

Title	高校生の物性物理研究指導の経験より
Author(s)	草部, 浩一
Citation	高大連携物理・化学教育セミナー報告書. 2019, 31
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/77170">https://hdl.handle.net/11094/77170</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 高校生の物性物理研究指導の 経験より

大阪大学大学院基礎工学研究科  
物質創成専攻・未来物質領域  
准教授 草部 浩一



## 目次

- SEEDS物性コース概要
- 受け入れテーマの紹介
  - 量子情報
  - 超伝導
- 受講生提案によるテーマ
  - マイスナー効果
  - 超伝導磁気浮上
- 参加者の声
  - 受講生
  - 受け入れ教員
  - ご家族から
- 今後への期待



## SEEDS物性コースの体制

平均して6研究室ほどから専門家集団のチームを構成。  
条件によって、理学研究科との協力も行いながら、体感研究・実感研究で指導担当。

関山研 強相関系分光(固体電子構造、光電子分光)  
清水研 複合極限物性(超高圧条件下での物性測定)  
棕田研 物質機能解析(NMR分光、高温超伝導現象)

山本研 量子情報・量子光学(量子計算、量子通信)  
芦田研 微小物質コヒーレンス(光物性、半導体ナノ構造)

藤本研 強相関系理論(トポロジカル絶縁体・超伝導体)  
草部研 理論物質科学(第一原理計算、量子シミュレーション)



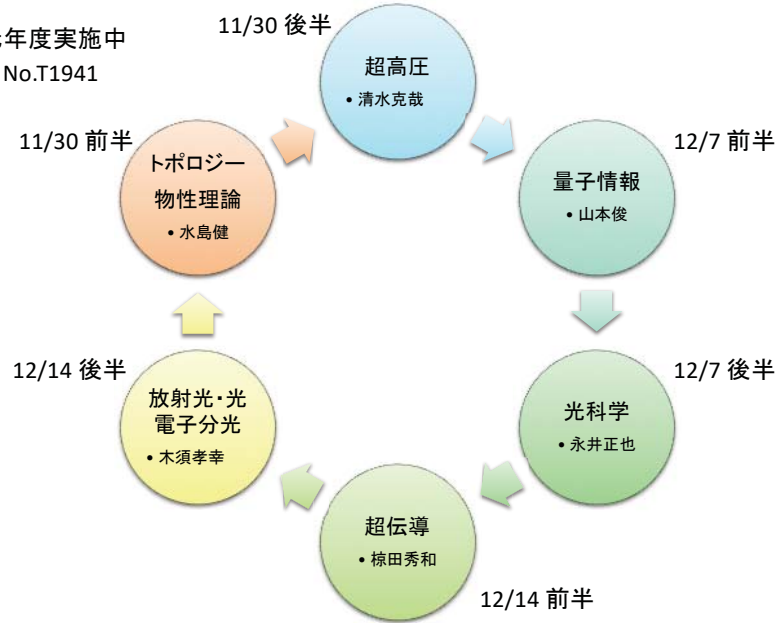
## 体感研究と実感研究

募集5月～6月、7月開始    12月上旬 体感研究    4月～7月上旬 実感研究



# 物性コースの体感研究

令和元年度実施中  
テーマ No.T1941



# 体感科学研究実施時の評価

SEEDS2015

評価項目	評価される点の例
(1) 課題探求能力	研究発展の社会・科学への波及
(2) 論理的思考力	具体的アイデアを論理説明できる
(3) リーダーシップ・他者との交流能力	積極的発言・議論の先導
(4) プレゼンテーション能力	他者に分かり易い表現が出来る
(5) 英語交流	オプション(評価可能な場合加筆)
(6) 科学者倫理	安全意識あり・適切な記録や引用

SEEDS2019

大項目	内容	備考
総合評価	推薦の可否を点数化	5~1点で小数点以下の評点も可
項目評価	SEEDS2015の(5)を除く5項目	各項目の該当者を評価
自由記述欄	肯定的・否定的を問わないコメント	オプション

一般論として、「新提案の面白さと熱意」により逆転が発生するケースは有り得る。



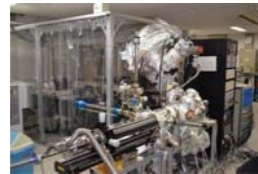
# 受け入れてきたテーマ

2016年以降の実感研究テーマを紹介します。

2016年度 実感研究

「銅酸化物高温超伝導体の光電子分光」

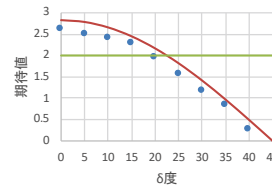
指導担当: 木須、加賀山、椋田、草部



2017年度 実感研究

「Bell不等式の破れを観測するレーザー実験」

指導担当: 山本、加賀山、椋田、木須、草部



2018年度 実感研究

「超伝導の性質を理解する」

指導担当: 田島(理)、宮坂(理)、清水、木須、水島、永井、草部

2019年度 実感研究

「超伝導靴を作ろう」

指導担当: 清水、水島、椋田、木須、草部



# 量子情報のテーマから

受講生番号16138 Aさん 報告書から

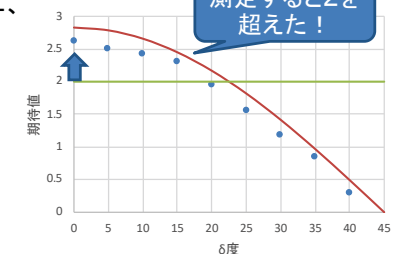
“離れた点で起きた現象の影響は瞬時に伝わらない(局所性)” ということや  
 “知る前から物の状態は決まっている(実在性)” ということは、  
 日頃から常識的に信じられていることだ。大抵の物理学では成立している。

この2つのことが成り立つと仮定すると導き出される  
**Bellの不等式**と呼ばれる一般的な不等式がある。  
 まず、簡単な思考実験に基づいて、不等式を導く。

その一つとして  
 期待値は2を超えること  
 がない、、だが、

次に、ミクロな世界を記述する**量子力学の場合**に、  
 その不等式が成立しないことを確認し、  
 実際に実験した結果を示すことで、  
**不等式が成り立たない自然現象が見つかる**  
 ことを示す。

測定すると2を  
 超えた!

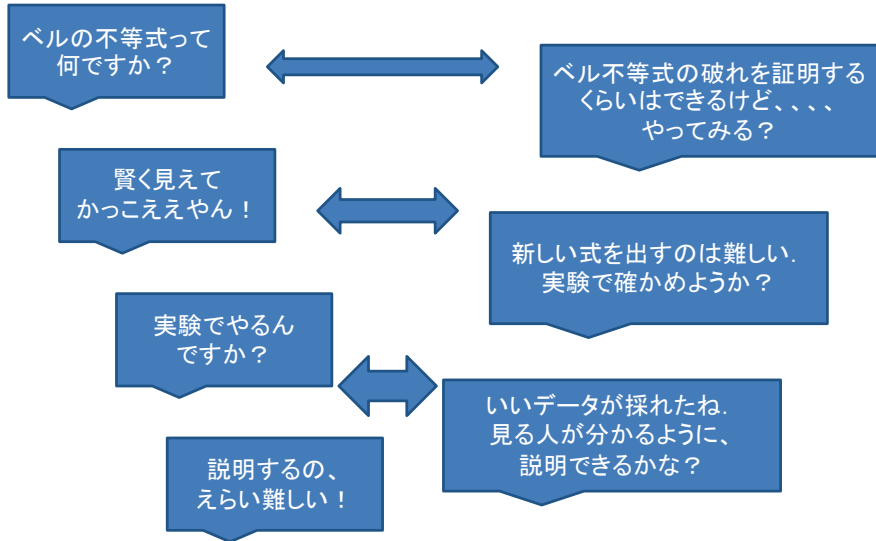


実感!



# 最初の発案

この内容は事実から素材を得た「フィクション」です。\_o\_



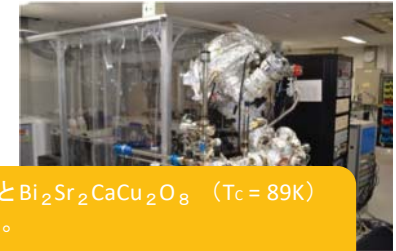
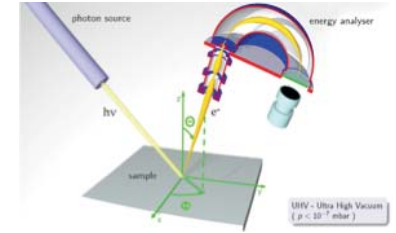
実験実施後の複数回ミーティングが重要であった。

# 超伝導のテーマから

A工業高等専門学校 Oさん と SN高等学校 Sさん の共同研究例

1. YBCOの作成
2. YBCOのマイスナー効果の確認
3. YBCOの抵抗値の測定
4. 粉末X線回析によるYBCOの結晶構造の測定
5. 光電子分光法による電子の観察
6. 作成したYBCOのCGモデル作成

1~4: 体感科学研究(工学研究科)での実施  
5, 6: 実感科学研究(基礎工物性)での実施



- 超伝導状態におけるNb ( $T_c = 9.2\text{K}$ ) と  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  ( $T_c = 89\text{K}$ ) のエネルギーギャップが観測できた。
- 酸素原子欠損時の部位を推定できた。

## 課題

- 他的高温超伝導体における原子欠損の $T_c$ への影響

# キャリアパスを拓くSEEDS

## 高温超伝導体YBCOの作成及びその分析 A-3

国立明石工業高等専門学校 機械工学科 第三学年  
15025 大内 涼雅  
共同研究者 鈴木 崇人

平成28年8月20日 テーマ番号4  
物性物理学で見る量子力学と未来テクノロジー～超伝導から量子情報まで～

大阪大学基礎工学部  
へ大内さんご入学  
(3年次編入)

# 受講生提案テーマ1

O高等学校 Oさんの発想

磁場侵入長よりも小さな試料ではマイスナー効果は消えるのだろうか？

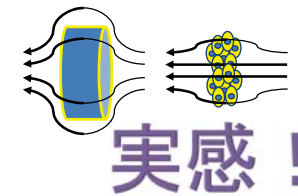
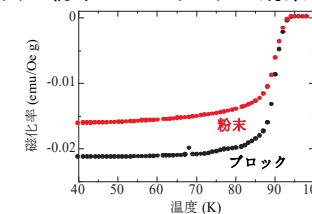
そこで、

## 超伝導の性質を理解する

題名は本学T教授案採択



バルク超伝導体(ブロック)と粉末でのマイスナー効果の差異をSQUIDで調べる

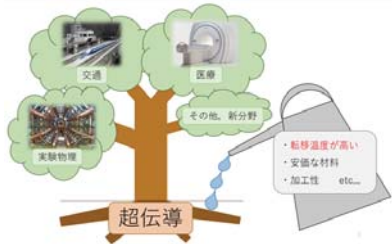


実感!

# 受講生提案テーマ II

大内君による纏め

## 超伝導体の利用



実は、「転移温度上昇」への期待は

- 一流の研究者でも
  - 高温超伝導フィーバーのときにも
  - 低温物理学のジレンマとして
  - ...
- のように、良くある。

山本さんの疑問と新提案

## 大掛かりな装置にばかり使われている。



## 超伝導靴を作ろう

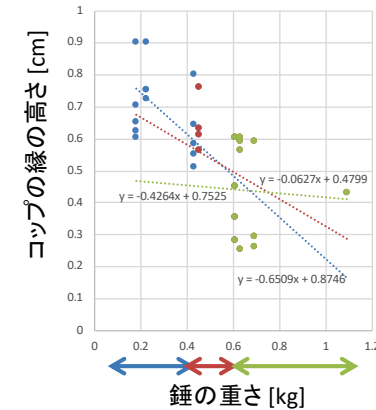


超伝導磁気浮上効果の利用  
Cf. レクサスのホバーボード

# 研究スタート

課題:

- 体重を支えるための超伝導体の量を確認する。 YBCO溶融バルク体
- 靴のコンセプトに合うシステムが可能かを知る。 Nd系希土類磁石



緑: 確実に付いている。  
青と赤: 確実に浮いている。

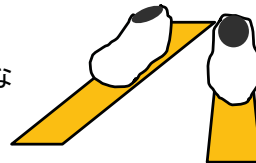
左の実験では、  
超伝導体の上に  
永久磁石を浮か  
せている。

# 参加者の声： 受講生より

研究成果が見えてきた。

- 0.45kg程の錘ならば確実に浮かせられる。
- 人(55kgとする)を浮かせるのに必要な溶融バルク体は約120個。  
⇒ 片足に60個でOK!

山本さん: 「今日の発表は、緊張しましたが、いろいろな研究発表が聞けてとても楽しかったです。結果についてですが、ゴールド賞を受賞しました。」



山本さん: 「毎年日本で行われる自由研究コンテスト「科学技術チャレンジ」に応募したいと思います。9/3から応募開始です。よろしく願いいたします。」



# 期待される若手研究者像

山本さんが挙げてくれた今後の課題

- 超伝導靴を使うのにかかるコストの削減
- 安全性の向上(液体窒素の取り扱い)
- 冷却方法(または高温超伝導の更なる開発)

そこで、超伝導靴を作るという夢を持ち続けてくれる方に期待しましょう。

加速装置 付き  
減速もOKさ!



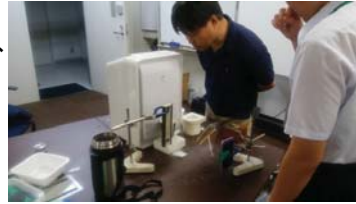


# 参加者の声： 教員より

水島先生：  
「超伝導の基礎から磁束渦やピン止めに関連した話をした後に、山本さんから質問を受けながら色々議論しました。」  
「結局4時前までざっくばらんに、色々質問していただきました。」



木須先生：  
「実験では大きな超伝導体の上に超伝導谷に比べれば小さな磁石を浮かべた、です。実際に作るモデルは、磁石のフロアの上に超伝導体を浮かべる、です。」  
「理解し難いかもしれませんが突っ込みを受けやすい部分の一つだと思いますのでこの形が良いでしょう。」



棕田先生：  
「彼女の成長を期待しておりますので。」  
「ご苦労様です。大学受験のあと、電子物理科学科の新入生として会いたいところですね。」

ご担当頂いた先生方、有難う御座いました。



# ご両親の声に向けたメッセージ

先生の研究室も  
適塾をやっている  
のですよね？

適塾入試の事で  
しょうか???

さっきのスライド、  
世界的塾って書いて  
あったし？

SEEDS担当は  
やってます。  
そのこと？

どうやったら入れ  
るか教えて！

高校に案内が  
行っています。  
応募下さい！

(息子さんに)  
よく聞いとき  
なさいっ！

- SEEDSの受講者になれたからと言って、阪大一般入試で特別に有利になることは、御座いません。
- SEEDSで活躍することは、入試を含め推薦を受ける機会を増やすことになる、と言うことができます。

しかしながら、もっと大切なことは、

- SEEDS物性コースの受講者になると、複数の超エリート教員を、独り占めして、実感研究を行うことができます。
- SEEDS実感コースに研究提案して、受け入れて貰えたなら、大学での研究の醍醐味を、先取りして味わうことが出来るでしょう。

阪大いちよう祭での出来事から。



# SEEDSの取り組みへの期待

## 高校生・高専生の方々

- 大学の雰囲気
- 他校の学生さんとの交流
- 学校生活にない研究活動
- 大学教員独り占め

## 保護者の方々

- ちょっと入れないかも知れない大学
- 若いうちに経験させたい
- あわよくば、、

## 高校・高専関係者の皆様

- 授業日程に影響ない活動
- サイエンスの啓蒙
- 学校の活動の一環としても。

## 大学教員

- 通常の研究でやれない課題
- 研究室間連携
- 学内・学外への発信



## 大阪大学SEEDSプログラム

大阪大学の教育研究力を活かしたSEEDSプログラム  
～傑出した科学技術人材発見と早期育成～

拙い報告ながら、御清聴頂き有難う御座いました。



The End.