

学 位 論 文 要 旨	
(Summary of the Doctoral Dissertation)	
学位論文題目 (Dissertation Title)	L E D ピクセルマッピングによるデジタルアートの心理効果
氏 名 (Name)	坂本 眞一
<p>人類の歴史上、アート文化は、予てからあらゆる人々の感性を視覚や聴覚などの感覚刺激を介して揺れ動かし続け、高揚や沈着、意欲、多様な喜怒哀楽などの情感を励起させてきたが、デジタルシフト DX が進む現代において、感性技術の開発方向性も大きく変化している。例えば人のアクティビティをセンサー検知し映像や音声を制御したり、仮想現実（VR）や拡張現実（AR）を取り入れるなど、感性空間の在り方が再定義されている。アート空間はそこでしか相互作用することができず、人類の歴史上過去から受け継いだ各人が共有する遺伝子に刻まれる感覚・運動・情動・認知などの機能と、新たに生まれる新しい概念空間への橋渡しにより、人類進化の方向性を大きく決定づける要素、とも考えられる。</p> <p>本研究では、デジタル演出照明技術の一つとして、シリーズ接続されている制御 IC 付 LED 球（ピクセル LED）を使用し構造物表面を覆ってマップ状にレイアウトし、各 LED にアドレスを付与し個別制御を行う「LED ピクセルマッピング制御技術」により、大規模に広がる空間演出として光と音をプログラミング制御したデジタルアート作品を制作、二つの異なるフィールドを対象に実際に設置し、各既存の環境材を活かしながら非日常性を促し、各人の個性を超えた多数の人への共通な感性励起作用を検証し、さらにその生物学的基盤を考察することで、今後の応用技術への拡張性に関する検討を行った。</p> <p>【フィールド検証 1：地域観光イベントの来場者向上に寄与するイルミネーション技術要素】</p> <p>山口県宇部市にあるときわ公園遊園地にて、LED ピクセルマッピング制御技術を活用したエンターテインメント作品を制作・実施した。会場遊園地にある既存建物の稜線上あるいは一部を覆うようにピクセル LED を設置、また遊園地内プロムナード上の樹木にもピクセル LED を設置し、PC プログラミングソフトウェアを用いてオブジェクト単位やそのグループ同期により音楽に合わせた制御を行った。このイベントは毎年決まった時期に行われているが、そのうち 2017 年から 2019 年の 3 年間にわたり同様の手法による作品（ただし内容は 3 年間で 1 つのストーリーとして構成）として展示したところ、平均来場者数を連続し増加に導くことができた。この成功の要因を定量的かつ客観的な要素から振り返り評価を行ったところ、LED 球そのものの数ではなく、LED 照明で作成したオブジェクト単位のモデルやその集合で同期単位と定義した「グループ」数の増加に依存している可能性があることが推量された。さらに、この作品は、冷たい強風が吹き荒れる厳しい冬季屋外環境にもかかわらず、デジタルと自然の融合に重点を置いたデザイン力点にも、多数の来場者を動員することができた原因が推察される。今後の応用展開につながる有効な技術要件や概念を提示することができ、LED ピクセルマッピングと音楽の同期制御を介して大多数の人々の感性を共に活性化させることのできる基本技術として、次世代開発への有効性を確認した。</p>	

【フィールド検証 2：老人ホーム居住者の向社会性を導くデジタルアートと生物基盤】

多様化・複雑化する不確実な現代社会において、高齢者が自分らしく生きるための方法を見つけ、それを生涯にわたって実現し続けることを支援するシステムの実現が重要であるが、解決策の探索として、2023 年 12 月に前章で感性の活性化機能における大規模実証で有効性確認を経たデジタル演出照明技術、とりわけ自然環境を基盤とし光による演出に焦点を当てた LED ピクセルマッピングイルミネーションを日本の高齢者住宅（軽費老人ホームタイプ A）の中庭にて約 2 か月間開催を試みた。その結果、約 97% の入居者が本制作物により気分が良くなったと感ずることが会期直後のアンケートで回答を得た。また、普段は居室で過ごす時間が長い入居者が、食事や館内行事の際に食堂に集まる以外自室に戻りこもって過ごすことが多いところ、イルミネーション開催の時間帯には、イルミネーションが設置された場所へ移動したり設置場所の窓際でショーを観賞するなど、自発的な外出行動、すなわち向社会性の意欲の向上が確認された。本フィールド検証では高齢者の生活空間に対し温かみを持つ光を提供したいとの企画意図から黄色を帯びた白色光を中心に焦点を当てたが、これにより高齢者の視覚機能シフトに沿う色波長や双極性障害に効果が知られる同視覚生体分子機と情緒機能との生体基盤との関わりが示唆された可能性がある。

【2 つのフィールド検証を繋いだ今後の展開の可能性】

以上 2 つのフィールド検証において、LED ピクセルマッピングが向精神効果をもたらす技術要素の包含を確認することができ、今後より詳細な要因と基盤解明を伴う支援技術開発を進めることが期待される。増加の一途を辿る生涯世代の精神機能障害の問題に対して、向精神薬治療や療育介入法の導入が国際的に進められているが、これらはあくまでも対処法にしかすぎない。これは精神機能の複雑性に対する客観かつ定量的評価術の未確立が最大の理由に挙げられるところ、LED ピクセルマッピング演出照明技術を活用することで、精神機能障害増加に対する課題を克服する糸口となる可能性がある。

学 位 論 文 要 旨 (Summary of the Doctoral Dissertation)	
学位論文題目 (Dissertation Title)	The psychological effects of digital art using LED pixel mapping
氏 名(Name)	Shinichi SAKAMOTO
<p>Throughout human history, art and culture has continued to move the emotions of all kinds of people through visual and auditory sensory stimuli, arousing feelings of elation and depression, motivation, and diverse emotions such as joy, anger, sorrow, and pleasure, but in the modern age of digital shift DX, the direction of the development of emotional technology is also changing significantly. For example, the way we perceive the world is being redefined, with sensors detecting human activity and controlling images and sound, and the introduction of virtual reality (VR) and augmented reality (AR). Art spaces are the only places where we can interact, and they can be thought of as elements that greatly determine the direction of human evolution by acting as a bridge between the functions of sensation, movement, emotion and cognition, which are inscribed in the genes that each of us share and have inherited from the past in human history, and the new conceptual spaces that are being born anew.</p> <p>For this research, we used a series of LED light bulbs with built-in control ICs (pixel LEDs) to cover the surface of a structure and lay them out in a map-like pattern. We then used ‘LED pixel mapping control technology’ to individually control each LED by assigning it an address, and programmed light and sound to create a large-scale spatial production. We created digital art works that controlled light and sound, and installed them in two different fields to see how they would work in real life. We also examined their biological basis to see how they could be expanded into future applied technology.</p> <p>Field Experiment 1: Illuminations that contribute to increasing the number of visitors to local tourist events</p> <p>We created and implemented an entertainment piece using LED pixel mapping control technology at Tokiwa Park Amusement Park in Ube City, Yamaguchi Prefecture. Pixel LEDs were installed on or partially covering the ridgelines of the existing buildings in the amusement park, and pixel LEDs were also installed on the trees along the promenade in the amusement park, and control was performed in sync with the music using PC programming software for individual objects and groups of objects. This event is held at a fixed time each year, and when a work using the same method (however, the content was composed as a single story over the three-year period) was exhibited over the three-year period from 2017 to 2019, it was possible to lead to a continuous increase in the average number of visitors. When we looked back on and evaluated the factors behind this success from a quantitative and objective perspective, we speculated that the success</p>	

may have depended not on the number of LED bulbs themselves, but on the increase in the number of ‘groups’ defined as the units of synchronization, which were the models of the objects created using LED lighting and their collections. Furthermore, it is thought that the reason for the large number of visitors to this work, which was designed with a focus on the fusion of digital and nature, was also due to the fact that it was able to attract visitors despite the harsh winter outdoor environment, with its cold, strong winds. It was able to present effective technical requirements and concepts that will lead to future applications, and it was confirmed that it is an effective basic technology that can activate the sensibilities of a large number of people through LED pixel mapping and synchronized music control, and that it is effective for next-generation development.

Field Experiment 2: Digital Art and Biological Foundations to Guide the Social-mindedness of Nursing Home Residents

In today’s increasingly diverse and complex society, it is important to create a system that helps the elderly find ways to live their lives as they wish and continue to do so throughout their lives. As a solution, we conducted a large-scale experiment in December 2023 to confirm the effectiveness of the sensory activation function of the digital lighting technology described in the previous chapter. digital lighting technology, which had been confirmed as effective in a large-scale demonstration in the previous chapter, was used to create a light show based on the natural environment, focusing on LED pixel mapping illumination, in the courtyard of a Japanese senior citizens ‘residence (Type A low-cost senior citizens’ home) for about two months. As a result, a questionnaire conducted immediately after the event showed that approximately 97% of the residents felt that their mood had improved as a result of the installation. In addition, while the residents usually spend most of their time in their rooms, apart from when they gather in the dining room for meals or for in-house events, during the period of the illumination event, we observed an increase in their willingness to go outside and interact with others, with many of them moving to the area where the illumination was set up or watching the show from the windowsill. In this field test, the focus was on white light with a yellow tinge, based on the intention to provide warm light for the living space of the elderly, but this may have suggested a relationship between the colour wavelength that matches the visual function shift of the elderly and the biological basis of the visual biomolecular machinery and emotional function, which is known to be effective for bipolar disorder.

[Possibilities for future development linking the two field verifications]

In the above two field verifications, it was possible to confirm the inclusion of technical elements that bring about psychotropic effects with LED pixel mapping, and it is expected that support technology development will be promoted in the future with more detailed factor and foundation elucidation. Internationally, psychopharmacological treatment and the introduction of therapeutic intervention methods are being promoted to address the problem of mental disorders

among the growing number of people with lifelong mental disorders, but these are only temporary solutions. The main reason for this is the lack of objective and quantitative evaluation techniques for the complexity of mental functions, but the use of LED pixel mapping lighting technology may provide a way to overcome the problem of increasing mental disorders.

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏 名	坂本 眞一
審 査 委 員	主 査：小柴 満美子
	副 査：大木 順司
	副 査：中村 秀明
	副 査：間普 真吾
	副 査：森田 実
論 文 題 目	LED ピクセルマッピングによるデジタルアートの心理効果 (The psychological effects of digital art using LED pixel mapping)

【論文審査の結果及び最終試験の結果】

デジタル技術の爆発的な発展に伴い、光アート空間デザインは増々多様に進化し変化・拡張を続け、ヒトの感性や情動に、より大きく影響を与えるようになった。しかし、その機能的な効果について、十分な理解に至っているとは言えず、その背景基盤を理解することができれば、現代環境で増え続けるストレスに脆弱なメンタルヘルスに関わる社会課題への解決が叶う可能性がある。

本研究は、リアルな既存の複雑な環境を巧みに活用し複次元再構成空間としてデジタル演出する、制御 IC 付 LED 球（ピクセル LED）を活用した LED ピクセルマッピング制御技術による大規模な作品を主軸に、多数の人々に与える影響とその要因分析を目標とする。二つの異なるフィールドを対象に、非日常性をもたらし、個人差を超えた感性励起を実現することができる大規模かつインパクトの高い光空間デザインの実践を前提とした。ひとの精神・感性への顕著な影響と、その原材料要素との相関性評価を探ることで、要因を仮説しながら、先行研究知見の参照に基づいた医生物メカニズムに関する検討要件を提起することを目標とした。

一つ目のフィールドでは、山口県宇部市にあるときわ公園遊園地にて地域の最大観光イベントとして 2017 年から 2019 年の 3 年間にわたり、LED ピクセルマッピング制御技術を活用したデジタルイルミネーションイベントを約 1 か月半実施した。年々、平均来場者数が継続的に増加するに至る着実な成功があったことから、その原因要素の探索を人数増加との相関表現として探索した結果、単なる LED 球数よりも、PC プログラミングソフトウェアを用いてオブジェクト単位やそのグループ同期により音楽に合わせた制御の構成や複雑度が影響した可能性が示唆された。さらに、気象環境要素との相関性探索においては、冬に堪える最高風速が高いほど、平均来場者数が増す、逆説的な現象が興味深く、厳しい自然環境だからこそ、大規模に

人間が創り出した光と音の溢れるエネルギー空間に多くの人々が集い魅了されたのかもしれない。不特定多数の異世代異領域の人々に共有された感性励起の要素の存在を確認した。

2つ目のフィールドは、加齢に伴う心身機能抑制下の心理ストレス状態が推測される高齢者への LED ピクセルマッピングイルミネーションがもたらす効果について探索的検証を行った。高齢者住宅（軽費老人ホームタイプ A）を対象に、施設中庭の自然環境を基盤とし光による演出に焦点を当てたデジタル演出照明技術 LED ピクセルマッピングイルミネーションを約2か月間開催を試みた。その結果、フィールド1と同様に、高齢者層もケアスタッフも含め大多数者が本制作物のポジティブな受け入れを示し、長期展示を望んだ。さらに、自室にこもりがちだった居住者が自室から出て、社会コミュニティ空間に積極的に滞在するようになった。高齢者の生活空間に対し温かみを持たせる光波長の企画意図から選択した白黄色光は、高齢者の視覚機能シフトに伴う年齢依存的な光波長の嗜好性が先行文献で参照され、生物学的な必然性が認められた。さらには同波長について、双極性障害や情緒障害に効果が知られる視覚生体分子基盤の関わりが報告され、高齢者の意欲向上への寄与の説明因子として仮説を得た。

この2つの大・中規模 LED ピクセルマッピングイルミネーションに関するフィールド検証を通して、このデジタル照明技術には確かな向精神効果を認め、その推定される生物基盤知見による仮説裏打ちに至った。精神疾患治療具として光治療機が活用されているものの、LED ピクセルマッピング演出照明技術との異なりは、感性励起の実現に音楽や光の趣向、複雑な相互作用を想定した制御の要素などは備わっていない点にあることが推測される。今後、感性・心理状態の定量的指標および分析による、同照明システムの向精神効果仮説の実証が必要となる。

なお、審査委員の内容拡充を要する意見に応じ、本審査申請時より、関連論文1を追加した。

以上より本研究は独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文の発表状況は下記のとおりである。（関連論文 計4編）

- 1) Shinichi Sakamoto, Masanori Hariyama, and Mamiko Koshiba, A seasonal LED pixel mapping entertainment in a nursing home courtyard promoted aged residents spontaneous outings, Journal of Clinical and Basic Psychosomatics, P1-23, 2025 年 1 月 accepted
- 2) Shinichi Sakamoto, Mamiko Koshiba, The three-year effect of the large-scale winter LED illumination event at a local amusement park on increasing the number of visitors, Stress Brain and Behavior Vol4 E024001, 2024 年 11 月発行
- 3) Shinichi SAKAMOTO, Mamiko KOSHIBA, LARGE SCALED DIGITAL LED AND SOUND INTEGRATIONS MIGHT ACTIVATE BRAIN WITH FUNCTIONAL COMPEMSATE FOR LIMITED INFORMATION STRESS, 16th Regional "Stress and Behavior" ISBS Regional Conference, P29-30, 2022 年 9 月発行
- 4) Shinichi SAKAMOTO, Mamiko KOSHIBA, An approach to the alleviation of psychological stress in nursing home residents using LED illumination, 17th International Neuroscience and Biological Psychiatry Regional Conference Asia, P1-4, 2024 年 9 月発行