

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540124

研究課題名(和文) 景観認識過程における脳共賦活メカニズムの解析とモデル化：生活基盤技術構築に向けて

研究課題名(英文) fMRI Analysis of brain activation in viewing landscapes and its theoretical modelling

研究代表者

山田 圭二郎 (YAMADA, KEIJIRO)

京都大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00303850

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、景観認識過程における脳の共賦活メカニズムを明らかにすることを目的として、fMRIを用いた実験と解析を行った。その結果、景観認識過程においては、特に快を誘発する景観画像群において、物体の客観的知覚・認知に係る腹側視覚経路よりも、自己と空間との関係性(視空間イメージ、自己身体定位、触知的・運動感覚的)の認知に関わる背側視覚経路の働きが優位であった。快を誘発する景観は、自己の行動可能性の条件に関わる可能性を示唆する。また、事物や空間の客観的判断と直観的判断との相互連絡(フィードバック/フォワード)に係る楔前部の関与が示唆され、「感性」の機序や景観の評価機構に迫る上での重要な知見を得た。

研究成果の概要(英文)：In this study, we assessed the topics below: the visual information pathway, areas related to emotion, and a region which may judge something pleasant/unpleasant by analyzing brain activation whilst participants observed landscape (pictures) using fMRI. Our results begin to describe the neuro-scientific mechanisms of how people perceive, recognise, and evaluate various kinds of landscape. We strongly believe that fMRI will be useful for the analysis of the mechanism of landscape evaluation and KANSEI.

研究分野：景観工学

キーワード：景観 知覚 認知 認識 評価 fMRI 情動 感性

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 社会的背景

経済・社会構造の変化や価値観の多様化に伴い、健康や幸福感等を含む生活の質が重視される中、心の健康や幸福感等を視野に入れた都市空間の計画・設計や、使うことが喜びや幸福感をもたらす、認知症患者、障がい者、高齢者等の生きがいや主体的な社会参加を促す技術開発が求められている。

### (2) 学術的背景

上述の社会的背景の下、近年、こころや感性、社会脳等に注目した学術研究の新しい潮流がある。これは、脳科学、情報学等に係る技術的進展と相まって、その深層には、意識無意識、理性感情、主観客観等のあいだを取り結ぶような中間論理、直観や感性を見直す学術的動向とも連動しており、これらを見据えた研究が医工両分野にも求められている。

## 2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究では、以下の研究課題に取り組むことを目的とした。

### (1) fMRI を用いた景観認識課程における脳の共賦活メカニズムの解析

景観という現実の日常空間の認識であり、客観的認識と同時に情緒や価値等の主観的評価を含む認識を対象に、景観認識課程において、前頭前野、各種感覚野、大脳辺縁系等の複数脳部位が同時または継時的に賦活する、脳の「共賦活メカニズム」を、fMRI 等を用いた実験を通じて解析・比較検討し、明らかにする。

### (2) 景観認識におけるヒューマンパフォーマンスモデルの理論的枠組みの検討

ヒトの情報処理過程を、知覚、認知、行動(評価)の各システムと情動・感情等の複合的システムとして検討・整理し、景観認識におけるヒューマンパフォーマンスモデルの理論的枠組みを検討する。これにより、景観の知覚・認知から認識・評価に至る機構を仮組みする。

## 3. 研究の方法

### (1) fMRI を用いた脳の共賦活メカニズムに関する実験・解析

事前アンケートにおいて、快/不快の11段階評価を実施して選定した21枚(快画像7枚、中性画像7枚、不快画像7枚)の景観画像を視覚刺激(画像タスク)とし、課題のブロック(タスク:12秒)と安静時のブロック(レスト:15秒)の組み合わせを1セットとしてこれを複数回繰り返して行うブロックデザインにより実験を行った。

実験は、Siemens社製MAGNETOM Symphony Sonata 1.5T臨床用MRI装置を使用し、脳画像データの解析は、SPM8(Wellcome Department of Cognitive Neurology,

University College London)にて行った。

被験者は、後述(2)の実験を含め、20から39歳の計16名(平均年齢 $24.9 \pm 4.4$ 、男性7名、女性9名)を対象とした。景観画像タスクについては、このうち女性8名、男性4名の12名を対象に行った。

### (2) IAPS画像を用いた実験結果の比較検証

上記(1)の実験結果(脳賦活)が、景観(画像)に起因するものであることを検証するため、フロリダ大学提供の強い快/不快感情を誘発する国際的指標とされている画像セット:IPAS(international Affective Picture System)画像を抜粋して用いた同様のブロックデザインによる実験を行った。被験者は、女性7名、男性5名の合計12名(このうち、8名は上記(1)の実験と同様の被験者である。

### (3) 景観画像上の視線走査・注視傾向の解析

景観画像の認識・評価とその際の被験者の視線動向との関係を解析・把握するため、同様の実験条件の下で、アイマークレコーダーを用いた実験を行った。アイマークレコーダーは、NAC社製EMR-9(片眼)を使用した。

## 4. 研究成果

### (1) fMRI を用いた脳共賦活メカニズムの解析

fMRI信号の解析の結果、視覚情報伝達経路について腹側視覚経路と背側視覚経路の双方に活動が見られた。景観画像タスクでは特に、背側視覚経路がより賦活しており、ヒトが景観を見た際には、奥行きや空間情報、身体定位が重視されていると推察された。緩い検定においては、快画像において空間視覚経路の最終段階である上頭頂小葉を中心に賦活が見られ、触覚的・運動感覚(体性感覚)的知覚を含む空間知覚と身体定位が推察された。不快画像の提示では、小脳や海馬に活動が見られ、記憶との関連が示唆された。さらに、日本の伝統的家屋等(快画像)を認識した際には、楔前部に賦活が見られた(図1)。これは、同一被験者において、実験後アンケートでの快不快評価(11段階)とfMRI信号解析の結果(賦活量)の結果間に、有意な負の相関があったことから、楔前部は単純な景観の快不快ではなく、その構成要素や配置等に係る客観的判断に関連することが示唆された。

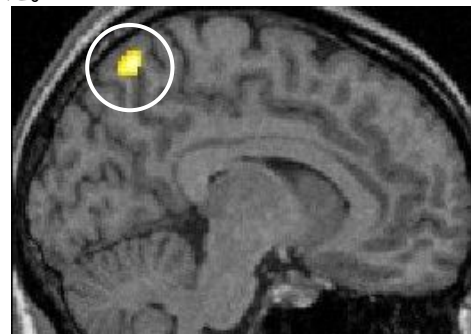


図1 fMRI信号解析結果(楔前部の賦活)

(2) IAPS 画像を用いた実験結果の比較検証  
IAPS 画像群では、全画像において腹側経路に顕著な活動が見られ、物体の色彩・形態等の認識が優位に働いていることが示唆された。また、IAPS 不快画像群に関する緩い検定において、扁桃体の活動が認められた。これは、扁桃体を含む「ヤコブレフの情動回路」の関与を示唆するが、提示画像の快不快の認識過程において、直観的な瞬時の判断ではなく、提示画像中で快又は不快を誘発する物体等の認識が、優位に働いた可能性がある。

他方、景観画像群では、上述(1)の通り、腹側経路のみならず背側経路にも活動が見られ、全画像で小脳に有意な活動が見られた。また、不快な景観画像群で海馬に有意な活動が見られた。小脳は運動の実行機能を担っていると考えられてきたが、近年では認知機能、特に行動の認知的側面に関わっていることが示唆されている。つまり、実際の運動というよりむしろ、仮想行動的側面(運動の想像)に関わっていることが示唆される。また、海馬は記憶を司るパベツの回路(記憶回路)の一部であり、景観認識及び評価(特に不快の評価)における記憶の関与が示唆された。

景観の快の情動には、明確な自伝的記憶との直接的関連よりは、背側経路に係る空間認知や自己身体定位、また仮想行動(行動可能性)の側面がより強く関与し、景観の不快の情動には、腹側経路(色・形等の物体それ自体の認識)及び記憶がより強く関与していることが示唆された。

### (3) 視線走査・注視傾向

(1)と同じ景観画像群を用いたアイマークレコーダーを用いた実験解析の結果、視線走査は、画像群の快不快に関わらず、第一に奥行き方向への走査(往復)、次にスカイライン等の空間輪郭をなぞる形での走査が顕著であった。特定の快又は不快要素に注視傾向(視線滞留時間)が偏ることはなかった。視線走査速度には快/不快の間で若干の差異が認められたが、優位差は認められなかった。

以上の結果をまとめる。

景観の知覚・認知は腹側視覚経路及び背側視覚経路の双方が関わっており、前者はアイマークレコーダー実験において、空間輪郭をなぞる形での視線走査、後者は同実験における奥行き方向への視線の往復に対応するものと考えられる。

景観の認識・評価においては、腹側・背側視覚経路のうち、とくに背側視覚経路がより優位に関与している可能性が示唆された。それは、景観の色彩・形態的側面よりは、当該景観内の空間を<身体場>とした自己身体定位や触知的(体性感覚的)な認識、及びそこでの自己の行動認知(仮想行動/行動可能)的側面が強く関わっていることが示唆された。また、腹側視覚経路を通じた物体認識と、海馬や扁桃体等を通じた記憶との関連が示

唆された。景観の「直観的評価」或いは「感性的評価」における「行動可能性」の重要性は、本研究とは全く異なる哲学者(西研)との共同による現象学的アプローチ(主観的アプローチ/本質観取)からも見出されており(山田圭二郎・西研:風景の人間の意味を考える「なつかしさ」を手がかりに、『風景とローカル・ガバナンス 春の小川はなぜ失われたのか』第6章、pp.211-245、早稲田大学出版部、2014)、興味深い結果である。

また、景観の認識・評価において、「楔前部」の働き的重要性が示唆された。先述の結果から、楔前部は、客観的事物の客観的判断(前頭葉系或は腹側視覚経路)と、視空間イメージや自己関連処理、行動可能性等の直観的判断(頭頂葉系/背側視覚経路)、さらには情動回路・記憶回路等に関わる辺縁系の活動との相互連絡(フィードバック or フィードフォワード)に関連する可能性が示唆され、客観・主観・意識・無意識・理性・感情等の間を取り結ぶ「感性」の機序や景観の評価機構において、楔前部が重要な役割を果たしている可能性がある。この関係性に基づいて仮組みした、景観認識におけるヒューマンパフォーマンスモデルを、今後、脳科学的に、また先述した現象学的アプローチも用いながら検証し実証していく必要がある。

### 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 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

- (1) 大崎可織、山田圭二郎、松本純也、中井隆介、岩田博夫、精山明敏、fMRI を用いた景観評価の検討、第 106 回近畿生理学懇話会(奈良県立医科大学、2013.11.2)、日本生理学雑誌 Vol.76, No.2, p.89, 2014.
- (2) 松本純也、山田圭二郎、精山明敏、川崎雅史、fMRI を用いた景観画像認識時における脳の共賦活領域の解析、景観・デザイン研究講演集 No.10、pp.114-119、土木学会、2014.12

〔図書〕(計 1 件)

- (1) 精山明敏、山田圭二郎、感性と風景「感性都市工学」への挑戦、安寧の都市：医学・工学からのアプローチ、pp.96-101、京都大学大学院工学研究科・医学研究科安寧の都市ユニット、2015.1

〔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：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://hdl.handle.net/2433/193435>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

山田 圭二郎 (YAMADA KEIJIRO)

京都大学・大学院工学研究科・特定准教授

( H27.4 ~ 金沢工業大学・基礎教育部・准教授 )

研究者番号：00303850

##### (2) 研究分担者

吉村 晶子 (YOSHIMURA AKIKO)

千葉工業大学・工学部・准教授

研究者番号：50356052

##### (3) 連携研究者

精山 明敏 (SEIYAMA AKITOSHI)

研究者番号：70206605