

2023 年度

博士學位論文

内容の要旨および

審査結果の要旨

第36号

(2024年3月授与)

北九州市立大学大学院

国際環境工学研究科

目 次

学位の種類	学位番号	氏 名	頁
博士(工学)	甲第 256 号	隅谷 和樹 (スミヤ カズキ)	1
博士(工学)	甲第 257 号	高野 心 (タカノ シン)	5
博士(工学)	甲第 258 号	Le Tien Hung (レ ティエン フン)	8
博士(工学)	甲第 259 号	刘 在强 (リュウ ザイキョウ)	11
博士(学術)	甲第 122 号	张 晓易 (チョウ キョウイ)	14
博士(工学)	甲第 260 号	森 友里歌 (モリ ユリカ)	17
博士(学術)	甲第 123 号	Tsai Yu-ling (サイ ユーリン)	20
博士(工学)	甲第 261 号	Athina Ardhyanto (アティナ アルディヤント)	23
博士(工学)	甲第 262 号	吉田 未希也 (ヨシダ ミキヤ)	26

フリガナ 氏名 (本籍)	スミヤ カズキ 隅谷 和樹 (福岡県)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第256号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	The Development and Application of Novel Drug Delivery System Targeting Human Dectin-1 with SPG/DNA Complexes (SPG/DNA複合体を用いたヒトDectin-1を標的とする新規ドラッグデリバリーシステムの開発とその応用)
論文審査委員	主 査 櫻井 和朗 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (理学)) 審査委員 上江洲 一也 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 中澤 浩二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 龍 有二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)

論文内容の要旨

In this paper, we systematically developed a study to create a human Dectin-1-expressing cell-specific drug delivery system using SPG/DNA complexes. Initially, we performed a detailed structural analysis of the complex in solution to deepen our basic understanding of it. Subsequently, the affinity between the complex and human Dectin-1 was evaluated. Based on these results, we verified the delivery efficiency of nucleic acid drugs targeting human Dectin-1-expressing cells. Through these stepwise studies, our aim was to construct a new drug delivery system.

The study is composed of five chapters, each detailing the research process and findings. This systematic approach enhances the understanding of novel drug delivery system development and establishes a foundation for future pharmaceutical applications.

Chapter 1 highlights the growing importance of pharmaceuticals in a century-long lifespan era and addresses the challenges in their development. Pharmaceuticals, vital for disease prevention and treatment, face challenges like complex chemical structures and side effects. Overcoming these, nucleic acid drugs emerge as a novel solution, though they face issues like in vivo instability and difficult delivery. Advanced Drug Delivery Systems (DDS) are essential for addressing these, and our technology, which combines schizophyllan (SPG) with nucleic acid drugs, enhances stability and targets disease sites effectively. This sophisticated DDS technology is crucial for developing safer, more effective drugs. Despite proven targetability in mouse models, verifying efficacy in human cells remains critical. This study explores DDS challenges for human use and potential new therapies.

Chapter 2 discusses the structural analysis of the SPG/DNA complex in solution. This analysis is critical in drug development, significantly impacting the drug's pharmacokinetics and interaction with biomolecules, thus affecting its efficacy and safety. The structure of polymeric drugs like SPG/DNA complexes offers insights into solubility, viscosity, and distribution, essential for drug design, stability, and delivery system development. This study revealed that DNA binding to SPG forms a complex, influencing molecular weight distribution and enabling the creation of complexes with precise size control, similar to low-molecular-weight compounds. Tailoring molecular weight distribution is crucial for optimizing drug delivery efficiency and

therapeutic efficacy, offering new design principles for nucleic acid drug development.

In Chapter 3, we examined whether the complex could be applied to DDS technology targeting human Dectin-1. Initially, we evaluated the affinity of the complex to six variants of human Dectin-1. Among these, only two variants were found to bind to SPG. However, the complex demonstrated the ability to bind to all variants. Despite this, the efficiency of cellular uptake of the complex varied significantly among the variants, which markedly affected the efficacy of the nucleic acid drug. This difference in uptake was primarily attributed to the glycosylation of the variants. Building on these findings, we developed a novel genetic analysis technique that combines PCR and bioanalysis to identify Dectin-1 variants. This technology enables us to determine the specific Dectin-1 variant profile of each individual patient quickly and accurately. This advancement lays the groundwork for developing complex-based treatment strategies tailored to individual patients, potentially leading to more effective therapies with fewer side effects. This research is anticipated to broaden the scope of applications for DDS technology using complexes and to forge new paths in the fields of personalized and precision medicine, thereby having a significant impact on the development of future therapeutic strategies.

In Chapter 4, we investigated the delivery of nucleic acid drugs targeting human Dectin-1-expressing cells using complexes. Specifically, antisense DNA and CpG-ODN were delivered to target genes in the cytoplasm and to the receptor TLR9 in endosomes, respectively, by means of these complexes. The experimental results indicated that smaller complexes were more effective for delivering antisense nucleic acids, while larger complexes were more suitable for CpG-ODN. This variation in efficacy may be attributed to the differences in intracellular kinetics caused by the size of the complexes. Based on these findings, we can propose a new strategy to optimize the physicochemical properties of the complexes according to the type of nucleic acid drug and the therapeutic target. By tailoring the size and other characteristics of the complexes, we expect to enhance drug efficacy and reduce side effects. This approach has the potential to improve therapeutic outcomes and patient safety by increasing the efficiency of nucleic acid drug delivery.

Chapter 5 summarizes the results obtained in this thesis.

論文審査の結果の要旨

核酸医薬品は疾患治療において DNA や RNA を活用する新規治療法であり、遺伝子レベルで作用し、従来の薬では治療できなかった疾患の治療が期待される。しかし、核酸は生体内で容易に分解されるため、標的細胞へ効果的に送達するシステムの開発が必要である。多糖の一種である β グルカンが核酸と複合体を形成し、 β グルカン受容体である Dectin-1 に特異的に結合することが先行研究で明らかになっている背景に基づいて、本論文の申請者隅谷氏は、この先行研究を発展させ、 β グルカンを用いた送達システムの構築を目指した研究を行った。

この研究により、新たに Dectin-1 発現細胞を標的とした核酸医薬送達による新しい医薬品の可能性が示された。

論文の第一章では、核酸医薬の送達に関する従来の研究および応用事例を詳細に調査し、総合的にまとめた。第二章では、複合体のサイズ制御に関する研究結果を報告し、 β グルカンのような高分子が持つ分子量分布という製薬上の課題を克服する可能性を示した。第三章では、複合体とヒト Dectin-1 との基礎的な相互作用に関する研究を展開し、両者間の親和性を明らかにした。これまではマウス Dectin-1 との親和性が示されていたが、ヒト Dectin-1 でも同様の親和性が示され、ヒトへの応用が可能となる可能性が示された。第四章では、複合体を用いたヒト Dectin-1 発現細胞への核酸医薬の送達に関する応用研究を示し、Dectin-1 特異的な薬剤送達が可能であることを証明した。最後の第五章では全体を総括した。これらの研究結果の重要性を鑑み、特許申請を行った。

上記の業績は本学位審査の対象となり、結果は査読付きの論文として発表されている。また、本研究はバイオテクノロジーの発展と実用化に大きく寄与すると判断した。

よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	効ノシ 高野 心 (大分県)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第257号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	Designing Polymeric Nanomedicines for Enhanced Drug Delivery: Insight from Material Properties (効果的な薬物送達を目指した高分子ナノメディシンの設計：材料物性からの洞察)
論文審査委員	主 査 櫻井 和朗 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (理学)) 審査委員 秋葉 勇 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 木原 隆典 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (学術)) 審査委員 岡田 伸廣 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

Science and technology play an important role in modern medical science, and one of the examples is drug delivery system (DDS). DDS refers to the technology used for effectively and safely delivering therapeutic drugs to specific sites within the body. For the purpose in DDS, nanomaterials have been often used, and they have enabled efficient drug delivery, reduction of side effects, and precise targeting of cells. Formulations using nanotechnology, such as incorporating physiologically active substances into nanomaterials, are collectively referred to as nanomedicine. As the nanomedicines' building block, synthesized polymers have played a crucial role due to their adaptability, flexibility, and variability. These materials are designed to optimize interactions with biological systems, and by altering their properties as necessary, they function effectively as nanomedicines.

In the realm of nanomedicine, the complex material properties, such as components, morphology, surface characteristics, inter-/intra-molecular interactions, and interactions with biomolecules, directly impact the behavior and efficacy of formulations within the body. This complexity and diversity in formulations lead to challenges in Chemistry, Manufacturing, and Control (CMC) in the development of nanomedicine. To address these challenges, it is necessary to understand the material properties as previously discussed and design nanomedicines based on this understanding. This paper discusses the design of nanomedicines based on the understanding of the properties of polymer materials.

This thesis was composed 8 chapters. Chapter 1 serves as an introduction, detailing the trends and current situations of nanomedicine research. Chapter 2 discusses the control of nanomedicine via the interplay between synthetic polymers and biological polymers. In Chapter 3, a design of polymeric materials targeting cancer cells was described. In Chapters 4 and 5, the focus was on the development of nanomedicine using molecular bottlebrush polymers, which have controlled morphology and are based on biocompatible materials. Chapter 6 provides a detailed structural analysis of polymeric DDS carriers made from polyacrylic acid, discussing the results of understanding their physical properties. Chapter 7 reveals the formation process of the DDS carriers mentioned in Chapter 6 and discusses the results of investigations into the controllability of their physical properties. The final chapter, Chapter 8, presents several conclusions and discusses the potential for expansion of this research.

論文審査の結果の要旨

本論文は、高分子材料を用いたナノメディシンの設計とその特性理解に関する研究成果を合成から物性、さらには生体適合性までを体系的にまとめたものである。筆者は合成高分子からなるナノ材料を作成し、その特性を小角散乱法や超遠心法などの物理的手法によって理解し、ナノメディシンへの応用の可能性を探った。第1章では、ドラッグデリバリーシステム（DDS）とナノメディシンの進歩に焦点をあて、その残された課題を明らかにした。続く、第2章及び第3章では、高分子材料の相互作用特性に注目し、これらの理解を基にナノメディシン設計への応用方法を示している。第4章及び第5章では、ナノメディシンの物理的特性、特に形態や材質を理解し、調整する試みが説明される。開発されたナノメディシンは、低分子抗がん剤や核酸医薬品といった異なるタイプの医薬品モダリティーに対しても有効性を示した。第6章及び第7章では、高分子ナノ材料の精密な構造解析と形成メカニズムの解明により、特性制御の新たな方法が提示されている。最終章である第8章では、本研究の総括として得られた知見をまとめ、物性と合成、さらに薬理の3つの分野が融合することが重要であることを述べている。

これは、高分子材料をナノメディシンへと転換させる過程で、高分子材料に基づく DDS における化学、物理、生物という三つの異なる領域を横断する研究から得られた知見である。この多角的なアプローチにより、高分子材料の複雑な特性を洞察し、その基本的な理解を根底から深めた。この研究は、高分子ナノメディシン領域における新たな知見を提供するものであり、論文は評価の高い国際学術雑誌に掲載された。

以上より、本研究はこの分野の学術の発展に寄与し、且つ、ナノメディシンの実用化と工業化に寄与すると判断した。

よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	レ ティエン フン Le Tien Hung (ベトナム)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第258号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	Incident and disaster response exercises for Vietnamese firefighters: Situation and solutions (ベトナムの消防士のための緊急事態・災害対応訓練手法：現状の課題と解決策)
論文審査委員	主 査 加藤 尊秋 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 松本 亨 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (工学)) 審査委員 藤山 淳史 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学)) 審査委員 吉山 定見 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

Vietnamese firefighters' roles have expanded from fire prevention and firefighting to rescue activities in various situations. This study aimed to find out the causes leading to difficulties in practicing rescue plans for Vietnamese firefighters and to develop emergency exercises to improve the rescue capacity of firefighters and other fire forces in Vietnam.

Chapter 1 summarized the existing ideas about designing and conducting emergency exercises and then specified the objectives of this study. Chapter 2 summarized the theoretical and legal basis of current firefighting exercises in Vietnam, reviewed previous studies on emergency exercises, and characterized the situation of emergency exercises for firefighters in Vietnam.

In Chapter 3, based on a survey of firefighting agencies in 16 provinces in Vietnam, the status of firefighting and rescue training and the facilitating and hindering factors involved in its implementation are extracted. Problems were clarified by comparing firefighting agencies that were able to conduct frequent training and those that were not, based on existing government statistics. Chapter 4 explored effective evaluation methods for training outcomes, using the example of a functional exercise for firefighting students at the University of Fire Prevention and Fighting (UFPF), Vietnam, based on a landslide scenario. A survey of firefighting students revealed that an application of the full set of Bloom's taxonomy expanded findings in evaluating the students. The results from the knowledge domain evaluation using the taxonomy and the skill domain evaluation by expert faculty members favored oppositely between the students with firefighting experience and others, suggesting that the use of multiple indicators was necessary to recognize the diverse abilities of students. In Chapter 5, an efficient method for selecting training injects for functional exercises was introduced. This method was intended to facilitate exercise designers to selectively improve desired types of rescue capabilities. The Analytic Hierarchy Process was used to quantitatively identify the relationships between rescuers' action types and capabilities under three types of natural disasters namely landslide, flood, and fire cases. A pairwise comparison-type survey was conducted with the experts from UFPF and the decision weights that linked the action and capability types were estimated. These weights were then used to effectively select exercise injects so that the exercise could foster the desired capabilities. Chapter 6 summarizes the above results and provides suggestions for further development.

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年、その役割の救助への拡大がなされたベトナムの消防士について、訓練に関する現状の課題を把握し、効果的な訓練手法を提案することを目的としている。第1章では、緊急事態対処訓練のあり方についての既存の考え方が整理されるとともに、ベトナムの消防士訓練の現状が紹介され、これをもとに研究目的が提示されている。第2章では、既存文献等をもとにベトナムの消防士訓練の特徴が整理されている。第3章では、ベトナムの16の省の消防機関の調査をもとに、消火と救助に関する訓練の実施状況と実施に関わる促進・阻害要因が抽出されている。とくに、既存の統計で訓練を頻繁に行えている消防機関とそうではない機関を分け、その理由を調査により明らかにしたことにより、問題点が明確になった。第4章では、地滑りを想定し、ベトナム消防大学での消防学生向けシミュレーション型訓練（図上訓練）を例に、訓練成果の効果的な評価方法を探求している。消防学生に対する調査をもとに、教育一般で用いられる Bloom の基準を上位段階まで含めて用いることが訓練効果の評価の幅を広げること、消防士の経験を持つ学生とそれ以外では、知識項目の評価と専門知識を持つ教員による技能評価の結果が逆の傾向を示したため、学生の多様な能力を捉えるために複数指標の併用が必要なこと、等の新たな知見を示している。第5章では、図上訓練において、訓練設計者が意図する能力を選択的に向上させるために、訓練用の課題（状況付与）を効率的に選択する方法を提案している。ここで、各状況付与と向上が期待される能力の関係を数理的に扱うために階層分析法（Analytic Hierarchy Process）を用いた。地滑り、水害、火災を例としてベトナム消防大学の救助専門家に対する一対比較形式の調査を行い、状況付与の種類と関連した能力をつなぐ重みを推定し、この結果を効率的な訓練設計に活かす方法を示した。第6章では、上記の結果をまとめ、さらなる展開のための示唆を述べている。

以上、気候変動により自然災害の性質の変化が予測される現在、発展途上国における自然災害への対処法を改善した本研究は、環境システム工学として大きな成果である。よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があると認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	リュウザイキョウ 刘在强 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲第259号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	新技術の活用のための科学コミュニケーションに関する研究 —情報提供方法と市民の属性に着目して— (Designing Science Communication for Utilizing Emerging Technologies: Information Provision Formats and Citizens' Attributes)
論文審査委員	主査 加藤 尊秋 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 松本 亨 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (工学)) 審査委員 藤山 淳史 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学)) 審査委員 陶山 裕樹 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

本研究では、科学コミュニケーションの重要な側面である情報提供型コミュニケーションに焦点を当て、アンケート調査を通じて情報提供方法と市民の属性に注目し、要因分析および新たな提言の検討などを行ったものである。本論文は 6 章により構成され、各章の概要は以下の通りである。

第 1 章では、本論文の全体像を展望するとともに、背景、目的および視座を提示した。

第 2 章では、科学コミュニケーションに関する既存研究を整理し、科学技術について知識と認知の関係を整理し、情報提供型科学コミュニケーションに関する先行研究をまとめて、新技術に熟知している人ほどそのリスクを高く認識する可能性があることがわかった。

第 3 章では、よく知られている環境政策に関する事例分析が行われている。一般市民によく知られている環境対策に対する人々の理解の特徴を把握した。その結果、知覚された空気質の変化も大気汚染対策への意識に影響を与え、個人が自身の環境変化を実感することで、大気汚染の影響を感じ、積極的な対策を取る可能性が高まるとされている。または、個人属性は大気汚染対策への意識には影響を与えなかったことがわかった。これで、環境問題が普遍的な懸念事項であることを示唆している。さらに、環境教育が大気環境の改善に寄与する有益な手段であるとする人が 5 割以上いることが報告され、科学コミュニケーションが重要であることが裏付けられている。

第 4 章では、地下水調査技術に関する情報提供型科学コミュニケーションの事例分析が行われている。地下水環境に対する一般市民の理解や認識にどのような影響を与えるかを調査している。結果、地下水に関する調査の必要度について、説明の詳しさによる直接的な影響はみられなく、今回の説明の違いだけでは、多くの人の知識や考え方に影響を与えることは難しいのかもしれない。ただし、本人が感じる説明用紙の理解度や地下水問題の深刻さ認知、50 歳未満の層における地下水調査の必要度認知には、説明の詳しさが影響したことがわかった。

第 5 章では、二酸化炭素回収・貯留技術 (CCS) に関する情報提供型科学コミュニケーションの事例分析が行われている。CCS 技術に対する一般市民の理解や受容態度に与える影響を調査している。結果、基本情報と成功事例情報 (基本情報含む) の提供は回答者の CCS に関するイメージが向上することがわかった。一方、リスク情報 (基本情報含む) では、イメージが向上した人も、悪化した人もいた。また、成功事例情報はリスク情報より大きな効果を持つことが示された。特に、リスク情報を受けた回答者には、NIMBY 問題を深刻に認識している人が多かった。さらに、成功情報事例群では、CCS のリスク認知を有意に低減することができた。

第 6 章では、前章の事例分析を踏まえて情報提供型科学コミュニケーションのあり方が考察し、政策提言と今後の研究課題を提示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、科学コミュニケーションの重要な要素である情報提供型コミュニケーションに着目し、情報提供方法と市民の属性に注目してその活用方法を探求したものである。第1章では、科学コミュニケーションに関する既存の考え方を整理し、本論文の着目点を示し、研究目的を提示している。第2章では、科学コミュニケーションに関する既存研究を整理し、よく知られた技術・対策とそれ以外を分けて論じるべき等、本論文の基本的な戦略を示している。第3章では、よく知られた環境対策として大気汚染対策を取り上げ、中国日照市の市民1323人からの回答をもとに分析が行われている。これまでの大気質の変化を認知できたかが大気汚染対策への支払い意思に影響すること、居住地などの個人属性は大気汚染対策への支払い意思に明確な影響を与えなかったこと等が示されている。第4章と第5章は、よく知られていない科学技術を扱う。第4章では、山梨県忍野村の市民598人の回答をもとに同位体を用いた地下水調査技術に関する情報提供型コミュニケーションの効果を検証している。同技術に関する情報の詳しさを変えた調査票を2種類用意して回答を比較したところ、同技術の必要性に関して、回答者全体の平均としては差が見られなかった。一方、地下水との縁が弱い50歳未満の層では、調査結果を含む技術情報を伝えると当該技術を用いた調査の必要性認知が下がるという注目すべき結果を見いだしている。第5章では、二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）を例に、中国全土の市民1313人からの回答を対象とした分析がなされている。被験者を無作為にCCSの基本情報のみを提供する群、基本情報と成功事例情報を提供する群、基本情報とリスク情報を提供する群に分けて比較したところ、最初の2群ではCCSへの肯定的評価が増加した。一方、リスク情報を与えた群では、NIMBY問題視的な視点からCCSを捉える人が増えることが示されている。第6章では、これまでの事例分析を踏まえて情報提供型科学コミュニケーションのあり方が考察され、政策提言がなされている。

以上、本研究では、新技術の活用のために科学コミュニケーションを行う際に留意すべき点を事例に基づいて詳細に示しており、環境システム工学として大きな成果である。よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	チヨウギョウイ 张 晓易 (中国)
学位の種類	博士 (学術)
学位番号	甲 第122号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	Study on energy flexibility ability of distributed energy resources within zero energy houses (ゼロエネルギー住宅における分散型エネルギー源の電力調整能力に関する研究)
論文審査委員	主 査 高 偉俊 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 陶山 裕樹 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学)) 審査委員 黎 曉紅 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

Developing distributed energy efficiency measures is considered a critical solution toward the sustainable transition to decentralized and decarbonized building energy systems. This work selects zero energy houses and in Kyushu as the research objectives, explored the flexibility performances and potential of different distributed energy resources, and evaluated the operation of grid interactive dispatch . Thus, providing the references for policy worker.

IN CHAPTER1, highlighting the carbon reduction efforts in residential sector. The challenges associated with rising renewable penetration and the importance of demand-side participation have been introduced.

IN CHAPTER 2, characteristics and attributes of decentralized and low-carbon energy technologies in residential building for enhancing energy efficiency and reducing carbon emissions are described.

IN CHAPTER 3, using behind-meter data, providing the detail performances of house energy consumption, generation.

In CHAPTER 4, firstly introduced the energy flexible building concept, then the modeling process of heat pump water heater, battery storage and building thermal mass are described in detailed.

CHAPTER 5 focusing on increasing the on-site PV generation and reducing energy cost, this chapter described the flexible dispatch performances of distributed PV, home heat pump, battery storage systems.

In CHAPTER 6, explored thermal energy flexibility of building thermal mass, case studies were presented to investigate the optimized performances of flexible space heating systems using model predictive control. This chapter also uses optimization model to achieved the trade-off between energy consumption and indoor thermal comfort conditions.

CHAPTER 7 using real-world data (supply-side data, spot price, demand-side data), optimized results compared scheduling performances of the distributed energy resources under fixed feed-in tariff and dynamic spot price, assessing their ability to contribute to grid flexibility.

CHAPTER 8 is CONCLUSION AND PROSPECT. Summarizes the conclusions of each chapter and the optimization strategies of distributed energy resources usage were proposed.

論文審査の結果の要旨

本研究は、北九州市のゼロエネルギーハウスを研究対象とし、エネルギー自給率を高めることとコスト削減を図るために、異なる分散型エネルギー源による需要と供給の変化に対応する電力調整能力を比較することを目的としている。

第一章では、研究の背景と目的について説明した。

第二章では、分散型エネルギー源に関連する従来研究を調査し、研究の重要性を述べた。

第三章では、北九州市城野コミュニティで現地調査を実施し、年間実測データを用いて、建物の室内温度とエネルギー消費量を調査分析し、その特性を明らかにした。

第四章では、研究方法を提案し、分析モデルを構築した。

第五章では、太陽光発電と蓄電池の組合せ、及び太陽光発電とヒートポンプの組合せという2つのシナリオを設定し、エネルギーフレキシビリティ（調整能力）の特徴を明らかにした。

第六章では、住宅暖房時の熱エネルギーフレキシビリティを解析し、モデル予測制御を用いた暖房システムの調整能力を提示し、室内の熱快適性を保ちながらエネルギー消費を最小化しつつ、太陽光発電の自家消費を最大化するような分析手法を提案した。

第七章では、住宅の供給側と需要側の実測データ、スポット電力価格を使用し、固定の買取価格制度（FIT）とフィードインプレミアム制度（FIP）での分散型エネルギー源の経済性の比較を行った。また、フィードインプレミアム制度において、太陽光売電がグリッドの電力供給の変化に貢献していることを明らかにした。

第八章では、各章で得られた知見をまとめ、今後の展望を示した。

以上のように、本研究はゼロエネルギーハウスにおけるエネルギー自給率向上とコスト削減を実現するために分散型エネルギー源の電力調整能力を分析したものである。一連の研究成果は、当該分野に新しい知見を与えるものであり、住宅省エネルギーの普及と経済効果の向上に寄与している。よって、本論文の著者は博士（学術）の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	モリ ユリカ 森 友里歌 (福岡県)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第260号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	建築家スティーヴン・ホールの現象的建築の表現方法に関する研究 (A study on design method of expressing phenomenal architecture by Steven Holl)
論文審査委員	主 査 デワンカー バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 龍 有二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 中澤 浩二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

アメリカの代表的な建築家として挙げられるスティーヴン・ホールにおける建築設計の表現方法の観点から現象論に影響を受けた設計思想について明らかにすることを目的とした研究である。ホールは自身の設計に関するアイデアを言葉やスケッチなど多様な表現を行うことで知られており、言説表現、描写表現、図面表現の三つに着目しこれらの表現方法とホールの設計思想についての関係性について明らかにした。

第一章では本研究の概要について述べ、ホールに関する略歴および近代建築史におけるホールの建築家としての位置づけについて簡潔に記している。

第二章では既往研究についてまとめ、建築家の意匠設計論について記した。また本研究に関連した分析方法を持つ既往研究に関してもまとめて比較して述べた。

第三章では研究方法の概要についてまとめて述べた。ホールの設計哲学における現象論の影響について明らかにし、ホールの建築作品に関する基礎的な情報を示した。

第四章では住宅設計において文脈的に表現された設計意図とそれに対応した建築表現の関連性を明らかにした。また住宅設計における言説的な空間構成と連関するモチーフ表現の発想の伝搬過程について述べた。設計趣旨の構成に文化的な題材や芸術作品を取り入れ、験的な建築思想を様々な建築表現として現出していることが明らかになった。

第五章ではスケッチ表現の分類化、構成要素を明確化することを目的とし、外観及び内観透視図の描かれ方から建築と外部環境との関連性について明らかにし、記譜法としてのスケッチの役割を示した。スケッチを用いた建築家のコンセプト表現をエンコードする方法論について述べ、建築家のスケッチを分析する新たな方法論を提案した。

第六章では図面の形態について分析を行い、秩序と複雑性についての特徴を明らかにした。言説表現により設計には秩序や複雑性といった平面形態的特性があることを仮説として示した。住宅設計におけるルールの存在についての検証をフラクタル解析によって行い、造形の特徴を数量化し設計手法の一端を明らかにした。

第七章では音楽を題材にした建築作品をもとにどのように設計に反映されているかについて調査を行い、またホールによる建築と音楽の関係性を示した。これまでの分析結果からまとめてホールの設計思想の図式化を行った。

第八章では本研究に関する各章で得られた知見をまとめ、総括としている。今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

スティーヴン・ホールにおける建築設計の表現方法及び現象論に影響を受けた設計思想について明らかにすることを目的とした研究である。ホールは自身の設計に関するアイデアを言葉やスケッチなど多様な表現を行うことで知られており、言説表現、描写表現、図面表現の三つに着目し、これらの表現方法とホールの設計思想についての関係性について明らかにする。

第1章では、研究の背景、目的及び論文の構成を述べている。

第2章では、従来研究を調査し、本論文の分析方法の枠組みを構築するための理論的基礎を示した。

第3章では、研究方法の概要及び建築作品の基礎的情報について述べた。分析手法について説明し、ホールの建築作品に関する基礎的な情報を示した。

第4章では、住宅設計における言説表現の設計意図とそれに対応した建築表現の関連性を明らかにした。言説的な空間構成と連関するモチーフ表現の発想の伝搬過程について述べた。設計趣旨の構成に文化的な題材や芸術作品を取り入れ、実験的な建築思想を様々な建築表現として表していることを明らかにした。

第5章では、スケッチ表現の分類化、構成要素を明確化することを目的とし、外観及び内観透視図の描かれ方から建築と外部環境との関連性について明らかにし、記譜法としてのスケッチの役割を示した。時系列的な変化から、スケッチを用いた建築家のコンセプト表現の方法論が明らかとなった。

第6章では、図面の形態について分析を行い、秩序と複雑性についての特徴を明らかにした。設計には秩序や複雑性の平面形態的特性があることを仮説として、フラクタル解析を用いて造形の特徴を数量化し設計手法の一端を明らかにした。

第7章では、音楽を題材にした建築作品の言説表現について調査を行い、ホールによる建築と音楽の関係性の図式が明らかとなった。

第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本研究はスティーヴン・ホールの言説表現、描写表現、図面表現の三つに着目し、表現方法と設計思想についての関係性の図式化を通じて、意匠設計の分野における方法論の発展に大きく寄与するものである。

よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	サイ ユーリン Tsai Yu-ling (台湾)
学位の種類	博士 (学術)
学位番号	甲 第123号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	A comparative study of placemaking methods for regenerating abandoned schools between Taiwan and Japan (台湾及び日本におけるプレイスメイキング手法による廃校再生に関する比較研究)
論文審査委員	主 査 デワンカー バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 高 偉俊 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 大矢 仁史 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)

論文内容の要旨

With the rapid development of globalization, industrialization, urbanization, and informatization, numerous economic activities are aggregated in cities, resulting in uneven resource distribution between urban and rural areas. When a school is non-operational, it delivers neither the fundamental spatial value nor contributes with its neighbors. This research conducts 15 school architecture analyses on their regenerative programs to evaluate the relationship between space order, territory differentiation, user behavior reaction, and user perception of the built environment. A study of establishing a linkage to the local community is also the research mission to achieve.

In Chapter 1, research background, purpose of research, research objectives, research region and flow chart area introduced as bas of the research study.

In Chapter 2, theoretical background and literature reviews are elaborated to find the appropriate methodologies within the school regeneration design process and overall built environment in the social context.

In Chapter 3, the research methodologies are investigated the potential impact on design creativity using the basic theory of space syntax and proxemics to study the territory, space order, and users' behavior experience. It combined the result to use the MoSCoW method and space matrix to explain the scope of the research.

In Chapter 4, the result of the space order and space characteristic are explained the hierarchy context of the regeneration school layout in total 15 school regeneration cases.

In Chapter 5, the different of territory zone in all 15 school regeneration cases are explained the space function is related to user's need that is described and analyzed with factors such as diversity, exhibition, learning, and industry activity.

In Chapter 6, Territory, function, and users' needs are three aspects and to use relevant criteria to accomplish an instruction to assessed the appropriate suggestion to assist the school regeneration project to be revitalized.

In Chapter 7, evaluation on all findings based on Chapter 4,5, and 6 are discussed the regenerative evaluation form to reuse the school space studies are conducted to see the advantage and threats in the application of how different revitalization approaches might lead to diverse interaction patterns in the areas, which focuses on the transformation from space to place and the genius loci creativity.

In Chapter 8, the main findings of study are summarizing, limitation, and suggestion for future study are described.

論文審査の結果の要旨

本研究は、台湾及び日本における閉校となった 15 校の再生計画を分析し、プレースメイキング手法を通じて空間の利用とユーザーの認識の関係を明らかにすることを研究目的としている。再生空間のデザイン価値を認識させ、住民と地域コミュニティとの関わりを向上させるための評価プロセスを確立するものである。

第 1 章では、研究の背景、目的及び論文の構成を述べている。

第 2 章では、プレースメイキング手法を用い、学校を再利用し価値を向上させる新たな手法を提案している。学校スペースの再利用が、社会的な価値を高め、人々の生活条件を改善する再生可能なデザインプロセスであることを示した。

第 3 章では、スペースシンタクス理論及び空間近接理論を使用し、空間階層、機能及びユーザーの行動認識を分析した。得られた調査結果を整理し、MoSCoW (モスクワ)分析と空間マトリックス手法に基づいて、最適な再生提案を導出するための空間再生評価フォームを提案した。

第 4 章では、スペースシンタクス理論を使用し、15 校の学校空間階層の分析を行った。空間要素の特性を通して再生デザインの限界を再認識し、学校再生における再生デザイン戦略に関する新たな提案を行った。

第 5 章では、学校の空間特性とユーザーの行動が地域属性（プライベート及びパブリックの両面）に影響を与えることを明らかにした。また経済効果とサービス効果も廃校再生の重要な側面であることを示した。

第 6 章では、MoSCoW 分析と空間マトリックス手法を組み合わせた評価概念を提案し、5 つの学校活性化戦略及び学校再生の設計開発プロセスをサポートする 2 つの評価ワークシートを提案した。

第 7 章では、プレースメイキングによってデザインプロセスを改善することで、プロジェクト参加者が学校スペースを地域社会のインフラとして再利用しながら、利用ニーズを明確化できることを示した。

第 8 章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本研究はプレースメイキング手法を通じて空間の利用とユーザーの認識の關係に着目し、台湾及び日本の閉校となった学校の空間分析に基づき新たな学校再生プロセス方法を提案することによって、建築計画分野における学校再生手法の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文の著者は博士（学術）の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	アテナ アルディヤント Athina Ardhyanto (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第261号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	A study on vernacular architecture transformation using ethnography-based intensive architecture memory recollection method (エスノグラフィーに基づく建築記憶想起法を用いたヴァナキユラー建築の変容に関する研究)
論文審査委員	主 査 デワンカー バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 高 偉俊 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 佐藤 雅之 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

This research explores the extent of ethnography-based intensive architecture memory recollection method as a substitute for resourcing past houses for studies on vernacular architecture transformations. To understand the local history, social context and vernacular architecture of the past is important, especially in culturally sensitive designs. Unfortunately, not all places have sufficient written records of their past. The method applied in this research is based on the theory of transformation with memory recollection theory. The method is applied through desk study, direct observation, and in-depth interviews. The interviewees are from four local ethnic groups for a more rounded perspective in the transformation of vernacular architecture in Labuan Bajo and to assess whether the memory system they have is related to the tradition of their ethnic groups. This research also assesses which memory system is beneficial for memory recollection, especially on house history.

In Chapter 1, research background, purpose, methodology and flow were introduced as base of study.

In Chapter 2, theoretical background and literature reviews were elaborated to find the suitable methodologies within the historical and social context.

In Chapter 3, the methodologies are explained based on the two theories and the scope of the research was described.

In Chapter 4, the historical and social context of the town was explained as a base data to further analyze the vernacular architecture transformation and memory recollection process in the next chapters.

In Chapter 5, the transformation of vernacular architecture experienced by the informants were described and analyzed with factors such as ethnic identities, period of construction and proximity to tourist activities. The local design principles are also found in this research.

In Chapter 6, the memories shared during the interviews were analyzed to assess which memory system the informants have and how deep can the memory recollection be used in some cases of vernacular architecture transformation studies.

In Chapter 7, an analysis on the use of memory recollection in vernacular architecture transformation studies is conducted to see the strengths, weakness, opportunities, and threats in the application of this methodology.

In Chapter 8, the main findings of the study were summarized, and limitations and suggestion for future study were described.

論文審査の結果の要旨

この研究は、建築変容研究における記憶想起法の有効性を検証することを目的としている。過去の建築に関する書面記録に限られる場所で、情報提供者の記憶を引き出し検証する手法を評価している。インドネシアのラブアンバジョの4つの異なる民族グループの住民に適用し、住居の変容を調査し、地域の変革と手法の有効性を理解することを目指している。

第1章では、研究の背景、目的及び論文の構成を述べている。第2章では、ヴァナキュラー建築、変容理論、記憶想起、観光開発などに関するインドネシアの文献の調査を行った。ヴァナキュラー建築は地域の歴史を体現し、変容と記憶の理論は方法論の基礎となりえる。観光産業は変容を触媒とするが、地域建築の記録は不足していることが明らかとなった。第3章では、エスノグラフィーに基づいた建築記憶回想法について述べている。具体的には、住民が過去の住居について口頭で共有した情報に基づいてスケッチ手法で昔の建物を表現し、他の既存の住居を直接観察したデータと比較できる手順と調査手法を確立した。第4章では、限られた文字記録や口述記録から導き出された歴史的・社会的文脈の分析を行った。情報提供者の移住ルート、初期の入植プロセス、政府が近年介入した権力構造などが明らかになった。第5章では、エスノグラフィーに基づいた建築記憶回想法から収集された物理的変化について述べている。調査結果は、この方法が材料、建物のレイアウト及び機能の変換に関する詳細を取得できることを示している。第6章では、記憶システム分析の適用法及び地域の建築に関するコミュニティの記憶システムについて述べている。結果として情報提供者の殆どは、過去の住居を思い出す際に口頭回想を使用したため、口頭歴史的であることが判明した。第7章では、この研究で使用された建築記憶回想法は、文書による記録が限られている場所で過去を学ぶための優れた情報源であることが証明されており、またいくつかの民族グループに適用して偏りの少ない結果を得られることが分かった。第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本研究はエスノグラフィーに基づく建築記憶想起法を用いたヴァナキュラー建築の変容に着目し、ヴァナキュラー建築の分野における方法論の発展に大きく寄与するものである。

よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名 (本籍)	ヨシダ ミキヤ 吉田 未希也 (熊本県)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第262号
学位授与年月日	2024年3月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第1項 該当
学位論文題目	A Study on Clustering Schemes for Efficient Information Distribution in Information-Centric Networking (情報指向ネットワークにおける効率的な情報流通のためのクラスタリング手法に関する研究)
論文審査委員	主 査 古閑 宏幸 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (情報工学)) 審査委員 上原 聡 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (情報工学)) 審査委員 山崎 恭 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 長 弘基 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学))

論文内容の要旨

The main application of today's network is the delivery services of video content, such as Video on Demand (VoD), which accounts for approximately 80% of the total network traffic. In the near future, the proliferation of IoT (Internet of Things) services is expected to lead to the influx of a large amount of IoT content into the network. Therefore, there is a need for solutions to support the current network usage that revolves around content distribution. A new network architecture called Information-Centric Networking (ICN) has attracted attention as a potential solution. ICN is designed around the concept that when consumers access content, they are indifferent to the identity of the content provider. This design allows direct exploration of content in the network without being dependent on the content provider by changing the destination of content request from the traditional IP address to the content name. To take advantage of this design concept, content routers (CRs), which are intermediate routers, are assigned the role of both forwarding and caching content. This allows replicated content to be distributed throughout the network while acting as a substitute for content providers. Therefore, ICN can handle the content requests using them without the intervention of content providers, which contributes to balance server and network loads and reduce content delivery latency.

However, the cache size of CR is significantly smaller compared to the huge amount of content in the world, so it is obviously impossible to cache them. Therefore, it is an important issue to be addressed by ICN to consider how to use these caches, since they have a significant impact on the performance of content retrieval. In recent years, clustering schemes have been proposed to address this issue. These schemes group several CRs (i.e., cluster) in the network and apply efficient content placement and routing within each cluster. This allows the majority of consumer content requests to be resolved by utilizing a near cluster. However, I believe that we can achieve more efficiency by focusing on the following two points, which are still open for discussion: 1. How to efficiently use surrounding clusters, and 2. How to adapt to changes in content demand trends.

Therefore, in this dissertation, as a solution for the efficient use of caches in ICN to meet the recent demand for content distribution, I propose a clustering scheme that considers issues 1 and 2. This proposed scheme efficiently provides content delivery by making the clusters that efficiently clustered and

distributed content according to the network situation, and flexibly explores valuable content from the clusters. Furthermore, the effectiveness of the proposed scheme has been demonstrated through simulation evaluations.

The dissertation consists of six chapters. In the first chapter, the background, objectives, and structure of the dissertation were introduced.

Chapter 2 provided an overview of the emergence of ICN, its basic operations, related work, and the two specific issues 1 and 2 addressed in this dissertation.

Chapter 3 focused on issue 1 and proposed an efficient content distribution and exploration scheme for clustering. This scheme uniformly distributes content to each cluster in a distributed caching manner, and dynamically updates the routing table based on cooperation among CRs across the cluster boundary. As a result, consumers can explore the nearest content from surrounding clusters. Through simulation evaluations, the proposed scheme demonstrated improved cache efficiency and content delivery latency compared to conventional schemes by using surrounding clusters/caches.

Chapter 4 focused on issue 2 and proposed a dynamic clustering scheme to adjust the cluster size according to the fluctuating content demand trends. This scheme effectively estimates the appropriate cluster size using a control algorithm based on the frequency of cache updates in the cluster. As a result, it enables the construction of consistently appropriate clusters in adjust to shifting content demand trends. Simulation evaluations indicated that the proposed scheme reduces delivery latency while consistently maintaining a high cache efficiency in an environment with changing content demand trends.

Chapter 5 delved into the adaptability of the proposed scheme in practical networks. While the design and effectiveness of the proposed scheme were discussed based on a simple topology in Chapters 3 and 4, applying the scheme to practical networks requires establishing a clustering scheme for their networks and evaluating its performance in terms of topology dependence. Therefore, I proposed a clustering scheme for practical networks, and through simulation evaluations, it was clarified that the proposed scheme indicated sufficient applicability in practical networks.

Chapter 6 concluded the study and addressed future work. By deploying the proposed scheme in the network, clusters automatically formed based on content demand trends from consumers will contribute to improving the quality of services regarding diverse content distribution in the future.

論文審査の結果の要旨

本論文では、近年のコンテンツ流通の需要に対応するため、情報指向ネットワーク(ICN)においてネットワーク内キャッシュの効率的な利用法を提案している。この提案手法は、ユーザの近傍において複数のキャッシュ保持ノードから成るグループ(クラスタ)を形成するクラスタリング手法に着目し、既存手法の重要な課題である①ユーザ周囲のクラスタ群を効率的に利用する方法と、②ネットワーク状況(ユーザのコンテンツ要求傾向)の変動に対応する方法に関する解決を含む新たなクラスタリング手法である。さらに、この提案手法の有効性はシミュレーション評価によって明らかにされている。

第1章では、研究背景や目的、論文の構成について述べている。第2章では、ICNの概要と関連する研究及び本論文で取り扱う2つの課題について述べている。第3章では、課題①に対し、各クラスタに主な人気コンテンツを均一に分散配置しつつ、クラスタの境界を越えたキャッシュ連携に基づき経路表を動的に更新することで、クラスタ群から最も近傍にキャッシュされたコンテンツをユーザに提供可能とする手法を提案し、その有効性を明らかにしている。第4章では、課題②に対し、クラスタ内のキャッシュ変動に基づく制御アルゴリズムを用いて、現状のユーザのコンテンツ要求傾向に対する適切なクラスタを推定し調整を可能とする手法を提案し、ユーザの要求傾向が変動する環境を想定した性能評価により提案手法の有効性を明らかにしている。第5章では、上記の提案手法を実際のネットワークへの適用を考慮したクラスタリング手法へと拡張し、ネットワーク形状による依存性の観点に基づく性能評価により提案手法が実際のネットワークへの十分な適用性を持つことを明らかにしている。第6章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

本論文の提案手法をネットワークに展開することで、ネットワーク上のユーザの要求傾向に応じて自動的に形成されるクラスタ群によって、今後の多様なコンテンツ流通に関するサービス品質の改善が期待できる。これらは学術的に新しく意義があり、かつ産業応用における有用性も高く評価できる。また、審査会においても満足のいく質疑応答が行われた。

よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

博士學位論文 内容の要旨および審査結果の要旨
第36号 (2024年3月授与)

発行日 2024年4月
編集・発行 北九州市立大学 学務課
〒808-0135
北九州市若松区ひびきの1-1
TEL 093-695-3330