

平成 26 年度

# 博士學位論文

内容の要旨および

審査結果の要旨

第 18 号

(平成 27 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 78 号	古賀 晴香	1
博士(工学)	甲第 79 号	ゴ ケイ	4
博士(工学)	甲第 80 号	チョウ ゲンブン	7
博士(工学)	甲第 81 号	渡利 和之	11
博士(工学)	甲第 82 号	チン イサオ	14

フリガナ 氏名（本籍）	コガ ハルカ 古賀 晴香（福岡県）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第78号
学位授与年月日	平成27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	光応答性ハイドロゲルを利用したオンデマンド細胞アレイ化技術 (On-demand cell array technique using a photo-responsive hydrogel)
論文審査委員	主 査 中澤 浩二 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）) 審査委員 櫻井 和朗 (北九州市立大学国際環境工学部教授 理学博士) 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 高島 康裕 (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

生体内の組織や臓器では、複数の細胞が秩序ある階層構造を形成し、相互作用することによって恒常性が維持されている。それ故に、培養細胞を利用して生体類似構造（バイオミメティック構造）を構築することは、再生医療や細胞アッセイ技術を発展させるための重要な課題であり、細胞を任意の位置に配列させるアレイ化技術はそれを実現するための有効な手段の一つである。そこで本研究では、培養基板上における細胞の配置や形状をオンデマンドに制御できる新しい細胞培養手法の開発を行った。

オンデマンドな細胞アレイ化技術として、光照射によるハイドロゲルのゾル化を利用して基板上に微細構造を規則的に形成させ、細胞を配列させるという発想を行った。この発想を実現するために、熱によってゲルゾル転移するアガロースゲルと、近赤外線（NIR）領域の光を吸収して光熱交換性するカーボンナノチューブまたは金ナノロッドを分子ヒーターとして複合した「NIR 応答性アガロースゲル」を開発した。このゲルに NIR 照射すると、照射部のみが瞬時にゾル化され、ゲル上に微細構造が形成された。このゾル化領域の大きさは、対物レンズ径、ゲル内 CNT 濃度、NIR 照射強度などで制御することが出来、また、段階的なゾル化領域の形成も可能であった。これらの結果より、本手法は自由自在にゲル上の微細構造を加工できる技術であることが実証された。

本技術を段階的な細胞のアレイ化、さらに細胞の三次元組織化技術へと展開した。まず、厚さ数  $\mu\text{m}$  の NIR 応答性アガロースゲルの薄膜を培養支持体上に形成させ、肝細胞と線維芽細胞（NIH 3T3 細胞）がライン状に規則的に配列された精密共培養を行った。肝細胞のみの単培養と比較し、共培養では高い肝特異的機能活性を示し、バイオミメティック構造を形成させることの有用性を証明した。また、厚さ数百  $\mu\text{m}$  の NIR 応答性アガロースゲルに NIR 照射を照射し、段階的にマイクロウェル構造を形成させることによって、肝細胞スフェロイド（球状細胞組織体）と 3T3 細胞スフェロイドが交互に配列した棒状の三次元組織体を形成することに成功した。

これらの結果より、本技術が段階的に培養細胞をアレイ化することによって、バイオミメティック構造を構築する有望な手法であることが示された。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、生体内の組織や臓器が持つ規則的な構造を生体外で模倣（生体類似構造）するために、培養基板上における細胞の配置や形状をオンデマンドに制御できる新たな細胞培養技術の開発を行い、その技術の有効性を評価したものである。

第1章では、生体類似構造を構築する意義を述べるとともに、それを実現するひとつのアプローチである「細胞アレイ化技術」に着目し、既存技術の課題を指摘した。その課題を解決する新しい手法として、近赤外線（NIR）照射によって選択的な細胞トラップ用微細構造を形成させる「NIR 応答性アガロースゲル」の発想を論じた。

第2章では、NIR 応答性を示すカーボンナノチューブ（CNT）および金ナノロッドを用いた細胞培養を行い、細胞培養材料として利用できることを示した。

第3章では、CNTあるいは金ナノロッドとアガロースゲルを複合した NIR 応答性アガロースゲル基板を開発し、その特性を評価した。支持体上に薄膜 NIR 応答性アガロースゲルを形成させた基板に NIR を照射すると、照射部のみにゾル化に伴う微細構造が形成されるとともに、そのサイズは NIR 強度、対物レンズ、ゲル内 CNT 濃度などの条件で制御できることを明らかにした。

第4章では、薄膜 NIR 応答性ゲル基板への NIR 照射を繰り返すことにより、異種細胞の段階的なアレイ化や細胞遊走現象の解析ができることを示した。さらに、本手法を利用して、肝細胞と繊維芽細胞が規則的に配列した生体類似構造を構築させることにより、肝細胞の機能発現が向上することを見出した。

第5章では、数百マイクロンの厚みを有する NIR 応答性ゲル基板を作製し、三次元的なマイクロ組織体形成法へと応用した。NIR 照射によって形成させたウェル構造内で細胞を培養すると、細胞同士が集合・凝集してマイクロ組織体を形成できることを示した。また、本手法を利用することにより、様々な形状のマイクロ組織体やマイクロ組織体同士を融合させた数ミリサイズのマクロ組織体を構築できることを示した。

第6章では、本論文の総括を行い、今後の展望について論じた。

以上、本論文は NIR 応答性ハイドロゲルと光照射技術を利用した細胞の新しいアレイ化技術の開発に成功している。この成果は、再生医療や細胞アッセイ分野における組織構築法として展開することができ、細胞培養分野の発展に大きく寄与するものである。

よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

フリガナ 氏名（本籍）	ゴ ケイ（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第79号
学位授与年月日	平成27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	INTEGRATED ASSESSMENT OF BUILDING DISTRIBUTED ENERGY SYSTEMS IN DIFFERENT CLIMATE ZONES OF JAPAN AND CHINA （日中地域別における分散型エネルギーシステムの総合評価に 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 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 上田 直子 （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

本論文では日中両国に適用できる分散型エネルギーシステムの最適化モデルと総合評価方法を提案する。提案された最適化モデルと評価手法を利用して、日本と中国における気候別都市を対象とし、分散型エネルギーシステムの導入結果を分析する。具体的に、日本では札幌、八戸、仙台、東京、鹿児島と那覇、中国では、ハルビン、北京、上海、昆明と広州を選定する。

第1章「従来研究と本研究の位置づけ」では、これまで分散型エネルギーの導入状況と研究背景を検討した。

第2章「日本における地域分散型エネルギー導入の実態調査」では、日本におけるエネルギー消費現状とコジェネレーション、太陽光発電などの分散型エネルギーの導入状況とその支援策を調査・分析した。

第3章「中国における地域分散型エネルギー導入の実態調査」では、中国におけるエネルギー消費現状とコジェネレーション、太陽光発電などの分散型エネルギーの導入状況とその支援策を調査・分析した。

第4章「分散型エネルギーシステムの最適化と総合評価に関する理論研究」では、分散型エネルギー導入の最適化モデルの開発と導入効果の総合評価に関する理論研究を行い、分散型エネルギーシステムの計画手順や総合的な評価手法を提案した。具体的に、省エネルギー、経済性と環境性の評価指標を提出し、総合的に評価できる方法を提案した。

第5章「日中におけるコジェネレーションシステム導入の総合評価に関する研究」では、日本と中国における気候別都市を研究対象とし、エネルギー消費量、電力とガス価格などの市場データを用い、コジェネレーションシステムの導入による省エネルギー性・経済性・環境性、更に総合評価を明らかにした。

第6章「日中における太陽光発電システム導入の総合評価に関する研究」では、太陽光発電システムの発電価格、回収年数、更に省エネルギー性・経済性・環境性を分析した。

第7章「日中における家庭用 PV/CHP/Battery 複合エネルギーシステム導入の最適化に関する研究」では、日本と中国における気候別都市の住宅を研究対象とし、開発された最適化モデル用い、家庭用 PV/CHP/Battery 複合エネルギーシステムの運転方法と経済性を検討した。

第8章「結論と展望」では、各章における結論を総括するとともに、今後の中国と日本における分散型エネルギーの推進、普及のあり方を展望した。

## 論文審査の結果の要旨

本研究では日中建築分野の省エネルギーを促進するため、地域ごと、建物種別ごとに分散型エネルギーシステム導入の最適化モデルと総合評価方法を提案し、日中における気候別都市を対象とし、分散型エネルギーシステムの導入により、建物エネルギー消費の特徴を分析したものである。

第1章では、これまで分散型エネルギーシステムの導入状況と研究背景を検討し、本研究の目的と位置づけを明らかにした。

第2章、第3章では、日本と中国における建物のエネルギー消費現状と分散型エネルギーシステムの導入状況及びその支援策を調査・分析した。

第4章では、分散型エネルギーシステム導入の最適化モデルの開発と導入効果の総合評価に関する理論研究を行い、分散型エネルギーシステムの計画手順や総合的な評価手法を提案した。

第5章では、日本と中国の気候別の都市を研究対象とし、分散型エネルギーシステムの導入による省エネルギー性・経済性・環境性を評価し、地域特性を明らかにした。

第6章では、日中における太陽光発電システム導入の総合評価を行い、太陽光発電システムの発電価格、回収年数、更に省エネルギー性・経済性・環境性の地域特性を明らかにした。

第7章では、気候別における都市の住宅を研究対象とし、住宅用地域の複合エネルギーシステムの運転方法と経済性を検討し、導入の可能性を明らかにした。

第8章「結論と展望」では、各章における結論を総括するとともに、日中における分散型エネルギーシステムの推進及び普及のあり方を展望した。

以上のように、本論文は日中の建築分野における分散型エネルギーシステム導入の可能性及び総合評価の手法を提案することにより、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、分散型エネルギーシステム導入の地域特性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 氏名（本籍）	チョウ ゲンブン（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第80号
学位授与年月日	平成27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	北九州における沿線人口動態から見たモノレールの利用実態に関する研究 (Study on Actual Usage of the Monorail in Kitakyushu based on Population Dynamics along the Rail Line)
論文審査委員	主 査 福田 展淳 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）) 審査委員 デワンカー バート (北九州市立大学国際環境工学部教授 工学博士) 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) 審査委員 中武 繁寿 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学）)

## 論文内容の要旨

本研究では、高齢化が顕著な北九州市において、北九州都市モノレール各駅を中心から 500m 圏を対象エリアとした沿線の人口動態推移予測とその分析及び利用者に対する利用状況アンケートからモノレールの利用実態を明らかにし、駅ごとの将来の年齢別人口予測と合わせ駅ごとの特徴を明らかにし、今後の公共交通としてのモノレールの地域における役割とあり方を考察している。

本論文は全 6 章の構成となる、各章の概要を示す。

第 1 章では、研究の目的、既往の研究および論文の構成について述べている。

第 2 章では、モノレールの紹介及びモノレールの開発の歴史を述べ、日本のモノレール導入事例と諸外国のモノレール導入事例紹介し、モノレールの廃線事例を挙げて、廃線の原因を分析する。

第 3 章では、北九州モノレール駅沿線の過去 15 年間、10 年間、5 年間の人口増減を 3 段階に分けて駅ごとに求め、年齢別に同様の傾向が今後続くと仮定して、駅ごとの年齢別将来人口動態を予測し、解析を行っている。商業主体、住宅地主体などの駅ごとの特徴によって将来の人口動態に差があること、全体として北九州の他の地域と同様に急激な高齢化が今後顕著であることを示している。

第 4 章では、平成 14 年度と 22 年度のモノレール利用者に対するアンケート調査から、モノレール利用状況等を利用者の立場から明らかにするとともに、利用者像や利用目的の変化を明らかにしている。特に高齢化の進展とともに、駅周辺で自動車利用が増加しており利用促進に向けた新たな取り組みが必要であることを指摘している。また、中国大連での高架式電車の利用者に対する利用実態状況を行い、北九州モノレールとの比較を行っている。

第 5 章では、駅ごとの人口動態と利用実態調査から駅別の利用実態の特徴を明らかにし、今後の駅整備のあり方を考察している。

第 6 章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、高齢化が顕著な北九州市において、北九州都市モノレール各駅を中心から 500m 圏を対象エリアとした沿線の人口動態推移予測とその分析及び利用者に対する利用状況アンケート（6850 件）からモノレールの利用実態を明らかにし、駅ごとの将来の年齢別人口予測と合わせ駅ごとの特徴を明らかにし、都市工学の見地から今後の公共交通としてのモノレールの地域における役割とあり方を考察している。

第 1 章では、研究の背景及び目的、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、モノレールの概要、開発の歴史、日本及び諸外国のモノレール導入事例及び廃線事例を挙げて、廃線の原因等を調査しまとめている。

第 3 章では、北九州モノレール駅沿線の過去 15 年間、10 年間、5 年間の人口増減を 3 段階に分けて駅ごとに求め、年齢別に同様の傾向が今後続くと仮定して、駅ごとの年齢別将来人口動態を予測し、解析を行っている。商業主体、住宅地主体などの駅ごとの特徴によって将来の人口動態に差があること、全体として北九州の他の地域と同様に急激な高齢化が今後顕著であることを示している。

第 4 章では、平成 14 年度と 22 年度のモノレール利用者に対するアンケート調査から、モノレール利用状況等を利用者の立場から明らかにするとともに、利用者像や利用目的の変化を明らかにしている。特に高齢化の進展とともに、駅周辺で自動車利用が増加しており利用促進に向けた新たな取り組みが必要であることを指摘している。また、中国大連での高架式電車の利用者に対する利用実態を明らかにし、北九州モノレールとの比較を行っている。

第 5 章では、モノレール駅ごとの人口動態と利用実態調査から駅別の利用実態の特徴を明らかにし、今後の駅整備のあり方を示すとともに、都市工学的見地からモノレール整備を軸とした高齢化社会に対応する住宅地政策などの都市政策が必要であることを述べている。

第 6 章では、各章で得られた知見をまとめ、総括としている。

以上、本論文は、モノレールに着目し、駅周辺の人口動態と利用者アンケートからその利用実態を明らかにするとともに、今後の人口動態からモノレール整備のあり方を提案している。今後少子高齢化が急速に進みつつある北九州市においてモノレールが果たす役割は大きく、本研究は、今後の自治体の公共交通整備を検討する上で、その政策策定に大きく寄与するものと考えられる。また、

コンパクトシティ実現のためにモノレールが果たす重要な役割を明らかにすることで、中心市街地の活性化や地域公共交通の発展に寄与するものとする。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する。

フリガナ 氏名（本籍）	ワタリ カズユキ 渡利 和之（福岡県）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第81号
学位授与年月日	平成27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	地理情報システムを用いた北九州市の土地利用と公共交通の評価及び活用に関する研究 (Evaluation and utilization of land use and public transport in Kitakyushu by using geographic information system)
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 黒木 荘一郎 (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 原口 昭 (北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（理学）)

## 論文内容の要旨

住宅地需要の都心回帰の傾向が強まってきている一方、産業構造の転換に伴う工業跡地等の発生、災害に脆い密集市街地の存在等の問題があり、既成市街地の再編や産業の再生と併せた低・未利用地の有効活用が急務となっている。

本研究では、都市の再生や地域の工夫による魅力ある地域づくりに寄与するために、地理情報システムによる解析を用いて新たに発生する低・未利用地の利活用プランを提案できる仕組みを研究し、その有用性を実証することを目的とする。ここで構築された低・未利用地利活用支援システム（意思決定ロジック）は、今後の都市開発においても土地利用の活用に貢献できるものと思われる。

また、土地利用に関する研究において、都市計画あるいは都市計画法の政策に応じる用途地域の土地利用に関する変遷や問題ある用途地域のあり方に関する研究は非常に重要なテーマである。北九州市を対象に準工業地域のあり方を考察し、それらを踏まえた上で、地理情報システム及び三角用途類型用判定図等を用いて用途地域の設定状況やその変遷把握分析し、今後の土地利用の変化についてマルコフ理論を用いて予想する。これらの結果により土地利用政策において用途の変更・決定に有効な手段となると思われる。

最後にこれら手法のうち人口推計や地理情報システムによる地域解析の手法を用いて、公共交通の路線評価の手法について検証する。対象を北九州市とし、公共交通サービスが十分に確保されていない交通空白区域、及び不便区域を地理情報システムにより抽出した。それらの交通空白区域、及び不便区域において運行ルートを検討や採算性の検討をおこない、交通空白区域、不便区域における生活交通サービスの実施の可能性について検証し、既存の公共交通の現状を把握し、新路線を設定し、それぞれの路線について評価した。

## 論文審査の結果の要旨

本研究では都市の再生や地域の工夫による魅力ある地域づくりに寄与するために、地理情報システムによる解析を用いて、新たに発生する低・未利用地の利活用プランを提案できる仕組みを提案し、その有用性を実証することを目的とした。

第1章では、本研究の背景と目的について特に土地利用の変化に関する研究と公共交通ネットワークの現状と路線決定における地理情報システムによる手法の必要性等について述べ、研究の位置づけを明らかにした。

第2章では、地理情報システムを活用して北九州市における低・未利用地の現状を明らかにし、施設立地可能条件の判定および周辺地域特性の分析を行った。住民へのアンケート調査により、地域住環境を向上させるための施設導入方法を検討し、未利用地の利活用を支援するための意思決定ロジックを提案した。

第3章では、北九州市の準工業地域を研究対象にし、三角座標分析法の原理や分析の理論を用いて、北九州市の都市計画の変遷や現状をまとめ、北九州市の準工業地域の分布、変遷などの特徴を明らかにした。

第4章では、構築したロジックについて事例を通して、提案した手法の有効性を検証した。構築した低・未利用地利活用支援システム（意思決定ロジック）は、今後の都市開発においても土地利用の活用に貢献できると思われる。

第5章では、土地利用分布の特性から準工業地域の類型化を行い、法律・法令や都市計画政策の変遷を踏まえて準工業地域の特性を分析・評価した。今後、用途地域指定の在り方をはじめとした土地利用規制の方向性について明らかにした。

第6章では、住民基本台帳、鉄道およびバスの時刻表、北九州市都市計画情報活用を基に、公共交通機関と人口区分の関係を明確化した。また公共交通機関の新路線としての検証法を提案し、北九州市の公共交通の合理化のための枠組を構築できた。

以上のように、本論文は都市の低・未利用地の利活用の分析理論を確立することにより、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、都市計画において、土地利用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。

フリガナ 氏名（本籍）	チン イサオ（中国）
学位の種類	博士（工学）
学位番号	甲第82号
学位授与年月日	平成27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>Low Power Circuit Design Methodology with Layout Dependent Effect-aware Leakage Current Reduction</p> <p>（レイアウト依存効果を考慮したリーク電流削減を伴う低消費電力設計手法）</p>
論文審査委員	<p>主 査 中武 繁寿 （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 宮下 弘 （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 孫 連明 （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 岡田 伸廣 （北九州市立大学国際環境工学部教授 博士（工学））</p>



## 論文内容の要旨

半導体微細加工技術の進歩に伴い、CMOS回路の消費電力におけるリーク電流の割合が無視できなくなってきた。本研究では、低電力技術に係る調査に基づき、65nm製造プロセス以降では、特に、低周波回路に対して、STIがデバイス接合部に及ぼすリーク電流がより支配的となっている事実を明らかにした。さらに、低電力・低周波回路設計に対して、我々は、レイアウト依存効果に関連する設計ルールと設計パラメータに換算される効果的なリーク電流低減手法を提供する。

まず我々は、STIが接合部電流に及ぼす影響のモデルを解析し、レイアウト依存効果を考慮したリーク電流低減のために、設計上行うべきことを明らかにした。単体のトランジスタの電流・電圧特性とCMOSインバータの電力消費シミュレーションにおける考察は、我々の考えが妥当性を示唆している。

次に我々は、アナログとデジタル回路の両方に対する消費電力低減技術を述べ、提案技術を典型的な逐次比較型ADC回路(SAR-ADC)に適用事例を示す。SAR-ADCの実例では、提案するレイアウト依存効果を考慮したリーク電流低減手法を、基本ブロックレベルごとに、設計上の流れにあわせて各手続きを議論している。

さらに、コンパレータのエネルギーモデルと線形ブートストラップスイッチに対する考察から、SAR-ADCの基本ブロックに対して、基準とすべき設計仕様とそれに対する設計方式を導入する。HSPICEを用いたポストレイアウトシミュレーションでは、提案するリーク電流低減手法を適用したSAR-ADCは、全消費電力として38.6nWを達成し、提案手法を適用しない場合と比較して、約30%の電力削減が実現できることを示した。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、65nm 以降の半導体微細製造プロセスにおける集積回路において、電力消費の支配的な要因の一つとなる漏れ（リーク）電流を低減する手法を提案している。

第 1 章では、半導体微細加工技術の進歩に伴い、CMOS 集積回路設計では、回路性能に対するレイアウト依存効果の影響が顕著となり、それを踏まえた上での消費電力の削減が重要な課題であることを述べている。

第 2 章では、様々な低電力技術に係る調査に基づき、低速・低周波回路では、CMOS トランジスタのレイアウト依存効果のひとつである、絶縁溝（Shallow Trench Isolation, STI）の物理的なストレスがリーク電流量に大きく寄与するという事実を明らかにし、トランジスタのレイアウト設計ルールとパラメータに換算される効果的なリーク電流低減手法を提案している。

第 3 章では、CMOS リファレンス回路を題材として、リーク低減回路を追加する既存手法と比較して、提案手法は、回路を追加せずレイアウト依存効果パラメータの調整のみで、同等の効果が得られることを示し、提案手法の有効性を実証している。

第 4 章では、逐次比較型 ADC 回路（SAR-ADC）を題材として、アナログとデジタル回路の両方に対する消費電力低減技術を述べ、65nm 製造プロセスのモデルに従い、SAR-ADC を構成するコンパレータと線形ブートストラップスイッチなどの基本ブロックに対し、リーク電流低減のための提案手法の適用手順を明らかにしている。その結果、ポストレイアウトシミュレーションにおいて、提案手法を適用した SAR-ADC は全消費電力として 38.6nW を達成し、提案手法を適用しない場合と比較して約 30%の電力削減が実現できることを示し、提案手法の効果を実証している。

第 5 章では、全体を要約し今後の課題に触れている。

以上を要するに、本研究は、半導体微細製造プロセスで課題となるリーク電流を、レイアウト依存効果を利用して低減する手法を提案し、信頼性の高いデバイスモデルに基づく計算機シミュレーションによりその妥当性を実証したものである。

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 18 号 (平成 27 年 3 月授与)

発行日 平成 27 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