

平成 27 年度

博士學位論文

内容の要旨および

審査結果の要旨

第 20 号

(平成 28 年 3 月授与)

北九州市立大学大学院

国際環境工学研究科

目 次

学位の種類	学位番号	氏 名	頁
博士(工学)	甲第 85 号	マ テイ	1
博士(工学)	甲第 86 号	井口 麗和	4
博士(工学)	甲第 87 号	オトゴンバヤル エンフツォルモン	8
博士(工学)	甲第 88 号	コン リンシャオ	11
博士(工学)	甲第 89 号	ムハマド ドニー クルニアワン	16
博士(工学)	甲第 90 号	ディディット ノヴィアント	19
博士(工学)	甲第 91 号	フリツ アーマド ヌジル	22
博士(工学)	甲第 92 号	リュウ ボウ	25
博士(工学)	甲第 93 号	松岡 諒	28
博士(工学)	甲第 94 号	鶴田 直	32
博士(学術)	甲第 4 号	ダミンダ ナディーシャ ヘワビタラネ	36
博士(工学)	甲第 95 号	リュウ ケンアン	40

フリガナ 氏名（本籍）	マ テイ（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第85号
学位授与年月日	平成28年3月26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	ハイブリッド触媒による合成ガスからの直接ガソリン合成 (Direct Synthesis of Gasoline from Syngas on Hybrid Catalyst)
論文審査委員	主 査 黎 暁紅 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 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) 審査委員 吉塚 和治 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 堀口 和己 (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

本研究は、ハイブリッド触媒を用い、合成ガス(CO+H₂)からメタノール合成経由およびフィッシャー・トロプッシュ合成(FTS)経由の二つの経路によるガソリン留分炭化水素の合成を行った。

1.メタノール合成経由での合成ガスからガソリン留分炭化水素の合成

Cu-ZnO と ZSM-5 担持金属触媒で構成されたハイブリッド触媒を用い、亜臨界炭化水素で、合成ガスからガソリン留分炭化水素合成を行った。

(1)亜臨界炭化水素中での反応はガソリン留分炭化水素の選択的合成に有効であることが見出された。

(2)ZSM-5 粒子の微小化と Pd 担持量の増加によりガソリン留分炭化水素収率が向上した。以上より、亜臨界炭化水素、および Pd を担持したナノサイズ粒子の ZSM-5 触媒の利用により、合成ガスからガソリン留分炭化水素を効率的に合成可能である。

(3)合成ガスからガソリン留分炭化水素の製造において 5wt%Cu/ZSM-5 は 0.5wt%Pd/ZSM-5 とほぼ同様な触媒性能を示した。

2.FTS 合成経由での合成ガスからガソリン留分炭化水素の合成

水素不足な合成ガスを原料として、鉄系触媒と Co を担持した β ゼオライト触媒のハイブリッド触媒を用いてガソリン留分炭化水素合成を行った。鉄触媒の FTS 活性および水性ガスシフト反応(WGS)活性について検討を行った。

(1)異なる金属種の添加による鉄触媒の構造への影響を調べるため、Zr、Mn または Ce を添加した鉄触媒を調製した。金属を添加することで従来の鉄触媒と比べて比表面積が顕著に増加した。

(2)Mn 添加鉄触媒は最も高い反応活性を示した。

(3)Mn 添加鉄触媒にPdを担持することで触媒寿命の向上が見られた。

論文審査の結果の要旨

本研究は合成ガスからメタノール合成あるいは FT 合成を経由して炭化水素を高効率的に合成する高性能触媒及びプロセスの研究である。具体的には、以下のような研究を行った。

本研究は、ハイブリッド触媒を用い、合成ガス(CO+H₂)からメタノール合成経路およびフィッシャー・トロプッシュ合成(FTS)経路の二つの経路によるガソリン留分炭化水素の合成を行った。

1.メタノール合成経路での合成ガスからガソリン留分炭化水素の合成

Cu-ZnO と ZSM-5 担持金属触媒で構成されたハイブリッド触媒を用い、亜臨界炭化水素で、合成ガスからガソリン留分炭化水素合成を行った。

(1) 亜臨界炭化水素中での反応はガソリン留分炭化水素の選択的合成に有効であることが見出された。

(2) ZSM-5 粒子の微小化と Pd 担持量の増加によりガソリン留分炭化水素収率が向上した。以上より、亜臨界炭化水素、および Pd を担持したナノサイズ粒子の ZSM-5 触媒の利用により、合成ガスからガソリン留分炭化水素を効率的に合成可能である。

(3)合成ガスからガソリン留分炭化水素の製造において 5 wt%Cu/ZSM-5 は 0.5 wt%Pd/ZSM-5 とほぼ同様な触媒性能を示した。

2. FTS 合成経路での合成ガスからガソリン留分炭化水素の合成

水素不足な合成ガスを原料として、鉄系触媒と Co を担持した β ゼオライト触媒のハイブリッド触媒を用いてガソリン留分炭化水素合成を行った。鉄触媒の FTS 活性および水性ガスシフト反応(WGS)活性について検討を行った。

(1) 異なる金属種の添加による鉄触媒の構造への影響を調べるため、Zr、Mn または Ce を添加した鉄触媒を調製した。金属を添加することで従来の鉄触媒と比べて比表面積が顕著に増加した。

(2) Mn 添加鉄触媒は最も高い反応活性を示した。

(3) Mn 添加鉄触媒に Pd を担持することで触媒寿命の向上が見られた。

よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名（本籍）	イノクチ レイナ 井口 麗和（福岡県）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第86号
学位授与年月日	平成28年3月26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>蛍光および化学発光を利用した生体分子の定量および機能性評価手法の確立</p> <p>(Development of novel fluorescent and chemiluminescent protocols for quantification and functional evaluation of biomolecules)</p>
論文審査委員	<p>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）)</p> <p>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）)</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> <p>審査委員 孫 連明 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)</p>

論文内容の要旨

本研究では、蛍光および化学発光を利用した動植物における重要な生体分子の定量および機能性評価手法の確立を目指し、以下の具体的テーマにおける問題解決を試みた。具体的な研究の背景およびアプローチを以下に述べる。

植物の分子の事例として選択したフェルラ酸 (FA) は、細胞壁複合体における重要な化合物のひとつとして、多くの植物中で見られる単純なポリフェノールである。現在、米ぬか油などの食用油中の FA 結合脂質など FA や FA 派生物の定量分析には、分光光度計による簡便な定量や HPLC による詳細な分析が行われているが (Hara *et al.*, 2016)、非破壊的に野菜や青果物中の FA や FA 派生物を定量化するための手法として、固定波長の励起光照射下に認められる FA 特異的な蛍光の増加を利用した FA 関連化合物の検出に関する報告例がある (Meyer *et al.*, 2003)。過去の予備的研究により、励起光の波長を固定して FA 蛍光を検出する場合、検出感度が低く、対応する濃度のレンジも限られてしまうことが明らかになっている。将来の幅広いレンジでの非破壊的 FA の検出・定量に向けたモデル実験として、まず *in vitro* 実験系において、200 nm ~ 400 nm までの紫外領域において変動させた励起波長に対する FA 特異的な蛍光帯 (460 nm) におけるシグナル強度の変化を測定し、従来法よりも容易で正確な FA 定量法の開発を試みた。また、吸光度分析による定量レンジとの比較も行った。様々な濃度の FA の吸光および蛍光スペクトルを、分光光度計および蛍光分光光度計を用いて測定した。分光法を用いて得られた結果より、FA は約 323 nm に吸光極大を示し、吸光度は直線的な濃度依存性を示した。蛍光分析法を用いて得られた蛍光スペクトルより、FA は紫外領域に 260 nm 前後および 340 ~ 380 nm の範囲の励起光帯に応答し、蛍光 (460 nm) を発することがわかった。また、濃度によって応答する励起光が変化すること、高濃度になるにつれてより長波長側の紫外光を吸収し蛍光を発するように変化していくことなどが明らかになった。以上より、濃度依存性の蛍光極大波長がシフトするスペクトル変化から、FA 濃度依存的蛍光強度の変化を反映した関数 $f(x)$ を得た。その結果、紫外領域を励起光とした蛍光スペクトルの重心点である $f(x) = 0.5$ に対応する励起波長が、FA 濃度に依存し増大することを利用し、広範囲の FA 濃度の定量が可能であることを示した。

一方、ヒトをはじめとする脊椎動物における重要分子の事例として選択したプリオンタンパク (PrP) は、狂牛病やクロイツフェルトヤコブ病などの病原因子として知られるタンパク質の総称である。PrP の病原性には、正常型から異常型

への変性が大きく関与し、異常型への変化の引き金として、銅イオンの結合や酸化的な微小空間における環境変化が重要とされる。ヒト PrP には特徴的な銅結合領域が存在し、中でもオクタリピート領域の挙動は重要であるとされるが、領域内の正確な金属モチーフの特定はなされていなかった。PrP への金属結合の有無を、従来の実験方法よりもより正確に示す技術の開発により、金属結合モチーフの決定を試みた。オクタリピートの繰り返し単位配(PHGGGWGQ など 8 種)をモデル材料として用い、各ペプチドの自家蛍光のスペクトルを分光蛍光光度計を用いて解析し、PrP の自家蛍光の 3 次元スペクトルを等高線により表した。また、テルビウム(Tb)の結合による蛍光挙動からも金属結合モチーフに関する知見が得られた。その結果、二つの異なる金属結合モチーフがオクタリピート領域内に重複して存在することが示唆された。

また、ウミホタル由来ルシフェリンアナログ(CLA)を利用した化学発光法をもちいて、プリオンタンパク由来オリゴペプチドの、スーパーオキシド生成活性を評価したところ、金属結合の有無とスーパーオキシド生成活性の関連が認められた。

論文審査の結果の要旨

井口麗和は、過去に卒業論文、修士論文の研究の中でヒトプリオン由来ペプチドが金属イオンと結合することで発揮するレドックス触媒活性の評価を行ってきた。博士後期課程での研究は、その知見に立った、生体分子への金属イオンの吸着評価法を提案するものである。本研究では、新しい生体触媒の概念(博士論文第2章記載)に基づいた機能性生体触媒の開発に資する技術開発も視野に、触媒様の作用を示す天然のタンパク質およびペプチドを構成するアミノ酸の組成や配置、更には活性中心形成金属の配位の有無を水溶液中で反応に影響を与えない非侵襲的な手法で観察するためのプロトコル開発を中心に取り組んだ。特に蛍光法と化学発光法は、リアルタイムでの触媒性ペプチドの状態変化を感度よく観察する目的に合致しているため、本研究の主題を標記のとおりとした。審査会では、特に蛍光を利用した取り組みに重点を置いて発表した。具体的な技術提案としては、ペプチドへの金属の結合を可視化するため、自家蛍光特性を有するテルビウム(Tb)イオンとペプチド相互作用を蛍光消光により検出する(1) Tb 蛍光消光法および任意のペプチドに芳香族アミノ酸が含まれるものを対照とし、ペプチドが有する紫外領域での励起における自家蛍光(可視光)がペプチドと金属との相互作用により消光することを利用した(2) 自家蛍光消光法の利用を提案する。Tb イオンが銅結合性ペプチドに結合し、銅結合能の評価に利用できる知見は、所属研究室での先行研究および海外での研究事例により得られた知見である(第3章以降で詳細を議論している)。本学位論文は、以下の構成をとる。第1章(本章)では、研究の概略を述べ、第2章では、研究のコンセプトを論じた。第3章から第6章では、4つの異なる研究事例を報告する。最後に第7章において、本研究での取り組みを総括し、今後の研究展望を論じた。なお、本学位論文では、第1章および第7章を和文とし、すでに学術雑誌上において発表済あるいは、投稿済の論文に対応する第2章から第6章までの内容は、用語使用の統一性や内容の正確を期して、英文での構成とした。提出された博士論文の記述に関する審査、研究内容の発表、質疑応答を経て、研究の到達度、意義が明らかになった。よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名（本籍）	オトゴンバヤル エンフツオルモン（モンゴル）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第87号
学位授与年月日	平成28年3月26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	ウランバートル市ゲル地区の大気汚染削減対策の効率性評価に関する研究 (Study on Efficiency Evaluations of Air Pollution Abatement Measures in the Ger Areas of Ulaanbaatar City)
論文審査委員	主 査 松本 亨 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 二渡 了 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）) 審査委員 野上 敦嗣 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 井上 浩一 (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

モンゴルの首都ウランバートル市は、世界一大気汚染問題が深刻だとされている都市である。ウランバートル周辺の大気汚染物質の測定結果によると、PM10、PM2.5の冬季（10月～4月）の月平均濃度は、それぞれ150～420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と100～220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、WHO基準に対して4～9倍超過している。主な汚染物質は、SO₂、PM10、PM2.5であり、その主要な発生源はゲル地区の暖房用石炭ストーブである。ウランバートル市の人口の約60%（18万4千世帯）がゲル地区に居住しており、ゲル地区の世帯では、暖房のために世帯あたり年間約4トンの石炭と3.18トンの薪が消費されている。

本研究では、ウランバートル市の主要な大気汚染の発生源であるゲル地区の石炭ストーブの大気汚染削減対策を対象に、各種対策技術とその導入地域、さらに対策の導入時期を考慮した複数シナリオを構築することで、浮遊粒子状物質排出削減ポテンシャルのシナリオ分析を行った。

第1章では、研究背景、研究目的、既往研究のレビューについて述べた。第2章では、ウランバートル市の大気汚染物質削減プロジェクトを対象に、現地調査を踏まえ費用便益分析（CBA）を実施し、その費用効率性を評価した。第3章では、改善ストーブの効果と燃料（石炭とセミークス）の効果进行评估するために、室内空気質の測定を現地にて実施し、各種対策のPM排出量削減量と対策コストを比較することで、費用効果分析を行った。第4章では、仮想市場評価法（CVM）を適用することで、大気汚染削減対策による健康便益を評価した。第5章では、新たに太陽熱空気加熱（Solar Air Heat: SAH）を組み合わせたシナリオや地域熱供給システム（District Heating System: DHS）を考慮し、燃料消費削減量や対策コストの比較により費用効果分析を適用することで、それらの費用効率性を評価した。第6章では、第5章で見出した費用効率性の高い対策を対象に、ゲル地区の地域別最適オプションを算出することで、2024年までの最適な対策シナリオを求め、その浮遊粒子状物質の削減ポテンシャルを推計した。

第7章では、本研究で得られた結果をまとめ、残された課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

モンゴルの首都ウランバートル市は、世界で最も大気汚染問題が深刻だとされる都市の一つである。都市周辺の測定結果によると、PM10、PM2.5の冬季（10月～4月）の月平均濃度は、WHO基準に対して4～9倍超過している。汚染物質の主要発生源は、ゲル地区の暖房用石炭ストーブである。本研究は、ウランバートル市ゲル地区の大気汚染削減対策を対象に、地域別最適オプションを見出すことを目的に各種対策技術の費用効率性を評価した。

本論文は、全7章で構成される。第1章では、本論文の背景及び目的、既往研究のレビューと本研究の特徴について述べている。第2章では、改良型ストーブ利用世帯に対してアンケート調査を実施し、燃料消費削減量及びPM削減量を明らかにし、それをもとに費用便益分析を行っている。第3章では、改善ストーブと燃料（石炭とセミコークス）の効果を見るために、ゲル地区の戸建てとゲルの室内空気質の観測を実施し、比較分析を行っている。第4章では、ウランバートル市民に対して、アンケートによりCVM（仮想評価法）調査を実施し、健康便益を推計している。第5章では、改良型ストーブの他、電気ヒーター、SAH（太陽空気加熱）、DHS（地域熱供給システム）、アパート移転及びこれらの対策の組み合わせを対象に、費用対効果の評価を行っている。この中で評価結果の高い対策を抽出し、第6章では、インフラ増強コストを加算して地域別に費用対効果の評価することで、時間的空間的に適した対策を提示している。第7章は、本研究の総括である。

以上要するに、本論文はウランバートル市ゲル地区の大気汚染対策として、現在進められている改善ストーブや燃料改善に加え、暖房を想定した様々な対策を対象に費用便益分析、費用効率分析の手法を駆使することで、時間的空間的最適オプションを導出したものである。本研究の成果は、環境化学、環境経済学、社会工学の手法を有機的に組み合わせる評価手法とそこから得られた含意の新規性・有用性において高く評価され、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）	コン リンシャオ（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第88号
学位授与年月日	平成28年3月26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>Occurrence and Risk Assessment of Persistent Organic Pollutants in Foodstuffs and Organic Micro-Pollutants in Waters, North China （北部中国における食品中の残留性有機汚染物質および環境水中の微量有機汚染物質の存在とリスク評価）</p>
論文審査委員	<p>主 査 門上 希和夫 （北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（水産学））</p> <p>審査委員 石川 精一 （北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士）</p> <p>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））</p> <p>審査委員 佐々木 卓実 （北九州市立大学国際環境工学部准教授 工学博士）</p>

論文内容の要旨

This thesis can be divided into two major parts: occurrence and risk assessment of persistent organic pollutants (POPs) in foodstuffs and organic micro-pollutants (OMPs) in waters, China. This work investigated the levels and patterns of organochlorine pesticides (OCPs) in 19 food items, and 209 polychlorinated biphenyls (PCBs) congeners in 5 food items collected from the Shandong Peninsula to quantify the daily intake of OCPs through dietary exposure of persons living in the Shandong Peninsula and to assess the potential hazard of this exposure to human health. The monitoring of 1300 OMPs in surface waters from Tianjin and Jinan, and groundwater from Tianjin and Beijing was undertaken for the first wide survey to provide baseline information of pollution status in aquatic environment of China.

Even though the use and production of PCBs and OCPs have been regulated worldwide, in agreement with the Stockholm convention in 2001, they are still posing serious environmental threat both to wildlife and humans. Recently, OCPs and PCBs were still being detected in various environmental media in China, including water, sediments, soil, and aquatic organisms which in some regions contained elevated concentrations. It is generally accepted that human exposure to POPs is mainly through diet. Because of higher toxicities from and exposure to POPs, the World Health Organization (WHO), United States Environmental Protection Agency (US EPA), and Health Canada provide several guidelines for these contaminants to protect human health associated with adverse effects. Data on the residue levels of POPs in foodstuffs of China are still scarce. In this study HCHs (including α , β , γ and δ -HCH) were ubiquitous components in sampling area with the highest total concentration found in peanut oil (2.4 ng/g) and the composition of HCHs indicated the mainly historical usage of technical HCHs and recent input of lindane. Although high sum concentrations of DDTs (including *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDT and *p,p'*-DDT) were found in croaker (72 ng/g ww), the value was still far below the Chinese safety guidelines (500 ng/g). The composition of DDTs metabolites revealed the recent input which may be attributed to the antifouling paints leakage from transportation sources. However, the detection of Σ 209 polychlorinated biphenyls (PCBs) were only conducted in 5 marine food items with rather lower concentration ranged from 0.33 ng/g to 3.1 ng/g ww. It was interesting that PCB #11 and Hexa-CBs were frequently detected with high proportion to total PCBs compared to other

homologues. According to the Integrated Risk Information System (IRIS), the average daily exposure for each contaminant in foodstuffs was lower than the corresponding benchmark concentration based on cancer and non-carcinogenic effects. To date, the work provided the first data about the existence of non-Aroclor PCB #11 in foodstuffs from China and should arouse much attention from a toxicity point.

In spite of the quantities and species of chemicals dramatically increased with rapid economic growth in China, water quality in China has deteriorated in the last decades. The increasingly evident water pollution problems have also led to serious ecological and environmental consequences. However, the focus of environmental research was mainly on limited number of priority pollutants. Therefore, to elucidate environmental pollution by organic micro-pollutants, this work was conducted as the first systematic survey on the occurrence of 1300 substances in surface water samples of Tianjin, and Jinan, North China. The results showed total 227 and 107 chemicals were detected in Tianjin and Jinan, respectively. As a major industrial city in North China, Tianjin received large amount of pollutants, and the most relevant compounds in terms of frequency of detection and median concentration were bis(2-ethylhexyl) phthalate (100%; 0.26 $\mu\text{g/L}$), siduron (100%; 0.20 $\mu\text{g/L}$), lidocaine (100%; 96 ng/L), antipyrine (100%; 76 ng/L), caffeine (95%; 0.28 $\mu\text{g/L}$), cotinine (95%; 0.20 $\mu\text{g/L}$), phenanthrene (95%; 0.17 $\mu\text{g/L}$), metformin (90%; 0.61 $\mu\text{g/L}$), diethyl phthalate (90%; 0.19 $\mu\text{g/L}$) and 2-(methylthio)-benzothiazol (85%; 0.11 $\mu\text{g/L}$). Principle component analysis identified four factors, corresponding to industrial wastewater, domestic discharge, tire production and atmospheric deposition, accounting for 78% of the total variance in the data set of Tianjin. Compared to Tianjin, levels of sterols observed in Jinan, a medium-sized city, were generally high, especially coprostanol, while other compounds found in >70% waters with median concentration were cholesterol (1.7 $\mu\text{g/L}$), beta-sitosterol (1.1 $\mu\text{g/L}$), sulfamethoxazole (1.1 $\mu\text{g/L}$), cotinine (0.73 $\mu\text{g/L}$), caffeine (0.38 $\mu\text{g/L}$) and 2,6-di-tert-butyl-4-benzoquinone (0.12 $\mu\text{g/L}$). However, metformin, an anti-diabetic drug, was predominant in both Tianjin and Jinan with concentration up to 20 $\mu\text{g/L}$ and 34 $\mu\text{g/L}$, respectively. This work provides a wide reconnaissance on broad spectrum of organic micro-contaminants in surface waters in China, which indicates that the aquatic environment in China has been polluted by a large number of chemicals.

Groundwater contamination in China has become a growing public concern in view of the rapid economic development and dramatically increasing fresh water demand.

So far little information is available on groundwater quality which may be impacted by a large variety of organic micro-pollutants. As part of the continuing effort to provide a comprehensive understanding on the groundwater pollution status, this work was carried out for the first holistic survey on the occurrence of 1300 chemicals in 27 groundwater sites from Beijing and Tianjin, North China. The results showed 78 compounds (6% of the targeted compounds) were quantified in at least one sampling point, which included polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), pesticides, plasticizers, antioxidants, pharmaceuticals and other emerging compounds. The most frequently detected compounds in terms of median concentration were 2-ethyl-1-hexanol (152 ng/L), benzyl alcohol (582 ng/L), 2-phenoxy-ethanol (129 ng/L), acetophenone (73.9 ng/L), pentamethylbenzene (50.7 ng/L), nitrobenzene (39.8 ng/L) and dimethyl phthalate (63.5 ng/L). The pesticides with concentration exceeding the maximum residual limits (MRL) of 0.1 µg/L were 1,4-dichlorobenzene, oxadixyl, diflubenzuron, carbendazim, diuron, dimethomorph(E) and dimethomorph(Z). It should be noted the naphthalene and its 7 alkylated derivatives were predominant compounds with maximum concentration up to 30 µg/L which was still far below the Health Advisory Level of 100 µg/L. Compared to the survey in EU and US, the groundwater in this study was more polluted which demonstrated the groundwater in Beijing and Tianjin was impacted by the intensive industrial and agricultural activities.

論文審査の結果の要旨

第一章の序論では、残留性有機汚染物質(POPs)の中で本研究が対象とした有機塩素系農薬と PCB、および微量有害化学物質(OMP_s)について、その種類、中国での製造と発生源、人の暴露と健康影響、環境汚染に関する既存の報告および分析法の概要などを説明した上で、本研究での2つの目的、(1)食品中の POP_s 濃度とリスク評価、(2)環境水中の 1300 種の OMP_s の汚染実態把握とリスク評価、を示している。

第二章では、POP_s の山東半島の調査地域・時期及び調査食品、OMP_s では表層水と地下水の採水時期・地点やサンプリング法を示し、また POP_s と OMP_s の分析法の詳細(試薬、前処理法、機器分析法)及びリスク評価法を説明している。また、分析精度管理から分析結果が妥当であることを明らかにしている。

第三章では、食品中の POP_s 濃度とそのリスク評価結果を報告している。濃度はピーナツオイルと魚類が高く、物質では HCH_s > DDT_s であった。共に過去の使用が主原因である。PCB 濃度は低いものの、相対濃度が高かった PCB#11 の起源調査が必要である。リスク評価の結果、食品経由の POP_s リスクは低いことが確認された。

第四章及び第五章では、河川水(済南、天津)と地下水(天津、北京)の OMP_s 調査結果を示し、クラスター分析と主成分分析を利用して地点毎の汚染の特徴、地域差、発生源などを物質分類別に詳細に考察している。天津の表層水は、生活、工業、農業に加えて大気由来の物質によりかなり汚染されており、済南では検出物質数・濃度ともに天津に比べて低いものの、生活排水による河川の汚染が進んでいた。共に、廃水処理が不十分なことが原因である。一方、地下水は検出物質及び濃度が共に、河川水に比べて低かったが、一部濃度が高い地点も見出されている。

第六章では、OMP_s の表層水と地下水のリスクを評価し、表層水では一部の物質が水生生物に悪影響を与えるレベルであること、地下水でも一部の物質がヒトの健康に影響を与える可能性があることを明らかにしている。

第七章の結論では、本研究で得られた成果と今後の課題が示されている。

以上を審査した結果、学術的に優れた研究であり、環境保全上でも有用性が高い研究であると評価した。よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名（本籍）	ムハマド ドニー クルニアワン（インドネシア）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第89号
学位授与年月日	平成28年3月26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	Effect of Urban Structure on Thermal Comfort and Walking Comfort in Jakarta (ジャカルタにおける都市構造が温熱快適性及び歩行快適性に与える効果に関する研究)
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 工学博士) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士(工学)) 審査委員 デワンカー・バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 加藤 尊秋 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士(工学))

論文内容の要旨

The built environment accelerates the absorption of the heat during the daytime and slow down release the heat at the night time these formations known as the Urban Heat Island where the hot region surrounded by the cooler adjacent area.

City modifies meteorological conditions surrounding significantly; increasing radiation higher; average temperatures of the city become hotter than the surroundings; decreasing wind speeds due to the presence of buildings in the city; therefore make relative humidity much lower in the city than surrounding. Urban development tends to steer the development in the use of private transport modes and excessive air conditioning appliances. The city must understand microclimate if a city does not want tend to develop-oriented mode of personal transport. Activities conducted the city residents outside of the building, such as walking and using public transportation should be convenient and possible widely can interact with the urban environment comfortable.

In the tropical humid climate city like Jakarta, open space used is almost during the years and they must have thermal comfort properly. The thermal comfort studies in this open space are important for evaluation studies and as a guideline to urban design and architectural projects. Climate circumstances take part in a particular responsibility in this context not only because climate change causes new challenges for urban areas, but also because urban areas can play a lead task in humanity's pursuit for an association with the natural environment that permit societies to thrive and prosper for a long time to come.

論文審査の結果の要旨

本論文は、インドネシア・ジャカルタを対象地とし、都市公園や都市空間等の構造が都市の微気候にどのような効果をもたらすかを解析し、都市の微気候の向上を図るための建物形体や配置を検討した研究である。

第1章では、研究の背景や目的、論文の構成を述べている。

第2章及び3章では、都市の気候、温熱快適性及び歩行快適性に関連する既往研究を示し、本論文の位置づけを示している。

第4章では、対象となる熱帯地域に属する都市空間の温熱と歩行空間の特性の計算方法を提案し、研究の具体的方法を示している。

第5章では、現地実測及び理論計算の手法を用いて、都市公園が都市の微気候に与える影響を明らかにし、都市公園の熱的緩和効果を定量化している。

第6章では、都市形態及び建物の集合状態とそれらが都市の温熱及び歩行快適性に与える影響の予測モデルを示し、それらの関連性及び建物群による環境の改善方法を検討している。インドネシア・ジャカルタにおける急速な都市化に伴う建物密度及び土地利用の変化とそれによってもたらされる都市環境問題について述べている。

第7章では、異なる土地利用形態において、建物による土地被覆率、容積率、都市キャニオンと放射温度との関係を示している。さらに、都市形態に影響を及ぼす気象変数を導き出す指標として PET, PMV を用い、それらと都市空間との関係予測モデルを示し、高温多湿地域において都市空間の温熱快適性と歩行快適性を向上させるための都市計画の策定方法を提案している。

第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本論文は、インドネシア・ジャカルタでの都市公園や都市空間等の都市構造による温熱環境・歩行環境への影響を解析し、その関連性を見いだしており、都市気候分野での新たな知見を与えるものである。急速な都市化が進みつつあるインドネシアでの都市気候の変化を踏まえた都市計画を行う際の技術的手法を提案しており、高温多湿の熱帯地域での今後の都市づくり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)	ディディット ノヴィアント (インドネシア)
学位の種類	博士 (工学)
学位番号	甲 第90号
学位授与年月日	平成28年3月26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	アジアの都市における住宅エネルギー消費量とライフスタイルとの関連性に関する研究 (Study on the Relationship between Household Lifestyle and Energy Use in Asian Cities)
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 工学博士) 審査委員 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士 (工学)) 審査委員 デワンカー・バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 西浜 章平 (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

近年、石油と天然ガスに対する世界的な需要が、特にアジア圏の社会において、急速に増大している。したがって、省エネルギーに関連した重要な指針が行われない場合、将来におけるエネルギー危機は避けられない。日本のような先進国では、電力生産性に高い能力のある、原子力発電を適用してきた。しかし、複数の人為ミスにより、我々の環境に対し、非常に大規模な災害をもたらされた。一方で、経済成長や人々の生活水準の向上は、家庭用電気製品による家庭用エネルギー消費を促進し、エネルギー消費の制御が困難になっている。こうした研究背景に基づき、我々は、住宅におけるライフスタイルアプローチに対する分析及び住宅の生活環境特徴の調査を通し、家庭用エネルギーの省エネに対する効率的な方法を明らかにする研究を実施した。加えて、具体的な環境を特徴付けることにより、我々はライフスタイルを変化させる際における、有力な可能性のあるライフスタイル運用方法の種類について識別した。

本研究の主目的は、住宅のエネルギー利用に関連した広範囲に及ぶ分析である。中国、タイ、インドネシア、日本の各国における 4000 件以上の家庭に対し、配布したアンケート調査を基に、家庭用エネルギー使用に影響力のある要因因子について調査した。居住者のライフスタイルに関連したパッシブ・アクティブ技術による可能性を理解するため、日本のエコハウスモデルにおいて、エネルギー利用に関する現場計測を実施した。また、アジア諸国における、持続可能な発展のため実践されているエコハウス内での様々な条件を研究するために、住宅の建築エネルギー利用に関するシミュレーションを実施した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、アジアの都市における 4000 件以上の家庭に対し、アンケート調査を基に、家庭用エネルギー利用に影響力のある要因を調査し、エコハウスにおけるエネルギー利用の現場計測を実施し、さらにシミュレーションにより理論的な研究をすることにより、住宅のライフスタイルとエネルギー消費の関係を明らかにした研究である。

第 1 章では、研究の背景や目的、論文の構成を述べた。

第 2 章では、住宅内における、住宅ライフスタイル及び行動を多角的な研究分野から評価する方法を検討し、研究の概念フレームワーク、評価方法を詳細に記述した。

第 3 章では、住宅の特徴、世帯特性、家電製品の所有、室内熱機器の利用についてアジア 3 ヶ国（インドネシア、タイ、中国）の都市における人々のライフスタイルと住宅エネルギー利用の特性を明らかにした。

第 4 章では、北九州市を研究対象とし、階層的クラスタリング解析により、3000 件以上の住宅及びそのエネルギー利用行動に関する比較分析を行い、住宅エネルギー利用の実態を詳細に解析した。

第 5 章では、統計分析と GIS データベースを組み合わせることにより、近隣の施設利用と人々のライフスタイルの関連性を明らかにした。

第 6 章では、水素燃料電池、太陽電池を持つ北九州エコハウスモデルの世帯のエネルギー利用挙動に関する現場計測実験を実施し、ライフスタイルの各シナリオとエネルギー使用量との関係を明らかにし、省エネルギー性を評価した。

第 7 章では、日本における 22 戸のエコハウスのシミュレーションを実施し、技術の評価を行った。さらに、そのようなエコハウスがインドネシア、タイ、中国等に普及した場合の省エネルギー効果を評価した。

第 8 章では、各章で得られた知見をまとめ、総括とした。

以上、本論文はアジアの都市における住宅エネルギー消費量とライフスタイルとの関連性を総合的・定量的に評価する研究手法を確立することにより、当該分野に新しい知見を与えるものである。一連の研究成果により、アジア住宅の省エネルギーの評価を可能にし、今後のアジア住宅分野の省エネルギー事業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）	フリツ アーマド ヌジル（インドネシア）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第91号
学位授与年月日	平成28年3月26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>A Study on Pedestrian's Profile, Activity, and Environment for a Low Carbon Urban Mobility Design in Kitakyushu</p> <p>（北九州市における低炭素都市モビリティデザインのための歩行者のプロフィール・活動・環境に関する研究）</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 工学博士）</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 工学博士）</p> <p>審査委員 寺嶋 光春 （北九州市立大学国際環境工学部講師 博士（学術））</p>

論文内容の要旨

Impact to the natural environment which we are facing intensively nowadays, is climate change. GHG emission as one of urban development outcomes that causes the phenomenon of climate change actually were spread out all over the world within the atmosphere thus it moves over and neglects the borders between countries. As it continues to accumulate in the atmosphere, the global temperature also continues to increase. This creates another phenomenon which is global warming. The on-going urban development requires massive expansion in transportation infrastructure. Transportation sector is single-handedly responsible for a quarter of CO₂ emission worldwide. Therefore it is very clear that to reduce the emission one of the important methods is to promote the use of non-motorized transportation modes.

Non-motorized transportation is alternative transportation without employing motor vehicle including walking and cycling. Having acknowledged this, many multidisciplinary studies had already been conducted to acknowledge and re-introduce the contribution of walking to sustainable urban development. However there are way too many variations of attributes to be discussed and investigated. This diverse finding of attributes addressing the issues on walking possibly has distracted the efforts of creating better walk-able urban planning and development. It will take an enormous effort and time for them to consider all the attributes that are available.

By understanding the walking experience in Japanese cities specifically in the chosen case study area, the importance of walking in urban development and also its current performance as an important mean of low carbon urban mobility could be comprehended. Then by synthesizing key-elements and key-attributes from literatures studies, a tool for comprehensive planning and assessment was proposed so that an urban area could be assessed for its existing performances and/or be improved based on its potentials to become a walk-able area. The tool was able to identify the propensity of each key-attribute in order to understand the characteristic of research subject. The tool was should be able to elaborate the relationship between the key-attributes within each key-element in order to find unique phenomena related to walking. The tool would provide valuable information for urban planning and assessment.

論文審査の結果の要旨

本論文は、北九州市を対象地とし、歩行者空間を評価する手法として、収集したデータを PL=プロフィール、AC=活動、E=環境の三つの要素で解析し、新たな評価ツールを開発し、歩道空間の歩行快適性を向上させることを目的とした研究である。

第1章では、研究の背景、目的および論文の構成が述べられている。

第2章では、都市の交通問題に関連する既往研究を列記し、本論文の位置づけが示されている。

第3章では、北九州市の人口減少、自動車使用率の増加、サイクリングやウォーキングの減少等の現状を分析し、交通面から見た北九州市の都市環境問題について述べている。

第4章では、北九州市を研究対象とし、100件以上の道路断面及び歩道空間について現地調査を行い、断面形状等の分析から6種類の歩道に分類し、道路の幅や隣接している土地との関連性について解析を行った。

第5章では、歩道空間についてのアンケートを実施し、収集したデータに基づいて PL.AC.E という三つの主要要素を評価軸として抽出し、フレームワーク（プロフィール・活動・環境）を定義している。このフレームワークを定義することによって、領域の歩きやすさを向上させる方法を提示している。

第6章では、データ収集後、統計的手法を用いてデータ分析を行った。この分析は2段階で行い、まずは、単純集計に基づく頻度分析を用いて現象分析を行い、次にクロス集計に基づき、より詳細に各データの特徴を解析している。

第7章の分析では、研究対象の特性を理解するために、それぞれの主要寄与率の傾向を特定し、各データのキーとなる属性の傾向の識別を可能にした。さらに、歩行に関する特異な現象を見出すために、それぞれの主要構成要素の中でキーとなる寄与率同士の関係性を詳しく述べている。

第8章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本論文は、歩行体験や歩行者の嗜好を理解する方法として PL、AC、E の三つのフレームワークを定義し、新たな評価ツールを開発することによって、歩行環境のパフォーマンスの分析方法、および、歩きやすさを向上させるための都市計画ツールが提示されており、今後の都市づくり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）	リュウ ボウ（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第92号
学位授与年月日	平成28年3月26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	座屈補剛された鋼構造部材の弾性座屈荷重に関する研究 (Study on Elastic Buckling Strength of Steel Members with Bracing)
論文審査委員	主 査 城戸 将江 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 工学博士) 審査委員 津田 惠吾 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 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 中澤 浩二 (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

本論文は、座屈補剛された鋼構造部材の座屈荷重について検討したものである。本論文は 5 章より構成されており、それぞれの章は以下に示す内容になっている。

1 章「序論」では、研究背景、研究目的を記した。また、本研究に関連する発表論文も示した。

2 章「階段状に作用する軸力を受ける部材の座屈補剛について」では、階段状および凸形に変化する軸力を受ける部材に対して、補剛の座屈条件式と座屈モードの算定式を提示し、無次元化補剛剛性と軸力比を解析変数として選んで解析を行った。そして、設計例として、この研究の実用性を示すために、ばねが付いたトラス梁の例を示した。また、元たわみがあるときの、ばねが 1 本あるいは 2 本取り付いている部材の荷重と変形の間関係を座屈たわみ角法により求めた。軸力と部材角の間関係を示し、軸力、補剛力および補剛剛性の相互間関係を示した。

3 章「両端ピン支持された H 形断面部材の弾性座屈荷重と補剛剛性の関係」では、軸力、端モーメント、等分布荷重を受ける両端をピン支持された H 形断面部材に、離散ばね、連続ばねが付いた場合の、一般的な座屈条件式を提示し、材の中間に水平拘束ばねあるいは回転拘束ばねが 1 本付いた場合の、弾性横座屈荷重に関する曲げモーメントー軸力相関関係と、ばね剛性の関係について示した。さらに、材の中間でのたわみおよびねじれ角を 0 とするために必要なばね剛性と軸力間関係を示し、簡便な必要ばね剛性評価式を示した。

4 章「両端ピン支持された端モーメントと等分布荷重を受ける部材の座屈荷重」では、3 章に示している座屈条件式に基づき、端モーメントならびに等分布荷重が作用する場合で、水平拘束ばねあるいは回転拘束ばねを 1 本もしくは 2 本を、材長に対して等間隔に取り付けた場合の、弾性横座屈荷重と補剛剛性の関係について示した。また、端モーメントと等分布荷重が作用する場合の弾性横座屈荷重が、端モーメントのみが作用する場合の弾性横座屈荷重と等しくなるために必要なばね剛性を示した。

5 章「総括」では、以上で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は建築鋼構造の構造設計において重要な位置を占める座屈荷重の算定に関するものであり、鋼構造骨組の主要部分である梁および柱に補剛材が取り付けられた場合を対象とし、座屈荷重と補剛剛性の関係を示し、補剛剛性を求めるための設計図表や評価式ならびに評価法を示している。

2章では、階段状に軸力が変化するトラス梁に補剛材が取り付けられた場合について、座屈たわみ角法により、座屈荷重と補剛剛性ならびに補剛力の関係について示している。また、必要とする座屈長さ係数とするために必要な補剛剛性を求めるための設計図表を示し、設計例を示すことで設計図表の有用性を示している。

3章では、軸力および曲げモーメントを受けるH形断面柱に水平拘束ばねあるいは回転拘束ばねが取り付けられた場合の座屈荷重と補剛剛性の関係を、エネルギー法により求め、弾性座屈荷重に関する軸力一曲げモーメント相関関係とばね剛性の関係を示している。さらに、ばねが材の中央に1本付いた場合について、ばねの取り付け位置におけるたわみおよびねじれ角を0とするために必要なばね剛性と軸力の関係を示し、簡便な必要ばね剛性評価式を示している。

4章では、端モーメントおよび等分布荷重を受けるH形断面梁に水平拘束ばねあるいは回転拘束ばねが離散的に取り付いた場合の座屈荷重と補剛剛性の関係を、エネルギー法により求め、横座屈荷重と補剛剛性の関係について示している。さらに、曲げモーメントのみを受ける場合のH形断面梁の横座屈荷重とするために必要なばね剛性評価法を示している。

以上のように本論文は、建築鋼構造の構造設計において重要な座屈設計に対して、階段状に軸力が変化するトラス梁の補剛材の設計図表、H形断面柱の材中央のたわみおよびねじれ角を0とするために必要なばね剛性評価式、H形断面梁に端モーメントおよび等分布荷重が作用する場合に端モーメントのみを受ける場合の座屈荷重とするために必要なばね剛性評価法を提案しており、建築構造学に寄与するところ大である。

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）	マツオカ リョウ 松岡 諒（福岡県）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第93号
学位授与年月日	平成28年3月26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	画像復元のための多重露光画像の統合 (Multiple Exposure Image Fusion for Image Restoration)
論文審査委員	主 査 奥田 正浩 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 上原 聡 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士(情報工学)) 審査委員 山崎 恭 (北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士(工学)) 審査委員 森田 洋 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士(農学))

論文内容の要旨

人間の視覚特性(HVS: Human Visual System)は、自然シーンにおける広いダイナミックレンジの輝度を捉えることができ、例えば、暗い屋内から明るい屋外を見た時に屋内屋外どちらの情報も認識することができる。一方、一般的なカメラの CCD や CMOS センサーのダイナミックレンジは、人間の視覚特性に比べ狭く、人間が知覚可能な範囲の全てを捉えることができない。そのため、広いダイナミックレンジをもつシーンを撮影した場合、黒潰れや白飛びが生じてしまう。人間の視覚特性が捉えることのできる明暗差の非常に大きいシーンを忠実に保存し、再現することは多くのアプリケーションにおいて重要な技術であり、近年この問題を解決すべく、高ダイナミックレンジ(HDR: High Dynamic Range)画像に関する研究開発が盛んに行われている。HDR 画像とは、自然シーンの広いダイナミックレンジの情報を保存することができる画像形式であり、車載カメラや監視カメラ、そして、医用画像などの様々な分野で利用されている。一般に、HDR 画像は露光を変え撮影した多重露光画像と呼ばれる画像群を統合することにより生成する。ここで、黒潰れや白飛びのない画像を得るために、短時間露光から長時間露光までの複数の露光の異なる画像を取得する必要がある。暗部をもつシーンにおいて手持ちカメラで画像を撮影する際、高感度撮影、長時間露光撮影、または、大口径レンズで撮影することで光量の不足を補う必要がある。高感度撮影では、センサーノイズが増幅され画像がノイズにより劣化してしまう。特に、暗部でこの問題は顕著となる。また、大口径レンズによる撮影では、被写界深度が浅くなるため焦点ボケが問題となる。

本論文では、HDR 画像を取得する際にしばしば問題となる画像劣化を復元する問題に焦点を当て、これらの問題を解決すべく最適化に基づく新たな多重露光画像統合手法を提案する。第 1 章では、本研究の背景及び目的を述べる。第 2 章では、多重露光画像統合、および、凸最適化問題などの関連研究について述べる。第 3 章では、センサーノイズにより劣化した多重露光画像からノイズのない高品質な HDR 画像を生成するためのシフト不変ウェーブレット変換に基づく新たな多重露光画像統合手法を提案する。さらに、第 4 章では、フラッシュ点灯撮影により取得した補助画像を用いた多重露光画像統合手法について提案する。第 5 章では、凸最適化を用いた重み最適化による新たな多重露光画像統合手法を提案する。さらに、提案する重み最適化手法を単一画像の超解像へ応用しその有効性を示す。第 6 章では、ストラクチャ/テクスチャ

分離に基づく露光飽和と焦点ボケを同時にもつ多重露光画像の新たな統合手法を提案する。最後に、第7章で全体を総括し、本研究の成果を簡潔に述べる。

論文審査の結果の要旨

本論文は異なる露光量で取得された複数画像（多重露光画像）の統合技術に取り組んでおり、とくに画像復元を目的としている。現実シーンをカメラで取得する際、撮影過程において様々な原因により画質が劣化する。とくに、ノイズ、ボケ、ダイナミックレンジの低下を補正し、真の画像を予測し復元することが重要である。本論文では多重露光画像の統合によりそれらの劣化を補正する手法を提案している。

第1章は序論であり、多重露光画像統合の重要性や本研究テーマの背景および従来手法がもつ問題について述べている。

第2章では本研究で用いる技術の基礎原理を概観している。一般的な多重露光画像統合手法、ウェーブレット変換、凸最適化問題とその代表的な解法に関して解説している。

第3章から第6章にかけて4種の手法を提案している。まず第3章のテーマはウェーブレット変換を用いた多重露光画像統合手法の提案であり、ウェーブレット領域で画像を統合することにより、従来法に比べてノイズ除去性能が向上することを示している。

第4章は補助画像を用いた統合手法であり、補助光源を用いて撮影された画像をガイド画像として用いることにより、統合後の画像復元精度が改善できることを示している。

第5章では画像統合の際の“重み”に着目し、あるコスト関数を最小化する最適な重みを設計することで、ダイナミックレンジの向上と同時にノイズを除去するアルゴリズムを実現している。

第6章では露光飽和と焦点ボケを同時に除去する手法を考案しており、高いコントラストを持ちかつノイズの少ない画像を生成することを可能にしている。

本論文は多重露光画像を対象とし、ノイズ除去、ボケ除去、ダイナミックレンジ向上を実現する新しいアルゴリズムを提案している。その成果は学術的に意義があり、かつ産業応用における有効性も有しており、高く評価できる。

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）	ツルタ タダシ 鶴田 直（福岡県）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第94号
学位授与年月日	平成28年3月26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	資源循環拠点の持つ環境的側面の総合評価に関する研究 (Comprehensive Assessment on Environmental Aspects of the Resource Circulation Base)
論文審査委員	主 査 松本 亨 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 二渡 了 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）) 審査委員 野上 敦嗣 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 小山田 英弘 (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

エコタウン事業は、1997年から現在までに26地域が承認され、事業開始後18年を経て、次への展開に向けて所期の目標を達成しているか評価を受ける時期に来ている。また、第3次循環型社会形成推進基本計画で示されるような地域循環圏との関わりや、アジア諸国でのエコタウン建設に向けた日本の経験移転なども期待されつつある。一方で、これまでのエコタウン事業や海外のEIP (Eco-industrial Park) に関する研究をみると、定性的な研究が多く、エコタウン事業エリア内および周辺地域に与える環境負荷削減効果を、定量的に評価できている例は少ない。さらに、それを複数年にわたり調査し、その変化の要因を分析した例は極めて少ない。そこで本研究では、北九州エコタウン事業を対象に、資源循環拠点の環境面での定量的情報を提供するための総合評価手法を提示し、それを実際のエコタウン事業へ適用することで、その有用性を検証することを目的とする。

本論文は、全6章から構成される。

第1章では、地域循環圏の考え方ならびに方向性を述べるとともに、その評価の必要について述べた。第2章では、資源循環拠点に関する既往研究のレビューを行い、それを踏まえて本研究の位置づけについて述べた。

第3章では、エコタウン立地企業の物質フロー調査を基に、MFA (Material Flow Analysis) 及びLCA (Life Cycle Assessment) 手法を用いることで、エコタウンの環境負荷削減効果を定量評価する手法を示した。さらに、都市マテリアルバランス表を適用して、都市の資源循環構造の分析とその中におけるエコタウンの役割を定量評価する手法を提示した。

第4章では、エコタウン立地企業に対する2005年度と2010年度の2年分の調査結果を用いて、物質フローの変化を考察した。その結果、投入・産出構造及び輸送距離の変化に関しては、立地企業の変化による影響が大きく、その特徴も把握することができた。さらに、投入産出比率、エネルギー消費効率、最終処分回避率の3つの指標を設定し算出することで、天然資源、化石燃料量、最終処分場への影響の変化について把握した。

第5章では、第4章で把握した物質フローデータをもとに、LCA手法を用いて環境面における影響の変化について算出、考察を行なった。その結果、北九州エコタウンにおける、2010年のCO₂削減効果は、2005年より63.6%増加していたことが判明した。さらに、CO₂削減効果の要因分析を行うことで、受け入れ量あたりのCO₂排出量の変化に対して最も大きく寄与していることがわかっ

た。

第6章では、本研究で得られた知見を総括するとともに、残された課題などについて述べた。

論文審査の結果の要旨

第2次循環型社会推進基本計画において、地域の特性や循環資源の性質等に
応じた最適な規模の循環を形成する「地域循環圏」の概念が初めて提示され、
地域循環圏形成推進ガイドラインの中では、特に広域的かつ効率的な地域循環
圏の推進については、エコタウン事業等の既存事業を活用することとされてい
る。エコタウン事業が地域循環圏の拠点として有効に機能を果たすためには、
エコタウン事業により集積しているリサイクル等事業者の資源循環上の役割を
明確に把握する必要がある。本研究は、地域循環圏等に果たしているエコタウ
ン事業の役割、効果の見える化を目的に、エコタウン立地企業を介するマテリ
アルフローの把握及び環境効果の評価を行うとともに、それらの複数年での評
価と要因分析を行うことで、地域循環拠点としてのエコタウンが果たしている
機能を明らかにし、今後の政策的展開を議論するための総合評価手法を開発し
た。これを、北九州エコタウンに適用することで、本手法の有効性を示した。

本論文は、全6章で構成される。第1章では、地域循環圏の概念とエコタウ
ンの関係等を概説するとともに、エコタウンの評価の必要性について述べてい
る。第2章では、資源循環拠点、特にエコタウンや EIP（エコ産業団地）に関
する既往研究のレビューと本研究の目的について述べている。第3章では、
MFA（物質フロー分析）、LCA（ライフサイクルアセスメント）等の評価ツ
ールを用いて北九州エコタウンの定量的評価を行うとともに、エコタウンの北九
州市の物質フロー全体に占める位置づけについて分析を行なっている。第4章
では、北九州エコタウンの複数年における物質フロー及び輸送距離の変化につ
いて MFA を用いて評価するとともに、変化の要因について分析している。第
5章では、北九州エコタウンの複数年における環境効果の変化について LCA を
用いて評価するとともに、変化の要因について分析している。第6章は、本研
究の総括である。

以上要するに、本論文はエコタウンを介して行われる廃棄物等の再資源化事
業の環境的側面を定量的に評価するとともに、その変化の要因を明らかにする
ことで、地域循環拠点としてのエコタウンの位置づけ・役割の明確化を行い、
今後の展開を検討するための枠組みを提示したものである。本研究の成果は、
循環型社会に向けた政策立案に資する評価手法とそこから得られた含意の新規
性・有用性において高く評価され、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）	ダミンダ ナディーシャ ヘワビタラネ（フィジー）
学位の種類	博士（学術）
学位番号	甲第4号
学位授与年月日	平成28年3月26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	サブクール液体のフラッシュ蒸発サイクルに関する研究；自動車用排熱回収に用いるレシプロピストンエンジンの新しい熱サイクルとその応用 (A Study of the Subcooled Liquid Flash Boiling Cycle; A Novel Heat Cycle and Its Application in a Reciprocating Piston Engine for Automotive Waste Heat Recovery)
論文審査委員	主 査 吉山 定見 (北九州市立大学国際環境工学部教授 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) 審査委員 宮里 義昭 (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准教授 博士（工学）)

論文内容の要旨

地球規模の温暖化による気候変動は、その要因の大部分が我々人間の生産活動に起因する CO₂ 排出であり、そのうちの 27%は輸送部門によるものであると言われている。内燃機関は輸送部門の CO₂ 排出源の大部分を占め、内燃機関の高効率化はきわめて重要である。近年の内燃機関の熱効率は約 35%であり、燃焼エネルギーの 60%以上は排熱として失われている。この排熱を回収する技術は内燃機関の総合的な熱効率を改善させるキーテクノロジーであり、15%程度の熱効率改善効果が期待されている。

本研究は、新しい熱機関サイクルである「SLFB サイクル」に関する基礎的研究と内燃機関の排熱回収への応用的研究から構成される。本論文は6章から構成され、第1章では自動車からの CO₂ 排出量の削減のための方法について調査した結果、排熱回収についての過去の研究例について言及している。第2章では新しく提案する「SLFB サイクル」の概念を記述している。第3章では本サイクルにより排熱から動力を取り出すことが可能であることを確認し、本サイクルを運転するためのエンジンシステムについて記述している。第4章では SLFB サイクルエンジンの運転を支配する因子が変換効率に及ぼす影響について調査した結果について記述している。第5章ではピストンエンジンにおいて本サイクルを最適化するための方法について言及している。第6章では本研究から得られた知見をまとめている。

この新しい熱機関サイクルは内燃機関からの排熱回収のための画期的な方法である。SLFB サイクルは2つの過程を介して膨張可能な蒸気を発生させる。1つは高温のサブクール液体からのフラッシュ蒸発、もう1つはフラッシュしなかった飽和液の壁面からの熱伝達による蒸発である。このような蒸気は断熱膨張機に導入される。このとき、噴射装置により、蒸気量を制御することが可能である。SLFB サイクルはランキンサイクルよりも動力発生の際により効率的である。このサイクルに理想的なピストンエンジンは、ロングストロークと作動流体からブロックやピストンへの熱損失を小さくするために加熱することにある。加えて、高温の作動媒体と負荷がかかった低速で運転することにある。

SLFB サイクルに影響を与える重要な現象が見いだされ、なかでも残留質量の影響は顕著であった。これはフラッシュ発生時に完全に蒸発できなかった相対的に低い温度の液体（飽和液）が加熱表面に残存してしまう影響である。これにより、フラッシュ蒸気から液体への熱消散が生じ、効率の低下が引き起こされている。動作媒体に対する加熱表面のライデンフロスト点以下に表面が維持

されることによって、残留質量の影響は緩和される。また、エンジン設計に際して非蒸発の液体が排気流とともに外部へ掃き出されることによっても緩和される。さらに、噴射パターンにより効率を向上させる可能性があることも示された。均一質量のスプリット噴射は壁面からの熱伝達量の向上が見られ、効率改善が期待される。

SLFB サイクルは異なる動作流体を用いることにより、自動車用内燃機関以外の分野における低温熱源からも動力を発生させるだけのポテンシャルがあると考えている。

論文審査の結果の要旨

本学位論文では、自動車用内燃機関の熱効率向上を目的とした新しい排熱回収システムを提案している。従来から提案されているランキンサイクルなどとは異なるシステムであり、排熱を高温高压液の生成や機関の加熱に用いることにより、コンパクトで負荷制御が可能なシステムを提案している。特に、本システムの特徴となるフラッシュ蒸気機関を試作し、新しい熱サイクルの熱効率向上に必要な要素技術やシステムを考案し、本機関の基本的な性能を示している。自動車用排熱回収システムの1つとしてその可能性を示した点は評価できる。

第1章では、CO₂削減に向けた自動車用動力源についての国内外の研究動向、自動車用内燃機関における熱効率改善のための対策、特に、排熱回収システムについての研究動向を詳細に解説し、本研究の工学的、学術的な優位性について言及している。**第2章**では、本論文で提案する排熱回収システムの概要を示し、特にフラッシュ蒸気機関を開発するための技術的な課題について言及している。**第3章**では、実際にフラッシュ蒸気機関を試作し、フラッシュ現象や壁面からの熱伝達を利用することで動力発生が可能であることを示し、シリンダ内圧力を解析することにより、フラッシュしなかった飽和水が壁面からの熱伝達により加熱され、さらに圧力上昇することを明らかにした。**第4章**では、フラッシュ蒸気機関において、連続運転可能な条件を調査するため、高温高压水の噴射量や噴射パターンを変化させることにより、高温高压水の仕事への変換効率を求め、その影響因子を明らかにした。**第5章**では、フラッシュ蒸気機関の最適化を行うために必要となる各部品の改善点を明らかにし、本システムの内燃機関への適用方法について言及した。**第6章**では、本研究を総括し、得られた知見をまとめ、フラッシュ蒸気機関を構成する要素を学術的に分類し、将来的な展望を示した。本論文は、工学的分野を基礎とし、エネルギー分野や理学的分野に広く貢献できる内容である。

よって本論文の著者は博士(学術)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名（本籍）	リュウ ケンアン（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第95号
学位授与年月日	平成28年3月26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	北九州市拠点駅前の都市空間特性分析及び評価に関する研究 (Evaluation and Analysis of Urban Spatial Structure around the Train Station in Kitakyushu)
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 工学博士) 審査委員 龍 有二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 審査委員 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 鈴木 五郎 (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

近年、市街地の拡大、都市機能の拡散、低密度な市街地の形成は、都市経営コスト、環境への負荷、高齢者など移動の不便などの増加が懸念され、都市駅前空間の再生による魅力ある地域づくりに寄与するために、地理情報システム解析法及び空間図形分析手法を用いて、駅前の都市空間特性分析及び評価を行い、その有用性を実証する研究である。

第1章は、研究背景と目的、既往研究の整理と位置づけを述べた。

第2章において、空間図形分析 Space Syntax 手法を用いて、拠点駅エリアの空間編成の同定確認を行い、道路を基盤とした都市拠点駅前の都市空間のアクセシビリティを評価できた。

第3章においては、三角グラフを用いて10拠点駅前の土地用途の属性を分類し、さらに時系列を追跡して、エリア内の地域用途変化が明らかにし、駅前の土地用特徴を定量的に分析できた。

第4章において、推移行列マルコフモデルを用い、拠点駅前土地利用の現状を決定する因果構造や変動パターンを明らかにし、過去や現在の状況から、将来や未知の地域の形態を推定する予測を試み、地域特性や土地の利用形態の変化を定量的に明らかにした。

第5章において、都市機能の集中や用途の混合及び徒歩での生活を可能にするコンパクト都市作りを目指すため、空間図形分析 Space Syntax 手法により、地域と施設の混合の関係性を明らかにした。

第6章において、都市構造の評価にあたって、拠点駅前の都市空間の課題を解決し、戦略的に交通拠点の周辺における都市機能の維持を図り、都市機能を誘導する区域及び居住を誘導する区域などを目指すべき将来の駅前の都市空間の評価手法を提案し、検証を行った。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

論文審査の結果の要旨

本研究では都市駅前空間の再生による魅力ある地域づくりに寄与するために、地理情報システム解析法及び空間図形分析手法を用いて、駅前の都市空間特性分析及び評価を行い、その有用性を実証する研究である。

第1章では、研究背景と目的、既往研究の整理と位置づけを述べた。

第2章では、空間図形分析 Space Syntax 手法を用いて、拠点駅エリアの空間編成の同定確認を行い、道路を基盤とした都市拠点駅前の都市空間のアクセシビリティを評価した。

第3章では、三角グラフを用いて10拠点駅前の土地用途の属性を分類し、さらに時系列を追跡して、エリア内の地域用途変化を明らかにし、駅前の土地利用特性を定量的に分析した。

第4章では、推移行列マルコフモデルを用い、拠点駅前土地利用の現状を決定する変動パターンを明らかにし、過去や現在の状況から、将来や未知の地域の形態を推定する予測を試み、地域特性や土地の利用形態の変化を定量的に明らかにした。

第5章では、都市機能の集中や用途の混合及び徒歩での生活を可能にするコンパクトな都市作りを目指すため、空間図形分析 Space Syntax 手法により、地域と施設の混合の関係性を明らかにした。

第6章では、都市構造の評価にあたって、拠点駅前の都市空間の課題を解決し、戦略的に交通拠点の周辺における都市機能の維持を図り、都市機能を誘導する区域及び居住を誘導する区域など目指すべき将来の駅前の都市空間の評価手法を提案し、検証を行った。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上のように、本論文は拠点駅前の都市空間の利活用の分析理論を確立することにより、都市計画分野に新しい知見を与えるものである。一連の研究成果により、都市計画において、駅前の都市空間の評価が定量的な分析を可能にし、今後の都市環境の持続可能な発展に大きく寄与するものである。よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

博士學位論文 内容の要旨および審査結果の要旨
第 20 号 (平成 28 年 3 月授与)

発行日 平成 28 年 4 月
編集・発行 北九州市立大学 学務第二課
〒808-0135
北九州市若松区ひびきの 1-1
TEL 093-695-3330