

参考文献

- [1] S. N. Bose, *Z. Phys.* **26**, 178 (1924).
- [2] A. Einstein, *Sitzungsber. Kgl. Preuss. Akad. Wiss.* **1925**, 3 (1925) [邦訳：『アインシュタイン選集 1』湯川秀樹監修，中村，谷川，井上訳（共立出版 1971年）p. 136] .
- [3] F. London, *Nature (London)* **141**, 643 (1938).
- [4] J. L. Lin and J. P. Wolfe, *Phys. Rev. Lett.* **71**, 1222 (1993).
- [5] T. J. Greytak: in *Bose-Einstein Condensation*, edited by A. Griffin, D. W. Snoke, and S. Stringari (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995) p. 131.
- [6] H. F. Hess, *Phys. Rev.* **B 34**, 3476 (1986).
- [7] N. Masuhara, J. C. Doyle, J. C. Sandberg, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 935 (1988).
- [8] J. C. Doyle, J. C. Sandberg, I. A. Yu, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **67**, 603 (1991).
- [9] T. W. Hänsch and A. L. Schawlow, *Opt. Comm.* **13**, 68 (1975).
- [10] S. Chu, L. Hollberg, J. E. Bjorkholm, A. Cable, and A. Achkin, *Phys. Rev. Lett.* **55**, 48 (1985).
- [11] E. L. Raab, M. Prentiss, A. Cable, S. Chu, and D. E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **59**, 2631 (1987).
- [12] J. Dalibard and C. Cohen-Tannoudji, *J. Opt. Soc. Am.* **B 6**, 2023 (1989).
- [13] C. Wallace, T. Dineen, K. Tan, T. Grove, and P. Gould, *Phys. Rev. Lett.* **69**, 897 (1992).
- [14] A. Migdall, J. Prodan, W. D. Phillips, T. H. Bergeman, and H. J. Metcalf, *Phys. Rev. Lett.* **54**, 2596 (1985).
- [15] M. H. Anderson, J. R. Ensher, M. R. Matthews, C. E. Wieman, and E. A. Cornell, *Science* **269**, 198 (1995).
- [16] K. B. Davis, M.-O. Mewes, M. R. Andrews, N. J. van Druten, D. S. Durfee, D. M. Kurn, and W. Ketterle, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 3969 (1995).
- [17] C. C. Bradley, C. A. Sackett, J. J. Tollett, and R. G. Hulet, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 1687 (1995); C. C. Bradley, C. A. Sackett, and R. G. Hulet, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 985 (1997).
- [18] D. G. Fried, T. C. Killian, L. Willmann, D. Landhuis, S. C. Moss, D. Kleppner, and T. J. Greytak, *Phys. Rev. Lett.* **81**, 3811 (1998).
- [19] W. Petrich, M. H. Anderson, J. R. Ensher, and E. A. Cornell, *Phys. Rev. Lett.* **74**, 3353 (1995).
- [20] M.-O. Mewes, M. R. Andrews, N. J. van Druten, D. M. Kurn, D. S. Durfee, and W. Ketterle, *Phys. Rev. Lett.* **77**, 416 (1996).
- [21] M. R. Andrews, M.-O. Mewes, N. J. van Druten, D. S. Durfee, D. M. Kurn, and W. Ketterle, *Science* **273**, 84 (1996).
- [22] H.-J. Miesner, D. M. Stamper-Kurn, M. R. Andrews, D. S. Durfee, S. Inouye, and W. Ketterle, *Science* **279**, 1005 (1998).
- [23] N. Bogoliubov, *J. Phys. (Moscow)* **11**, 23 (1947).
- [24] E. P. Gross, *Nuovo Cimento* **20**, 454 (1961); E. P. Gross, *J. Math. Phys.* **4**, 195 (1963).
- [25] L. P. Pitaevskii, *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **40**, 646 (1961) [*Sov. Phys. JETP* **13**, 451 (1961)].

- [26] D. S. Jin, J. R. Ensher, M.R. Matthews, C.E. Wieman, and E.A. Cornell, Phys. Rev. Lett. **77**, 420 (1996).
- [27] M.-O. Mewes, M. R. Andrews, N. J. van Druten, D. M. Kurn, D.S. Durfee, C. G. Townsend, and W. Ketterle, Phys. Rev. Lett. **77**, 988 (1996).
- [28] J. R. Ensher, D. S. Jin, M.R. Matthews, C. E. Wieman, and E. A. Cornell, Phys. Rev. Lett. **77**, 4984 (1996).
- [29] W. Ketterle and N. J. van Druten, Phys. Rev. **A 54**, 656 (1996).
- [30] V. Bagnato, D. E. Pritchard, and D. Kleppner, Phys. Rev. **A 35**, 4354 (1987).
- [31] S. Inouye, M. R. Andrews, J. Stenger, H.-J. Miesner, D. M. Stamper-Kurn, and W. Ketterle, Nature **392**, 151 (1998).
- [32] C. J. Myatt, E. A. Burt, R.W. Ghrist, E. A. Cornell and C. E. Wieman. Phys. Rev. Lett. **78**, 586 (1997).
- [33] J. Stenger, S. Inouye, D. M. Stamper-Kurn, H.-J. Miesner, A. P. Chikkatur, and W. Ketterle, Nature **396**, 345 (1998).
- [34] D. S. Hall, M. R. Matthews, J. R. Ensher, C. E. Wieman, and E. A. Cornell, Phys. Rev. Lett. **81**, 1539 (1998).
- [35] D. S. Hall, M. R. Matthews, C. E. Wieman, and E. A. Cornell, Phys. Rev. Lett. **81**, 1543 (1998).
- [36] M. R. Andrews, D. M. Kurn, H.-J. Miesner, D. S. Durfee, C. G. Townsend, S. Inouye, and W. Ketterle, Phys. Rev. Lett. **79**, 553 (1997).
- [37] D. M. Stamper-Kurn, H.-J. Miesner, A. P. Chikkatur, S. Inouye, J. Stenger, and W. Ketterle , Phys. Rev. Lett. **83**, 661 (1999).
- [38] M. R. Matthews, B. P. Anderson, P. C. Haljan, D. S. Hall, C. E. Wieman, E. A. Cornell, Phys. Rev. Lett. **83**, 2498 (1999).
- [39] M.-O. Mewes, M.R. Andrews, D. M. Kurn, D. S. Durfee, C. G. Townsend, and W. Ketterle, Phys. Rev. Lett. **78**, 582 (1997).
- [40] M. Kozuma, L. Deng, E. W. Hagley, J. Wen, R. Lutwak, K. Helmerson, S. L. Rolston, and W. D. Phillips, Phys. Rev. Lett. **82**, 871 (1999).
- [41] E. W. Hagley, L. Deng, M. Kozuma, J. Wen, K. Helmerson, S. L. Rolston, and W. D. Phillips, Science **283** 1706 (1999).
- [42] I. Bloch, T. W. Hänsch, and T. Esslinger, Phys. Rev. Lett. **82**, 3008 (1999).
- [43] B. P. Anderson and M. A. Kasewich, Science **282**, 1686 (1998).
- [44] M. R. Andrews, C. G. Townsend, H.-J. Miesner, D. S. Durfee, D. M. Kurn, and W. Ketterle, Science **275**, 637 (1997).
- [45] O. Carnal and L. Mlynek, Phys. Rev. Lett. **66**, 2689 (1991).
- [46] R. Loudon: *The quantum theory of light* (Oxford University Press, UK, 1983) p. 117.
- [47] M. Yasuda and F. Shimizu, Phys. Rev. Lett. **77**, 3090 (1996).
- [48] W. Ketterle and H.-J. Miesner, Phys. Rev. **A 56**, 3291 (1997).
- [49] Y. Castin and R. Dum, Phys. Rev. Lett. **77**, 5315 (1996).
- [50] M. J. Holland, D. S. Jin, M. L. Chiofalo, and J. Cooper, Phys. Rev. Lett. **78**, 3801 (1997).
- [51] E.A. Burt, R.W. Ghrist, C.J. Myatt, M.J. Holland, E.A. Cornell, and C.E. Wieman, Phys. Rev.

- Lett. **79**, 337 (1997).
- [52] D. Kleppner: in *Physics Today* (August, 1996) p.11.
- [53] L. Deng, E. Hagley, J. Wen, M. Trippenbach, Y. Band, P. Julienne, J. Simsarian, K. Helmerson, S. Rolston and W. Phillips, *Nature* **398**, 218 (1999).
- [54] J. Stenger, S. Inouye, A. P. Chikkatur, D. M. Stamper-Kurn, D. E. Pritchard and W. Ketterle, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4569 (1999).
- [55] S. Inouye, A. P. Chikkatur, D. M. Stamper-Kurn, J. Stenger, D. E. Pritchard, and W. Ketterle, *Science* **285**, 571 (1999).
- [56] S. Inouye, T. Pfau, S. Gupta, A. P. Chikkatur, A. Görlitz, D. E. Pritchard, and W. Ketterle, *Nature* **402**, 641 (1999).
- [57] M. Kozuma, Y. Suzuki, Y. Torii, T. Sugiura, T. Kuga, E. W. Hagley, and L. Deng, *Science* **286**, 2309 (1999).
- [58] Y. Torii, Y. Suzuki, T. Sugiura, M. Kozuma, T. Kuga, L. Deng, and E. W. Hagley, *Phys. Rev. A* **61**, R1602 (2000).
- [59] M. Kasevich and S. Chu, *Phys. Rev. Lett.* **67**, 181 (1991).
- [60] E. M. Rasel, M. K. Oberthaler, H. Batelaan, J. Schmiedmayer, and A. Zeilinger, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 2633 (1995).
- [61] D. M. Giltner, R. W. McGrowan, and S. A. Lee, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 2638 (1995).
- [62] J. Denschlag, J. E. Simsarian, D. L. Feder, Charles W. Clark, L. A. Collins, J. Cubizolles, L. Deng, E. W. Hagley, K. Helmerson, W. P. Reinhardt, S. L. Rolston, B. I. Schneider, and W. D. Phillips, *Science* **287**, 97 (2000).
- [63] J. E. Simsarian, J. Denschlag, M. Edwards, C. W. Clark, L. Deng, E. W. Hagley, K. Helmerson, S. L. Rolston, and W. D. Phillips, *Phys. Rev. Lett.* **85**, 2040 (2000).
- [64] H. M. J. M. Boesten, C. C. Tsai, J. R. Gardner, D. J. Heinzen, and B. J. Verhaar, *Phys. Rev. A* **55**, 636 (1997).
- [65] C. Monroe, W. Swann, H. Robinson, and C. Wieman, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 1571 (1990).
- [66] C. Salomon, J. Dalibard, W. D. Phillips, A. Clairon, and S. Guellati, *Europhys. Lett.* **12**, 683 (1990).
- [67] K. B. Davis, M.-O. Mews, M. A. Joffe, R. Andrews, and W. Ketterle, *Phys. Rev. Lett.* **74**, 5202 (1995).
- [68] P. D. Lett, R. N. Watts, C. I. Westbrook, W. D. Phillips, P. L. Gould, and H. J. Metcalf, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 826 (1988).
- [69] P. D. Lett, W. D. Phillips, S. L. Rolston, C. E. Tanner, R. N. Watts, and C. I. Westbrook, *J. Opt. Soc. Am B* **6**, 2084 (1989).
- [70] C. J. Myatt, N. R. Newbury, R. W. Ghrist, S. Loutzenhiser, and C. E. Wieman, *Opt. Lett.* **21**, 290 (1996).
- [71] K. E. Gibble, S. Kasapi, and S. Chu, *Opt. Lett.* **17**, 526 (1992).
- [72] T. Walker, D. Sesko, and C. Wieman, *Phys. Rev. Lett.* **64**, 408 (1990).
- [73] W. Ketterle, K. B. Davis, M. A. Joffe, A. Martin, and D. E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **70**, 2253 (1993).
- [74] M. A. Anderson, W. Petrich, J. R. Ensher, and E. A. Cornell, *Phys. Rev. A* **50**, 3597 (1994).

- [75] C. G. Townsend, N. H. Edwards, K. P. Zetie, C. J. Cooper, J. Rink, and C. J. Foot, *Phys. Rev. A* **53**, 1702 (1996).
- [76] W. Petrich, M. H. Anderson, J. R. Ensher, and E. A. Cornell, *J. Opt. Soc. Am. B* **11**, 1332 (1994).
- [77] U. Ernst, A. Marte, F. Schreck, J. Schuster, and G. Rempe, *Europhys. Lett.* **41**, 1 (1998).
- [78] K. Dieckmann, *et. al.*: poster session in *6th workshop on atom optics and interferometry* (Cargese, France, July 26-29, 2000).
- [79] D. E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **51**, 1336 (1983).
- [80] T. Bergeman, G. Erez, and H. Metcalf, *Phys. Rev. A* **35**, 1535 (1985).
- [81] L. Marton, J. Arol Simson, and J. A. Suddeth, *Phys. Rev.* **90**, 490 (1954).
- [82] D. Gabor, *Proc. R. Soc. London* **A197**, 454 (1949).
- [83] A. Tonomura, *et. al.*, *Phys. Rev. Lett* **48**, 1443 (1982).
- [84] A. Tonomura, *et. al.*, *Phys. Rev. Lett* **56**, 792 (1986).
- [85] H. Rauch, W. Treimer, and U. Bonse, *Phys. Lett.* **A47**, 369 (1974).
- [86] R. Colella, A. W. Overhauser, and S. A. Werner, *Phys. Rev. Lett.* **34**, 1472 (1976).
- [87] S. A. Werner, R. Colella, A. W. Overhauser, and C. Fagen, *Phys. Rev. Lett.* **35**, 1053 (1975); H. Rauch, A. Zeilinger, G. Badurek, A. Wiling, W. Bauspiess, and U. Bonse, *Phys. Lett.* **55A**, 425 (1975).
- [88] J. J. Sakurai, San Fu Tuan, editor, *Modern Quantum Mechanics Revised Edition* (Addison-Wesley, 1994) (改訂前の邦訳は文献[116]).
- [89] S. A. Werner, J. L. Staudenmann, and R. Colella, *Phys. Rev. Lett.* **42**, 1103 (1979).
- [90] David W. Keith, Christopher R. Ekstrom, Quentin A. Turchette, and David E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **66**, 2693 (1991).
- [91] M. Kasevich and S. Chu, *Appl. Phys.* **B 54**, 321 (1992).
- [92] F. Riehle, Th. Kisters, A. Witte, and J. Helmcke, *Phys. Rev. Lett.* **67**, 177 (1991).
- [93] T. L. Gustavson, P. Bouyer, and M. A. Kasevich, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 2046 (1997).
- [94] D. S. Weiss, B. C. Young, and S. Chu, *Phys. Rev. Lett.* **70**, 2706 (1993).
- [95] C. R. Ekstrom, J. Schmiedmayer, M. S. Chapman, T. D. Hammond, and D. E. Pritchard, *Phys. Rev* **A51**, 3883 (1995).
- [96] K. Zeiske, G. Zinner, F. Riehle, and J. Helmcke, *Appl. Phys.* **B 60**, 205 (1995).
- [97] P. L. Gould, G. A. Ruff, and D. E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **56**, 827 (1986).
- [98] P. J. Martin, B. G. Oldaker, A. H. Miklich, and D. E. Pritchard, *Phys. Rev. Lett.* **60**, 515 (1988).
- [99] 光のスクイーズド状態に関するレビュー記事として D. F. Walls, *Nature* **306**, 141 (1983); 光のスクイーズド状態を最初に生成した実験は R. E. Slusher, L. W. Hollbery, B. Yurke, J. C. Mertz, and J. F. Valley, *Phys. Rev. Lett.* **55**, 2409 (1985).
- [100] P. Bouyer and M. A. Kasevich, *Phys. Rev.* **A56**, R1083 (1997).
- [101] N. Tsukada, *Phys. Rev.* **A61**, 3602 (2000).
- [102] 鳥井寿夫, 伊東健一, 並木亮, 近藤勝利, 坂野常俊, 佐々木雄一, 中村崇市郎, 平野琢也, 日本物理学会 2000 年春の分科会, 24pC-8.

- [103] T. Esslinger, I. Bloch, and T. W. Hänsch, *Phys. Rev. A* **58**, 2664 (1999).
- [104] M. Nakahara, T. Isoshima, K. Machida, S. Ogawa, and T. Ohmi, cond-mat/9905374; T. Isoshima, M. Nakahara, T. Ohmi, and K. Machida, cond-mat/9908470.
- [105] C. Monroe, D. M. Meekhof, B. E. King, W. M. Itano, and D. L. Wineland, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 4717 (1995).
- [106] J. I. Cirac, M. Lewenstein, K. Molmer, and P. Zoller, *Phys. Rev. A* **57**, 1208 (1998).
- [107] W. M. Itano, D. J. Heinzen, J. J. Bollinger, and D. J. Wineland, *Phys. Rev. A* **41**, 2295 (1990).
- [108] E. Arimond, M. Inguscio, and P. Violino, *Rev. Mod. Phys.* **49**, 31 (1977).
- [109] H. J. Metcalf and P. van der Straten: *Laser Cooling and Trapping* (Springer-Verlag, New York, (1999).
- [110] É. de Clercq *et. al.*, *J. Phys. (Paris)* **45**, 239 (1984).
- [111] A. N. Nesmeyanov: *Vapour Pressure of the Chemical Elements* (Elsevier, New York, 1963).

付録を執筆するにあたり，以下の教科書または解説論文を参考にした．

- [112] 山下次郎，福地充共訳『キッテル 熱物理学 第2版』(丸善，1983)．
- [113] 阿部龍蔵『統計力学 第2版』(東京大学出版，1992)．
- [114] 小出昭一郎『量子力学 改訂版 (I), (II)』(裳華房，1990)．
- [115] 高橋康『物性研究者のための場の量子論 I』(培風館，1974)．
- [116] 桜井明夫訳『J.J.サクライ 現代の量子力学(上),(下)』(吉岡書店，1989)．
- [117] P. Meystre and M. Sargent III: *Elements of Quantum Optics* 3rd ed. (Springer-Verlag, Berlin, 1998).
- [118] F. Dalfovo, S. Giorgini, L. P. Pitaevskii, and S. Stringari, *Theory of Bose-Einstein condensation in trapped gases* [*Rev. Mod. Phys.* **71**, 463 (1999)].
- [119] A. S. Parkins and D. F. Walls, *The physics of trapped dilute-gas Bose-Einstein condensates* [*Phys. Rep.* **303**, 1 (1998)].
- [120] W. Ketterle, D. S. Durfee, and D. M. Stamper-Kurn, *Making, probing and understanding Bose-Einstein condensates* [<http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/9904034>].