

平成 19 年 4 月 22 日

平成 18 年度「非平衡化学物理系の微笑重力科学」活動報告書

国際基督教大学 北原和夫

1. 構成メンバ

氏名	所属
北原和夫	国際基督教大学
石川正道	東京工業大学
吉川研一	京都大学
三村昌泰	明治大学
太田隆夫	京都大学
好村滋行	首都大学東京
山口智彦	産業技術総合研究所
三池秀敏	山口大学
甲斐昌一	九州大学
森 義仁	お茶の水女子大学
佐野雅己	東京大学
高木隆司	神戸芸術工科大学

2. 本年度 WG 会合開催実績

(1) 第 1 回：平成 19 年 1 月 13 日（幹事会、シンポジウムのためのとりまとめ）

3. 活動目的

微小重力という特殊な環境における研究は大型予算を伴う事業であるから、卓越した研究に絞って行われるべきである。そのためには、研究者間のコミュニケーションによって、当該研究のレベルを上げることが重要であるとともに、周辺分野からの認知と支援が必要である。本 WG は、化学物理（化学反応、コロイド化学、ソフトマターなど）、流体力学、数理科学、統計物理、物性物理（結晶成長、レーザー物理、液晶など）などからなる学際的なコミュニ

ティによって練り上げられた、卓越した研究テーマを提案することを目的とする。

燃焼系や非平衡反応拡散系における巨視的状态の分岐点において、重力によって隠されていた揺らぎの効果を理論的に予言し検証する。溶媒が臨界状態、あるいは超臨界状態にあるときの溶質の化学反応に対する揺らぎの効果に対する微小重力の影響を理論的に予想し、検証する。さらに、溶質、溶媒とも巨視的量子状態（ボーズ凝縮状態）にあるときに、化学反応に対する量子揺らぎの効果を微小重力下で検証し、いわゆる「スーパーケミストリー」の可能性を探る。粉体系の衝突による時空の構造形成を調べることにより、非弾性衝突をする粒子系の統計力学の可能性を探る。数学者も加えて、分岐と揺らぎに関する数理的構造についても議論する。

4. 活動内容

平成 18 年度は実際には、日程調整、旅費の工面等の困難さから、全体の研究会は開催しなかったが、メール等で進捗状況を報告してもらい、北原と山口で成果を取りまとめて、宇宙利用シンポジウム（平成 19 年 1 月 17 日、日本学術会議）において報告した。

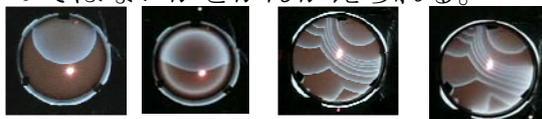
5. 成果

このワーキンググループは、以前 NASDA で ISS 搭載課題の検討を始めた 2000 年頃から始まった。気相・液相の臨界現象において理論的には臨界状態の領域は物質全体に及ぶべきであるが、実際には重力によって臨界的な領域が狭くなる。すなわち揺らぎが抑えられる。したがって、重力を微小にすることができれば、揺らぎの効果が顕在化するはずである。このようなことは、非平衡状態における分岐現象において、臨界的状態が実現すれば起こるはずである。

そのような問題意識から、統計物理だけでなく、化学反応、流体力学、応用数学の人々が集まって議論を始めた。テーマとしては、非平衡化学反応 (BZ 反応)、燃焼、コロイド、粉体などである。重力がゼロであれば、物質の界面で表面張力効果が顕在化する。粉体の凝縮も分子間力だけによるものとなる。対流現象も空間の異方性がなくなるので、浮力はなくなるが、熱膨張は等方的に伝わる。

非線形反応拡散系に対する変分原理については、統計力学と対応させると、通常の相転移に対応するランダウ・ギンズブルグ関数には重力ポテンシャルの重みがつく。これをもとに非一様な系に対する揺動散逸定理のようなものが導かれる。地上研究公募として、三池・森・桜井による「反応拡散系および反応拡散対流系に自己組織化される散逸構造の階層性と重力効果に関する研究」が進行している。非線形反応と対流が結合して「Big waves」が形成されるが、微小重力下でも対流の発生が観測

された。これは反応によって誘起された界面不安定性 (Marangoni 効果) に依るものではないかとかんがえられる。



$g>0$ $g=0$ $g>0$ $g=0$

また、反応溶液の気液自由界面の rigid な粘弾性性が、微小重力下で顕著に観測された。今後の課題は、地上では実現しないが基本的なマクロな法則による現象を探索することである。臨界状態にある媒質中の溶質の等方的なブラウン運動においては、重力がゼロかどうかで空間の対称性が異なる効果が顕著となることが予想される。

各メンバーの個々の業績はここでは挙げないが、全体の報告は以下にある。

北原和夫、「非平衡化学物理ワーキンググループの活動」、宇宙環境利用シンポジウム (第 23 回) 会議録 (日本学術会議、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部、平成 19 年 2 月 22 日刊)、P.243