

—報告—
Report

南極観測隊装備ウェアの研究開発

伊豆原月絵^{1*}・鮎川 勝²

Research and development on Japanese Antarctic Research Expedition uniform

Tsukie Izuhara^{1*} and Masaru Ayukawa²

(2008年3月25日受付; 2008年5月2日受理)

Abstract: The design of wear for Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) members was investigated. Wear must be loose-fitting because JARE members perform many kinds of operations. Heat must be able to escape easily. Considering that measures to deal with sweat and frost are necessary, synthetic fibers such as polyester and nylon wear used and treated to increase breathability, water resistance, resistance to static electricity, and thermal insulation. We produced wear appropriate for JARE members including researchers and research support staff, who need clothing that is both highly functional and in a style appropriate for intellectual pursuits.

要旨: 南極地域観測隊員が装着しているウェアを改善するために、観測隊員に聞き取り調査を行った。その結果、極地では動作の種類が多く、作業性を高めるには、「ゆとり量」が一般の衣料に比べ必要であった。また、設営などの作業では、一時的に体温の上昇があることから、汗や顔の周りの霜の対策が重要であることなどを考慮し、開発ウェアには、ポリエステル、ナイロン等の化学繊維(糸)に各種機能(透湿防水、保温、帯電防止など)を付与し、加工した機能性繊維を使用し、透湿・防水・帯電防止・保温性を高めた。また、被服構成(パターン)も考慮した。デザインコンセプトは、「南極観測隊員は、研究者と研究を支えるスタッフ」ということを観測者に示し、「機能性に優れた、知的でスタイルをよくみせるウェア」の研究開発を試みた。

1. はじめに

2002年から専門家による南極地域観測隊の装備研究会が開かれ、服飾の専門家として研究会に参加する機会を得た。その研究会では、元南極観測隊長、越冬経験者、登山家、冒険家などによる積極的な意見交換会が行われ、ウェアの状況把握として、防寒靴、帽子、靴下、手袋、下着、シャツ、ヤッケ、ウェアなどすべての衣料を検討した結果、外衣のウェアの見

¹ 大阪樟蔭女子大学 . Osaka Shoin Women's University, Hishiyanishi 4-2-26, Higashiosaka-shi, Osaka 577-8550.

² 情報・システム研究機構国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

*Corresponding author. E-mail: izuhara.tsukie@osaka-shoin.ac.jp

直しから始めることになった。この既存の装備外衣（以下、装備ウェア）の問題点や改良点が明らかになった結果、南極地域観測隊の特殊環境に適した機能性に優れた装備ウェアを研究開発することになった。

2004年には、国立極地研究所一般共同研究に採択され^{1) 2)}、国立極地研究所と共同研究が始まり、研究開発したウェアは、2007年11月、意匠登録申請³⁾を行うことができた。

2. オリジナル・ウェアの製作

昭和31年に南極観測が始まって以来、50年が経過し、テレビ映像等で南極観測隊員の調査研究活動が報じられる機会も多くなった。しかし、隊員が着用しているウェアの機能性とデザインは従来とは変わらず、改善されているとは言い難い。そのため、安全で機能性の高い南極装備ウェアについて検討を行う「装備についての研究会」が発足し、さまざまな検討を行った。

装備ウェアの試作品製作では、先行研究としてスキーや登山などのアウトドア製品を参考にした。それらは、機能性繊維（ポリエステル、ナイロン等の化学繊維（糸））に各種機能を付与し、加工した繊維の発展により軽量で保温性に優れているものの、南極観測隊の作業面などの求められる機能に差があり、極地の観測や試験には適さないことが判明した。

そこで、南極観測隊の極地での動作、労作性を考慮した結果、衣服材料（繊維材料、ファスナーなどの部材）、構成パターンの検討、また、国を代表する研究者の服装としてのデザイン及び色彩を考慮したウェアの必要性が判明し、筆者の一人、TIが南極装備ウェアのデザイン及びプロデュースを行うこととなった。

この開発したオリジナルウェア（以下 開発ウェア）は、第45次隊（平成15年度11月末出発）の協力により極地での着装試験を行い、その後改良し、第46次隊、第47次隊、第48次隊にて継続して着装試験を行った。これらの結果から、第49次隊では、意匠登録申請をした上下ウェアが採用された。

本稿では、この南極地域観測隊のための開発ウェアのデザインコンセプトと繊維材料、被服構成（パターン）などの製作過程について報告する。

3. 南極観測隊員への聞き取り調査

南極観測隊員に南極衣料についてアンケート調査を行った。結果は以下の通りである。

1. 沿岸部では、貸与されたウェアを着装せず、市販のスキーウェアやスポーツウェアなど

¹⁾ 一般共同研究（研究代表者・伊豆原月絵）、国立極地研究所（200-2006年）：南極地域観測隊ウェアの労作性とデザイン性に関する研究。

²⁾ 一般共同研究（研究代表者・伊豆原月絵）、国立極地研究所（2007-2009年）：南極地域観測隊装備衣料の意匠性と機能性についての研究。

³⁾ 意匠登録申請中、意匠登録出願日：2007年11月29日、意願（上衣）2007-32769、意願（下衣）2007-32772。



図 1 既存の南極観測隊装備ウェア
Fig. 1. Uniform of JARE

の私物を装着している隊員も多い。

2. 厳冬の時期は、羽毛服が着用されているものの、個人でスキーウェアなどを代用している隊員も多い。

3.1. 既存ウェアの問題点

そこで、隊員が現状の支給されるウェアを装着しない理由を検討してみた結果、いくつかの問題点が判明した。(図1参照)

1. 隊員の体型にばらつきがあり、既存のウェアのサイズが適合していない。
2. 高い堅ろう度をもとめ、生地が重く、総重量が3500gと重い。
3. 寒冷対策のため、保温性を考慮し重ね着を想定しているため「ゆとり量」が多い。
4. ファッション性がないデザインである。
5. 極地での生活が改良されたこと、また観測方法も機器の発達などにより、戸外で長時間作業することが少なくなり、極寒を対象にしたウェアは必要がない隊員が多い。

以上のような要因から、既存の観測隊ウェアを装着しない隊員が増えているといえる。

4. 南極装備ウェアの設計

4.1. 機能的繊維の選択

現在では、機能的繊維の研究が進歩し、優れた繊維が開発されているため、繊維材料については、機能的繊維のデータ収集を行った。また、縫製されたウェアについては、スポーツウェアメーカーの発表データを参考にし、開発ウェアの繊維材料を選択した。

4.1.1. 使用条件

使用条件は、越冬期の基地周り及び沿岸調査とし、厳冬期は、羽毛服を着装することを前提とした。

1. スポーツウェアと違い、研究調査用であること、
2. 運動量は、ウィンタースポーツに比べて体温上昇率が低いと考えられる。そのため、保温性の高い繊維を用いた。
3. 運動量は、少ないが、動作の種類は多い。特に座る、しゃがむなどの動作も多い
4. 同じ動作を繰り返し行うため、衣料の一部の箇所に負担がかかる
5. 設営では、摩擦堅ろう度の高い丈夫なもので乾燥している極地で帯電しない機能繊維が隊員用として要求された。
6. 設営などの作業では、運動量が一時的に多くなるケースもあり、体温上昇率も高くなるため、汗対策として、蒸散拡散性の高い繊維が求められた。

4.1.2. ウェアの表生地を選択

ウェアに使用した繊維材料（以下、表地）の選択については、①強度が高い、②軽量、③保温性が高い、④防水性が高い、⑤透湿性が高い、⑥摩擦堅ろう度が高い、⑦帯電防止、⑧はっ水性（はつ油性）、⑨耐摩耗性が強い、⑩引き裂き強度が高い、以上の条件を揃えた表地を選択した。

表生地は、図2に示したように、特殊延伸加工して作られたフィルムとポリウレタンポリマーの複合超薄フィルムを蒸着したもので、1 cm²に14億個の孔（0.2ミクロンの孔）があるため透湿性が高い。これは、水蒸気のみ通過させ汗などの蒸気をウェア外に排出するため、蒸れず、粒子の大きい、雨や水は通さないので防水性も高い。

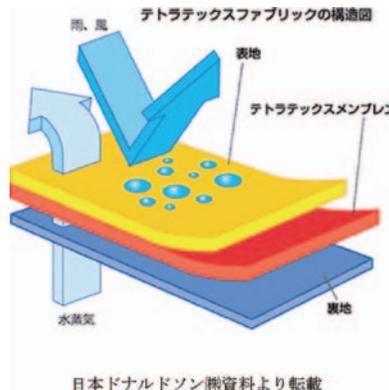


図2 表地の繊維特性

Fig. 2. Fiber characteristic of the outer material

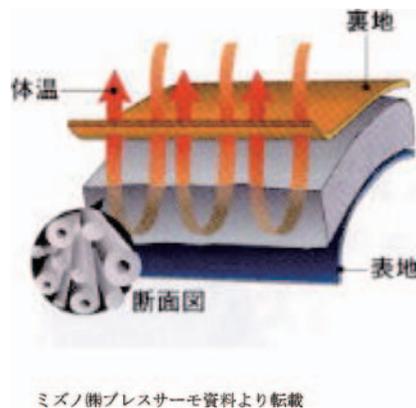


図 3 中綿の繊維特性
Fig. 3. Fiber characteristic of Wadded

4.1.3. 中綿の選択

中綿には、1. 軽量、2. 吸水拡散性、3. 蒸散性、4. 透湿性、5. 保温性を考慮し、軽量で吸水拡散性の高いものを選択した。

作業中、急激に汗をかいた場合、ウェア内の湿度が上がり、蒸れを感じる原因になるため、なるべく早くウェア内で吸収拡散し、汗になるのを防ぐ必要がある（山崎ら、1998）。図3に示したように運動により生じた体内の蒸気を素早く中綿内部に吸収し、中綿の広い範囲から蒸気を拡散させることで、蒸気が冷えないうちに中綿から生地表面を通り素早く排出できるので、汗にならず冷えない、このような蒸散性の高い機能性繊維の中綿を用いた。

4.1.4. 裏地の選択

1. はつ油、2. 防汚、3. 帯電防止加工の機能を満たす機能性繊維を選択した。

5. 人間工学に基づいた衣料設計

5.1. パターン

観測隊ウェアは、しゃがむ、座る動作が多く、動作の種類も多いことから労作性を重視し、胴体部分は、市販のスポーツウェアに比べ極端に「ゆとり量」を多くとった。

「ゆとり量」を大きくとった場合の問題点は、以下の通りである。

1. 身体からウェアが離れてかさばる。
2. もたつく感じを受ける。
3. 身体とウェアが、離れているためにウェアの重さを感じる。
4. ゆとり量が多いと寒さを感じやすい。

「ゆとり量」が多いと、着ているウェアが荷物を背負ったように感じられる。重いリュックが身体に密着していると重さが軽減されるのとは逆に、ウェアが体から離れると、一体感

が失われ、着装者は、自身のウェアの重さをリュックの荷物のように重く感じる。また、ウェアと人体の間にある空気の量が多いと空気を暖めるために体温を奪ってしまい、衣服内気候が一定に保ちにくく、動作時に体温より低い空気が「動く」ことで、冷たく寒く感じる。

多様な動作に対応するには、「ゆとり量」が多く必要となることは、前述したが、この問題点の解決に向け、構成パターンを考慮した結果、胴体部分を円筒形に設計することにした。

胴体部分を円筒形に設計することにより、ウェアがフラフープのように、人体の胴体部分を包んで動き、各々の動作に応じて「ゆとり」が移動し、作業の邪魔にならない。また腕や肩の動作が胴体に響かないように構成面に留意し、衣料サイズを細かく設定できないことから個人差の大きい肩幅を決めず、腕と肩をつなげて設計し、問題点を解決した。

6. 細く長く見せる視覚効果を考慮したデザイン性

6.1. 縦長の円筒形のデザイン効果

保温性を高めるために中綿を入れると全体のフォルムが丸くボリュームがでる。そのため実際よりも太って見えるという問題点が生じる。図4、図5で示したように、視覚現象から縦長に見えるよう胴体部分を円筒形にし、縦長ラインを強調した構成（パターン）を考慮し設計した。

襟を高くすることで視覚効果として縦長感を強調したが、機能性としては、体温で温められた空気と蒸気が上昇し首周りから外に出ると、温められた空気が外気に触れ結露ができ口やあごに霜ができる。このような現象を防ぐため、襟を高くし、ウェア内の蒸気を含んだ温かい空気を逃げ難くした。またこの高い襟を開くと大きな襟となり、顔を小さく見せる効果もある。赤の襟の裏地は、紫外線で日焼けした赤みの肌になじみやすく、顔映りもよい。

6.2. アクセントカラーの色彩効果

アクセント効果として、赤を襟から縦に配置し、視線を上から下に流し縦長効果を求め

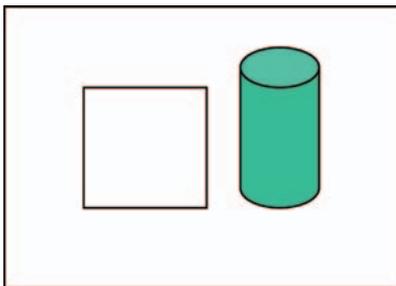


図4 ウェアの形体
Fig. 4. Shape of wear

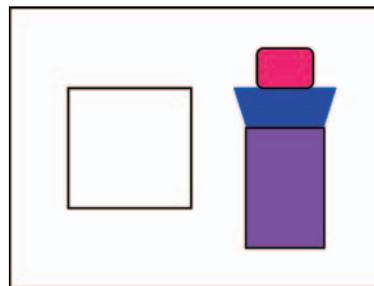


図5 左:既存の形体, 右:開発ウェア形体
Fig. 5. Left: Existing shape, Right: Developed shape

た。図6のようにポケット位置も高く設定し、アクセントカラーの赤を前立てやポケットの比翼部分、袖口などにも配し、腕の切り替え部分にも用いることで腕を細く長くみせ、縦長ラインを強調した。



図6 開発装備ウェア
Fig. 6. Development uniform

7. 機能性を高める

7.1. トライアックスフード

顔の周囲・首周り・ひさし上下の三方向から調整するため着用者の顔にフィットさせ、フードと頭部に余分な隙間をなくし、外気に暖かい空気を逃がさないようにした。

7.2. ドローコード

ポケット内部にドローコード、ウエスト部分の絞り調整ひもを内蔵し、ひもやストラップが外気に触れないため冷えないので堅くならず、締めやすい。また内側の人体に近い部分でひもを締めるため、腰部分にウェアが密着するが、外観を円筒形に保持することができる。

8. 第45次隊のアンケート結果から

アンケートは、予備調査を途中2回行い、最終的に帰国前に24項目に絞って具体的な回答を求めた。その結果を以下にまとめる。

良かった点は、①軽快であった、②動きやすい、③沿岸の気温ではちょうどよい、④羽毛服に比べて軽く動きやすい、⑤動きやすく、蒸れにくいので大変重宝した、⑥特に野外での活発な行動を伴う観測では、適切なものと感じた、などの評価を得た。

問題点としては、①フェイスマスクの辺りがやや窮屈で、ボタンもつけにくかった。②ファスナーのほかボタンもあれば、活動時の温度調節に便利。③前ファスナーが小さく頼りない。などの指摘があり、構成、縫製、生地などには問題がないが、ファスナーやボタンな

どの部材に問題があることがわかった。

以上のようなアンケート結果から、第46次隊では、それらの問題点を検討し、大きなボタン、ファスナーも特注し、フード部分の前面は、マジックテープに変更した。また、試作品の装備ウェアは、3月から着装し始め、厳冬期以外は戸外作業時には、毎回着装していたことが明らかになった。このことから、開発ウェアは、戸外活動が盛んな時期には、動作性も高く、機能面でも隊員の要望を充足していたといえる。(図7参照)

第46次隊の上衣を完成品とし、開発ウェア(上衣)は、2007年11月に意匠登録申請を行った。第47次隊では、次の試作品として下衣のサロペットの製作をすることになった。



図7 南極で着装の開発ウェア

Fig. 7. The development uniform was worn in the South Pole.



図8 サロペット

Fig. 8. Overall

9. 下衣・サロペットの製作

被服材料は、図8のように上衣と同じ繊維材料と色彩を使用し、靴を履くために裾の脇に長めにファスナーをつけ、膝部分は、ダーツを多くとった。既存のウェアは、ズボン形式のため、「座る、曲げる」という動作時に、背面が開き背中が冷えるという欠点があった。それを補うため、開発ウェアでは、下衣は、サロペットにした。

ウエストから胸下まで立ち上げ、脇を曲線にし、鎖骨下までサロペットの前面を上げた。背面と腰部には、蒸散拡散性の高い中綿を入れることで、保温性と作業時の汗の問題を解決した。肩ひもは、伸縮性の高いゴム製にし、全体に「ゆとり量」を多くとった。このサロペットは、第47次隊員からの評価が高く意匠登録申請を2007年11月に行った。

10. 結 言

1. 南極装備ウェアは、スポーツウェアと違い、極地の動作を考慮したオリジナルな設計が必要であった。
2. 運動量は、ウィンタースポーツに比べて少ないが動作の種類は多く、「ゆとり量」が必要であった。
3. 「座る・しゃがむ」動作も多いことから身幅を広くし、ジャケット丈を長くした。
4. 特に胴体部分は、「ゆとり量」を通常の3倍に設計した。
5. 「ゆとり量」が多いと、身体からウェアが離れてかさばり、もたつき感があり、動き難い。また、人体とウェアの間が多いと保温性も落ちる。このような問題点を筒状の構成にすることで解決した。
6. 胴体部分を円筒形に設計し、手を動かしても胴体に影響が少ない被服構成にした。
7. 着用時間が長いことから身体に負担がかからないよう軽量を目指し、超軽量繊維や部材（ファスナー・スナップ）など軽量化を図った。その結果、既存のウェアの総量は、3500 gであったが、開発ウェアは860 gになった。
8. 機能的繊維を使用し防水・透湿・帯電防止・保温性を高めた。
9. スタイルを細く長く見せる色彩効果、視覚効果を用いた。
10. デザインコンセプトは「研究者らしい装い」とし、観察者（一般の人々）へ観測隊の役割をアピールした。
12. 着装試験を低温室（-20℃）と極地にて実施し、機能性を確認した。
13. 南極装備ウェアは、意匠登録申請したことで、産学協同事業の成果になった。

以上のように、南極観測隊の作業性と安全性を高めるために考案した南極装備ウェアは、軽量で保温性も高く、作業時の蒸気を汗となる前に中綿が吸収し拡散蒸発させ、蒸れずに着心地がよく、機能性に優れているとの高い評価を隊員から受けた。

また、ウェアのデザイナーおよびプロデューサーとしてTIは、「南極観測隊員は、研究者

と研究を支えるスタッフ」ということを観察者に明らかにすることをコンセプトに「機能性に優れた、知的でスタイルをよくみせる」ウェアの製作を求めた。この南極装備ウェアの開発により、南極観測隊員が自身で購入したウェアでなく、開発ウェアを「南極観測隊の制服」として着装することで、観察者に与えるイメージが統一され、着装者（観測隊員）の仕事は、「研究と研究を支えるスタッフ」ということが明白になることを願う。

被服学の研究が南極観測事業のイメージアップの一助になることを願い、共同研究者として今後、さらに南極観測隊の安全性と作業性の向上のために、装備の研究開発（伊豆原、2005）に努力したい。

謝 辞

一般共同研究でご指導賜りました日本大学名誉教授・平山善吉先生には、深く感謝申し上げます。また、南極地域観測隊の装備衣料の検討会開催を主催され、ご指導頂きました渡邊興亜名誉教授（国立極地研究所・元所長（2003））には、心から厚く御礼申し上げます。国立極地研究所・極地設営室長・石沢賢二氏、広報室の佐野雅史氏のご助言に感謝申し上げます。製作に関してご尽力頂きました(株)帝国繊維の前田昭夫氏、桑原秀孝氏、東和商事(株)島本孝比古氏の諸氏と、お忙しい中アンケート調査や着装試験などご協力頂いた隊員の方々、ならびに国立極地研究所・菊池雅行助教に深く御礼申し上げます。ありがとうございました。

文 献

- 伊豆原月絵（2005）：極地調査に適した南極地域観測隊ウェアの製作。第2回南極設営シンポジウム—極地でのエネルギー利用と環境保全、建築・土木、整備—論文報告集、国立極地研究所、東京、161-166。
- 山崎勝男・藤澤 清・柿木昇治（1998）：新生理心理学3巻—新しい生理心理学の展望—。京都、北大路書房、306 p。