[23] (With D. Morrison and I. Morrison) On four-dimensional terminal quotient singularities, Math. Comp., **51** (1988), 769-786.

[24] (With C. H. Clemens and J. Kollár) Higher dimensional complex geometry, A summer seminar at the University of Utah Salt Lake City, 1987, Astérisque **166** (1988).

[25] Birational classification of algebraic 3-folds, Proc. JAMI inaugural conf., ed. J. Igusa, The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1989, pp. 307-311.

文　献

[B] Beauville, A., Complex algebraic surfaces, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1983.

[D] Danilov, V. I., The birational geometry of toric 3-folds, Izv. Akad. Nauk. SSSR Ser. Mat., **46** (1982), 972-981; English transl. in Math. USSR Izv., **21** (1983), 269-280.

[F] Francia, P., Some remarks on minimal models. I, Compositio Math., **40** (1980), 301-313.

[H] Hartshorne, R., Ample subvarieties of algebraic varieties, Lecture Notes in Math. **156**, Springer-Verlag, 1970.

[Ii] 飯高茂, 代数多様体の極小モデル理論について, 数学, **41** (1989), 59-64.

[Is] Iskovskih, V. A., Fano 3-folds. II, Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat., **42** (1978), 504-549; English transl. in Math. USSR Izv., **12** (1978), 469-506.

[Ka1] Kawamata, Y., Crepant blowing-up of 3-dimensional canonical singularities and its application to degeneration of surfaces, Ann. of Math., **127** (1988), 93-163.

[Ka2] 川又雄二郎, 高次元多様体の分類理論, 数学, **40** (1988), 97-114.

[KMM] Kawamata, Y., Matsuda, K. and K. Matsuki, Introduction to the minimal model program, in 'Algebraic Geometry, Sendai', Adv. Stud. Pure Math., **10** (1987), 283-360, Kinokuniya and North-Holland.

[Ko1] Kollár, J., The structure of algebraic threefolds, Bull. Amer. Math. Soc., **17** (1987), 211-273.

[Ko2] Kollár, J., Flops, Nagoya Math. J., **113** (1989), 15-36.

[Ko3] Kollár, J., Flips, flops, minimal models etc., preprint, 1990.

[L] Lazarsfeld, R., Some applications of the theory of positive vector bundles, in 'Complete intersections, Acireale', Lect. Notes in Math., **1092**, Springer-Verlag, 1984.

[Ma] Mabuchi, T., $\boldsymbol{C}^3$-actions and algebraic threefolds with ample tangent bundle, Nagoya Math. J., **69** (1978), 33-64.

[Mi] Miyaoka, Y., On the Kodaira dimension of minimal threefolds, Math. Ann., **281** (1988), 325-332.

[MS] Morrison, D. and G. Stevens, Terminal quotient singularities in dimension tree and four, Proc. Amer. Math. Soc., **90** (1984), 15-20.

[Mu] Mukai, S., Biregular classification of Fano threefolds and Fano manifolds of coindex 3, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **86** (1989), 3000-3002.

[O] Ochiai, T., On compact Kähler manifolds with positive bisectional curvature, Proc. Symp. Pure Math., **27** (1975), 113-123.

[R1] Reid, M., Minimal models of canonical 3-folds, Adv. Stud. Pure Math., **1** (1983), 131-180, Kinokuniya and North-Holland.

[R2] Reid, M., Young person's guide to canonical singularities, Proc. Symp. Pure Math., **46** (1987), 345-416.

[S] Shokurov, V. V., The non-vanishing theorem, Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat., **49** (1985), 635-661; English transl. in Math. USSR Izv., **26** (1986), 591-604.

[SY] Siu, Y. T. and S.-T. Yau, Compact Kähler manifolds of positive bisectional curvature, Inv. Math., **59** (1980), 189-204.

[Tj] 辻元：Minimal model 予想の微分幾何学的側面, 数学, **42** (1990), 1-15.

[Tn] Tsunoda, S., Degeneration of surfaces, in 'Algebraic Geometry, Sendai', Adv. Stud. Pure Math., **10** (1987), 755-764, Kinokuniya and North-Holland.

[W] Wilson, P. M. H., Toward a birational classification of algebraic varieties, Bull. London Math. Soc., **19** (1987), 1-48.

(むかい　しげる・名古屋大学理学部)

森　重文氏

隅　広　秀　康

1990 年京都で開催された国際数学者会議において 4 名の Fields 賞受賞者が発表され，日本からは森重文教授(京都大学数理解析研究所)が受賞された．今回の受賞は森氏本人はもとより，日本の数学界にとっても小平邦彦，広中平祐両氏に続く日本人として 3 人目の快挙であり，誠に喜ばしいできごとである。今回の記念すべき受賞に際し，森重文氏の経歴と永年親交のある者の 1 人として同氏との研究を通しての想い出や感想を述べてみた

いと思う．向井茂氏(名古屋大)による森重文氏の研究業績紹介への一助になれば幸いである．

1) 経歴

森重文氏の経歴は新聞・テレビ等の報道により既に良く知られていることと思われるが，ここでは同氏の主な研究活動の推移を織り込みながら同氏の経歴を簡単に紹介しよう．森重文氏は1951年名古屋市に生れ，1969年京都大学理学部に入学，この年は大学紛争のため東京大学の入学試験が行なわれなかった年である．1975年京都大学理学部助手，1977年から1980年の4年間その優秀さを認められ若干26才の若さでHarvard大学助教授に採用されている．このHarvard大学滞在中の1978年，Hartshorne予想を解決[8](以下，[ ]は向井茂氏による森氏の研究業績表の中の文献番号である)，これは同氏の輝やかしいデビュー作品であると同時に今日の森理論の礎である。1978年京都大学理学博士号取得，その後名古屋大学理学部に移り，1980年同講師，1982年同助教授に就任．その間海外での活躍目ざましく，Harvard大学，Princeton高等研究所，Max-Plank研究所の研究員をそれぞれ約半年間併任し，森理論の発表[9], [11], [12]，3次元Fano多様体の研究[10], [14]と高次元代数多様体の研究に新らしい視点を提起している．これらの業績は国際的に高く評価され，1983年ワルシャワでの国際数学者会議の招待講演[13]に招かれている．一方国内においても，1983年日本数学会彌永賞，1984年中日文化賞が授与されている．1985年から1987年の3年間Columbia大学客員教授，このColumbia大学滞在期間は同氏の海外滞在としてはHarvard大学滞在のそれと同様特筆すべきものとなった．森理論，M. Reid氏(Warwick大)や川又雄二郎氏(東大)等の素晴らしい諸成果により，高次元代数多様体の分類問題，とりわけ3次元代数多様体の分類問題が注目を浴びていた時期である．分類問題で大切な役割を果たす極小モデルの存在を示すのに，双有理写像Flipsの存在証明が最後の難関として残されていた．1984年の3次元端末特異点の分類[18]の結果を踏まえ，Columbia大学の良き研究仲間に恵まれ，1986年ついにFlipsの存在証明に成功し3次元極小モデルの存在を証明した[22]．このニュースは当年Berkeleyで開催されていた国際数学者会議の参加者にも逸早く知れ渡り深い感銘を与えた．又上記期間は同氏の国際舞台での活躍の必要性が高まって来た時期でもある．多くの研究者との共同研究[19], [20], [23]が行なわれる一方，1985年Bodwoinで開催されたアメリカ数学会夏期セミナー[21]，1988年堅田での谷口シンポジウムとそれぞれの研究集会の主催者の一員として大変活躍されている．以上の様な輝やかしい成果の下，1988年名古屋大学理学部教授に就任，同年日本数学会秋季賞(川又雄二郎氏と共同)を受賞，更に1989年井上学術賞，1990年アメリカ数学会コール賞，日本学士院賞(飯高茂氏(学習院大)，川又雄二郎氏と共同)をそれぞれ受賞されている．10年間の名古屋大学理学部生活を終え，1990年京都大学数理解析研究所教授に就任，3次元極小モデル理論の完成により京都で開催された国際数学者会議においてFields賞を受賞，現在に至っている．なお，1987年以降毎年Utah大学客員教授に招かれ，C. H. Clemens, J. Kollār氏等との勢力的な共同研究[24], [25]が行なわれている．

2) 想い出と感想

森氏との最初の出会いは彼が京都大学理学部の学生の頃，4回生向けに開かれた私の講究に彼が参加した時であったと記憶している．その時の講究の教科書はA. Weil, Variētés kähleriennesであった．最近は複素多様体論の良い本が沢山出版されているが，当時は上記教科書がよく利用されていた．内容は一般的に言って4回生にはそう平易なものではなく，殊に後半部分はそうであろう．しかし彼の数回の発表を聞いて，彼の内容への理解が実に正確で早いことを知り，非凡な素質の持主であることが解った．C. Chevalley, Classification des groupes de Lie algébriques Vol. 1, 2,を1年も掛けないで読破してしまった事なども彼の素質の非凡さを物語るものであろう．彼が助手に採用された頃の京都大学代数学教室では毎週金曜日定期的にセミナーが行なわれ，代数幾何学，可換環論，整数論等の各分野の最新ニュースや各自の諸結果などが，永田雅宜教授(岡山理大)を初めとする優秀な構成員のもと自由闊達な質疑応答の中で紹介されていた．セミナー終了後は毎回の様に，数学とはかけ離れた話題も登場する楽しい談笑の時間となり，研究上の情報交換はもとよりお互いの相互理解に大変役立っていた．又金曜セミナーとは別に若手中心のセミナーも行なわれ，最新の話題や重要な諸結果が学習されていた．この様な自由闊達な雰囲気がそこに学んでいた人々，殊に若い人々のその後の数学活動にも大きな影響を与えていることを思うと，平凡な様でなかなかできない心配りの賜物と感謝せざるを得ない．森氏の優秀さは彼が助

手に採用された頃，国内では既に良く知られていた事と思われるが，彼が世界の中で認められる存在となった最初の仕事は何んと言っても Hartshorne 予想の解決であろう．この事柄については既に今迄数多くの解説があるので詳しくはそれ等を参考にして頂くこととする．

Hartshorne 予想：n 次元非特異射影多様体 X の接ベクトル束 T_X が豊富ならば，X は n 次元射影空間 $\boldsymbol{P}^n$ に同型である．

微分幾何学においてもこの予想と同値な Flankel 予想がある．拡大解釈を許して頂けるならば，これらの予想は既に 1854 年の B. Riemann 氏の有名な就職講演：幾何学の基礎をなす仮説について，の中で言及されている内容と深い関係が有ると思われる．従って，これらの予想に携さわられた方は多数おられることと思われるが，実は私も 1975 年頃 Hartshorne 予想を研究し始めた一人であった．丁度その頃我国においては，代数的ベクトル束が高次元代数多様体を研究する上でますます必要になって来ると具体的に認識され始めていた頃であろう．森氏がこの予想に興味を持つに到った経緯は話し合った事がないので定かではないが，前述の談笑の時間やよく立寄った喫茶店での語らいが役立ったのであれば幸いである．1976 年満渕俊樹氏(阪大)から Hartshorne 予想に関する素晴らしい結果を送って頂いた．それからのある後日，夜半に森氏から下宿を訪問したいとの電話連絡があった．話題は Hartshorne 予想であり，2 人の議論が終了したのは深夜 12 時を過ぎ午前になっていた．それからの緊密な研究連絡の結果，一般次元で成立する 2 つの新事実を証明することにより 3 次元の場合の Hartshorne 予想が解決した [7]．新事実の 1 つはピカール数が 1 になる為の判定法である．この判定法は今日森理論の錐体定理の 1 つの系として得られる．もう 1 つは森氏の優れた洞察力，構想力によって得られたベクトル場による $\boldsymbol{P}^n$ の新しい特徴付けである．この共同研究を通して 2 人の得たもう 1 つの大きな収穫は高次元代数多様体に対するそれ迄とは異なった見方であったろう．森氏の Harvard 大学助教授への転出約 1 年後，幸いにも私も Harvard 大学研究員として渡米することが出来た．再会後，Hartshorne 予想解決に向けてお互いの意見を述べ合った時，彼は有理曲線の存在証明の必要性を主張した．T_X が豊富な非特異射影多様体 X の中に有理曲線が存在する必要性は自然だし，その有理曲線への T_X の制限によって X の構造の一端が記述されることはこの問題を研究している人には良く認識されていた事と思う．しかし彼のこの主張は単なる希望的観察から出たのではなく，優れた洞察力，構想力に裏付けされたものであった．後にこの視点は高次元代数多様体の研究に有用な新理論創造へと発展して行ったのである．当時，Harvard 大学では広中平祐教授を中心に代数幾何学関係のセミナーが，同教授の心配りの下自由闊達な雰囲気の中で週 1 回定期的に開かれていた．世界の拠点の 1 つとしての Harvard 大学に相応しく，同セミナーにも海外から数多くの訪問者や滞在者が参加していた．前回 Berkeley で開催された国際数学者会議で Mordell 予想解決により，Fields 賞を授与された G. Faltings 氏(Princeton 高等研究所)も我々と同様滞在者の 1 人であり，同氏と知り合いになれたのもこのセミナーを通じてであった．1978 年の年の瀬も押し迫ったある夜半，Hartshorne 予想を解決できたので論文を見て欲しいと森氏から電話連絡があった．拝見した論文の最初の部分に，A. Grothendieck, Fondement de la geometrie algébrique, の中のある内容をこの予想に必要な形に表現した部分多様体の変形に関する定理(厳密には少し違う)が示されてあった．これを最初見た時，その必要性があまり良く分らなかったが，この定理を利用しての有理曲線の存在，そして Hartshorne 予想解決に向けて，射影空間の直線に対応する有理曲線の見事な処理が示されていた．彼の論文を一読した M. Artin 教授(M. I. T.)が水晶の如く明晰と称えたと言われる証明であった．前述の部分多様体の変形に関する定理は私の生涯に於て忘れられない定理の 1 つとなった．絵画，音楽等でもそうであるが，素晴らしい作品に接した時は心の中が豊かな感動に溢れ，その作品に巡り会えた幸福感を覚えるものである．彼の論文を読み終えた時，前述の B. Riemann 氏の論文の時と同様そんな感動を覚えたのを記憶している．この森氏の Hartshorne 予想解決は Bourbaki セミナーで紹介される等，世界中の研究者の耳目を引き付けた．今日良く知られている様に，森氏の Hartshorne 予想解決は単なるこの問題の解決に終らなかった．そこで用いられた議論は更に標準因子が数値的に正でない(非特異)射影多様体の準正 1 次元サイクルに関する錐体定理や収縮定理(その錐体の末端成分である有理曲線に対応する縮約写像の構成とその像の解析)等と今日森理論と呼ばれているものに発展して行った．その間，M. Reid，川又雄二郎，J. Kollár 氏等の素晴らしい諸成果も忘れられない．森

理論は代数幾何学の分野に於る今世紀後半の最大の成果の1つである．19世紀イタリア学派を中心に得られた代数曲面に関する基本的諸結果が森理論によって統一的，かつ簡潔に説明されるだけでなく，更に永年懸案とされていた3次元代数多様体の分類問題における極小モデル存在証明に森理論は有効な理論となっている．約15年位前迄，3次元代数多様体のなす世界はあまり良く理解されていなかった．その特殊な構造によって分る幾つかの例はあったが，その全体像となると深いベールに包まれたままで，2次元代数多様体(即ち代数曲面)のなす世界からの類推の域を出ていなかった．3次元極小モデル理論は3次元代数多様体の世界にも2次元の場合と同様な法則がこの世界を支配している事を解明している．我々はようやく，3次元代数多様体の世界の素顔を見ることができたのである．今後高次元代数多様体の研究に於て，森理論は増々その重要性を増して来るものと思われる．その有効性・重要性は言葉を代えて概念的ではあるが次の様にも説明できると思われる．数学的対象の構造(別に数学だけとは限らないと思われる)はその対象が持っている一般的性質よりもその対象が持っている特殊な性質によってより良く解明される事が多い．その際，特殊な性質がその対象の構造に関して重要，かつ簡明な構造を持っていればいる程，その対象の構造解明はより明晰なものとなって来る．代数多様体 X に含まれる有理曲線は X に含まれる種々の部分多様体の中では最も簡明な構造を持った特殊な部分多様体である．この観点に立脚する時，いつ多様体が有理曲線を含むか，これら有理曲線の中でより基本的なものは何か，更にそれら基本的な有理曲線に付随する多様体の構造は何か，を示している森理論が代数多様体を研究する上で有効，かつ重要であるのは自然なことであろう．この様な素晴らしい理論を創造する契機となったHartshorne予想は実に良い予想であったと思っている．森氏との永年の付き合いを通し数学に関して感じられる事は，先ず彼が第一流の研究者である事である．彼の作品は，第一流の研究者の作品がそうである様に，既知の知識の組合せやそれらの単なる拡張でなく問題を根底から堀起す視点で書かれている．非凡な洞察力，構想力，分析力に裏付けられた綿密で明晰な論理は単なる問題解決に終らなく新たな視点を提示しており，読む人をして彼だからなし得た業績であると納得させる．又最も重要と思われ，かつ感心させられる事は彼の住んでいる数学の世界の一流さである．森氏の研究課題は流行に惑わされることなく，代数幾何学に於る諸問題の中でも最も重要なものに一貫して向けられている．それらを可能にしているのは彼の非凡な才能であるが，就中種々の現象に対する彼の理解の深さであろう．彼との会話を通して，度々はっとさせられる理解の深さである．一例を挙げれば，Hartshorne予想解決の鍵となったA. Grothendieckの著書の持つ意味を見逃すことなく，前述の部分多様体の変形に関する定理を深く理解していたのである．次に感じられる事は，彼の数学に対する並々ならぬ情熱である．森氏の3次元極小モデル存在証明成功に関して，1982年頃の或シンポジウムでの事が想い出される．前述の錐体定理，収縮定理が3次元代数多様体の研究に有益であると認識されてはいたが，3次元極小モデル理論は未だ夢物語と考えられていた頃である．毎年我国で開かれるこのシンポジウムでは1日の諸講演が終った後，宿の広間での参加者の歓談が恒例となっている．その広間の車座の片隅での2人の歓談中，話題が3次元極小モデル理論の必要性におよんだ時，森氏は直ちに確信にみちた口調でその必要性に同意した．その時，彼が第一流の研究者であることを確信させられると共に，前途多難な同問題に対する彼の並々ならぬ情熱を感じた．彼の大作[22]に述べてあるように，既にこの頃3次元極小モデル存在証明は彼の具体的研究課題の中に入っていたのである．又昨今数学者の間では普遍的になっているコンピューターに彼は逸早く取組み，数式処理，ワープロ，スケジュール管理，研究連絡等にと数学活動に積極的に役立てている．話題が最新のコンピューター情報になると，会話は尽きない．森氏の足跡は大きい．森理論，3次元極小モデル理論の完成は代数多様体の研究において新局面を切開いてくれた．素顔を現わした3次元代数多様体の世界はどの様に構成されているのであろうか？　そこには代数曲面の世界の分類結果とどの様な類似点があり，反対にどの様な重要な相違点があるのであろうか？．又高次元代数多様体(4次元以上)の極小モデル(この正確な定義も新たに必要になって来るかも知れない)は存在し，代数多様体の世界を支配している法則を統一的に把握する事ができるのであろうか？　代数幾何学者の目は逸早くこれら重要な問題に注がれている．森氏の非凡な才能が今後も遺憾無く発揮される事を期待すると共に，今回の森氏の受賞が若い人々の研究に大きな励みになればと願っている．

(すみひろ ひでやす・広島大学理学部)