

令和 4 年 5 月 20 日現在

機関番号：32622

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03185

研究課題名(和文)磁気刺激を用いたヒトの時間感覚の操作

研究課題名(英文) Manipulation of time perception using magnetic stimulation

研究代表者

本間 元康 (Honma, Motoyasu)

昭和大学・医学部・講師

研究者番号：20434194

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：時間感覚はヒトの生活の営みにとって欠かせない基盤的能力であるが、その処理機構に関しては未解明な点が多い。本研究では時間幅認知の修正およびその定着における学習機序を検討した。間違った時間幅を覚えさせる学習課題を行い、誤学習後における時間幅認知の自然回復を時系列に分析した。その結果、誤って覚えた時間幅は約2時間後に元に戻った。次に磁気刺激を特定の脳部位に与え、可塑性を高めた後に誤学習を行い学習効果の延長を検討した。その結果、背外側前頭前皮質に磁気刺激を与えた条件において誤学習の効果は4時間程度延長した。この結果は、背外側前頭前皮質は新しい時間幅の記憶に関連していることを示唆する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトの時間感覚がどのような仕組みで行われているのか不明な点が多い。そのような中、本研究はヒトの時間感覚を修正・操作できるかを検証した。本研究の結果から、特定の脳部位に磁気刺激を与えることで時間感覚は操作できることを示した。この知見は時間感覚のメカニズムに新しい示唆を与えることが期待できる。ヒトの時間感覚を修正・操作する試みから、時間感覚の障害を持つ疾患患者への臨床応用を提案したい。

研究成果の概要(英文)：Time perception is a fundamental ability in human life, but there are many unresolved aspects of its processing mechanisms. In this study, we investigated the learning mechanism in the correction and retention of time duration perception. We conducted a learning task in which participants were asked to memorize incorrect time intervals, and analyzed the natural recovery of time duration perception after the incorrect learning over time. As a result, the incorrectly memorized time durations were restored after about 2 hours. Next, magnetic stimulation was applied to specific brain regions to enhance plasticity, and then mislearning was performed to examine the prolongation of the learning effect. The results showed that the effect of mislearning was prolonged for about 4 hours under conditions in which magnetic stimulation was applied to the dorsolateral prefrontal cortex. These results suggest that the dorsolateral prefrontal cortex is associated with memory of novel time durations.

研究分野：認知科学

キーワード：時間感覚 磁気刺激

### 1. 研究開始当初の背景

楽しい時間は速く流れ、退屈な時間は遅く流れる、そのような感覚は誰にでもあるに違いない。物理的時間は不変であるにも関わらず、主観的時間がその時々で変化する現象は、時間の認識処理が個人の特性や状況に起因していることを意味する。言い換えれば、ヒトはいとも簡単に主観的な時間感覚を変化させてしまう性質を持っていると言える。時間は光や音とは異なり対応する感覚器が存在しないことから、多くの脳部位が複雑に絡んで処理されていると考えられている (Hinton & Meck, 2004)。例えば脳内ネットワークモデルでは、海馬—線条体—前頭前野を中心としたネットワークが時間感覚に関与するとされているが (Buhusi & Meck, 2005)、その詳細なメカニズムは良く分かっていない。ヒトは時間というものをどのように処理し、定着させているのだろうか。そしてまた、ヒトの時間感覚を操作することは可能なのだろうか。

### 2. 研究の目的

これまでパーキンソン病患者を対象に、数秒から数分の時間幅の処理メカニズムを検討し、時間幅を極端に短く評価してしまう時間処理障害がドパミン分泌の欠如と関連することを示してきた (Honma et al., 2016; Honma et al., 2017)。しかし正確な時間幅の学習、また逆に誤った時間幅の学習が可能か否かの検証は見当たらない。本来ヒトは正確な時間感覚を持っている方が環境適応として利点は多いはずだが、誤った学習を脳はどの程度受け入れるのだろうか。「誤った時間感覚を覚えさせる」という視点は非常にユニークであると考えられる。本研究では健常者に対して、誤った時間幅を学習させ、その誤った時間幅がどの程度で自然回復するかを検証した。さらに、特定の脳部位へ磁気刺激を与えることによって脳の神経可塑性を上昇させ、誤った時間幅の定着が促進されるのか、記憶強化の視点から検討した。

### 3. 研究の方法

実験 1 (対象者 24 名) では間違った時間幅を覚えさせる誤学習トレーニングを施し (個人の主観的 10 秒幅に 2 秒を足した時間幅を正確な 10 秒幅と教示して 20 回繰り返す)、間違った時間幅がどの程度で自然回復するかをトレーニング後に 1 時間毎に検査した (図 1)。実験 2 (新規の対象者 24 名) では実験 1 の手続きに加えて、磁気刺激を背外側前頭前皮質、側頭頭頂接合部、一次運動野のいずれかに誤学習トレーニングの直前に与え (図 2)、磁気刺激が時間幅の定着に与える効果の検討、およびそれに関与する脳部位を検証した (図 3)。



図 1. 実験 1 のデザイン

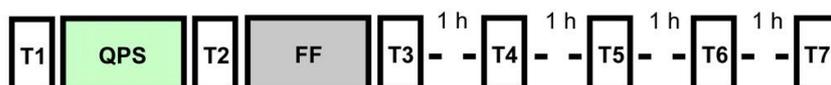


図 2. 実験 2 のデザイン

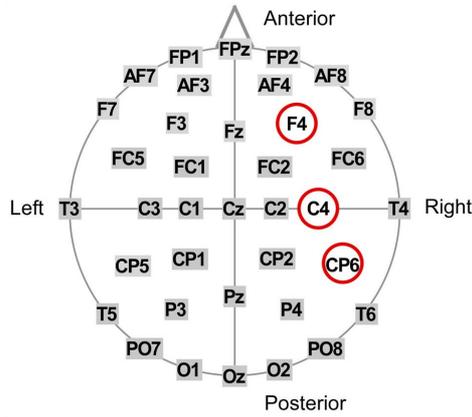


図 3 . 磁気刺激を与えた箇所

#### 4 . 研究成果

間違った時間幅を覚えさせる学習課題を行い、誤学習後における時間幅認知の自然回復を時系列に分析した。その結果、誤って覚えた時間幅は約 2 時間後に元に戻った (図 4)。次に磁気刺激を特定の脳部位に与え、可塑性を高めた後に誤学習を行い学習効果の延長を検討した。その結果、背外側前頭前皮質に磁気刺激を与えた条件においてのみ誤学習の効果は 4 時間程度延長した (図 5)。この結果は、背外側前頭前皮質は新しい時間幅の記憶に関連していることを示唆した (Neuromodulation, 2022)。さらに本研究成果の礎となった知見も論文化した。これらの研究は時間感覚の処理メカニズムに新しい示唆を与えた。ヒトの時間感覚を修正・操作する試みから、時間感覚の障害を持つ疾患患者への臨床応用を目指したい。

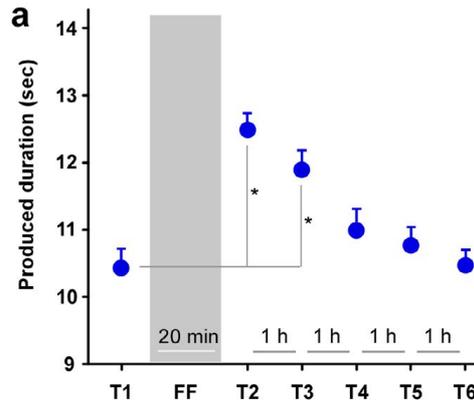


図 4 . 実験 1 の結果

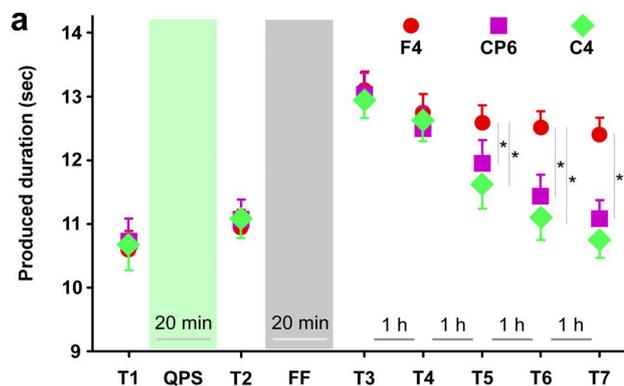


図 5 . 実験 2 の結果

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Honma Motoyasu, Saito Shoko, Atsumi Takeshi, Tokushige Shin ichi, Inomata Terada Satomi, Chiba Atsuro, Terao Yasuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Inducing Cortical Plasticity to Manipulate and Consolidate Subjective Time Interval Production	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuromodulation: Technology at the Neural Interface	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ner.13413	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 Terao Yasuo, Honma Motoyasu, Asahara Yuki, Tokushige Shin-ichi, Furubayashi Toshiaki, Miyazaki Tai, Inomata-Terada Satomi, Uchibori Ayumi, Miyagawa Shinji, Ichikawa Yaeko, Chiba Atsuro, Ugawa Yoshikazu, Suzuki Masahiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Time Distortion in Parkinsonism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 648814
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnins.2021.648814	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 Honma Motoyasu, Murakami Hidetomo, Yabe Yoshiko, Kuroda Takeshi, Futamura Akinori, Sugimoto Azusa, Terao Yasuo, Masaoka Yuri, Izumizaki Masahiko, Kawamura Mitsuru, Ono Kenjiro	4. 巻 99
2. 論文標題 Stopwatch training improves cognitive functions in patients with Parkinson's disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 1325 ~ 1336
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/jnr.24812	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 Iizuka Natsuko, Masaoka Yuri, Kubota Satomi, Sugiyama Haruko, Yoshida Masaki, Yoshikawa Akira, Koiwa Nobuyoshi, Honma Motoyasu, Watanabe Keiko, Kamijo Shotaro, Kamimura Sawa, Ida Masahiro, Ono Kenjiro, Izumizaki Masahiko	4. 巻 11
2. 論文標題 Entorhinal cortex and parahippocampus volume reductions impact olfactory decline in aged subjects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Brain and Behavior	6. 最初と最後の頁 e02115
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/brb3.2115	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 Wada Sayaka, Honma Motoyasu, Masaoka Yuri, Yoshida Masaki, Koiwa Nobuyoshi, Sugiyama Haruko, Iizuka Natsuko, Kubota Satomi, Kokudai Yumika, Yoshikawa Akira, Kamijo Shotaro, Kamimura Sawa, Ida Masahiro, Ono Kenjiro, Onda Hidetoshi, Izumizaki Masahiko	4. 巻 16
2. 論文標題 Volume of the right supramarginal gyrus is associated with a maintenance of emotion recognition ability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0254623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0254623	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 Kokudai Yumika, Honma Motoyasu, Masaoka Yuri, Yoshida Masaki, Sugiyama Haruko, Yoshikawa Akira, Koiwa Nobuyoshi, Kubota Satomi, Iizuka Natsuko, Wada Sayaka, Kamijo Shotaro, Uchida Yuki, Yano Satoshi, Ida Masahiro, Ono Kenjiro, Izumizaki Masahiko	4. 巻 22
2. 論文標題 Cascade process mediated by left hippocampus and left superior frontal gyrus affects relationship between aging and cognitive dysfunction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Neuroscience	6. 最初と最後の頁 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12868-021-00680-x	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 Masaoka Yuri, Sugiyama Haruko, Yoshida Masaki, Yoshikawa Akira, Honma Motoyasu, Koiwa Nobuyoshi, Kamijo Shotaro, Watanabe Keiko, Kubota Satomi, Iizuka Natsuko, Ida Masahiro, Ono Kenjiro, Izumizaki Masahiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Odors Associated With Autobiographical Memory Induce Visual Imagination of Emotional Scenes as Well as Orbitofrontal-Fusiform Activation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 709050
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2021.709050	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 Yoshikawa A, Masaoka Y, Yoshida M, Koiwa N, Honma M, Watanabe K, Kubota S, Natsuko I, Ida M, Izumizaki M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Heart Rate and Respiration Affect the Functional Connectivity of Default Mode Network in Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontier in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 631
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2020.00631	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 Kubota S, Masaoka Y, Sugiyama H, Yoshida M, Yoshikawa A, Koiwa N, Honma M, Kinno R, Watanabe K, Iizuka N, Ida M, Ono K, Izumizaki M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Hippocampus and Parahippocampus Volume Reduction Associated With Impaired Olfactory Abilities in Subjects Without Evidence of Cognitive Decline	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 556519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2020.556519	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 Honma, M., Itoi, C., Midorikawa, A., Terao, Y., Masaoka, Y., Kuroda, T., Futamura, A., Shiromaru, A., Kawamura, M., Ono, K.	4. 巻 9
2. 論文標題 Contraction of distance and duration production in autism spectrum disorder	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 8806
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-45250-8	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 Yoshiike, T., Honma, M., Ikeda, H., Kuriyama, K.	4. 巻 166
2. 論文標題 Bright light exposure advances consolidation of motor skill accuracy in humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurobiology of Learning and Memory	6. 最初と最後の頁 107084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nlm.2019.107084	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 Honma Motoyasu, Masaoka Yuri, Koyama Shinichi, Kuroda Takeshi, Futamura Akinori, Shiromaru Azusa, Terao Yasuo, Ono Kenjiro, Kawamura Mitsuru	4. 巻 13
2. 論文標題 Impaired cognitive modification for estimating time duration in Parkinson's disease	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0208956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0208956	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 Yoshiike Takuya, Honma Motoyasu, Yamada Naoto, Kim Yoshiharu, Kuriyama Kenichi	4. 巻 194
2. 論文標題 Effects of bright light exposure on human fear conditioning, extinction, and associated prefrontal activation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physiology & Behavior	6. 最初と最後の頁 268 ~ 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physbeh.2018.06.015	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 Honma Motoyasu, Masaoka Yuri, Kuroda Takeshi, Futamura Akinori, Shiromaru Azusa, Izumizaki Masahiko, Kawamura Mitsuru	4. 巻 90
2. 論文標題 Impairment of cross-modality of vision and olfaction in Parkinson disease	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurology	6. 最初と最後の頁 e977 ~ e984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1212/WNL.00000000000005110	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8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 本間元康・糸井千尋・緑川晶・寺尾安生・政岡ゆり・黒田岳志・二村明德・杉本あずさ・太田晴久・加藤進昌・河村満・小野賢二郎
2. 発表標題 自閉症スペクトル障害者における時空間表出の収縮
3. 学会等名 日本心理学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上村佐和・政岡ゆり・吉井伸之・村上幸三・吉川輝・吉田正樹・本間元康・上條翔太郎・井田正博・泉崎雅彦
2. 発表標題 嗅覚障害者の嗅覚領域における脳の形態的变化に先立って観察される浅い嗅覚溝
3. 学会等名 日本生理学会第98回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 政岡ゆり・杉山東子・渡辺慶子・吉田正樹・吉川輝・小岩信義・本間元康・上條翔太郎・上村佐和・井田正博・小野賢二郎・泉崎雅彦
2. 発表標題 高齢者における香りと自伝的記憶：眼窩前頭葉と側頭葉内側の機能的接続性の検証
3. 学会等名 日本生理学会第98回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 政岡ゆり・渡辺慶子・井田正博・吉田正樹・小岩信義・吉川輝・本間元康・飯塚奈都子・小野賢二郎・泉崎雅彦
2. 発表標題 香りの記憶と呼吸：前頭前野との関連
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本間元康・政岡ゆり・黒田岳士・二村明德・杉本あずさ・小野賢二郎・河村 満
2. 発表標題 パーキンソン病における感覚統合障害
3. 学会等名 第9回日本情動学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Terao, Y., Miyazaki, T., Honma, M., Tokushige, S. I., Inomata-Terada, S., Uchibori, A., Ichikawa, Y., Chiba, A. Ugawa, Y., Suzuki, M.
2. 発表標題 Internal clock in Parkinsonism - Is it slow or fast and does it correlate with the clinical stage?
3. 学会等名 Society for Neuroscience 49th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Honma Motoyasu, Masaoka Yuri, Koyama Shinichi, Kuroda Takeshi, Futamura Akinori, Shiromaru Azusa, Terao Yasuo, Ono Kenjiro, Kawamura Mitsuru
2. 発表標題 Impairment of cognitive alteration for duration production in Parkinson's disease
3. 学会等名 Society for Neuroscience 48th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間元康
2. 発表標題 Recalibration and consolidation of body image in illusionary environment
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Honma, M.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 IntechOpen	5. 総ページ数 12
3. 書名 Cross-modality dysfunction between visual and olfactory systems in Parkinson's disease	

〔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
研究分担者	谷部 好子 (Yabe Yoshiko)  (30582829)	日本電信電話株式会社NTTコミュニケーション科学基礎研究所・柏野多様脳特別研究室・リサーチスペシャリスト  (94305)	

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
---------	---------