

博士學位論文内容の要旨

学位申請者氏名	張 紫薇
論文題目	デザインアイデア発想中の脳前頭前野部の賦活と自律神経状態に関する研究
論文審査担当者	主 査 前川 正実 ㊞
	審査委員 生田目 美紀 ㊞
	審査委員 坂口 明男 ㊞

近年は、多様化・複雑化された社会と個人の抱える問題を理解し解決へ導くために、具体的形態デザインにとどまらず、新規性の高いコンセプトの構築が重要となってきた。しかし抽象度が高く解空間が広いコンセプト構築を苦手とするデザイナーやデザイン学生は数多く存在しており、優れたコンセプト考案を可能とするための現状把握や改善方法の探索が必要である。

以上から本研究の目的は、「コンセプト考案」と「具体的形態考案」の間や、各自のアイデア発想能力の違い、またデザイナーが受ける助言内容の違いによる、脳活動を含む生理的反応についての知見獲得とする。なお、本研究が対象とする条件下で同様のアプローチをとる研究はこれまで存在しない。本研究では、スケッチ描画中の脳前頭前野部の賦活状態の計測には NIRS(近赤外分光法)脳計測装置を用いる。また自律神経状態の計測には、RRI(R-R Interval)の変動データ解析による HF を副交感神経活動の指標、LF/HF を交感神経活動の指標として用いる。

実験で用いる計測器で得られるデータの意味と限界について文献調査し、NIRS 脳計測装置で取得可能な、DLPFC(Dorsolateral Prefrontal Cortex)、MPFC(Medial Prefrontal Cortex)、OFC(Orbitofrontal Cortex)の役割と機能を把握した。また、RRI と自律神経状態およびアイデア発想行動との関係を把握した他、助言とアイデア発想および創造性との関係を調査した。また、前頭頭頂ネットワーク (FPN)、デフォルトモードネットワーク (DMN)、セリエンスネットワーク (SN)、これらの脳内ネットワークの関係性と、これらがデザイン推論中に果たす役割について、神経科学分野の文献を調査し把握した。この他、アイデアスケッチ行動における脳賦活を対象とした数少ない先行研究をレビューした。以上から、本研究範囲における神経科学分野の現時点の知見と、生理データの分析と解釈に関する知見を得るとともに、本研究の学術的意義を把握した。

デザイン活動の二種類の推論段階での脳前頭前野部と自律神経の活性状態を計測した実験では、コンセプト考案タスクと具体的形態考案タスクの違いを明らかにすることを目的とし、同一の 20 人を実験協力者として、タスク順序の異なる 2 種類の実験を、約 3 か月の期間を開けて実施した。各タスクの脳賦活量の相対変化データは、心拍や微細な体動の影響や頭皮の血流の影響を減じる複数のフィルター処理とベースライン補正を行い、各実験の冒頭で実験協力者へ課すコン

トロールタスクのデータを用いて標準得点に変換した後に統計的分析を行った。2種類の実験の結果から、脳前頭前野部の賦活において一見矛盾した分析結果が導き出されたことから、これらの結果の整合的な理解と説明を可能にするため、以下の仮説を構築した。仮説1：コンセプト考案は具体的形態考案よりも大きな脳賦活(主として DLPFC)を必要とする。仮説2：アイデア多産出群は、最初のタスクに取り組む際の脳賦活(MPFC)が大きい(アイデア少算出群よりも強い意欲の反映と推定される)。仮説3：複数の類似テーマに取り組む場合、後に実施するタスクでの脳賦活は減少する。これらの仮説の適用により、順序の異なる2種類の実験結果を矛盾なく説明できることを確認した。

デザイン発想時の助言内容の違いが脳前頭前野部の賦活と自律神経状態に与える影響を調べる実験では、デザインテーマを同一とする、「助言の無い最初のタスク(案はひとつのみ)」、「ユーザーの利用目的や利用状況に関する助言を受けたタスク(多くの案を要求)」、「具体的形態の操作に関する助言を受けたタスク(多くの案を要求)」の3条件を24人の実験協力者に課し、計測信号に不備がなかった22人を分析対象として以下の結論を得た。

1. 同じテーマの初めのタスクと後のタスクの脳賦活差は、上記の仮説3を支持する。
2. 助言の違いは脳賦活に影響しなかったが、助言内容以外の、実験順序等が要因となった可能性がある。
3. アイデア多産出群では、利用状況助言よりも形態操作助言を受けた方が交感神経は活性化しており、スケッチ作業を活発に行いやすかったものと推測される。
4. いずれの被験者群においても、最初の低負荷タスクと形態操作助言タスクの自律神経状態に差は無かったため、形態操作助言を受けたアイデア考案の負荷は低い可能性がある。

更にこの実験では、デザイン発想時の助言内容とアイデアの質との関係を対象とする調査を行い、アイデアの質はトランス創造的思考テストの4側面を用いたルーブリックを作成し定量的に評価した。その結果、アイデア数では形態操作助言が有利であり、独創性では利用状況助言が有利との結論を得た。

以上の実験結果の分析と考察をまとめた総括をし、以下のデザイン考案手順を提案する。コンセプト考案は一般的に抽象度の高い推論を要するため、まず既存の仮コンセプトに基づいて、具体的形態操作助言によりアイデア発想を多く行い、その後の過程で、利用状況助言をすることによって新規性の高いコンセプトを導き出し、これに基づいて新規性の高い具体的デザインを考案する。この考案手順は、デザインの初学者やアイデアを発想しにくい場合には特に有効と推測される。