

- [29] K. Fukaya, and K. Ono, Arnold conjecture and Gromov-Witten invariants for general symplectic manifolds, in "Arnoldfest", Fields Inst. Comm., 24 (1999), 173-190.
- [30] K. Fukaya, and K. Ono, Floer homology and Gromov-Witten invariant over integer of general symplectic manifolds — summary —, in "Taniguchi Conference on Mathematics Nara '98", ed. by M. Maruyama and T. Sunada, Adv. Stud. in Pure Math., 31 (2001), 75-91.

解説論文

- [31] 深谷賢治, 負曲率多様体の有限性定理, 数学 36 (1984), 193-207.
- [32] 深谷賢治, Riemann 多様体に対する Margulis の補題, 数学 42 (1990), 146-160.
- [33] 深谷賢治, モース理論と位相的場の理論, 数学 46 (1994), 289-307.

著書

- [34] 深谷賢治, 「ゲージ理論とトポロジー」(シュプリンガー現代数学シリーズ), シュプリンガー東京, 一九九五。
- [35] 深谷賢治, 「双曲幾何」(岩波講座, 現代数学への入門一六), 岩波書店, 一九九六。
- [36] 深谷賢治, 「電磁場とベクトル解析」(岩波講座, 現代数学への入門一七), 岩波書店, 一九九六。
- [37] 深谷賢治, 「解析力学と微分形式」(岩波講座, 現代数学への入門一八), 岩波書店, 一九九六。
- [38] 深谷賢治, 「これからの幾何学」, 日本評論社, 一九九八。
- [39] 深谷賢治, 「シンプレクティック幾何学」(岩波講座, 現代数学の展開 二一), 岩波書店, 一九九九。

理学博士伊藤公一氏、理学博士岩村 秀氏
及び理学博士木下 實氏の「分子磁性体
の研究」(共同研究)に対する授賞審査要旨

有機化合物を構成している分子では、電子が対を作りスピンを打ち消し合っているので、有機物は反磁性を示す。例外的に一個または二個の不对電子により常磁性を示す分子(フリーラジカル)の存在は知られていたが、多くの電子スピンの平行配列をとる強磁性体の実現は有機化合物では不可能と考えられていた。しかし一九六〇年代から「有機物に強磁性を付与する研究」が我が国に於いて伊藤公一、岩村秀、木下 實の三氏を中心に理論および実験の両面から活発に展開され、有機磁性体構築の基盤が形成されると共に、世界に先駆けて有機分子強磁性体の実現に成功した。

有機分子が磁性を示すためには、スピンを持つ不对電子を数多く持つ必要がある。有機分子に多くの不对電子を持たせるには、多くの縮重した軌道が必要になる。伊藤公一氏は、有機物を構成する炭素原子の結合の仕方によって決まるトポロジー縮重に注目すれば、縮重の数に制限の無い分子をつくり得るとして、「分子のトポロジ

「によるスピン整列」を提唱した。この理論に基づいて平行スピン数四の炭化水素分子、ジカルベンを設計合成し、電子スピン共鳴 (ESR) スペクトルの測定と解析からスピン多重度五の高スピン分子の存在を初めて実証した。

更に高いスピン多重度を持つトポロジ縮重分子の研究を進めるために、伊藤氏は岩村 秀氏と協力して平行スピン数八以上のポリカルベン分子を設計合成し、種々の物性測定の解析から九重項、一重項、一三重項分子を確認した。この研究は「高スピン分子の化学」という新分野を開拓すると共に、有機分子強磁性体の研究に道を開いたものとして国際的に高く評価されている。

岩村氏は、抜群の合成能力を駆使して、伊藤氏と協力して「高スピン分子の化学」を展開すると共に、一八個のスピンを平行に揃えた一九重項ノナカルベン (図1) を合成し、現在での最高スピン多重度を記録している。これらの分子のスピン分極は極めて大きく、金属イオンをしのぐ大きな磁気モーメントを有している。更に岩村氏は、安定な九重項トリニトロキシドラジカル一〇種を合成し、カルベン以外のヘテロ原子を含む分子においてもスピンの配列し、大きなスピン分極が起こる可能性を示した。これらの高スピンラジカルをルイス酸性のマンガンイオンの架橋配位子として錯体を形成させ、平行スピンを二次元・三次元に積み重ねた分子構造体を合成し、

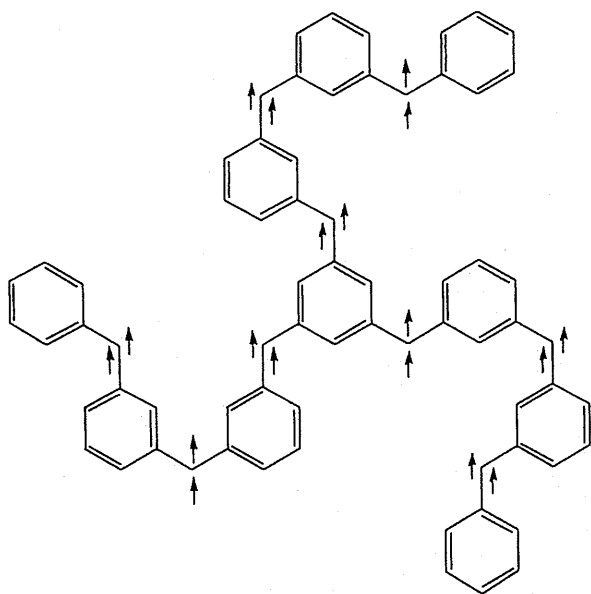


図1：19重項ノナカルベン

自発磁化の発現に成功した。

木下 實氏は、一九六〇年代に発見されたフリーラジカル中唯一の強磁性的相互作用を持つガルビノキシル結晶の物性を実験並びに理論両面から綿密に研究した。この結晶が強磁性的相互作用を示すメカニズムは、その分子軌道の形とエネルギーに基づくと考え、フリーラジカルの中からこの状態を保つ結晶を探索した。その結果、*p*-ニトロフェニルニトロニトロキシド (図2、*p*-NPNN: $C_{12}H_9N_3O_4$) を選択、この結晶の構造解析、精密な磁化率ならびに熱容量などの測定を種々の相について行い、遂にその β 相結晶が0.6Kで強磁性に転移することを見出した。この発見は、金属を含まない有機分子強磁性体の存在を初めて実証した研究として国内外から極めて高く評価された。その後のこの分野の目覚ましい発展においても木下氏は主導的役割を果たし、一〇種を超える新しい有機分子強磁性体を見出している。

一九六〇年代に始まった分子磁性体構築の研究は、先導的な理論展開と極めて優れた物質合成並びに精緻な物性研究を積み重ねることによって初めて成功したもので、国際的にも極めて高い評価を得ており、この日本で生まれ育った分子磁性体の独創的研究は、世界に誇れる業績である。

尚、関連する研究によって、伊藤、岩村、木下の三氏は日本化学

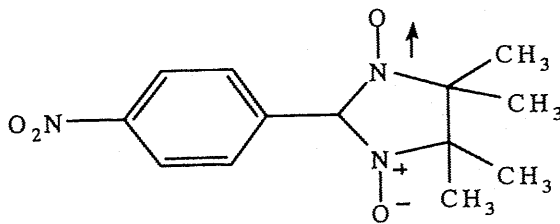


図2: *p*-NPNN

余賀や敬賀を認めし、我輩は特許願を授けし Maria Sklodowska-Curie を大に敬慕しつゝ也。

井原公輔・渡辺の血縁
母體の位置

1. Electron spin resonance of an aromatic hydrocarbon in its quintet ground state. K. Itoh, *Chem. Phys. Letters*, **1**, 235-238 (1967).
2. Detection of an aromatic hydrocarbon in its septet electronic ground state. T. Takuji and K. Itoh, *Chem. Phys. Letters*, **19**, 120-124 (1973).
3. Electronic structures of aromatic hydrocarbons with high spin multiplicities in the electronic ground state. K. Itoh, *Pure & Appl. Chem.*, **50**, 1251-1259 (1978).
4. Preparation and ESR detection of a ground-state nonet hydrocarbon as a model for one-dimensional organic ferromagnets. Y. Teki, T. Takuji, K. Itoh, H. Iwamura and K. Kobayashi, *J. Am. Chem. Soc.*, **108**, 2147-2156 (1986).
5. Spin alignment in organic high spin molecules as studied by ESR and the generalized Hubbard Hamiltonian approach. Y. Teki, T. Takuji, T. Kinoshita, S. Ishikawa, H. Yagi and K. Itoh, *Chem. Phys. Letters*, **141**, 201-205 (1987).
6. Spin alignment in organic high spin molecules. A Heisenberg Hamiltonian approach. Y. Teki, T. Takuji, M. Kilano and K. Itoh, *Chem. Phys. Letters*, **142**, 181-186 (1987).
7. Topology and spin alignment in model compounds of organic ferro- and ferrimagnets. K. Itoh, T. Takuji, Y. Teki and T. Kinoshita, *J. Mol. Electronics*, **4**, 181-186 (1988).
8. Design, preparation and ESR detection of a ground-state undecet (S=5)

hydrocarbon. I. Fujita, Y. Teki, T. Takuji, T. Kinoshita, K. Itoh, F. Miko, Y. Sawaki, H. Iwamura, A. Izuoda and T. Sugawara, *J. Am. Chem. Soc.*, **112**, 4074-4075 (1990).

9. Molecular design, synthesis, and electron spin resonance detection of a ground-state tridecet (S=6) hydrocarbon as a model for 2D organic ferro- and superpara-magnets. K. Furukawa, Y. Teki, T. Kinoshita, T. Takuji, and K. Itoh, *Bull. Magn. Reson.* **15**, 220-229 (1993).
10. New aspects of high-spin chemistry. K. Itoh, T. Takuji, Y. Teki, K. Sato, T. Shida, T. Sugawara and H. Nishide, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **271**, 129-146 (1995).
11. 「分子磁石—磁性体と反応機構—」母體の位置、特許願番号（一六六六）。
12. Molecular magnetism—new magnetic materials. ed. by K. Itoh and M. Kinoshita, *Gordon and Breach Science Publishers* (2000).

我輩の設計

1. Design, preparation, and ESR detection of a ground state nonet hydrocarbon as a model for one-dimensional organic ferromagnets. Y. Teki, T. Takuji, K. Itoh, K. Kobayashi and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **105**, 3722-3723 (1983).
2. Molecular design and model experiments of ferromagnetic intermolecular interaction in the assembly of high spin organic molecules. Generation and characterization of the spin states of isomeric bis (phenylmethyl) [2,2] para-cyclophanes. A. Izuoka, S. Murata, T. Sugawara and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **109**, 2631-2639 (1987).
3. High-spin organic molecules and spin alignment in organic molecular assemblies. H. Iwamura, *Adv. Phys. Org. Chem.*, **26**, 179-253 (1990).
4. Studies of organic di-, oligo-, and polyradicals by means of their bulk

- magnetic properties. H. Iwanura and N. Koga, *Acc. Chem. Res.*, **26**, 346-351 (1993).
5. Assenblage and alignment of the spins of the organic trinitroxide radical with a quintet ground state by means of complexation with magnetic metal ions: A molecule-based magnet with three-dimensional structure and high T_c of 46K. K. Inoue, T. Hayamizu, H. Iwanura, D. Hashizume and Y. Ohashi, *J. Am. Chem. Soc.*, **118**, 1803-1804 (1996).
 6. Formation of ferrimagnetic chains by photolysis of 1:1 complexes of bis (hexafluoroacetylacetonato) copper (II) with diazodi (4-pyridyl) methane. Y. Sano, M. Tanaka, N. Koga, K. Matsuda, H. Iwanura, P. Rabu and M. Drillon, *J. Am. Chem. Soc.*, **119**, 8246-8252 (1997).
 7. Magnetic ordering in metal-coordination complexes with aminoxy radicals. H. Iwanura and K. Inoue, ed. by J. Miller and M. Drillon, *Magnetism; Molecules to Materials II, Molecule-Based Magnets*, Wiley-VCH: Weinheim, Germany, Chap. 2, 61-108 (2001).
 8. From high-spin polycarbenes to carbene-based magnets. N. Koga and H. Iwanura, ed. by G. Bertrand, *Carbene Chemistry*, Marcel Dekker Inc., Chap. 9, 271-294 (2002).
 9. nitroxide radical. M. Tamaru, Y. Nakazawa, D. Shiomi, K. Nozawa, Y. Hosokoshi, M. Ishikawa, M. Takahashi and M. Kinoshita, *Chem. Phys. Letters*, **186**, 401-404 (1991).
 4. Low temperature magnetic properties of ferrimagnetic organic radical, *p*-nitrophenyl nitronyl nitroxide Y. Nakazawa, M. Tamaru, N. Shirakawa, D. Shiomi, M. Takahashi, M. Kinoshita and M. Ishikawa, *Phys. Rev.*, **B46**, 8906-8914 (1992).
 5. Ferrromagnetism in organic radical crystal. M. Kinoshita, *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.*, **232**, 1-12 (1993).
 6. Ferrromagnetic to antiferromagnetic transition of *p*-nitrophenyl nitronyl nitroxide. M. Kinoshita, *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.*, **334**, 229-238 (1993).
 7. Organic Molecular Solids: Properties and Applications. M. Kinoshita, ed. by W. Jones, *CRC Press (Boca Raton, N. Y.)*, Chap. 12 (1997).
 8. *p*-Nitrophenyl nitronyl nitroxide: the first organic ferromagnet. M. Kinoshita, *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, **357**, 2855-2872 (1999).
 9. An organic radical crystal showing spontaneous ferromagnetic order. M. Kinoshita, *Structure and Bonding*, **100**, 1-31 (2001).
1. Ferrromagnetic intermolecular interactions in a series of organic mixed-crystals of galvinoxyl radical and its precursory closed shell compound. K. Awaga, T. Sugano and M. Kinoshita, *J. Chem. Phys.*, **85**, 2211-2218 (1986).
 2. Ferrromagnetic intermolecular interactions of the galvinoxyl radical: Cooperation of spin polarization and charge-transfer interaction. K. Awaga, T. Sugano and M. Kinoshita, *Chem. Phys. Letters*, **141**, 540-544 (1987).
 3. Bulk ferromagnetism in the β -phase crystal of the *p*-nitrophenyl nitronyl

木下 實氏関連