

実践研究

競技スポーツにおける既製用具に対する オプションマテリアル研究 1

－ スケルトン競技で使用されるヘルメット・ブレスガードの開発 －
藤本 晋也

Shinya Fujimoto: A study on optional materials to ready-made materials in competitive sports
-Development of helmets Expiration guard Used in Skelton games-. Bulletin of Sendai University,
44 (2) : 135-145, March, 2013.

Abstract: Research of the human's visual performance in sports field has been studied on various sports events. There are similar studies in Skelton games, but the number of research is not many compare with other games. In case of high performance by making the best use of human's visual performance in Skelton games, there is a need to consider setting up helmet shield in front of eyes as close as possible. Although the helmet shield is influenced by outside circumstances, the main reason for the helmet shield mist over is the breath. It became clear by this research that it could respond mist over of helmet shield by preparing an optional material to helmet. This study for research about practical issues in Skelton games will be served as a useful reference in this game. And it would appear that enhancing human's visual performance related to improvement competitiveness in sports field.

Key words: Sporting gear, Material development, helmet shield, Anti-Fog
キーワード: スポーツ用具, マテリアル開発, ヘルメットシールド, 曇り止め

I. はじめに

1. スケルトン競技における用具の現状

日本におけるスケルトン競技の歴史は浅く1992年に一人の選手が始めてから約20年しか経過していない。近年、ソリ競技である、ボブスレーやリュージュと同様に、研究機関が開発に参画する動きがみられるようになり、これらに伴いウェアなどの開発も動き始めているが、専用シューズやヘルメット等のマテリアル^{注1)}開発の動きはほとんどないのが現状である。国際競技大会での顕著な実績が挙げられていないことから、支援はまだ少ないという実状もみられる。

滑走速度が140km以上にも達することから、ソリの操作には俊敏な反応が重要な意味を持つ競技であり、そのためには、目の前の空間情報を的確に認識する必要があるが、これらは視界が確保されていることが前提となる。しかし、滑走時間が2分に満たない滑走時間中に、ヘルメットに付属するシールド^{注2)}が曇ることが頻発する事例や、ひどい場合だとヘルメットを装着した瞬間に曇る事例も報告されている。

これらは競技環境が大きな影響を及ぼしていると考えられる。それは、①冬季種目であること。②競技会場が雪で、コースは氷で覆われ、外気温が低いこと。③屋外で開催されることから、気温、湿度ともに流動的であることが理由

である。

スケルトン競技と同じように競技中、常時ヘルメットを着用しなければならない、モータースポーツ界では、同様の課題から、それぞれのヘルメットメーカーやその他専門の会社から、一部ヘルメットにフィットするブレスガード^{注3)}が制作、販売されており、ボブスレーでは、このブレスガードを使用している事例が報告されているが、スケルトンでは専用の物はない。

2. 用具に関する多様な情報の蓄積について

スポーツ競技現場では、例えば様々な競技で使用され、競技成績に影響があると考えられるシューズのインソールの調整等にみられる、現場で培われてきている競技成績に直結するような細かな工夫がある。

ソリやランナーなどの競技の根幹をなす用具は特殊であり、その開発には、莫大な予算と時間が必要となるが、競技現場において様々な対応が行われてきた事例の情報を蓄積することが一つの打開策となろう。

しかし、これらの情報は、指導者や競技者の極めて日常的なやり取りの中に存在しており、系統的に蓄積されているとは言い難く、特に競技の歴史が浅い日本はこれらが少ないのが現状である。

3. スケルトン競技における視覚情報

ソリ競技であるスケルトンにおいて、その特性上ボブスレー、リュージュと肩を並べる非常に危険な競技であることでも知られる。

競技スポーツを実施する際、視覚から得られる情報は膨大で、全情報量の80%を占めるといわれている。井上⁽¹⁾らは、スケルトン選手の動体視力に関する研究の中で、競技力の高さとの視機能の関係を示唆している。また、川端⁽²⁾らはスポーツ種目別にみたバランス能力特性の研究で、アルペンスキーとジャンプスキー選手の高速滑降系種目における選手の視覚がバランス制御システムに大きく寄与していることを示唆していることから、スケルトン競技を高速滑降系種目ととらえることができる。

このことから、スケルトン競技において視

機能は極めて重要な機能であるということがいえる。

しかし、これは身体的な機能であり、競技力向上を望むうえで、身体能力を最大限発揮するための視界の確保は、極めて重要な要素であることから、スケルトン競技では、ヘルメットに装着されるシールドは視野が十分に確保される必要がある。

4. スケルトン競技で使用されるヘルメット

モータースポーツで使用されるヘルメットの多くは、フルフェイスで、ジェットは、顎の部分だけが露出したもので開放感があるが、着脱においてもフルフェイスに比べ簡単であるが、安全性はフルフェイスに劣る。

ソリ競技で使用されるヘルメットの種類には、大きく分けてフルフェイスタイプ（以下フルフェイス）とジェットタイプ（以下ジェット）の2種類があり、特徴として、図1にあるように、ボブスレー、リュージュ、スケルトンの3つのソリ種目における形状はそれぞれ異なる。

具体的には、スケルトンで使用できるヘルメットは、通常モータースポーツで使用されている物と変わらないが、滑走姿勢が腹這いであることから、顎を保護する形状となっている。また、顎先から滑走面までの距離が極めて近く、頭部とヘルメットの重量を考慮し、ヘルメットの重量は軽量である。

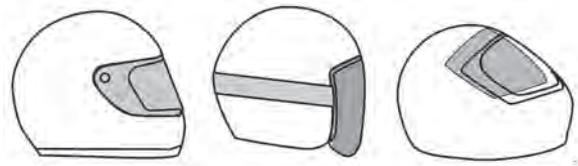


図1 ヘルメットの形状の特徴

ソリ競技の3種目の特性からヘルメットの形状が異なる（左：ボブスレー／中央：リュージュ／右：スケルトン）

リュージュで使用されるものは、仰向けに乗る独特の滑走スタイルとその特性から、ジェットタイプを使用し、つま先方向へ視線を向けることから、顎先までシールドで覆われ、その面積が3つの競技のなかで最も広いのが特徴であ

る。

ボブスレーで使用されているものは、モータースポーツで使用されているものと形状的に変わらないが、空気抵抗を軽減する措置はとることができないことから、通常のモータースポーツで定常的に使用されているヘルメットとはこの部分で大きく異なる。

スケルトン競技を行なう際には、ヘルメットやプロテクターの着用が義務化され、国際ボブスレートボガニング連盟（以下FIBT^{注4)}）の国際ルール^③においても示されている。また、ヘルメット外装に特殊な加工が無く、顎を覆うプロテクターが必ずあることとされており、現在国際大会等で使用されるヘルメットの多くは競技用に開発されたU社製のものが9割を占めている。

II. 目的

競技現場で使用されるヘルメットは、その競技特性から規定され、規定を満たすメーカーの内1社が9割を占めているが、曇り止めの有効な対策が取られていない。また、ヘルメットに対する外装への加工が国際ルールにより制限されていることから、外装にエアインテーク（空気吸入口）など加工を施すことができず、シールド部においても、開閉できないため、曇り止め対策も限られている。このことから、曇るといふ状況はいつ発生してもおかしくない状況にある。

これらのことを踏まえ、本研究では競技スポーツで使用される既製用具や器具に対するオプションマテリアル^{注5)}研究の第一として、スケルトン競技選手が使用する、ヘルメットのシールドの曇りを発生させにくくするための、オプションマテリアルとして、専用ブレスガードの開発を本研究の目的とした。また、調査および、課題の抽出等から得られた知見を基に、対策となりうるブレスガードの試作品を作成し、実践テストを重ねながら改良を進めることを目的とした。開発にあたり参考にした選手や指導者等の意見を集約し、今後の競技種目における有益な資料として残すことも本研究の目

的である。

III. 研究方法

1. 対象者

対象者として、スケルトン競技を行う現役選手で、ヘルメットを気温、湿度、標高など多様な環境下で使用し、国際大会を経験している3名（女子2名、男子1名）を対象とした。すべての被験者には事前に実験の趣旨を説明し、参加の同意を得た。

2. 使用ヘルメット

現在国際大会などでも標準的に使用され、規定に則した、U社製スケルトン競技用ヘルメットを使用することとした。これらは、S大学が保有・管理している物および、選手個人が保有し、実践使用されている物を使用する。これらには、新タイプのサイズS-1個、L-2個（S大学保有）と旧タイプのサイズS-1個、L-1個（選手個人所有）の計5個がある。

3. ヒアリング調査・検討

2011年9月より選手へのヒアリングを実施した。ヒアリング時には、派生した事象やその対策等を具体的に目視確認できるように、対象選手が実際に使用するヘルメットを見ながらヒアリングを行った。また、模型や試作品の実践テストを行いながら随時フィードバックを実施し検討内容とした。

4. 模型作成

抽出課題を参考に、ヘルメットサイズに関係なくヘルメット内面に合う構造と、形状の確認、及び視界領域を検討し模型を作成した。

5. 試作品作成と実践テスト

模型を基に2011年10月より様々な素材を検討し、数種類の試作品を作成した。対象者が実施する練習滑走やレース滑走等2011年11月から2012年11月までの実際の滑走で実践的にテストを重ね、その使用感や課題等、フィードバック情報を収集した。具体的には、第1試作品

を2011年10月から12月に滑走テストを行い、第2試作品を2011年1月から3月、10月、11月にかけて行うこととした。

IV. 制作に向けた課題抽出とその対策

ヒアリング内容はヘルメット使用時の曇りの発生などの原因や現場での対応などの4項目について聴取した。得られた回答から課題に対する対策を検討する。以下の表1に質問内容と回答及び対策を示す。

1. 課題抽出

ヒアリング調査によると、3名の選手がシールドの曇りが競技に影響があるとしていること

からも、その原因と現状行われている対策から課題を抽出した。また、選手からのヒアリングでは、環境因子だけでなく、特に選手自身の呼気が主な原因になっており、これによってシールドが曇ることの防止が最も大きな課題となる。

1) シールドの曇りの発生要因

要因①：ヘルメット内部の水分量

ヘルメット中の空間に含まれる水分や、呼気に含まれる水分、また、顔面表皮の汗腺から放散される水分も曇りの原因となる。

一般にヒトの呼気は温度が約34℃で湿度が約95%と言われ、外気より多くの水分を含んでいる。さらに心拍が上昇すると呼吸回数も増

表1 ヒアリング内容とその回答

内容	回答	競技現場の対策
シールドは競技中に曇るか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 頻繁では無いが曇る ・ ゴールする段階では見えない時もあった。 ・ スタート時に曇る時があった。 ・ 会場によって曇りやすい会場と曇らない会場がある。 ・ 湿度が高いと曇りやすいと思う。 ・ 同じ会場でも大会毎によって曇る場合と曇らない場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ こまめに拭き取る ・ 曇り止め溶剤（スプレーやスティックタイプ等）をシールドに塗る ・ スタートぎりぎりまでヘルメットをかぶらないようにする。 ・ スポンジや布で隙間を埋める物を作り使用している。 ・ 海外の一部の選手は滑走前にドライヤーで中を温めてからスタートしている。
曇るとどのようなことに影響があるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集中できない（気になる） ・ コースを感覚で滑ることになる ・ コースを見ようと余計なところまで見ようとする。 ・ コースが見えない不安から緊張してうまく動けない。 ・ フォームがみだれてソリが不安定になる。 ・ コース（カーブ）への反応が遅れる。 ・ 壁面衝突時などの対応が遅れる。 ・ 拭き取る時にシールドに傷がつく。 ・ スタート時に曇りかけていると集中力をそがれる。 ・ 滑走中の姿勢が崩れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 滑走中だと対策の使用が無い ・ 視界がゼロというわけではないが、感覚で滑走する。
曇る原因は何にあると思うか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分の吐く息。 ・ 呼吸。 ・ 鼻から吐く時の息。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 口をとがらせて下方向に息を吐くようにしている。 ・ 鼻で呼吸しないようにしている。
対策できる物があればどのような物が良いか	<ul style="list-style-type: none"> ・ とにかく軽いもの。 ・ 清潔に保てる物。 ・ 柔らかくフィット感が良いもの。 ・ 短時間で付けることができる。 ・ 滑走中に外れにくいもの。 ・ 取り付けが容易な物。 	

える。また、顔の汗腺から放散される水分も、滑走前のウォーミングアップ等による体温上昇とともに放散量は増大する。

曇りの主な原因は水分で、この現象は結露といわれるものであり、物質の表面で空気中の水分が凝縮する現象のことである。よって結露を防止する対策が必要となり、外気温は変えられないことから、ヘルメット内部の水分量を減らすことが重要である。

要因②：空気の還流制限

競技に有利に働くような、空気抵抗を考慮したヘルメット外装への加工は認められていない。そのため、ベンチレーション等のヘルメット内部の空気を逃がす機構が備わっていないことから、ヘルメット内部への空気の還流が円滑でないのも要因のひとつである。また、市販されるモータースポーツ用のヘルメットと違い、シールドが開閉できない（ビス固定方式）ことも大きな要因である。

内装の衝撃吸収材への追加・加工については、FIBTによると、図2のようにヘルメット下部の首回り部分より外部に衝撃緩衝材が突出しなければ問題ない、とされており、現在も選手たちで緩衝材の工夫を実践している。このことから、別途オプションパーツにより緩和できると考えられる。

2) 現在実施されている対策

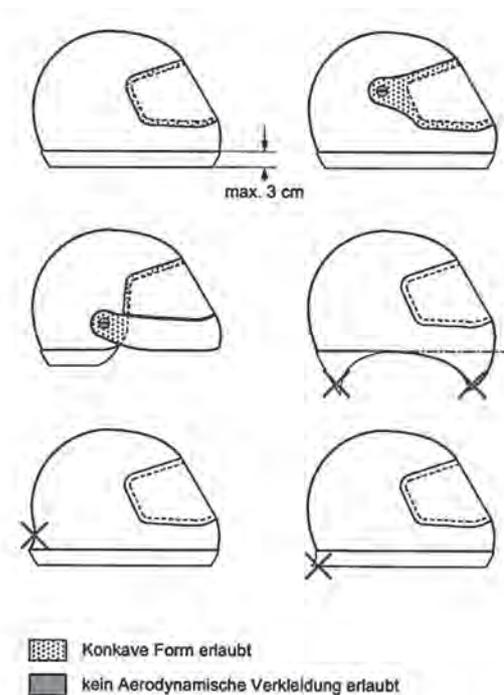
(1) 曇り止め溶剤（市販品および自前調査溶剤）を撒布する。

曇り止め対策として、スプレーやスティックタイプ等の撒布する曇り止め溶剤を選手間で情報交換し、使用していることが分かった。めがねや水中ゴーグル用の曇り止めを使用する方法や、ヘルメットを定常的に使用するモータースポーツにおいて販売されている溶剤などを使用している選手もいる。

イタリアチームでは、選手と指導者との情報交換から、グリセリンと洗髪剤とを2対1の割合で混ぜ合わせたものをシールドに塗布し使用していることも分かった。

曇り止め溶剤を塗布することで、シールドの曇りはある程度軽減できるが、時間の経過とと

もに効果は低減する。



Drawing for article 10.16.1

図2 FIBT Skeleton Rules 2012 (valid from October 1 st of 2012) ヘルメットの規定から抜粋
ヘルメットの首回り部分より外部に突出させてはいけない。また、空気抵抗を軽減するような措置は取れない。

(2) 上唇を突出させ顎の方に息を吐き出す。

息をするとき鼻で吐かずに口で下向きに吐くようにすることで、対応する選手もいるようだが、レース中には意識がそこまで回らず曇ることもあるという。

(3) シールドに付着する水分を拭き取る。

曇りを除去するために、シールドを洗浄することや、水分を拭き取る作業を行わなければならないが、この作業が、シールド内部表面に細かな傷をつけることにもなっており、さらに曇りを助長する結果になっていることも分かった。

(4) 簡易的な緩衝剤を自作し装着する。

写真1のように、テーピングやタオル、布と

いった素材で鼻とヘルメットの隙間を埋める等、選手やコーチらの工夫により、形状に合わせた、簡易的な緩衝剤の追加は定常的に行われている。しかし、成形した物が大きくなり、逆に視界を妨げたり、呼気の上昇を抑えようとするあまり、鼻腔を圧迫し呼吸時の息苦しさを発生させたりする問題が指摘されている。また、粘着テープ等で覆い成形しても、汗などで粘着物が顔に付着するなど、不快感が発生していることが分かった。



写真1 自作緩衝材をヘルメットに装着した様子
テーピングやタオル、布等で隙間を埋める簡易的な緩衝剤の追加は定常的に行われている。

(5) ヘルメット本体の温度を上げる。

一部の海外選手が、滑走直前のヘルメット装着前にドライヤーでヘルメット及びシールド部分を温め温度を上げ、対策としている事例があることが分かった。

V. 模型（モックアップ）および試作品作成

1. 模型作成

作成に際し使用した材料は、微調整が効く発泡断熱素材を選択した。模型の主な役割として、全体的な形状の設定、左右のバランス、主材料選択時による重量の検討、ヘルメット内部での呼気還流への考慮等、抽出された課題にどのように対応するのかを確認する目的で作成した。

模型作成の際、モータースポーツで使用されるプレスガードを参考に、スケルトン競技で使用される専用ヘルメットに合う形状にした。

2. 構造体（材料）の検討とその結果

選手の回答から、材料は耐久性があり軽量であることが重要であることがわかっている。このことから競技現場使用の観点から一般的に入手しやすい素材である4つの材料を選定した。選定した材料は、①スポンジ素材②発泡断熱素材③シリコン樹脂④プラスチック樹脂である。実際の耐久性と重量を判断するため、模型を基に選定した材料を用いて、第1試作品を作成し、実践テストを実施した。実際のレースで使用することから、使用する選手の顔に合うように、調整を繰り返し行った。また、検討段階において、実践テストを行うことを考慮し、材料をそのまま使用するのではなく、太陽光などの乱反射等に対応するよう、作成した材料表面に既製ヘルメット内装に使用されるものと同様の布を貼付しテストを実施した。

第1試作品において、対象者の練習滑走および、レース数、選手A -34回、選手B -128回、選手C -53回、の合計215回の滑走テストを実施することができた。このことから、使用感や課題等、実践テストを経て戻ってきた試作品を確認しながら選手からヒアリングを行い、その内容を表2にまとめるとともに、ヒアリング内容と試作品の状態を見ながら、主材料の検討結果として表3にまとめた。

3. 第2試作品作成

第1試作品の結果から、一定の強度があるプラスチック樹脂を主材料として使用することとし、ウレタン系スポンジ素材（以下ウレタンフォーム）を併用することで選手毎の顔の形状に対応し、さらに、選手自身が微調整の加工作業も行えるよう配慮した。また、2種類の材料を併用することで、顔に直接当たる素材の清潔性を確保する観点からも、有効であると判断した。これらのことから、以下の手順で第2試作品を作成した。

- 1) 複数の第1試作品の実践テストより得られた情報から、発泡断熱材を使用し、サイズや形状を再検討する。
- 2) 1) を元に、視界確保の観点から、ヘル

表2 第1試作品による実践テストのフィードバック内容

選手	テスト主材	フィードバック内容
A	スポンジ	<ul style="list-style-type: none"> ・スポンジ素材の場合、使用回数が進むにつれ、スポンジの回復率が悪くなることから、耐久性がもう少しあれば良い。 ・呼吸に関してはシールド面へ上がってくるのがなく、完全と言ってよいぐらい止まった。 ・フィット感もよく、鼻腔を潰すことなく装着できることから呼吸が楽である。 ・装着時に低く設定してあることから視界にはほとんど影響を感じない。 ・取り付けが容易であった。 ・他の素材のテストで交換するとき少し壊れた。強度が欲しい
	発砲断熱材	<ul style="list-style-type: none"> ・フィット感もよく、鼻腔を潰すことなく装着できることから呼吸が楽である。 ・使用時は視界にはほとんど影響を感じない。 ・呼吸はシールド面へ上がってくるのがなく、止まった。 ・取り付けが容易であった。
	プラスチック樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・呼吸が鼻との隙間から上がってくる。 ・鼻腔を潰すことなく装着できることから呼吸が楽である。 ・装着時に低く設定してあることから視界にはほとんど影響を感じない。 ・取り付けが容易であり、他と比べしっかりと固定できている。 ・顔に当たる部分が若干ある。
B	発砲断熱材	<ul style="list-style-type: none"> ・装着時に視界にはほとんど影響を感じない。 ・主材が少し弱いと感じる。使用回数が増えるにつれ、割れが生じている。主材を変えて使用してみたい。 ・汗をかくことも多く、取り外しができると清潔に保てる。
	シリコン	<ul style="list-style-type: none"> ・重さを感じるため、頭が下がる傾向にあり、違和感が高い。 ・取り外しができると清潔に保てる。 ・フィット感が良いと思うが伸縮性が足りないために隙間ができやすい。 ・主材が少し弱いと感じる。使用回数が増えるにつれて割れ、少し割れると広がってしまった。
	プラスチック樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・呼吸が鼻との隙間から上がってくる。 ・初めて取り付けるときに、取り付け位置に気をつけなければならない。 ・強度は一番良いと思う。 ・もう少し軽くできればよい。
C	スポンジ	<ul style="list-style-type: none"> ・誰でも、誰の顔でもフィットするようにしてもらえるとよい。 ・スポンジの回復率が悪く感じる、耐久性がもう少しあれば良い。 ・呼吸がシールド面へ上がってくるのがなくなった。 ・鼻がつぶれず呼吸が楽。フィット感も良い。 ・視界には邪魔にならない。 ・取り付けは接着固定していないが使用時に問題はない
	発砲断熱材	<ul style="list-style-type: none"> ・装着時に視界に影響を感じない。 ・主材が少し弱いと感じる。使用回数が増えると、割れている。 ・汗をかくことも多く、取り外しができると清潔に保てる。
	シリコン	<ul style="list-style-type: none"> ・他の物と比べ圧倒的に重さを感じる。 ・弱い。使用頻度が高くなると割れて、そこから広がった。

メットに応じた曲線形状のトレースやヘルメット固定しやすいように内壁に沿うよう、細かな凹凸の微調整を行う。その際、ポリエステルパテ（以下ポリパテ）を使用する。ポリパテとは、主剤のパテに少量の硬化剤を混ぜる事によって化学反応を起こして硬化するペースト状の造型材料のことである。これにより写真2にある型取り用の原型を成型する。

- 3) 2) で作成した原型から複製を作成するためのシリコン樹脂により型取りを実施。
- 4) 3) でできた型からプラスチック樹脂により、土台となる部分を作成し、追加工

できるよう、複製を複数個作成する。

- 5) ウレタンフォームを使用し、土台に装着できるように加工し、顔の凹凸にフィットするように加工を行った。

VI. 第2試作品の結果

第2試作品において、対象者の練習滑走および、レース数、選手A -106回、選手B -71回、選手C -40回、の合計217回の滑走テストを実施することができた。第2試作品の滑走テストのフィードバック情報として、その結果を表4に示す。

表3 第1試作品による主材検討結果

素材種類	検 証 結 果	重さ (g)
発砲 断熱材	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量であり加工も容易である。 ・耐久性に多少の不安要素がある。 ・同一の形状を複製することが難しく、複製には向かない。 ・使用回数により母材に割れが生じやすい。 ・断熱素材であることから、低温度下での素材に変化はなかった。 ・加工に失敗すると、すべてやり直しになり、一部修復が困難。 	6
スポンジ	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量であり、発砲断熱素材に比べさらに加工が容易である。 ・同一の形状を複製することが難しく、複製には向かない。 ・使用回数により復元性が低下しやすいため継続的使用には不向き。 ・通気性があることから、他の素材との併用向きである。 ・スポンジ素材には多様な種類があることから汎用性が高い。 ・加工に失敗すると、すべてやり直しになり、一部修復が困難。 	4
シリコン 樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・発砲断熱素材やスポンジ素材に比べ密度が高いため重い。 ・型の成型に時間を要する。 ・1つ型を作れば成型がしやすく、同一複製にも向いている。 ・素材自体の柔軟性がゆえに、使用回数により母材に割れが生じる。 ・気温により材料の材質が硬化するため、割れも起きやすい。 	70
プラスティック 樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・検討した素材の中では一番耐久性がある。 ・型の成型に時間を要する。 ・1つ型を作れば成型がしやすく、同一複製にも向いている。 ・発砲断熱素材やスポンジ素材に比べ、わずかに重い。 ・割れ等の修復も容易であり、凹凸の微調整も可能。 ・主材が他の素材に比べ硬いことから素材の厚みや形状に考慮する必要あり。 ・主材として柔軟性と耐久性があることから軽量に成形可能 	18

選手から、「軽ければ軽いほど良い、軽さを追及してほしい」との要望が出された。このことから第1試作品での主材料検討時に各材料の重量を測定した結果、スポンジ素材が4gと最も軽量であり、次に6gの発砲断熱素材であった。しかし、両方ともに軽量ではあるが、使用頻度が進むにつれ、復元率の低下や、成型方法に課題があることから、重さが18gのプラスティック樹脂を主材とした。プラスティック樹脂では、軽量を図る余地がまだあることから、写真3の原型の形状から、写真4のように追加加工を行い、形状の変更を行うこととした。また、ヘルメット内部への取り付け部分についても軽量化を図れることが分かった。

選手の視界に極力違和感が無いように模型作成時に調整を行い、図3にあるように角度を約95度と設定した。しかし、作成した第2試作品では、鼻に対する圧迫感はないが、多少呼吸が鼻との隙間を通過して上昇してくるとのことであった。

この要因は、第1試作品で作成したものでは、主材料自体が柔軟であることから、伸縮性を考慮し厚みを持たせた。プラスティック樹脂では、

強度があり、薄く設定できることから、その差が第2試作品で出現した隙間であると考えられる。また、ウレタン系スポンジを鼻に当たる先端部分に採用したことから、僅かではあるが、視界に入り気になるとの回答であった。このことから、土台となるプラスティック樹脂の角度と、鼻に当たる部分の角度にも検討を加え、さらに取り付け時に角度を変更できるような対策を図る必要性があることがわかった。



写真2 原型作成過程

ポリエステルパテを使用し型取り用の原型を成型する。

表4 第2試作品による実践テストのフィードバック内容

選手	評価
A	<ul style="list-style-type: none"> ・顔表面への当りはソフトで、問題はない。 ・呼気の上昇が若干みられる ・しっかりと呼気が止まっているとは言えない。 ・第1試作品ではヘルメットの挙動を抑制する効果もあったが、第2試作品は抑えられていない。 ・もう少し、しっかりと鼻に当たる部分を押さえてくれるとよい。 ・ヘルメットの挙動を抑えられる強度があるとよい。
B	<ul style="list-style-type: none"> ・鼻の横から呼気の上昇が感じられる。 ・第1試作品から改善はみられるが、取り付け角度が若干大きく、僅かに視界に入る。 ・第1試作品に比べ少し重いように感じる。軽くしてほしい。 ・ウレタンスポンジを追加したことで、鼻から少し浮いている個所が多い。 ・第1試作品の方が装着感もよく、呼気の上昇もよく抑えられていた。
C	<ul style="list-style-type: none"> ・第1試作品の方がフィット感がよい。 ・第1試作品に比べほんの少し視界に入り気になる。 ・自分は問題ないが、鼻に当たる部分の角度が自由に変えられると尚よい。



写真3 原型をヘルメットに装着した様子
作成した原型を実際のヘルメットに装着し複製していくための微調整を実施



写真4 複製に追加加工し装着した様子（前方から）
写真3の原型から、複製したものの課題について追加加工を行い、形状の変更を実施

VII. 結果・考察

第1試作品の使用後のフィードバックとして、スポンジ素材や発泡断熱素材において、すべての対象者から、「呼気に関してシールド面へ上がってくるものが少なくなり、曇りにくくなった」という回答が得られた。これは、試作品を作成した際、ヘルメット内壁との隙間を無くし、呼気の上昇を抑えたことにより、シールド内側への水分の付着を抑制でき、曇りにくくすることができた。また、加工時に対象者毎に顔表面へのフィティングを検討しながら調整したことも要因の一つであると考えられる。

第2試作品では、選手毎の顔の形状に対応した汎用性を待たせる観点や、微調整・清潔保持のための交換等を簡略化できるように、2つの素材を併用させた。このことから、若干の呼気

の上昇が窺えたことから、顔の特に鼻に当たる部分の角度の対応幅を改善する必要があり、取り付け角度に改善の余地を残すこととなった。また、実践テストでは、競技特性上の問題で、練習及び、大会での1日に滑走できる回数が、制限されていることから、本研究における対象者が3名であったことから、滑走時における実践的テストの回数や、装着感等も、対象人数を増やすことで改善できると考える。

選手が曇り止めの対策として、作成した写真1等の緩衝材と比較しても、「呼気の上昇は止まった」と報告されていたことから、スケルトン競技における専用プレスガードを作成し装着することで、曇りを抑制し、視界を確保することが可能であることが明らかとなった。また、選手の顔の形状への対応も、微調整は必要であるが、可能であることが分かった。

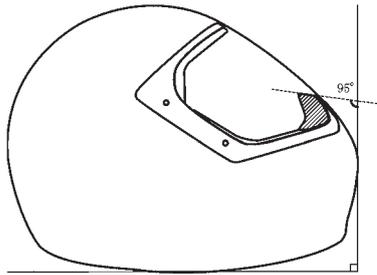


図3 ブレスガード取り付け想定角度

ブレスガードを取り付けるため、第1試作品作成時に対象者から記録していた個々の取り付け角度を参考に角度を設定

VIII. まとめ

人間が持つ視機能について、スポーツ分野での研究が様々な競技種目において実施されている。スケルトン競技についても、同様の研究は進んでいるとはいえ、他の競技に比べるとその数は少ない。視機能は身体的基本機能であり、それらを向上させようとするプログラムの開発も進んできているが、視機能を最大限生かしたパフォーマンスを行うことを考えた場合、ヘルメットのシールドが眼前にあることを考慮しなければならない。これは、競技環境に左右されやすい課題だが、曇りの主な原因は呼気であることから、ヘルメットを使用する他の競技にもみられるような、オプション材料を準備することで対応できることが本研究により明らかとなった。また、このように現場で発生する課題に対して実践的に研究できたことは、今後のスケルトン競技における有益な資料になるとともに、視機能を使った競技力向上を進めることができると考えられる。

IX. 今後の課題

スケルトン競技の競技力向上は、身体能力、技術、ソリ性能等、様々な要素が関与しているが、本研究で取り扱った用具の改善による身体能力（視機能）の最大限の発揮を可能にするという試行は重要であると考えられる。

今回の研究では競技現場で行われているシールドに対する曇りの実態について調査し、その対応として専用ブレスガードの開発を実施し、

試作品を選手に提供することができた。

今後は更に、作製したブレスガードの有無における視機能への影響や、シールドの内面への加工による曇りの影響など、新たな研究課題が見つけられたと考えられる。

また、今回はブレスガードの取り付け角度を変更できる構造を採用することができなかった。しかし、選手毎のフィッティングに配慮することや、鼻呼吸に対する影響を考えることは、非常に重要であるため、取り付け角度等について、さらに検討していく必要があると考えられる。

さらに、シールドに対する直接的な加工による曇り止め効果や、シールドの材質変更等、様々な方向性が示された。

これらの情報を競技力向上に役立てるためにも、これまでの様々な研究成果と同様に、競技現場で培われて、進化させてきた用具や器具などに関する情報を、資料として残していくことが重要である。

注 記

- 注1) マテリアルとは、スポーツで使用される用品・用具のこと。
- 注2) シールドとは、ヘルメットに装着する透明の覆いで、目に異物が入るのを防ぎ、視界を確保する。
- 注3) ブレスガードとは、シールド内側への曇りを防ぐための部品。
- 注4) FIBTとはFdration Internationale de Bobsleigh et de Tobogganingの略称。
- 注5) オプション材料とは、既製の用品・用具に対して別に準備された部品で、これにより性能の向上や用途の幅が広がる。

参考・引用文献

- 1) 井上将憲, 荒井龍弥, 鈴木省三, 関岡康雄 (2004) スケルトンスライダーの動体視カに関する研究. 仙台大学大学院スポーツ科学研究科研究論文, Vol.5 : 55 頁 -61 頁
- 2) 川端悠, 鈴木省三, 佐藤 佑 (2004) スポーツ種目別にみたバランス能力特性. 仙台大学大学院ス

- スポーツ科学研究科研究論文集, Vol.5 : 103 頁 -110 頁
- 3) FIBT (2012) FIBT Skeleton Rules 2012 (valid from October 1st of 2012)
 - 4) 石垣尚男 (1992) スポーツと眼. 第 1 版, 大修館書店: 東京
 - 5) 石垣尚男 (1995) スポーツビジョンの測定と評価. 臨床スポーツ医学. 12 (10):1105 頁 -1119 頁
 - 6) John M.Luce, Martha L.Tyler, David J.Pierson, 木村仁 (1986) 呼吸管理ハンドブック. 医学書院サウンダース: 東京
 - 7) 小室希, 鈴木省三 (2011) ワーキングメモリトレーニングが S 大学スケルトン選手のパフォーマンスに及ぼす影響. 仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集, Vol.12 : 167 頁 -174 頁

(2012 年 11 月 30 日受付)
(2013 年 2 月 12 日受理)