

暑熱環境下の現場労働者の生体反応の解明と ウェアラブルエアコンの暑さ対策及び省エネ効果の検証

株式会社富士通ゼネラル

Being Innovative Group ウェアラブル事業部



紹介

株式会社 富士通ゼネラル
Being Innovative Group
ウェアラブル事業部
ビジネスアーキテクト

佐藤 龍之介

2015年入社。国内空調機の先行開発部に配属され、内部衛生機能の開発を担当する。2016年11月にBeing Innovative Groupが発足し、初期メンバーに選任される。2018年「CEATEC JAPAN」にコモドギアのプロトタイプを参考出展し、2020年にウェアラブル事業化後は、同年コモドギアを製品化、2021年に後継モデルであるコモドギア2を提供開始。コモドギアの技術開発と商品企画を担当。



1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要
2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の可能性
3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証試験
4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性
5. 今後の取り組み

- 1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要**
2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の可能性
3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証試験
4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性
5. 今後の取り組み

富士通ゼネラルの紹介

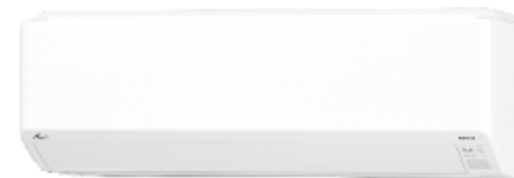
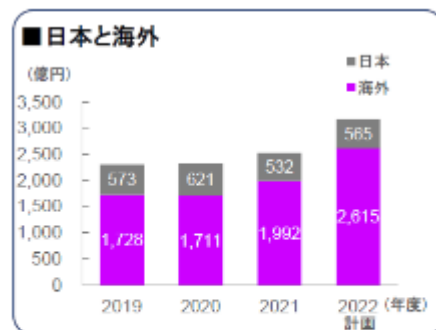
出典：富士通ゼネラルHP Corporate Profile2022

空調機事業の売上推移

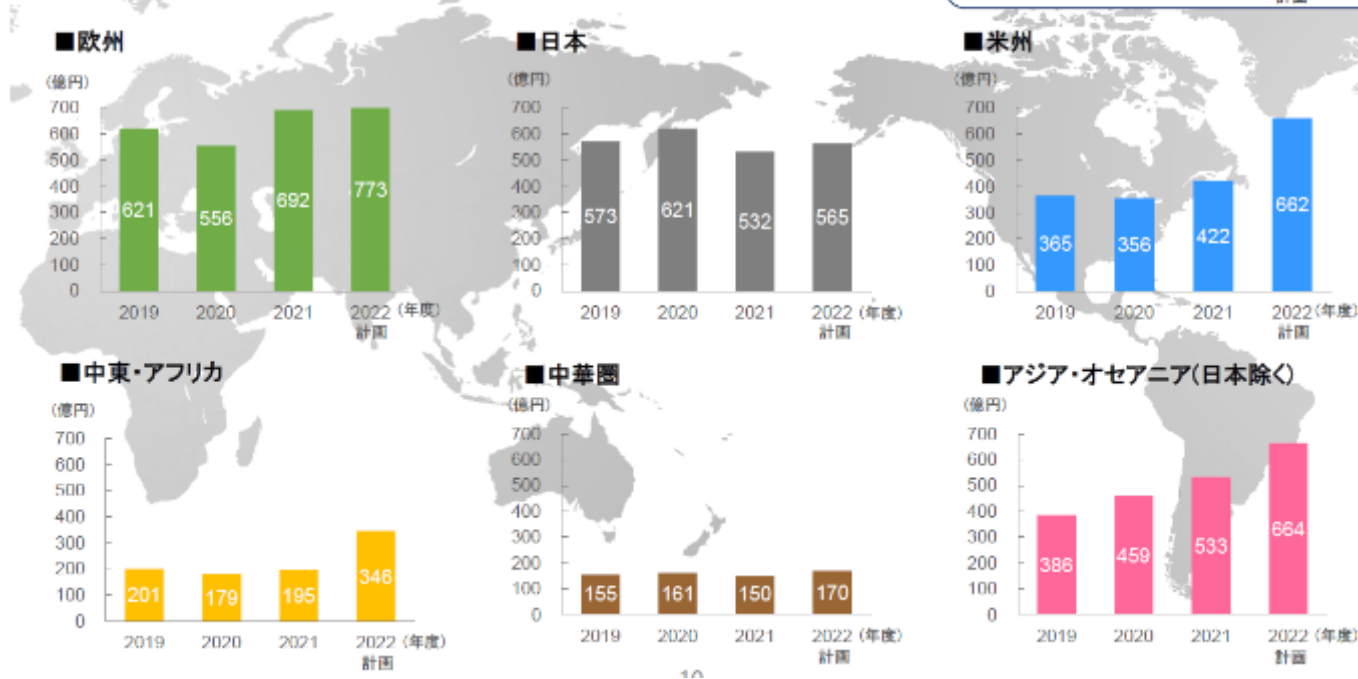
世界100カ国以上の人々に 快適な生活空間を提供している 富士通ゼネラルの空調機事業

“人と地球にやさしい技術”が、世界に認められた証しです。

【空調機事業の売上推移】



nocriaシリーズ



富士通ゼネラル 川崎本社 (高津区)



空調機事業を中心に、 地球温暖化対策に積極的に取り組む

重点テーマ

- **Planet** (地球との共存)
 - ・地球温暖化対策への貢献
 - ・循環型社会への貢献
- **Society** (社会への貢献)
 - ・社会課題解決のイノベーション創出
 - ・健康・清潔・安全な社会、空間提供
- **Our People** (社員との共感)
 - ・健康経営2.0の推進強化
 - ・コロナに対応した柔軟な働き方の確保
 - ・人材育成強化



イノベーションによる社会貢献



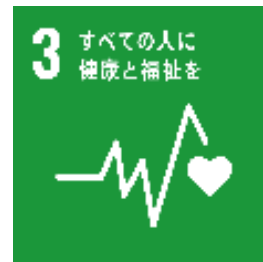
安心して
住み続けられる
まちづくり

ウェアラブルエアコン商品化



世界初 身に付けるエアコン

パーソナル空調(個別空調)により 熱中症や省エネの社会課題解決へ



CÓmodo gear
コモドギア



エアコンの**室内機**に当たる部分



エアコンの**室外機**に当たる部分

CONFIDENTIAL

Copyright 2019 FUJITSU GENERAL

※ウェアラブルエアコンはWINヒューマン・レコーダー社のウェアコン®技術をベースに弊社で開発を進め商品化しました。

※ウェアラブルエアコンは医療機器ではありません。

◆川崎市の課題

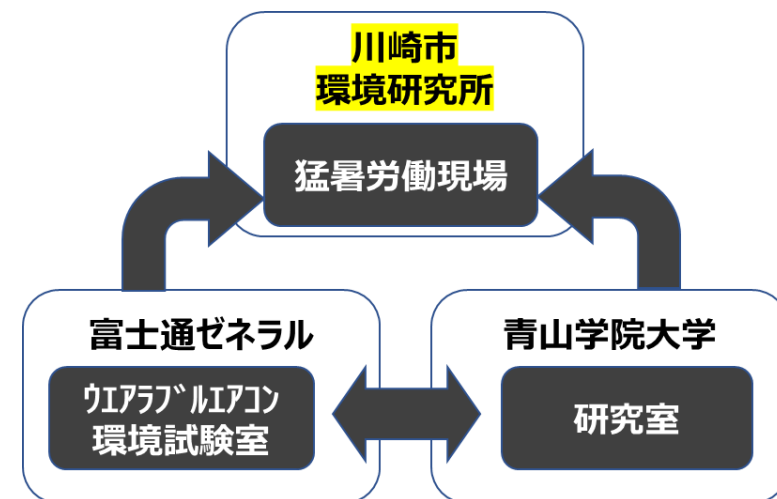
気候変動に対し、「緩和」と「適応」の対策が必要



出典：気候変動適応情報プラットフォーム

【緩和策】	【適応策】
温室効果ガスの排出削減と吸収源対策 《例》 提案② ◆省エネルギー対策 ◆再生可能エネルギーの導入加速化 ◆森林吸収源対策 ◆フロン類対策 ◆環境教育、環境学習	悪影響への備えと新しい気候条件の利用 《例》 ◆農産物の高温障害対策 ◆豪雨災害対策、高潮対策 ◆ <u>熱中症予防</u> 提案①

体制を構築し、川崎市の課題解決へ



ウェアラブルエアコン活用による改善提案

①熱中症問題

猛暑環境下での
労働者への負担軽減

②省エネ問題

空調温度の節電調整による
省エネ効果（脱炭素）

① 熱中症問題

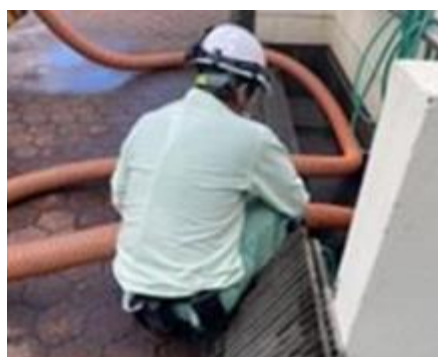
猛暑環境下での
労働者への負担軽減

暑さ対策の有効性検証

労働環境調査



現場体感テスト



生体情報取得



熱中症リスク推定

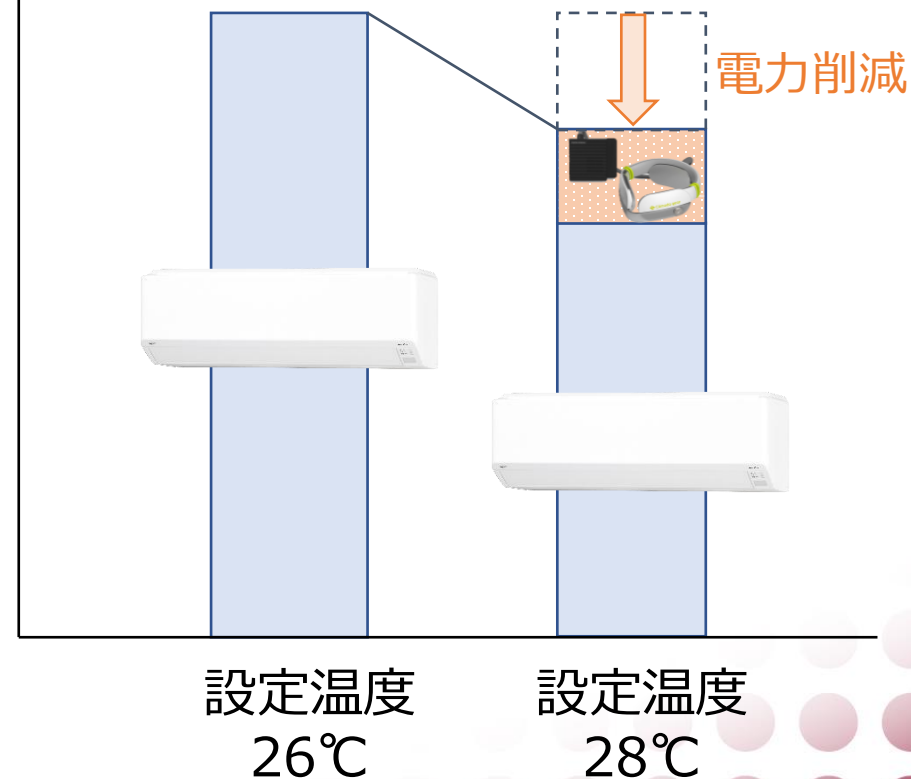
② 省エネ問題

空調温度の節電調整による
省エネ効果（脱炭素）

電力消費量の削減効果検証

[消費電力/W]

エアコン設定温度を下げ
ウェアラブルエアコン使用で快適に



1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要
- 2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の可能性**
3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証試験
4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性
5. 今後の取り組み

川崎市の熱中症問題

出典：熱中症による救急搬送者数の状況に係る調査結果報告書（令和3年度）

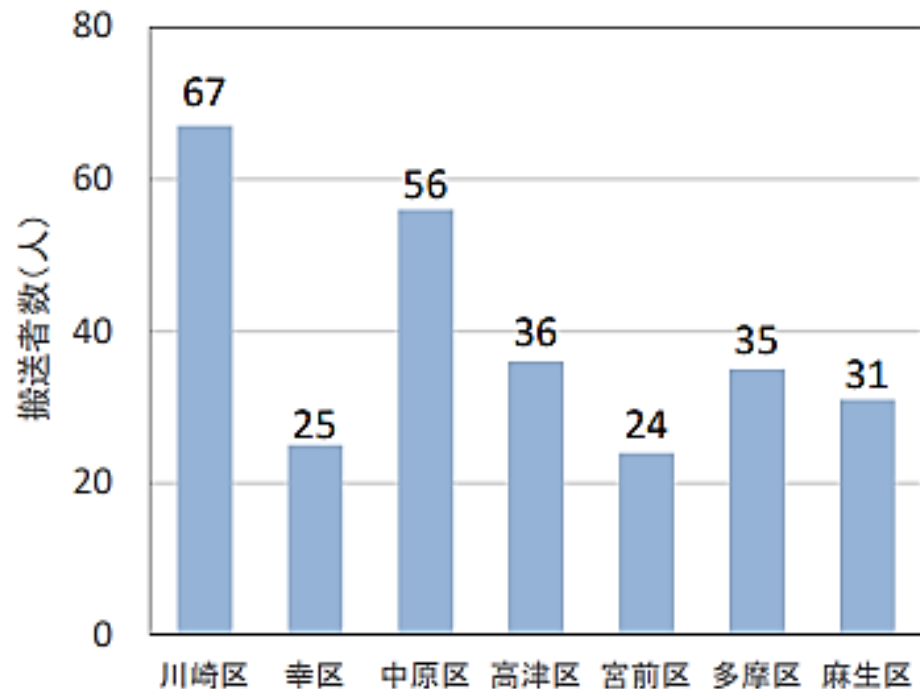


図 1-1 区別の救急搬送者数

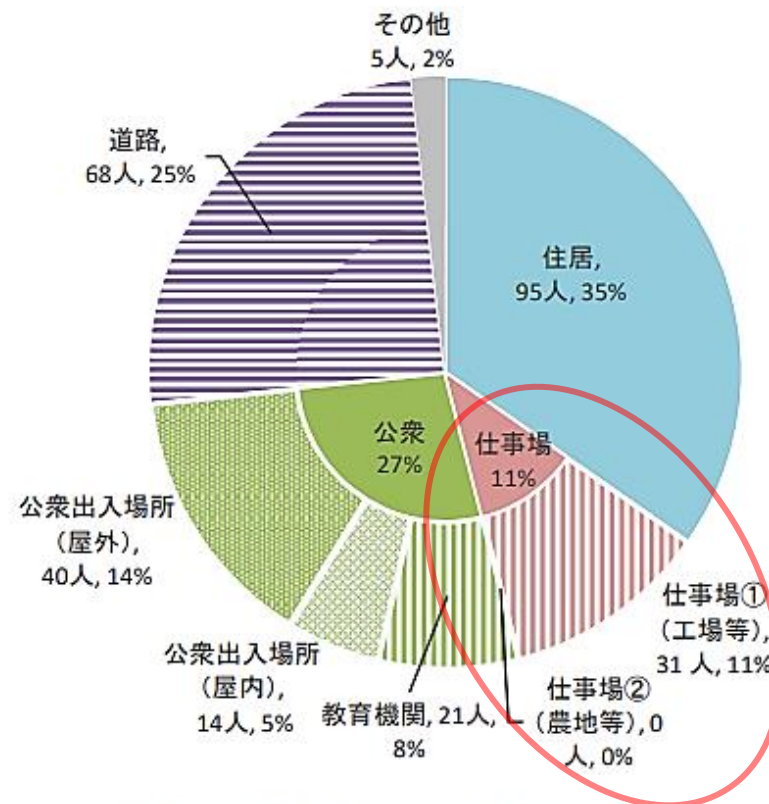


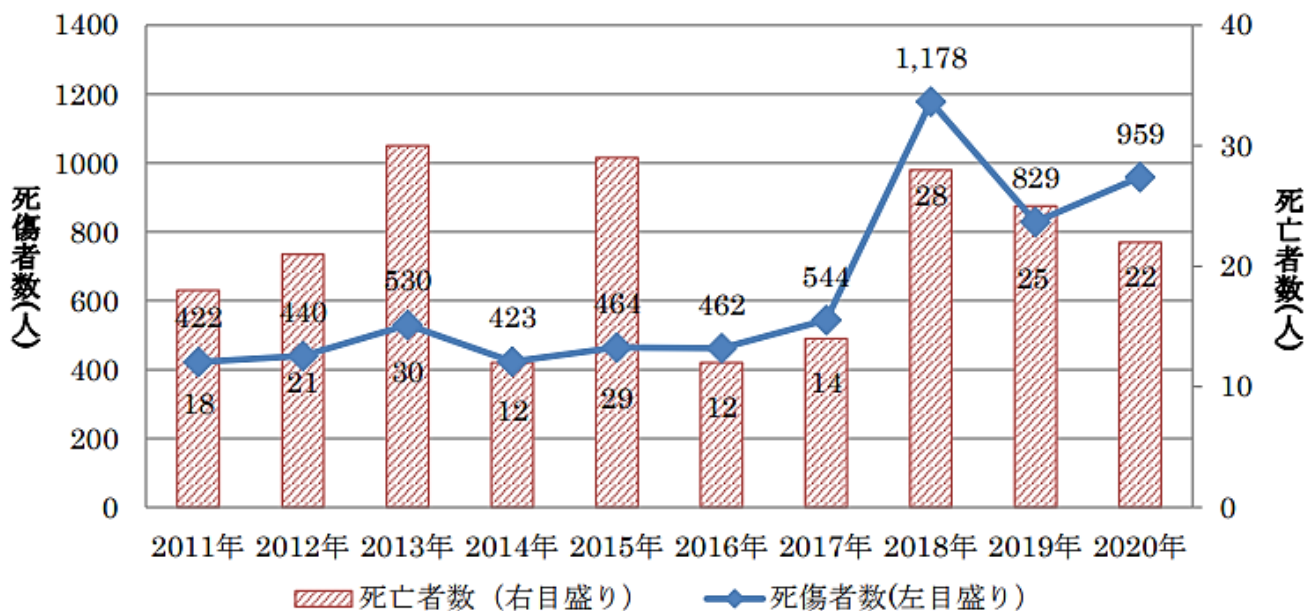
図 5 発生場所別の救急搬送者数（割合）

川崎市の熱中症による救急搬送者数は 274 人（令和3年）

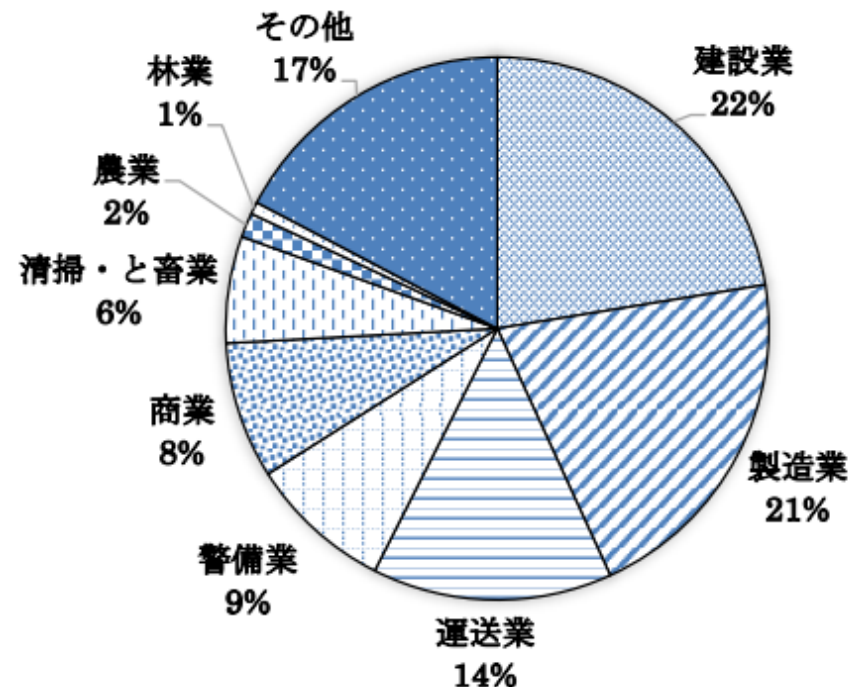
労働環境での熱中症問題の深刻化

出典：厚生労働省HP 令和2年「職場における熱中症による死傷災害の発生状況」（確定値）

職場における熱中症による死傷者数の推移



熱中症による業種別死傷者数の割合 (2020年)



労働環境の過酷さと労働者の安全管理責任が高まっている

現場作業者

- 夏場の仕事は過酷で本当に辛い、辞めたい
- 年を取ったら働けるか不安…
- 家族も心配している、帰ったら倒れるように寝る
- 暑熱対策は自分で買って、夏に対策している
- **会社に大事にされてないんじゃないか…**って思う
- いい仕事して認められたい！
- 体力がないと思われたくない所以我慢！
- **早く仕事終わらせて、早く帰りたい（仕事能率）**

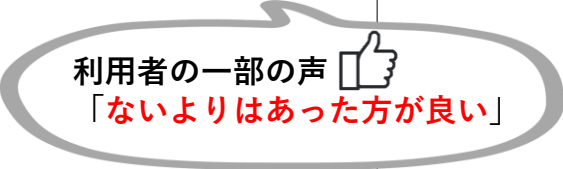


安全管理責任者

- 労災はとにかく避けたい（**安全性**）
- 現場を少しでも快適にしたい（**労働環境**）
- 水分補給は頻繁に行うが、食欲が減退し体調を崩す
- 熱中症問題に取り組むことは、コストの問題ではない
- 育てた人材が簡単にやめてしまうのは惜しい（投資した時間とお金の損失）
- **現状の暑さ対策製品は現場で使えない**
- 大型の空調設備はコスト的に厳しい（設備・電気代）
- 新しいモノを会社の取り組みとしてアピールしたい



現場の暑さ対策としてウェアラブル製品が注目

Item	Method	Problem
ファン付作業着 	外気から取り込んだ空気を上半身に流して、汗の気化熱で冷却 蒸れ防止 汗の蒸発	<ul style="list-style-type: none"> 汗の気化熱を利用 → 脱水を避けるために要水分補給汗をかきにくい人は効果を感じにくい 気温が体温に近いと効果が感じにくい 粉塵、臭いのきつい場所は使用しづらい 湿度が高いと汗が引かないので効果が感じにくい
空冷式ペルチェネッククーラー	ペルチェ素子の放熱をファンの風で逃がす方式を採用したネッククーラー	<ul style="list-style-type: none"> 高温環境(30℃以上)では冷えが物足りない 放熱部分が首元にあるため、首周りに熱が籠りやすい 耳元でファンの音がしてうるさい
保冷剤ベスト	保冷剤が組み込まれたベストで冷却	<ul style="list-style-type: none"> すぐに溶けてしまう 冷却温度の調整が難しい 保冷剤を補完する冷蔵庫が必要
ヒートポンプ式冷却ベスト	ヒートポンプによる冷水が循環したベストで冷却	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルで繋がっている → 移動範囲が限られる 冷却温度の調整が難しい 体に装着するには重すぎる(5.5kg程度)

現場における理想の暑さ対策とは？

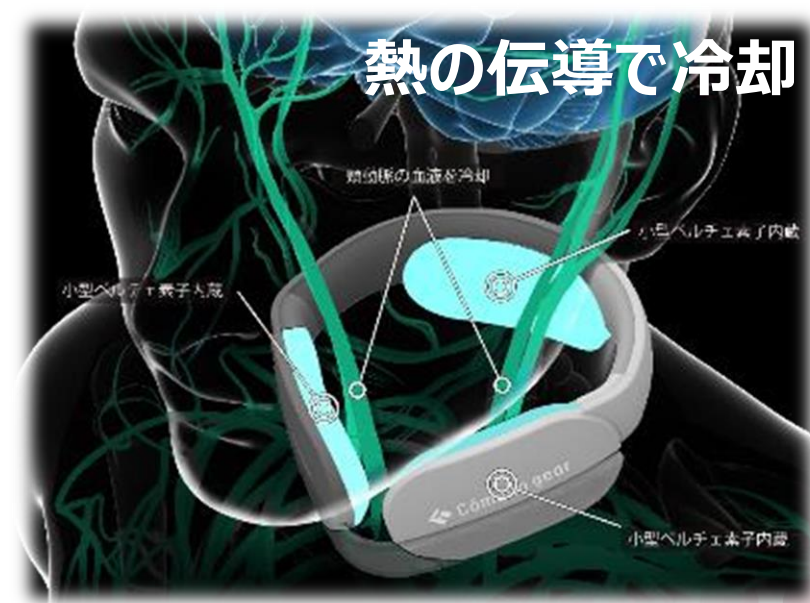
作業性を損なわずに

手軽に使えて

気持ちよく作業に集中



頸動脈(血液)を狙って
効率的に冷却



快適性

圧倒的な冷却力

プロ向けネッククーラー



手軽さ

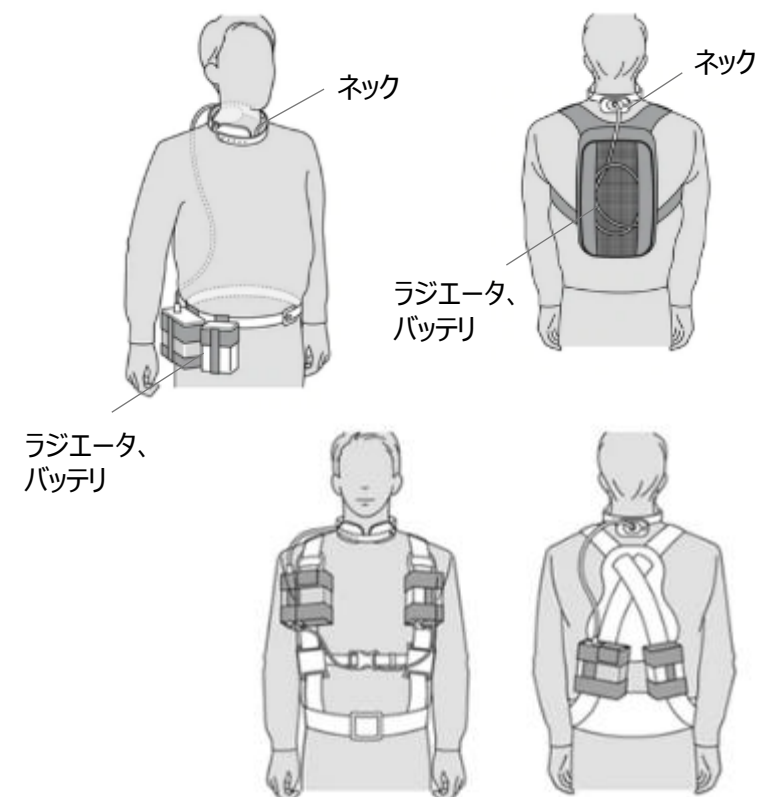
スイッチONですぐ冷える

総重量わずか約850g

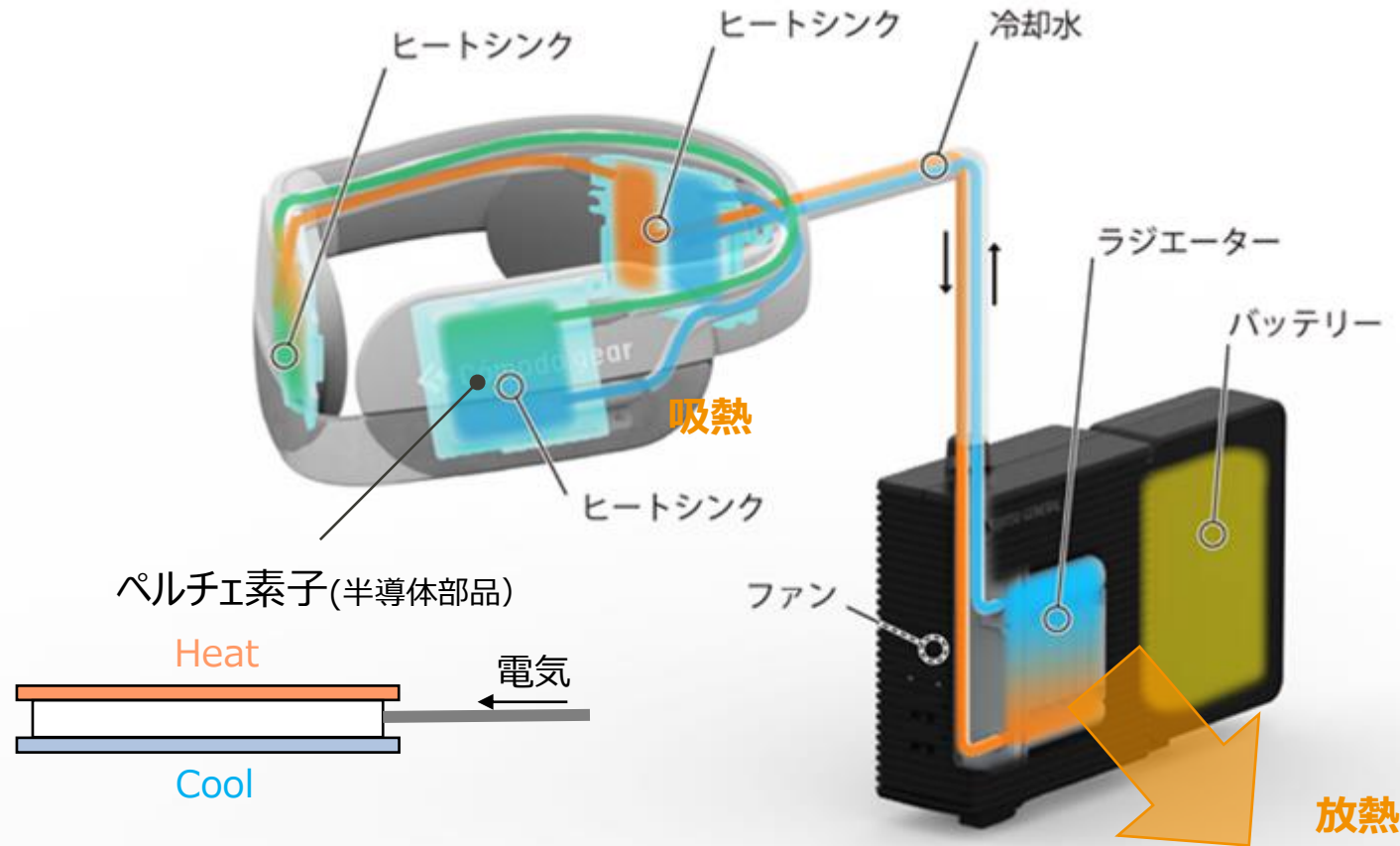


装着性

作業現場に合わせた
安全な装着バリエーション



ペルチェの放熱方式は水冷を採用、高い冷却性能を実現

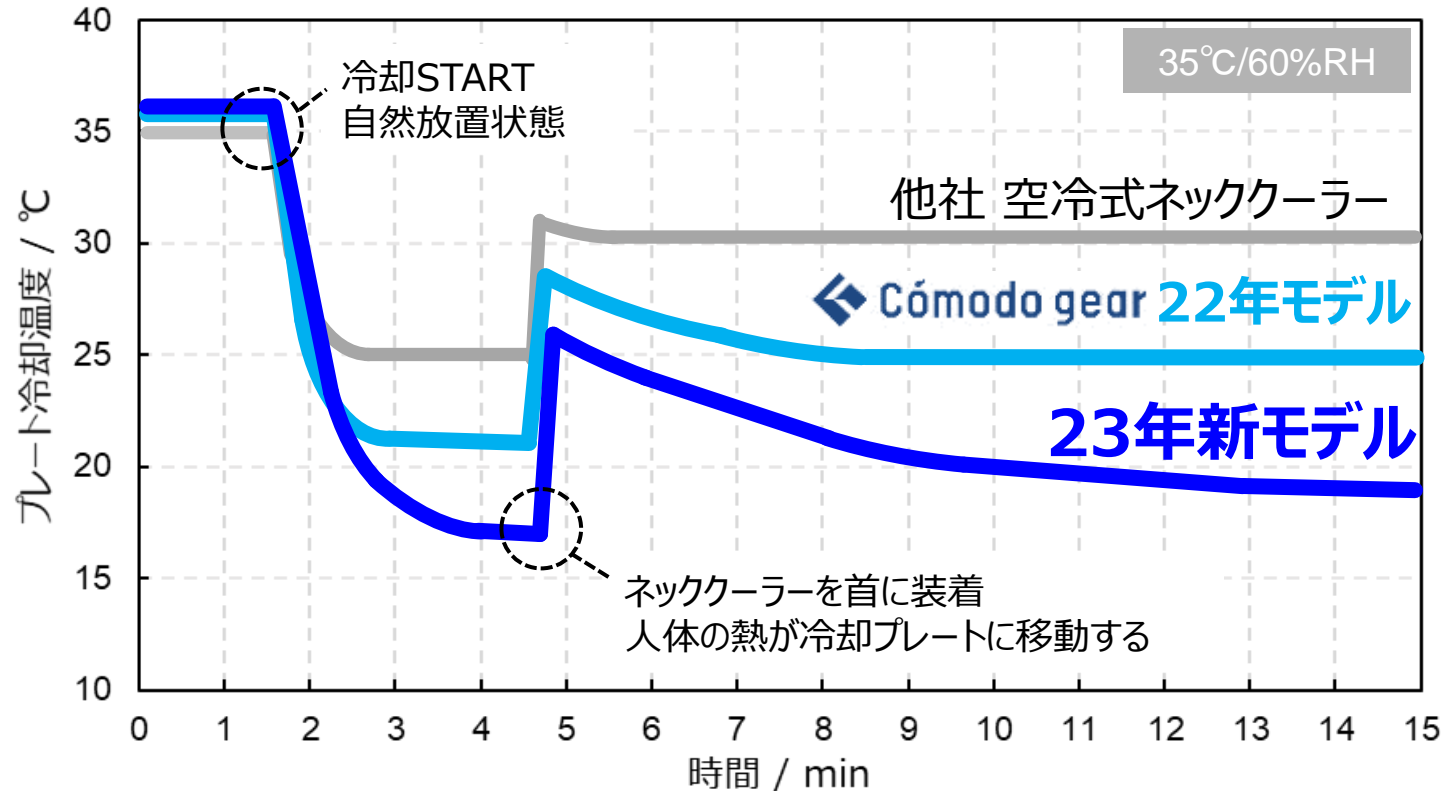


- ① ネック部のヒートシンク内へ水を送り、ペルチェの発熱を吸収
- ② 吸熱後の水は、チューブを通じてラジエータまで運ぶ
- ③ ラジエーターの「熱交換機+ファン」で熱を装置外へ放出（放熱）される
- ④ 放熱後の水は再びネック部へ循環

🔄 ①～④を繰り返す

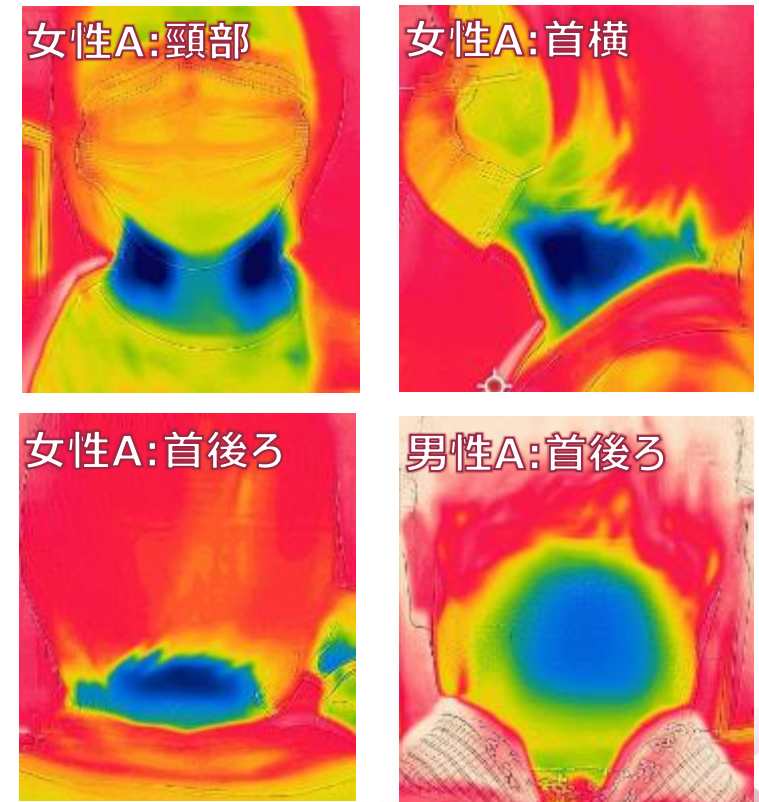
35℃超えの高温労働現場でもしっかり使える冷却力

〈冷却性能比較〉



〈サーモ画像〉

40℃環境で撮影



CONFIDENTIAL

1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要

2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の可能性

3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証試験

4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性

5. 今後の取り組み

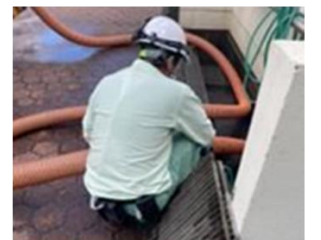
①熱中症問題

暑さ対策の有効性検証

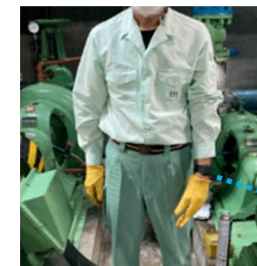
労働環境調査



現場体感テスト



生体情報取得



熱中症リスク推定

川崎市 労働環境調査

入江崎クリーンセンター様 (し尿等の処理施設)

確認項目	調査結果
作業環境	基本は屋内～半屋外作業、地下作業は高温多湿化 熱さ指数 WBGT31以上の環境も可能性あり
作業内容	機器メンテナンス（動作チェック、修理、溶接等） 除草作業、タンク洗浄作業 など
作業時間	作業はスポット的に1回1～2h業務調整 休憩は現場状況を見ながら必要性に応じて取得
衣服・装備	長袖作業着、ヘルメット着用、手袋は必要時に着用 洗浄作業と溶接時は追加で防護服と手袋着用
性別・年齢	男性多数：40～60代中心
対策	天候等を考慮した業務の調整、定期的に休憩実施、 水分補給推奨、現場の安全確認



サンプル送付

FGLよりサンプル・装備品を送付。(台数相談)



23年モデルサンプル

+



ポシェット

リュック

装備品

現場で使用

作業中の暑さ対策としてコモドギアを試していただく。



後日...

ヒアリング

FGLから実験参加者に口頭で調査
※ヒアリング機会をいただければと思います。



よかった

要望

悪かった

アンケート (紙)

◇ Cómodo gear22年モデル 主観評価アンケート

以下の質問事項について、当てはまる部分の選択○をお願いします。

① 首の冷却感はいかがでしたでしょうか。

非常に かなり やや どちらでもない やや かなり 非常に
熱い |-----|-----|-----|-----|-----|-----| 冷たい

② 製品の装着感はいかがでしたでしょうか。

非常に かなり やや どちらでもない やや かなり 非常に
悪い |-----|-----|-----|-----|-----|-----| 良い
(気になる) (気にならない)

使用者のコメント

コモドギアを装着する前は作業終了後、頭に巻いたタオルが絞れるくらい汗が出ていた。

ウェアラブルエアコンを装着している時は同じ作業をしてもタオルの**汗が少なく頭もスッキリ**してた。

あきらかに首から上は汗をかきにくくなっている。
装着することで**熱中症の予防になると思う**。



現場作業者の生体情報取得、23年度本実験に向けた基礎実験

ポンプメンテナンス

工作作業（溶接）



データ解析
熱中症リスク推定



生体情報
取得



心拍数/心拍変動



1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要

2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の

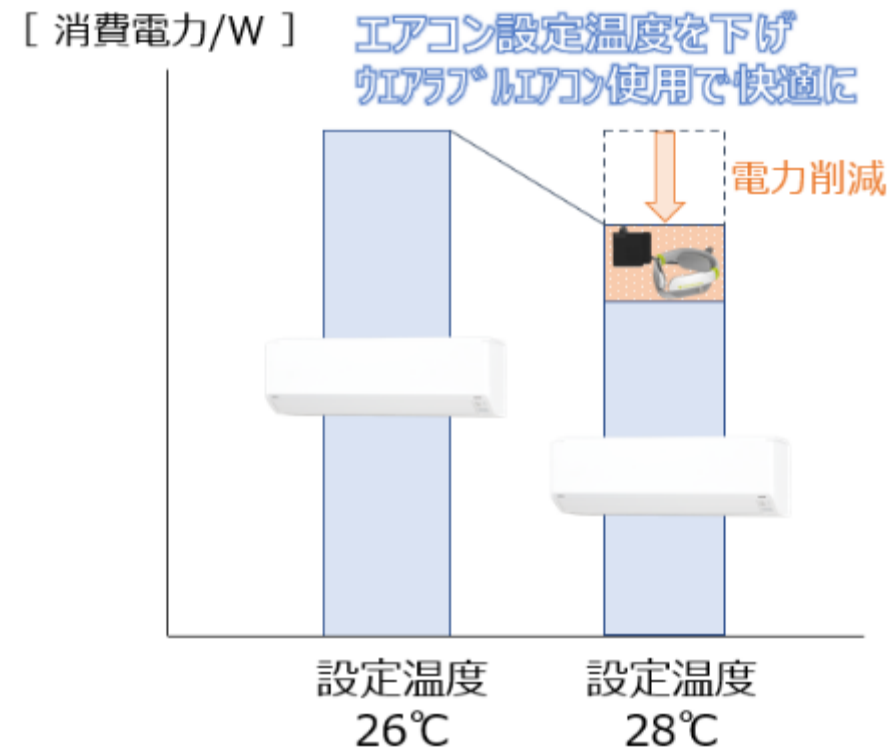
3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証

4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性

5. 今後の取り組み

②省エネ問題

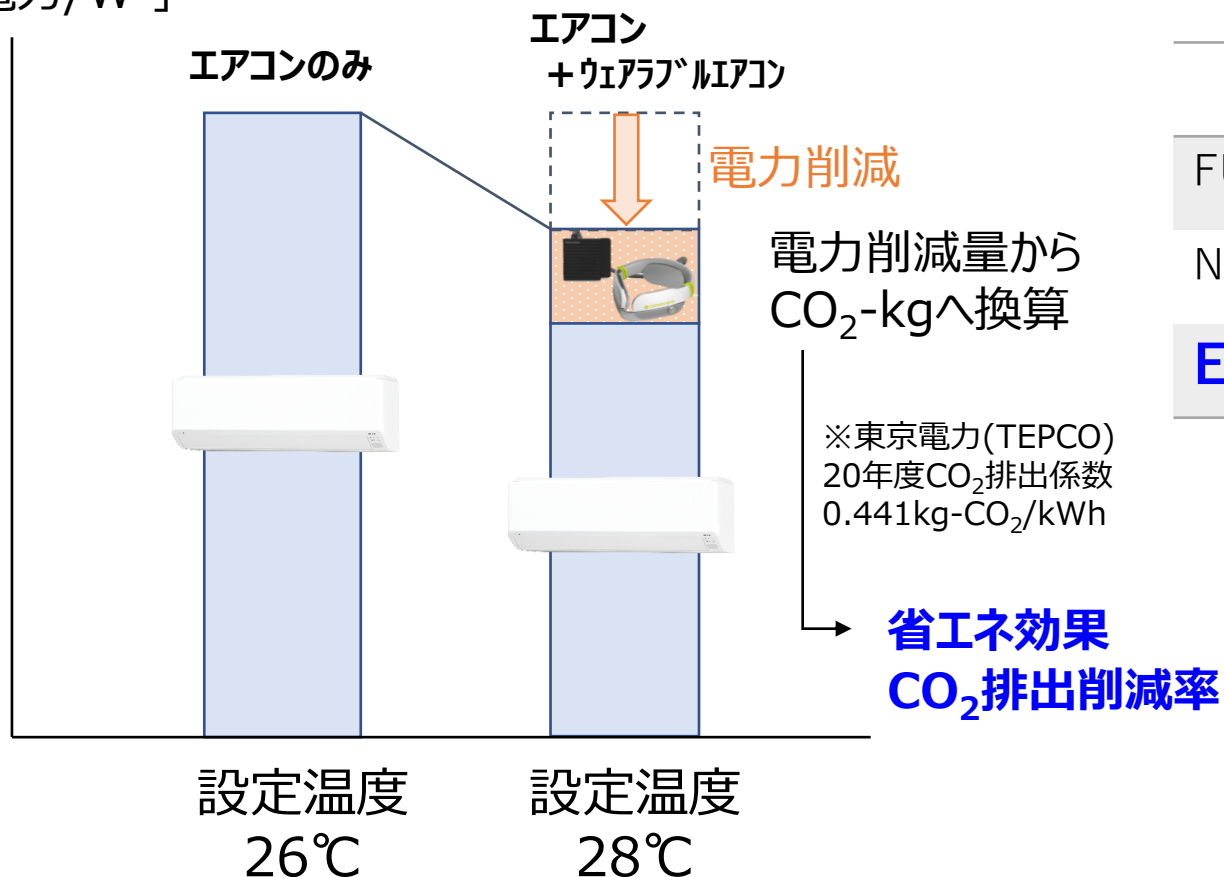
電力消費量の削減効果検証



省エネへの貢献（脱炭素効果算出）

ウェアブルエアコン(個別空調)を併用し、エアコン設定温度を上げることによる節電効果

[消費電力/W]



23年モデルは省エネ制御追加

各モード	消費電力
FULL (40°C環境)	約20W
NORMAL (35°C環境)	約15W
ECOモード(30°C環境)	約10W

消費電力はアプリケーションで取得



低消費電力化による環境負荷低減



直接冷却 = 有効な暑さ対策

- 労働環境改善
- 労災リスク低減



参考：スポットクーラー



消費電力

10~20W

1,000~2,000W

電気料金

(27円/kWhで試算)

151.2円/月

<1台あたり>

約8,000円

例：15台導入、夏期4ヶ月利用

エネルギーコストの削減

- 環境負荷低減
- 個別空調による電気料金削減

8,000円

約500,000円

環境にやさしい暑さ対策

◀ Cómodo gear

第15回

川崎国際環境技術展

The 15th Kawasaki International Eco-Tech Fair

持続可能な未来への懸け橋、かわさきグリーンイノベーション



FUJITSU GENERAL BLOG

セネグ

暑熱環境下の現場労働者の生体反応の解明とウェアラブルエアコンの暑さ対策と省エネ効果の検証

川崎市環境総合研究所が主催し、ウェアラブルエアコンによる暑さ対策に取り組む当社と、生体反応に関する調査を行う青山学院大学が共同研究先として参画しています。研究の一環として、9月にはし尿等の処理を行う川崎区・入江崎クリーンセンターにおいて、過酷な暑さの中で作業される職員の方の生体反応データを収集しました。来年度は、コモドギアを着用した状態でのデータも収集し、快適性や熱中症リスク低減に関する評価などを実施予定です。また、エアコンの代替手段としてのコモドギアの活用なども検証していきます。



CONFIDENTIAL

1. 川崎市共同研究スタートまでの経緯と研究概要
2. 最新の暑さ対策から見えるウェアラブル製品の可能性
3. 熱中症予防への貢献 川崎市現場での実証試験
4. 省エネへの貢献 脱炭素社会実現の可能性
- 5. 今後の取り組み**

今後の研究計画

基礎実験

① 熱中症問題

- 労働環境調査
- 労働者の生体上の取得と基礎実験

② 省エネ問題

- 省エネ効果実験の準備（アプリ開発）



2022年

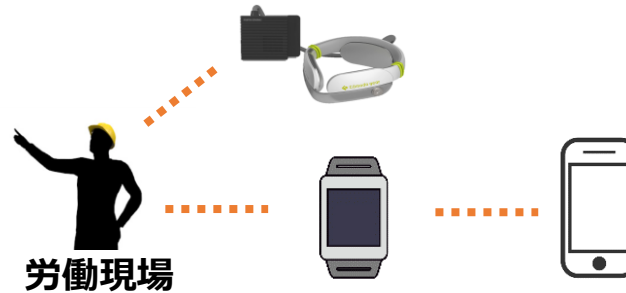
本実験

① 熱中症問題

- ウェアラブルエアコンの暑さ対策に対する有効性の検証実験（生体情報解析）

② 省エネ問題

- 省エネ効果の基礎実験（環境試験室）



2023年

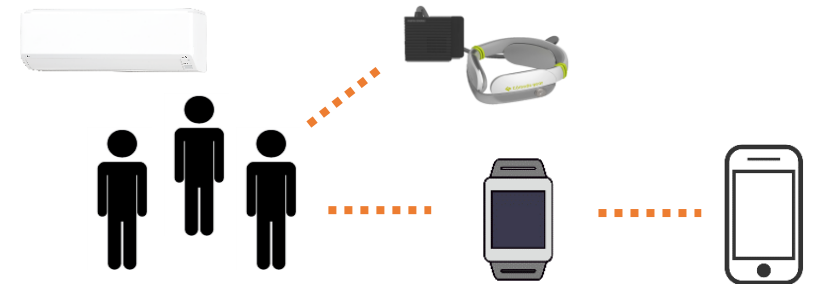
実験領域拡大

① 熱中症問題

- ウェアラブルエアコンの暑さ対策に対する有効性の検証実験（領域拡大/データ数増）

② 省エネ問題

- 空調との併用による脱炭素効果（実労働環境）



2024年

23年度より熱中症と省エネの本格的な検証実験へ

1. 共同研究結果を製品へフィードバックし、製品やサービスの向上

- 23年モデル、新モデル製品へ展開済
- 冷却や省電力の他、共同研究成果である涼感性・機能性の向上を図り労働現場の快適環境を提供
- 23年以降も共同研究結果を製品に反映させ、熱中症や省エネなど温暖化対策に貢献していく

2. 熱中症予防策の共同研究結果を技術リリースとして積極的に情報発信


- メディア関連（SNS、新聞、WEB、専門誌等）
- 学会、講演会、展示会

3. 熱中症への対応を急ぐ企業へのウェアラブルエアコンの提供

- 川崎市と共同研究した猛暑環境下の作業現場データを製品に反映させ、同様な環境下で作業する企業への提供を急ぐ

4. 新たな製品・サービスの開発の検討

- ネッククーラー以外の猛暑対策製品の開発



FUJITSU

富士通ゼネラル

- 共に未来を生きる -