

献血の需要と供給の将来推計

研究代表者 田中 純子^{1,2)}

研究分担者 鹿野 千治⁴⁾、秋田 智之^{2,3)}

研究協力者 杉山 文^{2,3)}、栗栖あけみ^{2,3)}

- 1) 広島大学 医療政策室
- 2) 広島大学 疫学&データ解析新領域プロジェクト研究センター
- 3) 大学院医系科学研究科 疫学・疾病制御学
- 4) 日本赤十字社 血液事業本部

研究要旨

本政策研究事業田中 純子班では、令和2年度研究において、2018年まで（コロナ禍前）の実績値に基づく献血者の需要と供給の将来推計を行い、その結果、2025年における予測献血者数は440~444万人、予測血液製剤需要は献血者換算477~505万人分であり、2025年には献血者が33~65万人不足することを示し、この結果は「献血推進2025」の目標献血率策定時の参照資料となった。この中期目標設定にあたっては、新型コロナウイルス感染症の影響を十分に考慮できていないため、中間年である令和5年度を目途に達成目標のそれぞれの項目の実績値を確認し、必要に応じて見直していくこととされていた。

その後、令和4・5年度研究では、予測に用いる資料（2006年-2020年度）と数理モデルを更新し2025年には、献血者数（【供給】）4,490,460人（献血率5.8%）に対し、血液製剤需要（献血者数換算）469~547万人分、令和2年度研究の結果と大きくは変わらなかったことを報告した。

今年度は、最新のデータに更新して、以下に示す手順で需給予測を行い、2025年度の予測値を再度算出するとともに、2028年度の予測値の算出、目標献血率について検討した。

1)（需要予測）血液製剤の需要予測：輸血用血液製剤（赤血球、血小板、血漿）について日本赤十字社の「血液製剤供給単位数」（2008-2024年）を年齢群で按分し、「人口千人あたりの年齢群別血液製剤供給単位数」を算出し、一般化線形モデルによる当てはめを行い、2025年以降の「血液製剤推定需要単位数」、製材ごとの必要献血者数を算出した。さらに、本年度研究の免疫グロブリン需要推計（NDBを使用した免疫グロブリン製剤の使用実態と需要予測 参照）による血漿分画製材用の原料血漿需要をもとに、原料血漿用の血漿献血者数を算出した。赤血球、血小板、血漿（製材用、原料血漿用）を合わせて必要献血者数【需要】とした。

2)（供給予測）年齢・時代・コホート（APC）モデルによる解析：献血者の献血行動、特に年齢・出生コホート効果に加え、時代効果（その年の献血推進施策の効果やコロナ禍による行動制限を反映）を考慮した解析を行うためにAPCモデルを採用し、2006-2023年の各年の性・年齢別の全ての献血者数（各年450~530万人）を用いて、献血率の年齢効果、出生コホート効果をAPCモデルにより推定し、2024年以降の献血率、献血者数【供給】を算出した。

3) 1) と 2) を比較し、献血の不足分を算出し、さらに不足分を加味した目標献血率を算出する。

その結果以下のことが明らかになった。

1. 2025年に必要な推定血液製剤需要単位数について将来推計人口を用いて算出すると赤血球製剤+全血製剤643万単位、血小板製剤856万単位、血漿製剤206万単位、原料血漿転用分は312,222~601,571Lとなる。これを血液製剤の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると469~499万人分（全血献血332万

人、血小板成分献血 82 万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）18 万人、血漿成分献血（原料血漿転用分）35～67 万人）となる。

2. 2028 年に必要な推定血液製剤需要単位数について将来推計人口を用いて算出すると赤血球製剤+全血製剤 622 万単位、血小板製剤 817 万単位、血漿製剤 195 万単位、原料血漿転用分は 265,891～614,816L となる。これを血液製剤の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると 455～497 万人分（全血献血 322 万人、血小板成分献血 78 万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）17 万人、血漿成分献血（原料血漿転用分）38～80 万人）となる。
3. Age-Period-Cohort モデルによる献血率、献血者数を算出すると 2025 年には献血率 6.0%、献血者数 4,768,402 人と令和 5(2023)年度研究による予測値よりも 0.2%(28 万人)高い値となった。また、2028 年度は献血率 5.6%（16-39 歳では 4.6%）、献血者数 4,397,548 人と算出された。
4. 献血不足分を算出すると 2025 年度 21～82 万人、2028 年度 33～106 万人となった。不足分を 16-39 歳の献血率に加算した 2028 年度目標献血率は 5.5-8.2%と算出された。

本研究の結果から、供給については経年とともに緩やかな減少傾向であり、需要については、輸血用血液製剤（赤血球、血小板、血漿）は減少傾向、原料血漿は増加傾向にあり、その差分である不足量は増加していくと推定された。特に不足量については、予測の幅が広く、これは主に血漿分画製材用の原料血漿の予測幅が広いことに起因している。そのため長期的な予測ではこれらの値を定期的に見直して、将来推計値の値を更新していくべきと考えられた。

A. 研究目的

少子高齢化が進む我が国では、献血可能年齢人口（16-69 歳）の減少による献血者数の減少および高齢者人口の増加に伴う血液製剤需要の増加が見込まれている。

日本赤十字社はこれまで平成 22 年、26 年に「輸血用血液製剤の供給本数と献血者数のシミュレーション」を行い、現状の血液製剤の使用状況が続くと、血液製剤の需要は年々増加し、平成 20 年度予測では 2027 年に献血者 549 万人分となると推定し、平成 26 年度予測では 2027 年に 545 万人分になり、85 万人分の献血が不足すると報告した。しかし、輸血用血液製剤数（実測値）は高齢者人口の増加にもかかわらず、増加せず横ばい傾向にある。これは侵襲的治療技術の向上による輸血使用量の減少など様々な要因が考えられている。

一方、年齢別に献血者数の推移をみると、若年層の献血者（延べ献血者数）が減少し、中高年齢層による献血者が微増する傾向がみられている。

本政策研究事業田中 純子班では、令和 2 年度研究において、

- 1) 免疫グロブリン製剤の需要予測と必要血漿分画製剤用原料血漿量の算出（NDB データに基づく）、
- 2) 【需要】血液製剤の需要予測とそのために必要な献血者数の予測（日赤年報と将来推計人口に基づく）、
- 3) 【供給】献血者数の将来予測（マルコフモデルと Age-Cohort モデルによる）

を実施し報告した。いずれの資料も 2018 年まで（コロナ禍前）の実績値に基づく将来推計を行い、その結果、2025 年における予測献血者数は 440～444 万人、予測血液製剤需要は献血者換算 477～505 万人分であり、2025 年には献血者が 33～65 万人不足することを示し、この結果は「献血推進 2025」の目標献血率策定時の参照資料となった。この中期目標設定にあたっては、新型コロナウイルス感染症の影響を十分に考慮できていないため、中間年である令和 5 年度を目途に達成目標のそれぞれの項目の実績値を確認し、必要に応じて見直していくこととされていた。

その後、令和 4 年度研究では、【供給】予測に用いる資料（2006 年-2020 年度）と数理モデルを更新し、献血本数の再予測を試みた。その結果、2025 年には、献血者数（【供給】）4,490,460 人（献血率 5.8%）となり、令和 2 年度研究（コロナ禍前）による予測値よりも 0.1%(9 万人)高くなること、また、日赤のコロナ禍における献血者確保対策が効果的であったことを報告した。

令和 5 年度では、解析期間を延長したコロナ禍の 2020 年を含む資料を用いて、血液製剤の需要とそのために必要な献血者数の算出（【需要】予測）を行った。その結果、2025 年度予測値については、血液製剤の需要（令和 5 年度研究 469～547 万人分、令和 2 年度研究 477～505 万人分）と令和 2 年度研究の結果と大きくは変わらなかったことを報告した。

今年度は、最新のデータに更新して、以下に示す手順で需給予測を行い、2025年度の予測値を再度算出するとともに、2028年度の予測値の算出、目標献血率について検討した。

B. 研究方法

1) 【供給】献血者数と献血率の予測

2032年までの献血者数と献血率の予測は Age-Period-Cohort モデルで導出した。

- ① 解析に用いた資料：2006～2023年の全献血者のデータ（年あたりのべ 450～530 万人 図 1）を用いて、年・性・年齢（1歳刻み）別献血率を算出する。
- ② 年齢効果・時代効果・出生コホート効果の算出：男女別に、以下の Age-Period-Cohort モデルを用いて献血率の年齢・時代・出生コホートの各要因を算出する：

$$y_{ij} \sim \text{Poisson}(\mu_{ij}), \log(\mu_{ij}) = \log(N_{ij}) + \mu + A_i + P_j + C_k$$

A_i ：年齢 i の年齢効果（年齢の違いが献血率に与える影響）

P_j ：時代 j の時代効果（時代の違いが献血率に与える影響）

C_k ：出生年 k の出生コホート効果（出生年の違いが献血率に与える影響）

μ_{ij} , y_{ij} , N_{ij} ：年齢 i 、西暦年 j の期待献血者数、実献血者数、人口

- ③ 献血者数の推計方法：算出された年齢効果、時代効果、出生コホート効果を用いて、2032年までの推定献血率を推計し、延べ献血者数を算出する。

2) 【需要】血液製剤の需要予測とそのために必要な献血者数の予測：本研究班では血液製剤を輸血用血液製剤と血漿分画製剤に分けて、

- ① 血漿分画製剤以外の血液製剤（赤血球、血小板、血漿）の需要予測、
- ② 免疫グロブリン製剤の需要に必要な原料血漿量の需要予測（NDBを使用した免疫グロブリン製剤の使用実態と需要予測 参照）
- ③ ①②を献血者数に換算

の手順で行っている。

①については、下記の手順で推計を行った：

- (1) 2008-24年の日本赤十字社「血液事業の現状」の血液製剤単位数を、東京都の年齢群別血液製剤使用状況をもとに按分し、さらに国勢調査人口か

ら「年齢群別人口 1,000 人当たりの血液製剤単位数」を算出する。

- (2) 2008-24年の「人口 1,000 人当たりの血液製剤供給単位数」を一般化線形モデルに当てはめ、2025年以降の「人口 1,000 人当たりの血液製剤需要単位数」を推定し、将来推計人口を用いて 2025 年以降の「血液製剤需要単位数」の推定値を算出する。

②血漿分画製剤の需要に関しては、「NDBを使用した免疫グロブリン製剤の使用実態と需要予測」で算出した国内製剤の需要予測に基づいた原料血漿量、総需要予測値を期待自給率 95.3%で補正した原料血漿量を用いた。

③について、血漿分画製剤以外の血液製剤に必要な献血者数は 2025 年以降の「血液製剤需要単位数」を、現状の献血者数と血液製剤供給単位数をもとにした血液製剤供給単位数と献血者数の換算比により、献血者数に換算し「血液製剤の需要に必要な献血本数」を算出する。

また、血漿分画製剤用の原料血漿に必要な成分献血（血漿献血）者数は、②の原料血漿必要量から全血献血、血小板献血からの転用分を除いた量を基に原料血漿の供給に必要な血漿献血者数を算出した。

※「赤血球製剤・血小板製剤精製時に分離し、原料血漿に転用された量」について

平成 29 年度の 200mL 全血献血、400mL 全血献血、血小板献血者数はそれぞれ 14 万、326 万、66 万人であった。

一方、原料血漿に転用された量(L)は、200mL 全血献血から 1.1 万 L、400mL 全血献血から 57.1 万 L、血小板献血から 11.2 万 L であり、これをもとに、献血者 1 人当たりの原料血漿転用量を算出すると、200mL 全血献血 0.076L/人、400mL 全血献血 0.175L/人、血小板献血 0.171L/人である。

これと 2025 年の必要な全血献血者数、血小板献血者数に乗じて、推定原料血漿転用分を算出した。

3) 献血不足分を算出

2028 年の必要献血者数と推計献血者数との差分から不足献血者数を算出した。

なお、本研究は広島大学疫学倫理審査委員会の承認を得て実施している（E2022-0147）。

C. 研究結果

1) 【供給】献血者数と献血率の将来推計 Age-Period-Cohort モデルにより予測した推定献血者数：

① 献血率の年齢効果・時代効果・出生コホート効果

Age-Period-Cohort モデルにより推定した献血率の年齢効果、時代効果と出生コホート効果を示す（図1,2）。男女とも20歳前後の年齢効果、1960-74年の出生コホート効果が高い傾向があった。時代効果は

男女ともに近年微増傾向にあった。

② 献血者数の将来推計

Age-Period-Cohort モデルを用いて献血率、献血者数を算出すると2025年には献血率6.0%、献血者数4,768,402人、2028年には献血率5.6%（16-39歳では4.6%）、献血者数4,397,548人と予測される。（図3）

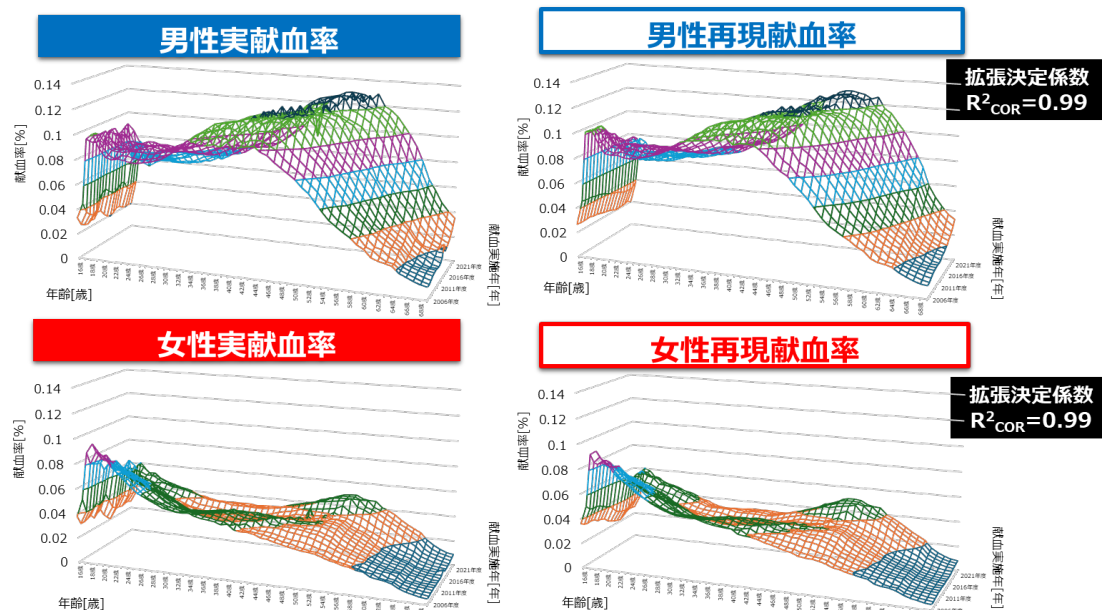
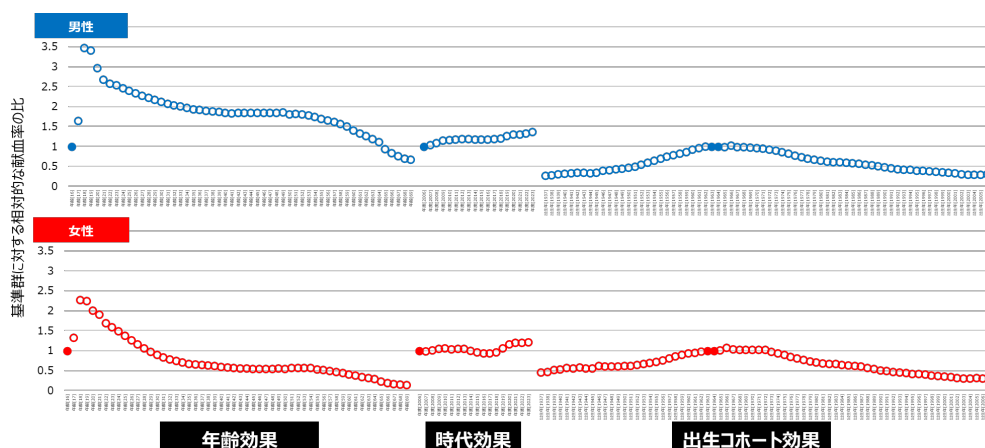


図1. 実献血率と APC モデルによる再現献血率



黒塗りは基準を示す：年齢16歳、時代2006年、出生年1963年・1964年生

図2. 献血率の年齢・時代・出生コホートの各効果

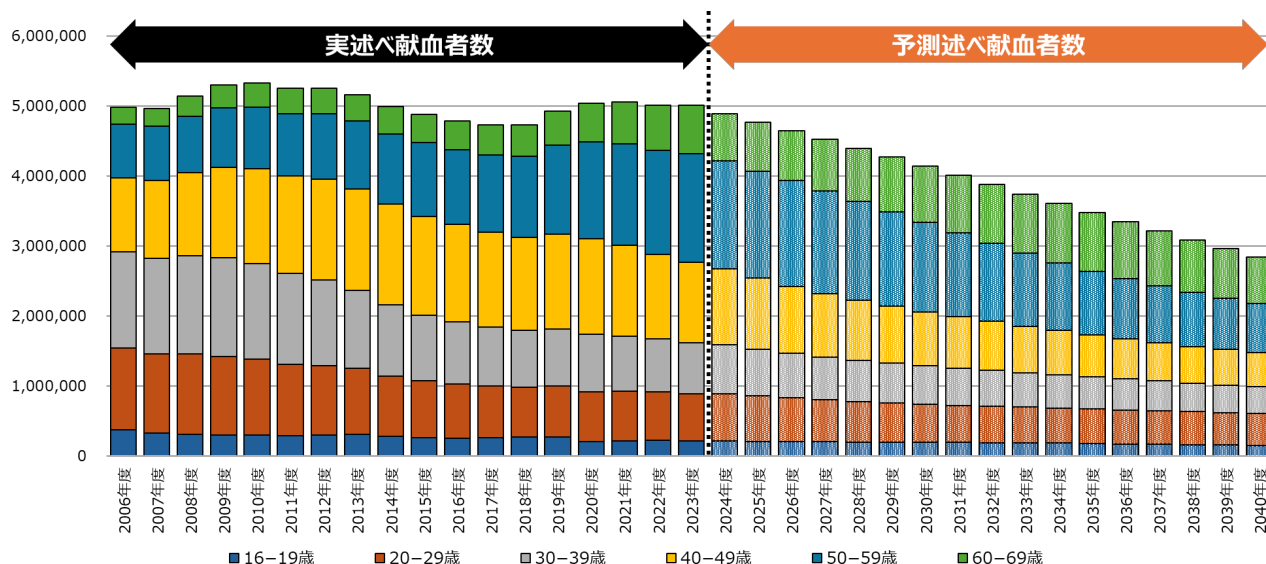


図 3. APC モデルによる予測延べ献血者数

2) 【需要】血液製剤の需要予測とそのために必要な献血者数の予測：

①血漿分画製剤以外の血液製剤（赤血球、血小板、血漿）の需要予測

2008～2024 年の日本赤十字社「血液事業の現状」の血液製剤供給単位数を東京都の年齢群別血液製剤使用状況をもとに按分し、国勢調査人口から「年齢別人口 1,000 人当たりの血液製剤供給単位数」を割り、これに将来推計人口を用いて 2025 年以降以降の「推定血液製剤需要単位数」を算出した結果を図 4 に示した。この「推定血液製剤需要単数」を血液製剤供給単位数と献血者数の換算比により「献血製剤の需要に必要な献血本数」を算出した。

その結果、2025 年に必要な推定血液製剤需要単位数は赤血球製剤+全血製剤 643 万単位、血小板製剤 856 万単位、血漿製剤 206 万単位、これを 2024 年の献血者数・血液製剤供給単位数の比をもとに、献血者数に換算すると、全血献血 332 万人、血小板成分献血 82 万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）18 万人となった。

また、2028 年に必要な推定血液製剤需要単位数は赤血球製剤+全血製剤 622 万単位、血小板製剤 817 万単位、血漿製剤 195 万単位となる。これを血液製剤の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると全血献血 322 万人、血小板成分献血 78 万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）17 万人となった。

使用データ：

◆ 日赤：血液事業の現状（輸血用血液製剤の供給実績）

◆ 東京都輸血状況調査（年齢別血液製剤使用状況）

解析方法：

◆ 年齢階級別にみた人口 1,000 人当たりの血液製剤供給単位数を一般化線形モデルに当てはめて外挿する。

◆ 将来推計人口を乗じて血液製剤需要単位数を算出

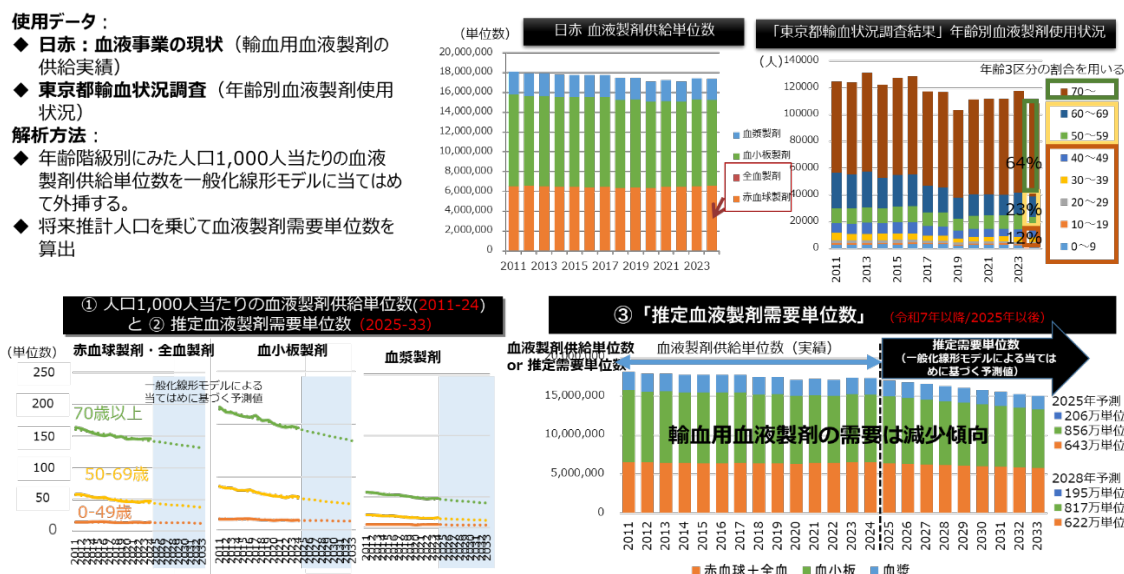


図 4. 輸血用血液製剤の需要予測

②免疫グロブリン製剤の需要に必要な原料血漿量の需要予測

本研究班の「NDB を使用した免疫グロブリン製剤の使用実態解析から原料血漿必要量の予測」から、免疫グロブリン製剤の需要推計値から必要な原料血漿転用分は 2025 年度 312,222～601,571L、2028 年度 265,891～614,816L であった。このうち、赤血球製剤・血小板製剤精製時に分離し、原料血漿に転用された量を減じて、「血漿成分献血から原料血漿に転用する量」を算出する。それを 480mL（血漿成分献血 1 本分）で除して、「原料血漿転用のために必要な血漿成分献血者数」を算出すると 2025 年度 35～67 万人、2028 年度 38～80 万人となった。

以上より、血液製剤と血漿分画製剤の原料血漿の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると 2025 年度 469～499 万人分、2028 年度 455～497 万人分と推計された。（表 1）

3) 献血不足分と目標献血率の案出：

さらにこの結果を基に、献血不足分および目標献血率を算出したところ、献血不足分は 2025 年度 21～82 万人、2028 年度 33～106 万人となった。不足分を 16-39 歳の献血率に加算した 2028 年度目標献血率は 5.5-8.2% と算出された。

表 1. 血液製剤の需要に必要な献血者数および不足分

必要献血者数（需要）	全血献血		血漿献血		血小板献血（人）	合計（人）	供給（APCモデル）	不足
	200ml献血（人）	400ml献血（人）	製品用（人）	原料用（人）				
2025年 Low	122,311	3,200,548	180,117	650,462	821,052	4,974,489	4,768,402	214,412
High				1,253,272		5,577,299		817,222
2028年 Low	118,435	3,099,118	170,390	553,940	783,643	4,725,526	4,397,549	334,580
high				1,280,867		5,452,453		1,061,507
2033年 Low	111,264	2,911,481	153,974	526,152	718,705	4,421,577	3,740,986	680,316
High				1,454,784		5,350,208		1,608,948

表 2 2028 年度献血率目標値案

若年層	供給予測： (APC)による 推定献血率	目標献血率	
		線形回帰予測- 下限	線形回帰予測- 上限
16-39歳	4.6%	5.8%	8.2%
16-19歳	4.6%	5.7%	8.1%
20-29歳	4.8%	5.9%	8.5%
30-39歳	4.5%	5.7%	8.1%

D. 考察

最新のデータに更新して、以下に示す手順で需給予測を行い、2025年度の予測値を再度算出するとともに、2028年度の予測値の算出、目標献血率について検討した。

その結果以下のことが明らかになった。

1. 2025年に必要な推定血液製剤需要単位数について将来推計人口を用いて算出すると赤血球製剤+全血製剤 643万単位、血小板製剤 856万単位、血漿製剤 206万単位、原料血漿転用分は 312,222~601,571Lとなる。これを血液製剤の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると 469~499万人分（全血献血 332万人、血小板成分献血 82万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）18万人、血漿成分献血（原料血漿転用分）35~67万人）となる。
2. 2028年に必要な推定血液製剤需要単位数について将来推計人口を用いて算出すると赤血球製剤+全血製剤 622万単位、血小板製剤 817万単位、血漿製剤 195万単位、原料血漿転用分は 265,891~614,816Lとなる。これを血液製剤の需要に必要な献血本数を献血者数に換算すると 455~497万人分（全血献血 322万人、血小板成分献血 78万人。血漿成分献血（血漿製剤製品用）17万人、血漿成分献血（原料血漿転用分）38~80万人）となる。
3. Age-Period-Cohortモデルによる献血率、献血者数を算出すると2025年には献血率 6.0%、献血者数 4,768,402人と令和5(2023)年度研究による予測値よりも 0.2%(28万人)高い値となった。また、2028年度は献血率 5.6%（16-39歳では 4.6%）、献血者数 4,397,548人と算出された。
4. 献血不足分を算出すると2025年度 21~82万人、2028年度 33~106万人となった。不足分を16-39歳の献血率に加算した2028年度目標献血率は 5.5-8.2%と算出された。

本研究の結果から、供給については経年とともに緩やかな減少傾向であり、需要については、輸血用血液製剤（赤血球、血小板、血漿）は減少傾向、原料血漿は増加傾向にあり、その差分である不足量は増加していくと推定された。特に不足量については、予測の幅が広く、これは主に血漿分画製材用の原料血漿

の予測幅が広いことに起因している。そのため長期的な予測ではこれらの値を定期的に見直して、将来推計値の値を更新していくべきと考えられた。

