

森重文氏の 2025 Basic Science Lifetime Award 受賞に寄せて

京都大学大学院理学研究科

藤野 修

京都大学高等研究院 院長・特別教授の森重文先生が、2025 年の Basic Science Lifetime Award を受賞されました。心よりお祝い申し上げます。

この賞については、私を含め、詳しくご存じない方も多いかと思うので、簡単にご紹介いたします。以下の内容は、インターネットで調べた情報をもとにまとめました。

Basic Science Lifetime Award は、基礎科学の分野において卓越した業績と革新的な研究を成し遂げ、30 年以上にわたりその分野に大きな変革をもたらした科学者に贈られる賞です。この賞は、「International Congress of Basic Science（国際基礎科学会議）」という国際会議において授与されます。この会議は 2023 年から毎年 7 月に中国・北京で開催されており、2025 年の会議は第 3 回目となります。

これまでの数学分野の受賞者を見ると、第 1 回（2023 年）はデイヴィッド・マンフォード氏、第 2 回（2024 年）はアンドリュー・ワイルズ氏とリチャード・ハミルトン氏、そして第 3 回（2025 年）は森重文先生とジョージ・ルスティック氏が選ばれています。なお、2025 年の受賞者は合計 6 名で、数学、物理学、情報科学・工学の各分野から 2 名ずつが選ばれています。

森重文先生は、1990 年のフィールズ賞をはじめとして、すでに数多くの著名な賞を受賞されています。そのため、ハーツホーン予想の解決から 3 次元極小モデルの存在証明に至るまでの有名な業績については、すでに多くの解説記事が存在します。さらに、森理論の誕生から最近の発展に至るまでの内容については、森先生ご本人が詳しく語られている、私との対談記事 [1] をご参照いただけます。

そこで本稿では、数年前に向井先生が執筆された記事 [2] にならい、私自身との関わりの中で感じたことや、これまであまり紹介されてこなかった森先生の業績の一端についてご紹介したいと思います。[1] や [2] を補完するかたちで書くことを目指します。

1 『双有理幾何学』

私が数理解析研究所の大学院に合格したのは、1996 年の夏のことでした。当時の私は詳しい事情まではよく分かっていませんでしたが、「高次元代数多様体」が数理研のプロジェクト研究のテーマになっていたようで、たくさんの専門家が数理研を訪れていました。1997 年 6 月には大規模な研究集会が開かれ、高次元代数多様体論の主要な研究者たちが一堂に会するような、非常に活気ある場となっていました。

こう書くと、森理論や極小モデル理論が当時盛んに研究されていたように思えるかもしれませんが、実際のところ、1990 年代後半には 3 次元代数多様体に関する極小モデル理論の主要な問題は、ほとんどがすでに解決されていました。一方で、4 次元以上についてはまだほとんど手がつけられておらず、取り組みやすい問題も見当たらない、いわば「冬の時代」に入っていたと言ってよい状況でした。そのため、当時は若い研究者で高次元代数多様体論を専門に選ぶ人は、世界的に見てもほとんどいなかったように思います。

ちょうどその頃、1980 年ごろから発展してきた 3 次元の極小モデル理論が一段落したタイミングでもあり、その総括として、コラル氏と森先生が共同で執筆されたのが [3] です。

森理論や極小モデル理論と呼ばれる理論は、1980 年ごろに森先生のハーツホーン予想解決の驚異的なアイデアから始まり、錐体定理の証明につながったことで知られています。その後、川又雄二郎先生やリード氏、ショクロフ氏、コラル氏といった研究者たちが、小平消滅定理の一般化（川又–Viehweg 消滅定理）や広中先生による特異点解消定理をうまく活用して、錐体定理や収縮定理などを、もっと幅広い状況でも成り立つかたちで証明しました。

書籍 [3] は、そういった特異点解消定理の扱いやコホモロジー論的手法の解説が中心になっており、残念ながら森先生ご自身のお仕事についてはあまり詳しく触れられていません。おそらく、森先生の 1980 年代の成果は、内容的に教科書では取り上げにくかったのかもしれませんが。

あまり注目されることはないかもしれませんが、この [3] によって、極小モデル理論の基本的な定義や考え方がずいぶん整理されたように感じています。たとえば、それまで文献によってばらばらだった対数的末端特異点の定義も、この本を通じて統一された印象があります。

この [3] は、その後の高次元極小モデル理論の発展を支える上で、とても重要な役割を果たした本だと思います。現在でも多くの研究者に読まれていて、私自身も学生のセミナーなどで何度も使わせてもらっています。21 世紀に入ってからの高次元極小モデル理論の爆発的な発展に大きく貢献した文献だと思います。

2 Quotients by groupoids

実は、私はこれまで一度も森先生による「森理論」関連の講義を直接受けたことがありません。私が大学に入学したのは 1993 年で、すでに森先生はフィールズ賞を受賞されていました。そのためか、森理論に関するいわゆる「宣伝活動」の機会は、あまり多くなかったように思います。

私が唯一受けた森先生の講義は、1997 年 10 月に名古屋大学で行われた集中講義でした。修士 1 年だった私は、森先生が名古屋で講義されると聞いて、こっそり名古屋まで聴きに行ったことを覚えています。現地で私を見つけた森先生は、「学生が名古屋に来ているので出張扱いにしてほしい」と、すぐに数理研に電話をかけてくださったのを記憶しています。

講義の内容は論文 [4] の解説でした。この論文は、「分離的な Deligne–Mumford スタックが粗モジュライ空間を持つ」という、当時は“言い伝え” (folklore) だった事柄に対して厳密な証明を与えたものでした。森理論や極小モデル理論とは直接関係のない話ですが、モジュライ空間の構成において極めて重要な結果です。

実際、後に安定多様体のモジュライ空間が構成された際には、従来用いられていたマンフォードの幾何学的不変式論ではなく、本論文の理論が採用されました。1990 年代半ばの時点では、スタックという道具はごく一部の研究者にしか使われておらず、文献も限られていました。Gromov–Witten 不変量の研究などで一部の人が用いていたものの、私自身も研究集会で話を聞いた時に「スタックとは何だろう」と理解が追いつかない思いでした。

論文 [4] は Annals of Mathematics に掲載されており、MathSciNet によると 2025 年 6 月時点で 200 回以上引用され、FEATURED REVIEW も付いています。私は名古屋まで講義を聴きに行ったものの、正直なところ内容をほとんど理解できませんでした。その後もスタックを扱う研究に関わることはなく、この成果の重要性を実感するのに時間がかかりました。とはいえ、この論文が極めて重要な業績であることに疑いの余地はありません。

3 標準束公式

実を言うと、私はハーツホーン予想の解決論文や、森理論の出発点となった錐体定理の論文、さらにはフィールズ賞受賞の決め手となったフリップの存在証明の論文など、森先生の主要な論文をほとんどまともに読んでいません。森–向井による 3 次元ファノ多様体の分類に関する論文も、実は未読です。正直に言えば、森先生の論文に触れた機会は非常に限られており、ほとんど手に取ったことがないと言っても過言ではありません。著書『双有理幾何学』を除けば、しっかり読んだのは [5] だけです。これは森先生がアメリカで飯高プログラム関連の講義をされた内容をまとめたもので、私の関心に合うものでした。

この論文の第 5 章には少々違和感を覚える部分があります。というのも、第 5 章だけが Part I と Part II に分かれており、特に Part II には森先生による完全にオリジナルな成果が記されています。他の章がほぼ解説に徹しているのに対し、この数ページだけが独自の内容で、少し異質な印象を受けます。しかしながら、この部分は「標準束公式」の原型とも言えるものであり、非常に重要な意味を持っています。標準束公式は、小平先生が楕円曲面の研究で用いた手法に端を発しています。その後、1990 年代前半に森先生はこのアイデアをさらに発展させ、標準束公式とその応用に関する短いプレプリントを執筆されましたが、残念ながら未出版のままでした。

その未出版のプレプリントをもとに発展させたのが、私との共著論文 [6] です。元となったのは森先生のプレプリントでしたが、執筆当初はそれほど大きなインパクトを持つ論文になるとは正直考えてい

ませんでした。しかし結果として、この標準束公式は標準環の有限生成性の証明において重要な役割を果たし、多様な形で応用されることになりました。さらに、ビルカー氏らの generalized pairs の理論へとつながり、これはビルカー氏がフィールズ賞を受賞する契機となった BAB 予想の解決においても極めて重要な役割を果たしています。

4 さいごに

森先生は、日本人としては3人目のフィールズ賞受賞者です。私の知る限りでは、小平先生や広中先生のように自伝的な著作はこれまで出版されておらず、本稿がその空白を少しでも埋める一助となれば幸いです。

今回は、森先生の業績について [1] や [2] と内容が重ならないよう配慮しつつ、私自身の関わりを中心に執筆いたしました。2000 年代後半以降、プロコロフ氏との一連の研究に関しては、また別の機会にどなたかが詳細を綴ってくださることを期待しております。

森先生の今回の受賞が、未来を担う若手研究者たちのさらなる飛躍の糧となることを心より願い、筆を擱きます。

参考文献

- [1] 藤野 修, 森 重文, 対談：森理論について—森理論誕生から最近の発展まで—, 数学, **69** (2017), 294–319.
- [2] 向井 茂, 森重文氏の文化勲章受章に寄せて—温故而知新, 可以為師矣—, 数学通信, 第 26 巻第 4 号, 2021 年.
- [3] J. Kollár, 森 重文, 双有理幾何学, 岩波書店, 1998 年.
- [4] S. Keel, S. Mori, Quotients by groupoids, Ann. of Math. (2) **145** (1997), no. 1, 193–213.
- [5] S. Mori, Classification of higher-dimensional varieties, *Algebraic geometry, Bowdoin, 1985* (Brunswick, Maine, 1985), 269–331, Proc. Sympos. Pure Math., **46**, Part 1, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1987.
- [6] O. Fujino, S. Mori, A canonical bundle formula, J. Differential Geom. **56** (2000), no. 1, 167–188.