

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10052

研究課題名(和文) 高濃度から中・低濃度砒素曝露による慢性砒素中毒症の神経障害に関する国際比較研究

研究課題名(英文) International comparative study on Neuropathy of chronic arsenic poisoning due to High to Medium / Low concentration arsenic exposure

研究代表者

望月 仁志 (Mochizuki, Hitoshi)

宮崎大学・医学部・講師

研究者番号：50501699

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：感覚障害に関して、飲料水ヒ素濃度(ACDW)が10 ppb以上の群で、主観的な症状である脱力感や持続するしびれや痛みが有意に高かった。客観的な神経所見では、ACDWが50 ppb以上の群で、痛覚や振動覚の障害を呈する率が高かった。客観的な末梢神経障害は50 ppb前後のACDWで生じると推測された。聴覚障害に関して、土呂久地区における高濃度曝露であっても、大人においては長期的には後遺症を残さなかった。逆にミャンマー国の分析からは低濃度であっても、小児に対しては聴覚障害を来す可能性が示唆された。ヒ素による神経障害を検討する際には、年齢を含めた曝露される側の要素を十分に考慮する必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

飲料水ヒ素濃度と感覚障害に関しての末梢神経障害の関連を報告した。今回の研究にて、神経障害の閾値(dose-response関係)を世界で初めて示した。また、安全な飲料水のヒ素濃度はWHOが推奨する10ppb以下が適切と思われた。ヒ素濃度の安全な閾値は年齢によって異なる可能性を示した。ヒ素による神経障害を検討する際には、曝露されるヒ素の濃度、期間以外に、年齢を含めた曝露される側の要素を十分に考慮する必要がある。

研究成果の概要(英文)：Regarding sensory impairment, an analysis in Myanmar showed that the group with arsenic concentration in drinking water (ACDW) of 10 ppb or higher had significantly higher subjective symptoms of weakness and persistent numbness and pain. Objective neurological findings showed that the group with ACDW of 50 ppb or higher had a higher rate of pain and vibration sensation impairment. Objective peripheral neuropathy (both small and large diameter fibers) was estimated to occur at around 50 ppb of ACDW. Regarding hearing impairment, even high-concentration exposure in the Toroku area did not leave any sequelae in the long term in adults. Conversely, analysis in Myanmar suggests that even low concentrations may cause hearing impairment in children. When considering arsenic-induced neuropathy, it is necessary to carefully consider the factors of the exposed side, including age.

研究分野：脳神経内科

キーワード：重金属中毒 ヒ素中毒 神経障害

1. 研究開始当初の背景

地球上では、人口の増加により飲料水確保のための地下水汲み上げが盛んとなり、それに伴いヒ素を含む重金属曝露地域が広がっている[1]。同時にレアメタルの確保のために地中深くの地層の開発により、本来地上とは縁のない重金属が地上に掘り起こされている。これらの原因により、ヒトが許容できる閾値をはるかに超える量の重金属がヒトに接する機会が激増している。

毒性が強いために特に問題となっているヒ素中毒に関しては、50 か国以上の国で1億4千万人以上が汚染された飲料水を飲んでいると見積もられている[2]。しかしながら、その症状については先進国でのヒ素汚染の少数例でのみ急性中毒例が検討されているのみで、慢性ヒ素中毒による神経障害に関しては不明な点が多い。そのため、世界各地における慢性ヒ素中毒患者の診療は手探りの状態である。

2. 研究の目的

当研究では、現在進行形の低・中濃度曝露地域であるミャンマー国タバン地区におけるヒ素汚染飲料水による推定摂取濃度と神経症状の関係について検討した。更に WHO が提唱する安全ヒ素濃度の閾値 10ppb もしくは多数の東南アジアの国が採用している 50ppb のいずれが十分な安全性を持っているかについて検討した。

宮崎県では高千穂町土呂久鉱山にかつてはヒ素鉱山があり、1962 年までの数十年間に、亜硫酸ガスの飛散により高濃度慢性ヒ素中毒患者が生じた。1973 年以降、宮崎大学はこの地区の住民検診を実施している。我々は、これまでにこの住民検診を通じて得られたデータより慢性ヒ素中毒症の全体像を明らかにし[3]、また中枢感覚経路が長期に渡り残存していることを示した[4]。土呂久地区における障害の中で聴覚障害に関する訴えが 80%以上と多かつたために、土呂久地区住民において神経生理学的検査を追加して解析した。

3. 研究の方法

3.1 ミャンマー国における検診

ミャンマー国における検診は 2016 年以降にタバン地区北西部に位置する 7 村の住民 2081 人にて実施した。この 7 村は交通機関が発達しておらず、市街地にはボートで 30-150 分の時間を要し、人の交流は極めて少ない。かつ電気の供給は限定的で冷蔵庫の設置はほとんどないために、村で生産されるコメ、肉、魚、野菜、水を主たる食料としている。飲料水は乾季と雨季で摂取する供給源を予め調査し、かつそれぞれの井戸と川の水のヒ素濃度を測定して、個人個人で推測ヒ素摂取量を算出した (ACDW; arsenic concentration of drinking water)。

ACDW の濃度を根拠に、WHO の安全飲料水のヒ素濃度である 10ppb と多くの東南アジア国が採用している 50ppb の 2 つの区切りにより、住民を VLOW 群 (ACDW <10 ppb)、LOW 群 (ACDW 10-50 ppb)、MOD 群 (ACDW >50 ppb) の 3 群に分けた。

3.1.1 自覚的な感覚障害

自覚症状としての感覚障害は、インタビュー形式で調査した。項目は、はじめに年齢、性別を確認し、その後臭覚、視覚、味覚、聴覚障害の有無、四肢の筋力低下、慢性的なしびれもしくは痛みの有無についてである。

3.1.2 客観的な感覚障害

客観的な感覚障害に対する神経所見の評価方法は、痛覚、振動覚を評価した。痛覚は爪楊枝で

つつき、胸骨上に比較して右手背と足背の感じ方の平均が 9/10 未満に低下しているときを異常と定義した。振動覚についても同様で、128 Hz の音叉を使用して、胸骨上に比較して右尺骨頭と右足外果の平均が 9/10 未満に低下しているときを異常と定義した。

3.2 宮崎県土呂久における検診

ヒ素に対する濃厚接触歴が明らかな住民は認定患者として定義されているが、この認定患者に対して宮崎大学は毎年検診を実施している。2017-2018 年においては 16 人の認定患者と年齢を一致させた正常対照群 16 人において聴性脳幹反応 (ABR; auditory brainstem response) を計測した。方法は 90dB、10 Hz のクリック音で、
、
、
波を計測した。

4 . 研究成果

4.1.1 ミャンマー国の自覚的症状の解析

5 歳以上の住民全体 (1867 人) の自覚症状のまとめを表 1 に示した。脱力感について、VLOW 群は他の 2 群よりも有意に症状を感じている住民が少なかった。

表 1

Subjective neurological symptoms and arsenic concentration in drinking water (ACDW)

	Symptom	VLOW (<10 ppb)	LOW (10–50 ppb)	MOD (≥50 ppb)	P (chi-square)
Smell defects	yes	13 (1.4)	11 (1.9)	3 (0.9)	0.446
	no	922	573	345	
Visual defects	yes	298 (31.9)	188 (32.2)	100 (28.7)	0.616
	no	637	396	248	
Taste defects	yes	12 (1.3)	11 (1.9)	8 (2.3)	0.401
	no	923	573	340	
Hearing defects	yes	63 (6.7)	46 (7.8)	22 (6.4)	0.639
	no	872	540	324	
Feeling of weakness	yes	122 (13.0)	110 (18.8)	54 (15.5)	0.020 ^{*,#}
	no	813	474	294	
Chronic numbness or pain	yes	191 (20.4)	151 (25.9)	79 (22.7)	0.095
	no	744	433	269	

Numbers indicate the number of participants.

Numbers in parentheses indicate the percentage of “yes” participants in each ACDW group.

Statistical analyses were performed using the chi-square test. * $P < 0.05$ indicates a statistically significant difference.

Yes = present; no = absent.

[#]VLOW < LOW (Ryan’s test, $P < 0.05$).

4.1.2 ミャンマー国の客観的症状の解析

客観的な症状については、表 2 にまとめた。

痛覚に関して、MOD 群が他の 2 群よりも有意に障害が存在した。

表 2

Objective sensory disturbances and arsenic concentration of drinking water (ACDW)

	Impairment	VLOW (<10 ppb)	LOW (10–50 ppb)	MOD (≥50 ppb)	P (chi-square)
Pain sensation	yes	38 (5.0)	21 (4.3)	25 (9.0)	0.021 ^{*,#}
	no	726	463	253	
Vibration sensation	yes	33 (4.3)	14 (2.9)	18 (6.5)	0.070
	no	731	470	260	

Statistical analyses were performed using the chi-square test. * $P < 0.05$; statistically significant difference.

Yes = present; no = absent. [#]VLOW & LOW < MOD (Ryan’s test, $P < 0.05$).

4.2 宮崎県土呂久地区住民の聴性脳幹反応の解析

土呂久地区住民において聴性脳幹反応の測定を正常対照群と比較検討した（表 5）。正常群と比較して有意な差は認めなかった[5]。

表 3

Parameters	Exposed group (n = 18)	Control group (n = 16)	P value
Patient characteristics			
Age, year	78.0 (70.6–81.0)	77.5 (53.3–80.0)	0.15
Men, n	8 (44.4)	12 (75.0)	0.09
Subjective hearing symptoms	6 (33.3)	–	–
Arsenic exposure history			
Age at exposure onset, year	0 (0–0)	–	–
Exposure duration, year	20.0 (15.3–26.8)	–	–
Employed at the arsenic mine, n	0 (0)	–	–
Auditory brainstem response			
Absolute wave latencies, ms			
I	1.44 (1.40–1.52)	1.50 (1.41–1.59)	0.24
III	3.59 (3.54–3.76)	3.77 (3.66–3.90)	0.13
V	5.62 (5.54–5.71)	5.75 (5.67–5.84)	0.06
Interwave latencies, ms			
I–III	2.18 (2.09–2.33)	2.28 (2.16–2.35)	0.46
III–V	1.96 (1.87–2.04)	2.00 (1.88–2.06)	0.69
I–V	4.13 (4.09–4.22)	4.23 (4.16–4.30)	0.16

Categorical variables are shown as numbers (percentages) and continuous variables are shown as medians (25th–75th percentiles). Fisher's exact test and the Mann-Whitney *U* test were used for between-group comparisons of categorical and continuous data, respectively.

4.3 ミャンマー国の自覚的聴覚障害の年齢別分析

宮崎県土呂久地区の結果では、成人における高濃度曝露では長期的な後遺症は聴覚においては残存する可能性は証明されなかった。そこでミャンマー国の自覚的聴覚障害の有無について、年齢別に分析してみた。小児（5-15 歳）においてのみ聴覚障害有の群が、無の群よりも、ACDW が有意に高値であった。

表 4

hearing defects	All above 5 year old (N = 1867)		
	N	amount of arsenic exposure	p value
yes/no			
yes	131	22.31 +/- 38.20	0.278
no	1736	25.41 +/- 37.57	
	5-15 year old (n = 456)		
yes	5	82.77 +/- 117.26	< 0.001
no	451	25.33 +/- 36.28	
	Above 16 year old (n = 1411)		
yes	126	27.65 +/- 33.57	0.324
no	1285	26.50 +/- 38.99	
p, unpaired t test			

4.4 まとめ

4.4.1 感覚障害に関して

ACDW が 10 ppb 未満の群よりも、10 ppb 以上の群で、脱力感や持続するしびれや痛みの率が高かった。主観的症狀は、非常に低い ACDW (約 10 ppb) でも生じうると推測された。ACDW が 50 ppb 未満の群よりも、50 ppb 以上の群で、痛覚や振動覚の障害を呈する率が高かった。このことから、客観的な末梢神経障害 (小径・大径線維ともに) は 50 ppb 前後の ACDW で生じると推測された。今回の研究にて、神経障害の閾値 (dose-response 関係) を初めて示した。また、安全な飲料水のヒ素濃度は WHO が推奨する 10ppb 以下が適切と思われた[6]。

4.4.2 聴覚障害に関して

土呂久地区の分析においては、高濃度曝露であっても、大人においては長期的には後遺症を残さないと推測された[5]。逆にミャンマー国の分析からは低濃度であっても、小児に対しては聴覚障害を来す可能性が示唆された。ヒ素濃度の安全な閾値は年齢によって異なる可能性がある。ヒ素による神経障害を検討する際には、曝露されるヒ素の濃度、期間以外に、年齢を含めた曝露される側の要素を十分に考慮する必要がある。

文献

- [1] R. Singh, S. Singh, P. Parihar, V.P. Singh, S.M. Prasad, Arsenic contamination, consequences and remediation techniques: a review, *Ecotoxicology and environmental safety*, 112 (2015) 247-270.
- [2] B.H. Ravenscroft P, Richards K, <Arsenic Pollution - A Global Synthesis-Peter Ravenscroft Hugh Brammer-140518602X-Wiley Blackw.pdf>, Wiley-Blackwell, United Kingdom, 2009.
- [3] N. Ishii, H. Mochizuki, Y. Ebihara, K. Shiomi, M. Nakazato, Clinical Symptoms, Neurological Signs, and Electrophysiological Findings in Surviving Residents with Probable Arsenic Exposure in Toroku, Japan, *Archives of environmental contamination and toxicology*, 75 (2018) 521-529.
- [4] H. Mochizuki, K. Yagi, K. Tsuruta, A. Taniguchi, N. Ishii, K. Shiomi, M. Nakazato, Prolonged central sensory conduction time in patients with chronic arsenic exposure, *Journal of the neurological sciences*, 361 (2016) 39-42.
- [5] N. Ishii, H. Mochizuki, M. Yamashita, K. Yagi, K. Shiomi, K. Tsuruta, M. Nakazato, Auditory brainstem response analysis for long-term central auditory function sequelae in patients with chronic arsenic intoxication: A cross-sectional study, *Journal of the neurological sciences*, 398 (2019) 2-3.
- [6] H. Mochizuki, K.P. Phyu, M.N. Aung, P.W. Zin, Y. Yano, M.Z. Myint, W.M. Thit, Y. Yamamoto, Y. Hishikawa, K.Z. Thant, M. Maruyama, Y. Kuroda, Peripheral neuropathy induced by drinking water contaminated with low-dose arsenic in Myanmar, *Environmental health and preventive medicine*, 24 (2019) 23.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ishii Nobuyuki, Mochizuki Yuki, Shiomi Kazutaka, Nakazato Masamitsu, Mochizuki Hitoshi	4. 巻 411
2. 論文標題 Spiral drawing: Quantitative analysis and artificial-intelligence-based diagnosis using a smartphone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Neurological Sciences	6. 最初と最後の頁 116723 ~ 116723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jns.2020.116723	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishii Nobuyuki, Mochizuki Hitoshi, Sakai Katsuya, Ogawa Go, Shiomi Kazutaka, Nakazato Masamitsu	4. 巻 9
2. 論文標題 Polypharmacy Associated with Cognitive Decline in Newly Diagnosed Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra	6. 最初と最後の頁 338 ~ 343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000502351	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Miyamoto Miyuki, Ishii Nobuyuki, Mochizuki Hitoshi, Shiomi Kazutaka, Kaida Tomoko, Chuman Hideki, Nakazato Masamitsu	4. 巻 2019
2. 論文標題 Optic Neuropathy with Features Suggestive of Optic Neuritis in Cerebrotendinous Xanthomatosis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Case Reports in Neurological Medicine	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/2576826	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishii Nobuyuki, Mochizuki Hitoshi, Yamashita Mitsunori, Yagi Kazuhiro, Shiomi Kazuataka, Tsuruta Kazuhito, Nakazato Masamitsu	4. 巻 398
2. 論文標題 Auditory brainstem response analysis for long-term central auditory function sequelae in patients with chronic arsenic intoxication: A cross-sectional study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Neurological Sciences	6. 最初と最後の頁 2 ~ 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jns.2019.01.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mochizuki Hitoshi, Phyu Khin Phyu, Aung Myo Nanda, Zin Phyo Wai, Yano Yasunori, Myint Moe Zaw, Thit Win Min, Yamamoto Yuka, Hishikawa Yoshitaka, Thant Kyaw Zin, Maruyama Masugi, Kuroda Yoshiki	4. 巻 24
2. 論文標題 Peripheral neuropathy induced by drinking water contaminated with low-dose arsenic in Myanmar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Health and Preventive Medicine	6. 最初と最後の頁 23-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12199-019-0781-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Phyu KP, Zin PW, Aung MN, Lar MM, Hishikawa Y, Maruyama M, Yokota H, Mochizuki H, Thant KZ, Wai KT, Yano Y	4. 巻 5
2. 論文標題 Contamination of arsenic in drinking water in Ayeyawady delta region Myanmar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 World J Pharmaceutical Life Sci	6. 最初と最後の頁 42-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mochizuki Hitoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Arsenic Neurotoxicity in Humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 3418 ~ 3418
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms20143418	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kanemaru Kazuki, Ogawa Go, Mochizuki Hitoshi, Nakazato Masamitsu, Shiomi Kazutake	4. 巻 58
2. 論文標題 A Sporadic Case of Charcot-Marie-Tooth Disease Type 2 with Left Vocal Fold Palsy due to Mitofusin 2 Mutation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Internal Medicine	6. 最初と最後の頁 2091 ~ 2093
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2169/internalmedicine.2318-18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishii N, Mochizuki H, Ebihara Y, Shiomi K, Nakazato M	4. 巻 75
2. 論文標題 Clinical symptoms, neurological signs, and electrophysiological findings in surviving residents with probable arsenic exposure in Toroku, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Arch Environ Contam Toxicol	6. 最初と最後の頁 521-529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00244-018-0544-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishii N, Mochizuki H, Yamashita M, Yagi K, Shiomi K, Tsuruta K, Nakazato M	4. 巻 398
2. 論文標題 Auditory brainstem response analysis for long-term central auditory function sequelae in patients with chronic arsenic intoxication: A cross-sectional study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Neurol. Sci.	6. 最初と最後の頁 2-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jns.2019.01.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugiyama T, Mochizuki H., Hara Y, Miyamoto M, Nakazato Y, Taniguchi A, Ishii N, Shiomi K, Nakazato M	4. 巻 35
2. 論文標題 Disinhibited Blink Reflex Recovery Is Related to Lateral Trunk Flexion in Parkinson Disease.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Clin. Neurophysiol.	6. 最初と最後の頁 346-350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNP.0000000000000457.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 望月仁志、宇川義一	4. 巻 88
2. 論文標題 姿勢時振戦 本態性振戦、生理的振戦とその亢進したもの、心因性振戦などー	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 神経内科	6. 最初と最後の頁 82-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mochizuki H., Phyu K.P., Aung M.N., Zin P.W., Yano Y., Myint M.Z., Thit W.M., Yamamoto Y., Hishikawa Y., Thant K.Z., Maruyama M., Kuroda Y	4. 巻 24
2. 論文標題 Peripheral neuropathy induced by drinking water contaminated with low-dose arsenic in Myanmar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environ Health Prev Med	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12199-019-0781-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

[学会発表] 計4件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Mochizuki H
2. 発表標題 Arsenic neurotoxicity in humans
3. 学会等名 48th Myanmar Health Research Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mochizuki H., Phyu K.P., Aung M.N., Zin P.W., Yano Y., Myint M.Z., Thit W.M., Yamamoto Y., Hishikawa Y., Thant K.Z., Maruyama M., Kuroda Y
2. 発表標題 Subjective and objective neurological findings induced by low-dose arsenic contaminated drinking water in Myanmar
3. 学会等名 XXIV World Congress of Neurology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mochizuki H., Yano Y., Phyu K.P., Aung M.N., Zin P.W., Myint M.Z., Thit W.M., Yamamoto Y., Hishikawa Y., Thant K.Z., Maruyama M., Kuroda Y
2. 発表標題 Low dose arsenic contaminated drinking water induces peripheral neuropathy in Myanmar
3. 学会等名 第60回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月仁志, 石井信之, 海老原由佳, 鈴木あい, 宮本美由貴, 塩見一剛, 中里雅光
2. 発表標題 Effects of chronic arsenic toxicity on nervous system in Toroku, Miyazaki
3. 学会等名 第59回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 診断支援システム及びプログラム	発明者 望月仁志、石井信之、望月優輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-137406	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	菱川 善隆 (Hishikawa Yoshitaka) (60304276)	宮崎大学・医学部・教授 (17601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------