

平成 23 年 05 月 30 日現在

機関番号： 82401

研究種目： 若手研究(B)

研究期間： 2007～2010

課題番号： 19700312

研究課題名(和文)

長期にわたり訓練した将棋思考過程の fMRI による研究

研究課題名(英文) A fMRI study on the cognitive though processing of shogi players with long-term training

研究代表者

万 小紅 (WAN XIAOHONG)

独立行政法人理化学研究所・認知機能表現研究チーム・研究員

研究者番号： 60450425

研究成果の概要(和文)：

将棋のプロ棋士は、長い訓練と対戦経験から得た情報を基に、瞬時に状況を判断し、最適な次の一手を直観的に導き出すことができる。このような直観的な次の一手の導出に関わる脳の神経回路の情報処理機構を解明するために、プロ棋士とアマチュア棋士で比較した。プロ棋士の脳で特異的に活動する 2 個所の領域、1 つは将棋盤面を見て瞬時に駒組を認識するときに活動する大脳皮質頭頂葉の楔前部、もう 1 つは最適な次の一手を直観的に導き出すときに活動する大脳基底核の尾状核、を同定した。棋士の直観的な導出能力が、楔前部と尾状核を結ぶ神経回路に埋め込まれている可能性を示唆した。

研究成果の概要(英文)：

The superior capability of cognitive experts largely depends on quick automatic processes. To reveal their neural bases, we used functional magnetic resonance imaging to study brain activity of professional and amateur players in a board game named shogi. We found two activations specific to professionals: one in the precuneus of the parietal lobe during perception of board patterns, and the other in the caudate nucleus of the basal ganglia during quick generation of the best next move. Activities at these two sites covaried in relevant tasks. These results suggest that the precuneus-caudate circuit implements the automatic, yet complicated, processes of board-pattern perception and next-move generation in board game experts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,300,000	0	1,300,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,100,000	540,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：神経科学・神経科学一般

キーワード：(1) 将棋 (2) プロ棋士 (3) アマチュア (4) fMRI (5) 直観 (6) 次の一手

1. 研究開始当初の背景

将棋やチェスなどのボードゲームでの思考過程は、相手の王をとる“詰み”に向けて、複雑な論理的予測の積み重ねと、直観的な飛躍との組み合わせで進行します。そのため、ボードゲームの名人たちの思考過程は、人間だけに 高度に発達した思考の仕組みを解明する上で、古くから重要な研究対象でした。特に、チェスに関する認知心理学では長い歴史があります。1950年代には、チェスの局面を提示し、考えていることをすべて声に出しながら、最適な 次の一手を決めてもらう実験が行われました。声に出した考えの過程を記録して、世界トップクラスの熟達者と街クラブの愛好家の間で比較すると、読みの深さ（何手先まで検討するか）と広さ（どれだけ多くの手の広がりを検討するか）にはほとんど差がありませんでした。しかし、熟達者では最善手が読みの初めの方に出てきたのに対し、愛好家では多数の読みの中からはしばしばもれていることがありました。この現象は、熟達者による最適な次の一手は長考の末に導き出されるのではなく、長考の前にすでに直観的に導き出されていることを示します。また、チェスの盤面に対する記憶能力も調べられました。短時間見た盤面を再現する能力は、熟達者の方が愛好家よりも格段に優れており、通常知られる短期記憶の容量をはるかに上回っていました。この現象を認知心理学では、熟達者は数個の駒からなる定型的な駒配置を数多く長期記憶に蓄えていて、これらの駒配置を組み合わせることで盤面の短期記憶に利用している、と説明しました。

さらに認知心理学では、この熟達者の優れた直観能力と短期記憶を関連づけました。つまり熟達者は、長い訓練と対戦経験によって、定型的な駒配置と最適な次の一手を連想記憶でつなげており、駒の配置を見るだけで最善手を導き出すことができる、と考えたのです。しかし、このような推測が正しいか、また正しいとしてもその心理過程がどのような脳活動によって引き起こされているかは全く分かっていませんでした。

2. 研究の目的

将棋のプロ棋士たちも、次の一手は「直観的に」頭の中に浮かんできて、残りの持ち時間は、この直観的に浮かんだ指し手の他に良い指し手がないかを確認したり、心理的な

駆け引きのために費やす、というコメントを繰り返して述べています。そこで研究グループは、プロ棋士たちが戦局を素早く理解して、最適な 次の一手を直観的に思いつく神経基盤を明らかにすることを目指しました。

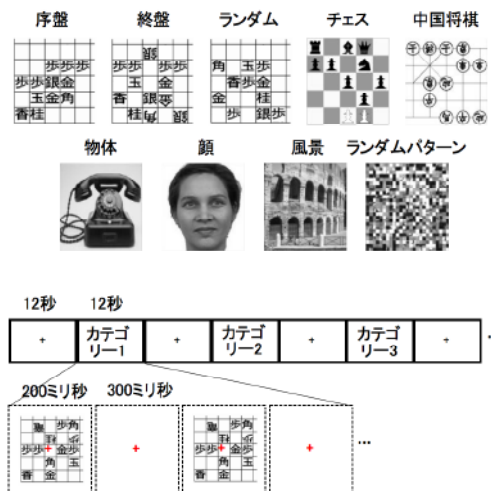
3. 研究の方法

プロ棋士の優れた能力の脳基盤を解明することを目指して、プロ棋士とアマチュアの能力を心理学的に測定し、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）で脳活動の測定を行なった。

(1) 盤面知覚課題

プロ棋士11名（4段～7段）と高段位アマチュア棋士8名（3段～5段）、中段位アマチュア棋士9名（2級～1段）の3グループの協力を得て実験を行いました。MRI装置の中に被験者が入り、さまざまなカテゴリーの写真（図1）を見る課題（盤面知覚課題）を行った。

図1. 盤面知覚課題



(2) 直観的思考課題

盤面を知覚した後、次の一手を直観的に選択するときに活動する脳の領域を探すため、プロ棋士17名（4段～9段）と高段位アマチュア棋士17名（2段～4段）の2グループの協力を得て、MRI装置内で詰め将棋の問題（または必至問題）を解いてもらいました（直観的思考課題）。その際、被験者に最適な次の一手をじっくりと探してもらうのではなく、直観的に選択してもらうため、問題の提示時間を短く（1秒）し、回答を2秒以内に4択から選ぶという工夫を行った（図2）。

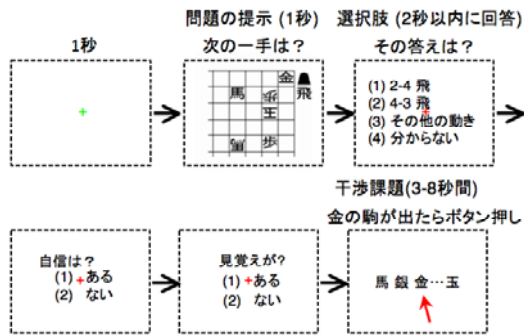


図 2. 直観的思考課題

4. 研究成果

(1) 将棋の盤面を見たときに活動する脳領域 (盤面知覚課題)

プロ棋士だけ、頭頂葉の後部内側にある楔前部 (けつぜんぶ) と呼ぶ領域で、実戦的な将棋の盤面 (序盤と終盤) に特異的な活動を見いだした。この楔前部領域は、将棋の駒をランダムに配置した盤面やチェス、中国将棋の盤面を見たときの活動は低かったことから、実戦盤面での定型的な駒組に特異的に反応すると考えられる (図 3)。

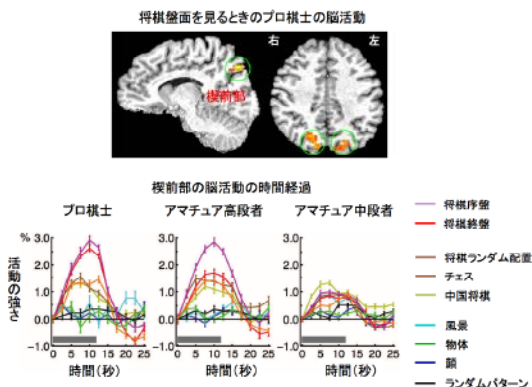


図 3. 将棋の盤面を見たときに活動する脳領域

(2) 次の一手を直観的に導き出すときに活動する脳領域 (直観的思考課題)

課題遂行中のプロ棋士では、大脳皮質のいくつかの領域と、大脳基底核にあるオタマジヤクシの形をした尾状核の頭の部分 (尾状核頭部) で活動があった。しかし、次の一手を考える必要がないコントロール課題では、大脳皮質の領域で活動があるものの尾状核では活動がなかった。そこで、直観的思考課題に特異的な活動を探するため、直観的思考課題中の脳活動からコントロール課題中の脳活動を差し引いたところ、尾状核の活動だけを見いだすことができた。また、じっくり考えて次の一手を選択する長考課題では、大脳皮質の活動だけがあり、尾状核の活動はなかった。一方、アマチュア棋士では、直観的思考課題と長考課題で共通して大脳皮質の活動だけがあり、尾状

核の活動は現れなかった (図 4)。これらの結果は、尾状核の活動がプロ棋士の優れた直観的思考の神経基盤であるという実験的証拠となった。

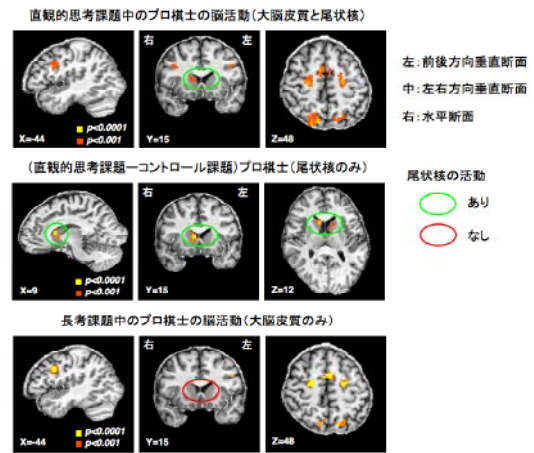


図 4. 次の一手を直観的に導き出すときに活動する脳領域

(3) 楔前部と尾状核の関係

楔前部と尾状核の活動の関係を調べるため、各試行 (直観的思考課題とコントロール課題) でこれら 2 つの脳領域の信号変化の相関を計算したところ、プロ棋士だけが、コントロール課題に比べて直観的思考課題で楔前部と尾状核の活動の変化が有意に正の相関をしていることが分かった。この結果は、盤面知覚に関わる楔前部の活動と次の一手の導出に関わる尾状核の活動が連動していることを表す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizuya T., Cheng K. and Tanaka K., The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts. *Science* 311, 341-346 (2011) (査読あり)

[学会発表] (計 5 件)

① Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizuya T., Cheng K. and Tanaka K. Neural Correlates of Experience-Based Intuition in Dorsal Striatum. 2009, Oct. 16. 2009 annual society for neuroscience meeting, Chicago, USA (2009 年 10 月 16 日, ポスター).

② Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizuya T., Cheng K. and Tanaka K. The neural basis of intuitive judgment in professional shogi players. 2009, Sep. 14 The 32nd Japanese neuroscience annual meeting, Nagoya, Japan (2009 年 9 月 14 日口頭).

③ Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizya T., Cheng K. and Tanaka K. Shogi patterns recognition in professional players. **2008, Nov. 11.** Annual society for neuroscience meeting, Washington D.C., USA (2008年11月11日、口頭).

④ Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizya T., Cheng K. and Tanaka K. Specific medial parietal activation evoked by seeing Shogi patterns in professional players. **2008, July. 9** The 31st Japanese neuroscience annual meeting, Tokyo, Japan (2008年7月9日、口頭).

⑤ Wan X., Nakatani H., Ueno K., Asamizya T., Cheng K. and Tanaka K. The neural substrate of Shogi pattern recognition shaped by long-term training in professional players. **2008, June. 14** The 14th annual Human Brain mapping meeting, Melbourne, Australia. (2008年6月14日、ポスター)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.brain.riken.jp/shogi-project>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

万 小紅 (WAN XIAOHONG)

独立行政法人理化学研究所・認知機能表現研究チ

ーム・研究員

60450425

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし