

佐賀大学 理工学集報

第46卷 第2号

目 次

博士論文要旨及び審査要旨公表.....	1
---------------------	---

平成29年12月

佐賀大学大学院工学系研究科

博士論文要旨及び審査要旨公表

佐賀大学大学院工学系研究科において、博士の学位を授与したので、学位規則（昭和28年文部省令第9号）独8条の規定に基づき、その論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨をここに公表する。

氏名(本籍) 亀山清美 (佐賀県)
 学位の種類 博士(学術)
 学位記の番号 甲第605号
 学位授与の日附 平成29年9月22日
 学位論文題名 地域活性化に向けた子どもの地域活動と地域愛着の研究

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 山下宗利
 (副査) " " 三島伸雄
 " " 張韓模
 " " 准教授 中尾友香梨

論文内容の要旨

わが国では、人口減少、少子高齢化、生産人口の減少に加えて核家族化、独り暮らし等の増加により、近隣の人々の交流が希薄化している。従来は、自助、共助及び公助によって社会を支えるという認識が一般的であった。しかし、社会情勢の変化や、核家族化の進展に伴い独居者が増加すると見込まれるなかで、地域の人々、友人、世代を超えた人々との間で行われる互助を再構築する必要がある。

亀山氏は安心して暮らせる地域社会の構築を目指し、地域再生のためには子どもの果たす役割が重要であるとの認識のもとで、彼らの地域での活動と地域愛着との関連を明らかにすることを目的として研究を進めた。研究方法としては、佐賀市立城南中学校及び東与賀中学校の生徒を対象にアンケート調査を行い、共分散構造分析をはじめとする統計解析を行うことによって愛着度を計量的に把握することを試みた。また、地域活動を行っている中学生や教員、諸施設で活動を行っている人々に聞き取り調査を行うことによって中学生と社会との連携のあり方を追求した。本研究は7章構成であり、章ごとの概要は以下のとおりである。

第1章は、研究の背景と目的であり、先行研究を渉猟するとともに、本研究の目的と方法について論じた。

第2章は、中学生の地域とのふれあいと地域愛着の現状を、佐賀市東与賀中学生を対象にアンケート調査を行い、共分散構造分析を行うことによって導き出した。その結果、東与賀中学生の事例では、自然とのふれあいが地域愛着に強い影響を与え、人とのふれあいは影響が弱いことがパス図から判明した。地域愛着の取り組みの必要性が示唆された。

この現状を基に、亀山氏は、次の世代を担う子どもに対して、大人がどのように関わり子どもを育てようとしているのかを、自治基本条例・コミュニティ・スクールの活動・子どもへのまなざし運動・中学生の意識調査のなかで考察を試みた。

第3章は、各自治体で制定されている自治基本条例の分析を試みた。自治基本条例の浸透により、地域社

会において子どもも活躍できる場が増加すれば、活動意欲も高まり、その結果、自己肯定感も生まれると考える。また、体験活動や地域貢献活動は、子どもに郷土愛を育て、地域の一員としての自覚を持たせ、地域愛着を育むことにつながる。これらのことから、子どもも大人と同様に、それぞれの年齢に応じてまちづくりに参加・参画できるようにすることが、望ましいと考える、と表明している。

次に第4章では、赤松コミュニティ・スクールの活動を中心に分析し、学校と地域住民の参加と協働について検討を加えた。コミュニティ・スクールの活動により、中学生のボランティア派遣や地域行事への参加者が増加し、地域に対する関心が深まり、地域愛着が醸成されつつあることを明らかにした。

そして第5章では、佐賀市「子どもへのまなざし運動」を中心にその活動展開と子どもの心の変化を検討した。活動事例として「恵比須 DE まちづくりネットワーク」を取り上げ、佐賀市循誘小学生の調査から学校・家庭・地域の協働が進んでいることを指摘した。この背景には、公民館での活動と地域教育コーディネーターの役割の大きさについても言及している。

第6章では、城南中学生へのアンケート調査を分析することによって、種々の知見を得ることができ、その中でも、地域の人々と交わす挨拶については、地域愛着の有無と有意差があること、及び地域の祭りや行事への参加の有無と地域愛着の有無については、有意差があることを明らかにした。大人については、関連があるとする研究が多く見られるが、中学生においても同様に関連があることを見出した。

以上から、子どもが地域の人々と交わす挨拶、及び、地域の祭りや行事への参加と地域愛着には有意差があることが判明した。愛着を感じている割合は参加度が増すごとに増加し、愛着をあまり感じていない割合は参加度が増すごとに減少している。このことから、子どもたちが地域の祭りや行事に参加する回数が増加すれば、地域愛着が増す可能性が窺われる。

本研究では、子どもが地域の人と交わす挨拶や地域の祭りや行事に参加することが、地域愛着につながるという結論を得た。今後は、地域で大人と子どもが挨拶を交わし合い、地域の祭りや行事に子どもの出番を設け、役割を与え、まちの一員として承認し、子どもの地域愛着を醸成することが地域活性化のための一つの道である、と結論を導き出している。

平成29年7月27日に実施した学位論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また、本研究は、審査付学術論文1編、学会発表2件等で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(学術)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で

合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者、亀山清美氏に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および試験の内容は博士論文に関連する内容について口述試験をおこなうことを事前に通知し、平成29年7月27日に実施した。

口述試験は博士論文を中心として、これに関連ある内容について行った。子どもの地域愛着の醸成について、特に、中心市街地の活性化との関係や研究手法について問うたところ、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験から教育学や地域社会学に関して十分な知識と理論構成力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は、博士論文を中心とした最終試験で、いずれも十分な内容の知見を示した。最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) 梶 敦 次 (香川県)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第 606 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 半径方向の流出入を考慮した半開放型軸流ファンの設計法に関する研究

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 木 上 洋 一
 (副査) " " 松 尾 繁
 " " " 光 武 雄 一
 " " 准教授 塩 見 憲 正
 " " 名誉教授 瀬戸口 俊 明

論文内容の要旨

半開放型軸流ファンは、産業用はもとより、冷蔵庫や電子レンジなどの家電用、室外機などの空調用、自動車のラジエーター用、各種電子機器・事務機器の冷却用など、あらゆる分野で広く利用されている。近年の省エネ化・低コスト化・環境配慮などのニーズにより、さらなるファンの高効率化・コンパクト化・低騒音化を実現するための設計技術の構築が求められている。

半開放型軸流ファンは壁面等に直接取り付けられることが多いため、ファンの上流・下流部にダクトが接続されておらず大気に解放されており、過去に多くの研究がなされているダクティッドファン(管路に接続されたファン)と比して、羽根まわりの流れが複雑な3次元流れとなる。しかしながら、半開放型軸流ファンの過去の研究例のほとんど全てがダクティッドファンの設計法に基づいて設計・製作されており、半開放型に特有の流れ条件、すなわちファン流出入における半径方向速度が大きいことを考慮に入れて設計法を改良する余地がある。

上記のような観点に基づいて、本研究では半径方向流れを考慮した設計が可能である斜流ファンの設計法を、半開放型の軸流ファンに適用することを検討した。本論文はその結果を取り纏めたものであり、全7章で構成されている。

第1章は序論として、半開放型軸流ファンに関する従来の研究と諸問題、および本研究の目的を述べている。

第2章では、準三次元流れ設計法を用いた半開放型軸流ファンの設計法について詳述している。この設計法では、流面傾斜の影響や軸流速度変化を算定することを通して、半開放型に特有の半径方向の流出入を考慮でき、改良された半開放型軸流ファンの設計法として提案している。

第3章では、本研究で使用した数値流体解析の基礎

方程式と離散化手法および計算手法を示し、さらに乱流モデルについて述べている。

第4章では、本研究で行われた実験について、実験装置、計測器具、計測法および計測の不確かさについて述べている。

第5章では、本研究で提案する手法で設計されたファンを試作し、実験的ならびに数値解析的に調査することにより、設計値、実験値および計算値を相互に比較検討した結果を述べている。

第6章では、本手法を用いて翼形状の設計仕様を変更することによる、半開放型軸流ファンの流れ特性改善の試みについて述べている。

第7章では、本研究で得られた成果をまとめている。

論文審査結果の要旨

本論文は、半開放型軸流ファンの新しい設計法を提案し、それに基づいて設計された試作ファンに対して実験的および数値解析的に検討して妥当性を検証し、本研究で提案された設計法が有用であることを明らかにしている。また翼形状の改善例として、渦形式を一定旋回速度形式から強制渦形式に変更することにより、3%程度の効率改善が見込めることを明らかにしており、ファン性能改善につながる有用な知見が示されている。

平成29年8月2日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また本研究は、審査付学術論文1編、国内学会発表2編、国際学会発表5編で報告されており、本研究は博士の学位に値するといえる。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員で合格と判定した。

氏名(本籍) 申 偉宁 (中華人民共和国)
 学位の種類 博士(学術)
 学位記の番号 甲第 607 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 不平等の視点からみる中国京津冀地域の経済発展と環境汚染

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 張 韓 模
 (副査) " " 帯 屋 洋 之
 " " " 山 下 宗 利
 " " 准教授 中 尾 友 香 梨

論文内容の要旨

中国の高度経済成長は、著しい地域経済格差問題や、汚染物質の排出量の急速な増加により環境悪化という新しい課題をもたらした。このような現象は、中国の 3 大都市圏(北京を中心とした京津冀地域、上海を中心とした長江デルタ、広東を中心とした珠江デルタ)の一つである京津冀地域が代表的である。特定の地域に大きな経済格差と深刻な環境格差が同時に存在するのは世界でも希な現象である。京津冀地域の経済格差及び環境格差の問題は、中国全体の社会的かつ政治的安定という観点からも早急な解決が求められる課題である。

以上のような背景を持つ本研究の目的は、京津冀地域の環境格差はどの程度の不平等な状態にあるのか、そして環境不平等問題が生じた原因はどこにあるのか、つまり京津冀地域の環境不平等の程度とその原因を明らかにすることである。そのために、本研究は、中国統計当局発表のマクロ経済基礎データを綿密に分析したうえで、研究プロセス全体に環境ジニ係数を測定するなど実証的研究を行っている。本研究は第 8 章の構成である。章ごとの概要は以下のとおりである。

第 1 章は序論として、本研究の研究背景と問題意識、環境不平等に関する先行研究や研究方法等について論じた。

第 2 章は、本論の導入部として時系列の視点から中国の地域開発政策の変遷と経緯を概観し、各時期の特徴と課題を整理し、中国の地域開発政策の全体像を明らかにした。

第 3 章では、京津冀の地域振興政策の効果と影響を分析した。地域振興政策の最も重要な手段のうち一つが産業移転促進策であるが、北京市から河北省へ移転した企業は、付加価値の低い産業が多いことや、河北省では移転してきた重工業を維持するためにエネルギーの消費が年々増加していることを明らかにした。

第 4 章では、京津冀地域の大气汚染による環境不

平等の度合いにどの位の差があるか、さらに不平等の地域的分布はどのようであるかという問題について分析を行った。その結果、人口総数、工業生産額、土地面積及び GDP に基づいてジニ係数値はすべて 0.4 の警戒線を超え、大气汚染の環境不平等の程度が非常に深刻であることが明らかになった。

第 5 章では、不平等の程度は深刻であるという仮説を立てて、これを検証した。本章で測定した環境ジニ係数の結果は、2014 年の廃水は 0.38 であったが、廃気と廃棄物はすべて警戒ライン(0.4)を超えることを明らかにした。また環境投資額の格差と環境行政の違いは環境不平等の要因であることも議論した。

第 6 章では京津冀地域の収入格差と環境の質の関係を議論した。まず、「環境クズネツ曲線」をベースとして収入格差が環境に与える影響を分析した。その結果、「工業三廃」の環境クズネツ曲線は大体「逆 U 字型」になっているが、完全な「逆 U 字型」の形を描いておらず、いまだ途中の段階にあることが明らかになった。さらに、収入格差と環境の質の関係を実証分析した結果、2005 年以前の収入格差と汚染物質による影響はマイナス関係があるものの、有意性は認められなかった。しかし、2005 年以降の収入格差と汚染物質による影響は、拡大しており、統計的にも有意であった。この結果、同地域の持続可能な発展を実現するためには、産業を移転する際に、北京市や天津市から河北省へ資金援助をして、産業汚染を抑えることが最も有効的な対策であることを提案した。

第 7 章では、経済格差と大气汚染格差は負の相関関係であるという仮説を立て、この仮説を検証するため、多項目の方法(変動係数、ジニ係数、タイル指数)を使用し両者の相関関係を分析した。その結果、2004 年から 2014 年の間の経済格差と大气汚染格差の間に有意な負の相関関係があることを明らかにした。その原因としては、経済成長と環境汚染の間にトレードオフの関係が存在していることを議論した。

第 8 章では本研究をまとめた。また本研究の課題として、本研究は京津冀地域の経済発展と環境不平等問題に限定したことにより、他省の国境地域に位置している地域との比較や対策を分析することはできなかったことを取り上げた。

不平等な所得分配が環境悪化を加速させるとした問題提起から始まった「環境不平等」に関する研究は、2000 年代に入ってからアメリカの Boyce らが開拓した新しい研究領域である。申偉宁氏の研究は、中国の地域経済分析において、「環境不平等」という新しい概念を導入し、経済成長と環境汚染との関係、産業移転政策が地域環境に与える影響等を実証的に分析したところに、研究のオリジナリティーがある。また、この分析結果に基づいて、中国環境対

策についても新たな政策提案を行っているが、これからこの研究の実践が期待される場所である。

平成 29 年 7 月 27 日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また、本研究は、審査付学術論文 4 編、学会発表 2 件等で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士（学術）の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者、申偉宁氏に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および試験の内容は博士論文に関連する内容について口述試験をおこなうことを事前に通知し、平成 29 年 7 月 27 日に実施した。

口述試験は博士論文（「不平等の視点からみる中国京津冀地域の経済発展と環境汚染」）を中心として、特に環境不平等の概念、中国環境政策、産業移転政策の効果、環境ジニ係数の測定手法について行われたが、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験から地域経済学や環境経済学に関して十分な知識と理論構成力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は博士論文を中心とした最終試験では、いずれも十分な内容の知見を示し、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) Yang Zhou (中華人民共和国)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第608号
 学位授与の日附 平成28年9月23日
 学位論文題名 Methods for considering the effect of non-uniformity induced by consolidation process
 (圧密過程に生じる地盤の不均一性の影響を考慮した圧密計算法)

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 柴 錦 春
 (副査) " " 日 野 剛 徳
 " " 准教授 坂 井 晃
 " " 准教授 末 次 大 輔
 " インド工科大学 教授 J.T. Shahu

論文内容の要旨

圧密理論は地盤工学の基礎理論の一つである。既存の圧密理論は対象領域が均一であることを前提としている。しかし、すべての圧密境界値問題は、圧密過程において排水境界付近の圧密度が離れた所より高く、初期均一の領域が圧密の進行に伴い不均一になる。そして、排水境界付近の土の間隙比が小さくなり、透水係数が低下し、領域全体の圧密速度に大きな影響を与える。このような影響を圧密理論に考慮するために、Zhou氏は室内モデル試験および有限要素法数値解析により、平均圧密度における圧密による領域の不均一性の影響に及ぼす要因を特定し、定量評価した。その上で、バーチカルドレーンによる圧密において、等価“スミアゾーン”で、一次元圧密の場合、圧密係数低減係数を用いて、それぞれの圧密理論に圧密による領域の不均一性の影響を考慮する方法を提案した。また、文献に発表された事例を用い、提案方法の有用性について確認した。

Zhou氏の博士論文は5章構成である。

第1章では、研究の背景と目的を述べている。

第2章は、リテラチャーレビューである。1960年代から圧密度における圧密による領域の不均一性の影響を認識されたが、その影響を考慮する方法はまだ提案されなかった。従って、本研究の必要性和難しい問題に挑戦していることを説明している。

第3章では、バーチカルドレーンの圧密において、圧密による領域の不均一性の影響について実験および数値解析により検討した。主な影響要因は(a)地盤の圧縮指数；(b)地盤中の初期有効応力状態と荷重増分の大きさ；(c)間隙比の減少に伴う透水係数の減少率等である。これらの影響要因を定量評価し、圧密による領域の不均一性の影響をバーチカルドレーン圧密理論に考慮する方法を提案した。

第4章では、一次元圧密の場合、圧密による領域の不均一性の影響をTerzaghiの圧密理論に考慮する方法を提案した。また、3つの文献に発表された一次元圧密試験データを用いることにより、提案法の有用性を確認した。

第5章では、研究成果のまとめ、ならびに本研究の将来の展望について述べている。

本博士論文は、地盤の圧密理論に貢献があり、得られた成果は軟弱な粘性土地盤地域における土木プロジェクトの設計への応用の価値が高い。

また、本研究は、審査付学術論文2編、国際学会1編の論文を発表されている。

平成29年8月3日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。学外審査員から、本博士論文が博士学位の授与に値することをレポートの形で報告された。以上の審査結果に基づき、本博士論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者、Zhou氏に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および試験の内容は博士論文に関連するものに対して口述試験を行うことを事前に通知し、平成29年8月3日に実施した。

口述試験は博士論文を中心として、これに関連のある内容について行った。2層地盤の圧密理論について問うたところ、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験から地盤工学における圧密理論に関して十分な知識と応用能力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は博士論文を中心とした最終試験においていずれも十分な知見を示し、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) LIU HAIQIANG (中国)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第 609 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 Study on Energy-efficient Residential Building Design in Hot-summer and Cold-winter Zone in China
 (中国の夏季暑熱冬季寒冷地域における省エネルギー住宅設計に関する研究)

論文審査委員

(主査)	佐賀大学	教授	小島	昌一
(副査)	"	"	三島	伸雄
"	"	准教授	中大窪	千晶
"	"	"	李	海峰

論文内容の要旨

ここ数十年の中国の急速な都市化と経済成長に伴い、人々の熱的快適性への要望がますます大きくなっている。中国では、産業用エネルギー消費に続いて住宅エネルギー消費は第2位のカテゴリー(10%)であり、特にそのエネルギー消費量の中で50%以上が住宅の暖房および冷房が占めている。本研究では、夏季暑熱冬季寒冷地域は、夏の冷房と冬の暖房でエネルギー消費量が多いということから、調査対象として選択された。また、本研究では、3つの建物タイプ(高層ビル、多層ビル、戸建住宅)における住宅のエネルギー消費削減策の提案を目的としている。本論文は5つの章で構成されている。

第1章では、背景、目的、方法論を述べている。経済的、エネルギー的状況および環境問題をそれぞれ分析し、夏季暑熱冬季寒冷地域における住宅の省エネルギーの必要性を示している。また、この章では他の先進国における関連研究と研究方法を示している。

第3章では、アンケートの分析結果に基づいて、3つの建物タイプに関する1年間にわたる室内熱環境実測を実施し、各タイプの住戸の熱性能を分析した。測定項目は室内外空気の温度と湿度と室内各部位(壁、床、天井)の表面温度で、実際の室使用時の熱的快適性評価の基礎データとするとともに、建物の各部位の熱性能の評価に使用された。この章の評価結果に基づいて、次章のシミュレーション解析のために熱性能の影響因子を選択している。

第4章では、エネルギー効率のよい住戸条件を検討するために、シミュレーション用の住宅モデル構築している。シミュレーションソフトウェア ECOTECT を使用して、上海の気象データに基づい

て異なる3つの建物タイプのエネルギー消費量を計算している。モデルケースを構築し、最適化設計に対する動的解析を行い、設計手法を提案した。エネルギー消費量の分析では、建物方向、日射遮へい装置、ガラスの種類、外壁の熱性能、窓面積比(WWR)が3つの建物タイプのエネルギー消費に影響することを示した。また、3つの建物タイプそれぞれについて設計上の提案がなされた。

第5章では、中国の夏季暑熱冬季寒冷地域で、エネルギー効率の高い住宅建築設計に寄与するために、この研究で得られた知見の総括と今後の研究の課題が示された。

中国経済の発展に伴い、住宅のエネルギー消費量は過去数十年よりも急速に増加しており、エネルギー効率の高い住宅建築はエネルギー効率の向上と室内の快適性向上に寄与するところが大きいと認められる。

平成29年8月3日に実施した博士論文公聴会において、実測対象建物が立地する3都市の選定理由および対象建物の選定理由に関する質問、結論に関する質問、得られた結論の適用可能地域に関する質問、種々の質問がなされ、いずれも著者の研究成果を踏まえた適切な回答がなされた。

また、本研究は、審査付国際学術論文2編、審査付国際会議論文が1編等で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者 LIU HAIQIANG に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および博士論文に関連する内容について口述試験を行うことを事前に通知し、平成29年8月3日の公聴会終了後に実施した。

口述試験は博士論文を中心として、これに関連する内容について行った。学位論文公聴会での発表および質疑終了後に、審査員による口頭試験が実施された。調査対象地域におけるアンケート結果について問うたところ、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験から建築環境工学や建築のエネルギー消費特性に関して十分な知識と理論構成力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は博士論文を中心とした最終試験では、いずれも十分な内容の知見を示し、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) Wu Chong (中華人民共和国)
 学位の種類 博士(理学)
 学位記の番号 甲第 610 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 Synthesis and Evaluation of
 Hexahomotrioxacalix[3]
 arene-based Fluorescent
 Chemosensors via Click Chemistry
 (クリック反応を用いるヘキサホ
 モトリオキサリックス[3]アレー
 ンを基盤とする蛍光性化学センサ
 ーの合成と評価)

論文審査委員

(主査)	佐賀大学	教授	大和武彦
(副査)	"	"	北村二雄
"	"	"	花本猛士
"	"	"	竹下道範

論文内容の要旨

Over the past three decades, calix[*n*]arenes have become one of the preeminent classes of molecular receptors, owing to their excellent abilities to act as host molecules for a wide variety of neutral or charged species. Hexahomotrioxacalix[3]arene as a new generation of supramolecular host molecule, it can provide a suitable binding environment for species that require trigonal-planar, tetrahedral or octahedral coordination. Based on this excellent structure characteristic, homooxacalix[3]-arenes have been used as ideal molecular platforms for the development of chemosensors in the molecular recognition of chemical and biological targets. In this dissertation, we explored the application of hexahomotrioxacalix[3]arene to develop novel fluorescent chemosensors.

In chapter 1, a brief introduction of fluorescent chemosensor is presented at the beginning. And then, we have summarized the application of calixarene derivatives in the field of chemosensors.

In chapter 2, a novel quinoline-functionalized homooxacalix[3]arene was synthesized via Click chemistry and its chemosensing properties with various

metal ions were investigated. The designed chemosensor exhibited a high selectivity and antidisturbance for Fe³⁺ among environmentally and biologically relevant metal ions, leading to a prominent off-on-type fluorescent signaling behavior. Further study demonstrates the detection limit on fluorescence response of the sensor to Fe³⁺ is down to 10⁻⁷ M range.

Chapter 3 introduced a upper rim pyrene-functionalized hexahomotrioxacalix[3]arene, which can be utilized as a highly selective and sensitive fluorescent chemosensor to Hg²⁺ with a detection limit in nM level. Interestingly, the quenched fluorescence emission can be successfully revived upon the addition of water. In this process, the heavy atom effect and blocking thereof were demonstrated within the same system by the use of a C₃-symmetric homooxacalix[3]arene scaffold.

Chapter 4 described a new type of chemosensor-based approach to the detection of 2,4,6-trinitrophenol (TNP). Two hexahomotrioxacalix[3]arene based chemosensors were synthesized through Click chemistry, which exhibited high binding affinity and selectivity toward TNP as evidenced by UV-vis and fluorescence spectroscopic studies. ¹H NMR titration analysis verified that CH⁺⋯O hydrogen bonding is demonstrated as the mode of interaction, which possibly facilitates effective charge transfer.

In summary, several kinds of fluorescent chemosensors for heavy metal ions and neutral molecules were designed and synthesized based on homooxacalix[3]arene. The sensitivity and selectivity properties of these receptors to the target analyte were carefully evaluated. This work can expand the application of the homooxacalix[3]arene skeleton in the design and synthesis of novel fluorescent chemosensors.

論文審査結果の要旨

フェノール-ホルマリン系環状オリゴマーであるカリックスアレーンは、その特異な構造と、それに基づく優れた分子認識機能を持つことから、近年、基礎、応用の両面から活発な研究が行われている。本物質の分子認識機能向上、あるいは分子認識に加えて他の機能を併せ持つ機能物質を得るために、種々の化学修飾がなされている。一方、重金属イオンは生体系で重要な役割を果たしているばかりではなく、非常に毒性が高く、それ故に深刻な環境問題を引き起こすために、重金属イオンの選択的および高感度分析法の開発は特に関心が注がれている。本研究ではカリックスアレーンを基体とする高選択的および高感度重金属イオンの蛍光性化学センサーの開発を目的としている。

本学位論文成果は2章から4章に著されており、5章においてそれらの総括をしている。

第1章ではカリックスアレーンを基盤とする新規蛍光性イオン化学センサーの概論、分子識別能に基づく超分子アロステリックレセプターの概論および研究の意義と目的について述べている。

第2章ではキノリルメチル-1, 2, 3-トリアゾリル基を置換した *cone*-ヘキサホモトリオキサカリックス [3] アレーン誘導体の合成および蛍光性イオン化学センサーとしての評価を蛍光スペクトル変化から調べている。本物質はキノリン部位の蛍光強度の増大に基づく発光型化学センサーとして機能し、 Fe^{3+} イオンに対して高い選択特性およびマイクロレベル (10^{-7} M) まで検出可能な蛍光性化学センサーとして有効であることが明らかとなった。さらに、本 Fe^{3+} イオンによる発光挙動を詳細に検討し、光誘起電子移動 (PET) に起因していることを実証している。

第3章では、Upper rim (カリックスベンゼン環) に、ピレニル-1, 2, 3-トリアゾリル基を置換したヘキサホモトリオキサカリックス [3] アレーンの合成および金属イオンとの錯体形成能の評価を行っている。本物質はピレン部位の蛍光強度の減少に基づく消光型化学センサーとして機能し、 Hg^{2+} イオンに対して高い選択特性およびナノレベル (10^{-9} M) まで検出可能な蛍光性化学センサーとして有効であることが明らかとなった。さらに、本 Hg^{2+} イオンによる重原子効果による消光挙動を詳細に検討している。水の添加により発光強度が増大し、重原子効果が抑制されることを、初めて明らかにしたことは特筆すべき成果であろう。

第4章ではヘキサホモトリオキサカリックス [3] アレーンのフェノール性水酸基にピレニル-1, 2, 3-トリアゾリル基を置換したセンサーの合成および蛍光性イオン化学センサーとしての評価を蛍光スペクトル変化から調べている。本物質はピレン部位の蛍光

強度の減少に基づく消光型化学センサーとして機能し、芳香族ニトロ化合物に対して高い検出能を持つことを明らかにしている。特に、2, 4, 6-トリニトロフェノールに対しては、ナノレベル (10^{-9} M) まで検出可能な蛍光性化学センサーとして有効であることが明らかとなった。

第5章では、本論文の総括を示すとともに、分子認識に基づく蛍光性イオン化学センサーが関与する新しい分野への応用および今後の展望も含めて言及している。

以上、本論文では、カリックスアレーンを基盤とする新規蛍光性イオン化学センサーの新しい実用的な合成法の開発に成功するとともに、本化合物群の構造とイオン認識能との相関関係を解明および分子素子としての応用の可能性を明らかにするなど、多くの研究成果が得られている。本研究成果は、人工蛍光性レセプターの構築への重要な指針を与え、今後の分子認識化学のみならず超分子化学に寄与することが大きい。

平成29年7月31日公聴会において学位論文の内容及び参考論文の関連事項などについての説明を受けるとともに、質疑応答を行った。それに対して、今後の展望も含めて同氏により明確に解説され、的確な応答があった。

よって、本論文は、博士(理学)の学位論文に値するものと認める。

氏名(本籍) JUENJARERNNIRATHORN
SAREEWAN (タイ王国)
学位の種類 博士(工学)
学位記の番号 甲第 611 号
学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
学位論文名 Multi safety leachate control system
by the hybrid adsorbent
(ハイブリッド吸着材による多重
安全浸出水制御システム)

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 荒木 宏之
(副査) " " 日野 剛徳
" " " 大渡 啓介
" " 准教授 Narumol
Vongthanasunthorn

論文内容の要旨

本論文では、廃棄物処分場から発生する浸出水が周囲の環境を汚染しないよう、またその処理が容易になるようにするための、ハイブリッド吸着材(HB吸着材)を用いた多重安全システムの構築について論じられている。

先進国、発展途上国を問わず、固形廃棄物が適正に処分されなかった場合には周辺環境へ深刻な影響を及ぼす。また埋立処分など適正に処理されたとしても、雨水の浸入に伴い固形廃棄物から種々の物質が溶出し、有害物質を含む浸出水として埋立処分場から排出される。最終的な安定状態に達するまでは10年以上の歳月を要するため、排出負荷を抑制できる浸出水制御システムの構築は重要性が高いと言える。既存の技術として埋立処分場の底部にゴムシートやベントナイトを用いた遮水層を施すものがあり、シートに穴が空いた場合にはベントナイトが膨潤して穴を塞ぎ、なおかつ陽イオンを吸着する。しかし、陽イオンに対する安全性は期待できるものの、陰イオンに対しては無効と言える。そこで、本研究では陽・陰イオンを同時に吸着することができるHB吸着材を用いて、それを遮水層だけでなく、中間覆土層や浸出水の排出過程での処理へも適用することにより最終処分場の多重安全システムを構築しようとするものである。

論文は以下の7章で構成されている。

第1章はまえがきである。第2章では日本における廃棄物最終処分場が抱える課題について、文献調査を行い考察している。日本では廃棄物の80%が焼却され、焼却灰が埋立処分されている。そのため、浸出水の有機物濃度が低く、その一方で塩分濃度が高く、含まれるイオンの種類が多い複雑な廃水となるため、既往の生物学的処理には適さず、イオンの処理では吸着を含む物理化学処理が有効であることを指摘している。

第3章では浸出水の多重安全システムが提案され、その適用性の検討に必要な実験方法が説明されている。同システムは、埋立構造中の中間覆土層、浸出水の集水過程、処分場底部に施される遮水層へそれぞれHB吸着材を適用した3つの要素で構成される。

各要素の機能評価においては、共通してカラム法による処分場のモデル実験を行っている。カラム内に処分場を再現した地中構造を準備し、そこへHB吸着材を種々の条件で適用し、浸出水を通水するものである。

第4章ではHB吸着材の中間覆土層への適用について詳しく検討されている。中間覆土層の設計基準では砂が用いられていることから、砂とHB吸着材の混合率を変え、そこへ実際の浸出水を通過させて、水質の変化を測定している。また、一連の試験では廃水処理で用いられることの多い粉末活性炭(PAC)を対照としている。実験の結果、イオン交換能力を持たない砂やPACでは浸出液中の濃度を低減することができず、その一方でHB吸着材は砂と混合して使用された状態にも関わらず十分なイオン濃度の低減効果が明確に認められ、HB吸着材の中間覆土層への適用効果が高いことを明らかにしている。

第5章では浸出水の処理について検討している。浸出水は処分場地中に設置された集水パイプを経て処理施設へ集められる。この過程では、集水パイプの周囲へHB吸着材を敷設する方法、並びに水処理施設においてHB吸着材を追加する方法が考案されている。HB吸着材を充填したカラムへ実際の浸出水を通水する吸着試験を行い、重金属や有害陰イオンの高い除去効果が認められ、HB吸着材が浸出水の直接処理に適していることを明らかにしている。

第6章ではHB吸着材を遮水層へ適用する場合について実験的に検討している。遮水層では透水係数が重要なパラメータであることから、先ず、基材である粘土とHB吸着材を混合した遮水層の最適締め固め条件について検討している。次いで、遮水層を通過した浸出水の水質について検討している。対照材料としてベントナイトを用いている。試験の結果、最適締め固め条件とその時の透水係数が明らかにされ、HB吸着材混合遮水層の透水係数にはベントナイトと同等の値を持たせることが可能なことから、遮水層として適用可能性が高いことを示している。また、HB吸着材を用いた遮水層によって、ベントナイトでは達成できない陽イオンと陰イオンの同時除去を行えることを確認している。

第7章では、以上で得られた結果を取りまとめ、HB吸着材による廃棄物埋立処分場浸出水の多重安全システムが従来の方法に比べ高い優位性を有するという結論を導いている。

以上、本論文は陽・陰イオンを同時にかつ高効率で吸着できるハイブリッド吸着材の実用化を目的として、最も複雑で処理が困難な排水の一つである廃棄物埋立

処分場からの浸出水を対象として、適用可能性について実験的に検討したものである。特に、種々の微量汚染物質の吸着特性を明らかにした上で、リスク回避、安全度向上のための多重の除去システムを新たに提案し、その有用性を示しており、学術的に先駆的な知見が得られているのみならず実用的にも意義のある知見を提供している。

論文審査結果の要旨

平成 29 年 8 月 3 日に実施した博士論文公聴会において多岐にわたる種々の質問がなされ、いずれも申請者の説明により質問者の理解が得られた。

また、本研究は審査付学术论文 1 編、審査付き国際会議論文 5 編で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

氏名(本籍) Chanmee Nachanok (タイ王国)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第 612 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 Methods for estimating OCR and consolidation properties of soil from the results of piezocone tests (三成分コーン試験結果に基づく地盤の過圧密比および圧密特性の推定法)

論文審査委員

(主査) 佐賀大学 教授 柴 錦 春
 (副査) " " 井 嶋 克 志
 " " " 日 野 剛 徳
 " " 准教授 末 次 大 輔
 " アジア工科大学名誉教授 D. T. Bergado

論文内容の要旨

効率・効果的な地盤調査法の開発は地盤工学の重要な研究分野の一つである。三成分コーン試験は、迅速かつ経済的な現場試験法である。三成分コーン試験結果による地層の分類を始め、地盤の過圧密比(OCR)、強度、圧密係数(c)および透水係数(k)を推定する研究が盛んに行われてきており、いくつかの方法を提案されており、一部は実用化に至っている。地盤の OCR, c および k の推定法について、一般的に認められている方法はまだ確立されていない。Chanmee 氏はこれらのパラメータの推定法に着目し、まず室内モデル三成分コーン貫入・消散試験を行い、既存推定法の有効性について系統的に検討・評価した。この結果を踏まえ、 c について精度のよい推定法を推奨し、OCR と k については新たに精度のよい方法を提案した。さらに、文献に発表された現場三成分コーン試験結果を用いることにより、新たな提案法の有効性について検証した。

Chanmee 氏の博士論文は 6 章構成である。

第 1 章では、研究の背景と目的を述べている。

第 2 章は、リテラチャーレビューである。三成分コーン試験結果からいくつかの地盤の c および k の推定法が提案されたが、一般的に認められた方法はまだ確立されていない。また、 k の推定法はほとんど正規圧密地盤に適用するものであり、過圧密地盤に使う方法がまだない。さらに、過圧密地盤に適用する推定法を開発する際、まず地盤の OCR を推定しなければならない。これらのことから、本研究は二つの視点によって成り立つことが示唆された。すなわち、OCR の推定法に関する研究ならびに c および k の推定法に関する研究である。

第 3 章は、OCR の推定法に関する研究である。ま

ず世界各地から集めた 12 の現場事例を用い、既存の 3 つの OCR 推定法の有効性について評価した。その上で、カムクレイモデルに基づく新しい方法を提案した。回帰理論の決定係数(Coefficient of determination) R^2 を用いることにより、12 の現場事例において新たな提案法は最も高い R^2 値、すなわち精度がよいことを示している。

第 4 章では、室内モデル三成分コーン試験結果を用い、 c および k の推定に関する既存の方法の有効性について評価した。有明粘土および有明粘土と砂の混合土を用い、OCR は 1, 2, 4 および 8 の条件下で全 16 ケースの室内モデル三成分コーン貫入・消散試験を行った。この結果を用いて c および k に関する既存の推定法を評価し、 c については Chai らの時間係数修正法および Teh & Houslyby の提案法を組み合わせることで精度よく推定できること、 k については OCR が 2 以上の場合にうまく推定できないことがわかった。

第 5 章では、第 4 章の結果を踏まえて新たな k の推定法を提案し、室内モデル試験結果および 3 つの現場事例を用いてその有用性について検証した。また、OCR の推定には第 3 章の方法を用いた。

第 6 章では、本研究における成果のまとめと将来の展望について述べている。

本博士論文は、三成分コーン試験結果から地盤の力学・透水特性を推定する方法に関するものである。全ての土木工事は地盤調査から始まる。従って、本研究の成果は効率・精度が良い地盤調査法の開発・発展に対する貢献があり、社会実装面での価値も高い。

また、本研究は、審査付学術論文 1 編、国際会議 2 編の論文が発表された。

平成 29 年 8 月 3 日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。学外審査員からは、本博士論文が博士学位の授与に値するものであることの承認をレポートの形で得た。以上の審査結果に基づき、本博士論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者、Chanmee 氏に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および試験の内容は博士論文に関連するものに対して口述試験を行うことを事前に通知し、平成 29 年 8 月 3 日に実施した。

口述試験は博士論文を中心として、これに関連のある内容について行った。三成分コーンの試験結果から地盤の圧密係数・透水係数の推定法の現状につ

いて問うたところ、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験から地盤工学における現場調査法に関して十分な知識と応用能力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は、博士論文を中心とした最終試験では、いずれも十分な知見を示し、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) Nattasit Srinurak (タイ)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第 613 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題 AN EVACUATION ROUTE
 PLANNING METHODOLOGY
 FOR EARTHQUAKE RESILIENCE
 OF A DEFORMED GRID
 PATTERN CITY AREA
 (異形碁盤目状市街地における地震災害に強い都市づくりのための避難経路計画手法)

論文審査委員

(主査)	佐賀大学	教授	三島伸雄
(副査)	"	"	有馬隆文
"	"	准教授	後藤隆太郎
"	"	"	猪八重拓郎

論文内容の要旨

本論文は、異形碁盤目状市街地における地震災害に強い都市づくりのための避難経路計画手法を明らかにすることを目的としている。古代や近代に起源を有する碁盤目状市街地の多くは、街路も広く、災害時における消防活動や避難活動は比較的容易である。しかしながら、チェンマイを代表とするタイ国内の都市は、風水を基本として碁盤目状であるが、文化的施設(寺院)が先に設置され、その後に街路が引かれるという手順で形成されたため、街路形状が複雑で細街路も多数ある。また、観光都市で自動車交通も多いため、特に地震災害時には自動車が避難の妨げになることも想定される。かかる問題意識の下、筆者は研究を行ない、本博士論文は7章で構成されている。

第1章は、本研究の目的と方法を示し、文献調査を行なった結果をもとに本研究の意義を述べている。特に、文化的施設によって異形碁盤目状になっている市街地を対象として、シミュレーションで避難経路の分析を行なっている研究はないことを示し、その計画手法の都市計画分野における研究意義を記述している。

第2章では、異形碁盤目状市街地について、都市軸からみた特質を明らかにすることを試みている。GISを用いて、都市軸形状を比較分析し、タイ国ランナ地方における自然模倣の概念が市街地形状に与えている形態的ユニーク性を視覚的に表現している。

第3章では、チェンマイ市の正方形都心部をモデル研究地として、避難経路分析を行うための基礎情報を得るために、街路のヒエラルキー・クラスター分析(HCA)を行なっている。その結果、街路のレ

ベルを4つに分類することができ、かつ、仏教施設が公共空間の主要な部分を占めて開放されていることなどが明らかにしている。

第4章では、街路の角度分析を行い、その結果を用いて文化的重要性に基づいた宗教施設のヒエラルキーを示している。さらに、主要街路との接続性について分析を行い、街路と宗教施設との関係を示すことが重要であることを示している。

第5章と第6章では、第3章から第4章で空間性を明らかにしたチェンマイ市正方形都心部をモデルとして、特に地震時を想定して、災害脆弱性と避難経路の可能性を明らかにしている。1)街路の狭隘部分、2)敷地と道路との接続問題、3)建物の構造などを明らかにした上で、チェンマイ市正方形都心部の公共空間中心を占める文化施設である寺院を最終避難地として、建物倒壊時における避難経路の可能性、自動車による街路閉塞時における避難経路の可能性を示した。

第7章では、本研究で得られた知見を総括し、異形碁盤目状市街地における地震災害に強い都市づくりのための避難経路計画手法を提案している。

このように、本論文は、タイなどの東南アジア諸国に見られる文化的施設(具体的には寺社)によって碁盤目が崩された異形碁盤目状市街地の災害時の避難に着目した点、その市街地に特徴的な狭隘道路における交通渋滞時の対応も分析した点、これらの避難経路分析についてGISを用いて可視化した点に特徴がある。そして、これらの一連の手続きは、まだ災害時への対応が不十分である東南アジア諸国において、今後の行政的な避難計画立案に有効な知見を示しうると考えられる。

論文審査結果の要旨

平成29年8月3日に実施した博士論文公聴会には27名が聴講し、発表に対する質疑を行った。地震時に焦点を当てる意義、角度分析を行う方法論、他の災害を想定した時の問題等、種々の質問がなされ、いずれも著者の研究成果を踏まえた適切な回答がなされた。

また、本研究は、審査付学術論文2編、審査付国際会議論文6編等で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

氏名(本籍) Srisuwan Parinee (タイ王国)
 学位の種類 博士(工学)
 学位記の番号 甲第 614 号
 学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
 学位論文題名 Passive Design Strategies with Active System Enhancing Indoor Thermal Comfort of a High-rise Condominium in Hot-humid Climate of Bangkok
 (バンコクの蒸暑気候における高層コンドミニアムの室内熱的快適性を向上させるアクティブシステムを併用したパッシブデザイン)

論文審査委員

(主査)	佐賀大学	教授	小島	昌一
(副査)	"	"	三島	伸雄
"	"	准教授	中大窪	千晶
"	"	"	李	海峰

論文内容の要旨

本研究では、近年急激に増加しているバンコクの都市部の高層マンションに対して、自然エネルギーを直接室内熱環境の調整に利用するパッシブクーリングシステムと空調システムにより環境制御を行うアクティブクーリングシステムを併用した住戸の最適な仕様を提案することを目的としている。本論文は、7つの章で構成されている。

第1章は、背景、研究目的および研究の全体像を説明している。

第2章では、研究に関連する論文のレビューを行っており、パッシブクーリングとアクティブクーリングの基本について説明している。

第3章では、本研究の適用限界とそれに対する代表例の分析を行っている。調査の範囲は、1) バンコクの都市部に位置する高層マンション、2) 1ベッドルームユニット、3) 占有面積 30-50 m²である。

第4章では、第3章で述べた典型的な1ベッドルームユニットの実測調査結果について説明している。その結果、夜間の空調システムとともに日中の自然換気を適用することにより、室内の環境温度の低減とその限界が示されている。また夜間は、相対湿度が高いため、自然換気により室内熱環境を快適にすることが困難であることを示している。しかし、自然換気により昼間に室内に入る高温外気からの熱エネルギーは、室内に吸収され、夜間に空調システムを使用した場合の冷房負荷を増加させることを示している。

第5章では、シミュレーションプログラム EnergyPlus8.4 による対象建物の数値モデルの作成と実測値との較正のためのシミュレーションを行う

とともに、第6章でのシミュレーションによるケーススタディの方針を検討している。

第6章では、EnergyPlus8.4 を使用して実装方針の評価している。アクティブクーリングシステムを併用したパッシブクーリングの適用を想定した1ベッドルーム住戸について、1) ユニットの高さとおおさに依存する変数、2) 建物の外囲器の日陰、3) 建材、4) 在室時間と自然換気、5) 在室時間と空調システム、6) 在室時間と放射冷房システム等、室内熱環境に影響を与える要因がシミュレーションにより検討された。

第7章では、この研究で得られた知見を総括し、蒸暑地域のバンコクにおける高層コンドミニアムの室内環境調節に最適なパッシブクーリングシステムとアクティブクーリングシステムを併用方法について提案している。

以上、本論文はタイのバンコクに実在する高層コンドミニアムの酷暑期間における室内熱環境を明らかにし、実測によりパッシブクーリングとアクティブクーリングの最適な組み合わせを示している。また、実測では検討できなかった条件に関してシミュレーションにより検討し、最適な運用方法を提案している。今後増加が見込まれるタイの高層コンドミニアムにおいて在室者の熱的快適性の維持と省エネルギーの両立の実現に寄与するところが大きいと認められる。

平成 29 年 8 月 4 日に実施した博士論文公聴会において、シミュレーションプログラムにおける基礎方程式に関する質問、ランニングコストに関する質問、シミュレーションの計算対象期間に関する質問、自然換気の際の湿度上昇等、種々の質問がなされ、いずれも著者の研究成果を踏まえた適切な回答がなされた。

また、本研究は、審査付国際学術論文1編、審査付国際会議論文が2編等で報告されており、本研究は博士の学位に値すると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。

論文審査結果の要旨

学位申請者 Srisuwan Parinee に対して、博士論文審査終了後に日をあらためて最終試験を実施すること、および博士論文に関連する内容について口述試験を行うことを事前に通知し、平成 29 年 8 月 7 日に口述試験を実施した。

口述試験は博士論文を中心として、これに関連する内容について行った。学位論文公聴会での発表および質疑終了後に、審査員による口頭試験が実施された。室内熱環境シミュレーション結果について問

うたところ、申請者自身の研究成果を踏まえた適切な説明がなされた。さらに申請者は、口述試験からパッシブクーリングや人体の温冷感に関して十分な知識と理論構成力を有していると判断された。

以上に述べたように、本申請者は博士論文を中心とした最終試験では、いずれも十分な内容の知見を示し、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。

氏名(本籍) THAMINA AKTHER
(バングラデシュ人民共和国)
学位の種類 博士(工学)
学位記の番号 甲第 615 号
学位授与の日附 平成 29 年 9 月 22 日
学位論文題名 Studies on Synthesis, Structures and Reactions of [2.*n*]metacyclophan-1-enes ([2.*n*]メタシクロファン-1-エン類の合成・構造及び反応性に関する研究)

論文審査委員

(主査)	佐賀大学	教授	大和武彦
(副査)	"	"	北村二雄
"	"	"	花本猛士
"	"	"	竹下道範

論文内容の要旨

Cyclophanes are cyclic molecules which contain both aromatic and aliphatic regions and are greatly in size and structure, ranging from small, simple molecules to large cage structures. Cyclophanes have attracted a great deal of attention due to unusual high molecular strain geometry, interesting NMR spectral, stereo-chemical aspects of mobility and conformation. The strained cyclophanes were synthesized as an intermediate by using trapping method. [*n*]MCP (MCP = metacyclophane)-dienes easily reacts with strong bases to achieve allenic and olefinic isomers which change the basic characteristics of cyclic diynes. [2.2]MCPs has a fascinating molecular structure, and conformational orientation. Various [2.*n*]MCP derivatives have been prepared and characterized by a number of research groups and have been found to exhibit unique properties.

In chapter 1, a brief introductory outline of present thesis is discussed in which the general introduction about the synthesis, structural properties of [2.*n*]MCPs derivatives having small or medium sized carbon chains. The different synthetic procedures of [*n*]MCP-diynes and conversion of the propargylic moieties into allenic moieties in the presence of strong bases were reviewed in this

chapter. Many inherently racemic chiral macrocyclic molecules have been described that can be used in molecular recognition and asymmetric catalysis.

In chapter 2, a new synthetic route has been reported for *syn*- and *anti*-[2.10]MCP-enes with various derivatives. 5,21-diformyl-4,22-dihydroxy-1,2-dimethyl[2.10]MCP-1-ene from *p*-bromoanisole using a step by step reaction strategy was synthesized. ¹H NMR spectroscopy and X-ray analysis results confirmed the conformations present both in solution and in the solid state. This compound adopts an *anti*-conformation which forms an intramolecular hydrogen bond, which is an interesting finding for long carbon chain MCP compounds. The results from DFT computations were consistent with the observed experimental results.

In chapter 3, a simple and effective method for the synthesis of areno-bridged [2.*n*]MCPs by successive Diels–Alder reaction from 1,2-dimethylene[2.*n*]MCP, and their inherent chiral properties were described. To explore the rates of conformational behavior of the described [2.*n*]MCPs, a series of electrophilic aromatic substitution reactions were also studied. Single-crystal X-ray analysis revealed the formation of *syn*-isomer.

In chapter 4, acid catalyzed rearrangements of [2.*n*]MCP-1-enes which afforded [*n*.1]MCPs was introduced. The ratios of the products are strongly regulated by the number of methylene bridges present. Characterization and the conformational studies of these products are described. Single crystal X-ray analysis revealed the adoption of *syn*- and *anti*-conformations.

In summary, the strategy to outline the synthesis, structural analysis of [2.*n*]MCP-1-enes and their chiral properties is expected to have significant contributions in supramolecular chemistry.

論文審査結果の要旨

近年、らせん状分子に対する関心が著しく高まっている。特に、ベンゼン環がオルト位で縮環した多環芳香族炭化水素の一つであるヘリセン型分子はその特異な構造と、それに基づく優れた光学的特性を持つことから、基礎、応用の両面から活発な研究が行われている。本物質の光化学的機能向上、あるいは他の機能を併せ持つ機能性物質を得るために、種々の化学修飾がなされている。本研究では従来のヘリセン型分子の欠点を克服するために、構造的に剛直な架橋芳香族化合物(シクロファン)を基体とするらせん状分子を創成し、構造と光学的特性との相関関係を調べることを目的とするものである。

本学位論文成果は2章から4章に著されており、5章においてそれらの総括をしている。

第1章では、らせん構造を持つヘリセン類の合成法や機能性についての研究例を簡潔にまとめている。また、シクロファンについての概念やそれらの研究例についても言及している。さらにこれらの研究例では不十分であった点を指摘し、これらを解決するために本研究を行うに至った経緯を示している。

第2章では、McMurry反応を用いた[2. *n*]メタシクロファン-1-エン類の合成について論じている。本研究で初めて従来、多段階を要した[2. *n*]メタシクロファン-1-エン類の合成をMcMurry反応によって効率的に合成することに成功している。架橋鎖の長さおよび二重結合部位の置換基が、生成する[2. *n*]メタシクロファン-1-エン類の立体配座異性体である*syn*および*anti*異性体の収率に大きく関与していることを明らかにしている。

第3章では、アレノメタシクロファンの合成について論じている。前駆体である1,2-ジメチレン[2. *n*]メタシクロファンの合成をいろんな手法でアプローチしている。本研究で1,2-ジメチル[2. *n*]メタシクロファン-1-エン類の臭素化について亜鉛を用いる脱臭素化反応により対応する1,2-ジメチレン体を温和かつ定量的に合成できたことは特筆すべき成果であろう。さらにアセチレンカルボン酸ジメチルとのDiels-Alder反応、ついで酸化反応を行うことにより、目的とするらせん状ターフェニル骨格を持つシクロファンの創成に成功した。本手法は1,2-ジメチレン体と様々なジエノフィルとのDiels-Alder反応にも応用出来、一般性の高いらせん構造を持つアレノメタシクロファン誘導体の合成法の開発に成功している。

さらに、アレノシクロファンの構造および光学活性について論じている。キラルカラムを用いるHPLC測定により鏡像異性体の存在を確認している。さらに、光学分割し、CDスペクトル及び旋光度を測定している。光学分割したアレノメタシクロファンの鏡像異性体は溶液状態で150°Cまで加熱してもラセミ

化を起こさないことを明らかにしている。本結果はシクロファンを基体とするヘリセン型分子の分子設計指針を示す興味深い結果といえる。

第4章では、[2. *n*]メタシクロファン-1-エン類の架橋二重結合へのエポキシ化、ついで酸触媒下での転位反応による合成戦略で[n. 1]メタシクロファンの合成について論じている。さらに、合成した[n. 1]メタシクロファン類についての構造特性について論じている。

第5章では、本論文の総括を示すとともに、光学活性ならせん分子の構築において今後の分子設計の指針や光学活性が関与する新しい分野への応用および今後の展望も含めて言及している。

以上、本研究では、シクロファン系化合物をモデル化合物として、光学活性なヘリセン型分子の新しい実用的な合成法の開発に成功している。さらに、本化合物群の構造と分子認識能との相関関係を解明し、機能性材料への応用の可能性を明らかにするなど、多くの研究成果が得られており、構造有機化学のみならず超分子化学に重要な示唆を与えている。

平成29年7月31日公聴会において学位論文の内容及び参考論文の関連事項などについての説明を受けるとともに、質疑応答を行った。それに対して、今後の展望も含めて同氏により明確に解説され、的確な応答があった。

よって、本論文は、博士(工学)の学位論文に値するものと認める。

平成29年度工学系研究科
集報・サイエンテック編集専門委員会

委員長	大	渡	啓	介（循環物質化学専攻）
委員	加	藤	孝	盛（数理科学専攻）
	房	安	貴	弘（物理科学専攻）
	上	田		俊（知能情報システム学専攻）
	泉		清	高（機械システム工学専攻）
	三	沢	達	也（電気電子工学専攻）
	三	田	勝	也（都市工学専攻）
	住		隆	博（先端融合工学専攻）

平成29年12月12日 印刷

平成29年12月18日 発行

〒840 8502 佐賀市本庄町 1
編集兼
発行 佐賀大学大学院工学系研究科

〒849 0932 佐賀市鍋島町八戸溝1449 2
印刷 (株) 昭 和 堂

Reports of Science and Engineering,
Saga University, Vol. 46, No. 2, December, 2017

Contents

Summary and examination of doctoral thesis 1

Published by Graduate School of Science and Engineering,
Saga University,
1 Honjo-machi, Saga-shi 840 8502 , JAPAN