

# 日米数学研究所の関孝和賞受賞によせて

小木曾啓示 (慶応義塾大学経済学部, KIAS)

日米数学研究所 (JAMI) が日本数学会賞関孝和賞を受賞されましたことに対しまして, 心からお祝い申し上げます. 先回の Max-Planck 数学研究所の元所長 Hirzebruch 教授の受賞に続き, 大変お世話になった研究所に対する受賞をととても嬉しく思います.

前数学通信編集長であり現在の同僚でもある戸瀬信之先生からの原稿依頼ということもあり, まことに僭越ではありますが, 執筆することとなりました.

筆者は 1995 年の秋に 1ヶ月と 1996 年の春に 3ヶ月, そして今春 2006 年の 3月に約 3 週間, 合わせて約 5ヶ月間, JAMI 及び Johns Hopkins 大学のお世話になりました.

10 年前と今回の印象などを振り返ることでお祝いの文章とさせていただきますと思います.

最初に参加したのは川又雄二郎先生と Shokurov 先生によるプロジェクト “Birational Geometry”

でした. まず, 1995 年の秋に川又雄二郎先生と桂利行先生の 3 人で行きました. 当時, 桂先生は東大に移られて 2, 3 年の頃であったと思います. 空港に奥様がお見送りにいらっやっていて, とてもほほえましい気持ちで旅立てたことを覚えています.

参加された多くの方がそうであるように筆者もカーライルホテルに滞在しました. 数学教室まで徒歩で 10-15 分ほどのとても便利なホテルです. また, 大学に向かう途中にお酒の買えるお店があり, 大学とは逆方向にやはり 10 分位歩いたところに大きなスーパーマーケットがあるなど生活する上にも便利なところでした.

1995 年の秋には, 大きな conference や workshop はありませんでしたが, JAMI セミナーが頻繁にありました. まず印象的だったのは, セミナーのスタイルでした. 午前中に内容の概要を話し, 夕方に証明を含む細部を話すというものでした. たしか夕方の講演だったと思いますが, 自分の結果の誤りを

川又先生, 桂先生それぞれから教えていただき, その後必死に直したように記憶しています.

手元のノートによれば, 次のような講演がありました. 川又先生による“消滅定理と特異点”, “Fujita 予想”の2講演, 桂先生による“正標数でのベクトル場”, “正標数でのアーベル多様体の moduli”の2講演, それ以外にも Shokurov 先生による complement に関する講演, 当時 JHU におられた Xu さんによる平面曲線の数え上げに関する講演, Purdue 大学の松木謙二先生による log Sarkisov Program に関する講演, McMakernan さんによる quasi-projective surface 上の有理曲線に関する講演, 加藤和也先生による“K 理論と Birch-Synneron-Dyer 予想”に関する講演等がありました. このように現在も最先端で研究をされている超一流の方々の講演をじかに聞いたのはとても貴重な体験でした. また, Xu さんの講演内容に少しかかわりを持ち, その結果を彼の論文 (JAG 7, 1-13) の中で紹介してもらえたこともよい思い出となりました.

次に訪れたのは 1996 年の春 (4, 5, 6 月) でした. やはり同じプロジェクト “Birational Geometry” への参加でした. このときは川又先生が空港でレンタカーを借りられ, 川又先生に運転してもらって行きました. 本当は筆者も 4 月に間にあうよう免許を取るはずだったのですが, なかなか実技に合格できず, 結局間にあいませんでした.

4 月には盛大な workshop と conference がありました. 少し異例だったのは, 1995 年にお亡くなりになった Wei-Liang Chow 教授の memorial conference を兼ねていたことでした. 実際の講演とは異なりますが, Proceedings が “Birational Algebraic Geometry” というタイトルで Contemporary Math. 207 から出版されています. 表紙には漢字で日米数学研究所と書かれています. 編集者でもある川又先生と Shokurov 先生の序文の後に井草準一先生, Serge Lang 先生による Wei-Liang Chow 教授の思い出と業績が 9 ページにわたって書かれた貴重な Proceedings です.

このときの workshop と conference の全講演者とその正確なタイトルと調べるために JAMI の Home Page に入ってみました, 残念ながらリストは見つけれませんでした. タイトル等 (ノートに写していないものが大半) は本来のタイトルとは異なりますが, 手元にあるノートによれば, 次のような講演がありました. 敬称略順不同で, 可知靖之 (4-fold flips), 松木謙二 (4-fold flops), 川又雄二郎 (subadjunction and semipositivity), Shepherd Barron (Galois representation on abelian varieties), Catanese (Homological algebra and algebraic surfaces), Xu (cubic plane curves), Iskovskikh (rationality

of conic bundles), 石井志保子 (hypersurface singularities の minimal model), Hélène Esnault (Algebraic Chern-Simons theory), 宮岡洋一 (一般型代数曲面上の有理曲線と楕円曲線), 大野浩司 (log MMP の特異ファイバーの分類への応用), J. McKernan (Cone of effective  $k$ -cycle on  $\overline{M}_{0,n}$ ), 森脇淳 ( $\overline{M}_g$  の boundary divisor の positivity に関する Cornalba-Harris-Xiao 予想), S. Abhyankar (Fundamental groups and algebraic varieties), F. Campana (compact Kähler manifold の不変被覆と小平次元), F. Bogomolov (不変被覆に関する Sahfarevich 予想), Q. Zhang (nef anti-canonical bundle をもつ射影多様体の albanese 写像に関する Demailly-Peternell-Schneider 予想), 中村郁 (Hilbert scheme of  $G$ -orbits), J. Wahl (hyperplane sections of Calabi-Yau), E. Viehweg (Chow groups on projective varieties of very small degree), Alexeev (Compactification of moduli of abelian varieties), Roczen (hypersurface singularities in positive characteristic Kovacs), Kovacs (DuBois complex と isotriviality problem), Borisov (Fano varieties の有界性), D. Morrison (Fibered Calabi-Yau and new dualities in string theory), M. Gross (標準特異点を持った Calabi-Yau 3-folds の倉西空間と smoothing), 中山昇 (Global structures of an elliptic fibrations), 向井茂 (indecomposable Gorenstein Fano 3-folds), Bertrametti (adjunction theory), Wilson (Calabi-Yau manifolds as symplectic manifolds), 並河良典 (Deformation theory of Calabi-Yau 3-folds with terminal or canonical singularities), Kleinert (Special subvarieties in moduli space of curves), Kurke (Twistor spaces structure of the Picard group) 等 .

日米のみならずヨーロッパからの参加者もかなりいるのが特徴的です .

レセプションは Johns Hopkins 大学の前にあるホテルで行われました . 何を食べたかは忘れてしまいましたが, 正装でした . ジャケットもネクタイももっていなかった僕は古沢さん (当時は JHU にいらっしゃいました) にお借りしたように記憶しています .

夕食はいろいろな方がいろいろなところに連れて行ってくださりとても充実していました . 特にハンマーで蟹をわって食べるレストランが印象的でした . (2006 年に行ったときは海沿いの場所に移転していて 1996 年のときよりもきれいになっていました .) また, 今でこそ毎年のように行っている韓国ですが, 韓国料理のお店に行ったのは 1995 年のときかこのときが初めてでした .

Conference と workshop 終了後は, 1995 年と同じように JAMI セミナーが始まりました . 4 月も終わりにになると参加者のほとんどが JHU を去られ一

人になりました。滞在中に、M. Gross さんが Cornell 大学、松木謙二先生が Purdue 大学、Alexeev さんが Goergia 大学に招待してくださりました。特に Goergia 大学滞在中は Alexeev さんがご自宅に可知靖之さんと一緒に泊めてくださり、Purdue 大学滞在中は松木先生がやはり御自宅に泊めてくださりました。また松木先生が作ってくださった餃子がとてもおいしかったことを覚えています。このように JAMI への参加を通じていろんな大学に行けたことも楽しくよい思い出となりました。

また、1995-1996 年の JAMI 滞在中、井草準一先生、小野孝先生、Meyer 先生、Zucker 先生、Shokurov 先生等がご自宅に招待して下さいました。

2006 年に話を移したいと思います。10 年前と大学周辺に大きな変化はありませんでしたが、治安はうんとよくなっているように思いました。1996 年のときは歩いて夕食には行けませんでした、今回は歩いて行っても全く平気でした。

#### 今回のプロジェクト

“Recent Developments in Higher Dimensional Algebraic Geometry” は、Koll’ar 先生、Shokurov 先生、森重文先生、Burdur さん、石井志保子先生、川又雄二郎先生、向井茂先生により企画されました。3 月 10 日から 12 日が conference で 13 日から 16 日が workshop でした。通常、JAMI conference, workshop は Krieger205 の階段教室で開催されるようですが、今回は土日だけが Krieger で、あとは Levering Great Hall で行われました。Levering Great Hall は入り口のところに比較的好いエスプレッソを出してくれる Coffee Shop があり、Coffee なしにはいられない筆者にとっては便利な会場でした。Levering Great Hall では黒板ホワイトボードは使えず、講演はすべて OHP またはノートパソコンを用いるものでした。OHP は 3 台あったのと OHP の使い方が上手な方々がばかりで、それによる支障はほとんどありませんでした。石井志保子先生が OHP シートを順に重ねて議論を完成させていかれるという斬新な手法で講演されました。その手法が面白かったので筆者も真似をして、講演の一部で OHP シートを順に重ねて図を完成させることを試みました。

レセプションは大学の Faculty クラブで行われました。井草準一先生は参加されていませんでしたが、小野孝先生は参加されていました。

講演者とタイトル (今回は正確です) を web ページから引用します。

M. Andreatta(On Fano manifolds), C. Birkar(mld’s vs thresholds and flips), A. Bondal (Integrable systems related to triangulated categories),

A. Caldararu (The Hopf algebra governing orbifold Hochschild cohomology), F. Campana (Hyperbolicity of some weakly special, but non-special threefolds), F. Catanese (Rigid varieties, the action of the absolute Galois group on moduli spaces, and the QED classification), I. Cheltsov (Finite subsets of projective spaces and topology of three folds), C. Ciliberto (On the Andreotti-Mayer loci in  $A_g$ ), A. Corti (On the quantum cohomology of Fano 3-folds), O. Debarre (Singularities of divisors on abelian varieties), L. Ein (Applications of spaces of arcs to birational geometry), T. de Fernex (Adjunction beyond thresholds and birationally rigid hypersurfaces), 藤野修 (A transcendental approach to Kollár's injectivity theorem), B. Hassett (Towards a canonical model for the moduli space of curves), 石井亮 (On the derived category for the minimal resolution of  $A_n$ -singularities), 石井志保子 (The Nash problem for a toric pair), 川北真之 (On inversion of adjunction), 川又雄二郎 (Derived categories and minimal models), S. Kebekus (Families of canonically polarized varieties over surfaces), J. Kollár (A conjecture of Ax and degenerations of Fano varieties), S. Kovács (Boundedness of families of canonically polarized manifolds), R. Lazarsfeld (Asymptotic invariants of line bundles and convex bodies), 松下大介 (On existence conditions of Lagrangian fibrations), J. McKernan (A new approach to Mori theory), M. Mustata (Spaces of arcs and singularities), 並河良典 (Flops and Poisson deformations of symplectic varieties), 小木曾啓示 (Birational automorphism groups of hyperkähler manifolds), 斉藤盛彦 (Bernstein-Sato polynomials of hyperplane arrangements), 佐藤拓 (On toric morphisms with anti-nef canonical divisors), K. Smith (Interpreting jumping numbers for curves on smooth surfaces), J. Starr (Higher Chern classes and rational surfaces on varieties), 高木寛通 (On the moduli theoretic characterization of a  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-fold of genus 6), 高木俊介 (A Characterization of plt singularities via Frobenius splitting), 戸田幸伸 (Stability conditions and crepant small resolutions), 渡辺敬一 (F-thresholds with applications to ring theoretic properties and multiplicity), J. Wisniewski (On varieties arising as models of phylogenetic trees)

10年前と比べると、当然ながら大きな変化が見られます(そうでなければ conference や workshop を行う意味はあまりないとも言えましょう)。中でも大きな変化は双有理幾何学あるいは極小モデル理論 (MMP) と導来圏のかか

わりに関する講演です。10年前には全くありませんでした。この視点に対する大貢献者である、Bondal さん、川又先生の講演とともに、この方面の優れた若手研究者である Caldararu さん、戸田幸伸さん、石井亮さん等の講演がありました。他方で、10年前の conference と全く関係ないかというところでもないような気がします。例えば、石井亮さんのお仕事は10年前の中村郁先生の講演内容の Bridgeland さん達による圏論的一般化を経てなされたものです。そういう意味で10年前の conference と確かなつながりをもったものといえます。これは一例ですが、よい着想というのは、多くの優れた人達の興味をひき、確かに受け継がれ、そして発展していくものだということがわかりました。Moduli 空間や Fano 多様体は導来圏とかなり相性がよいようなので、今回いくつかあった正則 symplectic 多様体 (超 Kähler 多様体) や Fano 多様体に関する講演も将来的には導来圏とより深くかかわってくるのかも知れません。また、McKernan さんの講演、川北真之さんの講演では、(導来圏を用いないという意味で) より伝統的な視点からの MMP に関する大結果が発表されました。

仮に双有理幾何学に関する JAMI conference が10年後にあったとして、今度はどんなことが中心テーマになるのでしょうか？一般次元における極小モデル problem は極小モデル program になっているのでしょうか？今回はなかった Calabi-Yau 多様体に、新たな wave が起こっているのでしょうか？正標数は？筆者の力量では何もいえませんが、今回の講演を聞いていえる確かなことは、日本においてもアメリカにおいても10年後の Conference で中心的役割を果たし、最高のプロジェクトにしてくれるであろう極めて優秀な若手研究者が何人もいるということです。JAMI における代数幾何以外の分野でもきっとそうであろうと思います。JAMI の更なる発展と成功をお祈りして筆をおきたいと思います。