

工学部におけるエネルギー環境調査と対策

澤木弘二[?]、熊沢正幸^{**}、川出義之^{***}、近藤一元^{????}
鷲見高雄^{**}、美原義正^{****}、清水利文^{****}

1. はじめに

前回の課題研修「工学部における電力調査と節電対策」(技報;vol.2(2000)23~30)では省エネルギー(省経費)の立場から資料(名古屋大学施設課より提供された月ごとに集計されているデータ)をもとにして消費電力量の調査を行い、節電対策を検討した。しかし、使用電力の内訳を詳しく調べるには一週間、1日といった短期間での瞬時の使用量の調査が必要である。また、平成4年度からの新設の建物にはピーク電力の低減(デマンドコントロール)のためにガスヒートポンプ式エアコンが採用されている。これらの事情から、工学部における省エネルギー(省経費)を考えると、ガス、水道を含めた総合的なエネルギーの使用量の連続的な調査が必要とされる。

本研修では、ガスヒートポンプ式エアコンが採用されている新1号館を対象にして、電気、ガス、水道の連続的な使用量の測定方法を検討し、使用量の詳細な調査を行った。そして、この調査結果よりエネルギーの効率的な使用法についての検討を試みた。

2. 電力

2-1. 方法

新1号館は東山受電室より6000Vで受電を行い、電灯用変圧器(200KVA)4台・動力用変圧器(300KVA)5台・非常用変圧器で受電設備を構成している。今回の研修においては、新1号館西側を中心に消費電力傾向が把握できるように計測ポイントを3点設定した。

計測ポイント1:新1号館西側8階西側(電灯用電流使用量)

計測ポイント2:新1号館西側全体(電灯用電流使用量)

計測ポイント3:新1号館西側8階西側含む(動力用1線分のみを測定)

新1号館変電室内の計測ポイントに2台のデータロガーを設置し、消費電流の測定を行った。特定日時における幹線別電流は、クリップ式電流計により個別に計測を行った。

2-2. 結果

図1は新1号館8階西側における一日の消費電流測定グラフで、1週間分の例である。平日においては、8時頃より勤務に伴う照明・実験設備の稼働による電気使用量の増加、18~20時頃より帰宅に伴い、居室単位で実験設備の停止・電灯の消灯と思われる階段状の低下を見ることができる。土曜日・日曜日においては、平日とは異なり電力使用は少ない。消費電流は、1図の水曜日のグラフ(図4に再記載)に示すように、夜間も流れている常時使用電流、照明施設の調査から見積もられた照明電流、その他(実験設備使用電流)の3区分に分類される。

新1号館西側全体の消費電流の測定結果も同様で、図1よりなめらかなであるが、その傾向は変わりがなかった。

[?] 計測・制御技術系、^{**} 機器・システム技術系、^{***} プロセス・材料技術系
^{????} 分析・物質制御系

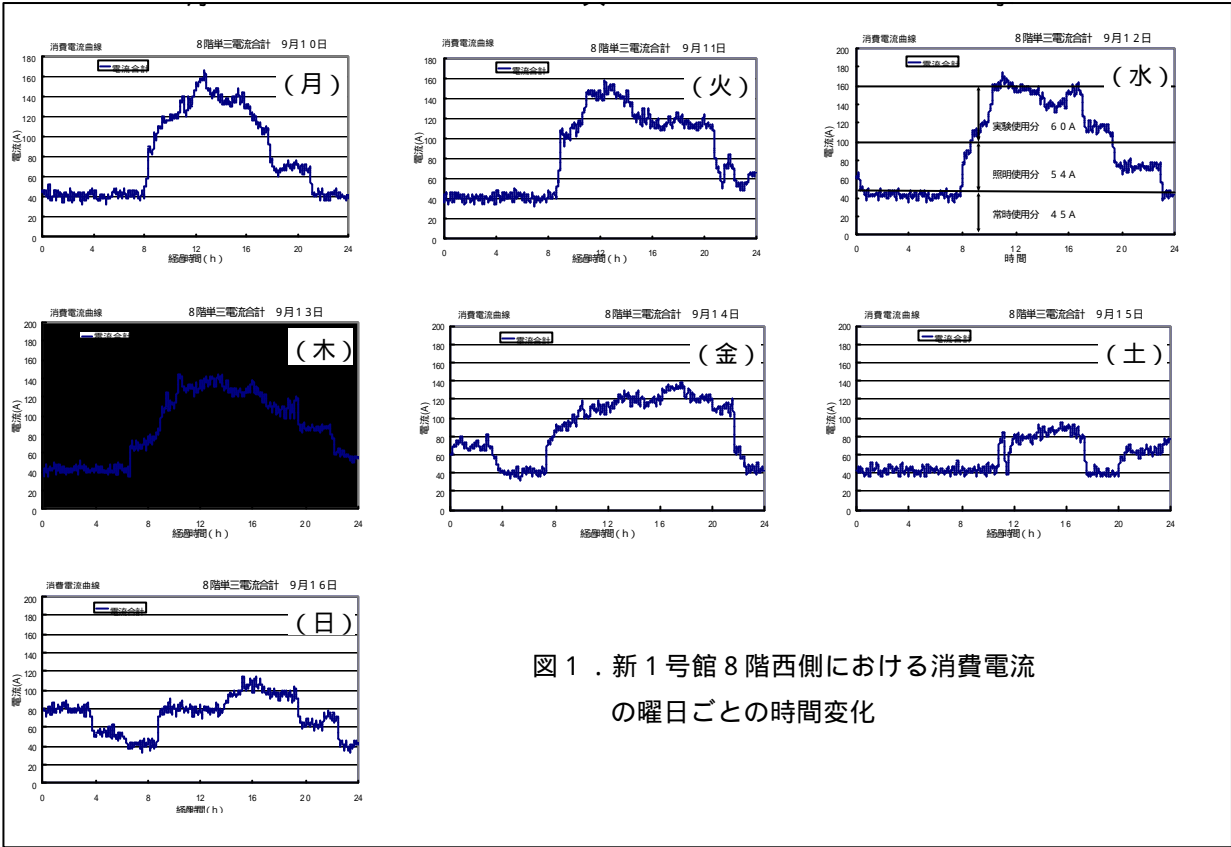


図1．新1号館8階西側における消費電流の曜日ごとの時間変化

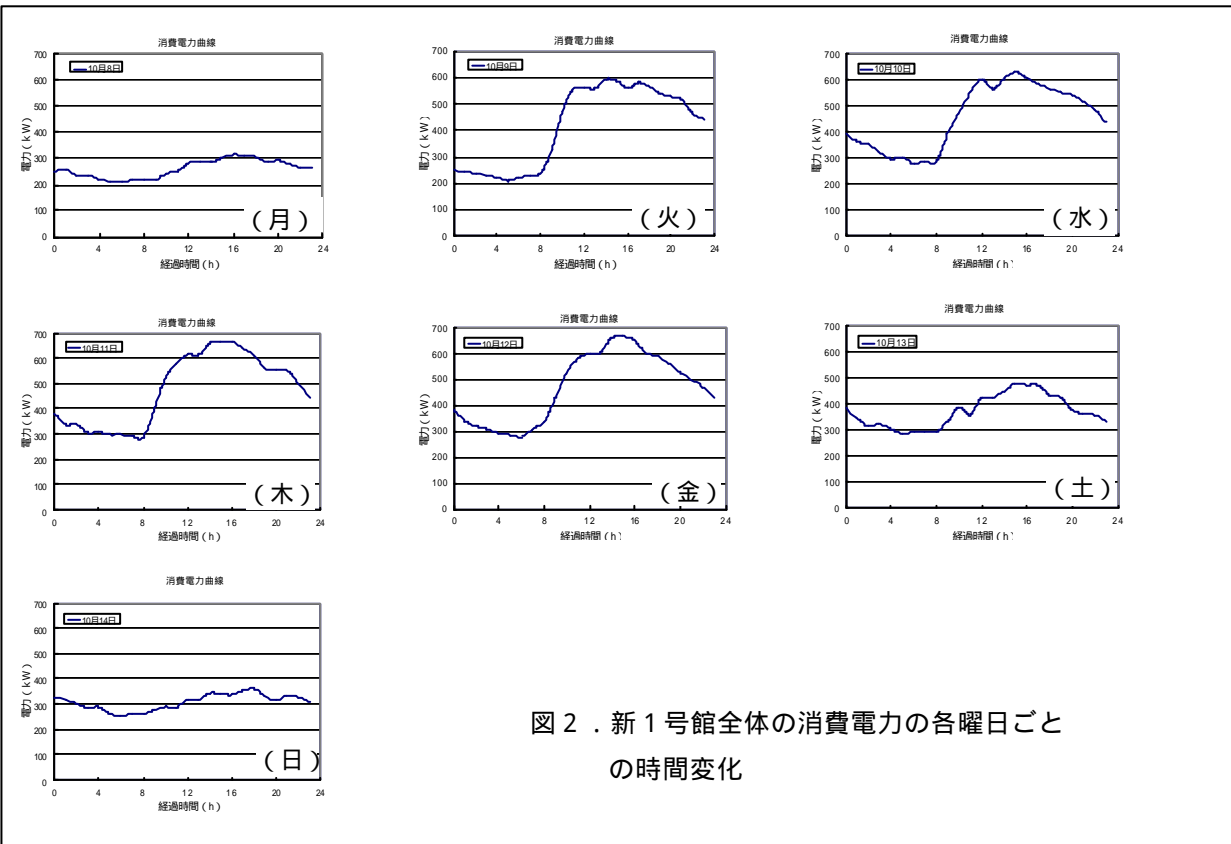


図2．新1号館全体の消費電力の各曜日ごとの時間変化

図2は新1号館全体の消費電力で力率改善が行われた後のグラフであり、研究室で使用する電灯・動力電力のほか、水道・空調・エレベーター等共通設備の電力も含めた総使用電力のグラフである。電力消費傾向は図1とほぼ同じ傾向を示した。このことは、8階西側の結果がそのまま1号館全体についてもいえることを示している。

新1号館西側8階西側含む動力用変圧器1線分の測定も行った。常時使用電流が多く、動力用は昼夜運転している機器が相対的に多いことを示している。

図3は新1号館西側の消費電流の8日の6時、9日の7時そして使用量の多い15時における消費電流である。変電室幹線区分番号の6から11は、5階から10階に対応している。

電気消費設備を常時使用設備・照明設備・昼間時実験設備に3区分した場合(図4) 研究に影響の少ない照明を節電した場合の効果を見積もると、昼食時1時間節電を行った場合の電気代は、照明器具=68台、週5日実施、電気代10円/kwhとすると、

$$(0.04\text{kw} \times 2\text{灯}) \times 68\text{台} \times 260\text{日} \times 10\text{円} = 14,144\text{円/年}$$

の節約になる。夏期のピーク電力時間帯に照明を半減した場合のフロア単位の節電比率は、

$$(0.04\text{kw} \times 2\text{灯}) \times 68\text{台} / 2 / 20\text{kw} = 13.6\% \quad \text{使用電力の多いフロア例(8F 図3参照)}$$

$$(0.04\text{kw} \times 2\text{灯}) \times 68\text{台} / 2 / 10\text{kw} = 27.2\% \quad \text{平均的フロア例(5F,7F,9F 図3参照)}$$

となる。また、使用電力を常時使用電力と昼間増加電力(照明設備、その他)に分け、契約料金体系に適用してそれぞれの使用電力及び電力料金を見積もった。結果を表1に示す。

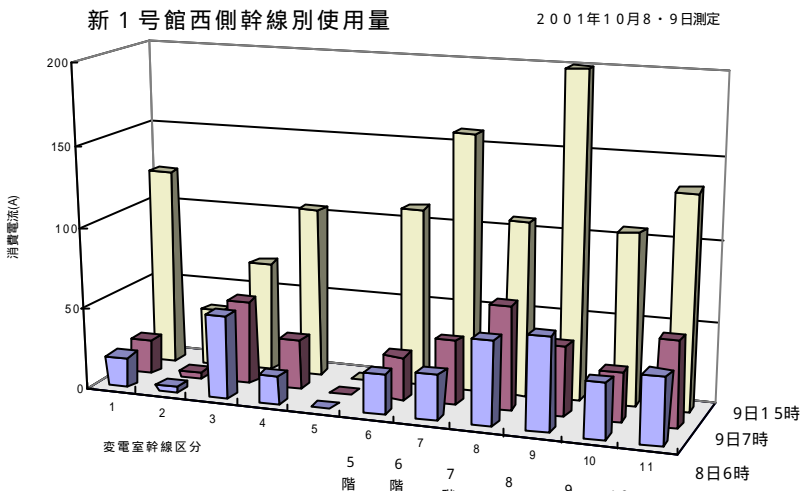


図3 . 各幹線区分(各階)ごとの消費電流(時間帯による変化)

使用区分	電力量 (kwh)	使用時間	使用日数	総電力 (kwh)	基本料金 (1409円/kW・月)	従量料金 (8.9円/kWh)	合計電気料
常時使用電力	250	24	365	2,190,000	4,227,000	19,491,000	23,718,000
昼間増加電力	380	12	260	1,185,600	6,425,040	10,551,840	16,976,880
合計				3,375,600	10,652,040	30,042,840	40,694,880

(12年度使用量 3,377,950kw)

表1 . 常時使用電力と昼間使用電力の電力量及び電力料金の比較

* 電力量を単一値として、総電力を昨年に近づけるよう仮定しているため、基本料金は契約電力より少ない値である

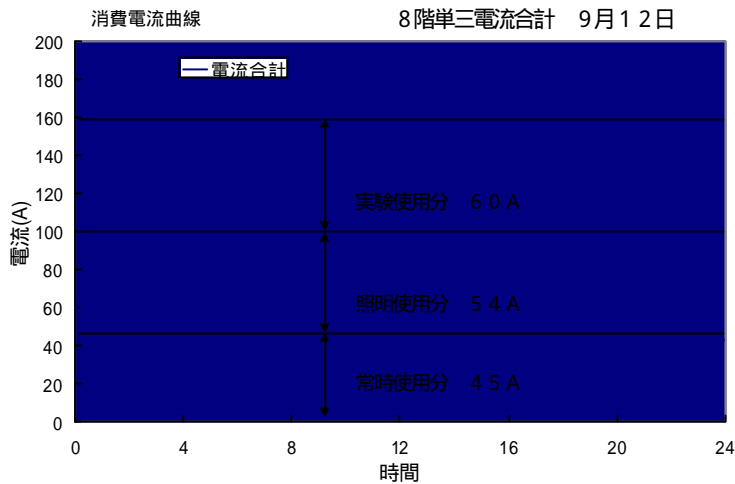


図4 消費電流の使用区分
照明分は照明器具の調査より見積もった。

3. 都市ガス

3-1. 方法

新1号館の都市ガス使用量を経理課施設系の資料や、設置されているガスメーターを目視およびビデオカメラとビデオデッキを用いた撮影による計測により使用状況の調査を行った。

3-2. 結果

ガスヒートポンプ (GHP) は、室外機の圧縮機をガスエンジンで駆動しヒートポンプ運転によって冷暖房を行うガスの空調システムである。電力はガスエンジンの始動時と室内機のファンの運転とに用いられている。新1号館の空調システムは、69台の室外機と、222室数に353台の室内機とが設置されている。

平成12年度の月別の空調系統用都市ガス使用量と電力使用量とを示す(図5) 都市ガスには一般系統と空調系統との2種類がある。一般系統ガスは月に300立方メートル以下の使用量である。空調系統ガスはGHPに使用され、夏場にかかる電力のピーク電力需要の低減(デマンドコントロール)のためと、環境にやさしい空調用として用いられている。空調系統ガスには7月を頂点する冷房による山と、2月を頂点とする山とが有り、1年中使用されている。夏における電力量のピークと空調系統ガスのピークとが重なり電力需要の低減に寄与している。連続計測をした空調ガス使用状況を示す。

(図6)。8月と9月

の計測は、目視による。

9時頃よりGHPの室内機の電源を入れ研究活動が始まり気温の上昇とともにガス消費量も増加し、気温の低下とともにガス消費量も減少している。10月に休日と平日との空調ガス使用量の違いを比較するため1週間連続計

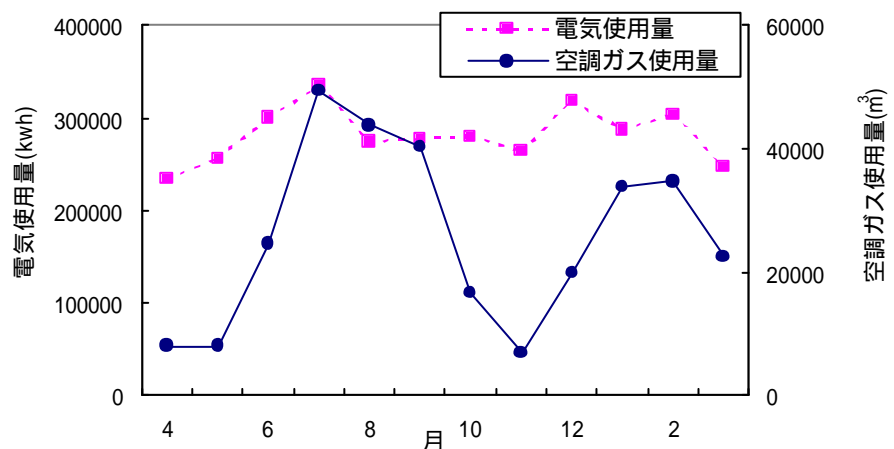


図5. 平成12年度新1号館の電気使用量および空調ガス使用量

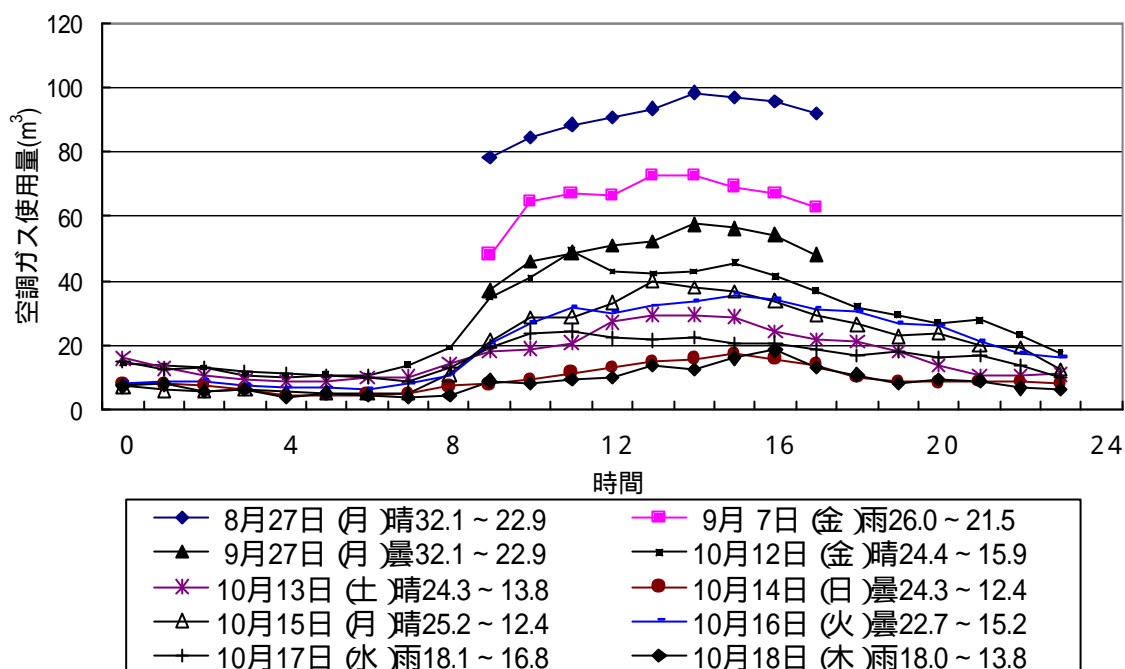


図 6 新 1 号館の空調ガス使用状況

測し、その中から最高気温に近い曜日を選び検討した。平日、休日の区別なく GHP は、24 時間可動し研究および分析装置の維持管理のために空調を使用している。最高気温が同様な日中のガス使用量を比較すると平日、土曜日、日曜日の順で減少し研究活動の多さと関連していると思われる。

4 . 水道

4 - 1 . 現状

表 2 に工学部・工学研究科新 1 号館の平成 12 年度使用量と経費を示す。現在使用している水は、市水、井水の二系統があり 2 ヶ月に 1 度市水積算メータの検針が行われている。また、表 2 に給水設備を示す。

表 2 . 新 1 号館の平成 12 年度使用量と経費

工学部・工学研究科

平成 12 年度	使用量
	市水 [m ³]
2000 年 5 月	985.72
2000 年 7 月	1561.23
2000 年 9 月	1219.06
2000 年 11 月	1509.53
2001 年 1 月	1716.47
2001 年 3 月	1539.34
合計	8504.35

水使用量	上水	下水
経費	[円/m ³]	[円/m ³]
平成 12 年度	337.05	255.35
平成 11 年度	339	222

4 - 2 . 方法

新1号館の給水は市水、井水とも地階にある受水槽（表3）を經由して行われている。受水槽にはメータが設置されているが表示のみで自動記録はされていない。したがって、リアルタイムに水使用量の把握できないためビデオカメラとビデオデッキにより積算メータを終日にわたって録画し、その分析を行った。間接的ではあるが、これを基に市水と井水の使用状況の調査を土日、平日について行った。

表3 . 新1号館給水設備

給水設備	市 水	井 水
受水槽	35 m ³	30 m ³
高置水槽	9 m ³	8 m ³
揚水ポンプ	300 ㍲/min 1.5kW × 2台	270 ㍲/min 7.5kW × 2台
加圧水ポンプ	370 ㍲/min	500 ㍲/min

4 - 3 . 結果

受水槽への水供給は一定の流量で間欠運転を行っている。市水受水槽タンク容量は、30 m³で約5 m³減少すると供給される。また、井水受水槽タンク容量は40 m³で、およそ6 m³使用すると受水供給される。図7は時間平均した1時間ごとの受水槽流入量である。

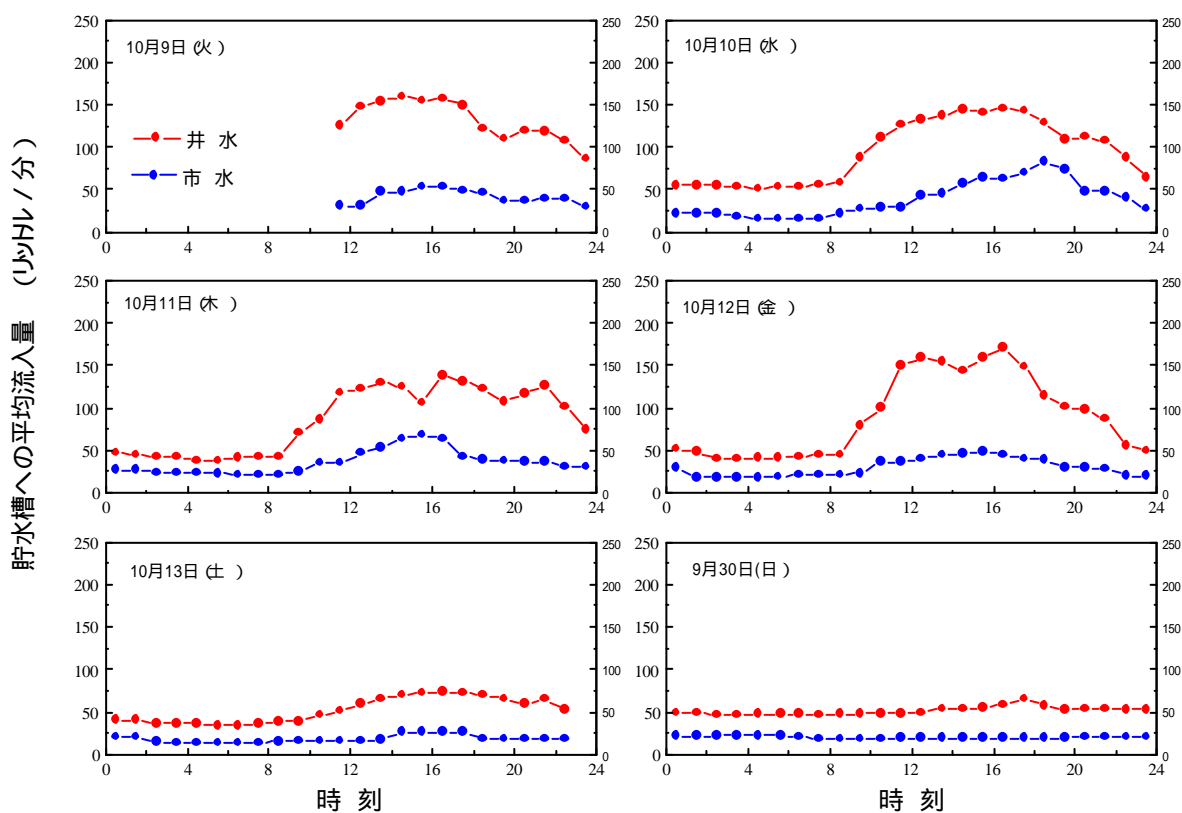


図7 . 1時間ごとに平均した貯水槽への平均流入量

最低平均消費量は市水 $15.28 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}$ 、井水 $35.12 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}$ で、井水は市水の倍強であり、最大平均消費量は、市水 $67.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}$ 、井水 $172.310^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}$ で3倍強弱である。同じ時間で見ればそれ以上に井水の使用が多い。朝の8時から22時頃までは、多くそれ以降は使用、変動とも少ない。しかし、井水市水とも休日や深夜でも恒常的に使用されている。

5. クリーンエネルギー

電力をはじめとするエネルギーの源は主に化石エネルギーで、その埋蔵量は限られている。また、化石エネルギーの使用は地球の温暖化をはじめとする環境への影響が大きい。太陽発電等のクリーンエネルギーの導入は環境に対して優しいばかりでなく、経費の節減という観点からも期待される。今回の研修では詳しい検討ができなかった。今後の課題とし、以下にいくつかのクリーンエネルギーを示す。

1. 太陽光発電
2. 風力発電
3. 未利用エネルギー

発生源	形態	利用方法
河川水	水	HP（ヒートポンプ）熱源、冷却水等
海水	水	HP熱源、冷却水等
地下水	水	HP熱源、冷却水、融雪等
下水処理場	生水	HP熱源
	処理水	HP熱源
	消化ガス	発電・熱供給
	汚泥	発電・熱供給
ごみ焼却排熱	高温ガス	蒸気による熱回収、発電・熱供給利用
	温水（発電用復水器）	HP熱源、直接利用
地下鉄・地下街	空気	HP熱源
地中送電線・変電所	冷却水・冷却油	HP熱源、直接利用
工場等	高温ガス	蒸気による熱回収、発電・熱供給
	温水	直接利用、HP熱源
	LNG冷熱	発電、空気液化等
発電所（復水器）	温水	HP熱源、養殖利用等

5. まとめ

5-1. 電気

昼間の照明設備（電灯）による電力の使用量は全体の1/3以上を占め、夏期のピーク電力を電灯の半減のみで10～20%の契約電力の削減が可能であると予想される。しかし、新1号館はガスヒートポンプ式エアコンが導入されているためこの結果は他の号館にそのまま当てはめることはできない。

常時使用電力分は休日も含め常時使用されているため年間を通しての使用量は多く、全体使用量の60%弱を占めている。この電力使用の内訳を調べるために、ある研究室（8F西）の協力により全設備

の調査を行ったが、使用量の80%程度しか把握できなかった。新1号館全体について夜間低減できる設備の有無を再検討することが必要と思われる。

5 - 2 . ガス

都市ガスの使用状態調査により、一般系統ガスの用途は、ほとんど研究用で使用量の低減になりにくい。図6の8月から10月の空調系統ガスの使用実態に示すように、空調系統ガスの使用量はGHPの冷房運転に使用されているので気温の上昇とともに増加し、低下とともに減少する。空調系統ガスはエアコンの省エネ対策、たとえば夏季には設定温度を1℃上げる、不必要な時には室内機をこまめに停止すること、フィルターの掃除を行うこと、ブラインド等を有効に利用し日射の影響を軽減することで使用量を低減することができる。

5 - 3 . 水道

水道使用料金は、水道使用単価の実質目安として592.40円/m³（内訳は、上水337.05円/m³ 下水255.35円/m³）を用いて計算される。下水量は、市水使用量 + 井水使用量で計算される。井水については、総揚水量をベースとしてこれに各部局への分配率を乗じて、部局使用量と料金を算定する。

井水の使用は上水料金が含まれない分だけ市水より安価になると考えられるが、揚水のための電気料金や濾過・消毒のための費用などと総合的に考える必要がある。

井水・市水ともかなりの量が常に使用されている。これらは実験装置の冷却水として使用されていると思われるが、必要時以外は止め、またチラーなどを利用して、冷却水の垂れ流しは極力避け節水に努めるべきである。

5 . おわりに

エネルギーの使用に関して地球環境への影響を考えた場合、どのようなエネルギーをどのように有効に使用するかを総合的に考える必要がある。この指針としてISO14001シリーズ『環境マネジメントシステム規格』が制定されている。ISO14001 認証取得による主なメリットとして、

- 効率的な省資源、省エネルギー、コストの削減
- 環境問題への迅速な対応、環境リスクの事前回避
- 地域住民、地域社会との良好な関係維持
- グリーン購入、グリーン調達の意識向上

があり、大学においても認証の取得を目指してエネルギー環境の整備が必要と思われる（例えば、名城大学等では環境マネジメントシステムを構築する基本方針となる、「名城大学環境方針」の制定が行われている）

最後に、今回の研修では時間の関係上、使用量の調査に時間を費やして、具体的な提言への考察があまりできなかった。しかし、これらの調査から個々に内容を把握して、省エネルギーに貢献していただければ幸いである。

謝辞

本研修において、ご指導、助言いただいた施設整備推進室の谷口先生、田中先生および総合環境システム科学の奥宮先生に深く感謝します。

新1号館全体の使用電力及び気温の資料を提供していただいた高温エネルギー変換研究センターの松波技官、調査のため資料を提供していただいた工学部管理課の方々に感謝いたします。