

平成 20 年 3 月 14 日

平成 19 年度「WG 名」活動報告書

代表者所属 氏名

自然科学研究機構 生理学研究所 柿木隆介

1. 構成メンバー

氏名	所属
柿木隆介	自然科学研究機構 生理学研究所
三木研作	自然科学研究機構 生理学研究所
田中絵美	自然科学研究機構 生理学研究所
本多結城子	自然科学研究機構 生理学研究所

2. 本年度 WG 会合開催実績

(1) 第 1 回：平成 19 年 9 月 8 日、9 日

(2) 第 2 回：平成 20 年 1 月 17 日、18 日

なお、生理学研究所内での会合は頻繁に行ってきた。

3. 活動目的

非侵襲的にヒト脳機能を計測する手法の中で、脳波 (EEG) と脳磁図 (MEG) は時間分解能にすぐれ、機能的磁気共鳴画像 (fMRI) は空間分解能がすぐれている。生理学研究所は本分野における日本のパイオニア的存在として広く認められている。各手法を用いて多様な条件下におけるヒト脳機能変化の解明を行なう事が本研究の目的である。無重力空間や宇宙船内において起こりうる様々な状況における脳反応の基礎的データを解析していく。地上では主として MEG と fMRI を用いた詳細な研究を、宇宙においては最新型の長時間使用可能な携帯型脳波計を用いて研究を行なう予定である。

4. 活動内容

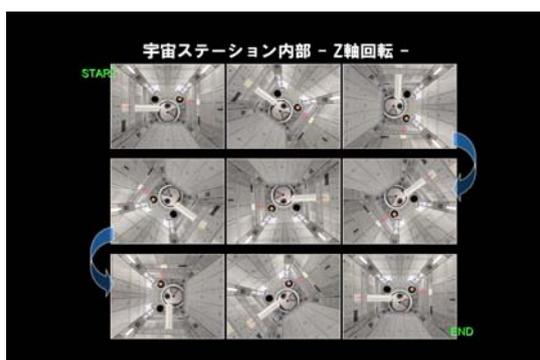
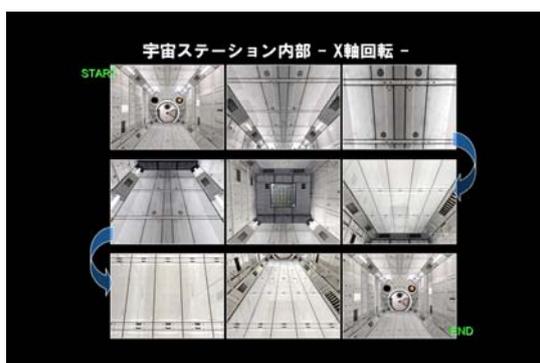
主たる研究内容は、(1) 模擬 (仮想) 宇宙空間における脳機能の解明、

(2) 宇宙空間における長時間脳波、脳磁図測定による脳反応の変容の解明、(3) 各種感覚刺激 (視覚、聴覚、体性感覚等) に対する情報処理過程の研究、の 3 つである。(3) については 16 - 18 年度に多様なテーマに関して研究を行い、3 年間に約 50 編の英文原著論文を発表した。今後はさらに研究を広くかつ多様に展開していく予定である。ここでは (1) と (2) について、少し詳細に記載する。

(1) 模擬 (仮想) 宇宙空間における脳機能の解明

日本宇宙フォーラムおよび JAXA の御協力を得て、実際の宇宙船内を基にして仮想空間画像を作成し、左右方向運動や回転運動を自由に操作できるようにした。被験者は操縦機を使って、船内の物質を壁の戸棚から取り出し、対面の壁の戸棚に入れる作業を行う。また、宇宙船内であることをより強く認識させるため、事前に船内が上下左右あるいは回転運動するように設定した。これが加わることにより被験者は無重力の仮想体験を味わうことができ、その後に上記のタスクを与えることにより、より鮮明に宇宙船内での活動を仮想体験することができる。検査は MEG と fMRI を用いて行う予定であるが、実験室には金属類や磁気を帯びたものは持ち込めず、また細かい操作を必要とするため、操縦機の製作に

苦労しているのが現状であるが、ようやく完成に近づきつつある。この実験は、宇宙空間における作業時の脳活動を調べるために非常に有益であると確信している。実際の画像は当然操縦機を使って自由に動かせる。



(2) 宇宙空間における長時間脳波、脳磁図測定による脳反応の変容の解明

「宇宙環境での覚醒時あるいは睡眠時の脳活動は地上とは異なる」という仮説をかかげて、そのための基礎実験として地上実験を行なっていきたい。視覚、聴覚、体性感覚刺激時の脳活動

を詳細に解析していく。また長時間脳波モニターをおこない、日内リズム、睡眠・覚醒リズムを明らかにしていく。もしこの仮説が正しいとすれば、宇宙環境でのヒトの活動を再考慮する必要があるかもしれない。新しく開発した携帯用の脳波計を用いて、背景脳波の詳細な解析と周波数分析（シータ波、アルファ波、ベータ波の変化）をおこなっていく。

今後の研究目標

宇宙環境での長期間にわたる滞在において、脳機能の異変は大きな問題となりうる。地上実験による認知機構の詳細な解明は、そのための貴重かつ重要な第1歩である。我々の研究が、宇宙環境という、いわば最も精神的負荷のかかりやすい状況での様々な症状出現の予防や治療に貢献したいと念じている。

他項でも述べているように、現在の技術レベルにおいても、記録されたEEGを宇宙環境（例えば宇宙ステーションの中）で記録解析する事は十分に可能であるが、リアルタイムに地球上の基地に情報を送る事ができれば、より詳細な解析が可能である。技術的には十分に可能だと思われるので、この面での技術革新に別枠予算をつけていただければ幸いである。将来的には、宇宙ステーション滞在者全員の脳活動状態をリアルタイムに地球上で持続して把握する事が可能となると考えられる。

5. 成果

1. Mochizuki H, Inui K, Yamashiro K, Ootsuru N, Kakigi R: Itching-related somatosensory evoked potentials. Pain (in press)
2. Motomura E, Inui K, Ogawa H, Nakase S, Hamanaka K, Honda T, Shiroyama T: Dipole source analysis of temporal slow wave in the elderly. Neuropsychobiology (in press)

3. Edwards L, Inui K, Ring C, Wang X, Kakigi R: Pain-related evoked potentials are modulated across the cardiac cycle. *Pain*. (in press)
4. Akatsuka K, Noguchi Y, Harada T, Sadato N, Kakigi R: Neural codes for somatosensory two-point discrimination in inferior parietal lobule: An fMRI study. *Neuroimage*. (in press)
5. Tamura Y, Matsushashi M, Lin P, Bai O, Vorbach S, Kakigi R, Hallett M: Impaired intracortical inhibition in the primary somatosensory cortex in focal hand dystonia. *Movement Disord*. (in press)
6. Nakata H, Sakamoto K, Ferretti A, Perrucci MG, Del Gratta C, Kakigi R, Romani GL: Somato-motor inhibitory processing in humans: an event-related functional MRI study. *Neuroimage*. (in press)
7. Noguchi Y, Kakigi R: Knowledge-based Correction of Flash-lag Illusion. *J Cogn Neurosci*. (in press)
8. Nakato E, Otsuka Y, Kanazawa S, Yamaguchi M, Watanabe S, Kakigi R: When do infants differentiate profile face from frontal face? A near-infrared spectroscopic study. *Hum Brain Mapp*. (in press)
9. Altmann CF, Nakata H, Noguchi Y, Inui K, Hoshiyama M, Kaneoke Y, Kakigi R: Temporal dynamics of adaptation to natural sounds in the human auditory cortex. *Cereb Cortex*. (in press)
10. Motomura E, Inui K, Ogawa H, Nakase S, Hamanaka K, Honda T, Shiroyama T: Dipole source analysis of temporal slow wave in the elderly. *Neuropsychobiology*. (in press)
11. Hashimoto A, Inui K, Watanabe S, Kakigi R (2008) Discrepancy between reaction time and visual evoked magnetic response latency under priming. *Neurosci Res*. (in press)
12. Ogino Y, Nemoto H, Inui K, Saito S, Kakigi R, Goto F: Inner experience of pain: imagination of pain while viewing images showing painful events forms subjective pain representation in human brain. *Cereb Cortex*. 17: 1139-1146 (2007)
13. Wang X, Inui K, Kakigi R (2007) Early cortical activities evoked by noxious stimulation in humans. *Exp Brain Res*. 180: 481-489
14. Kakigi R, Wang X, Inui K, Qiu Y: Modulation of Pain-Related cortical activity by sleep and attention. (Eds. Lavigne G, Sessle J. B, Choiniere M, Soja J. P.) *Sleep and Pain*. Seattle, IASP PRESS. pp.175 -187 (2007)
15. Kakigi R, Inui K, Hoshiyama M, Watanabe S, Naka D, Miki K, Yamasaki H, Tran TD, Qiu Y, Wang X: Pain in humans - magnetoencephalography (topography, source analysis)."Encyclopedic Reference of Pain." (Eds. Schmidt RF & Willis WD), Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, pp.1090-1094 (2007)
16. Noguchi Y, Shimojo S, Kakigi R, Hoshiyama M: Spatial contexts can inhibit a mislocalization of visual stimuli during smooth pursuit. *J Vis*. 7: 1-15 (2007)
17. Yamamoto T, Katayama Y, Obuchi T, Kano T, Kobayashi K, Oshima H, Fukaya C, Kakigi R: Recording of corticospinal evoked potential for optimum placement of motor cortex stimulation electrodes in the treatment of post-stroke pain. *Neurol Med Chir. (Tokyo)* 47: 409-414 (2007)
18. Miyanari A, Kaneoke Y, Noguchi Y, Honda M, Sadato N, Sagara Y, Kakigi R: Human brain activation in response to olfactory stimulation by

- intravenous administration of odorants. *Neurosci Lett.* 423: 6-11 (2007)
19. Wasaka T, Kida T, Nakata H, Akatsuka K, Kakigi R: Characteristics of sensori-motor interaction in the primary and secondary somatosensory cortices in humans: An MEG study. *Neuroscience.* 149: 446-456 (2007)
 20. Tanaka E, Noguchi Y, Kakigi R, Kaneoke Y: Human cortical response to various apparent motion: A Magnetoencephalographic study. *Neurosci Res.* 59: 172-182 (2007)
 21. Okamoto H, Kakigi R, Gunji A, Pantev C: Asymmetric lateral inhibitory neural activity in the auditory system: A magnetoencephalographic study. *BMC Neurosci.* 8: 33 (2007)
 22. Honda Y, Watanabe S, Nakamura M, Miki K, Kakigi R: Interhemispheric difference for upright and inverted face perception in humans: an event-related potential study. *Brain Topogr.* 20: 31-39 (2007)
 23. Akatsuka K, Wasaka T, Nakata H, Kida T, Kakigi R: The effect of stimulus probability on the somatosensory mismatch field. *Exp Brain Res.* 181: 607-614 (2007)
 24. Noguchi Y, Tanabe HC, Sadato N, Hoshiyama M, Kakigi R: (2007) Voluntary attention changes the speed of perceptual neural processing. *Eur J Neurosci.* 25: 3163-3172 (2007)
 25. Miki K, Watanabe S, Honda Y, Nakamura M, Kakigi R: Effects of face contour and features on early occipitotemporal activity when viewing eye movement. *Neuroimage.* 35: 1624-1635 (2007)
 26. Kida T, Inui K, Wasaka T, Akatsuka K, Tanaka E, Kakigi R: Time-varying cortical activations related to visual-tactile cross-modal links in spatial selective attention. *J Neurophysiol.* 97: 3585-3596 (2007)
 27. Gunji A, Ishii R, Chau W, Kakigi R, Pantev C: Rhythmic brain activities related to singing in humans. *Neuroimage* 34: 426-434 (2007)
 28. Otsuka Y, Nakato E, Kanazawa S, Yamaguchi MK, Watanabe S, Kakigi R: Neural activation to upright and inverted faces in infants measured by near infrared spectroscopy. *Neuroimage.* 34: 399-406 (2007)
- 日本学術振興会科学研究費基盤研究 (A) 「痛覚認知機構の基礎的研究に基づいた疼痛治療の臨床応用」、平成18-21年度、総計44,900千円
- 文部科学省科学研究費 特定領域研究 「多様な非侵襲的手法を用いたヒトの痛覚認知機構の解明」、平成18-19年度、総計5,900千円
- 厚生労働省科学研究費補助金 「基礎研究と臨床研究の融合による、神経疾患によってひき起こされる疼痛に対する新しい治療法の開発に関する研究」、平成18-20年度、総計30,000千円
- 環境省研究補助金 「神経症状・感覚器障害に関する研究」、平成19-21年度、総計15,000千円
- 日本学術振興会・学術動向等の調査研究 「医歯薬学、特に神経科学分野に関する学術動向の調査研究」、平成19-21年度、総計10,500千円
- 喫煙科学研究財団研究助成金、「脳波・脳磁図、経頭蓋磁気刺激、機能的MRIを用いた、喫煙が脳内痛覚認知に与える影響に関する研究」、平成18-20年度、総計6,000千円