

第四回液体金属国際会議に出席して

京大基研 伊藤 正 樹

1970年の冬期オリンピックの開催地として有名なグルノーブル市で開かれたこの会議は、やはりオリンピックと同様4年毎に開かれており、今回で第4回を数える。第1回はブルックヘブン、第2回東京、第3回ブリストルであり、第3回まで液体金属のみであったのが今回からアモルファス金属と合同してLAM4 (Liquid and Amorphous Metals) となった。実は第2回と第3回の間メキシコで小さな会議が開かれているが、Proceedings は発行されていない。アモルファスと合同になったのはもちろん、共通点の多い2つの分野の研究交流を促進することが第1の狙いであろう。特に液体金属にとっては進歩の速いアモルファスの分野からの刺激、又応用技術の開発が先行しているアモルファスにとっては液体金属の基礎的な研究が共に貴重であると思われる。しかし、合同になったため参加者が一挙に増え、特に液体金属の関係者の間では家族的雰囲気失われて外国の知り合いとゆっくり歓談できないという声も聞かれた。

会議は7月7日の月曜日から始まり、土曜日に終わる五日間の日程で、希望者は大学(Domene University)の学生寮に泊ることが出来た。大ざっぱに言うと一日毎に中心的なテーマが据られた構成で、午前中はその日のテーマに関する invited review talk にあてられている。ワイン付でボリュームたっぷりの昼食のあとは、poster session と、それに続く round table discussion という内容で、時差を気にせずワインを全部飲んでしまうと午後は眠るほかない。液体金属とアモルファスのテーマはほぼ均等に配分されているが、磁性関係やテクノロジーへの応用の分だけアモルファスが多いように思われる。

第1日目は議長団の挨拶と2つの opening lecture で始まる。議長団5人のフランス語の演説は長く、同時通訳の機械は故障していた。ツンボ栈敷にうんざりした頃になって、やっと、opening lecture となり、1人目の講師 Duwetx が metallic glass の review を始めた。言葉は英語に変ったが自分にとっては事情は少しも変わらない。講師が Mott の大きなゆっくりとした英語に代ってから少し事情が好転し、1/5程度は理解できるようになった。Mott は高齢にもかかわらず非常に元気で、不規則系の金属-非金属転移、特に minimum metallic conductivity と Anderson 転移に関する review を行ったあと、Hall 係数の問題を特に取り上げ、液体遷移金属などで観測される正の Hall 係数のような、輸送現象の特異な振舞を理解するためには、電

子と d 電子を共に考慮し、両者の mixing を正しく取り扱う必要があるという従来の主張を強調した。

一般講演はすべてポスター形式で、全体で 18 のセッションに分かれている。1 つのセッションは 10～20 の講演を含み、発表の多いテーマは 2 つのセッションにまたがっている。液体とアモルファスに共通の問題を一口で言えば「物性と不規則な原子構造との関係をどのように理解するか」ということになる。しかし理論的なアプローチには両者の分野の伝統的な差が感じられた。例えばアモルファスでは構造のモデル作りに相当の蓄積があり、電子状態や、フォノンスペクトルなどの計算は主に、このモデルを用いて進められている。従って計算は数値的な方法が多く用いられている。液体金属では解析的な理論が主流で、その多くは構造の情報を動径分布関数 ($g(R)$) のみに担わせている。これらは液体金属には有効に見えるが、アモルファスにはほとんど浸透していないようである。

構造モデルのシュミレーションも非常に盛んである。これらの膨大な計算を見ていると、液体金属の分野で日頃 $g(R)$ のみを見て満足している筆者は「アモルファスの構造はそんなに単純ではないぞ」と言われているような気がする。確かに、一般に液体金属は一様性・等方性の良い well-defined な系であるから $g(R)$ で用が足りることも多いかもしれない。しかしそれ以上に哲学の差もあるようで、「偽物でも良い。扱い易くあって欲しい」と願い、単純化したモデルで理論を作っていた者にとっては、「Study nature, not Models!」と言わんばかりの膨大な計算は（勿論モデルのない理論はないが）、無言の批判のように思える。ただ液体金属の分野でも、最近では電子状態を計算する、しっかりした理論が出来上っている。EMA (effective medium approximation) と呼ばれるものがそれで、この理論を基盤にして、電子状態の計算は非単純液体金属についても既に定量的な段階に入っており、今後は膨大な計算も覚悟しなければならないだろう。今回の会議でも液体遷移金属や臨界点近傍の水銀などに関する計算例がいくつか報告された。将来はアモルファス金属にも応用されるかも知れない。

電子の輸送現象では、アモルファス金属及び液体金属（非単純）とも満足すべき理論がなく実験家は主としてまだ extended Ziman formula に頼って実験の解析をしている。（この理論は単純液体金属で成功を収めた電気抵抗の Ziman 理論を少し修正したもので、擬ポテンシャルが七行列に置き換えられている。液体金属でもアモルファス金属でも盛んに使われているこの理論は、パラメータを調節して実験値に合わせる事は出来るが、近似の物理的根拠が曖昧で多くの理論家は批判的である。）しかし、曲りなりにも電気抵抗には理論と呼ぶべきものがあるが、Hall 効果にはそれがなく、Mott が opening lecture で取り上げたような興味ある話題の解析が待ち望まれている。

今回の会議では前述の EMA を電気伝導度の計算に拡張した研究がいくつか発表された（これは筆者の属するグループも含まれる）。EMA は電子状態密度の計算では非常に良い近似であることが計算機実験との比較からも確かめられているので、将来この計算が現実系へ応用され、更には Hall 係数まで進められれば、非単純液体金属やアモルファス金属の電子的性質が EMA で或る程度統一的に理解されるようになるかも知れない。

すでに述べたように、この会議では招待講演以外はすべて poster session であったが、1つの講演に対して約畳一枚の広さの掲示板が与えられている。“開店時間”は午後2時～4時半まで、当日の朝から夕方まで掲示していても良い。この発表形式の良い点は、見る側は興味のある報告に集中し、時には発表者と自由に議論ができることである。発表する側としては、スピーチの初心者でも一度書いてしまえば、あとは黙って座っていても一応の義務は果せるので心臓の負担は軽くて済む。しかし、自分に最も興味のある発表は同一の session に属することが多いので、店番を他人に依頼しない限り出掛けて行けない。この点は時間にゆとりを持たせることで配慮されていたが、1人で発表する者は大変であろう。又、会場の人々全員に聞いて貰える通常の発表形式と異り、読んで貰う為には標題や掲示の方法も工夫しないといけない。足を止めて読んでくれる人には積極的に話しかけることも必要である。勿論それには語学力が重要で、この点で残念な思いをすることもあった。例えば一度 Mott が我々のポスターの所で足を止め、興味を持った様子で読み始めた（彼の強調している $s-d$ モデルに関する部分がそこにあった）のであるが、Can I help you? と言うべきか？いやそれでは失礼かな？などと考えているうちに Mott は人に呼ばれて行ってしまった。これらの点で筆者らの発表は多分成功では無く、最終日の summary talk でも全く取り上げられなかった。

筆者は今回が国際会議の初参加であり、論文でしか名前を知らない色々な人々を間近に見ることを楽しみにしていた。しかし会うことの出来なかった人々も何人かいて、例えば EMA の生みの親 Laura Roth（米国）もその1人である。彼女の弟子の話によると、彼女は病気で大手術をしたとのことである。ついでに聞いた話であるが、彼女は近く、Sabbatical year を利用して日本に滞在し、一年間を仏教の研究に捧げるそうである。会えなかったもう一人の女性 ten Bosch（西独？）は美人の誉高い若手研究者であり、つい最近まで論文を書いていたが、物理から足を洗ってしまった。同じく Ziman が科学哲学に転向したことは周知の事実である。

この程度の規模の分野の場合、理論家はそれ程多くはなく、特に気軽に話し合える同世代の若手の数は限られる。先程の Roth の弟子は数少いその一人であったが、米国の厳しい社会で身についた勤勉な態度には刺激される点が多かった。彼は powerful なインド人でパーティにも晩餐会にも顔を出さず、夜は自室で貰ったばかりのプレプリントを読み、翌日は著者を迎え

て熱心に質問する。旅行案内書を片手にそわそわしている我々とは心構えが違い、勿論会議が終ればすぐ帰国するのである。尚、自分は会議後に一週間パリに居たが、ヨーロッパは生憎の異常気象で雨続きであった。心掛けが悪かったのは確かのようなのである。

次回は3年後にロサンゼルスで聞かれる。寿命が一年短くなって少々厳しくなったが、これについてはアモルファスは2年後を主張し、中間が取られたそうである。会議の内容に付いては自分の研究と関連のある部分しか書かなかったが、駆出しの印象記と言うことで許して頂きたい。最後に湯川記念財団からの援助にお礼を申し上げます。

(附 録)

参考の為、招待講演の内容と講師の名前を掲げておく。

7月7日

Sir Nevill Mott (opening lecture)

Liquid and amorphous metals near the metal-insulator transition.

P. Duwez (opening lecture)

The expanding field of metallic glasses.

B.C. Giessen

Formation and characterization of amorphous metals.

7月8日

P. Chieux and H. Puppertsberg

The observation of chemical short range order in liquid and amorphous metallic systems by diffraction method.

P. Chaudhari

Computer simulation of defects in amorphous solids.

M. Gerl

Atomic diffusion in liquid metals.

F. Yonezawa

Transport properties of liquid non-simple metals.

伊藤正樹

7月9日

H. J. Güntherodt

Electronic structure of liquid and amorphous metals.

M. Shimoji

Thermodynamic aspects of liquid and amorphous metals.

7月10日

J. Durand

Magnetic properties of amorphous metallic alloys related to their atomic scale structure.

K. Kronmüller

Magnetization processes and the microstructure in amorphous metals.

G. Bellessa

Low energy excitations in amorphous metals.

R. Evans

The surface properties of liquid metals.

7月11日

J. J. Gilman

Overview of the technology and significance of metallic glasses

T. Masumoto

Corrosion properties of amorphous metals.

W. L. Johnson

Superconductivity in metallic glasses.

F. Luborsky

Application of magnetic amorphous alloys.