

すだれによるピーク時エアコン消費電力削減ポテンシャルの推定

安岡 絢子¹⁾, 上野 剛¹⁾, 宮永 俊之¹⁾, 小林 和幸²⁾, 濱中香也子²⁾¹⁾電力中央研究所, ²⁾東京電力**Estimation of reduction potential in Air conditioning electricity consumption
by bamboo blind**Ayako YASUOKA¹⁾, Tsuyoshi UENO¹⁾, Toshiyuki MIYANAGA¹⁾,Kazuyuki KOBAYASHI²⁾, Kayako HAMANAKA²⁾¹⁾ Central Research Institute of Electric Power Industry, ²⁾ Tokyo Electric Power Company

Abstract: In order to quantitatively examine the reduction in the electric energy consumed by air conditioners made of bamboo blinds, we have developed a simple calculation tool to measure the abovementioned reduction during peak hours in a case where bamboo blinds are used as air conditioners. This tool targets the living/dining room space in a single-family detached house. Using this tool, we have estimated the potential reduction in the electric energy consumption when bamboo blinds are set up in the living/dining room space in all single-family detached homes located within the district served by Tokyo Electric Power Company. We expect the use of this tool to reduce the energy consumption of air conditioners by approximately 390,000 kW (34%) and 360,000 kW (36%) during peak hours for general air conditioners and high-performance air conditioners, respectively.

Key words: Bamboo blind, Air conditioning consumption, Peak shaving, Reduction potential

要旨: すだれによるエアコン消費電力削減量を定量的に検討するため、戸建住宅 LD 室を対象とした「すだれによるピーク時エアコン消費電力削減量簡易計算ツール」を開発した。このツールを用いて、東京電力管内の全戸建住宅 LD 室にすだれを設置した場合の、消費電力削減ポテンシャルを推定した。その結果、すだれの設置により、普及機エアコンでは約 39 万 kW(34%)、高機能機エアコンでは約 36 万 kW(36%)のピーク時エアコン消費電力削減効果が期待できる。

キーワード: すだれ、エアコン消費電力、ピーク抑制、削減ポテンシャル

1. はじめに

家庭部門における消費電力のうちエアコンが占める割合は大きく、特にピーク時のエアコン消費電力の低減が重要な課題となっている。エアコンの消費電力を低減する方策として、住宅の断熱改修や窓からの日射の低減により、エアコンが処理する熱負荷自体を低減する方法が考えられる。鎌田ら¹⁾や齋藤ら²⁾は、断熱改修後の冬期の室内温熱環境の把握や消費電力削減量について検討しているが、夏期に関する調査データは少ない。また、大規模な断熱改修は生活者への負担が大きいため、簡易で負担の小さい消費電力削減方法が望まれる。これらを背景に、簡便な方法として、すだれの設置による窓面の日射遮蔽が注目されている。北村

ら³⁾は夏期の実住宅において、窓の簡易断熱及びすだれによる日射遮蔽がエアコン使用時間の短縮につながり、消費電力量が減少したことを示している。しかし、すだれのみを用いたエアコン消費電力削減量について定量的な検討をした例は見当たらない。本研究ではまず、すだれの有無ごとに異なる室条件下のエアコン消費電力を簡易で計算できるツール（以下すだれ効果簡易計算ツール）を開発する。次に、このツールを用いて、東京電力管内の様々な室条件を持つ全戸建リビングダイニング室(以下LD室)にすだれを設置した場合の、消費電力削減ポテンシャルの推定を行う。

2. 方法

2.1 すだれ効果簡易計算ツールの作成 (図 1)

2.1.1 一般的なLD室を対象とした計算

すだれ効果を把握するため、一般的な戸建住宅のLD室(等級2、13畳、南向き、窓面積率40%)を想定し、すだれを使用する場合と使用しない場合の熱負荷を計算した。

熱負荷の計算には、当所で開発した住宅用室内温熱環境設計ツール CADIEE⁴⁾を用いた。表1に計算条件を、図2に対象住宅の平面図および周辺住宅も含めた外観を示す。隣接住宅による日射遮蔽の影響を考慮するため、対象住宅の8方位に同様の形状の住宅を、建ぺい率40%で設置した。すだれの日射透過率は、外付けブラインドの日射透過率⁸⁾を参考に20%とした。計算対象日は7/1~8/31とし、外気温が高く、日射量も多い8/14~8/21(休日の生活スケジュールで計算した8/18、8/19を除く)を評価対象日とした。エアコンは24時間運転とし、ピーク時の削減量を検討するため、13時~16時を評価時間帯とした。図3に外気温湿度および直達・天空日射の経時変動を示す。評価対象時間帯の13時~16時の平均気温は31.6℃であった。

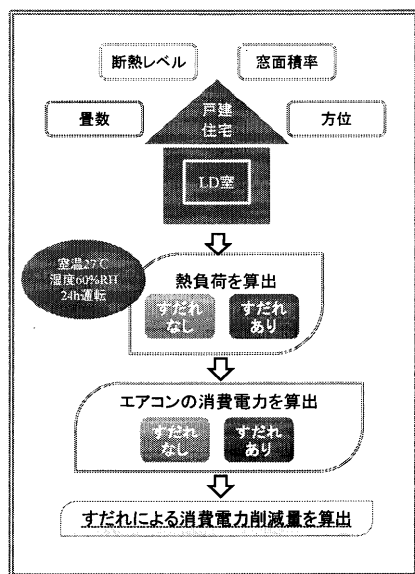


図1 すだれ効果簡易計算ツール作成の流れ

表1 計算条件(一般的な戸建LD室を対象とした計算)

対象地域	東京
気象条件	1995年度版拡張アメダス標準気象データ
計算ケース	断熱レベル: 等級2(旧省エネ基準)
	畳数: 13畳
	窓面積率: 40%
	方位: LD室の最も大きい開口部が南向き
住宅モデル	遮蔽条件: すだれあり/なし
	住宅: 建築省エネルギー機構(IEEC)による暖冷房熱負荷計算住宅モデル(温暖地用モデルプラン) ⁶⁾
	計算Q値: 5.66[W/m ² K] (IVb地域における等級2相当 ⁷⁾)
	すだれの日射透過率(直達日射・天空日射): 20% ⁸⁾
生活スケジュール	IBECを参考に、在室者数および室内発熱のスケジュールを決定 換気回数は0.5回固定。
エアコン運転スケジュール	24時間連続運転
計算対象日	7/1-8/31(助定計算含む)
評価対象日時	8/14-8/21(休日の8/18,8/19を除く)、13-16時

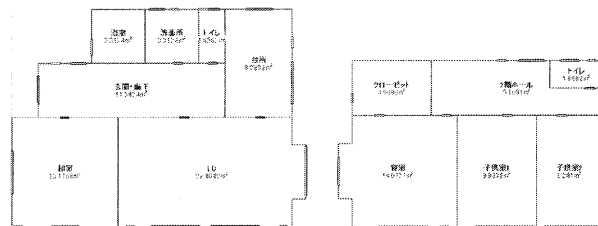


図2 対象戸建住宅の平面図と外観

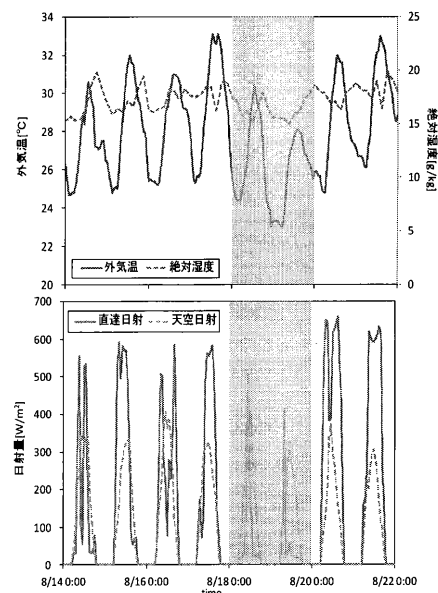


図3 評価対象日の環境

2.1.2 任意の室条件への拡張とツールの作成

任意の室条件への拡張を行うため、2.1.1で構築した住宅の畳数、窓面積率、断熱等級、LD室の方位を変化させ、表2に示す条件で計算を行った。計算結果から得られた、各方位における13畳、窓面積率40%、断熱等級2に対する比率と、比率から得られた回帰式を用いて、簡易計算ツールを作成した。

表2 計算条件(任意の室条件への拡張のための計算)

	条件	条件数
断熱レベル	等級2(Q値=5.66[W/m ² K])	3
	等級3(Q値=4.33[W/m ² K])	
	等級4(Q値=2.37[W/m ² K])	
畳数	10畳 / 12畳 / 13畳 / 16畳	4
窓面積率	20% / 40%	2
方位	南 / 東 / 西 / 北	4
すだれ	なし/あり	2

2.2 削減ポテンシャルの推定の流れ (図4)

2.1.2 で構築した簡易計算ツールを用いて、東京電力管内の戸建住宅を対象に、すだれによる消費電力削減ポテンシャルを推定する。ここで言う削減ポテンシャルとは「現在すだれを使用せずに、ピーク時(平日 13 時～16 時)に LD 室のエアコンを使用している世帯が、全てすだれを使用した場合の電力削減量」を指す。

東京電力(株)が 2006 年に行ったアンケート調査の結果から、戸建住宅データを抽出し、LD 室を 36 パターンに分類した。簡易計算ツールを用いて、各 LD 室のピーク時における消費電力削減量を算出した。この値に、東京電力管内の戸建住宅数⁹⁾、対象世帯比率、各 LD 室の割合を乗じた。36 パターン全ての LD 室の消費電力削減量を加算することで、東京電力管内全体のすだれによる消費電力削減ポテンシャルを推定した。

なお東京電力管内には、II(東電管内戸建住宅の 0.6%)、III(同 2.1%)、IVa(同 21.1%)、IVb(同 75.4%)、V 地域(同 0.7%)が含まれるが^{7)注1)}、IVb 地域が大半を占めることから、ここでは全て IVb 地域であるものと仮定して気象条件および住宅条件を設定し、推定した。

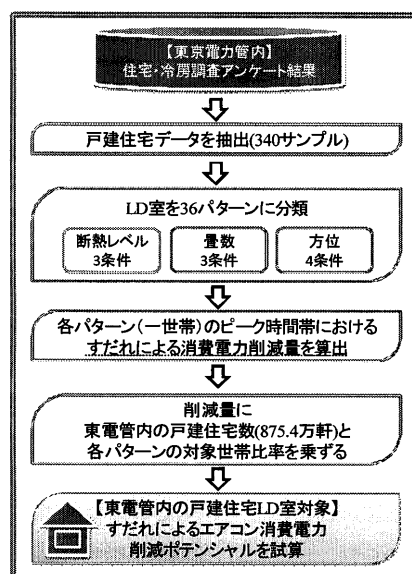


図4 削減ポテンシャルの推定の流れ

3. 結果

3.1 一般的な LD 室を対象とした計算

表3にすだれの有無による LD 室の熱負荷 (13 時～16 時の平均) を示す。すだれによる熱負荷削減率は 34.9%で、すだれによる日射遮蔽は、熱負荷の軽減につながると言える。

3.2 任意の室条件への拡張と簡易計算ツールの開発

図5～図7に畳数、窓面積率、断熱等級を変化させた場合の計算結果と、各方位における 13 畳、窓面積率

40%、断熱等級 2 に対する比率と、比率から得られた回帰式の一覧を示す。畳数、窓面積率が大きいほど熱負荷も大きくなる強い相関関係にあった。また方位に関わらず断熱等級が上がると熱負荷は減少した。等級 4 は複層ガラスだが、等級 2、3 は単板ガラスのため、等級 4 との差に比べ、等級 2 と 3 の差は小さくなった。本報では 13 時～14 時・すだれなしの結果のみ示したが、他の時間帯、すだれありも同様の傾向にあった。

ここで得られた関係から、方位、すだれの有無ごとに、畳数、窓面積率、断熱等級を変えた場合の室条件における熱負荷を以下のように算出した。

任意条件の熱負荷[W] = $Q_0 \times f(\text{畳数, 窓面積率, 断熱等級})$

$f(\text{畳数, 窓面積率, 断熱等級})$

= 各方位の畳数の回帰式(13 畳を基準として正規化)

×各方位の窓面積率の回帰式(40%を基準として正規化)

×各方位の断熱等級の補正係数

Q_0 = 各方位における畳数 13 畳、窓面積率 40%、等級 2 の熱負荷[W]

表3 すだれによる熱負荷削減率 (一般的な LD 室)

	熱負荷[W]
すだれなし	2539
すだれあり	1653
すだれによる 熱負荷削減率[%]	34.9

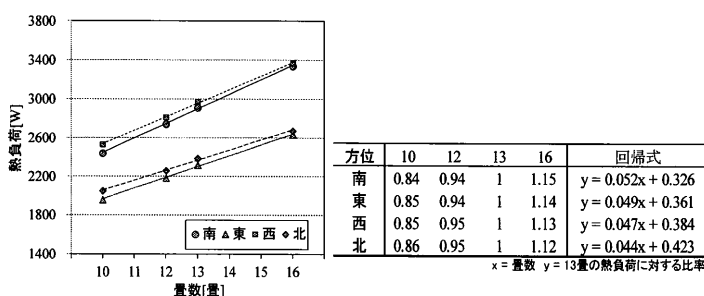


図5 畳数と熱負荷の関係および回帰式 (13時～14時/すだれなし/等級2/窓面積率40%)

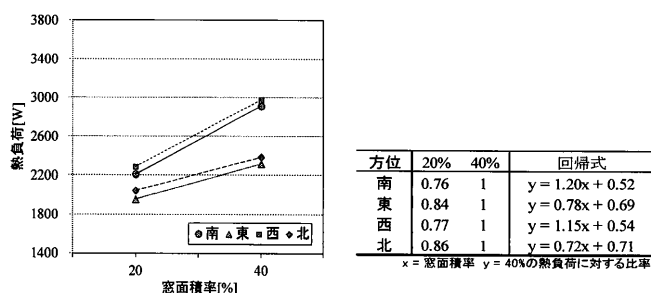


図6 窓面積率と熱負荷の関係および回帰式 (13時～14時/すだれなし/等級2/畳数13畳)

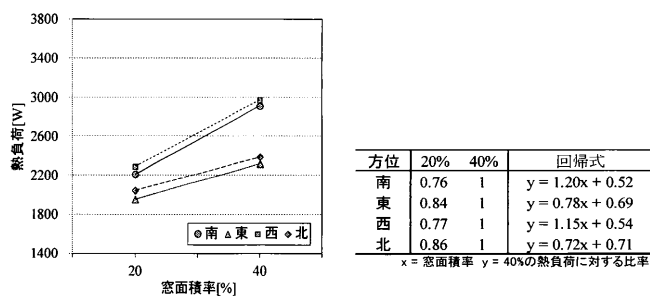


図7 断熱等級と熱負荷の関係および比率
(13時～14時/すだれなし/量数13量/窓面積率40%)

上記から求めた任意条件の熱負荷に対し、エアコンの消費電力を算出した。エアコン消費電力の算出は、定格時のCOPで割るのではなく、当所開発のエアコン熱源特性モデル¹⁰⁾(任意の運転条件におけるエアコン熱源の部分負荷時効率を考慮して消費電力を算出するためのモデル)を用いて計算を行った。

以上の結果を用い、任意の室条件におけるすだれ効果をExcelシート上で計算できる簡易計算ツールを作成した。入出力例を図8に示す。量数、窓面積率、方位、等級を入力し、エアコンを選択すると、すだれ使用時と未使用時の熱負荷、エアコン消費電力およびすだれによる削減量が出力される。

3.3 削減ポテンシャルの推定

図9に推定結果を示す。ピーク時にエアコンを使用している戸建住宅のうち、①現状(アンケート結果から得た92%がすだれ未使用)、②全世帯がすだれを使用した場合で比較した。図2から、東京電力管内でピーク時にエアコンを使用している全戸建住宅のLD室にすだれを使用した場合、現状に比べて、エアコンが普及機の場合は約39万kW(34%)、高機能機の場合は約36万kW(36%)の削減が期待できる。

4. まとめ

戸建住宅LD室を対象に、すだれによるピーク時エアコン消費電力削減量簡易計算ツールを開発した。このツールを用いて、東京電力管内の全戸建住宅LD室を対象に、すだれによる消費電力削減ポテンシャルを推定した。その結果、すだれにより普及機では約39万kW(34%)、高機能機では約36万kW(36%)のピーク時消費電力削減効果が期待できる。

今後は、すだれによる日射遮蔽率の測定結果とすだれ効果の実測調査の解析を進め、すだれによる日射遮蔽効果の検討を進める。

注1) アンケートを行った2006年時点での地域区分及び名称

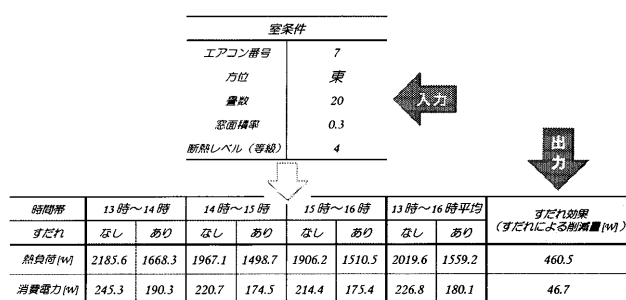


図8 すだれ効果簡易計算ツールの入出力例

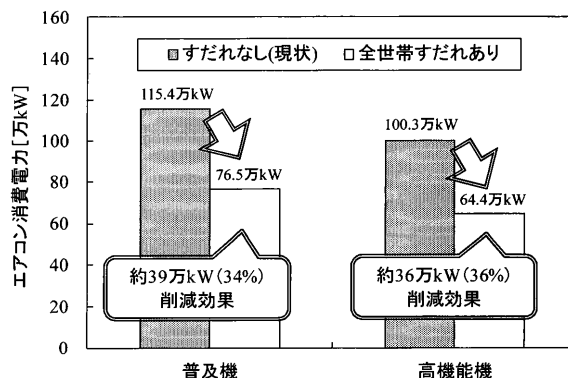


図9 削減ポテンシャルの推定結果

5. 文献

- 鎌田, 鈴木, 小笠原, 北谷, 本間: 北海道の戸建住宅における断熱改修の応用的研究, 日本建築学会計画系論文集, 516号, pp.23-30 (1999)
- 齋藤, 服部, 松島, 桑沢, 石崎, 澤地, 瀬戸, 井上: 温暖地の木造住宅における部分断熱改修による熱性能改善効果の検証, 日本建築学会環境系論文集, 73巻 632号, pp.1163-1169 (2008)
- 北村, 柴田, 松原: 窓の簡易断熱及びすだれによる遮熱が夏期の室内温熱環境と居住者の住まい方に及ぼす影響, 第36回 人間-生活環境系シンポジウム報告集, pp.17-20 (2012)
- 宮永, 占部: 住宅用室内温熱環境設計ツールの実用化 その1: 多数室空調負荷・温熱快適性指標の同時計算手法, 電力中央研究所研究報告書 R06016 (2007)
- 宮永, 占部: 住宅用室内温熱環境計算ツールの実用化 その2: 運転特性を考慮した暖房機器の性能評価手法の開発, 電力中央研究所 研究報告書 R07034 (2008)
- 住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説, 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構 (2009)
- 住宅事業建築主の判断の基準ガイドブック, 一般財団法人 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム (2009)
- 建築設計資料集成, 日本建築学会編, 丸善(1978)
- 平成22年国勢調査, 総務省 統計局, 2010. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm>
- 上野, 北原, 宮永: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 その1: 冷房時モデル, 空気調和・衛生工学会論文集 No.190, pp.41-49 (2013)

<連絡先>

連絡先氏名: 安岡 絢子
住所: 狛江市岩戸北 2-11-1
所属: 電力中央研究所 システム技術研究所
需要家システム領域
E-mail: yasuka@criepi.denken.or.jp