

## 関西支部だより

2016年度第1回関西支部講演会・見学会が5月23日(月)13時40分~17時00分に神戸大学大学院理学研究科(神戸市灘区)において、神戸大学研究基盤センターおよび神戸大学分子フォトサイエンス研究センターの共催で開催された。参加者総数は講演者を含め40名(大学・研究所関係18名、会社関係・一般22名)であった。

関西支部長の白井康之氏による開会の挨拶に続き、以下の3件の講演と所内見学が行われた。

### 1. 「エア・リキードの極低温技術」

米倉 剛 氏 (日本エア・リキード(株)アドバンスト・ビジネス&テクノロジー事業部)

### 2. 「多重極限電子スピン共鳴装置の開発と量子スピン系への応用」

櫻井敬博 氏 (神戸大学研究基盤センター)

### 3. 「極低温下での核磁気共鳴による重い電子超伝導体の基底状態の研究」

藤 秀樹 氏 (神戸大学大学院理学研究科)

日本エア・リキード(株)の米倉氏の講演では、エア・リキード社の会社紹介、ヘリウム液化/冷凍機、ターボブライトン冷凍機の紹介があった。仏エア・リキード社は、全世界に5万人の従業員を擁し、売上高は年間2兆円で、主たる売り上げはガスとサービスである。日本法人である日本エア・リキード社は1907年に設立され、現在約2,000人が従事している。

米倉氏が所属するアドバンスト・ビジネス&テクノロジー事業部は、仏サセナーージュに本拠地を有し、宇宙、軍事、理化学に係るエンジニアリングを事業の対象としている。ヘリウム液化/冷凍機については、タービン技術を基として技術開発、設計・製造を行っており、国内では2014年に那珂核融合研究所のJT60SAに納品した。これは3連のタービンを有する冷凍機であり、仕様は9kW@4.5Kである。直径4m、長さ12m、重さ60トンの大型コールドボックスと10,000リットルのデュワを備える。IETRには2016年度に超大型冷凍設備を納品予定で、22,000L/hの製造量を有する25kW@4.5Kのコールドボックスを3基(直径28m、長さ29m、重さ20,300トン、全体の敷地面積が120m×45m)とデュワーを備えている。

また、近年新たに開発した冷凍機としてターボブライトン式冷凍機がある。温度範囲は35Kから150K、効率は30%以上、平均無故障時間は105,000時間、高効率かつ安定した運転が特徴である。2012年に開発を開始し、2014年には5.2kWのTBF80を初出荷、2016年7月には

TBF350を出荷予定であり、さらにLNG船用としてTBF1050を開発中であり2017年に出荷を計画している。

最後にロケット技術に係る紹介もあった。フランス領ギアナにアリアンロケットの発射台があり、液体水素、液体酸素の供給部分を担当している。液体水素タンクについては、アリアンロケットの発射場に移動する移動式タンク(容積:330m<sup>3</sup>)を開発し、その中で微小重力下における極低温ガスの挙動観察による液面の安定化検討などを行った。

神戸大学研究基盤センター極低温部門の櫻井氏の講演では、始めにご自身が管理されているヘリウム液化機の更新の経緯について説明があった。2005年のヘリウム液化機更新の際に、エア・リキードの液化機(60L/h)が導入され、その後2011年の精製器への油混入トラブルを経て、2015年に同社の液化機(100L/h)が再度更新された。櫻井氏の研究は、液体ヘリウムを用いて行われる実験的研究であり、多重極限電子スピン共鳴(Electron Spin Resonance: ESR)を実験手法としている。独自に開発された実験装置では、最大磁場(パルス磁石使用)が55T、周波数領域が0.03~7THz、最低到達温度が1.5K、最大圧力が2GPa(2万気圧)である。ESR用に開発された圧力セルの特徴は、ピストンシリンダー部分がTHz波に対して透過性を有するセラミクスで出来ているので、磁場中の圧力下でのESR測定が可能なことである。

最近の研究成果の一例として、SrCu<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>という物質を対象としたスピンフラストレーションに関する研究が紹介された。磁性イオンはCu<sup>2+</sup>で、Cu<sup>2+</sup>二量体を基本構造に持ち、更にこの二量体が二次元平面内で直交する特殊な配置を有する。二量体内、二量体間、いずれも反強磁性的な相互作用が働くことになり、そのため基底状態は磁化がなくなった非磁性状態になる。この系において二量体を基本構造とする非磁性相から、圧力下で別の非磁性相へ量子相転移することを見出した。さらに圧力下での非磁性相では、基本構造が四量体構造となっていることを明らかにした。

神戸大学大学院理学研究科物理学専攻の藤氏の講演では、科学研究費による支援状況、研究室および研究設備などの紹介から始まった。現在、新学術領域研究「J-Physics: 多極子伝導系の物理」(平成27年~平成31年)が進行しており、オックスフォード社の角度回転機付希釈冷凍機(冷凍能力200μW/100mK)などを立上げ中である。その他、共同利用可能機器として電気抵抗・ホール効果測定装置、dHvA測定装置、核磁気共鳴(Nuclear Magnetic Resonance: NMR)装置、交流磁化・表面インピーダンス測定装置などがある。研究室では、極低温下でのNMRを手法とした実験的研究が行われている。実験環境の内、最低到達温度が約10mK、最大磁場が18T、最大周波数が400MHz、最大圧力が4.5GPa

である。

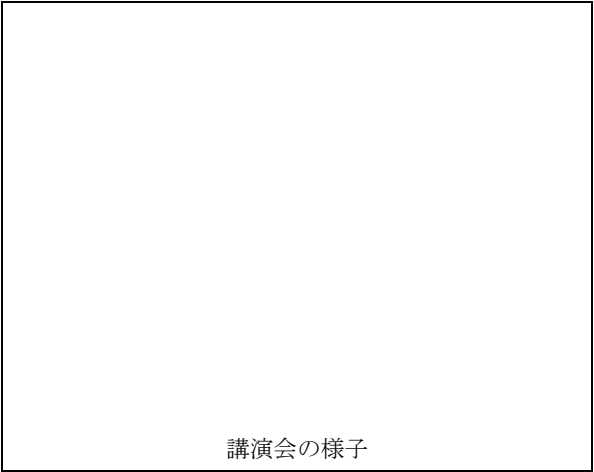
最近の研究成果の一例として、重い電子系化合物の基底状態の研究が紹介された。対象物質である  $UBe_{13}$  の準粒子磁化率、 $UBe_{13}$  の反強磁性相関と超伝導、 $UBe_{13}$  のトリプレット超伝導と多重相の可能性などについて、詳細な説明があった。それに対して、10 mK に至る極低温領域における温度測定方法とその精度、数 GPa に至る超高压領域での圧力測定方法とその精度、対象物質の単結晶・多結晶による特性の違い、核燃料物質である U の取扱いなど、多くの質問があった。

講演会終了後、関西支部副支部長の横山彰一氏による閉会の挨拶に続き、ヘリウム液化施設および分子フォトサイエンス研究センターの見学が行われた。参加者が多かったので 2 組に分かれ、所要時間は約 50 分であった。

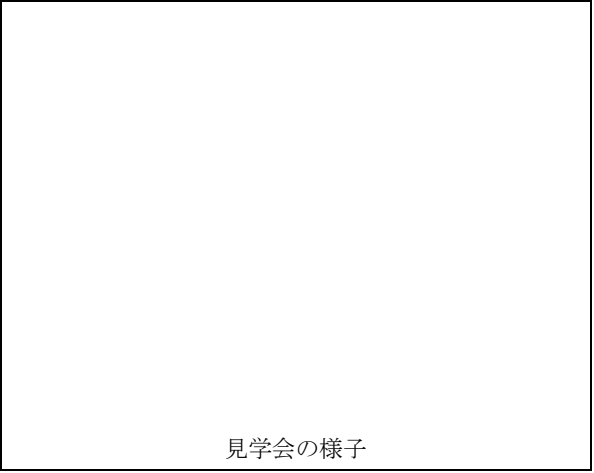
見学終了後、有志 28 名により恒例の懇親会が神戸大学六甲台南食堂 LANS BOX で開催され、会員相互の交流を深めた。

最後に、今回の講演会の開催にあたり、場所のご提供を頂きました神戸大学大学院理学研究科、話題のご提供を頂きました講師の先生方、見学会を開催頂きました神戸大学研究基盤センターおよび神戸大学分子フォトサイエンス研究センターにこの場をお借りして厚くお礼を申し上げます。

(神戸大 武田 実, 住友電工 永石 竜起)



講演会の様子



見学会の様子