

2. 対象症例は 16 事象 11 例で（月齢中央値 6 ヶ月 [12 日-7 歳]、体重中央値 4.8 [3.2-22] kg）。ECMO 適応は呼吸 7、循環 1、ECPR3 例。カニューレシオン部位は鼠径 1、頸部 5、正中 5 例（VV1、VA10 例）であった。ECMO 搬送専門チームとしては、医師のみならず ECMO 看護師と臨床工学技士も同行している。搬送先は CT 室 7、手術室 9 事象であった。CT 搬送時間中央値 54 分 [36-60] 分。搬送中有害事象は無かった。CT 検査の結果 5 事象で外科的介入判断が新たにされ、3 例の ECMO 離脱が可能となったとされている（図 4-8）。

図 4-8：秋山，日本集中治療医学会 2014（添付 4-9）

全病状		介入 (手術・カテーテル)		検査 (CT等)	
搬送数 (症例数)	17 (11)	10 (8)	7 (5)		
年齢中央値 [最小-最大]	7か月28日 [11日-7歳8か月]	7か月5日 [12日-1歳4か月]	8か月10日 [11日-7歳8か月]		
体重中央値 [最小-最大]	4.8 kg [2.6-22]	3.5 kg [2.6-7.7]	6.4 kg [3.2-21.8]		
男女比	6:11	3:7	3:4		
ECMO タイプ	Veno-Arterial 16	Veno-Arterial 10	Veno-Arterial 6		
	Veno-Venous 1	Veno-Venous 0	Veno-Venous 1		
正中	9	7	2		
cannula 留置部位	内頸 7	内頸 3	内頸 4		
	大腿+内頸 1	大腿+内頸 0	大腿+内頸 1		
ECMO理由	呼吸 11	呼吸 4	呼吸 7		
	循環 2	循環 2	循環 0		
	ECPR 4	ECPR 4	ECPR 0		
ECMO72時間離脱 (症例毎)	可 8/11 (73%) 不可 3/11 (27%)	可 7/8 (88%) 不可 1/8 (12%)	可 3/5 (60%) 不可 2/5 (40%)		
転帰 (症例毎)	生存 4/11 (36%) 死亡 7/11 (64%)	生存 3/8 (38%) 死亡 5/8 (62%)	生存 1/5 (20%) 死亡 4/5 (80%)		

搬送	診断	体重 (kg)	ECMO 日数	搬送時間 (分)	搬送動機	介入	ECMO 離脱	フロー変化	バイタル変動	追加処置	体温変化 (℃)	
1	総肺静脈還流 異常症	3.2	12	36	肺気腫状変化 精査	肺切除施行	可	なし	なし	なし	なし	-1.0
2	先天性気管狭窄症 肺動脈スリング フォロー四徴症	6.4	22	60	肺野含気不良 精査	ドレーン留置 錐形肺炎として診断	—	なし	なし	なし	なし	-0.7
3			44	60	VA離脱困難 原因精査	胸腔内uPA注入 血腫除去	可	なし	なし	なし	なし	-0.2
4	気管支狭窄症	4.8	13	47	胸腔内出血 出血源精査	緊急血管造影 (胆嚢動脈)	—	なし	なし	なし	なし	-0.3
5			20	58	腹部膨満 原因精査	血腫除去	可	なし	なし	なし	なし	-0.3
6	急性リンパ球性白血病 急性腎不全 ARDS	21.8	38	46	腹部膨満 原因精査	膀胱内血腫 機械性イレウス 治療介入困難	不可	なし	なし	なし	なし	-0.5
7	急性骨髄性白血病 慢性腎不全 肺胞出血	10.3	1	54	肺出血 出血源精査	extravasationなし 治療介入困難	不可	あり	なし	あり	なし	輸血ボーマス投与 エビネフリン増量 0.0

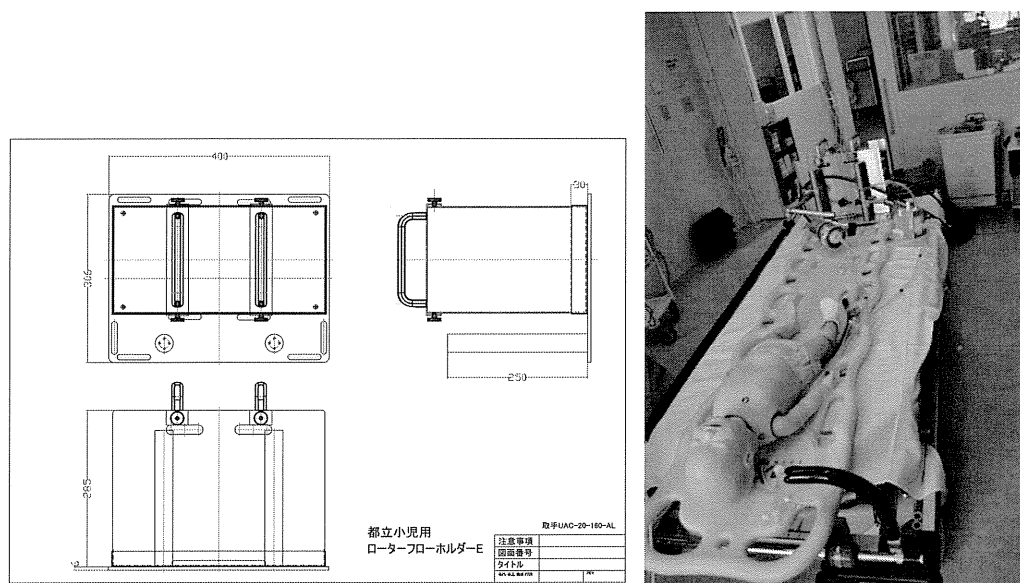
3. この報告の考察においては、「小児 ECMO 患者では、カニューレ位置の微細な変化や体位変更での脱血不良・ECMO 緊急停止などのトラブルが多く、ECMO 搬送の危険性も高まる。日常使用しているシステムを用い multidisciplinary な搬送体制をとることで安全に実施し、有害事象を防止して治療方針に寄与することができた。」とされている。また、体温変化の危険性も指摘されている。

## 5) ECMO 搬送シミュレーション

### (ア) ECMO 搬送コンソール

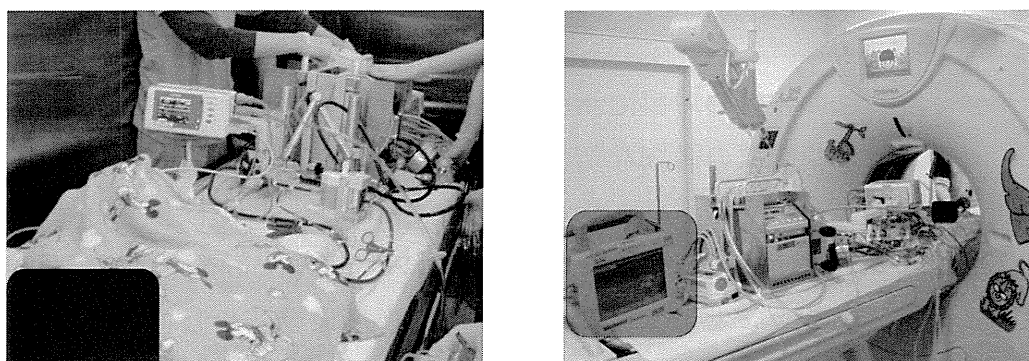
- ① ***Phase 1*** : ECMO ポンプならびに駆動源を患者ボード上にまとめ、パッケージ化して移動を簡便にすることを検討した (図 5-1)。

図 5-1 : 設計図と実際の設置写真



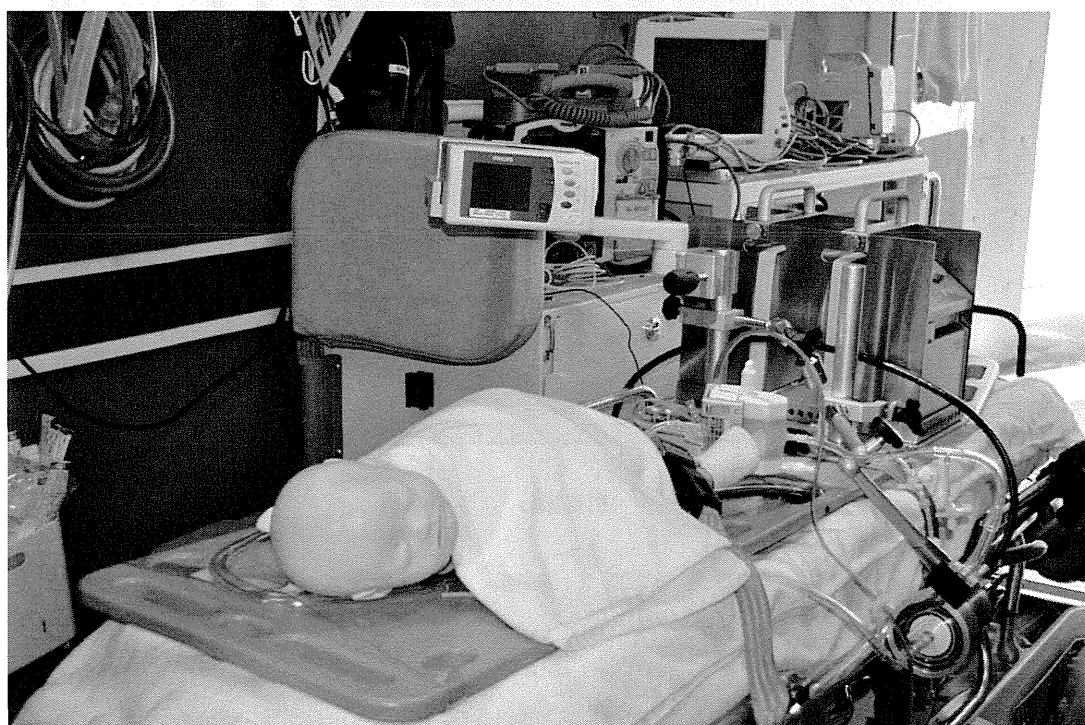
- ② ***Phase 2*** : モニターも設置して臨床運用を開始した (図 5-2)。

図 5-2 : 臨床運用風景 (PICU から CT 室への ECMO 搬送)



- ③ ***Phase 3*** : 病院緊急自動車への搭載試験を実施した (図 5-3)。  
ストレッチャー荷重制限と免震台荷重制限についての検証  
に加えて、搬入時の傾斜角耐重性について実際に検証した。

図 5-3 : 搭載試験風景



- ④ **Phase 4** : 階層構造モデルを新たに設計・試作した。図5-4に示したコンセプトで図5-5/図5-6を設計・試作。点滴ポンプ・酸素ポンプを含めたパッケージ化を進め、最終的なモデルとして施設間 ECMO 搬送シミュレーションに用いた。

図5-4 : コンセプト

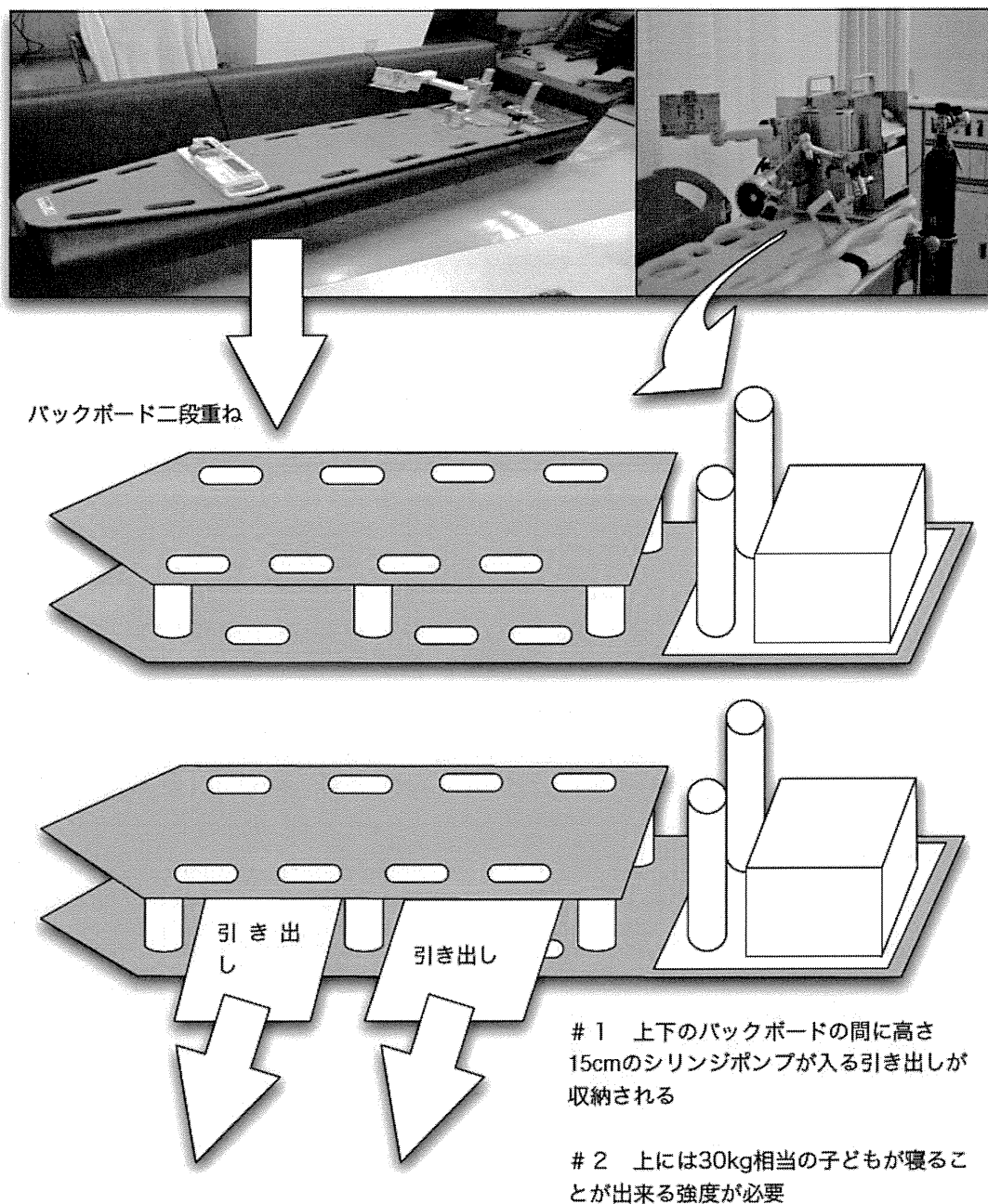


図 5-5 : 設計図

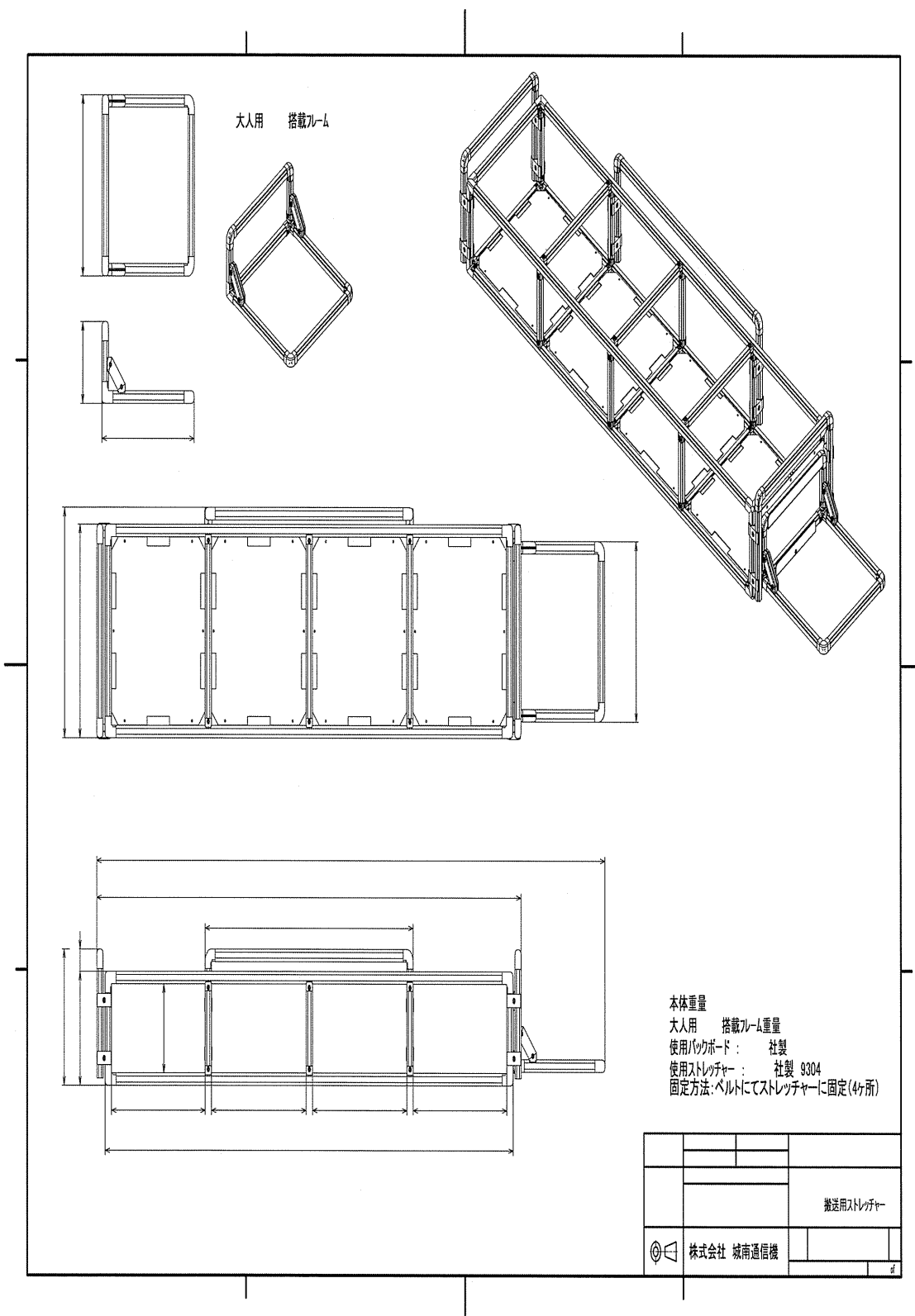
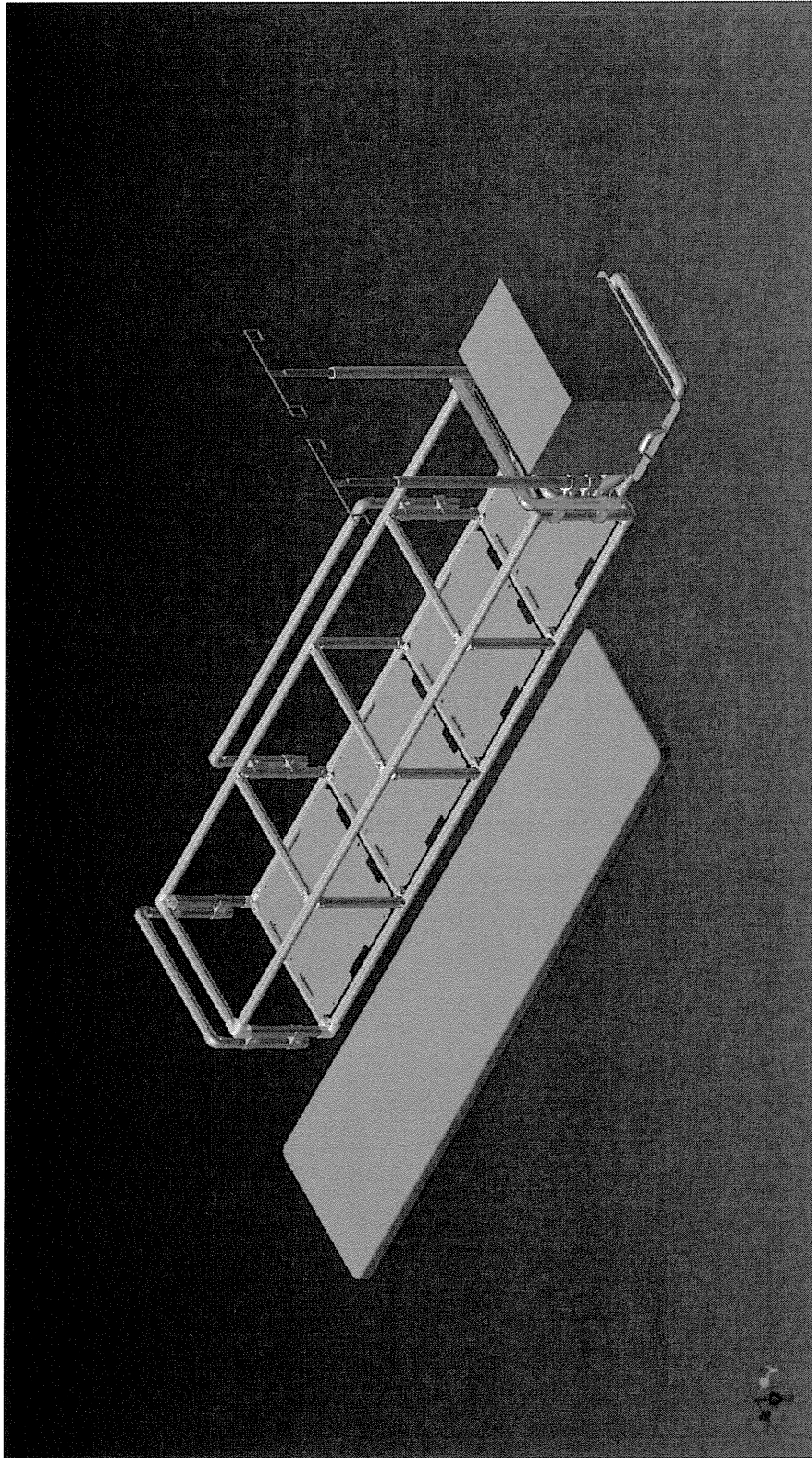


图 5-6 : Assembly

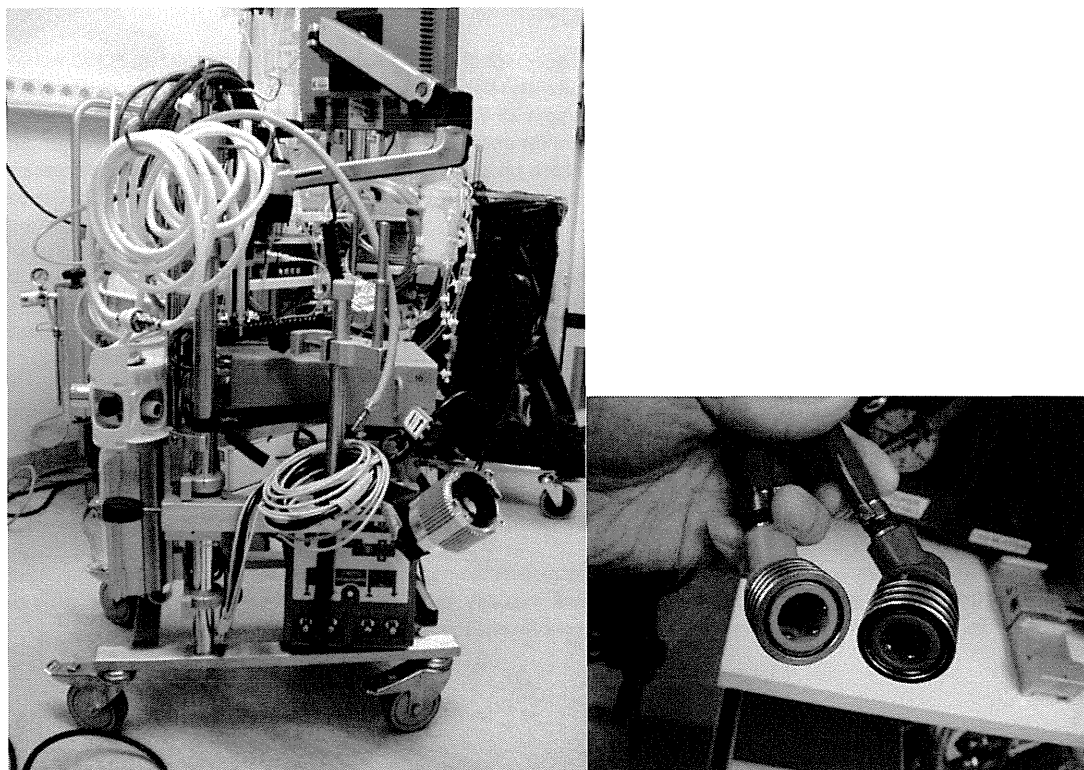


## (イ) ECMO 搬送用加温器

### ① 必要性

1. 施設内 ECMO 搬送にかかる秋山の報告にあるように、長時間搬送になると体温低下が問題となる（前出：添付4-9）。
2. わが国に現存する ECMO 用加温器には、移動を前提としていないためか極めて重くかつ容積を取り、電力消費が大きく、傾斜・振動によって内部の循環水が漏出して機能維持ができない可能性に加え、搬送車内の環境を汚染する危険性もある（例：国産機種Aにおいては外形寸法260(W)-370(D)-590(H)、乾燥重量30kg+循環水約3L、消費電力530Wとなる）。
3. 一方、海外には移動に適した機種があり、わが国で長時間の施設間 ECMO 搬送を現実的に実施するためには、この機種の輸入と実証試験が必要と判断した。
4. HICO-AQUATHERM660, HIRTZ®はカロリンスカ ECMO 搬送チームも用いている（前出：図3-8・図5-7）。

図5-7：HICO-AQUATHERM660, HIRTZ®と人工肺用コネクター



## ② 安全性

1. HICO-AQUATHERM660, HIRTZ®はカロリンスカ ECMO センターで年間約 100 例の ECMO 搬送に用いられている。小児はその半数で大きなトラブルはなかったとされている。
2. 欧州（下記）に加えて台湾での使用実績もある（110V 仕様）
3. 93/42/ECC (EU の医療用設備安全性基準の最も厳しいレベル) をクリアしている（添付 5-2）。

## ③ 輸入

1. 使用にかかる院内の倫理申請を得た上で、輸入を実施した。
2. 2 台の輸入であり、薬監証明は不要であった。

Neuropediatrics 2006; 210 - V22  
DOI: 10.1055/s-2006-946304

### Transport of newborns with acute lung failure in the pre-ECMO situation and on ECMO

F Loersch <sup>1</sup>, R Gerull <sup>1</sup>, S Hien <sup>1</sup>, S Demirakca <sup>1</sup>, I Jester <sup>1</sup>, T Schaible <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätskinderklinik Mannheim, Mannheim, D

Congress Abstract (/ejournals/abstract/10.1055/s-2006-946304)

(印刷)

**Background:** Although ventilation and postpartal management of sick newborns has been optimized, ECMO remains a therapeutic option in the neonatal intensive care of acute lung failure. The ECMO-center Mannheim has performed about 250 ECMO cases since 1987, and currently performs about 25 ECMOs per year. 50 infants per year are evaluated for the option of ECMO therapy. Half of them are born at the center and the others are transported to the ECMO center. Some children are too ill for conventional transport, in which case transport using INO, HFOV or mobile ECMO is necessary. In some countries special transport teams for children and for transport under ECMO have been established. In Germany only few case reports have been published.

**Our experience:** In the last 5 years we have transported about 50 newborns to our ECMO center, more than 70% of them needing INO or HFOV. 5 children were transported under transport ECMO. The first transports under ECMO were done with a conventional roller pump (HL15; Jostra/marquet) and a special vehicle was needed to transport all the equipment. Those transports were difficult to organize and a lot of equipment was needed. This year for the first time we have installed a special Transport-ECMO unit on a normal Ferrno Transport system, which can be used in a standard ambulance. On the unit we use a rollerpump (NovaCirc), a Stephan ventilator, a heating pump (Aquatherm 660) and 6 perfusion pumps. Energy is generated by a UPSU (uninterrupted power supply unit). During the transport the energy comes from the vehicle. We have also used the unit for helicopter transports (bell 407). 4 of 5 newborns transported with this unit have survived and could later have been discharged, one died of secondary causes. The cannulas are placed either by surgeon from the referring hospital or by a surgeon accompanying our transport team.

**Discussion:** Special equipment and specially trained transport teams are necessary for transporting critically ill children. Transport under ECMO is feasible but remains a high-risk modality that should not replace the prenatal and early postnatal transport to an ECMO center. In some cases this can be a rescue therapy.



(ウ) ECMO 搬送シミュレーション (2014 年 3 月 13 日実施)

① 施設

1. 日本医科大学高度救命救急センター・集中治療室 (日本医大)
2. 東京都立小児総合医療センターPICU (都立小児)

② ハードウェア

1. 上記で試作した ECMO 搬送コンソール
2. 上記両施設の病院緊急自動車
3. iPad / iPhone による模擬モニター

③ シナリオ

1. 日本医科大学高度救命救急センター・集中治療室 (日本医大) 内で発生した、乳児の A/H1N1 による急性呼吸不全症例。日本医大スタッフによってカニューレシオン・ECMO 導入が完了している設定。連絡を受けた東京都立小児総合医療センターECMO 搬送チームが迎え搬送を実施する。日本医大で ECMO システムを交換し、帰路へつく設定。帰路の車内トラブル発生に対処してシナリオ終了とした。
2. 東京都立小児総合医療センターPICU (都立小児) 内で発生、成人の A/H1N1 による急性呼吸不全症例。都立小児スタッフによって人工呼吸管理まで完了している設定。依頼を受けた日本医科大学 ECMO 搬送チームが迎え搬送を実施する。都立小児内において日本医大スタッフによりカニューレシオン・ECMO 導入してからの搬送となる。帰路の車内トラブル発生に対処して、日本医大の所定の病床にセッティングが完了してシナリオ終了とした。
3. 緊急自動車内のトラブルとしては、人工肺トラブルを設定。回路交換もしくは人工肺交換を実施して対応完了とした。
4. 各シナリオ終了後には、共同でデブリーフィングを実施し、問題点の抽出を行った。

#### ④ 実施経緯

##### 1. 時間経過

8時50分	都立小児出発
10時07分	日本医大到着
10時42分	シミュレーション開始
11時42分	日本医大出発
12時30分	都立小児到着
昼	デブリーフィング1
午後	都立小児から日本医大へ
夜	デブリーフィング2

##### 2. 人員

日本医大（医師3名・臨床工学技士1名）  
増野・小林・富永・鈴木  
都立小児（医師4名・臨床工学技士1名）  
清水・齊藤・池山・渡邊・坂尾

##### 3. 検討内容

###### (ア) 往路（都立小児→日本医大）

1. 狭い救急車内では動きが制限されるため、各職（集中治療・外科医・臨床工学技士・看護師）の着座位置と役割分担を明確にしておく
2. 都立小児の救急車搬入口の坂道傾斜が急であり、ECMO 流量に対する傾斜角度の影響や加速度の影響を検証しておく必要がある
3. 救急車免振台の振動が酷いので調整必要
4. チェックシートが必要
5. 画像伝送システムの起動
6. トラブル時用のプライミングはするのか？
7. プライミングした回路の設置位置は？
8. 器機設定位置（加温器等）の考察
9. 車内温度調整のあり方
10. 雨対応の準備
11. 小物準備（はさみ、テープ、流量計クリーム）