

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32624

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23390032

研究課題名(和文)化学形態別分析に基づいたセレンの代謝過程と生理機能の解明

研究課題名(英文)Elucidation of Selenium Metabolism in mammalian cells by speciation

研究代表者

小椋 康光(Ogra, Yasumitsu)

昭和薬科大学・薬学部・教授

研究者番号：40292677

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円、(間接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：生体超微量元素であるセレンの細胞内における代謝過程の全容はいまだに明らかになっていない。そこで代謝過程を探るために細胞内のセレン代謝物の化学形態分析を実施することとした。その結果、未知の代謝物が検出され、その代謝物の同定を行ったところ、セレノシアン酸であった。さらにその生物学的意義として、セレンの一時的なプールとして機能していることが明らかとなった。セレノシアン酸は化合物としては知られていたものの、その生物学的意義は知られていなかったため、今回の結果から新たなセレンの代謝機構を示すに至った。本成果の一部は、研究代表者が実施した平成24、25年度の「ひらめきときめきサイエンス」に取り入れた。

研究成果の概要(英文)：When human hepatoma HepG2 cells were exposed to sodium selenite, an unknown selenium metabolite was detected in the cytosolic fraction by HPLC coupled with an inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). The unknown selenium metabolite was also detected in the mixture of HepG2 homogenate and sodium selenite in the presence of exogenous glutathione (GSH). The unknown selenium metabolite was identified as selenocyanate by electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS) and ESI quadrupole time-of-flight mass spectrometry (ESI-Q-TOF-MS). Selenocyanate was less toxic to HepG2 cells than selenite or cyanide, suggesting that it was formed to reduce the toxicity of selenite. On the other hand, selenocyanate could be assimilated to selenoproteins and selenometabolites in rats. Consequently, selenite was metabolized to selenocyanate to temporarily ameliorate its toxicity, and selenocyanate acted as an intrinsic selenium pool.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：薬学・環境系薬学

キーワード：セレン スペシエーション セレノシアン酸 ICP-MS Q-TOF ESI-MS テルル セレン糖

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は分子進化という観点から、生体内で抗酸化的な機能を果たすセレンや銅の代謝機構を明らかにし、必須元素が必須たる理由を探求している。その全体構想の中にあつて本研究の目的は、化学形態別分析を主たる研究手法として、生体によるセレンの代謝機構と生理作用の全容解明に迫ることである。セレンという元素の化学形態に着目し、高感度分析、同位体標識、分子種同定などが可能である質量分析法を用い、従来手法では得ることが難しかった代謝過程解明を目的としている。これらの情報を統合して、様々な生態環境において、生体が健康を維持する上でセレンがどのように機能しているのかを明らかにし、この機能をさらに改良するような創薬シーズを提示し、ライフノベーションに繋げることを目指している。

2. 研究の目的

生体超微量元素であるセレンの代謝過程の全容解明には、従来の分子生物学的手法に加えて、セレンの化学形態分析を組み合わせることが必要であることを研究計画の段階から認識していたが、研究開始時点において培養細胞を対象とした報告は皆無に等しい状態であった。そこで当初の予定通り、培養細胞内のセレンの化学形態分析を実施することとした。また、セレンと同族の元素であるもののその代謝機構はセレン以上に不明確であるテルルについても解析を加え、セレンと比較することにより、セレン特有の代謝機構を明確にする検討も併せて実施することとした。また先端分析法を応用可能な他の元素にも拡大して、手法の有用性を検証する研究も実施した。

3. 研究の方法

従来から利用してきた生体微量元素を化学形態別に“検出”する方法である HPLC と誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を組み合わせた LC-ICP-MS と、未知の代謝物の“同定”に適したエレクトロスプレータンデム質量分析計 (ESI-MS-MS) や四重極—飛行時間型ハイブリッド質量分析計 (Q-TOF-MS) を併用し、培養細胞や動植物体内に検出される未知のセレンやテルルの代謝物の同定を行った。併せてそれらの生理作用や毒性学的意義などについても評価した。

4. 研究成果

(1) 培養細胞中の未知セレン代謝物の同定

前述の各種の質量分析を利用して培養細胞中の未知セレン代謝物の同定を行ったところ、それはセレノシアン酸であることが判明した。さらにセレノシアン酸の生物学的意

義を解明するため、動物実験を実施したところ、セレノシアン酸はセレンの一時的なプールとして機能していることが明らかとなった。また古くから知られる野生生物体内でのセレンと水銀の相互作用についても引き続き検討中である。セレノシアン酸は化合物としては知られていたものの、それが細胞内で生合成されるという報告はこれまでに無く、またその生物学的意義も判然としていなかったため、今回の結果から新たなセレンの代謝機構を示すに至った。

(2) 植物における新規セレン代謝機構の解明

動物とは異なり、植物にとってセレンは非必須な元素であるが、ある種の植物はセレンに対する高い代謝能力を有している。動物が尿中に排泄する主たるセレン代謝物はセレン糖であるが、このセレン糖が植物体内でどのような代謝を受けるのか、あるいは受けないのかを検討したところ、セレン糖は植物体内で分解され、毒性を発揮することなく代謝されるという経路が明らかになった。すなわち、新規に S-(メチルセレノ)グルタチオンという代謝物を植物中に見出した。これにより、動物あるいは植物体内のみの代謝経路の解明に留まらず、動物から植物へのセレンの環境動態を明らかにすることができた。

(3) 植物中の未知テルル代謝物の同定

テルルは動物にも植物にも必要とされない元素であるが、ある種の植物ではテルルを蓄積することをこれまで代表者の研究グループは明らかにしてきた。前述の各種質量分析計を使うことにより、ある種の植物では、テルルをアミノ酸として代謝する、すなわちメチルテルロシステインオキサイドという化学形態を同定した。このことは、高等植物体内でテルルという元素がアミノ酸として同化されることを示した最初の報告である。

(4) 新規分析法の応用

セレンやテルル以外の元素についても、本研究で構築した分子細胞生物学的手法と各種質量分析法を組み合わせた生体微量元素の研究手法を応用した。セレンと同じようにヒ素もメチル化代謝を受けるが、このメチル化の分子機構に関する成果、神経細胞特異的な銅の代謝機構の解明に関する成果などが挙げられる。

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 17 件)(* 査読無と記載のないものは査読有)

1. M. Nakamura, T. Ochiai, M. Noji, Y. Ogra, K.T. Suzuki, N. Yoshimoto, M. Yamazaki, K. Saito: An improved tolerance to cadmium by overexpression of two genes for cysteine synthesis in tobacco. *Plant Biotech.* (2014)

- in press
2. 小椋康光：哺乳類細胞における銅の恒常性維持の分子機構。 *日本衛生学会誌* (2014) **69**, 136-145
 3. S. Fujimoto, T. Tsuji, N. Itsumura, Y. Anan, Y. Ogra, T. Kimura, Y. Miyamae, S. Masuda, M. Nagao and T. Kambe: Cooperative functions of ZnT1, metallothionein and ZnT4 in the cytoplasm are required for full activation of TNAP in the early secretory pathway. *PLOS ONE* (2013) **8**, e77445, doi: 10.1371/journal.pone.0077445
 4. Y. Anan, M. Yoshida, S. Hasegawa, R. Katai, M. Tokumoto, L. Ouerdane, R. Łobiński and Y. Ogra: Speciation and identification of tellurium-containing metabolites in garlic, *Allium sativum*. *Metallomics* (2013) **5**, 1215-1224, doi: 10.1039/c3mt00108c
 5. Y. Anan, Y. Hatakeyama, M. Tokumoto and Y. Ogra: Behavior of selenoproteins in rat serum detected by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Sci.* (2013) **29**, 787-792
 6. Y. Ogra, A. Katayama, Y. Ogihara, A. Yawata and Y. Anan: Analysis of animal and plant selenometabolites in roots of a selenium accumulator, *Brassica rapa var. peruviridis*, by speciation. *Metallomics* (2013) **5**, 429-436, doi: 10.1039/c2mt20187a
 7. Y. Anan and Y. Ogra: Toxicological and pharmacological analysis of selenohomolanthionine in mice. *Toxicol. Res.* (2013) **2**, 115-122
 8. 小椋康光：スペシエーションによるセレン及びテルルのメタボローム解析。 *生化学* (2013) **85**, 519-530
 9. 小椋康光、四方田千佳子：「誘導結合プラズマ発光分光分析法及び誘導結合プラズマ質量分析法」について。 *日本薬局方フォーラム* (2013) **22**, 674-676 (査読無)
 10. 小椋康光：ICP-AES と ICP-MS の一般試験法への新規収載。 *ファームテックジャパン* (2012) **28**, 2791-2794 (査読無)
 11. Y. Ogra and Y. Anan: Selenometabolomics explored by speciation. *Biol. Pharm. Bull.* (2012) **35**, 1863-1869
 12. 小椋康光：スペシエーションを基盤としたメタロミクス研究の展開。 *分析化学* (2012) **61**, 513-522
 13. Y. Anan, Y. Awaya, Y. Ogihara, M. Yoshida, A. Yawata and Y. Ogra: Comparison in accumulation of lanthanide elements among three *Brassicaceae* plant sprouts. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* (2012) **89**, 133-137, doi: 10.1007/s00128-012-0665-0
 14. Y. Anan, A. Ohbo, Y. Tani, Y. Hatakeyama, A. Yawata and Y. Ogra: Distribution and metabolism of selenite and selenomethionine in Japanese quail. *Metallomics* (2012) **4**, 457-462, doi: 10.1039/c2mt20013a
 15. T. Miyayama, Y. Ishizuka, T. Iijima, D. Hiraoka, Y. Ogra: Roles of copper chaperone for superoxide dismutase 1 and metallothionein in copper homeostasis. *Metallomics* **3**, 693-701 (2011), doi: 10.1039/c1mt00016k
 16. Y. Anan, S. Tanabe, Y. Ogra: Comparison of selenoneine found in marine organisms with selenite in the interaction with mercury compounds *in vitro*. *J. Toxicol. Sci.* **36**, 725-731 (2011)
 17. Y. Ogra: Research tools and techniques for copper metabolism in mammals. *J. Health Sci.* **57**, 385-396 (2011)
- 〔学会発表〕(計 63 件)
1. Maki Tokumoto, Natsuko Kutsukake, Erika Yamanishi, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Evaluation of arsenic (+3 oxidation state) methyltransferase activity to tellurite.: The 53rd Annual Meeting of the Society of Toxicology (Arizona, USA) , 2014.03
 2. 阿南弥寿美、谷 祐太、海藤智仁、加藤 祐、小椋康光：鳥類における無機水銀の母卵間移行と亜セレン酸の抑制効果：日本薬学会第 134 回年会(熊本), 2014.03
 3. Yasumitsu Ogra (招待講演)：Alternative metabolic pathway of selenium in mammalian cell lines.: The 1st Franco-Japanese Workshop on Metallomics (Pau, France) , 2013.07
 4. Yasumitsu Ogra (招待講演)：Speciation and imaging of bio trace elements.: The 86th Annual Meeting of the Japanese Biochemical Society (International symposium, Yokohama, Japan) , 2013.09
 5. Yasumitsu Ogra (招待講演)：Identification of novel tellurium metabolites in selenium-accumulating plants.: Xth International Society for Trace Element Research in Humans (Tokyo) , 2013.11
 6. 吉田美雪、小椋康光 (依頼講演)：セレン蓄積性植物 *Allium sativum* におけるテルル代謝物の解析：日本薬学会第 133 回年会(横浜) , 2013.03
 7. 粟屋佑美、阿南弥寿美、徳本真紀、小椋康光：*Allium sativum* による類金属吸収能力の比較：日本薬学会第 133 回年会(横浜) , 2013.03
 8. 畠山佳子、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：血清中セレンタンパク質のげっ歯類における種差の解析：日本薬学会第 133 回年会(横浜)平成 25 年 3 月, 2013.03

9. 手島 彩、徳本真紀、石塚雄大、阿南弥寿美、小椋康光：ラット副腎髄質由来褐色細胞 PC12 の神経細胞分化における銅の作用の解明：第 23 回金属の関与する生体関連反応シンポジウム（東京），2013.06
10. 小椋康光、木村桃子、徳本真紀、阿南弥寿美：培養細胞内における新規セレン代謝物の生成とその機能：第 24 回日本微量元素学会学術集会（大阪），2013.06
11. 阿南弥寿美、吉田美雪、長谷川早喜、徳本真紀、小椋康光：セレン蓄積性植物におけるテルル代謝物の同定：40 回日本毒性学会学術年会（千葉），2013.06
12. 阿南弥寿美、林 真理奈、木村桃子、徳本真紀、小椋康光：亜セレン酸を曝露した HepG2 細胞における新規セレン代謝物の同定：第 40 回日本毒性学会学術年会（千葉），2013.06
13. Yasumi Anan, Miyuki Yoshida, Saki Hasegawa, Ryota Katai, Maki Tokumoto, Laurent Ouerdane, Ryszard Łobiński, Yasumitsu Ogra: Identification of tellurium metabolite in the selenium accumulator plant, garlic exposed with tellurate.: 4th International Symposium on Metallomics (Oviedo, Spain), 2013.07
14. Maki Tokumoto, Natsuko Kutsukake, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Evaluation of recombinant human arsenic (+3 oxidative state) methyltransferase for the methylation of tellurite *in vitro*.: 4th International Symposium on Metallomics (Oviedo, Spain), 2013.07
15. Aya Tejima, Maki Tokumoto, Yudai Ishizuka, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Changes in the copper concentration and the expression of copper-regulating genes during the differentiation of pheochromocytoma, PC12, to neural cells.: 4th International Symposium on Metallomics (Oviedo, Spain), 2013.07
16. Yuta Tani, Tomohito Kaito, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Effect of selenium on transfer of mercury to eggs in Japanese quails.: 4th International Symposium on Metallomics (Oviedo, Spain), 2013.07
17. Momoko Kimura, Yasumi Anan, Marina Hayashi, Maki Tokumoto, Yasumitsu Ogra: Identification of selenium metabolite in cultured cells and elucidation of its biological roles.: 4th International Symposium on Metallomics (Oviedo, Spain), 2013.07
18. 谷 祐太、阿南弥寿美、海藤智仁、小椋康光：亜セレン酸を摂取した産卵期ニホンウズラにおける水銀体内分布：第 22 回環境化学討論会（東京），2013.07
19. 吉田美雪、阿南弥寿美、長谷川早喜、徳本真紀、小椋康光：セレン蓄積性植物における無機テルル代謝機構の解明：第 22 回環境化学討論会（東京），2013.07
20. 荻原友里絵、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：セレン蓄積性植物における有機セレン化合物の蓄積及び代謝機構の解析：第 22 回環境化学討論会（東京），2013.07
21. 阿南弥寿美、木村桃子、長谷川早喜、徳本真紀、小椋康光：培養細胞で検出されるセレン代謝物の同定およびその生体内挙動の解析：フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー（福岡），2013.09
22. 徳本真紀、手島 彩、畠山直大、阿南弥寿美、小椋康光：神経細胞分化における銅の蓄積変化：フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー（福岡），2013.09
23. 沓掛夏子、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：組換え 3 価ヒ素メチル化酵素の類金属に対する活性評価：フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー（福岡），2013.09
24. 山西絵利加、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：類金属曝露が 3 価ヒ素メチル化酵素に与える影響：フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー（福岡），2013.09
25. Yasumitsu Ogra, Momoko Kimura, Saki Hasegawa, Maki Tokumoto, Yasumi Anan: Identification of selenium metabolite in cultured cells and elucidation of its biological role.: 10th International Symposium on Selenium in Biology and Medicine (Berlin, Germany), 2013.09
26. Yasumi Anan, Yuta Tani, Tomohito Kaito, Yasumitsu Ogra: Distribution and maternal transfer of mercury in Japanese quails ingesting sodium selenite.: 10th International Symposium on Selenium in Biology and Medicine (Berlin, Germany), 2013.09
27. 徳本真紀、原 友里、八幡紋子、鈴木薫、小泉信滋、小椋康光：重金属依存性転写活性化におけるメタロチオネインの影響：メタルバイオサイエンス研究会 2013（静岡），2013.09
28. 徳本真紀、山西絵利加、小椋康光：類金属代謝における 3 価ヒ素メチル化酵

- 素の役割：メタルバイオサイエンス研究会 2013 (静岡), 2013.09
29. 畠山直大、徳本真紀、手島 彩、阿南弥寿美、小椋康光：PC12 細胞の神経分化による銅に対する感受性の変化：メタルバイオサイエンス研究会 2013 (静岡), 2013.09
30. 長谷川早喜、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：ラットにおける新規セレン代謝物セレノシアネートの生体内挙動の解析：第 57 回日本薬学会関東支部大会 (東京), 2013.10
31. 小椋康光 (招待講演)：スペシエーションを用いた細胞内銅制御機構の解明：第 23 回日本微量元素学会 (京都), 2012.06
32. Yasumitsu Ogra (招待講演)：Speciation of selenium- and tellurium-metabolites in animals and plants.: The 2nd Korea-China Joint Seminar on Selenium in Nutrition, Biochemistry and Cancer (Seoul, Korea), 2012.11
33. Yasumitsu Ogra (招待講演)：Recent advances in speciation of metal/metalloid metabolites.: 2012 Singapore/Japan Joint Meeting on Biometals (Singapore), 2012.11
34. 片井涼太、阿南弥寿美、徳本真紀、小椋康光：テルル含有アミノ酸の合成とその生物活性評価：第 22 回金属の関与する生体関連反応シンポジウム(金沢), 2012.09
35. Yasumi Anan, Yoshiko Hatakeyama, Maki Tokumoto, Yasumitsu Ogra: Speciation of serum selenoproteins in mammals by HPLC-ICP-MS.: 7th International Franco-Spanish Workshop on Bio-Inorganic Analytical Chemistry (Gijón, Spain), 2012.06
36. 大保 愛、谷 祐太、阿南弥寿美、小椋康光：セレン化合物を投与したウズラにおけるセレンの化学形態分析：21 回環境化学討論会 (松山), 2012.06
37. 谷 祐太、大保 愛、阿南弥寿美、小椋康光：セレン化合物を投与したウズラにおけるセレンの体内分布と排泄：第 21 回環境化学討論会(松山), 2012.06
38. 阿南弥寿美、大保 愛、谷 祐太、畠山佳子、八幡紋子、小椋康光：ウズラにおける無機および有機セレン化合物の蓄積と代謝物の解析：第 39 回日本毒性学会学術年会 (仙台), 2012.06
39. 片山文音、荻原友里絵、八幡紋子、阿南弥寿美、小椋康光：アブラナ科植物における有機セレン化合物の代謝機構の解明：第 39 回日本毒性学会学術年会 (仙台), 2012.06
40. Yasumi Anan, Ai Ohbo, Yuta Tani, Yoshiko Hatakeyama, Ayako Yawata, Yasumitsu Ogra: Distribution and metabolism of inorganic- and organic selenocompounds in Japanese quail.: The 6th International Congress of Asian Society of Toxicology (仙台), 2012.07
41. Ayane Katayama, Yurie Ogihara, Ayako Yawata, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Metabolism of organic selenometabolites in brassicaceae family plants.: The 6th International Congress of Asian Society of Toxicology (仙台), 2012.07
42. 大保 愛、谷 祐太、阿南弥寿美、小椋康光：化学形態分析による鳥類特異的なセレン代謝経路の解析：第 3 回メタロミクス研究フォーラム (東京), 2012.08
43. 谷 祐太、大保 愛、阿南弥寿美、小椋康光：ニホンウズラにおけるセレンの体内分布及び排泄の経時変化：第 3 回メタロミクス研究フォーラム(東京), 2012.08
44. 林真理奈、木村桃子、杉山尚樹、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：HepG2 細胞における亜セレン酸曝露後のセレンのスペシエーション：第 3 回メタロミクス研究フォーラム(東京), 2012.08
45. 片山文音、荻原友里絵、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：セレン蓄積性植物における有機セレン化合物の代謝機構の解明：第 3 回メタロミクス研究フォーラム (東京), 2012.08
46. 吉田美雪、長谷川早喜、阿南弥寿美、小椋康光：亜テルル酸を曝露したニンニクにおけるテルル代謝物の解析：第 3 回メタロミクス研究フォーラム (東京), 2012.08
47. 林真理奈、木村桃子、杉山尚樹、徳本真紀、阿南弥寿美、小椋康光：HepG2 細胞における新規セレン代謝物の各種質量分析法によるスペシエーション：日本分析化学会第 61 年会 (金沢), 2012.08
48. 阿南弥寿美、谷 祐太、海藤智仁、徳本真紀、小椋康光：ウズラ卵における必須および毒性元素の分布と化学形態分析：日本分析化学会第 61 年会 (金沢), 2012.09
49. 阿南弥寿美、畠山佳子、徳本真紀、小椋康光：齧歯類における血清中セレンタンパク質の解析：フォーラム 2012 衛生薬学・環境トキシコロジー (名古屋)

- 屋), 2012.09
50. Yasumitsu Ogra, Takamitsu Miyayama (招待講演): Elucidation of roles of a copper-regulating protein, COMMD1, by combination of molecular biological techniques and speciation.: IUPAC International Congress on analytical Sciences (京都), 2011.05
 51. Yasumitsu Ogra(招待講演): Metabolism of selenium and tellurium in selenium-accumulating plants.: The 5th International Conference on Metals and Genetics (神戸), 2011.06
 52. 小椋康光、石塚雄大、飯嶋友美: Roles of copper chaperone for superoxide dismutase 1 in copper homeostasis.: 第21回金属の関与する生体関連反応シンポジウム(千葉), 2011.06
 53. Ayako Yawata, Ayane Katayama, Marina Hayashi, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Speciation of selenium metabolites in Brassica family plants exposed with organoselenium compounds.: 3rd International Symposium on Metallomics (Münster, Germany), 2011.07
 54. Yasumi Anan, Yasuko Ohishi, Ayako Yawata, Yasumitsu Ogra: Accumulation and metabolism of tellurate in the selenium-accumulator plant, *Allium sativum*.: 3rd International Symposium on Metallomics (Münster, Germany), 2011.07
 55. Yasumitsu Ogra, Yudai Ishizuka, Tomomi Iijima, Takamitsu Miyayama and Daisuke Hiraoka: Roles of copper chaperone for superoxide dismutase 1 in copper homeostasis.: 3rd International Symposium on Metallomics (Münster, Germany), 2011.07
 56. 阿南弥寿美、西尾明香、大保愛、谷祐太、畠山佳子、八幡紋子、小椋康光: ニホンウズラにおけるセレンの体内分布とセレン代謝物の化学形態別分析: 第22回日本微量元素学会(京都), 2011.07
 57. Ren Koike, Marina Hayashi, Ayako Yawata, Yasumi Anan, Yasumitsu Ogra: Speciation of selenometabolites in cultured cells exposed with selenite.: The 5th International Conference on Metals and Genetics (神戸), 2011.06
 58. 大石恭子、阿南弥寿美、八幡紋子、小椋康光: ユリ科植物のニンニクにおけるテルル化合物の代謝機構の解明: 第55回日本薬学会関東支部大会(東京), 2011.10
 59. 飯嶋友美、石塚雄大、八幡紋子、阿南弥寿美、小椋康光: ヒト胎児腎細胞における銅の解毒機構: 第55回日本薬学会関東支部大会(東京), 2011.10
 60. 西尾明香、阿南弥寿美、八幡紋子、小椋康光: ラット及びマウスにおける血清セレンタンパク質の比較: 第55回日本薬学会関東支部大会(東京), 2011.10
 61. 大保愛、谷祐太、畠山佳子、八幡紋子、阿南弥寿美、小椋康光: ウズラにおける亜セレン酸及びセレノメチオニンの代謝: フォーラム 2011 衛生薬学・環境トキシコロジー(金沢), 2011.09
 62. Yasumitsu Ogra, Yasuko Ohishi, Ayako Yawata, Yasumi Anan: Speciation of tellurium in the selenium-accumulator plant, *Allium sativum* (garlic) exposed with sodium tellurate.: International Society of Trace Element Research for Human 2011 (Antalya, Turkey), 2011.10
 63. 石塚雄大、阿南弥寿美、八幡紋子、小椋康光: PC12 細胞の神経細胞分化過程における銅輸送トランスポーターの発現変動: 第8回メタロチオネインおよびメタルバイオサイエンス(名古屋), 2011.11
- [図書](計3件)
1. 小椋康光(分担執筆): 化学形態別分析、pp. 93-97、毒性の科学、熊谷嘉人、姫野誠一郎、渡邊知保編、東京大学出版会、東京(2014)
 2. 小椋康光(分担執筆): 生物学辞典第5版、巖波、倉谷滋、斎藤成也、塚谷雄一編、岩波書店、東京(2013)
 3. 小椋康光(分担執筆): 食品中の微量元素、米谷民雄編、日本食品衛生協会、東京(2013)
- [その他]
ホームページ等
<http://www.shoyaku.ac.jp/labosite/eisei/index.html>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
小椋康光 (OGRA, Yasumitsu)
昭和薬科大学・薬学部・教授
研究者番号: 40292677
 - (2) 研究分担者
阿南弥寿美 (ANAN, Yasumi)
昭和薬科大学・薬学部・講師
研究者番号: 40403860
 - (3) 研究分担者
小泉信滋 (KOIZUMI, Shinji)
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・研究企画調整部・特任研究員
研究者番号: 80183325