

OLYMPUS®

DELTA シリーズ

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計

ユーザーズマニュアル



103201-01JA – A 版

2013 年 5 月

Olympus NDT, 48 Woerd Avenue, Waltham, MA 02453, USA

Copyright © 2013 by Olympus. All rights reserved.

無断複写・複製・転載を禁じます。Olympus の書面による事前了解なしに全体または部分的な複製を作成することはできません。

英語原版 : *DELTA Family Handheld XRF Analyzer: User's Manual*

(103201-01EN — Revision C, February 2013)

Copyright © 2010, 2012, 2013 by Olympus.

本マニュアルの記載内容の正確さに関しては万全を期しておりますが、本マニュアルの技術的または編集上の誤り、欠落については、責任を負いかねますのでご了承ください。本マニュアルの内容はタイトルページにある日付以前に製造されたバージョンの製品に対応しています。そのため、本マニュアルの作成時以降に製品に対して加えられた変更により本マニュアルの説明と製品が異なる場合があります。

本マニュアルの内容は予告なしに変更されることがあります。

日本語版

マニュアル番号 : 103201-01JA

A版

2013年5月

Printed in the USA.

本書に記載されている社名、製品名等は、各所有者の商標または登録商標です。Bluetooth® の文字商標およびロゴは、Bluetooth SIG, Inc の登録商標であり、オリンパス株式会社は、これらの商標の使用に関する認可を受けています。

目次

略語一覧	ix
ラベルおよび記号	1
ご使用にあたっての注意—お使いになる前にお読みください	5
使用目的	5
取扱説明書	5
本装置と組み合わせ可能な機器	5
修理および改造	6
安全性に関する記号	6
安全性に関する警告表示	6
参考記号	7
安全性	7
警告	7
中国版 RoHS	8
WEEE 指令	8
FCC (米国) 準拠	9
ICES-001 (カナダ) 準拠	9
CE European Declaration of Conformity (CE 欧州適合宣言書)	9
梱包と返送	10
リチウムイオンバッテリーを同梱して製品を発送する場合の規則	10
保証	10
テクニカルサポート	11
 はじめに	13
構成品	13
DELTA の機能	14
分析計シリーズの製品一覧	14
 1. 分析計の概要	17
1.1 分析計の開梱	17
1.2 DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の一式	17
1.3 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計	18
1.4 ドッキングステーション	19
1.5 標準本体構成	20
1.5.1 バッテリー	21
1.5.2 DELTA ドッキングステーション (DDS)	21
1.5.3 ドッキングステーション電源アダプター	22

1.5.4 電源コード	22
1.5.5 データケーブル	22
1.5.6 測定窓フィルム	23
1.5.7 Cal Check (校正チェック) 試料 / コイン	24
1.5.8 プローブシールド (DELTA 50 モデルのみ)	24
1.5.9 アプリケーションソフトウェア	25
1.6 アクセサリ (オプション)	25
1.6.1 フェイクバッテリー	26
1.6.2 PC ソフトウェア	26
1.6.3 XRF ワークステーション	26
1.6.4 鉱石モード用アクセサリー	27
2. 安全性について	29
2.1 X 線の安全について	29
2.2 X 線被ばくを予防する 3 原則	29
2.3 管理区域	29
2.4 セーフティインターロックの構造	29
2.5 一般的な注意事項	30
2.6 保守点検について	31
2.7 電気に関する注意事項	31
2.7.1 ケーブルおよびコード	32
2.7.2 ドッキングステーションおよびリチウムイオンバッテリー	32
2.8 状態表示のインジケータについて	34
2.8.1 電源スイッチとインジケータランプについて	34
2.8.2 X 線インジケータについて	35
2.8.3 測定画面について	35
2.8.4 音によるアラーム (オプション)	36
2.9 分析計の使用方法	36
2.9.1 安全の指針	36
2.9.2 正しい使用方法	36
2.9.3 危険な使用方法	38
2.9.4 測定時に受ける放射線量の例	40
2.9.5 放射線の安全性に関するよくある質問	41
2.10 安全性の管理	42
2.10.1 放射線の安全に関する訓練の推奨	42
2.10.2 線量計バッジ	43
2.10.3 線量計による安全プログラム	44
2.10.4 線量測定企業	44
2.10.5 届出について	45
3. 分析計のセットアップ	47
3.1 DELTA ドッキングステーション	47
3.2 分析計のバッテリー	48
3.2.1 バッテリーの状態について	48
3.2.2 ドッキングステーションによるバッテリー充電	48
3.2.3 チャージャー (オプション) によるバッテリーの充電	50
3.2.4 DELTA バッテリーのホットスワップ機能について	53

3.2.5 バッテリーの交換について	54
3.2.6 フェイクバッテリーによる電源供給	54
4. 分析計の操作	57
4.1 DELTA のユーザーインターフェース	58
4.1.1 ボタン	59
4.1.2 インジケータ	59
4.1.3 水平および垂直スクロールについて	60
4.1.4 下部ステータスバーについて	60
4.1.5 省電力機能	60
4.2 分析計をオンにする	61
4.3 予備測定オプションのチェックリスト	61
4.4 Cal Check (校正チェック)	62
4.4.1 現場測定における Cal Check の実施	62
4.4.2 ラボにおける Cal Check の実施	65
4.5 モードの変更	68
4.6 測定条件の検証および変更	69
4.7 測定手順	73
4.8 終了の手順	75
4.8.1 正常な状態におけるシャットダウン	75
4.8.2 緊急事態におけるシャットダウン	77
4.9 測定実施例	77
4.9.1 Alloy (合金) モード	77
4.9.2 Mining (鉱石) モードおよび Soil (土壤) モード	78
4.9.3 生活・家庭用品モード – RoHS	78
5. 合金分析モード	81
5.1 合金測定モード概要	82
5.1.1 品種判定	82
5.1.2 マッチ・ナンバーの概念	82
5.1.3 マッチ判定の種類	82
5.1.4 スクラップおよびリサイクルのための機能	83
5.1.5 グレード・マッチ (品種判定) メッセージ (GMM)	83
5.1.6 SmartSort	84
5.1.7 Nominal chemistry	84
5.1.8 トランプライブリ	84
5.1.9 測定試料について考慮すべきこと	85
5.2 Alloy (合金) モードおよび Alloy Plus (合金プラス) モード	86
5.3 Pass/Fail	86
6. Mining Modes (鉱石モード)	87
6.1 試料を測定する	89
6.2 ユーザ・ファクタ	89
7. Soil Modes (土壤モード)	91
7.1 品質管理用標準試料の測定	91
7.2 試料準備に際しての注意事項	92
7.3 試料を測定する	92

8. RoHS・生活用品モード	93
8.1 RoHS モードの概要	93
8.2 測定概要	94
8.2.1 品質管理用標準試料	94
8.2.2 試料を測定する	95
8.3 IEC の定量要件 (スクリーニング)	95
8.4 生活・家庭用品モード概要	96
9. 測定窓の交換	97
10. DELTA 放射線量プロファイル	101
付録 A: 仕様	107
付録 B: 蛍光 X 線分析技術の概要	109
B.1 分析技術の変遷	110
B.2 元素分析法	111
B.2.1 湿式化学分析法	111
B.2.2 萤光 X 線分析法	111
B.2.3 干渉	112
B.2.4 定量分析	112
B.3 エネルギー分散方式蛍光 X 線分析計 (EDXRF)	112
付録 C: 土壤検査	115
C.1 携帯型 XRF による土壤測定法	115
C.2 フィールドでの使用に関する概要	116
C.3 データ品質目標	116
C.4 品質管理	118
C.4.1 機器が正常稼動しているかの検証	118
C.4.2 その場測定データの信頼性	119
C.5 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計のキャリブレーション	120
C.6 XRF の結果に及ぼす水分の影響	122
C.6.1 土壤の化学成分比に与える影響	122
C.6.2 試料の前処理について	122
C.7 萤光 X 線分析計の結果とラボの結果の比較	122
C.8 妨害ピーク	123
C.9 試料前処理方法と測定方法	125
付録 D: 合金グレードライブラリ	127
D.1 トランプライブラリ	127
D.2 DELTA Classic、Classic Plus、Inspector のファクトリ・グレードライブラリ	128
D.3 DELTA Standard および Professional のファクトリ・グレードライブラリ	132
D.4 DELTA Premium のファクトリ・グレードライブラリ	136
付録 E: プローブシールド	141
E.1 プローブシールドの取り付け	142
E.2 プローブシールドの取外し	144
E.3 操作について	145

E.4 ユーザーインターフェースについて	145
E.4.1 法規制値の設定	145
E.4.2 50kV オプション	147
E.4.3 セーフティインターロック	149
付録 F: DELTA ポータブルワークステーション	151
F.1 製品概要	151
F.1.1 ワークステーション	151
F.1.2 アクセサリー	152
F.2 安全性について	153
F.2.1 放射線の安全性について	153
F.2.2 AC アダプター	153
F.2.3 セーフティインターロック機能	154
F.2.4 X 線インジケータについて	154
F.2.5 ソフトによる近接センサー	154
F.2.6 緊急時の停止方法	154
F.3 物理的な必要事項	155
F.3.1 ワークステーション設置条件	155
F.3.2 試料室寸法	155
F.3.3 電源供給	156
F.4 ワークステーションの組立て方法	156
F.5 ワークステーションの収納	158
F.6 ワークステーションの接続方法	159
図一覧	163
表一覧	167
索引	169

略語一覧

AA	atomic absorption (原子吸光)
AC	alternating current (交流電流)
ACEA	Advisory Committee on Environmental Aspects (環境諮問委員会)
DDS	DELTA docking station (DELTA ドッキングステーション)
DQO	data quality objectives (データ品質目標)
ED	energy dispersive (エネルギー分散型)
EFUP	environment-friendly usage period (環保使用期限または環境保護使用期限)
FCC	Federal Communications Commission (連邦通信委員会)
FP	fundamental parameters (ファンダメンタル・パラメータ)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
LED	light emitting diode (発光ダイオード)
QC	quality control (品質管理)
R&D	research and development (研究開発)
RoHS	restrictions of hazardous substances (有害物質規制)
SRM	Standard Reference Material (標準参考試料)
SSCS	site-specific calibration standards (現地の地質と同じ標準試料)
Sv	sievert (シーベルト)
TLD	thermoluminescent dosimeter (熱ルミネッセンス線量計)
UI	user interface (ユーザーインターフェイス)
WD	wavelength dispersive (波長分散型)
WEEE	waste electrical and electronics equipment (廃電気・電子製品に関する欧州連合指令)

ラベルおよび記号

ハンドヘルド蛍光X線分析計 DELTA には、1ページ図 i-1 に示しているように、X線の安全性、準拠規格、製品識別に関するラベルおよび記号が付いています。ラベルや記号がない場合、あるいは判読できない場合は、オリンパスまでご連絡ください。



図 i-1 ラベルの位置

重要

ほとんどの法的規制機関により放射線ラベルの表示が義務付けられています。決して取り外さないでください。

ラベルに印されている「WHEN ENERGIZED」という表現は、X 線管に高電圧が印加されており、フィルターホイールが X 線透過状態であることを意味します。分析計がこの状態の場合には、X 線インジケータ LED アレイからなる赤色の LED が点滅します。

表 1 分析計のラベルの内容

分析計のラベル：	  
EMC 準拠ラベル	
	本機器は、Part 15 of the FCC Rules に基づくクラス A デジタルデバイスとして、テストされ、準拠しています。詳細については、9 ページを参照してください。
	CE マークは、この製品が該当するすべての EC 指令の要件を満足していることを宣言するマークです。詳細は、 <i>Declaration of Conformity</i> (適合宣言書) を参照ください。また、さらに詳しい詳細は 9 ページを参照してください。
トランスマッター登録	FCC ID: QOQWT21A は、米国の無線機器登録番号です。 IC: 5123A-BGTWT21A は、カナダの無線機器登録番号です。 204WW11100800 は、日本の無線機器登録番号です。
	C-Tick マークは、オーストラリアの EMC 規制に関する適合マークです。オーストラリア市場の規格準拠および設置に関する責任に関して、対象機器および製造者または輸入者の追跡が可能であることを示します。
製品識別ラベル	
シリアル番号	分析計のシリアル番号
モデル	分析計のモデル番号
製造日	分析計の製造日
汚染規制ラベル	

表 1 分析計のラベルの内容 (続き)

	中国 RoHS マークは、環境保護使用期限 (EFUP) を示しています。詳細については、8 ページを参照してください。
	WEEE マークは、当製品を無分別の都市廃棄物として処分してはならず、個別に収集する必要があることを示しています。詳細については、8 ページを参照してください。

ご使用にあたっての注意－お使いになる前にお読みください

使用目的

DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、マグネシウム (Mg) からウラン (U) まで (使用モデルによって異なります)、試料に含まれる元素の識別と解析を目的として設計されています。



注意

決して、DELTA 分析計を使用目的以外の用途に使用しないでください。

取扱説明書

本取扱説明書には、オリンパス製品を安全にかつ効果的に使用する上で、必要不可欠な情報が盛り込まれています。使用前に、必ず本取扱説明書をお読みになり、取扱説明書に従い製品を使用してください。

本取扱説明書および同時に使用する機器の取扱説明書は、安全ですぐに読める場所に保管してください。

本装置と組み合わせ可能な機器

DELTA は、当社指定の付属機器と組み合わせて使用してください。

- 充電式リチウムイオン (Li-ion) バッテリーパック (U8990853)
- スタンドアローン外部バッテリーチャージャー (U8990854) [オプション] (構成によって異なります)
- AC アダプター (P/N:STD-1205[N9037894/N9037895]) [日本仕様専用です]
- DELTA ドッキングステーション (U8990897)



注意

指定以外の機器を使用すると、故障や機器の損傷につながります。

修理および改造

測定窓に損傷がある場合は、できるだけ早めに測定窓の部品を取り替える必要があります。詳細については、97 ページ 9 章を参照してください。



注意

人身事故および（あるいは）機器の損傷を防止するため、本機器の分解、改造、または修理を絶対に行わないでください。

安全性に関する記号

次の安全性に関する記号が、本装置および本取扱説明書に表示されています。



一般的な警告記号：

この記号は、危険性に関して注意を喚起する目的で示されています。潜在的な危険性を回避するため、この記号にともなうすべての安全性に関する事項には、必ず従ってください。



放射線に関する警告記号：

この記号は、蛍光 X 線分析計で生成される電離放射線が有害となる危険性があることを表しています。潜在的な危険性を回避するため、この記号にともなうすべての安全性に関する事項には、必ず従ってください。



高電圧警告記号：

この記号は、感電の危険性があることを表しています。潜在的な危険性を回避するため、この記号にともなうすべての安全性に関する事項には、必ず従ってください。

安全性に関する警告表示

本取扱説明書では、以下の警告表示を使用しています。



危険

この記号は、正しく実行または守られなければ死亡あるいは人体に深刻な損傷を負わせる切迫した危険な状況をもたらす可能性がある手順や手続きであることを示しています。危険記号が示している状況を十分に理解して対応を取らない限り、この記号を超えて次のステップへ進まないでください。

**警告**

この記号は、正しく実行または守られなければ死亡、または、重傷につながる手順や手続きなどであることを示しています。警告記号が示している状況を十分に理解して対応を取らない限り、この記号を超えて次のステップへ進まないでください。

**注意**

この記号は、正しく実行または守られなければ中程度以下の障害、特に機器の一部あるいは全体の破損、あるいはデータの喪失につながる可能性のある手順や手続きなどに注意する必要があることを表しています。注意記号が示している状況を十分に理解して対応を取らない限り、この記号を超えて次のステップへ進まないでください。

参考記号

本取扱説明書では、以下の参考記号を使用しています。

重要

重要記号は、重要な情報またはタスクの完了に不可欠な情報を提供する注意事項であることを示しています。

参考

参考記号は、特別な注意を必要とする操作手順や手続きであることを示しています。また、参考記号は必須ではなくても役に立つ関連情報または説明情報を示す場合にも使用されます。

ヒント

ヒント記号は、特定のニーズに合わせて本書に記載されている技術および手順の適用を支援、または製品の機能を効果的に使用するためのヒントを提供する注意書きの一種であることを示しています。

安全性

DELTA の電源を投入する前に、適切な安全対策が取られていることを確認してください（下記の警告を参照）。また、安全性についてで説明しているように、装置の外面に印字されている安全記号のマークにご注意ください。

警告

**一般的な注意事項**

- 分析計の電源を投入する前に、本取扱説明書に記載されている指示をよくお読みください。
- 本取扱説明書は、いつでも参照できるように安全な場所に保管してください。

- 設置手順および操作手順に従ってください。
- 機器上および本取扱説明書に記載されている安全警告は、絶対に順守してください。
- 記載されている以外の方法で使用された場合、安全を保証することができません。
- 修理または点検は、必要なときに、訓練されたサービス担当者が判断して対応します。危険な感電事故を防ぐために、たとえ十分な技量があったとしても、点検または修理は行わないでください。この機器に関して問題または疑問があるときは、オリンパスまたはオリンパス正規代理店にお問い合わせください。



警告



- 機器の電源を投入する前に、必ず機器の保護接地端子と電源コード（主電源コード）の保護導線（アースリード線）を接続してください。
- アースが十分に機能しないと思われる場合は、必ず機器を停止し、安全を確保してください。
- 電源への接続は指定の AC アダプターを使用してください。

中国版 RoHS

この RoHS マークは、2006/2/28 公布の「電子情報製品汚染防止管理弁法」ならびに「電子情報製品汚染制御表示に対する要求」に基づき、中国で販売する電子情報製品に適用される環保使用期限です。



中国 RoHS マークは、環境保護使用期限（EFUP）を示しています。EFUP マーク内の数字は、規制物質として一覧に取り上げられている物質が、漏出したり、化学的に劣化することができないとされる期間を示しています。DELTA の EFUP は、15 年とされています。

注記：環保使用期限は、適切な使用条件において有害物質等が漏洩しない期限であり、製品の機能性能を保証する期間ではありません。

WEEE 指令



左記のマークについては、下記のとおりです。

In accordance with European Directive 2002/96/EC on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), this symbol indicates that the product must not be disposed of as unsorted municipal waste, but should be collected separately. Refer to your local Olympus distributor for return and/or collection systems available in your country.

FCC (米国) 準拠

本製品は下記の指令に従っています。

· Part 15 of the FCC Rules.

These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, might cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case you will be required to correct the interference at your own expense.

FCC Warning: Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

ICES-001 (カナダ) 準拠

This ISM device complies with Canadian ICES-001.

Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.

CE European Declaration of Conformity (CE 欧州適合宣言書)

DELTA XRF 分析計は、下記の欧州指令および規範文書に準拠しています（9 ページ表 2 参照）。

表 2 EC 指令および規範文書^a

Electromagnetic Compatibility Directive	2004/108/EC
EN61326-1 (2006) Table 1, Sec. 7.0	
Low Voltage Directive (LVD)	2006/95/EC
EN61010-1:2010	
Radio Equipment and Telecommunication Terminal Equipment Directive (R&TTE)	1999/5/EC
EMC — EN301 489-1 V1.8.1 (2008-4)	
EMC — ENC300 328 V 1.7.1 (2006-10)	
EMC — EN61326-1 (2006)	

a. Issued: December 2011, Woburn, Massachusetts (USA)

This device is designed for use in industrial environments for the EMC performance. Using it in a residential environment may affect other equipment in the environment.

梱包と返送

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を弊社指定のキャリーケースに入れずに送付した場合は、破損する可能性があります。したがって、オリンパスは指定のキャリーケースを使用せずに発送された製品に関する一切の保証を致しかねます。製品を返送する際には、お買い上げになった販売店または当社支店にご連絡ください。

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を返品する場合は次の手順に従ってください。

1. DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を購入時の梱包材が入ったキャリーケースに入れます。
2. キャリーケースは以下のいずれかの方法で再度梱包して下さい。
 - タイラップにてキャリーケースが開かないようする
 - 他の箱で更に梱包する

重要

リチウムイオンバッテリーを発送する場合は、各地域のすべての運送規則に必ず従ってください。

リチウムイオンバッテリーを同梱して製品を発送する場合の規則

Li-ion バッテリーをご使用の場合は、梱包方法、適切な輸送方法等が国連の危険物輸送勧告（国連勧告）に基づき国際民間航空機関（ICAO）、国際航空運送協会（IATA）、国際海事機関（IMO）、国土交通省、米国運輸省（DOT）等が規制を設けています。リチウムイオンバッテリーを輸送する場合は、これらの規制を満足しなければなりません。

規制を満足する輸送条件等は、事前にお取引の輸送会社などにご確認するようお願いします。

保証

オリンパスは、オリンパス製品が出荷の日付より 1 年（12ヶ月間）、通常の使用およびサービスを条件に材料および組み立てにおいて不良がないことを保証します。

本取扱説明書に記載されている適切な方法で使用されており、不正使用、無認可の修理・改造が行われていない機器についてのみ保証します。オリンパスは、本製品が、使用目的に対し適応しているか、または、特殊な用途や意図に関して適応するかについては、保証いたしません。オリンパスは、所有物あるいは人体損傷に関する損害を含むいかなる結果的あるいは付隨的損害についても一切の責任を負いません。

機器の受領時には、その場で、内外の破損の有無を確認してください。輸送中の破損については、通常、運送会社に責任があるため、いかなる破損についてもすぐに輸送を担当した運送会社に速やかにご連絡ください。梱包資材、貨物輸送状も申し立てを立証するために必要となりますので保管しておいてください。運送会社に輸送による破損を通知した後、お買い求めになった販売店または当社支店までご連絡いただければ、当社が、必要に応じて破損の申し立てを支援し、代替用の機器を提供いたします。オリンパスサービスセンターへ

の輸送は、お客様負担とさせていただきます。返却の際はオリンパス負担とさせていただきます。保証範囲内にない機器については、当社への輸送および当社からの返却どちらともお客様のご負担とさせていただきます。

本取扱説明書では、オリンパス製品の適切な操作について説明しています。利用者または監督者による独立した試験または確認を行ってから特定のアプリケーションで使用してください。このような独立した確認の手続きは、複数のアプリケーションで、それぞれの検査条件の違いが大きくなる場合に重要になります。こうした理由により、本書で述べられている技術、例、手順が工業基準に適合していること、または特定のアプリケーション要件に適合していることを保証しておりません。

オリンパスは製造済みの製品の変更を義務付けられることなくその製品の仕様を修正または変更する権利を有します。

テクニカルサポート

オリンパスは、最高レベルのカスタマーサービスと製品サポートを提供することを強くお約束します。本製品の使用にあたって問題がある場合、または本取扱説明書の指示どおりの操作ができない場合は、最初に本取扱説明書を参照してください。なお問題が解決せず支援が必要な場合は、オリンパスサービスセンターまでご連絡ください。お近くのサービスセンターについては、本製品を購入された販売店または当社支店まで、お問い合わせください。オリンパスサービスセンターの連絡先リストにつきましては、下記 URL からもご覧いただけます (<http://www.olympus-ims.com/ja/service-and-support/service-centers>)。

はじめに

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、蛍光 X 線エネルギー分散型スペクトロメータで、一般的には、蛍光 X 線分析計 (XRF) と呼ばれています。

構成品

DELTA 一式には、次の構成部品が含まれています。

- ハンドヘルド分析計は、人間工学設計による軽量の筐体で密閉されおり、次の部品から構成されています。
 - プロセッサー
 - カラータッチスクリーン（人間工学設計による応答性に優れたディスプレイ）
 - パネルタッチによるナビゲーションキー
 - 幅広い用途に対応可能な検出器 (PIN または SDD) および X 線管およびターゲット材 (DELTA モデルによる)

その他の付属品（標準品とオプション）：

- リチウムイオンバッテリー (U8990853) [標準付属品]
- DELTA ドッキングステーション (DDS)
 - 専用充電および校正ユニット (U8990897) [標準付属品]
 - DI モデルのオプションです。
 - 防滴キャリーケース (U8990454) [標準付属品]
 - Cal Check (校正チェック) 316 校正用サンプル (U8990448) [標準付属品]
 - DELTA 50 プローブシールド (U8995563) [DELTA 50 Premium の標準付属品]
 - DELTA ワークステーション (U8990865) [オプション]
 - ソイルフット (U8990900) [オプション]
 - ソイルエクステンションポール (U8990901) [オプション]
 - カメラ（すべての 6500 モデルおよび DI-2000 で標準付属品です）
 - カメラおよびコリメーター [DI-2000-PM-CC の標準付属品です。すべての 6500 モデルではオプションとなります]
 - バッテリーチャージャー (U8990854) [オプション]
 - USB データケーブル (U8990455) [標準付属品]

DELTA の機能

DELTA シリーズのハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、マグネシウム (Mg) からウラン (U) までの成 分元素や濃度を正確に測定することができます（分析可能な元素は、使用モデルまたはモードによっ て異なります）。一体型ヒートシンクを含む防塵防滴の超堅牢な設計により、厳しい環境条件下でも 様々な分析試験を行うことができます。また、バッテリーにホットスワップ機能が追加されているた め現場での測定にも最適です。

本分析計は、次の商業分野および産業分野で高精度の化学分析を行います。

- 貴金属および金含有解析を含む PMI (Positive Material Identification)
- 採鉱および探査
- 生活・家庭用品の安全対策
- スクラップ処理
- 環境アセスメント
- 軽元素・アルミニウム解析

分析計シリーズの製品一覧

14 ページ表 3 は、現行の DELTA シリーズの製品一覧です。DELTA の旧モデルについては、15 ペー ジ表 4 を参照してください。各シリーズには、1 種類～4 種類のアプリケーションモードがあり、各 モードにて対応するモデルがあります（14 ページ表 3 参照）。

表 3 DELTA シリーズ製品一覧 – 現行モデル

シリーズ名	モード	モデル
DELTA 50 Premium	Environmental (環境)	DP 4050
	RoHS	DP 6550-C
DELTA Professional	Alloy (合金)	DPO 2000
	Environmental (環境)	DPO 4000
	Mining (鉱石)	DPO 6000
	RoHS	DPO-6500-C
DELTA Premium	Alloy (合金)	DP-2000
	Environmental (環境)	DP-4000
	Mining (鉱石)	DP-6000
	RoHS	DP-6500-C
DELTA Classic Plus	Alloy (合金)	DCC-2000
	Environmental (環境)	DCC-4000
	Mining (鉱石)	DCC-6000
	RoHS	DCC-6500-C

表 4 DELTA シリーズ製品一覧 – 旧モデル

シリーズ名	モード	モデル
DELTA Standard	Alloy (合金)	DS-2000
	Environmental (環境)	DS-4000
	Mining (鉱石)	DS-6000
	RoHS	DS-6500-C
DELTA Classic	Alloy (合金)	DC-2000
	Environmental (環境)	DC-4000
	Mining (鉱石)	DC-6000
	RoHS	DC-6500-C

15 ページ表 5 は、使用可能なモードの一覧です。

表 5 モード

モード
Alloy (合金)
Alloy Plus (合金プラス)
Precious Metals (貴金属)
Soil (土壤)
<ul style="list-style-type: none"> Environmental (環境) Exploration (探査)
Mining (鉱石)
Mining Plus (鉱石プラス)
Lead Paint (鉛ペイント)
RoHS
Consumer Goods (生活・家庭用品)
Empirical (検量線)
Halogen Free (ハロゲンフリー)
Filter Analysis (フィルタ分析)
Dust Wipe (ダストワイプ)

1. 分析計の概要

この章では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計とそのアクセサリーについて説明します。

1.1 分析計の開梱

ほとんどの DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計とそのアクセサリーは、専用キャリーケースに梱包され、出荷されています。

分析計を開梱するには

1. 同梱されている書類および出荷時の書類を取り出してください。
2. キャリーケースを開け、DELTA および他の全ての付属品を取り出してください。

参考

キャリーケース内の梱包材は 2 層になっていることにご注意ください。

3. 上側の梱包材に入っている付属品を全て取り出したことを確認した後で、下側の梱包材に入っているドッキングステーションと AC アダプターを取り出してください。
4. 全ての付属品を確認し、破損や問題がございましたら、至急お買い上げになった販売店または当社支店にご連絡ください。



警告

いずれかの構成部品に何らかの損傷が認められた場合、分析計は絶対に使用しないでください。

1.2 DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の一式

次の表は、DELTA 一式に含まれる同梱品の一覧です (18 ページ表 6 参照)。

表 6 DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の同梱品

部品名称		DELTA – 全モデル
上部梱包材		
1	キャリーケース	
2	DELTA 分析計	
3	AC アダプター	
4	USB ケーブル 1	
5	USB ケーブル 2	
6	リチウムイオンバッテリー (2 個)	
7	Cal Check (校正チェック) 試料	
8	予備窓フィルム (10 枚 / 袋)	
9	エンドユーワザ書類 (上部梱包材の下にあります)	
下側梱包材		
10	ドッキングステーション	
11	フェイクバッテリー (オプション)	

1.3 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計

次の表は、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の各部の名称を示します。(19 ページ表 7 参照)。

表 7 DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計 Premium

部品名称		DELTA – 全モデル
1	DELTA 分析計 (写真は DELTA Premium)	
2	プローブ	
3	測定窓 (プロレンまたはカプトンフィルム)	
4	ヒンジ式窓板	
5	ドッキングステーションコネクター	
6	トリガ	
7	ハンドル – 滑り防止ラバーグリップ	
8	バッテリー蓋	
9	ラバーカバー付きデータポート	
10	ヒートシンク	
11	LED 付き I/O (電源) スイッチ	
12	X 線警告ランプ	
13	ユーザインターフェースタッチスクリーン	
14	ナビゲーションキー	

1.4 ドッキングステーション

次の表は、DELTA ドッキングステーション (DDS) の各部の名称を示します。(20 ページ表 8 参照)。

表 8 DELTA ドッキングステーション

部品名称	DELTA – 全モデル
ドッキングステーション	
1 分析計接続コネクター	
2 予備バッテリー充電ソケット	
3 Cal Check (校正チェック) 試料 (SUS316)	
ドッキングステーション (分析計搭載状態)	
5 予備バッテリー (設置状態)	
6 データポート:	
a) ドッキングステーション (後部)	
b) 分析計 (左側)	
7 入力電源 (12VDC)	
8 インジケータランプ:	
a) 予備バッテリー充電	
b) 分析計充電	

参考

DELTA ドッキングステーションは、すべての DELTA モデルの標準付属アクセサリーです。

1.5 標準本体構成

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、次の標準アクセサリーが付属しています。

- リチウムイオンバッテリー
- DELTA ドッキングステーション [DI-2000 シリーズではオプション]
- DDS 電源アダプター [DI-2000 シリーズではオプション]
- I/O ケーブル [DI-2000 シリーズではオプション]:
 - ケーブル 1: USB A コネクター～USB B コネクター
 - ケーブル 2: mini USB B コネクター～USB A コネクター
- 測定窓フィルム（カプトンまたはプロレン）
- Cal Check（校正チェック）試料
- アプリケーションソフトウェア

1.5.1 バッテリー

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、リチウムイオンバッテリーが付属しています（2 個）。リチウムイオンバッテリーの充電状態を確認する場合は、リチウムイオンバッテリーの白色のボタンを押してください。緑色のランプは、25% 以下から 100% までの残充電量を表示します（21 ページ 図 1-1 参照）。詳細は、48 ページ 3.2 を参照してください。



図 1-1 DELTA リチウムイオンバッテリー

1.5.2 DELTA ドッキングステーション（DDS）

DELTA ドッキングステーション（22 ページ図 1-2 参照）は、次の 3 つの機能を備えた重要なアクセサリーです。

- Cal Check（オンデマンドまたは自動）
- DELTA の内部（ハンドル内）バッテリーの充電
- 予備バッテリーの充電（予備ソケット使用）

ドッキングステーションについては、20 ページ表 8 を参照してください。さらに詳しい内容については、47 ページ 3.1 と 65 ページ 4.4.2 を参照してください。

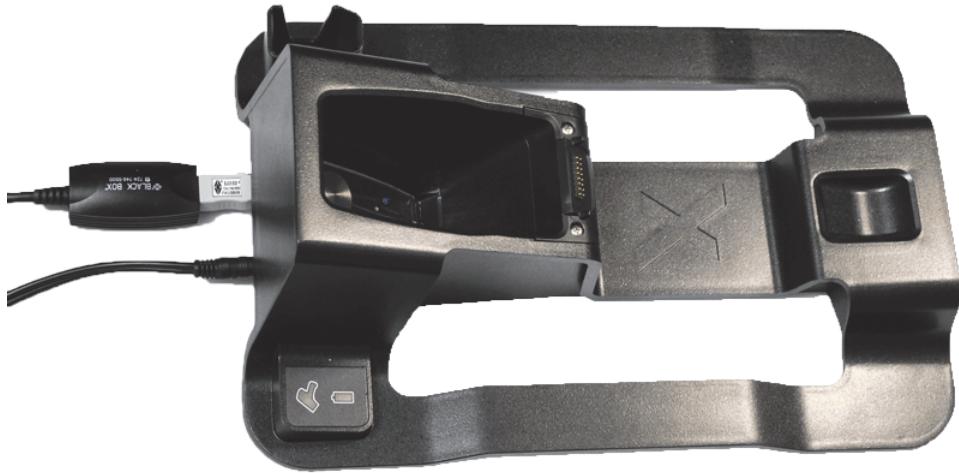


図 1-2 DELTA ドッキングステーション

1.5.3 ドッキングステーション電源アダプター

DELTA ドッキングステーションは、電源アダプター経由で電源供給を行います（22 ページ図 1-3）参照）。



図 1-3 DELTA ドッキングステーション電源アダプター

1.5.4 電源コード

ドッキングステーション電源アダプター（22 ページ『DELTA ドッキングステーション電源アダプター』参照）およびフェイクバッテリー（26 ページ『フェイクバッテリーおよび電源コード』参照）には、日本用の電源コードが付いています。

1.5.5 データケーブル

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、2 本の USB データケーブルが付属しています。

- 標準付属品の本 USB-miniUSB ケーブル (U8990455) は、分析計とのデータ通信を可能にします (23 ページ図 1-4 参照)。本ケーブルを使用して、測定結果を PC にエクスポートすることを推奨します。



図 1-4 USB データケーブル

- USB リピータケーブルは、2 種のパートから成り (U8997413 および U8998228)、DELTA ドッキングステーションと PC 間の通信をサポートします (23 ページ図 1-5 参照)。



図 1-5 USB リピータケーブルおよびアダプター

1.5.6 測定窓フィルム

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、測定窓フィルム 10 枚入りの袋が 1 つ付属しています (24 ページ図 1-6 を参照)。フィルムの素材は、モデルおよび用途によって異なります。



図 1-6 カプトンおよびプロレン測定窓フィルム

1.5.7 Cal Check (校正チェック) 試料 / コイン

この Cal Check 試料は、ドッキングステーションが利用できない場合に Cal Check の基準試料として使用します。DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計が Cal Check が必要なった場合に通知します (24 ページ図 1-7 参照)。詳細は、57 ページ 4. を参照してください。



図 1-7 Cal Check (校正チェック) 試料 / コイン

1.5.8 プローブシールド (DELTA 50 モデルのみ)

プローブシールド (U8995563) は、DELTA 50 Premium モデルの標準付属アクセサリーで、X 線の後方散乱を減少させることで、測定中の放射線の安全性を向上することができます。次の内容は、付録 141 ページ付録 E: を参照してください。

- プローブシールドの設置、使用、取外し
- 次の安全対策が施されています：
 - 規制レベル
 - セーフティインターロック

25 ページ図 1-8 は、プローブシールドを前面斜めから見た図です。



図 1-8 六角レンチ付きプローブシールド

1.5.9 アプリケーションソフトウェア

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、オリンパス独自のデータ収集・処理ソフトウェアおよび Windows Embedded CE® オペレーティング・システムが搭載されています。ユーザーインターフェースは、ボタンを使用したグラフィックスタイルです (25 ページ図 1-9 参照)。購入されたすべての分析モードでキャリブレーションが完了しています。ソフトウェアに関する詳細内容は、ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。



図 1-9 DELTA 分析計ユーザーインターフェース

1.6 アクセサリ (オプション)

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、次の別売アクセサリーがあります：

- AC アダプター
- PC ソフトウェア
- XRF ワークステーション
- ソイルフット
- ソイルフット用エクステンションポール
- モバイルプリンタ

1.6.1 フェイクバッテリー

フェイクバッテリー (N9038481) を使用すれば、リチウムイオンバッテリーがなくても分析計を操作することができます。このアダプターには、長さ約 3 メートル (10 フィート) の電源コードが付いています (26 ページ図 1-10 参照)。



図 1-10 フェイクバッテリーおよび電源コード

1.6.2 PC ソフトウェア

本アプリケーションパックでは、PC 上でオリンパスのソフトウェア機能を実行することができます。USB データケーブル (U8990455) を使って、DELTA mini-USB データポートを PC の USB ポートに接続します。

本品は、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計 (2012 年 10 月以降) および、ワークステーション / テストスタンド (U8990865) の標準付属品です。ワークステーション / テストスタンドで使用する場合は、USB リピータケーブルとアダプターアセンブリ (U8997413 および U8998288) を使用してください。

1.6.3 XRF ワークステーション

DELTA XRF ワークステーションは、次の 3 つの主要部品で構成されています：

- ワークステーション (U8990865) [27 ページ図 1-11 および 27 ページ図 1-12 参照]
- DELTA 分析計 (いずれかの機種)
- オリンパス PC ソフトウェア (U8990898)

ワークステーションは、以下の特長があります。

- 携帯可能、軽量、X 線遮蔽
- 堅牢で、繰り返し測定が可能
- ラボや現場で簡単に組み立て可能

50kV モデル対応ワークステーション (U8995379) は、DELTA 50 Premium 専用です。

ワークステーション構成の場合、DELTA は、オリンパス DELTA PC ソフトウェアを用いて制御します。また、ワークステーションにより、より安全なクローズドビーム型装置として DELTA を使用することができます。

参考

ワークステーションの取り扱いは、DELTA ポータブルワークステーションスタートガイド (P/N: 103158-01JA [U8020791]) を参照してください。



図 1-11 ワークステーション



上面図

底面図

図 1-12 ワークステーション (折りたたみ時)

1.6.4 鉱石モード用アクセサリー

ソイルフット (U8990900) とエクステンションポール (U8990901) は、現場での土壤の測定作業の負担を軽減することができます。このエクステンションポールには、リモートトリガーが付いています (28 ページ図 1-13 参照)。

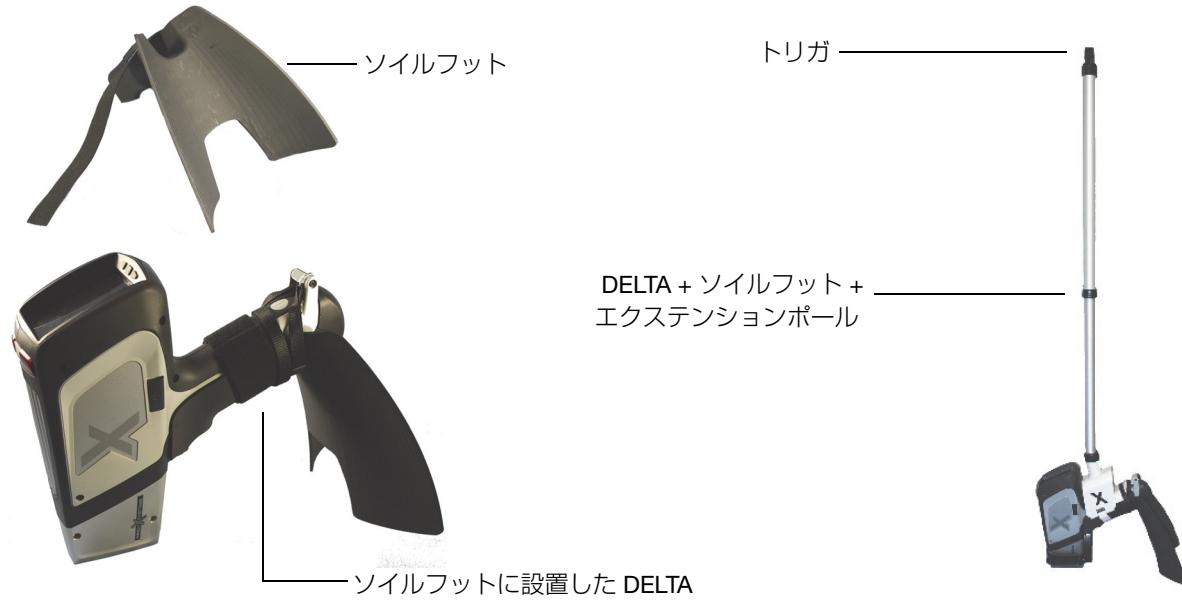


図 1-13 ソイルフットおよびエクステンションポール

2. 安全性について

この章では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を使用する際の、重要な安全性に関する情報について説明します。

2.1 X 線の安全について

- 本製品は持ち運びができ、場所を選ばずに測定することができます。そのため、測定方法によつては、測定者自身や周囲の方が X 線に被ばくする可能性があります。周囲の安全を確認してご使用ください。
- 本製品を安全にお使いいただくために、インターロック機構を搭載しています。使い方を誤ると、被ばくという事態に繋がります。また、不正な測定結果や、故障（保証対象外となる可能性があります。）を引き起こす場合があります。
- 本製品を取り扱う上で管理区域を設定する場合は、「エックス線作業主任者（国家資格）」の選任が必要です。
- 本製品を使用する場合は、所轄の労働基準監督署へ届出をお願いします（届出書類は本書の他、第 20・27 号様式を提出する必要があります）。
- 本製品は、日本の法規制を遵守してご使用ください。

2.2 X 線被ばくを予防する 3 原則

- X 線を受ける総量は、受ける時間・線源からの距離・遮蔽の度合いによって決まります。本製品では、照射している時間、製品先端部からの距離、安全機構による遮蔽となります。これらを必要最低限とする事で、被ばくを最小限に抑えることが可能です。そのため、本取扱説明書の内容を理解し、X 線被ばくを最低限にする予防処置を実施してください。

2.3 管理区域

- X 線装置の管理は電離放射線障害防止規則で厳密に規定されています。
- 電離放射線障害防止規則で、「外部放射線による実効線量と空気中の放射線物質による実効線量との合計が 3 ヶ月間につき 1.3mSv を超えるおそれのある区域」を管理区域と規定されており、X 線作業主任者（国家資格）の選任、区域を標識による明示、健康診断等が必要になります。（例） $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上の線量で「1 日 8 時間、週 5 日、13 週累積した場合」管理区域を設定する必要があります。

2.4 セーフティインターロックの構造

X 線照射制御による意図しない漏えいの可能性を最小限にするために、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、以下に記載する安全インターロック構造を標準搭載しています。

1. ソフトによる近接センサー

測定開始 1 秒以内に、分析計が測定窓の前に試料があることを検知します。サンプルが無いと判断した場合、意図しない漏えいを防止する為、フィルター ホイールがポジション 0 に移動して X 線を遮断し、測定を中止します。管電流は 0.0 μ A になり、赤い LED ランプが点灯します。また、測定中にプローブ先端が試料から離れた場合、測定は約 1 秒以内に中止します。

2. ソフトによるトリガロック

5 分間（デフォルト時間）測定がされない場合、トリガは自動的にロックします。再度使用される場合は、ロックアイコン（）をタップして、ロックを解除してください。

3. 予防処置

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の使用者として、以下の予防措置を実施してください。

- アクセス制限
訓練及び認定を受けた者のみがアクセスできるように、装置を管理された場所に保管すること
- 作業者の訓練
装置の使用は、社内で訓練を受けた人、またはオリンパスのトレーニングコースに参加した人のみ可能です。そして、労働安全衛生法および電離放射線障害防止規則に従った表示を分析計の近くに掲示してください。オリンパス製品の電源をオンにした際に、ユーザーインターフェイス画面に、この製品は認定された者のみ使用可能であると言うメッセージが表示されます。
- シールドについて
DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は細い線束で X 線を照射し、X 線ビームは減衰しながらも空気中を数メートル先まで到達します。
適切なシールドをするには以下の項目を実施してください。
 - 装置の X 線照射口（測定窓）から空気中で X 線が減衰するのに十分な距離をおいてお使いください。
 - 照射される領域を囲うように防護壁を設置してください（例：3.0mm のステンレス鋼は X 線ビームをバックグラウンドのレベルまで減衰させることができます）。
- トリガについて
「デッドマントリガ」モードは、トリガを引き続けた状態で X 線が照射されるモードです。トリガを放すと直ちに照射を停止します。

2.5 一般的な注意事項

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を管理・操作する場合は、次の一般的な安全の指針に必ず従ってください。

- すべての安全手続きおよび操作方法に従ってください。
- 製品および取扱説明書にあるすべての警告表示に従ってください。

次のような危険性を減らすため、この章で述べる注意事項に従ってください。

- 作業者
 - 人身事故
 - 感電
 - 放射線被ばく
- 分析計の破損
 - 測定窓
 - 電子回路および内部部品の過熱

2.6 保守点検について

測定窓の交換を除き、全ての保守作業はオリンパスのサービス技術者が行います。お客様が保守点検をした場合は、保証は無効になります。ただし、損傷した測定窓の交換は唯一の例外です。測定窓の交換についての詳しい内容は、97 ページ『測定窓の交換』を参照してください。

保守点検が必要な問題や状況は次のとおりです。ただし、この内容に限定されません。

- 電源コードの損傷
- 機器またはアクセサリからの過剰な液体漏れまたは腐食液漏れ
- 劣化、落下、物理的な損傷
- 異常な過熱
- 取扱説明書に従っているにも関わらず DELTA 本体またはドッキングステーションが正常に動作しない。

2.7 電気に関する注意事項

安全に DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計およびそのアクセサリーの電気機器を操作するために、次の指示に従うことが重要です。

- 当社指定のリチウムイオンバッテリー、AC 電源アダプターを使用してください。
- バッテリーまたは AC アダプターを適切に設置してください。連結部に損傷を与えないでください。
- DELTA ドッキングステーション (DDS) [バッテリー充電および Cal Check] および AC アダプターを使用する際は、AC 電源に正しく接続してください。
- 各アクセサリーにおいて適切な電圧 (100–240V/ 50–60Hz) が使用されているか確認してください。
- 電源コンセント、電源コード、コンセントに負荷をかけ過ぎないよう注意してください。
- バッテリーチャージャー (オプション) を使用する場合は、その底面の警告に従ってください (32 ページ図 2-1 参照)。DELTA ドッキングステーション (DDS) の安全上の注意事項にも同様に従ってください。

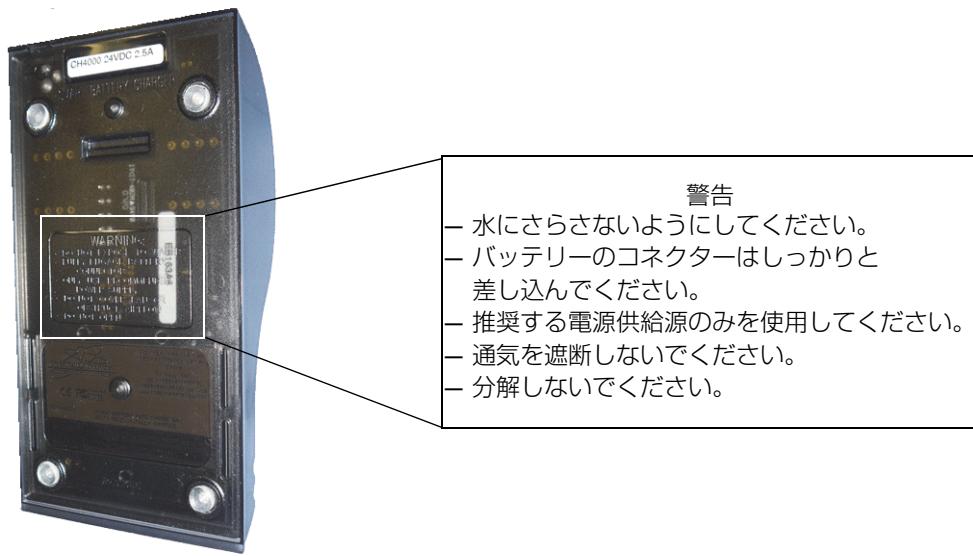


図 2-1 バッテリーチャージャー（オプション）にある警告メッセージ

2.7.1 ケーブルおよびコード

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計および DELTA ドッキングステーションには次の付属品が含まれています。

- ドッキングステーション用 AC アダプター（標準付属品）1 個

2 本の USB データケーブルがパーティット（U8990455）として付いています：

- ケーブル 1: USB A コネクタ～USB B コネクタ
- ケーブル 2: USB A コネクタ～mini USB B コネクタ

安全で適切な分析計性能を確保するには

- 可能ならば電圧サーボ防護デバイスを使用してください。
- コードやケーブルを引っ張らないでください。コンセントからコードを抜く場合には、プラグのハウジングを掴んでください。

2.7.2 ドッキングステーションおよびリチウムイオンバッテリー

バッテリーパックは適切にお取扱いください。次に挙げる事柄は絶対に行わないでください。

- 分解
- 破碎
- 貫通
- 外部接続の短絡
- 火気または水に晒すこと
- 60°C 以上の高温下に置くこと

**危険**

次のことを守らないと、バッテリーの液漏れ、発熱、発煙、破裂や感電、やけどの原因になります。

- DELTA シリーズで指定されていないバッテリーを使用しないでください。
- 充電器では DELTA 用バッテリー以外を充電しないでください。
- バッテリーは取扱説明書を熟読し、内容を十分に理解してから、その指示に従って使用してください。
- バッテリーの装着向きを逆にして装着・使用しないでください。また、機器にうまく入らない場合は無理に装着しないでください。
- 端子をショート（短絡）させないでください。
- 端子へ直接ハンダ付けしないでください。端子部安全弁の破壊やバッテリー液の飛散が生じ危険です。
- バッテリーの電極を金属などで接続したり、金属製のネックレスやヘアピン等と一緒に持ち運んだり、保管しないでください。
- 電源コンセントや自動車のシガレットライターの差し込み等に直接接続しないでください。
- 火中への投下や、加熱をしないでください。爆発する危険があります。
- バッテリー液が目に入った場合は、失明の原因になります。こすらずにすぐ水道水などのきれいな水で充分に洗い流し、直ちに医師の診察を受けてください。
- バッテリーを分解したり、改造しないでください。爆発・発火の危険があります。
- バッテリーを水や海水などにつけたり、濡らさないでください。
- 火のそばや、高温・炎天下などの充電はしないでください。爆発・発火の危険があります。
- 針を刺したり、ハンマーで叩いたり、踏みつけたりしないでください。爆発・発火の原因となります。
- バッテリーを落としたり、投げつけたりして、強い衝撃を与えないでください。

**警告**

- バッテリーの充電が所定充電時間を超えても完了しない場合は、充電を中止してください。
- 液漏れしたり、変色、変形、異臭その他異常を見つけたときは使用しないでください。直ちに修理を依頼してください。
- バッテリー液が皮膚・衣服へ付着したときは、直ちに水道水などのきれいな水で洗い流してください。皮膚に障害を起こす原因になります。必要に応じて医師の手当を受けてください。
- バッテリー収納部を変形させたり、異物を入れたりしないでください。
- 充電中、衣類やふとんなどをかけたり、またかかりそうな状況にしないでください。

参考

- バッテリーは正しくご使用ください。誤った使い方は液漏れ、発熱、破損の原因となります。交換するときは挿入方向に注意して正しく入れてください。
- バッテリーは、一般に低温になるにしたがって一時的に性能が低下します。低温のために性能の低下したバッテリーは、常温に戻ると回復します。

- ・ バッテリーの電極が汗や油で汚れていると、接触不良を起こす原因になります。乾いた布でよく拭いてから使用してください。
- ・ バッテリーが十分に充電された状態での DELTA シリーズの連続駆動時間は約 4 時間（新品のバッテリー使用時）です。長時間のご使用には、予備の充電済バッテリーを用意することをお勧めします。
- ・ 使用済みの本製品のバッテリーは地域の規定に従い適切に処理するようお願い致します。
- ・ バッテリーご使用推奨温度範囲 放電（機器使用時）：0 ℃～50 ℃ 充電：0 ℃～40 ℃ 保存：-20 ℃～50 ℃ 上記温度範囲外での使用は、性能・寿命低下の原因となります。保管の際は本体からバッテリーを取り出してください。
- ・ バッテリーは消耗品です。

参考

リチウムイオンバッテリー、バッテリーチャージャー、AC アダプターの使用方法は、48 ページ 3.2 を参照してください。

2.8 状態表示のインジケータについて

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、さまざまなインジケータによって分析計の状態表示を行います。

2.8.1 電源スイッチとインジケータランプについて

電源スイッチは分析計の上部後方にあります（35 ページ図 2-2 参照）。

電源をオンにするには

- ◆ 電源スイッチを押して電源をオンにしてください。
緑色の LED が点灯します。

参考

このスイッチでは、X 線管に通電されません。X 線管への通電は、オリンパスのソフトが起動するまで行われません。

電源をオフにするには

- ◆ 電源スイッチを 3 秒以上長押してください。
分析計の電源が切れます（詳しい終了手順については、75 ページ 4.8 を参照してください）。

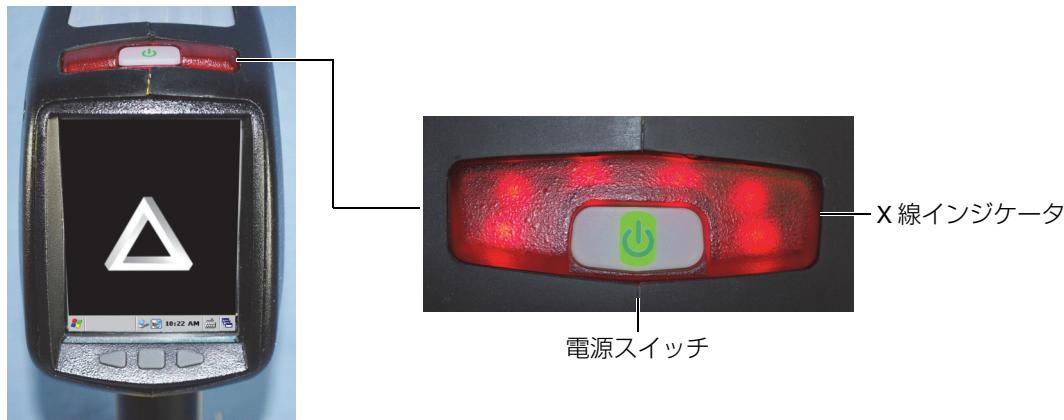


図 2-2 電源スイッチと X 線インジケータ

2.8.2 X 線インジケータについて

X 線インジケータは、X 線管に電圧が印加されており、測定窓を通して分析計から X 線が照射されていることを知らせます。X 線インジケータは分析計の上部後方にあります（35 ページ図 2-2 参照）。このインジケータは 6 つの赤色の LED が並び、以下の 2 つの機能があります。

X 線インジケータ点灯（LED が点灯状態）

このときは以下の状態を示します。

- X 線管が使用可能な状態です。
- 放射線は照射されていない状態です。

この状態で分析計は安全に持ち運びもしくは置くことが可能です。

X 線インジケータ点滅（LED が点滅状態）

このときは以下の状態を示します。

- X 線管に通電し、分析計の測定窓を通して X 線が照射されている状態です。

この状態で、分析計は測定試料に向いていなければなりません。

2.8.3 測定画面について

Cal Check（校正チェック）の間または試料の測定中、測定画面の下側に現在の状態を表示します（36 ページ図 2-3 参照）。Cal Check が終了すると測定可能の表示が現れます（次の操作準備が完了したことになります）。

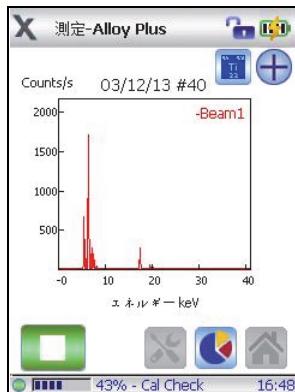


図 2-3 測定画面のステータスバー

2.8.4 音によるアラーム（オプション）

X 線管が X 線放射を開始する直前に警告として 3 種類の音からなるアラーム音を発します。その後、測定中は甲高い音を発します。この機能の使用はカナダでは義務付けられており、その他の国では、安全性に関する追加オプションとしてこの機能の使用を義務づける場合があります。

2.9 分析計の使用方法

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、さまざまなテスト構成にて使用することが可能です。この章では、正確に分析計を使用する方法について説明します。

2.9.1 安全の指針

次に挙げる安全の指針には、常に、必ず従ってください。



警告

- 操作中は、分析計の測定窓を、自分や他人に向けないでください。
- 測定中には、決して指や手の平で、試料を固定しないようにしてください。
- リングタイプまたはバッジタイプの線量計を着用してください。

2.9.2 正しい使用方法

測定対象物としては、パイプ、バルブ、スクラップ金属の大型片、土壌、または移動ができない大型の試料などが挙げられます。

このような構成における適切な手順を次に説明します。

大型で静止状態の対象物の測定を行う場合には

- 必ず、36 ページ 2.9.1 で示した安全の指針に従ってください。
- 身体の一部（手や指などを含む）が測定窓に近接していないことを確認し、分析計を試料に向けます。

3. DELTA のノーズ部分（窓を含む）がしっかりと対象物の上に設置されているか確認してください。
4. 次の方法のうちいずれかを使って測定を実施します。
 - ◆ インターフェース（UI）の測定開始ボタンを押します。
 - または
 - トリガを引きます（これにより分析計はオンの状態になります）
 - または
 - トリガを引き続け、デッドマントリガを作動させたままの状態にします（デッドマントリガ有効時）。

この手順に従うことにより、作業者の身体が不要な放射線被ばくに曝されることはありません。



警告

測定中は、DELTA のノーズ部から 1 メートル以内に他の人が近づかないようにしてください。測定窓が完全にカバーされている場合のみ、試料の周囲だけに最小放射線が照射されます。

測定は、金属の削り屑、溶接ロッド、ワイヤー、留め具、ネジ、ボルトなどの小型の部品の測定にも使用することができます。これらのタイプの部品を測定するには、次に述べる手順に従ってください。

小型部品の測定を実施するには



警告

デスクまたはテーブルに座った状態で試料の測定を行わないでください。試料を木製またはその他金属製の作業台に置いた場合、放射線がデスクを貫通し、足が被ばくしてしまう可能性があります。

1. 必ず、安全の指針に従ってください（36 ページ 2.9.1 参照）。
2. 試料は、平らな表面に設置（38 ページ図 2-4 参照）します。または、小型や不規則な形状の試料を効率的に安全に測定するため、クランプを使い試料を固定します（38 ページ図 2-5 参照）。
3. DELTA のノーズ部分（窓を含む）がしっかりと試料の上に設置されていることを確認してください。

参考

試料が測定窓を完全にカバーしない場合、バッググラウンドの表面に金属が含まれていないことを（微量金属でも不可）確認してください。金属がわずかでも存在すると蛍光 X 線分析計の測定精度に影響する可能性があります。

4. 次の方法のうちいずれかを使って測定を実施します。
 - ◆ インターフェース（UI）の測定開始ボタンを押します。
 - または
 - トリガを引きます（これにより分析計はオンの状態になります）
 - または
 - トリガを引き続け、デッドマントリガを作動させたままの状態にします（デッドマントリガ有効時）。



図 2-4 平らな表面に置かれた試料



図 2-5 試料をクランプで固定

2.9.3 危険な使用方法

この項では、分析計を正しく安全に使用していただくために、絶対に避けなければならない使用方法について説明します。

**警告**

決して、手で直接試料を持たないでください。身体のどの部分も決して X 線ビームに曝されないように注意してください。このような試料の測定は、指や身体の他の部分を深刻な放射線被曝に曝してしまうことになります。

危険な測定方法

次に挙げる例（39 ページ図 2-6 参照）では、作業者は指を使って試料を測定窓に固定しており、試料が測定窓を完全に覆っていない状態です。



図 2-6 危険な測定方法

次に挙げる例（40 ページ図 2-7 参照）では、作業者は指を使って試料を測定窓に固定しており、試料が測定窓を完全に覆っていない状態です。

さらに危険なのは、作業者がリング型線量計を装着しておらず、どれくらいの被ばくを受けたかどうか全く判断できることです。



図 2-7 危険な測定方法の例 – 線量計を装着していない

2.9.4 測定時に受ける放射線量の例

ここでは、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の具体的な使用方法および誤使用の例を説明します。また、分析計の安全な使用方法に関する訓練にて、よくある一般的な質問およびその回答について説明します。ここでは「安全な使用方法」および「危険な使用方法」の違いを説明することが目的です。



警告

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計 (8–50keV) が放射する X 線エネルギーにおける指の骨の放射線吸収率は、軟組織の 3 倍から 5 倍になります。したがって、骨は、軟組織に比べ放射線被ばくの可能性が最も高い部分であるといえます。

このため、指を使って測定窓に測定試料を固定することは絶対にしないでください。決して、直接 X 線ビームの下に入らないようにしてください。また、ビームが決して人間の身体の一部に当たらないようにしてください。

オリンパスは、分析計の誤使用を防ぐため、放射線の安全性に関する訓練および書類を提供しています。

参考

下記放射線量は、熱ルミネッセンス式 線量計 (TLD) による実験を基に算出されたものですが、各使用例においてヒト組織および人骨に吸収された実際の放射線量を示すものではありません。これらの例は、分析計から照射される X 線レベルを示しています。

分析計を使用中は、十分に注意して必ず適切な技法に従ってください。



警告

分析計の誤使用に関する例を次に示します。次に挙げる事柄は絶対に行わないでください。分析計の誤使用による放射線被ばくは、深刻な疾患、損傷、または死亡の原因となることがあります。

2.9.5 放射線の安全性に関するよくある質問

この項では、放射線の安全性について、よくある質問およびそれに対する回答をまとめています。

質問：

ラックまたは作業台の上のパイプまたはバルブの一部を測定する場合、分析計から数メートル離れたところにいる人は被ばくしますか。

回答：

薄い高密度金属試料（厚さ 3mm ~ 4mm、アルミニウム合金ではないもの）であっても、放出された X 線ビームを完全に減衰させることができます。分析計の測定窓を覆う試料に照射する場合は、近くにいる人は完全に放射線から遮へいされます。ただし、次のことを実践してください。分析計の前方、少なくとも 0.9m ~ 1.2m に、バッファゾーンを設け、その区域を立入規制にします。

質問：

トリガのロックを忘れてしまい、分析計を手にする際に偶然にトリガを引いてしまった場合、近くにいる人にとって危険でしょうか。

回答：

いいえ。このような誤使用は危険ではありませんが、すぐ近くにいる人が無視できない放射量を浴びてしまう可能性があります。被ばくの発生を仮定する場合、次のような条件下で起こると考えられます。

第一に、照射された X 線ビームの路程に他者がいるような状況で分析計を持っている場合。そうでない場合は、分析計のそばにいても安全です。

第二に、近接センサーのハードウェアとソフトウェアの故障。

第三に、他者が分析計のノーズ部分から 1 メートル圏内にいることにより、結果的に相当の放射線量を浴びる場合。これらのすべての条件が適合したとしても、近くにいる人が浴びる被ばく量は、非常に少ないといえます。

質問：

分析計を使用中は、分析計使用区域内に立入規制区域を設ける必要がありますか。

回答：

電離放射線障害防止規則では、3 月間につき 1.3mSv を超えるおそれのある区域は管理区域に定めて、必要のない者の立入りを制限し、必要な標識や掲示をするように定められています。目安として、 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ の散乱線量が発生する状態で 1 日 8 時間、週 5 日間使用し続ける場合には、管理区域を設定する必要が生じます。また、その場合には X 線作業主任者免許を受けた者から X 線作業主任者を選任する必要があります。

質問：

オリンパス分析計の X 線管は、金属部品の画像化に使用される X 線写真システムとの違いは何ですか。

回答：

オリンパスの分析計に使用されている X 線管は、ほとんどの X 線写真システムと比べても 1,000 から 10,000 分の 1 のエネルギー量です (X 線写真システムは大量の kW を使用するのに対し分析計は 0.5W)。X 線写真システムは、試験対象物の反対側の画像を得るために、X 線が金属部品を完全に突き抜けるよう励起発光する設計ですが、ポータブル蛍光 X 線分析計は、合金やその他試料の表面解析を行う目的で設計されているためです。例えば、多くの X 線管搭載の X 線写真システムでは、300kV ~ 400kV の X 線管および 10 ~ 100 ミリアンペア (mA) の電流が使われていますが、DELTA 分析計の X 線管は、最大でも 40kV、電流は通常 6mA ~ 10mA です。

つまり、DELTA によって生成される放射線レベルは、X 線写真装置と比べ何千分の一または何万分の一も低いということになります。

質問：

オリンパス分析計の使用時には、線量計を着用すべきですか。

回答：

規制機関によっては、線量計バッジの着用を義務付けている場合または任意義務として定めている場合があります。オリンパスは、分析計の誤使用を特定するための一般的な予防措置として、バッジの着用を推奨しています。線量計には、バッジタイプ、紐タイプ、リングタイプがあります。

最善の方法は、分析計を持つ手の反対側の手の指にリングタイプのバッジをつけることです。これは、測定中、もっとも発生しがちな事故的な被ばく（小型試料を反対側の手で握ってしまう）を記録するためです。

参考

線量計バッジには、通常、10 μ Sv (1mR/h) のしきい値があり、毎月新しいバッジに取り替えます。したがって、誤使用があれば、通常のバッジから放射線量が測定されるはずです。バッジまたはリングを購入する場合は、常に、X 線および低エネルギーガンマ線タイプを選択してください。

2.10 安全性の管理

この項では、次の情報について説明します。

- 42 ページ 『放射線の安全に関する訓練の推奨』
- 43 ページ 『線量計バッジ』
- 44 ページ 『線量計による安全プログラム』
- 44 ページ 『線量測定企業』
- 45 ページ 『届出について』

2.10.1 放射線の安全に関する訓練の推奨

日本では、電離放射線障害防止規則により電離放射線に対する規制が設けられています。

参考

オリンパスは、ユーザーの利便性を考慮し、次に挙げる行政勧告に従っています。

- 放射線の安全については、ALARA（実際可能な範囲でできるだけ低く）を前提に一般的ガイドラインを提供しています。

作業者の監視

日本では、電離放射線障害防止規則により、作業者の放射線量を測定するように規制されています。フィルムバッジまたは熱ルミネッセンス線量計（TLD）等を装着する必要があります。フィルムバッジを取り扱っている会社のリストは、44 ページ 2.10.4 を参照してください。

使用方法

操作中は、決して分析計を他人に向けないでください。分析計を空中に向けて測定を行わないでください。測定中は、指または手で試料を固定しないでください。

特定の管理

分析計を使用しない場合は、施錠したケースまたは保管庫に保管してください。操作中、分析計が訓練および認定を受けた作業者によって直接管理されていることを確認してください。

2.10.2 線量計バッジ

線量計は、通常、小型の容器に詰められた結晶性酸化アルミニウム層などの放射線感度の高い材料から作られています（43 ページ図 2-8 参照）。線量計は、通常、作業者の衣類やまたはシャツのポケット、または放射線を浴びやすい身体の一部に装着します。

また、線量計には、プラスチック製リングタイプ（43 ページ図 2-8 参照）もあります。このタイプの検出材は、フッ化リチウム結晶が使用されています。リボンタイプの紐にバッジを取り付けて装着することも、各作業者の放射線被ばく量の測定に有効です（43 ページ図 2-8 参照）。



図 2-8 線量計の種類

これらの線量計は、一定期間における各作業者の累積被ばく線量を記録します。線量計は、電離放射線を放出する機器を使用する各作業者、または、このような機器を使用する作業者の近くにいる作業者の被ばく線量を管理します。

バッジまたはリングを購入する場合は、必ず、X 線および低エネルギーガンマ線タイプを選択してください。

重要

電離放射線障害防止規則により被ばく線量を測定することが義務付けられています。適切な線量計（バッジ型またはリング型）にて測定してください。

オリンパスは、分析計を持つ手の反対側の手の指にリングタイプのバッジをつけることを推奨します。これは、測定中、もっとも発生しがちな事故的な被ばく（小型の試料を反対側の手で握ってしまうことが原因）を記録するためです。

2.10.3 線量計による安全プログラム

線量計に基づいた一般的な安全プログラムは、次のステップから成り立ちます。

1. 線量測定業者とともに線量計プログラムを作成する。
バッジの数量および分析の頻度（毎月または年 4 回）を決定する。
2. バッジの最初のロットを受領したら、分析担当者 / 作業者に配布する。
3. 指定された使用期間後：
 - a) バッジを回収し、分析のため線量測定業者に返却する。
 - b) 同時に、線量測定業者はバッジの次のロットを納品。
4. 新しいバッジを配布し、従業員の継続的な保護 / 監視プログラムを維持する。
5. 線量測定業者は、報告書を作成。被ばく線量一覧表にした上で、一般的なバックグラウンド放射線を超過する測定値が見られた人員を特定する。
6. 線量計測のサイクルとして 1 から 5 までのステップを繰り返します。

参考

線量測定業者の文書記録は、安全対策報告書作成において大変重要です。

2.10.4 線量測定企業

次の表は、線量測定企業数社の一覧です（44 ページ表 9 参照）：

表 9 被ばく線量測定サービス企業

会社名	所在地	電話番号
AEIL	米国 テキサス州ヒューストン	+1-713-790-9719
Global Dosimetry Solutions	米国 カリフォルニア州アービン	+1-800-251-3331 (toll free US/CAN)
Landauer	イリノイ州グレンウッド	+1-708-755-7000
• Landauer, Inc.	英国オックスフォード	+44-1865-373008
• 長瀬ランダウア株式会社	日本	029-839-3322
• LCIE Landauer	フランス、パリ	+33 1 40 95 62 90

表 9 被ばく線量測定サービス企業 (続き)

会社名	所在地	電話番号
• 北京藍道爾輻射監測技術有限公司	中国、北京	+86 10 6221 5635

2.10.5 届出について

X 線装置の設置届出に関する情報は、オリンパスまでお問い合わせください。

本製品を使用する場合は、所轄の労働基準監督署へ届出をお願いします。(届出書類は本書の他、第 20・27 号様式を提出する必要があります。)

3. 分析計のセットアップ

この章では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計および付属品である DELTA ドッキングステーションの設定方法について説明します。内容は次のとおりです。

- ドッキングステーションケーブルの接続
- リチウムイオンバッテリー充電方法
- ホットスワップ機能によるバッテリーの交換



警告

本製品をご使用になる前に必ず、本書内の『安全性について』および別冊の『安全にお使いいただくために』をよくお読みください。分析計の誤使用は、深刻な疾患、損傷、または死亡の原因となることがあります。

3.1 DELTA ドッキングステーション

DELTA ドッキング・ステーション (DDS) は、以下の機能を備えています。

- 自動または手動による Cal Check (校正チェック)
- 分析計のハンドル内にあるバッテリー (リチウムイオンバッテリー) の充電
- ドッキングステーションでの予備バッテリーの充電
- DELTA 内部及びドッキングステーションのバッテリーの状態の表示
- USB ケーブル経由による、DELTA から PC へのデータ転送

ドッキングステーションを設定するには (48 ページ図 3-1 参照)

1. AC アダプターの DC ジャック (1) をドッキングステーションの背面にある 12VDC と表示された挿入部に接続します。
2. AC アダプターのコード (2) をコンセントに差し込みます。
3. コネクター B(3) をドッキングステーションの DATA ポートに接続します。
4. コネクター A(4) を PC の USB ポートに接続します。



図 3-1 ドッキングステーションケーブルの接続

3.2 分析計のバッテリー

この項では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計のリチウムイオンバッテリーの充電および使用方法について説明します。

3.2.1 バッテリーの状態について

リチウムイオンバッテリーの充電状態を確認する場合は、バッテリーパックの白色のボタンを押してください（52 ページ図 3-10 参照）。緑色のランプが、25% 未満から 100% までの残充電量を表示します。バッテリーの充電が 25% 以下の場合は、ドッキングステーションを使ってフル充電を行ってください。

3.2.2 ドッキングステーションによるバッテリー充電

DELTA 分析計には新しい多目的ツールドッキングステーション（ハードウェアの詳細は 19 ページ 1.4 をご覧ください）が付属します。ドッキングステーションは、自動 Cal Check の機能に加え、次の 2 種類の充電機能を持っています。

- 分析計のハンドル内にあるバッテリー（リチウムイオンバッテリー）の充電
- バッテリー充電ソケットのバッテリー充電

これらの充電状態は、DELTA の表示スクリーンにリアルタイムで表示されます（49 ページ図 3-2 参照）。

予備バッテリーの充電状態（赤：充電中、緑：フル充電）は、ドッキングステーションの左奥にあるバッテリーアイコンでも表示されます。



図 3-2 バッテリー充電状態

参考

分析計は、フル充電された 2 個のリチウムイオンバッテリーとともに出荷されています。分析計の使用を開始する前に、バッテリーの充電を行う必要はありません。

ドッキングステーションを使って分析計のバッテリーを充電するには

1. AC アダプターが DELTA ドッキングステーションに接続されていることを確認してください（47 ページ 3.1 参照）。
- 分析計およびバッテリーの両方のインジケータランプはオフです（49 ページ図 3-3 参照）。



図 3-3 分析計およびバッテリーのインジケータランプがオフの状態

2. 分析計の電源がオフになっていることを確認した後、分析計をドッキングステーションに置きます。
3. この際、分析計インジケータランプがオン（緑色）になっていることを確認してください [50 ページ図 3-4 参照]。

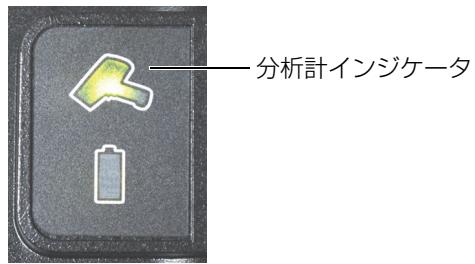


図 3-4 分析計インジケータランプがオンの状態

バッテリーインジケータはオフの状態ですが、ハンドル部にあるバッテリーは充電しています。DELTA の電源をオンにすると、バッテリーステータス画面が現れます。

4. 予備バッテリー用ソケットに予備バッテリーを挿入してください。
バッテリーインジケータランプが赤色に變ります（フル充電されていない場合）[50 ページ図 3-5 参照]。



図 3-5 バッテリーインジケータランプがオンの状態（赤色）

両方のバッテリーが充電中、充電状況がリアルタイムに表示されます。両方のバッテリーの充電が完了すると、アイコンの表示が緑色になります（50 ページ図 3-6 参照）。



図 3-6 両方のバッテリーがフル充電された状態

3.2.3 チャージャー（オプション）によるバッテリーの充電

ここでは、シングルソケットスタンドアローン式チャージャーを使用し、リチウムイオンバッテリーを充電する方法について説明します。このパーツは、別売アクセサリです。

チャージャー（オプション）を使いバッテリーを充電するには

1. 電源コードのメス側を AC アダプターのオス側に差し込みます。



2. 24VDC とラベルの付いた AC アダプターコネクターを (51 ページ図 3-8 参照)、swc とラベルの付いたチャージャーコネクターに差し込みます (52 ページ図 3-9 参照)。
3. 電源コードのオス側のプラグを電源コンセントに差し込みます (51 ページ図 3-7 参照)。



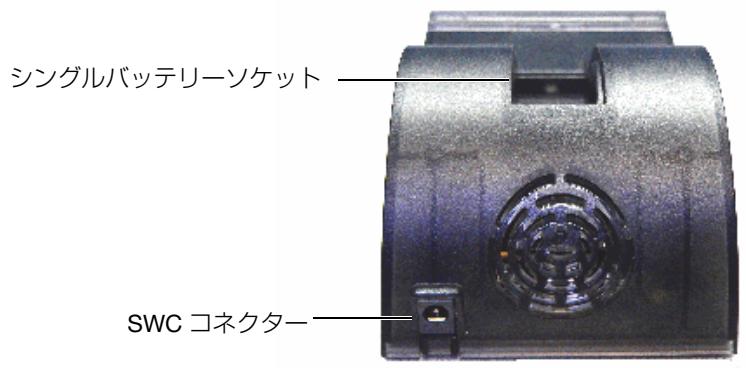


図 3-9 バッテリーチャージャー SWC コネクタ

4. バッテリーの端子とチャージャーの端子を揃え、バッテリーをチャージャーに挿入します（52 ページ図 3-10 および 53 ページ図 3-11 参照）。



注意

バッテリーを正しく挿入しないと端子に損傷を与え、バッテリーを破損してしまう可能性があります。



図 3-10 リチウムイオンバッテリー（前面）

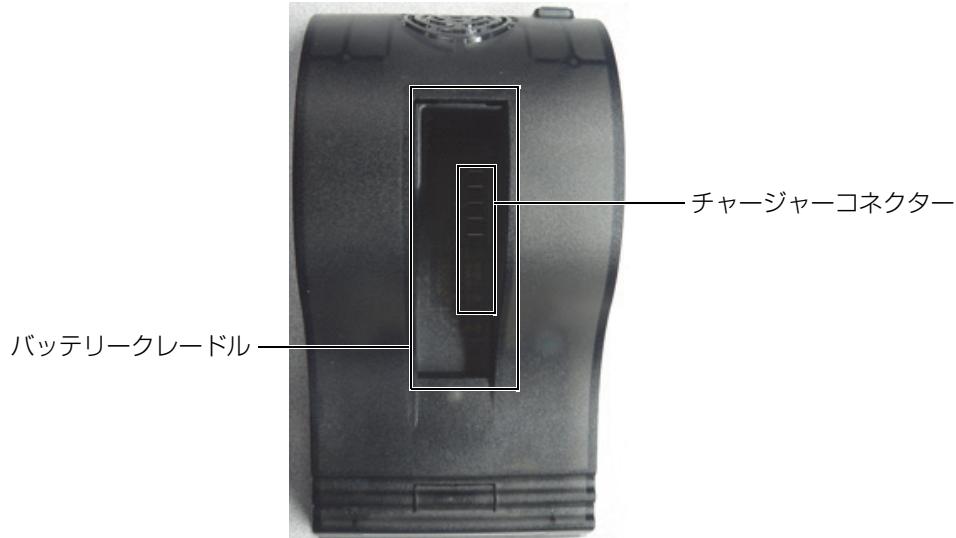


図 3-11 バッテリーチャージャーケーブル

バッテリーチャージャーによるバッテリーのフル充電には約 2 時間かかります。

バッテリー充電の状態は、電源アダプターの 2 種類のランプで知らせます（53 ページ表 10 参照）。

表 10 バッテリ充電状態表示ランプ

左ランプ（緑色のみ）	右ランプ（赤色のみ）	ステータス
オン - 点滅	オフ	バッテリー充電中。
オン - 点灯	オフ	バッテリ充電完了。
オフ	オン - 点灯	エラー。バッテリーを一旦取り外し、チャージャーに挿入します。それでもエラーの状態のままの場合は、オリンパスのサポートセンターまでご連絡ください。
オフ	オフ	チャージャーにバッテリーがありません。

3.2.4 DELTA バッテリーのホットスワップ機能について

バッテリーのホットスワップ機能は、DELTA 分析計の標準機能です。シャットダウン、再起動、Cal Check（校正チェック）を行うことなく、バッテリーを交換することができます。

「シャットダウン状態」では、バッテリーを取り外した場合の分析計内部の残充電量が表示されます（54 ページ図 3-12 参照）。残充電量が 0 になったときは、バッテリーを交換した後、電源スイッチをオンにして再起動してください。赤色の X 線インジケータランプが点滅した場合は、挿入したバッテリの残量が少なすぎることを意味します。



図 3-12 シャットダウン状態

3.2.5 バッテリーの交換について

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計のバッテリーの交換は以下の手順に従って実施してください (54 ページ図 3-13 参照)。

バッテリーの交換手順

1. 測定窓が作業者に向かないようにハンドルを持ちます。
2. ゴム製ラッチを引っ張って、バッテリーカバーを持ち上げてます。
3. つまみを引っ張り、使用したバッテリーを抜きます。
4. バッテリーの端子をチャージャーの端子に合わせ、バッテリーをチャージャーに挿入します。挿入口は、一方向にしか挿入できないように設計されています。

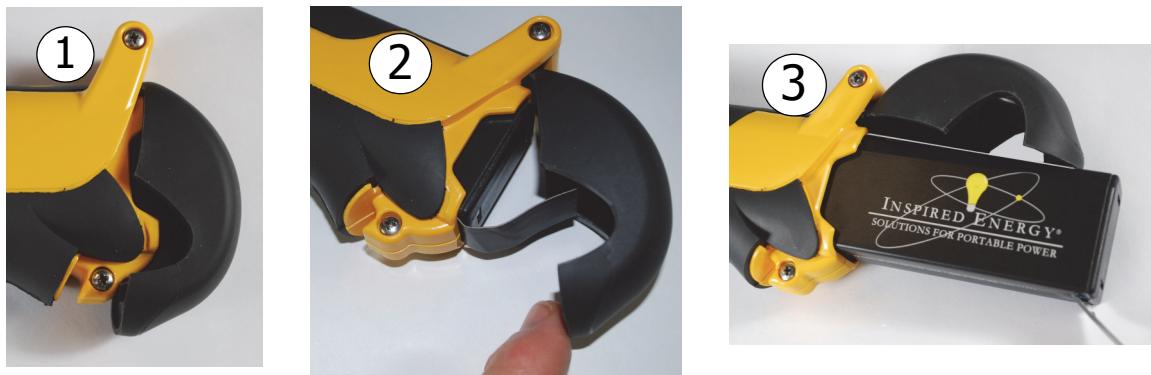


図 3-13 バッテリー交換

3.2.6 フェイクバッテリーによる電源供給

DELTA は、フェイクバッテリーを使用すればバッテリーなしでも操作することができます。このページ (N9038481) の説明は、26 ページ 1.6.1 にあります。



警告

回路の過負荷および火災の原因を防ぐため、また、感電を防ぐため、必ず、電源回路が適切な容量を備えていること、また保護接地があるコンセントに接続してください。

AC アダプターを使用するには

1. 電源コードのメス側プラグを AC アダプターのオス側レセプタクルに挿入します（55 ページ図 3-14 参照）。



図 3-14 AC アダプターのオス側レセプタクル

2. バッテリーモジュールの端子を分析計の端子に挿え、バッテリーモジュールを分析計に挿入します（55 ページ図 3-15）。モジュールの挿入口は、バッテリーが一方向にしか挿入できないようにできています。



図 3-15 バッテリーモジュール

分析計は、電源コードの長さによって、動作範囲に限りがありますが、バッテリーからの電源供給がなくても使用することができます。

3. 電源コードのオス側のプラグを AC コンセントに差し込みます（55 ページ図 3-16 参照）。



図 3-16 AC アダプター電源コード

4. 分析計の操作

この章では、DELTA 分析計のユーザーインターフェースの概要を説明します。ソフトウェアに関する詳細内容は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。



警告

本製品をご使用になる前に必ず、本書内の『安全性について』および別冊の『安全にお使いいただくために』をよくお読みください。分析計の誤使用は、深刻な疾患、損傷、または死亡の原因となることがあります。

DELTA 分析計のすべての機能は、ユーザーインターフェースから制御することができます。この章では、次の情報を提供します。

- メイン画面およびボタンを含むユーザーインターフェース (UI) の概観
- 試料測定の一般的な手順
 - 起動 (ハードウェア) および安全性の確認 (UI)
- 測定前準備 – 確認すべき重要項目 :
 - Cal Check
 - 現場測定
 - DELTA ドッキングステーション (DDS) によるラボ試験
 - モードの変更
 - 測定条件のチェックおよび変更
 - Alloy (合金) モード
 - Soil (土壤) モード、Mining (鉱石) モードおよび RoHS モード
 - 各モードにおけるベストな測定
 - 測定手順
 - 分析計をオフにする

参考

- DELTA 分析計のユーザーインターフェースのすべての操作機能に関する総合的な情報については、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。この中では、ホーム、Mode (モード)、設定、Test (測定) および測定結果画面およびそれぞれの機能について説明しています。

4.1 DELTA のユーザーインターフェース

DELTA のユーザーインターフェースは、放射線安全のための警告とイニシャライズ画面が開くことで開始します。主要な操作はホーム画面から遷移可能です (58 ページ図 4-1 を参照)。

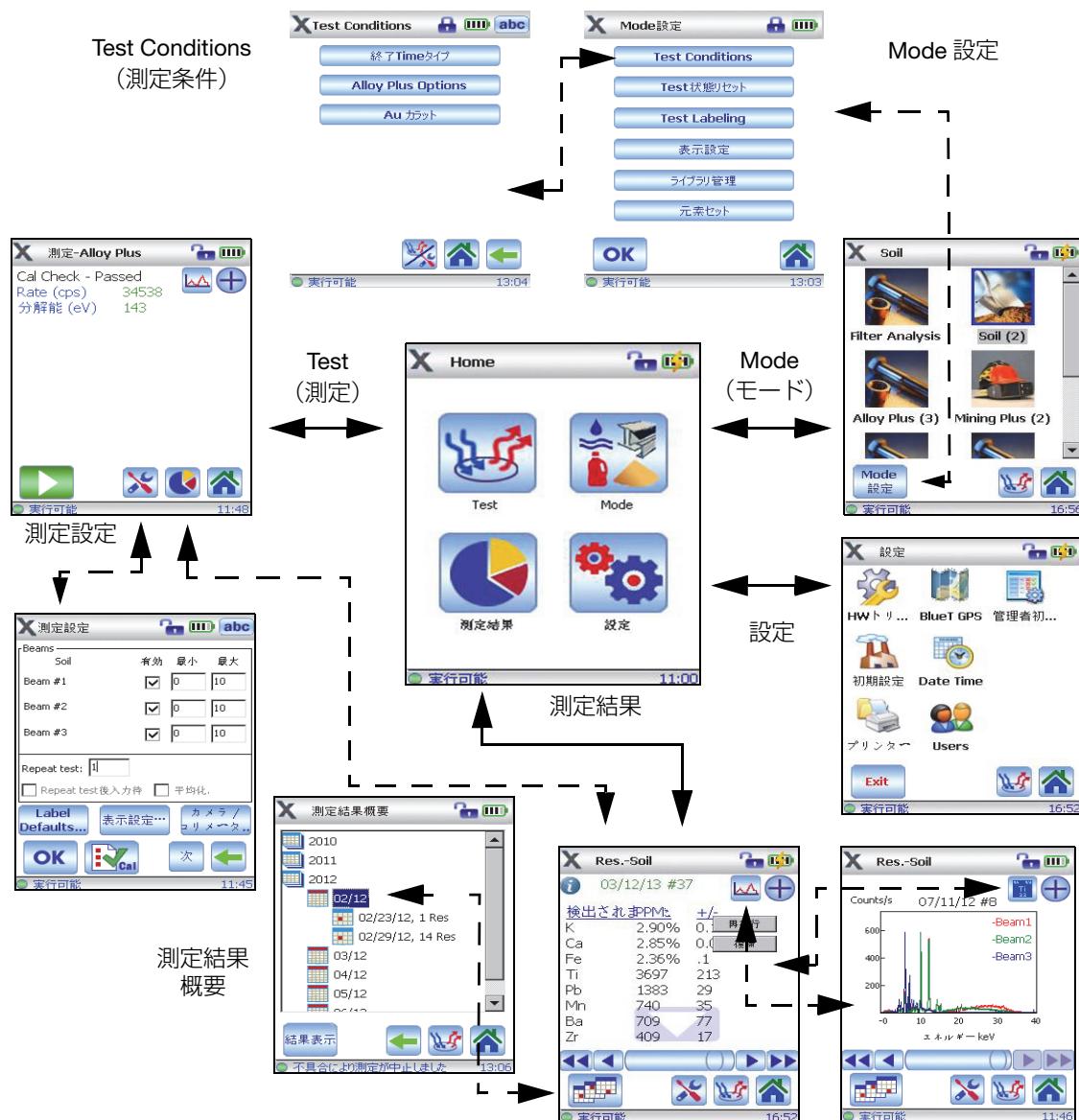


図 4-1 DELTA のユーザーインターフェース

4.1.1 ボタン

59 ページ図 4-2 は、DELTA ユーザーインターフェースボタンです。



図 4-2 ボタン

4.1.2 インジケータ

この項では、DELTA ユーザーインターフェースのインジケータについて説明します（59 ページ図 4-3 参照）。



図 4-3 ユーザーインターフェースのインジケータ

4.1.3 水平および垂直スクロールについて

この項では、DELTA ユーザーインターフェースの左右および上下スクロールについて説明します (60 ページ図 4-4 参照)。



図 4-4 スクロールツール

4.1.4 下部ステータスバーについて

この項では、DELTA ユーザーインターフェースの下部ステータスバーについて説明します (60 ページ図 4-5 参照)。



図 4-5 下部ステータスバー

4.1.5 省電力機能

全てのユーザーインターフェース画面は、90 秒間次の条件が継続した場合に、画面を暗くする省電力機能があります。

- ユーザーインターフェース (UI) にアクセスしていない
- 分析計が測定中ではない

この場合にも、分析計はオンの状態のままであります。画面をタップすると、省電力モードを終了し、分析計の操作を開始できます。

4.2 分析計をオンにする

分析計をオンにするには

1. 充電済みのバッテリーまたはフェイクバッテリー (AC アダプター使用) を分析計のハンドルに挿入します (48 ページ 3.2 参照)。
2. 分析計の電源スイッチをオンにします。
3. 放射線の安全に関する警告画面 (61 ページ図 4-6 参照) を読み、操作者が認定された作業者であることを確認してください。

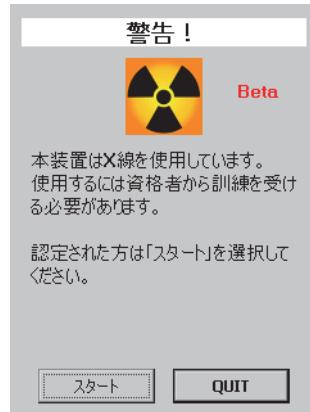


図 4-6 放射線の安全に関する警告画面

システムは直ちにイニシャライズを開始します。分析計は最後に使用したモードの測定画面で起動します (61 ページ図 4-7 参照)。

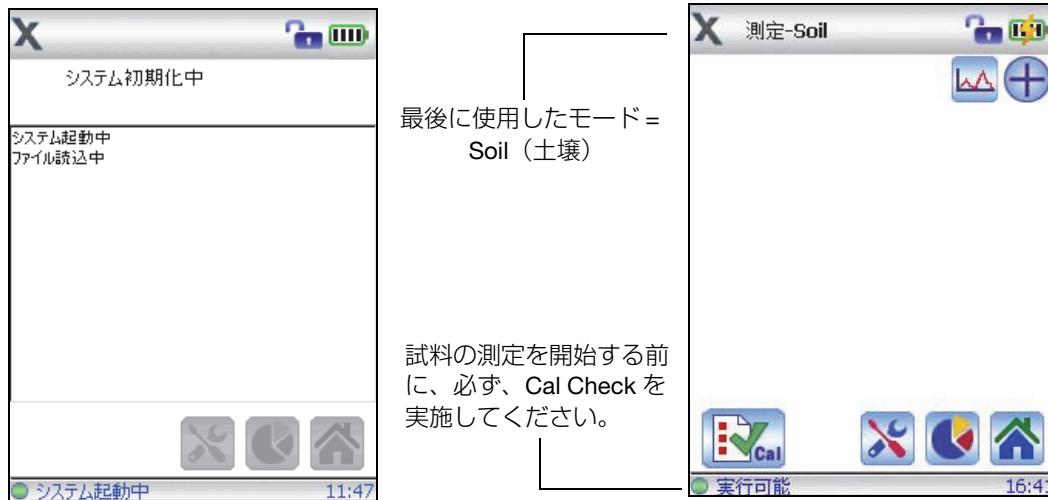


図 4-7 システムのイニシャライズと測定画面の開始

4.3 予備測定オプションのチェックリスト

試料の測定を開始する前に、次の項目について確認してください。

1. Cal Check
 - インジケータ : 下部ステータスバーに「Cal Check が必要です」というメッセージが表示された場合。
 - 作業 : 詳しい内容および方法については、62 ページ 4.4 を参照してください。
2. モードの確認
 - インジケータ : 最後に使用したモードが、現在の測定目的と異なる場合は、希望するモードを選択してください。
 - 作業 : モードの選択方法については、68 ページ 4.5 を参照してください。
3. 測定条件の確認
 - インジケータ : 測定条件をチェックし、変更する必要がある場合。
 - 作業 : 測定条件のチェックと変更の方法については、69 ページ 4.6 を参照してください。
 - この手順は、通常、次の場合に行います。
 - 異なるモードが選択されている、または
 - 異なる種類の試料を測定する必要がある

4.4 Cal Check (校正チェック)

「Cal Check が必要です」というメッセージが現れたら、Cal Check (校正チェック) を実施しなければなりません。

Cal Check (校正チェック) 実行中は、分析計は、既知の基準試料（合金 316 ステンレス鋼）に基づいたスペクトラムを取得します。分析計は、さまざまなパラメータと工場での校正時に保存された初期設定値との比較を行います。この比較結果が既に設定されている許容範囲内にある場合には、分析計は適切に校正されていると判断します。

Cal Check に関する概要 :

- 分析計の要求に応じて、Cal Check を実施する必要があります（デフォルトでは、10 時間毎）。
- Cal Check が終了するまでは、測定開始ボタン (▶) およびトリガは動作できません。
- Cal Check は、測定中を除き、DELTA ソフトウェアの操作中いつでも行うことができます。
- Cal Check 進行中は、X 線インジケータランプが点滅します。これは X 線管に高電圧が印加され、フィルタ・ホイールが動作ポジションにあることを示します。
- また、UI 画面上にステータスバーが現れ、測定の進行状態を示します。
- Cal Check には、15 秒かかります。

Cal Check は、現場測定またはラボ測定で実施することができます。

4.4.1 現場測定における Cal Check の実施

Cal Check には、3 通りの実施ケースがあります。

- 標準
- デッドマントリガが有効な時
- 両手による操作が有効な時

標準 Cal Check を実施するには

1. Cal Check 試料（316 ステンレス鋼製）を平らな表面に置きます。

2. 分析計の測定窓を直接、Cal Check 試料の上に置きます。
3. 測定画面または、他の画面に移り、Cal Check ボタンを表示する画面に進みます。(63 ページ図 4-8 参照)。

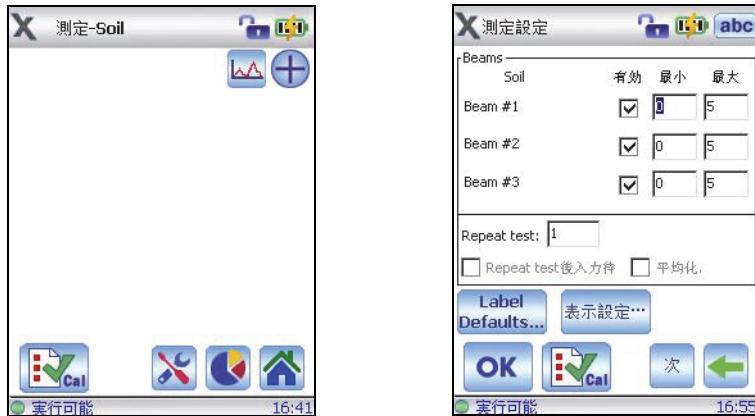


図 4-8 測定および測定設定画面 : Cal Check 実行可能

4. Cal Check ボタン () をタップします。

X 線インジケータランプが点滅し、X 線が照射されていることを知らせます。

Cal Check には約 15 秒かかります。測定結果画面が、測定結果を表示します (63 ページ図 4-9)。

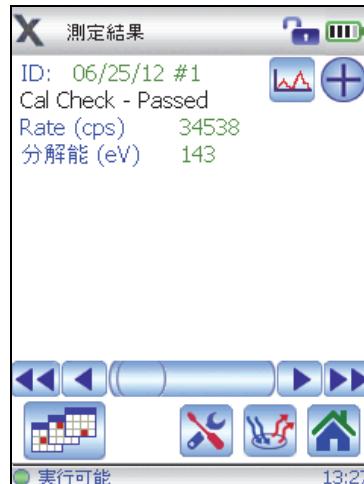


図 4-9 測定結果画面 : 正常な Cal Check

デッドマントリガを有効にした状態で Cal Check を実行するには

1. Cal Check ボタン () をタップします。
測定画面にダイアログボックスが現れます。
2. ダイアログボックスの指示を読んでください (64 ページ図 4-10 参照)。OK を押さないでください。



図 4-10 Cal Check の手順：デッドマントリガ有効な場合

3. 分析計の測定窓が直接試料の上にあることを確認してください。
4. デッドマントリガモードは、トリガを引いた状態で X 線が照射されるモードです。トリガを放すと直ちに照射を停止します。
X 線インジケータランプが点滅し、X 線が照射されていることを知らせます。

Cal Check には約 15 秒かかります。測定結果画面が、Cal Check のステータスを表示します (63 ページ図 4-9 参照)。

両手による操作が有効な状態で Cal Check を実行するには

1. Cal Check ボタン (Cal) をタップします。
測定画面にダイアログボックスが現れます。
2. ダイアログボックスの指示を読んでください (64 ページ図 4-11 参照)。OK を押さないでください。



図 4-11 Cal Check の手順：両手による操作が有効な場合

3. 分析計の測定窓が直接試料の上にあることを確認してください。
4. 測定中、分析計の中央にあるプッシュボタンを押し続けます (65 ページ図 4-12 参照)。

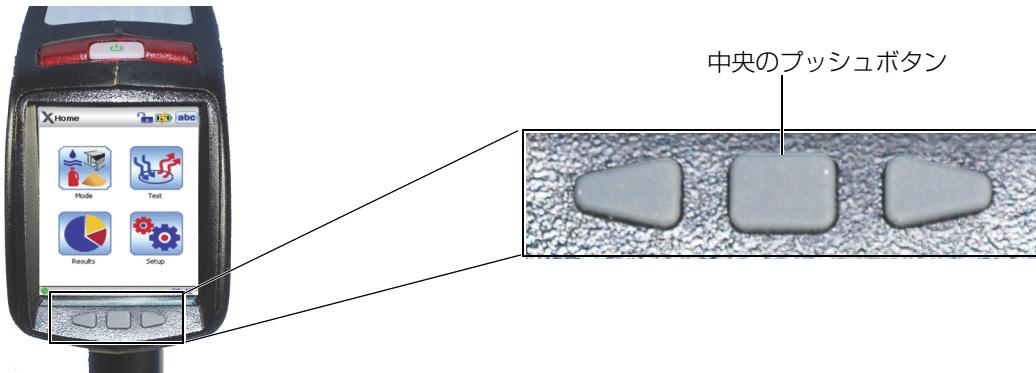


図 4-12 DELTA 特別機能プッシュボタン

- 「両手操作」モードは、中央のプッシュボタンを押してトリガを引いたままの状態で X 線が照射されるモードです。
X 線インジケータランプが点滅し、X 線が照射されていることを知らせます。

Cal Check には約 15 秒かかります。測定結果画面に、Cal Check の測定結果が表示されます（63 ページ図 4-9 参照）。

測定結果画面に「Cal Check – Passed」が現れたら（67 ページ図 4-14 参照）、分析計にて試料の測定を開始することができます。

Cal Check に失敗した場合

- 基準試料が測定窓に正しく置かれているか確認してください。
- Cal Check 実行中、X 線インジケータランプが点滅しているか確認してください。
- Cal Check を開始する前に数秒間待ったか確認してください。
- Cal Check を再度開始してください。

Cal Check に再度、失敗した場合

- DELTA ソフトウェアを終了します。
- 分析計をオフにし、再起動します。
- もう一度 Cal Check を開始します。

参考

Cal Check が繰り返し正常に機能しない場合は、お近くのオリンパスサービスセンターまたは販売店までお知らせください。

4.4.2 ラボにおける Cal Check の実施

ラボで測定する場合、DELTA ドッキングステーション（DDS）を使用して、Cal Check を行うことができます。分析計を DDS に挿入した後、次の 2 つの選択肢から選ぶことができます。

- 手動（66 ページ『手動で Cal Check を実施するには』参照）。
- 自動（67 ページ『自動 Cal Check を実行するには』参照）

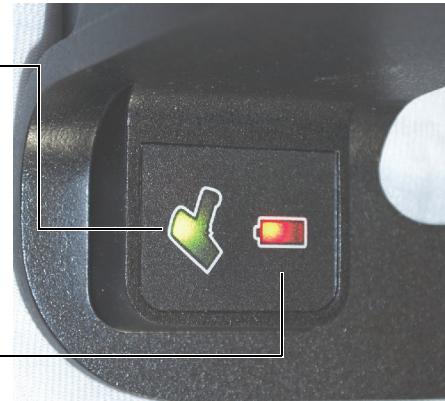
手動で Cal Check を実施するには

1. DELTA ドッキングステーションが、DC 電源ケーブルに接続され、電源供給されていることを確認してください。
2. 分析計を DDS に置きます (66 ページ図 4-13 参照)。



DDS に設置された DELTA 分析計

分析計インジケータ : 緑色のインジケータランプが、分析計が適切にドッキングステーションに置かれていることを知らせます。



バッテリーインジケータ : 赤色のインジケータランプは、予備のバッテリーがドッキングステーションに設置されており、充電中であることを意味します。

図 4-13 DELTA がドッキングステーションに置かれた状態

3. DELTA のインジケータランプがオンになり、分析計が適切に置かれていることを確認します。
4. 分析計の電源スイッチをオンにします。
- 数秒後に放射線の安全に関する警告画面が表示されます。
5. 放射線の安全に関する警告画面 (61 ページ図 4-6 参照) を読み、操作者が認定された作業者であることを確認してください。
- システムは直ちにイニシャライズを開始し、次のメッセージを表示します。:
 - Initializing System (システム初期化中)
 - Starting System (システム起動中)
 - Loading Files (ファイルの読み込み中)
- 分析計は最後に使用したモードより測定画面を立ち上げます。
6. 測定または測定設定画面に戻ります。
- 「Cal Check が必要です」というメッセージが現れます。
7. Cal Check ボタン (Cal) をタップします。

直ちに Cal Check が開始され、約 15 秒で終了します。赤色の X 線インジケータランプが点滅し始め、15 秒で停止します。

参考

分析計が、ドッキングステーションに置かれている場合、デッドマントリガと両手操作は無効になります。必要に応じて、画面上のロックボタンをタップしてソフトウェアのトリガロックを解除します。

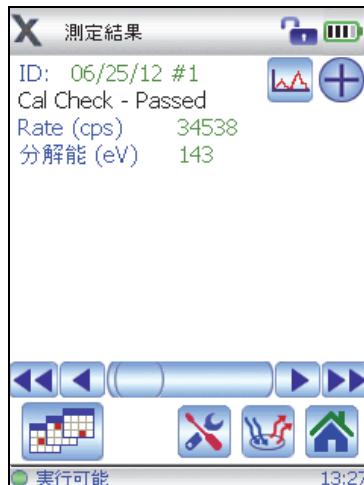


図 4-14 測定結果画面：正常な Cal Check

測定結果画面に「Cal Check – Passed」が現れたら（67 ページ図 4-14 参照）、分析計にて試料の測定を開始することができます。

Cal Check に失敗した場合

1. Cal Check を開始する前に数秒間待つ必要があります。
2. Cal Check を再度開始します。

Cal Check に再度、失敗した場合

1. DELTA ソフトウェアを終了します。
2. 分析計をオフにし、再起動します。
3. もう一度 Cal Check を開始します。

参考

Cal Check が繰り返し正常に機能しない場合は、オリンパスのサービスセンターまたは販売店にご連絡ください。

自動 Cal Check を実行するには

1. DELTA ドッキングステーションが DC 電源ケーブルに接続され、電源供給されていることを確認してください。

参考

バッテリーチャージャーのソケットに予備のバッテリーがない場合は、インジケータランプは、点灯しません。

2. 分析計の電源がオンになっていることを確認した後、DDS に設置してください。
3. この際、DDS の分析計インジケータランプがオン（緑色）になっていることを確認してください [66 ページ図 4-13 参照]。

DELTA がオンの場合、バッテリー充電ステータス画面が表示されます（68 ページ図 4-15 参照）。



図 4-15 バッテリー充電ステータス画面

4. バッテリー充電ステータス画面がオンのままの状態を確認します。
5. DDS が自動的に 4 分後に Cal Check を開始します。

Cal Check が成功すると、分析計は使用可能になります。

重要

- バッテリー充電ステータス画面を終了しないでください。画面を終了すると、Cal Check 機能が機能しなくなります。
- 測定実行中または、測定終了後、いつでも、分析計を DDS に置くことが可能です。再度、自動 Cal Check が 4 分後に行われます。
- DELTA を長時間 DDS に置いている場合は Cal Check は、10 時間間隔で行われます。

4.5 モードの変更

モードを変更するには

1. ホームボタン (🏠) をタップします。
2. ホーム画面で、Mode (モード) ボタン (💧) をタップします。
3. モード画面（69 ページ図 4-16 参照）で、希望するモードを選択します。

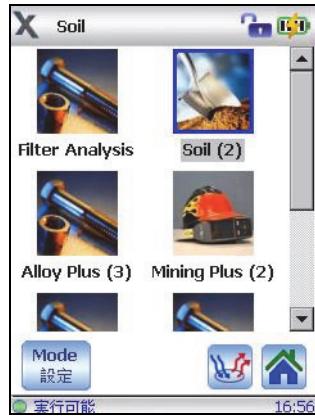


図 4-16 モード画面

4.6 測定条件の検証および変更

Alloy (合金) モード、Soil (土壤) モード、Mining (鉱石) モードおよび RoHS モードなど、各分析モードで手順が異なります。

Alloy Plus (合金プラス) モードを選択するには

1. モード画面で、Mode 設定をタップします。
2. モード設定画面で、Test Conditions (測定条件) をタップします (69 ページ図 4-17 参照)。



図 4-17 モード設定画面

3. Test Conditions (測定条件) 画面で、終了 Time タイプをタップします (70 ページ図 4-18 参照)。



図 4-18 Test Conditions (測定条件) 画面

4. 終了 Time タイプ画面で、希望する Test 終了条件を選択します (70 ページ図 4-19 参照)。

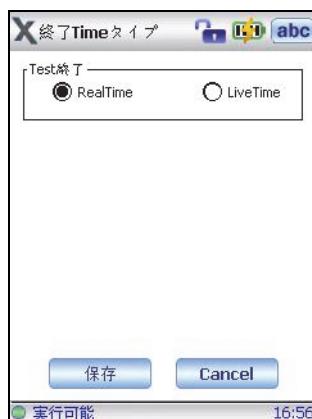


図 4-19 終了 Time タイプ画面

5. 保存をタップします。
6. Test Conditions (測定条件) 画面で、Alloy Plus Options (合金プラスオプション) をタップします。
7. Alloy Plus Options (合金プラスオプション) で、適切なオプションを選択してから (71 ページ図 4-20)、OK をタップします。

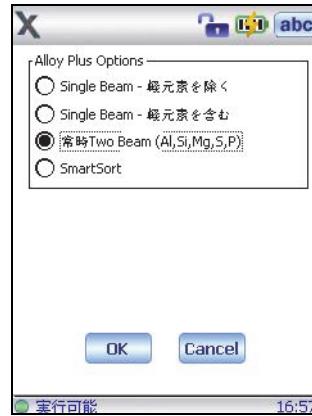


図 4-20 Alloy Plus Options (合金プラスオプション)

8. Test Conditions (測定条件) 画面で、テスト/ツールボタン () をタップします [70 ページ 図 4-18 参照]。
9. 測定設定画面 (71 ページ図 4-21 参照) で、バーチャルキーボードを使って希望するビームとその他の測定条件を入力します。



図 4-21 測定設定画面

10. OK をタップします。
11. Test Conditions (測定条件) 画面 (70 ページ図 4-18 参照) で、<戻る> ボタン () をタップし、モード設定画面に戻ります。
12. その他のオプションでこれらの操作を続行するか、または、ホームと測定画面に移動します。

Soil (土壌) モード、Mining (鉱石) モードおよび RoHS モードを選択するには

1. モード画面で、モード設定をタップします。
2. モード設定画面で、Test Conditions (測定条件) をタップします (72 ページ図 4-22 参照)。



図 4-22 モード設定画面

参考

ライブラリ管理オプションは、Alloy (合金) モードのみで使用できます。

3. Test Conditions (測定条件) 画面で、終了 Time タイプをタップします (72 ページ図 4-23 参照)。



図 4-23 Test Conditions (測定条件) 画面

4. 終了 Time タイプ画面で、希望する Test 終了条件を選択します (73 ページ図 4-24 参照)。

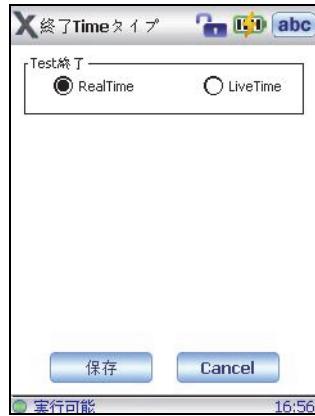


図 4-24 終了 Time タイプ画面

5. 保存をタップします。
6. Test Conditions (測定条件) 画面で、テスト / ツールボタン (🔧) をタップします [70 ページ 図 4-18 参照]。
7. 測定設定画面 (73 ページ図 4-25 参照) で、バーチャルキーボードを使って希望するビームとその他の測定パラメータを入力します。

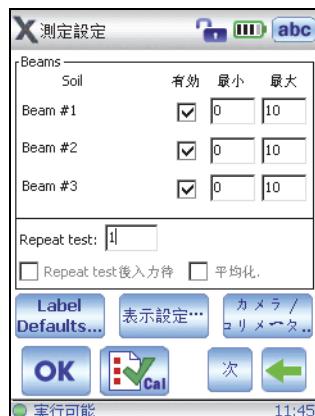


図 4-25 測定設定画面

8. OK をタップします。
9. Test Conditions (測定条件) 画面 (70 ページ図 4-18 参照) で、<戻る> ボタン (⬅) をタップし、モード設定画面に戻ります。
10. その他のオプションでこれらの操作を続行するか、または、ホームと測定画面に移動します。

4.7 測定手順

測定前に分析技術についてのアドバイスを得るために、実施例を参照することを推奨します (77 ページ 4.9 参照)。



警告

放射線被ばくを防ぐには：

- 操作中は、分析計の測定窓を自分や他人に向けないでください。
- 測定中には、決して指や手の平で試料を保持しないようにしてください。
- 必ず、リング型またはバッジ型（クリップ式またはひも式）の線量計を着用してください。

Soil (土壌) モードで一般的な試料を測定するには

- 測定画面を開きます（74 ページ図 4-26 参照）。



図 4-26 測定開始および進捗状況画面

- 分析計の測定窓が、直接、試料容器の上にあるか確認してください。
- 測定を開始します。

重要

測定には 3 通りの実施ケースがあります。

- 標準
- デッドマントリガが有効な時
- 両手による操作が有効な時
 - 標準的な方法：測定開始ボタン（▶）を押します。
または
トリガを引きます。
 - デッドマントリガ有効：トリガを引き続けます
 - 両手による操作：トリガを引くか、測定開始のボタン（▶）を押します。
下部のステータスバーに測定の進捗状況を表示します。

参考

測定が完了後、直ぐに測定結果が表示されます。

4. スペクトラムボタン () をタップし、スペクトルによる測定結果を表示します (75 ページ 図 4-27 参照)。



図 4-27 測定結果画面

5. オプション: データポートと USB ケーブル経由で、測定結果を PC にエクスポートすることをお勧めします。

参考

測定が終了したら、測定結果を PC にエクスポートすることを推奨します。エクスポートの手順に関する詳細は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。

4.8 終了の手順

DELTA 分析計をオフにするには、さまざまな方法があります。正常な状態または緊急な状態によって、終了の操作は異なります。正常な状態のシャットダウンにおける他のオプションは、ドッキングステーションを使用することです。分析計を「オフにした」ということは、分析計が X 線を照射しないという状態を指します。

4.8.1 正常な状態におけるシャットダウン

分析計をシャットダウンするには

1. トリガを放します (デッドマントリガが有効な場合)。
または

測定停止ボタン (■) をタップします。

- 分析計の電源ランプがオフになるまで電源スイッチを押し続けます。

ユーザーインターフェースから分析計をシャットダウンするには

- Home (ホーム) 画面に行きます。
- 設定ボタンをタップします。
- 設定画面で、Exit をタップします。

メインの終了画面が現れます (76 ページ図 4-28 参照)。



図 4-28 終了画面

- 電源オフボタン (○) をタップします。
- 確認メッセージボックス (76 ページ図 4-29 参照) で、Yes (はい) をタップします。

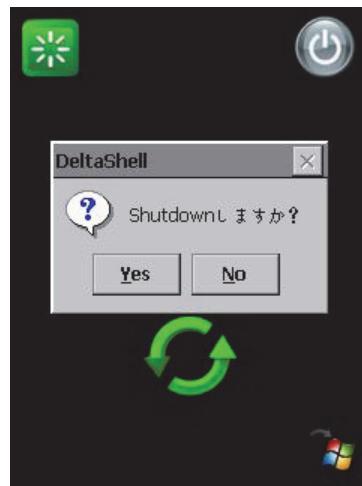


図 4-29 終了確認メッセージボックス

- シャットダウンが完了したら、分析計を安全な場所に保管してください。

ドッキングステーションの自動オプションを使って分析計をシャットダウンするには

1. 分析計を DDS に置きます。
2. 分析計の電源がオフになっていることを確認します。
3. ドッキングステーションの電源がオフになっていることを確認します。
4. バッテリー充電ステータス画面を終了しないでください。

分析計は、4 分後に、その後置き続けた場合はさらに 10 時間後 Cal Check を実施します。分析計のバッテリーは、フル充電レベルにしておきます。

4.8.2 緊急事態におけるシャットダウン

緊急時に分析計をオフにするには

参考

分析計がオンの状態でロックされてしまったと判断し、赤色の LED ランプが点灯したまま、または点滅していたら、以下の手順に従ってください。

1. 電源スイッチを押します。電源がオフにならない場合は、ステップ 2 に進みます。
2. バッテリーのカバーを開き、すぐにバッテリーを取り外します。
3. AC アダプターを使用している場合：
 - ◆ DELTA のハンドルからバッテリーモジュールを取り外します。
 - または
 - AC コードを AC アダプターから抜きます。
 - または
 - プラグをセプタクルから引き抜きます。

参考

DELTA 分析計は特殊回路を備えているため、バッテリーのホットスワップが可能です。したがって、分析計の電源は、30 秒以上オンのままにすることができます。ただし、X 線管の電圧は、1 秒以内にゼロになります。

4.9 測定実施例

この項では、さまざまな測定モードを使用する際の実施例をまとめます。

4.9.1 Alloy (合金) モード

測定を開始する前に、次の機能について理解しておいてください。

- グレード・ライブラリ：合金種別判定のための成分比テーブルです。ライブラリの管理については、付録 127 ページ付録 D: を参照してください。
- マッチ・ナンバーの概念 (82 ページ 5.1.2 参照)。

測定を開始する前に、次の要件が満たされているか確認してください。

- 分析計が Cal Check を要求していないこと。

- 分析計の測定窓が正確に試料の上または前に配置されていること。

Alloy (合金) モードの測定

- 分析計の測定窓を直接、試料の上に置きます。測定窓を完全に覆います。
- 安全情報を熟知しておくことは (29 ページ 2. 参照)、個人の安全につながります。
- 特に「金属屑」または熱面を測定する場合は、フィルム窓を損傷しないように注意してください。

4.9.2 Mining (鉱石) モードおよび Soil (土壤) モード

試料を測定する

現場測定

現場測定では、岩石などの試料に直接測定窓を密着して測定します。ガラスや大きな石などを取り払い、分析計を手に取り、プローブヘッドの前面を地面にぴったりと合わせます。測定毎に、分析計の窓についた埃を取り除くため、丁寧に窓を拭き取ります。窓が裂けたり穴が開いていないことを確認してください。

袋入りまたは前処理された試料の測定

準備された試料容器を置き、試料容器窓から測定を行います。分析計の測定窓を直接、試料容器のフィルム側の上に置きます。準備の際の検討事項は、以下のとおりです。

- 結果に影響を与える可能性がある、非常に薄い試料の測定は避けます。試料容器には、厚さが最低でも 15mm 以上になるように (通常 4 グラム～8 グラム)、試料を入れてください。
- ポリ袋入試料を測定するときは、試料が測定窓を完全に覆う大きさがあり、また袋の中の厚さが 15mm 以上あることを確認してください。
- ポリ袋を使用するときは、安価な袋 (プラスチック壁が薄い) のほうが高価な袋 (プラスチック壁が厚い) よりも適しています。

Mining (鉱石) モードおよび Soil (土壤) モード

- 分析計の測定窓を直接、試料容器のフィルム側の上に置きます。
- 高精度の軽元素測定を行うため高度または気圧を特定します。
- 測定時間およびその他のパラメータが適切に選択されているか確認します。
- 特に、起伏のある面を測定する場合は、フィルム窓を損傷しないように注意してください。

4.9.3 生活・家庭用品モード – RoHS

試料を測定する

RoHS 遵守のために測定される多くのプラスチック片は、非常に小さいため、安全で正確な方法で測定するように注意してください。

95 ページ 8.3 の測定する試料の厚さは、IEC-ACEA が推奨する勧告を参照してください。

生活・家庭用品 (RoHS) モードの測定

- 蛍光 X 線分析法で定量分析するには、試料は次の要件をみたさなければなりません。
 - 均質であること

– 一定の最小試料厚または深さを有する

- ポリマおよび軽合金は 5mm
- 液体試料は 15mm
- 他の合金は 1mm

試料が不均一、薄すぎる、小さすぎるなどの場合は、定性分析スクリーニングのみ可能です。

5. 合金分析モード

DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、現在、合金分析を目的とした 3 種類の独自のモードをサポートしています (81 ページ表 11)。主要な分析計のモード / タイプは次のとおりです。

- Alloy (合金) モード:
 - DELTA Classic, Classic Plus and Inspector (PIN 検出器搭載)
- Alloy Plus (合金プラス) モード:
 - DELTA Standard および Professional (SDD 検出器搭載)
 - DELTA Premium (SDD 検出器搭載)
- Precious Metals Inspector (貴金属) モード (オプション) — P2000PMI

表 11 合金分析モード

モード	使用モデル	詳細
Alloy (合金)	Classic Classic Plus	<ul style="list-style-type: none"> • 定量元素 : Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、Hf、Ta、Re、Pb、Bi、Zr、Nb、Mo、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb • ファンダメンタルパラメータ法による合金分析 • 合金ライブラリ : 品種 300 以上、トランプ元素 (循環性元素) 許容値を編集可能
Alloy Plus (合金プラス)	Premium Professional Standard	<ul style="list-style-type: none"> • 定量元素 : Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、Hf、Ta、Re、Pb、Bi、Zr、Nb、Mo、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb PLUS Mg、Al、Si、P、S • ファンダメンタルパラメータ法による合金分析 • 最適ビームによる軽元素分析性能向上 • 合金ライブラリ : 品種 300 以上、トランプ元素 (循環性元素) 許容値を編集可能
Precious Metals Inspector (貴金属)	P2000PMI	<ul style="list-style-type: none"> • ファンダメンタルパラメータ法による貴金属合金分析 • 金含有量測定機能 • 定量元素 : Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ir、Pt、Au、Rh、Ru、Pb、Bi、Zr、Pd、Ag、Sn、Sb、Cd

Pass/Fail (一致 / 不一致) に特化した合金モードを使用する場合があります。このモードの機能は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) で説明します。

5.1 合金測定モード概要

合金分析では、ファンダメンタル・パラメータ (FP) アルゴリズムを使用し、化学成分分析を行います。この FP 法は、実測基準データを必要とせずに、スペクトル・データから化学成分の成分値(%)を算出します。FP 法を使用した合金分析モードのキャリブレーションは、工場で行われていますので、ユーザはキャリブレーションを行う必要はありません。このソフトウェアは、化学成分値の測定結果に近似する品種を合金ライブラリの中から検索し、近似する品種を表示します。合金モードは、化学成分値と品種を 1 秒ほどで算出します。測定時間を長くすれば精度の高い結果が得られます。

5.1.1 品種判定

合金解析モードは、合金成分元素の規定範囲（最小～最大）が決められているファクトリ・グレード・ライブラリを使用して、品種判定を行います。

参考

DELTA の各モデルに、特定の合金ライブラリがあります。

各ファクトリ・グレード・ライブラリの品種リストは、付録 127 ページ付録 D: を参照してください。ライブラリの品種は常に追加され続けているため、リストは完全ではないことにご注意ください。

さらに、すべての分析計には、「トランプ」ライブラリが付属しています。このライブラリは、7 種類のベース合金を判別するために使用されます。このトランプライブラリは、特定できないが許容される元素を一覧表にしています。これにより、トランプ元素が検出されても、グレード・マッチに影響することはありません。この 7 種類のベース合金の成分表は、各成分にて規定範囲（最小～最大）があり、より早くより正確に品種を識別するのに有用です。

ライブラリは、個別またはまとめて検索することができます。各ファクトリ・グレード・ライブラリを含むすべてのライブラリは、ユーザーが編集することができます。ただし、オリンパスはファクトリ・グレード・ライブラリをユーザが編集することをお勧めしません。編集する代わりに、ファクトリ・グレード・ライブラリを USER ライブラリにコピーした後、編集することをお薦めします。

5.1.2 マッチ・ナンバーの概念

FP アルゴリズムにより化学成分値を算出した後、それらの値を合金ライブラリに保存されている成分表（各成分規定範囲）と比較します。ソフトウェアは、マッチ・ナンバーと呼ばれるパラメータの値を計算します。この算出されたマッチ・ナンバーは、測定した化学成分値が合金ライブラリの成分表の値にどれだけ近いかを示す指標です。

- マッチ・ナンバーが低いほど、一致度が高いと言えます。
- マッチ・ナンバーが 0 のときは完全一致で、算出された化学成分値が、成分表の全元素で規定範囲内に収まっています。

5.1.3 マッチ判定の種類

合金モードでは、以下の 3 つのマッチ判定の種類があります。

EXACT MATCH (完全一致)

未知の合金が合金ライブラリにある品種の 1 つと一致すると、品種名が測定結果画面に表示されます。他の品種も、マッチ・ナンバーとともに表示されることがよくあります。他の品種の化学成分値をみて、完全に一致する品種とどのように異なるかを確認することができます。

Multiple Matches (複数マッチ)

数種類の品種名が、類似候補として表示される場合があります。これは、次の 2 つの状態のどちらかです。

- 複数の合金を明確に区別するだけの統計的情報が無い状態。未知合金の実際の識別は、表示された品種候補のうちの 1 つです。測定時間を長くすると、合金の品種を識別できる可能性があります。
- 十分な統計情報はありますが、完全に一致するのに十分な精度でも、測定試料はライブラリに存在するいずれの品種の成分表にも一致しない状態。

No Match (一致なし)

ライブラリにマッチする品種がなかった場合は、NO MATCH (一致なし) が表示されます。結果が NO MATCH になる原因には、以下のようないことがあります。

- 測定試料が合金ライブラリ内のいずれの品種にも適合しない。
- 測定試料がコーティングされている。この場合には、研削、やすりかけ、研磨などでコーティングを除去し、再測定してください。
- 測定時間が短すぎた。この場合には、測定時間を長くして、試料を再度測定してください。
- マッチ・ナンバーの設定しきい値が低すぎます。可能な場合は、マッチ・ナンバー設定しきい値を大きくしてください。

5.1.4 スクラップおよびリサイクルのための機能

DELTA 分析計は、Alloy (合金) モードまたは Alloy Plus (合金プラス) モードで、多くの新機能により、スクラップをより速くより正確に分析します。

5.1.5 グレード・マッチ (品種判定) メッセージ (GMM)

合金品種に特化した品種判定 (仕分け) ポップアップメッセージを作成できます (84 ページ図 5-1 参照)。試料測定が終了すると、品種判定メッセージが表示されます。設定方法については、DELTA シリーズハンドヘルド XRF 分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。

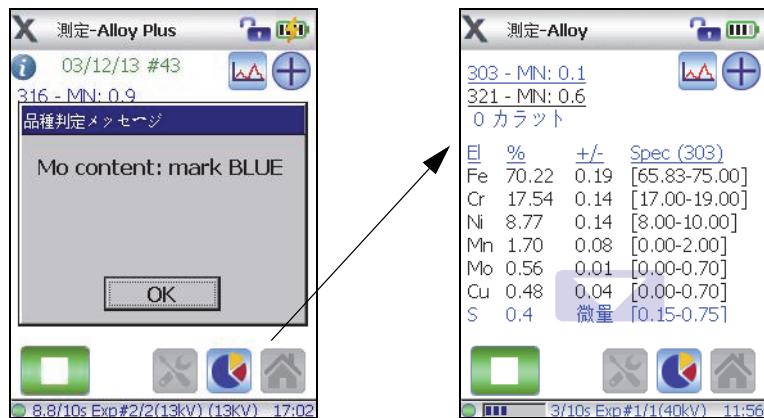


図 5-1 グレード・マッチ（品種判定）メッセージの例

次の試料を測定するには、測定開始ボタン（▶）をタップしてください。測定した試料の化学成分値を見るには OK をタップしてください。

グレード・マッチ・メッセージの利点は次のとおりです。

- 選別作業の迅速化
- 作業者の訓練時間の短縮

5.1.6 SmartSort

スマートソート機能は、により、選別作業が高速かつ正確に行なえます。特長は次のとおりです。

- ほとんどの品種で測定時間を短縮（約 3 秒）
- 正確な測定のために、自動的にビームを切り替えて測定をします。
- 試料に応じて軽元素（Mg、Al、Si、S、P）の測定必要性を自動的に判断するため、不要な測定をしません。そのため、時間短縮ができます

5.1.7 Nominal chemistry

Nominal Chemistry（化学成分公称名目値）は、品種成分表に基づき次の名目上の成分値を表示します。

- ビーム 1 では測定できない元素（例として Al）
または
測定対象外の元素（例：Be または C）

5.1.8 トランプライブラリ

Alloy（合金）または Alloy Plus（合金プラス）モードの分析計は、工業規格に基づいたトランプライブラリを搭載しています。

- 7 種類のベース合金別に、他のトランプ元素とその許容濃度を決めることができます（85 ページ 図 5-2 参照）。

- 分析計は、トランプ元素の成分値を算出しますが、トランプ元素が微量で許容値以下の場合には品種判定から除外します。



図 5-2 Nominal Chemistry およびトランプエレメントの例

参考

トランプライブラリの概念については、付録 127 ページ付録 D: を参照してください。次の内容を説明しています

- トランプライブラリの働き
- トランプ元素を使用することの利点
- 7 種類のベース合金とそのトランプ元素

5.1.9 測定試料について考慮すべきこと

コーティングまたは塗装された試料

蛍光 X 線分析法は表面分析手法ですので、X 線は、ほとんどの合金試料で非常に短い距離しか入り込みません。したがって、分析計は材料全体の成分ではなく、合金表面に存在する成分を検出します。材料がコーティング、メッキ、塗装されている場合や、熱処理などの何らかの表面処理が行われている場合は、誤って識別される可能性があります。

例えば、灰色に塗装された鋼片は塗装から高濃度のチタニウムを検出され、チタニウム合金として誤認識されることがあります。別の例では、分析計が表面にある大量の金属粉塵や削りくずの成分を検出する場合もあります。

コーティングされた材料を正しく識別するには、分析窓よりも少し広く研磨して、コーティングを除去してください。分析を妨害しないように、正しい研磨剤を選択することが重要です。

参考

シリコン試料のコーティング除去にシリカ系研磨剤を使用しないでください。

必ずしもすべての材料を完璧にクリーニングし研磨する必要はありませんが、明らかな金属粉塵は取り除いてください。

試料の混在、不均一物質

加工金属片は、2 種類以上の金属で構成されている場合がよくあります。加えて、混在する削りくずや小片が集まつたものを測定したい場合、分析計は測定窓で覆われる領域全体を測定し、平均の化学成分値を算出することを忘れないでください。削りくずの場合、分析計が成分の平均値を算出するため有用ですが、複数の金属片が窓内にある場合、結果は平均値であるため、ある 1 つの金属片の成分組成は判りません。

参考

金属片や溶接部に照射するときは、対象となる金属のみが分析窓を覆っていることを確認してください。

小さく不規則な形状の測定試料

分析計の測定窓より小さい試料を測定する場合には、次のことに注意してください。

- 測定時間を長くする。
- 測定窓に接する試料部分を大きくする。

小さな部品の測定精度は、低くなります。小さな試料からの信号は測定窓を完全に覆う試料からの信号より小さいからです。不規則形状の試料は、可能であれば、最も大きい平らな面を測定してください。

参考

- 測定手順の詳細は、73 ページ 4.7 を参照してください。
- 小さく、尖った試料を取り扱う場合は、分析計の窓を破らないよう気をつけてください。これにより装置内部を損傷した場合には、高い修繕費がかかります。
- アプリケーションのユーザーインターフェースに関するさらに詳しい情報は、*DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド* (P/N: 103202-01JA) を参照してください。

5.2 Alloy (合金) モードおよび Alloy Plus (合金プラス) モード

Alloy (合金) モードの定量元素 (DELTA Classic, Classic Plus): Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、Hf、Ta、Re、Pb、Bi、Zr、Nb、Mo、Pd、Ag、Cd、Sn、Sb。

Alloy Plus (合金プラス) モードの定量元素 (DELTA Standard, Professional, Premium) : 上記 Alloy モードの元素に加えて、5 種類の軽元素 Mg、Al、Si、P、S

DELTA Standard、Professional、Premium 分析計は、さらに優れた検出感度で、軽元素を測定することができます。真空引きまたはヘリウムページの必要がありません。

Alloy (合金) モードおよび Alloy Plus (合金プラス) モードには、自動気圧補正機能があり、気圧による空気密度の自動校正を行います。

5.3 Pass/Fail

Pass/Fail (一致 / 不一致) 機能は、ハイスループットな合金判別作業や品質管理を目的として設計されています。この機能については、*DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド* (P/N: 103202-01JA) で詳述します。

6. Mining Modes (鉱石モード)

DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、現在、鉱石分析を目的とした 3 種類の独自のモードをサポートしています (87 ページ表 12 参照)。主要な分析モード / タイプは次のとおりです：

- 鉱石モード：
 - DELTA Classic および Classic Plus (PIN 検出器搭載)
- Mining Plus (鉱石プラス) モード：
 - DELTA Standard および Professional (SDD 検出器搭載)
 - DELTA Premium (SDD 検出器搭載)
- Car Catalyst (自動車触媒) モード：
 - すべてのモデル

表 12 鉱石分析モード

モード	使用モデル	詳細
Mining (鉱石) P6000PA	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> • 定量元素 : Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、As、Pb、Bi、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb (元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です)。 • ファンダメンタル・パラメータ (FP) 法に基づくキャリブレーションを鉱石分析に適用し、バルクサンプルを % レベルで分析します。 • 被分析試料の成分濃度が 0.5% 以上の測定に適しています。

表 12 鉱石分析モード（続き）

モード	使用モデル	詳細
Mining Plus (鉱石プラス) P6000DB	Rh アノードモデル： DPO 2000 DP 2000 DP 6000	<ul style="list-style-type: none"> 定量元素：Mg、Al、Si、P、S、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、As、Pb、Bi、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb（元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です）。 SDD 検出器に最適化した Mining（鉱石）モード Rh アノードは、Mg を最高感度で、Al や Si を最適性能で検出します。
	Ag アノードモデル： DPO 6000 DS-2000 DS 6000	<ul style="list-style-type: none"> 定量元素：Mg、Al、Si、P、S、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、As、Pb、Bi、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb（元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です）。
	Premium Ta/Au アノードモデル： DP 4000 DP 6500、6550	<ul style="list-style-type: none"> 定量元素：Al、Si、P、S、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、As、Pb、Bi、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb（元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です）。
	Standard および Professional Ta/Au アノードモデル： DS 4000、4050 DS 6500、6550 DPO 4000、4050 DPO 6500、6550	<ul style="list-style-type: none"> 定量元素：Si、P、S、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、As、Pb、Bi、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb（元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です）。
Car Catalyst (自動車触媒)	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> 定量元素：Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、Hf、Ta、Re、Pb、Bi、Zr、Nb、Mo、Ag、Sn、Sb、PLUS Rh、Pt、Pd。 バルク・リサイクルされた触媒の正確な分析

これらのモードは共存元素の影響を自動補正する FP アルゴリズムを使用しています

次の測定対象を分析できます。

- 現場（直接地上で）
- 前処理された鉱石試料（試料容器内）

6.1 試料を測定する

現場測定

現場測定では、岩石などの試料に直接測定窓を密着して測定します。草や大きな石などを取り払い、分析計を手に取り、プローブヘッドの前面を地面にぴったりと合わせます。測定毎に、分析計の窓についた埃を取り除くため、丁寧に窓を拭き取ります。窓が裂けたり穴が開いていないことを確認してください。

袋入りまたは前処理された試料の測定

準備された試料容器を置き、試料容器窓から測定を行います。分析計の測定窓を直接、試料容器のフィルム側の上に置きます。

準備の際の検討事項は、以下のとおりです。

- 結果に影響を与える可能性がある、非常に薄い試料の測定は避けます。試料容器には、試料の厚さが 15mm 以上になるように入れてください。
- ポリ袋入試料を測定するときは、試料が測定窓を完全に覆う大きさがあり、また袋の中の厚さが 15mm 以上あることを確認してください。
- ポリ袋を使用するときは、安価な袋（プラスチック壁が薄い）のほうが高価な袋（プラスチック壁が厚い）よりも適しています。

アクセサリ（オプション）

追加の Mining（鉱石）モード測定アクセサリーは次のとおりです。

- DELTA ワークステーション（U8990865）：ワークステーション - 完全シールド、卓上またはリモートコントロールが可能なクローズドビーム・テストスタンドです。

6.2 ユーザ・ファクタ

Mining（鉱石）モードでは、岩石、セラミックス、セメント、土壤などマトリックスの異なる試料のタイプに応じて、ファクタセットを作ることができます。複数の異なるファクタ・テーブルを作成できるため、さまざまな試料のタイプを分析することができます。

例

対象となる各元素で全濃度範囲をカバーする様な複数の試料を用意します。各試料を均一化して分取します。各試料（の一部分）を外部分析機関に送り分析してもらいます。各試料（上記とは別部分）を DELTA で測定します。最良の結果を得るには、試料が十分均質化され、特性が十分出ているかを確認します。それにより、十分に相関がとれるようになります。

ユーザ・ファクタを設定するには、まず、データをプロットしてください。

重要

次の順番で行ってください。

- X 軸のオリンパスデータ
- Y 軸のラボデータまたは認証値

各元素で、回帰係数（傾き）と切片の両方がベストフィットするように回帰式を決めてください。この回帰式の回帰係数（傾き）と切片は、分析計に直接入力できます。多くの場合、切片はほぼゼロのため、回帰係数を入力するだけで十分です。他の場合は、回帰係数と切片を入力します。異なるアプ

リレーション、または異なる鉱石のタイプに応じて複数のユーザ・ファクタグループを使用できます。ユーザファクタのグループに名前をつけてから、ユーザファクタを入力します。入力されたファクタグループは名前で選択できます。

7. Soil Modes (土壤モード)

DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、現在、土壤の分析を目的とした 2 種類の独自のモードをサポートしています (91 ページ表 13 参照)。各モードで定量する元素は異なります。主要な分析モード / タイプは次のとおりです：

- Soil Environmental (土壤環境) :
 - すべてのモデル
- Soil Exploration (土壤探査) :
 - すべてのモデル

表 13 土壤分析モード

モード	使用モデル	詳細
Soil Environmental (土壤環境)	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> • 定量元素 : K、Ca、S、P、Cl、Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Hg、As、Pb、Se、Rb、Sr、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb、Ba (元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です)。 • コンプトン散乱規格化アルゴリズムにより定量計算
Soil Exploration (土壤探査)	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> • 定量元素 : K、Ca、S、P、Cl、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、W、Hg、As、Pb、Bi、Se、Th、Rb、U、Sr、Y、Zr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb (元素はご要望に応じてカスタマイズ可能です)。 • コンプトン散乱規格化アルゴリズムにより定量計算

7.1 品質管理用標準試料の測定

Cal Check の後、標準試料を定期的に測定することを推奨します。標準試料の測定値は、認証値の 20% 以内でなければなりません。付録 115 ページ付録 C: では、推奨する品質管理に関する詳細を説明します。

標準試料は、蛍光 X 線分析専用試料容器を使って測定します。これらの容器には、片側にフィルム窓 (土壤の観察および測定をする) があり、もう片方には頑丈なキャップがあります。必ず、フィルム窓を通して試料を測定してください。

7.2 試料準備に際しての注意事項

準備の際の注意事項は、以下のとおりです。

- 結果に影響を与える可能性がある、非常に薄い試料の測定は避けます。試料容器には、厚さが最低でも 15mm 以上になるように（通常 4 グラム～8 グラム）、試料を入れてください。
- ポリ袋入試料を測定するときは、試料が測定窓を完全に覆う大きさがあり、また袋の中の厚さが 15mm 以上あることを確認してください。
- ポリ袋を使用するときは、安価な袋（プラスチック壁が薄い）のほうが高価な袋（プラスチック壁が厚い）よりも適しています。

7.3 試料を測定する

現場測定

現場測定では、土壌などの試料に直接測定窓を密着して測定します。草や大きな石などを取り払い、分析計を保持して、プローブヘッドの前面を地面にぴったりと合わせます。測定毎に、分析計の窓についた埃を取り除くため、丁寧に窓を拭き取ります。窓が裂けたり穴が開いていないことを確認してください。

袋入りまたは前処理された試料の測定

前処理された試料を容器に入れ、試料容器窓から測定を行います。分析計の測定窓を直接、試料容器のフィルム側の上に置きます。

準備の際の検討事項は、以下のとおりです。

- 結果に影響を与える可能性がある、非常に薄い試料の測定は避けます。試料容器には、試料の厚さが 15mm 以上になるように入れてください。
- ポリ袋入試料を測定するときは、試料が測定窓を完全に覆う大きさがあり、また袋の中の厚さが 15mm 以上あることを確認してください。
- ポリ袋を使用するときは、安価な袋（プラスチック壁が薄い）のほうが高価な袋（プラスチック壁が厚い）よりも適しています。

アクセサリ

- ソイルフット (U8990900)
- ソイルエクステンションポール (U8990901)

8. RoHS・生活用品モード

DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、現在、有害物質規制がある製品分野向けに 3 種類の分析モードをサポートしています (93 ページ表 14 参照)。主要な分析モード / タイプは次のとおりです：

- RoHS:
 - すべてのモデル
- 生活・家庭用品：
 - すべてのモデル
- ハロゲンフリー
 - Rh X 線管仕様のモデルまたは DELTA Classic モデルでは使用できません。

表 14 生活・家庭用品分析モード

モード	使用モデル	詳細
RoHS	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> • RoHS 規制元素 - Cr、Hg、As、Pb、Br、Cd、PLUS Cl、Ti、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Sn、Sb、Ba • 電子機器や生活・家庭用品に含まれる規制元素分析ソフトウェア。金属、ポリマー、混合物用自動補正
生活・家庭用品	すべてのモデル	<ul style="list-style-type: none"> • CPSIA や Prop 65 規制元素分析ソフトウェア。Pb は規制値に基づき Pass/Fail を表示します。 • 追加元素 : Cl、Ti、Cr、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Hg、As、Br、Cd、Sn、Sb、Ba
ハロゲンフリー	Rh X 線管仕様のモデルまたは DELTA Classic モデルでは使用できません。	<ul style="list-style-type: none"> • プラスチックおよび混合物の臭素 (Br) および塩素 (Cl) を測定します。 • 総ハロゲン量を規制値に基づき結果表示

8.1 RoHS モードの概要

電子機器に含まれる有害金属は EU の規制の対象になっています。これらの指令には、現在以下のものがあります。。

- 有害物質の規制 (RoHS)
 - EU で販売される新しい電気および電子機器に含有される Pb、Cd、Cr6+、Hg、および臭素含有難燃剤 (PBB および PBDE) の許容値を規制します。

RoHS 規制元素の規制値は、以下のとおりです。

- Pb、Cr6+、Hg、Br（難燃剤、PBB および PBDE）0.1% 未満
- Cd 0.01% 未満

オリンパスの分析計は、RoHS 規制を遵守するためのスクリーニングツールで、次の目的に使用されます。

- 電子機器に含まれる規制有害金属の含有量を直接測定します。
- プラスチックが以下のハロゲン系の材質なのか、または含有しているかをすばやく識別します。
 - PVC
 - 臭素化難燃剤（BFR）

蛍光 X 線分析法では、元素の価数や化合物の形態によらず、元素の総含有量を算出します。したがって、以下を報告します：

- 六価クロムや三価クロムなど、すべての形態を含む、総クロム量
- 総臭素量を算出します。臭素難燃剤の種類は識別できません。

蛍光 X 線分析法で定量分析するには、試料は次の要件を満たさなければなりません。

- 均質であること
- 最小試料厚または深さを有する
 - ポリマーおよび軽合金は 5mm
 - 液体試料は 15mm
 - 他の合金は 1mm

試料が不均一、薄すぎる、小さすぎるなどの場合は、定性的なスクリーニングのみ可能です。

IEC-ACEA（国際電気標準会議 – 環境諮問委員会）は蛍光 X 線分析法によるスクリーニングを推奨しています。

8.2 測定概要

DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、オリンパス PC アプリケーション・ソフトウェア（RoHS モード）の測定シーケンスを自動的に実行し、以下を判定します。

- 試料が金属か、ポリマーか、混合物かのいずれか
 - 「混合物」とは、線材や基板など、ポリマーと金属の両方を含む不均一な試料を指します。
- RoHS の各規制元素が、合格、不合格、不確定のいずれか（しきい値と比較し判定されます）。
 - これらのしきい値は、IEC による推奨しきい値か、または、ユーザ設定によるしきい値です。

このシーケンスは、ポリマー試料を分析するのに適した X 線ビームの測定条件で始まり、以下のように測定します。

- 試料がポリマーまたは混合物と判定された場合、ポリマーの測定条件で測定を続行します。
- 試料が金属と判定された場合、金属の測定条件に切り替わります。

8.2.1 品質管理用標準試料

Cal Check 後、品質管理を目的として標準試料を定期的に測定することを推奨します。

検証用の標準試料として、下記を推奨します。（有害物質を含む標準試料であるため、取扱いにはご注意ください）

EC-680K、EC-681K

- 少なくとも標準試料を 1 つ測定してください。
- 標準試料の測定値は認証値の 20% 以内でなければなりません。
- ペレット（あるいはプラスチック小片）状の標準試料は、蛍光 X 線分析専用の試料容器に入れて、片面をフィルム窓（これを通してペレット状試料を観察できる）にします。試料は試料容器の窓を通して測定します。

8.2.2 試料を測定する

RoHS 準拠検査に使用するプラスチック片の多くは、非常に小さいため、安全で正確な方法で測定するように注意してください。測定する試料の厚さは、IEC-ACEA が推奨する勧告を参照してください。

8.3 IEC の定量要件（スクリーニング）

RoHS 要件は、「*Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment*」（「電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する欧洲議会および理事会指令」）に基づいています。

重要

- 本ユーザーズマニュアルの発行日の時点で、新たに追加された要求事項はありません。6 つの規制物質（鉛、カドミウム、水銀、六価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭素化ジフェニルエーテル）は、電気・電子機器にとって従来通りです。95 ページ表 15 は、スクリーニングのしきい値です。
- スクリーニングしきい値は、ユーザーのコンプライアンス部門が独自に定めることを強く推奨します。

表 15 RoHS 規制元素のスクリーニングしきい値（IEC）

RoHS 元素	合格 ^a	下限	不確定 ^b	上限	不合格 ^c
ポリマー					
Cd	P	$\leq (70 + 3s)$	$< x^d <$	$(130 + 3s) \leq$	F
Pb	P	$\leq (700 + 3s)$	$< x <$	$(1300 + 3s) \leq$	F
Hg	P	$\leq (700 + 3s)$	$< x <$	$(1300 + 3s) \leq$	F
Br	P	$\leq (300 + 3s) <$	x		
Cr	P	$\leq (700 + 3s) <$	x		
金属					
Cd	P	$\leq (70 + 3s)$	$< x <$	$(130 + 3s) <$	F
Pb	P	$\leq (700 + 3s)$	$< x <$	$(1300 + 3s) <$	F
Hg	P	$\leq (700 + 3s)$	$< x <$	$(1300 + 3s) <$	F
Br			不適用		
Cr	P	$\leq (700 + 3s) <$	x		

表 15 RoHS 規制元素のスクリーニングしきい値 (IEC) (続き)

RoHS 元素	合格 ^a	下限	不確定 ^b	上限	不合格 ^c
混合物 (電子機器)					
Cd	P	LOD	< x <	(150 + 3s) ≤	F
Pb	P	≤ (500 + 3s)	< x <	(1500 + 3s) ≤	F
Hg	P	≤ (500 + 3s)	< x <	(1500 + 3s) ≤	F
Br		≤ (250 + 3s) <	x		
Cr	P	≤ (500 + 3s) <	x		

a. Pass (合格) = すべての規制元素の測定結果が、この表に示す下限よりも低い場合

b. Inconclusive (不確定) =Hg、Pb、Cd のいずれか 1 つの元素の測定結果が、不確定の範囲にあるか、Br と Cr の測定結果が図 1 に示す下限よりも高い場合、その試料は結論付けできず不確定となります。精密測定など追加検査をする必要があります。

c. Fail (不合格) = いづれか 1 つの規制元素の測定結果が、この表に示す上限よりも高い場合

d. x = 濃度

8.4 生活・家庭用品モード概要

これは生活・家庭用品に含まれる鉛 (Pb) を測定するための専用モードです。

測定結果には、次の法令のしきい値に基づき、Pass/Fail (合格 / 不合格) も出力されます。

- CPSIA (消費者製品安全性改善法、2008 年改正)
- Prop 65 - カルiforniア州プロポジション 65 (1986 年施行) を参照してください

測定できる追加元素は次のとおりです。

Cl、Ti、Cr、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Hg、As、Br、Cd、Sn、Sb、Ba

法的規制値は、州または国、管理機関によって異なります。欧州連合の国は、通常、RoHS 規制値を使用して判定しています。

Pb の規制値は、以下のとおりです。

- CPSIA : 素材 100ppm; 塗装膜 90ppm
- RoHS: 95 ページ表 15 参照

参考

- 一般的な測定手順の詳細は、73 ページ 4.7 を参照してください。
- アプリケーションのユーザーインターフェースに関するさらに詳しい情報は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) を参照してください。

9. 測定窓の交換

この章では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計（すべてのモデル）の測定窓の交換方法について説明します。窓フィルムの交換費用はわずかです。最良の測定結果を得るために、オリンパスは、測定窓が汚れていたり、汚染されている場合、測定窓の交換を推奨します。

重要

- 測定窓が破損した場合には、すぐに交換してください。
- 測定窓が破損したままでは絶対に測定しないでください。

窓フィルムは、プロレン、カプトンのいずれかが使用されています（97 ページ図 9-1 参照）。ご使用の DELTA シリーズに合った適切な材料を指定する必要があります。

DELTA シリーズ : **Classic、Classic Plus**
標準フィルム : カプトン (P/N: U8990464)

DELTA シリーズ :
Standard、Professional、Premium
標準フィルム : プロレン (P/N: U8990460)

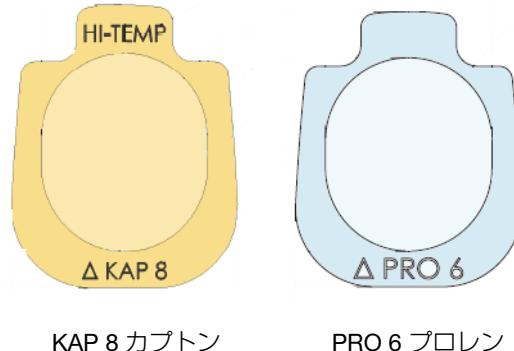


図 9-1 窓フィルムの種類

フィルムは、ポリエスチル製プレート（下地板）の片面に接着されています。これにより、「表面」と「裏面」ができます。

- 裏面は全面がフィルムで覆われています（98 ページ図 9-2 参照）。
- 表面からみると、円形容窓は、X 線を通すフィルムだけが存在しています。円形容窓の周囲は（下地板の）プレートのポリエスチルで、形状がヒンジ付プレートにはまるようになっています。
- 表面には部品記号が表示されています。

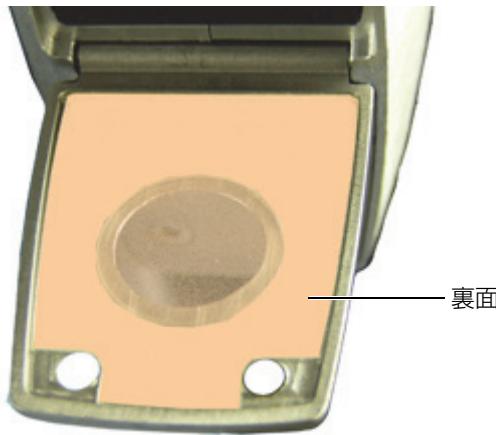


図 9-2 測定窓の裏面

測定窓を交換するには、次のツールが必要になります。

- プラスの精密ドライバ（必須）
- ピンセットまたはラジオ・ペンチ（推奨）
- 柔らかい布（必要に応じて）

測定窓を取り外すには



注意

分析計の損傷を避けるために、次の取扱説明に従ってください。

- 内部の部品に触れたり、損傷を与えないでください。
- 分析計に何も挿入しないでください。
- 埃や異物を分析計の中に入れないようしてください。
- 手の清浄をしてください。
- 測定窓が横を向くようにしてください。それにより破片や緩んだネジが分析計に落ちるのを防ぐことができます。
- 中央の開口部にあるフィルムに触らないでください。

1. 分析計の電源をオフにします。



注意

ドライバーを使うときは、ドライバーと X 線測定窓の間に、指を置いてください。これは、工具でフィルムに穴を開けたり、内部部品に損傷を与えてしまうのを防ぐためです。

2. プラスドライバで、ヒンジ式プレートの 2 本のネジを取り外します（99 ページ図 9-3 参照）。

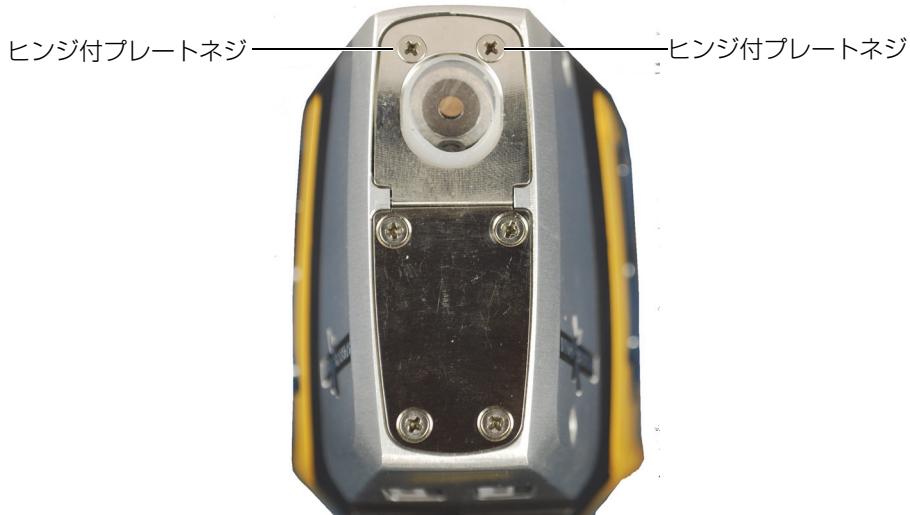


図 9-3 ヒンジ付プレートのネジ

3. ヒンジ付プレートを開いて、窓フィルムを露出してください (99 ページ図 9-4 参照)。

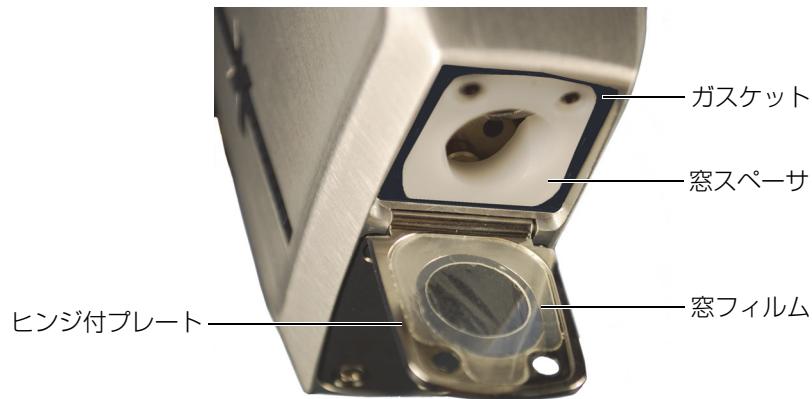


図 9-4 窓フィルム

4. 古い窓フィルムを取り外してください。
5. 白いプラスチックの窓スペーサと黒いゴム製ガスケットが取り付けてあるかを確認してください。

新しい窓を設置するには

1. 袋から新しい測定窓を取り出します。
2. 測定窓はピンセットで端をつかんで扱います。
3. フィルムの裏面を上にして、ヒンジ付プレートの上に窓フィルムを置きます (99 ページ図 9-4 参照)。
4. 窓フィルムをネジ穴を塞がないように真中に置きます。
5. ヒンジ付プレートが上を向くまで慎重に回わしてください。そして窓フィルムを固定できたか確認してください。



注意

締めすぎるとネジ山がつぶれるので、締めすぎないでください。

6. 2 本のネジを挿入し、ぴったり合うまで締めます。

ヒント

オリンパスは、分析計を使用しない場合は、ドッキングステーションに分析計を置いておくことを推奨します。これにより窓フィルムをきれいな状態に保ち、フィルム窓への不測の損傷を避けることができます。

10. DELTA 放射線量プロファイル

放射線量プロファイルは、101 ページ図 10-1、103 ページ表 16 および 105 ページ表 17 に示します。



図 10-1 DELTA 放射線量プロファイル – ハンドヘルド分析計

参考

この章の偶数ページ（左側ページ）は意図的に空白です。

表 16 放射線データ^a – アルミニウムプローブヘッド^b

モデル: DELTA シリーズ							日付: 2012 年 10 月および 2013 年 1 月											
調査対象機器	Ludlum モデル 3 44-7 プローブ	Ludlum モデル 2241 44-172 プローブ	担当: F. Cook R. Nasella	認証: M. L. Tremblay														
プローブヘッド: アルミニウム																		
放射線量測定結果 (μSv/h) ^c – 二次放射線 (散乱)																		
モード	基質	電圧 (kV)	電流 (μA)	フィルター	トリガー周辺 T	ノーズ先端周り F	5cm F1	10cm F2	30cm (計算値)									
Alloy Plus、Mining、 Mining Plus、GeoChem 1、 3-Beam Soil 2、HalFree 1、 RoHS 1 (プラスチック)	316 ステンレス	40	100	アルミニウム	BK ^d	7	6	BK	BK									
	AI (319 AA)				7	300	120	30	4									
	EC 680K				45	900	500	320	19									
	土壤 (SiO ₂)				20	400	250	70	9									
RoHS 1、4-BeamRoHS 1 (プラスチック)、RoHS 2、 4-Beam RoHS 2 (合金)	PVC- ブランク	50°	80	銅	10	840	400	250	15									
	EC 680K				16	1800	800	500	30									
	71X SR2 (はんだ)				BK	5	1	BK	BK									
Alloy、Mining	316 ステンレス	35	100	アルミニウム	BK	2	2	BK	BK									
	土壤 (SiO ₂)				5	130	60	20										
Alloy Plus 3	316 ステンレス	8	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	BK	BK	BK									
Alloy Plus 2	316 ステンレス	13	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	BK	BK	BK									
Alloy 2	316 ステンレス	15	200	鉄	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	BK	BK	BK									
3-Beam Soil 1、 Mining Plus	土壤 (SiO ₂)	50°	80	銅	25	1500	800	450	30									
3-Beam Soil 1	土壤 (SiO ₂)	40	100	銅	10	400	220	70	8									
RoHS 2 (合金)	PVC- ブランク	40	100	銅	5	200	90	30	3									
	EC 680K				4	700	420	300	16									
Geochem 2、 Mining Plus 2	土壤 (SiO ₂)	10	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK									
3-Beam Soil 3	土壤 (SiO ₂)	15	200	薄膜 アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK									
Lead 2	71X SR2 (はんだ)	18	200	アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK									
Lead 1	71X SR2 (はんだ)	25	100	アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK									
HalFree 2	EC 680K	10	200	オープン	BK	8	1	BK	BK									
HalFree 2	EC 680K	12	200	オープン	BK	70	13	4	BK									

a. データ表 D 版 (2013 年 1 月発行)

b. アルミニウムプローブヘッドのみ、プローブシールドなし (2012 年 10 月以降の仕様)。2012 年 9 月以前に日本国内で販売された DELTA はアルミニウムヘッド仕様

c.mR/h の測定値を求める場合には、上記測定結果の 10 分の 1 となります。

d.BK = バックグラウンド値 (< 1 μSv/h)

e.50kV 測定値はすべて標準プローブシールドで測定されています。

表 17 放射線データ^a – 真鍮プローブヘッド^b

モデル: DELTA シリーズ						日付: 2012 年 10 月および 2013 年 1 月 2013																	
調査対象機器	Ludlum モデル 3 44-7 プローブ	Ludlum モデル 2241 44-172 プローブ	担当:		F. Cook R. Nasella	認証: M. L. Tremblay																	
プローブヘッド: 黄銅合金																							
放射線量測定結果 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) ^c – 二次放射線 (散乱)																							
モード	基質	電圧 (kV)	電流 (μA)	フィルター	トリガー周辺		ノーズ先端周り		5cm F1		10cm F2		30cm (計算済み)										
					T プローブヘッドのみ ^d	F プローブシールドのみ ^e	T プローブヘッドのみ	F プローブシールド	T プローブヘッドのみ	F プローブシールド	T プローブヘッドのみ	F プローブシールド	プローブ ヘッドのみ	プローブ シールド									
Alloy Plus、Mining、Mining Plus、GeoChem 1、3-Beam Soil 2、HalFree 1、RoHS 1 (プラスチック)	316 ステンレス	40	100	アルミニウム	BK ^f	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	5	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	EC 680K				50	7	1500	950	700	370	400	160	26	14									
	土壌 (SiO_2)				20	4	850	300	500	280	200	110	19	10									
RoHS 1、4-Beam RoHS 1 (プラスチック)、RoHS 2、4-Beam RoHS 2 (合金)	PVC- ブランク	50	80	銅	25	5	650	400	600	200	120	60	22	7									
	EC 680K				60	9	1500	1000	1500	1000	750	200	56	37									
	71X SR2 (はんだ)				BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				1	BK	25	15	10	10	6	5	BK	BK									
Alloy、Mining	316 ステンレス	35	100	アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	土壌 (SiO_2)				BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Alloy Plus 3	316 ステンレス	8	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	4	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Alloy Plus 2	316 ステンレス	13	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	4	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Alloy 2	316 ステンレス	15	200	鉄	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
3-Beam Soil 1	土壌 (SiO_2)	50	80	銅	70	7	1000	500	750	350	300	50	28	13									
	50				30	5	750	370	550	500	170	110	21	19									
RoHS 2 (合金)	316 ステンレス	40	100	銅	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
	AI (319 AA)				BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Geochem 2、Mining Plus 2	土壌 (SiO_2)	10	200	オープン	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Mining Plus	土壌 (SiO_2)	50	80	銅	100	10	1750	750	750	350	300	140	28	13									
	50				15	4	300	170	160	100	80	40	6	4									
3-Beam Soil 3	土壌 (SiO_2)	15	200	薄膜 アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Lead 2	71X SR2 (はんだ)	18	200	アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
Lead 1	71X SR2 (はんだ)	25	100	アルミニウム	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK									
HalfFree 2	EC 680K	10	200	オープン	BK	BK	3	BK	1	BK	BK	BK	BK	BK									
HalfFree 2	EC 680K	12	200	オープン	BK	BK	3	BK	1	BK	BK	BK	BK	BK									

a. データ表 D 版 (2013 年 1 月発行)

b. 日本仕様の DELTA モデルは、真鍮プローブヘッドを使用 (2012 年 10 月以降の仕様)。2012 年 9 月以前に日本国内で販売された DELTA はアルミニウムヘッド仕様

c.mR/h の測定値を求める場合には、上記測定結果の 10 分の 1 となります。

d. プローブヘッドのみ = プローブシールドなし

e. プローブシールド = 標準プローブシールドあり

f.BK = バックグラウンド値 (< 1 $\mu\text{Sv}/\text{h}$)

付録 A: 仕様

この付録では、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計本体、ドッキングステーションおよび専用アクセサリーの仕様について概説します（107 ページ表 18～108 ページ表 20）。

表 18 DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計仕様

	仕様
重量	1.8kg（日本仕様：バッテリーを含まず）
エックス線管およびターゲット材	< 40kV 仕様> 出力：4W（最大）／8-40keV、5-200μA ターゲット材：金、銀、ロジウム、タンタル（用途による） < 50kV 仕様（DELTA 50）> 出力：4W（最大）／8-50keV、5-200μA ターゲット材：金、タンタル（用途による）
検出器	Si PIN ダイオードディテクターまたは Si ドリフトディテクター（放熱設計、高分解能）（モデルによって異なります）
電源	取外し可能な充電式リチウムイオンバッテリーまたは AC 電源（オプション）
バッテリー稼動時間	使用条件による
表示装置	LCD カラータッチスクリーン（800 × 600 ピクセル）
Cal Check（校正チェック） 試料	316 ステンレス鋼合金 (ドッキングステーションの仕様もご参照ください)
自動気圧補正	内蔵高度計による自動高度補正機能
使用環境	使用温度：-10°C～45°C 湿度：相対湿度 10%～90%（結露なきこと） 高度：2,000m まで
オペレーティングシステム	Windows Embedded CE
アプリケーションソフトウェア	PC ソフトウェア同梱
USB コネクター	USB 2.0 準拠
カメラ（オプション）	CMOS、VGA
カメラ用 コリメーションチェック試料	P/N:U8996829、カメラとコリメータの仕様に応じたものが供給されます。
データ記録	1GB SD カード

表 19 ドッキングステーション (U8990897) 仕様

仕様	
寸法	35.5cm × 22.2cm × 12cm (長さ × 幅 × 高さ) 予備バッテリー搭載時の高さ = 17.1cm
重量	1.5kg
電源 (AC アダプタ)	100-240VAC、50-60Hz、最大 60W
Cal Check カップ	分析計の自動 Cal Check を実行
予備バッテリー用ソケット	予備バッテリーを同時に充電可能
USB コネクター	DELTA と PC 間の通信 (DELTA がドッキングステーションに設置されている場合)

表 20 アクセサリー一覧

仕様	
バッテリーチャージャー	U8990854
ワークステーション 40kV 用 (DELTA 50 では使用不可)	N9038482: <ul style="list-style-type: none"> 完全シールド、クローズドビームシステムを提供する テストスタンド
ワークステーション (DELTA 50 分析計対応)	N9038483: <ul style="list-style-type: none"> 完全シールド、クローズドビームシステムを提供する テストスタンド
ソイルフット	U8990900: <ul style="list-style-type: none"> DELTA 分析計のハンドルに装着 ハンズフリーで、さらに詳しい現場検査を実施する際に、分析計を継続して地面に設置することが可能
ソイルエクステンションポール	U8990901: <ul style="list-style-type: none"> 移動中の土壤解析を容易にする人間工学設計の延長 ポール ソイルフット付き
プローブシールド	U8995563: <ul style="list-style-type: none"> 最大遮蔽効果を可能にします。DELTA50 分析計の携 帯使用に最適です。 DELTA 50 分析計の標準付属品
フェイクバッテリー (常時電源供給アダプタ)	N9038481
PC ソフトウェア	U8990898: <ul style="list-style-type: none"> リモートコントロール、データダウンロード、分析 オーバーレイおよびレビュー、レポート作成を容易に します。
モバイルプリンタ	N9038570 : <ul style="list-style-type: none"> BlueTooth 対応の軽量小型プリンタ (約 370g) 80mm 幅の用紙に対応
測定容器	U8991066: <ul style="list-style-type: none"> ソイルカップまたはパウダーカップ、小型金属試料お よびプラスチック試料のベンチトップ解析に適した遮 蔽効果を備えたポータブルテストスタンド

付録 B: 蛍光 X 線分析技術の概要

医学的診断方法として一般的に知られている X 線技術は、多くの分析的測定法の核となる技術で、蛍光 X 線 (XRF) 分析技術もこの中に含まれます。

蛍光 X 線分析技術は、主に試料の元素組成分析に使用されており、物質内に存在する元素を特定し、定量解析を行います。X 線が発光する際の元素固有のエネルギー (E) を測定することにより元素を特定し、各元素のスペクトルの強度から元素の成分量を測定します。

すべての原子には、原子核の周りに環状に配列された決まった数の電子（マイナス電気を帯びた粒子）があります。1 つの原子に属する電子の数は、原子核の陽子（プラス電気を帯びた粒子）の数と等しく、一般的な元素周期表では、この陽子の数が原子番号として表記されています。例えば、鉄 (Fe) には 26 という原子番号があるように、各元素に対し 1 つずつ原子番号が付与されています。

蛍光 X 線分析技術では、通常、最初の 3 つの電子軌道、つまり K 裂、L 裂、M 裂（この中では K 裂が一番原子核に近い）における蛍光 X 線を使用します。これらの電子軌道から発生する蛍光 X 線は、各元素によって固有の異なるエネルギーレベルを備えています。

蛍光 X 線分析計の X 線源 (X 線管) は、最深部の K 裂または L 裂の電子に衝突できる高エネルギーの一次 X 線を試料に照射します。この一次 X 線が電子をはじき出すと原子は不安定イオンに変化します。電子は、安定性を求める性質があるため、外殻 (L 裂または M 裂) にある電子は、内殻に新しくできた空孔に遷移します。こうして外殻電子が内殻軌道に遷移すると、エネルギー準位の差が二次 X 線となって放出されます。

この現象が、蛍光 X 線と呼ばれるものです (110 ページ図 B-1 参照)。

この生成された二次 X 線は、各元素に固有の特性を示しています。

放出された蛍光 X 線のエネルギー (E) は、各遷移における一次軌道から最終軌道までのエネルギーの違いによって決まります。これは、次の公式によって示すことができます。

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

ここで：

h = プランク定数

c = 光速

λ = X 線の波長

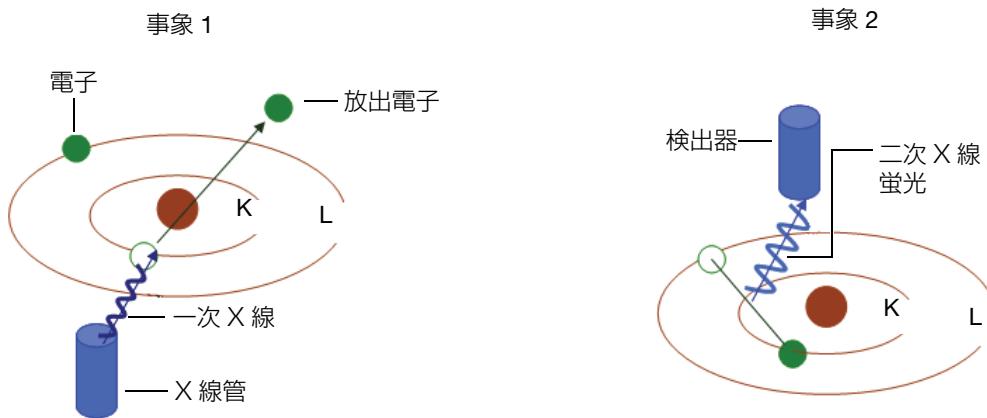


図 B-1 萤光 X 線の仕組み

二次 X 線の生成：萤光

波長は、エネルギーに反比例しており、各元素はそれぞれ固有の波長とエネルギーを備えています。

例えば、鉄 (Fe) の $K\alpha$ 線は、約 6.4keV です。特定時間または特定強度で試料内に発生する元素固有の X 線をカウントすることにより、試料内の特定元素を定量することができます。

エネルギー分散式萤光 X 線分析 (EDXRF) によるエネルギー (E) 対強度 (I) の標準的なスペクトルは次のとおりです (110 ページ図 B-2 参照)。

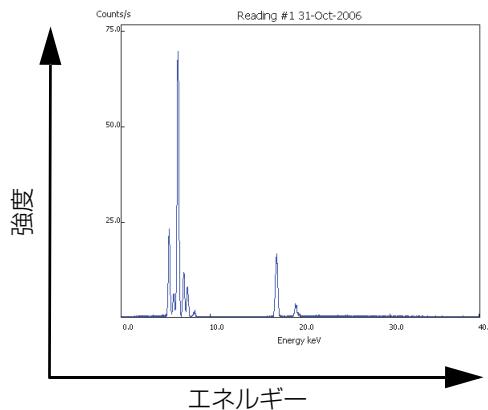


図 B-2 一般的なスペクトル表：エネルギー対強度

B.1 分析技術の変遷

この項では、分析技術の変遷について概説します。

- 1895 年 – Wilhelm Röentgen (ヴィルヘルム・レントゲン) による X 線の発見
- 1913 年 – 最初に Henry Moseley (ヘンリー・モーズリー) が、萤光 X 線分析による元素の識別および定量化を報告
- 萤光 X 線分析の研究と開発は、第二次世界大戦中にも続行

- 航空機、自動車、鋼鉄、その他金属産業における重要な開発が進むにつれ、合金をすばやく正確に識別する必要性が高まる
- 1950 年初期－蛍光 X 線分析計が初めて商品化。波長分散方式 (WD) 蛍光 X 線分析技術に基づいたシステム
 - 元素の固有波長を測定することにより、一回につき一つの元素のみ測定可能
 - 波長分散方式蛍光 X 線分析は、元素解析に有用でしたが、次のような問題がありました。
 - 装置が大型
 - 高い初期費用
 - 操作および保守点検には非常に熟練した作業者が必要
- 1960 年後期に、エネルギー分散方式 (ED) 蛍光 X 線分析計が市販化。エネルギー分散方式の蛍光 X 線分析計の特徴は次のとおりです。
 - 元素固有のエネルギーを測定
 - 固体検出器が改良されるにつれ、信号のエネルギー分解能も改善
 - 同時に 1 つの試料のすべての元素に関するデータを収集、表示可能
 - エネルギー分散方式の蛍光 X 線分析計の多くは、ラジオアイソトープによる励起を行っており、次のような特徴がありました。
 - 検出したいすべての元素を判定するには、ソースを変更する必要性がある
 - 簡単に一回の検査で複数の元素を簡単に測定できない
 - 最新のエネルギー分散方式蛍光 X 線分析計は、次の特長を備えています。
 - 最先端の技術 (X 線管、固体素子、エレクトロニクス、コンピューター、ソフトウェア) 搭載
 - 装置の製造、研究者、エンジニア、ユーザーによる各技術を統合
 - 現在、成熟した技術として、蛍光 X 線分析計は、日常的に研究開発、品質管理、生産サポート、規格準拠などに使用されています。

B.2 元素分析法

元素分析には、通常、次の 2 種類の技法、湿式化学分析法と蛍光 X 線分析法が使用されています。この 2 種類の方法については、次のように比較することができます。

B.2.1 湿式化学分析法

考慮すべき点：

- 装置の操作には時間が必要。試料の前処理および分析に 20 分～数時間かかる
- 試料を破壊する
- 頻繁に濃酸またはその他の危険物を使用しなければならない
- 分析処理中に生産されたごみの処理が必要
- 各試料に対し比較的高い費用がかかる

PPB (またはそれ以下の) 範囲にある元素濃度の測定が主要目的の場合には、湿式化学分析法が必要です。

B.2.2 蛍光 X 線分析法

考慮すべき点：

- 質量で PPM レベルからほぼ 100% まで、広い濃度測定範囲にて簡単に元素を識別し、定量化が可能

- 試料を破壊しない
- 試料にかかる合計所要時間が少ない
 - 試料の前準備が少なくて済む
 - 詳しい測定結果を数秒または数分で得ることが可能
- 各試料に対し、比較的低費用で済む

B.2.3 干渉

すべての元素分析技術は、化学的なまた物理的な干渉作用の影響を受けます。ただし、これらの干渉作用は補正することにより、適切な分析結果を得ることができます。

湿式化学分析法の問題

ほとんどの技法が干渉を受けてしまうため、細かく複雑な試料の準備を行うことでしか、この干渉を補正することはできません。

蛍光 X 線分析法の問題

物質中の他の特定元素の第一干渉により、検出したいターゲット元素の分析が影響（マトリクス効果）される場合があります。ただし、このような干渉タイプは、十分に認識されており、実証されています。

両方の分析技法には次のような利点があります：

- 装置の技術進歩
- システムのソフトウェアにおける数学的な補正

試料の形状が蛍光 X 線分析に影響する場合があります。これは、次の方法による補正が可能です。

- 試料を研磨する
- ペレットを押す
- ガラス玉を作る

B.2.4 定量分析

定量分析が可能な蛍光 X 線分析法では、通常、次に挙げる 2 種類のソフトウェアアプリケーションのいずれかの一つを使用します。

- 検量線法
測定対象（未知の）試料の性質に近い標準試料から得られた校正カーブを使用
- ファンダメンタル・パラメータ法（FP 法）
FP 法は、標準カーブまたは校正カーブがなくても元素分析が可能なため、ファンダメンタル・パラメータ法（FP 法）を推奨します。すぐにシステムの使用を開始することができます。最近の演算処理システムは、標準試料が不要な数学的分析である FP と既知材料のライブラリーを装備しています。したがって、これらのシステムは、未知の材料の元素組成を検出するだけでなく、未知の材料そのものをすばやく判定することができます。

B.3 エネルギー分散方式蛍光 X 線分析計（EDXRF）

エネルギー分散方式蛍光 X 線分析計（EDXRF）には、主に 3 つのサブシステムを装備しています（113 ページ図 B-3 参照）。

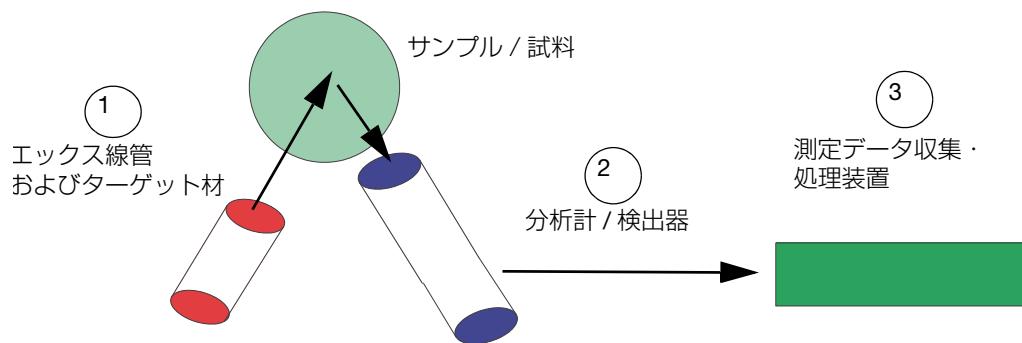


図 B-3 EDXRF 分析計のサブシステム

エネルギー分散方式蛍光 X 線分析計 (EDXRF) は、機械的にシンプルな構造を備えており、励起および検出サブシステムには、可動部品がありません。ただし、例外として卓上型分析計には可動部品が含まれます。

波長分散方式蛍光 X 線分析計 (WDXRF) システムに比べると、エネルギー分散方式蛍光 X 線分析計 (EDXRF) は、次のような特質を備えています。

- 使いやすい
- 分析時間が短い
- 初期購入費用が低い
- 長期的な保守点検費用が少ない

EDXRF 分析装置は、次のような多くの用途で有用です。

- 環境アセスメント
- RoHS/WEEE 適合検査
- スクラップ合金分類
- 法医学
- 考古学

付録 C: 土壤検査

この付録では、土壤モードが装備された DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計の使用方法を説明します。

この付録では、使用方法、手順、規制を説明するとともに、次の内容に関する便利な参考資料を提供します。

- ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の使用方法
- 蛍光 X 線分析技術 (XRF) の概要
- データ品質保証プロトコル
- 土壤分析担当者向けの土壤試料前処理フローチャート
- 関連基準に対する認証値の表

LEAP モードが有効な場合は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) のヘルプ情報を参照してください。

C.1 携帯型 XRF による土壤測定法

一般に受け入れられている携帯型 XRF による土壤測定法は次のとおりです : *Field-Portable XRF Spectrometry for the Determination of Elemental Concentrations in Soil and Sediment*.

この方法の特長は次のとおりです。

- その場測定や、ポリ袋入り測定などフィールドスクリーニングができる
- キャリブレーションチェックができる、より正確に、より精度良く、より良い検出下限で測定できる
- 工場出荷時にキャリブレーションを行い、測定現場ではキャリブレーション不要である
- XRF で測定する試料の 5 ~ 10% を、外部ラボで測定すること（土壤全含有量分析）

参考

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の使用目的は、ラボ分析を行なわないことではありません。

フィールドでの金属濃度を測定する際の 2 つの主な誤差要因は、測定ミスとサンプリングミスです。

測定ミス

XRF、ICP、AA など、分析手法によらず任意の 1 試料を測定する際に起こるミス

サンプリングミス

採取され測定される試料の数が少なすぎるときに生じるミス

このケースでは、金属汚染の広がりを示す汚染マップが不完全になっています。1 つの試料が非常に正確に測定されたとしても、測定した試料の数が少なすぎると、汚染の広がりの結果

が、その大きさ、深さにおいて、誤って判断されてしまいます。極端なケースでは、汚染全体が見逃される可能性があります。

サンプリングミスを減らす方法としては、測定する試料数を増やすことがあります。概して、スクリーニングレベルでも測定数を多くすると、試料数を減らして分析的に測定するよりも、汚染の広がりの実態がより良く示されます。現場での測定試料数が多くなると、汚染の概略、深さ（表面土壤が取り除かれている場合）、おおよその汚染のレベルが示されます。ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、どんな試料でもより正確度の高い測定結果をもたらします。

C.2 フィールドでの使用に関する概要

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、土壤中の金属を測定するために通常次の 3 つの方法で使用されます。

- 現場での土壤測定
- ポリ袋入土壤試料の測定
- 前処理土壤試料の測定

現場での土壤測定

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の測定窓を地面に直接接して土壤の測定を行います。作業者は、分析計の測定窓から X 線を直接土壤に照射できるよう植物や異物を取り除きます。

ポリ袋入土壤試料の測定

土壤試料を薄いプラスチックの小さな袋（ポリ袋）に入れ、ポリ袋を通して直接測定します。いくつかの元素（Cr、V、Ba）を除いて、薄いビニール袋を通して測定しても、測定結果にはほとんど影響を与えません。ただし、Cr、V、Ba の結果は 20 ~ 30% 低くなります。

前処理土壤試料の測定

試料を前処理することにより、最も正確な測定値を得ることができます。土壤試料の前処理は、土壤を採取し、必要なら乾燥し、ふるい分けして、磨り潰して粉末にする作業が必要です。前処理した土壤試料は、ポリ袋または蛍光 X 線専用容器に入れて測定します。

試料の前処理手順は、125 ページ C.9 を参照してください。

すべての測定方法にとって、均一、均質の試料があれば、最良の結果を得ることができます。

通常使用される方法、すなわち、その場測定およびポリ袋入り試料測定は、フィールド・スクリーニング法とみなされます。フィールド・スクリーニング法である、その場測定は、大量のデータが迅速に得られるため、有用な手法です。前処理土壤試料は、試料ごとに前処理の時間が必要ですが、通常、最も正確に測定できます。

C.3 データ品質目標

フィールド・スクリーニングと前処理試料測定が適切に配分されているか判断するには、データ品質目標（DQO）を理解することが重要です。

その場測定は、通常、スクリーニング・レベルのデータ品質しか得られません。これは、分析を目的とする測定は常に均一で均質な試料マトリックスを必要とするからです。ラボでは、測定前に試料を熱い酸の中で液化することにより、これを達成します。地面の土壤を直接測定するときは、均一性は保証されません。試料を前処理することにより、均一な試料が得られ、より良い測定のデータ品質が得られます。ただし、測定時間は数分必要です。

携帯型蛍光 X 線分析計のほとんどの作業者は、その場測定と前処理試料測定の両方の結果を使用します。現場での測定と前処理試料測定の適切な配分は、土壤測定の目的に応じて異なります。以下の例は指針となります。

例 1: ラボ分析コストを効率的に活用し詳細な汚染データを得るための、現地調査に使用します。

問題

現地の金属汚染状況を評価する必要があること。ただし、存在する金属、推定汚染レベル、汚染の地理的プロファイルについて、ほとんど情報がない。

測定の目標は、土壤の広さと深さの両方で、どんな金属がどの程度存在するかを測定し、汚染が広がっていそうな場所と（または）ありそうな汚染源を特定する。

推奨測定プラン

主に、その場測定を行います。測定者は、現場での測定を行ない、蛍光 X 線分析用の土壤試料を採取してポリ袋に入れます。測定区画を、2 次元または 3 次元で、数メートルごとに、設定する必要があります。XRF 測定を各区画で行うか、または、後で測定するために、試料を各区画から採取してポリ袋に入れます。その場測定のデータは、元素ごとに、2 次元グリッド（X、Y 座標—元素濃度）に描き、現地のプロファイルを作成します。これらの濃度プロファイルは、汚染パターン、汚染境界、汚染の広がりをみるのに理想的です。このデータを現地の歴史的背景と組み合わせると、作業者は汚染源を推定できる場合がよくあります。このレベルの地理データを純粋なラボ分析のみで取得しようとすると過剰な分析コストが生じます。

前処理試料分析も実施し、現場での測定データでは、金属汚染の度合いが低かったり、検出できなかった区画を確認する必要があります。現場での測定で高濃度を示した区域の試料は、前処理試料を測定する必要はありません。

オリンパスは次の手順を推奨します。

その場測定で濃度が低いか未検出かを示した区画では、その場での測定の総数を計算し、その測定総数の 5% にあたる数を、その区画の数箇所から採取してください。これらの試料は、125 ページ C.9 の説明に従って前処理してください。これらの前処理試料を使用して、現場での測定結果を確認してください。結果を確認するために、前処理した試料の一部をラボに送ってください。

コストの正当化

現地の土壤の地質を十分に把握して、汚染区域を明確にするには、1,000 平方メートルあたり、25 ~ 50 の試料が必要になるでしょう。この作業を現場での測定で行うと、測定元素数によりますが、1,000 平方メートルあたり 10 万円 ~ 20 万円のラボ費を節約できます。オフサイト分析でのコスト削減によって、XRF の価格が正当化される場合がよくあります。

例 2: 土壤浄化作業をモニターして、請負業者が現場を去る前に、現地がクリアランス・レベル（浄化規制値）をクリアしたか確認するために使用します。

目標

土壤浄化費用が汚染土壤修復費だけになるよう減らし、現地の種々の区画がクリアランス目標に適合したかどうかを直ちに検証することです。

推奨測定プラン

このプランでは、その場での測定と前処理試料測定の両方で多く行ないます。その場測定をして、面積と深さ両方で、汚染領域の輪郭を詳細に描いてください。深さ方向の汚染領域を知るために、表面土壤を測定してください。次に、少なくとも 30 ~ 50cm を取り除いて再測定してください。必要に応じてこのステップを繰り返し、深さ方向の汚染分布を作成し、浄化作業の方針を導きます（XRF は、表面分析手法で、土壤試料の表面からわずかのところを測定することに留意してください）。浄化作業の一部として、クリアされた区域の数箇所から、試料を採取してください。これらの試料は、125 ページ C.9 の説明に従って前処理してください。

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計で測定

汚染レベルがクリアランス・レベルを超える場合には：

- ・ 済化作業を続行します。
- 汚染レベルがクリアランス・レベルを超えない場合には :
- ・ 済化作業を中止して、試料の一部を分析ラボに送り、結果を確認してください。ほとんどの作業者が、疑わしい元素が汚染クリアランス・レベルをクリアしたとみなしても、ラボからの最終分析結果を待ってください。

XRF が濃度レベルを未検出として、その検出レベルがクリアランス・レベルを超えている場合は、試料をラボに送って最終的な結果を確認してください。

コストの正当化

その場測定の結果は、済化作業の方針を作成したり、最大の効率を得るために使用されます。汚染境界が明確に確立されるため効率が向上し、クリーンな土壤を用いた済化作業を回避します。現地でほぼリアルタイム（ラボでの確認は保留）でクリアランス要件をクリアするように、測定試料が使用されます。費用の節約は、クリアランス・レベルをクリアしないことを避けることで実現できます。請負業者は早期に現地を去ることができ、追加クリーンアップのために現地に呼び戻される必要はありません。

重要

現場での測定だけに基づいて、現地を済化してはいけません。済化作業の方針には、常に、十分に前処理された試料を使用してください。

例 3: 処理または廃棄する有害廃棄物を少なくするために使用します

目標

済化プロジェクトによっては、有害廃棄物埋め立ての土壤処分費用が、通常の埋め立て処分費用よりはるかに大きくなります。蛍光 X 線分析計による土壤試料測定は、有害廃棄物埋め立て地に不注意に搬送される、クリーンな土壤の量を少なくすることができます。

推奨測定プラン

この例は、ほとんどが前処理試料測定に基づきます。試料は代表して、埋立地に搬送される土壤から、取り出します。有害か無害かを判定するには、試料の正確な分析がきわめて重要です。このため前処理試料測定を強くお勧めします。

C.4 品質管理

分析計を適切に使用するためやその場測定のデータ信頼性を検証するための品質管理方法について詳しく述します。データ品質目標に関係なく、すべての作業者は、品質管理（QC）の手続きを遂行すべきです。また、オリンパスは、作業者が測定データをレポート作成や改善の判断に使用する場合は、作業者が測定結果データの信頼性を確認することを奨励しています。方法は以下のとおりです。

C.4.1 機器が正常稼動しているかの検証

品質管理は、ブランク試料と標準試料を測定することで行ないます。ブランク試料を測ることにより、装置光学系のコンタミ、試料によるクロスコンタミ、検出下限値などが判断できます。標準試料を測り、既知の成分値と比較することにより、測定値の信頼性が判断できます。

機器品質管理（QC）の推奨手順例：

- ・ Cal Check 試料の測定：1 日 2 回
- ・ ブランク試料の測定：20 検体毎
- ・ 標準試料：20 検体毎

- ラボで成分値が確認された現地採取試料：10 検体毎

Cal Check 試料

オリンパスの分析計は、Cal Check を自動で実施することができます。これはエネルギー校正、トータルピークカウント、分解能のチェックを目的としています。Cal Check が完了しない場合、ソフトウェアは分析計の使用を許可しません。

プランクチェック

作業者は、 SiO_2 （二酸化珪素）プランク試料を測定することを推奨します。この測定の目的は、分析計の測定窓や、X 線源から検出器までの光学系のコンタミを確認することです。その場測定、または前処理試料測定を行う場合、コンタミがないことを確認するために、少なくとも 1 日に 1 回、望ましくは 20 検体毎に機器プランクを測定することを推奨します。

土壤標準試料の測定

オリンパスは、土壤標準試料を測定することを推奨します。元素の XRF 測定結果と標準試料の認証値との違いは 20% 以下でなければなりません。少なくとも 1 日に 1 回、望ましくは 20 検体毎に土壤標準試料を測定することを推奨します。

参考

オリンパスは、4 時間ごとの土壤標準試料の測定を推奨します。ユーザによっては、20 個の試料ごとに標準試料の測定を行います。標準試料は、特定有害物質の Pb、Cd、As、Se、Hg、Cr、Cu 等を含むものを推奨します。

ラボで成分値が確認された現地採取試料

試料を 10 件測定する毎に、1 つの確認試料を測定することを推奨します。確認試料は、現地で測定するのと同質の試料から選び、詳細分析にはそれをラボに送付するのがよい方法です。確認試料を測定する目的は、現地測定されたデータの正確度を判断し、必要に応じて補正できるようにすることです。

重要

オリンパスは、前処理試料の結果をラボの結果と比較することを強く推奨します。これには、125 ページ C.9 で説明したプロトコルに従い、試料を採取し、前処理することが必要です。試料を分取して、測定のためにラボに提出してください。蛍光 X 線分析計の分析の最大の誤差要因は、試料前処理の不足です。比較するには、必ず前処理試料を使用してください。

C.4.2 その場測定データの信頼性

その場測定に広く頼る作業者は、現場で測定されたデータの信頼性を判断することは重要です。その場測定は、すべての試料を対象にしたものではなく、現場を代表する一部の試料を対象にしたもので、試料前処理なし、またはわずかな前処理で定量データが得られることを業者が実証できれば、現地の地質調査は、より早くより正確に完了するでしょう。

例えば、試料が 2mm のふるいでふるい分けされたときは、XRF の結果が大きく変化することを示せるでしょう。しかし、これより目の細かいふるいでふるいわけされたときは、それほど変わらないことを示せるでしょう。2mm のふるい分けでは短時間で済みますが、より良好な XRF データが必要であれば、より目の細かいふるい分けをすることをお奨めします。

試料前処理の適切なレベルを決めるには

1. 土壤区画を約 10m x 10m で線引きしてください。

2. この区画内で数箇所をその場測定をするか、または、この区画の深さ 50cm の土壌を採取し、土壌をポリ袋に入れて、ポリ袋を通して測定してください。いずれの場合も、結果の平均値を出してください。
3. 現場での測定試料をポリ袋に入れなかった場合、この区画の深さ 50cm の土壌を採取し、2mm のふるいに掛けてください。
4. ふるいに掛けた試料をしっかり混ぜてから、材料の一部を XRF 専用容器に分取して、この試料を測定してください。

前処理試料の結果とその場測定での平均測定結果との違いが 20% 未満の場合：

- この区画の土壌が適度に均質であることを意味します。この場合、データの品質は、スクリーニングデータレベルではなく、おそらく半定量的レベルにあります。

この前処理試料の結果が、20% 以上異なる場合：

- 土壌が均質でなく、その場測定の結果が粒度効果によって影響されていることを意味します。この場合は、試料を約 250 μm のふるいでふるい分けしてください。試料を混ぜてから、取分けた試料を蛍光 X 線分析計の専用容器に入れてください。結果が、前回の結果よりも 20% 未満の場合は、精度の高いデータを取得するためには少なくとも 250 μm のふるいに掛ける必要があります。結果が、250 μm のふるいによる試料と比べ、20% 以上も異なる場合は、粒度効果が蛍光 X 線分析計の測定結果にまだ影響しているということになります。この場合、定量レベルのデータ品質を保証するために、試料を 125 μm のふるいでふるい分けする必要があります。

C.5 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計のキャリブレーション

オリンパスのハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、次に挙げる 3 種類の異なるキャリブレーション技法が可能です。

コンプトン散乱規格化法

コンプトン散乱規格化法のキャリブレーションは、SRM や SSCS のように、1 種類の特性が明らかな標準試料を測定します。全ての試料は、コンプトンピークで規格化されます。コンプトンピークは、X 線源（励起源）から照射する時、非弾性散乱線として生じます。すべての試料のスペクトルに存在します。試料のマトリックスは、X 線の散乱の仕方に影響します。この散乱線はコンプトンピークの強度に直接関連します。このため、コンプトンピークの規格化によって、試料ごとに異なるマトリックス効果の問題を低減できます。コンプトン規格化は、有機分析における内部標準の使い方に似ています。

ほとんどの場合、このコンプトン散乱規格化法が採用されています。この方法 (EPA 6200 認証) は、演算が速くて、簡単で、そして ppm レベルから 2 ~ 3%までの濃度範囲を測定します。ほとんどのその場測定は、環境汚染物質を特定または浄化することを追求しているため、2 ~ 3% を超える測定は対象にいません。

ファンダメンタル・パラメータ法 (FP 法)

ファンダメンタル・パラメータ (FP) 法は、ユーザーによるキャリブレーションが不要な技法です。標準試料内の既知成分値で検量線を作成するのとは異なり、FP 法は、共存元素の影響を見積もるため、各成分元素の物理定数に基づくアルゴリズムと反復計算から成分値を算出します。装置内蔵の数学アルゴリズムを使用し、土壌試料分析のための土壌のマトリックス効果が補正されます。FP 法に基づくキャリブレーションは、オリンパスが行いますが、ユーザーは、現場で測定する複数の SRM や標準試料の相関に基づく近似式から、ユーザーファクター（傾きと y 切片）を算出し使用することができます。

ユーザーが 100% 濃度までを測定したい場合、オリンパスは分析計にファンダメンタル・パラメータ (FP) を使用したソフトウェア・モジュールを装備することを推奨します。FP 法を使用したモジュールは、購入時または購入後にいつでもアップグレードとして追加できます。

参考

通常、ユーザーは、土壤測定のために、分析計をキャリブレーションする必要はありません。分析計は一般にコンプトン散乱規格化 (CN) 法に基づき、工場キャリブレーションを行ったものが納品されます。CN 法は、過去数年間にわたって、現地特有の土壤マトリックス化学に依存しないキャリブレーションを提供しています。

すべてのユーザーが、118 ページ C.4 で説明した QC 手順に従うことを推奨します

検量線によるキャリブレーション

検量線によるキャリブレーション法には、キャリブレーションパラメータを算出するために、現地の地質と同じ複数の標準試料 (SSCS) が必要です。成分元素の既知濃度に対する強度が測定され、検量線作成に使用されます。検量線は、現場で測定する試料マトリックスと同一であるため、正確な成分値を算出できます。SSCS は、現地から採取され、十分に前処理され、ラボにおいて ICP、AA などの精密分析により成分値が確認された試料です。

標準試料には、測定対象成分とともに妨害成分も含まなければなりません。オリンパスは、検量線を作成するのに、10 ~ 20 の標準試料を測定することを推奨します。検量線法は、現地毎に新しい検量線を作成する必要があります。

検量線は、特有な土壤試料を測定して各元素の検量線を作成します。十分に前処理された試料では、検量線法は通常最も正確な結果をもたらします。

検量線モジュールは、分析計の購入時、または後日に、アップグレードオプションとして別途で購入することができます。

参考

現場での XRF 土壤分析における測定ミスの最大原因是、試料前処理の不足です。作業者が測定するすべての試料を磨り潰して均質にする作業を怠る場合、高度な検量線を作成したとしても、正確な測定はできません。

キャリブレーション

土壤試料の成分元素濃度は、次式で算出されます。

$$\omega_i = \left(\frac{k_i}{M(Z, I)} \right) I_i$$

ここで：

k_i = 元素 i のキャリブレーション定数 (ファクタ)

ω_i = 元素濃度 i (測定された成分量)

I_i = 測定された元素 i の X 線強度

$M (Z, I)$ = 土壤マトリックス値

工場でのキャリブレーションは、各元素のキャリブレーション定数 k_i の値、および土壌マトリックス値の標準値 M (Z, i) を決定します。これらのキャリブレーション法 (CN、FP、検量線) は、現地固有 (地質) の土壌成分元素に重要な土壌マトリックス値 M (Z, i) に対する必要な補正を行います。XRF 分析計は、試料からの各元素の蛍光 X 線の実測強度と、キャリブレーションデータを使用して、成分元素濃度を算出します。

C.6 XRF の結果に及ぼす水分の影響

試料の水分は蛍光 X 線分析結果に 2 つの影響を与えます。

- 水分は土壌マトリックスのもう 1 つの化合物なので、土壌の化学的性質を変えます。
- 水分は試料を適切に前処理するのを妨げます。

測定時にさらに考慮すべきこと：

- ラボの結果は乾燥重量基準で提供されます。

C.6.1 土壌の化学成分比に与える影響

水分を多く含むと、土壌の化学成分比に影響を与えます。ただし、最新の XRF 分析計は、現場によって異なる土壌化学成分比の変化に対して自動的に補正します。実際、そのような化学成分比の変化が予想されているため、分析計は、コンプトン規格化またはファンダメンタル・パラメータ法を使用し、土壌測定における含水率やその他の原因による変化を補正します。

20% 以上の含水率は DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計がキャリブレーションした土壌マトリックスを変えてしまう問題を起こす可能性があることが知られています。ただし、土壌マトリックスの変化に対する結果を自動的に補正するために、コンプトン規格化またはファンダメンタル・パラメータ法が実装されています。

C.6.2 試料の前処理について

水分を含む土壌試料をうまく前処理できず、そのまま濡れた試料を測定すると、それは最大の測定ミスの原因になると思われます。水分を含む土壌試料を磨り潰したりふるい分けするのは非常に困難です。品質が最も良い XRF の測定結果は、通常、よく前処理された試料から得られます。

ラボ測定結果は乾燥 - 重量

ラボでは必ず分析前に試料を乾燥させます。ラボは、乾燥試料ベースの重量パーセント含有量で報告します。DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は、現場で、水分を含む試料の測定に頻繁に使用されています。そして、その測定結果は水分を含むことが報告されています。このように、他のすべての要因と同様に、水分を含む土壌を測定した場合は、真値よりも低い結果が算出されます。例えば、XRF で測定した際に、試料が何%かの水重量を含んでいた場合、XRF の結果は乾燥試料ベースよりも低くなります。他の考えられる誤差要因が同じく無視できる場合に、この影響が大きいことに注意してください。

C.7 蛍光 X 線分析計の結果とラボの結果の比較

オリンパスは、前処理試料の結果をラボの結果と比較することを強く推奨します。前処理試料の結果は、DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の測定において最も正確に測定できるからです。また、よく起こる測定ミスの発生源は不均一な試料からです。蛍光 X 線分析法を含むあらゆる分析法は、不均一な試料には適切に対応できません。

蛍光 X 線分析計の結果とラボの結果を比較するには

1. 試料を採取し、125 ページ C.9 で説明する試料の前処理方法に従い、試料の前処理を行ってください。
2. 全前処理試料から試料（5～10g）を分取して、蛍光 X 線分析専用容器に入れてください。
3. その試料を、最低 1 分間測定してください。
4. 湿式化学分析のために、測定した試料をラボに送ってください。

重要

ラボに全含有量溶出法で分析するよう依頼してください。ラボが全含有量溶出法を使用しない場合は、試料のすべての元素金属を抽出することができない可能性があります。この場合は、ラボの結果は蛍光 X 線分析計の結果よりも低くなります。含有量の不完全な溶出は、通常のラボでの測定ミス発生原因の 1 つなので、全含有量溶出法で分析するよう依頼することが非常に重要です。

測定ミスの例

作業者は土壤を採取しポリ袋に入れて、その一部で蛍光 X 線分析を行い、その袋全部か、またはその袋に入った試料の一部を測定のためラボに送ります。ラボの測定値が、蛍光 X 線分析計によって得られた測定値が大きく異なった場合。

問題

試料が非常に不均質なため、作業者の測定結果が、袋入り試料の全体を代表するものではありません。ラボが試料の異なる部分を測定し、試料の不均一性により、大きく異なる結果を得たことがあります。最も基本的な解決策は、袋入り試料の数箇所を測定して、平均値を報告することです。また、試料の不均一性による相違など、測定結果間の相違に関して注意してください。作業者は、すべての試料が入った袋をラボに送付すべきです。そして、すべての試料を前処理してから、試料の一部を分取して測定するようラボに依頼すべきです。

最良実施例

作業者は、袋入り試料の全部を均質になるよう前処理すべきです。それから、その一部を分取して蛍光 X 線分析計による測定をすることが必要です。そして測定後、測定した試料をラボに送付すべきです。

C.8 妨害ピーク

ある元素からのスペクトルピークが別のスペクトル・ピークと部分的または完全に重なるときに、妨害ピークとなります。

ケース 1

両方の元素に対してキャリブレーションされていれば、1 つの元素が妨害を引き起こし、もう 1 つの元素が妨害を受けたとしても、分析計はソフトウェアで対応して両方の元素の成分値を算出します。この例では、干渉されている元素は低い検出限界または低い精度で測定される場合がありますが、蛍光 X 線分析計での測定結果として受け入れられるはずです。

例：鉛と砒素

ほとんどの蛍光 X 線分析計は砒素の $K\alpha$ ピークが鉛 $L\alpha$ と重った場合に鉛 $L\beta$ を使って砒素 $K\alpha$ のピークを算出します。蛍光 X 線分析計は自動的に補正しますが、精度は影響を受けます。

参考

詳細は、オリンパスのアプリケーションシート *XRF Technology for Analysis of Arsenic and Lead in Soil* を参照してください。

ケース 2

蛍光 X 線分析計が干渉を引き起こしている元素に対してキャリブレーションされていない場合、分析計は試料中には存在していない元素を報告したり、試料中の元素を過度に報告することがあります。

例：臭素

土壤試料中に臭素が含まれていても、XRF が臭素のキャリブレーションをしていないケースです。臭素は、難燃剤の臭素化合物として、土壤中や他の試料にも、ますます検出されるようになってきました。分析計が臭素のキャリブレーションをしていない場合、試料中に臭素が存在すると、分析計は過度の鉛、水銀、砒素を報告します。この濃度レベルは、土壤試料中の臭素濃度に依存して変化します。

元素間の干渉は、大きく以下の 2 種類に分類できます。

- **Z、Z-1、Z+1 干渉**

原子番号 Z の元素が高濃度でサンプル内に存在するときに発生します。これは、原子番号 Z-1 または Z+1 の元素の濃度を高めに算出する原因になります。一般的には、ハンドヘルド蛍光 X 線分析計は的確な補正を行うため、これらの干渉は問題になりませんが、非常に高濃度の元素を調べたい場合にのみ、問題になります。例：10% 以上の高濃度の Fe (Z=26) は、Mn または Co (それぞれ Z=25 または Z=27) の濃度を増加させるでしょう。

- **K/L 干渉**

ある元素の L 裂線が別の元素の K 裂スペクトル線と重なるときに発生します。最も典型的な例は、鉛 / 砒素の干渉で、鉛の L アルファ線は、砒素の K アルファ線とほぼ同じエネルギーであることが原因です。

C.9 試料前処理方法と測定方法

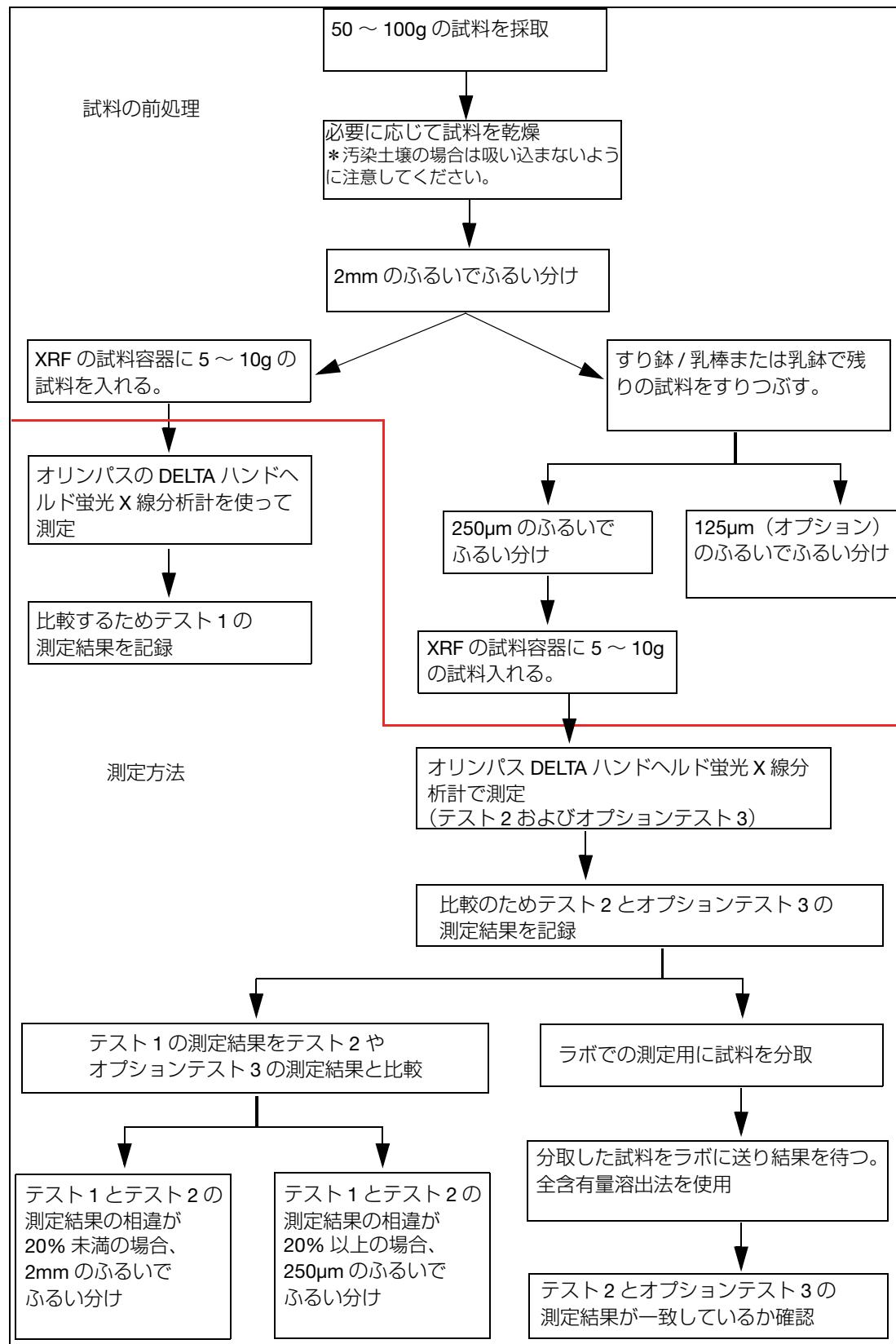


図 C-1 試料前処理方法と測定方法

付録 D: 合金グレードライブラリ

すべての DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計には、4 種類のライブラリが付いています。

- 各モデルに固有のファクトリ・ライブラリ（モデルおよびファクトリグレード名についての表は、次のページを参照してください）。
- トランプライブラリ（循環性元素のためのライブラリ）
- ユーザライブラリ #1（500 種類以上を保存可能）。
- ユーザライブラリ #2（500 種類以上を保存可能）。

参考

ライブラリは編集可能です。ただし、オリンパスは、ユーザが「ファクトリ」グレード・ライブラリを編集することを、推奨しません。

D.1 トランプライブラリ

すべての分析計には、出荷時に 7 種類のベース合金からなるトランプライブラリが設定されています（128 ページ表 21 参照）。トランプライブラリは他のグレード・ライブラリをサポートしています。

固有の要求に対応できるよう、元素ごとに、あるいはベース合金ごとに許容値を設定できます。

1 回のクリックで、すべてのトランプ機能を選択 / 非選択できるようになっています。

トランプライブラリの動作

- 特定の合金グレードを探す前にまず、トランプグレード（ベース合金）に合致するかを判定します。
 - 各試料は、7 種類のベース合金のうちの、1 つと判定されます（下記のリスト参照）。
 - 分析計は、合致したトランプグレード（ベース合金）を参照し、ベース合金ごとのトランプ元素の許容値を適用します。
- 特定の合金グレードの中に対応する元素が見つかると、トランプ元素の許容値が適用されます。
 - ただし、グレードマッチで近接するもの（グレードマッチが完全に一致しないもの）については、トランプ元素は適用しません。
 - また、試料内の元素の含有量が、合致するトランプグレード（ベース合金）の最大値以下となっているときに適用されます。
- ステップ 2 の条件を満たすと、トランプ元素がユーザーインターフェース上に表示されます。
 - トランプ元素は青色で表示されます。
 - グレードの比較欄に「Tramp」と表示されます。
 - グレードマッチ（合金判定）の結果が表示されます。ただし、トランプ元素はグレードマッチの判定には影響しなくなります。

トランプ元素機能の実用上の利点

- 判定が高速になります。
- 不明確な、あるいは間違った判定がより少なくなります。
- 合金ライブラリの完成度を改善できます。
- 画面上でトランプ元素を判別しやすくなります。

表 21 トランプライブラリのベース合金

ベース合金	代表的なトランプ元素
アルミニウム合金	Pb、Bi、Sn、Fe、Cu および Zn
コバルト合金	Al、Ti、V、Cu、Nb、Ta および Zr
銅合金	S、As、Ag、Sb、Sn。稀に Pb、Co、および Ni
鉄合金	V、Co、Cu、Ni、As。稀に Si、W、および Nb
その他の合金 (6 種のベース合金に属さない)	V、Co、Cu、Ni、As。稀に Si、W、および Nb
ニッケル合金	V、Co、W、Zr、Nb。稀に Ta、Mo、Cr、Cu
チタン合金	Fe は一般的。Cu および Si は低レベルで表示

D.2 DELTA Classic、Classic Plus、Inspector のファクトリ・グレードライブラリ

表 22 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金判定

アルミニウム	コバルト合金	特殊グレード
2007	Alloy 686	60Sn-40Pb
2011	AlnicoVIII	63Sn-37Pb
2018	コバルト	96-4
2117	Elgiloy	AZ31B
2618	F75	AZ91A または C
4032	FSX-414	SAC 300
5454	Haynes188	SAC 305
6040	Haynes36	SAC 400
6061	HS-1	SAC 405
6070	HS-12	97-3
6253	HS-19	Ag
6262	HS-21	Au
7005	HS-25-L605	Bi
7016	HS-31	103 Cb
7019	HS-4	CP Ta

表 22 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金判定 (続き)

アルミニウム	コバルト合金	特殊グレード
7039	HS-6B	Cr
7050	Jetalloy	Densalloy
7072	MarM302	Hf
7075	MarM509	Mn
7104	MarM905	Mo
1100-plus	MP35N	Nb
2024-plus	MPN159	Ni
2098-2195	Star J	Pb
2219-2519	Ultimet	Pd
3003 または 4 または 5		Re
355-2		Sb
5052-plus		Se
5086-plus		Sn
6063-plus		TungCarb C
7049-149-249		TungCarb S
		V
		W
		Zn
		Zr
		Zr 2 または 4
		Zr 702
		Zr 704
		Zr 705

表 23 銅およびニッケル合金

銅合金			ニッケル合金		
C 110	C 510	C 864	B 1900	I-617	MarM421
C 172	C 524	C 867	B-1900 Hf	I-625	Monel400
C 194	C 534	C 868	C 1023	I-690	Monel411
C 210	C 544	C 875	GMR235	I-700	MonelK500
C 220	C 623	C 8932	GTD222	I-702	MuMetal
C 260	C 630	C 903	Hast BC1	I-706	Ni 200
C 270	C 655	C 922	HastB	I-713	NichromeV
C 310	C 667	C 932	HastB2	I-718	Nim101

表 23 銅およびニッケル合金 (続き)

銅合金			ニッケル合金		
C 314	C 673	C 937	HastB3	I-720	Nim263
C 330	C 675	C 955	HastC2000	I-722	Nimonic75
C 332	C 706	C194HiCu	HastC22	I-725	Nimonic80A
C 340	C 710	C197HiCu	HastC276	I-738	Nimonic90
C 342	C 715	Elec Cu	HastC4	I-750	PWA1480
C 360	C 745	Muntz	HastF	I-792	PWA1484
C 377	C 752	NarloyZ	HastG	I-800	RA333
C 425	C 814	SeBiLOYI	HastG2	I-801	Rene125
C 443	C 836	SeBiLOYII	HastG3	I-825	Rene142
C 464	C 857	SeBiLOYIII	HastG30	I-901	Rene220
C 482			HastN	I-903	Rene41
C 485			HastR	I-907-909	Rene77
			HastS	I-939	Rene80
			HastW	IN100Mar	Rene95
			HastX	M002	Supertherm
			Haynes230	MarM200	Udimet500
			HR160	MarM246	Udimet520
			HyMu80	MarM247	Udimet700
			I-102I-49		Waspaloy
			I-600		
			I-601		

表 24 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
3310	1 1-4 Cr
4130	2 1-4 Cr
4140	5 Cr
4340	9 Cr
8620	P91
9310	
12L14	
A10	
Carb 1-2 Moly	

表 24 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼 (続き)

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
炭素鋼	
20Mo4	

表 25 ステンレス、チタン、工具鋼

ステンレスグレード			チタン合金 グレード	工具鋼
201	21-6-9	Haynes556	Cp Ti	A2
203	25-4-4	Incoloy840	Cp Ti Pd	A6
304	254SMO	Invar 36	Ti 12	A7
309	26-1	Kovar	Ti 17	D2 または D4
310	29-4	M152	Ti 3 2-5	D7
316	29-4-2	Maraging350	Ti 6-22-22	H-11
317	A	MaragingC200	Ti 6-2-4-2	M1
321	302HQ	MaragingC250	Ti 6-2-4-6	M2
329	410 Cb	MaragingC300	Ti 6-4	M4
330	410-16-20	N-155	Ti 6-6-2	M42
347	904L	Ni-hard#1	Ti 8	O1
422	A-286	Ni-hard#4	Ti 8-1-1	O2
430	AL6XN	Ni-Span902	Ti 10-2-3	O6
431	Alloy42	Nitronic40	Ti 15-3-3-3	S1
434	Alnicoll	Nitronic50	Ti 3-11-13	S5
440	AlnicollII	Nitronic60	Ti 5 - 2-5	S6
441	AlnicoV	RA330	Ti 6-2-1-1	S7
446	AMS350	RA85H	TiBetaC	T1
2003	AMS355	Zeron100		
2101	CD4MCU			
2507	Custom450			
13-8 Mo	Custom455			
15-5 PH	Duplex2205			
15Mn7Cr	E-bite			
17-4 PH	Ferallium255			
17-7 PH	GreekAscoloy			
19-9DL	H12			
19-9DX	H13			

表 25 ステンレス、チタン、工具鋼 (続き)

ステンレスグレード			チタン合金 グレード	工具鋼
20Cb3				
20Mo6				

D.3 DELTA Standard および Professional のファクトリ・グレードライ ブライ

表 26 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金

アルミニウム	コバルト合金	特殊合金
319	Alloy 686	60Sn-40Pb
333	AlnicoVIII	63Sn-37Pb
380	コバルト	96-4
383	Elgiloy	AZ31B
384	F75	AZ91A または C
2007	FSX-414	SAC 300
2011	Haynes188	SAC 305
2018	Haynes36	SAC 400
2024	HS-1	SAC 405
2117	HS-12	97-3
2618	HS-19	Ag
3004	HS-21	Au
4032	HS25-L605	Bi
5042	HS-31	103 Cb
5052	HS-4	CP Ta
5083	HS-6B	Cr
5086	Jetalloy	Densalloy
5154	MarM302	Hf
5454	MarM509	Mn
6040	MarM905	Mo
6061	MP35N	Nb
6070	MPN159	Ni
6253	Star J	Pb
6262	Ultimet	Pd
7005		Re

表 26 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金（続き）

アルミニウム	コバルト合金	特殊合金
7016		Sb
7019		Se
7039		Sn
7050		TungCarb C
7072		TungCarb S
7075		V
7104		W
1100-plus		Zn
2014-17 std		Zr
2024-plus		Zr 2 または 4
2098-2195		Zr 702
2219-2519		Zr 704
3003 または 4 または 5		Zr 705
3003 または 5		
355-2		
356-57-std		
5052-plus		
5056-82		
5086-plus		
6063-plus		
7049-149-249		

表 27 銅およびニッケル合金

銅合金			ニッケル合金		
C 110	C 510	C 864	20Mo4	I-102	MarM247
C 172	C 524	C 867	B 1900	I-49	MarM421
C 194	C 534	C 868	B-1900 Hf	I-600	Monel400
C 210	C 544	C 875	C 1023	I-601	Monel411
C 220	C 623	C 8932	Colmonoy 6	I-602	MonelK500
C 260	C 630	C 903	GMR235	I-617	MuMetal
C 270	C 655	C 922	GTD222	I-625	Ni 200
C 310	C 667	C 932	Hast BC1	I-690	NichromeV
C 314	C 673	C 937	HastB	I-700	Nim101
C 330	C 675	C 955	HastB2	I-702	Nim263

表 27 銅およびニッケル合金 (続き)

銅合金			ニッケル合金		
C 332	C 706	C194HiCu	HastB3	I-706	Nimonic75
C 340	C 710	C197HiCu	HastC2000	I-713	Nimonic80A
C 342	C 715	Elec Cu	HastC22	I-718	Nimonic90
C 360	C 745	Muntz	HastC276	I-720	PWA1480
C 377	C 752	NarloyZ	HastC4	I-722	PWA1484
C 425	C 814	SeBiLOYI	HastF	I-725	RA333
C 443	C 836	SeBiLOYII	HastG	I-738	Rene125
C 464	C 857	SeBiLOYIII	HastG2	I-750	Rene142
C 482			HastG3	I-792	Rene220
C 485			HastG30	I-800	Rene41
			HastN	I-801	Rene77
			HastR	I-825	Rene80
			HastS	I-901	Rene95
			HastW	I-903	Supertherm
			HastX	I-907-909	Udimet500
			Haynes214	I-939	Udimet520
			Haynes230	IN100	Udimet700
			HR160	MarM002	Waspaloy
			HyMu80	MarM200	
				MarM246	

表 28 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
3310	1 1-4 Cr
4130	2 1-4 Cr
4140	5 Cr
4340	9 Cr
8620	P91
9310	
12L14	
A10	
Carb 1-2 Moly	
炭素鋼	

表 28 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼 (続き)

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
P20	
135 N	

表 29 ステンレス、チタン、工具鋼

ステンレスグレード			チタン合金	工具鋼
201	17-7 PH	H12	Cp Ti	A2
203	19-9DL	H13	Cp Ti Pd	A6
303	19-9DX	Haynes556	Ti 12	A7
304	20Cb3	Incoloy840	Ti 17	D2 または D4
309	20Mo6	Invar 36	Ti 3 2-5	D7
310	21-6-9	Kovar	Ti 6-22-22	H-11
316	25-4-4	M152	Ti 6-2-4-2	M1
317	254SMO	Maraging350	Ti 6-2-4-6	M2
321	26-1	MaragingC200	Ti 6-4	M4
329	29-4	MaragingC250	Ti 6-6-2	M42
330	29-4-2	MaragingC300	Ti 8	O1
347	29-4C	N-155	Ti 8-1-1	O2
410	302HQ	Ni-hard#1	Ti 10-2-3	O6
416	410 Cb	Ni-hard#4	Ti 15-3-3-3	S1
420	410-16-20	Ni-Span902	Ti 3-11-13	S5
422	904L	Nitronic40	Ti 5 - 2-5	S6
430	A-286	Nitronic50	Ti 6-2-1-1	S7
431	AL6XN	Nitronic60	TiBetaC	T1
434	Alloy42	RA330		
440	Alnicoll	RA85H		
441	AlnicollII	Zeron100		
446	AlnicoV			
2003	AMS350			
2101	AMS355			
2205	CD4MCU			
2205	Custom450			
2507	Custom455			
13-8 Mo	E-bite			
15-5 PH	Ferallium255			

表 29 ステンレス、チタン、工具鋼 (続き)

ステンレスグレード		チタン合金	工具鋼
15Mn7Cr	GreekAscoloy		

D.4 DELTA Premium のファクトリ・グレードライブラリ

表 30 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金

アルミニウム	コバルト合金	特殊合金
319	Alloy 686	60Sn-40Pb
333	AlnicoVIII	63Sn-37Pb
356	コバルト	96-4
357	Elgiloy	AZ31B
380	F75	AZ91A または C
383	FSX-414	SAC 300
384	Haynes188	SAC 305
1100	Haynes36	SAC 400
2007	HS-1	SAC 405
2011	HS-12	97-3
2018	HS-19	Ag
2024	HS-21	Au
2117	HS25-L605	Bi
2618	HS-31	103 Cb
3002	HS-4	CP Ta
3003	HS-6B	Cr
3004	Jetalloy	Densalloy
3005	MarM302	Hf
3105	MarM509	Mn
4032	MarM905	Mo
5005	MP35N	Nb
5042	MPN159	Ni
5052	Star J	Pb
5083	Ultimet	Pd
5086		Re
5154		Sb
5454		Se

表 30 アルミニウム、コバルト合金および特殊合金（続き）

アルミニウム	コバルト合金	特殊合金
5657		Sn
6040		TungCarb C
6061		TungCarb S
6063		V
6070		W
6253		Zn
6262		Zr
7005		Zr 2 または 4
7016		Zr 702
7019		Zr 704
7039		Zr 705
7050		
7072		
7075		
7104		
1100-plus		
2014-17		
2024-plus		
2098-2195		
2219-2519		
3003 または 4 または 5		
355-2		
5052-plus		
5056-82		
5086-plus		
6063-plus		
7049-149-249		

表 31 銅およびニッケル合金

銅合金			ニッケル合金		
C 110	C 510	C863	20Mo4	I-102	MarM246
C 172	C 524	C 864	B 1900	I-49	MarM247
C 194	C 534	C 867	B-1900 Hf	I-600	MarM421
C 210	C 544	C 868	C 1023	I-601	Monel400

表 31 銅およびニッケル合金 (続き)

銅合金			ニッケル合金		
C 220	C 623	C 875	Colmonoy 6	I-602	Monel411
C 240	C 630	C 8932	GMR235	I-617	MonelK500
C 260	C642	C 903	GTD222	I-625	MuMetal
C 270	C 655	C 922	Hast BC1	I-690	Ni 200
C 310	C 667	C 932	HastB	I-700	NichromeV
C 314	C 673	C 937	HastB2	I-702	Nim101
C 330	C 675	C 954	HastB3	I-706	Nim263
C 332	C 687	C 955	HastC2000	I-713	Nimonic75
C 340	C 706	C194HiCu	HastC22	I-718	Nimonic80A
C 342	C 710	C197HiCu	HastC276	I-720	Nimonic90
C 360	C 715	Elec Cu	HastC4	I-722	PWA1480
C 377	C 745	Muntz	HastF	I-725	PWA1484
C 425	C 752	NarloyZ	HastG	I-738	RA333
C 443	C 814	SeBiLOYI	HastG2	I-750	Rene125
C 464	C 836	SeBiLOYII	HastG3	I-792	Rene142
C 482	C 857	SeBiLOYIII	HastG30	I-800	Rene220
C 485	C 861		HastN	I-801	Rene41
			HastR	I-825	Rene77
			HastS	I-901	Rene80
			HastW	I-903	Rene95
			HastX	I-907-909	Supertherm
			Haynes214	I-939	Udimet500
			Haynes230	IN100	Udimet520
			HR160	MarM002	Udimet700
			HyMu80	MarM200	Waspaloy

表 32 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
3310	1 1-4 Cr
4130	2 1-4 Cr
4140	5 Cr
4340	9 Cr
8620	P91

表 32 低合金鋼およびクロムモリブデン鋼 (続き)

低合金鋼	クロムモリブデン鋼
9310	
12L14	
A10	
Carb 1-2 Moly	
炭素鋼	
P20	
135 N	

表 33 ステンレス、チタン、工具鋼

ステンレスグレード			チタン合金	工具鋼
201	17-4 PH	H12	Cp Ti	A2
203	17-7 PH	H13	Cp Ti Pd	A6
303	19-9DL	Haynes556	Ti 12	A7
304	19-9DX	Incoloy840	Ti 17	D2 または D4
309	20Cb3	Invar 36	Ti 3 2-5	D7
310	20Mo6	Kovar	Ti 6-22-22	H-11
316	21-6-9	M152	Ti 6-2-4-2	M1
317	25-4-4	Maraging350	Ti 6-2-4-6	M2
321	254SMO	MaragingC200	Ti 6-4	M4
329	26-1	MaragingC250	Ti 6-6-2	M42
330	29-4	MaragingC300	Ti 8	O1
347	29-4-2	N-155	Ti 8-1-1	O2
410	29-4C	Ni-hard#1	Ti 10-2-3	O6
416	302HQ	Ni-hard#4	Ti 15-3-3-3	O7
420	410 Cb	Ni-Span902	Ti 3-11-13	S1
422	410-16-20	Nitronic40	Ti 5-2-5	S5
430	904L	Nitronic50	Ti 6-2-1-1	S6
431	A-286	Nitronic60	TiBetaC	S7
434	AL6XN	RA330		T1
440	Alloy42	RA85H		
441	Alnicoll	Zeron100		
446	Alnicoll			
2003	AlnicoV			
2101	AMS350			

表 33 ステンレス、チタン、工具鋼 (続き)

ステンレスグレード		チタン合金	工具鋼
2205	AMS355		
2205	CD4MCU		
2507	Custom450		
13-8 Mo	Custom455		
15-5 PH	E-bite		
15Mn7Cr	Ferallium255		
	GreekAscoloy		

付録 E: プローブシールド

DELTA 50 Premium モデル (DP-4050 または DP-6550-C) は、標準アクセサリとしてプローブシールド (U8995563) が同梱されています (141 ページ図 E-1 参照)。プローブシールドは、測定中、X 線の後方散乱を減少させることにより、放射線の安全保護が改善されます。



図 E-1 DELTA 50 Premium 分析計に取り付けられたプローブシールド

DELTA 50 は、40kV を超える電圧でも使用することができるプローブシールドが出荷時に同梱されています。

DELTA 50 で測定をする際の構成には、いくつかの方法があります (86 ページ 5.2 参照) :

- 分析計を常にワークステーションに設置して、40kV を超える電圧で使用する
- 分析計を常にプローブシールドかワークステーションのいずれかに取り付けて、40kV を超える電圧で使用する
- 40kV を超える電圧で使用する際の最大許容線量および最大許容時間についての規制 (警告) を考慮した上で、任意の電圧で使用する

参考

DP-6550-C モデルの場合、標準で内蔵カメラが搭載されています。また、DP-4050 モデルの場合、内蔵カメラはオプション機能であり、工場出荷時に搭載されます。

E.1 プローブシールドの取り付け

プローブシールドを取り付けるには

1. プローブシールドの受け口の内面近くに位置決めネジ（イモネジ）が来るよう位置調整をします。



注意

受け口（142 ページ図 E-2 参照）から位置決めネジがはみ出ないようにします。ネジがはみ出ると、分析計のノーズ部に傷をつける可能性があります。

2. 位置決めネジがはみ出る場合：
 - a) 0.125 インチ（約 3.2mm）の六角レンチをアクセス穴に入れます（142 ページ図 E-2 参照）。
 - b) ネジの先が受け口の表面からはみ出ないように位置決めネジを緩めます。

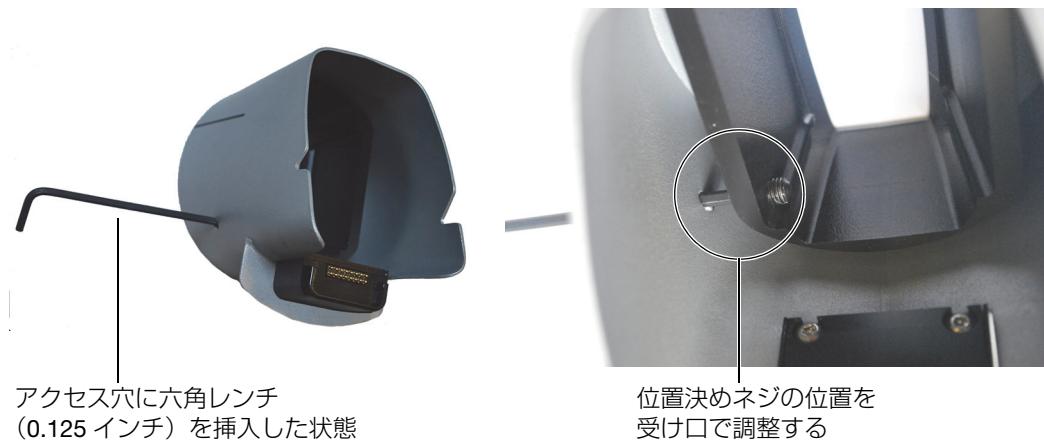


図 E-2 プローブシールド位置決めネジ

3. 平面（作業台またはベンチ）にノーズ部を下に向けてプローブシールドを置きます（142 ページ図 E-3 参照）。

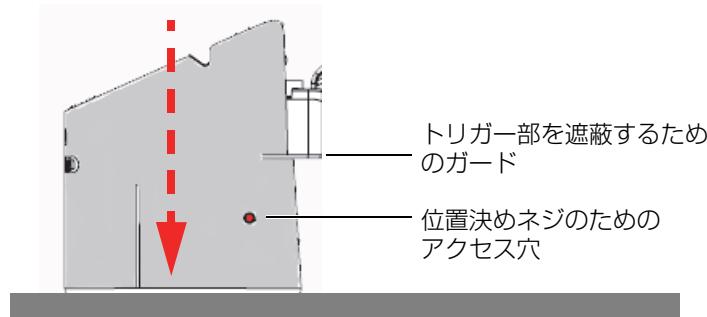


図 E-3 下に向けたプローブシールド

4. 分析計の電源がオフになっていることを確認してください。

5. インターロックのコネクタ部分に分析計が電気的に接するよう注意しながら、分析計をプローブシールド内にスライドさせます (143 ページ図 E-4 参照)。

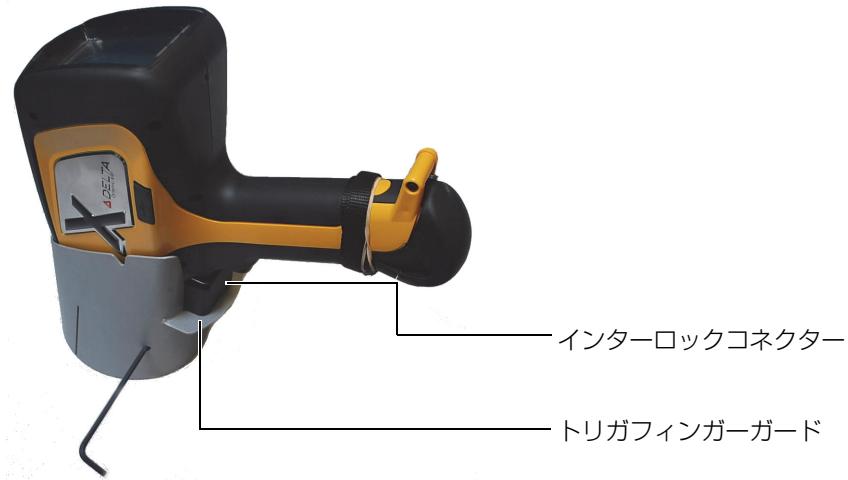


図 E-4 プローブシールドインターロックの接続

6. しっかりと接するよう分析計をプローブシールド内に差し込みます。



注意

位置決めネジで、プローブシールドをしっかりと固定します。分析計の損傷を避けるため、位置決めネジを強く締めすぎないでください。

7. 六角レンチを右回りに回転し、2 つのパーツを同時にロックします (143 ページ図 E-5 参照)。



図 E-5 分析計が適切に設置され固定されている状態

8. 分析計のノーズ部分がプローブシールドの表面と同一面にあることを確認してください (144 ページ図 E-6 参照)。



図 E-6 分析計とプローブシールドがぴったりと合っている状態

E.2 プローブシールドの取外し

プローブシールドを取外すには

1. プローブシールドアクセスホールに六角レンチを挿入してください。
2. 位置決めネジを緩めます (144 ページ図 E-7 参照)。



図 E-7 位置決めネジを緩める



注意

受け口に位置決めネジがはみでないようにします。ネジがはみでると、分析計のノーズ部に損傷を与える可能性があります。

**注意**

プローブシールドの表面にある 2 本のネジに手を加えないでください。

E.3 操作について

DELTA 50 Premium 分析計は、プローブシールドを設置すれば、DELTA シリーズの他の分析計と同様の方法で使用することができます。特定の情報は、DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計ユーザーインターフェースガイド (P/N: 103202-01JA) および DELTA シリーズハンドヘルド蛍光 X 線分析計クイックスタートガイド (P/N: 103076-01JA) を参照してください。これらの取扱説明書に記載されている放射線の安全対策に特に注意してください。

ヒント

- 小さな物品を測定する場合、あるいは、試料の小さな一部分だけを測定する場合は、カメラを使用すると便利です。DP-6550-C モデルでは、カメラは標準で搭載されています。小さな物品等を DP-4050 で測定する場合は、オプションのカメラを搭載することを推奨します。
- 測定窓が試料と同一面にあることを確認してください。
- 測定窓のフィルムに損傷を与える可能性があるため、強く押しつけないでください。

参考

145 ページ E.4 は、50kV オプションモデルを使用するにあたっての固有の情報（画面および手順）です。

E.4 ユーザーインターフェースについて

DELTA 50 Premium 分析計を操作する場合、ユーザーインターフェース (UI) の画面に注意してください。

E.4.1 法規制値の設定

法規制 Level 画面では、年間規制最大線量 (mR または mSv) を表示します。この値は、法規制遵守の担当者が設定する必要があります。

参考

画面の下部には、この 50kV の分析計を最悪の条件で使用したとき（使用者が、散乱の大きな試料を測定したものと仮定したとき）の過去 1 年間の線量が表示されます。

法規制 Level 画面を開くには

1. 設定ページで、HW トリガ (ハードウェアトリガ) をタップします (146 ページ図 E-8 参照)。



図 E-8 設定ページの HW トリガー (ハードウェアトリガー) ボタン

2. 安全性 /Hardware メニューで、法規制 Level をタップします (146 ページ図 E-9 参照)。



図 E-9 安全性 /Hardware メニュー

法規制 Level 画面が現れます (146 ページ図 E-10 参照)。



図 E-10 法規制 Level 情報

E.4.2 50kV オプション

DELTA 50 分析計を使用する際の要求事項について、50kV オプションを調整することで変更することができます。



注意

50kV Options (50kV オプション) ボタンのみを選択するようにしてください。他のボタンを選択してしまうと、再校正や再設定のために分析計を工場に送る必要が生じることがあります。

50kV オプション画面を開くには

1. 設定画面で、初期設定をタップします (147 ページ図 E-11 参照)。



図 E-11 設定画面の初期設定ボタン

2. パスワードを入力したら、OK をタップします (147 ページ図 E-12 参照)。



図 E-12 パスワードの入力



注意

50kV Options (50kV オプション) ボタンしか選択することができません。他のボタンを選択してしまうと、分析計を工場に送り、再校正または再設定しなければならなくなります (148 ページ図 E-13 参照)。

- 50kV Options (50kV オプション) をタップします (148 ページ図 E-13 参照)。

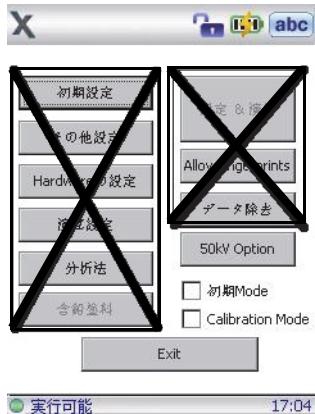


図 E-13 50kV Options (50kV オプション) ボタン

- 50kV Options (50kV オプション) 画面で、希望するオプションを選択します (148 ページ図 E-14 参照)。

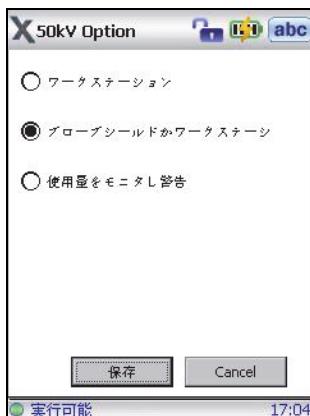


図 E-14 50kV Options (50kV オプション) 画面

参考

使用者によっては、グローブシールドが必要な場合があります。

E.4.3 セーフティインターロック

DELTA 50 は、管電圧 50kV で使用するときに必要となるプローブシールドを同梱して出荷されます。

このプローブシールドアクセサリと分析計の間には、安全のためのインターロック機能が搭載されています。測定を開始したときに、もし、プローブシールドがない場合、または適切に取り付けられていない場合は、警告メッセージが画面下部のステータスバーに表示されます。(149 ページ図 E-15 参照)。



図 E-15 下部ステータスバーのメッセージ

この場合、測定は中止されます。プローブシールドを適切に取り付けない限り、分析はできません。

参考

プローブシールドの取り付け方法については、142 ページ E.1 を参照してください。

付録 F: DELTA ポータブルワークステーション

F.1 製品概要

DELTA ポータブルワークステーションは、放射線をほぼ完全に遮蔽できる頑丈なテストスタンドであり、ベンチトップでの使用やリモートコントロールでの使用が可能です。以下の構成で使用します：

- A020-D ワークステーション (U8990865)
- すべての DELTA ハンドヘルド分析計モデル

参考

この構成では、DELTA をオリンパス DELTA PC ソフトウェアにより制御します。こうすることで、開放型のハンドヘルド分析計を、より安全な遮蔽型のワークステーションとして使用することができます。

F.1.1 ワークステーション

DELTA ポータブルワークステーションの構成部品を 151 ページ表 34 に示します。

表 34 DELTA ポータブルワークステーション構成部品

部品名称		DELTA ポータブルワークステーション – すべてのモデル
1	ヒンジ式蓋	
2	試料室	
3	ロックレバー	
4	ヒンジ式脚	

表 34 DELTA ポータブルワークステーション構成部品 (続き)

部品名称		DELTA ポータブルワークステーション – すべてのモデル
5	I/O パネル : <ul style="list-style-type: none"> シリアル D-Sub 9 ピン小型コネクター (5a) プローブアダプター用の D-Sub 15 ピン小型コネクター (5b) USB ポート (5c) AC 電源ポート (5d) 	

F.1.2 アクセサリー

DELTA ポータブルワークステーションのアクセサリーを 152 ページ表 35 に示します。

表 35 DELTA ポータブルワークステーションのアクセサリー

部品名称		DELTA ポータブルワークステーション – すべてのモデル
1	インターフェースケーブル付き DELTA プローブアダプター (製品番号 :U8990809)	
2	USB ケーブル (mini USB - USB A コネクター) (製品番号 :U8990455)	
3	Cal-Check 用試料 (316 ステンレス鋼) (製品番号 : U8990448)	

表 35 DELTA ポータブルワークステーションのアクセサリー（続き）

部品名称	DELTA ポータブルワークステーション – すべてのモデル
4 AC アダプター (ご購入時期により 9VDC または 18VDC、3.9A)	

F.2 安全性について

F.2.1 放射線の安全性について

DELTA ポータブルワークステーションは、推奨された測定手法、安全な手順にて使用した場合は、信頼性の高い安全なシステムです。ワークステーションの外側での X 線量は、規定された数値以下になります。



警告

- 本装置は、訓練および許可を得た作業者が適正な安全手順に従ってのみ使用することができます。不適切な使用は安全性を損ない、潜在的な悪影響を引き起こす可能性があります。
- 全ての警告文とラベルを読んでください。
- もし、何らかの損傷が認められた場合、予期しない X 線の漏えいが起きる可能性があるので、ワークステーションは絶対に使用しないでください。もし損傷を発見もしくはその可能性がある場合、認定された専門技術者による安全試験とワークステーションの修理を実施してください。

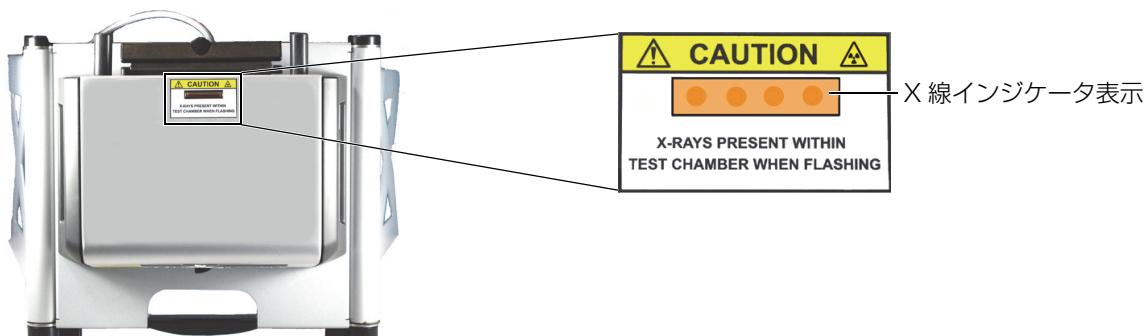


図 F-1 ワークステーション上部の放射線注意ラベル

F.2.2 AC アダプター

DELTA ポータブルワークステーションでは、付属の AC アダプター電源のみを使用してください。

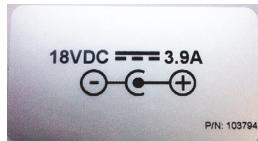


図 F-2 DELTA ポータブルワークステーション電圧ラベル

**注意**

指定以外の機器を使用すると、故障や機器の損傷につながります。

F.2.3 セーフティインターロック機能

この機能が強制的に働くことで、DELTA ポータブルワークステーションは遮蔽型の X 線システムとして機能します。試料室から放射線の漏洩がない状態にするために、試料室上部の蓋は完全に閉じる必要があります。蓋を閉じない限り、測定および Cal Check を開始することはできません。

セーフティインターロックが機能する例

- もし蓋が閉まっていないと（セーフティインターロック機能が働き X 線を照射しない）、Cal Check ボタン、もしくはテスト開始ボタンは使用できません（グレー状となります）。X 線の照射ができなくなります。
- 測定中に蓋を開けると、X 線管の電源供給が直ちに停止し、測定を中止した旨のメッセージが表示されます。X 線の照射がされなくなります。

F.2.4 X 線インジケータについて

X 線インジケータはワークステーション上部にあります（153 ページ図 F-1 参照）。このインジケータは 4 つの黄色の LED が並び、以下の 2 つの機能があります。

X 線インジケータ点灯（LED が点灯状態）

X 線管が使用可能な状態です。

X 線インジケータ点滅（LED が点滅状態）

分析計の測定窓を通して X 線が照射されている状態です。

F.2.5 ソフトによる近接センサー

測定開始 1 秒以内に、分析計が測定窓の前に試料があることを検知します。もし、サンプルが無いと判断した場合、X 線は自動的に止まります。

F.2.6 緊急時の停止方法

もし、X 線の照射中に分析計がロックしたと思われ、黄色の LED が点滅した状態となっている場合は、以下の手順に従ってください。

緊急時のシャットダウン方法

- ◆ 画面上の測定停止ボタンを押す
- または
- ワークステーションの D-Sub 15 ピン小型コネクターからプローブのアダプターケーブルを抜きます (151 ページ F.1.1 参照)。
- または
- 蓋を上げます。

参考

蓋を開けても測定したデータに影響することはありません。

F.3 物理的な必要事項

F.3.1 ワークステーション設置条件

DELTA ポータブルワークステーションの質量は、プローブアダプター、分析計およびバッテリーを合わせ 8.9kg です。

ワークステーションの最小設置面積は、ワークステーションの実際の寸法である幅 52.1cm、奥行き 37.5cm の周囲に 5.1cm を加える必要があります。蓋を完全に開いた状態を想定し、高さは 70cm を確保してください (155 ページ図 F-3 参照)。このとき、分析計の蓋や試料室内部へのアクセスが容易になります。

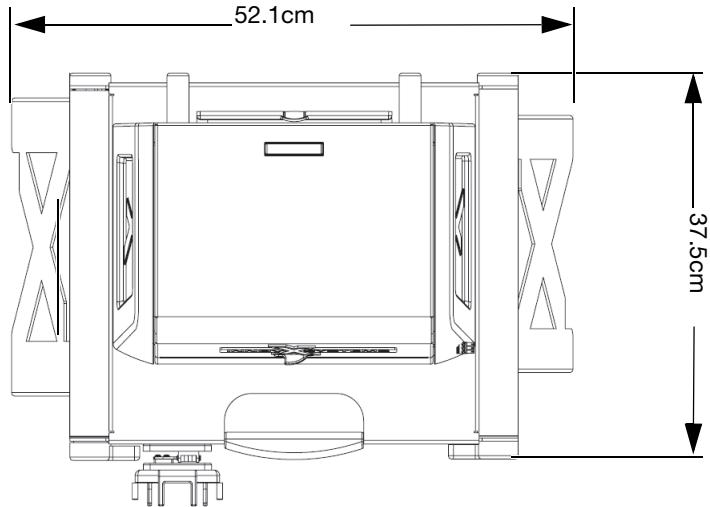


図 F-3 ワークステーション：上面図

F.3.2 試料室寸法

試料室の寸法を 156 ページ表 36 に示します。

表 36 試料室寸法

	部品名称	cm
1	幅（側壁間）	24.8
2	深さ（奥行き）	15.6
3	測定窓中心から前側壁まで	9.5
4	測定窓中心から後側壁まで	7
5	内部高さ（蓋を閉じた状態） (図示せず)	12.4

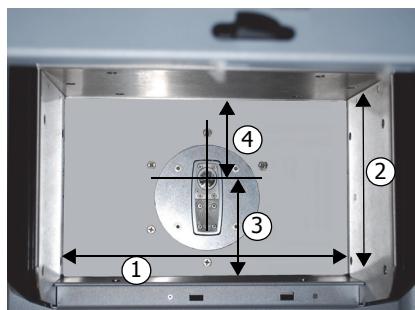


図 F-4 試料室：上面図

F.3.3 電源供給

付属の AC アダプタを使用する他に、DELTA 本体に取り外し可能なリチウムイオンバッテリー（標準）もしくはフェイクバッテリー（オプション）が使用できます。バッテリーの充電のために、ワークステーションを使用する場所で、DELTA ドッキングステーションもしくはチャージャー（オプション）が必要になることがあります。

参考

上記の充電器を使用するには、いずれも、AC 電源のためのコンセントが近くにある必要があります。

F.4 ワークステーションの組立て方法

ワークステーションを組み立てるには



注意

装置の損傷を防ぐため、ワークステーションの組み立て時には十分な空間を確保してください（155 ページ F.3.1 参照）。

1. 置かれた脚が手前に向くようにしてテーブルかベンチの上においてください (157 ページ図 F-5 参照)。
2. 固定レバーが解除されていることを確認してください (157 ページ図 F-5 参照)。



図 F-5 ワークステーション折り畳み状態

3. 左右脚を最大位置まで広げてください。
4. その位置で固定レバーで脚を固定してください (157 ページ図 F-6 参照)。



図 F-6 脚ロック位置

5. ワークステーションを起こしてください。
6. もし必要であれば、ワークステーションを安定させるため、レベル出しの台を使って装置を水平にしてください。」
7. ラッチを右にスライドさせ (158 ページ図 F-7 参照)、蓋を開けます。



図 F-7 蓋のラッチ

F.5 ワークステーションの収納

ワークステーションを収納する前に、次のことを実施してください。

- DELTA 分析計をオフにします。
- AC アダプターを抜きます。
- 分析計のプローブアダプターをワークステーションから取り外します。



注意

ワークステーションからプローブアダプターを取り外す前に、DELTA 分析計の電源をオフにします。分析計の電源をオフにしないで取り外すと、意図しない操作の原因となります。

1. 置まれた脚が手前に向くようにしてテーブルかベンチの上においてください (158 ページ図 F-8 参照)。



図 F-8 脚ロック位置

2. 固定レバーを解除位置に設定してください (159 ページ図 F-9 参照)。



図 F-9 ワークステーション折り畳み状態

3. 左右脚を折り畳み位置まで折り曲げます。
4. その位置で 2 つの固定レバーで脚を固定します。

F.6 ワークステーションの接続方法

ワークステーションを使用する前に、次のことを実施してください。

- DELTA 分析計をオフにしてください。
- DELTA 分析計をプローブアダプターに取り付けます。
- プローブアダプターをテストスタンドに取り付けます。



注意

ワークステーションにプローブアダプターを設置する前に DELTA 分析計の電源をオフにしてください。分析計の電源をオフにしないで取り付けると、意図せず動作してしまう原因となります。

DELTA 分析計へのプローブアダプター取付け方法

1. プローブアダプターに付いているツマミねじを緩めてください。
2. プローブアダプターの 16 ピンコネクタを DELTA 分析計に接続してください (159 ページ図 F-10 参照)。

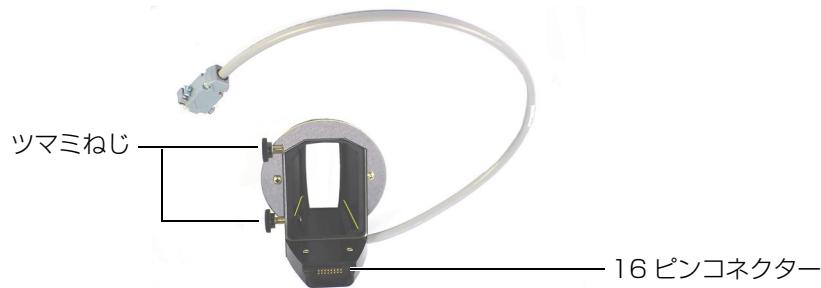


図 F-10 プローブアダプター

3. DELTA の測定窓がプローブアダプターの表面板と同一面にあることを確認してください (160 ページ図 F-11 参照)。

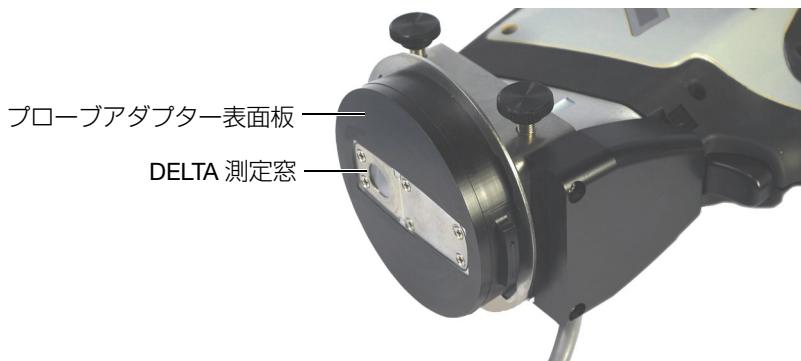


図 F-11 DELTA 測定窓とプローブアダプターの表面板の状態図

4. 2 つのツマミねじを締めて、DELTA 測定窓とプローブアダプターの表面が同一面にあることを確認してください。
5. プローブアダプターをワークステーションに取り付けます (160 ページの「分析計アダプターをワークステーションに設置するには」を参照)。

分析計アダプターをワークステーションに設置するには

1. ワークステーションを展開します (156 ページ「ワークステーションを組み立てるには」参照)。
2. ワークステーションを寝かせ、ロック機構へアクセス可能な状態にしてください (160 ページ図 F-12 参照)。



図 F-12 テストスタンドロック機構

3. プローブアダプターの大きい方の爪とロック機構の大きい方の切り欠きを合わせてください (161 ページ図 F-13 参照)。

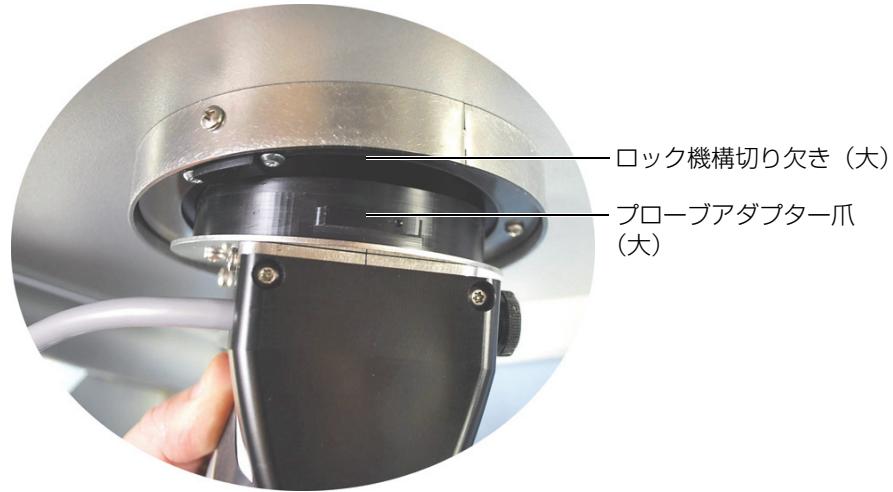


図 F-13 ロック機構の位置合わせ

4. プローブアダプターの表面板が試料室の底面と同一面にあることを確認してください。
5. アダプターが組み込まれた分析計を反時計回りにロックされるまでゆっくり回してください。
6. プローブアダプターのプラスチック製カバーの中心線がロック機構のネジの中心と合った状態になつていなければなりません (161 ページ図 F-14 参照)。

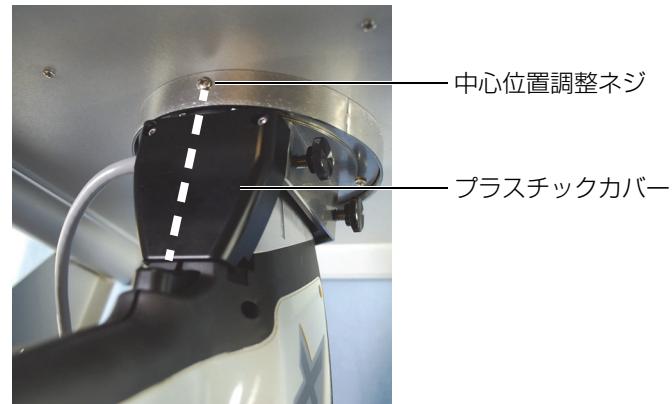


図 F-14 アダプターが組み込まれた分析計がワークステーションに設置された状態

7. ワークステーションを起動してください。
8. PC とワークステーションを接続してください (161 ページ PC とワークステーションの接続方法参照)。

PC とワークステーションの接続方法

1. プローブアダプターのインターフェースケーブル (15 ピン Dsub コネクター) とワークステーションの I/O パネルを接続してください (162 ページ図 F-15 および 162 ページ図 F-16 参照)。



図 F-15 プローブアダプターのインターフェースケーブル



図 F-16 テストスタンドの I/O パネル

2. mini USB コネクターを DELTA ポータブルワークステーションの USB ポートに差し込みます。
3. USB コネクターを PC の USB ポートに差し込みます。

図一覧

図 i-1	ラベルの位置	1
図 1-1	DELTA リチウムイオンバッテリー	21
図 1-2	DELTA ドッキングステーション	22
図 1-3	DELTA ドッキングステーション電源アダプター	22
図 1-4	USB データケーブル	23
図 1-5	USB リピータケーブルおよびアダプター	23
図 1-6	カプトンおよびプロレン測定窓フィルム	24
図 1-7	Cal Check (校正チェック) 試料 / コイン	24
図 1-8	六角レンチ付きプローブシールド	25
図 1-9	DELTA 分析計ユーザーインターフェース	25
図 1-10	フェイクバッテリーおよび電源コード	26
図 1-11	ワークステーション	27
図 1-12	ワークステーション (折りたたみ時)	27
図 1-13	ソイルフットおよびエクステンションポール	28
図 2-1	バッテリーチャージャー (オプション) にある警告メッセージ	32
図 2-2	電源スイッチと X 線インジケータ	35
図 2-3	測定画面のステータスバー	36
図 2-4	平らな表面に置かれた試料	38
図 2-5	試料をクランプで固定	38
図 2-6	危険な測定方法	39
図 2-7	危険な測定方法の例 – 線量計を装着していない	40
図 2-8	線量計の種類	43
図 3-1	ドッキングステーションケーブルの接続	48
図 3-2	バッテリー充電状態	49
図 3-3	分析計およびバッテリーのインジケータランプがオフの状態	49
図 3-4	分析計インジケータランプがオンの状態	50
図 3-5	バッテリーインジケータランプがオンの状態 (赤色)	50
図 3-6	両方のバッテリーがフル充電された状態	50
図 3-7	AC アダプター電源コード	51
図 3-8	24VDC とラベルの付いた AC アダプターコネクター	51
図 3-9	バッテリーチャージャー SWC コネクタ	52
図 3-10	リチウムイオンバッテリー (前面)	52
図 3-11	バッテリーチャージャークレードル	53
図 3-12	シャットダウン状態	54
図 3-13	バッテリー交換	54
図 3-14	AC アダプターのオス側レセプタクル	55
図 3-15	バッテリーモジュール	55

図 3-16	AC アダプター電源コード	55
図 4-1	DELTA のユーザーインターフェース	58
図 4-2	ボタン	59
図 4-3	ユーザーインターフェースのインジケータ	59
図 4-4	スクロールツール	60
図 4-5	下部ステータスバー	60
図 4-6	放射線の安全に関する警告画面	61
図 4-7	システムのイニシャライズと測定画面の開始	61
図 4-8	測定および測定設定画面 : Cal Check 実行可能	63
図 4-9	測定結果画面 : 正常な Cal Check	63
図 4-10	Cal Check の手順 : デッドマントリガ有効な場合	64
図 4-11	Cal Check の手順 : 両手による操作が有効な場合	64
図 4-12	DELTA 特別機能プッシュボタン	65
図 4-13	DELTA がドッキングステーションに置かれた状態	66
図 4-14	測定結果画面 : 正常な Cal Check	67
図 4-15	バッテリー充電ステータス画面	68
図 4-16	モード画面	69
図 4-17	モード設定画面	69
図 4-18	Test Conditions (測定条件) 画面	70
図 4-19	終了 Time タイプ画面	70
図 4-20	Alloy Plus Options (合金プラスオプション)	71
図 4-21	測定設定画面	71
図 4-22	モード設定画面	72
図 4-23	Test Conditions (測定条件) 画面	72
図 4-24	終了 Time タイプ画面	73
図 4-25	測定設定画面	73
図 4-26	測定開始および進捗状況画面	74
図 4-27	測定結果画面	75
図 4-28	終了画面	76
図 4-29	終了確認メッセージボックス	76
図 5-1	グレード・マッチ (品種判定) メッセージの例	84
図 5-2	Nominal Chemistry およびトランプエレメントの例	85
図 9-1	窓フィルムの種類	97
図 9-2	測定窓の裏面	98
図 9-3	ヒンジ付プレートのネジ	99
図 9-4	窓フィルム	99
図 10-1	DELTA 放射線量プロファイル – ハンドヘルド分析計	101
図 B-1	蛍光 X 線の仕組み	110
図 B-2	一般的なスペクトル表 : エネルギー対強度	110
図 B-3	EDXRF 分析計のサブシステム	113
図 C-1	試料前処理方法と測定方法	125
図 E-1	DELTA 50 Premium 分析計に取り付けられたプローブシールド	141
図 E-2	プローブシールド位置決めネジ	142
図 E-3	下に向けたプローブシールド	142
図 E-4	プローブシールドインターロックの接続	143
図 E-5	分析計が適切に設置され固定されている状態	143
図 E-6	分析計とプローブシールドがぴったりと合っている状態	144

図 E-7	位置決めネジを緩める	144
図 E-8	設定ページの HW トリガー (ハードウェアトリガー) ボタン	146
図 E-9	安全性 /Hardware メニュー	146
図 E-10	法規制 Level 情報	146
図 E-11	設定画面の初期設定ボタン	147
図 E-12	パスワードの入力	147
図 E-13	50kV Options (50kV オプション) ボタン	148
図 E-14	50kV Options (50kV オプション) 画面	148
図 E-15	下部ステータスバーのメッセージ	149
図 F-1	ワークステーション上部の放射線注意ラベル	153
図 F-2	DELTA ポータブルワークステーション電圧ラベル	154
図 F-3	ワークステーション: 上面図	155
図 F-4	試料室: 上面図	156
図 F-5	ワークステーション折り畳み状態	157
図 F-6	脚ロック位置	157
図 F-7	蓋のラッチ	158
図 F-8	脚ロック位置	158
図 F-9	ワークステーション折り畳み状態	159
図 F-10	プローブアダプター	159
図 F-11	DELTA 測定窓とプローブアダプターの表面板の状態図	160
図 F-12	テストスタンドロック機構	160
図 F-13	ロック機構の位置合わせ	161
図 F-14	アダプターが組み込まれた分析計がワークステーションに設置された状態	161
図 F-15	プローブアダプターのインターフェースケーブル	162
図 F-16	テストスタンドの I/O パネル	162

表一覧

表 1	分析計のラベルの内容	2
表 2	EC 指令および規範文書	9
表 3	DELTA シリーズ製品一覧 – 現行モデル	14
表 4	DELTA シリーズ製品一覧 – 旧モデル	15
表 5	モード	15
表 6	DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の同梱品	18
表 7	DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計 Premium	19
表 8	DELTA ドッキングステーション	20
表 9	被ばく線量測定サービス企業	44
表 10	バッテリ充電状態表示ランプ	53
表 11	合金分析モード	81
表 12	鉱石分析モード	87
表 13	土壤分析モード	91
表 14	生活・家庭用品分析モード	93
表 15	RoHS 規制元素のスクリーニングしきい値 (IEC)	95
表 16	放射線データ – アルミニウムプローブヘッド	103
表 17	放射線データ – 真鍮プローブヘッド	105
表 18	DELTA ハンドヘルド蛍光 X 線分析計仕様	107
表 19	ドッキングステーション (U8990897) 仕様	108
表 20	アクセサリー一覧	108
表 21	トランプライブラリのベース合金	128
表 22	アルミニウム、コバルト合金および特殊合金判定	128
表 23	銅およびニッケル合金	129
表 24	低合金鋼およびクロムモリブデン鋼	130
表 25	ステンレス、チタン、工具鋼	131
表 26	アルミニウム、コバルト合金および特殊合金	132
表 27	銅およびニッケル合金	133
表 28	低合金鋼およびクロムモリブデン鋼	134
表 29	ステンレス、チタン、工具鋼	135
表 30	アルミニウム、コバルト合金および特殊合金	136
表 31	銅およびニッケル合金	137
表 32	低合金鋼およびクロムモリブデン鋼	138
表 33	ステンレス、チタン、工具鋼	139
表 34	DELTA ポータブルワークステーション構成部品	151
表 35	DELTA ポータブルワークステーションのアクセサリー	152
表 36	試料室寸法	156

索引

A

AC 電源アダプター 26
使用 55
AC 電源アダプターによる（バッテリーなし）電源供給 54

C

Cal Check 62
試料 24
CE 記号 2
chemistry、Nominal 84
C-Tick マーク 2

D

DELTA 参照分析計
DELTA 蛍光 X 線分析計 参照 分析計

E

EMC 指令への準拠 9

F

FCC
記号 2
準拠 9

I

IEC の定量的スクリーニング要件 95

M

Mining Modes（鉱石モード）87
試料を測定する 78, 89, 92
ユーザ・ファクタ 89

N

Nominal chemistry 84

P

PC ソフトウェア 26

R

RoHS 3, 8
マーク 8
モード 93

S

SmartSort 84
Soil Modes（土壤モード）91
Soil 土壤モード
標準試料を測定 91

Soil モード

試料の前処理 92

U

USA FCC 準拠 9

W

WEEE 指令 3, 8

X

XRF ワークステーション 26, 151

X 線

インジケータ 35

あ

アクセサリ（オプション）25

アクセサリー

仕様 108

標準 20

オプション 25

アダプター 5

AC 電源 26

使用 55

ドッキングステーション電源 22

アプリケーションソフトウェア 25

アラームプロトコル、可聴 36

安全性 7

一般的な注意事項 30

インターロックの構造 29

管理 42

記号 6

警告表示 6

情報 29

電気に関する注意事項 31

放射線の安全性

よくある質問 41

訓練の推奨 42

放射線量 40

安全プログラム、線量計 44

い

一般的な干渉 123

一般的な注意事項 7

インジケータ 34

X 線 35

インターフェイス、ユーザー 61

下部ステータスバー 60

インジケータ 59
スクロール 60
ボタン 59
インターロックの構造、安全性 29

え
エネルギー分散方式分析計（EDXRF）112

お
オーストラリア、C-Tick 準拠 2
オリンパステクニカルサポート 11

か
改造と修理 6
画面、テスト 35
画面、放射線安全通知 61
干渉、一般的な 123
管理、安全性 42

き
記号
 C-Tick（オーストラリア）2
 FCC 2
 RoHS 3
 WEEE 3
 安全性 6
規則、リチウムイオンバッテリーの発送 10
記号
 CE 2

く
組み合わせ可能、分析計 5, 153
グレード・マッチ（種別判定）メッセージ（GMM）83
グレードライブリ 合金 127
 トランプライブリ 127
グレードライブリ、合金
 ファクトリ・グレードライブリ
 DELTA Classic 128
 DELTA Premium 136
 DELTA Standard 132
クレードル、バッテリーチャージャー 53

け
ケーブル、データ 22
蛍光 X 線分光技術の概要 109
蛍光 X 線分析計 参照分析計
警告
 一般的な注意事項 7
 電気に関する警告 8
警告表示
 安全性 6
 参考 7
結果の比較 122
検査、土壤 115
 一般的な使用方法 115
 データ品質目標 116
 品質保証 118
 フィールドでの使用、概要 116
元素分析 111

こ
交換
 バッテリー 54
 測定窓 97
合金グレードライブリ 127
 トランプライブリ 127
 ファクトリ・グレードライブリ
 DELTA Classic 128
 DELTA Premium 136
 DELTA Standard 132
 ライブリ、合金グレード
 トランプライブリ 127
校正 14
 分析計 120
誤用、分析計 38
梱包 10

さ
最良実施例
 測定 77
サポート情報 11
参考
 Cal Check が何度も正常に機能しない 65
 シリカ研磨剤 85
 ソフトウェアトリガロックの解除 66
 タイムアウト機能 60
 トランプ・ライブリ 85
 バッテリー同梱の分析計 49
校正対土壤測定 121
梱包材 17
推奨する校正のタイミング 119
全含有量溶出法 123
線量計バッジ 42
線量測定業者
 文書記録 44
測定窓を覆わない試料 37
土壤分析、測定ミスの原因 121
何度も Cal Check が不可能 67
分析計の電源がオンのまま 77
編集可能なライブリ 127
放射線の安全、訓練の推奨 42
放射線量 40
方法の目的 115
窓を覆う対象金属 86
ラボの測定結果との比較 119
参考記号 7

し
重要
 IEC の要件 95
 ステータス画面を終了しない 68
 ユーザ・ファクタオーダー 89
 リチウムイオンバッテリーの発送 10
線量計バッジ 44
測定窓の損傷 97
放射線ラベルの義務 2
浄化作業の必要性の決定 118

修理及び改造 6
 分析計
 修理及び改造 6
 種別判定 82
 準拠
 C-Tick (オーストラリア) 2
 EMC 指令 9
 FCC (USA) 9
 仕様
 アクセサリー 108
 ドッキングステーション 108
 分析計 107
 使用、目的 5
 状態表示、分析計 34
 使用方法 36
 使用目的 5
 諸元寸法 155
 シリアル番号 2
 試料、Cal Check 24
 試料前処理
 方法 125
 試料の前処理
 Soil Modes (土壤) モード 92
 試料を測定する
 生活・家庭用品モード 78
 鉱石モード 78, 89, 92
 生活・家庭用品分析モード 95
 指令、WEEE 8

す

水蒸気効果 122
 スクラップおよびリサイクリング機能 83
 ステーション、ドッキング 21, 47
 電源アダプター 22
 ステータス、バッテリー 48
 ステータスインジケータ、バッテリーチャージャー 53
 スワップ、バッテリーホット 53
 寸法、諸元 155

せ

生活・家庭用品分析モード
 試料を測定する 95
 RoHS モード 93
 標準試料を測定 94
 93
 測定概要 94
 生活・家庭用品モード 96
 生活・家庭用品モード
 試料を測定する 78
 製造日
 ぶんせきけい 2
 設定、分析計 47
 全含有量溶出法 123
 線量計
 バッジ 43
 安全プログラム 44
 線量測定企業 44
 線量測定企業、線量計 44

そ

操作、分析計 57
 装置
 装置 参照 分析計
 測定
 ヒント 78
 画面 35
 小型部品 37
 最良実施例 77
 測定の実施
 小型部品 37
 測定方法 125
 測定窓
 フィルム 23
 交換 97
 ソフトウェア
 PC 26
 アプリケーション 25

た

正しい使用方法、分析計 36

ち

チャージャー、バッテリー
 クレードル 53
 ステータスランプ 53
 注意事項、安全性
 危険、使用目的 5
 警告
 「ご使用にあたっての注意—お使いになる前にお読みください」を読む 47
 AC 電源回路 55
 誤用の例 41
 直接光線下の身体部分 40
 デスクまたはテーブルに座る 37
 手で試料を持つ 39
 破損した分析計の使用 17
 分析計の誤用 36
 放射線被ばくを防ぐ 74

注意

 ドライバーの使用 98
 バッテリーを不適切に挿入 51, 52
 きつく締めすぎたネジ 100
 組み合わせ可能な機器 5
 指定以外の機器の使用 154
 修理、分解及および改造 6
 分析計の損傷を防ぐ 98

 安全性に関する注意事項 注意事項、安全性を参照

 注意事項、一般的な 30

 注意事項、電気 31

 中国版 RoHS 3, 8

 注意事項、安全性

 警告
 人の近接距離 37

つ

通知画面、放射線安全 61

て
 データ、放射線 101
 データケーブル 22
 テクニカルサポート 11
 手順 特定の手順を参照
 テスト
 　現場で 36
 テストの実施
 　現場 36
 電気に関する注意事項 31
 電源アダプター
 　ドッキングステーション 22
 電源コード、国・地域専用 22
 電源コネクター
 　AC 電源アダプター、使用方法 55
 電源スイッチ 34

と

同梱品
 　ドッキングステーション 19
 　パッケージ 17
 　分析計 18
 登録に必要なもの 45
 土壤検査 115
 　一般的な使用方法 115
 　データ品質目標 116
 　品質保証 118
 　フィールドでの使用、概要 116
 ドッキングステーション 19, 21, 47
 　仕様 108
 　電源アダプター 22
 　バッテリーの充電について 48
 トランプ・ライブラリ 84

な

ナンバー
 　マッチ 82

は

バッジ、線量計 43
 発送
 　Li-ion バッテリー 10
 　分析計の返却 10
 バッテリー 21, 48
 　運送規則 10
 　交換 54
 　充電
 　　チャージャー 50
 　　ドッキングステーション 48
 　ステータス 48
 　ホットスワップ 53
 バッテリーチャージャー
 　クレードル 53
 　ステータスインジケータ 53
 バッテリーチャージャー（オプション）50
 バッテリーの充電について
 　オプションチャージャー 50
 　ドッキングステーション 48

番号
 　シリアル 2
 判定、種別 82
 ひ
 　比較、結果 122
 　必要なもの
 　　IEC 定量的スクリーニング 95
 　　分析計の登録 45
 　標準化試料 参照 Cal Check 試料
 　標準試料を測定
 　　Soil Modes（土壤）モード 91
 　　生活・家庭用品分析モード 94
 　標準本体構成 20
 ヒント
 　測定 78
 　不使用時 DDS に設置する分析計 100
 ふ
 　フィルム、測定窓 23
 　プローブアダプタ、取付け 159
 　プローブシールド 141
 　プロトコル、可聴アラーム 36
 　分光技術の変遷 110
 　分析、元素 111
 　参照 分析計
 　分析計 10
 　　仕様 107
 　　設定 47
 　　同梱品 17
 　　オフにする 75
 　　シリアル番号 2
 　　タイプ 14
 　　モード 14
 　　モデル 14
 　　開梱 17
 　　概要 17
 　　校正 120
 　　誤用 38
 　状態表示のインジケータについて 34
 　使用目的 5
 　諸元寸法 155
 　操作 57
 　正しい使用方法 36
 　電源スイッチ 34
 　同梱品 18
 　ラベルおよび記号 1
 分析計、EDXRF 112
 分析計をオフにする 75
 分析計の開梱 17
 分析モード
 　Alloy
 　　Alloy Plus 86
 　合金 81, 86
 　　不合格 86
 　生活・家庭用品 93
 　RoHS モード 93

生活・家庭用品モード 96
測定概要 94

へ
変遷、分光技術 110
返品発送、分析計 10

ほ
ポータブルワークステーション 参照 ワークステーション
放射線
安全
通知画面 61
データ 101
放射線量 40
放射線の安全性
よくある質問 41
訓練の推奨 42
方法、測定 125
保守点検、分析計 31
保証 10
ホットスワップ、バッテリー 53

ま
マーク
RoHS 8
マッチ
判定の種類 82
ナンバー 82
窓、測定
フィルム 23
交換 97

も
モード
Alloy 分析
Alloy Plus 86
鉱石 87
ユーザ・ファクタ 89
生活・家庭用品の分析
生活・家庭用品モード 96
土壌 91
試料の前処理 92
標準試料を測定 91
合金分析 81

合格 / 不合格 86
合金 86
鉱石
試料を測定する 78, 89, 92
生活・家庭用品
試料を測定する 78
生活・家庭用品の分析 93
RoHS モード 93
試料を測定する 95
測定概要 94
標準試料を測定 94
モデル番号 2

ゆ
ユーザ・ファクター、Mining Mode (鉱石モード) 89
ユーザーインターフェイス (UI) 61
ユーザーインターフェイス (UI)
下部ステータスバー 60
インジケータ 59
スクロール 60
ボタン 59

ら
ライブラリ、合金グレード 127
ファクトリ・グレードライブラリ
DELTA Classic 128
DELTA Premium 136
DELTA Standard 132
ラベル
位置 1
記号 1
リチウムイオンバッテリーの発送 10

り
リサイクリングおよびスクラップ機能 83
リチウムイオンバッテリー、運送規則 10

わ
ワークステーション
PC への接続 161
XRF 151
安全性 153
設定 159

