

## Application Note

# ROT21-01

## 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度と 室内空気品質の関係

二酸化炭素は、いくつかの理由から監視および制御が重要なガスになりつつあります。

世界中で猛威を振るっている新型コロナウイルス(COVID-19)は、日本においても経済や生活に非常に深刻なダメージを与えています。明るい兆しが見えつつある医療手段の他に「感染防止に関する人々の行動指針」として求められている対策の1つに「換気」(空気品質の維持)があります。

### 1. 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)とは？

一般的に炭酸ガスと呼ばれることが多く、化学名を二酸化炭素といい、化学式はCO<sub>2</sub>であらわされます。

通称	炭酸ガス
化学名	二酸化炭素
化学式	CO <sub>2</sub>



二酸化炭素は、色も臭いもない(無色無臭)気体です。温室効果(地球の表面温度を高める性質)があるガスであることから温室効果ガスと呼ばれたりもします。

私たちの周囲空气中に常に存在しており、空気中に二酸化炭素が多量に存在すると酸素不足のため、健康被害が発生する恐れがあります。また、水分を含む二酸化炭素は金属腐食の要因となり、酸素を含む二酸化炭素や高圧の二酸化炭素はさらに腐食性を増します。

#### 1.1 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)ガスの主な自然発生源は？

二酸化炭素は、人や動物の呼吸、調理や焚火、石油、石炭などの物質(有機物)の燃焼で大気中に排出されます。石油や石炭、ガスといったエネルギーを利用する家庭や職場、産業、運輸など様々な場所から排出されています。



A Company of

**PST**  
PROCESS SENSING  
TECHNOLOGIES

**MICHELL**  
Instruments

©Michell Instruments 2020

この文書は Michell Instruments Ltd.の所有物であり、Michell Instruments Limited の書面による許可なしに、複製、転写、第三者への伝達、データ処理システムへの保存を禁じます。

## 1.2 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)ガスの主な産業用途は？

二酸化炭素は、多くの産業で使用されています。

身近な例を挙げると、ビールなどの発砲飲料、アイスクリームを冷やすためのドライアイス、お風呂の入浴剤など様々な産業で使用されています。

工業	入浴剤 消火剤 医療用レーザーメス アーク溶接用途 冷却用途の冷媒 舞台演出用白煙 化粧品 美容院(炭酸シャンプー) 二輪車の緊急用エア補填剤
食品	ドライアイス(食品冷却用途) 炭酸飲料(ビールや炭酸飲料) カフェインの抽出溶媒(デカフェ)
農業	栽培促進剤(イチゴ、水草)

## 1.3 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)ガスの吸収や回収は？

### 植物

植物が光合成によって二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を吸収することは、良く知られています。

(さらに、近年の研究により、植物は窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)や硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)などの大気汚染物質も吸収することがわかってきました。)

### カーボンリサイクル

既に大気中に含まれる(または排出した)二酸化炭素の回収技術や分解、分離技術が開発され、実用されています。回収された二酸化炭素は、化学品、プラスチックや医薬品などの原料として利用されています。

## 2. 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と人の健康

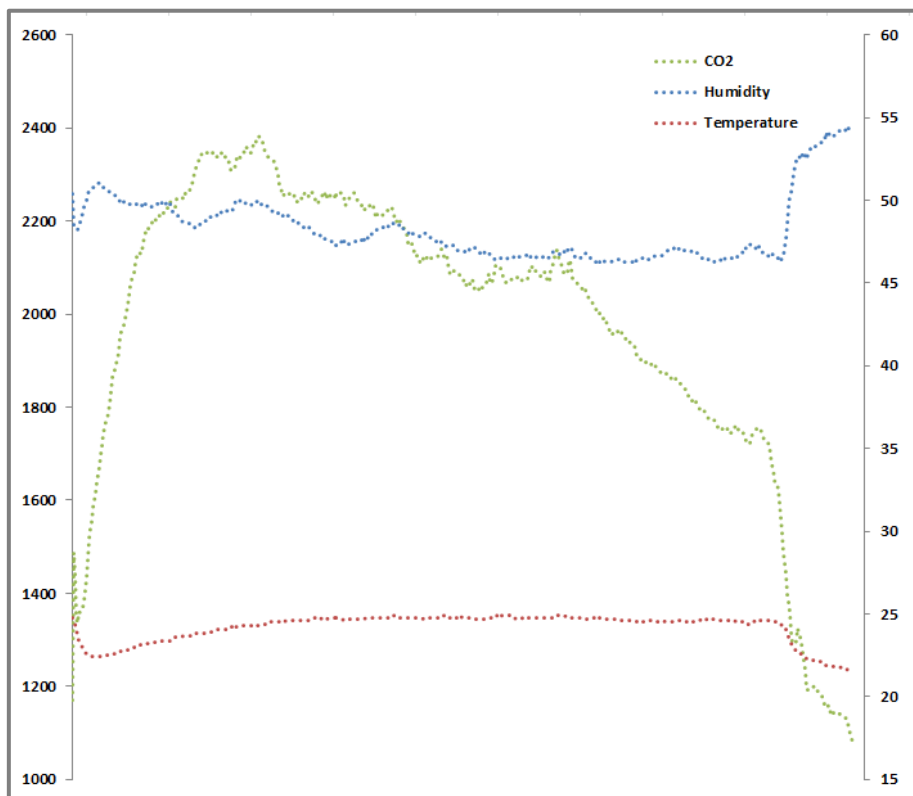
二酸化炭素は人間の健康に深刻な影響を与える可能性があります。下記表は、この関係と想定される人体への影響を示しています。

350-450ppm 0.035-0.045%vol	600-1200ppm 0.06-0.12%vol	>1000ppm >0.1%vol	5000ppm 0.5%vol	38000ppm 3.8%vol	>100000ppm 10%vol
新鮮な空気	屋内の空気	倦怠感と集中力の低下が現れる	8時間(就業時間)のオフィスでの最大許容値	呼吸(直接)	嘔吐感と意識喪失と死亡

屋外などの新鮮な空気の二酸化炭素濃度は、約 350~450ppm です。人の呼気を直接計測すると、約 38,000~50,000ppm くらいで、代謝を高める活動や運動は二酸化炭素の生成率向上につながります。

イギリスでは、エネルギー効率の向上に加えて、気密性の高い建物、換気の悪い建物などの空気の変化率に注目が高まっています。そういった、建物は注意して意識的に換気対策を行わないと、室内の二酸化炭素レベルが高くなり、「良い空気品質」からすぐに逸脱してしまいます。

下図は換気が不十分な場合に、就寝中に室内の二酸化炭素濃度がどのように変化するかを示しています。二酸化炭素濃度レベルが 2400ppm まで急速に上昇していることがわかります。グラフ後半の、二酸化炭素濃度の減少傾向は、窓の開放によるものです。



## 2.1 人体に対する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度の影響

大気的主要成分は窒素と酸素で、僅かな二酸化炭素を含みます。

自然の屋外雰囲気中の二酸化炭素濃度レベルは、400ppm 程度です。二酸化炭素濃度が上昇すると、約 1,000ppm で20%程度の人々が不快感、眠気を感じ、2000ppm では大部分の人々が不快感、頭痛、めまいや吐き気を発症します。10,000 ppm を超えると死に至る可能性が発生し、二酸化炭素中毒の兆候をうかがわせる症状が現れます。高レベルの二酸化炭素濃度が深刻な影響を与えていないとしても、人的な生産性や効率を低下させる可能性を持っています。

### 二酸化炭素中毒

二酸化炭素中毒は、高レベルな二酸化炭素濃度の環境に曝されて人体に危険がおよぶ中毒症状です。二酸化炭素濃度が3~4%を超えると環境では、頭痛やめまい、吐き気を感じます。7%を超えると意識障害(意識消失、失神)状態となり、最悪の場合はそのまま死に至ります。

## 2.2 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度測定が求められる理由

建築技術の進化により気密性に優れた建築が増えて、冷暖房(エネルギー)効率が上がりました。しかし、気密性の高い建物は、意識的に環境モニタリングを行い、換気をしないと二酸化炭素濃度の上昇および汚染物質(空気)の滞留(蔓延)などによる健康被害が懸念されます。

### COVID-19 と換気

厚労省などが室内の二酸化炭素濃度レベルの目安の数値を発表していますが、新型コロナウイルス(COVID-19)と二酸化炭素濃度レベルの相互関係については、まだ研究中で明確にわかっていないのが実情です。

しかし、換気の悪い密閉空間は感染のリスクが高まる要因の一つでもあります。感染者がいない空間(または未使用空間)で感染が広がることは、あまり考えられません。しかし、その空間に感染者が1人でもいる場合、換気が悪ければその空間にいる人全員に感染することも考えられます。従って、十分に換気を行っている空間を保てば、クラスター発生を防止する効果が期待できます。



### 3. 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度と室内空気質(IAQ)

#### 室内空気質 : IAQ – INDOOR AIR QUALITY

一般の住居、オフィス、店舗、公共施設、工場など人が過ごす建物内の空気中のガス成分量を指す指標です。最近では、COVID-19、シックハウス症候群、公文書図書館、美術館、博物館における文化財保護などで注目されています。美術館や博物館においては、展示室や保管室の空気質は収蔵品に影響を与える要素として認識されており、湿度や照明とともに慎重に管理されています。二酸化炭素は、管理される空気物質の一つに属しています。

#### 3.1 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度の IAQ ガイドライン

	日本 厚生労働省 (2012)	フィンランド 室内空気質気候学会 (2001)	中国 香港特別行政区 (2003)(8hr)	WHO Headquarters (1999) 抜粋 大気・室内
二酸化炭素	1000ppm	S1 : 1300ppm S2 : 1650ppm S3 : 2200ppm	最良質 : 800ppm 良質 : 1000ppm	1000ppm

各国には、二酸化炭素への曝露に関連した健康上のリスクを回避するための規制や法律があります。例えば、米国国立労働安全衛生研究所(NIOSH)は、二酸化炭素濃度が4%を超えると生命と健康が直ちに危険な状態に陥るとしています。

#### 二酸化炭素濃度に関する法律など(国内)

法律など	基準値	備考
建築物衛生法、ビル衛生管理法	1000ppm	厚生労働省
学校環境衛生基準	1500ppm以下	文部科学省
事務室衛生基準 法規濃度	5000ppm	厚生労働省
日本産業衛生学会 許容濃度	5000ppm	日本産業衛生学会

空気環境における二酸化炭素濃度の推奨数値は、厚生労働省と文部科学省、各団体で異なります。また、それぞれの法律、基準および適応環境により細かく分かれています。詳細は、必ず各団体より発行されている最新の文書をご確認ください。

#### 4. アプリケーションノート事例:学校



2012年8月に Högalidsskolan 小学校(スウェーデン・ストックホルム)に、ロトロニック社の CO2 ディスプレイが納入されました。

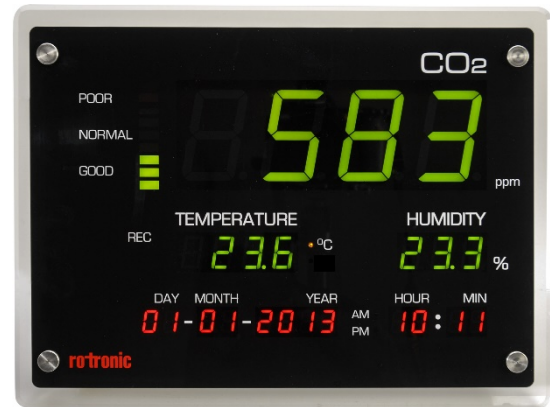
1921年に開校した Högalidsskolan 小学校は、ストックホルム南部の美しい丘陵に建つ、宮殿にも見えるような伝統的な建築構造の学校です。建物は、3つのブロックで構成され、6歳から16歳までおよそ1000人の生徒が学んでいます。

校長は、校内および教室の空気質の重要性について考えていました。Högalidsskolan 小学校のような伝統的な建築構造の建物は一般的に自然通気性を持っていますが、厳冬期は暖房効率を重視するために自然通気性が低下し、結果的に教室内の二酸化炭素濃度の上昇してしまう教室環境を懸念していました。冬の間に限らず小学校は時間による換気ルーチンを導入していましたが、冬季は「換気＝室内温度の低下」を指し、そのルーチンを適切に守ることは困難でした。

ロトロニック社とコンサルタント会社は、二酸化炭素濃度の許容可能値の可否を素早く判定するために、生徒が作業する全ての教室(空間)に適切な二酸化炭素濃度値を想定するために「CO2 ディスプレイ」の設置を推奨しました。

Högalidsskolan 小学校は、全ての教室にスタンドアロン「CO2 ディスプレイ」(※別途追加システム不要)を設置することで、教師と生徒はそれぞれの教室で二酸化炭素濃度レベルがしきい値(1000ppm)に対してどのレベルにあるかを、一目で確認できるようになりました。CO2 ディスプレイ上の、レベルインジケーターが赤色 LED の場合は、しきい値を超えていることを意味し、つまり換気の必要性を示しています。

二酸化炭素濃度レベルを下げるための換気作業がすぐに行えない場合もありますが、「CO2 ディスプレイ」は実際の二酸化炭素濃度値、相対湿度、温度、日付、時間も表示するので、室内空気のシンプルで簡単なモニタリングツールとして実用的です。



#### 4.1 CO2測定が望まれる空間

学校、オフィス、病院、クリニック、ショッピングモール、ジム、レストラン、カフェ、ゲームセンター、屋内遊興施設、美術館、博物館、図書館など

本資料に関する、詳細、質問については、お気軽に下記までお問い合わせください。  
ミツシエルジャパン株式会社 ロトロニック事業部

ミツシエルジャパン株式会社

〒180-0006  
東京都武蔵野市中町 1-19-18  
武蔵野センタービル 4 階  
TEL:0422-50-2600  
FAX:0422-52-1700  
Email: info@michell-japan.co.jp  
Web: www.michell-japan.co.jp



A Company of

**PST**  
PROCESS SENSING  
TECHNOLOGIES

**MICHELL**  
Instruments

©Michell Instruments 2020

この文書は Michell Instruments Ltd.の所有物であり、Michell Instruments Limited の書面による許可なしに、複製、転写、第三者への伝達、データ処理システムへの保存を禁じます。