

優良省エネルギー設備顕彰事例⑤

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

クリーンルーム用空調設備

設備所有者：三井化学(株)

設備施工者：(株)ダイキンアプライドシステムズ

建物の概要

名称 三井化学(株)名古屋工場クリーンルーム
所在地 名古屋市南区丹後通2-1
概要 建家 地上2階
延床面積 5,500m²
構造 S造
用途 工場

1. 技術開発の目的と経過

目的：当社新開発の統合制御システムZU:NOS（ズーノス）を使った省エネ制御により、クリーンルーム空調の省エネ化を図る。

ZU:NOSとは頭脳+Network Operation Systemからなる造語（登録商標）で、熱源、空調機器をネットワーク配線するだけで全体最適システムが構築できる“頭脳を持った制御システム”のこと。

経過：平成18年 設計、検討等
平成18年 試作、試験納入等
平成19年 試運転、引渡し等

2. 設備・システムの概要

クリーンルーム空調は、一般空調と同様に熱源系、搬送系、空調系で構成されるが、一般空調に比べて空調系の動力比率が高いことに着目して、空調機ファン動力の低減により省エネを図るもの。

空調機を1箇所まとめて配置すると本システムのような大型クリーンルームではダクトが長く



建物外観



クリーンルーム空調設備用熱源機

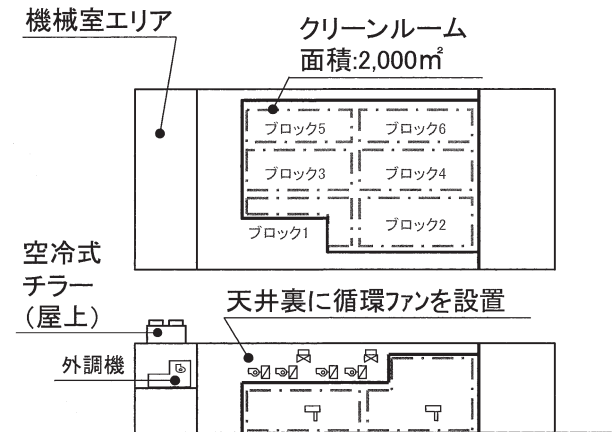
なり、ダクト抵抗によるロスが増える。本システムでは空調機を分散配置することによりダクトを無くし、それぞれの空調機を通信にて接続して全体の連携制御を行うことにより、トータルシステムとしての省エネを図った。

(1) 設備概要

①空調条件

- ・温度 23±1℃
- ・湿度 50±5%RH
- ・清浄度 10,000個/ft³
- ・室内圧力 +25Pa以上

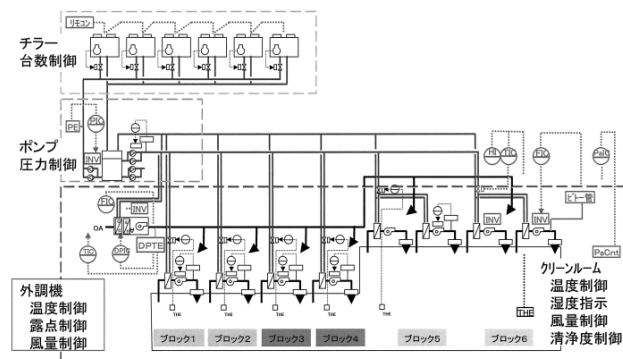
②設備全体概要



③機器概要

熱源機器	空冷チラー	120HP×6台
	1次ポンプ	15kW×2台
	2次ポンプ	30kW×2台 18.5kW×2台
	蒸気発生器	60kW×3台
二次側機器	外調機	400CMM×1台
	コイル+ファン	422CMM×9台 211CMM×2台
	HEPAユニット	106CMM×40台

(2) 設備フロー



3. 着想

熱源系、搬送系、空調系で構成されるクリーンルーム空調では、熱源系はシステムが自己完結しているために省エネ効果の大きい容量制御が比較

的しやすいことに対して、搬送系、空調系では客先設備や客先での運用によるところが大きいために容量制御が容易にしにくく、省エネ化が進みにくい。特に空調系においては

1. 清浄度維持
2. 温湿度精度確保

を優先するために必要以上に風量が多くなり、そのために一般空調に比べてもファン動力が大きくなっているのが実状である(一般空調に比べて数倍以上の風量が必要とされている)。

ところで、クリーンルームの清浄度を阻害する塵埃発生には次の要因が挙げられる。

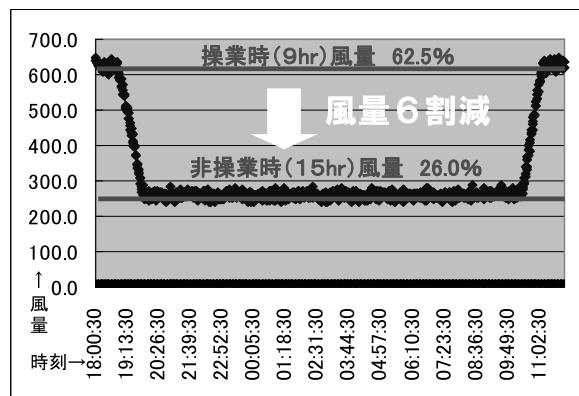
- ①生産機器からの塵埃発生
- ②作業員からの塵埃発生
- ③外気からの塵埃の侵入

また、温湿度精度を阻害する要因としては

- ①生産機器からの発熱
 - ②作業員からの発熱
 - ③周囲からの熱の侵入
- が挙げられる。

上記要因の①、②については操業時のみに発生するものであり、人のいない非操業時には発生することがない。また、非操業時には人がいないため外気導入量の低減化もはかれることから、非操業時には操業時に必要な清浄度維持、温湿度精度確保のための風量は不要となり、風量の低減化が可能となる。

4. 実測データ

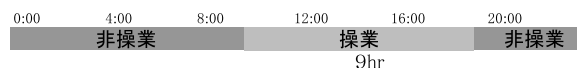


操業時(定格運転時)と非操業時(省エネ運転時)との風量比率は26.0/62.5=41.6%

5. 効果 (省エネルギー)

本クリーンルームでの稼動状況は、昼間だけの操業であり、夜間は非操業状態となっている。

■ 1日のクリーンルームの稼働状況



■ クリーンルームの稼働時間

項目	操業	非操業	合計
時間/日	9	15	24
時間/年	1800	6960	8760
比率	21%	79%	100%

※年間200日稼働

■ クリーンルーム動力比

稼働状況	風量比	動力比
操業	100%	100%
非操業	41.6%	7.2%

※動力比は風量比の3乗に比例と仮定

圧倒的に比率の高い非操業時のファン風量を4割に落とすことにより、操業時(定格風量)に比べて動力比を約7%まで低下できるので、常に定格風量で回している場合に比べての電力削減比率は
電力削減比率＝

$$(100\% \times 21\% + 7.2\% \times 79\%) / (100\% \times 100\%) = 26.7\%$$

空調機動力表

空調ブロック	循環ファン1	循環ファン2	インバータファン
ブロック1	11.0kW	11.0kW	1.5kW
ブロック2	11.0kW	11.0kW	なし
ブロック3	11.0kW	11.0kW	1.5kW
ブロック4	11.0kW	なし	なし
ブロック5	11.0kW	5.5kW	1.5kW
ブロック6	11.0kW	5.5kW	0.4kW
小計	66.0kW	4.0kW	4.9kW
	合計		114.9kW

動力表のとおり、空調機の全動力は115kWであることから年間通じて定格風量で回した場合の電力費は

$$\text{定格風量時の電力費} = 24 \times 365 \times 115 \times 11 = 11081 \text{千円}$$

$$\text{省エネ制御時の電力費} = \text{定格風量} \times 0.267 = 2959 \text{千円}$$

$$\text{※1kWh} = 11 \text{円として試算} \quad \text{年間削減額} \quad 8,123 \text{千円}$$

$$\text{削減電力量} \quad 738,424 \text{kWh}$$

6. 投資回収(省マネー)

A. 本設備の計装に関わる費用(機器、工事費用)＝2250万円

B. 年間削減電力費用＝812万円

従って、投資回収(A/B)＝2.77年となる。

7. 他の建物への応用性

・連続操業していないクリーンルームであれば、同様の応用が可能。

8. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

制御機器仕様

■ ZU:NOS機器概要

ネットワークI/F
ダイキン空調機とDIII GWでダイレクトに独自ネットへ接続し、機器内部情報を入手。LonGWによりシステムのさらなるインターオペラビリティのアップを実現します。
Lonは登録商標です。

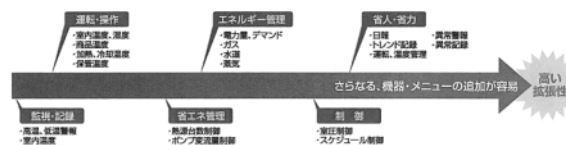
ユーザI/F
様々なユーザーニーズをカスタマイズするタッチパネル。動力盤には独自開発のコンパネP板で簡単操作。

全体システム制御
機器間を超えた全体最適制御を行ないます。ソフトは実績ある機能毎に標準化してモジュール化。お客様のシステムに最適な制御を実現します。

機器制御
空調機やその周辺機器の制御をコンパクトに実現。機器制御P板は3ループの調節計とシーケンサの機能を持ち、工場設備向け空調機制御に最適。

エアハンプ板
エアハンプ板はビル、事務所などの一般空調向けに機能を凝縮しました。

■ ZU:NOS機器機能



9. 環境保全、便利性等

省エネによるCO₂削減量

$$= \text{削減した電力量} \times 0.555 \text{kg/kWh}$$

$$= 795846 \text{kWh/年} \times 0.555 \text{kg/kWh}$$

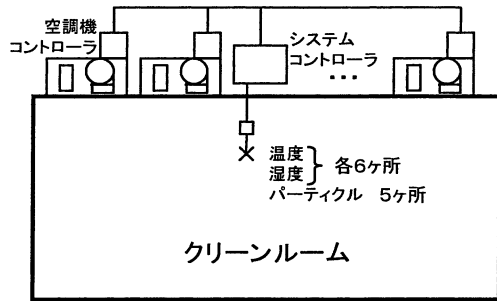
$$= 442 \text{トン/年}$$

10. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

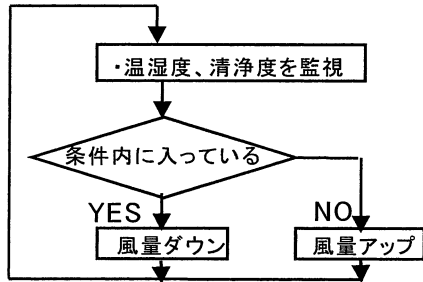
(1) クリーンルーム向け省エネ技術の構築

① ファン可変風量制御方法の構築

非操業時の省エネ制御時は監視しているクリーンルーム内の温度、湿度、パーティクルの値が規定値内であれば風量をダウンし、規定値を外れると風量をアップして定格値に戻す。



■制御システム概要



■制御フロー

なお、客先への清浄度、温湿度精度保証にあたっては客先と複数の測定ポイントを設定(パーティクル5カ所、温湿度6カ所)し、いずれのポイントも保証条件内に入っていることをチェックすることにより実現している。

②空調機の分散配置と通信による分散制御
空調機を分散配置して通信にて連携制御することにより、ダクトを削減して搬送動力を削減。

(2) トータル省エネ管理システムの構築

クリーンルーム空調系の省エネだけでなく、設備全体の省エネとそれを維持・改善できるシステムを構築した。

①空調系以外の省エネ制御

・熱源系 (熱源台数制御)

空冷チラー6台を出口温度により台数制御することにより容量制御幅の拡大化をはかり、省エネ効果向上。

・搬送系 (ポンプ変流量制御)

ポンプ出口圧力により、変流量制御を行うことにより省エネ効果を向上。

②データ監視システム構築

省エネ制御の効果を所内各所から簡単に監視できるようにし、省エネ状況データの情報共有化をはかって省エネ意識の向上につなげた。

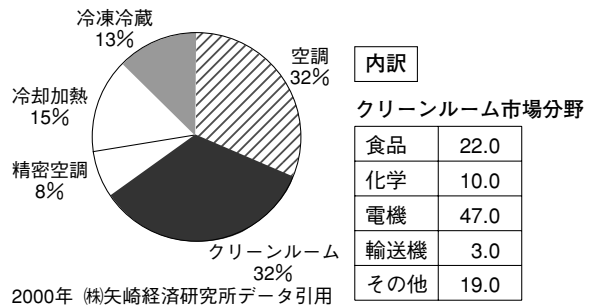
③運用改善システム

データ監視システムにより得られた運転データ

から最適化チューニングを行って運用改善を行う。(運用状況によっては操業時の風量ダウンにもトライし、更なる省エネ化を目指していく予定。)

11. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績 (国内、外) 等

クリーンルーム市場は産業空調市場の約3分の1を占めるものと推定され、またその約半分が電機関連市場となっているものと推定される。

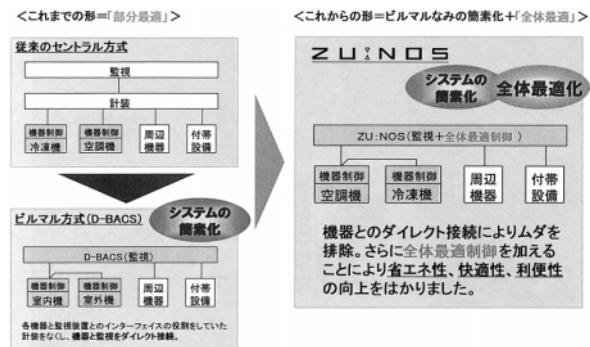


■販売実績

・ZU：NOS適用空調システム販売実績	57件
・上記のうちクリーンルームの販売実績	11件

競合品またはシステムとの比較は下記に示すとおりである。

競合品との比較



従来のセントラル方式に比べてZU：NOSでは独自ダイレクト接続による機器内部情報の活用により、部分最適制御で生じていた各システム間のインターフェイス部分での無駄を無くし、また、全体最適制御により更なる省エネ性を実現したものである。