
Axion inflation (小林達夫、山口雄也)

CMBのtensor-to-scalar 比を $O(0.01)$ 以上に出すインフレーションモデルは、将来検証可能である。一方、そのようなモデルは大きな場の値を利用するため、そのような場の値まで平坦なポテンシャルが必要となる。そのような場の候補がアクシオンであり、補正項まで含めたアクシオンインフレーションの観測値等の詳細な解析を行い、将来の検証可能性を調べた。更に他のインフレーションモデルについても研究を進めた。

Superstring theory on compact space with magnetic flux (小林達夫、高野恭史)

背景磁場をもつコンパクト空間は、chiral な理論を導出することが可能で興味あるコンパクトかの1つである。そのようなコンパクト空間上のIIB超弦理論やヘテロ型超弦理論を研究し、3世代のクォーク・レプトンの導出の可能性、更にそれらの質量や混合角の階層構造の再現について研究を行った。

Thermal inflation (小林達夫、服部宏紀、大本直哉)

一般にインフレーションのエネルギースケールはGUTスケールくらいに高いと期待されている。そのようなエネルギースケールと電弱スケールとの間では様々な対称性の破れ・相転移がおこり、その度に現在観測されない粒子を生成したり、エントロピーを生成したりする。PQ対称性はstrong CP問題の解となるがその対称性の破れにより多くのアクシオンが残りすぎる可能性がある。我々はその下のエネルギースケールでおこる対称性の破れを利用したthermal inflation で残りすぎるアクシオンを薄め、現在のdark radiation の観測と合致する可能性について研究し、対称性の破れについての制限を導いた。

Hamiltonian形式によるBMS₄ Surface-Charge代数の研究 (藤沢逸平、中山隆一)

漸近的に平坦な4次元時空のnull infinityではポアンカレ対称性より大きいBondi-Metzner-Sachs対称性が存在する。この対称性の表面電荷とそれが生成する代数をハミルトニアン形式を用いて求めた。BarnichとTroessaertによる先行研究では共変形式を用いて代数の研究がされているが、電荷の変分の式から代数を求める際に正当化できない仮定が用いられていた。本研究の結果、null infinityにおける重力場が遅延時間 u に依存するとき、表面電荷の変分を表す式は積分できず、そうでない場合には表面電荷はcentral extensionなしの代数を満たすことを示した

Brane-Antibrane and Closed Superstrings at Finite Temperature in the Framework of Thermo Field Dynamics (堀田健司)

これまでブレン・反ブレン対の有限温度系を松原形式で調べてきたが、今回は熱場ダイナミクス(thermo field dynamics)を用いてブレン・反ブレン対及び閉弦の有限温度系の自由エネルギーを計算し、松原形式で計算したものと一致することを確認した。この計算は、今後行う予定である弦理論におけるホーキング・ウンルー効果の解析の基礎となるものである。

飛田豊、石川健三

量子力学の遷移確率の厳密形から導かれる新たな自然現象、特にニュートリノと光が関与した素粒子標準理論における特異な物理が解明された。始・終状態の時間間隔 T の一次関数である確率、“ $P = \gamma T + P^{\{d\}}$ ”で、 $P^{\{d\}}$ は筆者たちにより最近初めて計算され“フェルミの黄金律”で計算される γ とは異なる起源と性質を持つため、新たな効果・現象を引き起こす。大きな $P^{\{d\}}$ の代表例として、小さな質量をもつニュートリノと光が関連する標準理論では存在しないとされていた現象が、予言された。ここでは、全微分形の相互作用が、運動方程式には影響を与えずランダウ・ヤンの定理で γ が零である現象で、波動関数を変え有限な $P^{\{d\}}$ による遷移を引き起こす。 $P^{\{d\}}$ は、運動方程式の初期・境界条件として物理現象に大きな寄与を与え、光子—ニュートリノが関与する電場・磁場中での崩壊や散乱現象で、今までの常識を覆す新現象を導くと共に、今までのパズルの解明を可能にした。