参考資料１

大学等における実験・研究に関する
省エネルギー実証事業
成　果　報　告　書

平成25年１月

公立大学法人　大阪府立大学

目　次

１．業務の概要 ---------- 1

２．業務の期間 ---------- 2

３．業務の実施体制 ---------- 3

４．事業実施委員会の開催状況 ---------- 4

５．実験装置等の実態調査 ---------- 7
(1) 調査対象実験装置等 ---------- 7
(2) 調査時期 ---------- 7
(3) 調査方法 ---------- 7
(4) 調査結果 ---------- 8

６．実験装置の電気使用量の計測調査 ----------12
(1)計測対象実験装置 ----------12
(2)計測期間、計測方法 ----------13
(3)計測データの整理方法 ----------15
(4)計測結果の概要 ----------16

７．省エネルギー推進方策の検討 ----------31
(1)計測対象実験装置の省エネルギー方策 ----------31
(2)省エネルギー方策の水平展開 ----------39

８．省エネルギー推進ガイドラインの作成 ----------47

９．省エネルギー推進ガイドラインの説明会の開催 ----------60

10．まとめ ----------61

１．業務の概要

地球温暖化防止に加え、東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故の影響により、省エネルギー、節電が喫緊の課題となっている。このため、大阪府立大学においては、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）の規定も踏まえ、全学を挙げて省エネルギーの取り組みを進めているところである。

省エネルギーについては、これまでも、エアコン、照明に加え、学術情報センターの情報機器、Ｂ５棟の実験装置を中心に、鋭意、その取り組みを推進してきたところであるが、文部科学省の調査によれば、教育・研究に使用する各種の実験装置等の使用エネルギーが、大学の使用エネルギーの３割を占めている事例があるとされている。

このため、電気を多く使用する実験装置等（付帯設備を含む）について、その実態を把握するとともに、本学内の５種類６機種の実験装置等について使用エネルギー等の計測調査を行い、それらの結果を基に省エネルギーの推進方策を検討した。また、これらの結果を基に、実験装置等の省エネルギーに関するガイドラインを作成し、関係教職員へ周知を図り、本学全体として省エネルギーに資すること、本学他キャンパス及び他大学等への省エネルギー取り組みの普及を図ることを目的として本業務を実施した。

業務は図１のフローに示すとおり、
①実験装置等の保有台数等の実態調査
②計測対象実験装置等の選定
③電気使用量等の計測調査の実施
④省エネルギー推進方策の検討
⑤実験装置等の省エネルギー推進ガイドラインの策定
⑥説明会の開催等
⑦報告書の作成
とした。

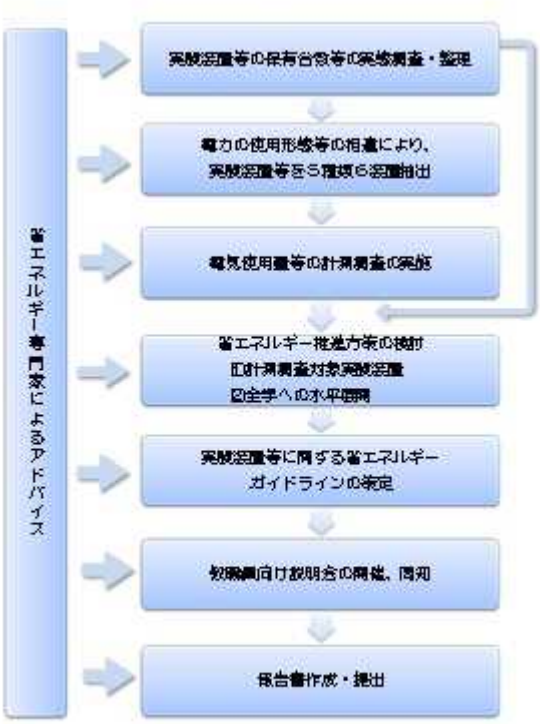


図１　事業実施フロー

２．業務の期間

平成24年７月２日～平成25年１月31日

３．業務の実施体制

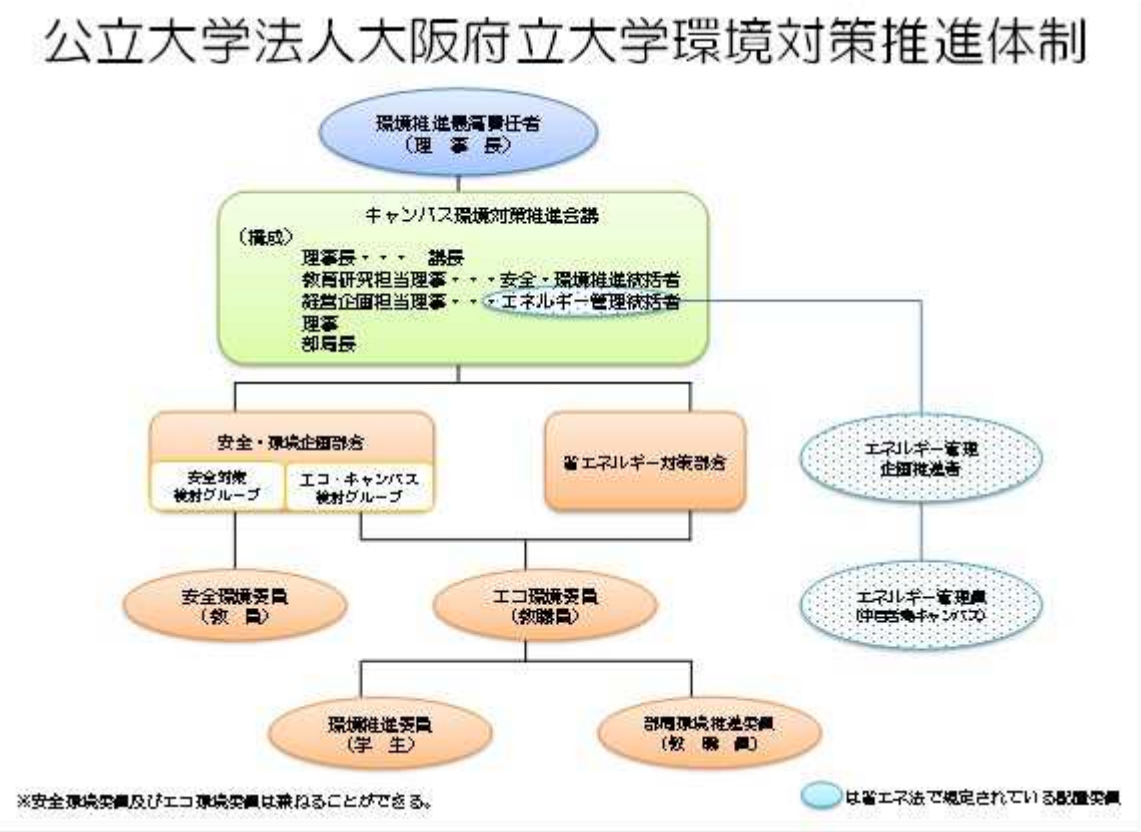
本業務の実施に当たっては、「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン策定事業実施委員会」（以下、「事業実施委員会」という。）を設置した。設置に当たっては、以下の点を考慮した。

〇今後の省エネルギー推進の実働部隊となる図２に示す既存の「大阪府立大学キャンパス環境対策推進会議」の「省エネルギー対策部会」のメンバーを活用すること

〇教育・研究に関わる内容であるため、委員長は本学の教員である理事（教育研究担当）・副学長とすること

〇外部の省エネルギーの専門家を加えること

設置要綱及び構成員は次に示すとおりであり、事務局は総務部総合戦略課、21世紀科学研究支援課とした。



出展：大阪府立大学

図２　大阪府立大学環境対策推進体制

実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン策定事業実施委員会設置要綱

（設　置）
第１条　文部科学省の委託を受けて平成24年度に実施する実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン策定事業（以下「事業」という。）を、適正かつ円滑に実施するため、実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン策定事業実施委員会（以下「委員会」という。）を設置する。
（職　務）
第２条　委員会は、次に掲げる事項について審議する。
(1)　実験装置等の実態調査に関すること。
(2)　使用エネルギー量の計測調査に関すること。
(3)　省エネルギー推進方策に関すること。
(4)　省エネルギーガイドラインの策定に関すること。
(5)　前４号に掲げるもののほか、事業の実施に関すること。
（組　織）
第３条　委員会は、別表に掲げる者で組織する。
（委員長）
第４条　委員会に委員長を置く。
２　委員長は、理事（教育研究担当）をもって充てる。
３　委員長は、会務を掌理する。
（ワーキンググループ）
第５条　委員会に、必要に応じて、ワーキンググループを置くことができる。
２　ワーキンググループに属する委員は、委員長が指名する。
（会　議）
第６条　委員会は、委員長が招集し、委員長がその議長となる。
（庶　務）
第７条　委員会の庶務は、総務部総合戦略課及び21世紀科学研究支援課において行う。
（委　任）
第８条　この要綱に定めるもののほか、委員会の運営について必要な事項は、委員長が定める。
附　則
この要綱は、平成24年７月12日から施行する。

別表

理事（教育研究担当）	安保　正一
理事（経営企画担当）	辻田　正人
工学研究科教授	横山　良平
工学研究科教授	西村　六郎
生命環境科学研究科教授	藤原　宣夫
理学系研究科准教授	松原　　浩
地域連携研究機構地域連携研究推進課課長補佐	松田　昌彦
生命環境科学研究科教授	岡田　利也
地域連携研究機構産学官連携教授（ﾘｻｰﾁ･ｱﾄﾞﾐﾆｽﾄﾚｰｼｮﾝｾﾝﾀｰ）	辻川　正人
経営企画部経営企画課長	中村　信二
経営企画部経営企画課施設室長	中川　富雄
経営企画部経営企画課施設室課長補佐	勢喜　康郎
総務部総合戦略課参与	北田　博昭
21 世紀科学研究支援課長	中野　弘一
（有）津守　代表	津守　宏計

４．事業実施委員会の開催状況

事業実施委員会の開催状況は表１に示すとおりである。全体委員会については３回、ワーキンググループ（ＷＧ）を５回開催した。

ＷＧは、テーマにより、関係する委員及び各種資料の作成や整理等の作業を行う職員により、必要の都度、開催し、主には横山教授、事務局及び施設室職員、省エネルギーの専門家で内容の検討を進めた。

表１　事業実施委員会の開催状況

会議名 （開催日）	出席 者数	議事概要
全体委員会 （８月７日）	16名	○事業全体計画の説明、質疑 ○文部科学省で開催されたWG（７月30日開催）の概要報告、質疑 ○実験装置等の実態把握の状況については、定格消費電力１kW以上を対象とすることを決定 ○使用電気量の計測対象実験装置については、次の装置を候補として関係教員と調整を進めることを決定 ◇ピーク時に大電流を必要とするタイプ……アーク溶解炉 ◇長時間（数時間から半日）、大電流を消費するタイプ……電気炉 ◇高温や低温を維持するタイプ……大型乾燥機 ◇待機電力の大きいタイプ……電子顕微鏡、X線回折装置 ◇常時、一定電流を消費するタイプ……ドラフトチャンバー
ＷＧ （９月６日）	８名	○実態調査の状況報告・・・・稼働状況の把握が問題であり、使用・管理している教員に問い合わせる必要があり、時間をかけて進める。 ○使用電気量の計測対象実験装置については、以下により進めることを決定 ◇アーク溶解炉、電気炉、乾燥機、透過電子顕微鏡、ドラフトチャンバー新旧２台を優先的に計測する。 ◇X線回折装置、質量分析装置、その他の冷凍機等は、余裕があれば実施する。 ◇計測時期については、事務局で各教員と調整する。 ◇実験装置のある部屋の温湿度も把握する。併せて、気象台の堺市のデータも入手する。１日単位で、折れ線グラフでまとめる。電流よりもkWで整理する。使用簿から使用状況の把握も進める。
ＷＧ （11月13日）	４名	○４装置（大型乾燥機、透過電子顕微鏡、ドラフトチャンバー２台）に係る使用電気量の計測結果の分析を進めるとともに、省エネルギー方策を検討 ○大型乾燥機、ドラフトチャンバー（理学）については追加計測を行うことを決定 ○11月30日に開催される文部科学省のＷＧに向けて作成する資料の内容を検討
全体委員会 （12月10日）	15名	○実態調査の報告・・・定格消費電力が１kW以上の実験装置は902台 ○使用電気量の計測を行った４装置についての報告、質疑 ○文部科学省で開催されたWG（11月30日開催）の概要報告、質疑 ○ガイドラインのイメージの説明、質疑 ○学内説明会の日程報告、対象について意見交換
ＷＧ （12月13日）	４名	○２装置（アーク溶解炉、電気炉）に係る使用電気量の計測結果の分析を進め、省エネルギー方策の検討 ○追加計測結果（大型乾燥機、ドラフトチャンバー）の分析及び省エネルギー方策の検討 ○省エネルギー方策の水平展開の検討

ＷＧ （12月25日）	３名	○成果報告書のとりまとめについて協議 ○省エネルギー方策の検討
ＷＧ （１月９日）	３名	○成果報告書のとりまとめについて最協議 ○ガイドラインについて検討
全体委員会 （１月22日）	11名	○成果報告書案の説明、審議 ○ガイドラインの説明、審議 ○今後のスケジュール、取り組みについて審議

事業実施委員会（平成24年12月10日撮影）

【委員の役割】

委　　員	役　　割
理事（教育研究担当）	本業務の責任者及び委員長
理事（経営企画担当）	省エネ法に基づく、エネルギー管理統括者
横山教授	エネルギーシステムの研究者
西村教授、藤原教授、松原准教授、松田補佐	省エネルギー対策部会員
岡田教授	りんくうキャンパスの代表
辻川教授	工学研究科の実験装置に造詣が深い
中村課長、中川室長、勢喜課長補佐	省エネルギー対策部会の事務局及び本業務の計測を担当
北田参与、中野課長	事業実施委員会の事務局及び本業務の所管
津守代表（※）	省エネルギーの専門家としてアドバイス

※省エネルギーの専門家の役割

本業務の実施に当たり、（有）津守に「実験装置等の省エネルギーに関する検討調査」を委託した。委託内容は、

○実験装置等の把握方法の検討

○計測調査対象実験装置等の抽出方法の検討

○使用エネルギー量等の計測調査の実施方法の検討

○省エネルギーの推進方策の検討

○実験装置等の省エネルギー推進ガイドラインの策定

とした。

具体的には、事業実施委員会（全体委員会、WG）に出席し、実験装置等の把握方法、計測対象実験装置等の抽出方法、使用エネルギー量等の計測調査の実施方法を検討するとともに、調査結果の分析と省エネルギー方策の検討を進めた。

また、文部科学省の「大学等における実験・研究に関する省エネルギー実証ワーキンググループ」への報告、ガイドライン、成果報告書等の各種資料の作成にも専門的な見地から意見を述べた。

さらに、学内で開催した教職員・学生へのガイドラインの説明会において、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）や同法に関連する内容について説明を行う等、本業務全般に亘ってアドバイスを行った。

５．実験装置等の実態調査

(1) 調査対象実験装置等

大阪府立大学は、表２に示すとおり、中百舌鳥キャンパス、羽曳野キャンパス、りんくうキャンパスの３つのキャンパスから成り立っている。

大学院は７研究科があり、このうち、中百舌鳥キャンパスには工学研究科、生命環境科学研究科、理学系研究科、人間社会学研究科、経済学研究科の５研究科と高等教育推進機構、地域連携研究機構、国際交流推進機構、21世紀科学研究機構の４機構、学術情報センター等の事務部門がある。羽曳野キャンパスには看護学研究科、総合リハビリテーション学研究科の２研究科を置き、りんくうキャンパスは、生命環境科学研究科の中の獣医学専攻を置いている。

学士教育については、本学は平成24年度から学域制を導入したことから、１年生は現代システム科学域、工学域、生命環境科学域、地域保健学域の４学域を、また、２年生以上は大学院と同じ７学部を設置している。

本業務では、定格消費電力が１kW以上の装置を、実態把握を行う対象実験装置等とした。

表２　大阪府立大学のキャンパスの概要

区　分	住　所	土地面積（㎡）	建物延面積（㎡）	教職員数	学生数
中百舌鳥キャンパス	599-8531 堺市中区学園町 1-1	465, 267	214, 001	878 (170)	6, 807
羽曳野キャンパス	583-8555 羽曳野市はびきの 3-7-30	50, 996	37, 073		996
りんくうキャンパス	598-8531 泉佐野市りんくう往来北 1-58	12, 094	17, 512		329
合計		528, 357	268, 586		8, 132

（注）平成24年４月１日現在、（　）は職員数（役員を含む）

(2) 調査時期

実験装置等の実態調査及びその整理は平成24年７月～12月に実施した。

(3) 調査方法

調査は、実験装置名、設置場所、管理者、定格消費電力、稼働状況を中心に把握することとし、全学の資産台帳及び各研究科の支援室が保有するデータを基に整理した。しかし

ながら、定格消費電力については各研究科の支援室が一部の装置しか把握しておらず、稼働状況についてはほとんど把握されていないことから、改めて、対象となる実験装置等を使用・管理する教職員に対してヒアリング調査を進めた。

実態調査の対象とした部局は、１kW以上の実験装置を保有する以下の部局とした。

○工学研究科
○生命環境科学研究科
○理学系研究科
○高等教育推進機構
○地域連携研究機構
○21世紀科学研究機構
○学術情報センター
（以上、中百舌鳥キャンパス）
○羽曳野キャンパス
○りんくうキャンパス

(4)調査結果

定格消費電力が１kW以上の実験装置等の保有台数は表３に示すとおりである。合計902台を保有し、kWランク別、中百舌鳥キャンパスについては棟別に整理した。同表には平成23年度の電気使用量も併せて示した。

図３は棟別の定格消費電力が１kW以上の実験装置を保有する棟別台数を示したもので、Ｂ５棟が最も多く301台（全体の33.4%）、次いでＡ13棟（18.3%）、Ｃ17棟（14.4%）等となっている。

平成23年度の電気使用量は全学で24,772千kWhとなっており、棟別電気使用量は図４に示すとおりで、電気使用量の多い学舎は次の中百舌鳥キャンパスの棟である。

Ｂ５棟（物質棟）　工学研究科
Ｃ10棟（先端科学研究センター棟）　地域連携研究機構
Ａ13棟（サイエンス棟）　理学系研究科
Ｃ５棟（学術情報センター）　総務部総合戦略課学術情報室
Ｂ11棟（電気・情報・電物・数物）　工学研究科
Ｃ17棟（先端バイオ棟）　生命環境科学研究科
Ｂ４棟（生命環境）　生命環境科学研究科

表３　棟別の実験装置の台数、電気使用量

キャンパス	棟	棟　　名	kWランク別実験装置等の棟別台数						H23年度電気使用量（単位：千kWh）
			１～５未満	５～10未満	10～20未満	20～50未満	50以上	合計	
中百舌鳥キャンパス	Ａ１	大学本部	0	0	0	0	0	0	343
	Ａ３	学生センター	0	0	0	0	0	0	142
	Ａ４	人社	0	0	0	0	0	0	273
	Ａ５	講義棟	7	0	0	0	0	7	211
	Ａ６	海洋、電気、情報	1	0	0	0	0	1	333
	Ａ７	船舶動揺水槽	0	0	0	0	0	0	22
	Ａ８	生産技術センター	0	1	0	0	0	1	216
	Ａ９	航空宇宙、機械	9	0	0	0	0	9	434
	Ａ１０	内燃風洞水力実験棟	2	2	4	4	0	12	46
	Ａ１１	機械	15	5	2	0	0	22	538
	Ａ１３	サイエンス棟	128	25	9	3	0	165	2,420
	Ａ１４	理･工･人社	7	1	4	0	0	12	607
	Ｂ１	経済	0	0	0	0	0	0	175
	Ｂ２		0	0	0	0	0	0	48
	Ｂ３	教育棟	5	0	0	0	0	5	760
	Ｂ４	生命環境	30	1	0	0	0	31	1,135
	Ｂ５	物質棟	267	21	9	4	0	301	4,329
	Ｂ９		1	0	0	0	0	1	68
	Ｂ１１	電気・情報・電物・数物	58	6	1	3	0	68	1,535
	Ｂ１２	学生会館	1	0	0	0	0	1	140
	Ｂ１３	第2学生会館	0	0	0	0	0	0	20
	Ｂ１４	厚生保健センター	0	0	0	0	0	0	38
	Ｂ１５	食堂	0	0	0	0	0	0	1
	Ｂ１６	健康管理センター	0	0	0	0	0	0	23
	Ｃ１	学術交流会館	0	0	0	0	0	0	92
	Ｃ２	体育館	0	0	0	0	0	0	322
	Ｃ４	科学技術共同研究センター	5	0	2	0	0	7	152
	Ｃ５	学術情報センター	3	4	0	1	2	10	2,346
	Ｃ６	COE資源循環	0	0	0	0	0	0	45
	Ｃ７	先端バイオ棟２号館	1	0	0	0	0	1	223
	Ｃ８	生物資源開発センター	0	0	0	0	0	0	500
	Ｃ９	屋外管理棟	2	0	0	0	0	2	73
	Ｃ１０	先端科学研究センター棟	25	2	2	2	0	31	2,641
	Ｃ１１	動植物育成棟	0	0	0	0	0	0	335
	Ｃ１２	第１線源棟	0	0	1	0	0	1	95
	Ｃ１３	研究センター棟別館	0	0	0	0	0	0	50
	Ｃ１４	研究センター棟	6	0	0	0	0	6	391
	Ｃ１５	高分子実験棟	0	0	0	0	0	0	40
	Ｃ１６	トレーサー棟	0	0	0	0	0	0	246
	Ｃ１７	先端バイオ棟	126	4	0	0	0	130	1,460
	Ｃ１９	フィールドサイエンス棟	0	0	0	0	0	0	298
	Ｃ２０	植物工場研究センターA棟	0	0	0	5	3	8	434
	Ｃ２１	植物工場研究センターB棟	1	0	0	2	3	6	682
	小　　計		700	72	34	24	8	838	24,282
羽曳野キャンパス			5	0	2	2	0	9	190
りんくうキャンパス			43	12	0	0	0	55	300
合　　計			748	84	36	26	8	902	24,772

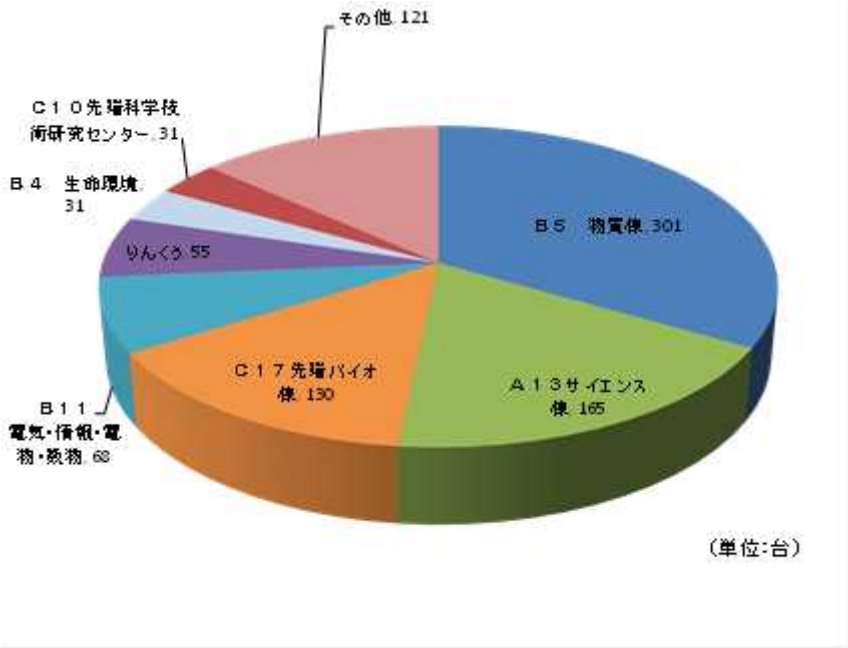


図３　棟別実験装置等（定格消費電力１kW以上）の保有台数

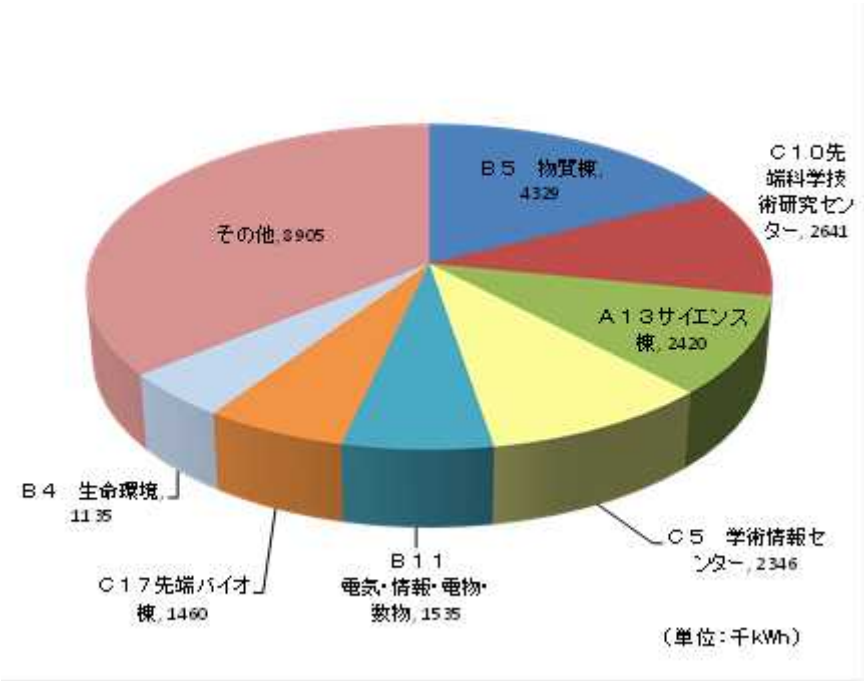
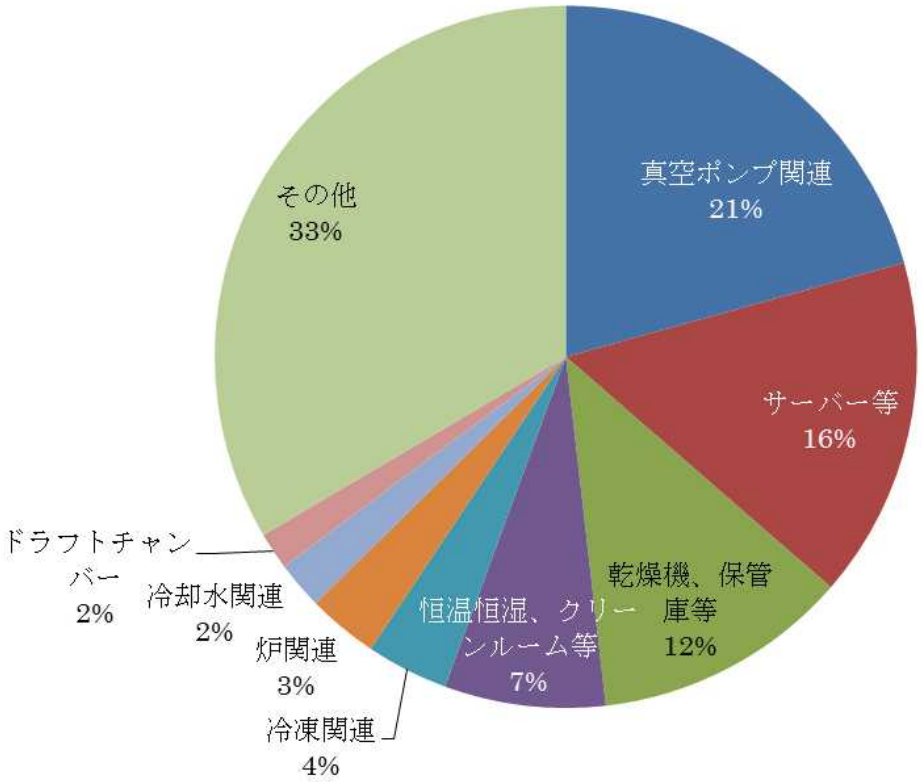


図４　棟別電気使用量（平成23年度）

実験装置等による電気使用量は、負荷率と稼働状況により左右される。定格消費電力が１kW以上の実験装置等について行ったこれらに関する調査やヒアリングを基に、経験則も踏まえ、電気使用量を試算してみると、実験装置等が多く設置されている棟では実験装置等による電気使用量が30％～45％を占め、全学ではおよそ20％を占めていると推計される。

また、実験装置等を「乾燥機、保管庫、恒温槽、インキュベーター、低温庫等」（以下、「乾燥機、保管庫等」という。）、「恒温、クリーンルーム等」「ドラフトチャンバー」「サーア―等」「炉関係」「冷凍関係」「真空ポンプ関連」「冷却水関連」「その他」に分類し、分類毎の電気使用量の割合を試算した。図５はその結果を示したもので、真空ポンプを持つ装置関係が21％、サーバー関係が16％、乾燥機、保管庫等が12％等と推計された。これらは連続運転することから、電気使用量が大きくなっているものと思われる。



注）「ドラフトチャンバー」「冷却水関連」「サーバー等」には定格消費電力が１kW未満である等、本調査で対象としていない装置が多数あるものと推測される。

図５　実験装置の分類別電気使用量の割合

６．実験装置の電気使用量の計測調査

(1) 計測対象実験装置

電気使用量の計測対象とする実験装置については、図５に示した実験装置の分類別電気使用量の割合から「真空ポンプ関連」、「乾燥機、保管庫等」、「炉関連」の中から、調査後の省エネルギー活動普及の観点及び同様の機能を有する実験装置等の保有台数や一般化することの容易性を考慮して、次に示す実験装置を選定した。

◇ピーク時に大電流を必要とするタイプ ---------- アーク溶解炉
◇長時間（数時間から半日）、大電流を消費するタイプ--- 電気炉
◇高温や低温を維持するタイプ ---------- 大型乾燥機
◇待機電力の大きいタイプ ---------- 透過電子顕微鏡
◇常時、一定電流を消費するタイプ ---------- ドラフトチャンバー（２台）

なお、「サーバー等」については、本業務では主に実験装置を対象としており、これまでに省エネルギーに取り組んでいることから除外した。「恒温恒湿、クリーンルーム等」については既に省エネルギー対策を実施していることから除外した。「冷凍関連」については、事前調査において省エネルギーの余地が少ないと思われ、計測調査の台数に制限があることから除外した。

複数保有する実験装置の内、どの装置を計測対象とするかは、事業実施委員会の委員から、所属研究科内の教員へ打診を依頼した。また、ドラフトチャンバーについては、風量調節付きのものと付いていないものを選定した。

選定した実験装置は、タイプ別に次に示す５種類６装置とした。各装置の選定理由は表４に示すとおりである。

表４　対象装置選定理由

タイプ	装置名	図５との関連	選定理由
ピーク時に大電流を必要とするタイプ	アーク溶解炉	炉関連	保有台数は３台であるが、マテリアル工学では、各種金属材料を溶解することが多く、その中で短時間に大電流を必要とする代表的な装置である。
長時間、大電流を消費するタイプ	電気炉	炉関連	マテリアル工学の金属の溶解や焼成に用いるもので、半日以上、連続して大電流を消費する装置の代表格で、保有台数も45台と多い。
高温や低温を維持するタイプ	大型乾燥機	乾燥機、保管庫等	このタイプには、乾燥機の他、冷凍庫、恒温恒湿庫等があり、工学研究科、理学研究科では多くの研究室で保有しているが、省エネルギーの可能性、水平展開の観点から39台を保有する乾燥機を選定した。
待機電力の大きいタイプ	透過電子顕微鏡	真空ポンプ関連	実験時以外にも装置を維持するために、連続して電気を使用するタイプで、保有台数は15台である。Ｘ線回折装置（３台）、質量分析装置（11台）等も電気使用形態は同じタイプに属する。
常時、一定電流を消費するタイプ	ドラフトチャンバー	ドラフトチャンバー	排気フードを持つドラフトチャンバーは、理系分野ではかなりの台数があり、また、同様の機能の持つ卓上フード等もかなり多く、省エネルギー推進の水平展開に有効である。 但し、定格消費電力が１kW未満の装置もあり、また、建物に付随するものもあることから台数については正確に把握していないが、100台以上は保有しているものと推測される。

(2)計測期間、計測方法

計測対象実験装置の設置棟及び計測期間は表５に示すとおりである。

表５　計測対象装置の設置棟及び計測期間

タイプ	装置名	エネルギー源	設置棟	計測期間
ピーク時に大電流を必要とするタイプ	アーク溶解炉	電気	Ｂ５棟	平成24年11月19日（月）～12月３日（月）
長時間、大電流を消費するタイプ	電気炉	電気	Ｂ５棟	平成24年11月27日（火）～12月４日（火）
高温や低温を維持するタイプ	大型乾燥機	電気	A13棟	平成24年10月９日（火）～10月16日（火）
待機電力の大きいタイプ	透過電子顕微鏡	電気	Ｂ５棟	平成24年９月25日（火）～10月５日（金）
常時、一定電流を消費するタイプ	ドラフトチャンバー（理）	電気	A13棟	平成24年10月17日（火）～10月24日（火）
	ドラフトチャンバー（工）	電気	B11棟	平成24年10月17日（火）～10月24日（火）

電気使用量の計測調査に当たっては、事前に計測を担当する職員が対象実験装置を使用・管理する教員を訪問し、以下の説明を行った。

○本電気使用量の計測は、文部科学省の委託により、事業実施委員会の検討を経て、本学が実施していること

○省エネルギーは、使用・管理する教員からもヒアリングを行って検討することとするが、教育・研究には支障のないことを前提としていること

○計測装置の取り付け、撤去には、実験装置の稼働を止める必要はないこと

○実験装置を使用する学生に対しては、事前に連絡すること

○実験装置の使用簿を備え付けている装置については、計測期間中の使用簿のコピーを入手したいこと。また、必要に応じ、電気使用量に影響を与える行動（大型乾燥機の扉の開閉等）を記録すること。

これに対して、説明を受けた教員は、全員、省エネルギーは時代の要請であり、事業実施委員会（委員長：安保理事）の検討を経ていることから、できる限りの協力を表明した。また、計測担当職員は、実験装置の使用状況についての詳細な説明を受け、ほぼ毎日稼働している実験装置（乾燥機、ドラフトチャンバー）については、直ちに計測日程を決定した。稼働する日程が決まっていない実験装置（アーク溶解炉、電気炉、透過電子顕微鏡）については、稼働することが決まった時点で、教員が連絡を入れることとなった。

計測方法については、以下に示すとおりとした。

○計測調査対象の実験装置及び付属装置について、電源回路にクランプメーターを取り付けて電流値を収録した。

○計測装置は次に示すものを用い、１分間の平均値（温度は瞬時値）を収録した。

・電力計測：HIOKI　クランプロガー　LR5051

・温度計測：T&D　サーモレコーダー　TR-72Ui

○調査項目は、電気使用量の変動、実験装置の稼働状況、実験装置等を設置している室温の変動に加え、参考として管区気象台の温度も把握した。

○実験装置等の調査期間は、１装置当たり概ね１週間程度としたが、実験装置等の稼働が少ない場合は延長した。

○稼働状況については、装置の立上げ、実験開始、実験終了、装置の停止の時刻及び実験概要を記録シートに記載してもらった。

（計測機器－クランプメーター）　　（計測機器―温度計）

（クランプメーター設置／透過電子顕微鏡の例）

(3)計測データの整理方法

・使用電力は、回路毎に計測装置で得られた電流値（１分間の平均値）に、テスターで計測した電圧を掛け合わせて算出した（入力電力KVAとして算出しているが、電気量kWhとの整合を図るためkW表示とした。）。

・明確に使用時と待機時を区分できる実験装置については、グラフ上、色分けする等の表現を加えた。

・室温は計測装置に収録したデータ（１分毎）、外気温は管区気象台データ（１時間毎、堺市）を用いた。

・これらの計測データについては、電気量の変動、室温、外気温を同じ図に示した。また、必要に応じて、使用電力量に影響を与える行動（大型乾燥機の扉の開閉時の記録）も示した。

・使用電力については、実験時と未実験時（待機時）の２つに大きく分け、平均電力、合計電気量を算出し、表示した。

(4)計測結果の概要

実験装置の概要及び電気使用量計測結果は、以下に示すとおりである。

①アーク溶解炉

計測期間	平成24年11月19日（月）～12月３日（月）
設置場所	Ｂ５棟
定格消費電力	・本体61kW ・循環水ポンプ0.4kW
実験時の負荷率	49.1%
供給電源	・本体（真空ポンプ・油拡散ポンプ、油回転ポンプ、高周波スターターとも）：三相300A（CVT150） ・循環水ポンプ：100V20A
計測対象回路	２回路
装置の概要等	真空状態の中で、各種金属材料をアーク放電で急速に溶解する炉で、合金の製造に用いられている。中規模の実験室に設置され、付帯装置に真空ポンプ、冷却水ポンプがある。１試料に要する時間は数分程度であるが、実験を行う時は複数の試料を用い、連続して数時間実験を行う。実験中は試料の入れ替えは行わない。未実験時は主回路の電源を落とし、電気を使用しない。実験は不定期である。 同様の装置は、本学では３台しか保有しないが、ピーク時に大電流を使用する代表的な実験装置である。 なお、溶解温度については、正確に把握することはできないが、例えば、融点が3000℃以上のタングステンでも溶解していることから3,500℃以上にはなっているものと思われる。温度を直接制御できない実験装置で、電流値の設定で溶解温度を制御しており、省エネルギー及び安全面から、過去の経験に基づいた必要最小限の電流値で実験をしている。
設置年度	平成11年度

アーク溶解炉の電気使用量の変化は図６に示すとおりであり、計測期間中に２回の実験が行われた。

アーク溶解炉については、試料を溶解室に入れ、電源を入れて所定の真空度にし、実験を行う。また、実験終了後には試料を取り出し、一定の真空度にした上で電源を切ることとな

っている。

この実験時以外（以下、「立上時等」という。）の平均電力は2650.2W、実験時の平均電力は29975.0Wで、電気使用量は立上時等123.3kWh、実験時113.9kWhであった。

未実験時は主電源のブレーカーを落とし、電気は使用されないが、実験開始の前日に電源が入れられ、2kW 程度の電気が数時間、使用されている。実験時は、時間は短いながら、30kW 程度の大きな電気が使用されている。

また、実験終了後は、試料を取り出した後、再度、真空状態にして、電源を落とすことになっている。これは、装置内（主として溶解室）に吸着される不純物（水蒸気やガス成分等）を極力排除するため、実験終了後も真空状態としておくものである。吸着された不純物は真空度・時間をかけても容易に排除できるものでなく、仮に実験中に放出して実験試料に混入すると実験を無駄にすることがあるため、排除が必要となっている。

なお、次の実験時、試料を入れる際に大気が装置内に混入するが、一定の真空度に上げることで比較的短時間で不純物を排除することが可能である。アーク溶解炉に限らず、真空装置は常時真空引き、または最低限、終了時に真空引きを行うのは一般的な措置である。

以上のように、アーク溶解炉は、真空状態の中でアークを放電するため、対象とする試料を入れてから、所定の真空度に達するまでの間の立ち上げのための電力や実験終了後の真空ポンプの稼動は必要な条件となっている。

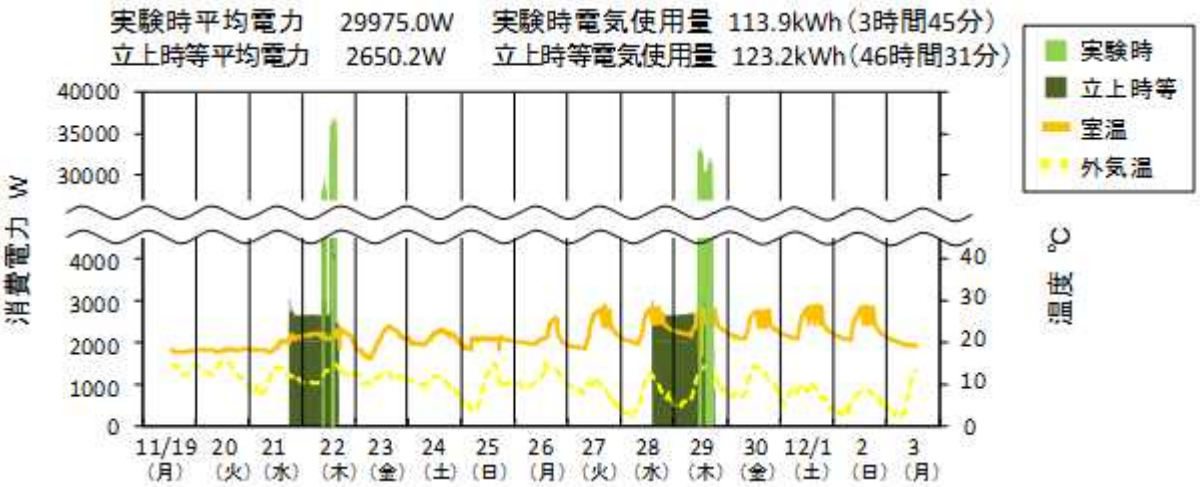


図６　アーク溶解炉の電気使用量の変化

②電気炉

調査期間	平成24年11月27日（火）～12月４日（火）
設置場所	Ｂ５棟
定格消費電力	３φ　200V　21A
実験時の負荷率	18.9%
供給電源	三相30A
計測対象回路	１回路
装置の概要等	金属の溶解や焼成に用いられており、本学が保有する電気炉の中では最も大きい。中規模の実験室に設置されており、１回の実験で６～７時間使用することが多く、500℃以上を数時間維持する。使用しないときは主電源のブレーカーを落とし、電気を使用しない。実験は不定期である。 電気炉は、本学では45台を保有している。
設置年度	平成20年度

電気炉の電気使用量の変化は図７に示すとおりであり、計測期間中に２回の実験が行われた。１回目は６時間程度、２回目は26時間程度、連続して運転されている。実験時の平均電力は794.0W、電気使用量は25.6kWhであった。実験時の電気使用量はかなりの変動があるが、実験を行わない時は、主電源のブレーカーを落とし、電気は使用されていない。

１回目と２回目の実験に時間や始動時の電気使用量が異なるのは、試料の材質と加熱目的の違いによるものである。１回目は、一気に設定温度に上げて１時間加熱後水冷する実験であり、２回目は，一定温度で十分長時間保持後急冷する溶体化熱処理の実験であった。これらの実験では、事前に電気炉の昇温特性を測定して時間を決め、時間が長過ぎることも避けることとなっている。

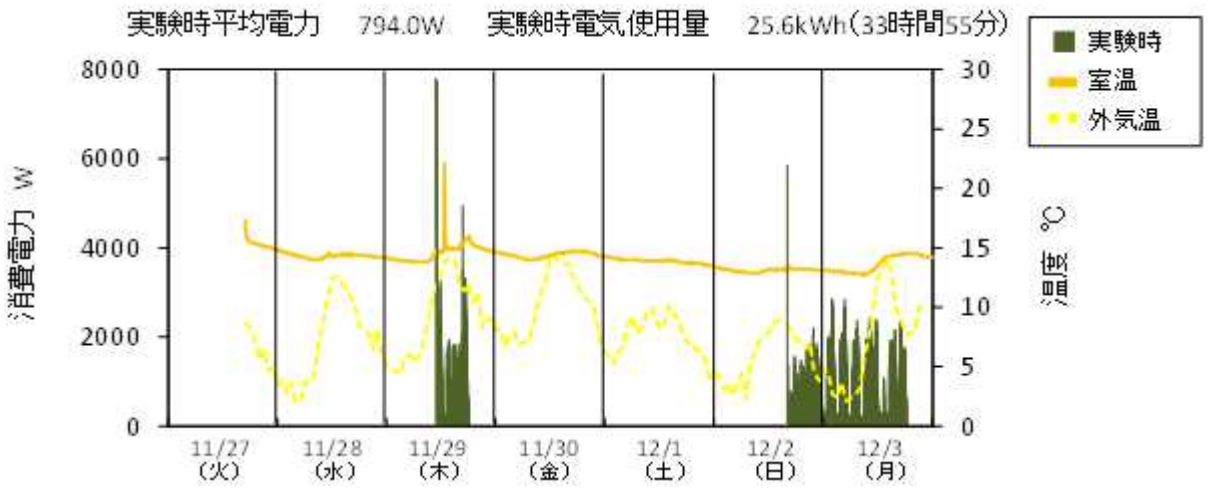


図７　電気炉の電気使用量の変化

③大型乾燥機

計測期間	平成24年10月９日（火）～10月16日（火）
設置場所	A13棟
定格消費電力	１φ　200V　10.5A
負荷率	15.9%
供給電源	単相200V20A
計測対象回路	１回路
装置の概要等	化学実験用ガラス器具等の乾燥に使用されている。中規模の実験室（96㎡）に設置されており、付帯装置はない。80℃の設定でほぼ24時間連続運転されている。本学が保有する乾燥機の中では最も大きい。 本学の乾燥機の設置台数は39台（定格消費電力１kW以上）であり、水平展開の効果が期待できる。
設置年度	平成19年度

大型乾燥機の電気使用量の変化は図８に示すとおりであり、連続して運転されている。計測期間中の平均電力は334.8W、電気使用量は56.4kWhであった。

乾燥機内の温度維持のため、最低時 200W、第２段階 400W、第３段階 700W、最大時 1,400W 程度で段階的制御されており、概ね 400W～700W で推移している。

同図の「×」印は、実験用ガラス器具等の入れ替えを行い、乾燥開始を示したもので、図９～図 11 に３日間についての電気使用量の拡大図を示す。ドアの開閉時に最大電気使用量である 1,400W 程度を記録しているが、数分程度と経過時間が短く、ドアの開閉が電気使用量の支配的な要因とはなっていない状況がうかがえる。

本大型乾燥機を設置する研究室は、毎年、学域（学部）生、大学院生合わせて20名近い学生が実験を行っている。それぞれ別の研究テーマを持ち、実験時期、実験時間もバラバラであることから、実験に使用するガラス器具を乾燥させる時間もバラバラである。このため、稼働を止めることができず、連続運転されている。

また、ガラス器具の水分については、研究に支障があることから、学生も含め、研究者はかなり水分残留に慎重になっている。

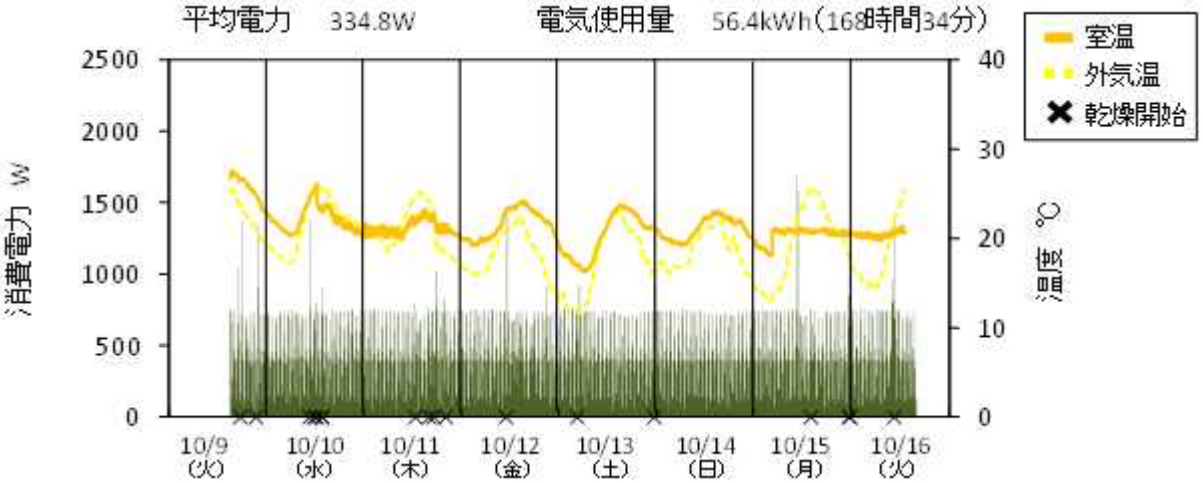


図８　大型乾燥機の電気使用量の変化

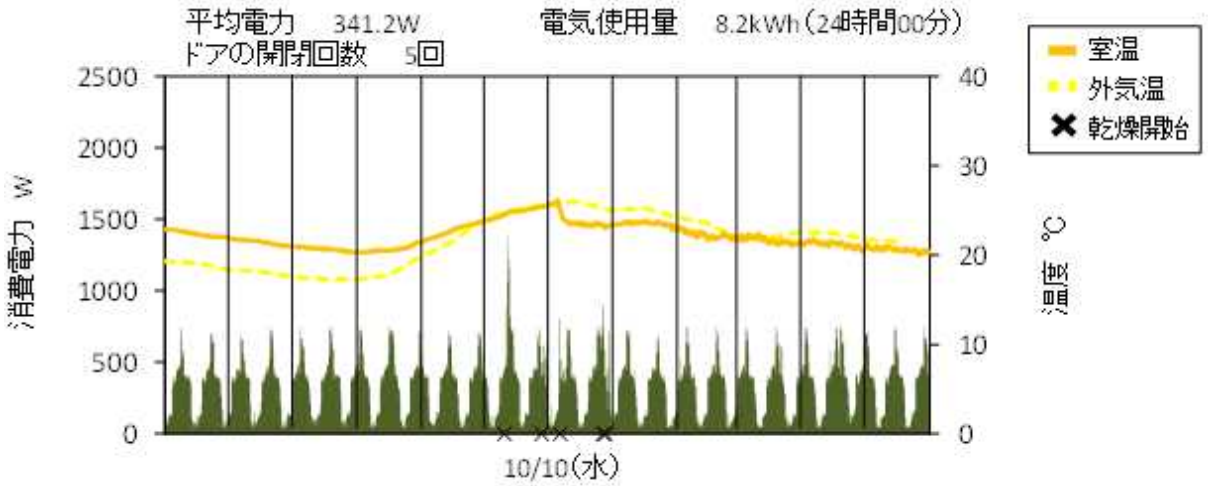


図９　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月10日）

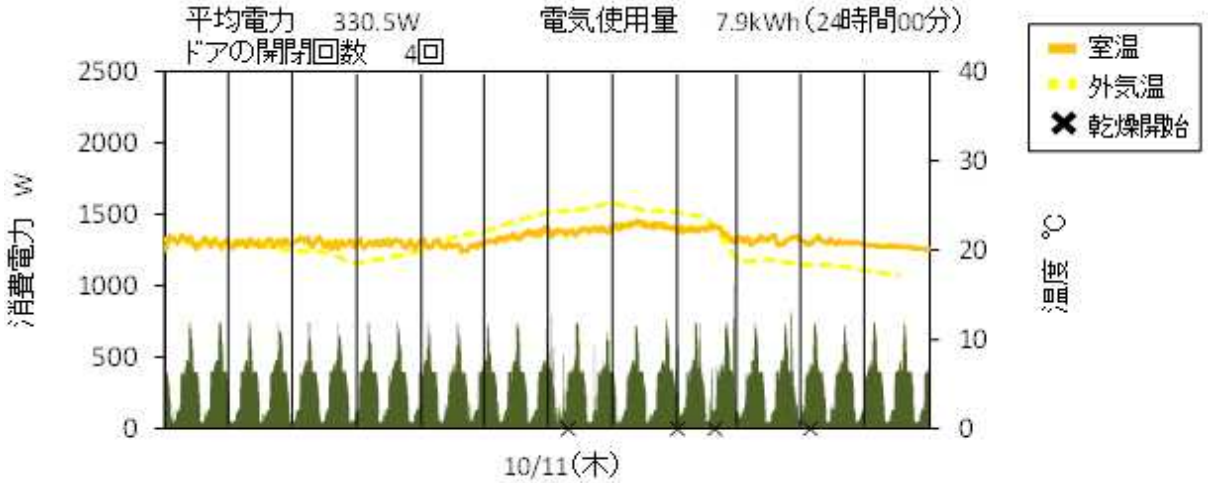


図10　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月11日）

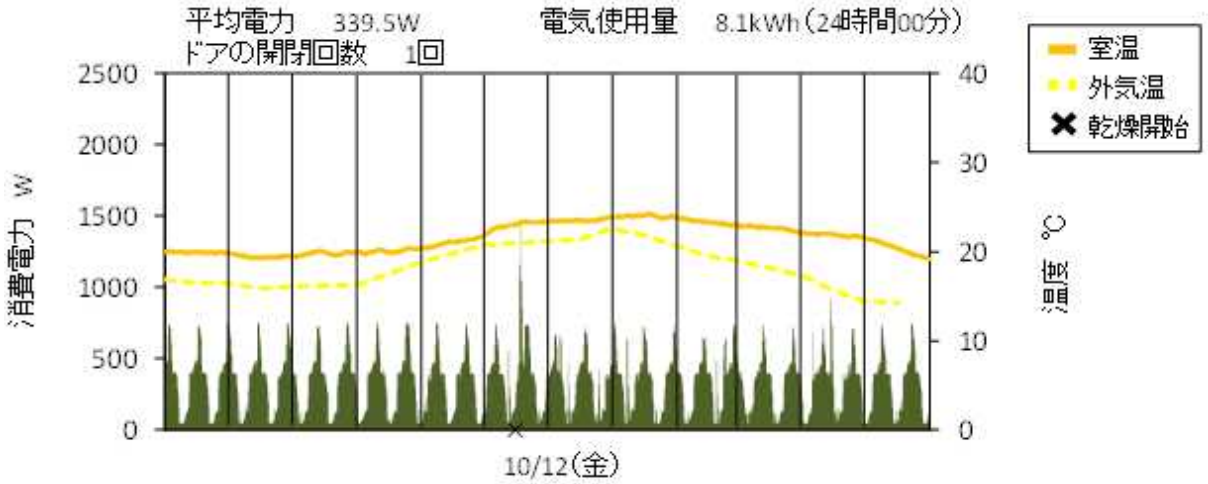


図11　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月12日）

④透過電子顕微鏡

調査期間	平成24年９月25日（火）～10月５日（金）
設置場所	Ｂ５棟
定格消費電力	23ｋＷ（４装置合計）
実験時の負荷率	27.3%
供給電源	・本体：単相200V75A ・冷却水循環装置：100V20A ・フィルム乾燥機の真空ポンプ：100V20A ・エアコン：三相200V20A
計測対象回路	エアコンを含め４回路
装置の概要等	金属等の観察対象に電子線をあて、それを透過してきた電子が作り出す干渉像を拡大して金属の組織を観察する電子顕微鏡である。専用部屋に設置され、本体のほか、冷却水循環装置、フィルム乾燥機の付帯装置がある。また、部屋は独立したエアコンで空調されている。本体の真空装置や付属装置、エアコンとも24時間連続運転されている。実験頻度は週３～４回程度である。 真空ポンプを有し、連続運転している実験装置は多数あり、水平展開の効果が期待できる。
設置年度	昭和63年度

透過電子顕微鏡の電気使用量の変化は図９に示すとおりである。透過電子顕微鏡は、本体の他に付属装置として冷却水循環装置、フィルム乾燥機があり、さらに実験室ではエアコンが稼働していることから、４回路を計測した。図12は４装置を合わせた電気使用量の変化であり、図13～図16は個別装置の電気使用量の変化を示したものである。

計測期間中に３回の実験が行われ、実験時、未実験時の平均電力と電気使用量は表６に示すとおりで、４装置合計の実験時の平均電力は6217.4W、電気使用量は166.5kWh、待機時の平均電力は5242.4W、電気使用量は1090.1kWhであった。

冷却水循環装置は、本体内の高真空度を作り出すための油拡散真空ポンプの冷却及び電子レンズの冷却のために設置されており、性能の維持、安定のため、常時稼動させておく必要がある。同様に、フィルム乾燥機もフィルムの性能維持のため、一定の真空状態で保存しておく必要があり、常時真空ポンプを稼動させている。

電子レンズの冷却に用いる循環冷却水については18℃程度で保つ必要がある。冷却水の放熱により、室温が上昇すると、冷却水も上昇し、冷却機能の低下につながるため、エアコンにより、室温が20℃程度になるように運用されている。

表６　装置別平均電力、電気使用量

区　分		本体	冷却水循環装置	フィルム乾燥機	エアコン	４装置合計
平均電力（W）	実験時	4035.2	233.1	346.1	1603.0	6217.4
	待機時	3071.5	234.5	349.1	1487.4	5242.5
電気使用量（ｋＷｈ）	実験時	108.1	6.2	9.3	42.9	166.5
	待機時	651.1	49.7	74.0	315.4	1090.1

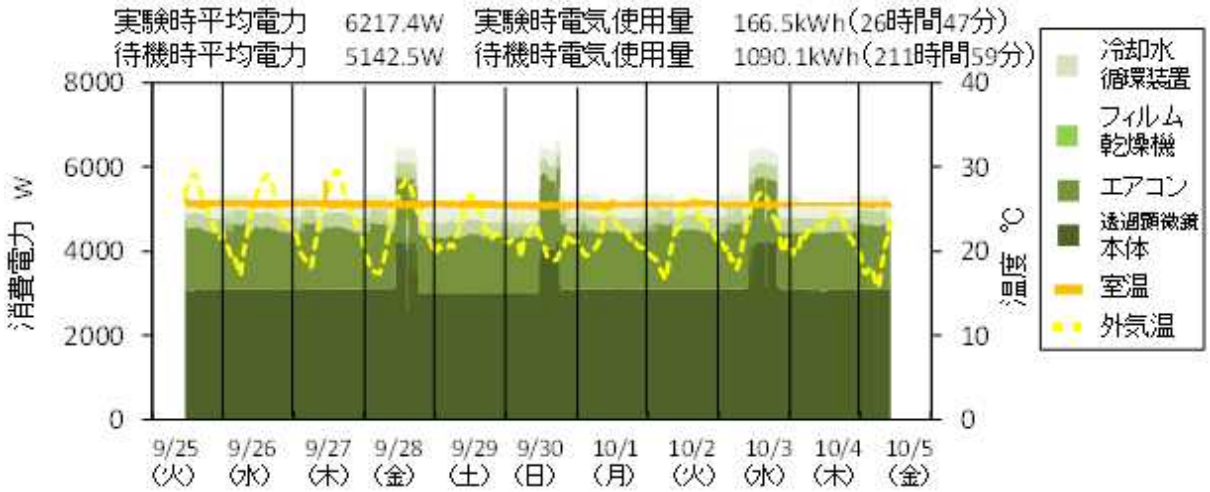


図12　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（４装置合計）

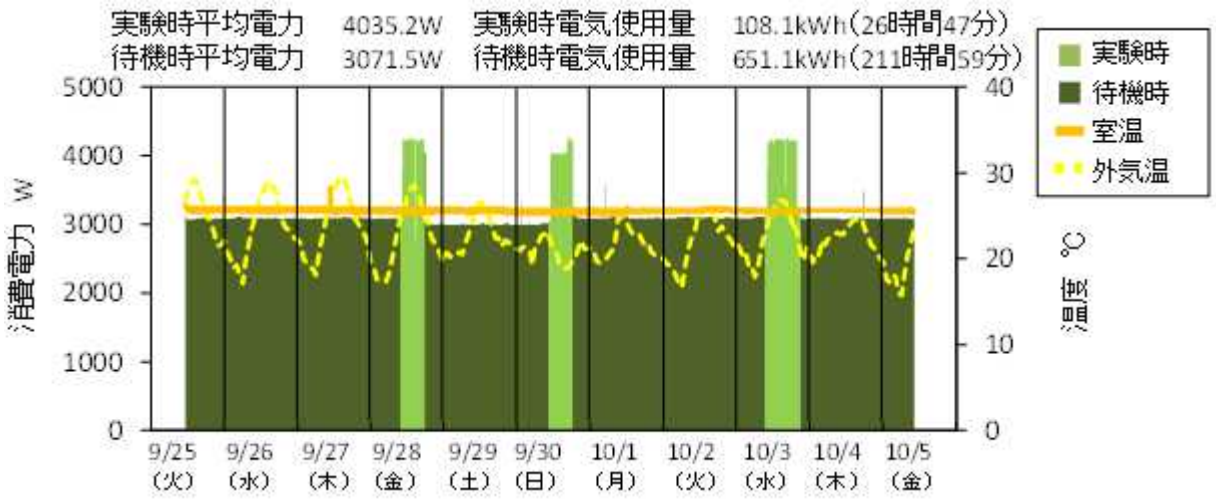


図13　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（透過顕微鏡本体）

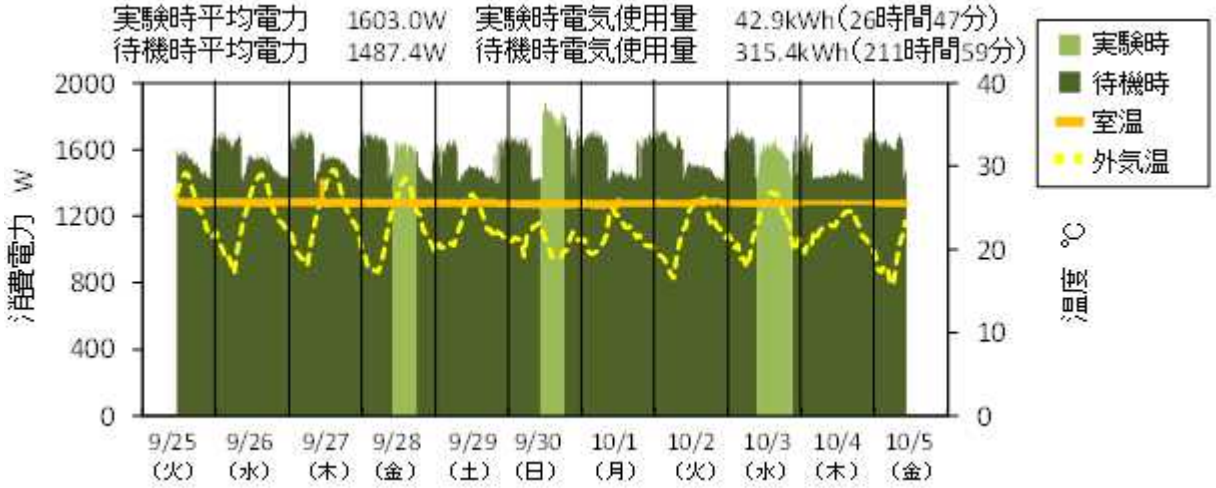


図14　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（エアコン）

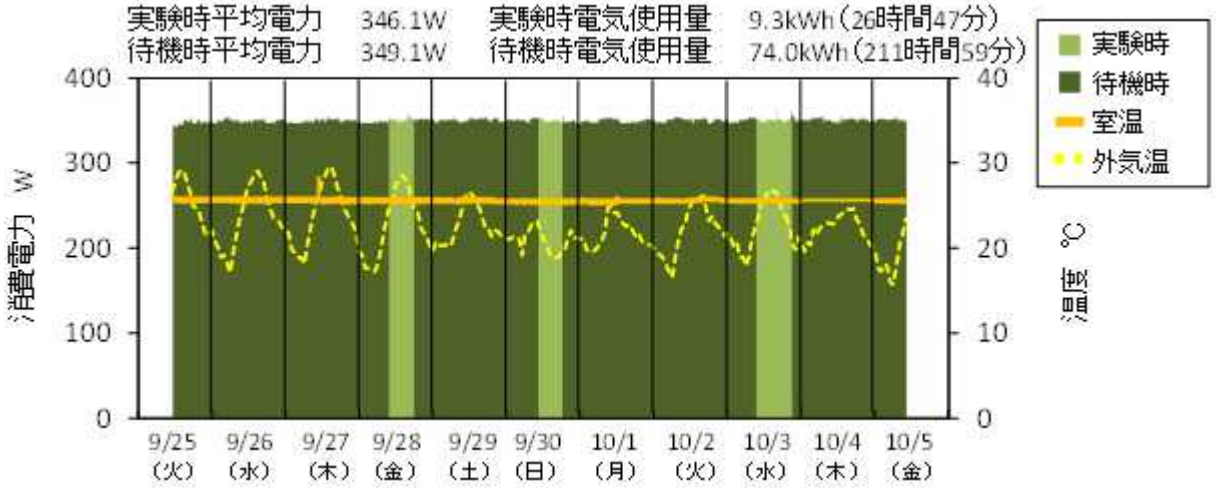


図15　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（フィルム乾燥機）

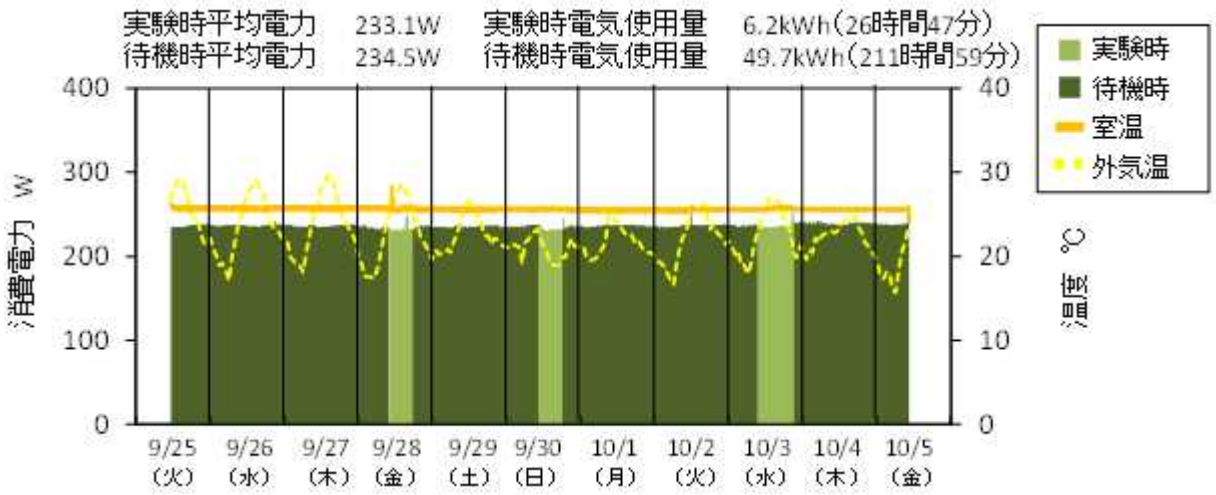


図16　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（冷却水循環装置）

図17は、装置別の平均電力を示したもので、実験時、待機時とも本体の電気使用量が最も大きい。これは常時、真空ポンプが運転されていることによる。図18は計測期間中の実験時、待機時の電気量の割合を示したものである。大半が待機電力として使用されている。

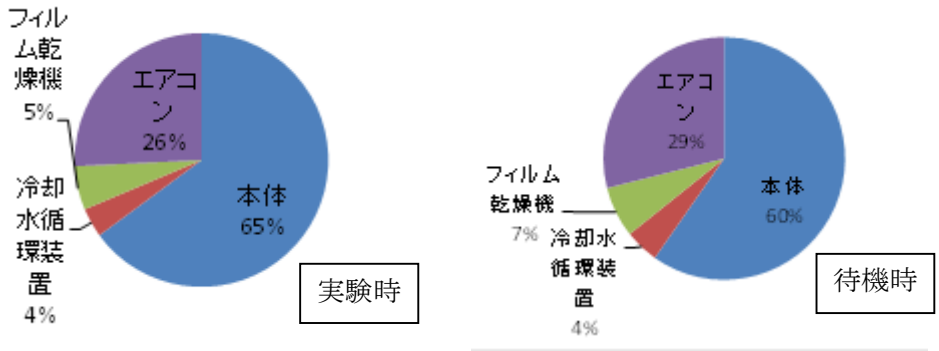


図17　装置別平均電力

図 18　電気使用量の実験時、待機時の割合

透過電子顕微鏡は、一端、電源を落とすと、装置の立ち上げには、かなりの時間と専門的な知識が必要である。具体的な手順等は以下のとおりである。

○最初に、電子顕微鏡鏡の鏡筒内が1×10^{-5}Pa程度の真空度に達するまで待つ。この間、油回転ポンプが正常に作動しているか、油拡散ポンプのヒーターに断線等はないか、さらにバルブの開閉順序の異常がないか、カメラ室の真空度も所定の値に達しているかを確認する。この真空度到達までに、約２時間を要する。その後、この状態で１時間保持する。

○ここから、加速電圧を200kVまで昇圧する。昇圧プログラムを設定すれば、ほぼ自動的に完了するが、まず、80kVを手動で（ボタンを押し）印加する。続いて、自動プログラムを設定する。手順は、最初30分この状態で保持し、その後10秒ごとに1kV刻みで200kVまで昇圧するというプログラムを設定する。昇圧に要する時間は50分である。

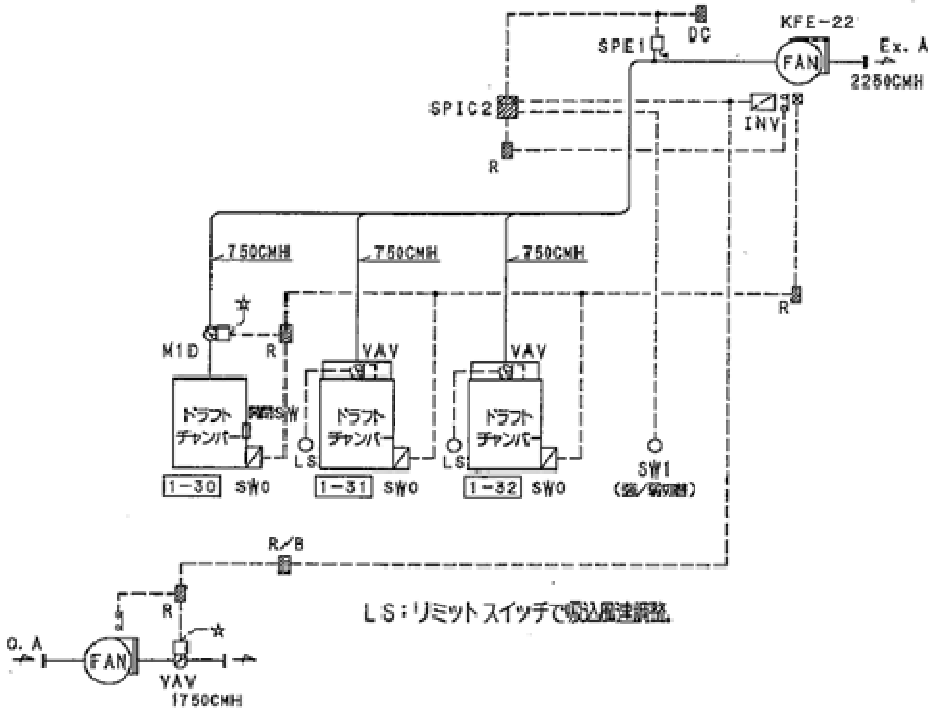
○200kVに昇圧することができると、LaB6フィラメントに電流を印加し、フィラメントの温度を上昇させ、電子線を発せさせる。次に、電子線の軸合わせおよびその他の調整を行う。絞りの機械的位置合わせ、電流軸、電圧軸の調整、スティグマトール（レンズに固有の非点）補正を行う。これら一連の作業には熟練していても最低1時間を要する。

○作業開始から、軸合わせ完了まで約5時間を要する作業となる。

真空度などが不適切な状況であれば、実験結果の信頼性に大きく影響することから、関係者としては可能な限り連続的な運転状況を維持したいとの強い希望があり、このため、未実験時も関連する装置を含め、稼働させておくことが必要な条件となっている。

⑤ドラフトチャンバー（理学／風量調節機能付）

調査期間	平成24年10月17日（火）～10月24日（火）
設置場所	Ａ13棟
定格消費電力	1.5kW（排気ファン） 0.65kW（給気ファン）
実験時の負荷率	69.2％
供給電源	・排気F：三相200V20A ・給気F：三相200V20A
計測対象回路	２回路
装置の概要等	化学実験等で有害な気体が発生するときや、揮発性の有害物質を取り扱う時に用いる局所排気装置である。中規模の実験室（96㎡）に設置され、３台連結式で排気ダクトを連結しファンを一括制御している。風量選択スイッチと扉の開閉度合いにより、風量を自動制御（排気はINV制御・給気はMD制御）している。稼働率が高く、24時間連続運転されている。
設置年度	平成20年度



◎概要
・３台一連の給排気制御となっており、各ドラフトチャンバー本体の運転スイッチ「ＳＷ０」をどれか一つでもＯＮにすると、排気ファン・給気ファンが稼動する。
・壁に設置した切り替えスイッチ「ＳＷ１」にて強／弱モードを手動で切り替え、また運転台数・扉の開閉にて風量を自動で制御する。
・排気は運転スイッチと扉の開閉に合わせた各々のダクトのモーターダンパー制御とファンのインバータ制御、給気は排気風量に応じたMD制御を行っている。
　注）３台同一の制御となっていないのは、調達の際の工事上の理由によるもの。当初は 1-30 のみ長時間に亘る反応実験時の待機運転用として切り替えスイッチ「ＳＷ１」を対応していたが、省エネと運用上の拡張性を考慮し、竣工時は残る２台も待機運転の対応を図ったもの。

◎運転方法
・使用するドラフトチャンバーのスイッチ「ＳＷ０」をＯＮにし、切り替えスイッチ「ＳＷ１」を強にする。
・使用時は扉の開閉操作に応じ、風量を自動で制御。
・停止は、停止させるドラフトチャンバーのスイッチ「ＳＷ０」をＯＦＦにする。
・待機時（ドラフトチャンバー内で長時間の反応実験中等）は、扉を閉めて切り替えスイッチ「ＳＷ１」を弱にする。
　注）切り替えスイッチ「ＳＷ１」を弱にする場合は、排気風量が抑えられるため、使用しているドラフトチャンバーがなく、扉が全て閉められている場合に限る。

ドラフトチャンバーの概念図及び運転・動作方法

ドラフトチャンバー（理学／風量調節機能付）の電気使用量の変化は図19に示すとおりである。このドラフトチャンバーは３台連結式で（上記の概念図参照）、給気ファン（モーターダンパー制御）と排気ファン（インバータ制御）が備わっており、図19はそれらを合わせた電気使用量で、計測期間中の平均電力は1,488.3W、電気使用量は249.6kWhであった。

図20、図21はそれぞれ給気ファン、排気ファンの電気使用量の変化を示したものである。ほぼ常時同等の電気量（排気ファン0.8KW、給気ファン0.7KW）を使用しており、風量制御が効果を発揮していないと思われる。また、計測期間中の最低値は、排気ファンは40%ダウンしているが、給気ファンはほとんど変動が見られなかった。

表７は給気ファン、排気ファン別の平均電力、電気使用量である。本ドラフトチャンバーは大学院生を中心に毎年10数人で共同利用されているため、計測期間中は終日稼働していた。

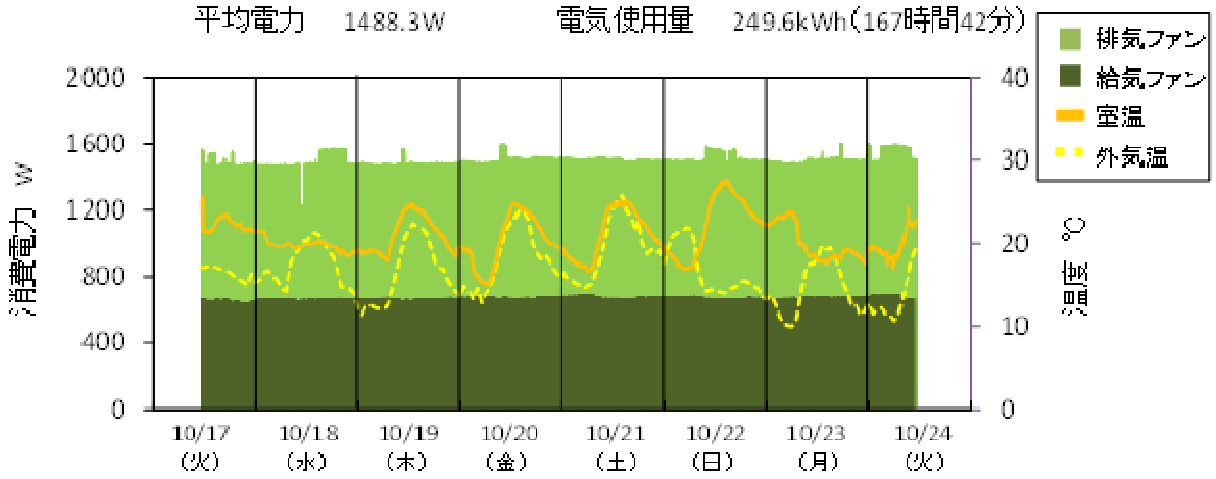


図19　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（給気、排気合計）

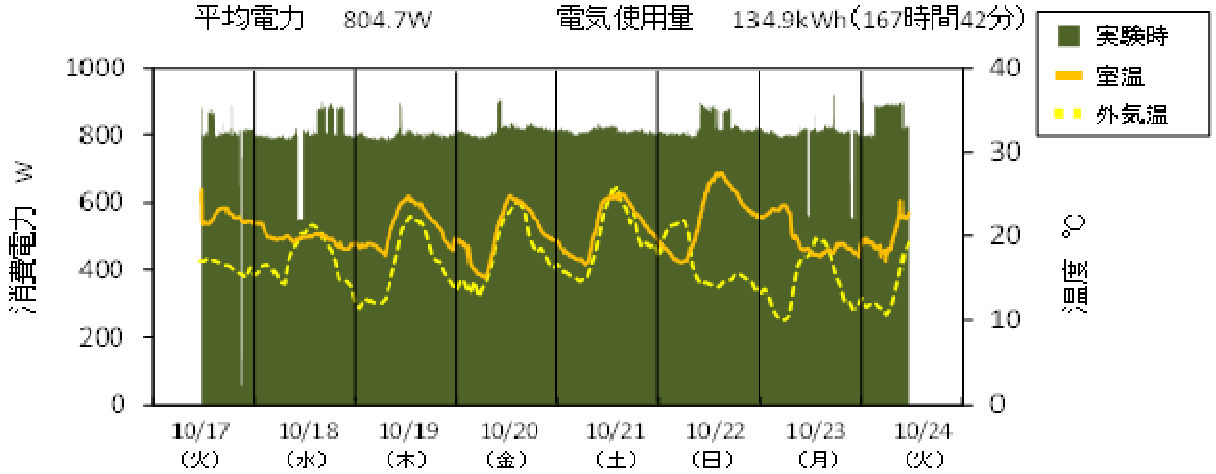


図20　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（排気ファン）

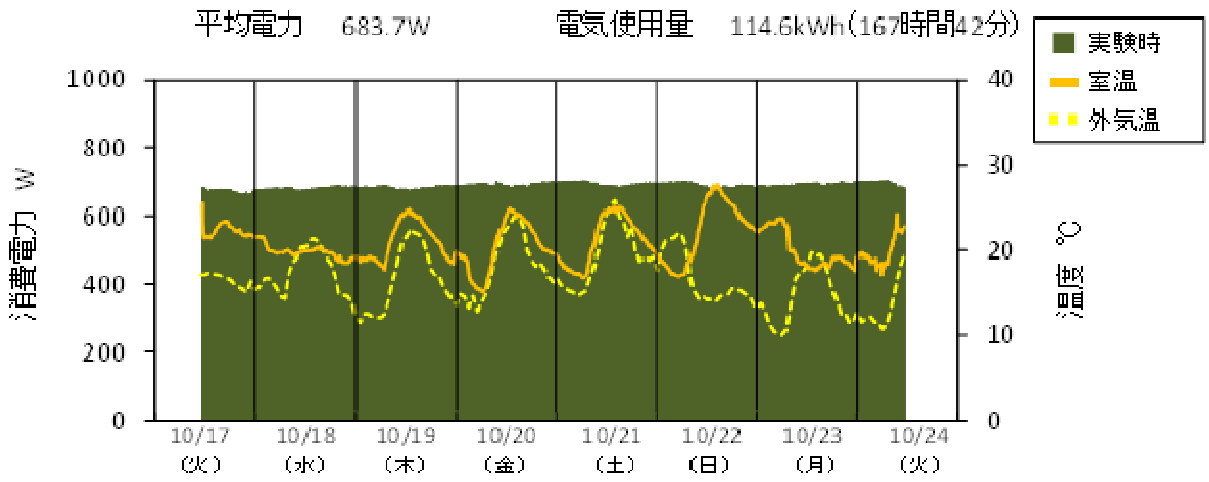


図21　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（給気ファン）

表７　給気ファン、排気ファン別の平均電力、電気使用量

区　分	給気ファン	排気ファン	合計
平均電力（W）	684.7	804.7	1,488.3
電気使用量（kWh）	114.6	134.9	249.6

⑥ドラフトチャンバー（工学／風量調節機能なし）

調査期間	平成24年10月17日（火）～10月24日（火）
設置場所	Ｂ11棟
定格消費電力	1.5ｋＷ
実験時の負荷率	83.1%
供給電源	・排気F：三相200V20A
計測対象回路	１回路
装置の概要等	化学薬品を扱うことから労働安全衛生法の規程に基づいて設置されている。小規模の実験室に設置され、実験中のみ使用されており、夜間等の実験を行わない時は、主電源を切り、電気は使用しない
設置年度	平成17年度

ドラフトチャンバー（工学／風量調節機能なし）の電気使用量の変化は図22に示すとおりである。このドラフトチャンバーは排気ファンが備わっているだけで、実験時の平均電力は1,246.6W、電気使用量は199.4kWhであった。

本ドラフトチャンバーは、通常、実験時のみ運転することとされており、実験を行わない夜間や休日は電源を落とす運用をされているが、計測期間中は実験の都合上、夜間も含めて運転され、半日だけ停止していた。

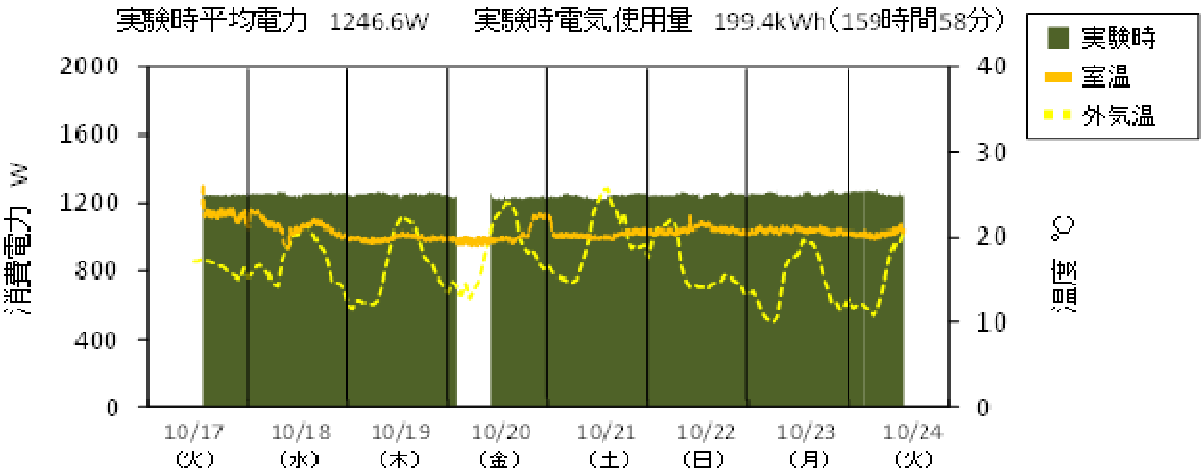


図22　ドラフトチャンバー（エ）の電気使用量の変化