

当院における血球計数装置の実運用

測定原理と再検基準を中心に



日本大学病院 臨床検査部 安藤 秀実



一般社団法人

日本医療検査科学会

The Japan Association for Clinical Laboratory Science

一般社団法人 日本医療検査科学会

COI (利益相反) 開示

筆頭発表者名：安藤 秀実

発表責任者名：安藤 秀実

演題発表に関連し、開示すべきCOI関係
にある企業等はありません。

当院のご紹介



内科系3診療科
外科系9診療科
中央診療科5診療科
診療センター3診療科
救命救急センター

許可病床 320床
外来患者数 1000~1500人

血算依頼数 300~400検体

はじめに

臨床検査室



絶対に誤測定は
避けたい



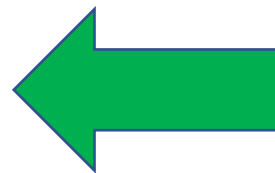
測定原理を理解して
再検査の吟味



迅速で正確なデータの報告



必要な結果ほど遅い



再検査



臨床

内 容

- 機器の測定原理

 - 1) Complete Blood Count

 - 2) 白血球分画

- 当院の実運用(再検値を中心に)

- データの管理

- 血液検査が抱える問題

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ①

- 白血球数、赤血球数、血小板数

電気抵抗法

- 白血球分画

細胞体積、細胞内密度、細胞表面構造の
3次元解析による分析（フローサイトメ
トリー法）

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ②

CBC (Complete Blood Count) 編

白血球数、赤血球系、血小板数

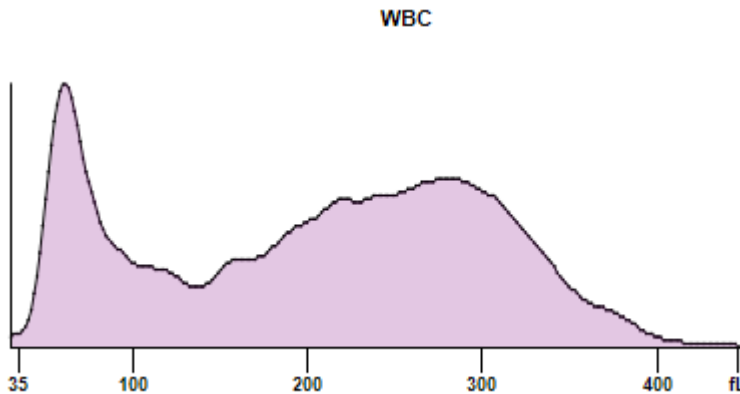


電気抵抗法

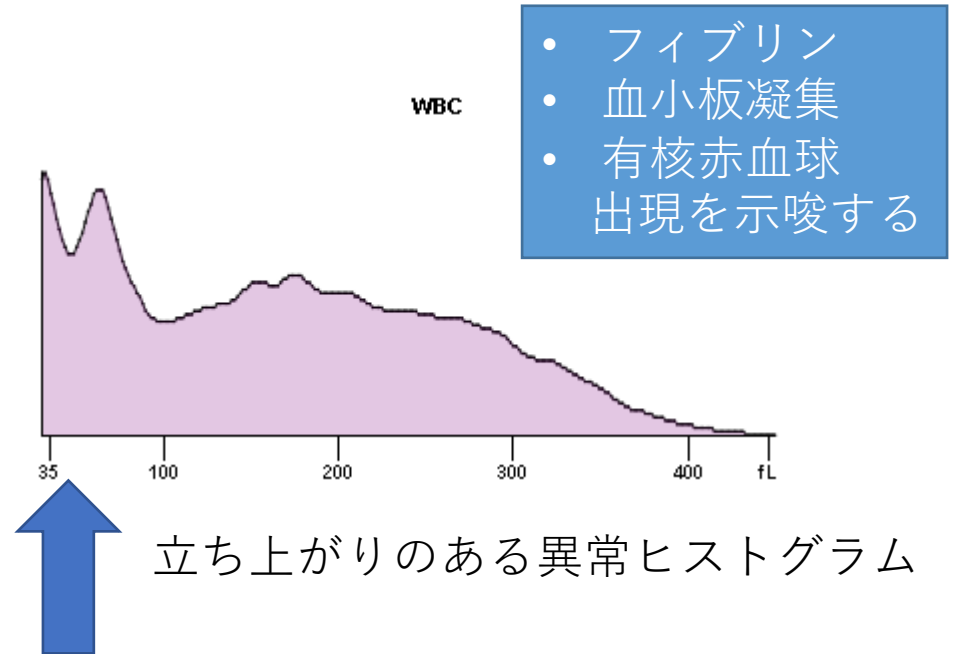
BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ③

CBC (Complete Blood Count) 編

白血球数



白血球 正常ヒストグラム

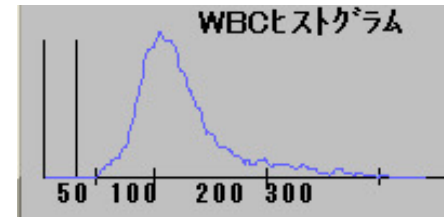


立ち上がりのある異常ヒストグラム

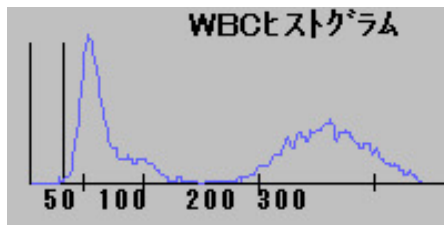
BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ④

CBC (Complete Blood Count) 編

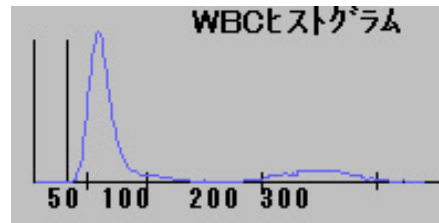
白血球数



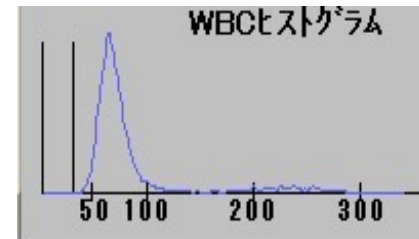
好酸球増加



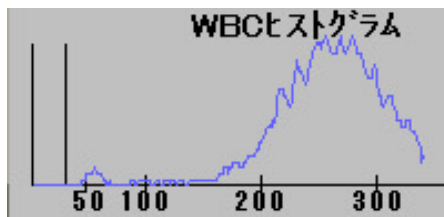
正常パターン



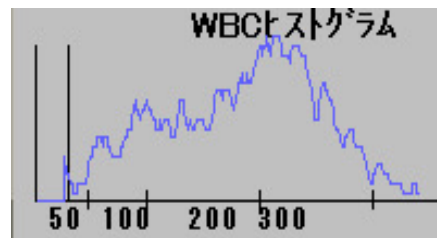
悪性リンパ腫



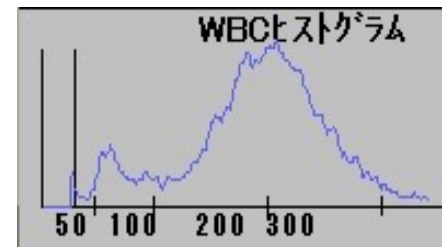
ALL




炎症パターン



CML



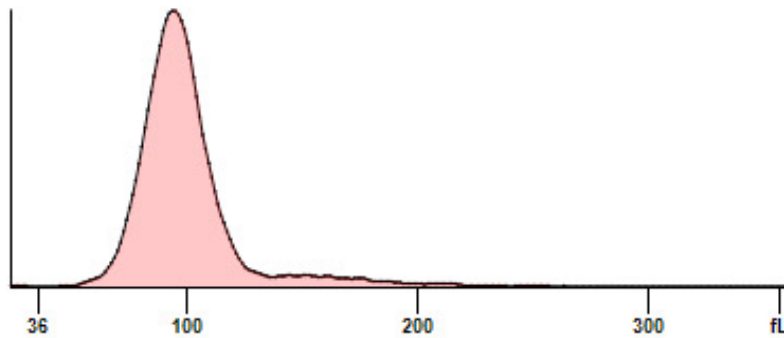
CML  Nihon.Univ.Hospital

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑤

CBC (Complete Blood Count) 編

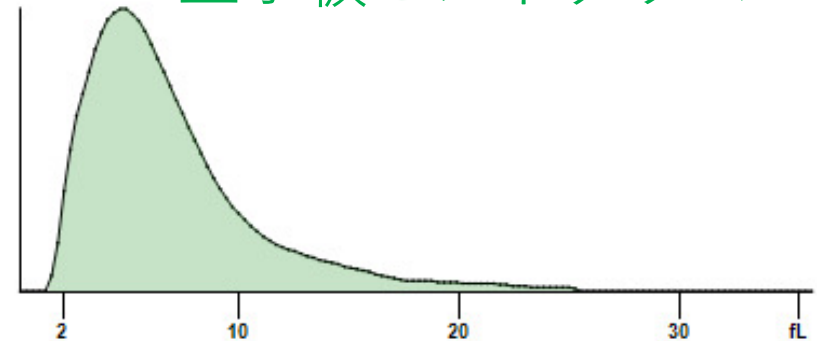
赤血球数、血小板数

赤血球ヒストグラム



赤血球領域 36~360fL

血小板ヒストグラム



血小板領域 2~35fL

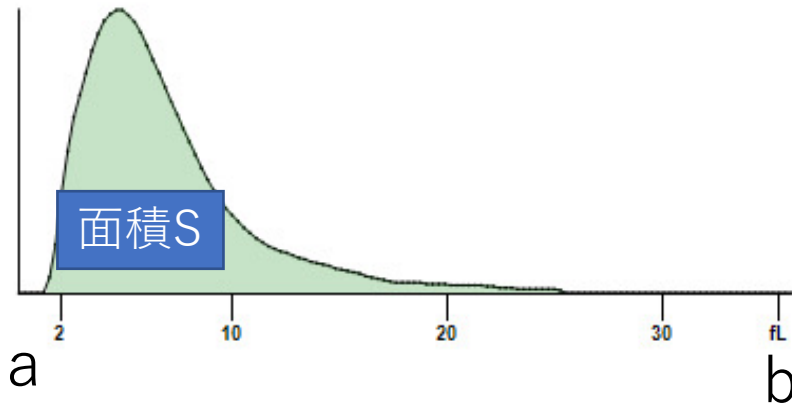
赤血球領域と血小板領域が近接しておりオーバーラップする時は警告メッセージが出力される

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑥

CBC (Complete Blood Count) 編

血小板数が電気抵抗法で大丈夫か？

血小板ヒストグラム



区間 $a \leq x \leq b$ において、 $f(x) \geq 0$ のとき、
曲線 $y=f(x)$ と x 軸、および2直線 $x=a$, $x=b$
で囲まれた図形の面積 S は

$$S = \int_a^b f(x) dx$$

より求めた面積を積分して血小板数を算出している。この際、血小板数のヒストグラムには一定の傾向があり、この傾向から外れたパターンには警告フラグが付与される。

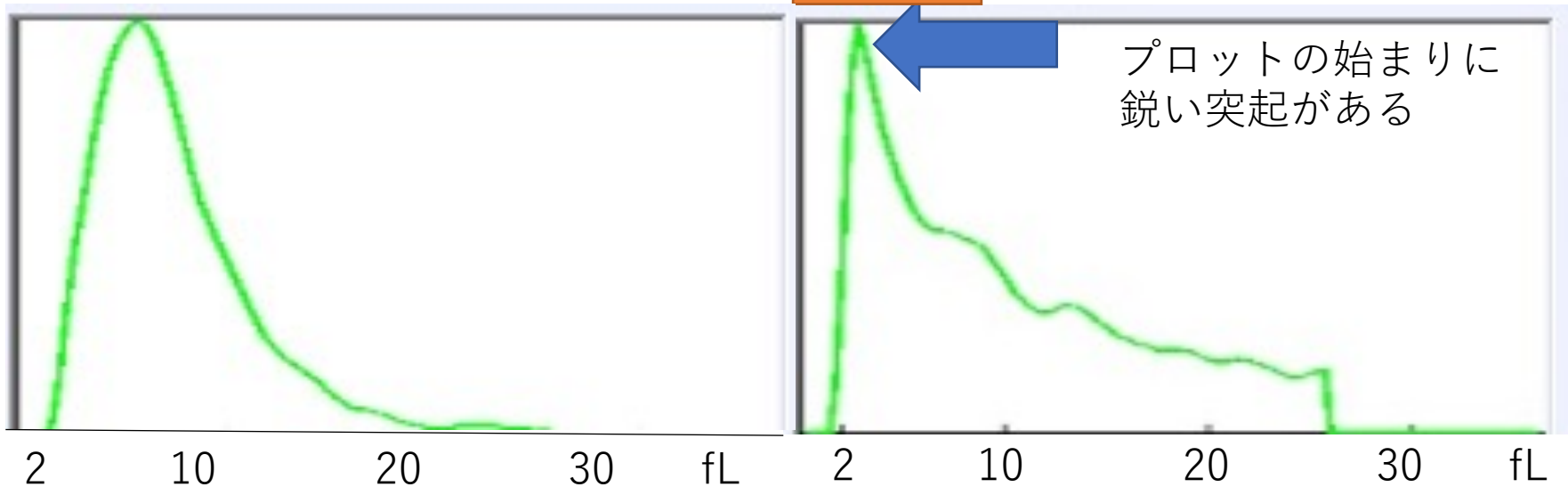
BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑦

CBC (Complete Blood Count) 編

血小板数が電気抵抗法で大丈夫か？

理想的な曲線

溶血

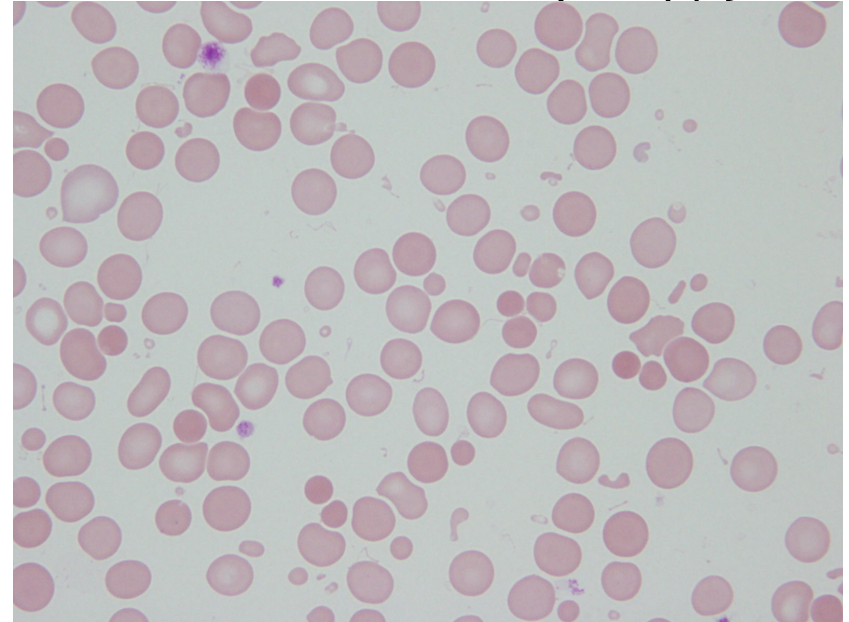
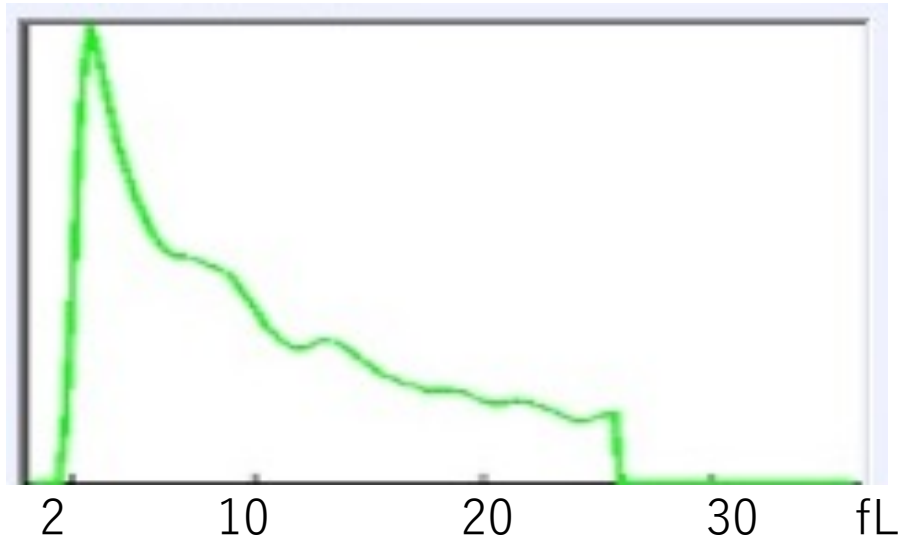


溶血した検体ではデータに信頼性はない

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑧

CBC (Complete Blood Count) 編

重症熱傷



血小板数

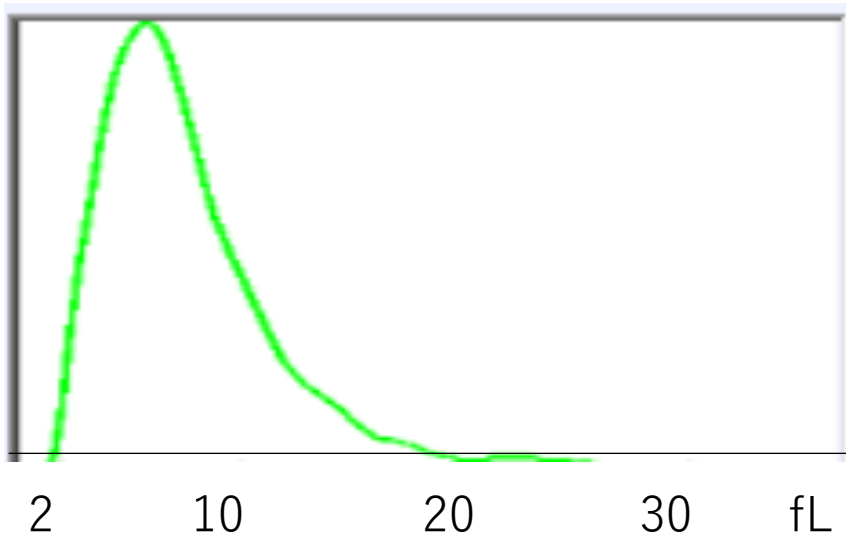
DxH800	$1000 \times 10^9/L$
シスメックス	$225 \times 10^9/L$
Fonio法	$250 \times 10^9/L$

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑨

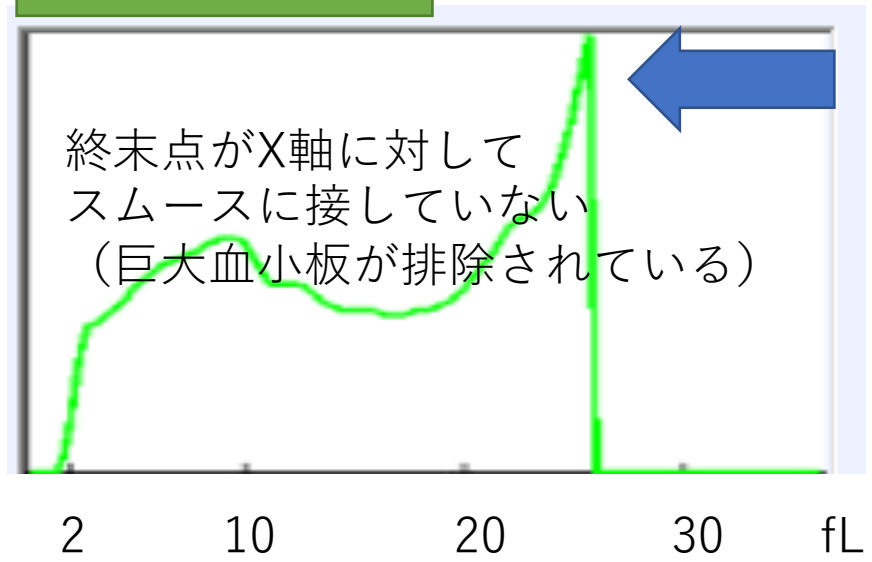
CBC (Complete Blood Count) 編

血小板数が電気抵抗法で大丈夫か？

理想的な曲線



巨大血小板

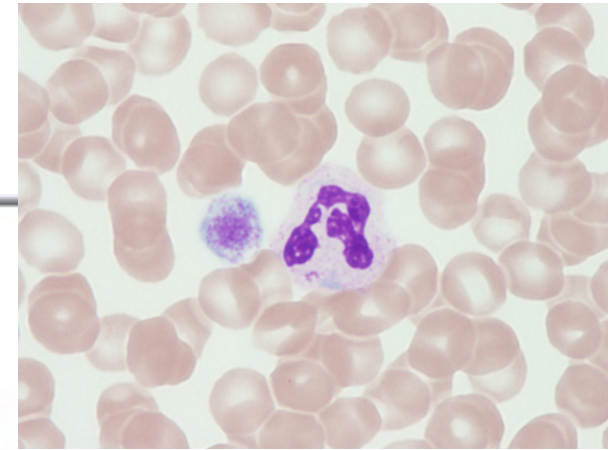
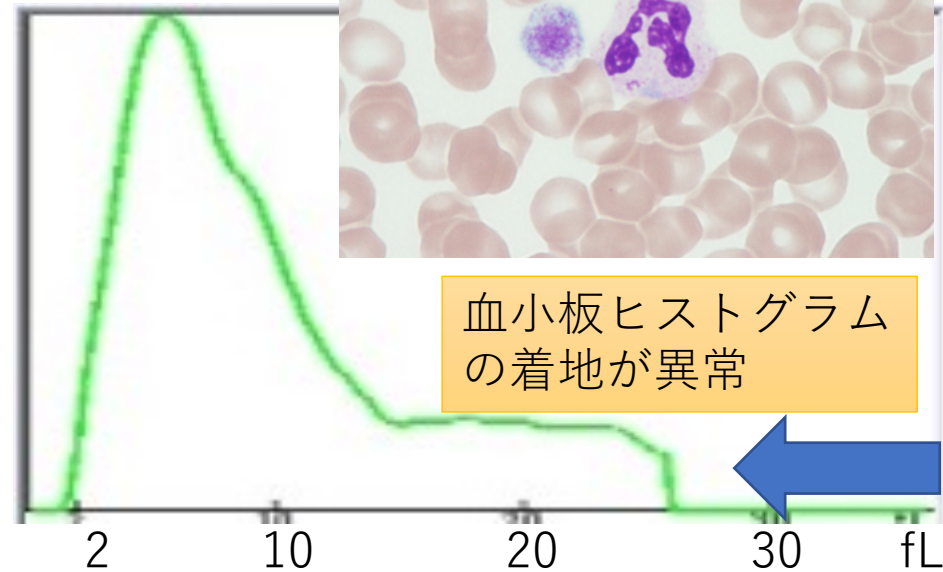
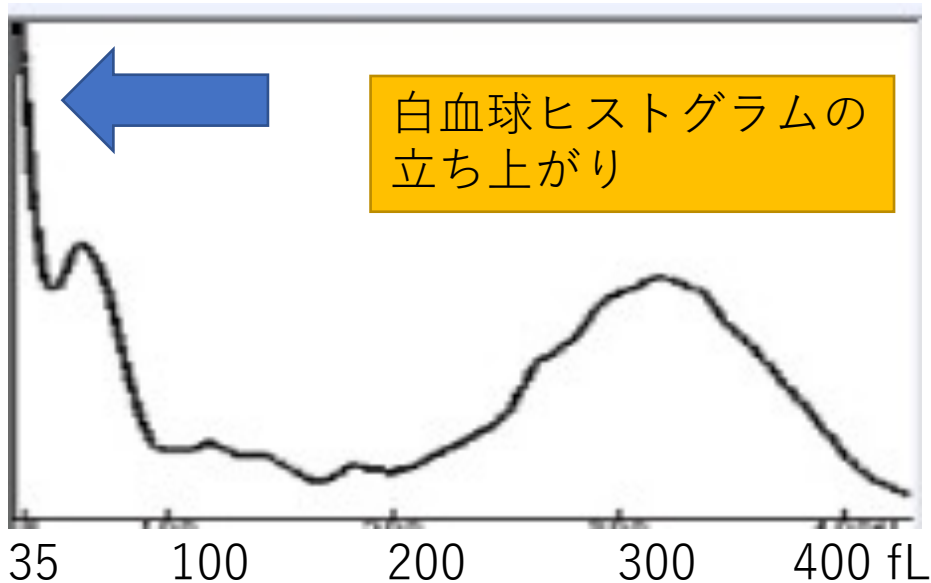


巨大血小板産生時にもデータには注意が必要

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑨

CBC (Complete Blood Count) 編

メイ・ヘグリン異常



メイ・ヘグリン異常の様な巨大血小板産生がある疾患では正確な血小板数は期待できない。

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑪

CBC (Complete Blood Count) 編

血小板数が電気抵抗法で大丈夫か？

- 破砕赤血球 (TTP,HUS) に対してはデータに信頼性がある。
- 検体溶血に対しては、**正誤差が避けられない。**



- 生化学部門との協調、溶血検体の共有。

初診で99.9%が生化学・免疫検査あり。

再診で98%が生化学検査あり。

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑫

CBC (Complete Blood Count) 編

当院の実運用



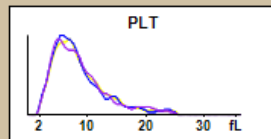
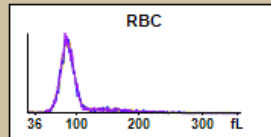
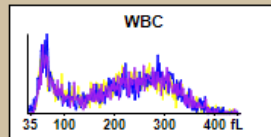
1. 白血球、赤血球、血小板のヒストグラムは必ず確認する
2. 白血球、赤血球の再検はMCHCが基準内なら行わない

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑬

白血球、赤血球、血小板数の**同時三重測定**



三重測定の結果、再現性に問題があればデータは表示されない



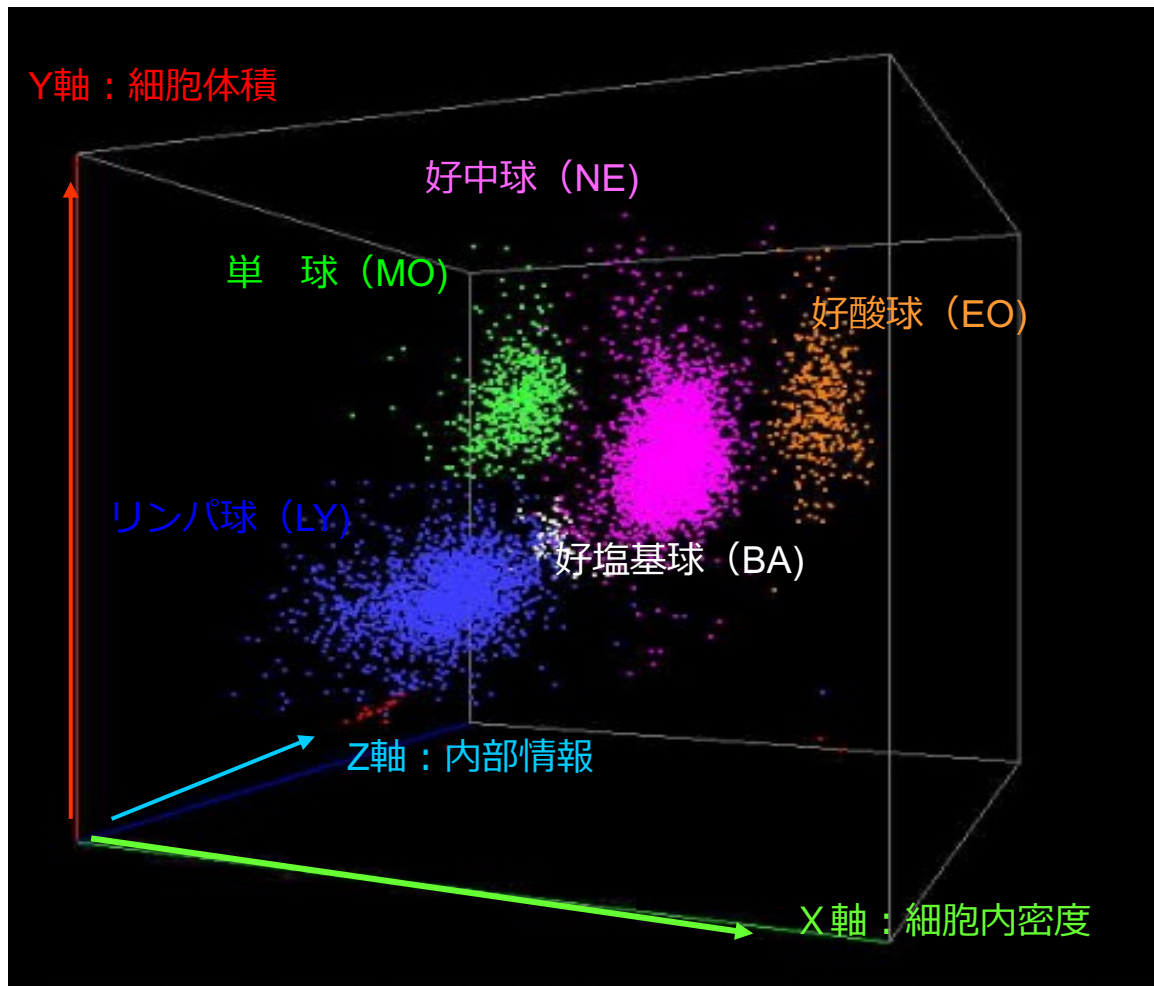
Aperture 1
Aperture 2
Aperture 3

Avg

	WBC	UWBC	RBC	MCV	RDW	PLT	MPV
Aperture 1		4.9	4.70	86.3	13.0	188	8.6
Aperture 2		4.8	4.66	87.3	13.1	195	8.4
Aperture 3		4.8	4.66	86.7	13.2	192	8.6
Avg	4.8	4.8	4.67	86.8	13.1	192	8.6

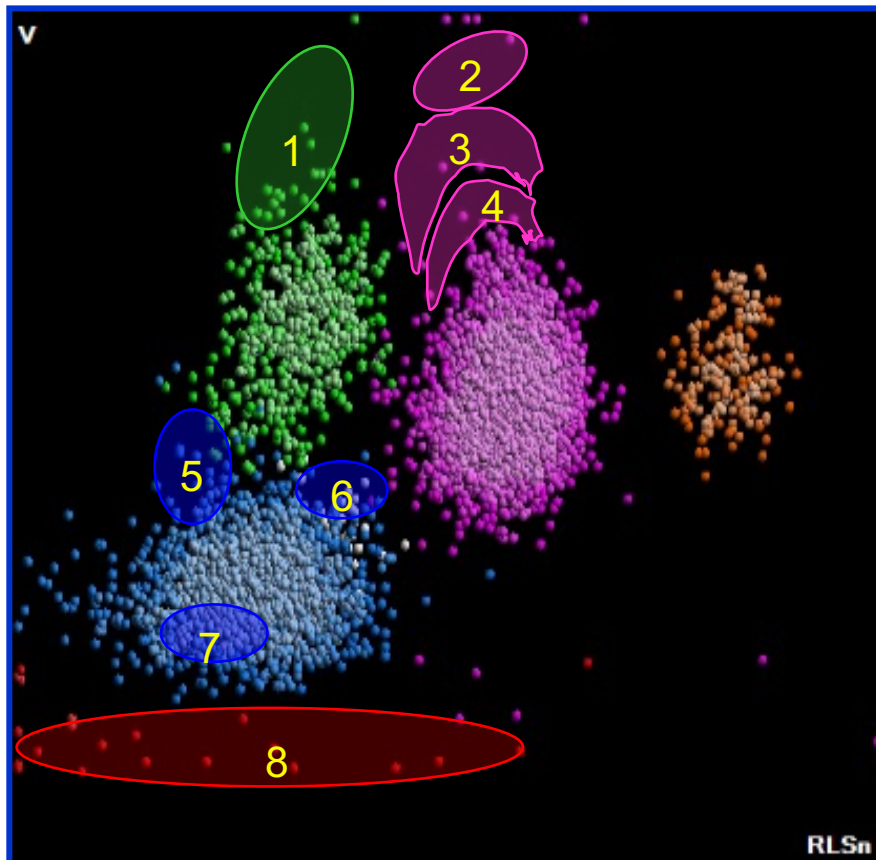
BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑭

白血球 5 分画編



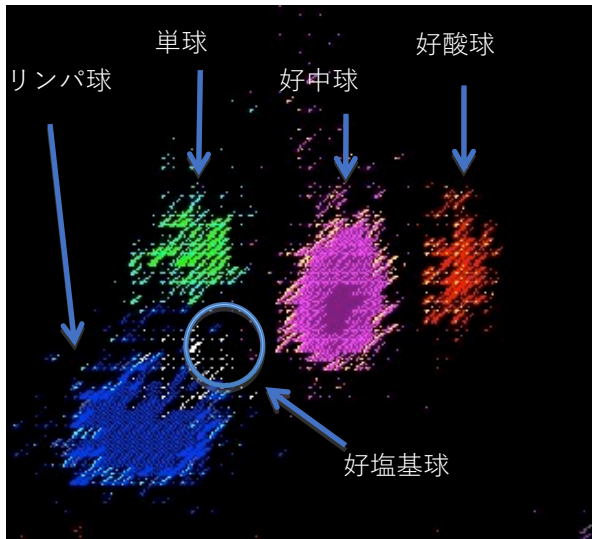
BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑮

白血球幼若を含む異常血球分画

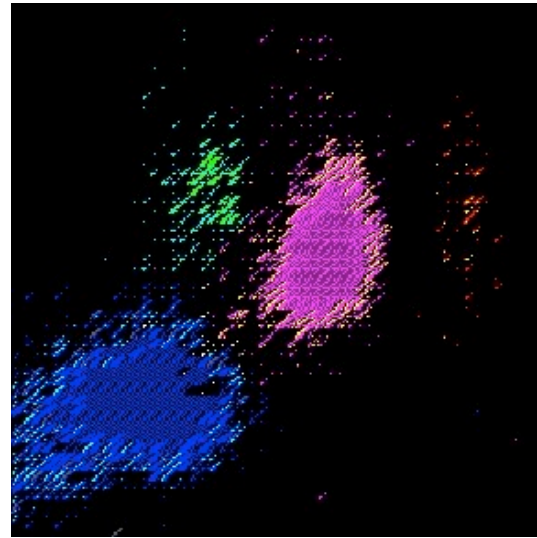


- 1 Mono-Blasts
- 2 Myelo-Blasts
- 3 Immature Granulocytes
- 4 Band Neutrophils
- 5 Lympho-Blasts
- 6 Variant Lymphocytes
- 7 Low Volume Lymphocytes
- 8 Non-White Cells

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑩



正常例



T lymphoblastic lymphoma/
leukaemia

WBC × 10 ⁹ /L	5.4	Net (%)	45.5
RBC × 10 ¹² /l	4.59	Eo (%)	1.0
HGB g/dL	13.6	Ba (%)	0.5
MCV fL	87.6	Mo (%)	3.5
PLT × 10 ⁹ /L	326	Ly (%)	49.5

BECKMAN COULTER DxH800の測定原理 ⑰

白血球 5 分画編

当院の実運用



白血球5分画スキッタープロットは
全て目を通す

当院の再検基準①

項目	データ	
ヘモグロビン濃度 (g/dL)	6.0以下	
好中球数 ($\times 10^9/L$)	0.5以下	※染色スライドから再検
血小板数 ($\times 10^9/L$)	100以下	※染色スライドから再検

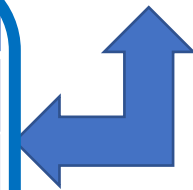
※同一方法で再検しても同じデータが出るだけで信頼性に疑問

再検基準



パニック報告値

項目	データ	
ヘモグロビン濃度 (g/dL)	6.0以下	
好中球数 ($\times 10^9/L$)	0.5以下	※染色スライドから再検
血小板数 ($\times 10^9/L$)	100以下	※染色スライドから再検
白血球数 ($\times 10^9/L$)	1,000以下	
	30,000以上	至急、診察前検査以外



当院の再検基準②

- 再検基準はできるだけシンプルに
- 機器の測定原理からMCHCが基準内なら測定値に信頼性

当院の再検基準③

日本医療検査科学会
第13回血液検査機器技術セミナー

データブロック条件

HGB	7.0g/dL	以下
PLT	$70 \times 10^9/L$	以下
MCHC	32.0未満	35.5以上 g/dL

前回値比較

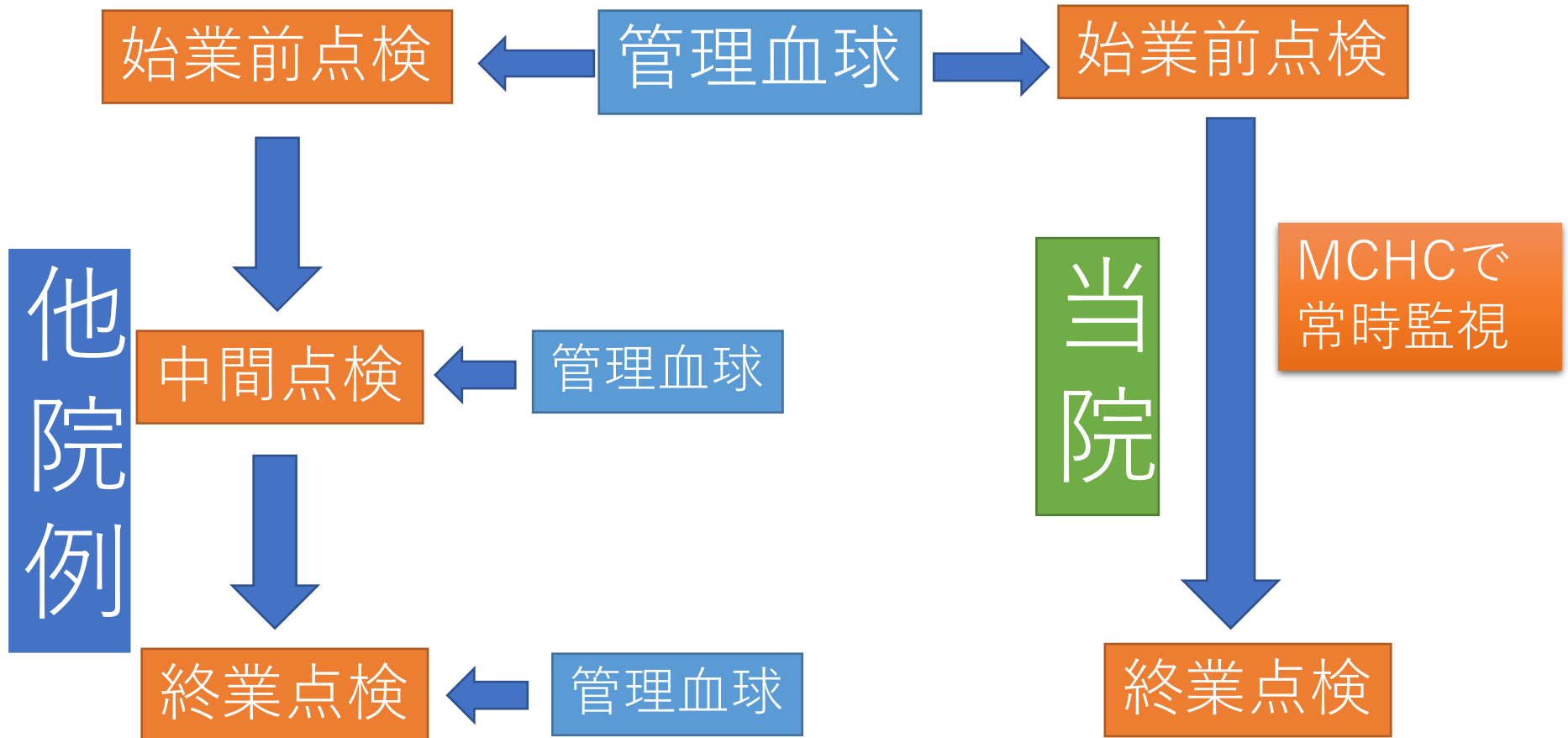
MCV 5.0fL 以上
HGB 2.0g/dL

当院の再検基準③

スライド作成条件

種 類	絶 対 値	相対値
白血球数 ($\times 10^9/L$)	3.0 以下 13.0 以上	
単球数 ($\times 10^9/L$)	0.8 以上	
リンパ球 ($\times 10^9/L$)	4.0 以上	
好酸球数 ($\times 10^9/L$)	0.5 以上	10%以上
好塩基球 ($\times 10^9/L$)	0.5 以上	3%以上
血小板数 ($\times 10^9/L$)	100 以下	
MCHC (g/dL)	32.0 以下 35.5 以上	

データの管理



MCHC

白血球測定バス経由、
または直接測定

$$\frac{\text{ヘモグロビン濃度 (g/dL)} \times 100}{\text{ヘマトクリット値 (\%)}}$$

赤血球測定バス(MCV × 赤血球数)

MCHCは複数の測定系が関与しそれぞれが正確に測定されると一定のデータが出力される

定

MCHC計算式

$$MCHC(g/dL) = \frac{Hgb \times 100}{RBC \times MCV}$$

→ **Hgb** **RBC, MCV**
(異なるサンプリングによる測定)

測定系

Hgb

(比色分析法)

RBC, MCV

(電気抵抗法)

3つの測定系が正しく測定されて一定のMCHCが計算される

	WBC	UWBC	RBC	MCV	RDW	PLT	MPV
<input checked="" type="checkbox"/>		2.025	2.103	91.14	19.02	85.2	8.55
<input checked="" type="checkbox"/>		2.091	2.087	90.49	18.68	83.8	8.33
<input checked="" type="checkbox"/>		2.138	2.104	91.21	18.56	87.5	8.47
Avg	2.085	2.085	2.098	90.94	18.76	85.5	8.45

(CBC測定 三重測定画面)

CBC測定は、独立した3個の検出器による同時三重測定を行い、リジェクトデータは除外した平均値が表示される。

MCHCを用いた精度管理 (患者検体20検体平均値)

XBバッチ

時刻	MCV	MCH	MCHC
11:41:30	94.8/1.4	31.7/0.6	33.4/-1.5
11:25:10	95.3/2.0	31.9/1.2	33.4/-1.5
11:12:29	95.1/1.7	31.9/1.1	33.5/-1.2
10:58:41	95.1/1.7	31.9/1.2	33.5/-1.2
10:35:15	95.5/2.2	32.0/1.5	33.5/-1.3
10:21:11	95.4/2.1	31.9/1.3	33.5/-1.3
10:04:41	95.5/2.1	31.9/1.3	33.5/-1.3
9:52:16	95.6/2.2	31.9/1.3	33.5/-1.3
9:38:58	95.6/2.2	31.9/1.3	33.5/-1.3
9:23:54	95.7/2.3	31.9/1.3	33.2/-2.1
9:04:39	96.1/2.8	32.0/1.4	33.2/-2.2
16:18:10	93.3/-0.2	30.9/-2.0	33.1/-2.3
14:45:55	93.3/-0.2	30.9/-2.0	33.1/-2.4
13:59:13	93.1/-0.4	30.7/-2.4	33.1/-2.5
13:04:22	95.2/1.8	31.5/0.1	33.1/-2.3
12:37:37	95.2/1.8	31.5/0.1	33.1/-2.5
12:20:57	95.2/1.8	31.6/0.2	33.2/-2.2
12:05:22	95.7/2.4	32.0/1.6	33.4/-1.5
11:47:51	94.8/1.4	31.7/0.6	33.4/-1.6
11:35:28	94.7/1.3	31.6/0.5	33.4/-1.6

← 修理完了時刻

← トラブルが発生した
と思われる時間

時間

日付/時刻	N	検証担当	コメント	MCV		MCH		MCHC	
				平均値	%DIFF	平均値	%DIFF	平均値	%DIFF
予			使用できるデータはありません						
14:09:35	20	ここをクリックして検証する		93.5	-0.51	31.0	-1.40	33.1	-1.32
12:31:44	20	ここをクリックして検証する		93.2	-0.89	30.9	-1.47	33.1	-1.11
11:43:07	20	ここをクリックして検証する		93.6	-0.41	31.1	-1.04	33.1	-1.16
11:19:11	20	ここをクリックして検証する		93.1	-0.96	30.8	-1.85	33.0	-1.40
10:47:15	20	ここをクリックして検証する		93.3	-0.76	31.0	-1.32	33.2	-0.97
10:24:17	20	ここをクリックして検証する		94.0	-0.01	31.3	-0.45	33.2	-0.94
09:56:11	20	ここをクリックして検証する		93.8	-0.17	31.1	-0.87	33.2	-0.97
09:16:25	20	ここをクリックして検証する		93.8	-0.17	31.1	-1.06	33.2	-1.00
08:57:53	20	ここをクリックして検証する		93.9	-0.15	31.1	-1.00	33.2	-0.99
08:43:02	20	ここをクリックして検証する		93.9	-0.07	31.1	-0.93	33.2	-0.99
10:57:06	20	ここをクリックして検証する		91.9	-2.25	30.3	-3.61	33.2	-1.03
10:10:12	20	ここをクリックして検証する		94.1	0.14	31.3	-0.42	33.2	-0.80
09:40:30	20	ここをクリックして検証する		94.0	0.01	31.2	-0.78	33.2	-0.90
09:00:30	20	ここをクリックして検証する		93.8	-0.17	31.1	-1.01	33.2	-0.89
08:33:43	20	ここをクリックして検証する		93.4	-0.68	31.0	-1.35	33.2	-0.89
14:16:46	20	ここをクリックして検証する		93.4	-0.64	31.0	-1.35	33.2	-0.88
13:04:23	20	ここをクリックして検証する		93.4	-0.62	31.0	-1.37	33.1	-1.13
12:29:25	20	ここをクリックして検証する		93.2	-0.89	30.9	-1.57	33.2	-0.83
12:07:08	20	ここをクリックして検証する		93.1	-0.91	30.9	-1.58	33.2	-0.81
11:43:08	20	ここをクリックして検証する		93.1	-0.95	30.9	-1.65	33.2	-0.84

血液検査が抱える問題

1. 採血後のシリンジ放置
2. 輸液の混入
3. 不慣れな採血手技
4. 不要な再検検査

血液検査が抱えるサンプル採取の問題

- シリンジ採血の際に、血液分注までに時間がかかった際にシリンジ内で**血漿成分と細胞成分が分離**する

血球検査のみに影響

- 輸液側からの採血により**血液が希釈**される

様々な検査に影響

再検しても同じデータが出力

- 採取手技の影響**により、フィブリンの析出や血小板凝集

再検時にデータが異なることがあり不適切なサンプル採取が疑われることも

採血後のシリンジ放置

項目	8月7日	8月10日	8月12日(※)	8月12日 (再採取)
WBC($\times 10^9/L$)	7.9	7.3	5.9	7.4
RBC($\times 10^{12}/L$)	2.37	2.20	4.04	2.25
HGB(g/dL)	8.3	7.6	13.9	7.7
HCT(%)	24.8	23.0	41.6	22.5
MCV(fL)	104.5	104.5	103.1	104.1
MCH(pg)	34.9	34.3	34.5	34.2
MCHC(g/dL)	33.4	32.8	33.4	33.5
RDW(CV%)	16.7	15.7	15.9	15.9
PLT($\times 10^9/L$)	244	272	128	280

輸液の混入①

高カロリー輸液の混入

項目	8月7日	8月10日	8月12日(※)	8月12日 (再採取)
WBC($\times 10^9/L$)	5.5	5.5	3.7	6.9
RBC($\times 10^{12}/L$)	2.68	2.72	2.22	2.46
HGB(g/dL)	8.6	8.6	7.1	7.9
HCT(%)	25.2	25.6	27.7	23.5
MCV(fL)	93.9	94.1	124.9	95.6
MCH(pg)	32.0	31.7	32.0	32.2
MCHC(g/dL)	34.0	33.7	25.6	33.7
PLT($\times 10^9/L$)	212	231	116	148

輸液の混入②

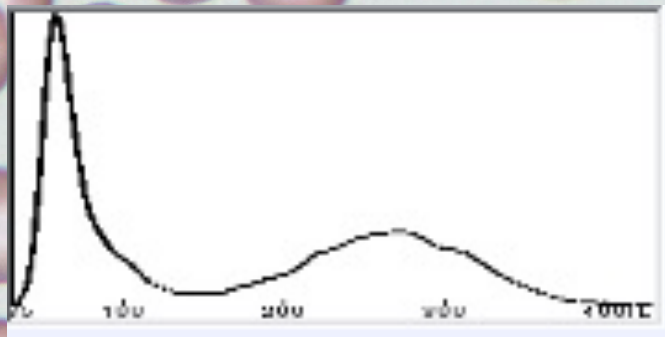
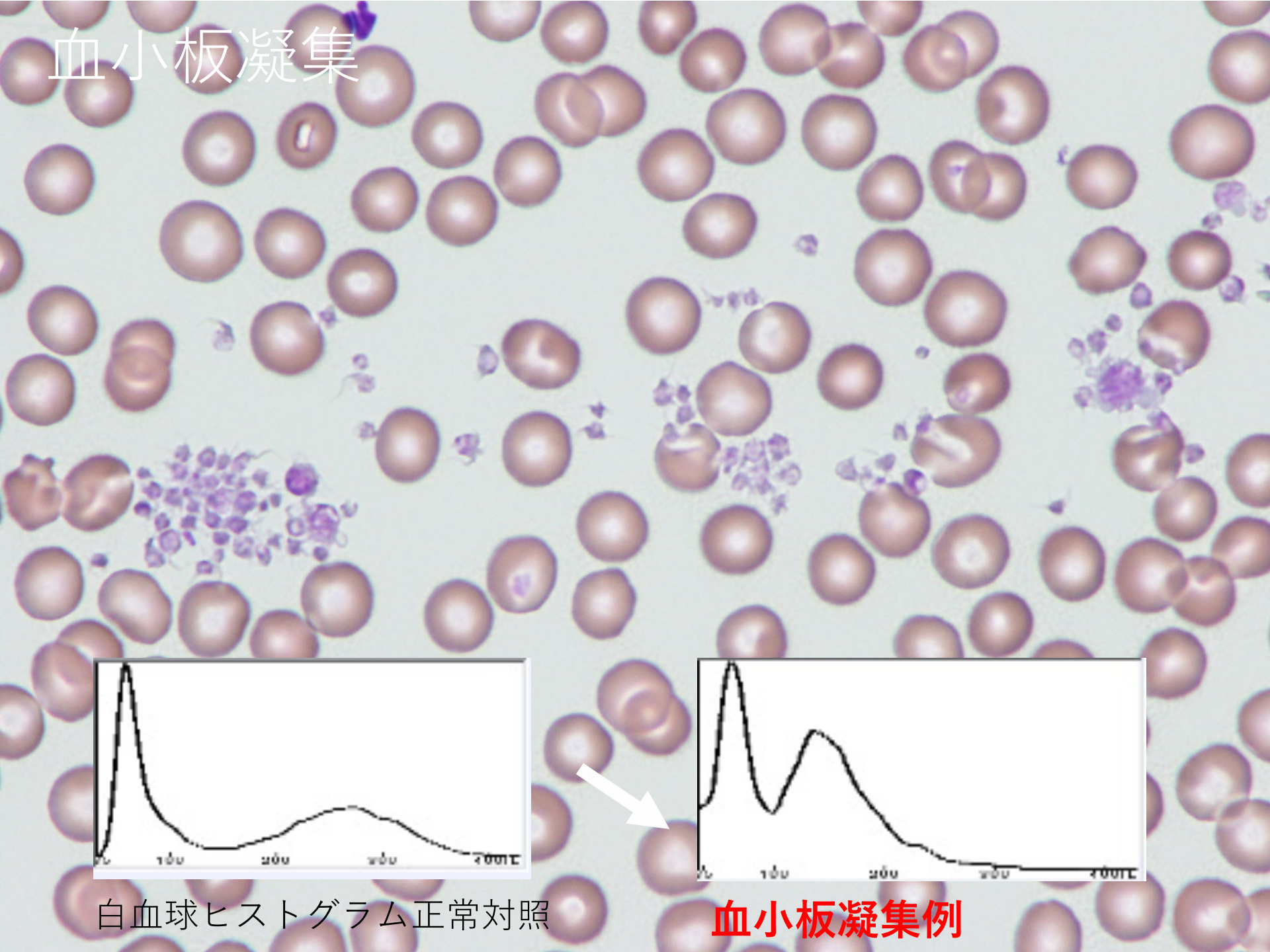
輸液（等張液）の混入

項目	8月7日	8月10日(※)	8月12日	8月12日 (再採取)
WBC($\times 10^9/L$)	10.5	10.3	6.5	10.7
RBC($\times 10^{12}/L$)	2.98	3.30	1.64	3.27
HGB(g/dL)	8.7	9.7	4.9	9.7
HCT(%)	26.4	28.8	14.5	28.8
MCV(fL)	88.6	87.3	88.5	88.1
MCH(pg)	29.2	29.4	30.0	29.8
MCHC(g/dL)	33.0	33.7	33.9	33.7
PLT($\times 10^9/L$)	264	340	171	346
TP		6.4	3.2	6.4
AST		35	17	30
ALT		37	15	32
LD		198	125	160

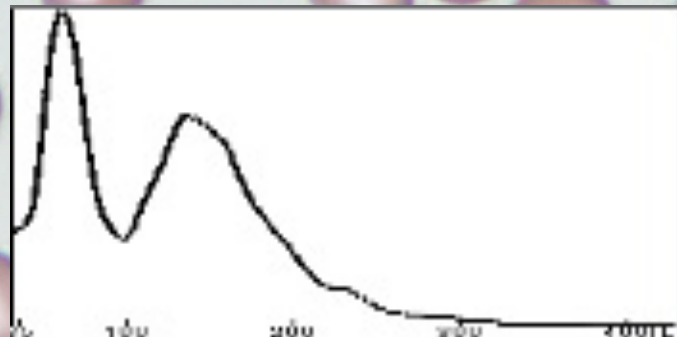
不慣れな採血

項目	8月7日	8月10日(※)	8月10日(再採血)
WBC($\times 10^9/L$)	4.9	6.2	4.2
RBC($\times 10^{12}/L$)	4.80	4.64	4.78
HGB(g/dL)	14.7	14.6	14.6
HCT(%)	44.1	42.4	42.8
MCV(fL)	91.8	91.4	89.4
MCH(pg)	30.6	31.4	30.4
MCHC(g/dL)	33.3	34.4	34.0
PLT($\times 10^9/L$)	233	143	253

血小板凝集



白血球ヒストグラム正常対照



血小板凝集例

不要な？再検査

	健診時データ	有事データ
白血球数 × 10 ⁹ /L	5.0	16.9
赤血球数 × 10 ¹² /L	3.33	3.19
ヘモグロビン濃度 (g/dL)	10.8	6.3
ヘマトクリット値 (%)	32.1	21.6
MCV (fL)	96.5	67.6
MCHC (g/dL)	33.5	29.2
血小板数 (10 ⁹ /L)	215	302

MCVが96.5から67.6へ変化。小球性貧血を認める。
小球性貧血は、ヘモグロビンを作りたいくても材料が無い
ため作れないためでヘモグロビン濃度が低下するのは当然
であり再検の必要はなしと考えます。

MCHCが基準値内なら大丈夫？

	前回値	今回値①	今回値(再)
白血球数 ($\times 10^9/L$)	8.6	3.6	8.6
赤血球数 ($\times 10^{12}/L$)	3.50	1.88	3.12
ヘモグロビン濃度 (g/dL)	10.8	5.8	9.5
ヘマトクリット値 (%)	31.7	17.3	30.5
MCV (fL)	90.7	92.0	90.5
MCHC (g/dL)	34.0	33.3	33.6
血小板数 ($\times 10^9/L$)	204	120	184

規定値以下の血液量のサンプルを、チェック漏れにより自動サンプリング装置に掛けてしまいサンプルショートを起こした例

ま と め

1. 再検査はデータの保証に役立たない
2. 測定原理を理解して迅速なデータの提供
3. データー急変時には生化学、輸血、カルテの閲覧で総合的な判断をする
(急変したデータを報告するのか再採取をするのか)