

自力避難困難者用避難救出自資器材の開発について(第2報)

Development of a evacuating instrument for persons having difficulties in escaping by themselves.(Series 2)

脇 賢*
奥 原 明*
高 橋 一 久*

概 要

老人福祉施設等において火災が発生した場合、介護者が多数の自力避難困難者を避難救出する資器材を開発するため、垂直避難にも対応できる器材を試作し、救出所要時間、操作性、安全性等について性能確認を実施した。

その結果は、次のとおりであった。

1. 背負い式搬送具は、短時間の内に複数の人を避難救出させるのに有効な資器材であった。
2. 寝袋型搬送具は、非力な介護者にも避難救出可能な資器材であった。

Most of the inpatients in a care-center for the old people have difficulties in escaping from a fire by themselves.

So it is needed to develop a new type of a evacuating instrument used by center staffs.

In order to get fundamental data of a new type of evacuating instrument, we made trial products and examined those evacuating time, easiness in handling, and a level of safety.

As a result

1. A shoulder type is an effective instrument for evacuating the old people in short time.
2. A sleeping bag type is an effective instrument for powerless center staffs.

1. はじめに

高齢や身体障害等のため、自力避難が困難な人を収容する老人福祉施設等で万一火災が発生した場合、人命安全上、重大な事態となる恐れがあり、特に、休日や夜間は少数の介護者が多数の人々を早く避難救出しなければならない。そこで、介護者が早期に多数の自力避難困難者を安全な場所に避難救出できる資器材を開発するため、垂直避難にも対応できる器材を試作し、その性能確認を実施した。なお、本開発では既存の施設でも容易に設置できる簡易な資器材の開発を目指した。

2. 実験内容

試作した避難救出自資器材、市販されている搬送用資器材、及び布団等の一般生活用品を使用して、

被介護者を避難救出させるときに要した時間、操作性、安全性等について比較実験を行った。

(1) 介護者、被介護者

介護者の身長、体重等は別表1に示すとおりである。

被介護者は原則として、自力避難困難者を想定した消防訓練用ダミーとした。

表1 介護者の年齢と体格

介護者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
A	33	172	82
B	40	170	74
C	36	170	59
D	41	172	76
E	28	169	63
F	37	176	71
G	34	166	61

*第三研究室

(2) 供試資器材

供試資器材は、別表2に示すとおりである。

(3) 測定機器

ア 荷重変換器

定格負荷 50kgf

(共和電業 LU-50KE)

イ 動ひずみ計

応答周波数範囲 0～2.5KHz

(偏差±10%)

(共和電業 DPM-310AS)

ウ ペンレコーダー

3ペン型 精度±0.25%

(東亜電波工業 EPR-231A)

エ 心拍血圧計

運動時測定用

(セルクス CM-4001)

表2 供試資器材

資器材 No	名 称	実 験 項 目		大 き さ (mm)	重 量 (kg)	摘 要	写真 No
		階段 降下	スロー 降下				
1	布 団	○	○	1,800× 950× 50	7	一般品。	1
2	クローラー付車椅子	○		1,260× 470× 840	25	クローラー走行機構を備え、1名の介護者で階段を降下できるもの。市販品（サンワ車両製、商品名キャリダン）。	2
3	試作背負い式搬送具①	○		1,080× 430× 10	0.7	デニム地（綿100%）製の、股を中心に背部と腹部を挟む背負い具。試作品。	3-①
	試作背負い式搬送具②	○		1,600× 550× 10	1.0	デニム地製の、筒状背負い具。試作品。	3-②
	試作背負い式搬送具③	○		950× 700× 10	1.0	デニム地製の、背当て付背負い具。試作品。	3-③
4	毛 布		○	1,900× 1,500× 5	1.7	一般品。	4
5	避難搬送袋		○	1,770× 700× 5	0.7	難燃性ポリエチレンシート製で足部を袋状とした搬送具。市販品（日石合樹製品製、商品名カンガルー）	5
6	試作寝袋型搬送具①		○	2,000× 700× 10	1.4	接地面が帆布製で、胸部をベルトで固定する寝袋型搬送具。試作品。	6-①
	試作寝袋型搬送具②		○	2,000× 700× 10	1.4	接地面がデニム地製で、腰部をベルトで固定する寝袋型搬送具。試作品。	6-②
	試作寝袋型搬送具③		○	1,900× 700× 10	1.2	帆布製シート地で、大腿部をベルトで固定する搬送具。試作品。	6-③

注：No 1. 及び 4 の資器材については、搬送用の保持金具を使用した。
No 3. 及び 6 の資器材は、それぞれ基本的救出方法は同じなので、一連の所要時間の測定は①のみ実施し、②、③は資器材装着時間のみ測定した。



写真1 布 団

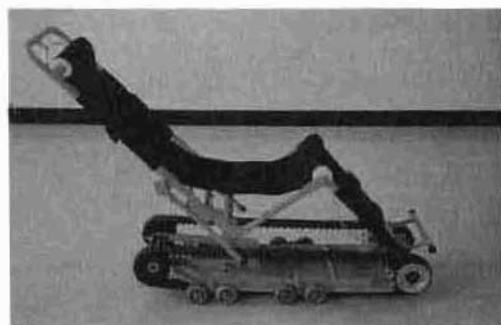


写真2 クローラ付車椅子

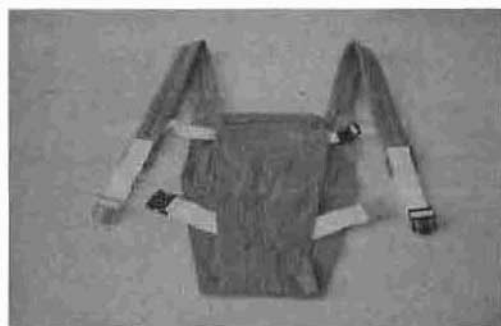


写真3-① 試作背負い式搬送具①



写真3-② 試作背負い式搬送具②

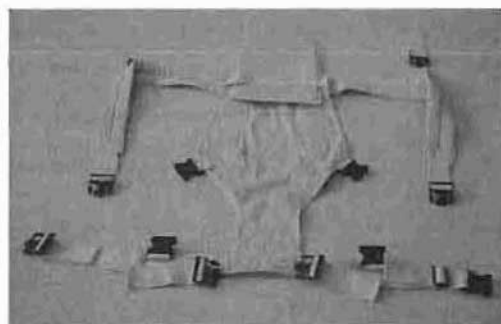


写真3-③ 試作背負い式搬送具③



写真4 毛 布

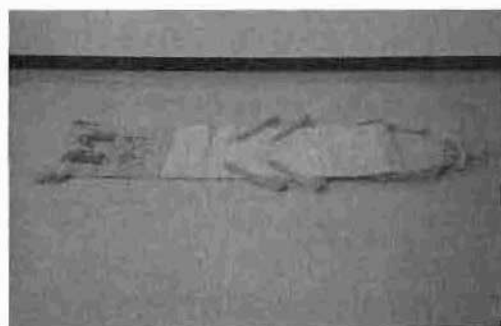


写真5 避難搬送具

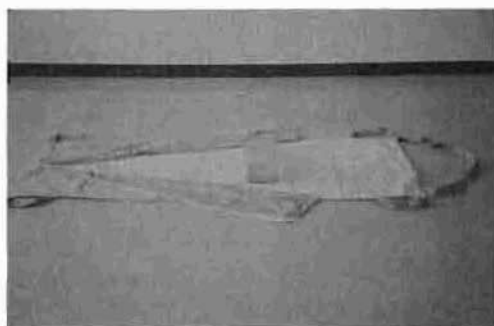


写真6-① 試作寝袋型搬送具①

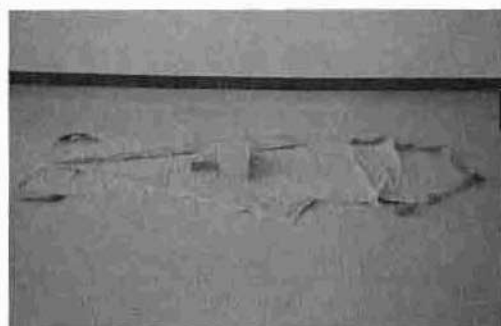


写真6-② 試作寝袋型搬送具②



写真6-③ 試作寝袋型搬送具③

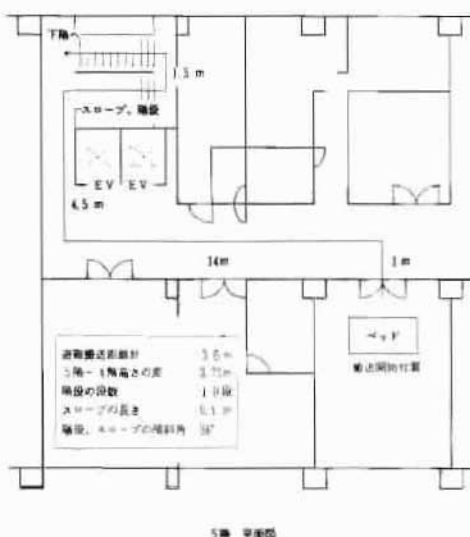
(4) 実験項目及び方法

ア 避難救出所要時間の測定

火災が発生した場合を想定し、介護者が各種資器材を使用して被介護者（重量61kgのダミー）を階段・スロープを経て、1階下の安全な避難場所まで速やかに垂直避難救出したときの救出所要時間をストップウォッチで測定した。

救出は、下記の4方法で行った。

- (ア) 介護者1名で被介護者1名を救出
- (イ) 介護者1名で被介護者4名を救出
- (ウ) 介護者2名で被介護者1名を救出
- (エ) 介護者2名で被介護者4名を救出



なお、救出経路は別図1 避難救出経路図（垂直避難救出）のとおりである。

（スロープは、別添え写真7参照）



写真7 スロープの状況

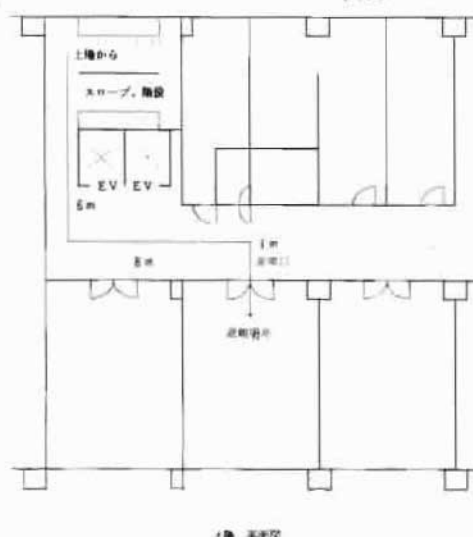


図1 避難救出経路図（垂直避難救出）

イ 介護者の労働負担の測定

一連の避難救出における介護者の労働負担を把握するため、救出開始前と終了後に介護者の心拍数、及び血圧を測定した。また、心拍数について統計的有意差検定を行った。

ウ 各種資器材の操作性等の把握

資器材の操作性を把握するため、被介護者への装着のし易さ、ベッドからの降ろし易さ、背負い易さ、引張り易さ、安全性等について確認した。

エ 被介護者が救出時に受ける影響の把握

被介護者が避難救出時に受ける影響を把握するため、各種資器材装着のされ易さ、背負われ易さ、引張られ易さ、階段通過時

に受ける振動やショック等について確認した。

オ 避難救出に要する引張力の測定

引張って救出する資器材（別表2に示す資器材No1, 4, 5, 6の各資器材）について実施した。

(ア) 計器による測定

被介護者（重量41kgのダミー）を資器材に乗せ、Pタイル床、及びコンクリート床上を引張り、その引張力を荷重変換器、動ひずみ計、ペンレコーダーにより測定した。

(イ) 段差による影響の確認

救出経路に高さ 2 cm の段差を設け、同様に資器材を引張って乗り越えられるか否か、その影響を確認した。

「社会福祉施設、病院等に係る防火安全対策の推進について」(昭和62年12月7日指指第1032号予防部長指導広報部長依命通達)によると、避難経路の床にやむを得ず段差を設ける場合には、おおむね 2 cm 以下とするよう指導されている。

カ スロープ表面材の摩擦力等の測定

引張って救出する資器材(別表2に示す資器材No1, 4, 5, 6の各資器材)について実施した。

被介護者(重量41kgのダミー)を資器材に乗せ、各種スロープ表面材の上を引張り、その引張力、及び適応性等について確認した。

なお、使用した表面材は別表3に示すとおりである。

介護者の労力負担の軽減を図るため、階段部分の上にスロープを設け、その上を滑り降ろすことにより垂直避難救出することを検討した。この場合、スロープの傾斜が急なため、介護者の搬送労力(確保力)は相当大きいものとなる。このため、数種の滑り止め用の表面材を使用し、スロープ上における搬送速度を抑制する必要があった。

表3 スロープ表面材

No	名 称 ()内は商品名	摘 要
1	人 工 芝	一般品。パイル長 7 mm。
2	カーベット	パンチカーベット。
3	防水材 1 (ギルソナ・ルーフィング 2号)	アスファルトとポリエステル不織布の複合による屋根下地材。
4	防水材 2 (ギルソナ・カラーーフ)	アスファルトとポリエステル不織布及びポリエステルフィルム の複合による屋根下地材。
5	すべり止め材 (ノンスリップ N-003)	ゴムを基材とする足場すべり止め材。 (プールサイド等で転倒防止用に使われているもの。)

3. 実験結果

(1) 避難救出所要時間

ア 介護者1名で被介護者1名を救出したときに要した時間は、別表4及び別図2に示すとおりである。

なお、毛布による避難救出では、救出途上において保持金具が度々離脱し、事実上救出不能となったため、2回の計測をもって、以降の測定を中止した。

イ 介護者1名で被介護者4名を救出したときに要した時間は、別表5及び別図3に示

すとおりである。

ウ 介護者2名で被介護者1名を救出したときに要した時間は、別表6及び別図4に示すとおりである。

エ 介護者2名で被介護者4名を救出したときに要した時間は、別表7及び別図5に示すとおりである。

表4 避難救出所要時間(1対1)

使用資器材	介護者数	被介護者数	所要時間(秒)						合計	実施介護者等
			ベッド ～資器材	資器材 ～室出入口	室出入口 ～階段上	階段上 ～階段下	階段下 ～非常口	非常口 ～避難場所		
布団(階段降下)	1	1	11	21	16	31	13	7	1'39"	A, B, C, D, E, G (6人平均)
クローラー付車椅子	1	1	44	6	15	25	9	6	1'45"	A, B, D, E (4人平均)
試作背負い式搬送具①	1	1	53	4	10	12	6	6	1'31"	A, B, D, E, G (5人平均)
試作背負い式搬送具②	1	1	65	4	10	12	6	6	1'43"	A, B, D (3人平均)
試作背負い式搬送具③	1	1	76	4	10	12	6	6	1'54"	A, B, D (3人平均)
布団(スロープ降下)	1	1	14	19	21	43	17	7	2'01"	A, B, C, E, F, G (6人平均)
毛布	1	1	33	10	16	44	29	6	2'18"	A, B (2人平均)
避難搬送袋	1	1	56	21	14	27	13	6	2'17"	A, B, C, D, F, G (6人平均)
試作寝袋型搬送具①	1	1	51	16	12	20	11	5	1'55"	A, B, C, D, E, F, G (7人平均)
試作寝袋型搬送具②	1	1	80	16	12	20	11	5	2'24"	A, B, C (3人平均)
試作寝袋型搬送具③	1	1	59	16	12	20	11	5	2'03"	A, B, C (3人平均)

表5 避難救出所要時間(1対4)

使用資器材	介護者数	被介護者数	所要時間(秒)						引返し時間	合計	実施介護者
			ベッド ～資器材	資器材 ～室出入口	室出入口 ～階段上	階段上 ～階段下	階段下 ～非常口	非常口 ～避難場所			
布団(階段降下)	1	4	49	103	78	114	52	35	96	8'47"	A
クローラー付車椅子	1	4	177	24	40	112	38	26	61	7'58"	A
試作背負い式搬送具①	1	4	182	13	37	44	29	37	72	6'54"	A
布団(スロープ降下)	1	4	60	82	73	204	76	29	106	10'30"	A
避難搬送袋	1	4	210	59	50	129	50	20	75	9'53"	A
試作寝袋型搬送具①	1	4	163	67	45	104	53	29	75	8'56"	A

表6 避難救出所要時間(2対1)

使用資器材	介護者数	被介護者数	所要時間(秒)						合計	実施介護者
			ベッド ～資器材	資器材 ～室出入口	室出入口 ～階段上	階段上 ～階段下	階段下 ～非常口	非常口 ～避難場所		
布団(階段降下)	2	1	10	12	15	22	13	4	1'16"	A, B
クローラー付車椅子	2	1	28	6	15	25	9	6	1'29"	A, B
試作背負い式搬送具①	2	1	37	4	10	12	6	6	1'15"	A, B
試作背負い式搬送具②	2	1	45	4	10	12	6	6	1'23"	A, B
試作背負い式搬送具③	2	1	55	4	10	12	6	6	1'33"	A, B
布団(スロープ降下)	2	1	11	7	11	20	11	3	1'03"	A, B
避難搬送袋	2	1	25	8	10	17	10	4	1'14"	A, B
試作寝袋型搬送具①	2	1	23	7	9	15	9	4	1'07"	A, B
試作寝袋型搬送具②	2	1	44	7	9	15	9	4	1'28"	A, B
試作寝袋型搬送具③	2	1	35	7	9	15	9	4	1'19"	A, B

表7 避難救出所要時間（2対4）

使用避難経路	避難者数	所要時間（秒）								合計	実働介助者数
		エレベーター利用時	避難者1名～避難者2名	避難者3名～避難者4名	避難者5名～避難者6名	避難者7名～避難者8名	避難者9名～避難者10名	避難者11名～避難者12名	避難者13名～避難者14名		
階段（階段下）	2	4	21	41	38	55	36	18	27	246	A、B
エレベーター（エレベーター）	2	4	67	11	20	31	28	13	28	247	A、B
避難者1名～避難者2名	2	4	66	6	19	22	14	20	24	215	A、B
階段（エレベーター）	2	4	60	39	39	43	40	17	28	417	A、B
避難者3名～避難者4名	2	4	100	30	26	59	27	8	20	213	A、B
避難者5名～避難者6名	2	4	79	14	22	56	25	15	25	216	A、B

注：避難者2名のみ、最初に避難者が協力して全層が避難者に避難者を誘導した後に救出した。他の避難者は、1名の避難者が2名の避難者をそれぞれ単独に救出した。

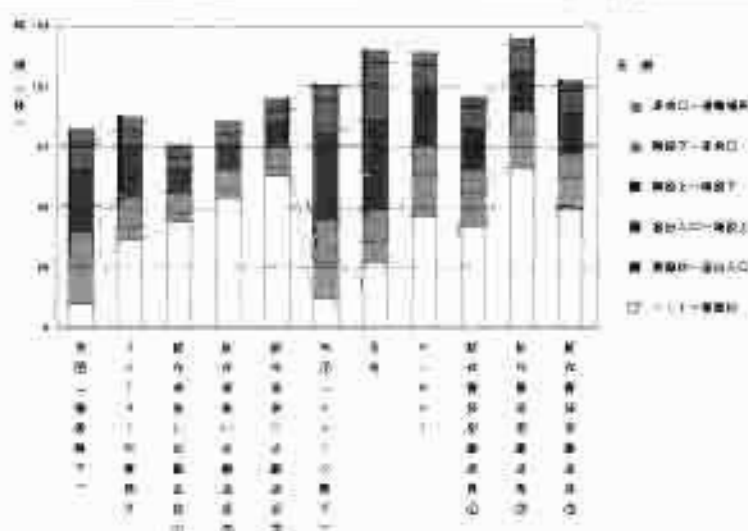


図2 避難救出所要時間（2対4）

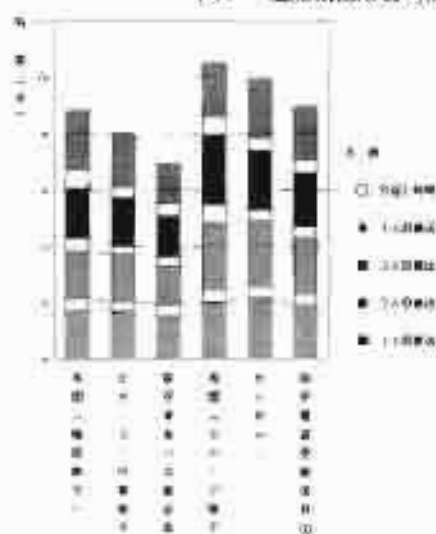


図3 避難救出所要時間（1対4）

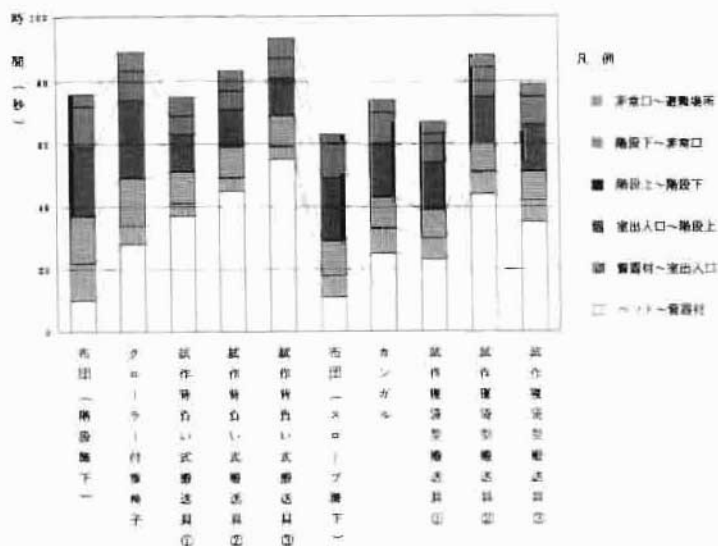


図4 避難救出所要時間（2対1）

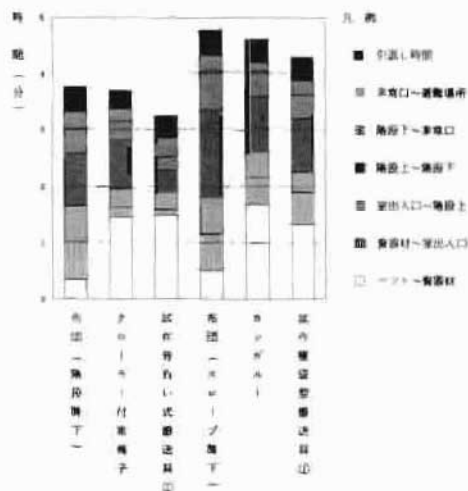


図5 避難救出所要時間（2対4）

(2) 介護者の労働負担

ア 介護者1名で被介護者1名を救出したときの平均心拍数、及び血圧測定結果は別表8に、また、平均心拍数の変化は別図6に示すとおりである。

イ 介護者1名で被介護者4名を救出したときの心拍数、及び血圧測定結果は別表9に、また、心拍数の変化は別図7に示すとおりである。

ウ 介護者1名で被介護者1名を救出したときの心拍数について、統計的有意差検定を行った結果は、別表10に示すとおりである。

(3) 各種資器材の操作性、安全性等

確認結果は、別表11に示すとおりである。

(4) 被介護者が救出時に受ける影響等

確認結果は、別表12に示すとおりである。

(5) 避難救出に要する引張力

ア 計器による測定

引張って救出する資器材について、被介護者（重量41kgのダミー）を乗せ、Pタイラ床、及びコンクリート床上を引張った時の引張力、及び摩擦係数は別表13に示すとおりである。

イ 段差による影響

救出経路に高さ2cmの段差を設け、同様に各資器材を引張って乗り越えられるか否

を確認したところ、布団、毛布、避難搬送袋、及び試作寝袋型搬送具①～③は全て、容易に乗り越えられた。

(6) スロープ表面材の摩擦係

引張って救出する資器材について、被介護者（重量41kgのダミー）を乗せ、各種スロープ表面材の上を水平に引張った時の引張力、及び摩擦係数は別表14に示すとおりである。

表8 心拍数、血圧測定結果（1対1）

介護者	資器材	布団 (階段降下)		クローラー付 車椅子		試作背負い式 搬送具①		布団 (スロープ降下)		毛布		避難搬送袋		試作寝袋型 搬送具①	
		心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)
平均	救出開始直前	87.3	119-83	76.3	113-78	75.6	117-80	78.0	116-76	79.5	120-85	82.7	122-80	83.7	119-78
	救出終了直後	143.7	135-83	99.3	134-78	103.8	137-77	127.5	140-78	123.5	151-82	123.5	153-80	121.6	138-80
	終了1分後	113.0	149-81	76.8	126-83	72.2	131-78	98.2	145-77	94.0	152-81	92.2	147-81	86.3	138-78
	終了2分後	101.7	142-82	77.5	120-83	72.0	124-81	89.8	135-73	88.5	129-80	86.8	138-80	85.9	127-81
	終了3分後	97.0	128-85	74.5	120-83	74.2	115-79	87.3	125-73	85.5	122-82	86.5	130-79	87.4	124-79

表9 心拍数、血圧測定結果（1対4）

介護者	資器材	布団 (階段降下)		クローラー付 車椅子		試作背負い式 搬送具①		布団 (スロープ降下)		避難搬送袋		試作寝袋型 搬送具①	
		心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)	心拍数 (拍/分)	血圧 (mmHg)
A	救出開始直前	68	113-86	87	112-75	85	126-86	81	109-78	75	137-87	93	118-89
	救出終了直後	161	133-89	138	135-90	141	141-91	141	131-88	133	160-108	136	158-87
	終了1分後	129	130-101	113	143-101	97	160-89	109	147-88	108	149-103	108	147-97
	終了2分後	121	126-99	104	125-94	99	143-103	103	141-86	96	144-108	101	136-91
	終了3分後	118	121-94	104	143-107	104	131-92	106	131-89	90	142-99	108	127-91

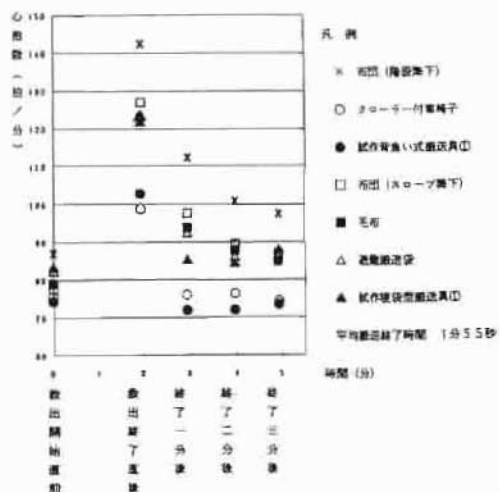


図6 平均心拍数の変化（1対1）

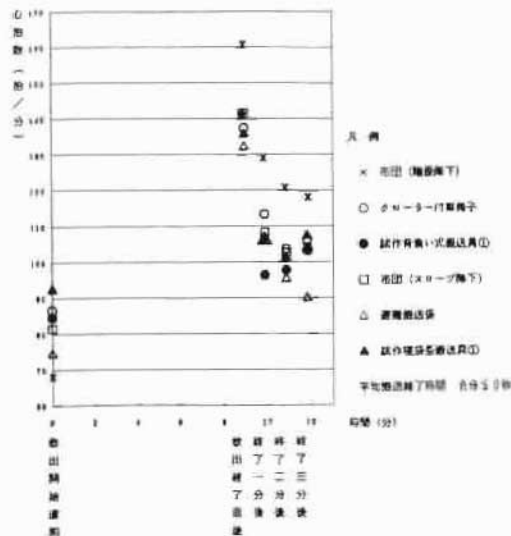


図7 心拍数の変化（1対4）

表10 心拍数有意差検定結果（1対1）

		布 団 (階段降下)	クローラー 付 車 椅子	試作背負い 式搬送具①	布 団 (スロープ降下)	毛 布	避難搬送袋	試作寝袋型 搬送具①
布 団 (階段 降下)	救出終了直後		5 %	1 %				
	終了 1 分後		1 %	0.1 %		5 %		5 %
	終了 2 分後			1 %				
	終了 3 分後		5 %	1 %				
クロー ラー 付 車 椅子	救出終了直後	5 %						
	終了 1 分後	1 %						
	終了 2 分後							
	終了 3 分後	5 %						
試 作 背負い式 搬送具①	救出終了直後	1 %						
	終了 1 分後	0.1 %			5 %	1 %		
	終了 2 分後	1 %			1 %			5 %
	終了 3 分後	1 %						5 %
布 団 (スロ ープ 降下)	救出終了直後							
	終了 1 分後			5 %				
	終了 2 分後			1 %				
	終了 3 分後							
毛 布	救出終了直後							
	終了 1 分後	5 %		1 %				
	終了 2 分後							
	終了 3 分後							
避 難 搬 送 袋	救出終了直後							
	終了 1 分後							
	終了 2 分後							
	終了 3 分後							
試 作 寝 袋 型 搬送具①	救出終了直後							
	終了 1 分後	5 %						
	終了 2 分後			5 %				
	終了 3 分後			5 %				

注：数字は有意水準を、空欄は「有意差なし」を示す。

表11 各種資器材の操作性、安全性

供 試 資 器 材	操 作 性	安 全 性
布 団 (階 段 降 下)	資器材への乗せ換えの必要がないため、装着時間が短い。 救出距離が長くなるにつれ、介護者の腕や腰への負担が相当大きくなる。	階段降下時、進行方向を背にしながらも安全を確認し、かつ、被介護者の頭部を持ち上げながら降りるので、介護者の身体は不安定となる。
クローラー付車椅子	被介護者の乗せ換えに、多少の体力を必要とする。 移動は廊下、階段共に最も楽に行える。	移動は廊下、階段共に安定しており、安全性は秀れている。
試作背負い式搬送具①	被介護者の身体を前後から挟むシンプルな形状で、また肩帯はリュックサックの様に肩を入れて背負えるので、試作背負い式搬送具の中では最も装着し易い。ベルト、バックルが質素で、背負った時重心が下がり、背負いづらい。	介護者が、被介護者を背負って救出できるだけの、相対的な基礎体力が求められる。 資器材装着に慣れることにより、操作性は一段と向上する。
試作背負い式搬送具②	被介護者の身体両脇をホックで止め、カバーする形状のため身体保護が図られるが、その分装着に時間を必要とする。試作背負い式搬送具の中では最も背負い易い。	
試作背負い式搬送具③	バックルで固定する箇所が多く、形状も複雑なため装着に時間がかかり、操作性は劣る。	
布 団 (ス ロ ー プ 降 下)	布団（階段降下）に同じ。 スロープ上の移動は、階段の移動に比べ比較的楽である。	スロープ降下時、被介護者の身体確保が図られていないため、資器材から離れ落ちることがあり、安全性に欠ける。
毛 布	搬送用保持金具が脱落し、救出不能となる。素手による救出を試みたが、指先や腕に相当負担がかかり、かなり苦しい。	同 上
搬 送 型 搬 送 具	被介護者の足元を袋の中に入れる構造で、操作性は試作寝袋型搬送具①と同等である。	スロープ降下時、被介護者が先に滑り降りる格好になるので、介護者に確実な保持が求められる。
試作寝袋型搬送具①	胸部をベルトで固定する構造は、被介護者の身体確保を図る上で必要十分なものであり、形状もシンプルである。	
試作寝袋型搬送具②	被介護者の腰部をベルトで三重に固定する構造のため、装着に時間がかかり、操作性劣る。	
試作寝袋型搬送具③	被介護者の大腿部を確保する構造であるが、足元が覆われていないので、資器材に装着しても足が遊んでしまう。	

表12 被介護者が救出時に受ける影響

供 試 資 器 材	影 響 等
布 団 (階 段 降 下)	階段降下時に振動を受ける。 進行方向が頭部にあるので、不安感が残る。
クローラー付車椅子	階段降下時に多少の振動を受けるが、ブレーキ機構が付いているため不安感は少ない。
試作背負い式搬送具①	被介護者の腹部に肩帯（背負い帯）が連絡する形状であり、また、背負われると重心が下がるため、局部に圧迫を感じる。
試作背負い式搬送具②	試作背負い式搬送具①に比べ、圧迫感は少ない。試作背負い式搬送具の中で、最も背負われ易いものであった。
試作背負い式搬送具③	大腿部に圧迫感を感じ、苦痛である。試作背負い式搬送具の中で、最も背負われずらいものであった。
布 団 (ス ロ ー プ 降 下)	資器材に身体を確保する機構がないため、スロープ降下時、被介護者が離れ落ちることがあり、危険である。
毛 布	同 上
避 難 搬 送 袋	素材が薄いため、平坦地、スロープ降下時ともに振動を受ける。
試作寝袋型搬送具①	胸部をベルトで固定する形状であるが、脇に受ける圧迫感は少ない。避難搬送袋ほどではないが、振動を受ける。
試作寝袋型搬送具②	被介護者の腰部をベルトで固定する形状のため、安定感が良い。避難搬送袋ほどではないが、振動を受ける。
試作寝袋型搬送具③	足元が袋状になっていないので、直接大腿部に圧迫を受ける。避難搬送袋ほどではないが、振動を受ける。

ベッドから降りるとき、あるいは平坦地からスロープの降下に移るときにショックを感じる。

表13 最大引張力、摩擦係数

測定項目 資 器 材	P タ イ ル					コ ン ク リ ー ト				
	最大引張力 (kgf)				摩擦係数	最大引張力 (kgf)				摩擦係数
	1回目	2回目	3回目	平均		1回目	2回目	3回目	平均	
布 団	14.3	14.3	14.9	14.5	0.302	23.0	22.7	22.0	22.6	0.471
毛 布	10.0	10.3	10.3	10.2	0.239	24.5	25.0	24.5	24.7	0.578
避 難 搬 送 具	12.0	12.0	11.5	11.8	0.283	18.5	18.0	17.7	18.1	0.434
試作寝袋型搬送具①	10.0	10.7	10.3	10.3	0.243	19.8	20.5	21.0	20.4	0.481
試作寝袋型搬送具②	9.5	10.0	10.0	9.8	0.231	20.5	21.0	22.0	21.2	0.500
試作寝袋型搬送具③	11.7	11.5	11.5	11.6	0.275	19.5	20.5	20.8	20.3	0.481

(積載荷重 41kg)

表14 最大引張力、摩擦係数

スロープ 表面材	資器材	大 小 足					お ー り 止 め 材					新 本 材				
		最大引張力(kgf)				摩擦係数	最大引張力(kgf)				摩擦係数	最大引張力(kgf)				摩擦係数
		1回目	2回目	3回目	平 均		1回目	2回目	3回目	平 均		1回目	2回目	3回目	平 均	
布	団	28.0	26.5	26.0	26.8	0.558	24.8	24.0	24.3	24.4	0.508	23.0	23.5	23.0	23.2	0.485
	毛	28.0	26.5	26.0	26.8	0.628	27.5	26.5	26.5	26.8	0.628	17.5	17.3	17.8	17.6	0.417
避難搬送袋	①	15.7	15.9	15.6	15.7	0.376	16.2	17.8	18.0	18.0	0.432	16.0	15.7	16.0	15.9	0.381
	②	21.5	22.8	22.7	23.0	0.547	20.8	21.0	21.1	21.0	0.495	15.0	15.0	14.3	14.8	0.349
試作寝袋型搬送具①	①	24.0	24.5	22.7	23.4	0.552	21.0	21.0	21.0	21.0	0.495	17.5	17.0	17.3	17.3	0.408
	②	24.0	23.5	23.5	23.7	0.562	20.0	20.0	20.2	20.1	0.476	16.0	14.5	15.2	14.9	0.353

スロープ 表面材	資器材	新 本 材					F べ り 止 め 材				
		最大引張力(kgf)				摩擦係数	最大引張力(kgf)				摩擦係数
		1回目	2回目	3回目	平 均		1回目	2回目	3回目	平 均	
布	団	33.5	32.5	33.0	33.0	0.688	24.5	24.0	24.0	24.3	0.506
	毛	28.0	29.5	28.2	28.6	0.670	27.5	27.5	27.5	27.5	0.644
避難搬送袋	①	21.5	20.8	22.0	21.4	0.513	19.0	19.8	20.0	19.6	0.470
	②	19.6	20.5	21.2	20.4	0.481	22.0	22.5	23.0	22.2	0.534
試作寝袋型搬送具①	①	22.5	23.0	23.4	23.0	0.542	24.0	24.0	23.0	23.7	0.559
	②	20.0	20.0	21.4	20.5	0.486	22.2	22.0	20.0	22.1	0.524

(横断荷重 10kg)

4. 考 察

(1) 介護者1名による避難救出

ア 布団を使用して階段を降下する救出では、介護者は保持金具の他に被介護者の頭部付近の布団を持ち上げ、また、持ち上げる高さによって降下するスピードを調節したり、進行方向に背を向けながらも安全を確認しながら降下するため、介護者は不安定となり、疲労も大きい。

イ 毛団を使用しての救出では、保持金具が離脱するため、以降の救出が不能となる。素手による救出も実施したが、指先や腕に相当負担がかかり、疲労は大きい。

ウ 布団、及び毛布は本体に被介護者の身体確保のための機能（ベルト等）が無い場合、スロープ降下時、被介護者がずり落ちるといった危険を伴う。

エ クローラー付車椅子は、安全、かつ容易に救出できるものであるが、被介護者を資器材に装着するときに抱きかかえて乗せ換えるため、介護者は相応の体力を必要とする。また、日常の活用範囲は乏しく、収納スペースを確保する必要があり、価格も比較的高価なこと等、緊急時に活用する避難救出用資器材として問題も多い。

オ 各資器材の中で最も短い所要時間で救出できたのは、被介護者1名、4名の場合共に、試作背負い式搬送具①であった。女性等、非力な介護者には、背負って救出することに基礎的体力が必要となるが、介護者が背負い可能であれば、搬送時の疲労が少ない資器材である。

救出所要時間は、被介護者1名救出で平均1分31秒、4名救出で6分54秒と唯一7分を切っており、また、介護者個々による救出所要時間にバラツキがないのも特色である。このことから、初めて操作する者でも容易に使いこなせ、比較的短時間の内に多数の人々を救出できる資器材であると考えられる。

カ 避難搬送袋、及び試作寝袋型搬送具は階段上に設けたスロープを活用して垂直避難救出する資器材であるため、既存建物等では、資器材と抱き合せに、別途スロープを設置しなければならないが、引張ったり、滑らせたりして救出する資器材であるので、女性等、非力な介護者にも比較的容易に扱えるものである。

これら引張って救出する資器材の中で、試作寝袋型搬送具①は資器材装着時間、及び一連の救出所要時間共に最短であり、ま

た、救出時に受ける振動も避難搬送袋に比べ小さく、廊下(Pタイル床)での引張り力も10.3kgfと比較的小さいことから、操作性の良い資器材であると言える。

(2) 介護者2名による避難救出

ア 被介護者1名を最も短い所要時間で救出できたのは、布団(スロープ降下)である。これは、資器材装着時間が短く、また、介護者2名が協力して救出することで、特にスロープ降下にかかる時間が短縮された結果である。しかし、被介護者4名を救出する場合では、介護者の体力消耗等のため時間短縮が図れず、結果的に救出所要時間は、実施した資器材の中で最長となった。このことは、布団を使用してスロープを降下する救出方法が、短時間の内に多数の人々を救出させる方法として、適していないことを示しているものである。

イ クローラー付車椅子、及び試作背負い式搬送具は、介護者2名が協力して廊下、階段を救出する必要がなく、介護者2名の協力による顕著な能率向上は見受けられない。しかし、専ら救出開始前の資器材装着の時間短縮が可能であり、また、被介護者4名の救出では、試作背負い式搬送具①は最短時間で、クローラー付車椅子はそれに次ぐ短い時間で救出終了しており、これは、効率的な避難救出資器材であることを示している。

ウ 避難搬送袋、及び試作寝袋型搬送具による救出では、介護者2名の協力により、資器材の装着、資器材装着から搬送への移行、階段踊り場での方向変換等に時間短縮がみられる。特に、試作寝袋型搬送具①は、被介護者1名救出を短時間で終了しており、介護者の協力による効果が顕著に表れている。

(3) 介護者の労働負担

ア 心拍数と血圧

安静心拍数は成人男子で60~75拍/分と言われており、歩いたり、走ったりすることにより心拍数が上昇することは、広く知られているところである。また、この心拍数の高まりは作業強度に比例し、他の呼吸・循環機能と密接な関係を保っているも

のである。一方、血圧については、一般的に収縮期のそれは作業強度の増加とともに上昇するが、弛緩期の血圧は僅かに増加するにすぎないとされている¹⁾。そこで、血圧値は心拍数に対比させるにとどめ、今日、運動強度や体力評価の指標として用いられている心拍数について考察する。

イ 心拍数と労働負担

各資器材を使用して避難救出した終了直後の心拍数を、その作業環境下における定常心拍数とすると、被介護者1名の場合、布団(階段降下)による救出では平均143.7拍/分と突出しており、最もきつい作業であることが、また、クローラー付車椅子、及び試作背負い式搬送具①による救出では、それぞれ99.3、103.8拍/分と低い心拍数を示しており、比較的楽な作業であることが推察される。

被介護者4名の場合でも、布団(階段降下)による救出では161拍/分と高い心拍数を示しており、強い作業強度を指している。

なお、心拍数に代表される生理的運動強度や物理的強度と主観的運動強度(例えば努力感とか疲労感)の関係については、別表15に示すとおりであり、例えば、前出143.7拍/分は「きつい」、161拍/分は「かなりきつい」のクラスに該当することを示すものである。

ウ 心拍数の統計的有意差検定

検定は、有意水準 $P<0.05$ で実施した。

有意差は、布団(階段降下)と試作背負い式搬送具①との間に最も顕著に表れている。救出終了直後で1%、終了1分後で0.1%、終了2分後、3分後で1%の有意差レベルで差が認められる。

布団(階段降下)とクローラー付車椅子との間にも顕著に有意差が表れ、救出終了直後で5%、終了1分後で1%、終了3分後で5%の有意差レベルで差が認められる。

これらは、布団を使用して階段を降下する救出方法と、試作背負い式搬送具①やクローラー付車椅子を使用して救出する方法との間に、作業強度に差があることを示し

ローラー付車椅子を使用して救出する方法との間に、作業強度に差があることを示している。すなわち、布団（階段降下）による救出がきつい作業であり、試作背負い式搬送具①やローラー付車椅子による救出が楽な作業であることの裏付けを表すものである。

他に、いくつかの資器材間においても有意差が認められているが、これらは概ね介護者の抱いた作業強度の自覚感と同じである。

表15 主観的運動強度と尺度

尺度	英 語	日 本 語
20		
19	Very very hard	非常にきつい
18		
17	Very hard	かなりきつい
16		
15	Hard	きつい
14		
13	Somewhat hard	ややきつい
12		
11	Fairly light	楽である
10		
9	Very light	かなり楽である
8		
7	Very very light	非常に楽である
6		

注：Borgのカテゴリー尺度と小野寺、宮下(1976)の日本語表示。
カテゴリー1階段が、心拍数10拍/分に相当する。

(4) スロープ

ア 表面材

介護者がスロープを活用して垂直避難救出を行うとき、スロープ表面材と資器材との摩擦が大きくなりすぎ、資器材がスムーズに降下しないため、かえって救出に手間取ったり、あるいは摩擦が小さすぎて資器材が一気に降下してしまうため、必要以上の確保力で保持しなくてはならなくなる場合がある。そこで、スロープ表面材と資器材との間の摩擦を操作上適正な大きさにすることにより、救出所要時間の短縮や操作性の向上を図る必要がある。

(7) 公共的建築物の階段

東京都における福祉のまちづくり整備指針（昭和63年2月東京都情報連絡室情報公開部都民情報課発行）によると、社会福祉施設等、公共的建築物等の階段の整備基準は、概ね次のように定められている。

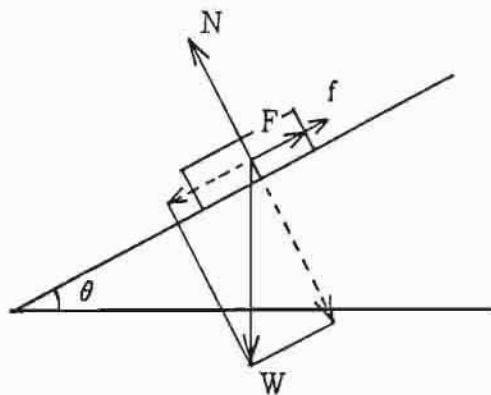
- ・ 直階段又は折れ階段とし、らせん階段や回り階段は避ける。
- ・ 階段及び踊り場の有効幅員は原則として120cm以上とする。
- ・ 蹴上げは16cm程度、踏面は30cm程度とし、蹴込みは2cm以下とする。（階段の設置角度は約28度である。）

(イ) 介護者の確保力

避難救出時、スロープ上を資器材が自重によりスムーズに降下すること、並びに女性介護者でも無理なく資器材を保持できること等を勘案すると、介護者が支える力は10～13 [kgf] が適当である。

(ウ) 摩擦係数の算定

水平面に対して、摩擦角より大きい傾斜角 θ がつくる斜面上に、重さ W [kg] の物体があり、その物体が滑り落ちないように斜面に平行な力 f [kgf] で支えるときの力の関係を考えてみる。



摩擦係数 μ とすると、

限界のつり合いでは、

$$F = \mu N$$

$$N = W \cos \theta$$

$$\therefore F = \mu W \cos \theta$$

物体が今にも滑り落ちようとするとき

$$W \sin \theta = F + f$$

$$= \mu W \cos \theta + f$$

$$\mu = (W \sin \theta - f) / W \cos \theta \text{---①}$$

今、標準とする値

$$W = 60 \text{ (被介護者の体重) [kg]}$$

$$f = 10 \sim 13 \text{ [kgf]}$$

$$\theta = 28 \text{ [度]}$$

を①式に代入すると、摩擦係数 μ は

$$0.286 \leq \mu \leq 0.343$$

の範囲となる。

すなわち、体重60kgの人を傾斜角28度のスロープを使って避難救出させる場合

には、摩擦係数が約0.3になる表面材を選択すれば良いということであり、例えば、試作寝袋型搬送具①を使って救出させる場合には、使用した表面材の中では防水材1が最適である。

イ スロープの構造等

スロープの設置は工事を必要とするが、軽微なもので済み、既存建物でも十分対応可能である。また、構造については、階段に対する法的規制もあることから、跳ね上げ式等にし、設定時以外は手すりより壁面側に収納して、階段の有効幅を確保できるようにする必要がある。

(5) 供試資器材の評価

各資器材ごとの救出所要時間、介護者の労働負担、操作性、安全性等の要素について評価したものは、別表16に示すとおりであり、試作背負い式搬送具①が相対的に評価の高い資器材であるといえる。

表16 供試資器材評価表

名 称	救 出 所要時間	介護者の労働負担		操作性	安全性	被介護者の 受ける 影響	日常性 [平常時の 使用頻度 や収納性]	経済性 (価格等)
		瞬発的体力	継続的体力					
布団 (階 段 降 下)			×		×	×	○	○
布団 (スロープ降下)			×		×	×	○	○
クローラー付車椅子	○	×	○	○	○	○	×	×
試作背負い式搬送具①	○	×	○	○	○	○		○
試作背負い式搬送具②		×	○	○	○	○		○
試作背負い式搬送具③		×	○		○	○		○
毛 布	×		×		×	×	○	○
避 難 搬 送 袋	×		○			×		○
試作寝袋型搬送具①			○	○				○
試作寝袋型搬送具②	×		○					○
試作寝袋型搬送具③			○	○				○

注：○印は良好なもの、×印は劣るものを示す。

5. ま と め

- (1) 試作背負い式搬送具は、背負い上げるまでに基礎的体力が必要であるが短時間の内に複数の自力避難困難者を避難救出させる資器材として有効であり、平常時もコンパクトに収納することができる。また、施設等に設置するだけでなく、隣保共助態勢の一環として、付近住民の協力員に配付する等、防災用資器材としても広く普及が期待できる。
- (2) 試作寝袋型搬送具は、女性等、非力な介護者にも避難救出可能な資器材として有効である。

今後の改良点としては、次のことが考えられる。

ア 資器材装着を簡単にするため、ベッドパッドにベルト等を付けて必要な機能を持

たせ、これで被介護者が敷いているシーツごと巻き付けるものとする。

イ 垂直避難のためにはスロープが必要となるが、今後は収納性や美観性の向上を検討する。

- (3) 試作背負い式搬送具や試作寝袋型搬送具は、複数の自力避難困難者を避難救出させる資器材として有効であるが、更に多数の人を避難救出させることを考えるとき、現在、病院や社会福祉施設等で広く使用されている車椅子の有効活用を図るため、車椅子のまま垂直避難させる資器材の開発が望まれる。

5. 参 考 文 献

- 1) 山地啓司著 心拍数の科学 大修館書店
昭和58年3月10日