

2024 年度

# 博士學位論文

内容の要旨および

審査結果の要旨

第 37 号

(2024 年 9 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 263 号	<b>Ellen Gustiasih Maulidanti</b> (エレン グスティアシフ マウリダンティ)	1
博士(工学)	甲第 264 号	<b>Doan Thi Ngoc Anh</b> (ゾアン ティ ゴック アイン)	6
博士(学術)	甲第 125 号	<b>Metin Mert</b> (メチン メルト)	10
博士(工学)	甲第 265 号	<b>Ardyanto Tanjung</b> (アルディヤント タンジュン)	14
博士(工学)	甲第 266 号	<b>Nani Anggraini</b> (ナニ アングライニ)	19
博士(工学)	甲第 267 号	<b>Hoang Le Hong Giang</b> (ホアン レ ホン ジアン)	24
博士(工学)	甲第 268 号	<b>Ramdiana Abdul Muis</b> (ラムディアナ アブダル ムイス)	27
博士(工学)	甲第 269 号	<b>Reza Darma Al Fariz</b> (レザ ダーマ アル ファリツ)	32
博士(工学)	甲第 270 号	王 雨昕 (オウ ユウシン)	36
博士(工学)	甲第 271 号	石 嘉怡 (シ カイ)	40
博士(工学)	甲第 272 号	石 春艳 (シ シュンエン)	43
博士(工学)	甲第 273 号	王 金铭 (オウ キンメイ)	46
博士(工学)	甲第 274 号	何 心铖 (カ シンセイ)	50
博士(工学)	甲第 275 号	蒋 正容 (ジャン セイヨウ)	53
博士(工学)	甲第 276 号	戴 佳璐 (ダイ カロク)	57

学位の種類	学位番号	氏名	頁
博士(工学)	甲第 277 号	宝 昕 (バオ シン)	62
博士(工学)	甲第 278 号	莫 文生 (バン ブンセイ)	67
博士(工学)	甲第 279 号	武 姿廷 (ブ シテイ)	71
博士(工学)	甲第 280 号	和 秀娟 (ホーア シウジュエン)	74
博士(工学)	甲第 281 号	姚 文英 (ヨウ ブンエイ)	77
博士(工学)	甲第 282 号	李 恺 (リ カイ)	81
博士(工学)	甲第 283 号	刘 世伦 (リュウ セリン)	85
博士(工学)	甲第 284 号	王 天慧 (ワン テイエンホウイ)	89
博士(工学)	甲第 285 号	<b>Merita Gidarjati</b> (メリタ ギダールジャティ)	92
博士(工学)	甲第 286 号	侯 超平 (ホウ チョピン)	96
博士(工学)	甲第 287 号	王 春苑 (オウ シュンエン)	100
博士(工学)	甲第 288 号	张 乘燕 (ジャン チュヨン イエン)	103
博士(工学)	甲第 289 号	<b>Nguyen Hong Ngoc</b> (グエン ホン ゴック)	108
博士(工学)	甲第 290 号	季 向楠 (ジ シャンナン)	112

フリガナ 氏名 (本籍)	エレン グスティアシフ マウリダんティ Ellen Gustiasih Maulidanti (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第263号
学位授与年月日	2024年9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	Low Temperature Oxidative Coupling of Methane over Modified Cerium Oxide Catalysts (修飾酸化セリウム触媒上でのメタンの低温酸化カップリング)
論文審査委員	主 査 朝見 賢二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 山本 勝俊 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 今井 裕之 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (環境科学)) 審査委員 池田 卓矢 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (情報学))

## 論文内容の要旨

Methane ( $\text{CH}_4$ ) has been practically utilized in methanol synthesis and steam reforming processes to produce hydrogen and syngas. To increase the chemical utilization of  $\text{CH}_4$ , the oxidative coupling of methane (OCM) process has been developed since 1982. OCM is an effective method in converting  $\text{CH}_4$  to other chemical compound. Direct partial oxidation of  $\text{CH}_4$  produces ethane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) and then dehydrogenized into ethylene ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ). However, the unwanted complete oxidation also occurs during this process, hence, the challenge is to find the most suitable catalyst that can direct the reaction to partial oxidation only.

This thesis proposes methods for developing OCM catalysts that can carry out the reaction at low reaction temperatures. First, the study of different types of cerium oxide and the influence of different transition metal addition into  $\text{CeO}_2$  catalyst is conducted to promote the number of oxygen vacancies. Second, the addition of manganese catalyst into nanoparticle cerium oxide is conducted to compare its activity with the best catalyst in the previous study. Finally, the addition of base elements into manganese-cerium oxide catalyst is conducted to study the basicity influence towards the catalyst structure and catalytic activity.

Chapter 1 presents a general introduction to the importance of  $\text{CH}_4$  utilization, the explanation of OCM process and the objective of the research. In chapter 2, M/Ce (Y) catalyst with varied M site cations ( $\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}$ ) and varied Y type of cerium oxide ( $\text{Y} = \text{W}$  is for microparticle, A is for nanoparticle, CB is for nano cube) was prepared by impregnation method and their effect on OCM catalytic performance was investigated. 5Fe/Ce(A) had the best catalytic performance with around 27% of  $\text{CH}_4$  conversion and 1.39% of  $\text{C}_2$  yield at 500 °C in 500 mg of catalyst and the ratio of  $\text{CH}_4/\text{O}_2$  ratio in 2:1. Lowering the  $\text{CH}_4/\text{O}_2$  ratio and increasing the catalyst weight is effective in increasing  $\text{C}_2$  yields. The catalysts were carefully deliberated by XRD,  $\text{N}_2$  sorption, and Raman spectroscopy. The results show that the addition of Fe and  $\text{CeO}_2$  produced a large specific surface area and mesoporous pore size. However, the addition of Fe has extremely low  $\text{C}_2$  yield (under 2%), regardless, Fe has the best catalytic activity among Ni and Co.

In chapter 3, Fe was replaced with manganese (Mn). Mn/Ce catalyst, with different rate of Mn, was prepared by impregnation method and the effect on OCM catalytic performance was investigated. 33% of Mn addition (33Mn/Ce) has the best catalytic activity at 450 °C. The catalysts were deliberated by X-ray diffraction analysis. It was shown that the addition of more than 33% of Mn into  $\text{CeO}_2$  is harmful due the numerous

formation of crystal  $\text{MnO}_2$  that reduced  $\text{C}_2$  product yield. Furthermore, 33Mn/Ce was tested at various operating conditions, such as; various temperatures,  $\text{O}_2$  partial pressure, and contact time. Increasing the reaction temperature not only reduces  $\text{CO}_2$  yield, but also increases  $\text{CH}_4$  conversion,  $\text{C}_2\text{H}_4$ , and  $\text{CO}$  yield as well. The increase of  $\text{O}_2$  partial pressure could increase  $\text{CH}_4$  conversion as long as both of the  $\text{C}_2$  product and  $\text{CO}_2$  yields. Although higher feed flow rate could reduce  $\text{CH}_4$  conversion, however it is more advantageous for the  $\text{C}_2$  formation.

In chapter 4, the addition of base metal is expected to increase the amount of surface electrophilic oxygen by transforming the lattice oxygen compound of the 33Mn/Ce catalyst. A series of 33MnX/Ce catalysts with various X base metals were developed. The 33 wt% of manganese and 15 wt% of calcium over  $\text{CeO}_2$  catalyst (33Mn15Ca/Ce) has the highest catalytic activity at 450 °C. The catalysts were evaluated using XRD, Raman,  $\text{N}_2$  adsorption-desorption, and XPS analysis, which revealed that the addition of Ca promotes the formation of  $\text{Mn}^{3+}$  cation. Although, the number of oxygen vacancies has decreased, the amount of surface electrophilic oxygen has increased. 33Mn15Ca/Ce catalyst performs better in oxygen-rich conditions and has a longer contact time.

In chapter 5, the summary of dissertation is mentioned. The study explored multivalent elements (Fe, Ni, Co, Mn) and base element (Ca) doped cerium oxide to develop new catalyst for low temperature OCM. The production of  $\text{C}_2$  hydrocarbons at low temperatures in the 5Fe/Ce(A) catalyst has been proven by the formation of  $\text{C}_2$  products in extremely low yield. However, excessive Fe could lead to  $\text{CO}_2$  formation due to the formation of  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  crystals on the catalyst surface. Experiments with varying Mn content revealed that adding Mn to  $\text{CeO}_2$  improves  $\text{C}_2$  yield significantly in comparison with the addition of Fe. Excessive Mn addition can trigger the formation of  $\text{MnO}_2$  crystals that leads to the  $\text{CO}_2$  formation. However, combining Ce with Mn is a smart idea, even if Mn can easily create  $\text{MnO}_2$  during the calcination process. As a result, it is suggested to add base metal to lower Mn reactivity toward  $\text{O}_2$  during the calcination process. It is found that adding Ca, would increase the concentration of  $\text{Mn}^{3+}$  cation and surface electrophilic oxygen on the catalyst surface, hence improving  $\text{C}_2$  yield. Although the formation of  $\text{C}_2$  products has improved significantly, the  $\text{C}_2$  yield of 33Mn15Ca/Ce is only about 3% higher than 33Mn/Ce catalyst, and unfortunately was significantly lower than OCM conducted in high temperature condition. Despite of this, 33Mn15Ca/Ce has the highest catalytic activity of any low-temperature catalyst (operating below 500 °C) so far.

In chapter 6, the author expresses her opinion regarding future plans to improve the results of

current research.. In addition, the author suggested the potential results of this research could help other researchers in developing OCM catalysts, because OCM has a lot of benefit for the environment. Moreover, the potential for OCM applications in Indonesia is quite likely because the existence of the largest CH<sub>4</sub>-well in the world.

## 論文審査の結果の要旨

メタンの酸化カップリング反応は、メタンと酸素からエタン、エチレンの  $C_2$  炭化水素を合成する反応で、天然ガスから高分子原料を得る技術として大きなポテンシャルを有している。しかし、化学的に安定なメタンを活性化するためには  $800^{\circ}C$  程度の高温を必要とし、同時に進行する燃焼反応を避けることが困難で、 $C_2$  炭化水素の高い収率と選択率を同時に満足することができておらず、実用反応プロセスは未だ開発されていない。これは、反応中間体のメチルラジカルが高温下で気相に脱離し、触媒の関与できない気相中での燃焼反応を受けるためである。

本論文の著者は、炭化水素類の低温酸化活性に優れた酸化セリウム ( $CeO_2$ ) をベースに、金属酸化物で表面修飾することで、触媒表面からの中間体脱離が起こりにくい  $500^{\circ}C$  以下の低温で効率良く  $C_2$  炭化水素を与える新たな触媒系の開発を試みている。

本論文は6章からなる。第1章の序論では、メタンの酸化カップリング反応や酸化セリウム触媒に関する既往の研究をまとめ、これを基に本研究の着眼点が鮮明にして、課題を解決するためのアプローチについて論述している。

第2章では、まず、数種の  $CeO_2$  を用いた反応において、ナノサイズの  $CeO_2$  が単独でも  $500^{\circ}C$  以下で少量の  $C_2$  炭化水素を与えることを見出し、これに酸化鉄を添加することで収率が向上することを観察している。また X 線回折、ラマン分光、窒素吸着を用いた触媒の特性評価により、表面酸素種と反応機構について考察している。

第3章では、酸化鉄よりもさらに高性能を示す酸化マンガン添加触媒を見出し、触媒組成や反応条件の影響について詳細に調べている。前章と同様に触媒の特性評価を行い、表面化学種や格子欠陥サイトと  $C_2$  生成機構についての考察を加えている。

第4章では、前章で開発されたマンガン添加触媒に、カルシウムを添加することで更なる性能の向上を図っている。また上述の評価法に加え、X 線光電子分光法を用いて表面酸素種を定量し、 $C_2$  生成に与える電子不足の酸素種の重要性を指摘している。

第5章では本論文の総括を、第6章では得られた知見を踏まえた今後の展望をそれぞれ述べている。

本研究で得られた成果は、メタンの低温酸化カップリングの実用化への可能性を示すものであり、また各種特性評価を通じて考察された反応機構は、表面化学、反応解析等の学術の発展に貢献するものである。

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)	ゾ`アン ティ コ`ック アイン Doan Thi Ngoc Anh (ベトナム)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第264号
学位授与年月日	2024年9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	DOSY NMR: A Valuable Tool for Determining the Enhanced Binding Constant of Cyclodextrin Nanoparticles (DOSY NMR: サイクロデキストリンナノ粒子の結合定数を決定する新規な手法)
論文審査委員	主 査 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 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教授 博士 (学術)) 審査委員 望月 慎一 (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 佐々木 卓実 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 櫻井 和朗 (北九州市立大学 名誉教授 (株)Immunohelix 技術顧問) 博士 (理学))

## 論文内容の要旨

This thesis investigates the profound impact of polymerization on the binding affinity of cyclodextrin (CD)-based nanoparticles (CDNPs) with various drug molecules. By incorporating epichlorohydrin (ECH) into CDNPs, the binding constants between CDs and drug compounds are significantly enhanced. Utilizing Diffusion-Ordered Spectroscopy Nuclear Magnetic Resonance (DOSY NMR) as a key analytical tool, the study delves into the mechanisms governing the enhanced binding affinity. Through a series of experiments employing DOSY NMR and other methodologies, the thesis elucidates the mechanisms underlying this enhanced binding affinity.

Our study reveals a significant enhancement in the binding affinity between CDs and various drugs, particularly exemplified by the interaction between alpha-mangostin (MGS) and CDs within ECH-incorporated nanoparticles. Employing a 1:1 association model, we evaluate the binding constant, witnessing an approximately 100-fold increase. Furthermore, polymerization of CD with ECH dramatically elevates the binding constant with vanillin, suggesting the pivotal role of ECH hydrophobicity in enhancing binding.

Expanding our investigation, we explore the interaction between paroxetine hydrochloride (PRX) and  $\beta$ CD or  $\beta$ CDNP, showcasing superior binding affinity within the polymer matrix. Notably, the formation of a 2:1  $\beta$ CD-PRX inclusion complex within the polymer hints at enhanced drug delivery potential, particularly for enhancing solubility and stability of hydrophobic drugs. These findings contribute to the understanding of host-guest interactions, with implications for optimizing therapeutic outcomes.

Moreover, the study explores the potential applications of these enhanced binding interactions in drug delivery systems, particularly in improving the solubility and stability of hydrophobic drugs. The investigation further extends to assessing the biocompatibility and safety profiles of CDNPs, demonstrating their potential for mitigating nephrotoxicity commonly associated with CDs.

The thesis underscores the significance of supramolecular chemistry in advancing drug delivery systems, offering valuable insights into host-guest interactions and their implications for therapeutic efficacy. By elucidating the molecular mechanisms governing the interactions between CDNPs and drug

molecules, the study contributes to the development of more effective drug delivery strategies, with the potential to enhance patient outcomes. Overall, the research presented in this thesis advances our understanding of cyclodextrin-based nanotechnology and its applications in pharmaceutical sciences.

## 論文審査の結果の要旨

ナノメディシンは次世代の医薬品として注目を浴びており、それを使った薬物運搬システム (DDS) は有効な治療技術として期待される。ナノメディシン開発において、物性と薬理の関係を明らかにすることは極めて重要な課題である。本論文では、シクロデキストリン (CD) とエピクロロヒドリン (ECH) からなるナノ粒子重合体を構築することで、CD と薬物の結合定数を約 100 倍も増加させることに成功している。また、近年利用が拡大している Diffusion Ordered NMR Spectroscopy (DOSY) を用いて、薬剤と CD ナノ粒子複合体の拡散係数を正確にもとめ、そこから結合定数を求めることができることを明らかにしている。

第 1 章では、CD からなるナノ粒子と DOSY 研究に関して国内外の取り組みをまとめ、本研究の必要性や位置付けを明らかにしている。第 2 章では、バニリン (モデル化合物) と CD ナノ粒子の複合体における物性を明らかにするとともに、CD ナノ粒子への薬剤の結合定数が増加することを DOSY によって求めている。また、複数のバニリン類似化合物を用いて CD ナノ粒子との結合性を評価し、官能基の違いが結合定数に与える影響も明らかにしている。第 3 章ではパロキセチン (モデル化合物) と CD ナノ粒子の複合体の物性、結合状態、結合定数を明らかにしている。また、CD ナノ粒子の特徴として、結合定数はナノ粒子ポリマー中の ECH 含有量の増加に伴って上昇し、CD を含まない ECH ポリマーは全く親和性を示さないことから、CD 外側の ECH ネットワークの疎水性が結合性に関与することを考察している。第 4 章では、細胞培養および動物実験によって CD ナノ粒子の毒性が発現する閾値を見出している。第 5 章では、CD ナノ粒子の可能性と DOSY の活用法についてまとめている。

本論文では、CD/ECH ナノ粒子重合体による薬物積載率の大幅向上と DOSY による結合定数測定の有効性を見出している。また、本結果はナノメディシン・DDS 分野における有効な技術および測定法を提案するものであり、その意義は大きい。

以上より、本論文は学位を授与するに相応しい内容であり、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)	メチン メルト Metin Mert (トルコ)
学位の種類	博士 (学術)
学位番号	甲 第125号
学位授与年月日	2024年9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	Computational Chemistry: Assessed, Enhanced, and Harnesssed (計算化学: 評価、強化および活用)
論文審査委員	主 査 河野 智謙 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (農学)) 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 木原 隆典 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (学術)) 審査委員 デワンカー パート (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

My research journey began with a focus on the biological effects of metal toxicity and temperature changes on tobacco cell growth, using experimental approaches. However, due to challenges in reproducibility and dynamic results, the focus shifted towards computational chemistry.

Computational chemistry has emerged as a crucial tool in various scientific disciplines, offering significant insights and advancements across fields such as pharmaceutical science, material science, environmental engineering, nanoscience, and solar energy research. This PhD thesis, "Innovative Approaches in Computational Chemistry: Benchmarking, Applications, and Discoveries" presents a comprehensive exploration of computational chemistry both as an independent scientific discipline and as a means to enhance other areas of research.

The thesis includes a series of benchmarking studies aimed at improving computational chemistry methodologies. These studies highlight the limitations and potential failures of current computational approaches, emphasizing the importance of validating theoretical data against experimental results. For instance, the benchmarking study on iminodiacetic acid (IDA) revealed significant discrepancies in predicted vibrational spectra, underscoring the need for caution in relying solely on computational predictions.

Another significant aspect of the research involves the evaluation of antioxidant activity through quantum mechanical perspectives. By assessing molecular geometries, pKa values, NMR, and IR data, the accuracy of computational methods in predicting thermodynamic parameters was scrutinized, leading to recommendations for improving computational techniques.

Furthermore, the thesis explores the potential of computational chemistry in identifying green corrosion inhibitors, specifically bacterial nicotine derivatives, as eco-friendly alternatives to traditional, harmful corrosion blockers. This work represents a pioneering effort in proposing bacterial metabolites for corrosion inhibition, contributing to the field of green chemistry.

Additionally, the research delves into molecular dynamics simulations to investigate the interactions between potential therapeutic agents and biological targets. Studies on nicotine derivatives explored their binding

affinities to key SARS-CoV-2 proteins and an enzyme associated with schizophrenia, providing insights into their potential as therapeutic candidates.

Overall, this thesis demonstrates the versatility and critical importance of computational chemistry in advancing scientific knowledge and solving complex problems across multiple disciplines. It emphasizes the dual role of computational chemistry as both a supporting tool and a field of study in its own right, contributing to significant advancements in environmental engineering, biology, and beyond.

## 論文審査の結果の要旨

計算化学は、薬学、材料科学、環境工学、ナノサイエンス、太陽エネルギー研究など様々な分野で、分子間の反応性や反応メカニズムに関する重要な洞察を得るためのツールとして利用されている。本研究では、独立した基礎研究として、また他の研究分野を強化する手段として計算化学の包括的な探求を目指し、前半では、計算化学の方法論の改善を目的とした一連のベンチマーク研究が報告され、後半では、いくつかの事例に着目し、計算化学による予測精度を改善するための技術的提案がなされている。前半での取り組みは、現在の計算によるアプローチの限界と潜在的なエラーを明らかにし、実験結果に対応した理論データを検証することの重要性を強調している。一例として、イミノ二酢酸 (IDA) に関するベンチマーク研究では、予測された振動スペクトルに大きな矛盾があることを明らかにし、計算予測のみに頼る場合には注意が必要であることを強調した。本研究のもうひとつの重要な側面は、量子力学的観点から分子の抗酸化活性を評価することであり、分子構造、pKa 値、NMR、IR データの評価と、熱力学的パラメータを用いた計算による予測精度を評価することによって、計算技術を改善するための技術的提案が導き出している。後半では、計算化学によって、細菌ニコチン誘導体が従来の有害な腐食防止剤に代わる環境に優しい代替品 (いわゆる「グリーン腐食防止剤」) として特定する可能性について探求している。これは腐食防止のために細菌代謝物の利用を提案する先駆的な取り組みであり、グリーン化学の分野に貢献するものと考えられる。さらに、別途、分子動力学シミュレーションを詳細に検討し、ニコチン誘導体を潜在的な治療薬として利用できるかについての可能性を検討している。具体的には、ニコチン誘導体の標的として SARS-CoV-2 タンパク質および統合失調症に関連する酵素に関するモデル研究を行っている。分子動力学シミュレーションによる分子間の相互作用を評価することで、治療に利用可能な候補分子としての可能性が考察されている。しかしながら、計算化学はあくまで可能性を示すものであるため、実際に生化学研究や臨床研究において計算精度の再評価が必要であるが、これは、今後の関連分野での研究進展を待つことになる。

全体として、本研究は、計算化学の基礎分野における学術的な進展と環境工学から生物化学にまたがる複数の応用分野での計算化学の汎用性を示す研究であると言える。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)	アルディヤント タンジュン Ardyanto Tanjung (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第265号
学位授与年月日	2024年9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	Sustainable Waste Management in Indonesian Higher Education: Behavioral Insights (インドネシアの高等教育における持続可能な廃棄物管理：行動に関する洞察)
論文審査委員	主 査 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 加藤 尊秋 (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 (北九州市立大学環境技術研究所准教授 博士 (工学)) 審査委員 泉 政明 (北九州市立大学国際環境工学部教授 学術博士)

## 論文内容の要旨

This study focuses on the intention of waste separation and recycling (WSRi) in higher education institutions in three key areas: a literature review on a regional scale, a campus-scale study in Malang City, and a regional-scale study in Indonesia. In the first chapter, a systematic literature review on waste management in higher education institutions at a regional scale is conducted using bibliometric analysis. The review focuses on education for sustainable development and its impact on waste management based on published studies, recent trends in WSRi, and gaps in WSRi practices. The results indicate that WSRi topics, particularly waste separation and recycling behavior, are currently a major concern for researchers. Additionally, there are significant gaps in research specific to the environmental awareness factors in certain countries, which must be addressed to better understanding the impact of environmental education, especially on waste management in higher education.

The second chapter presents current situations of waste management in Malang City, Higher education institutions (HEIs) in Indonesia are growing rapidly, increasing waste production. Malang City, a key education destination, hosts 62 universities with around 330 thousand active students. The city generates 659.21 tons of waste daily, with 61.50% organic and 38.50% inorganic. Effective waste separation and recycling are essential. Governed by Local Regulation 10/2010, Malang's waste management involves collection, transportation, and landfill operations, with defined roles for the community, local government, and technical units. The Malang City Government aims to reduce waste at the source, change public behaviors, improve environmental quality, explore economic potential from processed waste, and empower the community. However, challenges include inadequate infrastructure, funding, behavioral barriers, and the need for stronger policies. Addressing these requires investment in infrastructure, education for behavioral change, and robust policies and enforcement mechanisms.

The third chapter is focused on the impact of environmental education, perceived behavioral control, and environmental knowledge in fostering WSRI in Universitas Negeri Malang. The SEM results provide substantial

evidence supporting the notion that environmental education significantly contributes to shaping the intentions of future teachers towards sustainable waste management practices. This underscores the importance of incorporating environmental education into teacher training programs to promote sustainable behaviors and cultivate a more environmentally conscious society.

The fourth chapter employs a moderation analysis to examine how environmental knowledge and the availability of recycling facilities may moderate the relationship between environmental education and recycling behavior. a quantitative research design using a survey methodology to gather data on the effects of environmental education, environmental knowledge, and facilities on recycling behavior among students in HEIs. The moderation analyses provided additional insights into how environmental education (EE) and environmental knowledge (EK) influence the relationships between attitudes, intentions, and behaviors. Both EE and EK were found to strengthen the link between attitudes and recycling behavior, with significant interaction effects ( $\beta = 0.0853$  for EE and  $\beta = 0.0760$  for EK). This indicates that higher levels of environmental education and knowledge not only have a direct impact on attitudes and behaviors but also amplify the effectiveness of positive attitudes towards recycling.

The fifth chapter is the regional-based study, participants on this research is student from seven teacher-education institutes spread throughout six Indonesian islands made up the sample for this study. A random sample of clusters was selected, encompassing all members within the chosen clusters. it underscored the pivotal role of EE in predicting EK, BHV, and ultimately, WSRi among PsTs. This emphasizes the need for a profound understanding of environmental issues and solutions, as it can substantially enhance individuals' willingness to participate in recycling initiatives. Furthermore, the study revealed that EK had a more substantial impact on WSRi than AT, implying that knowledge about environmental matters plays a significant role in driving recycling behavior. Additionally, the presence of accessible recycling facilities on campus emerged as a key determinant influencing PsTs' intention to separate and recycle waste, emphasizing the importance of infrastructure in promoting sustainable behaviors. However, the research also highlighted

that AT and SN did not directly predict WSRi among PsTs, aligning with previous findings that AT and intentions may not always translate into corresponding behaviors. Nevertheless, SN were found to indirectly influence behavioral intention by shaping AT and PBC, aligning with the fundamental principles of the TPB. Ultimately, this study contributes to our understanding of the factors influencing waste separation and recycling intentions and behaviors among pre-service teachers, stressing the role of environmental education, knowledge, facilities, and subjective norms.

## 論文審査の結果の要旨

インドネシア共和国の高等教育機関（HEI）は、小規模な自治体と同程度の規模であることが多い。近年、学生数の増加によりキャンパスの廃棄物発生量が大幅に増加しているが、その管理には大きな問題を抱えている。このような背景のもと、本研究は、マラン市及びインドネシアの他都市の HEI を対象に、環境教育、環境知識、施設がキャンパスにおける廃棄物分別とリサイクル意図（WSRI）に与える影響について検討を行ったものである。

本論文は全6章から構成される。第1章では、研究の背景と目的について論じている。HEI における大学関係者の意識と関与の低さにより、適切な廃棄物管理が行えていないことを論じている。文献のシステマティックレビューにより、環境配慮行動の理論モデル、行動と大学の役割を論じた研究が限定的であることを明らかにしている。第2章では、マラン市及びマラン国立大学（UM）の廃棄物管理の現状を分析している。マラン市では、ほとんどの HEI がグリーンキャンパスイニシアチブに参加しているが、廃棄物管理プログラムを改善するには、意識と行動の大幅な変化が必要であることを論じている。第3章では、UM における環境教育、知識、施設が教員養成課程の学生の WSRI に与える影響を分析するために TPB（計画的行動理論）の拡張モデルを設定し、共分散構造分析によって構造方程式モデルを導出している。環境教育、行動制御、環境知識が、WSRI の醸成において重要な役割を果たすことを示している。第4章では、環境教育、知識、施設がリサイクル行動に与える影響について、Moderation Analysis を用いて分析している。環境教育と環境知識はいずれも、態度と行動のつながりを強化すること等を示している。第5章では、インドネシア他都市の教員養成機関を対象に、環境教育、知識、施設が教員養成課程の学生の WSRI に与える影響を分析している。ここでも拡張 TPB を用いており、環境知識が態度よりも WSRI に大きな影響を与えていること等を明らかにしている。第6章では、本研究を総括するとともに、今後に向けた検討課題を提示している。

以上要するに、本論文は、インドネシアの HEI の廃棄物管理の改善を検討するために、知識・意識・行動のモデルの開発と適用を行ったものである。本研究の成果は、HEI のみならず都市の廃棄物管理の改善に向けた新たな知見としてその新規性・有用性を高く評価され、環境システム工学上寄与するところが大きい。

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)	ナニ アングラ仁 Nani Anggraini (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第266号
学位授与年月日	2024年9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	Integrated Approaches to Macroplastic Detection and Solid Waste Management Practices in Urban and Coastal Waterways (都市部および沿岸水路におけるマクロプラスチック検出と固形廃棄物管理のための統合的アプローチ)
論文審査委員	主 査 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 加藤 尊秋 (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 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (工学)) 審査委員 清田 高德 (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

In the first chapter, explains the background of Integrated Approaches to Macroplastic Detection and Solid Waste Management Practices in Urban and Coastal Waterways which contains the objectives, scope and research framework.

The second chapter is a literature review to examine recent studies regarding visual observation for detecting macroplastic objects in terms of current research trends and methodologies and suggests promising future research directions. This study used a systematic method with a bibliometric approach and qualitative content analysis to identify and review 108 articles on detecting litter objects in the water.

The third chapter explains Solid waste management practice in coastal settlement. An investigation was carried out regarding waste generation, storage, and collection. The population of this study was 119 houses/households consisting of permanent and semi-permanent houses partially built over the sea on the coast. The method used in this research is quantitative and qualitative. The analysis results show that the volume of waste generated is around 58% organic and 42% inorganic, with an average of 1.8 kg per household for organic waste and 1.31 kg for inorganic waste. Most houses use individual bins; only houses on the main road get communal collection and storage services.

The fourth chapter examines the diversity of categories and types of macroplastic litter trapped on the sandy beach of Ainoshima Island. Survey transects were conducted in the spring of 2023 via visual observation based on a survey method developed by NOAA, in 2012. The survey results were then categorized based on a photo guide database from the OSPAR Maritime Area for Active Monitoring of Marine Debris on the Beach. Data on the types of waste found are divided into artificial polymer materials (plastic), rubber, cloth, paper/cardboard, processed/finished wood, metal, glass, and ceramics. As a result, the plastic category is the dominant category of the total type of waste trapped in sandy beach areas.

The fifth chapter contains visual object detection studies for macroplastics. This research aims to conduct aerial mapping experiments to find the right formula or technical reference for detecting macroplastic waste objects floating on the surface of the canal, including flight altitude, exposure to sunlight, and the influence of season on object detection. Aerial mapping will be done in densely populated urban canals in Southeast Asia, Indonesia, and Makassar City. The aerial mapping survey method will be used, and then the data will be processed in the digitization process and object detection with GIS. The analysis kernel in GIS tools will be used to see the distribution density of macroplastics. The research results show that autoblock occurs at heights of 5m and 10m, but this autoblock can be minimized at a flight height of 15 m. Apart from that, height also affects flight duration. The lower flying height will result in better visual accuracy and better resolution. However, at a height of 15m, macroplastic objects were still detected on a moderate scale. This research successfully distinguished various plastic waste materials, the most found being the soft polyolefin category in plastic bags. Monitoring results detected 321 items of macroplastics in the dry season and 1,163 in the rainy season, or a threefold increase with conditions spread thinly in the dry season. In the rainy season, they gather densely on one side of the canal.

The sixth contains spatially assesses the canal catchment area in Makassar, Indonesia for the potential for littering into the canal through an assessment of waste transportation services as well as carrying out spatial calculations of the density of waste floating on the top of canal. Several aspects are used as material for assessment, such as land use to produce building data and a basis for calculating the population and amount of waste generated in the catchment area, then studying accessibility for people in the catchment area for littering into the canal using a road database. As a result, an overlay process will be carried out using GIS to obtain zones of areas that have the potential littering into the canal. Next, aerial mapping with a UAV is used to monitor floating litter in the canal. The result is that there is around 296 Ha of area which is a potential zone for throwing waste into canals with the total amount of waste generation in this area being 161,750 liters/day (33% from the waste generation in the catchment area). The results of floating litter density on the top of the canal prove the result of the analysis potential zone for littering into the canal, namely Sambung Jawa Ward, Bontorannu Ward,



Balang Baru Ward, and Pa'baengbaeng Ward, are densely packed with floating litter. The existence of a Waste Bank as an alternative solution is studied by assessing the regional zones that have access to the Waste Bank.

## 論文審査の結果の要旨

プラスチック汚染は、今日世界が直面している廃棄物管理の問題の1つであるが、インドネシアは世界第2位の海洋流出国であるとされる。その対策の一環として、海洋につながる水路のプラスチック廃棄物の検出手法を開発することが求められている。このような背景のもと、本研究は、水路におけるプラスチック廃棄物の検出手法の開発、廃棄物の不適切な管理に基づく水路への潜在的なプラスチック廃棄物の投棄量の推計と緩和策の検討を行ったものである。

本論文は全7章から構成される。第1章では、研究の背景と目的について論じている。第2章では、文献データベースである Scopus をもとに、水域のプラスチック廃棄物を検出するための観察手法についてシステマティックレビューを行っている。その結果、海洋と比較して淡水のプラスチック廃棄物の検出はあまり注目されていないこと等を示している。第3章では、沿岸集落における固形廃棄物管理の実態把握を行っている。住民特性と廃棄物の発生特性、廃棄物収集・輸送システムの特徴を分析している。多くの地域で廃棄物輸送サービスが提供されていないため、廃棄物が水路に投棄される可能性があることを指摘している。第4章では、北九州市相島において、プラスチック廃棄物漂着の実態把握を行っている。多くの廃棄物が食品包装に関連していることを指摘している。第5章では、インドネシアのマカッサル市ジョンガヤ運河において、プラスチック廃棄物の検出のために、UAV（ドローン）によるマッピング調査を行っている。これにより、推奨される検出条件（高度、時刻）を明らかにしている。また、雨季には乾季よりも浮遊するプラスチック廃棄物の量が多いことやプラスチックの種類に変化あることも明らかにしている。第6章では、GIS を用いて、ジョンガヤ運河の集水域から運河への潜在的な廃棄物投棄量の推計を行っている。295ha の地域（集水域の総面積の24%）から日量25.8トン（集水域で発生する廃棄物の33%）の廃棄物が運河に流入する可能性があるかと推定し、その削減策についても検討している。第7章では、本研究を総括するとともに、今後に向けた検討課題を提示している。

以上要するに、本論文は、インドネシアにおける都市域及び沿岸域の水路におけるプラスチック廃棄物の検出と対策のために、実態把握手法、潜在的排出量の推計手法の開発と適用を行ったものである。本研究の成果は、海洋につながる水路におけるプラスチック廃棄物対策に向けた新たな知見としてその新規性・有用性を高く評価され、環境システム工学上寄与するところが大きい。

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)	ホアン レ ホン ジヤン Hoang Le Hong Giang (ベトナム)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第267号
学位授与年月日	2024年9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	Developing Exercise Design and Evaluation Methods for Professional Emergency Responses (専門的な危機対応のための訓練設計および評価手法の開発)
論文審査委員	主 査 加藤 尊秋 (北九州市立大学環境技術研究所教授 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 (北九州市立大学環境技術研究所准教授 博士 (工学)) 審査委員 小山田 英弘 (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 study aimed to develop a comprehensive and flexible approach to design and evaluate emergency response exercises. The research structure is as follows:

Chapter 1 provided an overview of the research issues, including the background, problem statement, and objectives. Four objectives were specified: Understanding of current emergency exercise theories and identification of their problems, understanding of current emergency exercise practices and identification of their problems, development of exercise design method using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Four-Component Instructional Design), and development of time-tracking based exercise evaluation method.

Chapter 2 provided an overview of recent disasters, theoretical frameworks of exercise programs for emergency responses with a comparison of the fundamental principles by the theories of some countries and international organizations, and the classifications of common exercise formats. The exercise program in Vietnam was reported to understand the situation in a developing country. Problems regarding these existing theories and practices were described.

Chapter 3 introduced a model featuring the AHP to optimize designs for emergency response exercises. This aimed to propose a procedure to identify the necessary exercise targets and select suitable implementation methods by objectively summarizing the knowledge of emergency management professionals. This model was tested using fire and rescue exercises in a traditional market and an apartment complex in 2021 in Hai Phong, Vietnam. This model helped practitioners identify emergency management elements that must be improved through exercises.

Chapter 4 expanded the use of a time-tracking exercise evaluation method to analyze the communication and joint task-processing capabilities of various medical and social welfare organizations in a functional exercise in Kitakyushu. This method helped compare exercise response times across participants' groups and identify time-consuming types of exercise tasks and groups.

Chapter 5 summarized this study's findings and provided an example of applying the proposed exercise design method to reduce drowning children in Vietnam.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、火災や自然災害などに非常対応する専門家の訓練手法について述べている。第1章では、危機対応能力向上のための既存のしくみを整理し、本論文の目的として、危機対応能力向上のための理論的なしくみの把握と課題抽出、既存の訓練設計・評価手法の把握と課題の抽出、階層評価法（AHP）と4要素によるインストラクショナルデザイン(Four-Component Instructional Design)を用いた訓練設計手法の開発、処理時間に着目した訓練評価手法の開発を挙げている。第2章では、最初の2つの目的に関して既存研究や危機管理関係文献を整理し、危機管理に関わる諸団体の連携能力向上のための訓練手法が必要なこと、図上訓練と課題処理時間の分析を組み合わせた評価手法の発展が必要なことなどが示されている。第3章は3番目の目的に対応し、ベトナム・ハイフォン市の消防警察部による火災対応訓練を例に、危機管理に必要な様々な機能、および、その向上に使える手法（Four-Component Instructional Design より抽出）をどう組み合わせる訓練を設計すべきか、議論がなされている。この組み合わせを数理的に求めるために、現地消防警察職員の調査にもとづき、意思決定に関わる諸要素の定量的な重み付けができるAHPを活用したモデルを提案している。第4章は4番目の目的に対応し、北九州市における災害医療連携図上訓練で取得された様々な医療・福祉グループによる課題処理時間のデータをグループ間で比較しながら分析を行っている。これにより、課題処理に時間がかかりやすい課題やグループの特性などを抽出することが可能となった。第5章は結論であり、本研究の成果をベトナムで問題となっている子どもの水難防止に活かす提案もなされている。

以上、本研究は、これまで主観的・職人芸的な要素が強かった危機対応訓練の設計と評価において、数理的な手法の活用により、訓練設計者の考え方や訓練参加者の活動状況が見える化している。これは、気候変動等による自然災害の激甚化が予想される中、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)	ラムディアナ アブダール ムイス Ramdiana Abdul Muis (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第268号
学位授与年月日	2024年9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	Assessment of Waste Management and Energy Recovery Scenario in Developing Country: Case Study of Makassar, Indonesia (発展途上国における廃棄物管理とエネルギー回収シナリオの 評価: インドネシア・マカッサル市のケーススタディ)
論文審査委員	主 査 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 加藤 尊秋 (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 (北九州市立大学環境技術研究所准教授 博士 (工学)) 審査委員 白石 靖幸 (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 study primarily focuses on waste management and waste-to-energy research in developing countries, using the case of Makassar City, Indonesia. The first chapter explains the background, objectives, and methodological framework. The second chapter discusses the literature review on waste management and waste-to-energy in developing countries using bibliometric analysis. This study reviewed and mapped scientific literature on waste-to-energy (WTE) in developing countries. Screening the Scopus database yielded 116 relevant articles. The analysis generated keyword clusters, with the highest occurrence related to "Municipal Solid Waste" in one cluster. Another cluster showed an increasing occurrence of keywords related to "technology," indicating a technological trend in waste-to-energy methods like incineration, anaerobic digestion, pyrolysis, and composting. Life cycle assessment emerged as the most utilized method for assessing environmental impacts. Research trends indicate that global waste-to-energy research began in 1978, but research specific to developing countries started in 2004 and has since grown significantly. Visualization of research trends highlights keywords such as biofuel and electricity, indicating current research focuses on waste-to-energy.

The third chapter presents the waste management situation in Makassar City, Indonesia. The city has implemented waste management regulations, including Law No. 18 of 2008 on Waste Management and Regional Regulation No. 4 of 2011 on Solid Waste Management. Following the waste hierarchy approach, these regulations emphasize waste reduction, reuse, and recycling. The average waste production per person in Makassar is 0.62-0,83 kg per day. Given that the average household in Makassar consists of four people, an average household in Makassar produces 2.48-3,32 kg of waste per day. Waste production in 2021 reached 900-1200 tons per day, with the composition components of the waste being food scraps, paper, wood, textile fabrics, leather scraps, plastic, ferrous-non-ferrous metals, glass, and others (such as soil, sand, stone, ceramics). Makassar City's waste management system involves direct collection and transportation to the final waste processing site. The waste transportation system utilizes various methods, including the Hauled Container System (HCS) and the Stationary Container System (SCS), focusing on door-to-door waste collection to improve efficiency. The

Tamangapa landfill, the city's primary waste disposal site, faces capacity issues and lacks proper leachate management, posing environmental and health risks. To address these challenges, the city must improve its waste management infrastructure, enhance public awareness and participation in waste reduction and recycling, and explore sustainable waste treatment technologies, such as Waste-to-Energy (WtE) facilities. Collaborative efforts between the government, private sector, and community are crucial to achieving sustainable waste management in Makassar City.

The fourth chapter is about analysis energy recovery potential from waste excavated in landfill. Sampling was conducted at three landfill locations. The sampling method uses a Hydraulic Rotary Drilling Spindle, with a drilling depth of 0-18 meters for location 1, 0-17 meters for location 2, and 0-13 meters for location 3. The research results show that at location 1, plastic waste contributes to approximately 31% of the total waste in this old landfill zone, including items plastic bags and beverage bottles. Meanwhile, at location 2, approximately 22% of plastic waste was found, and at location 3, about 14%. Testing the calorific value of plastic waste gave an average of 29,8 MJ/ton.

The fifth chapter is about life Cycle Assessment (LCA) to analyze the environmental impact of emerging global warming from the biological treatment scenario of Municipal Solid Waste (MSW) in Makassar. The scenarios were examined: Business as Usual Scenario, Landfill and Composting, Landfill and Anaerobic Digestion, and Landfill, Composting, and Anaerobic Digestion. The study considers waste transportation, landfilling, anaerobic digestion, and composting within its system boundary. Environmental impacts assessed include global warming, acidification, and eutrophication. The findings indicate that the BaU scenario has the highest environmental impact, particularly regarding global warming, with 8.436.685,61 kgCO<sub>2</sub>eq/year emissions. On the other hand, alternative scenario 3, which incorporates landfill management, composting, and anaerobic digestion, shows a relatively lower GWP emission. However, further measures are needed to effectively reduce emissions, such as implementing a cover for the compost pile and arranging the mixing.

The sixth chapter describes the five different scenarios waste to energy. The first scenario considers the current waste management situation in Makassar, while the other five scenarios represent the national government targets for waste treatment with WtE technology. This scenario consists of composting,



waste incineration, and landfill gas. The results showed that scenario 5, which has a low environmental impact, consists of 10% composting, 45% incineration, and 45% landfill gas (LFG). Incineration can reduce 45% of solid waste disposal (SWD) and produce 1.45 E+08 kg/year of CO<sub>2</sub> emissions. The Waste-to-Energy (WtE) scenario model significantly reduces the environmental impact, especially the concentration of greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere. The role of incinerators in the environment is not only to reduce the volume of SWD per year but also to provide a new source of energy. The LFG collector plays a crucial role in reducing the concentration of CH<sub>4</sub> in the atmosphere due to its facility for capturing CH<sub>4</sub> gas.

## 論文審査の結果の要旨

全世界で急速な都市化と工業化が進む中、発展途上国は適切な廃棄物管理と持続可能なエネルギー供給という二重の課題に直面している。インドネシアにおいても、都市固形廃棄物（MSW）の発生量の増加により、革新的な廃棄物管理の必要性が高まっている。このような背景のもと、本研究は、インドネシア共和国マカッサル市を対象に、廃棄物処理手法の一つである Waste to Energy（WtE）の可能性について検討を行ったものである。

本論文は全7章から構成される。第1章では、研究の背景と目的について論じている。第2章では、文献データベースである Scopus をもとに、焼却、熱分解、WtE 等に関連する最近10年間の論文についてシステマティックレビューを行っている。途上国では2004年以降 WtE に関する研究が始まったこととともに、発電、バイオ燃料等の近年の研究動向を明らかにしている。第3章では、マカッサル市の MSW 管理の現状を分析している。第4章では、同市の埋立廃棄物からのエネルギー回収の可能性を分析し、埋立地にプラスチック廃棄物が多く存在していることを明らかにしている。乾燥後のプラスチック廃棄物の熱量は平均 29.8MJ/kg、繊維廃棄物は 18.9MJ/kg であるなどの結果を得ている。第5章では、同市の MSW の生物的処理シナリオに対してライフサイクルアセスメント（LCA）を用いて評価している。堆肥化（50%）と嫌気性消化（40%）を組み合わせたシナリオが最も温室効果ガス（GHG）排出量が少ないことを示している。一方で、堆肥化は、酸性化や富栄養化など、他の環境影響カテゴリーの数値が若干高いとの結果を示している。第6章では、同市における WtE シナリオ、すなわち堆肥化、焼却、埋立地ガス（LFG）の組み合わせについて、LCA を適用することで最適なシナリオを提示している。最も環境影響の小さいシナリオは、堆肥化 10%、焼却 45%、LFG45%で構成されること、趨勢シナリオより CO<sub>2</sub> 排出量を年間  $1.45 \times 10^8 \text{kg-CO}_2$  削減可能なことを示している。第7章では、本研究を総括するとともに、今後に向けた検討課題を提示している。

以上要するに、本論文は、インドネシアにおける望ましい MSW 管理としての WtE の可能性を検討するために、その評価手法の開発と適用を行ったものである。本研究の成果は、途上国の MSW 対策に向けた新たな知見としてその新規性・有用性を高く評価され、環境システム工学上寄与するところが大きい。

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)	レザ ダーマ アル ファリズ Reza Darma Al Fariz (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第269号
学位授与年月日	2024年9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	Analysis of Illegal Waste Disposal Site Situation through Community Engagement to Enhance Sustainable Solid Waste Management in Indonesia (インドネシアにおける持続可能な固形廃棄物管理を強化する ためのコミュニティ関与を通じた不法投棄実態の分析)
論文審査委員	主 査 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 加藤 尊秋 (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 (北九州市立大学環境技術研究所准教授 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))

## 論文内容の要旨

This study has three primary focuses on illegal waste disposal site (IWDS) study: the first is the literature review on global and regional scale, the second is the regency/city-scale study (Deli Serdang Regency) and the third is on national-scale study (Indonesia). In the first chapter, the literature review was done from a global perspective and regional perspective. The literature review employed systematic literature network analysis (SLNA), which combines bibliometric analysis (BA) and qualitative content analysis in the review process. The result show research on Illegal Waste Disposal Sites (IWDS) is extensive in developing countries, focusing on understanding human behavior, recycling practices, and solid waste management within these contexts, are the concern of researchers nowadays. Besides, severe gaps in the time-series data and community engagement must be addressed to evaluate characteristics and countermeasures to reduce the IWDS activity. More work on the IWDS field is needed to fill the gaps to reduce the IWDS activity, especially in developing countries.

The second chapter focused on the current condition of waste management in Deli Serdang Regency. The result shows that Deli Serdang consists of 22 districts and 394 villages have 2 sanitary landfills. The Deli Serdang population in 2023 was 2,018,164 people and the area of Deli Serdang Regency is 2,497.72 sq.km or 249,772 Ha. In Deli Serdang only 62.72% of waste is managed, and the remaining 37.28% is unmanaged.

In the third chapter, the study was conducted over eight months, from March 2023 to November 2023 by combining ground-based individual investigation methodology and community engagement investigation methodology to identify, locate, and quantify the IWDS. The investigation conducted across all areas of Deli Serdang found a total of 120 IWDS with a total area of 164,194.87 sq.m. The largest IWDS location was found at 19,296.20 sq.m. The majority of IWDS are found in plantation/estate areas in 78 locations 141,459.95 sq.m (65%). Community engagement led to the identification of 54 locations (45%) that cover a total area of 93,842.72 sq.m, representing a substantial 57.15% of the overall IWDS area uncovered. The results show that engaging the community in the IWDS investigation can

effectively and accurately determine the actual location of IWDS

The fourth chapter is focused on analyzing spatiotemporal patterns to evaluate characteristics and countermeasures to reduce the IWDS activity. In this study, time series analysis using high-resolution satellite imagery from 2021 to 2023 was used to analyze changes in the shape and size of the IWDS over a period of time and to evaluate problems related to IWDS activities. This study also aims to determine the spatial and temporal pattern distribution of IWDS activities based on land use. The result shows that in 2021 there were 98 IWDS locations in Deli Serdang, which increased to 112 in 2022 and 120 in 2023. Plantation/estate areas consistently recorded the highest number of IWDS incidents each year, 59 in 2021, 70 in 2022 and 75 in 2023. The result found that IWDS are more likely to occur in hidden areas with a lot of vegetation. This phenomenon due to areas with strong shading could provide more opportunities for illegal dumping perpetrators.

The fifth chapter aims to analyze some stakeholder initiatives and challenges to stop IWDS's practice of municipal waste and suggest strategic actions and recommendations for Indonesia to reduce the practice. Strength-weakness-opportunity-threat (SWOT) and Grand Strategy Matrix analysis tools were used to prioritize the strategic actions that have been developed. There were several experts invited to answer the SWOT questionnaire, respectively. The results show that according to the Grand Strategy Matrix, the position of Illegal Waste Disposal Sites (IWDS) in Indonesia is in quadrant II with an aggressive maintenance approach. Quadrant II shows that IWDS in Indonesia uses a Weakness-Opportunity (WO) strategy. This matrix indicates that the issue of IWDS needs to be actively addressed with intensive maintenance and preventive strategies to control its negative impacts

## 論文審査の結果の要旨

適切な都市固形廃棄物（MSW）管理は、多くの開発途上国にとって重要な問題である。廃棄物不法投棄現場（IWDS）の実態把握は、IWDSを減少させるための適切な戦略を構築するために必要不可欠であり、そのための監視手法の開発が求められている。このような背景のもと、本研究は、インドネシア共和国北スマトラ州デリセルダン県を対象に、IWDSの位置と特徴の調査、時空間パターンの分析、IWDSの削減に向けた政策提言の検討を行ったものである。

本論文は全6章から構成される。第1章では、研究の背景と目的について論じている。文献データベースであるScopusからIWDSの実施に影響を与える要因を分析することに焦点を当てた文献のシステマティックレビューを行っている。第2章では、デリセルダン県のIWDSの実態と管理の現状を分析している。同県で発生した廃棄物総量のうち、適切に管理されているのは62.7%であり、37.3%の廃棄物は管理されていないことを示している。第3章では、調査にコミュニティを関与させる手法によってIWDSを検出することを試みている。インタビュー、グループインタビュー（FGD）、内部告発、道路沿いの目視を用いて検出している。その結果、デリセルダン県22地区のうち、IWDSは12地区に分散していること等を明らかにしている。第4章では、IWDSの動向を、衛星データとGISを組み合わせることで、一定期間におけるIWDSの形状とサイズの変化を分析している。デリセルダン県では2021年に98か所、2022年に112か所、2023年に120か所のIWDSが存在していたことを明らかにしている。第5章では、IWDS削減対策の現状と今後の方向性を論じている。戦略的アクションの優先順位を検討するために、SWOT分析とGrand Strategy Matrixを用いている。監視の強化、規制の厳格な適用、責任ある廃棄物管理の実践を促進するためのコミュニティ教育と参加等、IWDSの予防戦略のための積極的な対処が必要であることを提言している。第6章では、本研究を総括するとともに、今後に向けた検討課題を提示している。

以上要するに、本論文は、インドネシアにおけるIWDSの検出と対策のために、実態把握手法、対策の現状と改善に関する解析的手法の開発と適用を行ったものである。本研究の成果は、途上国のIWDSの改善に向けた新たな知見としてその新規性・有用性を高く評価され、環境システム工学上寄与するところが大きい。

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)	杓 ユウシン 王 雨昕 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第270号
学位授与年月日	2024年9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	Evaluation study of urban sustainability and coupling coordinated development in China based on low-carbon perspective (低炭素の視点に基づく中国都市の持続可能性と協調的發展に関する評価研究)
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 小山田 英弘 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 望月 慎一 (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

With the rapid development of global industrialization, the pressure of carbon emissions has increased dramatically, which resulting in a global ecological crisis. In recent years, China has carried out a lot of practices and obtained certain efforts in urban sustainability. Whether the level of low-carbon city construction in China has been improved in time dimension is a question worthy of attention. Given the above, this paper constructs a sustainable development evaluation system to provide reference for realizing low-carbon oriented new urbanization and coupling coordinated development. The specific chapter contents are elaborated as follows.

Chapter 1. Introduce the research background and questions, which including the global climate change and the pressure to reduce carbon emissions caused by China's rapid urbanization. Moreover, proposed the target of the research based on the questions raised.

Chapter 2. A comprehensive literature review is carried out. Meanwhile, through summarizing the beneficial results of the current urbanization research, it can be found that the existing problems in the current research and the need for improvement.

Chapter 3. Based on the scientific, systematic, operational and dynamic principles to construct the overall evaluation system of the low-carbon urbanization by utilizing various indicators across different dimensions. Additionally, a novel method of sequential relationship analysis was introduced to calculate the indicator weights. Moreover, two evaluation models were established to further assess the urban sustainable development.

Chapter 4. Focused on current situation and existing problems of urban renewal and reconstruction, the low carbon and low loads urban renewal concept, and application of low carbon technology in urban building renewal have been discussed.

Chapter 5. The urban sustainability of 16 cities in Anhui Province was evaluated. Then, the overall urbanization quality (UQ), the coupling coordinated development (CCD) level and the corresponding suggestions for 16 cities were carried out in detail.

Chapter 6. Taking 16 cities in Shandong Province as the main research object, measured the urbanization quality of cities, target cities and counties in Shandong Province from 2010 to 2020. Meanwhile, its spatial pattern and evolution characteristics have been probed.



Chapter 7. The main conclusions of current research have been summarized, and also proposed the future research directions.

Overall, the urban sustainability is restricted by various conditions, and a healthy developing mechanism needed to consider the coupling effects of different factors. Although this study focused on the urban sustainability of the two specific Provinces, the research method and countermeasures proposed can provide reference for other regions of China to a certain extent.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、低炭素の視点から都市化更新のプロセスに注目し、中国の代表的な省の持続可能な低炭素の取り組みを総合的に評価した。その上で、地域の都市化発展の差異を分析し、差異をもたらす要因を特定することで、都市間の経験を共有し、バランスの取れた持続可能な発展を促進することを目的としている。

第1章では、中国の急速な都市化による炭素排出増加の抑制に関する研究の背景を概説し、提起された問題に基づいて研究目的をまとめている。

第2章では、文献整理を行い、現在の都市化研究の成果と研究の空白を明らかにすることにより、本研究の重要性を提示している。

第3章では、評価指標体系の提案や評価モデルの構築を行っている。

第4章では、都市発展の現状と問題点について、低炭素、低負荷の都市発展の理念と、都市の再生における低炭素技術の応用の可能性を明らかにしている。

第5章では、安徽省の都市における持続可能性を定量的に評価し、各都市の都市化の質(UQ)と協調的発展のレベルを評価し、低炭素の視点から相応する戦略を提案している。

第6章では、山東省の都市を主要研究対象とし、2010-2020年の都市データを用いて、都市化の質を特定し、低炭素の視点から空間構造と発展の特徴を明らかにしている。

第7章では、各章で得られた結論をまとめている。

以上より、本研究は都市の持続可能性を評価する方法を提案し、総合的な分析により、都市発展の特徴と施策を分析したもので、一連の研究成果は、この分野に新たな知見をもたらし、中国の都市化とその持続可能性を把握し、SDGs達成に向けた都市発展に寄与している。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)	イカ 石 嘉怡 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第271号
学位授与年月日	2024年9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	<p>Research on the mechanism of passive design of traditional rural dwellings in the Loess Plateau region in China  (中国黄土高原地域の伝統的農村住居に用いられているパッシブデザインのメカニズムに関する研究)</p>
論文審査委員	<p>主 査 福田 展淳  (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学))</p> <p>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))</p> <p>審査委員 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))</p> <p>審査委員 藤本 悠介  (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (情報学))</p>

## 論文内容の要旨

The rural dwellings of the Loess Plateau region are unique architectural forms shaped by the natural landscape, climate, and cultural environment. However, their large scale and regional differences lead to significant energy consumption, challenging environmental protection. Traditional rural dwellings, using ecological design and passive strategies, achieve sustainable development across residential environments, energy issues, social matters, and cultural impacts, serving as excellent research template.

Moreover, the Chinese government has proposed a rural revitalization plan aimed at promoting the sustainable development of rural residences in the Loess Plateau region. This plan respects the natural environment, fully considers cultural traditions and regional characteristics, and aligns with villagers' actual economic capacities to enhance existing construction techniques and best meet residents' real needs. Therefore, this paper, within the context of rural revitalization, delves into a comprehensive understanding of the potential mechanisms underlying the operation of passive strategies in rural residential applications, enabling a thorough assessment of the indoor thermal conditions in rural residences, and facilitating the exploration of methods to enhance energy efficiency in rural buildings. The structure is explored as follows:

In Chapter 1, the background and purpose of the research were elaborated.

In Chapter 2, the literature review on regional adaptability and climate-responsive strategies were sorted out.

In Chapter 3, the material related to this research was proposed, and the methodology of the research was studied.

In Chapter 4, the case study 1: socio-environmental responsive strategy of traditional Tianshui dwellings is introduced.

In Chapter 5, the case study 2: comparative analysis on the mechanism of climate responsiveness strategies of Yulin traditional dwellings.

In Chapter 6, the exploration of the applicability construction model for renewal design was investigated.

In Chapter 7, the conclusions and recommendations of this study are elaborated.

## 論文審査の結果の要旨

中国黄土高原地域の農村住居は、自然景観、気候、文化環境によって形成されたユニークな建築形態である。本論文では、農村部の活性化のために、パッシブ手法を用いた、この地域特有の住宅の潜在的なメカニズムを分析し、室内温熱条件の評価・分析を通し、農村部でのエネルギー効率を高める新たな住宅手法を提案している。

第1章では、研究の背景と目的を示し、中国黄土高原地域における伝統的農村住居の特徴について述べている。

第2章では、伝統的農村住居に関連する文献レビューを行い、中国におけるパナキュラー建築の気候対応デザインについて、寒冷地、暑熱地などの異なる気候条件に応じた具体的な事例を解説している。

第3章では、本研究で使用するデータと方法論の概要を述べ、地理的背景、気候条件、再生可能エネルギーの分析手法を詳述し、文献調査、現地調査、温熱環境シミュレーションを通し、パッシブデザインの有効性と適用範囲について考察している。

第4章では、中国天水地域における伝統的な住居に焦点を当て、ケーススタディを行い、住居の中庭の配置、方位、構造などが自然環境に適応する具体的な対策となっていることを示し、特に、冬季の室内温熱環境が優れていることを示している。

第5章では、異なるヤオドン住居の気候対応法に焦点を当て、そのメカニズムを比較分析している。室内空気温度、相対湿度、壁表面温度などの分析を通じ、ヤオドン住宅の熱環境に及ぼす様々な要因を検証した。ヤオドン住居は、地中の高い熱容量が効果的に室内温度を快適域に保ち、近年の煉瓦を用いた住居と比較し、温湿度環境で優れていることを明らかにしている。

第6章では、黄土高原のヤオドン住宅を改良した、コンクリートの高い熱容量を活かした建築モデルを提案し、既存のプレハブ住居や煉瓦住居の温熱環境の課題が大きく改善できることを明らかにしている。

第7章では、全体のまとめと今後の展望を述べている。

以上、本論文は、中国黄土高原地域における農村住居のパッシブ手法の有効性を明らかにし、地域特有の住居形式を現代建築に活かすことの有効性を明らかにしている。今後の伝統住居の改善のための大きな指針を提供しており、建築環境工学分野に新たな知見をもたらすものである。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)	石 春艶 (中国) イシ シュンエン
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第272号
学位授与年月日	2024年9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	<p>Research on rainwater management considering environmental benefits and public acceptance in Northeast China</p> <p>(中国東北地方における環境利益と公共の受容性を考慮した雨水管理に関する研究)</p>
論文審査委員	<p>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))</p> <p>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))</p> <p>審査委員 保木 和明 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (工学))</p> <p>審査委員 河野 智謙 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (農学))</p>

## 論文内容の要旨

This study focuses on stormwater management issues in China under the Sponge City Initiative, investigating public attitudes and willingness to pay for the initiative, and quantitatively assessing the environmental benefits of sponge city stormwater management infrastructure from an economic perspective. Finally, it proposes new scenarios for the utilization of rainwater resources, contributing practical strategies and suggestions for the development of sponge cities and the sustainability of urban stormwater management.

Chapter 1 introduces the research, highlighting challenges and objectives in China's stormwater management.

Chapter 2 summarizes the environmental benefits of stormwater management infrastructure, surveys public attitudes, and highlights the research's importance.

Chapter 3 introduces the main research methods.

Chapter 4 aims to investigate public understanding of stormwater management, assess the public's perceived value of environmental service benefits provided by sponge city infrastructure, identify the priorities of environmental service benefits, and explore the feasibility of different financing models for stormwater management strategies.

Chapter 5 quantitatively assesses the economic value of improving water quality, flood prevention, mitigating urban heat island effects, rainwater reuse, and landscape recreation through discrete choice models. It clarifies the public's preferences for the benefits of rainwater reuse and reveals the potential of rainwater fees as a funding source for the sponge city stormwater management initiative.

Chapter 6 establishes a new framework for rainwater reuse, using an evolutionary game model to create a dynamic system between environmental and municipal enterprises. It analyzes evolutionary paths and influencing factors to provide valuable insights for promoting effective rainwater reuse.

Chapter 7 summarizes the findings.

## 論文審査の結果の要旨

この研究は、中国で実施されているスポンジシティイニシアティブの下での雨水管理の問題に焦点を当て、市民の雨水資源利用に対する意識と支払意志を調査し、経済的観点から雨水管理インフラの環境効果を定量的に評価している。最終的に、雨水資源の利用における新たなシナリオを提案し、スポンジシティの発展と都市雨水管理の持続可能性に対して実用的な戦略を提案している。

第1章では、雨水利用の研究背景及び本研究の目的を述べている。

第2章では、雨水管理が与える環境への効果をまとめ、人々の雨水管理に対する意識と支払意志に関する従来の研究を調査し、本研究の重要性を述べている。

第3章では、離散選択モデル及びゲーム理論を用いた本研究の方法を述べている。

第4章では、一般市民の雨水管理に対する理解を調査し、スポンジシティのインフラが提供する環境サービスの価値を評価している。さらに、環境サービスの効果の優先順位を明らかにし、雨水管理戦略の異なる融資モデルの実現可能性を探っている。

第5章では、離散選択モデルを用いて、水質改善、洪水防止、ヒートアイランド現象の緩和、雨水再利用、景観レクリエーションの経済的価値を定量的に評価し、市民の雨水再利用に対する好みを明確にし、都市雨水管理の市民参加の可能性を明らかにしている。

第6章では、雨水利用の新しい枠組みを構築し、進化ゲーム理論を用いて、都市の環境保護と民間企業のための動的利益関係モデルを構築し、利害関係者の関連と影響要因を分析し、雨水の効率的な再利用を支援する方法を提案している。

第7章では、各章で得られた結論をまとめている。

以上より、本研究は、都市の雨水管理の問題を経済的観点から評価し、市民の受容性と支払意志を調査し、離散選択モデルやゲーム理論を用いて、雨水管理インフラの環境効果を定量的に分析したことにより、実用的な戦略を提案している。一連の研究成果は、この分野に新たな知見をもたらし、都市の雨水管理分野の発展に大きく寄与している。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)	杵 キンメイ 王 金铭 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第273号
学位授与年月日	2024年9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	Research on the influence caused by indoor and outdoor space design on environmental and health behavior (室内及び屋外の空間デザインが環境と健康行動に与える影響に関する研究)
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 藍川 昌秀 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (農学)、 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

In the pressing context of global climate change and resource depletion due to human activities, understanding and changing human environmental and health behavior patterns and their mechanisms are key to solving environmental problems. Using the ZMET technique, CADM integrated mental model and other multidimensional methods, this study provides an in-depth analysis of the impact and effect of environmental design on promoting environmental and health behavior, especially exploring how landscape design and office environments can effectively promote individuals' environmental and health behavior.

Specific findings are summarized below:

Chapter 1 (Introduction): introduces the global environmental changes caused by human behaviors, and discusses the definition of global change, its impacts, and the importance of the theory of sustainable development. The need to increase public environmental awareness and behavior through environmental education is emphasized, and how environmental design can promote environmental and health behavior is explored.

Chapter 2 (Theoretical Framework and Literature Review): a comprehensive theoretical framework is developed that explores the intrinsic connections between environmental education, environmental and health behavior, and environmental design. The chapter analyzes the multiple factors that influence environmental and health behavior and discusses how environmental design can lead to environmental and health behavior on both the physical and psychological levels.

Chapter 3 (Methodology): details the methodology used to study the design of spatial environments for environmental and health behaviors, including case studies, experimental design, and survey research, as well as how advanced statistical tools and software are used to process and interpret the data.

Chapter 4 (Factors Influencing Environmental and health behavior): focuses on environmental design in tourism and how it can influence tourists' environmental awareness and behavior through design elements such as signage and nature trails.

Chapter 5 (Impact of Open Space Design on Environmental and health behavior): examines how open space design can promote environmental and

health behavior among tourists through environmental education and design elements.

Chapter 6 (Impact of Office Space Design on Environmental and health behavior): examined how office design can promote healthy employee behavior through its personal attributes and environmental elements.

Chapter 7 (Conclusion): summarizes the impacts of open space and architectural space design on promoting environmental and health behaviors, emphasizes the key role of environmental design in promoting environmental responsibility and sustainable development, and proposes specific design recommendations and strategies.

Overall, this study explores the critical role of environmental design in promoting environmental and health behavior, especially under the pressing conditions of global climate change and resource depletion. Through an in-depth analysis of the interactions between environmental design and environmental and health behavior, the study reveals that design not only significantly influences the behavioral patterns of individuals and communities, but also has an irreplaceable role in driving society in a more sustainable direction. The results of this study emphasize the need for multidimensional strategies that include effective environmental education, innovative design practices, and the application of behavioral science as key factors in promoting environmental protection and sustainable development.

The conclusions emphasize that through scientific approaches and practical strategies, environmental design can effectively promote environmental responsibility and environmental and health behaviors, which in turn support the achievement of the global Sustainable Development Goals (SDGs). In addition, the study provides valuable theoretical underpinnings and practical guidance for the field of environmental design, helping designers, planners, and policy makers to better understand and implement design strategies that support sustainable development. Future research can build on these findings to further explore the application of design in different cultural and geographic contexts and how the educational function of environmental design can be enhanced through technology and innovative approaches. Overall, this study makes an important contribution to the creation of a more harmonious and sustainable future environment and provides valuable references and insights for subsequent research in related fields.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、Zaltman Metaphor Elicitation Technique (ZMET メタファー抽出インタビュー手法) を用いて、室内及び屋外の空間デザインが環境・健康行動の促進に与える影響を分析し、景観デザインやオフィス設計が個人の環境・健康行動を効果的に促進できるかを明らかにすることを目的としている。

第1章では、研究の背景、目的および論文の構成について述べている。

第2章では、従来の研究を調査し、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ている。

第3章では、空間デザインが環境行動の促進に与える影響を分析評価するために使用した調査方法について述べている。ケーススタディ、調査研究など、様々な研究手法を活用している。アンケート、ZMET 手法などの様々なデータ収集を実施した。

第4章では、空間デザインと環境・健康行動との複雑な関係を探るため、ZMET 手法を用いて観光客の認識と景観環境との相互作用を分析した。さらに包括的なデータを収集するため、インタビューを用いたヒアリング等、様々な方法について調査を行った。観光客の認知的・感情的反応を視覚的・言語的フィードバックを用いて詳細に分析することで、持続可能な観光の実践に感覚的体験を組み込むことの重要性が明らかとなった。

第5章では、屋外の空間デザインが来場者の環境行動を促進するメカニズムについて検討した。心理学的および行動学的データの分析により、景観デザインと行動学理論の有用性を検証した。日常的な環境教育と文脈的な環境教育の効果を比較し、日常的な環境教育は長期的に、習慣に影響を与えることで環境行動に寄与し、文脈的な環境教育は特定の文脈における教育経験を強化することで来場者の環境行動を改善できることが明らかとなった。

第6章では、オフィス室内の空間デザインが従業員の健康行動に与える影響を検証した。劣悪なワークヘルス習慣（座りがちな行動、心理的ストレス等）を減らすためにオフィスの室内デザインが重要であることを強調し、従業員の健康と生産性を全体的に向上させる方法について提案した。オフィスの室内の空間デザインの重要な要素と健康的で持続可能な行動パターンを促進するための戦略的な活用方法について提示した。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、総括している。

以上、本論文は、ZMET メタファー抽出インタビュー手法を用いて、室内及び屋外の空間デザインが環境・健康行動の促進に与える影響を調査し、景観デザインやオフィス設計が個人の環境・健康行動を効果的に促進できることを明らかにした。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、今後の建築設計分野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)	カ シンセイ 何 心铖 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第274号
学位授与年月日	2024年9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	<p>Research on urban thermal environment around schools and factories based on multi-source data  (マルチソースデータに基づく学校や工場周辺の都市熱環境に関する研究)</p>
論文審査委員	<p>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))</p> <p>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))</p> <p>審査委員 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))</p> <p>審査委員 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))</p>

## 論文内容の要旨

With the rapid development of global urbanization, urban thermal environment problems have become more and more prominent. Based on multi-source data, this study conducted urban thermal environment research on two cities with different development models from three urban scales. Remote sensing data was used to explore the spatiotemporal characteristics of surface urban heat islands from the urban macroscale. Then, combined with land use data and local climate zone (LCZ) classification system, the intensity of industrial heat island and the effect of urban structure on land surface temperature (LST) around elementary schools were analyzed from the urban mesoscale. Finally, through field measurements, questionnaires and software simulations, the thermal benchmark suitable for the factory area was constructed, and the impact of urban morphology on the microclimate around elementary schools was analyzed.

In Chapter 1, the background and purpose of the research were elaborated.

In Chapter 2, multi-source data research methods were introduced.

In Chapter 3, the urban structure identification method was introduced. Combined with the LCZ classification results, the spatial characteristics of urban structure were investigated.

In Chapter 4, the spatial heterogeneity of LST was explored. In addition, urban heat islands and industrial heat islands in different seasons were analyzed.

In Chapter 5, the random forest regression model was used to explore the relationship between LCZs and seasonal LST around elementary schools and the relative importance of each LCZ.

In Chapter 6, the influence of built environments in factory areas on human thermal sensation and thermal comfort was investigated. Combined with thermal comfort indices Physiological Equivalent Temperature and Universal Thermal Climate Index, 12 observation sites in factory areas were evaluated to establish the outdoor thermal benchmark suitable for the factory area.

In Chapter 7, differences in air temperature between different types of elementary schools were compared through measured data, and the impact of urban morphology on the microclimate around elementary schools was attempted to be elucidated based on field measurements and ENVI-met simulations.

In Chapter 8, the critical summary of each chapter was concluded..

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、マルチソースデータに基づき、都市の異なるスケールから都市の熱環境解析を行っている。都市表面のヒートアイランドの時空間特性をマクロスケールで調査し、さらに都市構造が工業地帯および小学校周辺の温度に及ぼす影響をメソスケールで分析している。

第1章では、研究背景および本研究の目的を述べている。

第2章では、研究対象を選定し、マルチソースデータに基づく研究手法を構築している。

第3章では、都市構造の同定手法を用い、局地気候帯(LCZ: Local Climate Zone)の分類結果に基づいた都市構造の空間的特徴を明らかにしている。

第4章では、リモートセンシングデータを使用して地表面温度の空間的不均一性を調べ、都市と工業地帯のヒートアイランドを解析し、その差異を明確にしている。

第5章では、小学校周辺の土地利用強度と表面温度の変化を分析し、機械学習手法を用いて小学校周辺の表面温度に対する局地気候帯(LCZ)の影響を分析し、それらの間の非線形関係を明らかにしている。

第6章では、現地測定やアンケート調査を通じて工場エリアの熱環境が人間の温冷感や快適性に及ぼす影響を分析している。生理学的等価温度と熱気候指数を組み合わせることで、工場地域に適した屋外の熱快適基準を確立している。

第7章では、現地測定とシミュレーションを通じて小学校周辺の都市空間の微気候の特性分布を分析し、都市空間の形態が小学校周辺の微気候に及ぼす影響を明らかにしている。

第8章では、各章で得られた結論をまとめている。

以上より、本研究は、リモートセンシングデータ、現地測定、アンケート調査およびシミュレーションを用い、異なるスケールから都市の熱環境を解析したものである。特に、都市ヒートアイランドの時空間特性、工業地帯および小学校周辺の微気候に対する都市形態の影響を明確に示し、新たな知見を提供している。一連の研究は都市熱環境解析の分野において重要な貢献を果たすものである。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)	ジャン セイヨウ 蒋 正容 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第275号
学位授与年月日	2024年9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	Simulation study of improving pedestrian-level wind environment in courtyards (コートヤードにおける歩行者レベルの風環境改善に関するシミュレーション研究)
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 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 小山田 英弘 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 西田 健 (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 study aims to improve the pedestrian-level wind environment in courtyards. The effects of different courtyard enclosure forms, side heights, opening locations, opening sizes, and wind angles on the courtyard wind environment were quantitatively analyzed through computational fluid dynamics simulations, using indicators such as mean wind speed ratio, static wind zone ratio, and comfort wind zone ratio. Comfort wind zone ratio models for different enclosed forms, side heights, opening sizes and wind angles were established, and optimization strategies for the wind environment of courtyards were proposed. These strategies were applied to a large courtyard residential district and further validated for their effectiveness. The results of this study can guide the design of courtyards and the optimization of the courtyard wind environment.

Chapter 1 introduces the background and purpose of the study. Issues such as urban heat islands, air pollution, and low wind speeds in urban areas in the context of urbanization are outlined, and the purpose of this study is presented.

Chapter 2 reviews the literature related to the pedestrian-level wind environment. The value and information of key literature and scholars are summarized. Additionally, the research methods, study scale, study subjects, and factors impacting the wind environment are summarized.

Chapter 3 covers the research subjects and methods, starting with the selection of the study area and subjects. It then describes the computational fluid dynamics simulation methods and the evaluation standards for pedestrian wind environments.

Chapter 4 quantitatively analyzes the effects of different courtyard enclosure forms, side heights, and wind angles on the courtyard wind environment. Wind comfort zone ratio models for side heights and wind angles are established.

Chapter 5 quantitatively analyzes the effects of different opening positions, sizes, and wind angles on the wind environment of enclosed courtyards. Wind comfort zone ratio models for different opening sizes and wind angles are established.

Chapter 6 optimizes the wind environment by changing the boundary settings of the residential district based on the optimization strategies from

previous chapters. The research results further verify the effectiveness of these strategies.

Chapter 7 presents the conclusions and outlook.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、コートヤードにおける屋外の歩行者の風環境に焦点を当て、コートヤードの歩行者レベルでの低風速環境の改善を目的として、数値流体力学シミュレーションを通じてコートヤードの風環境に及ぼす様々な要因の影響を定量的に解析し、提案するものである。

第 1 章では、研究の背景を概説し、都市のヒートアイランド現象、大気汚染、人間の健康に対する快適な風環境の重要性を強調し、本研究の目的を示している。

第 2 章では、歩行者レベルの風環境に関する既存の研究をレビューし、研究の潜在的な方向性を指摘し、この研究の重要性を明確にしている。

第 3 章では、研究対象と研究手法を述べ、本研究における歩行者レベルの風環境の評価基準を提案している。

第 4 章では、さまざまな形状、側壁の高さ、風向の角度がコートヤードの風環境に及ぼす影響を定量的に分析し、側壁の高さと風向の角度で風環境の快適ゾーンのモデルを確立し、コートヤードの風環境の最適化を行っている。

第 5 章では、閉鎖されたコートヤードの風環境に及ぼす開口部の位置、サイズ、風向の角度の違いの影響を定量的に分析し、開口部サイズと風向の角度が異なる場合の風快適ゾーンを明らかにしている。

第 6 章では、広いコートヤードのある住宅地の風環境を解析し、最適化の手法を提案している。

第 7 章では、各章から得られた結論をまとめている。

以上より、この研究は、コートヤードの風環境に対する複数の要因の影響を定量的に分析し、風環境の快適ゾーンのモデルを確立し、コートヤードの風環境の最適化を提案したものである。一連の研究成果は、この分野に新たな知見をもたらし、風環境の側面から都市計画分野の発展に大きく寄与している。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)	ダイカク 戴佳璐 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲第276号
学位授与年月日	2024年9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	<p>Research on the influence of courtyard design on indoor and outdoor thermal comfort of traditional dwellings in cold areas in China</p> <p>(中国寒冷地の伝統的住居におけるコートヤードデザインが屋内外の温熱快適性に及ぼす影響に関する研究)</p>
論文審査委員	<p>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))</p> <p>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))</p> <p>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))</p> <p>審査委員 原口 昭 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (理学))</p>

## 論文内容の要旨

This study focuses on the impact of courtyard design on thermal comfort in traditional houses, using Gaotai residences in Kashgar, Xinjiang, China as a case study. By combining field surveys and software simulations, the research investigates how modifications to courtyard design can enhance both indoor and outdoor thermal environments, thereby improving occupant comfort in specific climate zones.

Chapter 1: This chapter addresses the urgent issue of global climate change, highlighting the increase in greenhouse gases from human activities, which raises global temperatures and alters the environment. As the largest energy consumer, China's focus on sustainable building policies is crucial. This study aims to enhance thermal comfort in Kashgar's traditional courtyard buildings by analyzing design parameters such as envelope type, orientation, and courtyard ratio through field investigations and simulations. This approach not only applies traditional architectural wisdom but also offers practical strategies for climate change adaptation, linking architectural design closely with global environmental responsibility.

Chapter 2: This section reviews the optimization of thermal comfort in buildings through microclimate theory, human comfort research, and courtyard design, highlighting their interconnected roles. It discusses the influence of microclimate factors like temperature, humidity, wind speed, and solar radiation on comfort, and evaluates thermal comfort using Fanger's PMV and PPD models, supported by field data on human responses. The chapter also explores how courtyard design affects building microclimates, focusing on elements like geometry, vegetation, water use, and materials, and their impact on indoor-outdoor thermal comfort. It underscores the significance of integrating interdisciplinary knowledge in architectural and urban planning, proposing a method that combines courtyard design with microclimate management to foster a more sustainable and comfortable living environment.

Chapter 3: This chapter outlines the research methods divided into two main areas: indoor thermal environments and outdoor microclimate environments, focusing on both theoretical frameworks and practical applications. For the indoor thermal environment, the study uses PMV-PPD indices to evaluate comfort, employing tools like SketchUp, OpenStudio, and

EnergyPlus for modeling and simulating indoor conditions. In examining outdoor microclimates, ENVI-met software is used for simulating urban thermal conditions, with PET chosen for assessing outdoor thermal comfort. The methodology integrates field investigations, literature review, and software simulations to provide a thorough approach for analyzing how the built environment affects human thermal comfort. This multi-dimensional strategy enables a detailed exploration of the interactions between indoor and outdoor thermal environments.

Chapter 4: This chapter examines the geographical and climatic background of Kashgar and the architectural features of its traditional dwellings. The region's extreme climate of hot summers and cold winters has influenced the design and materials of Old City residences, resulting in low-rise, high-density layouts and enclosed courtyards to enhance comfort and privacy, reflecting environmental and cultural adaptation needs. Though the field research and Google earth, analysis of traditional homes identified five main types (T, I, L, C, O) based on their envelope, with L Type being the most common at 37% and summarized the plan aspect ratios. Orientations were also studied.

Chapter 5: This chapter evaluates the impact of courtyard enclosure type and orientation on indoor thermal comfort in Kashgar's traditional raised residential buildings. Through field surveys and software simulations, this study aims to optimize indoor comfort while protecting the architectural heritage and lifestyle of the Uyghurs in Xinjiang. The chapter mainly found that each courtyard enclosure type has an optimal orientation for thermal comfort and enclosure level correlates positively with comfort.

Chapter 6: This chapter investigates how courtyard design (specifically enclosure type, orientation, and plan aspect ratio) affects outdoor thermal comfort. Key findings show that while enclosure type has a minimal impact, orientation and aspect ratio significantly affect comfort, with wider yards improving winter conditions. The east-facing and west-facing are more beneficial for yards with a length-to-width ratio of more than 1, while the north-facing and south-facing are beneficial for yards with a length-to-width ratio of less than 1. Aspect ratio has a greater impact on comfort in winter than in summer. At the same time, the study in this chapter found that courtyard design factors significantly affect winter comfort, which indicates that winter optimization should guide design choices. It can provide

actionable design recommendations to optimize yard configurations for year-round comfort.

Chapter 7: In summary, this study aims to explore the impact mechanism of courtyard design on the indoor and outdoor thermal comfort of traditional residences through in-depth analysis of typical courtyard buildings in Kashgar Gaotai residences in cold areas, and by analyzing their indoor and outdoor environmental characteristics. In order to find the optimal space combination model, it can provide theoretical reference and practical guidance for the design and use of courtyard buildings in cold areas.

Overall, this study reveals the importance of courtyard design, orientation and building envelope type in enhancing the comfort of the living environment by exhaustively analyzing the effect of courtyard design on indoor and outdoor thermal comfort. The results of the study show that appropriate courtyard orientation and envelope type can significantly improve indoor and outdoor thermal comfort, especially in winter. In addition, this study emphasizes the key role of strategic courtyard design in comfort management in all seasons and proposes a series of practical design strategies to support environmental sustainability and occupant comfort improvement of traditional buildings in cold regions of China. Overall, optimizing courtyard design not only embodies a modern application of traditional architectural wisdom, but is also a concrete response to the challenges of global climate change.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、中国カシュガル高原の伝統的なコートヤード住居における屋内外の環境特性を現地調査とシミュレーションで分析し、コートヤードデザインが熱的快適性に及ぼすメカニズムを探ることを目的としている。具体的には、外皮の種類、方位、コートヤードの比率等の設計パラメータを検証し、熱的快適性を向上させるための知見を得ることを目指している。

第1章では、研究の背景、目的および論文の構成について述べている。

第2章では、従来の研究を調査し、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ている。

第3章では、室内温熱環境と屋外微気候について理論的枠組みと実用的な応用に焦点を当てた研究方法を概説している。室内温熱環境では、PMV-PPD 指標を用い、快適性を評価するために OpenStudio や EnergyPlus 等のツールを用い、室内環境のモデリングとシミュレーションを行った。屋外微気候の調査では、ENVI-met を使用し、熱条件のシミュレーションを行い、屋外の熱的快適性の評価には PET を選択した。

第4章では、カシュガルの地理と気候的条件、そして伝統的住居の建築的特徴について調査した。夏が暑く冬が寒いという極端な気候であり、旧市街地の住居のデザインや素材に影響を与えている。現地調査とグーグルアースを用いて、伝統的な住居を分析し、5つの主要なタイプ (T・I・L・C・O型) を特定し、それぞれの平面計画の縦横比をまとめた。

第5章では、室内温熱環境について、建物の5つのタイプと建物方位の観点から調査を行った。快適時間という観点からは、主室が南向きの0タイプが最も適しており、建物の囲い程度が高いほど快適時間が長くなり、快適性が向上することが分かった。

第6章では、コートヤードの設計が屋外の熱的快適性にどのような影響を与えるかを ENVI-met のシミュレーションによって検討を行った。囲みのタイプは最小限の影響しか与えない一方、方位と縦横比が快適性に大きく影響することを明らかにした。東向きと西向きは縦横比が1以上のコートヤードに有効であり、北向きと南向きは縦横比が1未満のコートヤードに有効であることを示した。また、縦横比は夏よりも冬の方が快適性に大きな影響を与えることが分かった。さらに、コートヤードの設計要素が冬の快適性に大きく影響することも明らかにした。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、総括している。

以上、本論文は、中国カシュガル高原の伝統的な住居におけるコートヤードデザインが熱的快適性に及ぼすメカニズムについて明らかにし、伝統的な住居についてのさらなる研究に貢献し、今後の伝統的な住居の省エネルギー設計分野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)	バオ シン 宝 昕 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第 2 7 7 号
学位授与年月日	2 0 2 4 年 9 月 2 5 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	<p>Research on interior design of urban residential buildings based on residents' preferences in China (中国における居住者の好みに基づく都市型集合住宅のインテリアデザインに関する研究)</p>
論文審査委員	<p>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))</p> <p>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))</p> <p>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))</p> <p>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))</p>

## 論文内容の要旨

Over the past 20 years, the rapid development of the real estate market in China has made apartments the primary living option for urban residents. Therefore, gaining an in-depth understanding of residents' needs, preferences, and emotional experiences in residential buildings units is crucial for addressing past issues and improving the quality of living environments.

Previous literature research has shown that when evaluating various housing factors, "space layout", "interior decoration" and "transitional spaces" are assessed as single-dimensional abstract concepts. Currently, research on multiple factors of residential space layout and interior decoration mainly focuses on qualitative studies such as case evaluations, lacking quantitative research. The research aims to explore how to design the interior of units in urban residential buildings in China based on the preferences of residents.

Chapter 1 reviews the development and challenges of interior design in multi-unit residential buildings in China, examining four stages of housing development through literature. It reveals that China's housing sector has entered an upgrade phase with a significant increase in consumer demand for high-quality interior design. The chapter underscores the crucial role of interior design upgrades in the overall enhancement of housing quality.

Chapter 2 explores design methods to improve residents' health and well-being. Literature review and theoretical analysis revealed that: (1) Designs matching residents' preferences enhance their positivity and satisfaction; (2) Interior design quality is influenced by spatial layout, interior decoration, and transitional spaces; (3) Previous studies considered these factors abstractly. We developed a model breaking these factors into specific evaluation indicators, providing a systematic approach for assessing and improving interior design to better meet residents' needs.

Chapter 3 delineates the overall research design, encompassing the segmentation of research stages, adopted methods for data collection, techniques for data analysis, credibility and reliability of research findings, adherence to ethical principles and norms, as well as the limitations of the study. Emphasis is placed on the significance and applicability of the research methodology, aimed at ensuring rigor and reliability in the study.

Chapter 4 conducted a survey among 552 respondents and utilized methods such as expert questionnaires, factor analysis, Kano two-dimensional quality,

and Analytic Hierarchy Process (AHP) to assess the significance of 19 factors related to the quality of unit spatial layouts in residences. An index model summarizing their utility was developed. Additionally, the study analyzed the influence of preferences on satisfaction and the variations in preferences based on sociodemographic factors. The results aim to assist designers and homebuyers in evaluating the quality of housing spatial layouts, ultimately enhancing the overall quality and comfort of residences.

Chapter 5 used virtual reality and emotional surveys to examine how form, materials, and lighting affect aesthetic preferences and emotional experiences in residential interiors. Results show that modern style, light materials, wood textures, and natural light produce the most positive emotions. In contrast, the comprehensive application of multiple interior decoration elements mitigates the emotional impact of individual decorative elements, rendering the positive emotional influences of straight and curved shapes inconsequential. Furthermore, this chapter discovered that in artificial lighting environments, the emotion of dominance significantly influences aesthetic preferences, whereas this effect is less pronounced under natural lighting conditions.

Chapter 6 reviews the factors influencing the quality of unit transitional spaces, covering design-related factors such as spatial layout and decoration, window shape and size, window views, cultural factors, and physical environment. Firstly, through literature review, the relevant factors affecting the quality of residential balcony spaces and their importance are identified, providing theoretical basis for the design and optimization of residential balconies. Secondly, an evaluation model is constructed based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) to clarify the weights of evaluation indicators, providing a basis for the quantitative evaluation of indicators. Finally, based on the quantitative scoring results, the basis for optimizing and updating residential balcony spaces is discussed.

Chapter 7 explores optimization suggestions for residential interior design in China from four perspectives: the COVID-19 pandemic, spatial layout, interior decoration, and transitional spaces. It summarizes evaluation indicators and quality models for urban residential interiors. The findings address evolving needs and trends, aiming to enhance residents' health and well-being.

Chapter 8 summarizes the conclusions of the above 4,5, and 6 chapters. the

chapter outlines future research directions and suggests areas for further exploration in the field of interior design for residences.

## 論文審査の結果の要旨

本研究の目的は、中国の都市型集合住宅における居住者の好みに基づいてインテリアデザインを向上させる方法を探ることである。空間レイアウトやインテリア装飾が居住者の満足度や美的体験にどのように影響しているかを定量的に評価し、デザイナーがより快適で健康的な住環境を作り出すための指針を提供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、既往研究や関連文献を調査し、分析方法の理論的基礎を示している。

第3章では、研究の全体的なプロセス、データ収集方法、データ分析手法や調査データの信頼性と妥当性について概説している。

第4章では、552人の入居者を対象に、アンケートを実施し、因子分析、Kanoモデル、階層分析法を使用して、住居ユニットの空間レイアウトの品質に関連する要因を評価し、好みは満足度に与える影響とその変動を明らかにした。

第5章では、VRを使用して、インテリアデザインにおける形状、材料、照明が美的好みと感情体験にどのように影響しているか調査し、モダンスタイル、木目、自然光が最もポジティブな感情を生み出し、クラシックスタイルは個々の影響を減少させることが分かった。

第6章では、バルコニーと窓のデザインがどのような影響を与えるかを20の要因で要約し、階層分析法に基づいて評価モデルを構築した。結果として、バルコニーのレイアウトが入居者の好みにもっと大きな影響を与え、窓がそれに続き、文化的装飾の影響は最も小さいことが分かった。

第7章では、COVID-19パンデミック、空間レイアウト、インテリア装飾、バルコニーの4つの視点からインテリアデザインの最適化提案を検討した。

第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括している。

以上、本論文は、中国の都市型集合住宅における居住者の好みに基づいてインテリアデザインを向上させるため調査し、進化するニーズとトレンドに対応し、入居者の健康と幸福を向上させることが重要であることを明らかにした。一連の研究成果はインテリアデザイン分野に新しい知見を与えるものであり、今後のデザイン分野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)	バンブンセイ 莫文生 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲第278号
学位授与年月日	2024年9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	Multi-objective optimization of passive building design in plateau regions using passive solar heating indicators (パッシブソーラーヒーティング指標を用いた高原地域におけるパッシブ建築設計の多目的最適化)
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 山崎 恭 (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

High emissions from the building sector are one of the contributing factors to global climate warming. Although plateau regions are rich in solar radiation resources, the low temperatures throughout the year result in high building energy consumption and poor indoor thermal comfort. In response to this situation, this study proposes a reliable and innovative passive solar heating optimization design for plateau buildings.

Chapter 1 provides an overview of the research background, addressing energy consumption and indoor thermal challenges in buildings, especially in plateau regions.

Chapter 2 reviews the latest methods in passive solar heating systems and building performance optimization through a literature review.

Chapter 3 examines the climatic conditions and current state of buildings on the Tibetan Plateau, emphasizing its complex topography, cold climate, and abundant solar energy resources.

Chapter 4 introduces the multi-objective optimization process for plateau buildings. Optimization uses parametric simulation on Rhino/Grasshopper with Ladybug and Honeybee for light-thermal and energy analysis.

Chapter 5 evaluates the energy-saving potential of passive solar heating systems worldwide, introducing the Passive Solar Heating Indicator (PSHI) and employing polynomial regression and K-means clustering to analyze and categorize cities based on their energy-saving potential. It provides energy-saving classifications for different passive heating system.

Chapter 6 conducts a sensitivity analysis, exploring how architectural design parameters (building geometry and envelope) impact the energy efficiency and indoor comfort of plateau buildings, providing a scientific basis for multi-objective optimization of building passive design.

Chapter 7 explores the optimization of plateau buildings through a case study in two phases. First, the building geometry is optimized, followed by the optimization of the building envelope. Results identify optimal, most energy-efficient, most comfortable, and lowest-cost designs. The optimal design increases thermal comfort duration by 5.93% and reduces energy consumption by 11.58%.

Chapter 8 summarize the entire study and discussed future research directions.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、パッシブソーラーヒーティング指標（以下、PSHI）と遺伝的アルゴリズムを用いた高原地域の建物性能の多目的最適化について検証を行い、建物の性能を向上させる設計指針を示している。

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章は、文献レビューを通じてパッシブソーラーヒーティングシステム(PSHS)と建物性能最適化の最新手法を検討し、多目的最適化の利点について示している。

第3章では、チベット高原地域の気候条件と建築の現状を調査し、複雑な地形、寒冷な気候、太陽エネルギー資源について強調した。現地調査では、太陽光があっても冬季の室内熱環境は悪く、長時間の居住には適さないことが確認された。

第4章では、高原地域の建物の多目的最適化プロセスを示した。Rhino/Grasshopperを用いたパラメトリックシミュレーション、Ladybug/Honeybeeを用いた光熱及びエネルギー分析、Octopusによる多目的最適化、Colibriによる反復シミュレーションを実施した。また、気象データ、建築形態、外皮設計、運用設定等のパラメータで最適化モデルを確立した。

第5章では、建物のPSHSの省エネルギーポテンシャルを評価するため、PSHIを開発した。基準、直接と間接取得の暖房モデルを確立し、600都市の省エネルギー量を計算した。多項式回帰モデルで省エネルギーを予測し、K-meansクラスタリングでPSHIを分類した。既存の指標と比較して、PSHIは冬の平均気温が暖房温度に近い都市での省エネルギーをより正確に予測した。

第6章では、局所感度分析を行い、建物の形状とPSHSのパラメータを入力とし、エネルギー消費と快適性を出力した。建物外皮の分析には標準化ランク回帰係数(SRRC)を使用した。結果として、チベット高原地域での最適な建物方位は $210^{\circ}$ ～ $250^{\circ}$ であることが明らかになった。北側外壁の熱伝達係数のSRRC値はエネルギー消費に対して0.834、南側外窓の熱伝達係数のSRRC値は熱快適性に対して0.443であることが分かった。

第7章では、チベット高原地域の建物の最適化を2段階で検証した。建物の形状をエネルギー消費、視覚的快適性、そして熱快適性、投資コストに基づいて最適化を行った。最もエネルギー効率の高いデザインと最も低コストのデザインを特定した。東西の壁のパラメータは類似した結果を示し、南北の差異は顕著であることが明らかになった。最適なデザインは熱快適時間を5.93%増加させ、エネルギー消費を11.58%削減した。

第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括している。

以上、本論文は、パッシブソーラーヒーティング指標と遺伝的アルゴリズムを用いた高原地域の建物性能の多目的最適化について明らかにし、高原地域の住居



についてのさらなる研究に貢献し、今後の省エネルギー建築設計分野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)	フ シテイ 武 姿廷 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第279号
学位授与年月日	2024年9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 the spatiotemporal trends and driving mechanisms of urbanization in Jilin Province (吉林省における都市化の時空間的変遷と駆動メカニズムに関する研究)
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 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 秋葉 勇 (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

Urbanization, an inevitable facet of modernization, requires balanced economic growth and ecological preservation for sustainable development and enhanced quality of life amidst global challenges. This study employs various data sources to analyze urbanization trends in Jilin Province, China, focusing on spatiotemporal distribution and driving mechanisms.

Chapter 1 outlines the challenges of global urbanization, emphasizing sustainable development as a common goal, and discusses China's theories on this topic while exploring the historical development in urban environmental monitoring and socio-economic development.

Chapter 2 conducts a bibliometric analysis, revealing the focal points in urbanization research and emphasizing the challenges in understanding urban land expansion patterns and driving mechanisms, indicating the importance of potential research directions.

Chapter 3 provides an overview of the status of the research area, clarifies the research objectives and methods, including remote sensing technology, geographic information systems, and statistics.

Chapter 4 combines nighttime light data with statistical yearbook data for accuracy verification and analyzes the spatiotemporal characteristics of urbanization in Jilin Province from 2012 to 2021.

Chapter 5 uses principal component and regression analyses to reveal the significant impacts of various factors on urban land expansion, delving into the driving mechanisms of urbanization in Jilin Province.

Chapter 6 focuses on analyzing the predicted urban land expansion in Jilin Province using the MCR and UEER models, highlighting differences in simulation results. The UEER model, with its detailed consideration of ecological factors and source hierarchy, provides more accurate simulation results for urbanization compared to the MCR model.

Chapter 7 presents valuable insights and recommendations for urban planning and ecological conservation.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、多様なデータソースを利用して中国吉林省の都市化現状を分析し、特に時間の変遷に伴う空間の変化の傾向および都市化の駆動メカニズムを重点的に研究したものである。

第1章では、グローバルな都市化の課題を述べ、従来研究を調査した上、本研究の目的を提示している。

第2章では、研究分野の現状を解析し、都市化の進行とその駆動要因を理解する必要性を強調し、研究の潜在的方向性を提示し、本研究の重要性を明らかにしている。

第3章では、研究対象を紹介し、リモートセンシング技術、地理情報システム、および統計学を含む独自の研究方法を提案している。

第4章では、夜間光データと統計年鑑データに基づいて市街地を抽出し、2012年から2021年までの吉林省の都市化の時系列変化と空間分布の傾向を明らかにしている。

第5章では、主成分分析と多変量解析に基づき、各種要因が都市化の進行に及ぼす影響の程度を明らかにし、吉林省の都市化の総合的な駆動メカニズムを明らかにしている。

第6章では、最小累積抵抗 (MCR) モデルと生態抵抗表面 (UEER) モデルによる吉林省の都市化傾向を予測し、4つの都市レベルでシミュレーション結果の差異を探っている。MCRモデルと比較した結果、UEERモデルは、生態的要因と拡張源の階層を詳細に考慮したため、より正確であることを明らかにしている。

第7章では、各章で得られた結論を総括している。

以上より、本研究は都市化の駆動メカニズムの分析と都市化傾向の予測により、都市化プロセスの理解に定量的な視点を提供している、生態保護を重視した上で、都市計画者が都市発展戦略を策定するための科学的根拠を提供した。一連の研究成果は、この分野に新たな知見をもたらし、都市計画分野の発展に大きく寄与している。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)	ホ-ア シウジ ユエン 和 秀娟 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第280号
学位授与年月日	2024年9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	Carbon emission patterns and impact mechanisms of urban growth and shrinkage in China and Japan (中国と日本の都市成長と縮小における炭素排出パターンと影響メカニズムに関する研究)
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 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 朝見 賢二 (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

Taking cities in the Yangtze River Economic Belt (YREB) of China and cities in Japan as study areas, this study examines the carbon emission patterns and carbon emission mechanisms of growing and shrinking cities in the context of developing and developed countries and provides references for developing differentiated urban carbon emission reduction strategies.

Chapter 1 focused on the research background and purpose of the study. In this chapter, the challenges of climate change faced by cities in China and Japan are fully demonstrated.

Chapter 2 focused on a literature review of urban growth, shrinkage, and their environmental impacts. In this chapter, the impacts of urban development patterns and their link to carbon emissions are introduced.

Chapter 3 focused on research objects and analysis methods. This chapter provides a comprehensive description of research objects and methodology, which can make the research more logical.

Chapter 4 focused on identifying urban development patterns. In this chapter, the change rates of urban population and population density were examined to categorize urban development patterns into four types: growth, potential shrinkage, smart shrinkage, and continuous shrinkage.

Chapter 5 focused on carbon emissions in growing and shrinking cities. In this chapter, the scales and trends of carbon emissions were examined under different urban development patterns.

Chapters 6 and 7 focused on nonlinear effects and spatial effects of carbon emissions in growing and shrinking cities. In this chapter, detailed carbon emission influencing factors are quantified for growing and shrinking cities.

Chapter 8 summarizes the carbon emission mechanisms of growing and shrinking cities in China and Japan. The mitigating measures for carbon emissions in different cities are also presented.

Chapter 9 provides a concise summary of carbon emission patterns, trends, and influencing factors of growing and shrinking cities in China and Japan.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は中国と日本の都市を対象に、都市成長と縮小における炭素排出パターンおよび炭素排出メカニズムを分析し、都市の炭素排出削減戦略を提案するものである。

第1章では、本研究の背景と目的を述べている。

第2章では、都市成長と縮小、およびそれらが環境に与える影響に関する文献をレビューしている。

第3章では、使用したデータ、調査対象を示し、都市開発パターンの種類を定義し、研究方法を述べている。

第4章では、都市成長及び縮小を4つの都市発展パターンに分類し、都市人口と人口密度の変化率を調べることで、都市の成長及び縮小の規模と分布を定量化している。

第5章では、都市成長及び縮小における炭素排出量を計算し、成長、縮小、変動など、さまざまな発展タイプの都市における炭素排出量の傾向を時系列分析の手法によって明らかにしている。

第6章と第7章では、中国と日本の都市成長及び縮小における炭素排出量の閾値効果と空間相関効果を解析し、都市の成長及び縮小による炭素排出量の影響要因を定量的に明らかにしている。

第8章では、中国と日本の都市の成長及び縮小における炭素排出のメカニズムをまとめ、都市の炭素排出削減策を提案している。

第9章では、各章で得られた結論をまとめた。

以上より、本研究は、中国と日本の都市を対象に、都市成長及び縮小における炭素排出パターンとメカニズムを解析し、都市における炭素排出削減の新たな戦略を提供している。国や地域のカーボンニュートラル目標達成に重要な貢献を果たすものである。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)	ヨウ ブンエイ 姚 文英 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第 2 8 1 号
学位授与年月日	2 0 2 4 年 9 月 2 5 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	Field survey on rural revitalization strategy driven by culture and art in China-three case studies in Dashuipo town (中国における文化と芸術による農村活性化手法に関するフィールド調査 - 大水泊鎮の 3 つの事例研究)
論文審査委員	主 査 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 白石 靖幸 (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 礪田 隆聡 (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 paper examines rural revitalization strategies driven by art and culture in China, highlighting the transformative impacts on local communities. Employing field surveys across Dashuipo Town, this study assesses the integration of cultural facilities, rural parks, and rural dwellings as pivotal components in rural development.

The analyses reveal significant engagement with cultural content among villagers and tourists, though challenges such as aging populations and unclear exhibits at some cultural sites suggest areas for improvement. Furthermore, satisfaction, accessibility, and comfort analyses of rural parks indicate a strong foundation but point towards the need for increased community involvement in future projects. The evolution of rural dwellings reflects a shift towards more open, flexible layouts that cater to both aesthetic and cultural needs, aligning rural living closer to urban standards while enhancing environmental and cultural quality. The synthesis of these elements not only elevates the living standards and cultural richness of rural communities but also outlines the interplay between them, offering substantial guidance for future initiatives. This study provides new insights into urban planning, suggesting that focusing on cultural elements can significantly energize rural areas, fostering a more vibrant and sustainable rural community.

This study is divided into eight chapters. The first chapter discusses the background of the study, an overview of the research area, and the objectives of the study. The second chapter is a literature review, in which the rural elements are summarized as cultural facilities, rural parks, and rural dwellings. The third chapter describes the research methods, proposing appropriate methods for different research elements.

Chapter four investigates two cultural facilities from the perspective of cultural capital, examining stakeholder interactions and satisfaction. It finds that villagers and tourists have a strong interest in cultural content, especially older villagers. Wawuzhuang Village attracts many visitors with its rich art and comic exhibitions, resulting in higher satisfaction, while Design Valley's abstract exhibits lead to lower satisfaction due to difficulty in understanding. Additionally, Design Valley's operational strategy lacks sufficient rest and entertainment facilities, impacting the overall experience. Future design and operation of cultural facilities should consider the cultural

backgrounds and education levels of the target audience, presenting culture and art in more tangible and life-oriented ways.

Chapter five analyzes the satisfaction, accessibility, and comfort of two rural parks. Wawuzhuang's park is generally well-received but could benefit from more local cultural elements, while Chujiacun's park is criticized for its simplistic design, indicating a desire for more aesthetic and innovative features. Both parks are easily accessible, but Wawuzhuang's park offers better privacy, unlike Chujiacun's park, which lacks privacy due to its location. The design and construction of rural parks in Dashuipo Town are government-led, with insufficient public involvement; incorporating public participation in future projects could enhance satisfaction and community development.

Chapter six analyzes the evolution of rural dwellings, highlighting changes driven by rural development and the influx of new villagers. Modern rural housing now emphasizes spiritual and cultural needs, with open, flexible floor plans and minimalist, modern decor. This shift aligns rural dwellings more closely with urban residences, reflecting broader transformations in rural lifestyles and cultural perceptions. The changes enhance both the living environment and community culture, supporting overall rural revitalization.

The seventh chapter is the case study, summarizing helpful cases discovered during the research process for Dashuipo Town. Art and culture driven rural revitalization must be grounded in community development. The eighth chapter presents the results and the conclusion. In Wawuzhuang village, more cultural events are needed to meet the cultural pursuits of villagers and tourists. In Chujiacun village, cultural activities need to be conducted to better promote the development, and maybe the park needs to be redesigned. And in Baojia' an village, the operation of Design Valley is relatively independent from the village, so a community-based strategy is very important, and a place for gathering is important, too. This study divides rural revitalization into three elements, cultural facilities, rural parks, and rural dwellings. Each contributing to rural revitalization in different ways and promoting rural development. These three elements are manageable and assessable; based on the results of the assessment, rural revitalization strategies can be adjusted promptly. Although currently limited to the research area, this study provides a solid foundation for the future research and also offers possibilities for the evaluation system.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、中国の新たな試みである芸術や文化財等の文化要素を基軸にした農村活性化手法の導入地域でのフィールド調査を通し、その評価、課題、展望をまとめたものである。

第1章では、研究の背景、研究領域の概要および研究の目的について述べている。第2章では、文献調査を行い、芸術、文化財を核とした農村活性化を対象にした論文を比較し、本研究では、農村の要素として、文化施設、農村公園、農村住居を研究の対象とすることを述べている。第3章では、大水泊鎮(Dashuipo town)でのフィールド調査の概要を述べ、異なる研究要素に対し、それぞれに適した調査を行うことを述べている。第4章では、文化財の観点から2つの文化施設を調査し、利害関係者の満足度を検証し、大水泊鎮では、村民と観光客は文化的コンテンツに強い関心を持っていること等を明らかにした。調査対象の瓦屋庄(Wawuzhuang)は豊富なアートやコミックの展示で多くの観光客を惹きつけ、満足度が高いが、設計谷(Design Valley)は抽象的な展示のためわかり難いこと、設計谷(Design Valley)の運営方法では十分な休憩施設や娯楽施設がないこと、今後の文化施設の設計と運営では、利用者の文化的背景や教育レベルを考慮し、文化や芸術をより具体的で生活に密着した形で提示する必要があることを述べている。第5章では、2つの農村公園の満足度、アクセシビリティ、快適性を分析し、瓦屋庄(Wawuzhuang)の公園は評価が高く、地元の文化的要素をもっと取り入れるべきとの意見があること、初家村(Chujiacun)の公園は、単純なデザインが批判されており、より美的で革新的な特徴を望む声が多いことなどを示している。第6章では、農村住居の変遷を分析し、農村開発と新しい村民の流入による農村住宅の変化を浮き彫りにしている。農村住宅の変化は、農村部のライフスタイルや文化的認識の変化を反映し、農村住宅が都市部の住宅に近づいていること、新しい住宅が生活環境と地域文化の両方を向上させていること等を明らかにしている。第7章では、フィールド調査による個別の有益な事例をまとめ、農村活性化と直面する課題をまとめ、第8章で総括を行なっている。

以上、本論文は、中国での芸術および文化財を基軸にした農村活性化手法を対象に、フィールド調査を通し、文化施設、農村公園、農村住居という3つの要素が、活気ある農村コミュニティを育む上で極めて重要な要素であることを示し、これらの要素間の相互作用を浮き彫りにするとともに、それらが集合的にコミュニティの生活水準と文化的豊かさ高めていることを明らかにした。新たな取り組みでの実証的な事例の効果を示すことにより、今後の同様の取り組みへの大きな指針を提供しており、都市計画分野に新たな知見をもたらすものである。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)	リカイ 李 恺 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第 2 8 2 号
学位授与年月日	2 0 2 4 年 9 月 2 5 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	Optimization of skylight design for enhanced daylight performance in museum interiors using genetic algorithms and multi-objective optimization (遺伝的アルゴリズムと多目的最適化を用いた美術館内部の昼光性能向上のための天窗設計の最適化に関する研究)
論文審査委員	主 査 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 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 高巢 幸二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 今井 裕之 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士 (環境科学))

## 論文内容の要旨

In a world grappling with deteriorating natural environments and acute energy shortages, the substantial energy consumption attributed to buildings presents a formidable challenge. Thus, setting goals to reduce building energy usage and mitigate environmental impacts is crucial. However, achieving these objectives must not compromise the comfort of building occupants. Efficiently harnessing natural light not only reduces energy dependency but also enhances the quality of building usage. Building performance simulation and advanced computational methods in the early design stages empower us to set precise performance objectives and explore viable strategies to minimize environmental degradation. Despite the complexity of real-world scenarios and the potential differences between simulated and observed results, these simulations are instrumental in understanding the interplay between design parameters and building performance. Focusing on indoor natural lighting environments and specific building types, this thesis uncovers opportunities for performance optimization and efficiency improvements in the early design phases, considering environmental and structural aspects. This research, augmenting contemporary studies on similar themes, identifies significant areas requiring further exploration and is poised to enrich the design field and aid stakeholders in making informed architectural decisions.

The structure is explored as follows:

Chapter 1: the background and purpose of the research were elaborated.

Chapter 2: the literature review presents the most recent and relevant research on parametric multi-objective optimization and building performance simulation.

Chapter 3: This chapter provides an overview of the methodologies used in this dissertation.

Chapter 4: This chapter outlines the prerequisite knowledge necessary before formally commencing the research, which includes an understanding of the variability and types of natural sky light, as well as detailed requirements

of natural lighting for various types of museums.

Chapter 5: This study explores the use of genetic algorithms to optimize sawtooth skylights in museums, enhancing natural light distribution while minimizing glare and meeting exhibit protection standards. Using tools like Octopus and Ladybug, the research conducts year-round simulations and iterative assessments to find the best skylight configurations, particularly for buildings oriented at 45 degrees northeast.

Chapter 6: This study uses Renzo Piano's High Museum Expansion to explore the optimization of point skylight systems for natural lighting in museums. Utilizing computer modeling, Ladybug for simulations, and the Octopus genetic algorithm, it improves visual comfort and protects exhibits. Findings show that skylights with specific dimensions and angles enhance lighting conditions, maintaining annual cumulative illuminance below 480,000 lux and increasing useful daylight illuminance to 75%.

Chapter 7: This chapter provides a synopsis of the scenarios discussed in the previous chapter. It will outline the contributions and standings of each case study within their respective research domains.

Chapter 8: This chapter summarizes the scenarios discussed in the preceding chapter.

## 論文審査の結果の要旨

本論文の目的は、美術館の室内自然採光環境に焦点を当て、遺伝的アルゴリズムを用い最適な天窓採光のデザインを導き出すことにより、美術館設計の初期段階における性能最適化手法を開発することである。

第1章では、研究の背景と目的を述べている。

第2章では、アルゴリズムを用いたパラメトリックデザインによる多目的最適化手法と建築性能シミュレーションに関する関連研究のレビューを行なっている。

第3章では、多目的最適化手法により最適解を導き出す方法を詳述している。

第4章では、美術館で採用される様々な建築タイプに用いられる自然採光手法を詳述し、本研究では、ACI(Annual Cumulative Illuminance 年間積算照度)、UDI(Useful Daylight Illuminance 有効昼光照度)、DA(Daylight Autonomy 昼光自律性)を用いて最適解を導き出すことを述べている。

第5章では、北東45度に向けた建物の美術館におけるノコギリ型の天窓形態を最適化するため、照度シミュレーションにLadybug、遺伝的アルゴリズム解析にOctopusを活用し、グレアを最小限に抑え、展示物保護基準を満たす最適な天窓形態を生成している。

第6章では、アメリカ・アトランタに建設されたレンゾ・ピアノ氏設計のハイ・ミュージアム拡張計画に用いられた点状天窓システムを独自の方法で最適化している。コンピューショナルモデリングにより形態生成を行い、視覚的快適性を向上させ、展示物を保護する照度環境条件の最適解を導きだし、その評価法を示している。その結果、特定の寸法と角度を持つ天窓が照明条件を向上させ、年間累積照度を480,000ルクス以下に維持し、有効な昼光照度割合を75%まで高めることを明らかにしている。

第7章では、第5章、6章で分析したそれぞれの天窓形態を比較し、遺伝的アルゴリズムを適用して最適解を導き出す手法の妥当性を述べ、第8章で、全体の総括を行なっている。

以上、本研究は、パラメータを用いた形態生成と遺伝的アルゴリズムを用いた多目的最適化手法により、美術館の最適な天窓形態を導き出す新たな設計手法を提示し、その有効性を明らかにした。急速に普及しつつあるコンピューショナルデザイン分野に貴重な知見を提供し、今後の建築設計分野に大きく貢献するものである。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)	リュウ セイリン 刘 世伦 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第283号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Comprehensive study on the properties of geopolymer mortars with biomass fly ash and various aggregates (バイオマスフライアッシュと種々の骨材を使用したジオポリマーモルタルの特性に関する包括的研究)
論文審査委員	主 査 高巢 幸二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 城戸 將江 (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 安井 英斉 (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

The rapid expansion of the construction industry, driven by economic and population growth, has intensified the challenge of managing construction waste, particularly concrete waste. This research investigates the potential of sustainable materials, such as Recycled Fine Aggregate (RFA), bamboo charcoal, and modified Wood Biomass Combustion Ash (WBCA), in geopolymer mortar formulations. The study aims to enhance the mechanical properties, durability, and environmental sustainability of geopolymer mortars by integrating these materials, thereby contributing to more sustainable construction practices.

The first part of the study focuses on the effects of incorporating varying qualities and quantities of RFA into geopolymer mortars. Using Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBS) and fly ash (FA) as raw materials, natural aggregates were replaced with RFA at rates of 25%, 50%, 75%, and 100%. The research findings highlight that RFA significantly impacts the flowability, mechanical properties, and drying shrinkage of geopolymer mortars. Preprocessed RFA (with particles below 0.15 mm removed) substantially improves flowability by more than 20%. High RFA inclusion levels (above 75%) enhance compressive strength compared to unprocessed RFA, and RFA contributes to a denser interfacial transition zone (ITZ), maintaining compressive strength at increased dosages. Additionally, a positive correlation exists between pore volume and compressive strength in geopolymer mortars incorporating RFA, contrary to findings in cement mortar. This part of the study demonstrates that refined RFA preprocessing methods can significantly advance the application of RFA in sustainable construction.

The second part of the study explores the integration of bamboo charcoal into geopolymer mortar (GPM) to develop carbon-sequestering building materials. The addition of bamboo charcoal reduces the flowability of GPM, but appropriate particle sizes yield satisfactory flowability. The particle size and shape of bamboo charcoal significantly affect the mechanical properties and drying shrinkage of GPM. Using mid-range particle sizes, such as T1 (1mm) and T#25-80 (0.18-0.71mm), results in higher strength and lower drying shrinkage rates. Bamboo charcoal also increases the volume of pores larger than 2 $\mu$ m, reducing compressive strength. However, incorporating 12% bamboo charcoal reduces carbon emissions by 81% compared to cement mortar,

with predictions indicating that 20% incorporation could achieve carbon neutrality. This section underscores the potential of bamboo charcoal to significantly lower the carbon footprint of construction materials while maintaining necessary structural properties.

The third part of the study evaluates the use of modified WBCA as an active filler in geopolymer mortar. The findings reveal that increasing WBCA replacement rates decreases mortar flow and compressive strength, especially under air curing conditions. Conversely, WBCA's high CaO content in water curing enhances polycondensation and latent hydraulic reactions, improving compressive strength. However, the combination of WBCA with sodium hydroxide unexpectedly reduces compressive strength, suggesting altered reaction mechanisms. These results indicate that while WBCA can be used as an active filler in geopolymer mortar, its high content of unburned inclusions and the associated reduction in flowability and compressive strength must be carefully managed. Adjustments in curing conditions and mix proportions are essential to mitigate these effects and optimize the performance of geopolymer mortars containing WBCA. This part of the study highlights the importance of careful management and optimization of WBCA to fully realize its potential as a sustainable material in construction.

Overall, the integration of RFA, bamboo charcoal, and WBCA in geopolymer mortars shows promise for enhancing sustainability in construction. While these materials present challenges, such as reduced flowability and compressive strength, proper management and optimization of curing conditions and mix proportions can mitigate these issues. This research contributes valuable insights into the use of sustainable materials in geopolymer technology, promoting environmentally friendly practices in the construction industry.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、再生細骨材（RFA）、竹炭、木質バイオマス燃焼灰（WBCA）などの産業副産物であるサステナブルなコンクリート材料を、セメントを使用せず環境低負荷型のコンクリートであるジオポリマー（GP）コンクリートに適用して、その反応特性、力学性状、耐久性状、環境低負荷性を包括的に検討したものである。論文は7章から構成されている。第1章は、研究背景と研究目的を示している。第2章は、GPコンクリートのフレッシュ性状、物理的性状、力学性状、耐久性状に関連する先行文献のレビュー結果を示している。第3章は、フライアッシュ（FA）および高炉スラグ微粉末（GGBS）ベースのGPモルタルにRFAを混合した時の流動性、圧縮強度および乾燥収縮を評価した。その結果、RFAから0.15mm以下の微粒子を除去することによりモルタルの流動性を向上させることができ、圧縮強度は微粒分量を除去すると若干低下するが吸水率が低いRFAを使用すると強度低下を抑制でき、乾燥収縮率も低下しないことを示した。第4章は、GPコンクリートの二酸化炭素排出量を極限まで減らすことを目的に細骨材に竹炭の混入を検証した。その結果、竹炭の混入はGPモルタルの流動性を低下させるが、細骨材に対して9%までの混入率でかつ適切な粒径で管理すれば十分な流動性が得られることを示した。竹炭を12%混入すると、セメントモルタルに対して二酸化炭素排出量を81%削減でき、20%まで混入するとカーボンニュートラルを達成できることを示した。第5章は、大部分が産業廃棄物として処分されているWBCAを浮遊選鉱法によって改質してGPコンクリートのアルミナシリカ粉末としての適用可能性を検討し、第6章においてそれを使用したGPモルタルの諸特性を評価した。その結果、改質WBCAの混入率を増加するとGPモルタルの流動性と圧縮強度が低下することを明らかにした。これは、改質WBCAのCaO含有率が石炭灰より高いのでGPの潜在水硬性の促進を予想していたが、Naの不足により縮重合反応を確保できなかったためであり、改質WBCAをアルミナシリカ粉末として使用するには化学組成が重要であることを明らかにした。第7章は、得られた成果をまとめると共に今後の展望を示して結論とした。上記に示したように、本論文はコンクリート工学分野において新しい知見を与える有用性に富んだ実測・実験研究で信頼性が高く学術的に価値があり優れた効用効果を有する論文であると認められる。

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)	ワン ティエンホウイ 王 天慧 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第284号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Study on non-uniform indoor thermal environment and human thermal sensation under local radiant heating (局所輻射暖房下における室内の不均一温熱環境と人間の温冷感に関する研究)
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 小山田 英弘 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 加藤 尊秋 (北九州市立大学環境技術研究所教授 博士 (工学))

## 論文内容の要旨

In this study, through the investigation of the current situation of thermal comfort, and the indoor thermal environment and human thermal comfort experiment, the asymmetric thermal sensation evaluation index is proposed. The objective is to explore the inhomogeneity characteristics of indoor thermal environment and its influence on human thermal comfort under local radiant heating mode.

In Chapter 1, the research background and purpose are expounds.

In Chapter 2, the literature review of local radiation heating research is sorted out, and the current evaluation indexes suitable for indoor thermal environment and human thermal comfort under winter heating are sorted out.

In Chapter 3, the methodology and performance evaluation index are put forward, and the research method, theory and experimental test scheme are introduced.

In Chapter 4, the characteristics of buildings and indoor thermal environment in the western plateau region of China are analyzed, and the key factors affecting the indoor temperature of passive buildings in high altitude and strong radiation areas are put forward.

In Chapter 5, the traditional architectural characteristics and indoor thermal environment characteristics of Guanzhong area in Shaanxi Province of China are studied. Two typical building types were selected to analyze the influence of different building design forms on the indoor thermal environment.

In chapter 6, the characteristics of the traditional one-house building and indoor thermal environment in Kitakyushu area of Japan are studied. And selected two common room types in a house, under the effect of different local heating forms of indoor thermal environment characteristics.

In chapter 7, the experimental study of non-uniform thermal environment under module radiation is carried out in the standard laboratory, and the performance characteristics of the radiant heating module are analyzed.

In Chapter 8, the human thermal comfort experiment is carried out under local radiant heating, and the asymmetric thermal sensation evaluation index ATSV is proposed to evaluate the thermal sensation under local radiant heating.

The Chapter 9 is conclusion and prospect. The main conclusions of each chapter are summarized and future research directions are described.

## 論文審査の結果の要旨

この研究は、局所輻射暖房における室内熱環境の不均一性とそれが人体熱快適性に与える影響を探り、熱快適性の現状調査と室内熱環境および人体熱快適性の実験を通じて、非対称熱感覚評価指標を提案するものである。

第1章では、研究の背景と目的を述べている。

第2章では、局所輻射暖房における室内熱環境と人体熱快適性の従来研究をレビューし、本研究の重要性を明確にしている。

第3章では、本研究の実験計画、研究方法を述べ、非対称熱感覚評価指標を提案している。

第4章では、中国チベット地域の建物特徴と室内熱環境を調査し、高い海拔レベルで強い日射強度の地域においてパッシブ建物の室内温度に影響を与える主要な要因を明らかにしている。

第5章では、中国陝西省関中地区の伝統的な建物と室内熱環境の特徴を研究し、2つの典型的な建物タイプを選び、異なる建物設計が室内熱環境に与える影響を明らかにしている。

第6章では、北九州地域の一戸建ての建物特徴と室内熱環境の特徴を研究し、異なるタイプの部屋における局所暖房の影響要因を明確にしている。

第7章では、標準実験室で局所輻射暖房による不均一の熱環境を実験し、局所輻射暖房の性能特性を明らかにしている。

第8章では、局所輻射暖房下で人体熱快適性の実験を行い、非対称熱感覚の評価指標を提案した。

第9章では、各章の主要な結論をまとめ、今後の研究方向を述べている。

以上より、本研究は、局所輻射暖房条件下での室内熱環境と人体熱快適性を解析し、非対称熱感覚の評価指標を提案することで、暖房設計に新たな知見を提供している。実験データを基にした評価指標は、建物のエネルギー消費削減に重要な貢献を果たすものと評価できる。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)	メリタ ギダルジャティ Merita Gidarjati (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第285号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Evaluating Air Pollution in Jakarta: A Dynamic Vehicle Age-Based Cohort Emission Models, Meteorological Effects, and COVID-19 Impacts (ジャカルタの大気汚染の評価: 動的車齢ベースコホート排出モデルと気象及び COVID-19 の影響)
論文審査委員	主 査 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 加藤 尊秋 (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 (北九州市立大学環境技術研究所准教授 博士 (工学)) 審査委員 城戸 將江 (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 study has three primary focuses on air pollution study which were demonstrated by chapter 2 to 4. In the first chapter, a literature review was conducted to understand the study's objectives concerning air pollution and meteorological variables. This review involved analysing the status of air pollution, meteorological variables, and the COVID-19 pandemic by searching and analysing data from various sources, including Google Scholar and Scopus databases.

The second chapter presents a bibliometric analysis to explore research trends, map and gaps related to air pollution or air quality and meteorological variables. The study aims to investigate the existing understanding of air pollution and meteorological variables, with the goal of identifying and assessing research patterns, areas where research is lacking, and variables that are important for air pollution research. The Scopus Database is utilized as a data source, specifically searching for literature published in the last 10 years, using keywords "Air Pollution" or "Air Quality" and "Meteorological Variables". The study utilizes VOSviewer software to examine the data, emphasizing noteworthy trends in research on air pollution and climatic factors. The study produced a map and analysis of the expansion in scholarly publication concerning the above themes and identified four significant clusters. The study also identified statistical models, tools, and sophisticated modelling methodologies utilized for both subjects. The analysis focuses on current patterns, areas of study that need attention, and factors that influence air pollution research. It offers valuable understanding of the relationship between air pollution, meteorological variables, and their impact on public health. This study enhances our comprehension of the complexity of air pollution and meteorological factors, underscoring the significance of data-driven analysis, modelling methodologies, and interdisciplinary approaches in tackling environmental concerns.

In the third chapter, the study focuses on identifying the major contributors to air pollution in Jakarta. Jakarta was chosen as the focused study area due to its status as the most populous city in Indonesia and its frequent mention as one of the most polluted cities in both Indonesia and Southeast Asia. In this study, a vehicle age cohort was analyzed using dynamic models. Several



factors, such as emission standards, vehicle speed, and fuel quality and type, were included to drive the models. The emission inventory for air pollutants, such as carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), and particulate matter (PM<sub>10</sub>) can be calculated using this model. The results showed that motorbikes were the major contributor to the increase in the four pollutants in DKI Jakarta from 2007 to 2018 and will still be a significant contributor until 2040. In 2018, the major contributors to CO, HC, NO, and PM<sub>10</sub> were motorbikes (52.7%), motorbikes (79.6%), buses (63.9%), and motorbikes (74.7%), respectively. It is predicted that in 2040, using the business-as-usual (BAU) scenario, motorbikes will also be the primary contributors of air pollutants (CO, HC, and PM) 70.2%, 91.4%, and 82.9%, respectively. Diesel passenger cars will become a lesser contributor to air pollutants than all vehicles from 2018 to 2040 in DKI Jakarta.

The fourth chapter examines the correlation between meteorological variables, air quality and COVID-19 pandemic event in Jakarta. This study examined the relationships between meteorological factors and air pollution during the COVID-19 pandemic. Air quality data (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub>) and meteorological factors (rainfall intensity, wind speed, duration of radiation, humidity, and temperature) in DKI, Jakarta from 2018 to 2021 were analyzed in relation to the COVID-19 pandemic events from 2020 to 2021. Using daily data from this period, this study found a correlation between air quality data and meteorological factors and the COVID-19 pandemic events. Moderate correlations were observed between temperature, humidity, and rainfall and PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>. Temperature was positively correlated, whereas humidity and rainfall were negatively correlated, with PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>. During high temperature conditions, people should be aware of high exposure to PM, which may lead to many chronic risks. Another finding was that there was a negative correlation between positive COVID-19 cases and PM<sub>2.5</sub>. However, there was a positive correlation between positive COVID-19 cases and PM<sub>10</sub>, CO, and O<sub>3</sub>. The latter suggests that high CO, O<sub>3</sub>, or PM<sub>10</sub> concentrations indicate high citizen mobility, which also indicates a potential risk of COVID-19 infection.

Finally, the fifth chapter summarizes the study's findings, discusses the study's limitations, and outlines directions for future research.

## 論文審査の結果の要旨

インドネシア共和国の首都ジャカルタ市は、急速な都市化と工業化により大気汚染が深刻化している。大気汚染は、呼吸器や心臓血管疾患、さらに余命短縮等様々な健康被害に関連しており解決が望まれている。このような背景のもと、本研究は、ジャカルタ市を対象に、自動車の車齢や気象条件等の要因と対策効果を推計するためのモデルの検討を行ったものである。

本論文は全5章から構成される。第1章では、研究の背景と目的について論じている。ジャカルタ市の大気汚染の状況、気象変数の状況、さらにCOVID-19と大気汚染の関係に関する研究論文のレビューを行っている。第2章では、文献データベースであるScopusをもとに、大気汚染の研究分野の動向、要因変数等についてシステマティックレビューを行っている。共起ネットワークにより、気象パラメータと公衆衛生、高度な大気質モデリング、健康影響評価のための統計的手法等のクラスターを特定している。さらに、大気汚染とその公衆衛生への影響の理解と予測、十分に研究されていない健康影響や汚染物質、気象要因との相互作用等において課題が存在する可能性についても示唆している。第3章では、同市の大気汚染の主な原因の特定がなされている。排出量サブモデルを備えた自動車の車齢コホートモデルを構築し、2007年から2018年までの同市の移動発生源からの大気汚染の主な原因を推計している。その結果、大気汚染物質であるCO、HC、PMの主な発生源はバイクであり、NOはバスが主な発生源であることを示している。第4章は、同市の大気汚染に関する大気質、気象変数、COVID-19パンデミックの相関関係を分析している。パンデミック前（2018～2019年）とパンデミック中（2020～2021年）の大気質、気象変数、COVID-19罹患あるいは死亡との相関関係を分析している。風速、風向、気温、湿度、降雨量等の気象変数が、PMとSO<sub>2</sub>の濃度レベルに影響を与えていること、パンデミック中のPMとSO<sub>2</sub>の濃度はパンデミック前のレベルと中程度の相関関係を示しており、パンデミック中も汚染傾向が続いていること等を示している。第5章では、本研究を総括するとともに、今後に向けた検討課題を提示している。

以上要するに、本論文は、ジャカルタ市の大気汚染対策を検討するために、推計モデルの開発と適用を行ったものである。本研究の成果は、途上国大都市の大気汚染対策に向けた新たな知見としてその新規性・有用性を高く評価され、環境システム工学上寄与するところが大きい。

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)	ホウ チョビン 侯 超平 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第286号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Research on indoor climate and its improvements of traditional dwellings in Northeast Sichuan, China (中国四川東北地区における伝統住宅の室内環境と改善対策に関する研究)
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 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 保木 和明 (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 木原 隆典 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (学術))

## 論文内容の要旨

Building energy efficiency design can effectively reduce heating energy consumption and improve indoor environmental problems in rural areas, which plays a crucial role in alleviating the increasingly severe environmental and energy problems. In this study, typical traditional dwellings in Northeast Sichuan, China are taken as the research object. It proposed the strategies for energy-saving and environmental improvement of dwellings, particularly addressing the issues of high humidity in summer and inadequate heating in winter. In addition, it explores the use of low-cost, low-tech solar room of traditional dwellings models. The conclusions of this study are as follows:

In Chapter 1, the study introduces the current status, challenges, and opportunities of rural dwelling in Northeast Sichuan, China. And it proposes the aims, significance, and framework of the research.

In Chapter 2, the study reviews various approaches to energy-saving design, the latest technological advancements, and saving energy strategies of rural dwellings all over the world.

In Chapter 3, It introduces the methodology of in-site surveys, experiments and the evaluation of simulation experiments include temperature and ePMV.

In Chapter 4, we analyze the indoor thermal environment in summer in northeast Sichuan, including the influence degree of traditional architectural features, indoor thermal environment parameters, and how to optimize them without compromising traditional aesthetics.

In Chapter 5, we detail the assessment of current heating methods and their effectiveness, explores both the energy consumption patterns and the impact on indoor air quality, evaluates potential solutions for improving heating efficiency while maintaining the integrity of traditional designs.

In Chapter 6, it proposes comprehensive strategies to optimizing the thermal performance of traditional dwellings from walls, roofs, and windows. We analyze four different cases simulated for each envelope considering both cost-effectiveness and compatibility with traditional construction modes.

In Chapter 7, The chapter assesses the feasibility, benefits, and potential challenges of implementing solar energy solutions in rural Northeast Sichuan, aiming to provide a sustainable alternative to traditional heating and cooling methods.

In Chapter 8, a comprehensive summary and reflection on the findings from

all the previous chapters are provided. This final chapter also presents the broader implications of the research, discusses its limitations, and proposes prospects for further studies in this field.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、四川東北地区における典型的な伝統住宅を研究対象とし、住宅の省エネルギーと環境改善のための方策を提案し、特に夏の断熱と冬の保温の問題を解決するための手法を提案するものである。

第1章では、四川東北地区における伝統住宅の現状、課題について紹介し、研究の目的、意義、枠組みを示している。

第2章では、従来研究として、省エネルギーの設計手法および最新の技術を調査している。

第3章では、現地調査、実験により、伝統住宅の室内熱環境の評価を行っている。

第4章では、四川東北地区における伝統住宅の特徴が夏季の室内熱環境に与える影響度合いを分析し、室内熱環境設計の最適化策を提案し、その効果を明らかにした。

第5章では、四川東北地区における伝統住宅に対し、現在の冬期の暖房方法とその有効性を詳細に評価し、エネルギー消費パターンと室内の空気質への影響を調査し、暖房効率を向上させる解決策を提案している。

第6章では、四川東北地区において、壁、屋根、窓の3つの面から伝統住宅の室内熱環境を分析し、コストを考慮した伝統住宅の室内熱環境を向上させる手法を構築している。

第7章では、伝統的な冷暖房方法に代わる持続可能な代替手段として、四川東北地区における伝統住宅が太陽エネルギーを利用する手法を提案している。

第8章では、各章で得られた結論をまとめている。

以上より、本研究は、四川東北地区の伝統住宅の現状と課題を踏まえ、省エネルギーと環境改善を目的に、夏の断熱と冬の保温を改善する手法を提案し、従来の暖房方法の評価や太陽エネルギー利用の持続可能な代替手段を示したものである。一連の研究により、この分野に新しい知見をもたらし、伝統住宅の省エネルギーと室内の環境改善に貢献している。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)	杓 シュンエン 王 春苑 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第 2 8 7 号
学位授与年月日	2 0 2 4 年 9 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則 第 4 条 第 2 項 該当
学位論文題目	四川省高山地帯伝統民家の住環境の実態及び室内環境の改善に関する研究 (Research on the living environment situation and indoor environment improvement of traditional houses in high mountain areas of Sichuan Province)
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 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 保木 和明 (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 西浜 章平 (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

本論文は、四川高山地区における羌族伝統民家の継承を促進するため、羌族の木造、土づみ、石積みの伝統民家の住環境の実態及び影響要因、並びに室内光環境や熱環境の改善に関する実測調査研究を行ったものである。本研究では、民家の住環境の実態と室内光熱環境に焦点を当て、具体的な問題を発見し、その原因を分析整理することで、解決方法を探ることを目的としている。

論文の内容の要旨は以下の通り：

第1章では、研究の背景を述べ、羌族の伝統民家の「生きた姿」の伝承を実現、独特の伝統文化と生活様式を継承していくことを本研究の目的として明らかにした。

第2章では、研究対象と研究方法を紹介し、民家の住環境及び室内の光環境、温熱環境の実態を明らかにし、改善の方法を提案した。

第3章では、伝統民家の住環境と室内の光環境、温熱環境の実態及び影響要因を調査し、問題点を指摘したうえで、本研究の重要性を示した。

第4章では、伝統民家の室内光環境の実測と分析の研究では、建築光環境の特徴を分析し、室内外の採光実測結果を計算して、室内の採光の環境は極めて悪い、改善の必要性を示した。

第5章では、伝統民家の室内熱環境の実測と分析の研究では、建築温熱環境の特徴を分析し、室内外の気温の実測結果を計算して、室内の熱環境は極めて悪、改善の必要性を明らかにした。

第6章では、伝統民家の室内光環境改善に関する研究では、調査結果に基づいて分析し、天窓と光ダクトを活用して室内の自然採光と通風の一体化を実現することで、室内光環境の最適化を図った。

第7章では、伝統民家の室内熱環境改善に関する研究では、壁体内に保温材 PU を貼り付け、閉鎖空気の間層をさせることで、室内気温の上昇を図り、室内温熱環境の最適化を図った。

第8章では、各章で得られた結論をまとめた。



## 論文審査の結果の要旨

本論文は、四川省高山地帯における伝統民家の継承を促進するため、羌（チャン）族の木造、土壁、石積みの伝統民家の住環境の実態を調べ、室内光環境や熱環境の改善に関する実測調査研究を行ったものである。

第1章では、研究の背景及び目的を述べている。

第2章では、研究対象と研究方法を紹介し、伝統民家の住環境及び室内の光環境、熱環境の実態を明らかにしている。

第3章では、伝統民家の住環境と室内の光環境、熱環境の実態及び影響要因を調査し、問題点を指摘した上で、本研究の重要性を明らかにしている。

第4章では、伝統民家の室内光環境の実測を行い、伝統民家の光環境の特徴を分析し、問題点を明らかにした。伝統民家の室内光環境の改善の必要性を示した。

第5章では、伝統民家の室内熱環境の実測と分析の研究により、伝統民家の熱環境の特徴を分析し、問題点を明らかにしている。伝統民家の室内熱環境の改善の必要性を示している。

第6章では、伝統民家の室内光環境改善について、天窓と光ダクトを活用して室内の自然採光と換気の一体化システムを提案し、室内換気と光環境の最適化を図っている。

第7章では、伝統民家の室内熱環境改善について、壁体内に保温材を貼り付け、密閉された空気断熱層を追加することにより、冬期の室内温度を上昇させ、室内の熱環境を改善することができる。

第8章では、各章で得られた結論をまとめている。以上より、本研究は伝統民家の「生活様式」を継承しつつ、室内環境を改善し、居住性を向上させることにより、羌族の伝統文化の保存と伝統民家の研究に貢献している。一連の研究成果は、この分野に新たな知見をもたらし、伝統民家の保存に大きく寄与している。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)	ジャン チュヨン イェン 张 乘燕 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第288号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Research of public's perception and preference to color landscape in community public space (公共空間における景観の色彩に対する公衆の認識と好みに関する研究)
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 孫 連明 (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

With its outstanding visual impact, the color landscape is increasingly attracting attention in the fields of urban planning, architectural and landscape design. In order to explore a new method for quantitative analysis of the color landscape characteristics of community public space, to assess the public's color landscape perception (CLPc) and preference (CLPf) for the color landscape in community public space, and to clarify the association between individual factor, perception, preference, emotion and color characteristics, this study focuses on the daily color landscape of a community public space. Yulin community and Luhuhu eco-city community in Chengdu, China were selected as the study areas to analyze the public's CLPc and CLPf in community public space. Moreover, for the elderly, who are currently the main users of a neighborhood, then Yijiequ community in Dujiangyan city was selected as the empirical evidence to clarify the color landscape cognition (CLC) and color emotional response (CER) of the elderly to their community public space.

In chapter 1, the background of current research on color landscape was outlined, and the research issue of “the public's perception and preference to color landscape in community public space” and key questions of this study were proposed. And then the study purposes and hypothesis were proposed subsequently.

In chapter 2, by reviewing previous studies, it was found that individual factors, color characteristics and seasons are important factors that cause differences in people's perceptions and preferences of landscapes. And people's perception of color landscapes may also have certain tendencies. And there are significant associations between human perception, landscape features and visual preferences. Based on the current status of urban color research in China, there is fewer studies focused on daily color landscape in community public space. Therefore, it is necessary to quantitatively study the daily color landscape in all types of community public space.

In chapter 3, three study areas (Yulin community, Luhuhu Eco-city community, and Yijiequ) were determined for this study. Through field observation, there are 9 categories of popular public spaces in Yulin and Luhuhu neighborhoods respectively, and the popular public spaces for the elderly in Yijiequ can be categorized into 8 types. It was found that the objective characteristic

analysis of color landscape can be carried out in three aspects: basic attributes, color clustering and hue perception. Besides, the following methods can be used in the subjective assessment study of color landscape: semantic difference analysis, correlation test, T-test, one-way ANOVA, regression model, and eye movement experiment.

In chapter 4, the color landscape characteristics of 9 types of public spaces in the new and old communities were quantitatively analyzed through three steps: basic color attributes, color clustering, and color tone feeling. The results showed that the public space in new community presented a lower range of color saturation, higher color brightness, as well as showed a lighter and brighter tone range.

In chapter 5, the public's assessment of CLPc and CLPf to community public space in a new community (Luhu) and old community (Yulin) were conducted. The CLPc result showed that the public prefer natural and combined color landscape, especially prefer the color carrier of tree, grass and flower. And the familiarity level and color professional knowledge are the key factors to induce the significant difference in CLPc of different population group. Besides, there is a strongest difference in CLPc between the square of Luhu and Yulin.

In chapter 6, the tendency of CLC of the elderly were examined, who are the main users currently of the community public space in China. The result indicated that the elderly generally showed a positive CLC tendency, and they paid more attention to beautiful and clean CLC tendency. In addition, the CLC factors' weights from high to low are sense of security, interest, beauty, cognition.

In chapter 7, the CER of the elderly to community public space in autumn/cloudy scenes and winter/sunny scenes were compared, and the influence of individual factors and color characteristics on CER were examined. The result indicated that there was a significant difference in CER between two types of scenes, with the CER in autumn/cloudy scenes being stronger than that in winter/sunny scenes. The elderly exhibited stronger CER for clean and healthy emotions. Additionally, education level, visit frequency, and color brightness positively influenced positive CER, whereas walking time from residence and the color area ratios of blue and gray negatively influenced CER.

In chapter 8, based on the CLPf results of the subjective preference in

chapter 5, an eye-movement track experiment was used to capture the viewers' eye-movement preference (EmP), and to further explain the visual preference information of the public's preferred color landscapes. The correlation result showed that stronger color aesthetics, comfort, layering, and contrast can enhance the viewers' EmP for color landscape in community public space. Moreover, less gray and blue can help promote EmP, while more green can reduce the difficulty of visual cognition.

Finally, a few valuable findings and conclusions in response to the early key research questions were further discussed and summarized in chapter 9, and then the outlooks for the future study on community color landscapes were proposed.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、公共空間の色彩を調査し、カラークラスタリング特性、色調コーディネート分析により、色彩景観特性の定量的研究を深めることを目的としている。また公共空間の日常的な色彩景観のインタラクションを探求し、新たな研究方法を提案している。

第1章では世界と中国の都市色彩景観の背景を概観し、研究の科学的課題と目的について述べている。

第2章では、色彩景観に関する関連文献をレビューした。

第3章では、色彩景観の研究方法について述べ、従来の理論や先行研究を元に色彩の定量的分析方法を提示している。

第4章では、調査対象地域の公共空間の色彩景観特性を定量的に分析し、公共空間は中低彩度の色調であるが、色彩の特性が地域によって異なることを明らかにした。

第5章では、色彩景観認識（CLPc）と色彩景観の好み（CLPf）に影響する因子を相関分析により特定し、親しみやすさと経験が公共空間の色彩認識に影響を与えることを明らかにした。

第6章では、高齢者のコミュニティ公共空間に対する色彩景観評価（CLC）の傾向を分析し、安全性、美的感覚、認知性が主要な評価要因となることを明らかにした。

第7章では、高齢者の感情反応（CER）に影響を与える要因を特定し、教育レベルや訪問頻度が重要な要因であることを明らかにした。

第8章では、視聴者の感情パターン（EmP）をキャプチャし、色の美的感覚や快適性がEmPと有意に相関することを示した。

第9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、都市色彩景観に対する色調コーディネート分析を通じて、色彩景観特性の定量的探求を行い、コミュニティ公共空間の日常的な色彩景観のインタラクションの視点から新たな方法を提案した。一連の研究成果は色彩景観分野に新しい知見を与えるものであり、今後の都市計画分野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)	グエン ホン コック Nguyen Hong Ngoc (ベトナム)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第289号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Study on Blue-Green Infrastructure Network to reduce local flooding in central Hanoi, Vietnam (ベトナム・ハノイ市中心部における局地的洪水軽減のための水と緑のインフラネットワークに関する研究)
論文審査委員	主 査 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 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 白石 靖幸 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 高島 康裕 (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

Urban flooding is a pressing issue in many rapidly developing cities around the world. Moreover, urban flooding is a significant challenge facing rapidly growing cities, particularly in developing countries like Vietnam. The city's rapid urbanization, characterized by extensive land cover change and increased impermeable surfaces, has significantly contributed to its vulnerability to flooding. The traditional drainage systems, often overwhelmed by heavy rainfall and inadequate maintenance, exacerbate the problem, leading to frequent and severe flood events that disrupt daily life, damage infrastructure, and pose risks to public health and safety. Hanoi, the capital city of Vietnam, is no exception, experiencing recurrent inundation events exacerbated by rapid urbanization and climate change. The study also highlights the current flood risk situation in Hanoi, revealing that areas of central Hanoi such as Hoan Kiem, Ba Dinh, and Dong Da are particularly vulnerable to flooding due to their low-lying topography, insufficient drainage infrastructure, and high population density. This research aims to assess urban flooding susceptibility and flooding risk in Hanoi and explore the potential of blue-green infrastructure (BGI) as a sustainable solution. Through the integration of Geographic Information Systems (GIS), and statistical analysis, this study evaluates various factors contributing to urban flooding susceptibility, including land use, topography, hydrological characteristics, and infrastructure, population. In addition, the study also considers building a network of BGI intervention corridors at optimal costs in reducing flood risks and enhancing urban resilience. Furthermore, the analysis shows that the potential of BGI in the study area is quite large. These findings highlight the importance of integrating BGI into urban planning and development strategies to mitigate the impacts of urban flooding in Hanoi and similar cities. This study contributes to improving knowledge of urban flood management. It provides valuable insights for policymakers, urban planners, and stakeholders in implementing sustainable and resilient urban development activities in Hanoi and beyond.

Chapter 1 (Introduction) provides a comprehensive overview of the research topic, including the background, the significance of studying urban flood risk in Hanoi, and the role of BGI. It outlines the research problem, objectives, and questions, setting the stage for the subsequent chapters.



Chapter 2 (Literature Review) reviews the existing literature on urban flood risk and BGI. It begins by discussing the development and direction of research on urban flooding. Then, discuss the natural and man-made factors that contribute to flood risk in Hanoi. Next, this chapter explores the environmental and socioeconomic impacts of urban flooding. Finally, evaluate the current landscape status and current BGI projects in Hanoi and identify challenges and opportunities for implementing this project. Finally, it looks at case studies and best practices from other cities to draw lessons for Hanoi.

Chapter 3 (Methodology) details the research design and methods used in this study. It describes data collection methods, including surveys, document collection, and secondary data analysis. This chapter outlines the study area in Hanoi and explains the data analysis techniques used.

Chapter 4 (Urban flooding susceptibility in Hanoi) focuses on modeling flood susceptibility in Hanoi. Using geographic information systems (GIS) and other spatial analysis tools, the chapter identifies areas most prone to flooding based on various factors such as this. This result provides a foundation for understanding flood susceptibility in the city.

Chapter 5 (Spatial Flood Risk Assessment for Hanoi City) builds a detailed flood risk map based on three factors: flood hazard, flood vulnerability and flood exposure. These maps incorporate additional data, including population density and socioeconomic data, to assess the potential impact of flooding on different areas of Hanoi. This chapter aims to highlight the areas of highest risk and provide information about the risks so that mitigation strategies can be put in place.

Chapter 6 (Blue-Green Infrastructure in the central of Hanoi) evaluates the development potential of BGI in Hanoi. It includes building a suitability assessment map for BGI, identifying existing BGI locations and developing a BGI network at the best cost based on BGI suitability analysis. This chapter contributes to a BGI construction methodology that can be integrated into urban planning and contribute to overall resilience.

Chapter 7 (Conclusion) summarizes the key findings and offers policy recommendations based on the study. Then, identify limitations in the study and directions for future research.

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、ハノイにおける都市型洪水の発生しやすさと洪水リスクを評価し、都市の水辺と緑地を基盤とする洪水対策としてのブルー・グリーン・インフラ（以下 BGI）を提案すること、および、地理情報システム（GIS）と統計分析を統合し、都市の洪水感受性に寄与する様々な要因を評価することにより、BGI を最適にネットワーク化する導入手法を開発することを目的としている。

第 1 章では、研究目的および研究概要を示している。

第 2 章では、都市の洪水リスクと BGI に関する既存の文献をレビューしている。

第 3 章では、本研究で用いた調査および分析方法を詳述している。

第 4 章では、地理情報システム（GIS）および空間分析ツールを用いて、土地利用、地形、水脈特性、インフラ、人口など、都市の洪水感受性に寄与する要因を評価し、市内の洪水感受性を分析することにより、要因に基づいて洪水が発生しやすい地域を明らかにしている。特にホアンキエム、バーディン、ドンダーといったハノイ中心部地域が、低地であること、排水インフラが不十分であること、人口密度が高いことなどから、他の地域より脆弱であることを示している。

第 5 章では、洪水ハザード、洪水脆弱性、洪水暴露の 3 つの要因に基づいて、詳細な洪水リスクマップを作成している。さらに、これらの地図に、人口密度や社会経済データなどの追加データを組み込み、ハノイでの局地的洪水の潜在的な影響を明らかにし、リスクの高い地域を強調した洪水リスクマップを作成している。

第 6 章では、ハノイでの既存の BGI を特定し、BGI の適性評価マップを作成し、BGI の適性分析に基づく最小の負担での BGI のネットワーク化手法を提案している。

第 7 章では、結論をまとめ、政策提言を行なっている。

以上、本研究は、水辺と緑地によるインフラをネットワーク化する、新たな都市洪水の軽減策を提示し、その導入手法を開発した。急速な都市化が進む都市の政策立案者、都市計画立案者、利害関係者が、都市開発活動を実施する上で、都市洪水を管理するための貴重な知見を提供し、都市環境工学分野に大きく貢献するものである。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)	ジ シャンソ 季 向楠 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第290号
学位授与年月日	2024年9月25日
学位授与の要件	学位規則 第4条 第2項 該当
学位論文題目	Study on the properties of fly ash modified by flotation and classification (浮遊選鉱と分級によって改質されたフライアッシュの特性に関する研究)
論文審査委員	主 査 高巢 幸二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 城戸 將江 (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 寺嶋 光春 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (学術))

## 論文内容の要旨

In this study, the properties of fly ash were further analyzed experimentally. Firstly, the effect of dry and wet fly ash on mortar and cement paste after flotation was investigated, and the effect of water content on it was excluded by analyzing the experimental results. Then the physical and chemical properties of fly ash at different water-cement ratios were investigated using three different carbon coals from which the optimum water-cement ratio was selected. In the third study, the properties of fly ash were tested by varying the curing temperature at 50% water-cement ratio, and the optimum curing temperature was selected by analyzing the reaction rate, calcium hydroxide content, and reaction rate. In the last study, we further optimized the fly ash by a new grading method and increased the incorporation of fly ash in cement paste and mortar.

Chapter 1: Introduction - Sets the stage by providing an overview of fly ash, its industrial significance, and the motivation behind the research.

Chapter 2: Study of the performance of different states of fly ash after flotation on their physical and chemical properties and their application in cement pastes - A detailed description of the materials, chemical treatments and analytical techniques used in this study. A detailed review of existing methods of fly ash reinforcement and their application in concrete is presented, emphasizing the gaps that this study aims to fill.

Chapter 3: Study of various properties of fly ash from different carbon coals in different water-cement ratios - In this chapter, the experimental setup and protocols used for modifying and testing fly ash are described in detail. A total of three different carbon coals of fly ash were used in the experiments in this chapter to study the properties of the samples in mortar and cement paste applications by varying the amount of frothing agent added in flotation and the fly ash water-cement ratio.

Chapter 4: Investigating the performance of fly ash in applications at different curing temperatures - A comprehensive analysis of data collected from experimental tests. This chapter will discuss the significance of

improving the reaction properties of fly ash and its performance in concrete by investigating properties such as pozzolanic reaction and calcium hydroxide content of fly ash cement paste at different curing temperatures.

Chapter 5: Further optimization of fly ash after flotation and study of various properties and applications of different fly ashes after classification - Comprehensive previous studies were carried out to further improve the fly ash treatment method, and different fly ashes were subjected to flotation and classification. The chemical and physical properties were analyzed through experiments. Its application in cement paste was also tested to verify the importance of optimizing the treatment on the properties of fly ash itself and its application.

Chapter 6: Conclusions and Future Work - Summarizes the results of the research, discusses theoretical and practical implications, addresses the limitations of the research, and suggests areas for future research.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、炭種の違う 3 種類のフライアッシュ (FA) に対して浮遊選鉱法による改質と湿式サイクロン分級装置による分級を施してその特性を実験的に分析した。養生温度を変化させて水セメント比の違いによる 3 種類の FA の物理的および化学的特性を明らかにすると共に、セメント硬化体及びモルタルにおいてポゾラン反応率、水酸化カルシウム含有量を比較して養生温度とモルタルの諸特性を検討した。論文は 6 章から構成されている。第 1 章は、研究背景と研究目的を示すと共に、FA に関連する先行文献のレビュー結果を示している。第 2 章は、改質に伴う FA の状態を変化させた時のコンクリートの諸特性に及ぼす影響を検討した。その結果、スラリー状態と乾粉状態で圧縮強度に及ぼす影響はほとんど無く、乾燥収縮及び促進中性化試験においても違いはほとんど生じなかった。第 3 章は、炭種の違う 3 種類の FA に対して浮遊選鉱法によって未燃炭素を除去した改質 FA を使用してセメントペーストおよびモルタルの物性を検討した。その結果、圧縮強度は水セメント比が増加すると低下し FA の違いにより強度差が生じ、FA のポゾラン反応率は圧縮強度と比例関係を示したが、モルタルの乾燥収縮率は同程度であった。第 4 章は、改質 FA を使用して異なる養生温度におけるセメントペーストのポゾラン反応率や水酸化カルシウム含有量を検討して、FA のポゾラン反応性の観点から、コンクリートの物性を評価した。その結果、養生温度は、セメントペースト中の FA のポゾラン反応率と圧縮強度発現の両方に大きな影響を及ぼし、初期養生温度が高いほど初期のポゾラン反応率と強度発現が促進されるが、長期になるとその後の反応率と強度発現が低下する傾向を示した。養生温度の上昇に伴う水酸化カルシウム (CH) 含有量の減少は、ポゾラン反応の進行によって顕著になり、ポゾラン反応率は消費される CH 量と相関関係にあることを明らかにした。第 5 章は、浮遊選鉱法による改質に湿式サイクロン分級装置による分級を施した 2 種類の改質 FA に対してモルタルの圧縮強度とポゾラン反応率を検証した。その結果、改質 FA の圧縮強度とポゾラン反応率は粒径が小さくなると増加し、炭種の違いによりポゾラン反応率が若干異なるが、粒径を小さくした方がコンクリートの性能が向上することを明らかにした。第 6 章は、得られた成果をまとめると共に今後の展望を示して結論とした。上記に示したように、本論文はコンクリート工学分野において新しい知見を与える有用性に富んだ実測・実験研究で信頼性が高く学術的に価値があり優れた効用効果を有する論文であると認められる。

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。

博士學位論文 内容の要旨および審査結果の要旨  
第37号 (2024年9月授与)

発行日 2024年10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