

**大学施設における環境負荷低減手法に関する研究**  
**その20 ドラフトチャンバー施設の導入実態および省エネガイドラインの策定**  
**A Study of Environmental Load Reduction Technique for University Facilities**  
**Part20 Investigation of Draft Chamber Facilities and Guidelines for Energy Savings**

正会員 ○迫田 一昭 (東京大学) 正会員 山田 崇司 (東京大学) 技術フェロー 赤司 泰義 (東京大学)

Kazuaki SAKODA\*<sup>1</sup> Takashi YAMADA\*<sup>1</sup> Yasunori AKASHI\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> The University of Tokyo

To achieve a low-carbon campus, a measure of energy saving in experimental facilities is important. We focus on draft chamber (DC) facilities which consume numerous energy. This paper reports the utilization of DC in the University of Tokyo, and introduces a guideline formulated for energy saving of DC installation and operation.

**1. はじめに**

東京大学では、サステイナブルキャンパス構築に向けた最優先課題として低炭素化（省 CO<sub>2</sub>）の取組みを推進しており、空調熱源など一般設備を中心とした対策により一定の成果を得た<sup>1)</sup>。今後の更なる省 CO<sub>2</sub>に向け、実験設備における省 CO<sub>2</sub>を推進すべく、エネルギー多消費設備であるドラフトチャンバー（以下 DC）に着眼した。学内の DC については安全性第一として運用されている一方、エネルギーを大量に消費しているながらも必ずしも省エネルギーに配慮された設計・運用となっていない実態も散見されている。今般、大学での導入・運用実態について調査を行い、DC 施設の省エネに向けた計画・設計・運用に関する留意事項を整理したガイドラインを策定したので、その内容を紹介する。また関連して DC 集合化改修、見える化を施した事例を紹介する。なお、このガイドラインは東京大学 TSCP 室のウェブサイトにも掲載している (<http://www.tscp.u-tokyo.ac.jp>)。

**2. ガイドライン内容**

**2.1 DC の省 CO<sub>2</sub>に関する手法の整理**

DC による排気に係るエネルギーとして、排気ファンの動力のみならず、室内空調、外気処理用の冷暖房動力も連動して消費される。これらの削減手法として、①DC サッシの開口率低減、②排気ファン INV 化、③排気ファン集合化を挙げ、DC50 台に対し一定条件を付したときの年間消費電力量を概算した結果を図-1 に示す。これより、サッシ開口率低減によって排気風量が減少し冷暖房動力が削減されるため、運用時の省 CO<sub>2</sub>に大きく寄与することがわかる。また、集合化は同時使用率に応じた設備容量の合理化によるインシヤルコストの削減に有効であるが、搬送動力削減に有効な INV 化と併せて行うことにより着実に省 CO<sub>2</sub>に結びつくことがわかる。

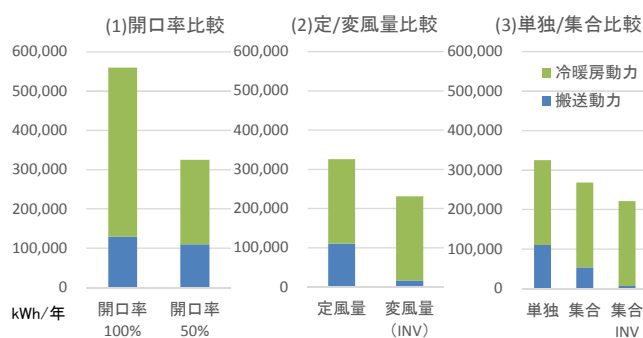


図-1 年間消費電力比較

表-1 建物別 DC 採用台数 (本郷キャンパス工学部, 理学部)

分類	建物名称	DC 台数	特徴
大規模 DC ≥ 50	工学部 C	95	VAV, 集合化, 1種換気, 給気空調
	理学部 E	94	定風量, 単独ダクト, 3種換気, 部屋空調
	工学部 E	104	定風量, 単独ダクト, 3種換気, 部屋空調
中規模 DC < 50	工学部 B	16	定風量, 単独ダクト, 3種換気, 部屋空調
	工学部 H	16	
	工学部 I	28	
	工学部 L	24	
小規模 DC < 10	工学部 A	6	定風量, 単独ダクト, 3種換気, 部屋空調
	工学部 D	7	
	工学部 F	5	
	工学部 G	1	
	工学部 J	2	
	工学部 K	7	
	理学部 A	5	
	理学部 B	5	
	理学部 C	1	
	理学部 D	1	

※ 学生実験室を除く

**2.2 化学実験室の実態**

本郷キャンパス内、理学部・工学部建物における DC 採用状況を表-1 に示す。傾向は大きく2つに分かれて

いる。中小規模の DC 台数 (50 台未満) が設置されている建物においては一般的に定風量, 単独ダクト, 第三種換気方式となっており, 給気については考慮されていない。一方, 近年新設もしくは大規模改修を行った 2 建物 (工学部 C, 理学部 E) ではマニフォールド化したシステムが導入され, 第一種換気, 外気処理を行っている。

また本郷キャンパス工学部・理学部の建物の 1 次エネルギー消費原単位を図-2 に示す。大規模な DC が設置されている建物 (工学部 C, 理学部 E) を見ると, それぞれ学部平均を上回る数値となっており, エネルギー多消費の実態が確認できる。

工学部 C における建物全体の消費電力量推移を図-3 に, 理学部 E, 工学部 C における消費電力量内訳を図-4 に示す。空調熱源 (空気熱源, PAC) は冷暖房需要に応じ季節変動があるが, 排気ファン, 外調機は一般/実験用の電灯・動力同様, 季節変動の少ないベース負荷となっている。また排気に連動する空調関係 (空調熱源, 外調機, PAC, 排気ファン) の割合がそれぞれ 51%, 65% と大きく, 排気量削減が建物全体の消費電力量の削減に大きく影響する要素であることが分かる。

### 2-3 省 CO<sub>2</sub> に考慮した DC 設置時の検討項目

DC 設置台数, 使用状況等に応じ基本的な給排気システムの選定をするためのフローを作成した。図-5 に給排気システムの検討フロー, 表-2 に給排気システムの分類を示す。排気については設置台数, 運用状況 (恒常的使用の有無) 等に応じて集合化するかを判断し, 個別換気とする場合も変風量方式とするなど省 CO<sub>2</sub> 対策を講じることとしている。給気については外気処理の要否が

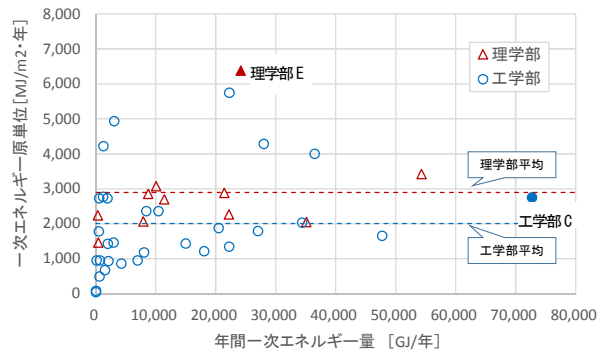


図-2 理学部・工学部建物の一次エネルギー原単位

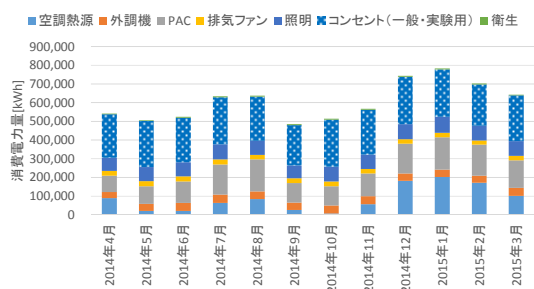


図-3 年間消費電力量 (工学部 C)

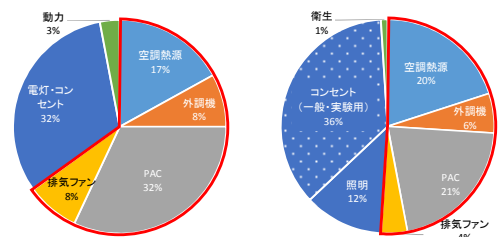


図-4 消費電力量内訳 (左: 理学部 E, 右: 工学部 C)

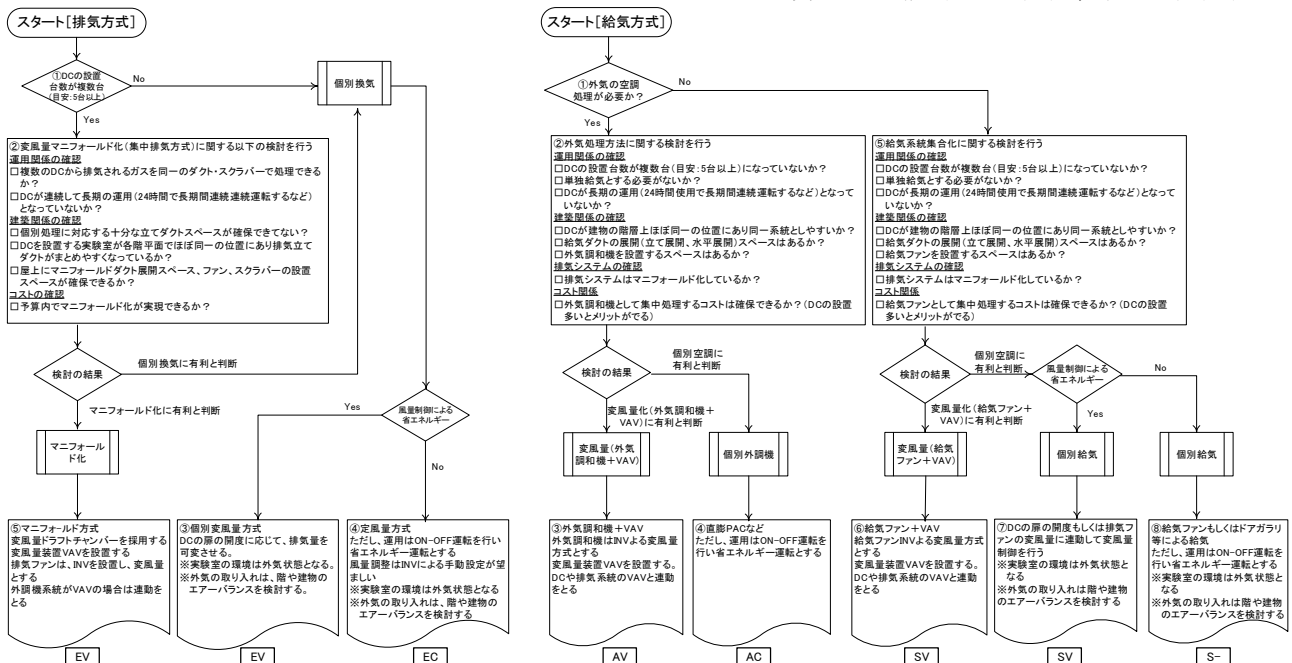


図-5 給排気システム検討フロー

重要であり、DC 運用が短時間である場合など利用者が環境を許容できる場合は、外気処理せず直接外気導入とすることを検討するなど室内温熱環境等に配慮しつつ、徒に空調負荷が増えることのないよう留意する。

### 2-4 運用時における省 CO<sub>2</sub> 手法

DC サッシ開口率低減が重要であることからサッシ制限ストッパーや DC 利用状況の見える化を紹介している。図-6 に DC 排気状況を見える化したグラフを示す。人検知センサの情報を活用し、不在時にサッシが開いている無駄な運用（無駄時間、無駄風量）を把握し、当該情報を使用者にフィードバックすることで省 CO<sub>2</sub> に向けた意識付けが期待できる。

### 2-5 ケーススタディ

工学部 E（単独方式、排気ファン定速）を対象に、図-7 のような基準階ゾーニングで集合化し、更に INV 化した場合の試算結果を図-8 に示す。施工面等の課題がクリアされる前提となるが、全体で約 50% の省エネルギー（省 CO<sub>2</sub>）効果が見込めることが分かった。

## 3. 集合化・見える化事例（理学部 E）

### 3-1 建物・施設概要

ガイドラインに関連し、集合化・見える化を行った事例として理学部 E を紹介する。当該建物は H25 年度に耐震改修に併せ実験設備改修、BEMS 導入を行っている。建物は地下 1 階、地上 7 階、延床面積 3,796m<sup>2</sup>。DC は全 95 台で給排気に VAV を採用、排気はスクラバー 4 台（INV）で、ダクト集合化を行っている。併せて人検知センサによる DC 運用状況の見える化を行っている。

### 3-2 運用面での取り組み

排気量の推移を図-9 に示す。理想風量、無駄風量とも 2014 年 12 月より減少している。これは当該研究科において DC 使用に関する説明会が行われたことに起因しており、作業時のサッシ開度の改善、不在時のサッシ閉が排気量減に大きく寄与していることがわかる。また無駄風量が全体の約 13% を占め、同程度のファン動力と関連する空調動力の削減ポテンシャルがあることが確認できる。また図-10 に同時期の排気ファン・外調機の動力の推移を示す。排気量減により、搬送動力の低減が図れていることが確認できる。

### 3-3 集合化の効果

2015 年 12 月における排気ファンの総風量と消費電力量の関係を図-11 に示す。これを見ると排気総風量と消費電力量はほぼ線形となっている。また図-12 に同月の排気ファンの稼働状況と排気量の関係を示す。これより、INV 周波数はほぼ 100% 近傍で稼働しており、INV の効果は限定的であることがわかる。また、夜間の風量も大きく、昼間の 6~7 割程度となっている。排気ファン 4 台のうち 3 台をほぼ 100% 運用している状態であり、INV

による省エネルギーの余地があると考えられる。

表-2 給排気システム分類

排気システム		給気システム		システム分類
DC制御方式	排気風量制御	外気処理	給気風量制御	
定風量	定格運転/ INVによる手動設定 (定風量) 発停	成行	なし	EC-S-
		外気送風	定風量	EC-SC
		外気処理	定風量	EC-AC
変風量	INV制御 (+台数制御)	成行	なし	EV-S-
		外気送風	INV制御 排気に連動	EV-SV
		外調機+VAV	INV制御 排気に連動	EV-AV

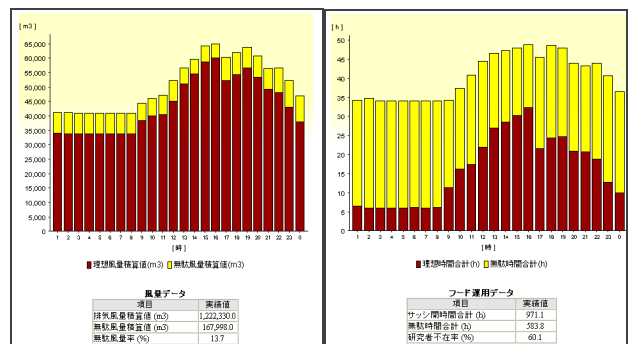


図-6 DC 利用状況見える化グラフ



図-7 ケーススタディ基準階ゾーニング（工学部 E）

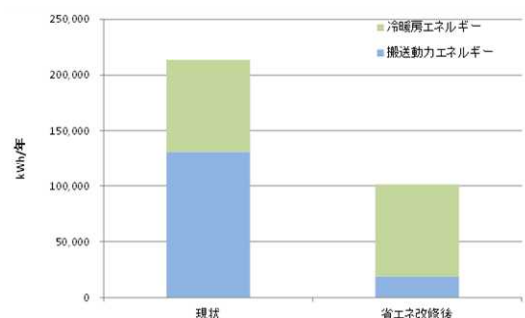


図-8 省 CO<sub>2</sub> 改修をした場合の消費電力量（工学部 E）

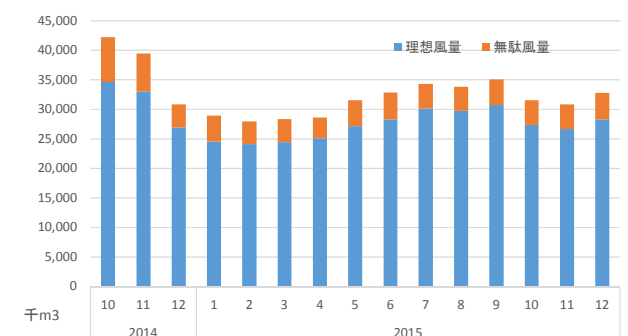


図-9 排気量推移（理学部 E）

### 3-4 排気風量の出現頻度

2015年の1年間の排気風量の出現頻度を図-13に示す。排気ファンの集合化に伴い機器容量の圧縮を行ったこともあるが、機器定格の50%~70%の間で全体の50%超の出現頻度となっている。特に夜間における出現頻度が高く、使用者不在時でも排気量が高止まりしている当該時間帯の省エネルギーが肝要であることがわかる。

### 4. まとめ

本報ではDCに関する省CO<sub>2</sub>のためにとりまとめたガイドラインを紹介し、また集合化・見える化事例を紹介した。DCにおける省CO<sub>2</sub>を進めるにはDC設置時のシステム検討もさることながらDCサッシ開口率低減など運用時の取り組みが重要である。また一方で、システム導入時に想定した効果を発揮するには見える化を活用したデータの分析による運用調整が肝要である。ガイドラインは本年3月末に完成し運用を始めたところであり、今後学内使用者への周知浸透を図っていくとともに、新規技術的・法的動静やユーザ他ガイドライン参照者からの意見の取入れ、ベストプラクティスの紹介の追加、運用実態との照合等を行い、形骸化しないよう適宜実態に即した有用なものとしていくことが課題と考える。

### 謝辞

ガイドライン作成にあたり多大な協力を頂いたアズビル(株)殿、オリエンタル技研工業(株)殿、高砂熱学工業(株)殿、森村設計(株)殿に深く謝意を表したい。

### 参考文献

- 1) 迫田他:東京大学におけるサステイナブルキャンパス活動, 日本建築学会技術報告集 第15巻第30号, pp.611~614(2009.6)
- 2) 迫田他:大学施設における環境負荷低減手法に関する研究 その14 TSCP2012の達成に向けたこれまでの取り組み, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.465~468(2013.9)

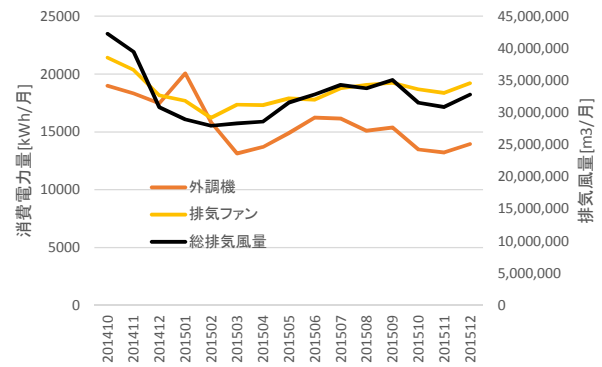


図-10 排気ファン・外調機消費電力量推移

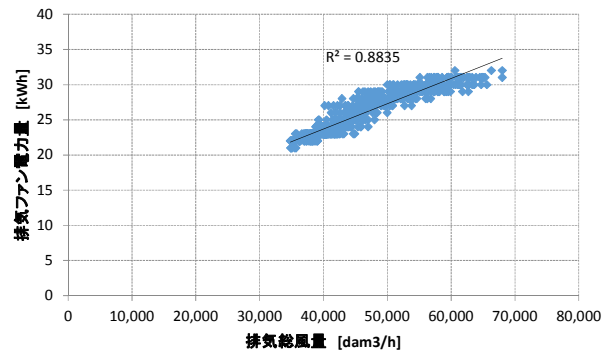


図-11 排気風量と排気ファン電力量の関係

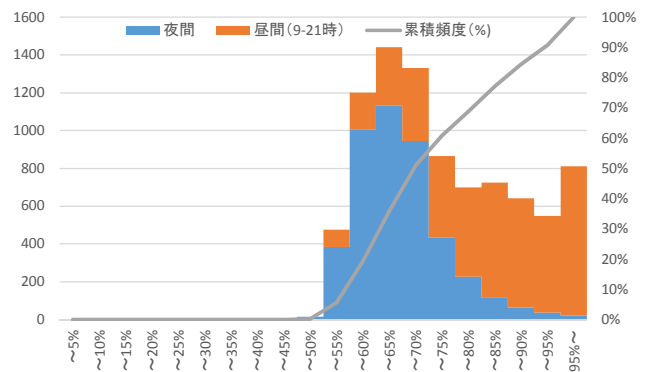


図-13 排気風量出現頻度

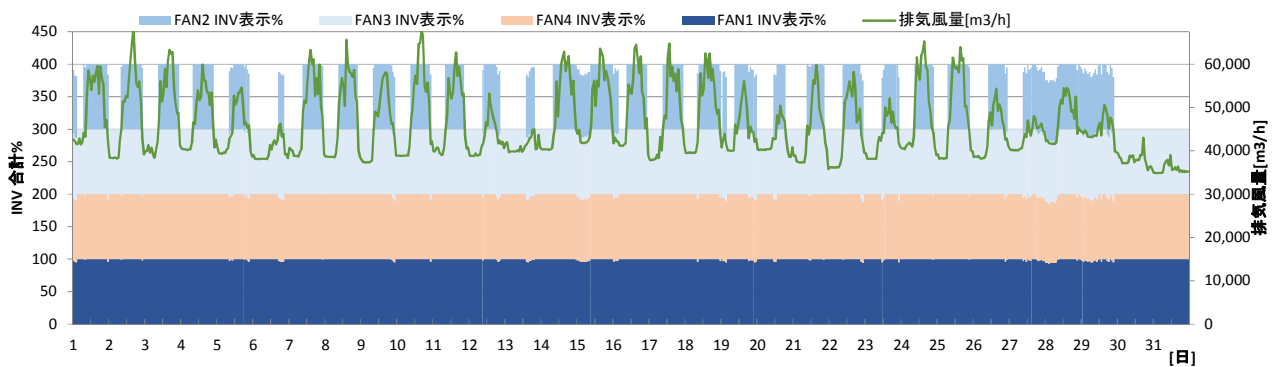


図-12 排気量と排気ファンの稼働状況 (2015年12月)