

# スマート衣服で北極冒険に挑戦

— 極寒環境で着替えなしの1ヶ月間、生体データを計測 —

清野 健

大阪大学大学院 基礎工学研究科  
機能創成専攻 生体工学領域  
生体物理データ科学研究室



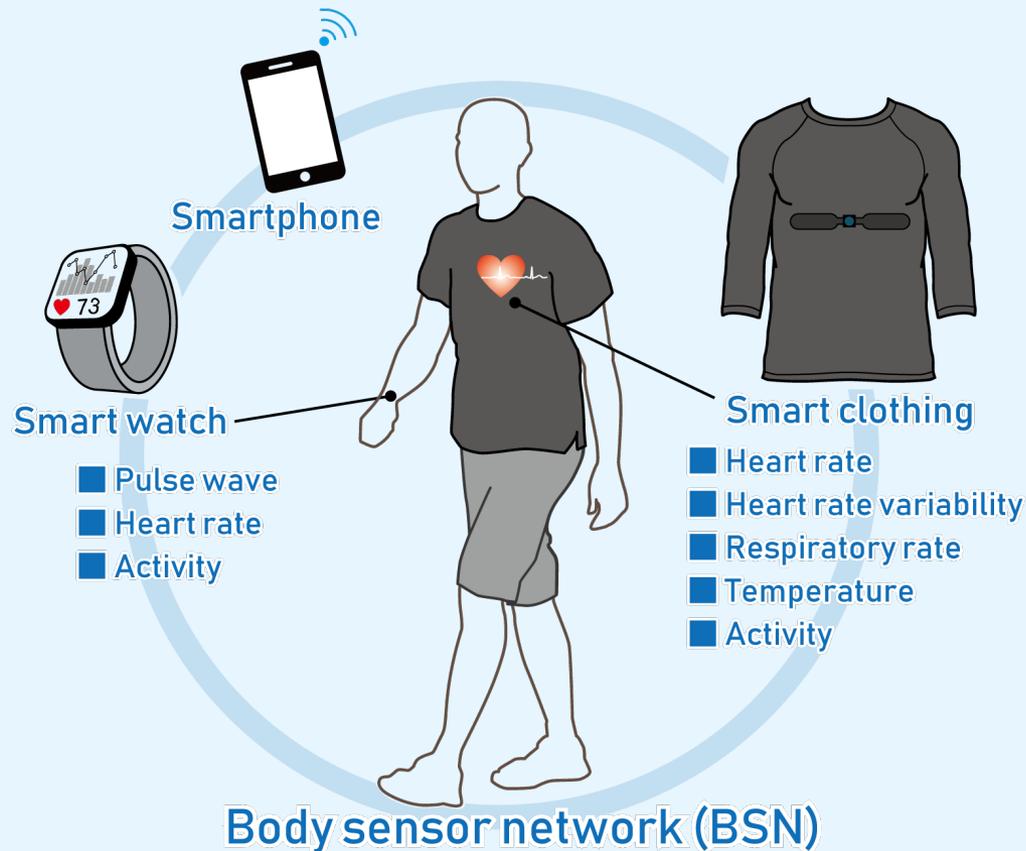
# 内容

1. スマート衣服とは
2. 北極圏を目指す冒険ウォーク2019への挑戦
3. 今後の展開について
4. まとめ



# ウェアラブル生体センサへの期待

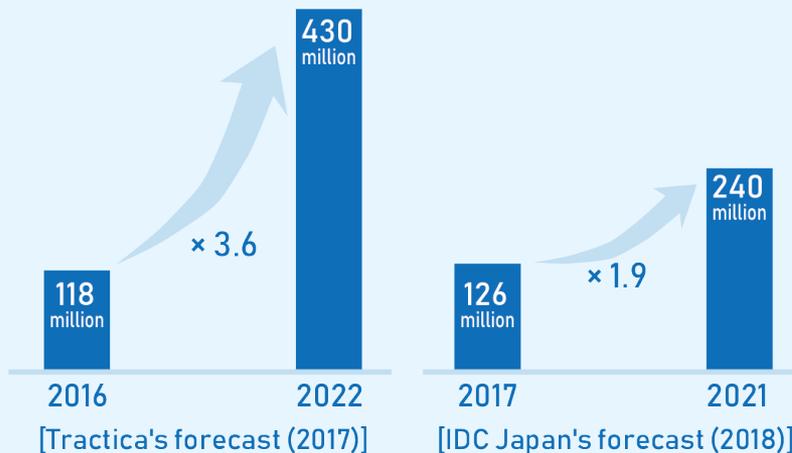
- ウェアラブルセンサ, IoTが生活の質を向上させ, 新たな価値を生む



# ウェアラブル市場の今後

## ■ 市場の拡大が予想されている

Global Wearable-Device Shipments Forecast



### 2022年予測 (2016年比)

[富士キメラ総研 (2017/11/1発表)]

■ ヘルスケア関連機器の国内市場  
2,728億円 (2.5倍)

スマートウォッチなどの需要が増加

■ ヘルスケア関連サービス／システムの国内市場  
5,676億円 (45.8%増)

「個別化健康サービス」に向けて市場は拡大

■ ウェア型端末の国内市場  
95億円 (31.7倍)

医療・介護への応用の広がりにより市場は拡大

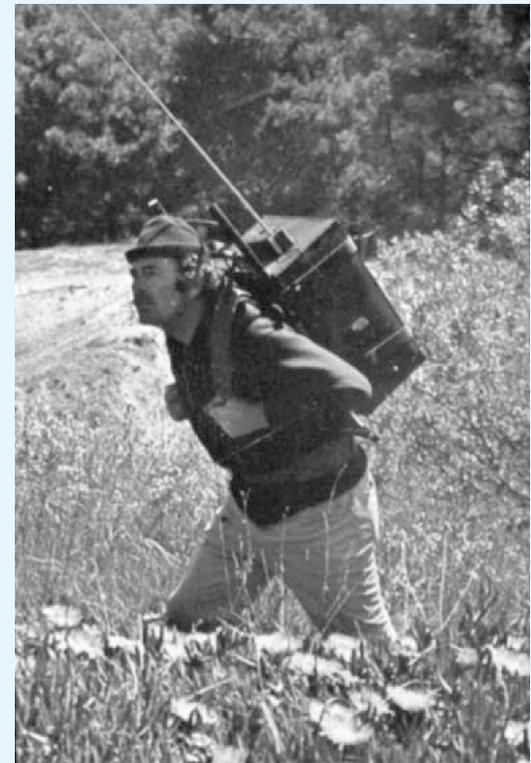
## ■ 用途の拡大が課題

病院での患者モニタリング, 遠隔診療, ウェルネス, フィットネス,  
労働者の安全モニタリング, 高齢者管理などへの応用を想定



# ウェアラブル心電計の誕生

- 世界初の無線心電図計測 [Norman J Holter (1949)]  
38.6 kgの計測器と電波送信機を背負う構成
- 現在は、携帯型心電計を用いた  
心電図検査が一般的に  
ホルター心電計で日常生活中心電図を記録
- 心電図、心拍数を計測可能な  
スマート衣服が登場  
医療検査の用途では精度が不十分



[Kennedy. Ann Noninvasive Electrocardiol 11:85-94 (2006)より転載]



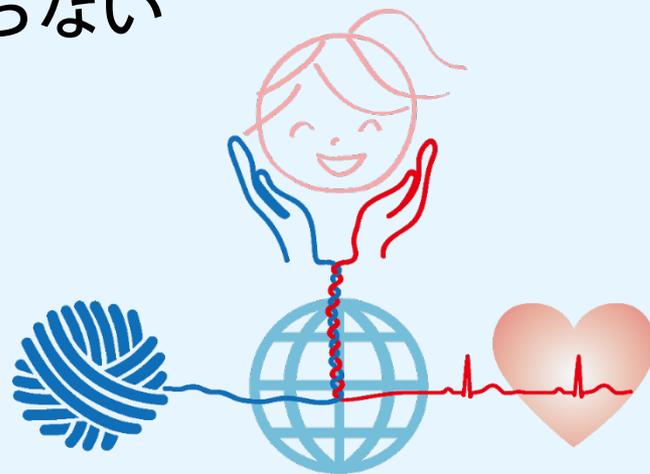
# 「スマート衣服」とは

- 電気を通す繊維素材を用いて心拍数や姿勢, 位置, 心電図といった生体情報を収集することができる衣料  
[矢野経済研究所, 日本経済新聞より引用]
- 生体センサを搭載し, 運動や睡眠中に心拍数・血圧・消費カロリーを計測してくれる衣服  
[MUFG Innovation Hubより引用]
- 衣料と情報技術を融合させたもの  
[minkabuPRESSより引用]



# 衣服の再構築・再デザインとしての 「スマート衣服」の開発

- 糸や布だけでなく、センサ・データ・システムを活用  
計測装置を開発したいのではない
- それは、衣服でなければならない  
第2の皮膚として、環境と人の相互作用を助けるもの
- そこに、デザインがなければならない  
毎日の生活に寄り添うもの



# 暑い環境で作業者の安全・安心を見守る服

※ 大阪大学、倉敷紡績，日本気象協会との共同研究により開発・実用化



# 北極圏を目指す冒険ウォーク2019

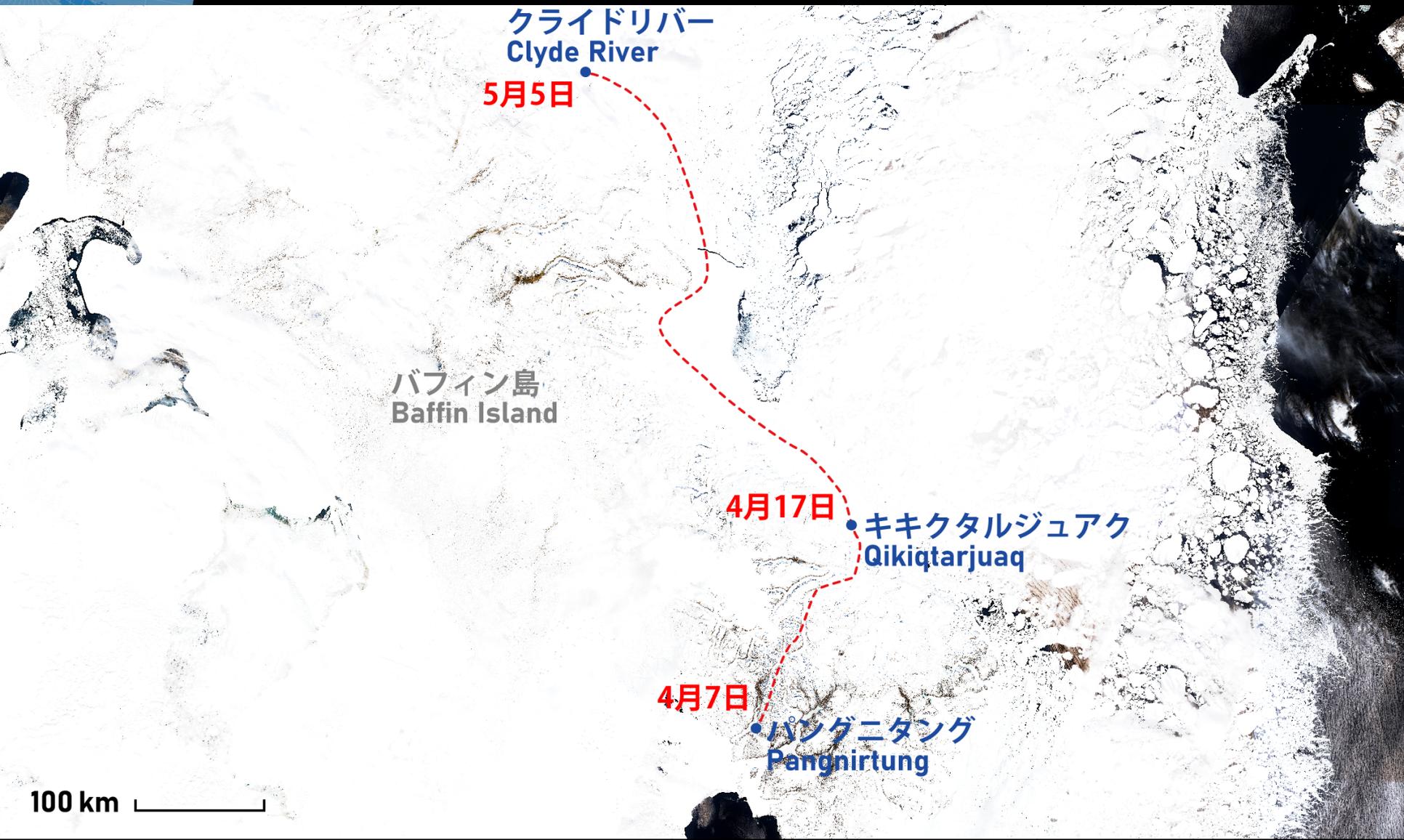
- 冒険家・荻田泰永さんは、2018年日本人初の「南極点無補給単独徒歩到達」に成功  
第22回植村直己冒険賞受賞 (2017年)
- 荻田さんが若者たち連れて北極を歩くことを計画
- 12名の若者 (19~28歳)とともに北極圏600kmを踏破



[European Space Agency (ESA)が提供するSentinel-2のデータを使用して作製]



[European Space Agency (ESA)が提供するSentinel-2のデータを使用して作製]





# 極寒環境での生体データの計測

- 筑波大学、広島大学、大阪大学が共同で生体データの計測に協力  
北極冒険のデータを、後に続く冒険家のために役に立てたい
- 大阪大学の清野、金子はスマート衣服を用いた、心拍数、身体活動量、服内気温の計測を担当  
極寒環境での計測は、初めての挑戦
- トーア紡とともに新たなスマート衣服を開発  
自然素材であるウールの機能に注目





# 寒さから命を守る服

- **肌着一枚の性能が命を左右する状況がある**  
肌着が汗を含むと、冷気により水分が凍り、体温を急速に奪うため、低体温症の引き金になる。
- **無駄な発汗を防ぐために、適切な温度調節が重要**  
防寒着を着用した活動では、服内が真夏の暑さになる。
- **従来のスマート衣服は北極冒険に使えない**  
スマート衣服の機能として以下が必要：
  - (1) 汗冷えを防ぎ、暖かい
  - (2) 長期間の連続着用に耐えられ、防臭効果がある
  - (3) 心拍計測のために、肌への刺激、不快感がない電極が必要



# ウール生地の特長

## ■ 高い吸湿性・調質性

- ・ 繊維内部に水分を吸収 ⇒ 水蒸気が液化することで発熱（気化熱の逆）
- ・ 繊維表面には撥水性があり、肌が濡れることを防ぐ

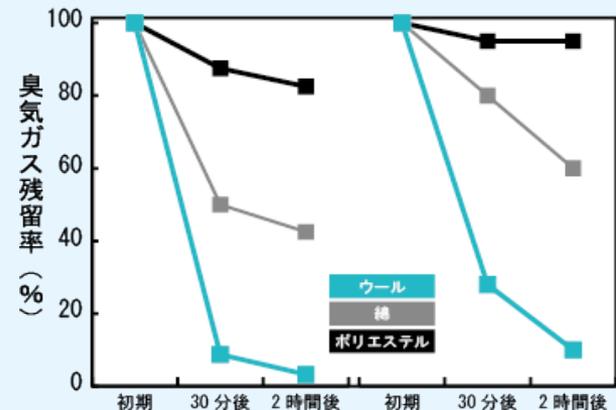
## ■ 防臭・消臭作用

- ・ 大気中の汚染物質，タバコや汗の臭いなどを吸着
- ・ 繊維表面の疎水性は、悪臭のもととなるバクテリアを抑制

## ■ 再生可能性・生分解性

- ・ 繰り返し採取可能
- ・ 数週間で分解され土へと還る  
(マイクロプラスチックの問題がない)

ウールの消臭性能



Copyright © 2018 – Toaboshoku Co., Ltd. All rights reserved,  
Courtesy of The Woolmark Company



# メリノウールとは

## ■ メリノ種の羊の毛

- ・ 他の種に比べて繊維が細く柔らかい
- ・ 衣類で使われるウールのほとんどは、メリノウール

## ■ 天然由来の優れた機能

- ・ 温・湿度の高い調節機能（暖かさと涼しさの両立、高い吸湿性）
- ・ 防汚・防臭作用、洗濯回数が少なく済む
- ・ 難燃性、UVバリア機能などの高い安全性
- ・ 抗菌性、肌に優しい、など

## ■ スマート衣服へのメリノウールの活用例はない

生体データの活用により、冒険者・登山者の安全向上を目指す

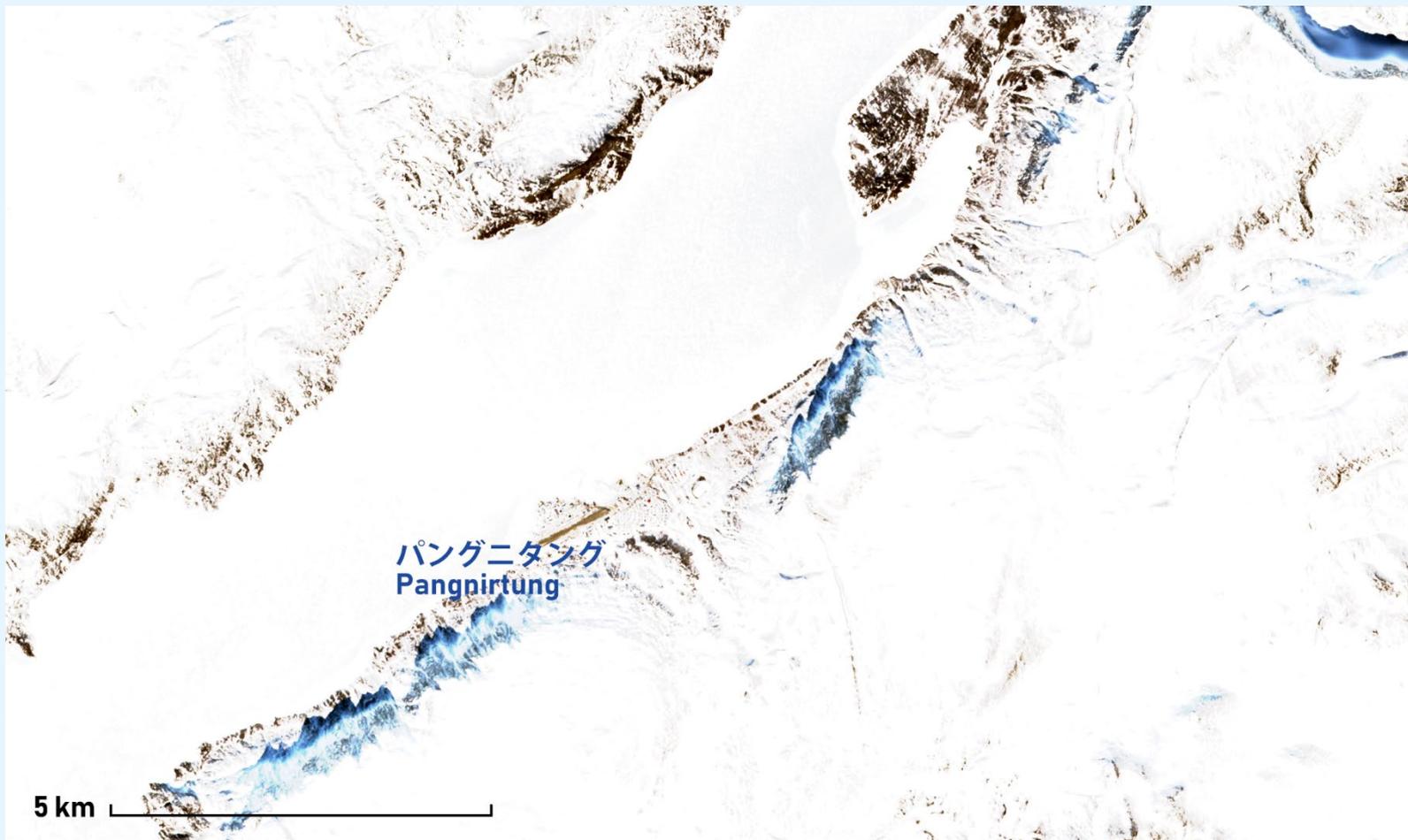


# メリノウールのスマート衣服を製作

- 電極部分は東洋紡が協力
- 心拍計はユニオンツールのmyBeatを使用
- 10名が着用し、冒険ウォークに挑戦



# スマート衣服を着用し 4月7日パンゲニタングを出発



[European Space Agency (ESA)が提供するSentinel-2のデータを使用して作製]



[写真提供：荻田泰永遠征事務局]





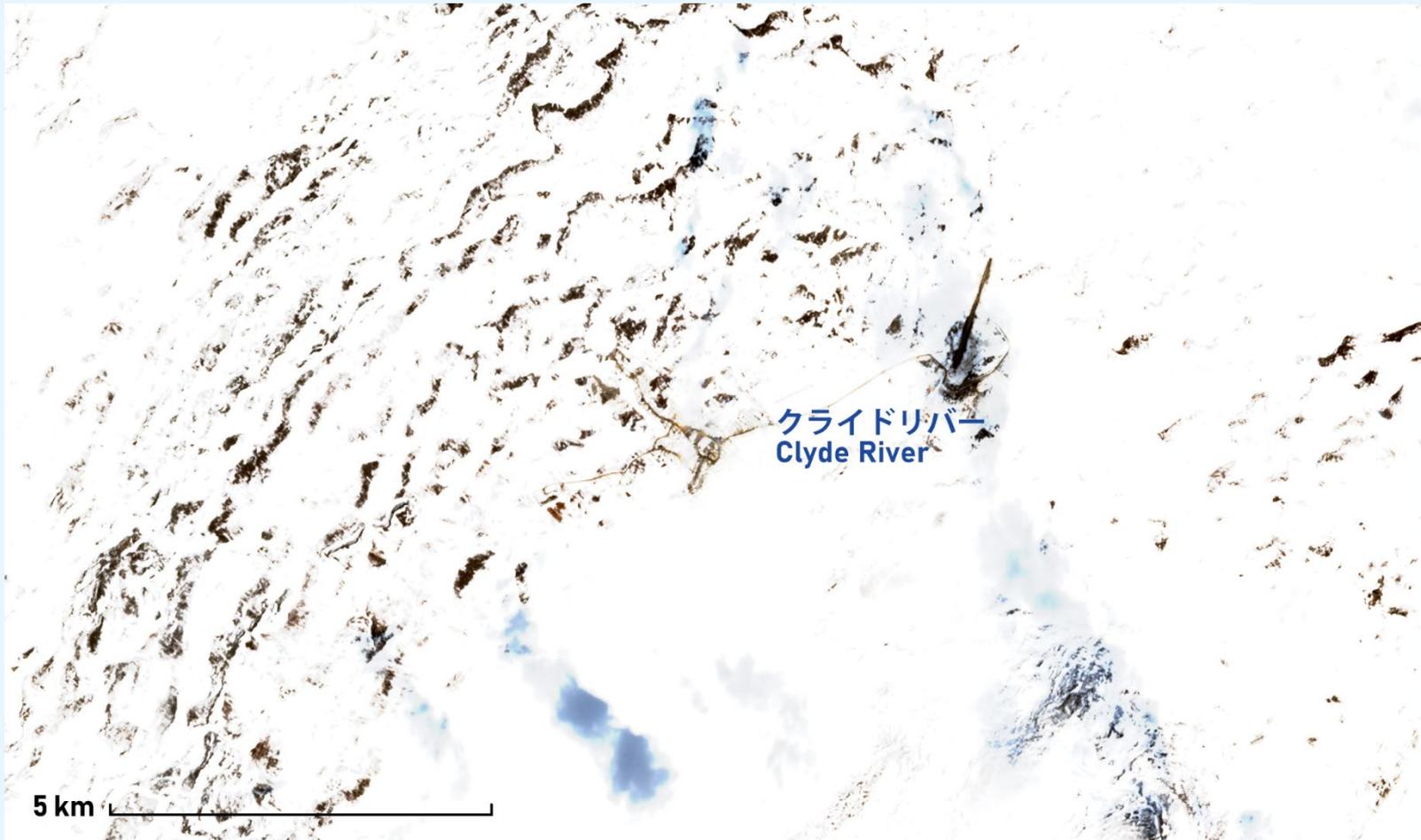
[写真提供：荻田泰永遠征事務局]



TOABO



# 5月5日ゴール地点に到着



[European Space Agency (ESA)が提供するSentinel-2のデータを使用して作製]



[写真提供：荻田泰永遠征事務局]



# 着替えなしの1ヶ月間の冒険

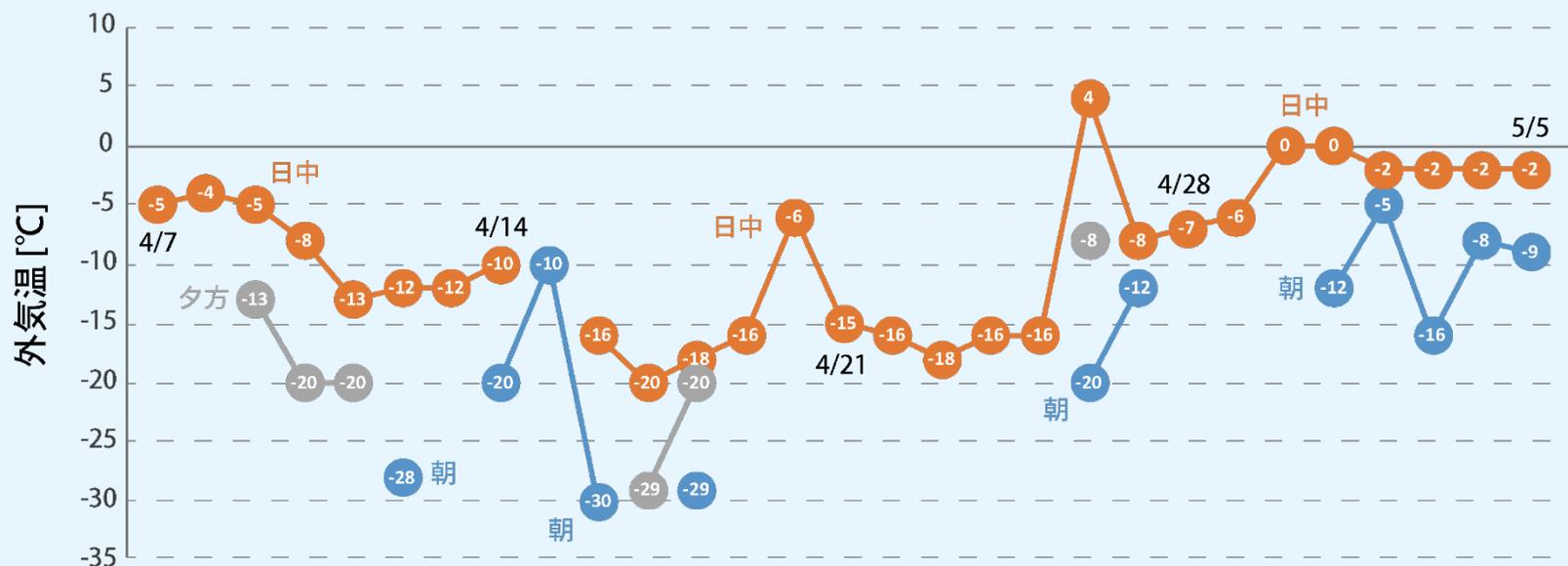
- 10名が冒険中一度も着替えることなく着用  
暖かく快適、臭いも気にならなかった(アンケートの回答)



[写真提供：荻田泰永遠征事務局]

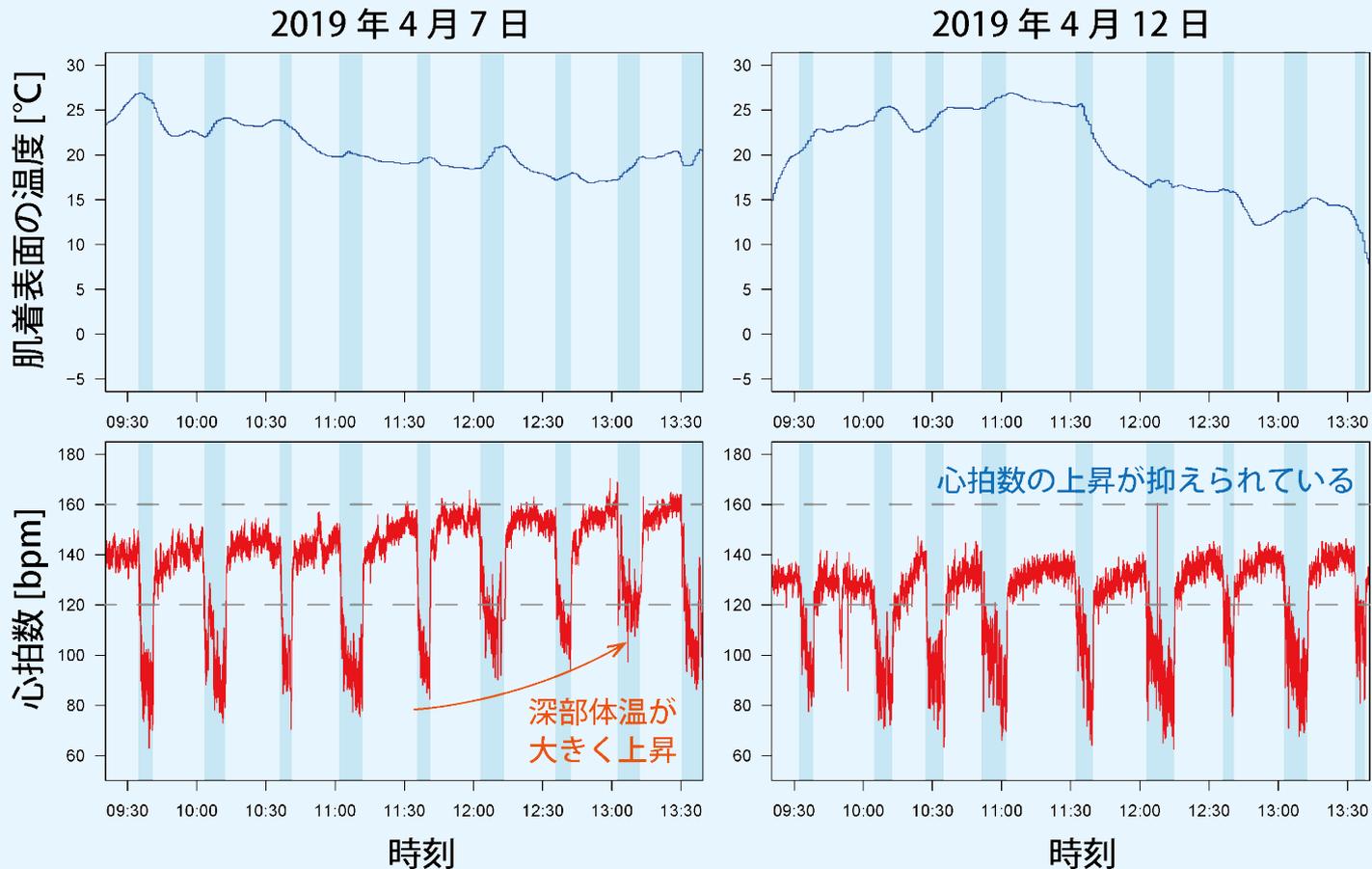
# 外気温の記録

- 氷点下30℃程度まで気温が低下する期間があった



# 生体データの計測結果

## ■ 環境に適応していく過程がみられた





# 今後の展開について

- 冒険者、登山者の安全性向上に活用  
繊維技術だけでなく、生体センサやIoT技術を活用
- 老人性低体温症の予防対策に活用  
加齢とともに対応調節能力が低下
- 持続可能社会の実現への貢献  
マイクロプラスチックの低減、衣服の過剰生産の抑制





# まとめ

- 北極冒険用のスマート衣服を自然素材であるメリノウール生地を使って製作
- 製作したスマート衣服を用い、北極冒険中の心拍数などの生体データを計測
- 安全な冒険や登山の実現にスマート衣服を活用

## 問合せ先

大阪大学大学院基礎工学研究科・教授 清野健

E-mail: [kiyono@bpe.es.osaka-u.ac.jp](mailto:kiyono@bpe.es.osaka-u.ac.jp)

TEL: 06-6850-6515

