代表理事特別賞

賞金５万円

体感気候測定機
「キモチモン」

長崎県立長崎西高等学校

体感気候観測機「キモチモン」

長崎県立長崎西高等学校地学部
小川由季乃（おがわ　ゆきの）
三浦　怜七（みうら　れいな）

１．はじめに

地学部員数人で野外に出て，互いに快適か不快かを議論すると，快・やや快・やや不快・不快の４段階評価でも様々に感じる人があることがわかりました．気候に関する議論を重ねる中で，人が気候を快適に感じる条件は何か，最優先の条件は？　年齢による感受性の違いは？　性別による違いは？　地域性の違いは？　など「人間の気候に対する感受性」について，興味を持つようになりました．

そこで今回，その日の気候を快適に感じているのか，不快に感じているのか，多くの人の気持ちを，簡単に長期間にわたって調査する体感気候観測機「キモチモン」の制作に取り組みました．

「キモチモン」を使って，長崎県立長崎西校等学校の生徒 897 人および教職員 83 人を対象に快・不快を調査し，各種気象条件と各個人の性別，居住地の地理的条件，年齢などとの相関をとり，本校生の不快指数の条件式を確立し，それを日本さらには世界の人々に適用できる一般式を目指して研究を開始しました．現在，不快指数を測定する様々な式が考案されていますが，本校生徒を大規模に長期間調査することによって，閾値や新たな条件式が得られるのではないかと仮説をたてました．

２．観測機器のコンセプト

人間の感覚は，ヒトそれぞれです．その日の気候をどう感じているのか．記入式アンケートを何度も実施すると，細かい分析が可能となるでしょう．しかし，多くの人は忙しいため，なかなか協力が得られないことが予想されます．

そこで，キモチモンは，手軽に気持ちの測定ができるよう工夫をしました．

下校時間（帰りのＳＨＲ直後と部活動終了時刻前３０分間）に，本校正門にキモチモンを設置し，その日の気持ちに合わせて「快の門」「やや快の門」「やや不快の門」「不快の門」のいずれかを通過して意思表示をしてもらいます．これにより被験者に過大な負荷をかけることなく，意識調査が多くの生徒に対して実施できるのではないかと予想しました．

地学部員は門を設置したあと，協力を呼びかけるとともに，通過人数をカウントし，集計します．

３．観測器の形状と機能

キモチモンは，門の形をしています（図１）．当初は，熊本県の有名なクマをイメージキャラクタにと予定していましたが，熊本県のホームページを精査した結果，予想以上に権利関係が複雑なことがわかり，本測定器のデザインには採用しませんでした．集計には４つの門を必要としますが，大型化をさけるため，２つの門と両脇を通過してもらうよう設計しています．四択にしたのは，「普通」という中間解答を防ぐためです（図２）．

図１．キモチモン

パイプの骨組みでつくり，使用しないときは，分解して小さく収納できるようにします．ホームセンターでいろいろ探した結果，イレクターというパイプとジョイントのシリーズを耐久性や組み立ての簡単さから採用しました．

門の幅は，傘をさしていても楽に通過できるよう 1200mm に設定しました（図３）．

足にはキャスターがついていますので，車が来てもすぐに移動させることができます（図４）．

サブシステムとして，センサ類準備しました．その日の気象条件を測定するため，温度センサ，湿度センサ，気圧センサなど，各種気象観測用のセンサを直射日光の当たらない場所に準備し，測定しました．

図２．生徒が通過する様子

図３．雨の中の測定

人物通過の検出は，地学部員がカウントしますが，Gopro という小型カメラを利用して通過者の様子を動画で記録し，画像認識技術などを利用して解析することで，通過者の顔認証を行い，通過人数および正確な時刻と併せて通過者を検出・記録していきます．

Gopro で得られる画像（図５）は顔認証に利用します．

図４．車が来ても大丈夫です

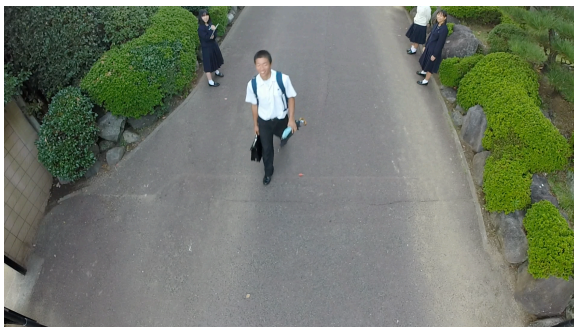

図５．Gopro で得られた画像
門の上部から見下ろした画角で画像を取得し，
顔認証を行います．

４．実証実験

本校の正門にキモチモンを据えて，実証実験を行いました（図６）．平常日課の場合，16:05 に放課となりますので，地学部員は急いで正門にキモチモンを移動させます（図７）．

事前に全校集会で説明したり，クラス掲示でコンセプトを伝えたりしたため，ほとんどの生徒が真面目に調査に協力してくれました（図８）．

図６．西高の地図　正門に据えました．

図７．準備する地学部員

図８．みんな協力してくれました．

得られたデータはいかのとおりです（表１・２）.

表１．実証実験によって得られたデータ

日付	時間	快	やや快	やや不快	不快	合計[人]	気圧hPa	天気	雲量	降水量mm	温度℃	湿度%	風向	風速m/s
1020	18:30～19:00	107	170	52	23	352	1014.2	雨	10	0	21.4	83	東南東	0.8
1021	15:30～16:30	16	41	38	16	111	1009.3	くもり	10	0	24.1	76	南西	2.5
1022	16:15～17:15	34	56	20	6	116	1007.3	晴れ	7	0	21.7	67	北	5.9
1022	18:30～19:00	102	130	92	33	357	1009.1	晴れ	6	0	19.0	67	北北東	4.6
1023	16:15～17:25	43	45	12	7	107	1012.8	快晴	1	0	21.5	55	北	3.8
1024	16:15～17:15	42	43	5	8	98	1014.7	晴れ	2	0	21.9	63	西北西	2.7
1027	16:15～17:15	52	56	6	4	118	1013.4	快晴	1	0	21.7	61	北	5.6
1027	18:30～19:00	94	103	32	20	249	1014.7	快晴	0	0	19.1	62	北	5.1
1028	16:20～16:45	59	55	4	4	122	1017.9	快晴	0	0	21.4	34	北東	1.3
1029	16:15～17:15	30	46	11	1	88	1020.0	薄曇り	10	0	19.5	56	南南西	1.5
1029	18:30～19:00	145	105	50	30	330	1020.0	曇り	10	0	17.7	66	東南東	1.1
1031	16:20～17:05	12	27	37	19	95	1012.6	雨	10	15	20.4	80	南東	2.2
1031	18:35～19:00	50	70	89	48	257	1012.4	雨	10	15	19.0	90	東南東	2.4

※気象データは，西高で測定したもののほかに，気象庁のデータベースからも引用しています.

表２．得られたデータから計算した各指標

日付	時間	快	やや快	やや不快	不快	西高生の気持ち	不快指数	気圧hPa	天気	雲量	降水量mm	温度℃	湿度%	風向	風速m/s
1020	18:30～19:00	30.4	48.3	14.8	6.5	67.5	69.3	1014.2	雨	10	0	21.4	83	東南東	0.8
1021	15:30～16:30	14.4	36.9	34.2	14.4	50.4	73.1	1009.3	くもり	10	0	24.1	76	南西	2.5
1022	16:15～17:15	29.3	48.3	17.2	5.2	67.2	68.7	1007.3	晴れ	7	0	21.7	67	北	5.9
1022	18:30～19:00	28.6	36.4	25.8	9.2	61.4	64.7	1009.1	晴れ	6	0	19.0	67	北北東	4.6
1023	16:15～17:25	40.2	42.1	11.2	6.5	71.9	67.6	1012.8	快晴	1	0	21.5	55	北	3.8
1024	16:15～17:15	42.9	43.9	5.1	8.2	73.8	68.7	1014.7	晴れ	2	0	21.9	63	西北西	2.7
1027	16:15～17:15	44.1	47.5	5.1	3.4	77.4	68.3	1013.4	快晴	1	0	21.7	61	北	5.6
1027	18:30～19:00	37.8	41.4	12.9	8.0	69.6	64.6	1014.7	快晴	0	0	19.1	62	北	5.1
1028	16:20～16:45	48.4	45.1	3.3	3.3	79.5	66.0	1017.9	快晴	0	0	21.4	34	北東	1.3
1029	16:15～17:15	34.1	52.3	12.5	1.1	73.1	64.9	1020.0	薄曇り	10	0	19.5	56	南南西	1.5
1029	18:30～19:00	43.9	31.8	15.2	9.1	70.2	62.8	1020.0	曇り	10	0	17.7	66	東南東	1.1
1031	16:20～17:05	12.6	28.4	38.9	20.0	44.5	67.5	1012.6	雨	10	15	20.4	80	南東	2.2
1031	18:35～19:00	19.5	27.2	34.6	18.7	49.1	65.7	1012.4	雨	10	15	19.0	90	東南東	2.4

※快～不快のデータは，合計１００％に規格化しています.

※不快指数はアメリカ気象局によるものを摂氏で計算したものです.

考察のために，「西高生の気持ち」という指標を考案しました.「西高生の気持ち」は，快を 100 点，やや快を 66.6 点，やや不快を 33.3 点，不快を 0 点として，ある日の平均をとったものです．表２をグラフにすると，次のページの図９のようになります.

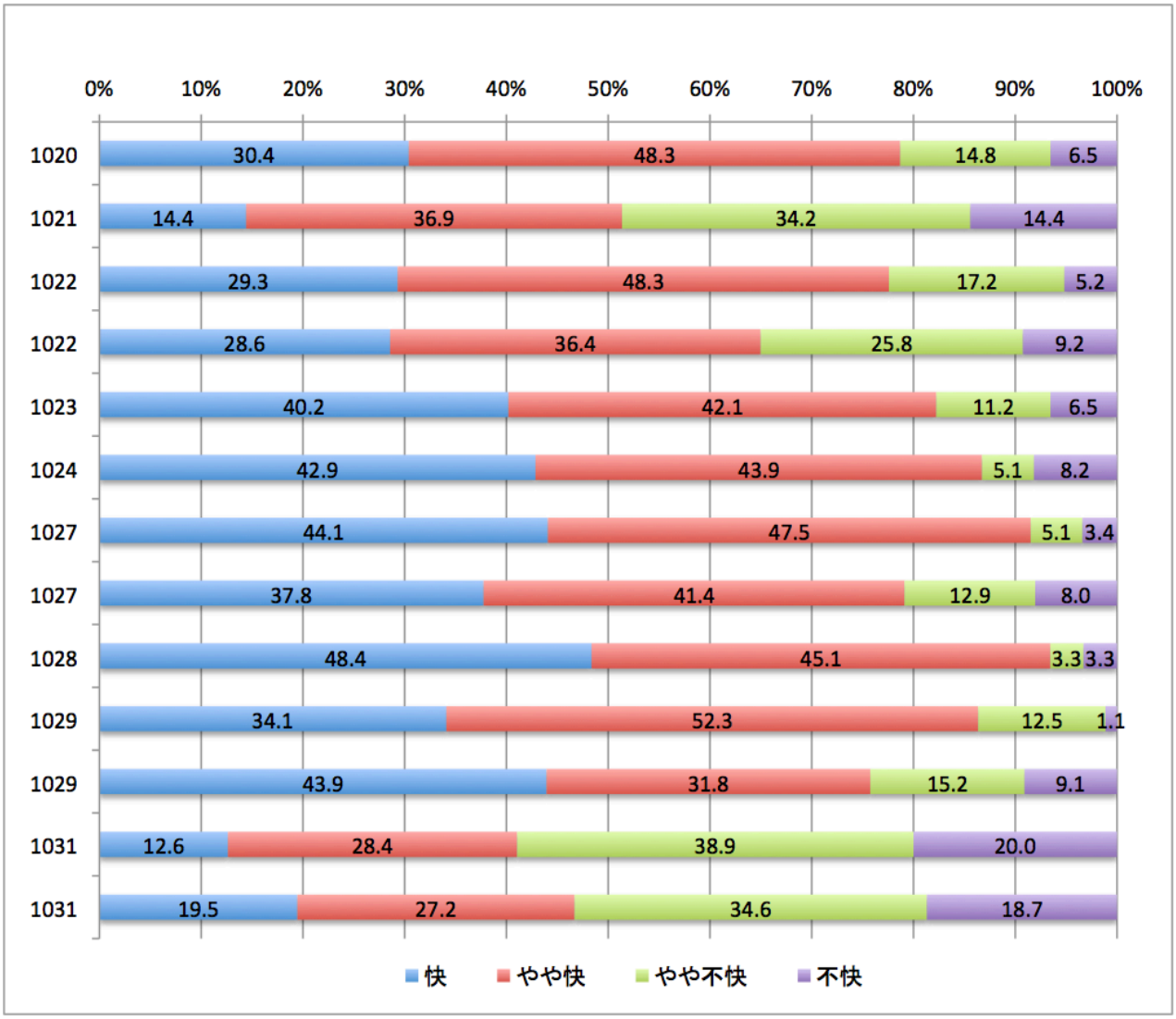

図９．西高生の快・不快

縦軸は観測日付，グラフ中の数値は，割合を表しています．

雨が降った１０月３１日は（上段は 16:05 からの調査，下段は 18:30 からの調査）がやや不快・不快の割合の多い結果となりました．

５．考察

観測によって得られた「西高生の気持ち」と各種気象条件および不快指数との相関をとってみました（図 10～13）．気象条件のなかでは，湿度と最もよく相関がある結果となりました．また，不快指数と西高生の気持ちは，あまり相関がありませんでしたので，単純に気温と湿度から導いた不快指数では，西高生の気持ちを表現できないことがわかりました．

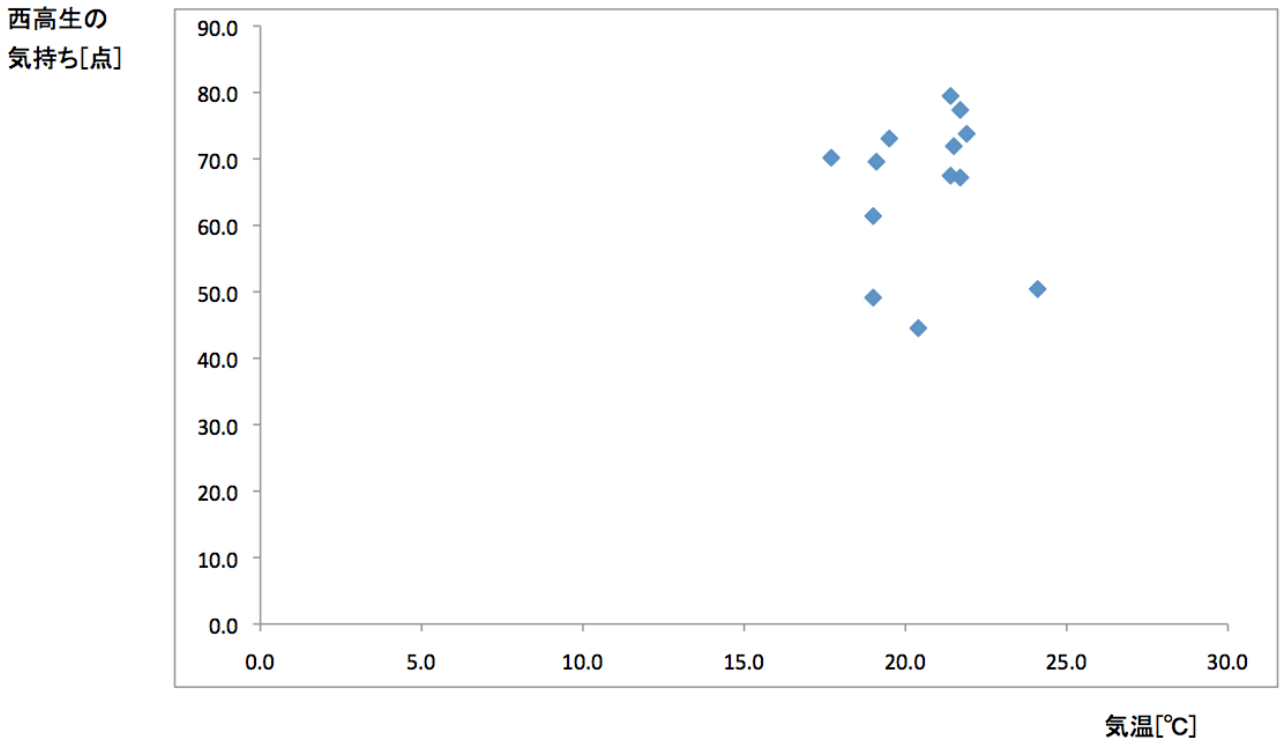

図 10. 気圧と西高生の気持ちの関係

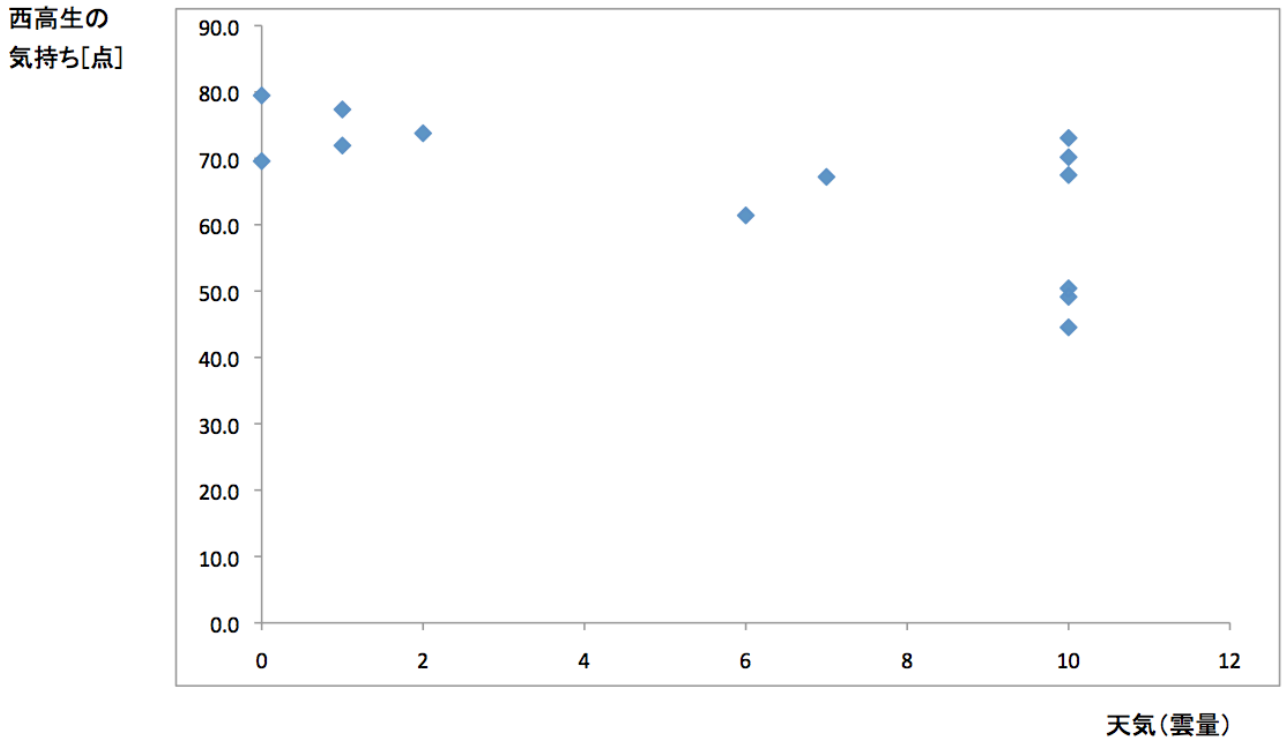

図 11. 天気（雲量）と西高生の気持ちの関係

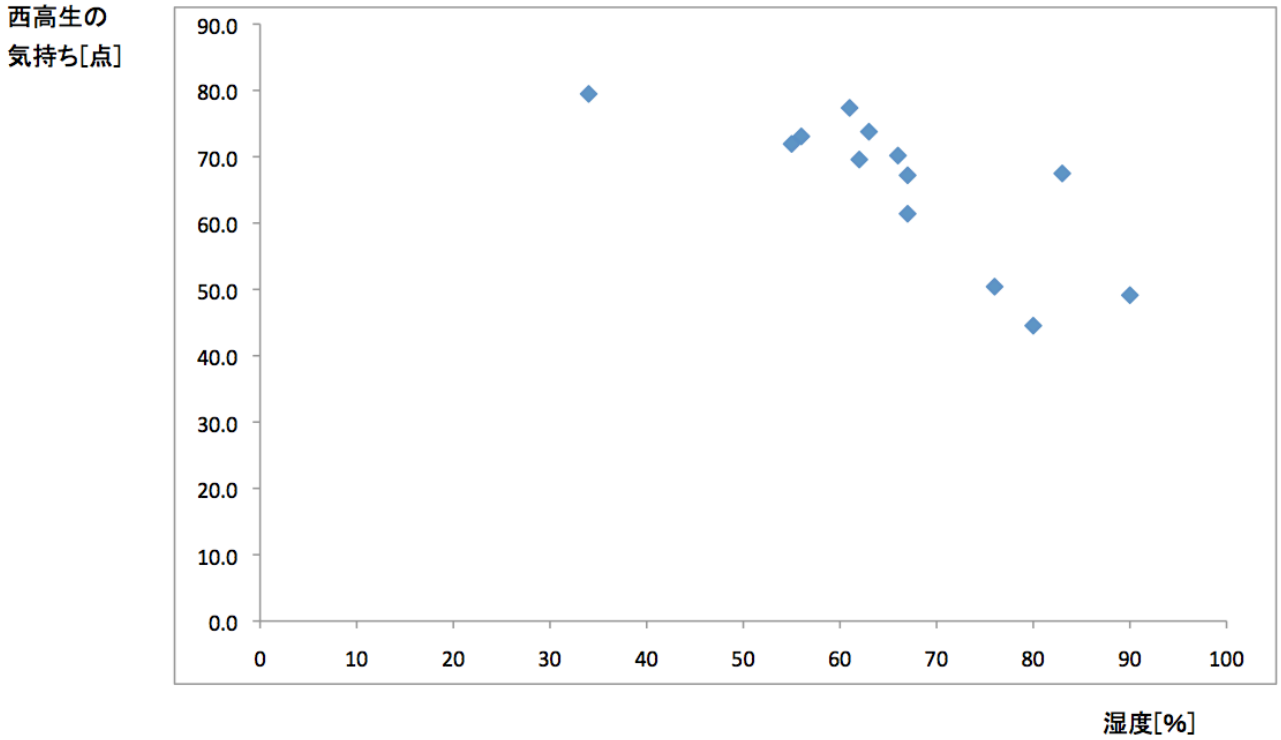

図 12. 湿度と西高生の気持ちの関係

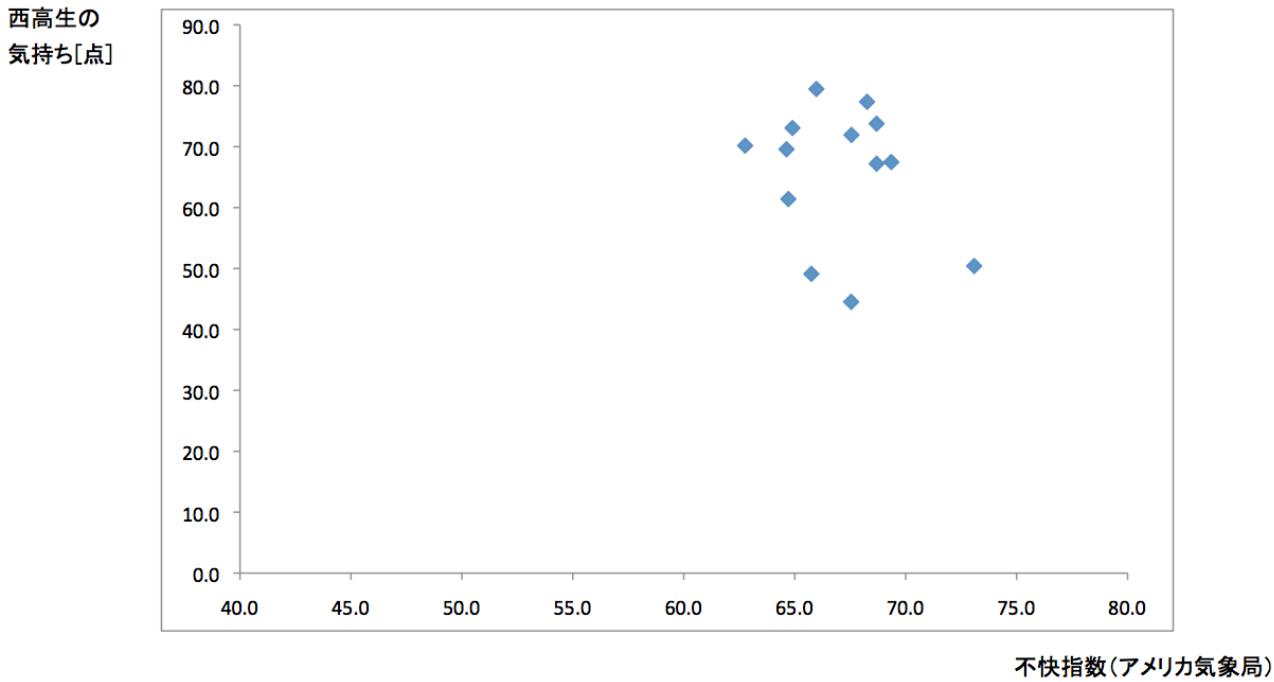

図 13. 不快指数と西高生の気持ちの関係

以上のように，個を特定しない調査では，西高生の気持ちと湿度との間で，最も良い関連（負の相関）が見られました．

本研究では，観測で得られた動画を，画像認識技術を利用して解析することで個体情報を取り出し，誰がいつどのような判断をしたかという情報を蓄積し，分析することも目的としています．表３は，得られたデータの一部です．

表３．得られた個人の選択状況

データ番号	日付	昼夜	ファイル名	実時間	ファイル時間	気持ち	学年	性別	服装	生徒ID
1	10.21	昼	1	16:04	0.02	2	2	1	1	
2	10.21	昼	1	16:04	0.02	3	2	1	3	
3	10.21	昼	1	16:04	1.15	2	2	2	2	
4	10.21	昼	1	16:04	1.27	3	1	2	2	
5	10.21	昼	1	16:04	1.27	3	1	2	2	
6	10.21	昼	1	16:04	1.55	2	2	2	1	
7	10.21	昼	1	16:04	2.04	1	2	1	3	
8	10.21	昼	1	16:04	2.51	2	1	2	2	
9	10.21	昼	1	16:04	4.17	1	2	1	1	
10	10.21	昼	1	16:04	4.17	1	2	1	2	
11	10.21	昼	1	16:04	4.41	3	2	1	1	
12	10.21	昼	1	16:04	4.41	3	2	1	1	
13	10.21	昼	1	16:04	4.41	3	2	1	3	
14	10.21	昼	1	16:04	4.41	1	2	1	1	
15	10.21	昼	1	16:04	4.41	3	2	1	3	
16	10.21	昼	1	16:04	4.41	3	2	2	2	
17	10.21	昼	1	16:04	7.09	2	2	1	3	
18	10.21	昼	1	16:04	7.47	1	2	2	2	
19	10.21	昼	1	16:04	8.34	4	2	2	1	
20	10.21	昼	1	16:04	8.34	4	2	2	2	

※気持ちは，１：快，４：不快としています．

※性別は，１：男子，２：女子としています．

※服装は，１：夏服，２：合服，３：冬服，４：ジャージとしています．

本校は，服装は生徒の判断に委ねられていますので，夏服と冬服が混在します．

※生徒ＩＤの欄に，学年，学級，出席番号を５桁で表した数字が入ります．

動画の解析は，ＯｐｅｎＣＶの画像認証ライブラリを利用して行っています．

ネットに接続していない端末で生徒手帳用写真を利用して輪郭情報を学習させ，認識率を上げています．

西高生の気持ちと性別や学年などの条件を併せて考察すると，男子より女子が，２年生より１年生がより「快」を選択しやすいという結果が得られました．詳しく解析するとおもしろい結果が得られそうです．

６．まとめ

実証実験の結果から，西高生の気持ちへは，湿度条件がもっとも影響を与えているが，それ以外の条件も考慮した不快指数の算出が必要ということがわかりました.

また，個体識別を行ったデータから，性別，学年などグループによって，選択の特性が見えてきました.

今回，開発した体感気候観測機「キモチモン」を利用することで，特定の集団について，被験者に負荷をかけずに長期間意識調査を実施することができるようになり，意図的な不正確回答や個人の嗜好などをキャンセルして，多くの人が一般的に感じる気候に関する気持ちを検出することができたのではないかと思います.

１５歳から１８歳の高校生の気持ちを毎日調べる．大変な作業ですが，体感に関するとても興味深いデータが得られました．これからも研究を継続していきたいです.

今回，研究を進めるにあたり，ＷＮＩ気象文化創造センター様には，多大な助成と研究の機会を賜りました．大変感謝申し上げます.

７．参考文献

木内豪．屋外空間における温冷感指標に関する研究．*天気*, 2001, 48.9: 661-671.