

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	㊦/乙第 号	氏 名	村上 和明
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学教授	博士(理学)	栗原 将人
副査	慶應義塾大学教授	博士(理学)	井関 裕靖
	慶應義塾大学准教授	博士(理学)	田中 孝明
	慶應義塾大学准教授	博士(数理科学)	坂内 健一
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(理学), 修士(理学) 村上和明君提出の学位請求論文は, 「On the isomorphism classes of Iwasawa modules (岩澤加群の同型類について)」と題し, 全7章からなる.</p> <p>1950年代に始まった岩澤理論は, イデアル類群のような数論的な対象物とゼータ関数の値との間の新しい関係を記述する理論として大きな発展を遂げてきた. 岩澤理論の特徴は, 代数体の Z_p 拡大上の加群(Z_p は p 進整数環)を考えることである. このとき, 加群の構造定理により, 加群の擬同型で決まる特性イデアルという不変量が定義されるが, たとえば岩澤加群と呼ばれる数論的な加群に対して, その不変量の様子を調べるのである. 以上のように, 普通の岩澤理論では擬同型を同じものと考えて理論を構築する. この学位請求論文で村上君が行っているのは, 擬同型よりずっと精密に, 加群の同型類を考えようという試みである. Z_p 上の1変数形式冪級数環をここでは Λ と書くことにする. この学位請求論文の主定理は, Λ 上の有限生成ねじれ加群であって, Z_p 上自由であり, かつ階数 r が4以下になっているものを完全に分類したことである. $r=1$ あるいは $r=2$ のときは簡単であり, 既に同型類による分類は知られていた. この学位請求論文では, $r=3$ および $r=4$ のときの Λ 加群の完全な分類に成功している. 方法としては, 加群 M を Λ を M の特性イデアルで割ったものの整閉包に埋め込み, M をその部分加群として表し, 代数的な操作を通じて M を分類するのである. また, 虚2次体上の岩澤加群がこの分類でどのように書けるかを具体的な数値例で計算している.</p> <p>論文の第1章は序論であり, 岩澤理論における岩澤加群の構造について今までどのようなことが知られているかが述べられている. また, 本論文の主定理が紹介されている. 第2章は準備であり, Λ 加群の擬同型に関する構造定理が述べられている. 第3章では, Λ の同型類について今までどのようなことが知られていたかが述べられている. 特に Λ 加群の Z_p 階数を r とするとき, $r=2$ のときの隅田と小池による加群の分類が述べられている. この学位請求論文の主定理は, この隅田と小池による結果を $r=3, r=4$ に一般化したものである. 第4章, 第5章ではそれぞれ, $r=3, r=4$ のときの主定理の証明が述べられている. $r=3$ のときは, 今まで知られていた $r=2$ の場合とは本質的に異なる現象が現れ, それを乗り越えて分類を行う必要がある. なお, この場合の Λ 加群は2つの整数と1つの Z_p の元で表され, 分類はこの3つの量を使ってなされている. $r=4$ のときは $r=3$ のときとも違う新しい現象が現れて, 分類はさらに困難となるが, 著者はその困難を乗り越えて分類に成功している. このとき, Λ 加群は3つの整数と3つの Z_p の元を使って表される. 第6章では, Λ 加群の高次 Fitting イデアルと主定理の分類に現れた整数および Z_p の元との関係を記述している. 岩澤加群の高次 Fitting イデアルはゼータ関数の値と結びついているので, この結果は興味深い. 第7章では, 虚2次体上の岩澤加群に対して, $r=3$ および $r=4$ となる数値例がたくさん計算され, 上記の分類でどれに当たるのかが決定されている.</p> <p>以上のように本論文において著者は, 今までほとんど人が着目していなかった同型類による Λ 加群の分類という非常に骨の折れる問題に挑み, $r=3, r=4$ のときに完全に分類を書き下した. また, 実際の岩澤加群に適用して, 数値例としてどのような加群が岩澤加群として現れるかも計算することに成功した. 以上のような研究は今まであまり前例がなく, 岩澤加群だけでなくセルマー群を始めとするいろいろな加群に対して適用できるという観点からも, 大変興味深いものであると思われる.</p> <p>以上の理由により, 本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める.</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い, 当該学術を含む幅広い分野において, 深い学識を有することを確認した. また, 語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した.		