

## 第 15 回凝集系核科学国際会議 (ICCF15) 報告

北村 晃、高橋 亮人

ICCF15 (15<sup>th</sup> International Conference on Condensed Matter Nuclear Science) は、2009 年 10 月 5 日から 9 日まで、イタリアのローマで開催された。会場の Angelicum 大学は市の中心に位置し、コロッセオやフォロロマーノから徒歩 15 分以内という、歴史勉強に絶好の位置であった。Rome 屈指の修道尼養成大学らしいが、市民には余り知られていないようで、会場から徒歩 10 分弱のホテルフロントで尋ねても間違った場所を教えられ、交通整理をしていた警官に尋ねても最初はあらぬ方向を指示されるなど、探し当てるのに一時間以上を要した。登録した参加者は 134 人で、イタリア 56 人、アメリカ 38 人、日本 12 人、ロシア 4 人、中国 4 人、イスラエル 4 人、フランス 3 人、英国 2 人、ドイツ 2 人、その他、インド、ルーマニア、ウクライナ、ノルエー、などからの参加があった。そのほかに、当日参加者を加えて、合計約 150 人が参加した。

主催はイタリア国立代替エネルギー研究所 ENEA である。ENEA は、高温核融合のイタリアでの研究拠点である。凝集系核科学(以下 CMNS と記す)は、ICCF15 議長を務めた Vittorio Violante を中心に世界的にも最も活発な研究グループを擁している。特筆すべきことは、ICCF シリーズの会議として、権威ある学術団体、イタリア化学会とイタリア物理学会が後援団体となりサポートを得たことであり、この意味で画期的な会議であった。“常温核融合”(凝集系核科学の世間的呼び名)の世界会議は、今までは、主催を選ばれた議長のもとでボランティア中心に企画・運営・実行するケースがほとんどであった。CMNS/CF が広く科学界一般に“認知”されなかったという事情があった。しかし、今回は違った。この変化がさらに定着していくか、見守る必要がある。

初日(10 月 5 日)はイタリア化学会の会長、イタリア物理学会の副会長、EU 科学部の代表の挨拶・講演が会議の開始を飾った。学術発表プログラムは電気分解による発熱現象の実験と理論解釈によって占められていた。Fleischmann-Pons Effect (FPE)を「正統づけんとする意思」が、主催者あるいは、会議の実質的な財政スポンサーとなったイスラエルの Energetics 社(S. Lesin が ICCF15 副議長を務めた)と SRI(アメリカ)の関係者から強く働いた跡がうかがえた。

まず、ミズーリ大学副学長の R. Duncan が、2009 年 4 月に米国有力報道局 CBS の「CBS 60 minutes」の CMNS/CF の肯定的報道で世界的に知れ渡った、Energetics 視察と発熱現象の確認に至る話を中心に講義して、学術的発表の先頭を切った。有名となった、Energetics+SRI+ENEA の共同研究の成果(発熱、材料分析、ヘリウム)の概略が述べられた。注目されたのは、神戸グループ(神戸大とテクノバの共同研究)の Pd ナノ粒子と重水素(軽水素同時並行運転)でのガス吸蔵法による実験結果(PLA 373(2009)3109 に刊行)を大きく採り上げて紹介したことである。CMNS/CF 実験での過剰熱発生は「REAL である(実際に起こっている)」と結論し、電解法(super wave)とともに、ガス相での実験が有力であると力説した。現象のメカニズム・理論説明は、これからであるとして、ミューオン核融合を引き合いに出して考察した。

次いで、SRI の M. McKubre が「常温核融合の科学状況」と題して、いつもの話(発熱の 3 条件;  $D/Pd > 0.83$ 、電流密度  $> 50-400 \text{ mA/cm}^2$ 、重陽子流速に比例)を繰り返し強調した。出力は過渡的には  $1 \text{ kW/cc-Pd}$  に達し、平均で約  $150 \text{ W/cc-Pd}$  が 1ヶ月続いた例がある。入力 3 倍以上の熱出力が得られていて、積算で 100MJ に達する。現象の存在は間違いない。核発熱と考えられるが、反応の生成物(灰)が何かが問題である。ヘリウム  $4(^4\text{He})$  が実験的に“灰”の有力候補である。約  $24 \text{ MeV}^4\text{He}$  のエネルギー発生に対応している。

関連して、材料分析(抵抗比による D/Pd 比の決定と X 線回折による分析)を NRL の G. Hubler が、熱測定の安価手法を NRL の D. Knies が、ENEA での材料研究の成果を V. Violante (chairman of ICCF15)が、Energetics の熱測定精度の検証(エラーはありえないことをいろいろな角度から分析した)を A. El-Boher が、順次述べた。El Boher は、新しいデータとして、#141 ランで Excess Power が 14W に達したと述べた。Super-wave 入力の高周波数スパイクの入力を過小評価している可能性は、200MHz までチェックしたが、ありえない。McKubre, Violante や NRL の連中は、この企画された一連の発表で FPE 現象が正しいことがアピールできたと、A. Takahashi に語った。

**D. G. Letts, D. Cravens** と **P. L. Hagelstein** は、Dual Laser Beam のうねり周波数に共鳴する過剰出力について、ICCF14 に続く発表を行った。Pd 陰極重水電解実験においてうねり周波数が 5-20 THz で、過剰熱が 200 mW レベルのピーク(共鳴)を示す。**M. Miles** と **M. Fleischmann** は、NHE プロジェクトの主実験法であった ICARUS 電解法でのカロリメトリーの新方法をのべた。**W. S. Zhang**(中国国立化学研究所、北京)は、J. Dash の  $D_2O+LiSO_4$  電解での過剰発熱を報告した。

初日の理論のセッションでは、**P. Hagelstein** のいつもの話、**Y. Kim** の BEC(Bose-Einstein 凝縮モデル)、**Czerskii** の 3D-fusion のモデル(A. Takahashi の 1989 年 5 月に日本原子力学会欧文誌に発表したモデルと、実質的に同じ)などがあつた。

理論のセッションに入れられていたが、**A. Takahashi** の神戸グループのナノ Pd 複合粒子パウダーを用いた重水素・軽水素同時ランによる D(H)吸蔵率測定と発熱のデータおよびその背景物理の報告は、ICCF15 でも最も注目された評判の良い発表のひとつであつた。その内容は、研究状況の最新展開のところで詳しく述べる。

初日の夕方は、Energetics 社(イスラエル)がホストをしたレセプションが、バチカンの近くにあるサンタンジェロ城にて行われた。レセプションのハイライトは、ISCMNS が新しく設定した「**Minoru Toyoda Gold Medal**」(MTGM: 国際凝集系核科学会の豊田稔記念金メダル)の**第一回受章者 Martin Fleischmann** への授賞式であつた。MTGM のいきさつが、故豊田稔氏の CMNS/CF 振興への大きな貢献の紹介を含めて、提案者の前 ISCMNS 会長の A. Takahashi より紹介されたのち、絶大なる祝福の中で Fleischmann に金メダルが手渡された。この賞の紹介は、ISCMNS の web-site に見られる。

二日目(火)の第一報告は、神戸グループの **A. Kitamura** のガス系実験による核反応生成物の究明であつた。まず岩村型核変換の結果のレビューを行った。信号強度が弱く断定的ではないが、 $Sr \rightarrow Mo$  の核変換を示す positive なデータが多く得られている。また、ナノ粒子 Pd·Zr によるガス吸蔵過程での荷電粒子スペクトル測定を開始して(B 体系実験)、一見 positive なデータが得られつつあるが、ノイズや較正線源による可能性も慎重に考察すべきであると報告した。発表時間切れのため質問はなかつたが、Coffee Break に多くの質問者と議論が交わされた。

**D. Afonichev**(ロシア)は、チタン合金で D ガスのグロー放電実験を 4 時間 ON-4 時間 OFF のサイクルで行つた。 $^4He$  は発生しないが、トリチウム(T)が  $10^{19}$  原子以上検出された。中性子測定は行っていない。MHI の **Y. Iwamura** は、Pd/CaO/Pd 多層膜での D 透過実験の続報として、 $^{15}N$  ビーム NRA(核反応分析)による D 分布の解析と、Spring-8 の SOR-X 線での Pr ミクロ分布の解析について発表した。

続いて、**K. Grabowski** (NRL, USA)が MHI 型核変換実験の追試結果を発表した。MHI で作製した試料を用いて NRL で実験したが、 $Cs \rightarrow Pr$  の核変換を確認できなかった。これについては、同じく NRL の **D. Kidwell** が、「MHI の Pr は実験室の試薬による汚染だ」と断定する発表をして sensation を起こした。彼が MHI の研究室に行き机の上をスミアーして持ち帰り、NRL で分析したところ Pr が発見された。だから、「MHI では多層膜試料が Pr に汚染され、D を流すと透過して検出される」と、変な理屈で岩村実験を否定・攻撃した。Coffee-break の時に D. Kidwell と彼の上役の G. Hubler が並んでいたのが、A. Takahashi が「コンタミなら、何回も実験しているブランク試料実験や軽水素実験にも、ランダムに Pr が出るはずではないか？D ガス透過後の Pd/CaO/Pd 多層膜だけで Pr が出る結果が説明できないので、non-logical だ」と詰問した。Hubler は“そうなんだ”という顔で肯いたが、Kidwell は理不尽を認めず、コンタミ説に固執した。A. Takahashi は NRL 先輩の D. Nagel や M. Melich にも「おかしいぞ」と文句しておいた。座長の M. Srnivasan も単純に結論しすぎておかしいとクレームした。

Arata-Zhang-Wang の発表は、**Y. Arata** による preprint を配布して行われた。New reactor design として、多層縦列構造の反応セルを新たに作り、Pd-Ni/Zr 複合ナノパウダーと D ガス吸蔵の実験結果を発表した。第一フェーズでは、Pd-Ni-ZrO<sub>2</sub> パウダーが Pd-ZrO<sub>2</sub> パウダーより数倍大きな発熱を示した。 $^4He$  の発生量も Pd-Ni-ZrO<sub>2</sub> 系のほうが比例して多かつた。

**F. Celani** の発表は ICCF14 の発表の続きで、Pd のミクロンサイズのワイヤーの表面をナノ加工して、パルス電流を流しながら 500°C 程度の高温で D ガスをチャージし、150 W/g-Pd の高密度の過剰熱が発生したというものであつた。日本人 9 人のグループが金曜日に Frascati の INFN の Celani グループの実験室を訪問し、この装置を見学した。中国の清華大学では、**X. Z. Li** を中心に、多層膜による D ガス透

過での発熱実験を行っている。また、Li は、量子波の多層膜による共鳴のモデルを考えて、理論化しようと試みている。先ほどの、“頑固者”D. Kidwell は、1nm 径 5%Pd-SiO<sub>2</sub> ナノ複合パウダーを用いてゼオライトを作製して試料とし、D と H ガスを交互に吸蔵・放出を繰り返す実験をしている。D のときに発熱量ピークが大きくなる傾向が出る。しかし、彼は、酸化した水(H<sub>2</sub>O, D<sub>2</sub>O)の発生による化学発熱だと言っている。同位体効果が大きすぎることになると思うが、不思議な論理を展開する。

第二日夜には、Basilica di San Bartolomeo all'Isola で ICCF15 関係者のみを聴衆とするコンサートが催され、約 100 名が Mozart のセレナーデ第 10 番グランパルティータに聞き入った。

第三日(7日水曜日)の朝、神戸グループの Y. Sasaki が、Pd·ZrO<sub>2</sub> ナノパウダーでの D(H)ガスチャージでの D(H)吸蔵率・発熱の実験の詳細(初日の A. Takahashi の報告の前段)を行った。第一フェーズの発熱が PdO の酸化による水生成の熱ではないかとの質問に、A. Kitamura が、「結果の表の  $E_{1st}$  は、D(H)一原子あたりの発熱エネルギーを eV 単位で示している。D で 2.3 eV/D, H で 1.8 eV/H という結果を得ている。PdO の還元とそれに引き続く水の生成熱は約 0.7(0.8)eV/H(D)であるが観測量は 3 倍近く、とても説明できない。」と説明して、質問者は納得した。

それに先立つ T. Hioki (Toyota)の発表は、同様の吸蔵実験を市販 Pd ナノパウダと Pd ナノ粒子(2-5nm 径)·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 複合パウダーで行ったものである。見掛け上 D/Pd=2.7 という非常に大きな値を得たが、そのうち 2.0 は PdO の還元による水(H<sub>2</sub>O)の生成によると考えられると報告した。Pd ナノパウダでは圧力変化に 3 フェーズがあるように見え、発熱は第一フェーズでの矩形の時間変化と共に第三フェーズでもスパイク状又はステップ関数的発熱がみられるなど、Pd·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や Pd·ZrO<sub>2</sub> のデータと様相が異なっており、その理由を考察する必要がある。

ICCF15 の発表は、上記以外にも、核測定で、A. Lipson の CR39 による 2-20MeV アルファ粒子の測定・検出、Y. Toriyabe の d-Li(liquid)実験が、理論では、J. Dufour の長距離 Yukawa 力理論、A. Muellenberg の (p+e) 近接理論などの新(珍)理論の発表、N. Cook の Nuclear Lattice Model などの発表が眼をひいたが、詳細は省略する。

その他の多くの発表のうち、主催者の ENEA の都合と思われるような CMNS/CF 研究の観点からはやや的外れな(しかし内容はあった)発表も多かった。それらは材料開発・分析に関連したものがほとんどであった。Poster 発表にも、多くの面白そうなものが Abstracts に見られる。しかし、会議ではポスター議論の時間配分が事実上なく、見て回ることがかなわなかった。残念である。

以上のように、実験手法によっては未だに混沌とした状態に留まっている分野もある一方で、複数の実験手法において、“anomalous”な発熱の証拠となる実験事実が系統的に蓄積されると共に、凝集系核現象に関する理解が深まりつつあるといえよう。

恒例の conference tour は第三日午後であり、Rome 郊外 Tivoli にある Villa D' Este と Villa Adriana を訪問する予定であった。前者は沢山の噴水で、後者は紀元 2 世紀に皇帝 Hadrian がエジプト・ギリシャ・ローマの建築様式を融合して創った庭園として有名である。ところが、出発時刻が遅れたり、交通渋滞が重なったこともあって、Villa Adriana への訪問は時間切れ、中止となった。思うに、集合時刻の徹底や参加者/集合人員確認方法に問題があったことが原因であり、Celani はこれを“Italian chaos”と称していた。同じく恒例の conference dinner は第四日木曜日に Palazzo Brancaccio で行われた。その名 Palazzo (王侯貴族の館)の通り、非常に豪華な会場で非常に華やかな宴会であった。

イタリアで開催される国際会議では、いつも Reception、Social tour、Banquet などのイベントは華やで(少なくともその計画は)完璧である。しかし、学術発表に手を抜いているという印象を受ける。ローマ帝国の偉大な遺産の上で、優雅に暮らすイタリア人の国民性であろうか。

次回の ICCF16 はインドの Chennai で M. Srinivasan の主催により 2011 年 2 月に開催される予定となった。それに先立つ 2010 年 6 月には Torino で workshop on gas-loading method の開催がイタリアのグループにより計画されている。