

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18318

研究課題名（和文）脳血流計測によるデザイン思考の評価法確立に向けた基礎研究

研究課題名（英文）Basic Study on Evaluation Method for Design Thinking Using Cerebral Blood Flow Measurement

研究代表者

加藤 健郎（KATO, TAKEO）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・講師

研究者番号：70580091

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、デザイン思考における代表的なデザイン展開方法の1つであるスケッチに着目し、スケッチによるデザイン展開を新規発想、再解釈、水平展開、垂直展開の4つに分類した。さらに、スケッチによる各種デザイン展開を実施している際の脳活動を、近赤外線分光法を用いて計測することにより、各種デザイン展開の脳活動の差異を確認することで、スケッチを用いたデザイン思考の定量的評価方法を構築するための知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、製品開発の目的は、多機能化・高性能化からユーザの新たな価値や経験の創出へとシフトしており、デザイナーや設計者の問題解決や思考のプロセス（デザイン思考）が注目されている。しかし、「デザイン思考」に関する多くの取組みは、実務・教育経験者や被験者のアンケートなどにより主観的に評価されており、客観的な評価方法が求められている。本研究は、近赤外線分光法を用いた脳活動計測により、デザインにおける代表的な表示技法であるスケッチを用いたデザイン展開の種類を、脳活動により分類する可能性を示唆したものであり、今後のデザイン学分野の発展に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study focused on the sketch, which is one of the typical design idea expansion (design thinking) methods, and classified the types of the idea generation using sketch into the four: new generation, re-interpretation, lateral transformation, vertical transformation. To compare the four idea generation types, the brain activity measurement using NIRS apparatus was conducted. The result confirms the difference and suggest the possibility to develop the quantitative evaluation of the design thinking using sketch.

研究分野：デザイン学

キーワード：スケッチ 近赤外分光法 デザイン思考

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、製品の供給過多により、人工物に対する消費者の価値観は、物質的な充足から心の充足へとシフトしており、製品開発の目的は、多機能化・高性能化からユーザの新たな価値や経験の創出へと変化している。それらに対応するために、デザイナーや設計者（以下、デザイナーと称する）の問題解決や思考のプロセス（以下、デザイン思考）が注目されており、そのためのツールの開発や、それをを用いた教育や実践が盛んに行われている。近年注目されている狭義の「デザイン思考」は、IDEO や d.school が推奨するものであり、共感・問題定義・創造・プロトタイプ・テストの5工程を、デザイナー（ユーザ）の感性に基づいて進めるユーザ志向型のプロセスである。このため、技術起点のビジネスを得意とする日本企業への導入が難しいことや、得られる成果がデザイナーの能力に依存することなど、デザインにおける汎用な指針と成り得ていないことが指摘されている。さらに、「デザイン思考」に関する多くの取組みは、実務・教育経験者や被験者のアンケートなどにより主観的に評価されている。このため、多くの取組の割にはデザイン思考に関する知見が得られているとは言い難く、客観的（定量的）評価方法の確立による同思考に関する研究・教育・実務の発展が期待される。

デザイン思考において中心的な役割を担う「創造性」を定量的に評価するために、脳活動計測が行われている。主な研究として、MRI (Magnetic Resonance Imaging) により、解の評価基準が不明確なデザインタスク実施時の脳活動を計測した研究、形状を生成するタスクにおける脳活動をMRIにより計測した研究、近赤外線分光法（Near-Infrared Spectroscopy, NIRS）を用いて、創造的なミュージシャンと一般人の脳活動を比較した研究などが挙げられる。特に日本発の脳活動計測技術であるNIRSは、機器のサイズや測定の手軽さからタスクの自由度が高く被験者数も増やし易いことに加えて、ノイズの低減技術（SN比）も向上し続けている。このため、創造性の評価、ひいてはデザイン思考の評価指標の実現も十分に期待できると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、デザイン思考に関する文脈や知見を整理することで、デザイン思考の枠組みを構築するとともに、それが包含する多様なデザイン展開（アイデア展開）時の脳活動をNIRSにより計測することにより、デザイン思考と脳活動の関係性を解明することを最終的な目標とする。しかし、デザイン展開の方法は数多くあるため、それらの違いによるノイズが脳活動との対応づけを困難にすることが考えられる。そこで、本研究では、上述した目標達成のための第一段階として、代表的なデザイン展開方法であるスケッチに着目する。そして、スケッチを用いたデザイン思考のモデルを構築するとともに、同モデルをスケッチによるデザイン展開時の脳活動と対応づけることにより、デザイン思考と脳活動の関係性解明の一助とすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、スケッチを用いたデザイン思考モデルの構築と、それに基づくデザイン思考と脳活動の関係性解析を行い、デザイン思考の評価法を構築する。本研究の研究項目とその詳細を以下に示す。

- (1) スケッチを用いたデザイン思考モデルの明確化： まず、デザイン思考に関する研究の文脈と知見を整理することで、デザイン思考の枠組み（種別や適用範囲）を明確化する。例えば、既存のデザイン思考モデルの特徴を抽出しその差分により各モデルの分類を行う。次に、スケッチを用いた研究と実務を調査することでスケッチを用いたデザイン思考に関する知見を得る。最後に、得られたデザイン思考の枠組みとスケッチに関するデザイン思考の知見から、スケッチに関連するデザイン展開を抽出・整理することにより、スケッチを用いたデザイン思考モデルを明確化する。
- (2) 脳活動計測によるスケッチを用いたデザイン思考の評価法の構築： (1)で構築したモデルが有するデザイン展開を比較できるようなデザインタスクを構成し、脳活動計測を行う。そして、得られたデータ（脳の賦活部位）をデザイン展開ごとに類型化することで、デザイン思考に関する生理的（客観的）な評価指標（評価法）を得る。具体的には、各デザインタスクにおける脳血流変化の時系列データを計測した後、被験者のデザイン展開の種類をアイトラッキングシステムやプロトコル解析などにより推定し、時間ごとに割り当て、代表値を算出し比較することで、スケッチを用いたデザイン思考におけるデザイン展開とその脳の賦活状況に対応づける。

4. 研究成果

- (1) スケッチを用いたデザイン思考モデルの明確化： デザイン学分野におけるデザイン思考という言葉は、上述したようなプロセスだけでなく、デザインに関わる発見・創造・問題解決のための思考のメカニズムの意味も包含している。これを含めた広義のデザイン思考に関する研究は、デザイン行為（分析・総合・評価）に当てはめた1960年代のデザイン方法論研究にまで遡ることができる。同研究で提唱された思考モデルの例として、MarchによるPDIモデル、Jonesによるシステムティックデザインモデル、MesarovićとWattsによるアイコニックモデルなどが挙げられる。これらに共通する思考（推論）方法として、Peirceが定義した発見/発見のための3つの思考（演繹、帰納、仮説形成）を応用している点が挙げられる。一方、

スケッチを用いたデザイン展開として、Goel によるモデル (Fig. 1) が提案されている。同モデルにおける新規発想, 水平展開, 垂直展開の3つのデザイン展開は, 上述した仮説形成, 帰納, 演繹の推論に対応することが考えられ, 本研究で用いるスケッチによるデザイン思考モデルとして適切と考えられる。

(2) 脳活動計測によるスケッチを用いたデザイン思考の評価法の構築: 本研究では, 被験者がスケッチによりデザインを行っている際の脳活動を計測し, それを上述した Goel にモデルに基づく, 新規発想, 水平展開, 垂直展開の3つのデザイン展開ごとに分類し, 各展開の酸素化ヘモグロビン濃度変化量の平均増加量を比較した。その結果,

Fig. 2 のように, 新規発想時は, 水平展開・垂直展開時と比較して, 多くの被験者の酸素化ヘモグロビン濃度変化量が増加することが確認できた。さらに, 新規発想が賦活した理由として, 長期記憶の利用が考えられたため, 追加実験として, デザイン対象の既存製品を思い出して描くスケッチ (覚え模写) 時と, 新規のアイデア発想を行うためのスケッチ (アイデア表示) 時の酸素化ヘモグロビン濃度変化量の平均増加量を Mann-whitney 検定により比較した (Fig. 3)。Fig. 3 の赤と黄色のチャンネルは, 覚え模写とアイデア表示間に, それぞれ 5%, 10%の有意差があったことを表している。同図より, 多くの被験者 (3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12) において, 覚え模写に比べアイデア表示で左右前頭前皮質背外側部と前頭前皮質内側部が賦活する事が示された。以上により, スケッチにおけるデザイン展開時と脳活動の関係性の一部が示され, デザイン思考に関する客観的 (定量的) 評価方法確率のための一助とした。

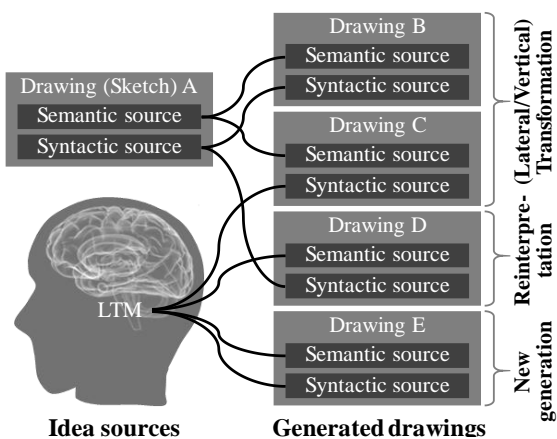


Fig.1 Model of Design thinking using sketch proposed by Goel

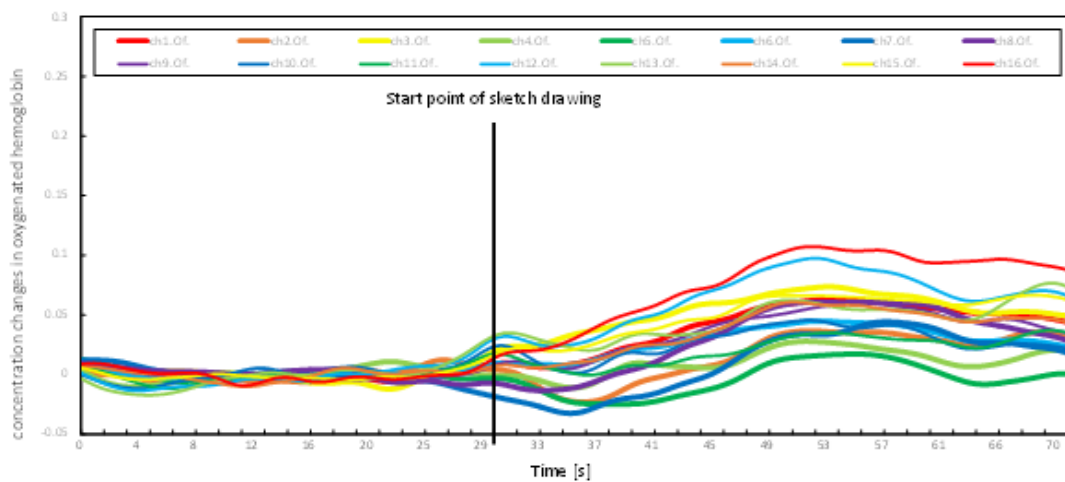


Fig.2 Grand-average event related potential wave form of New generation

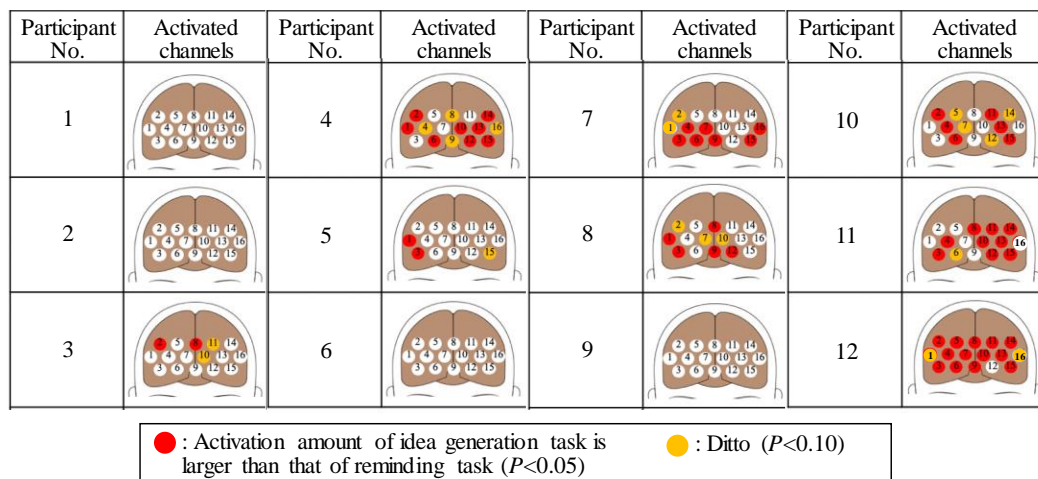


Fig.3 Comparison of activated brain region between sketching for reminding and idea generation

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takeo Kato, Shogo Otagiri, Yusuke Nagamori and Yuuichi Izu	4. 巻 2(2)
2. 論文標題 Comparison of Brain Activities Between Hand and Computer Drawings in Finke's Pattern Generation Task	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Science of Design	6. 最初と最後の頁 43-52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.11247/jsd.2.2_2_43	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松本大志, 加藤健郎
2. 発表標題 「複雑さ」の指標を用いた形状生成システムの提案
3. 学会等名 第14回 日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 加藤健郎
2. 発表標題 デザインとモデリング
3. 学会等名 第21回日本感性工学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 加藤健郎
2. 発表標題 スケッチにおけるアイデア展開と脳活動の関係性解析
3. 学会等名 日本デザイン学会, 2019年度第66回春季大会研究発表会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 加藤健郎
2. 発表標題 スケッチによるアイデア発想とその脳活動
3. 学会等名 第15回 日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	松岡 由幸 (MATSUOKA YOSHIYUKI)		
研究協力者	綿貫 啓一 (WATANUKI KEIICHI)		
研究協力者	伊豆 裕一 (IZU YUICHI)		