

研究内容・成果および2007年度研究活動報告

沼田 泰英

1 研究内容・成果および2007年度研究活動報告

表現論的組合せ論, 特にヤング図形などを使った表現論的組合せ論の研究を主として行なっております. またその一方で, 対象となる分野を限定せず, 組合せ論的考察が可能な対象に幅広く興味を持ち, 複数の研究対象に対し研究を行っております. 特に今年度は, 自由多重超平面配置の分類に関する共同研究, および, Macdonald 多項式の1の巾根における挙動に関する共同研究について, の二つの研究に関して大きな進展がありましたので以下で詳述させていただきます.

1.1 自由超平面配置の自由性の分類

ベクトル空間内の超平面の有限個の集まりを超平面配置と呼び, その各超平面に非負整数の重みを与えたものを多重超平面配置と呼びます. 多重超平面配置を与えた時, それにより定まる対数的ベクトル場達全体のなす集合は加群の構造を持つことが知られております. この加群は2次元ベクトル空間内の多重超平面配置を考えた時には, 常に自由加群となりますが, 高次元のベクトル空間を考えると, 自由加群になるかどうかは一般には分かりません. この加群が自由加群となる時, 多重超平面配置が自由であると言います. どのような多重超平面配置が自由になるかというのは, 基本的な問題です. 我々は, あるグラフでパラメトライズされる多重超平面配置の族を導入し, それらに対し, この問題を解決しました. (この研究は阿部拓郎氏(北海道大学)と縫田光司氏(産業技術総合研究所)との共同研究です.[10])

1.2 Macdonald 多項式の 1 の巾根における挙動

Young diagram の箱の中に整数を入れたものを, その Young diagram 上の filling と呼びます. Macdonald 多項式というのは, ヤング図形でパラメトライズされる対称多項式ですが, filling に関する inversion と descent という二つの種類の量に関する weighted な母関数としての特徴付けも持ちます. Macdonald 多項式は主たる変数の他に q, t という変数をもっております. この t という変数にある条件を満たす 1 の巾根を代入した場合, Macdonald 多項式は, より小さい Young diagrams でパラメトライズされる Macdonald 多項式の積で書けるという性質を持っていることが示されております. この Macdonald 多項式に関する等式は, inversion と descent を保存するような fillings 間の 1 対 1 対応の存在を示唆しております. 我々は, Young diagrams with tails と呼ばれる場合に, この 1 対 1 対応を具体的に構成する事に成功しました. (この研究は Francois Descouens 氏 (Fields Institute) と森田英章氏 (小山工業高等専門学校) との共同研究です. [1])

2 論文等のリスト

2.1 論文等

1. 査読つき雑誌

- [1] F. Descouens, H. Morita, Y. Numata, A bijective proof of a factorization formula for Macdonald polynomials at roots of unity, to appear in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science.
概要: Macdonald 多項式の 1 の巾根における分解公式に対して, 特別な場合にはあるが, 組み合わせ論的証明を与えた.
- [2] Y. Numata, Generalized Schur operators on planar binary trees. arXiv: math.CO/0609376. to appear in RIMS Kokyuroku Bessatsu.
概要: Generalized Schur Operators の新しい例を構成.
- [3] Y. Numata, Tabloids and Weighted Sums of Characters of Certain Modules of the Symmetric Groups, European Journal of Combinatorics, Vol 29 Issue 2(2008), pp 480–492. doi:10.1016/j.ejc.2007.02.007
概要: Springer module の次元の一致に関わる数え上げに対して組み合わせ論的解釈を与えた.
- [4] Y. Numata and A. Wachi, The strong Lefschetz property of the coinvariant ring of the Coxeter group of type H_4 , Journal of Algebra, Volume 318, Issue

2, 15 December 2007, pp. 1032–1038, doi:10.1016/j.jalgebra.2007.06.016

概要: H_4 型の既約有限 Coxeter 群の余不変式環が strong Lefschetz property を持つことを示した.

- [5] Y. Numata, Pieri’s formula for generalized Schur polynomials, J. Algebraic Combin. 26(2007), pp. 27–45. doi:10.1007/s10801-006-0047-y.

概要: Generalized Schur operators により一般化された Schur polynomials に対し Pieri’s formula を示した.

2. 数理解析研究所講究録

- [6] 沼田 泰英, Pieri’s formula for generalized Schur polynomials, 研究集会「組合せ論的表現論の世界」報告集, 数理解析研究所講究録 1497, 京都大学, 2006, pp.1–14.

- [7] 沼田 泰英, ロビンソン-シェンステッド対応の一般化, 研究集会「表現論における組合せ論的手法とその応用」報告集, 数理解析研究所講究録 1438, 京都大学, 2005, pp.186–197.

概要: 上り演算子と下り演算子がある交換関係をみたすグラフのペアにおいて Robinson-Schensted 対応に相当するものを構成.

3. 報告集 (数理解析研究所講究録以外)

- [8] 前野俊昭, 沼田 泰英, 和地輝仁, 一般化旗多様体のコホモロジー環の強レフシェッツ元, 第 9 回 代数群と量子群の表現論 研究集会 報告集, 2006 年, pp.118–pp.127.

概要: H_4 を除く有限既約 Coxeter 群のコホモロジー環の強レフシェッツ元の集合を求めた.

- [9] Y. Numata, Generalized Schur Operators and Pieri’s Formula, 若手セミナー “数理物理の視点から見た数学” 報告集, 慶應義塾大学, 2006, pp. 76–80.

4. Preprints (投稿中または投稿予定)

- [10] T. Abe, K. Nuida, Y. Numata, Bicolor-eliminable graphs and free multiplicities on the braid arrangement. arXiv:0712.4110.

概要: 2 種類の辺を持つグラフによりパラメトライズされるある multiarrangement の自由性について特徴付けを与えた.

- [11] Y. Numata, An algorithm to construct a basis for the module of logarithmic vector fields. arXiv:0707.0004.

概要: 2-multiarrangement に付随する対数的ベクトル場のなす加群に対してその基底を帰納的に求めるアルゴリズムを与えた.

- [12] T. Abe and Y. Numata, Exponents of 2-multiarrangements and multiplicity lattices, arXiv:0706.0009.

概要: 2-multiarrangement に付随する対数的ベクトル場のなす加群の exponents の差に

着目し, 2-multiarrangements のなす poset と eponents の差の関係を記述した.

- [13] Y. Numata, Extended Schur's lemma and its application, [arXiv:math.CO/0702006](https://arxiv.org/abs/math/0702006).

概要: Schur の補題を拡張し, 1次元表現の誘導表現の間の同型写像を構成するアルゴリズムを示し, Springer module の特殊な場合に応用し同型を構成.

3 講演等のリスト

1. 国際会議における発表 (査読あり, 口頭発表)

- [14] Y. Numata, Tabloids and Weighted Sums of Characters of Certain Modules of the Symmetric Groups, The 19th International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics (FPSAC' 07), Center for Combinatorics, Nankai University, Tianjin, China, July, 2007.

2. 国際会議における発表 (査読あり, ポスター発表)

- [15] Y. Numata, Pieri's Formula for Generalized Schur Polynomials, 18th International Conference on Formal Power Series & Algebraic Combinatorics (FPSAC '06), San Diego, California, USA, June, 2006.

3. 国際会議における発表 (査読なし, 口頭発表)

- [16] Numata, Y., Generalized Schur operators on rooted planar binary trees, The 10th Hokkaido-Seoul National University Joint Symposium, Seoul National University, Seoul, Korea, Jan. 25, 2008.
- [17] T. Abe(登壇者), and Y. Numata, Multiplicity lattice on 2-arrangement, Analysis and Geometry on Complex Algebraic Varieties, Krasnoyarsk, Russia, Aug., 2007.
- [18] Y. Numata, Generalized Schur operators and Pieri's rule, The 9th Hokkaido-Seoul National University Joint Symposium, Hokkaido univ., Feb, 2007.
- [19] Y. Numata, An Algorithm to Construct A Basis for the Module of Logarithmic Vector Fields, Mini-Workshop on Hyperplane Arrangements, Hokkaido univ., Dec, 2006.

4. 国際会議における発表 (査読なし, ポスター発表)

- [20] Y. Numata, An example of generalized Schur operators of planar binary trees, 21COE program "Algebraic Analysis and Around" in honor of Pro-

fessor Masaki Kashiwara's 60th birthday, Kyoto University, Japan, June, 2007.

- [21] Y. Numata, An example of generalized Schur operators of planar binary trees, Workshop: Combinatorial Hopf Algebras and Macdonald Polynomials, At Centre de recherches mathématiques (CRM), Université de Montréal, May, 2007.
- 5. 国内学会等における発表 (査読なし, 口頭発表)
- [22] 沼田泰英, 根付き平面二分木を用いた Generalized Schur Operators の例, 第 13 回代数学若手研究会, 筑波大学, 3 月, 2008 年.
- [23] 沼田泰英, 対数的ベクトル場のなす加群の基底を求めるアルゴリズムについて, 室蘭工業大学 数理科学談話会, 室蘭工業大学, 2 月, 2008 年.
- [24] 沼田 泰英, 多重超平面配置に付随するあるベクトル場のなす加群の基底を帰納的に求めるアルゴリズム, 第 8 回 鏡映群の表現論と可換環論, 東海大学理学部数学科, 2 月, 2008 年.
- [25] 阿部 拓郎 (登壇者), 縫田 光司, 沼田 泰英, Bi-eliminable multiplicity on the braid arrangement and its freeness, 第 4 回数学総合若手研究集会-他分野との学際的交流を目指して, 北海道大学, 2 月, 2008 年.
- [26] 沼田 泰英, 2 種類の辺を持つ graph への Chordal graph の拡張と多重超平面配置の自由性, 北海道大学 表現論セミナー, 北海道大学, 12 月, 2007 年.
- [27] 沼田 泰英, Chordal graph のある拡張と多重超平面配置の自由性の特徴付けへの応用, 第 19 回 位相幾何学的グラフ理論研究集会, 横浜国立大学みなとみらいキャンパス (ランドマークタワー 18 階), 神奈川, 11 月 2007 年..
- [28] 沼田泰英, 対称群のある表現達の指標の重み付き和の組合せ論的表示について, 組合せ論サマースクール 2007, カルチャーリゾートフェストーン, 沖縄, 9 月, 2007 年.
- [29] 沼田泰英, H_4 型コクセター群の余不変式環の強レフシェッツ性とグレブナー基底, 研究集会「可換環論と鏡映群の表現論」(渡辺純三先生還暦記念研究集会), 東海大学理学部数学科, 8 月, 2007 年.
- [30] 沼田 泰英, An extended Schur's lemma and its application, 北海道大学群論セミナー, 北海道大学, 6 月, 2007 年.
- [31] 沼田 泰英, 超平面配置に付随するあるベクトル場のなす加群の基底を求めるアルゴリズム, 日本数学会 2007 年度年会, 埼玉大学理学部, 代数学 No. 1, 3 月, 2007 年

- [32] 沼田 泰英, 対数的ベクトル場のなす加群の基底を求めるアルゴリズム, 第 12 回 代数学若手研究会, 千葉大学 理学部, 3 月, 2007.
- [33] 沼田 泰英, H_4 の強 Lefschetz 性と standard monomials, 第 6 回 鏡映群の表現論と可換環論, 東海大学理学部数学科, 2 月, 2007.
- [34] 沼田 泰英, 超平面配置に付随するあるベクトル場のなす加群の基底を求めるアルゴリズム, 第 7 回組合せ論ヤングセミナー, 九州大学 西新プラザ, 12 月, 2006 年
- [35] 沼田 泰英, An example of generalized Schur operators involving planar binary trees, 組合せ論的表現論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 10 月, 2006 年.
- [36] 沼田 泰英, Planar Binary Trees による Generalized Schur Operators の例, 日本数学会 2006 年度秋季総合分科会, 応用数学分科会, 大阪市立大学, No. 2, 9 月, 2006 年
- [37] 沼田 泰英, 数学ソフト蒐集プロジェクト project AP Library について, 数学ソフトウェアとフリードキュメント III, 大阪市立大学, 9 月, 2006 年.
- [38] 沼田 泰英, Springer 表現の“次元の一致”に関する同型写像の構成について, 小研究集会“可換代数と鏡映群の表現論”, 東海大学理学部数学科, 8 月, 2006 年
- [39] 沼田 泰英, 対称群のある表現達の指標の和の組合せ論的表示について, 岡山大学 表現論セミナー, 岡山大学, 6 月, 2006 年
- [40] 前野俊昭, 沼田 泰英, 和地輝仁 (登壇者), 一般化旗多様体のコホモロジー環の強レフシェッツ元, 第 9 回 代数群と量子群の表現論 研究集会, (株) タナベ 名古屋研修センター, 5 月 19–21, 2006 年
- [41] 沼田 泰英, タブロイドの数え上げと対称群のある表現たちの指標の和, 日本数学会 2006 年度年会, 中央大学理工学部, No.54, 3 月, 2006 年
- [42] 沼田 泰英, シューア多項式の一般化におけるピエリルール, 第 11 回代数学若手研究会, 名古屋大学大学院 多元数理科学研究科, 3 月, 2006 年
- [43] 沼田 泰英, 対称群のある表現達の指標の和とそれに付随する数え上げ (Tabloids and weighted sums of characters of certain modules of the symmetric groups), 北海道大学 表現論セミナー, 北海道大学, 2 月, 2006 年
- [44] 沼田 泰英, 対称群のある表現達の指標に付随する数え上げ, 鏡映群の表現論と可換環論, 東海大学理学部情報数理学科, 12 月, 2005 年
- [45] 前野俊昭, 沼田 泰英, 和地輝仁 (登壇者), 一般化旗多様体のコホモロジー環の強レフシェッツ元, 鏡映群の表現論と可換環論, 東海大学理学部情報数理学科,

12月, 2005年

- [46] 沼田 泰英, Generalized Schur Operators and Pieri's Formula, 若手セミナー「数理解物理の視点から見た数学」, 慶應義塾大学 矢上キャンパス, 11月, 2005年
 - [47] 沼田 泰英, Schur polynomial の一般化と Pieri's formula, 組合せ論的表現論の世界, 京都大学数理解析研究所, 11月, 2005年
 - [48] 沼田 泰英, Generalized Schur operator と Pieri's formula, 可換環の強 Lefschetz 性と Weyl の次元公式の q -analogue, 東海大学理学部情報数理学科, 8月, 2005年
 - [49] 沼田 泰英, 一般化されたシューア多項式における Pieri's formula, 日本数学会 2005年度年会, 日本大学理工学部, No.8, 3月, 2005年
 - [50] 沼田 泰英, ロビンソン-シェンステッド対応とヤング盤の一般化, 第10回代数学若手研究集会, 信州大学, 3月, 2005年
 - [51] 沼田 泰英, ヤング盤の一般化とロビンソン-シェンステッド対応, 数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2月, 2005年
 - [52] 沼田 泰英, 一般化された Schur 多項式に対する Pieri's formula, 北海道大学表現論セミナー, 北海道大学, 2月, 2005年
 - [53] 沼田 泰英, 対称群の表現の既約分解とロビンソン対応, 強いレフシェツ条件とワイルの相互法則, 東海大学理学部情報数理学科, 1月, 2005年
 - [54] 沼田 泰英, ロビンソン - シェンステッド対応の一般化, 表現論における組合せ論的手法とその応用, 京都大学数理解析研究所, 10月, 2004年
 - [55] 沼田 泰英, ロビンソン-シェンステッド対応の一般化, 日本数学会 2004年度秋季総合分科会, 北海道大学, No.25, 9月, 2004年
 - [56] 沼田 泰英, Differential poset における Robinson-Schensted 対応, 北海道大学表現論セミナー, 北海道大学, 2月, 2004年
6. 国内学会等における発表 (査読なし, ポスター発表)
- [57] 沼田 泰英, Generalized Schur operators on the vector space spanned by rooted planar binary trees, 第4回数学総合若手研究集会 — 他分野との学際的交流を目指して, 北海道大学, 2月, 2008.