

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22650153

研究課題名（和文）骨髄および筋衛星細胞移植による神経・筋の再生助長

研究課題名（英文）Promotion of neuromuscular regeneration by transplantation of bone marrow and/or muscle satellite cells

研究代表者

大平 充宣 (OHIRA YOSHINOBU)

大阪大学・医学系研究科・教授

研究者番号：50185378

研究成果の概要（和文）：

熱ショックタンパク質72 (HSP72) 発現が亢進した骨髄細胞または筋衛星細胞等の生体内移植が、損傷神経・筋の再生に及ぼす影響等を追求した。グリーンマウスから採取したこれらの細胞を、塩酸ブピバカイン注入による片側後肢筋に損傷を有するマウスの腹腔または頸静脈内に移植した。これらの移植細胞は、反対側の正常筋には見られず、損傷のみに確認された。レシピエント動物の拒絶反応により、顕著な再生促進を確認するまでには至らなかったが、筋切片の病理学的チェックや遺伝子発現解析等の結果、細胞移植の有効性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

Effects of transplantation of bone marrow and/or muscle satellite cells with enhanced expression of heat shock protein 72 (HSP72) on the regeneration of muscle and nerve were studied. These cells sampled from green mice were transplanted i.p. or i.v. through the jugular vein to mouse with hindlimb muscle injury caused by intramuscular injection of bupivacaine. The transplanted cells were detected in the injured muscle, not in the contralateral intact muscle. Effects of such treatment for promotion of regeneration were not clear due to the rejection of transplanted cells by the recipient mouse. However, it was suggested that beneficial effects of cell transplantation according to the analyses of morphological properties of muscle cross-section and gene expression.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：筋再生、神経再生、サイトカイン、プロテオミクス、温熱刺激

## 1. 研究開始当初の背景

不慮の事故や疾病等による神経筋損傷の報告は枚挙にいとまがない。これらの損傷は、形態的のみならず、機能的な抑制も引き起こ

すので、日常生活における quality of life の低下を招く。それに起因した身体活動量の減少は、メタボリックシンドロームの誘発因子ともなり得るので、損傷筋および神経の再

生処方の説明は必須である。

## 2. 研究の目的

熱ショックタンパク質72 (HSP72) 発現が亢進した骨髄細胞または筋衛星細胞等の生体内移植が、損傷神経・筋の再生に及ぼす影響等を追求した。将来的には、神経・筋損傷を有する患者本人から骨髄または筋衛星細胞を採取し、細胞培養により数を増やすとともに、活性化させた後で、患者本人に移植する治療につなげようとするものである。

## 3. 研究の方法

グリーンマウスから採取した骨髄細胞または筋衛星細胞を、塩酸ブピバカイン注入による片側後肢前脛筋に損傷を有するマウスの腹腔または頸静脈内に移植した。反対側前脛筋は正常コントロールとした。移植後5日目に両側の筋を採取し、一部は液体窒素で冷却したイソペンタン中で瞬間凍結後、横断切片を作成し、損傷度チェックを行った。残った筋サンプルでは、網羅的遺伝子解析を行った。

## 4. 研究成果

移植骨髄細胞または筋衛星細胞は、反対側の正常筋には動員されず、損傷のみに確認された。レシピエント動物の拒絶反応により、顕著な再生促進を確認するまでには至らなかったが、筋切片の病理学的チェックや遺伝子発現解析等の結果、細胞移植の有効性が示唆された。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 37 件)

英文 (計 24 件)

1. Santucci, D., F. Kawano, T. Ohira, M. Terada, N. Nakai, N. Francia, E. Alleva, L. Aloe, T. Ochiai, R. Cancedda, K. Goto, and Y. Ohira. Evaluation of gene, protein and neurotrophin expression in the brain of mice exposed to space environment for 91 days. PLoS ONE, in press.
2. Kawano, F., N. Nakai, and Y. Ohira. Regulation of soleus muscle properties by mechanical stress and/or neural activity. J. Phys. Fit. Sports Med. (Review), in press.
3. Goto, K., Y. Ohno, A. Goto, A. Ikuta, M. Suzuki, T. Ohira, N. Tsuchiya, S. Nishizawa, T. Koya, T. Egawa, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka, T. Some aspects of heat stress on the plasticity of skeletal muscle cells. J. Phys. Fit. Sports Med. (Review), in press.
4. Nakai, N., F. Kawano, and Y. Ohira. Control of muscle protein synthesis in response to exercise and amino acids. J. Phys. Fit. Sports Med. (Review), in press.
5. Kawano, F., R. Fujita, N. Nakai, M. Terada, T. Ohira, and Y. Ohira. HSP25 can modulate myofiber desmin cytoskeleton following the phosphorylation at Ser15 in rat soleus muscle. J. Appl. Physiol. 112:176-186, 2012.
6. Arima, Y., M. Harada, D. kamimura, J-H. Park, F. Kawano, F. E. Yull. T. Kawamoto, Y. Iwakura, U. A. K. Betz, G. Marquez, T. S. Blackwell, Y. Ohira, T. Hirano, and M. Murakami. Regional neural activation defines a gateway for autoreactive T cells to cross the blood-brain barrier. Cell 148: 447-457, 2012.
7. Terada, M., F. Kawano, N. Ishioka, A. Higashibata, H. J. Majima, T. Yamazaki, T. Watanabe-Asaka, M. Niihori, R. Nakano, S. Yamada, C. Mukai, and Y. Ohira. Biomedical analysis of rat body hair after hindlimb suspension for 14 days. Acta Astronautica 73: 23-29, 2012.
8. Nomura, S., K. Kami, F. Kawano, Y. Oke, N. Nakai, T. Ohira, R. Fujita, M. Terada, K. Imaizumi, and Y. Ohira. Effects of hindlimb unloading on neurogenesis in the hippocampus of newly weaned rats. Neurosci. Lett. 509:76-81, 2012.
9. Oke, Y., F. Kawano, S. Nomura, T. Ohira, R. Fujita, M. Terada, T. Shibaguchi, N. Nakai, and Y. Ohira. Effects of inhibited antigravity muscle activity on the expression of hippocampal proteins in growing rats. Jpn. J. Aerosp. Environ. Med., in press.
10. Kawano, F., Y. Oke, S. Nomura, R. Fujita, T. Ohira, N. Nakai, and Y. Ohira. Responses of HSC70 expression in diencephalon to iron deficiency anemia in rats. J. Physiol. Sci., in press.
11. Terada, M., F. Kawano, T. Ohira, N. Nakai, N. Nishimoto, and Y. Ohira. Effects of mechanical over-loading on the properties of soleus muscle fibers, with or without damage, in wild type and *mdx* mice. PLoS ONE, in press.
12. Ohira, Y., F. Kawano, T. Ohira, T. Ohira, H. Okabe, H. Naito, K. Goto, and A. Ishihara. Neuromuscular responses to spaceflight. J. Gravit. Physiol. (Review), in press.
13. Sandonà, D., J.-F. Desaphy, G.M. Camerino, E. Bianchini, S. Ciciliot, D. Danieli-Betto, G. Dobrowolny, S. Furlan, E. Germinario, K. Goto, M. Gutschmann, F. Kawano, N. Nakai, T. Ohira, Y. Ohno, A. Picard, M. Salanova, G.

- Schiffli, D. Blottner, A. Musarò, Y. Ohira, R. Betto, D. Conte, and S. Schiaffino. Adaptation of mouse skeletal muscle to long-term microgravity in the MDS mission. *PLoS ONE* 7: e33232, 2012.
14. Masini, M.A., E. Albi, C. Barmo, T. Bonfiglio, L. Bruni, L. Canesi, S. Cataldi, F. Curcio, M. D'Amora, I. Ferri, K. Goto, F. Kawano, R. Lazzarini, E. Loreti, N. Nakai, T. Ohira, Y. Ohira, S. Palmero, P. Prato, F. Ricci, L. Scarabelli, T. Shibaguchi, R. Spelat, F. Strollo, and F.S. Ambesi-Impiombato. The impact of long-term exposure to space environment on adult mammalian organisms: a study on mouse thyroid and testis. *PLoS ONE* 7: e35418, 2012.
  15. Goto, K., H. Oda, H. Kondo, M. Igaki, A. Suzuki, S. Tsuchiya, T. Murase, T. Hase, H. Fujiya, I. Matsumoto, H. Naito, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka. Responses of muscle mass, strength and gene expressions to long-term heat stress in healthy human subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.* 111: 17-27, 2011.
  16. Ohno, Y., S. Yamada, T. Sugiura, Y. Ohira, T. Yoshioka, and K. Goto. Possible role of NF- $\kappa$ B signals in heat stress-associated increase in protein content of cultured C2C12 cells. *Cells Tissues Organs* 194:363-370, 2011.
  17. Ohira, Y., Y. Matsuoka, F. Kawano, A. Ogura, Y. Higo, T. Ohira, M. Terada, Y. Oke, and N. Nakai. Effects of creatine and its analog,  $\beta$ -guanidinopropionic acid, on the differentiation and nucleoli in myoblasts. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 75: 1085-1089, 2011.
  18. Ohira, T., X.D. Wang, M. Terada, F. Kawano, N. Nakai, A. Ogura, and Y. Ohira. Region-specific responses of adductor longus muscle to gravitational load-dependent activity in Wistar Hannover rats. *PLoS ONE* 6: e21044, 2011.
  19. Yasuhara, K., Y. Ohno, A. Kojima, K. Uehara, M. Beppu, T. Sugiura, M. Fujimoto, A. Nakai, Y. Ohira, T. Yoshioka, and K. Goto. Absence of heat shock transcription factor 1 retards the regrowth of atrophied soleus muscle in mice. *J. Appl. Physiol.* 111: 1142-1149, 2011.
  20. Terada, M., Y.B. Lan, F. Kawano, T. Ohira, Y. Higo, N. Nakai, K. Imaizumi, A. Ogura, N. Nishimoto, Y. Adachi, and Y. Ohira. Myonucleus-related properties in soleus muscle fibers of *mdx* mice. *Cells Tissues Organs* 191: 248-259, 2010.
  21. Kawano, F., K. Goto, X.D. Wang, M. Terada, T. Ohira, N. Nakai, T. Yoshioka, and Y. Ohira. Role(s) of gravitational loading during developing period on the growth of rat soleus muscle fibers. *J. Appl. Physiol.* 108: 676-685, 2010.
  22. Ohno, Y., S. Yamada, T. Sugiura, Y. Ohira, T. Yoshioka, and K. Goto. A possible role of NF- $\kappa$ B and HSP72 in skeletal muscle hypertrophy induced by heat stress in rats. *Gen. Physiol. Biophys.* 29: 234-242, 2010.
  23. Ohira, Y., F. Kawano, X.D. Wang, N. Nakai, T. Ohira, H. Okabe, H. Naito, and K. Goto. Role(s) of mechanical load and satellite cells in the regulation of the size of soleus muscle fiber in rats. *Biol. Sci. Space* 24: 135-144, 2010.
  24. Nakai, N., F. Kawano, Y. Oke, S. Nomura, T. Ohira, R. Fujita, and Y. Ohira. Mechanical stretch activates signaling events for protein translation initiation and elongation in C2C12 myoblasts. *Mol. Cells* 30: 513-518, 2010.
- (和文) (計 13 件)
1. 大平充宣、中井直也、河野史倫、大平宇志、芝口翼、藤田諒、後藤勝正、石原昭彦、大石康晴、山崎将生、向井千秋、寺田昌弘、山下雅道、宇佐美眞一、奥野誠、落合俊昌、行徳淳一郎。3ヶ月の宇宙基地滞在がマウスの生理学的特性に及ぼす影響: 宇宙実験のコントロールとしての地上シミュレーション実験。 *Space Utiliz. Res.* 27: 122-123, 2011。
  2. 山崎将生、大平充宣、奥野誠、石原昭彦、清水強、桑井康宏、伊藤康宏、野村裕子、高林彰、大西武雄、片平清昭、矢野昭起、中野完、山下雅道。哺乳類小動物を用いた宇宙生物学実験。 *Space Utiliz. Res.* 27: 124-126, 2011。
  3. 石原昭彦、津田謹輔、神崎素樹、永友文子、藤野英己、平田総一郎、三浦靖史、村上慎一郎、近藤浩代、武田功、大平充宣。宇宙環境での疾病と健康管理—2010年(第1年度)研究チーム活動報告—。 *Space Utiliz. Res.* 27: 142-144, 2011。
  4. 桑井康宏、粟生修司、跡見順子、五十嵐眞、井上カタジナ、石岡憲昭、石田宝義、伊藤雅夫、山下雅道、岩崎賢一、大平充宣、奥野誠、景山大郎、河野史倫、木崎昌弘、長谷川克也、Jorge Zeredo、戸田一雄、野村泰之、松浦正明、向井千秋、森田定雄、蕨下忠親、秋山英雄、若田光一。月・火星表面等の Partial Gravity 環境における生命科学的研究: 平成22年度研究班 WG 活動。 *Space Utiliz. Res.* 27: 201-202, 2011。
  5. 奥野誠、向井千夏、大平充宣。尾部懸垂の精子形成における影響。 *Space Utiliz. Res.* 27: 203-204, 2011。
  6. 大平充宣、野村幸子、尾家慶彦、大平宇志、

河野史倫、藤田諒、中井直也、今泉和彦。発育期の脚運動がラット脳の発育・発達に及ぼす影響。早稲田大学人間科学学術院「人間科学研究」第23巻第1号補遺号P. 127, 2011。

7. 大平充宣、中井直也、岡部洋興、陳全寿。健康の維持・増進を目指した運動処方へのヒトおよびラットにおける再検討。デサントスポーツ科学 32: 11-18, 2011.
8. 後藤勝正、大平充宣。筋機能からみた萎縮と肥大のメカニズム。体育の科学 別冊61 (12): 900-906, 2011。
9. 山崎将生、石原昭彦、奥野誠、糸井康弘、清水強、矢野昭起、跡見順子、大西武雄、大平充宣、片平清昭、中野完、山下雅道。哺乳類小動物を用いた宇宙生物学実験—Working Group2009 年度報告—。Space Utiliz. Res. 26: 222-223, 2010.
10. 大平充宣、中井直也、河野史倫、大平宇志、藤田諒、後藤勝正、石原昭彦、大石康晴、山崎将生、向井千秋、寺田昌弘、山下雅道、落合俊昌、行徳淳一郎。哺乳動物および魚類の発育・発達における重力役割追求研究班報告：イタリア宇宙機関による mouse drawer system 利用の宇宙実験。Space Utiliz. Res. 26: 224-225, 2010。
11. 糸井康宏、岩崎賢一、戸田一雄、秋山英雄、大平充宣、野村康之、跡見順子、奥野誠、松浦正明、大谷啓一、景山太郎、向井千秋、井上カタジナ、河野史倫、森田定雄、石岡憲昭、木崎昌弘、藪下忠親、石田宝義、伊藤雅夫、山下雅道、若田光一、Jorge Zeredo。月・火星表面等の Partial Gravity 環境における生命科学研究：WG 活動報告。Space Utiliz. Res.26: 226-227, 2010。
12. 大平充宣、野村幸子、尾家慶彦、大平宇志、河野史倫、藤田諒、中井直也、今泉和彦。発育期の脚運動がラット脳の発育・発達に及ぼす影響。早稲田大学人間科学学術院「人間科学研究」第23巻第1号補遺号P. 127, 2010。
13. 川畑哲也、岡部洋興、大平宇志、河野史倫、内藤久土、大平充宣。体位変換による血液分布の変化が運動能力に及ぼす影響：自転車エルゴメーター運動中の制限因子の検討。宇宙航空環境医学 47: 15-22, 2010.

[学会発表] (計 71 件)

・国内学会 (計 36 件)

特別講演等 (計 2 件)

1. 大平充宣。宇宙環境におけるカウンターメジャーとしての運動。第18回日本運動生理学会大会 (鹿児島大学)、2010年7月。
2. 大平宇志、河野史倫、大平充宣。ウィスターハノーバーラット後肢の抗重力活動抑制が長内転筋に及ぼす影響。

第56回日本宇宙航空環境医学会大会 (埼玉)、研究奨励賞受賞講演、2010年11月

シンポジウム・ワークショップ・レクチャー等 (3 件)

1. 大平充宣。抗重力活動抑制に対する骨格筋の形態的および代謝的特性の反応。第88回日本生理学会大会、第116回日本解剖学会総会・全国学術集会、合同大会 (横浜)、シンポジウム「長期宇宙滞在が身体機能/形態に及ぼす影響」、2011年3月。
2. 大平充宣。3ヶ月間の微小重力環境曝露へのマウス組織の反応：MDSプロジェクト。宇宙創薬協議会公開シンポジウム (新宿住友スカイルーム、東京)、2011年6月。
3. 後藤勝正、杉浦崇夫、大平充宣、吉岡利忠。骨格筋の再生と再成長における荷重とミオスタチンの影響。第87回日本生理学会大会 (岩手) シンポジウム「sophisticated organization of contractile apparatus in skeletal, cardiac and smooth muscles」、2010年5月。

一般発表 (計 31 件)

・国際学会 (計 35 件)

1. Kawano, F., T. Ohira, T. Ochiai, and Y. Ohira. Recording of neuromuscular activities of rats in a real microgravity environment using telemetry system. Next-generation suborbital researchers conference, (CA, USA), Feb., 2012.
2. Ochiai, T., H. Murase, and Y. Ohira. Expectation for suborbital flight as life science experiment opportunity. Next-generation suborbital researchers conference, (CA, USA), Feb., 2012.
3. Ohira, T., T. Shibaguchi, T. Ohira, M. Yamada, F. Kawano, A. Takabayashi, T. Ochiai, and Y. Ohira. How does carp fish tilt the body in response to light under microgravity environment? Next-generation suborbital researchers conference, (CA, USA), Feb., 2012.
4. Salanova, M., R. Betto, D. Conte, D. Danieli-Betto, J-F. Desaphy, A. Musaro, Y. Ohira, D. Sandona, S. Schiaffino, and D. Blottner. Muscle-type dependent sarcolemmal NOS1 mislocalization following 91 days exposure to effective microgravity on-board the International Space Station (ISS). 39th COSPAR Scientific Assembly 2012, (Mysore, India) July, 2012.
5. Goto, K., Y. Ohno, A. Goto, A. Ikuta, K. Yasuhara, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka. Expression of micro-RNA in mouse skeletal muscle after unloading and reloading. The 7th Congress of the Federations of Asian and

- Oceanian Physiological Societies (FAOPS), Taiwan, Sep., 2011.
6. Ohira, T., T. Shibaguchi, T. Ohira, M. Yamada, F. Kawano, A. Takabayashi, and Y. Ohira. Body tilting in response to gravity and/or dorsal light response in carp fishes: roles of skeletal muscles and/or fins. The 7th Congress of the Federations of Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS), Taiwan, Sep., 2011.
  7. Ohira, T., T. Ohira, F. Kawano, T. Shibaguchi, R. Fujita, N. Nakai, K. Goto, H. Okabe, F. Ogita, T. Ochiai, R. Cancedda, and Y. Ohira. Effects of 3-month spaceflight on the characteristics of neck muscle in mice. The 7th Congress of the Federations of Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS), Taiwan, Sep., 2011.
  8. Okabe, H., T. Ohira, F. Kawano, Y. Oke, R. Fujita, T. Ohira, N. Nakai, and Y. Ohira. Exercise prescription for stimulated mobilization of soleus muscle in human. The 7th Congress of the Federations of Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS), Taiwan, Sep., 2011.
  9. Shibaguchi, T., T. Ohira, R. Fujita, T. Ohira, F. Kawano, N. Nakai, K. Goto, H. Okabe, T. Ochiai, R. Cancedda, and Y. Ohira. Effects of 3-month exposure to real microgravity environment on epididymal sperm number in mice. The 7th Congress of the Federations of Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS), Taiwan, Sep., 2011.
  10. Yoshioka, T., K. Goto, T. Sugiura, and Y. Ohira. Effects of application of heat-stress for prevention of unloading-related atrophy and stimulation of recovery of skeletal muscle. Space Forum-2011, Dedicated to the 50-th Anniversary of the First Human Space Flight by Yuri Gagarin, Oct., 2011.
  11. Goto, K., Y. Ohno, F. Kawano, T. Ohira, R. Betto, S. Schiaffino, and Y. Ohira. Effects of 3-month-exposure to microgravity on microRNA expressions in mouse skeletal muscles. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  12. Ohno, Y., K. Goto, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka. Up-regulation of heat shock proteins in skeletal muscle of heat shock transcription factor 1-null mice. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  13. Desaphy, J-F., D. Sandona, G. M. Camerino, E. Bianchini, S. Ciciliot, D. Danieli-Betto, G. Dobrowolny, S. Furlan, E. Germinario, K. Goto, M. Gutschmann, F. Kawano, N. Nakai, T. Ohira, A. Picard, M. Salanova, G. Schiffl, A. Musaro, D. Blottner, Y. Ohira, R. Betto, S. Schiaffino, and D. Conte. The MDS mission: adaptation of skeletal muscle to long-term microgravity. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  14. Ohira, Y., K. Goto, A. Ishihara, D. Santucci, M. A. Masini, T. Ochiai, R. Cancedda. Adaptation of mouse brain, testis & epididymis, upper spinal cord, and hair roots to microgravity. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  15. Rizzo, A. M., G. Montorfano, P. Corsetto, S. Tavella, Y. Ohira, R. Cancedda, and B. Berra. Effects of long term space flight on erythrocytes and oxidative stress of mice. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  16. Ohira, T., T. Shibaguchi, T. Ohira, M. Yamada, F. Kawano, A. Takabayashi, and Y. Ohira. Role of skeletal muscles and/or fins during gravity-and/or light-dependent body tilting in carp fishes. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  17. Shibaguchi, T., T. Ohira, F. Kawano, N. Nakai, K. Goto, T. Ochiai, and Y. Ohira. Long-term exposure to real and simulated microgravity depresses the number of epididymal sperm in mice. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27th Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32nd Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
  18. Okabe, H., T. Kawabata, T. Ohira, F. Kawano,

- H. Naito, and Y. Ohira. Limiting factor(s) during bicycle ergometer exercise in human subjects with altered blood distribution. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27<sup>th</sup> Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
19. Terada, M., R. Nakano, H. J. Majima, T. Yamazaki, A. Higashibata, N. Ishioka, and Y. Ohira. The genetic analyses on body hair roots of space-flown mice as complement of human research. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27<sup>th</sup> Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
20. Ochiai, T., H. Murase, A. Homma, V. R. Edgerton, and Y. Ohira. Micro-gravity experiment using meriones unguiculatus(Mongolian Gerbil). 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27<sup>th</sup> Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
21. Goto, A., Y. Ohno, A. Ikuta, K. Goto, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka. Adiponectin expression of skeletal muscle in response to unloading and reloading in mice. 2011 ASGSB/ISGP Joint Conference, American Society for Gravitational and Space Biology (ASGSB) the 27<sup>th</sup> Annual Meeting/International Society for Gravitational Physiology (ISGP) the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting, (California, U.S.A) Nov., 2011.
22. Ohira, Y., H. Okabe, T. Ohira, F. Kawano, Y. Oke, R. Fujita, S. Nomura, T. Ohira, and N. Nakai. Reconsideration of exercise countermeasure for prevention of unloading-related atrophy in human soleus. The 31<sup>st</sup> Annual ISGP Meeting (Trieste, Italy), 2010.
23. Goto, K., Y. Ohno, A. Nakai, T. Sugiura, Y. Ohira, and T. Yoshioka. Some aspects of HSF1-related stress response in the plasticity of mammalian skeletal muscle. FASEB Summer Research Conferences 2010 “Skeletal Muscle Satellite & Stem Cells”, Jul., 2010.

[図書] (計1件)

1. 上 勝也、大平充宣。運動・加齢に対する

骨格筋の適応。The Bone 24 (2): 25-29, 2010.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大平 充宣 (OHIRA YOSHINOBU)  
大阪大学・医学系研究科・教授  
研究者番号：50185378

### (2) 研究分担者

中井 直也 (NAKAI NAOYA)  
大阪大学・医学系研究科・准教授  
研究者番号：90324508

河野 史倫 (KAWANO FUMINORI)  
大阪大学・医学系研究科・助教  
研究者番号：90346156