

論文内容の要旨

氏 名 (小出 真嵩)	
論文題名	Non-invertible symmetry in 4-dimensional Z_2 lattice gauge theory (4次元 Z_2 格子ゲージ理論の非可逆対称性)
論文内容の要旨 場の量子論は、高エネルギー物理学や量子多体系を記述するための基本的な枠組みであり、その解析において対称性は重要なツールの一つである。この10年間はそのような対称性の概念を拡張した、一般化対称性が盛んに研究されてきた。一般化対称性では、値を変えないまま連続的に変形を行うことのできるトポロジカルな欠陥を対称性とみなす。それにより、従来の対称性では解析ができない様々な現象に説明を与えることができた。対称性の一般化の一つに、群構造を持たないトポロジカル欠陥によって記述される非可逆対称性がある。2次元の理論では数多くの非可逆対称性が見つかっており、そのため様々な応用が考えられていた。一方で、私たちが研究を始めた当時、3次元以上の理論において非可逆対称性の具体例は少なく、2次元に比べて理解が進んでいなかった。特に4次元の理論において、3次元のトポロジカル欠陥によって記述される非可逆対称性は発見されていなかった。我々は、4次元のZ_2格子ゲージ理論上で3次元の非可逆トポロジカル欠陥を構成し、新しい非可逆対称性を発見した。この理論は1形式Z_2大域対称性とKramers-Wannier-Wegner (KWW) 双対性を持っており、我々の構成した非可逆トポロジカル欠陥は、このKWW双対性に対応する。我々は、格子上的2次元イジング模型の双対性から非可逆トポロジカル欠陥を構成するAasen-Mong-Fendley (AMF) アプローチを4次元格子ゲージ理論に応用することで3次元の非可逆トポロジカル欠陥を構成した。また我々は、1形式Z_2大域対称性に対応する2次元のトポロジカル欠陥と、非可逆対称性の欠陥と1形式Z_2大域対称性の欠陥を接続するトポロジカルなジャンクションを構成した。そして異なるトポロジーを持つ欠陥の間に成り立つ関係式を求め、非可逆トポロジカル欠陥の期待値をいくつかのトポロジーで求めた。また我々は理論が境界を持ち、その境界に非可逆対称性の欠陥の端が接続されることを考えた。そして我々は境界上を滑らかに動かすことのできる非可逆トポロジカル欠陥の端を構成し、それらを用いて境界条件の異なる分配関数間の比を求めた。4次元の理論では、半球分配関数は繰り込み群の流れに沿って単調増加するため、この結果は繰り込み群の流れに制限を与える。	

