

# 1. クリーンルーム

## 1.1 はじめに

クリーンルーム<sup>(1,2)</sup>とは、空気のごみ、微粒子(パーティクル)、温度、湿度、気流、圧力を一定の範囲内に制御するために積極的な措置をとっている部屋のこと、特にその目的のために作られた部屋のことです。

一般に、クリーンルームと呼べるのは、粒径 $0.5\mu\text{m}$ 以上の粒子が $1\text{ft}^3$ (1立法フィート、約28リットル)当たり100,000個以下の空間です。外気中のパーティクル数は、約1,000,000個/ $\text{ft}^3$ あります。クリーンルームはアメリカ航空宇宙局(NASA)のアポロ計画等ともなつてアメリカで開発されたため、クリーンルームの能力をあらわす清浄度(微粒子数)の単位も一般的に $1\text{ft}^3$ 中の微粒子の個数で規定されています。現在では、JIS B9920やFED.ST. 209E等のように $\text{m}^3$ の単位で表示することもあります。クリーンルーム技術は、電子工学、精密工学分野での必要性が最も大きく、現在でも半導体の集積度向上に伴い発展しています。これらをインダストリアルクリーンルームと呼び、さらに他の多くの分野で必要性が高まっています。また、病院、製薬、食品など病原菌の影響を抑えたい分野で用いられる場合は、バイオロジカルクリーンルーム(無菌室)と呼ばれます。

本ウルトラクリーンルーム[1]は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上の粒子が1個/ $\text{ft}^3$ 以下の清浄度(微粒子数)で、図1.1に示すように最近のJIS基準ではクラス1とクラス2の中間であり、アメリカFED.ST. 209Eでは最高レベルClass M1をさらに超える清浄度になっています。

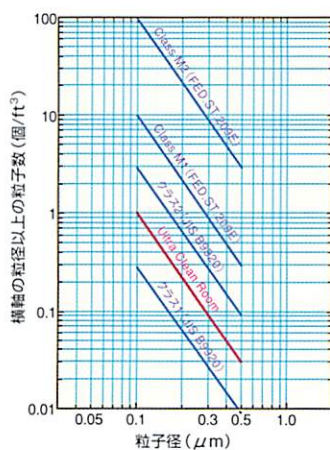


図1.1 クリーンルームの清浄度

## 1.2 クリーンルームに求められる要件

大学における研究開発に利用される本ウルトラクリーンルームには、下記のような要件が求められています。

- ① 汚染物質の速やかな排除
- ② 汚染物質の室内流入防止

- ③ 汚染物質の室内堆積防止

- ④ 汚染物質の発生防止

が必要です。ここに、汚染物質とは、粉塵やミスト(微小液滴)等の微粒子と、有機系や無機系の汚染ガスを含んでいます。これまで、清浄度は微粒子を中心に考えられてきましたが、最近では、有機系、無機系の汚染ガスについても問題視されてきています。

さらに、

- ⑤ 室内の温湿度制御
- ⑥ 静電気対策
- ⑦ 排気の処理
- ⑧ 省エネルギー対策

が求められています。

## 1.3 クリーンルームの構成と性能

本ウルトラクリーンルームは、上記の要件を満たすために、外気から微粒子を除去して温湿度制御した新鮮空気を取入れる外気処理機、室内空気を循環させて高性能フィルターで微粒子を濾過するファンフィルターユニット(FFU)、汚染された空気や熱を強制的に取り除く排気処理システムから構成されています。さらに、構成要素として室温制御系や装置冷却水システム、電力供給系があります。

上述の構成によって達成された本ウルトラクリーンルームの部屋別の性能を表1.1に示します。

表1.1 ウルトラクリーンルームの性能

室名	面積 $\text{m}^2$	CF面積 $\text{m}^2$	天井高 $\text{m}$	容積 $\text{m}^3$	清浄度	温度	湿度	清浄空気量 $\text{m}^3/\text{min}$	循環回数 R/H	FFU台数 台	外気量 $\text{m}^3/\text{min}$	冷却水量 $\text{l}/\text{min}$
ウェットプロセス室	60	41	2.38	98	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	$45\pm 10\%$	340.2	207	14	30	40
プラズマCVD室	60	43	2.38	101	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	$45\pm 10\%$	340.2	202	14	20	72
計測・評価室	49	31	2.38	73	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	$45\pm 10\%$	315.9	259	13	10	86
プラズマCVM室	105	59	3.30	196	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	$45\pm 10\%$	680.4	209	28	10	200
E E M 室	70	50	3.40	169	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	---	437.4	155	18	40	100
ニュープロセス室	71	55	2.38	131	$0.1\mu\text{m}$ Class1	$23\pm 1^\circ\text{C}$	$45\pm 10\%$	437.4	200	18	15	10
小計	415	279		768				2552	平均199	105	125	508
E E M 前室	5	5	2.38	11	$0.3\mu\text{m}$ Class1000	$23^\circ\text{C}$	---	24.3	136	1	5	0
更衣室	60	60	2.38	143	$0.3\mu\text{m}$ Class1000	$23^\circ\text{C}$	---	97.2	41	4	0	0
合計	480	344	5	922				2673	平均174	110	130	508

## 1.4 清浄化

クリーンルームの清浄化のためには、先に述べたように以下の4つの事項に注意する必要があります。

- ① 汚染物質の速やかな排除(高速高効率空気濾過技術等)
- ② 汚染物質の室内流入防止(室内圧力保持技術等)
- ③ 汚染物質の室内堆積防止(空気流制御技術、微粒子沈着防止技術等)
- ④ 汚染物質の発生防止

以下に、それぞれの項目について説明します。

### 1.4.1 汚染物質の速やかな排除

汚染物質(特に微粒子)を排除するために、クリーンルームでは室内空気を循環させ、高性能フィルターで濾過します。本ウルトラクリーンルームでは、室内空気を1時間当たり平均200回循環させて高性能フィルターで濾過しています。一般の空調では10回程度、100,000個/ft<sup>3</sup>(粒径0.5μm)レベルのクリーンルームで15回程度ですから、約15倍の速さで濾過していることになります。したがって、クリーンルームは、空気を循環させるために非常に大きなエネルギー(電力)が必要であり、そのエネルギーをいかに小さくするかが重要な課題となります。今回使用しているファンフィルターユニットローカルリターン方式は、図1.2に示すように他の方式に比べ空気流路が短いため、最も少ない消費エネルギーで高 cleanliness が可能です。さらに、ファンの効率が従来より高いファンユニット[2,3]を使用していますので、トータルのエネルギー効率が非常に高くなっています(1m<sup>3</sup>/minの空気当たり6.6W、従来は

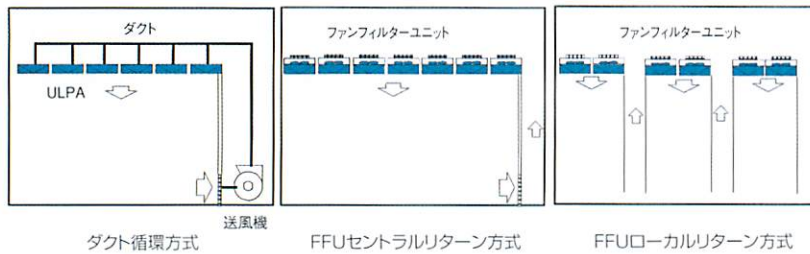


図1.2 クリーンルーム徐塵方式の比較

8.5W)。図1.3に示すように、本ウルトラクリーンルームではファンフィルターユニットを110台使用しています。

また、図1.4からわかるように、フィルターは、0.1μm以上の粒子を99.999999%(9N)以上捕集することができる最高レベルのULPAフィルター(Ultra Low Penetration Airfilter)を使用しております。今回採用しているフィルターは、材質が現在一般的なULPAフィルターの方法であるグラスファイバーではなく、フッ素樹脂を用いています[4]。これは、表1.2に示すようにグラスファイバーで起こるボロンの発生が全くないフィルターです。ボロンは、室内で発生するフッ酸とグラスファイバーとの間で起こる反応により発生し、シリコンの性質を変化させ半導体デバイスの品質に影響を与えます。したがって、半導体産業では、ボロン対策が最近のクリーンルームの重要課題の一つになっています。

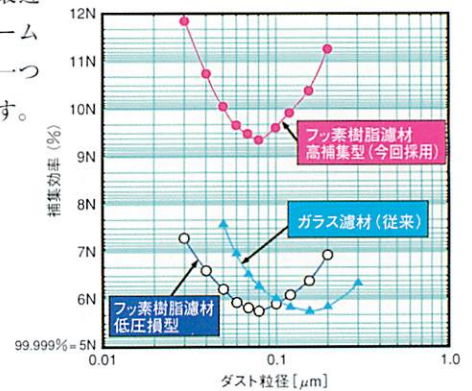


図1.4 ULPAフィルターの捕集効率



図1.3 ファンフィルターユニットの配置

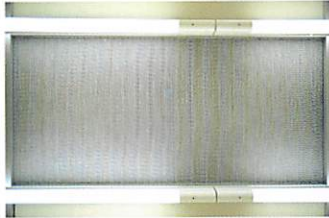


図1.5 従来のULPAフィルター



図1.6 今回採用したULPAフィルター



図1.7 フィルターユニット

表1.2 ULPAフィルター発生不純物の評価

\*超純水中への不純物溶出試験

	フッ素樹脂濾材(ppb)	ガラス濾材(ppb)
ボロン	ND(<3.0)	1200
ナトリウム	38	8200
カリウム	26	260
マグネシウム	2	130
カルシウム	5.8	50
バリウム	ND(<0.1)	220
アルミニウム	ND(<1.2)	62
亜鉛	ND(<2.4)	150
シリコン	ND(<2.4)	7400

ND:検出限界値以下

### 1.4.2 汚染物質の室内流入防止

外界からクリーンルーム内への空気を通じて流入する汚染物質対策のため、クリーンルームは外界に対して常にプラス圧に保たれています。クリーンルームは、実験時に装置から発生する微粒子、ミスト、ガス、熱などを取り除くために強制的に排気を行っています。排気だけを行えば、室内は外部に比べマイナス圧となりますから、外部から自然に汚れた空気が室内に流入して室内は汚染されます。そこで、汚染物質を除去した外気を強制的にクリーンルーム内へ導入する必要があります。外気は、排気される量に加え、部屋をプラス圧に保つために必要な量を導入しなければなりません。本ウルトラクリーン

ルームの外気の取入れから排気までを表すエアフロー図を図1.8に示します。

本ウルトラクリーンルームの外気取入れ量は、排気が最大130m<sup>3</sup>/minで、室内プラス圧力保持分として20m<sup>3</sup>/minの合計150m<sup>3</sup>/minが必要ですが、図1.9に示す外気処理機[5]は、200m<sup>3</sup>/minの新鮮空気の取入れが可能のため、十分な能力があります。外気の微粒子を濾過するために、外気処理機には4段階のフィルターが取り付けられています。まず1段階目で目に見える大きなゴミを除去、2段階目で1μm以上の粒子を、3段階目のHEPAフィルター(High Efficiency Particulate Airfilter)で0.3μm以上の粒子を99.97%以上濾過し、そして最終ULPAフィルターにて0.1

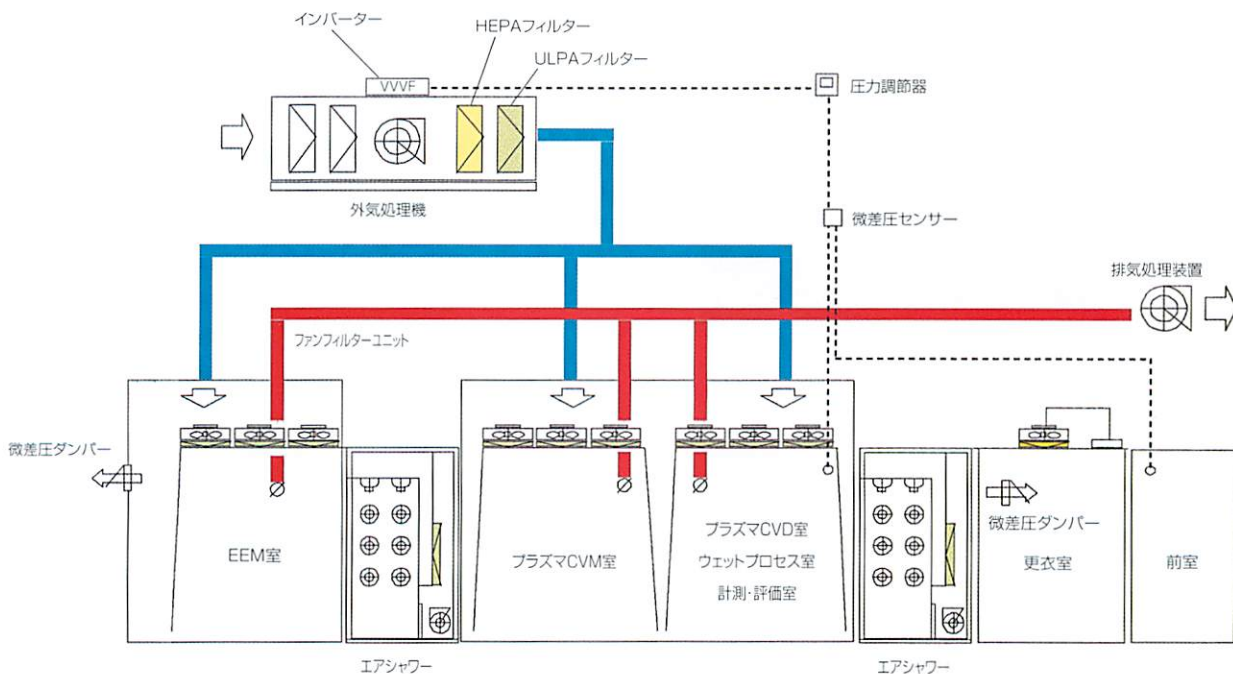


図1.8 クリーンルームエアフロー図

$\mu\text{m}$ 以上の粒子を99.9999%以上濾過していますので、室内へ供給される外気中の $0.1\mu\text{m}$ 以上の粒子は1個/ $\text{ft}^3$ 以下となります。供給された外気はファンフィルターユニットのULPAフィルターを通して室内に供給されます。

さらに、外気処理機は、室内のプラス圧力を一定に保持するため、送風機の風量を図1.10の制御盤によって自動的に制御しています。クリーンエリア(清浄空間)内と前室の間に取り付けられた圧力センサーの信号により、クリーンエリアの圧力が一定になるように送風機モーターの回転数をインバーター制御[6,7]しています。また、防水仕様であるEEM室は、他室から独立して外気を導入していますので、室内圧力保持のために図1.11に示す微差圧ダンパー[8]を設置しています。微差圧ダンパーは、おもりの重さで室内圧力を調整する機構で室内圧力が高いときは大きく開き、小さい時は少ししか開きません。自然の力を利用した単純な方法ですが圧力保持のためには制御性が良い最も有効な手段です。また、清浄空間の新鮮空気が、更衣室へもこの微差圧ダンパーを通じて流入しています。このような制御によって最も清浄度の高い空間を外部に比べ $30\text{Pa}$ ( $3\text{mmAq}$ )プラス圧に設定すると、天井内部が外部に対して $20\text{Pa}$ ( $2\text{mmAq}$ )に、更衣室が $10\text{Pa}$ ( $1\text{mmAq}$ )となり、建物全体が外部よりプラス圧に保たれます。このようにして、クリーンルームにとって最も大きな汚染源である外気が、直接清浄空間に流入することを防ぎます。



図1.9 外気処理機



図1.10 外気処理機制御盤



図1.11 微差圧ダンパー



図1.12 エアシャワー

次に、人や物に付着して持ち込まれる汚染物質の対策が必要となります。防塵衣に着替える更衣室は、 $0.3\mu\text{m}$ 以上の粒子が $1000$ 個/ $\text{ft}^3$ 以下になるように設計されており、外部とクリーンエリアとの緩衝空間になっています。更衣室で着替えた人は、エアシャワーをあげてクリーンエリア内に入ります。図1.12に示す今回採用のエアシャワー [9,10] は、ULPAフィルターを使用しているため、通常のエアシャワーより高品質の空気が吹き出されます。また、側面に加え天井内にも吹き出しノズルがあり、全身まんべんなく高品質空気をあびることができる、非常に性能の高いエアシャワーです。また、更衣室は、図1.13に示すように $50\text{mm}$ 高さのグレーティング床[11]となっており、更衣時発生する人からの塵埃や搬入機材から発生する塵埃を床格子面から下へ落とし、塵埃の内部持ち込みを減少させています。



図1.13 グレーティング床(更衣室)

### 1.4.3 汚染物質の堆積防止

汚染物質を室内に堆積させないためには、高浄空気が届かない場所を作らないことと、内装を清掃が容易な構造にすることが大切です。天井面から供給される高浄空気は、図1.14に示す帯電防止ビニールカーテン[12]の下を通り、壁面にそって天井内へまわります。各部屋壁面は、ほとんど空気の通り道になっているため浄空気が均等に循環される構造です。照明器具には、吹き出し airflow を乱さないため図1.15に示すような気流整流カバーがとりつけられています[13]。また、室内表面の仕上げ材[14~17]は、図1.16のアルミフレームシステム天井[18]を含め、壁と床は全て帯電防止材料であります。内装は、表1.3の帯電防止性能からわかるように静電気による汚染物質の付着がきわめて少なく、清掃が容易な材料で構成されています。



図1.14 帯電防止ビニールカーテン



図1.15 照明器具

図1.16 アルミフレームシステム天井

表1.3 内装材の帯電防止性能

	内装材	表面固有抵抗値 $\Omega/\square$
壁	クリーンクロス	$1 \times 10^9$ 以下
	ビニールカーテン	$1 \times 10^9$ 以下
	珪酸カルシウム板	$1 \times 10^8$ 以下
床	長尺シート	$1 \times 10^8$ 以下
	エポキシ塗床	$1 \times 10^9$ 以下

### 1.4.4 汚染物質の発生防止

汚染物質の発生防止は、クリーンルーム内の清浄度を保つために最も重要なことです。最も大きな発生源は、人と実験装置です。

人からの発塵を防止するために、図1.17に示すような防塵衣[19]を着用します。防塵衣には、①無発塵、②帯電防止、③発生塵埃が外に出にくい構造、④快適な着用性能が求められます。これらの要件を満たすために、長繊維ポリエステルに、炭素繊維が織り込まれた素材が用いられています。また、衣服の構造は、首・袖口に伸縮性の素材を用い、拭料を取り扱う正面を避けて左前にファスナーが付けられています。帽子(防塵フード)は、内帽子を一体化した二重形式にし、首振り時の発生塵の放出を防いでいます。このような特徴を持つ防塵衣によって、人からの発塵、汚染物質の持ち込みを防止しています。なお、防塵衣は、微粒子が付着しないよう更衣室のガーメントストッカー[20]に保管します。

また、本ウルトラクリーンルームでは、実験装置本体からの発塵を防止するため、発塵が多いポンプ等は、できるだけクリーンルームの外に設置して配管接続し、使用しています。やむを得ずクリーンエリアに汚染物質の発生可能性がある実験装置を設置する場合は、その部分を隔離して排気ダクトを介して局所的に排気することによって、汚染物質の発生拡散を防止しています。

人、物以外に内装材からの発塵があります。内装材は表面が平坦なものを用い、断熱材、塗装材からの発塵を抑えるため、できる限り断熱、塗装を行わなくてよい構造としています。また、金属部材はサビを抑えるためアルミニウムまたはステンレス、鉄は亜鉛メッキ品を使用しています。



図1.17 防塵衣 ガーメントストッカー

### 1.5 室内温湿度制御

室内には、実験装置や照明、人間、清浄空気循環に用いるファンからの発熱、また壁や屋根、床からの伝熱、外気導入による熱の流入があります。これらの熱を処理しなければ室内温度を一定に保つことはできません。本ウルトラクリーンルームでは、図1.18に示すような温湿度の制御を行っています。

各室にはこれらの熱を処理するため、図1.19に示す空気調和器いわゆる水冷式パッケージユニット[21,22]が設置されており、冷房、暖房を行っています。冷房は冷媒蒸発を利用して行い、室内の熱は水で搬送され、図1.20に示す冷却塔[23]から大気へ放熱されます。水による冷却(水冷式)は空気による冷却(空冷式)に比べ熱効率がよく、消費電力が低減されます。暖房は電気ヒーターで行われますが、壁が二重構造になっており、天井部が断熱されていますので、暖房による消費電力は年間を通じわずかしかありません。



図1.19 空気調和器 (水冷式パッケージユニット)

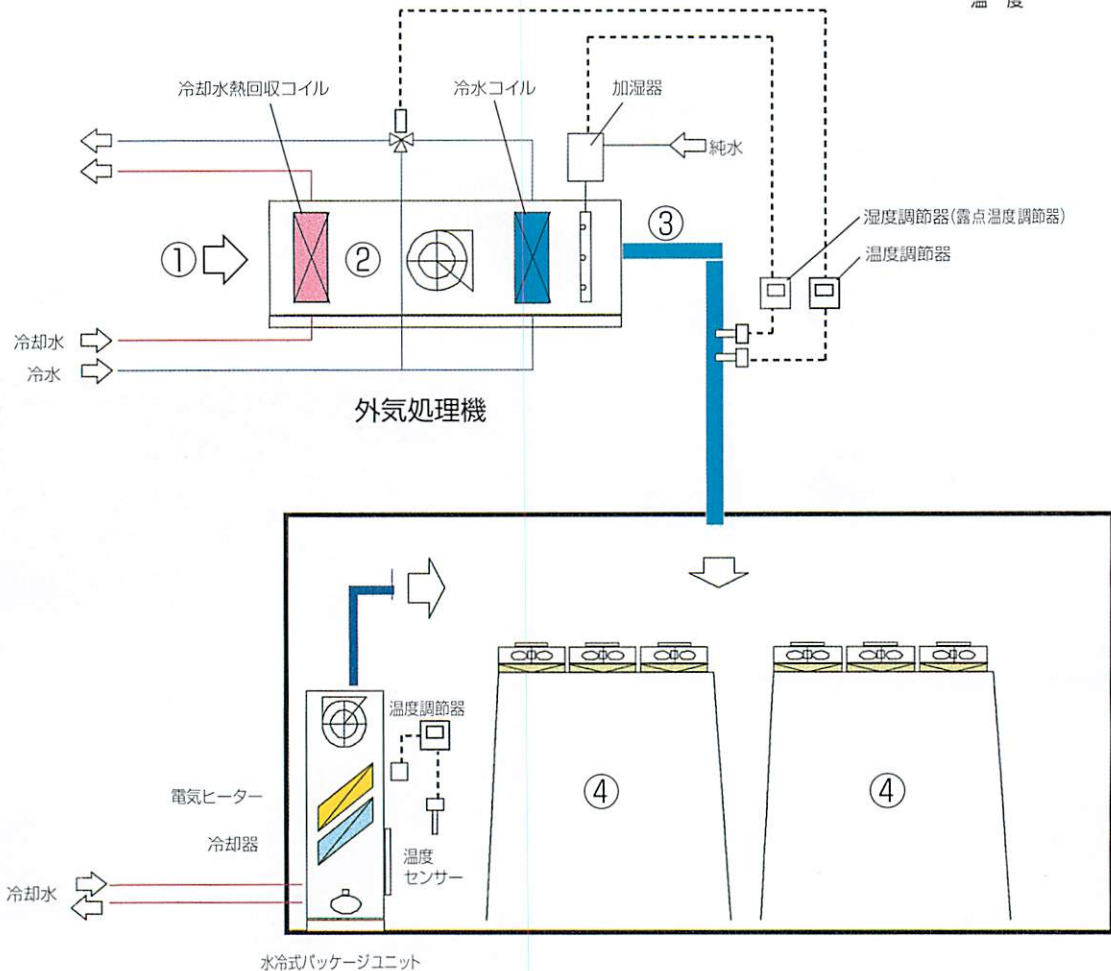
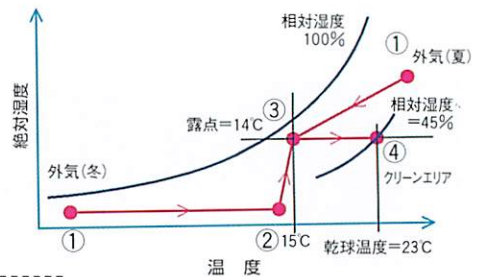


図1.18 クリーンルーム温湿度の制御フロー図

導入外気の冷却は、図1.21の水冷式チリングユニット[24]によって製造された冷却水を外気処理機に送り、冷却水と空気間の熱交換により行っています。導入外気の加熱は、室内で装置やファンにより発生する熱を利用しており、冷却塔で大気へ放熱する量を減らしています。各室の温度状態や外気処理機出口温度は、更衣室に設置された図1.22の温湿度制御盤[25]で監視できます。

次に、湿度は取入れる外気を所定の水分量にコントロールすることで室内湿度をコントロールします。これは、室内での湿度変化は室内での水分変化量よりも外気での水分変化量の影響が圧倒的に大きいためです。外気の湿度が室内設計条件より高い場合は外気処理機によって冷却除湿され、低い場合は図1.23の蒸気発生器[26]により加湿されます。なお、加湿の水は純水を使用しており、汚染物質の持ち込みを少なくしています。

## 1.6 超清浄防水型クリーンルーム

EEM室は、大量の水を使用するため、防水仕様のクリーンルームになっています。図1.24に示すように、床はエポキシ材による塗り床、壁は珪酸カルシウムを基材に表面処理した材料を使用し、耐水性を維持しています。また、実験で使用する微細粉末粒子が防塵衣に万が一にも付着して室外に持ち出すことがないようにEEM室は他室と独立させ、単独で更衣室、エアシャワーを設置しています。一般的なガラスファイバー性ULPAフィルターは耐水性がなく水を使用するクリーンルームでの採用には注意が必要でしたが、今回のULPAフィルターは撥水性があり、耐水性に優れているので、防水仕様クリーンルームには最適です。

## 1.7 静電気対策

大面積ガラス基板を実験試料として使用するプラズマCVD室には、基板表面で発生する静電気による汚染物質の付着を防止するため、図1.25のように静電気を中和させるイオンナイザー [27] が天井面に設置されています。このイオンナイザーで発生したイオンは、清浄気流によって対象物表面に到達し、表面の電荷を中和します。一般的なイオンナイザーは、電極のコロナ放電によるスパッタリングによって発塵し、クリーンルームの汚染源になります。しかし、本イオンナイザーは、イオン発生部分を高純度石英ガラスで被覆した特殊な構造の電極であるため、従来の金属（タングステン）電極のような酸化やスパッタリングによる自己発塵はありません。また、単位面積当たりの放電エネルギーが従来より小さいためにオゾン発生も抑制され、電極直下500mmの位置で濃度は5ppb以下です。このように、自己発塵はありませんが、連続使用すると空気中の不純物が電極先端部に付着堆積します。これも定期的なメンテナンスによって解決されます。



図1.20 冷却塔 (クーリングタワー)



図1.22 温湿度制御盤



図1.21 水冷式チリングユニット



図1.23 蒸気発生器 (加湿器)



図1.24 EEM室の壁と床



図1.25 イオンナイザー

## 1.8 装置冷却水システム

実験装置の発熱を空気で冷却するのは、水に比べ非常に効率が悪く無駄なエネルギーを使います。そこで、本ウルトラクリーンルームでは、効率よく熱処理するため、実験装置はできるだけ水で冷却しています。図1.26に装置冷却水システムフロー図、次頁の図1.27に装置冷却水配管図を示します。

冷却水には純水を使用していますが、これは装置冷却器の汚れによる効率低下を抑えることと、冷却水の導電

性による高周波電源等への影響を抑えるためです。冷却水は、図1.28のFRP製のタンク[28]に貯水され、図1.29のステンレス製のポンプ[29]により、各種実験装置へ供給されます。供給圧力は400kPa(4.0kgf/cm<sup>2</sup>)、温度は10°Cと20°Cの2種類あり、それぞれ水冷式チリングユニットによって製造された冷却水を図1.30のステンレス製プレート式熱交換器[30]により熱交換して供給します。さらに、冷却水の導電性を抑えるため、冷却水タンクには常に新しい純水が供給されます。

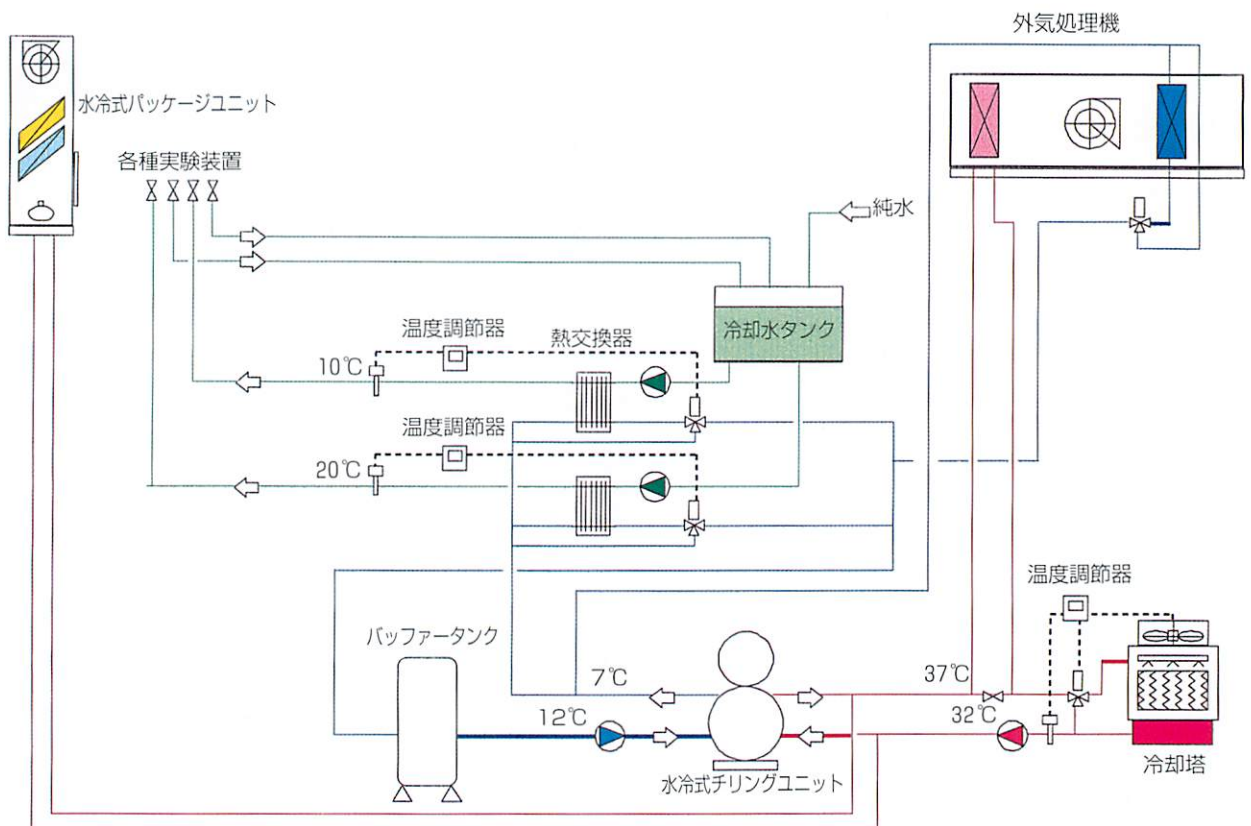


図1.26 装置冷却水システムフロー図

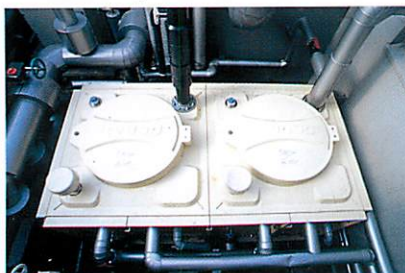


図1.28 冷却水タンク

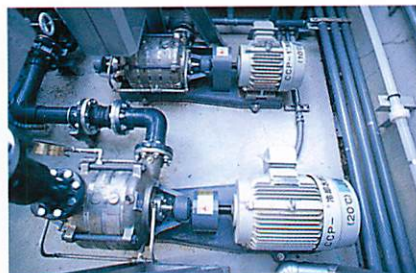


図1.29 ステンレス製のポンプ



図1.30 ステンレス製プレート式熱交換器



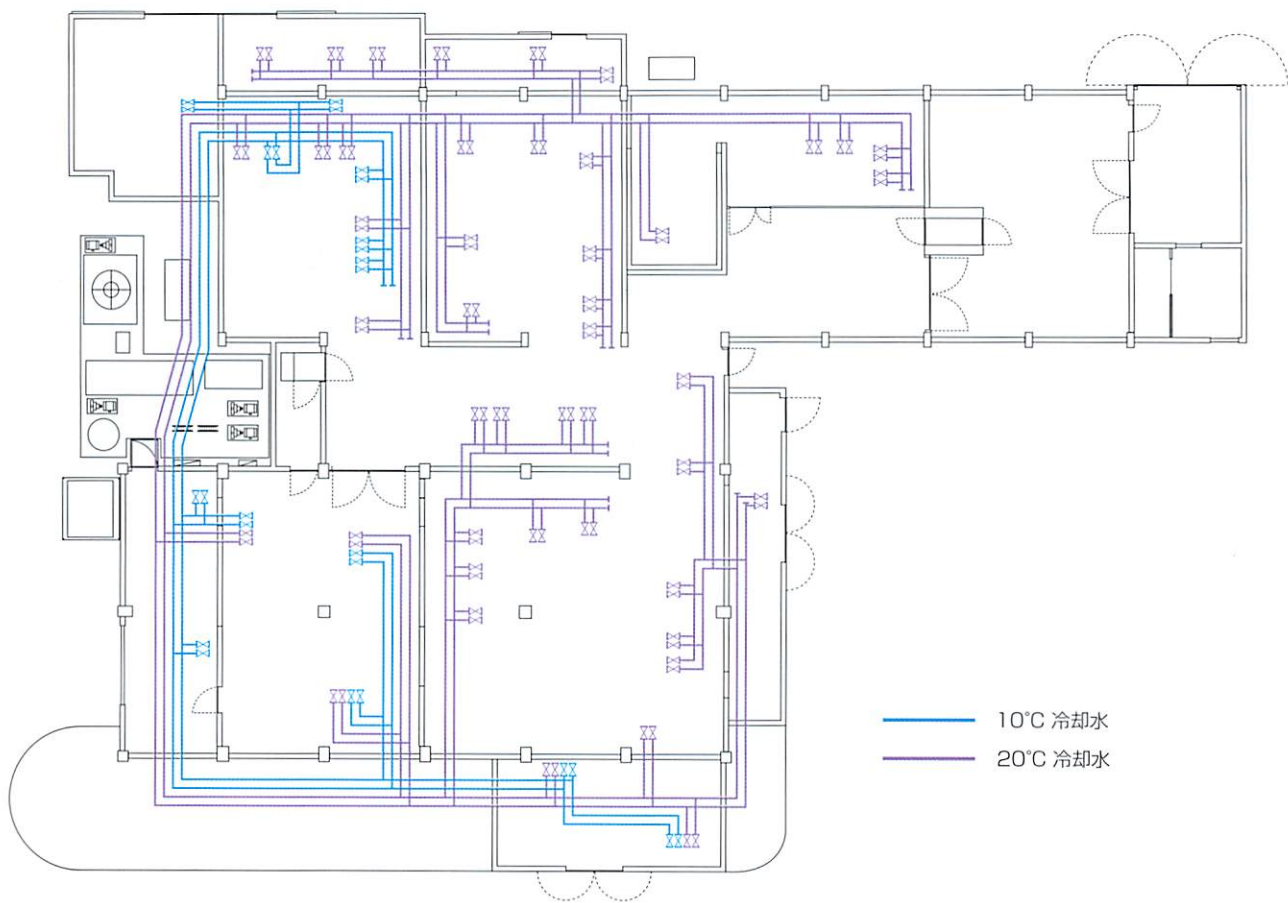


図1.27 装置冷却水配管図

## 1.9 排気処理システム

排気には実験の結果発生する様々な有害物質が含まれています。これを直接大気に放出すると周辺環境を悪化させるため、その対策として排気処理装置[31]を設置しています。図1.31に、排気ダクト配管系統図を示します。無機系統 $40\text{m}^3/\text{min}$ 、可燃系統 $20\text{m}^3/\text{min}$ 、有機系統 $20\text{m}^3/\text{min}$ の3種類の処理装置を持っています。無機、可燃系統は、図1.32に示す湿式充填塔によって水に有害物質を溶解させる水洗浄で、有機系統は活性炭による吸着で処理します。無機、可燃系統洗浄塔および送風機はFRP製、内部充填材は塩化ビニール製であり、腐食に強い構造です。有機系統はSS製エポキシ塗装品です。それぞれ入口濃度に対し出口濃度は約90%減少します。

また、将来圧縮空気を使用する場合に備えて、低騒音タイプの小型スクリーコンプレッサー[32]を用意しています。



図1.32 スクラバー(可燃系統)



図1.33 スクラバー(有機系統)

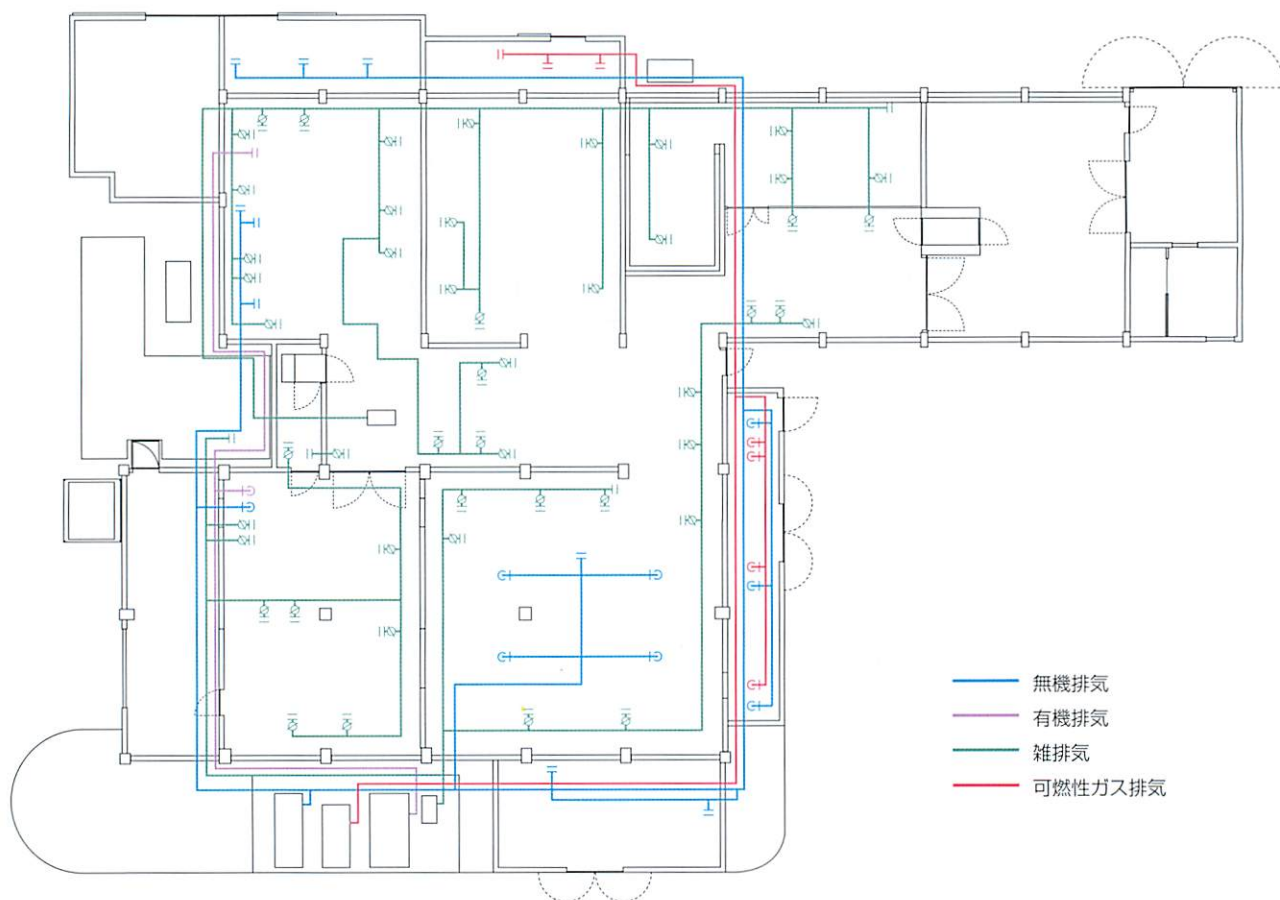


図1.31 排気ダクト配管系統図

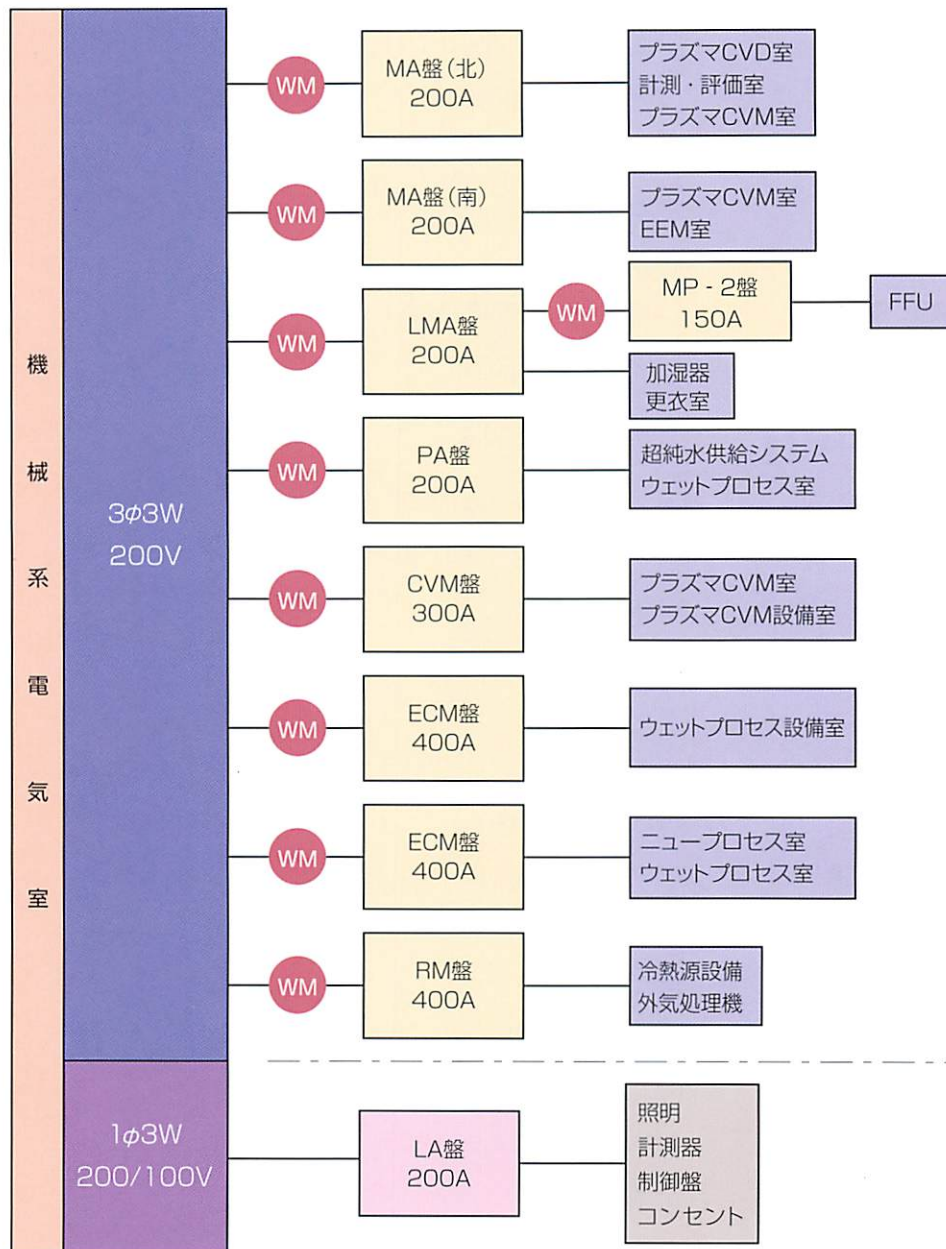


図1.34 配電盤系統図と消費電力モニター

WM 電力計

## 1.10 電力供給系

配電盤系統図と定格容量、消費電力モニターの配置を図1.34に示します。本ウルトラクリーンルームでは、電力計で刻々と変化する電力を計測・監視し、そのデータをパーソナルコンピュータにより収集しています。このデータから、電力消費量のチェックを行い、消費電力の把握・分析により、不要な電力使用を避け、省エネルギー対策に努めています。

- (1)大見忠弘，新田雄久監修：超LSIにおけるトータルクリーン化技術，リアライズ社（1988）。
- (2)大見忠弘，新田雄久監修：LSI製造におけるプロセス高性能化技術Ⅳ－クリーンルーム付帯設備の高度化－，リアライズ社（1990）。

〈高砂熱学工業株式会社 倉田昌典〉

[ 1 ] 高砂熱学工業株式会社	設計および施工
[ 2 ] 東プレ株式会社	TEN型ファンフィルターユニット TEN-72W14-03
[ 3 ] 新晃工業株式会社	クリーンジョイ KJ-2360L
[ 4 ] ダイキン工業株式会社	ニューロファインフィルター KMH7201470
[ 5 ] 新晃工業株式会社	外気処理空調機
[ 6 ] 山武ハネウエル株式会社	圧力指示調節器
[ 7 ] 松下電工株式会社	インバーター BFV61502
[ 8 ] 協立エアテック株式会社	微差圧ダンパー BCD-2
[ 9 ] 進和テック株式会社 日本エアー・フィルター株式会社	エアシャワー 1600W×2420H×1000L (2連型)
[10] 日本スピンドル製造株式会社	エアシャワー AS-0810LSF-BEF
[11] 日立機材株式会社	日立クリーンフロア フロアモジュール300
[12] 積水化学工業株式会社	エスロンDCシート
[13] 松下電工株式会社	クリーンルーム用照明器具 JF41801
[14] リリカラ株式会社	クリーン壁紙
[15] 積水化学工業株式会社	アスベール
[16] 東レ株式会社	帯電防止フロアリユーム
[17] 日軽アーバンビルド株式会社	帯電防止エポキシ塗り床
[18] 日軽アーバンビルド株式会社	アルミフレームシステム天井, ブランクパネル
[19] 東レ株式会社	防塵衣
[20] 日本エアーテック株式会社	ガーメントストッカー
[21] ダイキン工業株式会社	水冷式パッケージユニット
[22] 三洋電機株式会社	水冷式パッケージユニット
[23] 空研工業株式会社	冷却塔
[24] ダイキン工業株式会社	水冷式チリングユニット
[25] 山武ハネウエル株式会社	自動制御盤
[26] ピーエス工業株式会社	加湿器
[27] 高砂熱学工業株式会社	スーパークリーンイオナイザー
[28] 三菱樹脂株式会社	FRP製タンク
[29] 株式会社荏原製作所	MCS型冷水ポンプ
[30] 株式会社日阪製作所	SUS製熱交換器
[31] セイコー化工機株式会社	テクセル排ガス処理装置 TRS-D20,TRS-D40,AC-20
[32] 株式会社神戸製鋼所	小型スクリーコンプレッサー