

平成 30 年度

# 博士學位論文

内容の要旨および

審査結果の要旨

第 25 号

(平成 30 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(学術) | 甲第 007 号 | グエン ホアン<br>チュン ヒエウ | 1  |
| 博士(工学) | 甲第 118 号 | バヤスガラン<br>バトジャルガル  | 6  |
| 博士(工学) | 甲第 119 号 | ハリス ムルワディ          | 11 |
| 博士(工学) | 甲第 120 号 | ユエン                | 14 |
| 博士(工学) | 甲第 121 号 | マ チェンソン            | 18 |
| 博士(工学) | 甲第 122 号 | リ ガンガク             | 22 |
| 博士(工学) | 甲第 123 号 | チョウ ライ             | 25 |

|                |  |
|----------------|--|
| フリガナ<br>氏名（本籍） | グエン ホアン チュン ヒエウ（ベトナム）  |
| 学位の種類          | 博士（学術）   |
| 学位番号           | 甲第007号   |
| 学位授与年月日        | 平成30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>Studies on the oxidative and calcium signaling mechanisms in plant cells under cell-expanding conditions<br/> （伸長成長時の植物細胞における酸化のおよびカルシウム情報伝達機構に関する研究）</p>                                       |
| 論文審査委員         | <p>主 査 河野 智謙<br/> （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 原口 昭<br/> （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 上江洲 一也<br/> （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 山崎 恭<br/> （北九州市立大学国際環境工学部准教授 博士（工学））</p> |

## 論文内容の要旨

Auxin and water are two important factors for the growth of plant cells, particularly for the cell expansion. In the natural environment, plants frequently sense and respond to the changes in level of auxin and water status accompanying developmental and environmental changes. The production of reactive oxygen species (ROS) and the increase in intracellular calcium concentration ( $[Ca^{2+}]$ ) reportedly play important roles for the plant cell responses to various stimuli. Interestingly, ROS production and calcium signaling are often coupled in various signaling pathways, in which ROS generation and  $Ca^{2+}$  signals are stimulated by each other, thus showing alternatively repeated phases of early and late signaling. A number of reports have suggested that the level of both ROS and intracellular  $[Ca^{2+}]$  can be rapidly altered upon the effects of auxin and hypoosmotic shock (Hypo-OS). Therefore, in the present study, the coordination between ROS and  $Ca^{2+}$  signaling under cell-expanding conditions in plant cells were investigated; specifically, a study on the cell responses to exogenous auxin (indole-3-acetic acid, IAA) was conducted in transgenic rice cells harboring protein-based  $Ca^{2+}$  indicator (aequorin) in cytosol, whereas, a study on the cell responses to Hypo-OS was conducted in two transgenic tobacco (BY-2) cells expressing the aequorin gene in either cytosol or nucleus.

### **New findings:**

1. Indole-3-acetic acid (IAA), is as a natural auxin involved in regulation of a variety of growth and developmental processes, reportedly induces the generation of ROS and the increase in cytosolic  $Ca^{2+}$  concentration ( $[Ca^{2+}]_C$ ). In this study, upon the application of exogenous IAA, two members of ROS, namely, superoxide ( $O_2^{\bullet-}$ ) and hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), were monitored by using *Cypridina* luciferin analog (CLA) and luminol, respectively; native coelenterazine was used to reconstitute aequorin in the cytosol of rice cells to monitor  $[Ca^{2+}]_C$ . The results showed that application of IAA to the cells induced a rapid and transient generation of  $O_2^{\bullet-}$  and  $H_2O_2$ , which was followed by a transient increase in  $[Ca^{2+}]_C$ . The IAA-induced  $[Ca^{2+}]_C$  elevation was inhibited by  $Ca^{2+}$  channel blockers ( $Gd^{3+}$  and  $La^{3+}$ ) and a  $Ca^{2+}$  chelator (BAPTA). Especially, ROS scavengers effectively blocked the action of IAA on  $[Ca^{2+}]_C$  elevation. Thus, the link between ROS and  $[Ca^{2+}]_C$  under the actions of IAA was elucidated, of which the IAA-induced ROS possibly contributed to the increase in  $[Ca^{2+}]_C$  in rice cells.

2. Water is important for plants since the influx of water into cytosol particularly contributes to the cell division and expansion in plant cells. However, exceeding water possibly causes the Hypo-OS stress in plants, leading to the high turgor pressure and membrane tension in plant cells. In another aspect, Hypo-OS is recently considered as a model stimulus for studying the mechanical stretching of plasma membrane in plant cells. Indeed, plants have to cope with a variety of mechanical stimuli throughout plant development, such as wind, touch, animal treading, and osmotic pressure, thus, a study of the Hypo-OS responses in plants may also provide key knowledge required for understanding plant adaptive strategies against environmental mechanical stresses. Early reports had been elucidated that Hypo-OS can induce the changes in  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations in both cytosolic ( $[\text{Ca}^{2+}]_C$ ) and nucleic ( $[\text{Ca}^{2+}]_N$ ) phases. However, the use of native coelenterazine for reconstituting native aequorin in nucleus for monitoring of  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  showed to be unstable which suggested the likely inappropriate probe. In this study, I focused to investigate the use of F-coelenterazine, a synthetic analog of native coelenterazine emitting brighter luminescence, to reconstitute F-aequorin in nucleus for monitoring of  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  in tobacco cells.

First of all, I compared the uses of F- and native aequorins for measurement of Hypo-OS-induced increases in  $[\text{Ca}^{2+}]_C$  and  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  in two lines of tobacco (BY-2) exclusively expressing aequorin in either cytosol or nuclei. The results showed that  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  monitored with F-aequorin was highly stable and maintained at high levels for long periods, suggesting that F-aequorin possibly used as the  $\text{Ca}^{2+}$  indicator in nucleus. However, F-aequorin was not appropriate for monitoring of  $[\text{Ca}^{2+}]_C$  due to the continuous decrease of F-aequorin's CL leading to the alteration of  $[\text{Ca}^{2+}]_C$  result. In contrast, the results of native coelenterazine conferred the stable responsiveness in  $[\text{Ca}^{2+}]_C$ , but not in  $[\text{Ca}^{2+}]_N$ . Our finding strongly suggested the use of F-aequorin for specific monitoring of  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  in tobacco cells, that is possibly applicable in other models, widely covering plant, animal and fungal kingdoms.

Based on the appropriate combination of aequorin-localizations and coelenterazines, I have characterized the behaviors of the increases in  $[\text{Ca}^{2+}]_C$  and  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  induced by Hypo-OS, that both  $[\text{Ca}^{2+}]_C$  and  $[\text{Ca}^{2+}]_N$  increases were shown to be biphasic, consisting the first (1<sup>st</sup>) minor peaks within initial 30 s and followed by the second (2<sup>nd</sup>) major peak. The aging of cultured cells can vary the

Hypo-OS responses in the elevation of  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$ . The movement of  $Ca^{2+}$  from extracellular space into intracellular space in response to Hypo-OS was effectively blocked by using  $Ca^{2+}$  inhibitors and  $Ca^{2+}$  chelator. The elevations of both  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$  were sensitively modulated by the inhibitors of calmodulin and protein kinases, supporting the view that calmodulin suppresses the 1<sup>st</sup> peaks and protein kinases enhance the 2<sup>nd</sup> peaks in both  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$ . In addition, DMSO, is a well-known solvent to dissolve the poor soluble molecules, including inhibitors using in the present study, was evaluated its side effect on the changes in Hypo-OS-triggered  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$ . I observed that DMSO enhanced the hypo-osmotically induced increases in both  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$ , especially, largely enhanced the 1<sup>st</sup> peaks. Taken together, our data suggested that the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> events depend on the internal and extracellular  $Ca^{2+}$  sources, respectively.

Lastly, I focused on the link among Hypo-OS impacts, generation of ROS, and calcium signaling events. The results showed that Hypo-OS can induce the production of ROS, reflecting in the production of  $O_2^{\bullet-}$ . The effects of several ROS inhibitors on the changes in  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$  were investigated to assess the coordination between ROS and  $Ca^{2+}$  signaling. The results showed that DABCO, a scavenger of singlet oxygen ( $^1O_2$ ), can inhibit the 2<sup>nd</sup> peak but enhance the 1<sup>st</sup> peak in both  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$ . Meanwhile, Tiron, a  $O_2^{\bullet-}$  scavenger, showed no effect on the changes in  $[Ca^{2+}]_C$  and  $[Ca^{2+}]_N$  upon Hypo-OS. Thus, it suggested that the production of ROS is required for the cell responses to Hypo-OS, in which  $^1O_2$  plays the role for regulation of the  $Ca^{2+}$  increases in cytosol and nucleus.

## 論文審査の結果の要旨

オワンクラゲ由来のカルシウム感受性発光タンパク質・エクオリンの遺伝子を細胞質および核内で特異的に過剰発現させた植物の培養細胞（イネ及びタバコ）を主な材料として、伸長成長時の植物細胞における酸化的小およびカルシウム情報伝達機構に関する研究を行った。特に低浸透圧ストレス下および植物ホルモン・オーキシンの存在下での細胞伸長が誘導されたときに起きる生化学反応に着目し、活性酸素生成機構およびイオンチャネルの活性化メカニズムが細胞の応答に重要な役割を果たす事象を明らかにしている。また、産業への貢献として、人工光源下で細胞の伸長成長が誘導されたニンニクのシュートにおける成長計測および生長制御に関する技術的貢献も本研究テーマに関連する取り組みとして、学位論文内に章を設けた。一連の研究成果は、3報の筆頭著者論文および1報の筆頭著者に順ずる論文（何れも査読付論文、内2報は短報）として国際的な学術誌に発表済みあるいは受理済みであり、学位授与に関する規定を満たしている。以下、発表論文に対応した主要な研究成果の抜粋である。

(1) 天然オーキシンによる細胞伸長の初発反応としてのスーパーオキシド生成（化学発光法）と下流での細胞質  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度上昇（エクオリン発光）の関係を解明。

(2) ニンニク球根内で伸長成長するシュートの光受容機構の解明。

(3) 低浸透圧条件下における機械刺激応答性  $\text{Ca}^{2+}$ チャネル活性化の上流で機能する情報伝達因子（カルモジュリン、蛋白リン酸化酵素）の関与の解明。

(4) エクオリン蛋白の局在的な発現（核、細胞質）と発光基質（天然、F置換型）の組み合わせによる発現新規の発光基質の組み合わせによる低浸透圧応答性の核内・細胞質内の遊離  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度のモニタリング法の開発と有機溶媒存在下での実証。

尚、予備審査において指摘された疑問点や課題に対し、本審査の時点で、明快な回答を示されている。よって本論文の著者は博士（学術）の学位を受ける資格があるものと認める。

|                |   |
|----------------|---|
| フリガナ<br>氏名（本籍） | バヤスガラン バトジャルガル（モンゴル）  |
| 学位の種類          | 博士（工学）  |
| 学位番号           | 甲第118号  |
| 学位授与年月日        | 平成30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         | EMISSION PREDICTION OF THE MOBILE SOURCES AND<br>EFFECT ESTIMATION OF THE COUNTERMEASURES IN<br>ULAANBAATAR<br>(ウランバートル市における自動車起因排出ガスの将来予測及び対策の効果推計)              |
| 論文審査委員         | 主 査 松本 亨<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 野上 敦嗣<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 二渡 了<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 博士(工学))<br>審査委員 長 弘基<br>(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

Air quality and air pollution control are tasks of international concern as, for one, air pollutants do not refrain from crossing borders and, for another, industrial plants and motor vehicles which emit air pollutants are in widespread use today. Owing to their rapidly increasing numbers and very limited use of emission control technologies, motor vehicles are emerging as the largest source of urban air pollution in the developing world. Polluted air causes annoyances and can, when it occurs in high concentrations in these cities, constitute a serious health hazard.

Comparing the statistical data of 2015 with that of 2000, the total population of Ulaanbaatar city increased 1.8 times, the length of roads increased 1.6 times and number of vehicles increased 7.8 times. Most of these vehicles are second hand, about 72% of all vehicles passed more than 10 years. Sulfur content of supplied fuel in Ulaanbaatar city is approximately 200 ppm for gasoline and 1200 ppm for diesel. On the other hand, in Japan, Europe, and U.S.A, low sulfur fuel supply such as 50 ppm (Euro 4) or 10 ppm (Euro 5) is indispensable to ensure function of emission reduction system. Particulate matter (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), sulfur dioxides (SO<sub>2</sub>) and nitrogen dioxides (NO<sub>2</sub>) concentrations on the roadsides of Ulaanbaatar are 2 to 2.5 times higher than the Mongolian National Air quality standard, 2-6.3 times higher than the World health organization Air quality guideline.

It becomes necessary to make use of all the scientific tools available for the management of the atmospheric environment.

Emission inventories are now regarded as indispensable tools for a wide range of environmental measures such as management of chemicals as well as the prevention of air pollution. The quantitative emissions estimates provided by an inventory promote a better understanding of the actual emissions and help to raise the awareness of both policy makers and general public. Estimated future emissions provide important information for setting emissions targets. An accurate and comprehensive emission inventory helps governments to make quantitative assessments of the source contributions to air quality, adopt effective strategies with regard to air pollution, develop and implement effective policies that reduce emissions and enables them to plan cost-effective strategies.

The emission inventory in main roads was prepared, the vehicle emission prediction dynamic model was developed and the effectiveness of some countermeasures as applying the new gas exhaust standard and using fuel additives was assessed. Then, to

compare the results obtained in real situations (current situation) with those in the scenario in which fuel additive was used and the Euro 4, Euro 5 vehicle emission standard was applied.

For the main roads, the annual emission of NO<sub>x</sub> was 6905.7 ton and PM was 301.7 ton. In consideration to vehicle type, the truck and bus accounted 49% and 34% of NO<sub>x</sub> emission, 30% and 15 % of PM emissions respectively. The passenger cars accounted 17% and 55% of NO<sub>x</sub> and PM emissions. In consideration to vehicle age, vehicles with over 10 years accounted 96% and 82% of NO<sub>x</sub> and PM, with 4-9 years accounted 3% and 17%.

The vehicle emission prediction model was developed from 2015 to 2040, using system dynamics which is a methodology for studying and managing complex systems that change over time. The HDVs and vehicles in service for more than 10 years accounted for a significant proportion of the total pollution. In comparing 2015 with 2040, the total vehicle population was increased by 3.9 times, the total vehicle emission level was increased by 4.3 times. The real situation and two kinds of scenario were compared: scenario 1, the Euro 4 standard for all vehicles was applied from 2015, and the Euro 5 standard for all vehicles from 2020. Scenario 2, which is same as scenario 1 but all vehicles except over 10 years. The result of scenario 1, by converting to the Euro standard, the emission level in the real situation shows that NO<sub>x</sub> was 1/3, PM was 1/7-1/37, and CO was 1/3-1/5. As a result for the scenario 2, the emission level in the real situation was reduced NO<sub>x</sub> by 0.8%-22%, PM by 10%-38%, and CO by 4%-27% respectively from 2015 to 2040.

The vehicle fuel additive (Lubricon A-112M) was tested to improve fuel quality. Results were shown that for the vehicle with a gasoline engine, when using the fuel additive, the emission level of NO<sub>x</sub> was decreased by an average of 1.69 to 1.87 times (26%–37%). For the vehicle with a diesel engine, when using the fuel additive, the emission level of NO<sub>x</sub> was decreased by an average of 1.04 to 1.51 times (4%–30%). The purpose of this study was to assess the effectiveness of using fuel additives and applying the new gas exhaust standard in Mongolia. In this scenario, the Lubricon A-112M fuel additive was used in 30% of all vehicles from 2016, and the Euro 4 standard was used for all vehicles except those over 10 years old, from 2020. The emission level of NO<sub>x</sub> and PM was reduced by 8% and 13% when using fuel additive from 2016 to 2020, and approximately 6%–22% and 16% –30% when applying the Euro 4 standard respectively from 2020 to 2040.

For the scenarios of the first year, the vehicle emission of NO<sub>x</sub> and PM was reduced

by 4% and 16% approximately when Euro standard applied all vehicles except over 10 years old. Furthermore, vehicle emissions decreased significantly year by year during the scenarios because the vehicle population of 0-9 years old was increased. Therefore it is not good effective to apply new emission standard without decreasing vehicle population with over 10 years old.

## 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の大気汚染は、益々深刻になっている。その主要な要因は、石炭の燃焼と自動車交通である。最近 10 年間で、人口が 1.5 倍になったのに対して、自動車保有台数は 4.5 倍に増加した。モンゴルでは、中古車がほとんどであり、車齢が古いことも大気汚染の大きな要因となっている。本研究は、自動車の車齢と排ガスの排出係数に着目し、ウランバートル市の自動車排ガスの将来予測を行った。また、対策として自動車燃料添加剤の効果を実際に測定し、将来予測モデルに反映することでその効果を将来にわたり推計した。

本論文は、全 6 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について述べている。第 2 章では、本論文の目的と手法を説明している。第 3 章では、車種別台数、走行距離、排出係数から市内主要道路の PM, NO<sub>x</sub> の排出量を推計している。第 4 章では、システムダイナミクスを用いて、2015～2040 年の自動車排ガス(PM, NO<sub>x</sub>, HC, CO, CO<sub>2</sub>)の将来予測モデルを構築している。これを用いて、趨勢ケースの他、すべての車両に排ガス基準「Euro 4」が 2015 年から適用され、2020 年からすべての車両に「Euro 5」が適用されるケース（シナリオ 1）、車齢 10 年以上を除いてこれらの基準を適用するケース（シナリオ 2）の効果推計を行い、趨勢ケースからの変化を抽出している。第 5 章では、車両燃料添加剤の効果を試験するために車載型の測定器を用いて測定している。その結果、ガソリンエンジンの場合で NO<sub>x</sub> の排出レベルが 26～37%減少すること、ディーゼルエンジンの場合で 4～30%減少することなどが示されている。また、これを用いた場合の 2040 年までの将来予測も示されている。第 6 章は、本論文の総括である。

以上要するに、本論文は、モンゴル・ウランバートル市を対象とした自動車排ガスの将来予測モデルを構築し、対策の効果推計に必要な入力変数の計測と効果の将来予測を行うことで、それらの有効性を示したものである。本研究の成果は、途上国都市の大気汚染対策の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<br>氏名（本籍） | ハリス ムルワディ（インドネシア）  |
| 学位の種類          | 博士（工学）   |
| 学位番号           | 甲第119号   |
| 学位授与年月日        | 平成30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         | A study of five dimensions evaluation model on public university sidewalks in Lampung, Indonesia<br>（インドネシア国ランポン市における公立大学キャンパス内歩行者道の多指標評価モデルに関する研究）                    |
| 論文審査委員         | 主 査 デワンカー バート<br>（北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士）<br>審査委員 福田 展淳<br>（北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学））<br>審査委員 高 偉俊<br>（北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士）<br>審査委員 安井 英斉<br>（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

University campus is an area that has a variety of functions supporting student activities. Campus sidewalk is a space that connects students activity between one function with other functions. The existence of sidewalk is important in accommodating student activities on the campus environment. However, between the regulation and conditions of the campus sidewalk is a gap. Thus, the evaluation of the sidewalk of the campus becomes a priority to improve its quality.

This study aims to find the evaluation model of campus sidewalks which is suitable with student characteristic at public university in Lampung, to know the characteristics correlations between profile and student activities of public university, to understand the importance factor of students towards the campus sidewalk, to assess the level of student satisfaction and the factors that influence on the campus pedestrian ways.

The selected study cases are in the three largest public campuses in Lampung Province, namely the University of Lampung (hereinafter referred to UNILA), State Islamic University of Raden Intan Lampung (hereinafter referred to UINRIL), and State Polytechnic of Lampung (hereinafter referred to POLINELA). The combined method is used sequentially ie qualitative and quantitative. Thus, the method of collecting and analyzing the data is adjusted in the order.

This study found an evaluation model introduced by five dimensions: quality, design, safety, sensory, and amenities. The study also found that the profile of transportation mode is a profile affecting student activity. In the case of public campus, the variable safe from the accident is the dominant variable that is the most widely perceived differently by the student activity. This study found six variables that are felt not satisfied significantly are periodic of maintenance variables, completeness of supporting tools for disability, the width of the path, safe from a traffic accident, adequacy of light at night, availability of zebra crossing. However, the variables that have an effect on overall satisfaction are the type of material variables on the pedestrian path, the continuity of the path without significant elevation differences, the safe from a traffic accident, the visual attractiveness, and availability of parking lots.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、インドネシア国ランブン市にある三つの公立大学を研究対象とし、収集したデータを解析し、新たな評価ツールを開発し、歩行者道の歩行快適性を向上させることや歩行者道の品質を改善す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、歩行者道評価をはじめ、大学キャンパス内の歩行者道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、文献データやアンケート及び野外観察の3要素で収集したデータに基づいて定性的手法と定量的手法の2段階を用いて評価モデルを作成し、ランブン市にある三つのキャンパスを調査対象とし、実施したアンケートにより歩行者と空間の影響要因について因子分析を行った。

第4章では、ランブン市内にある三つの公立大学を研究対象とし、学生の特性に適したキャンパス歩行者の評価モデルを確立し、キャンパスのコンテキストに関連する36のキーワード(変数)を導出した。**Small Focus Group Discussion(SFGD)**(少人数で構成されるフォーカスグループ)は36変数によるグループ分けで、品質・デザイン・セキュリティ・感覚・施設の多指標評価モデルを見出し、解析を行った。

第5章では、プロフィール(性別、入学年、交通手段、学生組織への参加)と学生の活動(キャンパスでの活動の持続時間、キャンパスでの歩行頻度など)を作成し、記述的分析、頻度分析(プロフィールおよび学生活動)、クラスター分析(プロフィール活動と学生活動との相関)で得られた結果を使用し、プロフィールと活動との対応関係において、学生の活動に影響を与える傾向があるプロフィールが、性別、入学年、および組織参加であることを見出した。

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。主成分分析を使用して支配的な因子を抽出し、分散分析を用いてレベルの重要性の違いを見出した。

第7章では、学生の満足度とキャンパスの歩行者に影響する要因を評価することを目的として支配的要因を知るために頻度分析、関係を知るための相関分析、全体的満足度に対する変数の効果を知るための回帰分析を行った。

第8章では、本研究成果の都市計画への適用可能性について示すとともに、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、多指標評価モデルを提案しキャンパスの歩行者の方法、特にランブン市の公立キャンパスを評価する上で効果的なモデルを確立でき、学生の満足度に影響を与える変数の傾向を分析し、新たな評価ツールを開発することによって、キャンパス内の歩行者道の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<br>氏名（本籍） | ユユン（インドネシア）   |
| 学位の種類          | 博士（工学）  |
| 学位番号           | 甲第120号  |
| 学位授与年月日        | 平成30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>Human Mobility of Social Network Users in an Urban Area:<br/>Case Study in Makassar City, Indonesia<br/>（都市地域におけるソーシャルネットワーク利用者の活動性に関する研究 —インドネシアマカッサル市を対象として—）</p>                        |
| 論文審査委員         | <p>主 査 デワンカー バート<br/>（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<br/>（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 高巢 幸二<br/>（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 秋葉 勇<br/>（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

In recent years, social media has developed rapidly. This progress is underpinned by the providers' sites offering the latest innovations in order to attract users. In addition to being a communication channel, social media can also provide a user's location coordinates through the check-in feature. With this feature, individuals can indicate their surroundings by sharing particulars about their location. In this case, the location sharing displays a map that reveals the time and place at which an individual's status was posted; thus, individuals' activities in the virtual world reflect that what is happening in the real world. Therefore, Location check-in reveals the existence of individual hidden activities that show human movement. Furthermore, the check-in feature generates unprecedentedly rich information about urban space. As an effect, location-based social media provides new knowledge that reinforces previous theories about human movement.

In this dissertation, the author analyses 211,922 check-ins on Twitter in Makassar City. Specifically, this study discusses whether human movement sourced from location-based social media can be used as a data source for urban planning. In previous research, the dataset was utilized to analyse people's movement by comparing the population on Twitter with the real urban population. The analysis uses three data sources: Twitter data, the population census, and questionnaire data. Secondly, a mapping approach was used to study the dynamic urban land-use pattern by combining check-in features and individual text-posting activities. Thirdly, using a grid based on an aggregation method to analyse the city center's location and delineate the boundaries of the city. Forth, quantified the mobility of urban inhabitants by examining individuals' movement patterns and calculated how far people travel in the city. Lastly, analysed the activity of social media users in the public spaces and public facilities by identifying the type of places that become a priority for people visit.

This study concludes that there is a correlation between the urban population and the Twitter population in identifying the existence of people in a region. The author also observes that the check-in distribution in an area offers an excellent opportunity to define the land-use function. Due to social media data being dynamic, in certain conditions space will change its function. This situation depends on the time, the day and the users' text-posted status. In this regard, the findings provide input for stakeholders in creating an up-to-date urban land-use pattern. Finally, the author concludes that, as a data source, location-based social media has great potential for helping understand the shape and structure of a city.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、ソーシャルメディアユーザーの数が大幅に増加している都心部を対象とし個別のモビリティの存在を暗示する個別のデジタルフットプリントを調査し、具体的には、特定の地域における人口の広がり の推定、動的土地利用マップの作成、都市住民の活動性の定量化、都心部の特定及び公共空間や公共施設におけるソーシャルメディアユーザーの活動を分析することを目的とする。

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、ソーシャルメディアに基づいた人間のモビリティ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、マカッサル市の人口推移、インターネットの使用率及びソーシャルメディア使用の現状を分析し、SNS から見たソーシャルメディアユーザーの活動について述べている。

第4章では、ツイッター(Twitter)ユーザーのプロフィール(性別、年齢、職業など)を特定し、都市部の人々の存在とジオロケーションデータとの関係について解析を行った。

第5章では、ダイナミックな土地利用を特徴付ける情報源としてソーシャルメディアチェックインから得られる3種類のデータ(チェックイン、タイムスタンプ、ユーザーのステータステキスト)を使用し、都市部を分割するグリッドベースの集約手法を提案した。

第6章では、546人のツイッター・ユーザー(38,185のチェックイン)から地理的位置情報とソーシャルメディアデータに投稿されたユーザーテキストに基づいて都市住民の移動(モビリティ)をより適切にパターン化したデータに基づき、より詳細に各データの特徴を解析している。

第7章では、ツイッターのソーシャルメディアデータから得られた都市コアの境界線を描写し、市内中心部の位置をグリッドベースで集計する方法とテキストマイニング方法を提案し、ツイッターの地図を分割し、この調査で提示される2種類のデータ、チェックインとユーザーのステータステキストの分析から教育施設・商業施設・飲食施設の3つのグループを分類化について述べている。

第8章では、マカッサル市の公共空間と公共施設毎におけるソーシャルメディアユーザーの活動をフィルタリング手法を用いて活動状況を明らかにした。

第9章では、本研究成果の都市計画への適用可能性について示すとともに、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、ツイッターデータ及びアンケートデータの組み合わせによって、昼間人口と夜間人口の推定法を確立した。またチェックインアクティビティを提案されたメソッドを使用し、動的土地利用タイプをグループ化し、モビリティパ

ターンに関する4つのモデルを見出した。ツイッターユーザ分布に起因する個々の動きによって都市コアの境界を描くことができ、確立した調査手法は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<br>氏名（本籍） | マ チェンソン（中国）   |
| 学位の種類          | 博士（工学）  |
| 学位番号           | 甲第121号  |
| 学位授与年月日        | 平成30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>Study on the Utilization of Sun Heat in Air Layer Attached to External Wall of a House with Central HVAC System<br/> （全館空調システム住宅の外壁に設置された空気層による太陽熱利用に関する研究）</p>                        |
| 論文審査委員         | <p>主 査 福田 展淳<br/> （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 龍 有二<br/> （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 高 偉俊<br/> （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 孫 連明<br/> （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

In the thesis, we conducted an actual survey to understand the situation of heat utilization of the air channel and used numerical simulations to examine the effective method of heat utilization of the air channel. To reduce the heating load, during the heating period, the heat from the air channel of the sunspace, Trombe wall, and DSF is sent to the central air conditioning room, from where it is then distributed and stored throughout the building by way of air circulation. Further, during the cooling period, the cooling load can be reduced by opening the windows on the outside of the sunspace and using the roof and wing walls to provide shade from the sun. The experimental work introduced here mainly focuses on the analysis of the performance of the sunspace, when the air is sent to the central air conditioning room from the air channel of the sunspace. The sunspace is located on the south side of the house with a central air conditioning and air circulation system. The house is in Miyazaki, Japan. We ran numerical simulations using THERB for HAM software to investigate effective methods of using the heat from inside the air channel (sunspace, DSF and Trombe wall), as well as possible structural improvements. We also conducted the energy performance comparison between a sunspace, double skin facade and Trombe wall.

In the chapter 1, background, previous research, objectives, purposes, and configuration of the thesis are described.

In the chapter 2, an overview of the demonstration house and simulation conditions.

In the chapter 3, we conducted an actual survey to understand the situation of heat utilization of the sunspace and used numerical simulations to examine the effective method of heat utilization of the sunspace.

In the chapter 4, we conducted an actual survey of the thermal environment for demonstration houses in Miyazaki city and analyzed the thermal environment of each room.

In the chapter 5, the main purposes of this chapter are to identify heat collection effects and heating load reduction effects of a sunspace structure based on numerical simulation by examining efficient heat utilization methods within a sunspace and floor plans in winter.

In the chapter 6, numerical studies on the energy performance of the sunspace, DSF (double skin facade) and Trombe wall were carried out.

In the chapter 7, we clarified the thermal environment of each room during heat utilization of the sunspace, double skin facade and Trombe wall and examined whether it is possible to maintain thermal environment suitable for daily behavior.

In the chapter 8, the results of the thesis are summarized.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、宮崎県宮崎市に建設された空気循環式全館空調システムによる実証住宅を事例とし、実測実験と数値計算により集熱用の空気室の集熱効果と運用方法の検討を行っている。冬季の暖房期間に、暖房負荷を削減するため、南側外壁面の集熱用の空気層として、サンスペース（温室）、トロンプウォール、ダブルスキンファサードの3タイプを想定し、これらの太陽熱集熱空間から中央の空調室に熱を送り、この空調室から各居室には、空気循環システムによって熱が送られるシステムとなっている。夏季の冷房期間は、この集熱スペースは常時開放され屋外となり、屋根部分が庇の役割を果たしている。サンスペースは、実測によって効果を測定し、トロンプウォールとダブルスキンファサードの効果は、数値シミュレーションで求め、どの手法が有効かを比較し解析している。数値シミュレーションには、九州大学の尾崎らが開発したTHERB for HAMを用い、それぞれの集熱空間の温度変化を求め、居室でのエネルギー負荷削減効果を比較している。

第1章では、研究の背景、既存研究、研究の位置付け、目的及び本論文の構成が示されている。

第2章では、モデル住宅の概要、導入された熱循環システム及びシミュレーションの設定条件が示されている。

第3章では、南面2階に設置したサンスペースによる熱利用の効果を実測を通し確認し、風量や床の熱容量を変化させた場合、また、隣接する部屋とサンスペースとの間のドアを開放した場合等を数値シミュレーションによって比較し、サンスペースの熱利用に有効な手法を検討した。

第4章では、サンスペースの熱利用が居室各部屋の温度に及ぼす影響を解析し、最寒期の晴天時では、ただ単に風量を増やすだけではサンスペースの熱を十分使い切れないことを明らかにしている。

第5章では、サンスペースを南面1階にも設置した場合の熱負荷削減効果及びドア開放と空調室への熱搬送の場合の負荷削減効果を比較し解析している。

第6章では、数値シミュレーションを用い、サンスペースとダブルスキンファサード及びトロンプウォールの比較を行い、全室24時間空調及び全室間欠空調ではトロンプウォール、各室間欠空調（専業主婦）ではサンスペース、各室間欠空調（共働き）ではトロンプウォール、ダブルスキンの順で効果が高いことを明らかにしている。

第7章では、サンスペースとダブルスキンファサード及びトロンプウォールの違いが、集熱空間及び各居室の温度に及ぼす影響を解析し、熱の有効利用の状況を詳細に比較している。

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、本論文では、新たに開発された空気循環式全館空調システムにサンスペース、ダブルスキンファサード及びトロンブウォールを組み合わせ、太陽熱を有効利用した新たな省エネルギー手法の解析を行い、その有効性を示している。数値シミュレーションを用い、エネルギー負荷削減効果を定量的に示した意義は大きく、更なる省エネルギー化が必要とされる建築分野の住宅部門でのエネルギー負荷削減に大きな役割を果たすと考えられる。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<br>氏名（本籍） | リ ガンガク（中国）  |
| 学位の種類          | 博士（工学）  |
| 学位番号           | 甲第122号  |
| 学位授与年月日        | 平成30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         | MODELLING AND EVALUATION FOR POWER SUPPLY SYSTEM WITH CONSIDERATION OF SUPPLY AND DEMAND SIDES<br>(供給と需要側を考慮した電源システムのモデリングと評価)  |
| 論文審査委員         | 主 査 高 偉俊<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 デワンカー バート<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 高巢 幸二<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）)<br>審査委員 藍川 昌秀<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）<br>博士（農学）)<br>審査委員 韋 新東<br>(吉林建築大学 教授 博士（工学）) |



## 論文内容の要旨

Increasing share of variable renewable generation poses challenges to public grid. Modelling and optimization of sustainable power system and energy network are becoming complex engineering. Similar to integration and dispatch of renewable energy, demand side resources need to be planned considering characteristics of district energy supply scenario.

Chapter 1 presents the worldwide situations of renewable technology development, then provides the opportunities and challenges for power supply system with increasing variable renewable integration, states the importance of coordinate demand side management.

Chapter 2 introduces the concept and approach for load leveling. Then previous research about impacts of renewable energy integration and role of storage system are investigated. Finally, the assessing approaches are illustrated, including residual load duration curve, screen curve method and evaluation for demand side management from bottom up approach.

Chapter 3 investigates the feasibility of Virtual Power Plant (VPP) based on scenario of Chongming Island. VPP focuses on expansion of renewable energy and upgrade of efficient appliances, results verify the effectiveness of the VPP concept under designed energy market.

Chapter 4, investigates the techno-economic viability of high variable renewable integration. PV curtailment has occurred when PV integration reaches grid flexibility limitation. PV-PHS (Pump hydro storage) dispatch scenarios are carried out with constraints, PHS effectively recovers the suppression and decreases the PV power leveled cost. Introduction PV-PHS shifts merit order curve to right, decreasing power generating cost.

Chapter 5 investigates the cost saving and environmental benefits of optimal designed decentralized energy systems. Scheduled distributed energy resources could be optimized to level grid load, and reduce the output from peak-meeting plant. Subsidies or further cost drop is essential for wide preference of specific efficient energy technologies.

Chapter 6, the performance of dynamic price based demand response is investigated based on the social demonstration project experiment. Reasonable subsidy or relevant incentive policy to grid-supporting power technologies is proposed.

Chapter 7, the conclusions of whole thesis and the future work.

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、再生可能なエネルギーの利用配分分析とともに、地区のエネルギー供給シナリオの特性を考慮した持続可能な電力システムとエネルギーネットワークのモデリング及びその最適化について検討した。

第1章では、再生可能エネルギーの利用実態を調査・分析した上で、本研究の目的及び必要性を明らかにした。

第2章では、負荷平準化の概念とアプローチについて述べ、負荷持続時間曲線、スクリーンカーブ法及び需要サイドの評価手法を提案した。

第3章では、VPP(Virtual Power Plant)の導入可能性を検討し、実在の地域におけるVPPコンセプトの有効性を検証した。

第4章では、燃料エネルギーと可変性の高い再生可能なエネルギーの統合における技術経済的実行可能性について検討した。PV(Photovoltaics)の統合がグリッドの柔軟性の限界に達すると、PV出力の抑制が発生した。PV-PHS(Pump hydro storage)の送電シナリオを制約条件で実行すると、PHSは効果的に抑制を回復し、PV電力平準化コストを減少させた。PV-PHSの導入は発電コストを削減することがわかった。

第5章では、最適化された分散型エネルギーシステムのコスト削減面及び環境面における利益について検討した。計画的なエネルギー資源の配分は、グリッドロードの平準化を最適化し、発電所でのピーク供給時の発電を抑え得る。効果的なエネルギー技術が広く受け入れるには、助成金やさらなるコストダウンが不可欠であることを明らかにした。

第6章では、実証実験の結果から、需要に基づくダイナミックプライシングのパフォーマンスについて考察し、グリッドサポート電力技術に対する補助金やインセンティブポリシーのあるべき姿について提言した。

第7章では、論文のまとめ及び今後の研究展望を述べた。

以上のように、本論文は再生可能なエネルギーと持続可能な電力システムのモデリング及び最適化を行ったことにより、その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、電力システムにおける再生可能なエネルギー利用の定量評価を可能にし、今後の地域エネルギー利用や環境工学の発展に大きく寄与するものである。よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

|                |  |
|----------------|--|
| フリガナ<br>氏名（本籍） | チョウ ライ（中国）   |
| 学位の種類          | 博士（工学）   |
| 学位番号           | 甲第123号   |
| 学位授与年月日        | 平成30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         | Development of the Evaluation Index System and<br>Comprehensive Evaluation of Eco-industrial Parks and<br>Enterprises as Circular Economy<br>(エコ産業団地と循環経済型産業の評価指標システムの開発と<br>総合評価) |
| 論文審査委員         | 主 査 松本 亨<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 野上 敦嗣<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士)<br>審査委員 二渡 了<br>(北九州市立大学国際環境工学部教授 博士(工学))<br>審査委員 城戸 將江<br>(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

Circulation economy is the inevitable choice of industrialization because of improving the economic efficiency and reducing resource consumption, can fundamentally solve the contradiction between economic growth and environmental protection in the industrial development. The general evaluation of circular economy can be conducted from three levels: city level, industrial park level and enterprise level. However, the researches on the assessment of enterprise level and industrial park level are relatively few, and a unified standard system framework is not yet to be formed.

In this study, the circular economy was evaluated for enterprises and eco-industrial parks. According to the different characteristics of industrial parks and enterprises, the AHP method and the expert consultation questionnaire method are used to establish their respective evaluation index systems and the weights of each index: i) The eco-industrial park evaluation system includes six levels of economic development, resource utilization, environmental protection, and eco-friendly, park administration, and social progress, a total of 50 indices; ii) Enterprise evaluation system include six levels of economic benefits, resource & energy consumption, waste discharge, recycle & reuse, environmental protection construction & technological innovation capabilities, and enterprise management & social benefits, a total of 34 indices. Also, due to the characteristics of different industries, the electric power, steel, coal, and papermaking industries have been analyzed respectively, and established the circular economy evaluation index systems for these four special industries.

An eco-industrial park (TEDA) and an enterprise (Tianjin SDIC power plant) as the example, their circular economy levels were conducted respectively the comprehensive evaluation according to established evaluation index systems. The results show that the established evaluation index systems have a good performance.

## 論文審査の結果の要旨

近年、世界的に「循環経済(Circular Economy)」の概念が注目されている。これは、資源の効率的な利用により最大限の付加価値を生み出す経済政策であり、環境と経済の統合化を目指す政策といえる。中国では、2009年にすでに循環経済促進法が公布されるなど、資源効率の向上と環境管理に力を入れている。都市レベル、産業団地レベル、企業レベルの3つの階層からのアプローチが進められており、生態産業園区(Eco-industrial Park: EIP)もその一例である。本研究は、EIPと企業を対象とした循環経済の評価指標システムを開発し、適用した。

本論文は、全6章で構成される。第1章では、本論文の背景及び着目点について述べている。第2章では、既往研究のレビューと本論文の目的・手法について説明している。第3章では、AHP(階層化意思決定法)とパネル調査を用いた評価指標システムを提案している。EIPに対する評価システムには、経済発展、資源利用、環境保護、環境配慮、園区管理、社会発展度の6つの階層があり、計50の指標を設定している。企業に対する評価システムには、経済的利益、資源・エネルギー消費、廃棄物の排出、リサイクル・再利用、環境保護の構築と技術革新能力、企業経営と社会的利益の6階層と計34の指標を設定している。後者の評価システムでは、一対比較値をファジィ数で表現した、いわゆるファジィ AHPを採用している。第4章では、構築したEIPに対する評価手法を天津経済開発園区(TEDA)に適用し、評価結果を分析することで改善策や対策を提案している。第5章では、企業に対する評価システムを、天津SDIC(State Development and Investment Corporation)のTianjin Beijiang Power Stationに対して適用することで、企業の循環経済に対する進捗度と改善の方向性について考察している。第6章は、本論文の総括である。

以上要するに、本論文は、EIPと企業を対象とした循環経済の進捗度を総合的に評価するための評価指標システムを、AHPとファジィ AHPを応用することで開発し、中国の具体的フィールドに適用することで、それらの有効性を示したものである。本研究の成果は、循環経済の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。

博士學位論文 内容の要旨および審査結果の要旨  
第 25 号 (平成 30 年 9 月授与)

発行日 平成 30 年 10 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