

長野高専校舎における電力使用状況の分析*

渡辺誠一*¹・丸山健也*²・古川翔一*³Analysis of the Use Situation of the Electric Power in Campus of
Nagano National College of Technology

Seiichi Watanabe, Kenya Maruyama and Shoichi Furukawa

This paper described the analysis result of the electric power consumed in campus of Nagano National College of Technology, and the electricity-saving method and its effect and its effect in college. Change of the electric power of campus was measured with the demand monitoring system and Wattmeter. The key points of this paper were as follows: (1) electric power and electric power consumption became the maximum in January; (2) in winter, electricity demand increased to the morning which is conducting graduation research and an experiment, and after school; (3) the power-saving effect was verified a lunch break and after school, and they had an effect.

キーワード：節電，デマンド監視システム，最大電力，使用電力量，待機電力

1. ま え が き

平成 23 年 3 月 11 日に太平洋三陸沖で発生した東北地方三陸沖地震以降，各地にある原子力発電所の稼働が厳しい状況となり，全国的に電力会社による電力の供給能力が低下している．長野工業高等専門学校（以下，長野高専と略記）は中部電力株式会社から電力の供給を受けているが，中部電力管内では政府から示されている平成 24 年度冬季の定着節電の見込みは平成 22 年度比で 2.8%となっていた¹⁾．

本論文では，長野高専における電力使用状況の分析結果と，節電対策とその効果について述べる．

2. 長野高専における環境対策と節電の試み

長野高専は独立行政法人国立高等専門学校機構（以下，高専機構と略記）の傘下の 51 校の内の 1 校で，学生定員は本科 1,000 名，専攻科 40 名の計 1,040 名である．高専機構では「平成 16 年度を基準として，学校等の事業及び事務に伴い直接的及び間接的に排出される温室効果ガスの平成 22 年度から平成 24 年度までの総排出量の平均を 8%削減するこ

とを目標とする。」²⁾を制定しており，長野高専では蒸気暖房から GHP 空調に変更，耐震改修の際に断熱効果を上げる対策，緑のカーテンの導入，節電などを行ってきた．

高専機構傘下の学校においては様々な節電の取り組みが行われている．東京電力管内では電力供給能力が大幅に減少したことから，関東地区の高専においては積極的に節電が行われている³⁾．

図 1 に長野高専における受電設備と電力の測定法を示した．長野高専は平成 24 年 4 月の時点で中部電力から高圧 6,600V，契約電力 345kW で受電して，変電室で三相 200V および単相 100/200V に変換している．ここで，電力の測定範囲である「校舎」は校舎，実験施設，体育施設として，寮は別受電のため除いた．環境都市工学科棟屋上にある 40kW の太陽光発電装置からの電力は売電せず校舎で消費している．受電電力はデマンド監視システム（中部電気保安協会，デマンド・アイ）で，建物毎の電力はエネ

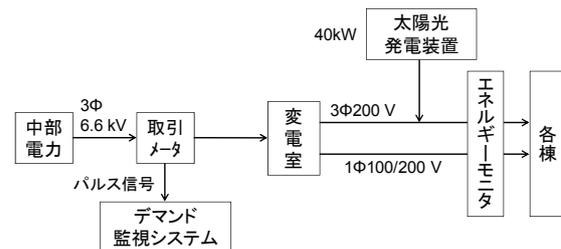


図 1 長野高専における受電設備と電力の測定法

* 2013 年 3 月 20 日 電気学会全国大会で一部発表

*1 電気電子工学科准教授

*2 中部電力株式会社（2013 年 3 月卒業）

*3 GEヘルスケア・ジャパン株式会社(2013 年 3 月卒業)

原稿受付 2013 年 5 月 20 日

ルギーモニタ（松下電工，BT3720）で測定した。

表1に平成24年度における教室の巡視結果を示した。筆者らが7月11日（水）から平成25年2月14日（木）にかけて本科および専攻科で使用する28教室を巡視して、教室不在の際に空調、全熱交換器、扇風機および照明の電源が入った状態のときには電源を切った。日によっては一日に複数回巡視した。その結果、空調の切り忘れが47.6%と上位を占め、続いて照明の切り忘れが20.7%となった。また、3年生については節電に対する意識が低いことが明らかになった。さらに、特定のクラスで節電に対する意識が低いことが明らかになった。効果的に節電を行うためには、学生および教職員の節電に対する意識を高める必要があることがわかった。

3. 時間割による電力需要の予測

3-1 前期における電力需要の予測

表2に平成24年度前期における教室等の使用状況を示した。使用する部屋数が増加すると電力需要が増加すると予測した。GHP空調装置で冷房が使用可能になる6月から9月については、卒業研究が行われる水曜日の3・4時限目と5・6時限目、木曜日の5・6時限目と7・8時限目に電力需要が集中すると予想した。表中に電力需要が大きい時間帯には「大」を、中程度の場合には「中」を記載した。

3-2 後期における電力需要の予測

表3に平成24年度後期における教室等の使用状況を示した。GHP空調装置により暖房が使用可能になる11月から3月については、使用する部屋数が増加すると電力需要が増加すると予測した。その結果、卒業研究が行われる水曜日の1・2時限目から5・6時限目、木曜日の5・6時限目と7・8時限目に電力需要が集中すると予想した。

水曜日については、冬季は太陽光発電装置から得られる電力が減少するため、全学科で卒業研究が行われる時間帯に電力需要が増大することが考えられた。特に1・2次限目については空調装置が一斉に起動することが予想されることから、この時間帯に節電対策をする必要があると考えた。

木曜日の7・8限目については、日照時間の関係で太陽光発電装置からの電力が徐々に減少するため、電力需要が増加すると考えられた。

4. 校舎における電力の使用状況

4-1 最大電力と使用電力量の推移

図2に平成24年度における最大電力と使用電力量の推移を示した。この数値は中部電力との契約メ

表1 平成24年度における教室の巡視結果
(教室不在の際のOFF回数)

学年	空調	全熱交換器	扇風機	照明	合計
1年	47	19	9	25	100
2年	56	22	18	31	127
3年	72	31	13	24	140
4年	29	14	17	20	80
5年	59	20	13	18	110
専攻科	8	4	0	0	12
合計	271	110	70	118	569

表2 平成24年度前期における教室等の使用状況

曜日/時限	一般教室	実験室	情報教育	AVC	卒業研究	電力需要	
月	1・2	21	2	1	0		
	3・4	18	4	2	1	0	
	5・6	21	2	2	1	0	
	7・8	13	3	2	0	0	
火	1・2	23	4	1	0	0	
	3・4	22	4	2	1	0	
	5・6	18	8	2	1	0	
	7・8	14	8	1	0	1	
水	1・2	24	4	0	0	1	
	3・4	18	3	1	1	3	
	5・6	18	1	1	0	5	大
	7・8	2	0	0	0	0	
木	1・2	22	5	1	0	0	
	3・4	22	5	1	1	0	
	5・6	19	2	1	0	3	中
	7・8	13	1	0	1	3	中
金	1・2	21	3	1	1	0	
	3・4	20	3	2	1	0	
	5・6	22	4	2	0	0	
	7・8	16	4	1	0	0	

表3 平成24年度後期における教室等の使用状況

曜日/時限	一般教室	実験室	情報教育	AVC	卒業研究	電力需要	
月	1・2	22	2	1	0	0	
	3・4	20	4	1	0	0	
	5・6	20	4	1	0	0	
	7・8	11	2	1	0	0	
火	1・2	21	3	1	0	0	中
	3・4	21	3	1	0	0	
	5・6	18	5	1	0	1	中
	7・8	9	4	1	0	1	
水	1・2	17	1	1	1	5	大
	3・4	17	1	1	1	5	大
	5・6	19	0	1	1	4	中
	7・8	1	0	0	0	0	
木	1・2	21	5	1	0	0	中
	3・4	22	6	1	1	0	中
	5・6	22	5	1	0	3	中
	7・8	4	1	1	0	4	大
金	1・2	24	0	1	0	0	
	3・4	23	1	1	0	0	
	5・6	20	2	1	1	2	
	7・8	13	2	1	0	0	

ータにデマンド監視システムを接続して、30分毎の平均電力であるデマンド値を測定した。その結果、冬季に電力需要が増大していることがわかった。

最大電力については、平成25年1月9日（水）の9時から9時30分の間に324.4kWを記録した。水曜日の午前中に最大電力を記録した理由として、5年生が全学科で卒業研究を行うため、空調装置の起動がほぼ同時刻に集中したことから最大となったと考えられる。

使用電力量については、平成25年1月の1ヶ月間に110.5MWhを記録した。他の月に比べて増加した原因として、日照時間が短くなったことに伴う太陽光発電装置からの電力の減少と、空調の使用時間が長時間になっていることが原因だと考えられる。

4-2 夏季における平均使用電力量の時間変化

図3に平成24年7月および9月における曜日別平均使用電力量の時間変化を示した。この数値はデマンド監視システムで測定した値である。その結果、月曜日の電力需要が比較的少なく、卒業研究が行われる水曜日と木曜日に電力需要が増加することがわかった。木曜日の15時から16時における平均電力量は125.4kWhであった。

平均電力量の値が12時付近で最大とならなかった原因として、太陽光発電から得られる電力を校舎で使用しているため、中部電力から購入する電力が減少したと考えられる。

4-3 冬季における平均使用電力量の時間変化

図4に平成24年12月および平成25年1月における曜日別平均使用電力量の時間変化を示した。この数値はデマンド監視システムで測定した値である。午前中については、教室で授業が行われることが多い金曜日の電力需要が比較的少なく、卒業研究と技術教育センターを利用する火曜日と水曜日に電力需要が増加して、水曜日の10時頃に最大148.8kWhとなることがわかった。午後については、どの曜日とも17時付近で電力需要が増加して、木曜日の17時頃に最大150.3kWhとなることがわかった。

ここで、火曜日の深夜に最大で35.9kWhの待機電力が消費されている原因として、午前中に大形機器を用いた実験を行うために、あらかじめEHP空調装置を利用して暖房しているためである。

なお、平均電力量の値が12時付近で最大とならなかった原因は夏季と同様と考えられる。

4-4 体育施設の電力の使用状況

図5に平成25年1月7日（月）における最大電力と使用電力量の推移を示した。この数値はデマンド監視システムで測定した値である。最大電力につ



図2 平成24年度における最大電力と使用電力量（デマンド値）の推移

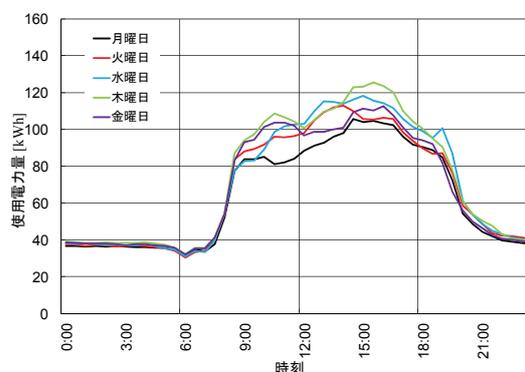


図3 平成24年7月と平成24年9月における曜日別平均使用電力量（デマンド値）の時間変化

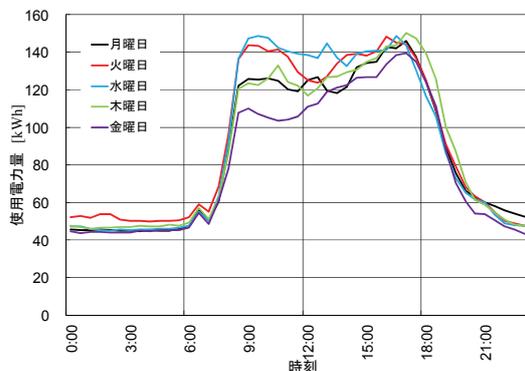


図4 平成24年12月および平成25年と1月における曜日別平均使用電力量（デマンド値）の時間変化

いては、17時から17時30分の間に316kW消費された。また、使用電力量は最大電力と同様に17時から17時30分の間に最大158kWhとなった。この結果より、日中より放課後の方が最大電力となる傾向があることがわかった。

電気料金は基本料金と従量料金の合計で決定される。高圧電力契約の場合は、基本料金は最大電力の値で1年間継続、従量料金は使用電力量で決定する

ことから、料金を下げるためには最大電力と使用電力量を同時に下げることが必要である。そこで、放課後の電力需要の増加の原因について調査することにした。

図6に平成25年1月7日(月)における校舎全体の電力と体育館やテニスコートなど屋外施設を含む体育施設全体の電力の推移を示した。この数値はエネルギーモニターを用いて1分間隔で測定した値である。その結果、17時30分頃に校舎全体で最大296.9kWの電力を消費しているのに対して、体育施設では60.0kW、屋外施設だけで40.6kW消費していることがわかった。これより、体育施設だけで約20%の電力を消費していることになる。屋外照明を使用しない状態で部活動を行うのは不可能であることから、夕方の時間帯で節電を行うためには、体育施設以外の個所で節電する必要があると考えられる。

4-5 夜間の待機電力

図7に平成25年1月15日(火)1時台における電灯配電盤 No.1 全体での使用電力量の内訳を示した。この数値はエネルギーモニターで測定した値である。長野高専では2つの電灯配電盤(単相100/200V)と2つの動力配電盤(三相200V)がある。その内、電灯配電盤 No.1 の使用電力量の合計は46kWhであったが、部屋が少ない福利施設の使用電力量の合計が5.64kWhと、同配電盤全体の12.2%を占めていることがわかった。この原因として、学生食堂のスペースに冷蔵庫や製氷機、自動販売機などが24時間使用していることから、夜間の電力使用の適性化を行う必要があると考えられる。

5. 節電効果実証実験の結果

5-1 昼休み時間帯における節電効果

学生および教職員の自己努力で節電が可能か検討するために、平成24年9月19日(水)に節電効果実証実験を行った。実施時間は12時から12時50分として、本科25教室、電気電子工学科研究室および教員室について本実験中はエアコンと照明を切るよう依頼した。その内、2教室で学生が学習していたため照明を切ることを免除した。改修工事後の校舎においては、消灯することによって蛍光灯90W×10灯+黒板灯45W×3灯=1.035kW(電気電子工学科棟内の教室の場合)の節電効果を期待した。

図8に平成24年9月12日(水)と19日(水)における使用電力量の時間変化を示した。この数値はエネルギーモニターで測定して、12日の測定値は比較用に示した。その結果、実験を行った19日については、11時台は195.6kWhであったのに対して、12時台は172.6kWhと12%節電することができた。

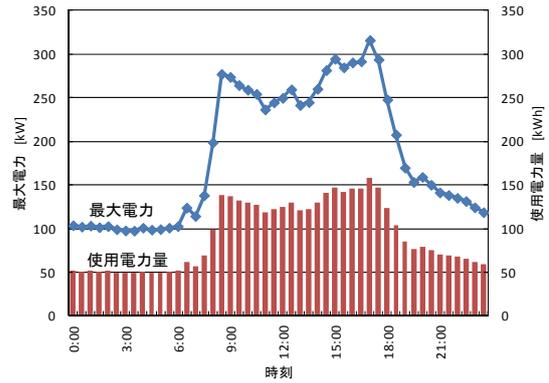


図5 平成25年1月7日(月)における最大電力(デマンド値)使用電力量の推移

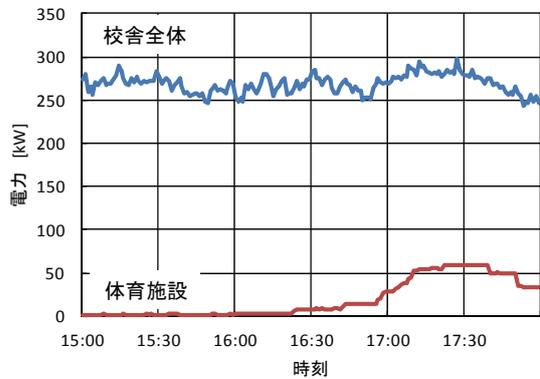


図6 平成25年1月7日(月)における電力と体育施設全体の電力の推移

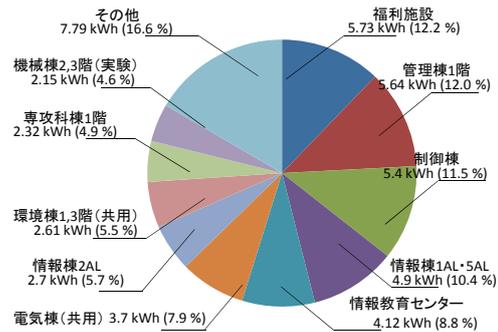


図7 平成25年1月15日(火)1時台における電灯配電盤 No.1 全体での使用電力量の内訳(合計46kWh)

電気料金に換算すると従量料金で約240円削減できたことになる。

夏季の外気温が高いときに空調を停止したとき、空調の電源を再投入することで効率が悪くなる可能性があることから、昼休みに照明だけでも消灯する取り組みを行うことで、年間で大きな節電が出来ると考えられる。

5-2 放課後の節電効果

冬季においては放課後に電力需要が増加することから、放課後に電力の時間変化の測定を行った。

図9に平成25年1月11日(金)と18日(金)における電力の時間変化を示した。この数値はエネルギーモニターで測定して、11日の測定値は比較用に示した。1月18日は本科推薦選抜の前日で、学生は17時以降には校舎に残らないよう指導されていた。その結果、11日の15時から17時にかけての平均電力が250kWであったのに対して、18日の17時における電力は220kWとなり、30kW(12%)削減されていることがわかった。このことから、放課後は学生を速やかに帰宅させることで大きな節電効果を得られることがわかった。

5-3 節電に関する啓蒙活動の効果

図10に平成23年度および24年度における最大電力の推移を示した。平成23年度は中部電力が測定した値、平成24年度はデマンド監視システムの値である。平成24年1月に最大電力が345kWであったのに対して、平成25年1月は324.4kWとなり、20.6kWの節電効果があった。これにより、年間の基本料金を約33万円節約することができた。

節電対策として、教職員に対して節電を呼び掛ける情報を電子メールで配信、電力需要が増加しているときに節電の協力を依頼するメールを配信した。また、放課後は教室を巡視して学生に直接節電を呼び掛けた結果、一定の効果があったと考えられる。今後も継続して節電を呼び掛けていきたい。

6. あとがき

本論文では、長野高専における電力使用状況の分析結果と、節電対策とその効果について述べた。本論文で明らかになった事柄は以下の通りである。

- (1) 1月に最大電力および使用電力量が最大となることがわかった。
- (2) 冬季においては、卒業研究や実験を実施している朝と、体育施設を使用する放課後に電力需要が増加することがわかった。
- (3) 昼休みや放課後に節電効果実証実験を行った結果、一定の節電効果を得ることができた。

今後の課題として、夜間照明を使用した場合でも校舎全体の最大電力を増加させない対策と、悪天候で太陽光発電による電力供給を受けなくても日中の最大電力の増加を抑制する対策が必要であると考えられる。また、卒業研究や実験を全学科一斉に行わないようにするために時間割の編成を検討する必要がある。

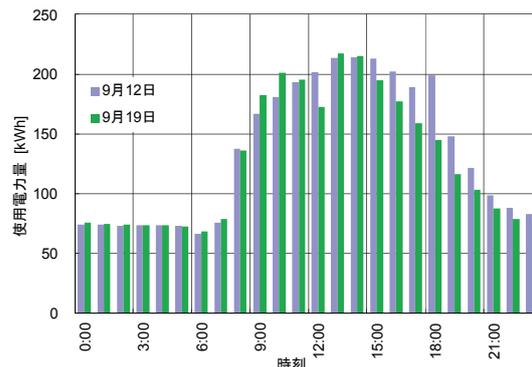


図8 平成24年9月12日(水)と19日(水)における使用電力量の時間変化

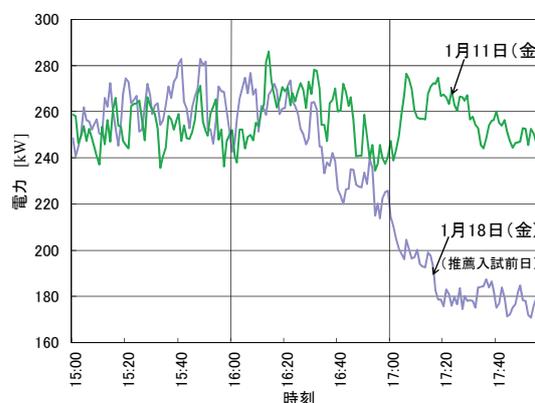


図9 平成25年1月11日(金)と18日(金)における電力の時間変化

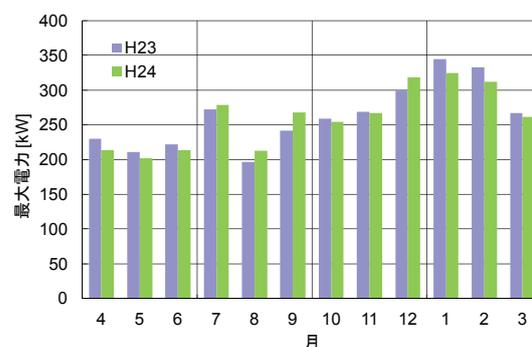


図10 平成23年度および24年度における最大電力の推移(デマンド値)

参考文献

- 1) 電力需給に関する検討会合 エネルギー・環境会議：今冬の電力需給対策について、p.3 (2012)
- 2) 国立高等専門学校機構：環境報告書2012、p.19 (2012)
- 3) 臼井邦人・岩崎洋一・飯田聡子・丸山真佐夫：木更津高専の電力不足に対する取組みについて、高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集、No.31、pp.258-259 (2011)