

ピーク電力需要の削減に向けた輪番操業パターンの試算 —複数の事務所の輪番操業を例として—

小松秀徳¹, 今中健雄²

1: (財) 電力中央研究所 システム技術研究所

2: (財) 電力中央研究所 社会経済研究所

要約:

今夏、関東・東北地方において電力需給の逼迫が懸念される中、需給逼迫を緩和する方法の一つとして、輪番操業（休業）が期待されている。主に平日に活動する複数の事業所を持つ企業ないし自治体では、これまでの休日を操業日に加えて、休業日を事業所ごとに輪番取得することで、すなわち輪番操業することで、企業としてのピーク需要を削減することが可能となる。

このような輪番操業を具体的に実施するにあたり、様々な規模の多くの事業所を持つ企業や自治体では、企業ないし自治体としてのピーク電力需要を最大限削減するために、それぞれの事業所をどのように操業させるかが課題となるだろう。複雑な組み合わせ最適化問題になるため、手作業で検討することは困難を伴う。

本稿は、ある自治体の事務所別延べ床面積のデータを利用して、輪番操業のイメージを検討した。遺伝的アルゴリズムを利用することで、比較的容易に、ピーク電力需要を削減する操業パターンを見出せる。試算では、平日ピーク需要（100%とする）に対して土休日のピーク需要が40%であるという条件のもと、平日と土休日を含む全ての日のピークを均すなら、平日ピークを17%削減でき、平日のピークを抑えることだけを目的にすれば、20%の削減が可能であった。

輪番操業ができない企業も存在すると予想されることから、社会全体では平日のピーク電力需要を土休日のピーク電力需要のレベルまで均せるとは限らない。そのため、輪番操業を実施可能な企業・自治体においては、土休日の電力需要が少々大きくなっても、平日のピークを下げてくだされば、社会的な貢献は大きいと考えられる。

輪番操業を検討される企業・自治体の方々のご参考になれば幸甚である。

免責事項

本ディスカッションペーパー中、意見にかかる部分は筆者のものであり、
(財) 電力中央研究所又はその他機関の見解を示すものではない。

Disclaimer

The views expressed in this paper are solely those of the author(s), and do not necessarily reflect the views of CRIEPI or other organizations.

目次

1.	はじめに-----	1
2.	サンプルデータ-----	2
2.1	規模別事業所数-----	2
2.2	電力需要の想定-----	2
3.	輪番操業による負荷削減効果の試算-----	4
3.1	遺伝的アルゴリズムによる輪番操業パターンの導出-----	4
3.2 (a)	完全フラット化の試算結果：削減効果17%-----	4
3.3 (b)	平日削減幅の最大化の試算結果：削減効果20%-----	5
4.	まとめ-----	7
	参考文献-----	7

1. はじめに

今夏、関東・東北地方において電力需給の逼迫が懸念される中、需給逼迫を緩和する方法の一つとして、輪番操業（休業）が期待されている（今中、2011 など）。主に平日に活動する複数の事業所を持つ企業ないし自治体では、これまでの休日を操業日に加えて、休業日を事業所ごとに輪番取得することで、すなわち輪番操業することで、企業としてのピーク需要を削減することが可能となる。

このような輪番操業を具体的に実施するにあたり、様々な規模の多くの事業所を持つ企業や自治体では、企業ないし自治体としてのピーク電力需要を最大限削減するために、それぞれの事業所をどのように操業させるかが課題となるだろう。

例えば、ある企業が7つの事業所を持ち、どれもほとんど同じ規模で、いわゆる平日5日に操業し、土日に休業しているという場合、輪番操業パターンの検討は比較的容易である（ここでは簡単のため祝日を無視する）。これまでの土日にあたる休業日を、事業所ごとに、1日ずつ曜日をずらして取得すればよい。最も需要が均されて、どの日も同じようなピーク電力需要となり、ピーク電力需要は最も抑制されることになる。

ところが、事業所数が10, 20と増加していくとどうだろうか。また、それぞれの規模が様々だとどうだろうか。このような問題は組み合わせ最適化問題と呼ばれ、問題が複雑化すると、手作業で検討することはもちろんのこと、厳密な計算も困難を伴う。しかし、実際の企業や自治体では、このような問題に直面すると考えられる。

また、上記のような事業所（同規模7つ）を持っていても、需給逼迫の恐れが少ない土休

日のピーク電力需要は大きくなってよいので、平日のピーク電力需要をできるだけ下げたい、といった要請もありうる。実際、輪番操業ができない企業も存在すると予想され、今夏に向けて、平日と土休日の電力需要が完全に均されない場合には、そのような要請が行われる可能性もある。この場合も、計算は困難になるだろう。

本稿では、このような問題に対して、遺伝的アルゴリズムによって、比較的容易に、ピーク需要を削減する操業パターンを見出せることを確認した。

ただし、本稿で用いたデータは、あくまで試算用に作成したサンプルデータである。方法論、検討内容をご参考にしてくださったり、ご一緒に検討する機会を頂いたり、様々なご意見・ご要望を頂ければ幸いである。

2. サンプルデータ

2.1 規模別事業所数

ある自治体の事務所46箇所について述べ床面積のデータが得られたため¹、これを参考にした。元データは階級別のグラフであったため、総延べ床面積のデータを勘案しつつ、表1の通りに、それぞれの延べ床面積を想定した。

表1 試算に用いる各事業所の延べ床面積と事業所数

事業所数	延べ床面積(m ²)
1	11,500
1	10,500
1	6,500
2	5,500
1	4,500
3	2,500
10	1,500
27	500
合計	80,000

2.2 電力需要の想定

表1の延べ床面積のデータに、延べ床面積あたりのピーク電力需要（平日、（土）休日別）を掛け合わせて、事務所別の、平休日の需要を求める。

まず、延べ床面積あたりの日需要電力量（Wh/日/m²）について、電力中央研究所（2007）の実測調査による事務所サンプルでは、8月において、平日平均で400Wh/日/m²、休日平均で200Wh/日/m²などとなっている。平日対休日で2:1である（ピーク電力需要ではなく日量であることに注意）。

一方、平木ら（2009）の示す事務所の平日と休日の負荷曲線について（図1）、日需要電

¹ <http://www.city.setagaya.tokyo.jp/topics/kankyou/part/syouenesisin/syoueneshishin.pdf>

力量を目算すると、これもおよそ、平日対休日で2:1である。この負荷曲線において、ピーク需要を平日と休日で比べると、2.5:1となっていることから、本稿では、平日・休日のピーク需要の比を2.5 : 1とおいた。

本稿では、輪番操業によって、複数の事務所全体で、ピーク負荷を「何割」削減できるかを求める。そのため、平日と休日のピーク需要については、その相対的な比率が分かればよく、絶対値を与える必要はない。ただし、数量的なイメージをつかみやすくするため、電力中央研究所（2005）による実測調査における事務所サンプルの8月平日のデータを参考に、平日のピーク電力需要を50W/m²程度、これの2.5分の1として休日ピークを20W/m²とおいて、試算をすすめる。

通常時の営業日は、全ての事務所について月曜から金曜、同様に休業日は土日と想定した（図2）（本稿では簡単のため祝日を無視する）。このとき、自治体としての最大電力は月曜から金曜の約4,000kW、一方土日のピーク需要は1,600kWとなる。

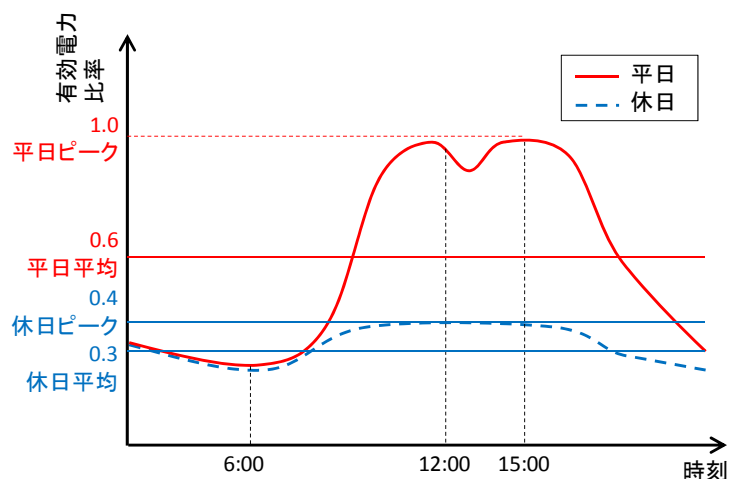


図1 事務所における消費電力の一般的な例（平木ら(2009)を基に作成）

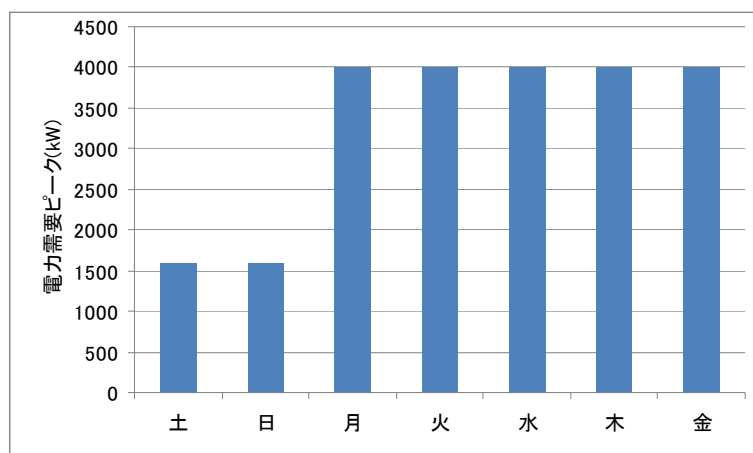


図2 通常時の事務所群全体のピーク需要

3. 輪番操業による負荷削減効果の試算

2章で設定したような条件を持つ事務所群を対象に、土日も営業日の候補に加えて、輪番操業のパターンと、全事務所としてのピーク電力需要削減効果を求める。

輪番操業のパターンとして2種類のパターンを検討した。

- (a) 完全フラット化：土日平日全ての日について最大電力を抑える。理想的には全ての日の最大電力が同じになることを目指す。なお各事務所の休業日は、二日間連続するものとする。
- (b) 平日削減幅の最大化：土日の電力需要は大きくなって構わないので、月から金の最大電力を抑える。理想的には月から金のピーク電力需要が同じになるよう抑えつつ、土日はそれよりも大きく、最大4,000kW に達してよい。なお各事務所の休業日は、二日間連続するものとする。

結果の説明に入る前に、本稿で用いた遺伝的アルゴリズムについて次節で概説する。

3.1 遺伝的アルゴリズムによる輪番操業パターンの導出

前節(a)、(b)の輪番操業パターンに対応して、各事業所の最適な操業・休業スケジュールを策定し、これにより電力需要ピークがどれだけ削減できるかを試算する。操業・休業スケジュールの策定には遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を用いる。GAは生物の進化の過程を模倣した確率的最適化手法である。本試算では、操業・休業スケジュールの候補群を疑似的な染色体として扱い、これらに選択（目的に近いスケジュールを親として選択する）・交叉（親スケジュール同士を部分的に交換する）・突然変異（交叉で得られたスケジュールを部分的に改変する）を繰り返し、最終的な操業・休業スケジュールを得る。本稿で示す試算結果は、いずれの例でも普通のPCを用いて数秒以内に求めることができる。

3.2 (a) 完全フラット化の試算結果：削減効果17%

土日平日全ての日について最大電力を抑える完全フラット化の試算結果として、各日の最大電力と操業パターンを図3、4に示す。各日の最大需要はかなり均一に均されており、本稿で求めた操業パターンが真の最適解に近いことが伺われる。具体的な数値としては、7日間の最大が3,325kWであるため、4,000kWに比べると17%減である。なお、図4に示す操業パターンについて、どの事業所をどのパターンに当てはめるかは、まだ自由度がある。例えば、1,500㎡の事務所は合計10箇所あり、4つの操業パターンが与えられているが、個別の事務所にとどの操業パターンを当てはめるかは自由である、但し、土日休みの1,500㎡の事務所は5つにすること、といった読み方になる。

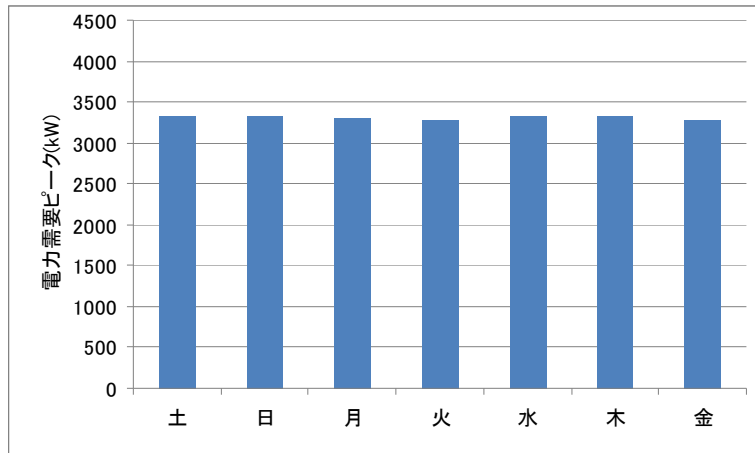
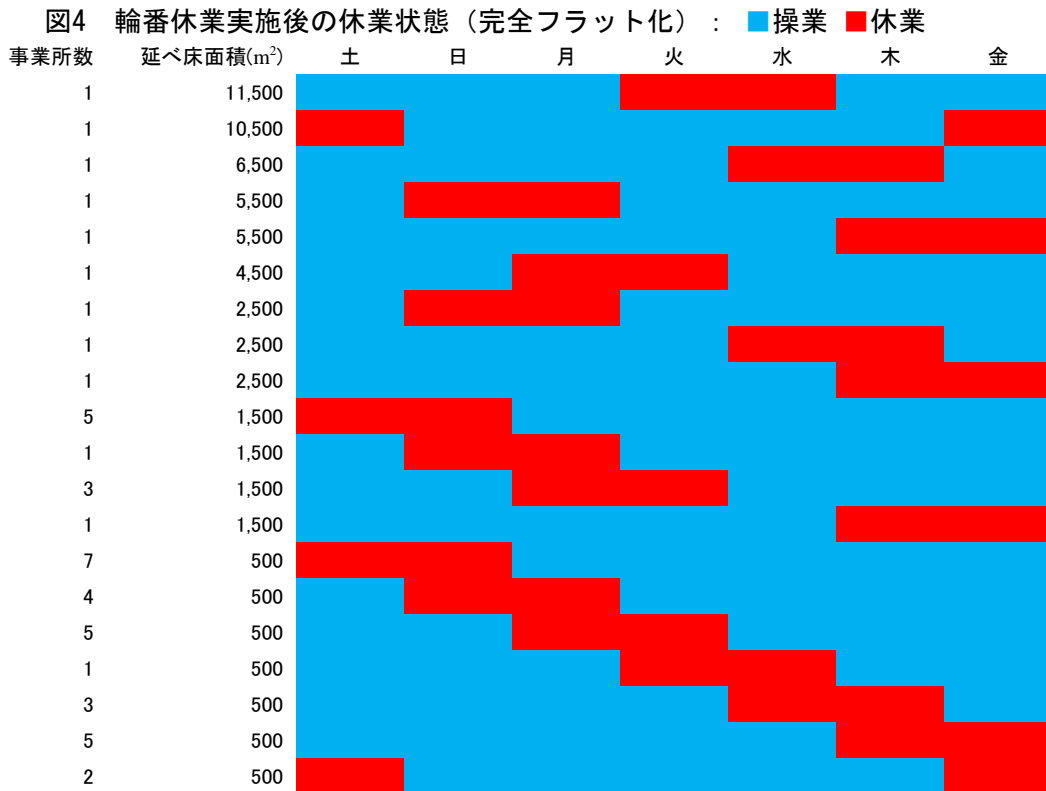


図3 輪番休業実行後のピーク需要の変化 (完全フラット化)



3.3 (b) 平日削減幅の最大化の試算結果 : 削減効果 20%

土日のピーク電力需要は大きくなって構わないので、月から金のピーク電力需要を抑える平日削減幅の最大化の試算結果として、各日の最大電力と操業パターンを図5、6に示す。平日5日間の最大は3,205kW と、平日について、20%の削減が果たされている。完全フラット化に比べると、平日5日間の最大需要はそれほど均一には均されていないが、そもそ

も制約条件が厳しくなっており、完全に均すことが難しいという側面がある。仮に、事務所を好きなサイズに切り分けられれば、土日それぞれ4,000kW 分操業させ、平日の操業を完全に平均化させることで平日のピーク負荷を3,040kW まで削減できるが、そのようなことは不可能である。逆に言えば、事務所サイズを自由に切り分けられるという仮想的な状況と比べても、それほど遜色ないピーク電力需要の削減を実現する操業パターンが見出されているとあってよいだろう。

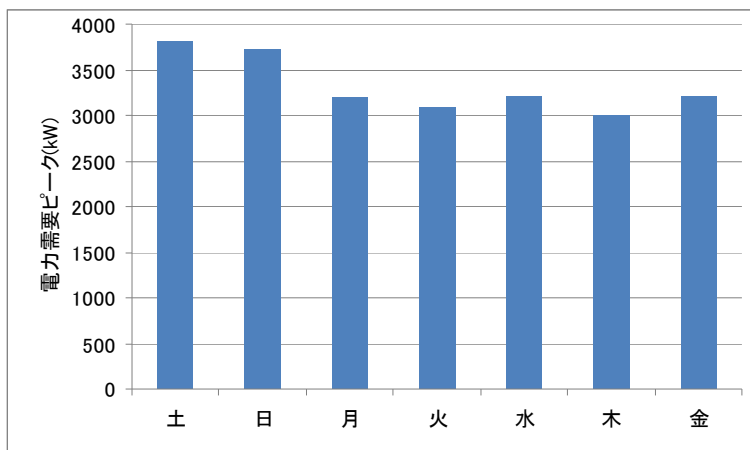
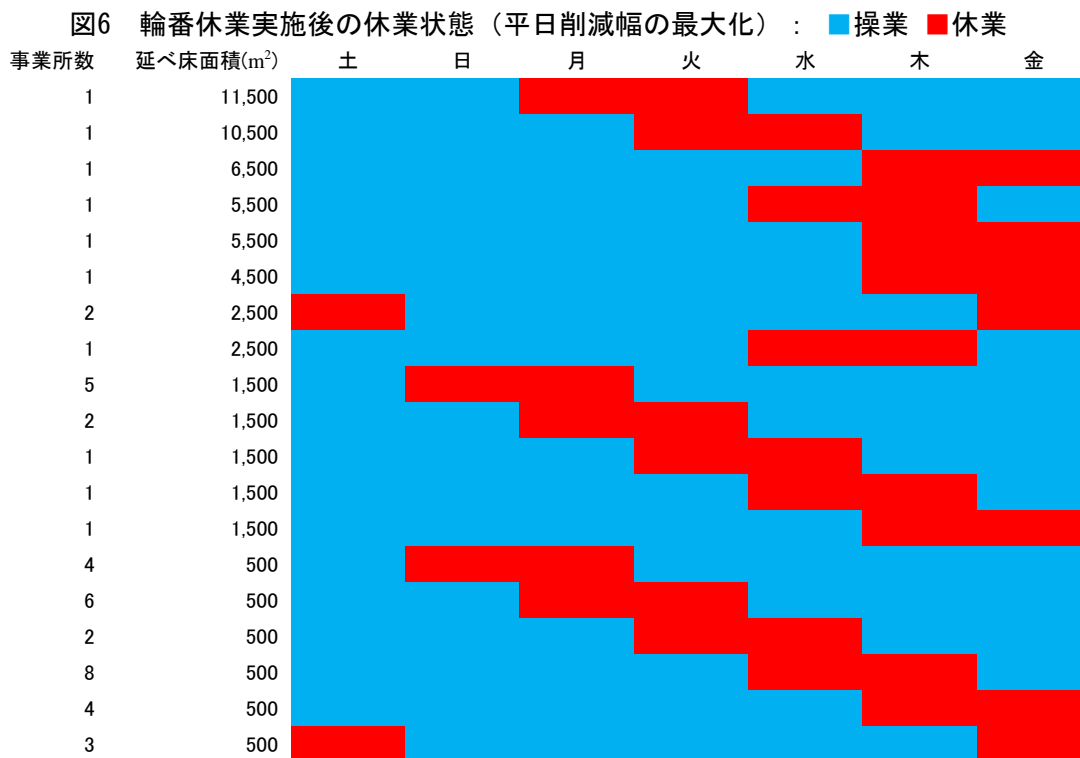


図5 輪番休業実行後のピーク需要の変化 (平日削減幅の最大化)



4. まとめ

本稿では、様々な規模の多数の事務所に相当するサンプルデータを用いて、輪番操作のパターンを分析した。ただし、これでも実際の事務所の事情からすれば単純化された条件しか想定していない。実際に輪番操作を行う場合には、例えば自治体の場合であれば、開庁している事務所は、地理的に固まらず分散していた方が住民にとっては都合がよいかもかもしれないし、事務所が保有する機能によっては、必ずいずれかの事務所は営業していた方がよい、といった事務所のグルーピングも考えうる。また、半ドンや休日を追加するといったオプションも考えられる。本稿で用いた遺伝的アルゴリズムは、こうした条件についてもある程度織り込めると考えられるため、ご一緒に検討する機会を頂いたり、様々なご意見・ご要望を頂いたりできれば幸いである。

参考文献

- 今中健雄, 2011: 時刻、休日、連休シフトによる夏季ピーク負荷削減効果. 電力中央研究所 社会経済研究所 ディスカッションペーパー SERC 11002. <http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/11002dp.pdf> (アクセス日 2011年4月26日)
- 電力中央研究所, 2005: 平成16年度「需要構造分析調査委託事業」報告書.
- 電力中央研究所, 2007: 平成18年度「需要構造分析調査委託事業」報告書.
- 平木勲・石丸雅章・中田一夫, 2010: 負荷力率を考慮した配電線高圧計算手法の精度向上に関する研究. 北陸電力技術開発研究所 研究開発年報 (44).