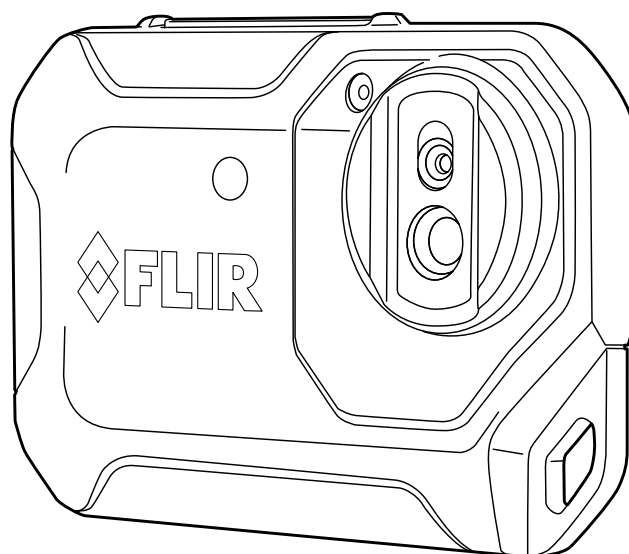




ユーザーマニュアル FLIR Cx シリーズ



ユーザーマニュアル FLIR Cx シリーズ

目次

1	免責条項	1
1.1	免責条項	1
1.2	用途に関する統計情報	1
1.3	用途についての統計情報	1
1.4	米国政府規制	1
1.5	著作権	1
1.6	品質保証	1
1.7	特許権	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	1
2	安全情報	2
3	ユーザーへの通知	6
3.1	ユーザー フォーラム	6
3.2	キャリブレーション	6
3.3	精度	6
3.4	電気廃棄物の処理	6
3.5	トレーニング	6
3.6	文書の更新	6
3.7	このマニュアルについての重要なお知らせ	7
3.8	正規版に関する注記	7
4	ユーザー ヘルプ	8
4.1	一般	8
4.2	質問を送信する	8
4.3	ダウンロード	9
5	クイック スタート ガイド	10
5.1	手順	10
6	説明	11
6.1	前面からの外観	11
6.2	背面からの外観	11
6.3	コネクタ	12
6.4	画面要素	12
6.5	自動方向付け	12
6.6	メニュー システムのナビゲート	13
7	操作	14
7.1	バッテリーの充電	14
7.2	カメラをオン・オフする	14
7.3	画像の保存	14
7.3.1	一般	14
7.3.2	画像容量	14
7.3.3	命名規則	14
7.3.4	手順	14
7.4	画像の呼び出し	14
7.4.1	一般	14
7.4.2	手順	14
7.5	画像を削除する	15
7.5.1	一般	15
7.5.2	手順	15
7.6	すべての画像の削除	15
7.6.1	一般	15
7.6.2	手順	15
7.7	スポットメーターを使用して温度を測定する	16
7.7.1	一般	16
7.8	測定ツールを非表示にする	16
7.8.1	手順	16

7.9	色パレットを変更する	16
7.9.1	一般	16
7.9.2	手順	16
7.10	画像モードの変更	17
7.10.1	一般	17
7.10.2	手順	17
7.11	温度スケール モードを変更する	18
7.11.1	一般	18
7.11.2	ロックモードが適する状況	18
7.11.3	手順	18
7.12	放射率の設定	18
7.12.1	一般	18
7.12.2	手順	18
7.13	反射見かけ温度の変更	19
7.13.1	一般	19
7.13.2	手順	19
7.14	距離の変更	19
7.14.1	一般	19
7.14.2	手順	19
7.15	不均一性補正の実行	20
7.15.1	不均一補正とは	20
7.15.2	不均一補正を実行する状況	20
7.15.3	手順	20
7.16	カメラ ライトの使用	20
7.16.1	一般	20
7.16.2	手順	20
7.17	Wi-Fi の設定	20
7.17.1	ピア ツー ピア接続の設定 (最も一般的な方法)	21
7.17.2	ワイヤレス ローカル エリア ネットワークへのカメラの 接続 (あまり一般的ではない方法)	21
7.18	カメラ設定を変更する	21
7.18.1	一般	21
7.18.2	手順	22
7.19	カメラの更新	23
7.19.1	一般	23
7.19.2	手順	23
8	技術データ	24
8.1	オンライン視野計算機	24
8.2	技術データに関する注記	24
8.3	正規版に関する注記	24
8.4	FLIR C2	25
8.5	FLIR C2 Educational Kit	28
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi)	31
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit	35
9	機械製図	39
10	CE 適合宣言書	43
11	カメラのクリーニング	45
11.1	カメラの筐体、ケーブルおよびその他のアイテム	45
11.1.1	液体	45
11.1.2	備品	45
11.1.3	手順	45
11.2	赤外線レンズ	45
11.2.1	液体	45
11.2.2	備品	45
11.2.3	手順	45

12	適用例	46
12.1	湿気および水による損傷	46
12.1.1	一般	46
12.1.2	図	46
12.2	ソケットの不完全な接続	46
12.2.1	一般	46
12.2.2	図	46
12.3	酸化したソケット	47
12.3.1	一般	47
12.3.2	図	47
12.4	断熱材の損傷	48
12.4.1	一般	48
12.4.2	図	48
12.5	隙間風	48
12.5.1	一般	48
12.5.2	図	48
13	FLIR Systems について	50
13.1	赤外線カメラを超える機能	51
13.2	知識の共有	51
13.3	カスタマー サポート	52
14	用語、法則、および定義	53
15	熱測定技術	55
15.1	はじめに	55
15.2	放射率	55
15.2.1	サンプルの放射率を見つける	55
15.3	反射見かけ温度	58
15.4	距離	59
15.5	相対湿度	59
15.6	その他のパラメータ	59
16	キャリブレーションについて	60
16.1	はじめに	60
16.2	定義: キャリブレーションとは	60
16.3	FLIR Systems でのカメラ キャリブレーション	60
16.4	ユーザーが実行したキャリブレーションと FLIR Systems で直接実行したキャリブレーションの違い	61
16.5	キャリブレーション、検証および調整	61
16.6	不均一性補正	62
16.7	熱画像調整 (温度同調)	62
17	赤外線技術の歴史	63
18	サーモグラフィの理論	66
18.1	はじめに	66
18.2	電磁スペクトル	66
18.3	黒体放射	66
18.3.1	Planck の法則	67
18.3.2	Wien の変位の法則	68
18.3.3	Stefan-Boltzmann の法則	69
18.3.4	非黒体発散体	70
18.4	赤外線半透過性素材	71
19	測定演算式	73
20	放射率表	77
20.1	参考文献	77
20.2	表	77

1.1 免責条項

FLIR Systems が製造するすべての製品は、FLIR Systems の指示に従い通常の方法で保存、使用、保守が行われることを条件に、素材および製造時の不良に対して、最初の購入の配達日から 1 年間の保証が提供されます。

FLIR Systems が製造する非冷却型携帯型赤外線カメラは、FLIR Systems の指示に従い通常の方法で保存、使用、保守が行われ、かつ、最初の購入から 60 日以内に製品登録することを条件に、素材および製造時の不良に対して、最初の購入の配達日から 2 年間の保証が提供されます。

FLIR Systems が製造する非冷却型携帯型赤外線カメラ用検知器には、FLIR Systems の指示に従い通常の方法で保存、使用、保守が行われ、かつ、最初の購入から 60 日以内に製品登録することを条件に、素材および製造時の不良に対して、最初の購入の配達日から 10 年間の保証が提供されます。

FLIR Systems が製造したのではないが FLIR Systems が最初の購入者に納品したシステムに含まれる製品には、特定のサプライヤーの保証のみが持ち越されます。FLIR Systems はそのような製品に対しては、いかなる責任も負いません。

この保証は最初の購入者のみを対象とし、譲渡できません。また、誤用、不注意、事故または異常な操作で不良が生じた製品には適用されません。消耗品はこの保証から除外されます。

この保証の対象となる製品で不良が発生した場合、更なる損害を防ぐため、その製品を続けて使用してはいけません。購入者はすぐに不良を FLIR Systems に報告するものとします。これを怠ると保証は適用されません。

FLIR Systems は、調査により製品の不良が素材によりまたは製造時に発生したことが証明され、かつ、上記1年の期間内に FLIR Systems に当該製品が返品されたときは、不良製品を自己の自由裁量にて無償で修理または交換するものとします。

FLIR Systems は上記以外の不良については、いかなる責務も法的責任も負いません。

明示または黙示による他の保証は一切提供されません。特に FLIR Systems は、商品性および特定目的への適合性に関する黙示の保証は提供いたしません。

FLIR Systems は、直接、間接、特別、付随的または派生的な損失または損害については、契約、不法行為、その他いかなる法理に基づくものであっても、その責任を負わないものとします。

この保証には、スウェーデンの法律が適用されます。

この保証に起因または関連して生じるすべての紛争、論争または申し立ては、ストックホルム商業会議所仲裁裁判所の規則に従って、仲裁により最終的に解決するものとします。仲裁場所はストックホルムとします。仲裁手続で使用する言語は英語とします。

1.2 用途に関する統計情報

FLIR Systems は、自社のソフトウェアおよびサービスの品質の維持と向上に役立てるために、用途について匿名の統計情報を収集する権限を有します。

1.3 用途についての統計情報

FLIR Camera Monitor サービスで、USB ケーブル経由でコンピュータに接続された FLIR カメラが検出されると、レジストリ エントリ HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel が自動的に レベル 2 に変更されます。この変更は、ネットワーク ログオンをサポートするリモート ネットワーク サービスがカメラ デバイスに実装されている場合にのみ行われます。

1.4 米国政府規制

この製品は米国輸出規制の対象となる場合があります。問い合わせは exportquestions@flir.com にお送りください。

1.5 著作権

© 2016, FLIR Systems, Inc. すべての国での無断複製転載を禁じます。ソースコードを含むソフトウェアは、FLIR Systems の書面による事前承認がない限り、そのいずれの部分も、電子メディア、磁気メディア、光学メディア、手作業などの方式または手段により複製、譲渡、複写、または別の言語もしくはコンピュータ言語に翻訳することを禁じます。

FLIR Systems の事前の書面による承諾なく、本書全体またはその一部を、電子メディアまたは機械が読み取りできる形式に複写、コピー印刷、複製、翻訳、または送信することを禁じます。

本書に記載された製品に表示される名称および記号は FLIR Systems および/または関連会社の登録商標または商標です。本書にて参照されるその他の商標、商用名、または社名は識別のみを目的に使用されており、各所有者の所有物です。

1.6 品質保証

これらの製品が開発および製造される品質管理システムは ISO 9001 規格に準拠していることが証明されています。

FLIR Systems は開発続行ポリシーを公約しています。そのため、事前に通知することなく各製品を変更および改良する権利を保持しています。

1.7 特許権

000439161; 000653423; 000726344; 000859020; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002021543-0002; 002058180; 002249953; 002531178; 002816785; 002816793; 011200326; 014347553; 057692; 061609; 07002405; 100414275; 101796816;

101796817; 101796818; 102334141; 1062100; 11063060001; 11517895; 1226865; 12300216; 12300224; 1285345; 1299699; 1325806; 1336775; 13911114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 17399650; 1880950; 1886650; 2007301511414; 2007303395047; 2008301285812; 2009301900619; 20100060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 2010305959313; 2011304423549; 2012304717443; 2012306207318; 2013302676195; 2015202354035; 2015304259171; 204465713; 204967995; 2106017; 21077799; 2115696; 2172004; 2315433; 2381417; 2794760001; 3006596; 3006597; 303330211; 4358936; 483782; 484155; 4889913; 4937897; 4995790001; 5177595; 540838; 579475; 584755; 599392; 60122153; 6020040116815; 602006006500.0; 6020080347796; 6020110003453; 615113; 615116; 664580; 664581; 665004; 665440; 67023029; 6707044; 677298; 68657; 69036179; 70022216; 70028915; 70028923; 70057990; 7034300; 710424; 7110035; 7154093; 7157705; 718801; 723605; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 734803; 7544944; 7606484; 7634157; 7667198; 7809258; 7826736; 8018649; 8153971; 8212210; 8289372; 8340414; 8354639; 8384783; 8520970; 8565547; 8595689; 8599262; 8654239; 8680468; 8803093; 8823803; 8853631; 8933403; 9171361; 9191583; 9279728; 9280812; 9338352; 9423940; 9471970; 9595087; D549758.

1.8 EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT ("EULA"), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
 - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
 - NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
 - NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided "AS IS" and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
 - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
 - Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
 - SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
 - EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.

1.9 EULA Terms

Qt4 Core and Qt4 GUI, Copyright ©2013 Nokia Corporation and FLIR Systems AB. This Qt library is a free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version. This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html>. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.

**警告**

適用対象: クラス B デジタル機器。

本機は、FCC適合検査の結果、FCC 規則第 15 章に基づくクラス B デジタル機器に関する規制要件に準拠することが確認されています。これらの規制要件は、機器を住宅に設置した場合に生じる有害な電波障害に対する適切な保護を提供することを目的としています。本機は無線周波エネルギーを生成、使用し、外部に放射する可能性があります。取扱説明書どおりに設置および使用しない場合には、無線通信に有害な障害を引き起こす可能性があります。ただし、特定の設置において電波障害が発生しないことを保証するものではありません。本機の電源をオン、オフに切り替えることにより、本機が無線やテレビ受信の有害な電波障害の原因になっていることが確認された場合は、電波障害を修正するために、次のいくつかの対処方法をお試しください。

- 受信アンテナの方向を変更する、または場所を変更する。
- 本機を受信機から離す。
- 受信機が接続されている回路とは別の回路のコンセントに本機を接続する。
- 販売店または無線やテレビに熟達した技師に相談する。

**警告**

適用対象: 15.19/RSS-210 に準じるデジタル機器。

通知: このデバイスは FCC 規則第 15 章およびカナダ産業省の RSS-210 に準拠しています。操作は、次の 2 つの条件を満たす必要があります:

1. このデバイスは有害な電波障害を引き起こす可能性はないこと、
2. このデバイスは、好ましくない操作結果を引き起こす可能性のある電波障害を含め、あらゆる電波障害を容認しなければならないこと。

**警告**

適用対象: 15.21 に準じるデジタル機器。

通知: FLIR Systems の明示的な承認なく本機に変更や改良を加えると、本機の操作に対する FCC 認可が無効になります。

**警告**

適用対象: 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65 に準じるデジタル機器。

無線周波放射ばく露情報: デバイスの放射出力は FCC/IC の無線周波ばく露限度を下回ります。とはいえ、デバイスは、通常操作中の人体接触可能性を最小限に抑える方法で使用する必要があります。

**警告**

適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。

バッテリーを分解したり、改造したりしないでください。バッテリーには安全および保護のための部品が含まれており、それが損傷すると、過熱、爆発または発火の原因になります。

**警告**

適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。

バッテリー液が漏れて液体が目に入った場合は、目をこすらないでください。目を水でよくすすぎ、すぐに治療を受けてください。すぐに治療を受けない場合、バッテリー液によって目を損傷することがあります。

**警告**

適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。

指定された充電時間に充電が完了しなかった場合は、充電を継続しないでください。バッテリーの充電を続けると、バッテリーが加熱して、爆発や発火のおそれがあり、怪我の原因となることがあります。

**警告**

適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。

バッテリーの放電には、正しい装置のみを使用してください。正しい装置を使用しないと、バッテリーの性能の低下や寿命の短縮につながる可能性があります。また、不適切な電流がバッテリーに流れてしまうこともあり、これによりバッテリーが加熱し、爆発で怪我をする可能性があります。

 警告
液体を使用される前には、該当する MSDS (製品安全データシート) と容器に記載されている警告ラベルをお読みください。液体は取り扱いによっては危険な場合があります、怪我の原因となることがあります。
 注意
レンズ カバーを装着しているかどうかを問わず、赤外線カメラを高エネルギー源 (例えば、レーザー光線を放射する機器や太陽) に向けないでください。カメラの精度に望ましくない影響を与えることがあります。また、カメラの検出素子を損傷することもあります。
 注意
ユーザー資料または技術データに別途指定がない限り、気温が +50°C を超える条件でカメラを使用しないでください。気温が高いと、カメラの損傷の原因になることがあります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 FLIR Systems 製シガー ライター ソケットにバッテリーを接続するための特別アダプターがないときは、バッテリーを車のシガー ライター ソケットに直接接続しないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーの陽極と陰極を金属の物体 (ワイヤなど) でつながないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを水や塩水に付けたり、バッテリーを濡らさないようにしてください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーに穴をあけないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 ハンマーでバッテリーをたたかないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 足でバッテリーを踏んだり蹴ったりしないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを火の中や近くに置いたり、直射日光に当てないでください。バッテリーが高温になると、組み込みの保護機能が作動し、充電が中止されます。また、バッテリーが熱くなると、保護機能が破壊され、バッテリーのさらなる過熱、損傷、発火の原因になります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを火の中に入れたり、熱でバッテリーの温度を上げないでください。バッテリーが損傷したり、怪我の原因となる可能性があります。

 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを火やストーブ、その他の高温になる場所に入れたり、それらの近くに置かないでください。怪我の原因となる可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーに直接はんだ付けしないでください。バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーの使用、充電中、または保管中に異常なおおいがしたり、熱くなったり、色が変わったり、形が変わったり、または他の異常な状況が見られたときは、バッテリーを使用しないでください。これらの問題が見られた場合は、販売店に相談してください。バッテリーが損傷したり、怪我の原因となる可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを充電するときは、指定された充電器のみを使用してください。指定の充電器を使用しないと、バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 カメラには、指定されたバッテリーのみを使用してください。指定のバッテリーを使用しないと、カメラとバッテリーが損傷するおそれがあります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを充電できる温度範囲は、0°C から +45°C です。この範囲外の気温でバッテリーを充電すると、バッテリーの過熱や故障の原因になります。また、バッテリーの性能が低下したり、耐用年数が短くなったりします。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを放電できる温度範囲は、ユーザー資料または技術データに別途指定がない限り、-15°C から +50°C です。この範囲外の気温でバッテリーを使用すると、バッテリーの性能が低下したり、寿命が縮むことがあります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーが古くなったときは、処分する前にバッテリーの両極をテープなどで絶縁してください。絶縁しないとバッテリーが損傷し、怪我の原因になることがあります。
 注意
適用対象: 1 つまたは複数のバッテリーを装着したカメラ。 バッテリーを装着する前に、水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。水分や湿気を取り除かないと、バッテリーが損傷する可能性があります。
 注意
カメラ、ケーブル、その他のアイテムに、溶剤や同様の液体を使用しないでください。バッテリーが損傷し、怪我の原因になることがあります。

	注意
赤外線レンズは注意してクリーニングしてください。レンズは損傷しやすい反射防止コーティングが施されており、これが損傷すると赤外線レンズも損傷する可能性があります。	
	注意
赤外線レンズをクリーニングし過ぎないようにしてください。これにより、カメラレンズの反射防止コーティングが損傷することがあります。	

注 保護構造グレードは、カメラのすべての開口部が指定のカバー、ハッチ、またはキャップで閉じられている場合にのみ適用されます (これにはデータ ストレージ、バッテリーおよびコネクタ部分などが含まれます)。

3.1 ユーザー フォーラム

弊社のユーザー フォーラムでは、赤外線分析を行う世界中のユーザーと意見を交換したり、問題や赤外線ソリューションを共有したりすることができます。フォーラムに参加するには、次のサイトを参照してください。

<http://forum.infraredtraining.com/>

3.2 キャリブレーション

年に一度、カメラをキャリブレーションに出すことをお勧めいたします。カメラの送り先については、お近くの販売店にお問い合わせください。

3.3 精度

正確な結果を得るため、カメラの起動後 5 分以上経過してから温度を測定することをお勧めいたします。

3.4 電気廃棄物の処理



ほとんどの電気製品と同様、この装置は環境にやさしい方法で処理を行う必要があります。また、電気廃棄物に関する既存の規制を順守する必要があります。

詳細については、お近くの FLIR Systems 代理店にお問い合わせください。

3.5 トレーニング

赤外線測定のトレーニング情報については、次のサイトを参照してください。

- <http://www.infraredtraining.com>
- <http://www.irtraining.com>
- <http://www.irtraining.eu>

3.6 文書の更新

取扱説明書は年に数回更新されます。また、製品にとって重要な変更通知も定期的に発行されます。

最新のマニュアル、翻訳されたマニュアル、および通知にアクセスするには、以下の [Download] タブにアクセスしてください。

<http://support.flir.com>

オンライン登録にはほんの数分しかかかりません。ダウンロードエリアでは、他の製品の取扱説明書の最新版や旧バージョンでサポートが終了した製品の取扱説明書も提供されています。

3.7 このマニュアルについての重要なお知らせ

FLIR Systems は、モデル ラインのいくつかのカメラをカバーした汎用マニュアルを発行しています。

従って、マニュアルの記載や説明が、お使いの特定のカメラには当てはまらない場合もありますので、ご注意ください。

3.8 正規版に関する注記

この文書の正規版は英語です。誤訳による相違がある場合には、英語版が優先されます。

最新の変更は英語版から反映されます。

FLIR Customer Support Center

Home Answers Ask a Question Product Registration Downloads My Stuff Service

FLIR Customer support

Get the most out of your FLIR products

Get Support for Your FLIR Products

Welcome to the FLIR Customer Support Center. This portal will help you as a FLIR customer to get the most out of your FLIR products. The portal gives you access to:

- The FLIR Knowledgebase
- Ask our support team (requires registration)
- Software and documentation (requires registration)
- FLIR service contacts

Find Answers

We store all resolved problems in our solution database. Search by product, category, keywords, or phrases.

Search by Keyword

[Search All Answers](#)

[See All Popular Answers](#)

To find a datasheet for a current product, click on a picture.
To find a datasheet for a legacy product, click [here](#).

FLIR Ex


FLIR Exx


FLIR Kxx


FLIR T4xx


FLIR T6xx


FLIR G3xx


ThermaCAM™ GasFindIR


FLIR GF3xx


FLIR AX


FLIR Ax5


FLIR A3xx


[More...](#)

Product catalog

Please right-click the links below and select Save Target As... to save the file.



US Letter (28 Mb)
A4 (27.4 Mb)

Accessories



[Important legal disclaimer, dangers, warnings, and cautions](#)

4.1 一般

カスタマーサポートをお求めの場合は、次のサイトを参照してください。

<http://support.flir.com>

4.2 質問を送信する

ユーザーヘルプチームに質問を送信するには、ユーザー登録が必要になります。オンライン登録は数分で完了します。ナレッジベースで既存の質問と回答などを検索するだけであれば、ユーザー登録は不要です。

質問を送信するときは、次の情報を入手していることを確認してください。

- カメラのモデル名
- カメラの製造番号
- カメラとデバイスの間の通信プロトコルまたは方法 (例えば、SD カードリーダー、HDMI、Ethernet、USB、または FireWire)
- デバイス タイプ (PC/Mac/iPhone/iPad/Android デバイスなど)
- FLIR Systems製のプログラムのバージョン
- マニュアルの正式名称、出版番号および改訂番号

4.3 ダウンロード

製品に適用可能な場合、ユーザー ヘルプ サイトでは、以下のものもダウンロードできます。

- 赤外線カメラ用のファームウェア更新。
- PC/Mac ソフトウェア用のプログラム更新。
- PC/Mac ソフトウェアのフリーウェアおよび評価バージョン。
- 最新版、旧版、およびサポートが終了した製品のユーザー マニュアル。
- 機械製図 (*.dxf および *.pdf フォーマット)。
- CAD データ モデル (*.stp フォーマット)。
- 適用事例。
- 技術データシート。
- 製品カタログ。

5.1 手順

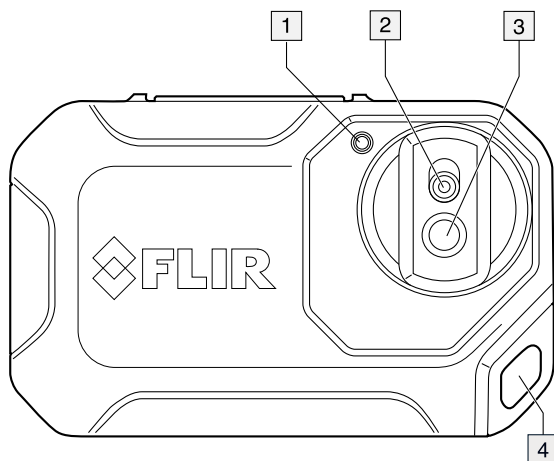
次の手順に従います。

1. FLIR 電源でバッテリーを約 1.5 時間充電します。
2. オン/オフ ボタン  を押して、カメラの電源を入れます。
3. カメラを対象物に向けます。
4. 保存ボタンを押して、画像を保存します。

(オプションの手順)

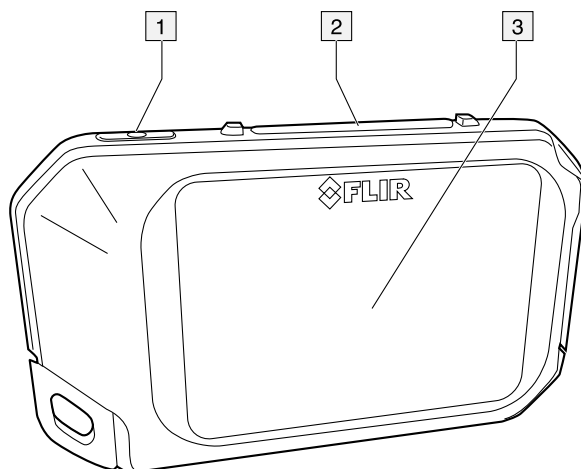
5. FLIR Tools を <http://support.flir.com/tools> からダウンロードしてください。
6. コンピュータに FLIR Tools をインストールします。
7. FLIR Tools を起動します。
8. USB ケーブルを使ってカメラをコンピュータに接続します。
9. 画像を FLIR Tools にインポートします。
10. FLIR Tools で PDF 形式のレポートを作成します。

6.1 前面からの外観



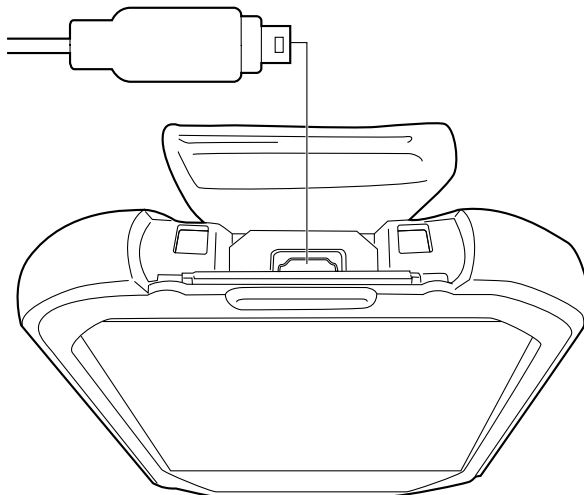
1. カメラ ライト。
2. デジタル カメラのレンズ。
3. 赤外線レンズ。
4. 取り付け位置

6.2 背面からの外観



1. オン/オフ ボタン。
2. 保存ボタン。
3. カメラの画面。

6.3 コネクタ

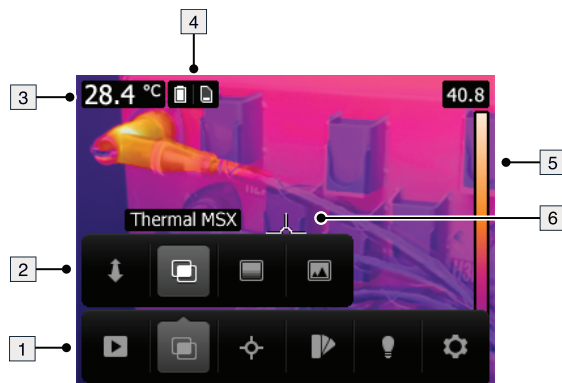


この USB Micro-B コネクタの用途は次のとおりです。

- FLIR 電源アダプターを使用してバッテリーを充電する。
- FLIR Tools でさらに解析するため、画像をカメラからコンピュータに移動する。

注 画像を移動する前に FLIR Tools をコンピュータにインストールしてください。

6.4 画面要素



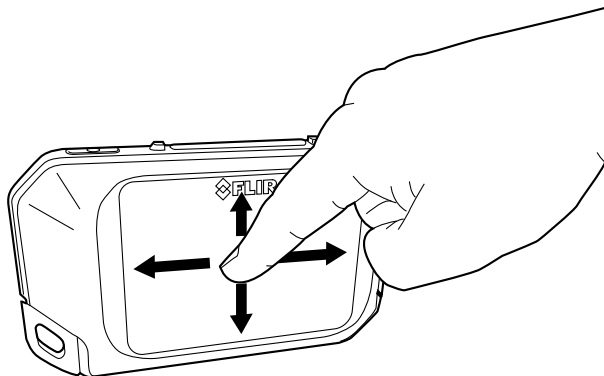
1. メイン メニュー ツールバー。
2. サブメニュー ツールバー。
3. 結果表。
4. ステータス アイコン。
5. 温度スケール
6. スポットメーター

6.5 自動方向付け

カメラには自動方向付け機能があります。この機能により、ディスプレイ上の測定情報をカメラの縦/横位置に自動調整できます。

注 設定で自動方向付け機能を有効化します。[オプション]>[デバイス設定]>[自動方向付け]>[オン]を選択します。

6.6 メニューシステムのナビゲート



カメラにはタッチスクリーンが装備されています。人差し指または専用のスタイラスペンを使用して、メニューシステムをナビゲーションします。

カメラの画面をタップして、メニューシステムを表示します。

7.1 バッテリーの充電



警告

装置のそばにコンセントを置いて、利用しやすいようにしてください。

次の手順に従います。

1. FLIR 電源をコンセントに接続します。
2. 電源アダプターケーブルをカメラの USB コネクタに接続します。

7.2 カメラをオン・オフする

- オン/オフ ボタン  を押して、カメラの電源を入れます。
- オン/オフ ボタン  を画面の表示が消えるまで (5 秒未満) 押すと、カメラはスタンバイ モードになります。2 時間経つとカメラの電源が自動的にオフになります。
- カメラの電源を切るにはオン/オフ ボタン  を 5 秒以上押し続けます。

7.3 画像の保存

7.3.1 一般

内部カメラ メモリーに画像を保存できます。

カメラには、熱画像と可視画像のどちらも同時に保存できます。

7.3.2 画像容量

およそ 500 枚の画像を内部カメラ メモリーに保存できます。

7.3.3 命名規則

画像の命名規則は *FLIRxxxx.jpg* となります。ここで、xxxx は一意のカウンタです。

7.3.4 手順

次の手順に従います。

1. 画像を保存するには、[保存] ボタンを押します。

7.4 画像の呼び出し

7.4.1 一般

保存した画像は内部カメラ メモリーに保存されます。もう一度画像を表示するには、内部カメラ メモリーから画像を呼び出します。

7.4.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [画像]  を選択します。これにより、画像アーカイブ内の画像が表示されます。
3. 前の画像または次の画像を表示するには、次のいずれかの操作を実行します。
 - 左または右にスワイプします。
 - 左矢印  または右矢印  をタップします。
4. 熱画像と可視画像を切り替えるには、上または下にスワイプします。

5. カメラの画面をタップします。これにより、ツールバーが表示されます。

- [全画面表示]  または [全画面を終了]  を選択して、全画面と通常の表示を切り替えます。
- [サムネイル]  を選択して、サムネイルを表示します。サムネイルをスクロールするには、上下にスワイプします。画像を表示するには、サムネイルをタップします。
- [削除]  を選択して、画像を削除します。
- [情報]  を選択して、画像に関する情報を表示します。
- [カメラ]  を選択して、ライブ モードに戻ります。

7.5 画像を削除する

7.5.1 一般

内部カメラ メモリーから画像を削除できます。

7.5.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [画像]  を選択します。これにより、画像アーカイブ内の画像が表示されます。
3. 前の画像または次の画像を表示するには、次のいずれかの操作を実行します。
 - 左または右にスワイプします。
 - 左矢印  または右矢印  をタップします。
4. 削除する画像が表示されたら、カメラの画面をタップします。これにより、ツールバーが表示されます。
5. ツールバーで、[削除]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
6. このダイアログ ボックスで、[削除] を選択します。
7. ライブ モードに戻るには、カメラの画面をタップして、[カメラ]  を選択します。

7.6 すべての画像の削除

7.6.1 一般

すべての画像を内部カメラ メモリーから削除できます。

7.6.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. ダイアログ ボックスで、[デバイス設定] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
4. ダイアログ ボックスで、[リセット オプション] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
5. ダイアログ ボックスで、[全画像を削除します] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。

6. このダイアログ ボックスで、[削除] を選択します。
7. ライブ モードに戻るには、左上の矢印  を繰り返しタップします。保存ボタンを一度押しても戻ることができます。

7.7 スポットメーターを使用して温度を測定する

7.7.1 一般

スポットメーターを使用して温度を測定することができます。これにより、画面上でスポットメーターがある位置の温度が表示されます。

7.7.1.1 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [測定]  を選択します。これにより、サブメニュー ツールバーが表示されます。
3. サブメニュー ツールバーで、[中心スポット]  を選択します。
スポットメーターがある位置の温度が画面の左上隅に表示されます。

7.8 測定ツールを非表示にする

7.8.1 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [測定]  を選択します。これにより、サブメニュー ツールバーが表示されます。
3. サブメニュー ツールバーで、[測定なし]  を選択します。

7.9 色パレットを変更する

7.9.1 一般

カメラが異なる温度表示するのに使用するカラー パレットを変更することができます。異なるパレットを使用することによって、画像の分析が容易になります。

7.9.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [カラー]  を選択します。これにより、サブメニュー ツールバーが表示されます。
3. サブメニュー ツールバーで、カラー パレットのタイプを選択します。
 - アイアン
 - レインボー
 - レインボーハイコントラスト
 - グレー

7.10 画像モードの変更

7.10.1 一般

カメラは、温度情報と視覚情報を同時に記録します。画像モードの選択に応じて、画面に表示する画像を選択します。

カメラは次の画像モードをサポートします。

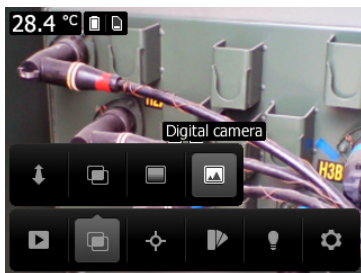
- **MSX (Multi Spectral Dynamic Imaging):** 可視画像の詳細で対象のエッジを強調した赤外線画像を表示します。



- **赤外線:** 完全な赤外線画像を表示します。



- **デジタル カメラ:** デジタル カメラで撮影した可視画像のみを表示します。



良好な融合画像 (MSX モード) を表示するには、カメラを必ず調整して、デジタル カメラ レンズと赤外線レンズの位置の微小な差を補正してください。画像を正確に調整するには、位置合わせ距離 (対象物までの距離など) が必要です。

7.10.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [イメージ モード]  を選択します。これにより、サブメニュー ツールバーが表示されます。

3. サブメニュー ツールバーで、次のいずれかを選択します。

- MSX 
- 赤外線 
- デジタル カメラ 

4. MSX モードを選択した場合には、以下を実行して、対象物までの距離も設定します。

- サブメニュー ツールバーで、[位置合わせ距離]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
- ダイアログ ボックスで、対象物までの距離を選択します。

7.11 温度スケール モードを変更する

7.11.1 一般

カメラには次の 2 種類の温度スケール モードがあります。

- 自動モード: このモードでは、カメラは継続的に自動調整され、画像の明るさとコントラストが最高の状態になります。
- ロックモード: このモードでは、温度スパンと温度レベルがロックされます。

7.11.2 ロックモードが適する状況

ロックモードの使用に適した状況は、デザインまたは構成が似ている 2 つの対象物で温度の異常を見つけるような場合です。

一例として、2 本のケーブルのうち 1 本に過熱の疑いがあるという状況を想定します。カメラを自動モードで正常な温度のケーブルに向け、次にロックモードを有効にします。次にロックモードでカメラを過熱が疑われるケーブルに向けると、最初のケーブルよりも温度が高い場合、熱画像でそのケーブルが明るい色で表示されます。

自動モードを使用すると、温度が違っていても 2 本のケーブルが同じ色で表示されることがあります。

7.11.3 手順

自動モードとロックモード間で切り替えるには、温度スケールの一番上または一番下の温度をタップします。

グレーの南京錠アイコンが表示されていれば、ロックモードが有効です。

7.12 放射率の設定

7.12.1 一般

温度を正確に測定するためには、測定対象の表面タイプをカメラに認識させる必要があります。以下の表面特性を選択できます。

- つや消し
- 半つや消し
- 半光沢仕上げ

このほか、カスタムの放射率を設定することもできます。

放射率の詳細については、セクション 15 熱測定技術, ページ 55 を参照してください。

7.12.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. ダイアログ ボックスで、[測定パラメータ] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
4. ダイアログ ボックスで、[放射率] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
5. ダイアログ ボックスで、次のいずれかを選択します。
 - つや消し
 - 半つや消し
 - 半光沢仕上げ
 - カスタム値。これにより、値を設定するダイアログ ボックスが表示されます。
6. ライブ モードに戻るには、左上の矢印  を繰り返しタップします。保存ボタンを一度押しても戻ることができます。

7.13 反射見かけ温度の変更

7.13.1 一般

このパラメータは、物体が反射する放射を補正するために使用されます。放射率が低く、物体の温度が反射温度と大きく異なっている場合、反射見かけ温度を正しく設定して適切に補正することが重要です。

反射見かけ温度の詳細については、セクション 15 熱測定技術, ページ 55 を参照してください。

7.13.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. ダイアログ ボックスで、[Measurement parameters] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
4. ダイアログ ボックスで、[反射温度] を選択します。これにより、値を設定するダイアログ ボックスが表示されます。
5. ライブ モードに戻るには、左上の矢印  を繰り返しタップします。保存ボタンを一度押しても戻ることができます。

7.14 距離の変更

7.14.1 一般

距離とは、物体とカメラの前面レンズとの間の距離を指します。このパラメータは、次の 2 つの事象を補正するために使用されます。

- 対象からの放射が物体とカメラの間の大気によって吸収される
- 大気そのものからの放射がカメラによって検出される

詳細については、セクション 15 熱測定技術, ページ 55 を参照してください。

7.14.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。

3. ダイアログ ボックスで、[Measurement parameters] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
4. ダイアログ ボックスで、[距離] を選択します。これにより、値を設定するダイアログ ボックスが表示されます。
5. ライブ モードに戻るには、左上の矢印  を繰り返しタップします。保存ボタンを一度押しても戻ることができます。

7.15 不均一性補正の実行

7.15.1 不均一補正とは

不均一補正 (NUC) とは、検出素子のさまざまな感度および他の光学的および幾何学的な障害を補正するためにカメラのソフトウェアによって実行される画像補正です¹。

7.15.2 不均一補正を実行する状況

不均一補正処理は、出力画像に空間ノイズが表示されるたびに実行する必要があります。周囲の温度が変化すると、空間ノイズが表示されるようになります (たとえば、屋内から屋外、屋外から屋内など)。

7.15.3 手順

不均一補正を実行するには、 アイコンをタップして押し続けます。[キャリブレーション中...] と画面に表示されます。

7.16 カメラ ライトの使用

7.16.1 一般

画像を撮影する際、カメラ ライトをフラッシュライト (フラッシュ) として使用できません。

7.16.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [ライト]  を選択します。
3. 次のいずれかをタップします。
 - フラッシュ (画像を撮影する際、ライトをフラッシュとして使用する)
 - オン (ライトをオンにして、フラッシュライトとして使用する)
 - オフ (ライトをオフにする)

7.17 Wi-Fi の設定

カメラの構成によっては、Wi-Fi を使用してカメラをワイヤレス ローカル エリア ネットワーク (WLAN) に接続したり、カメラと別のデバイスを Wi-Fi で接続したりできる場合があります。

次の 2 つの異なる方法で、カメラを接続できます。

- 最も一般的な方法: ピア ツー ピア 接続 (「アドホック」または「P2P」接続とも呼ばれる) を設定します。この方法は、主に iPhone または iPad などのその他のデバイスとの接続に使用されます。
- あまり一般的ではない方法: カメラを WLAN に接続します。

1. 間もなく国際的に採用される DIN 54190-3 (非破壊検査 – サーモグラフィ検査 – パート 3: 用語と定義) からの定義です。

7.17.1 ピア ツー ピア接続の設定 (最も一般的な方法)

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. [デバイス設定] を選択します。
4. [Wi-Fi] を選択します。
5. [共有] を選択します。
6. (オプションの手順) パラメータを表示して変更するには、[オプション] を選択します。
 - チャンネル (カメラがブロードキャストに使用しているチャンネル) を変更するには、[チャンネル] を選択します。
 - WEP (暗号化アルゴリズム) をアクティブにするには、[WEP] を選択します。これにより、[WEP] チェック ボックスがオンになります。
 - WEP パスワードを変更するには、[パスワード] を選択します。

注 これらは、カメラのネットワークに関連して設定するパラメータです。これらのパラメータは、外部デバイスがネットワークに接続するときに使用されます。

7.17.2 ワイヤレス ローカル エリア ネットワークへのカメラの接続 (あまり一般的ではない方法)

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. [デバイス設定] を選択します。
4. [Wi-Fi] を選択します。
5. [ネットワークに接続] を選択します。
6. 使用可能なネットワークのリストを表示するには、[ネットワーク] を選択します。
7. 使用可能ないずれかのネットワークを選択します。
南京錠のアイコンが付いているネットワークは、パスワードで保護されています。これらのネットワークでは、パスワードを入力する必要があります。

注 一部のネットワークは、存在していることをブロードキャストしていません。これらのネットワークに接続するには、[ネットワークを追加...] を選択し、該当するネットワークに従って、すべてのパラメータを手動で設定します。

7.18 カメラ設定を変更する

7.18.1 一般

カメラの各種設定を変更できます。

[オプション] メニューには次のものが含まれます。

- 測定パラメータ
- 保存オプション
- デバイス設定

7.18.1.1 測定パラメータ

- 放射率
- 反射温度
- 距離

7.18.1.2 保存オプション

- *Photo as separate JPEG*: このメニュー コマンドを選択すると、ビジュアル カメラからのデジタル写真が完全な視野で別の JPEG 画像として保存されます。FLIR Tools ソフトウェアを使用しない場合、このオプションの有効化が必要になることがあります。

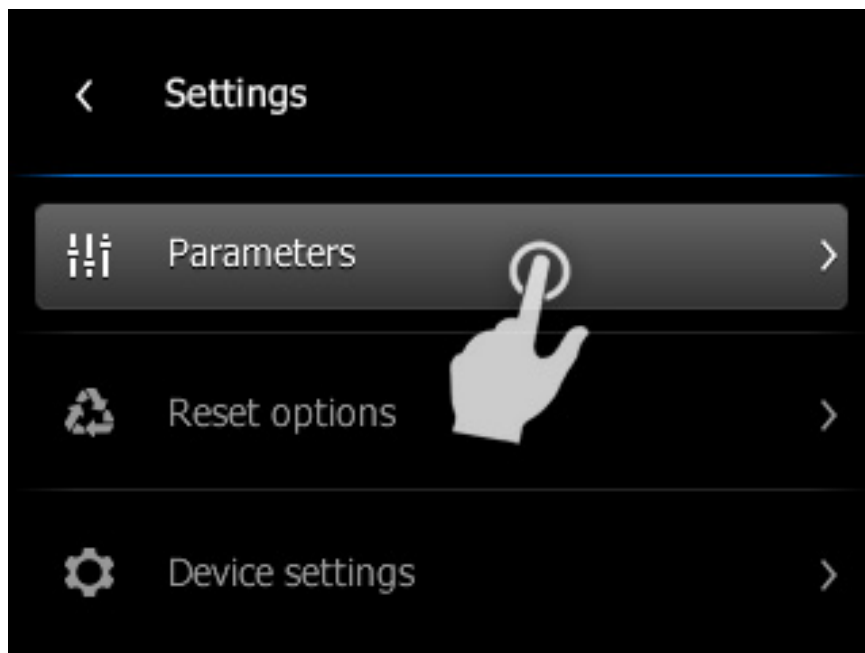
7.18.1.3 デバイス設定

- 言語と時間:
 - 言語
 - 温度単位
 - 距離単位
 - 日時
 - 日時形式
- リセット オプション:
 - デフォルトのカメラ モードにリセットする
 - 設定を工場出荷時状態にリセットします
 - 全画像を削除します
- 自動電源オフ
- 自動方向付け
- 画面輝度
- カメラ情報: このメニュー コマンドは、カメラに関するさまざまな情報 (モデル、シリアル番号、ソフトウェア バージョンなど) を表示します。

7.18.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの画面をタップします。これにより、メイン メニュー ツールバーが表示されます。
2. [オプション]  を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示されます。
3. ダイアログ ボックスで、変更する設定をタップします。



4. ライブ モードに戻るには、左上の矢印  を繰り返しタップします。保存ボタンを一度押しても戻ることができます。

7.19 カメラの更新

7.19.1 一般

最新のカメラ ファームウェアを利用するため、カメラを更新して常に最新の状態に維持することが重要です。カメラを更新するときは FLIR Tools を使用します。

7.19.2 手順

次の手順に従います。

1. FLIR Tools を起動します。
2. カメラを起動します。
3. USB ケーブルを使ってカメラをコンピュータに接続します。
4. カメラが識別されると、FLIR Tools に、ようこそ画面が表示されます。ようこそ画面で、[アップデートの検索] をクリックします。

FLIR Tools の [ヘルプ] メニューでも [アップデートの検索] をクリックできます。

5. 画面の指示に従います。

目次

8.1	オンライン視野計算機	24
8.2	技術データに関する注記	24
8.3	正規版に関する注記	24
8.4	FLIR C2	25
8.5	FLIR C2 Educational Kit.....	28
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi)	31
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit.....	35

8.1 オンライン視野計算機

<http://support.flir.com> にアクセスし、カメラシリーズの写真をクリックすると、レンズとカメラのあらゆる組み合わせに対する視野一覧表をご確認いただけます。

8.2 技術データに関する注記

FLIR Systems は、予告なく、いつでも仕様を変更する権限を有します。最近の変更については、<http://support.flir.com> をご確認ください。

8.3 正規版に関する注記

この文書の正規版は英語です。誤訳による相違がある場合には、英語版が優先されます。

最新の変更は英語版から反映されます。

8.4 FLIR C2

P/N: 72001-0101

Rev.: 41167

画像および光学データ	
NETD	100 mK
視野	41° × 31°
最小フォーカス距離	- 赤外線: 0.15 m (0.49 フィート) - MSX: 1.0 m (3.3 フィート)
焦点距離	1.54 mm (0.061 インチ)
空間分解能 (IFOV)	11 mrad
F 値	1.1
画像周波数	9 Hz
フォーカス	フォーカス フリー
検出素子データ	
焦点面アレイ	非冷却マイクロボロメーター
スペクトル領域	7.5 ~ 14 μm
検出素子ピッチ	17 μm
赤外線センサー サイズ	80 × 60
画像表示	
ディスプレイ (カラー)	3.0 インチ 320 × 240 ピクセル
ディスプレイの縦横比	4:3
自動方向付け	あり
タッチ スクリーン	あり、容量性
画像調整 (位置合わせキャリブレーション)	あり
画像表示モード	
赤外線画像	あり
可視画像	あり
MSX	あり
ギャラリー	あり
測定	
対象物温度レンジ	-10°C ~ +150°C (14 ~ 302°F)
精度	±2°C (±3.6°F) または 2% のうち大きい方 (公称 25°C (77°F) 時)。
測定分析	
スポットメーター	オン/オフ
放射率補正	あり (つや消し/準つや消し/準光沢仕上げ + カスタム値)
測定補正	- 放射率 - 反射見かけ温度

設定	
カラー パレット	• アイアン • レインボー • レインボー HC • グレー
設定コマンド	国に合わせた設定 (単位、言語、日付、時間形式)
言語	アラビア語、チェコ語、デンマーク語、オランダ語、英語、フィンランド語、フランス語、ドイツ語、ギリシャ語、ハンガリー語、イタリア語、日本語、韓国語、ノルウェー語、ポーランド語、ポルトガル語、ロシア語、中国語 (簡体)、スペイン語、スウェーデン語、中国語 (繁体)、トルコ語。
ライト	
出力	0.85 W
視野	60°
サービス機能	
カメラ ソフトウェアのアップデート	FLIR Tools を使用
画像の保存	
保存メディア	内部メモリー容量 (500 画像セット以上)
画像ファイル形式	• 標準 JPEG • 14 ビットの測定データ込み
ビデオ ストリーミング	
非解析用赤外線ビデオ ストリーミング	あり
可視ビデオ ストリーミング	あり
デジタル カメラ	
デジタル カメラ	640 × 480 ピクセル
デジタル カメラ、フォーカス	固定フォーカス
データ通信インターフェース	
USB、コネクタ タイプ	USB Micro-B: PC とのデータ転送
USB、標準	USB 2.0
電源システム	
バッテリー タイプ	充電可能リチウムイオン ポリマー バッテリー
バッテリー電圧	3.7 V
バッテリー動作時間	2 時間
充電システム	カメラ内部に充電
充電時間	1.5 時間
外部電源動作	• AC アダプタ、入力 90 ~ 260 VAC • カメラへ 5 V 出力
電源管理	自動シャットダウン
環境データ	
動作温度レンジ	-10°C ~ +50°C (14 ~ 122°F)
保管温度レンジ	-40°C ~ +70°C (-40 ~ 158°F)
湿度 (動作、保管)	IEC 60068-2-30/24 時間相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F)/2 サイクル
相対湿度	相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F) 非結露

環境データ	
EMC	• WEEE 2012/19/EC • RoHS 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR 第 15 章クラス B
磁界	EN 61000-4-8
バッテリー規制	UL 1642
保護構造	カメラ筐体およびレンズ: IP 40 (IEC 60529)
衝撃	25 g (IEC 60068-2-27)
振動	2 g (IEC 60068-2-6)
物理データ	
重量 (バッテリー込み)	0.13 kg (0.29 ポンド)
サイズ (長さ × 幅 × 高さ)	125 × 80 × 24 mm (4.9 × 3.1 × 0.94 インチ)
三脚架	いいえ
筐体材料	• PC および ABS、一部 TPE • アルミニウム
カラー	黒およびグレー
配送情報	
梱包、タイプ	ダンボール箱
同梱物	• 赤外線カメラ • ストラップ • 電源/充電器 (EU、英国、米国、中国、オーストラリア向けプラグ付き) • マニュアル (印刷物) • USB ケーブル
梱包、重量	0.53 kg (1.17 ポンド)
梱包、サイズ	175 × 115 × 75 mm (6.9 × 4.5 × 3.0 インチ)
EAN-13	4743254001961
UPC-12	845188010614
原産国	エストニア

サプライとアクセサリ:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.5 FLIR C2 Educational Kit

P/N: 72002-0202

Rev.: 41167

 注	
本製品は、教育機関に限りご購入いただけます。	
画像および光学データ	
NETD	100 mK
視野	41° × 31°
最小フォーカス距離	- 赤外線: 0.15 m (0.49 フィート) - MSX: 1.0 m (3.3 フィート)
焦点距離	1.54 mm (0.061 インチ)
空間分解能 (IFOV)	11 mrad
F 値	1.1
画像周波数	9 Hz
フォーカス	フォーカス フリー
検出素子データ	
焦点面アレイ	非冷却マイクロボロメーター
スペクトル領域	7.5 ~ 14 μm
検出素子ピッチ	17 μm
赤外線センサー サイズ	80 × 60
画像表示	
ディスプレイ (カラー)	3.0 インチ 320 × 240 ピクセル
ディスプレイの縦横比	4:3
自動方向付け	あり
タッチ スクリーン	あり、容量性
画像調整 (位置合わせキャリブレーション)	あり
画像表示モード	
赤外線画像	あり
可視画像	あり
MSX	あり
ギャラリー	あり
測定	
対象物温度レンジ	-10°C ~ +150°C (14 ~ 302°F)
精度	±2°C (±3.6°F) または 2% のうち大きい方 (公称 25°C (77°F) 時)。
測定分析	
スポットメーター	オン/オフ
放射率補正	あり (つや消し/準つや消し/準光沢仕上げ + カスタム値)
測定補正	- 放射率 - 反射見かけ温度

設定	
カラー パレット	- アイアン - レインボー - レインボー HC - グレー
設定コマンド	国に合わせた設定 (単位、言語、日付、時間形式)
言語	アラビア語、チェコ語、デンマーク語、オランダ語、英語、フィンランド語、フランス語、ドイツ語、ギリシャ語、ハンガリー語、イタリア語、日本語、韓国語、ノルウェー語、ポーランド語、ポルトガル語、ロシア語、中国語 (簡体)、スペイン語、スウェーデン語、中国語 (繁体)、トルコ語。
ライト	
出力	0.85 W
視野	60°
サービス機能	
カメラ ソフトウェアのアップデート	FLIR Tools を使用
画像の保存	
保存メディア	内部メモリー容量 (500 画像セット以上)
画像ファイル形式	- 標準 JPEG 14 ビットの測定データ込み
ビデオ ストリーミング	
非解析用赤外線ビデオ ストリーミング	あり
可視ビデオ ストリーミング	あり
デジタル カメラ	
デジタル カメラ	640 × 480 ピクセル
デジタル カメラ、フォーカス	固定フォーカス
データ通信インターフェース	
USB、コネクタ タイプ	USB Micro-B: PC とのデータ転送
USB、標準	USB 2.0
電源システム	
バッテリー タイプ	充電可能リチウムイオン ポリマー バッテリー
バッテリー電圧	3.7 V
バッテリー動作時間	2 時間
充電システム	カメラ内部に充電
充電時間	1.5 時間
外部電源動作	- AC アダプタ、入力 90 ~ 260 VAC - カメラへ 5 V 出力
電源管理	自動シャットダウン
環境データ	
動作温度レンジ	-10°C ~ +50°C (14 ~ 122°F)
保管温度レンジ	-40°C ~ +70°C (-40 ~ 158°F)
湿度 (動作、保管)	IEC 60068-2-30/24 時間相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F)/2 サイクル
相対湿度	相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F) 非結露

環境データ	
EMC	• WEEE 2012/19/EC • RoHs 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR 第 15 章クラス B
磁界	EN 61000-4-8
バッテリー規制	UL 1642
保護構造	カメラ筐体およびレンズ: IP 40 (IEC 60529)
衝撃	25 g (IEC 60068-2-27)
振動	2 g (IEC 60068-2-6)
物理データ	
重量 (バッテリー込み)	0.13 kg (0.29 ポンド)
サイズ (長さ × 幅 × 高さ)	125 × 80 × 24 mm (4.9 × 3.1 × 0.94 インチ)
三脚架	あり
筐体材料	• PC および ABS、一部 TPE • アルミニウム
カラー	黒およびグレー
配送情報	
梱包、タイプ	ダンボール箱
同梱物	• 赤外線カメラ • ストラップ • 電源/充電器 (EU、英国、米国、中国、オーストラリア向けプラグ付き) • マニュアル (印刷物) • 三脚架 • FLIR Tools+ のダウンロードリンクが記載された FLIR C2 教育キット カード、FLIR ResearchIR Standard (印刷版のライセンスキーを同梱)、教育リソース。 • USB ケーブル
梱包、重量	0.53 kg (1.17 ポンド)
梱包、サイズ	175 × 115 × 75 mm (6.9 × 4.5 × 3.0 インチ)
EAN-13	4743254002067
UPC-12	845188011376
原産国	エストニア

サプライとアクセサリ:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199012; FLIR ResearchIR Standard 4 (printed license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.6 FLIR C3 (incl. Wi-Fi)

P/N: 72003-0303

Rev.: 41167

画像および光学データ	
NETD	100 mK
視野	41° × 31°
最小フォーカス距離	- 赤外線: 0.15 m (0.49 フィート) - MSX: 1.0 m (3.3 フィート)
焦点距離	1.54 mm (0.061 インチ)
空間分解能 (IFOV)	11 mrad
F 値	1.1
画像周波数	9 Hz
フォーカス	フォーカス フリー
検出素子データ	
焦点面アレイ	非冷却マイクロボロメーター
スペクトル領域	7.5 ~ 14 μm
検出素子ピッチ	17 μm
赤外線センサー サイズ	80 × 60
画像表示	
ディスプレイ (カラー)	3.0 インチ 320 × 240 ピクセル
ディスプレイの縦横比	4:3
自動方向付け	あり
タッチ スクリーン	あり、容量性
画像調整 (位置合わせキャリブレーション)	あり
画像表示モード	
赤外線画像	あり
可視画像	あり
MSX	あり
ギャラリー	あり
ピクチャー イン ピクチャー	可視画像の赤外線領域
測定	
対象物温度レンジ	-10°C ~ +150°C (14 ~ 302°F)
精度	±2°C (±3.6°F) または 2% のうち大きい方 (公称 25°C (77°F) 時)。
測定分析	
スポットメーター	オン/オフ
領域	ボックス、最大/最小あり
放射率補正	あり (つや消し/準つや消し/準光沢仕上げ + カスタム値)
測定補正	- 放射率 - 反射見かけ温度

設定	
カラー パレット	- アイアン - レインボー - レインボー HC - グレー
設定コマンド	国に合わせた設定 (単位、言語、日付、時間形式)
言語	アラビア語、チェコ語、デンマーク語、オランダ語、英語、フィンランド語、フランス語、ドイツ語、ギリシャ語、ハンガリー語、イタリア語、日本語、韓国語、ノルウェー語、ポーランド語、ポルトガル語、ロシア語、中国語 (簡体)、スペイン語、スウェーデン語、中国語 (繁体)、トルコ語。
ライト	
出力	0.85 W
視野	60°
サービス機能	
カメラ ソフトウェアのアップデート	FLIR Tools を使用
画像の保存	
保存メディア	内部メモリー容量 (500 画像セット以上)
画像ファイル形式	- 標準 JPEG 14 ビットの測定データ込み
ビデオ ストリーミング	
非解析用赤外線ビデオ ストリーミング	あり
可視ビデオ ストリーミング	あり
デジタル カメラ	
デジタル カメラ	640 × 480 ピクセル
デジタル カメラ、フォーカス	固定フォーカス
データ通信インターフェース	
Wi-Fi	ピア ツー ピア (アド ホック) またはインフラストラクチャー (ネットワーク)
USB、コネクタ タイプ	USB Micro-B: PC とのデータ転送
USB、標準	USB 2.0
無線	
Wi-Fi	- 標準: 802.11 b/g/n - 周波数範囲: 2400 ~ 2480 MHz 5150 ~ 5260 MHz - 最大出力: 15 dBm
電源システム	
バッテリー タイプ	充電可能リチウムイオン ポリマー バッテリー
バッテリー電圧	3.7 V
バッテリー動作時間	2 時間
充電システム	カメラ内部に充電
充電時間	1.5 時間
外部電源動作	- AC アダプタ、入力 90 ~ 260 VAC - カメラへ 5 V 出力
電源管理	自動シャットダウン

環境データ	
動作温度レンジ	-10°C ~ +50°C (14 ~ 122°F)
保管温度レンジ	-40°C ~ +70°C (-40 ~ 158°F)
湿度 (動作、保管)	IEC 60068-2-30/24 時間相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F)/2 サイクル
相対湿度	相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F) 非結露
EMC	• WEEE 2012/19/EC • RoHs 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR 第 15 章クラス B
無線スペクトル	• ETSI EN 300 328 • FCC 47 CFR 第 15 章 • RSS-247 第 1 版
磁界	EN 61000-4-8
バッテリー規制	UL 1642
保護構造	カメラ筐体およびレンズ: IP 40 (IEC 60529)
衝撃	25 g (IEC 60068-2-27)
振動	2 g (IEC 60068-2-6)
落下	2 m (6.6 フィート)
物理データ	
重量 (バッテリー込み)	0.13 kg (0.29 ポンド)
サイズ (長さ × 幅 × 高さ)	125 × 80 × 24 mm (4.9 × 3.1 × 0.94 インチ)
三脚架	いいえ
筐体材料	• PC および ABS、一部 TPE • アルミニウム
カラー	黒およびグレー
配送情報	
梱包、タイプ	ダンボール箱
同梱物	• USB ケーブル • ストラップ • ポーチ • マニュアル (印刷物) • 三脚架 • 赤外線カメラ • 電源/充電器 (EU、英国、米国、中国、オーストラリア向けプラグ付き)
梱包、重量	未定
梱包、サイズ	175 × 110 × 105 mm (6.9 × 4.3 × 4.1 インチ)
EAN-13	4743254002845
UPC-12	845188014094
原産国	エストニア

サプライとアクセサリ:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET

-
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.7 FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit

P/N: 72003-0404

Rev.: 41167

 注	
本製品は、教育機関に限りご購入いただけます。	
画像および光学データ	
NETD	100 mK
視野	41° × 31°
最小フォーカス距離	- 赤外線: 0.15 m (0.49 フィート) - MSX: 1.0 m (3.3 フィート)
焦点距離	1.54 mm (0.061 インチ)
空間分解能 (IFOV)	11 mrad
F 値	1.1
画像周波数	9 Hz
フォーカス	フォーカス フリー
検出素子データ	
焦点面アレイ	非冷却マイクロボロメーター
スペクトル領域	7.5 ~ 14 μm
検出素子ピッチ	17 μm
赤外線センサー サイズ	80 × 60
画像表示	
ディスプレイ (カラー)	3.0 インチ 320 × 240 ピクセル
ディスプレイの縦横比	4:3
自動方向付け	あり
タッチ スクリーン	あり、容量性
画像調整 (位置合わせキャリブレーション)	あり
画像表示モード	
赤外線画像	あり
可視画像	あり
MSX	あり
ギャラリー	あり
ピクチャー インピクチャー	可視画像の赤外線領域
測定	
対象物温度レンジ	-10°C ~ +150°C (14 ~ 302°F)
精度	±2°C (±3.6°F) または 2% のうち大きい方 (公称 25°C (77°F) 時)。
測定分析	
スポットメーター	オン/オフ
領域	ボックス、最大/最小あり
放射率補正	あり (つや消し/準つや消し/準光沢仕上げ + カスタム値)
測定補正	- 放射率 - 反射見かけ温度

設定	
カラー パレット	- アイアン - レインボー - レインボー HC - グレー
設定コマンド	国に合わせた設定 (単位、言語、日付、時間形式)
言語	アラビア語、チェコ語、デンマーク語、オランダ語、英語、フィンランド語、フランス語、ドイツ語、ギリシャ語、ハンガリー語、イタリア語、日本語、韓国語、ノルウェー語、ポーランド語、ポルトガル語、ロシア語、中国語 (簡体)、スペイン語、スウェーデン語、中国語 (繁体)、トルコ語。
ライト	
出力	0.85 W
視野	60°
サービス機能	
カメラ ソフトウェアのアップデート	FLIR Tools を使用
画像の保存	
保存メディア	内部メモリー容量 (500 画像セット以上)
画像ファイル形式	- 標準 JPEG 14 ビットの測定データ込み
ビデオ ストリーミング	
非解析用赤外線ビデオ ストリーミング	あり
可視ビデオ ストリーミング	あり
デジタル カメラ	
デジタル カメラ	640 × 480 ピクセル
デジタル カメラ、フォーカス	固定フォーカス
データ通信インターフェース	
Wi-Fi	ピア ツー ピア (アド ホック) またはインフラストラクチャー (ネットワーク)
USB、コネクタ タイプ	USB Micro-B: PC とのデータ転送
USB、標準	USB 2.0
無線	
Wi-Fi	- 標準: 802.11 b/g/n - 周波数範囲: 2400 ~ 2480 MHz 5150 ~ 5260 MHz - 最大出力: 15 dBm
電源システム	
バッテリー タイプ	充電可能リチウムイオン ポリマー バッテリー
バッテリー電圧	3.7 V
バッテリー動作時間	2 時間
充電システム	カメラ内部に充電
充電時間	1.5 時間
外部電源動作	- AC アダプタ、入力 90 ~ 260 VAC - カメラへ 5 V 出力
電源管理	自動シャットダウン

環境データ	
動作温度レンジ	-10°C ~ +50°C (14 ~ 122°F)
保管温度レンジ	-40°C ~ +70°C (-40 ~ 158°F)
湿度 (動作、保管)	IEC 60068-2-30/24 時間相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F)/2 サイクル
相対湿度	相対湿度 95%、+25°C ~ +40°C (+77°F ~ +104°F) 非結露
EMC	• WEEE 2012/19/EC • RoHs 2011/65/EC • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR 第 15 章クラス B
無線スペクトル	• ETSI EN 300 328 • FCC 47 CFR 第 15 章 • RSS-247 第 1 版
磁界	EN 61000-4-8
バッテリー規制	UL 1642
保護構造	カメラ筐体およびレンズ: IP 40 (IEC 60529)
衝撃	25 g (IEC 60068-2-27)
振動	2 g (IEC 60068-2-6)
落下	2 m (6.6 フィート)
物理データ	
重量 (バッテリー込み)	0.13 kg (0.29 ポンド)
サイズ (長さ × 幅 × 高さ)	125 × 80 × 24 mm (4.9 × 3.1 × 0.94 インチ)
三脚架	いいえ
筐体材料	• PC および ABS、一部 TPE • アルミニウム
カラー	黒およびグレー
配送情報	
梱包、タイプ	ダンボール箱
同梱物	• FLIR Tools+ のダウンロード リンクが記載された FLIR C3 教育キット カード、FLIR ResearchIR Standard (印刷版のライセンス キーを同梱)、教育リソース。 • USB ケーブル • ストラップ • ポーチ • マニュアル (印刷物) • 三脚架 • 赤外線カメラ • 電源/充電器 (EU、英国、米国、中国、オーストラリア向けプラグ付き)
梱包、重量	未定
梱包、サイズ	175 × 110 × 105 mm (6.9 × 4.3 × 4.1 インチ)
EAN-13	4743254002852
UPC-12	845188014100
原産国	エストニア

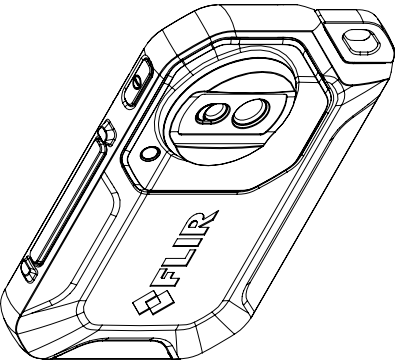
サプライとアクセサリ:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B

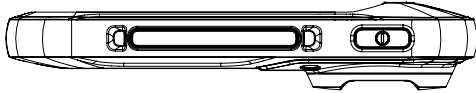
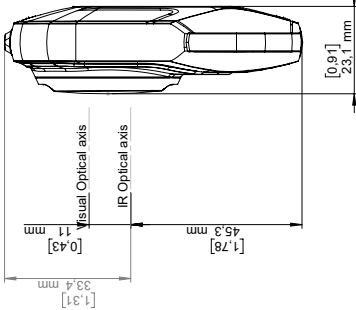
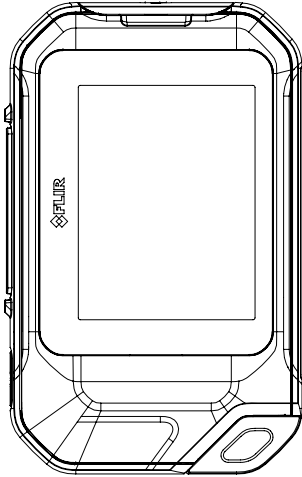
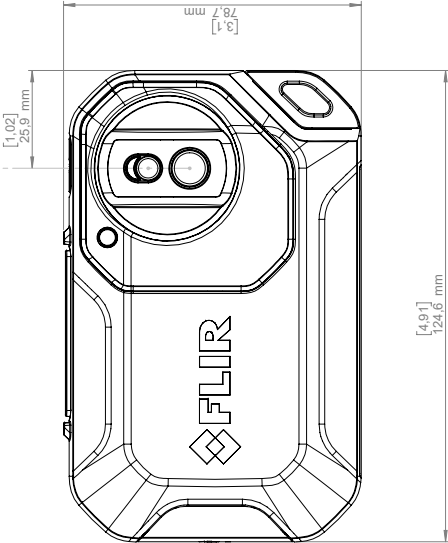
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

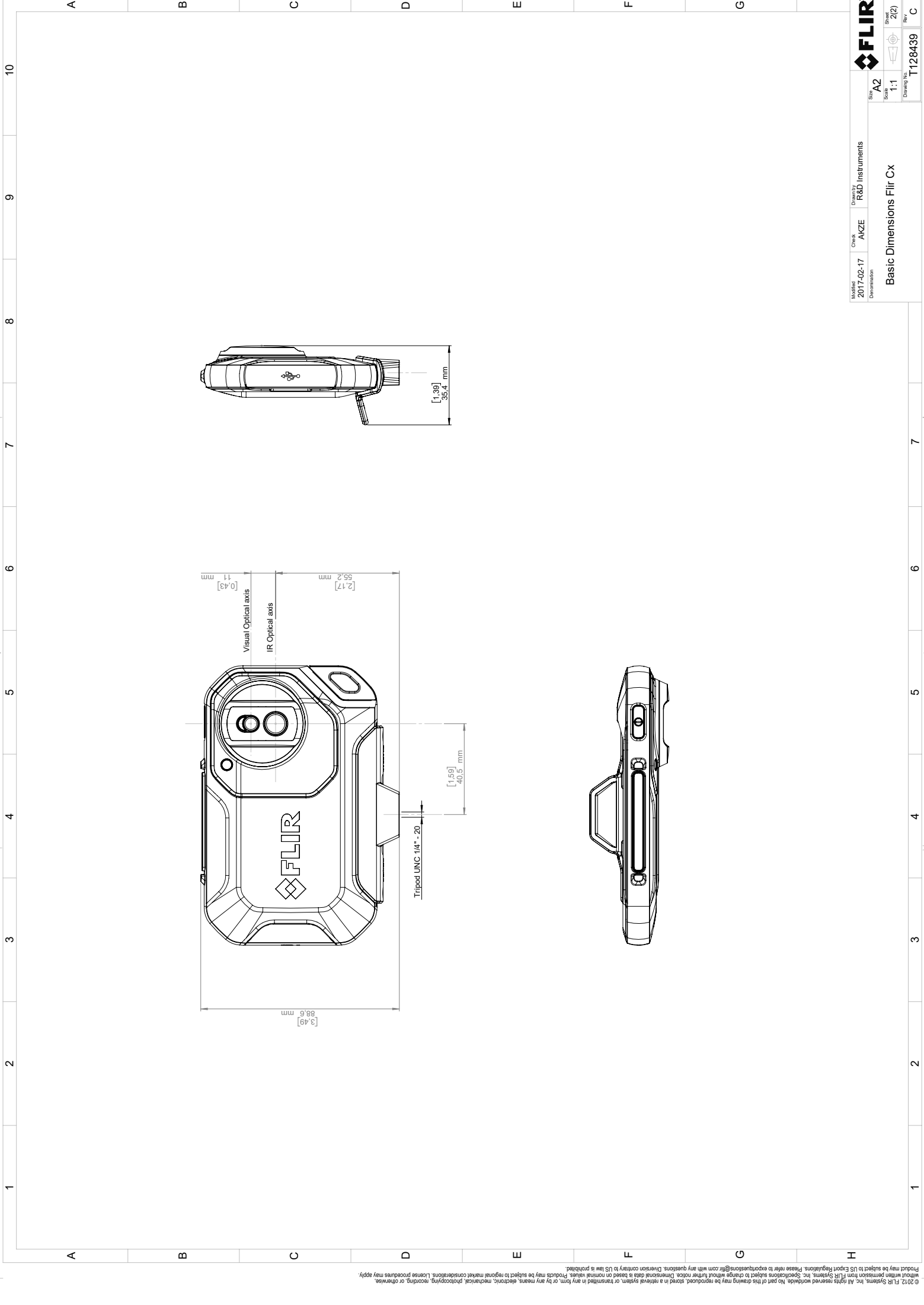
[次のページを参照]

Camera with build-in IR lens f=1,54mm



Optical axis

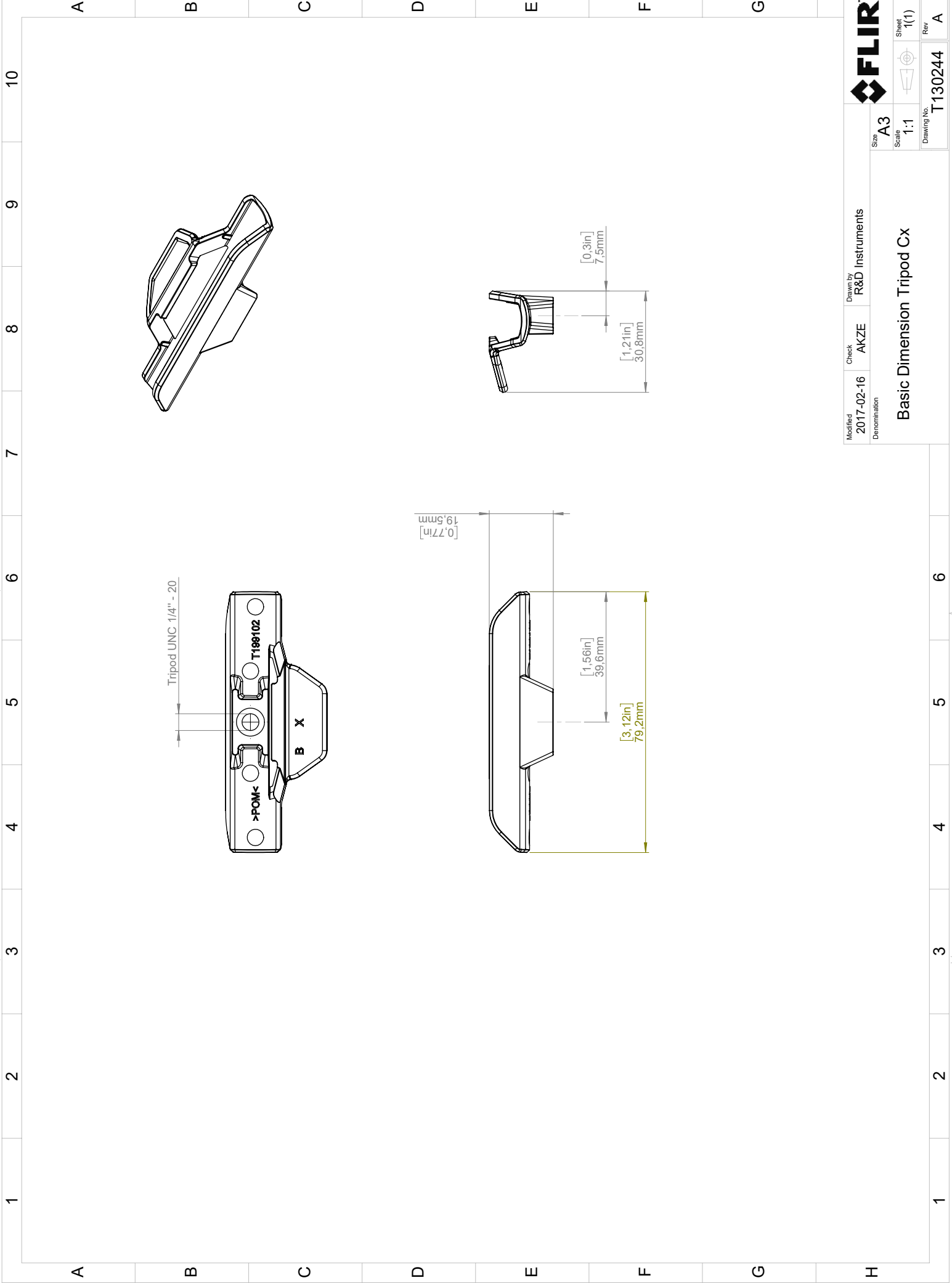




© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Modified	Check	Drawn by	Size	FLIR
2017-02-17	AKZE	R&D Instruments	A2	
Denotation			Scale	
			1:1	
			Sheet	
			2(2)	
			Drawn No.	
			T128439	
			Rev.	
			C	

Basic Dimensions Flir Cx



Modified 2017-02-16 Denomination	Check AKZE	Drawn by R&D Instruments	FLIR
Basic Dimension Tripod Cx			Size A3
			Scale 1:1
			Sheet 1(1)
			Drawing No. T130244
			Rev A

[次のページを参照]



The World's Sixth Sense™

March 03, 2017 Täby, Sweden

AQ320226

CE Declaration of Conformity – EU Declaration of Conformity

Product: FLIR CX -series

Name and address of the manufacturer:

FLIR Systems AB

PO Box 7376

SE-187 15 Täby, Sweden

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

The object of the declaration: FLIR CX -series.

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

Directives:

Directive	2014/30/EU	Electromagnetic Compatibility
Directive	2012/19/EU	Waste electrical and electric equipment
Directive:	2011/65/EU	RoHS
Directive	1999/5/EC	Radio and Telecommunications Terminal Equipment

Standards:

Emission:	EN 61000-6-3:2007	Electromagnetic compatibility Emission
	EN 55022:2010/AC:2011	Information Tech Equipment Radio disturbance characteristics
Immunity:	EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility Immunity
	EN 55024:2010	Information Tech Equipment Immunity characteristics
Restricted substances (RoHS):	EN 50581:2012	Technical documentation
Radio:	ETSI EN 300 328	Harmonized EN covering essential requirements of the R&TTE Directive
	ETSI EN 301 893	

FLIR Systems AB

Quality Assurance

Lea Dabiri

Quality Manager

11.1 カメラの筐体、ケーブルおよびその他のアイテム

11.1.1 液体

以下のいずれかの液体を使用してください。

- 温水
- 弱清浄液

11.1.2 備品

柔らかい布

11.1.3 手順

次の手順に従います。

1. 液体に布を浸す。
2. 布を絞って余分の水分を落とす。
3. 布で拭いてきれいにする。



注意

カメラ、ケーブルおよびその他のアイテムに、溶剤や同様の液体を使用しないでください。損傷の原因になることがあります。

11.2 赤外線レンズ

11.2.1 液体

以下のいずれかの液体を使用してください。

- 30% 以上のイソプロピル アルコールを使用している市販のレンズ クリーニング液。
- 96% エチル アルコール (C₂H₅OH)。

11.2.2 備品

脱脂綿



注意

使用するレンズ クリーニング用の布は、乾燥しているものにしてください。上記のセクション11.2.1で挙げられている液体は使用しないでください。これらの液体により、レンズクリーニング用の布の目が粗くなる場合があります。このような生地は、レンズの表面に悪影響を与えることがあります。

11.2.3 手順

次の手順に従います。

1. 液体に脱脂綿を浸す。
2. 脱脂綿を絞って余分の水分を落とす。
3. 一度のみレンズを拭き、脱脂綿を捨てる。



警告

液体を使用される前には、該当する MSDS (製品安全データシート) と容器に記載されている警告ラベルをお読みください。液体は取り扱いによっては危険な場合があります。



注意

- 赤外線レンズは注意してクリーニングしてください。レンズには、反射防止膜が施されています。
- 赤外線レンズをクリーニングするときは、力を入れ過ぎないでください。反射防止膜が損傷を受けることがあります。

12.1 湿気および水による損傷

12.1.1 一般

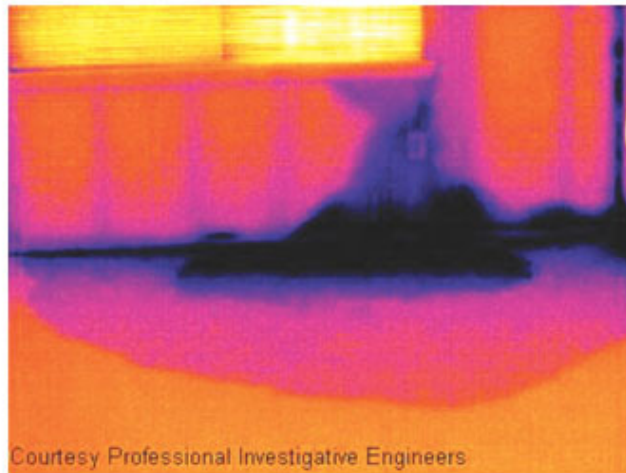
赤外線カメラを使用して、家の湿気および水による損傷を検出することができます。この理由としては、損傷を受けたエリアの熱伝導容量特性が異なること、および周囲の材料と熱の保有容量が異なることによります。

湿気および水による損傷の熱画像への表示方法には、多くの要素が関係しています。

例えば、材料および一日のうちの何時かによって、これらの部分の温度上昇や温度低下の程度が異なります。このため、湿気や水による損傷の検査を行うときに、別の方法も使用することが重要です。

12.1.2 図

以下の画像は、出窓の設置が正しくなかったために水が壁に浸透し、外壁が広範囲に水による損傷を受けている例を示しています。



12.2 ソケットの不完全な接続

12.2.1 一般

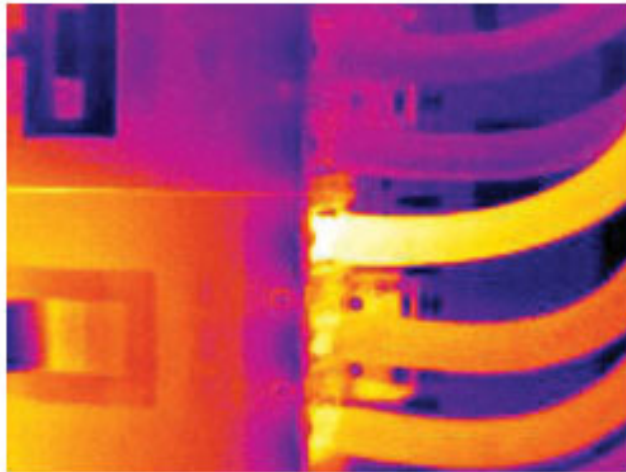
ソケットの接続タイプにより、不適切に接続されたワイヤがローカル温度の上昇を招くことがあります。引き込みワイヤとソケットの接続ポイントの接触部分が減るために温度が上昇し、漏電による火事の原因になることがあります。

製造業者によって、ソケットの構造は大きく異なります。このため、ソケットの違いが原因で、赤外線画像で共通する典型的な外観になります。

ワイヤとソケットの不完全な接続や抵抗の相違によって、ローカル温度が上昇することもあります。

12.2.2 図

以下の画像は、ケーブルとソケットの不完全な接続が原因で、ローカル温度が上昇していることを示しています。



12.3 酸化したソケット

12.3.1 一般

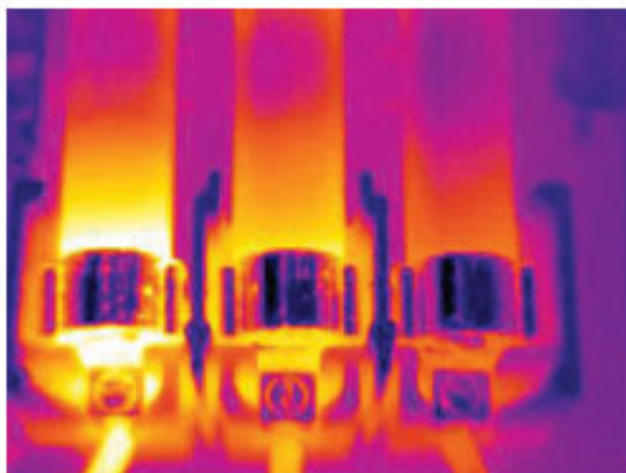
ソケット タイプおよび設置されたソケットの環境によって、ソケットの接続面に酸化が発生することがあります。ソケットに接続されると、これらの酸化によって抵抗が上昇し、赤外線画像で温度上昇して見えます。

製造業者によって、ソケットの構造は大きく異なります。このため、ソケットの違いが原因で、赤外線画像で共通する典型的な外観になります。

ワイヤとソケットの不完全な接続や抵抗の相違によって、ローカル温度が上昇することもあります。

12.3.2 図

次の画像は、1つのヒューズがヒューズホルダーの接続面の温度が上昇している一連のヒューズが表示されます。ヒューズホルダーの空間材料のため、温度上昇はここでは目には見えませんが、ヒューズのセラミック材料で見えます。



12.4 断熱材の損傷

12.4.1 一般

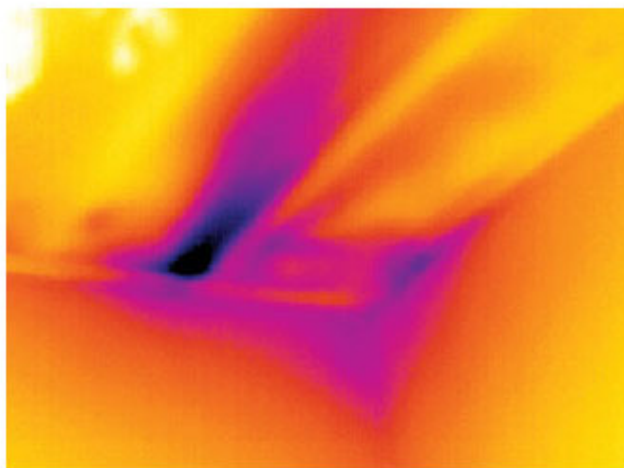
断熱材損傷は、壁枠の空洞が確実に閉じられていないために時間の経過につれて、断熱材が損傷するために発生します。

断熱材損傷が発生している箇所は、正しく設置されている箇所に比べて熱伝導率特性が異なるため、また建物枠に空気が入り込んでいる部分が表示されるため、赤外線カメラで断熱材損傷を検出することができます。

建物の検査をするとき、建物内と外の温度差が少なくとも 10°C になるようにしてください。びょう、水道管、コンクリート柱および同様の構成要素は、赤外線画像では断熱材損傷のように見える場合があります。小さな誤差が自然に発生してしまうこともあります。

12.4.2 図

以下の画像では、平らな屋根で断熱が不足しています。断熱が不十分のため、空気が平らな屋根に入り込んでしまい、赤外線画像で典型的な外観になっています。



12.5 隙間風

12.5.1 一般

隙間風は、すそ板、ドアや窓枠の周囲、および天井の飾りの上に発生することがあります。この種の隙間風は赤外線カメラで表示できます。冷たい風が周囲を冷却している状態で表示されます。

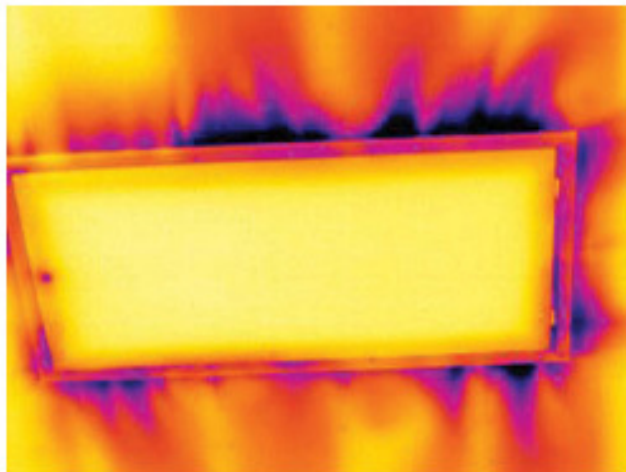
家の隙間風を調査するとき、室内が準常圧である必要があります。すべてのドア、窓、換気口を閉じ、台所のファンを赤外線画像の撮影前と撮影中に動作させておきます。

隙間風の赤外線画像は、典型的なストリーム パターンで表示されます。以下の画像では、このストリーム パターンをはっきり見ることができます。

床暖房回路からの熱のために、隙間風の影響が隠れてしまうことがあることに留意してください。

12.5.2 図

以下の画像では、取り付けの不完全な天井のハッチが、強い隙間風の原因になっていることを示しています。



FLIR Systems は、高性能の赤外線イメージングシステム開発のパイオニアとして 1978 年に創立され、商業、工業、官庁用のさまざまなアプリケーションに応じたサマル イメージングシステムのデザイン、製造、販売で世界をリードしています。現在、FLIR Systems には 1958 年以来赤外線技術ですぐれた業績をあげている 5 つの大きな会社が統合されています - スウェーデンの AGEMA Infrared Systems (旧社名 AGA Infrared Systems)、米国の 3 つの会社 Indigo Systems、FSI、Inframetrics、およびフランスの Cedip 社です。

2007 年以降、センサー技術分野で世界トップクラスの専門知識を有する以下の複数の会社が FLIR Systems により買収されました。

- Exttech Instruments (2007年)
- Ifara Tecnologías (2008年)
- Salvador Imaging (2009年)
- OmniTech Partners (2009年)
- Directed Perception (2009年)
- Raymarine (2010年)
- ICx Technologies (2010年)
- TackTick Marine Digital Instruments (2011年)
- Aerius Photonics (2011年)
- Lorex Technology (2012年)
- Traficon (2012年)
- MARSS (2013年)
- DigitalOptics マイクロ オプティクス事業 (2013年)
- DVTEL (2015年)
- Point Grey Research (2016年)
- Prox Dynamics (2016年)

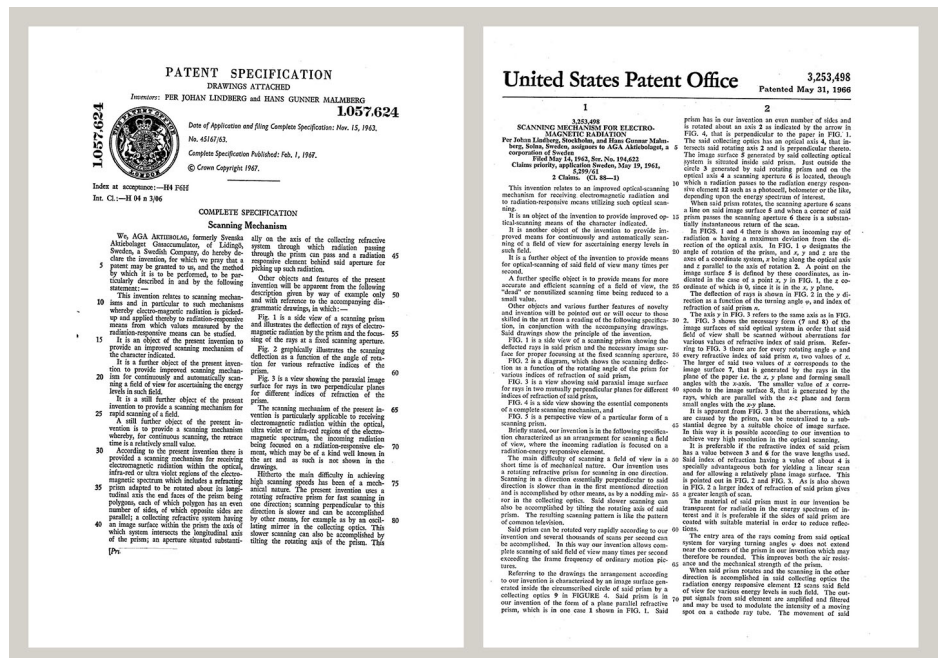


図 13.1 1960 年代前半からの特許文書

FLIR Systems は、アメリカに 3 つ (オレゴン州ポートランド、マサチューセッツ州ボストン、カリフォルニア州サンタバーバラ)、スウェーデン (ストックホルム) に 1 つの製造工場があります。2007 年には、エストニアのタリンにも製造工場が建設されました。ベルギー、ブラジル、中国、フランス、ドイツ、イギリス、香港、イタリア、日本、韓国、スウェーデン、アメリカに直轄の営業所を置き、世界中に張り巡らされた代理店のネットワークと共に国際的なお客様をサポートしています。

FLIR Systems は赤外線カメラ産業の革新を牽引してきました。既存のカメラの向上、新しいカメラの開発を継続的に続けることにより、市場需要を先取りしています。例を挙げると、産業検査用の初めてのバッテリー駆動のポータブルカメラ、初めての非冷却式赤外線カメラなどです。



図 13.2 1969: Thermovision Model 661。カメラの重量は約 25 kg、オシロスコープは 20 kg、三脚は 15 kg です。オペレータは 220 VAC ジェネレーター セットと、液体窒素の入った 10 L 容器も必要です。オシロスコープの左側には、ポロイドのアタッチメント (6 kg) があります。



図 13.3 2015: FLIR One、iPhone および Android 携帯電話のアクセサリ。重量: 90 g。

FLIR Systems は、カメラシステムの重要機構および電子部品をすべて自社製造しています。検出素子設計、レンズおよび電子システムの製造から、最終検査およびキャリブレーションまで、すべての生産プロセスは当社の技術者が実行し、指揮しています。これらの赤外線専門家の豊富な経験により、赤外線カメラを構成するすべての部品の正確さと信頼性が確認されています。

13.1 赤外線カメラを超える機能

FLIR Systems は、高性能の赤外線カメラシステムを生産する以上のことが求められていることを認識しています。当社の使命は、最高のカメラとソフトウェアを提供することにより、当社の赤外線カメラシステムを利用するすべてのユーザーの生産性を向上することです。予測メンテナンス用のカスタム ソフトウェアについては、研究開発およびプロセス監視を社内で行っています。ほとんどのソフトウェアは、多数の言語で使用可能です。

すべての赤外線カメラに付属品を提供し、サポートしており、必要な赤外線用途に応じて機器を適合させることができます。

13.2 知識の共有

当社のカメラは使いやすく設計されていますが、使い方に加えて、サーモグラフィについての知識を得ることも重要です。そのため、FLIR Systems は、独立した Infrared Training Center (ITC) を設立し、認定トレーニング コースを提供しています。ITC のコースに参加することにより、実践に基づいた専門知識を学ぶことができます。

ITC のスタッフは、赤外線理論を実行するために必要な適用サポートの提供も行っております。

13.3 カスタマー サポート

FLIR Systems は、世界的なサービス ネットワークを運営して、お客様のカメラがいつでも動作できるようにサポートしています。カメラに問題がある場合は、お近くのサービス センターにある機器やノウハウを活用して、できる限り短い時間で問題を解決します。そのため、カメラを遠方 (地球の反対側) に郵送したり、言葉の通じない担当者に問い合わせる必要はありません。

用語	定義
IR サーモグラフィ	非接触式の赤外線画像機器から熱情報を取得、解析する処理です。
アイソサーム	目盛りの特定の色を対比色に置き換えます。これは同等の見かけ温度の間隔を示します。 ²
エネルギー保存 ³	閉鎖系の総エネルギー含量の合計は一定です。
カラーパレット	特定のレベルの見かけ温度を示すために、異なる色が割り当てられます。使用する色に応じて、パレットのコントラストを高くしたり低くしたりできます。
伝導	分子間の熱エネルギーの直接伝導。分子同士の衝突によって発生します。
入射放射線	周囲から物体に当たる放射線です。
反射見かけ温度	ターゲットから IR カメラに反射される環境の見かけ温度です。 ⁴
吸収と放射 ⁵	入射した放射エネルギーを物体が吸収する能力は、その物体が放射線としてエネルギーを放射する能力と常に等しくなります。
定性的サーモグラフィ	異常の検出とその位置の特定に熱パターンの解析を利用するサーモグラフィです。 ⁶
定量的サーモグラフィ	修理の優先順位を設定するために、温度測定を使用して異常の重大性を判断するサーモグラフィです。 ⁶
対流	重力または別の力によって流体が動き、この動きによって、ある場所から別の場所に熱が伝わる伝熱方式です。
放射熱伝導	熱放射の放射と吸収による熱伝導です。
放射率	同じ温度と波長で実体が放射する力と黒体が放射する力の比率です。 ⁴
温度	物質を構成する分子と原子の平均運動エネルギーの大きさです。
温度勾配	距離に応じた段階的な温度変化です。 ⁴
熱	2つの物体(系)の温度差により、それらの物体間で伝わる熱エネルギーです。
熱エネルギー	物体を構成する分子の総運動エネルギーです。 ⁷
熱伝導の方向 ⁸	熱は自然に温度の高い方から低い方に流れるため、ある場所から別の場所に熱エネルギーが移動します。 ⁹
熱伝導率 ¹⁰	定常状態条件下では、熱伝導率は物体の熱伝導性、熱が流れる物体の断面積、および物体の両端の温度差に正比例し、物体の長さ(厚さ)に反比例します。 ¹¹
熱調整	コントラストを最大化するために、解析する物体に画像の色を付加するための処理です。
発散放射線	元の放射源に関係なく、物体の表面を離れる放射線です。
空間分解能	IR カメラが小さい物体や細部を解像する能力です。

2. ISO 18434-1:2008 (en) に基づいています。

3. 熱力学第 1 法則:

4. ISO 16714-3:2016 (en) に基づいています。

5. キルヒホフの熱放射の法則:

6. ISO 10878-2013 (en) に基づいています。

7. 熱エネルギーは物体の内部エネルギーの一部です。

8. 熱力学第 2 法則:

9. これは熱力学第 2 法則の結果であり、この法則自体はさらに複雑です。

10. フーリエの法則:

11. これはフーリエの法則の一次元形態であり、定常状態条件で有効です。

用語	定義
見かけ温度	赤外線機器からの非補償型の測定値であり、放射源に関係なく、機器に入射するすべての放射線が含まれます。 ¹²
診断	欠陥や不具合の原因を特定するために兆候および症状を検査します。 ¹³

12. ISO 18434-1:2008 (en) に基づいています。
13. ISO 13372:2004 (en) に基づいています。

15.1 はじめに

赤外線カメラは物体から放出された赤外線を測定、撮像します。赤外線は物体表面温度の作用であるため、カメラはこの温度を計算し表示することができます。

ただし、カメラが測定した赤外線は物体の温度のみではなく、放射率によっても作用します。赤外線は周辺からも発生して物体に反射します。物体からの赤外線と反射した赤外線は、大気の吸収作用にも影響を受けます。

このため、温度を正確に測定するには多数の異なる放射元の効果を補正する必要があります。この補正はカメラによってオンラインで自動的に行われます。ただし、カメラに以下のオブジェクトパラメータを提供する必要があります。

- 物体の放射率
- 反射源見かけ温度
- 物体とカメラの距離
- 相対湿度
- 大気温度

15.2 放射率

正確に設定すべき最も重要なオブジェクトパラメータは放射率、つまり、同じ温度の完全黒体と比較して物体からどの程度の赤外線が発射されているかを表す測定値です。

通常、物体の素材と表面処理によって放射率は約 0.1 から 0.95 の範囲で表されます。高精度に研磨された表面 (ミラー) では 0.1 未満になることもあり、また、酸化したりペイントされた表面では高い放射率を持つ場合もあります。可視スペクトルにおける色に関わらず、油性ペイントの赤外線の放射率は 0.9 を超えます。人間の皮膚の放射率はほぼ 0.97 から 0.98 です。

酸化していない金属の場合、完全な不透明性と高い反射性という極端なケースを示し、波長によって大きく異なることはありません。そのため、金属の放射率は低くなります。ただし、金属の放射率は温度に比例して増加します。非金属の場合、放射率は高くなりがちで、温度に比例して減少します。

15.2.1 サンプルの放射率を見つける

15.2.1.1 ステップ1: 反射された明らかな温度の決定

下記の 2 つの方法のうちいずれかを使用して、反射見かけ温度を決定します。

15.2.1.1.1 方法 1：直接法

次の手順に従います。

1. 入射角 = 反射角 ($a = b$) を考慮し、考えられる反射源を探してください。

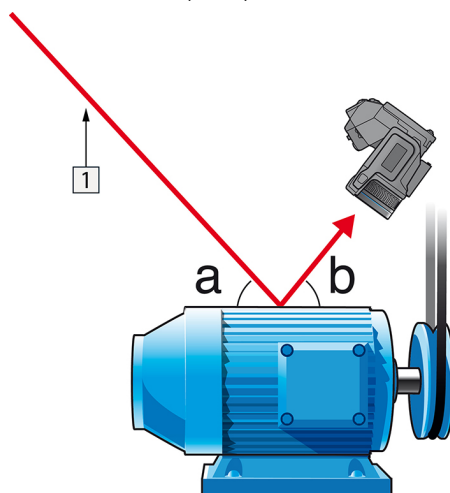


図 15.1 1 = 反射源

2. 反射源がスポット源の場合、ダンボールなどで遮って反射源を修正してください。

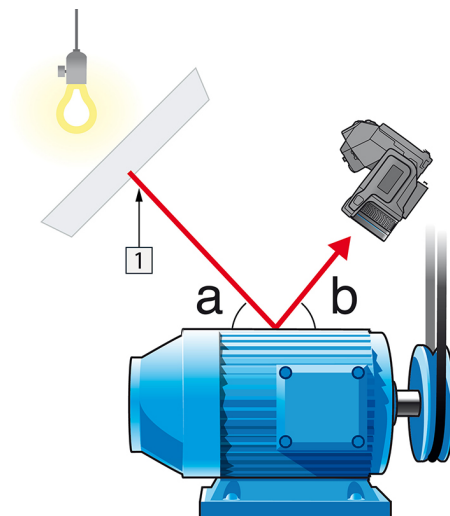


図 15.2 1 = 反射源

3. 以下の設定を使って、反射源からの放射線の強度 (= 見かけ温度) を計測します。

- 放射率 : 1.0
- D_{obj} : 0

次の 2 つの方法のいずれかを使用して、放射線の強度を測定できます。

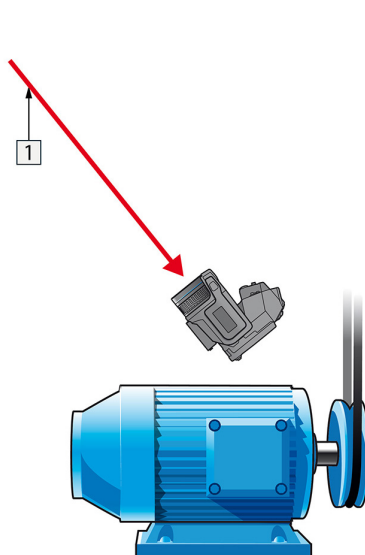


図 15.3 1 = 反射源

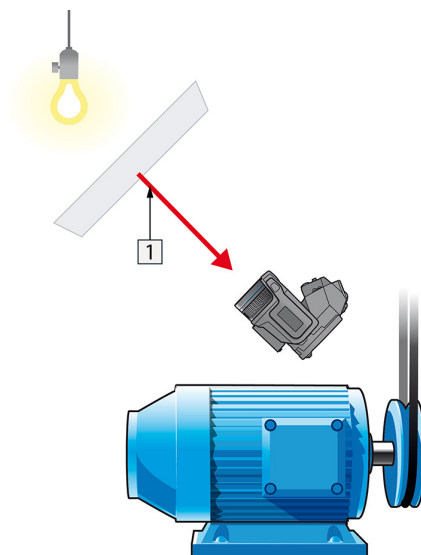


図 15.4 1 = 反射源

熱電対は温度を測定しますが、見かけ温度は放射強度のため、熱電対を使用して反射見かけ温度を測定することはできません。

15.2.1.1.2 方法 2 : 反射法

次の手順に従います。

1. アルミホイルの大きなシートを細かくします。
2. 細かくしないアルミホイルを同じサイズのボール紙に貼り付けます。
3. 測定する物体の前に、そのボール紙を置きます。アルミホイルが貼られている面がカメラの側を向いていることを確認します。
4. 放射率を 1.0 に設定します。

5. アルミホイルの見かけ温度を測定して書き留めます。ホイルは完全な反射鏡とみなされているため、その見かけ温度は、周囲からの反射見かけ温度と同じです。

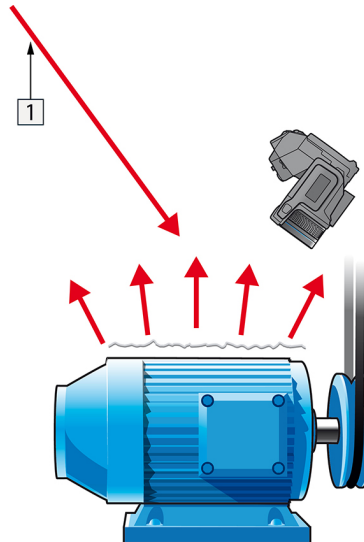


図 15.5 アルミホイルの見かけ温度を測定します。

15.2.1.2 ステップ2：放射率の決定

次の手順に従います。

1. サンプルを置く場所を選択してください。
2. 以前の手順に応じて、反射された明らかな温度を決定及び設定してください。
3. サンプル上に高い放射率を持つ電子テープを置いてください。
4. サンプルを最低、室温より20K暖めてください。温めるのは均等でなくてはなりません。
5. カメラをフォーカス及び自動調整し、画像をフリーズします。
6. レベルとスパンを画像の最高の明るさとコントラスト用に調整します。
7. テープの放射率に設定します (通常 0.97)。
8. 以下の計測機能のひとつを使って、テープの温度を計測してください。
 - アイソサーモ (温度の測定と、サンプルが均等に温まっていることの確認の両方に有用)
 - スポット (より単純)
 - ボックス 平均 (異なる放射率を持つ表面に最適)
9. 温度を記録します。
10. 計測機能をサンプル表面に動かします。
11. 以前の計測と同じ温度になるまで放射率設定を変更してください。
12. 放射率を記録します。

注

- 無理な対流は避けてください。
- スポット反射を発生しない熱的に安定した環境を探してください。
- 不透明で、高い放射率を持つテープを使ってください。
- この方法はテープとサンプルの表面が同じ温度であることを条件とします。同じでない場合、放射率の計測が間違っていることになります。

15.3 反射見かけ温度

このパラメータは、物体が反射する放射を補正するために使用されます。放射率が低く、物体の温度が反射温度と比較的大きく異なっている場合、反射温度を正しく設定し、反射見かけ温度を正しく補正することが重要です。

15.4 距離

距離とは、物体とカメラの前面レンズとの間の距離を指します。このパラメータは、次の2つの事象を補正するために使用されます。

- 対象からの放射が物体とカメラの間の大気によって吸収される
- 大気そのものからの放射がカメラによって検出される

15.5 相対湿度

カメラは、伝達率が大気の相対湿度にいくらか依存しているという事象についても補正できます。この補正を行うには、相対湿度を正しい値に設定する必要があります。短距離および通常湿度の場合、相対湿度は通常、50%の初期値のままにしておかれません。

15.6 その他のパラメータ

上記だけでなく、FLIR Systems 製のカメラおよび解析プログラムの中には、次のパラメータを補正できるものもあります。

- 大気温度 – つまり、カメラと対象物との間の大気温度
- 外部光学系温度 – つまり、カメラ前面で使用する任意の外部レンズや窓材の温度
- 外部光学系透過率 – つまり、カメラ前面で使用する任意の外部レンズや窓材の伝達率

16.1 はじめに

赤外線カメラのキャリブレーションは、温度測定において必須の作業です。キャリブレーションを行うことにより、入力信号とユーザーが測定する物理量の関係が決まります。しかし、広く普及し頻繁に行われているにもかかわらず、「キャリブレーション」という用語はしばしば誤解、誤用されています。国や地域の違い、また誤訳による問題がさらなる混乱の原因となっています。

不明確な専門用語を使用することにより、意思伝達の問題や誤った翻訳につながるおそれがあります。これにより不正確な測定結果を招き、最悪の場合には訴訟に発展する場合もあります。

16.2 定義: キャリブレーションとは

国際度量衡局¹⁴はキャリブレーション¹⁵を以下のように定義しています。

an operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication.

キャリブレーションは、報告書、校正関数、校正線図、¹⁶校正曲線、¹⁷または校正表などの異なる形式で表されます。

多くの場合、上記の第一段階の定義のみが認識されて「キャリブレーション」と呼ばれていますが、この定義だけでは十分ではありません。

赤外線カメラのキャリブレーション手順では、第一段階において放射される熱 (量値) と電気出力信号 (指示値) との関係が確立されます。このキャリブレーション手順の第一段階では、持続的に安定した熱源の前にカメラを配置した状態で等質の (または均一な) 応答を得る必要があります。

第二段階では、熱を放射する基準の温度がわかっているため、取得した出力信号 (指示値) を基準の熱源の温度と関連付けることができます (測定結果)。この第二段階には、ドリフトの測定と補正が含まれます。

正確に言うと、赤外線カメラのキャリブレーションは厳密には温度では表しません。赤外線カメラは赤外線に敏感であるため、最初に放射量の対応関係を取得し、次に放射量と温度を関連付けます。研究開発関連以外のお客様が使用するボロメーター カメラの場合は、放射量は表されず、温度のみが提供されます。

16.3 FLIR Systems でのカメラ キャリブレーション

キャリブレーションをしないと、赤外線カメラは放射量または温度のいずれも測定することができません。FLIR Systems では、測定機能付き非冷却式マイクロボロメーター カメラのキャリブレーションを、製造および点検時に行います。光子検出器を搭載した冷却式カメラは、多くの場合、特別なソフトウェアを使用してユーザーによりキャリブレーションされます。理論的には、このタイプのソフトウェアを使用すれば、一般的なハンドヘルド非冷却式赤外線カメラをユーザーがキャリブレーションすることもできます。しかし、このソフトウェアはレポート用途には適していないため、ほとんどのユーザーには提供されていません。また画像形成にのみ使用される非測定装置には、温度のキャリブレーションは必要ではありません。このことは、赤外線カメ

14. <http://www.bipm.org/en/about-us/> [Retrieved 2017-01-31.]

15. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/2.39.html> [Retrieved 2017-01-31.]

16. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.30.html> [Retrieved 2017-01-31.]

17. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.31.html> [Retrieved 2017-01-31.]

ラや熱画像カメラとサーモグラフィー カメラを対比する場合のカメラ関係の用語定義においても適用され、後者は測定装置とみなされます。

キャリブレーションが FLIR Systems またはユーザーにより実行されたかどうかにかかわらず、キャリブレーション情報は、数学的な関数で表される校正曲線として保存されます。対象物とカメラの間の温度と距離により放射量の強度が変わると、異なる温度範囲と交換式レンズに対して異なる曲線が生成されます。

16.4 ユーザーが実行したキャリブレーションと FLIR Systems で直接実行したキャリブレーションの違い

まず、FLIR Systems が使用する基準熱源はそれ自体がキャリブレーション済みで追跡可能です (トレーサビリティがあります)。つまり、キャリブレーションを実行している FLIR Systems のすべての部署では、熱源が独立した国家機関によって管理されていることを意味します。カメラの校正証明書は、このことを確認したものです。これにより、FLIR Systems によりキャリブレーションされたことだけでなく、キャリブレーションされた基準を使用してキャリブレーションされていることを証明しています。認定された基準熱源を所有しているか、使用できるユーザーもいますが、その数はごくわずかです。

次に、技術的な違いがあります。ユーザーがキャリブレーションを実行すると、常にはありませんが、多くの場合ドリフトを補正した結果が得られません。これは、カメラの内部温度が変化する場合に生じるカメラの出力の変化が値に考慮されていないということです。この結果、大きな不確実性が生じます。ドリフトの補正では、温度と湿度が調節された室内で取得されたデータを使用します。すべての FLIR Systems 製カメラは、お客様に納品されたとき、および FLIR Systems サービス部門で再キャリブレーションされたときに、ドリフトが補正されます。

16.5 キャリブレーション、検証および調整

よくある誤解として、キャリブレーションを検証や調整と混同することがあります。たしかに、キャリブレーションは特定の要件を満たしていることを確認する検証のための必須の作業です。検証は、所定のアイテムが特定の要件を満たしているという客観的な証拠を提供する作業です。検証を行うには、キャリブレーションされ、追跡可能な基準熱源から指定された温度 (放射される熱) を測定します。そして偏差を含む測定結果が表に記録されます。検証証明書には、これらの測定結果が特定の要件を満たしていることが明記されます。場合によっては、企業や団体はこの検証証明書を「校正証明書」として提供および販売することがあります。

有効なプロトコルが考慮されている場合のみ、適切な検証 (および延長のためのキャリブレーションまたは再キャリブレーション、あるいはその両方) を行うことができます。このプロセスは、カメラを黒体の前に置いて、カメラの出力 (例: 温度) が元の校正表と対応するかどうか確認するだけでは不十分です。多くの場合、カメラが温度だけでなく放射量にも敏感であることが忘れられがちです。さらに、カメラは画像化システムであり、単なるセンサーではありません。したがって、カメラによる放射量の「収集」を可能にする光学的配置が不十分であるか位置がずれていると、「検証」(またはキャリブレーションもしくは再キャリブレーション) は無駄になります。

たとえば、迷光放射や熱源の面積効果を低減するために、黒体とカメラの距離、および黒体の空洞の直径を選択する必要があります。

要約すると、有効なプロトコルは、温度の物理法則だけでなく、放射量の物理法則にも従う必要があります。

キャリブレーションは、調整のための必須の作業でもあります。調整は、測定対象の量値 (通常、測定標準から取得されます) に対応する規定の指示値が得られるように、測定システムに対して行われる一連の操作です。簡単に言うと、調整とは仕様の範囲内で計器から正確な測定結果を得るための操作です。多くの場合、測定装置の「調整」が「キャリブレーション」という用語で呼ばれています。

16.6 不均一性補正

赤外線カメラに [キャリブレーション中... (校正中...)] と表示されている場合は、各検出素子 (ピクセル) の応答の偏差を調整しています。サーモグラフィーでは、これを「不均一性補正」(NUC) と呼びます。これはオフセットの更新であり、ゲインは変更されません。

欧州規格 EN 16714-3 Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions では、NUC を「検出素子の感度の変動や他の光学および幾何学的な障害を補正するためにカメラのソフトウェアによって行われる画像の補正」と定義しています。

NUC (オフセットの更新) の実行中、シャッター (内部フラグ) が光学経路に配置され、すべての検出素子がシャッターから発生する等しい放射量に曝されます。これにより、理想的な状況では、すべての検出素子から同じ出力信号が得られます。しかし、各検出素子の応答が異なるため、出力は均一にはなりません。そこで、理想的な結果からの偏差が計算され、これにより画像補正が数学的に実行されます。つまりこの画像補正により、放射量信号の表示補正が行われるということになります。カメラによっては、内部フラグがない場合があります。この場合、特別なソフトウェアと外部からの均一な熱源を使用してオフセットの更新を手動で行う必要があります。

NUC は、たとえば起動時や、測定範囲を変更した場合、または環境温度が変化した場合に実行されます。ユーザーが NUC を手動で開始できるカメラもあります。このような機能は、画像の障害をできるだけ抑えたい重要な測定を行う場合に役立ちます。

16.7 熱画像調整 (温度同調)

より詳しく調べるために画像の温度コントラストと輝度を調整することを「画像のキャリブレーション」と呼ぶ人もいます。この操作では、関心がある温度のみを (または主にその温度を) すべての使用可能な色を用いて表示するように温度の間隔を設定します。この操作は正確には「熱画像調整」または「温度同調」と呼ばれます (もしくは「熱画像の最適化」と呼ぶ場合もあります)。この操作は手動モードで実行する必要があります。手動モードにしないと、カメラにより温度の表示間隔の下限と上限が視野の最低温度と最高温度に自動的に設定されます。

1800 年まで、電磁波スペクトルに赤外線部分が存在することなど誰も想像していませんでした。熱放射の一種としての赤外線スペクトル (または「赤外線」) そのものの重要性は、Herschel によって 1800 年に赤外線部分が発見されたときよりも特筆すべきものではなくなっています。

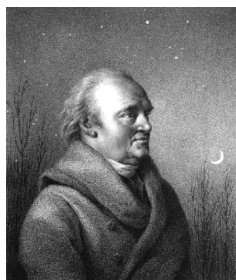


図 17.1 William Herschel 卿 (1738–1822)

新しい光学材料の研究中に偶然発見されたものでした。William Herschel 卿 (イギリス王ジョージ三世の王室天文学者、天王星の発見で有名) は、太陽観測中に望遠鏡の太陽画像の明るさを低減するための光学フィルタ材料を研究していました。異なる色ガラスのサンプルでテストを行うと、明るさは同じように低減されていましたが、サンプルの中には太陽熱をほとんどまったく通さないことに興味をそられました。それに対し、他のサンプルでは太陽熱をほとんど透過させ数秒観察するだけで目を損傷する危険があるほどでした。

Herschel は、熱を最大限に減少させると同時に明るさも希望通りに減少させるただ 1 つの素材を見つけるために、ただちに系統だった実験を行う必要であると確信しました。実験は、実際にニュートンのプリズム実験を繰り返す方法で始まりましたが、スペクトルの視覚的な光の分布強度よりも、加熱効果を探すものでした。まず、感度の高い水銀封入ガラス温度計のバルブをインクで黒くし、これを放射線検出器として使用して、太陽光をガラスプリズムに通すことで机の上にさまざまな色のスペクトルを形成させ、その加熱効果をテストしていきました。太陽光の外に置いた他の温度計は、制御の役目を果たしました。

黒くした温度計をスペクトルの色に沿ってゆっくり動かしていくと、青紫の端から赤い端へ向かうにしたがって、温度計の目盛りは一定に上昇していきました。これは、まったくの予想外の結果というわけではありませんでした。イタリアの研究者、Landriani が、すでに 1777 年に似たような実験を行い、同様の結果を得ていたからです。ただし、Herschel の特筆すべき点は、加熱効果が最大に達するポイントがあるはずであり、スペクトルの可視部分に限定された測定では、このポイントの検索に失敗したと初めて気付いたことにあります。



図 17.2 Marsilio Landriani (1746 ~ 1815)

温度計を赤いスペクトルの端から暗い領域に動かしたところ、Herschel は温度が引き続き上昇することを確認しました。彼が発見した最高点は、赤色の端を越えたところにありました。これが今日「赤外線波長域」として知られている部分です。

Herschel がこの発見を発表したとき、彼は電磁波スペクトルのこの新しい領域を「熱スペクトル」と表現しました。Herschel は、その放射そのものを「黒体熱」や単に「不可視光線」と呼びました。皮肉なことに、一般的な見方とは異なり、「赤外線」

という用語は Herschel から発しているのではありません。その言葉は 75 年ほど後に印刷物に登場しましたが、依然としてだれから端を発しているかは分かっていません。

Herschel の初期実験でのプリズム ガラスの使用は、赤外線波長域の実在性について、当初同時代の研究者との間に論議を呼びました。別の研究者が、Herschel の研究を実証するため、いろいろな種類のガラスを見境なく使用して、赤外線部の異なる透明性を見出しました。彼の実験によって、Herschel は制限されたガラスの透明性から熱放射の新たな発見に気づきました。彼は、赤外線の研究が反射要素によって排他的に使用される運命にあると結論せざるを得ませんでした。幸いにも、イタリア人の研究者によって、彼の理論の正しさが証明されました。Melloni は、自然岩塩 (NaCl) が赤外線を通すことを発見しました。岩塩は、レンズやプリズムを作ることができるほど大きな天然の結晶です。この結果により、岩塩は主な赤外光学材料となり、1930 年に合成結晶成長の技術が習得されるまで 100 年ほどにわたって使用されました。



図 17.3 Macedonio Melloni (1798 ~ 1854)

温度計は、放熱検出器として 1829 年まで使用されました。この年に Nobili が熱電対を発明しました (Herschel の温度計は 0.2°C まで読むことができたが、後のモデルでは 0.05°C まで読むことができました)。その後、飛躍的な進歩があり、Melloni が、複数の熱電対を接続して最初の熱電対列を作成しました。この新しい機器は、当時熱放射の検出に使用されていた温度計の 40 倍以上も感度が高いものでした。人からの熱を 3 メートル離れたところから検出する能力がありました。

初めての「熱写真」の撮影は、John Herschel の研究の結果 1840 年に可能になりました。John Herschel は赤外線の発見者および有名な天文学者の息子であり、親譲りの才能がありました。薄い油膜の蒸発の違いによって、露出した熱パターンを油膜に当てると、反射光によって熱画像を見ることができます。油膜の干渉効果によって肉眼で画像を確認できます。John は、紙に熱画像の簡単な記録を取ることも考案し、「サーモグラフ」と呼びました。



図 17.4 Samuel P. Langley (1834 ~ 1906)

赤外線検出器の感度の向上は、非常にゆっくりしたものでした。次の飛躍的な前進は、Langley によるもので、1880 年にボロメータが発明されました。この装置は、ホイートストンブリッジ回路の 1 つのアームに接続された白金の黒い薄片で構成され、その上に赤外線が焦点を合わせ、それに対して感度の高い検流計が反応するものです。この装置では、400 メートル離れたところにいる牛の熱を検出できたと言われています。

英国の科学者、James Dewar 卿は初めて液化ガスを冷却材（たとえば、温度が -196°C の液体窒素）として使用し、低温調査を行いました。1892 年に彼は特殊な真空断熱コンテナを発明し、液化ガスを数日保管できるようにしました。よく使われている「魔法瓶」は、彼の発明が元になっており、熱い飲み物や冷たい飲み物を保存しておくことができます。

1900 年から 1920 年の間に、世界の発明者たちが赤外線を「発見」しました。多くの特許が、人、大砲、飛行機、船や氷山を検出する機器のために発行されました。近代において、最初の操作システムは 1914 年から 1918 年の戦争中に開発され始め、両陣営において軍事目的で赤外線の研究プログラムが進められました。これらのプログラムには、敵の侵入の検出、遠隔温度検出、確実な通信、ミサイル誘導のための実験的なシステムが含まれます。この期間にテストされた赤外線検知システムは、接近してくる飛行機であれば 1.5 キロメートル、人であれば 300 メートル離れたところから検出できました。

この時代までのほとんどの検知システムはボロメータのさまざまな概念を元にしたものでしたが、次の大戦までの期間に、画像変換機と光子検出器という 2 つの革新的な赤外線検出器が開発されました。当初、歴史上初めて見張りが実際の暗闇でも見ることができるようになったため、軍事面から画像変換機は大きな注目を受けました。ただし、画像変換機の感度は赤外線波長域の付近に限定されており、ほとんどの軍事標的（兵士など）は赤外線検出ビームで照らされている必要がありました。これは、見張りの場所を同じように装備している敵の見張りに明らかにしてしまう危険があったため、画像変換機への軍事面での関心が薄れていったのは当然のことと言えます。

「能動的」熱画像システム（検出ビームが必要）の軍事戦術的に不利な点によって、続く 1939 年から 1945 年までの戦争で研究に拍車がかかり、多くの軍事特殊機関が赤外線検知プログラムで、非常に繊細な光子検出機による「受動」システム（検出ビーム不要）を開発するようになりました。この期間は、軍事機密規則によって、熱画像技術の状況の公開が完全に禁止されるようになりました。1950 年半ばに機密が解除されるようになり、このときから民間の科学者や産業で、十分な熱画像機器がついに使用できるようになりました。

18.1 はじめに

赤外線の被写体と関連するサーモグラフィ技術は、赤外線カメラを使用しようとしている多くの人々にとって未だ新しいものです。このセクションでは、サーモグラフィの背後にある理論について説明します。

18.2 電磁スペクトル

電磁スペクトルは、「バンド」と呼ばれる多数の波長領域に任意に分割され、赤外線の生成および検出に使用する方式で識別されます。電磁スペクトルのさまざまなバンドにある赤外線は基本的に同じです。赤外線はすべて同じ法則で規定されており、波長による違いがあるのみです。

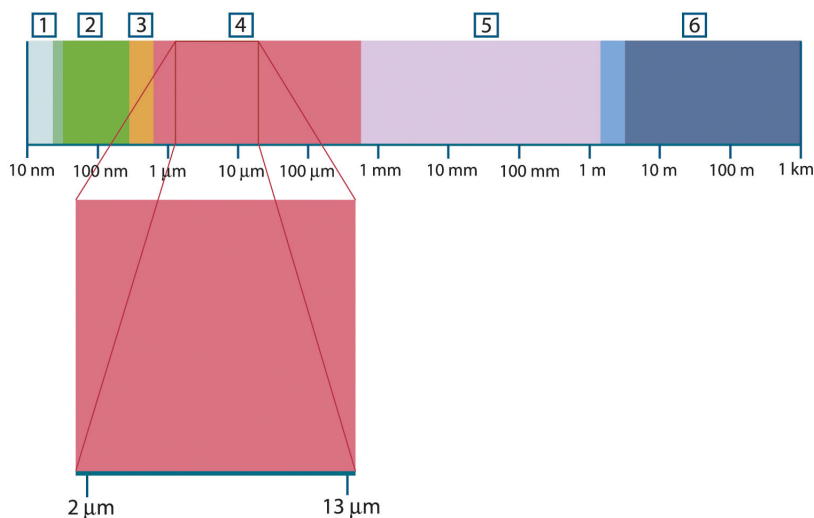


図 18.1 電磁スペクトル。1：X線、2：紫外線、3：可視光、4：赤外線、5：マイクロ波、6：電波。

サーモグラフィは赤外線スペクトルバンドを利用します。短波長の末端部では、境界は可視光の限界点に深い赤色で存在します。長波長の末端部では、境界はミリメートルの範囲でマイクロ波の電波長と融合します。

多くの場合、赤外線バンドはさらに4つの小さなバンドに再分割されます。こうしたバンドの境界も任意に選択されます。そうしたバンドには、近赤外線 (0.75–3 μm)、中赤外線 (3–6 μm)、遠赤外線 (6–15 μm) および極赤外線 (15–100 μm) があります。波長は μm (マイクロメートル) で提供されますが、このスペクトル範囲での測定には他の単位も未だよく使用されています (例: ナノメートル (nm)、オングストローム (Å))。

それぞれの波長測定値の関係は次のとおりです。

$$10\,000\,\text{\AA} = 1\,000\,\text{nm} = 1\,\mu = 1\,\mu\text{m}$$

18.3 黒体放射

黒体とは、任意の波長にて、黒体上に衝突する放射線をすべて吸収する物体のことです。放射線を発散する物体に関して明らかに誤った呼び名である「黒」については、Kirchhoff の原則 (Gustav Robert Kirchhoff, 1824–1887 より命名) で説明されています。この原則には、任意の波長にてすべての放射線を吸収できる物体は、放射線の発散も同様に可能であると記載されています。

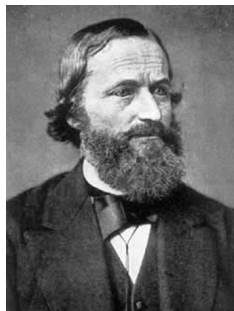


図 18.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824 ~ 1887)

黒体源の構造は原理的には非常に単純です。不透明な吸収素材で作られた均一温度の空洞にある開口部の放射特性は、黒体の特性とほぼ同じです。完全な放射線吸収体へのこの法則の実際の用途には、いずれかの側面にある開口部を除いて光を遮断された箱があります。その穴に入り込む放射線は、反射が繰り返されることによって分散され吸収されるため、微量の断片のみが場合によっては逃れられる程度です。開口部で取得される黒度は、黒体とほぼ等しく、すべての波長に対してほぼ最適です。

こうした均一温度の空洞に適切なヒーターを備えると、空洞は空洞放射体と呼ばれるものになります。均一の温度に暖められた均一温度の空洞は黒体放射を生成します。この黒体放射の特徴は、空洞の温度のみにより決まります。こうした空洞放射体は一般的に、ラボにて温度基準ゲージの放射源として、たとえば FLIR Systems カメラなどのサーモグラフィ機器のキャリブレーションに使用されます。

黒体放射の温度が 525°C を超えると、光源が見えるようになり始め、目にはもはや黒とは写らなくなります。これは放射体の初期の赤い熱温度であり、さらに温度が上昇するにつれてオレンジや黄色になります。実際、物体のいわゆる色温度とは、同じ色を得るために黒体が熱せられる必要がある温度と定義されています。

ここで、黒体から発散される放射線を説明する 3 つの式について考えてみましょう。

18.3.1 Planck の法則



図 18.3 Max Planck (1858 ~ 1947)

Max Planck (1858–1947) は、黒体からの放射線のスペクトル分布を次の演算式を使用して説明することができました。

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

ここで、

$W_{\lambda b}$	波長 λ での黒体スペクトル放射発散度。
c	光速 = 3×10^8 m/s
h	Planck の定数 = 6.6×10^{-34} ジュール秒

k	Boltzmann の定数 = 1.4×10^{-23} ジュール/K
T	黒体の絶対温度 (K)。
λ	波長 (μm)。

注 カーブのスペクトル放射は W/m^2 、 μm で表現されるため、 10^{-6} の係数が使用される。

さまざまな温度をグラフで描画すると、Planck の演算式は一連の曲線を生成します。いずれかの特定の Planck 曲線に従い、スペクトル発散度は $\lambda = 0$ にてゼロとなり、急速に上昇して波長 λ_{max} にて最大となります。これを通過すると、非常に長い波長にて再度ゼロに近づきます。温度が上昇するにつれて、最大値が発生する波長は短くなります。

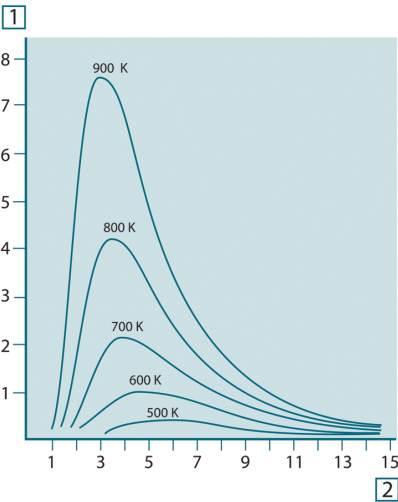


図 18.4 Planck の法則に従ってさまざまな絶対温度に対して描画された黒体スペクトル放射発散度。1 : スペクトル放射発散度 ($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$)、2 : 波長 (μm)

18.3.2 Wien の変位の法則

λ に関して Planck の演算式を差別化し、最大値を見つけると、次の演算式が得られます。

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2898}{T} [\mu\text{m}]$$

これは、Wien の演算式 (Wilhelm Wien, 1864–1928 より命名) であり、熱放射体の温度が上昇するにつれて色が赤からオレンジまたは黄色へ変化する一般的な観察を数学的に表したものです。色の波長は λ_{max} に対して計算される波長と同じです。任意の黒体温度の λ_{max} 値の適切な近似値は、経験則 $3\,000/T\,\mu\text{m}$ を適用することで得られます。そのため、青みがかった白色の光を発散するシリウスなどの非常に熱い星 (11 000 K) は、 $0.27\,\mu\text{m}$ の波長にて、不可視の紫外線スペクトル内で発生するスペクトル放射発散度のピークで放射します。

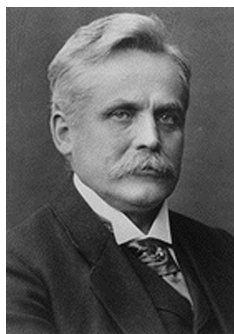


図 18.5 Wilhelm Wien (1864 ~ 1928)

太陽 (約 6 000 K) は可視光スペクトルの中間の約 0.5 μm をピークとして黄色の光を放射します。

室温 (300 K) では、放射発散度のピークは遠赤外線にて 9.7 μm であり、液体窒素の温度 (77 K) では、ほぼ微少な量の放射発散度は超赤外線波長にて 38 μm となります。

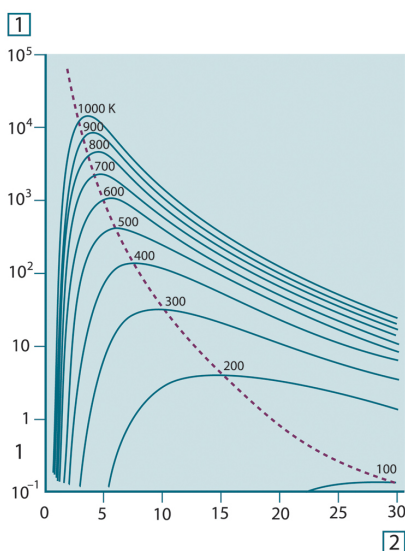


図 18.6 100 K から 1000 K までの半対数目盛で描画された Planckian の曲線。点線は、Wien の変位の法則で説明した各温度での最大放射発散度の軌跡を表しています。1：スペクトル放射発散度 (W/cm^2 (μm)), 2：波長 (μm)。

18.3.3 Stefan-Boltzmann の法則

Planck の演算式を $\lambda = 0$ から $\lambda = \infty$ に積分すると、以下の黒体の総合放射発散度 (W_b) が得られます。

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt}/\text{m}^2]$$

これは、Stefan-Boltzmann の演算式 (Josef Stefan (1835 年 ~ 1893 年) および Ludwig Boltzmann (1844 年 ~ 1906 年より命名) であり、黒体の総合放射力がその絶対温度の 4 の累乗と比例することを表しています。グラフ化すると、 W_b は、特定の温度に対する Planck の曲線の下部の領域を表しています。 $\lambda = 0$ から λ_{max} までの間隔の放射発散度は全体の 25% のみであることが示され、これは可視光スペクトル内に入る太陽の放射線量とほぼ同じです。



図 18.7 Josef Stefan (1835 ~ 1893)、および Ludwig Boltzmann (1844 ~ 1906)

Stefan-Boltzmann の演算式を使用して、300 K の温度および約 2 m^2 の外面工リアで人体から放射される力を計算すると、1 kW となります。体温または衣服を追加した温度と大きく異なる室温では、周囲表面からの放射線の補正吸収がなければ、この力損失を維持することはできません。

18.3.4 非黒体発散体

これまで、黒体放射体および黒体放射について説明してきました。しかし、実際の物体はほとんどの場合、特定のスペクトル間隔では黒体の性質に近づくことはありますが、拡張された波長領域を超えるとこうした法則には当てはまりません。たとえば、ある種の白色塗料が可視光スペクトルにおいて完全な白に見える場合がありますが、約 $2 \mu\text{m}$ では「灰色」に、 $3 \mu\text{m}$ を超えると、ほぼ「黒」になります。

実際の物体が黒体のように振舞わなくさせる、起こりうるプロセスは 3 つあります。つまり、入射放射線の成分 α は吸収され、成分 ρ は反射し、成分 τ は透過されます。こうした 3 つの成分すべては多かれ少なかれ波長に依存しているため、下付き文字 λ は、その定義のスペクトル依存性を暗示するために使用されています。そのため、

- 分光吸収率 α_λ = 物体に入射する分光放射と物体が吸収する分光放射の比。
- 分光反射率 ρ_λ = 物体に入射する分光放射と物体が反射する分光放射の比。
- 分光透過率 τ_λ = 物体に入射する分光放射と物体を透過する分光放射の比。

これら 3 つの要因の合計は必ず任意の波長における全体となるため、次の関係が成り立ちます。

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

不透明な素材では $\tau_\lambda = 0$ であり、関係は次のように簡素化されます。

$$\epsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

放射率と呼ばれる別の成分は、特定の温度にて物体が生成する黒体の放射放射率の成分 ϵ を説明するのに必要となります。よって、次の定義が得られます。

分光放射率 ϵ_λ = 同一の温度および波長において黒体から発せられる分光放射と物体から発せられる分光放射の比。

数学的に表現すると、これは、物体の分光放射率と黒体の分光放射率の比として次のように記載できます。

$$\epsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

一般的に、放射源には 3 つの種類があり、それぞれの分光放射率が波長に応じて変化する方法によって識別されます。

- 黒体、 $\epsilon_\lambda = \epsilon = 1$
- 灰色体、 $\epsilon_\lambda = \epsilon = 1$ 未満の定数
- 選択放射体、 ϵ は波長に応じて変化する

Kirchhoff の法則によると、どんな素材の場合も、物体の分光放射率と分光吸収率は、任意の特定の温度および波長では等価となります。つまり、

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

得られた結果から、不透明な素材の場合は次のようになります ($\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$ であるため)。

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

よく磨かれた素材の場合、 ε_λ はゼロに近づき、完全な反射素材 (例: 完璧な鏡) の場合は次のようになります。

$$\rho_\lambda = 1$$

灰色体放射体の場合、Stefan-Boltzmann の演算式は次のようになります。

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

これは、灰色体の総放射が、灰色体からの ε の値に比例して低下させた同じ温度での黒体と同じになることを示しています。

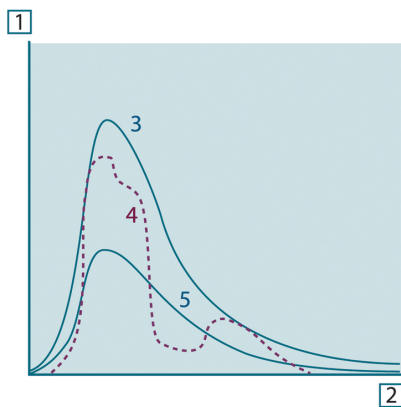


図 18.8 3 種類の放射体の分光放射放射率。1：分光放射放射率、2：波長、3：黒体、4：選択放射体、5：灰色体。

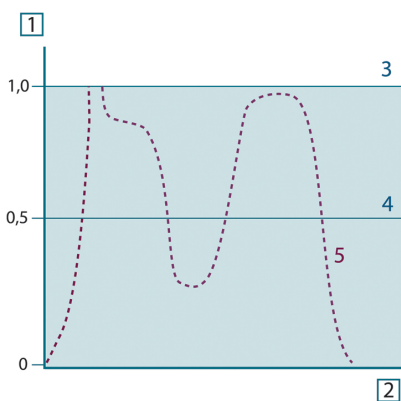


図 18.9 3 種類の放射体の分光放射率。1：分光放射率、2：波長、3：黒体、4：灰色体、5：選択放射体。

18.4 赤外線半透過性素材

次に、非金属の半透過体、つまり、厚いプラスチック素材の平板などについて考えてみましょう。板を熱すると、その体積内で生成される放射線は、一部を吸収されながら素材を通して表面に向かって働きます。さらに、放射線が表面に達すると、そのうちのいくらかは内部に反射し戻されます。反射しもどされた放射線はふたたび一部が吸収されながら、反対側の表面に到達し、その表面からほとんどの放射線は脱出し、一部は再度反射し戻されます。この累進的な反射はだんだん弱くなりますが、板の総

放射率を得る際にはすべてを総計する必要があります。結果として得られる等比級数を合計すると、半透過性の板の有効な放射率は次のようになります。

$$\epsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

板が不透明となると、この演算式は単一の演算式に縮小されます。

$$\epsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

この最終的な関係式は、放射率を直接測定するより反射率を測定するほうが容易である場合も多いため、特に便利な式です。

すでに述べたとおり、物体を表示する場合、カメラが受け取る放射線は物体自体からだけではありません。物体表面を介して反射される周辺からの放射線も収集されます。これらの2つの放射線の影響は、測定過程に存在する大気によってある程度吸収されます。さらに、大気自体からの3つ目の放射線の影響が加わります。

測定状態についてのこの説明は、下図に示すとおり、現実の測定においても同様です。無視されたものには、たとえば、大気中に分散する太陽光や視界外部のきわめて強い放射線源からの迷放射線などがありえます。しかし、こうした妨害は定量化が難しく、ほとんどの場合、それらは無視できるほどに小さいものです。無視できない場合、測定構成は、少なくとも教育を受けたオペレータには妨害のリスクが明白である場合が多いのです。その場合、たとえば、測定の向きを変更したり、きわめて強い放射線源を遮断したりして妨害を避けるために測定状態を修正するのはオペレータの対応力となります。

下図を使用して、キャリブレーションしたカメラ出力からの物体温度を計算するための演算式を得ることができます。

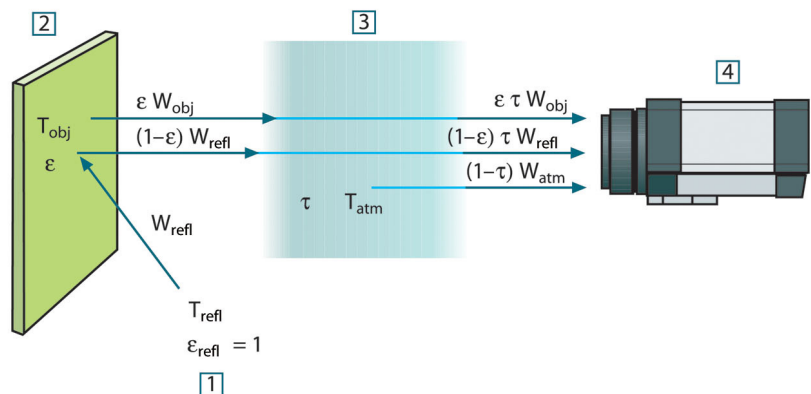


図 19.1 一般的なサーモグラフィ測定状態の図式表示。1：周囲、2：物体、3：大気、4：カメラ

短距離上にある温度 W の黒体源から受け取られる放射 T_{source} により、放射入力 (放射リニアカメラ) と比例するカメラ出力信号 U_{source} が生成されます。ここで次の式が成り立ちます (方程式 1)。

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

または、簡易表記では次のようになります。

$$U_{source} = CW_{source}$$

ここで、 C は定数を表します。

そのため、放射線源が放射率 ε の灰色体である場合、受け取られる放射線は εW_{source} となります。

ここで、収集される3つの放射力条件を定義できます。

1. 物体からの放射 $= \varepsilon \tau W_{obj}$ 、ここで ε は物体からの放射量を表し、 τ は大気の伝達率を表します。物体温度は、 T_{obj} です。

2. 周囲からの反射放射 $= (1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$ 、ここで $(1 - \varepsilon)$ は物体の反射率を表します。外気源の温度は T_{refl} です。

温度 T_{refl} は、物体表面上のあるポイントから見える半球内にあるすべての発散表面の温度と同じであると想定されています。もちろん、時にこれは実際の状態を簡素化したものとなります。ただし、これは有効な演算式を得るには必要な簡素化であり、 T_{refl} は (少なくとも論理的には) 複雑な周囲の有効な温度を表した値として付与できます。

また、周囲の放射率を 1 と想定していることにも注意してください。これは、Kirchhoff の法則に則った適切な値です。周囲表面上に衝突するすべての放射線は、最終的にその同じ表面によって吸収されます。そのため、放射率は 1 となります。(ただし、最近の論議では、物体周辺の全球を考慮する必要があると言われていています。)

3. 大気からの放射 $= (1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$ 、ここで $(1 - \tau)$ は大気の放射率を表します。大気の温度は、 T_{atm} です。

受け取られる総放射力は次のように記述できます (方程式 2)。

$$W_{\text{tot}} = \varepsilon\tau W_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}} + (1 - \tau)W_{\text{atm}}$$

各条件に方程式 1 の定数 C を掛け、同方程式に従い、対応する CW で U の積を置き換えると、次の式が得られます (方程式 3)。

$$U_{\text{tot}} = \varepsilon\tau U_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon)\tau U_{\text{refl}} + (1 - \tau)U_{\text{atm}}$$

U_{obj} に対して方程式 3 を解くと次のようになります (方程式 4)。

$$U_{\text{obj}} = \frac{1}{\varepsilon\tau} U_{\text{tot}} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{\text{refl}} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon\tau} U_{\text{atm}}$$

これは、すべての FLIR Systems サーマグラフィ機器で使用される一般的な測定演算式です。演算式の電圧は次のようになります。

テーブル 19.1 電圧

U_{obj}	温度 T_{obj} の黒体に対する計算されたカメラ出力電圧。例: 実際の要求された物体温度に直接変換できる電圧。
U_{tot}	実際の測定されたカメラ出力電圧。
U_{refl}	キャリブレーション応じた、温度 T_{refl} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。
U_{atm}	キャリブレーション応じた、温度 T_{atm} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。

操作時には、計算には多数のパラメータ値を入力する必要があります。

- 物体の放射率 ε
- 相対湿度
- T_{atm}
- 物体の距離 (D_{obj})
- 物体周辺の (有効な) 温度または反射周辺温度 T_{refl}
- 大気温度 T_{atm}

実際の正確な放射率や大気伝達率の値を見つけるのは通常容易ではないため、オペレータにとってこれは時に困難な作業となる場合があります。周辺に大量の強力な放射線源がない場合、これら 2 つの温度は通常問題にはなりません。

この関係において問題となるのは、こうしたパラメータの正しい値を知ることの重要性についてです。しかし、いくつかの異なる測定を検討したり、3 つの放射線条件の相対的な重要性を比較することで、こうした問題がすでに存在するという印象を受けるのは興味深いこととも言えます。どのパラメータの適切な値をいつ使用することが重要かということについての指針を与えてくれるからです。

この後に示す図では、3つの異なる物体温度、2つの放射率、および2つのスペクトル範囲 (SW と LW) に対して3つの放射線が与える影響の相対的な重要性を示しています。残りのパラメータには次の固定値があります。

- $\tau = 0.88$
- $T_{\text{refl}} = +20^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{atm}} = +20^{\circ}\text{C}$

最初の測定では「妨害」放射線源は比較的強力であるため、低い物体温度の測定は、高温の測定より重要であることは明白です。物体の放射率も低い場合、状態はずっと難しくなります。

ここでやっと、補外法と呼ばれる最高キャリブレーションポイントより上のキャリブレーション曲線を使用できるようにすることの重要性についての質問に答えることができます。ある測定にて、 $U_{\text{tot}} = 4.5$ ボルトを測定していると想定してみます。カメラの最高キャリブレーションポイントは、4.1 ボルト、オペレータの知らない値の順でした。そのため、物体がたまたま黒体 (例: $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$) である場合であっても、実際には 4.5 ボルトを温度に変換する際のキャリブレーション曲線を補外法で推定することになります。

ここで、物体が黒ではなく、0.75 の放射率と途中の大気が 0.92 の伝達率を持っていると想定します。また、方程式 4 の 2 つの第二条件は総計で 0.5 ボルトであると想定します。方程式 4 を使用した U_{obj} の計算結果は、 $U_{\text{obj}} = 4.5 / 0.75 / 0.92 - 0.5 = 6.0$ となります。これは、特にビデオ増幅器の出力制限が 5 ボルトである可能性があることを考えると、非常に過激な補外法といえます。ただし、このキャリブレーション曲線の応用は、電気的制限などが存在しない論理的手順であることに注意してください。カメラに信号制限がなく、5 ボルトよりずっと上の値でキャリブレートされた場合、FLIR Systems アルゴリズムのようにキャリブレーション アルゴリズムが放射物理学に基づいているなら、結果曲線は 4.1 ボルトを超えて補外法で推定された実際の曲線とまったく同じになるはずで、もちろん、そうした補外法に対する制限は存在するでしょう。

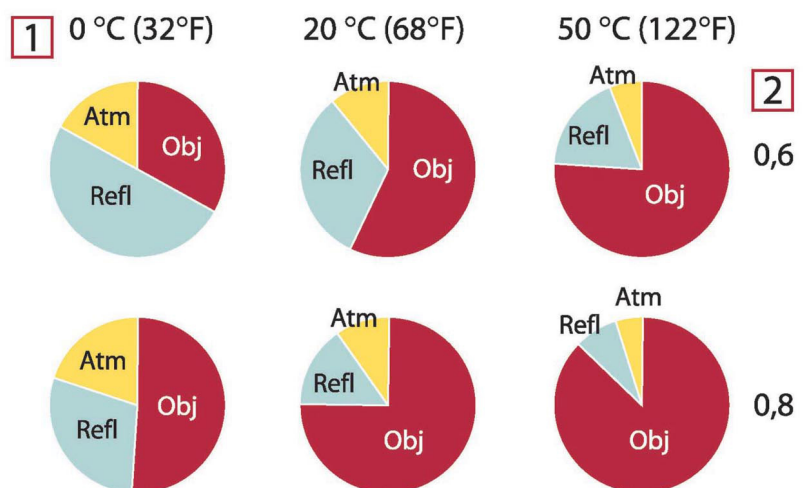


図 19.2 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (SW カメラ)。1: 対象物の温度、2: 放射率、Obj: 物体放射、Refl: 反射放射、Atm: 大気放射。固定パラメータ: $\tau = 0.88$, $T_{\text{refl}} = 20^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{atm}} = 20^{\circ}\text{C}$ 。

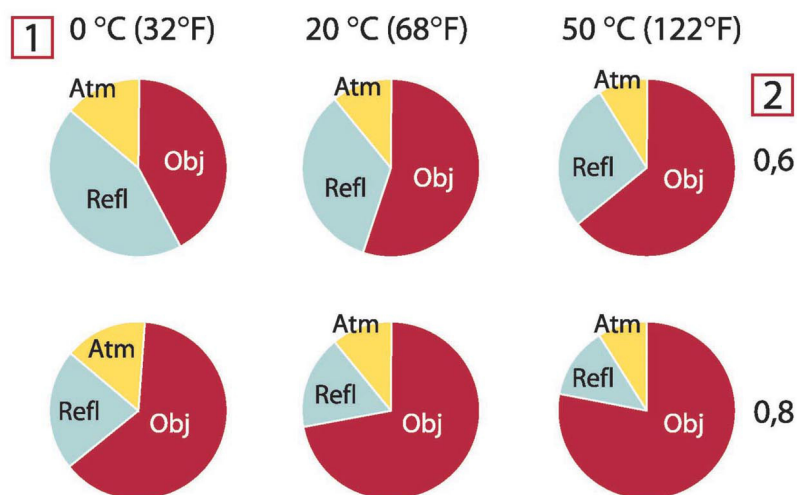


図 19.3 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (LW カメラ)。1: 対象物の温度、2: 放射率、Obj: 物体放射、Refl: 反射放射、Atm: 大気放射。固定パラメータ: $\tau = 0.88$, $T_{refl} = 20^{\circ}\text{C}$, $T_{atm} = 20^{\circ}\text{C}$ 。

この項では、赤外線文献および FLIR Systems の測定値からの放射率データを収集したものを提供しています。

20.1 参考文献

1. Mikael A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J.: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

注 以下の表の放射率値は、短波 (SW) カメラを使用して記録されたものです。値は、推奨値としてのみ使用すべきであり、注意して使用する必要があります。

20.2 表

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照

1	2	3	4	5	6
3M タイプ 35	ビニール電気テープ (複数色)	< 80	LW	≈ 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	LW	≈ 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	MW	< 0.96	13
3M タイプ Super 33+	黒ビニール電気テープ	< 80	LW	≈ 0.96	13
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	LW	≈ 0.96	12
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	MW	≈ 0.97	12
Nextel Velvet 811-21 黒	黒色	-60-150	LW	> 0.97	10、11

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm、LW: 8 ~ 14 μm、LLW: 6.5 ~ 20 μm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
アスファルト舗装		4	LLW	0.967	8
アスベスト	ボード	20	ト	0.96	1
アスベスト	床タイル	35	SW	0.94	7
アスベスト	石板	20	ト	0.96	1
アスベスト	粉末		ト	0.40-0.60	1
アスベスト	紙	40-400	ト	0.93-0.95	1
アスベスト	織物		ト	0.78	1
アルミニウム	HNO ₃ に浸漬、プレート	100	ト	0.05	4
アルミニウム	ざらざらの状態	27	10 μm	0.18	3
アルミニウム	ざらざらの状態	27	3 μm	0.28	3
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	SW	0.05-0.08	9
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	LW	0.03-0.06	9
アルミニウム	受入、シート	100	ト	0.09	2
アルミニウム	受入、プレート	100	ト	0.09	4
アルミニウム	強度に酸化	50-500	ト	0.2-0.3	1
アルミニウム	真空蒸着	20	ト	0.04	2
アルミニウム	研磨	50-100	ト	0.04-0.06	1
アルミニウム	研磨、シート	100	ト	0.05	2
アルミニウム	研磨プレート	100	ト	0.05	4
アルミニウム	粗い表面	20-50	ト	0.06-0.07	1
アルミニウム	金属箔	27	10 μm	0.04	3
アルミニウム	金属箔	27	3 μm	0.09	3
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	SW	0.47	9
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	LW	0.46	9
アルミニウム	長期にわたり風雨にさらした状態	17	SW	0.83-0.94	5
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	SW	0.61	9
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	LW	0.97	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	SW	0.67	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	LW	0.95	9
アルミニウム	陽極酸化シート	100	ト	0.55	2
アルミ青銅		20	ト	0.60	1
エナメル		20	ト	0.9	1
エナメル	漆	20	ト	0.85-0.95	1
エポナイト			ト	0.89	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
エメリー	荒目	80	ト	0.85	1
ガラス板 (フロート ガラス)	コーティングなし	20	LW	0.97	14
クロム	研磨	50	ト	0.10	1
クロム	研磨	500-1000	ト	0.28-0.38	1
コンクリート		20	ト	0.92	2
コンクリート	ざらざらの状態	17	SW	0.97	5
コンクリート	乾燥	36	SW	0.95	7
コンクリート	歩道	5	LLW	0.974	8
ゴム	硬質	20	ト	0.95	1
ゴム	軟質、灰色、粗目	20	ト	0.95	1
スタッコ	粗目、石灰	10-90	ト	0.91	1
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	SW	0.30	9
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	LW	0.28	9
ステンレス鋼	シート、研磨	70	SW	0.18	9
ステンレス鋼	シート、研磨	70	LW	0.14	9
ステンレス鋼	タイプ 18-8、800 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	60	ト	0.85	2
ステンレス鋼	タイプ 18-8、もみ皮研磨	20	ト	0.16	2
ステンレス鋼	合金、8% ニッケル、18% クロム	500	ト	0.35	1
ステンレス鋼	巻き取り	700	ト	0.45	1
ステンレス鋼	砂吹き	700	ト	0.70	1
スラグ	ボイラー	0-100	ト	0.97-0.93	1
スラグ	ボイラー	1400-1800	ト	0.69-0.67	1
スラグ	ボイラー	200-500	ト	0.89-0.78	1
スラグ	ボイラー	600-1200	ト	0.76-0.70	1
タイル	光沢	17	SW	0.94	5
タングステン		1500-2200	ト	0.24-0.31	1
タングステン		200	ト	0.05	1
タングステン		600-1000	ト	0.1-0.16	1
タングステン	フィラメント	3300	ト	0.39	1
タール			ト	0.79-0.84	1
タール	紙	20	ト	0.91-0.93	1
チタン	540 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	1000	ト	0.60	1
チタン	540 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	200	ト	0.40	1
チタン	540 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	500	ト	0.50	1
チタン	研磨	1000	ト	0.36	1
チタン	研磨	200	ト	0.15	1
チタン	研磨	500	ト	0.20	1
ニクロム	巻き取り	700	ト	0.25	1
ニクロム	砂吹き	700	ト	0.70	1
ニクロム	金属線、清潔	50	ト	0.65	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
ニクロム	金属線、清潔	500-1000	ト	0.71-0.79	1
ニクロム	金属線、酸化	50-500	ト	0.95-0.98	1
ニッケル	600 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	200-600	ト	0.37-0.48	1
ニッケル	商業的純度、研磨	100	ト	0.045	1
ニッケル	商業的純度、研磨	200-400	ト	0.07-0.09	1
ニッケル	明マット	122	ト	0.041	4
ニッケル	研磨	122	ト	0.045	4
ニッケル	酸化	1227	ト	0.85	4
ニッケル	酸化	200	ト	0.37	2
ニッケル	酸化	227	ト	0.37	4
ニッケル	金属線	200-1000	ト	0.1-0.2	1
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	20	ト	0.11-0.40	1
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	22	ト	0.11	4
ニッケル	鉄に電気めっき、研磨	22	ト	0.045	4
ニッケル	電気めっき、研磨	20	ト	0.05	2
ニッケル	電気分解	22	ト	0.04	4
ニッケル	電気分解	260	ト	0.07	4
ニッケル	電気分解	38	ト	0.06	4
ニッケル	電気分解	538	ト	0.10	4
ブリキ	シート	24	ト	0.064	4
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	SW	0.94	9
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	LW	0.93	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	SW	0.94	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	LW	0.91	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	LW	0.55	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	SW	0.29	9
ボール紙	未処理	20	SW	0.90	6
マグネシウム		22	ト	0.07	4
マグネシウム		260	ト	0.13	4
マグネシウム		538	ト	0.18	4
マグネシウム	研磨	20	ト	0.07	2
マグネシウム粉			ト	0.86	1
モリブデン		1500-2200	ト	0.19-0.26	1
モリブデン		600-1000	ト	0.08-0.13	1
モリブデン	フィラメント	700-2500	ト	0.1-0.3	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
モルタル		17	SW	0.87	5
モルタル	乾燥	36	SW	0.94	7
レンガ	アルミナ	17	SW	0.68	5
レンガ	シリカ、95% SiO_2	1230	ト	0.66	1
レンガ	シリマナイト、 33% SiO_2 、64% Al_2O_3	1500	ト	0.29	1
レンガ	ディナス シリカ、 低光沢、ざらざ らの状態	1000	ト	0.80	1
レンガ	ディナス シリカ、 光沢、ざらざら の状態	1100	ト	0.85	1
レンガ	ディナス シリカ、 耐火	1000	ト	0.66	1
レンガ	共通	17	SW	0.86-0.81	5
レンガ	石造り	35	SW	0.94	7
レンガ	石造り、漆喰	20	ト	0.94	1
レンガ	耐水	17	SW	0.87	5
レンガ	耐火、わずかに 放射	500-1000	ト	0.65-0.75	1
レンガ	耐火、コランダ ム	1000	ト	0.46	1
レンガ	耐火、マグネサ イト	1000-1300	ト	0.38	1
レンガ	耐火、強度に放 射	500-1000	ト	0.8-0.9	1
レンガ	耐火煉瓦	17	SW	0.68	5
レンガ	耐火粘土	1000	ト	0.75	1
レンガ	耐火粘土	1200	ト	0.59	1
レンガ	耐火粘土	20	ト	0.85	1
レンガ	赤、ざらざらの 状態	20	ト	0.88-0.93	1
レンガ	赤、共通	20	ト	0.93	2
ワニス	ぶな材の寄木床 上	70	SW	0.90	9
ワニス	ぶな材の寄木床 上	70	LW	0.90-0.93	9
ワニス	平坦	20	SW	0.93	6
二酸化銅	粉末		ト	0.84	1
亜鉛	400 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	400	ト	0.11	1
亜鉛	シート	50	ト	0.20	1
亜鉛	研磨	200-300	ト	0.04-0.05	1
亜鉛	表面が酸化	1000-1200	ト	0.50-0.60	1
亜鉛めっき鉄	シート	92	ト	0.07	4
亜鉛めっき鉄	シート、光沢	30	ト	0.23	1
亜鉛めっき鉄	シート、酸化	20	ト	0.28	1
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	SW	0.64	9
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	LW	0.85	9
土	乾燥	20	ト	0.92	2

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
土	水がしみこんだ状態	20	ト	0.95	2
塗料	8色で品質もさまざま	70	SW	0.88-0.96	9
塗料	8色で品質もさまざま	70	LW	0.92-0.94	9
塗料	アルミニウム、さまざまな経過年数	50-100	ト	0.27-0.67	1
塗料	オイルベース、平均 16 色	100	ト	0.94	2
塗料	カドミウム イエロー		ト	0.28-0.33	1
塗料	クロム緑		ト	0.65-0.70	1
塗料	コバルト ブルー		ト	0.7-0.8	1
塗料	プラスチック、白	20	SW	0.84	6
塗料	プラスチック、黒	20	SW	0.95	6
塗料	油	17	SW	0.87	5
塗料	油、多色	100	ト	0.92-0.96	1
塗料	油、灰色光沢	20	SW	0.96	6
塗料	油、灰色平坦	20	SW	0.97	6
塗料	油、黒光沢	20	SW	0.92	6
塗料	油、黒色平坦	20	SW	0.94	6
壁紙	薄い模様、明灰色	20	SW	0.85	6
壁紙	薄い模様、赤	20	SW	0.90	6
布	黒	20	ト	0.98	1
木材		17	SW	0.98	5
木材		19	LLW	0.962	8
木材	ベニヤ合板、平滑、乾燥	36	SW	0.82	7
木材	ベニヤ合板、未処理	20	SW	0.83	6
木材	地面		ト	0.5-0.7	1
木材	松材、4つのサンプル	70	SW	0.67-0.75	9
木材	松材、4つのサンプル	70	LW	0.81-0.89	9
木材	白、湿った状態	20	ト	0.7-0.8	1
木材	面状	20	ト	0.8-0.9	1
木材	面状ぶな材	20	ト	0.90	2
木材	面状ぶな材	70	SW	0.77	9
木材	面状ぶな材	70	LW	0.88	9
水	1層 >0.1 mm の厚さ	0-100	ト	0.95-0.98	1
水	氷、滑らか	-10	ト	0.96	2
水	氷、滑らか	0	ト	0.97	1
水	氷、表面に多量の霜	0	ト	0.98	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
水	蒸留	20	ト	0.96	2
水	雪		ト	0.8	1
水	雪	-10	ト	0.85	2
水	霜の結晶体	-10	ト	0.98	2
水酸化アルミニウム	粉末		ト	0.28	1
氷: 水を参照					
油、潤滑用	0.025 mm の薄膜	20	ト	0.27	2
油、潤滑用	0.050 mm の薄膜	20	ト	0.46	2
油、潤滑用	0.125 mm の薄膜	20	ト	0.72	2
油、潤滑用	ニッケルベース上の薄膜: ニッケルベースのみ	20	ト	0.05	2
油、潤滑用	厚塗り	20	ト	0.82	2
漆	3色でアルミニウム上に吹き付け	70	SW	0.50-0.53	9
漆	3色でアルミニウム上に吹き付け	70	LW	0.92-0.94	9
漆	ざらざらの表面上のアルミニウム	20	ト	0.4	1
漆	フェノール樹脂	80	ト	0.83	1
漆	白	100	ト	0.92	2
漆	白	40-100	ト	0.8-0.95	1
漆	耐熱	100	ト	0.92	1
漆	黒、つやあり、鉄に吹き付け	20	ト	0.87	1
漆	黒、つやなし	40-100	ト	0.96-0.98	1
漆	黒、マット	100	ト	0.97	2
漆喰		17	SW	0.86	5
漆喰	石膏ボード、未処理	20	SW	0.90	6
漆喰	粗目コート	20	ト	0.91	2
炭素	ろうそくの煤煙	20	ト	0.95	2
炭素	油煙	20-400	ト	0.95-0.97	1
炭素	炭粉		ト	0.96	1
炭素	黒鉛、表面にやすりをかけたもの	20	ト	0.98	2
炭素	黒鉛粉		ト	0.97	1
発泡スチロール	絶縁	37	SW	0.60	7
白金		100	ト	0.05	4
白金		1000-1500	ト	0.14-0.18	1
白金		1094	ト	0.18	4
白金		17	ト	0.016	4
白金		22	ト	0.03	4
白金		260	ト	0.06	4
白金		538	ト	0.10	4
白金	リボン	900-1100	ト	0.12-0.17	1
白金	純粋、研磨	200-600	ト	0.05-0.10	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm、LW: 8 ~ 14 μm、LLW: 6.5 ~ 20 μm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
白金	金属線	1400	ト	0.18	1
白金	金属線	50-200	ト	0.06-0.07	1
白金	金属線	500-1000	ト	0.10-0.16	1
皮膚	人間	32	ト	0.98	2
皮革	褐色		ト	0.75-0.80	1
真鍮	600°C で酸化	200-600	ト	0.59-0.61	1
真鍮	80 グリットのエメリーで摩擦	20	ト	0.20	2
真鍮	つやなし、変色	20-350	ト	0.22	1
真鍮	シート、エメリーにて処理	20	ト	0.2	1
真鍮	シート、巻き取り	20	ト	0.06	1
真鍮	十分に研磨済み	100	ト	0.03	2
真鍮	研磨	200	ト	0.03	1
真鍮	酸化	100	ト	0.61	2
真鍮	酸化	70	SW	0.04-0.09	9
真鍮	酸化	70	LW	0.03-0.07	9
石灰			ト	0.3-0.4	1
石膏		20	ト	0.8-0.9	1
砂			ト	0.60	1
砂		20	ト	0.90	2
砂岩	ざらざらの状態	19	LLW	0.935	8
砂岩	研磨	19	LLW	0.909	8
磁器	光沢	20	ト	0.92	1
磁器	白、つやあり		ト	0.70-0.75	1
粘土	燃焼	70	ト	0.91	1
紙	4 色	70	SW	0.68-0.74	9
紙	4 色	70	LW	0.92-0.94	9
紙	白	20	ト	0.7-0.9	1
紙	白、3 種類の光沢	70	SW	0.76-0.78	9
紙	白、3 種類の光沢	70	LW	0.88-0.90	9
紙	白色接着剤	20	ト	0.93	2
紙	緑		ト	0.85	1
紙	赤		ト	0.76	1
紙	青、暗色		ト	0.84	1
紙	黄色		ト	0.72	1
紙	黒		ト	0.90	1
紙	黒、つやなし		ト	0.94	1
紙	黒、つやなし	70	SW	0.86	9
紙	黒、つやなし	70	LW	0.89	9
紙	黒漆で上塗り		ト	0.93	1
繊維板	チップボード	70	SW	0.77	9
繊維板	チップボード	70	LW	0.89	9
繊維板	メゾナイト	70	SW	0.75	9
繊維板	メゾナイト	70	LW	0.88	9
繊維板	多孔、未処理	20	SW	0.85	6

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
繊維板	硬質、未処理	20	SW	0.85	6
花崗岩	ざらざらの状態	21	LLW	0.879	8
花崗岩	ざらざらの状態、 4つのサンプル	70	SW	0.95-0.97	9
花崗岩	ざらざらの状態、 4つのサンプル	70	LW	0.77-0.87	9
花崗岩	研磨	20	LLW	0.849	8
酸化アルミニウム	活性、粉末		ト	0.46	1
酸化アルミニウム	純粋、粉末 (アル ミナ)		ト	0.16	1
酸化ニッケル		1000-1250	ト	0.75-0.86	1
酸化ニッケル		500-650	ト	0.52-0.59	1
酸化銅	赤、粉末		ト	0.70	1
金	入念に研磨	200-600	ト	0.02-0.03	1
金	十分に研磨済み	100	ト	0.02	2
金	研磨	130	ト	0.018	1
鉄、鑄込	600 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	200-600	ト	0.64-0.78	1
鉄、鑄込	インゴット	1000	ト	0.95	1
鉄、鑄込	未加工	900-1100	ト	0.87-0.95	1
鉄、鑄込	機械仕上げ	800-1000	ト	0.60-0.70	1
鉄、鑄込	液状	1300	ト	0.28	1
鉄、鑄込	研磨	200	ト	0.21	1
鉄、鑄込	研磨	38	ト	0.21	4
鉄、鑄込	研磨	40	ト	0.21	2
鉄、鑄込	酸化	100	ト	0.64	2
鉄、鑄込	酸化	260	ト	0.66	4
鉄、鑄込	酸化	38	ト	0.63	4
鉄、鑄込	酸化	538	ト	0.76	4
鉄、鑄込	鑄造	50	ト	0.81	1
鉄鋼	ざらざらの状態、 平面	50	ト	0.95-0.98	1
鉄鋼	つやあり、腐食	150	ト	0.16	1
鉄鋼	つやあり酸化層、 シート	20	ト	0.82	1
鉄鋼	低温巻き取り	70	SW	0.20	9
鉄鋼	低温巻き取り	70	LW	0.09	9
鉄鋼	加工済み、入念 に研磨	40-250	ト	0.28	1
鉄鋼	巻き取り、処理 したて	20	ト	0.24	1
鉄鋼	巻き取りシート	50	ト	0.56	1
鉄鋼	強度に酸化	50	ト	0.88	1
鉄鋼	強度に酸化	500	ト	0.98	1
鉄鋼	接地シート	950-1100	ト	0.55-0.61	1
鉄鋼	新たにエメリー にて処理	20	ト	0.24	1
鉄鋼	研磨	100	ト	0.07	2
鉄鋼	研磨	400-1000	ト	0.14-0.38	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm 、LW: 8 ~ 14 μm 、LLW: 6.5 ~ 20 μm 、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
鉄鋼	研磨したシート	750-1050	ト	0.52-0.56	1
鉄鋼	赤錆の付いた状態	20	ト	0.61-0.85	1
鉄鋼	赤錆付き、シート	22	ト	0.69	4
鉄鋼	酸化	100	ト	0.74	4
鉄鋼	酸化	100	ト	0.74	1
鉄鋼	酸化	1227	ト	0.89	4
鉄鋼	酸化	125-525	ト	0.78-0.82	1
鉄鋼	酸化	200	ト	0.79	2
鉄鋼	酸化	200-600	ト	0.80	1
鉄鋼	重度に錆びたシート	20	ト	0.69	2
鉄鋼	重度に錆付き	17	SW	0.96	5
鉄鋼	錆びた状態、赤	20	ト	0.69	1
鉄鋼	電気分解	100	ト	0.05	4
鉄鋼	電気分解	22	ト	0.05	4
鉄鋼	電気分解	260	ト	0.07	4
鉄鋼	電解、入念に研磨	175-225	ト	0.05-0.06	1
鉄鋼	高温巻き取り	130	ト	0.60	1
鉄鋼	高温巻き取り	20	ト	0.77	1
鉛	200 $^{\circ}\text{C}$ で酸化	200	ト	0.63	1
鉛	つやあり	250	ト	0.08	1
鉛	酸化、灰色	20	ト	0.28	1
鉛	酸化、灰色	22	ト	0.28	4
鉛	非酸化、研磨	100	ト	0.05	4
鉛赤		100	ト	0.93	4
鉛赤、粉末		100	ト	0.93	1
銀	研磨	100	ト	0.03	2
銀	純粋、研磨	200-600	ト	0.02-0.03	1
銅	商用、光沢	20	ト	0.07	1
銅	強度に酸化	20	ト	0.78	2
銅	擦り傷	27	ト	0.07	4
銅	暗黒色に酸化		ト	0.88	1
銅	溶解	1100-1300	ト	0.13-0.15	1
銅	研磨	50-100	ト	0.02	1
銅	研磨	100	ト	0.03	2
銅	研磨、商用	27	ト	0.03	4
銅	研磨、機械用	22	ト	0.015	4
銅	純粋、表面は入念に準備	22	ト	0.008	4
銅	酸化	50	ト	0.6-0.7	1
銅	酸化、黒	27	ト	0.78	4
銅	電解、入念に研磨	80	ト	0.018	1
銅	電解、研磨	-34	ト	0.006	4
錫	光沢	20-50	ト	0.04-0.06	1

テーブル 20.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 μm、LW: 8 ~ 14 μm、LLW: 6.5 ~ 20 μm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6: 参照 (続き)

1	2	3	4	5	6
錫	錫めっきした シート状の鉄	100	ト	0.07	2
雪: 水を参照					
青銅	多孔、ざらざら の状態	50-150	ト	0.55	1
青銅	燐銅	70	SW	0.08	9
青銅	燐銅	70	LW	0.06	9
青銅	研磨	50	ト	0.1	1
青銅	粉末		ト	0.76-0.80	1

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML — the eXtensible Markup Language. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

LOEF (List Of Effective Files)

T501109.xml; ja-JP; AN; 42293; 2017-04-27
T505552.xml; ja-JP; 9599; 2013-11-05
T505469.xml; ja-JP; 39689; 2017-01-25
T505013.xml; ja-JP; 39689; 2017-01-25
T505799.xml; ja-JP; 39839; 2017-01-30
T505800.xml; ja-JP; 39839; 2017-01-30
T505801.xml; ja-JP; 40414; 2017-02-16
T505816.xml; ja-JP; AH; 41827; 2017-03-31
T505470.xml; ja-JP; 39513; 2017-01-18
T505012.xml; ja-JP; 41563; 2017-03-23
T505007.xml; ja-JP; 39512; 2017-01-18
T506125.xml; ja-JP; 40753; 2017-03-02
T505000.xml; ja-JP; 39687; 2017-01-25
T506051.xml; ja-JP; 40460; 2017-02-20
T505005.xml; ja-JP; 41563; 2017-03-23
T505001.xml; ja-JP; 41563; 2017-03-23
T505006.xml; ja-JP; 41563; 2017-03-23
T505002.xml; ja-JP; 39512; 2017-01-18



Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Copyright

© 2017, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide.

Disclaimer

Specifications subject to change without further notice. Models and accessories subject to regional market considerations. License procedures may apply. Products described herein may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions.

Publ. No.: T559918
Release: AN
Commit: 42293
Head: 42303
Language: ja-JP
Modified: 2017-04-27
Formatted: 2017-04-27