論文審査の結果の要旨

氏名：金光秋博

論文提出者 金光秋博が研究している Fano 多様体は，19 世紀以来，代数幾何学において，射影幾何および双有理幾何の観点から多くの研究者の興味を惹いてきました．ことに 1980 年代，森重文氏らにより極小モデルおよび有理曲線の理論が整備されて技術革新がなされると，さらに多くの研究成果を生みつつ現在に至っています．なかでも，最も魅力的な問題はその分類・特徴づけであり多くの美しい結果があります．その 1 つに，接束の豊富な射影多様体は射影空間に限るという森氏の結果があります．1990 年代この結果の 2 つの一般化が提示され盛んに研究されました．それが，Campana-Peternell 予想 (以下 CP 予想) と向井の問題です．これらは，極小モデル理論が高度に発展した現在においてなお，未解決な難しい問題として残っています．金光氏はこれら 2 つの問題に果敢に挑戦し，そのいずれに対しても重要な貢献を与えました．以下，少し詳しく金光氏が学位論文において得た研究成果について説明いたします．

CP 予想とは,「接束がネフ (半正値) な Fano 多様体は有理等質多様体に限る」という予想です．これは有理等質多様体の内在的特徴付けを予言する極めて意義深い予想です．金光氏は修士論文において 5 次元の場合に予想を解決しましたが，学位論文においては，n 次元 Fano 多様体に対して，Picard 数が $n-4$ 以上の場合の予想の解決，Picard 数が $n-5$ 以上の場合の予想の 6 次元で Picard 数が 1 の場合への帰着と，次々に成果を挙げ，予想の解決に向けて大きく前進しました．さらに，接束がネフという条件を少し弱めた Fano 多様体も考察しました．実はネフ性を少し弱めても有理等質多様体しか出てこないであろうと予想されていましたが，興味深いことにそうではないことを明らかにしました．この発見は，極小モデル理論の専門家である J.Kollár 氏から高い評価を受けています．

もう一つの向井の問題とは，向井茂氏の提示した「n 次元 Fano 多様体 X とその上の豊富なベクトル束 E で随伴束 $K_X + \det E$ が自明となるものを分類せよ」という問題です．これは森氏の結果 (E が接束の場合) の大きな一般化です．階数 $n-1$ 以上の場合の分類は 1990 年代に得られていましたが，金光氏は階数 $n-2$ の場合の分類を完成させ，20 年ぶりにこの問題への大きな進展を与えました．階数 $n-2$ の場合は，$n-1$ 以上の場合と異なり，X が del Pezzo 多様体で E が直線束に分解しないという複雑な場合なども扱わなくてはならず，分類を完成するのには大きな困難が伴うのですが，金光氏は有理曲線の手法などを駆使してこの困難を乗り切りました．なお，この成果は 2016 年わずか 2 カ月の Trento 大学滞在中に得られ，同大学に所属する Andreatta, Occhetta, Solá Conde といった Fano 多様体の分類の専門家たちにも高い評価を受けました．

以上述べましたように，金光氏は代数幾何学の重要な研究対象である Fano 多様体に関して，いずれも 20 年以上未解決な問題に果敢に挑戦して優れた業績を挙げてきました．さらに一つ特記しておきたいのは，昨今では比較的珍しいことですが，すべて単独の業績であり，その点も頼もしいと感じます．よって，論文提出者 金光秋博は，博士（数理科学）の学位を受けるにふさわしい充分な資格があると認めます．