

## 離島の医療機関が、海を越えた別の離島の医療機関に対して血液緊急融通を行う運用の研究（喜界島血液緊急融通）

大木 浩<sup>1)</sup> 浦元 智司<sup>2)</sup> 松浦 甲彰<sup>3)</sup> 園田 大敬<sup>1)</sup> 中野 秀人<sup>1)</sup>  
田中 朝志<sup>4)</sup>

奄美大島は鹿児島市から南に380km離れた場所に位置し、喜界島は更に20km離れた距離にある。輸血用血液製剤は奄美大島、喜界島ともに鹿児島市から民間航空機により搬送される。日赤へ血液製剤を発注する際には航空機の初便・最終便の時間が製剤到着までの律速段階となり、かつ到着まで最短でも5時間を要する。我々は血液緊急融通のために奄美大島から喜界島に血液搬送する仕組み「喜界島血液緊急融通」を構築した。1. 奄美大島から喜界島までの血液緊急搬送に航空機を用いる場合、2. 患者搬送を前提としてドクターヘリを用いる場合、3. フェリーを用いる場合の要請可能最終時刻はそれぞれ午前5時35分、16時10分、19時40分でありフェリーを用いる場合が最も有利であった。フェリーとATRを用いた「喜界島血液緊急融通」構築によって緊急時血液入手時間は平時の日勤帯に比較して51%（8.1時間）減少させることが可能となった。

キーワード：血液緊急融通，血液搬送冷蔵庫（ATR），離島

### はじめに

喜界島は8つの有人離島を持つ奄美群島に属し、鹿児島市から南に380km離れた場所に位置した周囲50.0kmの島である。同島は奄美群島最大の奄美大島からは20kmの距離にあり、人口は6,629人である<sup>1)</sup>（図1<sup>2)</sup>）。鹿児島から喜界島への行路は空路と海路の2種類である。空路として、鹿児島空港・喜界空港間は航空機で70分を要し1日2便運行されている。同路線は鹿児島県赤十字血液センター（以下、血液センター）からの血液製剤搬送にも供されており、これにより血液発注から最短5時間、最長20時間で血液が到着する<sup>3)</sup>。海路として、鹿児島・喜界島間はフェリーで11時間を要し、週5日運航されている。奄美大島から喜界島への行路も空路と海路の2種類である。隣島である奄美大島から喜界島への航空機の飛行時間は10分である。海路としての奄美・喜界島間は週に5日運航されるフェリーで130分を要する。喜界島・奄美大島間は直線距離で20km程の距離ではあるものの、荒天により空路、海路共に数日間途絶することもあり、地元では「離島の中の離島」と表現する人もいる。喜界島には病院と診療所が1施設ずつあるが保険薬局はない。喜界徳洲

会病院は喜界島唯一の病院（89床）であり、唯一の輸血施行医療機関でもある。奄美大島では2019年6月から島内の「奄美大島血液緊急融通」を確立しているが、業として行わないため「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」<sup>4)</sup>に触れないことは既に明らかである。

本研究では、奄美大島血液緊急融通を先行事例とし、離島間の血液緊急融通体制構築を目標とした。品質を担保した融通を行うため<sup>5)</sup>、血液搬送装置（Active Transport Refrigerator：以下、ATR）を使用した。今回構築した奄美大島から喜界島への融通体制を喜界島血液緊急融通と命名した。

喜界島の輸血医療解決方法のひとつとして構築した「喜界島血液緊急融通」の経過及び今後解決すべき問題点について報告する。

### 対象と方法

喜界島血液緊急融通に関係する事項を調査した。

調査項目は以下の6項目とした。1. 喜界島輸血事情、2. 喜界島への血液搬送所要時間、3. 喜界島血液緊急融通の概要、4. 喜界島血液緊急融通における必要物品、

1) 鹿児島県立大島病院

2) 喜界徳洲会病院

3) 名瀬徳洲会病院

4) 東京医科大学八王子医療センター

〔受付日：2022年12月13日，受理日：2023年3月14日〕

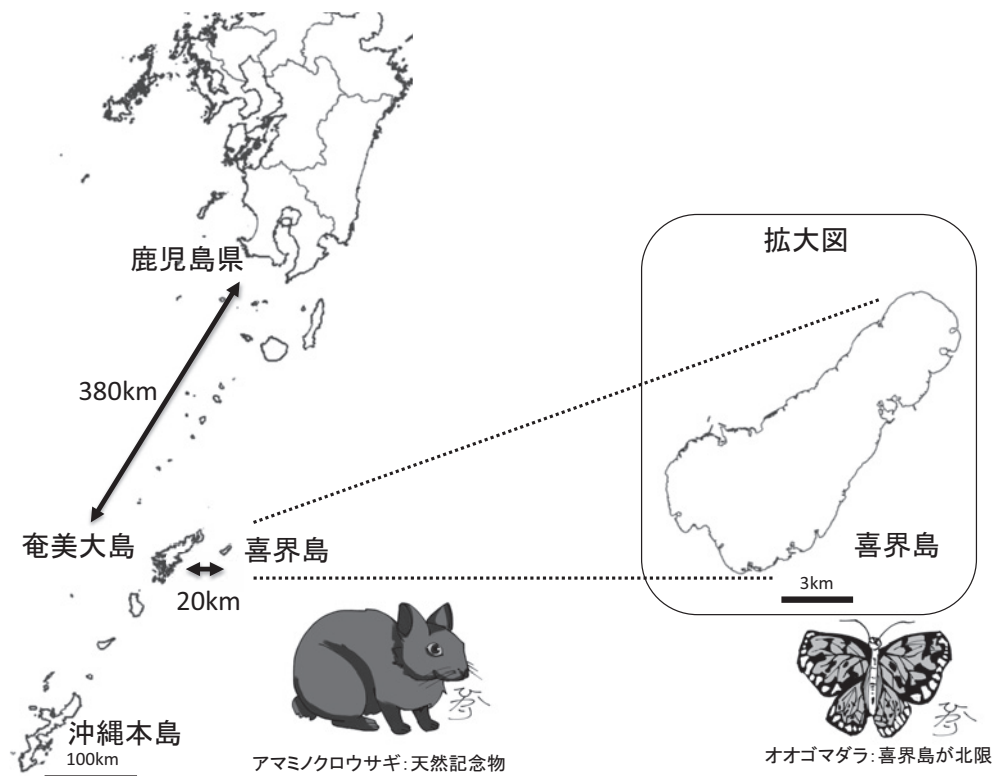


図1 喜界島と奄美大島、鹿児島本土の位置関係  
奄美大島・鹿児島間は380km。直線距離では東京・京都間よりも遠い距離である。  
(地図は国土交通省国土地理院：地理院地図（文献2）より引用し、利用規約に基づき改変し使用した。）

初期導入費用、搬送費用、維持費用、5. 構築時の問題点、机上シミュレーションと実機ATRを用いたバリデーションにおける問題点、6. 血液緊急融通における問題点。

調査項目1は、喜界徳洲会病院に調査を依頼し施行した。調査項目2は、3つの場合に分けて調査した。1. 血液搬送方法を既存の公共交通機関を使用した場合、2. 患者搬送を前提としたドクターヘリを用いた場合、3. 公共交通機関を使用し、かつ公共交通機関に緊急輸血搬送に対する配慮をしていただいた場合<sup>6)</sup>、以上、3つの場合についての血液緊急融通における搬送所要時間及び要請可能最終時刻について調査した。時刻は喜界島を発着する航空会社、フェリー運航会社のホームページの閲覧、奄美ドクターヘリ運航管理室からの聴取により取得した。調査項目3は調査項目2を踏まえて構築した内容とした。調査項目4は、今回の構築過程及び東邦薬品(株)、協力いただいたフェリー会社、タクシー会社らの聴取により抽出した。調査項目5. 構築時の問題点は、関係者の聴取から得た。机上シミュレーションと実機ATRを用いたバリデーションにおける問題点は、両者を施行した際に毎回行ったアンケート調査から抽出した。電話、FAX、E-mailも情報の補充に適宜使用した。

調査項目6. は我々が経験した血液緊急融通症例の振

り返りから抽出した。

本研究は、喜界徳洲会病院、名瀬徳洲会病院、鹿児島県立大島病院の倫理審査委員会の承認を得て行った。バリデーションに至るまでは、令和2年度血液製剤使用適正化方策事業と並行して行った。

## 結 果

調査項目1：喜界島における輸血施行医療機関は喜界徳洲会病院のみであった。

2018年度から2020年度までの3年間の年間平均血液製剤使用単位数、廃棄率はそれぞれ赤血球製剤（257単位：5.2%）、新鮮凍結血漿（10単位：21.1%）、血小板（43.3単位：13.3%）であった。

月毎の平均血液製剤使用単位数、最大使用単位数、最小使用単位数は赤血球製剤（21.4単位：48単位：2単位）、新鮮凍結血漿（0.8単位：10単位：0単位）、血小板（3.6単位：40単位：0単位）であった。

調査項目2：1. 航空機は減便前1日2便あり緊急血液融通を行った場合の要請可能最終時刻は13時であった（減便後は午前4時35分）。フェリーは1日1便であり要請可能最終時刻は15時30分から16時30分であった（曜日・運送会社によって異なる）。2. ドクターヘリを用いた場合の要請可能最終時刻は日没時間に左右され夏期で16時10分、冬期で15時30分であった。

表1 喜界島への空路および海路に要する時間

出発地	航空機/船舶	出発時刻	喜界島着	運航所要時間	運航距離
鹿児島から喜界島へ	日本エアコミューター	7時35分	8時45分	70分	396km
	日本エアコミューター	13時15分	14時25分	70分	396km
	フェリーあまみ・きかい	17時30分	翌日4時30分	11時間	377km
奄美大島から喜界島へ	日本エアコミューター	9時50分	10時10分	20分	25km
	日本エアコミューター	11時30分	11時50分	20分	25km
	日本エアコミューター	16時00分	16時20分	20分	25km
	フェリーあまみ(火木土)	18時20分	20時30分	2時間10分	65km
	フェリーきかい(水金)	20時15分	22時20分	2時間5分	65km
	奄美ドクターヘリ			15分	42km

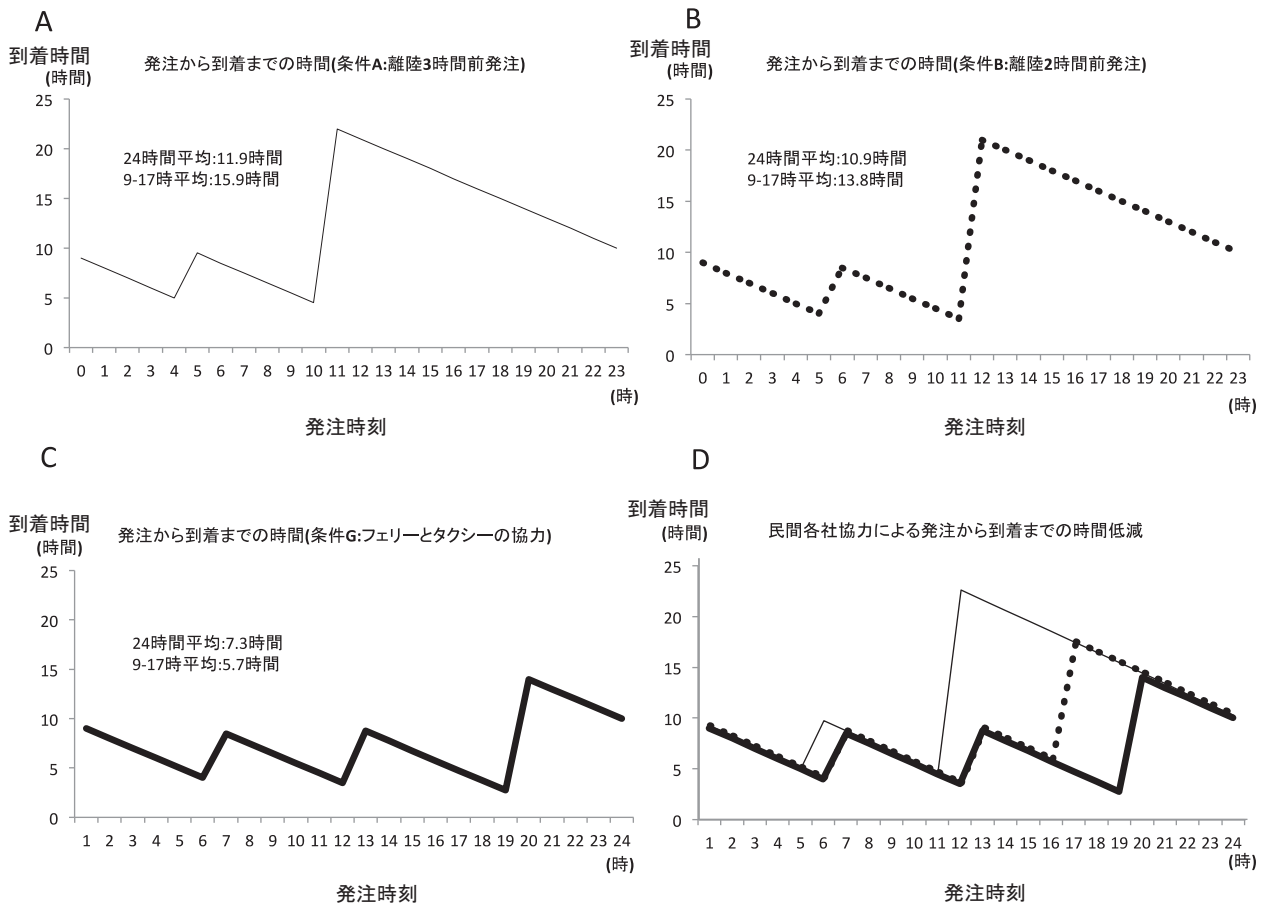


図2 各社協力による、血液発注から喜界島到着時間までの低減効果

A: 条件 A: 航空機離陸3時間前が注文限界時間の場合(従来)

B: 条件 B: JALグループと血液センターの協力で同2時間前が可能になった場合

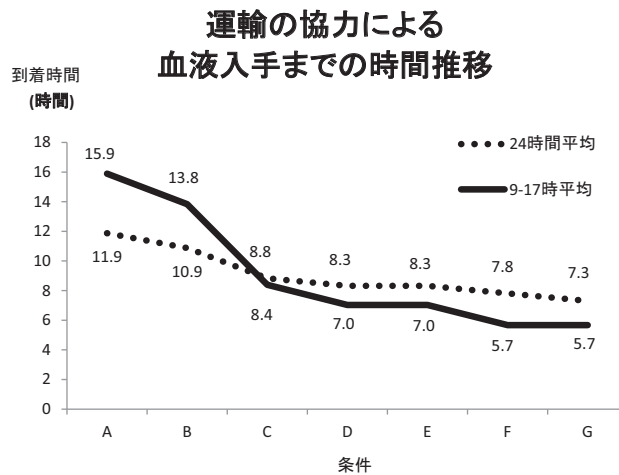
C: 条件 G: Bに加えてフェリーきかい及びタクシー会社の協力を得た場合

D: A, B, Cの重ね合わせ図。細線と点線との間の面積が血液センターと航空会社の尽力による時間低減部分。点線と太線との間の面積がフェリー会社とタクシー会社の尽力による時間低減部分。9~17時間平均では15.9時間から5.7時間へと64%の時間低減が可能となった。24時間平均では11.9時間から7.3時間へと39%の時間低減が可能となった。

3. 公共交通機関に緊急輸血搬送に対する配慮をしていただいた場合、航空機の要請可能最終時刻は14時00分(減便後は午前5時35分)、フェリーは17時45分または19時40分であった(曜日によって異なる)。1から3を検討すると緊急輸血搬送に対する配慮をしていただいたならば、フェリーによる緊急搬送が要請可

能最終時刻を最も延長できることがわかった。

喜界島への空路および海路に要する時間を表1に示す。喜界島に血液を搬送するのに要していた時間、工夫による搬送時間の低減、喜界島血液緊急融通による搬送時間低減の効果を図2に、時間低減による効果を図3に示す。平時の日勤帯(条件A:15.9時間)に比



#### 発注から喜界島到着までの時間

- 条件A: 航空機離陸3時間前が注文限界時間の場合(従来)  
 条件B: JALグループと血液センターの協力で同2時間前が可能になった場合  
 条件C: Bに加えてフェリーあまみ, 運送業者Pを使用した場合  
 条件D: Bに加えてフェリーあまみ, 運送業者Qを使用した場合  
 条件E: Bに加えてフェリーきかい, 運送業者Pを使用した場合  
 条件F: Bに加えてフェリーあまみ及びタクシー会社の協力を得た場合  
 条件G: Bに加えてフェリーきかい及びタクシー会社の協力を得た場合

図3 各社協力による, 血液発注から喜界島到着時間までの時間低減効果の推移  
 日本エアコミューター(日本航空グループ会社)と血液センターの協力により日勤帯に必要となった血液を入手するのに要する時間を13%減少させることが可能となった。フェリーとタクシーの協力により日勤帯に必要となった血液を入手するのに要する時間をさらに51%減少させることが可能となった。陸と海と空の運輸会社および血液センターの協力により日勤帯に必要となった血液を入手するのに要する時間を最大64%減少させることが可能となった。

較して, 航空会社と血液センターの協力により緊急時の日勤帯(条件B: 13.8時間)血液入手時間は2.1時間(13%)短縮した。更にフェリー会社とタクシー会社の協力による「喜界島血液緊急融通」の構築によって, 緊急時の日勤帯(条件F, G: 5.7時間)血液入手時間は, 加えて8.1時間(51%)短縮した。陸海空の運輸会社および血液センターの協力により日勤帯に必要となった血液を入手するのに要する時間を最大13+51=64%減少させることが可能となった。

調査項目3: 喜界島血液緊急融通の概略を示す(図4)。

調査項目4: 必要物品, 初期導入費用, 搬送費用, 維持費用を表2に示す。

調査項目5: 机上シミュレーション, 実機バリデーションにおける問題点を表3に示す。バリデーションにおいてATR庫内温度の逸脱は認めなかった。

調査項目6: 血液緊急融通が法に触れないことは厚労省通達<sup>7)</sup>や国会答弁<sup>8)</sup>でも明らかではあるものの, 融通された血液返却手段もしくは決済手段, 緊急融通に要した経費の弁済可否等が不明朗であり, 病院事務担当

者や臨床現場は困惑していることが明らかになった。

#### 考 察

本研究は, 離島間の血液緊急融通体制構築であり意義と新規性がある。血液センターから離れた医療機関の血液緊急融通体制を構築する際の参考に成り得るとともに, 今後の地域輸血医療貢献に資する可能性がある。喜界島血液緊急融通のバリデーション, 構築終了後2年経過したが, 幸いにして本体制の発動は現時点ではない。

#### 本研究の限界と問題点

本研究による喜界島血液緊急融通体制の構築により, 緊急時血液入手時間が最大51%減少した。しかし, 限られた離島間, 限定された条件下の結果であり, 本邦の離島全般に適用できない点が本研究の限界である。また, フェリー運航日が毎日ではなく曜日が限定されること, フェリーの定期点検時には更に運航が制限されること, 台風や冬季の荒天時にはフェリーの抜港, 欠航の多寡も, 本運用の限界であった。事実, 2021年2

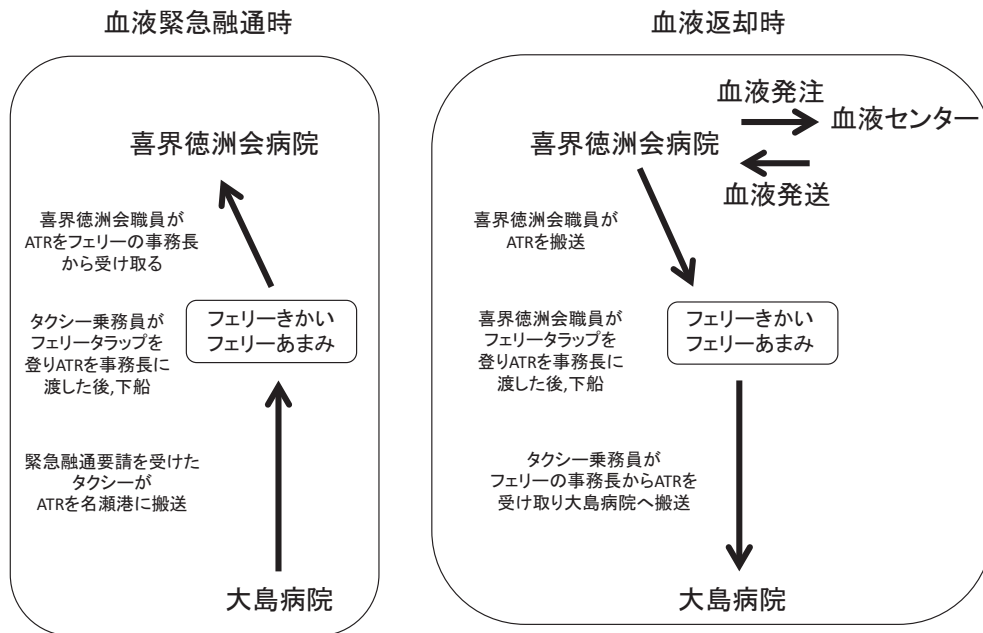


図4 喜界島血液緊急融通手順

喜界島から緊急融通の要請があった場合、大島病院はATRに血液製剤を搭載する。タクシー運転手が大島病院検査室でATRを集荷し、名瀬港に停泊するフェリーの事務長に渡す。フェリーが喜界島到着後、喜界徳洲会職員はATRを病院に搬送する。

月は荒天及び定期点検のためフェリー運航日は1カ月の半分となっている。

### 血液緊急融通における問題点

奄美大島血液緊急融通において、血液緊急融通後の対価を譲渡医療機関に金銭で支払うことは「業」になるので現物の返却が望ましいとの解釈を聞いていた。譲受医療機関が譲渡医療機関に対して現物を返却するにあたって、その品質担保に注意が求められていた。

血液緊急融通後、譲受医療機関が血液センターに対価を支払い、譲渡医療機関に対して血液センターから直接血液を送ってもらい返却する方法も検討したが、医薬品医療機器等法施行規則第158条の4の運用方法が、血液緊急融通運用に際して支障になることが報告されている<sup>6)</sup>。

一方、血液緊急融通時に金銭による譲渡製剤費用の支払いをする報告がある<sup>9)</sup>。製剤の品質担保および事務手続きの簡略化が図ることが可能であれば、血液製剤現物の授受をしないため、譲渡・譲受医療機関双方に利点が生じ得る。

### タクシーによる輸血搬送の法的側面

今回、タクシーは大島病院からフェリーが発着する名瀬港まで、旅客を乗せず、ATRのみを搬送した。タクシーは通常旅客の運送を生業にするものであるが、タクシー車両を使用した「タクシー事業者が行う救援

事業等」が平成元年の通達により可能となった<sup>10)</sup>。同サービスは「タクシー便利屋」、「緊急救援システム」、「こども110番タクシー」等々様々な役務を提供することが可能になっている。今回の喜界島血液緊急融通は、地元のタクシー会社から運輸局へ救援事業等計画書を提出し、会社の全面的な協力と前述の法的側面により可能となった。

### 離島へき地の輸血医療改善について

令和3年3月31日に厚労省からの通知があり、そこには輸血医療を改善する好事例が記載されていたが、その多くは院内在庫の適正化であった<sup>7)</sup>。しかしながら緊急時だけでなく平時においても適切な血液供給が行われていない可能性がある地域については、院内在庫の適正化によって輸血医療体制が改善するとは思えない。血液センター出庫から医療機関到着までの供給体制・備蓄体制そのものの改善が必要である。要請から血液到着まで半日以上要する離島・へき地の状況について、都市部の医療者・国民はおそらく、実感として理解し得ない。輸血医療供給体制は、短時間の陸路搬送で輸血製剤が到着する地域（都市部）と、長時間、時には数日にわたって血液供給がなされない可能性の地域（離島・へき地）と救急医療の3分野を区別して方策を立案すべきであろう。同通知には令和2年12月18日の閣議決定についても「日本赤十字社による出張所の設置」(中略)「地方公共団体、医療機関及び日本

表2 必要物品, 初期導入費用, 維持費用, 運用費用

品名	内容	台数	参考金額 (税込)
1)	血液搬送装置 ATR700-RC05 (航空機積載対応)	1	515,000
2)	リチウムイオン電池パック ATR2S4P18650F	2	36,000
3)	専用充電器キット BCK01	1	33,000
4)	キャリングバック CB01C-B	1	22,000
5)	AC アダプター LTE65ES-S2	1	4,400
合計			610,400

項目	内容	消費電力 (Wh-年)	電気代/年	備考
1)	血液搬送装置 保冷電力は約 8.5W×24時間×365日 ※庫内 4℃/外気 25℃ 条件	74,460	1,862	1台の ATR を 1週間毎に搬送させた場合の電気代を計算.
2)	電池充電 電池充電 2 個 -1 回/1 週間 8.4V*1A×8時間×2×52週/年	6,989	175	ATR は常時保冷運転する条件. 電池は 2 個を充電器で充電する条件.
3)	初期冷却 COOL DOWN 週 1 回 50W-2時間冷却	5,200	130	
合計		86,649	1,993	※電力料金 25 円/KWh で計算

項目	台数	参考金額 (税込)	備考
1)	温度校正・点検費用 1	41,000	年 1 回温度バリデーション (輸送費込み)
2)	温度計校正証明書 1	11,000	
合計		52,000	

	金額 (税込)	往復金額 (税込)	金銭での返却
往路 タクシー費用	1,500	1,500	1,500
フェリー費用	640	640	640
復路 タクシー費用	1,500	1,500	
フェリー費用	640	640	
宅配便・160 サイズ	1,610		1,610
合計		4,280	3,750

表3 机上シミュレーション, 実機シミュレーションにおける問題点

構築時
<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急融通全体像の構築, フェリー会社, タクシー会社への許諾願ひ</li> <li>各社内での周知と問題点の抽出, 搬送費用の設定</li> <li>タクシー会社から運輸局へ救援事業等計画書を提出</li> <li>暫定シミュレーションマニュアルの作成</li> </ul>
机上シミュレーション
<ul style="list-style-type: none"> <li>タクシーを病院, 港のどこに駐車するか</li> <li>各所に電話をする際の文言の統一</li> </ul>
実機シミュレーション
<ul style="list-style-type: none"> <li>タクシー運転手による ATR を引き渡し場所の調整</li> <li>港での ATR の受け渡し時, タクシーの青色回転灯を作動させる</li> <li>天候の影響で欠航, 時間の遅れがあった</li> <li>ATR の誤操作があった</li> </ul>

赤十字社との間において検討」(後略), と記載されている<sup>11)</sup>が, 出張所に関しては現在に至るまで全国で設置されていない. 奄美大島・鹿児島間は 380km, 直線距離では東京・京都間よりも遠い距離であるものの出張所はない. 離島医療機関の我々が, 閣議決定の恩恵を受けている感覚も, 残念ながらない.

タクシー会社の協力(陸), フェリー会社の血液緊急融通への理解(海), 航空会社の緊急輸血搬送への配慮(空), 等「陸海空」すべての血液搬送に関わる方達の尽力と行政の理解をいただいた. このことにより, 離島がさらに困っている離島を援助する「離島間血液製剤緊急融通」・「喜界島血液緊急融通」が可能となり

血液緊急融通に寄与することが明らかになった。

## 結 語

離島医療機関が、別の離島に位置する医療機関に対して緊急時血液融通する仕組みを構築した。

著者の COI 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

謝辞：ATR 搬送に特別な配慮をいただいた奄美海運(株)、マルエーフェリー(株)および田中タクシー(株)に深謝致します。喜界島血液緊急融通のバリデーションに至るまでの構築は、厚生労働省から委託された、令和 2 年度血液製剤使用適正化方策事業の「鹿児島県に存在する様々な規模の離島における安心・安全で適正に血液製剤を使用する方策に関する研究—離島での血液製剤使用実態調査(緊急時院内採血による warm fresh whole blood 使用を含む)及び血液搬送装置 ATR を使用した離島間の緊急血液融通のバリデーション—」により費用を得て施行した<sup>12)</sup>。

## 文 献

- 1) e-Stat：政府統計の総合窓口：令和 2 年国勢調査結果。  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001049104&cycle=0&tclass1=000001049105&tclass2val=0>(2022 年 8 月現在)。
- 2) 国土交通省国土地理院：地理院地図。  
<https://www.gsi.go.jp/>(2022 年 8 月現在。利用規約に基づき改変)。
- 3) 大木 浩, 針持 想, 鮫島弘子, 他：奄美群島から血液備蓄所が撤退した結果, 何が変わったか。日本輸血細胞治療学会誌, 66：40—47, 2020。
- 4) E-Gov ポータル：医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律 第 24 条。  
<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=335AC0000000145> (2022 年 8 月現在)。
- 5) 厚生労働省：医薬品の適正流通(GDP)ガイドライン。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000466215.pdf> (2022 年 8 月現在)。
- 6) 園田大敬, 清武貴子, 中野秀人, 他：奄美群島から地域における血液供給拠点が撤退した結果, 何が変わったか・第 2 報。日本輸血細胞治療学会誌, 67：463—469, 2021。
- 7) 厚生労働省：緊急時に輸血に用いる血液製剤を融通する場合の医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律第 24 条第 1 項の考え方及び地域の実情に応じた血液製剤の安定供給に係る取組事例について。厚生労働省医薬・生活衛生局血液対策課通知。  
[https://www.mhlw.go.jp/web/t\\_doc?dataId=00tc5817&dataType=1&pageNo=1](https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc5817&dataType=1&pageNo=1) (2022 年 8 月現在)。
- 8) 秋野公造：第 198 回 国会 参議院決算委員会会議録第 9 号。p25-26。  
<https://kokkai.ndl.go.jp/minutes/api/v1/detailPDF/img/119814103X00920190603> (2023 年 3 月現在)。
- 9) 厚生労働省：広島県合同輸血療法委員会。県内における災害時等輸血用血液製剤供給体制の構築。厚生労働省令和 2 年度血液製剤使用適正化方策調査研究事業報告書。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000814177.pdf> (2022 年 8 月現在)。
- 10) 国土交通省：タクシー事業者が行う救援事業等について。運輸省地域交通局自動車業務課長通達。平成元年 6 月 29 日。  
<https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/sgml/112/82000161/82000161.html> (2022 年 8 月現在)。
- 11) 内閣府：閣議決定。令和 2 年の地方からの提案等に関する対応方針。厚生労働省 (23)。医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律 (昭 35 法 145)。  
[https://www.cao.go.jp/bunken-suishin/doc/r2/k\\_tb\\_r2\\_honbunn.pdf](https://www.cao.go.jp/bunken-suishin/doc/r2/k_tb_r2_honbunn.pdf) (2022 年 8 月現在)。
- 12) 厚生労働省：鹿児島県合同輸血療法委員会。鹿児島県に存在する様々な規模の離島における安心・安全で適正に血液製剤を使用する方策に関する研究—離島での血液製剤使用実態調査(緊急時院内採血による warm fresh whole blood 使用を含む)及び血液搬送装置 ATR を使用した離島間の緊急血液融通のバリデーション—。厚生労働省令和 2 年度血液製剤使用適正化方策調査研究事業報告。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000814223.pdf> (2022 年 8 月現在)。

## RESEARCH ON THE OPERATION OF MEDICAL INSTITUTIONS ON REMOTE ISLANDS TO PROVIDE EMERGENCY BLOOD TO MEDICAL INSTITUTIONS ON OTHER REMOTE ISLANDS ACROSS THE SEA

*Hiroshi Oki*<sup>1)</sup>, *Satoshi Uramoto*<sup>2)</sup>, *Kosho Matsuura*<sup>3)</sup>, *Hiroataka Sonoda*<sup>1)</sup>, *Hideto Nakano*<sup>1)</sup>  
*and Asashi Tanaka*<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

<sup>2)</sup>Kikai Tokusyukai Hospital

<sup>3)</sup>Naze Tokusyukai Hospital

<sup>4)</sup>Tokyo Medical University Hachioji Medical Center

### **Keywords:**

Emergency blood supply, active transport refrigerator (ATR), remote islands

---

©2023 The Japan Society of Transfusion Medicine and Cell Therapy

Journal Web Site: <http://yuketsu.jstmct.or.jp/>