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。

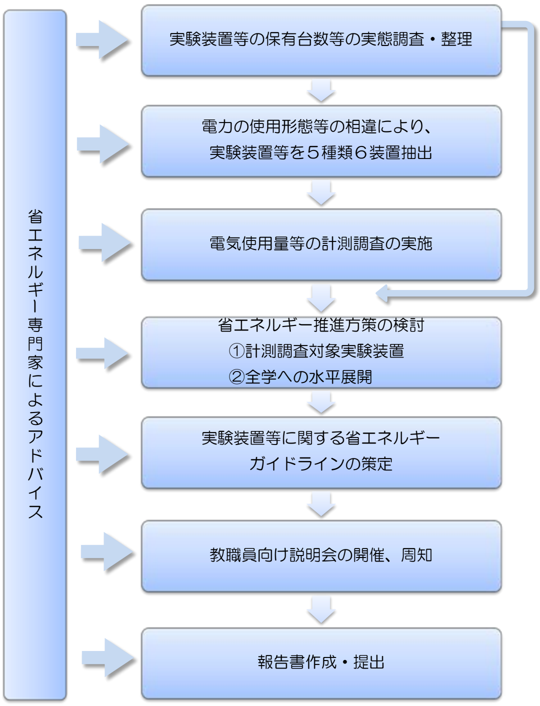


図１　事業実施フロー

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

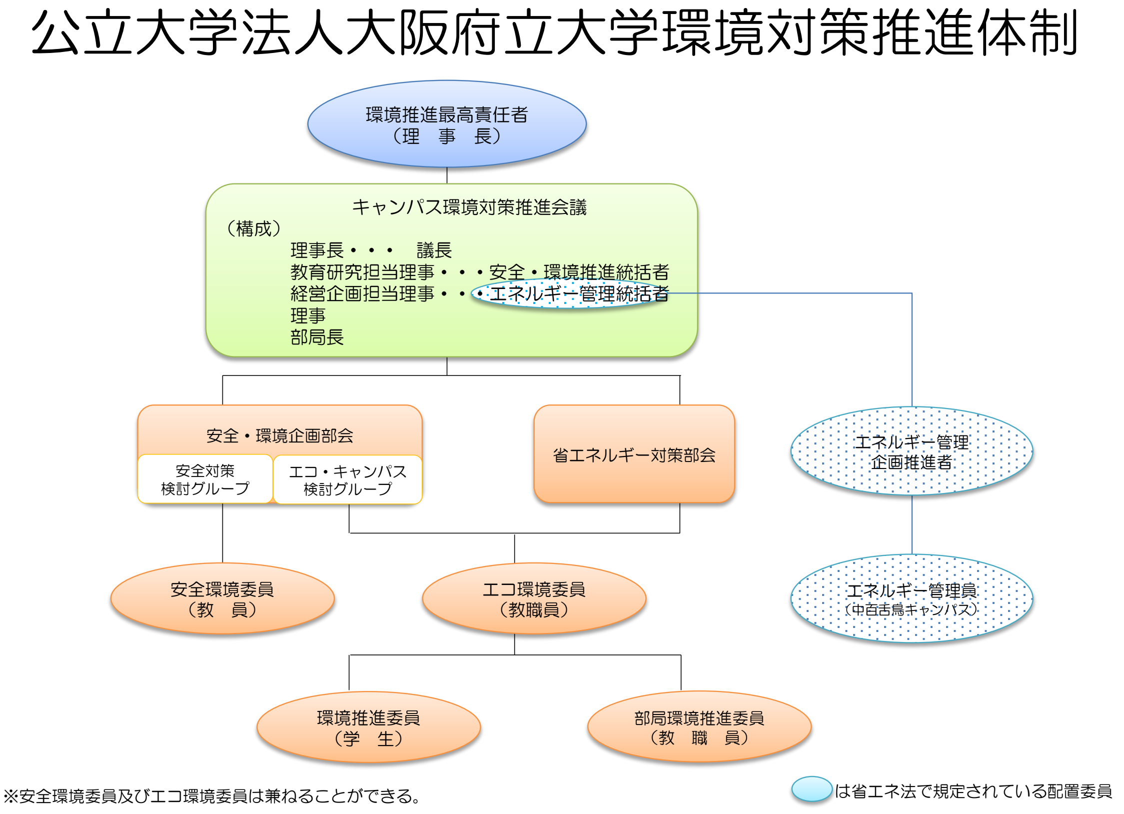
本業務の実施に当たっては、「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン策定事業実施委員会」（以下、「事業実施委員会」という。）を設置した。設置に当たっては、以下の点を考慮した。

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。

〇工学研究科
〇生命環境科学研究科
〇理学系研究科
〇高等教育推進機構
〇地域連携研究機構
〇21世紀科学研究機構
〇学術情報センター
（以上、中百舌鳥キャンパス）
〇羽曳野キャンパス
〇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

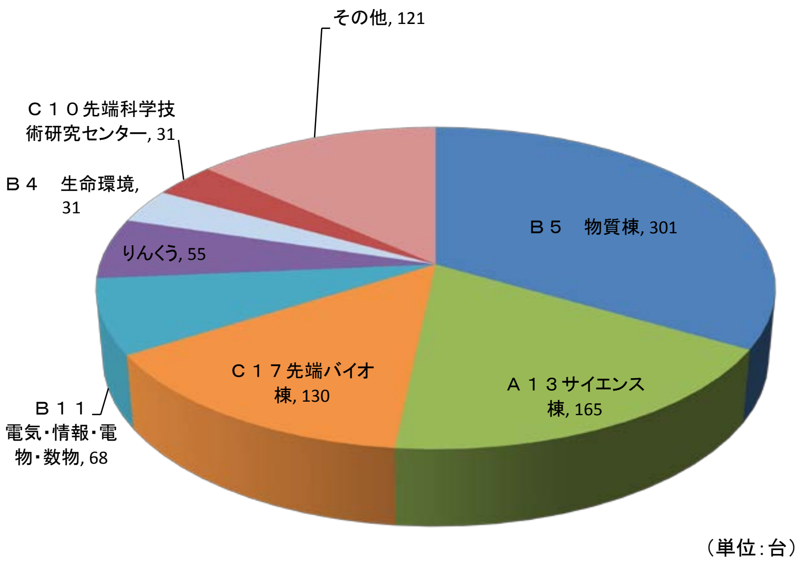


図３　棟別実験装置等（定格消費電力１kW以上）の保有台数

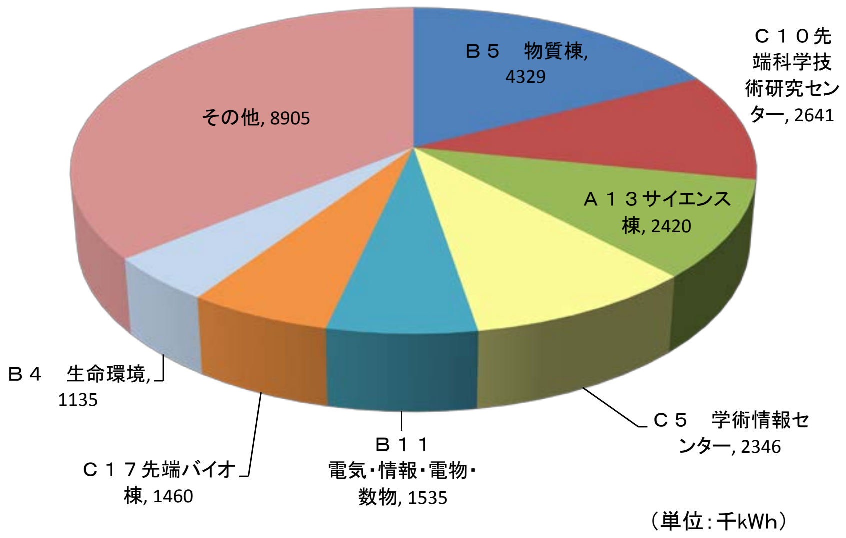
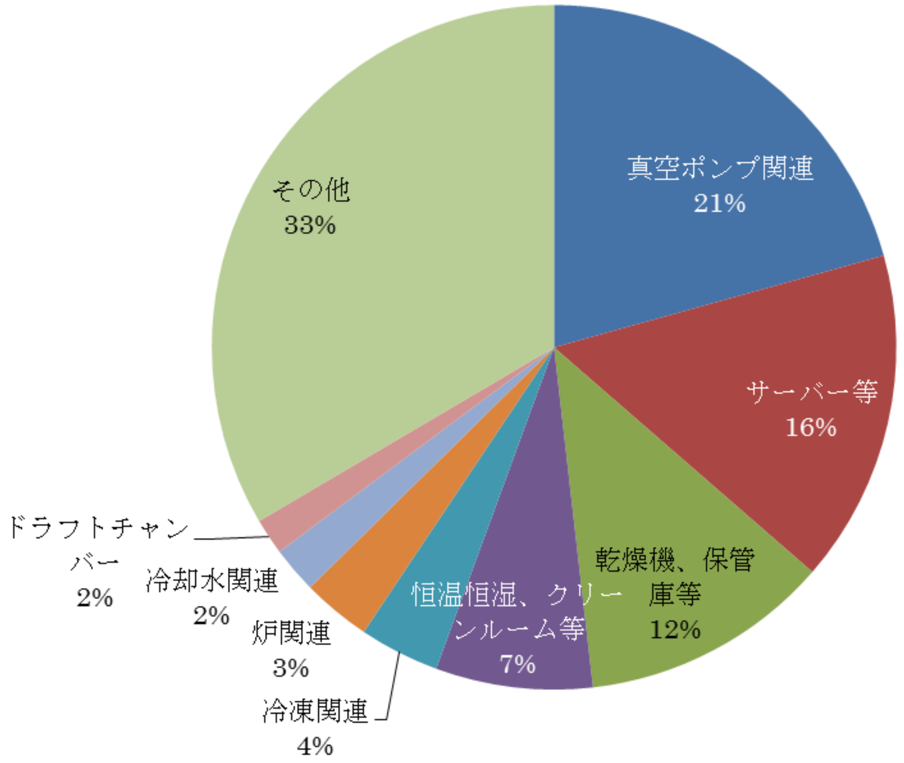


図４　棟別電気使用量（平成23年度）

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」「サーアー等」「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。

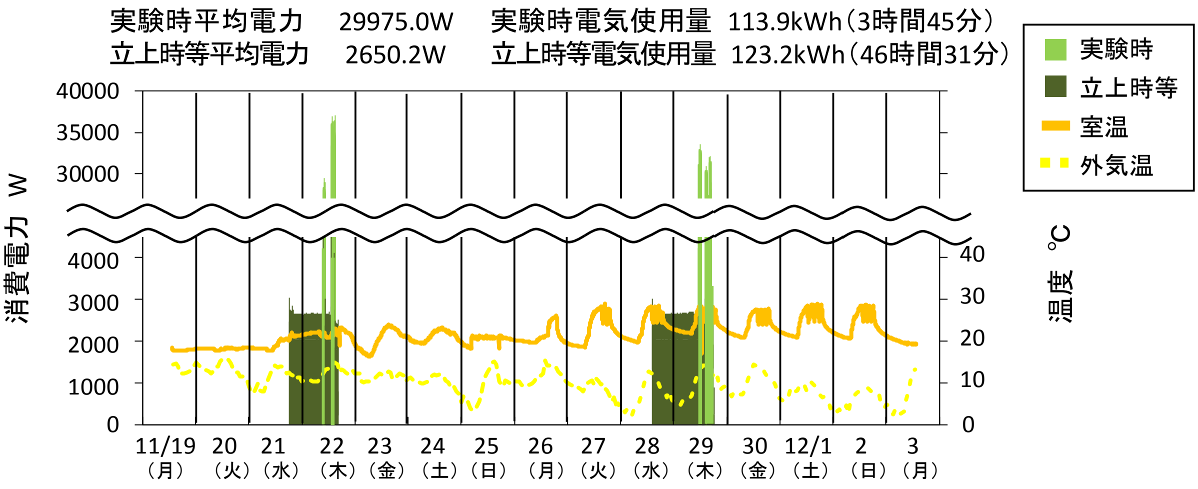


図６　アーク溶解炉の電気使用量の変化

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。

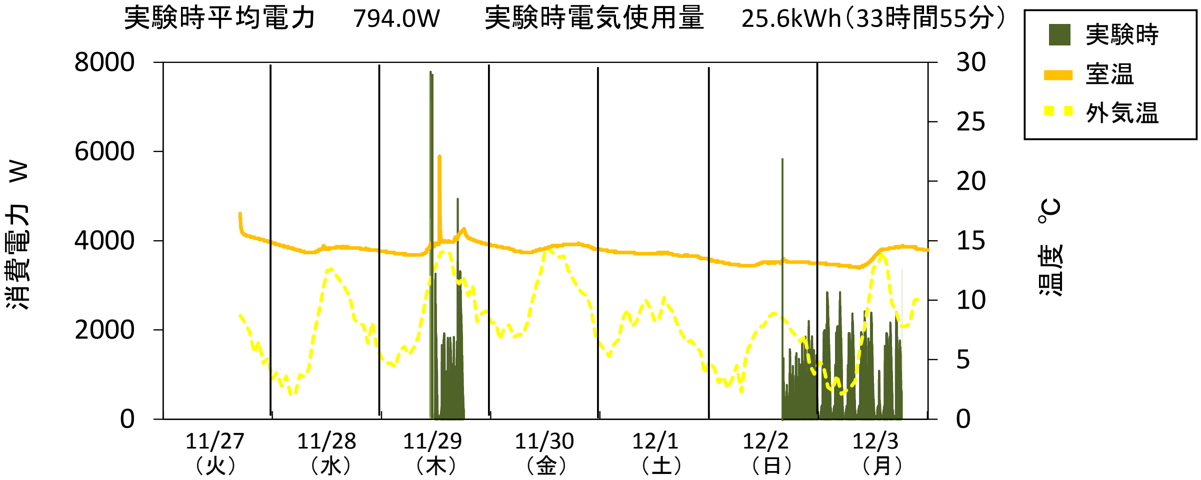


図７　電気炉の電気使用量の変化

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。

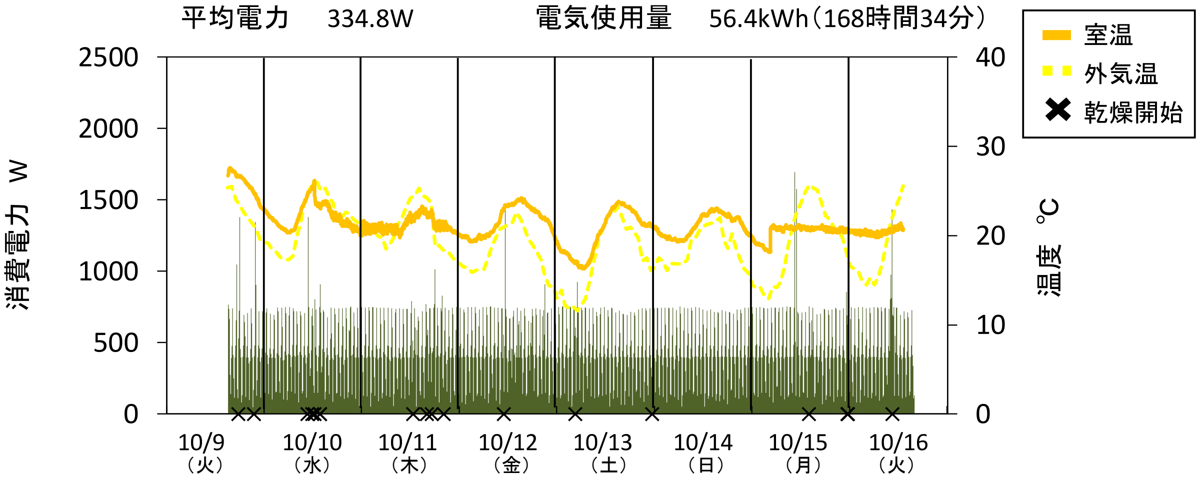


図８　大型乾燥機の電気使用量の変化

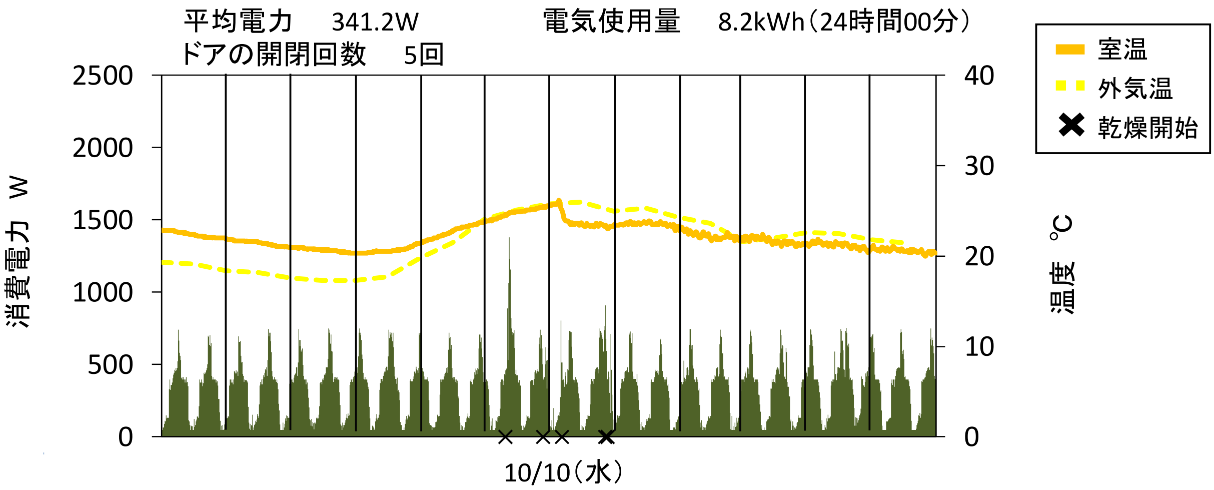


図９　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月10日）

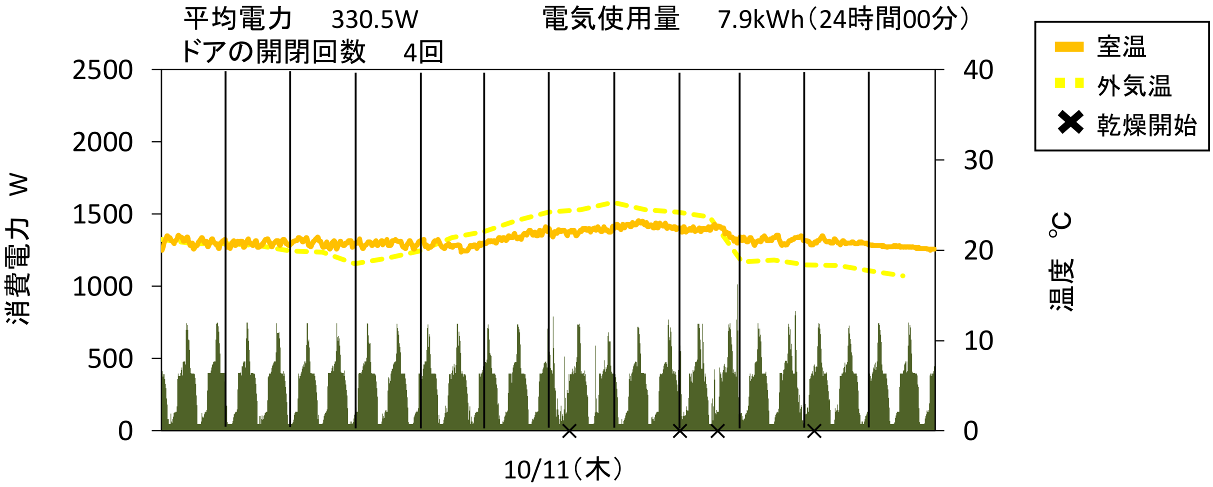


図10　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月11日）

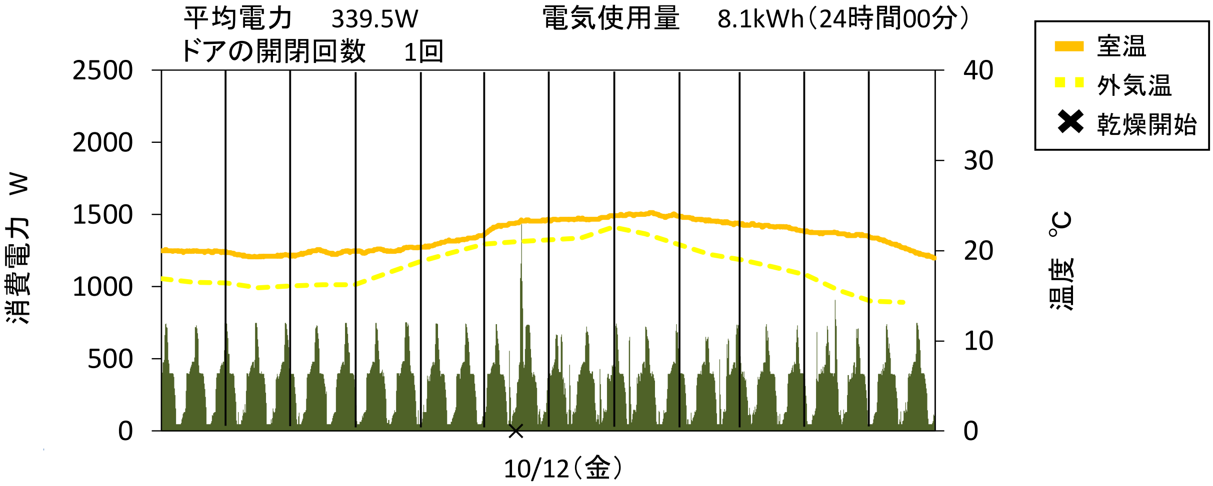
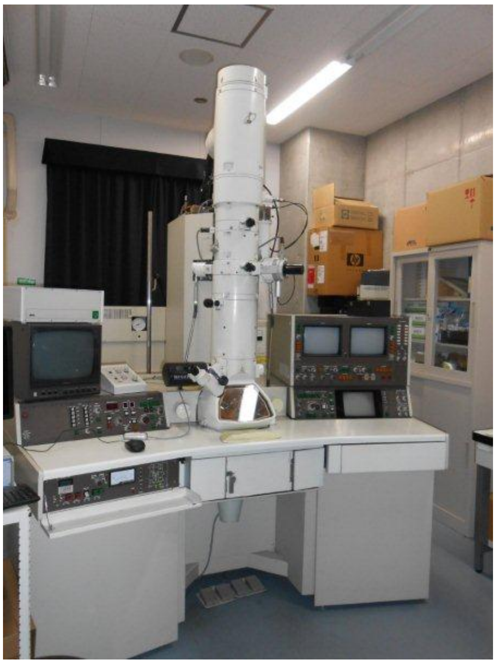


図11　大型乾燥機の電気使用量の変化（10月12日）

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

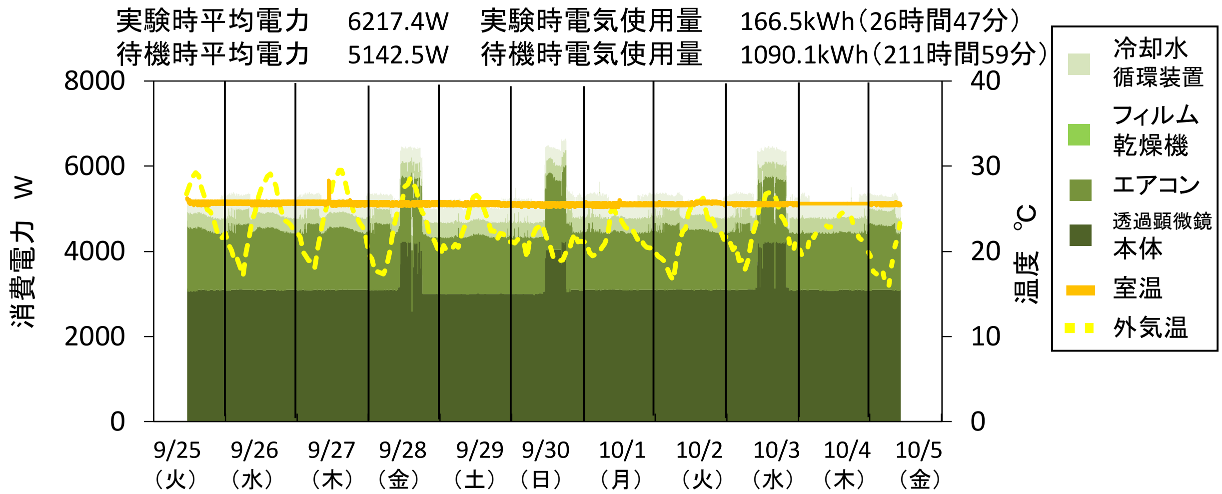


図12　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（４装置合計）

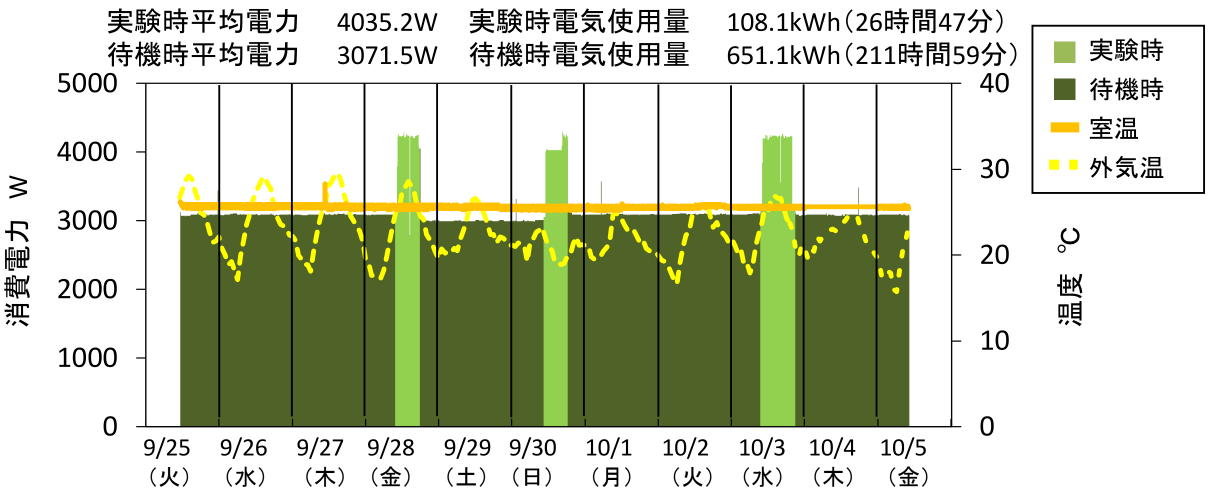


図13　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（透過顕微鏡本体）

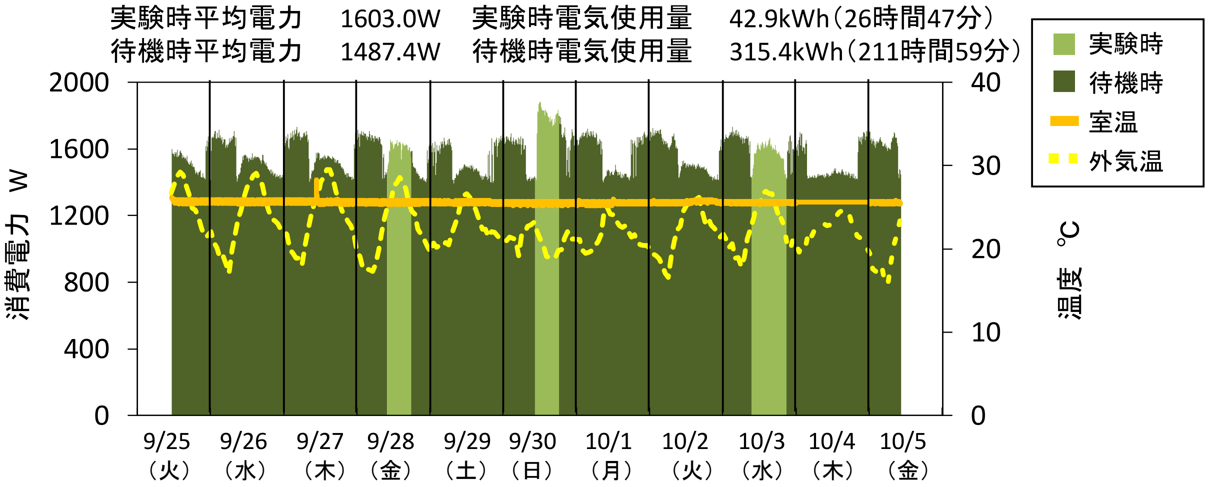


図14　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（エアコン）

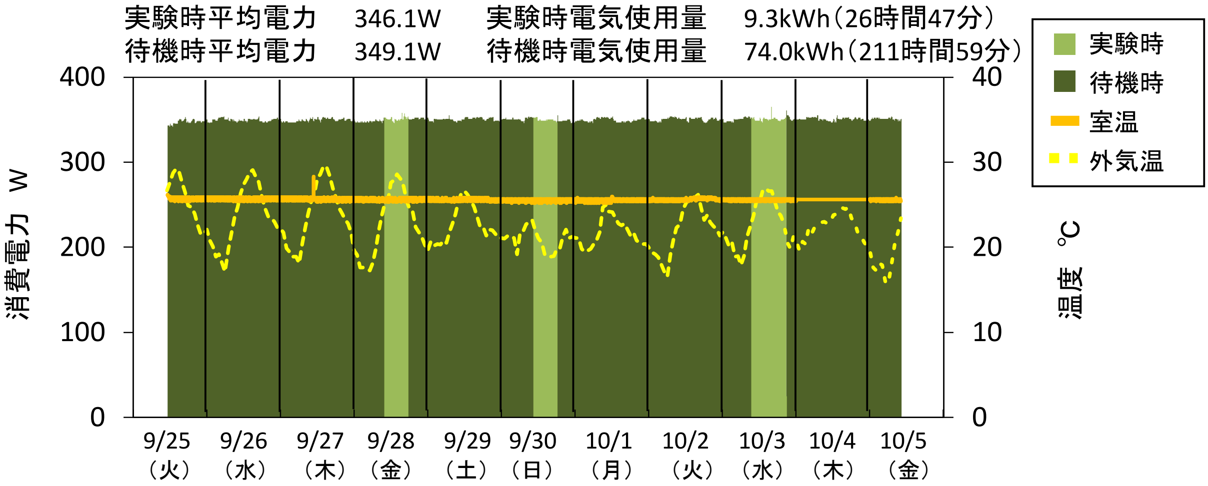


図15　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（フィルム乾燥機）

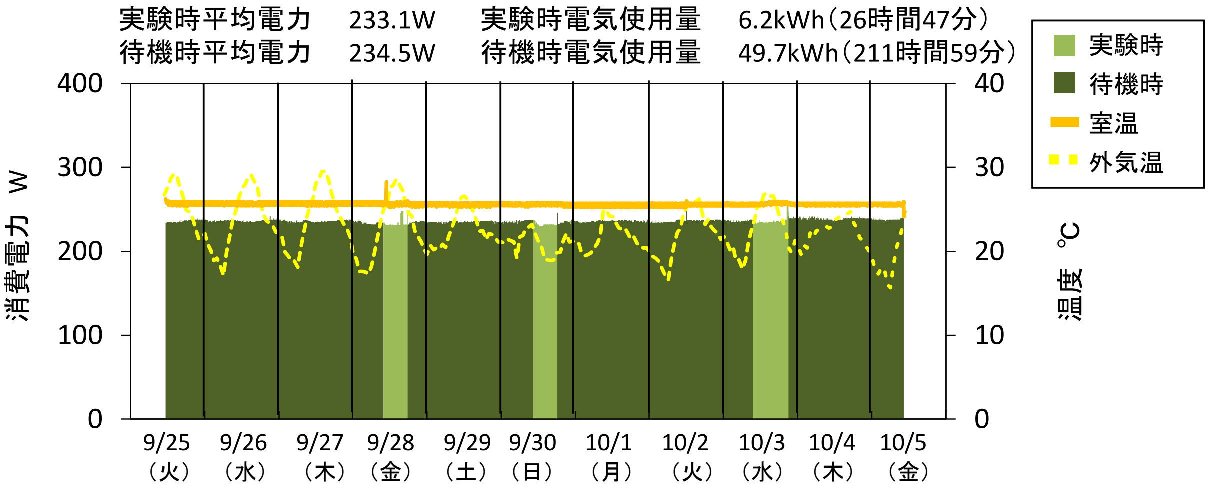


図16　透過電子顕微鏡の電気使用量の変化（冷却水循環装置）

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。

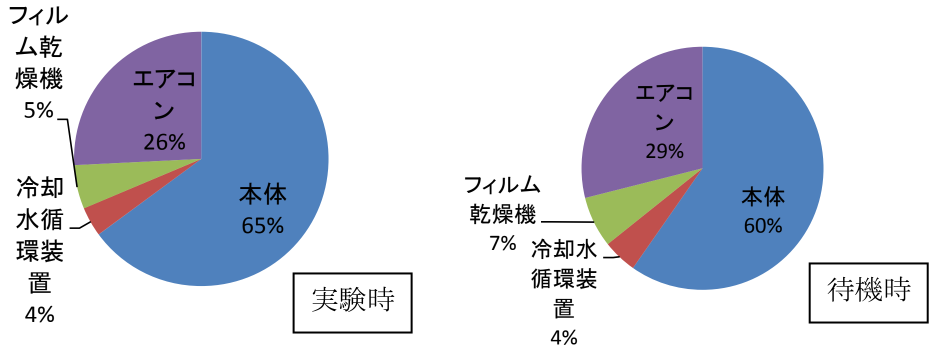


図17　装置別平均電力

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。

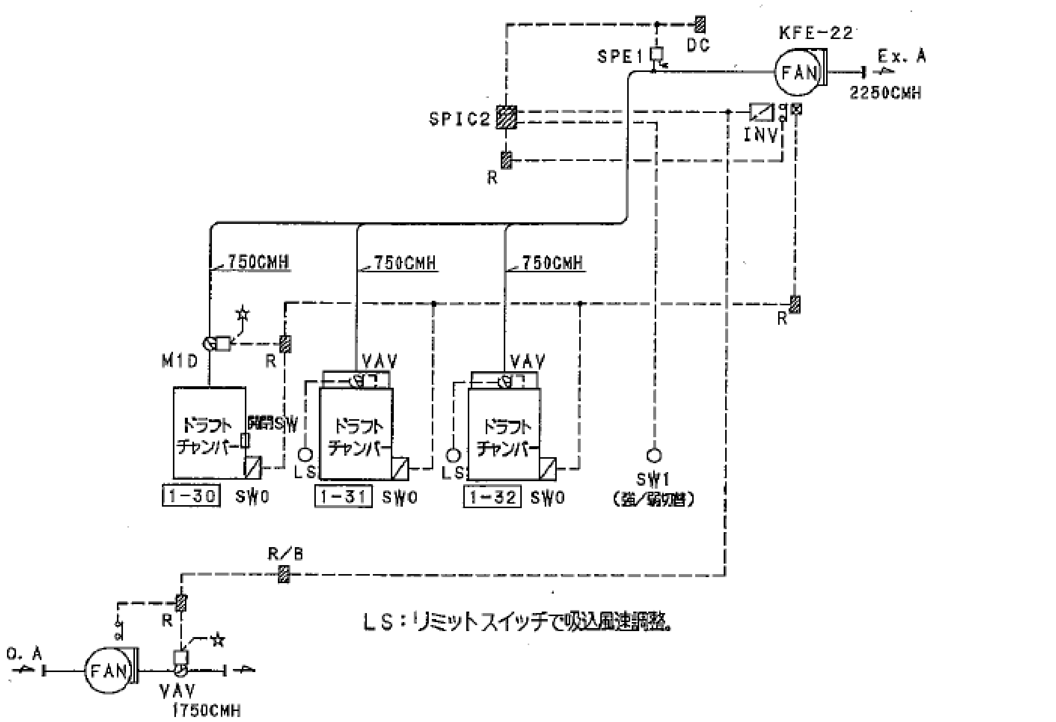
○200kVに昇圧することができると、LaB6フィラメントに電流を印加し、フィラメントの温度を上昇させ、電子線を発せさせる。次に、電子線の軸合わせおよびその他の調整を行う。絞りの機械的位置合わせ、電流軸、電圧軸の調整、スティグマトール（レンズに固有の非点）補正を行う。これら一連の作業には熟練していても最低1時間を要する。

○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。

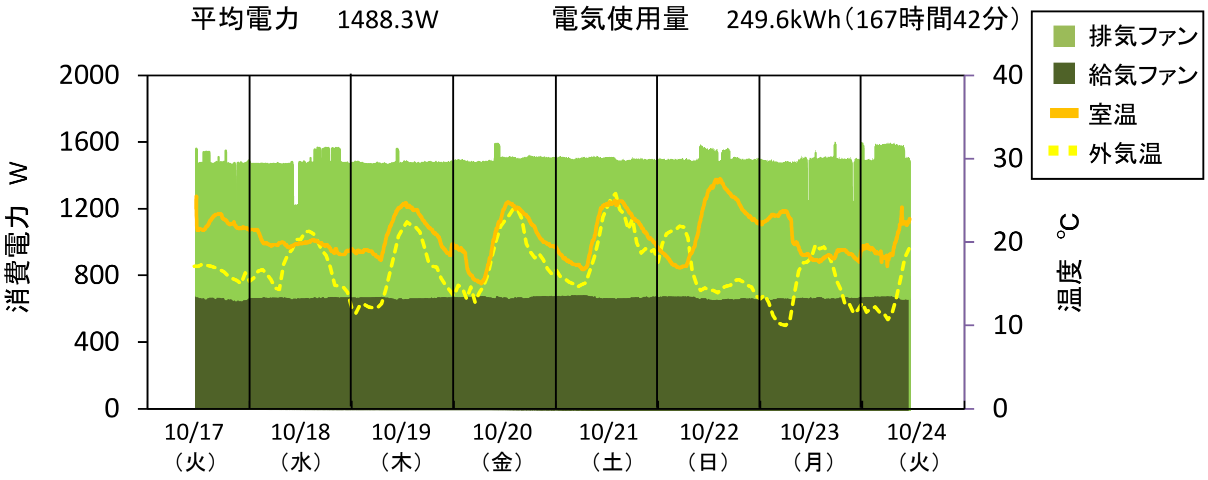


図19　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（給気、排気合計）

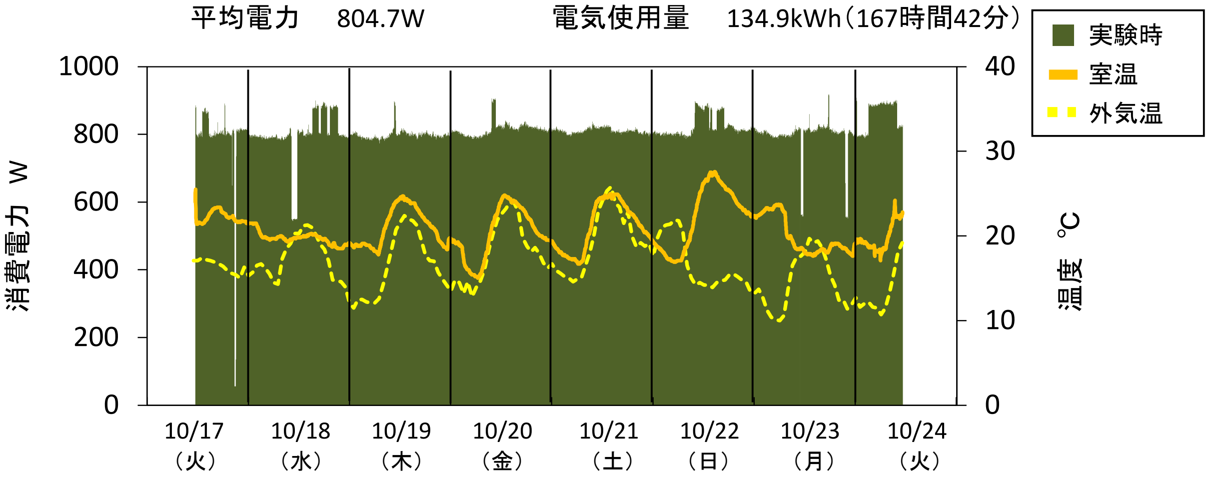


図20　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（排気ファン）

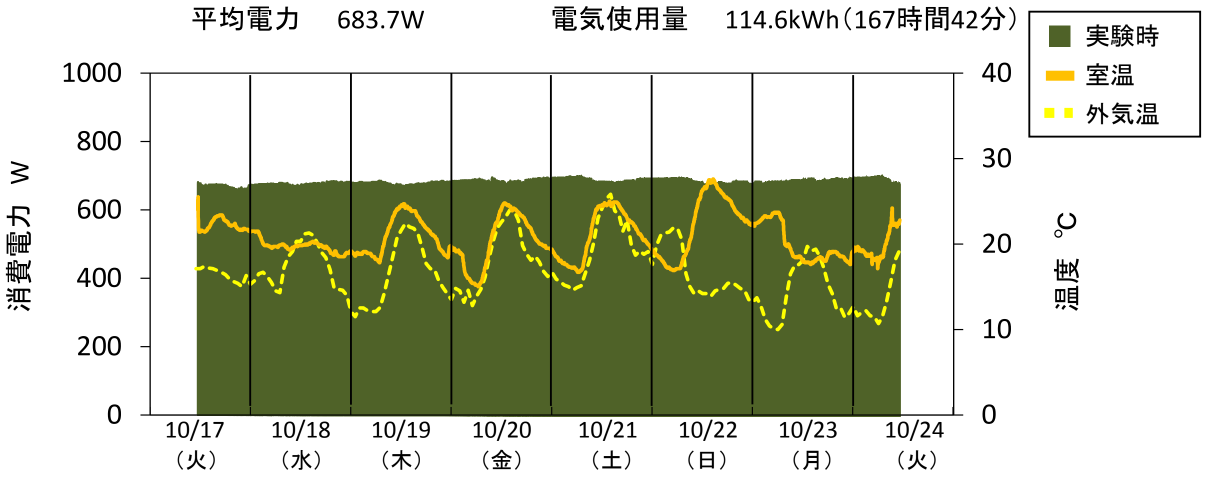


図21　ドラフトチャンバー（理）の電気使用量の変化（給気ファン）

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。

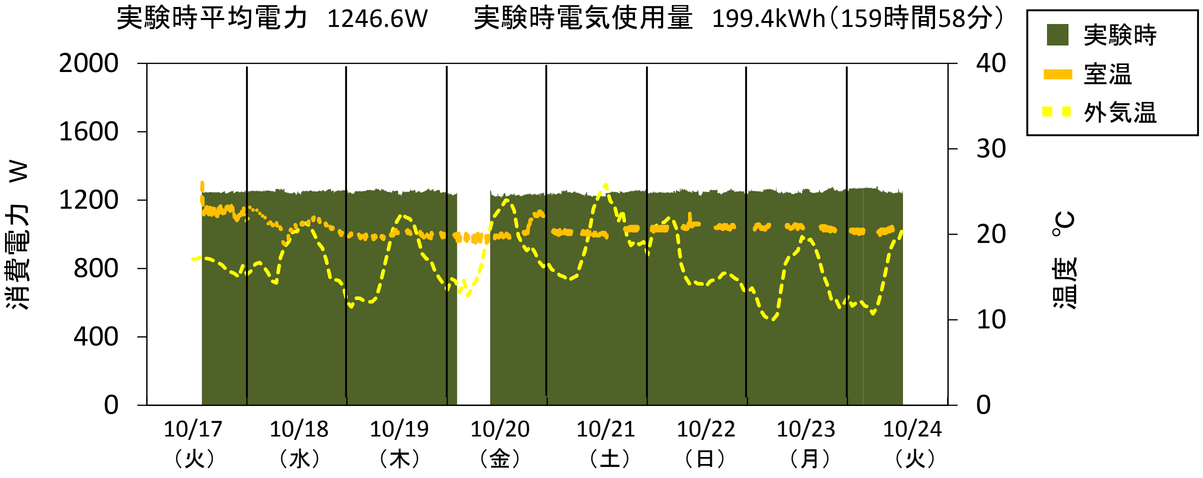


図22　ドラフトチャンバー（エ）の電気使用量の変化

７. 省エネルギー推進方策の検討

計測対象実験装置の省エネルギーの方策及び計測対象としていない多くの実験装置への省エネルギー方策の水平展開について検討を行った。

検討に当たっては、省エネルギー推進方策の実施により、教育・研究に支障のないことを前提とした。

省エネルギーの検討は、以下の方法により進めた。

1）実験装置の計測結果の解析

2）計測対象実験装置の使用・管理教員への計測結果の説明、省エネルギー方策についてのヒアリング

3）必要に応じ、追加計測の実施、計測結果の解析、使用・管理教員への説明・ヒアリング

4）水平展開の検討

(1)計測対象実験装置の省エネルギー方策

①アーク溶解炉

■これまでの省エネルギー方策

アーク溶解炉については、短時間ながら大きな電気を使用するため、実験を行う時には、できる限り、集約して同時に実験を行い、実験回数を減らす方策が講じられている。

■新たな省エネルギー方策の検討

電気使用量の計測期間中に、本アーク溶解炉を用いて11月22日（木）、11月29日（木）の２回の実験が行われた。各実験時の電気使用量の拡大図を図23及び図24に示す。２回の実験時とも各３回のアーク放電が行われており、30,000Wを超える大きな電気が使用されている。合金製造を目指す実験で、アーク放電の時間は比較的短く、この部分に省エネルギーを求めることはできないが、２回の実験時とも、所定の真空度を確保する必要があるため、前日から電源が入れられている。

表８は電源のON、OFF、アーク放電の時刻を示したものである。電源を入れてからアーク放電が開始されるまでに、11月22日の実験では15時間37分、11月29日の実験では21時間21分、立上げに電力が使用されていた。

表８　電源ON、OFF及びアーク放電の時刻

区　分	11月22日の実験	11月29日の実験
電源ON	前日の17:57	前日の14:02
アーク放電	9:34～10:07、13:09～13:42、14:12～14:46	11:19～11:59、14:12～14:51、15:47～16:30
電源OFF	16:23	17:53
立上げ時間	15時間37分	21時間21分

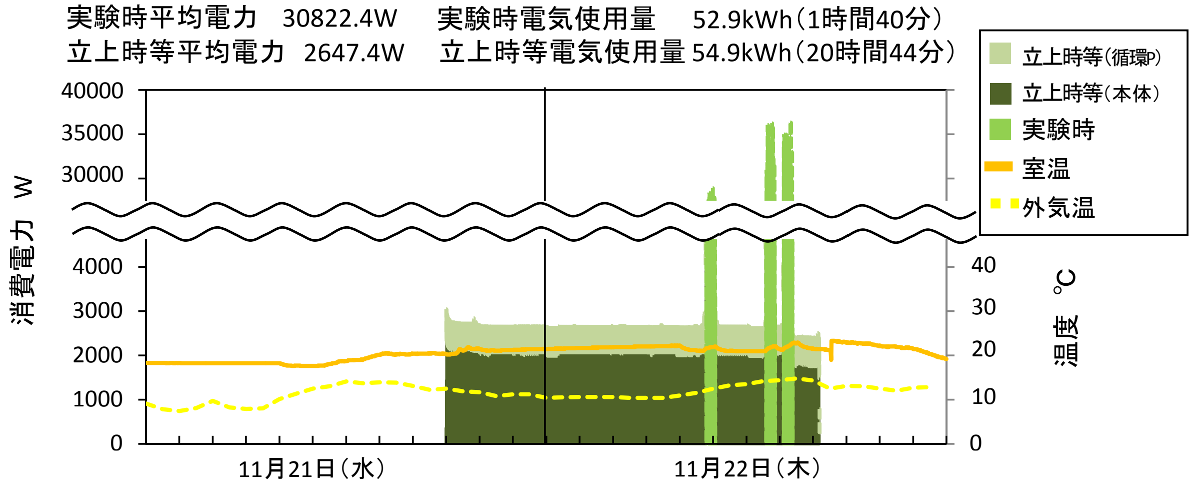


図23　アーク溶解炉の電気使用量の変化（11月21日～22日）

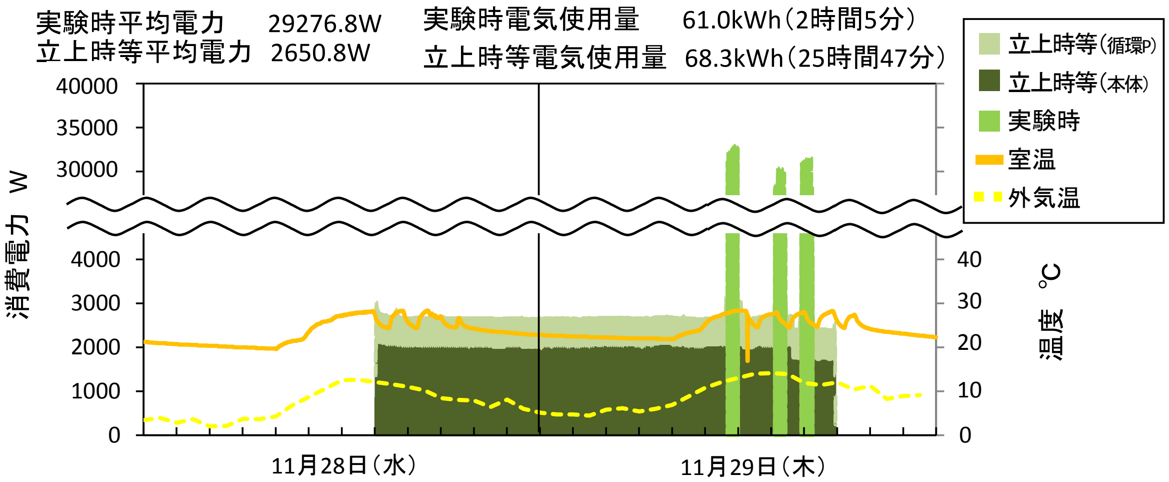


図24　アーク溶解炉の電気使用量の変化（11月28日～29日）

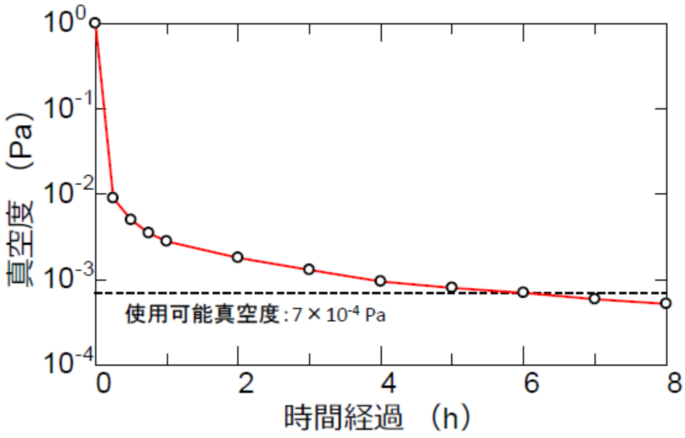
この立上げ等に要する電気使用量は、11月22日の実験では54.9kWh（１kWh15円として電気料金に換算すると824円、以下同じ）、11月29日の実験では68.3kWh（1,025円）程度であるが、これを適正にすることにより、省エネルギーにつながる可能性がある。このため、真空度と時間の関係を調べた。

その結果は図25に示すとおりであり、６時間程度の立上げ時間で、所定の真空度に達することが判明した。季節や実験装置の状態等により、所定の真空度に達する時間にはばらつきがあるが、実験やそのとりまとめに必要な時間を踏まえて、開始時刻を工夫する等、できる限り、立上げ時間を短くすることにより、省エネルギーを進めることとする。

本アーク溶解炉は、平成23年度において計61回の実験が行われている。仮に、１回当たり、立上げ時間を４時間減らすと仮定すると、その効果は、年間646.6kWh（9,700円）の省エネルギーとなる。

2,650W×４時間×61回＝646,600Wh＝646.6kWh

アーク溶解炉真空度調査結果　-2013/1/9実施-



溶解可能真空度（7×10-4 Pa）に達するには6時間以上の真空排気が必要である。

時間	真空度（Pa）
0	1
0.25	9.00E-03
0.5	5.00E-03
0.75	3.50E-03
1	2.80E-03
2	1.80E-03
3	1.30E-03
4	9.50E-04
5	8.00E-04
6	7.00E-04
7	5.90E-04
8	5.20E-04

図25　アーク溶解炉真空度調査結果

なお、電気使用量の計測対象としていなかったが、11月27日（火）～12月２日（日）に実験室の室温が最高28℃前後とかなりの高温を記録した。これはエアコンの設定によるもので、適正温度に設定することが必要である。

②電気炉

■これまでの省エネルギー方策

電気炉については、多量の電気を使用することから、省エネルギーはこれまでも課題となっていた。このため、実験に用いる試料については、研究成果に影響のない範囲で、できる限り、小さくして、中型や小型の電気炉を使用するようにしている。

■新たな省エネルギー方策の検討

電気炉の使用電気量の計測調査からは、新たな省エネルギー方策を見出すことはできなかった。図26及び図27は、計測期間中の11月29日（木）、12月２日（日）～３日（月）の２回、実施された各実験時の電気使用量の拡大図である。

１回目は、11月29日11:12～18:00の約７時間で7.9kWh（1回の実験で119円）、２回目は12月２日16:10～３日18:10の約26時間で20.4kWh（同306円）の電気が使用されていた。使用中の電気使用量は０W～7,800Wの範囲で大きく変動していた。

本電気炉は、大型であるため大きな鋳塊や大量の熔製試料が必要な時等、大きな試料時のみに使用している。電気炉は溶解炉としての鋳造、熔製による試料作成、焼鈍炉として焼きなまし等の使用方法がある。この内、熔製による試料作成は、小さな試料を用いるアーク溶解炉や高周波加熱炉を使用し、また、電気使用量の多い鋳造や焼鈍（試料の中央部まで設定温度にするのに多大な時間を要する）は、基本的に試料を必要最小限の大きさに工夫して実験を行っている。このような電力使用量の少ない中型または小型の電気炉を使用することは、省エネルギーの観点から、今後も徹底することが重要である。

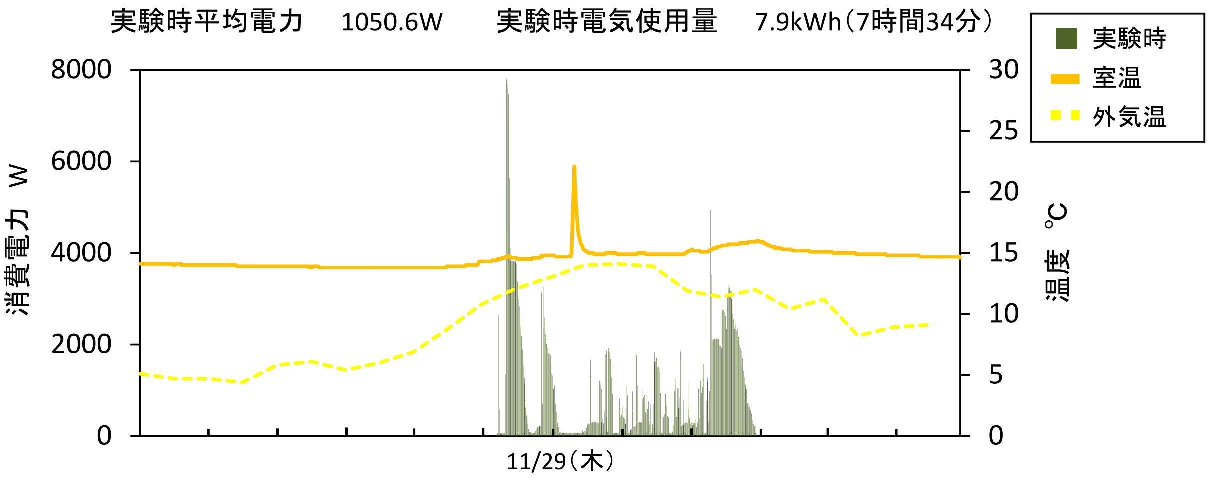


図26　電気炉の電気使用量の変化（平成24年11月29日）

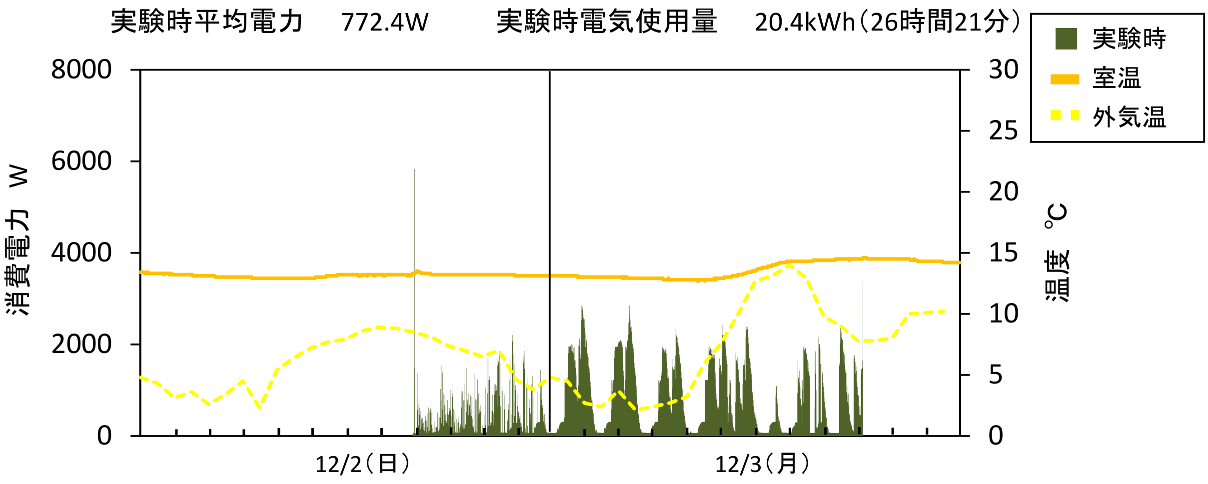


図27　電気炉の電気使用量の変化（平成24年12月２日～３日）

③大型乾燥機

■これまでの省エネルギー方策

実験用ガラス器具の乾燥に用いられる乾燥機は、水分が残留していると実験に支障をきたすため、研究者は慎重になっているが、本大型乾燥器については、次に示すように、これまでかなりの省エネルギーの取り組みが進められている。

基本は、洗浄後、水を切った上で、乾燥機に入れていることである。乾燥機の設定温度については、他の乾燥機については、水の沸点を考慮して100℃～120℃で運転されている場合が多いが、本大型乾燥機は、これまでの経験を踏まえて80℃でも可能として、運転されている。

■新たな省エネルギー方策の検討

大型乾燥機については、これまでの経験から80℃での運転が限界とされており、また、使用する学生数も多く、運転を止めることも不可能なため、今以上の省エネルギー方策を見出すことは困難であった。

しかしながら、他の多くの乾燥機は100℃～120℃で運転されている例が多いことから、100℃の設定温度で運転する追加計測を実施し、80℃で運転する場合の電気使用量と比較することとした。

図28は100℃の運転時の電気使用量の変化を示したものであり、図29は経過時間により、80℃の場合と比較したものである。明らかに100℃で運転した場合の方が電気使用量は大きく、表９に示したように、80℃の場合の使用電気量は56.4kWh（１週間846円／年42,300円）に対し、100℃の場合は86.7kWh（１週間1,301円／年65,050円）と約1.5倍の電気を使用していることとなる。

有機合成において重要な官能基変換に用いられる金属化合物（アルキルリチウム化合物、無水金属ハロゲン化物等）は、空気や湿気に対して鋭敏に反応する。このような試薬を用

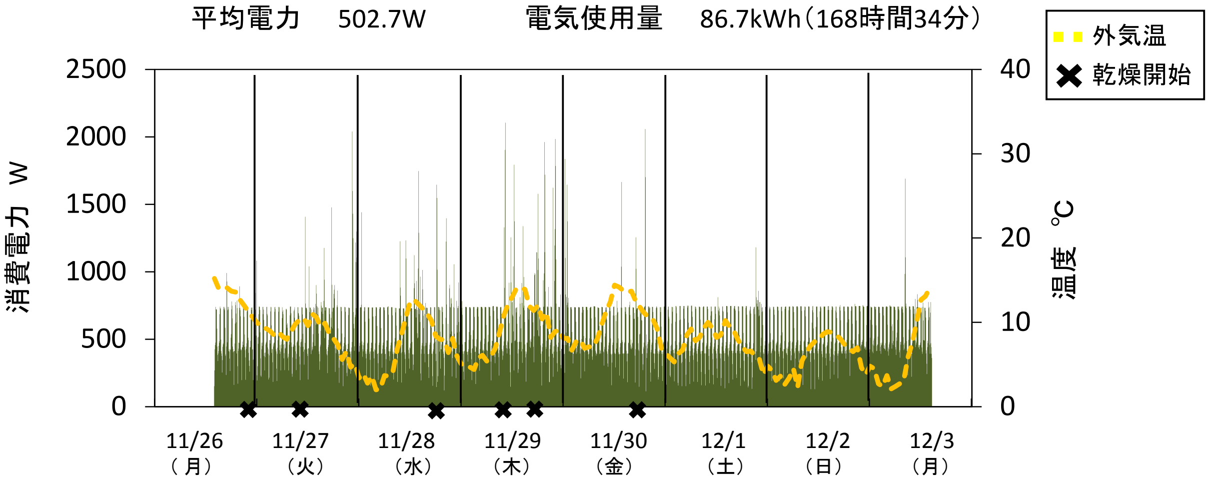


図28　大型乾燥機の電気使用量の変化（設定温度100℃）

いる特に高い乾燥度が要求される実験では、真空乾燥機等を使用することとし、通常の乾燥度で差支えない場合は、細くかつ長いガラス器具（NMR管、ピペット類等）の内部が乾く時間を基に、使用温度を設定することが適正であると考えられる。

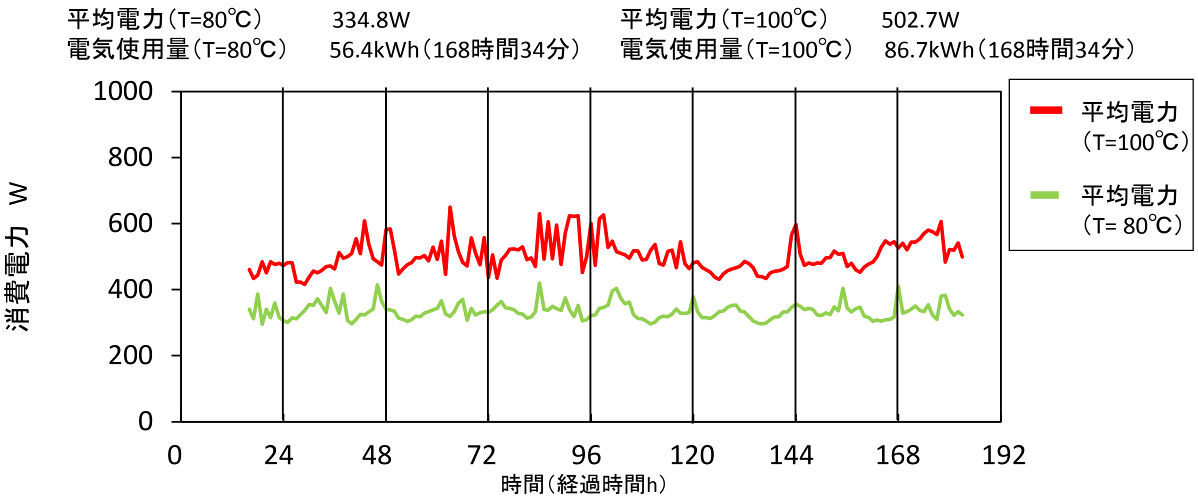


図29　大型乾燥機の設定温度の違いによる電気の差（設定温度80℃、100℃）

表９　大型乾燥機の80℃と100℃での運転の比較

区分	平均電力（W）	電気使用量（kWh）	対象時間（分）
80℃の場合	334.8	56.4	168時間34分
100℃の場合	502.7	86.7	
100℃／80℃	1.50	1.54	—

④透過電子顕微鏡

■これまでの省エネルギー方策

透過電子顕微鏡は、走査型電子顕微鏡とともに、学内規程「大阪府立大学の機器共同利用にかかる情報提供に関する要項」に基づき、学内の教員、学生等が共同利用する装置に指定されており、稼働率の向上が図られ、台数の増加を抑制している。また、これらの共同利用できる装置については、学内の教員が維持管理を行い、いつでも誰でも使用できる体制が整備されている。

■新たな省エネルギー方策の検討

透過電子顕微鏡は、本体の他、エアコン、フィルム乾燥機、冷却水循環装置が連続運転されている。

実験時は必要な電気を使用しており、省エネルギーは困難であることから、待機電力に焦点を当てて省エネルギー方策の検討を行った。

待機電力は表６（前述）のとおり、４装置を合わせて6217.4W、1090.1kWh（10日16,350円／年596,775円）である。間欠運転を行って真空ポンプを有する本体及び冷却水循環装置を停止する操作は、本体の真空度を低下させてしまう。従って、研究成果を重視する中では実施は困難であると思われる。

しかし、次のような省エネルギー方策が考えられる。

○付属装置であるフィルム乾燥機については、現時点では真空度を維持させるために連続運転しているが、本体と同程度の高い真空度が要求されないことから、所定の真空度に達した時点で電源を止めるような間欠運転となる制御を組み込むこととする。その効果は仮に運転時間を50%削減とすると、10日間で37kWh（555円／年20,258円）程度と推定される。

○エアコンについては、冷房専用機が設置され、通年で22℃設定の運転（冬場でも機器発熱の冷却のための運転）を行っている。透過電子顕微鏡の性能維持から、夏場の設定温度の緩和は困難であるが、梅雨時の可搬式除湿機への切り替え及び冬場のエアコン停止と換気扇に代替することで、エアコンの電気使用量を削減することが可能と考えられる。具体的な方法については実験装置メーカー、共同利用している教員と協議を行うこととする。

⑤ドラフトチャンバー（理／風量調節機能付）

■これまでの省エネルギー方策

本ドラフトチャンバーを備えた本学Ａ13棟は、平成21年に共用開始した新たな学舎である。整備に当たっては環境面に配慮し、省エネルギーも考慮して計画立案、工事が進められた。このため、本ドラフトチャンバーも風量調節機能が装備され、給気ファンにはモーターダンパー制御、排気ファンにはインバータ制御方式を導入している。

■新たな省エネルギー方策の検討

本ドラフトチャンバーは、稼働率が高く、結果として連続運転されており、表７（前述）に示すとおり、計測期間中の電気使用量は249.6kWh（１週間3,744円／年195,223円）であった。給気ファン、排気ファンで常時、ほぼ同等の電気を使用しており、風量制御の効果が見られないことから、運転モードの強弱、ドラフトチャンバーの扉の開閉状態を変えた追加計測を実施した。

表10は追加計測の結果を示したものである。運転モードを使用時（強）として３台の扉を全て開けた状態から全て閉めた状態までの４つのケースと、運転モードを待機時（弱）として３台の扉を全て閉めた状態の合計５ケースの電気使用量を計測した。いずれのケースも給気ファンはモーターダンパー制御のみのため電気使用量に変化は見られなかったが、排気ファンについては、全て扉を開けた状態を100%とすると、３台すべての扉を閉めた状態では使用時64%、待機時20%となった。

計測期間中の実験内容、待機運転の可否等の運用状況の把握はできていないが、電気使用量に変化が見られなかったのは、扉の開閉やモード切替操作が適切に行われていなかった可能性が高い。不使用時の停止操作はもとより、実験時以外は扉を閉めること、及び、長時間に亘る反応実験等においては、試薬を片付け、扉を閉め、運転モードを弱とし、待機状態に切り替える本来の操作・運用を図ることで省エネルギーを図ることができるものと考えられる。

表10　ドラフトチャンバーの使用状態ごとの電気使用量の追加計測調査結果

A13棟ドラフトチャンバー　使用状態ごとの消費電力

モード区分		使用時				待機時
（切替SW）		（強）				（弱）
使用状態（扉の開閉状態）	1台目	開	開	開	全閉	全閉
	2台目	開	開	全閉	全閉	全閉
	3台目	開	全閉	全閉	全閉	全閉
給気F（MD制御）0.65KW	電流値：A	2.0				2.0
	電力：KVA	0.69				0.69
	率	100%				100%
排気F（INV制御）1.5KW	電流値：A	2.5	2.3	1.6	1.6	0.5
	電力：KVA	0.87	0.80	0.55	0.55	0.17
	率	100%	92%	64%	64%	20%

差圧センサーによりダクトをモーターダンパー（VAV）で制御しているが、ファンの省エネには繋がっていない

扉の開閉によりファンをINV制御しており、大きな変化が表れている

1台不使用時は排気Fは－8%

2台不使用時は排気Fは－36%

3台不使用でも切替SW：強では-36%で左記と変動なし

待機時の状態（SW：弱　扉：閉）であれば、排気Fは－80%まで削減

⑥ドラフトチャンバー（エ／風量調節機能なし）

■これまでの省エネルギー方策

本ドラフトチャンバーは、薬品を使用する研究室において、労働衛生安全法の観点から追加工事を行い、設置されたものである。これまでは実験時にのみ稼働させ、実験を行わない夜間や休日は、主電源を落とす運用が行われている。

■新たな省エネルギー方策の検討

本ドラフトチャンバーは、風量制御を行わない従来型タイプで、排気ファンが1,200Wのほぼ一定状態で稼働しており、電気使用量は１週間で199.4kWh（１週間2,991円）であった。

前述⑤の３台連結式のドラフトチャンバーに比べて、排気ファンの電気使用量が大きく、過剰能力のファンが設置されている可能性があること、また、抵抗の大きいジャバラ状の排気ダクトが設置されていることから、省エネルギー方策としては、これまでの運転時間の短縮に加え、以下のようなものが考えられる。

○現状風量、必要な風量・静圧、風量制御の方法等を確認し、適正なファンへの切り替え、または、排気ファンへのインバータの導入

○排気ダクトの空気抵抗の低減（①ダクト長さの縮小（屋外の排気機とドラフトチャンバー本体間の最短離化）、②ダクトサイズを大きなサイズとする（ドラフトチャンバー本体の接続サイズよりも一回り大きなサイズとする）、③ダクトの曲りや分岐の箇所を少なくする）等）

本ドラフトチャンバーは、近く、移転の予定であり、上記を加味して、移転後の方策を検討することとする。

(2)省エネルギー方策の水平展開

実験装置等の実態調査結果や電気使用量の計測調査結果を基に、学内全体の省エネルギー方策について検討を行った。

省エネルギーの推進は、電気使用量の大きな実験装置等から進めることがより効果的であるが、必ずしも改善の余地があるとは限らない。このため、水平展開の検討に当たっては、前述の実験装置の分類別電気使用量の割合（図５参照）、実験装置の電気使用量の計測調査において判明した表11に示す改善可能性も参考に、省エネルギー方策を検討した。

表11　電気使用量の計測調査から判明した改善可能性

実験装置	改善可能性の内容
①アーク溶解炉	実験開始時に、所定の真空度に達するまでの立ち上げ時等の電力が必要であるが、実験者により立ち上げ等の時間に相違があり、ある程度のルール化を図る。
②電気炉	これまで進めている試料を小さくして、小型の電気炉を活用することを徹底する。
③透過電子顕微鏡	装置の適正維持のため、真空ポンプの稼働を続ける必要があるが、稼働を続けることの必要性が小さい付属装置もある。また、エアコンも必要以上に稼働している様子がうかがえることから、改善点をさらに検討する。
④大型乾燥機	乾燥機については、水の沸点を考慮して100℃以上で運転しているケースが多いが、80℃でも乾燥することが可能である。100℃の場合、80℃に比べて1.5倍の電気を使用していることから、他の乾燥機について、検討を依頼する。
⑤ドラフトチャンバー（理）	風量調節機能付の省エネルギー型にも関わらず、扉の開閉が適正に行われていないために、余分の電気を使用していることから、学生に対して適正な使用方法を指導する。
⑥ドラフトチャンバー（工）	風量調節機能がないことから、適正な排気ファンへの切り替えまたはインバータの導入、排気ダクトの空気抵抗の低減を、予定している移転に併せて検討する。

以下にその内容を示すが、当面は、管理を担当する教員等において、実験装置の「管理標準」を作成し、「運用方法の改善」を進めることとする。設備投資が必要となる「改修による改善」、「古い実験装置の更新」については、省エネルギー効果は大きいと考えられるが、設備投資を数年で回収できる場合は推進方向で検討を進めることとし、それ以外の場合は情報の収集に努めることとする。

なお、実際に方策を実施する場合は、必要に応じて、実験装置のメーカーにその方策の弊害の有無を確認することが必要である。

①実験装置等の運用方法の改善

教育・研究に支障を及ぼさない範囲で、実験装置等の運用方法を改善して省エネルギー化を進めることは、新たな投資を必要としないことから、最初に取り組む課題であると考えられる。

具体的な事例としては、以下のような点が挙げられる。

○電源を落としても支障のない実験装置については、実験を行わない夜間や休日、夏休み等の長期休暇を中心に装置の電源を落とす（すべての実験装置が対象）。

○運用方法を改善することが可能な実験装置については、適正な運用方法を採用する（例：アーク溶解炉の立ち上げ時間の短縮、ドラフトチャンバーの扉の開閉等）。

○待機時間が必要な実験装置等については、必要性を考慮して、待機する装置や時間を適正に設定する（例：真空ポンプを有する実験装置）。

○実験装置等の温度、湿度、圧力、流量、電圧等の設定値については、必要に応じ、実験装置メーカーに確認しながら、変更を検討する（すべての実験装置が対象）。

以上の運用改善は、一定の運用基準を定めてルール化し、実際に実験装置等を使用する学生に対して、常日頃から適正な運用方法を指導しておくことが必要不可欠である。

②実験装置等の改修による改善

実験装置等の改修による省エネルギーの推進は大きな効果が期待できるが、設備投資が必要となる。省エネルギー化により、数年で投資額が回収できる見込みがある場合は、一定のルール化を図って取り組むこととする。例としては、

○ドラフトチャンバーの排気ファンのインバータの導入

○透過電子顕微鏡のフィルム乾燥機等、高い真空度を維持することを求める必要のない装置の真空ポンプは、間欠運転となる制御の組み込み

等がある。

学舎整備等と並行して改修が行える場合は、積極的に改修を進めることとする。

③古い実験装置の更新

設置から10年以上を経過しているような実験装置等については、新しい省エネルギータイプの実験装置等に更新することが有効である。しかし、大きな設備投資が必要となることから、長期的な課題とし、新しいタイプの実験装置等の情報収集に努めることとする。

④実験環境の適正化

温湿度や換気量等、実験装置等を設置している実験室が、必要以上の実験環境になっていないかどうかの確認を進めることが必要である。今回の調査においても、エアコンが必要以上の温度に設定されている例が認められた。この適正化も、実際に実験装置等を使用する学生に対して指導することが重要である。

⑤実験装置の共同利用の促進

本学においては、実験装置の共同利用を実施している。この共同利用は、実験装置の効率を高めるだけでなく、装置の集約化による省エネルギーの効果も期待できることから、今後も促進させることとする。

⑥「見える化」と「見せる化」

電気使用量の「見える化」は、省エネルギー推進の第一歩である。比較的安価なスマートメーター等の装置を用いて、実験装置毎に電気使用量等を計測・記録し、省エネルギーの推進に役立てることが望ましい。

「見せる化」は、実験装置の省エネルギーに取り組んでいることを表示するもので、教員や学生に再度、取り組みを認識させる効果がある。実験装置等に「省エネ実施中」、大型乾燥機に「省エネのため80℃で運転中」等のシールを貼付する方法が考えられる。

これらは各研究室に協力を依頼することとする。

⑦実験装置の「管理標準」の作成

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）では、省エネルギー推進に関して国が「判断基準」（事業者が、エネルギーの使用の合理化の適切かつ有効な実施を図るための計画に関し、判断の基準となる具体的な事項を国が定めたもの）を定め、事業者が「管理標準」（エネルギー使用設備のエネルギー使用合理化のための管理要領（運転管理、計測・記録、保守・点検）を定めた「管理マニュアル」）を定めて「判断基準」を遵守することを求めている。

しかしながら、本学においては、これまで実験装置についての「管理標準」を作成して取り組みを行っていないのが現状である。

今回、本業務において実施した経験を基に、管理標準を作成するとすれば、以下のような内容になると考えられる。

今後、各研究室において、装置毎に「管理標準」を作成して省エネルギーに取り組むことを要請することとする。

「省エネルギー法」に基づく管理標準	○○○研究科　○○○研究室 大型電気炉　管理標準	管理Ｎｏ：	
		改訂：初版	全4ﾍﾟｰｼﾞ
		管理責任者	
		管理担当者	

SAMPLE

1.　目的　この管理標準は、当施設の大型電気炉を適切に運用し省エネルギーを実現するため、運転管理、計測・記録、保守・点検等について定め、効果的な省エネルギーを推進・実現することを目的とする。

2.　範囲　当施設に設置されている、○○○研究科　○○○研究室に所属する　大型電気炉について適用する。
（真空ポンプ、冷却水ポンプ、エアコン、換気扇等の付帯設備を含む）
形式：KKK-mmm/J、電気容量：3φ×200V×○○ｋW、　○台、その他装置仕様は別紙による。
適用範囲を図－○○○に示す。

<参考

項目	内容	管理基準・頻度	判断基準
運転管理	1．実験装置の管理		
	①時間管理		
	・使用時間の事前申告（不要時の管理）		1 (7)①
	「時間管理ノート」への事前申告	・使用の前週”金曜日”に締め切り。	
	・使用時間の実態把握		1 (7)①
	「時間管理ノート」への実態の記載。	・毎週”月曜日”に確認。月末に集計。	
	②性能管理		
	・加熱温度の管理（負荷量の把握・管理）	・毎週”月曜日”に確認。月末に集計。	1 (7)①
	「時間管理ノート」に記載。（設定温度、消費電力他）		
	※設定温度とｴﾈﾙｷﾞｰ消費量についての関係から、合理的な性能管理を実現するため。（時間変化など）	・定期的な基準値の確認	
	2．実験装置補機の管理		
	①真空ポンプ　※季節により”真空度”の到達時間が異なることから、実験開始時間から逆算する。		1 (7)①
	・夏期	・実験開始3時間前に始動	
	・冬期	・実験開始2時間前に始動	
	②冷却水ポンプ　※真空ポンプと連動運転。設定温度変更に伴い、流量の変更が可能となり、合理的な運用が可能。		1 (7)①
	・夏期	・設定温度：30℃	
	・冬期	・設定温度：15℃	
	③エアコン　※季節により室温を支障のない程度に設定し、合理的な運用とする。	<参考値>	1 (7)①
	・夏期	・設定温度：30℃	1 (1)①ア
	・中間期	・設定温度：成り行き	
	・冬期	・設定温度：15℃	
	・その他エアコンの管理　※共通管理標準△△-△による。		
	④換気扇　※給気・排気連動運転。	・実験開始1時間前に始動	1 (7)①
	・換気設備の管理	・実験終了後停止	1 (1)①キ
	⑤電源設備　※主電源はタイマーにて遅延措置。	・終了後1時間後に設定	1 (7)①
	※変電設備については、共通管理標準××-×による。		
	⑥パソコン　※共通管理標準○○－○による。		

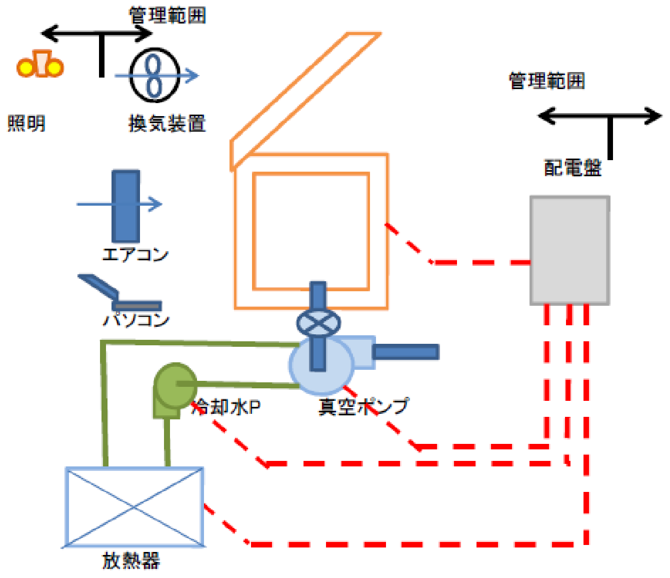
項目	内容	管理基準・頻度	判断基準
計測・記録	1．実験装置の稼働状態に関する計測及び記録		
	①稼働状態の把握		1(7)②
	・使用時間の実態把握	・毎週”月曜日”に確認。月末に集計。	
	「時間管理ノート」への実態の記載。		
	②改善に必要な事項の計測・記録		1(7)②
	・加熱温度の管理（負荷量の把握・管理）	・毎週”月曜日”に確認。月末に集計。	
	「時間管理ノート」に記載。（設定温度、消費電力他）		
	2．実験装置補機の計測及び記録		
	①稼働状態の把握		1(7)②
	・真空ポンプ　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	・冷却水ポンプ　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	・エアコン　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	・換気扇　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	・電源装置　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	・パソコン　※「時間管理ノート」への記載	・実験の都度	
	②改善に必要な事項の計測・記録		
	・真空ポンプ　※設定圧力、室温、消費電力量	・4回/年	1(7)②
	・冷却水ポンプ　※設定流量、設定温度、消費電力量	・4回/年	
	・エアコン　※設定温度、消費電力量	・4回/年	
保守・点検	1．実験装置の保守及び点検		1(7)③
	①大型炉本体の日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	
	②大型炉本体の定期点検　※定期点検表	・4回/年	
	③真空ポンプの日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	
	④真空ポンプの定期点検　※定期点検表	・4回/年	
	⑤冷却水ポンプの日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	
	⑥冷却水ポンプの定期点検　※定期点検表	・4回/年	
	⑦エアコンの日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	
	⑧エアコンの定期点検　※定期点検表	・4回/年	
	⑨換気扇の日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	
	⑩換気扇の定期点検　※定期点検表	・4回/年	
	⑪そのた　日常点検　※事前点検表・事後点検表	・実験の都度（点検表）	

項目	内容	管理基準・頻度	判断基準
新設・改善の措置	1．新設・改善に当っては、以下の設備等を考慮・検討する		
	①.実験装置の新設に当たっては、エネルギー効率の高い機器を選定すること。		1⑺④ア
	②大量に熱を発生させる機器の新設については、ダクトによる排気や空調区画外への設置を考慮するなど、空調負荷を増大させない考慮をすること。		1⑺④イ
	③特定機器に該当する機器を設置する場合は、トップランナー機器の採用を考慮すること。		1⑺④ウ

改訂履歴	改訂年月日		制定、改訂理由	作成	承認

承認		照査		作成		実施年月日	制定年月日 平成24年4月1日

<<装置概要>>　全容の把握と管理範囲を明確とするため！！



主要機器リスト:

本体

名称 ______________________

形式 _______________

製品番号 ______________________

台数 ________ 台

仕様 最高使用温度 ______ ℃

電源　3φ×200V×125A

補機

真空ポンプ 性能　流量　電源

10Torr　l/min　3φ×200V×50A

冷却水ポンプ 圧力　流量

15mAq　l/min　3φ×200V×50A

エアコン（別途設置）　〇〇工務店設置

換気扇（別途設置）　〇〇工務店設置

＜＜時間管理Note＞＞

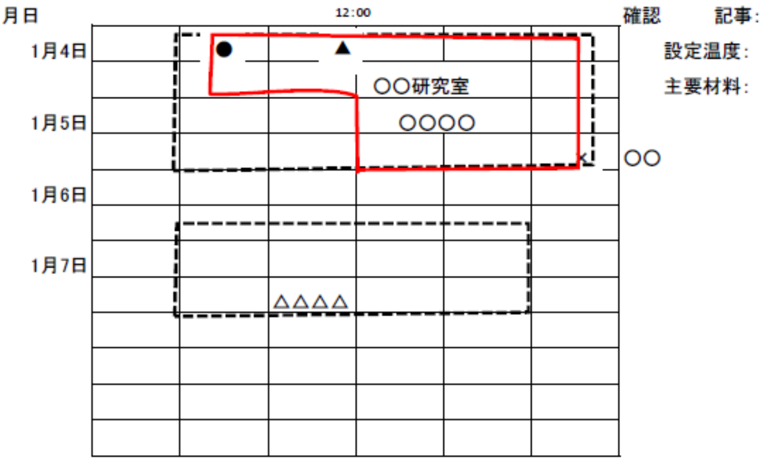
〇〇〇研究科
〇〇 研究室

			管理責任者	
装置名		大型電気炉	管理担当者	

運用の手順

① 「時間管理Note」注意事項確認（別紙）
② 予定時刻を記入
③ 実験当日：開始時刻記入
　　事前点検実施、記入（黒点線）
　　＜＜実験＞＞
　　終了点検実施、記入（朱書き）
④ 終了報告
⑤ 終了確認　確認事項（別紙）

記載例：　●：補機電源On　▲：本体電源On　×：電源Off



⑧実験装置等の省エネルギーに向けて

大阪府立大学においては、今後、実験装置等について各研究室の協力を得て、「大阪府立大学キャンパス環境対策推進会議」（前述）を中心に、以下のような省エネルギーの方策を講じることを検討することとする。

1)電気使用量調査の実施

2)省エネルギーの可能性の検討（電気使用量の無駄遣いの発見）

3)対策の検討

◇実験装置等の運用改善

◇実験装置等の改修

◇実験装置等の更新

◇実験環境の適正化

◇実験装置の共同利用の促進

◇「見える化」と「見せる化」

4)「管理標準」の作成

これらの実施には、実験装置等を使用・管理する教員の協力が不可欠である。本学では、これまでもＢ５棟、学術情報センター等において実験装置等の省エネルギーを進めてきた経験があり、平成23年３月の東日本大震災以降は、政府の要請もあり、全学を上げて、省エネルギーを進めている。これらの取り組みを「大阪府立大学キャンパス環境対策推進会議」において方針を定め、学生の協力も得ながら、引き続き、強力に推進することとする。

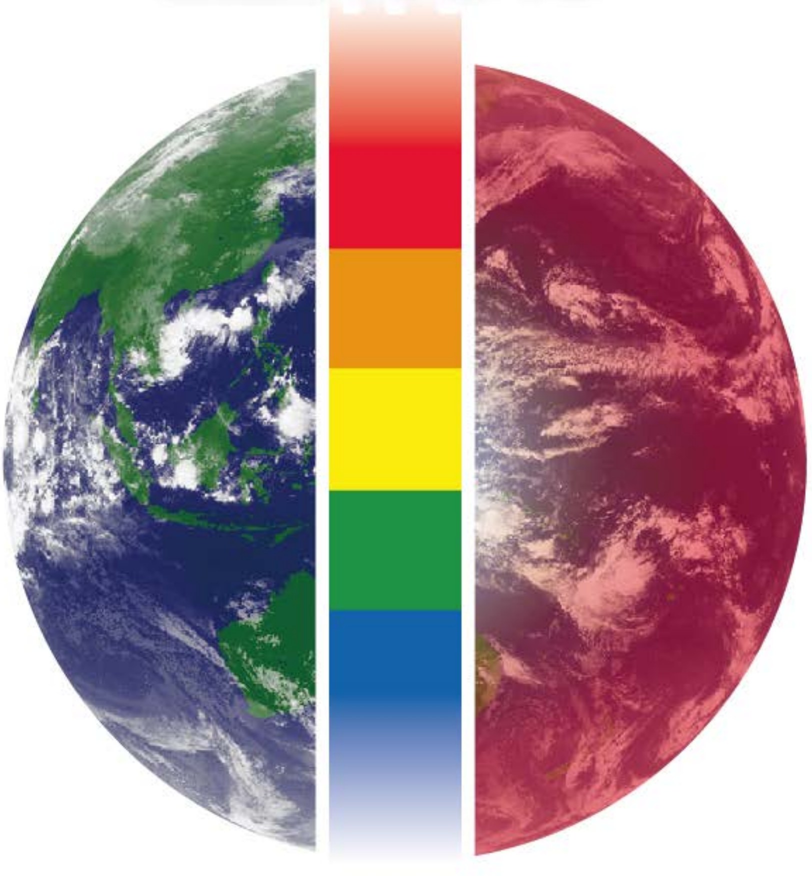
８．省エネルギー推進ガイドラインの作成

本業務においては、学内の実験装置等の省エネルギー推進の取り組みを促進させることを目的に、「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」を作成した。次ページ以降にそのガイドラインを示す。このガイドラインは、本業務において、事業実施委員会が作成したものである。

なお、本ガイドラインについては、今後、本学ホームページに掲載することを予定している。

平成25年１月

実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン



公立大学法人
大阪府立大学
OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY

目　次

1．目的・意義・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

2．大阪府立大学の実験装置等の状況・・・・・・・・

3．電気使用量の計測調査の概要・・・・・・・・・・

4．実験装置等の省エネルギー化に向けて・・・・・・

5．関連ウェブサイト・・・・・・・・・・・・・・・・・

1．目的・意義

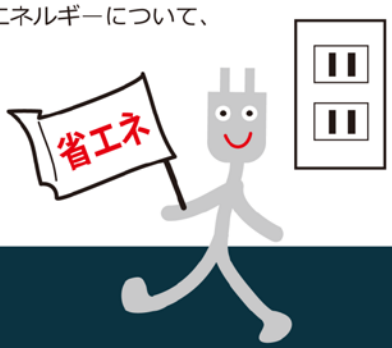
地球温暖化防止に加え、平成23年３月に発生しました東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故の影響により、省エネルギー、節電が喫緊の課題となっています。

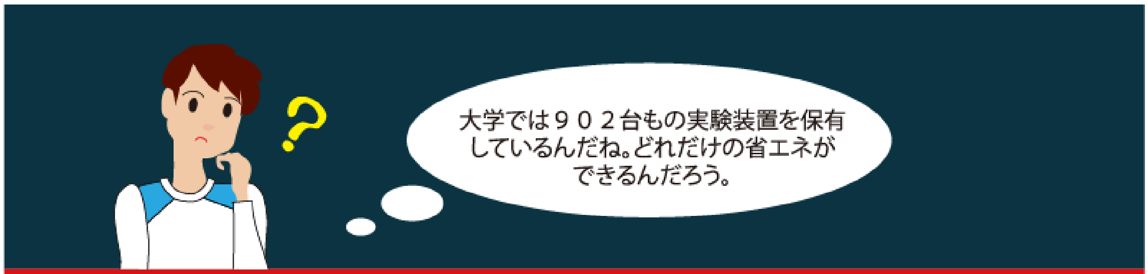
このため、文部科学省においては、エアコンや照明等、建物に付随する装置や機器に加え、大学が保有する実験装置等についても省エネルギー促進の取り組みを進めています。

大阪府立大学においては、これまで、Ｂ５棟や学術情報センターを中心に省エネルギーに取り組み、東日本大震災以降は、政府からの要請も受けて、全学を挙げて、その取り組みを強化しています。その一環として、実験装置等の省エネルギーについて、文部科学省の委託を受けて、実証事業を実施しました。

このガイドラインは、この委託業務の結果を基に、実験装置等の省エネルギーの推進方法について、取りまとめたものです。

本ガイドラインを参考にして、実験装置等の省エネルギ－について、大学の模範となるような取り組みをお願いします。





2. 大阪府立大学の実験装置等の状況

この実証事業では、大阪府立大学が保有する実験装置等について、保有台数等の実態調査を実施しました。平成24年度の本調査では、定格消費電力が１kW以上の実験装置等が９０２台保有しているという結果になりました。実験装置等を多く保有しているのが、Ｂ５棟、Ａ13棟、Ｃ17棟です。

平成23年度の電気使用量は、全学で24,772千kWhとなっています。定格消費電力が１kW以上の実験装置等による電気使用量は、実験装置等が多く設置されている棟では30%～45%を占め、全学ではおよそ20%を占めていると推定されます。

電気使用量の多い学舎は、中百舌鳥キャンパスの以下の棟です。

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

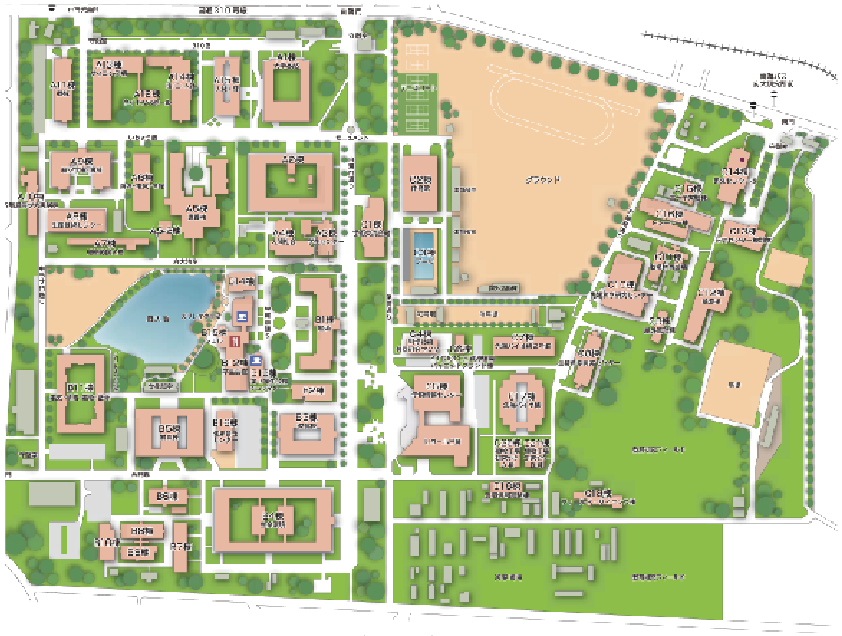
Ａ13棟（サイエンス棟） 理学系研究科

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

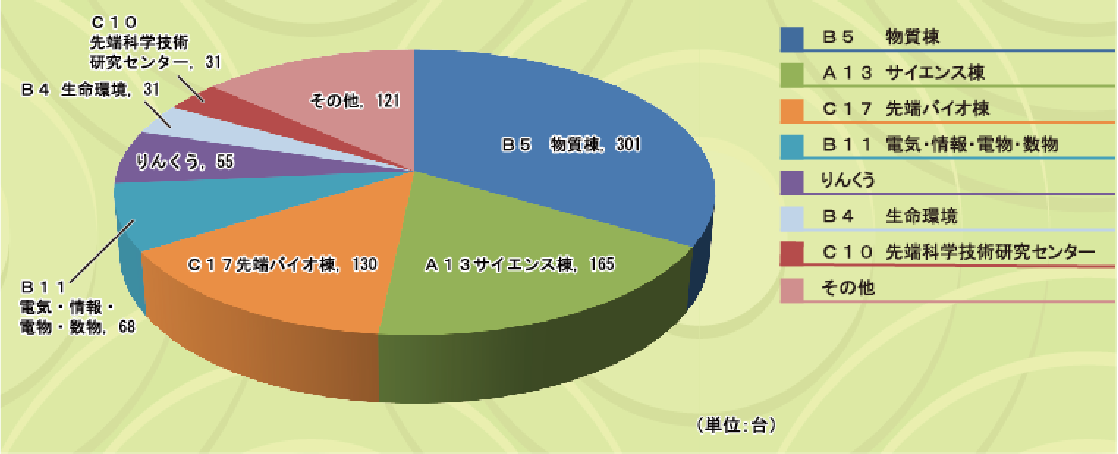
Ｃ17棟（先端バイオ棟） 生命環境科学研究科

Ｂ４棟（生命環境） 生命環境科学研究科

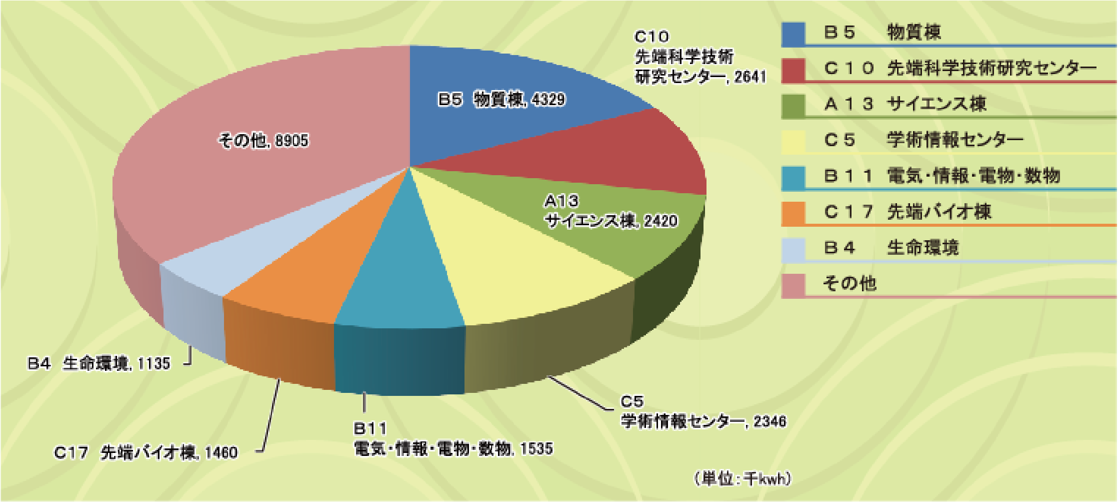


・中百舌鳥キャンパス

棟別実験装置等の保有台数
（定格消費電力1kW以上）



棟別電気使用量 (平成23年度)



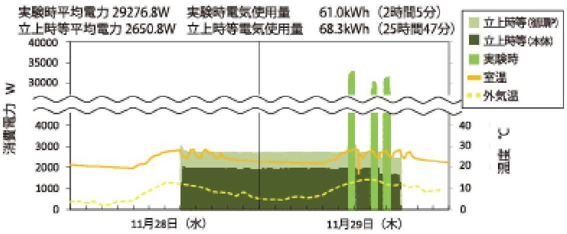
立ち上げの時間を短くすると、
省エネになるんだね。

3．電気使用量の計測調査の概要

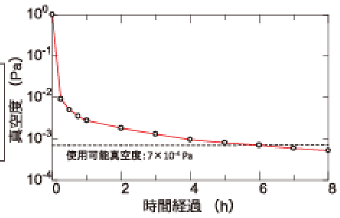
実証事業では、次の実験装置について、１～２週間、電気使用量を計測しました。

アーク溶解炉（Ｂ５棟）

ピーク時に大電流を必要とするタイプ。電源を入れてから所定の真空度に上げるまでの立上げ時間を短くすることにより、省エネルギーを図ることができます。



アーク溶解炉真空度調査結果 -2013/1/9実施-

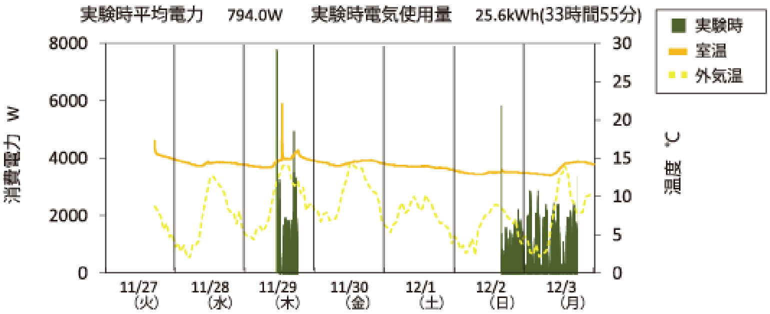


溶解可能真空度（7×10^{-4} Pa）に達するには6時間以上の真空排気が必要である。

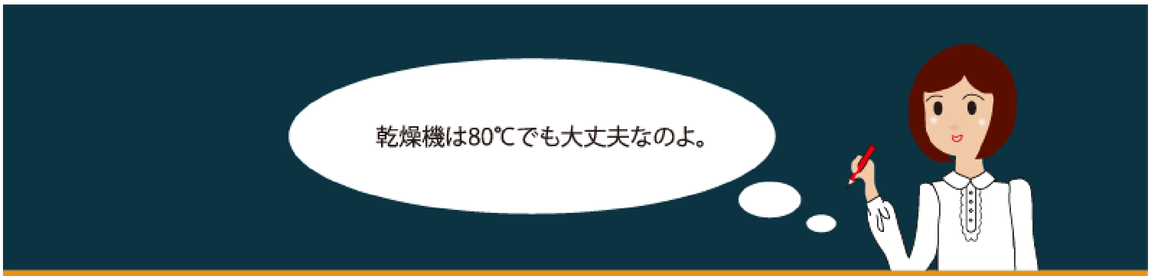
	真空度（Pa）
0	1
0.25	9.00E-03
0.5	5.00E-03
0.75	3.50E-03
1	2.80E-03
2	1.80E-03
3	1.30E-03
4	9.50E-04
5	8.00E-04
6	7.00E-04
7	5.90E-04
8	5.20E-04

電気炉（Ｂ５棟）

長時間、大電流を消費するタイプ。大型電気炉であり、実験に用いる試料を小さくして小型電気炉を活用することが、省エネルギーにつながります。

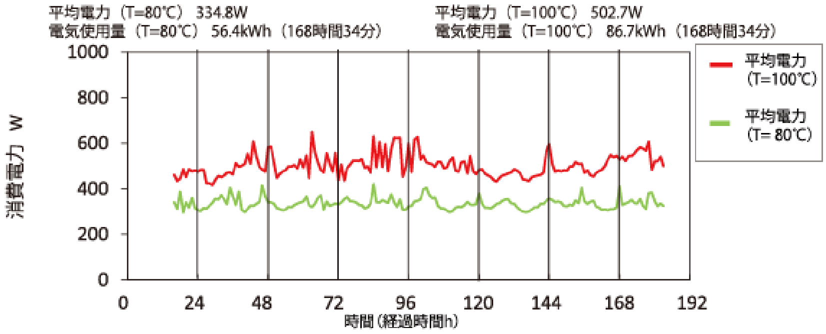


6



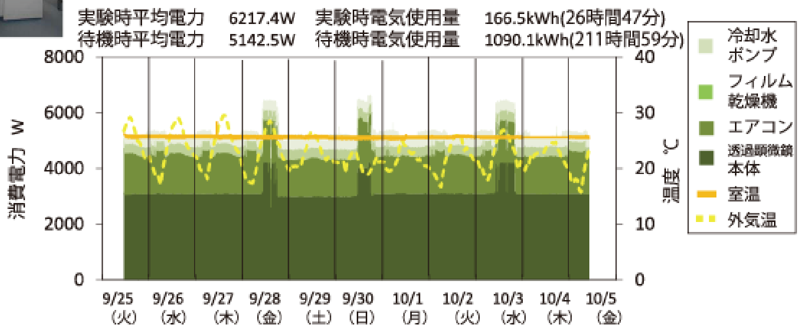
大型乾燥機（A13棟）

高温や低温を維持するタイプとして選定し、電気使用量を計測しました。省エネルギーのため、設定温度を８０℃として連続運転されています。設定温度を100℃にすると約1.5倍の電気が使用されます。

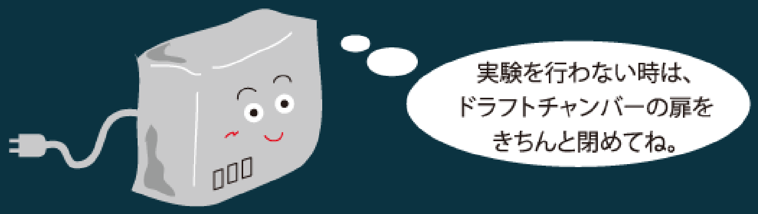


透過電子顕微鏡（B５棟）

待機電力を維持するタイプで、本体を含め４装置が連続運転しています。装置の適正維持のため、真空ポンプを連続運転することが必要ですが、フィルム乾燥機とエアコンに省エネルギーの可能性があります。



7



3．電気使用量の計測調査の概要

ドラフトチャンバー（A13棟）

常時、一定電流を消費するタイプで、３台連結され、連続運転されています。省エネルギー型で風量調節機能が装備されていますが、その効果が見られないため、運転モード（強・弱）と扉の開閉状態を変えて再計測を行いました。実験を行わない時には運転モードを弱にし、扉を閉めることで省エネルギーを図ることができます。

A13棟ドラフトチャンバー　使用状態ごとの消費電力

モード区分		使用時				待機時
（切替SW）		（強）				（弱）
使用状態（扉の開閉状態）	1台目	開	開	開	全閉	全閉
	2台目	開	開	全閉	全閉	全閉
	3台目	開	全閉	全閉	全閉	全閉
給気F（MD制御）0.65KW	電流値：A	2.0				2.0
	電力：KVA	0.69				0.69
	率	100%				100%
排気F（INV制御）1.5KW	電流値：A	2.5	2.3	1.6	1.6	0.5
	電力：KVA	0.87	0.80	0.55	0.55	0.17
	率	100%	92%	64%	64%	20%

差圧センサーによりダクトをモーターダンパー（VAV）で制御しているが、ファンの省エネには繋がっていない

扉の開閉によりファンをINV制御しており、大きな変化が表れている

1台不使用時は排気Fは－8%

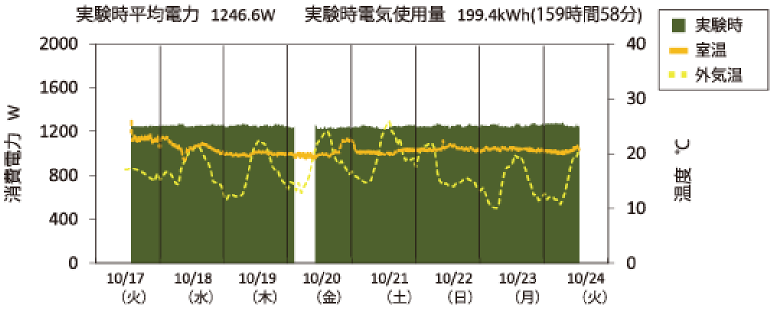
2台不使用時は排気Fは－36%

3台不使用でも切替SW：強では36%で左記と変動なし

待機時の状態（SW：弱 扉：閉）であれば、排気Fは－80%まで削減

ドラフトチャンバー（B11棟）

風量調節機能が備わっていない従来型です。計測の結果、排気ファン、適正能力への取り替えあるいは、インバータの導入、ダクトの空気抵抗の低減等により省エネルギーにつながることが分かりました。



8

4. 実験装置等の省エネルギー化に向けて

文部科学省が示している実験装置等の省エネルギー実施手順
を参考に、省エネルギーの取り組みを進めることが必要です。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/green/1318794.htm

①実験装置等の運用方法の改善

教育・研究に支障を及ぼさない範囲で、実験装置等の運用方法を改善して省エネルギー化を進めることは、新たな投資を必要としないことから、最初に取り組む課題です。具体的な事例としては、以下のような点が挙げられます。

○電源を落としても支障のない実験装置については、実験を行わない夜間や休日、夏休み等の長期休暇を中心に装置の電源を落とすように努めてください（すべての実験装置が対象）。

○運用方法を改善することが可能な実験装置については、適正な運用方法を採用するように努めてください（例：ドラフトチャンバーの扉の開閉）。

○待機時間が必要な実験装置等については、必要性を考慮して待機する装置や時間を適正に設定するように努めてください（例：真空ポンプを有する実験装置）。

○実験装置等の温度、湿度、圧力、流量、電圧等の設定値については、必要に応じ、実験装置メーカーに弊害の有無を確認しながら、省エネルギーにつながるような変更を検討するように努めてください（すべての実験装置が対象）。

以上の運用改善は、一定の運用基準を定めてルール化し、実際に実験装置等を使用する学生に対して、常日頃から適正な運用方法を指導しておくことが必要不可欠です。

②実験装置等の改修による改善

実験装置等の改修による省エネルギーの推進は大きな効果が期待できますが、設備投資が必要となります。省エネルギー化により、数年で投資額が回収できる見込みがある場合は、取り組むことが望ましいと考えます。例としては、ドラフトチャンバーの排気ファンのインバータへの導入等があります。

4. 実験装置等の省エネルギー化に向けて

③古い実験装置の更新

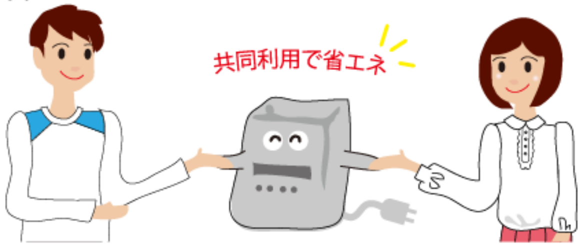
設置から10年以上を経過しているような実験装置については、新しい省エネルギータイプの実験装置等に更新することが有効ですが、大きな設備投資が必要となることから、長期的な課題とし、新しいタイプの実験装置等の情報収集に努めておくことが望ましいと考えられます。

④実験環境の適正化

温湿度や換気量等、実験装置等を設置している実験室が、必要以上の実験環境になっていないかどうかの確認も進めることが必要です。今回の調査においても、エアコンが必要以上の温度に設定されている例が認められました。この改善も、実際に実験装置を使用する学生に対する指導が重要です。

⑤実験装置の共同利用の促進

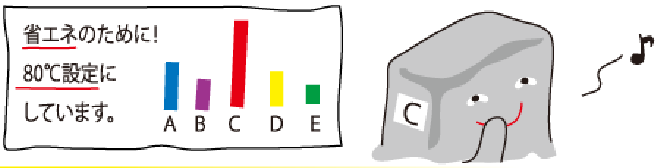
本学においては、平成21年度から「大阪府立大学の機器共同利用にかかる情報提供に関する要項」（http://www.osakafu-u.ac.jp/data/open/cnt/3/1904/1/kiki_info.pdf）を定め、実験装置の共同利用を推進しています。この共同利用は、実験装置の効率を高め、装置の集約化による省エネルギーの効果も期待できます。



10

⑥「見える化」と「見せる化」

電気使用量の「見える化」は、省エネルギー推進の第一歩です。比較的安価なスマートメーター等の装置を用いて、実験装置毎に電力使用量等を計測・記録し、省エネルギーの推進に役立てることが望ましいと考えます。また、「省エネのため80℃で運転中」（大型乾燥機の例）等と省エネルギーに取り組んでいることを示すシールを実験装置に貼付する「見せる化」も、省エネルギーを再認識させる効果があります。



⑦実験装置の「管理標準」の作成

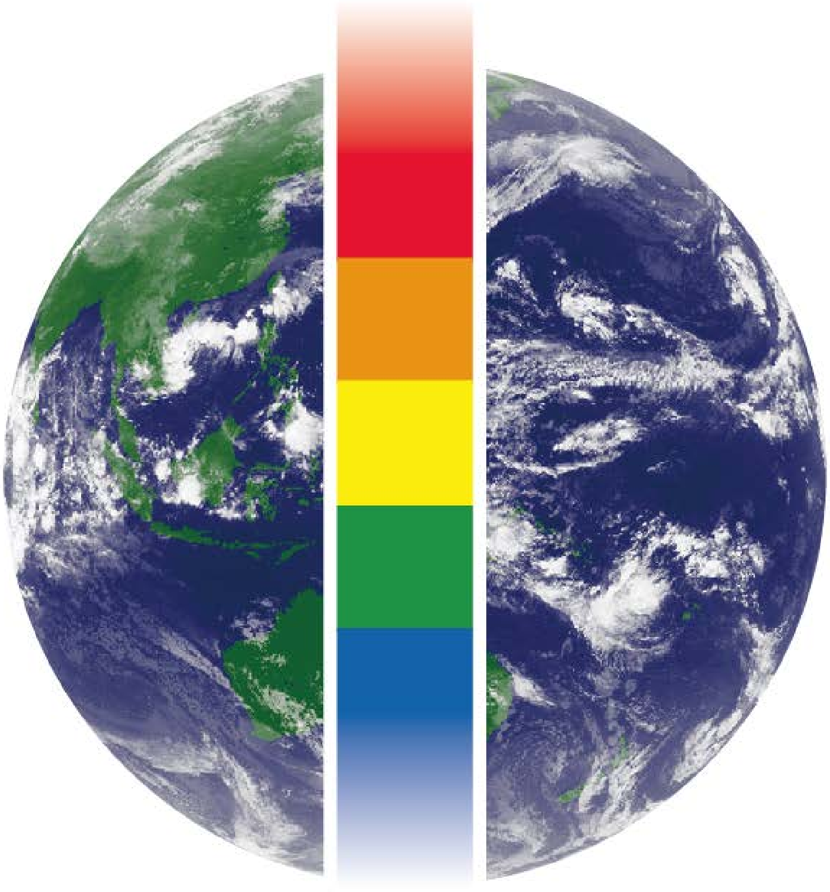
「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）では、省エネルギー推進に関して国が「判断基準」（事業者が、エネルギーの使用の合理化の適切かつ有効な実施を図るための計画に関し判断の基準となる具体的な事項を国が定めたもの）を定め、事業者が「管理標準」（エネルギー使用設備のエネルギー使用合理化のための管理要領（運転管理、計測・記録、保守・点検）を定めた「管理マニュアル」）を定めて「判断基準」を遵守することを求めています。
このため、各研究室において、できる限り、装置毎に「管理標準」を作成して省エネルギーに取り組むように努めてください。
（「管理標準」は下記ウエブサイトの「成果報告書」を参照してください。）

5. 関連ウェブサイト

◆大阪府立大学「大学等におけ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」成果報告書
「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」
http://www.eco-science.21c.osakafu-u.ac.jp/news/2013/130201-ene-saving

◆文部科学省「大学等における省エネルギー対策の手引き及び事例集」

○大学等における省エネルギー対策の手引き－経営層、実務管理者に向けて－
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/green/1291295.htm
○大学等における省エネルギー対策の手引き－実効性ある省エネルギー中長期計画の策定に向けて－
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/green/1294490.htm
○大学等における省エネルギー対策事例集
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/green/1291325.htm
○大学等における省エネルギー対策事例集 業務用機器（実験装置）編
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/green/1318794.htm



公立大学法人
大阪府立大学
OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY

21世紀科学研究機構　エコ・サイエンス研究所
〒599-8531堺市中区学園町１番１号
電話　０７２−２５４−８１６２

９．省エネルギー推進ガイドラインの説明会の開催

「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」の学内への周知を図るため、関係教職員、学生を対象に、以下のとおり、説明会を開催した。

と　き：平成25年１月24日（木）10:40～12:10

ところ：大阪府立大学中百舌鳥キャンパスＢ３棟116教室

主　催：事業実施委員会

対　象：省エネルギー対策部会員、理系研究科の主任クラスを中心とした関係教職員、学生

出席者：26名（教員６名、職員17名、学生３名）

プログラム：

①挨　拶　　　　　　事業実施委員会委員長　理事　安保正一

②「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」について

総合戦略課　参与　北田博昭

（有）津守　代表　　津守宏計

③キャンパスにおける省エネルギーに関する意識変化の検証

工学研究科　教授　横山良平

④質疑

説明の概要：

○ガイドラインの内容

・目的・意義

・大阪府立大学の実験装置等の状況

・電気使用量の計測調査の概要

・実験装置等の省エネルギーに向けた取組方向

○省エネ法の主旨

○実験装置の「管理標準」の作成方法

○最近の省エネルギーの状況及び大阪府立大学における省エネルギーの対する意識変化

出席者の反応等：

出席者数は多くなかったが、「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、理系の研究科から若手研究者、大学院生が出席した。出席者が、特に興味を示したのは、電気使用量の計測調査、省エネ法の主旨であり、質疑応答も行われた。

省エネルギー推進ガイドラインの説明会

（平成25年１月24日）

10. まとめ

■調査結果の概要

平成 24 年度の文部科学省の委託を受けて、教育・研究に使用する実験装置等を対象に省エネルギー方策についての調査を行った。

調査は、実験装置等の保有台数等の実態調査、電気使用量の計測調査を行い、これらを基に省エネルギー方策を検討したものである。

実態調査では、定格消費電力が１kW 以上の実験装置等を対象とし、902 台を保有するという結果が得られた。実験装置等による電気使用量は、実験装置等を多く設置している棟では 30%～45%を占め、全学ではおおよそ 20%を占めると推計された。この調査では、実験装置の定格消費電力や稼働状況の把握が必要であり、理系の研究科を中心に多くの教職員の協力を得た。

実験装置の電気使用量については、上記の実態調査も参考にタイプ別に５種類６装置を選定し、６名の使用・管理する教員の協力を得て、クランプメーターを用い、１～２週間の期間、計測を行った。これまで行ったことのない調査で、関係教員も興味を示し、調査結果の分析も事業実施委員会や事務局とともに進めた。

電気使用量の計測調査の結果から検討した省エネルギーの方策は以下のとおりである。

①アーク溶解炉

ピーク時に大電流を必要とするタイプで、実験時には平均で30kW程度の電気を使用する。電源を入れてから所定の真空度に上げて実験を開始するまでの間に立ち上げる時間があり、この立上時間を短くすることにより省エネルギーにつながると考えられる。

②電気炉

長時間（半日以上を想定）、大電流を消費するタイプで、電気使用量の計測調査から省エネルギーにつながる方策は見出せなかった。大型の電気炉であり、これまで進めている試料を小さくして、小型の電気炉を使用することを徹底することにより、省エネルギーを推進することできると考えられる。

③大型乾燥機

高温や低温を維持するタイプとして選定し、計測したが、設定温度を80℃にする等、従来からかなりの省エネルギーの取り組みを進めている。他の乾燥機への展開を考慮し、100℃で電気使用量を計測したところ、約1.5倍の電気量が必要なことが判明した。

④透過電子顕微鏡

待機電力を維持するタイプで、装置の適正維持のため、真空ポンプや関連する冷却水循環装置、フィルム乾燥機、エアコンが連続運転している。本体の真空ポンプは維持管理上、連続運転は必要であるが、エアコン、フィルム乾燥機については省エネルギーの可能性があると考えられる。

⑤ドラフトチャンバー（風量調節機能付）

常時、一定電流を消費するタイプとして選定したもので、使用頻度が高く、連続運転されていた。元々、省エネルギー型として風量調節機能が備わっているが、計測調査で

はその効果が見られなかったため、運転モードの強弱とドラフトチャンバーの扉の開閉状態によって、どの程度の電気使用量の変化が見られるかを計測した。その結果、運転モードや扉の開閉により、電気使用量に差異のあることが判明した。不使用時はもとより、実験時以外は、試薬を片付け、扉を閉めること等の本来の操作・運用を図ることで、省エネルギーを図ることができると考えられる

⑥ドラフトチャンバー（風量調節機能なし）

上記と同様のタイプであるが、風量調節機能を備えていない。このため、適正な排気ファンへの切り替えまたはインバータの導入、排気ダクトの空気抵抗の低減等の比較的簡易な改修で省エネルギーにつながることが考えられる。

以上の実験装置等の実態調査、実験装置の使用電気量の計測調査の結果を基にした全学への水平展開は、事業実施委員会を中心に進めた。この結果、実験装置等の運用改善、実験装置等の改修、実験装置等の更新、実験環境の適正化、実験装置の共同利用の促進、「見える化」と「見せる化」を進めることとし、このために省エネ法に規定する「管理標準」を作成することが必要であり、その事例を取りまとめた。

また、これらを「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」として取りまとめ、学内関係者への説明会を開催した。

■実験装置等の特徴

環境省の資料の中に、環境マネジメントに関して、以下のような大学等の研究室は独立性が高いという記述がある。

「大学等は、学部・学科・研究科・附属教育機関・附属研究所・附属病院、さらには各研究室等の独立性が高く、全学を統一した取組が浸透しにくいという側面があります。また複数のキャンパスから構成されていたり、教育サービスを受ける側である学生の占める比重が高い等、大学等に固有の特色があり、環境への取組を推進するにあたって考慮しなければならない要素があります。」（エコアクション２１大学等高等教育機関向けガイドライン2009年版（2012年１月環境省）から抜粋）

実験装置は各研究室に属し、独立性が高いことは言うまでもないが、大阪府立大学では、実験装置も含め、教職員、学生の協力を得て、省エネルギー活動を展開している。また、本学では、過去に突出して電気使用量が多いと指摘されたＢ５棟において、教員による「Ｂ５棟水光熱費対策委員会」が設置され、

〇空調熱源の夜間、休業日の停止
〇共用部照明の点灯数の減少
〇講義室等の空調へタイマー制御の組み込み
〇夏期、冬期における一斉休業の実施（エレベータの停止を含む）
〇共同冷却水システムから個別チラー方式への変更
〇夏期ピークシフト対策としての実験装置のグループ分け運転

等の省エネルギーに取り組んできた経験を有している。さらに、東日本大震災以降の政府からの節電要請に対して、次に示すような取り組みを実施しており、実験装置も例外的に扱っていない。

教育・研究のレベルを低下させない範囲内で、各教員が様々な取り組みを実施しており、これらが本学の実験装置等の省エネルギーを巡る特徴となっている。電気料金の値上げの動きもあり、今後も引き続き、省エネルギーへの取り組みを継続・強化していく必要がある。

Ｈ２４年度　今夏の電力対策
ＳＴＥＰ１の取組み項目一覧

	使用者による取組み項目	ワンポイント
照明	不在時の消灯	■作業上必要のない照明は、こまめに消灯するように心がけましょう ■４０名程度収容の小講義室の照明を1日（8時間）点灯すると、約110円の電気使用量になります
	昼休みの消灯	
	超過勤務時間は最小必要箇所のみ点灯	
	窓に面した廊下・階段は昼間可能な範囲で消灯	
	消灯可能な器具のランプを抜く	
空調	適切な温度設定（夏期：28℃）	■服装の工夫や、冷感グッズを活用して、適切な温度設定を守りましょう ■エアコンの設定温度を１℃変えると約10%の省エネ効果があると言われています ■４０名程度収容の小講義室のエアコンを1時間運転すると、約100円の電気使用量になります
	夏期の扇風機活用による空調負荷の低減	
	不在時の停止	
	クールビズ等を工夫しての温度管理	
	外気による温度調整	
	ブラインド等による空調負荷の低減	
	集中管理リモコンの設定（可能な施設のみ）	
	退室時刻の15分前に運転を停止	
	クールルーム設置による使用室の集約化	
換気	不要時の消し忘れ防止	
	空調換気扇の効果的運用（対象施設のみ）	
OA機器	不在時・不使用時の電源OFFの徹底	■ご使用のパソコンに省電力設定をしましょう
	長期間使用しない機器はコンセントを抜く	
	省電力モードの設定	
	退室時にパソコン等のコンセントを抜く	
執務室の電気製品	長期不使用時の電源OFF（コンセントを抜く）	
	夏期の電気温水器の停止	
	電気ポット、コーヒーメーカー、電子レンジ等の使用を控える	
	冷蔵庫の使用を控える（庫内の設定温度を上げる、庫内に詰める量を減らす、フロア毎で集約化する）	
業務用機器（研究機器）	不使用時の電源OFFの徹底	■研究用機器には電力消費の大きいものが多数あります。これらは、少しの配慮で大きな電力の削減に繋がります
節水	不必要な水の使用を控える	■蛇口の閉め忘れは、１日約１０㎥　の水をムダにします（水道料金：750円/　㎥）
その他	夏期温水便座の保温解除（洗浄水加温の解除）	■電力需要がピークを迎える午後2時～4時には特に電気の使用を減らすよう努めましょう ■モッタイナイところを見つけたらすぐ改善しましょう
	エレベーターの間引き運転	
	無駄な運転を行なっている設備の点検と休止	
	電気のデマンドコントロールの徹底	
	最終退庁者簿による省エネチェック	

※電気、水道の金額は、中百舌鳥キャンパスの単価をもとに算出しています

出展：大阪府立大学

■今後の展開

大阪府立大学においては、実験装置等の省エネルギーについて、本業務で作成したガイドラインを基に、今後、取り組みの展開を目指すこととしている。特に、本調査で指摘した実験装置の「管理標準」については、省エネ法により作成することとなっており、本学としては、同法の主旨を浸透させるとともに、各研究室における省エネルギーについては、計測を含め、支援することとする。

また、これらの取り組みについては、平成 25 年度の「大阪府立大学キャンパス環境対策推進会議」において、大学としての方針を決定する等、学内手続きを進めることとしている。

以上の学内手続きに先立ち、当面は、次に示すような方法により、本業務の成果や今後の取り組み方向について学内関係者への周知を進めることとする。

○「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」への報告、説明

○本「成果報告書」及び「実験装置等の省エネルギー推進ガイドライン」の学内ポータルサイトへの掲載

○理系の研究科を中心に、研究科内の各種会議（教授会、主任会議等）での説明

○関係研究科や研究室別の学生も含めた、説明会の実施

学生に対する実験装置等の省エネルギーに対する理解と行動は、卒業後の社会活動の中でも役立つことになる。現在、本学では理系の学生に対しては、実験を行う最初の講義の中で「安全講習」を行っているところであるが、この安全講習と併せ、省エネルギーについても講習を行うことを検討する。

■トップのリーダーシップ

省エネルギーを始めとする環境マネジメントを円滑かつ強力に進める上で、組織のトップのリーダーシップが不可欠と言われている。本業務はそれが明確であったことから、学内の多くの関係教職員の協力を得て、実施することが可能になったものと考えられる。

省エネルギーの役割を最も担っているのは、実験装置等を管理する教員とそれを扱う学生である。このため、教員に対する意識啓発と学生に対する指導は特に重要である。

今後、本格的に、実験装置等の省エネルギーを推進するためにも、トップのリーダーシップが必要であり、その下で取り組みを進めていくことする。

大阪府立大学
OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY