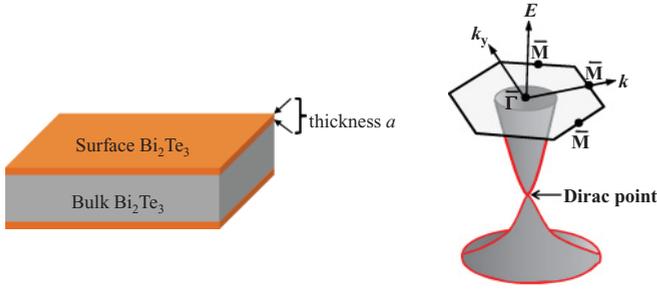


FIG. 1. (Color online) (a) The schematic diagram for Bi_2Te_3 shows the surface layer with thickness a . The surface thickness a is determined from Sondheimer oscillation in magnetoresistance. (b) The Dirac dispersion of the surface state gives rise to topologically nontrivial physical properties such as the dominant anomalous Hall effect in the Hall resistance.

Magnetoresistance (MR) and Hall-effect measurements have been carried out by a six-probe method at 4.2 K using a superconducting magnet up to 4 T and a 60 T pulse magnet at ISSP in Tokyo University up to 55 T. Here, the direction of the magnetic fields is perpendicular to the naturally cleaved plane, on which the current is applied. For the MR and Hall measurements, the six contacts are carefully made on the top surface of the sample to detect the maximum portion of the surface character and to reduce the induction noise for high-field pulse-magnet experiments. We have taken the antisymmetrized and the symmetrized parts as Hall and longitudinal resistances, respectively.

Figure 2 shows the temperature dependency of the resistivity for the p -, TI-, and n - Bi_2Te_3 single crystals. The resistivity for both the p - and n -type samples (1, 2, and 5) decreases monotonically with decreasing temperature, which is a typical metallic characteristic, while the resistivity for the TI samples (3 and 4) increases below ~ 180 K and then tends to saturate below 50 K. The magnitude of the resistivity for the TI- Bi_2Te_3 single crystals is 5–10 times larger than those for the p - and n -type samples. The nonmetallic nature observed for the TI samples is consistent with those reported by the Princeton group.²¹

III. SONDHEIMER OSCILLATION

ARPES has unveiled only a single Dirac-fermion band at the surface of Bi_2Te_3 .^{13,14} Therefore, in order to analyze our

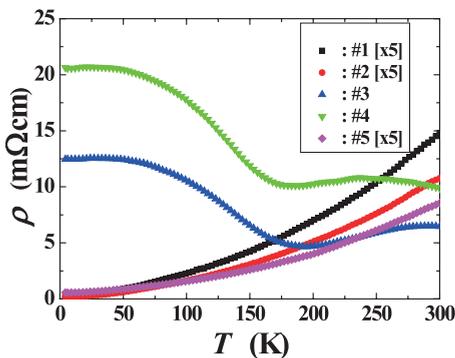


FIG. 2. (Color online) Temperature dependency of resistivity for samples 1–5.

experimental data, we introduce an electromagnetic vector potential \vec{A} and a Zeeman term into the single Dirac-fermion theory. In addition, we take into account impurity scattering at the level of a Born approximation. Our theoretical analysis reveals that the orbital contribution or the effect of the vector potential on experimental data is irrelevant in the region of magnetic fields below 4 T. However, its influence on MR and Hall resistance can appear at higher magnetic fields, where Landau levels are fully developed.

Although Bi_2Te_3 is a bulk semiconducting material, the topological structure of the ground state gives rise to a surface state protected from time-reversal invariant perturbations whose extent of transverse wave function is confined within a .^{8–11} Therefore, we model the surface state as a thin layer with thickness a [Fig. 1(a)], which is used in the Boltzmann equation below. This approach is essentially the same as what Sondheimer performed in metallic thin films except for the band structure, where nonrelativistic electrons are replaced with Dirac fermions in the presence of the Zeeman term. The main consequence is the quantization of motion along the direction normal to the surface, which produces an oscillatory component of MR. In our measurements at magnetic fields below 4 T, the oscillation is shown to be periodic in H .¹⁸ This oscillation is distinguished from the Shubnikov–de Haas oscillation; due to the formation of Landau levels, it is periodic in $1/H$.

We start from the Boltzmann equation

$$-\frac{e}{\hbar} \left(\mathbf{E} + \frac{\bar{\mathbf{v}}}{c} \times \mathbf{H} \right) \cdot \nabla_{\mathbf{k}} f + \bar{\mathbf{v}} \cdot \nabla_{\mathbf{r}} f = -\frac{f - f_0}{\tau}. \quad (1)$$

$f = f_0 + f_1(\bar{\mathbf{v}}, z)$ is a nonequilibrium distribution function with its equilibrium part f_0 . The nonequilibrium part f_1 depends on the z coordinate. $\bar{\mathbf{v}} = \hbar \bar{\mathbf{k}}/m^*$ is the average velocity, where m^* is an effective mass of the surface Dirac electrons, and $\bar{\mathbf{k}}$ is the average momentum, which is determined later. The dispersion is given by $\epsilon_{\mathbf{k}} = -\mu + \sqrt{v_f^2 k^2 + (g^* H)^2}$ in the presence of a z -directional magnetic field H , where v_f is the Dirac velocity and the Fermi momentum is $k_f = \frac{\sqrt{\mu^2 - g^* H^2}}{v_f}$. μ is the chemical potential at the surface, and g^* is the Landé g factor of the surface electron. $\mathbf{H} = H \hat{z}$ is an applied magnetic field in the z direction and $\mathbf{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y}$ is an electric field, where a y -directional electric field is induced. τ is the mean-free time, which measures the strength of disorder.

Following the same procedure as that in the original paper of Sondheimer,¹⁸ we obtain

$$\rho(H, T) = \frac{\rho_0}{\kappa} \Re \phi(s), \quad (2)$$

where $\rho(H, T)$ is the resistivity. $\rho_0 = \frac{m^*}{ne^2\tau}$ is the residual resistivity with the density $n = \frac{8\pi}{3} \left(\frac{m^* \bar{v}}{2\pi\hbar} \right)^3$ of surface electrons, and $\kappa = \frac{a}{l}$, where $l = \bar{v}\tau$ is the mean-free path and a is the surface thickness, determined from fitting. $\phi(s)$ results from the distribution function in the hard-wall boundary condition for the z direction, given by

$$\frac{1}{\phi(s)} = \frac{1}{s} - \frac{3}{8s^2} + \frac{3}{2s^2} \int_1^\infty du e^{-su} \left(\frac{1}{u^3} - \frac{1}{u^5} \right) \quad (3)$$

after integrating over z . $s = \kappa + i\beta$, where $\beta = \frac{a}{r_c}$ with the magnetic length $r_c = \frac{m^* \bar{v} c}{eH}$, which is proportional to $1/H$. Two

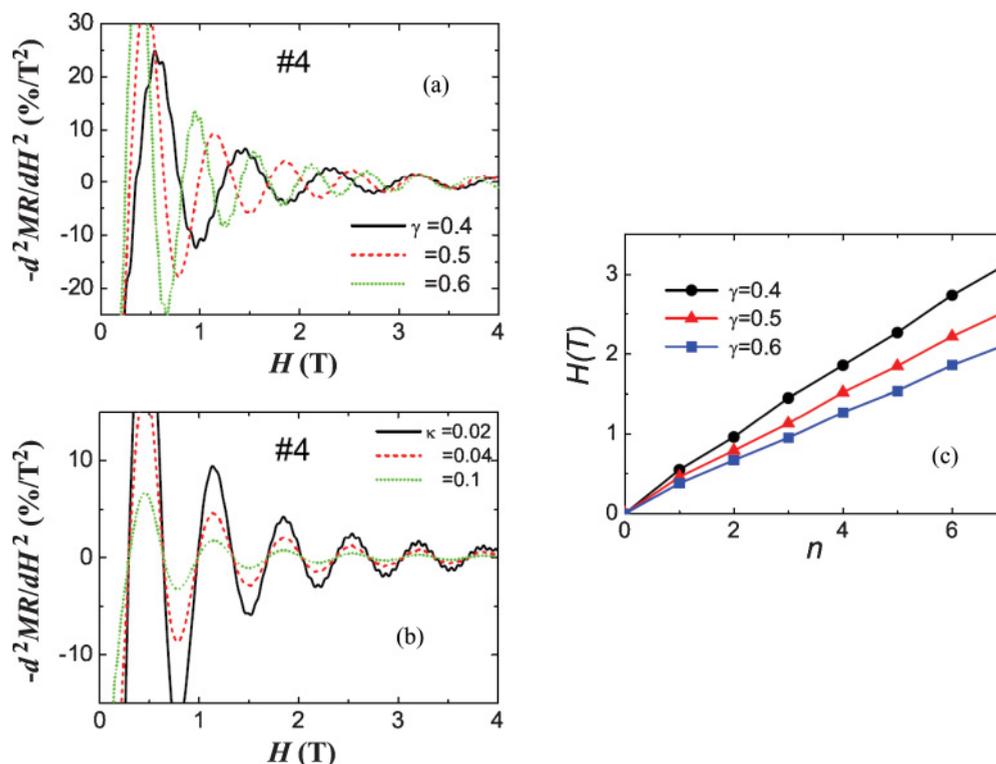


FIG. 3. (Color online) (a) Dependence of Sondheimer oscillation on the Fermi energy. $\gamma = \hbar\omega_L/H$ measures the distance of the Fermi energy from the Dirac point. Increasing γ , i.e., as the Fermi surface becomes close to the Dirac point, the period of the Sondheimer oscillation decreases. (b) Dependence of Sondheimer oscillation on the disorder strength. $\kappa = a/l$ measures the mean-free path. It does not affect the periodicity, changing the amplitude of the oscillation only. (c) Peak and dip number vs peak and dip position (magnetic fields) as a function of γ with a fixed κ .

parameters appear in this expression: $\kappa = a/l$ and $\beta = a/r_c$. This transport theory produces the H -linear periodicity. It is worth noting that the periodicity in MR depends only on β , while κ modifies the amplitude of oscillation, as shown in Fig. 3(b).

For the numerical analysis, it is important to express the β variable in terms of dimensionless parameters because the surface thickness a is determined from an appropriate choice of one parameter in β , referred to as γ , which will be discussed later. It is given by

$$\beta = \frac{1}{2}(k_f a) \frac{\hbar\omega_L}{E_F} \frac{k_f}{\bar{k}}, \quad (4)$$

where $\hbar\omega_L = \hbar \frac{e g^* H}{2m^* c}$ is the effective Zeeman energy and $E_F = \frac{\hbar^2 k_f^2}{2m^*}$ is the Fermi energy with an effective mass m^* . \bar{k}/k_f is determined from

$$\frac{\bar{k}}{k_f} = \frac{1}{t} \int_0^\infty d\epsilon \frac{\epsilon}{\sqrt{\epsilon^2 + h^2}} \frac{e^{\sqrt{\epsilon^2 + h^2} - \mu'/t}}{(e^{\sqrt{\epsilon^2 + h^2} - \mu'/t} + 1)^2}, \quad (5)$$

where we introduce several dimensionless parameters, scaled by the Fermi energy, such that an effective dispersion $\epsilon = vk/E_F$ with $v = \frac{\hbar^2 k_f}{2m^*}$, the Zeeman energy $h = \hbar\omega_L/E_F$, the chemical potential $\mu' = \mu/E_F = \sqrt{1 + h^2}$, and an effective temperature $t = T/E_F$.

Based on this formulation, we fit the oscillation data of MR. First, we determine $\kappa \approx 0.02$, which characterizes the strength

of the disorder for the best match of the amplitude with the Sondheimer oscillation. Although the variation of κ changes the oscillation amplitude, it does not modify the periodicity of the Sondheimer oscillation.

Our experimental data shows that the Sondheimer oscillation turns into the Shubnikov–de Haas oscillation above 3–4 T (Fig. 4). This is consistent with several recent transport measurements that show Shubnikov–de Haas oscillation beginning at around 4 T.^{20–23} The appearance of the Shubnikov–de Haas oscillation is the origin for the mismatch of the oscillation amplitude.

An important point is that h also enters the nonoscillatory part of both MR and Hall resistance. Therefore, the actual value of h influences not only the periodicity of the Sondheimer oscillation but also the nonoscillatory part of both MR and Hall resistance. In order to obtain the fitting parameters reliably and consistently, we optimize not only Sondheimer oscillation but also MR and Hall resistance, simultaneously. The theoretical and experimental aspects of MR and Hall resistance will be discussed in a later section.

Combined with the longitudinal and transverse resistances, we can optimize the thickness a and the coefficient γ simultaneously, where γ is the ratio $\hbar\omega_L/E_F$ at $H = 1$ T. We found that $\gamma \approx 0.44$ and $a \approx 5$ atomic layers fit the experimental data well. It is interesting to note that the optimized γ almost coincides with the bulk value. For example, if we use bulk values of the Landé g factor and effective mass, which

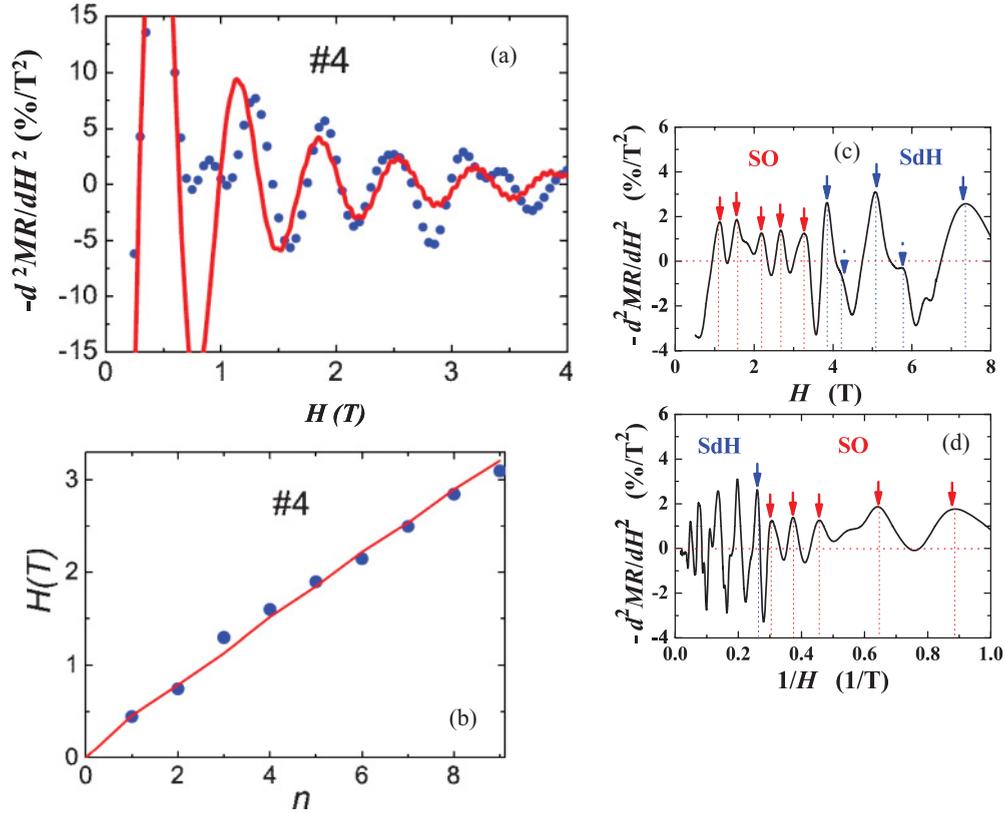


FIG. 4. (Color online) (a) The second derivative of the resistance with respect to the applied magnetic field shows oscillation with a periodicity in H , compared to the theoretical curve (red thick line) based on Sondheimer's transport theory. The experimental periodicity deviates from theoretical values around $H = 3.25$ T. (b) Peak and dip number vs peak and dip position (magnetic fields) in (a). This confirms the H linear periodicity instead of the $1/H$ periodicity. The second derivative of the magnetoresistance measured up to 55 T is plotted with respect to H (c) and $1/H$ (d). This comparison reveals that the Sondheimer oscillation exists at low magnetic fields, while the Shubnikov–de Haas oscillation with a periodicity in $1/H$ appears at high magnetic fields.

are $g^* \approx 13.7$ and $m^* \approx 0.1m_e$ (m_e is the bare mass of an electron), we obtain $\hbar\omega_L \approx 100$ K at $H = 1$ T, giving rise to $h \approx 0.44$ with a typical bulk value for the Fermi energy $E_F \approx 230$ K. Since we cannot determine g^* , m^* , and E_F at the surface from our experiment, each value at the surface may not be the same as the bulk one. However, we would like to emphasize that the ratio γ seems to be universal in both Bi_2Te_3 and Bi_2Se_3 , although both g^* and E_F in Bi_2Se_3 are almost four times larger than those in Bi_2Te_3 .

Our fitting for the oscillatory part of MR, performed consistently for the nonoscillating part of both MR and Hall resistance, gives a result for the surface thickness of approximately five atomic layers. This is quite remarkable in that this value is consistent with that in molecular beam epitaxy-grown Bi_2Te_3 thin films.²⁴

IV. MAGNETORESISTANCE AND HALL EFFECT

Next, we focus on the topological nature of the surface state. Strictly, the role of the single Dirac-fermion theory is not essential in Sondheimer oscillation although Dirac dispersion is utilized. It might be the case that the surface state is realized due to the good surface quality of our samples. However, we will show that the Sondheimer oscillation is a signature of surface Dirac electrons in Bi_2Te_3 , verifying that the Hall

resistance originates from the anomalous Hall effect of Dirac theory. In addition, we show that the side-jump contribution dominates at low magnetic fields and the Berry-curvature effect dominates at high magnetic fields.

Theoretically, the longitudinal resistance results from the transport of electrons near the Fermi surface, and can be described quasiclassically or quantum mechanically. In this case, the quasiclassical treatment based on the Boltzmann equation gives the same result as the quantum mechanical treatment based on the Kubo formula. On the other hand, there are various contributions with a topological origin in the Hall resistance, which is beyond the conventional treatment used in the Boltzmann-equation approach. The Boltzmann equation needs additional terms²⁵ in order to mimic the Kubo formula.^{3,4}

The single Dirac-fermion theory gives an analytic expression for the longitudinal conductance²⁵

$$\sigma_{xx}(H, T \rightarrow 0) = \alpha \frac{e^2}{2\pi\hbar} \frac{\sqrt{1+h^2}}{1+4h^2}, \quad (6)$$

where $\alpha \equiv \frac{4ne^2(2\pi\hbar)^3 v_f}{m^* n_I [V_I^{(0)}]^2 k_f}$ is a dimensionless parameter, which measures the strength of disorder with an impurity density n_I and an impurity potential $V_I^{(0)}$, while v_f is the Dirac-fermion velocity with the Fermi momentum k_f . We note that although both α and κ measure the strength of disorder, they differ from

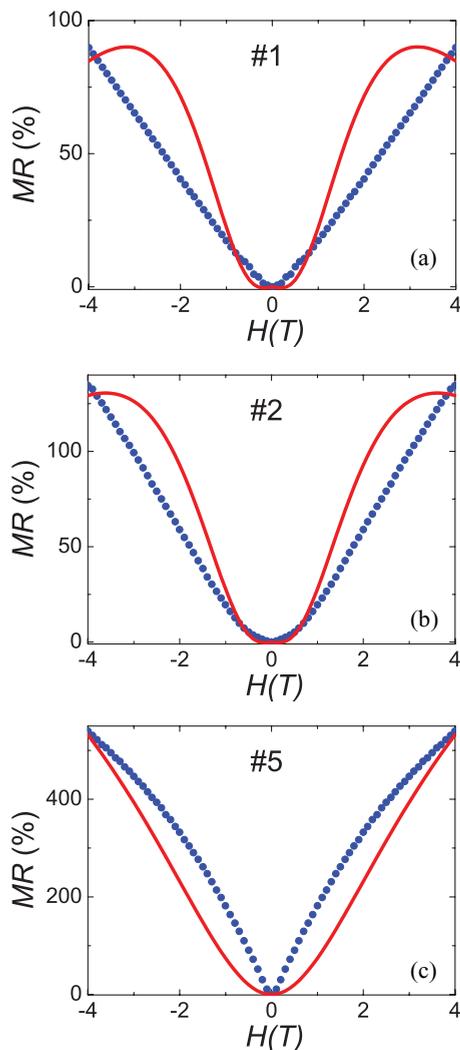


FIG. 5. (Color online) Magnetoresistance for (a) 1, (b) 2, and (c) 5, where the disorder strength is utilized as a fitting parameter, given by $\alpha \approx 0.4$, $\alpha \approx 0.5$, and $\alpha \approx 1.5$, respectively. The presence of bulk conduction channels does not allow us to describe these samples purely within the single Dirac-fermion theory.

each other due to the presence of the Fermi momentum in their relation of $\kappa \propto k_f a / \alpha$. Remember that either the Fermi momentum or the Fermi energy enters our analysis in a scaling form, not separately. h is the dimensionless magnetic field, introduced in the Sondheimer oscillation.

The same Dirac theory results in Hall conductance²⁵

$$\begin{aligned} \sigma_{xy}(H, T \rightarrow 0) &= \sigma_{xy}^{\text{FS}}(H, T \rightarrow 0) + \sigma_{xy}^{\text{A}}(H, T \rightarrow 0), \\ \sigma_{xy}^{\text{A}}(H, T \rightarrow 0) &= \sigma_{xy}^{\text{B}}(H, T \rightarrow 0) + \sigma_{xy}^{\text{SJ}}(H, T \rightarrow 0) \\ &\quad + \sigma_{xy}^{\text{SK}}(H, T \rightarrow 0). \end{aligned} \quad (7)$$

Hall conductance consists of two contributions. The first results from electrons near the Fermi surface, referred to as normal Hall conductance, while the second contribution comes from both the Fermi surface and Fermi sea, called anomalous Hall conductance. We use the normal Hall conductance

from the Boltzman-equation approach for the Sondheimer oscillation, which is given by

$$\sigma_{xy}^{\text{FS}}(H, T \rightarrow 0) = \kappa \sigma_{xx}(H, T \rightarrow 0) \frac{\Im \phi(s)}{[\Re \phi(s)]^2 + [\Im \phi(s)]^2}.$$

The anomalous Hall conductance is also composed of two contributions. The first comes purely from the topological character of the band structure, identified with the Berry-curvature term $\sigma_{xy}^{\text{B}}(H, T \rightarrow 0) = -\frac{e^2}{4\pi h} \frac{h}{\sqrt{1+h^2}}$, while the second originates from scattering with disorder in the presence of the spin-orbit interaction. This disorder contribution is separated into the side-jump term $\sigma_{xy}^{\text{SJ}}(H, T \rightarrow 0) = -\frac{e^2}{4\pi h} \frac{h}{\sqrt{1+h^2}} \left\{ \frac{4}{1+4h^2} + \frac{3}{(1+4h^2)^2} \right\}$ and the skew scattering term $\sigma_{xy}^{\text{SK}}(H, T \rightarrow 0) = -\eta \frac{e^2}{2\pi h} \frac{h}{(1+4h^2)^2}$. It is interesting to observe that the side-jump term does not depend on the disorder strength. The dimensionless parameter $\eta \equiv \frac{[V_I^{(1)}]^3 v_f k_f}{2\pi n_I [V_I^{(0)}]^4}$ in the skew scattering term measures the disorder strength in the third order, where $V_I^{(1)}$ is a disorder strength of the third order.

Based on Eqs. (6) and (7), we obtain the longitudinal and Hall resistances as follows:

$$\begin{aligned} \rho_{xx}(H, T \rightarrow 0) &= \frac{\sigma_{xx}(H, T \rightarrow 0)}{[\sigma_{xx}(H, T \rightarrow 0)]^2 + [\sigma_{xy}(H, T \rightarrow 0)]^2}, \\ \rho_{xy}(H, T \rightarrow 0) &= \frac{\sigma_{xy}(H, T \rightarrow 0)}{[\sigma_{xx}(H, T \rightarrow 0)]^2 + [\sigma_{xy}(H, T \rightarrow 0)]^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

It should be noted that σ_{xy} in the denominator cannot be ignored in this case because this term is comparable to σ_{xx} . Here we have two dimensionless parameters, α and η . However, the contribution from the skew scattering turns out to be negligible. Only one fitting parameter α remains for both MR and Hall resistance.

When either holes (samples 1 and 2) or electrons (sample 5) are heavily doped, MR curves greatly deviate from the single Dirac-fermion theory, as shown in Fig. 5. On the other hand, nearly insulating samples (samples 3 and 4) display reasonable matches between experiment and theory (see Fig. 6). The Hall resistance also shows deviation from the single Dirac-fermion theory for heavily doped samples (Fig. 7) but not much for nearly insulating samples (samples 3 and 4), implying that insulating samples are explained by the theory in a quantitative and consistent way. These results provide compelling evidence for topological properties of surface Dirac electrons. In particular, the dominant contribution in the Hall resistance turns out to be the side-jump mechanism at fields below 1 T and the Berry-curvature effect at higher fields. Each contribution in the Hall resistance is displayed in Fig. 8.

It is also worth noting that the curvature of the Hall resistance in sample 4 is larger than that in sample 3. According to Dirac theory with disorder, two parameters affect the shape of the Hall resistance: the disorder strength α and the parameter γ that measures the distance from the Dirac point. In Fig. 9, we show how these parameters influence the curvature of Hall resistance. Roughly speaking, to vary γ is to rescale the x axis, while to change α is to rescale the y axis. By decreasing γ , the Hall resistance becomes straighter because the anomalous

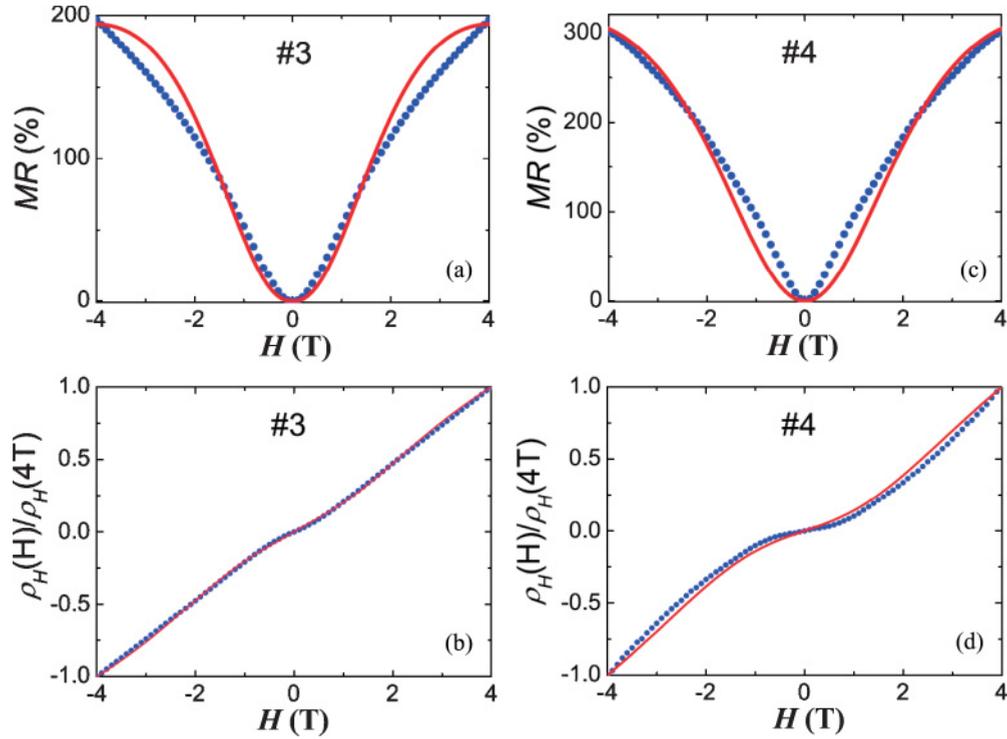


FIG. 6. (Color online) The magnetoresistance and Hall resistance of sample 3 are displayed in (a) and (b), respectively, together with theoretical curves (red thick line). The same quantities of sample 4 are presented in (c) and (d). We emphasize that the theoretical curves for Hall data are based on the parameters from our fitting of magnetoresistance data. We found that the Berry-curvature term dominates the experimental data around 3–4 T, while the side-jump mechanism works around $H = 1$ T, confirming the topological origin of the transport phenomena in the surface state of topological insulators.

Hall effect weakens. These results suggest that if we do not choose γ correctly, it is difficult to get a reasonable match between the experiment and theory.

V. CONTRIBUTION FROM LANDAU LEVEL

In the Sondheimer oscillation we have pointed out that the predicted oscillation amplitude does not match the exper-

imental data because of the Shubnikov–de Haas oscillation, which occurs above 4 T. In order to confirm irrelevance of the formation of Landau levels at low magnetic fields, we take into account the vector potential for the MR and Hall resistance. This has been performed in the context of the quantum Hall effect in graphene, where the two valley contributions are simply added.²⁶

The longitudinal conductance is given by²⁶

$$\sigma_{xx}(H, T) = \frac{e^2 N_f \Gamma}{4\pi^2 T} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \frac{1}{\cosh^2\left(\frac{\omega + \mu}{2T}\right)} \frac{\Gamma}{\left(\frac{v_f^2 e H}{c}\right)^2 + (2\omega\Gamma)^2} \left[2\omega^2 + \frac{(\omega^2 + \Delta^2 + \Gamma^2)\left(\frac{v_f^2 e H}{c}\right)^2 - 2\omega^2(\omega^2 - \Delta^2 + \Gamma^2)\left(\frac{v_f^2 e H}{c}\right)}{(\omega^2 - \Delta^2 - \Gamma^2)^2 + 4\omega^2\Gamma^2} - \frac{\omega(\omega^2 - \Delta^2 + \Gamma^2)}{\Gamma} \Im \Psi\left(\frac{\Delta^2 + \Gamma^2 - \omega^2 - 2i\omega\Gamma}{2v_f^2 |eH|/c}\right) \right], \quad (9)$$

with $N_f = 1$ ($N_f = 2$ for graphene), where $\Delta = \hbar\omega_L$ is the Zeeman energy, Γ is the imaginary part of the electron self-energy due to disorder, and $\Psi(z)$ is the digamma function.

The Hall conductance is²⁶

$$\sigma_{xy}(H, T) = \frac{e^2 N_f}{2\pi} \nu_B, \quad (10)$$

where ν_B is the filling factor, given by

$$\nu_B = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\omega}{2\pi} \tanh\left(\frac{\omega + \mu}{2T}\right) \left[\frac{\Gamma}{(\omega - \Delta)^2 + \Gamma^2} + (\omega \leftrightarrow -\omega) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\Gamma}{(\omega - M_n)^2 + \Gamma^2} + (\omega \leftrightarrow -\omega) \right) \right], \quad (11)$$

where $M_n = \sqrt{\Delta^2 + 2nv_f^2 |eH|/c}$ is the dispersion of surface Dirac electrons in the presence of the Landau level.

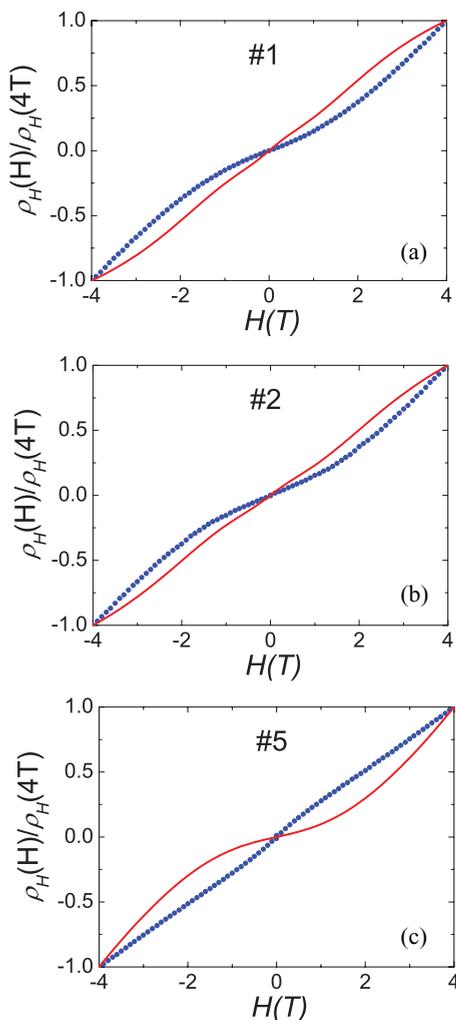


FIG. 7. (Color online) Hall resistance for (a) 1, (b) 2, and (c) 5, where the same strength of disorder is utilized as in Fig. 3, respectively. We believe that the origin of this mismatch between experiment and theory lies in the contribution from the bulk transport, which is not included in the single Dirac-fermion theory.

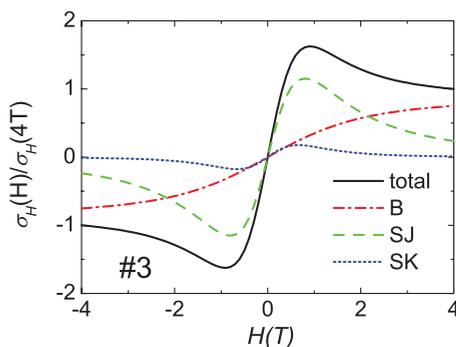


FIG. 8. (Color online) Each contribution in Hall conductance shows that the dominant term is the side-jump term in low fields and the Berry-curvature term in high fields. These curves are generated, resorting to the parameter values from sample 3, i.e., $\alpha = 0.5$ and $\gamma = 0.44$. Here, B, SJ, and SK stand for Berry curvature, side jump, and skew scattering, respectively. Total refers to the sum of all anomalous Hall contributions. The formula of each term is presented in the main text.

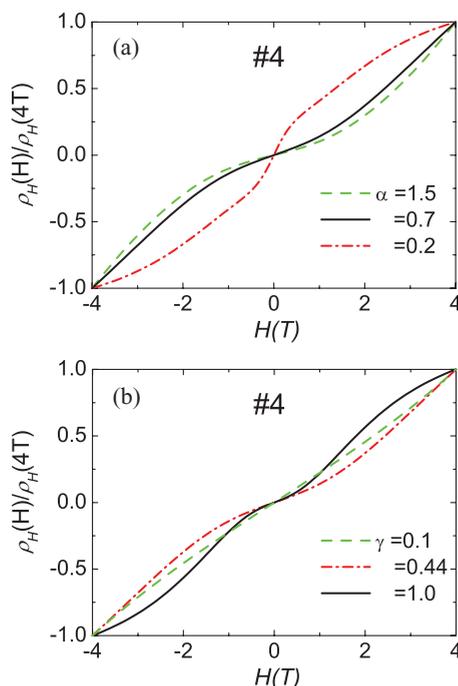


FIG. 9. (Color online) (a) Hall resistance deviates from the $\alpha = 0.7$ line with $\gamma = 0.44$, changing α . (b) Hall resistance separates from the $\gamma = 0.44$ line with $\alpha = 0.7$, varying γ . The Hall resistance of sample 4 is well fitted by $\alpha = 0.7$ and $\gamma = 0.44$.

Resorting to these expressions, we plot the Hall conductance in Fig. 10. First of all, the plateau in the Hall conductance is clearly shown. This behavior is far from that given by the experimental data. We conclude that our regime is far from being described by the quantum Hall effect. The introduction of the Zeeman term is sufficient to explain the transport data at low magnetic fields.

VI. SUMMARY AND DISCUSSION

In summary we have measured the fundamental length scale of the topological insulator, the thickness of the surface state, from the Sondheimer oscillation in magnetoresistance. This surface state is described by the single Dirac-fermion theory. The topological nature was verified by the fact that the Hall resistance results mainly from the anomalous Hall effect of

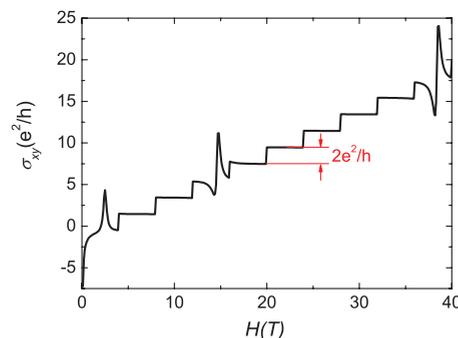


FIG. 10. (Color online) Quantized Hall conductance, expected to be relevant in high magnetic fields.

Dirac theory, which in turn is dominated by both the side-jump mechanism and the Berry-curvature effect.

The surface thickness will diverge at the critical point of a phase transition from a band insulator to a topological insulator. Such a phase transition was demonstrated in the HgTe quantum well structure when the size of the quantum well was tuned.^{27,28} On the other hand, the topological phase transition has not yet been achieved in three-dimensional topological insulators. Our measurement for the surface thickness can be utilized as an important tool, revealing the mechanism of such a topological phase transition.

It is worth discussing the physical implication of the surface length scale. In our analysis, the theory of Sondheimer oscillation was worked out for a thin film within the semiclassical Boltzmann-equation approach, where electrons can move in all three directions while scattering from two hard surfaces of the thin film.¹⁸ On the other hand, the surface states of a topological insulator may not be described by thin films but are expected to be truly two dimensional without any dispersion along the z direction.²⁹ This surface state is identified with a localized zero mode in the z direction and the transverse length scale in this case is the extent of the transverse wave function of the Dirac electrons.

Therefore, if the oscillation of MR in H at low magnetic fields is identified with the Sondheimer oscillation, this experimental data and our theoretical analysis suggest that Dirac electrons can have dynamics along the z direction. One possible mechanism for this z -directional dynamics is the existence of hybridization between the surface Dirac band and bulk channels. As clearly shown in our analysis of MR and Hall resistance, the two-dimensional single Dirac theory cannot explain anomalous transport in metallic samples, implying that the bulk channels may play a certain role. If the hybridization effect is introduced, the surface thickness is not just the transverse extent of the wave packet but the combination of the localized length in the z direction and an effective dynamics length, determined from the hybridization. Even though no definite answer exists for this important issue, we believe that a more elaborate quantum mechanical treatment with the hybridization effect will shed light on the possible interplay between the surface channel and bulk channels for transport in topological insulators.

We would like to point out that the Sondheimer oscillation was observed not only in insulating samples but also in metallic ones (Fig. 11). This indicates that the oscillation of MR in H is not screened by the bulk conducting channels, expected to be responsible for the oscillation in $1/H$. Actually, the Shubnikov–de Haas oscillation begins to appear at higher fields above 4 T, consistent with previous oscillation measurements.^{20–23} In this respect we believe that the Sondheimer oscillation could be safely measured in a relatively low-field region.

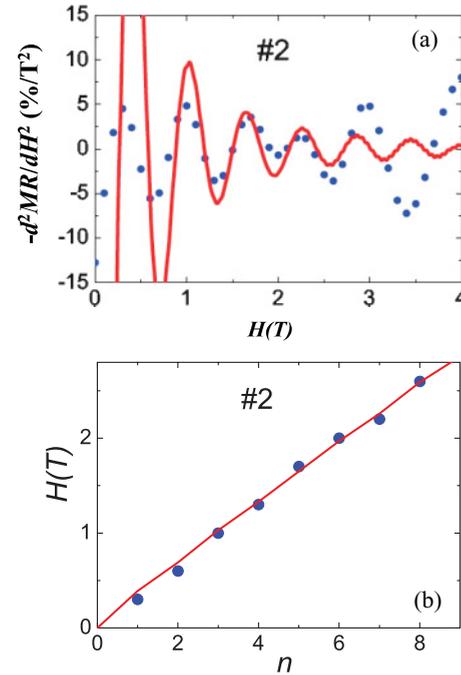


FIG. 11. (Color online) (a) Sondheimer oscillation for sample 2. The periodicity is well matched, but the oscillation amplitude deviates rather a lot due to the appearance of the Shubnikov–de Haas oscillation around 3–4 T. Sondheimer oscillations are also observed for other p - and n -doped samples, where the surface channel for conduction coexists with the bulk conduction. (b) Peak and dip number vs peak and dip position (magnetic fields) in (a). Data points are located on a straight line, confirming the H linear periodicity instead of the $1/H$ periodicity.

It is also an important issue to determine whether the Shubnikov–de Haas oscillation originates from surface states or from bulk states. One way will be to compare Shubnikov–de Haas oscillations of insulating samples with those of metallic ones. We expect that both the amplitude and period in $1/H$ for the Shubnikov–de Haas oscillation will vary, depending on the concentration of impurities, which allows us to control bulk conduction through localization while the conduction of surface Dirac fermions will not be affected so much due to topological protection.

ACKNOWLEDGMENTS

This research is supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science, and Technology (Grant No. 2011-0025771). K.-S.K. is supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST) (Grant No. 2011-0074542).

*hjkim76@daegu.ac.kr

†sasaki@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

¹V. L. Ginzburg, *Rev. Mod. Phys.* **76**, 981 (2004).

²Y. Nambu, *Rev. Mod. Phys.* **81**, 1015 (2009).

³N. Nagaosa, J. Sinova, S. Onoda, A. H. MacDonald, and N. P. Ong, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 1539 (2010).

⁴D. Xiao, M.-C. Chang, and Q. Niu, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 1959 (2010).

- ⁵M. Z. Hasan and C. L. Kane, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 3045 (2010).
- ⁶C. Nayak, S. H. Simon, A. Stern, M. Freedman, and S. D. Sarma, *Rev. Mod. Phys.* **80**, 1083 (2008).
- ⁷R. Shindou, R. Nakai, and S. Murakam, *New J. Phys.* **12**, 065008 (2010).
- ⁸L. Fu, C. L. Kane, and E. J. Mele, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 106803 (2007).
- ⁹J. E. Moore and L. Balents, *Phys. Rev. B* **75**, 121306 (2007).
- ¹⁰R. Roy, *Phys. Rev. B* **79**, 195322 (2009).
- ¹¹R. Roy, *Phys. Rev. B* **79**, 195321 (2009).
- ¹²D. Hsieh, D. Qian, L. Wray, Y. Xia, Y. S. Hor, R. J. Cava, and M. Z. Hasan, *Nature (London)* **452**, 970 (2008).
- ¹³D. Hsieh, Y. Xia, L. Wray, D. Qian, A. Pal, J. H. Dil, J. Osterwalder, F. Meier, G. Bihlmayer, C. L. Kane, Y. S. Hor, R. J. Cava, and M. Z. Hasan, *Science* **323**, 919 (2009).
- ¹⁴Y. L. Chen, J. G. Analytis, J.-H. Chu, Z. K. Liu, S.-K. Mo, X. L. Qi, H. J. Zhang, D. H. Lu, X. Dai, Z. Fang, S. C. Zhang, I. R. Fisher, Z. Hussain, and Z.-X. Shen, *Science* **10**, 178 (2009).
- ¹⁵A. H. Castro Neto, F. Guinea, N. M. R. Peres, K. S. Novoselov, and A. K. Geim, *Rev. Mod. Phys.* **81**, 109 (2009).
- ¹⁶D. Hsieh, Y. Xia, D. Qian, L. Wray, J. H. Dil, F. Meier, J. Osterwalder, L. Patthey, J. G. Checkelsky, N. P. Ong, A. V. Fedorov, H. Lin, A. Bansil, D. Grauer, Y. S. Hor, R. J. Cava, and M. Z. Hasan, *Nature (London)* **460**, 1101 (2009).
- ¹⁷K. Nomura, M. Koshino, and S. Ryu, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 146806 (2007).
- ¹⁸E. H. Sondheimer, *Phys. Rev.* **80**, 401 (1950).
- ¹⁹Y. S. Hor, A. Richardella, P. Roushan, Y. Xia, J. G. Checkelsky, A. Yazdani, M. Z. Hasan, N. P. Ong, and R. J. Cava, *Phys. Rev. B* **79**, 195208 (2009).
- ²⁰A. A. Taskin and Y. Ando, *Phys. Rev. B* **80**, 085303 (2009).
- ²¹D. Qu, Y. S. Hor, Jun Xiong, R. J. Cava, and N. P. Ong, *Science* **329**, 821 (2010).
- ²²J. G. Analytis, R. D. McDonald, S. C. Riggs, J.-H. Chu, G. S. Boebinger, and I. R. Fisher, *Nat. Phys.* **6**, 960 (2010).
- ²³Z. Ren, A. A. Taskin, Satoshi Sasaki, Kouji Segawa, and Yoichi Ando, *Phys. Rev. B* **82**, 241306 (2010).
- ²⁴C.-L. Song, e-print [arXiv:1007.0809](https://arxiv.org/abs/1007.0809).
- ²⁵N. A. Sinitsyn, A. H. MacDonald, T. Jungwirth, V. K. Dugaev, and Jairo Sinova, *Phys. Rev. B* **75**, 045315 (2007).
- ²⁶E. V. Gorbar, V. P. Gusynin, V. A. Miransky, and I. A. Shovkovy, *Phys. Rev. B* **66**, 045108 (2002).
- ²⁷B. A. Bernevig, T. L. Hughes, and S. C. Zhang, *Science* **15**, 1757 (2006).
- ²⁸M. König, S. Wiedmann, C. Brune, A. Roth, H. Buhmann, L. W. Molenkamp, X.-L. Qi, and S.-C. Zhang, *Science* **2**, 766 (2007).
- ²⁹We would like to thank J. K. Jain for clarifying the difference between the surface state in a topological insulator and that in a thin film.

平成23年11月2日
山形大学

大学院生のキャリア教育に新たな強化策

理学部では、大学院生の職業意識を高め、就業力と社会人基礎力の向上を図る、三つの新たな事業を始めました。

◇理学系の大学院生の就職先は多様化しており、大学院の教育では、就業力と社会人基礎力をさらに強化することが求められています。

1. **就業力を高めるために、キャリア教育担当の教授を新たに採用しました。**
 - ◆理学部では、10月から、キャリアカウンセリングの経験を積んだキャリア教育担当の教授を新規雇用しました。
理学部にキャリア担当教員を配置するのは、全国的に見てもほとんどなく、本学理学部では初めての取組みとなります。
 - ◆キャリア教育担当教授は、今後、新たなキャリア科目の開講や、小白川キャリアサポートセンターと連携した就職支援など、大学院生の就業力を向上させる事業を推進します。
2. **社会人基礎力の向上を図るために、問題解決能力を高める、実習・演習を単位化して、経費を支援します。**
 - ◆海外での学会発表や研究活動を単位化する「海外特別研修」を新設し、実施経費を補助する支援を始めました。今年度は、中国、韓国、スイス、米国、パラオ共和国等に20人の大学院生を派遣しました。
 - ◆国内研修でも、企業、教育・研究機関、自治体の協力による、インターンシップ科目を単位化しています。
3. **大学院博士前期課程の入学者全員にiPad2を無償貸与しました。**
 - ◆プレゼンテーション、英語学習、ウェブ会議等、様々な学習用アプリケーションを搭載したiPad2を入学者全員に貸与しました。
 - ◆iPad2の導入により、ウェブ上の様々な情報やシステムを利用したインタラクティブな学習を行い、様々な事象に対する学生の知的関心を高める効果を期待しています。

(お問い合わせ)

山形大学小白川キャンパス事務部 理学部事務室

TEL : 023-628-4502

プレス通知資料（概要）

平成23年10月18日
山形大学

1. 農学部『第2回 農業・食料・環境を考える山形県民シンポジウム』

(概要)◇山形県農業の発展に資することを目的とするシンポジウムです。

◇山形大学農学部、農業大学校、農業高校の学生・生徒及び教職員が一堂に会し、最新の農学研究や農業学習に関する成果を紹介します。

◇県民の皆様に農学や農業学習の面白さを理解していただき、これからの農業を担う若者が未来を語り合い、農業の魅力を発信します。

日 時:平成23年11月14日(月) 13:00～16:00

場 所:山形県高度技術研究開発センター 多目的ホール(山形市松栄2-1-1)

参加費:無 料

申込等:参加自由、申込不要

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学農学部企画広報室

(TEL)0235-28-2803

2. 人文学部 国際学術講演会『安達峰一郎とベルギーとの関係

～ルーバン大学の復興を通じて～』

(概要)◇常設国際司法裁判所の生みの親の1人、安達峰一郎とベルギーとの密接な関係がわかっています。

◇ヨーロッパ学界における日本学の碩学ウィリー教授による、日本・ベルギー交渉史における安達峰一郎とルーバン大学との関係についての興味深い講演です。

日 時:平成23年11月21日(月) 13:00～16:30

場 所:山形大学人文学部1号館205教室(山形市・小白川キャンパス)

対 象:高校生・大学生・一般市民

参加費:無 料

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学人文学部 松尾研究室

(TEL)023-628-4917

3. 大学コンソーシアムやまがた『やまがた里の暮らし推進機構 委託事業 成果報告会』

(概要)◇川西町が設置した「やまがた里の暮らし推進機構」からの委託事業として、山形大学、東北芸術工科大学、東北文教大学、山形県立女子短期大学の学生・教職員によるチームを結成し、川西町の地域資源の利活用やダリアの活用提言により、川西町の地域活性化に取り組みました。その成果を発表します。

日 時:平成23年11月26日(土) 13:00~16:00

場 所:旧川西町立第二中学校(川西町大字吉田 4690)

対 象:学生・一般市民・大学コンソーシアムやまがた教職員

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:大学コンソーシアムやまがた事務局

(TEL)023-628-4842

4. 国際事業化研究センター まちづくり談話会・もっとみらいコンソーシアム研究会

『次世代安全社会に向う経営力学』

(概要)◇今回の東日本大震災を経験して、我が国の産業経済社会はこれまで目標としてきた「快適で豊かな社会」から、「安全で安心な社会とは何か」を問わなければならなくなりました。

◇そこで、次世代安全社会に向けて、どのように展開をすればよいのか、経営力学的な思考で考え直し、その方向性と心構えについて検討します。

日 時:平成23年11月29日(火) 14:00~15:30

場 所:山形大学工学部街中キャンパス(米沢市門東町・大沼デパート前)

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:“もっとみらい”コンソーシアム事務局

(TEL)0238-26-3622

5. 大学コンソーシアムやまがた『進学相談会』

(概要)◇高校生、保護者の方を対象に、県内の高等教育機関による個別進学相談会を開催いたします。

◇是非、この機会に会場へ足を運んで、進学の疑問を解決しませんか。

日 時:平成23年12月14日(水)、15日(木) 16:00~18:00

場 所:ゆうキャンパス・ステーション(山形市香澄町1-3-15 山形むらきさわビル1階)

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:大学コンソーシアムやまがた事務局(担当:西田)

(TEL)023-628-4842

6. これまでの学長定例会見でお知らせをしたもので開催がせまっているイベント
当日の取材をよろしく願いいたします。

○附属博物館 日本画作品展『KAKEJIKU』

日 時:～平成23年11月11日(金) 9:00～17:00

土曜及び11月6日(日)休館(休館日に変更があります。ご注意ください。)

11月3日(木・祝)は、11:00～17:00開館

場 所:山形大学小白川図書館1階シアタールーム(山形市・小白川キャンパス)

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学附属博物館

(TEL)023-628-4930

○保健管理センター 公開講座『自分で守ろう～子宮頸がん～』

日 時:平成23年11月2日(水) 18:00～20:00

場 所:山形大学基盤教育2号館211番教室(山形市・小白川キャンパス)

講 師:公立学校共済組合東北中央病院 金子 尚仁 氏

定 員:100名・受講料 無料

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学保健管理センター

(TEL)023-628-4153

○がんばろう！東北『東北地区国公立大学説明会』(in 宇都宮)

日 時:平成23年11月3日(木・祝日) 13:00～16:00

場 所:宇都宮東武ホテルグランデ 6階 龍田・きすげ (栃木県宇都宮市本町5-12)

参加大学:山形大学、弘前大学、岩手大学、岩手県立大学、宮城教育大学、宮城大学、
秋田大学、国際教養大学、福島大学、福島県立医科大学、会津大学

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学エンrollment・マネジメント部政策課(EM担当)

(TEL)023-628-4063

○(NPO)Y-MOTネットワーク『要素技術セミナー』

—新しいものづくりを一緒に考えてみませんか?—

日 時:平成23年11月4日(金) 13:30~15:00

場 所:山形大学工学部街中キャンパス(米沢市門東町・大沼デパート前)

定 員:30名、参加無料

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:(NPO)Y-MOTネットワーク事務局

(TEL)0238-40-0761

○地域教育文化学部『うんまい弁当』発売

日 時:平成23年11月4日~12月16日までの毎週金曜日 11:30~

11月11日:飯田と小白川の両キャンパス

11月18日:米沢キャンパスのみ

場 所:山形大学生協食堂前(小白川、飯田、米沢の各キャンパス)

販売食数:各日150食

販売価格:310円(デポジット容器代10円を含む)

問い合わせ:山形大学地域教育文化学部

生活総合学科食環境デザインコース 三原、楠本、矢口

(TEL)0238-40-4420、4464、4333

○理学部 ひらめき☆ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ~

『宇宙で見つけた磁石星の探検—体験して学ぶ強磁場の世界—』

日 時:平成23年11月5日(土) 13:00~17:00

場 所:山形大学理学部内(山形市・小白川キャンパス)

定 員:高校生20名、参加無料

[詳しくは、別添の資料をご覧ください]

問い合わせ:山形大学小白川キャンパス事務部

理学部事務室「ひらめき☆ときめきサイエンス係」

(TEL)023-628-4505

○大学コンソーシアムやまがた『やまがた夜話』（11月分、12月分）
（テーマ）『山形の元気！再発見 新山形学～地域づくり・まちづくり編～』

日 時：平成23年11月9日、16日、30日、12月7日、14日、21日の各水曜日
18:30～19:30

場 所：ゆうキャンパス・ステーション（山形市：山形むらきさわビル1階）

対 象：高校生・学生・一般市民 50名

〔 詳しくは、別添の資料をご覧ください 〕

問い合わせ：大学コンソーシアムやまがた事務局
（TEL）023-628-4842

○男女共同参画シンポジウム『女性研究者の活躍と裾野拡大～大学連携を通して～』

日 時：平成23年11月11日（金） 13:30～17:50

場 所：山形テルサ・アプローチ3階（山形市双葉町）

参加無料・託児あり（事前申込が必要です。）

〔 詳しくは、別添の資料をご覧ください 〕

問い合わせ：山形大学男女共同参画推進室
（TEL）023-628-4937

○工学部 ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～
『有機の光を体験しよう』

日 時：平成23年11月12日（土） 10:00～16:00

場 所：山形大学工学部（米沢市・工学部キャンパス）

定 員：中学生20名、参加無料

〔 詳しくは、別添の資料をご覧ください 〕

問い合わせ：山形大学工学部研究プロジェクト支援室
（TEL）0238-26-3590

第2回 農業・食料・環境を考える山形県民シンポジウム

～ 私たちの挑戦 ～

山形大学農学部、農業大学校、農業高校の学生・生徒及び教職員が一堂に会し、最新の農学研究や農業学習に関する成果を紹介し、県民の皆様にも農学や農業学習の面白さを理解していただき、これからの農業を担う若者が未来を語り合い、農業の魅力を発信するとともに、山形県農業の発展に資することを目的とするシンポジウムです。

期 日：平成23年11月14日（月）13：00～16：00

場 所：山形県高度技術研究開発センター多目的ホール

〒990-2473 山形市松栄二丁目2番1号 TEL 023-647-3111

参加費：無料

申込等：参加自由、申込不要

お問い合わせ先：山形大学農学部企画広報室 TEL0235-28-2803

■開会 13：00

開会の挨拶 山形大学農学部長 西澤 隆

挨拶 山形県知事 吉村 美栄子、山形大学学長 結城 章夫

■シンポジウム 13：20～14：20

挨拶 山形県高等学校長会農業水産部会長 竹田 耕平

(山形県立村山農業高等学校長)

学生生徒による「山形の農と食と環境を担う私たちの挑戦」

- ① 農業高等学校生徒の発表
- ② 農業大学校学生の発表
- ③ 山形大学農学部学生の発表

■パネルディスカッション 14：30～15：50

テーマ 「農と食と環境 ～私たちの挑戦～」

領域 農業技術、農業経営、食育、環境、地域振興、特産物開発等

司会 山形大学農学部教授 野堀 嘉裕

アドバイザー 山形大学農学部教授 小沢 亙

パネラー 農業生産法人窪畑ファーム 山本 齊 氏
農業実践者 農業法人社員 6次産業実践者 消費者

■閉会 16：00

閉会の挨拶 山形県立農業大学校長 百瀬 清昭

主 催

山形大学農学部（事務局） 山形県立農業大学校 山形県立上山明新館高等学校
山形県立寒河江高等学校 山形県立村山農業高等学校 山形県立新庄神室産業高等学校
山形県立置賜農業高等学校 山形県立庄内農業高等学校

後 援

山形県教育委員会

安達峰一郎と ベルギーとの関係

～ルーバン大学の復興を通じて～

講師 ルーバン・カトリック大学
ウィリー・バンドウワラ教授

人文学部
松尾 剛次 教授
(第二次調査団団長)

日時 2011年
11月21日(月)
13:00～16:30

会場 山形大学 小白川キャンパス
人文学部1号館2F 205教室

対象 高校生・大学生・一般市民



常設国際司法裁判所の生みの親の一人・安達峰一郎は、山形が生んだ世界的偉人で1935年にオランダで国葬が行われた。

しかし、今年5月のベルギー・オランダ調査(結城章夫団長)の結果、安達とベルギーとの密接な関係が浮かび上がってきた。ヨーロッパ学界における日本学の碩学ウィリー教授による、日本・ベルギー交渉史における安達とルーバン大学との関係についての興味深い講演。

また、第二次調査団の帰朝報告とパネル・ディスカッションも有り。

参加費：無料

申込方法 TEL・FAX・E-mailのいずれかでお申込み下さい。

問合せ・申込先 〒990-8560 山形市小白川町1丁目4-12 山形大学人文学部 松尾研究室：青木
TEL/FAX: 023-628-4917 E-mail: kmatsuo@human.kj.yamagata-u.ac.jp
または山形大学人文学部総務係 TEL: 023-628-4203

主催：山形大学人文学部

後援：山形大学都市地域学研究所



やまがた里の暮らし推進機構 委託事業 成果報告会



2011年11月26日(土)
13:00~16:00 (受付 12:30から)

- 場所：旧川西第二中学校
- 対象：教職員・学生・一般
- 参加費：無料
- 主催：やまがた里の暮らし推進機構
大学コンソーシアムやまがた



プログラム

- 12:30 開場・受付開始
- 13:00 開会・趣旨説明 大学コンソーシアムやまがた企画会議委員長 下平裕之
- 13:10 (1) 「地域資源の発掘と利活用」について
 ○ 「かわにし検定」による地域資源の発掘・利活用 山形大学准教授 下平裕之
 ○ 「かわにし検定」問題 東北文教大学短期大学部准教授 土居洋平
 ○ 「かわにし検定」今後の進め方 山形大学教授 横井 博
- 14:10 ~休憩~
- 14:15 (2) 「川西ダリアによる地域活性化研究」について
 ○ 川西ダリア園来場者への現況調査 山形県立米沢女子短期大学教授 嶋崎伸一
 ○ ダリアの商品開発とプロモーション実証的研究・提案 東北芸術工科大学教授 平林千春
- 15:05 ~休憩~
- 15:45 (3) ミニシンポジウム
 川西町と大学コンソーシアムやまがたの対話
 (司会) 大学コンソーシアムやまがた企画会議委員長 下平裕之
 (シンポジスト) 川西町関係者
 大学コンソーシアムやまがた川西プロジェクト教員
- 16:00 閉会





【共催】

国際事業化研究センターまちづくり談話会
もっとみらいコンソーシアム研究会

次世代安全社会に向う経営力学

日本福祉大学特任教授／四日市大学非常勤講師
原子力安全システム研究所 客員研究員
三洋電機株式会社 元広報／営業部長
竹下 隆氏



日時：2011年11月29日（火）14：00～15：30

場所：ものづくり・ひとづくりキャンパス（街中サテライト）

今回の東日本大震災を経験して、我が国の産業経済社会はこれまで目標としてきた「快適で豊かな社会」から、「安全で安心な社会とは何か」を問わなければならなくなった。そこで次世代安全社会に向けて、どのように展開をすればよいのか、経営力学的な思考で考え直し、その方向性と心構えについて検討することにする。本セミナーでは、①安全・危機とは何か、②組織集団が意識する危機への対応、③社会の安全・安心に挑戦する経営力学、④国際社会における経営力学の課題について、多角的な視点から考察を行う。従来型の「戦略経営」では、設定目標に向う事業推進の主たる幹として科学的思考法を中心とした理詰め路線の拡充が重視されてきたが、この時期にこそ、企業組織は思い切った発想の転換を行うことが重要となる。これらについて、具体的に議論を進めることにしたい。

申し込み先：“もっとみらい”コンソーシアム事務局（電話：0238-26-3622）

大学コンソーシアムやまがた

「進学相談会」開催!!

高校生、保護者の方を対象に、県内の高等教育機関による個別進学相談会を開催いたします。ぜひ、この機会に会場へ足を運んで、進学の疑問を解決しませんか。お待ちしております。

11月13日(日) 10:00~14:00	山形県立産業技術短期大学校 山形工科短期大学校
11月16日(水) 15:00~17:30	山形工科短期大学校
11月16日(水) 16:00~18:00	東北公益文科大学
11月17日(木) 16:00~18:00	東北公益文科大学
11月22日(火) 15:00~18:00	山形県立農業大学校
11月30日(水) 16:00~18:00	東北文教大学／東北文教大学短期大学部
12月 1日(木) 16:00~18:00	東北文教大学／東北文教大学短期大学部
12月 1日(木) 16:30~18:00	羽陽学園短期大学
12月 2日(金) 16:30~18:00	羽陽学園短期大学
12月14日(水) 16:00~18:00	山形大学
12月15日(木) 16:00~18:00	山形大学
12月16日(金) 15:00~18:00	東北芸術工科大学
12月16日(金) 16:00~18:00	山形大学
12月17日(土) 11:00~15:00	東北芸術工科大学 山形工科短期大学校

■ 会 場

ゆうキャンパス・ステーション

山形市香澄町1-3-15 山形むらきさわビル1階

(山形駅東口から徒歩1分)

駐車場: 近隣の駐車場をご利用ください。(利用者負担)

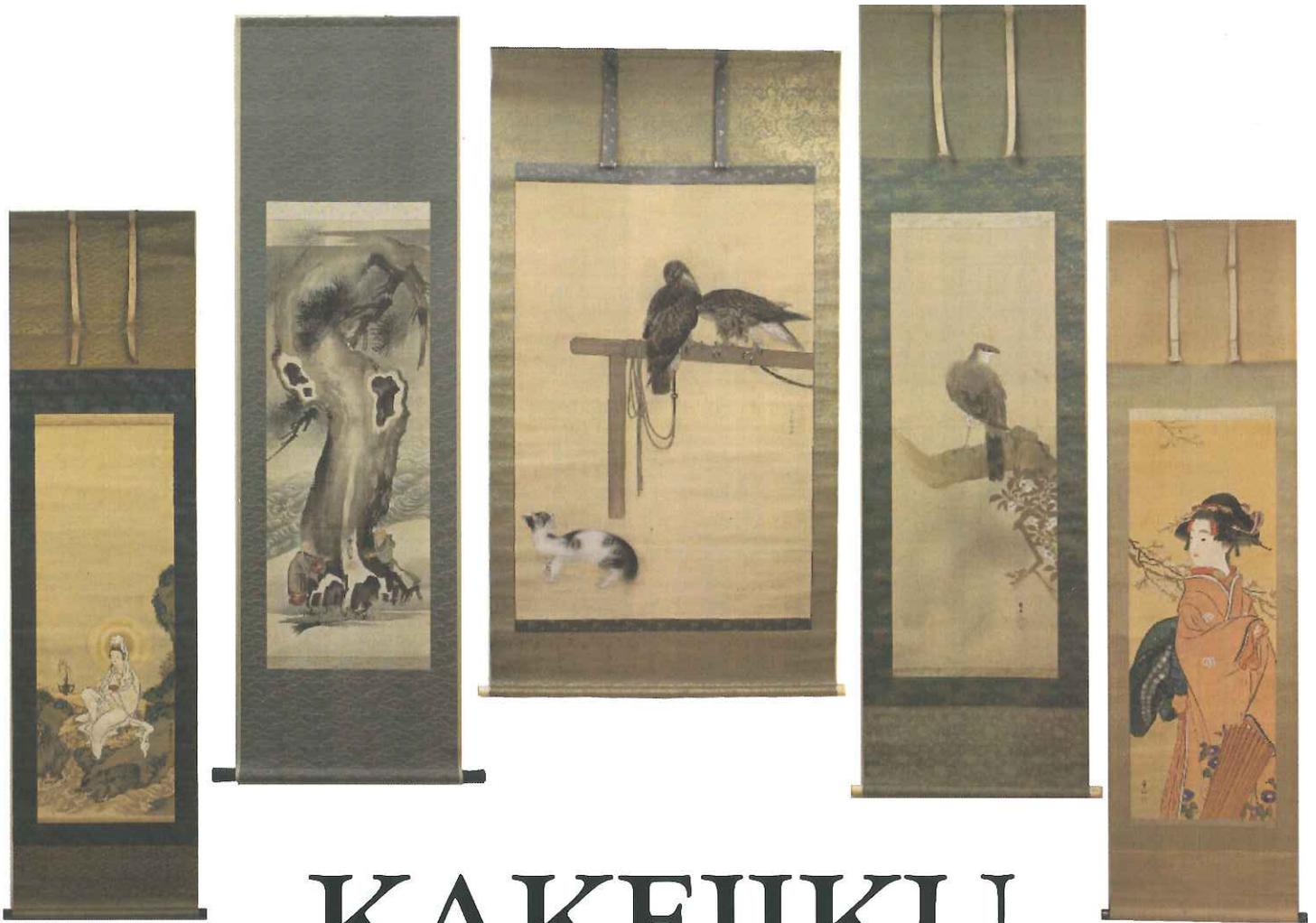
■ お問い合わせ

大学コンソーシアムやまがた (担当 西田)

電話: 023-628-4842

E-mail: unicon@jm.kj.yamagata-u.ac.jp





KAKEJIKU

山形大学附属博物館所蔵 日本画作品展

平成23年

10月28日（金）～11月11日（金） 午前9時～午後5時

土曜及び11月6日（日）休館

10月30日（日）11月3日（木・祝）は午前11時～午後5時開館

入場無料

会場 | 山形大学小白川図書館1Fシアタールーム
(山形大学小白川キャンパス内)

主催 | 山形大学附属博物館





①



②



③



④

当館では現在53点の日本画作品を所蔵しており、うち40点が掛軸の形式に仕立てられています。これまで館内の平常展示ではこのような軸装の作品は展示がかなわず、所蔵庫の奥に保管されたままとなってきました。本展ではこれら所蔵掛軸の中から約20点を公開いたします。

作品は幕末から明治・大正・昭和にかけて活躍した郷土画家のものが多く、当時開催された全国的な展覧会での受賞作品も含まれています。

この機会にどうぞご覧ください。

チラシ表面右から
 菊池 華秋 <美人>
 木村 武山 <鷹>
 根上 富治 <飼鷹>
 杉浦 雲溪 <高砂之図>
 細谷 芝圃 <観音像>

チラシ裏面
 ①湯原 柳政 <花鳥>
 ②小松 雲涯 <花鳥>
 ③榎 五鳳 <鶴>
 ④根上 富治 <飼鷹> (部分)

交通のご案内



山形大学附属博物館

990-8560

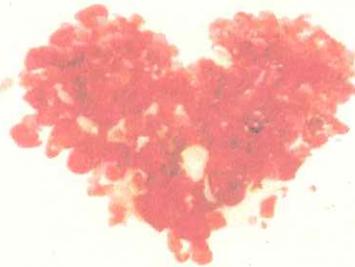
山形市小白川町1丁目4-12

TEL/FAX 023-628-4930

E-mail hakukan@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

HP <http://www.lib.yamagata-u.ac.jp/museum/>

平成23年度 山形大学保健管理センター 公開講座のお知らせ



テーマ：自分で守ろう～子宮頸がん～

山形大学保健管理センターでは、山形大学学生や教職員の心身の健康支援を行っております。

今回の公開講座では、子宮頸がんをテーマに金子尚仁先生をお招きして講演会を開催いたします。子宮頸がんとは、子宮頸部（子宮の入り口付近）にできるがんで、20～30代の女性では最も多いがんです。予防のため、検診とワクチン接種の重要性・意義を理解し、学校保健の一層の充実に役立てることを目的にしております。ふるってご参加ください。

- 期 日**：平成23年11月2日（水） 18時から20時まで
場 所：山形大学小白川キャンパス 基盤教育2号館211番教室
講 師：公立学校共済組合東北中央病院 金子 尚仁氏
受 講 対 象：一般市民、本学学生・教職員
定 員：100名
受 講 料：無料
申 込 み 方 法：所定の受講申込書にご記入の上、FAX又は郵送等でお申込みください
申 込 み 期 限：平成23年10月31日（月）まで
- 問 い 合 わ せ**：山形大学保健管理センター
及 び 申 込 み 先 〒990-8560 山形市小白川町一丁目4番12号
TEL：023-628-4153 FAX：023-628-4157
E-mail：nsroom@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

今、この場所だから学べること。
この瞬間だから感じたいこと。

がんばろう! 東北 東北地区国公立大学説明会

- POINT①** 募集要項(願書)等の各種資料を多数取り揃えております。
POINT② センター試験の英語で使用するリスニング機器を体験できます。

参加大学

弘前大学 岩手大学 岩手県立大学 宮城教育大学 宮城大学
秋田大学 国際教養大学 山形大学 福島大学 福島県立医科大学 会津大学

平成23年

11/3 木・祝

時間: 13:00 ~ 16:00

宇都宮東武ホテル
グランデ (6F 龍田・きすげ)

〒320-0033 栃木県宇都宮市本町 5-12
※駐車場に限りがありますので、公共交通機関をご利用ください。



【アクセス】
JR 宇都宮駅西口より関東バス(6.7番のりば)にて東武駅前バス停 徒歩1分
東武宇都宮駅より徒歩5分

■ 説明会会場 (龍田 I・きすげ)
「大学説明会」13:00 ~ 15:35

時間	会場①(龍田 I)	会場②(きすげ)
13:00 ~	開会の挨拶	開会の挨拶
13:05 ~	山形大学	福島大学
13:35 ~	宮城教育大学	会津大学
14:05 ~	岩手大学	国際教養大学
14:35 ~	秋田大学	宮城教育大学
15:05 ~	福島大学	山形大学

※2回説明のある大学の説明内容は、1回目と2回目で同一です。

■ 相談会会場 (龍田 II)
「個別相談会」13:00 ~ 16:00

※参加大学が個別ブースにて質問を受け付けます。

高等学校等の先生方、保護者のみなさまのご来場も歓迎いたします。近隣のみなさまは是非ともご来場し、東北地区大学の情報や願書を入手してください。

お問い合わせ先: 山形大学エンrollment・マネジメント部 政策課 (EM 担当)
〒990-8560 山形市小白川町 1-4-12 TEL: 023-628-4063
FAX: 023-628-4185 e-mail: enroll@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

「事前申込」いただいた方に
オリジナルグッズ等をプレゼントします。大歓迎です!
<http://daigakuju.jp/tohokugodo2011/>

当日の参加も
お申込み



リサイクル適性 (A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

要素技術セミナー

第2回(NPO)Y-MOTネットワークセミナー

新しいものづくりを一緒に考えてみませんか？

「近未来都市型工場への可能性」

小さな部品・小さな金型・小さな生産装置・小さな工場

日時

平成23年 **11月4日(金)** 13.30~15.00

場所

山形大学工学部 **街中キャンパス**(大沼デパート前)

定員

30名

参加費 **無料**

(平和通り駐車場を御利用下さい。)

「実演とディスカッション」 13.30~15.00

A4のノートパソコンサイズ 廃材ゼロ・省エネ・省スペース・省資源

「超小型射出成形機の紹介」

株式会社 新興セルビック 代表取締役社長

竹内 宏 氏

- ・実機を持ち込み、実際に射出成型！
- ・スクリューや金型を解体、ペレットの変化・流れも見れる！

貴社の成型加工技術に、変化と改革を！そして新分野へ！

・講師紹介 (非営利組織)日本スカラベイニシアテブ 渡邊 勝 氏

金型業界のエジソンとの評判のアイデアマンが、17年間の研究の結果、業界の常識を覆す世界にない廃材ゼロの卓上型の超小型射出成型機を開発。

起業家や現場の技術者、理工系の研究者など約60名が参加して、新商品開発のアイデアを出し合う「アイデア工房」を主宰。100を超える特許を保有し、その開発精神を、他の技術・知識と融合し、新たな製品開発に向けて活躍中。

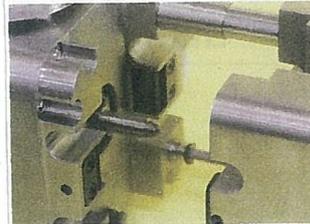
1トン機(写真)他3~10トン

- ・駆動消費電力 170W(100V電源)
- ・サイズ 120mm×120mm×280mm
- ・重量 17Kg



- ◆第1回「ものづくり日本大賞」05年8月 経済産業大臣賞受賞
- ◆第1回明日の日本を支える「元気なモノ作り中小企業300社」06年8月 経済産業省選定
- ◆第22回「素形材産業技術賞」06年11月 経済産業省製造産業局長賞受賞
- ◆第65回「総合科学技術会議参加」07年3月 首相官邸4F大会議室 安部首相他
- ◆第17回「型技術協会賞」07年6月 技術賞・フルスペックモールド受賞
- ◆第9回「東京都ベンチャー技術大賞」07年10月 優秀賞受賞

射出成型機の小型化を構成する4要素の開発



◆ユニット金型「コマンドシステム」 ◆フラットスクリュー「スクロール」 ◆ホットランナー「マイクロプローブ」 ◆駆動用高効率減速機「セルクロイド」

共催 : 米沢電機工業会 : 米沢電子機器・機械工業振興協議会
: 山形大学国際事業化研究センター

後援 : (社)米沢工業会

TEL:0238-40-0761 FAX:0238-40-0765

主催 : (NPO)Y-MOTネットワーク

〒992-0039 米沢市門東町3-1-47 山形大学街中サテライト内

本事業は、(財団法人)東北活性化研究センターの補助を受けて実施しております。

問合わせ先・申し込み先

FAX: **0238-40-0765** TEL: 0238-40-0761

〒992-0039 米沢市門東町3丁目1番47号

山形大学工学部街中サテライト内

NPO法人Y-MOTネットワーク事務局 宛

【参加申込書】 (どうぞ、お早目にお申し込み願います。)

申込締切日: 平成23年 **10月26日(水)**

ご所属(会社名)			
ご連絡先	〒		
電話番号		FAX番号	

ご氏名(ふりがな)		ご氏名(ふりがな)	

空飛ぶ魔法のじゅうたんさながらの“磁気浮上効果”を実験してみよう。
普通ではちょっと体験できない山形大学にある強力大型電磁石を使って磁力の不思議な性質を体験します。
さらに、特殊なメガネをかけて立体映像を見ながら宇宙を探検します。
そこで見つかった強力磁石星は、なんと地上最強磁石の一兆倍の強さがあったのです。
そんな磁石星で何が起こるのでしょうか。最後に科学者と大学院学生と皆さんでたっぷり語り合おう！

日本学術振興会プログラム ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI～

宇宙で見つけた磁石星の探検 体験して学ぶ 強磁場の世界

◎日時／平成23年11月5日(土) 13:00～17:00

◎会場／山形大学理学部内(小白川キャンパス/山形市)

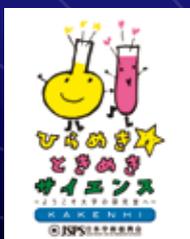
★参加費／無料

◎対象／高校生 20人 ◎持ち物／筆記用具

◎講師／山形大学理学部物理学科教授 柴田晋平・物理学科教授 岩田高広・物理学科准教授 北浦 守

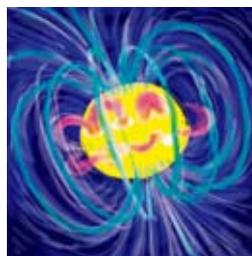
■お問い合わせ・お申し込み先／山形大学小白川キャンパス事務部 理学部事務室「ひらめき☆ときめきサイエンス係」

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12 TEL/023-628-4505 FAX/023-628-4510 E-mail/hiratoki@sci.kj.yamagata-u.ac.jp



プログラム 内容

「物質の磁性にかかわる不思議を体験して未来を創造しよう」科研費研究で用いた磁性イオンを含む物質の発光現象や、磁石に反発する反磁性現象など磁性の不思議を体験して、皆さんの明るい未来を一緒に考えましょう。「強力大型電磁石を使って磁力の不思議を体験」では、科研費研究(特別推進研究)でもちいた強力磁石の非日常的体験から、クォークの磁性(スピン)研究へ至る道りを紹介したいと思っています。「宇宙に飛び出すと磁場はマキシマム!」では、科研費研究対象である中性子星の研究が進み、マグネターと呼ばれる地上の最強磁石の一兆倍に磁化した磁石星の存在発見の物語、そして、宇宙が地上実験では到達できない大実験場になることを紹介したいと思っています。立体視できる4次元宇宙シアターで宇宙の構造や広がりを実験してください。



超強磁場の星「マグネター」の想像図



超伝導体を用いた磁気浮上実験の様子



強力大型電磁石

スケジュール

- 12:30~13:00 受付(山形大学理学部正面玄関)
- 13:00~13:15 「はじめに」プログラム全体の紹介と当日のガイダンス、および科研費の説明
- 13:20~15:40 「空飛ぶ魔法のじゅうたんは作れるか?」(物理学学生実験室)
「強力大型電磁石を使って磁力の不思議を体験」(偏極ターゲット実験室)
「宇宙に飛び出すと磁場はマキシマム!」(SCITA(サイタ)センター4次元宇宙シアター)
※3班に分かれて全ての実験を体験していただきます!
- 15:45~16:30 「総合討論(サイエンスカフェ方式)」
- 16:30~16:45 未来博士号授与式
- 16:45~17:00 アンケート記入
- 17:00 終了

■申込方法

次のどちらかの方法でお申し込みください。

①. ハガキによるお申し込み

ハガキに次の項目をご記入の上、下記申込先までお送りください。

①郵便番号 ②住所 ③氏名(ふりがな) ④生年月日 ⑤年齢 ⑥性別 ⑦電話番号 ⑧学校名 ⑨学年

②. 日本学術振興会ホームページからのお申し込み

日本学術振興会のホームページの申込画面(下記アドレス)からお申し込みください。

<https://cp11.smp.ne.jp/gakujutu/seminar>

■申込締切

平成23年10月20日(木)必着

■参加者の決定方法

参加者の決定については、**申込先着順**とさせていただきます。

残念ながら募集定員を上回ったため参加いただけない場合は、ハガキ等でその旨をお知らせいたします。

■個人情報

参加申し込み時にいただきました個人情報は、本事業に関する準備・連絡以外には使用いたしません。

■お問い合わせ・ お申し込み先

山形大学小白川キャンパス事務部

理学部事務室「ひらめき☆ときめきサイエンス係」

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12

TEL:023-628-4505 FAX:023-628-4510 E-mail:hiratoki@sci.kj.yamagata-u.ac.jp



やまがた夜話

テーマ

山形の元気！再発見 新山形学～地域づくり・まちづくり編～

11月9日(水)

18:30~19:30

「たかだまネットワークの地域活動」

濱田 尚吾氏 (羽陽学園短期大学・准教授)

11月16日(水)

18:30~19:30

「高齢者の健康と地域づくり」

慶徳 民夫氏 (山形県立保健医療大学・講師)

11月30日(水)

18:30~19:30

「地域再生の地域マネジメント」

小地沢 将之氏 (東北公益文科大学・講師)

12月7日(水)

18:30~19:30

「村山市における地域づくり」

是川 晴彦氏 (山形大学人文学部・教授)

12月14日(水)

18:30~19:30

「地域で若者を育てる仕組みづくり」

片桐 隆嗣氏 (東北芸術工科大学・教授)

12月21日(水)

18:30~19:30

「学生と共に行う地域づくり」

土居 洋平氏 (東北文教大学短期大学部・准教授)

会場 ゆうキャンパス・ステーション
(山形むらきさわビル1階)

アクセス 山形駅東口より徒歩1分。

主催 大学コンソーシアムやまがた

お申込 電話又は、チラシ裏面の参加申込書に必要事項をご記入の上、FAX、郵送、メール等で下記宛お申し込みください。

対象 高校生・学生・一般市民

入場無料 定員:50名



大学コンソーシアムやまがた
ゆうキャンパス・ステーション

〒990-0039 山形市香澄町1-3-15 山形むらきさわビル1階
TEL:023-628-4842 FAX:023-628-4820
E-mail:unicon@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

～スマイル・トレード10%支援～



やまがた夜話

山形の元気！再発見 新山形学～地域づくり・まちづくり編～

参加申込書

必要事項を明記の上、下記宛 FAX・郵送または E-mail にてお申し込み下さい。
みなさんのご参加をお待ちしております。

申込締切日：それぞれの夜話前日までにお申込をお願いいたします。

参加日	参加日を○で囲んでください。
	平成23年11月9日(水) 講師：濱田 尚吾 氏
	平成23年11月16日(水) 講師：慶徳 民夫 氏
	平成23年11月30日(水) 講師：小地 沢 将之 氏
	平成23年12月7日(水) 講師：是川 晴彦 氏
	平成23年12月14日(水) 講師：片桐 隆嗣 氏
平成23年12月21日(水) 講師：土居 洋平 氏	
住所	〒
氏名	
連絡先	TEL
	E-mail
所属	学生の方は学校名を記入

受講申込者が多数の場合は、お手数ですが参加申込書をコピーしてご利用ください。
この申込書にご記入いただいた情報は、今回の講座を受講するために必要な事務連絡等に
使用するとともに、参加者名簿の作成にのみ使用させていただきます。

お申込み・お問合せ先



大学コンソーシアムやまがた ゆうキャンパス・ステーション

〒990-0039 山形市香澄町1-3-15 山形むらきさわビル1階

TEL:023-628-4842 FAX:023-628-4820 E-mail:unicon@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

男女共同参画シンポジウム

女性研究者の活躍と裾野拡大 ～大学連携を通して～

2011年

11/11

金

◆第1部 13:30～

◆第2部 16:30～

参加無料

託児あり
(事前申込が必要)

会場 山形テルサ ◎アプローズ (3F)

第1部 テーマ「女性研究者の活躍に向けた大学連携」

13:00 開場

13:30 開会の挨拶

13:40 基調講演 「科学技術・学術分野における男女共同参画の推進
～第3次男女共同参画基本計画の策定を踏まえて～」

■講師/笹井弘之氏 (文部科学省生涯学習政策局男女共同参画学習課長)

14:30 休憩

14:40 パネルディスカッション

■パネリスト/ 遠藤恵子氏 (山形県立米沢女子短期大学長)
(五十音順) 大河内邦子氏 (鶴岡工業高等専門学校総合科学科教授・図書館長)
工藤教和氏 (東北公益文科大学副学長)
菅原京子氏 (山形県立保健医療大学保健医療学部看護学科長)
北野通世氏 (山形大学男女共同参画推進室長)

■コーディネーター/伊藤真知子氏 (東北公益文科大学公益学部教授)

16:20 休憩



笹井弘之氏

第2部 テーマ「女子高校生☆夢に向かって!～女性研究者が疑問にお答えします～」

16:30 パネルトーク 一般の方・男子高校生も参加できます

■パネリスト/石島智子氏
(東京大学大学院農学
生命科学研究所特任助教)



「私の仕事・研究・家庭」

はやのん氏
(理系漫画家)



「漫画で理系女性を応援する」

渡辺絵理子氏
(山形大学基盤教育院准教授)



「ラ・フランス、サクランボから
化粧品を開発」

高校生とのトーク

■コーディネーター/日出間るり氏 (山形大学大学院理工学研究科研究員)

17:40 閉会の挨拶

18:00 情報交換会 ○リハーサル室 (2F) 【11/2までに事前申込・会費4000円】

*当日参加も受け付けます。

◎お問い合わせ先・お申込み先
山形大学男女共同参画推進室

Tel:023-628-4937 Fax:023-628-4014
Email : eventdanjo@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

主催：山形大学 後援：山形県・山形市・山形県教育委員会・大学コンソーシアムやまがた

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

男女共同参画シンポジウム

2011年11月11日(金)

第 1 部 13:30~

第 2 部 16:30~

情報交換会 18:00~

山形大学では、「山形ワークライフバランス・イノベーション」をテーマとして平成 21 年度「文部科学省科学技術人材育成費補助金・女性研究者研究活動支援事業（女性研究者モデル育成）」に採択され、大学内の意識改革や女性研究者支援・裾野拡大に取り組んで参りました。

この度、県内の大学や高等学校等のご協力をいただき、女性研究者の活躍と裾野拡大、男女共同参画の推進に向けて共に語り合い、今後の連携を考える契機とするためシンポジウムを開催することとなりました。

大学・高等学校等の教職員の方々をはじめ、高校生・保護者・キャリア教育担当の皆さまや、日頃ご理解ご支援をいただいております地域の皆様方から多数ご参加いただき、今後一層のご協力を賜りたいと願っております。

また、男女共同参画に向けたネットワーク構築のため、是非、情報交換会にもご参加くださいますよう合わせてお願いいたします。

参加申込書

お名前	
ご住所	〒
電話番号	
FAX番号	

参加される方に○を付けてください。	シンポジウムに参加	情報交換会に参加（お申込は 11/2 まで）

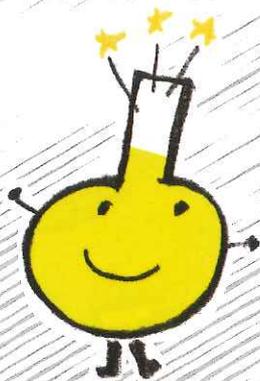
託児ご希望の場合は、お子様についてもご記入ください。（託児をご希望の方は11/2(水)までお申込をお願いします）

ふりがな お名前	
性別・年齢	
アレルギーの有無や留意点	

*ご記入いただいた個人情報は、厳重に管理し、他には一切使用しません。

【お申込先】FAX : 023-628-4014

E-mail : eventdanjo@jm.kj.yamagata-u.ac.jp



ひらめき☆ ときめき サイエンス



～ようこそ大学の研究室へ～

「有機の光を体験しよう」

2011

城戸 淳二 教授

11/12 土



開催場所 山形大学工学部
(山形県米沢市城南4丁目3-16)

申込締切 2011年10月31日

対象 中学生(20名)

内容

世界で今、一番注目をあびている「有機EL」について様々な体験をしてもらいます。

はじめに、城戸先生から「有機ELはどんなもの?」について教えてもらいます。

お話の後には、参加者の皆さんに有機ELを作ってもらう実験実習を行います。

昼食は、学食でちょっぴり大学生気分を味わっていただくほか、後半にはお茶をいただきながら、城戸先生への質問コーナーやフリートークの時間も用意しています。

中学生の皆さん、楽しみながら心に残るステキな体験をしてみませんか。

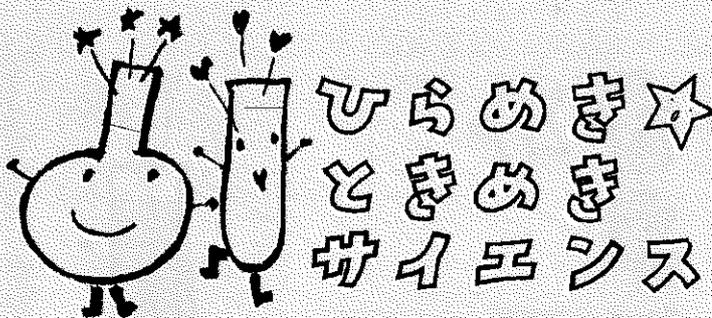
スケジュール

- 9:30~10:00... 受付、開場
- 10:05~10:20... 開校式(挨拶、オリエンテーション)
- 10:20~11:00... 講演「有機ELについて」講師 城戸 淳二 教授
- 11:00~11:15... (休憩)
- 11:15~12:00... 実験「有機EL素子の作製」
- 12:00~13:00... 昼食(先生方、大学院生とともに学食で食事)
- 13:00~15:00... 研究室見学、実験「有機EL素子の作製」評価、ディスカッション
- 15:00~15:10... (休憩)
- 15:10~15:40... クッキータイム、フリートーク(先生方や大学院生への質問コーナー)
- 15:40~16:00... 修了式(未来博士号授与・アンケート記入)及び写真撮影



お問い合わせ先 山形大学工学部研究プロジェクト支援室 TEL 0238-26-3590 E-mail: edison@yz.yamagata-u.ac.jp

本プログラムは独立行政法人日本学術振興会による研究成果の社会還元・普及事業です。
事業の詳しい内容はHPからご覧ください → ひらめき☆ときめきサイエンス 検索



～ようこそ
大学の研究室へ～

参加費
無料!

「有機の光を体験しよう」

期日 平成23年11月12日(土) **場所** 山形大学工学部 **対象** 中学生(20名)
10:00～16:00

参加お申込み方法

▶ ホームページから申し込む場合

<https://cp11.smp.ne.jp/gakujutu/seminar>

※山形大学「有機の光を体験しよう」の「申込」をクリック!

▶ Eメールで申し込む場合

edison@yz.yamagata-u.ac.jp

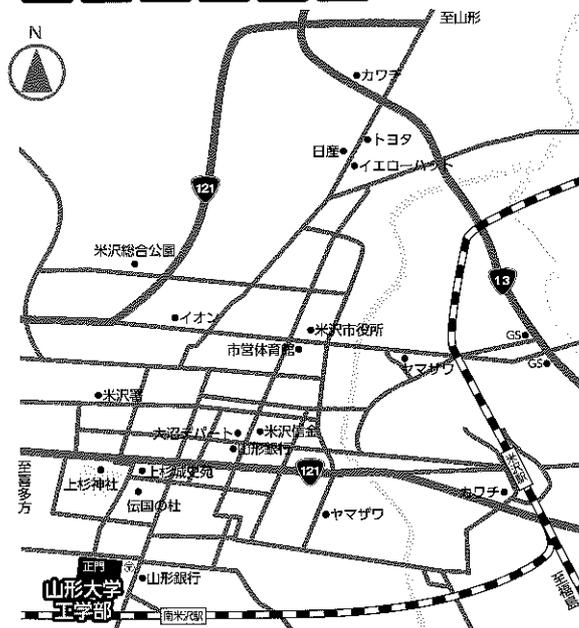
※参加申し込み書の内容を送信
タイトルに「ひらめき参加希望」とお書き下さい。

▶ FAXで申し込む場合

FAX:0238-26-3240

※下記の参加申込書を送付して下さい。

ACCESS



参加申込書

ふりがな
[氏名・性別]

男 女

[学校名(学年・生年月日)]

年・H . . 生

[住所]

[TEL]

[E-mail]

[ご家族・学校関係者の見学の有無]

有 無

[保護者の同意(必須)]

同意有り

※傷害保険加入の為、
生年月日は必ず
ご記入ください。

※ご記入いただいた個人情報は本件でのみ使用し、他には一切使用いたしません。

お申込み・お問い合わせ先*山形大学工学部研究プロジェクト支援室
TEL:0238-26-3590 FAX:0238-26-3240 E-mail:edison@yz.yamagata-u.ac.jp