

# 急変する持病のための連携システム：体調不調予測AIの開発による予防強化1

AI Watch 武藤熙麟 灘高等学校2年

## 1. 背景

### 1) 問題意識の共有

#### (1) 急変時、迅速な対処が必要な疾患

心臓発作	→	1	+	AED使用
食物アレルギー・蜂	→	1	+	緊急注射
喘息発作	→	9	+	薬の吸引
糖尿病	→	救	+	薬の注射
気管閉塞	→	急	+	食物や異物の排出
脳梗塞・脳出血	→	通	+	安全な場所に誘導して安静
切迫流産	→	報	+	安全な場所に誘導して安静
熱中症	→	!	+	冷やす+涼しい場所で安静
てんかん発作	→	周	+	周囲の危険な物を排除 + 安全な場所で安静
出血	→	止	+	止血 + 消毒

居合わせた人による迅速な助け要

- (2) 急変時、自分で対処できない場合も
- (3) 居合わせた人には対処も状況も分からない可能性

### 2) アレルギーを持つメンバーの必要性

### 3) 社会問題化 → 社会的機運の醸成 \*1~14

- (1) 高松宮様の事故 → AED全国普及 → ByStander啓蒙活動
- (2) アレルギー急増 → 事故ニュース → 防ぎ得た死をゼロに  
昨年度 厚労省：『アレルギー10カ年研究戦略』初策定
- (3) 新型肺炎 → 社会的認知：リスク回避行動の習慣化

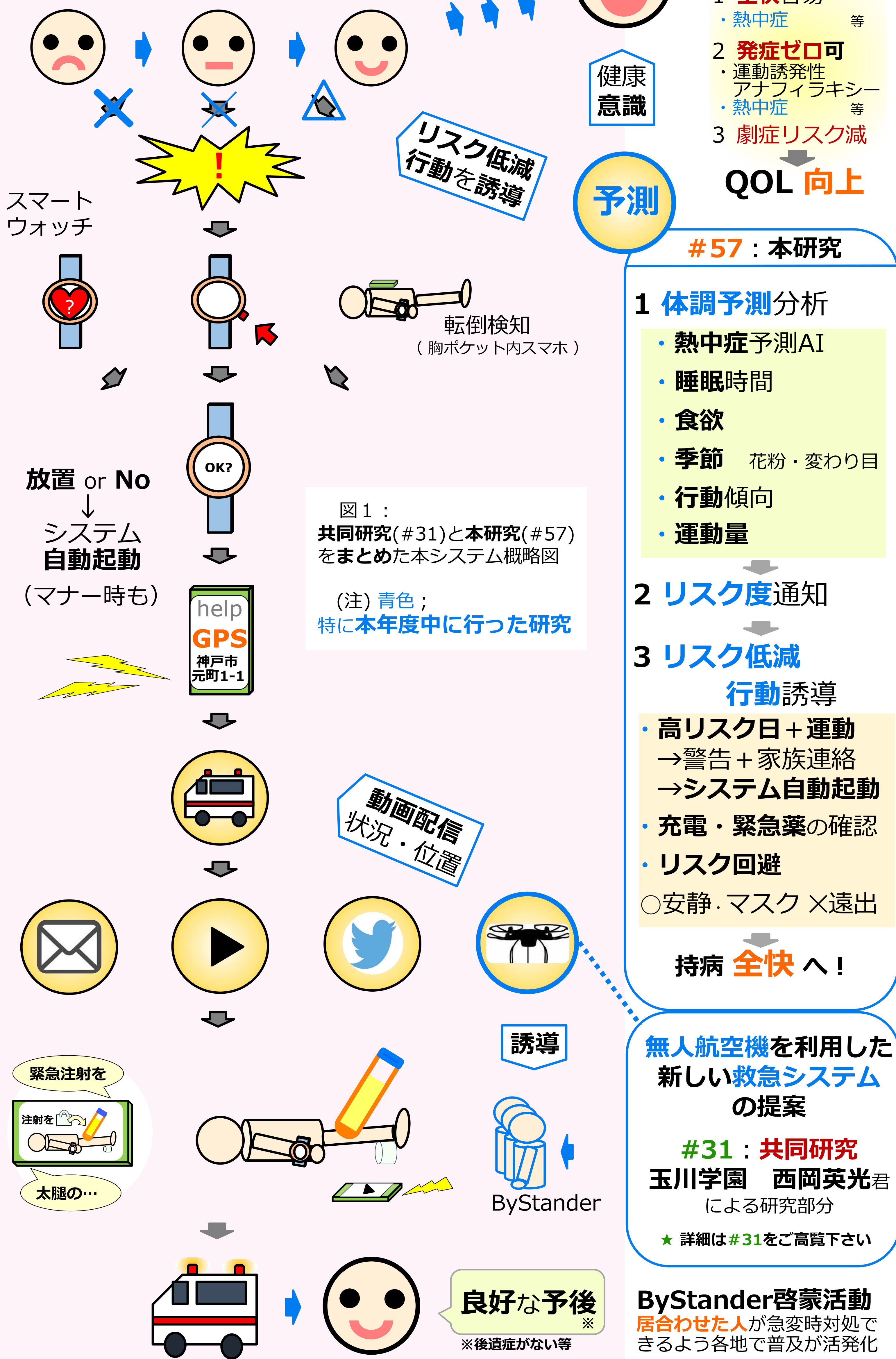
### 4) 技術の向上：高度ロボット社会 × 僕ら自身 \*0

スマートウォッチ・ドローンも一般に広く普及      ロボコン世界大会優勝

### 5) 昨年度の研究の問題点

## 2. 要旨

### 1) システム概要



補足：先行研究について → \*18  
以下のような先行研究や有料サービスがあるが、本研究のように警報システムの自動起動や対処法自動再生や状況把握は出来ず、実用性と効果が乏しかった  
つまり、救急隊到着前の対処は厳しい(薬アレルギーの場合、心停止まで5分)  
・緊急通知発信アプリ(アンドロイド・iPhone)、セコム・ホームセキュリティ、Epic など  
・海外：Medical Alert Watch、RightMinder、など

ご参考：本研究の詳細  
<https://drive.google.com/drive/folders/11hGvH3TDJIGdEII2H4s4qHbyiHhrOoxQ?usp=sharing>

## 2) 昨年度の課題点と改善点

表2

昨年度の課題	補足	今年度の改善
GPS位置情報の限界	救助できないリスク 現在のスマホのGPS機能は大体の場所は分かるが、救急隊も発見できない例も	ドローン活用 (→共同研究 #31ご参照) ドローン駆付け付け中：リアル動画配信 ↓ ルートや周辺映像から、詳細な居場所特定
非常時検知の限界	・現在のスマートウォッチとスマホでは、非常時の検知手段に限界(有効な手法+信頼性) ・非常時の現状把握困難	ドローン活用 (→共同研究 #31ご参照) ドローンが持ち主発見後：リアル動画配信 + 外部からリモート操作 ↓ 家族や医師などが現状把握
外出時使用のみの想定	・昨年の目標：一人で遠出 → 達成! ちなみに、 ・今年目標：一人で1泊 → 達成! ・開発前まで：エビペン所持の為遠出も親同伴	ドローン活用 × AI予測 (予測のみ、本研究) ドローンを活用した、より積極的な救急策 × 熱中症リスクAIを活用した、劇症化予防策 ↓ 一人旅行可 + リスク回避行動誘導
予測が単純	・主観で因子選択 ・加点制の最低限予測	持病有 → 熱中症リスク深刻 + 体調不良多発 ↓ 熱中症リスク予測AI開発 ↓ 夏の生活 正常化 + 体調予測精度向上 + 予防対処精度向上 ハイリスク時 × 運動 → 本人と家族などへ連絡 (+GPS位置情報) → システム自動起動 → 発症ゼロへ 熱中症、運動誘発性アナフィラキシーショック ↓ 良好な体調を維持 ↓ 高QOL → 全快へ
バグ	技術不足でシステム精度 ・確実性 ・迅速さが課題	この1年の精進分、システム精度大幅向上 ・確実性 ・迅速さ

## 3. 研究：体調予測の手法

※ドローン研究：#31をご高覧下さい

### 1) 熱中症予測AI

#### (1) 環境

- ・実行環境：Colaboratory
- ・ライブラリ：Keras Tensorflow

表3：ニューラルネットワーク概要

活性化関数	leaky relu
出力層 活性化関数	softmax
隠れ層数	4
ノード数(ニューロン数)	64
損失関数	categorical crossentropy
最適化関数	RMSprop
Dropout率	0.3
call back	early stopping(patience = 10), F1Callback(自作関数・正解率を算出)

#### (2) データセット

- ・データセット：2008~2018の東京都の熱中症搬送者数と気象情報
- ・気象情報：最高気温・平均気温・最低気温・降水量・平均蒸気圧・平均雲量・平均風速
- ・訓練データ：2008~2016・2018
- ・テストデータ：2017
- ・危険度(搬送者数)を5段階に分類 (表4)

危険度	0	1	2	3	4
搬送者数	0~1	2~9	10~79	80~119	120~

※データセットは以下のリンクで公開  
<https://github.com/2lu3/heatstroke-prediction/tree/master/input>

#### (3) 予測AI精度向上

- ・加工せずに予測：  
正解率50% (データの少ない危険度が高いときの予測精度が非常に低い) 結果

危険度	0	1	2	3	4
訓練データ 正解率	60%	58%	75%	0%	45%

表5

# 急変する持病のための連携システム：体調不調予測AIの開発による予防強化2

## AI Watch 武藤熙麟 灘高等学校2年

### (3)の続き

- ・加工して予測：
  - ① Over Sampling
  - ② 特徴量の削減  
最高気温・降水量・平均蒸気圧  
・平均雲量のみを使用
  - ③ ハイパーパラメータチューニング  
隠れ層数・ノード数・活性化関数を変更

テストデータ 混同行列	正解危険度					
	0	1	2	3	4	
予測危険度	0	17	7	0	0	0
	1	20	20	10	0	0
	2	1	13	26	3	0
	3	0	0	4	29	0
有効数字3桁	正解率 (%)	44.7	50	65	87.8	100

①~③の結果、正解率は69.5% (+-1段階の誤差を許容すると99.3%)だった結果は表6の通り

## 2) 睡眠時間・食欲による体調予測

図2



- (1) 毎朝6時、スマホに睡眠の質と食欲の回答通知 (図2)
- (2) アプリ不使用時間 = 睡眠時間とし、睡眠時間を推測
  - ① AppUsageStatsを使用し、アプリを開いている時間を15分刻みで取得
  - ② 加速度・ジャイロセンサを使用してスマホが静止している時間を取得

## 3) 季節による体調予測

- (1) 花粉の時期 (関西地方) \* 23
  - ① 重度: 2/20~3/31
  - ② 中度: 2/10~4/15
  - ③ 軽度: 1/1~5/10
- (2) 季節の変わり目 3~4月・11月

## 4) アトピー悪化期による体調予測

7~9月  
汗や雨天のストレス等で掻く時期、破れた皮膚からアレルギー接触しやすくなる

## 5) 行動傾向による体調予測

- (1) GPS情報を取得し、普段の同じ時刻のGPSと比較
- (2) 普段の行動パターンから外れ、移動が少ない時は体調不良と推測  
例: 昼間に学校にいないなど

## 6) 運動量

- (1) 加速度・ジャイロセンサを常時記録し、運動量を計算
  - ① 加速度センサ: 下のコード1のように計算

x, y, zの重力を除いた合成ベクトルの絶対値を求め、合成ベクトルが1.5より大きい時は時間(ms)を掛けた  
それ以外の時は、0とした

```
1 def calculate(x, y, z, time_diff):  
2     # x, y, z: それぞれxyz方向の加速度  
3     # time_diff: 次の加速度センサの値を取得した時間  
4     vector_size = abs(x * x + y * y + z * z - 9.8 * 9.8)  
5     if vector_size > 1.5:  
6         return vector_size * time_diff  
7     else:  
8         return 0
```

コード1

- ② ジャイロセンサ: 下のコード2のように計算

x, y, zそれぞれの絶対値の合計を求め、それが0.01より大きい時は時間(ms)を掛けた  
それ以外の時は、0とした

```
1 def calculate(x, y, z, time_diff):  
2     # x, y, z: それぞれxyz方向の角速度  
3     # time_diff: 次の角速度センサの値を取得した時間  
4     gyro_sum = abs(x) + abs(y) + abs(z)  
5     if gyro_sum > 0.01:  
6         return gyro_sum * time_diff  
7     else:  
8         return 0
```

コード2

- ③ 運動量の計算

上で計算した加速度センサ、ジャイロセンサ、それぞれの一定期間の平均が一定値以上である時、運動していると推測

運動量は運動をしていると計算された時間の長さとした

### (2) 体調予測方法

- ① 運動量が普段より少ない場合、体調が悪いと推測  
僕の場合: 昼休みにサッカーに行かない等
- ② 熱中症予測AIが危険と判断したとき + 運動量が多い  
→ 本人へ熱中症リスク警告 + 家族へ連絡  
→ システム自動起動
- ③ 体調予測AIが危険と判断したとき + 運動量が多い  
→ 本人へアナフィラキシーショック警告 + 家族へ連絡  
→ システム自動起動

分類	条件	対処
警告	15点以上	安否確認 家族に位置情報 無反応なら救急車
警告	10点以上 + 行動傾向異常	安否確認
注意報	10点以上	バイブレーション・通知で使用者に警告
助言	5点以上	通知で5点未満となるよう誘導

条件	点数
連続睡眠不足	3
連続食欲不足	2
行動傾向異常	3
花粉(重度: 2/20~3/31)	3
花粉(中程度: 2/10~4/15)	1
花粉(軽度: 1/1~5/10)	0.5
季節の変わり目 3~4月	1
季節の変わり目 11月	0.5
アトピー悪化(汗・雨季) 7~9月	4
熱中症予測AI+運動量	3
熱中症(8~18時)+運動量	3
熱中症(10~16時)+運動量	5

左: 表7: 予測数値と対処 上: 表8: 予測基準点

## 4. 考察

熱中症予測AIでは、最初は2018年度のデータをテストデータとして学習をしていたが、2018年度は他の年度を最高熱中症搬送者数が大きく上回っているため、テストデータとして使用することは不可能であった。そのため、2017年度をテストデータとした。

## 4. 考察の続き

ただし、熱中症搬送者数は年々増加しており、予測の主要要素である最高気温がほぼ同じ日でも後の年度ほど熱中症搬送者数が増加している。また、2019年度の最高気温も39.0度とデータセット中最高である。

また、熱中症予測AIの混同行列をみると、危険度が高いときのほうが精度が高い。

1つ目の理由は、危険なときに警告を飛ばさないほうが、安全なときに誤警報を飛ばしてしまうよりも問題だと考えたからだ。そのため、あえてデータ数の少ない危険度が高いデータの数をOver Samplingで増やし、危険度が高いデータに敏感になるように学習させた。

2つ目の理由は、危険度が低いときの搬送人数のしきい値同士が非常に近いからだ。例えば、危険度0は搬送者数が0または1のときであるため、危険度0か危険度1かの区別は難しい。東京都全体に対して1人単位で搬送されるかを予測するのは非常に難しいからだ。

熱中症予測AIは室内にいるときは精度が非常に低くなるが、加速度・ジャイロセンサから計算した運動量と組み合わせることでその欠点を補った。激しい運動は家の中ですることではできず、運動量が大きいとほとんど外にいるからだ。

予測の手法を、人の行動・環境を絶対値で判断するだけでなく、

- ・現在の行動
- ・普段の行動との相対的な違い

を予測する要素に追加した。

これにより、手動ですべての条件を記述するのではなく、AIやプログラムに判断基準を調整させることができるようになった。

## 5. 展望

本研究で使用したセンサ以外にも多くのセンサがあるので、それらを収集するシステムを構築し、データが少なくできなかったその人個人に適応した体調予測分析が自動化できるようにしたい。

例えば、Google HomeやAlexaなどのスマートスピーカーと連携し、音をつかって様子を把握(咳をしたら体調が悪い等)したり、スマートスピーカーとの会話を通して体調を直接尋ねたりできる。

また、2020年は5Gが使用でき、センサのデータを常時クラウド上に保存し、より高度な処理をサーバー上で実行し、より正確な予測を行うことができる。

## 6. ご参考

### 1) 参照事項

- \* 0: 共同研究者 (#31): 玉川学園高等部 1年 西岡英光君: WRS2018 (経産省主催のロボコン世界大会) 優勝  
種目: ホームロボット/チーム名: Tamagawa Academy Science Club
- 僕 (#57): 灘高等学校2年 武藤熙麟: RCJ2019 (ロボコン世界大会) 優勝 (2冠)  
種目: レスキューシミュレーション/チーム名: Ninja

### 2) 参考文献

\* 1: 平成30年版 救急・救助の現状 (総務省) <https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/post7.html>  
\* 2: 平成30年度版 消防白書 (消防庁) <https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h30/chapter2/section4/38607.html>  
\* 3: 平成31年度1月報道発表資料 (東京消防庁) <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-kouhouka/pdf/310107.pdf>  
\* 4: アナフィラキシーショックによる症状報告: 心肺停止時間 + 蘇生成功でも重篤な低酸素血症 Pumphrey RS Clin Exp Allergy 2000;30;1144-50  
\* 5: アナフィラキシーガイドライン (日本アレルギー学会) [https://anaphylaxis-guideline.jp/pdf/anaphylaxis\\_guideline.PDF](https://anaphylaxis-guideline.jp/pdf/anaphylaxis_guideline.PDF)  
\* 6: 令和元年8月 応急手当の知識と技術 (政府広報オンライン) <https://www.gov-online.go.jp/useful/article/200801/1.html>  
\* 7: 応急手当の重要性 (東京消防庁) <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/kyuu-adv/joukyu/oukyu-01.htm>  
\* 8: 救急蘇生法の指針 (厚生労働省) [https://www.fdma.go.jp/publication/portal/items/kinkyu\\_sosei.pdf](https://www.fdma.go.jp/publication/portal/items/kinkyu_sosei.pdf)  
\* 9: 一般市民用 応急手当WEB講習 (消防庁) <https://www.fdma.go.jp/relocation/kyukyukikaku/oukyu/index.html>  
\* 10: バイスタンダー感謝カードの配布開始について (大阪市) <https://www.city.osaka.lg.jp/hodoshiryu/shobo/0000465599.html>  
\* 11: AEDガイド: 救命率の実態・バイスタンダーの育成など <https://imoti-aed.com/bystander/>  
\* 12: 突然死の中で最も多い急性心臓死 (東京都福祉保健局) <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/smph/kansatsu/kiso/kyushi.html>  
\* 13: Boy, 13, with dairy allergy died after schoolmate threw cheese down his T-shirt, inquest hears. (By Gareth Davies 19 SEPTEMBER 2018 \* 4:35PM The Telegraph)  
\* 14: 免疫アレルギー-疾患研究10か年戦略 (厚生労働省) <https://www.mhlw.go.jp/content/10905000/000360120.pdf>  
\* 15: 熱中症予防情報サイト (環境省) <http://www.wbgt.env.go.jp/>  
\* 16: 暑さ指数 メール配信サービス (環境省) [http://www.wbgt.env.go.jp/mail\\_service.php](http://www.wbgt.env.go.jp/mail_service.php)  
\* 17: Medical ID: 名前、生年月日、病歴ケガ、医療メモ、アレルギーと反応、使用中の薬、血液型、臓器提供の意思、健康状態、体重身長、緊急連絡先などの情報。非常時、誰でも見られるようにした情報。QRコードなど。  
\* 18: 先行研究・有料サービス  
・セコム・ホームセキュリティ: <https://www.secom.co.jp/homesecurity/>  
・Epic: <https://imaginaryshort.com/projects/epic.html>  
・Medical Alert Watch:  
<http://www.medical-alert-systems.bestreviews.net/new-ibeat-smartwatch-calls-help-heart-patients/>  
・RightMinder: <http://www.rightminder.com/>  
\* 19: iPhoneにもandroidにも機能あり: 厚生労働省非公認で周知されず、情報も乏しく、悪用のリスクも→iPhoneでの名称: Medical ID/ androidでの名称: 緊急情報  
\* 20: 調布市立学校児童死亡事故 検証結果報告書概要版 (文科省)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/sports/018/shiryo/\\_icsFiles/afieldfile/2013/06/05/1335638\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/018/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2013/06/05/1335638_5.pdf)  
\* 21: Net119 (総務省消防庁) <https://www.fdma.go.jp/mission/prepare/transmission/net119.html>  
\* 22: 熱中症による死亡の年次推移と気象条件 日気誌 (Jpn.J.Biometeor) 29(3), 1992  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikishi/1966/29/3/29\\_3\\_192/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikishi/1966/29/3/29_3_192/_pdf/-char/ja)  
\* 23: 厚生省『花粉症の正しい知識と治療・セルフケア』[https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/kenkou/ryumachi/kafun/dl/ippan-qa\\_a.pdf](https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/kenkou/ryumachi/kafun/dl/ippan-qa_a.pdf)

## 7. 謝辞

- 1) 本年度、新たに or 特にお世話になった先生方  
(1) 井上浩義先生 (慶應義塾大学GSC)  
(2) 田原剛二郎先生 (玉川学園高等部)  
西岡英光君 (共同研究者: 玉川学園高等部 1年)  
(3) 消防庁救急企画係

先生方と共同研究者には、心から厚く感謝しています!  
本当にどうもありがとうございます!

また、最後までご覧下さり、どうもありがとうございました!

- 2) 昨年度から or 昨年度、お世話になった先生方  
(1) 米辻泰山先生、未踏ジュニアの先生方  
(2) 井上浩義先生 ・ 岩谷千穂先生 (慶應大GSC)  
(3) 角田和彦先生 (かくた子どもクリニック)  
(4) (株) 妻鳥通信工業 妻鳥先生  
(株) 両備システムズ 牧本先生・近行先生  
(株) ドーン 田井先生  
(5) 鈿 優香先生 (昨年度 メンター: 清風南海高校)  
(6) 天羽真高君 (昨年度 共同研究者: 清風南海高3年)  
枘田弦也君 (灘中3年)  
(7) 川西啓介先生 (灘高校)  
中西健介先生 (本年度 メンター: 灘高校)