理学博士加藤和也氏の「数論幾何学の研究」に対する授賞審査要旨

有理数体上定義された代数多様体の整数論の研究は、数論幾何とよばれ、二〇世紀後半になって著しく発展した数学の分野である。数学界に大きな反響を巻き起こしたWilesによるFermat予想の解決も、数論幾何の大きな成果の一つである。また、一〇〇万ドル懸賞問題としても有名になったBirch-Swinnerton-Dyer予想は、有理数体上定義された楕円曲線の有理点の群という整数論的な対象の構造が、そのL関数で記述されるという数論幾何の問題である。

加藤和也氏は、世界的な研究者として、この数論幾何の発展をリードする業績をあげてきた。中でも、最近の保型形式の岩澤理論に関する成果は、同氏一流の独創的なものであり、世界的に非常に高い評価を受けている。Birch-Swinnerton-Dyer予想に典型的にみられるように、代数多様体に対し定義される整数論的な対象を、その多様体のL関数で記述するという問題は、その重要さと困難さで知られるものだが、同氏のこの業績は、この問題に対する大きな成果として、歴史に残る研究である。

加藤氏の整数論における業績は多岐にわたるが、おおまかに、時間的な順序に沿って、次の五つにわけることができる。

一、類体論の高次元化。([5], [13], [15], [21], [32], [33], [34], [36]–[44])

二、分岐理論。([6], [17], [25], [26], [27], [30])

三、p進Hodge理論、p進コホモロジー。([15], [16], [20], [22], [24], [28], [29], [31], [35])

四、Hasse-Weil L関数の特殊値、保型形式の岩澤理論。([4], [10], [11], [18], [19], [23])

五、log幾何。([2], [3], [7], [12], [14], [24])

以下、それぞれについて簡単に記述する。

代数的整数論の基本理論の一つに、高木貞治により創始された類体論がある。

一は類体論の、高次元の体への代数幾何的な拡張である。一部は斎藤秀司氏との共同研究であり、同型定理、存在定理など主要な結果が得られている。素体上有限生成な体に対し、代数幾何的な方法により、そのイデール類群を定義し、それにより最大Abel拡大のGalois群を記述した。この記述により、相互法則や、Abel拡大での素数の分解法則などの代数的整数論の古典的結果の高次元化が得られる。

二は、一とも関係が深く、これも代数的整数論の基本理論の一つである分岐理論の、高次元への拡張である。Serreは、Artin表現の有理性という代数体の分岐理論の古典的結果の高次元化を予想として定式化したが、それを二次元の場合に証明することなどに成功した。この成果は、類体論の高次元化から示唆された、Abel拡大の分岐の記述によるものである。また最近、斎藤毅氏との共同研究で、Blochの導手公式、Grothendieck-Ogg-Shafarevich公式の高次元化という長年の懸案について決定的な成果を挙げている。

三は、p進体上定義された代数多様体のエタール・コホモロジーから生じるGalois表現についての理論で、一九八〇年代から著しく発展した分野であり、L関数の特殊値の研究等に大きな応用をもつものである。C_{st}予想とよばれる基本的な予想が、Fontaineらによって定式化されていたが、兵頭治氏との共同研究［16］、とそれを受けてのC_{st}予想一部解決［15］などの大きな成果を挙げ、辻雄氏による完全解決への道を開いた。これは、一でも用いられた代数的K理論とエタール・コホモロジーの関係に関する詳細な研究に基づくもので、この分野の基礎となる業績である。

四は、冒頭に挙げた、最も高く評価される業績である。まずBloch氏との共同研究［23］により、p進Hodge理論を用いてL関数の特殊値に関する精密な予想を定式化した。これはBloch, Beilinson, Deligneらによる、先行する研究を完成するものであり、加藤氏のp進Hodge理論に関する深い洞察の下にはじめて成し遂げられた研究である。さらに、Riemann ζ関数について、この予想の成立を証明し、その中で、岩澤理論、円単数、明示的相互法則など、代数的整数論の主要な結果との関わりを明らかにした。ひきつづいて、この結果の保型形式のL関数への拡張を目指し、モジュラー曲線に対する円単数の類似がなすEuler系を用いて、保型形式に対する岩澤主予想を部分的に解決しBirch-Swinnerton-Dyer予想に関するKolyvaginの結果の別証明を与えるなど画期的な成果をあげた。これは、モジュラー曲線、p進Hodge理論、Euler系など現代の数論幾何の最新の理論を総合的に駆使する真に独創的な研究である。

五は、当初三の基礎づけとして始められたが、その後二の分岐理論や、一般に退化の研究に広い応用をもつことが明らかになった。一部は臼井三平氏、中山能力氏らとの共同研究で、Abel多様体やHodge構造の退化、およびそれを用いたモジュライ空間の部分コンパクト化の構成などに新しい視点をもたらしている。

以上、加藤氏の業績を簡単に概括したが、加藤氏の業績を通じて感じられることは、その着想、理論展開の自然なことである。これは、鋭い洞察と膨大な計算に基づく数学的対象の深い理解があってはじめてなしうることであり、同氏の数学のすばらしさ、奥深さを

物語るものである。この他、同氏は後進の育成にも大きな力を注いだ。これには、現在、日本の数論幾何の研究の第一線で活躍する研究者の多数が同氏の指導を直接、間接にうけた学生であったことを指摘すれば十分であろう。

参考文献

[1] (with Trihan, Fabien), *On the conjectures of Birch and Swinnerton-Dyer in characteristic* $p>0$, Invent. Math. 153 (2003), no. 3, 537–592.

[2] (with Usui, Sampei), *Borel-Serre spaces and spaces of* SL(2)*–orbits*, Algebraic geometry 2000, Azumino (Hotaka), 321–382, Adv. Stud. Pure Math., 36, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2002.

[3] (with Matsubara, Toshiharu; Nakayama, Chikara), *Log* C^∞*-functions and degenerations of Hodge structures*, Algebraic geometry 2000, Azumino (Hotaka), 269–320, Adv. Stud. Pure Math., 36, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2002.

[4] *Tamagawa number conjecture for zeta values*, Proceedings of the ICM Beijing 2002, Vol. II, 163–171, Higher Ed. Press, Beijing, 2002.

[5] *Existence theorem for higher local fields*, Invitation to higher local fields (Munster, 1999), 165–195 (electronic), Geom. Topol. Monogr., 3, Geom. Topol. Publ., Coventry, 2000.

[6] *Bloch's conductor formula*, Proceedings of the Jangjeon Mathematical Society, 91–95, Proc. Jangjeon Math. Soc., 1, Jangjeon Math. Soc., Hapcheon, 2000.

[7] (with Usui, Sampei), *Logarithmic Hodge structures and classifying spaces*, The arithmetic and geometry of algebraic cycles (Banff, AB, 1998), 115–130, CRM Proc. Lecture Notes, 24, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2000.

[8] (with Kurokawa, Nobushige; Saito, Takeshi), *Number theory. 1. Fermat's dream*, Translated from the 1996 Japanese original by Masato Kuwata. Translations of Mathematical Monographs, 186. Iwanami Series in Modern Mathematics. American Mathematical Society, Providence, RI, 2000. xvi+154 pp.

[9] *How Fermat's Last Theorem was proved. Pierre de Fermat mathematicien français* (Tokyo, 1998). Historia Sci. (2) 9 (1999), no. 1, 49–56.

[10] *Euler systems, Iwasawa theory, and Selmer groups*, Kodai Math. J. 22 (1999), no. 3, 313–372.

[11] *Generalized explicit reciprocity laws*, Algebraic number theory (Hapcheon/Saga, 1996). Adv. Stud. Contemp. Math. (Pusan) 1 (1999), 57–126.

[12] (with Nakayama, Chikara), *Log Betti cohomology, log etale cohomology, and log de Rham cohomology of log schemes over* **C**, Kodai Math. J. 22 (1999), no. 2, 161–186.

[13] *Generalization of class field theory*, [translation of Sūgaku 40 (1988), no. 4, 289–311]. Selected papers on number theory and algebraic geometry, 31–59, Amer. Math. Soc. Transl. Ser. 2, 172, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1996.

[14] *Toric singularities*, Amer. J. Math. 116 (1994), no. 5, 1073–1099.

[15] *Semi-stable reduction and* p*-adic etale cohomology*, Periodes p-adiques (Bures-sur-Yvette, 1988). Asterisque No. 223 (1994), 269–293.

[16] (with Hyodo, Osamu), *Semi-stable reduction and crystalline cohomology with logarithmic poles*, Periodes p-adiques (Bures-sur-Yvette, 1988). Asterisque No. 223 (1994), 221–268.

[17] *Class field theory, $\mathcal{D}$-modules, and ramification on higher-dimensional schemes. I*, Amer. J. Math. 116 (1994), no. 4, 757–784.

[18] *Lectures on the approach to Iwasawa theory for Hasse-Weil L-functions via*

B_{dR}. *I*, Arithmetic algebraic geometry (Trento, 1991), 50–163, Lecture Notes in Math., 1553, Springer, Berlin, 1993.

[19] *Iwasawa theory and p-adic Hodge theory*, Kodai Math. J. 16 (1993), no. 1, 1–31.

[20] (with Messing, William), *Syntomic cohomology and p-adic etale cohomology*, Tohoku Math. J. (2) 44 (1992), no. 1, 1–9.

[21] *Generalized class field theory*, Proceedings of the ICM Kyoto1990, Vol. I, II, 419–428, Math. Soc. Japan, Tokyo, 1991.

[22] *The explicit reciprocity law and the cohomology of Fontaine-Messing*, Bull. Soc. Math. France 119 (1991), no. 4, 397–441.

[23] (with Bloch, Spencer), *L-functions and Tamagawa numbers of motives*, The Grothendieck Festschrift, Vol. I, 333–400, Progr. Math., 86, Birkhauser Boston, Boston, MA, 1990.

[24] *Logarithmic structures of Fontaine-Illusie*, Algebraic analysis, geometry, and number theory (Baltimore, MD, 1988), 191–224, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD, 1989.

[25] *Swan conductors for characters of degree one in the imperfect residue field case*, Algebraic *K*-theory and algebraic number theory (Honolulu, HI, 1987), 101–131, Contemp. Math., 83, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1989.

[26] (with Saito, Shuji; Saito, Takeshi), *Artin characters for algebraic surfaces*, Amer. J. Math. 110 (1988), no. 1, 49–75.

[27] *Swan conductors with differential values*, Galois representations and arithmetic algebraic geometry (Kyoto, 1985/Tokyo, 1986), 315–342, Adv. Stud. Pure Math., 12, North-Holland, Amsterdam, 1987.

[28] *On p-adic vanishing cycles (application of ideas of Fontaine-Messing)*, Algebraic geometry, Sendai, 1985, 207–251, Adv. Stud. Pure Math., 10, North-Holland, Amsterdam, 1987.

[29] *Duality theories for p-primary etale cohomology. II*, Compositio Math. 63 (1987), no. 2, 259–270.

[30] *Vanishing cycles, ramification of valuations, and class field theory*, Duke Math. J. 55 (1987), no. 3, 629–659.

[31] *Duality theories for the p-primary etale cohomology. I*, Algebraic and topological theories (Kinosaki, 1984), 127–148, Kinokuniya, Tokyo, 1986. 14F20

[32] (with Kuzumaki, Takako), *The dimension of fields and algebraic K-theory*, J. Number Theory 24 (1986), no. 2, 229–244.

[33] (with Saito, Shuji), *Global class field theory of arithmetic schemes*, Applications of algebraic *K*-theory to algebraic geometry and number theory, Part I, II (Boulder, Colo., 1983), 255–331, Contemp. Math., 55, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1986.

[34] *Milnor K-theory and the Chow group of zero cycles*, Applications of algebraic *K*-theory to algebraic geometry and number theory, Part I, II (Boulder, Colo., 1983), 241–253, Contemp. Math., 55, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1986.

[35] (with Bloch, Spencer), *p-adic etale cohomology*, Inst. Hautes Etudes Sci. Publ. Math. No. 63 (1986), 107–152.

[36] *A Hasse principle for two-dimensional global fields*, With an appendix by Jean-Louis Colliot-Thelene. J. Reine Angew. Math. 366 (1986), 142–183.

[37] *Residue homomorphisms in Milnor K-theory*, Galois groups and their representations (Nagoya, 1981), 153–172, Adv. Stud. Pure Math., 2, North-Holland, Amsterdam, 1983.

[38] (with Saito, Shuji), *Two-dimensional class field theory*, Galois groups and their representations (Nagoya, 1981), 103–152, Adv. Stud. Pure Math., 2, North-Holland, Amsterdam, 1983.

[39] *Class field theory and algebraic K-theory*, Algebraic geometry

(Tokyo/Kyoto, 1982), 109–126, Lecture Notes in Math., 1016, Springer, Berlin, 1983.
[40] (with Saito, Shuji), *Unramified class field theory of arithmetical surfaces*, Ann. of Math. (2) 118 (1983), no. 2, 241–275.
[41] *Galois cohomology of complete discrete valuation fields*, Algebraic K-theory, Part II (Oberwolfach, 1980), pp. 215–238, Lecture Notes in Math., 967, Springer, Berlin-New York, 1982.
[42] *Symmetric bilinear forms, quadratic forms and Milnor K-theory in characteristic two*, Invent. Math. 66 (1982), no. 3, 493–510.
[43] *A generalization of local class field theory by using K-groups. I, II, III*, J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sect. IA Math. 26 (1979), no. 2, 303–376; 27 (1980), no. 3, 603–683; 29 (1982), no. 1, 31–43.
[44] *A generalization of local class field theory by using K-groups. I, II*, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. 53 (1977), no. 4, 140–143; 54 (1978), no. 8, 250–255.

博士（フランス文学）パリ・ソルボンヌ大学塩川徹也氏の『パスカル考』に対する授賞審査要旨

塩川氏は、パリ第四大学（ソルボンヌ）の第三期課程博士論文『パスカルと奇跡』をパリ、ニゼ書店から一九七七年に出版したが、同氏はそれ以後も一貫してパスカル研究を継続してきた。本『パスカル考』（岩波書店、二〇〇三年二月）は、これら一連の研究成果を前提としたパスカル研究の総括とも言うべき著書である。

本書の中心部分は二つの焦点をもっている。一つはパスカルが生前計画した『キリスト教護教論』の構想と意味にかかわっている。もう一つは、信者と教会、および教会のすべての決定を支持する世俗の共同体（国家）との三者関係を問うものである。

「護教論の戦略」の章においては、次の問題が検討される。「私とは憎むべきものだ」という有名な一句を断想の中に残したパスカルが、なぜ『護教論』において「私」を頻繁に登場させ、この「私」の名において語るのか。塩川氏は、この「私」は、自らの個人的省察を語るパスカル自身の「私」ではなく、虚構された「私」である