

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25年 5月29日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592055

研究課題名（和文）PKRによる間葉系幹細胞の新たな分化調節機序の解明

研究課題名（英文）The function of PKR in differentiation of mesenchymal stem cells.

研究代表者

森本 景之（MORIMOTO HIROYUKI）

産業医科大学・医学部・准教授

研究者番号：30335806

研究成果の概要（和文）：本申請は、PKRが間葉系幹細胞分化をどの様に調節するのかという経路を解明することを目的とする。研究の結果、軟骨細胞、破骨細胞および小腸上皮細胞や胃がんの分化誘導や細胞内シグナル伝達機構とPKRとの相互関係が明らかとなった。この結果は、生体防御以外のPKRの役割の可能性を示すものである。本研究の成果は、骨・軟骨関連疾患の病態生理の解明や、PKRおよび結合分子を標的とする新規の治療法の開発にも繋がる可能性があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：An involvement of PKR in differentiation of mesenchymal stem cells has not been clarified yet. Our studies revealed that PKR regulated the differentiation of chondrocyte and osteoclast. The PKR expression reflected the differentiative stage of intestinal epithelial cells and stomach cancer cells. These results indicated that PKR played an important role on the differentiation of mesenchymal stem cells. The findings will contribute to better understanding of bone and cartilage associated disease and a discovery of therapeutic target.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯科・形態系基礎歯科学・口腔解剖学（含組織学・発生学）

キーワード：PKR、軟骨細胞分化、間葉系幹細胞

1. 研究開始当初の背景

PKRは、ウイルス感染やインターフェロンに反応して発現・活性化し、細胞の防御機構やアポトーシスに関与する蛋白質リン酸化酵素である（Williams, 1999）。我々はPKRの触媒部位に変異を加えたPKR不活性型骨芽細胞株を樹立した（Morimoto et al, 2005）。

変異型骨芽細胞ではALP活性の低下、骨関連蛋白質の発現減少および*in vitro*における石灰化能の欠如等、骨芽細胞としての特性を失っていた（Yoshida et al, 2005）。また、軟骨幹細胞にPKR阻害剤を添加すると、軟骨基質形成および軟骨関連蛋白質の発現が低下した。これらの細胞分化能の低下は転写因

子 NF- κ B の活性化機序の変化および Stat1 発現の増加に起因すると考えられる。さらに、我々は *in vivo* においても、胎生マウス下顎頭予定領域の軟骨周辺に発生段階依存的に PKR が発現する事を見出した。以上の結果は、間葉系幹細胞の骨・軟骨分化において PKR 主体の調節機序が存在する可能性を示している。

PKR は他の分子と相互作用する事により機能を発揮すると考えられており、いくつかの結合分子が免疫沈降法等の生化学的手法を用いて同定されている。しかし、こうした生化学的方法の成否は抗体の性質や特異性に依存する等、様々な問題を抱えている。特に、汎用されている酵母ツーハイブリット法においては、PKR が酵母の成長を著しく阻害するため、結合蛋白質をスクリーニングする事は非常に困難であり、PKR 結合蛋白質に関する研究は、現状では大きく立ち遅れている。この状況を打破するためには、生理的状态にある哺乳類細胞において、高感度に蛋白質結合を検出できる方法が必要である。

本申請では、Bimolecular Fluorescence Complementation (BiFC) 法を用いる事で、この問題を解消し、PKR 結合蛋白質を同定する。

2. 研究の目的

上記のような背景より、我々は PKR に相互作用する転写因子を同定し、軟骨形成の調節における作用機序を明らかにする事を目的とし、本研究計画を立案した。本申請では、研究期間内で以下の事を解明する。

(1) PKR 変異細胞を用いて、PKR と軟骨関連転写因子との関係を調べ、これらの因子が軟骨分化をどのように調節しているかを明らかにする。

(2) 細胞内で生じている PKR と他の蛋白質との相互作用を BiFC 法を用いて、調べる。

(3) RNAi 法を用いて、PKR と結合する蛋白質の発現を抑制し、これらの因子が軟骨分化をどの段階でどのように調節しているかを明らかにする。

本申請の遂行により、PKR が間葉系幹細胞分化をどのように調節するのかという経路を解明することが出来る。また、PKR 結合蛋白質を明らかとする事は、骨・軟骨関連疾患のみならずウイルス疾患の病態生理の解明や、PKR および結合分子を標的とする新規の治療法の開発にも繋がる可能性があると考えられる。

本申請において使用する BiFC 法は生細胞内で蛋白質結合を可視化出来るライブイメージング手法であることから、蛋白質結合の形態学的な局在情報を併せ持った新しいプロテイン

インタラクトームの開発にも繋がると思われる。

3. 研究の方法

(1) PKR 阻害剤を用いて、PKR と軟骨分化および Stat1, Sox9 との関係を調べる。

① PKR 変異軟骨幹細胞の樹立

間葉系幹細胞の性質を有する軟骨幹細胞株 ATDC-5 細胞へ PKR 阻害剤 (2 aminopurine) を投与、または変異 PKR 遺伝子 (PKR キナーゼドメインの 296 番目リジンをアルギニンへ変異) を導入し、PKR を不活性化させる。

② PKR 変異細胞における軟骨分化の解析

a) 軟骨基質産生の測定

分化誘導培地で PKR 阻害細胞を 21 日間培養し、アルシアンブルー染色により軟骨基質産生を野生型細胞と比較する。また経日的に試料を採取し、PKR 阻害細胞におけるコラーゲン 2 型やアグレカンの発現を Real-time PCR, ウェスタンブロット法で調べ、野生型細胞と比較する。

b) 軟骨分化関連転写因子の活性評価

PKR 阻害細胞における Stat1 と Sox9 の発現を Real-time PCR, ウェスタンブロット法で調べ、野生型細胞と比較する。ルシフェラーゼアッセイを用いて両細胞で Stat1 と Sox9 の転写活性を解析する。

(2) PKR と結合する蛋白質をスクリーニングする。

① 発現ベクター及び解析用細胞の樹立

a) 分割 Venus 発現ベクターの構築

哺乳類発現ベクター (pDNA3.1)、ライブラリー作製用レトロウイルスベクター (pMX) に Venus の N 末側半分 (1-465 bp) と C 末側半分 (466-714 bp) 遺伝子を組み込み、pDNA3.1-Venus C, pMX-Venus N を作製する。

b) PKR-Venus C 安定発現細胞の樹立

pDNA3.1-Venus C にヒト PKR 遺伝子を組み込み、NIH3T3 細胞に遺伝子導入し、PKR-Venus C 安定発現細胞株を樹立する。

② スクリーニング用 cDNA ライブラリー作製

a) cDNA ライブラリーの作製

培養細胞株 HEK293 から、mRNA を精製する。Superscript cDNA キットを用い、二本鎖 cDNA を作製し、プラスミド pMX-Venus N の Bst XI サイトへ組み込み、Venus N 付加 cDNA ライブラリーを構築する。

b) ライブラリーウイルスの作製

プラスミドライブラリー pMX-Lib-Venus N をパッケージング細胞 (Phoenix E) へ遺伝子導入する。48 時間後に培養上清を回収し、ライブラリーを作成する。

③ PKR 結合蛋白質スクリーニング

PKR-Venus C 安定発現細胞へ Venus N 付加

cDNA ライブラリーウイルスを感染させる。PKR と結合する蛋白質を発現するウイルスが細胞に感染すると、Venus の再構成が生じ、蛍光を発する。蛍光を示す細胞を選別、培養する。結合候補分子をシーケンス解析し、データベース検索する事により、結合蛋白質を同定する。同定した分子の発現を軟骨幹細胞内で抑制する事により、軟骨分化制御に対する影響を調べる。

4. 研究成果

Double-stranded RNA-dependent protein kinase (PKR) は生体防御のみならず、細胞分化にも関与する可能性がある。本研究の目的は PKR による骨・軟骨形成調節について、解明することであり、以下の成果を得た。

(1) 軟骨細胞への分化能を持つ間葉系幹細胞 ATDC 細胞へ PKR 阻害剤を添加すると、軟骨基質の産生が減少し、軟骨分化が抑制される。この軟骨分化調節には Osterix, Sox-9 の相反的発現が重要である事を明らかとし、PKR による間葉系幹細胞の調節機序を明らかとした。これらの結果は Cell & Tissue 誌に発表した。

(2) PKR 変異破骨細胞前駆細胞を樹立した。変異細胞は RANKL による破骨細胞分化誘導に相違が生じることを明らかとした。また *in vivo* において PKR は破骨細胞に強く発現していることも明らかとした。これらの結果については Exp Cell Res 誌に発表した。

(3) PKR は小腸吸収上皮細胞にも発現し、さらに IEC-6 細胞へ PKR 阻害剤を添加すると、小腸上皮への分化が抑制された。吸収上皮細胞に発現した PKR は二本鎖 RNA を検知し、小腸上皮細胞にアポトーシスを誘導すること、その誘導機序はカスパーゼ依存的であり、PKR の阻害によって抑制されることを明らかとした。これらの結果の一部は J Cell Biochem 誌に発表し、残りは現在論文作成中である。

(4) PKR が胃がん組織に発現することを見いだした。PKR の発現と細胞内局在は胃がんの種類と関連し、PKR による分化調節が存在することが判った。この結果は学会にて発表し現在論文を作成中である。

(5) PKR が NFκB 経路の活性化に関与する可能性を示すために、IκB の SUMO 化を BiFC 法を用いて可視化する事に成功した。IκB の SUMO 化は核内で生じ、チロシンリン酸化に依存であった。これらの結果は学会発表し、現在論文作成中である。

以上に示すように、軟骨細胞、破骨細胞および小腸上皮細胞や胃がんの分化誘導や細胞内シグナル伝達機構と PKR との相互関係を明らかとし、PKR による間葉系幹細胞の分化調節

を解明した。

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 38 件)

- ① Nguyen KH, Suzuki H, Ohbuchi T, Wakasugi T, Koizumi H, Hashida K, Baba R, Morimoto H, Doi Y. Possible participation of acidic pH in bone resorption in middle ear cholesteatoma. The Laryngoscope, 査読有, in press
- ② Aoki S, Udo K, Morimoto H, Ikeda S, Takezawa T, Uchihashi K, Matsunobu A, Noguchi M, Toda S. Adipose tissue behavior is distinctly regulated by neighboring cells and fluid flow stress: possible role of adipose tissue in peritoneal fibrosis. Journal of Artificial Organs, 査読有, in press <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10047-013-0702-8>
- ③ Sakuma Y, Baba R, Arita K, Morimoto H, Fujita M. Food Allergens are transferred intact across the rat blood-placental barrier in vivo. Medical Molecular Morphology, 査読有, in press <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00795-013-0029-9>
- ④ Haneji T, Hirashima K, Teramachi J, Morimoto H. Okadaic acid activates PKR pathway and induces apoptosis through PKR-stimulation in osteoblastic MG63 cells. International Journal of Oncology, 査読有, in press DOI: 10.3892/ijo.2013.1911
- ⑤ Morimoto H, Baba R, Haneji T, Doi Y. Double-stranded RNA-dependent protein kinase regulates insulin-stimulated chondrogenesis in mouse clonal chondrogenic cells, ATDC-5. Cell & Tissue Research, 査読有, 351(1), 2013, 41-47 DOI: 10.1007/s00441-012-1521-6
- ⑥ Haneji T, Teramachi J, Hirashima K, Morimoto H. Interaction of protein phosphatase 1δ with nucleophosmin in human osteoblastic cells. Acta Histochemica et Cytochemica. 査読有, 45(1), 2012, 1-7 DOI: 10.1267/ahc.11041.

- ⑦ 森本景之、馬場良子、細胞性ストレスと eIF-2 α キナーゼ (総説)、産業医科大学雑誌、査読有、34(4)、2012、331-338
https://www.jstage.jst.go.jp/article/juoh/34/4/34_331/_article
- ⑧ Irving AT, Wang D, Vasilevski O, Latchoumanin O, Kozer N, Clayton AH, Szczepny A, Morimoto H, Xu D, Williams BR, Sadler AJ. Regulation of actin dynamics by protein kinase R control of gelsolin enforces basal innate immune defense. *Immunity*, 査読有, 36(5), 2012, 795-806
 DOI: 10.1016/j.immuni.2012.02.020.
- ⑨ Baba R, Sakaguchi A, Nakamata J, Morimoto H, Doi Y, Fujita M. Relationship between endosomal system and microtubules in absorptive cells of suckling rat ileum. *Journal of Physical Sciences*, 61 (Suppl. 1), 2011, S254
- ⑩ Teramachi J, Morimoto H, Baba R, Doi Y, Hirashima K, Haneji T. Double-stranded RNA-dependent protein kinase is involved in osteoclast differentiation of RAW264.7 cells in vitro. *Experimental Cell Research*, 査読有, 316(19), 2010, 3254-3262
 DOI: 10.1016/j.yexcr.2010.08.006
- ⑪ Sato N, Morimoto H, Baba R, Nakamata J, Doi Y, Yamaguchi K. Functional expression of double-stranded RNA-dependent protein kinase in rat intestinal epithelial cells. *Journal of Cellular Biochemistry*, 査読有, 110(1), 2010, 104-111
 DOI: 10.1002/jcb.22513
- [学会発表] (計 42 件)
- ① 森本景之、馬場良子、中俣潤一、石松菜那: BiFC 法を用いた I κ B の SUMO 化の解析、第 118 回 日本解剖学会総会・全国学術集会、2013 年 3 月 28-30 日、高松
- ② 馬場良子、森本景之、中俣潤一、石松菜那、藤田 守: 小腸吸収上皮細胞の時期的・部位的差異、第 118 回 日本解剖学会総会・全国学術集会、2013 年 3 月 28-30 日、高松
- ③ 森本景之、馬場良子、中俣潤一、石松菜那: 胃がん組織における二本鎖 RNA 依存プロテインキナーゼの局在、日本解剖学会 第 68 回 九州支部学術集会、2012 年 10 月 13 日、久留米
- ④ 熊谷奈々、馬場良子、森本景之、佐久間良子、有田久美、藤田 守: 胎盤栄養から母乳栄養への移行期の小腸吸収上皮細胞における高分子物質の吸収メカニズム (若手研究者シンポジウム)、第 44 回 日本臨床分子形態学会総会・学術集会、2012 年 9 月 28-29 日、高知
- ⑤ 福留惟行、小林道也、駄馬中 研、並川 努、岡本 健、大庭幸治、馬場良子、熊谷奈々、森本景之、藤田 守、花崎和弘: 化学療法による小腸粘膜障害のバイオマーカー開発と消化管毒性の新規予防法の確立 (若手研究者シンポジウム)、第 44 回 日本臨床分子形態学会総会・学術集会、2012 年 9 月 28-29 日、高知
- ⑥ 藤田 守、熊谷奈々、馬場良子、森本景之、福留惟行、小林道也: 小腸粘膜上皮細胞の維持と交代に関する分子形態学 (シンポジウム)、第 44 回 日本臨床分子形態学会総会・学術集会、2012 年 9 月 28-29 日、高知
- ⑦ 中島義基、森本景之、羽地達次: RANKL により誘導される破骨細胞分化における IRF4 の役割、第 54 回 歯科基礎医学会学術大会・総会、2012 年 9 月 14-16 日、郡山
- ⑧ Haneji T, Morimoto H: Protein kinases and protein phosphatases in bone formation and bone resorption. 14th ICHC (International congress of Histochemistry and Cytochemistry, August 26-29, 2012, Kyoto (Japan))
- ⑨ 森本景之、馬場良子、中俣潤一、石松菜那、土肥良秋、羽地達次: 胃正常組織および、がん組織における二本鎖 RNA 依存プロテインキナーゼ (PKR) の局在、第 31 回 分子病理学研究会、2012 年 7 月 21-22 日、岐阜
- ⑩ 石松菜那、宮本 哲、森本景之、中俣潤一、馬場良子、鐘江 香、芹野良太、椛島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁: 腹膜透析モデルラットにおける新規の炎症マーカー (Pentraxin 3) の検討、第 47 回 日本小児腎臓病学会学術集会、2012 年 6 月 29-30 日、東京
- ⑪ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、石松菜那、久間昭寛、宮本 哲、鐘江 香、芹野良太、椛島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁: 高濃度糖腹膜透析液による腹膜中皮細胞アポトーシス誘導機序の解析、第 57 回 日本透析医学会 学術集会・総会、2012 年 6 月 22-24 日、札幌
- ⑫ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、石松菜那、久間昭寛、宮本 哲、鐘江 香、芹野良太、

- 梶島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁：高濃度糖による腹膜中皮細胞アポトーシス誘導機序の解析、第 55 回 日本腎臓学会学術総会、2012 年 6 月 1-3 日、横浜
- ⑬ 石松菜那、宮本 哲、森本景之、中俣潤一、馬場良子、鐘江 香、芹野良太、梶島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁：腹膜透析モデルラットにおけるペントラキシン 3 発現の検討、第 55 回 日本腎臓学会学術総会、2012 年 6 月 1-3 日、横浜
- ⑭ Nakamata J, Morimoto H, Baba R, Ishimatsu N, Miyamoto T, Kanegae K, Serino R, Kabashima N, Otsuji Y, Doi Y, Tamura M: High glucose peritoneal dialysate induce apoptosis through endoplasmic reticulum stress in peritoneal mesothelial cells. 49th ERA-EDTA (European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association) Congress, May 24-27, 2012, Paris (France)
- ⑮ Ishimatsu N, Miyamoto T, Morimoto H, Nakamata J, Baba R, Kanegae K, Serino R, Kabashima N, Otsuji Y, Doi Y, Tamura M: Pentraxin 3 Expression in a Rat Model of Continuous Peritoneal Dialysis. 49th ERA-EDTA (European Renal Association - European Dialysis and Transplant Association) Congress, May 24-27, 2012, Paris (France)
- ⑯ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、石松菜那、田村雅仁、尾辻 豊、土肥良秋：腹膜中皮細胞における高濃度グルコースによる小胞体ストレスを介したアポトーシス誘導、第 117 回 日本解剖学会総会・全国学術集会、2012 年 3 月 26-28 日、山梨
- ⑰ 羽地達次、寺町順平、中島義基、森本景之：破骨細胞の形成と PKR 活性、第 117 回 日本解剖学会総会・全国学術集会、2012 年 3 月 26-28 日、山梨
- ⑱ 森本景之、馬場良子、中俣潤一、石松菜那、土肥良秋：BiFC 法を用いた I κ B の SUMO 化の解明、第 53 回 日本顕微鏡学会九州支部総会、2011 年 12 月 3 日、熊本
- ⑲ Nakamata J, Morimoto H, Baba R, Miyamoto T, Kanegae K, Serino R, Kabashima N, Otsuji Y, Doi Y, Tamura M: High glucose levels induce apoptosis through endoplasmic reticulum stress in peritoneal mesothelial cells. American Society of Nephrology Kidney Week 2011, November 8-13, 2011, Philadelphia (USA)
- ⑳ 森本景之、馬場良子、佐藤永洋、中俣潤一、石松菜那、土肥良秋：2 本鎖 RNA による小腸上皮細胞アポトーシスの誘導機序、第 67 回 日本解剖学会九州支部学術集会、2011 年 10 月 22 日、宮崎
- ㉑ 森本景之、羽地達次：小腸上皮細胞における PKR を介したアポトーシスの誘導、第 53 回 歯科基礎医学会、岐阜、2011 年 9 月 30 日-10 月 2 日
- ㉒ 中俣潤一、森本景之、興梠恵美、馬場良子、尾辻 豊、田村雅仁、土肥良秋：膜性腎症を合併した IgG4 関連腎症の 1 例、第 43 回 日本臨床分子形態学会、2011 年 9 月 9-10 日、高槻
- ㉓ 馬場良子、森本景之、土肥良秋、藤田 守：新生仔ラット回腸吸収上皮細胞のエンドサイトーシスに関与する膜系、第 30 回 分子病理学研究会、2011 年 7 月 22-24 日、倉敷
- ㉔ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、柴田達哉、鐘江 香、芹野良太、梶島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁：高糖濃度腹膜透析液は小胞体ストレスを介して腹膜中皮細胞にアポトーシスを誘導する、第 56 回 日本透析医学会、2011 年 6 月 17-19 日、横浜
- ㉕ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、柴田達哉、鐘江 香、芹野良太、梶島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁：高糖濃度は腹膜中皮細胞に小胞体ストレスを介したアポトーシスを誘導する、第 54 回 日本腎臓学会、2011 年 6 月 15-17 日、横浜
- ㉖ 羽地達次、森本景之：蛋白質脱リン酸化反応とアポトーシス、第 67 回 日本顕微鏡学会、シンポジウム、2011 年 5 月 16-18 日、福岡
- ㉗ 馬場良子、坂口 彩、森本景之、土肥良秋、藤田 守：小腸吸収上皮細胞における吸収機構の多様性(シンポジウム)、第 67 回 日本顕微鏡学会、2011 年 5 月 16-18 日、福岡
- ㉘ 森本景之、馬場良子、佐藤永洋、中俣潤一、土肥良秋：2 本鎖 RNA 依存プロテインキナーゼ (PKR) を介した小腸上皮細胞の細胞死、第 67 回 日本顕微鏡学会、2011 年 5 月 16-18 日、福岡
- ㉙ 馬場良子、坂口 彩、中俣潤一、森本景之、土肥良秋、藤田 守：乳飲期回腸吸収上皮細胞におけるエンドゾームの膜系と微小管の関連、第 116 回 日本解剖学会、2011 年 3 月 28-30 日、横浜
- ㉚ 森本景之、寺町順平、馬場良子、中俣潤一、土肥良秋、羽地達次：RANKL 刺激による破骨細胞分化における PKR の役割、第 52 回 日本顕微鏡学会九州支部総会、2010 年 12

月 4 日、福岡

- ⑳ Nakamata J, Morimoto H, Baba R, Miyamoto T, Shibata T, Serino R, Kabashima N, Otsuji Y, Doi Y, Tamura M: High glucose levels induce endoplasmic reticulum stress in peritoneal mesothelial cells. 43rd Annual Meeting & Scientific Exposition (American Society of Nephrology, Renal week 2010), November 16-21, 2010, Denver (USA)
- ㉑ 中俣潤一、馬場良子、森本景之、田村雅仁、尾辻 豊、土肥良秋: メサングウム増殖性糸球体腎炎 (IgG 腎症) の 1 例、第 42 回 日本臨床分子形態学会、2010 年 9 月 24-25 日、三島
- ㉒ 森本景之、寺町順平、羽地達次: PKR 活性阻害が軟骨細胞の分化に及ぼす影響、第 52 回 歯科基礎医学会、2010 年 9 月 20-22 日、東京
- ㉓ 羽地達次、寺町順平、木村幸司、平島寛司、森本景之: 蛋白質脱リン酸化酵素 PP1 と B23 の細胞内局在およびアポトーシス細胞における B23 の分解、第 51 回 日本組織細胞化学会、2010 年 9 月 4-5 日、東京
- ㉔ 森本景之、馬場良子、佐藤永洋、中俣潤一、土肥良秋、羽地達次: 消化管上皮における二本鎖 RNA 依存プロテインキナーゼ (PKR) の局在、第 29 回 分子病理学研究会、2010 年 7 月 31 日-8 月 1 日、つくば
- ㉕ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、佐藤永洋、柴田達哉、芹野良太、椛島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁: 高糖濃度腹膜透析液が腹膜中皮細胞の小胞体ストレスに与える影響、第 55 回 日本透析医学会、2010 年 6 月 16-18 日、神戸
- ㉖ 中俣潤一、森本景之、馬場良子、佐藤永洋、柴田達哉、芹野良太、椛島成利、尾辻 豊、土肥良秋、田村雅仁: 高糖濃度が腹膜中皮細胞の小胞体ストレスに与える影響、第 53 回 日本腎臓学会、2010 年 6 月 16-18 日、神戸
- ㉗ 土肥良秋、馬場良子、佐藤永洋、中俣潤一、森本景之、横山 満、藤田 守: 新生仔ラット回腸吸収上皮細胞におけるエンドゾームの膜系、第 26 回 医学生物学電子顕微鏡技術学会、2010 年 5 月 1-16 日、別府

〔図書〕 (計 1 件)

森本景之、土肥良秋、藤本 淳、学際企画、第 1 章 6. 細胞傷害「化学物質による細胞毒性」 In: 病気の分子形態学、日本臨床分子形態学会 (編)、2011、26-28

〔その他〕

ホームページ等

http://www.uoeh-u.ac.jp/kouza/2kaibo/intro_j.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森本 景之 (MORIMOTO HIROYUKI)
産業医科大学・医学部・准教授
研究者番号: 30335806

(2) 研究分担者

羽地 達次 (HANEJI TATSUJI)
徳島大学・大学院 HBS 研究部・教授
研究者番号: 50156379

(3) 連携研究者

()

研究者番号: