

人間の体温調節に関する研究

3年A組 堀田 文郎

テーマ

人間は哺乳類であり哺乳類は恒温動物である。しかし人間には暑い、寒いという感覚がある。それは感覚の話だ。実際人間の体温や表面温は変動しているのだろうか？各部位の温度変化を見るために、体温は舌下、脇下で測り、ほかの部位の表面温はサーミスタという器具を用いて測った。それについて以下の4つの実験を行った。

- 1、 人間の各部位の温度は気温によって変動するのか？
- 2、 人間の各部位の温度は運動量によって変動するのか？
- 3、 人間の各部位の温度は食物摂取によって変動するのか？
- 4、 人間の各部位の温度は体温よりも水温が高い水及び低い水に入るとどのように変化するのか？

実験 1

問い 人間の各部位の温度は気温によって変動するのか？

仮説 気温の急激な変化により体温も少しは変動するだろう。しかし人間は一定の体温を保とうとしているので、とても大きい変動はしないだろう。

方法 まずは気温20℃での各部位の温度を測ったものを初期データとする（図1表1）。被験者は14歳の男性、AとBで二人いる。そして外に出た。この日の午前中の外気温は37～36℃であった。ビルのベランダだけあって照り返しも強いようだ。そこに同じ条件のまま30分間いた。データの取り方は5分に一回、手の指、足の指、額、首、脇下、舌下の温度を測る。初期データには参考までにこの部位以外の温度もはかって記入しておいた。データの取り方だが舌下は体温計そのほかはサーミスタという機械を使った（左写真）。



結果 初期データに関しては部位によって温度差があったり、被験者A.Bに温度差があったりした。まず僕たちが温度をよく測っている脇下よりも舌下のほうが温度は高かった。体温とよく言われるものにも測る場所により変動することが分かった。次に初期データについて特徴的なのは足だ。他の部位に比べてとても温度が低かった。

実験結果は被験者同士で比べてみると被験者A.Bは初期データでは部位の温度の差が大きいものもあったが、変動の大きさはよく似ていた。まず変動がとても大きく出たのは足の指

だ。被験者 A.B どちらも足の指の変動が 1 0℃以上ととても大きかった。それに比べて脇下、次いで舌下は温度の変動がとても小さかった。さらに手、足の指、額は0分から5分にかけて急激に上がっていた。そして手と額はその後変動がとても小さくなっている（図2）。

考察 人間同士であれば体のつくりはよく似ているはずだ。各部位の温度に個人差があるかもしれないが、同じ条件で2人がいれば働く部位も同じになるはずである。そのため変動した温度が被験者 A.B でよく似ていたのではないだろうか？

足の指の大きな温度の変動は心臓からの距離が遠いからだと思う。人間は体温調節をする。たとえば発汗などがある。その中の一つに血流がある。しかし足の指は心臓から遠いため心臓により近い器官よりも体温調節ができていない。そのため外気温に影響されやすく大きく温度が変動すると思った。

表1 初期データ

	被験者 A(°C)	被験者B(°C)
舌下	37.2	36.6
手	32	31.8
足の指	20.7	22.1
胸	34.7	35
額	34.5	34.4
首	34.9	34.4
腕	30.1	29.7
太もも	32.1	30.5
ふくらはぎ	32.3	32.4
背中	34.6	35.7
三角筋	33.4	34.7
脇下	35.2	35.7

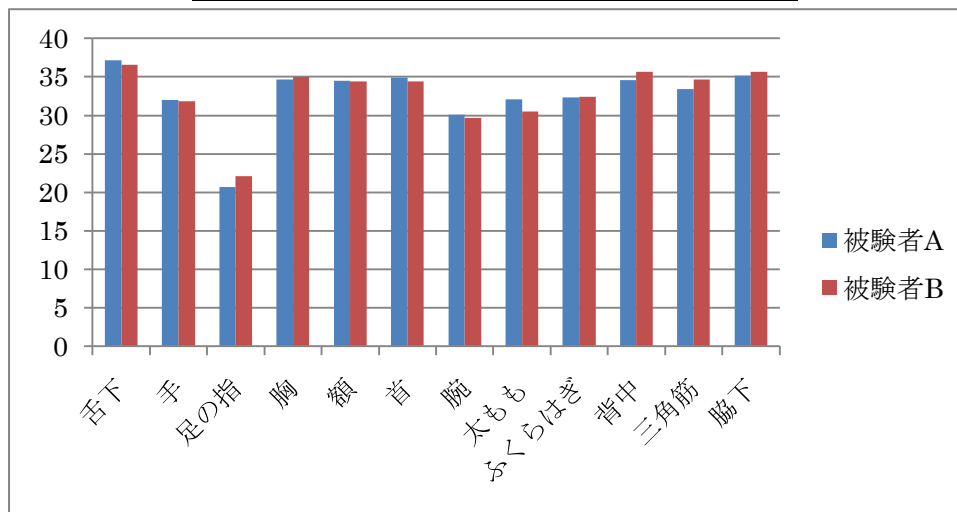


図 1 初期データ

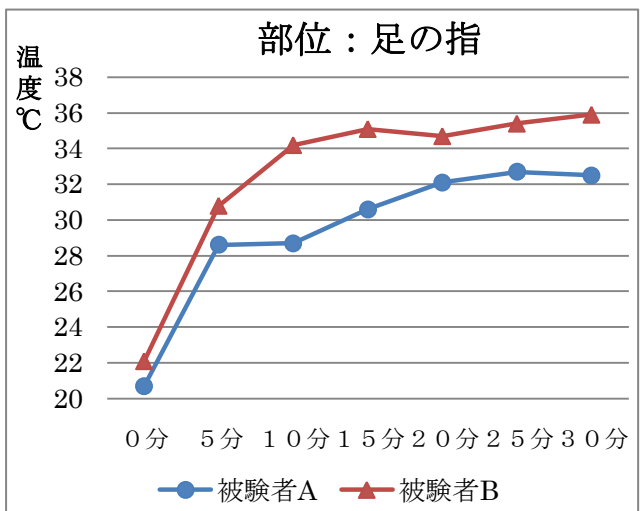
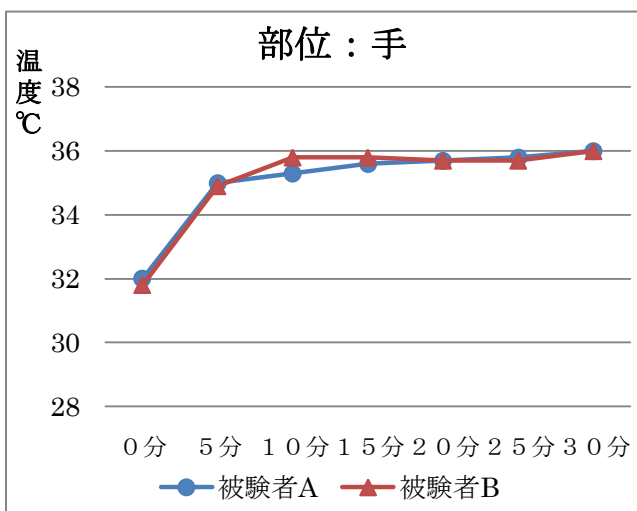
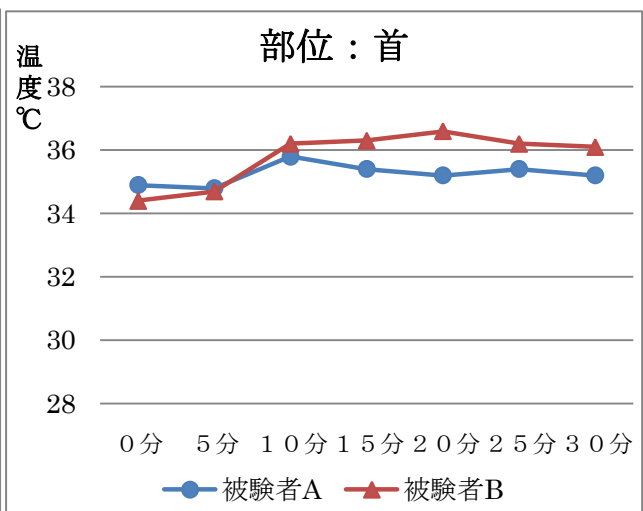
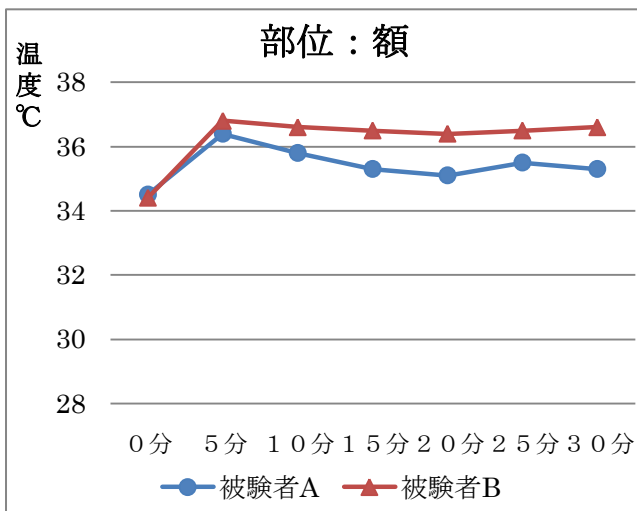
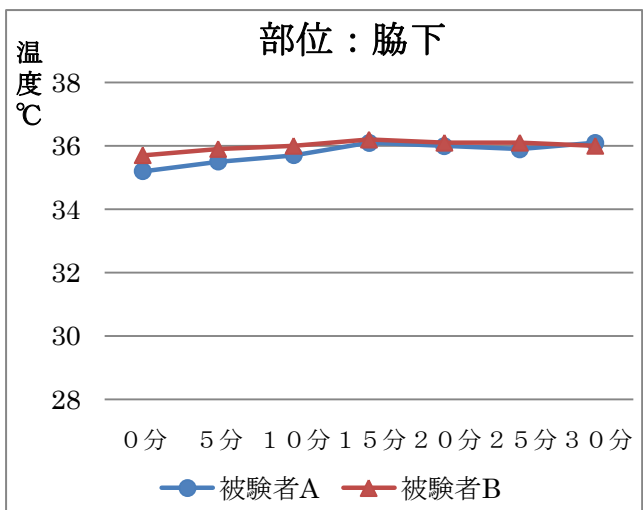
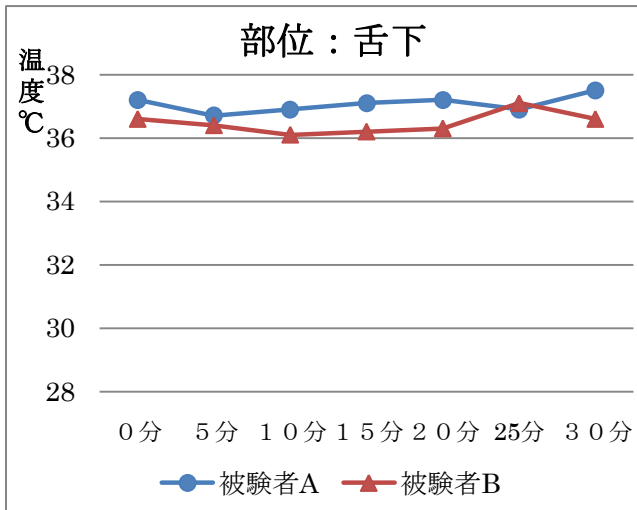


図 2 ベランダに出てからの時間経過と体温・表面温

実験 2

問い 人間の各部位の温度は運動量によって変動するのか？

仮説 野球をやっているダッシュをすると、とても体が熱くなるように感じる。さらにキャッチボールをしていると肩などがあつたかく感じる。それなので運動量により人間の各部位の温度は上昇すると考える。

方法 実験 2 では 2 つの実験を行う。この際に実験結果での初期データとなるデータを実験 1 と同じやり方で新たにひとつとっておいた。

1 つ目は「一定距離を走る無酸素運動」ということで一定距離(約 30 m)をダッシュする。この運動を 3 回行い舌下、手、足の指、脇下、額の温度の変動を実験する。ダッシュ 1 本につき各部位を 1 回ずつ測っていく方法で実験した。

2 つ目は「一部の筋肉を使うと各部位の温度はどのように変動するのか？」今回は手を使い、手を握る、開くという動作を 60 回まで繰り返した時の手、足の指、脇下の温度の変動を実験した。温度は 10 回動作を繰り返したら部位を 1 回はかり、20 回繰り返したら部位を一回測るという方法で実験した。

結果 まず 1 つ目の実験結果だ。足の指の表面温は初期データから一本目にかけて温度が上がっていた。

しかし他の部位は、ほとんどの変化が見られなかった。それどころか脇下の表面温は被験者 A,B 両者ともに低下傾向にあることが分かった。被験者 A,B どちらもダッシュしているときは大量の発汗をし、身体に猛烈な暑さを感じていた。しかし足の指の表面温以外は変化なしもしくは低下傾向にあった。(図 3)。

2 つ目の実験結果ではすべての部位で 1℃以上の変動がなかった。この運動では手を動かしているのだが 60 回繰り返しても温度は変動しなかった。同様に足の指や脇下も変動を見せなかった。

考察 足の指に関しては走ったことによって血流が増えたことによって表面温が上昇したと考えられる。しかし他の部位の温度が上昇しなかったのは次の理由からだと思う。暑いというのは人間の体の感覚だ。これは一種の危険信号だとするとその危険信号を受け取った器官は通常に戻そうと考えるわけだ。たとえば夏の暑い日に外にでる。暑いため汗をかき家に帰ったら冷気を浴びるのであろう。この行動を促しているのが暑いという感覚だ。暑いと感じ続けることによってからだは温度を下げる行動に出る。危険信号を出し続けて温度を保っているのである。この危険信号は暑いという感覚だ。だから暑いと感じているのに身体の体温や表面温は上昇することはなかったのだ。

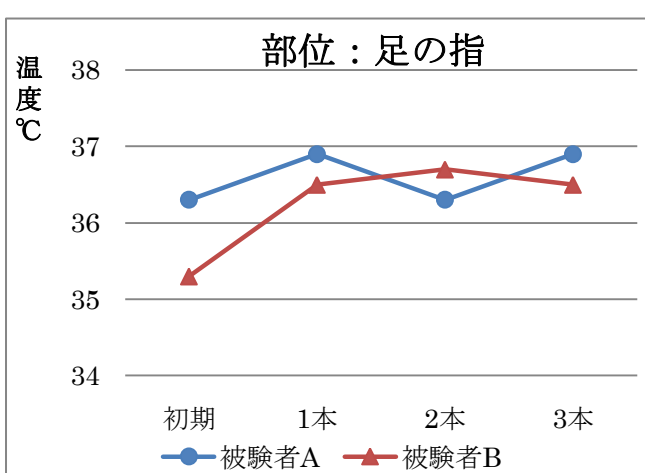
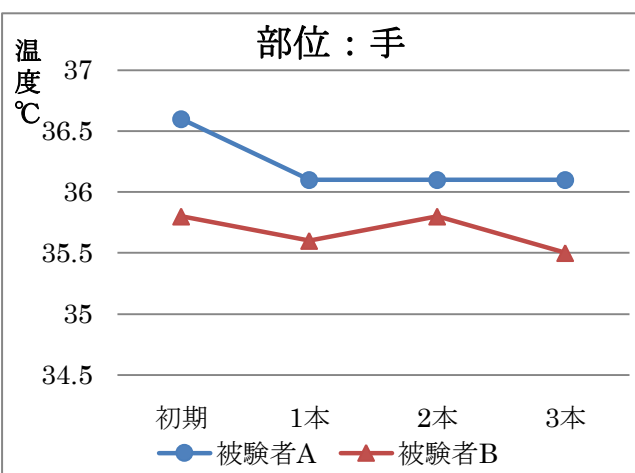
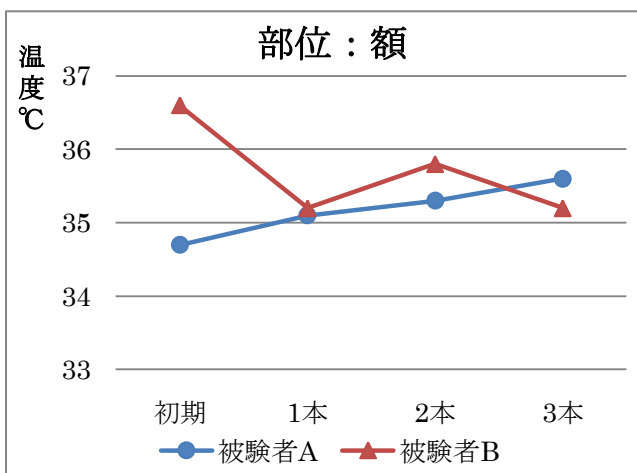
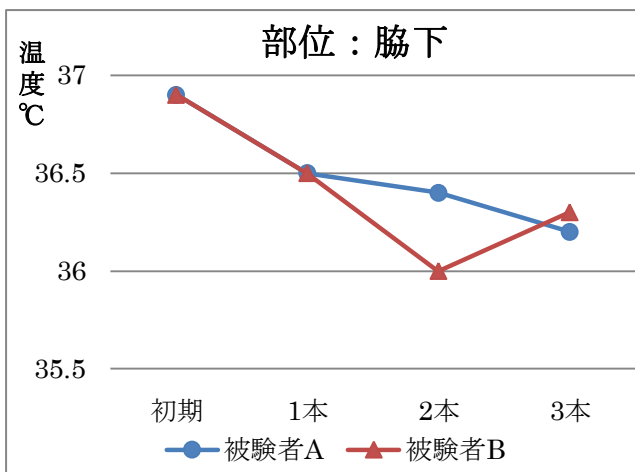
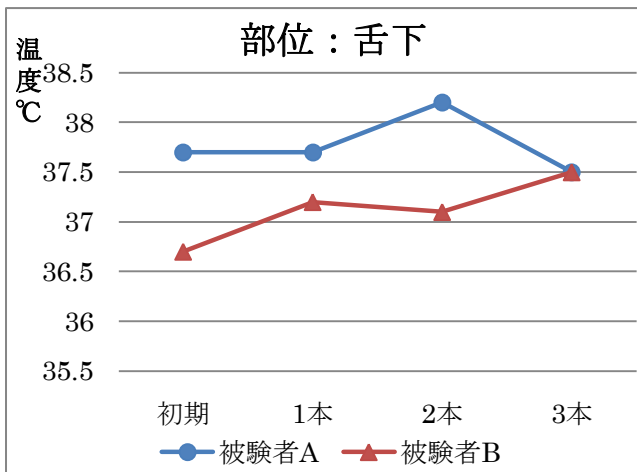


図 3 無酸素運動と体温・表面温

実験 3

問い 人間の各部位の温度は食物摂取によって変動するのか？

仮説 変動すると考える。日常のご飯などを食べていると汗などをかき始めることがある。汗は体温調節の手段だ。暑くなったときに出てくる。だから食物摂取によって各部位の温度は変動すると考える。

方法 また実験3の初期データをとる。とり方は実験1～2同様である。実験当日の昼食の食べ始めの時間から55分までデータをとった。データの取り方は10分ごとに手の指、足、額、首、脇下、舌下の部位の温度を測る(図4)。

追記 実験当日の昼食はピザであった。ピザは手を使い食べていたので手の温度の変動には影響があるかもしれない。

昼食を食べ終わったのは食べ始めてから40分後である。

結果 舌下、首、脇下は被験者A,Bともに0分から5分にかけて温度が上がっている。手、足、額は被験者Bのみで温度が0分から5分にかけて下がっている。全体的に温度は食べ終わった40分後から下がる傾向にあった。この実験では各部位の変動がとても大きかった。

考察 各部位の温度が変動したということは身体に栄養やエネルギーが送られているということだと思ふ。各部位の温度の変動に差があるということは栄養やエネルギーの伝わり方にも差があるということだ。舌下、首、脇下はよく伝わるようだ。さらに被験者の体系や体質によっても変化は左右される可能性がある。少ししか食べていないのに普通の人より多くのエネルギー摂取が可能な人間や、どれだけ食べてもなかなか蓄えることができない人間や、これら多々の種類が考えることができる。その一つ一つの性質に対して温度の伝わり方も一つ一つ違いが出てくるのであろう。そして摂取する食物によっても温度の変動は左右されるとも考えることができる。たとえば辛い物を食べた時や、ニンニクなどを食べた時などに通常より暑いと感じる場合がある。しかしアイスや冷やしそうめんなどのつめたい食べ物を食べた場合、体温はどのように変化するのであろうか？つめたいと感じたままに体温や各部位の表面温は低下しているのだろうか？けれど温かい、つめたいなどの温度差はあるが温度変化によって食物から得られるエネルギーにはさほど差はない。今回つめたい食べ物を食べた時の実験は行うことができなかったがその実験をすることは大いに価値があると思ふ。

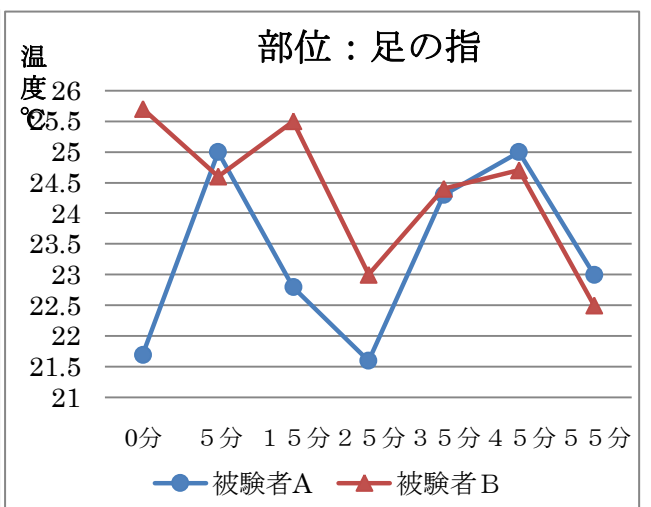
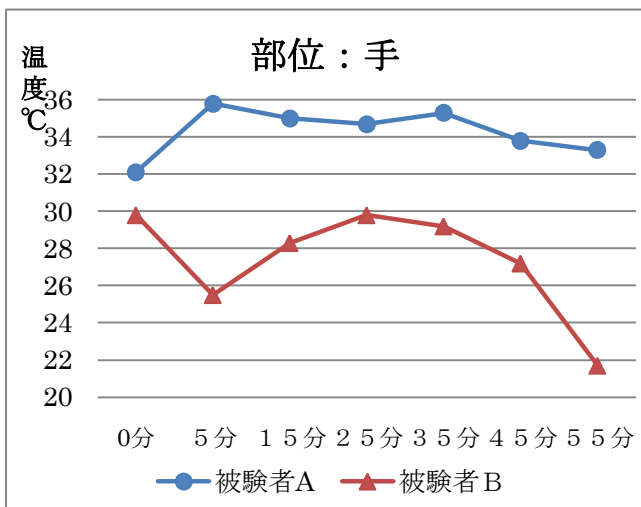
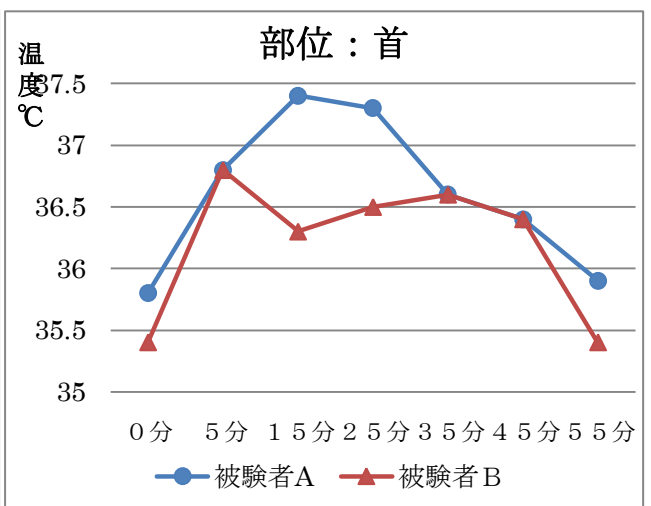
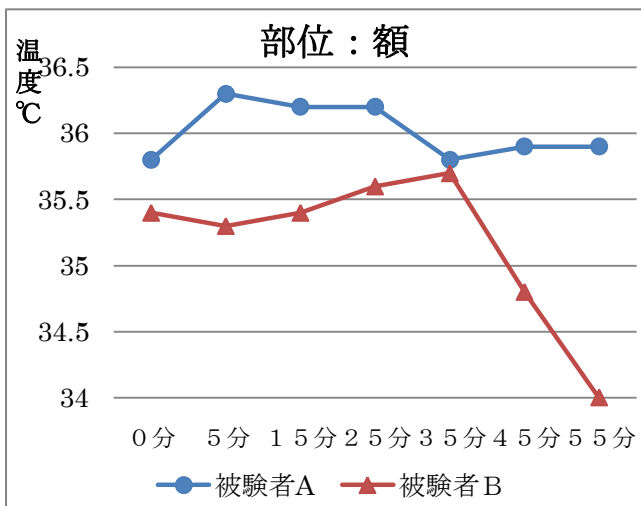
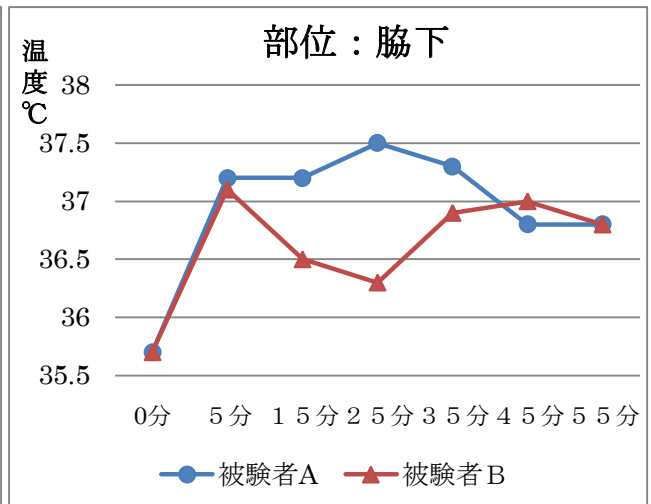
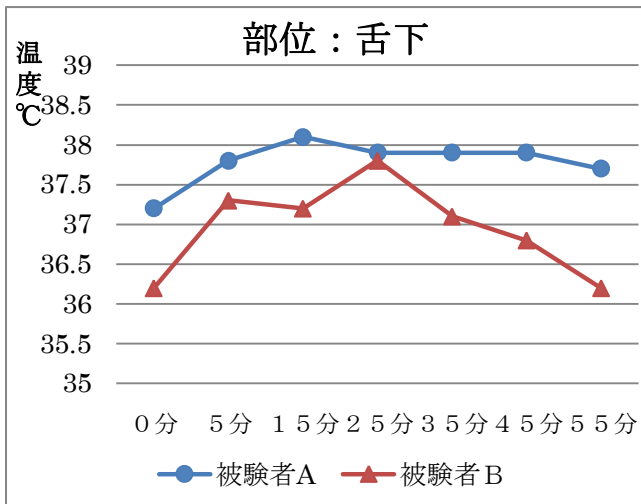


図 4 食物摂取後の体温・表面温

実験 4

問い 体温よりも水温が高い水、あるいは、低い水に入ると各部位の温度はどのように変化するか？

仮説 表面温は変化すると思う。さらに水中に入っている部位は温度差が激しいため変化が大きくなり水中に入っていないところは変化するものに入っている部分より小さくなるとおもう。

方法 初期データは実験3とほぼ同じ時間帯に行ったので、実験3の初期データを実験4の初期データとする。5分間、被験者 A.B は体温より高い温度（45℃）の水と低い温度（30.5℃）の水が入っている風呂の中に入る。5分後、足の指、舌下、指、額、首、脇下の温度を測る（図5）。

結果 高温の場合、足の指の温度の変化が被験者 A.B とともに最も大きかった。次いで手の表面温の変化が大きかった。そして体温より高温の場合、被験者 A.B の首、額の温度変化がほぼないといえる。

一方低温の水に入った場合高温と比べて変化はそれほど大きくなかった。ところが体温より低い温度に入っているのにも関わらず、被験者 A の足の指は通常よりも温度が高くなっていた。

考察 高温の水に入った場合、仮説を立てた通り、直接水に接触している部分が接触していない部分よりも変化が大きかった。人間の体温調節により、温度が保つことができたのだ。しかし水中に入っていた部位は人間の体温調節では温度が保つことのできる温度差を越してしまっていたようだ。

しかし一概にそうとも言えない実験結果が出ている。低温時における被験者 A の足の温度が上昇したことである。実験の順番は高温の次にいったん20℃の部屋に戻り、それから低温であった。身体は突然低温に入ったため、危険を感じ、身を守るために防衛反応として温度を急激に上げた。だから、温度が上がっていると推測できる。

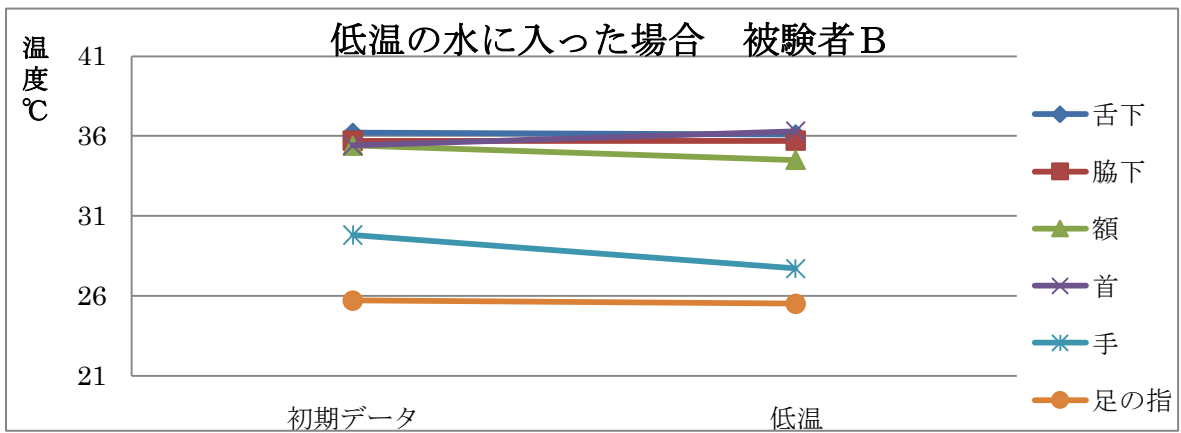
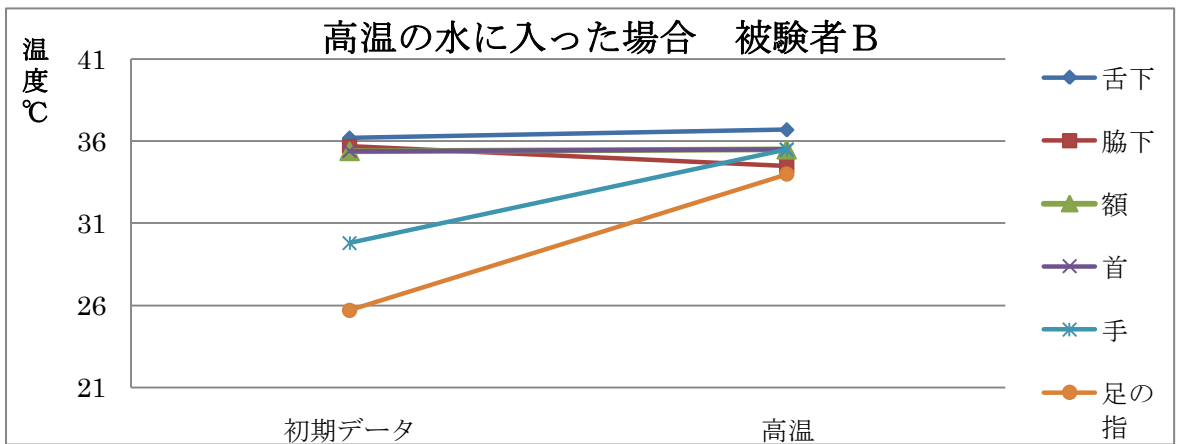
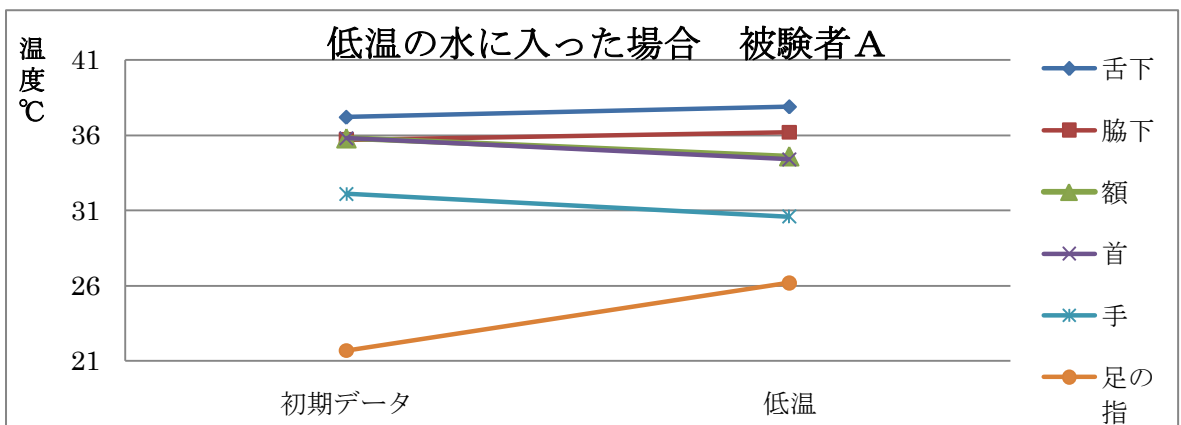
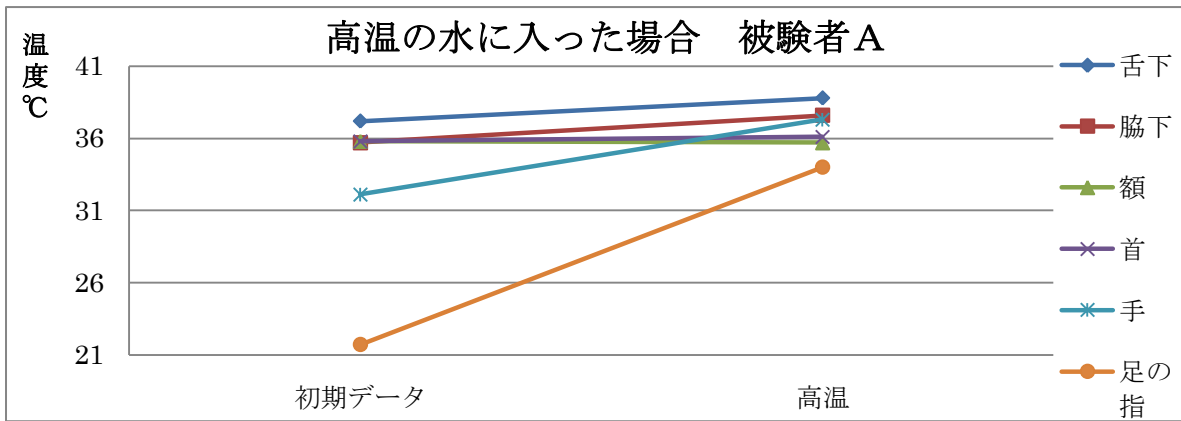


図 5 水温と体温・表面温

総合考察

今回行った全ての実験において部位によって温度の変化に差があった。全体的に見て、足の指の温度変化が一番大きいことが分かった。さらに気温による足の指、手、額の表面温の変化が大きかった。しかし気温の変化による舌下、脇下、首の温度の変化は小さかった。さらに無酸素運動の実験と水温の変化による温度変化の実験においては、足の指以外の部位で仮定したほどの変化をしなかった。しかし食物摂取の条件においては舌下、脇下、首の温度変化が大きく見えた。無酸素運動をしていた方が食物摂取や気温の変化、水温の変化より暑く感じられたというのに対し、体温や表面温は無酸素運動ではほとんどの変化を見せないのである。この結果は仮説に反したものだ。

さて有酸素運動では無酸素運動と同じ結果になるだろうか？今回の実験ではダッシュしたがマラソンのような運動だとどうなるだろう？短時間の運動のダッシュに対してマラソンは長時間身体を動かし続けなければならない。このような実験にもとても興味がある。

人間は恒温動物であるが、条件によって一定範囲内で変化することが分かったが、その変化は身体の部位によって異なった。足の指の変化が大きいのは、体温調節に必要な血液を送り出している心臓から他の部位と比べて遠いためだと考える。だから急激な温度の変化に対応できない。しかし人間は一定の温度を保とうとするため、足の指の温度を上げなければいけない。寒さを察知すると同時に足を温めるため、心臓に近い部位より多い量の体温調節の信号を出す。そうすると温度は急激に上がる。しかしたとえばそのすぐ後に足の指を冷やしたいとする。また同じ行動に出るが、心臓などの体温調節をする器官から距離が遠いため細かい調節が効かずどうしても変化が大きくなってしまふのだ。

最後に個人差について考える。体温には個人差があるようだが、変動の仕方には個人差が小さいようだ。つまり、体温の変動は同じような傾向を示すことが多かった。さらに年齢や体重の差、体脂肪の比率、身長差などでは個人差は変化が出るだろうか？たとえば冬に冷え症になるという人がたくさんいると思う。これも寒さから身を守る人間の知識であるが、実験2で言った危険信号の考察はこのようなところでも活用することができると思う。さらにもし、危険信号を受け取った器官が正しい機能を行うことができなかつた場合どうなるのであろう。例を出して考えてみると汗をたくさんかく人と汗をほとんどかかない人がいる。この場合汗をほとんどかかない人はうまく体温調節ができていないだろう。汗をかくことができずに熱を身体の中から排出できないと熱はそのまま身体の中にたまってしまふ。もしもそうなれば体温や表面温はすぐに上昇するであろう。しかしこれも長い間進化してきた人間の知識なのであろう。人間は進化の過程でその環境に適した機能が発達してきた。汗をたくさんかく、汗をほとんどかかないという条件でも同じようなことが言えると思う。汗をたくさんかく方の利点としては身体の中の熱を上手く外に逃がすことであるが、逆に欠点もある。たくさん汗をかくことによって脱水症状など体内の水が不足してしまうことがあるのだ。それに対して汗をほとんどかかない方は熱を外に逃がすのはあまり上手くないが、体内の水を効率よく使うということが出来る。これらは僕達の祖先が厳しい環境の中で効率よく生きていけるようにたどった進化なのであろう。僕達の祖先はたくさん場所をいたわけだからたくさん利点や欠点を持っている。だからそれを受け継いだ僕達も一人一人違った利点や欠点を持っているのだ。だから、個人個人の体温や表面温のデータが変化していくのであろう。