

**愛知工業大学教育・研究特別助成**  
**AIT Special Grant for Education and Research**  
**令和 3 年度中間報告書**

種 目	研究 分野横断型 研究期間：令和 3 年度～令和 5 年度		
課 題 名	2050 年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討		
研究代表者	羽田 裕（経営学部 経営学科 教授）		
研究分担者	雪田 和人（工学部 電気学科 教授） 河路 友也（工学部 建築学科 教授） 武田 美恵（工学部 建築学科 教授） 後藤 時政（経営学部 経営学科 教授） 福澤 和久（経営学部 経営学科 講師）		
助 成 額	3,510,000 円 (令和 3 年度)	実支出額	2,035,530 円

## 費目別決算

(単位：円)

区 分	合 計	設備備品費	消耗品費	旅 費	その他
経費内訳	2,035,530	1,436,250	534,380	0	64,900

専門分野：電力工学、建築学、環境学、経営学、行動経済学

キーワード：ゼロカーボン社会、エネルギーマネジメント、まちづくり、行動変容

## 1. 研究開始当初の背景

政府は、2050 年までに企業や家庭から出る二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) などの温室効果ガスを減らし、森林による吸収分などと相殺して実質的な排出量をゼロとするカーボンニュートラルの実現を目標として掲げている。このような状況の中で、政府は 2020 年に「グリーン成長戦略」を打ち出し、カーボンニュートラルの実現に向けて多面的な取り組みを提案してきている。具体的な計画は、住宅に関して 2030 年までに新築平均で排出量をゼロに、再生可能エネルギー（再エネ）に関して 2040 年までに最大 4500 万 kW の洋上風力を導入、自動車に関して 2030 年代半ばまでに新車販売をすべて電動車にして排出量を削減するとなっている。

カーボンニュートラルの実現にはこれらを独立した課題として捉えるのではなく、有機的なつながりを有した一つのシステムとして捉えることが重要となる。いわゆるゼロカーボン社会の構築である。そこで学術的、実証的な側面から再エネを軸としたゼロカーボン



図 1 2050 年ゼロカーボン社会のイメージ

社会のモデル化が急務な課題となっている（図 1）。この課題解決に向けて、住宅、自動車、再エネといった工学的視点と「経済」と「環境」を両立する環境配慮型への人の行動変容といった経営学的視点からのアプローチ

が必要となってくる。

学術的にみると、技術的側面は工学、空間的側面は建築学、環境的側面は環境学、環境工学、企業および人の行動は経済学、経営学といった形で縦割りで研究が進んでいるのが現状である。そこで本研究が特徴とする学際的な文理融合型が重要となってきたのである（図2）。

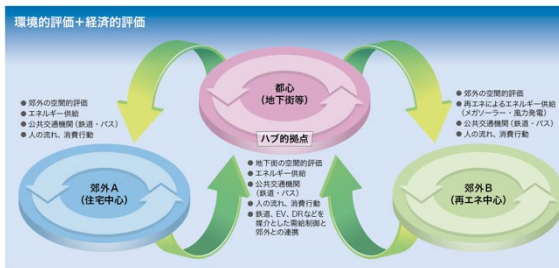


図2 本研究のイメージ図

## 2. 研究の目的

本研究は、2050年のカーボンニュートラルを実現した社会を想定し、現在からの社会変容における技術的課題および経済的影響などに関する基礎的な検討を実施していく。具体的には2050年に実現すべきゼロカーボン社会のモデル化を行う。また本モデルと実態社会とのギャップを明らかにし、このギャップを埋めるための解決方法を工学的および経営学的視点から検討を行い、実践していく。

本研究の特徴は、一拠点のクローズドなシステムではなく、複数拠点がつながった地域循環型ネットワークシステムの構築という視点からモデル化を総論及び各論からアプローチしていくことである。

本研究の役割は次のとおりである。地下都市空間及び郊外に関する空間的評価に関する研究を河路教授が、まちづくり、環境影響評価に関する研究を武田教授が、エネルギーマネジメント、地下都市空間における直流給配電の可能性についての検討、電動車と公共交通機関との連携を軸としたシステム構築に関する研究を雪田教授が、人流、消費行動及び環境配慮型行動の分析及び動機づけに関する研究を後藤教授、福澤講師、羽田が担当することになっている。

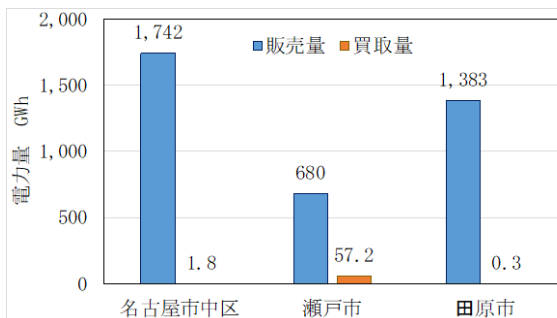


図3 販売電力と太陽光発電の買取量

上記の研究結果を踏まえて、2050年に実現すべきゼロカーボン社会のモデル化を行い、本モデルの社会実装へとつなげていく道筋を立てていく。

## 3. 研究の方法

本研究は、「学術」と「実証」のサイクルを回しながら進めていく。まず学術的側面では、工学系、情報系、社会科学系それぞれの知見を活かし、各論として研究を積み上げていく。そしてこの各論を総合的に体系化し、2050年に実現すべきゼロカーボン社会のモデル化を行い、社会実装に向けた道筋を立てていく。

実証的側面では、地下都市空間の対象をセントラルパーク(栄)、エスカ(名古屋駅)、住宅を中心とした郊外を瀬戸市等、再エネを中心とした郊外を田原市等とし、実証実験を行っていく。

## 4. 主要な設備備品

- (1) 複合気象センサー式・WS601  
¥513,000×2セット
- (2) マウス社ノートPC  
¥146,182
- (3) SONY ミラーレス一眼カメラ ILCE7CLB  
¥234,630

## 5. 研究成果(現在までの研究実施状況)

令和3年度は、モデル化を行うために必要となる基礎的なデータ、情報収集を行い、現状の整理及び課題抽出を行ってきた。研究成果の一部が以下のとおりである。

第1は、地域の電力消費量・再エネの現状把握である。セントラルパークが位置する名古屋市中区、郊外の瀬戸市及び田原市の2020年度の販売電力と太陽光発電の買取量の比較分析を行った(図3)。この現状把握において、カーボンニュートラルの実現には、エネルギー消費量の大幅な削減と再エネの増加が必要であることが見えてきた。

第2は、再エネ(特に太陽光発電)の普及に向けたデータの活用可能性を検討してきた(図4)。具体的には、建物、統計データを活用した各地区のエネルギー消費量の推定の可能性や建物の面積などのデータ活用の可否である。また航空写真データからの太陽光発電パネルの設置位置、面積などの算出可能性や今後の設置可能性面積等の検討可否である。

第3は、ZEHデータの分析である(図5)。今年度は、環境共創イニシアチブが公表しているZEHの実データより、ZEH認定住宅の実情を把握し、今後、ZEHの増加によりどの程度の再エネの余剰が期待できるのかという試算のための準備を行った。

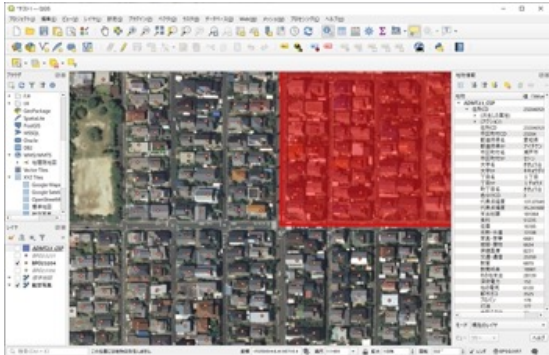


図4 太陽光発電パネルに関するデータ検討

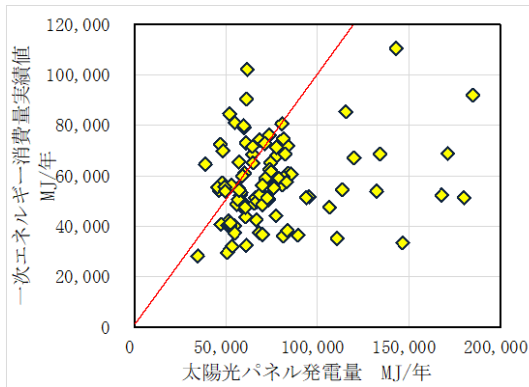


図5 ZEHデータの分析

さらに令和4年度に計画している実証実験を行う場として、株式会社セントラルパークと調整を行い、次年度から実証に取り組める準備を進めてきた。併せて、セントラルパーク内の電気配線図、電気需要特性、空調設備状況、駐車場の状況、防犯カメラの設置状況等の確認を行ってきた。

## 6. 次年度の研究計画

令和4年度は、地下都市空間（主にセントラルパーク）と郊外を関連付けながら、下記のとおり研究を展開していく予定である。

- (1) 再エネ、蓄電装置と親和性の高い直流系統で結合させる直流グリッドの検討
- (2) 再エネの主力電源化とこれら装置導入に関する環境アセスメントの実施
- (3) 地下都市空間におけるエネルギー消費の分析及び省エネの試算
- (4) 住宅を中心とした郊外におけるエネルギー消費の分析、再エネ及び省エネの試算
- (5) セントラルパークを含む都市居住環境の充実に向けた調査及び分析
- (6) 環境配慮型への人の行動変容に関する調査及び分析
- (7) 人流解析による密の緩和及び人流の最適化

上記の研究において、エネルギー需要・供給バランス、人の行動様式等は外部環境（気温、湿度等）に大きく影響を受けることから、

気象観測装置、湿度計、二酸化炭素濃度計等を活用し外部環境と関連つけたデータ収集、分析を行っていく。これらのデータと関連付けながら具体的には下記の視点から研究を進めていく。

第1は、外部環境と関連付けながら地下都市空間を中心にエネルギー消費量及び関連項目の分析、省エネ余地の試算を行う。また住宅地を中心とした郊外において、市全体（例えば瀬戸市）のエネルギー消費量と再エネ発電量（特に太陽光発電）の推定を行い、住宅のエネルギー消費量の範囲内における余剰再エネの試算及び将来的な予測を行う。さらに住宅の再エネと太陽光発電パネル設置によるカーボンニュートラルへの貢献可能性を検討していく。

第2は、エネルギーマネジメント、直流化という観点から郊外と地下都市空間をつなぐ媒体としての電動車（特にEV、PHEV）の可能性を検討していく。具体的には電動車の給配電、電力需要解析、地下街の直流化による省エネ効果（LEDの照明直流化、空調機器、ディスプレイ、店舗内）、蓄電池の運用方法の検討となる。

第3は、地下都市空間での環境状況、人の行動様式の現状を把握するために目視観察調査及びアンケート調査（図6）を実施する。ひとつは、セントラルパークを含む都市居住環境の充実を目的に、カフェをワークスペースとして代替利用する利用客の行動実態を把握し、セントラルパークにおけるレンタルシェアオフィスやワークスペースの需要度の考察へとつなげていくものである。カフェをワークスペースとして代替利用する利用実態を把握し、パーソナルスペースを備えたレンタルオフィスやワークスペース等の空間設置提案及び店舗間の相互利用向上を検討していく。また夏季及び冬季における外気温・湿度とセントラルパーク内の温湿度、セントラルパーク利用客数から気象要素変動を要因とするセントラルパークの利用者数増減、カフェ店舗等利用への影響を考察する。例えば、地上部（ヒサヤオドリパーク）の滞留場所となるベンチに着目すると、2022年3月8日時点ではサラリーマンや散歩の人々が日向ぼっこをしながら過ごす様子が見受けられる。経過観察を行うことにより、夏季の気温、湿度、日射量の上昇とヒサヤオドリパーク及びセントラルパーク利用者数増減、地下空間湿度・消費電力量変動への影響評価を分析することができる。これらの結果を店舗側へ情報提供を行い、ウェザーマーチャンダイジング、フードロス（SDGs）へとつなげていく予定である。

次に上記のデータを活用して、「人流解析による密の緩和及び人流の最適化」研究を展開していく予定である（図7）。現在、地下都市

調査項目	<p>■目視観察調査による利用実態把握</p> <p>①PC利用者人数（カフェ利用者数全体に占める仕事利用者の割合）</p> <p>②PC利用者利用時間帯・滞在時間</p> <p>③購買量（飲料品目、購入数）</p> <p>■利用者アンケート</p> <p>属性（性別、年齢、居住地、居住環境等）、利用理由（勤務先のリモートワーク推奨、仕事スペースが自宅にない、仕事先への移動の合間、地下街の利便性・快適性等）、都市居住環境に求める生活施設・現在の満足度、ワークスペースとしてのカフェの空間快適性に対する満足度評価、セントラルパークにおけるワークスペース専用空間設置に対する希望の有無</p>
調査方法	<p>■目視観察調査による利用実態把握</p> <p>3箇所のカフェ内に調査員を1名ずつ配置し、2時間単位で交替し、上記①～③の調査項目について記録・集計する。</p> <p>■アンケート用紙を利用者に渡して回答してもらう形式か、もしくは座席テーブルにスマホで回答できるQRコードアンケートを貼り付けておき、非接触型の回答形式とする。</p>

図6 調査概要の一部

空間・駅等で特定の場所や時間帯によって混雑、「密」が発生していることが予測される。この密が地下都市空間でのボトルネックとなり、①効率的なエネルギー消費、②最適な空間環境、③最適な人の行動に対して負の影響を与えている。そこで人の行動に着目して、このボトルネックを解消するための人の行動変容を促進するナッジ（行動経済学）の設計が求められる。具体的には防犯カメラ、もしくは定点観測データから画像処理技術を用いて、人を機械的に把握し、現状として、いつ、どこで、どのくらい密（混雑）が発生しているのか、及び人の流れを把握する。そしてボトルネックとなっている人の行動、意識を抽出し、これらを解消するためのナッジを検討していく。

第4は、2050年ゼロカーボン社会の構築に最適な環境配慮行動とは何かを明らかにし、モデル化していく。まずアンケート調査を中心に理想のゼロカーボン社会と世間一般が認識しているゼロカーボン社会のギャップを抽出する。次にゼロカーボン社会の実現に向けて実践している世間一般の行動と理想の行動とのギャップを抽出する。これらのギャップを埋めるために必要となる、また理想の行動へと変容させるナッジの設計を検討していく（図8）。例えば、環境に配慮している、環境に配慮した行動を行いたいという意識を持っていたとしても、実際の行動は経済的価値の視点から判断していることが多いと予測される。このようなケースは、無理やり環境的視

点から人の行動変容を促すのではなく、経済的視点から環境に配慮した行動を選択させるためのナッジ設計が求められることになる。上記の研究を遂行していくことによって、最終年度（R5）へとつなげていく予定である。

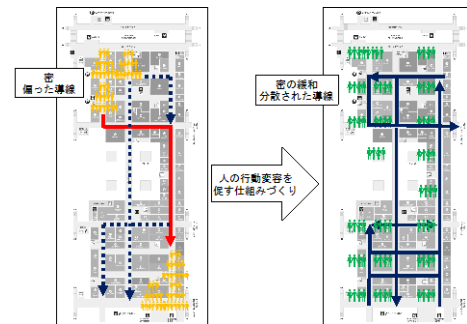


図7 「人流解析による密の緩和及び人流の最適化」研究のイメージ

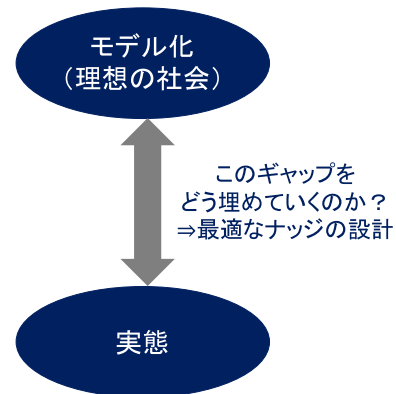


図8 最適なナッジとは？

## 7. 主な発表論文等

- 〔雑誌論文〕（計0件）
- 〔学会発表〕（計0件）