

- 239) Horita M., Ichhoda N., Goto K., Ishihara T., Tamura S., Ueda I., Masuda C., Nakahara K., Sugimoto C., Kajino K., Nakamura I., Matsumura T., Fukuzawa N., Matsuo K., Yasuno R., The 26th Biotechnology Symposium, Tokyo, November 2008, preprint, pp. 79–80.
- 240) Webb S. R., Henry M. J., PCT Int. Appl. (2008), 33pp., WO 2008060669.
- 241) Rosales-Mendoza S., Alpuche-Solís A., Soria-Guerra R., Herrera-Díaz A., Korban S. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S67 (2008).
- 242) Soria-Guerra R. E., Alpuche-Solís A. G., Rosales-Mendoza S., López-Revilla R., Bendik E. M., Korban S. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S63 (2008).
- 243) Kessans S., Mor T., Matoba N., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S72 (2008).
- 244) Cherni I. V. A., Matoba N., Mor T. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S57 (2008).
- 245) Huang Z., LePore K., Elkin G., Thanavala Y., Mason H. S., *Plant Biotechnol. J.*, **6**, 202–209 (2008).
- 246) Phoolcharoen W., Uppalapati C., Arntzen C. J., Chen Q., Mason H. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S61 (2008).
- 247) Huang Z., Chen Q., Hjelm B., Arntzen C., Mason H., *Biotechnol. Bioeng.*, **103**, 706–714 (2009).
- 248) Sim J.-S., Park H.-K., Kim D.-S., Lee S.-B., Kim Y.-H., Hahn B.-S., *Plant Mol. Biol. Rep.*, **27**, 388–399 (2009).
- 249) Ikeguchi S., Ichhoda N., Goto K., Ishihara T., Tamura S., Ueda I., Masuda C., Nakahara K., Sugimoto C., Kajino K., Nakamura I., Matsumura T., Fukuzawa N., Matsuo K., Yasuno R., The 27th Biotechnology Symposium, Tokyo, November 2009, preprint, pp. 69–70.
- 250) Nguyen T., Phan L., Pham T., Nguyen H., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, P-123.
- 251) Mason H. S., Huang Z., Chen Q., Arntzen C. J., Yuan S., Hjelm B., PCT Int. Appl. (2010), WO 2010025285.
- 252) Ayala J., Acosta-Gamboa W., Ashby C., Johnson D., Reidy M., Fergus M., Dolan M., Huang X., Cramer C., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, P-257.
- 253) Kim T.-G., Kim M.-Y., Yang M.-S., *Protein Expr. Purif.*, **74**, 236–241 (2010).
- 254) Biolex Researchers Present Results of Anti-CD20 Antibody with Optimized Glycosylation at ASH CONFERENCE, Preclinical Results Demonstrate Potential for Improved Efficacy and Potency and Reduced Side Effects Compared to Rituxan®, Biolex ASH Presentation, December 10, 2007: (<http://www.biolex.com/pdfs/Biolex%20Press%20Release%20-%20ASH%20Presentation%20121007.pdf>), cited 28 October, 2011.
- 255) Gasdaska J. R., Sterling J. D., Regan J. T., Cox K. C., Sherwood S., Dickey L. F., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S23–S24 (2008).
- 256) Woodard S. L., Wilken L. R., Barros G. O. F., White S. G., Nikolov Z. L., *Biotechnol. Bioeng.*, **104**, 562–571 (2009).
- 257) Komarnytsky S., Borisjuk N., Yakoby N., Garvey A., Raskin I., *Plant Physiol.*, **141**, 1185–1193 (2006).
- 258) Jamal A., Ahn M.-H., Song M., Oh E.-Y., Hong J., Choo Y.-K., Ko K., Han Y. S., Oh S. H., Van Der Linden J., Leusen J. H. W., Ko K., *Hybridoma*, **28**, 7–12 (2009).
- 259) Padilla S., Valdes R., Gomez L., Geada D., Ferro W., Mendoza O., Garcia C., Mila L., Pasin L., Issac Y., Gavilan D., Gonzalez T., Sosa R., Leyva A., Sanchez J., LaOM., Calvo Y., Sanchez R., Fernandez E., Brito J., *Chromatographia*, **70**, 1673–1678 (2009).
- 260) Ko G. S., Ahn M. H., Koprosky H., Hooper K., Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo (2009), 10pp., KR 2009130474.
- 261) Yang M. S., KR Patent 2010125870 (2010).
- 262) Luo W., Wu X., Tao G., Li Y., Xu Z., *Mianyixue Zazhi*, **23**, 9–12 (2007).
- 263) Bakker H., Rouwendal G. J., Karnoup A. S., Florack D. E., Stoopen G. M., Helsper J. P.,

- van Ree R., van Die I., Bosch D., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **103**, 7577–7582 (2006).
- 264) Girard L. S., Fabis M. J., Bastin M., Courtois D., Petiard V., Koprowski H., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **345**, 602–607 (2006).
- 265) Brodzik R., Glogowska M., Bandurska K., Okulicz M., Deka D., Ko K., van der Linden J., Leusen J. H., Pogrebnyak N., Golovkin M., Steplewski Z., Koprowski H., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **103**, 8804–8809 (2006).
- 266) Morgun B., Richter A., Deshmukh S. D., Stepanyuk V., Kalai K., Nagy G., Hufnagel L., Lukacs N., *Acta Biol. Hung.*, **57**, 247–259 (2006).
- 267) Platis D., Labrou N. E., *J. Chromatogr. A*, **1128**, 114–124 (2006).
- 268) Almquist K. C., McLean M. D., Niu Y., Byrne G., Olea-Popelka F. C., Murrant C., Barclay J., Hall J. C., *Vaccine*, **24**, 2079–2086 (2006).
- 269) Wieland W. H., Lammers A., Schots A., Orzaez D. V., *J. Biotechnol.*, **122**, 382–391 (2006).
- 270) Rajabi-Memari H., Jalali-Javaran M., Rasaei M. J., Rahbarizadeh F., Forouzandeh-Moghadam M., Esmaili A., *Hybridoma (Larchmt)*, **25**, 209–215 (2006).
- 271) Bakker H., Rouwendal G. J. A., Karnoup A. S., Florack D. E. A., Stoopen G. M., Helsper J. P. F. G., van Ree R., van Die I., Bosch D., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **103**, 7577–7582 (2006).
- 272) Dong H.-l., Li W., Zhu X., Lin J., Tang K., Ren D., *Fudan Xuebao, Ziran Kexueban*, **45**, 811–815 (2006).
- 273) Rouwendal G. J. A., Wuhler M., Florack D. E. A., Koeleman C. A. M., Deelder A. M., Bakker H., Stoopen G. M., van Die I., Helsper J. P. F. G., Hokke C. H., Bosch D., *Glycobiology*, **17**, 334–344 (2007).
- 274) Drake P. M. W., Barbi T., Sexton A., McGowan E., Stadlmann J., Navarre C., Paul M. J., Ma J. K.-C., *FASEB J.*, **23**, 3581–3589 (2009).
- 275) Jin C., Altmann F., Strasser R., Mach L., Schöhs M., Kunert R., Rademacher T., Glössl J., Steinkellner H., *Glycobiology*, **18**, 235–241 (2008).
- 276) Sainsbury F., Lavoie P.-O., D'Aoust M.-A., Vézina L.-P., Lomonossoff G. P., *Plant Biotechnol. J.*, **6**, 82–92 (2008).
- 277) Weterings K., Boets A., Botterman J., Steinkellner H., van Eldik G., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S23 (2008).
- 278) Hassan S., van Dolleweerd C. J., Ioakeimidis F., Keshavarz-Moore E., Ma J. K.-C., *Plant Biotechnol. J.*, **6**, 733–748 (2008).
- 279) Fukuzawa N., Ichhoda N., Kataoka C., Ishihara T., Masuda C., Tabayashi N., Matsumura T., Abstracts of papers, The 26th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Osaka, September 2008, p. 171.
- 280) Fukuzawa N., Ishihara T., Ichhoda N., Masuda C., Matsumura T., Abstracts of papers, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Sendai, September 2010, 1Da–10, p. 78.
- 281) Colgan R., Atkinson C. J., Paul M., Hassan S., Drake P. M., Sexton A. L., Santa-Cruz S., James D., Hamp K., Gutteridge C., Ma J. K., *Transgenic Res.*, **19**, 241–256 (2010).
- 282) Drake P. M. W., Barbi T., Drever M. R., van Dolleweerd C. J., Porter A. J. R., Ma J. K.-C., *FASEB J.*, **24**, 882–890 (2010).
- 283) Law R. D., Russell D. A., Thompson L. C., Schroeder S. C., Middle C. M., Tremaine M. T., Jury T. P., Delannay X., Slater S. C., *Biochim. Biophys. Acta*, **1760**, 1434–1444 (2006).
- 284) Rademacher T., Sack M., Arcalis E., Stadlmann J., Balzer S., Altmann F., Quendler H., Stiegler G., Kunert R., Fischer R., Stoger E., *Plant Biotechnol. J.*, **6**, 189–201 (2008).
- 285) Ramessar K., Rademacher T., Sack M., Stadlmann J., Platis D., Stiegler G., Labrou N., Altmann F., Ma J., Stöger E., Capell T., Christou P., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **105**, 3727–3732 (2008).
- 286) Orzaez D., Mirabel S., Wieland W. H., Granell A., *Plant Physiol.*, **140**, 3–11 (2006).
- 287) Di Carli M., Villani M. E., Renzone G., Nardi L., Pasquo A., Franconi R., Scaloni A., Benvenuto E., Desiderio A., *J. Proteome Res.*, **8**, 838–848 (2009).
- 288) Gorr G., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S24 (2008).
- 289) Matsuda T., Aoki N., Hashizume F., Hino S.,

- Kakehashi M., WO Patent 2006095749 (2006).
- 290) Fogher C., Reggi S., Perfanov K., PCT Int. Appl. (2008), 70pp., WO 2008017906.
- 291) Biolex Therapeutics Presents Preclinical Results for Clot Buster BLX-155 at the International Society on Thrombosis and Haemostasis Meeting—Clinical Development Program for BLX-155 Also Announced—, Biolex Presents BLX-155 Preclinical Results at ISTH July 13, 2007: (<http://www.biolex.com/pdfs/Biolex%20ISTH%20Announcement%20July%2013%202007.pdf>), cited 28 October, 2011.
- 292) Yoshimatsu K., Chida H., Kawano N., Inui T., Shibata T., Hagio T., Kawahara N., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, S-376.
- 293) Wang B., Wu T., CN Patent 1778932 (2006).
- 294) Ritala A., Wahlström E. H., Holkeri H., Hafren A., Mäkeläinen K., Baez J., Mäkinen K., Nuutila A. M., *Protein Expr. Purif.*, **59**, 274–281 (2008).
- 295) Feng L., Yang R., Yang X., Zeng Q., *Zhongcaoyao*, **37**, 1857–1861 (2006).
- 296) Tang X., Jiang L., Liu H., Zhao K., Zhu H., Tan F., Wang J., Wu X., Tao S., CN Patent 101743830 (2010).
- 297) Apuya N., Bobzin S. C., PCT Int. Appl. (2007), 305pp., WO 2007011887.
- 298) Zhao D., Chen F., Qiao X., Lu X., CN Patent 101921735 (2010).
- 299) Samuels S., Egnin M., Jaynes J., Jackson J., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, S-292.
- 300) Frohberg C., Koch R., EP Patent 1640457 (2006).
- 301) Song D., Deng R., Nie C., Zhang Y., Chen S., Qiu Y., Wang X., *Sheng Wu Ji Shu Tong Bao*, **7**, 117–119 (2010).
- 302) Shibuya J., Hamada E., Nagao S., Shibata D., Shinmyo A., Kato K., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka, March 2009, p. 316 (3P1204B).
- 303) Inui T., Ikeda M., Kawano N., Kawahara N., Takagi M., Yoshimatsu K., Abstracts of papers, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Sendai, September 2010, 2Cp-12, p. 178.
- 304) Inui T., Kawano N., Ikeda M., Ohme-Takagi M., Yoshimatsu K., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, P-079.
- 305) Wang B., Wu T., CN Patent 1778923 (2006).
- 306) Lam E., Poon L. M., Zhou Y., Chye M. L., Peiris J. S. M., U.S. Patent 20060282921 (2006).
- 307) Maxwell C. A., Mcgonigle B., Hession A. O., U.S. Pat. Appl. Publ. (2007), 40pp., US 2007016982.
- 308) Li X., Ke S., Xiao Y., Qu Q., Wang X., Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2007), 21pp., CN 101037692.
- 309) Mor T. S., Geyer B. C., PCT Int. Appl. (2007), 28pp., WO 2007040568.
- 310) Garnaud P. E. F., Kannan L., Mor T. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S58 (2008).
- 311) Han B. S., Oh S. S., Kim J. B., Kim Y. H., Repub. Korea (2008), 16pp., KR 791090.
- 312) Von Schaeuwen A., Kaulfuerst-Soboll H., PCT Int. Appl. (2009), 34pp., WO 2009135603.
- 313) Orvar B. L., Mantyla E., WO Patent 2010001417 (2010).
- 314) Orvar B. L., Mantyla E., WO Patent 2010001418 (2010).
- 315) Kasahara S., Wasai M., Sugita K., Shimada T., WO Patent 2010087048 (2010).
- 316) Ladram A., Sereno D., Abassi F., Oury B., Amiche M., Nicolas P., WO Patent 2010106293 (2010).
- 317) Xiang F., Wang J., Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2009), 32pp., CN 101509005.
- 318) Kohinata T., Yamaoka S., Yoshida M., Takemura M., Ohyama K., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka, March 2009, p. 315 (3P1198B).
- 319) Kanamoto H., Yamaoka S., Takemura M., Ohyama K., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka,

- March 2009, p. 316 (3P1199B).
- 320) Hattan J., Yoshida M., Yamaoka S., Take-mura M., Ohya K., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka, March 2009, p. 316 (3P1200B).
- 321) Matsuo K., Hong J.-S., Tabayashi N., Ito A., Masuta C., Matsumura T., *Planta*, **225**, 277–286 (2007).
- 322) Oishi K., Williams D., U.S. Patent 20060162026 (2006).
- 323) Dubald M., Tissot G., Nadai M., Vitel M., WO Patent 2006108830 (2006).
- 324) Sharma N., Kim T.-G., Yang M.-S., *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, **11**, 154–159 (2006).
- 325) Schillberg S., Schinkel H., Schiermeyer A., Schuettler A., Soehngen W., Fischer R., WO Patent 2006005362 (2006).
- 326) Nemchinov L. G., Paape M. J., Sohn E. J., Bannerman D. D., Zarlenga D. S., Hammond R. W., *FASEB J.*, **20**, 1345–1351 (2006).
- 327) Wu S., Schalk M., Clark A., Miles R. B., Coates R., Chappell J., *Nat. Biotechnol.*, **24**, 1441–1447 (2006).
- 328) Sexton A., Drake P. M., Mahmood N., Harman S. J., Shattock R. J., Ma J. K., *FASEB J.*, **20**, 356–358 (2006).
- 329) Tasaka Y., Matsumura T., Matsuo K., Brit. Patent 2425125 (2006).
- 330) Tasaka Y., Matsumura T., Matsuo K., WO Patent 2006025443 (2006).
- 331) Kermode A. R., Zeng Y., Hu X., Lauson S., Abrams S. R., He X., *Plant Mol. Biol.*, **63**, 763–776 (2007).
- 332) Kitazawa H., Shibatani S., Sogabe A., PCT Int. Appl. (2007), 65pp., WO 2007023682.
- 333) Sadler M. T., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S62 (2008).
- 334) Tissot G., Canard H., Nadai M., Martone A., Botterman J., Dubald M., *Plant Biotechnol. J.*, **6**, 309–320 (2008).
- 335) Weathers P. J., Liu C., Medrano G., Dolan M. C., Cramer C. L., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S64 (2008).
- 336) Kannan L., Geyer B. C., Garnaud P.-E., Woods R. R., Muralidharan M., Cherni I., Mor T. S., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S56 (2008).
- 337) Matsuo K., Matsumura T., Abstracts of papers, The 26th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Osaka, September 2008, p. 172.
- 338) Mor T. S., Geyer B. C., Muralidharan M., Cherni I., Fletcher S. P., Evron T., Soreq H., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S60 (2008).
- 339) Shibuya S., Kitazawa H., Abstracts of papers, The 26th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Osaka, September 2008, p. 168.
- 340) Rabindran S., Stevenson N., Roy G., Fedorkin O., Skarjinskaia M., Ensley B., Yusibov V., *Biotechnol. Prog.*, **25**, 530–534 (2009).
- 341) Daniell H., Ruiz G., Denes B., Sandberg L., Langridge W., *BMC Biotechnol.*, **9**, 33 (2009).
- 342) Drake P. M. W., Barbi T., Sexton A., McGowan E., Stadlmann J., Navarre C., Paul M. J., Ma J. K.-C., *FASEB J.*, **23**, 3581–3589 (2009).
- 343) Yoshioka H., Okamoto A., Mori Y., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2009), 21pp., JP 2009072075.
- 344) Huang T.-K., Plesha M. A., McDonald K. A., *Biotechnol. Bioeng.*, **106**, 408–421 (2010).
- 345) Matsuo K., Matsumura T., Abstracts of papers, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Sendai, September 2010, 1Da–8, p. 76.
- 346) Rubio M. G., Radin N., Srivastava J., Dolan V., Lorence M., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, P–256.
- 347) Paniago M. del G., Leite A., BR Patent 2004005361 (2006).
- 348) Take M., Uno K., Kanamaru K., Yamagata Y., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka, March 2009, p. 313 (3P1180B).
- 349) Nomura T., Ishiyama S., Usami A., Fujiyama K., Seki T., Okada T., Saito T., Yamada T., Tamura T., Kobayashi I., Japan. Patent 2010029102 (2010).
- 350) Tang K., Wang Q., Pan Q., Yuan F., Wang

- G., Xing S., Zhao J., CN Patent 101665804 (2010).
- 351) O'Connor S., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, S-236.
- 352) Shaaltiel Y., Baum G., Bartfeld D., Hashmueli S., Lewkowicz A., U.S. Pat. Appl. Publ. (2008), 59pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 554, 387, US 2008038232.
- 353) Shaaltiel Y., Baum G., Bartfeld D., Hashmueli S., Lewkowicz A., U.S. Patent 20100196345 (2010).
- 354) Anterola A., Ham R., Perroud P.-F., Quatrano R., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, P-005.
- 355) Liu X., Yang C., Chen M., Li M., Liao Z., Tang K., *J. Med. Plant Res.*, **4**, 1708-1713 (2010).
- 356) Kawano N., Ikeda M., Mitsuda N., Inui T., Kawahara N., Takagi M., Yoshimatsu K., Abstracts of papers, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Sendai, September 2010, 2Cp-13, p. 179.
- 357) Doshi K., Loukanina N., Polowick P., Abstracts of papers, 12th World Congress of the International Association for Plant Biotechnology (IAPB), St. Louis, June 2010, S-262.
- 358) Kim Y.-K., Park S.-U., *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **44** (Suppl.), Issue Abstract, S78 (2008).
- 359) Negrouk V., Wong H. C., Taylor D., Han K.-P., WO Patent 2006004675 (2006).
- 360) Shi G., Ma L., Wang Y., Zhang J., Yu H., CN Patent 101914121 (2010).
- 361) Masuda K., Watanabe A., Shimada H., Japan. Patent 2006014659 (2006).
- 362) Deeter S., Schmidt J. E., Mabery K. J., Bethell D. R., Huang N., PCT Int. Appl. (2007), 67pp., WO 2007002762.
- 363) Sticklen M. B., U.S. Pat. Appl. Publ. (2007), 110pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 451, 162, US 2007192900.
- 364) Orvar B. L., Mantyla E., PCT Int. Appl. (2010), WO 2010001418.
- 365) Badri M. A., Rivard D., Coenen K., Vaillancourt L.-P., Goulet C., Michaud D., *Proteomics*, **9**, 233-241 (2009).
- 366) Goulet C., Benchabane M., Anguenot R., Brunelle F., Khalf M., Michaud D., *Plant Biotechnol. J.*, **8**, 142-154 (2010).
- 367) Togami J., Okuhara H., Tanaka Y., WO Patent 2006085699 (2006).
- 368) Li X., Zhang C., Xiao Y., Ke S., Pang S., Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2007), 27pp., CN 101003806.
- 369) van Rooijen G., Richard G. K., Shen Y., Boothe J., U.S. Patent 7390936 (2008).
- 370) Benchabane M., Rivard D., Girard C., Michaud D., "Methods in Molecular Biology, Vol. 483, Recombinant Proteins from Plants," eds. by Faye L., Gomord V., Humana Press, New York, 2009, pp. 265-273 (2009).
- 371) Aux G. W., U.S. Pat. Appl. Publ. (2009), 16pp., US 2009221041.
- 372) Wang J., Wang G., Wang C., CN Patent 101628941 (2010).
- 373) Inui H., Shimomura N., Okawa H., Japan. Patent 2006129733 (2006).
- 374) Kawabata Y., Gion K., Kodama S., Inui H., Okawa H., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Kyoto, March 2006, 3A07p17, p. 188.
- 375) Inui H., Gion K., Utani Y., Eun H., Hattori M., Arao K., Endo S., Okawa H., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Kyoto, March 2006, 3Q09p01, p. 195.
- 376) Lian X., Zhang Q., Liu F., Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2009), 22pp., CN 101381730.
- 377) Nam J. S., Seo H. M., Nam M. H., Song S. I., Kim D. H., Kim G. T., Jung S. J., Lee G. H., Lee Y. B., Repub. Korea (2009), 10pp., KR 925798.
- 378) Kamiya T., Fujiwara T., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2009), 18pp., JP 2009219380.
- 379) Unnisa S. A., Seshabala P., Reddy P. C. S., *Pollution Research*, **27**, 269-272 (2008).
- 380) Morikawa H., Takahashi M., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 28pp., JP 2007228858.
- 381) Kawaoka A., Ebinuma H., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 18pp., JP 2007215513.

- 382) Yoshihara T., Goto F., Shoji K., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 25pp., JP 2007215402.
- 383) De Lorenzo Prieto V., Gonzalez P., Jose E., PCT Int. Appl. (2007), 25pp., WO 2007045709.
- 384) Stearns J. C., Shah S., Glick B. R., "Methods in Biotechnology, Vol. 23, Phytoremediation: Methods and Reviews," ed. by Willey N., Humana Press Inc., Totowa, 2007, pp. 15–26.
- 385) Parkash O., PCT Int. Appl. (2008), 60pp., WO 2008103350.
- 386) Gaxiola R. A., Fink G. R., Alper S. L., U.S. Pat. Appl. Publ. (2008), 44pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 119,683, US 2008104733.
- 387) Ma C. F., Sato K., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2008), 22pp., JP 2008220308.
- 388) Fluhr R., Sagi M., PCT Int. Appl. (2008), 88pp., WO 2008093326.
- 389) Li Y., Heaton A. C. P., Carreira L., Meagher R. B., *Physiol. Plant.*, **128**, 48–57 (2006).
- 390) Li Y., Danker O. P., Carreira L., Smith A. P., Meagher R. B., *Plant Physiol.*, **141**, 288–298 (2006).
- 391) Takahashi M., Morikawa H., Sakamoto A., Hashimoto M., Japan. Patent 2006042723 (2006).
- 392) Sonoki S., Fujihira S., Hisamatsu S., "Methods in Biotechnology, Vol. 23, Phytoremediation: Methods and Reviews," ed. by Willey N., Humana Press Inc., Totowa, 2007, pp. 3–13.
- 393) Tamura H., Mizuno T., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2008), 26pp., JP 2008220368.
- 394) Shipley S., Nordin A. B., Tang C. G., Kim S.-K., *Research Journal of BioTechnology*, **4**, 26–31 (2009).
- 395) Chen L., Xiao S., Pan Z., Liang F., Li L., Sun Z., Song Z., Li K., CN Patent 101838666 (2010).
- 396) Zhang Y., Xu J., Wang X., Chai T., *Yingyong Shengtai Xuebao*, **18**, 1631–1639 (2007).
- 397) Horiuchi K., Yazaki K., Japan. Patent 2006204209 (2006).
- 398) Hussein H. S., Ruiz O. N., Terry N., Daniell H., *Environ. Sci. Technol.*, **41**, 8439–8446 (2007).
- 399) Hirai H., Kashima Y., Hayashi K., Sugiura T., Yamagishi K., Kawagishi H., Nishida T., *FEMS Microbiol. Lett.*, **286**, 130–135 (2008).
- 400) Chen L., Yu Y., Li K., Liu D., Hu Q., Zhao Y., Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2008), 23pp., CN 101265479.
- 401) Nagata T., Morita H., Akizawa T., Pan-Hou H., *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **87**, 781–786 (2010).
- 402) Daghan H., Arslan M., Uygur V., Koleli N., Eren A., *Biotechnol. Biotechnol. Equip.*, **24**, 1974–1978 (2010).
- 403) Sasaki Y., Hayakawa T., Inoue C., Miyazaki A., Silver S., Kusano T., *Transgenic Res.*, **15**, 615–625 (2006).
- 404) Majima A., Shitan N., Sugiyama A., Yazaki K., Abstracts of papers, The 25th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Cell and Molecular Biology, Chiba, August 2007, p. 177.
- 405) Matsui K., Togami J., PCT Int. Appl. (2007), 48pp., WO 2007049816.
- 406) Xiang T., Zhang D., Hu J., Wang L., Pang J., CN Patent 101768603 (2010).
- 407) Zhang Y., Zhao L., Wang Y., Yang B., Chen S., *Chemosphere*, **72**, 564–571 (2008).
- 408) Yoshihara T., Goto F., Shoji K., Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 12pp., JP 2007195471.
- 409) van Dillewijn P., Corredoria E., Ballester A., Caballero Reyes A., Couselo J. L., Ramos Martin J. L., Span. Patent 2319473 (2009).
- 410) Mori M., Miyamura H., Kitamura H., Otani H., Takeba T., Mori M., Japan. Patent 2006075089 (2006).
- 411) Nakayama T., Nakamura Y., Nakagawa A., Uesugi M., Sonoki K., Iimura Y., Kajita S., Katayama Y., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Kyoto, March 2006, 3Q09a15, p. 194.
- 412) Ike A., Murooka Y., Yamashita M., Abstracts of papers, Annual Meeting of Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Kyoto, March 2006, 3Q09a13, p. 194.

平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

第 3 世代バイオテクノロジー応用食品等の安全性確保と

リスクコミュニケーションに関する研究

分担研究報告書（平成 23 年度）

## クローン牛の開発の動向と安全性評価

研究分担者 西島 正弘 国立医薬品食品衛生研究所 客員研究員

**研究要旨:**本年度の研究では、わが国で生産された体細胞クローン牛およびその後代の強健性ならびに体細胞クローン技術に携わる研究者とリスクコミュニケーションに関する調査を実施した。その結果、黒毛和種における肥育もと牛の出荷(約 10 カ月(300 日)齢)や食肉出荷(24 カ月(720 日)齢以降)、ホルスタイン種雌の初産分娩(24 カ月(720 日)齢以降)の時期に生存している体細胞クローン牛の強健性は一般牛と同等と考えられた。また、後代牛と一般牛の強健性は一般牛と同等と見なされた。一方、「体細胞クローン」の段階に差しかかった先端バイオ研究では、消費者やメディアの多くが「生命の根幹」と捉えている部分を研究者が操作することになったため、両者の間に横たわる意識の落差が極めて大きくなった。そのような状況を迎え、その研究に携わる研究者には、従来から取り組んできた「技術」や「知識」に加え、「リスクコミュニケーション」が追加された。

協力研究者

渡邊 伸也（独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所）

る食品と同等の安全性を有すると評価されましたので、同法に基づくリスク管理措置を講じることが困難と考えております」という見解を示した<sup>2)</sup>。

### A. 研究目的

2009 年 6 月 25 日、食品安全委員会は、体細胞クローン牛・豚およびその後代に由来する食品の食品健康影響評価の結果を厚生労働大臣に通知した<sup>1)</sup>。それによって、「現時点における科学的知見に基づいて評価を行った結果、体細胞クローン牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品は、従来の繁殖技術による牛及び豚に由来する食品と比較して、同等の安全性を有すると考えられる」ことが示された。

厚生労働省は、翌日のプレスリリースで、「厚生労働省が所管する食品衛生法は、食品の安全性の確保を通じた国民の健康の保護を目的とする公衆衛生規則です。今般の食品安全委員会の食品健康影響評価により、その安全性については従来の繁殖方法で生まれた動物に由来す

一方、農林水産省は、この評価に対するパブリックコメントやリスクコミュニケーションにおける国民からの意見等を踏まえ、今後も研究開発が必要であり、現行の技術水準では商業生産への利用が見込まれる状況でないこと等から、体細胞クローン家畜等の研究、生産又は飼養を行う機関に対し、クローン家畜の飼養頭数の変更等を農林水産省に報告すること、生産物は研究機関内で適切に処分すること等を内容とする通知を同年 8 月 26 日に発出した<sup>3)</sup>。この内容は、実質的に、1999 年 11 月以来、農林水産省により要請されている体細胞クローン家畜やその後代の出荷自粛の継続である。この方針を継続した背景としては、体細胞クローン家畜の生産効率の低さとこの技術に対する国民理解の醸成不足が深く関与している<sup>4)</sup>。

本年度の研究では、わが国で生産された体細胞クローン牛およびその後代の強健性ならびに体細胞クローン技術に携わる研究者におけるリスクコミュニケーションのあり方に関する調査を実施した。

## B. 研究方法

(1) 国内で生産された体細胞クローン牛やその後代の強健性

畜産草地研究所による全国調査ならびに国内の畜産関係試験研究機関による論文に基づき体細胞クローン牛やその後代の病死の発生と主な病理所見調査した。

(2) 体細胞クローン技術に携わる研究者におけるリスクコミュニケーションのあり方

平成 22 年度核移植・受精卵移植技術全国会議（畜産草地研究所、家畜改良センター主催）において提起された先端技術とそのリスクコミュニケーションに関する論点を取りまとめた。

## C. 研究結果および考察

(1) 国内で生産された体細胞クローン牛およびその後代の強健性

体細胞クローン牛の新生子においては、病死が多いことが知られている（図 1）。たとえば、体細胞クローン牛、後代牛及び一般牛における病死率を生後の時期ごとに区切って比較した報告<sup>5)</sup>では 2～150 日齢の病死率は、体細胞クローン牛：23.5 % (72/307)、後代牛：4.5 % (5/111) 及び一般牛：4.3 % (55/1289) であった（図 2）。体細胞クローン牛と後代牛との間 ( $P<0.01$ )、体細胞クローン牛と一般牛との間 ( $P<0.01$ ) で有意差が認められたが、後代牛と一般牛との間で有意性は認められなかった。150～300 日齢の病死率は、体細胞クローン牛：2.5 % (5/202)、後代牛：0 % (0/94) 及び一般牛：0.5 % (6/1207) であった。体

細胞クローン牛と一般牛の間のみで有意差 ( $P<0.01$ ) が認められた。一方、300～720 日齢の病死率は、体細胞クローン牛：0.5 % (1/185)、後代牛：1.1 % (1/88) 及び一般牛：0.6 % (6/1089) で、これらの群の間で有意差は認められなかった。

体細胞クローン牛における解剖・病理検査の報告によると<sup>6-9)</sup>、死亡牛で特定された死因は、窒息・肺炎などの呼吸障害や心臓奇形などの一般牛でも知られている所見であった。外観的に健康と思われた飼育中の体細胞クローン牛(9 頭)の解剖・病理検査においては、88.9%(8 頭)で著変が認められなかった。唯一、2 日齢の牛では、腎臓のうっ血と臍帯の陥入が認められた<sup>6)</sup>。

一方、後代牛において、死産した新生子牛(1 頭)の所見は一般牛でも知られている疾患である免疫不全であった<sup>7)</sup>。しかし、外観的に健康と判断された体細胞クローン後代牛(2 頭)の解剖・病理検査においては、全例で著変は認められなかった<sup>8, 10)</sup>。

以上の結果より、体細胞クローン牛では、生後 200 日齢ころまでに一般牛と同水準の病死率になると判断された。したがって、黒毛和種における肥育もと牛の出荷(約 10 カ月(300 日)齢)や食肉出荷(24 カ月(720 日)齢以降)、ホルスタイン種雌の初産分娩(24 カ月(720 日)齢以降)の時期に生存している体細胞クローン牛の強健性は一般牛と同等と考えられた。一方、後代牛における死産、生後直死及び病死の発生率は、全期間で一般牛との有意な差異は認められないことから、後代牛と一般牛の強健性は一般牛と同等と見なされた。

(2) 体細胞クローン技術に携わる研究者におけるリスクコミュニケーションのあり方<sup>11)</sup>

体細胞クローン技術をはじめとした先端バイオ技術が消費者などから拒否されることなく、多



くの場合で活用されるためには、当該技術の高度化を行うと同時に、その技術自体、あるいは、その技術を活用して生産される家畜等の生産物に関するリスクコミュニケーションを推進していくことが重要である。

しかしながら、体細胞クローン技術を例にとると、これまでのおよそ 30 年間、それに携わってきた研究者は、「受精卵移植→受精卵凍結→体外受精→受精卵クローン→体細胞クローン」の順に 5～10 年ごとの新しい「先端バイオ技術」に恵まれてきたため、これら一連の「先端バイオ技術」における違和感は全くない状態である。

一方、消費者においては、わが国に牛の大部分が人工授精で生産されていることすら知らない人も多いことなど、研究者と消費者との間で牛の繁殖技術に関する認識のギャップは、極めて大きい。

幸いにも、畜産の先端バイオ技術に関する研究分野において、「体外受精」の段階までは、研究者がその成果の先進性をアピールすれば、消費者やメディアはそれをストレートに受け入れてくれた。しかし、「体細胞クローン」の段階では、消費者やメディアの多くが「生命の根幹」と捉えている部分を研究者が操作することになったため、両者の間に横たわる意識の落差が極めて大きくなった。そのような状況を迎え、先端バイオ研究に携わる研究者には、従来からの取組である「技術」や「知識」に加え、「リスクコミュニケーション」が追加された。

#### D. 結論

体細胞クローン牛の強健性を調査した結果、その牛の病死率は、生後 200 日齢ころまでに一般牛と同水準の病死率になることから、黒毛和種における肥育もと牛の出荷（約 10 カ月（300 日）齢）や

食肉出荷（24 カ月（720 日）齢以降）、ホルスタイン種雌の初産分娩（24 カ月（720 日）齢以降）の時期に達している体細胞クローン牛の強健性は一般牛と同等と考えられる。一方、後代牛の強健性は、一般牛と同等と見なされる。

開発された先端バイオ技術を精算現場で利用されるようにするためには、科学的な事実を消費者などに理解してもらう必要がある。そこで、その研究開発に携わっている研究者は、「見える化」を推進するために、関係するバイオ先端技術やそれによってもたらされる生産物に関するリスクコミュニケーションを積極的に推進すべきである。

#### E. 引用文献

- 1) 食品安全委員会：新開発食品評価書「体細胞クローン技術を用いて産出された牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品」，(2009)  
[http://www.fsc.go.jp/emerg/hyoukasho\\_shinkaihatu\\_clone.pdf](http://www.fsc.go.jp/emerg/hyoukasho_shinkaihatu_clone.pdf)
- 2) 厚生労働省：「体細胞クローン技術を用いて産出された牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品の安全性について」に係る食品安全委員会からの答申について，(2009)  
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2009/06/h0626-5.html>
- 3) 農林水産省農林水産技術会議：体細胞クローン家畜等の取扱いについて，(2009)  
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/clone/pdf/tuutian.pdf>
- 4) 鈴木孝子・森田富幸・加納桂次・小平均：体細胞クローン技術の取扱いについて、畜産草地研究所研究資料 (2010) 3-4.
- 5) 渡辺伸也：体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性ならびに生産物性状に関する国内調査報告、畜産草地研究所研究資料 (2010) 9: 1-49.

- 6) 全国農業協同組合連合会・(株)機能性ペプチド研究所：1 体細胞等の細胞株樹立及び培養細胞を用いた核移植に関する研究 (2)ウシ胚性幹細胞及び胚由来細胞を用いたクローン牛生産とその応用に関する研究. 平 12 研究開発報告書, 家畜受精卵移植技術研究組合(2001) 23-47.
- 7) 山口大輔・根本聡美・渡辺晃行・葦澤圭二郎・足立憲隆・赤木悟史・高橋清也・久保正法：クローン家畜生産技術利用による優良家畜作出試験(第3報)－体細胞クローン牛の発育および繁殖能力に関する調査－. 茨城畜セ研報(2003) 35: 55-60.
- 8) 長谷川清寿・佐々木恵美・安部亜津子・村尾克之・高仁敏光：ホルスタイン雌牛由来卵丘細胞から作出したクローン個体とその後代産子に関する生理学および病理組織学的観察. 島根畜試研報(2005) 38: 1-8.
- 9) (社)家畜改良事業団・(株)ミック：2 クローン牛生産技術の効率化・安定化のための技術開発に関する研究 (1)受精卵及び体細胞を用いたクローン牛生産のための核移植技術に関する研究－その1－. 平 12 研究開発報告書, 家畜受精卵移植技術研究組合(2001) 87-105.
- 10) 山口大輔・根本聡美・渡辺晃行・葦澤圭二郎・足立憲隆・赤木悟史・高橋清也・久保正法：クローン家畜生産技術利用による優良家畜作出試験(第4報)－体細胞クローン牛の繁殖能力およびその後代産子に関する調査－. 茨城畜セ研報(2004) 37: 79-83.
- 11) 渡辺伸也：先端技術とそのリスクコミュニケーションに関する主要な論点、日本胚移植学雑誌(2011) 33(2)：85-87.

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 渡辺伸也：先端技術とそのリスクコミュニケーションに関する主要な論点、日本胚移植学雑誌(2011) 33(2)：85-87.
- 2) Shinya Watanabe and Takashi Nagai: Survival of embryos and calves derived from somatic cell nuclear transfer in cattle: a nationwide survey in Japan, *Animal Science Journal* 82: 360–365 (2011)

### 2. 学会発表

- 1) 遠藤健治・東徹・高久芳恵・土屋秀樹・濱野晴三・赤木悟史・原口清輝・金田正弘・ソムファイ タマス・渡辺伸也：体細胞クローン後代牛やその牛に由来する肉に対する意識の消費者属性による差異、第104回日本繁殖生物学会大会(2011.9)
- 2) 渡辺伸也・赤木悟史・原口清輝・金田正弘・ソムファイ タマス：体細胞クローン牛由来肉の試食アンケート調査－食品安全委員会の評価後1年半までの状況－日本畜産学会第114回大会(2011.8)
- 3) 渡辺伸也：体細胞クローン牛およびその後代牛の健全性と生産物性状に関する研究、日本畜産学会第114回大会(2011.8)

## H. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

体細胞クローン牛の現状について※  
(平成23年9月30日現在)

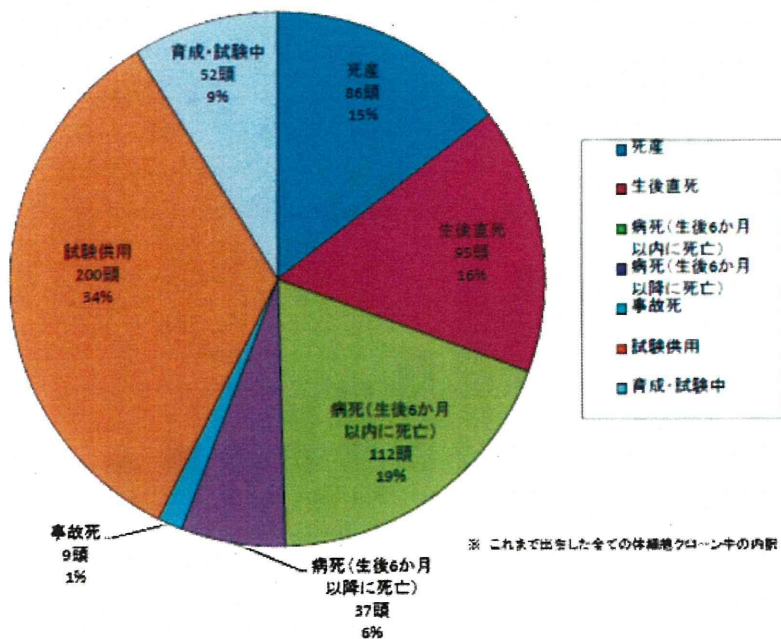


図1 わが国で生産された体細胞クローン牛の生死

(農林水産省の Web ページ : <http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/111209-01.pdf> より)

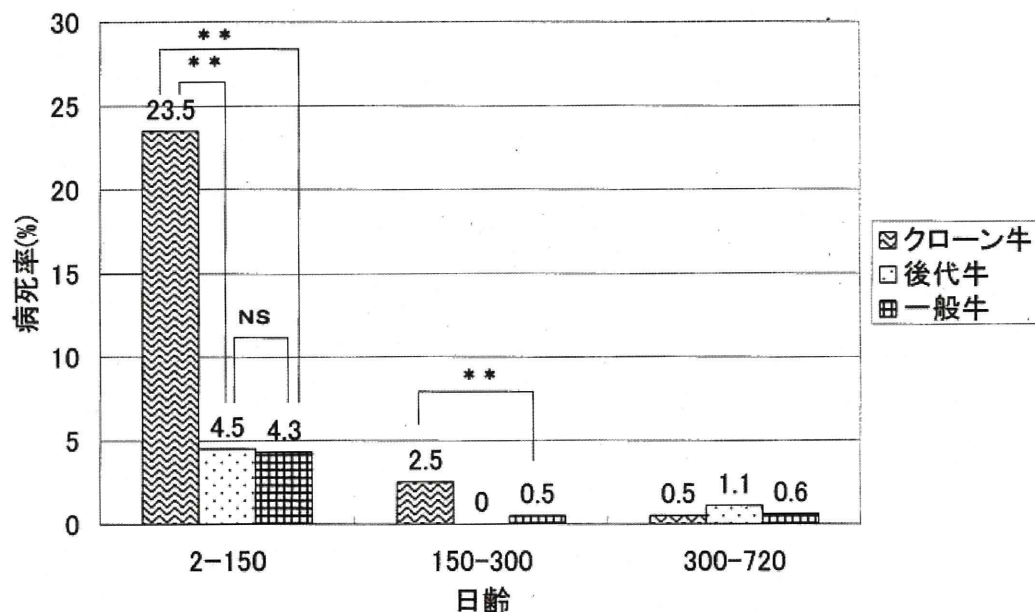


図2 体細胞クローン牛、後代牛および一般牛における各時期の病死率

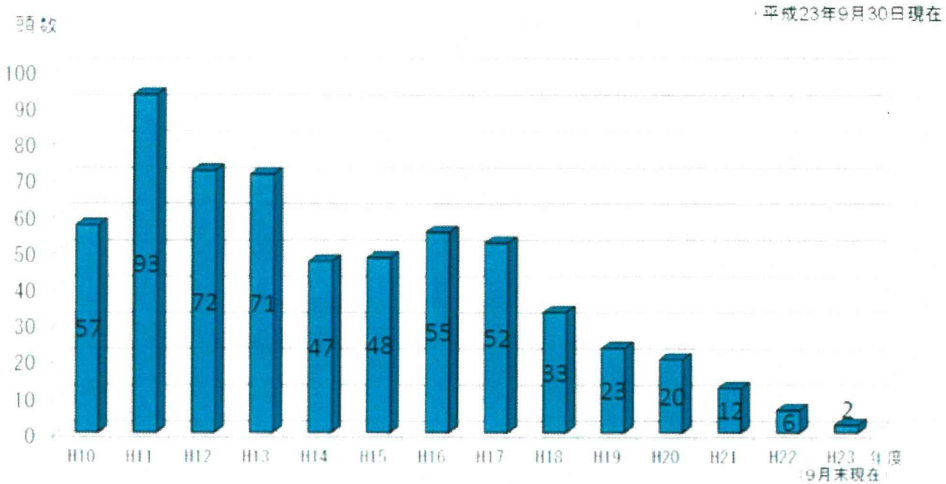
(ホルスタイン種・雌及び黒毛和種・雌雄)

注1) 図10と同じ母集団(ホルスタイン種・雌、黒毛和種・雌雄)のデータに基づく。

注2) \*\*:  $P < 0.01$ , NS:有意差なし ( $\chi^2$  自乗検定による)。 (引用文献5より)

(参考)

## わが国における体細胞クローン牛の出生頭数



- 最初の体細胞クローン牛の出生:平成10年7月
- 体細胞クローン牛が出生等した研究機関数:50機関
- 体細胞クローン牛を飼育中の研究機関数:23機関
- 体細胞クローン牛出生頭数累計:591頭

農林水産省の Web ページ (<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/111209-01.pdf>) を改変

## 2 体細胞クローン牛について

(農林水産省のWebページ：<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/111209-01.pdf>より)

- (注) 1 品種内訳欄は、ドナー細胞の品種を表しており、黒は黒毛和種、ホルはホルスタイン種、交は交雑種、ジャはジャージー種、アンはアンガス種、褐は褐毛和種、未は未公表、不は不明を表している。  
 2 「出生頭数」の欄の( )内の数値は、遺伝子組換え体の頭数で内数である。  
 3 「死産」は、胎齢250日以降に死亡して娩出されたものをいう。  
 4 「生後直死」は、生存して娩出後、概ね24時間以内に死亡したものをいう。  
 5 「病死」の中には、その死因が特定されていないものも含まれている。  
 6 「試験供用」は、試験解剖されたり、試験研究終了に伴い処分されたりすることをいう。  
 7 「育成・試験中」は、実施機関が所有し育成や試験研究などに供されているものをいう(平成23年9月30日現在)。  
 8 備考欄の日付は、各実施機関において最初にクローン牛が出生した日を表している。

実施機関	受胎中のクローン牛の頭数	出生頭数(累計)		ドナー細胞の種類	作出時の状況			正常娩出個体の作出後の状況					備考
			ドナー細胞の品種内訳		正常娩出	死産	生後直死	病死	事故死	試験供用	他機関へ譲渡	育成・試験中	
[独立行政法人] 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所		39	黒 38 杣 1	卵丘細胞 皮膚繊維芽細胞 胎子肺細胞 耳由来細胞	25	12	2	11	2	12	1	10	H11. 2. 28 家畜改良センター(本所)から1頭、奈良県畜産技術センターから1頭、鹿児島県肉用牛改良研究所から1頭、石川県畜産総合センターから8頭譲受、茨城県畜産センターへ1頭譲渡
農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター		2	黒 2	卵丘細胞	1		1					1	H22. 9. 6
家畜改良センター(本所)		48	黒 21 杣 21 ジャ 6	卵管上皮細胞 耳上皮細胞 乳腺細胞 線維芽細胞 卵丘細胞 栄養膜細胞	29	11	8	18		3	1	7	H10. 11. 4 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所へ1頭譲渡
家畜改良センター(十勝牧場)		103	黒 100 アン 3	卵丘細胞 耳細胞	86	1	16	31	2	52		1	H12. 3. 1
小 計(4機関)	0	192	黒 161 杣 22 ジャ 6 アン 3		141	24	27	60	4	67	2	19	
[都道府県] 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 畜産試験場 (旧北海道立畜産試験場)		34	黒 33 杣 1	子宮上皮由来細胞 筋肉、皮膚由来細胞 繊維芽細胞	23	5	6	10	2	11		0	H11. 2. 1
地方独立行政法人青森県産業技術 センター畜産研究所		3	黒 1 杣 2	子宮上皮細胞 耳細胞	1		2	1				0	H11. 8. 18
岩手県農業研究センター畜産研究所		11	黒 10 交 1	線維芽細胞	10		1	4		3	1	2	H13. 3. 15 東北大学へ1頭譲渡

実施機関	受胎中のクローン牛の頭数	出生頭数(累計)		ドナー細胞の種類	作出時の状況			正常娩出個体の作出後の状況					備考	
		黒	ドナー細胞の品種内訳		正常娩出	死産	生後直死	病死	事故死	試験供用	他機関へ譲渡	育成・試験中		
														白
宮城県畜産試験場		16	黒	16	胎子由来細胞 卵丘細胞、耳翼細胞	10		6	4		4	1	1	H11. 1.27 東北大学へ1頭譲渡
山形県農業総合研究センター 畜産試験場		3	黒	3	胚由来培養細胞	1	1	1	1				0	H15. 1.27
福島県農業総合センター畜産研究所		3	黒	3	耳皮膚細胞	2	1				2		0	H12. 7.19
富山県農林水産総合技術センター 畜産研究所		7	黒 白	3 4	胎子肺由来細胞 卵丘由来細胞	3	2	2	1		1		1	H10. 9.23
石川県畜産総合センター		29	黒 白 未	18 2 9	卵丘細胞 筋肉由来細胞 卵管上皮細胞 胎子線維芽細胞	17	2	10	3		1	8	5	H10. 7. 5 独立行政法人農業・食品産業技術総合 研究機構畜産草地研究所へ8頭譲渡
福井県畜産試験場		1	未	1	成牛体細胞	1							1	H11. 4.13
茨城県畜産センター		7	黒	7	卵丘細胞 耳由来細胞	6	1		3		1		3	H13. 1.24 独立行政法人農業・食品産業技術総合 研究機構畜産草地研究所から1頭譲受
栃木県畜産酪農研究センター (旧栃木県酪農試験場)		6	黒 白	4 2	成牛皮膚細胞 卵丘細胞、子牛皮膚細胞	6			1		4		1	H10. 9.16
東京都農林総合研究センター		4	白	4	卵丘細胞	4			2		2		0	H13. 3. 6
神奈川県農業技術センター 畜産技術所		2	黒	2	卵管由来細胞	2			1		1		0	H13.10.10
山梨県酪農試験場		9	白	9	子牛臍帯由来細胞 成牛皮膚由来細胞	7	1	1	2		5		0	H11. 7. 8
静岡県畜産技術研究所		1	黒	1	皮膚細胞	1							1	H14. 3.25
愛知県農業総合試験場		10	黒 白 未	4 4 2	卵丘細胞 成牛体細胞	4	3	3	2		1		1	H10.12. 3
岐阜県畜産研究所		10	黒	10	卵丘細胞、耳由来線維 芽細胞、卵管上皮細胞 子宮由来細胞、精巣由来細胞	9		1	4		1	3	1	H12. 3.14 近畿大学附属生石農場へ3頭移動
三重県畜産研究所		11	黒 不	5 6	卵丘細胞	11			4		7		0	H11.10.31
滋賀県畜産技術振興センター		1	黒	1	耳由来細胞	1					1		0	H18.3.14

実施機関	受胎中のクローン牛の頭数	出生頭数(累計)		ドナー細胞の種類	作出時の状況			正常娩出個体の作出後の状況					備考
			ドナー細胞の品種内訳		正常娩出	死産	生後直死	病死	事故死	試験供用	他機関へ譲渡	育成・試験中	
兵庫県立農林水産技術総合センター		8	黒 8	卵丘細胞 耳線維芽細胞	6	2		1		5		0	H13. 8. 14 試験供用の5頭のうち4頭は兵庫県立播磨農業高等学校で教材用として利用
奈良県畜産技術センター		4	黒 2 杓 2	耳細胞、体内胚 胎児皮膚細胞	1		3				1	0	H10. 11. 17 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所へ1頭譲渡
和歌山県農林水産総合技術センター畜産試験場		1	黒 1	耳細胞	1					1		0	H13. 2. 15
鳥取県畜産試験場		1	黒 1	皮膚細胞	1					1		0	H12. 4. 24
島根県畜産技術センター		6	黒 5 杓 1	卵丘細胞 皮膚線維芽細胞	5	1		1		3		1	H12. 7. 20
岡山県農林水産総合センター畜産研究所		3	黒 1 杓 2	胎児由来細胞 皮膚細胞	2	1		1		1		0	H12. 3. 6
山口県農林総合技術センター畜産技術部		1	黒 1	耳皮膚細胞	1					1		0	H11. 4. 15
徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究所		12	黒 1 杓 11	線維芽細胞 卵丘細胞	7	3	2			7		0	H11. 1. 26
長崎県農林技術開発センター		11	黒 11	卵丘細胞 耳皮膚、皮膚細胞	5	4	2	4		1		0	H12. 5. 25
熊本県農業研究センター畜産研究所		18	褐 6 未 12	耳細胞 成牛体細胞	10	5	3	3		5		2	H11. 1. 22
大分県農林水産研究センター畜産試験場		28	黒 27 杓 1	筋肉組織由来細胞	19	6	3	7		9	2	1	H10. 8. 20 九州大学へ2頭移動
宮崎県畜産試験場		17	黒 17	胎児由来細胞、頬細胞 耳皮膚細胞、肺細胞 卵丘細胞	9	4	4	6		3		0	H11. 5. 20
鹿児島県肉用牛改良研究所		51	黒 42 杓 8 交 1	皮膚由来線維芽細胞	30	9	12	7	2	16	1	4	H10. 7. 24 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所へ1頭譲渡
沖縄県畜産研究センター		7	黒 7	耳由来線維芽細胞	6		1	3		3		0	H14. 6. 5
小 計 (33機関)	0	336	黒 245 杓 53 交 2 褐 6 未 24 不 6		222	51	63	76	4	101	17	25	

実施機関	受胎中のクローン牛の頭数	出生頭数(累計)		ドナー細胞の種類	作出時の状況			正常娩出個体の作出後の状況					備考	
			ドナー細胞の品種内訳		正常娩出	死産	生後直死	病死	事故死	試験供用	他機関へ譲渡	育成・試験中		
[民間企業等] 家畜受精卵移植技術研究組合		47	黒 42 杣 5			36	7	4	10	1	19	6	1	
(社)家畜改良事業団家畜バンクセンター		1	黒 1	耳由来細胞	1						2		0	H11. 2. 24 (株)ミック那須事業所から1頭譲受
小岩井農牧(株)技術研究センター		7	黒 4 杣 3	筋肉細胞 耳由来細胞	5	1	1	2			3		0	H11. 5. 31
全農ETセンター	2	32 (2)	黒 30 杣 2	胎子細胞	25	5	2	5	1	14	4	1	1	H12. 1. 7 東京大学へ2頭譲渡 全農飼料畜産中央研究所へ2頭移動
(株)ミック那須事業所		7	黒 7	耳介細胞 耳由来細胞 皮膚由来細胞	5	1	1	3				2	0	H11. 4. 11 (社)家畜改良事業団へ1頭、岩手大学へ1頭譲渡
全農飼料畜産中央研究所													2	全農ETセンターから2頭移動
雪印乳業(株)受精卵移植研究所 (平成14年9月30日付で閉所)		9	黒 4 杣 5	線維芽細胞 乳腺上皮細胞	6	2	1	1				5	0	H11. 1. 3 酪農学園大学へ4頭、北海道大学へ1頭譲渡
酪農学園大学										4			0	雪印乳業(株)受精卵移植研究所から4頭譲受
北海道大学										1			0	雪印乳業(株)受精卵移植研究所から1頭譲受
岩手大学										1			0	(株)ミック那須事業所から1頭譲受
東北大学										1			1	岩手県農業研究センター畜産研究所から1頭、宮城県畜産試験場から1頭譲受
東京大学		5 (3)	黒 5	胎子細胞	3	2		1		1			3	全農ETセンターから2頭譲受
近畿大学		2 (1)	黒 2	羊水由来細胞	2			1		3			1	H20. 8. 17 岐阜県畜産研究所から3頭譲受
九州大学										2			0	大分県農林水産研究センター畜産試験場から2頭移動
小 計 (13機関)	2	63 (4)	黒 53 杣 10		47	11	5	13	1	32	11	8		
合 計 (50機関)	2	591 (4)	黒 459 杣 85 交 2 ジャ 6 ア 3 褐 6 未 24 不 6		410	86	95	149	9	200	30	52		



# 家畜クローン研究の概要について （農林水産省のWebページ：<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/111209-01.pdf>より）

注. 平成23年度予算については、研究事業全般の予算額であって、家畜クローン研究以外の研究予算を含んでいるものもある。

予算額単位：千円

	研究事業名	実施機関名	23年度 予算額	事業期間	研究内容等
国の補助 事業等	「動物ゲノムを活用した新市場創出のための技術開発」委託プロジェクト（農林水産省）「動物ゲノム情報を活用した新需要創造のための研究」	（独）農業生物資源研究所	14,500	H19～23	体細胞クローン技術と遺伝子組換え技術の併用により、臓器移植用、再生医療用、疾患モデルのための医療研究用モデル豚を作出する。
		静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター	2,241	H19～23	体細胞段階で免疫系遺伝子をノックアウトし、体細胞核移植により再生医療実験に利用できる遺伝子ノックアウト体細胞クローン豚を作出する。
		名古屋大学	7,225	H19～23	医学研究用に遺伝子組換えブタを利用するため、臓器移植用モデル体細胞クローン豚を開発する。
国の補助 事業等	（農業生物資源研究所交付金プロジェクト）「新需要の創造に向けた研究推進のうち動物ゲノム」	（独）農業生物資源研究所	2,000	H19～23	体細胞核移植を応用して、乳汁中に有用生理活性物質を生産する組換えヤギを作出する。
国の補助 事業等	（農業・食品産業技術総合研究機構交付金プロジェクト）「生殖工学を用いた有用家畜作出技術の開発」	（独）農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所	7,842	H23～27	家畜胚生産を高度化するため、遺伝子発現やエピジェネティクス情報等を活用したクローン胚等の品質評価法、個体への発生能の高い生殖細胞・胚の生産及び長期保存技術など、生殖工学手法を活用した高品質な生殖細胞・胚の生産を可能とする基盤技術を開発する。
国の補助 事業等	科学研究費補助金（文部科学省）「クローン受胎牛の分娩遅延と分娩誘起法の研究：胎子性コルチゾルからのアプローチ」	北海道立畜産試験場	1,430	H21～23	持続型コルチゾル製剤を用いた分娩誘起、体細胞クローン胎子におけるコルチゾル生産能の解析、分娩時における胎子コルチゾルが果たす役割の解明等、クローン受胎牛における分娩誘起効果を検討する。
国の補助 事業等	科学研究費補助金（文部科学省）「X染色体不活化機構を介した核リプログラミングの機構解明とクローンウシ作出の効率化」	北海道立畜産試験場	3,200	H23～24	牛体細胞クローン胚のXist遺伝子発現とエピジェネティクス動態の解明、Xist遺伝子の発現抑制によるクローン胚のエピジェネティクス変化の解明、Xist遺伝子発現制御によるクローン産子作出の効率化を目指す。

	研究事業名	実施機関名	23年度 予算額	事業期間	研究内容等
国の補助 事業等	戦略的創造研究事業（（独）科学技術振興機構） 「中内幹細胞制御プロジェクト：大動物モデル研究」	明治大学	51,300	H23	臓器再生のスキヤフォールドとなる臓器欠損体細胞クローン豚の作出。
		全国農業協同組合連合会飼料畜産中央研究所上土幌種豚育種研究所	9,000	H21～24	臓器形成に係わる遺伝子ノックアウト豚胎仔繊維芽細胞株の樹立と当該遺伝子ヘテロノックアウト豚胎仔の作出。
国の補助 事業等	科学技術振興機構CREST戦略的創造研究推進事業	明治大学	13,000	H23	ブタiPS細胞の樹立と多分化能の検証。
都道府県 単独事業	「効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究」	宮城県畜産試験場	919	H23	種雄牛造成のために種雄牛の肥育成績の検討を行う。
都道府県 単独事業	「体細胞クローン胚の効率的な作出技術の確立に関する研究」	茨城県畜産センター	687	H22～24	牛の体細胞核移植において、胚盤胞発生率を向上させ、正常なクローン胚の作出率を向上させるため、DNA脱メチル化剤の卵子成熟、核移植胚の発生への効果を調査する。
都道府県 単独事業	「生殖細胞操作胚の受胎率向上に関する試験」	栃木県畜産酪農研究センター	3,704	H22～25	生殖細胞操作胚の作出向上と優良家畜の効率的生産のために、高能力牛からの受精卵をドナーとした生殖細胞操作に関する研究を行う。
都道府県 単独事業	「体細胞クローン技術による有用種豚の有効活用」	静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター	3,728	H19～23	能力の明らかな種豚から体細胞を採取し、遺伝資源として活用できるか検証するため、体細胞クローン技術を用いて能力の再現性を確認する。
都道府県 単独事業	「スーパー飛騨牛ブランド開発プロジェクト」	岐阜県畜産研究所	18,371	H23	種雄牛造成効率化のため、育成中のクローン牛の調査を行う。
都道府県 単独事業	「優良種雄牛造成のための細胞操作技術の改良と胚移植の受胎率向上」	鹿児島県肉用牛改良研究所	9,894	H23～27	卵子の確保技術の検討、体外受精卵の活用やクローン検定に用いる受精卵クローン牛の作出を行う。
都道府県 単独事業	「胚性クローン技術を活用した効率的種雄牛造成システムの確立」	鹿児島県肉用牛改良研究所	1,524	H22～26	短期間（約21ヶ月間）で効率的かつ精度の高い種雄牛造成システムを確立する
団体単独 事業	「体細胞核移植技術の確立」	全国農業協同組合連合会飼料畜産中央研究所上土幌種豚育種研究所	1,000	H23	体細胞核移植技術の確立のために体細胞クローン豚を作出する。

## 遺伝子組換え食品の社会的受容に関する研究

研究分担者 今村 知明 奈良県立医科大学 教授

**研究要旨：** 遺伝子組換え作物・食品に関するリスクコミュニケーションについて、今後我が国で取り組むべき方策に対する示唆を得るため、遺伝子組換え作物・食品に関する消費者意識調査の分析を進めるとともに、第三世代の定義に関する調査を実施した。また、海外動向調査として、海外当局へのインタビュー調査等を実施した。

社会的受容の国際的比較からは、日本の消費者の GMO に対する抵抗感は、EU の消費者よりも高い傾向がうかがえた。GMO の世代区分の考え方の整理からは、本研究のように、環境耐性を有する GMO を第三世代と区分する事例は、既存の世代区分ではあまり例の無いことが明らかになった。また、将来的課題として、GM 動物・魚のリスクコミュニケーションが喫緊の問題である。動物への GM 技術の応用は植物以上に抵抗感のあるものであるため、慎重なリスクコミュニケーションの検討が求められる。

協力研究者

御輿 久美子（奈良県立医科大学 教授）

松尾 真紀子（東京大学公共政策大学院  
特任研究員）

因や価値観を把握するために、これらの作物や食品に対する消費者の意識を把握する。

③ 先進諸国の取組みを調査し、日本における GMO 及び GM 食品におけるリスクコミュニケーションのあり方への示唆を得る。

### A. 研究目的

遺伝子組換え作物（以後、GMO と表記）及び遺伝子組換え食品（以後、GM 食品と表記）に対する国内消費者の意識や受容性の現状を把握し、これを踏まえた適切なリスクコミュニケーションを展開していくことが必要不可欠である。

本研究は、この基礎的な知見を得るために、次の 3 つを目的に実施した。

- ① GMO 及び GM 食品に対する社会的受容の状況を把握するために、その指標となりうるマスメディアの動向を定量的に把握する。
- ② 消費者が GMO 及び GM 食品を忌避する要

①については、平成 21 年度の研究において実施した。本研究では、主に②、③について次の 3 つの調査を実施した。

1. 社会的受容性の国際比較
2. リスクコミュニケーション方策の検討・実証
3. 先進諸国のリスクコミュニケーションに関する調査

本稿では、上記 3 つの調査ごとに、研究方法、研究結果、考察を述べ、最後に全体の結論として、今後のリスクコミュニケーション方策あり方についてとりまとめることとする。

## 1. 社会的受容性の国際比較

### 1-B. 研究方法

#### (1)使用データ

日本、EUにおける GMO に関する消費者の意識調査のデータを使用し、社会的受容性を比較した。

日本のデータについては、平成 21 年度の研究で実施した GMO・GM 食品に関する消費者意識調査（遺伝子組換えに対する抵抗感調査）のデータを使用した。

EU のデータについては、2010 年に欧州委員会の DG Research が取りまとめたバイオテクノロジーに関する消費者意識調査

（Eurobarometer 73.1 Biotechnology）のデータを使用した。

ここでは、日本と EU の調査で類似する設問に対する回答結果を比較した。

2 つの調査の概要、及び比較する設問項目は以下のとおりである。

#### 1)遺伝子組換えに対する抵抗感調査

平成 21 年度の研究において、消費者が GMO 及び GM 食品の「何に」、「なぜ」抵抗を感じるのかを把握することを目的とし、表 1 のとおりに調査を実施した。

表 1 遺伝子組換えに対する抵抗感調査の実施概要

項目	内容
有効回答	1,030 人 ※性別年齢階層別の 10 セグメントに均等割付
方法	web アンケート
実施期間	2010 年 02 月 19 日～2010 年 02 月 22 日
調査項目	・既知のものからの変化に対する抵抗感 ・GM 技術に対する抵抗感 ・GM 食品に対する抵抗感 ・GM 食品に対する WTP

#### 2) Eurobarometer 73.1 Biotechnology

Eurobarometer は、DG Research を中心に各局と連携し実施している消費者調査である。

多様なテーマを対象に EU 加盟各国にて調査が実施される。Eurobarometer 73.1 Biotechnology は、2010 に実施されたバイオテクノロジーに関する調査であり、GM、ナノテクノロジー、クローン等に対する消費者の意識を調査している。

表 2 Eurobarometer 73.1 Biotechnology の概要

項目	内容
有効回答	26,671 人 ※EU 加盟各国合計
方法	インタビュー調査
実施期間	2010 年
調査項目	・テクノロジーに対する楽観性 ・バイオテクノロジーに対する認知・態度 ・バイオテクノロジーへの関与に対する態度 ・バイオテクノロジーの管理・信仰・利益等

#### 3)比較する設問項目

2 つの調査より比較する設問項目は以下のとおりである。

表 3 比較する設問項目

項目	遺伝子組換えに対する抵抗感調査	Eurobarometer 73.1 Biotechnology
他の植物の遺伝子を導入した植物	違う種類の植物の遺伝子を持つ植物を作ることにどう思うか	荒野に自生するリンゴ等から得られた耐性遺伝子を他のリンゴの木に移植することについてどう思うか
動物の遺伝子を導入した植物	違う種類の動物の遺伝子を持つ植物を作ることにどう思うか	動物などの他の種の耐性遺伝子をリンゴの木に移植することについてどう思うか
経済への貢献	「GM に抵抗を感じない理由：経済発展の役に立つ」への賛否	「GM 食品は経済にとって良い」への賛否
将来の世代への影響	「GM に抵抗を感じない理由：将来の子孫や地球への影響は無い」への賛否	「GM 食品は将来の世代にも安心」への賛否
環境への影響	「GM に抵抗を感じない理由：環境に影響は無い」への賛否	「GM 食品は環境に害がない」への賛否