

平成 23 年度

修士論文

集合住宅共用部のエネルギー消費特性と
その PV 利用に関する研究

指導教員 永井久也 教授

三重大学大学院工学研究科

博士前期課程建築学専攻

櫃田 直人

目次

第1章 序論	1
1-1 研究背景	2
1-2 研究目的と概要	3
第2章 実測概要	4
2-1 対象マンション概要	5
2-2 実測項目	6
第3章 消費電力量実測結果	11
3-1 はじめに	12
3-2 エレベーター	13
3-2-1 A マンション	13
3-2-2 B マンション	15
3-2-3 まとめ	18
3-3 給水ポンプ動力	19
3-3-1 A マンション	19
3-3-2 B マンション	21
3-3-3 まとめ	23
3-4 共用電灯	23
3-4-1 A マンション	23
3-4-2 B マンション	25
3-4-3 C マンション	26
3-4-3 まとめ	27
3-5 ディスポーザ対応浄化槽と一般浄化槽	27
3-5-1 A マンション	27
3-5-2 D マンション	29
3-5-3 まとめ	30
3-6 共用部全消費電力	30
3-6-1 共用部全消費電力の変動	30
3-6-2 1ヶ月の共用部消費電力量の内訳	32
3-7 第3章のまとめ	34

第 4 章 給水方式の差異による検討	36
4-1 はじめに	37
4-2 給水ポンプ動力消費電力量実測結果	37
4-3 給水量の検討	39
4-4 給水量とポンプ消費電力の関係	41
4-4-1 ポンプ直送方式	41
4-4-2 高置水槽方式	44
4-5 給水方式変更時における検討	45
4-6 第 4 章のまとめ	47
第 5 章 共用部における PV システム導入の検討	48
5-1 はじめに	49
5-2 設定条件	49
5-3 シミュレーション結果	52
5-3-1 モジュール容量選定の考え方	52
5-3-2 実効効率による検討	52
5-3-3 発電量と消費量の関係	54
5-4 第 5 章のまとめ	62
第 6 章 余剰電力を蓄電した時の検討	63
6-1 はじめに	64
6-2 蓄電池容量選定の考え方	64
6-3 蓄電池導入結果	65
6-4 コスト試算	71
6-5 第 6 章のまとめ	72
第 7 章 電灯の電力需要低減時の PV-蓄電池システム導入の検討	74
7-1 はじめに	75
7-2 電灯の消費電力低減時の消費電力	75
7-3 PV-蓄電池システム導入結果	77
7-4 コスト試算	80
7-5 EV の利用における検討	82
7-6 第 7 章のまとめ	83
第 8 章 総括	85

参考文献	89
謝辞	91

第 1 章

序論

1-1.研究背景

近年、地球温暖化が大きな問題として世界中に取り上げられている中で、わが国においては家庭部門のエネルギー消費量は家庭におけるライフスタイルの多様化、快適性の追求などに伴い、2006年度の二酸化炭素排出量は1990年度比で30.4%増加しており、深刻な問題となっている。そのため、二酸化炭素排出量削減をはじめとする環境負荷低減のための取り組みとして、家庭部門における省エネルギー対策は必要不可欠である。

建築分野における省エネルギー対策は、省エネルギー法に基づくトップランナー方式、高気密高断熱住宅の普及により、個々の住宅においては今後その効果が徐々に上がっていくことが予想される。

しかしながら、マンション等の集合住宅では個々の住宅における省エネルギー対策は進むものの、新築住宅の約60%近くを占める集合住宅の共用部分（エレベータ、動力ポンプ、電灯等）での消費エネルギーの制御についてはこれまでは十分になされて来たとは言い難く、都市型タワーマンションの増加や分譲マンション共用部の高グレード化により、共用部でのエネルギー消費量は今後さらに増加傾向をたどることが予想される。このことは、住宅の集合化による優位性（省エネ性）を打ち消してしまう可能性もあるため、これらの実態を明らかにし、その対応策を考えていくことは、増加の一途をたどる民生部門のエネルギー需要の抑制の観点からも重要であるといえよう。

そこで、集合住宅共用部の消費エネルギーについて、各共用設備の時間的な電力需要パターンや季節間差異の把握により、各共用部設備が効率的な運用がなされているか等の判断、またさらなる効率化の可能性の有無を判断することは、今後の集合住宅の省エネルギー対策において重要であるといえる。しかしながら、これらについての既往の調査事例は少ないのが現状である。

一方、今後の省エネルギー対策を考えていくにあたり、環境負荷低減の観点から、再生可能エネルギーを有効活用することが注目されている。再生可能エネルギーの一つとして太陽光発電(PV)システムが挙げられる。現在わが国は石油や石炭などのエネルギー資源の大半を海外からの輸入に頼っているが、化石燃料は使い続けられればいずれ枯渇すると危惧されている。太陽の光という無尽蔵のエネルギーを活用するPVは年々深刻化するエネルギー資源問題の有力な解決策の一つである。また、発電時には二酸化炭素を一切排出しないクリーンなエネルギーとして期待されている。

1-2.研究目的と概要

前節で述べたように、建築分野の省エネルギー対策における効果は徐々に上がってきているが、集合住宅共用部の消費電力量は増加傾向をたどることが予想される。しかし、集合住宅共用部における詳細な調査や研究は極めて少ないため、エネルギー消費量の実態を把握し、省エネルギー対策を講じていくことが必要とされている。

そこで本研究では、各共用設備の時間的な電力需要パターンや季節間差異の把握により、各共用部設備が効率的な運用がなされているか等の判断、またさらなる効率化の可能性の有無の判断を目的とし、幾つかの集合住宅における共用部設備の詳細実測を実施している。

具体的には、2008 年 10 月より開始した築年数が約 20 年異なる 2 棟の中層分譲集合住宅における共用部電灯、エレベーター、給水ポンプ等の共用部設備の消費電力量実測、また 2009 年 10 月より開始した階数も住戸数もほぼ同規模の 2 棟の中層分譲集合住宅における給水ポンプ等の消費電力量実測、及びこれら 4 棟の集合住宅のうち 3 棟における給水量実測について、その概要および得られた結果について報告する。

また、これらの結果を基に、実測を行った 2 棟の集合住宅を対象にして共用部における自然エネルギー導入の可能性の検討も行った。具体的には、2009 年 2 月から 2010 年 1 月の一年間の 2 棟のマンションにおける共用電灯、エレベーター、給水ポンプ等の消費電力量実測結果を用いて、PV システム導入の可能性検討をシミュレーションにより行った。実測による電力需要と気象データから算出した PV 発電量を用いて実質的に賄うことができる電力量を定量的に評価することにより、共用部への PV 導入の将来性の検討を本研究の目的としている。これによって、新築マンションの管理および省エネ計画等、今後の集合住宅のあり方や自然エネルギー導入の可能性検討等のための貴重な情報となり得よう。

第 2 章

実測概要

2-1.対象マンション

表 2-1 に、実測を行った 4 棟のマンションの概要を示す。

A、B、両マンションは、13階建と階数は同じであるが、Aマンションの戸数は、Bマンションの2倍の規模となっており、築年数は約20年異なっている。また、エレベーター台数は、BマンションがAマンションより1台多く、給水方式の違いや、ディスポーザー対応浄化槽の有無といった共用部設備の差異がある。

次にC、D、2つのマンションは、階数が8階、エレベーター台数が1台とそれぞれ同じで、戸数や建築面積、延べ床面積もほぼ同規模である。共用部設備の差異としては、給水方式の違いや一般浄化槽の有無がある。また、給水方式は、AマンションとCマンションがポンプ直送方式、BマンションとDマンションが高置水槽方式である。

表 2-1 実測対象マンション概要

	A マンション	B マンション	C マンション	D マンション
構造	RC	SRC	RC	RC
階数	13	13	8	8
竣工年	2006	1987	2005	1996
住戸数	143	69	40	36
建築面積(m ²)	3343.11	870.77	653.75	548.76
延べ床面積(m ²)	16873.78	5812.05	3635.78	3258.62
共用部延べ床面積(m ²)	5235.43	674.21	356.5	524.6
給水方式	直送方式	高置水槽方式	直送方式	高置水槽方式
エレベーター台数	2(9 人乗り)	3(6 人乗り)	1	1
その他の設備	ディスポーザー 対応浄化槽	-	-	一般浄化槽
所在地	三重県津市	愛知県名古屋市	三重県桑名市	三重県津市

2-2.実測項目

電気室あるいは制御盤において、クランプ式電力量計により表2-2に示す項目について1分間隔(1分間積算値)で電力量の計測を行っている。Aマンション、Bマンションの実測期間は、2008年10月から2010年2月までとなっている。

表2-3,2-4にA、B両マンションそれぞれの得られたデータ期間を示す。本報では、2009年2月から2010年1月までのデータを用いて検討を行ったが、計測初期に起こる不具合等により連続したデータとしては、表2-4に示すように最も短いもので7ヶ月程度となっている。このため、第3章以降で用いる月消費電力量では欠落したデータを推定値として補っているが、推定値は、各月の得られている実測データを同時時間帯において置き換えたものとしている。また、Cマンション、Dマンションの実測は2009年10月中旬から2010年1月中旬までのデータを用いた。

なお、A、C、Dマンションにおいては給水方式と給水量との関係を調査するため、表2-2に示した項目の他、給水量の実測データも取り入れ検討を行った。給水量の実測データは水道メータから読み取り、Aマンションは2008年12月下旬から2009年12月下旬、Cマンションは2008年11月から2010年1月下旬、Dマンションは2009年10月下旬から2010年1月下旬までのデータを用いて検討を行った。

図2-1に、クランプ式電力量計を用い、電力量を測定する様子の写真を示す。また、図2-2、2-3に直送方式、高置水槽方式それぞれの給水ポンプの写真を示す。

表 2-2 調査項目

	A マンション	B マンション	C マンション	D マンション
共用電灯	1	1	1	－
エレベーター	2	3	－	－
ポンプ	1	1	1	1
浄化槽	1	－	－	1
合計	5	5	2	2

表 2-3 A マンションのデータ期間

○…データすべて有り ×…データすべて無し 日付…データの無い日付

	A マンション				
	EV1	EV2	電灯	ポンプ	浄化槽
2009.2 月	○	○	2/1～2/2	○	○
2009.3 月	○	○	○	○	○
2009.4 月	○	○	○	○	○
2009.5 月	○	○	○	○	○
2009.6 月	○	○	○	○	○
2009.7 月	○	○	○	○	○
2009.8 月	○	○	○	○	○
2009.9 月	○	○	○	○	○
2009.10 月	○	○	○	○	○
2009.11 月	○	○	○	○	○
2009.12 月	○	○	○	○	○
2010.1 月	○	○	○	○	○

表 2-4 B マンションにおけるデータ期間

	B マンション				
	EV 東	EV 中央	EV 西	電灯	ポンプ
2009.2 月	×	○	×	2/1～2/7	○
2009.3 月	3/1～3/14	3/8～ 3/14	3/1～3/14	3/7～3/31	○
2009.4 月	○	○	○	4/1～4/11	○
2009.5 月	○	○	○	5/9～5/31	○
2009.6 月	○	○	○	6/1～6/7	○
2009.7 月	○	○	○	○	○
2009.8 月	○	○	○	○	○
2009.9 月	○	○	○	○	○
2009.10 月	○	○	○	○	○
2009.11 月	○	○	○	○	○
2009.12 月	○	○	○	○	○
2010.1 月	○	○	○	○	○



図 2-1 電力量を測定する様子



図 2-2 直送方式の給水ポンプ



図 2-3 高置水槽方式の給水ポンプ

第 3 章

実測結果

3-1.はじめに

集合住宅共用部における消費電力量の実態は、第1章で述べたように既往の研究がほとんどないため、ほぼ把握されていない。本章では本研究の実測により得られた4棟の中層集合住宅の各設備における共用部消費電量等について、それぞれがどのような特性を持っているかの検討を行う。具体的には本章第2節から5節では各マンションにおけるエレベーター、給水ポンプ動力、共用電灯、浄化槽の各設備における時間的電力需要パターンや季節間差異について詳細な検討を行い、第6節では総消費電力量について月変動パターンや内訳等の検討を行う。

3-2.エレベーター

3-2-1 A マンション

A マンションにおける2台のエレベーターは隣接しており、それぞれエレベーター1、エレベーター2とする。

図3-1にエレベーター1エレベーター2における2009年2月から2010年1月までの、一日平均月消費電力量の変動を示す。(ここで、一日平均月消費電力量を用いたのは、月ごとに日数のばらつきがあるためである。)図3-1から判るように、エレベーター1、2ともに年間を通し概ね変動が一致している。また、年間の変動係数もそれぞれ2.6%、2.2%と小さい値であり、季節間差異もエレベーターによらず比較的小さいといえる。また、2台のエレベーターにおいて各月の利用状況は概ね同様であり、2009年2月から2010年1月までのエレベーター1、2の月積算消費電力量平均値はそれぞれ251kWh/月、249kWh/月と殆ど差が無いことから、Aマンションのようなコア方式の場合には2台のエレベーターの稼働率に顕著な差はないものと考えられる。

図3-2、図3-3にそれぞれエレベーター1、2の2009年10月1日からの連続した一週間分の消費電力の変動を示す。ここで、エレベーター1、2ともに年間を通して大きな変動は無かったため、図3-2、図3-3で用いたデータ期間に関わらず概ね同様な変動を示すと言える。図3-2、図3-3に示すように、両エレベーター共に深夜のエレベーターの使用率は非常に低く、また平日、週末の曜日による利用状況の違いは殆どないことが判る。

図3-4図3-5にエレベーター1、2それぞれの消費電力日変動の一例として、2009年10月1日の利用状況を示す。図3-2、図3-3より、両エレベーターともに曜日による利用状況の違いは殆どないことから、2009年10月1日は典型的な日変動を示すと言える。図に示すように、Aマンションにおける深夜のエレベーター使用率は非常に低く、朝から夜にかけては朝・夕方に若干利用量が増す程度で、概ね平均的に利用されている。なお、エレベーター停止時の待機電力は144W程度であった。

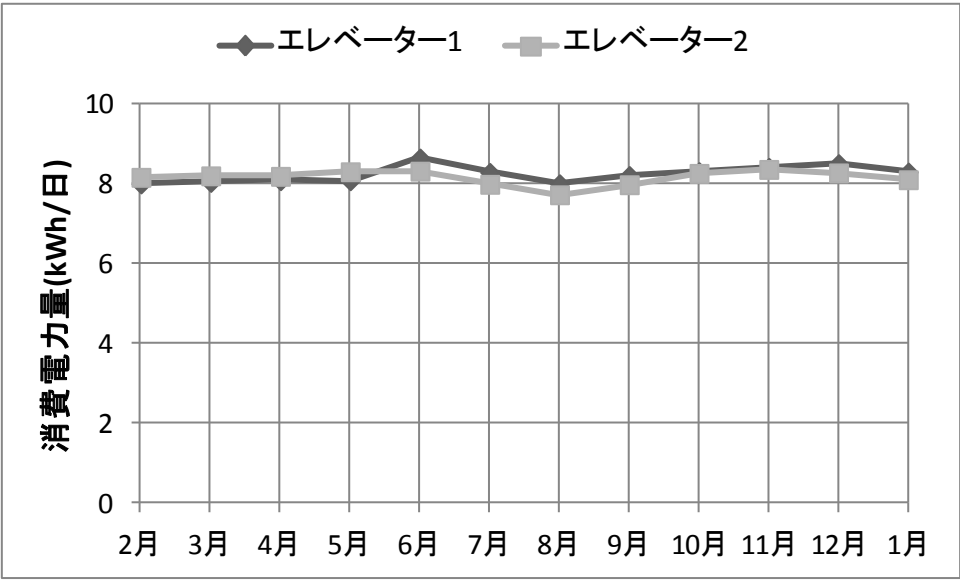


図 3-1 A マンションにおける各エレベーターの一日平均月消費電力量の変動

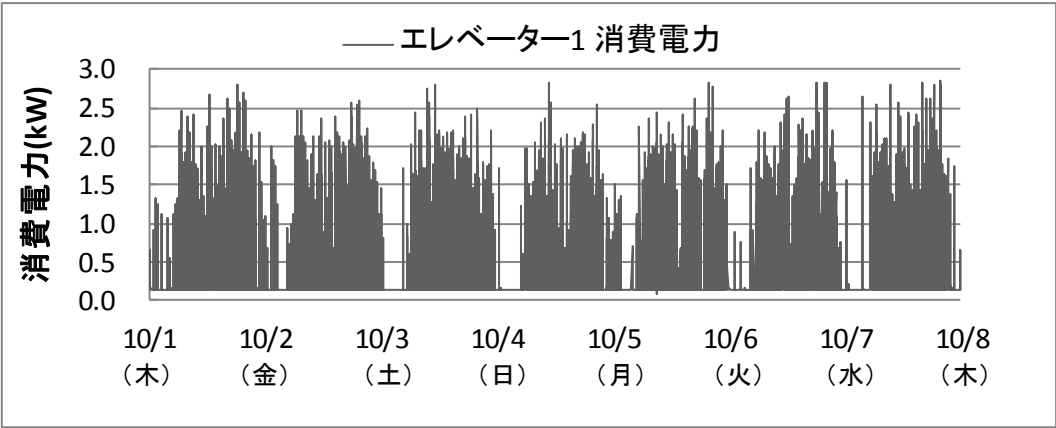


図 3-2 A マンションにおけるエレベーター1 の消費電力の週変動

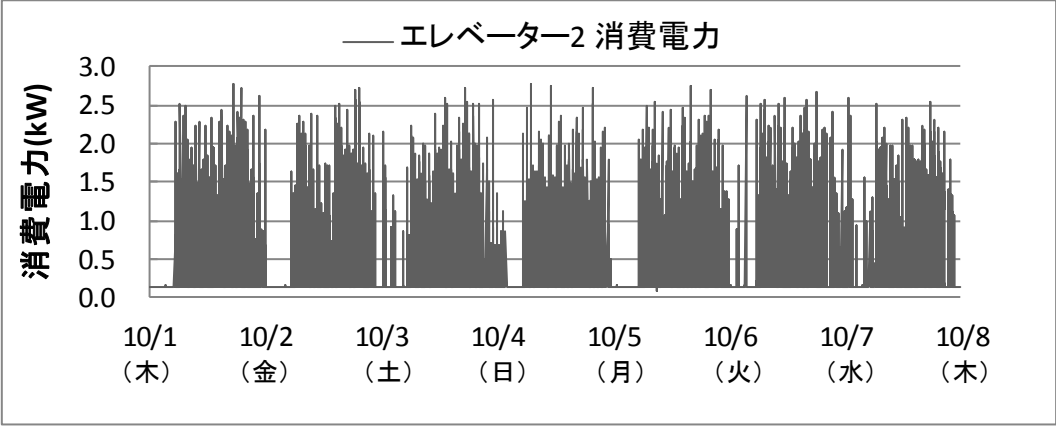


図 3-3 A マンションにおけるエレベーター2 の消費電力の週変動

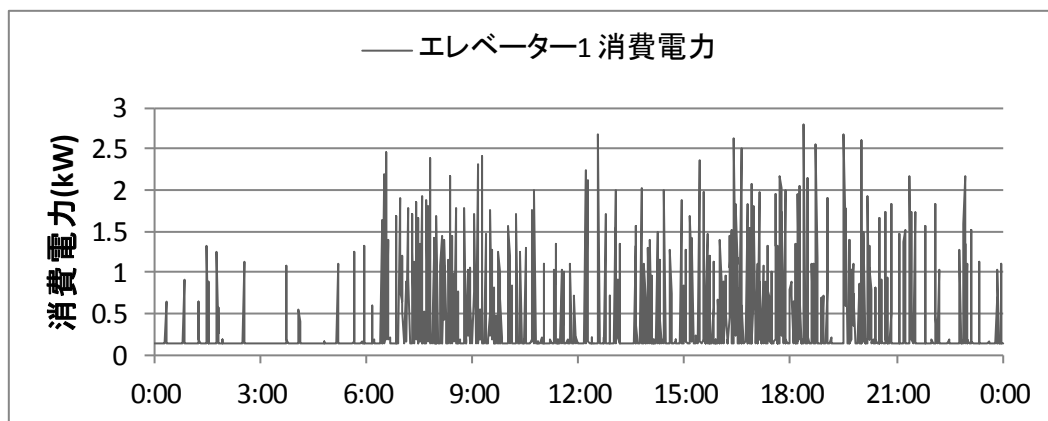


図 3-4 A マンションにおけるエレベーター1 の消費電力の日変動(10 月 1 日)

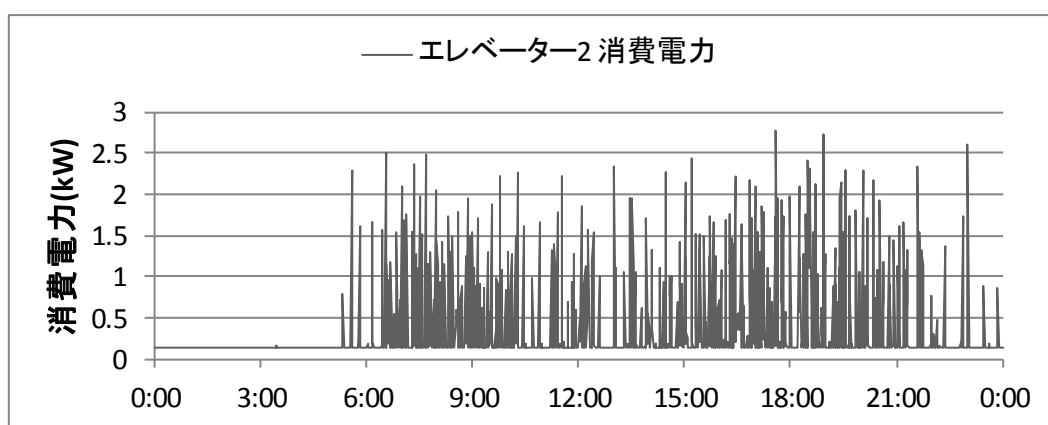


図 3-5 A マンションにおけるエレベーター2 の消費電力の日変動(10 月 1 日)

3-2-2 B マンション

A マンションにおける3台のエレベーターは分散配置されており、それぞれエレベーター東、エレベーター中央、エレベーター西とする。

図3-6にエレベーター東、エレベーター中央、エレベーター西における2009年2月から2010年1月まで（エレベーター東、中央、西の2009年3月は同月の消費電力による推定値、エレベーター東、西の2009年2月はデータが無いため2010年2月の消費電力を用いた推定値）の、一日平均月消費電力量の変動を示す。図3-6から、3台のエレベーター共に年間を通して概ね定常的な変動をしており、変動係数もエレベーター東、中央、西それぞれ4.8%、2.9%、2.8%となり、エレベーター東が最も高い値ではあったがAマンション同様、エレベーターの電力需要は比較的季節間差異が小さいといえる。また、図3-6の期間における月消費電力量平均値はエレベーター東、中央、西それぞれ218kWh/月、228kWh/月、153kWh/月となり、エレベーター西が最も小さな値となった。これは、以下に示す週変動、日変動の図からも判るように最大消費電力が他の2台と比較して小さいことが原因となっている。3台のエレベーターは分散配置されていることから、エレベーター西は、途中階までしか運転されていないためであると考えられる。

3台のエレベーターは年間を通して利用状況に大きな変動は無いことから、典型的な週変動の一例としてエレベーター東、中央、西それぞれの2009年10月1日からの連続した一週間分の消費電力の変動を図3-7、図3-8、図3-9に示す。3台のエレベーター共に深夜のエレベーターの使用率は低く、また平日、週末の曜日による利用状況の違いは殆どないことが判る。

図3-10、図3-11、図3-12にエレベーター東、中央、西それぞれの消費電力日変動の一例として、2009年10月1日の利用状況を示す。図3-7、図3-8、図3-9より、曜日による利用状況の違いは殆どないことから、2009年10月1日は典型的な変動を示すと言える。図3-10、図3-11、図3-12に示すように、Aマンションに比べて深夜の利用量が若干多く昼間が少ない程度であった。待機電力は138W程度であった。

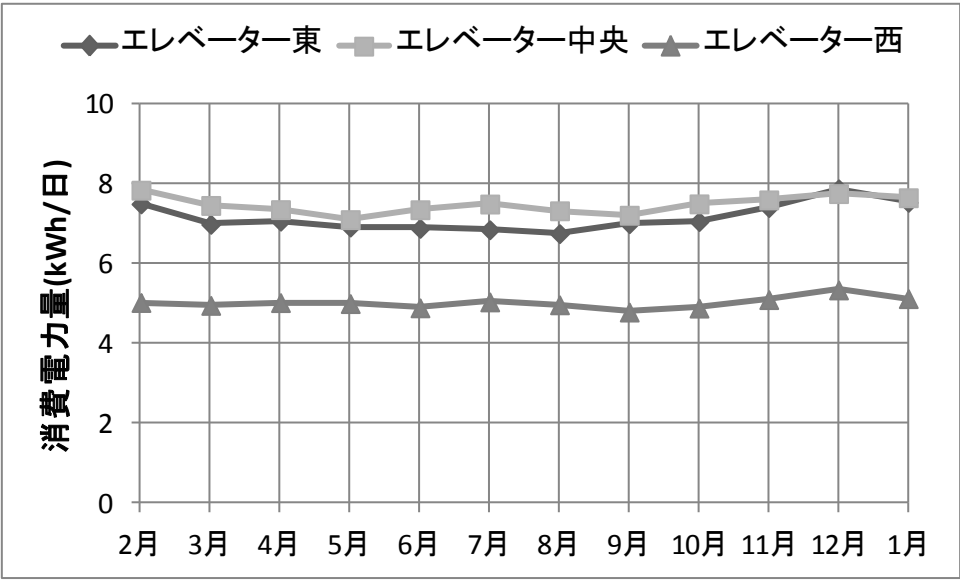


図 3-6 B マンションにおける各エレベーターの一日平均月消費電力量の変動

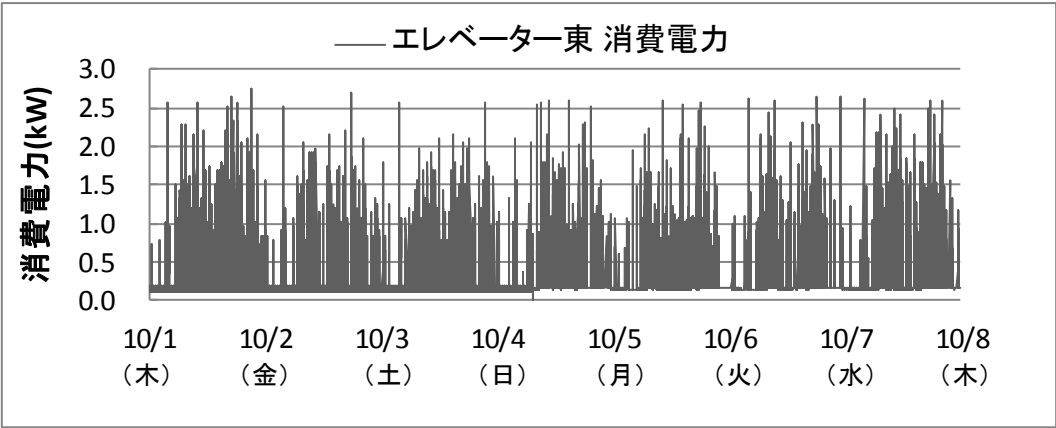


図 3-7 B マンションにおけるエレベーター東の消費電力の日変動(10 月 1 日)

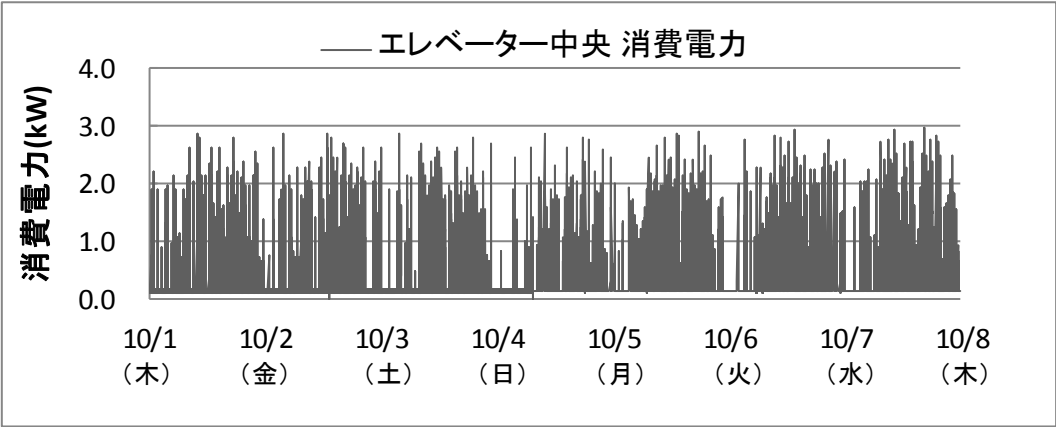


図 3-8 B マンションにおけるエレベーター中央の消費電力の日変動(10 月 1 日)

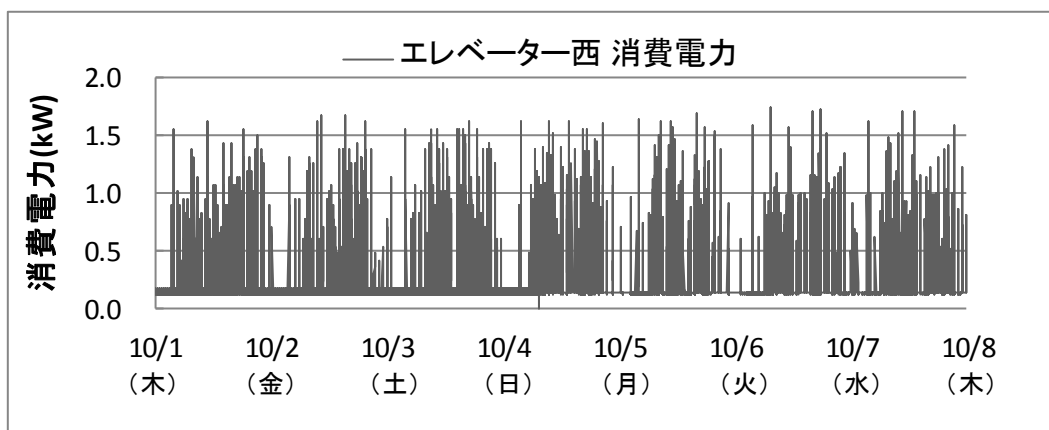


図 3-9 B マンションにおけるエレベーター西の消費電力の日変動(10 月 1 日)

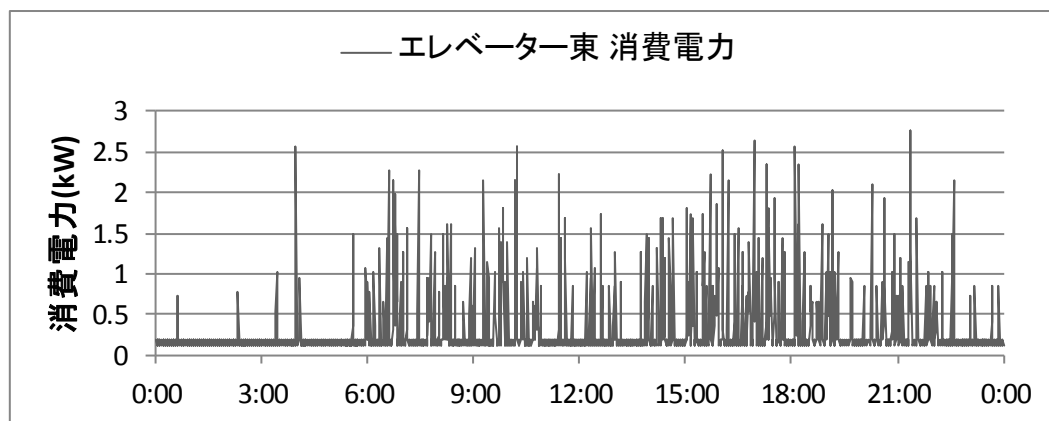


図 3-10 A マンションにおけるエレベーター東の消費電力の日変動(10 月 1 日)

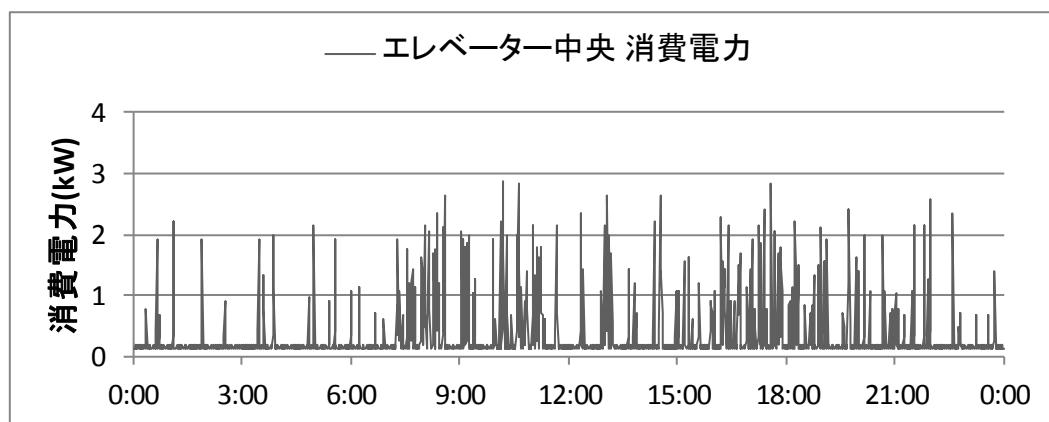


図 3-11 A マンションにおけるエレベーター中央の消費電力の日変動(10 月 1 日)

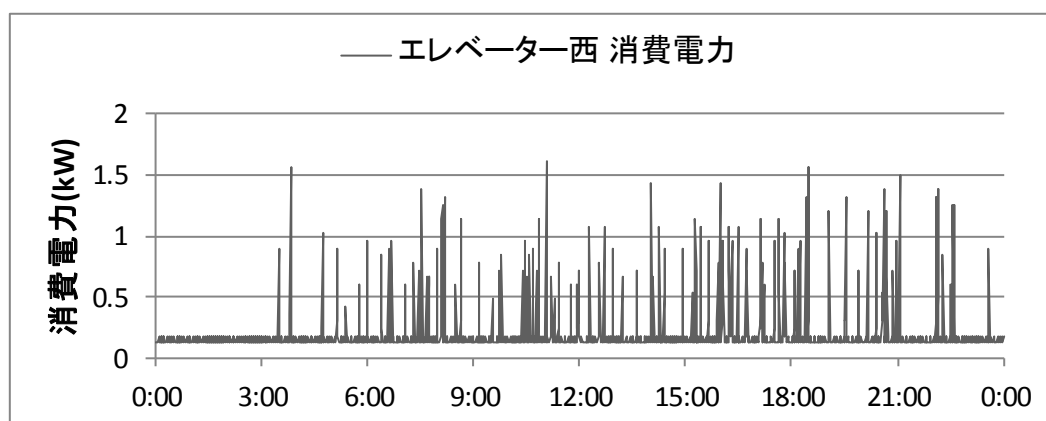


図 3-12 A マンションにおけるエレベーター中央の消費電力の日変動(10 月 1 日)

3-2-3 まとめ

以上から、A、B マンション共にエレベーターの一日平均月消費電力量は年間を通して大きな変動は無く、曜日による利用状況の違いも殆どないという結果であった。日変動では、B マンションは A マンションに比べて深夜の利用量が若干多く昼間が少ない程度で、待機電力はそれぞれ 144W、138W と大差は無かった。

図 3-13 に、それぞれのマンションにおける 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までのエレベーター月消費電力量平均値の内訳を示した。後述のように共用部全体の消費電力量に対してエレベーターの消費割合は小さいが、エレベーターのみの消費電力量としては、待機電力量の比率が大きい。特に、B マンションにおいてはエレベーター総消費電力量に対し、その待機電力量が半分程度を占めていることが判る。また、待機時の消費電力量は A、B マンションそれぞれ 210kWh/月、302kWh/月となり、100kWh/月程度 B マンションの方が大きくなっている。これは A マンションの住戸数が B マンションの 2 倍程度であることから、エレベーター稼働率が比較的 A マンションの方が高くなったことが原因として考えられる。また、一住戸当たりの稼働時の消費電力量は A マンションが 2.0kWh/月・戸、B マンションは 4.3kWh/月・戸となった。以上から、マンションのエレベーター計画はその形態、利用率等を十分に考慮し、設置位置・台数を適切に行うことが重要であることが判る。

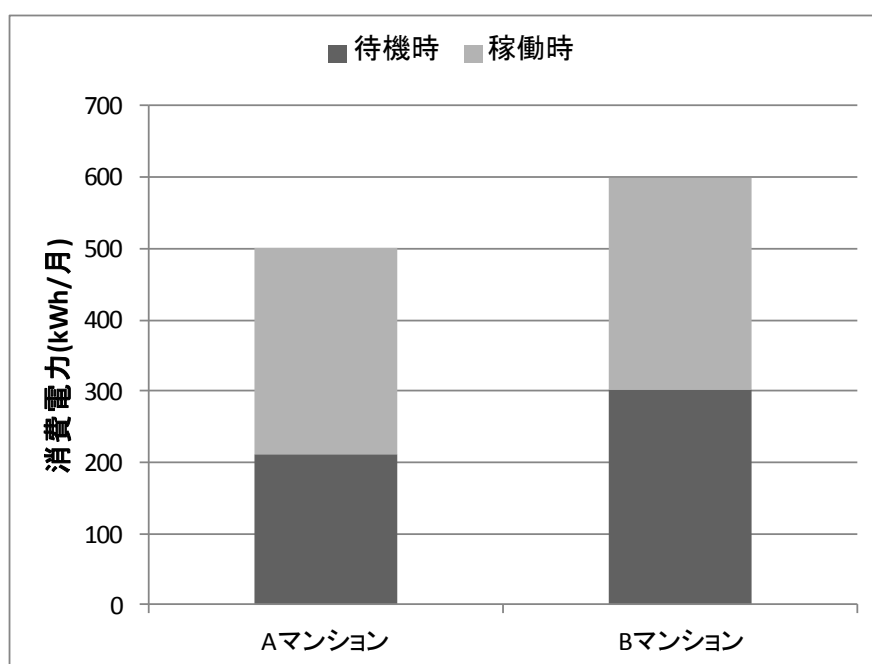


図 3-13 両マンションのエレベーターの消費電力量月平均値の内訳

3-2 給水ポンプ動力

3-2-1 A マンション

図 3-14 にポンプ直送方式である A マンションにおける給水ポンプ（以下 A ポンプとする）の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの、一日平均月消費電力量の変動を示す。図 3-14 から判るように、A ポンプはエレベーター同様、年間を通して変動は小さく、変動係数も 0.7% となり A マンションで実測を行っている各共用部設備の内、最も小さい値であった。なお、この A ポンプの 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの月消費電力量平均値は 1780kWh/月であった。

図 3-15 に A ポンプの 2009 年 10 月 1 日からの連続した一週間分の消費電力週変動を示す。A ポンプの一日平均消費電力量は年間を通して利用状況に大きな変動は無いことから、図 3-15 で用いたデータ期間に関わらず週変動に大差は無いと言える。図 3-15 から、若干日曜日の 10 月 4 日の利用状況が増すものの、エレベーター同様に平日、週末の曜日による利用状況の違いにそう大差は無いことが判る。

図 3-16 に A ポンプの消費電力日変動の一例として、2009 年 10 月 1 日の利用状況を示す。図 3-15 より、曜日による利用状況の違いはそう大差が無いことから、2009 年 10 月 1 日は典型的な変動を示すと言える。図 3-16 を見ると、深夜に運転していない場合が見られるが、朝・夕方にかけて若干利用量が増えるものの、ポンプ直送方式のため、ほぼ 24 時間運転されていることが判る。

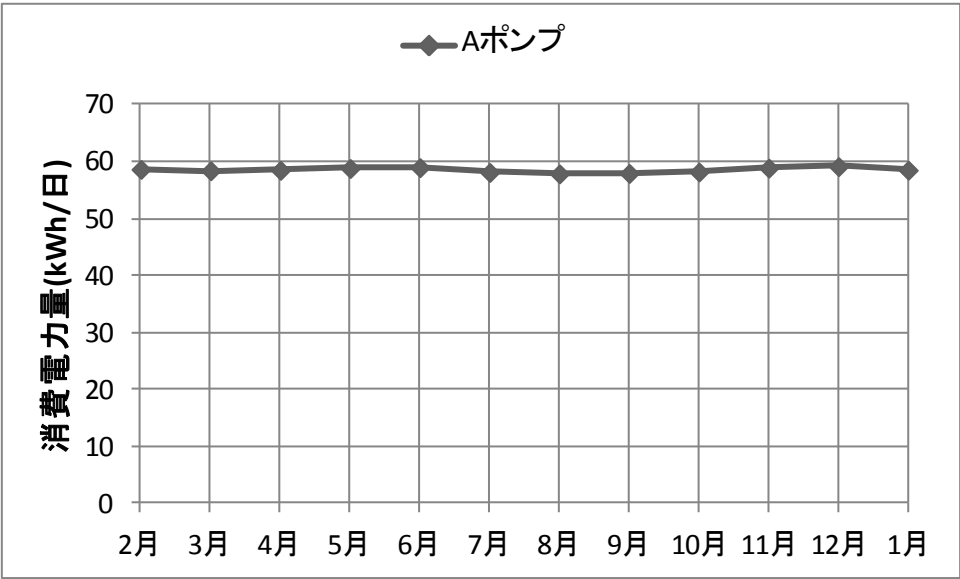


図 3-14 A ポンプの一日平均月消費電力量の変動

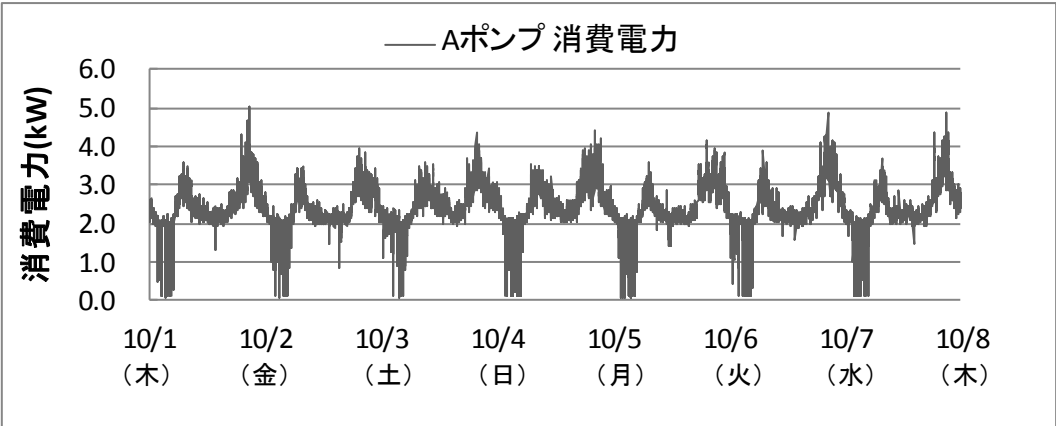


図 3-15 A ポンプの消費電力の週変動

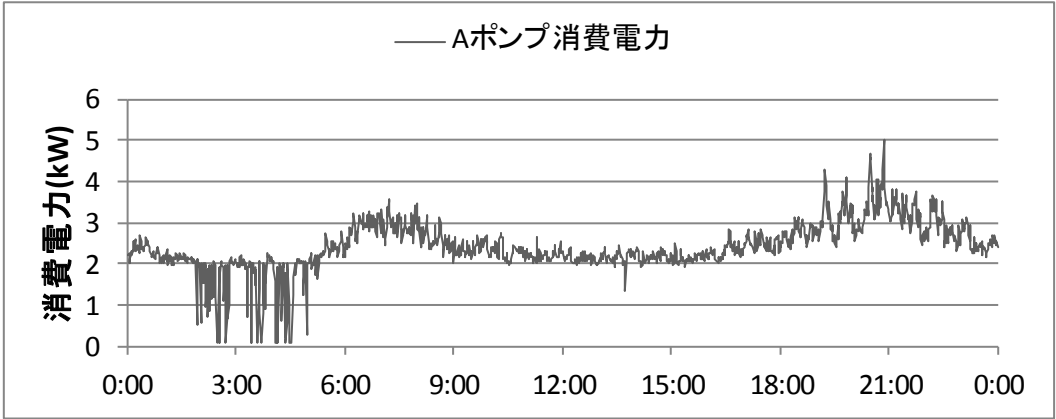


図 3-16 A ポンプの消費電力の日変動(10 月 1 日)

3-2-2 B マンション

図 3-17 に高置水槽方式である A マンションにおける給水ポンプ（以下 B ポンプとする）の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの、一日平均月消費電力量の変動を示す。

図 3-17 から判るように、B ポンプは A ポンプ同様年間を通して変動は殆ど見られないことが判る。変動係数も 2.9%と小さい値であった。また、B ポンプの 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの月消費電力量平均値は 500kWh/月であった。

図 3-18 に B ポンプの 2009 年 10 月 1 日からの連続した一週間分の消費電力週変動を示す。B ポンプの場合も一日平均消費電力量は年間を通して利用状況に大きな変動は無いことから、図 3-18 で用いたデータ期間に関わらず週変動に大差は無いと言える。図 3-18 を見ると、日曜日である 10 月 4 日に若干利用量が増していることが判る。

ここで、図 3-18 の内最も利用状況が少ない 10 月 2 日の消費電力日変動を図 3-19 に、最も利用状況が多い 10 月 4 日の消費電力日変動を図 3-20 に示す。図 3-19 では一日に 7 回ポンプで揚水しているのに対し、図 3-20 では 10 回揚水されている結果となり、平日、週末の曜日による利用状況に若干違いが見られる結果となった。なお、一日平均での揚水回数は、約 8.5 回という結果になった。また、図 3-19、図 3-20 から、高置水槽方式のため、A マンションに比べて運転時の最大消費電力は大きい、ほとんどの時間帯で停止していることが判る。

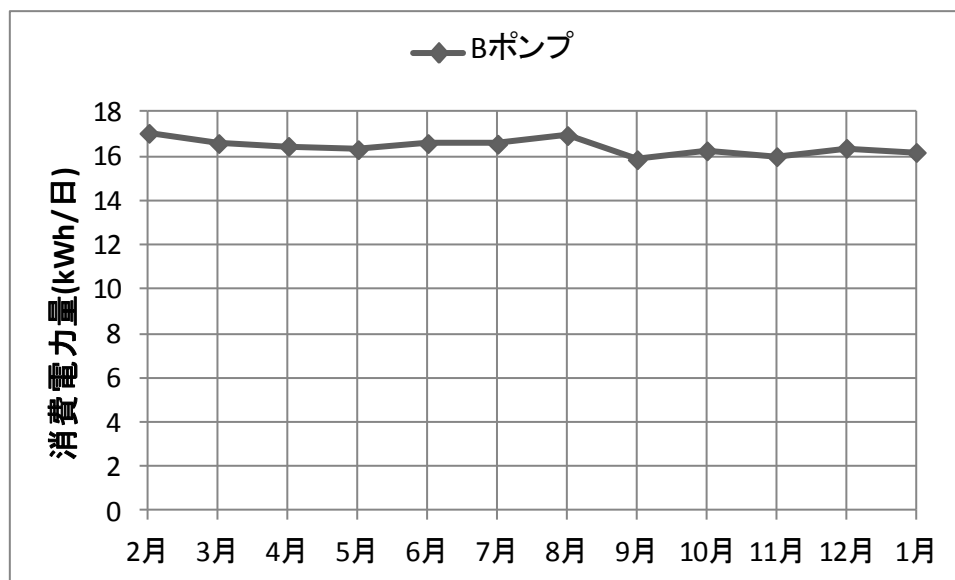


図 3-17 B ポンプの一日平均月消費電力量の変動

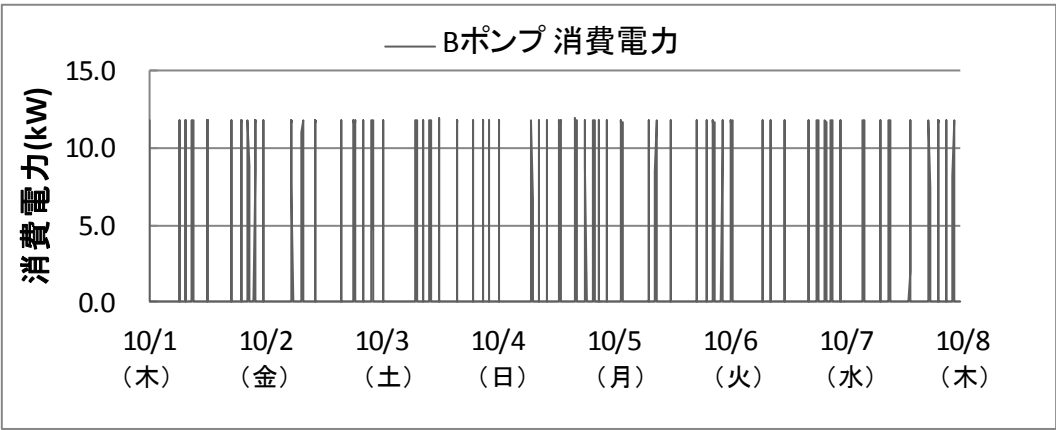


図 3-18 B ポンプの消費電力の週変動

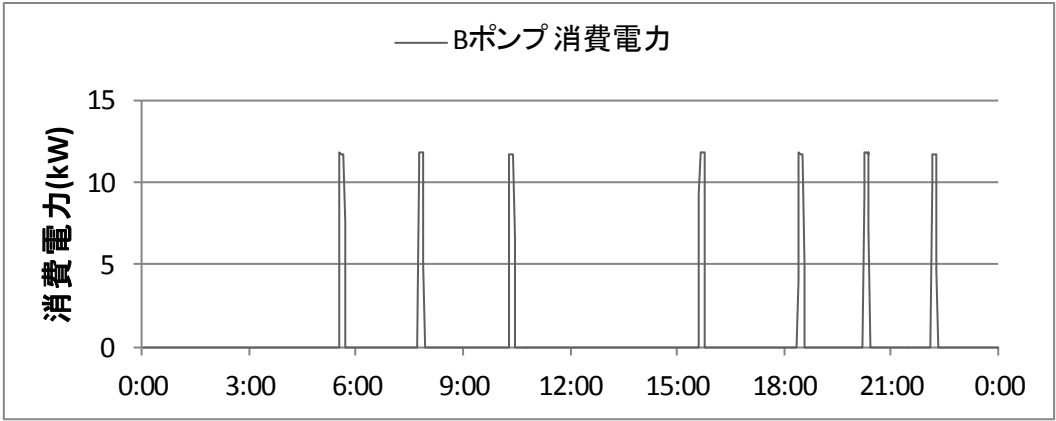


図 3-19 B ポンプの消費電力の日変動(10 月 2 日)

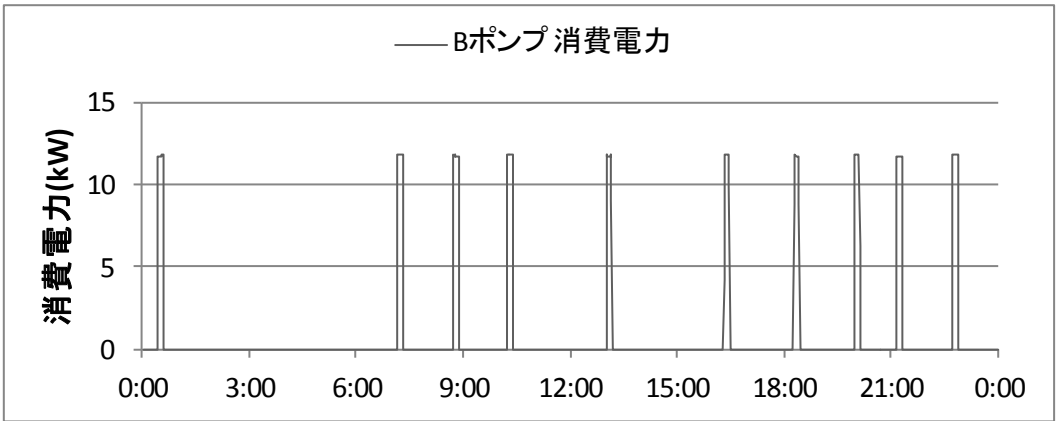


図 3-20 B ポンプの消費電力の日変動(10 月 4 日)

3-3-3 まとめ

以上の比較から、A、B ポンプ共に年間を通して消費電力量の月変動は極めて小さいという結果になった。また、曜日による利用状況はともに若干差が見られ、わずかに日曜に利用率が高まるという結果であった。

また、給水方式の違いにより、電力需要パターンは大きく異なることが判り、高置水槽方式である B ポンプは、ポンプ直送方式である A ポンプに比べて運転時の最大消費電力は大きい、ほとんどの時間帯で停止しているのに対し、ポンプ直送方式である A ポンプはほぼ 24 時間運転しており、両者の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの一住戸当たりの月消費電力量平均値では A、B マンションそれぞれ 12.4 kWh/月・戸、7.2 kWh/月・戸となり、A マンションは B マンションの約 1.7 倍となる結果であった。ここでは給水量と給水ポンプの消費電力量についての検討は含めていないが、現実的な範囲では 1 住戸当たりの給水量の差はそう大きくないことが予想される。よって、給水方式による消費電力量の差は比較的大きいものと推定される。

給水量の実測結果については第 4 章で C マンション、D マンションの給水ポンプにおける消費電力量の実測結果も含めて検討する。

3-4 共用電灯

3-4-1 A マンション

図 3-21 に A マンションの廊下等における共用電灯（以下 A 電灯とする）の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月まで（2009 年 2 月は推定値）の一日平均月消費電力量の変動を示す。A 電灯は、全照明を 1 箇所の照度センサーにより ON/OFF していることから、季節により変動が見られ、日照時間が短い冬期の方が夏期よりも電力量が大きいことが判る。変動係数は 8.8% となり、A マンションの実測項目の中で最も大きい値となった。なお、図 3-21 の各月の一日平均消費電力量は最大が 2009 年 12 月の 177kWh/日、最小が 2009 年 6 月の 138kWh/日であった。なお、A 電灯の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの月消費電力量平均値は 4742kWh/月となり、現状では一般的な設備では無いディスプレイ対応浄化槽を除くと各共用部設備の消費電力量の中で最も大きい値であった。

以上から、電灯は特に季節間での差異が見られるため、冬季、夏季、中間期の日変動について詳細に検討を行うこととする。図 3-22 に、図 3-21 の一日平均消費電力量の変動において最大月であった冬季の 12 月と、最小月であった夏季の 6 月、また中間期として 3 月の内、それぞれ典型的な変動を示す 12 月 1 日、6 月 1 日、3 月 1 日の消費電力日変動を示す。図 3-22 から、昼、夜、深夜と 3 ステップの制御が行われていることが判る。また、照度センサーによる点灯時間帯を見ると、6 月から 12 月へと日照時間が短くなるにつれて点灯時間帯は長くなっていることが判る。なお、電灯の最大消費電力はどの季節においても概ね 16kW 程度となった。

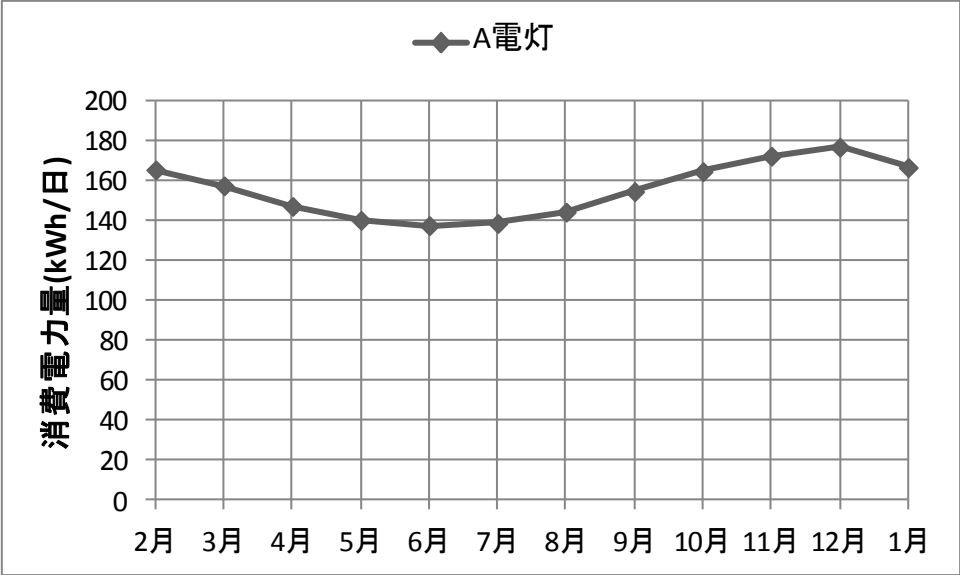


図 3-21 A 電灯の一日平均月消費電力量の変動

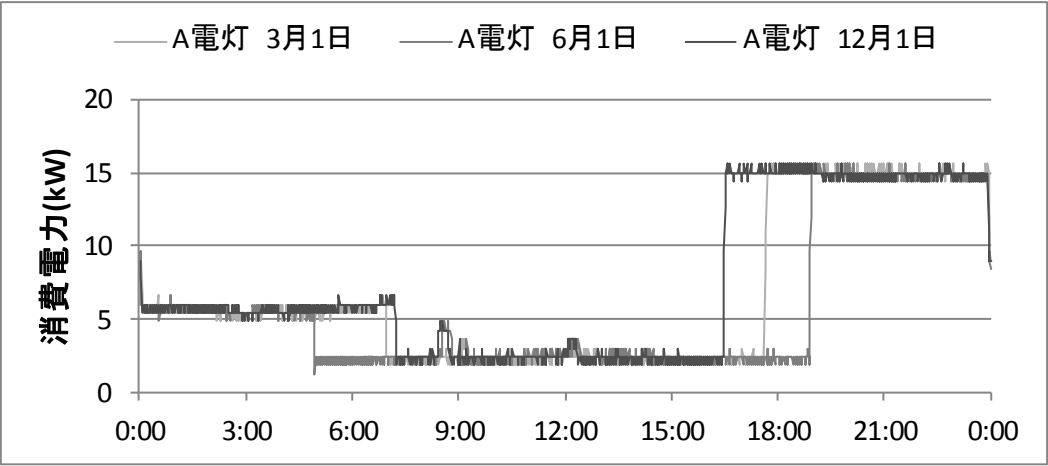


図 3-22 A 電灯の消費電力の日変動(3 月 1 日、6 月 1 日、12 月 1 日)

3-4-2 B マンション

図 3-23 に B マンションの廊下等における共用電灯(以下 B 電灯とする)の 2009 年 1 月から 2010 年 2 月まで(2009 年 2 月から 2009 年 6 月までは推定値)の一日平均月消費電力量の変動を示す。A マンション同様、全照明を照度センサーにより制御されているために、季節による変動が見られ、日照時間が短い冬期の方が夏期よりも電力量が大きい結果となり、A 電灯と比較すると小さいものの変動係数は 5.8%となり、A マンション同様実測項目の内最も大きい値となった。また、図 3-23 の消費電力量は最大が 2010 年 1 月の 86kWh/日、最小が 2009 年 6 月の 72kWh/日であった。なお、B 電灯の 2008 年 12 月から 2009 年 11 月までの月消費電力量平均値は 2382kWh/月となり、B マンションにおける各共用部設備の消費電力量の中で最も大きい値となった。また、この値は A 電灯の 2 倍程度であり、B マンションは A マンションと比較し住戸数も半数程度で、共用部の面積においても A マンションより極めて小さいため、電灯の電力需要も小さくなったと考えられる。

A マンションのときと同様、電灯は季節間での差異が見られるため、次では冬季、夏季、中間期の日変動について詳細に検討を行う。図 3-24 に、図 3-23 の一日平均月消費電力量の変動において最大月であった冬季の 12 月と、最小月であった夏季の 6 月、また中間期として 3 月の内、それぞれ典型的な変動を示す 12 月 1 日、6 月 1 日、3 月 1 日の消費電力日変動を示す。図 3-24 から、B マンションでは、昼、夜の 2 ステップで制御が行われているのが判り、また A マンション同様照度センサーによる点灯時間帯は日照時間が長くなるにつれて点灯時間帯は短くなっていることが判る。なお、電灯の最大消費電力はどの季節においても概ね 5kW 程度となり、A マンションの 3 分の 1 程度の値となった。

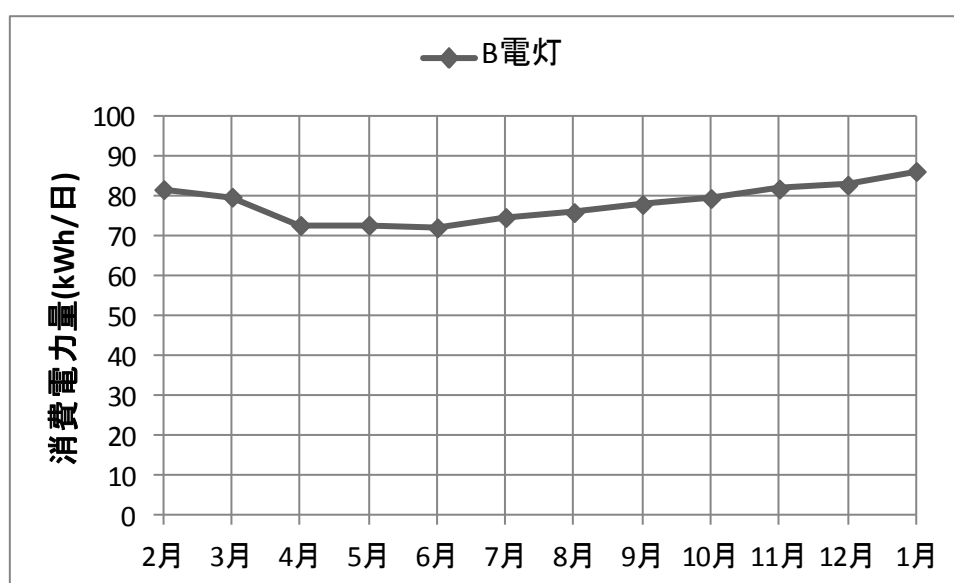


図 3-23 B 電灯の一日平均月消費電力量の変動

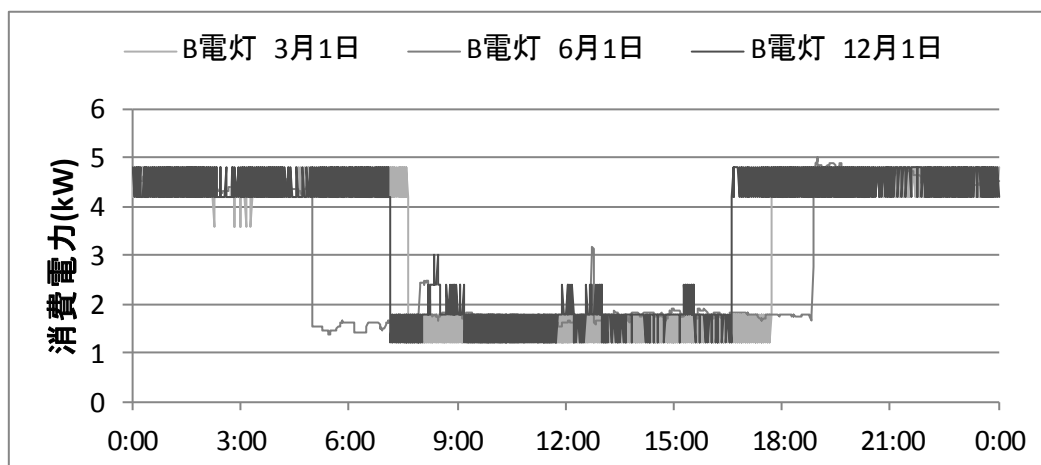


図 3-24 B 電灯の消費電力の日変動(3 月 1 日、6 月 1 日、12 月 1 日)

3-4-3 C マンション

C マンションの廊下等における共用電灯は、C マンションにおける給水ポンプの消費電力量の実測を行う際に追加的に実測したため、データ期間は 2009 年 10 月下旬から平成 21 年 12 月中旬までと短くなっている。

C マンションの廊下等における共用電灯(以下 C 電灯とする)の消費電力日変動の 1 例として、2009 年 11 月 1 日の利用状況を図 3-25 に示す。図 3-25 から判るように、C マンションにおいても A、B マンション同様照度センサーにより ON/OFF されており、昼と夜と深夜の 3 ステップの制御が行われている。また、夜間の最大消費電力は 5kW 程度であり、概ね B 電灯と同等の値となった。

なお、C マンションの共用電灯の 2009 年 11 月の消費電力量は、1836kWh/月と、昼、夜、深夜の 3 ステップの制御により、最大消費電力が同程度であった B 電灯の月平均消費電力量より小さな値となった。

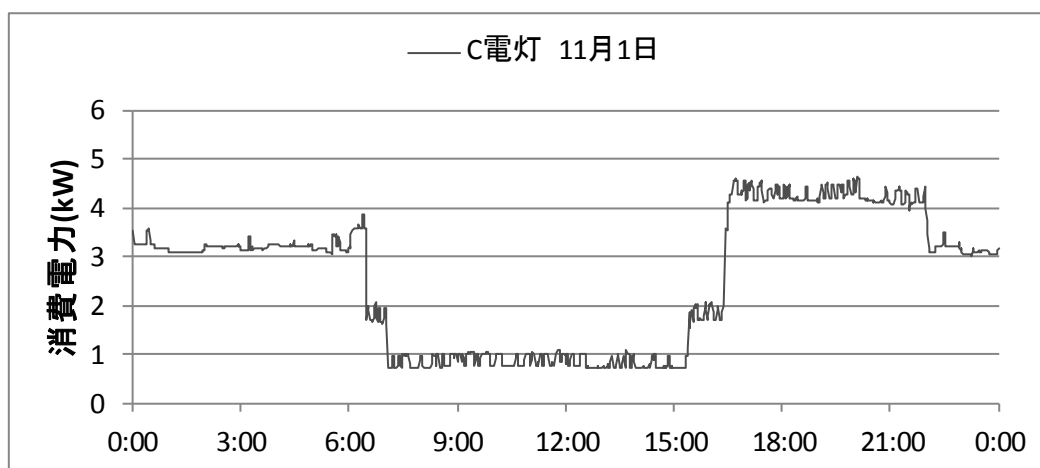


図 3-25 C 電灯の消費電力の日変動(3 月 1 日、6 月 1 日、12 月 1 日)

3-4-4 まとめ

A、B、Cの3棟のマンション共に、電灯は照度センサーにより ON/OFF されている。また、A、C マンションにおいては昼と夜と深夜の3ステップの制御、B マンションにおいては昼、夜の2ステップで制御が行われていた。

A、B マンションにおいて各月の一日平均消費電力量月変動（図 3-21、3-23）では、共に最大月が冬季の12月、最小月が夏季の6月であり、当然ではあるが、日照時間に対応し変動するという傾向が見られた。変動係数も両マンションともに各共用部設備の実測項目のうち共用電灯が最も大きい値であった。

また、2009年2月から2010年1月までの一住戸当たりの月消費電力量平均値はAマンションが33kWh/月・戸、Bマンションが35kWh/月・戸となり、築年数の違いがあるのに関わらず概ね同程度の値となった。それに対し、Cマンションの2009年11月の一住戸当たりの月消費電力量は46kWh/月・戸とA、Bマンションより、10kWh/月・戸程度高くなるという結果になった。

以上より、実測を行った3棟のマンションを比較すると、Cマンションのような住戸数の少ない小規模なマンションは、A、Bマンションのような住戸数の比較的多いマンションより、一住戸当たりの月消費電力量が大きくなるという結果となった。

3-5 ディスポーザー対応浄化槽と一般浄化槽

3-5-1 A マンション

A マンションには、ディスポーザー対応浄化槽が設置されており、図 3-26 に 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの一日平均月消費電力量の変動を示す。図 3-26 から判るように、通常は月ごとに殆ど変動は無いものの、2009 年 6 月の一日平均消費電力量は 220 kWh/日となり、一日平均月消費電力量における年間平均値よりおよそ 20kWh 程低くなっていることが判る。ここで、図 3-27 に 2009 年 6 月 4 日から 6 月 10 日までの一週間分の消費電力の変動を示す。図 3-27 に示したように、2009 年 6 月 4 日 8 時 53 分から 6 月 8 日 17 時 15 分までの期間、原因は不明であるが全体として消費電力が半分程度になっていることが判る。例外である 2009 年 6 月を含めず算出を行った変動係数は 2.3%と小さい値であった。

図 3-28 にディスポーザー対応浄化槽の 2009 年 10 月 1 日からの連続した一週間分の消費電力の変動を示す。ここで、ディスポーザー対応浄化槽は通常、年間を通して利用状況に大きな変動は無いことから、図 3-28 で用いたデータ期間に関わらず同じような変動を示すと考えられる。図 3-28 から、平日、週末の曜日による利用状況の違いは殆ど見られず、概ね定常的な変動をとることが判った。

図 3-29 に、典型的な日変動の 1 例として 2009 年 10 月 1 日の消費電力を示す。図 3-29 から判るように、ディスポーザー対応浄化槽の消費電力は非常に大きく、2 時間を 2 ステップの出力でサイクル運動している。

なお、ディスポーザー対応浄化槽の 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの月消費電力量平均値は 7251kWh/月となり、後述にもあるが、A マンションにおける全消費電力量の半分程度を占める結果となった。

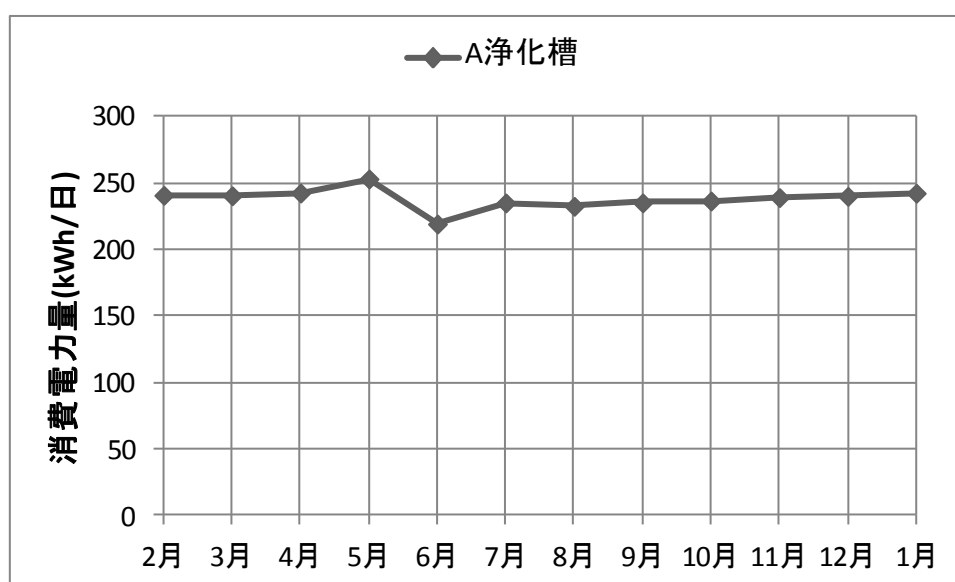


図 3-26 A 浄化槽の一日平均月消費電力量の変動

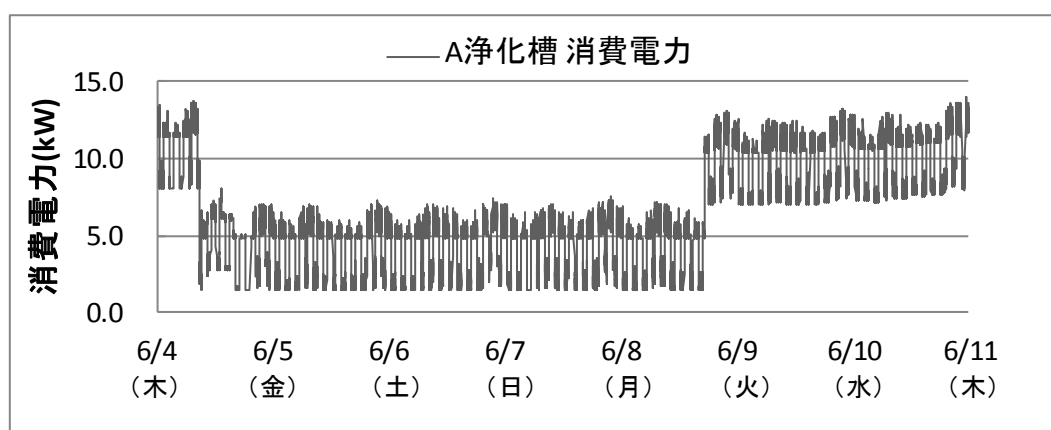


図 3-27 A 浄化槽の消費電力の週変動 (10 月 1 月からの一週間)

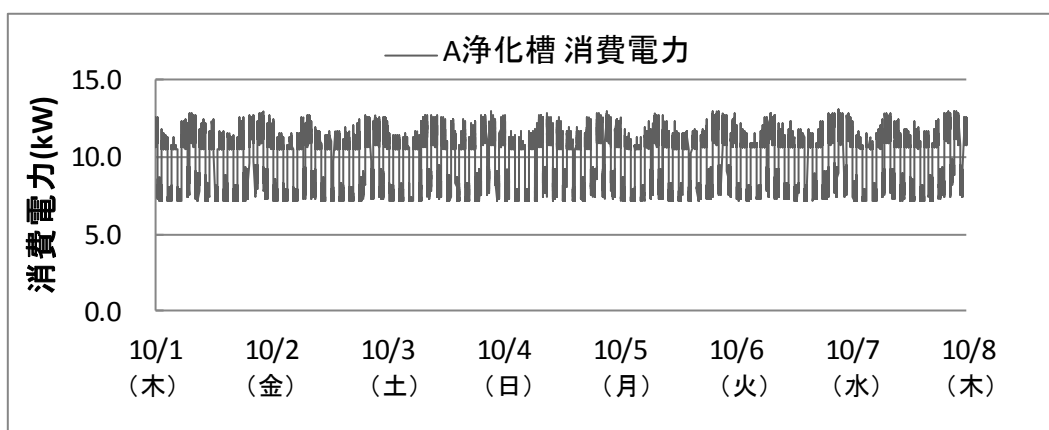


図 3-28 A 浄化槽の消費電力の週変動 (10 月 1 月からの一週間)

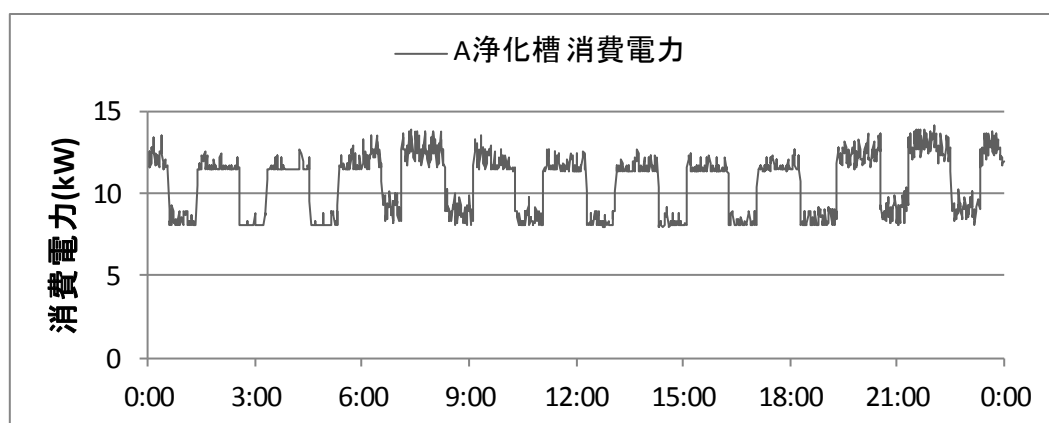


図 3-29 A 浄化槽の消費電力の日変動(10 月 1 日)

3-5-2 D マンション

A マンションにおいては、ディスポーザー対応浄化槽の消費電力量の実態について検討を行った。そこで、現実的に一住戸当たりの排水量にそう大差は無いと考えられるため、一般の浄化槽の消費電力量について検討を行い、ディスポーザー対応浄化槽と比較することで、その特性を明らかにすることができよう。よって、本節では、D マンションにて行った一般浄化槽の消費電力量実測結果について検討を行う。なお、得られたデータ期間は 2009 年 10 月下旬から 2009 年 12 月中旬までである。

D マンションにおける一般浄化槽の消費電力日変動の 1 例として、2009 年 11 月 1 日の利用状況を図 3-30 に示す。浄化槽内に空気を送るためのブロワーが常に稼働しているため、常時約 744W の電力を使用しており、数十分ごとに不規則に 1500W 前後の電力を消費している。なお、一般浄化槽の 11 月の消費電力量は 656kWh/月であった。

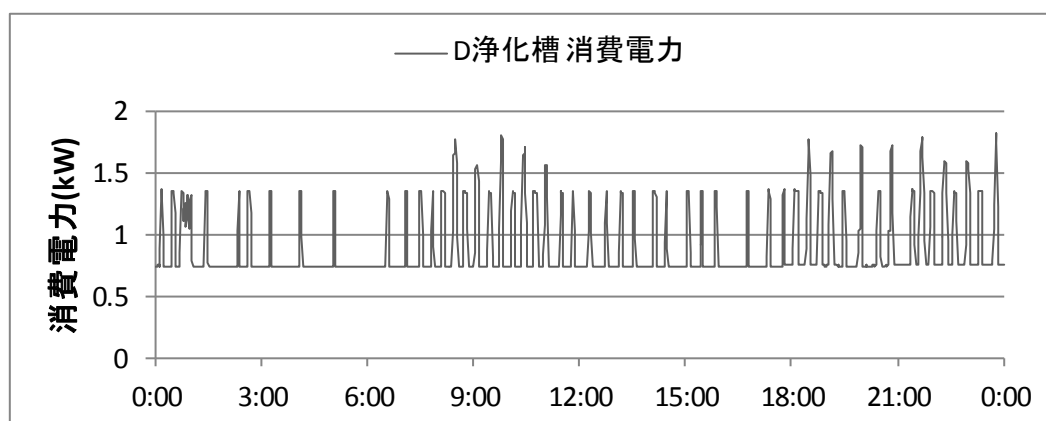


図 3-30 D 浄化槽の消費電力の日変動(11 月 1 日)

3-5-3 まとめ

ディスポーザー対応浄化槽の A マンションと一般浄化槽の D マンションの一住戸当たりの月消費電力量平均値(D マンションは 2009 年 11 月における一住戸当たりの浄化槽月消費電力量)を比較すると、それぞれ、 $50.7\text{kWh}/\text{月}\cdot\text{戸}$ 、 $18.2\text{kWh}/\text{月}\cdot\text{戸}$ となり、ディスポーザー対応浄化槽は一般浄化槽の 2.8 倍程度の電力を消費するという結果になった。

なお、ディスポーザー対応浄化槽は共用部全消費電力量の内訳の半分程度を占めるのに対し、一般浄化槽は 24%程度であった。以上から、ディスポーザー対応浄化槽は一般浄化槽に対し非常に大きい電力を消費するという傾向があることが判った。

また、ディスポーザー対応浄化槽の一日平均月消費電力量の変動から、電灯を除く他の共用設備と同様に季節間差異が極めて小さくなるという結果になった。

3-6 共用部全消費電力

3-6-1 共用部全消費電力の変動

図 3-31 に共用部全設備における 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの一日平均月消費電力量の変動を示す。図 3-31 から、電灯の影響により日照時間が少ない冬期の方が夏期よりもわずかに電力を多く消費していることが判る。なお、A マンションにおける共用電灯の月消費電力量の変動係数が 8.8%と B マンションの 5.8%と比較しても大きかったが、共用部全設備の変動係数でみると、A、B マンションそれぞれ 3.8%、4.4%と、概ね同程度の値となった。これは、後述するが、A マンションの全消費電力のうち、およそ半分が月変動の小さいディスポーザー対応浄化槽によって占められているからである。

図 3-32 に、A、B マンションそれぞれの共用部全消費電力日変動の 1 例を示す。図 3-32 では共用電灯における月消費電力量平均値に最も近い値を示した中間期である 9 月のデータを用いた。また、各共用部設備において曜日における週変動は殆ど見られなかったため、最も典型的な利用状況を示した 9 月 1 日の全消費電力日変動を示した。両マンションの共用部全消費電力の日変動の傾向としては、電灯の影響を大きく受けた変動となっており、さらに A マンションにおいては、浄化槽の影響で周期的に変動している。それに対し、B マンションは高置水槽方式のポンプ給水時において、瞬間的に消費電力が 20kW 程度に上昇しており、契約電力に強く影響を与えていると考えられる。

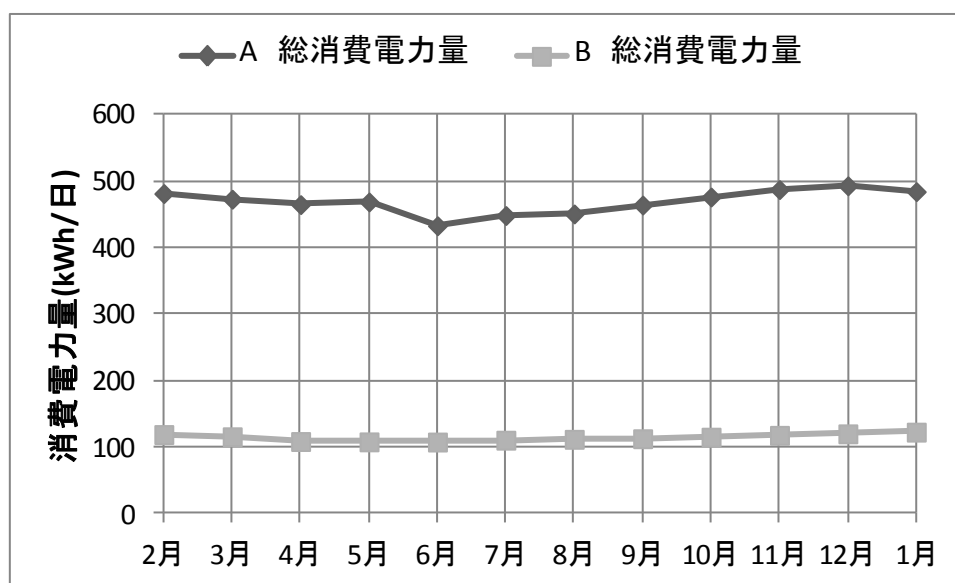


図 3-31 共用部全設備における一日平均月消費電力量の変動

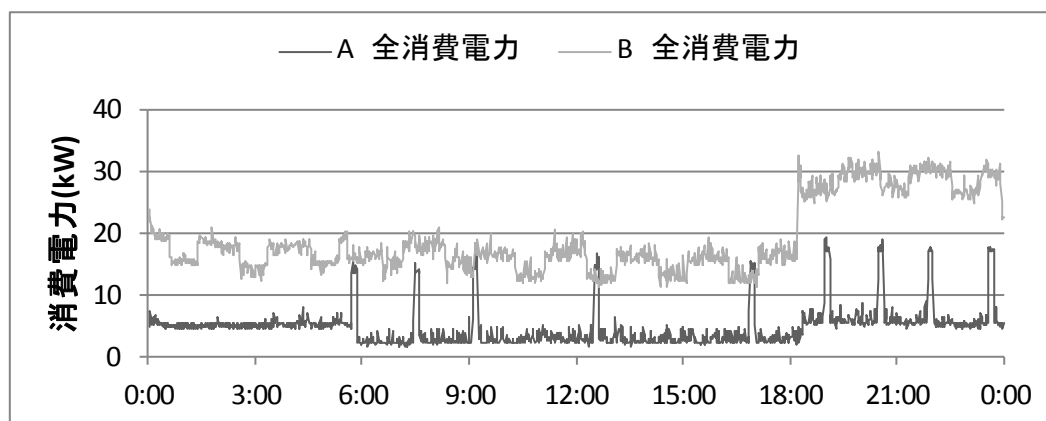


図 3-32 共用部全設備における消費電力の日変動(9 月 1 日)

3-6-2 一ヶ月の共用部消費電力量の内訳

図 3-33 に 2009 年 2 月から 2010 年 1 月までの一ヶ月の各共用部消費電力量平均値の内訳を示す。上述の通り A マンションには、ディスポーザー対応浄化槽が設置されており、この消費電力量が全体の半分程度と非常に大きな値となった。また、上述の通りエレベーターの待機電力は比較的大きいが、共用部全体の消費に対するエレベーターの消費電力量は非常に小さい割合となっている。

図 3-34 に、現状では一般的な設備では無く、非常に電力消費の大きな A マンションのディスポーザー浄化槽を除いた、それぞれのマンションにおける 1 戸当たりの月消費電力量の内訳を示す。両マンションの一住戸当たりにおける共用部消費電力量に大差は無く、築年数による違いは見られなかった。

また、既往の調査結果[1]により、集合住宅の一住戸当たりの年間消費電力量平均値から、動力系と電灯系の比率が概ね 1:2 であった。図 3-34 から、A、B マンション共に動力系の消費電力量と電灯系の消費電力量との比は概ね 1:2 となり、別報と同程度であった。故に、2 棟のマンションは一般的な電力消費パターンであると言える。

さらに、共用部の年間消費電力量は建築延床面積と非常に高い線形の相関関係があり、その原単位は $35\text{MJ}/\text{m}^2$ であった[1]。A、B マンションそれぞれの建築延床面積に対する総消費電力量は 36.5 、 $28.2\text{ MJ}/\text{m}^2$ であり、共用部全消費電力量で見ると、A マンションは概ね標準的で、B マンションは標準より少ないマンションと言える。

なお、一般的な小規模集合住宅共用部の電力形態は従量電灯＋低圧動力の 2 契約形態であるが、電力単位(基本料金以外)は従量電灯の方が低圧動力よりも高く設定されているため、電灯系の消費比率が動力系の消費比率より高く、かつ総消費量がある程度の大きさ以上の集合住宅では、殆どの場合、低圧高利用契約等の各電力会社が近年新たに設定している電力契約形態に変更することにより、電気料金の節約が計られる可能性が高いものと推定される。

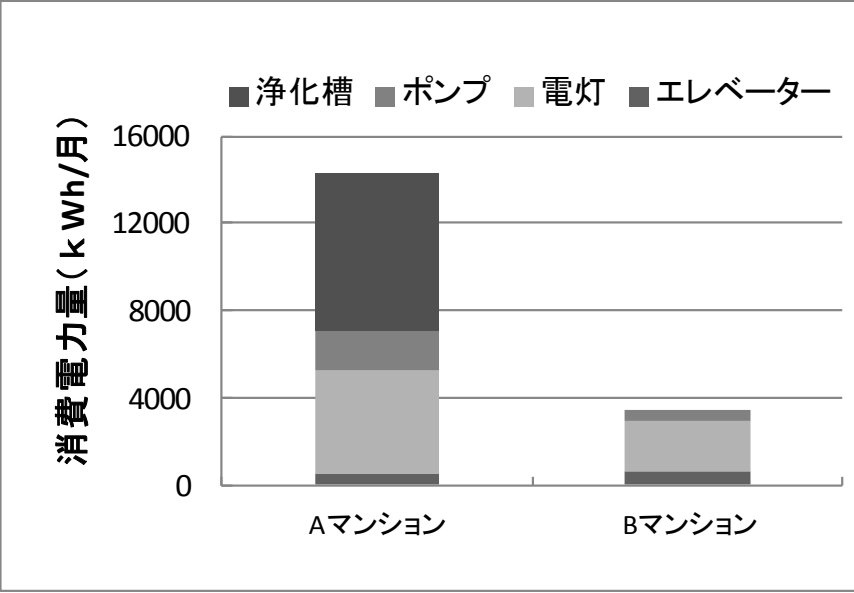


図 3-33 共用部月消費電力量の内訳

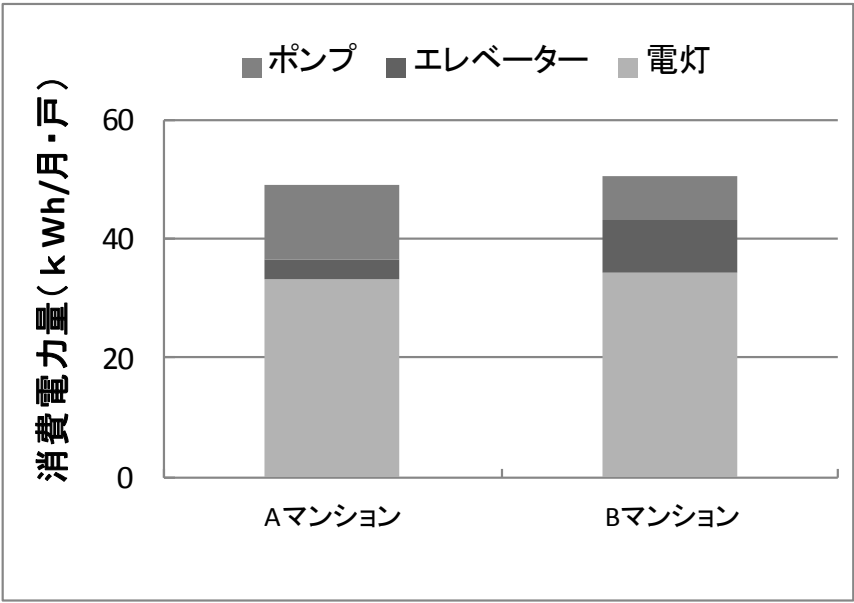


図 3-34 一住戸当たりの共用部月消費電力量の内訳

3-7 第3章のまとめ

以上のように、集合住宅共用部の各設備の電力消費パターンを把握するために、4棟のマンションで各項目の詳細な消費電力量実測を開始し、その概要と現在までに得られているデータを基にそれらの時間的パターンおよび内訳を示した。以下に結果をまとめる。

- 1) エレベーターは待機時の消費電力量が比較的大きく、また一住戸当たりの稼働時の消費電力量は比較した2棟のマンションで大差が見られたことから、エレベーター台数、設置位置等のエレベーター計画は省エネルギー対策として重要であると言える。集合住宅共用部の各設備の電力消費量の月変動より、概ね定常的な変動をとる。
- 2) 給水方式の違いにより、電力需要パターンは大きく異なり、高置水槽方式であるBポンプは、ポンプ直送方式であるAポンプに比べて運転時の最大消費電力は大きい。ほとんどの時間帯で停止しているのに対し、ポンプ直送方式であるAポンプはほぼ24時間運転しており、一住戸当たりの月消費電力量平均値を比較すると、AマンションはBマンションの約1.7倍となった。
- 3) 一住戸当たりの共用部電灯の月消費電力量は、実測を行った3棟の集合住宅において、A、Bマンションでは築年数に関わらず概ね同じ値となったが、Cマンションは比較的大きい値となった。よって実測を行った3棟の共用電灯においては、A、Bマンションのように住戸数の多いマンションに比べ、Cマンションのような住戸数の少ないマンションでは一住戸当たりの共用部電灯の月消費電力量が大きくなる結果となった。
- 4) ディスポーザー対応浄化槽の一住戸当たりの月消費電力量は、一般浄化槽の約2.8倍となった。また、共用部全消費電力量の内訳ではディスポーザー対応浄化槽が約半分、一般浄化槽が24%程度を占める結果となり、ディスポーザー対応浄化槽は一般浄化槽よりも非常に大きい電力を消費することが判った。
- 5) A、Bマンションにおいて築年数が20年異なるマンションでも、特殊設備と言えるディスポーザー対応浄化槽を除いた一住戸当たりの総消費電力量は同程度の値となった。また、ディスポーザー対応浄化槽を除いた電灯系と動力系の消費電力比率は、両マンションとも2:1程度であり、各共用部設備の消費電力量において年間を通して大きく変動するのは照度センサーにより制御されている照明のみであった。

次章では、給水ポンプについて給水量実測データを取り入れ、また、C、D マンションの消費電力量実測も併せて詳しく検討を行う。

第 4 章

給水方式の差異による検討

4-1.はじめに

実測を行った4棟のマンションは第2章の表2-1の実測対象マンション概要で示したように、ポンプ直送方式と高置水槽方式の二種類の方式によって給水を行っている。ポンプ直送方式とは、受水槽の水に加圧ポンプで直接圧力をかけて各戸へ給水する方式であり、A、Cマンションの給水に用いられており、近年主流となっている給水方式である。高置水槽方式とは、一度受水槽に水を溜め、それを揚水ポンプで屋上に設置している高架水槽に送り、各戸へは重力により給水する方式であり、B、Dマンションに用いられている。

A、Bマンションの給水ポンプにおける消費電力量の実態については第3章3-3において検討を行った。その結果、ポンプ直送方式と高置水槽方式の違いにより、電力需要パターンは大きく異なるということが判った。しかしながら、前章の検討では2棟のマンションのみしか対象としておらず、他のマンションとの比較によってそれぞれの給水方式においてさらに詳細な特性を把握できる可能性がある。

そこで以下では、給水方式がそれぞれポンプ直送方式、高置水槽方式であるC、Dマンションの給水ポンプにおける消費電力量の実測を行い、それぞれの給水方式による消費電力量の実態について検討を行う。また、A、C、Dマンションの給水量の実測データも取り入れ、詳細な検討を行うことで、それぞれの特性の把握を行う。

4-2 給水系動力実測結果

ポンプ直送方式であるCマンションの給水ポンプの消費電力日変動の一例として、2009年11月1日の利用状況を図4-1に示す。深夜に運転していない場合が見られるが、Aマンション同様ポンプ直送方式のため、深夜以外は連続的に運転されていることが判る。なお、この給水ポンプの2009年11月の消費電力量は1182kWh/月であった。

高置水槽方式であるDマンションの給水ポンプの消費電力日変動の一例として、2009年11月1日の利用状況を図4-2に示す。高置水槽方式のため、Bマンション同様、運転時の消費電力量は大きい、ほとんど停止していることが分かる。また、この給水ポンプの2009年11月の消費電力量は170kWh/月であった。

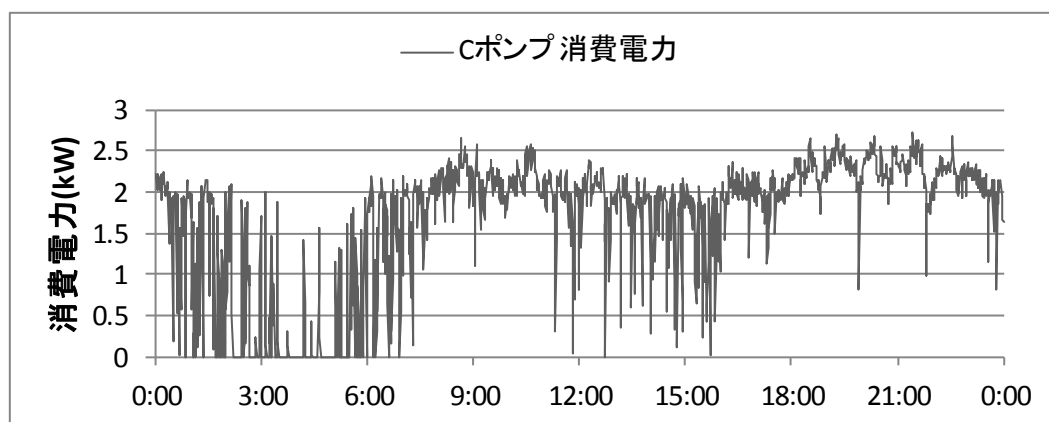


図 4-1 C ポンプの消費電力日変動

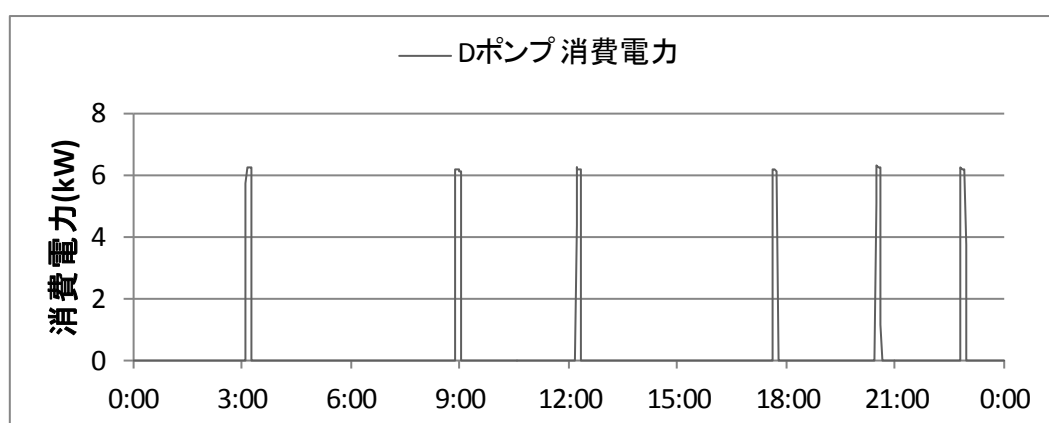


図 4-2 D ポンプの消費電力日変動

4-3 給水量の検討

A マンションにおける給水量の実測データは 2008 年 12 月下旬から 2009 年 12 月下旬までの 1 年間分のものを用いた。図 4-3 に、2008 年 12 月下旬から 2009 年 12 月下旬までのおよそ 2 ヶ月ごとの一日平均給水量を示した。年間を通して一日平均給水量に大差は見られず、年間平均値は $71\text{m}^3/\text{日}$ であった。なお、A マンション一住戸当たり一日平均給水量は $0.50\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ となった。

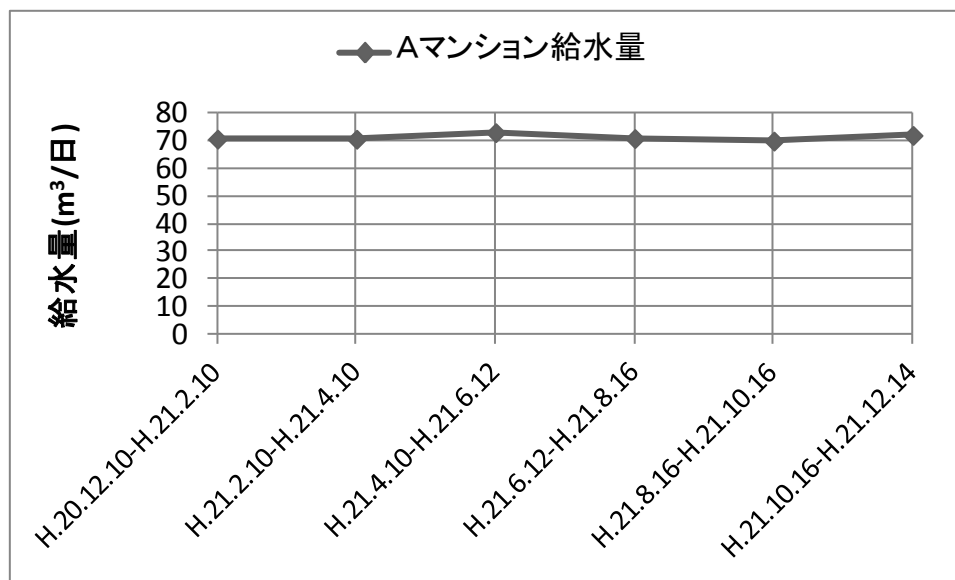


図 4-3 A マンション一日平均給水量の変動

C マンションにおける給水量の実測データは 2008 年 11 月から 2009 年 10 月までの 1 年間分のものを用いた。2008 年 11 月から 2009 年 10 月下旬のデータ 2 ヶ月ごとの一日平均給水量を図 4-4 に示す。図 4-4 から判るように、A マンション同様、年間を通して給水量に大差は見られなかった。

表 4-1 に、一住戸ごとの給水量のデータから、給水を利用していると推測される世帯数を示した。C マンション全体の住戸数は 40 戸であるが、実際の世帯数は少ない時期で 35 戸であった。

図 4-5 には表 4-1 の住戸数を用いた一住戸当たり一日平均給水量を示す。図 4-4、図 4-5 から、若干月により給水量の変動が見られる程度であった。なお、2008 年 11 月から 2010 年 1 月までの C マンションにおける一住戸当たり一日平均給水量の平均値は $0.63\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ であった。

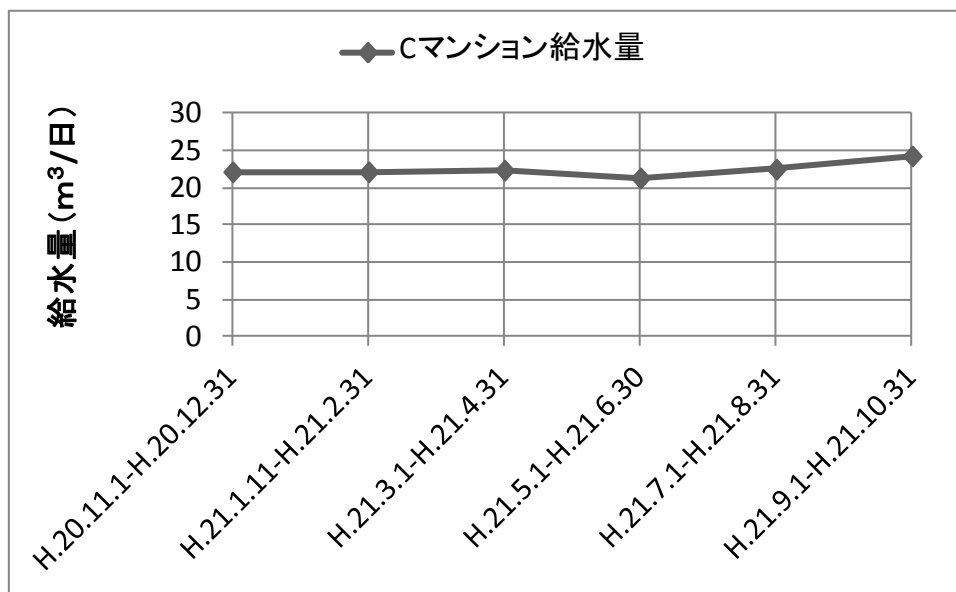


図 4-4 C マンション一日平均給水量の変動

表 4-1 C マンションの給水を利用していると推測される世帯数

	H.20.11.1-H.20.12.31	H.21.1.11-H.21.2.31	H.21.3.1-H.21.4.31	H.21.5.1-H.21.6.30	H.21.7.1-H.21.8.31	H.21.9.1-H.21.10.31
戸数	36	35	36	36	37	37

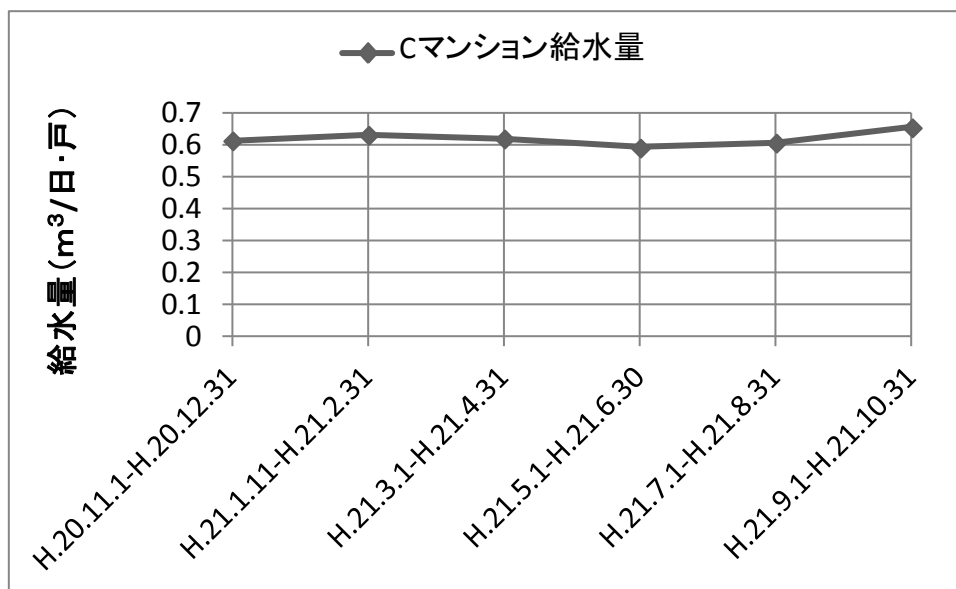


図 4-5 C マンション一住戸当たり一日平均給水量の変動

D マンションにおける給水量実測の期間は、給水量実測を行っている3棟のマンションのうち最も短く、2009年10月下旬から2010年1月下旬の3ヶ月間程度であり、この期間における一日平均給水量は $22\text{m}^3/\text{日}$ であった。また、一住戸当たりの一日平均給水量は $0.60\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ となり、概ねCマンションと同程度の値となった。

以上から、A、C、D マンションにおける一住戸当たりの一日平均給水量はそれぞれ、 $0.50\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ 、 $0.63\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ 、 $0.60\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ となり、A マンションのみC、D マンションと比較すると小さい値となった。これは、A マンションでは全体の住戸数が多く、一部の入居者が不定期に訪れる等、セカンドハウスとして利用しているためであると考えられる。よってC、D マンションの一住戸当たりの給水量が同程度の値であることから、一住戸当たりの給水量はマンションに関わらず概ね $0.60\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ 程度であるという結果になった。

4-4 給水量と消費電力量の関係

4-4-1 ポンプ直送方式

給水方式が同じポンプ直送方式であるA、C マンションにおける 1m^3 当たりの給水ポンプの月消費電力量はそれぞれ $0.81\text{kWh}/\text{m}^3$ （2009年2月から2010年1月における月消費電力量平均値 $1780\text{kWh}/\text{月}$ 、2008年12月下旬から2009年12月下旬における月給水量平均値 $2185\text{m}^3/\text{月}$ ）、 $1.66\text{kWh}/\text{m}^3$ （2009年10月中旬から2010年1月中旬における月消費電力量平均値 $1214\text{kWh}/\text{月}$ 、月給水量平均値 $730\text{m}^3/\text{月}$ ）となり、C マンションはA マンションの約2倍の値となった。また、4-2でも述べたが、ポンプ直送方式であるA、C マンションの消費電力日変動の図を比較すると、共に最低 2kW 程度の電力を必要としている。以上から、C マンションは給水量に対し過剰に電力を消費している結果となった。

そこで、次に、一住戸当たりの月消費電力量の値と住戸数を乗じて算出したA、C マンションそれぞれの予測値と、他の幾つかのポンプ直送方式であるマンションにおける給水ポンプ月消費電力量との関係について検討を行うことで、その特性を明らかにする。

表4-2にA、C マンションにおける給水ポンプの一戸当たりの消費電力量を示す。表4-2に示すように、一住戸当たりの給水量をC マンションの $0.63\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ 、またA マンションにおける 1m^3 当たりの給水ポンプの月消費電力量 $0.81\text{kWh}/\text{m}^3$ を用いると、A マンションの給水ポンプの月消費電力量は $2223\text{kWh}/\text{月}$ と推定できる。よってA マンションの一住戸当たりの月消費電力量は $16\text{kWh}/\text{月}\cdot\text{戸}$ （月消費電力量推定値 $2223\text{kWh}/\text{月}$ 、住戸数143戸）である。また、同様にC マンションは $32\text{kWh}/\text{月}\cdot\text{戸}$ （月消費電力量推定値 $1274\text{kWh}/\text{月}$ 、住戸数40戸）である。

給水ポンプの消費電力量予測値の計算方法は以下のように行った。

$$\text{給水ポンプ消費電力量予測値(kWh)} = \text{一住戸当たりの月消費電力(kWh)} \times \text{住戸数(戸)}$$

なお、他のマンションにおける給水ポンプの月消費電力量は別報[2]の低圧電力の月消費電力量実測値データを用い、エレベーター分の消費電力量を除くことによって以下のように算出を行った。

$$\begin{aligned} &\text{他のマンションにおける給水ポンプ消費電力量(kWh)} \\ &= \text{低圧電力消費電力量(kWh)} - \text{エレベーター消費電力量(kWh)} \end{aligned}$$

なお、前章の実測結果より、エレベーターの月消費電力量は低圧電力量の内訳において占める割合は低く、一台当たり 200kWh/月として算出を行った。表 4-3 に予測対象マンション概要及び予測値を示す。

図 4-6 に、A、C マンションの一住戸当たりの月消費電力量の値と住戸数を乗じて算出したそれぞれの予測値と、他の幾つかのポンプ直送方式であるマンションにおける給水ポンプ月消費電力量との関係について示す。図 4-6 から、A ポンプの予測値は比較的他のマンションの直送ポンプ予測値とほぼ同値であったが、C ポンプの予測値については住戸数の少ない NO.2、NO.3 のマンションが近い値を示す程度であった。以上から、比較的住戸数の少ないマンションにおいて C マンションのように給水量に対し過剰に電力を消費する傾向が見られた。

表 4-2 A、C マンションにおける給水ポンプの一戸当たりの消費電力量

	1m ³ あたりの 消費電力量 (kWh/m ³)	一住戸当たりの 一日平均給水量 (m ³ /日・戸)	住戸数	月消費電力量 予測値 (kWh/月)	一住戸あたりの 消費電力量 (kWh/月・戸)
Aマンション	0.81	0.63	143	2223	16
Cマンション	1.66		40	1274	32

表 4-3 予測対象マンション（ポンプ直送方式）概要及び予測値

NO.	住戸数	竣工年	最高階数 (地上のみ)	エレベーター		月消費電力量(kWh/月)			
				台数	電力量予測 (kWh/月)	低圧 実測値	直送ポンプ 推定値 (低圧-EV)	Aポンプ 予測値	Cポンプ 予測値
1	27	2002	3	1	200	599	399	419.70508	860.1363
2	30	2000	7	1	200	1036.75	836.75	466.33897	955.707
3	31	2001	10	1	200	913.75	713.75	481.8836	987.5639
4	43	2002	11	1	200	1112.75	912.75	668.41919	1369.847
5	44	2004	6	1	200	1043.8333	843.83333	683.96383	1401.704
6	45	2001	3	2	400	993.08333	593.08333	699.50846	1433.561
7	54	2007	7	1	200	1127.9167	927.91667	839.41015	1720.273
8	69	2003	8	2	400	1471.5	1071.5	1072.5796	2198.126
9	89	2007	7	2	400	1879.5833	1479.5833	1383.4723	2835.264

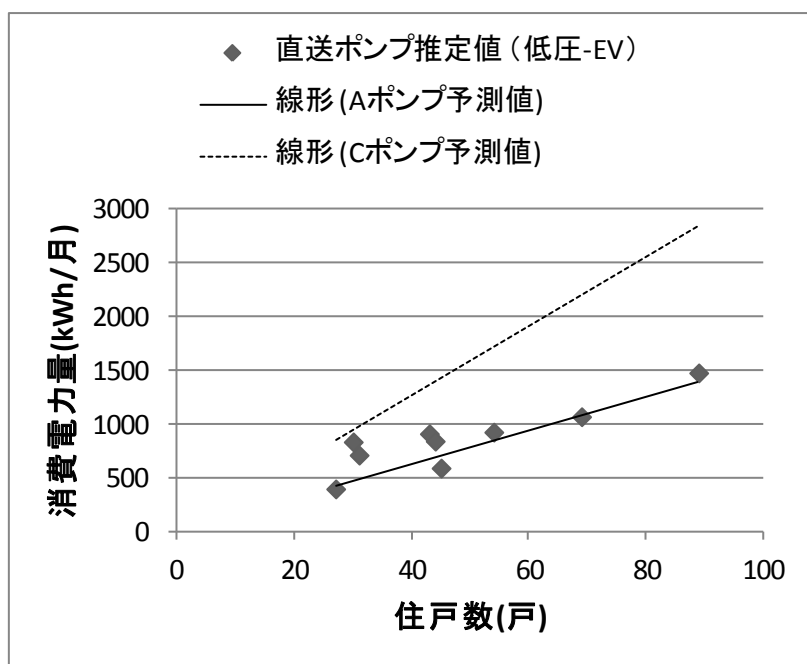


図 4-6 ポンプ直送方式の消費電力量における電力量予測値と実測値の関係

4-4-2 高置水槽方式

B マンションの給水量を給水方式が同じ高置水槽方式である D マンションの給水量（一住戸当たり一日平均給水量は $0.60\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{戸}$ ）から推定すると、給水量月平均は $1259\text{m}^3/\text{月}$ となる。B、D マンションの 1m^3 当たりの給水ポンプの月消費電力量はそれぞれ $0.40\text{kWh}/\text{m}^3$ （2009 年 2 月から 2010 年 1 月の月消費電力量平均値 $500\text{kWh}/\text{月}$ 、月給水量 $1259\text{m}^3/\text{月}$ ）、 $0.27\text{kWh}/\text{m}^3$ （2009 年 10 月中旬から 2010 年 1 月中旬における月消費電力量平均値 $177\text{kWh}/\text{月}$ 、月給水量平均値 $668\text{m}^3/\text{月}$ ）となり、B マンションは D マンションのおよそ 1.5 倍の値となる。よって、高置水槽方式における給水ポンプの消費電力量は建物の階高と関係している可能性がある。

ポンプ直送方式同様に、B、D マンションにおける一住戸当たりの月消費電力量の値を用い、高置水槽方式のマンションにおける給水ポンプの月消費電力量推定値（ポンプ直送方式同様に算出した）との比較を行った。表 4-4 に B、D マンションそれぞれの一住戸当たりの月消費電力量を、また表 4-5 に予測対象マンション概要及び予測値を示す。

D ポンプ予測値は NO.11 の高置ポンプ予測値とほぼ同じ値になった。また NO.10 に関しては 75kW 程 D ポンプ予測値の方が大きくなったが、住戸数も少ないためエレベーターの消費電力量予測値が大きい可能性がある。なお、NO.10、NO.11 共に D ポンプの予測値の方が B ポンプの予測値よりも高置ポンプ予測値に近い値となった。これは、階数の規模が D マンションに近いと考えられる。

なお、B マンションにおいては階数が同規模程度のマンションについてのデータが不足しており検討を行うことができなかったため、今後データを追加し検討する必要があるが、本研究において高置水槽方式における給水ポンプの消費電力量は建物の階高と関係しているという結果になった。

表 4-4 A、C マンションにおける給水ポンプの一戸当たりの消費電力量

	月消費電力量 平均値(kWh/月)	住戸数	一戸あたりの消費電力量 (kWh/月・戸)
Bマンション	505.42	69	7.3
Dマンション	177.14	36	4.9

表 4-5 予測対象マンション（高置水槽方式）概要及び予測値

NO.	住戸数	竣工年	最高階数 (地上のみ)	エレベーター		月消費電力量(kWh/月)			
				台数	電力量推定 (kWh/月)	低圧 実測値	高置ポンプ 推定値 (低圧-EV)	Bポンプ 予測値	Dポンプ 予測値
10	27	1988	7	1	200	257.5	57.5	197.77115	132.75
11	36	1997	9	1	200	369.33333	169.33333	263.69487	177

4-5 給水方式変更時における検討

前章で、A、B マンションの給水ポンプ消費電力の消費傾向について検討を行い、その結果、高置水槽方式の B マンションはポンプ直送方式の A マンションに対し、消費電力量積算値は小さくなるが最大消費電力は極めて高くなるという傾向が見られた。ゆえに、高置水槽方式の B マンションは、ポンプ直送方式の A マンションに比べ、契約電力が高く見積もられている可能性がある。また、次節において PV 導入の検討を行うにあたり、ポンプ稼働時の瞬時の消費電力が高い高置水槽方式は、直送方式に比べ、需要を賄うことができない時間帯が増加すると考えられる。よって本節では B マンションにおいて給水方式を高置水槽方式から直送方式へ変更した際の検討を行う。

前節では、ポンプ直送方式と高置水槽方式の 2 種類の給水方式における、給水ポンプの消費電力量と給水量との関係を示した。給水量の検討より、ポンプ直送方式と高置水槽方式で、給水方式による 1 住戸当たりの給水量には差は見られなかった。また、ポンプ直送方式の場合は比較した A、C マンションに特定の関係は見られなかったが、他の幾つかマンションとの比較から、A マンションの方が一般的な消費電力量を示すという結果になった。さらに、比較的住戸数の少ないマンションにおいては C マンションのように給水量に対し過剰に電力を消費する傾向が見られた。そこで、B マンションの高置水槽方式から、直送方式への変更は直送方式である A マンションの住戸一戸当たりの直送ポンプ消費電力量を用いて推定した値とした。

B マンションの給水方式を高置水槽方式から、直送方式へ変更した結果、給水ポンプ消費電力量月平均値で比較すると第3章に示したとおり給水方式変更後は変更前の 1.7 倍程度となった。なお、共用部全消費電力量月平均値で比較すると、変更前の 3481kWh/月に対し、変更後は 3840 kWh/月と、1.1 倍程度となった。

図 4-7 に、給水方式変更後と変更前のポンプ消費電力の典型的な日変動の一例として、2009 年 10 月 1 日の変動を示す。また、図 4-8 に給水方式変更後と変更前の共用部全消費電力の 2009 年 10 月 1 日の変動を示す。図 4-7、図 4-8 から判るように、給水方式変更後は、変更前の高置水槽方式ポンプ稼働時における急激な消費電力上昇が低減され、共用部全消費電力において、給水方式変更後の最大電力は変更前の半分程度となっている。

以上より、B マンションにおいて、給水方式をポンプ直送方式に変更することで、ランニングコストは上昇するものの、契約電力を大きく削減できるという結果になった。そこで、給水ポンプ変更時と変更前において、年間の電気料金におけるコスト試算を行った。コスト試算結果を表 4-6 に示す。表 4-6 から判るように、給水方式変更時ポンプランニングコストは年間で 50000 円程度上昇しているが、契約電力は年間でみると 160000 円程度減少している。これらから、給水方式変更により、年間で 110000 円程度電気料金を低減できるという結果になった。なお、共用部総消費電力でみると、電気料金は年間で 10%程度低減されることになる。

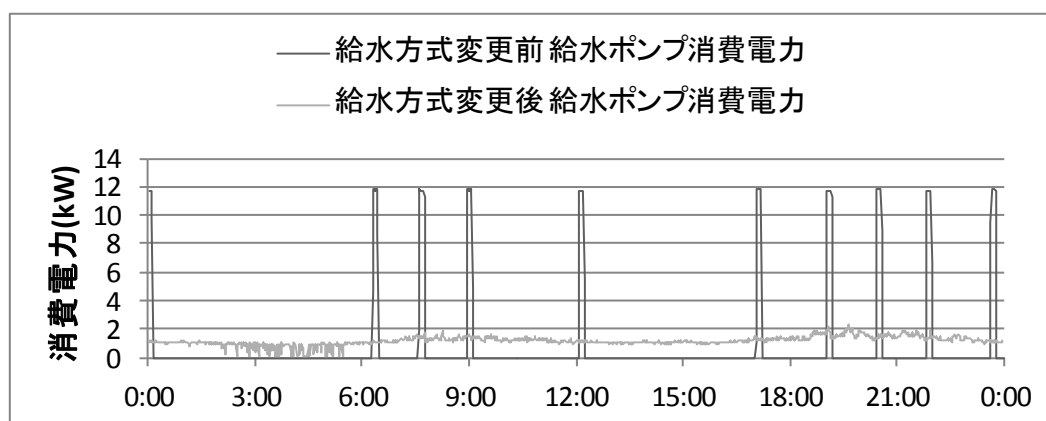


図 4-7 給水方式変更後と変更前のポンプ消費電力の日変動(10月1日)

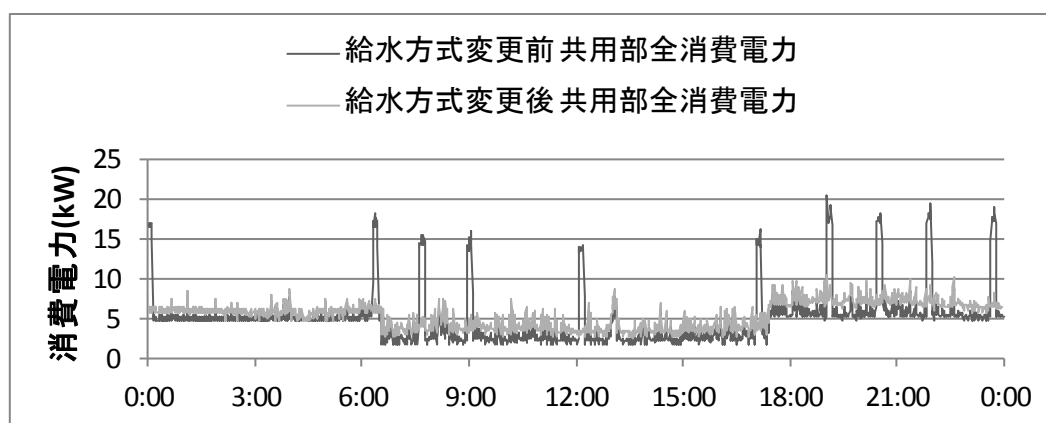


図 4-8 給水方式変更後と変更前の共用部全消費電力の日変動(10月1日)

表 4-6 給水方式変更前と変更後におけるコスト試算結果

年間	給水方式変更前	給水方式変更後
ポンプ消費量(kWh)	5996	10305
契約電力(kW)	27	15
契約電力基本料金(円)	353808	196560
ポンプランニングコスト(円)	71951	123666
ポンプ年間料金(円)	425759	320226
低圧電力年間料金(円)	511989	406455
総消費電力年間料金(円)	1074789	969256
	契約電力基本料金低減率	44.4%
	ポンプ年間料金低減率	24.8%
	総消費電力年間料金低減率	9.8%

4-6 第4章のまとめ

ポンプ直送方式と高置水槽方式の2種類の給水方式における、給水ポンプの消費電力量と給水量との関係を示した。また、Bマンションにおいては、給水変更時における消費電力と電気料金のコスト試算の検討を行った。これらの検討の結果を以下にまとめる。

- 1) ポンプ直送方式の場合は比較したA、Cマンションに特定の関係は見られなかったが、他の幾つかマンションとの比較から、Aマンションの方が一般的な消費電力量を示す。なお、比較的住戸数の少ないマンションにおいてはCマンションのように給水量に対し過剰に電力を消費する傾向が見られる。
- 2) 高置水槽方式において、比較したBマンションとDマンションの消費電力量は階高による関係がある。
- 3) ポンプ直送方式と高置水槽方式の1m³当たりの月消費電力量を比較すると、最高階数が13階であるAマンションとBマンションでは、AマンションがBマンションの約2倍、また最高階数が8階であるCマンションとDマンションでは、CマンションがDマンションの約6.1倍となり、ポンプ直送方式は高置水槽方式と比べると1m³当たりの消費電力量が大きい。5) Bマンションにおける給水方式変更時の検討より、給水方式変更を高置水槽方式からポンプ圧送式に変更を行うと、共用部総消費電力量は1.1倍程度(ポンプのみでは1.6倍)となるが、最大消費電力は半分程度に低減される。
- 4) Bマンションにおける給水方式変更時の検討より、給水方式変更を高置水槽方式からポンプ圧送式に変更を行うことにより、電気料金を年間で110000円程度低減することができ、共用部全体での電気料金でみると、10%程度の低減率となる。

第 5 章

共用部における PV システム導入の検討

5-1.はじめに

前章まででは、4 棟のマンションを対象とした各共用設備における消費電力および、給水量の実測結果について検討を行ってきた。これらの検討結果より、電灯は若干季節間変動があるものの、各共用設備における消費電力は概ね定常的な変動をとるという傾向がみられた。また、集合住宅には不特定多数の居住者が存在し、それぞれ生活パターンが異なるため、居住者の行動により省エネ対策を行うことは困難であると考えられる。よって、集合住宅共用部への省エネ対策は、建物の設計段階での何らかの配慮を行う必要があると言える。そこで、本章ではこの集合住宅共用部における自然エネルギー導入の検討とし、近年普及が進んでいる太陽光発電(PV)システム導入による検討を行うこととした。

5-2.設定条件

本検討の対象としたのは年間の電力需要データが収集することできた A、B マンションの 2 棟とした。また、B マンションにおいては、前章で示したように給水方式を高置水槽方式から A マンションで用いられているポンプ圧送式に変更した想定として検討を行った。

なお、発電量算出モデルについては以下に示す 5.1 式を用いた。

$$p(h) = \frac{H_A(h)}{G_s} \cdot \eta_{pc}(h) \cdot K_{PT}(h) \cdot K \cdot P_m \quad (5.1)$$

$P(h)[\text{kWh/h}]$: 時間 h における出力電力

$H_A(h) [\text{kWh/m}^2/\text{h}]$: 時間 h における傾斜面日射量

$G_s[\text{kW/m}^2]$: 標準状態における日射強度(=1.0[2])

$\eta_{pc}(h)[-]$: 時間 h におけるパワーコンディショナ運転効率

$K_{PT}(h)[-]$: 時間 h における太陽電池の温度補正係数

$K[-]$: その他システムの出力係数(=0.89)

$P_m[\text{kW}]$: 太陽電池モジュール容量

$H_A(h)$ は、選択された日射データによって決められる。この日射データについては、津市に立地する A マンションは三重大構内で計測した日射データの、名古屋市に立地する B マンションでは名古屋の気象台のデータの値を用いた。PV パネルの傾斜角および方位角は、実際の両マンションの形状、立地条件を考慮し、A マンションでは南東面最適傾斜角度 30° 、B マンションでは南面最適傾斜角度 30° とした。各マンションに設置した PV パネルに入射する日射量は、Erbs による手法[3]で直散分離を行い 1 時間毎の値としている。なお、太陽電池モジュールの仕様については 180W 太陽光発電モジュール(1341mm×990mm:多結晶シリコン系)とした。

PV システムに用いるパワーコンディショナの出力は日射の変化に応じて常に変化しており、他の電気機器と同様に軽負荷時には運転効率が低下する。本算出モデルでは、最近の PV システム用のパワーコンディショナの代表的な運転効率曲線[4]を参考とし、図 5-1 に示すような近似曲線を作成し、パワーコンディショナ運転効率を与えることとした。パワーコンディショナ運転効率の近似式は表 5-1 に示す。

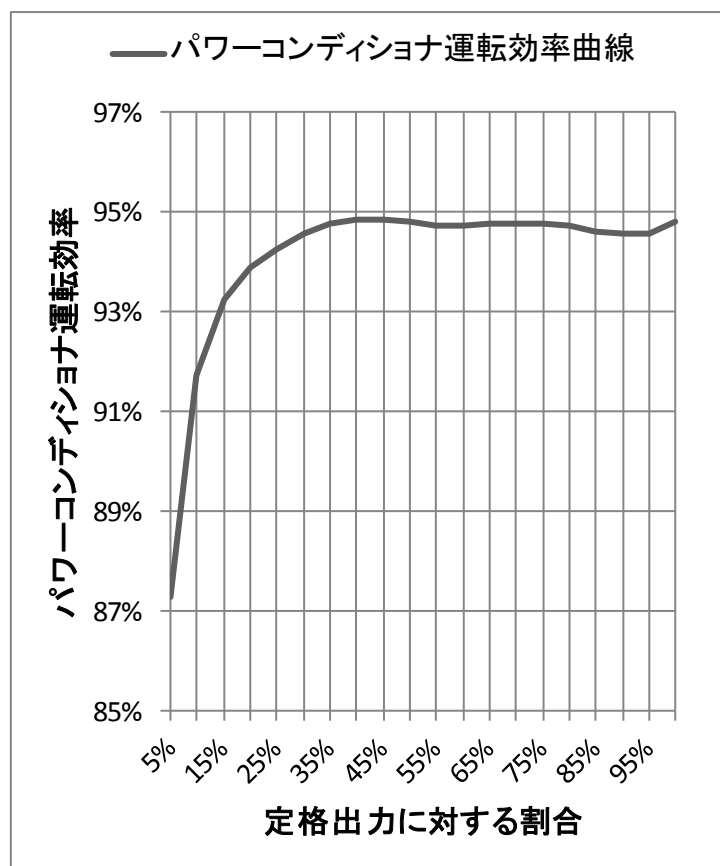


図 5-1 PV システム用パワーコンディショナ運転効率曲線

表 5-1 パワーコンディショナ運転効率の近似式

$Y=M0+M1*x+\cdots M8*x^8+M9*x^9$	
M0	0.77558
M1	3.5664
M2	-30.978
M3	153.02
M4	-459.27
M5	863.61
M6	-1021.1
M7	736.68
M8	-296.29
M9	50.954

太陽電池の「効率」は、一般には「標準状態(日射強度：1kW/m2、セル温度 25℃、AM1.5)」での効率を指すが、実際のフィールドでは動作時のモジュール温度によって効率が変化する。このような動作温度による太陽電池モジュール出力の変化を定義するのが温度補正係数である。なお、モジュール温度による変換効率は太陽電池の種類によって異なっている。本想定で用いた多結晶シリコン系の太陽電池は温度の上昇によって変換効率が低下する特性を有しており、本論ではそれらを考慮し、5.2 式により温度補正係数を定義することとした[5] [6]。

$$K_{PT}(h) = 1 - 0.0041 \cdot (T_h(h) + 2 + \Delta T(m) - T_s) \quad (5.2)$$

$T_h(h)[^\circ\text{C}]$: 時間 h における日照時気温

$\Delta T(m)[^\circ\text{C}]$: 太陽電池動作時温度上昇値 (5 月～10 月で 15、11 月～4 月で 10)

$T_s[^\circ\text{C}]$: 標準状態のセル温度 (=25)

また、モジュール表面の汚れによる入射光の減少や最大出力動作点からのズレなどを考慮してその他システムの出力係数 $K=0.89$ としている[7]。

5-3.シミュレーション結果

5-3-1 モジュール容量選定の考え方

前章までの結果、および既往の研究[1]より、マンション共用部における年間電力消費量の年較差は極めて定常的であると予想される。よって、ここでは、A、B マンションそれぞれの実測年間消費電力量と等しい発電量が過去 10 年（津については、過去 10 年の内データが得られている 5 年間）で最も日射量の年積算値が小さい年でも得られるよう PV 容量を算出し、これを基本に詳細な検討を行った。

なお、日射量が最小であった年は A、B 両マンションそれぞれ 2006 年 2 月から 2007 年 1 月、2003 年 2 月から 2004 年 1 月の期間であった。

表 5-2 に、A、B マンションそれぞれの年間の共用部消費電力量分を発電可能な PV モジュール容量と面積、および必要設置面積を示す。表 5-2 に示すように、両マンションとも必要設置面積が設置可能面積を上回ったが、これは形状がピラミッド型であることから、規模の割に非常に屋上面積が小さいためである。しかしながら、両マンションが一般的な形状であった場合を想定し屋上面積を算出すると、A、B 両マンションそれぞれ、1811、709 m²となり、設定した容量が十分設置可能であることがわかる。

表 5-2 設定した PV 容量とモジュール面積及び必要設置面積と設置可能面積

	PVモジュール 容量[kW]	PVモジュール 面積[m ²]	必要設置面積 [m ²]	設置可能面積 [m ²]
Aマンション	152	1123	1736	444
Bマンション	37	276	427	327

5-3-2 実効効率による検討

本節以降では選定した PV 容量と消費電力実測期間中(2009 年 2 月から 2010 年 1 月)の気象のデータから算出した発電量を用いて検討を行う。

まず、この期間における PV の実質的な稼働率の検討を行うため、実効効率を算出した。なお、本論においての実効効率とは、以下の式で示されるものである。

$$\text{実効効率}[\%] = \frac{\text{発電量[kWh]}}{\text{定格出力[kW]} \times \text{その期間の総時間数[h]}} \times 100$$

A、B両マンションの消費電力実測期間中の月積算日射量（津市と名古屋市）および実効効率の月変動を図5-2、5-3に示す。当然のことながら両図に示すように、日射量と実効効率の変動は概ね一致している。Aマンションの実効効率が最も低くなったのは、日射量が最小である11月で7.6%となったが、Bマンションでは、日射量が最低であった11月ではなく7月に11.8%と最も低い値となった。これは、7月の日射量が比較的小さいことに加え、外気温が高くモジュールに影響を与え、日射量が同程度の冬季より効率が低下したことが原因である。なお、両マンションの年間の実効効率はA、Bマンションそれぞれ14.1、15.2%であり、概ね同程度の値となった。

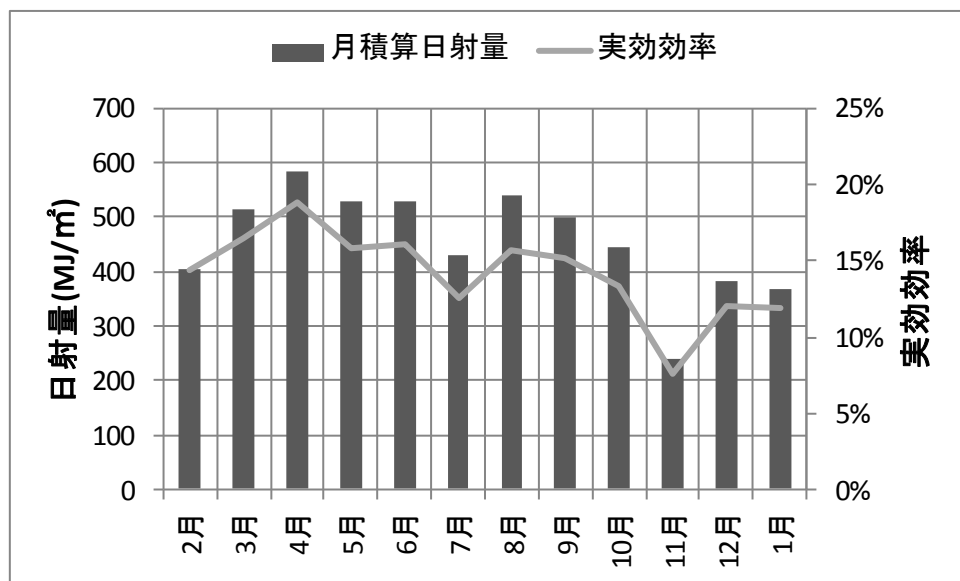


図5-2 津市における月積算日射量および実効効率の月変動

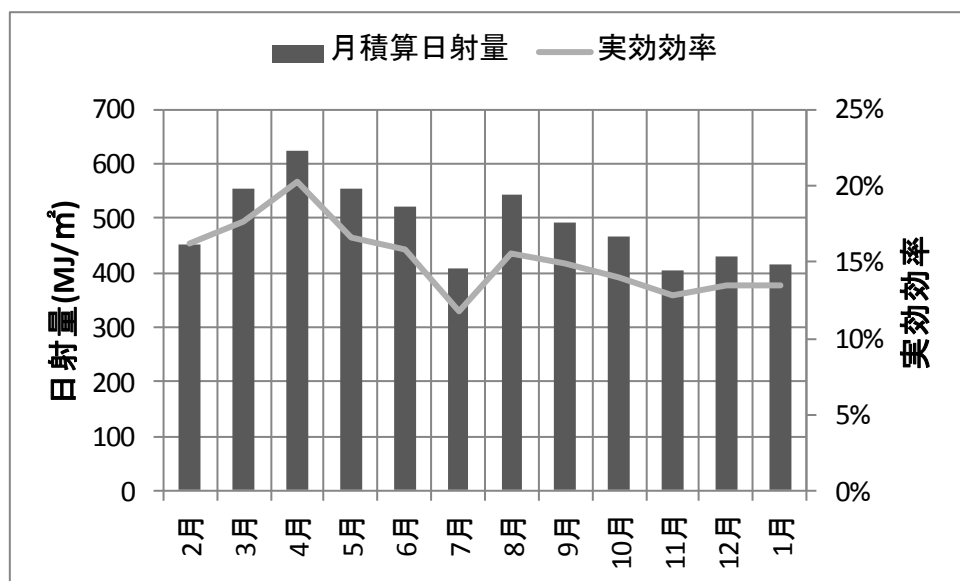


図5-3 名古屋市における月積算日射量および実効効率の月変動

5-3-3 発電量と消費量の関係

過去 10 年間の最低の年積算日射量により決定した PV 容量を用いて算出した、この年の発電量年積算値は A、B マンションそれぞれ、年間需要量に対し 110.1、108.2%となった。

A、B マンションの、共用部消費電力量に対する PV 発電量の割合とその利用率の月変動を図 5-4、5-5 に示す。PV 発電量の割合は、A マンションにおいては日照時間が減少し、電灯の消費量が増加し、発電量の減少する 11 月が最も低く、56.7%となった。それに対し前節での検討の通り B マンションは外気温が高く実効効率の低下する 7 月に最も低くなり、86.8%となった。

また、PV 発電量の利用率においては、両マンションとも夏季に上昇し、冬季に減少するという傾向が見られた。A マンションの利用率最小月は PV 発電量の割合のときと同様、11 月となり、値は 23.0%となった。B マンションの利用率最小月は、PV 発電量の割合のときとは異なり 12 月に 24.9%となった。

なお、年間の共用部の消費量全体に対する PV 発電量利用率は A、B マンションそれぞれ 32.5、30.0%となった。また、PV 発電量が消費量を超過した量、すなわち余剰となる発電量は、A マンションで年間の消費量全体の 77.7%、B マンションで 78.2%生じる結果になった。

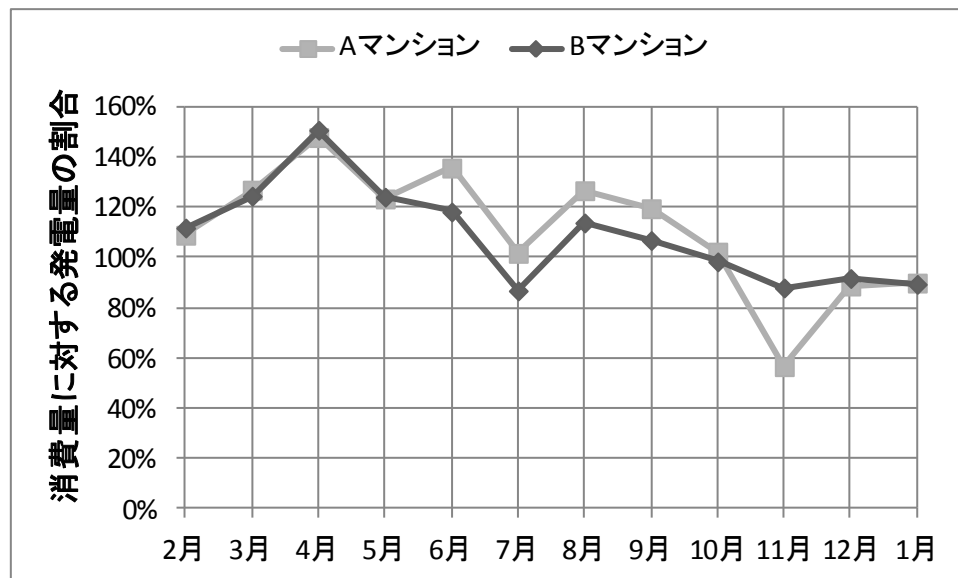


図 5-4 A、B マンションの消費電力量に対する PV 発電量の割合の月変動

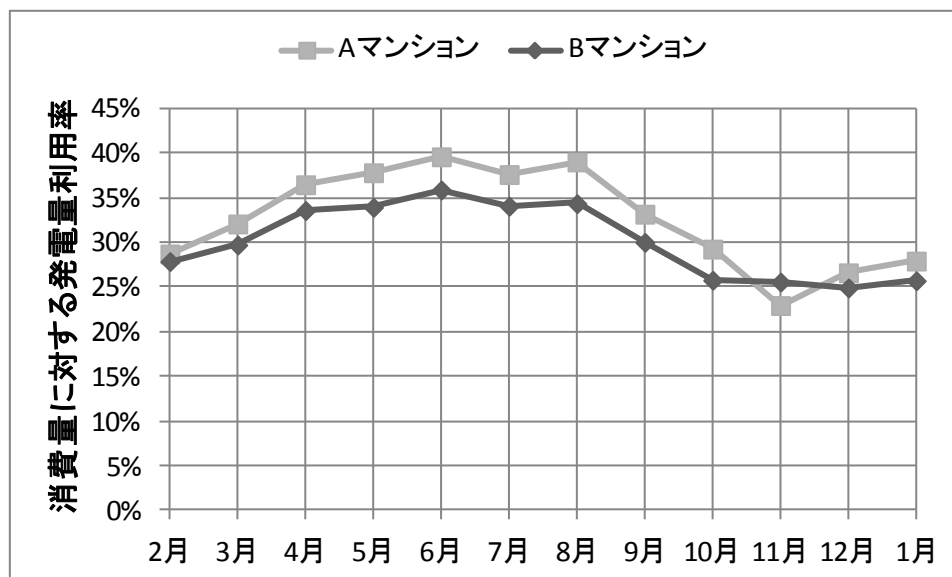


図 5-5 A、B マンションの消費電力量に対する PV 発電量の利用率の月変動

次に、1 週間での共用部消費電力量と PV 発電量との関係性について検討を行う。

A、B マンションそれぞれの PV 発電量と消費量の夏季(8 月 10 日～8 月 17 日)の典型的な週変動を図 5-6、図 5-7 に、冬季(12 月 10 日～12 月 17 日)の典型的な週変動を図 5-8、図 5-9 に示す。図から判るように、当然ではあるが夏季と冬季では日照時間が異なるため、発電している時間が夏季の方が長くなっている。また、季節によらず、概ね晴天日では日中の需要は賄えているが、図 5-9 に示す 12 月 11 日のような曇天日では、日中でも需要を賄えている時間帯がないことが判る。

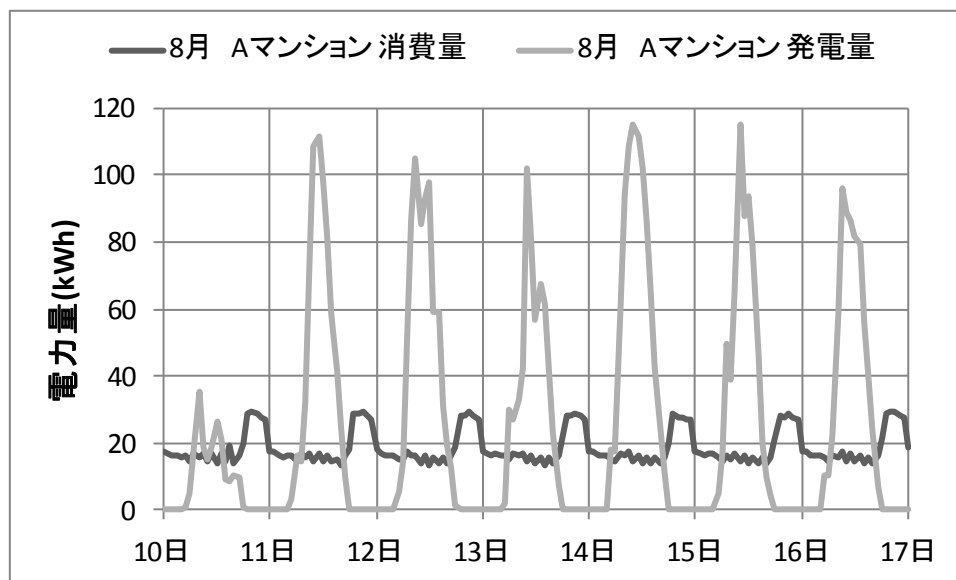


図 5-6 A マンションの PV 発電量と消費量の夏季における典型的な週変動

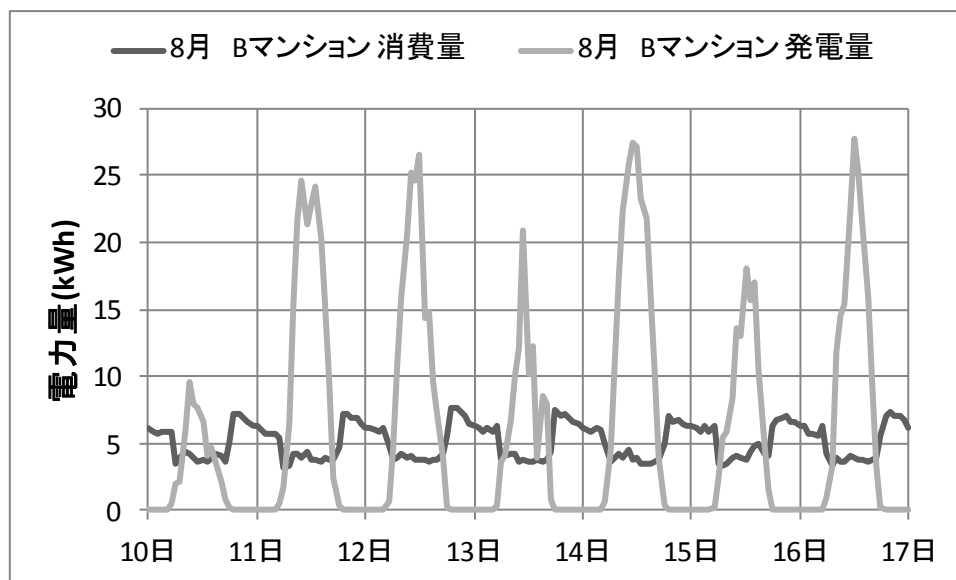


図 5-7 B マンションの PV 発電量と消費量の夏季における典型的な週変動

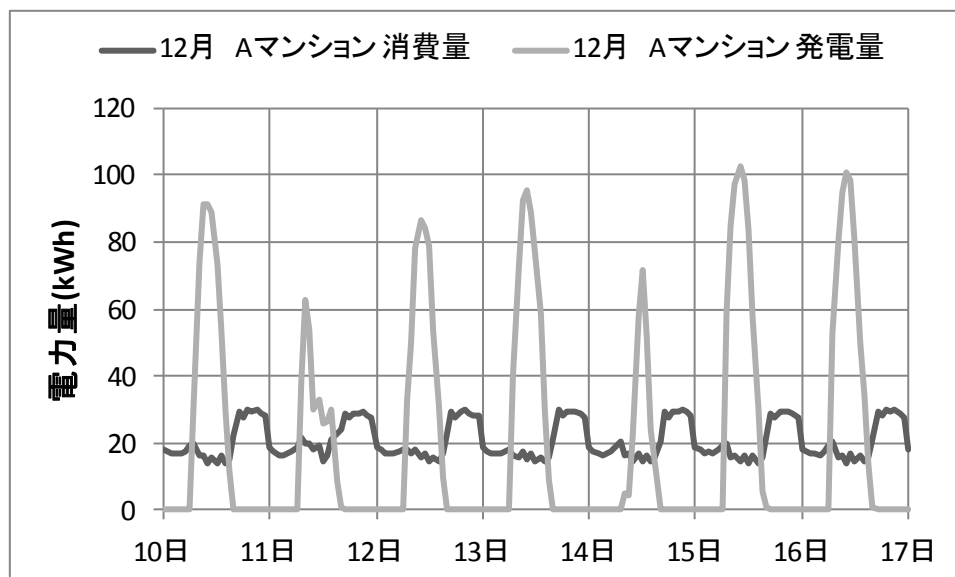


図 5-8 A マンションの PV 発電量と消費量の冬季における典型的な週変動

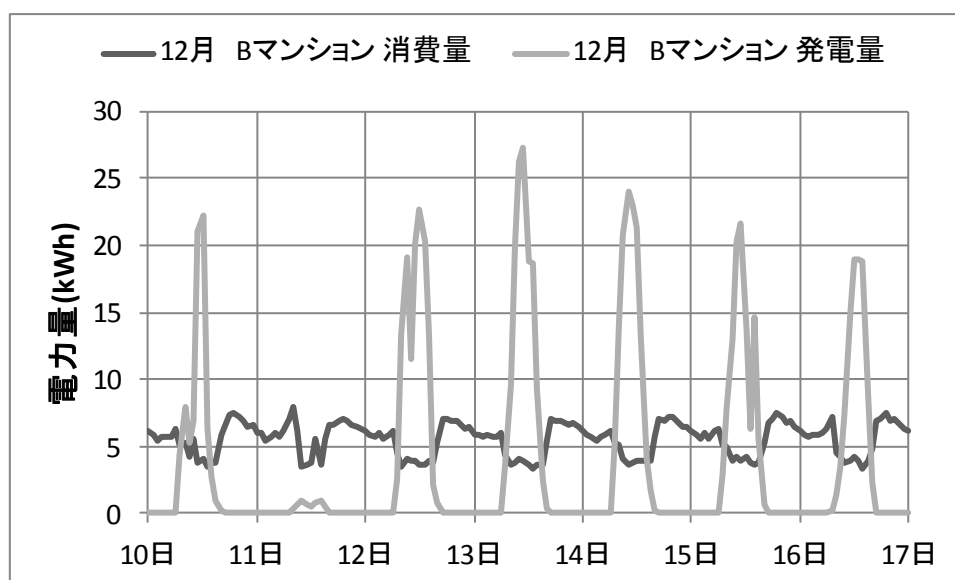


図 5-9 B マンションの PV 発電量と消費量の冬季における典型的な週変動

次に、1日毎での共用部消費電力量とPV発電量との関係性について検討を行う。まず、検討を行うにあたり、1日毎の共用部消費電力量に対するPV発電量の割合を算出した。

図5-10に、A、Bマンションにおける一日当たりの共用部消費電力量に対するPV発電量の割合の累積日数を示す。発電量が消費量を超過する日数は両マンションとも同程度であり、年間でA、B両マンションそれぞれ216、218日となった。なお、両マンションとも1日毎の共用部消費電力量に対するPV発電量の割合は概ね100～160%の範囲に比較的多く分布するという傾向が見られた。また、A、Bマンションそれぞれの消費量に対する発電量の最大、最小となる日の割合を、表5-3に示す。A、B両マンションで最大となる日の余剰は、その日の消費量のそれぞれ260.0%、175.0%となった。

また、1日毎で実質的にどの程度PV発電量が利用できているか検討を行うため、共用部消費電力量に対するPV発電量利用率の算出を行った。図5-11に、A、Bマンションにおける一日当たりの共用部消費電力量に対するPV発電量利用率の累積日数を示す。図5-11より、両マンションとも、利用率のばらつきはPV発電量の割合と比較すると小さく、概ね25～45%の範囲に集中していることが判る。なお、利用率最大日の値はA、Bマンションそれぞれ46.1%、41.7%となった。

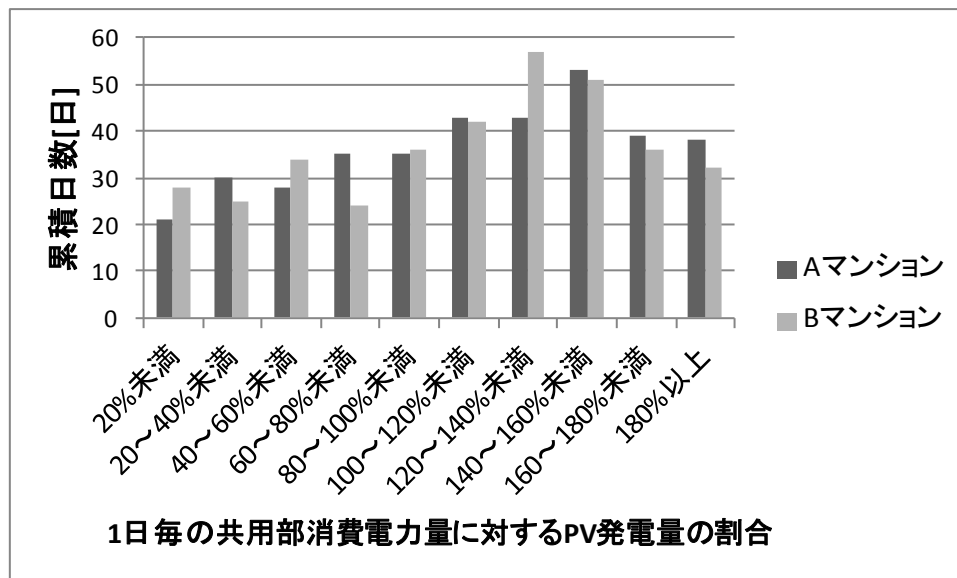


図 5-10 一日当たりの共用部消費電力量に対する PV 発電量の割合の累積日数

表 5-3 A、B マンションにおける 1 日当たりの消費量に対する発電量の
最大値と最小値

	消費量に対する発電量 の割合の最大値	消費量に対する発電量 の割合の最小値
Aマンション	301.7%	5.2%
Bマンション	211.3%	4.0%

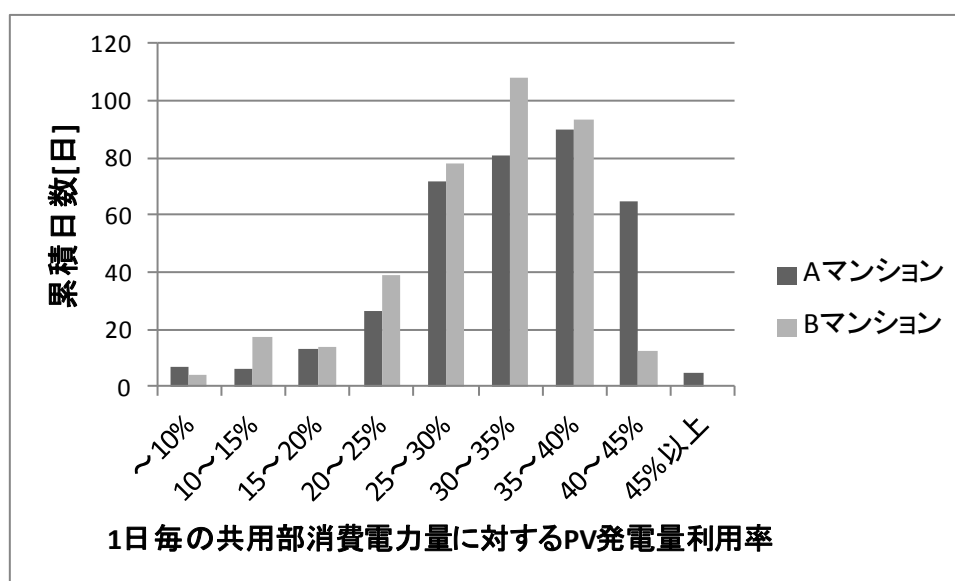


図 5-11 一日当たりの共用部消費電力量に対する PV 発電量利用率の累積日数

次に、晴天、曇天代表日の消費量と発電量の日変動について考察を行う。図 5-12、図 5-13 に A マンションの、図 5-14、図 5-15 に B マンションの、晴天、曇天代表日の消費量と発電量の日変動を示す。図 5-12～15 より、A、B マンションともに晴天日は日照のある時間帯の 6 時～16 時の時間帯は消費量を賄うことができている。一方、曇天日では十分な日射量が得ることができず、消費量を賄うことができていない時間帯がない。

表 5-4 に、A、B 両マンションの夜間を含めた一日の電力消費量に対する PV 発電量利用率を示す。表 5-4 から、晴天日で 1 日の消費量の 6 割程度、曇天日では 8～9 割程度が不足するという結果になった。しかしながら、晴天日においては昼間の余剰電力は A、B 両マンションで 1 日の消費量の 141.9%、134.2%生じている。もしこの余剰電力を蓄電することができれば、消費量を賄うことができていない夜間や曇天時に効率的に利用することができる。

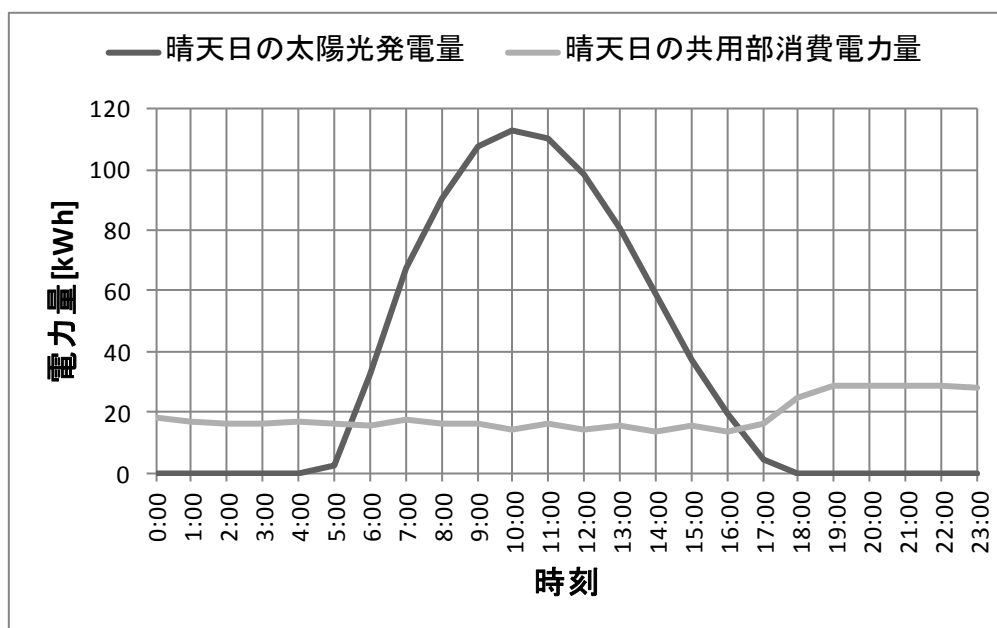


図 5-12 A マンションの晴天(9 月 1 日)代表日の消費量と PV 発電量の日変動

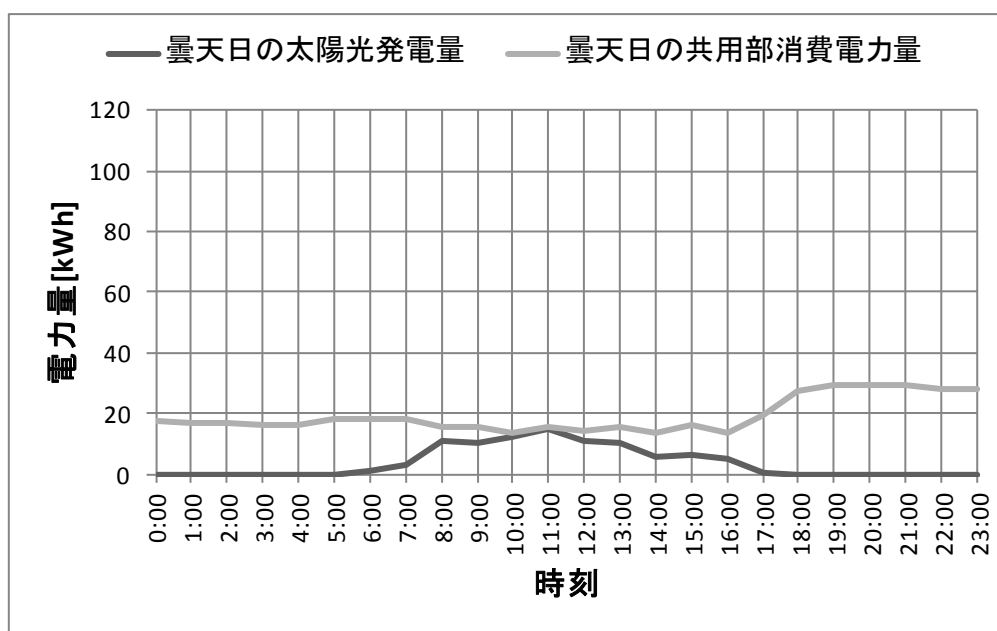


図 5-13 A マンションの曇天(9 月 15 日)代表日の消費量と PV 発電量の日変動

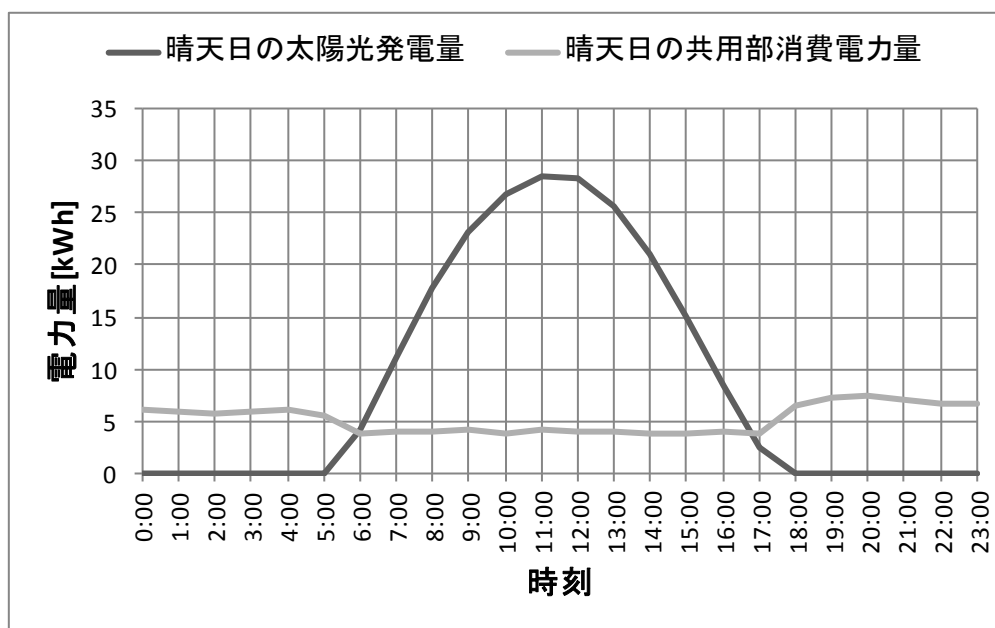


図 5-14 B マンションの晴天(9 月 1 日)代表日の消費量と PV 発電量の日変動

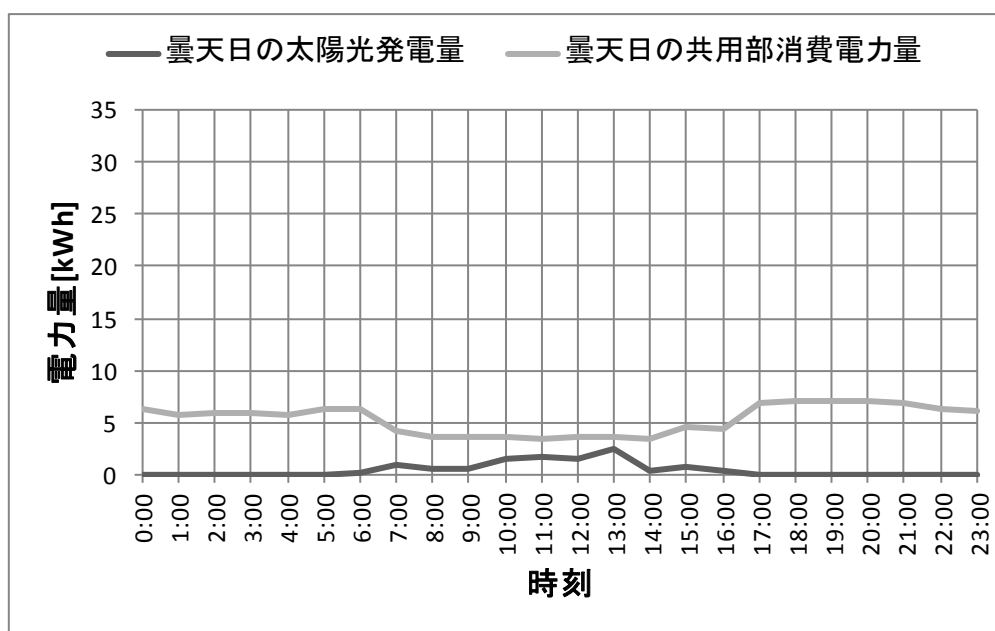


図 5-15 B マンションの曇天(9 月 15 日)代表日の消費量と PV 発電量の日変動

表 5-4 A、B マンション一日の電力消費量に対する PV 発電量利用率

	Aマンション (晴天日)	Aマンション (曇天日)	Bマンション (晴天日)	Bマンション (曇天日)
PV発電量利用率	39%	20%	37%	9%

5-4.第5章のまとめ

集合住宅共用部の年間消費電力量と等しい電力量を発電する PV を現実の中層マンション 2 棟を対象に検討を行った。以下に結果をまとめる。

- 1) 年間の共用部の消費電力量に相当する PV 容量を、過去 10 年（A マンションは 5 年間）の中で日射量が最小であった年で算出すると、A マンションで 152kW、B マンションで 37kW となった。
- 2) 実効効率と日射量の月変動より、A マンションの実効効率が最も低くなったのは、日射量が最小である 11 月で 7.6%となったが、B マンションでは、7 月に 11.8%と最も低い値となった。これは外気温が高くモジュールに影響を与え、日射量が同程度の冬季より効率が低下したことが原因である。
- 3) 両マンションにおける年間での PV の実効効率は、概ね 15%程度であった。
- 4) 発電量と消費量の関係より、過去 10 年間の最低の年積算日射量により決定した PV 容量を用いて算出した、この年の発電量年積算値は両マンションとも年間需要量に対し 110%程度となったが、実質的な年間の PV 発電量利用率は A、B マンションそれぞれ 32.5、30.0%となった。
- 5) PV 発電量が消費量を超過した量、すなわち余剰となる発電量は、A マンションで年間の消費量全体の 77.7%、B マンションで 78.2%となった。
- 6) 発電量と消費量の日変動より、晴天日で 1 日の消費量の 6 割程度、曇天日では 8～9 割程度が不足するという結果になったが、晴天日においては昼間の余剰電力は両マンションともに 1 日分の消費量と同程度も生じるという結果になった。

以上の結果より、次章では年間で 8 割程度も生じる余剰電力を蓄電池によって蓄電した想定で検討を行う。

第 6 章

余剰電力を蓄電した時の想定

6-1.はじめに

第5章においては集合住宅共用部の年間消費電力量と等しい電力量を発電するPVを現実の中層マンション2棟を対象に検討を行った。その結果、両マンションとも、年間需要の3割程度しか賄えておらず、その8割程度が余剰電力として生じているという結果になった。また、晴天日では1日の消費量の6割程度、曇天日では8～9割程度が不足するが、晴天日においては昼間の余剰電力は1日分の消費量と同程度も生じるという結果になった。よって、本章ではこの余剰電力を蓄電池によって蓄電した想定で検討を行う。

6-2. 蓄電池容量選定の考え方

ここでは、蓄電池の容量により、1日の夜間の需要と昼間の不足分を賄うことのできる割合と回収年がどう変化するかを検討し、最も回収年が短縮される蓄電池容量を選定した。なお、ここでの想定は、PVおよび蓄電池で賄うことのできない消費量は買電し、蓄電量をオーバーする余剰電力は廃棄するものとした。設定したPVと蓄電池の条件を表6-1に示す。また、電気料金単価は23円/kWh[8]とし、回収年算出には(6.1)式を用いた。

表 6-1 PV と蓄電池の各設定条件

	Aマンション	Bマンション
選定したPV容量	152kW	37kW
蓄電池の充放電効率	90%	
蓄電池の放電深度	50%及び70%	
PV単価	68万円/kW[9]	
蓄電池単価	14万円/kWh	

回収年(年)

$$= \frac{\text{イニシャルコスト[円]}}{\text{年間で賄うことができる消費電力量[kWh]} \times \text{電気料金単価} \left[\frac{\text{円}}{\text{kWh}} \right]} \quad (6.1)$$

6-3. 蓄電池導入結果

蓄電池によってどの程度夜間の需要と昼間の不足を賄うことができるか検討を行うため、不足カバー率を算出した。なお、不足カバー率とは不足に対する蓄電池の利用率を表しており、(6.2)式により求められる。

不足カバー率[%]

$$= \frac{\text{蓄電池により賄える需要量[kWh]}}{\text{PVで賄うことのできない夜間の需要量と昼間の不足量[kWh]}} \times 100 \quad (6.2)$$

図 6-1、6-2 に A マンションの、図 6-3、6-4 に B マンションの放電深度 50%、70% のときそれぞれの蓄電池容量と、不足カバー率と回収年の関係を示す。図 6-1、図 6-2 から判るように、A マンションにおいて回収年が最短となる蓄電池容量は、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 230kWh、330kWh で、100kWh 程度差があった。また、同様にして図 6-3、図 6-4 から、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 60kWh、95kWh であった。両マンションとも、放電深度 70% のときの蓄電池容量は、放電深度 50% のときの蓄電池容量の 1.5 倍程度になった。回収年は両マンションとも放電深度 50%、70% のときそれぞれ 70 年、60 年程度となった。なお、不足カバー率は放電深度 50%、70% のときそれぞれ概ね 20%、45% 程度となった。

表 6-2 に、図 6-1～図 6-4 から選定した両マンションにおける蓄電池容量と、年間の消費量に対する PV と蓄電で賄うことのできる割合を示す。年間の利用率から、両マンションとも、放電深度 50%、70% の場合それぞれ 45% 程度、60% 程度となり、蓄電池を導入しても、放電深度 50% の場合に年間消費電力量の 55%、放電深度 70% の場合に年間消費電力量の 40% 程度は買電する必要があることが判る。また、蓄電池の導入により、A、B 両マンションそれぞれの導入前の年間余剰電力は放電深度 70% のときで 70% 程度、放電深度 50% のときで 50% 程度の蓄電が可能となった。

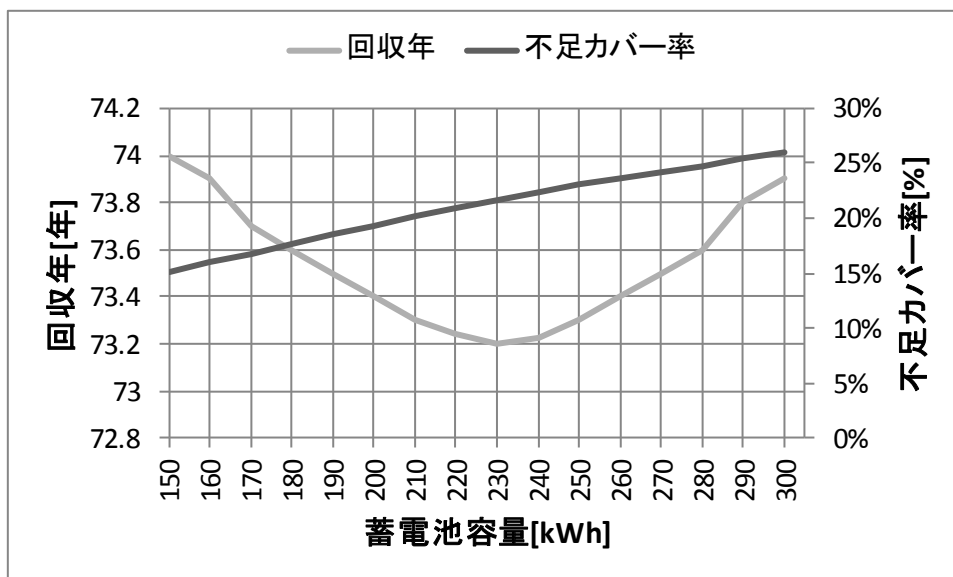


図 6-1 A マンションにおける放電深度 50%のときの蓄電池容量と回収年と不足カバー率の関係

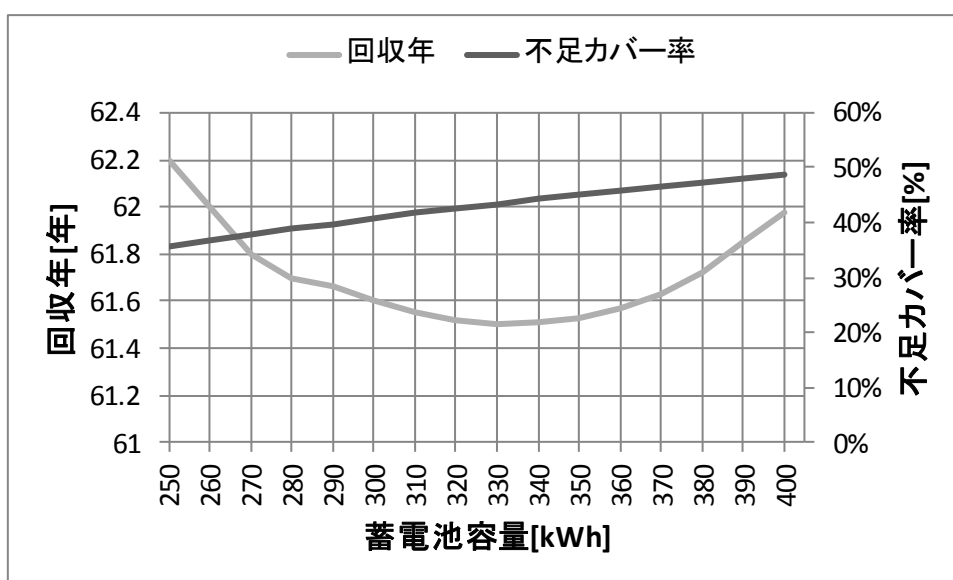


図 6-2 A マンションにおける放電深度 70%のときの蓄電池容量と回収年と不足カバー率の関係

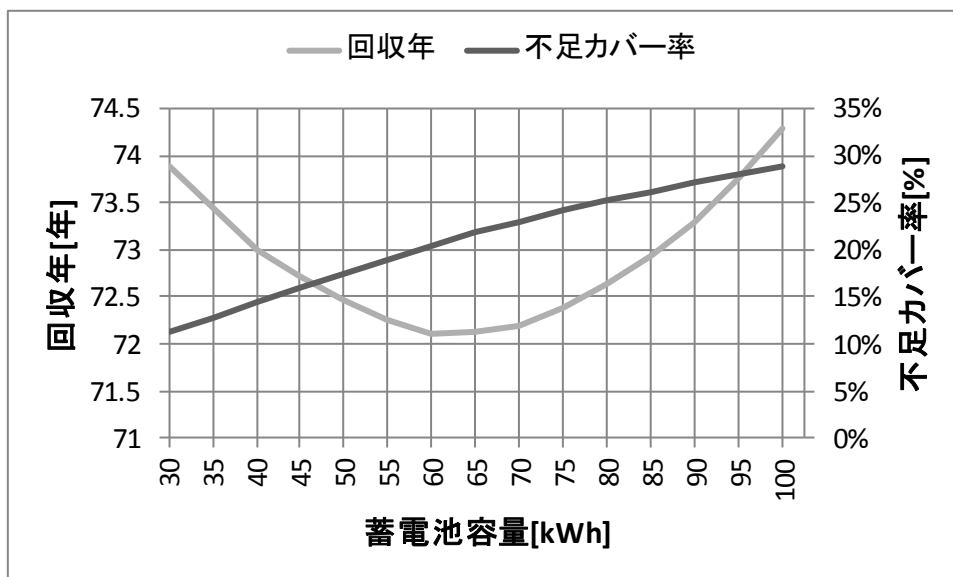


図 6-3 B マンションにおける放電深度 50%のときの蓄電池容量と回収年と不足カバー率の関係

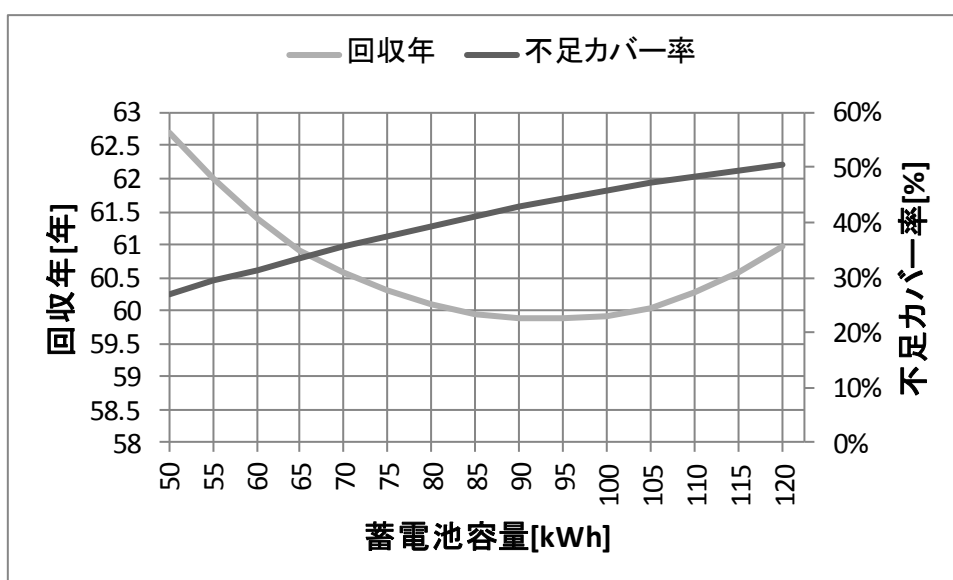


図 6-4 B マンションにおける放電深度 70%のときの蓄電池容量と回収年と不足カバー率の関係

表 6-2 両マンションにおける蓄電池容量と、年間の消費量に対する PV と蓄電で賄うことのできる割合

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
蓄電池容量	230kWh	330kWh	60kWh	95kWh
年間電力需要量に対する 本システムの利用電力量 (利用率)	80620kWh (47%)	105857kWh (62%)	20417kWh (44%)	28148kWh (61%)
蓄電量をオーバーする 余剰量	65393kWh	42525kWh	18232kWh	10123kWh
買電量	90641kWh	65403kWh	25665kWh	17933kWh

次に、両マンションにおける PV システムと蓄電池導入後と導入前で最大電力（契約電力）がどの程度変化したかの検討を行った。表 6-3 に両マンションの PV システムと蓄電池導入後と導入前の最大電力を示す。表 6-3 に示すように、A、B 両マンションの本システム導入前後の最大電力は放電深度によらず、それぞれ 0.7kW、1.8kW 小さくなったが、これは、曇天日が続き、蓄電できていない日の最大電力が反映されるという結果であった。これらより、本システム導入による契約電力低減効果は比較的小さいといえる。

表 6-3 本システム導入前後の最大電力と低減率

	Aマンション	Bマンション
本システム導入前の最大電力	37.3kW	13.7kW
本システム導入後の最大電力	36.0kW	12.1kW
最大電力低減率	3.4%	11.7%

次は、月毎での利用率について検討を行う。図 6-4、図 6-5 に A、B マンションそれぞれの電力需要量に対する本システム利用率の月変動を示す。図 6-4、図 6-5 から判るように、当然ではあるが両マンションとも日照時間の多い夏季に利用率が高まり、冬季に利用率が減少するという結果になった。また、ばらつきが最も大きかったのは A マンションの放電深度 70% のときであった。なお、A マンションで利用率が最小となったのは、放電深度 70%、50% のときともに 11 月であり、それぞれ 33.1、38.7% となった。B マンションで利用率が最小となったのは、放電深度 70% のとき 10 月、放電深度 50% のとき 11 月であり、値はそれぞれ 38.1、52.3% となった。

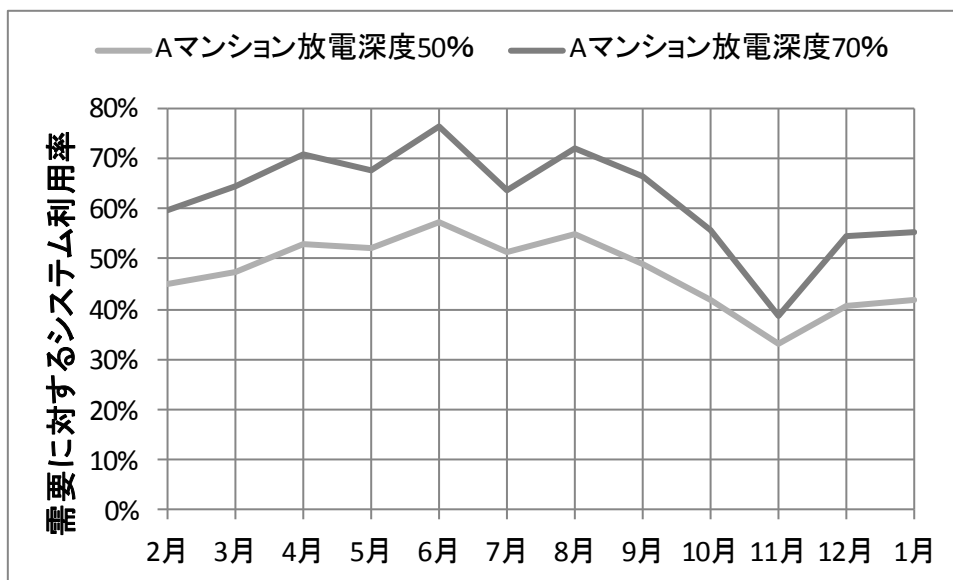


図 6-4 A マンションの電力需要量に対する本システム利用率の月変動

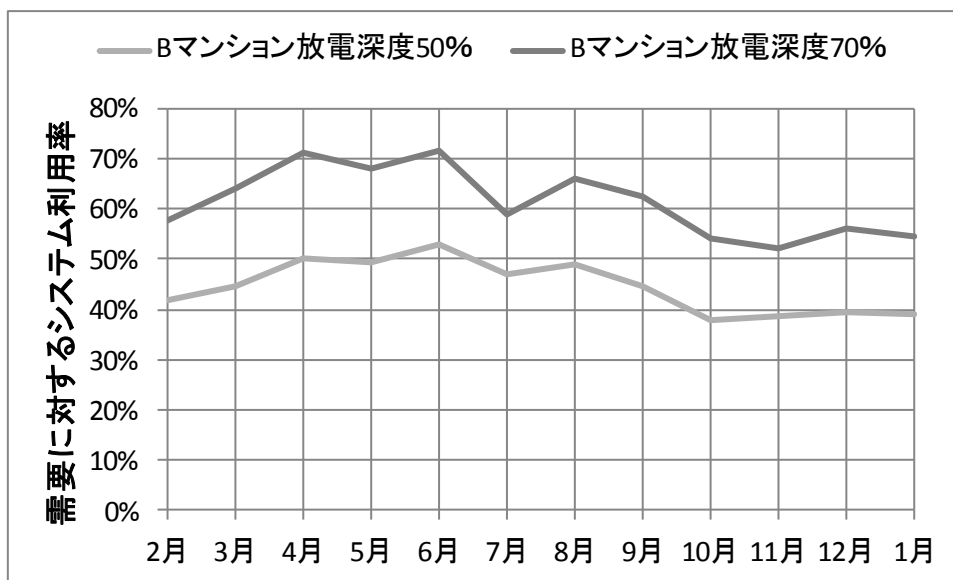


図 6-5 B マンションの電力需要量に対する本システム利用率の月変動

次に、1日毎での需要と本システムの利用率について検討を行う。図6-6、6-7に、A、Bマンションそれぞれの一日需要に対する本システムの累積日数を示す。図6-6、6-7に示すように両マンションともに、放電深度によらず、一日の利用率が30%未満の日数が比較的少ないことが判る。また、放電深度50%のときの利用率は、45～60%に、放電深度70%のときの利用率は、65～90%に集中するという傾向が見られた。これらから、晴天日、蓄電池を放電深度50%で利用しても両マンションとも概ね1日の需要の半分程度を賄うことが可能であり、災害時等の非常用電源としても有用性があると言える。

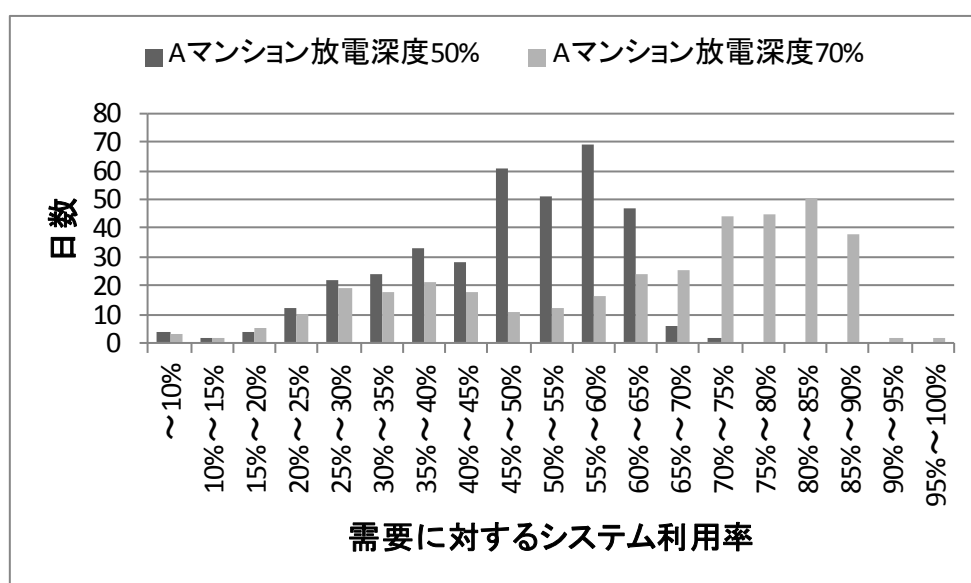


図6-6 Aマンションの一日需要に対する本システムの累積日数

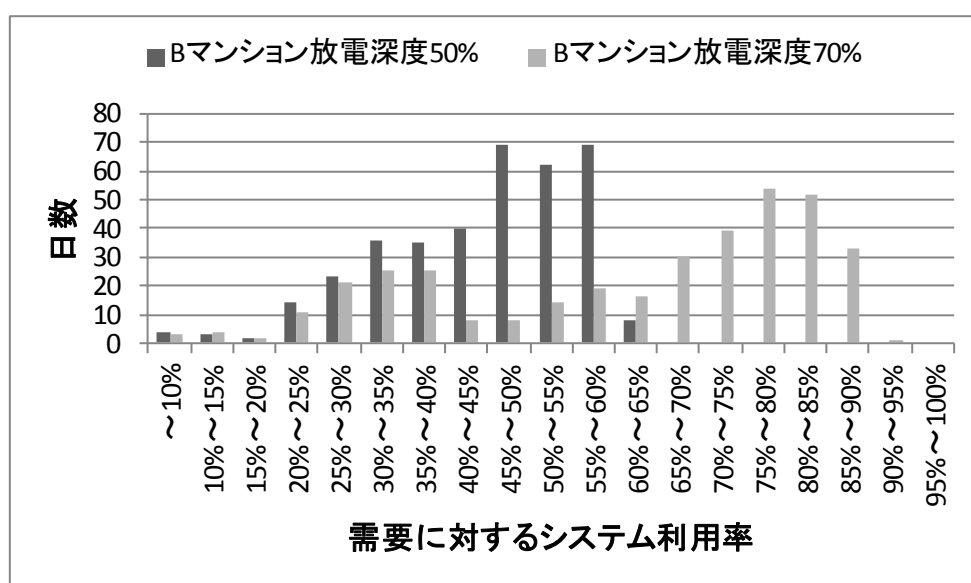


図6-7 Bマンションの一日需要に対する本システムの累積日数

6-4. コスト試算

本節では、想定した PV・蓄電池システムの回収期間等の検討を行う。前節で行った想定によるシステムの回収年と、参考値として、余剰電力を全て電力会社に売電した場合の回収年を表 6-4 に示す。尚、売電価格は 40 円/kWh[10]とした。表 6-4 示すように、両マンションとも、本システムの現状での回収年は 59.9～73.2 年と非現実的な値となった。

表 6-4 各条件での回収年

	Aマンション 放電深度50%	Aマンション 放電深度70%	Bマンション 放電深度50%	Bマンション 放電深度70%
本システムの回収年	73.2年	61.5年	72.1年	59.9年
余剰をすべて売電した時の回収年	15.7年		14.5年	

本システムは、現状での PV および蓄電池の単価では回収することは困難であるという結果になった。そこで次では、どの程度まで PV および蓄電池の単価が低減されれば本システムが実現可能となるか検討を行うため、本システムの蓄電量をオーバーする余剰電力(表 6-2 参照)を 10 年間にわたり単価 40 円/kWh で売電し、システム回収期間を 10 年とした場合の現状コストに対するコスト低減率の算出を行った。

表 6-5 に本システムの必要単価低減率と実質的な買電量を示す。表 6-5 に示すように、両マンションとも、本システムの回収期間を 10 年とするにはシステム単価を現状の 25%程度まで低減する必要があることが判る。また、この時の 11 年目以降の実質的な年間買電量(買電と売電量の差)は需要量の 13～17%となる。なお、NEDO の PV および蓄電池の 20 年後の将来目標単価(PV : 11 万円/kW[11]、蓄電池 : 1.2 万円/kWh[12])とした場合の本システムコストは現状の 15%であり、これが達成されれば十分、中高層マンション共用部に PV・蓄電池システムを適用できると言えよう。

表 6-5 回収年を 10 年とした時の必要単価低減率と実質的な買電量

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
本システムの回収年10年を満たす単価低減率	68%	73%	65%	73%
実質的な年間の買電量 (需要量に対する割合)	25248kWh (14.7%)	22878kWh (13.4%)	7432kWh (16.1%)	7810kWh (16.9%)

ここまでは、回収期間による評価により、イニシャルコストの低減による本システム導入の可能性の検討を行ってきた。次では現状のイニシャルコストのままで、これを1住戸当たりに換算し、評価を行うこととする。

両マンションでの本システムのイニシャルコストを一住戸当たりに換算したものを表6-6に示す。表6-6から、Aマンションで100万円/戸、Bマンションで50万円/戸程度という結果になった。よって、1住戸当たり50万円～100万円程度の負担額で、共用部の年間需要の45～60%程度賄うことができることになる。本システムは、災害時等に非常用電源としての利用も可能であるため、この観点からは、現状コストでも十分本設備導入検討の価値があると考ええる。

表6-6 1住戸当たりのイニシャルコスト

	放電深度50%	放電深度70%
Aマンション 1住戸当たりのイニシャルコスト(円/戸)	¥ 949,303	¥ 1,047,206
Bマンション 1住戸当たりのイニシャルコスト(円/戸)	¥ 490,713	¥ 561,728

6-5. 第6章のまとめ

本章では集合住宅共用部の年間消費電力量と等しい電力量を発電するPV・蓄電池システムを現実の中層マンション2棟を対象に検討を行った。その結果その結果を以下にまとめる。

- 1) 回収年が最短となる蓄電池容量は、Aマンションにおいては、放電深度50%、70%のときそれぞれ230kWh、330kWhで、Bマンションの蓄電池容量は、放電深度50%、70%のときそれぞれ60kWh、95kWhであった。
- 2) 年間の利用率から、選定した蓄電池容量では両マンションとも、放電深度50%、70%の場合それぞれ45%、60%程度となり、蓄電池を導入しても、放電深度50%の場合に年間消費電力量の55%、放電深度70%の場合に40%程度は買電する必要がある。
- 3) PV・蓄電池システム導入による契約電力低減効果は比較的小さい。
- 4) 1日毎での需要と本システムの利用率より、晴天日においては、蓄電池の放電深度によらず、両マンションとも概ね1日の需要の半分程度を賄うことが可能である。

- 5) コスト試算結果より、本システムを 10 年で回収するためには、イニシャルコストを現状の 1/4 程度に低減する必要がある。
- 6) コスト試算結果より、1 住戸当たり 50 万円～100 万円程度の負担額で本システムが導入可能となり、災害時等に非常用電源としての利用といった観点からは、現状コストでも十分本設備導入検討の価値がある。

第 7 章

電灯の電力需要低減時の PV-蓄電池システム導入の検討

7-1.はじめに

第 6 章においては集合住宅共用部の年間消費電力量と等しい電力量を発電する PV-蓄電池システムを現実の中層マンション 2 棟を対象に検討を行った。その結果、年間需要に対する PV 発電量利用率は A、B 両マンションとも、放電深度 50%、70%それぞれ 45%、60%程度であった。これより、蓄電池を導入しても夜間の需要を十分には賄えてはおらず、もしこの夜間の需要が低減されれば、PV 発電量利用率が上昇すると推測される。また、第 3 章の一住戸当たりの共用部月消費電力量の内訳から、ディスポージャーを除くと A、B 両マンション共に共用部の電力需要の $\frac{2}{3}$ 程度が電灯により占められており、この電灯を省エネ照明に変更することで、夜間の需要のみならず、共用部全体としての消費電力量低減にも大きく貢献すると言える。そこで本章では A、B 両マンションの電灯を LED 照明に変更した想定において、PV-蓄電池システム導入可能性検討をシミュレーションにより行った。

7-2. 電力需要低減時の消費電力

LED 照明は、一般的な従来の蛍光灯と比較して消費電力を半分程度に低減が可能であるとされている[13]。そこで、A、B 両マンションの電灯を LED 照明に変更するにあたっては、電灯の消費電力を一律に 50%低減することでシミュレーションを行うこととした。

A、B 両マンションの電灯消費電力低減前と低減後の月平均共用部総消費電力量を表 7-1 に示す。表 7-1 から、A マンションではディスポージャーが消費量の半分程度を占めているため共用部総消費電力量で見ると 17%程度、B マンションでは 31%程度低減されているということが判る。

また、図 7-1、図 7-2 に A、B マンションそれぞれの電灯消費電力低減前と低減後の総消費電力の日変動(10 月 1 日)を示す。図 7-1、図 7-2 から、両マンションとも昼間は電灯の待機電力分のみでの低減となるため、その差はわずかではあるが、夜間においては A マンションで 3~8kW、B マンションで 2kW 程度消費電力が低減されていることが判る。

表 7-1 両マンションの電灯消費電力低減前と低減後の共用部総消費電力量月平均値

	Aマンション	Bマンション
電灯消費電力低減前共用部総消費電力量月平均値 (kWh/月)	14271.8	3840.2
電灯消費電力低減後共用部総消費電力量月平均値 (kWh/月)	11901.5	2648.9

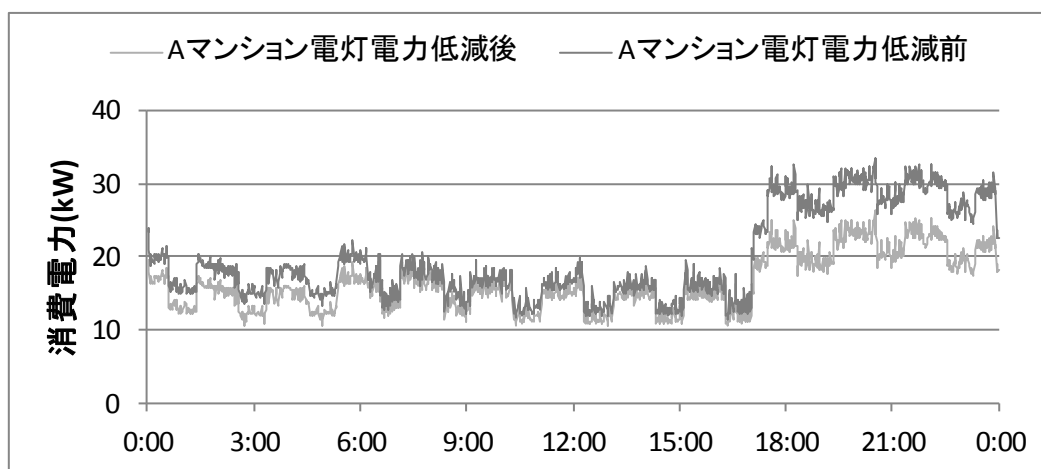


図 7-1 A マンションの電灯消費電力低減前と低減後の総消費電力の日変動(10月1日)

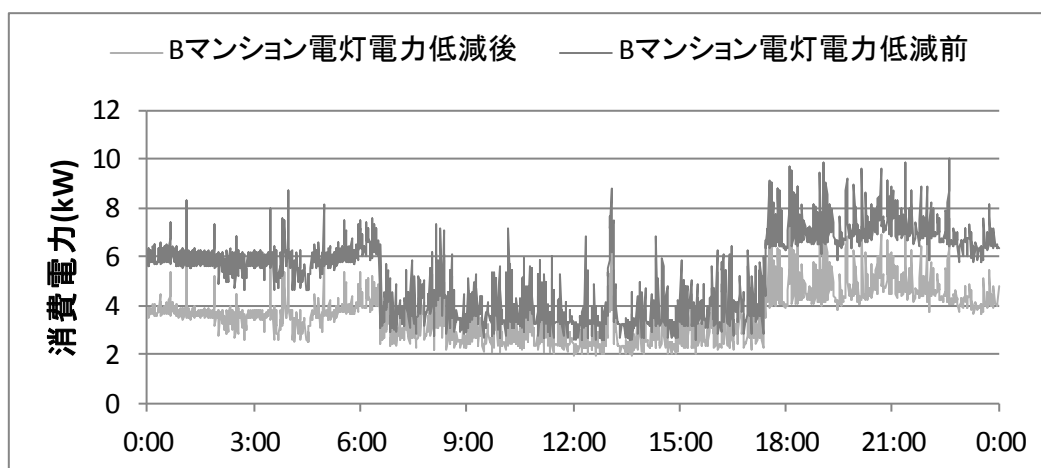


図 7-2 B マンションの電灯消費電力低減前と低減後の総消費電力の日変動(10月1日)

7-3. PV-蓄電池システム導入結果

本節での PV 容量は第 5 章と同様にして、前節で設定した A、B マンションそれぞれの共用部総消費電力量と等しい発電量が過去 10 年(津については、過去 10 年の内データが得られている 5 年間)で最も日射量の年積算値が小さい年でも得られるものを算出した。また、蓄電池容量についても第 6 章と同様にして、放電深度 50、70%のときそれぞれで回収年が最短となるものを選定することとした。表 7-2 に A、B 両マンションの選定した PV 容量および蓄電池容量を示す。表 7-2 に示すように電力需要を低減させた分、両マンションとも、第 5 章、第 6 章で設定した PV 容量および蓄電池容量より、小さな値となった。

表 7-2 両マンションの PV 容量および蓄電池容量

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
PV容量	127kW		26kW	
蓄電池容量	170kWh	260kWh	50kWh	60kWh

次では設定した PV と蓄電池の容量において、どの程度共用部消費電力量を賄うことが可能か検討を行う。表 7-3 に、PV システムのみ及び PV-蓄電池併用システムの年間の消費量に対する発電量利用率を示す。年間の利用率は、PV システムのみ、PV-蓄電池併用システムともに、両マンションとも、前章までに示したものよりわずかに上昇したが、最も上昇したのもでも 5%程度であり、その差は小さいと言える。これらから、電灯消費電力を低減し、蓄電池を導入しても、放電深度 50%の場合に年間消費電力量の 50%、放電深度 70%の場合に年間消費電力量の 40%程度は買電する必要があることが判る。

表 7-3 両マンションの PV 容量および蓄電池容量

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
年間電力需要量に対する PVシステムの利用電力量 (利用率)	50342kWh (35%)		10488kWh (33%)	
年間電力需要量に対する PV-蓄電池システムの利用電力量(利用率)	69041kWh (48%)	90006kWh (63%)	15629kWh (49%)	19628kWh (62%)
蓄電量をオーバーする 余剰量	57063kWh	35992kWh	9526kWh	7294kWh
買電量	73776kWh	52812kWh	16158kWh	12158kWh

次は、月毎での利用率について検討を行う。図7-3、図7-4にA、BマンションそれぞれのPVシステムのみ及びPV-蓄電池併用システムの電力需要量に対する発電量利用率の月変動を示す。図7-3、図7-4から判るように、両マンションとも電灯消費電力低減前の利用率の月変動と同様な傾向が見られ、日射量に大きく影響を受けた変動となっている。特にAマンションで最も日射量の少ない11月では放電深度70%で利用しても、利用率は40%程度であり、電灯消費電力を低減してもその差はわずかであった。

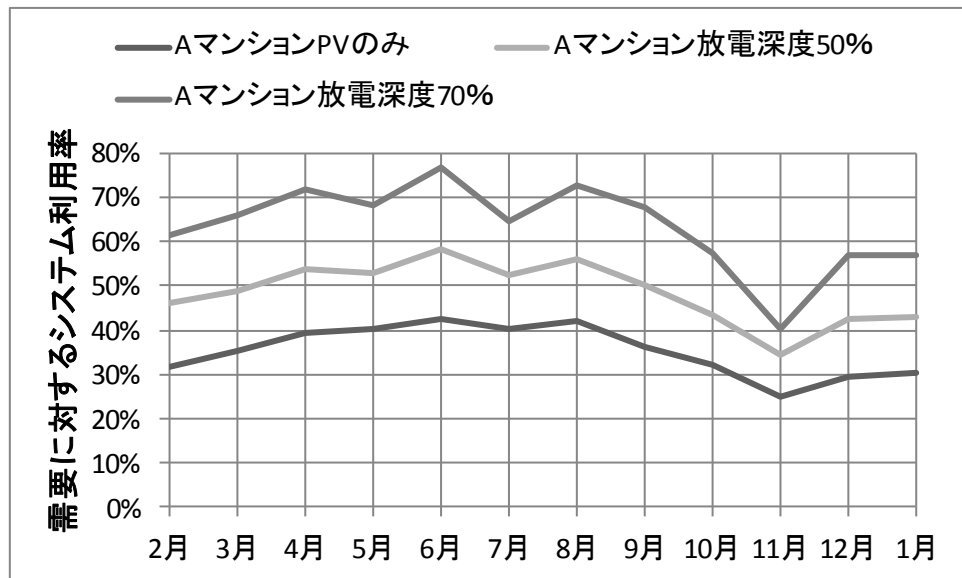


図7-3 AマンションのPVシステムのみ及びPV-蓄電池併用システムの利用率

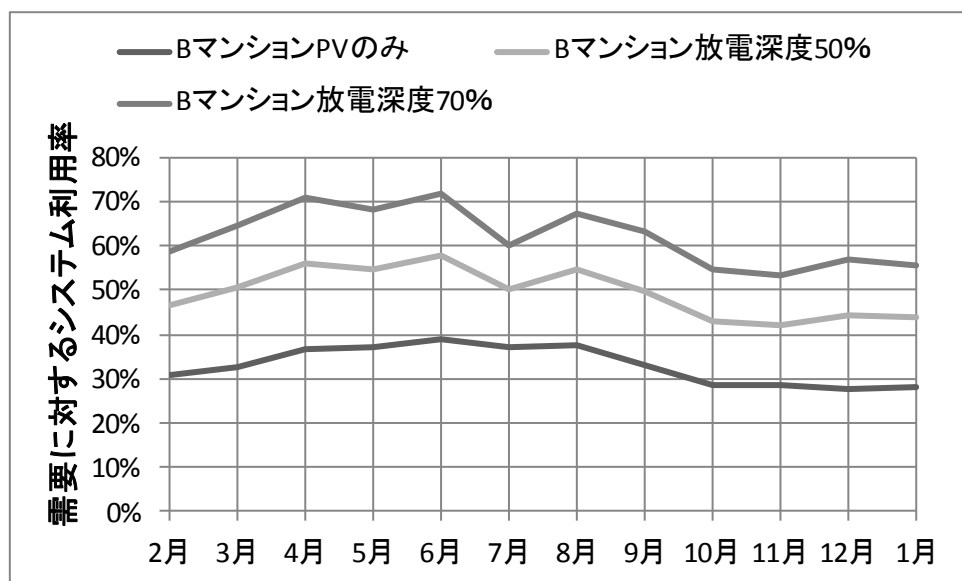


図7-4 BマンションのPVシステムのみ及びPV-蓄電池併用システムの利用率

次に、1日毎での需要と本システムの利用率について検討を行う。図7-5、図7-6に、A、Bマンションそれぞれの一日需要に対する発電量利用率のPVシステムのみ及びPV-蓄電池併用システムの累積日数を示す。図7-5、図7-6に示すように両マンションともPVシステムのみの一日の利用率は、30～40%に集中している。また、蓄電池併用時は、両マンションともに放電深度50%のときの利用率は、45～65%に、放電深度70%のときの利用率は、70～90%に集中しており、第6章で示した電灯消費電力低減前と類似した傾向であった。

また、両マンションの電灯消費電力低減前、低減後それぞれの、PVシステムのみ及びPV-蓄電池併用システムにおける一日の利用率30%未満の日数を表7-4に示す。表7-4に示すように、電灯消費電力低減後は低減前に比べ、各条件において利用率30%未満の日数が減少している。なお、両マンションとも、電灯消費電力低減前、低減後ではPVシステムのみでは50日程度、PV-蓄電池併用システムでは10日程度減少するという結果になった。

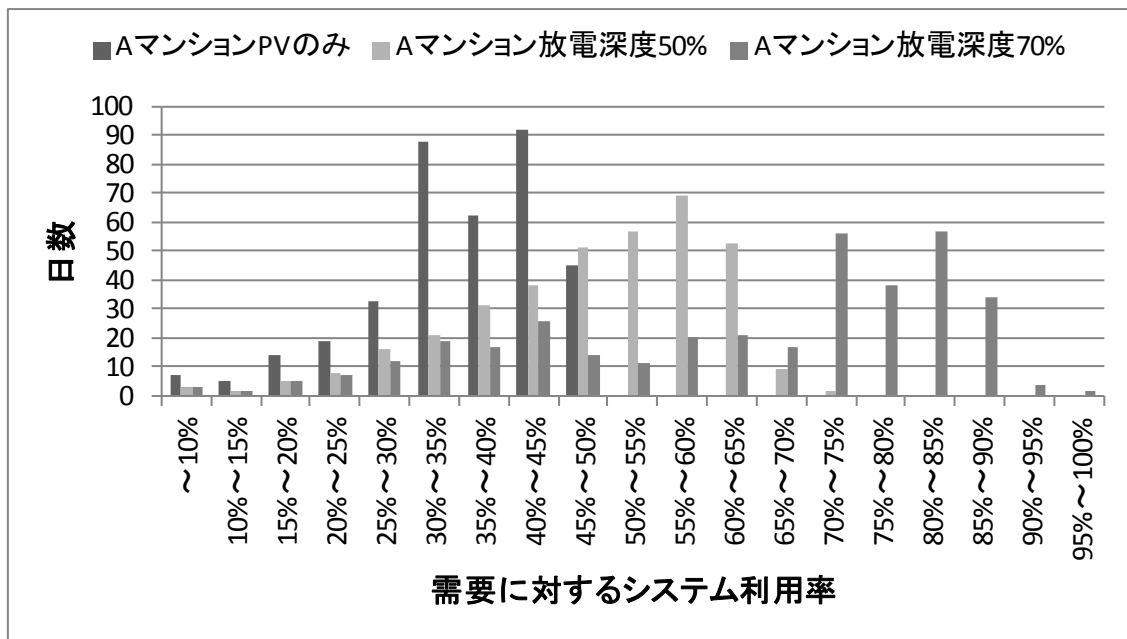


図7-5 Aマンションの1日毎のPV発電量利用率

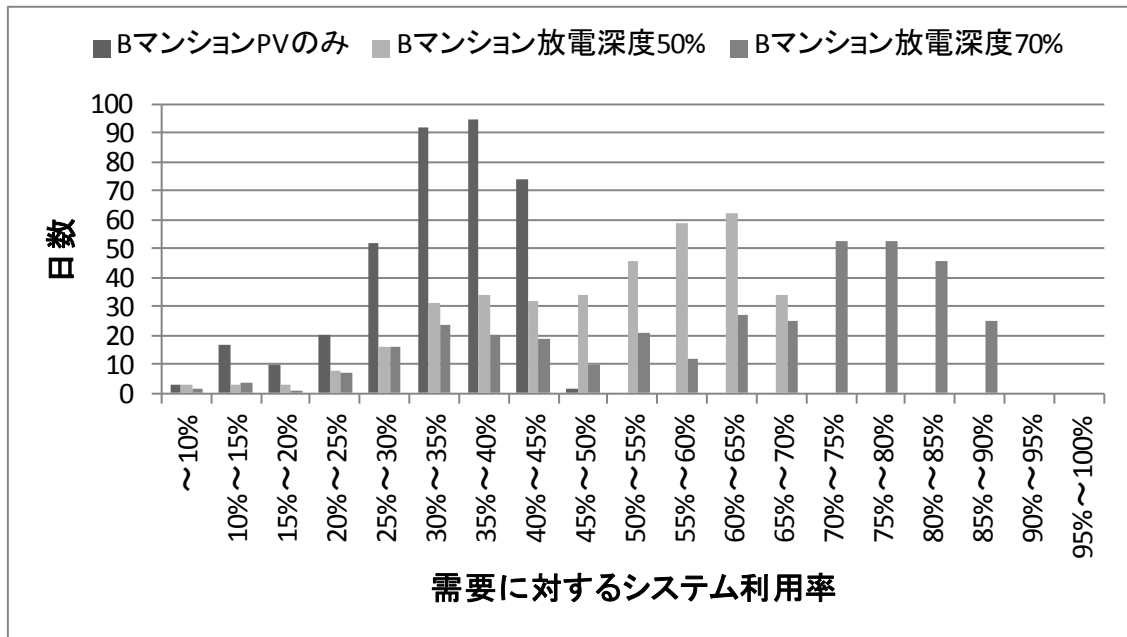


図 7-6 B マンションの 1 日毎の PV 発電量利用率

表 7-4 両マンションの各条件での一日の利用率 30%未満の日数

	Aマンション電灯消費 電力低減前利用率 30%未満の日数	Aマンション電灯消費 電力低減後利用率 30%未満の日数	Bマンション電灯消費 電力低減前利用率 30%未満の日数	Bマンション電灯消費 電力低減後利用率 30%未満の日数
PVシステムのみ	124	78	152	102
PV蓄電池併用システム (放電深度50%)	44	34	46	33
PV蓄電池併用システム (放電深度70%)	39	29	41	30

7-4. コスト試算

本節では第6章と同様にして、電灯消費電力低減時における PV-蓄電池システムの回収年等の検討を行う。前節で行った想定によるシステムの回収年と、参考値として、余剰電力を全て電力会社に売電した場合の回収年を表 7-5 に示す。表 7-5 示すように、両マンションの回収年は電灯消費電力低減前よりはわずかに短縮されたものの、電灯消費電力低減前と同様、非現実的な値となった。

表 7-5 各条件での回収年

	Aマンション 放電深度50%	Aマンション 放電深度70%	Bマンション 放電深度50%	Bマンション 放電深度70%
本システムの回収年	69.6年	59.4年	68.5年	57.7年
余剰をすべて売電した時の回収年	15.9年		14.8年	

また、表 7-6 に、第 6 章と同様にして、システム回収期間を 10 年とした場合の現状コストに対するコスト低減率と実質的な買電量を示す。表 7-6 に示すように、コスト低減率は電灯消費電力低減前と概ね同程度の値となり、システム単価を現状の 30%程度まで低減する必要があることが判る。また、この時の 11 年目以降の実質的な年間買電量(買電と売電量の差)は需要量の 11~21%となる。

表 7-6 各条件でのコスト低減率

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
本システムの回収年10年を満たす単価低減率	65%	72%	70%	72%
実質的な年間の買電量 (需要量に対する割合)	16147kWh (11.7%)	16820kWh (11.8%)	6632kWh (20.9%)	4864kWh (16.3%)

最後に、両マンションでの本システムのイニシャルコストを一住戸当たりに換算したものを表 7-7 に示す。表 7-7 から、A マンションで 80 万円/戸、B マンションで 35 万円/戸程度という結果になった。電灯の電力需要の低減により、PV 及び蓄電池容量が縮小されたため、A マンションで 20%、B マンションで 30%程度イニシャルコストが低減されるという結果になった。これらより、1 住戸当たり 35 万円~80 万円程度の負担額で、共用部の年間需要の 50~60%程度賄うことができることになる。

表 7-7 1 住戸当たりのイニシャルコスト

	放電深度50%	放電深度70%
Aマンション 1住戸当たりのイニシャルコスト(円/戸)	¥ 772,442	¥ 860,554
Bマンション 1住戸当たりのイニシャルコスト(円/戸)	¥ 356,893	¥ 377,183

7-5. EV 利用時の検討

これまでは、PV 発電量による余剰電力を蓄電池により蓄電し、共用部の電力需要に利用した想定において検討を行ってきた。その結果、電灯消費電力の低減を行っても電力需要に対する PV 発電量利用率と回収年は電灯消費電力低減前と比較し、そう大差はなかった。そこで、本節では余剰電力の新たな利用方法として、蓄電池により蓄電した電力量を近年普及している電気自動車(EV)に利用した想定において検討を行う。

なお、本検討では蓄電池からの放電量全てを EV に利用できると仮定した。また、他の条件として、電力需要は電灯消費電力低減時のものを、PV 容量は第5章で設定したのを用い、蓄電池の容量は年間の放電量が最大となるもので選定を行うこととした。

表 7-8 に PV と蓄電池の容量及び EV 等の各設定条件を示す。なお、設定した PV 容量での年間の電力需要に対する発電量利用率(PV のみ)は A、B マンションそれぞれ 36.3%、35.0%と、前節の値と同程度であった。

表 7-8 PV と蓄電池の容量、及び EV における各設定条件

	Aマンション (放電深度50%)	Aマンション (放電深度70%)	Bマンション (放電深度50%)	Bマンション (放電深度70%)
PV容量	152kW		37kW	
蓄電池容量	500kWh	650kWh	140kWh	180kWh
ガソリン単価	140円/l			
ガソリン車燃費	16km/l[14]			
EV電力消費率	8.3km/kWh[15]			
自動車年間走行距離	10575km/年[16]			

次に、EV1 台当たりの年間消費電力量を算出し、PV による余剰電力を利用することで実質的に EV を何台程度賄うことが可能か検討を行った。表 7-9 に、両マンションの各放電深度における年間での EV 利用可能台数、また、EV 利用電力量をガソリン単価に換算した時の回収年を示す。表 7-9 に示すように、両マンションの EV 利用可能台数は、放電深度 70%利用時は放電深度 50%利用時の 2 倍程度となった。また、回収年は、放電深度 70%で利用した場合でも 30 年程度であり、機器の耐用年数から考えると回収は困難であるという結果になった。

表 7-9 両マンションの EV 利用可能台数と本システムの回収年

	Aマンション 放電深度50%	Aマンション 放電深度70%	Bマンション 放電深度50%	Bマンション 放電深度70%
EV利用可能台数	29台	56台	9台	16台
EV利用電力をガソリン代金に換算時における本システムの回収年	44.6年	30.6年	42.8年	27.8年

7-6. 第7章のまとめ

本章では A、B 両マンションの電灯を LED 照明に変更した想定において、PV-蓄電池システム導入可能性検討をシミュレーションにより行った。以下に結果を示す。

- 1) 電灯消費電力を低減した想定において、年間の共用部の消費電力量に相当する PV 容量を、過去 10 年（A マンションは 5 年間）の内で日射量が最小であった年で算出すると、A マンションで 127kW、B マンションで 26kW となった。
- 2) 回収年が最短となる蓄電池容量は、A マンションにおいては、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 170kWh、260kWh で、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 50kWh、60kWh であった。
- 3) 年間の利用率は、PV のみでは両マンションとも 35%程度となり、蓄電池併用時では放電深度 50%、70%の場合それぞれ 50%、60%程度となり、蓄電池を導入しても、放電深度 50%の場合に年間消費電力量の 50%、放電深度 70%の場合に 40%程度は買電する必要があり、電灯電力低減前と大きく差はなかった。
- 4) コスト試算結果より、本システムを 10 年で回収を行うためには、イニシャルコストを現状の 30%程度に低減する必要がある。
- 5) コスト試算結果より、両マンションでの本システムのイニシャルコストを一住戸当たりに換算すると、A マンションで 80 万円/戸、B マンションで 35 万円/戸程度となり、電灯の電力需要の低減前と比べ、A マンションで 20%、B マンションで 30%程度イニシャルコストが低減される。
- 6) EV 利用時の想定より、PV 容量を第 5 章で設定したもので年間の放電量が最大となる蓄電池容量は A マンションにおいては、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 500kWh、650kWh で、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70% のときそれぞれ 140kWh、180kWh であった。

- 7) EV 利用時の想定より、設定下条件で PV による余剰電力をすべて EV に利用すると仮定した時の両マンションの EV 利用可能台数は、A マンションで、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 29 台、56 台となり、B マンションで、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 9 台、16 台となった。

第 8 章

総括

本研究は、各共用設備の時間的な電力需要パターンや季節間差異の把握により、各共用部設備が効率的な運用がなされているか等の判断、またさらなる効率化の可能性の有無の判断を目的とし、幾つかの集合住宅における共用部設備の詳細実測を行った。また、これらの結果を基に、実測を行った2棟の集合住宅を対象にして共用部における自然エネルギー導入の可能性の検討として、PVシステム導入のシミュレーションも行った。以下に得られた主な結果をまとめる。

- 1) ディスポーザー対応浄化槽の一住戸当たりの月消費電力量は、一般浄化槽の約2.8倍となった。また、共用部全消費電力量の内訳ではディスポーザー対応浄化槽が約半分、一般浄化槽が24%程度を占め、ディスポーザー対応浄化槽は一般浄化槽よりも非常に大きい電力を消費するという結果になった。
- 1) A、Bマンションにおいて築年数が20年異なるマンションでも、特殊設備と言えるディスポーザー対応浄化槽を除いた一住戸当たりの総消費電力量は同程度の値となった。また、ディスポーザー対応浄化槽を除いた電灯系と動力系の消費電力比率は、両マンションとも2:1程度であり、各共用部設備の消費電力量において年間を通して大きく変動するのは照度センサーにより制御されている照明のみであった。
- 2) ポンプ直送方式では比較したA、Cマンションに特定の関係は見られなかったが、Cマンションの給水量に対する消費電力量は比較的大きい値となり、Cマンションのような住戸数の少ないマンションでは給水量に対する消費電力量が比較的大きい傾向にあった。それに対しAマンションの給水量に対する消費電力量は全体の住戸数の規模において一般的であった。高置水槽方式では比較したB、Dマンションの一戸当たりの消費電力量は階高との関係があることが判った。なお、一住戸当たりの給水量はマンションに関わらずほぼ一定であるという結果になった。
- 3) Bマンションにおける給水方式変更時の検討より、給水方式変更を高置水槽方式からポンプ圧送式に変更を行うと、共用部総消費電力量は1.1倍程度(ポンプのみでは1.6倍)となるが、最大消費電力(契約電力)を半分程度にすることができる。なお、コスト試算を行うと、年間で電気料金を110000円程度低減することができ、共用部全体で見ると、10%程度の低減率となる。

- 4) PV システム導入可能性検討の結果、A、B マンションの年間の共用部の消費電力量に相当する PV 容量を、過去 10 年（A マンションは 5 年間）の内で日射量が最小であった年で算出すると、A マンションで 152kW、B マンションで 37kW となった。また、両マンションにおける年間での PV の実効効率は、概ね 15%程度であった。設定した容量での実質的な年間の電力需要に対する PV 発電量利用率は A、B マンションともに 3 割程度となった。なお、PV 発電量が消費量を超過した量、すなわち余剰となる発電量は、A、B マンションともに年間の消費量全体の 8 割程度生じるという結果となった。
- 5) PV-蓄電池システム導入可能性検討の結果、回収年が最短となる蓄電池容量は、A マンションにおいては、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 230kWh、330kWh で、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 60kWh、95kWh であった。このときの 年間の PV 発電量利用率は、選定した蓄電池容量では両マンションとも、放電深度 50%、70%の場合それぞれ 45%、60%程度となった。また、コスト試算結果より、1 住戸当たり 50 万円～100 万円程度の負担額で本システムが導入可能となり、災害時等に非常用電源としての利用といった観点からは、現状コストでも十分本設備導入検討の価値がある。
- 6) A、B 両マンションの電灯を LED 照明に変更した想定において、PV-蓄電池システム導入可能性検討を行った結果、年間の共用部の消費電力量に相当する PV 容量を、過去 10 年（A マンションは 5 年間）の内で日射量が最小であった年で算出すると、A マンションで 127kW、B マンションで 26kW となった。また、回収年が最短となる蓄電池容量は、A マンションにおいては、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 170kWh、260kWh で、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 50kWh、60kWh であった。なお、年間の利用率は、PV のみでは両マンションとも 35%程度となり、蓄電池併用時では放電深度 50%、70%の場合それぞれ 50%、60%程度となり、蓄電池を導入しても、放電深度 50%の場合に年間消費電力量の 50%、放電深度 70%の場合に 40%程度は買電する必要がある、電灯電力低減前と大きく差はなかった。コスト試算結果より、両マンションでの本システムのイニシャルコストを一住戸当たりに換算すると、A マンションで 80 万円/戸、B マンションで 35 万円/戸程度となった。

- 7) EV 利用時の想定より、PV 容量を第 5 章で設定したもので年間の放電量が最大となる蓄電池容量は A マンションにおいては、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 500kWh、650kWh で、B マンションの蓄電池容量は、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 140kWh、180kWh であった。また、設定下条件で PV による余剰電力をすべて EV に利用すると仮定した時の両マンションの EV 利用可能台数は、A マンションで、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 29 台、56 台となり、B マンションで、放電深度 50%、70%のときそれぞれ 9 台、16 台となった。

【参考文献】

- [1] 櫃田・永井・青・山羽・祝：集合住宅共用部のエネルギー消費実態に関する研究
その3、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp1395-1396、2010年9月
- [2] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）
http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/08_1shinene/taiyoukou_ft_sys/04.pdf
- [3] 日本太陽エネルギー学会刊：「新太陽エネルギー利用ハンドブック」、pp21-30、
2001年10月
- [4] 山田・小宮：太陽光発電工学 太陽電池の基礎からシステム評価まで、日経BP社、
pp164、2002年10月
- [5] 黒川・若松：太陽光発電システムガイドブック、オーム社、p.81、1994年
- [6] (財)日本品質保証機構：第32回太陽エネルギー推進委員会講演予稿集、1995年
- [7] 黒川・若松：太陽光発電システムガイドブック、オーム社、p.44、1994年
- [8] 中部電力、<http://www.chuden.co.jp/>
- [9] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）、
http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/08_3dounyu/shineneg
- [10] 経済産業省 平成23年度における太陽光発電促進付加金単価及び太陽光発電買い
取り価格等について、
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004405/038_04_00.pdf
- [11] NEDO 太陽光発電ロードマップ(PV2030+)、
<http://www.nedo.go.jp/library/pv2030/pv2030+.pdf>
- [12] 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電技術研究開発、
http://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/e00/03/h11/058.pdf

[13] LED 推進委員会、電気消費量削減、<http://www.led-lamp.jp/eco/reduction.html>

[14] 国土交通省、自動車燃費一覧、<http://www.mlit.go.jp/common/000139544.pdf>

[15] 日産、電気自動車(EV)日産リーフ[LEAF]、
http://ev.nissan.co.jp/LEAF/PDF/leaf_specification.pdf

[16] 国土交通省自動車交通局、自動車の検査・点検整備に関する基礎調査検討結果
報告書、<http://www.mlit.go.jp/jidosha/iinkai/seibi/6houkokusyo.pdf>

謝辞

筆者の指導教員である永井久也教授には本研究課題を与えて下さったことに加え、本論文を完成させるに至るまで絶えず適切なご助言とご指導、ご鞭撻を頂きましたことに深く感謝申し上げます。

環境設備系の寺島貴根准教授、北野博亮助教、岩田剛技官には研究活動を遂行する上で様々なご指導とご助言を頂きましたことに深く感謝申し上げます。

最後に環境設備系研究室の学生の皆様には日頃より温かい励ましとご配慮を賜りました。心より感謝申し上げます。