

輸血検査技師の現場視点における、奄美ブラッドローテーション確立経過と問題点

清武 貴子¹⁾ 園田 大敬¹⁾ 中野 秀人¹⁾ 大木 浩¹⁾⁶⁾ 舞木 弘幸²⁾
外室 喜英²⁾ 宮元 珠華²⁾ 原口 安江²⁾ 古城 剛²⁾ 江口奈津希²⁾
奥 沙織³⁾ 森 千奈美⁴⁾ 中島 彩乃⁵⁾ 藤山 裕輝⁵⁾ 竹原 哲彦⁶⁾⁷⁾
古川 良尚²⁾⁶⁾ 田中 朝志⁸⁾

キーワード：血液の返品再出庫（ブラッドローテーション）、血液搬送冷蔵庫（ATR）、搬送経路、電源供給、血液センター

はじめに

鹿児島県立大島病院（以下、大島病院）が所在する奄美大島は、鹿児島県本土から約380km、沖縄県から約300kmに位置している。大島病院は19の診療科があり、一般病床数350床、救命救急センター（以下、救命センター）、ドクターヘリを有し2018年度の外来患者数は平均460名/日である。大島病院の中央検査部は、輸血・血液検査2名、他部門11名（生理検査、細菌検査、生化学検査、免疫・病理検査）合計13名で構成されている。平日の日勤帯において各技師は、それぞれが専門とする業務を行っているが、夜間・休日の時間外検査においては当番制で、緊急検査に対応しながら、必要時には輸血関連業務にも対応している。2019年の年間総輸血用血液製剤使用単位数は2010単位であった。

2018年3月までは、鹿児島県赤十字血液センター（以下、血液センター）に委託された民間企業が、島内の血液供給拠点（以下、血液供給拠点）の役割を担っていたが、4月より血液供給業務委託が廃止された。大島病院では赤血球製剤（以下、RBC）と新鮮凍結血漿（FFP）の院内在庫を置いて輸血医療に対応することとなった¹⁾。

大量出血、荒天等で製剤供給不可能な場合には、救命のためにやむを得ず院内血（生血）輸血（以下、院

内血と記載）が実施されることがある。大島病院に明確に記録が残っている1997年から2018年までの期間に73症例（平均3.3症例/年）の院内血輸血が実施されている²⁾³⁾。

このような背景の下、2019年7月より血液搬送冷蔵庫 Active Transport Refrigerator⁴⁾⁵⁾（以下、ATR。図1-A, 1-B）を用いた奄美ブラッドローテーション（以下、奄美BR）が研究事業として開始された⁶⁾。採血後4日目までのO型Rh（+）RBC10単位（以下、BR血）をATRに格納して、血液センターから空路または海路で大島病院へ搬送し、1週間保管後、ATR未开封（BR血を未使用）の場合はATRを血液センターに返送する。返品されたBR血は連携4医療機関へ、週にそれぞれ1本または2本が再出庫される仕組みである。搬送は当初空路で行われ、後に海路主体となった。

本研究事業は、鹿児島県合同輸血療法委員会を主体とし、厚生労働科学研究「地域における包括的な輸血管理体制構築に関する研究班」により、関係医療機関倫理審査委員会の承認を得て行っている。奄美BRはATRを受けとる大島病院、BRの要となる血液センターおよび再出庫されたBR血を引き受ける連携4医療機関から構成される（図2）。

今回、輸血検査技師の立場から関わった奄美BRの確

1) 鹿児島県立大島病院

2) 鹿児島大学病院

3) 鹿児島市立病院

4) 鹿児島医療センター

5) 今村総合病院

6) 鹿児島県合同輸血療法委員会

7) 鹿児島県赤十字血液センター

8) 東京医科大学八王子医療センター

〔受付日：2020年9月29日、受理日：2020年12月25日〕



図1 ATRの運用

A : Active Transport Refrigerator (ATR)

約7kg, 電池駆動の血液搬送装置. 5本の赤血球製剤を格納でき温度等の履歴管理ができる.

B : 運用中のATRの様子

ATRをキャリングバッグに入れ更に搬送ラックに入れた状態. 奄美BR空路は, このオープンタイプのオーバーパッキングで搬送した.

C : リチウムバッテリー

ATRには2個装着することが可能. 航空機積載時には航空法の制限により1個の装着のみ可.

D : 蓄冷材写真

ATR動作時間は外気温にも影響される. 蓄冷材を用いてバッテリーの消耗を軽減させた.

E : タクシー搬送時

タクシー助手席にBのATRを積載した状態. Fのコンバーターを使用し, タクシーのシガーソケットからATRに電源を供給した.

F : DC-ACコンバーター

車両のバッテリー電圧を100Vに変換しATRに電源を供給する. 12V/24V兼用DC-ACコンバーターを用いることによりタクシー, トラックいずれの車両からでもATRに電源供給が可能.

立経過と問題点について報告する.

対象と方法

奄美BRは2019年7月から2020年2月まで施行された. 奄美BRが開始に至る過程及びBR施行中の経過について, 関係各施設の輸血業務に携わる検査技師や事務職員, 関係者を対象とし, アンケート(項目A. 運用手順書作成, B. 奄美BRに要した人的資源量)を行った. また, BR構築, 運用中における状況, 問題点の聞き取り実態調査を行い, 実施に伴って判明した問題点ごとの抽出を行った(項目C, D, E, F, G, H, I).

結 果

A. 運用手順書作成

空路BR方針決定から各施設で奄美BR運用手順書最

終版が作成されるまで, 連携4医療機関では最大110日, 最少42日, 平均80.3日を要した. 4医療機関中1施設は, BR専用の手順書を作成していなかった. 血液センターでは約80日, 大島病院では70日を要した.

B. 奄美BRに要した人的資源量

各施設において, BR血の入出庫に要する人員と時間を調査した. BR血受け手側の連携4医療機関において作業時間は30.0分間/週であった(表1-1). 血液センターにおいて作業時間は1人換算260分/週であった(表1-2). 大島病院の作業時間は85分間/週であった(表1-3). BR開始4カ月後の作業時間はすべての機関で短縮された.

C. 搬送経路とバリデーションの結果

C-1: 空路搬送について

空路搬送計画を図3上段に示す. 2019年6月26・27

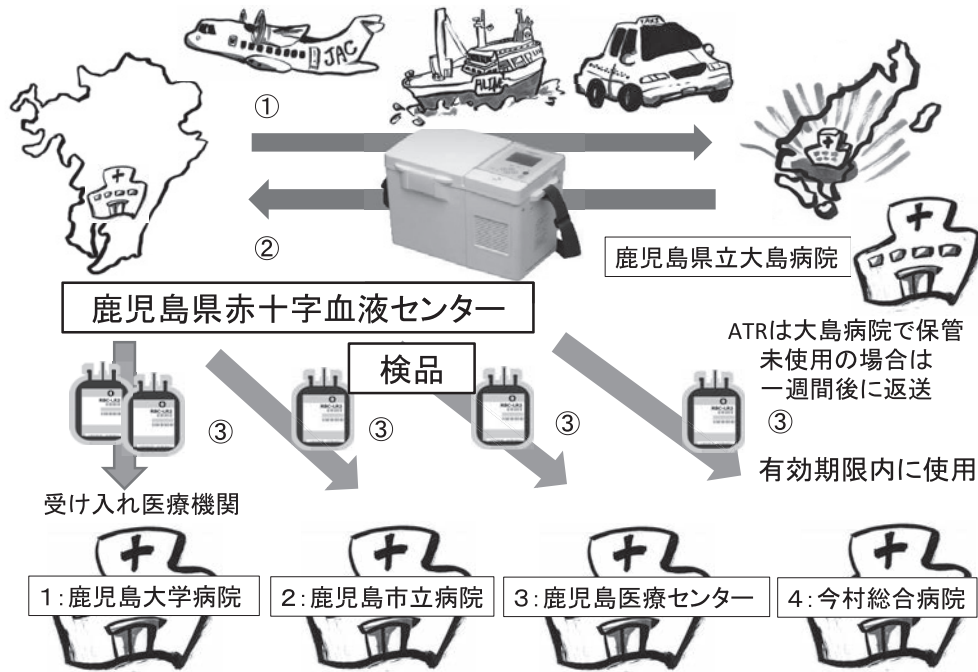


図2 奄美 BR 模式図

大島病院、連携4医療機関ともに病床数は300床を超えていた。連携4医療機関は年間総輸血用血液製剤使用単位数が5,000単位から9,000単位以上であり、地域の中核を担う医療機関であった。

① RBCはATRに格納され、血液センターから空路または海路で大島病院へ搬送される。②大島病院でATRが開封されなかった場合、ATRは空路または海路で血液センターに返送される。③BR血は血液センターから連携4医療機関（鹿児島大学病院、鹿児島市立病院、鹿児島医療センター、今村総合病院）に納入され有効期限内に使用される。

日に空路搬送（以下、空路）のバリデーションを実施した。

C-2：海路搬送について

空路開始6カ月後の2020年1月から、より安価な海路BRが開始された。海路搬送計画を図3下段に示す。2019年11月に、海路搬送（以下、海路）のバリデーションを実施した。海路ではATRを0~10℃の宅配便（クール便）で宅配便会社に預託し、大島病院と血液センターを2日間で往復した。

D. 問題点とその解決

D-1：空路搬送における問題点とその解決

D-1.1. ATRに装着するバッテリー個数について

航空法⁷⁾によると、航空機に受託手荷物として預ける場合、装置組み込みリチウムイオン電池積載容量は100Whまでと制限されておりATRに装着するバッテリーは1個のみとなった。対応策として蓄冷材を用いてバッテリー消耗を軽減させる工夫をした（図1-C, 1-D）。

D-1.2. 空港内貨物施設における電源供給について

日本エアコミューター社の協力を得てATRを貨物受付後、航空機に搭載するまでの間、空港内貨物施設（JAL貨物、鹿児島空港、奄美空港）においてAC電源供給をしていただいた。

D-1.3. 車両積載におけるATRの電源について

車両積載中はATRをDC-ACコンバーターと接続し、電源を確保した（図1-E, 1-F）。血液センターと鹿児島空港間のATR搬送はトラックを、奄美空港から大島病院との間はタクシーを使用した。12V車用DC-ACコンバーターをタクシーとトラック搬送時に兼用したところ、トラックが24V車のため破損した。12V/24V兼用DC-ACコンバーター導入により解決した。

D-2：海路における問題点とその解決

D-2.1. ATRのパッキングについて

奄美BR空路では、オープンタイプのオーバーパッキングで搬送した（図4-A）。奄美BR海路において、宅配便のトラックから海上輸送用コンテナに載せ替える際にオープンタイプのオーバーパッキングはコンテナへの搭載が困難と宅配便会社から指摘され、ATRに合わせたクローズドタイプのオーバーパッキングを作成した（図4-B, 4-C, 4-D）。

D-2.2. 海路におけるATRの電源供給について

海路で利用するクローズドタイプのオーバーパッキングでは、外部電源からの電力供給は不可能であった。そのため、クール便で、20時間を超える搬送時間の電源供給をまかなうためにATRに2個のバッテリーを装着することになった。ATRが大島病院に到着後の金曜日、搭載している2個のバッテリー両方を充電するた

表1 奄美 BR に要した人的資源量

表 1-1：連携医療機関における人的資源量

		鹿児島大学病院	鹿児島市立病院	鹿児島医療センター	今村総合病院	平均
必要人員 (名)		1	1	1	1	1.0
導入直後	BR 血入庫のための時間 (分/週)	15	8	8	4	8.8
	BR 血出庫のための時間 (分/週)	20	10	12	4	11.5
	入庫以外の時間 (分/週)	15	8	12	4	9.8
	合計作業時間 (分/週)	50	26	32	12	30
導入 4 カ月後	BR 血入庫のための時間 (分/週)	3	8	3	4	4.5
	BR 血出庫のための時間 (分/週)	0	10	3	4	4.3
	入出庫以外の時間 (分/週)	5	8	3	4	5.0
	合計作業時間 (分/週)	8	26	9	12	13.8

連携 4 医療機関において、BR 導入直後は平均 30 分/週の人的資源を要していた。BR 導入 4 カ月後には 13.8 分/週と馴化が見られた。

表 1-2：血液センターにおける人的資源量

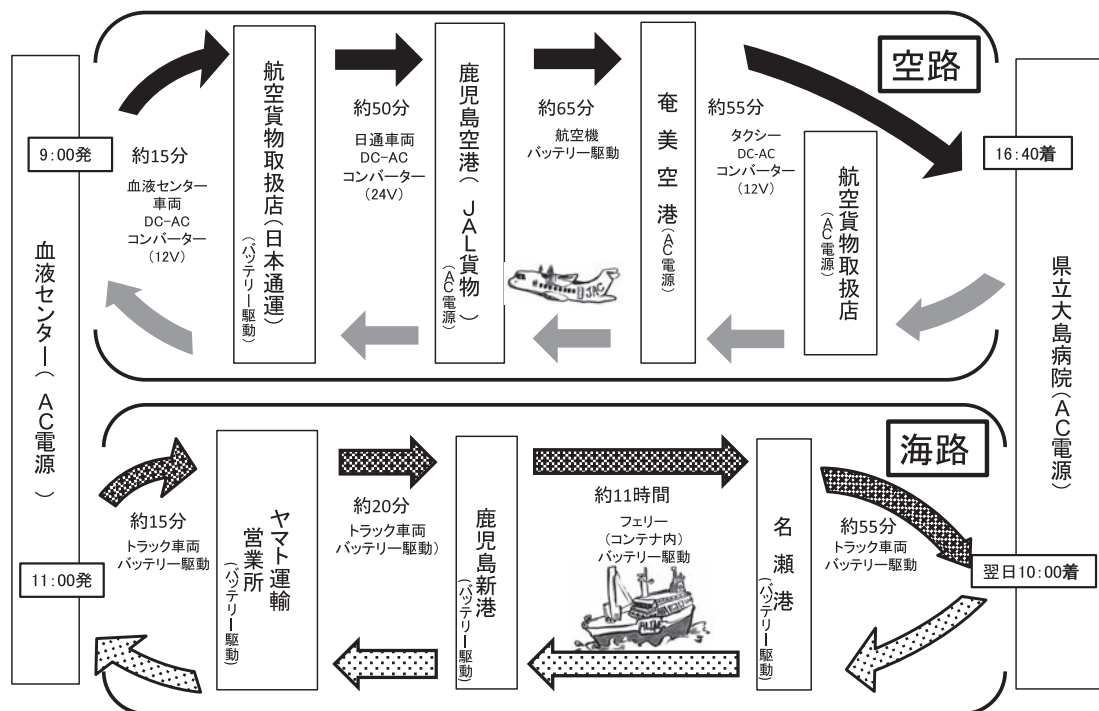
		血液センター
必要人員 (名)		2
導入直後	BR 血入庫のための時間 (分/週)	100
	BR 血出庫のための時間 (分/週)	100
	入出庫以外の時間 (分)	60
	1 人換算の合計作業時間 (分/週)	260
導入 4 カ月後	BR 血入庫のための時間 (分)	90
	BR 血出庫のための時間 (分)	90
	入出庫以外の時間 (分)	55
	1 人換算の合計作業時間 (分/週)	235

血液センターにおいて、BR 導入直後は平均 260 分/週の人的資源を要していた。BR 導入 4 カ月後は 235 分/週であった。

表 1-3：大島病院における人的資源量

		大島病院
必要人員 (名)		1
導入直後	BR 血入庫のための時間 (分/週)	20
	BR 血出庫のための時間 (分/週)	30
	入出庫以外の時間 (分)	35
	合計 (分/週)	85
導入 4 カ月後	BR 血入庫のための時間 (分/週)	15
	BR 血出庫のための時間 (分/週)	25
	入出庫以外の時間 (分/週)	35
	合計 (分/週)	75

大島病院において、BR 導入直後は平均 85 分/週の人的資源を要していた。BR 導入 4 カ月後は 75 分/週であった。



海路は0~10°Cの宅配便(クール便)を使用

図3 奄美 BR における ATR 搬送概略図

上段に空路、下段に海路の場合の概略図を示す。バリデーションにおいて空路、海路ともに ATR 庫内温度は、管理温度 (2~6°C) からの逸脱を認めなかった。



図4 ATRのパッキングと電源

A：オープントタイプ

搬送ラックにキャリングケースに入った ATR を入れたオープントタイプパッキング。奄美 BR 空路で用いた。

B：クローズドタイプ

吸排気用の窓をつけたパッキングボックスにキャリングケースに入った ATR を入れた、クローズドタイプパッキング。奄美 BR 海路で用いた。

C：クローズドパッキング内部

パッキングボックスに取められた ATR。

D：パッキングボックス内部

パッキングボックス内部には ATR を保護する緩衝材が入っている。

E：院内の ATR 設置環境

ATR を設置するスペースおよびコンセントが必要。設置場所付近で誤ってコンセントに人が接触しても抜けない工夫をした。

F：ATR 電源コード接続部

電源コード接続部が緩んでいる状態でバッテリーを外すと無電源状態になり、温度管理記録の欠損が生じる。

めに、稼働バッテリーと予備バッテリーを入れ替える作業が必要となった。

D-3：搬送の曜日・時間の決定と勤務時間の関係について

血液センターおよび大島病院の負荷を低減させるために ATR は平日定時内のやりとりを目指した。月曜日は国民の祝日が多く、また金曜日では遅延があった場合に到着が土曜日となってしまうため、発送日は月・金を除外した。残った中で変動に余力のある火曜日を ATR 発送日とした。

D-4：院内の ATR 設置環境の整備

ATR を 2 台設置する机上スペースと、院内自家発電機から電源供給が可能な非常用コンセント 2 口を確保した (図 4-E)。

E. 院内職員への対応

E-1：院内への周知

奄美 BR 開始 4 カ月前に講師を招き、輸血医療・奄美 BR についての講演会を開催した。輸血療法委員会と医局会で BR 開始の告知を行った。電子カルテで閲覧可能な院内在庫状況にも、BR 研究運用中告知の文章を掲示した。

E-2：輸血を日常業務としない検査技師への対応

大島病院の検査技師 15 名中 13 名 (87%) は輸血関連業務を専門としていない。輸血を専門としない検査技師に対する BR に関わる協力依頼内容は 1：夜間・休日における目視での ATR の温度確認実施 (3 回/日：始業前、終業時、20 時)。2：ATR 開封時の対応、であった。中央検査部内で、ATR 温度確認の実習を行った。

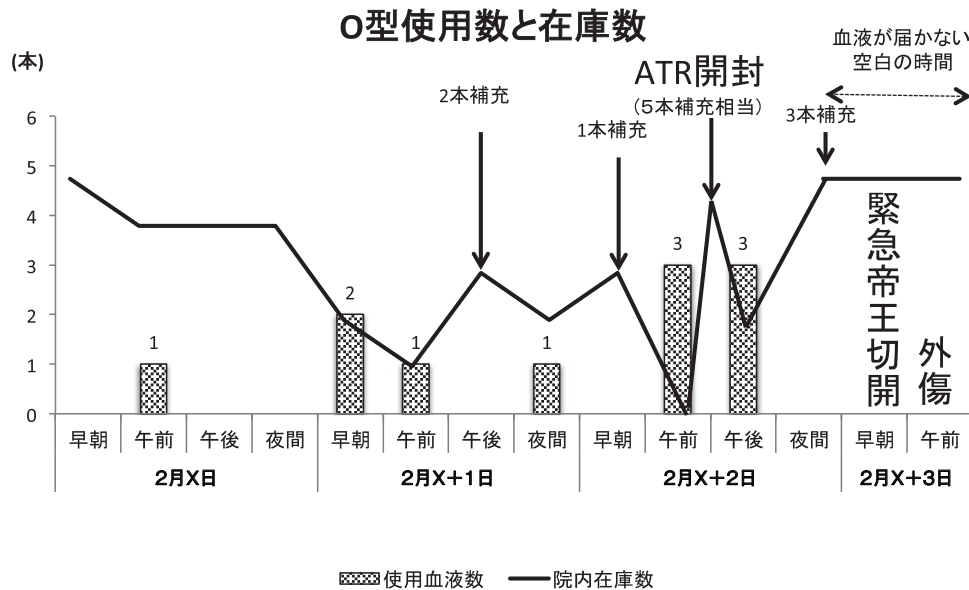


図5 輸血が続き院内在庫が尽きた場面で ATR を開封し、その後、血液搬送不可能な早朝に発生した緊急帝王切開と外傷に対して、奄美 BR が安心に寄与した時系列

O 型血使用本数増加が 2 月 X 日、X+1 日と続いていた。輸血検査技師は手術準備血の返却可能性も考慮し過剰在庫にならず、かつ院内在庫数がゼロにならないよう調整をしながら、血液センターに血液を発注していた。2 月 X+2 日にも血液使用が連続し、院内在庫数がゼロになってしまったため ATR を開封した。ATR 開封により ATR 内血液は院内在庫に組み入れられ、院内在庫数は即座に定数に復帰した。ATR がなければ 2 月 X+2 日午後に生じた 3 本の緊急輸血には応需できなかった。ATR 開封翌日の早朝に緊急帝王切開と外傷症例が発生した。両症例とも輸血はされなかったが、通常血液が届けられない空白の時間帯の症例であった。ATR がなければ少ない血液在庫のまま大量出血、輸血の可能性のある緊急帝王切開と外傷に直面せざるを得ない状況であった。

ATR 開封前後の状況を理解していた輸血検査技師曰く「ATR の存在意義を感じられる開封であった。」、緊急帝王切開と外傷に対応した麻酔科医曰く「BR が安心に寄与した症例」とのことであった。

奄美 BR 研究事業終了直前の事象であった。

F. ATR 開封について

研究期間中に ATR を開封したのは、計 4 回であった。開封後の BR 血は全て使用されたが、異型適合血輸血として使用された BR 血はなかった。

事例 1：交通外傷によりドクターヘリ搬送された患者に、RBC と FFP (異型適合血も含む) の輸血が続いた。院内在庫をすべて輸血しても止血を得られず不安定な状態が続いた。血液センターからの供給が実質的に不可能な夜間であったため、大量出血に備えて ATR を開封し、院内在庫としたが結果的には輸血に至らなかった。

事例 2：輸血が続き院内在庫が尽きた場面で ATR を開封し、その後、血液搬送が実質的に不可能な早朝に発生した緊急帝王切開と外傷に対して奄美 BR が安心に寄与した時系列を図 5 に示す。

G. 突発的事象への対応

G-1：搬送予定日時の変更

8 カ月の研究期間中に 35 回の ATR 搬送が行われ、7 回 (10%) で ATR 搬送予定日時の変更が生じた。変

更理由の内訳を表 2-1 に示す。

ATR 搬送予定日時変更の際には、事前に血液センターと連絡を取り決定した。

G-2：バッテリー充電の際に発生した問題

海路 BR 運用中、バッテリーを充電する際、電源コードの接続部 (図 4-F) の緩みに気付かず 2 個のバッテリーを同時に外したため、ATR が数秒間無電源状態となり、温度管理記録が一時停止した。BR 血の品質保証データの一部が欠損し連携 4 医療機関への再出庫は不可と判断された。大島病院での使用については問題ないと判断し、BR 血全てを院内在庫とし使用した。

H. 連携 4 医療機関における有害事象および奄美 BR の感想についての聞き取り調査

有害事象は発生しなかった。また、作業時間や労力の面についても大きな負担ではないとの回答を得た。

I. 血液センターへの聞き取り調査

使用する 3 台の ATR や、車両・航空機・船舶・タクシー等を用いた搬送についての各種のパリテーション (表 2-2)、関係する各業者への説明、悪天候時等不慮の

表2 奄美 BR における血液センターの主な作業

表2-1: 搬送予定日時変更の理由

台風による影響	3回
祝日による影響	1回
年末年始体制による影響	2回
航空トラブル (滑走路閉鎖) による影響	1回
合計 7回/8カ月	

8カ月の研究期間中に7回搬送予定日時変更が臨時になされた (0.9回/月)。7回中4回が台風、航空機等、離島に関わる事象であった (57%)。

表2-2: バリデーション

・恒温槽におけるバリデーション: 酷暑期, 厳寒期, クール便を想定し0℃および10℃で施行した。
・空路におけるバリデーション: ATRの所在確認, 輸送時間確認, バッテリーモードの検証, 12V車両と24V車両の電圧違いによるインバーターの故障対応, 現地タクシー業者への説明も行った。
・海路におけるバリデーション: クール便を用い, 搬送中はバッテリー駆動で施行した。空路BR実施と並行して施行した。

車両・航空機・船舶を用いた搬送であり, 多くの新規のバリデーションを要した。ATR3台のバリデーションについて, 外気温度を変更する等, 数パターンの確認に時間を要した。

表2-3: ATRの使用とBRに係る新たな作業

・BR血入出庫: 書類作成, 準備, 梱包, 出庫。
・返品再出庫: ATRからのデータ抽出, 医薬品営業所管理者の確認, 書類作成, 準備, 梱包, 出庫。

通常の血液センター業務でない作業があった。

事態への対応(表2-1), ATRの使用に係る梱包や記録の抽出・保管手順の作成などを, 定められた研究期間内で日常業務を遂行しつつ実施しなければならず, 職員には相応の負担があった(表2-3)。

考 察

本研究の限界として奄美 BR が研究事業であったということが挙げられる。日本赤十字社では原則として, 「返品再出庫を禁止している」が, 「ATRを用いることにより品質を保証することで血液の返品再出庫を行う運用」を例外的に小笠原では実運用として行っている。今回の運用は例外的に認められた研究事業であり, 血液センターの通常の供給体制ではないことも血液センターの負担が大きくなった理由のひとつであろう。一方, 2018年度迄で備蓄医療機関が廃止され, 血液供給に困難を来すようになった医療機関が増加し, 日本全国から懸念の声が聞こえてくるのも事実である⁸⁾。BRは医薬品の適正使用(GDP)ガイドライン⁹⁾に沿っており, BRをはじめとして何らかの方策を用いることにより血液供給体制の改善を図る必要がある¹⁰⁾。

奄美 BR 実施の第一段階は, 連携医療機関, 血液センター, 行政組織が参画する合同輸血療法委員会の賛同, 主導であった。第二段階は, BR に対する日本赤十字社

の許諾・協力に加え, 奄美 BR 実行には血液センターの労を惜しまぬ協力が不可欠であった。

奄美大島は離島であり, 離島故の血液製剤供給の困窮, 人的・物的医療資源・天候の困難に常時直面している¹¹⁾¹²⁾。研究期間中に ATR を開封した4回中3回は緊急輸血に関する事象であり, 血液センターからの血液供給が困難な夜間もしくは血液センターからの配送を待つ時間的余裕がない状況であった。このことから, BRは大島病院の輸血医療に大きな貢献を果たしたと言える。

奄美 BR は, 患者の安全な輸血医療に貢献しただけでなく, 使用可能な血液製剤に常に余裕を持たせることができ, 大島病院の救急医療に従事する検査技師や医師の安心に大きく寄与した。

結 語

輸血検査技師の現場視点における, 奄美 BR 確立経過を示した。奄美 BR は大島病院の輸血医療に貢献し, 今回の BR の構築・維持には血液センターの協力が不可欠であった。

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: 空港内貨物施設での ATR 電源供給を許諾し協力していただいた日本航空および宅配便による ATR 搬送に御協力いただいたヤマト運輸に深謝致します。

本研究は, 平成30年度厚生労働科学研究補助金 医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス政策研究事業「地域における包括的な輸血管理体制構築に関する研究班」(助成番号17936085)の費用を用いて実施した。

令和元年12月1日以後の空路および海路搬送については「令和元年度血液製剤使用適正化方策調査研究事業」の費用を用いて実施した。

文 献

- 1) 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.
- 2) 清武貴子, 吉國謙一郎, 原 純, 他: 奄美大島の救命救急センターを保有する中核医療機関における院内血(生血)輸血実施状況について. 日本輸血細胞治療学会雑誌, 66: 13—18, 2020.
- 3) 原 純, 清武貴子, 大木 浩: 供血者側からみた奄美大島における院内血(生血)輸血. 日本輸血細胞治療学会誌, 66: 48—53, 2020.
- 4) 北田幸治, 小野寺秀一, 栗原勝彦, 他: 血液搬送装置 ATR 700 で船舶搬送された赤血球製剤の品質. 血液事業, 38: 785—787, 2016.

- 5) 飴谷利江子, 北田幸治, 佐藤周平, 他: 離島(小笠原諸島)への輸血用血液製剤の供給—新たな血液搬送機材の開発. 血液事業, 38: 33—37, 2015.
- 6) 大木 浩, 古川良尚, 竹原哲彦, 他: 奄美ブラッドローテーション: 離島の中核病院における血液製剤利用に対して複数の連携医療機関が支援を行う運用の研究. 日本輸血細胞治療学会誌, 67: 414—424, 2021.
- 7) 国土交通省: 航空機による爆発物等の輸送基準を定める告示, 平成 31 年 1 月 1 日適用.
<https://www.mlit.go.jp/common/001110763.pdf> (2020 年 6 月現在).
- 8) 西日本新聞ホームページ 2019 年 7 月 22 日医療面: 「出産時にリスク」懸念の声 輸血用血液製剤 中核病院での備蓄制度廃止 九州の診療所 輸血まで長時間も 日赤「安定供給に尽力」.
<https://www.nishinippon.co.jp/item/n/528797/> (2020 年 10 月現在).
- 9) 厚生労働省ホームページ: 医薬品の適正流通 (GDP) ガイドライン.
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000466215.pdf> (2020 年 10 月現在).
- 10) 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.
- 11) 小代正隆: 奄美大島群島の救急医療体制の充実強化. 全国自治体病院協議会雑誌, 50: 892—898, 2011.
- 12) 大木 浩: 南の島での手術室運営は天候, 資源, 距離の因子によって左右される. 手術医学, 38: 321—324, 2017.

THE PROCESS AND CHALLENGES OF ESTABLISHING “AMAMI BLOOD ROTATION” FROM THE PERSPECTIVE OF PRACTICING BLOOD TRANSFUSION INSPECTION TECHNICIANS

Takako Kiyotake¹⁾, Hirotaka Sonoda¹⁾, Hideto Nakano¹⁾, Hiroshi Oki¹⁾⁶⁾, Hiroyuki Mougi²⁾, Yoshihide Hokamuro²⁾, Tamaka Miyamoto²⁾, Yasue Haraguchi²⁾, Tsuyoshi Kojo²⁾, Natsuki Eguchi²⁾, Saori Oku³⁾, Chinami Mori⁴⁾, Ayano Nakashima⁵⁾, Yuuki Fujiyama⁵⁾, Akihiko Takehara⁶⁾⁷⁾, Yoshitaka Furukawa²⁾⁶⁾ and Asashi Tanaka⁸⁾

¹⁾Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

²⁾Kagoshima University Hospital

³⁾Kagoshima City Hospital

⁴⁾National Hospital Organization Kagoshima Medical Center

⁵⁾Imamura General Hospital

⁶⁾Kagoshima Prefectural Joint Committee of Blood Transfusion Therapy

⁷⁾Japanese Red Cross Kagoshima Blood Center

⁸⁾Tokyo Medical University Hachioji Medical Center

Keywords:

Return and re-delivery of blood (Blood Rotation), active transport refrigerator (ATR), transport pathways, power supply, blood center