

ワークショップ報告

—10th International Workshop on Anomalies in Hydrogen Loaded Metals—

北村 晃^{1,3}、高橋 亮人^{2,3}

¹神戸大、²大阪大、³㈱テクノバ

国際凝集系核科学会 ISCMNS の準定例的な標記ワークショップが 2012 年 4 月 11-14 日、Italia Siena 郊外の Certosa di Pontignano で開催された。既に“Workshop Program” <http://www.iscmns.org/work10/program.htm> に発表ファイルがアップロードされているので、詳細はそちらをご覧頂くとして、そのガイドンスとして概略の様子をここに紹介する。

このワークショップは 1993 年に第一回が Asti で開催され、以後およそ隔年のペースで開催されてきたシリーズである。開催地は最初の 5 回と第 7 回は Asti、第 8 回 (2007 年) は Catania、第 6 回 (2005 年) と前回第 9 回 (2010 年) は今回と同じ Siena であった。

Siena は言うまでもなく Toscana 地方のほぼ中央に位置する中世の城砦都市で一大観光地であり、オリーブとワインの一大産地である。第 9 回の報告でも紹介したように、会場の Certosa di Pontignano は Siena 大学がコンヴェンションセンタにしている元修道院であり、会議室、宿泊室、宴会室の他、フレスコ壁画のある礼拝堂をもち、周囲のトスカーナ地方独特のなだらかな丘陵にはオリーブとブドウ畑が広がる、非常に雰囲気の良い所である。毎日、夕食はもちろん昼食の食卓にも Siena 大学自家製ワインが提供され、Excursion や Poster session 等に充てられた毎日午後のまどろみを誘われることとなった。

前回のワークショップ名は、9th International Workshop on Anomalies in Hydrogen / Deuterium Gas Loaded Metals であったが、今回“Deuterium”と“Gas”が削除され、“Hydrogen”が強調されている。これは今回最大の Sponsor である Nichenergy s.r.l. の意向を反映したものではないかと思われる。同社は、Ni-H 系リアクタを考案・推進している F. Piantelli (Siena 大学) が設立したものであり、昨今 WWW を賑わしている E-Cat の A. Rossi & S. Focardi と競合関係にある。

Sponsor にはこの他、ISCMNS、Japan CF Research Society、Dipartimento di Scienze Ambientali (Univ. of Siena)、Coolescence LLC らの学術団体、ベンチャー企業に並んで、工作機械メーカーの Simec s.r.l. が名を連ねている。また、約 40 名の scientific program 参加者の中にも、大手発電プラントメーカーや、ソーラエナジー・Li バッテリー関連と思われる会社関係者が名を連ねている。Rossi の派手なパフォーマンスが実用化一歩手前との印象を与え、企業関係者の注目を集めるために非常に有効であったと思われる。

参加者名簿にリストされている参加者は計 55 名、イタリアから 23 名、米国から 7 名、フランス 7 名、ロシア 7 名、ウクライナ 2 名、イギリス 2 名、ドイツ、スイス 1 名、ノルウェイ 3 名(家族)、そして日本からは高橋と北村の 2 名であった。イタリアの参加者の中には中学生に成長した Akari Celani 嬢が含まれ、質問者へのマイク手渡し作業等で場を和ませていた。

第一日目午前は W. Collis (Conference Chair) と V. Ciampoli (Nichenergy s.r.l.) の挨拶に続き講演 4 件、午後は San Gimignano へのイクスカーション、第二日と第三日

は共に午前中の講演 7 件と午後は 2 時間程度の理論／実験関係の討論にあてられた。最終日は講演 4 件を午前中に終えて解散という非常にゆったりしたスケジュールで、実質的討論に重点が置かれた研究会であった。

今回最も期待された発表はやはり Ni-H 系の実験で、F. Piantelli の発表と F. Celani の発表、そして Kobe U.-Technova グループの実験結果が注目された。Piantelli の発表に本人は現れず、W. Collis が共著者として登壇し説明した。Ni 薄板または円柱状の Ni を 140W 迄のヒータ入力で 100～400°C に加熱し、軽水素ガスを導入して温度変化を測定するという単純なものである。200～400°C の範囲で過剰熱が得られ、20W の入力で 91W の出力（71W の過剰熱）が得られたとしている。興味深いのは、ヒータ入力を減少させると温度が上昇するという現象が繰り返し発現していることである。発熱の原因となる現象は表面で起こっていると考えられ、過去の試料では核変換効果が見られたので、これらの発熱試料についても SEM-EDAX や SIMS を、さらに Ge や Si 検出器、Wilson 霧箱等による荷電粒子測定を計画している。

Celani は”ISOTAN44”という商品名の熱電対（Constantan : $\text{Cu}_{55}\text{Ni}_{44}\text{Mn}_1$ 合金細線）を吸蔵・発熱体として用いた。彼らは 50-100 μm の細線に関心があるが、上記材料選択の理由として下記の事項を挙げている。(a) Pd ベースの金属は水素吸脱蔵による脆化が致命的になること、(b) Cu-Ni 合金は H_2 解離に対する触媒効果が 2-3eV に及ぶ高い値であること、(c) Ni-H 系の過剰熱が F. Piantelli, G. Miley, M. Patterson, F. Celani らの研究、さらにこの度 A. Rossi のデモンストレーションを通じて確かになってきたこと、そして(d) Cu の選択的酸化を通じてナノ構造が発現しやすいことなどを挙げている。彼らは 300°C, 8atm までの H_2 導入時に負の抵抗率温度係数と 60kJ (380eV/atom-Ni) に及ぶ過剰熱を観測したとしている。これらの anomalous effects 発現のキーポイントは如何なる前処理で”nano-microstructure”を試料にもたらすかということと、如何に吸蔵体系から硫黄不純物を排除するかということのように見受けられる。

Kobe U.-Technova グループの発表は Cu(8%)Ni(35%)Zr(57%)混合酸化物ナノ粉末試料 (Santoku Corp.) の昇温時 D_2/H_2 吸収特性である。300°C までの 200 時間以上の連続運転時に、吸蔵率 D/Ni (H/Ni) > 1、400 eV/atom-Ni に及ぶ発熱に相当する温度上昇を観測した。これは平均 1W/g-Ni に相当するが、He ガスによるブラン克蘭における $\pm 0.5\text{W}$ 相当の温度揺動の高々 2 倍程度であることや、吸熱相当の温度変化になる場合もあることから、さらに確認作業の必要があるとしている。しかし、発熱量として評価された値が Celani らの値と同程度であることが注目される。

同じくガス相吸収体系ではあるが Pd-D システムの実験は P. Hagelstein (MIT)、J. P. Biberian (U. d' Aix-Marseille)、O. Dmitriyeva (U. Colorado / Coalescence) らが発表した。Hagelstein の発表は、Co-deposition で成果を出していた M. R. Swartz (JET Energy Inc.) との共同研究で、”NANOR”と名付けた”Active ZrO_2 -Pd nanostructured material”を用いた MIT での公開デモンストレーションの結果を報告した。100mW 程度ではあるが再現性良く power gain と energy gain が共に約 14 に達した。Biberian は B. Ahern に提供を受けた”Pd-Ni-ZrO₂ nanopowder”試料を用い、 D_2 吸収時の異常発熱は見られなかったと発表した。但し、試料元素分析の結果、Pd ではなくて Ce が含まれていたと述べた。Dmitriyeva は Pd/Alumina 系について D_2 吸脱蔵時と H_2 吸脱蔵時の”excess heat”の違いの一部は H_2O から DHO や D_2O への置換

における発熱で説明できるとし、その寄与を除去するために 390°C までの脱ガスが必要であることを述べた。2 件目の発表では、自装置内部の温度勾配に注意が必要であることや希ガスによる校正の必要性を述べた。

また、A. G. Parkhomov (Lomonosov Moscow State U.) は $\text{LaNi}_5\text{-D}\cdot\text{H}$ 系において、中性子と γ 線バーストが広い温度-圧力範囲で観測されたとしている。A. Roussetski (P. N. Lebedev Physics Institute, Russian Academy of Sciences) は $\text{Ti/TiO}_2\text{:D}_2$ 系の電子ビーム/X線照射誘起法における CR-39 による荷電粒子測定を紹介した。X線照射が電子ビーム照射より 2桁大きい粒子束の陽子 (~3MeV) 及び α 粒子 (10~20MeV) を発生させると報告した。そして、R. Cantwell (Coolescence) は約 200Torr の D_2/H_2 中でのグロー放電に曝した Ni 合金が 2-5% の excess heat を呈することを報告した。

以上のように、実験的研究は大半がガス相吸収に関するものであり、電気分解は姿を消した。

理論関係では、P. Hagelstein (MIT, USA), Y. Kim (Purdue U., USA), A. Takahashi (Osaka U., Technova, Japan), V. Vysotskii (Kiev U., Ukraine), M. Vysotsky (Kiev U. Ukraine), Y. Bazhutov (Russia), F. Frizone (Catania U. Italia) からの報告があった。

Hagelstein は、3 件の発表をした。彼の考えは、「DD 核融合反応に凝集系の光学フォノンが仲立ちして、Donor System ($\text{D}_2 \rightarrow \text{He}$) と Receiver System (${}^A\text{Z}^* \rightarrow {}^A\text{Z}$) との間で、行ったり来たりと、エネルギーをやり取りできる」とするものである。一応強い相互作用を Hamada-Johnston モデルで取り込んで、T 行列を立式したとしているが、中間複合核状態 He^* への T 行列成分を扱っておらず、核物理的には問題がある理論である。Ni-H 系の主反応は、 $\text{H}+\text{D} \rightarrow {}^3\text{He} + \text{phonon-energy}$ であると、同様の Donor-Receiver モデルで推論している。「行ったり来たり状態は、初期状態相互作用 \rightarrow 中間複合核 \rightarrow 終状態崩壊の核反応過程では、大量の質量欠損とエントロピー増大のため逆過程への帰還はありえない。また、Receiver System の存在も無理か」という問題がある。Ni-H 系の彼の話で、面白かったのは、Ni-H 系の方が Pd-D 系より欠陥密度が高くなり、そこが核反応のサイトになるというモデルである。

Kim は、いつもの BEC (Bose-Einstein Condensation) NF (Nuclear Fusion) の話であった。Many-body potential に凝集系の閉じ込めポテンシャルとして、調和振動子型のポテンシャル (discrete phonon 振動子となる) を当初仮定しているが、粒子 (d, p) はプラズマ型の運動をして Maxwell 分布するとしていて、自己矛盾である。このため Thomas-Fermi 型のクーロン力遮蔽ポテンシャルを仮定して、S 行列 (散乱理論) の光学定理を核反応率計算に用いているので、凝集系の粒子閉じ込め効果がうまく取り入れられていないと思われる。正しくは、粒子閉じ込めポテンシャルへの多数粒子閉じ込め時間を考慮して、Fermi Golden Rule 第一則で、核反応率を計算する手順、のはずであるが。

Takahashi は、Ni-H 系での核反応で異常発熱に至る可能性として、4H/TSC WS (Weak/Strong Simultaneous) Fusion で ${}^4\text{Li}^*$ から ${}^3\text{He}+p, d+2p$ に崩壊する過程、4H/TSC の Ni 核への吸収と Ge^* からのクリーン核分裂の可能性をモデル化して述べた。Ni+p の単純に見える H 吸収核反応は、Ni の多数 (28) の内殻電子層

による陽子透過の‘絶対的なブロック’のため、不可能とした。また仮に、 $\text{Ni}+p$ の吸収過程が起これば、中間複合核 Cu^* の質量欠損による励起エネルギーは電磁遷移による即発 γ 線となって、発熱に見合うためには、致死量の大線量となって発生しなければならないが、実験ではほぼゼロに近いレベルであり、矛盾する。

V. Vysotskii は、2 件の発表をした。第一は、Widom-Larsen の極低運動量中性子発生（1 MeV 程度の重い電子の発生と H への weak interaction による吸収を仮定）と核反応のモデル、の批判的検討であった。Metal-H 系の電磁場を相当過大に見積もっても、そのような電子は発生できないとした。もうひとつは、いつもの生物核変換の理論モデルであった。（常温核融合フロンティア 2011 で論じたものであった。）

M. Vysotsky は V. Vysotskii との共同研究で、結晶中を陽子が運動するときの Channeling Effect を理論化したものであった。H が metal 原子核に channeling により接近する確率のモデル計算であった。多数の内殻電子層をプラズマとして金属原子核と遊離させて扱っている。内殻電子層は、固体物性・化学に寄与しないので、その扱いが間違った答に至らせることを指摘した。

Y. Bazhutov は例のエリジオンモデルである。エリジオンは、非常に重い新種の中間子 E で、新種の重い anti-quark U^* と down quark d から、 $E^-(U^*,d)$ と合成される負電荷のものが erzion で、中性のものが enion $E^N(U^*,u)$ である。たとえば、 $^{58}\text{Ni}(E^-, E^N)^{58}\text{Co}$ (ベータ+崩壊) のように反応するという。質問した矛盾点は、erzion/enion はボソン型 hadron であるから、原子核と強い相互作用をして capture されるが、中間複合核（励起状態）形成するはずで、それから即発ガンマ線が発生しなければならないが、無視しているのではないか？ そもそも、三世代 6 個の quark を結論する標準理論に U^* は挑戦している。簡単ではない。

Hagelstein は、理論のパネル討論で、すべての（彼以外の）モデルを kill する議論を始めた。しかし、参加者の論点は常識的であった。つまり、「Negative examples are also good teachers」（間違った理論も数々あれど、反面教師として、正しいモデル確立への貢献をしている。）「The natural selection makes the winner.」（最後の正しい理論は自然淘汰で決まる。）

Certosa di Pontignano は、北村にとっては 2 回目、高橋にとっては 3 回目であった。日本の大学にこのような居心地がよく、食事・ワインが美味しく、町から遠くて勉強する以外にない、素晴らしい施設がほしいものである。ローマ帝国以来の社会インフラの文化の香り高い集積には、かなわない。

会場の様子と Siena のまちの遠望を Photo-1-3 に載せておく。今回はほとんどの毎日が雨で、ひどい雷雨もあり、Siena や San Gimignano への excursion は、出来なかった。勉強一筋であった。

Piantelli の Nichenergy 社の実験施設は、10km くらいのところにあり、見学に行った人もいた。話によると、4 台の装置が並行して稼働していて、連続発熱しているそうである。詳細は、明らかにしてくれないそうである。



Photo-1: Certosa di Pontignano: Seminar House of Siena University



Photo-2: Conference Room of the 10th ISCMNS Workshop



Photo-3: Pontignano の丘から Siena 市街を遠望：Campo 広場の市庁舎塔（左）と Domo の塔（右）が望まれる。