

<h2>学 位 論 文 要 旨</h2> <p>(Summary of the Doctoral Dissertation)</p>	
学位論文題目 (Dissertation Title)	子どもの社会相互作用を促す地域の遊び場環境を活かした 水流遊具の開発と機能分析
氏 名(Name)	HUA ZHUDI

都市化の進展により、子どもたちが屋外の自然環境を探索する機会が減少している。特に、少子化や核家族化の進展もあり、日本の子どもたちは多様な社会構造を体験的に学ぶ機会を失っている。日本の文部科学省は、因果関係は証明されていないものの、発達障害やそれに伴う社会的障害を持つ小学生が増加していることを報告しており、育成環境の変化と何らかの関わりが有る可能性がある。さらに、経済協力開発機構(OECD)の調査では、幼少期にスマートフォンに触れさせない家庭が多いにもかかわらず、日本の中学生の子どもは他国の子どもよりもソーシャルメディアとの接触頻度が高いことが判明している。一方で、親が教育熱心なため、子どもたちはリスクの高い外遊びをしなくなり、大人の目が行き届く室内で過ごすことが多くなったという傾向がある。しかし、多様で未知や潜在的な脅威に満ちている家の外は、子どもたちが自ら課題を見つけ、仲間と協力して困難を乗り越えることを学びながら成長できる、最高の教育環境であることが多いことが、広く教育者の共有するコンセンサスとなっている。

そこで、子どもたちが遊びを通して自発的に自然を体験し、友だちや他の人と社会的に交流し、課題を共有する機会を提供するために、外遊びを奨励するプレーパーク・イベントの開催を試みた。プレーパークとは、都市部の公園内で、イベント時だけの特別な設定として、木登りや自然素材を使った遊具づくり、火おこしや火の管理など、子どもたちがさまざまな野外活動を体験できるしゅみを提供する。2018年から2019年にかけて山口県宇部市で行われたプレーパークづくりの協働プロジェクトでは、市民が主体的に子どもたちの自然体験の場をつくる方法の探索を目的として (i)子どもたちが自発的に集まることで社会的な交流を促進すること、(ii)空、土、水、木などの自然資源を活用し、創造的な機会に満ちた環境をつくり、廃段ボールによる環境美化を行うこと、という2つの目標を設定した。夏から秋にかけて、4つの都市部の街区公園で地域資源を活かしたウォーターライダーをそれぞれ異なるデザインで設置したところ、多くの子どもたちが同期的に遊び、本能的な水遊びの嗜好性を認めることができた。本遊具は、本学と各地域の市民が協働して作り上げた異世代・異文化の多様性が成せる創造であり、あらゆる子どもが開放的に相互作用することができるインクルーシブな空間となった。2019年に3回の開催後、4回目の2021年の開催は、新型コロナウイルス感染拡大の社会状態により、子どもどうしのソーシャル・コミュニケーションが大きく阻害された時期を経て実施することとなった。これらの4つのウォーターライダーの利用状況を比較するために、各イベントで最も多くの子どもが活発に運動した1分間を対象に、1秒毎の重心を半自動半目視で追跡する動

画分析に基づく行動量分析を行ったところ、2021年の子どもたちの運動速度が際立って大きいことがわかり、子どもたちがウォータースライダーと互いにどのように相互作用したかについて、定量的に評価を行うことができた。原因として、新型コロナウイルス感染問題からの開放や、4つのウォータースライダーのデザインの異なり、公園や学校などの環境背景の異なり、世代、などの要素が考えられた。

以上の前半を構成する子どもと社会・遊び場環境に関わる研究知見により意義を見出した、複数の子どもの行動定量分析について、昨今、台頭する動画像分析における自動詳細化を目指した深層学習計算術に基づくアプリケーション開発への探索を、本論文の後半に報告する。畳み込みニューラルネットワーク **CNN (Convolutional Neural Network)** を活用した **YOLO (You Only Look Once)** の物体認識アルゴリズムにより、人を検知し最大縦横幅の外枠とその中心座標を求めることができる。画像の大量計算を支援する **GPU** を必要とする深層学習であるが、高額かつ入手困難な傾向がある。これを不要とする **Google** が無料で利用を許可しているクラウド内の計算媒体 **Colaboratory** を活用し、前半で紹介したプレーパークの記録動画を対象として、子どもの運動の定量識別法の構築と、識別率能力の評価を行った。深層学習を施す前の初期学習状態において、遊びを介した子ども同士の社会形成をウォータースライダーと同様に想定し、その効果を予め認めたヤグラを対象に分析を進めたところ、ヤグラの格子状の構造物と子どもとの重なりは、自動識別率を大きく低下させることが判明した。そこで、ヤグラで遊ぶ子どもの画像を深層学習術によりトレーニングを施し、新たなヤグラで遊ぶ子どもの画像の識別を試みたところ、認識エラーが消失するまでには至らないものの、低下することを認めることができた。但し、その計算量の多さから、長時間の計算の上に、**PC** の容量不足でしばしば作動が停止し、初期からの計算を繰り返す莫大な負荷への対処も今後の課題であることが判明した。

我々の先行研究により、心身機能を制御する複雑な脳の発達の定量分析には、行動信号の寄与が極めて高く、その分析術の更なる向上が重視される。発達期に屋外の自然と社会環境において遊ぶことで互いに成育を促す子どもの学びの定量評価技術とこれに伴う支援環境技術の開発は、デジタル技術が促進する環境で加速する屋内個別滞在での学習不全リスクに警鐘を鳴らし、改善を導くことができる可能性がある。

<h1>学 位 論 文 要 旨</h1> <p>(Summary of the Doctoral Dissertation)</p>	
学位論文題目 (Dissertation Title)	Temporary Waterslide Designs Adapted to Regional Conditions to Encourage Child Socialization in Playgrounds
氏 名 (Name)	HUA ZHUDI
<p>Increasing urbanization has reduced opportunities for children to explore outdoor natural environments. In particular, due to the declining birthrate and the increasing number of nuclear families, Japanese children are losing the opportunity to learn about the diverse social structure through hands-on experience. Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology reports that although a causal relationship has not been proven, the number of elementary school students with developmental disorders and accompanying social disabilities is increasing. There is Furthermore, a study by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) found that junior high school children in Japan are more likely to be exposed to social media than children in other countries, despite the fact that many families do not allow smartphones to be used at an early age. doing. On the other hand, there is a tendency for children to avoid high-risk outdoor play and spend more time indoors under the supervision of adults because their parents are enthusiastic about education. However, outside the home, which is diverse and full of unknowns and potential threats, we believe that it is the best educational environment where children can grow while finding their own problems and learning to cooperate with their peers to overcome difficulties. A lot is the consensus shared by educators at large.</p> <p>Therefore, in order to provide opportunities for children to voluntarily experience nature through play, interact socially with friends and others, and share challenges, we will hold play park events that encourage outdoor play. Tried. A play park is an urban park where children can experience various outdoor activities such as climbing trees, making playground equipment using natural materials, making fires and managing fires, as a special setting only for events. provide a mechanism. From 2018 to 2019, a collaborative project to create a play park in Ube City, Yamaguchi Prefecture, aimed to explore ways for citizens to proactively create places for children to experience nature. (ii) using natural resources such as air, soil, water and trees to create an environment full of creative opportunities and beautifying the environment with waste cardboard; We set two goals: From summer to autumn, we set up waterslides with different designs that make use of local resources in four city parks. did it. This playground equipment was created through the collaboration of the university and citizens of each region, and is an inclusive space where all children can interact openly. . After holding three times in 2019, the fourth time in 2021 will be held after a period when social communication between children was greatly hindered due to the spread of the new coronavirus infection. In order to compare the usage of these four waterslides, behavior based on video analysis that semi-automatically and semi-visually tracked the center of gravity every second for the minute during which the most children exercised actively in each event. Quantitative analysis showed that children's movement speed was significantly higher in 2021, allowing us to make a quantitative assessment of how children interacted with the waterslide and each other. Factors such as the release from the new coronavirus infection problem, different designs of the four water slides, different environmental backgrounds such as parks and schools, and generations were considered as the causes.</p>	

Regarding the quantitative analysis of the behavior of multiple children, which was found to be significant from the research findings related to children, society, and playground environments that constitute the first half of the above, deep learning computational techniques aimed at automatic refinement in video analysis, which is gaining popularity in recent years. We report our exploration into application development based on it later in this paper. The YOLO (You Only Look Once) object recognition algorithm that utilizes a convolutional neural network (CNN) can detect people and determine the outer frame with maximum vertical and horizontal width and its center coordinates. Deep learning requires a GPU to support large-scale computation of images, but it tends to be expensive and difficult to obtain. Utilizing Colaboratory, a computational medium in the cloud that Google has allowed to use for free, we have constructed a quantitative identification method for children's movement, targeting the recorded video of the play park introduced in the first half, and identified it. performance was evaluated. In the initial learning state before applying deep learning, we assumed social formation between children through play in the same way as water slides, and analyzed the effect of yagura, which was previously recognized. It was found that the overlap between the structure and the child greatly reduced the automatic identification rate. Therefore, we trained images of children playing with yagura using deep learning techniques, and tried to identify new images of children playing with yagura. was made. However, due to the large amount of calculation, it was found that in addition to the long calculation, the operation often stopped due to lack of PC capacity, and it was found that dealing with the enormous load of repeating calculation from the beginning was a future issue. did.

Based on our previous research, the contribution of behavioral signals is extremely high in the quantitative analysis of the complex brain development that controls mind-body functions. The development of quantitative evaluation technology for children's learning that encourages each other's growth by playing outdoors in a natural and social environment during the developmental period, and the development of accompanying environmental technology for supporting children's learning, accelerates indoor learning in an environment facilitated by digital technology. It may be possible to sound an alarm bell at the risk of failure and lead to improvement.

(様式9号)

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	Hua Zhudi
審査委員	主 査：小柴 満美子
	副 査：齊藤 俊
	副 査：合田 公一
	副 査：大木 順司
	副 査：古賀 毅
論文題目	子どもの社会相互作用を促す地域の遊び場環境を活かした水流遊具の開発と機能分析 (Temporary Waterslide Designs Adapted to Regional Conditions to Encourage Child Socialization in Playgrounds)
【論文審査の結果及び最終試験の結果】	
<p>現代社会の劇的に進む環境変化に伴うかのように、近年、こどもの成育環境上で何らかの深刻な問題が生じている怖れが、「小中学校の通常学級で学習面又は行動面の著しい困難を示す生徒が1割近くにのぼる」という文部科学省の調査報告により浮彫になった。本論文は、日本や諸国の教育・社会の関連領域でこの問題解決に尽力して来た先行報告を振り返り、相対的に現代社会で抑制傾向にある環境要素に原因を仮説し、その端緒的検証を地域で実践的に試みた探索報告である。その仮説的減弱要素として、地球で進化する生物が広く共有し相互作用することで学びの機会を得る環境、すなわち、屋外の自然、太陽や水、土、木、重力などが有す多様性、と考えた。そのハイリスク性ゆえ成育環境から排除されて来た一方、子どもの生得的嗜好性が期待できる仮説要素に富む水流遊具に焦点を当てた。また、子どもが自ら創り出し少しの危険や困難さを要する環境であること、未知・既知を問わず多様な子どもどうしの相互作用が生まれること、地域の大人や学生が子どもを中心に繋がる「まち中のインクルーシブ・ネットワーク」を補完すべき要素と掲げた。そして、山口県宇部市や自治会の協力の下に4市街地域の公園や小学校で、自主・協働・創造・克服の涵養を目標とする一日子どもイベント「プレーパーク」の開催時に、各地形や地域資源を活用したウォーターライダーを独自にデザインし、子どもや多世代市民と簡易な材料で設置から清掃まで協創し、その利用状態について振り返り分析を行った。</p> <p>その結果、いずれの水流遊具にも多様な子どもが多数、持続的に利用を繰り返し、その行動は多様性や子ども同士の相互作用に富むことが定性的観察により確認された。定量分析のために最多の子ども数を記録した1分間の平均移動速度を4遊具間で比較したところ、小学校校庭例で顕著に高いことが認められた。その理由として、身長から推量する平均年齢</p>	

(様式 9号)

の高さや通学校で慣れ親しむ子ども同士の可能性、さらには、コロナ禍自粛2年目の特例イベントに由る心理的開放、等が考察された。二つの特筆項として、高年齢児が低年齢児に調整支援を行う利他行動の頻回出現や、発達障がい有す子どもが転倒し出血受傷した経験後に他日の自発参加を繰り返し認め、目標に掲げた自主・協創・克服の達成例示を伴い本水流遊具デザインの有効性を一章に提言した。

一方、本試行の活動計量術において、試験者の目視追尾を伴う半自動操作の限界が課題となった。そこで、同プレーパーク記録動画を対象に、深層学習に基づく人物自動識別AI計量術の適用試行による最適アプローチ法の探索を二章に加え、本研究後に予定する評価実証展開のための技術基盤を備えた。

本審査会ならびに公聴会において、主に、子どもの成育支援を目標とする本研究における、簡易創成式水流遊具を焦点とすることの意義に係わる質問を複数受けた。発表者は、①子どもが課題を見出し協創し克服するための小さな危険や多様性が備わること、②未就学期の子どもも参加する遊具設置から撤収までの全協創過程がもたらす地域社会のコミュニティ形成、などの意義を説明する回答を行った。

以上より本研究は独創性、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6編)

- 1) HUA Z, Sato R, Horikawa Y, Kumagai M, Hayakawa Y, Kaneko J, Marumo Y, Koshihara M, SHRINE INTERACTIVE INSTALATION VITALIZED CHILDREN ACTIVE BEHVIORS AND POSITIVE EMOTION IN THE LOCAL COMMUNITY. ISBS Regional Conference, Page 20, 2018.
- 2) Zhudi Hua , Hidenori Watanabe, Hiroto Omameuda, Takeo Kubota, Masanori Hariyama, Mamiko Koshihara, A digital art projection promoted children's social interaction, International Conference on Innovative Application Research and Education 2020, 69-70, 2020.
- 3) Zhudi HUA, Ting TAO, Risa AKITA, Tomofusa AKITA, Masanori HARIYAMA, Hayato SAKURAI, Mamiko KOSHIBA. CHILDREN'S SUMMER SOCIALIZATION IN WATER SLIDES ALONG THE EXISTING SLOPES, ISBS Regional Conference, Page 14, 2022.
- 4) Zhudi Hua, Ting Tao, Risa Akita, Tomofusa Akita, Yoshiaki Hayakawa, Masanori Hariyama, Hayato Sakurai, Ricki Colman, Mamiko Koshihara, Four Temporary Waterslide Designs Adapted to Different Slope Conditions to Encourage Child Socialization in Playgrounds, Journal of Visualized Experiments(JoVE), 1-12, 2022.

ほか 2編