

- 1) G. Schmauss, H. Baumgartel, and H. Zimmermann, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 4, 596 (1965).
- 2) J. Brickmann and G. Kothe, *J. Chem. Phys.*, 59, 2807 (1973).
- 3) W. Wilker, G. Kothe, and H. Zimmermann, *Chem. Ber.*, 108, 2124 (1975).
- 4) D.E. Seeger, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 105, 5144 (1983).
- 5) D.E. Seeger, P.M. Lahti, A.R. Rossi, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 1251 (1986).
- 6) K. Itoh, *Chem. Phys. Lett.*, 1, 235 (1967).
- 7) E. Wasserwan, R.W. Murray, W.A. Jager, A.M. Trozzolo, and G. Smolinsky, *J. Am. Chem. Soc.*, 89, 5076 (1967).
- 8) J.A. Berson, *Acc. Chem. Res.*, 11, 446 (1978).
- 9) P. Dowd, *J. Am. Chem. Soc.*, 88, 2587 (1966).
- 10) P. Dowd, *Acc. Chem. Res.*, 5, 242 (1972).
- 11) E. Migirdicyan and J. Baudet, *J. Am. Chem. Soc.*, 97, 7400 (1975).
- 12) B.B. Wright and M.S. Platz, *J. Am. Chem. Soc.*, 105, 628 (1983).
- 13) K.W. Haider, M.S. Platz, A. Dsepres, V. Lejeune, E. Migirdicyan, T. Balley, and E. Haselbach, *J. Am. Chem. Soc.*, 110, 2318 (1988).
- 14) G. Kothe, K.-H. Denkel, and W. Summermann, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 9, 906 (1970).
- 15) G.R. Luckhurst, G.R. Pedulli, and M. Tiecco, *J. Chem. Soc. (B)*, 329 (1971).
- 16) P. Dowd, *J. Am. Chem. Soc.*, 92, 1066 (1979).
- 17) P. Dowd, W. Chang, and Y.H. Paik, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 7416 (1986).
- 18) P. Dowd, S.-W. Ham, W. Chang, and C.J. Partian, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 176, 13 (1989).
- 19) W.R. Roth, R. Langer, M. Bartmann, B. Stevermann, G. Maier, H.P. Reisenauer, R. Sustmann and W. Muller, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 26, 256 (1987).
- 20) P. Du and W.T. Borden, *J. Am. Chem. Soc.*, 109, 930 (1987).
- 21) K. Itoh, *Pure. Appl. Chem.*, 50, 1251 (1978).
- 22) E. Wasserman, K. Schueler, and W.A. Yager, *Chem. Phys. Lett.*, 2, 259 (1968).

- 23) Y. Teki, T. Takui, H. Yagi, K. Itoh, and H. Iwamura, *J. Chem. Phys.*, **83**, 539 (1985).
- 24) T. Takui and K. Itoh, *Chem. Phys. Lett.*, **19**, 120 (1973).
- 25) Y. Teki, T. Takui, K. Itoh, H. Iwamura, and K. Kobayashi, *J. Am. Chem. Soc.*, **108**, 2147 (1986).
- 26) I. Fujita, Y. Teki, T. Takui, T. Kinoshita, K. Itoh, F. Miko, Y. Sawaki, A. Izuoka, T. Sugawara, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **112**, 4074 (1990).
- 27) G.J. Snyder, and D.A. Dougherty, *J. Am. Chem. Soc.*, **111**, 3927 (1989).
- 28) R. Schmidt and H.-D. Brauer, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl*, **10**, 506 (1971).
- 29) R. Schmidt and H.-D. Brauer, *Z. Naturforsch.*, **B27**, 1363 (1972).
- 30) J.H. Reynolds, J.A. Berson, K.K. Kumashiro, J.C. Duchamp, K.W. Zilm, A. Rubello, and P. Vogel, *J. Am. Chem. Soc.*, **114**, 763 (1992).
- 31) J.H. Reynolds, J.A. Berson, J.C. Scaiano, and A.B. Berinstain, *J. Am. Chem. Soc.*, **114**, 5866 (1992).
- 32) A. Rajca and S. Utamapanya, *J. Org. Chem.*, **57**, 1760 (1992).
- 33) J. Veciana, C. Rovira, M.I. Crespo, O. Armet, V.M. Domingo, and F. Palacio, *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 2552 (1991).
- 34) A. Rajca, S. Utamapanya, and J. Xu, *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 9235 (1991).
- 35) A. Rajca, S. Utamapanya, and D. Smitlhisler, *J. Org. Chem.*, **58**, 5650 (1993).
- 36) *The Chemistry of Quinoid Compounds*, S. Patai and Z. Rappoport, ed., Wiley 1988 (Vol , Chap 10).
- 37) M. Schaffer and M.S. Platz, *Tetrahedron Lett.*, **30**, 1225 (1989).
- 38) K.W. Haider, E. Migirdicyan, M.S. Platz, D. Soundarajan, and A. Despres, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **176**, 85 (1989).
- 39) T. Hirano, T. Kumagai, and T. Miyashi, *J. Org. Chem.*, **57**, 876 (1992).
- 40) T. Hirano, T. Kumagai, T. Miyashi, K. Akiyama, and Y. Ikegami, *J. Org. Chem.*, **56**, 1907 (1991).
- 41) M.S. Platz, J.M. McBride, R.D. Little, J.J. Harrison, A. Shaw, S.E. Potter, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, **98**, 5725 (1976).
- 42) P. Dowd, and Y.H. Paik, *J. Am. Chem. Soc.*, **108**, 2788 (1986).
- 43) P. Du, D.A. Hrovat, and W.T. Borden, *J. Am. Chem. Soc.*, **111**, 3773 (1989).

- 44) R. Gleiter, and R. Hoffmann, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 8, 214, (1969).
- 45) M.M. Greenberg, S.C. Blackstock, J.A. Berson, R.A. Merrill, J.C. Duchamp, and K.W. Zilm, *J. Am. Chem. Soc.*, 113, 2318 (1991).
- 46) K.W. Zilm, R.A. Merrill, G.G. Weff, M.M. Greenberg, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 111, 1533 (1989).
- 47) K.W. Zilm, R.A. Merrill, M.M. Greenberg, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 109, 1567 (1987).
- 48) K.J. Stone, M.M. Greenberg, J.L. Goodman, K.S. Peters, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 8088 (1986).
- 49) P. Du, D.A. Hrovat, and W.T. Borden, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 8086 (1986).
- 50) W.R. Roth, U. Kowalczyk, G. Maier, H.P. Reisenauer, R. Sustmann, and W. Muller, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 26, 1285 (1987).
- 51) P. Dowd, W. Chang, and Y.H. Paik, *J. Am. Chem. Soc.*, 109, 5284 (1987).
- 52) A. Calder, A.R. Forrester, P.G. James, and G.R. Luckhurst, *J. Am. Chem. Soc.*, 91, 3724 (1969).
- 53) T. Ishida and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 113, 4238 (1991).
- 54) M. Dvolaitzky, R. Chiarelli, and A. Rassat, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 31, 180 (1992).
- 55) F. Kanno, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 874 (1993).
- 56) R. Chiarelli, A. Novak, and J.L. Rassat, *Nature*, 363, 143 (1993).
- 57) R. Chiarelli, A. Rassat, and P. Rey, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1081 (1992).
- 58) A. Rajca and S. Utamapanya, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 2396 (1993).
- 59) T. Ishida and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 113, 4238 (1991).
- 60) K. Yoshizawa, A. Chano, A. Ito, K. Tanaka, T. Yamabe, H. Fujita, J. Yamauchi, and M. Shiro, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 5994 (1992).
- 61) S.I. Weissman and G. Kothe, *J. Am. Chem. Soc.*, 97, 2538 (1975).
- 62) J. Brickmann and G. Kothe, *J. Chem. Phys.*, 59, 2807 (1973).
- 63) G. Kothe, E. Ohmes, J. Brickmann, and H. Zimmermann, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 10, 938 (1971).
- 64) G. Schmauss, H. Baumgartel, and H. Zimmermann, *Angew. Chem. Int. Ed.*

Engl., 4, 596 (1965).

65) J. Veciana, C. Rovira, N. Ventosa, M.I. Crespo, and F. Palacio, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 57 (1993).

66) F. Kanno, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Phys. Chem.*, 97, 13267 (1993).

67) A. Rajca and S. Utamapanya, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 2396 (1993).

68) J.S. Jacobs, D.A. Shultz, R. Jain, J. Novak, and D.A. Dougherty, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 1744 (1993).

69) J.A. Novak, R. Jain, and D.A. Dougherty, *J. Am. Chem. Soc.*, 111, 7618 (1989).

70) S.K. Silverman and D.A. Dougherty, *J. Phys. Chem.*, 97, 13273 (1993).

71) D.E. Seeger and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 105, 5144 (1983).

72) D.E. Seeger, P.M. Lahti, A.R. Rossi, and J.A. Berson, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 1251 (1986).

73) J.S. Jacobs, D.A. Shultz, R. Jain, J.A. Novak, and D.A. Dougherty, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 1744 (1993).

74) J.A. Novak, R. Jain, and D.A. Dougherty, *J. Am. Chem. Soc.*, 111, 7618 (1989).

75) S.K. Silverman and D.A. Dougherty, *J. Chem. Phys.*, 97, 13237 (1993).

76) A. Rajca, S. Utamapanya, S. Thayumanavan, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 1884 (1992).

77) K. Matsuda, N. Nakamura, K. Takahashi, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 5550 (1995).

78) G. Allison, R.J. Bushby, and J-L. Paillaud, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 2062 (1993).

79) A. Izuoka, S. Murata, T. Sugawara, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 107, 1786 (1985).

80) K. Itoh, *Pure. Appl. Chem.*, 50, 1251 (1978).

81) Y. Teki, T. Takui, M. Kitano, and K. Itoh, *Chem. Phys. Lett.*, 142, 181 (1987).

82) E. Wasserman, R.W. Murray, W.A. Yager, A.M. Trozzolo, and G. Smolinsky, *J. Am. Chem. Soc.*, 89, 5067 (1967).

- 83) T. Matsumoto, T. Ishida, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 9952 (1992).
- 84) C. Ling, M. Minato, P.M. Lahti, and H. van Willigen, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 9959 (1992).
- 85) T. Matsumoto, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 5448 (1992).
- 86) Y. Teki, T. Takui, T. Kinoshita, S. Ichikawa, F. Yagi, and K. Itoh, *Chem. Phys. Lett.*, 141, 201 (1987).
- 87) C. Ling, M. Minato, P.M. Lahti, and van Willigen, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 9959 (1992).
- 88) S. Murata and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 113, 5547 (1991).
- 89) A. Rajca, S. Rajca, and R. Padmakumar, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 33, 2091 (1994).
- 90) C. Ling and P.M. Lahti, *J. Am. Chem. Soc.*, 116, 8784 (1994).
- 91) S.J. Jacobs and D.A. Dougherty, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 33, 1104 (1994).
- 92) C. Ling and P.M. Lahti, *Chem. Lett.*, 1357 (1994).
- 93) H. Tukada, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 2293 (1994).
- 94) S. Rajca and A. Rajca, *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 9172 (1995).
- 95) U. Muller and M. Baumgarten, *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 5840 (1995).
- 96) H. Tomioka, T. Watanabe, K. Hirai, K. Furukawa, T. Takui, and K. Itoh, *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 6376 (1995).
- 97) K. Matsuda, T. Yamagata, and H. Iwamura, *Chem. Lett.*, 1085 (1995).
- 98) K. Matsuda, N. Nakamura, K. Takahashi, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 5550 (1995).
- 99) K. Matsuda and H. Iwamura, *Chem. Commun.*, 1131 (1996).
- 100) K. Matsuda, N. Nakamura, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *Chem. Eur. J.*, 2, 259 (1996).
- 101) T. Nakamura, T. Momose, T. Shida, K. Sato, S. Nakazawa, T. Kinoshita, T. Takui, K. Itoh, T. Okuno, A. Izuoka, and T. Sugawara, *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 8684 (1996).
- 102) K. Matsuda, N. Nakamura, K. Inoue, N. Koga, and H. Iwamura, *Bull. Chem.*

- Soc. Jpn., 69, 1483 (1996).
- 103) K. Okada, T. Imakura, M. Oda, and H. Murai, *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 3047 (1996).
- 104) H. Sakurai, R. Kumai, A. Izuoka, and T. Sunagawa, *Chem. Lett.*, 879 (1996).
- 105) M.M. Wienk and R.A.J. Janssen, *Chem. Commun.*, 267 (1996).
- 106) A. Rajca and S. Rajca, *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 8121 (1996).
- 107) T. Akita and K. Kobayashi, *Tetrahedron.*, 52, 6893 (1996).
- 108) M.M. Wienk and R.A.J. Janssen, *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 10626 (1996).
- 109) M.M. Wienk and R.A.J. Janssen, *Chem. Commun.*, 1919 (1996).
- 110) S. Nimura, O. Kikuchi, T. Ohana, A. Yabe, and M. Kaise, *Chem. Lett.*, 125 (1996).
- 111) K. Okada, K. Ueda, M. Oda, H. Murai, K. Akiyama, and Y. Ikegami, *Chem. Lett.*, 169 (1996).
- 112) M.M. Wienk and R.A.J. Janssen, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 5398 (1997).
- 113) K. Matsuda, T. Yamagata, T. Seta, H. Iwamura, and K. Hori, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 8058 (1997).
- 114) J. Fujita, Y. Matsuoka, K. Matsuo, M. Tanaka, T. Akita, N. Koga, and H. Iwamura, *Chem. Commun.*, 2393 (1997).
- 115) K. Okada, T. Imakura, M. Oda, A. Kajiwara, M. Kamachi, and M. Yamaguchi, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 5740 (1997).
- 116) K. Sato, M. Yano, M. Furuichi, D. Shiomi, T. Takui, K. Abe, K. Itoh, A. Higuchi, K. Katsuma, and Y. Shiota, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 6607 (1997).
- 117) A. Rajca, K. Lu, and S. Rajca, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 10335 (1997).
- 118) A. Rajca, J. Wongsriratanakul, and S. Rajca, *J. Am. Chem. Soc.*, 119, 11674 (1997).
- 119) S. Nakazono, S. Karasawa, N. Koga, and H. Iwamura, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 37, 1550 (1998).
- 120) P.M. Lahti, B. Esat, and R. Walton, *J. Am. Chem. Soc.*, 120, 5122 (1998).
- 121) M. Kozaki, S. Nakamura, K. Sato, T. Takui, T. Kamatani, M. Oda, K. Tokumaru, and K. Okada, *Tetrahedron Lett.*, 39, 5979 (1998).
- 122) K. Matsumoto, M. Oda, M. Kozaki, K. Sato, T. Takui, and K. Okada,

- Tetrahedron Lett., 39, 6307 (1998).
- 123) R. Suzuki, M. Oda, A. Kajiwara, M. Kamachi, M. Kozaki, Y. Morimoto, and K. Okada, *Tetrahedron Lett.*, 39, 6483 (1998).
- 124) T. Yamagata, H. Tukada, and K. Kobayashi, *Chem. Lett.*, 129 (1998).
- 125) H. Tomioka, M. Hattori, K. Hirai, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, and K. Itoh, *J. Am. Chem. Soc.*, 120, 1106 (1998).
- 126) A. Rajca, J. Wongsriratanakul, S. Rajca, and R. Cerny, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 37, 1229 (1998).
- 127) T. Nakai, M. Kozaki, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, K. Itoh, and K. Okada, *Chem. Lett.*, 933 (1998).
- 128) K. Nakatuji, M. Oda, M. Kozaki, Y. Morimoto, and K. Okada, *Chem. Lett.*, 845 (1998).
- 129) Y.-J. Pu, M. Takahashi, E. Tsuchida, and H. Nishide, *Chem. Lett.*, 161 (1999).
- 130) K. Goto, T. Kubo, K. Yamamoto, K. Nakasuji, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, M. Kubota, T. Kobayashi, K. Yakushi, and J. Ouyang, *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 1619 (1999).
- 131) T.D. Selby and S.C. Blackstock, *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 7152 (1999).
- 132) T. Itoh, K. Matsuda, and H. Iwamura, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **38**, 1791 (1999).
- 133) L. Gherghel, J.D. Brand, M. Baumgarten, and K. Muller, *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 8104 (1999).
- 134) Y. Apeloig, D. Bravo-Zhivotoushu, M. Bendikov, D. Danovich, M. Botoshansky, T. Vakul'shaya, M. Voronkov, R. Samoiloilova, M. Zdravkova, V. Igonin, V. Shklover, and Y. Struchkov, *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 8118 (1999).
- 135) Y. Liao, C. Xie, P.M. Lahti, R.T. Wefer, J. Jiang, and D.P. Barr, *J. Org. Chem.*, **64**, 5176 (1999).
- 136) H. Oka, Y. Miura, and Y. Teki, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 41 (1999).
- 137) J.Y. Bae, M. Yano, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, T. Kinoshita, K. Abe, K. Itoh, and D. Hong, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 59 (1999).
- 138) K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, K. Itoh, M. Hattori, K. Hirai, and H. Tomioka, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 81 (1999).

- 139) M.Kozaki, S.Nakamura, K. Sato, T. Takui, and K. Okada, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 131 (1999).
- 140) T. Nakai, M. Kozaki, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, K. Itoh, and K. Okada, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 139 (1999).
- 141) M. Matsushita, T. Tachikawa, T. Suzuki, T. Kawai, and T. Iyoda, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 149 (1999).
- 142) T. Nakai, K. Sato, D. Shiomi, T. Takui, K. Itoh, M. Kozaki, and K. Okada, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **334**, 157 (1999).
- 143) H. Nishide, M. Takahashi, J. Takashima, Y-J. Pu, and E. Tsuchida, *J. Org. Chem.*, **64**, 7375 (1999).

高スピン有機分子の主な総説

- H. Iwamura, *Adv. Phys. Org. Chem.*, 26, 179 (1990).
- A. Rajca, *Chem. Rev.*, 94, 871 (1994).
- W.T. Borden, H. Iwamura, and J.A. Berson, *Acc. Chem. Res.*, 27, 109 (1994).

参考書

- O. Kahn, "Molecular Magnetism," VCH Publishers (1993).
- C.J. O'Connor, "Research Frontiers in Magnetochemistry," World Scientific (1993).
- E. Coronado, P. Delhaes, D. Gatteschi, and J. S. Miller, "Molecular Magnetism : From Molecular Assemblies to the Device," Kluwer Academic Publishers (1996).
- P.M. Lahti, "Magnetic Properties of Organic Materials," Marcel Dekker (1999).
- 伊藤, 分子磁性, 学会出版センター (1995)