

# 北海道の冬季の寒さに配慮した 学校の換気方法

詳細版

2020.12

Ver.1

地方独立行政法人

北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所

# 目次

1. はじめに	… 1
2. 換気方法選択の流れ	… 2
A. 換気扇がある場合	… 3
(1) 換気扇の清掃	… 3
(2) 教室の換気方法	… 4
B. 換気扇がない場合	… 6
(1) 必要換気量の算出	… 6
(2) 使用する教室の窓・戸・らん間の開け幅の算出	… 7
(3) 二方向の窓開けによる具体的な換気方法	… 9
(4) 寒さを緩和する工夫	… 11
3. 学校の換気に関する基準など	… 14

# 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の感染リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」の改善には、換気方法の工夫が重要です。

文部科学省：学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル～「学校の新しい生活様式」～(2020.9.3 Ver4)では、次のように示されています。

**換気は、気候上可能な限り常時、困難な場合はこまめに（30分に1回以上、数分間程度、窓を全開する）、2方向の窓を同時に開けて行うようにします。**

換気は、間欠的に数分間窓を全開にするよりも常時換気を行う方が、室内の空気を清浄に保ちつつ急激な温度低下を抑えられることから有効といえます。

このため、冬季の寒さ感を緩和しつつ「可能な限り常時」換気するための方法を提案します。

## 注意：

本報は、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するために有効な「換気」について、学校環境衛生基準や建築物環境衛生管理基準に適合した換気量（以下、必要換気量）を確保するための、寒冷地における冬季の運用方法を示すものです。

新型コロナウイルスの感染リスクを減らすためには、新・北海道スタイルなどの対策とともに実践することが重要です。

また、冬季に換気を行うと室内の湿度が低下するためこまめに水分補給を行いましょう。

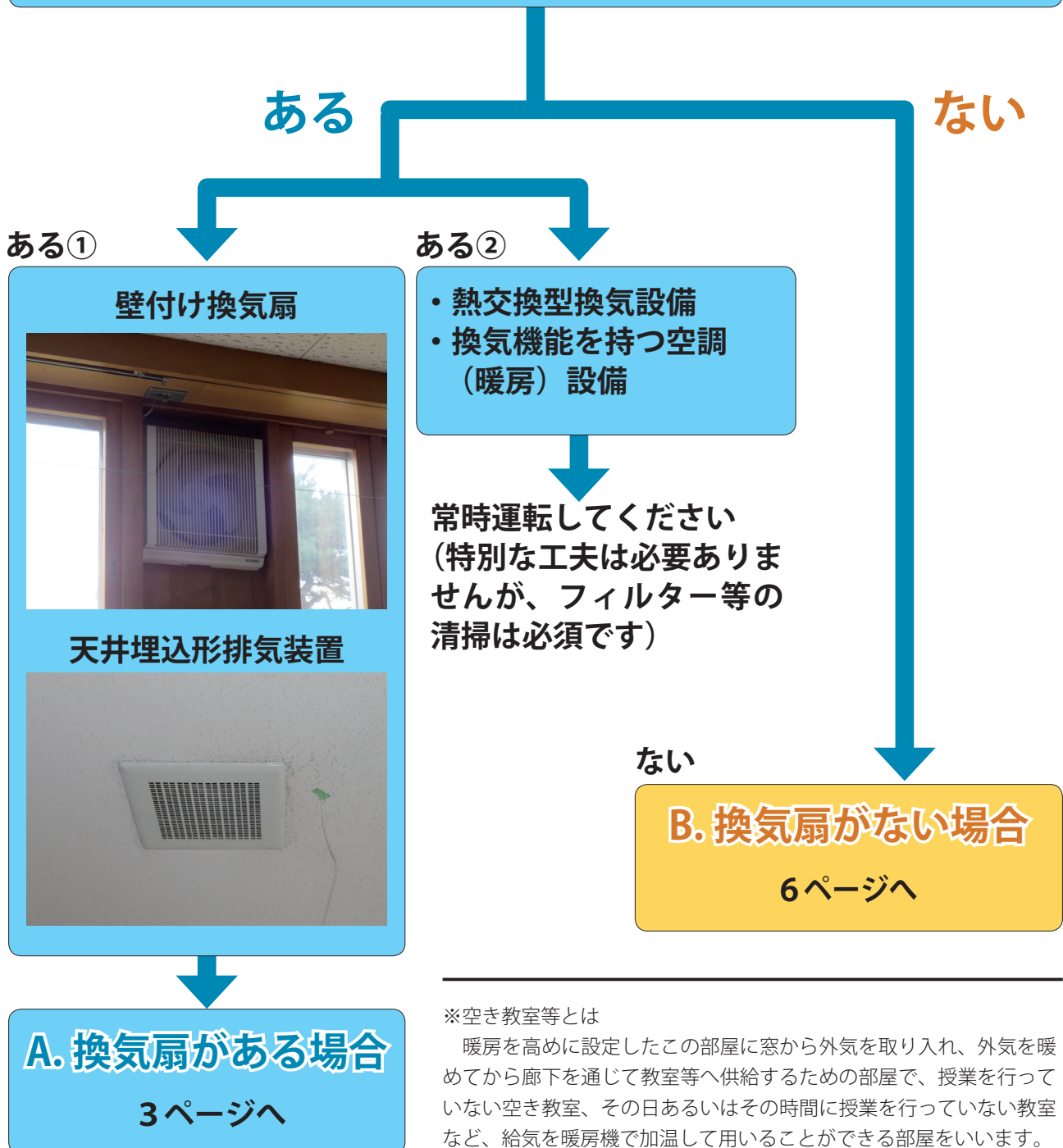
## 2. 換気方法の選択の流れ

### ポイント

冬季に換気を行うと寒さを感じることもあるため、空き教室等※を利用して外気を暖めながら給気することで寒さを緩和します。

## 換気設備の有無

エアコンには換気機能がありません。換気設備の有無と種類で選択してください。



# A. 換気扇がある場合

換気扇で常時排気を行い、空き教室等を利用して外気を暖め給気します。

## (1) 換気扇の清掃

### ポイント

換気扇を運転する際、フードの防虫網が目詰まりしていると必要な換気量が得られません。このため、**清掃することが必須**です。

- ・換気扇には、室内側にフィルタ、屋外側のフードに防虫網などが付属しています。
- ・長期間、メンテナンスを行わずに使用すると、フィルタや防虫網などにホコリが付着し（写真3、4）、目詰まりします。
- ・設計時の性能が出ていない場合があるため、点検清掃（冬季の前に年1回程度）を行います。



写真1 教室の壁付け換気扇



写真2 教室の壁付け換気扇



写真3 フードの防虫網に堆積したホコリ

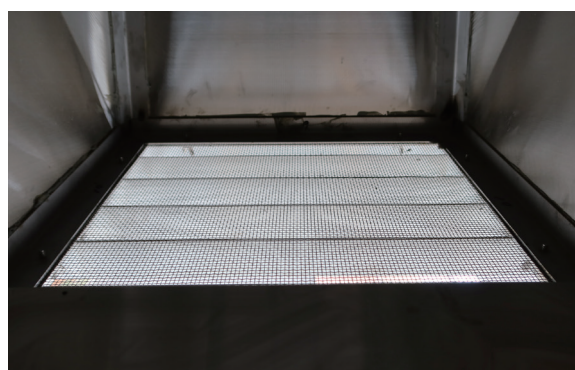


写真4 防虫網の清掃後

※清掃の方法は、メーカーや設備事業者へ問い合わせください。

## (2) 教室の換気方法

### ポイント

換気扇で常時排気を行い空き教室等を利用して外気を暖め給気します。

#### ① 使用する教室の換気扇による排気

- ・換気扇を常時運転し排気します。
- ・廊下側のらん間を開けます（表1参照）。
- ・暖房を少し高めに設定し運転します。
- ・寒い場合は暖房を強めます。

#### ② 空き教室等からの給気

- ・窓を開けます（表1参照）。
- ・廊下側のらん間を開けます（表1参照）。
- ・空き教室等は使用する教室と同じ階でなくてもよいです。複数の空き教室等に分散させることが望ましいです。
- ・暖房を強めに運転します。

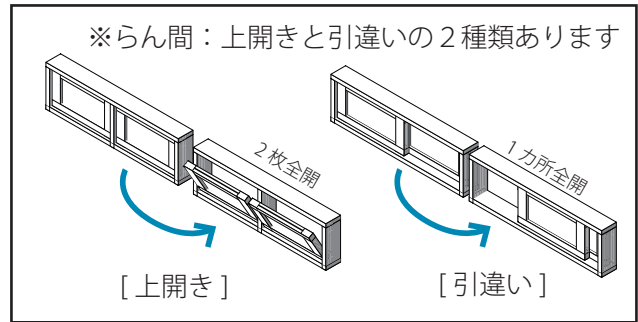


表1 教室の換気装置を運転する場合の窓・らん間を開ける目安

使用する教室	空き教室等	
らん間	窓	らん間
[引違い] 1カ所全開または2カ所各半開 [上開き] 2枚全開	開き幅 (cm) = 学校全体の使用する教室数 × 10cm	全開

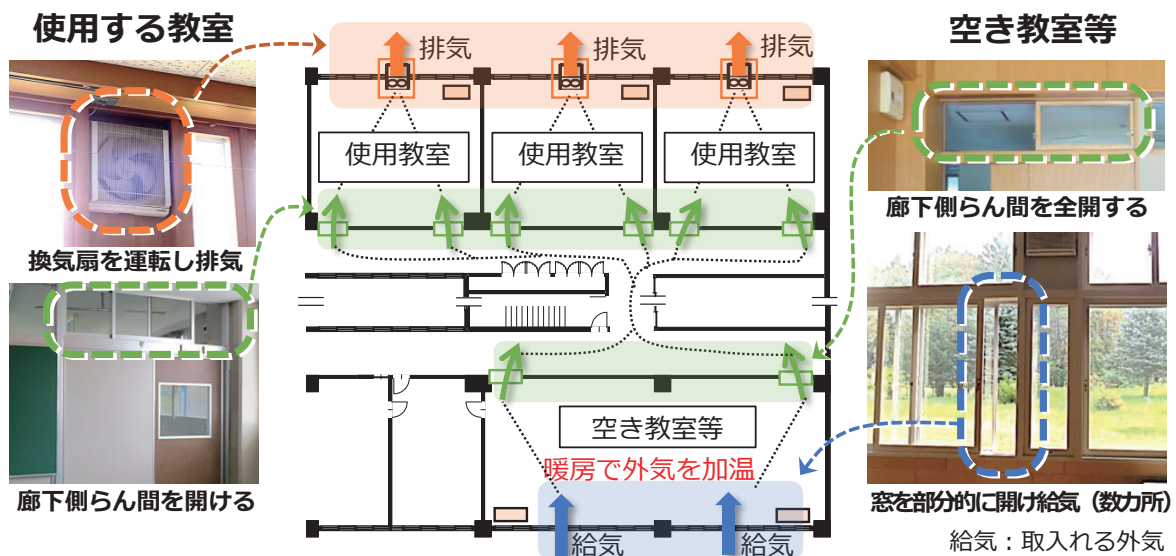


図1 給気加温のための換気方法

参考データ①

換気扇運転と窓の間欠開けの二酸化炭素濃度及び室内温度の比較

教室の換気扇を運転して換気を行った場合と1時間に1回、10分間窓を全開にした場合の二酸化炭素濃度の比較実験を行いました。実験方法は、教室で中学生生徒30人が発生する二酸化炭素量を想定したガスを発生させ、換気を行うことでその濃度の変化を測定しました。図2に結果を示します。

■教室内の二酸化炭素濃度の比較

換気扇を運転した場合の濃度は、およそ1,500 ppmを維持しています。窓開け換気の場合の濃度は、2,500 ppm程度まで上昇したあと窓を開けることにより外気に近いくらいまで下降しますが、閉じることにより再び上昇します。「学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル～「学校の新しい生活様式」～」に示されている30分に1回数分程度であれば学校環境衛生基準で示されている1,500 ppm程度に抑えられることもわかります。

■教室内温度の比較

温度については、図3に示すように、換気扇を常時運転した場合は温度が一定になっています。1時間に1回の窓開け換気では、閉じている時間の温度は高くなりますが、開けている間と閉めた後10分程度は低くなります。

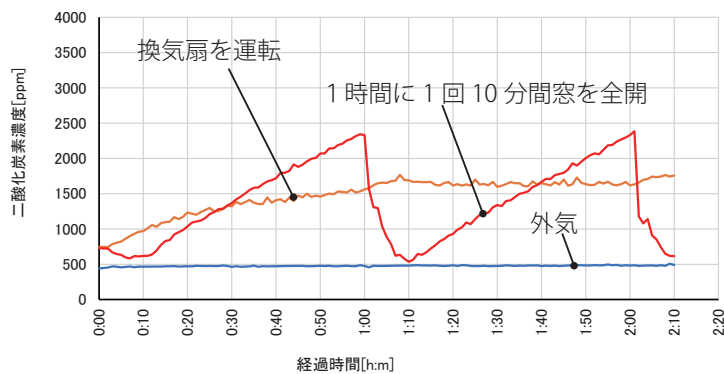


図2 換気扇を運転した場合と1時間に1回10分間窓を全開した場合の教室内の二酸化炭素濃度の比較

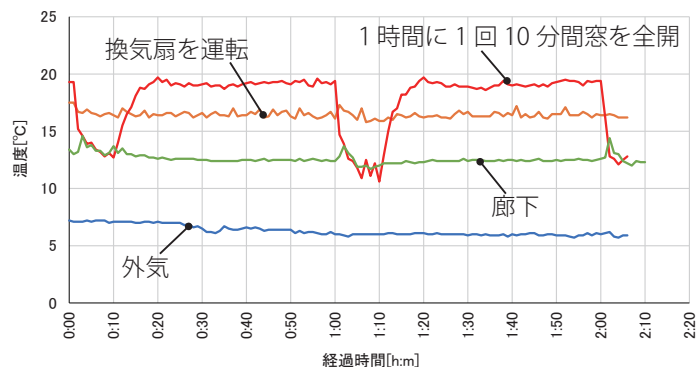


図3 換気扇を運転した場合と1時間に1回10分間窓を全開にした場合の教室内温度の比較

実験条件：2020年10月に旭川市内の中学校で実施。試験期間中の外気温が想定よりも高かったため、内外温度差を確保するために室内の暖房設定温度を30℃として実験を行った。図3は実測結果を-10℃して補正した。

	使用する教室			空き教室		
	窓	戸	らん間	窓	戸	らん間
換気扇稼働	閉	閉	2カ所半開	2カ所10cm開	閉	1カ所全開
1時間に1回10分窓全開	1時間に1回10分全開	2カ所全開	閉	2カ所全開	1カ所全開	閉

# B. 換気扇がない場合

## 2方向の窓をあけ、開け幅を適切に調整

### フロー

「必要換気量の算出」→「使用する教室の窓の開け幅を算出」→  
 「二方向の窓開けによる具体的な換気方法」→「寒さを緩和する工夫」

## (1) 必要換気量の算出

### ポイント

必要換気量は、児童・生徒の区分、教室内の教師を含めた人数から算出します。  
 なお、校舎の延べ面積により計算式が異なります。

必要換気量の計算は、表2に使用する教室の人数を入れて1時間当たりの二酸化炭素発生量の合計を算出し、式A及び式Bに挿入し求めます。

表2 使用する教室の1時間当たりの二酸化炭素発生量

児童・生徒等区分	①人数	②二酸化炭素発生原単位(cc/h・人)	①×②
幼稚園児	人	11,000	X <sub>1</sub>
小学生(低学年)	人	11,000	X <sub>2</sub>
小学生(高学年)	人	16,000	X <sub>3</sub>
中学生	人	16,000	X <sub>4</sub>
高校生	人	22,000	X <sub>5</sub>
大学生	人	22,000	X <sub>6</sub>
教師	人	22,000	X <sub>7</sub>
③合計			X <sub>1</sub> からX <sub>7</sub> の合計

校舎1棟当たりの延べ面積が

8,000 m<sup>2</sup> 未満の場合※<sup>3</sup>

$$\text{④必要換気量 (m}^3\text{/h)} = \text{③} / 1,100 \text{ ppm} \text{ ※}^1 \dots \text{式A}$$

8,000 m<sup>2</sup> 以上の場合※<sup>3</sup>

$$\text{④必要換気量 (m}^3\text{/h)} = \text{③} / 600 \text{ ppm} \text{ ※}^2 \dots \text{式B}$$

表3 必要換気量の算出例

在室者数(人)	(1) 学校環境衛生基準 1,500 ppm 以下 (1棟当たりの延べ面積が8,000 m <sup>2</sup> 未満の校舎)			(2) 建築物環境衛生管理基準 1,000 ppm 以下 (1棟当たりの延べ面積が8,000 m <sup>2</sup> 以上の校舎)		
	幼稚園児と小学生(低学年)	小学生(高学年)と中学生	高校生と成人	幼稚園児と小学生(低学年)	小学生(高学年)と中学生	高校生と成人
	必要換気量 (m <sup>3</sup> /h)					
児童生徒20人と教師1人	220	311	420	403	570	770
児童生徒30人と教師1人	320	456	620	587	837	1,137
児童生徒40人と教師1人	420	602	820	770	1,103	1,503

※1: 1時間後に教室で二酸化炭素が増加する量 1,100 ppm = 基準値濃度 1,500 ppm - 外部濃度 400 ppm

※2: 1時間後に教室で二酸化炭素が増加する量 600 ppm = 基準値濃度 1,000 ppm - 外部濃度 400 ppm

※3: 文部科学省発行「学校環境衛生マニュアル」を参照



## (2) 使用する教室の窓・戸・らん間の開け幅の算出

### ポイント

前項の必要換気量の値を表やグラフに当てはめて、使用する教室全体の窓の開け幅を求めます。窓の開け幅は教室の階によって異なります。また、窓の開け幅から廊下側の戸の開け幅を求めます。

- ・必要換気量を表 4 もしくは図 4 に当てはめて窓の開け幅を求めます。
- ・窓を開けた場合の教室の換気量は、階数、内外の温度差、外部風速、風向などにより変化します (P8 参考データ②参照)。このため、表 4 では、2・3階に比べて換気量が多くなる1階の開け幅を半分にしました。また、風の強い日には、換気量が増えるため、開け幅を表 4 の 1/4 程度まで小さくするなどして対応します。
- ・各教室全体の窓の開け幅を守れば、開ける窓は1つだけではなく複数の窓に分散しても構いません。例えば開け幅が 20 cm の場合に教室の窓が 4 つあれば、各窓を 5 cm ずつとすることもできます。
- ・廊下側の戸の開け幅を図 5 から求めます。

表 4 各教室全体の窓、戸・らん間を開け幅の目安

必要換気量 [m <sup>3</sup> /h]	窓 (網戸付)		戸		廊下側のらん間
	3階建て以上の1階	左以外の階	3階建て以上の1階	左以外の階	
400	15 cm	30 cm	閉	20 cm	全開
600	20 cm	40 cm	閉	35 cm	全開
800	30 cm	55 cm	20 cm	65 cm	全開
1,200	40 cm	80 cm	35 cm	100cm	全開

※ らん間がない場合は、戸の開け幅に 40cm を加えます。

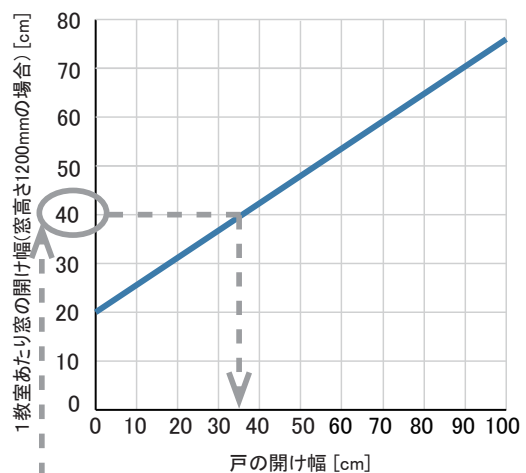
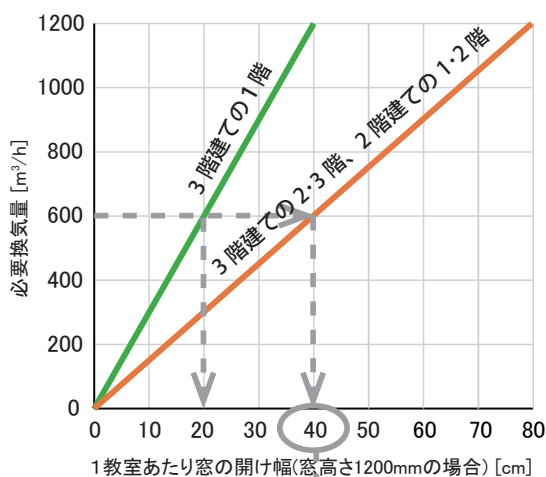


図 4 必要換気量を確保するための窓の開け幅

図 5 窓の開け幅から廊下側の戸の開け幅を求める

シミュレーション条件：

3階建ての校舎をモデルに、外部風速、風向、外気温を変化させた場合に、全ての教室で有効換気量が得られる開け幅を算出。窓の高さは 1,200 mm の引違いとし、網戸がある場合を想定。

参考データ②

換気量は階数によって異なります

冬季の3階建て校舎の1階は内外温度差の影響によって換気量が多くなります。このため、他の階よりも窓を開け幅を小さくしても換気量を確保できます。

■ 1階から3階の窓を同じ開け幅とした場合

- ・ 1階から外気が入り、3階は廊下を経由して外へ排出されます。
- ・ 1階は換気量が多く、外が入るため温度が低下しやすくなります。

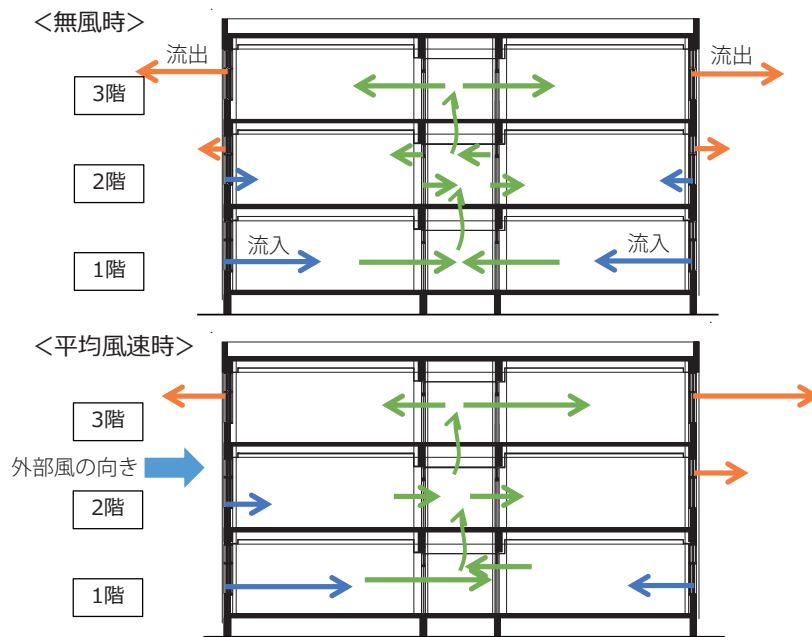


図6 換気扇がない場合の校舎の換気イメージ（1階から3階まで同じ開け幅）

■ 1階の開け幅を2、3階の半分にした場合

- ・ 1階は換気量が抑えられ、2階と同程度の換気量になります。

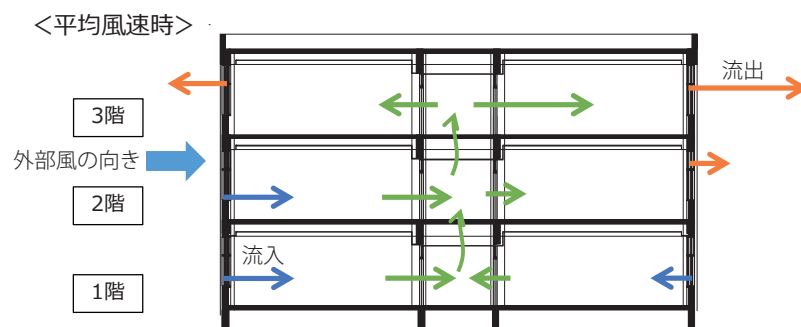


図7 換気扇がない場合の校舎の換気イメージ（1階を2・3階の半分の開け幅）

※ 矢印の向きは流れの向きを、長さはその量をイメージとして表したものです。平均風速時とは、外部風速が2m/sを想定しました。

### (3) 二方向の窓開けによる具体的な換気方法

#### ポイント

使用する教室の窓、廊下側の戸を前述（P7）の幅で開けて、廊下側のらん間を2箇所全開にします。廊下等でつながる方位の異なる教室等も開けて2方向の窓開けによる換気を行います。

- ・2方向の窓を開けることで、開け幅を小さくして必要換気量を確保できます。
- ・使用する教室と方向が異なる同じ階の教室等（特別教室等、使用していても良い）の窓と廊下側の戸・らん間を常時開けます。それぞれの教室でP7の開け幅を開けてください。
- ・窓を開ける教室は暖房を行います。寒い場合は暖房を強めてください。
- ・強風のときには換気量が増えるので、開け幅を小さくできます。ただし、完全に閉じると換気不足になるので、最低でもP7の開け幅の1/4程度は開けましょう。

#### 開け幅の調整

換気量が多いと室内の温度や二酸化炭素濃度が下がります。このため、教室に温度計や二酸化炭素濃度計を設置して窓の開け幅を調整することも有効です。この場合、温度は17℃以上、二酸化炭素濃度は1,000 ppm以下が目安です。

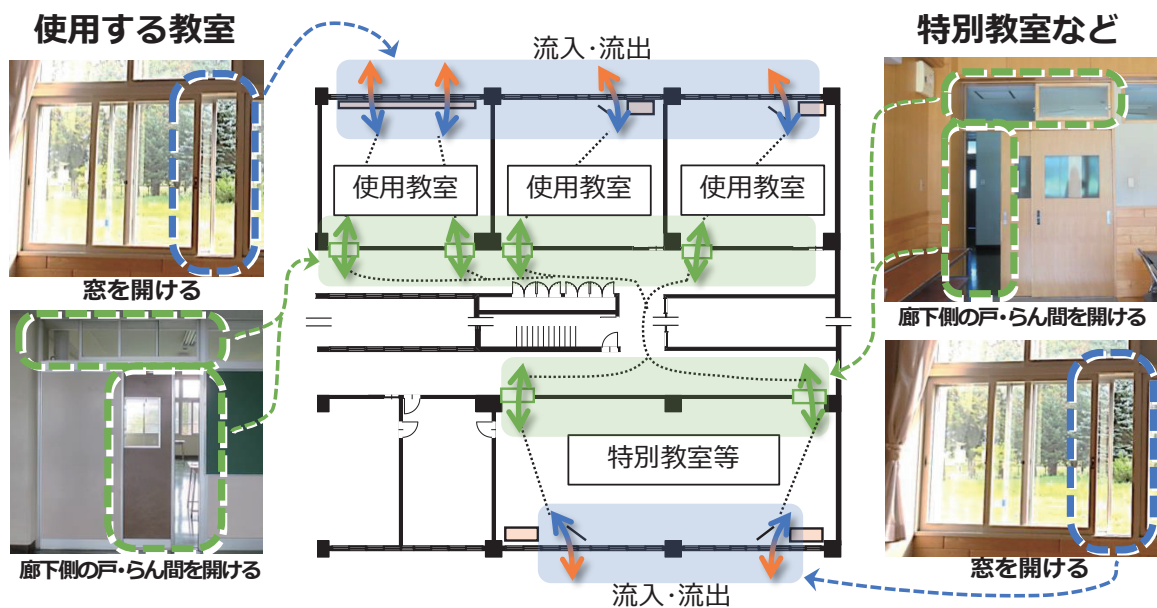
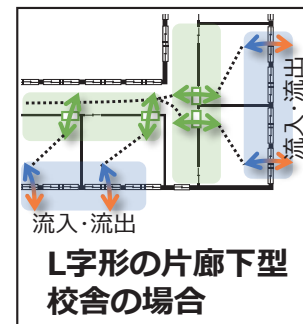


図8 使用する教室に換気扇がない場合の換気方法の例

参考データ③

窓の常時開けと間欠開けの二酸化炭素濃度比較

換気扇のない教室で、1カ所の窓を常時40cm開けた場合と1時間に1回10分間窓2カ所を全開にした場合の二酸化炭素濃度の比較実験を行いました。実験方法は、P5と同様です。図9に結果を示します。

常時開放した場合の濃度は1,500 ppm以下を維持していますが、1時間に1回10分間窓開けの場合の濃度はピークでは3,000 ppm程度まで上昇したあと、窓を開けることにより濃度は下降しますが、閉じることで再び上昇します。

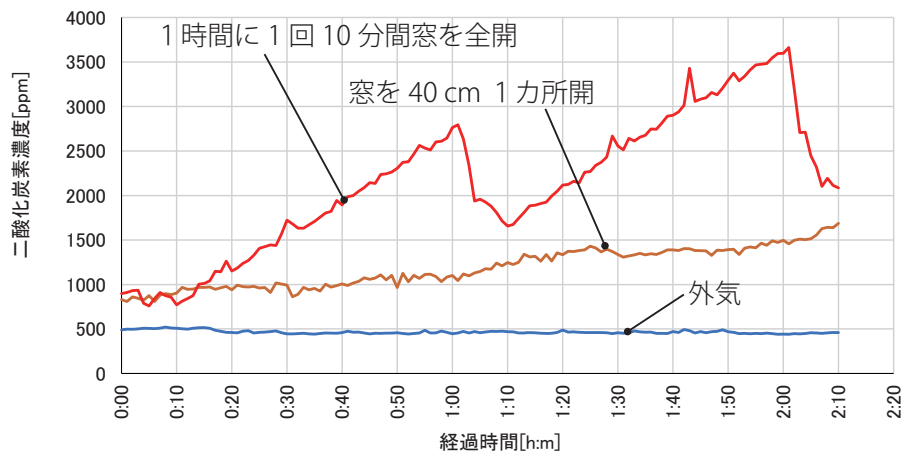


図9 換気扇がない教室で窓を常時開いた場合と1時間に1回10分間窓を全開にした場合の教室内二酸化炭素濃度の比較

実験条件：2020年10月に旭川市内の中学校で実施しました。試験期間中の外気温が想定よりも高いため、内外温度差を確保するために室内の暖房設定温度を30℃として実験を行いました。

	使用する教室			空き教室		
	窓	戸	らん間	窓	戸	らん間
窓常時開口	35cm(網戸無) (網戸あり40cm相当)	1カ所全開	1カ所半開	2カ所20cm開	1カ所全開	1カ所全開
1時間に1回10分窓全開	1時間に1回10分全開	2カ所全開	閉	2カ所全開	1カ所全開	閉

## (4) 寒さを緩和する工夫

### ポイント

暖房機の種類に応じて、開ける窓の位置と開け方、衝立板の設置により寒さを緩和することができます。

#### ① 温水・蒸気による放熱器の場合

- ・使用する教室の暖房が温水・蒸気による放熱器の場合は、基本的に放熱器の上部の窓を開けます。また、窓の開ける箇所を分散することで寒さを緩和することができます。
- ・生徒に外気が当たりやすい位置の窓の開け幅を小さくし、他の窓の開け幅を大きくすることも有効です。

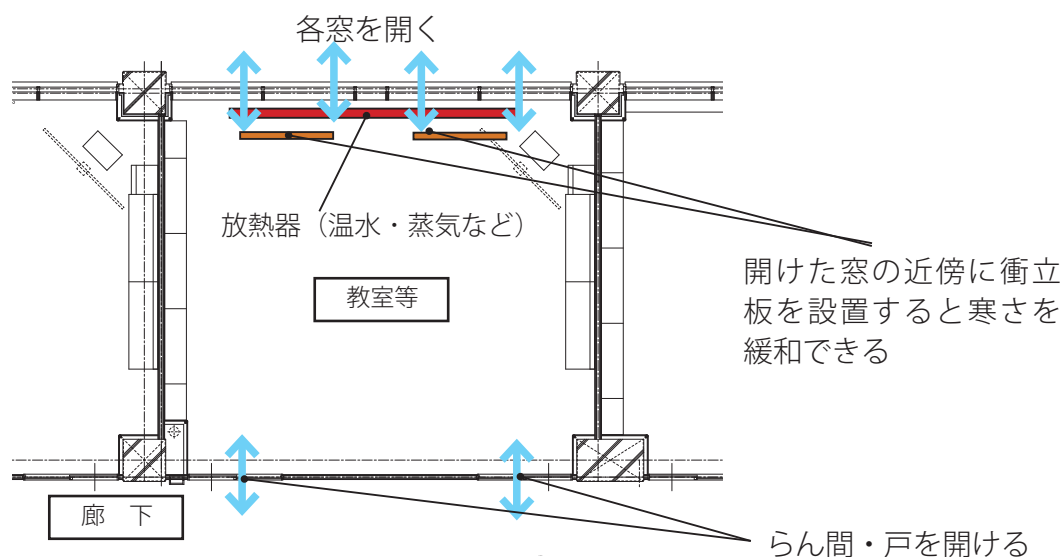
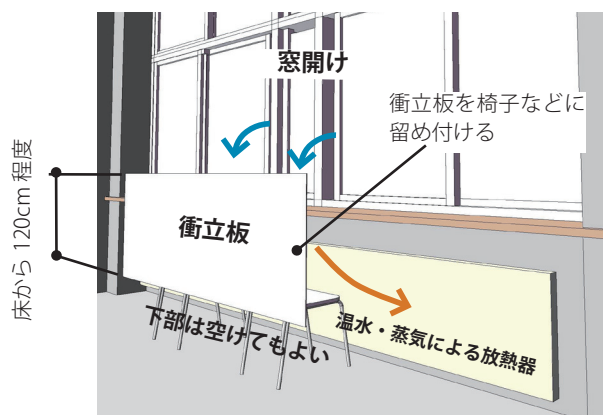


図 10 暖房機が窓下全体に設置されている場合の教室の換気方法の例



衝立板の材質：スチレンボードなど

(1) 自作衝立板の例



(2) 市販の衝立板の例

図 11 温水・蒸気による放熱器の寒さ対策の例

## B. 換気扇がない場合

- カーテンを閉める場合は、空気の流れを妨げないように、衝立板やスタンド等を利用して窓からの距離を確保して留め付けるなど工夫が必要です。

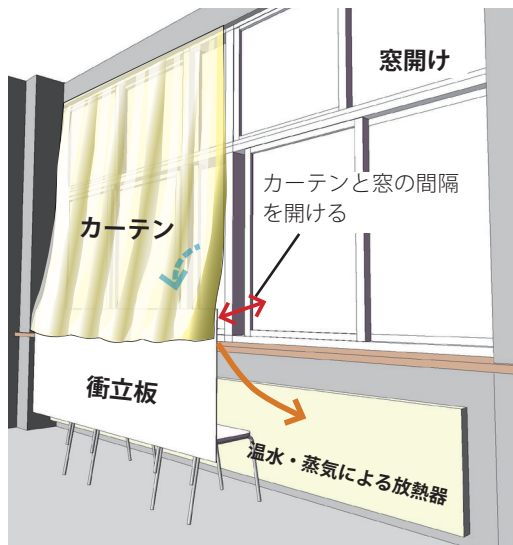


図 12 カーテンを閉めるときの対策例

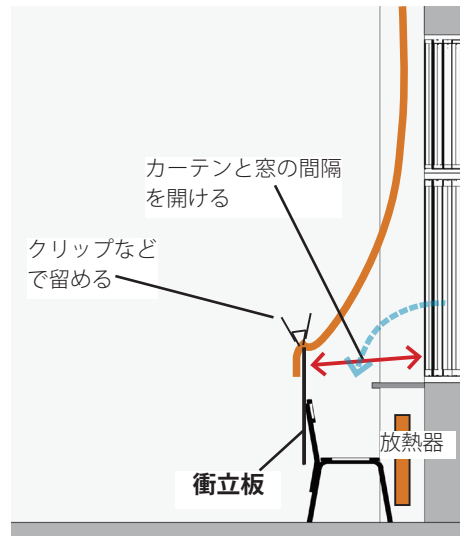
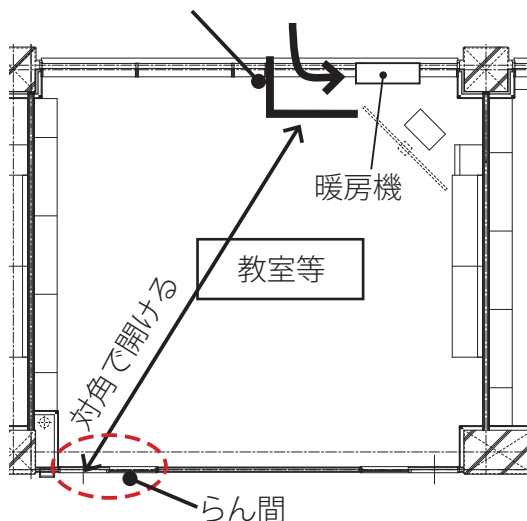


図 13 カーテンの留め付け例

### ② FF 暖房機等 1 台の場合

- 使用する教室の窓側に設置されている FF 暖房機やファンヒーターの近傍の窓を開けます。
- FF 暖房機の排気口が窓の下部にある場合、排気ガスが流入しないようにその周辺の窓を開けることは避けます。
- スチレンボードやプラスチックのダンボール板などを用いて（図 12、13 参照）に示すように、L字型の衝立板を作成して設置することで、冷気の流れを暖房機側に向けて寒さを緩和することができます。

開いた窓に衝立板を設置することで生徒に直接外気が当たるのを防げます。



衝立板で風の流れを変えて寒さを緩和できます。高さは 1,200 mm 程度です。

図 14 衝立板による寒さ対策の例

## B. 換気扇がない場合

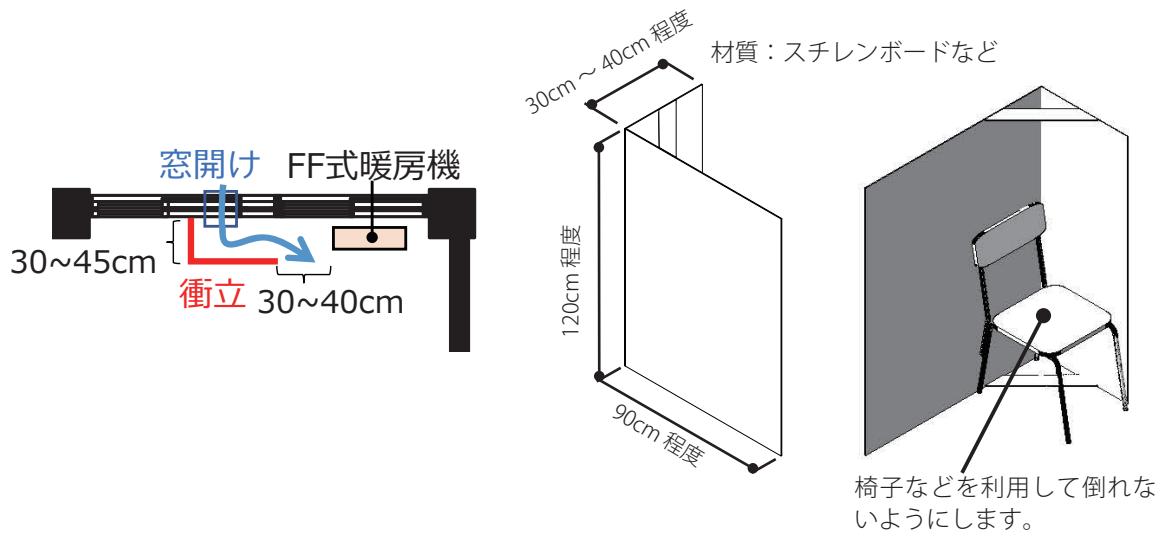


図 15 衝立板設置の例

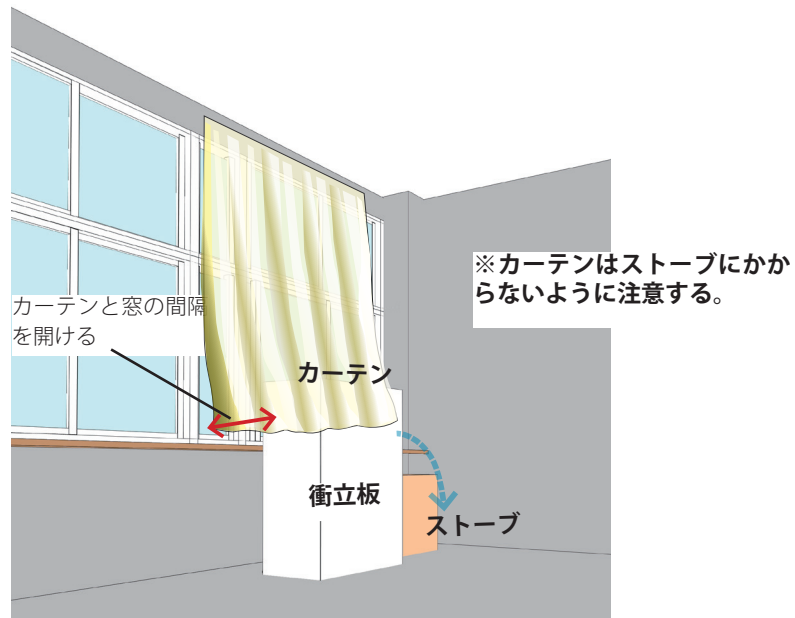


図 16 カーテンを閉めるときの対策例

### 3. 学校の換気に関する基準など

#### 諸基準および関係法令

##### ■ 学校環境衛生基準<sup>1)</sup>

- ・換気の基準として、二酸化炭素は、1,500ppm 以下であることが望ましい。

##### ■ 建築物環境衛生管理基準<sup>2)</sup>

- ・二酸化炭素の含有率 1,000 ppm 以下の基準に概ね適合するように務める（空気調和設備を設けている場合、または、機械換気設備を設けている場合の空気環境の基準）  
適用範囲：特殊建築物（学校の場合は 8,000m<sup>2</sup> 以上）。

##### ■ 建築基準法

- ・全ての居室に対して常時機械換気設備が設定されている場合の必要有効換気回数は 0.3 回/h とする。

##### ■ 居室内における化学物質の発散に対する衛生上の措置に関する規制を導入するため「建築基準法の一部を改正する法律」（平成 14 年法律第 85 号）

- ・平成 15 年 7 月 1 日に施行され、学校施設の整備に際しては教室等について、機械換気設備の設置が原則的に義務付けられた。

#### 建築関係学会の動向

##### ・日本建築学会の環境工学委員会

「換気・通風による感染対策 WG（適切な換気量・換気回数調査、窓開け又は機械換気の運用検討）」と「感染伝搬と空気質 WG（ウイルス特性、挙動等の調査）」が設置され検討が行われている。

公表資料<sup>3)</sup>は「新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して／「換気」に関する Q&A」、「夏季対策の提案」、「学校における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について」ほか。

#### [参考文献等]

1) 学校環境衛生基準：文部科学省告示第六十号，平成二十一年四月一日施行

2) 建築物環境衛生管理基準：厚生労働省

3) [https://www.aij.or.jp/covid19\\_info.html](https://www.aij.or.jp/covid19_info.html)





# 北海道の冬季の寒さに配慮した学校の換気方法 詳細版

2020.12 Ver.1



編集・発行：地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部  
北方建築総合研究所

協力機関：北海道、旭川市教育委員会

協力有識者：北海道科学大学 教授 福島 明

北海道大学 教授 林 基哉、准教授 森 太郎、准教授 菊田 弘輝

札幌市立大学 教授 齊藤 雅也

連絡先：北海道旭川市緑が丘東1条3丁目1-20

TEL 0166-66-4218（企画調整部企画課） FAX 0166-66-4215

