

ENEX2021 地中熱セミナー

「コロナ禍での換気の課題 — 地中熱利用等による外気負荷の低減 —」

日時： 2020 年 12 月 9 日(水) 15:30~17:00

会場： 東京ビッグサイト 会議棟 607・608

プログラム

15:30~16:00	基調講演「建物における換気と外気負荷処理エネルギー」 名古屋大学 名誉教授 奥宮 正哉
16:00~16:30	「ウィズコロナ社会における換気の課題 — 地中熱利用等による次世代空調換気システム」 木村工機(株) 東京営業本部 営業開発 1 部長 鈴木 幹也
16:30~17:00	「クールヒートトレンチなどによる外気負荷低減」 戸田建設(株) 技術開発センター 環境創造ユニット マネージャー 村江 行忠

講演要旨

基調講演「建物における換気と外気負荷処理エネルギー」

名古屋大学 名誉教授 奥宮 正哉

地球の気温は 1880 年から 2012 年の間に 0.85°C の上昇が観測され、IPCC 第 5 次報告書は、人間活動が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の要因である可能性が極めて高い(95%)としている。そして地球温暖化が進めば、海面上昇・高潮、豪雨・洪水、インフラ等の機能停止、熱中症、食糧不足、水不足、海洋生態系の損失、陸域生態系の損失などが予測され、感染症に関しては凍土が急速に溶け、未知のウイルスが放出される危険の可能性や、デング熱やジカ熱などの媒介蚊であるヒトスジシマカの生息域の北限の上昇などが挙げられる。2015 年にパリで開かれた、COP21 で合意されたパリ協定では、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°C より十分低く保ち、1.5°C に抑える努力をする」という長期目標を掲げ、日本は 2030 年度の温室効果ガスの排出を 2013 年度比で 26% 削減することを目標として定め、この内訳として業務その他部門、家庭部門では 40% 削減という非常に厳しい目標となっている。さらに、IEA の World Energy Outlook 2020 のパンデミックがエネルギーシステムに及ぼす直接の影響に関する最新の評価では、2020 年に世界のエネルギー需要が 5%、エネルギー関連の CO₂ 排出量が 7% 減少すると予想されており、一方で、これまで世界的な経済危機からの回復においては、一般的に CO₂ 排出量の大幅な増加が伴っており、クリーンなエネルギー転換を経済回復の中心に据えようとする努力がなければ、今回の危機の後も同様の CO₂ 排出量のリバウンドがあると予測されている。このような中で省エネルギー、再生可能エネルギーの活用をますます加速させていく必要がある。そこで本講演では改めて換気(外気導入)の必要性、非住宅を対象とした換気方式や外気負荷、そして室内環境を維持しつつ外気負荷処理のためのエネルギー利用を適正化するかについての基礎的な項目を述べる。

1. 換気目的、必要換気量

換気目的は、①在室者に必要な酸素を供給すること、②在室者による空気汚染を許容値以下に保つこと、③在室者以外から発生する有害物質を除去すること、④室内にある燃焼器具に必要な酸素を供給すること、⑤台所・便所・浴室などで発生する水蒸気・煙・臭気などの除去であり、また現在の新型コロナ感染症を予防の観点から、3密を避けることが強く求められ、換気の悪い密閉空間を作らないためにもこれまで以上に換気に対する考慮が必要になる。

建築物衛生法による室内環境基準では室内の温度、湿度、気流、そして一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粉じん、ホルムアルデヒドの濃度に対する目標基準値を守ることが求められる。そして、建築基準法では、機械換気設備／中央管理式の空気調和設備においては、在室人数一人当たり 20[m³/時]の有効換気量が求められている。これは安

静時の人間からの二酸化炭素発生量 $0.0132 \text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{時})$ の時に室内の濃度を 1000ppm 以下に抑えるための換気量であり、事務作業を想定して発生量を $0.02 \text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{時})$ とすると一人当たり $30[\text{m}^3/\text{時}]$ 、換気回数は約 2 回となる。

新型コロナ感染症の拡大に伴い 2020 年 3 月ころから各方面で換気に関する議論がなされ、その中で式(1)の Wells-Riley 感染確率モデルがしばしば紹介される。そして例えば 500 m^3 の事務室に 1 人の感染者が終日入室した場合の感染確率と換気回数との関係を図 1 のように示している。感染性粒子発生確率は感染状況からの推定値であるが、この感染確率モデルやフィルター効率、東京大学医科学研究所の河岡教授らのマスク着用による飛沫防止の実験結果などが感染症対策としての換気量の議論のもととなると考えられる。

$$P_{\text{infection}} = 1 - \exp[-Iqpt/Q] \quad (1)^{*1}$$

$P_{\text{infection}}$: 感染確率, I : 感染者数[人],

q : 感染性粒子発生率[1/h], p : 呼吸量[m^3/h],

t : 暴露時間[h], Q : 換気量[m^3/h]

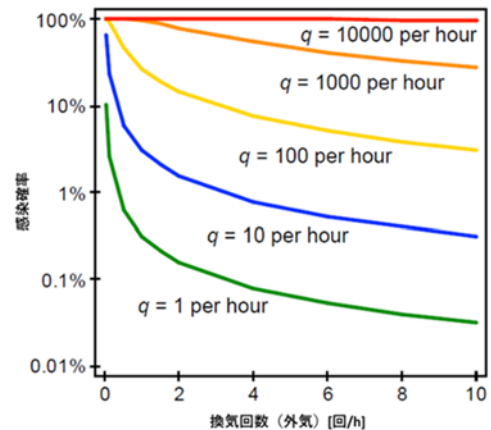


図 1 500 m^3 の事務室に1人の感染者が終日入室した場合の感染確率と換気回数との関係^{*1}

2. 外気負荷の低減、再生可能エネルギーや排熱の利用

外気負荷の低減方策として代表的なものは全熱交換器利用と室内環境による外気量制御が挙げられる。全熱交換器は導入外気と排気の間で顕熱・潜熱交換をするものであり、外気負荷低減に有効である。しかし、新型コロナ感染症を受けて排気空気の外気側への漏気が懸念され、感染当初は全熱交換器の使用を回避するようという論調が多かったが、最近は適正なファンの位置と圧力調整、そしてメンテナンスを行うことにより漏れ率は1%未満に抑えることができるので、適正な設定とメンテナンスを前提に省エネルギー、室内環境維持のために活用することが勧められている。

室内環境による外気量制御は、例えば還気の CO_2 濃度によって取入れ外気量を制御することによって外気負荷を低減するものである。この方策も有効であるが全熱交換器との併用は効果が無いことに注意しなければならない。また、昨今の外気量確保の要望に対しては、 CO_2 濃度の設定値を下げてこの制御を無効にする必要がある。

土壌の熱容量を利用して外気負荷を低減する方策にアースチューブがある。この方式は各種の名称で活用されているが、土壌の中を外気を通させることにより、土壌との温度によって夏期は冷却され、冬期は加熱されることを利用して外気負荷を低減するものである。逆効果が生じる場合や結露が生じる条件の場合には外気を直接導入できるようにするなどの工夫が必用であるが、空気を流動させる動力に対して大きな効果が期待できる。

放射冷暖房などを利用して室内の快適性を向上しつつ省エネルギーをはかるシステムが普及してきている。これらは、高温冷房・低温暖房により熱源の COP を向上することが出来るが、冷房時には冷放射パネルでは室内潜熱負荷を処理することはできないので、導入外気より室内潜熱を処理する必要があり、外気処理機は外気顕熱・潜熱負荷、室潜熱負荷を処理することになる。このような場合に過冷却除湿による空調を行うと低い冷水温度と再熱が必要になる場合があるので、潜熱・顕熱分離空調であるデシカント空調の活用が考えられる。乾式のデシカント空調では外気は予冷コイルである程度冷却(除湿)され、除湿ローターで目標の絶対湿度まで除湿され、その後冷水コイルで目標給気温度まで冷却される。そして、予冷コイルの冷水としては井水が利用される場合があり、除湿ローターの再生熱源としてコジェネレーションの排熱や、太陽熱などが利用される。再生に必要な温度は除湿ローター出口空気の相対湿度に依存し、この出口相対湿度は予冷コイルでの冷却(除湿)量に依存するので、負荷に合わせて予冷コイル、冷水コイルの冷水温度、再生温度などを適正に制御して、システム全体の COP を高く維持することが必要である。

3. 換気性能に関するコミッションング

1999 年以降、室内空気の気温、湿度、 CO_2 濃度の基準不適合率は継続的に増加している^{*2}。これは個別エアコンの普及、省エネルギーのための換気量削減、屋外の CO_2 濃度の上昇などが要因と考えられるが、設計時に想定している換気性能が施工および運用フェーズで維持できていることを確認するコミッションングプロセスの導入が必要である。

*1 Brent Stephens : HVAC filtration and the Wells-Riley approach to assessing risks of infectious airborne diseases, Final Report March 1, 2012

*2 林基哉:建築物衛生の動向と課題,令和元年度生活衛生関係技術担当者研修会

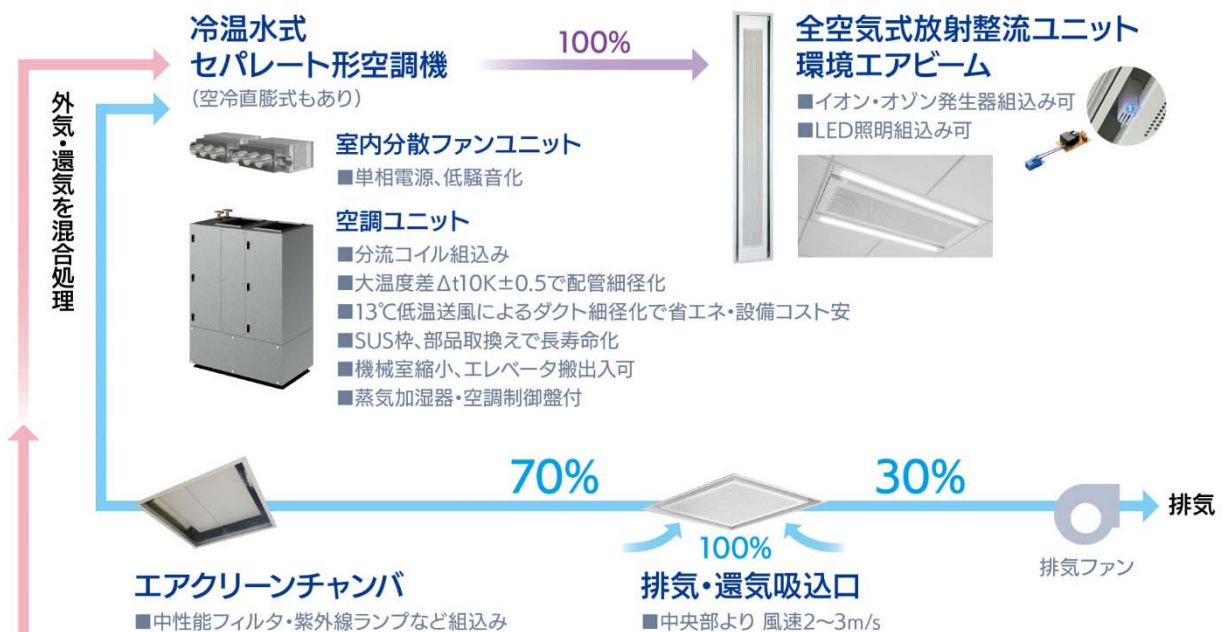
「ウィズコロナ社会における換気の課題 — 地中熱利用等による次世代空調換気システム」

木村工機株式会社 東京営業本部 営業開発1部長 鈴木 幹也

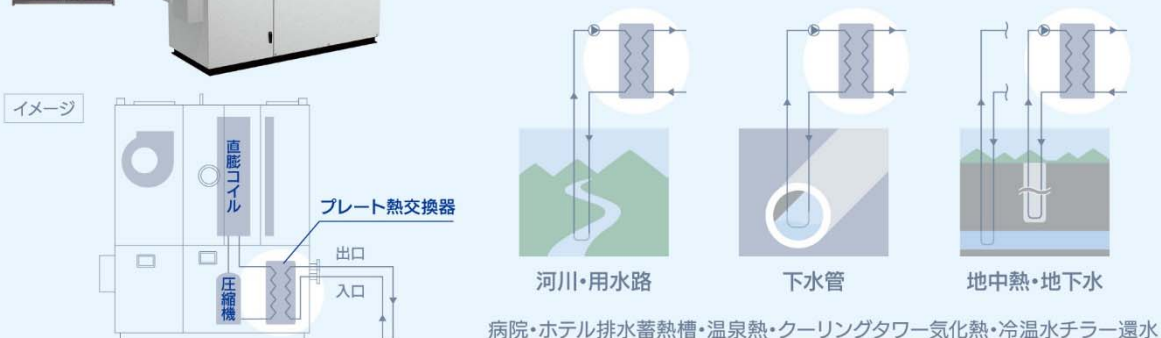
ウィズコロナ社会においては換気量の確保が欠かせず、これまでの「快適性」「省エネ」に加えて「感染症予防」という新たな視点での換気計画が求められている。空調システムにおいては、さらに省エネ性を高める必要があり、自然エネルギーの活用は有効な手法である。

弊社では、放射整流空調で換気の効率化を図る「ベストエアフロー」を提案している。換気量は30%（一般的なオフィスビルで1時間に2回相当）を確保し、室内循環はエアクリーンチャンバで浄化を図る。外還気を空調機で混合し、放射整流ユニットから吹出すことで気流を人に当てず速やかな換気を促す空調システムである。

再生可能エネルギー利用 「ベストエアフロー」



各種水熱源の利用が可能



「クールヒートトレンチなどによる外気負荷低減」

戸田建設株式会社 技術開発センター 環境創造ユニット マネージャー 村江 行忠

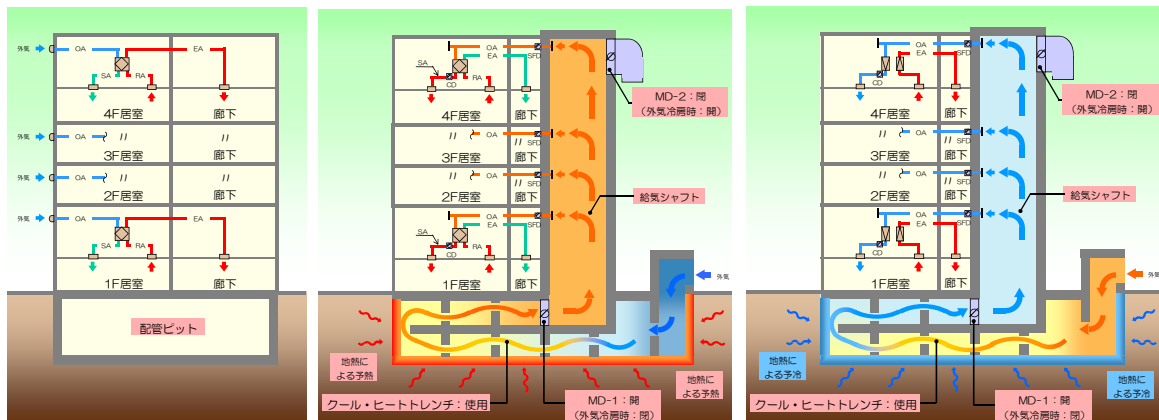
地中熱利用技術として、水などを熱媒としてヒートポンプを採用した熱源システムとしての利用の他に、空気を熱媒とする、クールヒートトレンチが広く採用されている。クールヒートトレンチは地下ピットやインフラ用のトレンチ、あるいは専用の埋設管(クールヒートチューブ)を経由して外気導入することで、予冷・予熱の効果を期待するものである。設備システムとしては比較的簡易な構成となるが、地下工事量に関連するため建設コストに与える影響も少なくないため、その計画においては、初期段階においてクールヒートトレンチ(チューブ)による省エネルギー効果を把握することが重要である。

上記の観点から、クールヒートトレンチ(チューブ)の動向や採用事例に加え、計画初期段階で利用可能な簡易な効果予測システムと、それを用いたモデル建物を対象とした予測結果について紹介する。

[モデル建物を対象とした省エネルギー効果予測概要]

モデル建物は東京都八王子市に立地する地上4階建てRC造の高校校舎を想定し、教室など28室(約2,000m²、外気導入量約26,000m³/hを対象とした。換気システムとしては、全熱交換によるA、全熱交換器とクールヒートトレンチを併用するB、クールヒートトレンチのみのCについて省エネルギー効果を比較した。

省エネルギー効果の予測結果として、クールヒートトレンチにより夏季は外気温度-5℃、冬季は外気温度+3℃程度の予冷・予熱効果が期待できる。一方、年間ではクールヒートトレンチのみ場合(C)に比べ全熱交換器による換気(A)のほうが省エネルギー効果が高いが、その組合せによって(B)によって大きな効果が得られる結果となった。ただし、本結果はモデル建物における一例であり、条件などによって大きく省エネルギー効果は異なるものと考えられ、事前に十分な予測検討を行うことが必要である。



システムA
全熱交換器 (標準)

システムB
全熱交換器+クール・ヒートトレンチ

システムC
給排気ファン+クール・ヒートトレンチ

図1 比較対象システム概要

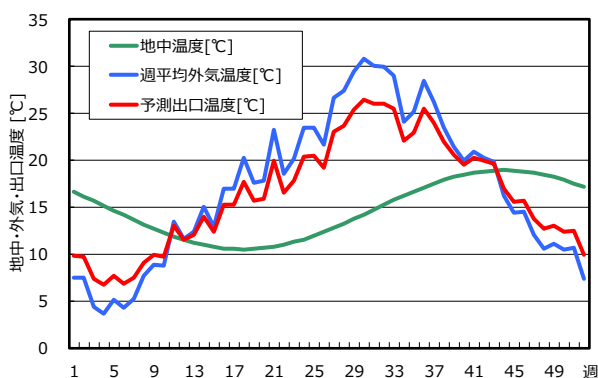


図2 外気温度・地中温度・CHT 出口温度

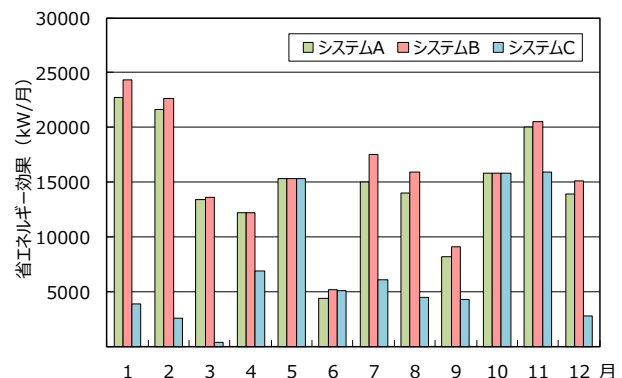


図3 月別省エネルギー効果予測結果