

物性研究所短期研究会

ガラス転移と関連分野の最先端研究

日時：2018年5月10日(木)～2018年5月12日(土)

場所：物性研究所本館6階 大講義室(A632)

研究会提案代表者：山室修(物性研)

共同提案者：田中肇(東大生産研)、金谷利治(KEK, J-PARC)、宮崎州正(名大院理)、早川尚男(京大基研)、
深尾浩次(立命大理工)、野寄龍介(北大院理)、中崎潤子(東工大物質理工)、新屋敷直木(東海大理)

ガラス転移は21世紀に残された物性物理学の最後のフロンティアと言われるほど魅力的なテーマである。それは、有限温度で液体の緩和時間が発散する(ように見える)という極めて異常な現象であると同時に、その状態に至るには無限大時間が必要というある種ロマンチックな困難さを伴うからであろう。近年、この緩和時間の問題に挑戦するいくつかの新しい方法も試みられている。実験的には蒸着法で低エンタルピー・高密度の安定ガラスを作成する方法、理論的にはランダムピンングで実効的なガラス転移温度を引き上げる方法などがこれにあたる。高温あるいは低圧からガラス転移に向かう際の顕著な変化の一つは静的・動的不均一性の成長であるが、この起源を解明するための種々の構造解析、誘電緩和測定、計算機シミュレーションなども盛んに行われている。また、蛋白質の動的転移、粉体のジャミング転移、スピングラス転移、電荷ガラス転移などの関連した現象も活発に研究されている。物質寄りに見れば、液体-液体転移などの観点で水は依然として興味深い対象であるし、イオン液体など新しいガラス形成物質も見つかっている。ガラス自身の物性としても、従来のボゾンピークなどの低エネルギー励起の問題に加え、エイジングや結晶化の問題も再注目されている。さらには材料科学や食品科学などの応用分野においても、ガラス転移の概念は重要である。

以上の様な状況において、ガラス転移に関わる実験、理論、計算機シミュレーションの研究者、さらには、蛋白質、粉体、固体物理などの周辺分野の研究者が一同に会し、現状を確認し合うとともに、将来の研究の方向について議論することは非常に有意義である。物性研では、2000年頃から3～4年に一度、国内最大のガラス関係の研究集会として、短期研究会を開催してきた。今回、3年ぶりに行う本研究会では、これまでの参加者以外にも、

新しい世代、新しい分野の研究者を加え、より包括的かつ将来に向けた議論を行うことを目的とした。

本研究会の特徴の一つは、講演者を招待講演者で固めるのではなく、世話人が推薦した一部の講演者を除き、大部分の講演者を一般募集することである。最終的に、口頭発表 43 件、ポスター発表 45 件が集まった。実験と理論の比率はほぼ半々である。できるだけ口頭発表の希望に応えるように、今回は発表時間を従来の30分から25分に短縮した。参加者数は、初日 110 名(学内 29 名、学外 81 名)、2 日目 120 名(学内 36 名、学外 84 名)、3 日目 100 名(学内 26 名、学外 74 名)であった。ガラス転移は物性研にとってはあまり馴染みのないテーマであるため、学内からの参加者が少ないことは覚悟していたが、学外からの参加者は予想以上であり、これまでのガラスの研究会で最大規模となった。ガラス分野の研究の活発さと本研究会への大きな期待が感じられた。

研究会初日は、吉信副所長挨拶と世話人代表による趣旨説明に引き続き、ガラス・過冷却液体の基本的な実験のセッションから始まった。最初に山室と辰巳氏による蒸着ガラスの構造と熱的性質に関する発表があった。蒸着法によって作成された剛体的直線分子 CS_2 のガラス構造が結晶に近いものであるという結果は、まだ解明されていない分子ガラスの基本構造についての強いメッセージである。猿山氏は α 緩和の緩和時間が緩和的に変化する珍しい現象について発表した。野寄氏は誘電緩和により、齋藤氏は放射光 γ 線を用いた準弾性散乱により、 β 緩和(Johari-Goldstein 緩和)の特徴とその起源に関する発表を行った。続いて、液体・ガラスの理論・計算機シミュレーションのセッションが行われた。ここでは比較的ベテランの研究者がこれまで積み上げてきた手法を活かした新たな取り組みについて発表した。田中氏による

多孔体中のイオンダイナミクス(しばしば加速されるのが興味深い)に関する発表を行った。大規模な MD シミュレーションを得意とする芝氏は、長いアルキル鎖をもつイミダゾリウム系イオン液体で現れる液晶相の形成とそのダイナミクスについて発表した。本研究会の最後は、もう一度ガラス・過冷却液体に関するセッションに戻り、主にガラスにおける励起現象について講演が行われた。ガラス特有の低エネルギー励起であるボゾンピークの起源は、ガラス転移と同じく未だ良く分かっていない。小島氏は典型的なガラス形成物質であるグリセロールの低温および高压でのボゾンピークについて発表し、水野氏は MD シミュレーションにより広い周波数領域の固有振動を調べ、ボゾンピークと連続体近似領域のフォノンについて論じた。森氏はテラヘルツ分光によるフラクトン励起に関する発表を行った。本研究会の最後の演者は白井氏で、ガラスの残留エントロピーと熱力学第 3 法則に関する非常に基本的な内容で研究会を締めくくった。

初日と 2 日目の午後に行われたポスターセッションでは、口頭発表の内容に近いテーマから全く異なるテーマ(例えば強誘電—反強誘電相転移やスピン液体)まで、非常に幅広い発表が行われた。約 20 件の発表に対して 2 時間という余裕のあるプログラムであったため、口頭発表者を中心とした比較的シニアの研究者と若手研究者の間で非常に密な議論が繰り広げられた。なお、申込時に口頭発表を希望された方のうち 6 名にポスターに変更していただいた。そのことについてここでお詫びしておきたい。

以上のように、発表内容はガラス転移の基礎理論から生物系や強相関電子系の実験まで非常に多岐にわたっており、しかも物性研内部の研究テーマからはかなり異なっていたにもかかわらず、全てのセッションで休憩時間がほとんどなくなるほど活発な討論が行われた。これは、発表者の方々が専門外の聴衆に配慮した話をされたこと、逆に聴衆の方々は初歩的な質問や全く異なる立場からの質問を遠慮無くして頂いたことによる。研究会の参加者全員に心から御礼申し上げる。

2 日目の 18 時半からカフェテリアで開催した懇親会についても少し触れておく。冒頭の森所長のご挨拶に続き、食事と歓談が行われたが、今回は初めて参加される方が多く、単なるお疲れさま会ではなく、有意義な情報交換ができたと感じた。特に最近ガラス分野(特に理論分野)

で学生や若いポストドクが増えているのは何よりうれしいことである。彼らのやる気に満ちた話を聞くと、この研究会をこれからも継続していかねばと感じた次第である。懇親会でシニア代表でご挨拶をいただいた平田文男先生にもこの場を借りてお礼を申し上げたい。

最後に、本ワークショップの企画・準備・開催・報告の各段階で、多くの物性研事務局および中性子科学研究施設の方々にご協力いただいた。特に、旅費・宿泊の事務全般を一人で担当してくれた山室研秘書の本田裕子さん、ホームページ・web 登録システムの管理をしてくれた山室研大学院生の楡井真実君、プログラム・予稿集の編集を担当してくれた山室研特任研究員の秋葉宙さん、当日の受付や要旨集の作成で力を貸してくれた中性子科学研究施設補佐員室の伊東順子さんと鈴木麻理恵さんに、この場を借りて感謝したい。

以下に研究会でとった何枚かの写真とプログラムを掲載する。講演予稿集については、まだ残部がかなりあるので、世話人代表に連絡をいただければお送りします。



5月10日(木) 10:00~18:50

(20分講演 + 5分討論 = 25分/人)

10:00~10:15

副所長挨拶(吉信 淳)・趣旨説明(山室 修)

【セッション1】 10:15~12:20

ガラス・過冷却液体1

座長 深尾 浩次

- 1. 山室 修(東大物性研) 単純分子のガラスおよび過冷却液体の構造
- 2. 辰巳 創一(京工繊大) 蒸着ガラスの低温異常性に見る蒸着ガラスの不均一性
- 3. 猿山 靖夫(京工繊大) 温度変化に対する α 過程緩和時間の遅れの現象論的考察
- 4. 野寄 龍介(北大院理) 糖・糖アルコールガラスにおける副緩和過程の振舞い
- 5. 齋藤 真器名(京大複合原科研) Johari-Goldstein β 緩和の微視的な観測とそのフラジリティ指数との関係性

12:20~13:30

昼休み(世話人会)

【セッション2】 13:30~15:35

ガラス・過冷却液体2

座長 宮崎 州正

- 6. 田中 肇(東大生研) 過冷却液体における方位秩序形成と遅いダイナミクス
- 7. 小田垣 孝(科学教育総) 温度変調応答について
- 8. 吉野 元(阪大サイバー) 並進と回転自由度ガラス転移の平均場理論
- 9. 古川 亮(東大生研) fragile-strong ガラス形成液体間のレオロジーに見られる質的な違いについて
- 10. 高田 章(旭硝子) ガラスの非平衡状態を記述する分配関数の理論モデルに関する研究

15:35~17:35

コーヒーブレイク&ポスター発表1

【セッション3】 17:35~18:50

粉体・ジャミング・レオロジー1

座長 吉野 元

- 11. 早川 尚男(京大基研) 濃厚サスペンションのレオロジーの理論
- 12. 大槻 道夫(阪大基礎工) 周期剪断を受けた粉体における Shear Jamming
- 13. 川崎 猛史(名大理) ジャミング転移点近傍における粒子軌道の可逆性に関する非平衡相転移

5月11日(金) 8:45~18:15

【セッション4】 8:45~10:25

粉体・ジャミング・レオロジー2

座長 早川 尚男

- 14. 池田 昌司(東大総合文化) ジャミング転移における粘性発散と緩和時間の増大の対応関係
- 15. 桂木 洋光(名大環境) 粉体層からの棒引き抜き抵抗とシアール・ジャミング
- 16. 瀬戸 亮平(京大院工) コロイド分散系のマイクロストラクチャーと非ニュートン流動特性
- 17. 栗田 玲(首都大東京) 泡沫ダイナミクスの液体分率依存性

10:25~10:40

コーヒーブレイク

【セッション5】 10:40~12:20

水・ネットワークガラス

座長 鈴木 芳治

- 18. 金 鋼(阪大基礎工) 過冷却水において水素結合はどのように切断するのか? : 自由エネルギー曲面の鞍点を通過しない遷移経路の検出
- 19. 村上 洋(量子科学機構) ナノ拘束水の室温ガラス状態
- 20. 小野寺 陽平(京大複合原科研) ガラス・液体・アモルファス物質の回折パターンへの系統的な理解



21. 小原 真司 (物材機構) 高温・高圧下から合成された永久高密度シリカガラスの構造とダイナミクス

12:20 ~ 13:20 昼休み

【セッション6】 13:20 ~ 15:00 ガラス・過冷却液体3 座長 田中 肇

22. 古府 麻衣子 (J-PARC) ガラス形成液体における自己拡散過程の空間スケール依存性
23. 岩下 拓哉 (大分大理工) 実空間で見る液体の原子レベルダイナミクス
24. 尾澤 岬 (モンペリエ大) Swap Monte Carlo 法によるガラス転移の次世代シミュレーション研究
25. 西川 宜彦 (東大総合文化) 格子気体模型のガラス転移と動的性質

15:00 ~ 17:00 コーヒーブレイク&ポスター発表2

【セッション7】 17:00 ~ 18:15 生体系物質・電子系ガラス 座長 新屋敷 直木

26. 水野 大介 (九大院理) アクティブガラスとしての細胞、および、細胞質の力学的性質
27. 平田 文男 (豊田理研) タンパク質の平均自乗変位の温度依存性に関する統計力学理論
28. 鹿野田 一司 (東大院工) 電子系ガラスに見る量子性

18:30 ~ 20:30 懇親会

5月12日(土) 8:45 ~ 16:20

【セッション8】 8:45 ~ 10:25 高分子・ソフトマター 座長 野寄 龍介

29. 新屋敷 直木 (東海大理) 高分子溶液中の水とアルコールの誘電緩和とガラス転移
30. 高野 敦志 (名大院工) 一連のポリ(4-n-アルキルスチレン)類のガラス転移温度の分子構造依存性
31. 浦川 理 (阪大院理) 高分子ダイナミクスの階層性とガラス転移
32. 岩宮 陽子 (超越化研) 超越ガラス技術とその応用 (超越グラスコート)

10:25 ~ 10:40 コーヒーブレイク

【セッション9】 10:40 ~ 12:20 液-液転移・ポリアモルフィズム 座長 巾崎 潤子

33. 鈴木 芳治 (物材機構) 実験によるポリオール水溶液の液-液臨界点の位置の予測
34. 湊崎 員弘 (愛媛大理工) ヨウ化錫の水型ポリアモルフィズム
35. 水口 朋子 (京工織大) 拘束系のシクロヘキサンの液液転移
36. 梶原 行夫 (広大総合) ガラス転移の起源を液体-液体相転移に求める

12:20 ~ 13:20 昼休み

【セッション10】 13:20 ~ 14:35 イオン伝導体・イオン液体 座長 金谷 利治

37. 河村 純一 (東北大多元研) ガラス・過冷却液体のイオン伝導度と拡散係数
38. 巾崎 潤子 (東工大物質) 分子動力学による多孔質系のイオンダイナミクスの動的不均一性の研究
39. 芝 隼人 (東北大金研) イオン液体におけるメソ液晶構造形成と動力学の分子シミュレーション

