

## 次世代先端宇宙服「冷却下着」

### 研究開発レポート

NUCでは設立当初から、体位体型、労働科学、人間工学的側面から体の仕組みと運動を考慮した型紙の作成など、ユニフォームの基礎研究を行っています。

この知見を生かして、NUCは平成20年度より日本の先端技術を駆使した次世代宇宙服の研究に参画しています。

平成 20・21 年度に独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が実施していた宇宙服研究に参画して製作された次世代先端宇宙服の身体冷却機能を有する冷却下着について紹介致します。 「the UNIFORM」2012年No.1より



そもそも冷却下着とは、宇宙飛行士が宇宙空間で着用する船外活動用宇宙服の一番下に着る身体冷却を目的とした下着のことです。船外活動では一般的な表面温度として太陽に当たっている時は120℃、地球の影に入るとマイナス150℃に晒されるため、幾重にも重ねられた断熱層によって宇宙飛行士の身体を外部の熱環境から守っています。また、真空状態である宇宙空間で活動するために宇宙服は気密を保つ構造となっているため、体内からの熱や汗を何らかの人工的な方法で処理

しなければなりません。冷却下着は身体を保護する宇宙服のこうした構造から生ずる排熱の問題を解決する身体を冷却する下着です。現在アメリカ航空宇宙局



NASA の冷却下着

写真 NASA/JAXA

(NASA)で使用されている船外活動ユニットの冷却下着は冷却水を流すためのチューブ約90mがメッシュ状の生地の間隙に縫うようにはりめぐらせていて、チューブの中の冷却水を循環させることで体から熱を奪うように作られています。現在の宇宙飛行士はNASAやロシアの冷却下着を着用しています。しかし開発から長い月日が経過し、素材技術が飛躍的に向上した現在、素材変更にチューブの配し方を工夫すれば、より軽量で効果的に身体冷却が可能となる冷却下着を製作できると考えられるようになりました。そこで次世代先端宇宙服冷却下着の研究が始まりました。この研究ではまず生地を見直し、生地生産加

工技術で世界をリードしている日本メーカーの最先端機能素材を採用することで、汗を吸湿、すばやく拡散・蒸発させ、快適性を高めました。さらに、チューブの取り付け方法をメッシュの穴をくぐらせ、縫うように取り付けていた方法から、布にテープを叩きつけチューブを通す、つまりトンネルのようにチューブが通る道を作る方法に変えました。こうすることでデコボコだったチューブの道が平らとなり、チューブが肌に密着し、効率よく熱をチューブに伝えることが可能となったのです。

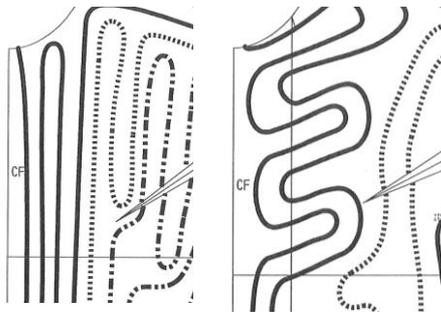
平成20年度の研究ではこれらの新しい要素を取り入れ冷却下着を制作し、効果を確認することができました。

翌、平成21年度の研究では実際に人間が冷却下着を着用して試験を行いました。冷却下着を製作する上で極めて重要な条件があります。それは体の部位によって異なる発汗量に応じ、配管するチューブの長さが決められていることです。平成20年度の試験結果を受け、熱を奪うための無駄のない配管設計をするため（宇宙で使用されるものは、宇宙空間へのロケット輸送の特質上、より軽量なものが必要となります）余分なチューブを排し、再度必要なチューブの長さが割り出され、チュ

ーブ配管の配置を設計し直しました。

最適な冷却効率を得るため、チューブの本数は24本、1本の長さは260cm（合計62m）という条件の下、チューブは交差することなく体の部位ごとに決められた長さを通過しなければならぬというパズルを解くような作業でした。

またこの試験では、人が実際に着用し宇宙での作業に模擬した動作確認を行うことや、同じサイズの冷却下着を男性も女性も着用することが見込まれていたため、運動性とフィット性を考慮したものに作り替える必要があります。これには、運動量の多い脇や腰などには、部分的にストレッチ性の高い生地を使用し、ひとつのサイズで男女問わず対応させるという条件には、下着全体を小さめに製



前身ごろパターン比較: 左は20年度制作、右は21年度制作チューブ配管の設計が縦方向から横方向に変更

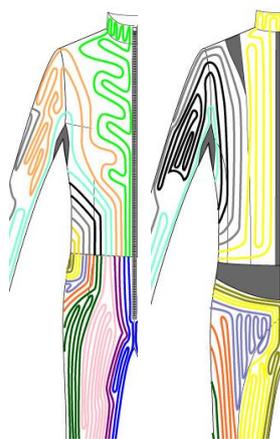
作することで対応させました。さらに、これ

まではチューブ配管設計が縦方向であったため、前かがみの姿勢ではチューブの重みで胸部の生地が体から離れてしまっていました。これを横方向にすることでチューブと生地が体の動きに沿ってフィットするよう改良するなど、宇宙での動作を想定し、チューブの配管設計にも工夫を加えました。こうした問題をJAXAと度重なる協議の上乗り越え、平成21年度試験において、人が着用した時にもその効果を確認することができました。

次世代先端宇宙服 冷却下着は今後も研究を継続し、近い将来、船外活動をする宇宙飛行士が本研究で得られた成果を反映した冷却下着を着用し、宇宙で快適に船外活動を行っていることを期待しています。



FY21 着用時



FY21 の図面