

# 多項目自動血球計数装置による 各種動物血の測定

白石 順一, 松本 英彬, 平山 英樹

シスメックス株式会社 機器開発本部基盤技術開発グループ：神戸市西区高塚台 4-4-4 (〒651-2271)

## SUMMARY

多項目自動血球計数装置を用い、ラット・マウス・ウサギ等の実験動物およびその他の動物計15種の血球計数を人血測定条件で試みた。ヤギおよびヒツジの血小板数を除き各種動物の白血球数・赤血球数・血小板数とも概ね測定できた。ヤギ・ヒツジの血小板計数では赤血球の粒度分布が血小板の粒度分布に一部重なり、赤血球と血小板との弁別ができなかった。白血球計数ではイヌ・ネコ・フェレット・ハムスター・チーターは単峰性粒度分布を示し、その他の動物は2峰性を示した。遠心ヘマトクリット値(PCV)と多項目自動血球計数装置の人血測定条件でのHCT値とのヘマトクリット比(PCV/HCT)は、最小のヤギで0.65、最大のゾウで1.08であった。

**Key Words** 血球計数, エキゾチックアニマル, 産業動物, 実験動物, 野生動物

## はじめに

数年来、動物病院・大学の研究室や公共の動物関連施設からイヌ・ネコ以外の動物血測定に関する問い合わせが多く寄せられている。

我々は多項目自動血球計数装置でエキゾチックマニアル・実験動物・産業動物・野生動物等15種の動物の血球計数を行い、若干の知見を得たのでその結果を報告する。

## 材料と方法

検討に用いた多項目自動血球計数装置にはイヌ・ネコ以外の動物の測定条件はプログラムされていないので、各種動物血は人血測定条件で測定した。遠心ヘマトクリット値はKUBOTA 3220ヘマトクリット遠心機を用い、12,000rpm 6分で行った。表1の

HCT・MCV・MCHCは遠心ヘマトクリット値(PCV)と多項目自動血球計数装置のHCT値からヘマトクリット比(PCV/HCT)を求め、その平均値を補正係数として手計算で算出した。

### 1. エキゾチックアニマル

#### 1) フェレット

エキゾチック・ペット・クリニック来院のフェレット雄9匹, 雌3匹 計(年齢1~6才)12匹の爪をカットし、滴下する鮮血をEDTA-2Na加キャピジェクト採血管(テルモ社; 以下キャピジェクト)に直接採取した。

#### 2) プレーリードッグ

エキゾチック・ペット・クリニック来院のプレーリードッグ雄4匹, 雌4匹, 去勢2匹の計10匹(年齢2~8才)の内股静脈から手引き注射器で採血してキャピジェクトに移した。

## 2. 産業動物

### 1) ウシ

兵庫県立農林水産技術総合センターの黒毛和種46頭・ホルスタイン55頭の頸静脈からEDTA-2K加5mL真空採血管(テルモ社;以下2K-5mL採血管)に真空採血した。

黒毛和種:育成牛(去勢)28頭(月齢9~10カ月),種牛(雄)18頭(年齢3~6才)

ホルスタイン:仔牛(出産経験なし)19頭(月齢0~28カ月),成牛(雌)36頭(年齢2~8才)

### 2) ウマ

兵庫県競馬組合所属のサラブレッド36頭の頸静脈からEDTA-2Na加5mL用真空採血管(テルモ社)に真空採血した。

サラブレッド:雄19頭(年齢3~6才),雌15頭(年齢3~6才),騾2頭(年齢3~6才)

### 3) ブタ

兵庫県立農林水産技術総合センターのブタ42頭の頸静脈から2K-5mL採血管に真空採血した。

大ヨークシャー:雄4頭(月齢5~7カ月),雄2頭(年齢4,5歳),雌5頭(月齢5~7カ月)

ランドレース:雄2頭(年齢4,5歳),雌3頭(月齢7カ月)

デュロック:雄4頭(月齢2~5カ月),雌5頭(月齢2~6カ月),雌2頭(年齢1,2歳)

上記3種との雑種:雄7頭(月齢3~8カ月),雌4頭(月齢5~8カ月),雌4頭(年齢1~4歳)

### 4) ヤギ

下記3施設のヤギ計18頭の頸静脈から神戸市立六甲山牧場および淡路ファームパーク・イングランドの丘のヤギは手引き注射器で採血して2K-5mL採血管に移し,姫路セントラルパークのヤギは同採血管に真空採血した。

神戸市立六甲山牧場

ザーネン:雄1頭(年齢7歳)

雑種:雌7頭(年齢4~9歳),去勢2頭(年齢6,7歳)  
淡路ファームパーク・イングランドの丘

アンゴラヤギ:雄2頭(年齢6歳)

ヤクシマヤギ:雌2頭(年齢8,9歳)

姫路セントラルパーク

雑種:雄1頭,雌3頭(年齢1~4歳)

### 5) ヒツジ

淡路ファームパーク・イングランドの丘のヒツジ31頭の頸静脈から手引き注射器で採血し,2K-5mL採血管に移した。

コリデール:雄23頭(年齢1~6歳),去勢5頭(年齢2,3歳)

サフォーク:雌1頭(年齢8歳)

サウスダウン:雌1頭(年齢2歳)

サフォークとの雑種:去勢1頭(年齢2歳)

## 3. 実験動物

### 1) ウサギ

Std.NZW雄20羽(週齢11~44週)の後耳介静脈より手引き注射器で採血してEDTA-2K加2mL用真空採血管(テルモ社;以下2K-2mL採血管)に移した。

### 2) ラット

SPF/VAF雄10匹(週齢8,40週),雌10匹(週齢8,40週)計20匹をエーテル麻酔後開腹し,心臓より手引き注射器で採血して2K-2mL採血管に移した。

### 3) マウス

Crj:CD雄10匹(週齢10,28週),雌10匹(週齢10,32週)計20匹をエーテル麻酔後開腹し,心臓より手引き注射器で採血して2K-2mL採血管に移した。

### 4) ハムスター

シリアンハムスターの雄6匹(週齢10週),雌6匹(週齢10週)をエーテル麻酔後開腹し,心臓より手引き注射器で採血して2K-2mL採血管に移した。

## 4. 野生動物

### 1) ゾウ

姫路セントラルパークのアフリカゾウ雄2頭(年齢13,23歳),雌3頭(年齢22~23歳)計5頭の耳静脈から2K-5mL採血管に真空採血した。

### 2) パーラル

姫路セントラルパークのパーラル雄3頭(年齢2~5歳),雌5頭(年齢3,12歳)計8頭の頸静脈から2K-5mL採血管に真空採血した。

### 3) チーター

姫路セントラルパークのチーター雄2頭(年齢6,8歳)の尾静脈から2K-5mL採血管に真空採血した。

## 結果と考察

粒度分布図より白血球・赤血球・血小板測定のコ  
否を判定した。ヒト・イヌ・ネコを対照とし各種動

物の代表的な粒度分布を図1に、動物種毎の測定値  
とヘマトクリット比の最小値・最大値・平均値・標  
準偏差を表1に示す。

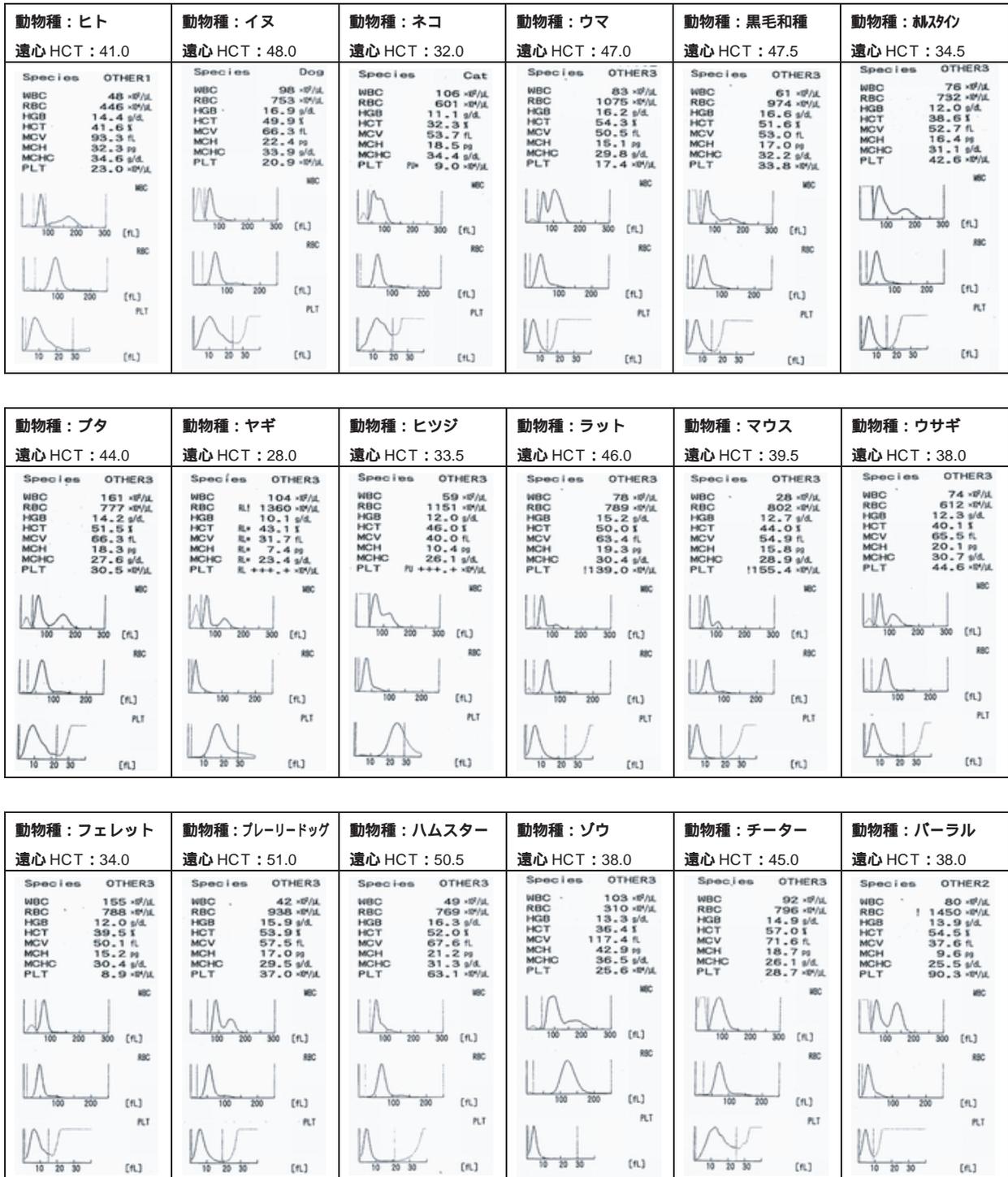


図1. 各種動物粒度分布

表1. 各種動物測定値

		WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	ヘマトクリット*
フェレット 12匹	MIN	27	610	9.9	27.8	42.9	14.9	32.5	9.0	0.765
	MAX	155	1391	22.3	66.4	48.2	16.8	35.6	147.0	0.911
	AV	86	980	15.2	44.6	45.5	15.5	34.2	39.9	0.855
	SD	43	258	4.0	12.0	1.5	0.6	1.0	39.6	0.039
プレーリードッグ 10匹	MIN	39	485	7.4	24.5	50.6	15.3	28.7	31.1	0.887
	MAX	170	947	15.9	55.3	66.5	21.3	35.2	78.1	1.020
	AV	79	689	12.4	40.3	58.3	18.1	31.0	46.8	0.962
	SD	46	166	2.8	10.3	4.8	1.8	1.9	16.6	0.040
ラット 20匹	MIN	14	726	13.5	41.9	50.5	15.9	30.7	69.2	0.889
	MAX	146	945	15.6	50.2	61.6	19.6	33.0	139.0	0.990
	AV	75	820	14.7	45.8	56.1	18.0	32.1	108.3	0.930
	SD	32	71	0.6	2.3	3.3	1.2	0.6	16.4	0.024
マウス 20匹	MIN	5	716	10.7	33.2	45.8	14.4	30.7	95.8	0.804
	MAX	46	920	14.3	43.8	49.5	16.3	33.7	183.4	0.902
	AV	23	831	12.8	39.6	47.7	15.4	32.2	146.1	0.859
	SD	12	56	0.9	2.5	1.1	0.5	1.0	29.8	0.026
ハムスター 12匹	MIN	23	728	15.3	46.7	57.8	19.3	32.4	38.8	0.911
	MAX	69	940	18.5	55.1	64.1	21.2	33.9	197.0	0.971
	AV	41	852	17.2	51.6	60.7	20.2	33.3	75.3	0.943
	SD	15	72	1.0	2.7	2.2	0.6	0.5	48.0	0.020
ウサギ 20羽	MIN	54	563	10.7	34.4	57.3	17.8	31.1	27.3	0.896
	MAX	116	696	14.5	45.3	67.2	22.3	33.4	61.9	0.962
	AV	82	640	12.9	40.2	62.7	20.2	32.2	47.5	0.933
	SD	18	45	1.0	3.2	2.4	0.9	0.7	8.3	0.018
ウマ 36頭	MIN	55	663	10.8	29.7	41.6	15.0	33.3	9.7	0.870
	MAX	167	1165	19.7	55.1	48.7	17.4	37.7	19.8	1.050
	AV	89	977	15.8	44.5	45.5	16.2	35.5	13.1	0.926
	SD	20	108	1.8	5.2	1.7	0.6	1.0	3.0	0.032
ブタ 42頭	MIN	122	533	10.6	32.5	51.1	15.6	29.6	17.3	0.813
	MAX	262	853	15.5	47.3	63.4	21.6	35.5	131.0	0.911
	AV	180	733	13.3	40.6	55.6	18.3	32.9	37.3	0.869
	SD	37	83	1.0	3.3	3.4	1.4	1.1	23.2	0.022
ヤギ 18頭	MIN	42	1170	8.5	24.3	20.2	6.6	30.8		0.613
	MAX	139	2109	15.9	50.3	25.1	8.0	35.6		0.756
	AV	89	1598	11.7	35.9	22.3	7.3	32.7		0.681
	SD	30	255	2.0	7.2	1.3	0.4	1.4		0.037
ヒツジ 31頭	MIN	11	820	10.0	28.0	30.1	10.4	33.6		0.704
	MAX	96	1455	16.2	48.2	36.6	12.9	38.6		0.793
	AV	48	1079	12.4	34.7	32.1	11.5	35.7		0.742
	SD	16	139	1.4	4.6	1.5	0.6	1.4		0.022
ホルスタイン 55頭	MIN	37	468	8.5	23.9	33.6	9.8	29.0	24.2	0.791
	MAX	180	1150	13.4	41.7	53.6	19.8	37.3	175.5	0.983
	AV	88	738	10.9	32.2	44.7	15.2	33.9	56.9	0.915
	SD	25	159	0.9	3.6	5.5	2.7	2.3	36.5	0.042
黒毛和種 46頭	MIN	32	695	9.1	26.2	32.2	10.3	31.5	15.6	0.795
	MAX	94	1134	18.6	48.1	54.0	20.9	38.9	51.8	0.947
	AV	64	925	13.0	37.2	40.9	14.4	34.8	28.6	0.868
	SD	16	134	2.1	4.8	7.2	3.4	2.2	8.9	0.039
ゾウ 5頭	MIN	103	252	11.2	32.9	123.0	41.4	33.6	18.7	1.044
	MAX	230	310	13.3	39.3	135.0	46.3	34.5	36.8	1.098
	AV	147	283	12.4	36.5	129.4	44.1	34.1	27.3	1.080
	SD	52	22	0.8	2.3	4.6	2.0	0.4	6.9	0.023
バーラル 8頭	MIN	54	1365	12.9	35.7	24.5	8.4	33.5	43.0	0.643
	MAX	127	2031	18.6	55.5	27.3	9.6	36.6	90.3	0.804
	AV	88	1586	14.6	41.1	25.9	9.2	35.5	71.1	0.700
	SD	23	213	1.8	6.3	1.0	0.4	1.1	19.0	0.047
チーター 2頭	MIN	92	796	13.3	42.1	43.9	13.9	31.6	25.7	0.767
	MAX	106	959	14.9	44.4	55.7	18.7	33.6	28.7	0.789
	AV	99	878	14.1	43.2	49.8	16.3	32.6	27.2	0.778
	SD	10	115	1.1	1.6	8.4	3.4	1.4	2.1	0.016

MIN : 最小値    MAX : 最大値    AV : 平均値    SD : 標準偏差  
単位

WBC :  $\times 10^2/\mu\text{L}$     RBC :  $\times 10^4/\mu\text{L}$     HGB : g/dL    HCT : %

MCV : fL    MCH : pg    MCHC : g/dL    PLT :  $\times 10^3/\mu\text{L}$

ヘマトクリット\* : 遠心ヘマトクリット値 / 人血測定条件でのHCT値

### 1. 白血球計数

白血球数は粒度分布図からイヌ・ネコ以外の各種動物についてもほぼ問題なく測定が可能であった。しかし、**図2**に示すように、ウシ血の赤血球の中には溶血剤で完全に溶血しきれない赤血球があり、赤血球の破碎膜（ゴースト）の粒度分布が白血球の粒度分布に一部重なる結果、白血球計数に影響を及ぼす可能性のある検体も見られた。対照動物のイヌ・ネコとフェレット・ハムスター・チーターの白血球は溶血剤に対する抵抗性が弱く単峰性の粒度分布を示したが、その他の動物は2峰性を示した。今回測定した16種の動物の中で白血球数の最も少ない動物はマウスの  $5 \sim 46 \times 10^2/\mu\text{L}$  で、最も多い動物はブタの  $122 \sim 262 \times 10^2/\mu\text{L}$  であった。

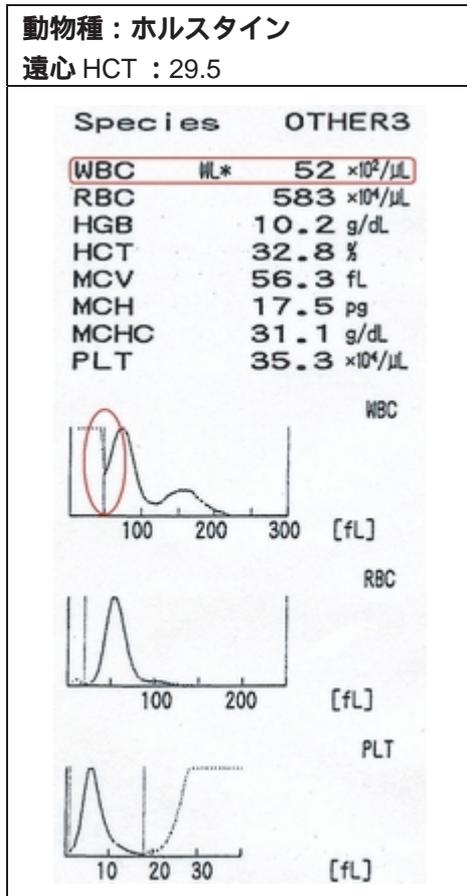


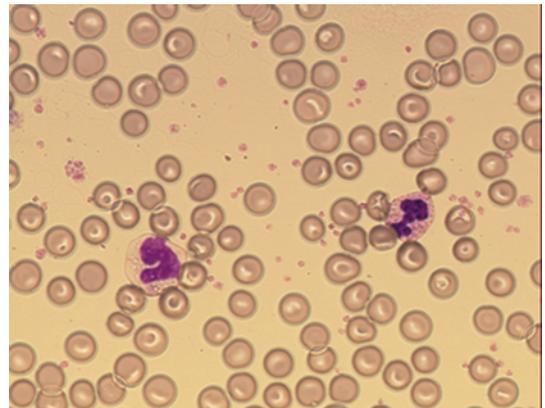
図2. 赤血球ゴースト

### 2. 赤血球計数

赤血球測定は粒度分布図から判断してヤギ以外の動物では概ね問題はないが、ヤギ赤血球の場合、装置の設定感度では数え落としが示唆された。赤血球数はヤギが最多で  $1,170 \sim 2,109 \times 10^4/\mu\text{L}$ 、ゾウが最少で  $252 \sim 310 \times 10^4/\mu\text{L}$ 、MCVはゾウが最大で  $123\text{fL} \sim 135\text{fL}$ 、ヤギが最小の  $20.2\text{fL} \sim 25.1\text{fL}$  であった。ヤギとゾウの赤血球を対比させた顕微鏡写真を**図3**に示す。

ヤギ・ヒツジ等の祖先は標高の高い山頂付近に生息していたのでガス交換能を高めるために、赤血球を小さくし、赤血球数を多くすることにより表面積を増やしたと考えられている。また、山岳地帯に生息するバーラルもヤギと同程度の赤血球数  $1,365 \sim 2,031 \times 10^4/\mu\text{L}$ 、MCV  $24.5\text{fL} \sim 27.3\text{fL}$  であった。

ゾウ血球 (×600)



ヤギ血球 (×600)

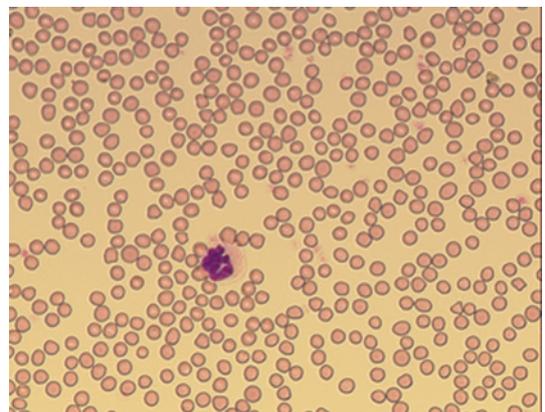


図3. 顕微鏡写真

### 3. 血小板計数

ヤギ・ヒツジでは、血小板の測定領域に赤血球が混入することによりオーバーレンジとなり、血小板は測定不能であった。その理由としては、赤血球が小さいだけでなく血小板の大きさとの相対的な問題により、血小板の粒度分布と赤血球の粒度分布がオーバーラップしていたものと思われる。MCVが24.5fL～27.3fLとヤギとほとんど同じ大きさであったバーラルの血小板測定が可能であったのは血小板と赤血球の粒度分布がオーバーラップしなかったものと思われる。また、約1歳未満の仔牛の多くも図4に示すように血小板の粒度分布がヤギ・ヒツジとほぼ同じ形となり測定不能となったが、血小板の小さな山が確認できることから、血小板分画の自動検索範囲を変更することによって測定可能になると推察される。その他の動物の血小板計数には問題はなかった。なお、動物血はヒト血と比較して凝固しやすく、図5に示すように粒度分布の形状から採血時

に血小板凝集を起こしたと判断される検体は、塗抹標本上で血小板凝集を確認した上で、表1の最小値・最大値・平均値・標準偏差の計算から除外した。

### 4. ヘマトクリット比 (PCV/HCT)

血球の容積はその置かれている環境によって大きく変化する。遠心ヘマトクリット値は物理的な圧力を加えて赤血球比率を出した値 (PCV) である。一方、血球計数装置で算出するヘマトクリット値 (HCT) は希釈液の浸透圧・pHや化学物質等によって膨張または収縮した状態で測定した値であり、全く測定原理が異なっている。そのため、検体によっては乖離するものもあるが、全体としてPCVとHCTは相関するので、現在では効率の面からも遠心ヘマトクリット値に代わって血球計数装置によるHCT値が利用されている。実用上は物理的環境と化学的環境における赤血球容積の変化率が動物の種類によって大きく異なるために、動物種ごとに遠心ヘマトクリッ

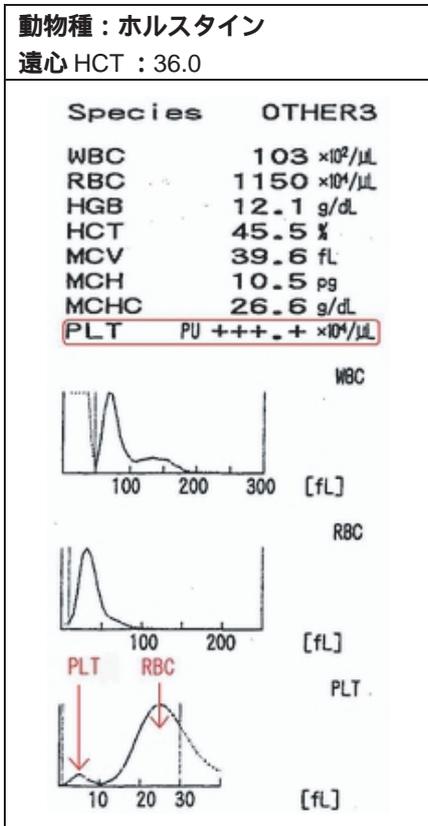


図4. 仔牛検体

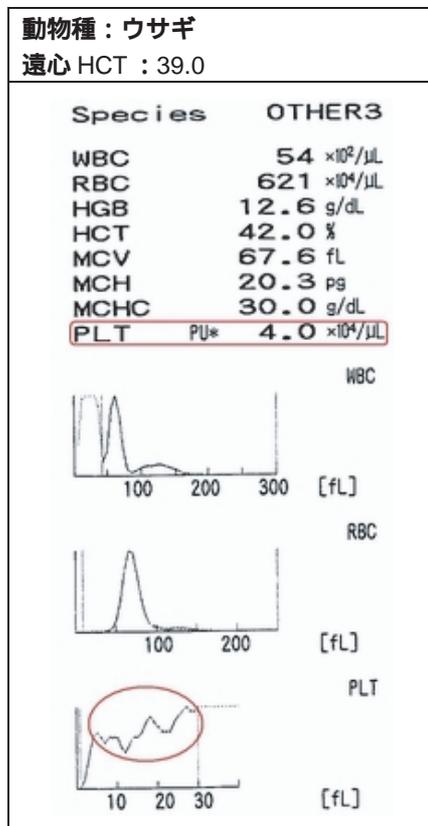
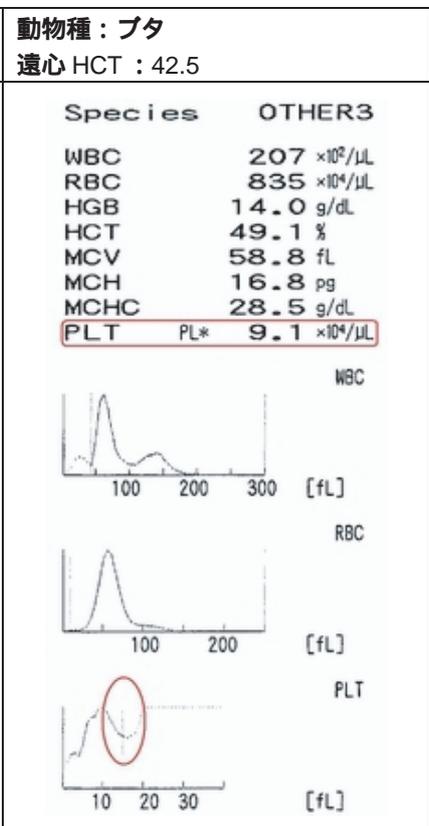


図5. 血小板凝集検体



ト値に近似させる換算係数を求めて補正しなければならない。今回の検討では換算係数を求めるには検体数の少ない動物種もあったが、遠心ヘマトクリット値 (PCV) と多項目自動血球計数装置の人血測定条件で測定したHCT値との比 (PCV/HCT) を求めた結果、ヤギが最小の0.65, ゾウが最大の1.08を得た。1.00以上を示したのはプレーリードッグとゾウのみで他の動物は1.00以下であった。

## おわりに

多項目自動血球計数装置を用いて15種の動物血を人血測定条件で測定した結果、ヤギ・ヒツジと1歳未満ウシの血小板測定を除き各種動物血の測定がほぼ可能であることが判った。動物の血球の数, 大きさには種間差があるため, 動物種ごとに測定閾値の設定とヘマトクリット補正をする必要があり, 各種動物血をヒト測定条件の血球計数装置で正確に測定することはできない。表1に示した各種動物ごとのヘマトクリット比(補正值)は測定した動物の性・年齢等の違いだけでなく, 測定装置の機器間差により異なるので, 使用されている装置ごとに補正值を決める必要がある。次期の新製品では, 今回の検討結果を踏まえ, 多くの動物種の血球を正確に測定できる様に対応していきたい。

## 謝 辞

今回の動物血の測定にあたり検体の提供にご協力頂きましたエキゾチック・ペット・クリニック, 兵庫県立農林水産技術総合センター(畜産技術センター, 淡路農業技術センター), 兵庫県競馬組合, 姫路セントラルパーク, 神戸市立六甲山牧場, 淡路ファームパーク・イングランドの丘の各施設ならびに担当者の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 関 正利, 平嶋邦猛, 小林好作: 実験動物の血液学 第1版, ソフトサイエンス社: 313 ~ 462, 1981.
- 2) Nemi C. Jain 著, 作野幸孝 訳, 松原哲舟 監: 最新獣医血液学, LLLセミナー: 1 ~ 74, 1996.
- 3) 三輪史郎, 青木延雄, 柴田 昭: 血液病学 第2版, 文光堂: 1767 ~ 1772, 1994.
- 4) 堀 隆彦: 血清浸透圧が赤血球恒数に及ぼす影響, Medical Technology. 30 (11): 1246 ~ 1247, 2002 .
- 5) 久末正晴: 獣医療における多項目自動血球計数装置 pocH-100iV の性能評価, 動物臨床医学. 13 (3, 4): 93 ~ 98, 2004.

# Evaluation of Several Kind of Animals Blood Cell Counting Using Automated Hematology Analyzer

Junichi SHIRAISHI, Hideaki MATSUMOTO, and Hideki HIRAYAMA

Technology Development Div., Sysmex Corporation  
4-4-4, Takatsukadai, Nishi-ku, Kobe 651-2271

---

## SUMMARY

We tried the blood cell counting of 15 kinds of animals including laboratory animals, such as rat, mouse and rabbit, and others in the human blood measurement conditions of automated hematology analyser. We found that in general, the analyzer can count the numbers of leukocytes, erythrocytes, and platelets of various animals except for the platelets of goat and sheep. Since a part of erythrocytes overlapped the cell size distribution of platelets, the numbers of platelet of goat and sheep could not be counted.

The cell size distribution curve of the leukocytes of dog, cat, ferret, hamster, and cheetah showed the single peak distribution curve, and other animals showed double peak.

A hematocrit ratio (PCV/HCT) of the centrifugal hematocrit value (PCV) to HCT value in the human blood measurement conditions of automated hematology analyzer was 0.65 of minimum in the goat and 1.08 of maximum in the elephant.

**Key Words** Blood Cell Counting, Exotic Animals, Industrial Animals, Laboratory Animals, Wild Animals

---