

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

大木 浩¹⁾ 古川 良尚²⁾ 竹原 哲彦³⁾ 西迫 裕昭³⁾ 宮下幸一郎³⁾
 寺野 玉枝³⁾ 花牟禮 豊⁴⁾ 奥 沙織⁴⁾ 大塚 真紀⁵⁾ 森 千奈美⁵⁾
 宮園 卓宜⁶⁾ 藤山 祐輝⁶⁾ 中島 彩乃⁶⁾ 原口 安江²⁾ 原 純¹⁾
 清武 貴子¹⁾ 園田 大敬¹⁾ 中野 秀人¹⁾ 義永 文一⁷⁾ 田中 朝志⁸⁾

2018年3月末で奄美大島における血液供給業務委託が廃止され、島内の血液廃棄率が上昇した。「奄美ブラッドローテーション (BR)」は鹿児島県内で血液使用量の多い本土の連携4医療機関、鹿児島県赤十字血液センターおよび鹿児島県立大島病院との間で、血液搬送冷蔵庫 (ATR) を用いて血液の品質を保証することで血液の返品再出庫を可能とし、廃棄血を少なくする取り組みである。2単位O型赤血球製剤5本入りのATRが、1週間に1回血液センターから出庫され、大島病院で使用されなかったATR内血液は返品され連携4医療機関に再出庫される。今回我々が奄美BRで得られた結果について検討した。

BR開始後、大島病院のO型赤血球廃棄率は31.3%から3.7%に低下した。連携4医療機関へ再出庫された血液の廃棄率は0%で、非BR赤血球廃棄率はBR開始前が0.12%、開始後が0.9%であった。初期導入費用は約170万円、1回のBR往復搬送費は空路で2.8万円、海路で0.3万円であった。

奄美BRは安全・安心を担保しながら大島病院のO型赤血球廃棄率を低下させた。連携4医療機関においてBR血の廃棄はなかった。

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)、血液供給業務委託、血液廃棄率、離島

はじめに

鹿児島県立大島病院 (以下、大島病院) は奄美群島の基幹病院である。救命救急センターの開設や奄美ドクターヘリ運行開始の影響もあり、2017年度の大島病院における血液需要は、前年度より増加した一方で、2018年4月から離島である奄美大島の血液供給業務委託所 (以下、血液供給拠点) は廃止された。廃止に伴い院内在庫血の運用を開始した結果、大島病院の赤血球製剤廃棄率は廃止前の1.1%から廃止後は14.1%に上昇した¹⁾。

2019年7月より、鹿児島県合同輸血療法委員会を主

体として、日本で最大規模の「奄美ブラッドローテーション (以下、奄美BR)」研究事業が開始された。奄美BRは、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」, 「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」として行われ、鹿児島県内で血液使用量が多い本土の連携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)、鹿児島県赤十字血液センター (以下、血液センター) および大島病院との間で、血液搬送冷蔵庫 (Active Transport Refrigerator, 以下、ATR) を用いて血液の品質を

- 1) 鹿児島県立大島病院
- 2) 鹿児島大学病院
- 3) 鹿児島県赤十字血液センター
- 4) 鹿児島市立病院
- 5) 鹿児島医療センター
- 6) 今村総合病院
- 7) 鹿児島県くらし保健福祉部
- 8) 東京医科大学八王子医療センター

〔受付日：2020年9月26日、受理日：2021年2月4日〕

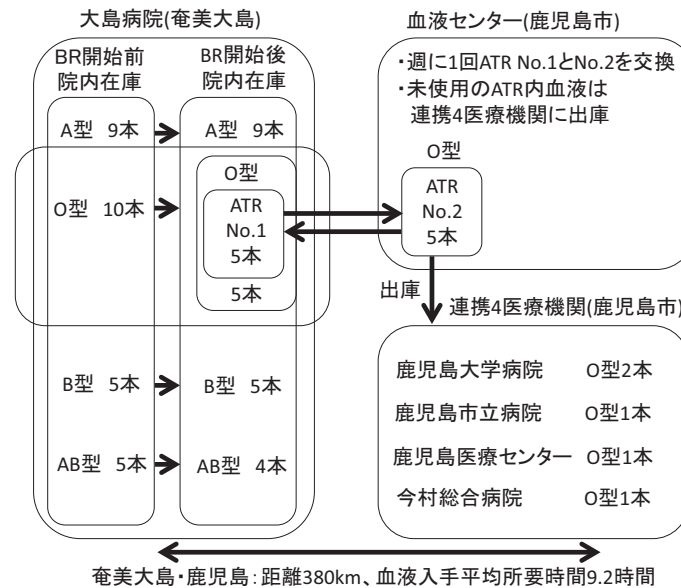


図1 奄美 BR 概略図

2単位 O型赤血球製剤 5本入の ATR が、1週間に1回血液センターから大島病院に出庫される。大島病院で使用されなかった場合の ATR 内血液 (BR 血) は返品・再出庫され連携 4 医療機関で使用される。

保証することで血液の返品再出庫を可能とし、廃棄血を少なくする取り組みである。2単位 O 型赤血球製剤 5 本入りの ATR が、1週間に1回血液センターから出庫される。大島病院で ATR が開封された場合すべて取り出し(一括取り出し方式)、その ATR 内血液(以下、ATR 血)は大島病院の院内在庫血として使用される。大島病院で開封されなかった場合の ATR 内血液(以下、BR 血)は返品・再出庫され連携 4 医療機関で使用される(図 1)。本研究は「ATR による O 型院内在庫数減数」に加えて「異型適合血輸血を誘導することによる他血液型院内在庫数減数」によって血液の安定供給を目指したモデルである。今回我々が奄美 BR で得られた結果について報告する。

対象と方法

奄美 BR 関係機関を対象として、「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」および鹿児島県合同輸血療法委員会を通じて得られたデータを用いて調査した。

調査項目は以下の 7 項目とした。1. BR 開始前後の大島病院血液廃棄率の推移。2. 大島病院における ATR 血使用状況。3. 連携 4 医療機関の BR 血廃棄率、BR 血使用までの日数、および非 BR 血廃棄率推移。4. 必要物品、初期導入費用、搬送費用、維持費用。5. 他地域の BR との比較。6. 奄美 BR に対する地域の想い。7. AB 型適正在庫数の検討。

調査項目 2 の調査期間は BR 施行中(後述の C-1 期、C-2 期、C-3 期)とした(表 1)。

調査項目 6「奄美 BR に対する地域の意見」については奄美市・龍郷町・大和村・宇検村・瀬戸内町の奄美大島各市町村長、各市町村保健福祉担当部署から直接意見を聴取した。

調査項目 7 については、AB 型在庫数が過多であるため、もしくは使用単位数が少なく適正在庫でないために廃棄率が高いのではないかという懸念を検討するために、2019 年 8 月から 2020 年 2 月まで、各月の AB 型院内在庫単位数/使用単位数比と廃棄率を求め、散布図を作成した。在庫単位数が過剰であっても、また使用単位数が少なくてもその比は大きくなり、適正在庫数からは離れると考えられるので、横軸に AB 型院内在庫単位数/使用単位数比を、縦軸に廃棄率をおいた。得られた散布図から回帰直線を求め、回帰直線と過去の大島病院の AB 型血液使用実績に基づき院内在庫単位数と使用単位数を変数としたシミュレーションを行った。

調査期間：2015 年から 2020 年 2 月までを次の A、B、C の 3 期に分けた。

A 期：2015 年を A-1 期、2016 年を A-2 期、2017 年を A-3 期、2018 年 1 月から 3 月までを A-4 期とした。A 期では、血液は血液供給拠点(卸売販売業者)に注文され、納品されていた。大島病院は院内在庫血を持たなかった。

表1 A期, B期, C期の調査期間の特徴

A期は血液供給拠点廃止前の期間を示す。血液供給拠点廃止直前(A-3期)の大島病院血液廃棄率は1.6%と低値であった。B期は血液供給拠点が廃止されてからBRが開始になるまでの期間を示す。院内在庫はA:O:B:AB型がそれぞれ9:10:5:5本(2単位製剤)であった。B期は院内在庫を置かざるを得なくなったことと血液使用数の変動に影響され、高い廃棄率となった。C期は血液供給拠点が廃止されBRを施行されている期間を示す。C期においてBRを施行しつつ院内在庫の減数を施行した。C-1期の院内在庫はAB型を1本減数しA:O:B:AB型をそれぞれ9:10:5:4本とした。C-2期の院内在庫はB型を1本減数しA:O:B:AB型がそれぞれ9:10:4:4本とした。C-3期の院内在庫はAB型を1本減数しA:O:B:AB型をそれぞれ9:10:4:3本とした。BR開始に伴いC-1期, C-2期の廃棄率は低下した。C-3期は各血液型とも使用数が減少したためC-1期, C-2期に比べ廃棄率が上昇した。O型以外のC-3期は血液供給拠がないB-2期と同様の廃棄率であった。O型のみはB-2期より廃棄率が低下しており、BRの効果と考えられた。

分類	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	C-1	C-2	C-3
期間	2015年 1月から 12月	2016年 1月から 12月	2017年 1月から 12月	2018年 1月から 3月	2018年 4月から 3月	2019年 4月から 7月17日	2019年 7月18日 から10月	2019年 11月から 1月	2020年 2月
状況	血液供給 拠点あり	血液供給 拠点あり	血液供給 拠点あり	血液供給 拠点あり	血液供給 拠点なし	血液供給 拠点なし	BR施行	BR施行	BR施行
院内在庫本数 A:O:B:AB	0	0	0	0	9:10:5:5	9:10:5:5	9:10:5:4	9:10:4:4	9:10:4:3
A型実施単位数	528	706	784	150	634	114	204	128	32
O型実施単位数	524	348	722	148	628	110	120	130	62
B型実施単位数	398	464	522	106	268	68	84	68	20
AB型実施単位数	84	122	120	26	206	34	44	40	8
合計実施単位数	1,534	1,640	2,148	430	1,736	326	452	366	122
A型廃棄単位数	6	2	16	0	76	24	10	10	8
O型廃棄単位数	6	16	6	0	88	50	6	2	4
B型廃棄単位数	0	0	2	0	78	30	8	4	10
AB型廃棄単位数	10	4	10	0	114	46	16	14	10
合計廃棄単位数	22	22	34	0	356	150	40	30	32
合計購入単位数	1,556	1,662	2,182	430	2,092	476	492	396	154
A型廃棄率(%)	1.1	0.3	2.0	0.0	10.7	17.4	4.7	7.2	20.0
O型廃棄率(%)	1.1	4.4	0.8	0.0	12.3	31.3	4.8	1.5	6.1
B型廃棄率(%)	0.0	0.0	0.4	0.0	22.5	30.6	8.7	5.6	33.3
AB型廃棄率(%)	10.6	3.2	7.7	0.0	35.6	57.5	26.7	25.9	55.6
全血液型廃棄率(%)	1.4	1.3	1.6	0.0	17.0	31.5	8.1	7.6	20.8
各期間内月数	12	12	12	3	12	3.5	3.5	3	1
A型実施単位数/月	44.0	58.8	65.3	50.0	52.8	32.6	58.3	42.7	32.0
O型実施単位数/月	43.7	29.0	60.2	49.3	52.3	31.4	34.3	43.3	62.0
B型実施単位数/月	33.2	38.7	43.5	35.3	22.3	19.4	24.0	22.7	20.0
AB型実施単位数/月	7.0	10.2	10.0	8.7	17.2	9.7	12.6	13.3	8.0
全血液型実施単位数/月	127.8	136.7	179.0	143.3	144.7	93.1	129.1	122.0	122.0
全血液型廃棄単位数/月	1.8	1.8	2.8	0.0	29.7	42.9	11.4	10.0	32.0

B期:血液供給拠点廃止後の2018年4月から2019年3月までをB-1期,2019年4月からBR開始前の2019年7月17日までをB-2期とした。B期では、県本土の血液センターから航空便での直送体制となったが、血液が到着するまで最短でも5時間以上を必要とするため、大島病院では院内在庫血を持つようになった。

C期:BR施行期間の2019年7月18日から2020年2月とした。奄美BRは2019年7月9日に最初のATRが大島病院に到着し2020年2月29日まで施行された。BRを開始した7月9日以前に納入された血液製剤の有効期限切れの影響を除くために、本検討では7月17日まではBR開始前に組み入れ、7月18日以降をBR開始後に組み入れた。

院内在庫の減数:BR開始前の院内在庫本数は2単位製剤でA型:O型:B型:AB型が9本:10本:5本:5本であった。廃止前の血液供給拠点在庫本数,大島病院血液使用数の推移および廃止に伴う医療偏在予測(輸血医療の8割を占めていた島内2医療機関に残りの2割も集中すると予想された)を勘案した上で、当初の院内在庫本数は決定された。BR開始後に院内在庫を減数することにより,BRによる廃棄率低下効果と院内在庫減数による廃棄率低下効果を観察した。院内在庫の減数はC期間中に3回行った。

C-1期:2019年7月9日よりAB型を5本から4本に減数しA型:O型:B型:AB型を9本:10本:5本:4本とした。

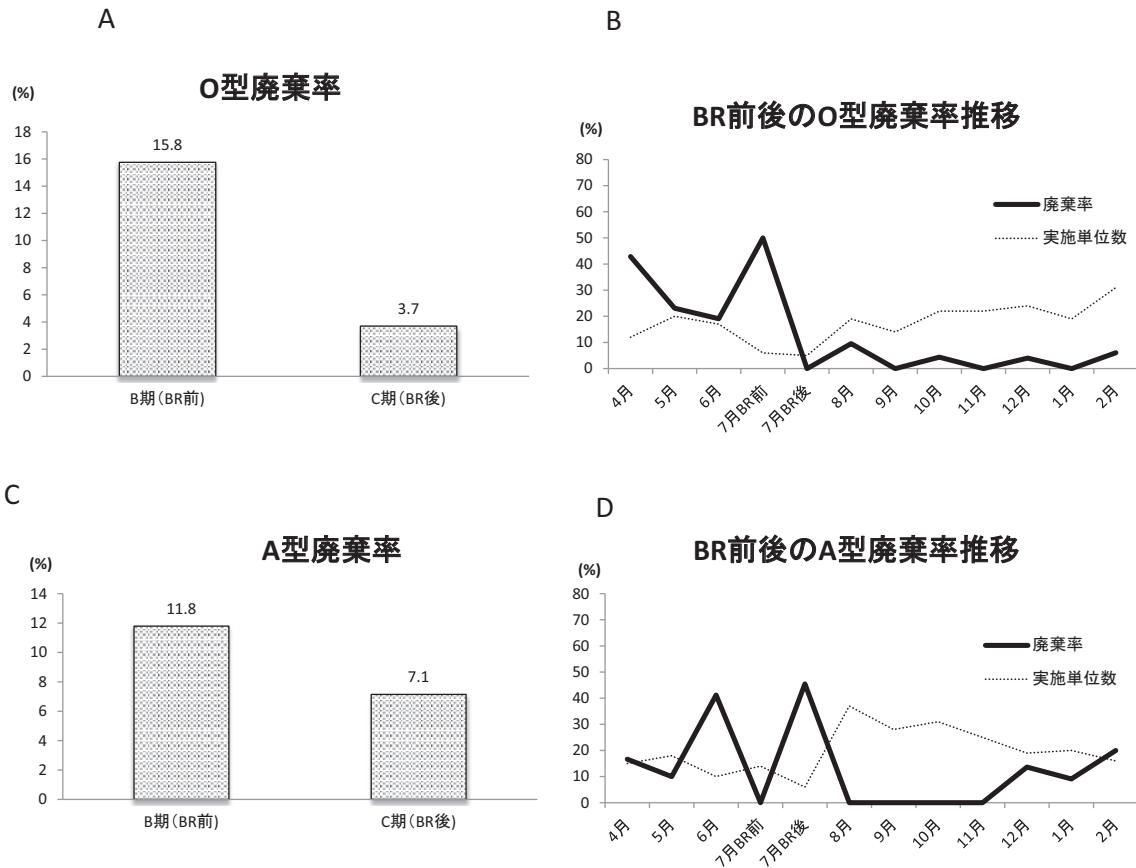


図2 O型, A型のBR前後の廃棄率と推移

A: O型のBR前後廃棄率は15.8% (B-1, B-2) から3.7% (C-1, C-2, C-3) に低下した。
 B: O型のBR後廃棄率は低い値で推移した。
 C: A型のBR前後廃棄率は11.8% (B-1, B-2) から7.1% (C-1, C-2, C-3) に低下した。
 D: A型のBR前後廃棄率は概ね低く保たれた。

C-2期: 2019年11月1日よりB型を5本から4本に減数しA型:O型:B型:AB型を9本:10本:4本:4本とした。

C-3期: 2020年2月1日よりAB型を4本から3本に減数しA型:O型:B型:AB型を9本:10本:4本:3本とした(表1)。C期でのO型血院内在庫数はATR内の5本を含めて、計10本としている。

本研究は、鹿児島県立大島病院、鹿児島大学病院、鹿児島市立病院、鹿児島医療センター、今村総合病院の倫理審査委員会の承認を得て行った。

結 果

A期, B期, C期の調査期間の特徴・使用単位数・廃棄率について示す(表1)。

1. BR開始前後の大島病院血液廃棄率の推移

B-2期のO型赤血球廃棄率は31.3%であったが、C-1期には4.8%に低下した。O型廃棄率はB期では15.8%、C期では3.7%であった(図2-A)。BR開始後は低い廃棄率が保たれた(図2-B, 表1)。A型およびB型の赤

血球廃棄率を図に示す(図2-C, 図2-D, 図3-A, 図3-B)。

AB型赤血球廃棄率はB期では40.0%、C期では30.3%であった(図3-C)。使用単位数増減により廃棄率に著しい変動を認めた(図3-D, 表1)。AB型赤血球の院内在庫数をB期(5本)、C-1, C-2期(4本)、C-3期(3本)と減数を行うに伴い、AB型廃棄率はそれぞれ40.0%、26.3%、55.6%と変化した。

赤血球製剤全体としての廃棄率はBR開始前のB期での19.7%から開始後のC期では9.8%と低下したものの、血液供給拠点廃止前のA期に比べてはるかに高い廃棄率であった(図4-A, 4-B)。各血液型ともBR開始前のB期と比較して開始後のC期では廃棄率が低下していた(図4-C)。

2. 大島病院におけるATR血使用状況

研究期間中33週間で合計35回のATRが搬送された。4回ATRの開封が行われ、取り出された20本のO型血は全て使用された。ATR血使用までの日数は、最短0日、最長9日、平均2.7日であった。ヒストグラム

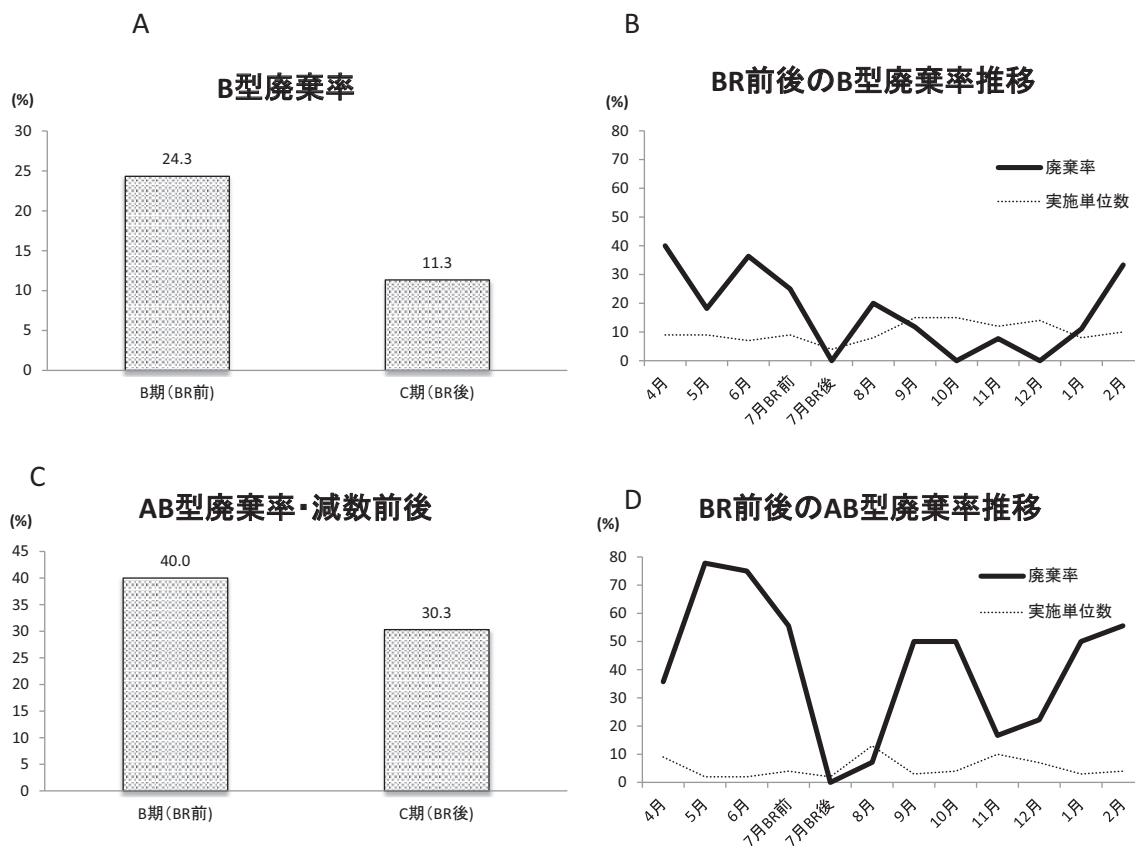


図3 B型, AB型のBR前後の廃棄率と推移

- A: B型のBR前後廃棄率は24.3% (B-1, B-2) から11.3% (C-1, C-2, C-3) に低下した。
 B: B型のBR前後廃棄率は使用単位数の多寡により変動を認めた。
 C: AB型のBR前後廃棄率は40.0% (B-1, B-2) から30.3% (C-1, C-2, C-3) に低下した。
 D: AB型のBR前後廃棄率は使用単位数増減により著しい変動を認めた。

を示す (図4-D)。

3. 連携4医療機関のBR血廃棄率, BR血使用までの日数, および非BR血廃棄率推移

連携4医療機関のBR血廃棄率は0%であった。BR血到着から使用までの日数の最頻値は0日もしくは1日であった。ヒストグラムを示す (図5)。O型かつ非BR血廃棄率は0%から0.8%でBR開始前と差を認めなかった。

4. 必要物品, 初期導入費用, 搬送費用, 維持費用
予備機を含めて3台のATRおよび付属品が必要であった。初期導入費用と維持費用を表2に示す。

5. 他地域のBRとの比較

2014年12月に小笠原でBR試行運用が開始され, 2018年9月から実運用が開始された。その後様々な困難な状況を抱える場面でBRが行われていた (表3)。

6. 奄美BRに対する地域の想い

BR開始6カ月後, 奄美大島の5市町村の首長および各市町村保健担当者から奄美BRについて意見聴取した。どの首長や担当者も廃棄血金額の多寡よりも「市町村が献血で協力した善意の血液が捨てられてしまうのは

いかがなものか」, 「我々が一生懸命に献血に協力しているのだから, 血液を無駄にしない方策について賛成しない理由がない」という意見が得られ, 供給体制改善の一案として, 奄美5市町村からBRが支持されていた。

7. AB型適正在庫数の検討

AB型を2本しか使用しなかったにもかかわらず廃棄本数が0であったBR開始直後の7月は除外した。2019年8月から2020年2月までの各月のAB型使用単位数と廃棄率の相関および回帰直線を図6-Aに, AB型院内在庫単位数/使用単位数比と廃棄率を図6-Bに示す。使用単位数減少に伴い廃棄率の上昇を認めた。また, 院内在庫単位数/使用単位数比の増加に伴って廃棄率が上昇していた。AB型院内在庫数を現在の3本から2本, 1本と減数した場合と月間AB型使用本数を5本から1本まで変化させた場合について, 前述の回帰直線を用いてシミュレートした (図7-A)。シミュレーションの結果, 院内在庫本数を3本, 2本, 1本と減数すると廃棄率は27.5%, 19.6%, 11.8% (いずれも月間使用数5本の場合) と低下した。

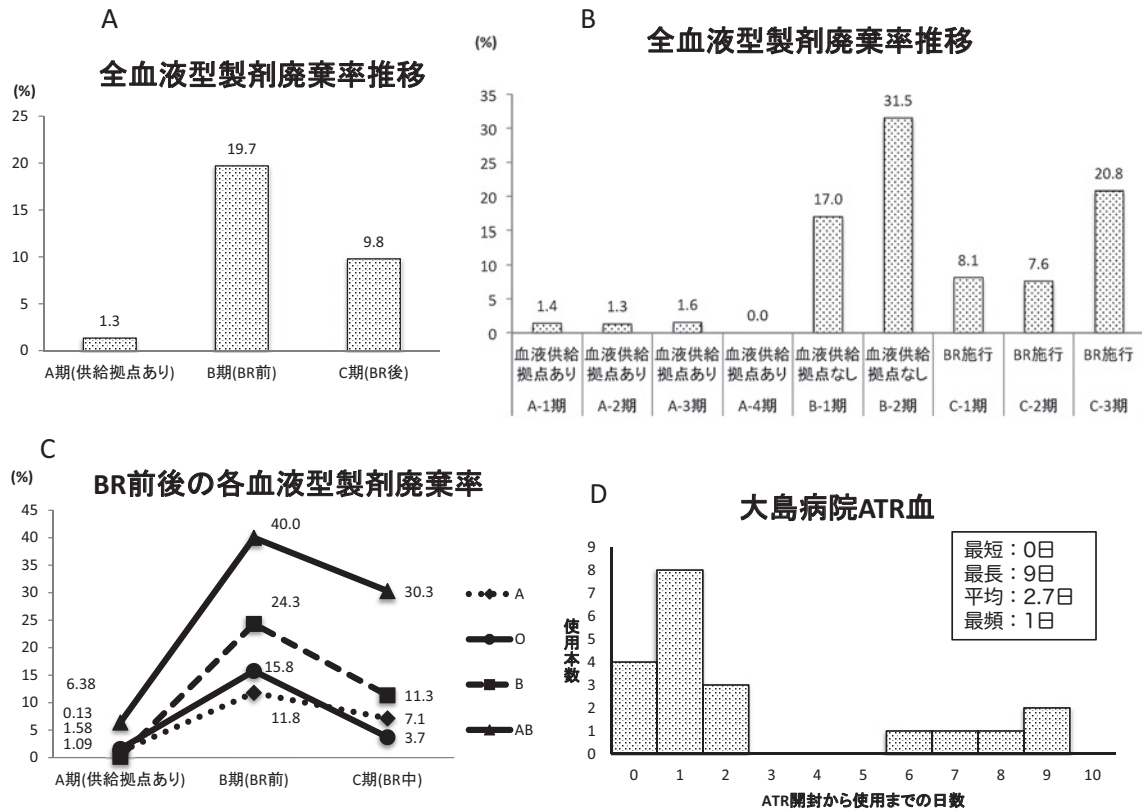


図4 全血液型廃棄率推移と個々の血液型廃棄率推移および大島病院 ATR 血使用
 A：BR 開始後の全血液型廃棄率は BR 開始前に比較して 19.7% から 9.8% に低下した。
 B：BR 開始後の全血液型廃棄率には変動が認められた。BR 開始後（C-1、C-2）の廃棄率は BR 前と比較すると低下していたが C-3 期で上昇していた。図 2-B、図 2-D、図 3-B、図 3-D の 2 月における廃棄率の上昇が原因と考えられる。
 C：すべての血液型において BR 後廃棄率は低下した。
 D：大島病院では研究期間中 33 週間で合計 35 回の ATR が搬送された。4 回 ATR の開封が行われ、取り出された 20 本の O 型血は全て使用された。ATR 血使用までの日数は最短 0 日、最長 9 日、平均 2.7 日であった。

考 察

奄美 BR による血液廃棄率の低下と安心への寄与

奄美 BR において大島病院で開封された ATR 血は全て利用され、開封されなかった ATR 内血液は連携 4 医療機関で BR 血として全て利用された。大島病院の血液廃棄率は全ての血液型において低下し、連携 4 医療機関において血液廃棄率の上昇はなかった。研究期間中に異型適合血輸血要請は 5 件(7.9 件/年)あり、そのうちの 3 件(4.7 件/年)で異型適合血輸血が実施された(カッコ内は年換算)。院内血(生血)要請は研究期間中に 1 件(1.6 件/年)あったが、患者の病態変化のため供血者からの準備のみで終わった。異型適合血輸血については院内在庫血で対応できたため、ATR 内血液を使った事例はなかったものの、「BR は医療従事者の安心に寄与した」と言える²⁾。調査項目 1, 2, 3 から、奄美 BR は血液廃棄率の低下と安心へ寄与したことが明らかになった。BR 前後の各月の O 型廃棄率と在庫単位数/使用単位数比グラフ(図 6-C)は、奄美大島の血液供給

拠点廃止前後の各月の廃棄率と在庫単位数/使用単位数比描画(図 6-D)¹⁾に類似している。奄美 BR は安心に寄与しただけでなく O 型血液有効利用の観点において、血液供給拠点と類似の役割を担ったことが推定される。BR 開始は「輸血医療向上に対して自分たちに何ができるのか」という気づきのきっかけとなった。BR 開始による副次効果および大島病院輸血医療の取り組みを図 7-B に示す。

奄美 BR の施行に伴い増加した負担と「血液の返品再出庫」等

ATR 購入費用や搬送費用等の経済的負担について示す(表 2)。BR は調査項目 6 に示すように善意を無駄にしないという民意に添うものでもある。一方、奄美 BR に対する人的資源負荷において連携 4 医療機関、大島病院のそれに比較して、血液センターの人的資源負荷は多大なものがあつた²⁾。現在日本赤十字社では、血液の品質保証の見地より、原則として「返品再出庫は行わない」こととしているが、「ATR を用いることによ

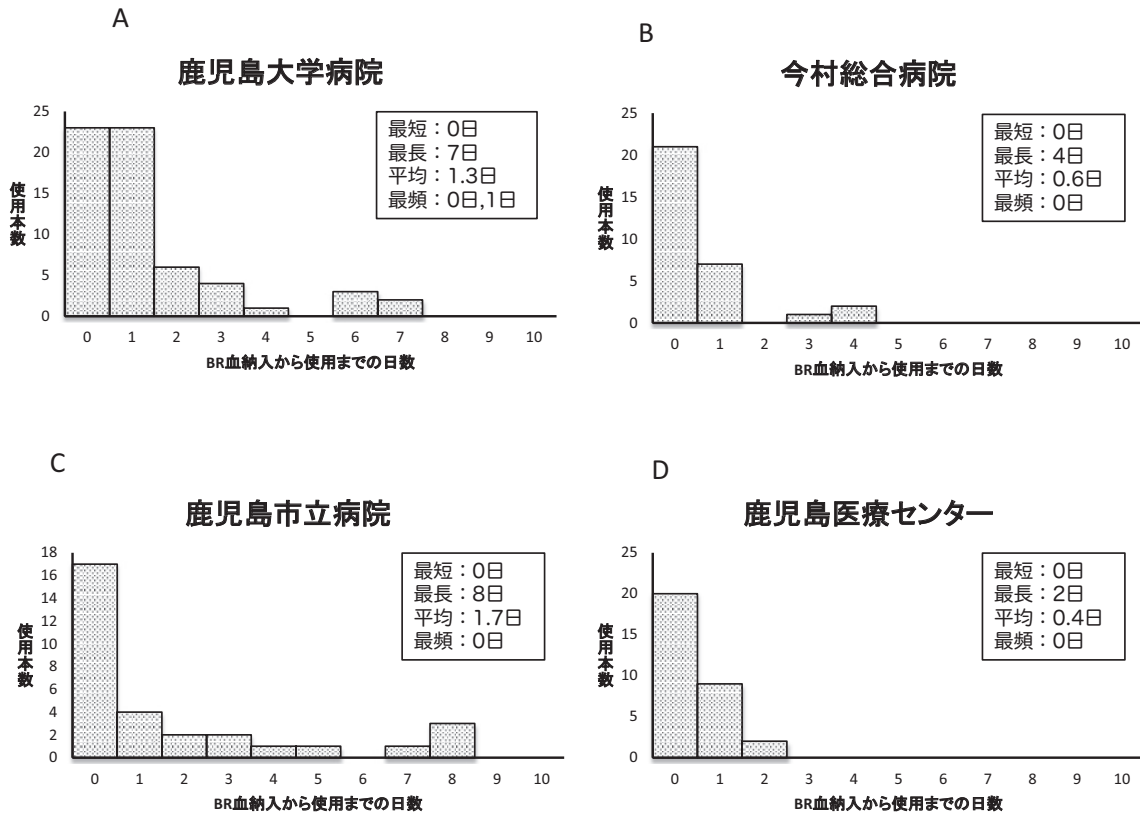


図5 連携4医療機関におけるBR血使用状況

連携4医療機関のBR血廃棄率は0%であった。BR血到着から使用までの日数の最頻値は0日もしくは1日であった。BR血納入から使用までの日数を示したヒストグラムの型は施設により異なっていたことから、再出庫時に望まれる有効期限の残日数も施設によって異なると思われた。奄美BRでは使用までの日数は最大8日であった。

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。医薬品の適正流通（GDP）ガイドライン³⁾では、「販売された医薬品は原則販売可能在庫に戻すことはできない。」としているが、「ただし、全期間にわたって承認された保管条件の下にあったことを示す文書化された証拠が存在する場合はこの限りではない」としている通り、返品再出庫自体を否定しているものではない。今後、小笠原に続くBRの導入に向けては、血液センターの人的資源負荷増大への対策も踏まえた供給体制構築が重要である。

他地域BRとの比較

BRが施行された4カ所の地域・9件中8件のBR対象医療機関は離島に位置していた⁴⁾⁵⁾。連携医療施設数および連携医療施設合計病床数の多寡および病床数/BR本数がBR血廃棄に影響を与える可能性については、今後の検討を要する（表3）。

AB型適正在庫数の検討

更なる廃棄率低下が求められるならば最も廃棄率の高いAB型（図3-C, 3-D）の減数が効果的であろう。緊急時の異型適合血輸血については院内の強い総意が

得られているものの、平時の異型適合血輸血を日常的に行うことには院内からも異論がある。

院内在庫数と廃棄率は密接な関係にあるが（図6-A, 6-B）、院内在庫数を1本にしても廃棄率が10%を下回ることができないシミュレーション結果が得られた（図7-A）。

AB型廃棄率を10%以下に低下させるには院内在庫数を0にする必要があるが、血液入手に平均9時間以上を要する孤島の医療機関において10%は非現実的な目標となる。離島へき地医療機関への血液供給体制支援が、血液有効利用の観点からも重要であることが伺えるシミュレーション結果となった。

本研究の限界と離島の血液供給体制の問題点

研究期間が8カ月であり、外科系輸血が多く（図7-C）、年間を通した離島の気象変動に対するBR効果や元々使用量が少なく血液需給の変動が大きいAB型やB型に対するBRの緩衝効果を評価するには期間が十分でなかった。ATRから必要な本数だけ1本ずつ取り出す「個別取り出し方式」でなく5本全てを取り出す「一括取り出し方式」を採用せざるを得なかったことも本研究の限界である。

表2 ATR 初期導入費用, 維持費用, 保守費用, 搬送費用

試算では ATR3 台で年間約 170 万円を必要とした。(本研究において ATR は東京都赤十字血液センターから無償で借用した。) 片道 ATR 搬送費用は空路で 14,030 円, 海路で 1,540 円を要した。

(1) ATR 機器 3 台分・初期導入費用

品名	内容	単価(税10%込)	台数	金額(円)
1) 血液搬送装置	ATR700-RC05 (航空機積載対応)	495,000	3	1,485,000
2) カーインバーター	LST 12V24V 車通用インバーター (正弦波仕様)	3,000	3	9,000
3) 搬送ラック	30l 折りたたみコンテナ	1,800	3	5,400
4) キャリングバック	CB01C-B	20,900	3	62,700
合計				1,562,100

(2) ATR1 台あたりの維持費用 (電気代)

項目	内容	年間消費電力 (Wh)	電気代 円/年	条件
1) 血液搬送装置	温度条件: 庫内 4℃/外気 25℃ 8.5W/時間×24 時間×365 日	74,460	1,862	・1 台の ATR を 1 週間毎に搬送させる ・ ATR は保冷運転を継続する ・ 2 個の電池を充電器で充電する
2) 電池充電	2 個の電池を 1 週間に 1 回充電 8.4V*1A*8 時間×2*52 週/年	6,989	175	
3) 初期冷却	予備機を週 1 回稼働 50W/時間×2 時間×52 週/年	5,200	130	
合計		86,649	1,993	*電力料金 25 円/KWh で計算

(3) ATR3 台分・保守点検費用

項目	内容	単価(税10%込)	台数	円/年	備考
1) 保守点検	温度バリデーション	39,550	3	118,650	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	11,000	1	11,000	ATR3 台で証明書 1 通
合計				129,650	

(4) 空路・海路の概略

	搬送費用 (片道・円)	所要時間 (時間)	搬送に関わる手段
奄美・空路	14,030	7.1	航空貨物 (トラック + 航空機) + タクシー
奄美・海路	1,540	22.9	クール宅配便

表3 他地域 BR との比較

2014 年 12 月に小笠原で BR 試験運用が開始され, 2018 年 9 月から実運用が開始された。「連携施設合計病床数/BR 本数」を大きくし BR 廃棄血を減少させるため, 奄美 BR の連携先は 4 医療機関, 合計 2,049 病床とした。

	奄美 (空路)	奄美 (海路)	小笠原 (父島)	小笠原 (母島一次)	小笠原 (母島二次)	長崎 一次研究	長崎 二次研究	長崎 三次研究	茨城
ATR 内血液製剤	O 型	O 型	O 型	O 型	O 型	O 型	O 型	O 型	A, O, B 型
ATR 内本数 (本)	5	5	2	1	2	3	5	2	1
搬送手段	航空機	船舶	船舶	船舶	船舶	船舶	船舶	船舶	車両
2 点間距離 (km)	370	→	980	1,030	→	100	→	→	11
平均片道搬送時間 (時間)	7.1	22.9	25	30	→	20.8	→	→	1.3
往路 (時間)	6.2	23.5	25	29.5	→	16.5	→	→	1.3
復路 (時間)	8	22.3	25	30	→	25	→	→	1.3
BR 施設	総合病院 350 床	→	診療所 9 床	診療所 4 床	→	総合病院 304 床	→	→	単科病院 30 床
連携医療施設数	4	4	1	1	2	1	1	1	1
連携施設合計病床数	2,049	→	765	1,264	2,198	862	→	→	800
連携施設合計病床数 /BR 本数	410	→	383	1,264	1,099	287.3	172.4	431	800
連携施設での廃棄 BR 血本数	0	0	0	1	0	0	2	0	0
運用開始	2019 年 7 月	2020 年 1 月	2014 年 12 月	2018 年 9 月	2020 年 3 月	2019 年 1 月	2019 年 2 月	2019 年 6 月	2019 年 11 月
運用形態	研究事業	研究事業	実運用	実運用	実運用	研究事業	研究事業	研究事業	研究事業

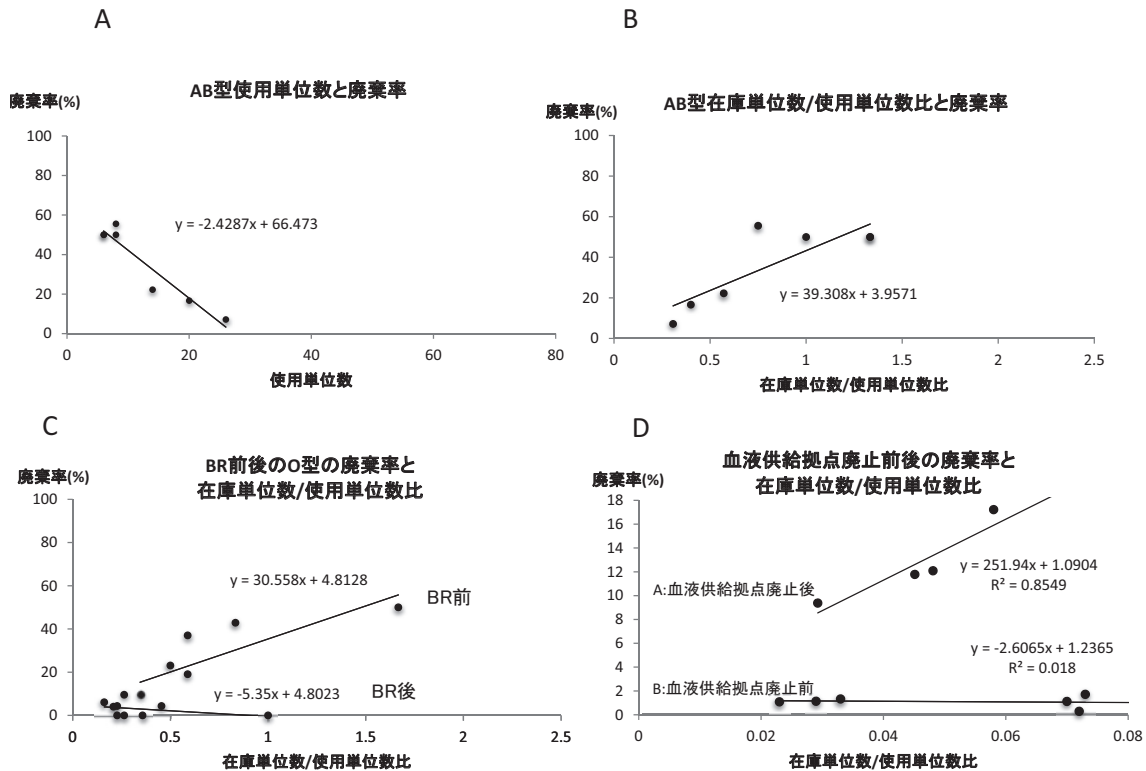


図6 在庫単位数/使用単位数比と廃棄率

A: 描画された点は各月のAB型使用単位数と廃棄率の関係を示す。使用単位数減少に伴って廃棄率は上昇した。

B: 描画された点は各月のAB型院内在庫単位数/使用単位数比と廃棄率の関係を示す。在庫単位数/使用単位数比の増加に伴って廃棄率は上昇した。

C: 描画された点は各月のBR前後のO型廃棄率と在庫単位数/使用単位数比の関係を示す。BR前と後では傾きの異なる回帰直線が得られた。

D: 血液供給拠点廃止前後の2015年から2018年における、大島病院とA病院の在庫単位数/使用単位数比と廃棄率を描画した。両院で奄美大島の2018年輸血使用量の93%を占めていた。在庫とは血液供給拠点在庫単位数もしくは院内在庫単位数とし、使用単位数との比を在庫単位数/使用単位数比とした。血液供給拠点廃止前は大島病院、A病院ともに在庫単位数/使用単位数比の多寡にかかわらず廃棄率は低値であり(直線B)、廃止後は使用比によらず廃棄率が高値であった(直線A)。血液供給拠点廃止前と廃止後では傾きの異なる回帰直線が得られた。血液供給拠点を廃止したこと自体が血液廃棄率を上昇させている。(参考文献(1)より改変)

離島の血液供給体制問題を理解するには血液供給拠点廃止以前から存続している「緊急時供血者登録制度」も理解する必要がある⁶⁾⁷⁾。関係団体においては離島・へき地の院内在庫本数と廃棄率だけを見るのではなく、その前提となる体制自体に困難と問題があることを考慮・解決する必要がある⁸⁾。

結 語

奄美ブラッドローテーションは安全・安心を担保しながら大島病院のO型赤血球廃棄率を低下させた。連携4医療機関においてBR血の廃棄はなかった。

BRによりO型血については安全、安心とともに「必要な時に必要な本数の赤血球製剤が入手できる環境」を構築しうる事が明らかになった。

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: 奄美BRに対して意見をいただいた奄美市、龍郷町、大和村、宇検村、瀬戸内町の奄美大島5市長村長、大島郡医師会長、向井奉文先生、および本調査に御協力いただいた長崎大学病院細胞療法部、長井一浩先生、東京都立墨東病院輸血部、藤田浩先生に深謝致します。奄美ブラッドローテーション研究事業参加に御快諾、御協力いただいた前鹿児島大学病院院長、夏越祥次先生、鹿児島市立病院院長、坪内博仁先生、鹿児島医療センター院長、田中康博先生、今村総合病院院長、帆北修一先生、ならびに本研究の構築、運用において貴重な御助言を賜りました福岡県赤十字血液センター所長、松崎浩史先生に心から御礼申し上げます。

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

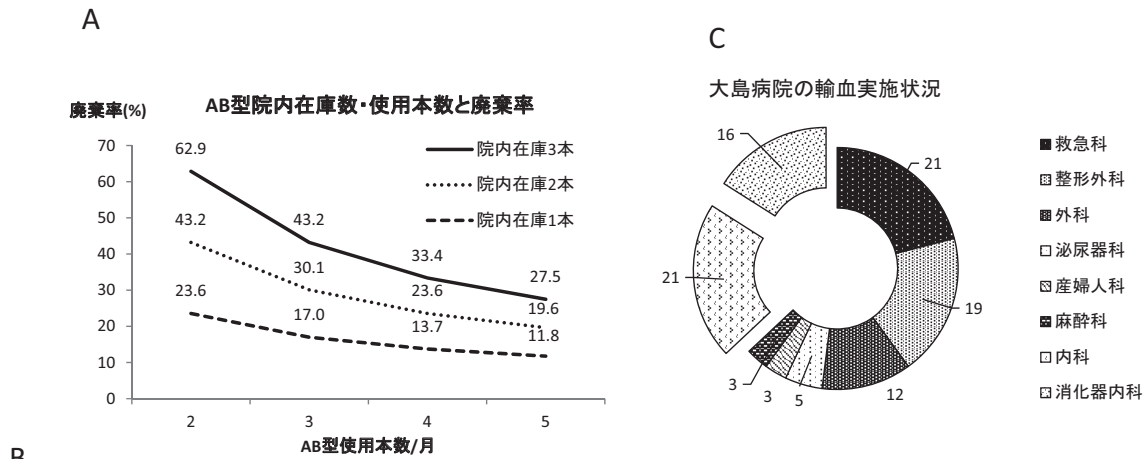


図7 大島病院における輸血医療

A: 院内 AB 型在庫本数を減数することによって, 1 カ月の AB 型使用本数の多寡にかかわらず廃棄率は低下した。

B: 血液廃棄率低下以外の BR 開始による副次効果および取り組みについて列挙した。

C: 2018 年度で最も 2 単位赤血球製剤使用数が多い月の科別内訳を示した。合計 100 本の使用があり内科は 16 本で外科系は 63 本であった。内科系慢性疾患への使用は少なく, 外科系での使用が多いため在庫庫の調整は困難である。

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, 鯨島弘子, 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, 園田大敬, 中野秀人, 他: 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. 日本輸血細胞治療学会誌, 67: 455—462, 2021.
- 3) 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 7 月現在).
- 4) 藤田 浩: 小笠原の blood rotation の現状と課題. 血液事業, 42: 114—116, 2019.

- 5) 長井一浩, 泊 徳幸, 江川佐登子, 他: S-2-2 離島地域における効率的な血液製剤運用の研究. 日本輸血細胞治療学会誌, 66: 253, 2020.
- 6) 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誌, 66: 13—18, 2020.
- 7) 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.
- 8) 厚生労働科学研究成果データベース: 離島地域における効率的な血液製剤運用の研究 (高梨一夫).
<https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD00.do?resrchNum=201824005A> (2020 年 12 月現在).

AMAMI BLOOD ROTATION: APPROACHES FOR EFFICIENT BLOOD PRODUCT USE AT A CORE HOSPITAL ON A REMOTE ISLAND WITH SUPPORT FROM SEVERAL COLLABORATIVE MEDICAL INSTITUTIONS

*Hiroshi Oki*¹⁾, *Yoshitaka Furukawa*²⁾, *Akihiko Takehara*³⁾, *Hiroaki Nishisako*³⁾, *Koichirou Miyashita*³⁾, *Tamae Terano*³⁾, *Yutaka Hanamura*⁴⁾, *Saori Oku*⁴⁾, *Maki Otsuka*⁵⁾, *Chinami Mori*⁵⁾, *Takayoshi Miyazono*⁶⁾, *Yuuki Fujiyama*⁶⁾, *Ayano Nakashima*⁶⁾, *Yasue Haraguchi*²⁾, *Jun Hara*¹⁾, *Takako Kiyotake*¹⁾, *Hirotaka Sonoda*¹⁾, *Hideto Nakano*¹⁾, *Fumikazu Yoshinaga*⁷⁾ and *Asashi Tanaka*⁸⁾

¹⁾Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

²⁾Kagoshima University Hospital

³⁾Japanese Red Cross Kagoshima Blood Center

⁴⁾Kagoshima City Hospital

⁵⁾National Hospital Organization Kagoshima Medical Center

⁶⁾Imamura General Hospital

⁷⁾Kagoshima Prefecture Life, Health and Social Welfare Department

⁸⁾Tokyo Medical University Hachioji Medical Center

Abstract:

“Amami Blood Rotation (BR)” is a collaborative project developed among four medical institutions, a blood center, and our hospital in Kagoshima Prefecture, Japan. BR allows the return and re-delivery of blood, and a consequent reduction in the amount of discarded blood. It achieves this by ensuring blood quality using blood transport refrigerators (ATRs).

In the current system, an ATR containing 5 bags of type O red blood cell product, equivalent to 2 units, is received from the blood center once a week. Blood products in the ATR which have not been used at our hospital are returned and re-delivered for use at the four collaborating medical institutions. Here, we report outcomes with this project.

After the launch of BR, the discard rate for type O red blood cells at our hospital decreased from 31.3% to 3.7%. The discard rate for blood delivered to the four collaborating medical institutions (BR blood) was 0%. The discard rate for non-BR red cells was 0.12% before BR and 0.9% after BR.

Thus, Amami BR reduced the discard rate for type O red blood cells at our hospital while ensuring safety and reliability of these products. There was no BR blood discarded at any of the four collaborating medical institutions.

Keywords:

Return and re-delivery of blood (Blood Rotation), active transport refrigerator (ATR), outsourcing of blood supply services, blood discard rate, remote island