

2020年度 新潟県学校薬剤師会研修会

～空気環境その1～

注意事項

- 1: 方法及び基準は「学校環境衛生基準」による。検査票基準値の※印は「望ましい基準」を意味する。
- 2: 二酸化炭素について1回測定の場合は授業終了直前に測定すること。
- 3: 浮遊粉じん及び気流は、温度、湿度又は流量を調節する設備の稼働時(冬季は暖房、夏季は冷房)に行うこと。浮遊粉じんの測定結果基準値の1/2以下で、以後環境に変化がなければ次年度以降の検査を省略できる。
また、夏季等で燃焼器具を使用しない場合は、一酸化炭素及び二酸化窒素の検査を省略できる。
 - ①浮遊粉じん・気流・一酸化炭素・二酸化窒素の測定を行うもの<例: ファンヒーター(ガス・石油)>
 - ②浮遊粉じん・気流の測定を行うもの<例: エアコン(冷房)エアコン(暖房)電気ファンヒーター>
 - ③一酸化炭素・二酸化窒素の測定を行うもの<例: ストープ(ガス・灯油・薪・ペレット等)>
- 4: 小学校の場合はできるだけ高学年の教室を選ぶこと。

検査項目	測定教室: 年 組	鉄筋	木造	プレハブ	その他()
暖房設備	・ ガスストーブ ・ 石油ストーブ ・ 薪ストーブ ・ ペレットストーブ ・ ガスファンヒーター (付式 半密閉式 開放式) ・ 石油ファンヒーター (付式 半密閉式 開放式) ・ 電気ファンヒーター (セラミック) ・ エアコン(中央式) ・ エアコン(個別式) ・ その他()				

教室構造

- 測定教室はできるだけ高学年を選ぶこと。
- 鉄筋、木造、プレハブ、その他に分類して書くこと。

暖房設備

- ガスストーブ
- 石油ストーブ
- 薪ストーブ
- ペレットストーブ



ガスストーブ



石油ストーブ



薪ストーブ



ペレットストーブ

ペレットストーブとは木質ペレットを燃料とするストーブのこと。煙突が必要な従来型のダルマ型、小判型ストーブもあるが、ペレット自動供給装置付きのFF(Forced draft balanced Flue stove)式(煙突を屋外に設置し、排気や吸気を行う方式)ファンヒーターも存在する。

暖房設備

- ガスファンヒーター(FF式・半密閉式・開放式)
- 石油ファンヒーター(FF式・半密閉式・開放式)
- 電気ファンヒーター(セラミック)
- エアコン(中央式)
- エアコン(個別式)
- その他



FF式とは

燃焼用の空気を室外から強制的に取り入れ、発生した熱を送風ファンで室内へ送り出し、排気は給排気筒を通して室外に出す方式。灯油の燃焼に伴う水蒸気の影響(結露の原因)もなく、使用時に定期的な換気は必要ない。

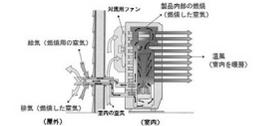
メリット

燃焼ガスを一度熱交換してから排ガスのない温風を吹き込むので非常にクリーンな空気の暖房機器。石油配管をして大型のタンクを用意すれば、小さなタンクにいちいち給油する手間は省ける。

デメリット

換気のための排気を、本体に取り付けられた円筒を介して屋外に送り出す仕組みとなっており、エアコンと同じく設置に工事が必要な為賃貸には難しい。またいったん設置場所を決めた後は、気軽に設置場所を変えることは難しく、寒冷地ではないエリアでは、あまりなじみがない暖房器具のひとつ。室内で燃焼するので運転中は温水ルームヒーターと比べ燃焼音がする。

※ FF式ストーブの燃焼のイメージ



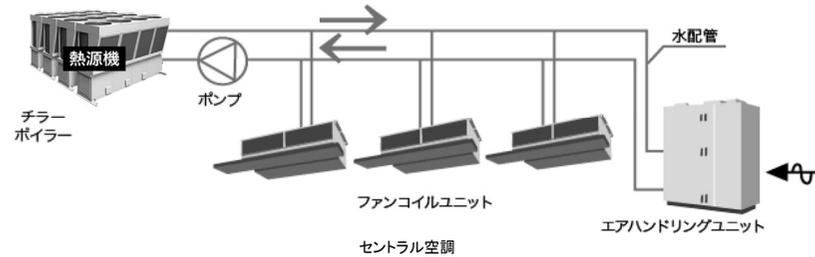
有限会社 パルプランニングHPより

冷暖設備	有 (個別式エアコン 中央式エアコン その他)	無
換気設備	有 (換気扇 全熱交換器付換気扇 その他)	無

冷房設備

- エアコン(個別式)
- エアコン(中央式)
- その他

個別空調は、フロア毎あるいは部屋毎に空調のON/OFFや冷暖房の切り替え、温度調節ができるタイプ。各フロア又はゾーン毎に熱源が分散設置されている。セントラル空調は別名「中央管理空調／中央式空調」とも呼ばれ、中央管理室等で一元的に制御されているタイプ。



換気設備

熱交換換気扇、24時間換気扇、換気扇、自然換気がある。



軸流ファン型換気扇(第3種換気に相当する)
一般的な換気扇。風量は多いが静圧が低いので、給気口が適切でないと風量は著しく低下する。

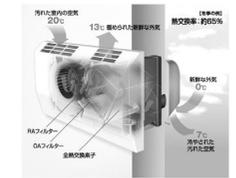


24時間換気扇(第3種換気に相当する)
換気回数0.5回/h以上の機械換気設備(24時間換気システムなど)で、換気回数0.5回/h以上とは、1時間当たりで部屋の半分の空気が入れ替わる、つまり2時間で部屋の空気が全部入れ替わる。マンションでは義務化。



熱交換型換気扇(第1種換気に相当)は、排気通路と給気通路を交差するように形成し、その交差点に熱交換機を設けて、それぞれの空気の全熱を交換させることができる換気装置。

暖房時において室内側の排気熱を外気側空気に伝えることによって給気温度を上昇させることができる。また冷房時の除湿分も室内側に戻せるため、換気による熱エネルギーのロスが削減でき、省エネ効果が高いと言われている。



① 二酸化炭素	① ppm	② ppm	検知管法	その他	※ 1500ppm以下
② 湿度	乾球: °C	湿球: °C	アスマン通風乾湿計	その他	※ 17°C以上28°C以下
③ 相対湿度	%		アスマン通風乾湿計	その他	※ 30%以上80%以下

二酸化炭素 1500ppm以下であることが望ましい。(マニュアル26~27頁)

- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
- 測定は授業開始前から授業終了時まで経時的に行うことが望ましい。
- 測定回数を1回とする場合は、授業終了直前に行うこと。
- 検知管法又はこれと同等以上の方法により測定する。
- 測定濃度に応じた検知管を用いること。

デジタルCO2計



ガス採集器セット

温度 17°C以上、28°C以下が望ましい(平成30年3月31日より変更)
変更理由は、児童生徒等に生理的、心理的に負担をかけない最も学習に望ましい条件は、冬期で18~20°C、夏期で25~28°C程度である。

- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
- 測定には0.5度目盛の温度計又はこれと同等以上の性能を有する測定器を用いて測定する。
- アスマン通風乾湿計を用いる場合、応答が遅いので屋外を測定した後に室内を測定する場合は、周囲の環境に十分なじませることが必要。



電動式

湿球部のガーゼは適度にぬらす。乾きやすいので注意。ぜんまい式、電動式があるが、両者ともファンを回転させる。ぜんまい式は計測途中で止まってしまうので注意。乾・湿ともに安定するまで時間がかかるので、すぐ読まない。



デジタル式

携帯用で、高精度の白金測温抵抗体感部を使用。従来の乾湿計と比べ湿度換算の手間がなく、読み取り誤差もない。着脱簡単な湿球布を使用している。

水銀使用の製品取り扱いに関して

特定水銀使用製品 * に該当するものについては、製品ごとに規制開始日(平成30年1月1日又は平成32年12月31日)以降、その製造(水銀汚染防止法)・輸出入(外為法)が原則として禁止される。

* 特定水銀使用製品:水銀使用製品のうち、その製造に係る規制を行うことが特に必要なものとして規制された製品。



アスマン式温湿度計

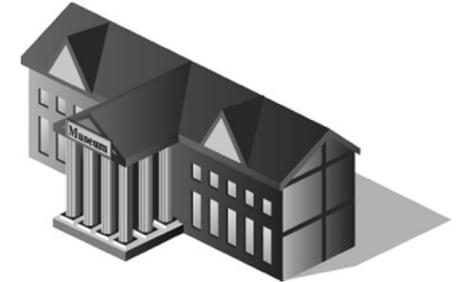
2020年末より製造輸出入禁止

規制開始日以降でも、既に使用している規制対象製品を継続使用すること、規制開始前日前に製造・輸入されたものを販売すること、修理・交換のために使用することを禁止するものではない。

ぜんまい式

相対湿度 30%以上、80%以下が望ましい。(マニュアル34頁)

- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
- 測定には0.5度目盛の乾湿球湿度計又はこれと同等以上の性能を有する測定器を用いて測定する。
- 湿球部のガーゼ部分に5m/秒程度の気流を当てて測定する。
- アスマン通風乾湿計を用いる場合、応答が遅いので屋外を測定した後に室内を測定する場合は、周囲の環境に十分なじませることが必要。



(4) 浮遊粉じん	mg/m ³	<input type="checkbox"/> Low-Volume Air Sampler法 <input type="checkbox"/> 相対濃度計法	0.10mg/m ³ 以下
-----------	-------------------	---	--------------------------



AKTIO LD-5
①BG(バックグラウンド)測定
②感度合わせ(スパンチェック)
③測定開始

浮遊粉じん 0.1mg/m³以下であること。

(マニュアル39頁)

- 人体の呼吸器へ直接影響を及ぼすとされる空気中に常に浮遊している微細な物質のうち粒径10μm以下の粒子が検査対象。
- 教室等における浮遊粉じんとして、チョークの粉や、土由来のほか、外気に由来するものもある。
- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
- 測定には質量による方法(Low Volume Air Sampler)又は相対濃度計を用いて測定する。
- 相対濃度計については、建築物衛生法に準じて、厚生労働大臣の登録を受けた機関において1年以内毎に1回の較正を受けることが望ましい。
- 空気の温度、湿度又は流量を調節する設備を使用している教室以外の教室等以外においては、必要と認める場合に検査を行う。
- 検査結果が著しく基準値を下回る場合(基準値の1/2以下:基準値は0.10 mg/m³以下でその1/2以下つまり0.05mg/m³以下)は、以後教室等の環境に変化が認められない限り、次回からの検査を省略することができる。
- 省略した場合でも、清掃頻度の見直しや、学校周囲の交通量の増加、工場の建設等による外気の状態が変化した場合は、測定を行うようにする。

	m/秒	<input type="checkbox"/> カタ温度計	<input type="checkbox"/> 微風速計	
※カタ温度計による計算式(普通カタ温度計を使用のこと)				
Y: 露下時間	=平均	秒	(1回目: 秒 2回目: 秒)	
X: カタ温度	=			※ 0.5 m/秒以下
W: 露下時間	=1/Y			
Z: 湿度差	=36.5-露点	=	℃	mmHg
V: 露点	=[(10/8)-0.20]/0.007	=	mmHg	m/秒(露点以下2期)

気流 0.5m/秒以下であることが望ましい。(マニュアル41頁)

- 室内には適度な空気の動きが必要だが、強い気流は不快感を伴う。
- 冬季等は隙間風にも注意を払う。
- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業時に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 空気の温度、湿度又は流量を調節する設備を使用している教室以外の教室等以外においては、必要と認める場合に検査を行う。

- 測定には0.2m/秒以上の気流を測定することができる風速計を用いる。
- 風速計にはカタ温度計と微風速計がある。
- カタ温度計は、カタ冷却力を利用したもので、身体が感じる気流を最もよく表している。測定にはカタ温度計(球部の表面積を大きくしたガラスのアルコール計、魔法瓶などを準備し、温度の下降時間を読む取る。
- 微風速に指向性がある場合には、測定時にセンサー一部を風上に向けて数値を読み取り、複数回測定した平均値で気流速度を求める。



カタ温度計

カタ温度計

- 普通カタ計N(目盛が38°C→35°C)
- 高温カタ計H(目盛が55°C→52°C) 降下時間がかかる時(120秒以上)は高温カタ計が時間短縮
- カタ計で求めた降下時間から計算する

気流の計算

- カタ温度計法による計算(普通カタ温度計使用)
- T: 降下時間 2回の平均値
- f: カタ係数(温度計表面に記載)
- H(冷却力): f/T
- θ (温度差): 36.5-室温 高温カタ53.0-室温
- **H/θを求める**
- $H/\theta > 0.6$ (気流が1m/s以上のとき)
- $V = \{(H/\theta - 0.13) / 0.47\}^2$
- $H/\theta < 0.6$ (気流が1m/s以下のとき)
- $V = \{(H/\theta - 0.20) / 0.40\}^2$



微風速計



学校で通常用いられる**熱線式風速計**は、電熱線を環境中に露出させて通電し、その発熱と風による冷却とが平衡したときの温度から風速を求めるものである。

風向に依存しない精密な測定が可能ではあるが、長時間の連続測定に耐えられず、また大気中の塵の衝突で簡単にセンサー部分が破損することから、近年は主に屋内用として用いられる。

また機器によっては指向性があるものがあり、測定時には注意が必要。ダクトからの吹き出し口や環気口の風力測定にも適用できる。

④ 一酸化炭素	ppm	<input type="checkbox"/> 検知管法 <input type="checkbox"/> その他	10 ppm以下
⑦ 二酸化窒素	ppm	<input type="checkbox"/> ギャルツマン法 <input type="checkbox"/> 検知管法 <input type="checkbox"/> 経線分光電光法 <input type="checkbox"/> その他	※ 0.00 ppm以下

一酸化炭素 10ppm以下であること (マニュアル43頁)

- 不完全燃焼に伴って発生し、濃度が高い場合は直接人体の健康に影響する。
- 毎学年2回定期に行なう。
- 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
- 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
- 対象教室は、長期間、燃焼器具により暖房する教室や理科室や家庭科室又は給湯器等が置かれている教員室等になる。
- 教科等において燃焼器具を使用している教室等は、燃焼器具を使用している時に適宜測定する。
- 教室等において燃焼器具を使用していない場合に限り、検査を省略できる。

- 10ppmを超える発生源は、主に室内における燃焼器具の不完全燃焼によることが多い。
- 学校内に自然排気式(CF式)ボイラーが設置されている場合は、換気扇との同時併用を避け、適切な換気が行われる措置を講じること。換気扇との同時使用でボイラーの排気が正常に室外に排気されず、室内の一酸化炭素が上昇する恐れがあるため。屋外式のボイラーへの交換を促進すること。

- 検知管を用いて測定する。
- 同等以上の方法の例として、非分散型赤外線吸収法、定電位電解法、水素イオン化検出法、および接触燃焼法を利用した測定器がある。



定電位電解法

参照電極に対する作用電極の電位を一定に規制して電解を行い、その時に流れる電解電流を測定してガス濃度を知る方法。



特徴として小型・軽量、操作が簡単であることや高精度で連続測定が可能なこと、暖気時間が必要なく、すぐに測定が可能なことにある。

検知管法等の簡易法

二酸化炭素の測定と同じように真空式ガス採取器を使用する。室内用の測定範囲1~30ppm程度を用いるとよい。検知剤としてパラジウム塩が封入されており、COIにより還元されて金属パラジウムを析出して、ガステック製では淡桃色に変色する。

$\text{CO} + \text{PdSO}_4$ (白色) → パラジウム化合物 (淡桃色)

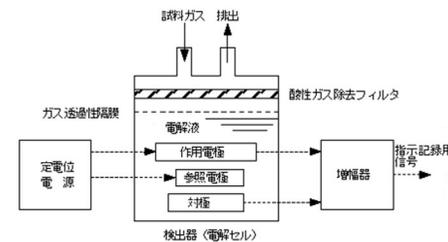


図9 定電位電解法による計測器の構成例

二酸化窒素 0.06ppm以下であることが望ましい。(マニュアル44頁)

- 二酸化窒素は燃焼により発生するので、燃焼ガスが室内に放出される石油ストーブや石油ファンヒーター等の燃焼器具が発生要因となりうる。
 - 毎学年2回定期に行なう。
 - 授業中に一つの教室を選び、適当な場所1か所以上の机上の高さで測定する。
 - 幼稚園等では、子どもたちが床で活動するのであれば、床の上で検査する。
 - 対象教室は、長期間、燃焼器具により暖房する教室等や給湯器等が置かれている教員室等になる。
 - 教科等において一酸化炭素同様に、燃焼器具を使用している教室等は、燃焼器具を使用している時に適宜測定する。
 - 教室等において燃焼器具を使用していない場合に限り、検査を省略できる。
- 測定にはザルツマン法(ザルツマン試薬により発色させ、吸光度計で測定)、電動吸引式の検知管法、試験紙光電光度法を用いる。
- 同等以上の方法として、化学発光法(自動計測器)、簡易法(トリエタノールアミンを含浸させたサンプラーで捕集し、ナフチルエチレンジアミン法で分析)などがある。
- 外気濃度にも影響をうけるので、周辺の交通量が多い学校では、外気濃度の測定に努め、外気濃度が高い場合は、自治体に相談すること。



ザルツマン法

試薬AとBを使用直前に混合する。
 試薬A：スルファニルアミド80gをリン酸200mlに溶かし、蒸留水を加えて1リットルにする。
 試薬B：N-1-ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩0.56gを蒸留水100mlに溶かす。
 使用直前に、試薬A100mlと試薬B10mlを混合して使用する。
 吸光度法に使用する場合は、十分に冷やしておく。



試験紙光電光度法

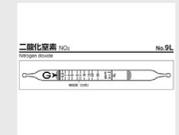
ザルツマン法を改良したNED(N-1-Naphthylethylenediamine)を試験紙に含浸させた検知タブの発光を光源(LED)の反射光の強度として30分測定するもの。特徴として現場測定で個人差がないことが挙げられる。タブを変えることによりホルムアルデヒドの測定もできる。



FP-30A

検知管法等の簡易法

電動ポンプと検知管で行う吸引式の測定方式で、電動ポンプにより、決められた時間を、一定速度で検知管を通じて資料気体採取する。二酸化窒素により3,3',5,5'-テトラメチルベンジジンがガステック製の検知管では橙褐色を呈する。

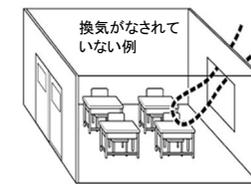
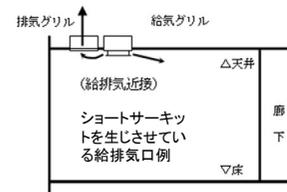


測定時の換気状況	窓	開	(	力所	閉	換気設備	有	(	開	力所	閉	無
	下	開	(	力所	閉	換気設備	有	(	使用	力所	不使用	無

測定時の換気状況

- 換気とは、室内の汚染された空気を除去するために外気を取り入れることをいい、自然換気と機械換気がある。
- 自然換気は、建築物内外の温度差による空気密度の差や自然の風による圧力差や給気口と排気口の位置関係によって異なる。
- 教室の欄間換気は、引き戸や回転窓、パンチング孔の戸等で、廊下側ないしは外気側に設けられているもので換気が行われる。戸や窓を閉めても欄間の部分で空気の流出入による換気があり、温度勾配(垂直分布、上下温度差等)が適切に保たれていればドラフト感がない環境が維持できる。
- 温度差換気は、開口部がそのままであれば換気量は内外平均温度差の平方根に比例して増加する。温度差が大きいほど換気量も大きくなる。
- 機械換気は機械設備による強制給排気を行なうもので、換気扇(全熱交換器式を含む)等も含む。
 - 1.第1種換気方法：給気・排気とも機械換気で強制的に行う換気方法。普通教室では個別式が多く、ダクト方式が次に多い。
 - 2.第2種換気方法：給気は機械で行い、排気は排気口から自然に行う換気方法。それほど多くない。
 - 3.第3種換気方法：排気は機械換気で強制的に行い、給気は給気口などから自然に行う換気方法。理科室や調理室のような蒸気や熱の発生するところや特別教室で発生する有害ガスや粉じんを、室内空気を再利用しないところで用いられている。

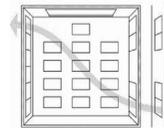
ショートサーキットとは、給気口(給気ファン)と排気口(排気ファン)の位置が近すぎて、狭い範囲で空気が循環してしまふ現象のこと。せっかく取り込んだ新鮮な外気が、スペース内に行き渡ることなく、そのまま排出されてしまうため、換気効率が非常に悪く、換気不足の原因となる。ショートサーキットを防ぐためには、給気口(給気ファン)と排気口(排気ファン)の位置をできるだけ離し、対角線に設置するなどの工夫が必要。



効率的な換気

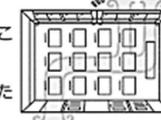
- 換気は少なくとも対角線上にある窓を開けるのが効率的
- 空気が流れづらい場合、風が入る窓を小さく、出る窓を大きく開けると改善される
- オフィスや一般住宅も同じ

(空調メーカーなどの取付を基に作成)



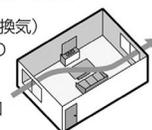
換気のコツ

- ・空気の通り道ができるよう、2カ所以上の窓を開けましょう
- ・休み時間のたびに、こまめに換気しましょう
- ・最低でも5分は開けたままにしましょう



効果的な換気の方法

- 1時間に5～10分程度(まとめてより、小まめに換気)
- 対角線上にある2カ所の窓を開ける
- 風が入りにくい場合は、入り口を小さくし、出口を大きく開ける
- 窓が一つしかない場合は、窓のそばに扇風機を置いて風の流れをつくる



(ダイキン工業ホームページを参考に作成)

●エアコンと称されるルームクーラー方式は、単なる冷房機であり、換気方式でないものが多い。

指導助言事項

- 二酸化炭素濃度が1500ppmを超えた場合は換気を行うように指導。窓や欄間、入り口の戸等の開け方を工夫し、自然換気が適切に行われるようにすること。
- 温度が高い場合は、カーテンの使用、ひさしの設置、つる性植物による壁面緑化等を考慮する。
- 相対湿度が30%未満の場合は、加湿器(カビや結露に注意)を使用も可だが、メンテナンスに注意すること。なお、中に入れる水は水質基準に適合した水を使用する。
- 浮遊粉じんが0.10mg/m³を超えた場合は、換気方法や掃除方法を見直すこと。チョークの粉が原因している場合は、炭酸カルシウム製チョークに変更してみる。
- 気流が0.5m/秒超の気流が生じている場合は、温度、湿度又は流量を調節する設備の吹き出し口を適切に調整する。
- 一酸化炭素が10ppmを超える発生源は、主に室内における燃焼器具の使用である。学校内に自然排気式(CF式)ボイラーが設置されている場合は、換気扇との同時併用を避け、適切な換気が行われる措置を講じること。換気扇との同時使用でボイラーの排気が正常に室外に排気されず、室内の一酸化炭素が上昇する恐れがあるため。屋外式のボイラーへの交換を促進すること。
- 二酸化窒素が基準値0.06ppmを超えた場合は、換気を励行し汚染物質の原因を突き止める。また外気にも影響をうけるので、周辺の交通量が多い学校では、外気濃度の測定に努め、外気濃度が高い場合は、自治体に相談すること。

設備の種類と検査項目

	設備の種類	気流	浮遊粉じん	一酸化炭素	二酸化窒素
温度、湿度又は流量を調整する設備	エアコン(冷房設備)	省略不可	※	省略可	省略可
	エアコン(暖房設備)	省略不可	※	省略可	省略可
	電気ファンヒーター	省略不可	※	省略可	省略可
	ガスファンヒーター	省略不可	※	省略不可	省略不可
	石油ファンヒーター	省略不可	※	省略不可	省略不可
燃焼器具	ガスファンヒーター	省略不可	※	省略不可	省略不可
	石油ファンヒーター	省略不可	※	省略不可	省略不可
	ガスストーブ	省略可	省略可	省略不可	省略不可
	灯油ストーブ	省略可	省略可	省略不可	省略不可

※:検査結果が基準値の1/2以下で、以後環境の変化がなければ次年度以降の検査を省略できる。そのために最低一回は検査が必要である。

ご静聴ありがとうございました。