

障がい者の冬期外出の方策に関する研究開発業務 報告書

令和8年（2026年）3月27日

代表研究者名 鈴木 英樹

代表研究者所属 北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科

第1章 はじめに

- 1-1 身体障がい者を取り巻く現状
 - (1) 身体障がい者の規模と内訳
 - (2) 障がい者における移動の困難性
 - (3) 下肢装具・靴型装具の果たす役割
- 1-2 積雪・凍結路面が移動に及ぼす影響
 - (1) 北海道における冬季路面環境の特性
 - (2) 積雪・凍結路面における転倒リスクの増大
 - (3) 冬季における外出・社会参加への影響
 - (4) 補装具に求められる冬季対応の重要性

第2章 下肢装具・靴型装具における冬用靴底の現状および課題

- 2-1 冬用靴底をめぐる現状と制度的制約
 - (1) 市販冬用靴底と補装具用靴底の現状の違い
 - (2) 補装具製作現場における実態
 - (3) 補装具費支給制度における基準単価の制約
- 2-2 冬用靴底の供給体制と継続性の課題
 - (1) 製造・供給体制の現状
 - (2) 供給継続性に関する懸念
- 2-3 代替素材検討の必要性
 - (1) 性能・制度・供給の観点からの整理
 - (2) 代替素材検討の位置づけ

第3章 代替素材を用いた冬用靴底の検討と実証確認

- 3-1 代替素材の提案
 - (1) 補装具製作現場で使用されている冬用靴底の現状
 - (2) 発泡ゴム素材の概要
 - (3) 発泡ゴム素材の特性および利点
 - (4) 発泡ゴム素材の既存流通実績
 - (5) 費用および補装具費支給制度における基準額との関係
- 3-2 代替素材を用いた靴底の実証確認
- 3-3 実証確認の結果
 - (1) 静止摩擦係数の測定結果
 - (2) 歩行状況の評価結果
 - (3) 歩行状況評価時における主観的評価結果
 - (4) 実証確認の小まとめ

第4章 考 察

- 4-1 発泡ゴム素材の有効性に関する検討
- 4-2 既存靴底との比較および実用化に向けた意義
- 4-3 制度および供給体制の観点からの検討
- 4-4 今後の技術的検討課題
- 4-5 今後の検討体制のあり方
- 4-6 本研究の位置づけ

第5章 今後に向けた提言

- 5-1 本調査結果を踏まえた実装の可能性
- 5-2 実装に向けた留意点と今後の課題
- 5-3 冬季移動支援に関する検討体制の構築
- 5-4 まとめ

補 章

- 1 引用および参考文献
- 2 調査研究体制
- 3 本調査研究に係る経費内訳（概算）について
- 4 参考 上半期進捗状況報告書

第1章 はじめに

1-1 身体障がい者*を取り巻く現状

(1) 身体障がい者の規模と内訳

我が国における身体障がい者は、身体障害者手帳の交付を受けることにより、各種福祉制度や支援サービスの対象となっている。札幌市においても、身体障害者手帳の新規交付者数（令和6年度）は総計5,340件（者；5,250件、児：90件）に上り、その内訳として肢体不自由者（1-3級）は1,339件を占めている（札幌市障がい福祉課報告）。

肢体不自由者の中には、下肢の機能障害を有し、日常生活における移動手段として下肢装具や靴型装具を必要とする者が一定数存在している。札幌市における下肢装具および靴型装具の新規交付件数（令和6年度）は2,073件（者：878件、児：1,195件）で、新規の更生用装具交付件数の53.2%を占めている。また、更生用装具の修理件数でみると、総計1,973件のうち、下肢装具や靴型装具は431件と（21.9%）となっており、これらの補装具は対象者の日常生活や社会参加を支える重要な役割を果たしている。

※ 本報告書においては法律並びに施設等の固有名詞以外においては「障害者」ではなく「障がい者」という言葉を使用する。

(2) 障がい者における移動の困難性

身体障がい者、特に肢体不自由者（児）にとって、移動は「生活の質（QOL；Quality of Life）」や「社会参加」に直結する重要な要素である。一方で、下肢機能の制約により、健常者と比較して移動に時間や労力を要する場合が多く、転倒や疲労への不安を抱えながら生活している実態が指摘されている。

こうした移動の困難性は、通勤・通学や通院、買い物といった日常的な外出機会を制限し、結果として社会的孤立や活動量の低下につながる可能性がある。そのため、肢体不自由者（児）が安全かつ安心して移動できる環境整備は、福祉施策上の重要な課題の一つである。

(3) 下肢装具・靴型装具の果たす役割

下肢装具や靴型装具は、下肢機能の補完や歩行の安定性向上を目的として使用される補装具であり、使用者の身体特性や生活環境に応じて個別に製作される。これらの補装具は、単に身体機能を補うだけでなく、移動に対する不安の軽減や外出機会の確保を通じて、生活の自立性を支える基盤となっている。

とりわけ、日常的に屋外歩行を伴う生活においては、装具の性能や使用環境への適応性が、使用者の安全性や行動範囲に大きな影響を及ぼす。

1-2 積雪・凍結路面が移動に及ぼす影響

(1) 北海道における冬季路面環境の特性

北海道、とりわけ札幌市においては、冬季間に積雪および凍結路面が長期にわたり発生す

るという地域特性を有している。降雪後の圧雪や融解・再凍結により、歩行路面は滑りやすく、不均一な状態となることが多い。積雪凍結路面での転倒やそれに伴う救急搬送者数は年々増加傾向にあり、2025-2026年冬シーズン（2025年12月～2026年2月）では統計開始以来、初めて2,000人を超えている¹⁾。

このような冬季の路面環境は、健常者にとっても転倒リスクを高める要因となるが、下肢機能に制約を有する肢体不自由者（児）にとっては、日常的な移動を著しく困難にする要因となり得る。

(2) 積雪・凍結路面における転倒リスクの増大

積雪や凍結した路面では、靴底の滑走やバランス喪失による転倒が発生しやすく、冬季には転倒事故や外傷が増加することが報告されている²⁾。既存の調査においても、高齢者や障害者における冬季の転倒リスクの増大が指摘されており、積雪・凍結路面は移動の安全性を大きく左右する環境要因である。

特に、下肢装具や靴型装具を使用する者にとっては、路面との接触部である靴底の性能が、歩行の安定性や転倒リスクに直接影響を及ぼす。

(3) 冬季における外出・社会参加への影響

冬季の滑りやすい路面環境は、転倒への不安を助長し、肢体不自由者の外出機会を減少させる要因となる。札幌市が令和6年に実施した報告書³⁾においても、夏期間に比べて冬期間^{※※}の外出頻度が減少すると回答したものは60%以上を占めていた。外出頻度の低下は、通院や買い物といった日常生活動作のみならず、就労や地域活動への参加機会にも影響を及ぼす可能性がある。

このような冬季特有の移動制約は、身体機能の問題に加えて環境要因が重なることで生じるものであり、地域特性を踏まえた支援の在り方が求められている⁴⁾。

※※ 本報告書においては冬季-夏季という言葉を用いているが、札幌市の報告書においては冬期-夏期という言葉を用いているため、ここでは冬期という言葉を使用した。

(4) 補装具に求められる冬季対応の重要性

以上のことから、北海道のような積雪寒冷地域においては、肢体不自由者の移動を支える補装具が、冬季の路面環境に適切に対応できることが重要である。とりわけ、下肢装具や靴型装具に使用される靴底は、冬季の歩行安全性を左右する重要な要素の一つである。

この視点から、次章では、下肢装具や靴型装具における冬用靴底の現状および課題について整理する。

第2章 下肢装具・靴型装具における冬用靴底の現状および課題

2-1 冬用靴底をめぐる現状と制度的制約

(1) 市販冬用靴底と補装具用靴底の現状の違い

近年、市販の冬用靴底については、素材や構造の改良が進み、軽量化や滑りにくさの向上を目的とした多様な製品が開発・販売されている。一般消費者向けの市場においては、使用場面や価格帯に応じて多様な選択肢が存在している状況にある。

一方で、下肢装具や靴型装具に用いられる冬用靴底の供給については、使用可能な製品の種類が限定されており、市販製品のように多様な素材や構造から自由に選択できる状況にはない。

(2) 補装具製作現場における実態

補装具製作者への聞き取りによると、靴型装具や下肢装具用靴底については、これまで使用実績のある従来型製品を継続的に使用せざるを得ない状況が多いことが示されている。新たな素材や製品については、性能面で一定の可能性があったとしても、装具への適用実績が乏しい場合には導入に慎重にならざるを得ないとの意見が多く聞かれた。

また、補装具は使用者一人ひとりの身体特性や生活環境に応じて個別に製作されることから、材料選択においても安全性や信頼性が特に重視される傾向にある。

(3) 補装具費支給制度における基準単価の制約

下肢装具や靴型装具を含む補装具費支給には、公的制度に基づき基準単価が設定されている。このため、材料費や加工費が基準単価を超過する場合には、性能面で優れた素材であっても導入が困難となる。

こうした制度的制約は、補装具製作者および使用者双方にとって重要な前提条件であり、冬用靴底においても、性能のみならず費用面を含めた総合的な検討が求められている。

2-2 冬用靴底の供給体制と継続性の課題

(1) 製造・供給体制の現状

現在、補装具用の冬用靴底は、特定の製造者によって供給されている場合が多く、その製造形態は家内制手工業的な側面を有していることが少なくない。こうした製造体制は、長年にわたり補装具製作現場を支えてきた一方で、供給の安定性という点では課題を抱えている。

(2) 供給継続性に関する懸念

製造者の高齢化や後継者不足により、従来使用されてきた冬用靴底の製造終了や供給停止が懸念される状況も指摘されている。補装具は継続的な使用を前提とするものであることから、製品供給の不安定化は、使用者および補装具製作者双方にとって大きな課題となる。

このような状況は、個々の製造者の問題にとどまらず、補装具制度全体の持続可能性にも

影響を及ぼす可能性がある。

2-3 代替素材検討の必要性

(1) 性能・制度・供給の観点からの整理

前節までに示したように、靴型装具及び下肢装具用冬用靴底を取り巻く課題は、単に性能の問題にとどまらず、制度的制約および供給体制の継続性と密接に関連している。これらの要因を総合的に考慮した場合、従来品の継続使用のみを前提とすることには限界があると考えられる。

(2) 代替素材検討の位置づけ

以上を踏まえると、従来品と同等の性能を有しつつ、供給の安定性や制度との整合性が期待できる代替素材を検討することは、靴型装具や下肢装具を使用する障がい者の冬季移動を支える上で重要な視点である。

次章では、このような問題意識のもと、代替素材として発泡ゴム素材に着目し、その特性および補装具への適用可能性について検討を行う。

第3章 代替素材を用いた冬用靴底の検討と実証確認

3-1 代替素材の提案

(1) 補装具製作現場で使用されている冬用靴底の現状

本調査では、札幌市内の補装具製作者4社を対象として、靴型装具および下肢装具に使用されている冬用靴底の種類および使用状況について聞き取り調査を実施した。

その結果、現在使用されている冬用靴底としては、主に以下の5種類が挙げられた。

第一に、小型の金属ピンを埋め込んだソリッドゴムタイプ（内部に空洞構造を持たない一体型のゴム素材）の靴底である（図1）。このタイプは金属ピンが路面に食い込む構造を有しており、積雪・凍結路面において一定の防滑性能を有している。一方で、靴底の重量が増す傾向があることに加え、地下街や建物内など屋内環境を歩行する際にはピンによる接触音が生じるほか、床面を傷つける可能性があるといった課題が指摘された。

第二に、生ゴム様素材を用いたソリッドゴムタイプの靴底である（図2）。この素材は柔軟性が高く、路面への追従性に優れていることから一定の防滑性を有しているとされる。しかしながら、靴底重量が比較的大きくなる傾向があることに加え、ソリッドタイプであるため加工がやや行いづらい点が挙げられた。さらに製造業者の事情により今後安定した供給が困難となる可能性があるとの意見が補装具製作者から示された。

第三に、ガラス繊維滑り止め素材を混入した靴底である（図3）。このタイプは防滑性能に優れるとされているが、材料費が比較的高価であることから、補装具費支給制度における基準単価との関係から利用者に追加の自己負担を強いることになる場合があるとの指摘があった。

第四に、小粒状のセラミック防滑素材が練りこまれたソリッドゴムタイプの靴底である（図4）。この素材は路面との摩擦を高めることを目的として使用されているが、こちらについても加工のしづらさに加え、製造業者の事情により今後の流通が不安定となる可能性が指摘された。

第五に、ビブラムソール®（以下、ビブラムソールとする）である（図5）。ビブラムソールは登山靴等にも用いられる耐久性の高い靴底として知られ、防滑性能の面でも一定の評価がある。しかしながら、材料自体が比較的重く、また材料費が高価であることから、補装具費支給制度における基準単価との関係で使用が限定的となる場合があるとの意見が聞かれた。なお、本調査においてビブラムソールを取り扱っている補装具製作者は1社のみであった。

また、上記の5種類の靴底がすべての補装具製作者で取り扱われているわけではなく、各社が取り扱う靴底の種類は平均すると約3種類程度であった。すなわち、理論上複数の素材が存在しているものの、実際の補装具製作現場においては選択可能な素材の種類が限られている状況が示唆された。

以上のように、現在補装具製作現場で使用されている冬用靴底は、それぞれ一定の防滑性能を有しているものの、重量、屋内環境での使用性、費用、さらには供給の継続性といった点において課題が存在することが明らかとなった。特に、一部の素材については製造業者の事情により今後の流通が不安定となる可能性が指摘されており、従来使用されてきた靴底のみを前提とした供給体制には一定の限界があると考えられる。



図1 金属ピンが埋め込まれたソリッドゴムタイプ



図2 生ゴム様素材のソリッドゴムタイプ



図3 ガラス素材が混入されたソリッドゴムタイプ



図4 セラミック素材が混入されたソリッドゴムタイプ



図5 ビブラムソール

(2) 発泡ゴム素材の概要

前節で示したように、現在補装具製作現場で使用されている冬用靴底には、重量、屋内環境での使用性、費用、供給の継続性といった点において一定の課題が存在している。これらの課題を踏まえると、従来使用されてきた素材に加え、新たな素材の可能性について検討することが求められる。

本調査では、その候補の一つとして発泡ゴム素材に着目した。発泡ゴムとは、ゴム材料内

部に微細な気泡構造を形成させた素材であり、軽量性や柔軟性を有することから、靴底材料や緩衝材などとして幅広く利用されている材料である。発泡ゴムは、その内部に形成された気泡構造により、外部から力が加わった際に適度に変形する特性を有している。この特性は、歩行時に路面との接触面積を確保しやすいという特徴につながることから、滑りやすい路面環境において一定の防滑性を発揮する可能性がある。また、発泡ゴム素材は一般的な靴底材料として流通していることから、材料の入手性という観点においても比較的安定した供給が期待できる素材である。

以上の点から、発泡ゴム素材は、従来使用されてきた冬用靴底の代替素材として検討する価値を有する材料であると考えられる（図6）。

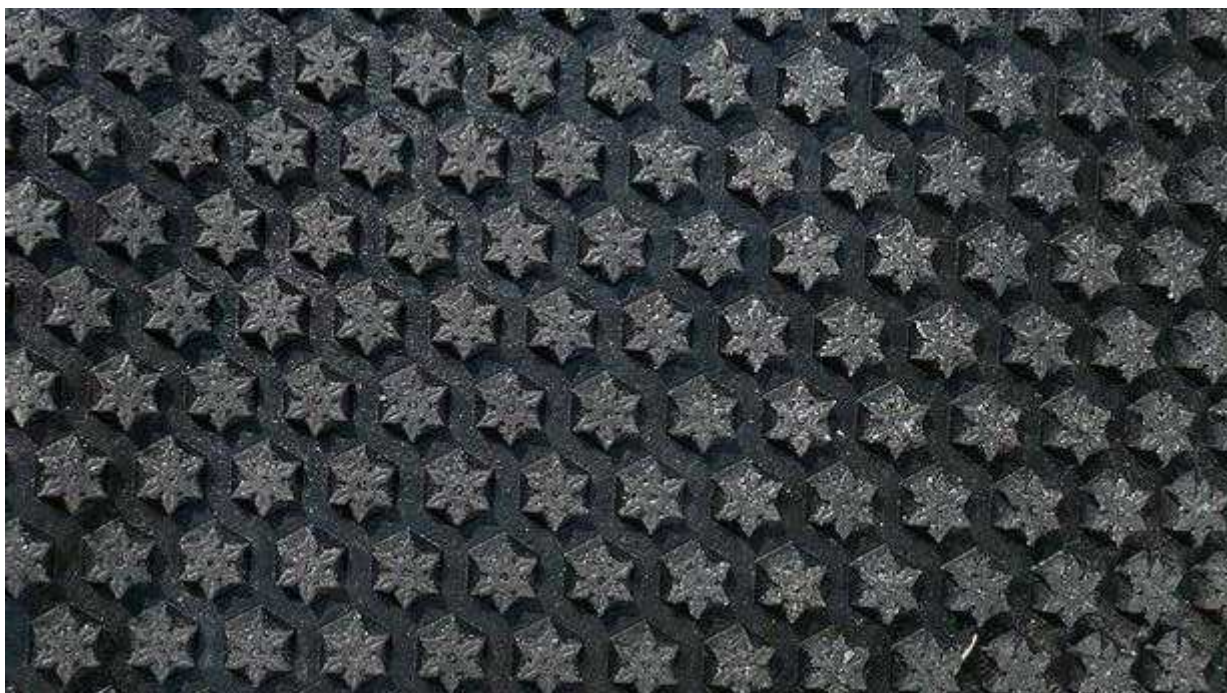


図6 今回使用した発泡ゴム素材の冬用靴底

(3) 発泡ゴム素材の特性および利点

発泡ゴム素材は、その材料特性から、補装具用冬用靴底としていくつかの利点を有する可能性がある。

第一に、軽量性である。発泡構造を有することから材料密度が比較的 low、ソリッドゴム素材などと比較して靴底重量を抑えることが可能である。靴型装具や下肢装具は長時間の装着を前提とするため、靴底の軽量化は使用者の身体的負担の軽減という観点からも重要な要素となる。

第二に、路面への追従性である。発泡ゴムは柔軟性を有するため、歩行時に路面形状に応じて素材が変形しやすく、路面との接触面積を確保しやすい。この特性は、積雪や凍結により不均一となった路面環境において歩行の安定性を高める可能性がある。

第三に、加工のしやすさである。発泡ゴム素材は切削や接着などの加工が比較的容易であり、個別製作を基本とする補装具においても適応しやすい材料であると考えられる。さらに、発泡ゴム素材は一般の靴修理分野などにおいて既に使用実績があることから、材料供給の面でも一定の安定性が期待できる。

以上の点から、発泡ゴム素材は、重量、路面追従性、供給の安定性といった観点において、補装具用冬用靴底の代替素材として有用性を有する可能性があると考えられる。

(4) 発泡ゴム素材の既存流通実績

発泡ゴム素材は、靴底材料として広く流通している素材であり、靴修理分野や一般靴製造分野において既に使用実績を有している。特に、靴修理業者においては、軽量性や加工のしやすさといった特性から、靴底交換や補修材料として日常的に取り扱われている素材の一つである。

また、発泡ゴム素材は複数の製造業者により製造・販売されており、靴底材料として一定の流通基盤が形成されている。このため、特定の製造業者に依存することなく材料を確保できる可能性があり、供給の安定性という観点においても一定の利点を有していると考えられる。さらに、補装具製作においては個別対応による加工が必要となるが、発泡ゴム素材は切削や接着といった加工が比較的容易であることから、既存の補装具製作工程においても導入可能な素材であると考えられる。

以上の点から、発泡ゴム素材は、材料の入手性および加工適応性の観点において、補装具用冬用靴底として実用化を検討する基盤を有する素材であると考えられる。

(5) 費用および補装具費支給制度における基準額との関係

補装具の支給は、障害者総合支援法に基づく補装具費支給制度により実施されており、各補装具には製作費の基準額が定められている。靴型装具等に使用される靴底材料についても、これらの基準額（令和8年3月現在；靴底装具修理基準本底交換上限片側8,700円）の範囲内で製作を行うことが求められる。

しかしながら、現在補装具製作現場で使用されている冬用靴底の中には、材料費が比較的高価であるものも存在しており、使用条件や加工内容によっては基準額の範囲内での製作が困難となる場合も指摘されている。

特に、防滑性能を重視した一部の靴底材料については材料費が高額となる傾向があり、補装具費の基準額との関係において使用が制限される可能性もある。

これに対し、発泡ゴム素材は一般靴分野等で広く使用されている素材であることから、比較的入手しやすく、材料費の面においても既存の補装具費基準額の範囲内での対応が可能であると考えられる。

以上のことから、発泡ゴム素材は、防滑性能の検討に加え、費用および制度的適合性の観点からも、補装具用冬用靴底の代替素材として検討する意義を有する材料であると考えられる。

3-2 代替素材を用いた靴底の実証確認

本研究では、提案する発泡ゴム素材を用いた靴底の有効性を確認するため、防滑性能および歩行時の動作への影響について実証確認を行った。検証は、靴底素材の物理的特性の確認に加え、実際の歩行状況および使用者の主観的評価を含め、多面的に評価することを目的として実施した。発泡ゴム素材を用いた冬用靴底のサンプル提出については、従前より靴底開発及び製造に携わっている再委託先の岡畑興産株式会社⁴⁾と打ち合わせを繰り返し行うとともに、サンプルについて補装具製作者に事前にヒアリングを行ったうえで決定した。

実証確認は、2026年1月～2月にかけて、札幌市中央区の野坂義肢製作所前の歩道（積雪凍結状態）において実施した。歩行評価の対象者は、日常生活において下肢装具を使用して歩行している者2名とした。対象者の概要は以下のとおりである。

【ケース1】

二分脊椎による両下肢機能障害を有する者（男性、20歳代、肢体不自由3級）で、障害レベルは上位腰椎である。日常生活においては屋内ではプラスチック短下肢装具を両側に装着し歩行補助具なしで自立歩行が可能であるが、屋外歩行時にはT字杖を使用している。屋外歩行時にはオーバーシューズを両側使用しており、靴底は小型の金属ピンが埋め込まれたソリッドゴムタイプの冬用靴底である（図7）。



図7 ケース1が使用している冬用靴底（オーバーシューズに貼付）

【ケース2】

脳性麻痺による両麻痺を有する者（男性、20歳代、肢体不自由3級）で、日常生活において屋内はプラスチック短下肢装具を両側に装着し歩行補助具なしで移動可能である。屋外歩行時には近距離移動の際には独歩で移動し、遠距離移動の際には行動援護サービスを利用する。屋外歩行時にはオーバーシューズを両側使用しており、靴底は生ゴム様素材を用いたソリッドゴムタイプの冬用靴底である（図8）。



図8 ケース2が使用している冬用靴底（オーバーシューズに貼付）

比較対象とした靴底は、本研究で提案する発泡ゴム素材を用いた靴底と、対象者が日常的に使用している既存の冬用靴底である。両者を比較することにより、素材の違いが防滑性および歩行に与える影響を検討した（図9及び10）。なお、本調査は北海道医療大学リハビリテーション科学研究科倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：25R280296）。



図9 今回試用した冬用靴底（ケース1のオーバーシューズに貼付）



図10 今回試用した冬用靴底を含めたオーバーシューズ概観（ケース1）

3-3 実証確認の結果

本研究では、提案する発泡ゴム素材を用いた靴底について、防滑性能および歩行時の動作への影響を確認するため、静止摩擦係数の測定および歩行時の主観および客観評価を実施した。その結果、発泡ゴム素材を用いた靴底は、既存の冬用靴底と比較して、防滑性能および歩行安定性の観点から一定の有効性が確認された。

以下に各評価項目の具体的な評価方法と結果を示す。

(1) 静止摩擦係数の測定結果

静止摩擦係数（以下、摩擦係数とする）の測定の結果、発泡ゴム素材を用いた靴底は、既存の冬用靴底素材と比較して同等またはそれ以上の数値を示した。

摩擦係数の測定は、ウィンターライフ推進協議会（すべり係数測定機器作成部会）製作による測定装置と、スマートフォンを用いて屋外環境下にて測定した。測定装置上に積雪凍結路面を再現した氷盤環境を整備し、氷盤上に対象となる装具とスマートフォンを配置させたのち、測定装置の傾斜角度を同一速度で可変させる。装具の滑りが生じた際の傾斜角度をスマートフォンから読み取り、その値をもとに摩擦係数（静止摩擦係数； $\mu = \tan \theta$ ）として算出した（図11）。なお、摩擦係数については、数字が大きくなるほど物体を滑らせるのに必要な水平力が、垂直抗力（重力）よりも大きいことを意味し、滑りにくいという状態を意味する。一般的には舗装路のドライ路面が $\mu = 0.8$ 前後、同ウエット路面が $0.6 \sim 0.4$ 、積雪路が $0.5 \sim 0.2$ 、氷結路が $0.2 \sim 0.1$ とされている（ダンロップHP⁵⁾より引用）。



図11 摩擦係数の測定イメージ（本図で使用している靴は対象ケース使用物品とは異なる）

測定は10回実施し、測定誤差を減ずるために中央値を採用した。測定は発泡ゴム素材を用いた靴底および比較対象とした既存靴底について可能な限り同一条件下となるよう留意しながら実施した。

その結果、ケース1のオーバーシューズでは、発泡ゴム靴底の摩擦係数は0.268であり、既存靴底（ピン付きのソリッドゴムタイプ）の摩擦係数0.231と比較してやや高い値が確認された。ケース2のオーバーシューズでは、発泡ゴム靴底の摩擦係数は0.467であり、既存靴底（生ゴム様素材のソリッドゴムタイプ）の摩擦係数0.543と比較してやや低い値であったが、摩擦係数としては高い値を示していた。

これらのことから、計測装置を用いた限定条件下ではあるものの、発泡ゴム素材が冬季路面において一定の防滑性能を有していることが示唆された。

(2) 歩行状況の評価結果

歩行評価は、一定距離の歩行路を設定し、対象者がそれぞれの靴底素材を貼付した状態で、歩行路を練習1回、本番5回を自由歩行する方法により実施した。それぞれの歩行における歩行時間、歩行速度および歩数を計測し平均値を求めることで、各靴底素材使用時の歩行特性を比較した。なお、歩行の様子を正面及び側面からスマートフォンで撮影録画した。測定日時について、ケース1は2026年1月 13日、ケース2については2026年2月下旬午前で、

歩道状態については両日とも積雪凍結路面（図12及び13）となっていた。



図12 測定日の歩行路の路面状況（ケース1）



図13 測定日の歩行路の路面状況（ケース2）

なお、歩行路イメージは図14のとおり。

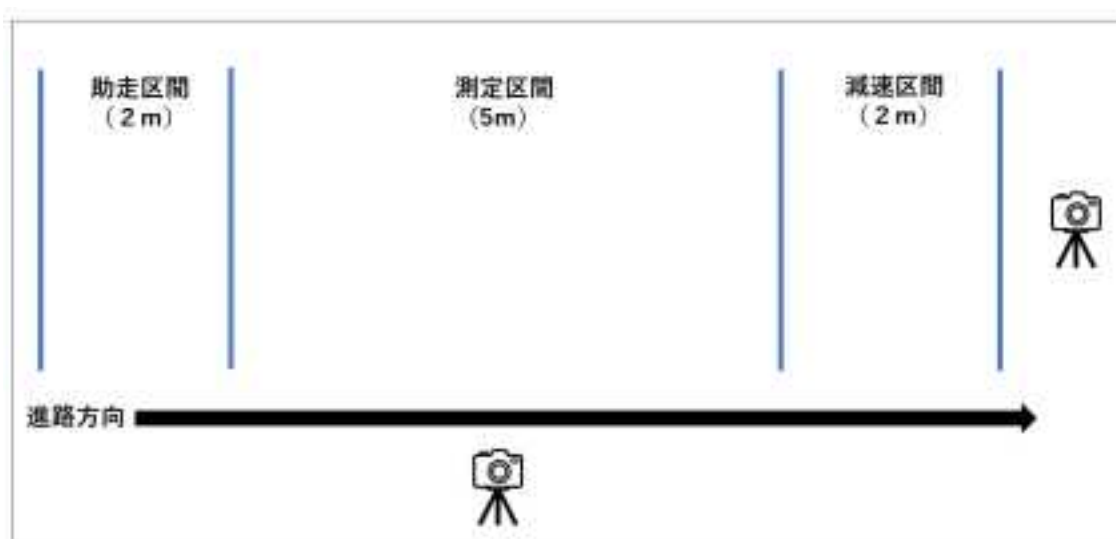


図14 歩行状況の評価（イメージ図）

測定結果について、今回提案する発泡ゴム素材を用いた靴底使用時において、ケース1およ

びケース2のいずれにおいても、歩行時間や歩行速度および歩数などの基本的な歩行指標について大きな差は認められず、積雪凍結路面環境下における日常的な移動に支障のない歩行状況が確認された（表1及び2）。

表1 歩行状況の評価（ケース1；数値は歩行5回の平均値）

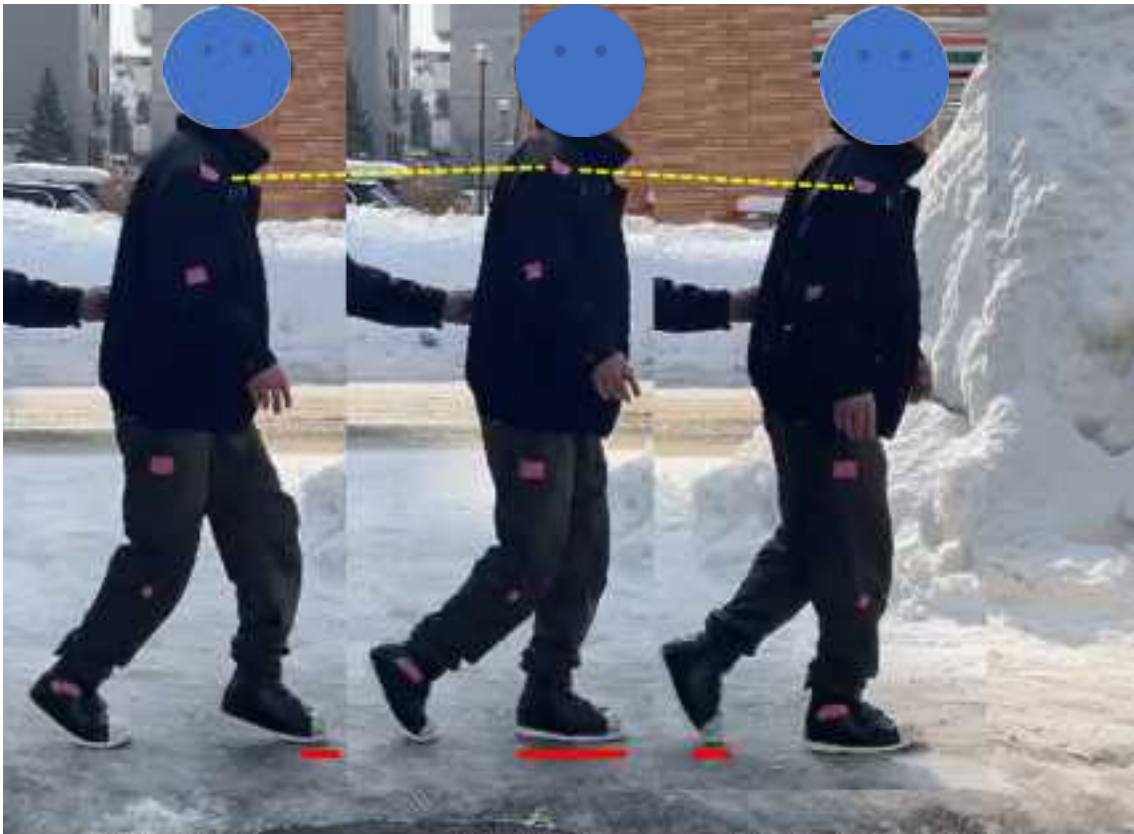
| | 歩数（歩） | 歩行時間（秒） | 歩行速度（m/秒） | 歩幅（cm） |
|--------|-------|---------|-----------|--------|
| 既存の靴底 | 10.0 | 5.71 | 0.88 | 50.0 |
| 提案した靴底 | 13.8 | 4.98 | 1.00 | 44.5 |

表2 歩行状況の評価（ケース2；数値は歩行5回の平均値）

| | 歩数（歩） | 歩行時間（秒） | 歩行速度（m/秒） | 歩幅（cm） |
|--------|-------|---------|-----------|--------|
| 既存の靴底 | 10.5 | 5.51 | 0.91 | 47.7 |
| 提案した靴底 | 12.5 | 4.67 | 1.07 | 47.5 |

歩行評価においては、歩行時間、歩行速度および歩数の計測と併せて、歩行中の体幹部の動き（垂直方向の動揺）についても評価を行った。肩（肩峰部）及び肘（肘頭部）等にマーカーを貼り付け、矢状面（側面）からスマートフォンで撮影を実施した（図15）。アプリ処理した高さの推移曲線から各歩行周期（図16）における最高到達地点と最低到達地点の差異を把握した。なお、曲線において判別が不鮮明なものは解析から除外した。それぞれの対象者について、靴底の種類の違いによる比較検討を行った。

その結果、重心推移についてケース1では従来の靴底で 8.2 ± 1.7 cm、今回試行した靴底では 8.8 ± 2.2 cm、ケース2については従来の靴底で 3.6 ± 0.7 cm、今回試行した靴底では 3.2 ± 1.2 cmと、両ケースにおいて従来の靴と今回試行した靴底との間に有意差は認められず、これらのことから体幹の重心推移においても今回試行した靴底については既存の靴底と同程度での歩行状況であることが確認された。



足部接地開始

全足部接地

足部接地終了（離地）

図15 歩行時の垂直方向の体幹上下動の評価（ケース2：左足立脚相に着目した場合）
注）赤線部は荷重部位を示し、黄色点線は体幹上下動把握のための基準点（肩峰部）の軌跡を示す。

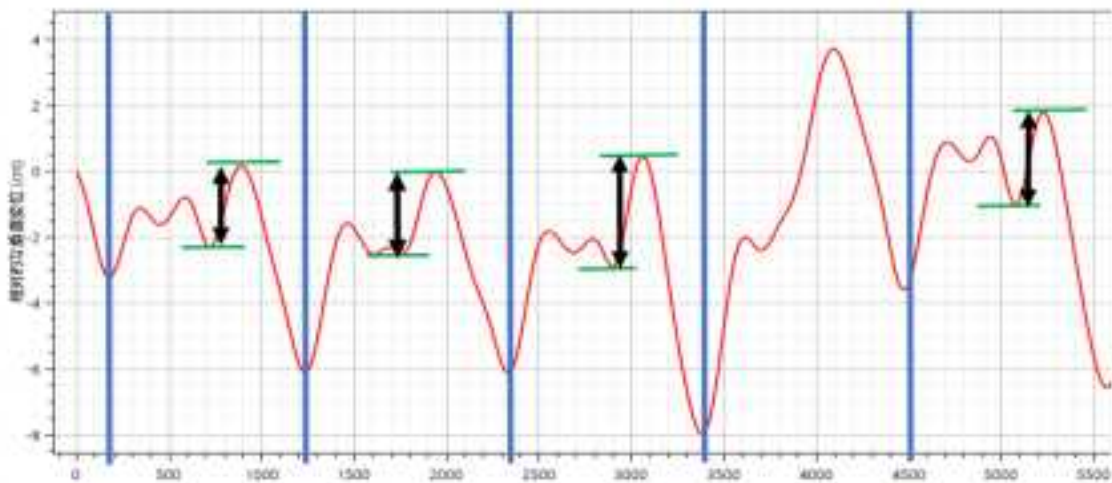


図16 歩行時の垂直方向の体幹上下動の評価

注）それぞれの歩行周期での立脚相（体重が加わっている時期）にて、最大値と最低値の絶対値（2本の緑線の目盛）を確認する。

(3) 歩行状況評価時における主観的評価結果

【ケース1】

- ・いつも雪が降る前に靴底を交換している。
- ・今冬シーズンは2回転倒している。
- ・今回試用した靴底は従来の靴底に比べ、踵（かかと）部分が接地する際の「滑りの不安感」が無くなっていた。
- ・従来の靴底よりも軽く感じた。
- ・歩いていて楽だった（軽かった）のは「試用した靴底」。長距離歩くならこちらを選ぶ。

また、立っている際に、試用した靴底の方が従来の靴底より柔らかく感じる（ブヨブヨした感じ）。

【ケース2】

- ・従来の靴底では、（氷の形状にも依るが）横滑りが怖い。
- ・冬道では夏とは歩き方が変わる（足を上げようと意識する）。尖足なので前足部接地となるのが怖い。
- ・試用した靴底では、床面を掴む感じ（グリップ感）がある。
- ・横滑りがないように感じる。ただし、もっと路面がスケートリンクのようにツルツルな状態の際にはどうなるか分からない。

(4) 実証確認の小まとめ

以上の結果から、発泡ゴム素材を用いた靴底は、防滑性能および歩行時の安定性（身体動揺）の観点において、既存の冬用靴底と同等の性能を有する可能性が示された。また、歩行時の主観評価においても一定の安心感が得られていることから、靴型装具や下肢装具における冬用靴底の代替素材として実用化を検討する価値がある素材であると考えられる。

第4章 考察

4-1 発泡ゴム素材の有効性に関する検討

本実証確認の結果、発泡ゴム素材を用いた靴底は、摩擦係数において既存の冬用靴底と同程度の値を示し、防滑性能の面で遜色のない性能を有することが確認された。また、歩行時間や歩行速度等の歩行評価においても大きな差は認められず、歩行能力への影響は少ないことが示された。さらに、主観評価においては「滑りにくさ」や「安心感」、さらには「靴そのものが軽い」といった点で既存冬用靴底よりも良好な評価が得られた。

これらの結果から、発泡ゴム素材は、防滑性能および歩行安定性を確保しつつ、使用者の安心感の向上にも寄与する可能性がある素材であると考えられる。

なお、本検証は少数例によるものであり、統計学的有意差の検討には至っていない点には留意が必要である。

4-2 既存冬用靴底との比較および実用化に向けた意義

現在補装具製作現場で使用されている冬用靴底は、それぞれ一定の防滑性能を有している一方で、重量、屋内での使用性、費用、供給の継続性といった課題を有している。

これに対し、発泡ゴム素材は、既存靴底と同等の防滑性能を維持しつつ、軽量性や加工性に優れるとともに、主観的な使用感においても良好な評価が得られている点が特徴である。特に、使用者の安心感の向上という観点からは、冬季における外出機会の確保や活動量の維持にも関係する重要な要素であり、単なる材料特性にとどまらない意義を有していると考えられる。

4-3 制度および供給体制の観点からの検討

補装具の完成用部品として実用化を図るにあたっては、材料特性に加え、制度および供給体制との適合が重要となる。

本検討においては、発泡ゴム素材が補装具費支給制度における基準額の範囲内で対応可能であると考えられる点が一つの利点として挙げられる。

一方で、補装具製作事業者への聞き取りからは、材料の安定供給にあたっては一定のロット確保が必要となる可能性が示唆されており、需要規模や発注方法によっては価格や供給の安定性に影響を及ぼす可能性がある（札幌市内某業者への聞き取りでは、年間20シート；児童用靴底だと1シート辺り4足分、成人用靴底だと1シート辺り3足分の制作が可能とのこと）。

このため、実用化に向けては、単に素材を提示するだけでなく、製作事業者を含めた供給体制のあり方についても併せて検討する必要がある。

4-4 今後の技術的検討課題

本研究では発泡ゴム素材に着目した検討を行い、一定の有効性が示されたが、雪道における歩行の安全性および快適性のさらなる向上という観点からは、他の素材を含めた検討の可能性も考えられる。

例えば、氷上競技等で使用されている靴底素材（図18）など、積雪凍結路面に特化した材料に関する知見も存在しており、これらの応用については今後の検討課題の一つである。



図18 氷上競技で用いられる靴と靴裏素材（著者所蔵）

タッキーソールと呼ばれる防滑性の高いソール素材が使用されている。

また、本検証は歩行可能な補装具使用者を対象として実施したものであるが、事前調査においては車いす利用者の移動に関する課題も一部指摘されている。

冬季における身体障がい者の移動支援という観点では、歩行者に限らず、車いすや歩行器・歩行車、杖など、多様な移動手段を対象とした検討も必要である。

4-5 今後の検討体制のあり方

本研究により、冬季における補装具用靴底の改良に関する一定の方向性が示されたが、これらの課題は単一の研究や事業で完結するものではなく、継続的な検討が必要である。

特に、材料選定、補装具制度、製作事業者、利用者ニーズといった複数の要素が関係することから、関係機関や組織が連携し、中長期的な視点で検討を行う体制の必要性が示唆された。また、冬季における移動支援については、補装具の改良にとどまらず、生活環境や支援体制を含めた包括的な視点からの検討が求められる。

参考として、著者が札幌市職員時代に実施した海外派遣研修においては、フィンランドにおける高齢者・障がい者の冬季外出支援の取組として、行政、専門職、地域が連携した支援体制が構築されていることを報告している⁷⁾（図19～図22）。

フィンランド国立研究開発基金(SITRA)概要

フィンランド議会に属し、公的ベンチャー資金基金として、その基金と投資収益からハイテク分野の企業家へ直接的に初期投資を行う一方、民間のベンチャーキャピタル会社へも投資を行っている。

投資実績(1999年)～98社に7,100万ユーロを投資
内訳～医薬関連30社(総額の42%)、IT関連16社(同17%)、バイオ関連11社(6%)の順となっている。

図19 フィンランドにおける高齢者・障がい者の外出支援のための一つの取り組み①
札幌市職員海外研修報告書(2004年度)より抜粋

SITRAにおけるバリアフリープロジェクト

投資期間 1997.6～2000.12
投資実績 年間最大5,000,000US\$
投資理由 高齢者や障がい者に生ずる問題が将来的な世界経済へ大きな影響を及ぼす可能性があるため
同分野への投資がフィンランド経済に有益であると判断

プロジェクトの具体的目標

高齢者や身体障がい者をターゲットとして、そこに発生する諸問題軽減と新しい製品やサービス創出のために資金や知識を提供すること

投資対象 ハイテク企業および関連サービスの投資割合が多いが、非ハイテク企業もあり

図20 フィンランドにおける高齢者・障がい者の外出支援のための一つの取り組み②
札幌市職員海外研修報告書(2004年度)より抜粋

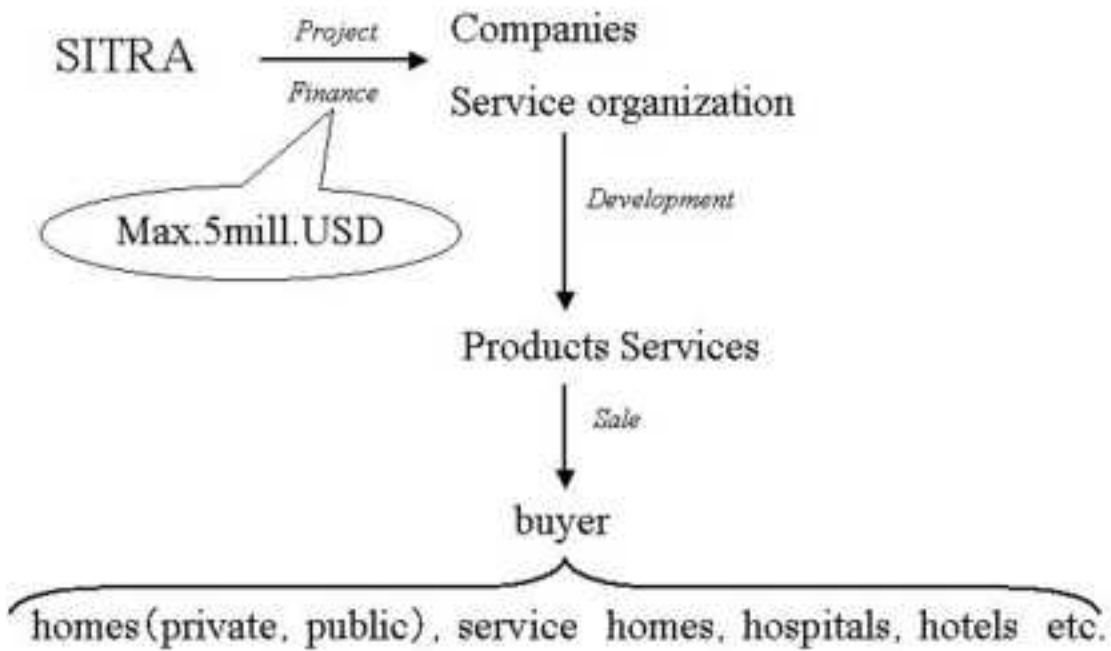


図21 フィンランドにおける高齢者・障がい者の外出支援のための一つの取り組み③
札幌市職員海外研修報告書（2004年度）より抜粋



図22 フィンランドにおける高齢者・障がい者の外出支援のための一つの取り組み④
札幌市職員海外研修報告書（2004年度）より抜粋

これらの事例は、冬季環境に対応した移動支援の在り方を検討する上で参考となるものであり、本市においても同様に多主体が連携した検討の必要性が示唆される。

4-6 本研究の位置づけ

本研究は、補装具製作現場の実態および利用者の歩行状況に基づき、冬季における移動の安全性向上に資する素材の検討を行ったものである。

本研究で得られた知見は、補装具用冬用靴底に関する新たな選択肢を提示するものであり、冬季環境に対応した生活支援の在り方を検討する上での基礎的資料として位置づけられる。

第5章 今後に向けた提言

本研究により、発泡ゴム素材を用いた靴底は、既存の冬用靴底と同等の防滑性能および歩行安定性を有し、さらに使用者の主観的な安心感の向上にも寄与する可能性が示された。また、補装具製作現場においては、冬用靴底の種類の特異性、供給の継続性、費用面といった課題が存在することが明らかとなった。

これらの結果を踏まえ、今後の対応として以下の点を提言する。

5-1 本調査結果を踏まえた実装の可能性

本研究で検討した発泡ゴム素材は、補装具費支給制度における基準額の範囲内での対応が可能であり、既存靴底の代替素材として実装可能性を有すると考えられる。

また、防滑性能および歩行安定性において既存素材と同等の性能を有し、主観的な安心感の向上が認められたことから、冬季における移動の安全性確保および外出機会の維持に寄与する可能性がある。

このため、補装具製作現場において試行的な導入を進め、実使用環境における適用性の確認を行うことが望まれる。

5-2 実装に向けた留意点と今後の課題

発泡ゴム素材の実装にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

第一に、耐久性や摩耗特性、交換時期に関する検証が十分ではないことから、継続使用を前提とした長期的な評価が必要である。

第二に、材料の供給にあたっては一定のロット確保が必要となる可能性があり、需要規模や発注方法によっては価格および供給の安定性に影響を及ぼすことが想定される。このため、補装具製作事業者との連携のもと、安定供給に向けた調整が求められる。

第三に、本研究は少数例による検証であり、統計学的有意差の検討には至っていないことから、対象者数の拡大や評価手法の精緻化を含めた追加的な検証が必要である。

5-3 冬季移動支援に関する検討体制の構築

本研究で明らかとなった課題は、靴底素材の問題にとどまらず、補装具費支給制度、製作事業者、利用者ニーズといった複数の要素が関係するものである。

このため、行政、補装具製作事業者、医療・リハビリテーション専門職等が参画する検討の場を設け、中長期的な視点から継続的に議論を行う体制の構築が必要である。当該体制においては、補装具用靴底の改良に加え、車いす利用者を含めた多様な移動手段への対応や、新たな素材の検討なども含め、冬季における移動支援全体を俯瞰した検討を行うことが求められる。

5-4 まとめ

本研究は、補装具製作現場の実態および利用者の歩行評価に基づき、冬季における移動の安全性向上に資する靴底素材の可能性を検討したものである。

発泡ゴム素材は、既存靴底と同等の性能を有しつつ、使用感の面で優位性を示す可能性があり、補装具用冬用靴底の新たな選択肢となり得ることが示唆された。

今後は、本研究で得られた知見を基盤として、関係機関が連携しながら実用化に向けた検討を進めることで、冬季における障がい者の安全な移動および社会参加の促進に寄与することが期待される。

補 章

1 引用および参考文献

- 1) 札幌市消防局；令和7年度「雪道の自己転倒」搬送概要、2025.
- 2) Hideki Suzuki at el : Current status of ambulance transport due to falls on snow-covered and icy streets and awareness of the elderly in Sapporo city. MEDICINE AND BIOLOGY (in Japan), 157(2), 142-149P, 2013
- 3) 札幌市保健福祉局；車椅子利用者等の冬期移動に関するアンケート調査報告書、2024. 8
- 4) 札幌市福祉のまちづくり推進会議冬のバリアフリー部会：冬期の生活に関する意識調査結果報告書、2007. 3
- 5) 岡畑興産HP；<https://okahata.co.jp/shoe-oem.php>
2026. 3. 20閲覧可能
- 6) ダンロップHP；<https://tyre.dunlop.co.jp/knowledge/dictionary/mu>
2026. 3. 20閲覧可能
- 7) 大川戸貴浩ほか；高齢者の転倒不安軽減に向けた冬期路面での歩行基礎実験、第30回寒地技術シンポジウム講演冊子、P452-454. 2014
- 8) 鈴木英樹；高齢者や障がい者の冬季間の外出支援のための方策と福祉用具の開発について、札幌市職員海外研修報告書. 2004

2 調査研究体制

調査研究及びデータ分析担当

○鈴木 英樹（北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科教授）

| | | |
|--------|---|------|
| 長谷川純子（ | 同 | 准教授） |
| 河本 凛（ | 同 | 学生） |
| 田中 羅良（ | 同 | ） |
| 堂野 武尊（ | 同 | ） |
| 本間 結衣（ | 同 | ） |
| 宮田 比呂（ | 同 | ） |
| 吉田伊玖望（ | 同 | ） |

調査研究協力（順不同）

岡畑興産株式会社
有限会社野坂義肢製作所
株式会社馬場義肢製作所
株式会社田村義肢製作所
株式会社札幌義肢製作所
公益社団法人札幌市身体障害者福祉協会
ウィンターライフ推進協議会

3 本調査研究に係る経費内訳（概算）について

契約金額 999,000円（うち消費税および地方消費税の額90,900円）

支出合計 999,000円

（1）再委託費

岡畑興産株式会社 800,000円

内容：防滑シューズ及び防滑素材費

試作品に係る調査及び性能検査費

打ち合わせに係る交通費等

（2）冬用靴底を用いた補装具制作費

有限会社野坂義肢製作所 150,000円

内容：補装具製作2セット×2種類×2名分、試作品製作

（3）被検者への謝金及び交通費 40,000円（2名分×自宅-野坂義肢製作所往復）

（4）消耗品費（撮影用スマートフォン固定金具など） 4,000円

（5）印刷費 5,000円

4 参考 上半期進捗状況報告書

障がい者の冬期外出の方策に関する研究開発 上半期進捗状況報告

北海道医療大学：鈴木英樹

○日時：2025年10月24日、9:15-10:00

○実施場所：札幌市役所障がい福祉課会議室

○参加者：北海道医療大学（理学療法学科 鈴木）

札幌市障がい福祉課（大井職員）

1 進捗報告

1 既存の冬用靴底の調査

- ・札幌市内の補装具制作業者に冬用靴底の現状に関する調査を実施
 - 冬用の靴底の種類は4種類程度と限られている。
また、靴底の組成に関しても「ソリッドゴム」と呼ばれる固めのゴム組成にタイプに偏っていた。
 - ゴムの種類には「ソリッドゴム」以外にも発泡ゴムと呼ばれる柔らかめのゴムがあることから、発砲ゴムを冬用靴底に応用できる可能性がある。
- ・東京の靴底メーカー（岡畑興産）との意見交換
 - 防滑性が高く、且つ、補装具費の基準価格を満たす素材について意見交換を実施。

施。

市販のブルームボールシューズ®のような発泡ウレタンの製作を含め意見交換を行った結果、新たなソール素材開発については現実的ではないため、既存の靴底素材の適応の可能性を模索し、技術的及び金銭的に折り合う発泡ゴム素材が適当であろうという結論に至った。この素材は、張り替え用の冬用靴底として流通している素材である。（具体的にお示しします）

なお、岡畑興産においては、新規製品の作成の可能性や様々な靴底サンプルの提供、及び意見交換を目的に再委託契約を結んでいる。

2 今後の予定

- 1 発泡ゴム組成による靴底素材を使用して、下肢装具（靴型装具）を作成
 - 2025年12月下旬に完成予定
- 2 完成した靴型装具について、既存の靴底を使用した装具と防滑性を比較する。
 - 1) 滑り測定装置（イメージは別添のとおり）を使用した比較
 - 2) 実際に靴型装具を使用している方を対象とした比較検証（現在、北海道医療大学リハビリテーション科学研究科倫理審査委員会にて倫理承認申請中）

時期：2026年1月頃を予定

対象：靴型装具使用者1～2名

方法：日常生活における歩行路や公園を歩行してもらい、歩行速度や歩行時の不安に関する主観を比較検討する。

3 経費

- ・岡畑興産への再委託費用；800千円
 - 1) 既存の靴底素材の組成分析、新たな靴底素材の検討
 - 2) 様々な試供品の提供
 - 3) 今回補装具作成に使用する発泡ゴム素材の提供
 - 4) 打合せに係る旅費等
- ・補装具制作費用；150千円
 - 1) 発泡ゴム組成の靴底素材を用いた装具作成
- ・消耗品、その他：5千円
 - 不足分は個人研究費より計上予定

以上