

多項目自動血球分析装置 XR シリーズの概要と特徴

仲井 里枝, 林 文明, 賈 宇, 浜口 佳子, 吉本 倫子

シスメックス株式会社 学術本部：神戸市西区室谷 1-3-2 (〒651-2241)

はじめに

近年、医療技術の進歩に伴い、診断や治療に関わる臨床検査の分野では、多彩な情報を迅速かつ正確に提供できるスクリーニング検査の役割が重要視されている。そのような状況において、分析装置による測定自動化に加え、採血管の仕分けや到着確認、再検など、測定前後のオペレーションについてもオートメーション化が進んでいる。これらのオートメーション化により、ヒューマンエラーだけでなく、業務の工数も低減することができ、血液検査担当者は顕微鏡での形態検査など、より高い技術が求められる専門業務に集中し、十分な時間を費やすことができる。

このような臨床検査分野の技術進歩の中、当社は2011年に多項目自動血球分析装置 XN シリーズ

(シスメックス株式会社：以下、XN シリーズ、シスメックス) を発売した。XN シリーズでは、後述の PLT-F チャンネルや WPC チャンネルなどの新たな測定チャンネルや測定モードを備え、それらをフレキシブルに組み合わせることが可能である。また、ユーザビリティの観点では、自動再検機能や濃縮試薬の導入など、業務の効率化、および TAT 短縮にも貢献してきた。

今回、さらなる臨床的価値およびユーザビリティの向上を実現した多項目自動血球分析装置 XR シリーズ (シスメックス：以下、XR シリーズ) を発売した (図 1)。本製品は従来製品に備わっている測定チャンネルや測定モードなどの高スペックな機能を維持しながら、本邦においては、新たに幼若顆粒球 (Immature Granulocyte：以下、IG)、幼若血小



図 1. XR シリーズ

板 (Immature Platelet Fraction : 以下, IPF), HPC モードにて算出される造血前駆細胞に相当する粒子 (Hematopoietic Progenitor Cells : 以下, HPC) が測定項目となり, 診断, 治療方針の決定への信頼できるデータの提供が可能となっている。また, 曜日・時間を予め設定しておくことで, 装置の立ち上げおよびバックアップが自動で実行される機能も搭載された。以下, XR シリーズの概要について紹介する。

主な仕様

1. 名称

- 1) 販売名 : 多項目自動血球分析装置 XR シリーズ
- 2) 製造販売届出番号 : 28B1X10014000008
- 3) 測定部 : XR-10 (WPC チャンネル無)
XR-20 (WPC チャンネル有)
- 4) システム : XR-1000
(測定部1台およびサンプルモジュール)
XR-2000
(測定部2台およびサンプルモジュール)

2. 用途

血液または体液中の有形成分 (赤血球, 白血球, 血小板などの細胞) の計数・定量・同定, およびヘモグロビンの測定。

3. 測定項目

測定項目について, 全血モード・希釈モード・低値白血球モードは 37 項目 (HPC モードは 39 項目), 体液モードは 6 項目である。詳細を表 1 に示す。

4. 研究用項目

FRC%/#, HFLC%/#, NE-SSC, NE-SFL, NE-FSC など (全血モード, 希釈モード, 低値白血球モード, HPC モード)。

TC-BF#, HF-BF%/#, NE-BF%/#, LY-BF%/#, MO-BF%/#, EO-BF%/# など (体液モード)。

5. 検体量

吸引される検体量について, 全血, 体液は 88 μ L, 希釈血は 70 μ L, HPC モード測定時の全血は 190 μ L である。詳細を表 2 に示す。

6. 処理能力

処理能力は, 1 台の測定部につき 1 時間あたり最大 110 検体 (CBC または CBC + DIFF 測定時) であり, XR-2000 では処理能力は測定部 2 台分となる。詳細を表 3 に示す。

7. 使用試薬

試薬名およびその測定チャンネルを表 4 に示す。

表 1. 測定項目

測定モード	測定チャンネル	測定項目
全血モード 希釈モード 低値白血球モード HPC モード*	RBC/PLT	RBC, HCT, MCV, PLT (RBC/PLT チャンネルで測定), RDW-SD, RDW-CV, PDW, MPV, P-LCR, PCT
	HGB	HGB
	RBC/PLT, HGB	MCH, MCHC
	WNR	WBC (WNR チャンネルで測定), BASO#, BASO%, NRBC#, NRBC%
	WDF	NEUT#, NEUT%, LYMPH#, LYMPH%, MONO#, MONO%, EO#, EO%, IG#, IG%, WBC (WDF チャンネルで測定)
	WPC	HPC#, HPC% (HPC モード)
	RET	RET#, RET%, IRF, LFR, MFR, HFR, RET-He, PLT (RET チャンネルで測定)
体液モード*	PLT-F	PLT (PLT-F チャンネルで測定), IPF, IPF#
	RBC	RBC-BF
	WDF	WBC-BF, MN#, PMN#, MN%, PMN%

*機能の有無は, 使用環境によって異なります。

表2. 検体量

測定方法	検体種別	採血管	採血管 セット位置	マニュアル測定 メニュー 【オープン測定】	吸引される 検体量	必要な 検体量	
サンブラ測定	全血	クローズ	ラック	—	88 µL	1 mL	
		底上げ微量血用採血管 (クローズ)	RBT 専用ラック	—		250 µL	
マニュアル測定	全血	クローズ	通常採血管	OFF	88 µL	1 mL	
		オープン		ON		300 µL	
		微量血用採血管 (オープン)	微量血用採血管	—		160 µL	
		底上げ微量血用採血管 (クローズ)	通常採血管	OFF		250 µL	
	希釈血	オープン	通常採血管	ON	70 µL	300 µL	
		微量血用採血管 (オープン)	微量血用採血管	—		140 µL	
	体液*	—	クローズ	通常採血管	OFF	88 µL	1 mL
			オープン		ON		300 µL
			微量血用採血管 (オープン)	微量血用採血管	—		160 µL
	全血 (HPC)*	—	クローズ	通常採血管	OFF	190 µL	1 mL
オープン			ON		400 µL		
微量血用採血管 (オープン)			微量血用採血管	—	260 µL		

*機能の有無は、使用環境によって異なります。

表3. 処理能力

ディスクリート	全血モード	低値白血球モード	希釈モード	HPC モード ^{*1}	体液モード ^{*1}
CBC	110 検体/時間	—	90 検体/時間	—	—
CBC+DIFF	110 検体/時間	96 検体/時間	90 検体/時間	—	—
CBC+DIFF+WPC ^{*2}	88 検体/時間	68 検体/時間	—	—	—
CBC+DIFF+RET ^{*2}	83 検体/時間	65 検体/時間	53 検体/時間	—	—
CBC+RET ^{*2}	83 検体/時間	—	—	—	—
CBC+DIFF+WPC+RET ^{*2}	71 検体/時間	57 検体/時間	—	18 検体/時間	—
CBC+PLT-F ^{*2}	68 検体/時間	—	—	—	—
CBC+DIFF+PLT-F ^{*2}	68 検体/時間	55 検体/時間	52 検体/時間	—	—
CBC+DIFF+WPC+PLT-F ^{*2}	53 検体/時間	45 検体/時間	—	—	—
CBC+DIFF+RET+PLT-F ^{*2}	47 検体/時間	41 検体/時間	39 検体/時間	—	—
CBC+RET+PLT-F ^{*2}	47 検体/時間	—	—	—	—
CBC+DIFF+WPC+RET+PLT-F ^{*2}	47 検体/時間	41 検体/時間	—	16 検体/時間	—
—	—	—	—	—	40 検体/時間

*1: 機能の有無は、使用環境によって異なります。

*2: 測定部のタイプによっては表示されません。

表4. 使用試薬

測定チャンネル	試薬種類	試薬名
各チャンネル	希釈液	セルパック DCL
	希釈液 (濃縮試薬)	セルパック DST *1
HGB チャンネル	溶血剤	スルホライザ
WNR チャンネル	溶血剤	ライザセル WNR
	染色液	フルオロセル WNR
WDF チャンネル	溶血剤	ライザセル WDF II
	染色液	フルオロセル WDF
WPC チャンネル *2	溶血剤	ライザセル WPC
	染色液	フルオロセル WPC
RET チャンネル *2	希釈液	セルパック DFL
	染色液	フルオロセル RET
PLT-F チャンネル *2	希釈液	セルパック DFL
	染色液	フルオロセル PLT

*1: セルパック DST は、試薬調製装置に接続して使用する試薬です。

*2: 測定部のタイプによっては表示されません。

テクノロジー

1. 測定原理

1) フローサイトメトリー法

XR シリーズでは、XN シリーズの技術¹⁾を継承した半導体レーザーを用いたフローサイトメトリー法を採用し、高機能、高性能な測定を実現している。各血液細胞は、専用試薬で処理され、フローサイトメトリー法により前方散乱光、側方散乱光、側方蛍光を電気信号に変換した多次元スキヤッタグラムに展開される。これらのスキヤッタグラムは、独創的な技術に基づいて解析され、測定結果を算出している (図2)。XR シリーズでは従来の2次元スキヤッタグラムだけでなく、3次元スキヤッタグラムやサーフェスプロットを表示し、回転させることも可能であり (図3)、各細胞の大きさや細胞内部情報、核酸量を反映した出現位置を立体的に確認することができるようになっている。

また、低値白血球モードおよび体液モードも搭載し、血液細胞の計数量を増やすことで測定精度

を高めている。

① WNR チャンネル

WNR チャンネルでは、白血球数の計数、好塩基球および有核赤血球の分類・計数を行っている。本チャンネルでは、溶血剤ライザセル WNR と染色液フルオロセル WNR を使用して測定する。まず、ライザセル WNR 中の界面活性剤の作用により、赤血球を溶血させるとともに、白血球の細胞膜を損傷させる。この時、好塩基球の細胞膜は他の白血球に比べて損傷を受けにくく保持されるため、その違いを前方散乱光で捉えることにより好塩基球とそれ以外の白血球を区別する。また同時に、フルオロセル WNR は白血球および有核赤血球の核酸や細胞小器官を蛍光染色する。その際、白血球はライザセル WNR との反応過程において有核赤血球より染色部位が保持されやすいため、有核赤血球よりも蛍光強度が強くなる傾向にある。この蛍光強度の差異により有核赤血球とその他の白血球を区別して計数する。また、核酸の蛍光染

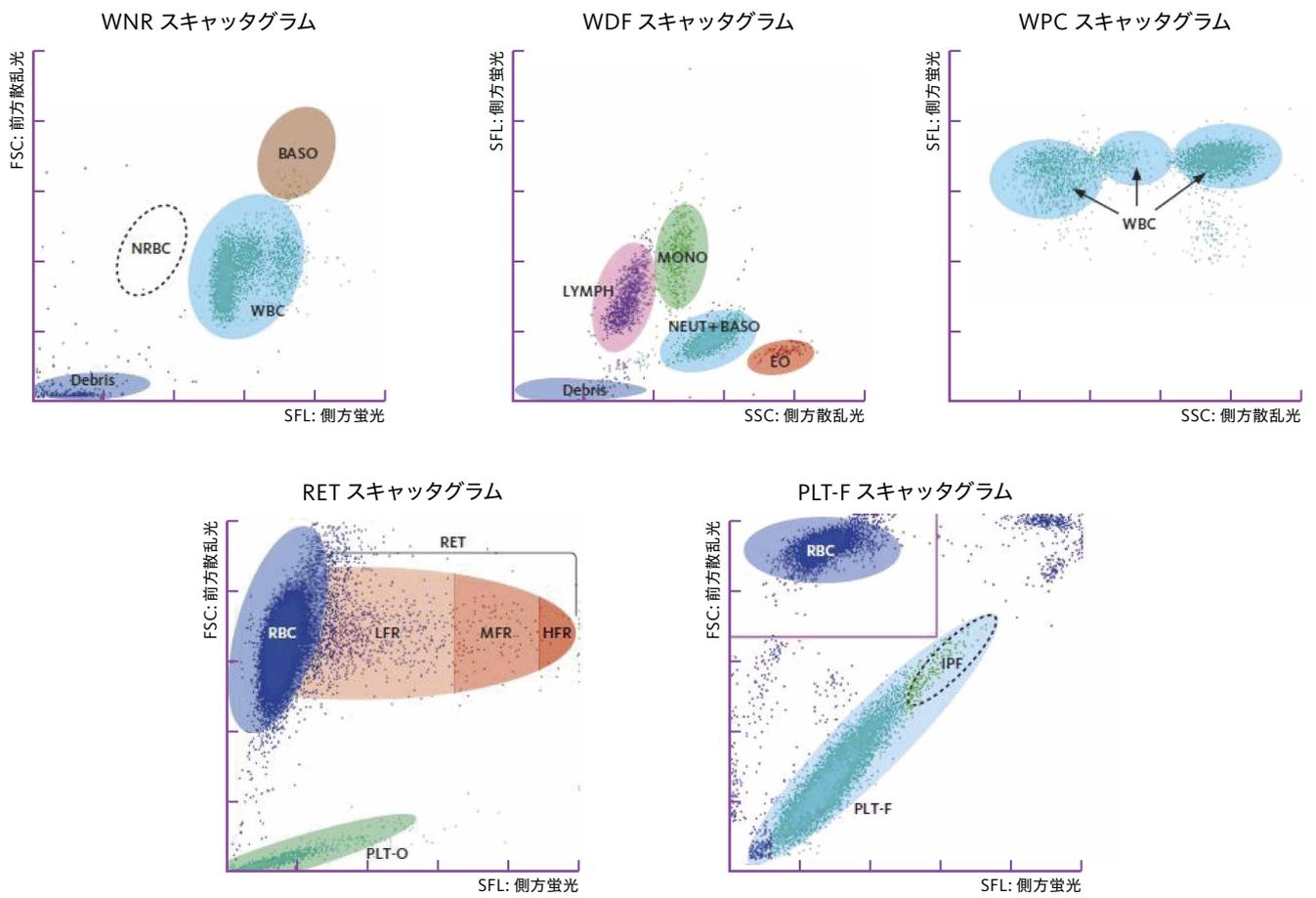


図2. 各スキャットグラムにおける細胞出現位置

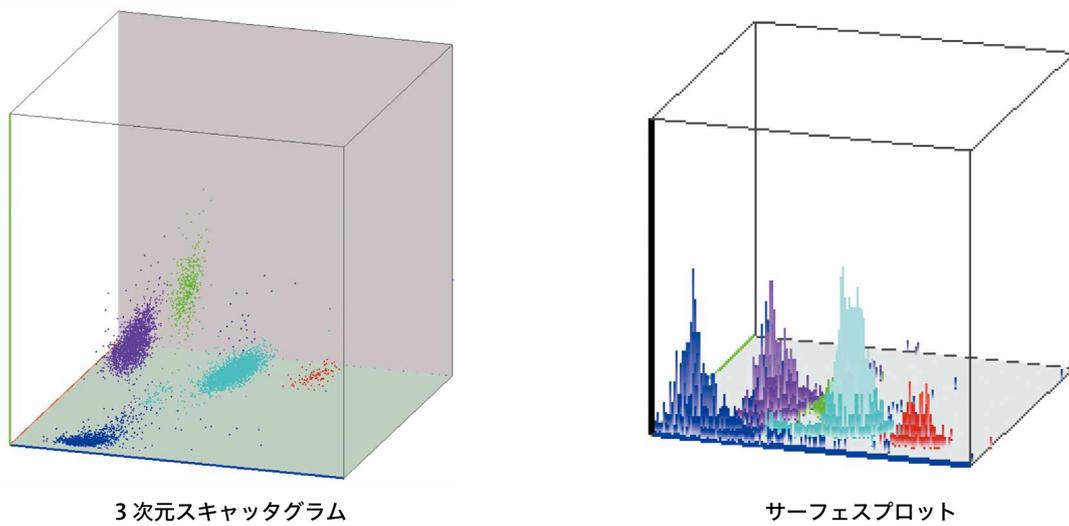


図3. 3次元スキャットグラムとサーフェスプロット

色を行うことにより、溶血不良赤血球や脂肪粒子などの無核の夾雑物の干渉を抑えることが可能である。

② WDF チャンネル

WDF チャンネルでは、好中球、リンパ球、単球および好酸球の分類・計数に加え、XR シリーズでは IG%/# の分類・計数も可能である。IG は成熟途中の顆粒球で、通常末梢血中に見られることはないが、反応性好中球増加や白血病などの病態で末梢血中に認められることがある。本邦では XR シリーズより測定項目として IG を報告することができるようになった。

WDF チャンネルでは、溶血剤ライザセル WDF II と染色液フルオロセル WDF を使用して測定する。まず、ライザセル WDF II は界面活性剤の作用により赤血球および血小板を溶血、溶解させ、白血球の細胞膜を損傷させる。この時、各白血球は試薬との反応において、顆粒の有無や核の分葉などの特徴に応じて細胞形態に違いが生じ、その差異を側方散乱光強度を用いて区別することができる。また、フルオロセル WDF 中の蛍光色素が細胞内に入ること、核酸および細胞小器官を染色するが、その種類と多寡により各白血球の蛍光強度にも差が生じる。このように得られた各白血球の散乱光と蛍光強度をスキッタグラムに展開し、最適なアルゴリズムでクラスター解析することにより、白血球の分類・計数および異型リンパ球や異常リンパ球、芽球などの異常細胞のフラグgingを行うことができる^{2,3)}。XR シリーズで使用する新たな溶血剤ライザセル WDF II は XR シリーズ専用に開発された試薬であり、装置および解析アルゴリズムと合わせることで各白血球の最適な分画が可能である。

③ WPC チャンネル

WPC チャンネルでは、主に芽球やリンパ球系の異常細胞を検出する。本チャンネルでは、溶血剤ライザセル WPC と染色液フルオロセル WPC を使用して測定する。まず、ライザセル WPC は界面活性剤の作用により赤血球および血小板を溶血、溶解させ、白血球の細胞膜を損

傷させる。その後、フルオロセル WPC 中の蛍光色素が細胞内に入り核酸を染色する。芽球やリンパ球系の異常細胞は、細胞の成熟や増殖によって細胞膜の性質や核酸量が多様であるため、ライザセル WPC 中の界面活性剤や、フルオロセル WPC 中の蛍光色素に対する反応において、形態変化や染色性などが正常細胞とは異なる。この差は、側方散乱光強度や蛍光強度、前方散乱光強度に反映され、独自のアルゴリズムにより異常細胞の集団を検知する^{2,4)}。

④ RET チャンネル

RET チャンネルでは、未成熟な赤血球に多く残存する核酸をフルオロセル RET 中の蛍光色素で染色し、網赤血球と成熟赤血球を蛍光強度の違いにより分類している。また、RET-He (網赤血球ヘモグロビン等量) は、網赤血球の前方散乱光強度から算出され、網赤血球中のヘモグロビン量を反映する測定項目である。網赤血球中のヘモグロビン量は、短期間における鉄動態を反映していると考えられ、鉄欠乏性貧血の診断や治療のモニタリングに有用であると報告されている⁵⁾。

⑤ PLT-F チャンネル

PLT-F チャンネルでは、フルオロセル PLT 中の蛍光色素が、血小板内に存在する細胞小器官のミトコンドリアや核酸を強く染色するため、前方散乱光と蛍光強度の違いにより、血小板とそれ以外の血球を明確に区別することで、従来の測定チャンネル (RBC/PLT チャンネル、RET チャンネル) より正確に血小板を測定することが可能である⁶⁾。特に破碎赤血球が混在するような異常検体においても、破碎赤血球はミトコンドリアなどの細胞小器官や細胞内・核内に DNA・RNA を含まないため、フルオロセル PLT では染色されないことから、血小板のみを正確に計数することができる。そのため、PLT-F チャンネルから得られる血小板数は、血小板低値検体においても再現性が高く、高精度に測定することが可能である⁷⁾。

また、蛍光強度の強い領域を IPF として分画し、大型で核酸を多く含む血小板を検出するこ

とができる。これらの大型で核酸を多く含む血小板は、一般的に未成熟な血小板であると考えられており、骨髄の血小板産生能を反映し、化学療法や造血幹細胞移植後の血小板回復時期の予測⁸⁾、また免疫性血小板減少症（特発性血小板減少性紫斑病）のような血小板減少性疾患の鑑別⁹⁾に有用であると報告されている。本邦ではXRシリーズより測定項目としてIPFを報告することができるようになった。

2) シースフロー DC 検出法¹⁰⁾

赤血球数、血小板数の測定には、シースフローDC 検出法と呼ばれる電気抵抗値の変化を用いる方法を採用している。この測定法では、ノズルの先端より希釈された試料が押し出され、血球はシース液に包まれて一つ一つがアパーチャ中央部の一定軌道を通過するため、血球の容積情報を正確に計測することが可能である。また、この測定原理は血球の同時通過や舞い戻りなどの問題を最小限に抑え、正確に血球数や容積を計測することが可能である。同時にHCT（ヘマトクリット値）などの容積項目は、個々の細胞のパルスの高さから算出する赤血球パルス波高値検出法により測定している。

3) SLS-ヘモグロビン法¹¹⁾

ヘモグロビン濃度の測定は、毒物および特別な酸化剤を用いないSLS-ヘモグロビン法を採用している。この原理では、ラウリル硫酸ナトリウム（SLS）の作用で、血球を溶血させた後、ヘモグロビンをSLS-ヘモグロビンに転化させ、比色法で測定を行う。この方法は、従来、国際標準法として推奨されているシアンメトヘモグロビン法のように毒物であるシアン化合物を含有せず、またヘモグロビンの転化速度が速いため自動化に適している。SLS-ヘモグロビンは、波長535 nmに最大ピーク、560 nmにショルダーピークを持つ吸収曲線を示すため、XRシリーズでは波長555 nmの光を照射し、その吸光度を測定している。

2. 体液モード

XRシリーズでは、体液（脳髄液、胸水、腹水、滑液、腹膜透析排液など）を測定できる体液モード

が搭載されている。白血球数（WBC-BF）、赤血球数（RBC-BF）、単核球（MN#、MN%）、多形核球（PMN#、PMN%）を測定し、報告することができる。体液モードでは、計数細胞量を全血モードに対して、白血球数は約10倍、赤血球数は約3.3倍に増やすことにより、細胞数の少ない体液検体における測定精度を向上させている¹²⁾。

3. 低値白血球モード

XRシリーズは低値白血球モードを有しており、精度良く白血球低値検体を測定することができる。低値白血球モードでは、WDFチャンネルの計数細胞量を全血モードの約3倍に増やすことにより、測定精度を向上させている¹³⁾。

4. HPCモード

XRシリーズ（WPCチャンネルを搭載しているXR-20）はHPCモードを有しており、WPCチャンネルにて造血前駆細胞に相当する粒子をHPCとして定量することができる。一般的に、造血前駆細胞はフローサイトメーターでCD34陽性細胞として測定され、末梢血造血幹細胞移植においては、アフレーシスの最適なタイミングを決定するために測定されている。HPCはこのCD34陽性細胞と相関があるとされており、検体の前処理や手動ゲーティングなどの操作が不要で、数分以内に結果を得ることが可能である¹⁴⁾。

造血前駆細胞はWPCチャンネルの試薬に対する反応が成熟細胞とは異なるため、前方散乱光強度や蛍光強度の違いを用いてHPCを検出している。

性能

1. 相関性

EDTA-2K加血（n = 100）を対象としたXRシリーズとXNシリーズの全血モードにおける各項目の相関性試験の結果を表5、図4に示す。本データは国立大学法人神戸大学医学部附属病院と当社の共同研究にて取得した。血液検体は、2020年11月～12月に同院を受診した外来および入院患者の検体を対象とした。

表5. 相関性試験

測定項目	単位	回帰式	相関係数 (r)
WBC	10 ³ /μL	y = 0.988x + 0.078	0.999
RBC	10 ⁶ /μL	y = 0.978x + 0.040	0.997
HGB	g/dL	y = 0.989x - 0.009	0.998
HCT	%	y = 0.996x + 0.150	0.995
MCV	fL	y = 0.978x + 3.126	0.987
MCH	pg	y = 1.014x - 0.421	0.986
MCHC	g/dL	y = 0.902x + 2.881	0.918
PLT (RBC/PLT チャンネル)	10 ³ /μL	y = 1.034x - 1.714	0.993
PLT (PLT-F チャンネル)	10 ³ /μL	y = 0.941x + 1.052	0.999
NEUT%	%	y = 0.985x + 1.086	0.998
LYMPH%	%	y = 0.978x + 0.452	0.995
MONO%	%	y = 0.961x + 0.270	0.967
EO%	%	y = 0.981x + 0.125	0.995
BASO%	%	y = 0.819x + 0.092	0.875
IG%	%	y = 0.947x - 0.006	0.993
RET%	%	y = 0.975x + 0.004	0.993
RET-He	pg	y = 1.030x + 0.450	0.964
IPF	%	y = 1.011x - 0.563	0.969

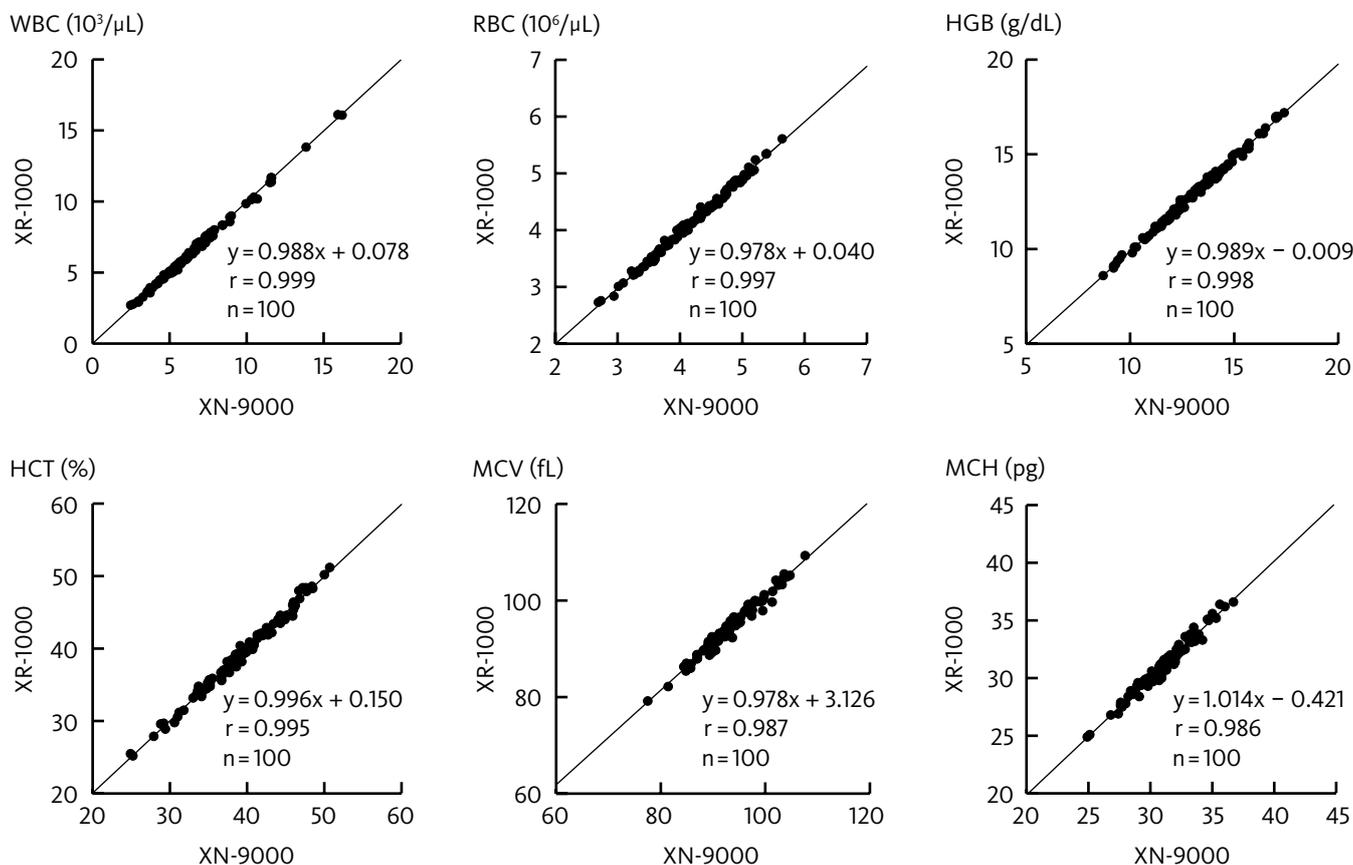


図4. 相関性試験

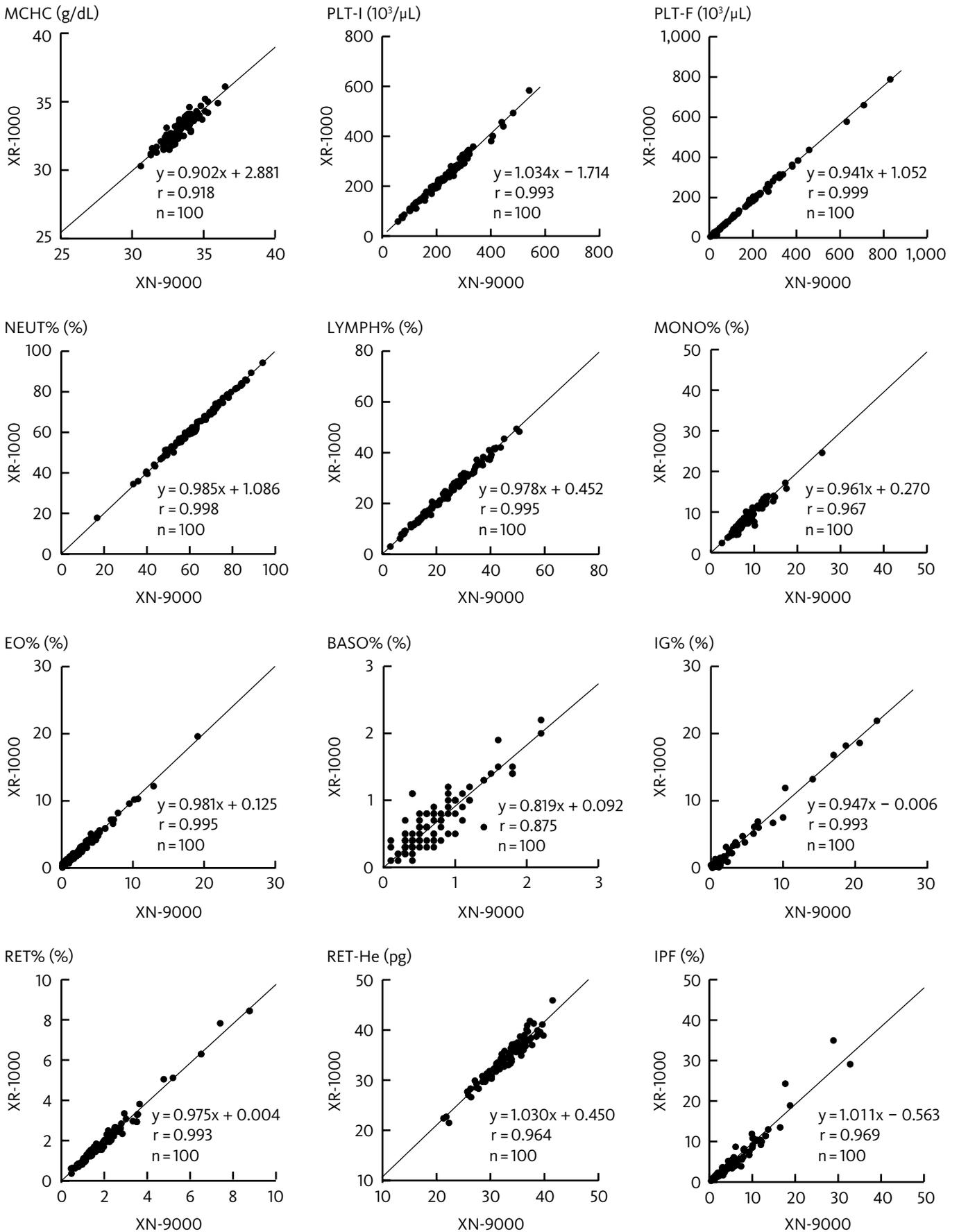


図4. 相関性試験 (続き)

ワークフロー・ユーザビリティ

1. 自動バックアップ, 自動起動

XR シリーズでは、オプション品であるバックアップ用パソコンを接続することで、IPU (パソコン) に含まれる測定結果や設定値などのデータを指定した日時に自動的にバックアップすることが可能な機能を新たに搭載した。自動バックアップ機能により、万が一 IPU が故障した場合でも、検査担当者自身で測定部をバックアップ用パソコンとの接続に切り替えることで測定を再開できるため、最低限のダウンタイムに抑えることができる (図5)。

また、このバックアップ用パソコンを使用した場合、指定した日時に装置の自動起動も可能である。必要な時間にすでに装置がスタートアップしているため、今まで当直者や早出などで対応していた作業の一部の自動化や、測定開始までの時間短縮が可能となり、検査室の運営効率の改善が期待される。

2. 自動再検

XR シリーズでは、XN シリーズから搭載されている自動再検機能を有する。測定ライン上の検体ラックが双方向に移動可能な設計となっており、予め設定した再検ルールにしたがって検体の測定結果を判定し、再検が必要な検体の試料を再吸引する。自動

再検では、測定結果の妥当性を確認するために同じ測定項目を再測定するだけでなく、測定チャンネルの追加や、測定モードの変更、測定モジュールの変更も設定可能であり、より精度の高い測定結果を報告可能である。これにより、測定結果に異常が認められる検体について、①個々の測定結果を臨床検査技師が確認する、②対象検体をピックアップする、③測定が必要な項目を選択して測定を行う、という作業を自動で実施することができるため、TAT の短縮や業務の品質向上ならびに効率化に貢献できる。

3. Smart Indicator, エラー発生検体の表示機能

測定部やサンプラなどの異常時や種々のエラー発生時には、Smart Indicator (表示灯 SI-14) が点灯・点滅し、測定部およびサンプラの状態表示 LED と連動して状態を示す。その際、側面だけでなく、上面からも表示灯の光が発せられるため、離れた場所からでも測定エラーなどの装置状態にすぐに気付くことができ、ダウンタイムの軽減につながれると考えられる (図6)。

また、エラー発生時のヘルプ画面では、エラー発生検体の情報を表示し、対処が必要な検体をラック内からスムーズに探すことができる (図7)。

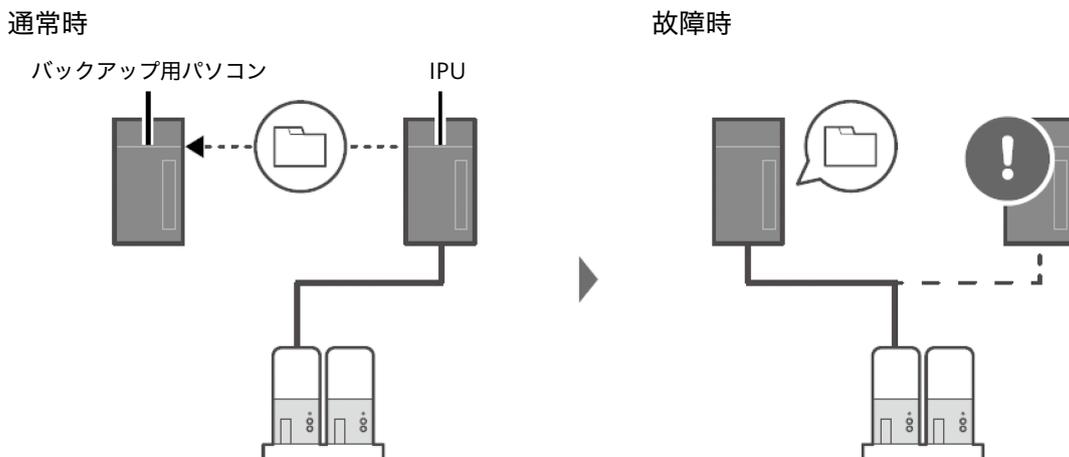


図5. 自動バックアップによる IPU 故障時の切り替え

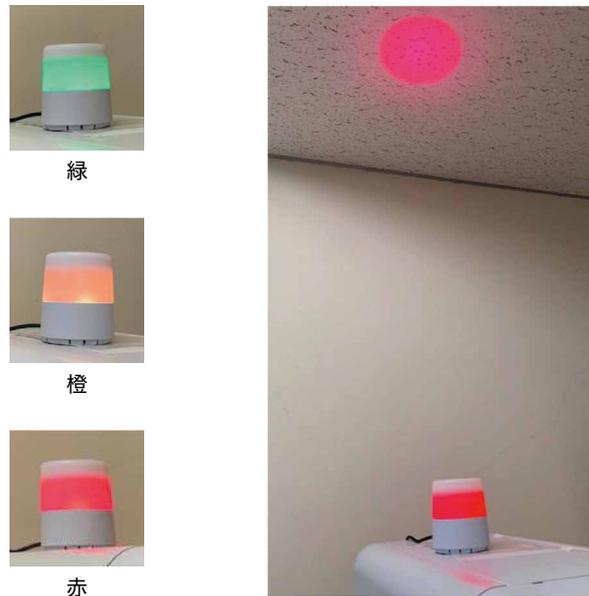


図6. Smart Indicator

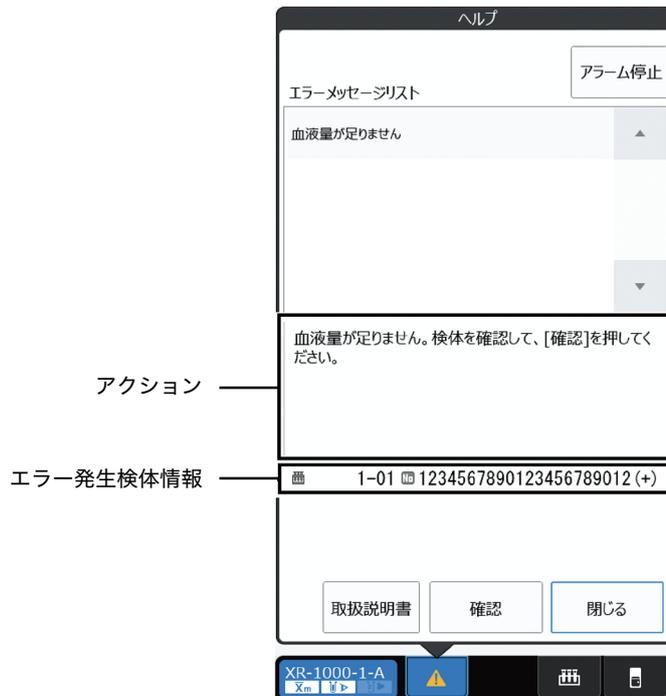


図7. ヘルプ画面のエラー発生検体情報表示

4. Caresphere™ AM

2018年の医療法の改正に伴い、ISO 15189などの認定を取得する施設だけでなく、あらゆる医療機関において、検査室における分析装置の正確な品質管理が求められている。このような状況において、当社ネットワークサービスを利用したCaresphere AMは、複数モジュール・複数装置の精度管理の集計レポートの出力や、装置状態・試薬残量の一元管理が可能であり、品質管理に必要な文書管理などの業務の効率化に貢献できると考えられる。

おわりに

今回、新たに発売されたXRシリーズの概要について紹介した。XRシリーズは、当社ハイエンド装置のXNシリーズの高精度な測定技術をベースに、IG、IPF、HPCの測定項目追加や分画性能の向上により臨床的価値を高め、また、新たなユーザビリティの付加機能も搭載されている。これにより、XRシリーズは検査室ごとの環境に応じた多様なニーズを満たし、検査精度の向上と効率化の促進、そして安全安心な検査環境の構築に貢献することが可能になると考える。

多項目自動血球分析装置XRシリーズ：医療機器製造販売
届出番号：28B1X10014000008

多項目自動血球分析装置XNシリーズ：医療機器製造販売
届出番号：28B1X10014000030

参考文献

- 1) 越智康浩, 他. 多項目自動血球分析装置XN-Seriesの概要. *Sysmex J.* 2011; **34** (Suppl.2): 31–46.
- 2) 河野麻理, 他. CD抗体を用いたシスメックス自動血球分析装置の白血球分類スキャットグラムにおける各白血球出現エリアの検証. *Sysmex J.* 2010; **33**: 35–42.
- 3) 河内佐和子, 他. 多項目自動血球分析装置XNシリーズのWDFチャンネルにおける白血球出現位置の検証. *日本臨床検査自動化学会誌.* 2011; **36** (4): 486.
- 4) 河内佐和子, 他. 多項目自動血球分析装置XNシリーズの新規異常細胞検出チャンネルにおけるスキャットグラム上の正常白血球の出現位置の検討. *Sysmex J.* 2013; **35** (2): 40–49.
- 5) Buttarello M, et al. The new reticulocyte parameter (RET-Y) of the Sysmex XE 2100: its use in the diagnosis and monitoring of posttreatment sideropenic anemia. *Am J Clin Pathol.* 2004; **121**: 489–495.
- 6) Wada A, et al. Accuracy of a New Platelet Count System (PLT-F) Depends on the Staining Property of Its Reagents. *PLoS One.* 2015; **10** (10): e014131.
- 7) 片桐尚子, 他. 多項目自動血球分析装置XN-Seriesにおける新規血小板チャンネルを用いた低値血小板測定性能の検討. *Sysmex J.* 2011; **34** (Suppl.2): 62–71.
- 8) 野村 努, 他. 多項目自動血球分析装置XE-2100を用いた幼若血小板比率測定 of 臨床的有用性: 化学療法および造血幹細胞移植後の血小板回復時期の予測マーカーとして. *日本輸血細胞治療学会誌.* 2009; **55** (6): 691–697.
- 9) Mikiko Sakuragi, et al. Clinical significance of IPF% or RP% measurement in distinguishing primary immune thrombocytopenia from aplastic thrombocytopenic disorders. *Int J Hematol.* 2015; **101** (4): 369–375.
- 10) 巽 典之 他. 血球計数装置の測定原理—血球細胞電気抵抗方式計測の変遷. *Sysmex J.* 1999; **22** (1): 11–28.
- 11) 松原高賢. SLS-Hb法の反応機序について. *Sysmex J.* 1990; **13** (2): 206–211.
- 12) 中沢 渚 他. 多項目自動血球分析装置XN-2000における体腔・穿刺液測定モードの基礎的性能評価. *Sysmex J.* 2013; **35** (2): 3–15.
- 13) 田中雄三 他. 多項目自動分析装置XN-Seriesにおける低濃度白血球測定モードによる白血球測定の信頼性評価. *Sysmex J.* 2011; **34** (Suppl.2): 47–61.
- 14) 水村真也 他. 末梢血幹細胞採取におけるHematopoietic Progenitor cell (HPC) 測定の有用性. *日本輸血細胞治療学会誌.* 2018; **64** (1): 50–58.