

ポリプロピレン製装具の寒冷地での安全使用に必要な
材料物性に関する基礎的研究

村原伸・見山克己・堀内寿晃・野坂利也(北海道科学大学)
清水繁(日本大学) 及川欧・大田哲生(旭川医科大学)

発表内容

1. 背景
2. 目的
3. 研究意義
4. 研究チームの特長
5. 研究計画の紹介及び予備実験の進捗状況
6. まとめ

1. 背景

脳卒中片麻痺患者等のリハビリテーション及び日常生活を支援する医療器具として、繰り返し曲げに強いポリプロピレン製短下肢装具が処方されることが多い。ところが、この装具の製作において、材料のポリプロピレンの規格及び製作条件には特に規定が無く、装具の品質管理は各義肢装具製作施設に委ねられている。



一般社団法人日本義肢協会
パンフレットより

南極観測隊の越冬隊員(医療担当)として参加した共同研究者は、低温環境での人体への負担の大幅な増加や、高分子化合物の諸物性の変化を体験した。

これらの体験が、医師として、寒冷地を生活・活動圏とする患者に医療器具であるところの装具を処方するにあたり、装具材料のポリプロピレンの限界性能を把握し、安全性の知見を整備する研究の必要性を認識させるきっかけとなった。医師の処方を受けて、装具を製作する義肢装具士も、品質管理の一環として、装具材料の安全性の知見をもつ必要がある。

温度(°C)

ガラス転位温度(Tg)

ポリプロピレンTg
= -20~0°C

ポリプロピレン非晶部の分子運動 可能
外力に対して材料がたわみやすい

ポリプロピレン非晶部の分子運動 停止
外力に対して材料がたわみにくい
外力による破損のリスクあり

寒冷地の気温範囲

寒冷地の気温は、ポリプロピレンのガラス転位温度を下回ることがある。

装具ができるまで
(プラスチック短下肢装具の場合)



1. 足底トレース

一般社団法人日本義肢協会パンフレットより



2. ギブス採型

一般社団法人日本義肢協会パンフレット⁶より



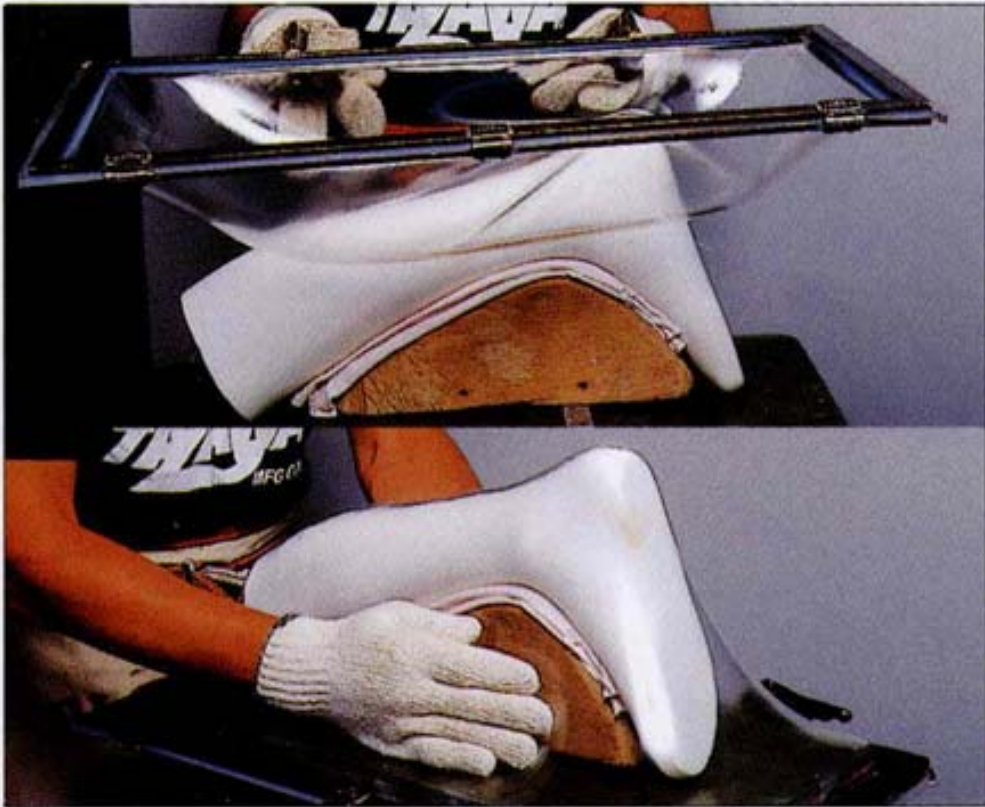
3. 陰性ギブスモデル製作

一般社団法人日本義肢協会パンフレット⁷より



4. 陰性モデル(左)と修正後の陽性モデル(右)

一般社団法人日本義肢協会パンフレットより⁸



5. プラスチック真空成型

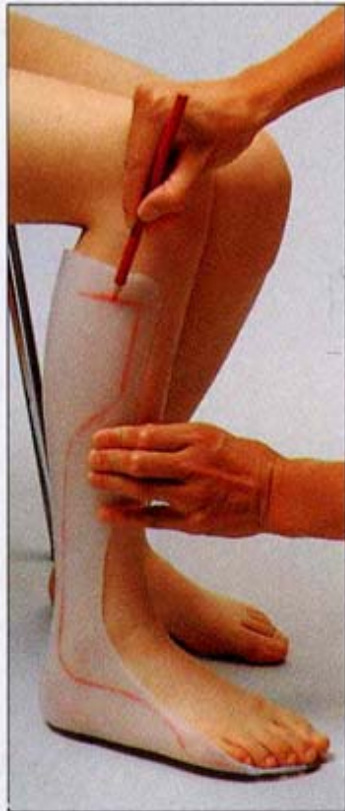
一般社団法人日本義肢協会パンフレットより⁹



6. カッティング



7. 陽性モデル(右)と成型品(左)



8. 仮合せ



9. 完成

一般社団法人日本義肢協会パンフレット¹²より

2. 目的

寒冷地を生活・活動圏とする装具使用者の安全確保及び生活・活動範囲拡大のために、主材料である高分子化合物(ポリプロピレン)の機械的性質を、低温曝露及び装具製作条件の観点から検討し、装具材料としての安全性の知見を整備する。

3. 研究意義

過酷な生活・活動圏である寒冷地での装具使用を見据え、材料の安全性の知見を整備することは、医師の装具処方判断・指示に生かされ、患者利益につながる。

行政より示されている更生用装具の耐用年数は全国一律であるが、本研究によって得られた知見を発信することにより、生活・活動圏に応じた耐用年数の調整の提案等、装具の安全性向上に貢献することができる。

安全性向上 患者利益

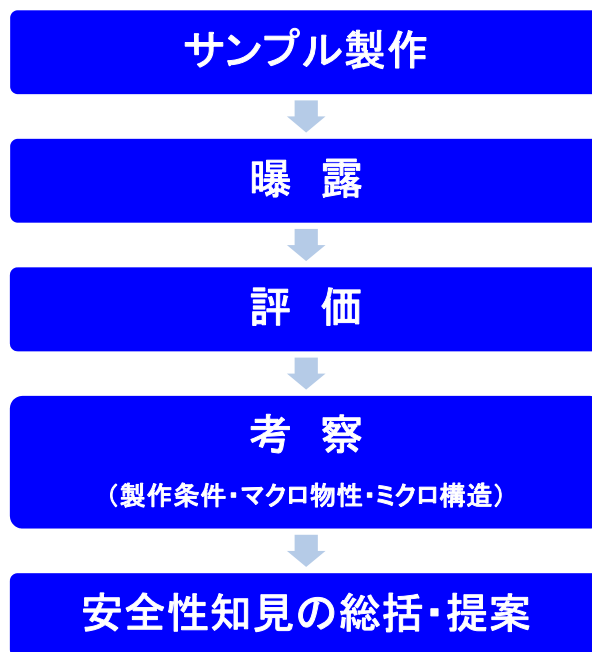
4. 研究チームの特長

本研究は、南極観測隊での越冬経験を有する医師、寒冷地における生活を熟知した義肢装具士、高分子材料の専門家、機械材料の専門家が分野を超えて連携し、患者利益を目指し、寒冷地での装具使用を見据え、装具材料の安全性の知見の整備に取り組んでいることに最大の特長がある。

医工連携

5. 研究計画の紹介及び予備実験の進捗状況

研究計画



5.1 サンプルの製作

- ・ポリプロピレン シート材(厚さ4mm 装具製作の汎用流通品)
- ・引張強度試験片形状に加工(形状: JIS K 7139 タイプA1)

今後の追加条件

(1) 成形方法

加 熱(対流式(熱風)、輻射式(赤外線))

冷 却

時 間

} 結晶構造の制御

(2) 主材料

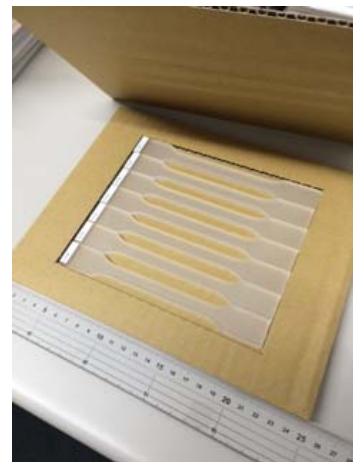
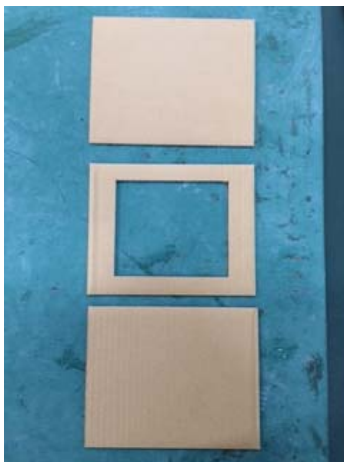
分子量、分子構造(ブロックコポリマー等)

(3) 添加剤

可塑剤、紫外線防止剤等

5.2 曝露方法

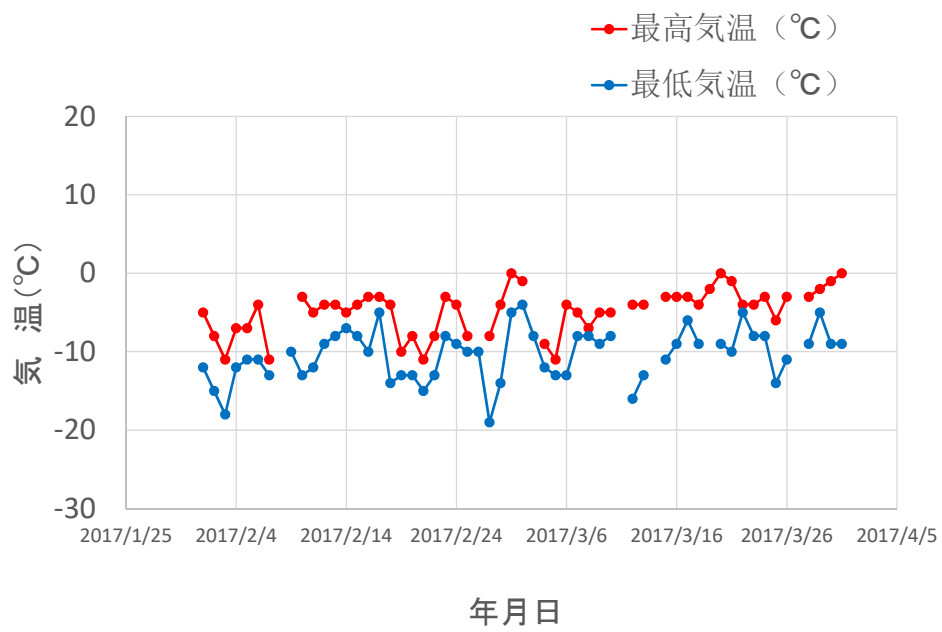
大雪山系旭岳周辺にて、東川町の協力を得て曝露試験を実施中
(旭岳ビジターセンター: 標高1,100m)



段ボールのなかにサンプルを挟み、
周囲をガムテープで密閉



旭岳ビジターセンター外観 曝露の様子(段ボールの設置状況)

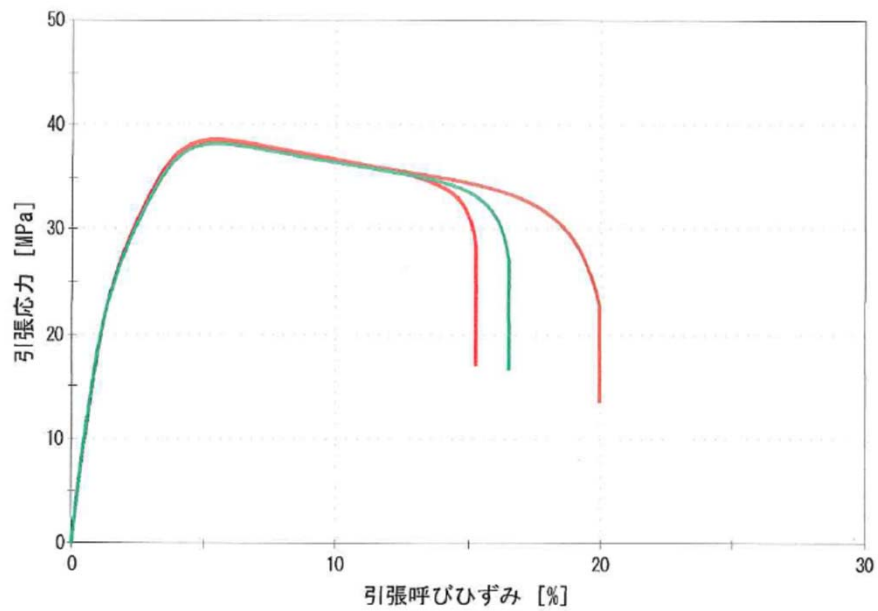


旭岳ビジターセンター外気温(2017年2~3月)

データ提供: 東川町

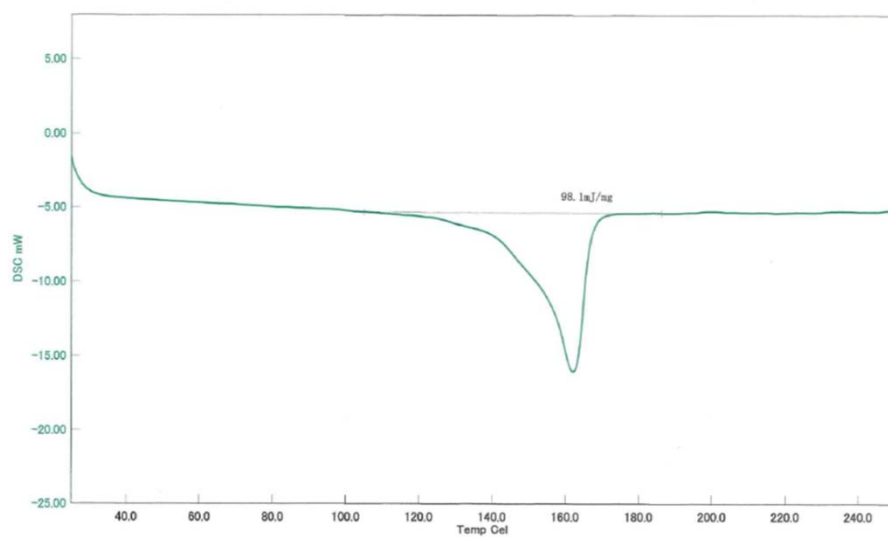
5.3 評価方法

(1) 引張強度測定 (JIS K 7161-2 準拠)



測定例: ポリプロピレン (未曝露)

(2) 示差走査熱量(DSC)測定



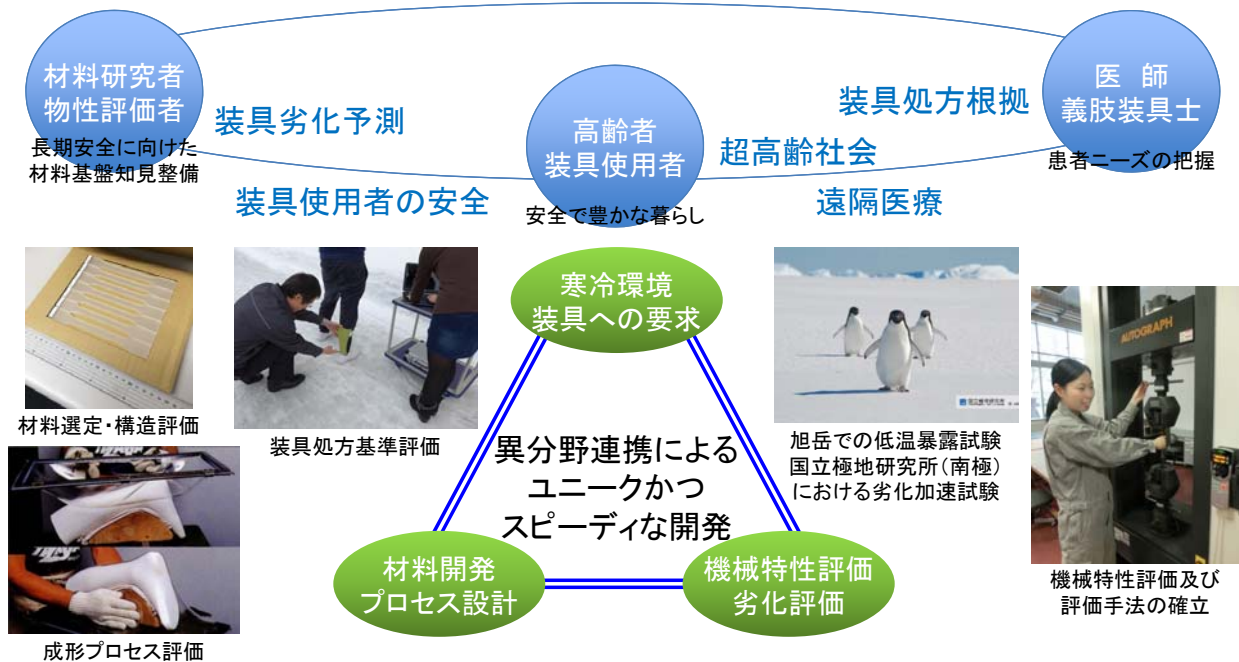
測定例:ポリプロピレン(未曝露)

示差走査熱量: 結晶構造の融解 等

X線小角散乱: 結晶の形・大きさ 等

6. まとめ

医工連携による寒冷地の装具使用者の長期安全確保と生活・活動範囲の拡大



寒冷地生活をサポートする装具の安全性・耐久性向上