

### 3. キャンパスの電力需要特性と評価

#### 3.1 電力需要の現状

再生可能エネルギーやヒートポンプの効果的な活用を検討するためには、現状の電力需要を把握することが重要となる。季節や曜日ごとの電力需要（電気の使い方）の特徴を明らかにすることで、キャンパスにおける電力有効利用の可能性を探っていきたい。

福島大学の電力需要は、夏と冬に使用量が増えるが特に1月が使用のピーク（図 3.1.1）となることがわかった。これは、冷・暖房による電気使用の増が要因だと思われる。

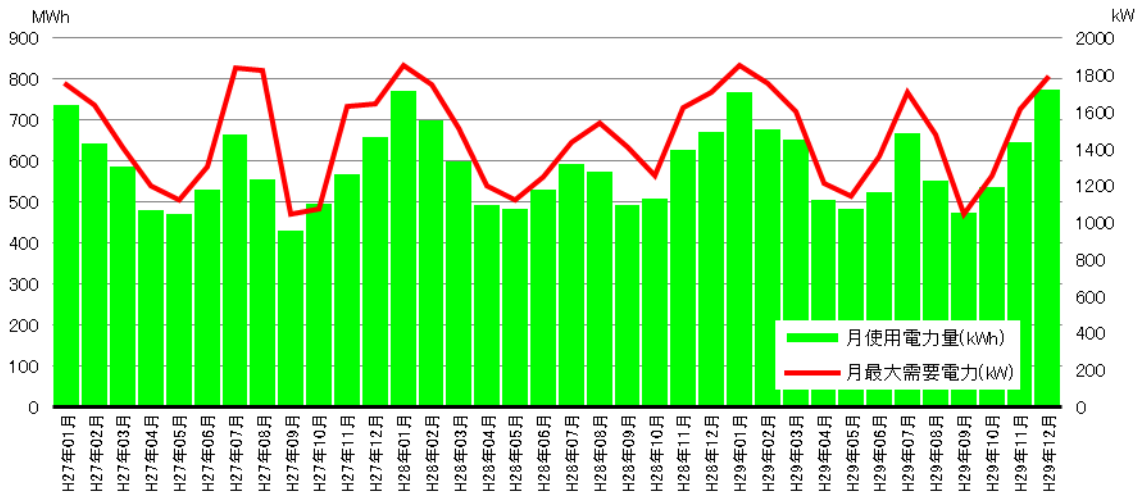


図 3.1.1 過去3年間の月最大需要電力と月使用電力量の推移

曜日単位の傾向を確認するため、2017年の1日あたりの日最大30分値と日使用電力量を四半期ごと（図 3.1.2-1~4）に並べてみた。その結果、土・日・祝日およびゴールデンウィークやお盆、年末年始などの休日は、それ以外（以下「平日」と表現する）に比べて大きく使用量が減ることがわかった。なお、休日は棒グラフを青色で表現している。授業の有無が電力使用に大きく影響していると思われる。

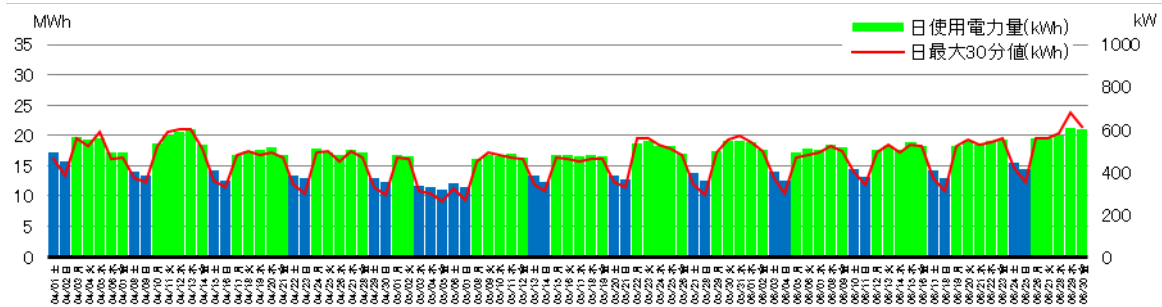


図 3.1.2-1 2017年1月1日から3月31日までの電力需要推移

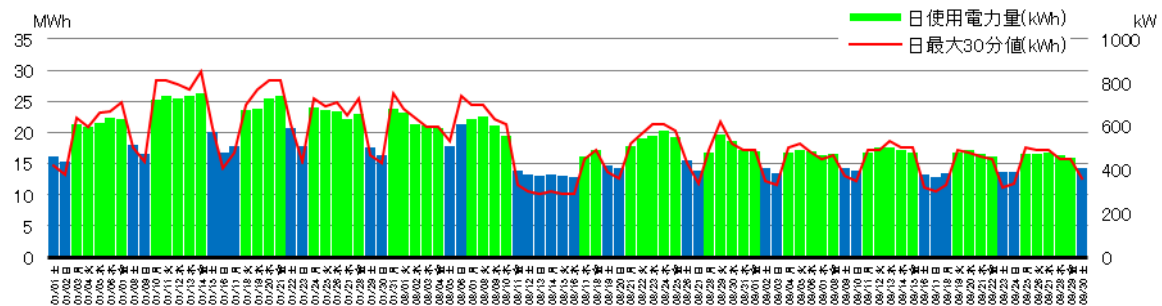


図 3.1.2-2 2017年4月1日から6月30日までの電力需要推移

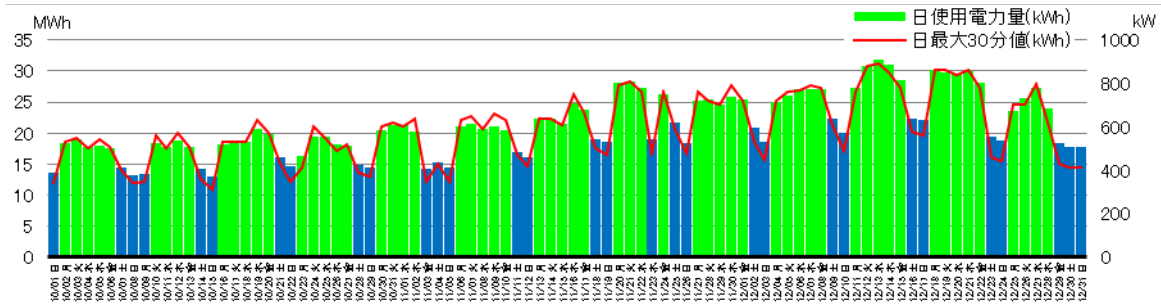


図 3.1.2-3 2017年7月1日から9月30日までの電力需要推移

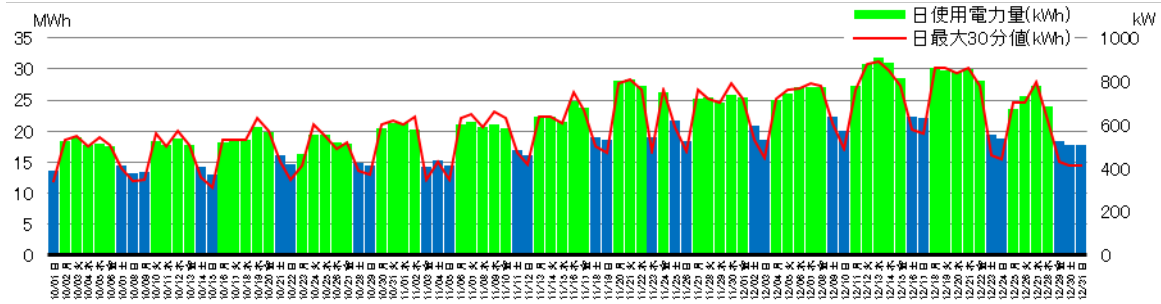


図 3.1.2-4 2017年10月1日から12月31日までの電力需要推移

1日の使用状況を把握するため、曜日ごとの1年平均値によるロードカーブ（0時から24時までの30分ごとの使用電力量グラフ：図3-1-3）を確認した。日中に使用量が増え、夜間に使用量が減るのは平日も休日も同様。平日は、曜日にかかわらずほぼ同じようなカーブを描いており特徴的な使い方はみられなかった。授業のある平日の日中は、照明や空調のみならず様々な電気機器の稼働により使用量が多くなると思われる。

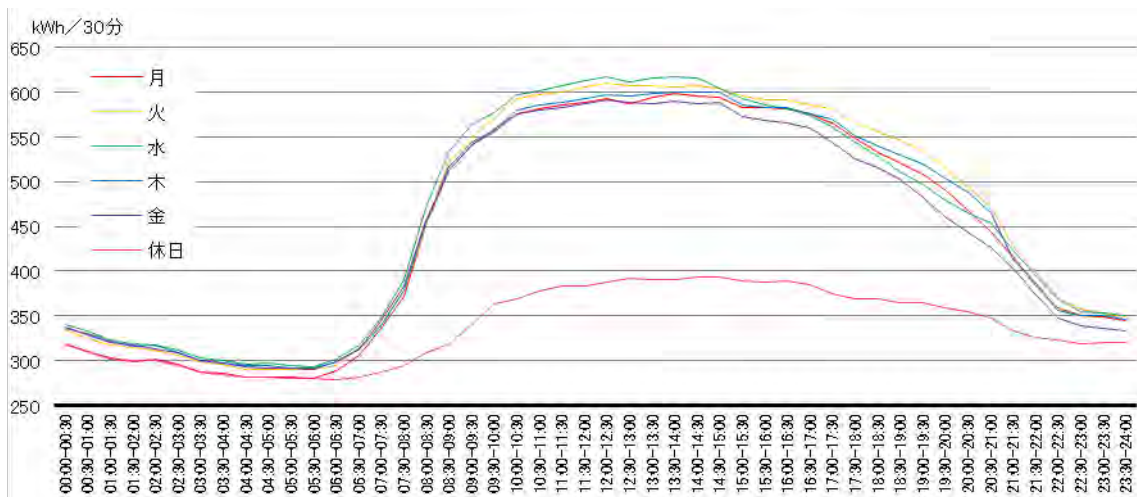


図 3.1.3 2017年の年間平均値による曜日毎のロードカーブ

平日に限定して、1年平均値による月ごとのロードカーブ（図3.1.4-1）を確認した。このことにより、使用が増える月（季節）と発生タイミングの特徴などが把握できる。冬に使用量が増え、夏、春・秋の順に少なくなっていく傾向が見える。また、ロードカーブは、類型が四半期ごとに分類できることがわかった。第1四半期（図3.1.4-2）は、使用量が多く朝方から夜にかけて右肩下がりとなる。第2四半期（図3.1.4-3）は、ほぼ同じような使用量であり且つ19時

前後に使用のピークが発生する。第3 四半期（図 3.1.4-4）は、月による使用量の大小の差が大きく且つ 14 時前後に使用のピークが発生する。第4 四半期（図 3.1.4-5）は、月を追うごとに使用量が増え且つ 17 時前後に使用のピークが発生する。

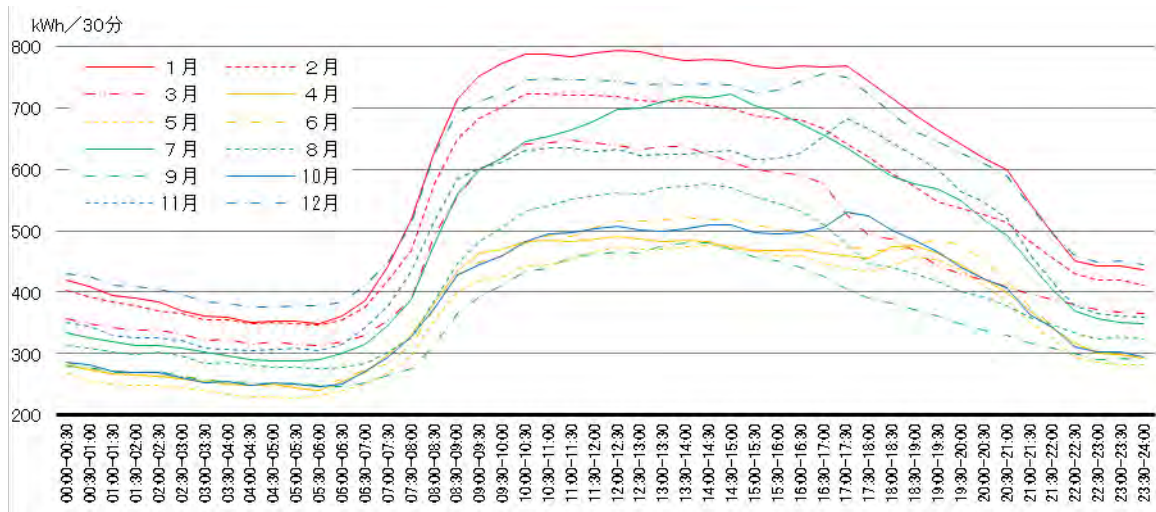


図 3.1.4-1 平日の月平均ロードカーブ

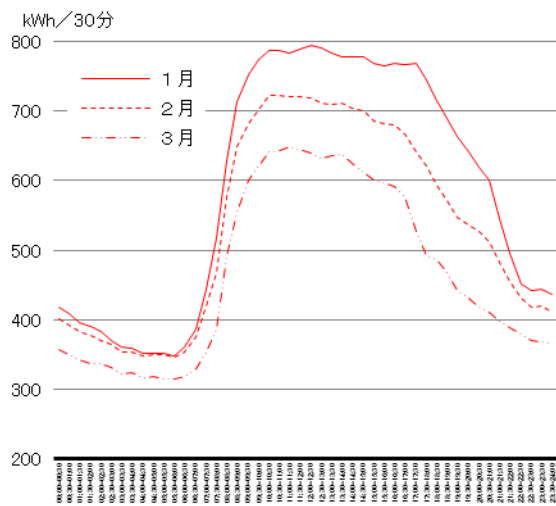


図 3.1.4-2 平日の曜日平均ロードカーブ(第1 四半期)

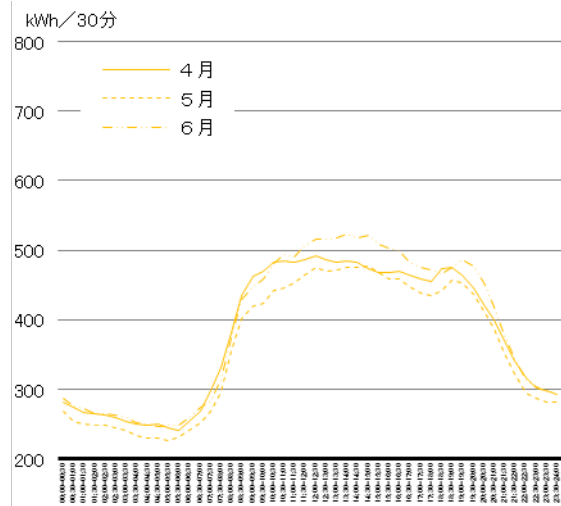


図 3.1.4-3 平日の曜日平均ロードカーブ(第2 四半期)

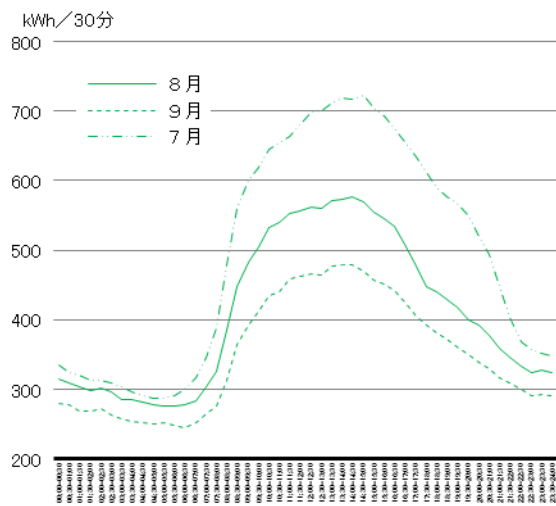


図 3.1.4-4 平日の曜日平均ロードカーブ(第3 四半期)

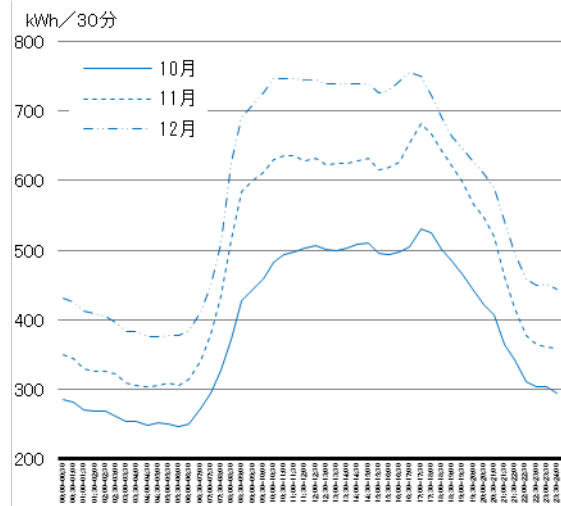


図 3.1.4-5 平日の曜日平均ロードカーブ(第4 四半期)

参考として、休日の月平均ロードカーブ（図 3.1.5）も確認した。平日との違いは1月がトップではないことと5月の平均使用量が最小であることである。授業のない休日は、校舎などにおいては限られた使用にとどまることから学生寮での使用が中心となると思われる。このことを踏まえると、1月や5月が平日に比べて低位となるのは長期の休業による帰省などで学生寮の稼働が少なくなることが要因だと思われる。

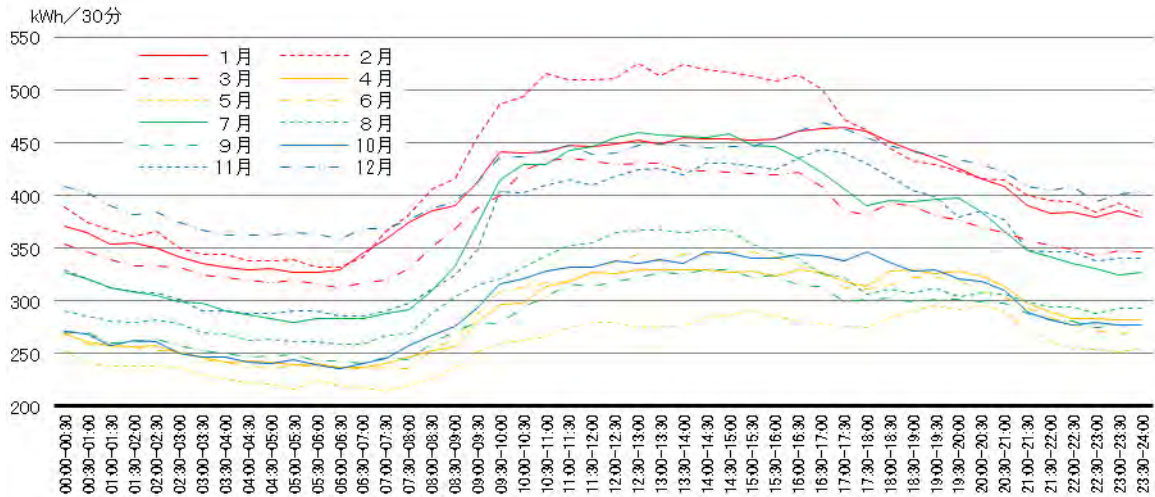


図 3.1.5 休日の月平均ロードカーブ

電力を有効に使用するためには、可能な限り凹凸のないロードカーブを目指す必要がある。凹凸を解消する方法としては、①山を削る（図 3.1.6-1）、②山を削った分で谷を埋める（図 3.1.6-2）、③谷を埋める（図 3.1.6-3）がある。なお、以降では、この「凹凸を解消する」ことを「負荷平準化」と表現する。

次の章では、福島大学の電気の使用状況からみた負荷平準化の可能性を明らかにしたい。

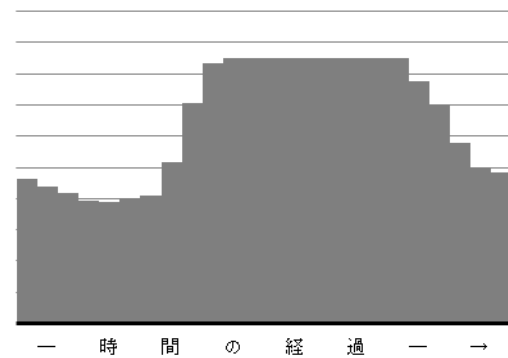
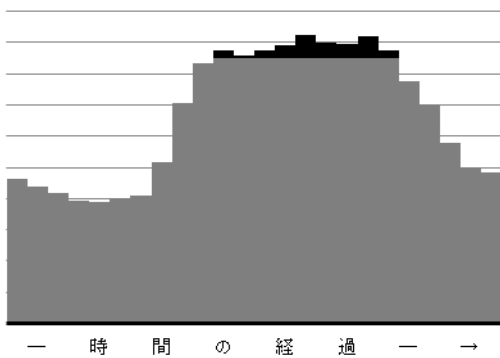


図 3.1.6-1 山を削る

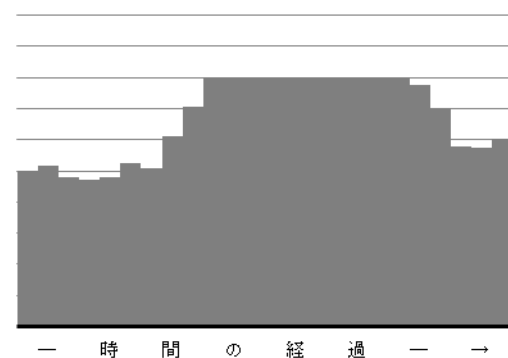
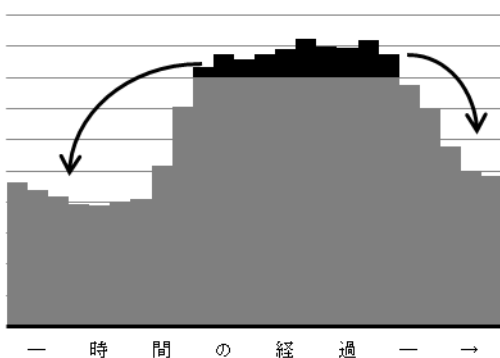


図 3.1.6-2 山を削った分で谷を埋める

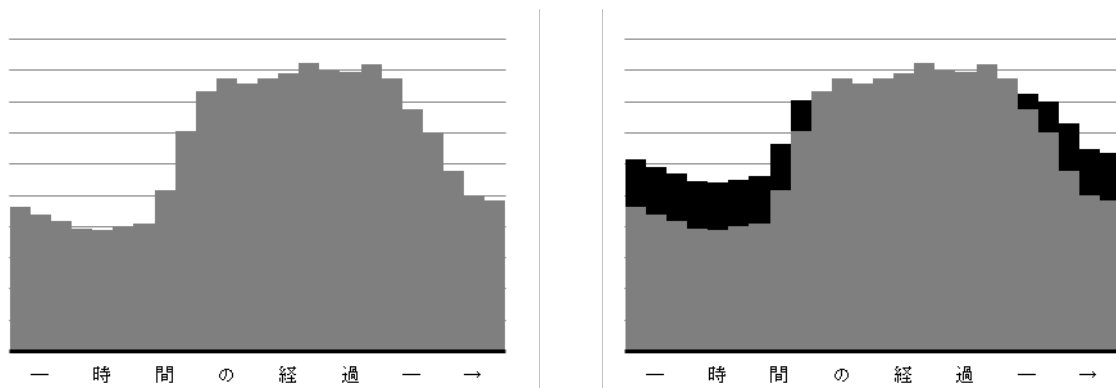


図 3.1.6-3 谷を埋める

### 3.2 電力有効利用の可能性

福島大学のロードカーブは「季節や平日・休日を問わず昼夜間の差が大きい（図 3.2.1）」という特徴がある。1日24時間における電気使用の少ない時間帯（図 3.2.1 中の●部分）の有効活用により「負荷平準化」を目指したい。

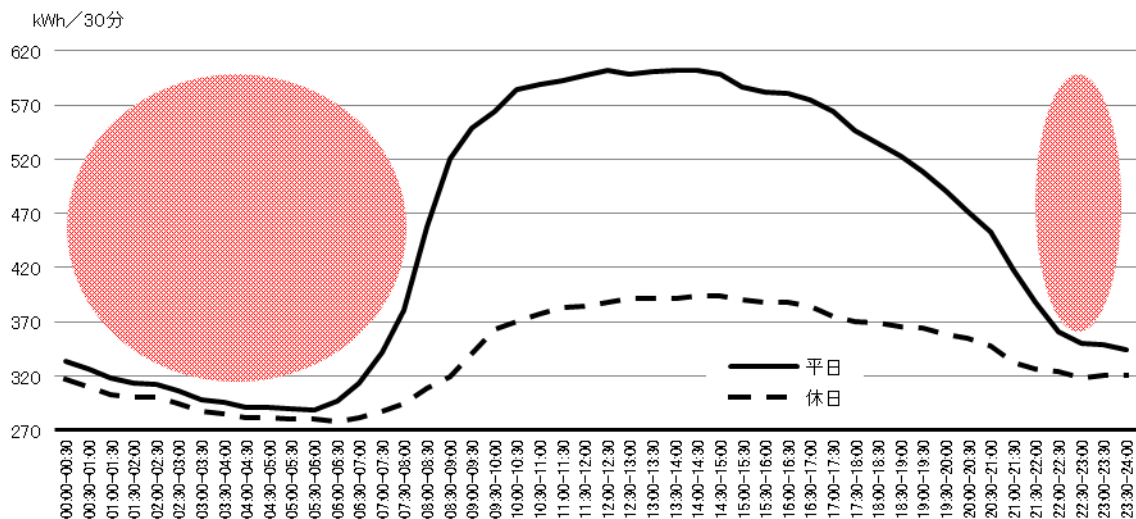


図 3.2.1 ロードカーブの平日・休日の平均値

#### <具体案①夜間に熱を貯める：図 3.2.2-1>

夜間にヒートポンプを稼働させて熱を貯めることで、負荷平準化を図る。空調用途であれば冷・温水として、給湯用途であれば温水として、それぞれ「蓄熱」する。

大学における冷・暖房の使用は1日の電気使用が多い時間帯と同じタイミングであり、通常の空調方式を選択すると負荷平準化の考え方と逆行するだけでなく、デマンドを押し上げることに繋がり結果的には基本料金の増を招きかねない。

一方、給湯は一般的に夜間帯の使用が中心となる。福島大学のロードカーブと照らし合わせると電気使用のピークは外れる時間帯であるものの、瞬間的な負荷に対応すべく機器を選定してしまうと電気容量が大きくなってしまい、結果してデマンドを上昇させてしまう恐れがある。

これらのことから、電力負荷平準化のためには冷・暖房も給湯も、①電気使用量が多い時間帯を外して機器を稼働させること、②電気容量が可能な限り小さくなるような機器選定が必要であることがわかる。「電気使用が少ない時間帯」に「機器の稼働時間の長さで必要な熱を貯める」蓄熱は、負荷平準化を実現する考え方である。

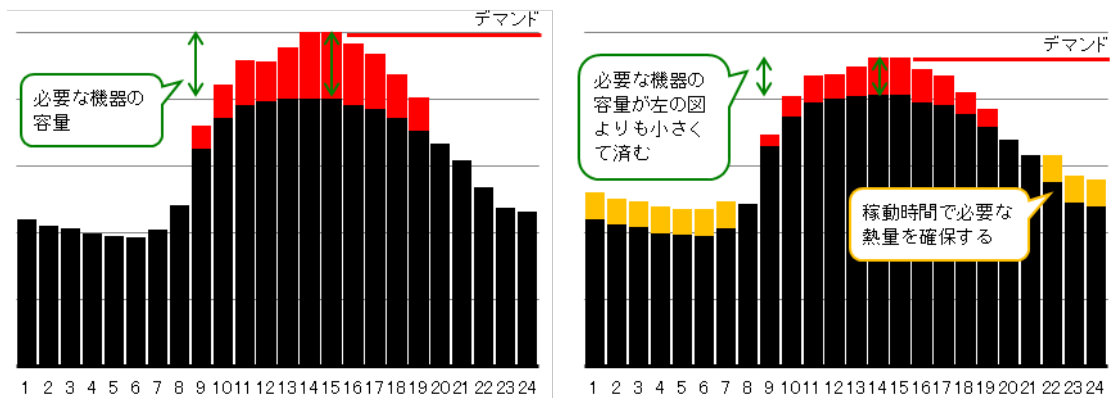


図 3.2.2-1 非蓄熱方式と蓄熱方式のイメージ図

<具体案②夜間に蓄電池に電気を貯める：図 3.2.2-2>

夜間に蓄電し、日中に放電することで負荷平準化を図る。従来のロードカーブにおける「谷」の時間帯で蓄電した電力を「山」の時間帯で放電することでロードカーブを「なだらか」にする。

図 3.2.2-2 で表わしたとおり、蓄電池による負荷平準化は机上では有効な手段であると言えるが、電池容量によっては投資額が膨大になる可能性があるため、費用対効果を十分に検討する必要がある。

また、平成 29 年の実績では、ピーク発生回数は図 3.2.2-3 に示したとおり 1 年間でわずかであり、その解消（ピークカット）のために高額な蓄電池を導入するのは現実的ではないと考える。

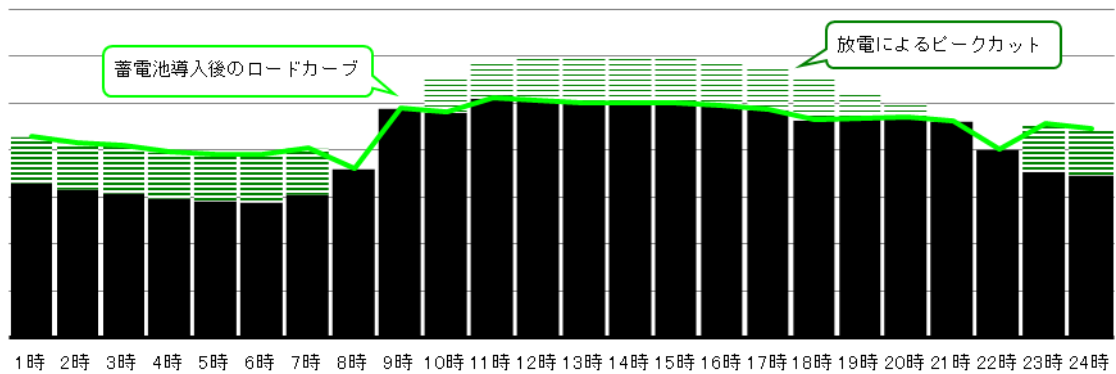


図 3.2.2-2 非蓄熱方式と蓄熱方式のイメージ図

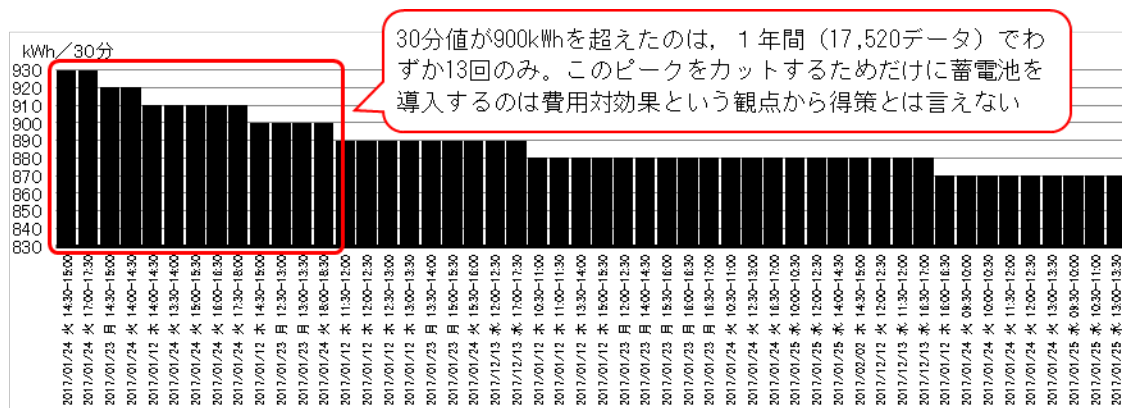


図 3.2.2-3 平成 29 年における 30 分値の上位 50 データ

<具体案③夜間に電気自動車に電気を貯める：図 3.2.2-4, -5>

電気自動車に「蓄電」することで、ピークカットと負荷平準化を同時に達成する。蓄電池ではなく電気自動車を活用することで、ピークカットの必要のない季節でも「燃料補給の手間の解消」や「燃料代のコスト低減」などのメリットを享受できる。

同時に、電動自転車も導入したい。これは、蓄電（＝負荷平準化）の容量を増やすことと、学生への利便性向上という「大学としてのサービス提供」を目的としている。

この取り組みは、キャンパスだけではなく一般市場におけるスマートコミュニティ事業としても実現できるものであり、今後の水平展開に向けて大学での実証を行いたい。

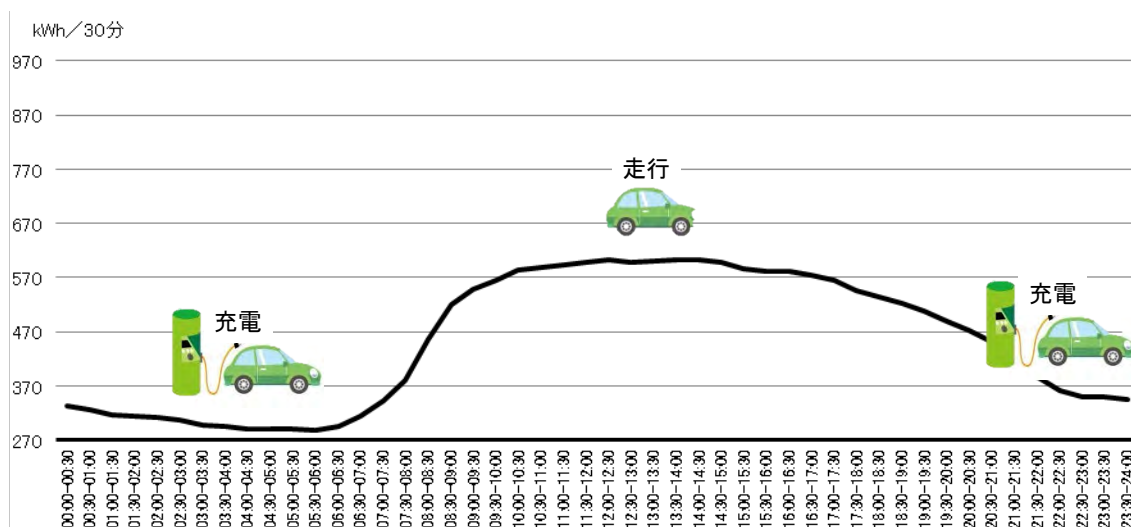


図 3.2.2-4 非ピーク発生時のイメージ (グラフは平日の平均値)

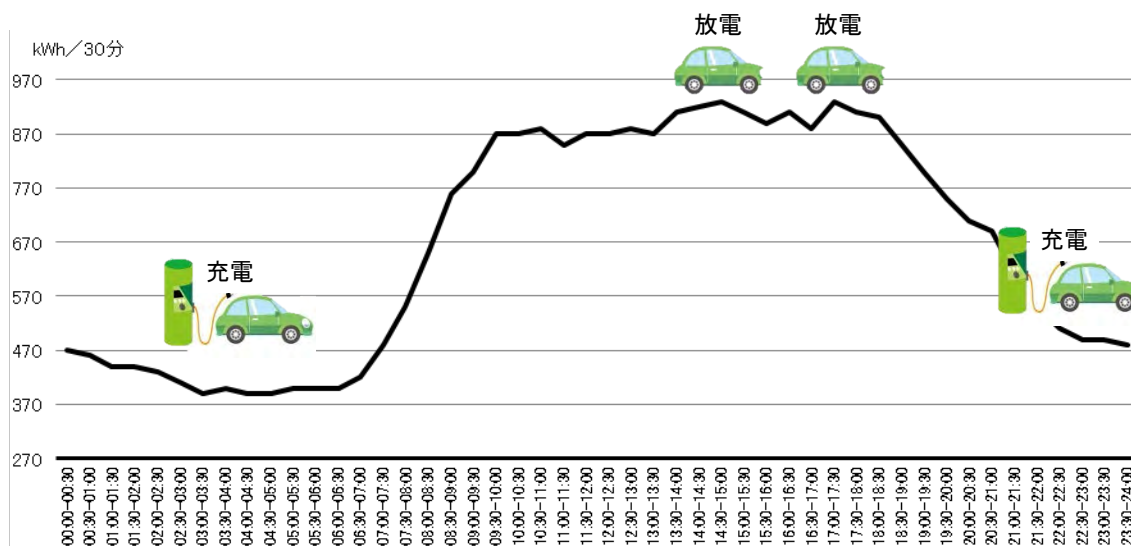


図 3.2.2-5 ピーク発生時のイメージ (グラフは平成 30 年 1 月 24 日の実績値)