

鎌倉 かけるくん



冷却アイテムを色々見てきましたが、中には体に対する効果を明記していないものもあるようです。製品を選ぶときはエビデンスの有無もしっかり確認しないといけないですね！



守山さん

大事なポイントだね。例えば COOLEX はチラーで冷却した冷水をウェア内に循環させて作業者を直接冷却するというものだけど、効果については産業医科大学に協力を依頼し、実証実験を行っているよ。

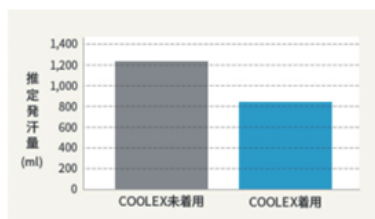
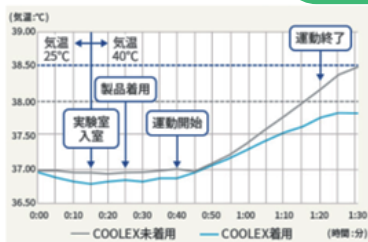
ホームページに暑熱環境下で所定の運動を行い、COOLEX 着用時と未着用時の違いを比較した実験結果が載っていますね！

COOLEX 着用により深部温といわれる直腸温、食道温において有意に温度上昇の抑制がみられ、発汗量も未着用時に比べ、有意に減少した様子がグラフからも見て取れるね。



COOLEX-1

こういう図があると暑熱負荷が軽減されていることが分かりやすいですね！



COOLEX の冷却効果は実験によって実証されています。安心してご導入いただける製品開発のため、鎌倉製作所では製品の冷却効果を実験で確かめています。

解説

これまで、10回にわたり、熱中症のしくみ、熱中症の症状、暑熱状況の評価、国内の状況、作業と暑さの関係、熱中症対策といった様々な角度から熱中症を見てきましたが、熱中症は、とても身近で、油断していると非常に深刻な事態を招いてしまうとても怖い病気ですが、きちんと対策すれば必ず防ぐことができる病気であることもわかっていただけたかと思えます。

前回のコラムでは、暑さ対策のための様々なアイテムを紹介しましたが、それぞれに特徴があり、適した条件の下では非常に効果的です。適切な冷却アイテムを選ぶには、作業現場の広さ、作業場所のレイアウト・構造、周囲温湿度、作業対象物、作業者の行動範囲など、さまざまなことを考慮しながら最適な暑熱対策をする必要があります。なかでも、「気流・風を発生させてはいけない」現場や、「40°Cを超えるような酷暑環境」、「熱源のそばでの作業」、「炎天下のフォークリフト作業」は、非常に過酷な環境にかかわらず、これまでの方法では十分に効果のある対策をとることが難しいとされてきました。

COOLEX は、チラーで冷却した冷水をウェア内に循環させて着用者である作業者の体を直接冷やします。ウェア内をめぐる冷水の温度は10°C前後で、チラーは電氣的に冷水を冷却する為、電源が供給される限り設定した水温で持続的かつ安定的に作業者を冷却することができます。また、周囲温度が50°Cを超えるような超酷暑の環境でも10°Cの水を循環させることができ、これまで対応できていない現場に有効な解決策を提案しています。

COOLEX のラインナップには一般作業向けや、粉塵等の厳しい環境向け、据え置きタイプやフォークリフト搭載タイプ等、さまざまな作業環境に合わせて多くのタイプがあり、現場の状況に応じた最適なチラーを選択することができます。

また、チラーに接続する冷却デバイスも、通常のウェアタイプ、難燃ウェアタイプのほかに、椅子を冷却するシートタイプなど、使用者の状況に合わせた選択ができます。

COOLEX の特徴は以下のようにまとめることができます。

- ①電源があればいつでも冷える
- ②温度設定ができるため、個人の好みに対応
- ③水冷式で、風を発生させないため、溶接や塗装作業のように風を嫌う作業にも適している
- ④防護服の中に着るため、熱が逃げにくい防護服を着た作業でも効果を発揮
- ⑤空間を冷やさず、対策が必要な作業員だけを冷やすため、大きな空間では、大幅なエネルギーコストの節約が可能
- ⑥熱源の近く、40°Cを超える酷暑環境でも作業員を冷却（チラーが使用可能な周囲温度は、最高55°Cまで対応）
- ⑦COOLEX の高性能チラーは小型で、持ち運びが簡単。設置工事が不要で、届いたその日に使用可能。

COOLEX は、作業員の酷暑環境での快適、安全な作業をサポートするために開発されたシステムです。ホームページにはより詳しい情報を公開しています。

興味がありましたらぜひ弊社ホームページをご参照、または弊社に直接お問い合わせください。

－ 冷却効果 －

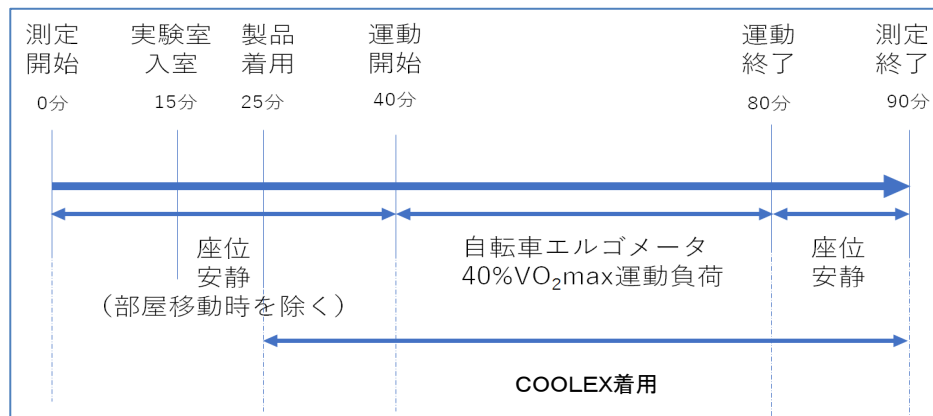
実験方法

- ・実験場所 産業医科大学 人工気候室
前室＝気温25℃ 相対湿度50%
実験室＝気温40℃ 相対湿度50% ⇒ **WBGT値：35**
※WBGTとは熱中症を予防することを目的とした指標。
人体と外気との熱のやりとり(熱収支)に着目し、人体の熱収支に与える影響の大きい湿度、日射・輻射(ふくしゃ)など周辺の熱環境、気温の3つを取り入れた指標です。
(参考:環境省 熱中症予防情報サイト)
- ・対象 健全な20代男性 6名
- ・実験条件 被験者毎にVO₂MAX値を測定し、その40%負荷で自転車エルゴメータにて運動。同条件下において各項目を測定。
 - ・COOLEX着用 / 夏用長袖作業服+COOLEX(水温設定10℃)
 - ・COOLEX未着用 / 夏用長袖作業服のみ※VO₂MAX値:最大酸素摂取量
※運動負荷:Mets5.25相当^{※5}(被験者平均)



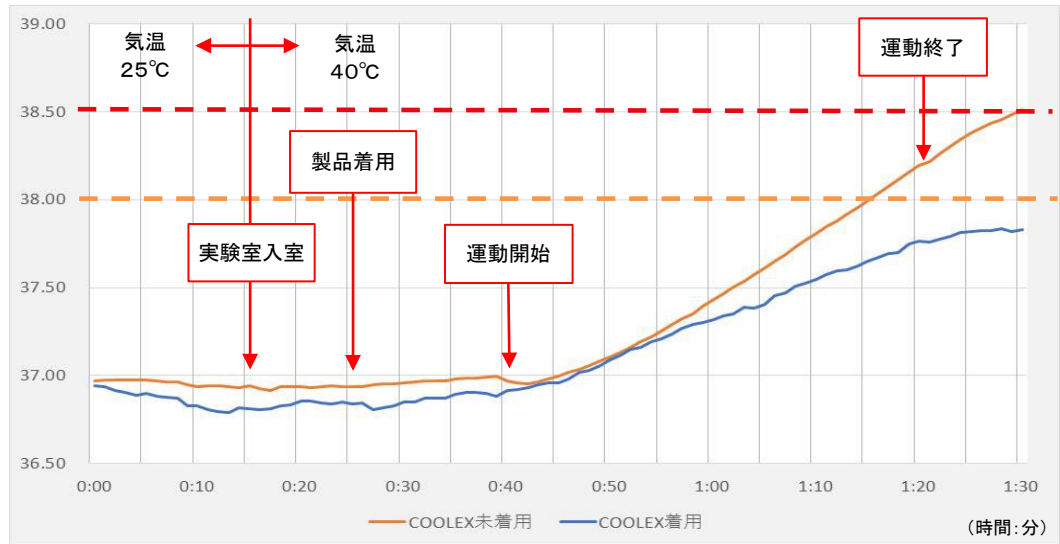
- ・測定項目 直腸温(熱電対)^{※1}
食道温(熱電対)^{※2}
心拍数(BSM-2401、日本光電工業)^{※3}
推定発汗量(実験前後の体重変化量)^{※4}

・プロトコール



実験結果

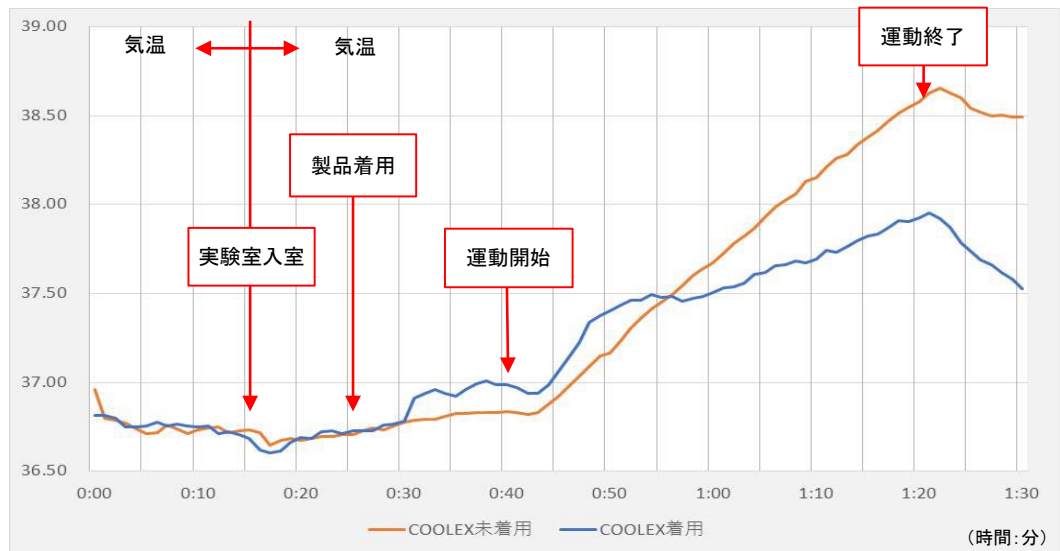
・直腸温※1



考 察

未着用と比較しCOOLEX着用時は有意に直腸温が低下していた。運動後半に冷却効果が強く認められた。腹部臓器を直接冷却することにより直腸温を低下させたと考えた。運動中(40分間)及び運動終了10分経過後ではCOOLEX着用時は38°Cを越えなかった。

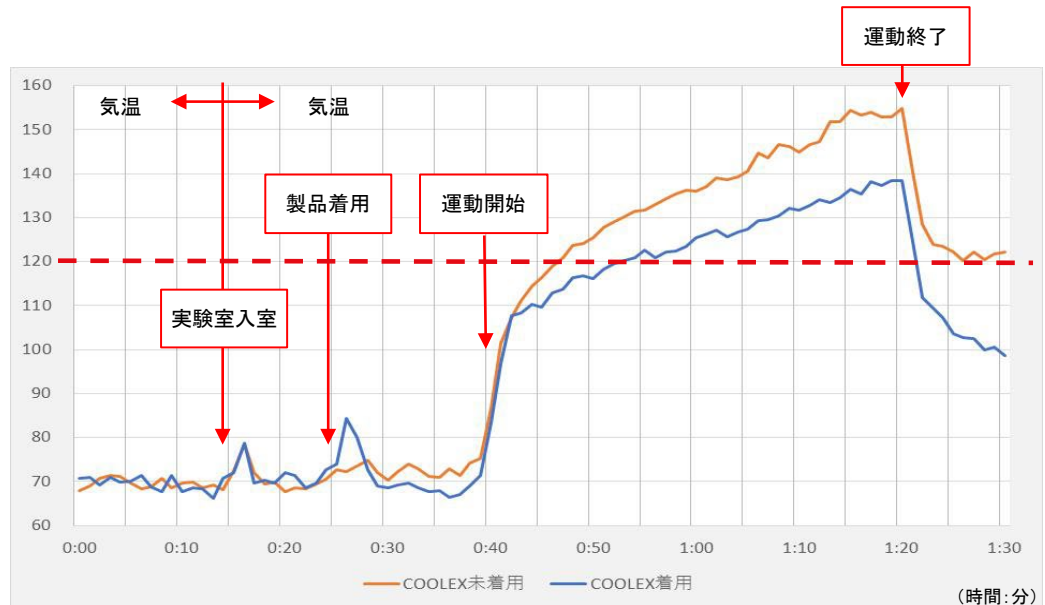
・食道温※2



考 察

未着用と比較しCOOLEX着用時は有意に食道温が低下していた。COOLEX着用直後は一時的に上昇したが、冷却効果に対し人体が保温しようと産熱傾向になったと推測される。運動後半に冷却効果が強く認められた。運動中、COOLEX着用時は38°Cを越えなかった。運動終了後は未着用時と比べCOOLEX着用時の方が温度低下が大きかった。

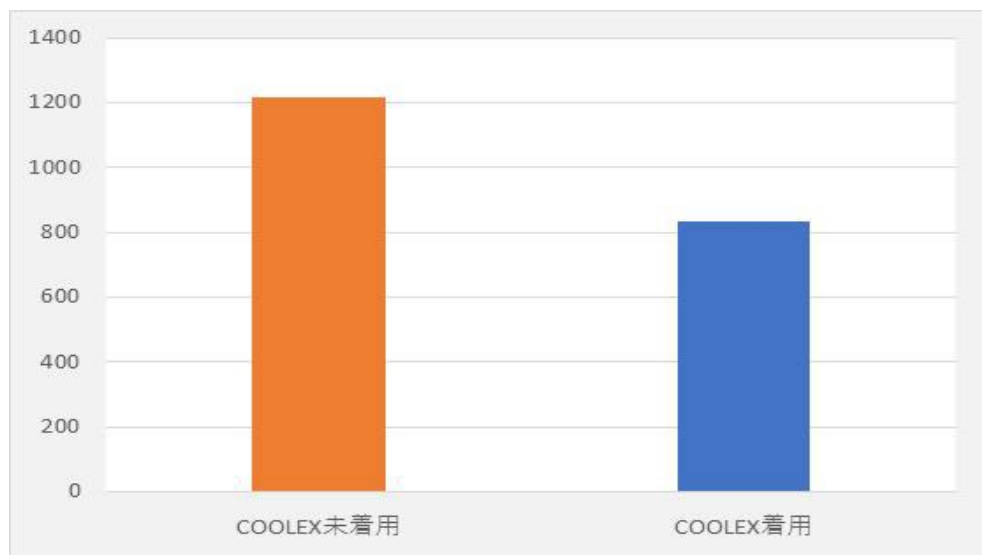
・心拍数^{※3}



考 察

未着用と比較しCOOLEX着用時は運動前半から有意に心拍数が低下していた。運動終了後は120以下まで低下した。

・推定発汗量^{※4}



考 察

未着用と比較しCOOLEX着用時は有意に低下していた。

冷却効果

酷暑環境(WBGT値:35)でも直腸温・食道温で有意な低下が認められた。冷却水が血液循環を介した全身の体温低下に効果的であったと考察され、COOLEX着用することで熱中症対策として有効であった。WBGTを考慮し作業時間の調整を行っている作業場でもCOOLEX導入により連続作業が可能となり、作業効率の改善にもつながると考えられる。

※1

・直腸温で表されるもの

体温調節機能に関する温熱ストレインの程度を示す指標として直腸温が最もよいと報告されている。

参考文献)・Report of a WHO Scientific Group: Health factors involved in working under conditions of heat stress, WHO, Tech. Rep. No. 412, Geneva, 1969

・産業医学JAPANESE JOURNAL OF INDUSTRIAL HEALTH 25巻

・直腸温の限界

暑熱環境での作業に慣れていない人(暑熱未順化者):38.0°C

暑熱環境での作業に慣れている人(暑熱順化者):38.5°C

参考文献)米国産業衛生専門家会議(ACGIH)でのTLV(許容限界値)より

※2

・食道温で表せるもの

直腸温よりも温度変化を鋭敏に反映するため、核心温の中で温度変化を鋭敏に示す指標。

※3

・心拍数の限界

1分間の心拍数が「180-(年齢)」を数分間継続しているケース

作業強度がピークに達した後1分間経過後に120以下に戻らないケース

参考文献)ACGIH (2012) Heat Stress and Strain TLV@ACGIH:

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati

※4

・発汗量の限界

暑熱未順化者は毎時1リットル、暑熱順化作業者は毎時1.25リットルを限界発汗率とし、脱水状態を予防するために5%の体重減少を限界値としています。

参考文献)ISO8996 ISO 9886 (2004) Ergonomics of the thermal environment:

Evaluation of thermal strain by physiological measurements. Geneva

※5

・Mets (metabolic equivalents)

身体活動度を表す一般的な指標で、厚生労働省出典の健康づくりのための運動指針でも使用されている。

定義は、運動時のエネルギー消費量/安静時のエネルギー消費量

Mets5.25は、中等度の作業に相当する。