

はじめに

ライフラインの途絶による被害の波及効果や連鎖反応を考える場合、他システムへの影響が大きいと言う点では電力の供給ストップによる影響が最も大きい。ゆえに停電による被害を最小に抑えるための事前対策、及び迅速な復旧・復興対策を立案するためにも、電力の供給停止が社会生活に与える影響を定量的に把握する手法の確立が重要となっている。そこで本研究では、まずは継続時間が最長でも1日程度の停電(巨大地震などを原因として発生する広域かつ長期停電よりはずっと発生頻度が高い)を対象として、停電の発生時刻および継続時間によって変化する停電の影響を、定量的に評価できる手法を提案する。そして次に、提案手法を東京23区の配電用変電所に適用し、配電エリアごとの停電影響度マップを作成する。

停電の影響度の定義

本研究では「停電の影響」を、「平常時に行っている生活活動ができなくなってしまう状態」と定義し、各生活活動の重要度(価値)を評価して、「停電により妨げられた平常時ならば行っているはずの生活活動の重要度の合計」を停電影響度として評価する。

各配電エリアの停電影響度は、その配電エリア内の各パターン i の潜在的影響度の和で表されるので、停電が時刻 t_s に発生し、時間 t_d だけ継続した場合に、この停電が配電エリア j に及ぼす影響 $E_j(t_s, t_d)$ は、

$$E_j(t_s, t_d) = \sum_i \{r_i \cdot e_{ji}(t_s, t_d)\}$$

と表せる。ただし、 $i=1$:住宅、 2 :オフィス、 3 :工場、 4 :店舗/飲食店である。また、 r_i は電力需要特性パターン間の重みを表す係数、 $e_{ji}(t_s, t_d)$ はパターン別潜在的影響度である。

停電の影響度の評価基準

停電の影響度の評価においては次の3つを指標として考える。

1. 消費電力の量
2. 停電の影響を受ける人口
3. 電力の使われ方

電力需要パターン i の潜在的停電影響度 $e_{ji}(t_s, t_d)$ は、次のように表せる。

$$e_{ji}(t_s, t_d) = \int_{t_s}^{t_s+t_d} \{P_{ji} \cdot \alpha_{ji} \cdot R_{ji}(t) \cdot U_i(t)\} dt$$

ここで、 P_{ji} は配電エリア j における電力需要パターン i ごとの消費電力の補正係数、 α_{ji} は配電エリア j 内の電力需要パターン i の需要家数、 $R_{ji}(t)$ は時刻 t における配電エリア j 内の電力需要パターン i 軒あたりの人口、 $U_i(t)$ は電力需要パターン i 軒あたりの潜在的停電影響度である。

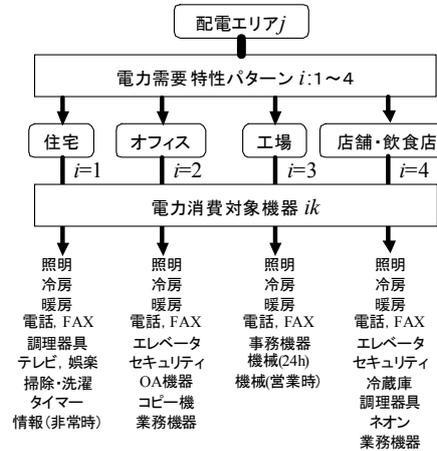
停電危険度指標

防災においては、各配電エリアの潜在的な停電影響度を考慮した上で、適切な事前対策を講じることが重要であるが、停電がいつ発生し、どれだけ継続するかは事前にはわからない。そこでここでは、適切な事前対策を講じるために、停電発生時刻や停電継続時間を総合的に考慮した配電エリアごとの潜在的な停電影響度を表す指標(PI : Power outage Index)、 PI_1 、 PI_2 としてそれぞれ提案する。

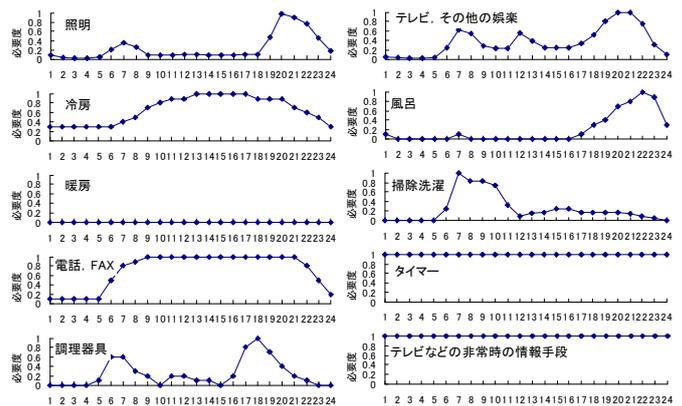
$$PI_1 = \text{Max}[E_{t_d}(t_s, t_s = 0, 23)]$$

$$PI_2 = \sum_{t_s=0}^{23} E_{t_d}(t_s)$$

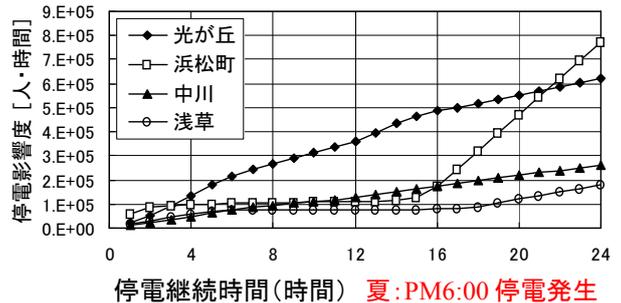
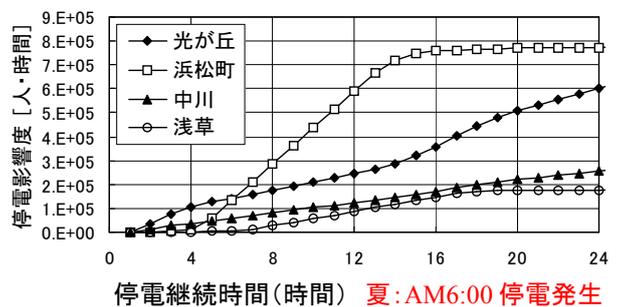
PI_1 は、継続時間 t_d の停電を設定し、ある配電エリアで1日の各時刻 t_s に停電が発生した場合の停電影響度 $E_j(t_s, t_d)$ を比較して、そのうち最も大きな影響度の値を、その配電エリアの停電危険度とするものである。 PI_2 は、同様にして継続時間 t_d の停電が1日の各時刻に発生した場合の総和をその配電エリアの停電危険度とするものである。



各電力需要パターン内の消費対象機器

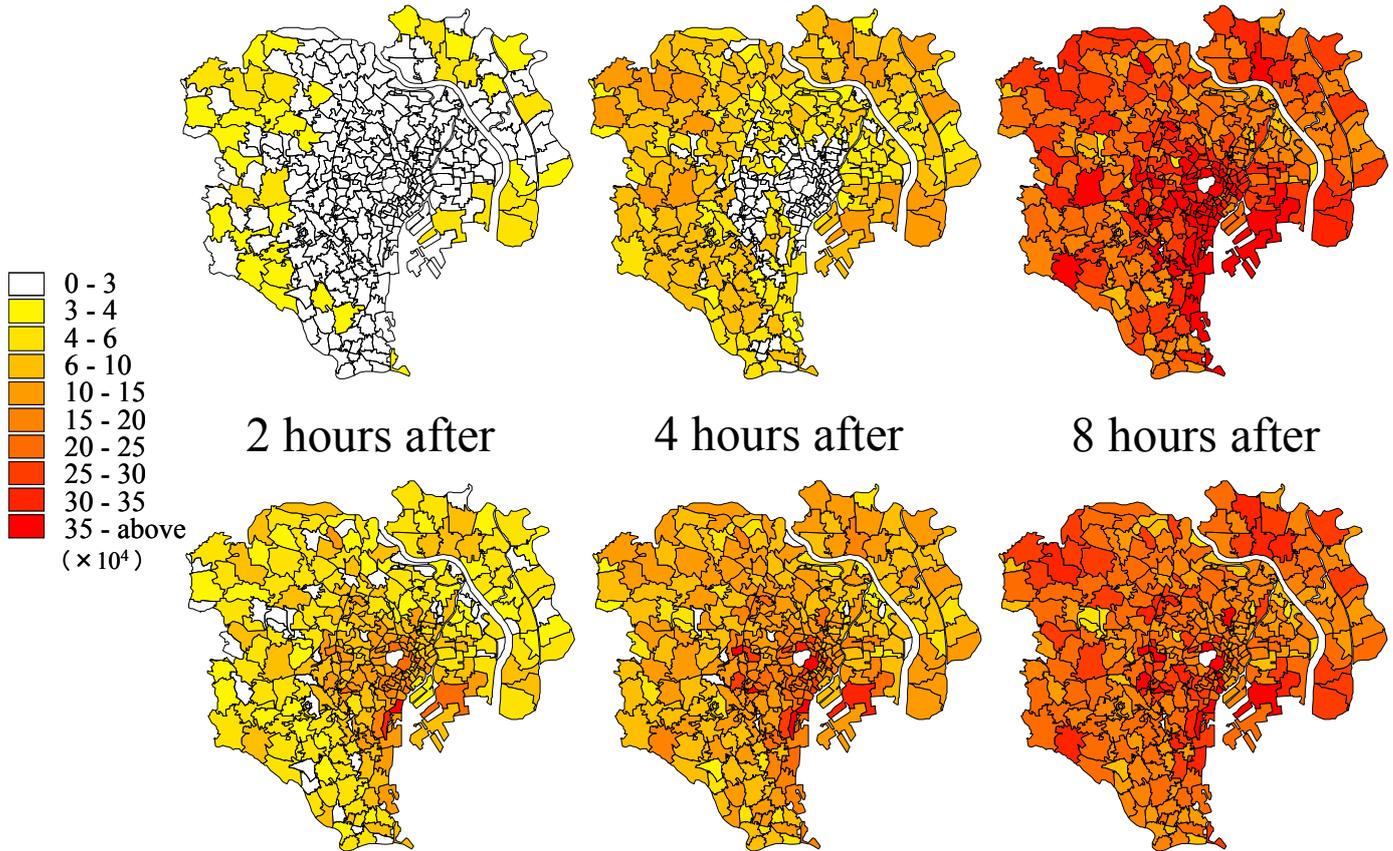


各電力需要パターン内の消費対象機器



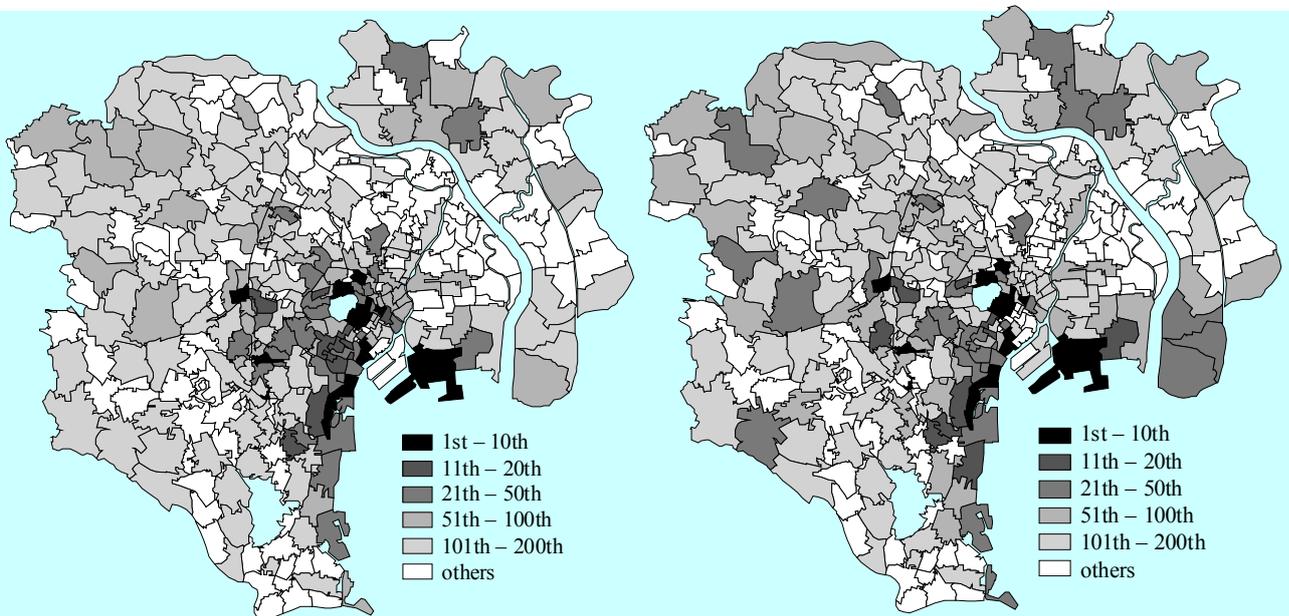
停電影響度の時間変化

(発生時刻の異なる停電の比較)



停電影響度の算出

(停電開始時刻は、上図がAM4時、下図がPM4時を想定)



潜在的停電影響度の順位分布(PI1の順位)

潜在的停電影響度の順位分布(PI2の順位)

まとめ

本研究では、日常的に発生する停電を対象として、停電の発生時刻および継続時間を考慮した停電影響度を定量的に評価する手法を提案した。すなわち、「停電の影響」を「平常時に行っている生活活動ができなくなってしまう状態」と定義し、「平常時ならば行っているはずの生活活動の重要さの合計」を「停電の影響度」として評価する手法を構築した。また提案手法を東京23区の配電用変電所に適用し、電力需要分析ならびに各配電エリアの停電影響度マップの作成を行った。停電はいつ発生し、どの程度継続するのかを事前には知ることは困難であることから、発生時刻と継続時間を任意選択してその影響度を評価できる点は、本提案手法の優れた点と言える。

本研究の利用方法としては、事前の防災対策や投資の優先順位の決定、停電復旧時の復旧順位の決定、災害時の停電被害の想定、新しい配電用変電所設置時やその他の新規設備設置時の決定、など電力事業者や都市計画/管理者の戦略的判断を支援することが考えられる。今後の課題としては、現時点では停電の影響度として考慮していない、①停電による他システムへの影響、②特別高圧需要家の影響、③バックアップ電源装置/施設の効果、④長期間の停電によって引き起こされる、深刻な生活支障ならびに社会的影響、などが挙げられる。