

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：37301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461302

研究課題名(和文) アセチルコリン受容体主要免疫原性領域を標的とした免疫グロブリン療法：動物実験

研究課題名(英文) Immunoglobulin therapy targeting the main immunogenic region of acetylcholine receptor: Animal experiment

研究代表者

本村 政勝 (MOTOMURA, MASAKATSU)

長崎総合科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70244093

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の最終目標は、アセチルコリン受容体(AChR)抗体陽性重症筋無力症(MG)患者の治療法で、AChRの主要免疫原性領域(MIR)を標的とした免疫グロブリン療法を開発することである。本研究では、我々は、動物実験でその実用性を検討した。ヒトとラットの共通のMIRに対するmAb35モノクロナル抗体の補体結合部位を取り除いた保護抗体を作製し、その抗体による疾患移送を予防できるかをin vivo動物実験で検討した。残念ながら、今回の研究では、補体による破壊を生じさせないmAb35変異体抗体を作成することが出来なかった。今後も、我々は、補体活性を起こさせないMIR抗体を検討して行きたい。

研究成果の概要(英文)：The goal of this study is to develop an immunoglobulin therapy targeting the major immunogenic region (MIR) in the treatment of patients with Acetylcholine Receptor (AChR) antibody positive myasthenia gravis (MG). In this study, we examined its practicality in animal experiments. A protective antibody was prepared by removing the complement binding site of the mAb35 monoclonal antibody, against the common AChR-MIR of humans and rats, and whether or not disease transfer by the antibody can be prevented was examined in an animal experiment in vivo. Unfortunately, in this study, it was not possible to prepare mAb35 mutant antibody which does not cause destruction by complement. We will continue to study MIR antibodies that will not cause complement activation.

研究分野：神経免疫学

キーワード：重症筋無力症 アセチルコリン受容体(AChR)抗体 主要免疫原性領域(MIR) 免疫グロブリン療法

1. 研究開始当初の背景

現在、MG は病原性自己抗体の種類によって、(1)アセチルコリン受容体 (acetylcholine receptor; AChR) 抗体陽性 MG-その頻度は全体の 85-90%、(2)筋特異的チロシンキナーゼ (muscle specific tyrosine kinase; MuSK) 抗体陽性 MG-5%、(3)低比重リポ蛋白質受容体関連蛋白質 4(low density lipoprotein-receptor related protein 4; Lrp4)抗体陽性 MG-1%以下、(4)前記の抗体が検出されない seronegative MG-10%以下に分類されている。これらの抗体のサブグループによって、その神経筋接合部病理(Shiraiishi et al. Ann Neurol, 2005)や合併症 (Nakata et al, Eur J Neurol, 2013) などの特徴が異なり、治療を含めた対応にも異なるアプローチが必要である。MG 患者の約 85%は神経筋接合部シナプス後膜に存在するアセチルコリン受容体に対する自己抗体が病因であり、シナプス後膜に炎症性破壊が生じる。MG 患者の大部分をしめる AChR 抗体陽性 MG の治療は、以前と比べるとステロイドと免疫抑制薬の導入により格段に進歩しているが、そのような薬を必要としない完治例は少ない。現在の神経内科医の MG 治療は、ステロイドと免疫抑制薬の副作用との戦いと言っても過言ではない。例えば、ステロイドにより MG 症状は無くなったが、その 10 年以上にわたる長期使用により骨粗鬆症が進行し胸腰椎圧迫骨折を生じることがある。よって、MG の病態を根本から改善させる治療法の開発が急務である。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、AChR 抗体陽性重症筋無力症(MG)患者の治療法で、主要免疫原性領域(MIR)を標的とした免疫グロブリン療法を開発することである。今回の研究目的は、その前段階でラットなどの動物を用いて、その実用性を検討することである。実験的自己免疫性重症筋無力症(EAMG)ラットは、ヒト MG と同じく、AChR 抗体と補体の作用により運動終板が破壊される機序を有する動物モデルである。今回は、ヒトと動物の共通の MIR に対するモノクロナル抗体の補体結合部位を取り除いた保護抗体を作製し、その抗体による疾患移送、いわゆる受動免疫が予防できるかを in vivo 動物実験で証明することを目標とする。

3. 研究の方法

この研究計画では、AChR 抗体陽性重症筋無力症(MG)患者の治療法で主要免疫原性領域(main immunogenic region; MIR)を標的とした免疫グロブリン療法を開発することを目的とし、その前段階でラットやマウスなどの動物を用いて、その有用性と実用性を検討することである。研究計画の進め方として、(1)実験的自己免疫性 MG ラット血清の調製 (2)正常ラットへの受動免疫による疾患移送

(3)AChR-MIR モノクロナル抗体作製 (4)MIR-AChR 抗体の Fc 領域を除去した保護抗体による受動免疫の抑制実験
企業との共同研究を模索

平成 26 年度

(1)実験的自己免疫性 MG ラット血清の調製：シビレイの発電器官由来の AChR 蛋白質を 2%-Triotn X-100 で可溶化し、-cobratoxin-CNBr-activated sepharose4B カラムを用いて、AChR 蛋白質を精製した。その蛋白を雌ルイスラット(体重：100 から 200 g)に免疫した。その 1 ヶ月以上後に採血し、RIA 抗体測定法で十分に AChR 抗体が上昇していることを確認した。

(2)受動免疫性 MG モデルラットの作出：正常雌ルイスラット(体重：100 から 200 g)の尾静脈から EAMG ラット血清 100 から 200 μ l を静注すると、その 12 時間後には四肢麻痺が生じた(Lindstrom JM, et al, J Exp Med. 1976)。四肢麻痺は 48 時間後にそのピークとなった。この時の神経筋接合部生検においては、AChR、MuSK、Lrp4 といった後シナプス蛋白質群の免疫染色シグナルは殆ど検出されず、補体介在性の膜破壊による各種蛋白質群の膜表面上の発現量の低下が示された。この実験も既に終了している。

(3)AChR-MIR モノクロナル抗体作製：シビレイの発電器官由来の AChR 蛋白質をイムノプローブ社に提供し、現在、モノクロナル抗体を作製中である。この後、このモノクロナル抗体から、MIR を認識する抗体を選んで、その免疫グロブリンの Fc 領域をペプシン処理で外し、保護抗体を作製予定である。そして、保護抗体による受動免疫の抑制実験を行う予定である。

平成 27 年度

平成 26 年度の実験結果を分析し、追加実験を行う。併行して、論文執筆を開始する。

平成 28 年度

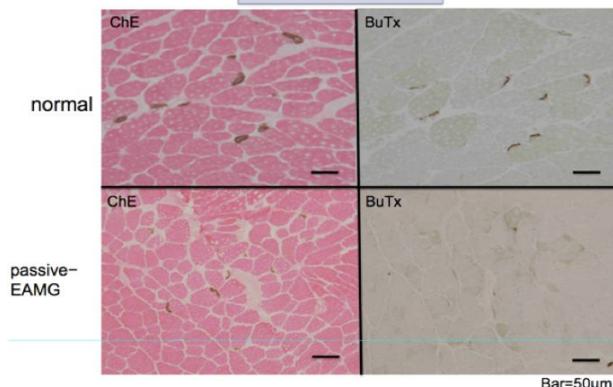
最終年度は研究の総括と論文執筆にあてる。そして、この研究成果をヒト MG 患者の治療の応用することに賛同し、共同研究をしてくれる企業を探す。

4. 研究成果

今回は、ヒトと動物の共通の MIR に対するモノクロナル抗体の補体結合部位を取り除いた保護抗体を作製し、その抗体による疾患移送、いわゆる受動免疫が予防できるかを in vivo 動物実験で検討した。具体的には、ラット MG を惹起する病原性モノクロナル抗体 mAb35 のヒトキメラ抗体を用いて、in vivo での受動免疫を行った。その結果、今回試したヒトキメラ抗体も mAb35 と同じく、AChR の MIR の部位に補体介在に膜破壊を生じさせ、四肢の麻痺を起こすことが分かった。神経筋接合部生検でも、運動終板の AChR が、正常

ラットと比較して、殆ど欠損した所見が得られた。さらに、ヒトキメラ抗体の糖鎖欠損変異体も同様に補体介在に膜破壊を生じさせ、四肢の麻痺を起こすことが分かった。残念ながら、今回の動物実験では、補体による破壊を生じさせない mAb35 変異体抗体を作成することが出来なかった。

神経筋接合部病理



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 27 件)

Motomura M, Nakata R, Shiraishi H. Lambert-Eaton myasthenic syndrome. Clinical and Experimental Neuroimmunology Neurological Science. 査読有、7:238-245, 2016.

村井弘之, 槍澤公明, 鈴木重明, 長根百合子, 今井富裕, 本村政勝, 吉良潤一. 多施設共同研究による重症筋無力症の臨床免疫学的病態解明 Japan MG Registry Study. 福岡医学雑誌. 査読有、106(12):309-315, 2016.

Miyazaki T, Nakajima H, Motomura M, Tanaka K, Maeda Y, Shiraishi H, Tsujino A. A case of recurrent optic neuritis associated with cerebral and spinal cord lesions and autoantibodies against myelin oligodendrocyte glycoprotein relapsed after fingolimod therapy. Rinsho Shinkeigaku. 査読有、56(4):265-269, 2016.

Nakajima H, Motomura M, Tanaka K, Fujikawa A, Nakata R, Maeda Y, Shima T, Mukaino A, Yoshimura S, Miyazaki T, Shiraishi H, Kawakami A, Tsujino A. Antibodies to myelin oligodendrocyte glycoprotein in idiopathic optic neuritis. BMJ Open. 査読有、5(4):e007766, 2015.

Furuta N, Ishizawa K, Shibata M, Tsukagoshi S, Nagamine S, Makioka K, Fujita Y, Ikeda M, Yoshimura S, Motomura M, Okamoto K, Ikeda Y. Anti-MuSK Antibody-positive Myasthenia Gravis Mimicking Amyotrophic Lateral Sclerosis. Intern Med. 査読有、51(19):2497-501, 2015.

Ichinose K, Arima K, Ushigusa T, Nishino A, Nakashima Y, Suzuki T, Horai Y, Nakajima H, Kawashiri SY, Iwamoto N, Tamai M, Nakamura H, Origuchi T, Motomura M, Kawakami A. Distinguishing the cerebrospinal fluid cytokine profile in neuropsychiatric systemic lupus erythematosus from other autoimmune neurological diseases. Clin Immunol. 査読有、157(2):114-20, 2015.

福元尚子, 本村政勝, 宮崎禎一郎, 中嶋秀樹, 川上 純, 辻野 彰. メチルプレドニゾロン大量静注療法が著効した外眼筋麻痺を呈した重症筋無力症の 3 例. 神経眼科. 査読有、32(3):285-290, 2015.

上野未貴, 白石裕一, 本村政勝. 【免疫性神経疾患-病態解明と治療の最新線】その他の免疫性神経疾患 Lambert-Eaton 筋無力症候群の最新知見. 医学のあゆみ. 査読無、255(5):523-527, 2015.

福元尚子, 本村政勝. 【免疫性神経疾患-基礎・臨床研究の最新知見-】その他の免疫性神経疾患 傍腫瘍性神経症候群 Lambert-Eaton 筋無力症候群(LEMS). 日本臨床. 査読無、73(増刊 7 免疫性神経疾患):793-800, 2015.

島 智秋, 本村政勝. 【免疫性神経疾患-基礎・臨床研究の最新知見-】免疫性神経疾患 重症筋無力症(MG) 重症筋無力症の自己抗体と病態. 査読無、日本臨床(増刊 7 免疫性神経疾患):465-471, 2015.

本村政勝. 重症筋無力症の最近の治療. 日本内科学会雑誌. 査読無、104(9):1953-1958, 2015.

長岡篤志, 白石裕一, 本村政勝. 【骨格筋症候群(第 2 版)-その他の神経筋疾患を含めて-下】神経筋接合部疾患 重症筋無力症. 査読無、日本臨床.(別冊):373-383, 2015.

長岡篤志, 白石裕一, 本村政勝. 臓器特

異的自己免疫疾患 免疫性神経・筋疾患
傍腫瘍性神経症候群 Lambert-Eaton 症
候群. 日本臨牀. 査読無、34:167,
2015.

Arimura S, Okada T, Tezuka T, Chiyo T,
Kasahara Y, Yoshimura T, Motomura M,
Yoshida N, Beeson D, Takeda S,
Yamanashi Y. Neuromuscular disease.
DOK7 gene therapy benefits mouse
models of diseases characterized by
defects in the neuromuscular junction.
Science. 査読有、
345(6203):1505-1508,2014

Okada A, Koike H, Nakamura T, Motomura M,
Sobue G, Efficacy of intravenous
immunoglobulin for treatment of
Lambert-Eaton myasthenic syndrome
without anti-presynaptic P/Q-type
voltage-gated calcium channel
antibodies: a case report.
Neuromuscul Disord. 査読有、
25(1):70-72,2014

Horai Y, Honda M, Nishino A, Nakashima
Y, Suzuki T, Kawashiri SY, Ichinose K,
Tamai M, Nakamura H, Motomura M,
Origuchi T, Kawakami A.
Anti-citrullinated protein
antibody-positive rheumatoid
arthritis associated with RS3PE
syndrome-like symptoms and an
elevated serum vascular endothelial
growth factor level in a patient with
myasthenia gravis. Intern Med. 査読
有、53(8):895-898,2014.

Suzuki S, Murai H, Imai T, Nagane Y,
Masuda M, Tsuda E, Konno S, Oji S,
Nakane S, Motomura M, Suzuki N,
Utsugisawa K. Quality of life in
purely ocular myasthenia in Japan. BMC
Neurol. 査読有、5;14:142,2014.

Akaishi T, Yamaguchi T, Suzuki Y,
Nagane Y, Suzuki S, Murai H, Imai T,
Motomura M, Fujihara K, Aoki M,
Utsugisawa K. Insights into the
classification of myasthenia gravis.
PLoS One. 査読有、
5;9(9):e106757,2014.

宮崎禎一郎, 辻野 彰, 中嶋秀樹, 枘田
智子, 吉村俊祐, 吉村俊朗, 竇來吉朗,
本村政勝,

川上 純. ANCA 関連血管炎症候群に視
神経炎を合併した 1 例. 長崎医学雑誌.
査読有、89(1):54-57,2014.

太田理絵, 本村政勝. 神経・筋疾患の最
近の進歩 アセチルコリン受容体抗体
陰性の重症筋無力症に認められる自己
抗体. 臨床病理. 62(3):225-260,2014.

- ⑳ 島 智秋, 本村政勝. 重症筋無力症の鑑
別診断. Clinical Neuroscience. 査読
無、32(9):1029-1032,2014.
- ㉑ 田中 愛, 中田るか, 白石裕一, 本村政
勝. MuSK 抗体検査の新規保険適用.
Medical Technology. 査読無、
42(12):1182-1183,2014.
- ㉒ 白石裕一, 福留隆泰, 本村政勝. 【重症
筋無力症-診療 New Standards】治療
IVIg. Clinical Neuroscience. 査読無、
32(9):1054-1055,2014.
- ㉓ 吉村俊朗, 本村政勝, 吉村俊祐, 辻畑
光宏. 【重症筋無力症-診療 New
Standards】診断と鑑別診断 Motor
point 筋生検. Clinical Neuroscience.
査読無、32(9):1018-1019,2014.
- ㉔ 中田るか, 本村政勝. 【重症筋無力症-
診療 New Standards】臨床と病型の特
徴 MuSK 抗体陽性重症筋無力症. Clinical
Neuroscience. 査読無、
32(9):1000-1001,2014.
- ㉕ 宮崎禎一郎, 本村政勝. 【重症筋無力症
-診療 New Standards】臨床と病型の特
徴 成人発症眼筋型重症筋無力症.
Clinical Neuroscience. 査読無、
32(9):991-992,2014.
- ㉖ 前田 泰宏, 本村政勝. 【内科外来で診
るマイナーエマージェンシー 一般実
地医家の緊急対処実践ガイド】内科・
小児科的マイナーエマージェンシー
重症筋無力症クリーゼ. Medical
Practice. 査読無、31:83-86,2014.

〔学会発表〕(計 24 件)

第 57 回日本神経学会学術大会
2016/5/18-21 梶 龍兒 神戸市. ポ
スター: 吉村俊祐, 本村政勝, 木下郁
夫, 西浦義博, 六倉和生, 藤本武士,
長岡篤志, 白石裕一, 辻野 彰. 無症候
性抗アセチルコリン受容体抗体陽性症
例の臨床的検討

第 57 回日本神経学会学術大会
2016/5/18-21 梶 龍兒 神戸市. ポ
スター: 長岡篤志, 白石裕一, 上野未

貴, 吉村俊祐, 向野晃弘, 中嶋秀樹, 本村政勝, Angera Vincent, 辻野 彰. 運動終板に補体沈着を認める seronegative MG 患者血清の cell-based assay 法による検討

第 57 回日本神経学会学術大会
2016/5/18-21 梶 龍児 神戸市. ポスター: 上野未貴, 中嶋秀樹, 本村政勝, 田中恵子, 藤川亜月茶, 長岡篤志, 向野晃弘, 吉村俊祐, 白石裕二, 川上純, 辻野 彰. MOG 抗体陽性特発性視神経炎における MRI 所見の特徴

第 212 回日本神経学会九州地方会
2015/12/12 足立弘明 北九州市. 一般口演: 荒木彩恵子, 長岡篤志, 上野未貴, 島 智秋, 吉村俊祐, 向野晃弘, 藤本武士, 中嶋秀樹, 白石裕二, 本村政勝, 辻野 彰. 呼吸不全で発症し遺伝子検査により診断されたミトコンドリア病の 1 例

第 33 回日本神経治療学会総会
2015/11/26-28 祖父江 元 名古屋市. 一般口演: 向野晃弘, 福嶋かほり, 上野未貴, 太田理絵, 長岡篤志, 吉村俊祐, 中嶋秀樹, 白石裕二, 本村政勝, 辻野 彰. 2 週毎の免疫グロブリン療法が筋力維持に奏功した多巣性運動ニューロパチーの 1 例

第 30 回日本臨床リウマチ学会
2015/11/21-22 宗圓 聡 神戸市. 一般口演: 一瀬邦弘, 牛草 健, 佐藤俊太郎, 中嶋秀樹, 本村政勝, 川上 純. 老化遺伝子 -klotho の中枢神経ループスにおける役割

第 53 回日本眼科学会総会
2015/11/6-7 鈴木利根 さいたま市. 一般口演: 中嶋秀樹, 本村政勝, 田中恵子, 上野未貴, 福元尚子, 島 智秋, 長岡篤志, 向野晃弘, 吉村俊祐, 白石裕二, 辻野 彰. 特発性視神経炎連続生症例における MOG 抗体とその臨床的特徴 (第 2 報)

第 53 回日本眼科学会総会
2015/11/6-7 鈴木利根 さいたま市. 一般口演: 福元尚子, 本村政勝, 宮崎禎一郎, 中嶋秀樹, 辻野 彰. メチルプレドニゾロン大量静注療法が奏功した外筋麻痺を呈した重症筋無力症の 3 例

第 43 回日本臨床免疫学会
2015/10/22-24 佐野 統 神戸市. ポスター: 一瀬邦弘, 牛草 健, 佐藤俊太郎, 中嶋秀樹, 本村政勝, 川上 純. 老化抑制遺伝子 -Klotho の中枢神経ループスにおける発現の検討

第 211 回日本神経学会九州地方会
2015/9/26 辻野 彰 長崎市. 一般口演: 平山拓朗, 吉村俊祐, 長岡篤志, 上野美貴, 中岡賢治朗, 濱邊順平, 向野晃弘, 金本 正, 中嶋秀樹, 立石洋平, 白石裕二, 本村政勝, 辻野 彰. 急速な悪化を繰り返す古典的 CIDP に免疫吸着療法が奏功した 1 例

第 210 回日本神経学会九州地方会
2015/6/27 安東由喜雄 熊本市. 一般口演: 向野晃弘, 福元尚子, 島 智秋, 太田理絵, 長岡篤志, 吉村俊祐, 宮崎禎一郎, 中嶋秀樹, 白石裕二, 古本朗嗣, 本村政勝, 辻野 彰. Dysautonomic crisis による誤嚥性肺炎を繰り返し、家族性自律神経失調症が考えられた 1 例

第 309 回日本内科学会九州地方会
2015/5/30 星野友昭 久留米市. 一般口演: 加納 碧, 白石裕二, 太田理絵, 大久保篤史, 向野晃弘, 吉村俊祐, 中嶋秀樹, 本村政勝, 小澤寛樹, 辻野 彰. 後部皮質委縮症が考えられた 1 例

第 56 回日本神経学会学術大会
2015/5/20-5/23 西澤正豊 新潟市. ポスター: 中嶋秀樹, 本村政勝, 田中恵子, 中田るか, 藤川亜月奈, 前田泰宏, 長岡篤志, 向野晃弘, 吉村俊祐, 宮崎禎一郎, 白石裕二, 川上 純, 辻野 彰. MOG 抗体と AQP4 抗体がともに陽性である視神経炎症例

第 112 回日本内科学会年次講演会
京都市 2015/4/10-12. ポスター: 長岡篤志, 白石裕二, 中田るか, 槍澤公明, 長根百合子, 鈴木重明, 村井弘之, 本村政勝, 川上 純, 辻野 彰. Cell based assay を用いた高感度 MuSK 抗体測定法の臨床的意義: JAMG-R 多施設共同コホート研究.

第 112 回日本内科学会年次講演会
京都市 2015/4/10-12. 教育口演: 本村政勝. 重症筋無力症の最近の治療.

第 35 回日本アフェレス学会
2014/9/26-9/28 峰島三千男 東京都. 一般口演: 白石裕二, 本村政勝. 重症筋無力症診療ガイドライン 2014 とアフェレス

第 26 回日本神経免疫学会学術集会合同学術集会 2014/9/4-6 大原義朗・松井 真 金沢市. ポスター: 吉村俊祐, 太田理絵, 前田泰宏, 向野晃弘, 宮崎禎一郎, 中田るか, 中嶋秀樹, 白石裕二, 本村政勝, 川上 純. 肺小細胞癌に合併した傍腫瘍性脳脊髄炎の 2 例

第 206 回日本神経学会九州地方会
2014/6/28 中里雅光 宮崎市.一般口
演：向野晃弘，白石裕二，中嶋秀樹，
福元尚子，島 智秋，長岡篤志，太田
理絵，吉村俊祐，宮崎禎一郎，北岡
隆，本村政勝，川上 純.ステロイドパ
ルス療法が有効であった Leber 遺伝子視
神経症 (LHON) の 1 例

第 55 回日本神経学会学術大会
2014/5/21-24 吉良潤一 福岡市.一般
口演：本村政勝.新重症筋無力症診療ガ
イドラインが目指すもの：診断基準と
新規自己抗体

第 111 回日本内科学会総会・講演会
2014/4/11-4/13 伊藤貞嘉 東京都
ポスター：前田泰宏，太田理絵，吉村
俊祐，向野晃弘，宮崎禎一郎，中田るか，
中嶋秀樹，白石裕二，川上 純，本村
政勝.当科で経験した視神経炎 39 症例の
臨床的検討

⑳ 第 111 回日本内科学会総会・講演会
2014/4/11-4/13 伊藤貞嘉 東京都.一
般口演：上野未貴，宮崎禎一郎，吉村
俊祐，向野晃弘，中田るか，中嶋秀樹，
白石裕二，川上 純，本村政勝.視力低
下を主訴に来院した 3 重複癌の 1 例

㉑ 第 111 回日本内科学会総会・講演会
2014/4/11-4/13 伊藤貞嘉 東京都.一
般口演：中田るか，本村政勝，白石裕
二，宮崎禎一郎，槍沢公明，長根百合
子，鈴木重明，村井弘之，増田眞之，
今井富裕，津田笑子，紺野晋
吾.Anti-MuSK myasthenia gravis in
Japan : JAMG-R multi-center cohort
study.

㉒ 第 205 回日本神経学会九州地方会
2014/3/22 吉良潤一 久留米市.一般
口演：吉村俊祐，波多智子，元島幸平，
太田理絵，前田泰宏，向野晃弘，宮崎禎
一郎，中田るか，中嶋秀樹，白石裕
二，本村政勝，川上 純.小細胞癌に合
併した 傍腫瘍性脳脊髄炎の 1 例

㉓ 第 47 回九州リウマチ学会
2014/3/15-3/16 川上 純 長崎市.シ
ンポジスト：和泉泰衛，川原知瑛子，宮
下賜一郎，北島 翼，吉村俊祐，武岡敦
之，江口勝美，本村政勝，川上 純，右
田清志.ステロイドミオパチーを伴った
治療抵抗性多発筋炎に対するアミノ酸
補充療法

〔図書〕 (計 1 件)

Motomura M, Nakata R, Shiraishi H,
Springer 出版、Neuroimmunological

Diseases、2016、211-222

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.med.nagasaki-u.ac.jp/intmed-1/group/neuro.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本村 政勝 (MOTOMURA, MASAKATSU)
長崎総合科学大学・工学研究科・教授
研究者番号：70244093

(2) 研究分担者

白石 裕一 (SHIRAIISHI, HIROKAZU)
長崎大学・病院・講師
研究者番号：40423644

中田 るか (NAKATA, RUKA)

長崎大学・医歯薬学統合研究科・客員研究
員
研究者番号：70549394

(3) 連携研究者

()

研究者番号：