

「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

国立大学法人 三重大学

はじめに

本学は平成 22 年、世界一の環境先進大学を目指し、CO₂（二酸化炭素）を 2020 年（平成 32 年）までに 1990 年（平成 2 年）比 30%削減する三重大学省エネルギー中長期計画（カーボンフリー大学構想）を策定した。平成 23 年度 次世代エネルギー技術実証事業費補助金（経済産業省補助金）において、平成 22 年度比 24%CO₂削減を目標とする「三重大学スマートキャンパス（M I E S C）実証事業」が平成 25 年度までの期間で採択された。

今年度以降さらなる CO₂削減を目指し、これまで取組んでいなかった実験・研究分野に焦点をあてた「三重大学 実験装置等省エネルギー実証事業（分子素材棟）」（以降、当該事業）を推進した。

本学は従前より、設備改善予算を確保して行う省エネ・環境対策よりも、人の力を重視した”運用改善”に力を入れて来た。そのため、当該事業においても、「実験を行う人達の意識が変わることにより、同じ実験装置においても効果的な省エネを達成できるのか・・・」の知見を得ることを主たる目的とした。しかし、実験環境にメスを入れるのは容易なことではなく、長年培われた既成概念をリセットするためには、正に実証データによる説得が必要と考えた。また、仮に実証データに一定の合理性が見出せたとしても、当事者でしか判らない実験効率という、一部定性的とも言える実験実施者の考え方を否定することは出来ない。これらのことを総合的に考えて、①個別の実験装置において、運用を具体的にどう変えると、どの程度の省エネになるのか・・・また、②それが一つの組織（建物）全体で行われれば、どの程度の定量的な効果（コストダウン）を生むのかを明確にし、さらに、③当該事業の成果を、実証した組織が使用する建物の改修に役立てることを前提に協力を得る・・・また将来的には、全学的にダイナミックプライシング（季時別料金）のような光熱費請求制度を新たに導入することを示唆し、今、省エネ運用の定着化に向け組織として動き始めることが、将来の実験・研究費の維持確保に向けて大きく貢献する・・・といった、大きくかつ多角的な視点により、当該事業が重要な試金石になることを、当該事業の学内委員に理解してもらいつつ実施することを重視した。

以上を踏まえた取り組みの結果として、効果が大きく実施が比較的容易なものに関しては速やかに省エネガイドライン化（省エネガイドライン作成）を実施する。また、効果が小さい、安全性に問題がある、実験装置のみでは解決不能（ex.建物の給排気の見直しが必要）等の理由により、実証結果から得た知見に基づき、当該事業の本学内事務局が推奨する省エネ運用を行わないという結果に至ったものに関しては、その理由を具体化し、今後どのような観点で解決に向け検討を継続するかを明らかにするまでを当該事業の成果として示したいと考えた。

実験装置の省エネを定着させるには、多くの時間と実証を要すると考えるが、当該事業が将来的に本学のエネルギー消費ベースラインの低下に大きく貢献するきっかけとなることを願いつつ、また同時に、微力ながらも他大学の参考に少しでもなればと考え、ここに成果報告する。

目次

I. 事業概要	3
1. 業務題目.....	3
2. 業務目的.....	3
3. 業務期間.....	3
4. 業務実施計画.....	3
5. 業務実施体制.....	5
6. 課題項目別実施期間.....	5
II. 省エネ診断の実施	6
1. 省エネ診断実施準備.....	6
2. 実験装置別省エネ診断の実施.....	10
III. 実証結果報告	18
1. 実験装置別の実証・検討方法.....	18
2. 実証結果.....	19
3. 実証結果の水平展開と定着.....	36
IV. 実験装置省エネガイドライン	38
1. 省エネガイドラインの考え方.....	38
2. 省エネガイドライン（平成 25 年度暫定版）.....	39
V. 今後の取組み	48
1. 今後の取組みロードマップ.....	48
2. 「運用改善」実行力向上に向けた取組み.....	49
3. 建物改修時の省エネ改修の実施.....	50
4. 成果の全学水平展開.....	51
5. 学外発信の方向性.....	51
最後に.....	52

I.事業概要

1. 業務題目

三重大学 実験装置等省エネルギー実証事業（分子素材棟）

2. 業務目的

省エネルギー成果を効果的に普及させる目的から、同類の高エネルギー負荷実験装置（定格電力：高、運用時間：長）が数多く存在する工学部に着目し、その中でも特にエネルギー（電気）使用総量及び、延べ床面積当たりのエネルギー原単位が高い建物「分子素材棟」を実施対象とした。

「分子素材棟」各研究室のエネルギー高負荷実験装置等の新旧による消費電力の差異や、運用実態等を電力計測器により一定期間測定し、省エネ診断を行う。その経過・結果を基に「実験装置等省エネ計画策定委員会」で省エネ計画を策定し、環境管理推進センター等の学内環境改善・省エネを推進する関連組織と連携し、全学への普及を目指す。

3. 業務期間

平成 24 年 7 月 2 日から平成 25 年 1 月 31 日まで

4. 業務実施計画

□事業概要

本事業においては、省エネ診断の直接対象となった実験装置等の省エネ実証実験までを行い、その個別装置等の省エネガイドラインを作成する。また、その成果を「実験装置等省エネ計画策定委員会」及び文部科学省に報告するとともに、平成 25 年度三重大学施設整備等要求の最上位に挙げている「分子素材棟」の改修を想定した、「実験装置等のエネルギー利用効率化中期計画」を大学独自に策定していく予定。さらに、そこで得た実験装置の省エネに関する知見を、環境管理推進センター等の学内環境改善・省エネを推進する関連組織と連携して全学に普及させると共に、「実験装置の効率運用・省エネに寄与する建築設計の在り方」としても活用する。

最終的には、これらを通じて得られた「総合的な知見」(*1)を、学外にも広報したい。

(*1) 本学が考える「総合的な知見」

- ① 大学の「実験装置等」をマイクロ視点で捉え可視化し、環境・省エネ施策に反映
- ② 実験環境を、エネルギー効率や建物平面計画も含めた総合的な観点で捉えて再評価
- ③ CO2 削減を指標として、全学の環境省エネ施策を標準化（統合データとして可視化）

□事業目的達成に向けたプロセス

0) 省エネ診断対象実験装置等及び、実証想定内容の決定

1) 省エネ診断・分析

① 第一次省エネ診断（エネルギー計測）

② 第二次省エネ診断（エネルギー計測）

省エネ診断を二次に分ける理由

- ・ 第一次診断（計測）で十分な情報を得られない場合、方法を変え第二次に反映（第一次計測対象機器を、第二次で再度計測することもある）
- ・ 少量のデータロガー（電力及び温湿度計測器）を有効活用

2) 省エネ診断まとめ

- ・ 第一回「実験装置等省エネ計画策定委員会」の開催（H.24.9.27 実施）
⇒省エネ診断結果を基にした、運用改善及び高効率機器導入に向けた検討

3) 省エネ実証実験（本事業対象）実施プラン策定

- ・ 第二回「実験装置等省エネ計画策定委員会」の開催（H.24.11.7 実施）
⇒省エネ診断実施装置等（本事業対象）を主体とした実証実験の具体内容決定

4) 省エネ実証実験結果報告/全学展開プランの策定

- ・ 第三回「実験装置等省エネ計画策定委員会」の開催（H.25.1.11 実施）
⇒本事業対象省エネ実証実験結果の纏めと、本事業で得た知見を活かした全学展開プランの検討

5) 文部科学省に報告書提出（H.25.1.31）

5. 業務実施体制

課題項目	実施場所	業務担当責任者
三重大学 実験装置等省エネルギー実証事業（分子素材棟）	三重県津市栗真町屋町 1577 （三重大学 上浜団地）	三重大学施設部 施設企画課長 草 一宏

実施委員会（実験装置等省エネ計画策定委員会メンバー）

計 14 名

氏名	所属及び役職	専門
武田 保雄	理事（統括・研究担当） 副学長	環境・エネルギー
小林 英雄	工学研究科長	情報・通信
富岡 義人	工学研究科 科長補佐	建築
富田 昌弘	分子素材工学 専攻長	バイオテクノロジー
伊藤 敬人	分子素材工学専攻 教授	高分子設計化学
清水 真	分子素材工学専攻 教授	有機精密化学
北川 敏一	分子素材工学専攻 教授	有機機能化学
石原 篤	分子素材工学専攻 教授	無機素材化学
濱田 慎二	施設部 部長	建築
中村 賢一	工学研究科 事務長	
堀 芳人	環境管理推進センター支援室 副室長	
草 一宏	施設部 施設企画課長	
黒岩 健一	施設部 技術監	
堀江 常稔	㈱あらたサステナビリティ認証機構	省エネルギー

工学部のトップマネジメント及び、分子素材専攻各研究室の責任者（教授）に、施設整備専門委員会委員長・施設部長を加え、建築的観点も取り入れた省エネ施策を検討出来る体制とした。さらに、本委員会で得た知見を全学的に広げるために、環境管理推進センターのメンバーも参加することとした。

6. 課題項目別実施期間

業務項目	実施期間(平成 24 年 7 月 2 日～平成 25 年 1 月 31 日)						
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
第一次省エネ診断	○	○					
第二次省エネ診断		○	○				
省エネ診断まとめ			○				
省エネ実証実験等		○	○		○	○	
省エネ計画策定委員会			○		○		○
文部科学省報告等	○				○		○

II. 省エネ診断の実施

1. 省エネ診断実施準備

1) 省エネ診断と実証調査プロセス

本事業における省エネ診断と省エネ実証の位置づけを図 2-1 に示す。省エネ診断は、分子素材棟において効果的な省エネが実施可能な設備の抽出と運用改善案の検討と省エネ実証対象設備の選定を目的に実施した。対象設備の選定にあたっては、分子素材棟の施設エネルギー使用量を他の施設との比較・分析（図 2-2）を行い、施設内の設備の数量や仕様を把握することで、省エネすべき設備を選定した。

省エネ診断ののち、選定した設備のエネルギー使用量を実測して実証調査を行うものとした。実証調査は運用改善に主眼を置いて、設備のこれまでどおりの運用状態でのエネルギー使用量を計測し、省エネ診断で提案した運用改善策のうち実施可能なものを実施し、その改善後のエネルギー使用量を計測した。改善前後のエネルギー使用量を基に、省エネ効果を実証することとした。

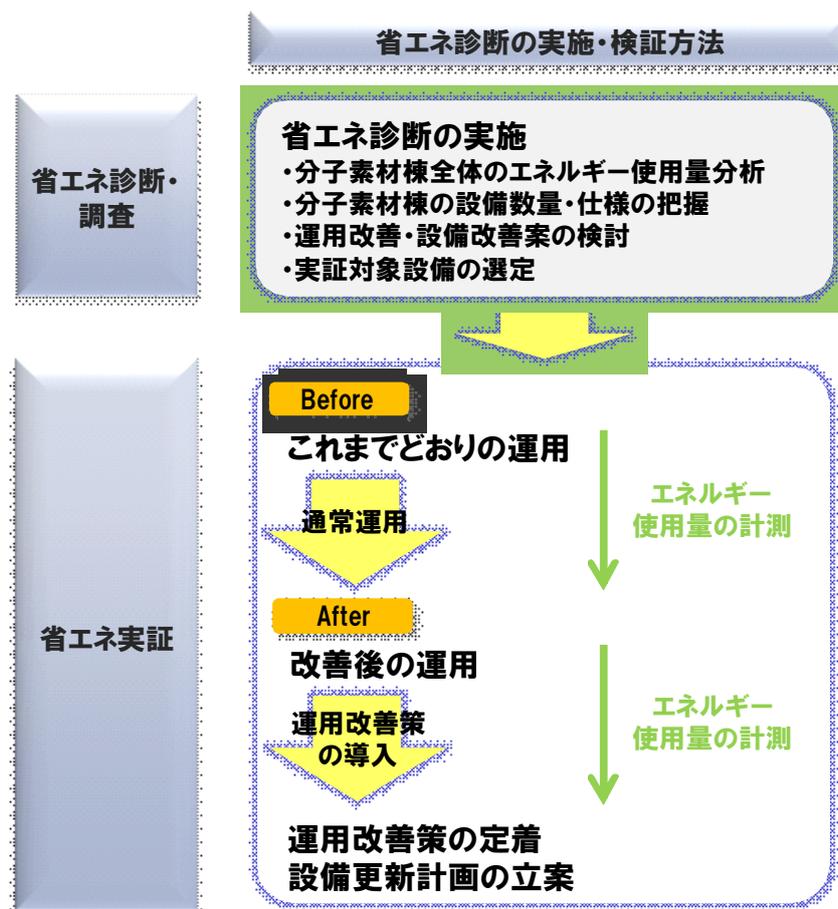


図 2-1 省エネ診断と実証の方法

2) 分子素材棟の実態把握

省エネ診断の実施に先立ち、平成 23 年の工学部のエネルギー使用量を各棟別で比較した。分子素材棟は工学部の中でも特にエネルギー（電気）使用総量及び、延床面積あたりのエネルギー原単位が高い。分子素材棟のエネルギー使用実態を図 2-2、表 2-1 に示す。

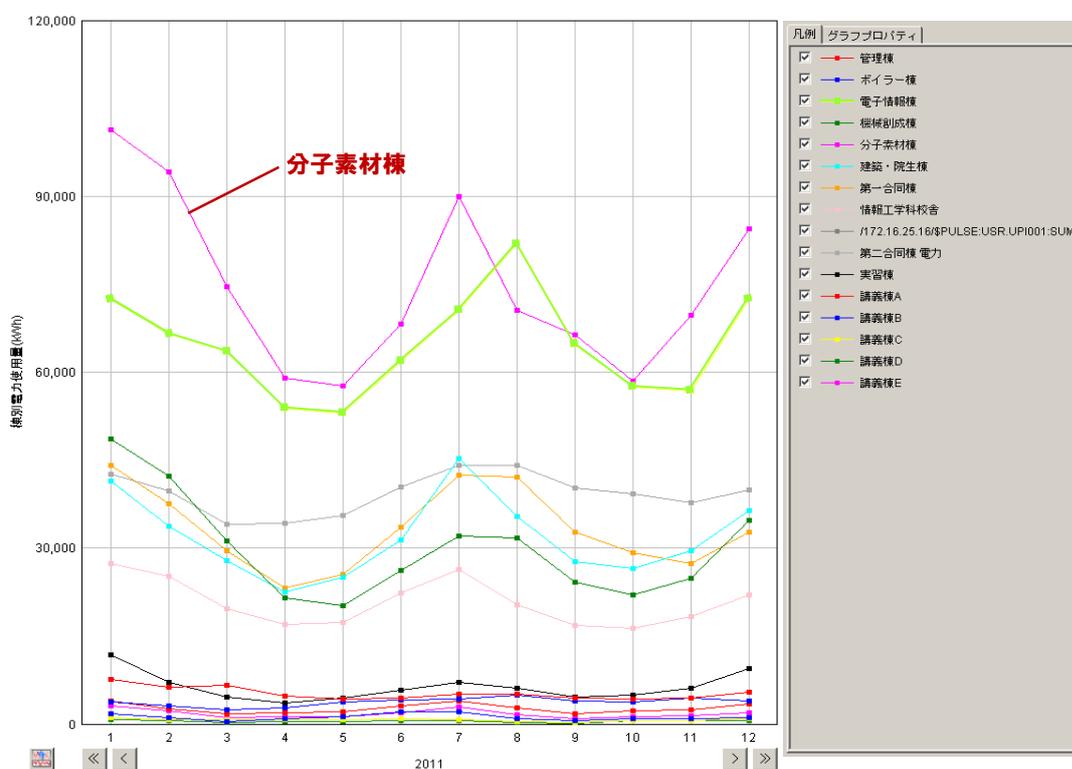


図 2-2 三重大学工学部のエネルギー使用実態（平成 23 年実績）

表 2-1 三重大学工学部のエネルギー原単位（平成 23 年実績）

棟名称	延面積(m ²)	年間電力使用量(kWh)	原単位(年間電力/床面積)
1 分子素材棟	3954	894348	226.19
2 電子情報棟	3672	775068	211.08
3 ボイラー棟	224	45105	201.36
4 第一合同棟	2782	367520	132.11
5 情報工学科校舎	2263	249001	110.03
6 建築・院生棟	3397	382593	112.63
7 第二合同棟	4227	432330	102.28
8 管理棟	636	62553	98.35
9 機械創成棟	3723	359332	96.52
10 実習棟	1042	75847	72.79

3) 省エネ診断による実証対象設備選定の考え方

診断では、分子素材棟における省エネ効果の最大化を意図することが必要である。一般に、省エネ効果を大きく得るためには、エネルギー使用量が大きい設備を対象とすること、導入数量の多い設備を対象とすること、省エネ効果が大きいこと、省エネ対策のコストが小さいこと、などを設備選定や省エネ対策における優先順位付けの理由とする。しかし、本事業では大学の実験設備を対象とすることから、さらに次のような4つの着眼点をふまえて省エネ診断による設備選定を実施した。

①運用改善による省エネ効果が大きいこと

省エネを目的とした高効率設備への更新が困難である場合には、運用による省エネを推進していくことが効果的である。不要時に停止することにより省エネ効果が大きく得られる設備、運転方法の改善により省エネ効果が大きく得られる設備を省エネ診断により抽出した。

②省エネ運用の操作が簡単で、学生、教員、技術職員が日常的に使用していること

運用改善を実施し、定着させるためには設備の停止や運転設定の変更が容易に行えるものである必要がある。このため、学生や教員が普段から操作に慣れており、簡単な操作で運用改善が実施できる設備を選定することとした。当然、安全・衛生面で不都合がなく実施が可能な設備選定となるよう留意した。

③分子素材棟の多くの研究室で使用されており、本実証調査による省エネ活動の広がりや応用が期待できること

多くの研究室・実験室で使用されている汎用性の高い設備を選定した。分子素材棟のみならず、他学科、他学部、さらには他大学への水平展開も期待できるためである。

④実験への支障が少ないこと

実験設備で実施する運用改善は実験・研究に支障を与えないような改善案となるよう留意した。

4) 分子素材棟の実験装置設置状況

省エネ診断では、3) 省エネ診断による実証対象設備選定の考え方 に基づいて、分子素材棟の実験装置の設置状況を確認した。これは本事業開始時点において、分子素材棟の実験装置数を総合的に把握したデータが存在しなかったためである。設備数量の把握は省エネ対策の実施、エネルギー使用用途の概要把握等で重要である。集計結果を図 2-3 に示す。

分子素材棟は化学系の学部・研究科が使用している建物であるため、化学実験で用いる局所排気装置やドラフトチャンバーの設置台数が非常に多い。これらの設備の簡易調査により、化学実験で必要となる給気と排気のエネルギーが非常に大きいことが想定できた。分子素材棟では給排気装置の使用エネルギーが大きく、これが空調負荷の増大につながり、分子素材

棟のエネルギー消費原単位を高めている原因になっていると想定される。図 2-4 は設備の簡易調査のうち、局所排気装置とドラフトチャンバーの排気ファンの調査結果を例示した。

簡易調査より、局所排気装置の月あたりの電力使用量は、 $38.8[\text{kW}] \times 80\% \times 10 \text{ 時間} \times 30 \text{ 日} = 9,312[\text{kWh}]$ である。図 2-2 で示すように、分子素材棟の電力使用量で冷暖房が使用されない最小負荷期の 5 月は $58,000[\text{kWh}]$ の使用電力である。これを用いて 局所排気装置が分子素材棟のベースの電力使用量に占める割合は、 $16\% (9,312[\text{kWh}] \div 58,000[\text{kWh}] = 16\%)$ であり、非常に大きなエネルギー使用設備であることが想定できた。

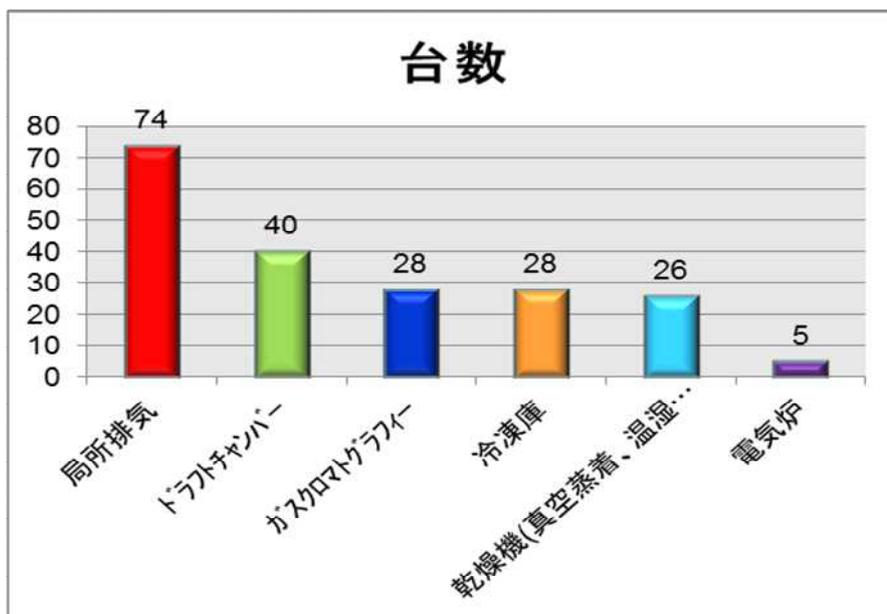


図 2-3 実験装置の設置台数の比較



設置台数・総容量	64台・38.8kW
当日稼働率	80% (51台)
インバータ設置割合	47% (30台)

図 2-4 局所排気装置・ドラフトチャンバーの排気ファンと仕様 (建物屋上調査)

2. 実験装置別省エネ診断の実施

1) 省エネ診断結果と実証対象設備の選定

分子素材棟の省エネ診断により、表 2-2 に示すような実証対象設備を選定した。

選定した設備は省エネ診断により、運用改善案と設備改善案を含む実証調査案を検討した。

表 2-2 省エネ診断により選定された実証対象設備・機器と実証案の抽出

	対象設備・機器	実証実施月						実証調査方法	実証調査案	
		7	8	9	10	11	12		運用改善案	設備更新案
①	局所排気装置	●						ロガーを1ヵ月程度設置。設置 0.5 ヶ月後に運用変更。温湿度ロガーの実験室内への設置。	<ul style="list-style-type: none"> 不要箇所の排気量低減 フィルター清掃等メンテ実施 空調負荷低減 	インバーター導入
②	乾燥機	●						ロガーを1ヵ月程度設置。設置 0.5 ヶ月後に運用変更。	<ul style="list-style-type: none"> 温度設定変更 不要時停止 保管場所の集約化 	新旧設備の効率比較
③	冷凍庫		●					ロガーを1ヵ月程度設置。設置 0.5 ヶ月後に運用変更。	<ul style="list-style-type: none"> 温度設定変更 不要時停止 保管場所の集約化 	新旧設備の効率比較
④	電気炉			●				ロガーを1ヵ月程度設置。	<ul style="list-style-type: none"> 温度設定変更 不要時停止 	新旧設備の効率比較
⑤	ガスクロマトグラフ			●				ロガーを1ヵ月程度設置。	—	新旧設備の効率比較

各設備の省エネ診断の結果は次のとおりである。

①局所排気装置

省エネ診断では局所排気装置の運用状況と仕様を確認した。効率の高いファンの優先使用、必要な排気量の調整等による運用が設備上は困難であるが、不要時の停止による運用改善の検討余地があることを把握した。表 2-3 は局所排気装置の省エネ診断結果であり、図 2-5 は局所排気装置の吸込口、図 2-6 は局所排気装置の全体イメージである。図 2-6 のように実験室内の空気をピンポイントに吸い込み、吸い込んだ空気を排気ファンで屋外に排出する装置である。

省エネ診断は2012年7月19日に実施したが、猛暑の中、局所排気装置の排気口からは冷気が大気に放出されており、実験室・研究室の冷房空気が排出されていることが確認された。また局所排気装置は、実験の状態に関わらず常時稼働しているケースが散見された。常時排気することにより、装置自体のエネルギー利用増と共に、室内の空調効率にも影響を及ぼしていた。

表 2-3 局所排気装置の省エネ診断結果

装置の用途	化学実験で発生するガスの排気
運用状況・設置状況	<ul style="list-style-type: none"> ・分子素材棟における設置数量が多い ・排気量が大きいためエネルギー使用量が多い ・実験室・研究室使用時は常に運転しており、使用時間が長い ・排気により実験室・研究室の空調空気を排出してしまうため、空調使用エネルギーの増加要因 ・スイッチのON・OFFで操作でき、運用による省エネが比較的容易
運用改善余地	<p><仮説>不使用時の停止や排気量の絞りによる省エネ効果大きい。</p> <p><実証>排気ファンの運転電力を計測し、運用改善前後の電力量、実験室の空調環境を調査</p>
実証の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ・実験室内の環境を悪化させない省エネ運用手法の確立 ・実際の装置使用実態を把握し、不要時停止運用可能な時間帯における停止運用効果を把握する



局所排気装置 吸込口 下から



局所排気装置 吸込口 横から

図 2-5 局所排気装置

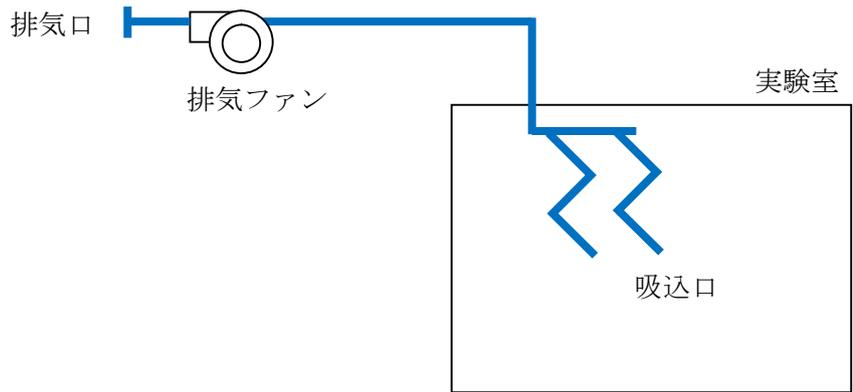


図 2-6 局所排気装置の全体イメージ

②乾燥機

省エネ診断では乾燥機の運用状況と仕様を確認した。乾燥機は使用数量が非常に多く、かつ使用時間が長いことが把握された。温度設定変更や不要時停止、保管場所の集約化など、実験の支障が少ない運用改善の実施可能性が高いこともわかった。表2-4は乾燥機の省エネ診断結果であり、図2-7 は乾燥機の外観である。

表 2-4 乾燥機の省エネ診断結果

装置の用途	実験器具の乾燥・保管
運用状況・設置状況	<ul style="list-style-type: none"> ・分子素材棟での設置数量が多い ・実験に用いる器具等の保管で用いられるため、実験・研究への支障が比較的少ない ・使用時間が非常に長い
運用改善余地	<p><仮説>温度設定変更、不要時停止、保管場所の集約化の可能性検討により、省エネ効果が得られる。</p> <p><実証>運転電力・待機電力の計測により、運用改善による省エネ量を調査・分析し、評価できる。</p>
実証の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ・最適温度設定による省エネ推進 ・不要時停止効果の把握による定量的評価 ・新旧の乾燥機のエネルギー消費効率比較による設備更新の経済評価



図 2-7 乾燥機

③冷凍庫

省エネ診断では冷凍庫の運用状況と仕様を確認した。冷凍庫は使用数量が多く、かつ使用時間が長いことを把握した。温度設定変更や不要時停止、保管場所の集約化など、実験に支障が少ない運用改善の実施可能性が高い。表2-5は冷凍庫の省エネ診断結果であり、図2-8は冷凍庫の外観と実証例の図である。

表 2-5 冷凍庫の省エネ診断結果

装置の用途	実験材料・試料、作成物の保管
運用状況・設置状況	<ul style="list-style-type: none"> ・分子素材棟での使用数量が多い ・実験試料等の保管に用いられるため、実験・研究への影響は比較的少ない ・常時運転している
運用改善余地	<p><仮説>温度設定変更、不要時停止、保管場所の集約化の可能性検討により、省エネ効果が得られる。</p> <p><計測>運転電力・待機電力の計測により、運用改善による省エネ量を調査・分析。</p>
実証の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ運用手法の確立。 ・集約化の可能性検討、実施のための体制等の確認。

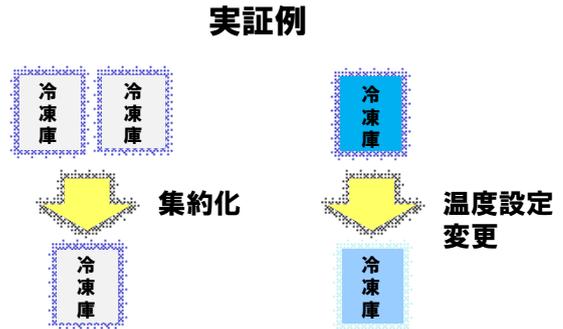


図 2-8 冷凍庫の外観と実証イメージ

④電気炉

省エネ診断では電気炉の運用状況と仕様を確認した。電気炉はエネルギー使用量が多い装置である。実験に支障のない範囲で可能な運用改善は、加熱方法を改善することが想定された。電気炉の特性上、急激に炉内温度を上昇させることは難しいため、必要な加熱温度よりも有る程度低い温度で予備的な加熱とその温度の維持をしている実態があり、この運用を改善することで省エネ効果が得られる可能性が見出された。表2-6は電気炉の省エネ診断結果であり、図2-9は電気炉の外観の図である。

表 2-6 電気炉の省エネ診断結果

装置の用途	材料の高温加熱
運用状況・設置状況	・高温の電気加熱装置であり、エネルギー使用量が多い
運用改善余地	<p><仮説> 予備加熱と予備加熱時間の短縮、不要時停止により省エネ効果が得られる。</p> <p><計測> 運転電力の計測により、運用改善による省エネ量を調査・分析。</p>
実証の方向性	・省エネ運用となる加熱プロセスの確立



図 2-9 電気炉

電気炉の加熱プロセスは一般に図 2-10 のようなプロセスであると考えられる。停止した炉を運転する時、予備加熱温度まで温度を上げ、必要な加熱を本加熱として行う。本加熱終了後は炉を停止するか、再び予備加熱温度まで低減させて、次の本加熱を行うことを繰り返すことが考えられる。このような電気炉の加熱プロセスにおいて、省エネの可能性は、「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」p. 39「装置の使用用法の改善」より見出せる。具体的には、対象となる電気炉の運転時間（使用時間含む）の短縮として「予備加熱時間の短縮」、ウォームアップの短縮として「予備加熱設定温度の緩和」が考えられる。さらに省エネ法判断基準の工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事項（2）の加熱設備等の①ウで定められた「被加熱物装てん方法の改善」がある。これらのうち、予備加熱時間の短縮は予備加熱完了時間を測定し、到達時間を把握することで短縮運用することができるものと考えた。予備加熱時間の時間短縮は、短縮時間がそのまま省エネ効果になるため、効果が大きい。予備加熱設定温度の緩和は、予備加熱温度を低減させることにより、本加熱時に目的とする温度への到達時間がかかり、実験に支障が出ることがわかったため、実施可能性は高くない。被加熱物装てん方法の改善は、電気炉内のスペースが小さい。実際、診断した電気炉は旧式であるが、装てんする試料の大きさや試料の出し入れのスペースからみて、例えば 2 回分の実験を 1 回で実施するよう装てんするなどの、工夫の余地は小さいため、装てん方法の改善による省エネは実施が困難であると判断した。以上より、実証では予備加熱時間の短縮を検討するものとした。

省エネ診断では、電気炉の運用調査から、頻繁な温度上昇の変化が電気炉内の発熱体を劣化させる可能性があることを把握した。これまで発熱体の劣化は頻繁な電気炉の停止・運転により劣化が早まり、発熱体の交換コストが上昇することが経験的にわかっていた。このため、電気炉の使用実態による発熱体の交換周期と発熱体の交換費用、電気料金の経済評価を追加的に行うこととした。

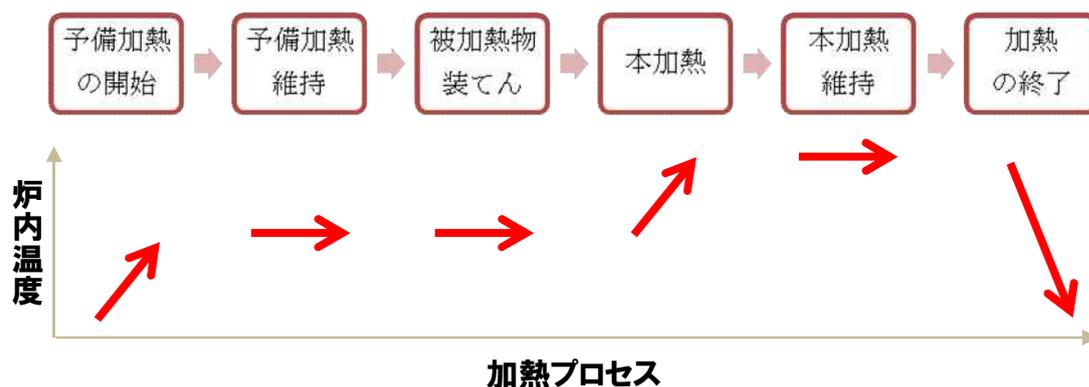


図 2-10 加熱プロセスと炉内温度変化

⑤ガスクロマトグラフ

省エネ診断ではガスクロマトグラフの運用状況と仕様を確認した。ガスクロマトグラフは、使用数量が多く、使用時間も比較的長い装置である。実験に支障がない運用改善の実施余地は少ないが、新・旧設備のエネルギー使用量・効率の比較を通して、使用状況等の差異による更新の経済性を検討する。表2-7はガスクロマトグラフの省エネ診断結果であり、図2-11はガスクロマトグラフの外観の図である。

表 2-7 ガスクロマトグラフの省エネ診断結果

装置の用途	ガス成分の分析
運用状況・設置状況	<ul style="list-style-type: none"> ・設置数量が多い ・使用時間が長い
運用改善余地	<p><仮説>電力消費の少ない装置の優先使用により、省エネ効果が得られる。</p> <p><計測>運転電力・待機電力の計測により、運用改善による省エネ量を調査・分析。</p>
実証の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ運用手法が多くはないことが把握されたため、運用手法の確立と設備更新による省エネを検討する。 ・新旧のエネルギー消費効率比較による設備更新のための経済評価



図 2-11 ガスクロマトグラフ

Ⅲ. 実証結果報告

1. 実験装置別の実証・検討方法

省エネ診断により抽出された実証調査案を基に、当該事業実施委員会等において、実証可能性を検討した。表 3-1 は実証調査内容をまとめたものである。

表 3-1 各実験装置の実証調査内容

	実証内容	実施にあたっての制約	実証データ収集方法と調査方法
局所排気装置	不要時停止による省エネ効果と空調負荷低減効果の実証	におい等の作業環境悪化	局所排気装置の運転電力量の計測による不要時停止効果を評価。停止可能な研究室の体制、作業スケジュールを調査。
乾燥機	不要時停止 温度設定緩和	特になし (各研究室で運用改善の協力が得られた。)	不要時停止効果の計測・評価。 改善効果温度設定を変更して電力量を実測。
冷凍庫	冷凍庫の集約化	現状の試料・材料の保管状況に依存する。 研究室間の実験内容・計画の把握が必要。	集約化のために研究科内で必要な作業のヒアリングを実施。
電気炉	予備加熱時間の削減	発熱体の劣化による交換頻度上昇による実験への支障	発熱体の劣化に関する経験情報の収集。 発熱体交換の経済性を確認。
ガスクロマトグラフ	適合範囲ごとの分析運用	実験内容の詳細把握	必要な分析種別・内容と使用するガスクロをヒアリング調査し、実測した電力測定値から省エネ効果を検討。 設備更新による省エネ効果を調査検討。

局所排気装置は不要時停止の効果を確認するとともに、不要時停止による空調負荷低減効果を実証することとした。ただし、局所排気装置は実際の運用では化学系の実験に用いる装置であり、装置停止による作業・実験環境の悪化を避けるため、可能な範囲で停止可能性を探ることとした。

乾燥機は運用改善による省エネ効果が非常に大きく、運用改善の操作が簡単であり、学生、教員、技術職員が普段から使用しており、分子素材棟内に数多く設置されている。実験器具の保管に用いる装置であり、運用改善による実験への直接の支障が少ないことから、不要時

停止の効果を確認するとともに、温度設定緩和の効果を実証することとした。

冷凍庫は、保管している試料・材料への影響が懸念されたため、温度設定の変更などの実証は困難であると判断し、冷凍庫を集約化するために必要な学内の検討方法、検討プロセスを調査することとした。

電気炉は省エネ診断で提案された、予備加熱時間の削減効果を実証することとした。ただし、電気炉を高温にする発熱体は頻繁な温度変化によるストレスで劣化が早まることが懸念されたため、発熱体の劣化に関する経験情報を収集し、実施可能性を検討することとした。また、発熱体交換コストと電気炉を停止することによる電力コストとの経済性を検討し、どのような運用が費用効果的なのかを検討することとした。

ガスクロマトグラフは、運用改善により可能な省エネ手法が多くはない。このため、現状使用している主要なガスクロマトグラフの分析に用いる電力使用量を把握し、可視化することとした。あわせて、必要なガス分析の種別がエネルギー使用量の少ない機種が実験において優先的に使用できるかを検討することとした。さらに、設備更新による省エネ可能性を探り、研究室が分析装置を購入する際の手続き等を調査して、発注時に省エネ型のガスクロマトグラフを購入するための方法をより深く検討することとした。

2. 実証結果

省エネ診断により抽出された実証調査案を基に、電力使用量の実測結果と実証結果を述べる。

1) 各実験装置別の実証結果

①局所排気装置

局所排気装置の実証調査を行った。表 3-2 は、実証の目的と実証の具体的方法、実証結果をまとめたものである。

局所排気装置は使用者が実験に伴い発生するガスを実験室・研究室外に排出するために用いる。実験に必要な排気装置はドラフトチャンバーを設置することで必要な排気量を確保していたが、実験環境の改善のために後に付加的に導入された局所排気装置が常時使用装置として用いられているのが実態であった。このため、実証にあたり、実験室・研究室に人が滞在する際に用いるものではなく、実験をする時に使用する設備であることを説明すること、さらには実験を行っていない局所排気装置の不要時には停止する運用の効果を実証的に示すことが重要であると考えた。

表 3-2 局所排気装置の実証調査結果

実証目的	不要時停止運用による省エネ効果を確認する
方法	研究室 A の局所排気装置 2 系統に電力ロガーを設置し、局所排気装置の電力使用量を 1.5 カ月間計測した。 研究室の入退室に合わせた運転から、実験実施時に合わせた運転への変更による運用効果を確認する。(入室時 30 分、昼休憩 1 時間、退室前 30 分の短縮による効果の確認。)
実証対象装置の仕様	局所排気装置 北側系統 0.75kW (排気ファンモータ) 局所排気装置 南側系統 0.75kW (排気ファンモータ)
実証結果	1 設備あたり 520[kWh/年]の省エネ効果 (運用改善を実施しない場合と比べて、17%の省エネ効果) 研究室年間使用日数を 200[日/年]、2 時間の不要時停止運用を実施する。局所排気装置の 1 設備あたりの消費電力は、1.3[kW]であったため、 $1.3[\text{kW}] \times 200[\text{日/年}] \times 2[\text{時間}] = 520[\text{kWh/年}]$ となる。 1 日あたりの平均電力使用量は測定結果より、15.3[kWh/日]であった。年間の電力使用量は、 $15.3[\text{kWh}] \times 200[\text{日/年}] = 3,060[\text{kWh/年}]$ 省エネ効果は、 $520[\text{kWh/年}] \div 3,060[\text{kWh/年}] = 17\%$ となる。

現在の運用状況を計測した結果は、図 3-1 のとおりである。

局所排気装置の電力量の測定の結果、1 日あたりの平均電力使用量は、15.3 [kWh]となった。平均電力使用量は、局所排気装置が稼働しない日を除いた値である。

測定した局所排気装置は風量の調整が可能なタイプではない。このため、運転中の消費電力は一定であり、1 日の電力使用量は使用時間によって決定されることになる。

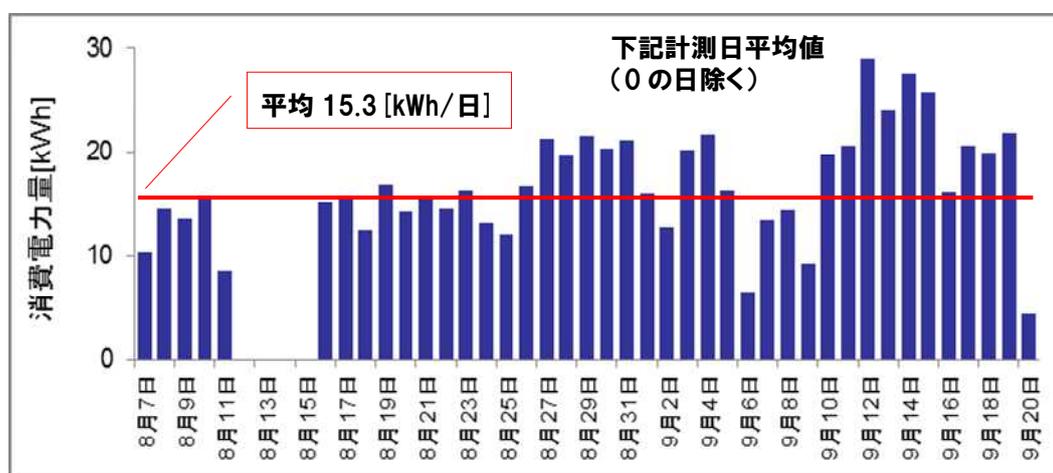


図 3-1 運用改善前の局所排気装置の電力量測定結果

図 3-2 は、実測した局所排気装置の 1 日の電力使用量のうち、代表的であった 1 日の使用量の推移をグラフで表現したものである。現状と改善案のグラフは同じものであるが、改善案は省エネ診断で提案したように、不要時に局所排気装置を停止した場合の使用量のグラフである。棒グラフの白抜きの部分は停止可能な時間帯に局所排気装置を停止した場合の波形を示している。

停止可能な時間帯は、局所排気装置の運用方法のヒアリングと実験・研究室の運用を把握することで想定することとした。電力使用量を計測した研究室では、朝、第一入室者が局所排気装置の運転を開始し、その後、局所排気装置は運転を継続し、最終退室者が局所排気装置を停止する運用となっていた。しかし、第一入室者の入室と実験の開始タイミングは同じタイミングではない。同様に最終退出時が実験の終了タイミングではない。このため、局所排気装置の運転開始は、実験開始時に変更が可能である。これは局所排気装置の停止についても同様であり、実験の終了時に局所排気装置を停止可能である。

停止可能な時間帯の確保は昼食時間帯にも可能である。昼食をとる時間帯には実験が行われていないことがあり、仮に連続的に実験をする必要があるとしても、全ての（全系統の）局所排気装置を運転する必要性は高くなく、停止することは可能であると考えられる。

以上のような前提で、1 日のうち、局所排気装置は入退室時間帯の運転開始・停止タイミングで 30 分ずつ、昼食時間帯で 60 分の停止により、現状と比べ 1 日に 2 時間程度の停止が可能であると考えた。2 時間の停止による削減量は、1 時間あたりの局所排気装置の平均電力は 1.3 [kW]であり、年間の局所排気装置使用日数が 200 [日/年]であれば、局所排気装置の本停止運用による省エネ効果は、520 [kWh/年/台]となる。分子素材棟において不要時停止運用が可能な設備でこの運用改善を実施すれば、この省エネ効果は、 $520[\text{kWh}/\text{年}/\text{台}] \times 41[\text{台}] \times 15[\text{円}/\text{kWh}] = 320$ 千円の電気代の節約に寄与することになる。

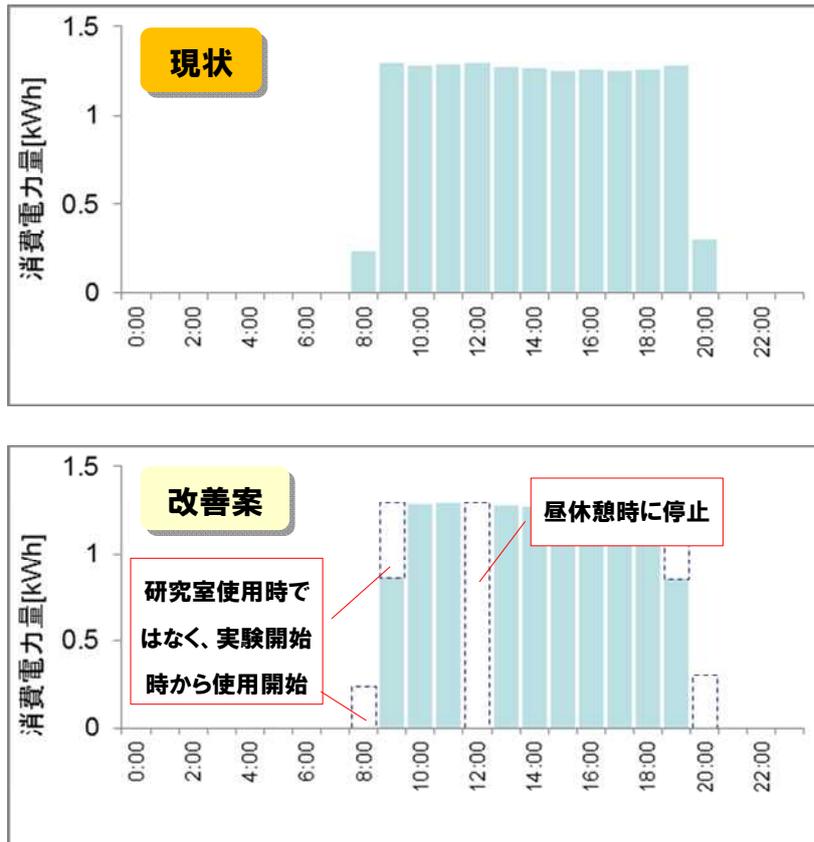


図 3-2 局所排気装置の停止運用による省エネ効果

つづいて、局所排気装置の運転による外気取り入れが空調運転電力に与える影響を分析するため、局所排気装置のある研究室の空調使用電力量を実測した。表 3-3 は局所排気装置の停止による使用・不使用が冷房使用電力に与える影響を実証した結果である。局所排気装置の停止による空調負荷の低減で空調使用電力量が 5.4%低減できることが把握された。

表 3-3 局所排気装置の停止による空調負荷低減効果の実証調査結果

実証目的	局所排気装置の使用・不使用が冷房使用電力に与える影響を確認する。
方法	気象条件に差のない期間で局所排気装置の使用・不使用による冷房使用電力の違いを評価。
実証対象装置の仕様	空調機 2 系統 定格消費電力 1.95 [kW]
実証結果	<p>1 設備あたり 5.4%の省エネ効果 (図 3-3 の分布の平均の差) 年間空調使用日数を 61 日 (三重県 2011 年の最高気温 30℃以上の日数) とすれば、1 日平均の電力使用量は 41 [kWh] であるから年間の空調電力使用量は、</p> $41 [\text{kWh}/\text{日}] \times 61 [\text{日}] = 2,501 [\text{kWh}/\text{年}]$ <p>年間の削減量は、</p> $2,501 [\text{kWh}/\text{年}] \times 5.4\% \times 2 [\text{時間}] \div 8 [\text{時間}] = 33.8 [\text{kWh}]$ <p>の年間削減量となる。</p>

表 3-4 は、局所排気装置の停止による空調使用電力量低減効果の実測結果を用いた算定結果である。

表 3-4 局所排気装置の停止による空調使用電力量低減効果

期間中空調使用電力測定結果 (期間：2012 年 8 月 7 日～9 月 20 日の 45 日間)	1,847 [kWh]
1 日平均の空調使用電力量 (1,847 [kWh] ÷ 45 [日])	41 [kWh/日]
年間空調使用日数	61 [日]
局所排気装置停止時間 (1 日のうち 2 時間の停止運用)	2 [h/日]
局所排気装置の運用改善 (1 日 2 時間の停止運用) による空調使用電力量の低減効果算定結果	33.8 [kWh/年]

本実証では、局所排気装置の電力使用量を計測した研究室において、空調機についても電力使用量を測定した。電力使用量は 1,847 [kWh] であり、測定期間は 45 日間であったため、1 日平均の空調電力使用量は 41 [kWh/日] となる。年間空調使用日数は、三重県の 2011 年の最高気温 30℃以上の日数が 61 日であったため、1 日平均の空調電力使用量とこの日数から、年間の空調 (冷房) 電力使用量は 2,501 [kWh/年] (= 41 [kWh] × 61 [日]) となる。

図 3-3 は、実測期間中のうち、局所排気装置が使用されなかった日 (8 月 15 日) の空調電力使用量と局所排気装置が使用された日 (8 月 16 日) の空調使用電力の 1 時間値をその時間の外気温値を用いてプロットしたものである。プロットは 1 時間の電力使用量であり、局所排気装置が使用されていた時間帯と使用されていない時間帯のデータを用いた。両日の平均気

温と平均湿度にほとんど差はないが、電力使用量の分布には両日に違いがみられた。局所排気装置を使用した日と、使用しなかった日の空調使用電力量の平均値は、5.4%の差となった。この差は局所排気装置の停止による省エネ効果であると考えられる。

年間の空調電力使用量から、この差を用いて年間の省エネ効果を求めると、局所排気装置は1日のうち2時間停止が可能であるから、空調が1日平均8時間使用されるとすると、33.8[kWh]の年間の省エネ効果となる。

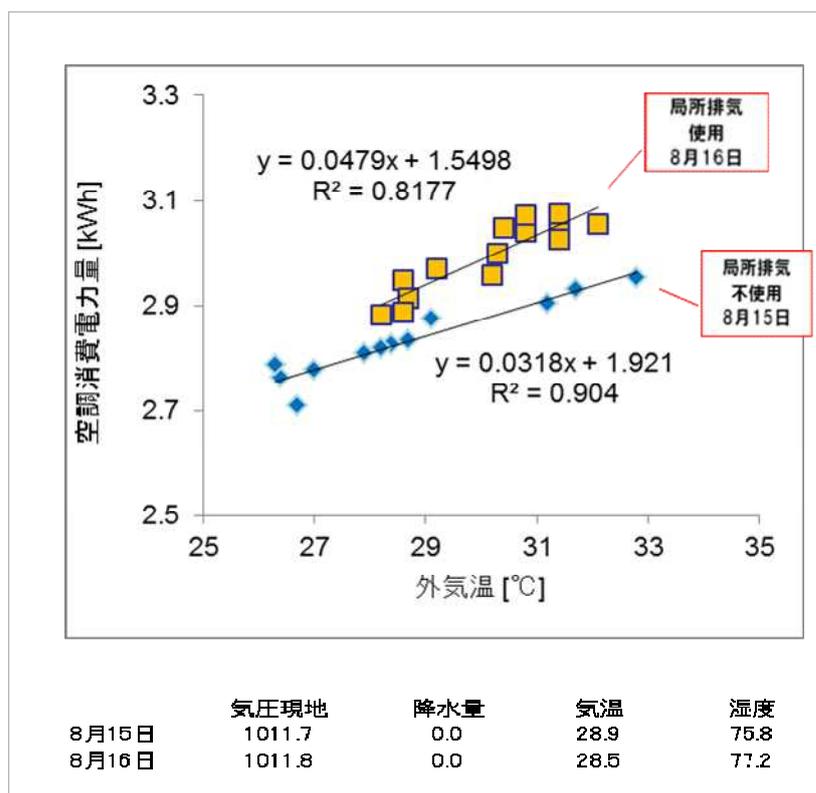


図 3-3 外気温と空調使用電力量の関係

②乾燥機

乾燥機の実証調査を行った。表 3-5 は、実証の目的と実証の具体的方法、実証結果をまとめたものである。

実証調査を行った乾燥機は不要時停止運用が行われていた乾燥機を選定した。乾燥機は実験で用いる器具の乾燥と保管のために用いられており、設定した温度までヒーターにより乾燥機内部の空気を加熱し、実験器具を乾燥する簡素な装置であるため、不要時に停止することによる省エネが容易に実施できることは多くの教員が理解していた。しかし、一定時間の停止により、その後、運転すると電力使用量が增大してしまうのではないかと、といった懸念があった。省エネ診断当初に不要時停止が効果的であると判断し、この実施可能性を検討したが、運用改善の推進には、運用によるメリット、デメリットの把握と提示が必要であると判断した。

実証では不要時停止運用が行われていた乾燥機で 24 時間連続運転したデータを取り、また不要時停止運用のデータを取り、省エネ効果を確認した。

表 3-5 乾燥機の実証調査結果

実証目的	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不要時停止運用による省エネ効果を確認する ・ 温度設定緩和の省エネ効果を確認する
方法	<p>不要時停止運用の省エネ効果は、24 時間連続運転された通常運用の乾燥機の運転電力量をベースラインとして、不要時停止運用効果を実証する。</p> <p>温度設定緩和の省エネ効果は、120℃から 100℃に温度設定を緩和し、省エネ効果を実証する。</p>
実証対象装置の仕様	<p>不要時停止運用の対象乾燥機 定格消費電力 1.2 kW (ヒーター)</p> <p>温度設定緩和運用の対象乾燥機 定格消費電力 1.36 kW (ヒーター)</p>
実証結果	<p>不要時停止運用の省エネ効果 1 台あたり 723[kWh/年]の省エネ効果 無停止状態の乾燥機を不要時に停止し、研究室が年間 200 日間稼働するとすれば、 $2.5[\text{kWh}/\text{日}] \times 365[\text{日}] - 0.95[\text{kWh}] \times 200[\text{日}] = 723[\text{kWh}]$ の削減量となる。</p> <p>乾燥機の温度設定緩和の省エネ効果 温度設定 120℃運転 1 時間あたりの平均電力量 (2012 年 11 月 8 日～同 11 月 17 日) 0.0577 [kWh] 温度設定 100℃運転 1 時間あたりの平均電力量 (2012 年 11 月 17 日～同 12 月 14 日) 0.0317 [kWh] 45%の省エネとなった。</p>

乾燥機が不要時に停止運用された状況を計測した結果を図 3-4 に示す。測定は 8 月 7 日～8 月 28 日に行った。使用しない期間は停止される運用がなされたため、お盆休みの 8 月 12 日～14 日の期間の電力使用量は 0 [kWh]となっている。

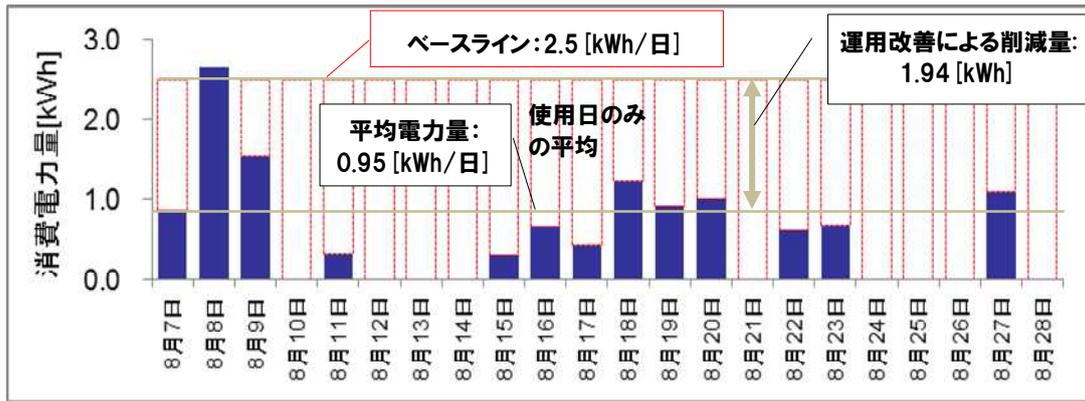


図 3-4 乾燥機の電力使用量測定結果

図 3-4 には、使用日のみの平均である平均電力量 0.95[kWh/日]とベースライン 2.5[kWh/日]を記載している。ベースラインの 2.5[kWh/日]は、8月7日から8月8日までの無停止で使用された実績から、連続した24時間の取り得る使用電力量の合計で、保守的に最も小さい値を採用して選定した。

乾燥機の不要時停止運用については、停止運用に伴う実験への支障を把握する必要がある。上記で述べたように、乾燥機を長時間停止するとその後、乾燥機が停止しない状態と比べ、通常の運転状態になるのに大きなエネルギー使用と時間を要するのではないかという疑問に答える必要があるということである。ここでは長時間停止された乾燥機を運転することで、通常運転状態となるまでの時間を確認した。図 3-5 は長時間停止していた乾燥機が使用される際の電力使用量を実証計測した結果である。長時間停止していた乾燥機は運転開始後(14:30 ごろ)から電力使用量が急増していることが分かる。しかし、15:00 ごろからは電力使用量は比較的一定になっている。長期間停止していた乾燥機を運転することでどの程度の時間で通常運転状態となるのか、さらに細かく電力使用量の実証計測結果を確認するためのグラフが、図 3-6 である。

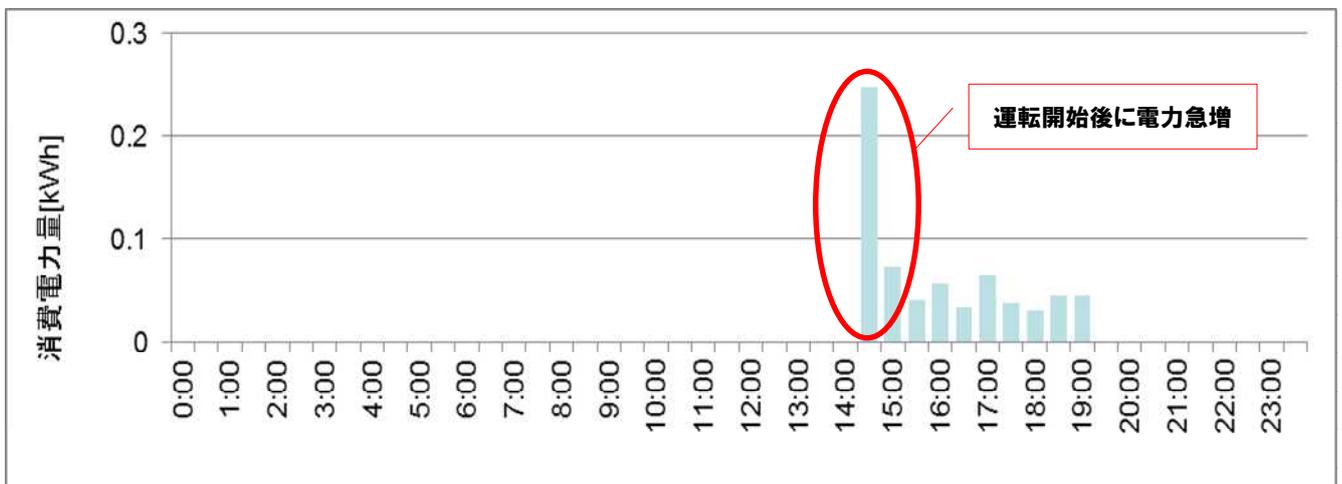


図 3-5 8月23日の乾燥機の消費電力

図 3-6 は図 3-5 の 14 : 00 以降の電力データを分刻みでより細かくみたものである。14 : 30 に乾燥機が運転され、一定の電力使用量で 14 : 42 ごろまで電力が使用されている。この継続時間は 12 分間であった。長期間停止していた乾燥機は 12 分間の運転で内部のヒーターが既定温度 (この乾燥機は 70℃設定) に達し、その後は通常運転状態に戻ったものと想定できる。

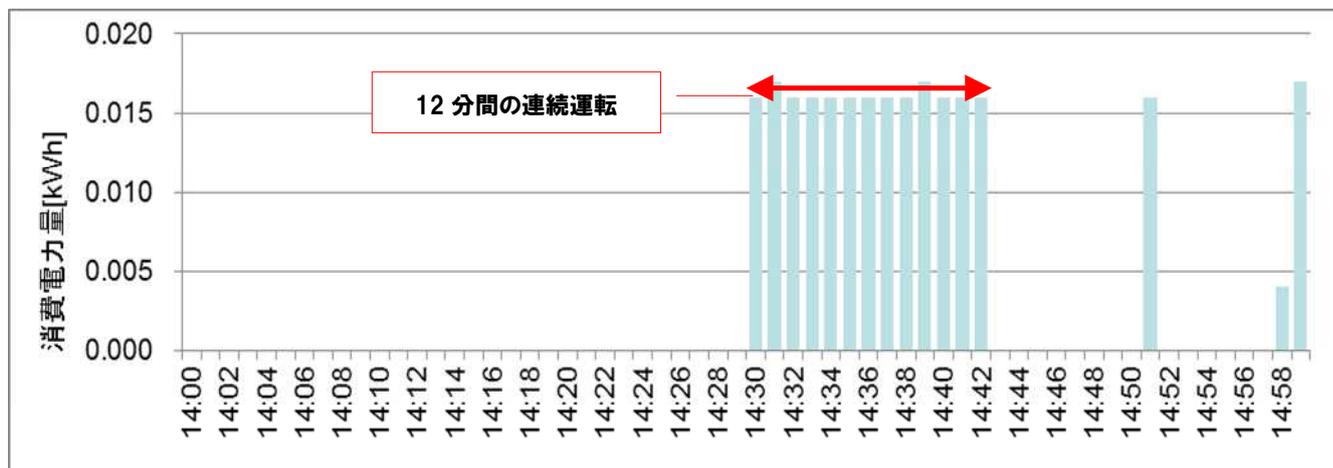


図 3-6 8月23日 14 : 00 から 15 : 00 の乾燥機消費電力

実証結果からは、乾燥機の不要時停止運用は比較的大きな省エネ効果が得られることが把握され、さらに、不要時停止運用は、研究室入室後に乾燥機を運転開始し、30分程度の待ち時間を確保すれば、実験には支障がないものとする。

実証の結果、長時間停止後の運転開始時の消費電力量の増加分は、30分値で2倍～3倍程度である。このため、使用しない時間が2時間以上であれば積極的に停止することが省エネかつ経済的と考えられる。

つづいて、温度設定緩和の省エネ効果である。120℃設定で運転されていた乾燥機を100℃に緩和して運用した場合の省エネ効果を実証した。乾燥機の温度設定緩和の実証結果を表 3-6 に示す。

実証では乾燥機の停止・運転等の運用はそのままにし、温度設定を変更する前後の電力使用量を計測した。2012年11月8日より測定を開始し、11月17日に温度設定を変更し、12月14日まで計測を行った。設定温度が120℃で運転していた1時間あたりの平均電力量と100℃で運転していた1時間あたりの電力量を比べると45%少ない電力使用量で運転可能であることがわかり、温度設定の緩和は大きな省エネ効果があることが確認された。

表 3-6 乾燥機の温度設定緩和の実証調査結果

	120℃運転 2012年11月8日～ 同11月17日	100℃ 2012年11月17日～ 同12月14日
積算電力量 [Wh]	5,074	16,957
稼働時間 [h]	88	535
平均電力量 [kWh]	0.0577	0.0317

③冷凍庫

冷凍庫の実証調査を行った。表 3-7 は、実証の目的と実証の具体的方法、実証結果をまとめた。

冷凍庫は、教員への運用実態のヒアリングを行った。冷凍温度の設定緩和が省エネにつながることは十分に理解されていた。しかし、実験に用いる試料・材料の保管温度は定められており、設定温度を上げることは試料・材料が劣化するなどし、実験に支障を与えることが把握できたため、温度設定の変更の実証は困難であると判断した。また冷凍庫のコンプレッサーのフィルターのメンテナンスは適正に行われており、試料・材料を保管したり、取り出したりする際のドアの開閉も十分に配慮されていた。庫内も整理がなされており、試料・材料に使用者名が記載されていた。

一方、冷凍庫は庫内に試料・材料を保管していない、未使用のものを運転していることもあり得る。また少量の試料・材料が保管されている冷凍庫を集約することも省エネにつながる。したがって、これらの運用に必要な学内の検討方法、検討プロセスを調査することとした。

表 3-7 冷凍庫の実証調査結果

実証目的	冷凍庫の運転電力を測定し、集約化による省エネ運用効果を確認する。
方法	冷凍庫の集約化のために必要な体制、冷凍庫の共用化に必要な組織的要件、装置レイアウトを委員会等の活用により見出す。
実証対象装置の仕様	140[W] 2台 126[W] 1台
実証結果	<p>現状は実験により作成したものを保管するために使用している。使用温度帯は-20℃が最も多いが、使用用途によりさまざまな温度帯で使用されている。</p> <p>ガイドラインへの反映</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設定温度の共有 <p>冷凍庫の設定温度は各々の判断により低めの設定となることがあるため、冷凍庫の設定温度と用途を学内で調査し、共通化する事が必要。文科省「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」においても冷凍庫の標準能力からさらに低い設定とすると稼働時間が長くなり、電力消費が増大し、機器の劣化進行が速くなることが指摘されている。</p>

まず、実態把握のため、周囲温度 23℃一定環境下の冷凍庫の使用電力を実測した。負荷率は、0.6 を超え、比較的高い値となった。この冷凍庫の結果を用いて集約化を学内で議論した。

表 3-8 冷凍庫の実測結果

	実使用電力	測定期間	稼働率
冷凍庫	134[kWh]	平成 24 年 8 月 29 日～9 月 19 日	0.63

冷凍庫の集約化は平成 25 年 1 月 11 日に開催された三重大学内当該事業実施委員会において、試料・材料等の保存物毎の分類や集約の可能性を検討したが、現状の研究室レイアウトは供用可能な構成となっておらず、薬品等を保管する冷凍庫の使用の安全上の課題があり、集約化は困難であるとの結論に至った。

将来的な方向性として、冷凍庫の集約化を実施するためには、各研究室の中心に冷凍庫を配置し、保管者と保管する試料等の量などの情報を共有し、管理していくことが必要であることがわかった。

④電気炉

電気炉の実証調査を行った。表 3-9 は、実証の目的と実証の具体的方法、実証結果をまとめたものである。

電気炉は予備加熱時間の削減効果を実証することとした。当初、予備加熱時間を可能な限り短縮することを検討したが、気象条件や発熱体の経年変化による特性変化があり、予備加熱時間は常に一定の時間ではないことが教員より指摘された。このため、予備加熱時間をなくすのではなく、実証によって可能な範囲で短縮する運用を提案する方向で調査することとした。また、電気炉を高温にする発熱体は頻繁な温度変化によるストレスで劣化が早まることが懸念された。安易に予備加熱時間をなくし、温度上昇幅を大きくすることで発熱体の劣化を早めることは、実験に大きな支障を与えることになり、運用が継続し、定着することはないと考えた。このため、発熱体の劣化に関する経験情報を収集し、発熱体交換コストと電気炉を停止することによる電力コストとの経済性を検討し、費用効果的な実施可能性の高い運用を検討することとした。

表 3-9 電気炉の実証調査結果

実証目的	立ち上げ時間の適正運用による省エネ効果を確認する。
方法	加熱方法を把握し、予備加熱時間の短縮による運用効果を評価する。
実証対象装置の仕様	設備電力 10 [kVA] (2002年に炉を補修したため同型機の調査による推計)
実証結果	5,100[kWh/年]の省エネ効果 電気炉の予備加熱時間を短縮し、年間20回、5台で実行すれば、 51[kWh/回]×100回=5,100[kWh]の削減量となる。

図 3-7 は現状の電気炉の電力使用量を実測したグラフである。朝 9:00 過ぎに電気炉を使用開始し、予備加熱温度まで炉内温度を上昇させている。炉内温度の予備加熱温度は 800℃である。グラフより、6時間30分ほどで電気炉の制御盤で設定されている予備加熱設定温度の 800℃まで到達し、その後、予備加熱温度を 16時間維持していることがわかる。ここでは予備加熱温度の維持時間に着目した。

予備加熱温度の維持は翌日の 9:00 過ぎに行われた本加熱（すなわち、本実験）のためのものであると考えられる。グラフをみると翌日 9:00 過ぎに電気炉の電力使用量が増加している。1300℃程度までの加熱を行った結果である。予備加熱時間を短縮するためには、予備加熱開始時間は本加熱開始時刻を見越して設定することで短縮が可能であると考えられる。

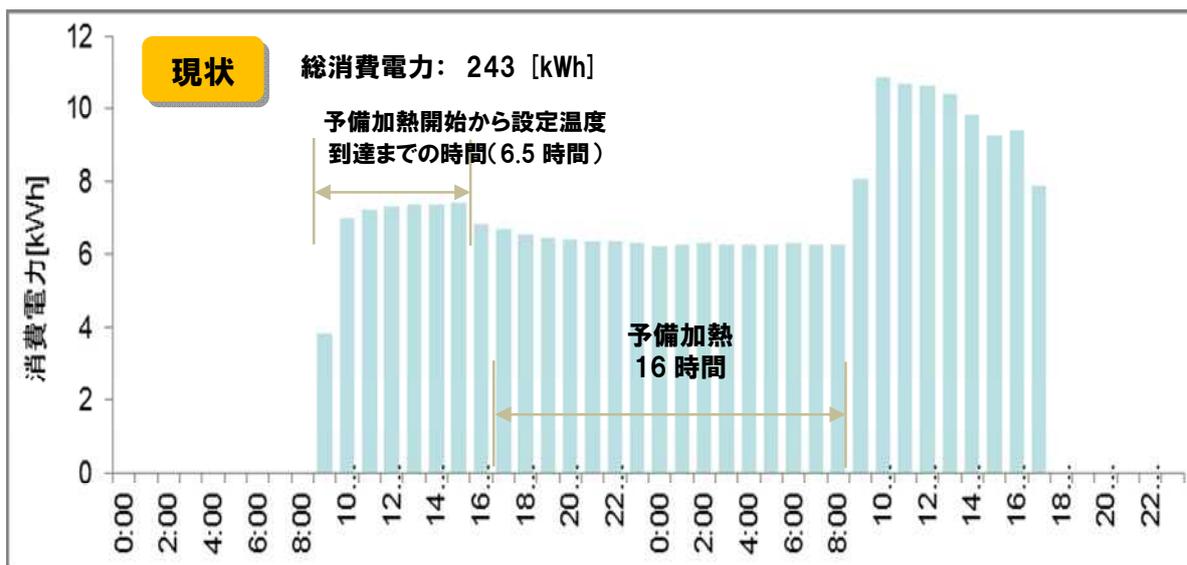


図 3-7 現状の運用による電気炉の電力使用量

図 3-8 は、予備加熱開始時刻を夕刻に変更した場合の電力使用量（想定値）である。夕刻に予備加熱を開始することで、予備加熱温度の維持時間を短縮できる。この場合、21%の電力使用量を削減できることとなる。

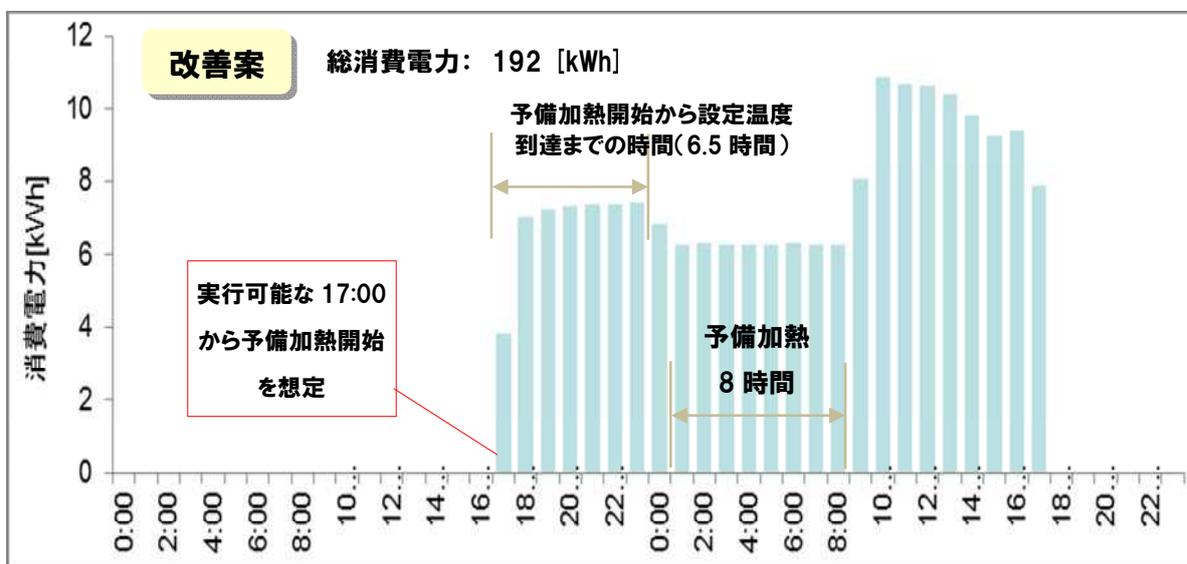


図 3-8 予備加熱時間短縮後の電気炉の電力使用量

予備加熱温度の 800℃への到達は図 3-7 と同様に 6 時間 30 ほどである。その後は予備加熱温度を維持している実態から、本加熱の実行時刻より 5 時間前から、加熱を開始すれば、実

験に支障がないものと想定する。

つづいて、電気炉の経済計算結果を示す。既に省エネ診断結果で述べたように、電気炉の運用調査とヒアリングから、頻繁な温度上昇の変化が電気炉内の発熱体を劣化させる可能性が把握された。

発熱体の劣化と交換費用を調査するため、メーカーへのヒアリングを行った。実際に近年使用された状況として4つのケースで発熱体の交換費用を調べた。電気炉はいずれのケースも使用実態に近い1回の本加熱で1300℃を6時間使用することとした。

- ・ケース1 30回の年間使用回数で不使用时は電気炉を停止する運用
- ・ケース2 30回の年間使用回数で常時800℃保持の運用
- ・ケース3 100回の年間使用回数で不使用时は電気炉を停止する運用
- ・ケース4 100回の年間使用回数で常時800℃保持の運用

当然のことながら、電気炉の使用回数が多いほど発熱体の交換費用は増加する。また、不使用时に電気炉の電源をOFFし、停止する運用と常時800℃の予備加熱状態を維持する運用とでは、電力使用量が大きく異なることから、大きな費用の差がでる。

表3-10は、各ケースでの年間の電気料金と年間の発熱体交換費用を調査した結果である。

表3-10 4ケースの年間電気料金と発熱体交換費用の調査結果

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
年間使用回数	30回	30回	100回	100回
運用方法	不使用时は 電源OFF	常時800℃ 保持	不使用时は 電源OFF	常時800℃ 保持
年間電気料金	109,350円	801,900円	364,500円	833,400円
年間の発熱体交換費用	81,333円	122,000円	488,000円	244,000円
合計年間費用	190,683円	923,900円	852,500円	1,077,400円

各ケースの合計年間費用とケース毎の使用回数との関係を図示すれば図3-9のようになる。まず、発熱体は、常時の使用温度による熱劣化と、温度上昇の変動幅による熱ストレスによって劣化する。このため、常時800℃保持の場合は常時温度が800℃であるため電気料金が高いが、800℃から1300℃までの温度上昇幅が少ないことから発熱体の劣化が少ない。このため電気炉の使用回数が増加しても費用増加傾向が低い。一方、電気炉の不使用时停止運用は通常停止しているため電気料金が低いが、常温から1300℃までの温度上昇による熱ストレスが大きいため、発熱体の劣化が使用回数によって著しく増加する。このため、電気炉の使用回数が増加した場合の費用増加傾向が高い。

2つの直線が交わる点は不要時停止運用と常時 800℃保持運用の費用が同一になる点であり、これは電気炉使用回数が 134 回である。すなわち、年間で 134 回以上の電気炉使用回数となる場合には、費用的にみれば常時 800℃保持運用が有利になる。

現在は年間の電気炉使用回数は 30 回程度であるとのことであったため、不要時停止運用が継続実施されることが省エネであり、経済的である。

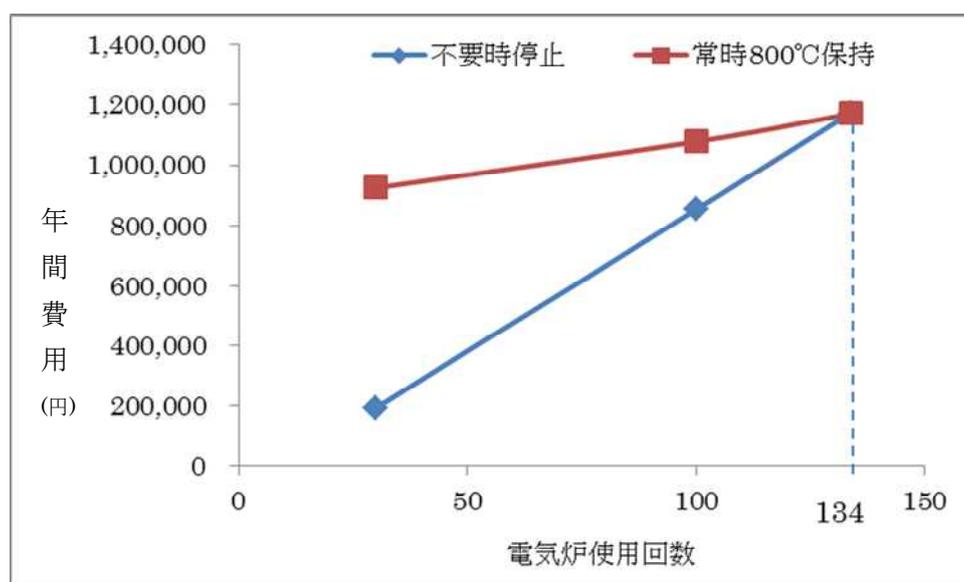


図 3-9 電気炉の不要時停止運用と常時 800℃保持運用の費用特性

⑤ガスクロマトグラフ

ガスクロマトグラフの実証調査を行った。表 3-11 は、実証の目的と具体的方法、実証結果をまとめたものである。

ガスクロマトグラフの運用は装置自体が自動化されている。このため、運用改善により可能な省エネ手法が多くはない。しかし、現状使用している主要なガスクロマトグラフの分析に用いる電力使用量を把握して可視化することは意義がある。1 回の分析でどのくらいの電力が使用されるのかを把握することで、必要な実験が適切に行われるようになると考えられるからである。

実証では電力使用量の計測と、装置の使用方法の改善として、必要なガス分析の種別がエネルギー使用量の少ない機種が実験において優先的に使用できるかを検討することとした。さらに、設備更新の省エネ可能性を探ることとした。

表 3-11 ガスクロマトグラフの実証調査結果

実証目的	実使用状況におけるエネルギー使用量と省エネ可能性・省エネ効果を 確認する。
方法	ガスクロマトグラフ 2種類の電力使用量を実測する。
実証対象装置 の仕様	GC-8A 最大消費電力 1.5 [kW] GC-2014 最大消費電力 1.9 [kW]
実証結果	ガスクロマトグラフは分析目的により使用する装置が異なる。このた め、運用による省エネは困難。 今後、更新・新規購入時には省エネタイプのガスクロマトグラフの採 用を検討することとした。

分子素材棟のガスクロマトグラフについて、通常使用時の消費電力を実測・評価した。測定結果を表 3-12 に示す。その結果、実使用下では機種により平均消費電力が大きく異なることがわかった。

表 3-12 ガスクロマトグラフの電力使用量計測結果

機種	1 分析あたりの 平均電力使用量	1 分析あたりの 平均使用時間	実測回数 (期間中回数)
GC-8A	1.0 [kWh]	9.9 [h]	4 回
GC-2014	4.2 [kWh]	11.8 [h]	9 回

ガスクロマトグラフの運用に関しては、各機種の対応可能な実験対象物が限られることがわかった。分析目的・用途によって購入する機種がおおむね決まってしまうため、消費電力の少ない機種を優先して使用するという運用上の工夫は難しい。待機電力の削減可否について追加的な調査を行ったが、待機電力はほとんどなく、待機電力低減を目的とした元電源 OFF 運用による省エネ効果はほとんどない。

運用が難しくても、今後購入する際に省エネタイプの機種を購入することで省エネを推進していくことは可能である。学内当該事業実施委員会においては省エネタイプのガスクロマトグラフの存在を共有し、その性能、用途の理解を深めた。今後の省エネタイプのガスクロマトグラフの購入では、こうした省エネタイプのガスクロマトグラフを購入するよう配慮するとともに、ガイドライン等で更新時にあたっての措置として記載し、周知に努めるものとした。図 3-10 は省エネタイプの装置例である。

設備更新
参考例

省エネ型
ガスクロの
導入

例：GC-2025 省エネ型キャピラリガスクロマトグラフ

キャピラリ分析で求められている基本性能を保持しつつ、消費電力、キャリアガスなどのユーティリティ使用量を抑え、環境負荷軽減を目指した新世代のキャピラリガスクロマトグラフ。従来機より30%の省エネ。

消費電力の大幅な低減により、標準プラグ（15A）の採用が可能。設置場所のコンセント形状を変えることなく、装置が使用可能。



図 3-10 省エネタイプのガスクロマトグラフ例

2) 実証結果のまとめ

分子素材棟における実験装置の実証・検討結果を表 3-13 にまとめた。実証対象とした実験装置のうち、乾燥機は比較的容易に運用改善が行え、多数用いられている装置であることから、大きな効果が得られることがわかった。その他装置は、効果が少ない、実験環境に悪影響を与える可能性がある等の課題が明らかになったが、その中でも今できる運用改善点や、機器の更新・設備の見直しをも視野に入れた、将来に向け検討すべき点を明確にし、委員に提言した。

表 3-13 実験装置毎の実証結果まとめ

対象装置	省エネ手法	省エネ効果の 定量化 (分子素材棟)	実行性と今後の課題
局所排気装置	局所排気装置を不要時に停止するとともに研究室の開口部（扉等）を閉鎖して空調	5,488 [kWh/年]	実験室環境（におい等）がやや悪化するため、実験室内の作業環境に留意しながら実施すること。 頻繁に局所排気装置を運転・停止するためにスイッチ位置を操作しやすい場所に配置する事が重要。
乾燥機	不要時に停止運用	13,005 [kWh/年]	高い。 容易に実施可能。 継続的に各所で使用している乾燥機の設定温度を共有し、標準化していくことが重要。
冷凍庫	集約化・温度設定変更	定性評価と検討方法論の構築	試料・材料次第では困難なため低い。 継続的に各所で使用している冷凍庫の設定温度を共有し、標準化していくことが重要。
電気炉	予備加熱時間短縮 年間使用回数計画に基づく停止運用の徹底	5,100 [kWh/年]	可能。効果は高いが加熱素子の劣化等、個別の詳細検討・経済計算を実施することが必要。
ガスクロマトグラフ	更新時・新設時の省エネタイプの導入	定性評価と検討方法論の構築	可能であるが、効果が低い。 更新・新規購入時に省エネタイプの装置を全学的に購入するための体制づくりを進めていくことが重要。

3. 実証結果の水平展開と定着

省エネ診断を実施し、実証調査を行い、その結果を学内当該事業実施委員会で共有し、議論したプロセスから、実証結果を水平展開し、定着させていくための方法をまとめる。

1) 各装置の現状把握の重要性

実験装置の省エネを推進していくためには、「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」で指摘されているように、実験目的に必要な温度条件以上の実験・保管環境を設定するとエネルギー使用量の無駄になることに留意する必要がある。しかし、

どのような条件が実験目的からみて適切であるのかの判断は、多くの場合、各実験室、研究室の経験則に基づき設定されていることが多いというのが実態であった。

こうした個別的な運用を客観的に、また適切な設定にしていく方法として、同様の目的で使用される装置の設定値を学内当該事業実施委員会や教授会などで報告し、共有することが重要である。本事業では、乾燥機の温度設定について分子素材棟で使用されている乾燥機の温度設定を省エネ診断により調査し、さまざまな温度設定で使用されていることを把握した。この結果は委員会を通して各実験室・研究室の設定温度を報告し、設定温度が違う理由について議論したところ、より低い温度設定へと運用変更することに協力いただける機会を得た。これは他の実験室・研究室の運用実態を共有することで、経験的に設定してきた装置の温度設定値を「見える化」し、比較する機会を設けたことで客観評価が可能となり、より適切な設定値を決定していくことができた事例である。今後は他の装置について適切な標準値を定め、これを基準に運用していくことが省エネ運用の強化と定着に必要であると考えられる。

2) 経済評価の重要性

実験装置の省エネは理想的には理解されても、それによる装置の劣化や増加する費用について明解な検討を行わないと、継続的に実行されないことが多い。

本事業では、単に装置を停止するのみならず、それがどの程度の経済性を持ち、実験への支障が少ない運用となるのかを提示した。例えば、乾燥機では停止による電力使用量の上昇や定常状態（設定温度）に復帰するまでにどのくらいの時間がかかるのかを詳細に検討し、提示することで協力を得ることにつながった。また、電気炉ではエネルギー使用量の削減だけでなく、装置の劣化による費用増大をも考慮し、説明した。これにより、適切な省エネ運用の目安を示し、省エネ運用が定着するためのきっかけとなった。

単に装置を止めることや、設定値を緩和する省エネを強要するだけでなく、メリットとデメリットを整理し、省エネ運用となる閾値や範囲を装置個別に調査検討していくことが重要であり、その一指標として経済評価が重要になる。

3) ベストプラクティス共有の重要性

実験装置の運用は経験豊富な教員により行われており、多くの場合、非常に効率的かつ省エネな運用が実践されている。こうした優れた省エネ運用をベストプラクティスとして、委員会や教授会を通して報告し、共有していくことが重要である。省エネ診断では、しばしば現状の改善点の洗い出しに焦点化し、より良い省エネ提案を創出することに重点がおかれる。しかし、優れた省エネ運用を発掘し、それを学内で共有することは、既に行われている取組を評価することであり、より水平展開の推進がし易くなるものと想定する。

本事業では、乾燥炉の優れた運用を当初に発掘でき、省エネ運用のベストプラクティスとして学内での共有が行えた。これにより学内の協力を得て、温度設定変更の省エネ効果を実証することなど、さらなる調査を推進することができるに至った。