

東京大学生産技術研究所 ○正員 目黒 公郎  
 大林組（元東京大学大学院） 正員 副島 紀代  
 東京大学生産技術研究所 正員 山崎 文雄  
 東京大学生産技術研究所 正員 片山 恒雄

1. はじめに：都市部の電力需要は、基本となる4パターン(住宅・オフィス・工場・店舗/飲食店)の電力需要曲線の重ね合わせとして評価でき、パターン別の比率(寄与率)を用いて電力需要から地域特性を評価できることが報告されている。本研究ではこの寄与率をもとに、停電影響度の定量的評価法の基本的な考え方を示すとともに、簡単なシミュレーションを行って、停電の都市生活への影響の定量的評価を試みる。まず電力の消費内容を考慮した影響度関数を提案し、東京23区の314の配電エリアにその関数を適用して、各エリアの停電影響度を試算する。また、その影響度関数を用いて、災害時などの非常時における影響度の変化も検討する。

2. 停電影響度の評価法：配電エリア  $j$  の電力需要曲線  $y_j(t)$  は、式(1)に示すように基本的な4パターンの電力需要曲線の寄与率を用いた重ね合わせによって表現できる。

$$y_j(t) = y_{j\max} \sum_{i=1}^4 c_{ji} \bar{x}_{ji}(t), (0 \leq c_{ji} \leq 1, \sum_{i=1}^4 c_{ji} = 1) \cdots (1)$$

ここで  $y_{j\max}$  は対象とする配電エリア  $j$  の最大電力需要、 $C_{ji}$  はエリア  $j$  の電力需要におけるパターン  $i$  ( $i=1$ :住宅,  $2$ :オフィス,  $3$ :工場,  $4$ :繁華街) の寄与率、 $\bar{x}_{ji}(t)$  は  $y_{j\max}$  に達する時刻で1となるように正規化したパターン別の電力需要曲線である。

次にパターンごとの電力重要度関数を設定し、各配電エリアの電力需要量・寄与率・電力重要度の3つから、その地域の停電影響度を評価する手法を提案する。まず、停電影響度を式(2)のような関数として与える。

$$f_j(t) = \sum_{i=1}^4 v_i(t) y_{ji}(t) \cdots (2)$$

$f_j(t)$  は配電エリア  $j$  の時刻  $t$  における停電影響度、 $v_i(t)$  は時刻  $t$  におけるパターン別単位電力重要度、 $y_{ji}(t)$  は配電エリア  $j$  の時刻  $t$  における基本パターン  $i$  の電力需要量であり、

$$y_{ji}(t) = y_{j\max} c_{ji} \bar{x}_{ji}(t) \cdots (3)$$

と表すことができる。

式(2)は、各配電エリアの地域特性としての電力需要量とその消費形態を考慮した上で、ある時刻に、ある地域で停電が起こった場合の影響を定量的に評価する指標である。パターン別単位電力重要度  $v_i(t)$  は、電力の消費対象ごとに、季節・時刻による影響の変化を考慮して決める必要がある。ここでは、過去の停電被害事例調査や、専門家を交えたブレインストーミングを通して設定した。1例として住宅における単位電力重要度関数を図-1に示す。

3. 停電影響度の評価：単位電力重要度関数を用いて、各配電エリアの停電影響度を式(2)より求める。

まず、寄与率を用いて、最大電力需要が同程度の典型的な4パターンに近い配電エリアを選び出し、パターンによる停電影響度の違いを検討した。選んだ配電エリアは、住宅地型：光が丘(練馬区, 94%, 0%, 5%, 1%), オフィス街型：大崎(品川区, 9%, 90%, 0%, 1%), 工場地型：渋谷(葛飾区, 18%, 27%, 54%, 1%), 繁華街型：上通(渋谷区, 20%, 48%, 0%, 32%)の4カ所であり、( )内の数値は、順に住宅・オフィス・工場・店舗/飲食店の寄与率である。夏と冬の停

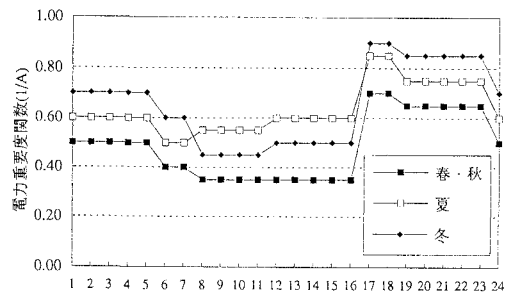
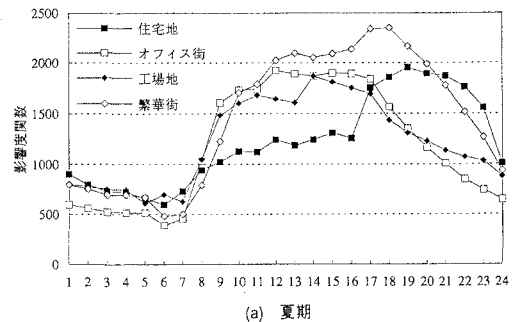
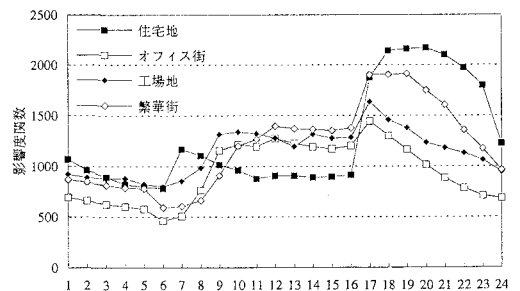


図-1 電力需要基本パターンの単位電力重要度関数 (住宅の例)



(a) 夏期



(b) 冬期

図-2 地域特性による停電影響度の差

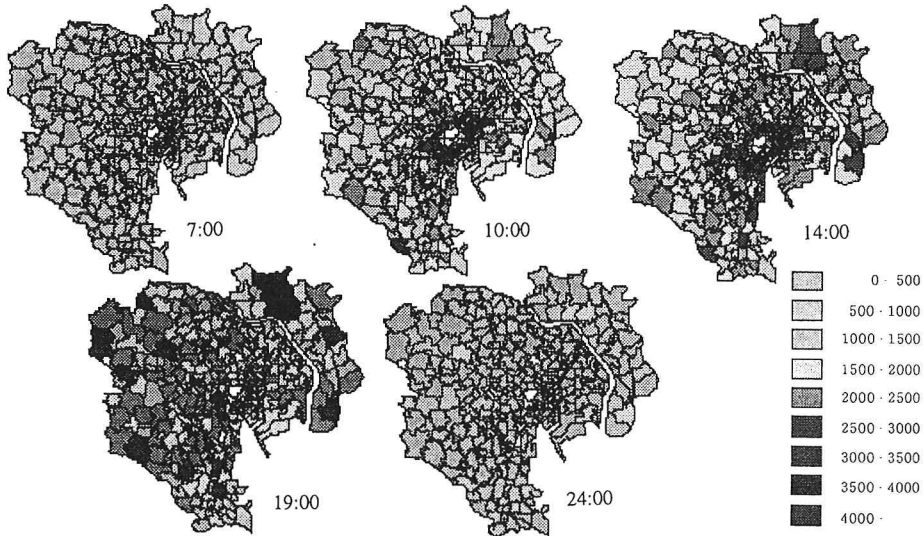


図-3 東京23区の停電影響度マップ（平常時：夏期）

オフィス・工場・店舗/飲食店の寄与率である。夏と冬の停電影響度曲線を図-2に示す。地域住民の活動や季節による影響度の変化が見られて興味深い。次に停電発生時刻・季節ごとの東京23区における停電影響度マップを地理情報システム(GIS)上に作成した。図-3は夏に停電が発生した場合の停電影響度マップである。朝7時ではどの地域の影響度も比較的低いが、日中は都心部の値が高くなる。しかし夕方19時になると影響度の高い地域が周辺部に移り、都心部の影響度は逆に低くなる。そして24時には、一部を残して影響度は全体的にまた低くなる。

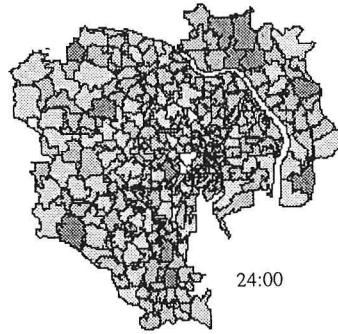


図-4 東京23区の停電影響度マップ（非常時：夏期）

ここまでは日常的な停電の影響を考えてきたが、地震などの災害に付随して停電が発生した場合には、日常の場合とは異なる影響も生じられると思われる。例えば、真夜中に工事等で停電が起こった場合、多くの人は睡眠中で停電に気付く人は少ない。しかし地震停電などでは、おそらくほとんどの人がとび起き、照明を付けようとしたり、何らかの情報を求めてテレビやラジオに手を伸ばすと考えられる。このような場合には、電力需要が著しく増えるため、特に住宅地においては、日常とはきわめて異なる需要形態を呈するであろう。そこでここでは仮に、非常時の住宅の電力需要量が、ピーク時の8割となると仮定する。また、非常時にはテレビやラジオ等の情報入手手段の重要性が高まることから、住宅における単位電力重要度を0.1だけ付加する。このようにして計算した結果の1例を図-4に示す。これは夏の深夜(24時)に、地震などを原因として停電が発生した場合の影響度である。平常時の24時の影響度(図-3)と比較すると、おもに周辺部の住宅地で影響度が高くなっているのがわかる。全体的な影響度としては、都心地域を除くと平常時の10時程度の影響度に近い。地震などの自然災害にともなう停電では、平常時とは影響が異なる様子がわかる。

4. まとめ：都市停電による住民生活への影響の軽減、および停電の事前・事後対策の効率化を図るため、停電発生時刻や発生場所を変数とした停電影響度の定量的評価を試みた。まず、過去の都市停電事例調査と専門家を交えたブレインストーミングを通して、都市部における電力重要度関数を作成した。そして、電力重要度・各バターの寄与率・電力需要量の3つから、地域の停電影響度を求める関数を提案した。この関数を用いて東京23区の停電影響度を試算すると、昼は都心部での影響度が高く、夕方から夜にかけては周辺住宅地の影響度が高いことが明瞭に示された。また災害にともなう停電など、非常時の影響を考慮すると、深夜でも住宅地を中心に影響度が高くなることがわかった。今回は季節別の1時間ごとの電力需要データを用いて解析を行ったが、天候・気温・湿度などをパラメータとする電力需要予測値を用いれば、任意の月/日/時刻の停電影響度が評価可能である。また今回は、まず停電発生時刻のみに着目したが、停電継続時間も停電影響度に大きくかわる重要な要因である。今後の停電影響度分析では、停電継続時間と発生時刻の双方を考慮にいれた総合的な影響度関数を構築することが課題である。

参考文献：1) 副島，目黒，山崎，片山：電力需要特性にもとづく都市の地域分類，生産研究，第46巻，第6号，1994。