

起立機能付電動ストレッチャーの研究開発(第2報)

原 聡*, 渡邊 久夫*, 高井 啓安*, 大原 義雄**

概 要

救急の出場件数及び救急活動時間が年々増加している状況の中で、救急隊員の高齢化及び女性隊員の増加に伴い、隊員の労力負担の軽減を図る必要がある。

このため、傷病者を乗せたメインストレッチャー（以下「ストレッチャー」という。）を上下操作するときの起立補助装置及び収容先から救急車に搬送するときの動力装置に関する研究開発を行ったものである。

1 はじめに

平成10年度はストレッチャーの研究開発において動力装置を研究開発し、平成11年度はその動力装置に改良を重ね、動力装置から独立した起立補助装置を新たに研究開発した。

現在、各署所に配置されているストレッチャーと同一タイプのものに起立補助装置及び動力装置を取り付け、各種実験を実施したので、その各装置の概要と実験結果を報告する。

2 特長

(1) 起立補助装置（写真1及び2）

ア バネの力を利用した起立機構である。

イ ストレッチャーの上下操作時に動作する。

ウ ストレッチャーの頭部裏側に、2組の装置(写真2)及び2本のワイヤーが設置されている。

エ 装置内の定荷重バネの引張力が、ワイヤーを伝わってストレッチャー裏側のフレームを引っ張る。

オ 引張られたフレームがスライドすることによって、ストレッチャーが上下する。

カ 起立補助装置の諸元を表1に示す。

キ 装置の構造図を図1及び2に示す。

(2) 動力装置（写真1及び3）

ア 駆動車輪の上下は、操作レバーを180度回転させることにより駆動車輪をセットできる。

イ 速度制御スイッチを回転させると、電源がOFFからONになり、更に回転させると回転角度に比例して走行速度が上がる。

また、速度制御スイッチから手をはなすと元の位置に戻り、電源がOFFの状態では停止する。

ウ ストレッチャーを設定した高さに関係なく走行が出来る。

エ 動力部等の装置は、ストレッチャー下部フレームに固定用金具を用いて取り付ける。

オ バッテリーは、簡単に交換することができる。

カ 動力装置の諸元を表2に示す。

(3) その他

救急車の防振架台を改造することなく救急車両に収納が出来る。



写真1 全体写真

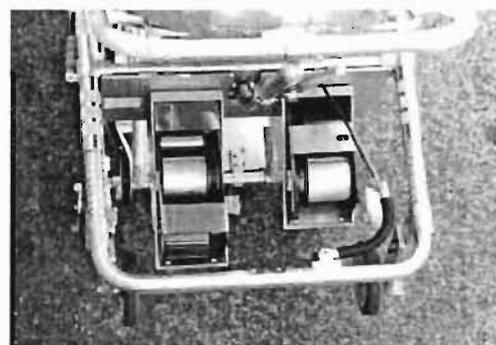


写真2 起立補助装置

*第三研究室、 **本郷消防署

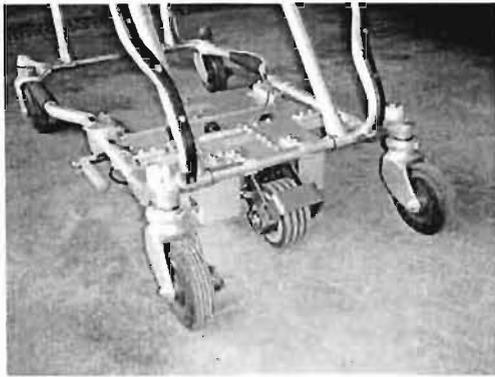


写真3 動力装置

表1 起立補助装置の諸元

装置質量	8.2 kg
構造	定荷重バネ2組 150N(約15kgf)×1個(図1参照) 150N(約15kgf)×2個(図2参照)

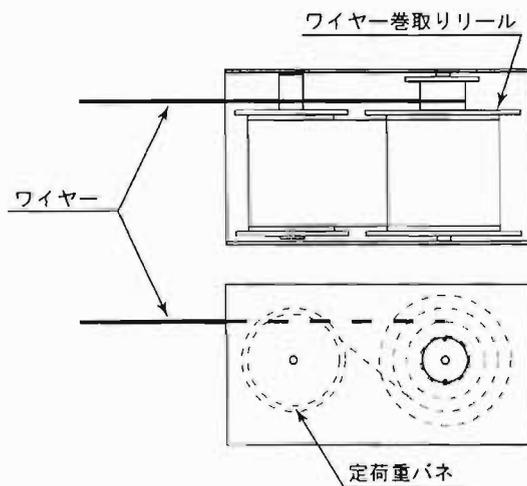


図1 定荷重バネ1個

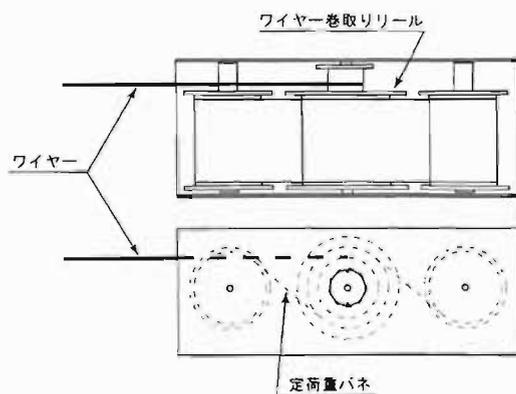


図2 定荷重バネ2個

表2 動力装置の諸元

装置質量	13.3 kg
防水性能	JIS (C0920 1級) 適応
バッテリー	DC12V 4Ah
電動モーター	DC12V 80W
車輪	天然ゴム製 φ110mm×50mm
操作レバー	180度回転式 ワイヤ-式コントロールケーブルで伝達

3 各装置の性能実験の検証

(1) 起立補助装置の引上力の測定

ストレッチャーの前後にバネ秤を設定し、地表面からの高さを450mmから750mmまで、50mm間隔で変えたときの引上力を測定する。(写真4)

なお、従来ストレッチャー(以下「従来スト」という。)及び、開発ストレッチャー(起立補助装置+動力装置)(以下「開発ストA」という。)の2種類で実験を行い、ストレッチャーに載せる積載物の質量(以下「荷重質量」という。)を、35kg、70kg及び100kgの3種類とした。(重量物は、鉄製プレートとする。)

ア 荷重質量が35kgの場合において、開発ストAは従来ストより、1人当たりの引上力を最大で約190N、軽減できた。(表3及び図3)

イ 荷重質量が70kgの場合において、開発ストAは従来ストより、1人当たりの引上力を最大で約215N、軽減できた。(表4及び図4)

ウ 荷重質量が100kgの場合において、開発ストAは従来ストより、1人当たりの引上力を最大で約195N、軽減できた。(表5及び図5)



写真4 引上力実験状況

表3 引上力の比較 (35kg荷重)

地表面からの高さ [mm]	引上力[N]					
	従来スト			開発ストA		
	頭部側	足部側	計	頭部側	足部側	計
450	-	-	580	-	-	660
500	270	250	520	160	200	360
550	280	240	520	150	170	320
600	280	230	510	100	150	250
650	270	220	490	80	120	200
700	250	240	490	40	110	150
750	260	230	490	20	90	110

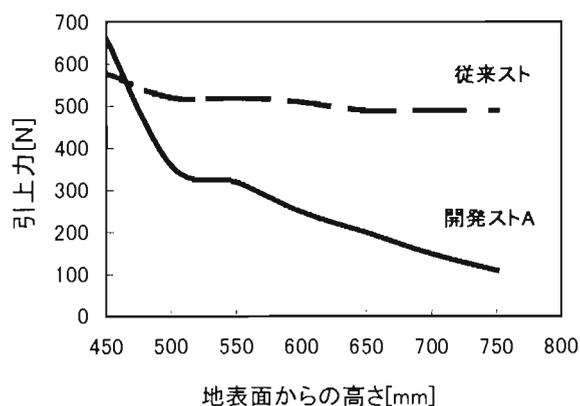


図3 引上力の比較(35kg荷重)

表5 引上力の比較 (100kg荷重)

地表面からの高さ [mm]	引上力[N]					
	従来スト			開発ストA		
	頭部側	足部側	計	頭部側	足部側	計
450	-	-	1230	-	-	1310
500	580	590	1170	490	520	1010
550	590	570	1160	470	510	980
600	590	560	1150	440	480	920
650	590	550	1140	410	460	870
700	570	550	1120	350	470	820
750	560	550	1110	290	430	720

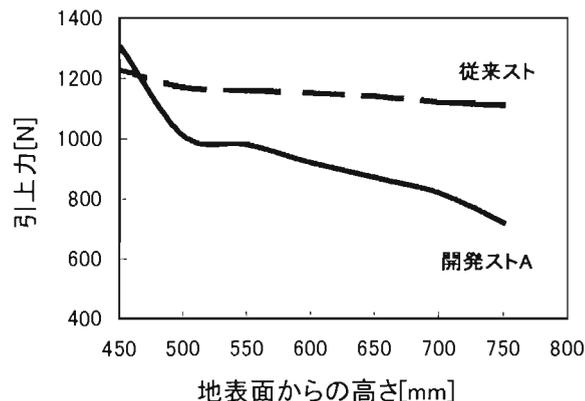


図5 引上力の比較(100kg荷重)

表4 引上力の比較 (70kg荷重)

地表面からの高さ [mm]	引上力[N]					
	従来スト			開発ストA		
	頭部側	足部側	計	頭部側	足部側	計
450	-	-	930	-	-	1010
500	440	440	880	290	370	660
550	440	420	860	280	350	630
600	440	410	850	260	330	590
650	440	400	840	210	300	510
700	420	420	840	190	280	470
750	420	400	820	120	270	390

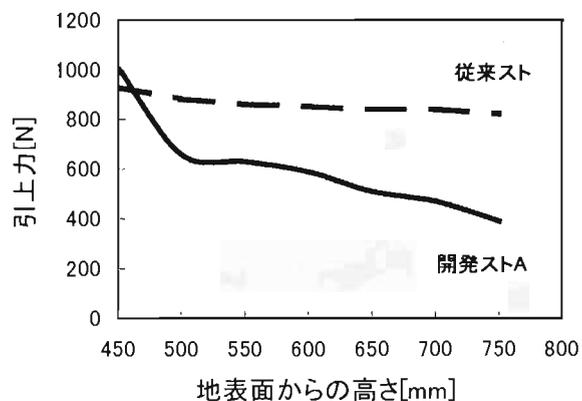


図4 引上力の比較(70kg荷重)

(2) 動力装置の速度及び連続走行時間の測定

ストレッチャーの高さを最高位置に設定し、鉄製プレートに均等に積載する。

ア 速度の測定

駆動装置の速度調節レンジを「最大」に設定し、ストレッチャーを引っ張らない状態で20mの距離を直線走行させ、その間の通過時間を測定してストレッチャーの速度を算出する。

荷重質量	時間	速さ
0 kg	15.4 秒	78m/min
70 kg	20.6 秒	58m/min

イ 連続走行時間の測定

ストレッチャーに積載する重量物の質量を70kg、速度調節レンジを最大に設定したまま平坦地を引っ張らないで自動走行させ、連続走行時間を測定する。

なお、バッテリーはフル充電とする。

連続走行時間	21分38秒
--------	--------

4 ストレッチャーの側面への転倒角度の検証

(1) ストレッチャーの転倒開始角度の測定

従来スト、開発ストA及び開発ストレッチャー（起立補助装置）（以下「開発ストB」という。）において、ストレッチャーの高さを三段階（高位置、中位置及び低位置）に設定し、ストレッチャーを横方向へ傾きかけて、転倒開始角度を測定する。（写真5）（表6）（図6～14）

なお、ストレッチャーに載せる荷重質量は、0kg（無負荷）、35kg（消防隊訓練用ダミー）及び75kg（アメリカ製人体形訓練用ダミー）の3種類とする。



写真5 転倒開始角度測定

表6 ストレッチャーの転倒開始角度

[単位: °]

	荷重質量	従来スト	開発ストA	開発ストB
最高位置	0kg	18.5	21	18.5
	35kg	16	18	15
	75kg	12.5	14.5	12.5
中位置	0kg	24.5	28	24
	35kg	21	23	20.5
	75kg	16	18.5	16.5
最低位置	0kg	32	35.5	32
	35kg	26.5	28.5	25.5
	75kg	19	23.5	20

ア 開発ストBと従来ストの転倒開始角度は、ほとんど変わらない結果となった。

イ 開発ストAは従来ストより転倒開始角度が大きく、最大で4.5°、最小で2°の差が出た。

ウ 荷重質量別では0kgより75kgの方が、転倒開始角度が小さく、最大で13°、最小で6°の差が出た。

エ 最低位置よりも最高位置の方が転倒開始角度は小さく、最大で13.5°、最小で6.5°の差が出た。

(2) ストレッチャーの重心位置の測定

従来スト、開発ストA及び開発ストBにおいて、2個の重量計を用いて前2輪及び後2輪の重量配分を測定する。（表7）

その重量配分と前(1)の転倒角度の測定結果より、ストレッチャーの重心位置を求める。（表8）（図15）

なお、ストレッチャーに載せる荷重質量は、0kg（無負荷）、35kg（消防隊訓練用ダミー）及び75kg（アメリカ製人体形訓練用ダミー）の3種類とする。

表7 ストレッチャーの頭部側(前2輪)と足部側(後2輪)の重量配分

[単位: kgf]

荷重質量	従来スト		開発ストA		開発ストB	
	頭側	足側	頭側	足側	頭側	足側
0kg	17	25	31	32.5	27.5	22.5
35kg	31.5	45.5	42.5	56	34	51
75kg	50	67	70	68.5	62	63

表8 ストレッチャーの重心位置

[単位: cm]

ストレッチャー種別	座標位置	
	(X, Y, Z)*1	(x, y, z)*2
A. 従来スト(0kg)	(37, 22, 49)	(0, 0, 0)
B. 従来スト(35kg)	(37, 22, 58)	(0, 0, 9)
C. 従来スト(75kg)	(39, 22, 74)	(2, 0, 25)
D. 開発ストA(0kg)	(45, 22, 43)	(8, 0, -6)
E. 開発ストA(35kg)	(40, 22, 51)	(3, 0, 2)
F. 開発ストA(75kg)	(46, 22, 64)	(9, 0, 15)
G. 開発ストB(0kg)	(50, 22, 49)	(13, 0, 0)
H. 開発ストB(35kg)	(36, 22, 62)	(-1, 0, 13)
I. 開発ストB(75kg)	(45, 22, 74)	(8, 0, 25)

*1は、積載重量別ストレッチャーの重心位置

*2は、A. 従来スト(0kg)の位置を原点とした座標

ア 開発ストBと従来ストの重心位置は、高さ(Z軸)方向ではほとんど変わらないが、横(X軸)方向では開発ストBの方がストレッチャー頭部側へ少しよる。

イ 開発ストAは従来ストより、重心位置は低い。

5 考察

(1) 起立補助装置の引上力の測定

この装置は、開発ストを最低位置（地表面からの高さ450mm）から数センチ持ち上げるだけで、引上力が急激に小さくなる。（図3～5）

また、35kg、70kg及び100kg荷重の引上力の比較実験では、起立補助装置がある開発ストを最低位置から最高位置まで持ち上げる力は、1人当たり最大で215N（荷重質量が70kg）、全体的には約1/2～1/3軽減することが確認できた。（図3～5）

(2) 動力装置の速度及び連続走行時間の測定

平坦地でストレッチャーに動力を与えて傷病者（質量：70kg）を搬送する場合、速度は58m/min（人間が歩く速さの約7割程度）と十分な速さになるので、引張ることなく動力のみでストレッチャーを搬送できる。

また、連続走行時間は21分38秒となった。

(3) ストレッチャーの側面への転倒角度の検証

8.2kgの起立補助装置をストレッチャー上部に付けた開発ストBの転倒開始角度は、従来ストとほとんど変わらない結果となった。(表6)

また、動力装置及び起立補助装置を付けた開発ストAは、13.3kgの動力装置をストレッチャー下部フレームに取付けてあるため、重心位置が低く転倒開始角度が従来ストよりも大きくなり安全である。

6 まとめ

実験の結果から、ストレッチャーに起立補助装置及び動力装置を付加することによって、救急隊員の腰部負担等の労力を軽減することができる。

また、これらの装置をストレッチャーに取り付けても、従来のストレッチャーと同等の安定性能を有することが確認できた。

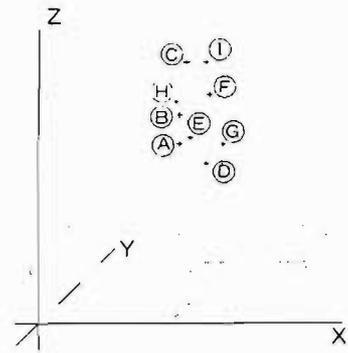


図15 重心位置
(表8ストレッチャーの重心位置参照)

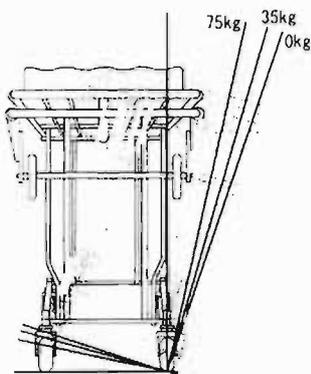


図6 従来スト(最高位置)

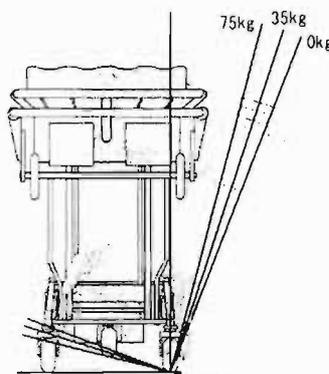


図7 開発ストA(最高位置)

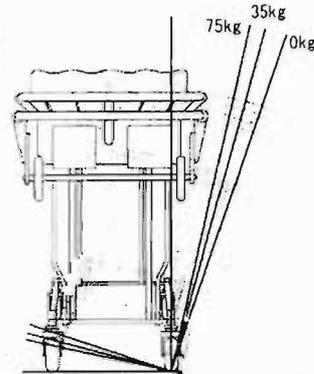


図8 開発ストB(最高位置)

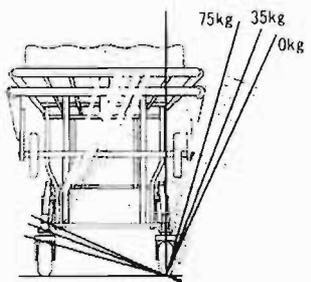


図9 従来スト(中位置)

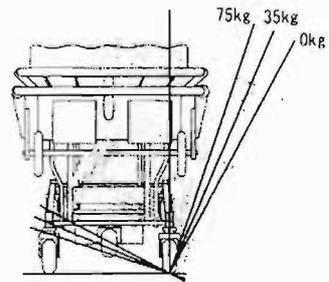


図10 開発ストA(中位置)

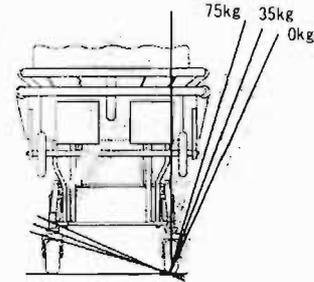


図11 開発ストB(中位置)

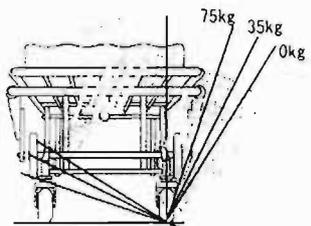


図12 従来スト(最低位置)

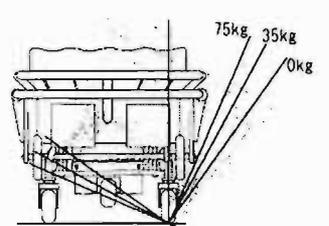


図13 開発ストA(最低位置)

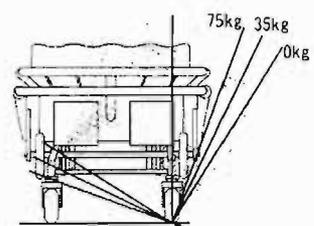


図14 開発ストB(最低位置)

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN ELECTROMOTIVE STRETCHER WITH STAND-UP FUNCTION (SERIES 2)

Satoshi HARA*, Hisao WATANABE*, Hiroyasu TAKAI*, Yoshio OHARA**

Abstract

The number of ambulance runs and emergency medical technician's (EMT) working hours are increasing every year.

In addition, aging progresses among EMTs, and more women are entering the field of emergency medical services of the fire department. In such circumstance, EMS activities must be implemented with less labor.

So we conducted research and development of an electromotive stretcher with stand-up function which makes it easier for EMTs to do up-down operation of a stretcher and transportation of a patient to an ambulance.

*Third Laboratory, **Hongo Fire Station