

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H04043

研究課題名(和文)パーキンソン病遺伝子群の作用機序とレヴィ小体形成とその伝播機構の解明

研究課題名(英文)Elucidation of the mechanisms of the Parkinson's disease genes and Lewy Body formation and alpha-synuclein propagation mechanisms

研究代表者

服部 信孝(Hattori, Nobutaka)

順天堂大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80218510

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,400,000円

研究成果の概要(和文)：CHCHD2ノックアウトハエ、ノックアウトマウス、患者由来のiPS細胞のモデルでは加齢依存的にミトコンドリア機能が低下しSNCA陽性のレヴィ小体類似の封入体が形成される。さらにPLA2G6ノックアウトハエの解析から脳リン脂質のアシル基の短縮が見られた。パーキンソン病の凝集体形成のメカニズムとしてミトコンドリアタンパク質とリン脂質組成の恒常性の破綻が一次的原因となることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

封入体を形成する遺伝性パーキンソン病に着目し、モデル動物の解析により封入体形成のメカニズム解明に迫ることができた。本研究の成果は多くを占める孤発性パーキンソン病の病態解明につながるものであり、今後の疾患予防や治療法開発に向けて基礎的な知見となる。

研究成果の概要(英文)：In models of CHCHD2 knockout flies, knockout mice, and patient-derived iPS cells, mitochondrial function declines in an age-dependent manner, forming SNCA-positive Lewy body-like inclusion bodies. Furthermore, analysis of PLA2G6 knockout flies showed shortening of the acyl group of brain phospholipids. It was clarified that the homeostasis of mitochondrial protein and phospholipid composition is the primary cause of the mechanism of aggregate formation in Parkinson's disease.

研究分野：神経内科

キーワード：パーキンソン病 -シヌクレイン SNCA Lewy小体 ミトコンドリア オートファジー CHCHD2 PLA2G6

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

遺伝性パーキンソン病(PD)の基礎的データからは、レヴィ小体の主要構成成分である SNCA の動向が重要なヒントを提供してくれることは間違いない。SNCA は遺伝性 PD の PARK1/4 の原因遺伝子でもあり、この点からも遺伝性 PD の機能解析は、孤発型 PD の共通パスウェイを明らかにする可能性がある。SNCA は脂質膜に局在し、transmembrane domain を持たないので脂質膜との結合性の破綻が、レヴィ小体形成に繋がると考えられている。SNCA のミスセンス変異や SNCA のコピー数が多い multiplication の家系では、膜上で SNCA の凝集傾向が観察される。これらの所見からレヴィ小体形成のメカニズムは、SNCA の発現量や構造の変化や脂質膜の構成変化が重要と言える。孤発型 PD の病態を考えると SNCA には変異がないので、脂質膜変化やミトコンドリア異常など他の変化が重要と推定される。事実、脂質膜異常が想定される phospholipaseA2 (group VI)異常の PARK14 (PLA2G6) (Miki, Hattori et al. Mod Disord 2017) や PD 発症の危険因子とされている GBA 遺伝子のヘテロ接合体保有者(GBA-PD) (グルコセレブロシダーゼ異常によるゴーシェ病の原因遺伝子)の神経病理では、レヴィ小体の存在が確認されている。更に 2015 年に我々グループで単離・同定に成功した PARK22(CHCHD2)(Funayama, Hattori et al. Lancet Neurol 2015)の 1 例剖検例では、これまでに経験したことがないほどレヴィ小体や SNCA が過剰に蓄積している。これらデータから考慮すると CHCHD2 が SNCA 凝集メカニズムに関わっている可能性が高いと推定される。現時点では CHCHD2 はミトコンドリアパスウェイに関与していることをショウジョウバエモデルで明らかにしており (Meng, Hattori et al. Nat Commun 2017)、ミトコンドリア機能低下がレヴィ小体形成に繋がるとを示している。

2. 研究の目的

PDの本質的病理マーカーであるレヴィ小体の形成メカニズムに関して遺伝性と孤発型 PD には共通機序が存在することが予想されていることから、レヴィ小体が存在することが明らかな遺伝性 PD の遺伝子産物の機能解明を行う。とりわけ膜異常が想定される PLA2G6,ミトコンドリア異常による CHCHD2 に注目し、レヴィ小体形成機序を明らかにする。これらアプローチから孤発型 PD におけるレヴィ小体の形成メカニズムとその伝播機構の解明に迫ることを目的とする。

3. 研究の方法

モデル動物の作製・解析によるレヴィ小体形成メカニズムとドパミン神経細胞死の機序を検討した。1)CHCHD2のノックアウトショウジョウバエとSNCAトランジェニックショウジョウバエを交配して、SNCAの凝集の有無、CHCHD2との遺伝的相互作用を検討した。2)ショウジョウバエミトコンドリアに光駆動型プロトンポンプデルタロドプシンを導入し、SNCAの凝集化・ドパミン神経変性への影響を解析した。3)PLA2G6ノックアウトハエと病因変異を有するトランスジェニックハエを作成し、神経変性とその原因、SNCAの蓄積、リン脂質の変化を、組織化学解析、電気生理学、脂質解析、行動解析を組み合わせ調査した。さらにC14, C16, C18の長さの脂肪酸をハエに投与し、表現型の変化を上述の解析で評価した。4)CHCHD2ノックアウトマウスを作製し長期にわたり行動解析を行った。運動症状を発症したマウスに関してミトコンドリア機能を評価し病理学的な検討を実施した。

4. 研究成果

CHCHD2 ノックアウトハエおよび病因変異ハエの脳組織に SNCA を発現させ、ヒト剖検脳の病理解析同様、SNCA の加齢依存的な蓄積を確認した。重要なことに、SNCA の発現は CHCHD2 の欠失によるドパミン神経脱落を増悪させた。一方、病因変異体 CHCHD2 T61I は、SNCA 発現下、ミトコンドリアからの局在性が加齢とともに外れた (図 1 右)。CHCHD2 T61I のミトコンドリア局在の不安定化は、ヒト剖検脳でも観察された (図 1 左)。CHCHD2 T61I 患者から樹立した iPS 細胞をドパミン神経に分化させると、リン酸化 SNCA の蓄積が再現できた。これらの結果は、ミトコンドリアタンパク質の変異が、SNCA の凝集化に寄与することを示している。一方、SNCA の凝集自体も CHCHD2 変異による神経変性を増悪することから、ミトコンドリア機能低下と SNCA 凝集は負のスパイラルを形成することが示唆され、論文として報告した (Ikeda, *Hum Mol Genet.* 2019)。

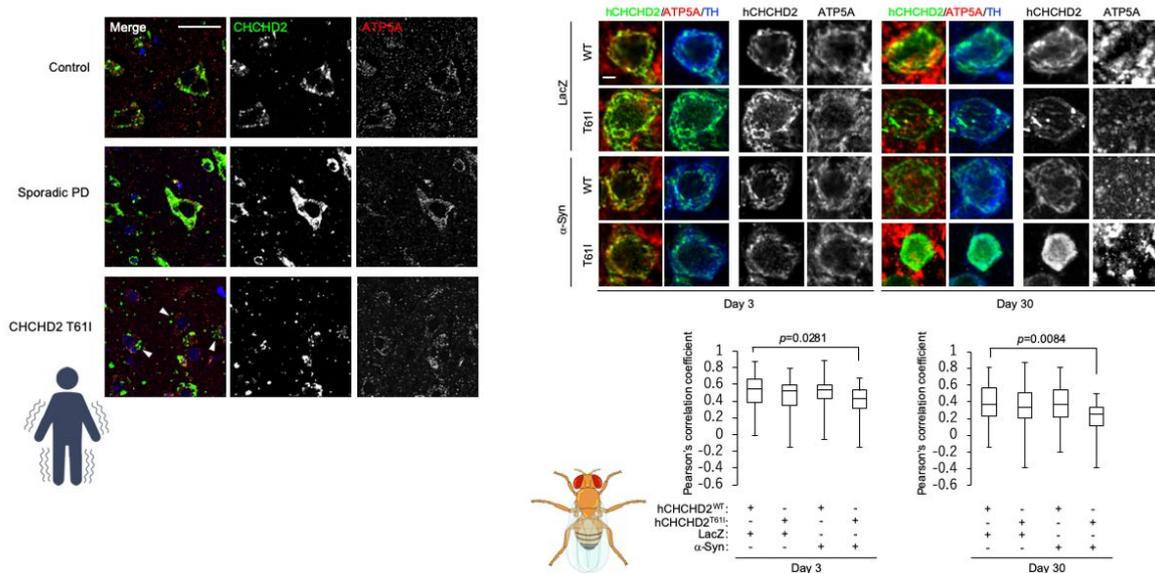


図 1. CHCHD2 病因変異により CHCHD2 のミトコンドリア局在化が障害される
 (左) 健常者(control), 孤発性 PD(sporadic PD), CHCHD2 病因変異(CHCHD2 T611)剖検脳の病理染色。ATP5A はミトコンドリアマーカ。 (右)コントロール LacZ と SNCA (-Syn)とヒト CHCHD2 の野生型(WT)あるいは病因型 T611 を発現した若齢(3 歳)と老齢(30 日齢)の CHCHD2 ノックアウトハエドパミン神経。TH はドパミン神経マーカ。グラフは、CHCHD2 と ATP5A との共局在の程度を示す。

CHCHD2 変異による SNCA の凝集化が、ミトコンドリアの機能改善で抑制されるかどうかをハエモデルでテストした。具体的には、光駆動型プロトンポンプ・デルタロドプシンをミトコンドリアに組み込み、光依存的なミトコンドリア膜電位の維持を試みた。デルタロドプシンによるミトコンドリアの膜電位維持は、ATP 産生の改善、UCP4 を介した脱共役による活性酸素種の除去効果をもたらした。さらに、SNCA の凝集化も抑えた。本結果は、ミトコンドリアの機能維持が SNCA 凝集の除去に貢献することを示唆しており、ミトコンドリアが PD の分子標的薬の標的となることを意味している。成果は、論文として報告した(Imai, *Commun Biol.*2019)。

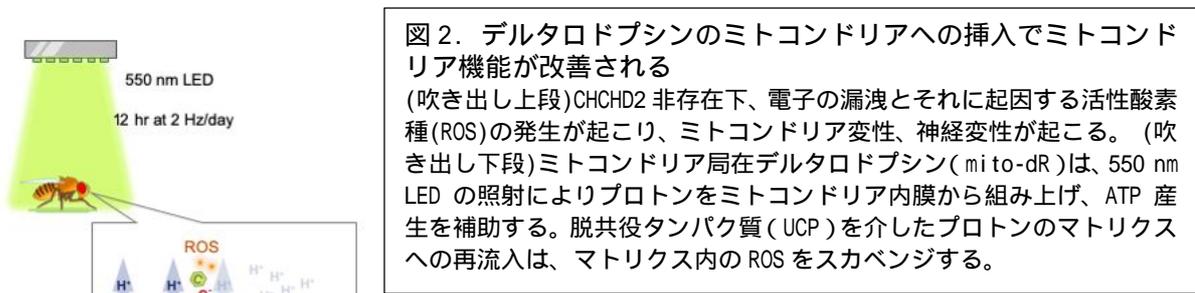


図 2. デルタロドプシンのミトコンドリアへの挿入でミトコンドリア機能が改善される
 (吹き出し上段)CHCHD2 非存在下、電子の漏洩とそれに起因する活性酸素種(ROS)の発生が起こり、ミトコンドリア変性、神経変性が起こる。(吹き出し下段)ミトコンドリア局在デルタロドプシン(mito-dR)は、550 nm LED の照射によりプロトンミトコンドリア内膜から組み上げ、ATP 産生を補助する。脱共役タンパク質(UCP)を介したプロトンのマトリクスへの再流入は、マトリクス内の ROS をスカベンジする。

PARK14 の責任遺伝子 *PLA2G6* はリン脂質リパーゼをコードし、生体膜のリモデリングに関与すると考えられている。*PLA2G6* ノックアウトハエは、過興奮による神経麻痺、自発的神経発火の減少、加齢依存的な睡眠覚醒リズムの消失といった神経表現型を呈し短命であった。組織化学的解析からドパミン神経を含む広範囲での神経脱落が明らかとなった。これら表現型は、ヒト *PLA2G6* の再導入で改善した。一方、ヒト *PLA2G6* の病因変異体の導入では改善できなかった。

PLA2G6 ノックアウトハエ脳リン脂質の組成解析の結果、親水基には大きな変化は見られず、一方、アシル基の短縮が見ら

れた。アシル基の短縮を改善させるため、リノール酸を餌とともに投与すると、リン脂質のアシル基の短縮が改善し、ロックアウトハエでみられた神経変性の表現型が改善された。遺伝学的な解析から、生体膜の組成変化を感知した IRS1 による小胞体ストレスが神経変性に関わることが示唆され、リノール酸投与で小胞体ストレスも緩和した。リン脂質アシル基の短縮は、シナプス小胞膜の曲率を上昇させ、リン脂質膜間隙(packing defects)の増加をもたらし、リン脂質膜への SNCA の親和性を低下させた。PLA2G6 ノックアウトハエに SNCA を導入すると、SNCA の高度な凝集化が認められた。これら結果から、PLA2G6 によるリン脂質組成の恒常性の維持が、SNCA のシナプス小胞膜からの解離と凝集化の阻止に寄与していることが示唆された。リノール酸の投与で SNCA の凝集化が抑制できたことから(図 3) 食事により PD リスクを軽減できる可能性が考えられ、これら解析結果を論文として報告した(Mori, *PNAS* 2019)。

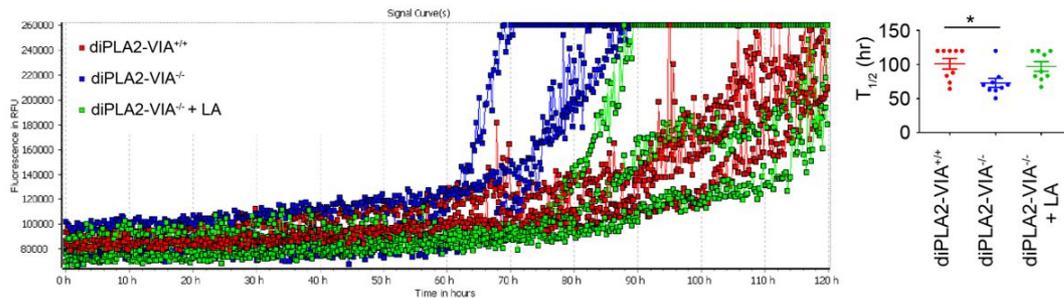


図 3. PLA2G6 ノックアウトハエにおいての SNCA のシード活性の検出とリノール酸によるシード化抑制効果
SNCA シード形成をプリオン様タンパク質のリアルタイム増幅法(RT-QuIC)で測定すると、PLA2G6 ノックアウト遺伝的背景(青)で高いシード活性が見られた。PLA2G6 ノックアウトハエへのリノール酸投与(緑)で、シード活性がコントロールレベル(赤)まで抑えられた。右グラフは、凝集が発するチオフラビン蛍光強度が飽和レベルの 50% に達する時間($T_{1/2}$)を示す。

CHCHD2 の *in vivo* での役割を明らかにすべく CHCHD2 欠損マウスを作製・解析を実施した。CHCHD2 ノックアウトマウスを長期に観察したところ 100 週齢以降の高齢で運動症状を呈することを発見した。そこで高齢マウスのドパミン細胞内のミトコンドリアを解析するために TH 陽性細胞の細胞体に含まれるミトコンドリア面積を定量したところ、CHCHD2 ノックアウトマウスのミトコンドリア面積が小さく、ミトコンドリアが占める細胞体領域の割合が高くなっていった。このことは断片化した不良ミトコンドリアがドパミン細胞に蓄積していることを示唆した。断片化ミトコンドリアは通常の外膜構造を有しているが、内部構造(マトリックスおよびクリステ)の破壊が顕著にみられるのが特徴的である。ミトコンドリア複合体の活性は I と III で有意な低下を認めた。病理学的にはドパミン神経細胞の変性脱落と、P62 と SNCA 陽性の封入体形成が観察された(図 4)。しかも、そのような所見はドパミン細胞のみで観察された。分子レベルではミトコンドリア内膜融合を制御する OPA1 のプロファイリングが未分化でありミトコンドリアの形態と機能の低下をもたらすと推測された。一方、オートファジーの阻害を示唆するような LC3 の挙動の変化は見られなかった。即ち、P62 の恒常性がオートファジーを介さない系によって制御され、凝集体形成の内在的な種(Seed)となることを発見した。ミトコンドリアが一次的な原因となり、タンパク質恒常性の変化をもたらす凝集体形成を誘導したと推測された(Sato *Hum Mol Genet.* 2021)。

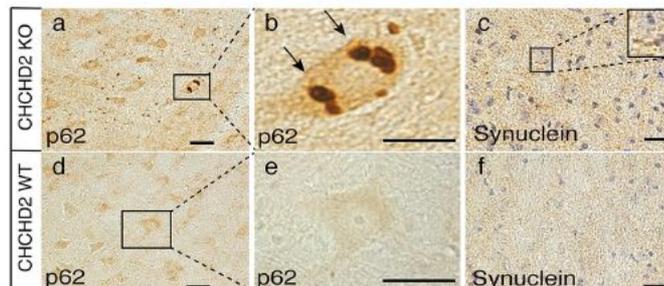


図 4. CHCHD2 ノックアウトマウスのドパミン細胞特異的に封入体が形成される。
P62 抗体と SNCA 抗体による染色 上段: CHCHD2 KO, 下段: CHCHD2 WT

<引用文献>

- 1 . Miki Y, Yoshizawa T, Morohashi S, Seino Y, Kijima H, Shoji M, Mori A, Yamashita C, Hatano T, Hattori N, Wakabayashi K. Neuropathology of PARK14 is identical to idiopathic Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2017 May;32(5):799-800
- 2 . Funayama M, Ohe K, Amo T, Furuya N, Yamaguchi J, Saiki S, Li Y, Ogaki K, Ando M, Yoshino H, Tomiyama H, Nishioka K, Hasegawa K, Saiki H, Satake W, Mogushi K, Sasaki R, Kokubo Y, Kuzuhara S, Toda T, Mizuno Y, Uchiyama Y, Ohno K, Hattori N. CHCHD2 mutations in autosomal dominant late-onset Parkinson's disease: a genome-wide linkage and sequencing study. *Lancet Neurol.* 2015 Mar;14(3):274-82.
- 3 . Meng H, Yamashita C, Shiba-Fukushima K, Inoshita T, Funayama M, Sato S, Hatta T, Natsume T, Umitsu M, Takagi J, Imai Y, Hattori N. Loss of Parkinson's disease-associated protein CHCHD2 affects mitochondrial crista structure and destabilizes cytochrome c. *Nat Commun.* 2017 Jun 7;8:15500.
- 4 . Ikeda A, Nishioka K, Meng H, Takanashi M, Hasegawa I, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Li Y, Yoshino H, Mori A, Okuzumi A, Yamaguchi A, Nonaka R, Izawa N, Ishikawa KI, Saiki H, Morita M, Hasegawa M, Hasegawa K, Elahi M, Funayama M, Okano H, Akamatsu W, Imai Y, Hattori N. Mutations in CHCHD2 cause α -synuclein aggregation. *Hum Mol Genet.* 2019 Dec 1;28(23):3895-3911.
- 5 . Imai Y, Inoshita T, Meng H, Shiba-Fukushima K, Hara KY, Sawamura N, Hattori N. Light-driven activation of mitochondrial proton-motive force improves motor behaviors in a *Drosophila* model of Parkinson's disease. *Commun Biol.* 2019 Nov 22;2:424.
- 6 . Mori A, Hatano T, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Koinuma T, Meng H, Kubo SI, Spratt S, Cui C, Yamashita C, Miki Y, Yamamoto K, Hirabayashi T, Murakami M, Takahashi Y, Shindou H, Nonaka T, Hasegawa M, Okuzumi A, Imai Y, Hattori N. Parkinson's disease-associated iPLA2-VIA/PLA2G6 regulates neuronal functions and α -synuclein stability through membrane remodeling. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2019 Oct 8;116(41):20689-20699.
- 7 . Sato S, Noda S, Torii S, Amo T, Ikeda A, Funayama M, Yamaguchi J, Fukuda T, Kondo H, Tada N, Arakawa S, Watanabe M, Uchiyama Y, Shimizu S, Hattori N. Homeostatic p62 levels and inclusion body formation in CHCHD2 knockout mice. *Hum Mol Genet.* 2021 Apr 30;30(6):443-453.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 34件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ikeda A. Nishioka K. Meng H. Takanashi M. Hasegawa I. Inoshita T. Shiba-Fukushima K. Li Y. Yoshino H. Mori A. Okuzumi A. Yamaguchi A. Nonaka R. Izawa N. Ishikawa KI, Saiki H. Morita M. Hasegawa M. Hasegawa K. Elahi M. Funayama M. Okano H. Akamatsu W. Imai Y. Hattori N.	4. 巻 28
2. 論文標題 Mutations in CHCHD2 cause -synuclein aggregation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Molecular Genetics	6. 最初と最後の頁 3895-3911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/hmg/ddz241	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 Kawamura M, Sato S, Matsumoto G, Fukuda T, Shiba-Fukushima K, Noda S, Takanashi M, Mori N, Hattori N.	4. 巻 699
2. 論文標題 Loss of nuclear REST/NRSF in aged-dopaminergic neurons in Parkinson's disease patients.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurosci Lett.	6. 最初と最後の頁 59-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2019.01.042.	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 Fujimaki M, Furuya N, Saiki S, Amo T, Imamichi Y, Hattori N.	4. 巻 39
2. 論文標題 Iron Supply via NCOA4-Mediated Ferritin Degradation Maintains Mitochondrial Functions.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mol Cell Biol.	6. 最初と最後の頁 pii: e00010-19.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MCB.00010-19.	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 Saiki S, Sasazawa Y, Fujimaki M, Kamagata K, Kaga N, Taka H, Li Y, Souma S, Hatano T, Imamichi Y, Furuya N, Mori A, Oji Y, Ueno SI, Nojiri S, Miura Y, Ueno T, Funayama M, Aoki S, Hattori N.	4. 巻 86
2. 論文標題 A metabolic profile of polyamines in parkinson disease: A promising biomarker.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ann Neurol.	6. 最初と最後の頁 251-263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ana.25516.	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 Mori A, Ishikawa KI, Saiki S, Hatano T, Oji Y, Okuzumi A, Fujimaki M, Koinuma T, Ueno SI, Imamichi Y, Hattori N.	4. 巻 14
2. 論文標題 Plasma metabolite biomarkers for multiple system atrophy and progressive supranuclear palsy.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 e0223113.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0223113. eCollection 2019	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 Mori A, Hatano T, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Koinuma T, Meng H, Kubo SI, Spratt S, Cui C, Yamashita C, Miki Y, Yamamoto K, Hirabayashi T, Murakami M, Takahashi Y, Shindou H, Nonaka T, Hasegawa M, Okuzumi A, Imai Y, Hattori N.	4. 巻 116
2. 論文標題 Parkinson's disease-associated iPLA2-VIA/PLA2G6 regulates neuronal functions and α -synuclein stability through membrane remodeling.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc Natl Acad Sci U S A.	6. 最初と最後の頁 20689-20699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1902958116	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 Okuzumi A, Hatano T, Kamagata K, Hori M, Mori A, Oji Y, Taniguchi D, Daida K, Shimo Y, Yanagisawa N, Nojiri S, Aoki S, Hattori N.	4. 巻 26
2. 論文標題 Neuromelanin or DaT-SPECT: which is the better marker for discriminating advanced Parkinson's disease?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur J Neurol.	6. 最初と最後の頁 1408-1416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ene.14009.	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 Imai Y, Inoshita T, Meng H, Shiba-Fukushima K, Hara KY, Sawamura N, Hattori N.	4. 巻 2
2. 論文標題 Light-driven activation of mitochondrial proton-motive force improves motor behaviors in a Drosophila model of Parkinson's disease.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Commun Biol.	6. 最初と最後の頁 424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-019-0674-1.	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 Ikeda A, Nishioka K, Meng H, Takanashi M, Hasegawa I, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Li Y, Yoshino H, Mori A, Okuzumi A, Yamaguchi A, Nonaka R, Izawa N, Ishikawa KI, Saiki H, Morita M, Hasegawa M, Hasegawa K, Elahi M, Funayama M, Okano H, Akamatsu W, Imai Y, Hattori N.	4. 巻 28
2. 論文標題 Mutations in CHCHD2 cause -synuclein aggregation.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hum Mol Genet.	6. 最初と最後の頁 3895-3911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/hmg/ddz241.	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 Ueno SI, Hatano T, Okuzumi A, Saiki S, Oji Y, Mori A, Koinuma T, Fujimaki M, Takeshige-Amano H, Kondo A, Yoshikawa N, Nojiri T, Kurano M, Yasukawa K, Yatomi Y, Ikeda H, Hattori N.	4. 巻 7
2. 論文標題 Nonmercaptalbumin as an oxidative stress marker in Parkinson's and PARK2 disease.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ann Clin Transl Neurol.	6. 最初と最後の頁 307-317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acn3.50990.	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 Noda S, Sato S, Fukuda T, Tada N, Uchiyama Y, Tanaka K, Hattori N.	4. 巻 136
2. 論文標題 Loss of Parkin contributes to mitochondrial turnover and dopaminergic neuronal loss in aged mice.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurobiol Dis.	6. 最初と最後の頁 104717
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nbd.2019.104717.	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 Oji Y, Hatano T, Ueno SI, Funayama M, Ishikawa KI, Okuzumi A, Noda S, Sato S, Satake W, Toda T, Li Y, Hino-Takai T, Kakuta S, Tsunemi T, Yoshino H, Nishioka K, Hattori T, Mizutani Y, Mutoh T, Yokochi F, Ichinose Y, Koh K, Shindo K, Takiyama Y, Hamaguchi T, Yamada M, Farrer MJ, Uchiyama Y, Wu YR, Hattori N, et al.	4. 巻 2020 Mar 23
2. 論文標題 Variants in saposin D domain of prosaposin gene linked to Parkinson's disease.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain.	6. 最初と最後の頁 awaa064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/brain/awaa064.	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 該当する

1. 著者名 Okuzumi A, Hatano T, Ueno SI, Ogawa T, Saiki S, Mori A, Koinuma T, Oji Y, Ishikawa KI, Fujimaki M, Sato S, Ramamoorthy S, Mo hney RP, Hattori N.	4. 巻 6
2. 論文標題 Metabolomics-based identification of metabolic alterations in PARK2.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ann Clin Transl Neurol.	6. 最初と最後の頁 525-536.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acn3.724. eCollection 2019 Mar.	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 Ikeda A, Shimada H, Nishioka K, Takanashi M, Hayashida A, Li Y, Yoshino H, Funayama M, Ueno Y, Hatano T, Sahara N, Suhara T, Higuchi M, Hattori N.	4. 巻 34
2. 論文標題 Clinical heterogeneity of frontotemporal dementia and Parkinsonism linked to chromosome 17 caused by MAPT N279K mutation in relation to tau positron emission tomography features.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mov Disord.	6. 最初と最後の頁 568-574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mds.27623.	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 Imai Y, Meng H, Shiba-Fukushima K, Hattori N.	4. 巻 20
2. 論文標題 Twin CHCH Proteins, CHCHD2, and CHCHD10: Key Molecules of Parkinson's Disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis, and Frontotemporal Dementia. Review.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int J Mol Sci.	6. 最初と最後の頁 pii: E908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms20040908.	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 Ueno SI, Saiki S, Fujimaki M, Takeshige-Amano H, Hatano T, Oyama G, Ishikawa KI, Yamaguchi A, Nojiri S, Akamatsu W, Hattori N.	4. 巻 8
2. 論文標題 Zonisamide Administration Improves Fatty Acid -Oxidation in Parkinson 's Disease	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 14-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells8010014	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 Sugo M, Kimura H, Arasaki K, Amemiya T, Hirota N, Dohmae N, Imai Y, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Hattori N, Cheng J, Fujimoto T, Wakana Y, Inoue H, Tagaya M.	4. 巻 37
2. 論文標題 Syntaxin 17 regulates the localization and function of PGAM5 in mitochondrial division and mitophagy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The EMBO Journal	6. 最初と最後の頁 e98899-e98899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15252/embj.201798899	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 Kawamura M, Sato S, Matsumoto G, Fukuda T, Shiba-Fukushima K, Noda S, Takanashi M, Mori N, Hattori N.	4. 巻 699
2. 論文標題 Loss of nuclear REST/NRSF in aged-dopaminergic neurons in Parkinson's disease patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 59-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2019.01.042	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 Okuzumi A, Kurosawa M, Hatano T, Takanashi M, Nojiri S, Fukuhara T, Yamanaka T, Miyazaki H, Yoshinaga S, Furukawa Y, Shimogori T, Hattori N, Nukina N.	4. 巻 6
2. 論文標題 Rapid dissemination of alpha-synuclein seeds through neural circuits in an in-vivo prion-like seeding experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Acta Neuropathologica Communications	6. 最初と最後の頁 96-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40478-018-0587-0	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 Sato S, Hattori N.	4. 巻 1759
2. 論文標題 Dopaminergic Neuron-Specific Autophagy-Deficient Mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 173-175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/7651_2018_156	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 Inoshita T, Cui C, Hattori N, Imai Y.	4. 巻 97
2. 論文標題 Regulation of membrane dynamics by Parkinson's disease-associated genes. Review.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Genet.	6. 最初と最後の頁 715-725
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 Sato S, Uchihara T, Fukuda T, Noda S, Kondo H, Saiki S, Komatsu M, Uchiyama Y, Tanaka K, Hattori N.	4. 巻 8
2. 論文標題 Loss of autophagy in dopaminergic neurons causes Lewy pathology and motor dysfunction in aged mice.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 2813-2813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-21325-w	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 Fujimaki M, Saiki S, Li Y, Kaga N, Taka H, Hatano T, Ishikawa KI, Oji Y, Mori A, Okuzumi A, Koinuma T, Ueno SI, Imamichi Y, Ueno T, Miura Y, Funayama M, Hattori N.	4. 巻 90
2. 論文標題 Serum caffeine and metabolites are reliable biomarkers of early Parkinson disease.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurology	6. 最初と最後の頁 404-411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1212/WNL.0000000000004888. Epub 2018 Jan 3	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 Sato S, Noda S, Hattori N.	4. 巻 159
2. 論文標題 Pathogenic insights to Parkin-linked model mice.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurosci Res.	6. 最初と最後の頁 47-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2020.03.014.	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 Ishiguro M, Li Y, Yoshino H, Daida K, Ishiguro Y, Oyama G, Saiki S, Funayama M, Hattori N, Nishioka K.	4. 巻 84
2. 論文標題 Clinical manifestations of Parkinson's disease harboring VPS35 retromer complex component p.D620N with long-term follow-up.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Parkinsonism Relat Disord.	6. 最初と最後の頁 139-143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.parkreldis.2021.02.014.	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 Kano M, Takanashi M, Oyama G, Yoritaka A, Hatano T, Shiba-Fukushima K, Nagai M, Nishiyama K, Hasegawa K, Inoshita T, Ishikawa KI, Akamatsu W, Imai Y, Bolognin S, Schwamborn JC, Hattori N.	4. 巻 6
2. 論文標題 Reduced astrocytic reactivity in human brains and midbrain organoids with PRKN mutations.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NPJ Parkinsons Dis.	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41531-020-00137-8.	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 Yamaguchi A, Ishikawa KI, Inoshita T, Shiba-Fukushima K, Saiki S, Hatano T, Mori A, Oji Y, Okuzumi A, Li Yuanzhe, Funayama M, Imai Y, Hattori N, Akamatsu W.	4. 巻 14
2. 論文標題 Identifying Therapeutic Agents for Amelioration of Mitochondrial Clearance Disorder in Neurons of Familial Parkinson Disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stem Cell Reports	6. 最初と最後の頁 1060-1075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.stemcr.2020.04.011	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 Yamashita Y, Ogawa T, Ogaki K, Kamo H, Sukigara T, Kitahara E, Izawa N, Iwamuro H, Oyama G, Kamagata K, Hatano T, Umemura A, Kosaki R, Kubota M, Shimo Y, Hattori N.	4. 巻 411
2. 論文標題 Neuroimaging evaluation and successful treatment by using directional deep brain stimulation and levodopa in a patient with GNAO1-associated movement disorder: A case report	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Neurological Sciences	6. 最初と最後の頁 116710-116710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jns.2020.116710	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 Nishioka K, Hashizume Y, Takanashi M, Daida K, Li Y, Yoshino H, Tambasco N, Prontera P, Hattori Y, Ueda A, Watanabe H, Hattori N	4. 巻 81
2. 論文標題 Pathological findings in a patient with alpha-synuclein p.A53T and familial Parkinson's disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Parkinsonism & Related Disorders	6. 最初と最後の頁 183-187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.parkreldis.2020.11.001	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 Daida K, Funayama M, Li Y, Yoshino H, Hayashida A, Ikeda A, Ogaki K, Nishioka K, Hattori N	4. 巻 11
2. 論文標題 Identification of Disease-Associated Variants by Targeted Gene Panel Resequencing in Parkinson's Disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 576465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fneur.2020.576465	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 Hayashida A, Li Y, Yoshino H, Daida K, Ikeda A, Ogaki K, Fuse A, Mori A, Takanashi M, Nakahara T, Yoritaka A, Tomizawa Y, Furukawa Y, Kanai K, Nakayama Y, Ito H, Ogino M, Hattori Y, Hattori T, Ichinose Y, Takiyama Y, Saito T, Kimura T, Mizuno Y, Funayama M, Nishioka K, Hattori N, et al.	4. 巻 97
2. 論文標題 The identified clinical features of Parkinson's disease in homo-, heterozygous and digenic variants of PINK1	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurobiology of Aging	6. 最初と最後の頁 146.e1-146.e13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neurobiolaging.2020.06.017	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 Tsunemi Taiji, Ishiguro Yuta, Yoroisaka Asako, Valdez Clarissa, Miyamoto Kengo, Ishikawa Keiichi, Saiki Shinji, Akamatsu Wado, Hattori Nobutaka, Krainc Dimitri	4. 巻 40
2. 論文標題 Astrocytes Protect Human Dopaminergic Neurons from α -Synuclein Accumulation and Propagation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 8618-8628
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.0954-20.2020	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 Mori Akio, Imai Yuzuru, Hattori Nobutaka	4. 巻 21
2. 論文標題 Lipids: Key Players That Modulate α -Synuclein Toxicity and Neurodegeneration in Parkinson's Disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 3301 ~ 3301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21093301	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 Sato Shigeto, Noda Sachiko, Torii Satoru, Amo Taku, Ikeda Aya, Funayama Manabu, Yamaguchi Junji, Fukuda Takahiro, Kondo Hiromi, Tada Norihiro, Arakawa Satoko, Watanabe Masahiko, Uchiyama Yasuo, Shimizu Shigeomi, Hattori Nobutaka	4. 巻 30
2. 論文標題 Homeostatic p62 levels and inclusion body formation in CHCHD2 knockout mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Human Molecular Genetics	6. 最初と最後の頁 443 ~ 453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/hmg/ddab057	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 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Hatano T, Mori A, Inoshita T, Fukushima-Shiba K, Koinuma T, Yamashita C, Imai Y, Hattori N.
2. 発表標題 Synaptic dysfunction in a Drosophila model of PARK14.
3. 学会等名 2019 International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mori A, Hatano T, Inoshita T, Fukushima-Shiba K, Koinuma T, Yamashita C, Okuzumi A, Imai Y, Hattori N.
2. 発表標題 Parkinson's disease-associated mutations of PLA2G6 alters the membrane dynamics and α -synuclein stability.
3. 学会等名 2019 International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今居 謙、森 聡生、井下 強、柴-福島 佳保里、孟 紅蕊、服部 信孝 .
2. 発表標題 生体膜恒常性の変調による -Synuclein凝集メカニズム
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 ワークショップ(タンパク質クオリティ -修飾・老化・病態のタンパク質品質解析-)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥住 文美、波田野 琢、福原 武志、常深 泰司、貫名 信行、服部 信孝
2. 発表標題 alpha-synucleinの伝播抑制因子の探索と複合療法の検討
3. 学会等名 第13回パーキンソン病・運動障害疾患カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井下 強、劉 俊逸、谷口大祐、高梨雅史、今居 謙、服部信孝
2. 発表標題 パーキンソン病関連遺伝子はsmall GTPase, Arl-8の動態制御を介し -シヌクレインのターンオーバーを調節する
3. 学会等名 第13回パーキンソン病・運動障害性疾患カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤栄人、服部信孝 .
2. 発表標題 Parkin mutation analysis in Juntendo University and Parkinson 's disease model mice
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 Hattori N.
2. 発表標題 Therapeutics and Treatments Targeting Mitochondria, SY7-1 (Speaker)
3. 学会等名 第16回アジアミトコンドリア学会 第19回日本ミトコンドリア 学会合同大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤栄人、服部信孝
2. 発表標題 Pathophysiology of Parkinson's disease and mitochondria dydfunction
3. 学会等名 第16回アジアミトコンドリア学会 第19回日本ミトコンドリア 学会合同大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部信孝
2. 発表標題 パーキンソン病の発症機序の解明 (日本神経学会・楢林賞受賞者招待講演)
3. 学会等名 第59回日本神経学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hattori N.
2. 発表標題 Genetics forms of PD: hints from them provide us concepts of pathogenesis of nigral degeneration, Homo Hundred Age & Dementia: Alzheimer's Parkinson's Disease、Symposium
3. 学会等名 32nd KAST International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hattori N.
2. 発表標題 Genetic and clinical perspectives of young onset Parkinson ' s disease, Pre-Congress Symposium II
3. 学会等名 The 4th Taiwan International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hattori N.
2. 発表標題 Non-motor Complications of PD, Pathophysiology of OFF: Implications for Increasing, Recognition of Motor Fluctuations, Luncheon Seminar
3. 学会等名 International Parkinson and Movement Disorder Society, Hong Kong International Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hattori N
2. 発表標題 Updates on Parkinson ' s disease management, Session Title: Personalised management of the diversities of non-motor symptoms in Parkinson ' s disease
3. 学会等名 2019 Chulalongkorn International Forum on Parkinson ' s disease, Listening to patient ' s concerns (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤栄人、野田幸子、舩山 学、服部信孝
2. 発表標題 Loss of CHCHD2 affects mitochondrial structure and dopaminergic neuronal loss in aged mice (口演)
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会、岡山
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉野浩代、李 元哲、林田有紗、舩山 学、西岡健弥、服部信孝
2. 発表標題 Genetic analysis of VPS13A/B/D: paralogous genes of VPS13C in Parkinson's disease 、ポスター発表（英語）
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 李 元哲、吉野浩代、舩山 学、戸田達史、西岡健弥、服部信孝
2. 発表標題 Next-generation sequencing expand the possibilities to detect more variants in Parkinson's disease、ポスター発表（英語）
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 常深泰司、石黒雄太、鏑坂朝子、奥住文美、貫名信行、服部信孝
2. 発表標題 ATP13A2/PARK9 protects brains from a-synuclein propagation 口演
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西岡健弥、李 元哲、林田有紗、代田健祐、池田 彩、大垣光太郎、吉野浩代、舩山 学、服部信孝
2. 発表標題 PINK1 heterozygote変異はalpha-synucleinopathyに部分的に関与する ポスター発表（英語）
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Oji Y, Hattori N.
2. 発表標題 Variants in saposin D domain of prosaposin gene linked to Parkinson's diseases
3. 学会等名 Virtual GEoPD Meeting in Milan 2020, 15th International Meeting, Centro Congressi Humanitas, via Manzoni 113 Rozzano Milano (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hattori N.
2. 発表標題 Therapeutics and treatments targeting mitochondria in PD
3. 学会等名 5th Taiwan International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders (The 5th TIC-PDMD), Taipei (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計8件

1. 著者名 服部信孝、波田野琢、梅村淳、頼高朝子、羽鳥浩三	4. 発行年 2019年
2. 出版社 主婦の友社	5. 総ページ数 192
3. 書名 最新版 順天堂大学が教えるパーキンソン病の自宅療法	

1. 著者名 鈴木則宏、服部信孝、下泰司、波田野琢、王子悠、濃沼崇博、岩室宏一、他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 (株)中外医学社	5. 総ページ数 335
3. 書名 神経内科 Clinical Questions & Pearls パーキンソン病	

1. 著者名 日本神経学会 (編集委員長: 服部信孝)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 288
3. 書名 パーキンソン病診療ガイドライン2018	

1. 著者名 Hattori N, Saiki S.: Editors, John M. Walker: Series Editor	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Humana Press	5. 総ページ数 180
3. 書名 Mitophagy, Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology 1759,	

1. 著者名 服部信孝	4. 発行年 2018年
2. 出版社 主婦の友社	5. 総ページ数 208
3. 書名 最新版 順天堂大学が教えるパーキンソン病の自宅療法	

1. 著者名 鈴木則宏、服部信孝、下泰司、波田野琢、王子悠、濃沼崇博、岩室宏一、他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 335
3. 書名 パーキンソン病診療総論、神経内科 Clinical Questions & Pearls パーキンソン病	

1. 著者名 服部信孝、高久 史鷹、堀 正二、菅野 健太郎、門脇 孝、乾 賢一、林 昌洋	4. 発行年 2020年
2. 出版社 じほう	5. 総ページ数 1586
3. 書名 治療薬ハンドブック2020	

1. 著者名 服部信孝	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社法研	5. 総ページ数 160
3. 書名 ウルトラ図解 パーキンソン病	

〔産業財産権〕

〔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
連携研究者	佐藤 栄人 (Sato Shigeto) (00445537)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	疾患モデル作成
連携研究者	今居 譲 (Imai Yuzuru) (30321730)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	疾患モデル、ショウジョウバエモデル解析
連携研究者	波田野 琢 (Hatano Taku) (60338390)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	脂質解析、伝播解析

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	船山 学 (Funayama Manabu) (70468578)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	遺伝子解析
連携研究者	斉木 臣二 (Saiki Shinji) (00339996)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	オートファジー解析、iPS解析
連携研究者	西岡 健弥 (Nishioka Kenya) (40348933)	順天堂大学・医学研究科・准教授 (32620)	遺伝子解析
連携研究者	王子 悠 (Oji Yutaka) (60777845)	順天堂大学・医学研究科・助教 (32620)	遺伝子解析

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