

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 1日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21590274

研究課題名（和文） シナプス構成タンパク質の SUMO 化ファルマコームの解明

研究課題名（英文） Analysis for protein SUMOylation in the central synaptic proteins

研究代表者

西宗 敦史 (NISHIMUNE ATSUSHI)

福井大学・医学部・助教

研究者番号：40311310

研究成果の概要（和文）：シナプスタンパク質の SUMO 化とその生理的役割について解析を行い、シナプス前部に於いて、タンパク質 SUMO 化は興奮性神経伝達物質のグルタミン酸の放出を負に制御していることを明らかにした。また、新たに代謝調節型グルタミン酸受容体 mGluR7 及び、G タンパク質共役型受容体結合足場タンパク質(GISP)を新たなシナプス SUMO 化基質として同定した。SUMO 化反応は神経活動によって制御されており、例えば GISP の SUMO 化は NMDA 型グルタミン酸受容体のアゴニスト刺激によって活性化することを明らかにした。シナプスの SUMO 化基質を包括的に同定するために基質トラッピングコンストラクトを開発した。

研究成果の概要（英文）：We found that pre-synaptic regulatory function of protein SUMOylation. Introduction of the recombinantly expressed and purified SUMO1 protein into the presynaptic terminal significantly inhibited depolarization-evoked glutamate release from the synaptosomes. On the other hand, introduction of the catalytic domain of the de-SUMOylation enzyme SENP1 enhanced the glutamate release. These results strongly suggested that glutamate release from the synaptic terminal is negatively regulated via protein SUMOylation. In addition, we identified novel SUMOylation substrates at synapses such as mGluR7 or GISP(GPCRs-interacting scaffolding protein). In the all cases thus far examined, synaptic protein SUMOylation is depending upon neuronal activities to some extent. Finally, we developed the SUMOylation substrates trapping construct by fusing active SUMO1/2 with tandem affinity purification tag. Our preliminary application of this construct to the primary cortical neurons validated the concept.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：基礎医学・薬理学一般

キーワード：中枢・末梢神経

1. 研究開始当初の背景

ユビキチン関連タンパク質 SUMO(Small Ubiquitin-related Modifier)による翻訳後修飾、すなわちタンパク質 SUMO 化は、核内タンパク質をその主な基質としていると考えられてきた。しかし近年の研究の発展により、SUMO 化修飾反応の場は核内に限定されるものではなく、細胞質や細胞膜のタンパク質、またミトコンドリアなどの細胞内小器官のタンパク質の翻訳後修飾にも重要な機能を担っていることが明らかとなってきた。我々は、中枢神経系の興奮性伝達物質受容体であるカイニン酸型グルタミン酸受容体(GluR6)を研究中にこの受容体が SUMO 化修飾を受けることを見出し、さらにシナプス構成タンパク質の中に多数の SUMO 化基質が存在していることを世界に先駆けて見出した。換言すれば、(神経) シナプスは従来想定されていなかった新たな SUMO 化反応の場であることが明らかとなったのである。GluR6 とその SUMO 化の生理的役割についての研究の中で特にシナプスの機能と関連して興味深い知見が得られた。つまり、脳内の GluR6 は全く操作を加えない状態でもその一部が生理的に SUMO 化を受けていることと、受容体の刺激に伴って SUMO 化が亢進することである。更に重要なことに、この基質の場合は、受容体刺激に伴う、受容体の細胞内への取り込みを介した受容体脱感作に SUMO 化が必須であることが明らかとなったのである。

シナプスは神経細胞間の情報伝達の基本単位であり、神経活動依存性に GluR6 の SUMO 化修飾が起こっているという知見は、更に他の基質の SUMO 化修飾も神経活動依存性に制御されている可能性を示唆しており、電気的な神経活動を細胞内での生化学的な変化として情報変換する分子装置の一つの候補として大きな興味を持たれるものであった。

2. 研究の目的

(1) まず、最も基本的なシナプス機能である「シナプス前終末の興奮による神経伝達物質の放出」に注目して、シナプス前終末におけるタンパク質 SUMO 化修飾の機能を確立することを第一の研究目的とした。

(2) 次に、シナプスにおける SUMO 化修飾の基質タンパク質は我々が同定した GluR6 以外に全く知られていなかったもので、新たに SUMO 化基質を同定することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) シナプス終末からの神経伝達物質放出に於けるタンパク質 SUMO 化の意義を明らかにするためにラット脳シナプトソーム画分を用いて実験を行った。タンパク質 SUMO 化活性の操作を目的として、活性化型 SUMO およびその対照、または活性化型脱 SUMO 化酵素 SENP-1 の触媒ドメインおよびその対照の組換えタンパク質を大腸菌

で発現させ、精製した後、ラット脳をホモゲナイズする際に組換えタンパク質を加えて、シナプトソーム中の前終末へと取り込ませた。組換え活性化型 SUMO タンパク質(図中 GG と表記)は、SUMO 化反応系の活性が存在すれば直ちに利用され、標的基質の SUMO 化が起こる。一方、脱 SUMO 化酵素 SENP-1 の触媒ドメインは配列特異的イソペプチダーゼで、SUMO 化された基質から、基質の構造に影響を与えずに SUMO 部分のみを切り離す作用を持ち、既に SUMO 化された基質を非修飾状態へと戻らせる働きを持つ。

シナプトソームは保温状態で塩化カリウムによる脱分極刺激によって放出されるグルタミン酸を共存させたモニター反応系と共役させることで蛍光強度で測定した。

(2) SUMO 化反応の中間段階を触媒する唯一の酵素 Ubc9(SUMO 化 E2 酵素)は SUMO 化酵素と基質の複合体を安定して形成する 경우가数多く報告されており、SUMO 化反応には Ubc9 によって標的基質が認識される機構が必須である基質が相当数存在しているものと考えられる。事実、我々の見出した GluR6 の SUMO 化に於いても、発見の端緒となったのは GluR6 カルボキシル末端領域への Ubc9 の結合を見つけたことであった。

我々が以前に GABA-B 型受容体への結合タンパクとして同定していた GISP(GPCR s-interacting scaffolding protein)は、樹状突起棘に濃縮しているシナプス後部タンパク質であり、これをベイトとした 2-Hybrid スクリーニングで Ubc9 が単離されていた。

従って今回の研究では新たなシナプス SUMO 化基質の候補として GISP の Ubc9 結合と SUMO 化を詳細に解析した。

(3) タンデムアフィニティー精製法(TAP)を応用した SUMO 化基質トラッピングベクターの開発を行った。

4. 研究成果

(1) 脱分極刺激に伴うシナプス終末(シナプトソーム)からのグルタミン酸放出に対する活性化 SUMO(SUMO GG)の影響の評価結果を図1に示す。

上段のトレースは KCl による脱分極刺激の前後におけるグルタミン酸放出量の経時変化を示す。活性化 SUMO1(SUMO GG) (図中□) を投与した例でのみ明らかな抑制が見られたのに対し、前駆体(Wild Type) 及び結合不可の変異体(ΔGG) では対照と顕著な差を生じなかった。この結果は、シナプス前終末において基質タンパク質の SUMO 化が、グルタミン酸放出に対し負の制御機能を持っていることを強く示唆する結果となった。

この結果に基づき、更に脱SUMO化を促進した場合の影響を評価した結果を図2に示す。

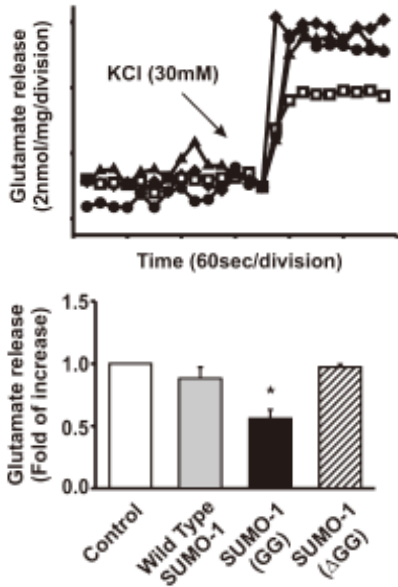


図1 神経伝達物質放出におけるSUMO-1タンパク質の影響

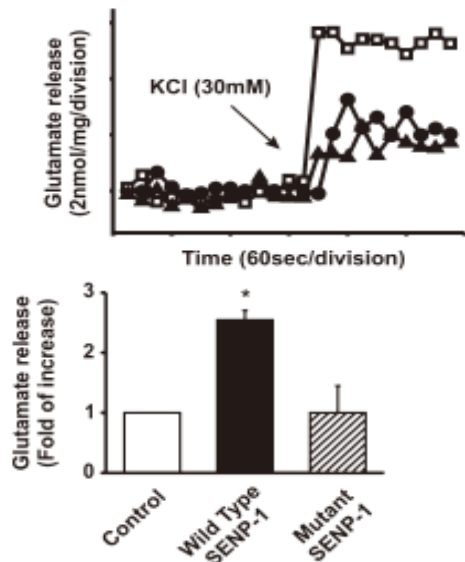


図2 神経伝達物質放出における脱SUMO化酵素タンパク質の影響

酵素活性のある脱SUMO化酵素を投与した(図中□ Wild Type SENP-1)例では対照例と比較して伝達物質放出の著明な増大が観察されたのに対し、酵素活性の無い点突然変異体タンパク(Mutant SENP-1)では、この効果が見られなかった。以上より、生理的な条件下でもシナプス前終末の神経伝達物質放出機構タンパク質にSUMO化が起こっており、伝達物質放出を負に制御していることが強く示唆された。以上の結果はシナプス伝達機構のうち、シナプス前終末からの神経伝達物質放出機構にタンパク質SUMO化が制御機能を持っていることを示す初めての発見であり、今後どのような標的タンパクがSUMO化による制御を受けるのかを解明

してゆく必要があると考えられた。

(2) SUMO化E2酵素Ubc9との結合を指標としてシナプスSUMO化基質の探索を行った。その結果、我々が以前に発見したGISP(GPCRs—interacting scaffold protein)が、Ubc9を結合していることが明らかとなった。

まず、ラット脳の細胞質画分から抗Ubc9抗体を用いて免疫沈降を行い、GISPの免疫共沈を検出し、実際に生体内でGISPとUbc9が結合していることを確認した。またGISP上のUbc9結合部位のマッピングを行ったところ、一次構造上不連続の3つの領域(1-102、320-445、654-800)にUbc9の結合が見られた。

これらの結果から、GISPが生体内でSUMO化修飾の基質となっている可能性が考えられた。また、これらの領域がそれぞれ独立したSUMO化部位となっている可能性を示唆している。そこで、まず上記の3つのUbc9結合領域を含む領域をそれぞれGST融合タンパクとして発現させ、実際にSUMO化を受けるか否かを解析した。3つの候補領域は全て実際にSUMO化を受けた。

初代培養海馬神経細胞はNMDA型グルタミン酸受容体の内因性コアゴニストのグリシンによる刺激でシナプス伝達を活性化させ、シナプス伝達の長期増強に類似の可塑的な活動上昇を引き起こすことができる(Chem-LTP)。本法を適用して刺激の前後でGISPとUbc9及びSUMO1の共局在を蛍光免疫染色法で解析したところ、GISPとSUMO1およびGISPとUbc9のいずれの局在も上昇することが示された。以上から、GISPのSUMO化の少なくとも一部はNMDA受容体を介する興奮性シナプス伝達による調節を受けていることが示唆された。

以上の結果から、未だに不明な点が多く残されている神経タンパク質のSUMO化基質として、新たにGISPを同定でき、今後の受容体修飾機構の研究の基盤となる成果が得られた。

(3) タンデムアフィニティー精製タグを融合した活性化型SUMO1およびSUMO2の基質トラッピングコンストラクトを作製し、培養神経細胞にシンドビスウイルス発現系を用いて導入、タンデムアフィニティー精製後、プロテオミクス手法によって単離された基質の同定を行った。パイロット研究で実際に既知のSUMO化基質を単離することができたが、培養神経細胞からシナプスを単離する段階で十分な精製材料を確保することが困難であったので、トラッピングコンストラクトを導入したトランスジェニックマウスを作製し、脳を剖出してシナプトソーム画分を単離する戦略に変更した。現在SUMO基質トラッピングコンストラクト導入トランスジェニックマウスの作製を行っている。

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 14 件)

1. Ikeda T., Anisuzzaman ASM., Yoshiki H., Sasaki M., Koshiji T., Nishimune A., Muramatsu I. Regional quantification of muscarinic acetylcholine receptors and β -adrenoceptors in human airways. *Br. J. Pharmacol.* 2012 in press. (査読有)
2. Wang MH, Yoshiki H., Anisuzzaman ASM., Uwada J., Nishimune A., Lee KS, Taniguchi T. Muramatsu I. Re-evaluation of nicotinic acetylcholine receptors in rat brain by a tissue-segment binding assay. *Front. Pharmacol.* 2:65. (査読有)
(doi:10.3389/fphar.2011.00065)
3. Nishimune A., Yoshiki H., Uwada J., Anisuzzaman ASM., Umada H. Muramatsu I. Phenotype pharmacology of lower urinary tract α_1 -adrenoceptors. *Br. J. Pharmacol.* 2011 in press. (doi: 10.1111/j.1476-5381.2011.01591.x.) (査読有)
4. Uwada J., Anisuzzaman ASM., Yoshiki H., Nishimune A., Muramatsu I. Intracellular distribution of functional M1-muscarinic acetylcholine receptors in N1E-115 neuroblastoma cells. *J Neurochem.* 118:958-967, 2011. (査読有)
5. Anisuzzaman ASM., Nishimune A., Yoshiki H., Uwada J., Muramatsu I. Influence of tissue integrity on pharmacological phenotypes of muscarinic acetylcholine receptors in the rat cerebral cortex. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 339:186-193, 2011. (査読有)
6. Kantamneni S., Wilkinson KA., Jaafari N., Ashikaga E., Rocca D., Rubin P., Jacobs S., Nishimune A., Henley JM. Activity dependent SUMOylation of the brain specific scaffolding protein GISP. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 409:657-662, 2011. (査読有)
7. Nishimune A., Suzuki F., Yoshiki H., Morishima S., Muramatsu I. Identification of cysteine-rich epidermal growth factor-like domain 1alpha (CRELD1alpha) as a novel alpha1A-adrenoceptor-down-regulating protein and establishment of an alpha1L-adrenoceptor-expressing cell line. *J. Pharmacol. Sci.* 113:169-181, 2010. (査読有)
8. Lee K-S., Nishimune A., Yoshiki H., Anisuzzaman AS., Suzuki F., Wang MH., Cheng

JT., Muramatsu I. Assessment of novel muscarinic acetylcholine receptors in rat cerebral cortex by a tissue segment binding method. *J Pharmacol.Sci.* 112:444-451, 2010. (査読有)

9. Nishimune A., Suzuki F., Yoshiki H., Morishima S., Muramatsu I. Alpha 1-adrenoceptor pharmacome: alpha 1L-adrenoceptor and alpha 1A-adrenoceptor in the lower urinary tract. *Int J. Urol.* 17:31-37, 2010. (査読有)
10. Morishima S., Suzuki F., Nishimune A., Yoshiki H., Akino H., Yokoyama O., Muramatsu I. Visualization and tissue distribution of alpha1L-adrenoceptor in human prostate by the fluorescently labeled ligand Alexa-488-silodosin. *J. Urol.* 183:812-819, 2009. (査読有)
11. Yoshiki H., Nishimune A., Suzuki F., Morishima S., Ikeda T., Sasaki M., Audigane LM., Gauthier C., Muramatsu I. Evaluation of β 1L-adrenoceptors in rabbit heart by tissue segment binding assay. *J. Pharmacol. Sci.* 110:389-396, 2009. (査読有)
12. Feligioni M., Nishimune A., Henley JM. Protein SUMOylation modulates calcium influx and glutamate release from presynaptic terminals. *Eur. J. Neurosci.* 29:1348-1356, 2009. (査読有)
13. Kantamneni S., Holman D., Wilkinson KA., Nishimune A., Henley JM. GISP increases neurotransmitter receptor stability by down-regulating ESCRT-mediated lysosomal degradation. *Neurosci Lett.* 452:106-110, 2009. (査読有)
14. Saitoh H., Uwada J., Kawasaki A. Strategies for the expression of SUMO-modified target proteins in Escherichia coli. *Methods in Molecular Biology: SUMO Protocols* 497:211-221, 2009. (査読有)

〔学会発表〕 (計 38 件)

1. 宇和田淳介, Abu Syed MD Anisuzzaman, 西宗敦史, 吉木はつみ, 村松郁延, 細胞内と細胞表面に局在するムスカリン M1 受容体の惹起するシグナル伝達経路の比較, 第 85 回日本薬理学会年会, 京都, 2012 年 3 月 15 日 (poster)
2. Abu Syed MD Anisuzzaman, 西宗敦史, 吉木はつみ, 宇和田淳介, 村松郁延, ラット大脳皮質におけるムスカリン受容体表現型の検討, 第 85 回日

- 本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日 (一般口演)
3. 吉木はつみ, Abu Syed MD Anisuzzaman, 宇和田淳介, 西宗敦史, 村松郁延, ラット肝臓の α 1-アドレナリン受容体における表現型薬理学, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日 (poster)
 4. 村松郁延, 吉木はつみ, Abu Syed MD Anisuzzaman, 宇和田淳介, 西宗敦史, α 1-アドレナリン受容体と相互作用するタンパク質の同定と機能, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日 (シンポジウム”G タンパク質共役型受容体のカッティングエッジ”S2D-16-3)
 5. 西宗敦史, 下部尿路機能に関与する交換神経受容体-排尿障害治療薬に求められる α 1L表現型選択性, 第18回日本排尿機能学会, 福井市, 2011年9月17日 (招請口演)
 6. 村松郁延, 宇和田淳介, A.S.M. Anisuzzaman, 西宗敦史, 吉木はつみ, M1 ムスカリン受容体の細胞膜と細胞内分布, およびその生理的意義, 第15回活性アミンに関するワークショップ, 徳島市, 2011年8月11日 (一般口演)
 7. 宇和田淳介, A.S.M. Anisuzzaman, 西宗敦史, 吉木はつみ, 村松郁延, 細胞内に局在するムスカリンM1受容体を介したERK1/2活性化機構, 第119回日本薬理学会近畿部会, 名古屋, 2011年7月8日 (一般口演)
 8. 村松郁延, 吉木はつみ, 西宗敦史, 池谷祐二, 高橋直矢, 松木則夫, 中枢アセチルコリン受容体の発現・機能に対するニコチンの影響, 第26回平成22年度助成研究発表会, 東京, 2011年7月22日 (一般口演)
 9. 西宗敦史, A.S.M. Anisuzzaman, 吉木はつみ, 宇和田淳介, 村松郁延, 大脳皮質に特異的なムスカリン受容体の生体内表現型, 第84回日本薬理学会年会, ハシフィコ横浜会議センター, 2011年3月23日 (一般口演)
 10. 吉木はつみ, 西宗敦史, 宇和田淳介, A.S.M. Anisuzzaman, 村松郁延, うさぎの心臓の組織片を用いた結合実験による β 1L-アドレナリン受容体の評価, 第84回日本薬理学会年会, ハシフィコ横浜会議センター, 2011年3月23日 (ポスター)
 11. 宇和田淳介, A.S.M. Anisuzzaman, 西宗敦史, 吉木はつみ, 村松郁延, 神経芽細胞腫N1E-115における細胞内局在性ムスカリンM1受容体の機能解析, 第84回日本薬理学会年会, ハシフィコ横浜会議センター, 2011年3月23日 (ポスター)
 12. A.S.M. Anisuzzaman, 西宗敦史, 宇和田淳介, 吉木はつみ, 村松郁延, ラット大脳皮質および海馬における細胞内ムスカリン受容体に対して拘束ストレスおよびコルチコステロン処理が与える影響, 第84回日本薬理学会年会, ハシフィコ横浜会議センター, 2011年3月23日 (ポスター)
 13. Atsushi Nishimune, Hatsumi Yoshiki, Ikunobu Muramatsu, In vitro reconstitution of α 1L-adrenoceptor phenotype via co-expression of α 1A- adrenoceptor and CRELD1 α . The 20th Japan-Korea Joint Seminar on Pharmacology, 鹿児島, 2010年11月26日 (ポスター)
 14. 西宗敦史, A.S.M. Anisuzzaman, 吉木はつみ, 宇和田淳介, 村松郁延, 大脳皮質に特異的なムスカリン受容体の生体内表現型, 第118回日本薬理学会近畿部会, 大阪, 2010年11月19日 (一般口演)
 15. 西宗敦史, A.S.M. Anisuzzaman, 吉木はつみ, 宇和田淳介, 村松郁延, 大脳皮質に特異的なムスカリン受容体の生体内表現型, 第38回薬物活性シンポジウム, 北海道, 2010年11月12日 (一般口演) &座長
 16. 村松郁延, 宇和田淳介, 吉木はつみ, 西宗敦史, α 1Lアドレナリン受容体安定発現株の樹立, 第30回日本眼薬理学会, 東京, 2010年10月3日 (一般口演)
 17. 西宗敦史, 鈴木 史子, 吉木はつみ, 森島 繁, 村松 郁延, α 1AとCRELD1の共発現による α 1Lアドレナリン受容体安定発現株の樹立, 第33回日本神経科学大会, 神戸, 2010年9月2日 (一般口演)
 18. Ikunobu Muramatsu, Atsushi Nishimune, alpha-1 adrenoceptors in the lower urinary tract. 16th World Congress of Basic Clinical Pharmacology, Denmark, July 18th, 2010.(symposium oral)
 19. Atsushi Nishimune, F Suzuki, H Yoshiki, S Morishima, I Muramatsu, Identification of CRELD1 α , as a novel receptor-interacting protein that modulates α 1A- and α 1L-adrenoceptor expression. 16th World Congress of Basic Clinical Pharmacology, Denmark, July 18th, 2010.(poster)
 20. 村松郁延, 吉木はつみ, 西宗敦史, 池谷祐二, 高橋直矢, 松木則夫, 中枢アセチルコリン受容体の発現・機能に対するニコチンの影響, 第25回平成21年度助成研究発表会, 東京, 2010年7月28日 (一般口演) &座長
 21. 西宗敦史, 吉木はつみ, 村松 郁延, α 1AとCRELD1の共発現による α 1L-アドレナリン受容体安定発現株の樹立, 第117回日本薬理学会近畿

- 部会, 徳島, 2010年7月8日(一般口演) & 座長
22. 鈴木史子, 西宗教史, 吉木はつみ, 森島繁, 村松郁延: $\alpha 1L$ アドレナリン受容体の表現型の、 $\alpha 1A$ アドレナリン受容体および新規結合蛋白質 ARIP の共発現による再構成, 第83回日本薬理学会年会, 大阪国際会議場, 2010年3月18日(一般講演)
 23. 宇和田淳介, Abu Syed MD Anisuzzaman, 西宗教史, 吉木はつみ, 村松郁延, 細胞内と細胞表面に局在するムスカリン M1 受容体の惹起するシグナル伝達経路の比較, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日 (poster)
 24. Abu Syed MD Anisuzzaman, 西宗教史, 吉木はつみ, 宇和田淳介, 村松郁延, ラット大脳皮質におけるムスカリン受容体表現型の検討, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日(一般口演)
 25. 吉木はつみ, Abu Syed MD Anisuzzaman, 宇和田淳介, 西宗教史, 村松郁延, ラット肝臓の $\alpha 1$ -アドレナジン受容体における表現型薬理学, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日 (poster)
 26. 村松郁延, 吉木はつみ, Abu Syed MD Anisuzzaman, 宇和田淳介, 西宗教史, $\alpha 1$ -アドレナリン受容体と相互作用するタンパク質の同定と機能, 第85回日本薬理学会年会, 京都, 2012年3月15日(シンポジウム”Gタンパク質共役型受容体のカッティングエッジ”S2D-16-3)
 27. 西宗教史, 下部尿路機能に関与する交換神経受容体-排尿障害治療薬に求められる $\alpha 1L$ 表現型選択性, 第18回日本排尿機能学会, 福井市, 2011年9月17日(招請口演)
 28. 西宗教史, Marco Feligioni, Jeremy M. Henley: タンパク質 SUMO 化によるシナプス終末での Ca 流入とグルタミン酸放出の制御, 第83回日本薬理学会年会, 大阪国際会議場, 2010年3月18日 (poster)
 29. 森島繁, 吉木はつみ, 西宗教史, 鈴木史子, 秋野裕信, 横山修, 村松郁延: 蛍光リガンド Alexa-488-silodosin の $\alpha 1$ アドレナリン受容体に対する選択性, 第83回日本薬理学会年会, 大阪国際会議場, 2010年3月18日 (poster) (2009年)
 30. 村松郁延, アドレナリン受容体の多様な表現型: その分子基盤と生理的意義, 新潟応用薬理シンポジウム, 新潟, 2009年12月5日(招待講演)
 31. 西宗教史, 興奮性シナプス伝達のSUMO化による制御, 第7回SUMO研究会, 兵庫, 2009年11月21日(一般口演) & 座長
 32. 村松 郁延, 吉木はつみ, 鈴木史子, 森島繁, 西宗教史, ウサギ虹彩散大筋 $\alpha 1L$ -アドレナリン受容体サブタイプ, 第116回日本薬理学会近畿部会, 滋賀, 2009年11月13日(一般口演) & 座長
 33. A. Nishimune, Protein SUMOylation modulates glutamate release from presynaptic terminals. 第32回日本神経科学大会, 2009年9月17日(一般口演)
 34. 村松 郁延, 生活習慣病に伴う排尿障害と薬物治療, 第11回応用薬理シンポジウム, 2009年9月18日 座長
 35. 村松 郁延, 吉木はつみ, 鈴木史子, 森島繁, 西宗教史, ウサギ虹彩散大筋 $\alpha 1$ -アドレナリン受容体サブタイプ, 第29回日本眼薬理学会, 東京, 2009年9月12日.
 36. 村松郁延, 吉木はつみ, 鈴木史子, 森島繁, 西宗教史, 白色ウサギと有色ウサギの虹彩散大筋 $\alpha 1$ -アドレナリン受容体サブタイプ, 第13回活性アミンに関するワークショップ, 三重, 2009年8月28日(一般口演)
 37. Morishima, S., Suzuki, F., Muramatsu, I. The molecular mechanism of the α_{1A} -adrenoceptor-operated Ca^{2+} influx. The 36th Congress of the International Union of Physiological Sci., July 29th, 2009, Kyoto Japan (Poster)
 38. 村松郁延, 鈴木史子, 森島繁, 西宗教史, 中枢アセチルコリン受容体の発現・機能に対するニコチンの影響, 第24回平成20年度助成研究発表会, 東京, 2009年7月16日(一般口演)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 - 西宗 敦史 (NISHIMUNE ATSUSHI)
 - 福井大学・医学部・助教
 - 研究者番号: 40311310
 - (2) 研究分担者
 - 村松 郁延 (MURAMATSU IKUNOBU)
 - 福井大学・医学部・教授
 - 研究者番号: 10111965
 - 鈴木 史子 (SUZUKI FUMIKO)
 - 福井大学・医学部・助教
 - 研究者番号: 80291376 (H21年度のみ)
 - 森島 繁 (ROMISHIMA SHIGERU)
 - 福井大学・医学部・准教授
 - 研究者番号: 50290911
 - 宇和田淳介 (UWADA JUNSUKE)
 - 福井大学・医学部・助教
 - 研究者番号: 70580314 (H22年度~H23年度)