論文審査の結果の要旨

氏　名　三浦　真人

複素 3 次元カラビヤウ多様体は，ミラー対と呼ばれる対を成して現れることが広く観察されていて，ミラー対称性と呼ばれている．このようなミラー対の構成は，トーリックファノ多様体の中で完全交叉として実現されるカラビヤウ多様体の場合には，バティレフ・ボリソフ　ミラー構成法と呼ばれる一般的構成法が知られている．これを一般化するものとして，(半)単純リー群 G の等質空間 G/P の中で完全交叉として実現されるカラビヤウ多様体のクラスがあり，この場合には等質空間のトーリック退化を考えてバティレフ・ボリソフ　ミラー構成を適用する手法が有効であることが知られている．

特に，minuscule と呼ばれる等質空間の場合には，シューベルトサイクルの集合に自然な分配束の構造が入り，バーコフの定理によって，有限半順序集合が導入される．有限半順序集合の各元を変数とし，元の間の順序を不等号に置き換えると多面体が定義される．この多面体が定めるトーリック多様体は日比トーリック多様体と呼ばれその特異点の構造などの研究がなされている．

提出論文では，minuscule 等質空間 G/P の中の完全交叉型カラビヤウ多様体のトーリック多様体について，トーリック退化に基づくミラー対の構成が議論され，特に日比トーリック多様体の組み合わせ論的性質に基づく系統的な考察が与えられた．さらに，シューベルトサイクルの中で完全交叉を考えるという視点が新たに導入されている．その結果，次の主結果が報告された：

1．Minuscule 等質空間の一つとして，例外型リー群 E6 から構成されるケーリー平面がある．この等質空間の 1 つの 12 次元シューベルトサイクルを用いて，これまでに構成されていなかった新しい複素 3 次元カラビヤウ多様体を構成し，それのホッジ数などの不変量を決定した．さらに，minuscule 等質空間とそのシューベルトサイクルを用いて構成する複素 3 次元カラビヤウ多様体は，既知の 11 例の他にこの新しい 1 例の合計 12 例で本質的に尽きることを示した．

2．新たに見つかったカラビヤウ多様体について，日比トーリック多様体のトーリック退化を考察し，ミラー対の構成がなされた．その結果，この新たに見つかったカラビヤウ多様体は双有理ではないが，導来同値である別のカラビヤウ多様体と，フーリエ・向井対と呼ばれるミラー対とは別の対を持つであろう，という予想が観察された．

3．新たに見つかった複素 3 次元カラビヤウ多様体について，ミラー対をなすカラビヤウ多様体の周期積分を考察することによって，グロモフウィッテン不変量の計算が種数 5 まで行われた．

4．多面体の世界で存在する join と呼ばれる演算が，トーリック退化を経由して射影幾何学における join に対応することを観察し，G/P の join の中で完全交叉を考えられることを指摘し，その一例が報告された．

Minuscule 等質空間のトーリック退化と, それに基づく完全交叉型カラビヤウ多様体のミラー対の構成に, 日比トーリック多様体という視点を導入して統一的な記述を行った点，また，その視点に立ってシューベルトサイクルで完全交叉を考えるという新しい視点が得られたことは論文提出者の独自のアイデアであると認められた．さらに，論文提出者によって新たに見つけられた 1 例は，先行して発見され研究が進んでいる別の 2 例に類似するものと認められ，興味深いものと判定された．さらに，論文提出者は，日比トーリック多様体の幾何学の組み合わせ論記述法と, それを用いたカラビヤウ多様体の構成，不変量の決定法，またグロモフウィッテン不変量の計算手法にも精通していることが認められた．

以上の審査の結果、論文提出者は、数理科学に関し、博士（数理科学）の学位を受けるにふさわしい充分な学識をもつものと認め、審査委員全員により合格と判定した。