

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主論文の要旨

論文題目 Monopole Walls and Hyperkähler Metrics

(モノポールウォールとハイパーケーラー計量について)

氏名 村中 大地

論文内容の要旨

近年、ヤン・ミルズ理論において、周期性を持つモノポール解の研究が進んでいる。この文脈において、3次元空間の1方向に周期的な解はモノポールチェーン、2方向に周期的な解はモノポールウォールと呼ばれる。本論文では、十分に離れた $SU(2)$ モノポールウォールから明示的にハイパーケーラー計量を導出した。ハイパーケーラー多様体は、性質の良い3つの複素構造が四元数的に備わった $4k$ 次元リーマン多様体である。また、その計量は4次元ユークリッド空間における自己双対アインシュタイン方程式の真空解、いわゆる重力インスタントンに対応する。モノポールモジュライ空間はハイパーケーラー多様体であることが知られている。また、Mantonの考察によれば、その上の測地線運動を記述する方程式は、十分に小さな初速度で運動を開始したモノポールのラグランジアンから導かれる運動方程式と近似的に一致する。実際、十分に離れた複数個のモノポール配位の相互作用を近似的に計算することでハイパーケーラー計量が導かれており、それらは Gibbons-Manton 計量として知られている。また、そのような計算において周期モノポールのラグランジアンは発散するが、ヒッグス場の真空期待値を同時に発散させることで重心座標のラグランジアンを発散させる代わりに相対座標のラグランジアンを正しく定義できることが知られており、非周期モノポールの代わりにモノポールチェーンを用いたハイパーケーラー計量の導出もなされている。本論文では、上述の方法に従い、モノポールウォールの近似的な場の配位を仮定し、それらの相互作用を近似的に計算することで、二重周期性を持つハイパーケーラー計量を明示的に導出した。得られた計量は ALH 型に属し、 \mathbb{R} 上の T^3 -fibration として理解できる。それらの計量は、複素トーラス T^2 の複素構造に関するモジュラー不変性も備えている。また、本論文ではそれらの計量に関する局所等長変換も見出した。さらに、モノポールチェーンに関して知られていた方法に従い、本論文ではディラック型の特異点を有するモノポールウォールについても同様の計量を導いた。また、周知のスペクトル曲線を用いた解析を応用し、モノポールチェーンの場合とは異なる方法を用いて、計量の導出に用いるモノポールウォールが有する特異点の最大数も導出した。その数は、対応する8つの超対称電荷を持つ超対称ヤン・ミルズ理論の基本表現における物質ハイパー多重項の最大数と一致する。それらの結果に加え、本論文ではいくつかの基礎的な話題、非周期の場合におけるヤン・ミルズ理論のモノポール解と Gibbons-Manton 計量、モノポールウォールとスペクトル曲線を用いた解析等についてのレビューも行う。