

平成30年6月20日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02880

研究課題名(和文)人の知的活動を支援する環境デザインの研究

研究課題名(英文) Research on environmental design supporting people's intellectual activities

研究代表者

渡邊 朗子(WATANABE, Akiko)

東京電機大学・未来科学部・准教授

研究者番号：80286632

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、個人の情報処理および知識創造による知的活動を支援する物的環境とはどのようなデザインが好ましいのか、空間を構成する物的環境の1)色彩、2)空間の大きさ、3)形態、4)時間による変化の主に4点に着目し研究を行った。被験者は、成人男性、成人女性に加え、高齢者男性、高齢者女性を対象とした。本研究では被験者へのアンケートによる印象評価調査、疲労・気分状態評価調査に加えて、光トポグラフィを用いた脳活動を計測する手法を用い、どのような物的環境のデザイン要素(色彩や空間の大きさ、形態、時間による変化)が人の知的活動を活性化させるのか、具体的に有用な知見を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This research aims to clarify what kind of design is preferable for the physical environment that supports intellectual activities by personal information processing and knowledge creation. The research focuses on 4 points; 1) color, 2) space size, 3) space shape, 4) the change with time. Subjects were adult males, adult females, elderly men and elderly women. In this research, in addition to the impression evaluation survey by the questionnaire to the subject, the fatigue / mood state evaluation study, the experiments were carried out using the method of measuring the brain activity using optical topography. As a result, the research clarified concretely useful knowledge as to what kind of design environment elements (color, space size, shape, change with time) activate human intellectual activities.

研究分野：建築計画・設計

キーワード：知的活動 脳活動 知的生産性 環境デザイン 建築空間計画 建築空間設計 情報処理活動 知的創造活動

1. 研究開始当初の背景

日本の人口減少社会において持続可能な経済発展を実現するための手段として、知的生産性の向上が求められている。特に知識社会への対応が不可欠である今日、オフィスや学習環境において、人の知的活動の向上は重要なテーマである。物的環境における人の知的生産性に関する研究はその多くが、音・照明・温度といった環境工学系の研究であり、建築空間におけるデザインに関する研究はまだあまり多くない。

こうした背景を踏まえて、これまで研究代表者らは「知的活動を支援する環境デザインに関する研究」を独自に行い、個人やグループ作業における知的活動を支援する環境デザインの要素を明らかにしてきた。

また脳科学の領域では、より日常生活に近い状態で脳活動を計測する技術の開発や計測機の小型化が進み、脳科学の様々な分野への応用が期待されている。アメリカでは2013年4月にオバマ大統領が、「人間の脳機能の全容解明をめざし、今後10年間かけて政府と民間による新たな共同研究に取り組む」と宣言し、脳機能の解明、産業応用による雇用創出を目的に、Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies(BRAIN)を発表している。EUでも「Human Brain Project」が立ち上げられ、予算総額1500億円をかけて、脳機能の解明、医療、情報通信分野への応用を目的に2013年から10年間研究に取り組むとしている。このように、世界的規模においてヒトの脳機能に関わる研究への期待が高まってきている。

2. 研究の目的

知的生産性研究委員会(国土交通省)では、人の知的活動を「情報処理」「知識処理」「知識創造」の3つの階層に分類している。本研究では、個人の知的活動のなかでも特に「情報処理」および「知識創造」の知的活動において、どのような物的環境デザインが個人の

知的活動を活性化させるのか、特に物的環境を構成する色彩及び空間の大きさ、形態などに着目し、研究を行った。そして、その研究手法として、脳血流測定装置による脳活動計測手法を取り入れた。

従来の研究では、被験者に対するアンケート調査やヒヤリング調査などによる研究が多く、脳内の活動過程を客観的に検証することが困難であった。しかしながら、物的環境デザインによる知的活動への影響を明らかにするためには、被験者の主観的な印象や感性評価のみならず脳内での実際の活動過程評価を組み合わせて用いることは大変有効な手段と考えられる。

本研究で使用予定の光トポグラフィ技術は、近赤外分光法を応用した脳活動計測手法であり、日常場面において安全かつ非侵襲的な計測が可能である。また、本研究で使用する脳血流測定装置は小型で軽量なため、VDT作業など実際の作業場面での計測が可能であるという特徴があり、本研究課題の検証に有効な計測機器であると考えた。

従って本研究では、被験者へのアンケート調査による評価と脳内の知的活動、特に情報処理および知識創造に着目して測定を行い、その結果をもとに分析・考察し、個人の知的活動を支援する物的環境デザインの要素について明らかにすることを目的とした。本研究の実験対象は、成人に加えて、今後生産労働力として期待される高齢者も対象とした。

3. 研究の方法

本研究では、個人の情報処理および知識創造による知的活動を支援する物的環境とはどのようなデザインが好ましいのか、空間を構成する物的環境の1)色彩、2)空間の大きさ、3)形態、4)時間による変化の主に4点に着目し研究を行った。実験研究は、日本国内で行い、被験者は、成人男性、成人女性に加え、高齢者男性、高齢者女性を対象とした。本研究では被験者へのアンケートによる印象評

価調査、疲労・気分状態評価調査に加えて、光トポグラフィを用いた脳活動を計測する手法を用いることで、生体情報を活用してより科学的な研究データに基づく検証を行い、どのような物的環境のデザイン要素（色彩や空間の大きさ、形態、時間による変化）が人の知的活動を活性化させるのか、について具体的に明らかにしようと実験を行った。

4．研究成果

本研究では、以下の成果が得られた。

1) 成人を対象とした個人の知的活動（情報処理）を支援する色彩環境に関する実験からは、以下の知見が得られた。

黄ブースでの知的活動が脳活動量、課題正答率において最も優位であったことから、情報処理の知的活動において、黄、赤、白、青のブースの中では、黄ブースが最も比較的短時間に集中して行われる情報処理活動を活性化させる傾向があることがわかった。

脳活動量が最も大きかった黄ブースが、最も疲労変化量が大きく、また脳活動量が最も少なかった青ブースが、最も疲労変化量が少ないという結果であった。この結果より、黄ブースは脳活動の活性化に影響を与え、比較的短時間に集中して行われる情報処理活動を促進させるものの、被験者の疲労状態に負担をかけていることが伺えた。

課題成績、脳活動ともに優位であった黄ブースと、課題成績において優位であった赤ブースの2つの条件では「刺激性」因子に含まれる項目が高い負荷量を示した。それとは対照的に、課題成績、脳活動において劣位であった白ブースと青ブースは「居心地性」で上位に評価される傾向があった。この結果から、比較的短時間に集中して行われる情報処理活動のパフォーマンスを向上させるには「派手な」「刺激のある」といった「刺激性」を備えた色彩を物的環境デザインに採用することが有効である傾向にあることが分かつ

た。

2) 高齢者を対象とした個人の知的活動（情報処理）を支援する色彩環境に関する実験からは、以下の知見が得られた。

成年に比べ高齢者は、色彩環境による脳活動への影響が少ない傾向があるものの、黄色のブースにおいては課題成績および脳活動で優位な結果が得られた。

高齢者の情報処理活動を活性化させるには、「明るい」「派手な」などの心象的にポジティブな印象を抱く色彩を備えた環境デザインが有効である傾向が示唆された。

3) 成人を対象とした個人の知的活動（情報処理）を支援する空間の大きさに関する実験からは、以下の知見が得られた。

課題正答率結果と脳活動量より、各ブースによる正答率が変化したことから色彩と空間の大きさの組み合わせにより比較的短時間に集中して行われる情報処理活動に影響を及ぼす傾向にあることがわかった。また、実験で行った黄色小、大、白色小、大の4種類のブースの中では、空間の大きさが大きい「大ブース」と「黄色」が優位で、その組み合わせが最も優位である傾向が分かった。

疲労状態と気分状態アンケート調査結果より、色彩に関わらず、空間の大きさの変化により疲労状態、気分状態ともに状態が変化したことから、空間の大きさが比較的短時間に集中して行われる情報処理活動前後の疲労状態と気分状態に影響を及ぼす傾向にあることがわかった。

印象評価アンケート調査結果より、脳血流測定結果や課題正答率で優位であった黄ブース、大ブースの共通項目である[刺激的な]、[明るい]、[派手な]という積極性のある項目が情報処理の知的活動の向上に影響を及ぼす傾向にあることがわかった。

脳血流測定結果と課題正答率結果より、脳活動が活発化しているブース空間ほど課題回答速度が速い結果となったことから、脳活

動の活性化は正答率と反応速度に影響を与える傾向があることがわかった。

4) 成人を対象とした個人の知的活動(情報処理)を支援する環境と作業時間に関する実験からは、以下の知見が得られた。

課題正答率と脳血流測定結果より、前半15分の1st Termと後半15分の2nd Termでの各ブースでの成績が異なったことから、色彩と大きさの組み合わせた環境が作業時間の変化により、知的活動の情報処理の分野に与える影響が異なる傾向があることがわかった。また、実験で行った黄色小、大、白色小、大の4種類のブース環境では、1st Termでの比較的短時間で行う作業では黄大ブース、2nd Termでの課題開始15分から30分までの時間で行う作業では白小ブースが優位である傾向にあった。

疲労状態と気分状態アンケート調査結果より、実験前後の疲労状態に比べ、気分状態の変化量が大きく悪化しているため、色彩と空間の大きさの組み合わせた空間の与える影響は、疲労状態に比べ、気分状態に大きく負荷がかかる傾向にあることが分かった。

5) 成人を対象とした個人の知的活動(知識創造)を支援する色彩環境に関する実験からは、以下の知見が明らかになった。

脳血流計測結果と課題評価結果により、知識創造の知的活動において、木材、黄色、青色のブースの中では、青色のブースが継続的に脳活動を安定させ、創造性を発達させる傾向があることがわかった。

脳血流計測によって導き出した前頭前野の脳活動量と、知的活動として行った作業の回答結果より、知識創造の知的活動を活性化させるには、前頭前野の脳活動量を継続的に活発化させることが有効であることがわかった。またこのことから、知識創造の知的活動において、前頭前野の脳活動量の活性化には、その活動が行われる環境が影響を及ぼす可能性があるといえる。

疲労状態・気分状態アンケート調査の結果

により、木材と黄色のブースは実験前と実験後の疲労状態と気分状態の変化量が類似していたため、知識創造の知的活動において、環境の材質は環境の色彩と同様に疲労状態・気分状態に負担をかけることがわかった。また、脳血流計測実験結果と比較すると、木材ブースと黄色ブースは作業中の脳活動の変化量が大きく、疲労状態の変化量が大きかったことから、脳活動の活性化に伴い、被験者の疲労状態に負担がかかっていると考えられる。

創造性が発達したと思われる回答数が優位であった青ブースからは【冷たい】といった「消極的」項目で評価される傾向があった。このことから知識創造の知的活動の活性化には【冷たい】のような「消極的」環境要因が影響を及ぼす傾向にあると考えられる。

そのほか、成人や高齢者を対象とした個人の知的活動(情報処理)を支援する空間の形態に関する実験や成人を対象とした協同作業による知的活動(知識創造)を支援する環境に関する実験を行い、いづれも今後の環境デザインに有用な具体的な知見を導くことができた。本研究の成果は後述するように、国内外の査読付論文に採択され発表するとともに、新聞や雑誌でも多く取り上げられ、国内外に一定のインパクトを与えることができたと考えられる。今後の展望としては、例えば今回情報処理活動を活性化させる環境要因として黄色が優位であると出たが、どのような黄色が情報処理活動を活性化させるのか、淡い黄色なのか濃い黄色のかなど、さらに環境構成要素を細分化し実験を行うことで、実務に役立つ知見を導きだすことができると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)すべて査読有
馬場哲平、渡邊朗子「ブース空間における色彩環境と空間の大きさが情報処理活動に与える影響 - 個人の知的活動を支援

する物的環境デザインに関する研究 2
- 」日本建築学会計画系論文、第 83 巻、
748 号、2018.6、pp.1007~1014
馬場哲平、渡邊朗子「ブース空間におけ
る空間形状が情報処理活動に与える影
響」日本インテリア学会論文報告集、28
号、2018.3、pp35-40
高橋真悟、児玉直樹、一志哲夫、馬場哲
平、渡邊朗子「高齢者を対象とした色彩
ブース空間における Oxy-ヘモグロビン
への影響」日本認知症予防学会誌、Vol.7,
No.2、2018.3、pp.43-48
馬場哲平、渡邊朗子「ブース空間におけ
る大きさと色彩環境が情報処理活動に与
える影響」日本オフィス学会誌、Vol.9
No.2、2017.10、pp.20-27
伊藤和奨、渡邊朗子、馬場哲平「ブース
空間における色彩が複数人による知識創
造活動に与える影響」日本オフィス学会
誌、Vol.9 No.2、2017.10、pp.10-19
Teppei Baba,Akiko Watanabe "Effects
of color and size in generating
intellectual activity in booth spaces"
Journal of Asian Architecture and
Building Engineering, Vol.16 No.3
September 2017, pp. 551-558
一志哲夫、渡邊朗子、馬場哲平「ブース
空間における色彩が情報処理活動に与え
る影響 高齢者を対象とした個人の知的
活動を支援する環境デザインに関する研
究 」日本オフィス学会誌、Vol.9 No.1、
2017.4、pp.18-25
山崎聡、渡邊朗子、馬場哲平「ブース空
間における色彩と材質が知識創造活動に
与える影響」日本オフィス学会誌、Vol.8
No.2、2016.10、pp.30-38
一志哲夫、渡邊朗子、小幡垂希子、碓井
晋平「ブース空間における色彩が情報処理
活動に与える影響 - 個人の知的活動を支
援する物的環境デザインに関する研究 1

- 」日本建築学会計画系論文集、第 81
巻、第 720 号、2016.2、pp.293-301,

〔学会発表〕(計 14 件)

Teppei Baba, Akiko Watanabe "Effects
of Booth-space Shape on Information
processing Activity of individuals"
International Conference on Smart,
Sustainable and Sensuous Settlements
Transformation (3SSettlements),
2018.3, pp.41-47, Germany

馬場哲平、渡邊朗子「ブース空間におけ
る大きさと色彩環境が知的活動に与える
影響 - 30 分間の情報処理作業に着目し
て - 」日本建築学会・情報システム技術
委員会 第 40 回情報・システム・利用・
技術シンポジウム 2017 論文集(報告)
2017.12、pp.95-98 ,

高橋杏友美、渡邊朗子「個人の知的活動
を支援する環境デザインに関する研究
ブース空間における形状が脳活動に与え
る影響 ~ 高齢者の情報処理活動に着目し
て ~ 」日本建築学会・情報システム技術
委員会 第 40 回情報・システム・利用・
技術シンポジウム 2017 論文集(報告)
2017.12、pp.103-106 ,

松居真美、渡邊朗子「個人の知的活動を
支援する環境デザインに関する研究 - ブ
ース空間における色彩環境が知的活動に
及ぼす影響(高齢者の知識創造活動に着
目して) - 」日本建築学会・情報システ
ム技術委員会 第 40 回情報・システム・
利用・技術シンポジウム 2017 論文集
(報告) 2017.12、pp.99-102,

馬場哲平、渡邊朗子「ブース空間におけ
る大きさと色彩環境が情報処理活動に与
える影響 30 分間の情報処理作業につ
いて」日本建築学会大会学術講演梗概集
(中国)、2017.9、pp.797-798

高橋真悟、児玉直樹、一志哲夫、馬場哲
平、渡邊朗子「色彩ブース空間における

計算課題遂行時の高齢者の脳血液量について」日本光脳機能イメージング学会、第 20 回学術集会(ポスター発表) 2017.7
Teppei Baba, Akiko Watanabe "A Study on the environmental design which supports an individual intellectual activity - The influence which the size and the color environment in the booth space has on an intellectual work" The 11th ISAIA (International Symposium Architectural Interchanges in Asia), 2016.9, pp300-303, Sendai, Japan
馬場哲平、渡邊朗子「個人の知的活動を支援する環境デザインに関する研究～ブース空間における大きさや色彩環境が脳活動に与える影響～」日本建築学会第 39 回情報システム利用技術シンポジウム論文集(報告)、2016.12、pp.129-132、
伊藤和奨、渡邊朗子「グループの知的活動を支援する環境デザインに関する研究～色彩環境がコミュニケーション能力に及ぼす影響～」日本建築学会第 39 回情報システム利用技術シンポジウム論文集(報告) 2016.12、pp.125-128
森山裕貴、渡邊朗子「協同作業による知的活動を支援する環境デザインの研究 色彩と協同作業におけるコミュニケーションに着目」日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1 分冊、2016.8、pp.329-330、
馬場哲平、渡邊朗子「個人の知的活動を支援する環境デザインに関する研究 ブース空間における大きさや色彩環境が脳活動に与える影響」日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1 分冊、2016.8、pp.587-588、
馬場哲平、渡邊朗子「個人の知的活動を支援する環境デザインに関する研究-ブース空間における大きさや色彩環境が脳活動に与える影響-」日本建築学会第 38 回 情報・システム・利用・技術シンポジ

ウム論文集(報告)、2015.12、pp.189-p.192

一志哲夫、渡邊朗子「個人の知的活動を支援する環境デザインに関する研究 高齢者を対象とした検証実験の報告 - 」日本インテリア学会第 27 回大会研究発表梗概集、2015.10、pp.71-72、
馬場哲平、渡邊朗子「個人の知的活動を支援する環境デザインの研究 ブース空間における大きさや色彩環境が知的活動に与える影響 - 」日本インテリア学会第 27 回大会研究発表梗概集、2015.10、pp.73-74、

〔図書〕(計 1 件)

渡邊朗子他、情報機構『製品開発のための生体情報の計測手法と活用ノウハウ 脳計測・生理計測に基づく客観的な感性評価を商品へ活かす』2017

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

http://watanabe-archi.com/kaken_2018.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 朗子 (WATANABE AKIKO)
東京電機大学・未来科学部・准教授
研究者番号：80286632

(2) 研究分担者

児玉 直樹 (KODAMA NAOKI)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号：50383126