

先端研究拠点事業—国際戦略型—  
「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」  
共同研究プログラム 派遣報告書

2013 年 09 月 30 日

氏名(ふりがな)	森貴司 (もりたかし)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	東京大学理学系研究科物理学専攻基礎物性学講座
職名	助教
メールアドレス	<a href="mailto:mori@spin.phys.s.u-tokyo.ac.jp">mori@spin.phys.s.u-tokyo.ac.jp</a>
電話番号、FAX	03-5841-4223

派遣先

受け入れ研究者氏名	Eric Vincent
所属機関 (国)	フランス
身分	Directeur du Triangle de la Physique
メールアドレス	eric.vincent@triangledelaphysique.fr
研究室 URL	<a href="http://iramis.cea.fr/spec/Phocea/Pisp/index.php?nom=eric.vincent">http://iramis.cea.fr/spec/Phocea/Pisp/index.php?nom=eric.vincent</a>
電話番号、FAX	+33 1 69 08 73 38

共同研究

研究課題名	和文	非平衡緩和機構の理論定式化に関する共同研究打ち合わせ
	英文	Discussion on theoretical framework for nonequilibrium relaxation processes
派遣期間	2013 年 9 月 12 日 から 2013 年 9 月 20 日	

フランスのサクレ研究所に訪問し、受け入れ研究者である Eric Vincent 氏の所属する、通称 SPHYNX という実験グループにお世話になりました。Vincent 氏のグループは主にガラスやスピングラスに見られる遅い緩和のダイナミクスに関する実験を展開しており、同グループの Francois Ladieu 氏にはグループ全体の研究のダイジェストをお話ししていただいた他、サクレ滞在中の生活についても面倒を見ていただきました。

サクレ研究所の理論グループ (IPhT) のセミナーに出席し、ガラス系での Einstein-Stokes の式の破れについて勉強し、また、同グループの Giulio Biroli 氏とは、非平衡状態からの緩和の途中に現れる長寿命の状態 (準定常状態) の性質について議論を進めました。特に、私が最近研究を進めている、非加法的な準定常状態を持つ短距離相互作用モデルについて紹介し、関連した議論を行ないました。Biroli 氏は孤立した平均場モデルのクエンチダイナミクスを研究しており、そこでは熱平衡状態ではない非熱的な定常状態に緩和すること、及びその定常状態が動的相転移を示すことを理論的に明らかにしています。平均場モデルのダイナミクスは無限次元空間では正しいのですが、有限次元の系での長時間のダイナミクスとは定性的に異なると考えられています。それでも短時間のダイナミクスに関しては平均場モデルのダイナミクスは現実の系の振る舞いを再現しているだろうと期待されます。したがって、Biroli 氏の研究は、現実の系にとってみれば熱平衡状態に緩和する前の準定常状態で生じる得る相転移を議論していることとなります。平均場理論の結果が有限次元系にどれほど relevant であるか、というのは私の上記の研究と大きく関わるので、その辺りの問題意識の共有を目指しました。

また、サクレの quantronics グループの Daniel Esteve 氏、Yuimaru Kubo 氏らと議論する機会がありました。

Esteve 氏からは、quantronics グループ全体の最近の進展の概要を教えてください、特に Andreev bound states の実験的研究に強い印象を受けました。

Kubo 氏とは我々が研究を進めている cavity QED 系での非平衡相転移現象について紹介し、実験での実現可能性について議論しました。我々の研究結果を実験で実現することに関しては、quantronics グループの扱っている系では現状では難しいものの、日本を含めた他の実験グループで扱っている別の系を考えれば、なんとか実現できるかもしれない、とコメントをいただき、具体的なグループ名も教えてくださいました。また、実験グループの研究者との議論を通し、我々の扱っている理論での近似が、実際にはどの程度の正確さを持ち、同じ現象を実験で見るためには具体的にいくつの qubit を用意し、どの程度の強さで光と相互作用させ、どの程度の強さのレーザーを当てたらよいかの具体的な数値的見積もりが重要であると痛感しました。我々の理論は、ある理想的極限のもとで厳密であり、数学的には閉じていますが、現実の系は理想的極限から外れています。理想的極限からずれているときにどの程度のエラーが出るかを具体的に計算することは我々の近似の性質上難しいことですが、重要な課題として取り組みたいと思いました。

また、我々の cavity QED 系で用いた近似も平均場的な近似であり、長時間のダイナミクスを正しく記述する保証はありません。Biroli 氏の扱っている孤立量子系とは違い、開放量子系を考えているため、長時間ダイナミクスを考える際にも熱浴によるデコヒーレンスのために平均場的取扱いがうまくいくと素朴には期待されますが、その証明はありません。もしかすると、長時間では平均場的取扱いが悪くなり、非常に遅い緩和現象が生じる可能性があります。この辺りの理論の微妙さについては Biroli 氏との議論にも関係しています。

このように、理論グループ (IPhT)、実験グループ (SPHYNX, quantronics) の両方のグループと遅い緩和や、遅い緩和の前に現れる準定常状態について、あるいは非平衡相転移現象について活発な議論が展開できました。また、日本の研究室との文化の違い (休日には研究しない、ランチでは物理以外の話をする、等) を感じたり、優秀な研究者との議論に刺激を受けたりと、この一週間の滞在で多くのことを学ぶことができました。