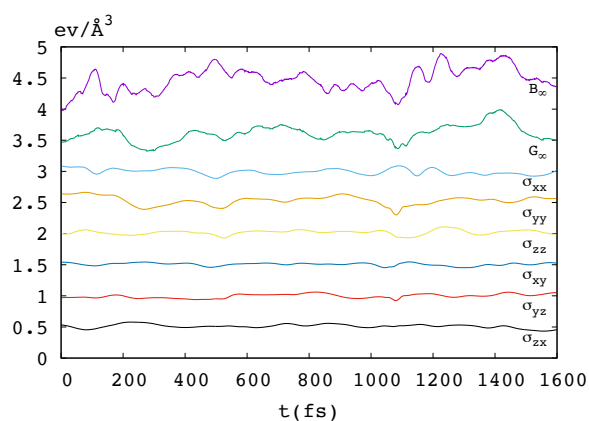

会場 B

領域 6, 8

B-1 液体金属の微視的破壊の解明:多変量解析の応用

大分大^A 山田爽水^A, 岩下拓哉^A

液体は身近なものであり，産業的にも多く利用されるものではあるが，その基本的な物性の理論的枠組みは完成していない．そこで，液体の動的な構造の時空間相関を把握することが重要であるが，実際，液体の構造がいつ，どこで励起するのか明確な基準が確立されていない課題がある．本研究では，液体の粒子の運動を追跡し、液体の微視的破壊の起源を曖昧なく特定することを目的とする．本講演では，二成分液体金属 (Cu50Zr50) の分子動力学シミュレーションと多変量解析を融合し，液体のダイナミクスの素過程を検出する試みを紹介する．図のような，原子あたりの機械的特性 (局所応力や弾性率) の多変量時系列データから異常検知などで使用されるマハラノビス距離を計算し，その外れ値を検出した．また，この原子あたりの異常度と液体の局所構造変化の関係性について議論する．

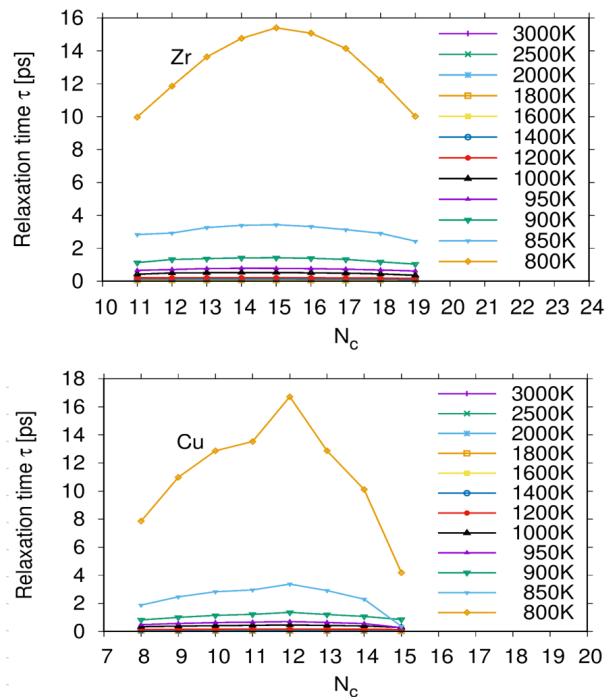


B-2

液体金属の不均一な局所応力緩和

大分大^A 古賀遼生^A, 岩下拓哉^A

液体の輸送特性である粘度の微視的解明は、物性科学の重要な課題である。高温液体を急冷すると、融点以下となっても結晶化せず準安定な過冷却液体となり、最終的に系の構造緩和時間が観測時間を越え、実質上固化するというガラス転移現象を示す。このとき、液体の粘性率が数十桁の増大を示すが、その物理的機構は曖昧なままである。本研究の目的は、二成分液体金属 (Cu50Zr50) の分子動力学シミュレーションを用いて、液体の粘性率と局所構造の関係性を明らかにすることである。液体の局所応力と局所構造パラメタである配位数に着目し、高温から低温へと温度を下げていく過程でどのように粘度へ寄与するのか解析を行った。図は、局所応力の緩和時間の配位数依存性であり、低温になるにつれて高い配位数依存性を示し、系が不均一になっていくことがわかった。



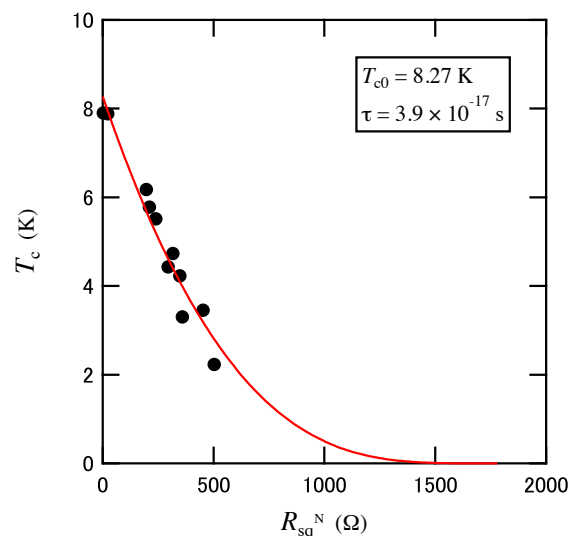
B-4

超伝導デバイス応用に向けた MoRe 薄膜の作製と評価

熊本大学院自然科学研究科理学専攻^A, 産業技術総合研究所^B, 九州大学理学部^C, 熊本大学理学部^D
 澤田元気^A, 溝上裕也^A, 藤野洋平^A, 野上達也^A, 前田翔^A, 牧瀬圭正^B, 篠崎文重^C, 市川聡夫^D

超伝導デバイスの評価方法を開発するため、超伝導薄膜の諸特性を定量的に調べている。これまで研究した Mo 系の MoN, MoRu に加えて、今回は、MoRe 薄膜に対して、超伝導-絶縁体 (S-I) 転移の臨界面抵抗、臨界温度、対破壊パラメータ等を測定し求めた。質量比 75:25 の MoRe をターゲットによる RF スパッタリング装置を用いて試料を作製した。今回は膜厚を変化させて薄膜を成膜した。温度範囲 2 K ~ 300 K、磁場 -7 T ~ 7T の範囲において抵抗や Hall 抵抗を測定した。測定の結果、膜厚 2.5 nm ~ 5.2 nm で膜厚誘起 SI 転移を示し、膜厚 5.7 nm で磁場誘起 SI 転移を示した。 R_{sq}^N と T_c の関係は Finkel'stein 理論式で説明できた。図に示すように臨界面抵抗の値は約 1.5 k Ω と見積もる事ができる。また熱的ゆらぎによる Cooper 対の生成と消滅による過剰伝導 σ' の解析から対破壊パラメータ δ_{fluc} を見積もり、非弾性散乱時間 τ_{in} を見積もった。しかしフィッティングがうまくあわない試料もでてきた。これは膜の不均一や δ_{fluc} の温度依存性が大きいことに依るものではないかと考えられる。デバイ

ス応用を視野に入れると、面抵抗の大きな薄膜も必要となる。現在、窒素ガスを導入して MoRe-N 薄膜の作製を試みている。



B-5

低温水素吸蔵を利用した PdH_x 及び PdD_x の磁化測定による超伝導転移の観測

九大工^A, 九大院工^B 廣田壮平^A, 司文^B, 川崎洋輔^B, 高田弘樹^B, 稲垣祐次^B, 河江達也^B

PdH_x は水素濃度 $x(x=H/Pd)$ が 0.75 以上になると超伝導が出現することが、1970 年代の初めに報告されている。その後、水素濃度の増加とともに転移温度が高くなり、PdH では約 10K 近くまで上昇することが明らかになっている。一方、同じ濃度の水素化合物と重水素化合物を比較すると、重水素の方が転移温度が高いという「逆同位体効果」など、BCS 理論では説明できない特徴も報告されている。以上のように PdH_x の超伝導は発見から長く時間が経過するにも関わらず、その物性は十分解明されたとは言えない。その研究の進展を阻害する原因の 1 つとして、PdH_x サンプルの“品質維持の困難さ”がある。サンプル作製後、実験装置に移し替える際に水素が抜け出てしまったり、サンプル内の水素分布が不均一になったりする。そこで、この問題を解決するため、温度 200 K で Pd への水素吸蔵を行い、その後急冷し水素の離脱を抑制した上で、超伝導転移の観測を試みた。その結果、図に示すように超伝導転移を観測することが出来た。講演当日は、それらサンプル作製法や測定法、得られた測定結果の詳細を報告する。

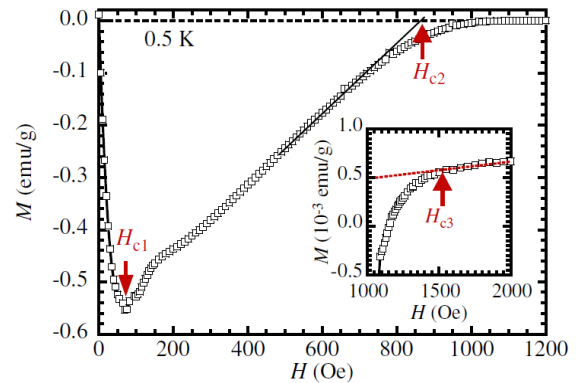


図 外部磁場に対する PdH_x 超伝導体の磁化変化

B-6

Resistivity Measurement of Superconducting PdH_x Prepared by Low Temperature Absorption

九大院工^A, 九大院理^B 司文^A, 廣田壮平^A, 伊藤大樹^B, 稲垣祐次^A, 木村崇^B, 河江達也^A

Hydride alloy has drawn many attentions recently because of the discovery of the high temperature superconductivity in hydride sulfide. We focus on the superconductivity in palladium hydride (PdH_x), where the transition temperature varies from 1K to 10K with increasing the hydrogen ratio x higher than 0.7. We report that the PdH_x powder samples prepared with a new method using the low-temperature absorption show the superconductivity from the magnetization measurements [1]. To demonstrate the efficacy of the low-temperature absorption method, we try to measure the resistivity of PdH_x wire and film samples. The results will be shown in the presentation. [1] Y. Inagaki, S. Wen et al., J. Phys. Soc. Jpn, 87, 123701 (2018).

B-7

巨大せん断ひずみを初期導入したタンタルにおける超伝導転移の静水圧縮効果

九工大工^A, 九産大理工^B, 九大院工^C 重岡駿^A, 野海のぞみ^A, 北村雄一郎^A, 美藤正樹^A, 西嵯照和^B, KavehEdalati^C, 堀田善治^C

常圧下で 4.48 K の超伝導転移温度 T_c を示す Ta では、静水圧力印加によって T_c は降下し、45 GPa で 4.5 K に上昇すると報告されている [1]。一般に、 T_c はグレイン間のジョセフソン接合の強度とグレイン内の結晶構造の歪みによって決まる。 T_c の効果的上昇方法を探索する本研究では、Ta 試料に高压ねじり (HPT) 加工処理を行うことでせん断歪みを加え、グレイン組織の微細化と結晶構造への歪チューニングを施し、そこを出発点に静水圧力効果を追跡した。

図 1 に 6 GPa で HPT 加工した試料での T_c の圧力依存性を示す。回転数 $N = 0$ の T_c は加圧によって一度わずかに上昇するが、その後、先行研究同様に T_c は減少する。また、 $N = 5$ ではジグザグな変化をした後、減少傾向に移る。初期状態のせん断ひずみ挿入の程度の違いが T_c の圧力依存性に現れる。

[1] V. V. Struzhkin et al., Phys. Rev.Lett. **79**, 4262 (1997). [2] D. Köhnlein, Z. Phys. **208**, 150 (1968).

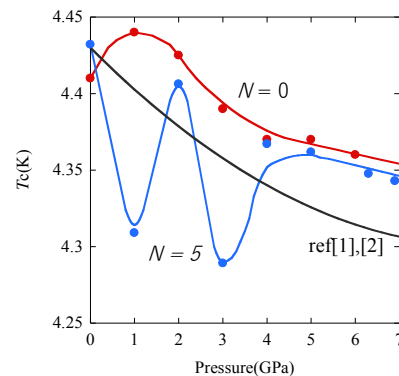


図1 HPT-Ta($N = 0, 5$)の T_c の圧力依存性

B-8

3He-4He 混合ガスからの高純度 3He ガス精製装置の開発

九大院工^A 植嶋玄^A, 岩波舜也^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A

3He ガスは量子コンピュータ用の量子素子の冷却寒剤や超高感度中性子検出器として使用されるなど、他元素では代替できない重要な特性を持つ。現在 3He ガスの入手が非常に困難な状況にあり、3He ガスの安定した供給手法の開発が求められている。

我々は極低温技術を基礎にして 3He と 4He ガスの蒸気圧差を利用した 3He 精製装置を製作した。図 1 にこの装置の模式図を示す。3He と 4He ガスの蒸気圧は温度低下にともない、指数関数に近い形で減少するため、低温になるほど両者の差は顕著になる。 $T = 1$ K まで温度が下がると、3He が約 1000 Pa に対して 4He は約 10 Pa となり 100 倍の差となる。つまり 3He - 4He 混合液を $T = 1$ K より十分に低い温度域で排気していけば、3He をほぼ選択的に蒸発させることができるため、高純度 3He の回収が可能になる。そこで、3He pot を設置して 3He の排気・循環機構を取り付けた。これに

より、混合液 pot 温度が 0.7 K 以下に保たれ、両ガス間に 3 桁の蒸気圧差が常に維持できるようになる。

実際に 3He ガスの精製を行い、当日はその結果を交えて詳細に報告する予定である。

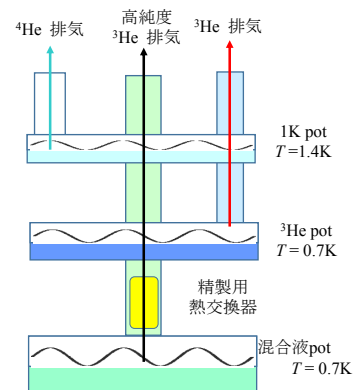


図1: 高純度³He精製装置の模式図

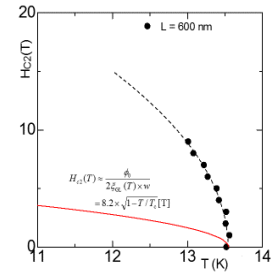
B-9

NbN 超伝導細線の上部臨界磁場 $H_{c2}(T)$

九州大学^A, 産総研^B, 福井大学^C 篠崎文重^A, 牧瀬圭正^B, 浅野貴行^C

MgO 基板上にエピタキシャル成長させた NbN 薄膜を Nano-wire(NW) 化した擬 1 次元超伝導体の $R(T,H)$ 特性を調べ、これまでに以下を報告した。i) $R(T)$ 特性は 2,3 次元系が示さない broad な転移を示す。ii) 特異な負の磁気抵抗や抵抗の振動現象を示す。前回は iii) 格子不整合による乱れをより抑えると期待される立方晶炭化シリコン (3C-SiC) 基板上に NW を作製し、その輸送特性を調べ、磁場下 T_c 近傍で 2-3 桁にも及ぶ負の磁気抵抗、更に「温度が減少すると抵抗は再び増加に転じる」quasi-reentrant 現象を報告した。今回、上部臨界磁場 $H_{c2}(T)$ を詳しく調べた。図に線幅 $w = 20\text{nm}$, 膜厚 $d=10\text{nm}$, 電圧端子間距離 $L_{v-v}=600\text{nm}$ の細線試料における垂直磁場下での $H_{c2}(T)$ を示す。(●) は実験値で、2 次元面直磁場下での振る舞い $H_{c2} \propto (1 - T/T_c)$ とは異なり、 $H_{c2}(T) \approx \Phi_0/[2\pi\xi_{GL}(T) \times w] \propto (1 - T/T_c)^{1/2}$ で与えられる 1 次元系臨界磁場の振る舞いを示す。ここで、

$\xi_{GL}(t = T/T_c) = 0.85 \times \sqrt{\xi_0 \ell} (1 - t)^{-1/2}$ は GL coherence length である。 $\xi_0 = 0.18\hbar v_F/k_B T_{c0}$ 、及び 2 次元膜の実験結果から得られる diffusion constant $D=v_F\ell/3$ を用いた計算結果 $H_{c2,cal}(T)$ を実線で示す。実験、計算値には大きなずれがあり、Pauli limit $H_p(0) = 1.86 \times T_{c0} \approx 25\text{ T}$ を大きく上回る可能性がある。講演で詳しく議論する。



B-10

Nb 系超伝導細線における電荷不均衡と交差アンドレーエフ反射

九大理^A, 九大スピッセ^B 矢野大吾^A, 大西紘平^{A,B}, 木村崇^{A,B}

超伝導/常伝導体界面における電気伝導は、電荷不均衡やアンドレーエフ反射などの特有の現象が観られるが、素子を多端子化することで、準粒子緩和長の評価や交差アンドレーエフ反射の観測も可能となる。興味深いのは、これらの現象にスピンの特性が関係している点であり、近年のスピン流制御技術と融合することで、新奇な超伝導物性創出への展開が期待される。

そこで本研究では、図のように細線化した Nb 系超伝導体を含む多端子面内素子構造を作製し、超伝導状態における準粒子緩和長、及びクーパー対のコヒーレンス長を見積もった。具体的には、Cu 細線間に発生する非局所電圧の距離依存性から、各種特性長の見積もりが可能となる。発表では、これら二つの特性長の温度依存性、及び磁場依存性を詳細に調べた結果について報告し、スピンドバイスによる制御可能性を言及する。

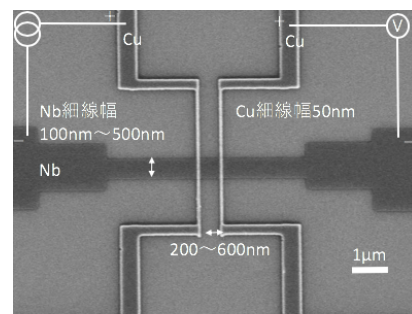


図: 試料のSEM画像とNL測定端子配置

B-11

希土類六ホウ化物 DyB_6 の高压下 X 線回折法を用いた圧縮曲線の異常

久留米工業大学^A, 有明高専^B, 東京大学物性研^C, 東北大学理^D 江藤徹二郎^A, 巨海玄道^A, 酒井健^B, 上床美也^C, 國井暁^D

希土類六ホウ化物 RB_6 (R : 希土類元素) は立方晶 CaB_6 型の結晶構造をもち、 R 原子の 4f 電子状態によって高濃度近藤系、価数揺動、あるいは反強磁性などの多彩な物性を示す。中でも DyB_6 は 30 K ($= T_Q$) での四重極秩序転移、25 K ($= T_N$) での反強磁性転移、また磁場中におけるメタ磁性転移などの興味深い振る舞いを示すが、この物質の電子状態や相転移の機構について十分な理解はできていない。本研究では、主に結晶構造、弾性特性、および各相転移との関わりについて知見を得るため、高压下での X 線回折測定を行った。線源には回転対陰極型 X 線発生装置 ($\text{MoK}\alpha$)、圧力発生にはダイヤモンドアンビルセル (DAC) を使用し、多結晶試料を約 14 GPa まで加圧した。

図には DyB_6 に加えて、参照物質として測定した LaB_6 の圧縮特性 (V/V_0 vs. P) を示す。圧力範囲全体では LaB_6 の圧縮率が大きくなっているが、0~2 GPa の範囲に限定すると DyB_6 の圧縮率が大きい。Murnaghan の状態方程式 (図中の実線) から体積弾性率 B_0 を求めると、 LaB_6 では

$B_0 = 220$ GPa (0 ~ 15 GPa) を得た。一方、 DyB_6 では 1 つの状態方程式での見積もりが困難なため 2 つの領域に分けてフィッティングを行い、 $B_0 = 132$ GPa (0 ~ 2 GPa) と、 $B_0 = 215$ GPa (2 ~ 14 GPa) の値を得た。過去の高圧下物性測定の結果を踏まえて考察した内容も含め、詳細を報告する。

B-12

点接合分光法を利用した EuNi_2P_2 の混成ギャップの観測

九大院工^A, 九大工^B, 九大院理^C 沖村健吾^A, 志賀雅亘^A, 原田琢良^B, 光田暁弘^C, 和田裕文^C, 稲垣祐次^A, 河江達也^A

希土類元素を含む化合物では、近藤効果などの現象が現れるため長年研究されている。特に Eu 化合物では、価数が 2 価と 3 価を熱的に揺らぐことによって、その中間価数状態が実現することが知られている。さらに近年、 EuNi_2P_2 の光学伝導度を測定することで、f 電子と伝導電子の混成によるギャップが、 EuNi_2P_2 における重い電子の形成過程を考える上で重要な役割を担っていることが報告された [1]。今回我々は EuNi_2P_2 における f 電子と伝導電子の混成の影響を明らかにするため、点接合分光法を用いた EuNi_2P_2 の電子状態測定を行った。

図 1 は 4.2 K における EuNi_2P_2 の微分伝導度 dI/dV を示す。実験の結果、重い電子系物質 UPd_2Al_3 の先行研究で報告されているような、非対称のピーク構造が現れることが分かった。この非対称なピークは、f 電子と伝導電子の混成に起因する混成ギャップに起因するものであると結論付けられている [2]。またこの混成ギャップは、温度上昇とともに閉じていくことが確認できた。当日はより詳細な温度依存性やコンタクトサイズ依存性の結果を報告する。

- [1] V. Guritanu et al., Phys. Rev. Lett. 109, 247207 (2012)
- [2] N. K. Jaggi et al., Phys. Rev. B. 95, 165123 (2017)

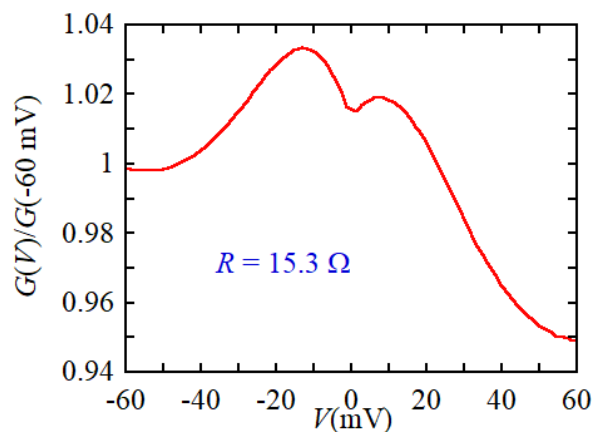


図1 $\text{EuNi}_2\text{P}_2/\text{W}$ 界面での微分伝導度($T = 4.2$ K)

B-13

YBCO(Y123 系) 超伝導セラミクスにおけるグレイン間相転移の磁場依存性

九工大工^A, 徳島大理工^B, 京都工繊大工芸^C 加藤優祈^A, 出口博之^A, 美藤正樹^A, 岡田侑己^B, 小山晋之^B, 萩原亮^C

前回の支部例会で我々は $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (Y124 系) のセラミクス試料について磁気測定および電気抵抗測定を行い, グレイン間グラス (カイラルグラス) 転移点 (T_{c2}) およびグレイン間超伝導転移点 (T_{c3}) の磁場依存より磁場-温度相図を明らかにした. その結果, 非常に狭い磁場温度領域でカイラルグラス相が存在することを確認した. d 波超伝導体のセラミクスにおいて, このような相図が普遍的かどうかを検証するため, 今回は $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (Y123 系) のセラミクス試料について T_{c2} および T_{c3} の磁場依存を調べたので報告する. $H = 0.5$ Oe におけるゼロ磁場冷却, 磁場中冷却磁化の T_{c2} での分岐および $H=0$ での非線形磁化率の $T_{c2} = 63.0$ K でのピーク等の振る舞いは, Y124 系と同様であった. 非線形磁化率のピーク温度から求めた T_{c2} の磁場依存を前回の Y124 系 ($H = 0$ で $T_{c2} = 56.9$ K) と比較して図 1 に示す. Y124 系では低磁場 ($H \leq 30$ Oe) では磁場印加に伴い T_{c2} は高温

にシフトしたが, Y123 系ではそれとは異なり, 磁場印加により単調に低温にシフトし, また磁場依存性も大きい. T_{c3} の磁場依存も併せて報告し, Y124 系との比較検討を行う.

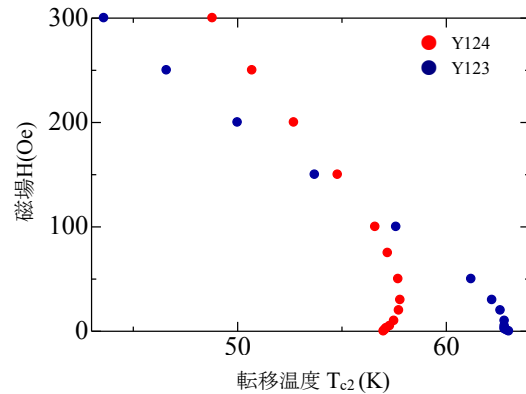


図1 Y123 系および Y124 系セラミクスの T_{c2} の磁場依存

B-14

点接合分光法を用いた YbPd の電子状態測定

九大院工^A, 九大院理^B 志賀雅亘^A, 沖村健吾^A, 光田暁弘^B, 和田裕文^B, 稲垣祐次^A, 河江達也^A

YbPd は立方晶 CsCl-type の結晶構造を持つ価数揺動物質である. 近年, X 線回折測定や X 線共鳴回折測定を行うことで, 低温 ($T \leq 105$ K) で 3 価と 2.6 価の Yb イオンが交互に並ぶ (価数秩序) 状態が実現していることが明らかになった [1,2]. 今回我々は, 低温 ($T \leq 105$ K) での YbPd の電子状態についてミクロに理解することを目的に, 点接合分光法を用いた微分伝導測定を行った.

図 1 に Pt と YbPd の界面で得られた微分伝導信号の温度変化を示す. 図からわかるように全ての信号がバイアス電圧の正側と負側で非対称になっているが, この様な特徴は重い電子物質と一般金属の点接合実験で広く見られている. また, ゼロバイアス付近のディップ構造については, 2 準位系と伝導電子の散乱を仮定したモデルによってよく再現できる. 当日は解析モデルなども含めて詳細を報告する. [1] A. Mitsuda, et al., J. Phys. Soc. Jpn. 82, 084712 (2013) [2] R. Takahashi et al., Phys. Rev. Lett. 88 054109 (2013)

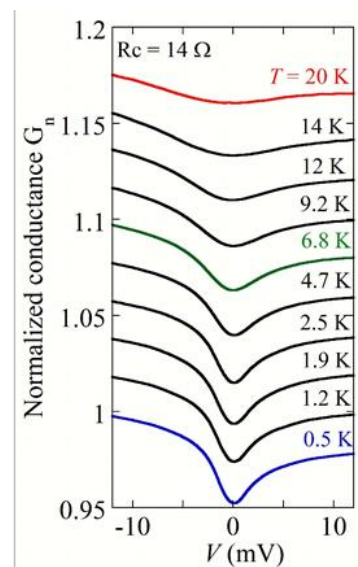


図 1. YbPd/Pt 界面での微分伝導度の温度依存性 (コンタクト抵抗 $R_c = 14 \Omega$)

B-15

トポロジカル絶縁体候補物質 SmB6 の点接合分光実験

九大工^A, 九大院工^B, 茨城大理^C 原田琢良^A, 志賀雅亘^B, 沖村健吾^B, 稲垣祐次^B, 伊賀文俊^C, 河江達也^B

トポロジカル絶縁体とは、バルクは非磁性絶縁体だが表面では金属的な性質を持ち、表面でのみ電流を流すことができる全く新しい物質のことである。近藤絶縁体の1つとして知られている SmB6 は近年、トポロジカル絶縁体でもあると言われており、それを証明すべく様々な研究が行われている。その中にはソフトポイントコンタクト実験 [1] などを始め、SmB6 をトポロジカル絶縁体であると結論づけている研究もある。このような背景より、我々は SmB6 について点接合分光実験を行い、フェルミ面電子状態の測定を試みた。用いた実験装置は、探針と試料の接触点を固定していないため、接触径を連続的に変化させながら測定することが可能である。図1は SmB6/Pt 界面での微分伝導度を示しており、接触径の変化により信号が変化していることが確認できる。当日は、より詳細なデータと共に超伝導探針を使用した場合の信号なども報告する予定である。[1]Xiaohang Zhang, et al. Phys. Rev. X 3, 011011 (2013)

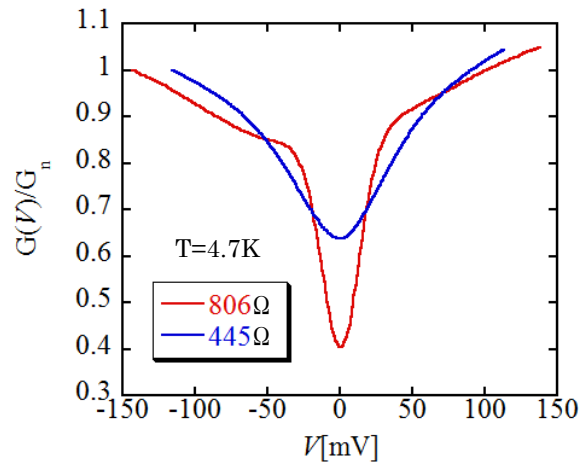


図1 SmB6/Pt 界面の微分伝導度

B-16

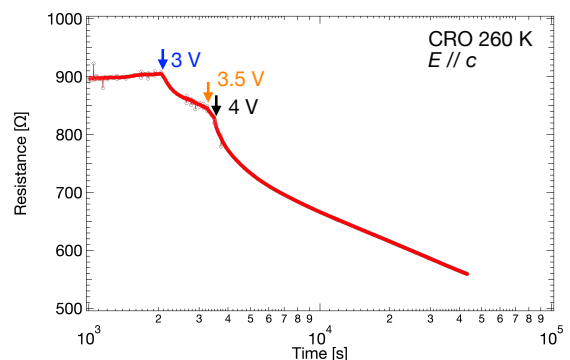
電気二重層トランジスタを用いた Ca₂RuO₄ の金属化

久留米工業大学^A, 東北大金研^B 酒見龍裕^A, 大内拓^B, 中村理央^A, 井野明洋^A, 野島勉^B, 中村文彦^A

モット絶縁体 Ca₂RuO₄ (CRO) は、357 K で構造変化を伴って金属転移する。我々は、この相転移が 40 V/cm の電場印加でも誘起されることを明らかにした [1]。また、電場印加下で金属化した CRO に電流を流し続けることで、この金属状態を低温まで維持できる。通常金属電極による電場効果の実験では、電場印加と同時に電流も誘起されるため、電場効果なのか電流効果なのかの分離が困難である。そこで本研究では、電気二重層トランジスタにイオン液体で電場を印加（電荷を高濃度に注入）した効果を調べた。この方法では試料に電流が流れないので、電流効果を分離することができる。図に、260 K での電気抵抗の時間依存性を示す。イオン液体による印加電圧が 3 V に達すると抵抗値が急激に低下しはじめ、4 V 印加するとさらに減少率が増加した。また、電圧を 4 V 印加し約 10 時間経過すると抵抗値が 30% 以上減少した。さらに、電圧を 4 V から徐々に 0 V まで下げると元の抵抗値に同じ時間をかけて戻った。この可逆的な抵抗の変化は、酸素放

出などの化学反応のような不可逆効果ではないと考えられる。また、このような大きな抵抗の減少は、表面電荷の効果でも説明できない。以上のことから、この抵抗の減少は、長時間で変化することから構造変化と関係したバルクの現象であると考えられる。

[1] F. Nakamura, et al., Sci. Rep. 3, 2536 (2013).



B-17 酸素制御したモット絶縁体 Ca_2RuO_4 の単結晶育成とその物性

久留米工業大学^A 伊藤洋敏^A, 上久保直紀^A, 酒見龍裕^A, 中村理央^A, 井野明洋^A, 中村文彦^A

モット絶縁体 Ca_2RuO_4 は、わずかな外場で様々な新奇現象が誘起される興味ある物質系として注目されている [1]。これまでの研究は、おもにストイキオメトリックな組成を持つ Ca_2RuO_4 単結晶で行われてきた。一方、酸化物では酸素量のストイキオメトリからずれを無視して物理を議論できない。例えば、 Ca_2RuO_4 多結晶で巨大な負熱膨張 [2] や 96 K の超伝導 [3] などが報告されている。酸素制御されていない多結晶で発見されたこれらの現象は、酸素過剰や欠損が誘起した可能性が大きいですが、これまで Ca_2RuO_4 での酸素過剰・欠損の効果はあまり議論されてこなかった。そこで、我々は酸素制御された単結晶を用いて、酸素欠損・過剰が Ca_2RuO_4 の物性に与える影響を調べた。酸素量の制御は単結晶育成時の雰囲気ガス ($\text{Ar}+\text{O}_2$, 10 気圧) の酸素分圧を 0 から 10 気圧まで変化させて行った。その結果を表 1 に示す。酸素が欠損した単結晶の育成は、多結晶原料棒の溶融自体が困難で育成

ができなかった。一方、酸素過剰の単結晶は原料棒自体の溶融は容易だが、酸素分圧の増加と共に Ru の蒸発量が増加し長時間の安定育成が難しくなる。酸素制御した Ca_2RuO_4 の単結晶育成の可否と育成した単結晶の物性について報告する。

[1] F.Nakamura, et al., Sci. Rep. 3, 2536 (2013).
[2] K. Takenaka et al., Nat. Commun. 8, 1 (2017).
[3] Hiroyoshi Nobukane et al., arXiv:1703.09459.

表 1. CRO の酸素過剰・欠損による育成結果

$\text{O}_2/\text{Ar}+\text{O}_2(\text{atm})$	酸素過剰				酸素欠損		
	5/10	3/10	2.5/10	2/10	1/10	0.25/10	0/10
溶融電圧 (V)	76	78	79	78	74	73	over 85
育成可能時間 (分)	20	60	30	150	150	30	×
単結晶育成の可否	△	○	△	○	○	○	×

B-18 通電下モット絶縁体 Ca_2RuO_4 の比熱測定を試み

久留米工業大学^A 上久保直紀^A, 伊藤洋敏^A, 酒見龍裕^A, 中村理央^A, 井野明洋^A, 中村文彦^A

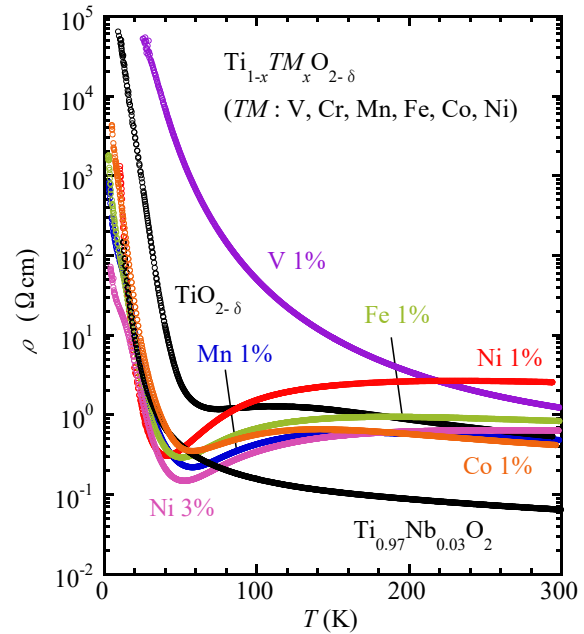
Mott 絶縁体 Ca_2RuO_4 は、356 K 以上の温度で大きな構造変化を伴って金属に転移する。我々のこれまでの潜熱や比熱の測定から、「 Ca_2RuO_4 の相転移は、低温相で体積が膨張する「負の熱膨張」や 357 ~ 200 K の温度範囲でみられるエントロピー増大など、興味ある熱力学現象を含んでいる」ことが明らかになった。一方、同様な金属転移はわずかな電場印加でも誘起される。室温で乾電池半分程度の電圧、しきい電場にしてわずか 40 V/cm の電場を Ca_2RuO_4 に印加すると 1 ~ 2 % もの体積の収縮を伴って金属化する。この電場誘起相転移を熱力学的に理解したい。また、この Ca_2RuO_4 の電場誘起金属相は、電流をわずかに流し続けることで低温まで維持できる。この金属状態の熱力学的理解はできていない。なぜならば、このような定常電流下の金属状態＝「非平衡定常状態」の熱力学現象では「熱」や「エントロピー」などの熱力学量は流れがあるためベクトル量として理解すべきだからである。このような Ca_2RuO_4 の相転移を熱力学的に理解するため、電場、定常電流下での Ca_2RuO_4 の比熱測定を試みている。比熱測定には 200 ~ 400 K の温度域で比熱の絶対値を精確に測定できる (1 次相転移の比熱を測定するため) 示差走査熱量計 DSC(島津製作所 DSC-60plus) を用いた。通常 DSC-60plus ではアルミ製セルを用いるが、これを電氣的絶縁性と熱伝導性に優れたアルミナ製セルに変更した。そこに金電極を蒸着した単結晶試料 ($2\times1\times0.4\text{ mm}^3$ 程度) に電場を印加しながら比熱を測定している。装置及びセルの詳細と Ca_2RuO_4 の電場・電流下相転移の比熱測定の結果を報告する。

B-19

磁性不純物をドーピングしたルチル型酸化物 TiO_2 の物性

鹿児島大学 理工学研究科 ^A, 鹿児島大学 工学部 ^B 米田智亮^A, 國守大也^A, 永田勇平^B, 奥田哲治^A

新たな n 型熱電材料として、重い有効質量を持つルチル型 TiO_2 に着目した。母体物質のルチル型 TiO_2 の Ti サイトの一部を磁性原子 (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni) に置換し、さらに Ti サイトの Nb 置換と酸素欠陥により電子ドーピングすることで磁性と伝導電子との相互作用による熱電特性の向上を目指した。本研究では、現在までフローティングゾーン (FZ) 法により単結晶育成し、その輸送特性を測定した。その結果、得られた試料は全て Nb 置換、酸素欠陥により電気抵抗率は大きく下がったが、最低温では発散する半導体的な振舞いを示した。また、置換する磁性不純物によっては伝導電子の有無で、磁気特性が異なることを見出した。本発表では、輸送特性と磁性の詳細を報告する。



B-20

擬ブルッカイト型酸化物 $\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ の物性

鹿児島大学理工学研究科 ^A, 鹿児島大学工学部電気電子工学科 ^B 高浜隆成^A, 石井透依^B, 奥田哲治^A

新たな熱電材料として擬ブルッカイト構造を持つ AlTi_2O_5 に着目した。本物質は、チタンの形式価数が 3.5 価であるのにも関わらず、金属ではなく絶縁体となっており、強相関係の可能性が示唆されている。そこで、類縁擬ブルッカイト構造を持つ Ti_3O_5 が存在するため、 $\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ を合成できると考え、その熱電特性における過剰 Ti ドーピングの効果を調査した。FZ 法による単結晶の育成を試みたところ、 $0 \leq x \leq 1$ の範囲で結晶育成に成功した。構造解析により、実際には、Al と Ti はそれぞれのサイトにランダムに分布することが判明し、また、右図に示すように高温において $x \sim 0.8$ 付近で高いゼーベック係数を維持しながら電気抵抗率が大きく下がり、熱電特性が改善されることが判った。本発表では構造、熱電特性、磁性の詳細について報告する。

