

## 1. はじめに

新型コロナウイルスの感染が広まる中、感染症予防対策の一つとして「換気」の重要性が指摘されています。厚生労働省はクラスター（集団）感染発生リスクを回避するための方法として、「換気を励行する：換気の悪い密閉空間にしないよう、換気設備の適切な運転・点検を実施する。定期的に外気を取り入れる換気を実施する。」としています。（厚生労働省「商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について」）

感染症対策には換気が有効とされていますが、一方で換気を行うと外気を取り込むため、室内の湿度管理が難しくなり、衛生面・快適性への懸念が高まります。

他のウイルス同様に新型コロナウイルスも季節性の流行を繰り返す恐れがあり、換気と湿度管理の視点から空気調和による感染リスク低減策をご提言いたします。

## 2. 感染リスクの分類と空気調和による低減策

### A. 感染リスクの分類

- i. 飛沫核感染：乾燥して空気中に浮遊するウイルスを吸引することによる感染
- ii. 飛沫感染：一定の水分を保有するウイルス（エアゾル）を吸引することによる感染
- iii. 接触感染：直接（人同士の接触）又は間接（物体との接触）のウイルス接触による感染

### B. 感染リスクの低減策

人同士の直接接触による感染以外については、以下のような感染リスク低減策が考えられます。

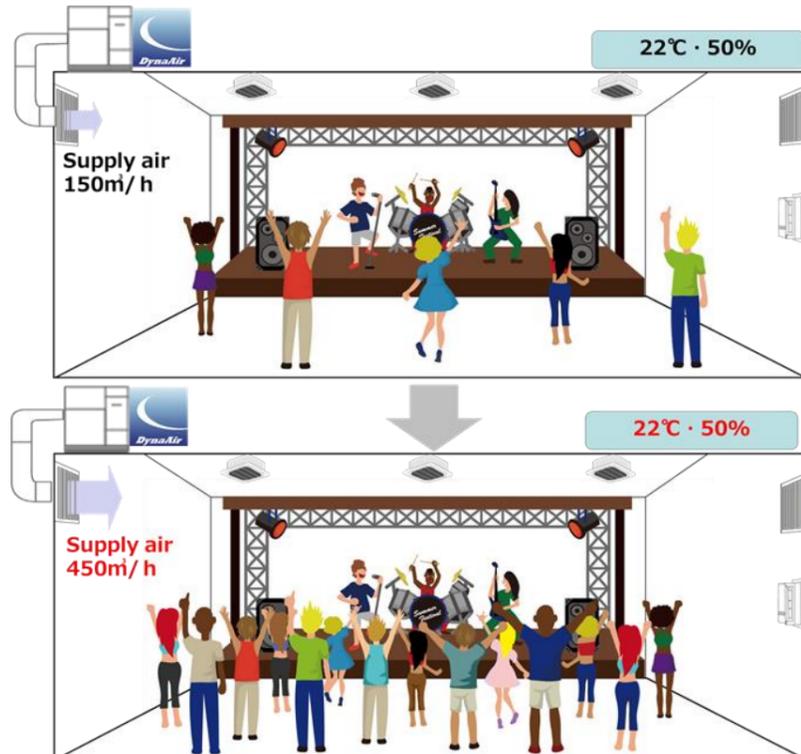
- i. 人の免疫力維持：低温・乾燥を防止することで、寒冷期の免疫力低下を防止する
- ii. 浮遊量の低減：空気中に浮遊するウイルス量を低減することで感染機会を減じる
- iii. 残存時間の低減：物体の表面でウイルスが生存する時間を低減することで感染機会を減じる

### C. 空気調和による具体的対策

#### i. 在室人数に応じた換気量の確保

人数に応じた適切な換気を行うことで、さらにウイルス浮遊量並びに浮遊時間を減らすことができ、ウイルスと接触時間や吸引量を低減できると考えられます。

一般に、ある空間の換気量は設計時に指定された数値に固定されています。



また、多くの空間では換気装置が設計時の性能を維持できていません。

そこで、左図のように在室人数の変化に応じて換気量を変える装置を用います

在室人数や発熱量をセンサーで検知し、外気供給量とその温度・湿度を動的に制御します。

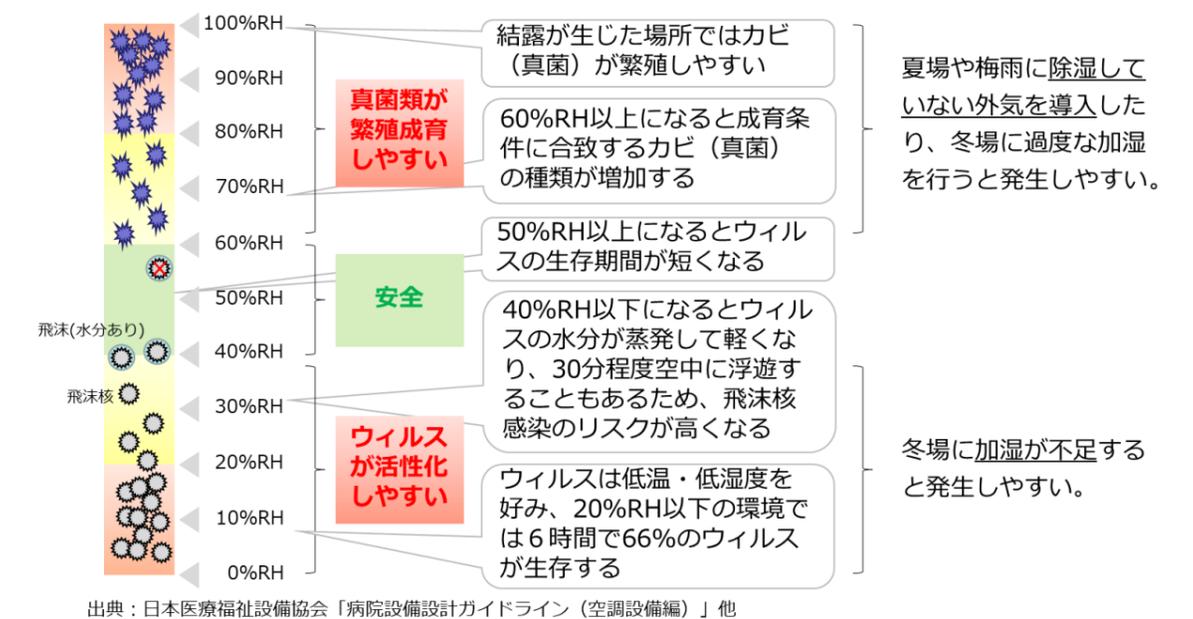
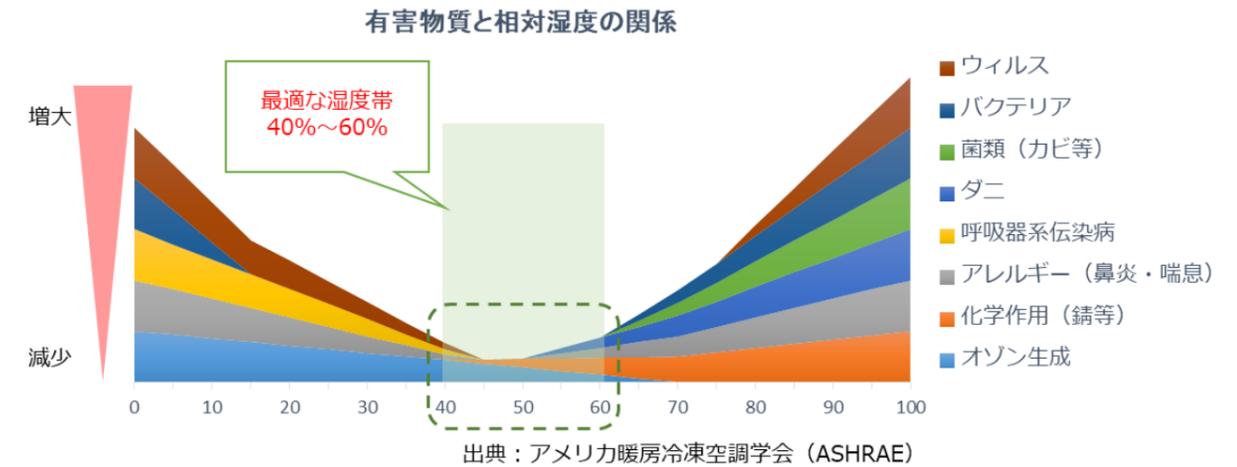
この結果、指定された室内の温度・湿度を維持しつつ、適切な換気量を確保できます。

このような空調を行えば、人数当たりの浮遊ウイルス量を減らすことができます。

#### ii. 在室者に適した相対湿度 40%~60%を保つ

40%~60%の相対湿度を保つことで、以下の効果が得られることが知られています。

- ① 人の免疫力の低下を防止することができる
- ② 多くの有害物質の量と活性を低下させられる
- ③ ウイルスの空気中の浮遊時間を減少させられる



夏場や梅雨に除湿していない外気を導入したり、冬場に過度な加湿を行うと発生しやすい。

冬場に加湿が不足すると発生しやすい。

#### iii. 未使用時間帯における浄化

ウイルスは、流行時期によって夏ウイルス、冬ウイルス及び通年ウイルスに分類され、それぞれ生存（活性を維持した状態）に適さない温度と湿度の組み合わせが知られています。

室内に人がいない時間帯において、ウイルスが嫌う温度と湿度の組み合わせ（例えば、低温・低湿や高温・高湿）を作り出して換気を行うことで、物体に付着したウイルスの生存時間を短くすることができると考えられます。

新型コロナウイルスが嫌う温度と湿度の組み合わせが判明すれば、空調装置を用いて室内の浄化を行うことができると考えられます。

### 3. リキッドデシカントの活用

これまでの空調は温度調節が主体であり、空気循環の一部として換気（外気取り込み）を位置づけて省エネルギーをメインテーマとしてきました。

しかし、こうした空調方式ではウィルス感染等のリスクを回避できないため、根本的に視点を変えるパラダイムシフトが必要であり、実現手段として有望視されているのがリキッドデシカントです。

#### A. ポスト・コロナウイルス禍を見据えた空気調和のパラダイムシフトとは

##### i. 温度主体から湿度主体へ

現代の空調は、温度調節を効率的に行うことを中心に組み立てられており、最低限の湿度調節しか行っていません。湿度を正確にコントロールしなければウィルス感染のリスクを減じることはできません。

ドアの開け閉めや在室人数の変化による湿度変化が生じて、目標値に復帰させることができる装置が必要です。

##### ii. 還気主体から換気主体へ

還気（戻り空気）は、一度温度・湿度を調節して室内で利用された空気ですが、この空気を持つ温度や湿度のエネルギーを再利用して省エネを図り、一部を捨てて代わりに外気を混ぜるといった空調方式が主流となっています。

しかし、還気利用にはコンタミネーション・リスクがあり、空気搬送動力や圧力損失により省エネ効果が減殺されるため、全外気による高効率給気が望ましいのです。

##### iii. 設計主体から運用主体へ

多くの施設が、設計時の想定に基づいて空調装置を装備していますが、こうした想定とは異なる条件（外気環境、在室人数及び想定外の利用形態）で運用される蓋然性があることを直視しなければなりません。

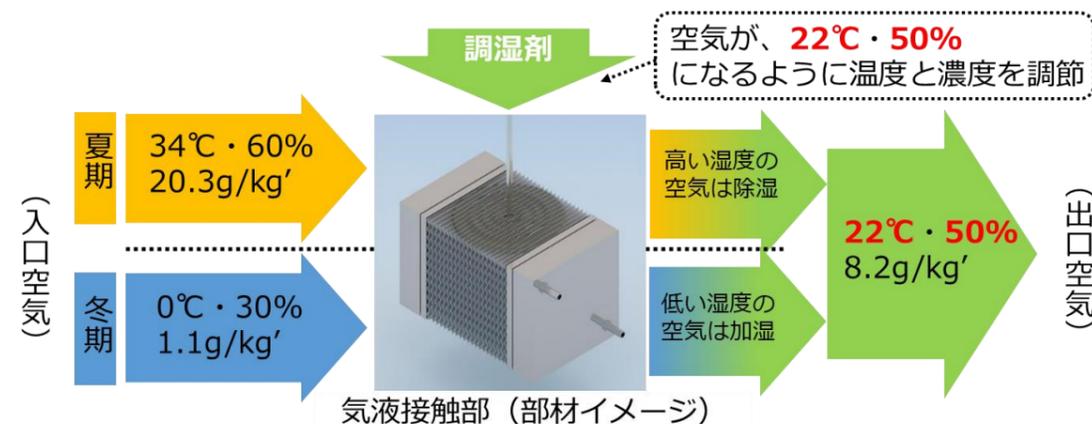
こうした条件の変化に追従し、外気導入量、給気温度及び給気湿度を動的に変化させられる装置があれば、実際の運用条件下でウィルス感染のリスクを減じられるのです。

#### B. リキッドデシカントとは

リキッドデシカントとは、液体調湿剤を用いて空気の温度と湿度を調整する装置であり、あらゆる除湿・加湿装置の中で最もエネルギー効率に優れ、空気との一回の接触で大容量の除湿と加湿を行い、しかも正確な湿度で給気することができる装置です。

液体調湿剤には除菌力があり、かつ、蒸発や劣化が生じないため性能維持のためのメンテナンスが非常に少ないのが特長です。

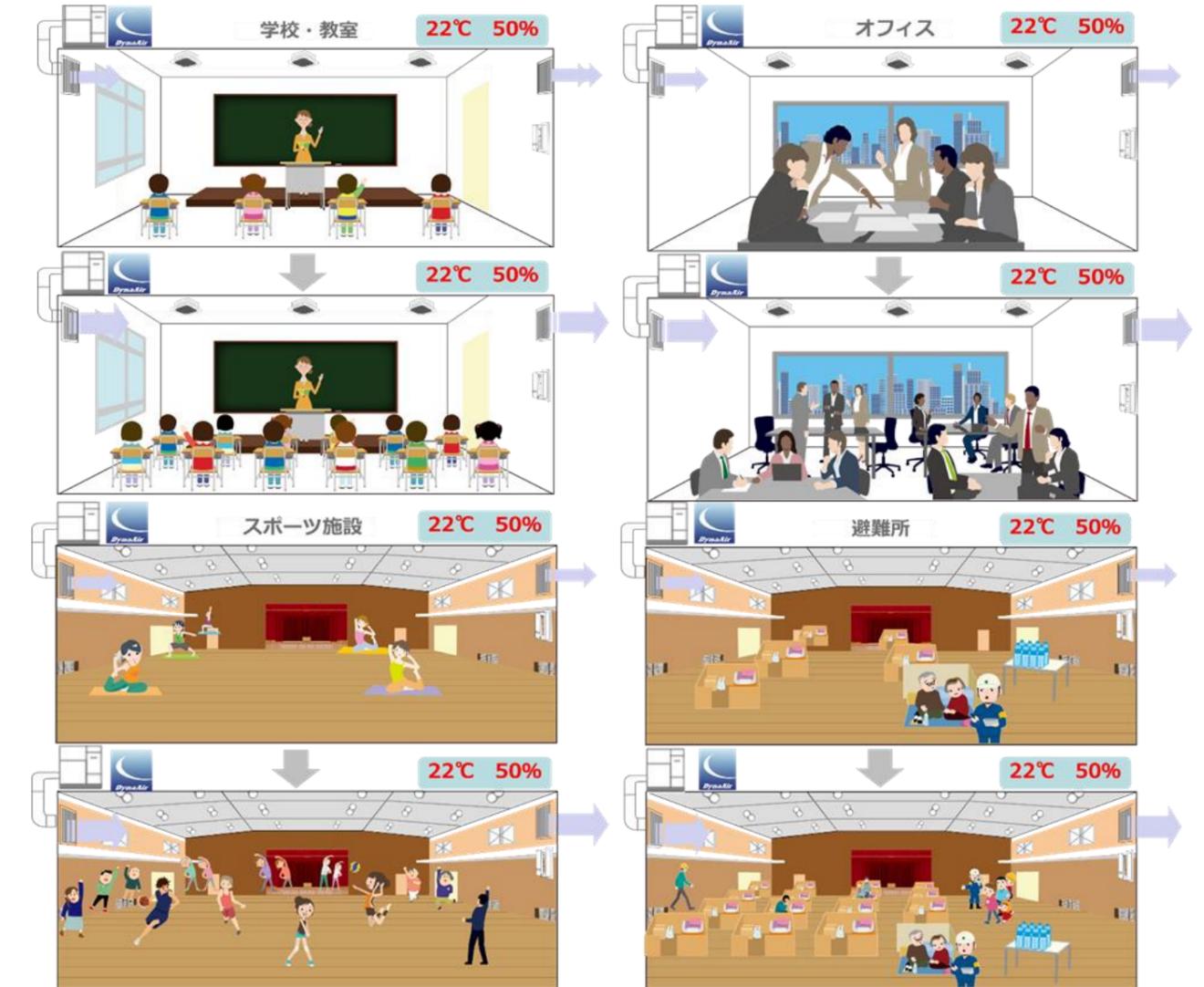
動作原理は以下の図のとおりで、調湿コイル（気液接触部）はあらゆるサイズで製造可能であり、汎用外気調和装置に搭載することができます。



### 4. リキッドデシカントが実現する空調

リキッドデシカントは、外気供給量とその温度・湿度の組み合わせを自由自在に作り出すことができます。したがって、下図（冬季想定）のように在室人数の変動や室内での熱（温度・湿度）発生量の変化があっても、ウィルス感染のリスクを低減可能な温度と湿度の組み合わせを維持し続けるのです。

そして、室内に人がいなくなれば、ウィルスが嫌う温度と湿度の組み合わせを作り出すことで、再度人が利用するまでにウィルスの生存量を減じることができます。



### 5. おわりに

ポスト・コロナウイルス禍における経済活動の維持・回復には、人々の合理的な行動変容が不可欠であり、そのためには最先端空調の実装を進めつつ、人々が自らの置かれた環境を知るため仕組みが必要です。ウィルスに代表される有害物質を完全に避けることは困難ですので、その存在を前提として経済活動を行える環境を創り出す必要があります。そのためには、空気調和の見直しが不可欠であり、様々な空間の在室人数、換気量、温度及び湿度などのビッグデータを収集・分析し、リキッドデシカントのような最先端技術を活用して、省エネ（コストダウン）主体の空調から健康（社会価値向上）主体の空調への移行を実現する必要があります。

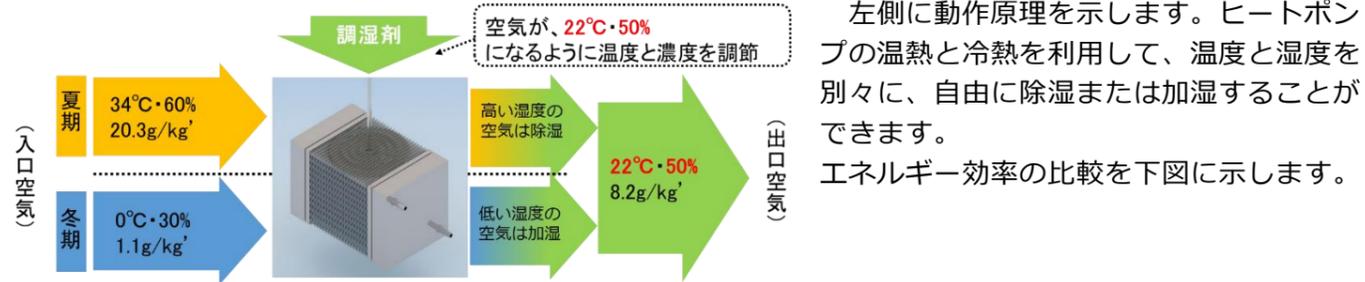
私たちは空調の本質は、「健康や体調を維持して質の高い活動を実現すること。」と考えており、空気調和とIoTの連携による明確なソリューションを社会に対して提示したいと思っております。

参考資料

＜リキッドデシカントシステムの技術＞

リキッドデシカントシステムのコア技術は、空気を調湿液に接触させる調湿コイル（気液接触部）です。

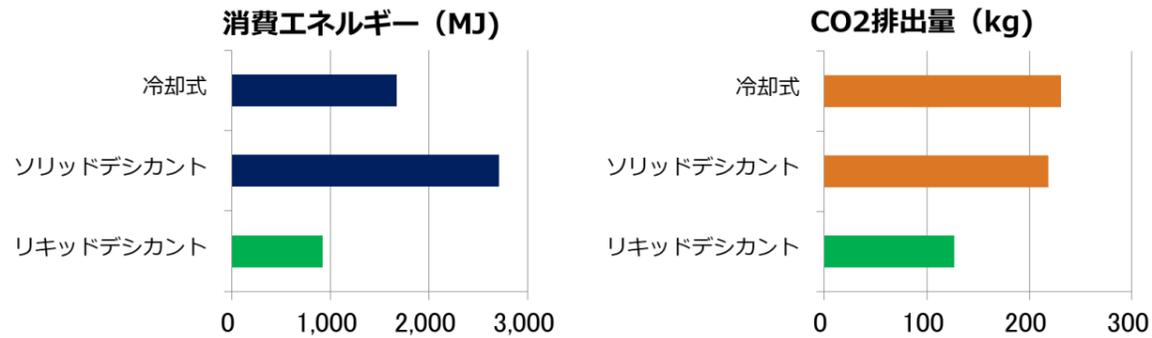
この調湿コイルは任意のサイズで製造することができ、汎用のエアハンドリングユニットに組み込むことができます。



他の除湿方式との省エネ性・環境性比較

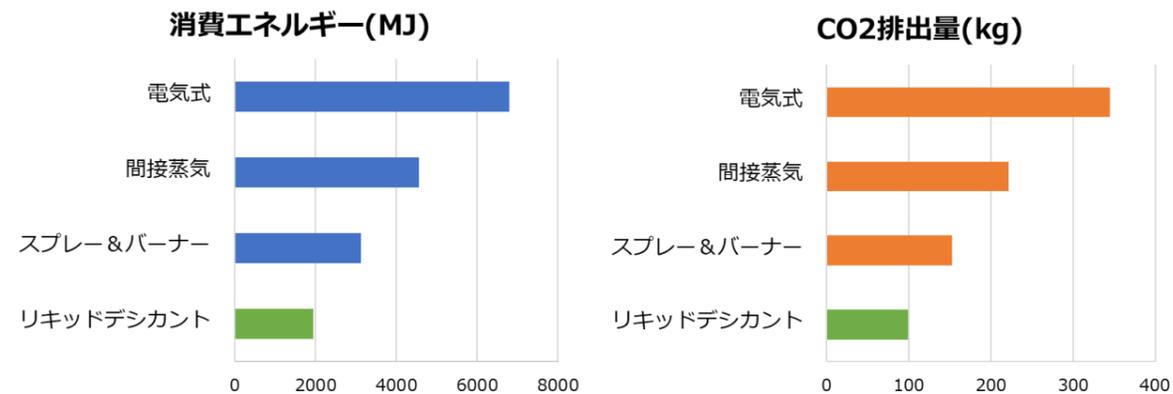
【外気】 乾球温度: 22.1°C 相対湿度: 87.9% 絶対湿度: 14.7g/kg' 風量: 147,019m³/h

【給気】 乾球温度: 20.0°C 相対湿度: 50% 絶対湿度: 7.36g/kg'



冷却式、ソリッドデシカントと比較して、コンデンサー排熱を利用した場合、エネルギー、CO2排出量とも大幅に削減可能です。

加湿量 1ton に対する必要エネルギーとCO2排出量の比較

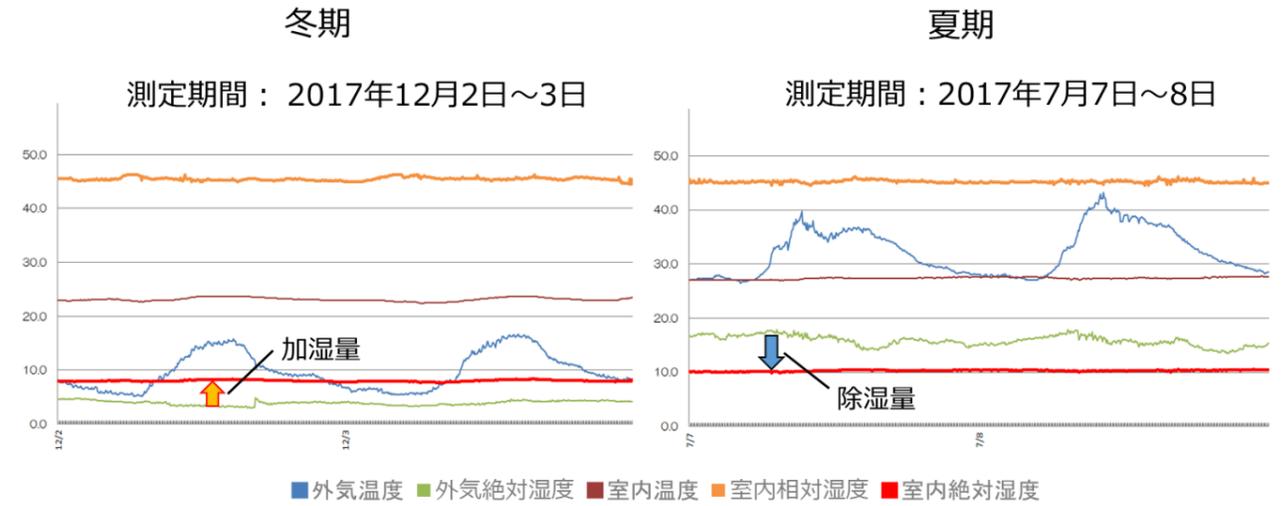


ヒートポンプを熱源として利用することにより、エネルギー、CO2排出量とも大幅に削減可能です。

＜リキッドデシカントシステムの実例＞

リキッドデシカントシステムは、主に高品質な空気を必要とする病院や老人ホームなどに採用されています。リキッドデシカントシステムを採用されているすべての施設では、快適で安全と考えられている40%から60%の相対湿度を安定的に維持しています。

某特別養護老人ホームでの実測値



外気温度・湿度が変化しても、給気の温湿度を制御することにより、冬季・夏季とも設定湿度 (45%RH) を正確に維持しています。

イエール大学教授の岩崎氏 (\*1, \*3, \*4)、森山氏 (\*1)、チューリッヒ大学ヒューゲントブラー氏 (\*2) は、「重要なことに、屋内環境の相対湿度にスイートスポットがあることがレビューにより判明した。相対湿度 40%から 60%の環境のマウスは、相対湿度が低いまたは高い環境にあるマウスよりも、非感染マウスにウイルスを伝染させる能力が大幅に低いことを示す。相対湿度 50%に保たれたマウスは、吸入したウイルスを除去し、強力な免疫を獲得することができた。」と述べています。

今後詳細が解明されることで、リキッドデシカントシステムによって、新型コロナウイルスの感染リスクを低減する温度と湿度の組合せを作り出すことができる可能性があります。

\*1: 米国コネチカット州ニューヘイブン大学イエール大学医学部免疫生物学科。電子メール: akiko.iwasaki@yale.edu

\*2: チューリッヒ大学附属病院プライマリケア研究所、チューリッヒ、スイス CH-8091

\*3: 米国コネチカット州ニューヘイブン大学分子細胞発生生物学専攻

\*4: ハワード・ヒューズ医学研究所、シェビー・チェイス、メリーランド州 20815, アメリカ合衆国