

今後の研究計画

宝利 剛

超弦理論の低エネルギー有効理論である超重力理論を考察する。高次元超重力理論を具体的に解いて、超弦理論および超重力理論の枠組みで、我々の宇宙を上手く説明できる宇宙論モデルを構築することが第一の目標である。とくに宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の温度ゆらぎの観測に対して、スペクトラムだけでなくその振幅の絶対値まで決定可能な宇宙論モデルを構築することを目指す。

そのために一番最初にやらなければならないことは超重力理論を具体的に解くことである。本研究では、ねじれを含むキリング・矢野対称性を用いて高次元超重力理論の厳密解を分類する。この対称性はブラックホールの“隠れた対称性”として知られているものであり、ねじれを含まない場合については先行研究がある。4次元ブラックホールには、質量と角運動量および電荷が与えられると時空が一意に決まってしまうという著しい性質がある。しかし5次元以上の場合、この「一意性定理」は成り立たない。“隠れた対称性”というアイデアは、このような高次元の場合にも威力を発揮する。実際、ねじれを含まないキリング・矢野対称性を時空に要求すると、時空は対称性から強い制限を受け、時空が一意的に決定されてしまうということが起こる。本研究で考察する超重力理論では様々な物質が含まれているので、これらの物質による時空への影響が考慮されなければならないが、その影響はしばしば時空のねじれと見なすことができるので、ねじれを含むキリング・矢野対称性という考え方は妥当であろう。このように時空の対称性に関する系統的な考察を通じて超重力理論における時空を分類し、厳密解の詳細なカタログを作成していく。

ねじれを含むキリング・矢野対称性を用いた時空の研究は、超重力理論における「コンパクト化の問題」に対するアプローチの一つとしても興味深い。超重力理論では理論に超対称性が要求されていて、時空は超対称性から非常に強い縛りを受けている。そのため分類のみならず具体的な解の構成まで行える可能性がある。とくに超弦理論をコンパクト化したときに現れるコンパクト・アインシュタイン多様体がキリング・矢野対称性とある特別な条件とを組み合わせることによって分類されることが知られている。一方で、真空の回転するブラックホールからある種の極限操作を行うことで、コンパクト・アインシュタイン多様体が得られることも指摘されているが、この構成方法の背後にもキリング・矢野対称性のような高次元ブラックホールの“隠れた対称性”が存在することが最近の研究で分かっている。以上のことを踏まえ、本研究では、超重力理論で得られる高次元ブラックホールからコンパクト・アインシュタイン多様体を具体的に構成することを試みる。