

クリーンルーム（CR）省エネガイドライン

TSCPの取り組み

東京大学サステナブルキャンパスプロジェクト（以下、TSCP）は本学のエネルギー消費に起因するCO₂排出量削減に取り組んできた。今回、実験室の省エネを進めるために、他の実験室よりも実験環境を整えるための構成要素機器が多く、エネルギー密度の高いクリーンルームに着目し、『クリーンルーム省エネガイドライン』を作成した。

本ガイドラインの構成

- 前段として第1章に省エネを検討する上で守るべくCRの基本を記載した。
- CRの省エネを第2章～第5章の「清浄度」「室圧」「温湿度」および「日常管理」の観点別に検討し、さまざまな考え方、手法による省エネへのアプローチを記載した。
- 巻末の第6章で東京大学における省エネ事例（CR以外も含む）を記載した。

第1章

CRの基本事項

CR基本原理、各システム、構成機器等の基本事項を記載



第2章

清浄度の取扱い

CRの清浄度の規定、清浄度維持に必要な換気回数、フィルタの選定、省エネ方針検討のための計測について記載

清浄度クラス	上限濃度		
ISO 14644-1	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm
Class 1	10	2	
Class 2	100	24	
Class 3	1,000	237	1l
Class 4	10,000	2,370	1.0l

第3章

室圧の取扱い

隣室に対する室圧管理方法、外気導入量削減による省エネ、空気搬送機器の省エネ選定等を記載

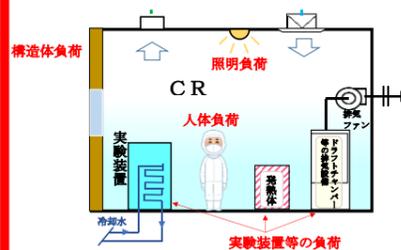


クリーンルームの省エネ運用

第4章

温湿度の取扱い

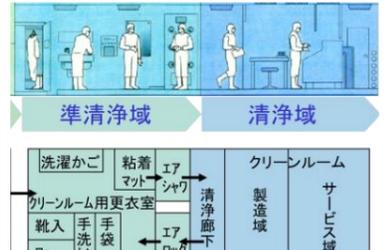
CR室内温湿度設定値と許容値、各空調負荷に対する省エネ指針を記載



第5章

日常管理

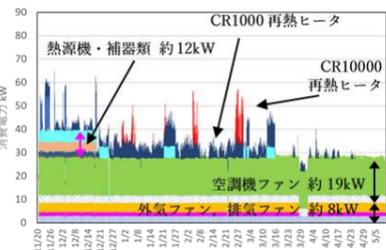
CRの主な発塵源である、人・装置の発塵と管理方法、ルールの徹底による省エネとの関連性を記載



第6章

東京大学事例

東京大学内のCR、およびCR以外の実験室の省エネ対策事例を記載



各章のポイント 第1章 CRの基本事項

まず、CRの省エネを検討するうえで根底となるCRの基本を第1章に記載した。CRでは、第1章記載の原則を守ったうえで省エネを検討していく必要がある。

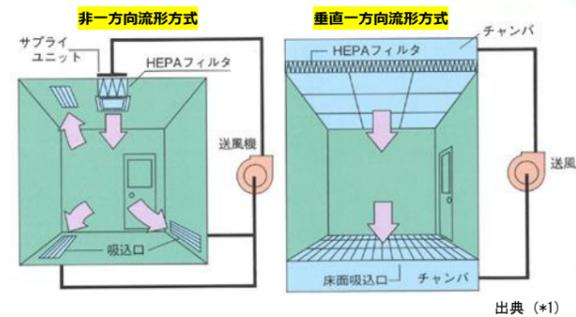
主なポイント

①CRとは

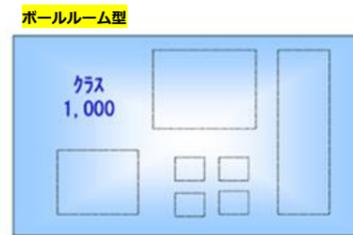


CRとは、「空気中に浮遊する微粒子や微生物が限定されたレベル以下の清浄度に管理（コンタミネーションコントロール）され、不純物やゴミ（＝塵埃）を持ち込まないようにするための部屋」であり、さらに「温度、湿度等を要求される環境とし、外からの塵埃が進入しないように室圧を制御した部屋」と定義されている。

③CRのシステム（分類）



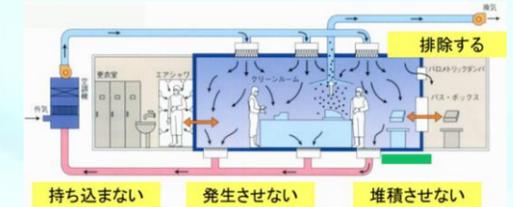
【気流形状による分類例】



【レイアウトによる分類例】

CRとは、求められる清浄度、使用用途により、気流形状やレイアウトを検討しシステムを決定する。システムにより、初期コスト、運用にかかるエネルギーコストが異なる。

②CRの四原則



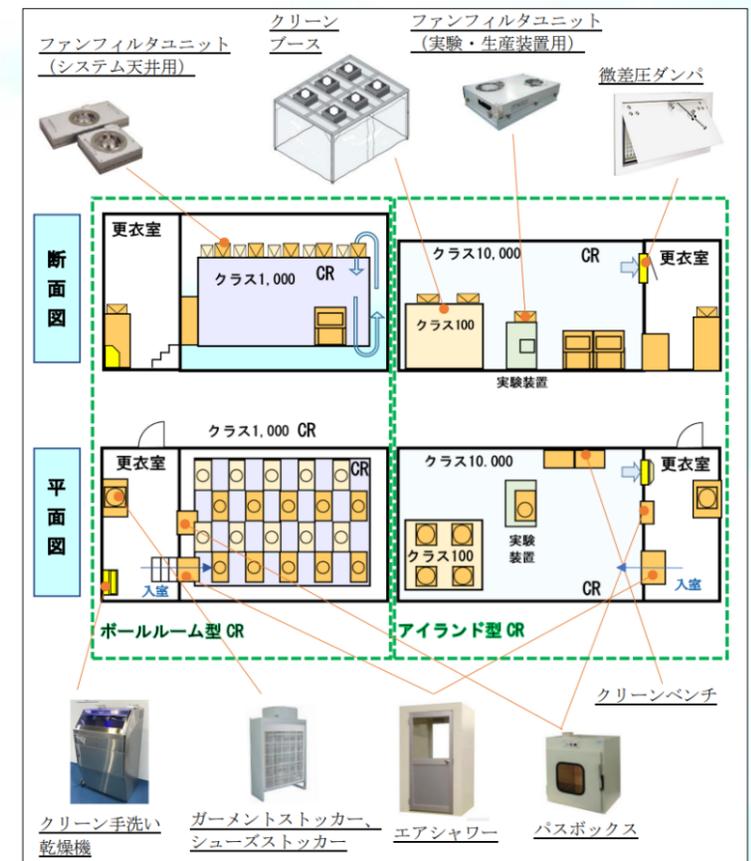
出典（*1）

CRの清浄度を維持するためには、四原則の理解と共有が重要である

- 1 持ち込まない：塵埃、微生物を持ち込まない
- 2 発生させない：CR内に塵埃を発生させない
- 3 堆積させない：塵埃を溜めない
- 4 排除する：塵埃及びその発生源を排除する

④CRの構成機器

CRはその環境を維持するために、様々な機器（設備）を必要とする。各機器の役割・特徴、持つべき性能、および機器の最新の傾向を記載する。



写真・図の出典（*2）

(*1)：高砂熱学工業（株）カタログ（2014年7月）より引用
 (*2)：「微差圧ダンパ」クリフ（株）ホームページより引用（2022年3月確認）
 「クリーン手洗い乾燥機」ケンブリッジフィルターコーポレーション（株）より提供
 「それ以外」ケンブリッジフィルターコーポレーション（株）ホームページ掲載の機器総合カタログより引用（2022年3月確認）

クリーンルーム（CR）省エネガイドライン

各章のポイント 第2章～第4章 CRの省エネ計画

CR環境を形成する大きな要素（条件）である【清浄度】【室圧】【温湿度】の観点から省エネ手法を記載した。各章の省エネ提案、およびその効果を下記に示す。

第2章 清浄度の取扱い

キーワード	具体的な省エネ対策	参照	費用対効果	
			コスト	省エネ効果
清浄度	(設定見直し) 清浄度の設定	2.3.1.	☆	◎
清浄度	(計測の導入) 循環風量の低減	2.3.2.	◎	◎
フィルタ	(フィルタの選定) 適正なフィルタの選定	2.3.3.	○	△
フィルタ	(フィルタの選定) フィルタ面積の増加検討と低圧力損失フィルタの採用	2.3.4.	○	○
搬送機器	(運用見直し) (計測の導入) 休日夜間モード運転 ・送風機の回転数制御 ・FFU間引き運転	2.3.6.	☆or○(*1)	◎
		2.3.6.	☆or◎(*1)	◎

(*1)ガイドライン本文 P18参照

第3章 室圧の取扱い

キーワード	具体的な省エネ対策	参照	費用対効果	
			コスト	省エネ効果
外気導入量	(設定見直し) 適切な外気導入量の設定	3.3.1.1.	☆	○
外気導入量	(建築計画) 貫通部からの空気の漏れを防ぐ	3.3.1.2.	△	△
外気導入量	(日常管理) 入室管理	3.3.1.3.	☆	△
外気導入量	(設定見直し) 排気量の削減	3.3.1.4.	◎	◎
空気抵抗	(建築計画) ダクトを含む経路内の空気抵抗の低減	3.3.2.1.	△	△
空気抵抗	(機器選定) 低圧損フィルタの採用	3.3.2.1.	○	△
空気抵抗	(日常管理) フィルタの清掃・交換	3.3.2.1.	○	△
搬送機器	(機器選定) インバータ制御の採用	3.3.2.2.	○	△
搬送機器	(機器選定) 空気搬送機のモータの省エネ機の採用	3.3.2.3.	◎	△
搬送機器	(機器選定) 空気搬送機の選定	3.3.2.3.	○	△

第4章 温湿度の取扱い

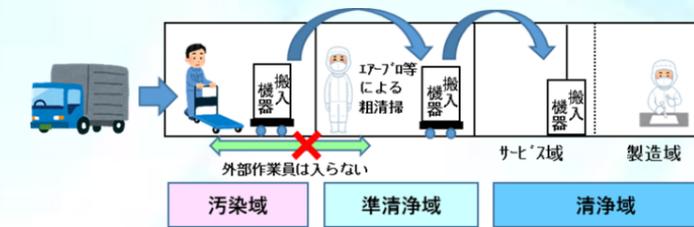
キーワード	省エネのポイント	参照	費用対効果	
			コスト	省エネ効果
温湿度	(設定見直し) 室内温湿度設定の緩和	4.3.1.	☆	○
外気導入量 排気量	(設定見直し) 外気負荷の低減 ・適切な外気導入量の設定 ・排気量の削減	4.3.2.1.	☆	○
		4.3.2.1.	△	◎
建物断熱	(建築計画) 外壁の仕様見直し(断熱)	4.3.2.2.	△	○
高効率機器	(機器選定) LED照明の採用	4.3.2.2.	◎	○
高効率機器	(機器選定) 高効率の実験装置の採用	4.3.2.2.	△	○
温度	(設定見直し) 遮熱・設置位置による熱の除去	4.3.2.2.	○	○
熱排気	(運用見直し) 排気・冷却による熱の除去	4.3.2.2.	○	○
熱処理方法	(機器計画) 熱負荷の処理方法	4.3.3.	○	◎
空調熱源機	(運用見直し) 空調機の運用管理	4.3.4.2.	○	◎

各章のポイント 第5章 日常管理からの省エネ

CRの中で一番の発塵源は人である。そのため、作業には多くの制約が生じる。「人から多くのゴミが出る」という認識と、発塵を抑えるための教育が必要である。この発塵をいかに絶つかが省エネに大きく寄与する。

主なポイント

①CRへの進入計画、搬入計画



【進入計画】

基本的に汚染域（一般外部）からCRへの移動は、徐々に清浄度の高いエリアへ移動していく進入動線を基本とし計画する。CR内の作業者が、CRへの進入動線にあわせて清浄度が高くなることを意識し、実際のCRの運用管理にこの意識付けが反映されることが重要である。

【搬入計画】

外部からの装置や資材の搬入において、直接CRへ持ち込むと、装置に付着する塵埃がCRへ侵入し、CRの清浄度が低下する。そのため、人とは別に動線計画を考慮することが重要である。

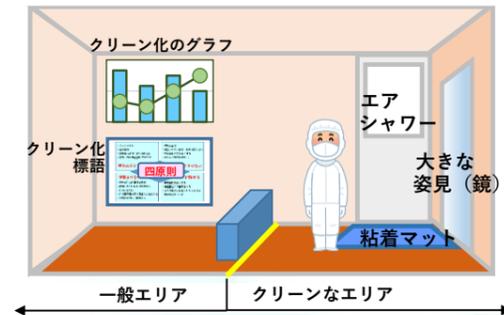
通常の動線と搬入の動線を計画、管理することにより、クロスコンタミネーションを防ぎ、発塵量を減らすことで省エネ運転につながる。

②CR内ルールの徹底

管理対象	管理内容
CRへの入室者	入室者への教育・訓練
	日々の入室者の健康状態と時間管理
	入室・退出時の手順（無塵衣の着方、ルート）
	CR内での持ち込みと行動の注意事項
CR施設	避難経路
	正規の職員以外の入室者管理
	日常の運転記録、モニタリング
	ユーティリティ設備の運転記録
	安全設備の点検記録
	無塵衣・予備品の検査、保守記録 清掃記録

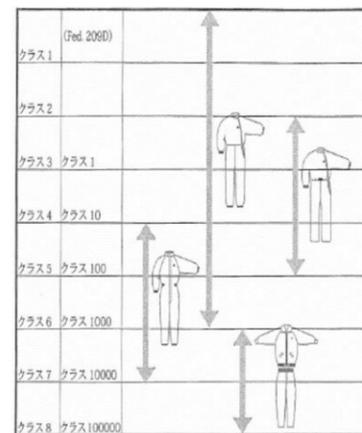
CR内は清浄な環境に整えられているが、人の体には無数の塵埃が付着しており、人からの発塵が及ぼす影響が大きく、この発塵を抑え込むことが省エネに寄与する。そのため、CRでは入室者の管理、およびCR内でのルールの明確化と順守が重要である

③クリーン更衣室の正しい運用



更衣室の最も重要な役割は、CRと一般環境の区切りとなることである。準清浄度域である更衣室のあるべき姿（レイアウト、必要設備、運用方法）を記載した。

④CR内着衣



クリーン化の達成のためには、CRに関する正しい知識を習得し、決められたルールを順守したうえで、行動する必要がある。その中でCR用衣服の正しい選択と適切な維持管理をテーマに、クリーンスーツに関する内容を記載した。

⑤CRの清掃

CRを使用することで、実験・生産装置や作業員などから汚染物質が発生し、床や壁などの表面が汚染される。これらを放置しておく、例えば、非一方向流式（乱流方式）のCR（床はフラット床）では、床に堆積した粒子が作業員の歩行等によって飛散し、CR全体へ拡散する。これにより、清浄度が低下する。

CRにおける清掃は「日常清掃」「定期清掃」「特別清掃」の3つに区分される。本ガイドラインでは特に「日常清掃」と「定期清掃」の方法、頻度の一例を紹介し、管理を促す。

(*3) : 高砂熱学工業（株）カタログ（2014年7月）より引用

(*4) : NCC株式会社 ホームページより引用（2022年3月確認）