

IV-118

電力需要特性からみた都市の地域分類

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	目黒 公郎
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：都市部における社会的な電力依存度が高まりつつある今日，災害時の被害形態も変化しつつある。1991年の台風19号の際には，全国で700万件もの停電が発生し，構造的被害よりも停電によるライフラインの機能損失・機能的被害波及が大きな問題となった¹⁾。今後も地震をはじめとする各種の自然災害により，都市部で様々な機能障害が発生する可能性は高い。このため，災害発生時の電力の機能支障による社会生活への影響を解明する研究が強く望まれている。

そこで本研究では，現代の都市生活において不可欠な電力が損なわれた場合の影響を，地域単位に，生活レベルの視点から評価することを目的とし，都市の電力需要分析を行った。

2. 東京23区における電力需要形態の特徴：本研究では，東京23区内の314配電用変電所の電力需要データを用い，電力需要の分析を行った。23区内でも地域・季節・時間により，電力需要の分布は様々であるが，それぞれの配電エリアの電力需要曲線の特徴によって，住宅地型・オフィス街型・工場地型・繁華街型という4つのパターンに大きく分類することができる²⁾。また，いずれのパターンにも分類困難なエリアは，4パターンの特性を合わせ持つ地域と考えられる。そこで，すべての配電エリアの電力需要を，これら4パターンの需要曲線の重ね合わせと見え，各タイプの平均的な需要曲線を求めるため，1件当たりの平均的な電力需要の推定を試みた。

すべての配電エリアの電力需要が，前述の4パターンの電力需要の重ね合わせとして表現できるとすると，配電エリア j の時刻 t における電力需要量 $y_j(t)$ は，

$$y_j(t) = \sum_{i=1}^4 a_{ji} x_i(t) \quad (1)$$

と表すことができる。ただし， i は各パターンを表している ($i=1$:住宅，2:オフィス，3:工場，4:繁華街)。また a_{ji} はエリア j 内のパターン i の件数， $x_i(t)$ は時刻 t におけるパターン i の1件当たりの平均電力需要量を表す。

ここで a_{ji} が既知であれば，重回帰分析から最適な $x_i(t)$ を求めることができる。そこで，国勢調査データ³⁾および事業所統計調査データ⁴⁾を用い，80箇所の配電エリアについて a_{ji} を求め，そのデータから最小自乗法により $x_i(t)$ を求めた。図1に夏のデータをを用いた結果を示す。

こうして得られた1件当たりの電力需要曲線は，あくまでも平均的なものであり，その値をそのまま全ての地域に用いるのは適当ではない。しかし，都市を100件，1,000件を単位としてマクロに見る場合には，規模が違っていてもその電力需要曲線はほぼ相似形であると推察される。そこで以降では，各パターンの電力需要曲線の形から，電力需要特性を議論する。

3. 電力需要から見た各配電エリアのパターン

別寄与率の算定：次に，住宅・オフィス・工場・繁華街の電力需要曲線を用いて，各エリアにおいて4パターンの電力需要がどのような割合でその地域全体の電力需要に寄与しているのかを分析した。

まず，それぞれの配電エリアにおいて，最大値が1となるように電力需要曲線を正規化し，最大値をとる時刻を T_j とする。そして，前節で得られた各パターンの1件当たりの電力需要曲線を，時刻 T_j での値が1となるように正規化する。

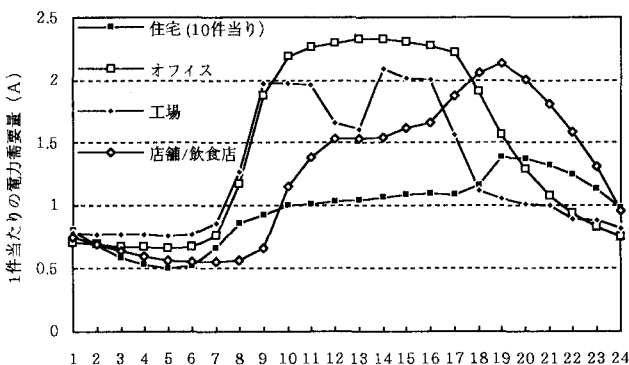


図1 4パターンの1件当たり電力需要量 (A)

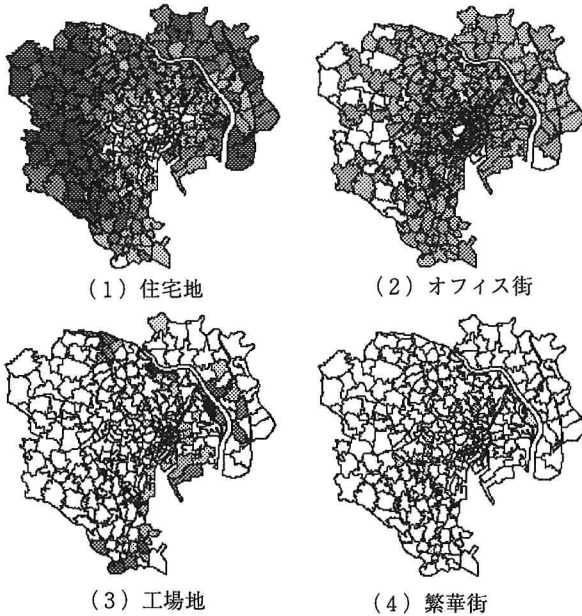


図2 各パターンの寄与率

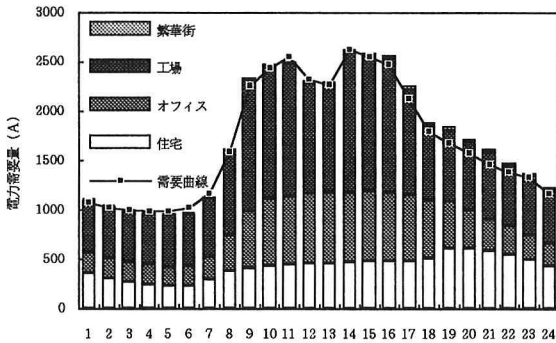


図3 寄与率から逆算した電力需要と
実際の電力需要曲線の比較

配電エリア j の時刻 t における正規化した電力需要を $\bar{y}_j(t)$ とし、各パターンの時刻 t における正規化した電力需要を $\bar{x}_{ji}(t)$ とすると、

$$\bar{y}_j(t) = \sum_{i=1}^4 C_{ji} \bar{x}_{ji}(t) \quad (2)$$

と表すことができる。ただし、 C_{ji} は配電エリア j におけるパターン i の電力需要の寄与率である。そこで各配電エリアにおいて、各時刻（24点）での両辺の差の自乗和

$$\Delta \bar{y}_j = \sum_{t=1}^{24} \{ \bar{y}_j(t) - \sum_{i=1}^4 C_{ji} \bar{x}_{ji}(t) \}^2 \quad (3)$$

を最小にする C_{ji} の組み合わせを、各季節ごとに求めた。夏のデータを用いて得られた各配電エリアの寄与率を図2に示す。

住宅の寄与率（1）は23区周辺部、特に西部の練馬・杉並・世田谷方面で大きい。逆にオフィスの寄与率（2）は都心部でかなり大きくなっている。住宅の寄与率の高い23区西部では、JR中央線・西武池袋線・小田急線などの沿線で、オフィスの寄与率が周辺より高くなっており、その合間を埋めるような形で住宅寄与率が8割以上の地域が存在しているのがわかる。工場の寄与率（3）の高い地域は、主に東京湾周辺と荒川沿いに分布しており、その分布は非常に偏っている。繁華街（4）の分布も比較的限られ、その寄与率は高くても50%程度である。

また、求めた寄与率から逆算した電力需要と、実際の電力需要とを比較すると、図3のように両者がよく一致することがわかる。寄与率は、そのエリアが最大電力需要量を記録する時刻において、各パターンで使われている電力量の割合を表しているが、図3のグラフより、各時刻における電力のおおよその消費内容を知ることができる。

4. まとめ：本研究では、都市における災害時の停電による様々な被害の軽減、および復旧作業の効率化を図るため、東京23区の配電用変電所の電力需要データを分析し、配電エリアの電力需要曲線の特徴により4つのパターンに分類した。そして、どのエリアの電力需要もこの4パターンの重ね合わせで表せると仮定し、それぞれの需要パターンの平均的な需要曲線を最小自乗法で求めた。さらに、地域の特性と電力需要特性を関連づけるために、寄与率という概念を用いて、そのエリアの電力需要に占めるそれぞれの需要パターンの割合を求めた。この寄与率という概念を用いることにより、各時刻における電力消費パターンの割合を予測することができる。

参考文献

- 1) 目黒, 永田, 立川, 片山：台風19号による大規模停電の都市機能への被害波及に関する調査研究—広島地域における大規模停電の影響：生産研究, 第44巻, 第4号, 1992
- 2) 副島, 永田, 目黒, 山崎, 片山：電力需要から見た都市の地域特性：土木学会第48回年次学術講演概要集, 1993
- 3) (財) 日本統計協会：昭和60年国勢調査地域メッシュ統計
- 4) (財) 日本統計協会：昭和61年事業所統計調査地域メッシュ統計