

# 人工知能を駆使した空調機の使用地域推定モデルの開発と地域別環境負荷量の推計 Development of an Artificial Intelligence-Based Area Estimation Model for Air Conditioners and Estimation of Environmental Impact by Region

杉山弦太<sup>1)</sup> 本田智則<sup>2)</sup> 伊坪徳宏<sup>1)</sup> 1)東京都市大学 2)産業技術総合研究所

Genta Sugiyama<sup>1)</sup> Tomonori Honda<sup>2)</sup> Norihiro Itsubo<sup>1)</sup>

1)Tokyo City University 2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology



## 1 社会背景

IEA(国際エネルギー機関)が発表したレポート「The Future of Cooling」(2018)によると、エアコンや扇風機の使用は世界の建物で使用される総電力の約20%を占めており、この傾向は経済成長と人口増加が顕著な国ほどさらに拡大していくと予想されている。

現在世界で**16億台**のエアコンが使用されており、2050年までに世界の世帯の約2/3がエアコンを利用することで、エアコンのエネルギー需要は**3倍以上に増加**すると予測されている。

日本でも世帯当たりのエネルギー消費原単位は年々増加傾向にあり、冷房の全体に占める割合が増加している。

ルームエアコンは1960年から普及率を徐々に伸ばしており、2020年には**91.0%**の普及率と、主要耐久消費財の中では3番目に多く普及しており、エアコンの普及率の増加に伴い冷房の全体に占める割合が増加している。

1990～2050年のグローバルエアコンの在庫 IEA, All Rights Reserved

世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移

【注】「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。  
 出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

## 2 研究背景

エアコンの使用段階に関する既存研究

タイトル	著者	年数	概要
Scope 3算定におけるカテゴリ11(販売した製品の使用)の算定方法	内山 知重	2015	三菱電機の空調機器を対象として、SCOPE3のカテゴリ11(販売した製品の使用)について、算定方法の相違が結果に与える影響を分析し、分析ケース、使用係数、運転条件などにより結果が大きく異なることが示されている。
エアコンの使用パターンによる地球温暖化への影響	高田 ら	2010	家庭用エアコンのライフサイクルアセスメントを実施し、地球温暖化への影響を評価した。その際に、使用段階の消費電力量の算定については、アンケート調査を実施し、使用パターンごとの影響を明らかにした。

従来の規格値は**地域差を反映できておらず**、使用段階はシナリオ想定によって算定結果が大きく変わる。  
 実態調査の方法は一長一短で、それぞれ把握できる範囲に限られている。

## 3 研究目的

- エアコンのビッグデータとして取得された外気温データから、エアコンが使用されている地域を推定するAIモデルを開発する。
- 推定した位置情報とエアコンの使用実態データから使用段階の地域別エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量の算定を行う。

## 4 研究方法

【評価設定】

評価対象	家庭用エアコン(10畳用)
機能単位	家庭用エアコン1台の製造・使用・廃棄まで
使用データ	・エアコンに関する1次データ ・既存文献の2次データ ・製品のカタログデータ(省エネ型製品情報サイトより(20/8/4版)) ・電力の排出係数(R2.1.7環境省・経済産業省公表資料及び各社HP)
算定手法	特性化(IPCC) 影響領域 地球温暖化(GWP)
システム境界	原材料調達 → 製造 → 流通 → 使用 → 廃棄・リサイクル

【地域別の排出係数と冷暖房使用時間】

各電気事業者	北海道	東北	中部	東京	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
排出係数	0.656	0.521	0.452	0.442	0.497	0.334	0.585	0.528	0.371	0.769
使用パターン区分(文献)	北海道	北東北	南東北	関東	中部	近畿	中国・四国	北九州	南九州	沖縄
冷房使用時間(h)	4	4.5	5	6.5	5.5	4.5	5.5	6	5.5	5
暖房使用時間(h)	2	5	4	3.5	4	3	4	5	3	2.5

【計算方法】

CO<sub>2</sub>排出量 期間消費電力量(kWh) × 電力の排出係数(0.462kg-CO<sub>2</sub>/kWh)

期間電力消費量(kwh)  $\frac{\{(\text{消費電力(W)} \times \text{冷房使用時間(h)} \times \text{冷房期間}) + (\text{消費電力(W)} \times \text{暖房使用時間(h)} \times \text{暖房期間})\}}{1000}$

【参考：JIS規格 (JIS-C-9612)】

外気温	東京をモデルとする。
設定室内温度	冷房時: 27°C / 暖房時: 20°C
期間	冷房期間: 5/23～10/4(135日間) 暖房期間: 11/8～4/16(161日間)
使用時間	6:00～24:00の <b>18時間</b>

【想定シナリオ】

- ①エアコンの1次データを用いて材料調達から廃棄までを算定
- ②文献から得た地域ごとの使用時間を利用して、エアコンの使用段階の算定結果を比較(排出係数は同一と仮定)
- ③大手電気事業者10社の電力の排出係数を利用して、エアコンの使用段階の算定結果を比較(使用時間は同一と仮定)
- ④冷房能力2.2kW(6畳用)のエアコンを対象に、地域別の使用時間と排出係数を反映させた場合の使用段階の算定結果を省エネ性能(★～★★★★★)ごとに比較

※まだビッグデータが収集できていないため、今回はエアコンのLCA算定と、シナリオによる算定結果の幅の分析を行い、ビッグデータ取得後に使用段階の結果を実測データに置き換える予定。

## 5 結果

### シナリオ① 通常算定結果

エアコン1台当たりのCO<sub>2</sub>排出量

エアコン1台当たりのGWP

✓ ライフサイクルステージでは使用段階が最も大きい結果となった。  
 ✓ エアコンの使用に関わる電力消費は使用段階の負荷の約**97%**を占めている。  
 ▶ 冷媒はGWPのみの入力では**製造段階が含まれていない**ので過小評価の可能性はある。

### シナリオ② 使用時間変化

使用時間変動

✓ 各地域の使用時間の**冷暖房の割合**によって算定結果が大きく異なることがわかる。  
 ✓ 北海道は他の地域に比べて暖房が占める割合が少なくなっている。  
 ▶ エアコン以外の暖房器具を使っているため結果に表れていないものと考えられる。

### シナリオ③ 排出係数変化

排出係数変動

✓ 各電気事業者の排出係数によって算定結果に**倍以上**の差が生じる。  
 ✓ JIS規格は東京がモデルなのでこのような地域差を適切に反映できていないと思われる。  
 ▶ 使用時間の実態と合わせて**使用されている地域**も考慮する必要がある。

### シナリオ④ 使用時間・排出係数変化(省エネ性能毎)

地域別年間CO<sub>2</sub>排出量(2.2kW)

✓ 使用時間だけを変更した場合と、排出係数だけを変更した場合と比べると、使用時間と排出係数を同時に考慮した結果はかなりの差が開いた。  
 ▶ 使用時間と排出係数を考慮することで**地域差を反映した結果を出せる**のではないかと。  
 ▶ 他の冷房能力でも結果を出してみるとともに、差が大きくなる要因を分析する必要がある。

## 6 まとめ・結論

- ✓ エアコンのLCA算定結果はライフサイクルステージの中では使用段階がほとんどを占め、特に電力は使用段階の**97%**を占めていることがわかった。
- ✓ 地域ごとの使用時間の違いによって算定結果は大きく変わり、特に**冷暖房使用時間の割合**によって算定結果が大きく異なることがわかった。
- ✓ 排出係数による算定結果は地域によって**倍以上**の差が見られた。
- ✓ 使用時間と排出係数を合わせて考慮することで、それぞれ単体で算定したシナリオよりも**地域差を反映した結果**を出すことが出来た。
- ▶ 今回のシナリオ想定でもかなりの違いが見られたため、実測値を使うと地域差をより顕著に反映させた結果を見ることが出来るのではないかと考えられる。

## 7 今後の課題・限界

今後の課題

- ✓ 引き続き産業用エアコンや海外のエアコンのLCA算定を行う。
- ✓ 地域推定モデルのもとになるプログラミングを構築する。
- ✓ 地域毎の気温推移と生活様式や、エアコン使用割合や出荷台数などを調査し、既存文献のエアコンの冷暖房使用時間の違いの要因である使用実態の根拠を明確にしておく必要がある。

限界

- ✓ ビッグデータがまだ収集できていないため、本格的な分析は来年度以降になる。
- ✓ 統計データのみでは使用時間や省エネ性能の地域差を完全に反映した算定結果を出すことはできない。