

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 28 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009 ～ 2012

課題番号：21300230

研究課題名（和文） 無意識的知覚の運動反応促進効果にかかわる認知・情動処理過程の検討

研究課題名（英文） Correlates of cognitive and emotional processes in nonconscious perception and motor responses

研究代表者

今中 國泰（IMANAKA KUNIYASU）

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号： 90100891

研究成果の概要（和文）：本研究では、認知的・情動的刺激に対する情動反応と運動反応から、情動的・無意識的過程の運動行動への影響を検討した。予備実験として International Affecting Picture System (IAPS) 画像を用い、その情動性効果を検討したところ、情動・運動反応の変化はみられなかった。そこで本実験（実験 1）では、情動刺激として新たにモンスターの顔画像を用い、Go/No Go 反応時間（RT）課題を実施した。その結果、交感神経系優位及び反応遅延の傾向が認められた。しかしそれらの間には関連性がなかった。実験 2 ではより強い情動刺激として恐怖条件付け刺激を用いたところ、条件付け刺激に RT 遅延傾向が認められ、強い情動刺激で運動反応が変容する可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The present study examined the effects of cognitive and emotional stimuli on perceptual-motor responses (reaction times; RT). We initially examined emotional stimuli of the International Affecting Picture System (IAPS, Lang et al., 1999), resulting in no significant validity of IASP pictures in evoking emotional responses in our experimental procedures. We then used monster face pictures as emotional stimuli in Go/NoGo RT tasks. This showed significant emotional (sympathetic neural) responses and delayed perceptual-motor RT responses, although with no significant relationships between them. We in turn used much stronger stimuli that were electrically conditioned, resulting in somehow delayed perceptual-motor RTs. This suggested that strong emotional stimuli may give rise to delays of perceptual-motor responses with significant sympathetic neural facilitations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010 年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2011 年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2012 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：スポーツ心理学

1. 研究開始当初の背景

無意識的過程の運動行動への影響については、近年、神経科学、認知科学、行動科学など複数領域でしばしば取り上げられており、単純な感覚・知覚過程から高次の精神活動にわたり関与している可能性が示唆されている。高次精神活動については、認知的側面の意思決定や社会心理的側面などの問題は検討されてきているが、情動的側面に関してはほとんど検討されていない。

2. 研究の目的

本研究では、無意識的知覚と運動反応を取り上げ、情動刺激に対する運動反応と自律神経活動から、認知的・情動的知覚の運動反応への影響を検討した。

3. 研究の方法

予備実験として、情動変化を促す刺激を探索的に検討し、情動刺激に対する反応時間 (Reaction Time; RT) 課題の実験系確立をめざした。その後、本実験として、情動刺激による Go/NoGo RT 課題を実施し、さらに、より強い情動刺激による影響を単純 RT 課題により検討した。以下はそれらの実験方法、結果の概略である。

(1) 実験参加者は、1 実験あたり 10~20 名程度の健康な大学生・大学院生であった。

(2) 実験装置は、刺激提示・反応時間測定ツールとして Presentation (Neurobehavioral System) を、指尖脈波測定・分析にはパワーラブ 16ch (National Instrument) を用いた。

(3) 情動刺激は、International Affecting Picture System (IAPS, Lang et al., 1999) の画像を刺激候補とし、IAPS 情動指数分析から本実験系における情動刺激の妥当性を検討した (2009)。その結果、本実験系の情動刺激として IAPS 刺激はあまり効果的ではないことがわかった。そこで実験 1 (2010~2011) では新たにモンスターの顔画像を情動刺激として用い、さらに実験 2 (2011~2012) では、より強い情動反応を得るため、無意味刺激 (縦・横縞) に恐怖条件付けを施した刺激を用いた。なお、これらの刺激の情動特性は、指尖脈波の周波数分析による交感・副交感神経活動を指標として検討した。

(4) 実験 1 (2010~2011 年)

実験 1 では、ヒト、モンスター、各 20 種の異なる画像を用いた。当初、正立・倒立画像呈示による実験を実施したが、成立・倒立画像の RT にはヒト・モンスターに明確な差が認められなかった。そこでその後、各画像をランダムに分割・再構成したスクランブル画像

を統制画像とし、20、40、60、80、100ms の時間長で呈示することとした。

各試行では (図 1)、2 秒間の凝視点呈示、その後ヒト・モンスターの顔画像・スクランブル画像の呈示による Go/NoGo 課題を行い、反応時間 (RT)、指尖脈波を測定した。

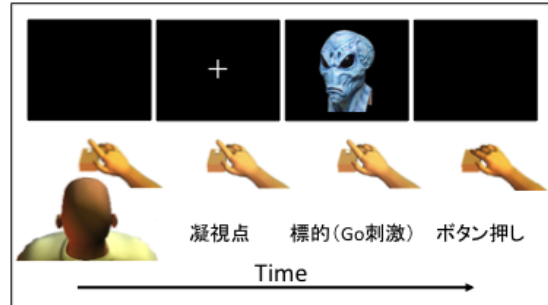
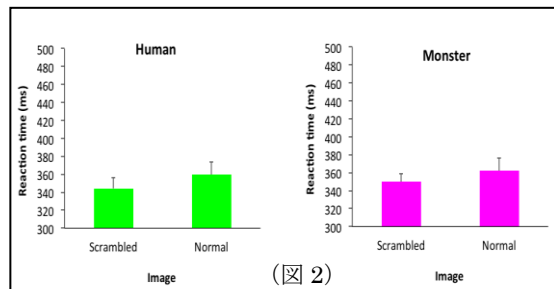
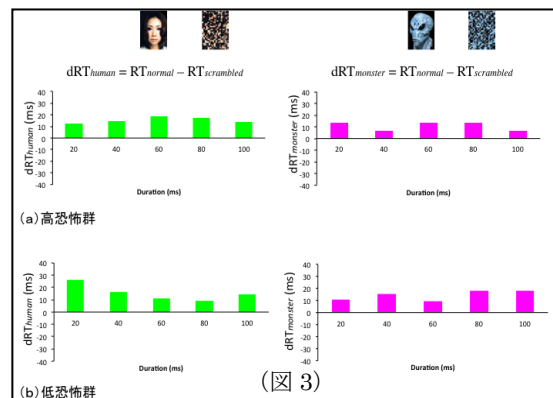


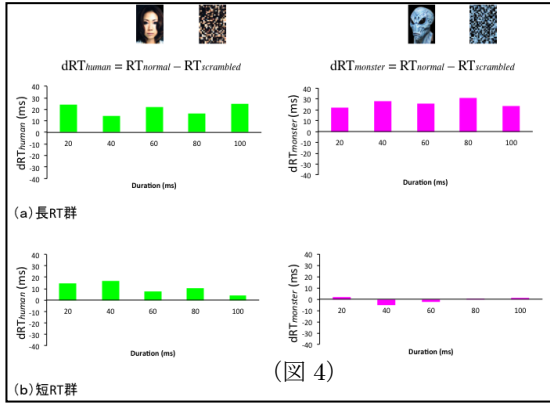
図 1 実験課題と実験手続き

反応時間: 4 種類の顔・スクランブル画像による Go/NoGo 課題の結果 (図 2)、ヒト・モンスターいずれもスクランブル画像より顔画像の RT が長かった。特にヒト画像では顔画像の RT 延長が有意に認められ、顔の知覚処理に時間がかかることが示された。

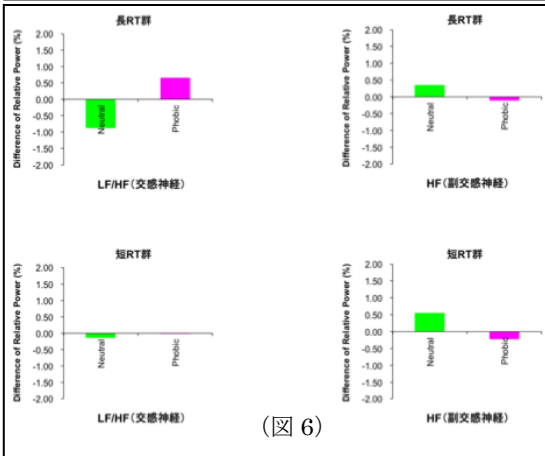
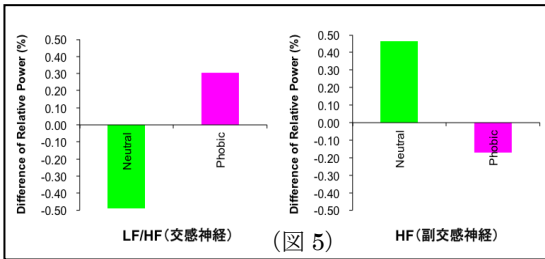


さらに、ヒト・モンスターの顔・スクランブルの RT 差 (dRT) を求め、高・低恐怖群で比較したところ、恐怖の程度による dRT 差はみられなかった (図 3)。RT の遅速で dRT を比較したところ (図 4)、短 RT 群ではモンスター刺激の dRT がゼロに近く、モンスターの顔画像処理がスクランブル画像とほぼ同じ時間で遂行されたことが示された。これはヒトの顔処理と大きく異なる結果である。





指尖脈波：指尖脈波の周波数分析から交感・副交感神経活動を検討したところ(図5)、ヒトの顔(neutral)では副交感神経優位、モンスター(Phobic)では交感神経優位が認められ、その傾向は特に高恐怖群で顕著だった。さらに、長・短RT群で比較したところ(図6)、交感神経活動の亢進は長RT群にのみ現れ、短RT群には認められなかった。



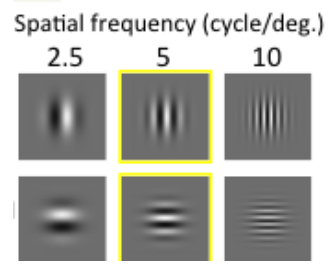
これらの結果から、短RT群では、ヒト・モンスターいずれも顔刺激による交感神経活動亢進がなく、特にモンスター画像では顔とスクランブル刺激が同程度に自律神経系(情動系)応答を起こしたものと思われ、それがRT変化を生じさせなかった(dRTをゼロにした)原因と思われる。また全体としては、モンスター顔への交感神経優位が認められたものの、RTには顕著な差がなかったことから、モンスター刺激による知覚運動系と自律神経系(情動系)の処理にはほとんど関連性がないものと推察された。

(5) 実験 2 (2011~2012)

実験 2 では、電気刺激により恐怖条件付け

した縦・横縞画像(図7)の刺激を用いた。

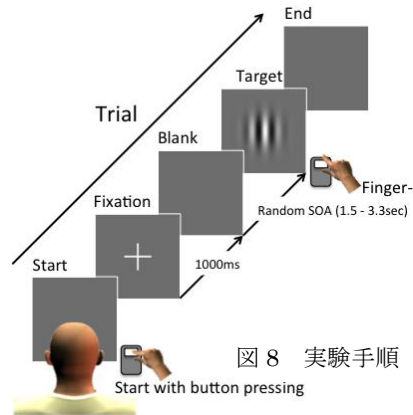
恐怖条件付けは5cpdに対してのみ行い、感覚閾値の3倍強度の電気刺激を0.5秒呈示した。比較のため恐怖条件付けなし群も設けた。実験



参加者は、本研究の研究チーム関係者9名とし、3群に振り分けた。

実験課題は、刺激(縦・横縞)、空間周波数(2.5、5、10cpd)、呈示時間(40、80、160ms)の2x3x3の18条件で、各20試行からなる単純RT課題とし、Pre試行(360試行)、恐怖条件付け、Post試行(360試行)の手順で計720試行の単純RT課題を実施した。

各試行の手順(図8)は、実験参加者のマウスボタン押しで開始し、1秒間の凝視点呈示、その1.5~3.3秒後にいずれかの画像刺激を呈示、それに対しマウスボタンを出来るだけ素早く離すというものであった。



結果：反応時間の分析では、視覚刺激の情動成分(恐怖条件付けによって形成された恐怖)の処理に関わる情報処理の特徴を、知覚運動系情報処理の点から検討した。図9には、各グループ(上段、中段はそれぞれ縦縞、横縞5cpd画像に条件付けした群、下段は条件付けなし群)、各条件(2.5、5、10cpd)における縦縞(各段の左列)及び横縞(各段の右列)へのRTの差分値($dRT = PostRT - PreRT$)を示した。

図9の上段左列(縦縞条件付け群の縦縞への反応)、中段右列(横縞条件付け群の横縞への反応)では、恐怖条件付けした5cpd条件でdRTが正に偏倚する傾向がみられ、恐怖条件付けによる反応遅延が認められた。また、恐怖条件付けしてなかった画像刺激(縦縞条件付けでは横縞刺激、横縞条件付けでは

縦縞刺激)の dRT も大きく変動しており、恐怖条件付けが汎化的に影響を及ぼした可能性が認められる。これらに比較し、9 図下段の条件付けなし群は dRT が小さく、条件間の変動もほとんどないことから、恐怖条件付け群の dRT 変動は恐怖条件付けによるものであったと推察される。

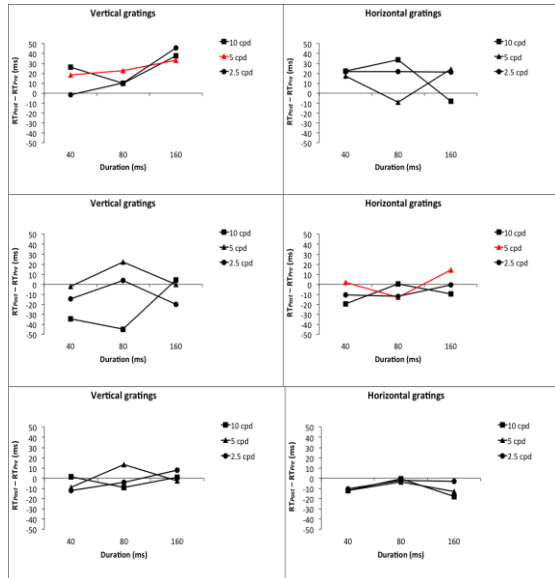


図9 群・条件別平均 RT の差分值 (dRT)

($dRT = \text{PostRT} - \text{PreRT}$; 正の dRT は PostRT が PreRT より延長、負は短縮を示す。上・中・下段は、それぞれ縦・横縞条件付け群、条件付けなし群; 左列は縦縞 dRT、右列は横縞 dRT を示す)

4. 研究成果

本研究では予備実験 実験 1 実験 2 の 3 ステップにより情動刺激の運動反応の変容を検討した。

予備実験では、International Affecting Picture System (IAPS; Lang et al. 1999) の情動刺激としての妥当性を検討し反応時間 RT 課題及び画像の情動指数を因子分析等により分析した。結果、IAPS 画像は本実験計画で用いる情動刺激として妥当性に乏しく他の情動刺激の利用を検討することとした。

実験 1 では、新たな情動刺激としてモンスターの顔画像を用いることとし、Go/NoGo 課題により RT と指尖脈波を指標とする検討を行った。その結果、モンスター顔への交感神経優位が示され、情動刺激としての妥当性が認められた。他方、RT には顕著な差がなかった。これらの結果から、モンスター刺激による知覚運動系と自律神経 (情動) 系処理は関連性が薄いことが示唆された。また全般的に RT の短かった群では、顔刺激による交感神経活動の亢進がほとんどみられず、自律神経 (情動) 系ではモンスターの顔刺激がスクランブル刺激と同等に処理され、その結果 dRT

に変化が生じなかったものと推察された。

実験 2 では、さらに強い情動反応を得るために、縦・横縞模様恐怖条件付けをした刺激を情動刺激として用い、恐怖条件付け前後 (Pre 試行、Post 試行) に単純 RT 課題を実施した。その結果、Post 試行における恐怖条件付け刺激の RT 反応が特異的に遅延する傾向がみられ、また恐怖条件付けしてなかった他の刺激条件の RT にも相対的に大きな変動が生じた。これらの結果から、明確な情動反応を誘発する刺激を用いると運動反応に遅延 (あるいは焦燥) 反応が生じる可能性が示唆された。

(まとめ)

情動刺激とそれに誘発される運動反応については、情動刺激の強度やその意識・無意識的側面が大きく影響することが予想される。したがって、今後の継続研究としては、さらに被験者数を増やすこと、また恐怖条件付けを画像と不快音の組み合わせ、否定的・嫌悪的言語刺激との組み合わせなどに切り替え、多数の一般成人の実験参加者を用いた実験系を確立する必要があると示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 16 件) (すべて査読有り)

- ① Sakurai R, Fujiwara Y, Ishihara M, Higuchi T, Uchida H, & Imanaka K (2013). Age-related self-overestimation of step-over ability in healthy older adults and its relationship to fall risk. *Biomed Central Geriatrics*, 113:44, doi:10.1186/1471-2318-13-44.
- ② Suzuki K & Imanaka K (2012). Visual and motor information processing underlying the facilitation of motor responses in a backward masking paradigm. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 17(3), 87-97.
- ③ Higuchi T, Seya Y, & Imanaka K (2012). Rule for scaling shoulder rotation angles while walking through apertures. *PLoS ONE*, 7(10), e48123.
- ④ Kida T, Kaneda T, & Nishihira Y (2012). Modulation of somatosensory processing in dual task: An event-related brain potential study. *Experimental Brain Research* 216 (4), 575-584.
- ⑤ Kida T, Kaneda T, & Nishihira Y (2012). Dual task repetition alters event-related brain potentials and task performance. *Clinical Neurophysiology*, 123 (6), 1123-1130.

- ⑥ Yasuda K, Higuchi T, Sakurai R, Yoshida H, & Imanaka K (2011). Immediate beneficial effects of self-monitoring body movements for upright postural stability in young healthy individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16, 244-250.
- ⑦ Fujikake H, Higuchi T, Imanaka K, & Malouney LT. (2011). Directional bias in the body while walking through a doorway: Its association with attentional and motor factors. *Experimental Brain Research*, 210, 195-206.
- ⑧ Higuchi T, Murai G, Kijima A, Seya Y, Wagman JB, & Imanaka K (2011). Athletic experience influences shoulder rotations when running through apertures. *Human Movement Science*, 30, 534-549.
- ⑨ Nishihira Y, Sekijima J, Hayashi K, Hayashi Y, & Higashiura T (2011). Effects of exercise on event-related potentials in children. *Advances in Exercise and Sports Physiology* 17 (1), 15-20.
- ⑩ 今中國泰 (2010). 知覚・運動・行動における非意識性の多様な理解. スポーツ心理学研究, 37(2), 113-121.
- ⑪ Suzuki K & Imanaka K (2010). Comparisons of reaction times in a simple reaction time task and a speed judgment task under the backward masking paradigm with various lengths of stimulus onset asynchrony between the prime and mask stimuli. *Bulletin of Living Science I*, 32, 109-116. (Living Science Institute, Bunkyo University)
- ⑫ Suzuki K & Imanaka K (2009). Relationships among visual awareness, reaction time, and lateralized readiness potential in a simple reaction time task under the backward masking paradigm. *Perceptual and Motor Skills*, 109, 187-207.
- ⑬ Ishihara M & Imanaka K (2009). Visual perception and motor preparation of manual aiming: A review of behavioral studies and neural correlates. In I. L. Nilsson & W. V. Lindberg (Eds.), *Visual Perception: New Research* (Chap.1, pp.1-47). NY: Nova Science Publishers.
- ⑭ Katsumata H, Suzuki K, Tanaka T, & Imanaka K (2009). The involvement of cognitive processing in a perceptual-motor process examined with EEG time-frequency analysis. *Clinical Neurophysiology*, 120, 484-496.
- ⑮ Higuchi T, Hatano N, Soma K, & Imanaka K(2009). Perception of spatial requirements for wheelchair locomotion in experienced users with tetraplegia. *Journal of Physiological Anthropology*, 28(1), 15-21.
- ⑯ Hatta A, Nishihira Y, Higashiura T, Kim SR, Kaneda T (2009). Long-term motor practice induces practice-dependent modulation of movement-related cortical potentials (MRCPPs) preceding a self-paced nondominant handgrip movement in kendo players. *Neuroscience Letters*, 459 (3), 105-108.
- [学会発表] (計 16 件)
- ① Rutiku R, Einberg A, Imanaka K & Bachmann T (2013). The contents of a steady visual background have an effect on TMS-evoked EEG perturbation: Natural scenes compared to scenes with man-made environments increase EP slow negativity. 5th International Conference on Non-invasive Brain Stimulation 2013. Leipzig, Germany, March 19-21.
- ② Imanaka K (2013). A tentative report of the effects of backward masking on representational momentum. Guest Talk. Institute of Human Performance, University of Hong Kong, Hong Kong, China, March 6.
- ③ Imanaka K (2012). Perceptual inputs with unawareness facilitate motor response: A behavioural and EEG study of visual and somatosensory reaction times under backward masking. Guest Seminar, Bachmann Lab, Estonian Center for Behavioral and Health Sciences, University of Tartu, September 29.
- ④ Imanaka K (2012). Effects of masked moving stimuli on the size of representational momentum. Guest Talk. Institute of Human Performance, University of Hong Kong, Hong Kong, China, March 5.
- ⑤ Sakura R, Ishihara M, Fujiwara Y, & Imanaka K (2012). Characteristics of old adults' self-estimation of their

- own ability in stepping over action. North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity 2012 Annual Meeting, Hawaii, USA, June 7-9.
- ⑥ Sakura R, Ishihara M, Fujiwara Y & Imanaka K (2012). Association between self-estimation of stepping-over ability and falls in older adults. The Gerontological Society of America 65th Annual Scientific Meeting, San Diego, USA, November 14-18.
- ⑦ Yasuda K, Higuchi T, Kawasaki T, Watanabe R, Imanaka K (2011). Immediate effects of a self-monitoring exercise on postural stability in healthy subjects. 1st European Neuro Rehabilitation Congress 2011. Meran, Italy, Oct 20-22.
- ⑧ Imanaka K & Suzuki K (2011). Perceptual inputs without awareness facilitate motor responses: A behavioral and EEG study of visual/somatosensory reaction times under backward masking. Australasian Skill Acquisition Research Group (ASARG) 5th Annual Conference. Institute of Human Performance, University of Hong Kong, Hong Kong, China, May 23-24.
- ⑨ Sakurai R, Ishihara M, Fujiwara Y, & Imanaka K (2011). Older adults overestimate their physical ability in stepping over action. 15th Association for the Scientific Study of Consciousness, Kyoto, Japan, June 9-12.
- ⑩ Watanabe R, Higuchi T, & Imanaka K (2011). Imitation and visual perspective of the model: Interactive effects of view and congruence of the body facilitate imitation. 15th Association for the Scientific Study of Consciousness, Kyoto, Japan. June 9-12.
- ⑪ Sakurai R, Yasuda K, Ishihara M, Higuchi T, & Imanaka K (2010). Effects of eyes open on postural control of quiet standing in a completely dark condition. The 7th international Motor Control Conference, Varna, Bulgaria, September 24-26. (Motor Control Conference, MCC VII Abstract Book, pp.23-24.)
- ⑫ Imanaka K (2010). Effects of non-conscious perception on motor response: Visual/somatosensory reaction times under backward. Guest Talk, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, September 29.
- ⑬ Katsumata H & Imanaka K (2010). Task-dependent involvement of cognitive processing in visuomotor tasks examined by cortical connectivity. Society for Psychological Research 50th Annual Meeting, Portland, USA, Sept. 29 - Oct 3.
- ⑭ Momma H, Sugawara K, Higuchi T, & Imanaka K (2009). Cortical facilitation during motor imagery of wrist flexion-extension oscillatory movements at different forearm positions: a TMS study. The 10th Congress of European Federation for Research in Rehabilitation, Riga, Latvia, Sept. 9-12.
- ⑮ Higuchi T, Murai G, Kijima A, Imanaka K, & Wagman J. B. (2009). Prospective control in running through apertures by American football players. (Symposium) Prospectivity in perception-action. The 15th biannual International Conference on Perception and Action, Minnesota, USA, July 12-17.
- ⑯ Katsumata H & Imanaka K (2009). Cortical activities for executing a visuomotor task examined by coherence analysis. Progress in Motor Control VII, Marseille, France.

[その他] ホームページ等 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今中 國泰 (IMANAKA KUNIYASU)
 首都大学東京・人間健康科学研究科・教授
 研究者番号：90100891

(2) 研究分担者

西平 賀昭 (NISHIHARA YOSHIAKI)
 筑波大学・体育系・教授
 研究者番号：20156095

樋口 貴広 (HIGUCHI TAKAHIRO)
 首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授
 研究者番号：30433171

(3) 研究協力者

石原 正規 (ISHIHARA MASAMI)
 首都大学東京・人間健康科学研究科・特任助教
 研究者番号：60611522