

教員名	森川 雅博 (MORIKAWA Masahiro)
所 属	理学部物理学科
学 位	理学博士 (1987 京都大学)
職 名	教授
URL/E-mail	<a href="http://sofia.phys.ocha.ac.jp/cgi-bin/hiro/wiki.cgi?/hiro@phys.ocha.ac.jp">http://sofia.phys.ocha.ac.jp/cgi-bin/hiro/wiki.cgi?/hiro@phys.ocha.ac.jp</a>

## ◆研究キーワード

暗黒物質・エネルギー / 相転移 / 量子測定

## ◆主要業績

総数 ( 6 ) 件

- ・ Local virial relation and velocity anisotropy for collisionless self-gravitating systems
- ・ Why is the zel'dovich approximation so accurate?
- ・ Local virial relation for self-gravitating system

## ◆研究内容

宇宙は何からできて「いるか」という問題に対して、宇宙の骨格を成す暗黒エネルギーを量子力学的な凝縮体 (ボーズアインシュタイン凝縮、BEC)、暗黒物質をその励起ガスと同定して、暗黒エネルギー・物質の一元論を提案した。このボーズアインシュタイン凝縮の宇宙モデルは、エネルギーが宇宙膨張を与えること、ゆっくりと凝縮が進むこと、凝縮体の運動方程式、BEC は不安定性をもつ、という事を数式に表現して解析できる。

帰結として、以下のことが得られる：1. BEC は凝縮が進むと不安定になり崩壊する。2. そしてほぼ銀河サイズに局在化できる。3. それらの中心に巨大ブラックホールを作る。従って銀河に巨大ブラックホールが付随するという最近の観測事実と整合する。さらに、4. BEC 崩壊のタイミングが対数周期的であることや、5. 何回かの崩壊を繰り返したあと、宇宙は最後に加速膨張すること、6. BEC 崩壊に伴い重力波が放出されることなど。特に、5のインフレーション機構は、凝縮宇宙モデルに特有なものであり、既存の「ゆっくり転がるモデル」を大きく拡張するものである。

BECに限らず一般に相転移が様々な構造を作るという視点に基づき、ミクロ量子論からマクロ古典論への相転移を記述する自発的対称性の破れに基づく量子観測論を提出した。特に、量子測定の本質が、量子力学的もつれ、量子干渉性消滅、量子干渉性再生成、それから秩序変数の生成と出現、の4つに集約できることを提案し、これを具体的なモデルで検証した。

## ◆教育内容

### 【学部】

物理英語：従来の方法（授業のほとんどが日本語で進行したり、英文翻訳に終始したり、問いと応答が1組程度の単純構造の会話、自身の表現欲求と関係ない情況と言い回しを与えられた設定での会話、…）に基づいていくら長期間、教室で英語を習っていてもなかなか実用になる英語は身につかないと考える。英語の実用化のために一番重要な要素は「個人の表現欲求」である。これを実現するために、はじめに選んだ物理の教科書を、学生の方々が「講義」してみんなで「質問・議論」する方法が有効だと考える。今年は Goldstein の Classical Mechanics を選んだ。はじめは単語を並べるだけでもいい（実際これでかなり伝わる）、教員の話中の単語を質問してもらおうというのでもよい。1時間半すべて英語で進行している。

物理数学演習：従来の方法（題意が明確で模範解答がすぐ作れ、実質的にそこで完結してしまう、学生が黒板の前で解いて教員がチェックする、…）に基づいて演習を繰り返していても、学生の問題意識や個性は育たないと考える。与えられた要求に効率的に答えるのではなく、自分の中の矛盾や不透明感を解消する方向を自分で探るタイプの経験がぜひとも必要である。そのような考察と経験を誘起する問題を作成し、学生に挑戦してもらっている。

【大学院】■コロキウム：広い意味の宇宙物理学を題材に、多様な学生に対し個々の個性を尊重する議論を展開する。■お昼の議論の時間：気軽に生活の一部として物理を語れる文化を目指している。独創的なアイデアはこのような文化が背景になければならないと考えている。

## ◆Research Pursuits

---

We do not know 96% of the total matter in the universe at present. A cosmological model is proposed in which Dark Energy (DE) is identified as Bose-Einstein Condensation (BEC) of some boson field. Global cosmic acceleration caused by this BEC and multiple rapid collapses of BEC into black holes etc. (=Dark Matter (DM)) are examined based on the relativistic version of the Gross-Pitaevskii equation. We propose (a) a novel mechanism of inflation free from the slow-rolling condition, (b) a natural solution for the cosmic coincidence ('Why Now?') problem through the transition from DE into DM, (c) very early formation of highly non-linear objects such as black holes, which might trigger the first light as a form of quasars, and (d) log-z periodicity in the subsequent BEC collapsing time. All of these are based on the steady slow BEC process.

## ◆Educational Pursuits

---

In our laboratory, we have experimentally introduced occasional brain-storming discussions, as well as regular seminars and colloquia. We have so far discussed on the 'origin of irreversibility', 'time development and evolution', etc. The purpose of our brain-storming is to develop natural thinking free from commonly accepted theories or from mutually contradictory data in appearance. The value of the brain-storming is that we have chance to find another point of view far from the standard interpretation and to find unexpected interrelation between apparently different systems. These discussions will not contribute to the immediate research subjects of students, although they will help to find a global direction of individual research and to separate the essential physics from many insignificant varieties in appearance of a subject.

## ◆将来の研究計画・研究の展望

---

広い意味の宇宙と相転移のかかわりを追究していきたい。宇宙は初期宇宙からホライズンまで 60 桁以上にわたって広がりを持ち、天体や物質は多様な存在形態や進化を示す。この宇宙の構造や進化は、現在までに一応形式的には、かなり理解されてきている。しかしこれらの成功は主に揺らぎの線形領域に限られ、非線形性が顕著になる実際の構造形成の解明には程遠い。さらに宇宙パラメータが前面に出てきて、マイクロ物理からのバックアップが少ないので、この標準モデルそのものからの更なる発展は期待できない。何らかの物理的視点からの系統的な研究が必要であると考えられる。これら宇宙の構造形成や進化の本質を広義の相転移現象として系統的に捉える視点から、現在の宇宙論の基本的問題に解答を与えていきたい。目標は、宇宙論という視点から広義の相転移機構と基礎法則を確立することである。

全体的に期待される結果は、宇宙論という視点から広義の相転移機構と基礎法則が確立することである。このことは、例えば宇宙モデルに限ってみると、暗黒物質・暗黒エネルギーをマイクロ物理から（ある程度）同定し、構造形成の非線形領域(クエーサー、最初の星、再加熱化、現在のインフレーションなど)を整合的に記述できる事である。これは標準モデルを書き換えて宇宙論を物理としてさらに展開させる意義がある。

## ◆共同研究可能テーマ・今後実用化したいテーマ

---

・広い意味の宇宙物理・相転移物理。

## ◆受験生等へのメッセージ

---

【学部・大学院に入学を希望する学生さんに対するメッセージ】

まず、自分の心に耳を傾け、素直に発現してくる課題に挑戦して欲しいと思います。その長い過程を通じて、困難に挫折したり、自分の能力に絶望したり、既習の体系ががたがたと崩壊していくのを何度か体験するかもしれません。しかし、それを恐れず、状況をできるだけ明確にしようと努めてください。信じられるものは自分だけです。そして、崩壊したあとの瓦礫の中から自分の世界を確かなものとして再構築する楽しみを味わってください。時間と努力を惜しまないでください。（これは私自身に対しても当てはまります。）そのように人間が発展していく相互作用と土壌と、何より勇気を与えるのが大学の使命だと考えます。