

# 研究経過報告書

2020年 8月 12日

研究員 (留学者)	所属：理工学部 職：准教授 氏名：神津 薫
派遣期間	2019年 8月 1日 ～ 2020年 7月 31日
研究主題等	希土類を含む遷移金属ホウ化物の単結晶育成と物理的性質に関する研究
報告事項	<p>(研究活動の概要、内容、成果等、添付書類の見出し等)</p> <p>ウィーン大学にて、希土類を含む遷移金属ホウ化物の単結晶育成と物理的性質に関する内容について研究を行った。</p> <p><math>R</math>-Al-W-B系から<math>R(\text{Al}, \text{W})\text{B}_4</math> (<math>R</math> = 希土類元素)結晶を育成し、希土類元素を変化させて、生成条件と物理的な性質を明らかにした。その結果から過去に報告した<math>R(\text{Al}, \text{T})\text{B}_4</math>結晶の物理的性質を比較する。即ち、<math>\text{RAIB}_4</math>構造中のAl位置を<math>T</math> (<math>T = \text{Fe}, \text{Cr}, \text{Mo}</math>)で置き換えて作製したホウ化物<math>R(\text{Al}, \text{T})\text{B}_4</math>よりも<math>T</math>が大きい原子半径をもつWで固溶させた場合、希土類アルミニウム四ホウ化物<math>\text{RAIB}_4</math>の構造にひずみを与え、硬さがFeやCr或いはMoのときよりも高くなることが推察される。また、FeやCrの3d系遷移元素で、WはMoと同様に5d系遷移元素のため<math>R(\text{Al}, \text{W})\text{B}_4</math>結晶は磁性及び電気抵抗率に影響を与える可能性がある。そこで<math>R</math>-Al-W-B系から生成した<math>R(\text{Al}, \text{W})\text{B}_4</math>結晶は、希土類元素の種類が硬さ或いは磁性や電気抵抗率に与える影響を調べ、それらの関係から物性評価を検討した。これらの結果から<math>R(\text{Al}, \text{W})\text{B}_4</math>結晶は新たな工業材料として期待できるものと思われる。</p> <p>ウィーン大学での実験については、Atomos ソフトウェアを使い結晶構造の配置を計算、粉末x線回折装置を用いて結晶相の確認と格子定数を決定し、結晶の成長方向と成長面を調べた。また硬度や弾性についてマイクロビッカースを用いて測定を行った。解析ソフトは国士舘大学にはないソフトウェアが多く、興味深く新鮮であった。試料は既に国士舘大学で事前に合成したものを持参した。</p> <p>硬度を測定する際には、まず結晶をポリファストに埋め込んだ試料を研磨するのだが、国士舘大学で使用しているものは機械式でダイヤモンドスプレを用いて研磨を行うものである。ウィーン大学の研磨は手動の回転式装置であり、力を入れていないと怪我をする恐れと試料が約2mmと非常に小さいため削り過ぎてしまう困難な部分もあったが同僚の助けもあり使えるよう</p>

にはなった。硬度の測定には Axio Vision ソフトを用いており、測定数値を圧痕の画像に記録したまま画像保存が出来るので非常に使いやすく、論文の画像にも使用でき、今までの肉眼で読み取りよりも精度が増すと考えられる。格子定数を導きだすソフトは誤差を最小限に導き出すのに、いくつかの方法もありこれも興味深く手元に欲しいぐらいであった。

研究成果は、派遣期間中に「粉体および粉末冶金協会」に査読付き論文「Syntheses and Properties of  $\text{Yb}(\text{Al}_{1-x}\text{T}_x)\text{B}_4$  ( $T = \text{Cr}, \text{Fe}$ ) Compounds」が受理された。

また、ウィーン大学で実験したデータをもとに下記の発表等を行った。

・2019年9月22日～27日は派遣先のRogl教授らとともに来日し、国際学会ISBB2019 (20<sup>th</sup> International Symposium on Boron, Borides and Related Materials) (開催地：新潟) にOrganizing Committeeメンバーとして運営に携わり、「Syntheses and some properties of  $\text{AlMgB}_{14}$  and  $\text{CaB}_6$ -type structure by metal fluoride and boron in Al flux method」, 「Syntheses and physical properties of  $\text{Tm}(\text{Al}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{B}_4$  crystals by Al-self flux」, 「Synthesis and some properties of  $\text{R}(\text{Al}, \text{Mo})\text{B}_4$  ( $R = \text{rare earth}$ ) crystals」, 「Syntheses and physical properties of  $\text{YCrB}_4$  and  $\text{R}(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr})\text{B}_4$  ( $R = \text{Ho}, \text{Er}$ ) compounds by arc melting method」, 「Boron-nonstoichiometry, Solubility of Carbon, and Properties of Perovskite-Type  $\text{RRh}_3\text{B}$  ( $R = \text{Rare Earth}$ )」を発表した。この国際学会には、神津研の4年生にも手伝いに来てもらい受付担当をお願いした。学生曰く、英語が得意ではなかったのが少し緊張したが、周りの助けもあり、また海外の方とのコミュニケーションをとることによって苦手意識があったのがなくなったとのこと。また、初めて国際学会に参加し最先端の研究を見る、聴くことができ研究への理解度が深まり有意義な経験になったとのことである。

・2019年12月には第14回日本フラックス成長研究発表会にて「Syntheses and properties of  $\text{Tm}(\text{Al}, \text{W})\text{B}_4$  crystals」「Syntheses and properties of  $\text{CaB}_6$  and  $\text{AlMgB}_{14}$ -type compounds」, 「Synthesis of Compounds in the System of  $\text{R-TM-B-(C)}$  ( $R = \text{Rare Earth}, \text{TM} = \text{Transition Metal}$ ) and Information from Hardness Measurement」, 「Synthesis, Crystal Structure, Magnetic and Thermoelectric Properties of  $\text{ThCr}_2\text{Si}_2$ -type Borides」, 「Local structure in  $\text{ScRh}_3\text{B}_{0.6}$  compound」を発表した。

・2020年2月には第14回日本ホウ素・ホウ化物研究発表会にて、下記のアブストラクトを提出していたが、新型コロナウイルスの影響で開催は延期され

た。「Syntheses and properties of  $R(Al, T)B_4$  ( $R = \text{Rare earth}, T = \text{Mo}, \text{Mn}$ ) compounds」, 「Syntheses and properties of  $CaB_4$ -type compound obtained by metal fluoride and boron」, 「Synthesis and hardness measurement of the compounds in the System of  $R-M-B-(C)$  ( $R = \text{Rare Earth}, M = \text{Transition Metal}$ )」, 「Synthesis and Properties of  $ThCr_2Si_2$ -type Borides and Borocarbides」

- ・2020年12月 ホノルルにて開催予定の国際会議Pacifichem2020に下記のアブストラクトを提出していたが、先月連絡があり新型コロナウイルスの影響のため一年後の2021年12月に延期する旨が決定された。「Syntheses and properties of  $T_m(Al,T)B_4$  ( $T = \text{Mn}, \text{W}$ ) crystals」, 「Syntheses and properties of  $R(Al, T)B_4$  ( $R = \text{rare earth element}; T = \text{Cr}, \text{Fe}$ ) compounds」, 「Synthesis and Characterization of Perovskite-Type  $RRh_3B$  and  $RRh_3B_xC_{1-x}$  ( $R = \text{Rare Earth}$ ) Compounds」

研究成果として在外期間中に発表したものは以上であるが、新規化合物の  $Ru_2B_3$  化合物および  $Ru_7B_3, RuB, RuB_2$  の化合物の研究についてはまだ分析途中であるため、今後研究を進め発表を行う予定である。

また、2019年2月にはウィーン大学内で行われたThe International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)主催の世界中の若手科学者との交流の場 1st Austrian IUPAC Global Women Breakfastに派遣先のRogl教授の配慮で出席することができた。2020年のテーマ“Building bonds to create future leaders”に

ついて朝食を取りながらディスカッションが行われた。ホワイトボードには他の国からの女性研究者のビデオメッセージが投影されていた。同じ建物で働きながらも私にとっては話したことのない約30人の若手女性たちが集まり情報の交換ができる良い機会でもあった。その時の様子が写真と一緒にウィーン大学のHPに掲載されている。

<https://wochem.univie.ac.at/iupac-gwb-2020/iupac-gwb-2020-fotos/?fbclid=IwAR0-7b2WxDS2GDyGJqLjxMqT6isC5wdi1XsZgxFW7EnGqCZEvs92qfaKs7I>

このイベントを通して、世界とつながるのも良いが、まずは国立館大学内で女子学生を主体として、普段は交流のない他学系学生と食事を取りながら交流の場を設けるもの、様々な情報が入り、良い刺激にもなるので試してみても良い企画だと思います。



う。

在外期間中、研究室のセミナーにも参加することもでき、毎日生活面も含め教授らと研究室の学生との情報交換の時間があり、有意義な在外期間を過ごすことができていた。しかし2020年3月上旬に新型コロナウイルスの感染者数が増え、急遽翌日から学生たちは登校禁止と発表された。教員は出勤可能のため勤務していたが、オーストリアとして3月16日から外出禁止となり、食料品店、薬局、ドラッグストア以外閉店した。派遣先の教授からはトラブルに巻き込まれないように自宅にいるように指示を受けた。3月下旬に医療体制が4月中旬には崩壊することになると発表もされた。オーストリアは3月30日までは覆面禁止法によりマスクの着用が禁止されており、罰金対象であった。もしマスクを着用する場合は、原則として医師の診断書が必要であった。しかし、新型コロナウイルス感染予防のための4月1日からはスーパーマーケットに入店するためにマスクの着用の義務付けが始まった。4月に帰国後は、Solid State Sciencesに投稿してあった論文の修正等やRogl教授に教えて頂いたHeusler合金の構造的および機械的特性に対するGa置換の影響についての論文等を読み研究を進めていた。解析ソフト等にも慣れてきて、これからさらに研究がやりやすくなる時期に帰国は非常に残念であった。またウィーン大学が閉鎖されていたため受け取れていない試料もあるため、入手出来次第、実験を国士舘大学で進める予定である。

派遣先からの卒業研究指導はメールや Skype, LINE 通話を利用した。学生たちに、ウィーンの文化や国民性を生で学生に伝えることが出来、それによって学生が海外に興味を持つきっかけを作ることができたのは良かった点である。卒論発表点も学生たちが頑張ってくれていたのも高い点数であった。ただ、国士舘大学のネット環境では Skype, LINE に接続が出来ないため学生自身のネット容量を使用することになってしまったので、今後改善できるとありがたい。

ウィーン大学で知り合った派遣先の教授や研究者を通し、国士舘大学国際大学交流セミナーを活用して学生たちと交流の場を設けたり、在外期間中に獲得した学術的知見等を講義やゼミナールを通して学生たちに還元していきたいと思う。

今回、途中で帰国することにはなったが、ウィーン大学で研究を行ったことにより、今まで私の知らなかった方法、知識を得ることができた。またコロナウィルスによる外出禁止時の様子など通常では経験することのでき

ないことまで経験することができた。このような貴重な機会を与えてくださり、どうもありがとうございました。この在外派遣で得たことを活かし、さらなる学問の発展、教育に努めて参りたいと思う。