

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：21601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04188

研究課題名(和文) 時空間認知とその心理的相互作用に関する神経機構の解明

研究課題名(英文) Neural correlates of time and space recognition and their psychological interference

研究代表者

小林 俊輔 (Kobayashi, Shunsuke)

福島県立医科大学・医学部・講師

研究者番号：30579272

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は時間と空間に対する注意を心理物理および機能画像の手法を用いて評価した。10名の健常被験者、5名のパーキンソン病患者、7名の脳腫瘍患者を対象とした。心理物理実験からは時間を弁別する際は空間性の注意が干渉し、空間に関する弁別の際にも時間に対する注意が干渉することが示された。これは認知処理に際して注意のリソースが限られることから時空間に対する注意作用に干渉が生まれることを示唆する。脳腫瘍患者の実験から頭頂葉損傷により空間性注意と時間性注意の間の相互干渉が増大することが示された。また、機能的MRIでは空間性課題の際には両側頭頂葉の活動が、時間性課題の際には小脳の活動が上昇することが示された。

研究成果の概要(英文)：We studied neural correlates of attention to time and space by using the methods of psychophysics and functional MRI. We recruited 10 healthy subjects, 5 Parkinson's disease patients and 7 brain tumor patients. Psychophysics examination revealed bilateral interference of time domain to space domain and vice versa. The result suggests that, with high load of attention to time and space, the attention resource reaches limit and becomes compromised. Experiments with brain tumor patients suggested that parietal lesion enhances time-space interference. Functional imaging study suggested parietal activation during spatial task and cerebellar activation during temporal task.

研究分野：神経心理学

キーワード：注意 パーキンソン病 心理物理 機能的MRI

### 1. 研究開始当初の背景

頭頂葉損傷例にみられる注意障害の症状などから空間性注意における頭頂葉の役割が示唆される。半側空間無視と呼ばれる症候では絵を模写させても左側を描かず、それが不完全であることにも気づかない。神経生理学や脳機能画像分野の研究でも空間性注意の神経基盤として頭頂前頭システムの重要性が指摘されている。一方、時間的注意の研究は少ない。

時間認知を実現する神経機構として、動物実験により小脳、基底核、海馬、前頭葉などの関与が示唆されており、これらが神経回路を形成していると考えられている。また、認知機能を修飾する神経機構としてアセチルコリン系の重要性を示唆する実験データが近年蓄積されている。本研究では作業仮説として前脳基底部から皮質へのアセチルコリン細胞の投射が頭頂前頭皮質回路での情報処理に影響を及ぼし時空間情報処理に影響を及ぼしている可能性を考えた。

### 2. 研究の目的

#### 時空間認知とその心理的相互作用に関与する神経機構の解明

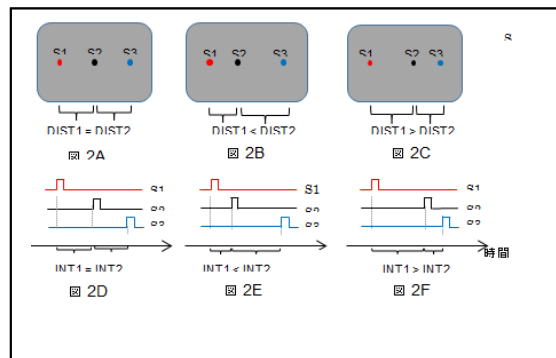
環境に生起する出来事を的確に分析するにはその事象が生起する場所と時間に適切に注意を向け情報を処理することが重要である。空間的注意・弁別の心理的特性およびその神経基盤については長年の研究の蓄積があるが、時間認知については研究が少なく未解明の点が多い。本研究は心理物理学、行動薬理学、神経心理学、神経機能画像の手法を駆使して時空間に対する注意・弁別およびそれらの相互の干渉効果の神経機構を明らかにすることを目的とする。特にア

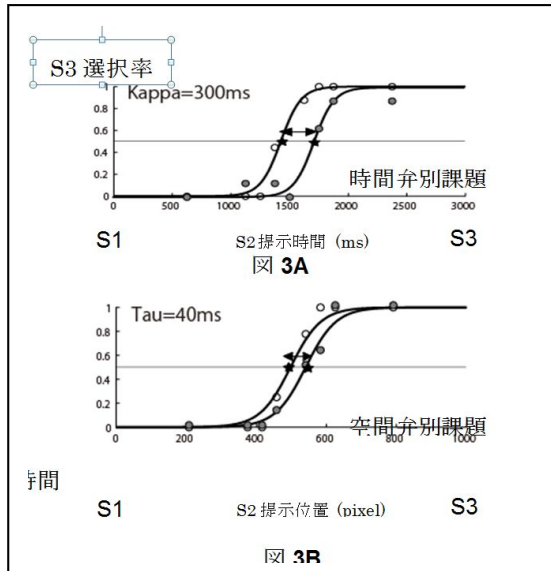
セチルコリンは空間情報処理、ドパミンは時間情報処理に特異的作用を及ぼすという作業仮説を検証した。

### 3. 研究の方法

健常被験者 10 名、パーキンソン病患者 5 名、脳腫瘍患者 7 名を募集し、心理物理実験、および fMRI 実験を遂行した。Donepezil 投与下と placebo 投与下での心理物理実験、および donepezil 投与下と placebo 投与下での fMRI を 1 週間以上の間隔を置いて計 4 回の実験を施行した。行動課題として、時間弁別課題と空間弁別課題を行った。

**【時間弁別課題】** 赤(左 S1)、黒(中 S2)、青(右 S3)の視覚刺激がこの順にそれぞれ 200ms 間提示される(図 2A-C)。S1 と S2 の提示時間の間隔  $INT_1$  と S2 と S3 の提示時間の間隔  $INT_2$  は変動し(図 2D-F)、被験者は  $INT_1$  と  $INT_2$  とのどちらが短いか、言い換えると S2 の提示開始は S1 と S3 の提示開始のどちらに時間的に近いかを判断してボタンを押して回答する。黒は赤と青の空間的二等分点( $DIST1 = DIST2$ , 図 2A)、





あるいは二等分点より左( $\text{DIST1} < \text{DIST2}$ , 図 2B)、または右( $\text{DIST1} > \text{DIST2}$ , 図 2C)に提示される。S2 が S1、または S3 に空間的に近いことが時間弁別にどのような影響を与えるか( $\kappa$  効果)を検討する(図 2D-F, 3A)。刺激が右から左へ呈示される条件においても同様に時間弁別を評価した。

**【空間弁別課題】**上記の時間弁別課題と刺激提示条件は全く同じであるが(図 2A-F)、空間的距離の弁別を要求する。S1 と S2 の距離( $\text{DIST1}$ )と S2 と S3 の距離( $\text{DIST2}$ )のどちらが小さいか、言い換えると S2 が空間的に S1 と S3 のどちらに空間的に近いかを判断してボタンを押して回答する。S2 の呈示時間は赤と青の呈示時間の中の場合( $\text{INT1} = \text{INT2}$ , 図 2D)、S1 に近い場合( $\text{INT1} < \text{INT2}$ , 図 2E)、S3 に近い場合( $\text{INT1} > \text{INT2}$ , 図 2F)の 3 条件を設定し、それぞれにおいて空間弁別を評価する。これにより時間情報が空間弁別に及ぼす効果( $\tau$  効果, 図 3B)を検討した。

#### 4. 研究成果

心理物理実験では、時間弁別課題における

INT を 9 種類採用し、空間弁別課題における DIST を 9 種類採用し、詳細な心理物理曲線の評価した。機能的 MRI では、時間弁別課題における INT を 5 種類採用し、空間弁別課題における DIST を 5 種類採用し、各課題間のコントラストを検定した。

#### 4. 研究成果

心理物理実験からは時間を弁別する際は空間性の注意が干渉し、空間に関する弁別の際にも時間に対する注意が干渉することが示された。これは認知処理に際して時間と空間に対する注意が独立に層さされるが注意のリソースが限られることから干渉が生まれることを示唆する。脳腫瘍患者の実験から頭頂葉損傷により空間性注意と時間性注意の間の相互干渉が増大することが示された。また、機能的 MRI では空間性注意課題の際には両側頭頂葉の活動が、時間性注意課題の際には小脳の活動が上昇することが示された。

#### 5. 主な発表論文等

1. Wolf A, Ounjai K, Takahashi M, Kobayashi S, Matsuda T, Lauwereyns J. Evaluative processing of food images: a conditional role for viewing in preference formation. *Frontiers in Psychology*, In Press.
2. Nakamura K, Groiss SJ, Hamada M, Enomoto H, Kadowaki S, Abe M, Murakami T, Wiratman W, Chang F, Kobayashi S, Hanajima R, Terao Y, Ugawa Y. Variability

in response to quadripulse stimulation of the motor cortex.

***Brain Stimul*** 9(6) 859-866, 2016.

3. Tsutusi K, Grobendorst F, Kobayashi S, Schultz W. A dynamic code for economic object valuation in prefrontal cortex neurons. ***Nature Commun.*** 13(7), 12554, 2016.

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

小林 俊輔 (KOBAYASHI, Shunsuke)

福島県立医科大学・医学部神経内科学講座・講師

研究者番号：30579272