

北カウンターホールにおけるハドロンホール方式の活用 UTILIZATION OF THE HADRON HALL METHOD IN THE NORTH COUNTER HALL(KEK)

田中伸晃#
Nobuaki Tanaka #
KEK IPNS

Abstract

An effective dehumidification method that uses fewer dehumidifiers by appropriately controlling ventilation volume is called the Hadron Hall Method and established as a general-purpose method for improving high humidity. We will introduce the case of the North Counter Hall, where this system was introduced. The comfort level of the North Counter Hall is shown using enthalpy(kJ/kg), a unit of heat capacity of air.

1. 2011年以前の北カウンターホール

1.1 北カウンターホールの変遷

北カウンターホールは1990年に開設され、2006年まで素粒子原子核実験が行われていた。実験終了後は、J-PARCハドロン施設で行われる実験の準備作業や、電磁石の整備等に用いられるようになった。空調が無い建物のため夏は高温高湿度となるため、安全と快適性向上を検討した結果、実験用に用いていた空調機器を転用することになった。北カウンターホールの容積は約60,000 m³である(Fig. 1)。

60,000 m³の建物への空調機導入は、空調機メーカーの標準的な仕様で、空調能力1,000 kw程度が必要とされるが、用意できたのは計48 kwの空調能力を持つ空調機であった。



Figure 1: Panoramic view of the North Counter Hall.

1.2 空調機導入前の湿度(2011年8月)

2011年5月より、北カウンターホール内の気温と湿度のモニターを実施している。ここでは、空調機導入前の2011年8月における北カウンターホールの湿度について述べる。

下記グラフより、北カウンターホールにおける絶対湿度は、屋外とほぼ一致していることを確認した(Fig. 2)。

2. 北カウンターホールへの空調機導入

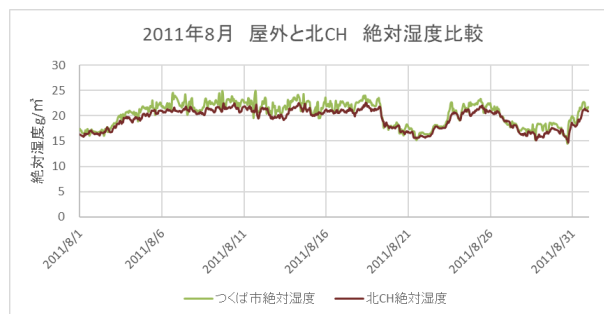


Figure 2: Absolute humidity outside and in the North Counter Hall.

2.1 空調機の仕様



Figure 3: Air conditioner installed in the North Counter Hall.

ntanaka@post.kek.jp

実験用コンテナハウスに設置されていた空調機を、空気吹き出しをコンテナ内から外向きに変えることで、ホール内の空調を可能にした。工事は 2011 年秋に実施した。空調機は空調能力 20 kw 1 台と、28 kw 1 台の計 48 kw で計画通りの仕様である (Fig. 3)。

2.2 空調機導入後の湿度 (2012 年 8 月)

空調機を導入後における気温と湿度について、屋外と北カウンターホールとを比較する (Fig. 4)。

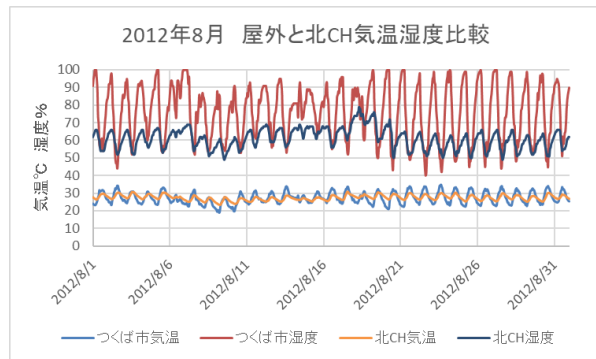


Figure 4: Comparison of temperature and humidity between outdoors and the North Counter Hall.

屋外湿度は夜間早朝が高く、日中は低くなる。これは気温上昇による相対湿度の低下と考えられる場合が多く必ずしも、空気中の水分量を示す絶対湿度 (g/m^3) の低下を伴うとは限らない。

次に絶対湿度について、屋外と北カウンターホールとを比較する (Fig. 5)。

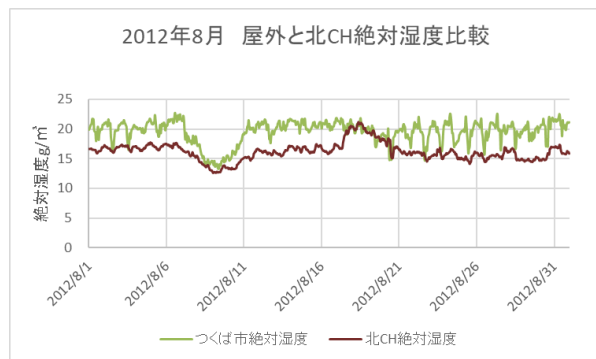


Figure 5: Comparison of absolute humidity between outdoors and the North Counter Hall.

前年の 2011 年 8 月のデータ (Fig. 2) では、絶対湿度の屋内外差はほとんど無かったが、2012 年 8 月においては北カウンターホールの方が屋外に比べ明らかに、値が低いことが確認できる。

3. 8 月における温湿度の比較

この章では、2011 年から 2023 年までの 8 月における屋外と北カウンターホールの温湿度について、各年平均値を元に比較する (2019 年は欠測)。

3.1 気温の比較

2011 年から 2023 年までの 8 月における屋外と北カウンターホールの平均気温を比較する (Fig. 6)。

空調なしの 2011 年は、北カウンターホールの方が 2°C 程度、屋外より気温が高い。2012 年以降についても、年により気温差の違いはあるが、屋外より北カウンターホールの方が高い。

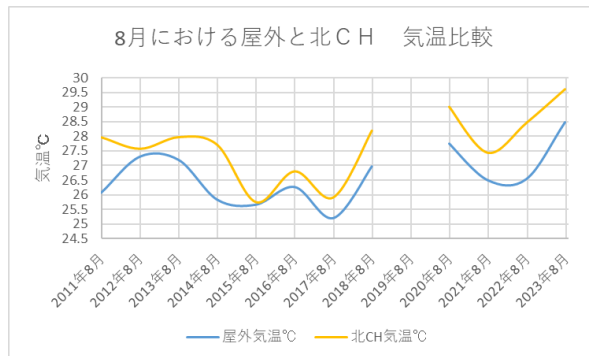


Figure 6: Comparison of average temperatures in August outdoors and in the North Counter Hall from 2011 to 2023.

3.2 絶対湿度の比較

2011 年から 2023 年までの 8 月における屋外と北カウンターホールの絶対湿度の平均値を比較する (Fig. 7)。

空調なしの 2011 年の絶対湿度は、北カウンターホールと屋外がほぼ一致している。2012 年以降は空調機による除湿により、北カウンターホールの方が低くなった。

2020 年以降、屋内外の差が拡大しているがこれは、2018 年秋に、それまでの空調能力 48 kw から 65 kw への増強による除湿効果の向上が考えられる。

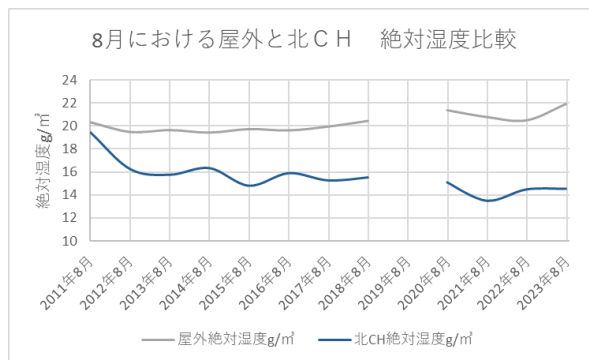


Figure 7: Comparison of average absolute humidity in August outdoors and in the North Counter Hall from 2011 to 2023.

3.3 エンタルピー値の比較

空調でよく用いられる単位で、エンタルピーがある。空気が持つ熱量であり、比エンタルピー h (kJ/kg) という単位がよく用いられる。

2011年から2023年までの8月における屋外と北カウンターホールの比エンタルピーの平均値を比較する (Fig. 8)。

空調なしの2011年の比エンタルピーは、北カウンターホールと屋外がほぼ一致している。2012年以降は空調機による除湿により、北カウンターホールの方が低くなった。

2020年以降は屋内外の差が拡大しているがこれは、2018年秋に、それまでの空調能力48kwから65kwへの増強による除湿効果の向上が考えられる。

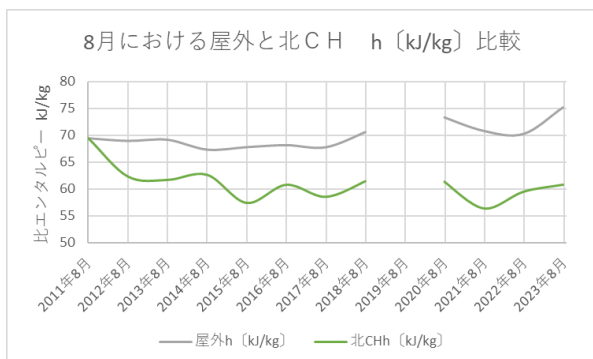


Figure 8: Comparison of specific enthalpy in August outdoors and in the North Counter Hall from 2011 to 2023.

4. まとめ

ハドロンホール方式を活用し、約60,000 m³の北カウンターホール施設において、65kwの空調機器だけで湿度低下の結果を出すことができた。

空気の持つ熱量であるエンタルピーで比べても屋外よ

り、北カウンターホールが低い数値を示した。

ハドロンホールにおいては容積約84,000 m³において42kwの空調機器で効果が出たのに対し北カウンターホールはハドロンホールより小規模なのに、大きな空調機器が必要になった。このことは、北カウンターホールの方がハドロンホールに比べ、換気量が多いと考えられる。

ハドロンホールの自然換気量がおよそ25,000 m³/日であり、北カウンターホールが1.6倍の40,000 m³/日と考えられるが、これについての考察は改めての機会にしたい。

以上から、適正な換気により少ない除湿機器で適正な湿度環境を提供する「ハドロンホール方式」が北カウンターホールにおいても、機能していると考えられる[1, 2]。

謝辞

ハドロンホール方式が高湿度改善の汎用な手法として確立した点が評価され、令和4年度KEK技術賞が授与された。

支援いただいた加速器学会員の方々に感謝するとともに今後も、より安全で快適な実験環境作りを進めてまいります。

参考文献

- [1] 高田暁 他, “書庫の湿度制御に及ぼす換気の影響 実測と数値解析による定量的検討”, 第44回人間-生活環境系シンポジウム, HES44 in Nara, 5-6 Dec., 2020; https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhesp/44/0/44_1/_pdf/-char/ja
- [2] 田中伸晃, “令和4年度KEK技術賞受賞論文集”, <https://lib-extopc.kek.jp/preprints/PDF/2022/2226/2226008.pdf>, pp.7-13.