マッサージを目的としたロボットの研究

氏名 長瀬 啓志 学籍番号 1020133 知能機械システム工学科 知能ロボティクス研究室 <u>目次</u>

目次

第1章 序	章												•	1
1 . 1	マッサージ機能	器の実状・		• •				•		•	• (•	•	1
1 . 2	産業用ロボッ	トの実状・						•		•	• •		•	1
1.3	健康とは・・							•		•	• •		• ;	2
1 . 4	本研究の意義							•		•	• •		• 3	3
1.5	本研究の目的							•		•	• •		• 4	4
1 . 6	本文の内容・									•			• 4	4
第2章 マッ	,サージにつ い て												į	5
2.1 は	じめに・・・・・		• •					•		•			٠ إ	5
2.2 マ	゚ッサージとは・・・							•		•			٠ !	5
2.3 マ	ッサージの歴史・・							•		•			٠ !	5
2.3	. 1 古代ギリシャ	時代・・	• •					•		•			• (5
2 . 3	3 . 2 古代口一·	マ時代・								•			• (5
2 . 3	3 . 3 封建時代						•			•	•	•	• 6	5
2.3	. 4 近代・・・							•		•			• 6	5
2.3	. 5 日本・・・・									•				7
2.4	刺激療法の種類・					•				•	•		. 7	7
2 .	4 . 1 マ	ッサージ・						•		•	• •			7
2 .	4.2 按	拏(あんき	₹)・・					•		•				7
2 .	4.3 指.	圧(しあ	つ)・			•		•			•		٠ ٤	3
2 .	4.4 IJ	フレクソ	'ロジ	- ·			•			•	•	•	٠ ٤	3
2 .	4.5 反	射区	療 法	(はん	ν ι	, †	.	<	IJ	ょ	う) [Į
	う)				•		•		•	•		٠ ي)
2.5	マッサージの手技					•		•			•		٠ ي)
2 .	5.1	経擦法 (けいる	さつ	ほう)•		•			•		٠ ي)
2 .	5.2	柔捏法(じゅう	うね゛	つほ	う)		•		•		•	1 ()
2 .	5.3	鱼擦法 (きょう	うさ	つほ	う)		•		•			1 ()
2 .	5.4	王迫法(あっし	ぱくり	ほう)•				•	•		1 ()
2 .	5.5	叩打法 (こうフ	だほ・	う)・					•			1 1	l

目次	ii

2.5.6	振動法(しんどう	ほう)	•	 	•	•	1 1
2 . 6 コリのメカコ	ズム・・・・					 			1 4
2 . 7 血液循環の>	カニズム・・・					 			1 4
2.8 マッサージの									
2.9 マッサージの									
2.9.1 さら									
2 . 1 0 マッサ									
2 . 1 1 マッサーシ									
第3章 実験									1 9
実験1・・・・・・・						 			
	じめに・・・・								
	検方法・・・・・								
	検結果・・・・・								
	※ 1 の考察・・・								
	。 めに・・・・・								
	方法・・・・・								
	ババ グラムの流れ図								
	 グラムソース・								
	マンドの解説・								
	は果・・・・・								
	```` ₹2の考察・・・								
第4章 結章	( ≈ ♥) ラホ								6 0
	D成果・・・・・					 			
	っぱれ らの課題・・・・								
付録・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									
参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									
謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									
MIHT									0 -

# 第1章

# 序章

# 1.1 マッサージ機器の実状

社会の急速な発展は,われわれに便利で快適な生活をもたらす一方,運動不足者の増加 や社会構造のめまぐるしい変化の中,疲労,疾病,多くの肉体的・精神的ストレスを与え ている.

そんな環境下,漠然とした不快感や身体の不調を訴える人々が増え,家庭でも最新の技術を導入したさまざまなマッサージ機器が使用されるようになった.

しかし,一般に市販されているさまざまなマッサージ機器には幾つかの問題点がある.

- (1) 大きくてかさばり,重くて邪魔になる.
- (2) 操作が面倒で手軽に出来ないし,時間がかかる.
- (3) 思うように患部に当たらない.
- (4) いちいち衣類を脱がないとならない.
- (5) その場ですぐ楽にならず,思ったより効果が出ない.

などの問題点である.

つまり、プロのマッサージ師が行なうのように位置や力の入れ具合などを柔らかくその 人の状態に合わせて自動調節することができないことから、その効果には限界があるとい うことである.この問題点がある限り、われわれは健康で快適な生活を送ることはできない.

### 1.2 産業用ロボットの実状

産業用ロボットとは,JIS(日本工業規格)によれば「自動制御によるマニプレーション機能又は移動機能を持ち,各種の作業をプログラムによって実行でき,産業に使用される機械」と定義されている.産業用ロボットは,労働者の作業を代行する機械として開発され,その目的とするところは単純な繰り返し作業や危険作業,劣悪環境下での苦渋作業

からの開放などであったが[1],近年は,生産性向上,労働災害防止,労働環境改善などを目的とする傾向も強くなってきた.

生産性向上の一例として,NC 工作機械と産業用ロボットとを組合せた生産システムがある.このシステムは,多品種少量生産に対応するための方法の一つで,社会ニーズの多様化により,従来の少品種多量生産方式から多品種少量生産方式に転換する必要に迫られたため,開発されたものである.

産業用ロボットは,数多くの技術を組合せたシステム商品であり,メカニズム,センサ,コントローラおよびソフトウエアなどに先端技術が多く使われている.これらを使ったロボットを表1.2.1に表示する.

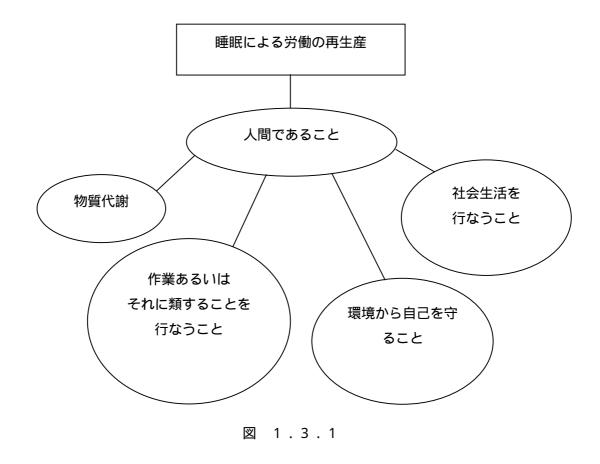
ロボットの分類	解記
操縦ロボット	人間が操縦しロボットが作業する(ロボットコンテストの
	1形式)ロボット.
シーケンスロボッ	あらかじめ定めた情報に従って動くロボット.
٢	
プレイバックロボ	人間が動きを情報として入力し,その情報に従い動作を行
ット	うロボット .
数値制御ロボット	数値情報として制御動作を入力する方式のロボット.
感覚制御ロボット	センサにより感覚情報を得て動くロボット.
適応制御ロボット	適応制御機能により自律的に動くロボット.
学習制御口ボット	学習制御機能により自律的に動くロボット.

表 1.2.1

# 1.3 健康とは

健康に対する感じ方には、積極的に健康だと感じ取れる身体のリズムがある.また、積極的な健康感は、生体と精神とを分けて感じとっているということではなく、活動して生きている身体(活動している身体)が外部のいろいろな刺激情報に対応して、リズミカルにバランス良く働いている状態の全体的な直感的な幸福感に非常に近いことがわかる.不健康感は、こうした実感が得られずに不調や違和感のある状態である.びょうきは、不調や違和感が深刻化し(身体的、精神的、社会的に)全体的な苦悩を持っている状態である.

健康とは,今日の医学水準に照らして生理的に何ら問題のない状態であることを前提として,積極的に健康を自覚し,図1.3.1のように人間であるために基本となる活動が順調な状態ということができる.[2]



# 1.4 本研究の意義

社会の急速な発展は,私たちに便利で快適な生活をもたらす一方,運動不足者の増加や 社会構造のめまぐるしい変化の中で多くの肉体的・精神的ストレスを与えている.

そんな環境下, 漠然とした不快感や身体の不調を訴える人々が増え, 家庭でも最新の技術を導入したマッサージ機器が使用されるようになった.

しかし、最新の技術を導入したマッサージ機器でもプロのマッサージ師が行なうのように位置や力の入れ具合など柔らかく自動調節することができないことによって、その効果には限界があるという問題がある。また、日本全国にいるマッサージ師人口は十万人以下で人口十万人辺りに占める割合に換算すると80人ほどとそれほど多くないという問題もある。また、他にも問題が幾つかある。プロのマッサージ師に診てもらうにしてもマッサージ師によって治療効果が異なったり、治療料金が高く続けて治療できないなどといった問題やプロのマッサージ師が自分の家から遠い場所にあることで簡単に診てもらうことが困難という問題がある。

このような問題点から,本研究ではわれわれが自らマッサージ機器を使ってマッサージ するのではなく,また産業用ロボットのような人間がそこにいない,もしくは直接手など で関わらない場で作業することを前提としたロボット[3]ではなく,外に出て治療を受け

に行くことなく家庭内での治療を可能にし快適で健康な生活をおくるために,人間の感情や状態などに従って積極的に反応し動作を変えていくようなマッサージ技術を持ったマッサージロボットの研究を進めた.このマッサージロボットの開発により1人1人の患者に対してもっとも最適な治療法を選ぶことができ,家庭に1台あれば好きな時間に気軽にマッサージが受けることができる.また,マッサージロボットによってすべてのマッサージ方法を学習することもでき,いろいろな手法のマッサージを受けることによってプロのマッサージ師以上の治療効果をもたらすことができる.

さらに病気や何らかの障害によって,寝たきり状態,車椅子生活を余儀なくなれ人の手を借りなければ生活できない人に対して在宅でのマッサージ医療の果たす役割は限りなく 大きい.

しかし,介護をすることは家族の人や看護婦やヘルパーにとってとても重労働である. この実態からマッサージロボットを利用することによって家庭に1台あれば介護をする人 の負担を軽減させることができるのではないかと考えられる.

### 1.5 本研究の目的

本研究では、プロのマッサージ師の特徴をとりいれ、ロボットを用いてマッサージを行なうためには、マッサージのメカニズムを調査することがとても重要である本研究では、マッサージを目的としたロボットの開発をするためにマッサージの手技や効果などそのメカニズムを調査し、ロボットを用いてマッサージ師が行なう動きが可能なのかの検証を行なう.

### 1.6 本文の構成

本節は本文の構成とその具体的な内容について説明する.

第2章では,本研究のマッサージについてマッサージの意味,歴史背景,種類,手技, こりやマッサージのメカニズム,効果,作用,適応症,マッサージに関連して血液循環の ことを説明する.

第3章では第2章で述べたことを踏まえて,実験1ではサーモビジョンCPA570という携帯形熱画像計測装置を用いてマッサージ後の表面温度を測定する実験,実験2では産業用ロボットを用いてマッサージの動作の実現が可能か又は可能ではないかの実験の説明する.

最後に 第4章では結章として,今後の展開をまとめる.

# 第2章

# マッサージについて

### 2.1 はじめに

本章ではマッサージの概念,歴史,種類,手技,コリ,血液循環,マッサージのメカニズム,マッサージの効果,マッサージによる作用の基本的なことをここで述べる.

# 2.2 マッサージとは

マッサージとは手や指,場合によって器具などを使って生体になでる,さする,押す,揉むなどの機械的な刺激(触圧感覚)を与えて,その機能を回復させる刺激療法である.

直接的には血管やリンパなどの循環系に,間接的には神経を介した反射機転などによって筋肉や内臓系,あるいは神経系そのものに大きな影響を及ぼす.

その結果としてとくに肉体的,精神的な疲労の回復に大変効果があり,内臓の機能を改善させ,新陳代謝を良くするといった健康状態を改善させ,健康を 増進させる様々な効果がある.

# 2.3 マッサージの歴史

まず,はじめにマッサージという言葉の語源は,ギリシャ語のマッシー(揉む)または, アラビア語のマス(揉み込む)に,フランス語のアジ(操作する)という語尾が付いた造 語とされている[15].

マッサージは,人類が生み出した最も古くから行なわれている自然療法といえるであろう.古代の人々が打撲や外傷などの痛みを,本能的に"手を触れて和らげ"ていた行為が,なでる,さする,押す,揉むなどのより効果的な方法に発展してきたものと考えられている.この自然発生的な手法がその時代の医学の

62章 6

進歩とともに体系化されて医療に応用されたものが現在のマッサージに集約 されている.

ここで一部だが各時代のマッサージの歴史を紹介する.

### 2.3.1 古代ギリシャ時代

紀元前4~5世紀頃,すでにギリシャにおいてマッサージが行なわれていた. 当時のギリシャでは,マッサージの特技を持つ体育教師がおり,競技前のスポーツ選手にマッサージを行なっていたようである.

今でいう『スポーツマッサージ』の起源である.またこの頃,ギリシャの医聖ヒポクラテスは『医師たるものは,医術についてのあらゆる学理とともに,マッサージを習得しなければならない,』と力説している.

### 2.3.2 古代ローマ時代

この時代になると,マッサージは医療の領域に入り始める,当時の医師が患者にマッサージを処方し,治療に応用していたという記録が残っている.

また,マッサージの方法を乾性,湿油性,長時間,短時間などに分類し,それぞれの作用の違いを医療に応用していた,

当時のローマ人もスポーツマッサージを行なっており,それは古代ギリシャ人の行なっていたものより進んだもので,競技前マッサージと競技後マッサージを区別していた。

### 2.3.3 封建時代

中世に至ると、ヨーロッパではマッサージが学問的研究の対象から一時的に離れ、いわゆる民間療法として歩み始める.しかし、その医療としての技術はすでに他国にも流布しており、アラブ世界にまで及んでいた.アラブ人も太古の民族の技術を受け継ぎ研究し、治療のためのマッサージを行なっていた.

それらの研究は、すでに現在のマッサージ理論に近い領域に達していた、

#### 2.3.4 近代

16世紀後半になり,フランスでマッサージの術式と効果が提唱され,医学界におけるマッサージへの関心が再びヨーロッパで高まりはじめた.そして各国で研究され,マッサージの治効作用の科学的証明と理論化が進み,整形外科領域だけでなく,内科や外科など様々な医学分野で応用されるようになっていった.

### 2.3.5 日本

日本においては、奈良時代に中国より『按摩術(あんまじゅつ)』が伝来し、『按摩博士』といった職制も設けられ、医療技術の枢要を占めていた.しかしその後、時代が下るにつれて医療の中心が漢方薬に移り、按摩は民間療法として市民の間で受け継がれてった.そして、江戸時代に入ると、按摩術は徳川幕府の政策上、視力障害者の職業として世界に類を見ない日本独特の制度の中で発展してきた、開国から明治時代にかけて、医療は西欧化の流れに傾き、按摩術は漢方や鍼灸とともにその波の中でますます医療の分野から離れていった.このような情勢の中で、明治20年代にヨーロッパのマッサージが日本にはじめて輸入された.それが日本古来の按摩や指圧などの長所を取り入れつつ独自の発展を遂げ、体系化されていった.昭和に入り太平洋戦争を経て徐々に法整備が進み、現在では『あんまマッサージ指圧師』として公的な資格となり、年に1度試験が行なわれて合格者に免許が発行されている.現在では様々な分野で研究実践され、国民の健康保持増進に大きく貢献している.

### 2.4 刺激療法の種類

一口にマッサージといっても,施術方法や技法の違い,歴史的地理的背景,施術目的の違いなどによって非常に多くの種類が存在する.極端な話,国の数,民族の数だけ存在すると言うこともできるくらい存在する.

しかし, 術者が自らの手指, 場合によってはその他の身体の部位や器具を使って, 生体に対し刺激を与えて健康状態を改善させ, 健康を増進させることを目的とすることに対して違いはない.

ここでは現在日本で行なわれている中で代表的なマッサージ,またそれに類する手技療 法をいくつか説明する.

### 2 . 4 . 1 マッサージ

皮膚や筋肉を直接刺激する事で筋肉和らげ血行を促進させるものである,主に抹消から中心(心臓)に向かって,血液やリンパなどの還流を促すように循環系を対象に施術する,主な技術は凝った部分,弱った部分を直接,こする・揉むといった軽擦法(けいさつほう)と揉捏法(じゅうねつほう)である.

### 2.4.2 按摩(あんま)

按摩は薄い衣服などの上から施術を行ない,中心部から抹消の方向に主に筋肉を対象に施術している.

筋肉の硬結(こり)を取り除き,筋組織の循環を良くし機能を改善させ,主な技術は揉捏法である[14].

按摩は中国に生まれて日本に渡来し歴史は古く,日本に持ち込まれたのは西暦285年ごろといわれている.

その後按摩導引,揉み療治などといわれ一般大衆に親しまれ,現在にいたっている.

### 2.4.3 指圧(しあつ)

指圧は薄い衣服などの上から,生体に現われる反応点(ツボ)を対象として施 術を行なっている.

主として一点圧の刺激を遠心性(中心から抹消に向けて)に与え,神経や筋肉の機能を調整する.主な技術は母指による一点圧刺激=指圧である.

指圧は按摩導引・柔術の活法などを総合した経験療法として,江戸時代まで 民間で行なわれてきた.

明治時代に入り、これらの技術と共通するアメリカの整体術などが輸入されるにおよび、これらを取り入れ改良して独自の手技療法として体系化し、大正時代に『指圧法』として統合されて現在にいたっている。

### 2.4.4 リフレクソロジー

リフレクソロジーとは,手の親指や他の指を使って足と手にある反射ゾーン をマッサージする手法である.

後述での反射区療法と共通する手法も多いが,最も違うのは加える圧 = 刺激量である.

主に親指の腹で反射ゾーンをマッサージし、その時にかける圧力は、初期の研究では 1~5 キロと見積もられていましたが、現在ではもっと低く押さえた方が良いと考えられ、強く押しすぎるよりはむしろ弱すぎる方が良いと考えられている.

リフレクソロジーとして現在知られている療法と共通すると思われるものは、古くは古代エジプトにも見られる.またアフリカの種族やアメリカインディアンも、リフレクソロジーと同じような知識を持っていたといわれている.しかし、現在普及している形に確立されたのは、1900年代初期、アメリカの耳鼻咽喉科医師ウィリアム・フィッツジェラルド博士とユーニス・インガム女史によってであった.それからイギリスやドイツなどヨーロッパ諸国に普及していき、現在日本でも親しまれている.

<u>第2章 9</u>

### 2 . 4 . 5 反射区療法(はんしゃくりょうほう)

反射区療法は,手の親指や他の指,また器具などを使って足と手にある反射 区(足底や手のひらに存在する,体の各器官の機能を反映投射する範囲)をマッサージする健康法である.

前述のリフレクソロジーと異なり,反射区にはかなり強い刺激を加えることを特色としている.

主に指角と呼ばれる指の関節を曲げて硬くした部分を使い,反射区に強く押し付けてこするように刺激を加える.場合によっては木の棒などを使うこともある.

反射区療法の起源については諸説あるが, 古来中国で鍼灸や按摩などと同じように研究発展してきたようである.

そこに今世紀に入り,ヨーロッパからリフレクソロジーの知識も加わり,独 自の発展を遂げたものが普及し,現在日本でも親しまれている.

以上のこれらのマッサージの種類を述べてきたはじめの3つ,マッサージ, 按摩(あんま),指圧(指圧)が日本における三大技法といわれている.

また、他にエスティックやタイ式マッサージがあるが説明は省略しておく、

# 2.5 マッサージの手技

前記のように様々な種類があるマッサージであるが,その手技(マッサージの技法)には共通するものが非常に多くある.

それらを技法として分類すると,マッサージの基本手技として次のように要約できる.

### 2.5.1 擦法(けいさつほう)(図2.5.2)

手掌や指腹で対象部位を(皮膚)末梢から中枢に向けて皮膚の上を軽くさすり,なでる方法.軽擦で始め,軽擦で終わるという手技のうち最も大切なものの一つである.ここで軽擦法の種類を紹介しておく.

### 手掌軽擦

両手,片手の手掌部(てのひら)全体で行なう.特に腰部,背部,下脚,上脚,肩上部などを中心的に行なう.

#### 手根軽擦

手根全体で行なう、両手、片手、手掌と同じ部位で行なう、

#### 拇指軽擦

拇指の腹又は指頭,指尖でさする,又はなでる.両手,片手,手背,関節,小さい場所

に行なう.

### 手指軽擦

拇指をのぞく四指の腹の部位で行なう.顔面,関節などを中心的に行なう.

### 二指軽擦

拇指と示指で対象部位をはさんでさする,又はなでる方法(アキレス腱など).

### 2.5.2 揉捏法(じゅうねつほう)(図2.5.3)

この方法は筋肉を対象に行なうもので,手でつかみ,おさえそして捏ね(こね),揉む(もむ)手技である.筋肉の部位に対して直角又はらせん状にもむ事は大切である. 図 2 .5 .7 は揉捏法の手指の動かし方を示す.ここで揉捏法の種類を紹介しておく.

### 手掌揉捏

手のひら全体を対象部位に当て,適度の力で筋をしぼり,こねる,もむ方法で末梢から中枢へ進めていく方法である.特に大きい広い部位,背中,腰部,下肢などに行なう.

#### 手根揉捏

手の手根全体で対象部位に当て適度な力で未梢から中枢へ進めていく方法である.

### 拇指揉捏

拇指の腹の部分を対象部位に当て適度な力で末梢から中枢へ進める.この方法はよく行なう大切な方法である.

#### 四指揉捏

拇指を除く四指の腹で対象部位をもむ方法である.背部,腰部,顔面などを中心的に行なう.

#### 二指揉捏

拇指と示指の腹で対象部位をはさんでもむ方法である.アキレス腱,胸鎖乳突筋など. 又指の関節など,小さな部位に行なう.

### 2.5.3 強擦法(きょうさつほう)

押し込むようにさする,強めになでる手技である.また,軽擦と揉捏を組み合わせたような手技である.

### 2.5.4 圧迫法(あっぱくほう)(図2.5.4)

手の色々な部分で施術する部分を持続的に又は継続的に適度な力で圧迫する方法である. 圧迫法の作用は神経,筋の機能の高ぶり,痛みや筋けいれんなどを抑制する.ここで圧迫 法の種類を紹介しておく.

#### 間欠圧迫法

圧迫をする部分に間隔をあけて圧迫と弛緩を繰り返し行なう方法である. 持続圧迫法

圧迫する部分をある一定時間的持続的に圧迫する方法で1ヵ所3~5秒程度圧迫する方法である.

### イ.双手手掌圧迫法

両手で手掌部で筋腹の上を圧迫する.

#### 口.拇指圧迫法

拇指で圧迫する部分を拇指の腹で圧迫する.

# 2.5.5 叩打法(こうだほう)(図2.5.5)

両手あるいは片手でリズミカルに叩く方法で筋の硬い部分を比較的短期間で弛緩させる. ここで叩打法の種類を紹介しておく.

#### 手掌打法

こぶしを作り指側の部分でリズミカルに叩く一般的によく行なわれる方法である. 特に肩,腰部,背部,大腿部などに施行する.

### 切打法

手刀を作り小指の指側の所で叩く方法で比較的早く,軽くリズミカルに交互に打つ方法である.

#### 合掌打法

切打の手を合わせて行なう.比較的早く,軽くリズミカルに行なう方法である.

### 2.5.6 振動法(しんどうほう)(図2.5.6)

振せん法とも言う.手掌で揺らすようにさする,手でつかんで揺さぶる方法で,疲労する筋肉の硬くなった部位を振るわせて筋の緊張を取る.ここで振動法の種類を紹介しておく.

### けんいん振動法

上肢を長軸方向にひっぱりながら振るわす方法である.

#### きりもみ振動法

上腕 - 前腕をはさんで上から下へ「中枢部 - 末梢へ」繰り返して行なう方法である。

最後にマッサージには血液やリンパの流れに沿って未梢(手先,足先)から中枢(心臓)に沿って求心性を行なう事が原則であることから全身のマッサージを行なう方向を紹介しておく.(図2.5.1)

<u>第2章</u> <u>12</u>

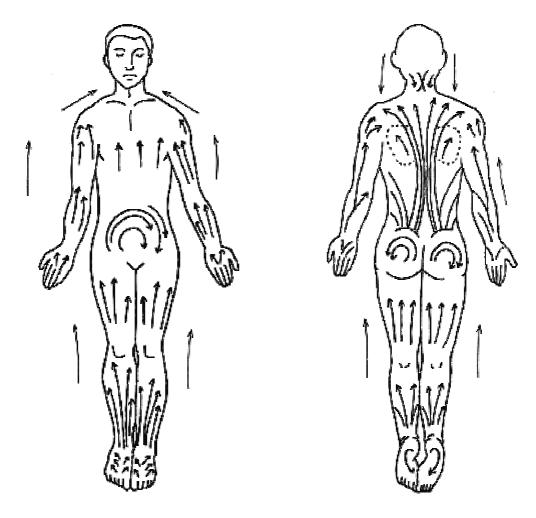


図 2 . 5 . 1 全身

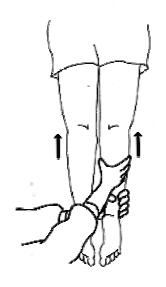


図 2 . 5 . 2 軽擦法



図 2 . 5 . 4 圧迫法

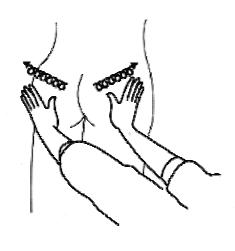


図 2 . 5 . 3 揉捏法

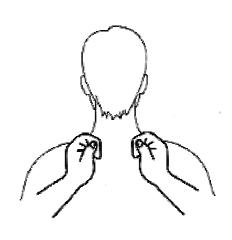


図 2 . 5 . 5 叩打法

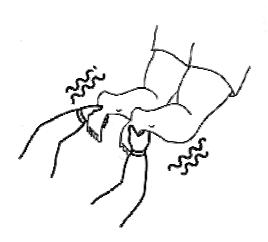


図 2 . 5 . 6 振動法

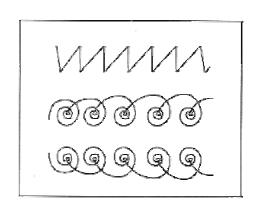


図2.5.7

以上,これらのマッサージ手技の中で軽擦法,揉捏法,強擦法の三法でほとんどのマッサージ効果をカバーすることが出来る.

# 2.6 コリのメカニズム

コリのメカニズムを説明する.通常,筋肉が運動するときに乳酸などの疲労物質が発生する,その疲労物質は筋肉の運動に伴う血液の流れによって運ばれ除去され疲労回復する. しかし,パソコンの長時間の使用など姿勢維持の長時間の筋肉の緊張が筋肉内の毛細血

管を圧迫させる,それにより,血液が妨げられ乳酸などの疲労物質がたまっていく.

そして,たまった乳酸などの疲労物質が筋肉を硬くして痛みとなって現れてくる.これがコリの正体である.またコリがある部分にはプラスイオンが多いことがわかっている.

しかし、コリの原因は血液循環の滞りだけではない、もう1つの原因はストレスである.

筋肉の疲労がたまっていくとそれが原因で血行不良になりまた疲労がたまるといった悪 循環に陥る.これがストレスとなってコリの原因を招くのである.

そのストレスは交感神経を興奮させ血管を収縮させる.つまり,血液の流れを妨げ,コリの原因をつくりコリをさらに悪化させることがある.

さらに硬くなった筋肉の緊張が神経を伝わり脳に刺激を送り続ける.このコリがある限り常に脳が覚醒され脳を休めなくすることがある[16][17].

### 2.7 血液循環のメカニズム

人間は薄く小さい無数の肺胞を発達させ、低い圧力で大量の血液を流さねばならない肺と、圧力を高めて隅々まで血を送る必要のある全身とに別々に送っている.また人間の血液循環は右心室→肺→左心房→左心室→大動脈→中小動脈→毛細血管…→静脈→右心房→右心室で一巡して戻ってくる.足の場合は第2の心臓と呼ばれ、足の筋肉を動かすことで血液は上へと押し上げられ、さらに静脈にある弁が血液の逆流を防いでいる.つまり、筋肉と弁のコンビネーションで血液の循環を良くしている.

この血液循環によって細胞に酸素と栄養素を運び,代わりに老廃物の排出を促進することにより,新陳代謝を良くするといった作用がある.

# 2.8 マッサージのメカニズム

マッサージの施術は,これら全身の組織,器官に影響を及ぼしている.では,そのメカニズムはどのようになっているか次のように考えられる.

皮膚には,外部の変化や外界からの刺激を感知して身体を適応させるのに必要な皮膚感覚(表在性感覚)が備わっている.

皮膚感覚とは,皮膚面をなでたり,こすったり,揉んだり,押したり,あるいは温めたり冷やしたりしたときに起こる感覚である.これに対し,皮膚より奥(深部)にある筋肉や筋膜,腱や関節が感じる衝撃や障害などによる痛み感覚や振動覚,関節位置覚,筋覚,腱覚などのことを深部感覚という.

皮膚の刺激で生じるこれらの感覚は,皮膚層の浅いところにある痛覚受容器や触圧覚受容器,温·冷覚受容器を介して知覚神経に受け入れられるが,これらの受容器には次のようなものがある.

毛根終末 : 皮膚の毛の根元にある触覚受容器

マイスネル小体 : 皮膚の毛のない部分の触覚受容器

ファーターパティニ小体 : 皮膚のやや深いところにある圧覚受容器

メルケル触覚版 : 皮膚の浅いところにある触覚受容器

ゴルジ・マゾーニ小体 : 目の結膜や指の皮下組織にある受容器

知覚神経の自由終末 : 痛覚,温度覚

クラウゼ小体 : 冷覚

その他皮膚表面にある細い神経の末端(自由終末)も触圧感覚に関係しているといわれている.

また,筋肉や腱などの緊張度を検知する受容器は,筋紡錘や腱紡錘という筋や腱の組織で,そこにもともと組み込まれている特殊なセンサーで緊張状態を検知している.

マッサージによって皮膚になでる,さする,押す,揉むなどの機械的刺激が加えられると,皮膚上にあるそれぞれの刺激に対応する受容器が変形し,これが刺激となって受容器が興奮する.そして,この興奮が受容器につながる知覚神経線維によって脊髄を経て大脳皮質に伝達され,認知される.

脳で認知されると,初めて触圧感が発生するが,その一方で興奮は脳幹部の複雑な神経網や間脳に伝えられ,意識されることなく身体の様々な部位に広範囲の反射的な反応が引き起こされる.

また一方では,マッサージを行なうことによる触・圧の機械的刺激は直接,血管やリンパ管への圧変化として働き,それが静脈やリンパ管の弁の働きを助け,機械的,直接的に循環系にも影響を及ぼす.

このようにマッサージは,直接効果としての皮膚や施術部位の静脈管やリンパ管への影響と,神経反射による全身への影響が協調して,複雑でしかも効果的な生体反応を起こすと考えられている.

### 2.9 マッサージの効果

マッサージは鍼灸とは違い特別な器具を使用せず,手で行なう治療のため安全であり,体に対してくつろぎと快楽を与えることができる[4].

マッサージの目的は皮膚や筋肉に圧力をかけて血液循環の機能を改善し,また筋肉中にたまった乳酸などの疲労物質の除去を促すこと,さらに精神的ストレスで硬くなった筋肉の緊張が神経を伝わり脳に刺激を送りつづけることによって引き起こされる脳の覚醒を静め,人間に精神的なリラクゼーションを及ぼす作用がある.この作用によって緊張状態が緩和され,体が持つ自然治癒力が高まり早く治そうと身体機能が活性化され,病気に対しても抵抗力が生まれてくる.

また,マッサージによる皮膚の摩擦は筋肉の中にある乳酸などのプラスイオンの滞りを 解消し疲れをとる働きがある. 第 2 章 16

このことから現在では母親が赤ん坊の体や手足をなでるようにマッサージすることで赤ん坊の気分が落ち着いたり,気持ち良く眠れたりする効果がある.また気持ち良く眠れるということは夜泣きをしないことにつながり,ミルクもたっぷりと飲むようになることがわかっている[5].

2,3歳の子供には,足を軽く揉んであげることで,風邪のひきにくい丈夫な子供に育つ 特に虚弱体質な子供には手で揉むことにより健康な体の成長を促すことができる[6]. つまり,マッサージにはコリをほぐす,ストレスを解消する,リラクゼーション効果がある,という3つの効果がある.

### 2.8.1 さらに効果をあげるためには

1つ目としてマッサージが終わった後,そのままにしておかないことである,マッサージによって血行が良くなった部分をバスタオルなどで覆い保温しておくだけでも効果を挙げることができる.

2つ目として室温は低くならいように注意することである,部屋の温度が低いと,せっかく血行がよくなった部分を冷やすことになるので,室温は低くならないように気をつける必要がある.

夏場は,冷房の風が当たらないようにしておくことが大切である.冬場は,部屋が寒いとそれだけで筋肉が緊張している状態なので,適度に暖房を使い,部屋を暖めておく必要がある.

3つ目にマッサージをしている最中BGMを使うのも効果的である.

B G M は 必ず使わなくてはいけないものではないが 体の緊張を解きほぐすものとして , 脳波が安定する音楽はとても重要な役割を果たす , 要するに体が心地よいという環境をつくってやればいいということである .

精神の病や思い脳障害を持つ患者は,音楽治療によって回復しているという事実を考えると,音楽によって体の正常な働きが活発化されることは間違いない.この二次作用をマッサージに当てはめると,経験的にはロックのような音楽よりも弦楽器を使ったクラシック音楽や環境音楽が脳のアルファー波を安定させることがわかっている[7].

よってゆったりとした気分でマッサージを行なった方が効果が向上する.

### 2.10 マッサージの作用

マッサージが人間の身体の組織に対してどのような作用を及ぼし効果を発揮するか,主に次の五つがあげられる.

#### 興奮作用

病的に機能の減退している神経や筋に対しては,その興奮性を高め,機能を回復させる 作用がある. 第 2 章 17

#### 鎮静作用

病的に機能が更新している神経や筋肉に対しては,その興奮性を弱め,機能を沈静化する作用がある.

### 反射作用

病巣から遠い部分に施術し,中枢神経を介する反射機転により,病的状態にある内臓などの機能の調整を図る作用がある.

### 誘導作用

外傷や炎症などにより,患部に発赤,腫脹,疼痛,(赤くはれ上がって痛い)などの症状が著しい時や,脳充血や皮下出血などで直接患部への施術が不可能な場合,その部位より も心臓に近い部位に施術し,患部のうっ血や病的浸出物を誘導,吸収させる作用がある.

#### 矯正作用

関節周囲などに癒着などの障害があるとき,その部位の浸出物,病的産物を細かく砕き 吸収を促進する.

また,関節の運動障害を起こしている周囲の筋・腱・靭帯などの癒着を剥離し,短縮した 軟部組織を引き伸ばすことによって関節機能を回復させる作用がある.

### アルント・シュルツの法則

これらの作用を十分に発揮させるためには、マッサージの刺激の度合い = 刺激量が大切である、マッサージの刺激量は、加える力の強弱と時間の長短で決まるが、それを効果的に加減するのは実際にはなかなか難しいことである。

そこで刺激量のひとつの目安となる,刺激の強さと神経・筋の興奮性との関係に関する 法則が『アルント・シュルツの法則』である.

それは次のようなものでる.

弱い刺激は低下している神経機能を鼓舞し機能を回復させる.

中等度の刺激は生理的機能を更新する.

強い刺激は生理的機能を抑制する、

もっとも強い刺激は機能を停止させる.

# 2 . 1 1 マッサージの適応症

マッサージを行なうことによって効果が期待できる症状には,次のものがあげられる.

#### 神経系疾患

神経痛,麻痺,痙攣,脳卒中後遺症,ポリオ,ノイローゼ,不眠症,ヒステリーなど.

#### 運動器疾患

慢性関節リウマチ,筋肉痛,筋萎縮,筋力減退,軽症の筋炎,腱炎,関節の

拘縮,癒着の剥離,関節の変形,骨折,脱臼,捻挫の後遺症など.

消化器疾患

胃下垂,慢性胃炎,胃腸のアトニー,慢性腸炎,常習性便秘など.

呼吸器疾患

気管支喘息,慢性気管支炎など.

循環器疾患

心臓神経症,局所性の充血,うっ血,貧血,水腫など.

泌尿生殖器疾患

膀胱麻痺,膀胱痙攣,膀胱炎,乳腺障害など.

新陳代謝疾患

痛風,脚気など.

8 その他

疲労回復,病後の体力回復など.

以上のようにマッサージにはこれらの症状に適応することができる.

# 第3章

# 実験 1

# 3.1 はじめに

筆者は "人間はマッサージをうけるとどのような体温変化をしていくか"に疑問を持ち,サーモビジョン CPA570 という携帯形熱画像計測装置を用いて,3人にマッサージを受けてもらい体の表面温度を測定し血行の状態を観察した.

# 3.2 実験方法

実験内容は、被験者3人に )手のひら、 )肩、 )足、の3ヶ所をそれぞれマッサージ法の一つである軽擦法を3分間受けてもらいその表面温度変化を1分ごとに計10分間測定を行った.

この時の実験条件として携帯形熱画像計測装置から計測する被験者の距離を170cmに設定し,室温22 でマッサージを行い,被験者は上半身裸で表面温度測定を行なった.

# 3.3 実験結果

A氏の結果は以下のとおりである.

# )手のひらの場合



図 A.1 マッサージ前

# マッサージ後

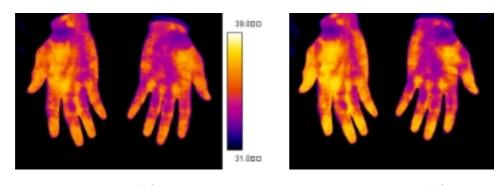


図 A.2 1 分経過

図 A.4 3 分経過

31.000

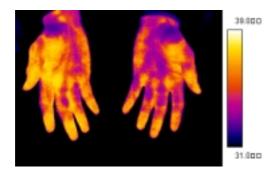


図 A.3 2 分経過

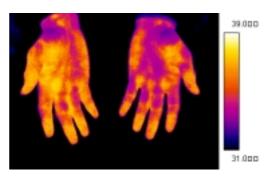


図 A.5 4 分経過

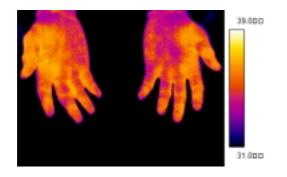


図 A.6 5 分後経過

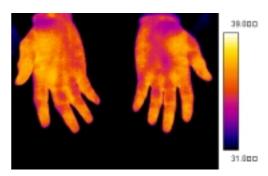


図 A.9 8 分後経過

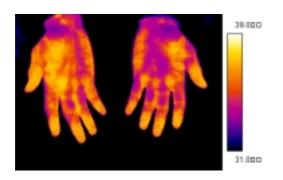


図 A.7 6 分後経過

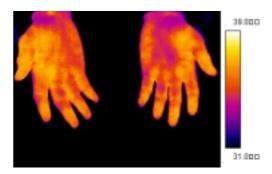


図 A.10 9 分後経過

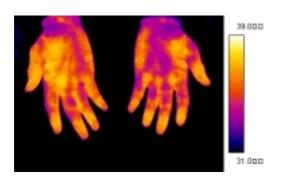


図 A.8 7 分後経過

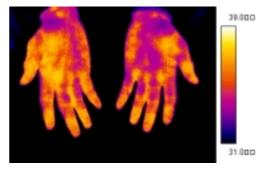
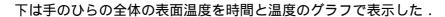
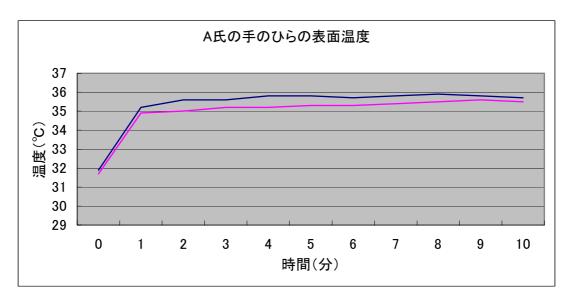


図 A.11 10 分後経過



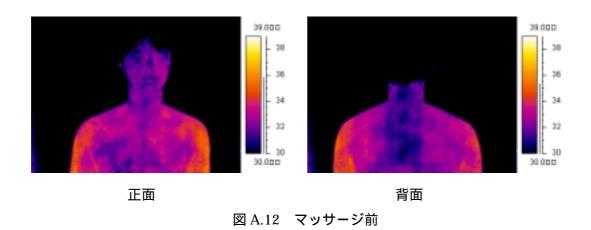


グラフ A.1 (青が正面の表面温度,赤が背面の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
右手の表面温度(°C)	31.9	35.2	35.6	35.6	35.8	35.8	35.7	35.8	35.9	35.8	35.7
左手の表面温度(°C)	31.7	34.9	35	35.2	35.2	35.3	35.3	35.4	35.5	35.6	35.5

表 A.1

### ) 肩の場合



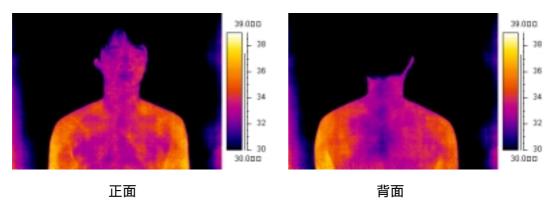
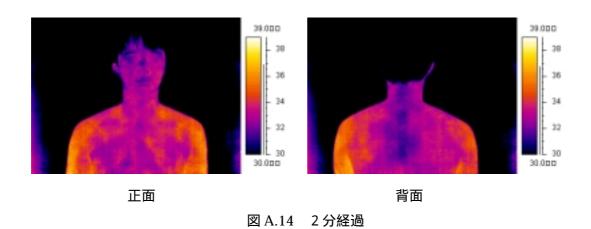
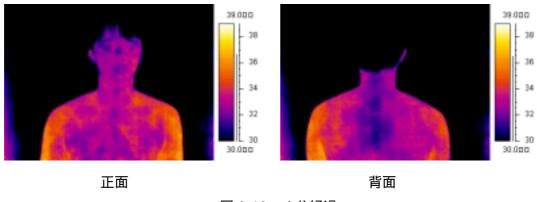


図 A.13 マッサージ後 1 分経過

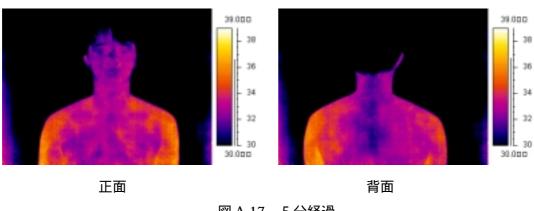


38.000 38.000 36 34 32 30.000 音面

図 A.15 3 分経過



4 分経過 図 A.16



5 分経過 図 A.17

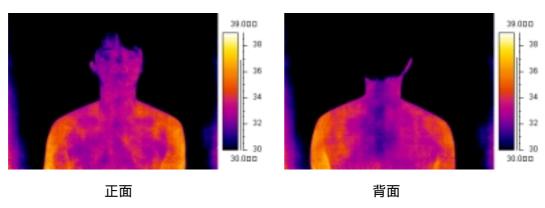


図 A.18 6 分経過

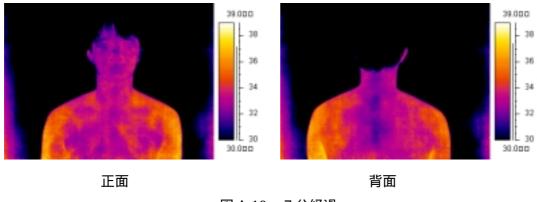
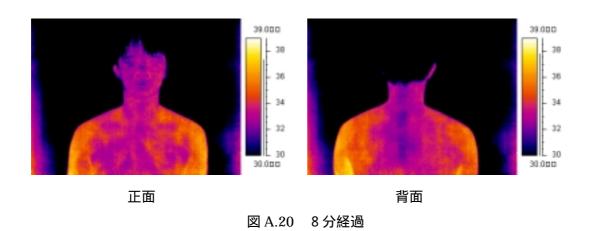


図 A.19 7 分経過



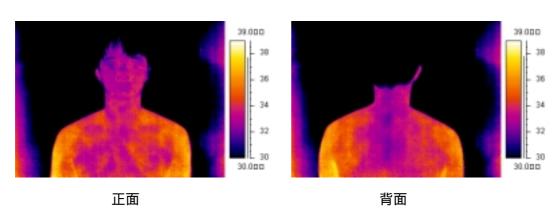
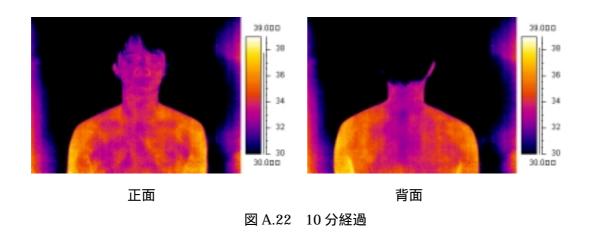
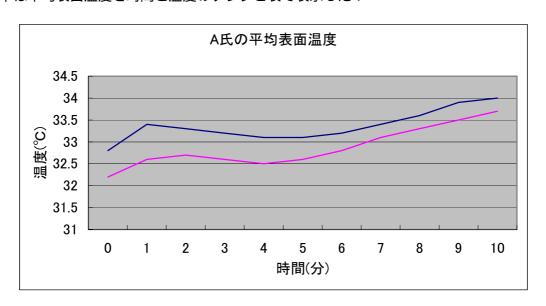


図 A.21 9 分経過



下は平均表面温度を時間と温度のグラフと表で表示した.



グラフ A.2 (青が正面の表面温度,赤が背面の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
正面の表面温度(°C)	32.8	33.4	33.3	33.2	33.1	33.1	33.2	33.4	33.6	33.9	34
背面の表面温度(℃)	32.2	32.6	32.7	32.6	32.5	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.7

表 A.2

### )脚の場合

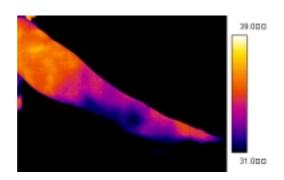


図 A.23 マッサージ前

# マッサージ後

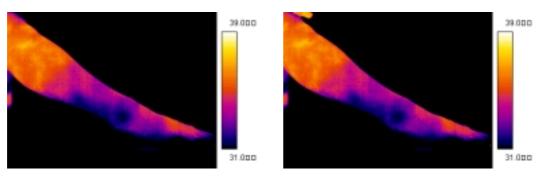


図 A.24 1 分経過

図 A.26 3 分経過

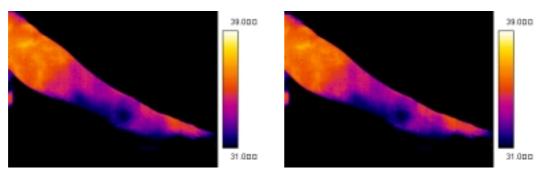
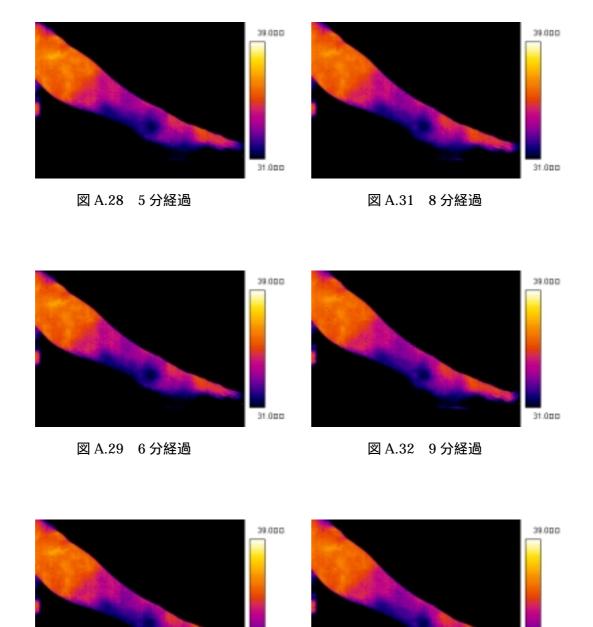


図 A.25 2 分経過

図 A.27 4 分経過



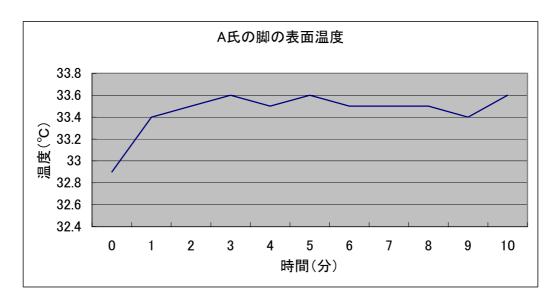
31.000

図 A.30 7 分経過

31.000

図 A.33 10 分経過





グラフ A.3

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
脚の表面温度(°C)	32.9	33.4	33.5	33.6	33.5	33.6	33.5	33.5	33.5	33.4	33.6

表 A.3

# A 氏の傾向

手のひらをマッサージしたとき,マッサージ前からマッサージ後1分経過の時点は著しく表面温度が上がっていることがわかった.また,時間が経つにつれて指先から指の付け根にかけて徐々に表面温度が上がっていくのがわかった.

次に肩をマッサージしたとき、マッサージ後3,4分間は表面温度が下がっていたがマッサージ後5分後から表面温度が上がっていった.

脚をマッサージしたとき、マッサージ前とマッサージ後ではあまり変化がなかった、

### B氏の結果は以下のとおりである.

# ) 手のひらの場合

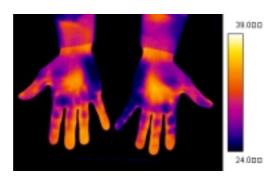


図 B.1 マッサージ前

# マッサージ後

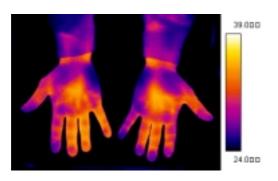


図 B.2 1分経過

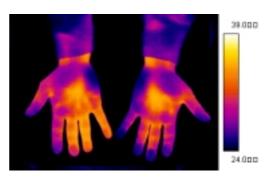


図 B.4 3 分経過

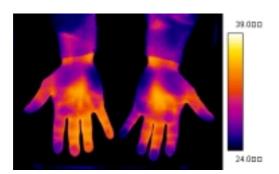


図 B.3 2 分経過

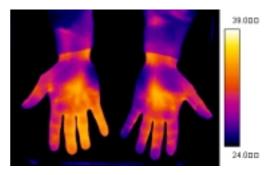


図 B.5 4 分経過

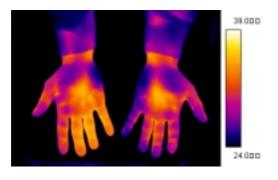


図 B.6 5 分経過

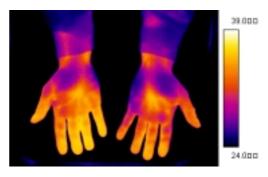


図 B.9 8 分経過

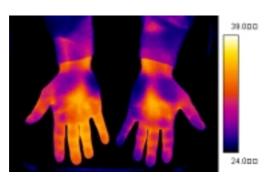


図 B.7 6 分経過

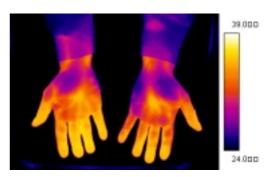


図 B.10 9 分経過

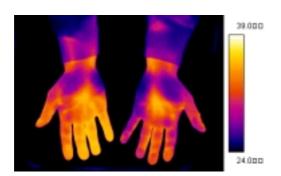


図 B.8 7 分経過

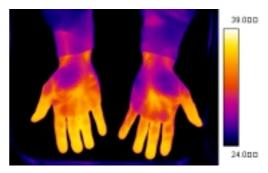
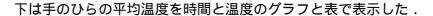
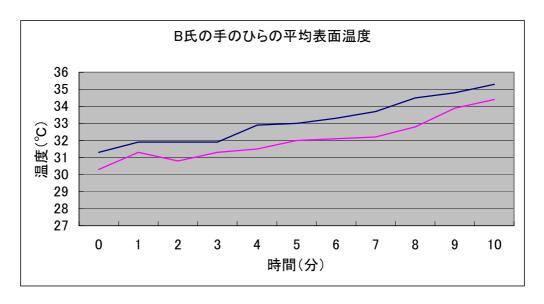


図 B.11 10 分経過





グラフ B.1 (青が右手の表面温度,赤が左手の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
右手の表面温度(°C)	31.3	31.9	31.9	31.9	32.9	33	33.3	33.7	34.5	34.8	35.3
左手の表面温度(℃)	30.3	31.3	30.8	31.3	31.5	32	32.1	32.2	32.8	33.9	34.4

表 B.1

### ) 肩の場合

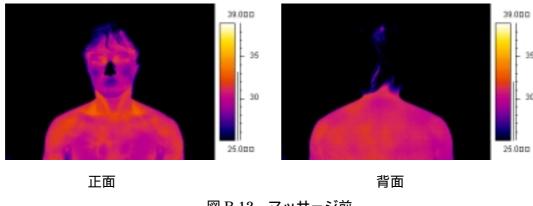


図 B.12 マッサージ前

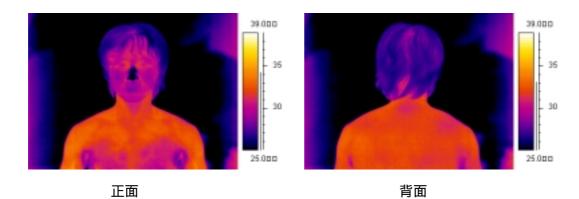
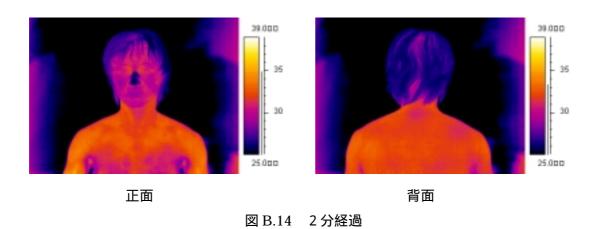


図 B.13 マッサージ後 1 分経過



 29,000

 35

 30

 25,000

 背面

図 B.15 3 分経過

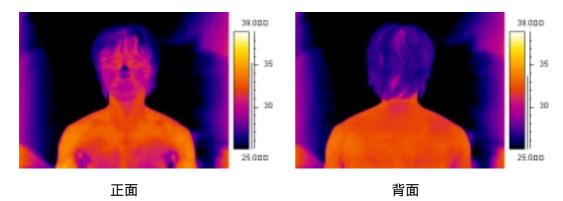


図 B.16 4 分経過

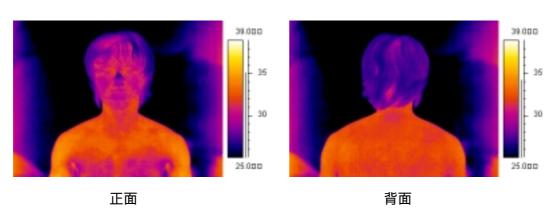


図 B.17 5 分経過

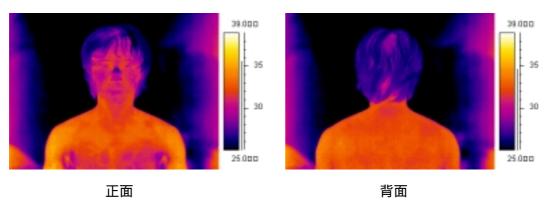


図 B.18 6 分経過

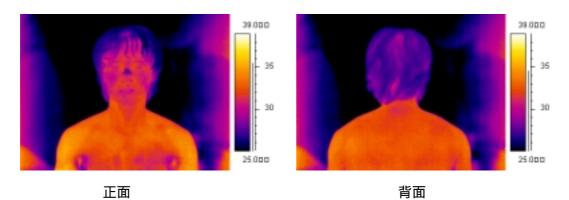


図 B.19 7 分経過

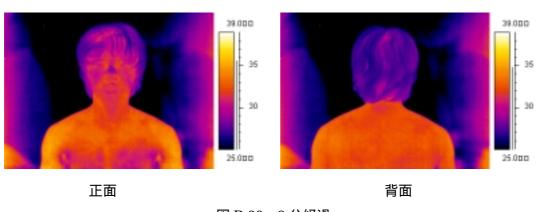


図 B.20 8 分経過

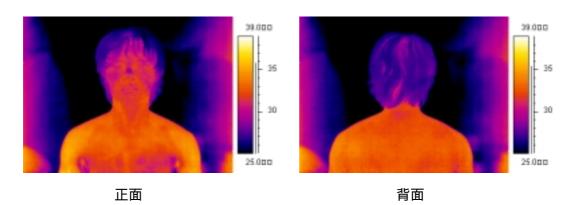
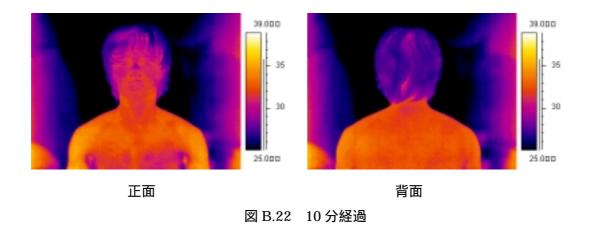
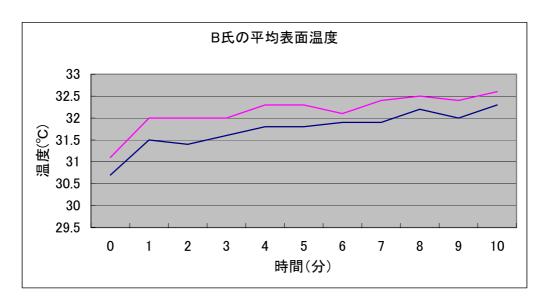


図 B.21 9 分経過



下は平均表面温度を時間と温度のグラフと表で表示した.



グラフ B.2 (青が正面の表面温度,赤が背面の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
正面の表面温度(°C)	30.7	31.5	31.4	31.6	31.8	31.8	31.9	31.9	32.2	32	32.3
背面の表面温度(°C)	31.1	32	32	32	32.3	32.3	32.1	32.4	32.5	32.4	32.6

表 B.2

# )脚の場合

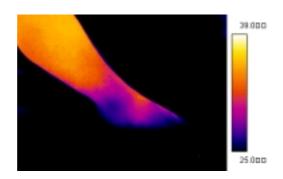


図.23 マッサージ前

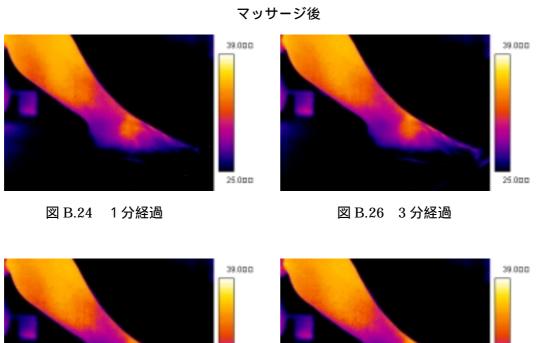
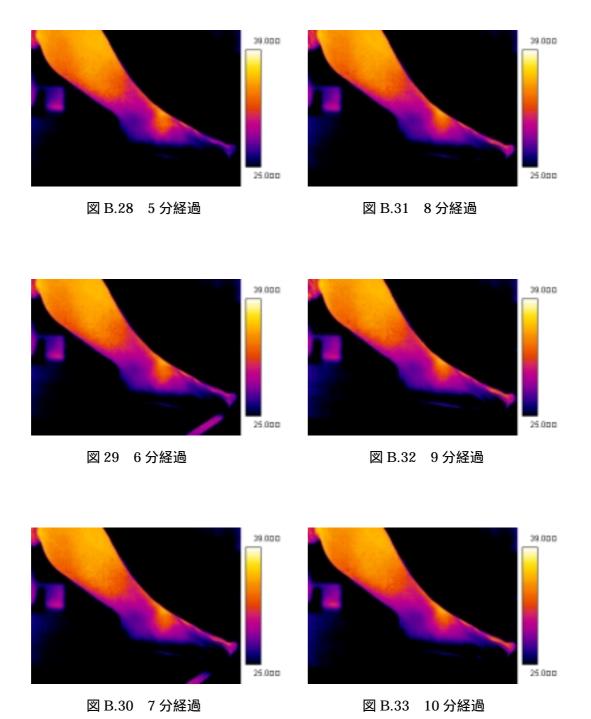


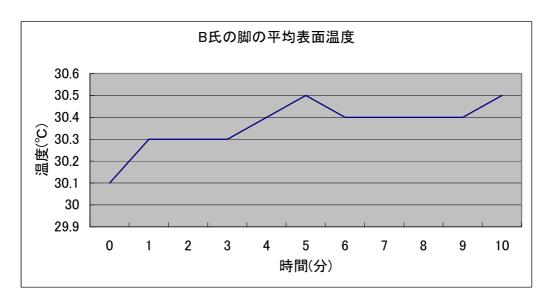
図 B.25 2 分経過

25.000

図 B.27 4 分経過







グラフ B.3

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
脚の表面温度(℃)	30.1	30.3	30.3	30.3	30.4	30.5	30.4	30.4	30.4	30.4	30.5

表 B.3

#### B氏の傾向

手のひらをマッサージしたとき,マッサージ後6分までは指先の表面温度は低かったがそれ以降は時間が経つにつれて指先とともに指の付け根まで徐々に表面温度が上がっていくのがわかった.

肩をマッサージしたとき,全体的にゆっくりと腕や首の周辺や胸のまで表面温度が上がっていた.

脚をマッサージしたとき,マッサージ前は足の甲の周辺や足の末端の表面温度は低かったがマッサージ後では足の甲の一部と親指の周辺の表面温度が上がっていた.

C 氏の結果は以下のとおりである.

### ) 手のひらの場合

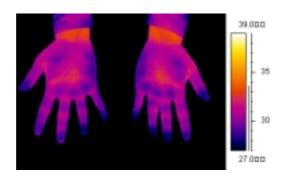


図 C.1 マッサージ前

### マッサージ後



図 C.2 1 分経過

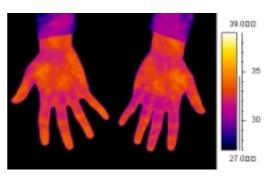


図 C.4 3 分経過



図 C.3 2 分経過



図 C.5 4 分経過



図 C.6 5 分経過



図 C.9 8 分経過



図 C.7 6 分経過



図 C.10 9 分経過

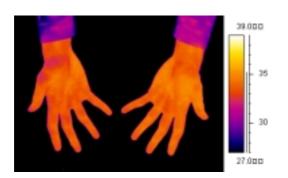
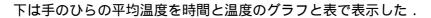
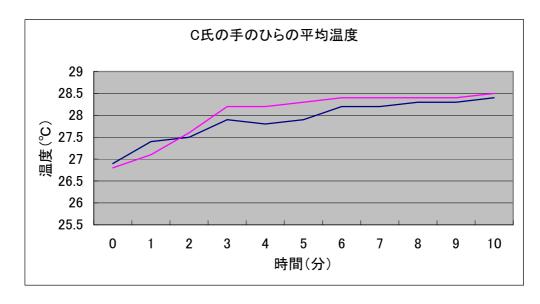


図 C.8 7 分経過



図 C.11 10 分経過



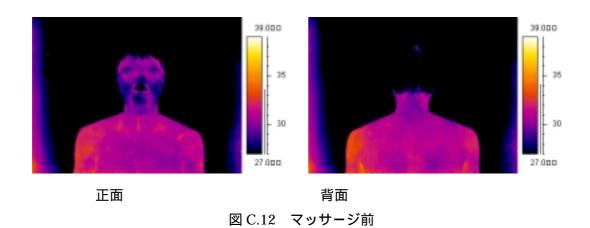


グラフ C.1 (青が右手の表面温度,赤が左手の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
右手の表面温度(°C)	26.9	27.4	27.5	27.9	27.8	27.9	28.2	28.2	28.3	28.3	28.4
左手の表面温度(°C)	26.8	27.1	27.6	28.2	28.2	28.3	28.4	28.4	28.4	28.4	28.5

表 C.1

#### ) 肩の場合



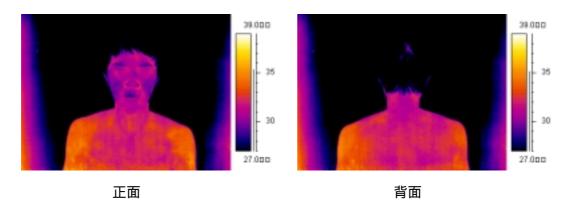
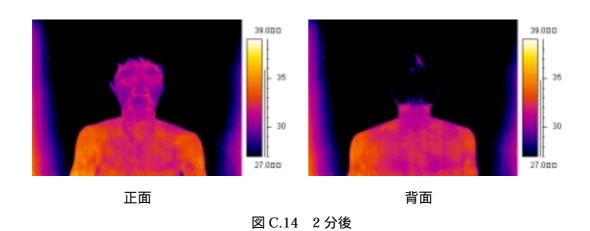


図 C.13 マッサージ後 1 分経過



正面 39,000 39,000 39,000 30 27,000 背面

図 C.15 3 分後

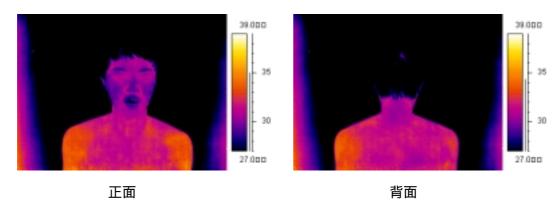


図 C.16 4 分後

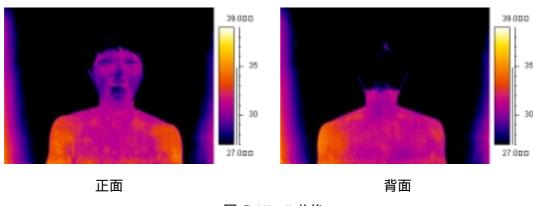


図 C.17 5 分後

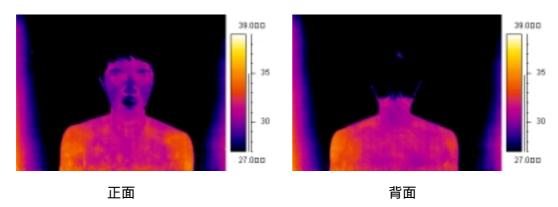


図 C.18 6 分後

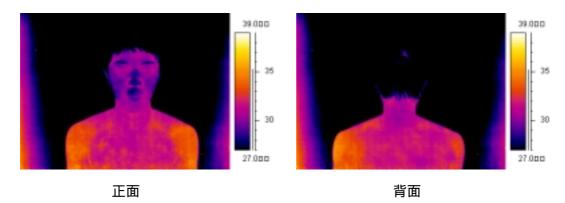
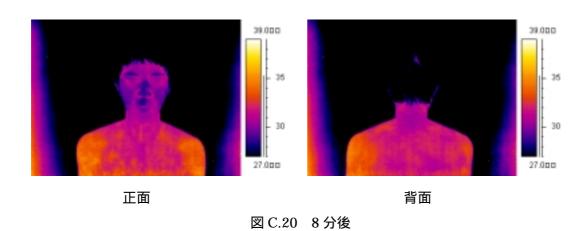
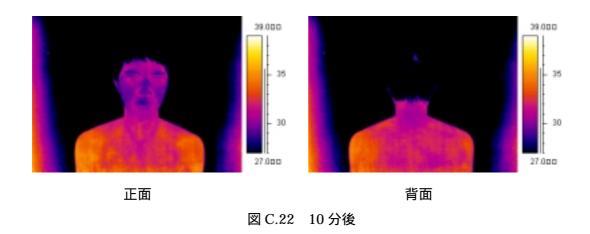


図 C.19 7 分後

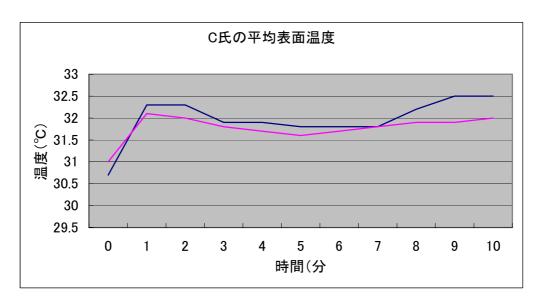


正面 39,000 39,000 39,000 39,000 30 27,000 背面

図 C.21 9 分後



下は平均表面温度を時間と温度のグラフと表で表示した.



グラフ C.2 (青が正面の表面温度,赤が背面の表面温度)

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
正面の表面温度(°C)	30.7	32.3	32.3	31.9	31.9	31.8	31.8	31.8	32.2	32.5	32.5
背面の表面温度(°C)	31	32.1	32	31.8	31.7	31.6	31.7	31.8	31.9	31.9	32

表 C.2

### ) 脚の場合

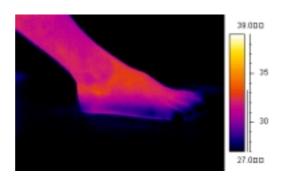


図 C.23 マッサージ前

# マッサージ後

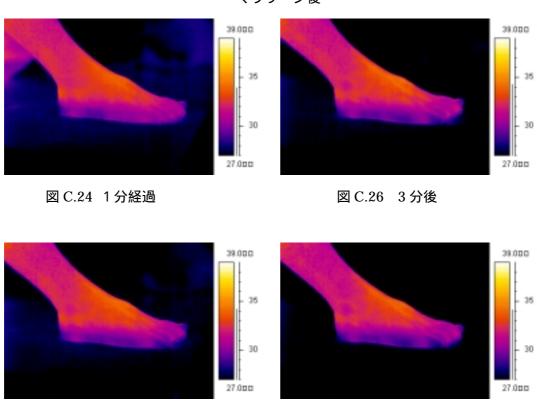
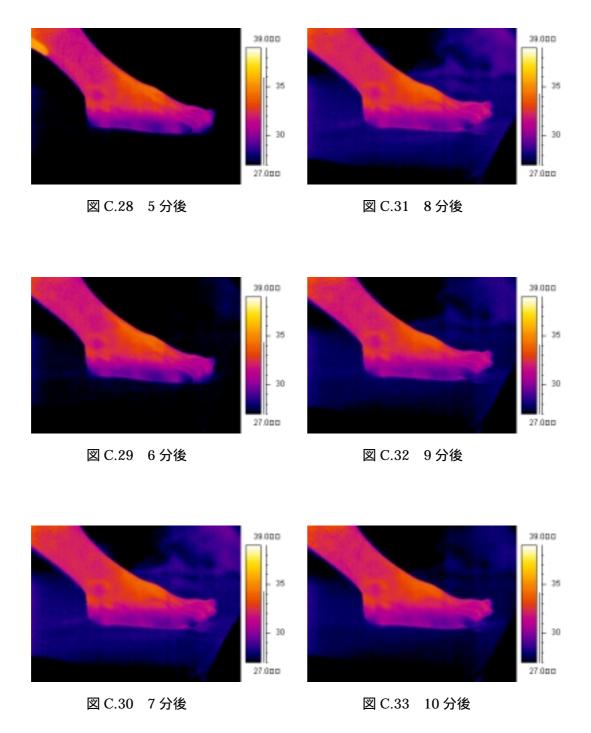
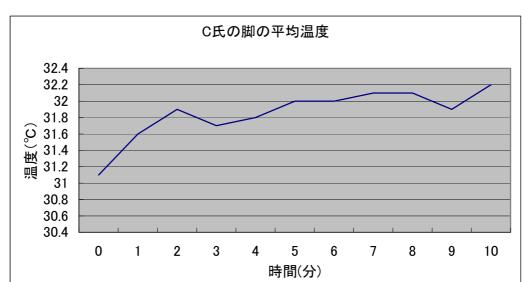


図 C.25 2 分後

図 C.27 4 分後





下は脚の平均温度を時間と温度のグラフと表で表示した.

グラフ C.3

時間(分) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 脚の表面温度(°C) 31.1 31.6 31.9 31.7 31.8 32 32 32.1 32.1 31.9 32.2

表 C.3

#### C氏の傾向

手のひらをマッサージしたとき,全体的にゆっくりと両手のひらの表面温度が上がっていた.

肩をマッサージしたとき,全体的にゆっくりとだが腕や胸のあたりの表面温度が上がっていた.

脚をマッサージしたとき,マッサージ前は足の末端の表面温度は低かったがマッサージ 後では足の末端周辺の表面温度が上がっていた.

#### 3.4 実験1の考察

今回の実験でわかったことは A 氏 , B 氏 , C 氏の全員に当てはまることだが手のひらのマッサージをした後 , 明らかに手の表面温度が上昇したことだった . 特に温度上昇の仕方に注目してみると手の末端である指先から徐々に手のひらに向けて温度上昇をしていた .

第 3 章 50

さらに B 氏 , C 氏に関して言うと両者の手のひらをマッサージした時の図 B. 1 から図 B. 1 1 , 図 C. 1 から図 C. 1 1 でわかるように指先の部分が高温になっており全体的には C 氏は 1 以上 , B 氏は 3 以上上昇したことがわかった .

また,脚をマッサージした場合や肩をマッサージして場合でも手の場合よりか変化は少ないが足先の末端部分や体全体の表面温度が上昇していたことがわかった.

これは,マッサージすることによりマッサージされた部分の血管が拡張して血液の流れを良くし,悪くなった血液を静脈を通して体の中心部である心臓に運ばれ,心臓から肺に送られその過程で新鮮な血液となり,動脈を通って再び手先や足先の末端部分に戻ってくるという血液の循環によって血行が促進され,表面温度を上昇させることにつながっていると考えられる.

また,今回は幾つかあるマッサージの手法の一つである軽擦法を用いて被験者にマッサージを受けてもらったが,この実験で素人でもマッサージをして効果が現れることがわかった.

第 4 章 60

### 第4章

### 結章

### 4.1 本研究の成果

本研究では、マッサージの基本的な手法を調査し実際に被験者にマッサージを受けてもらい、マッサージする前の体温状況とマッサージ後の体温状況を比較し、どのような変化が現れるかの実験を行なった。また、ロボットを用いてマッサージの基本の動き「押す」という動きをさせ市販されている肩叩き機のような簡単な動きではなく柔らかい動作が実現できるか、又はできないかの実験を行なった。

まず,はじめに第3章の実験1で行なった実験から被験者3人ともマッサージする前の体温よりもマッサージ後の体温の方が上昇していた.特に手のひらをマッサージした実験で手の指先の温度変化が先に暖かくなり,徐々に指の付け根の方へと暖かくなっていくのが顕著に表れていた.

これは、マッサージによって手、足の末端の毛細血管を拡張させそこに滞っていた、冷えた血液が静脈を通り一度中心部である心臓に送られ、肺を通り再び新鮮な暖かい血液となって動脈を通り手、足の末端に戻り指先の温度を上昇させるといった一連の血液循環の仕組みを携帯形熱画像計測装置を用いて確認することができた.

また,肩の周辺をマッサージした場合で著者は肩の周辺だけが体温変化すると考えていたが,実際は肩の周辺や首や胸の上部までの表面温度が上昇していた.これも手のひらをマッサージした場合と同様に肩の周りの毛細血管が拡張され血行が良くなり血液循環が良くなっていること考えられ,それが携帯形熱画像計測装置を用いて確認することができたと考えられる.

最後に脚をマッサージした場合では手のひらや肩をマッサージした場合のようなはっき りとした変化は見られなかったが,手のひらの場合と同様に,部分的ではあるがはじめに 足の末端温度が先に徐々に上昇していき,そして指の付け根まで暖かかくなっていること がわかった.

今回は幾つかあるマッサージ法の中の一つである軽擦法をとり入れて被験者に3箇所の

第 4 章 61

部分にマッサージを受けてもらい携帯形熱画像計測装置を用いて表面温度を測定する実験を行なったが,これらの実験からマッサージの有効性を確認することができた.

次に実験2ではSPELエディタというプログラムソフトで速度制御を行なったロボット用いて実験を行なった結果,市販されているマッサージ機器のような単純で一定な動きではなく,はじめはゆっくりと一定速度まで加速してそして一定時間は一定の速度で進み停止するときはゆっくりと減速していくというマッサージの手法の一つ「押す」に似た動きを実現することができた.

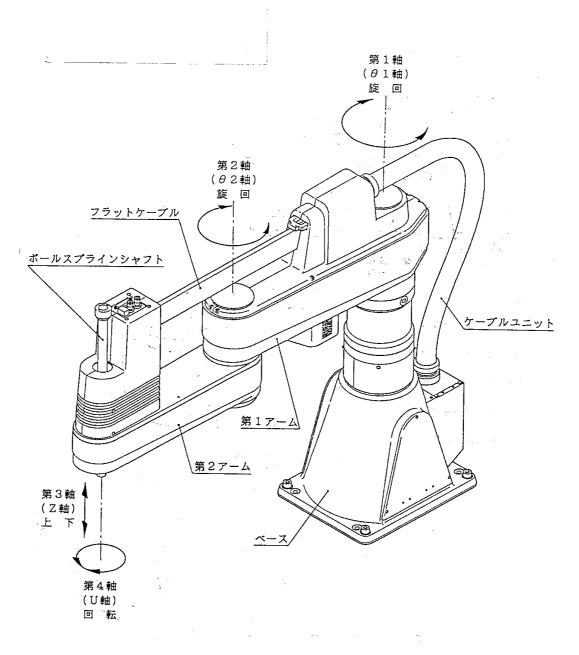
この実験2で,ロボットでもこの動きが可能であることを証明した.また,この速度調節ができたことでマッサージをする時に患者が怖がらずに受けることができるのではないかと考えられる.

### 4.2 これからの課題

今後の展開としては,今回調査したマッサージのいろいろな手法をロボットにとりいれることを考えなければならない.

また,今回ロボットを用いて実験を行なったが今後はこのロボットに圧力センサーを取りつけ,位置制御と共に力制御を実現させることである.

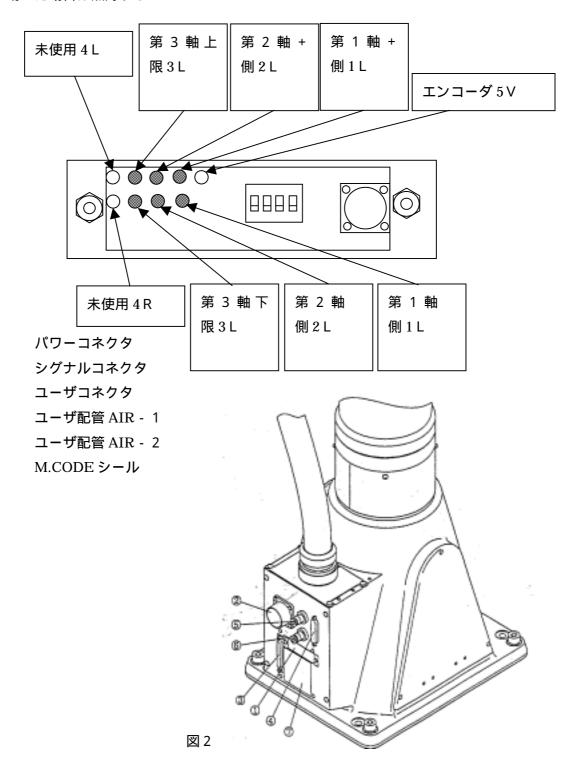
使用した実験機材のマニュアル 水平多関節型組立ロボット SSR-H854AS 各部の名称



### リミッタモニタ部

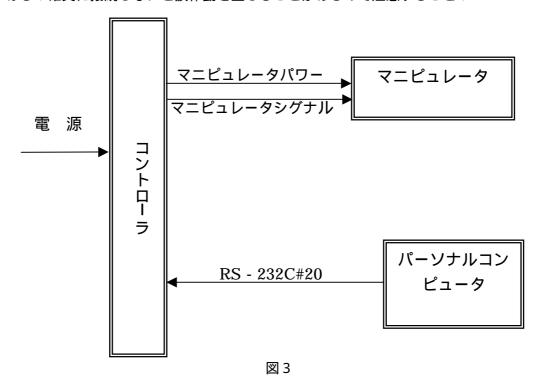
マニプュレータが可動領域を越えた場合の表示 LED (リミッタモニタ)がある.

下図 が正常時には点灯している.また,各軸が可動領域を越えてリミットスイッチを 切った場合は点灯する.



#### ケーブル接続

各ケーブルの接続図を以下に示す.ロボットを動かすには最低限,下図の接続が必要である.確実に接続しないと誤作動を生じることがあるので注意すること.



#### 安全

産業用ロボットを扱うにあたって一番注意しなければならないことは安全のことである.ここでは,このロボットの安全に関する機能を紹介し説明する.

1 オーバーラン検出(リミットセンサ)

第1軸,第2軸,第3軸に装備されている近接センサで,検出するとモーターパワーを落とす.

2 オーバーランストッパ(メカストッパ)

第1軸,第2軸,第3軸のオーバーラン検出により電源が切れた場合,あるいは,万が 一ソフトウェアチェック,およびオーバーラン検出で検知できなかった場合でもいこのス トッパに当たり,アームが動作範囲を大きく超えて動くのを防ぐ.

3 オーバーヒート検出

モータ内部にサーモスタットスイッチが装備されており,検出するとモーターパワーを 落とす.

#### 4 第3軸ブレーキ

第3軸は,モータが非励磁の際に自重で落下するのを防ぐため,電磁ブレーキが装備されている.コントローラの電源断時(また,コントローラが通電中でもモータが励磁して

いない時)はブレーキがかかっている.コントローラの電源を入れ,MOTOR ON 命令を 実行するとモータが励磁し,ブレーキが解除される.

ここで注意として第3軸の電磁ブレーキには解除スイッチがある.これは,エラー発生時(オーバーランしてリミットセンサが働いた場合など)やダイレクトティーチングの際にモータ非励磁のまま第3軸を動かしたい時に使用するスイッチである.

このスイッチは押している間だけブレーキが解除されるモーメンタリ型である.このブレーキ解除スイッチを押すときは,第3軸が自重で落下するのを防ぐため,必ず第3軸下端を手で支えなければならない.

なお,電源断時はブレーキの解除はできない.



解除スイッチ

図 4

#### 安全に関する注意事項

必ず,このロボットを扱う時には安全性を第一に考えなければならない.ここではロボットを扱う時の注意事項を示しておくので必ず確認してから起動させること.

#### 1 移動時

マニピュレータを移動させる時は必ずアーム固定金具でアームを固定する. 移動には必ずホイスト等の運搬具を使用する.

#### 2 周辺装置の設計等

マニプュレータは高速で動作するので,稼動範囲内に人が入ると危険である.よって, マニプュレータの自動運転中には容易に人が近づけないように柵,または囲いをする.

柵,または囲いの入り口にはスイッチを設け,入り口が開かれたときにはマニプュレータが停止するようなインタロック(非常停止スイッチ)を設け,開けたらロボットが停止するようにする.

架台は十分な強度をもたせる.

ハンドは規定の重量,第4軸許容慣性モーメント内にしておく.

#### 3 操作時

マニプュレータを起動させるときには柵,または囲い等の内側に人がいないことを確認する.

操作は、所定の教育を終了した人が行ない、操作中には適切な照明を用いる・

マニプュレータ操作は原則として一人で行なうこと.やむを得ない場合でも声を掛け合う等の安全上の配慮を心がける[11].

#### 4 その他

日常点検は始業時に確実に点検する.

第3軸ブレーキ解除スイッチを押している間は,必ず第3軸下端を手で支える.

#### 仕様表

ここでは水平多関節型組立口ボット SSR-H854AS の仕様表を示す.

#### 型式

SSR-H854AS

#### 駆動方式

第1軸(1)

AC サーボモータ + ハーモニックドライブ減速機

第2軸(2)

AC サーボモータ + ハーモニックドライブ減速機

第3軸(Z)

AC サーボモータ + ベルト + + ボールスプライン

第4軸(U)

AC サーボモータ + ハーモニックドライブ減速機 + ベルト

#### モータの消費電力

第1軸	3	0 0 W
第2軸	1	5 0 W
第3軸	1	0 0 W
第4軸	6	0 W

#### 分解能

第1軸	0.0007324°/P
第2軸	0.0008789°/P
第3軸	0.001831mm / P

第4軸 0.0018592 ° / P アームの長さ 第1軸+第2軸 450mm+400mm 動作範囲(())内はパルス動作範囲) 第1軸  $\pm 100$  ° ( -13654 ~ +259414) 第2軸 ±135° (153600) 第3軸 150mm / 300mm ( - 81920 ~ 0  $-163840 \sim 0$ ) ±360° (±193630) 第4軸 エリア限界 第1軸 標準:±100° 最大操作速度(1) 第1軸+第2軸 5060mm/s 第3軸 625mm/s 634.6°/s 第4軸 繰り返し制度 第1軸+第2軸 ±0.025mm 第3軸 ± 0.01mm 第4軸 ± 0.03 ° 可搬重量 定格/最大 2kg/5kg 第4軸許容慣性モーメント(2) 0.02kg·m² (負荷 2kg 時) / 0.05kg·m² (負荷 2kg 時) 第3軸押しこみ力 196N (20kgf) ユーザー配線・配管 12 対 24 芯シグナル線一本 (D - sub 25 ピンコネクタ) 6mm エアチューブ 2 本 (耐圧 0.59MPa 6kgf / cm²) ハンド取り付け径 / 中空径 20 (h6) mm / 12mm ハンド許容径 200mm 本体重量 90kg 保証温度環境

 $0 \sim 40$  °

<u>付録</u> 68

適合コントローラ

RSC - 200

1: PTP 命令の場合 . CP 動作での最大動作速度は水平面において 1000mm / sec である .

2:負荷の重心が第4軸中心位置と一致している場合.重心位置が第4軸中心位置を離れた場合は,速度・加速度を適宜落とす必要がある. [10]

### SPEL エディタ SRC - 200

#### はじめに

今回本研究で使用したソフトウェアは SPEL エディタである.この SPEL エディタは , パソコンを用いてプログラムの作成・編集・デバッグを効率よく行なうことができるセイ コーエプソン (株)のロボットコントローラ用プログラム開発支援ソフトウェアである.

#### SPEL エディタの主な機能

次にここでは本研究で使用した SPEL エディタの主な機能を紹介する.

- 1 多機能なスクリーンエディタによるデータの入力が可能.
- 2 最大10種類までのファイルを同時編集可能.
- 3 文字列の検索,置換機能を装備.(ワイルドカード可)
- 4 I/Oの状態をリアルタイムでチェックできるモニタ機能付.
- 5 最大256のブレイクポイント設定によるデバッグ機能付.
- 6 EMS 対応により大きな編集ファイルサイズ.

#### システム構成と起動

ここでは、ハードウェア環境を紹介する、

パソコン本体 東芝 DynaBook Satellite 2060

メモリ 4.02GB

次に,ケーブルの接続を紹介する.

SPEL エディタを用い,パソコンをコントローラに接続する場合,下記のように付属のケーブルを使い接続する.図5と図6は信号配置及び接続図を示す.

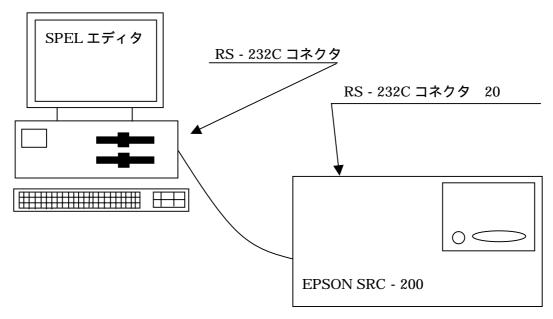


図 5 接続部

パソ	ノコン側		コントロ・	-ラ側
ピン No.	信号名		信号名	ピン No.
1	FG		FG	1
2	SD		SD	2
3	RD		RD	3
7	SG		SG	7
4	RS		RG	4
5	CS		CS	5
6	DR		-	
8	CD		CD	8
2 0	ER	<u> </u>	ER	2 0

図 6 信号配置図

次にコントローラの RS - 232C コネクタと接続する場合の通信環境設定を説明する . [コントローラ側]

コントローラの背面パネルの RS - 232C ポートは 9600bps, 7bit, 偶数パリティ, ストップビット 1, ベーシック手順(2次元),タイムアウト 3秒

で初期設定されているのでそのまま接続して良い.

#### [パソコン側]

パソコンの RS - 232C の環境設定をコントローラ側の設定に合わせる . そして , パソコンにおける RS - 232C の設定は , MS - DOS の命令により行なう .

ここでは本研究で使用したパソコン側のシリアルポートのコネクタとコントローラ側の ケーブルのコネクタが合わなかったため RS-232C 変換アダプタを使用した.

#### SPEL エディタの起動

SPEL エディタの起動の前に SPEL エディタの実行ファイルを MS - DOS 上で操作してコピーする.次に SPEL エディタを起動させて以下のように入力する.

SE [-オプション] [ファイル名]...[ファイル名]

パラメータはすべて省略可能で、各パラメータは一つ以上のブランクで区切る.また、ファイル名にはドライブやディレクトリ名を含んでも構わない.ここでコントローラ側には、TP、PC、AUTO、S.NET の4つのモードがあり、パソコンからプログラムを作成するのでSRC-200コントローラのPCモードスイッチを選択しておく.

#### 動作モード

SPEL エディタを起動させたら動作モードはエディタモード,コマンドモード,モニタモード,モニターデバッグモードの4つに分けられている.

ここでは,モニタモード,モニターデバッグモードを使わなかったので説明を省略しておく.

エディタモードとは図9のエディタ画面を使用してプログラムを作成・編集・変更をするモードで,ポップアップメニューを用いた汎用エディタである.

コマンドモードとは図10のコマンド画面を使用してロボットコントローラと通信を行なう.

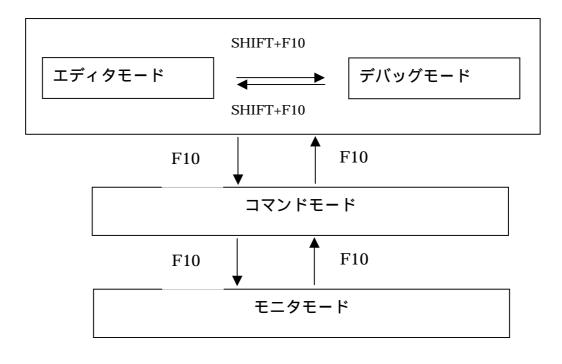


図7 SPEL エディタ 状態遷移図

### 画面構成

SPEL エディタの画面は図8に示すように上部がプログラムのエディット画面下部がコマンド画面になっている.

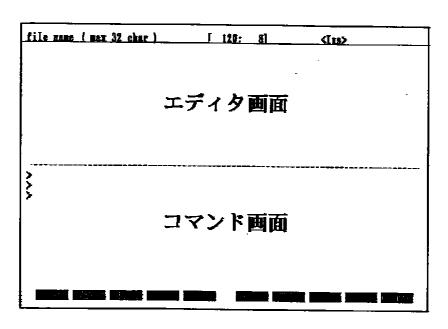


図8 画面構成

#### エディタモードの概要

前でも少し紹介したが SPEL エディタでは,最大 10 こまでのファイルを同時に編集することができ,しかも複数のファイル間でテキストの複写をすることができる点である.

また,プログラム編集機能に関していうと SPEL エディタは,市販のスクリーンエディタと同様文字列入力しただけでプログラムが変更できる点が上げられる.

#### 操作方法

ここでは前節の画面構成で述べた画面構成のところをもう少し詳しく説明する.

第1行目をガイドラインとして使用する.現在編集中のファイル名,カーソル位置,インサートモード/オーバーライトモードのモード表示を行なう.

第2行目からオンライン画面との境界まではエディタ画面で,ここでファイルの編集を行なう.オンライン画面との境界はブルーのラインが表示されており,この境界はCTRLキーを押しながらカーソル上下キー(CTRL+)を押すことで,4行目から20行目まで変化させることができる.

一行の内容は 80 文字に固定されている.これは,行の終わりを示すターミネータを含んだ文字数なので,実際に入力できる文字数は79文字である.

最後の行には,ファンクションキーの内容が表示される.

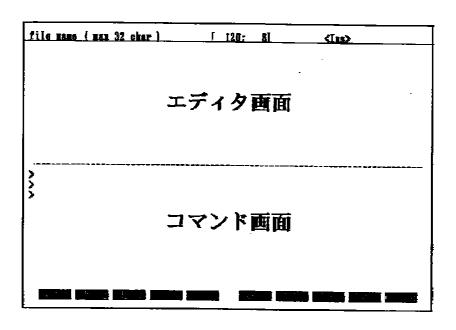


図9 エディタ画面

#### ファンクションキー

次にエディタモード時のファンクションキーの簡単な説明をする.

SPEL エディタは,ファンクションキーによりポップアップメニューが表示され,各種機能の選択ができる.

ファンクションキー	機能
F1	ファイル関係の操作
F2	編集対象ファイルの切り替え
F3	行マークの登録とマーク位置への移動
SHIFT+F1	文字列の検索・置換
F10	コマンドモードに変更

メニュー選択は,以下の手順で行なう.

ファンクションキーを押して,メニューを表示さ

せる。

カーソルキー()により、機能を選択するか、選択機能の左側の英数字キーにより選択する。

エンターキーを押す.

なお,メニュー選択を中止するにはESCキーを使用する.

また,ファンクションキーの  $F6 \sim F9$  を使用することにより,行単位のカットアンドペーストを行なうことができる.

ファンクションキー	機能
F 6	カットアンドペーストの操作
F7	選択された行をペーストバッファへ移動
F 8	選択された行をペーストバッファへ複写
F 9	ペーストバッファの内容をカーソル行の前に挿入

カットアンドペースト

削除・複写したい行にカーソルを移動させる.

F6キーで開始行を選択する.

削除・複写したい行の次の行へカーソルを移動させる.

削除する場合はF7 複写する場合はF8 中断する場合はESC キーを押す.削除 (F7), 複写 (F8) で,指定した行の内容がペーストバッファにコピーされる.

複写先の次の行へカーソルを移動させる.

F9キーで,カーソル行の前にペーストバッファの内容が挿入される.

#### コマンドモードの概要

コマンドモードは画面の下半分を使用している.入力された文字列を,直接ロボットコントローラへ送られる.コントローラ上のプログラム・位置データの編集やプログラム実

行等のコマンドを実行することができる.図10はコマンドモードの画面である.

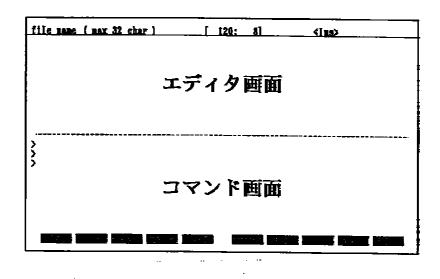


図10 コマンドモードの画面

### ファンクションキー

次にコマンドモード時のファンクションキーの簡単な説明をする.

ファンクションキー	機能
F1(LOAD)	ロボットコントローラ内のプログラム及び位置データ をエディタモードへ転送
F2 (SAVE)	エディタモードで編集中のプログラム及び位置データ をコントローラへ転送
F3 (BACKUP)	ロボットコントローラのファイルをパソコンのディス クへ転送
F4 (RESTOR)	パソコン内のファイルをロボットコントローラへ転送
F5(EXIT)	SPEL エディタの終了

### プログラミングについて

ロボットを動かすためには,目標とする位置をロボットに教えてやる必要がある.そこで,まずはじめに行なう準備はロボットが通過する点を幾つか指定することである.

位置決めは図11や図12のような座標の取り方なので,X,Y,Z,の座標を使って点を決めることができる.図10のコマンドモードの画面のコマンド画面にカーソルを持っていき,例えばX 軸方向に $850\,\mathrm{mm}$ ,Y 軸方向に $0\,\mathrm{mm}$ ,Z 軸方向に $300\,\mathrm{mm}$ ,回転が0 度という設定にしたければ のように設定すれば良い. も同様にして設定すれば良い.

> P1=850,0, - 300,0	
/ F 1=000,0, - 000,0	

> P2=0,850, - 300,0

この時点で図11のような位置を指定していることになる.

次にF10を押してエディタ画面にカーソルを持っていき先ほど決めた位置データを使って簡単なプログラムを作ってみる.例えば ,

- 1 0 FUNCTION MAIN
- 2 0 JUMP P1
- 3 0 JUMP P2
- 4 0 GO TO 2 0
- 5 0 FEND

といったような位置 P 1 と位置 P 2 の往復プログラムを作って実行してみる.ここで確実に入力されたかどうかを F 1 0 でコマンド画面に戻り

#### > LIST

と入力して確認する.確認できたら,作成したプログラムをソースプログラムといいコントローラが実行するプログラムをオブジェクトプログラムと呼ばれソースプログラムと異なる.そこで,ソースプログラムをオブジェクトプログラムに変換する作業が必要になってくる.この作業をコンパイルといい,コマンド画面から

> COM "ファイル名"

と入力すればコンパイルが完了する.最後に実行するために同じ画面で,

> RUN

と RUN 命令を入力すればプログラムどおりの動作が実行できる.

#### ファイルの保存方法

ここまでに作成した,はじめに設定した位置データとプログラムソースを保存(セーブ) しなければいけないがそれらのデータはコントローラのメインメモリにある.デバッグを 終了したソースプログラムなどは,ファイルメモリに保存される.保存はDSAVE命令に

より行なう .また ,逆にセーブしたソースプログラムなどをメインメモリに持ってくる(ロード)ときは , DLOAD 命令によって行なう .

保存の方法としてコマンド画面で DSAVE 命令を入力する .その時ファイル名をつける . 例えば , TEST と名前をつける .

> DSAVE "TEST"

これではじめに設定した位置データとプログラムソースが保存される.

保存の確認は

> DIR

で DIR 命令で確認できる.

実際に実行されるオブジェクトプログラムはこのセーブ方法では保存されないので, COM 命令でファイルメモリに保存する.

> COM "TEST"

と入力すると保存される、保存の確認は先ほどと同じ DIR でできる、

これで保存作業は終了したことになる.保存してしまうとメインメモリは自由に使用ができ,新しいプログラムを作ることができる.

次にファイルメモリにあるファイルを修正する場合ではそのファイルをメインメモリに ロードしてから行なう.

ファイルメモリからロードする時は DLOAD 命令により行なう . その時 , ファイルメモリ にあるファイル名を指定する .

ここで先ほどセーブした TEST をロードしてみる . ロードが確実に行なわれたことを確認 できるように , まずメインメモリにあるデータを消去する .

>NEW ソースプログラムを消去

> CLEAR 位置データを消去

> LIST プログラムが表示されないことを確認

> PLIST 位置データが表示されないことを確認

> DLOAD "TEST"

DLOAD "TEST" と入力すると先ほど保存したプログラムデータと位置データがロードされる、確認したい時は LIST や PLIST で確認できる、

これでプログラムの訂正が可能になる.

SPEL エディタの起動からプログラム作成,保存まで一通りの作業ができる[11].

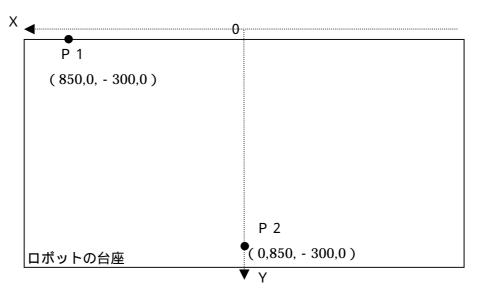


図11 ロボットの台座を上から見た図

ここでもう一つ例を挙げて実際に作成したプログラムを紹介する.

今回はアームロボットを曲線の軌跡を描きながら進むプログラムを作成した.

まずはじめの準備はロボットが通過する点を幾つか指定することである.今回は図12のように9個指定した.

位置決めは X , Y , Z , の座標を使って点を決めることができるので , 図 1 0 コマンドモードの画面のコマンド画面にカーソルを持っていき ,

- > P0=-600,500,-250,0
- > P1=-400,300,-250,0
- > P2=-200,500,-250,0
- > P3=0,700,-250,0
- > P4=200,500,-250,0
- > P5=300,400,-250,0
- > P6=400,500,-250,0
- > P7=500,600,-250,0
- > P8=600,500,-250,0

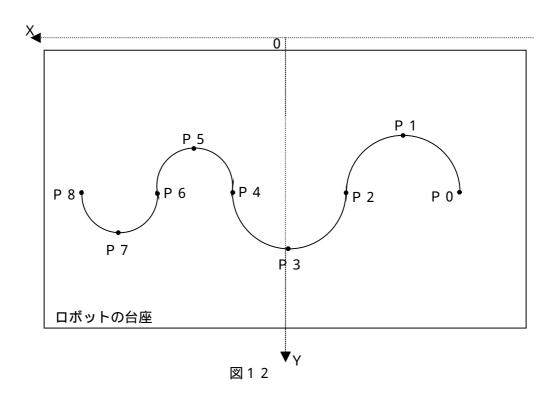
というように座標を一つずつ入力していく.

次にF10を押してエディタ画面にカーソルを持っていき先ほど決めた位置データを使って曲線の軌跡を作るプログラムを作ってみる.

- 1 FUNCTION MAIN
- 2 MOTOR ON
- 3 SPEED 20,20
- 4 ACCEL 10,10

- 5 JUMP P0 C0 LIMZ -200
- 6 CARC P1,P2
- 7 CARC P3,P4
- 8 CARC P5,P6
- 9 ARC P7,P8
- 13 MOTOR OFF
- 14 FEND

後は入力の確認以降を最初に説明したような順序でたどっていけば曲線を描くプログラムを実行することができる.



### サーモビジョン CPA570

本研究では人体の皮膚に刺激を与えその刺激した部分の表面温度変化を測定するために CHINO / AGEMA サーモビジョン CPA570 という携帯型熱画像計測装置を使用した.

携帯型熱画像計測装置の基本原理は,人体など物体の表面から放射される赤外線を検出し,検出された赤外線は走査部の反射ミラーによって検出器に導かれる.検出器で赤外線は強さに応じた電気信号に変換され,増幅器で扱いやすいレベルまで増幅される.信号処理系に送りかまれた信号は走査部からの位置検出データと共に演算され,画像や波形の電気信号として記憶される.その電気信号を可視光に変換するのが表示系で,カラーやモノクロのモニタ上ではじめて画像として見ることができる.

ここで赤外線の基本的な説明をしておく、赤外線とは電磁波の一種で、いかなる物体でも温度が絶対零度(-273)以上ならば自然に外界に向かって放出されている、これは物体を構成している原子や分子の振動と回転によって生じている、物体の温度と放出されている赤外線の強さには一定の関係があるため、その赤外線を検知すれば物体の温度がわかる、サーモビジョン CPA570 携帯型熱画像計測装置はこの赤外線を利用した温度測定を行なっている、

#### 操作機能(ボタン操作の内容)

ここではサーモビジョン CPA570 の操作機能を説明する.

#### ジョイステック (Joystick)

上下左右に動かすことによりマーカーの移動,設定切り替え,アナリシス機能の移動, フォーカス(焦点),ズーム C ボタンと併用でレベル・スパン調整ができる.

#### 電源ボタン (緑色)

動いていない状態で押せば電源オン.電源オフにする場合は,約1秒間押す.

#### A ボタン (Auto adjust)

レベル,スパン,パレットの自動調整を行なう.(自動ベストイメージ)

#### Sボタン(Save)

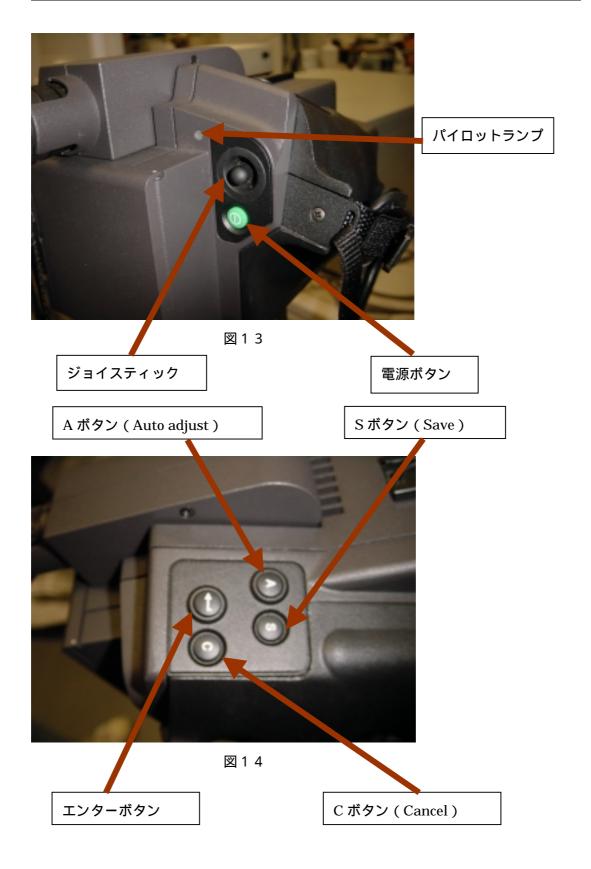
画像フリーズ/ライブ,画像セーブ(保存),音声登録(ボイスコメント時)を行なう.

#### C ボタン (Cancel)

キャンセル 表示されている設定ボックスあるいは 解析機能などのキャンセルを行なう.

#### エンターボタン

諸機能の実行,処理の続行,設定の確定を行なう.



<u>付録</u> 81

#### 撮影の手順

はじめに,サーモビジョンとパソコンの電源を入れる.

パソコンの電源が入ったら IrwinResearch (以後 IWRES) サーモビジョンの PC カードスロットに PC カードインターフェイスを差し込む .

IWRES の Camera メニューの Connect コマンドを実行する. もしくはカメラ絵が書いてあるボタンをクリックする. これでパソコンの画面上に映像が映し出される.

測定温度設定の変更の仕方は,温度範囲が指定してあるところをクリックして数値を変えれば変更できる.

#### 画像の記録の方法

今回の実験では1分毎に記録していったのでその記録方法を説明する.

はじめに , IWRES の Recording メニューの Conditions のボタンをクリックする . はじめに記録するための開始ボタンと終了ボタンの設定を行なう . 1 分ごとの記録をするためには Record で at time interval に設定しなおし , 時間のところに 1 を入力する .

次に, Image directory で保存場所を指定しておく.これで1分ごとに記録ができる.

#### 画像の再生

ここでは,記録した画像を再生してみる方法を説明する.

はじめにメニューで Fail の Open Image で記録した画像を Add ボタンをクリックして Session images に移す .OK して再生ボタンをクリックすると記録した映像が再生できる.

#### 画像の編集

記録した画像を Word に貼り付けるための手順を紹介する.

はじめに IWRES のメニューにある Image の save as をクリックする.次に画像が保存してあるフォルダに飛び, Word に貼り付けたい画像を指定する.ここでファイルの種類で貼り付ける画像の形式を決めて保存する.(bit map file only IR か bit map file scale and analysis を指定する.)

最後, Word を開き挿入の図を開き編集した画像を選択すれば貼り付けられる.

#### 終了の仕方

Camera メニューの Disconnect コマンドを実行する. タスクバーの PC カードの状態をクリックして, PC Card Interface THV550 が出たらそこをクリックして, PC カードインターフェイスを終了する.

「このデバイスは安全に取りはずせます」

という表示が出たら ,OK して PC カードインターフェイスを抜き ,IWRES を終了する[1

2].

# 仕様表

次にサーモビジョン CPA570 の一般仕様を示す.

測定温度範囲	- 40~120 /0~500 (オプションにて2000 まで)
温度分解能	0.1 (30 黒体において)
精度定格	レンジの±2%または±2
フレームタイム	60Hz
検出素子	非冷却マイクロボロメータ
測定波長	7.5 ~ 13μm
測定視野角	24°×18°/0.5m(最近点)
空間分解能	1.3mrad
測定距離	0.5m ~
表示画素数	320 × 240
A / D 変換	14bit
熱画像表示	カラーLCD ビューファインダ
熱画像記録/再生	PC カード 160MB
補正機能	放射率補正,距離補正,反射補正など標準装備
立ち上げ時間	42sec
各種機能	スポットメータ, CPA-695 はオートスポット, エリア解析, テ
	キストコメント機能付
使用温度範囲	- 20 - 120
電源	NiMH バッテリ又は AC アダプタ(オプション)
外形寸法	200×133×140mm
本体質量	2kg

参考文献 83

## 参考文献

- [1][11]稲垣荘司, "産業ロボット入門", 大河出版, (平成3年4月14日)
- [2]隅田由紀,"健康増進機能を備えた電動車椅子の座面姿勢制御を目的とするキネマティクスと逆キネマティクス"卒業論文集,高知工科大学知能機械システム工学科ロボティクス研究室,(平成13年3月)
- [3]野村和寿, "ジョイスティックによる全方向移動車の制御"卒業論文集,高知工科大学 知能機械システム工学科ロボティクス研究室,(平成13年3月)
- [4][5][6][7]五十嵐康彦, "図解すぐできる足もみ健康法", 高橋書店, (2000年)
- [8]内山,河野,津村,中村,長谷川,"学生のためのC",(1999年)
- [9]EPSON, "リファレンスマニュアル SPEL Ver.3.1"
- [10] EPSON, "水平多関節型組立ロボット SSR-H854AS"
- [11]EPSON, "ユーザーズマニュアル for SRC-200"
- [12](株)チノー "Thermovision CPA570マニュアル"
- [13]株式会社チノー

http://www.chino.co.jp/main.html

- [14]歴史 1.鍼灸・按摩の歴史 http://www.sopia.or.jp/nkzw1952/tisiki/history1.html
- [15]歴史 2.マッサージの歴史 http://www.sopia.or.jp/nkzw1952/tisiki/history2.html
- [16]発掘!あるある大辞典第146回「マッサージ」1page http://www.ktv.co.jp/ARUARU/search/arumassage/massage1.htm
- [17]発掘!あるある大辞典第146回「マッサージ」2page http://www.ktv.co.jp/ARUARU/search/arumassage/massage2.htm

謝辞 84

### 謝辞

本研究は筆者が高知工科大学工学部知能機械システム工学科において行なった研究をま とめたものである.

本研究を行なうにあたってご指導ご鞭撻を下さった高知工科大学知能機械システム工学 科王碩玉教授に対して深く感謝致します.

また,日ごろから研究において励まし,そしてアドバイスを下さった同大学王碩玉知能 ロボティクス研究室の大学院生陳貴林氏,学部4年生の吉本孝司氏,松浦純氏,深夜遅く まで実験を手伝って下さった学部3年の石川優氏,矢萩孝志氏に深く感謝致します.

そして,研究に行き詰まったときに助けてくれた研究室の方々に深く感謝致します. また,携帯形熱画像計測装置サーモビジョン CPA570 の使い方をわかりやすく教えて下さった知能機械力学研究室の大学院生田能寿孝氏に深く感謝致します.

最後に,筆者の研究に対して理解を示し,支援して下さった両親に感謝致します. 2002年2月28日