

平成 31 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金  
(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)  
研究分担報告 (5)

## 輸血用血液製剤の搬送の現状と課題について

### 研究代表者

河原 和夫 (東京医科歯科大学大学院 政策科学分野 教授)

### 研究協力者

菅河 真紀子 (東京医科歯科大学大学院 政策科学分野 特任助教)

### 研究分担者

中島 一格 (日本赤十字社 関東甲信越ブロック血液センター 所長)

### 研究要旨

輸血用血液製剤の供給については、離島やへき地の医療機関への搬送体制をどのように構築するかなど、さまざまな課題がある。

そこで本研究では、日本赤十字社血液センターから医療機関への輸血用血液製剤の搬送体制の実態を調査した。そして搬送体制の地域別の課題を同定した。

GIS (Geographic Information System ; 地図情報システム) を用いて現在の血液センターからの到達時間とカバー領域について、7 ブロックおよび都道府県ごとに区分して算定した。

その結果、輸血用血液製剤搬送時間の全国平均値は、44.1 分、中央値は 34.1 分であった。さらに、血液製剤の約 90%は 74.3 分以内で医療機関に搬送されていた。

ブロック別には中国四国ブロック血液センターと九州ブロック血液センターを除いて平均値と中央値は概ね30~40分の範囲に分布していた。中国四国ブロック血液センターはブロック血液センターの中でも平均値、中央値、管内の90%の医療機関への搬送時間も長い。九州ブロック血液センターは平均値は大きいものの中央値が小さいことから搬送に長時間を要する沖縄県の極値のために平均値が押し上げられているものと考えられる。7ブロック血液センター間相互の搬送時間の各統計量に特徴があった。

また、ほぼ 60 分以内で 90%の医療機関に搬送できたのは、関東甲信越ブロック血液センター、東海北陸ブロック血液センター、近畿ブロック血液センターであった。

都道府県別では、搬送状況が良好なところは茨城県、栃木県、埼玉県、東京都、富山県、山梨県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、奈良県、香川県、福岡県が比較的良好的な搬送体制を呈していた。これらは都市部かその近郊の都道府県である。

すべての医療機関まで搬送するのに時間を要するところは、北海道、青森県、群馬県、神奈川県、新潟県、和歌山県、徳島県であった。

また、60 分以内の搬送状況が悪いところは、岩手県、秋田県、山形県、石川県、岐阜県、滋賀県、鳥取県、広島県、山口県、愛媛県、高知県、大分県であった。

都市部は予想どおり良好な搬送体制が構築されている。また、全国的に見れば 60 分以内に多くの医療機関に輸血用血液製剤が搬送できる体制が整備されている。ただ、山岳地帯を越えたり部分に沿って搬送したりしなければならぬなど特有の地理上の特性の影響も大きいと考えられる。高速道路の延長や日本赤十字社の供給拠点の整備などの要因により、鹿児島県や宮崎県、滋賀県、福井県などの搬送時間の短縮が認められた。

今後の血液製剤の搬送をめぐる課題と方向性については、「搬送時間が長い都道府県の供給体制をどのように考えるか」「離島の搬送体制」「輸血用血液製剤を保管する医療機関」「輸血可能な医療機関をたとえば 300 床以上とした場合の搬送体制の変化および改善度」「地域医療構想と搬送体制の関係」「ドローンによる搬送」などを考慮する必要がある。

#### A. 目的

輸血用血液製剤は有効期間が短い。加えて、医療現場での緊急性が高い赤血球製剤や血小板製剤などの輸血用血液製剤を必要とする患者や医療機関に迅速に搬送しなければならない。

このような現況から、日本赤十字社血液センターから医療機関への輸血用血液製剤の搬送体制の実態を調査した。そして搬送体制の課題を同定した。

#### B. 方法

本研究では、GIS（Geographic Information System；地図情報システム）を用いて現在の血液センターからの到達時間とカバー領域について、7 ブロックおよび都道府県ごとに区分して算定した。算定に当たっては、制限速度で走行し、高速道路がある場合はそれを利用することとし、最短時間で目的地に到達できることを条件とした。加えて渋滞等の交通事情はないものとした。

GIS（Geographic Information System；地図情報システム）ソフトウェアは、Arc.View9.1、LogiSTAR 拠点分析（Pasco 社）を用いて、日本赤十字社都道府県血液

センターと管内の救命救急センター等の住所情報を入力して解析した。

用いたデータは、2009 年に医療機関が輸血用血液製剤の搬送を要請した医療機関である。搬送した件数は 11,334 件、そのうち諸般の事情により配送時間と移動距離が算定できなかった 25 件を除外して、残りの 11,309 件について分析した。なお、2009 年時点で輸血用血液製剤の搬送を要請した医療機関の立地や存続・廃止の状況は、2019 年時点でもほとんど変わっていないことから、分析を完了している 2009 年データのレビューを行った。高速道路については、新たに開通しているところがあるのでそれを加味した。

なお、GIS で搬送時間を算出するにあたっては、島嶼部を抱える長崎県、鹿児島県、沖縄県等については、島嶼部の搬送事例をこの地図情報システムで求めることができない。それはこのシステムは 2 点間を結ぶ道路が存在していて初めて計算が可能だからである。

（倫理的配慮）

研究については東京医科歯科大学医学部 COI および倫理審査委員会の審査を受けている。

## C. 結果

### (1) 全国規模で見た場合の搬送時間について

表 1 に示すように、血液製剤搬送時間の平均値は、44.1 分（最大 2,543 分≒1.77 日（沖縄県データ）：これは、GIS が搬送経路を迂回して計算するなど除外して考えるべき矛盾データである可能性が高い、最小 0.0 分：これは医療機関がセンターに非常に近く GIS ソフトで計算すると便宜上ゼロとなる）であった。標準偏差が 88.8 と広がり大きいことから、少数の極端に搬送時間を要するケースに平均値が大きくなるように引きずられていると考えられる。したがって搬送時間については、中央値 34.1 分が搬送時間の実態を表していると考えられる。

福岡ブロックの搬送時間が長いのは沖縄県における上記の矛盾データによる。なお、全国的に見れば、血液製剤の約 90%は 74.3 分以内で医療機関に搬送されていた（表 1、図 1）。

### (2) ブロック別の搬送時間について

表 1 のように中国四国ブロック血液センターと九州ブロック血液センターを除いて平均値と中央値は概ね 30～40 分の範囲に分布していた。中国四国ブロック血液センターはブロック血液センターの中でも平均値、中央値、管内の 90%の医療機関への搬送時間も長い。九州ブロック血液センターは平均値は大きいものの中央値が小さいことから搬送に長時間を要する沖縄県の極値のために平均値が押し上げられているものと考えられる。7ブロック血液センター間相互の搬送時間の各統計量に特徴がある。

図 1～8 は、時間の変化と搬送した医療機関数の累積%を示している（赤の破線は血

液製剤が搬送された累計 90%の医療機関のラインを、青の破線は搬送時間 60 分のラインを示している）。ほぼ 60 分に 90%の医療機関に搬送できたのは、関東甲信越ブロック血液センター、東海北陸ブロック血液センター、近畿ブロック血液センターであった。

表 1 ブロック別の輸血用血液製剤の搬送時間（分）

搬送時間(分)		
北海道 ブロック	平均値	34.8
	中央値	23.9
	標準偏差	34.5
	最小値	0.0
	最大値	254.5
	90%搬送完了時間	81.8
東北 ブロック	平均値	40.3
	中央値	33.9
	標準偏差	30.4
	最小値	0.0
	最大値	341.9
	90%搬送完了時間	75.6
関東甲信越 ブロック	平均値	37.2
	中央値	35.5
	標準偏差	20.6
	最小値	0.0
	最大値	273.8
	90%搬送完了時間	57.7
東海北陸 ブロック	平均値	39.0
	中央値	34.4
	標準偏差	29.0
	最小値	0.0
	最大値	168.6
	90%搬送完了時間	71.5
近畿 ブロック	平均値	31.4
	中央値	27.4
	標準偏差	23.9
	最小値	0.0
	最大値	162.5
	90%搬送完了時間	63.8
中国四国 ブロック	平均値	50.3
	中央値	42.1
	標準偏差	45.3
	最小値	1.2
	最大値	802.9
	90%搬送完了時間	91.3
九州 ブロック	平均値	68.8
	中央値	37.6
	標準偏差	195.2
	最小値	0.0
	最大値	2543.5
	90%搬送完了時間	89.7
全国	平均値	44.1
	中央値	34.1
	標準偏差	88.8
	最小値	0.0
	最大値	2543.5
	90%搬送完了時間	74.3

全国およびブロック別の搬送時間(分)

と累積(%)を図1から図8に示している。赤い点線の横線は、管内の90%の医療機関に搬送するポイントである。この赤い点線と交差する青い点線の縦線は90%の医療機関に搬送できる時間(分)を表している。

図1 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【全国】

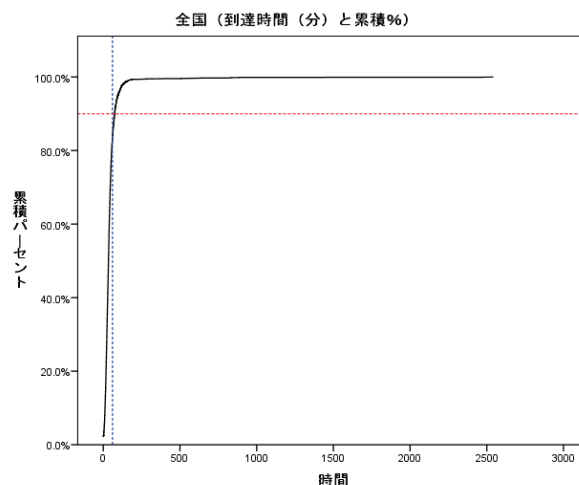


図2 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【北海道ブロック】

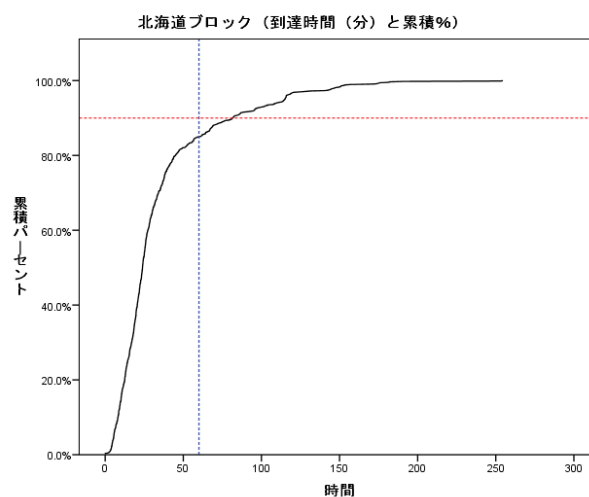


図3 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【東北ブロック】

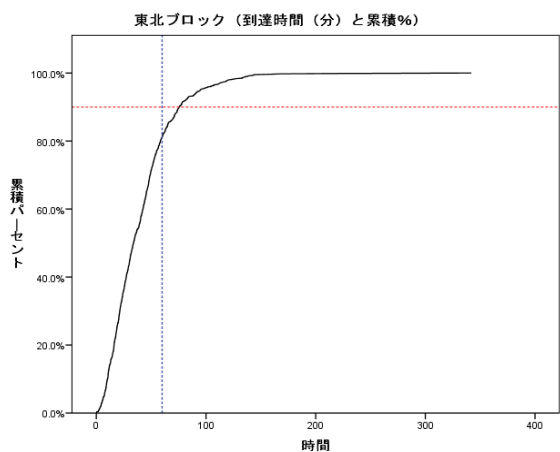


図 4 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)  
【関東甲信越ブロック】

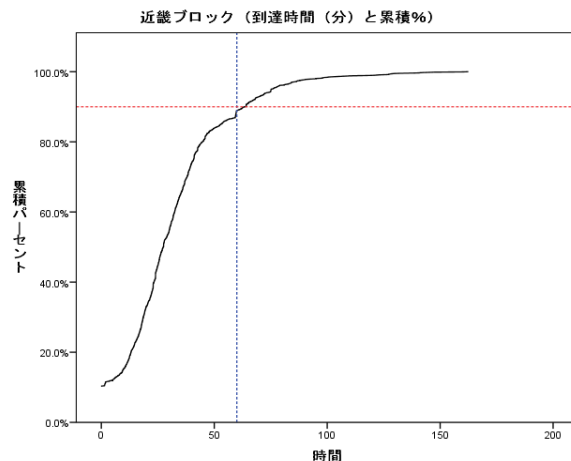


図 7 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)  
【中国四国ブロック】

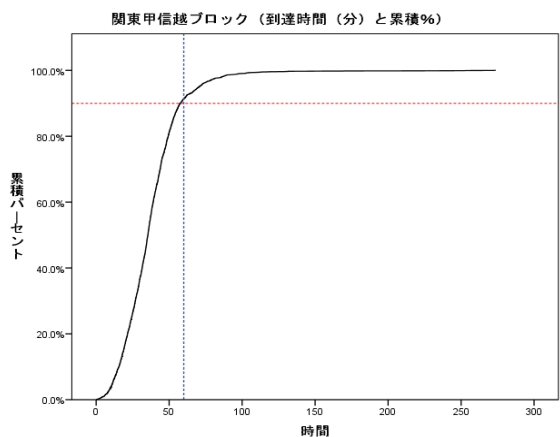


図 5 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【東海北陸ブロック】

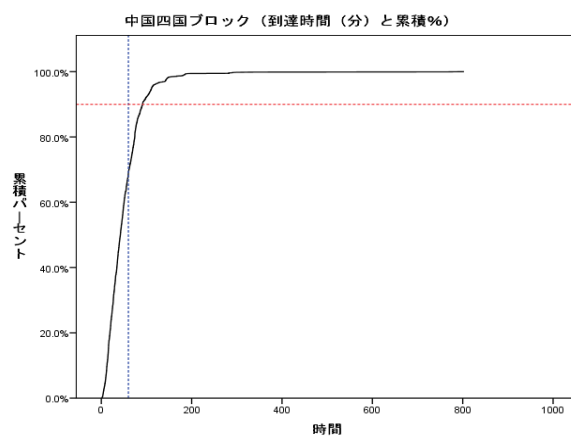


図 8 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【九州ブロック】

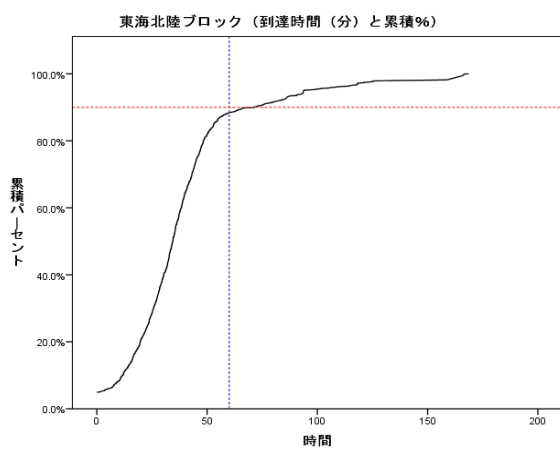
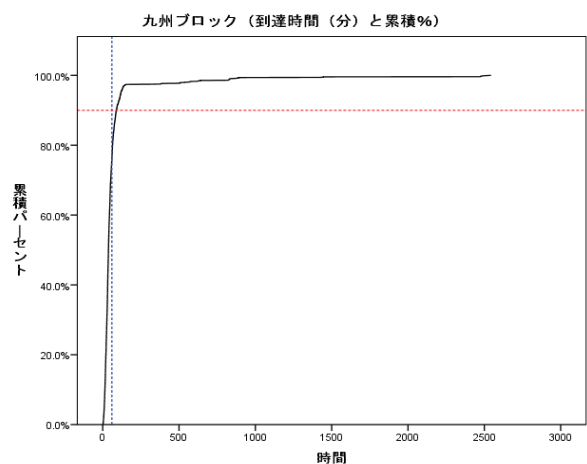


図 6 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【近畿ブロック】



(3) 都道府県の搬送時間について  
①搬送状況が良好なところ

茨城県、栃木県、埼玉県、東京都、富山県、山梨県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、奈良県、香川県、福岡県が比較的良好な搬送体制を呈していた。これらは都市部かその近郊の都道府県であった。

②すべての医療機関まで搬送するのに時間を要するところ（図9～図14）

plateau（プラトー）を呈する搬送パターンを示すところは、搬送に中・長時間要する少数の医療機関が存在していることを意味している。特徴としては、60分以内に搬送できる医療機関の割合が高いにも関わらず、残りの医療機関すべてに搬送するのに要する時間が長い都道府県である。該当する都道府県は、北海道、青森県、群馬県、神奈川県、新潟県、和歌山県、徳島県であった。

北海道は広い面積をカバーしているにも関わらず、60分以内に約85%の医療機関に搬送できる。90%の医療機関に搬送するには約80分程度を要する。ただし、搬送に長時間要する医療機関が散在するため、100%の医療機関に搬送するには270分程度必要である。

青森県は60分以内に約8割の医療機関に搬送できる。ただ、遠距離の医療機関が散在するため、すべての医療機関に搬送するには時間を要していた。

群馬県は60分弱で90%の医療機関に搬送できる。80分ではほぼすべての医療機関に搬送できるが、それ以上の時間を要する医療機関も散在する。

神奈川県は50分弱で90%の医療機関に搬送が可能である。75分ではほぼすべての医療機関をカバーできるが、少数の医療機関はそれ以上の時間を要していた。

和歌山県は60分で概ね90%の医療機関に搬送できる。ただ、紀伊半島に位置する

という地理的特性のためにすべてに医療機関をカバーするには150分程度要していた。

徳島県は60分で9割の医療機関に搬送できる。残りの医療機関も120分以内に搬送可能であった。

図9 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間（分）と累積（%）【北海道】

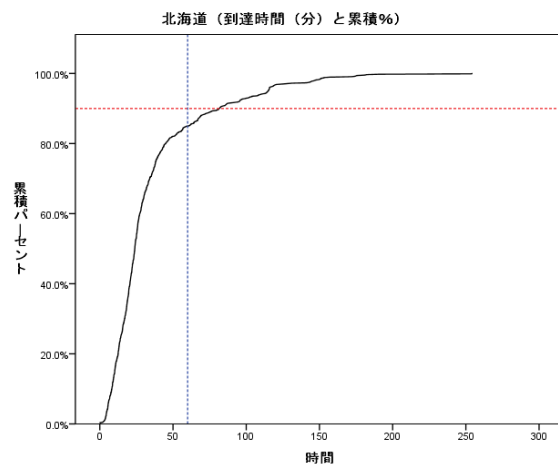


図10 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間（分）と累積（%）【青森県】

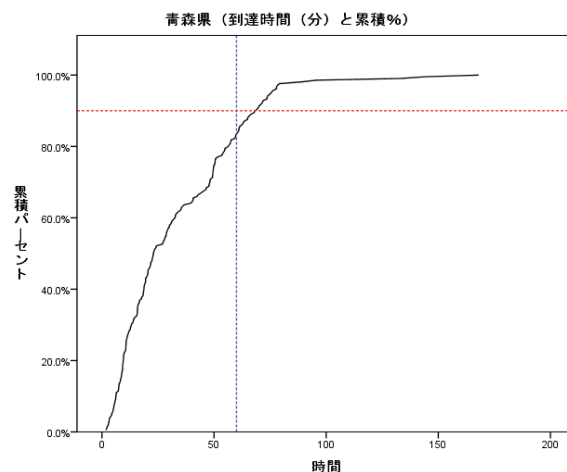


図11 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間（分）と累積（%）【群馬県】

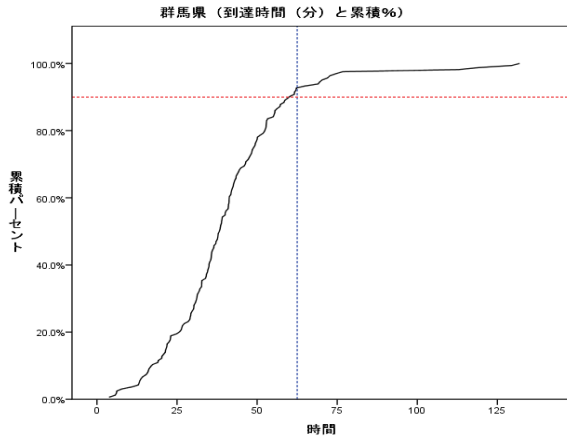
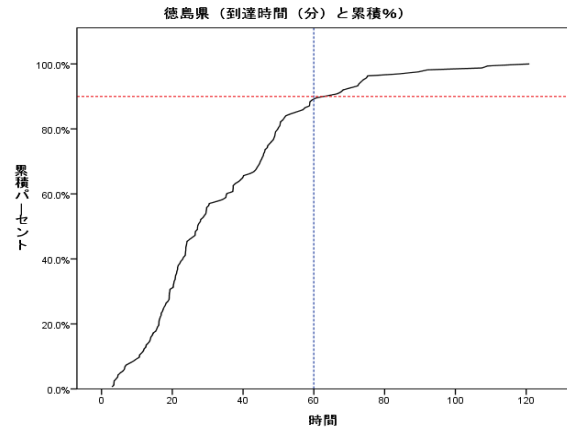


図 12 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【神奈川県】



③60分以内の搬送状況が悪いところ(図 15～図 26)

60分以内の搬送状況が悪いところは、岩手県、秋田県、山形県、石川県、岐阜県、滋賀県、鳥取県、広島県、山口県、愛媛県、高知県、大分県であった。

岩手県は60分以内に約75%の医療機関に搬送できるが、90%の医療機関に搬送するには120分程度を要する。この県も遠方に位置する医療機関があるため、すべての医療機関に搬送するためには140分ほど要していた。

秋田県は短時間での搬送状況は悪いものの100分強ですべての医療機関に搬送できていた。

山形県は秋田県と同じく、短時間での搬送状況は悪かった。しかも60分以降の搬送には段差が2つ見られることから、血液センターから中・長距離の2地域に医療機関がそれぞれまとまって分布していることが考えられる。

石川県は60分では78%程度の医療機関しか搬送できない。100分で90%の医療機関に搬送できるが、残りの医療機関をカバーするには160分程度要していた。

岐阜県は60分で80%の医療機関に搬送でき、110分程度で90%の医療機関に搬送可能である。残り10%の医療機関へは170

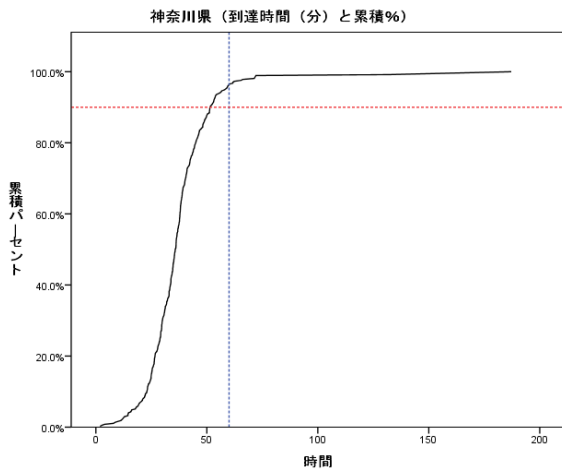


図 13 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【和歌山県】

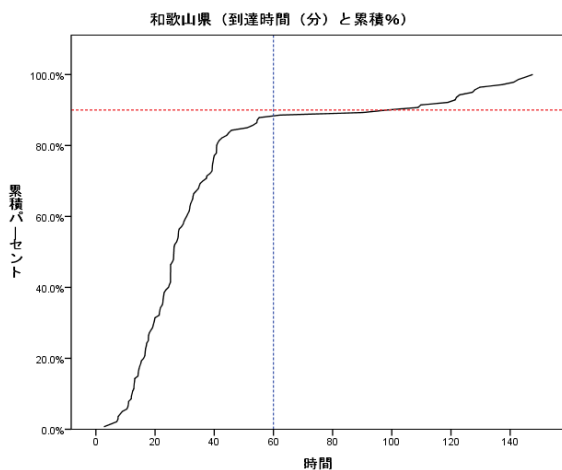


図 14 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【徳島県】

分程度で搬送できていた。

滋賀県は 60 分で搬送できるのは 47% 程度の医療機関である。90 分で 90% の医療機関に搬送できるが、中央に琵琶湖が位置するという地理的特性の為か、すべての医療機関に搬送するには 165 分程度要していた。

広島県は 60 分では 7 割程度の医療機関にしか搬送できない。85 分で約 9 割、130 分程度ですべての医療機関に搬送できていた。

鳥取県は 60 分では半数程度の医療機関しか搬送できない。90% の医療機関に搬送するには 140 分程要する。残り 10% の医療機関に供給するには 160 分近く要していた。

山口県は 60 分で供給できるのは約 35% の医療機関である。75 分かければ 9 割の医療機関に搬送できる。残りの医療機関には 130 分以内に搬送できていた。

愛媛県は 60 分では半数の医療機関にしか供給できなかった。90% の医療機関への供給は 100 分を要していた。県南部への搬送に時間を要する事情が、plateau の部分となって図中に表れている。200 分を超える部分は除外して考えてもいい。結論は、200 分でほぼ全域カバーできていた。

高知県は 60 分で 7 割の医療機関に血液製剤を供給できていた。9 割の医療機関に搬送するには 150 分程度要していた。この時間を超えてもグラフが右肩上がりに伸びていることから、150 分以上を搬送に要する遠隔地の医療機関も存在する。

大分県は短時間での搬送状況が悪い。80 分ほどで 9 割の医療機関に搬送できていた。130 分以内ですべての医療機関に搬送が可能であった。

図 15 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間 (分) と累積 (%) 【岩手県】

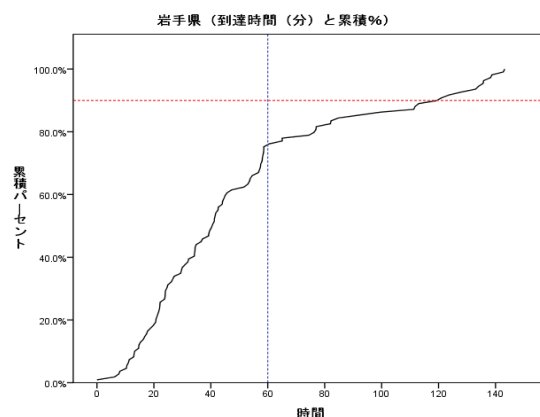


図 16 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間 (分) と累積 (%) 【秋田県】

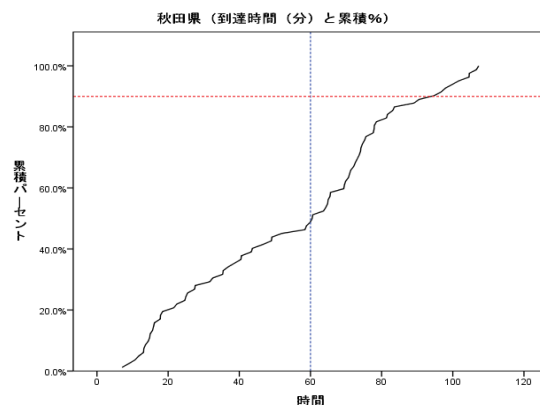


図 17 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間 (分) と累積 (%) 【山形県】

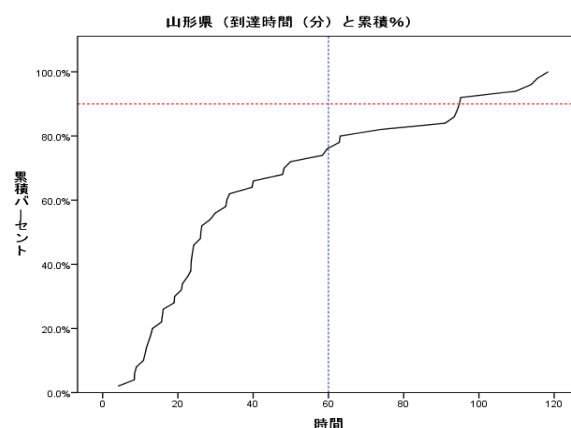


図 18 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間 (分) と累積 (%) 【石川県】



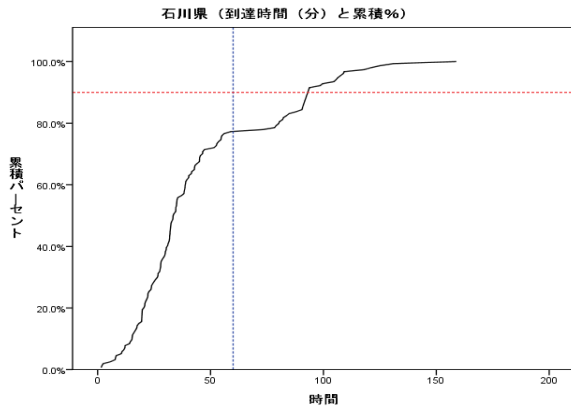


図 19 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【岐阜県】

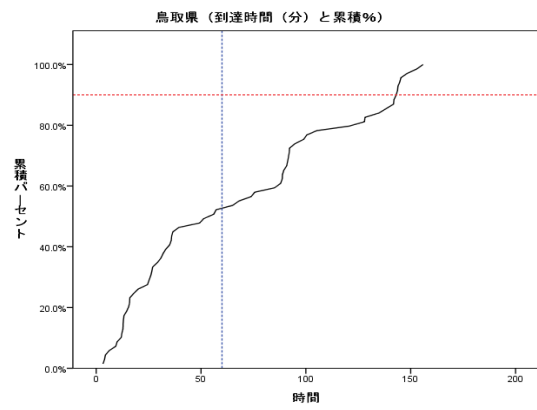


図 22 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【広島県】

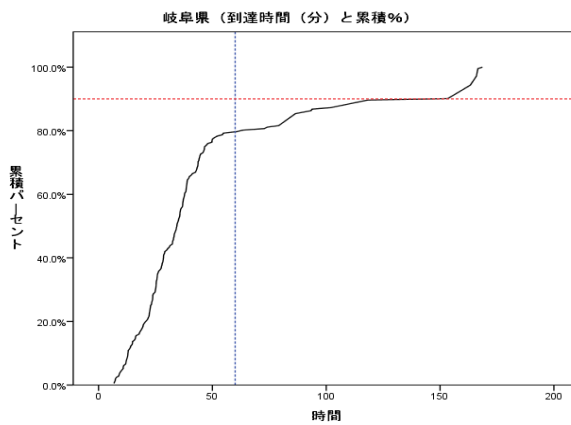


図 20 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【滋賀県】

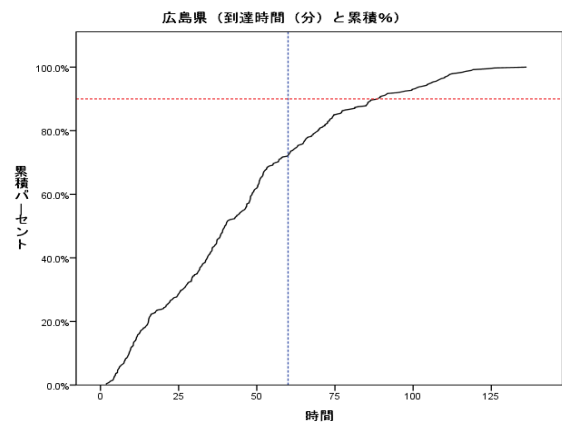


図 23 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【山口県】

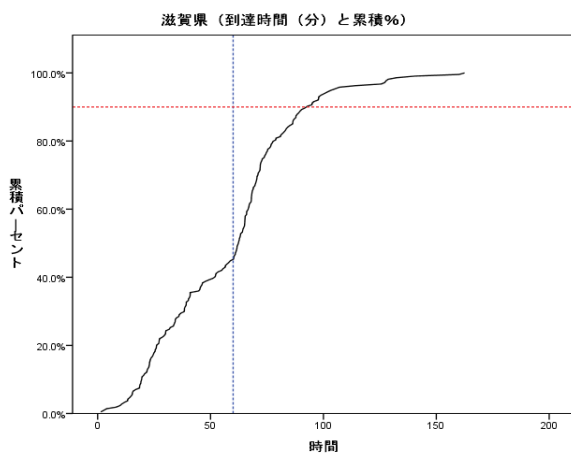


図 21 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【鳥取県】

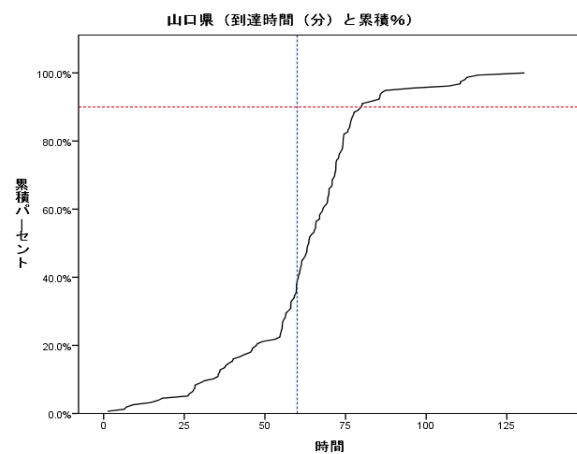


図 24 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【愛媛県】

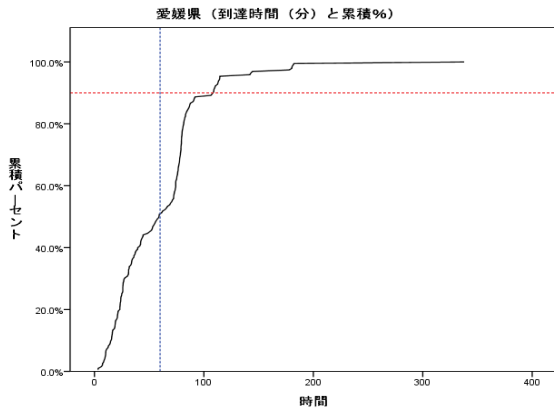


図 25 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【高知県】

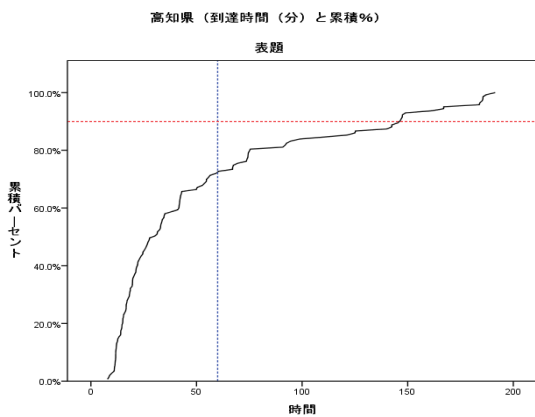
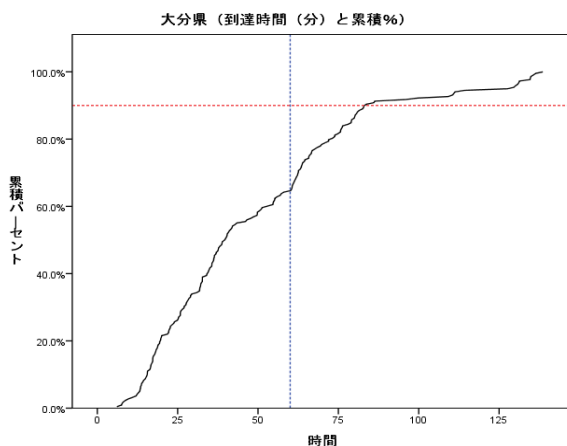


図 26 医療機関への輸血用血液製剤の到達時間(分)と累積(%)【大分県】



#### D. 考察

都市部は予想どおり良好な搬送体制が構

築されている。また、全国的に見れば60分以内に多くの医療機関に輸血用血液製剤が搬送できる体制が整備されている。ただ、山岳地帯を越えたり部分に沿って搬送したりしなければならないなど国特有の地理上の特性の影響も大きいと考えられる。高速道路の延長や日本赤十字社の供給拠点の整備などの要因により、鹿児島県や宮崎県、滋賀県、福井県などの搬送時間の短縮が認められた。

#### E. まとめ

搬送時間が長いということで、その解決として供給拠点を新設することは経済合理性から判断する必要がある。その際は、既存の社会資本を活用すべきである。

GISを用いた分析では、道路でつながっているところしか分析できないため離島搬送の分析には適さない。

今後の血液製剤の搬送をめぐる課題と方向性については、「搬送時間が長い都道府県の供給体制をどのように考えるか」「離島の搬送体制」「輸血用血液製剤を保管する医療機関」「輸血可能な医療機関をたとえば300床以上とした場合の搬送体制の変化および改善度」「地域医療構想と搬送体制の関係」「ドローンによる搬送」などを考慮する必要がある。

#### F. 健康危険情報

特になし

#### G. 研究発表

(1)論文発表

[原著論文]

1. Daisuke Kumazawa, Makiko Sugawa and Kazuo Kawahara. Assessing blood donation applicant characteristics to optimize the promotion of apheresis. *Journal of Medical and Dental Sciences* 2020; vol67: p.41-49
2. Handa Yutaro, Ugajin Tsukasa, Igawa Ken, Hamamoto Hidetoshi, Kobayashi Katsunori, Komatsuno Takao, Yamamoto Toshinori, Kawahara Kazuo, Yokozeki Hiroo. STAT6 decoy oligodeoxynucleotide (ODN)-containing ointment more potently inhibits mouse skin inflammation when formulated with ionic liquid technology than as a traditional Vaseline ointment *ALLERGOLOGY INTERNATIONAL*. 2019.07; 68 (3): 380-382. ( PubMed, DOI )

[学会発表]

1. 小室 敬規, 小暮 孝道, 岡田 三知那, 西田 英之, 杉田 秀太郎, 橘 知之, 中曾根 拓也, 向山 隆志, 春日 功, 西雄二, 花岡 直木, 菅河 真紀子, 住谷 昌彦, 河原 和夫, 檀原 暢, 村上 忠. MARTA における ASP の検討. 総合病院精神医学 2019.11.01
2. 河原 和夫, 菅河 真紀子, 松井 健, 長谷川 久之, 大山 功倫, 熊澤 大輔, 小暮 孝道. 献血状況の経年変化と地域特性について. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01
3. 松井 健, 長谷川 久之, 小暮 孝道, 熊

澤 大輔, 大山 功倫, 菅河 真紀子, 河原 和夫. 献血制度に関わる課題および医療機器に関する調査分析. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01

4. 大山 功倫, 河原 和夫, 菅河 真紀子, 長谷川 久之, 熊澤 大輔, 松井 健, 大家 俊夫. 本邦の診療科間における喘息治療の差に関する検討. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01
5. 菅河 真紀子, 小暮 孝道, 熊澤 大輔, 長谷川 久之, 松井 健, 金谷 泰宏, 河原 和夫. 我が国の今後の血液事業体制に関する研究. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01
6. 小暮 孝道, 松井 健, 長谷川 久之, 熊澤 大輔, 菅河 真紀子, 河原 和夫. 急性薬物中毒におけるバルビツールの影響について. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01
7. 熊澤 大輔, 菅河 真紀子, 小暮 孝道, 大山 功倫, 長谷川 久之, 松井 健, 河原 和夫. 成分献血希望者の属性把握に関する考察. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01
8. 岡田 三知那, 小暮 孝道, 小室 敬規, 西田 英之, 杉田 秀太郎, 中曾根 拓也, 橘 知之, 春日 功, 西雄二, 花岡 直木, 菅河 真紀子, 住谷 昌彦, 河原 和夫, 檀原 暢, 村上 忠. パリペリドンパルミチン酸エステル の有用性における検討. 日本臨床精神神経薬理学会・日本神経精神薬理学会合同年会プログラム・抄録集 2019.10.01
9. 長谷川 久之, 小暮 孝道, 大山 功倫, 松井 健, 熊澤 大輔, 菅河 真紀子, 河原 和夫. 医師の働き方改革に関する検討会報告書にみる到達点についての考察. 日本公衆衛生学会総会抄録集 2019.10.01

10. 長井 一浩, 菅河 真紀子, 河原 和夫. 医療機関における災害時等の輸血用血液製剤ならびに血漿分画製剤供給不足への対策準備状況. 日本救急医学会雑誌 2019.09.01
11. 河原 和夫, 菅河 真紀子, 小暮 孝道. 社会の変化に適合した今後の血液事業政策について. 血液事業 2019.08.01
12. 菅河 真紀子, 河原 和夫, 小暮 孝道, 杉内 善之. E型肝炎の感染状況と施策に関する一考察. 血液事業 2019.08.01
13. 河原和夫. 輸血医療に関わる一連の感染症検査の政策的・経済的考察. 第67回日本輸血・細胞治療学会 2019.05.23 宇都宮市
14. 河原 和夫, 小村 陽子, 菅河 真紀子. 【アレルギー疾患の社会的損失とその対策】アレルギー疾患治療と医療費の関係 皮膚科医と小児科医のアトピー性皮膚炎の治療の差異が医療費に及ぼす影響について. Progress in Medicine 2019.05.01
15. 河原 和夫, 菅河 真紀子. 輸血感染症輸血医療に関わる一連の感染症検査の政策的・経済的考察. 日本輸血細胞治療学会誌 2019.04.01
16. 鹿野 千治, 鈴木 麻美, 面川 進, 高橋 幸博, 池田 和真, 河原 和夫, 高松 純樹, 北井 暁子, 高橋 孝喜. 平時・非常時の血液供給体制 需要予測を踏まえた血液事業の将来展望. 日本輸血細胞治療学会誌 2019.04.01
17. 矢野 雅隆, 小林 秀一郎, 北原 聡史, 佐々木 康弘, 金丸 亜佑美, 山口 明子, 河原 和夫. 2012年から2017年まで6年間に多摩南部地域病院において尿培養で検出された E.coli のレボフロキサシン耐性率の推移. 日本泌尿器科学会

総会 2019.04.01

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得  
特になし
2. 実用新案登録  
特になし
3. その他  
特になし



