

特集 東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた暑熱対策
～暑熱対策プロジェクト～

第5章 暑熱対策プロジェクトの振り返りと今後の課題
Review of Heat Countermeasures Project and Future Challenges

中村真理子¹⁾
Mariko Nakamura¹⁾

I. 暑熱対策プロジェクトの概要

2015年に発足した暑熱対策プロジェクトは、科学的根拠に基づく身体冷却戦略を策定し、それらを元に東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会（以下、東京大会）において日本のトップアスリートを支援することを目的とし活動してきた。この目的を達成するため、暑熱対策プロジェクトでは、「競技現場からの課題抽出と研究知見の創出」、「競技現場への研究成果と情報共有」、「エビデンスの応用（実践研究）」のサイクルを複数回繰り返し、東京大会に向けた準備を行った⁴⁾。

「競技現場からの課題抽出と研究知見の創出」については、第2章で中村大輔氏に寄稿いただいた通りである。「競技現場への研究成果と情報共有」については、2017年、2018年JISSにおいて屋外および屋内競技種目で東京大会において暑熱対策が必要と考えられる競技団体の選手・コーチ・医科学スタッフ等を対象に、暑熱環境とその対策を専門とする研究者、気象予報士を講師に招聘し、最新の知識や世界の動向を共有するための国立スポーツ科学センター（以下、JISS）暑熱対策セミナーを2回開催した。また、同時に競技現場における暑熱対策に関する情報提供を行うことを目的として、2017年に「競技者のための暑熱対策ガイドブック」を発行した（図1左）¹⁾。

実践研究においては、これまで多くの競技団体にご協力いただき、エビデンスを応用しながら、各競技に特化した競技現場で実践可能な冷却戦略の提案を協働で進めてきた。また、実践研究から得られた知見を含む身体冷却に関する情報をまとめ、競技現場においてより実践的な暑熱対策の立案に役立ててもらうことを目的として2020年に「競技者のための暑熱対策ガイドブック実践編」を発行した（図1右）²⁾。

東京大会期間中は4つの競技団体において支援を行った。詳細は第4章に記載の通りである。第4章に記載していないプラインドマラソン競技においては、日本スポーツ振興センターがスポーツ庁から受託して実施したハイパフォーマンス・サポート事業（以下、HPS事業）に係るスタッフと暑熱対策プロジェクトが協働で身体冷却方法の検証を行い、得られた結果をHPS事業において活用した。支援内容の詳細については、JHPSの特集号³⁾をご参照いただきたい。

II. 身体冷却支援の効果の検証

東京大会において身体冷却支援をおこなったアスリート、コーチならびに情報・医・科学スタッフ72名を対象に、暑熱対策とその効果について検証と新たな課題を明らかにすることを目的と

¹⁾国立スポーツ科学センター

¹⁾ Japan Institute of Sports Sciences

E-mail : mariko.nakamura@jpnssport.go.jp



競技者のための暑熱対策ガイドブック 2017



競技者のための暑熱対策ガイドブック実践編2020



図1. 競技者のための暑熱対策ガイドブック

し、アンケート調査を行った。アンケート調査は、大会後オンラインによって行った(回答率:52%)。

試合中に実施した身体冷却方法とその効果を図2示す。それぞれの冷却方法に対し、多くのアスリートが冷却効果を感じていたと回答した(図2)。また、試合中に行った身体冷却は効果的であったかという問いに対して、「深部体温が下がるのを感じた」と回答したアスリートが44%、「冷涼感を得られた」と回答したアスリートが56%であった。

また、トレーニング中に実施した暑熱対策について調査した結果、「水分補給の回数を増やした」という回答が最も多く、次いで「経口補水液を摂取するよう心がけた」「アイススラリーを摂取した」「冷水浴を行なった」であった(図3)。2018年に実施したアンケート調査では³⁾、当時トレーニング中に実施していた暑熱対策(主に身体冷却)ではアイスパックを用いるといった回答が上位を占め、冷水浴も実施率は低く、アイススラリーについては0回答であった。アイススラリー摂取や冷水浴、手掌前腕冷却といった深部体温の過度な上昇の抑制に対して効果の高い身体冷却方法を多くのアスリートが実施していた今回の結果は、暑熱対策プロジェクトが取り組んできた身体冷却に関する情報発信や情報共有の成果の一つでもある

と言える。ただし、本アンケート調査の対象者が限られること、また回答率も低いため、より多くの競技団体にアンケート調査への協力を依頼し、回答を整理する必要がある。

Ⅲ. 今後の課題

先に述べた大会後のアンケート結果から、今後の課題として、アイスベストの冷却効果の強化や、冷却デバイスの凍結や準備の簡略化といった点が挙げられた。

「アイスベストの冷却効果の強化」については、冷却に対する選手の感受性は様々であり、同じアイスベストでも冷えない、冷えすぎるといった声があった。冷却効率には筋量も関係する可能性があるため、選手の体組成も考慮した対応が必要かもしれない。またデバイスの冷却材の配置などにも工夫が必要であり、選手の声を反映した改善が必要である。

「冷却デバイスの凍結や準備の簡略化」については、第4章でも述べられている通り、アイススラリー、アイスベスト、蓄冷材等の冷却デバイスの凍結に時間がかかり、またその保存、運搬にも大変苦労した。東京大会においてもホテルに強力かつ大型の大型冷蔵庫を搬入したり、ポータブル冷凍庫、ドライアイス、特注の保冷ボックスを使

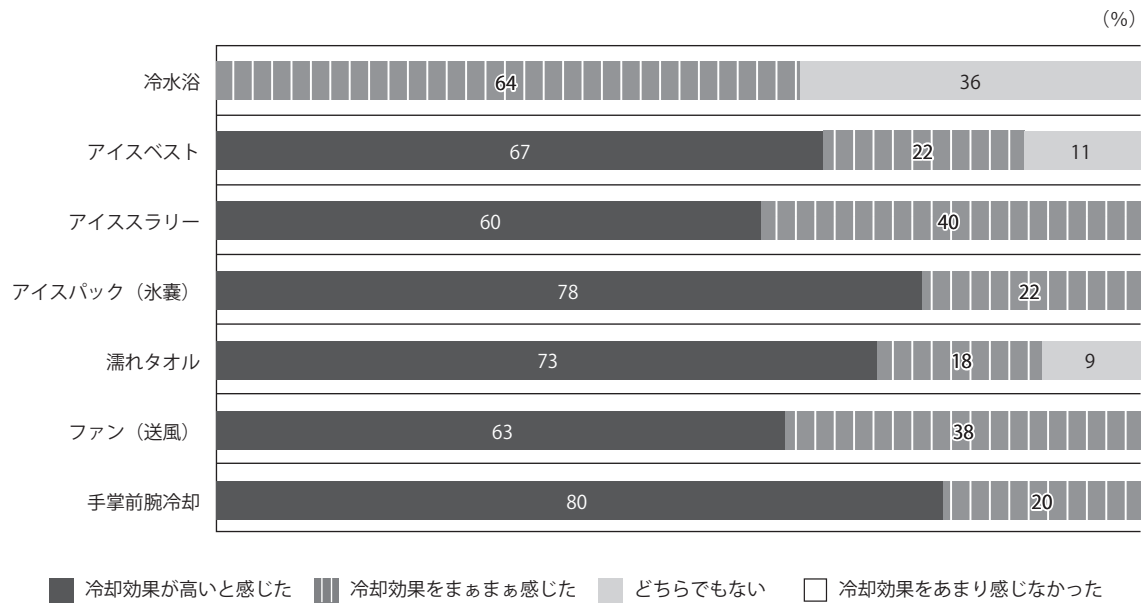


図2. 東京 2020 大会の競技中に実施した身体冷却方法とその効果 (複数回答可)

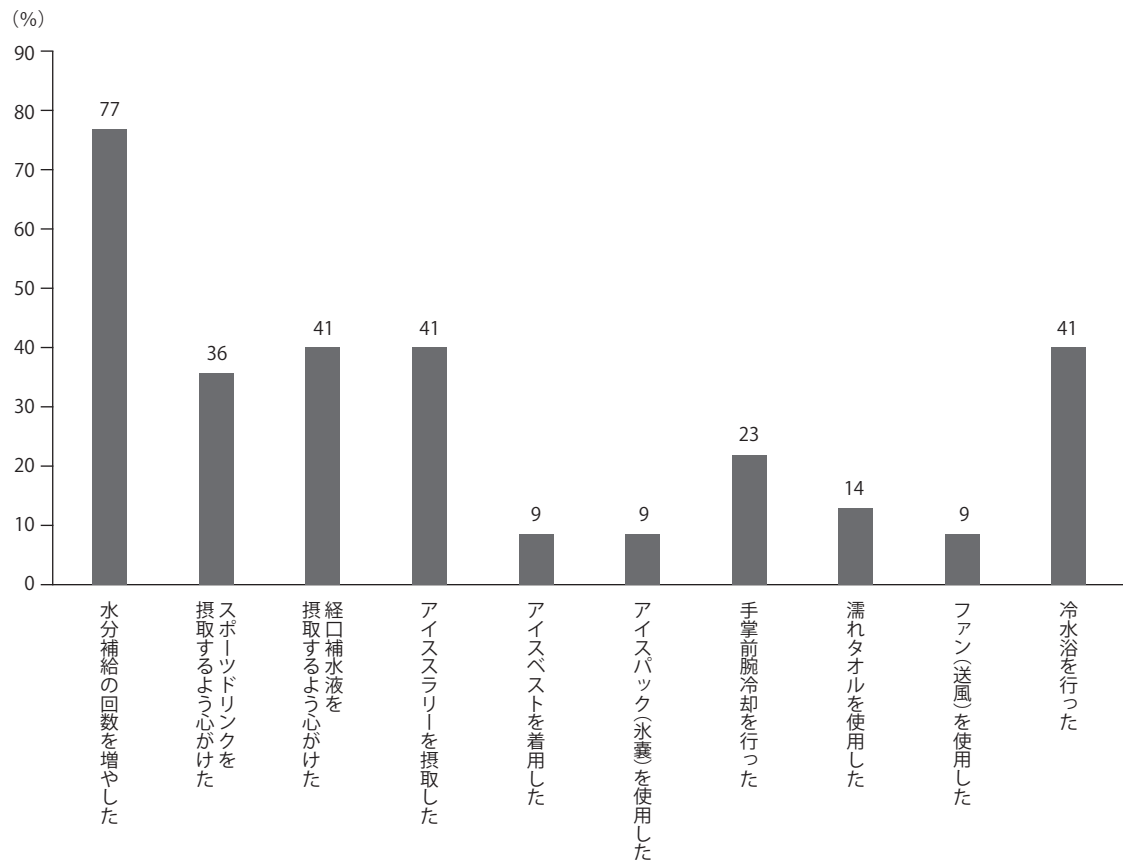


図3. トレーニング中に実施した暑熱対策 (複数回答可)

用するなどして対応したが、今後も競技現場で身体冷却支援を行う際、冷却デバイスの凍結に関する課題は避けては通れない問題である。

アイススラリーに関しては2018年以降、各企業からさまざまな商品が開発・発売された（表1）。プロジェクト発足当初は、アイススラリー作成のためグラニータマシン（BigBiz2, 株式会社エフ・エム・アイ）を使用していたが、準備に時間と人が取られ、同時に安全性や衛生面等への配慮が必要といった問題があった。2018年以降は市販のアイススラリー（ポカリスエットスラリー、大塚製薬；リポビタンアイススラリー、大正製薬等）が販売され、安全性や衛生面などの問題はクリアできた。他にも計量のしやすさ（計画的補給のための目安にしやすい）などメリットも多かったが、一方でコスト面での負担は大きかった。他に、スラリー作成用ボトルやクラッシュドアイスの作成²⁾や活用例もあったが、チームスポーツ等対象選手数数の多い競技では一度に作成するスラリーの量が確保できず対応できなかった。

2020年には蓄冷材（TK-TF02C/TK-TF01C, シャープ株式会社）が発売され東京大会中の支援において大いに活用された。この蓄冷材は任意の設定温度（今回は-11℃）を一定時間キープする

ことができ、ドリンクを過冷却状態で保管することができる。我々は、市販のペットボトルに蓄冷材を巻きつけ4時間程度保冷ボックス内で保存し（表1.3）、飲む直前に振動を加えアイススラリーを作成した。大量の蓄冷材を必要としたため凍結に時間がかかるという問題はあったが、ペットボトルをそのまま使用できることで安全面と衛生面における問題はクリアでき、また選手が一度に摂取する量を担保できるというメリットがあり、非常に有用であった。表1に示すアイススラリーの開発については一例であるが、今後も冷却デバイスの改良が進み、競技現場で活用可能な新たなデバイスが開発されることを期待する。

Ⅳ. まとめ

暑熱対策プロジェクトを通して、日本のエリートアスリートやコーチに対して、暑熱対策に関する情報を提供し、競技で実施可能なパフォーマンス発揮時の効果的な身体冷却方法等を提案することができた。さらに、東京大会においては、COVID-19対策を考慮した暑熱順化トレーニング支援や体冷却支援を実施することができた。こうした取り組みは、コーチをはじめとするチームスタッフと科学者が連携することで実現できた。今

	1. マシンで作成	2. 市販のアイススラリー	3. 蓄冷材を利用して作成
デバイス	 グラニータマシン	 市販のアイススラリー	 蓄冷材を巻きつけ保冷 4時間程度保冷ボックス内で保存
メリット	・スポーツ飲料と同成分 ・2. よりも多く摂取できる	・安全性の担保 ・摂取量の目安がわかりやすい	・スポーツ飲料と同成分 ・2. よりも多く摂取できる ・安全性の担保
デメリット	・作成に時間と人がとられる ・安全面、衛生面に課題	・糖質、食物繊維の多さ ・大量に凍結するための大型冷凍庫が必要 ・コスト	・保冷材凍結に時間を要する ・大量に凍結するため大型冷凍庫が必要

表1. 暑熱対策プロジェクトにおけるアイススラリーの選定

後も競技現場と科学者が連携することで、研究と支援の好循環を生み出す体制づくりを継続していきたい。

暑熱対策支援が高い競技パフォーマンス発揮、その結果である東京大会での全種目入賞という競技成績に、直接的に寄与したどうかは評価しがたい。しかし東京大会では、暑熱対策支援を実施した全競技種目において、COVID-19 感染や熱中症を発症する選手はいなかったことは成果の一つであると言えるだろう。これまでの5年間における JISS 暑熱対策プロジェクトで得られた成果は、今後の暑熱環境下での競技会での支援において有用なリソースとなるであろう。

謝辞

本プロジェクトは2015年の発足以来、JISS 内外の研究者、競技団体、コーチ、チームスタッフをはじめ、多くの方々のご協力のもと遂行されました。

2015年当時 JISS の主任研究員であった高橋英幸氏（現筑波大学）、中村大輔研究員（現（株）ウェザーニューズ / 日本サッカー協会）にはプロジェクト立ち上げから競技現場からの課題抽出や研究知見の創出、実践研究にご尽力いただきました。安松幹展教授（立教大学）、長谷川博教授（広島大学）にはプロジェクトの企画・立案をはじめ実践研究にもご帯同いただき、多大なるご助言、ご協力をいただきました。林聡太郎准教授（福山市立大学）にはパラアスリートへの身体冷却の応用について有益な情報を提供していただきました。細川由梨准教授（早稲田大学）には、東京大会前の3X3 競技における暑熱順化トレーニングプロトコルや実施計画についてご助言、ご指導をいただきました。また、5年間のプロジェクト遂行にあたり、多くの JISS 研究員にもご協力いただきました。ここに感謝申し上げます。そして、暑熱対策プロジェクトにご協力いただいたすべての競技団体、選手、コーチ、チームスタッフの皆様にご心より感謝申し上げます。

ご協力いただいた JISS 研究員（OB・OG 含む）

内藤貴司、齋藤辰哉、高橋あかり、村石光二、飯塚哲司、大伴茉奈、袴田智子、赤澤暢彦、有光琢磨、安藤加里菜、安藤良介、安藤 啓、池田達昭、石井泰光、石橋 彩、今若太郎、岩山海渡、岩田理沙、枝 暢彦、大岩奈青、大澤拓也、加藤えみか、亀田麻依、小島千尋、塩瀬圭佑、曾根良太、竹村藍、田名辺陽子、千野謙太郎、中山雄大、萩原正大、原村未来、星川雅子、増田雄太、山中 亮（敬称、現所属略）

ご協力いただいた中央競技団体

日本サッカー協会、日本自転車競技連盟、日本セーリング連盟、日本テニス協会、日本バスケットボール協会、日本ビーチバレーボール連盟、日本フェンシング協会、日本ブラインドマラソン協会

文献

- 1) 国立スポーツ科学センター東京特別プロジェクト研究プロジェクトメンバー編. 競技者のための暑熱対策ガイドブック. 日本スポーツ振興センターハイパフォーマンススポーツセンター国立スポーツ科学センター, 2017.
- 2) 国立スポーツ科学センター東京特別プロジェクト研究プロジェクトメンバー編. 競技者のための暑熱対策ガイドブック（実践編）. 日本スポーツ振興センターハイパフォーマンススポーツセンター国立スポーツ科学センター, 2020.
- 3) 中村大輔, 田名辺陽子, 高橋英幸. 日本人トップアスリートにおける暑熱対策に関するアンケート調査. *Sports Science in Elite Athlete Support*, 3: 39–51, 2018.
- 4) Nakamura M, Naito T, Saito T, Takahashi A, Muraishi K, Hakamada N, Otomo M, Iizuka S, Nakamura D, Takahashi H. Case Report: Countermeasures Against Heat and Coronavirus for Japanese Athletes at the Tokyo 2020 Olympics and Paralympic Games. *Front Sports Act Living*, 4: 878022, 2022.

- 5) 高橋あかり, 村石光二, 袴田智子, 中村真理子. ブラインドマラソン選手を対象とした暑熱対策サポート. *Journal of High Performance Sport*, 7: 51-57, 2021.