

## SPECIFICATIONS

# NI PXIe-4145

## Four-Channel Precision SMU

This document lists specifications for the NI PXIe-4145 (NI 4145) precision source-measure unit (SMU).

Specifications are subject to change without notice. For the most recent NI 4145 specifications, visit [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).



**Caution** To ensure the specified EMC performance, operate this product only with shielded cables and accessories.



**Caution** Using the NI 4145 in a manner not described in this document might impair the protection the NI 4145 provides.

National Instruments defines the capabilities and performance of its Test & Measurement instruments as *Specifications*, *Typical Specifications*, and *Characteristic or Supplemental Specifications*. Data provided in this document are *Specifications* unless otherwise noted.

*Specifications* characterize the warranted performance of the instrument within the recommended calibration interval and under the stated operating conditions.

*Typical Specifications* are specifications met by the majority of the instruments within the recommended calibration interval and under the stated operating conditions. The performance of the instrument is not warranted.

*Characteristic or Supplemental Specifications* describe basic functions and attributes of the instrument established by design or during development and not evaluated during Verification or Adjustment. They provide information that is relevant for the adequate use of the instrument that is not included in the previous definitions.

Unless otherwise noted, specifications are valid under the following conditions:

- Ambient temperature  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- After 30 minutes warm-up time
- Self-calibration performed within the last 24 hours
- niDCPower Aperture Time property or NIDCPOWER\_ATTR\_APERTURE\_TIME attribute set to 2 power-line cycles (PLC)s.



**Caution** Refer to the *Read Me First: Safety and Electromagnetic Compatibility* document for important safety and electromagnetic compatibility information. To

obtain a copy of this document online, visit [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals) and search for the document title.

To access NI 4145 documentation, navigate to **Start»All Programs»National Instruments»NI-DCPower»Documentation**.

# Contents

---

|   |    |
|---|----|
| Device Capabilities.....  | 2  |
| SMU Specifications.....   | 4  |
| Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution.....    | 4  |
| Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution.....    | 4  |
| Output Resistance Programming Accuracy/Resolution, Typical..... | 5  |
| SMU Resolution/Noise versus Measure Speed, Typical.....         | 5  |
| Example of Calculating SMU Resolution.....                      | 6  |
| Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating.....             | 7  |
| Additional Specifications.....                                  | 7  |
| Supplemental Specifications.....                                | 9  |
| Maximum Measurement Speed.....                                  | 9  |
| Triggers.....   | 9  |
| NI-DCPower Sequence Source Model.....                           | 10 |
| Calibration Interval.....                                       | 11 |
| Physical Characteristics.....                                   | 11 |
| Environment.....  | 11 |
| Operating Environment.....                                      | 12 |
| Storage Environment.....  | 12 |
| Compliance and Certifications.....                              | 12 |
| Safety.....   | 12 |
| Electromagnetic Compatibility.....                              | 13 |
| CE Compliance .....   | 13 |
| Online Product Certification.....                               | 13 |
| Environmental Management.....                                   | 13 |

# Device Capabilities

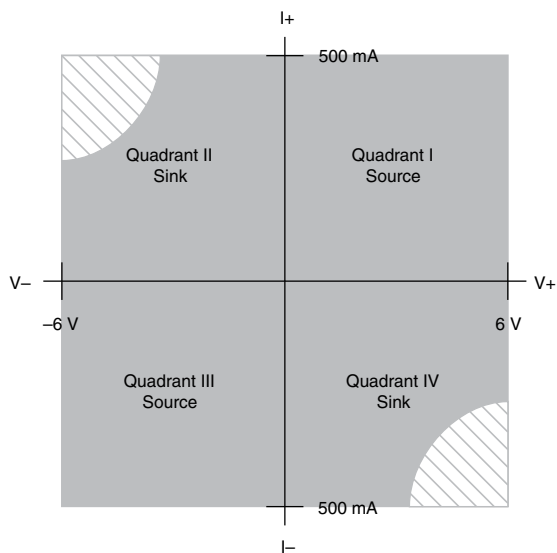
---


The following table and figure illustrate the voltage and the current source and sink ranges of the NI 4145.

**Table 1.** NI 4145 Current Source and Sink Ranges

| Channels                 | DC Voltage Ranges | DC Current Source and Sink Ranges                              |
|--------------------------|-------------------|--|
| 0 through 3 <sup>1</sup> | ±6 V              | 10 $\mu$ A<br>100 $\mu$ A<br>1 mA<br>10 mA<br>100 mA<br>500 mA |

**Figure 1.** NI 4145 Quadrant Diagram, All Channels



 Limit power sinking to 7 W per module. Additional derating applies to module sinking power when operating at an ambient temperature of  $>45^{\circ}\text{C}$ .

<sup>1</sup> Channels are isolated from earth ground but share a common LO.

# SMU Specifications

## Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution

**Table 2.** Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution

| Range | Resolution and Noise (0.1 Hz to 10 Hz) <sup>2</sup> | 1 Year Accuracy (23 °C ± 5 °C) ± (% of Voltage + Offset) |                         | Temperature Coefficient ± (% of Voltage + Offset)/°C, 0 °C to 55 °C |
|-------|---|--|-------------------------|---|
|       |   | T <sub>cal</sub> ± 5 °C <sup>3</sup>                     | T <sub>cal</sub> ± 1 °C |   |
| 6 V   | 6 µV  | 0.015% + 600 µV  | 0.013% + 200 µV         | 0.0005% + 1 µV  |

### Related Information

[SMU Resolution/Noise versus Measure Speed, Typical](#) on page 5

## Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution

**Table 3.** Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution

| Range  | Resolution and Noise (0.1 Hz to 10 Hz) <sup>4</sup> | 1 Year Accuracy (23 °C ± 5 °C) ± (% of Current + Offset) |                         | Temperature Coefficient ± (% of Current + Offset)/°C, 0 °C to 55 °C |
|--------|---|--|-------------------------|---|
|        |   | T <sub>cal</sub> ± 5 °C <sup>5</sup>                     | T <sub>cal</sub> ± 1 °C |   |
| 10 µA  | 15 pA   | 0.03% + 3 nA   | 0.03% + 1.2 nA          | 0.002% + 20 pA  |
| 100 µA | 100 pA  | 0.03% + 25 nA  | 0.03% + 6.0 nA          | 0.002% + 200 pA   |
| 1 mA   | 1 nA  | 0.03% + 250 nA   | 0.03% + 60 nA           | 0.002% + 2.0 nA   |
| 10 mA  | 10 nA   | 0.03% + 2.5 µA   | 0.03% + 600 nA          | 0.002% + 20 nA  |

<sup>2</sup> Resolution is noise-limited. Numbers listed represent peak-to-peak noise over the specified bandwidth.

<sup>3</sup> T<sub>cal</sub> is the internal device temperature recorded by the NI 4145 at the completion of the last self-calibration. Specifications are valid for an aperture time of 2 PLCs.

<sup>4</sup> Resolution is noise-limited. Numbers listed represent peak-to-peak noise over the specified bandwidth.

<sup>5</sup> T<sub>cal</sub> is the internal device temperature recorded by the NI 4145 at the completion of the last self-calibration. Specifications are valid for an aperture time of 2 PLCs.

**Table 3.** Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution (Continued)

| Range  | Resolution and Noise (0.1 Hz to 10 Hz) <sup>4</sup> | 1 Year Accuracy (23 °C ± 5 °C) ± (% of Current + Offset) |                         | Temperature Coefficient ± (% of Current + Offset)/°C, 0 °C to 55 °C |
|--------|---|--|-------------------------|---|
|        |   | T <sub>cal</sub> ± 5 °C <sup>5</sup>                     | T <sub>cal</sub> ± 1 °C |   |
| 100 mA | 100 nA  | 0.03% + 25 µA  | 0.03% + 6.0 µA          | 0.002% + 200 nA   |
| 500 mA | 500 nA  | 0.1% + 125 µA  | 0.1% + 30 µA            | 0.008% + 1 µA   |

**Related Information**

*SMU Resolution/Noise versus Measure Speed, Typical* on page 5

## Output Resistance Programming Accuracy/Resolution, Typical

**Table 4.** Output Resistance Programming Accuracy/Resolution, Typical

| Current Limit Range | Programmable Resistance Range | Resolution | 1 Year Accuracy (23 °C ± 5 °C) ± (% of Resistance Settings), T <sub>cal</sub> ± 5 °C <sup>6</sup> |
|---------------------|-------------------------------|------------|---|
| 10 µA               | ± 50 kΩ                       | 1.0 Ω      | 0.04% + 260 mΩ  |
| 100 µA              | ± 5 kΩ                        | 100 mΩ     | 0.04% + 35 mΩ   |
| 1 mA                | ± 500 Ω                       | 10 mΩ      | 0.04% + 13 mΩ   |
| 10 mA               | ± 50 Ω                        | 1.0 mΩ     | 0.04% + 10 mΩ   |
| 100 mA              | ± 5 Ω                         | 100 µΩ     | 0.04% + 10 mΩ   |
| 500 mA              | ± 1 Ω                         | 20 µΩ      | 0.12% + 10 mΩ   |

## SMU Resolution/Noise versus Measure Speed, Typical

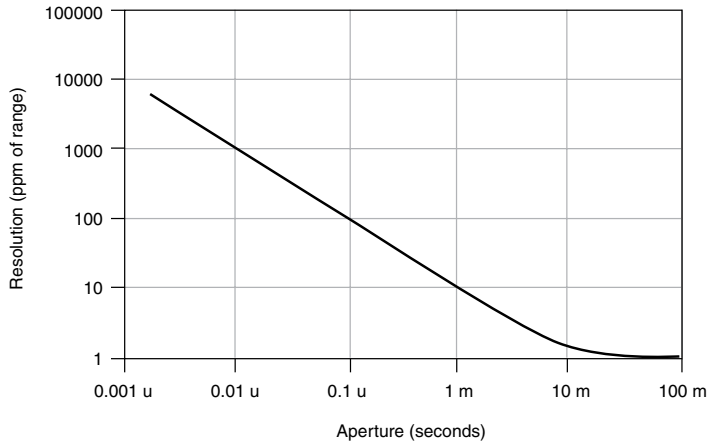
The following figure illustrates noise and resolution as a function of measurement aperture for the NI 4145.

<sup>4</sup> Resolution is noise-limited. Numbers listed represent peak-to-peak noise over the specified bandwidth.

<sup>5</sup> T<sub>cal</sub> is the internal device temperature recorded by the NI 4145 at the completion of the last self-calibration. Specifications are valid for an aperture time of 2 PLCs.

<sup>6</sup> T<sub>cal</sub> is the internal device temperature recorded by the NI 4145 at the completion of the last self-calibration. Specifications are valid for an aperture time of 2 PLCs.

**Figure 2. Noise and Resolution versus Measurement Aperture**



To derive a resolution in absolute units from the preceding figure, complete the following steps:

1. Select a voltage or current range.
2. For a given aperture time, find the corresponding resolution.
3. To convert resolution from ppm of range to absolute units, multiply resolution in ppm of range by the selected range.

## Example of Calculating SMU Resolution

The NI 4145 has a resolution of 100 ppm when set to a 100  $\mu$ s aperture time. In the 6 V range, resolution can be calculated by multiplying 6 V by 100 ppm, as shown in the following equation:

$$6 \text{ V} * 100 \text{ ppm} = 6 \text{ V} * 100 * 1 \times 10^{-6} = 600 \text{ } \mu\text{V}$$

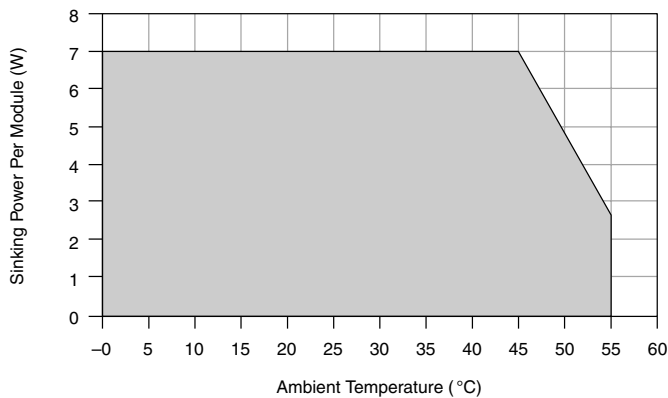
Likewise, in the 10 mA range, resolution can be calculated by multiplying 10 mA by 100 ppm, as shown in the following equation:

$$10 \text{ mA} * 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mA} * 100 * 1 \times 10^{-6} = 1 \text{ } \mu\text{A}$$

# Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating

The following figure illustrates sinking power derating per module as a function of ambient temperature for the NI 4145.

**Figure 3.** Sinking Power v.s Ambient Temperature Derating



## Additional Specifications

|  |  |
|--|--|
| Settling time, typical <sup>7</sup>      | <100 μs to settle to 0.1% of voltage step,<br>device configured for fast transient response  |
| Transient response, typical <sup>8</sup> | <100 μs to recover within ±20 mV after a load<br>current change from 10% to 90% of range,<br>device configured for fast transient response |
| Wideband source noise, typical           | 1.5 mV RMS (20 Hz to 20 MHz bandwidth),<br>device configured for normal transient<br>response  |
| Cable guard output impedance,<br>typical | 10 kΩ  |

<sup>7</sup> Current limit set to ≥1 mA and ≥10% of the selected current limit range.

<sup>8</sup> Current limit set to ≥1 mA and ≥10% of the selected current limit range.

Remote sense

|                        |  |
|------------------------|--|
| Voltage.....           | Add 0.1% of LO lead drop to voltage accuracy specification   |
| Current.....           | No additional error due to lead drop   |
| Maximum lead drop..... | Up to 1 V drop per lead for $ V_{out}  \leq 5$ V. For $ V_{out}  > 5$ V, keep sum of $ V_{out} $ and total lead drop below 7 V |

Load regulation, typical

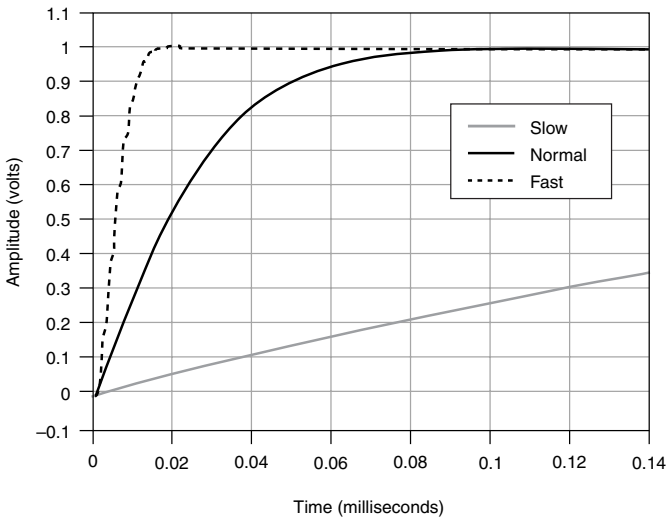
|              |   |
|--------------|---|
| Voltage..... | 10 $\mu$ V at connector pins per mA of output load when using local sense |
| Current..... | 20 pA + 1 ppm of range per volt of output change                          |

Isolation voltage, Channel-to-earth.....60 VDC, CAT I, verified by dielectric ground, characteristic<sup>9</sup> withstand test, 5 s, continuous

Absolute maximum voltage between.....20 VDC, continuous  
any terminal and LO

The following figures illustrate the effect of the transient response setting on the step response of the NI 4145 for different loads.

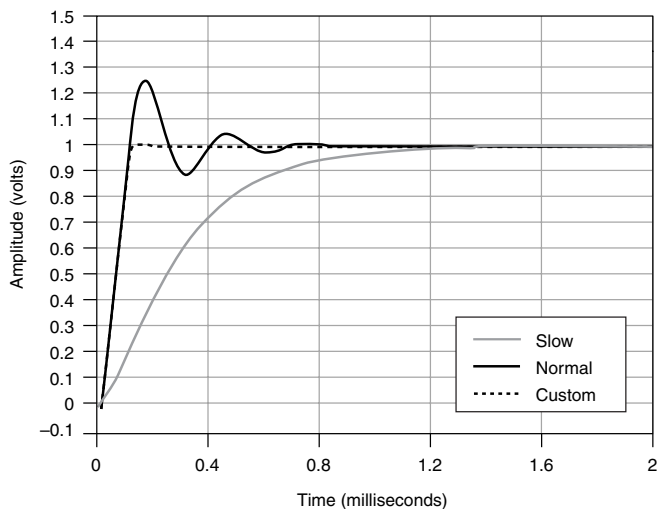
**Figure 4. 1 mA Range No Load Step Response, Typical**



<sup>9</sup> Channels are isolated from earth ground but share a common LO.



**Figure 5.** 1 mA Range, 100 nF Load Step Response, Typical



# Supplemental Specifications

## Maximum Measurement Speed

|  |   |
|--|---|
| Available sample rates.....                      | (600 kS/s)/N where N= 1, 2, 3, ... 2 <sup>20</sup> and S is samples |
| Sample rate accuracy.....                        | ±50 ppm   |
| Maximum measure rate to host <sup>10</sup> ..... | 600,000 S/s per channel, continuous                                 |
| Maximum source update rate <sup>11</sup> .....   | 100,000 updates/s   |
| Trigger in to source delay.....                  | 5 µs  |
| Trigger in to source jitter.....                 | 1.7 µs  |
| Trigger in to measure jitter.....                | 1.7 µs  |

## Triggers

|                |  |
|----------------|--|
| Input triggers |  |
| Types.....     | Start, Source, Sequence Advance, Measure |

<sup>10</sup> Load dependent settling time is not included. Normal DC noise rejection is used.

<sup>11</sup> As the source delay is adjusted, maximum source rates vary.

Sources (PXI trigger lines 0 to 7)<sup>12</sup>

Polarity.....Configurable

Minimum pulse width.....100 ns

Destinations<sup>13</sup> (PXI trigger lines 0 to 7)<sup>14</sup>

Polarity.....Active high (not configurable)

Pulse width.....>200 ns

Output triggers (events)

Types.....Source Complete, Sequence Iteration  
Complete, Sequence Engine Done, Measure  
Complete

Destinations (PXI trigger lines 0 to 7)<sup>15</sup>

Polarity.....Configurable

Pulse width.....Configurable between 250 ns and 1.6  $\mu$ s

# NI-DCPower Sequence Source Model

The following figure illustrates the programming flow in NI-DCPower using Sequence source mode with automatic measurements.

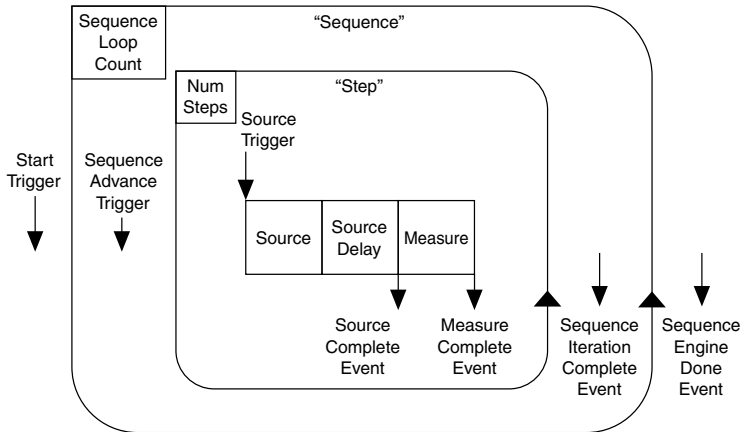
<sup>12</sup> Pulse widths and logic levels are compliant with *PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1*.

<sup>13</sup> Input triggers can be re-exported.

<sup>14</sup> Pulse widths and logic levels are compliant with *PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1*.

<sup>15</sup> Pulse widths and logic levels are compliant with *PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1*.

**Figure 6. NI-DCPower Programming Flow**



## Related Information

[NI DC Power Supplies and SMU Help](#)

## Calibration Interval

Recommended calibration interval.....1 year

## Physical Characteristics

Dimensions.....3U, one-slot, PXI Express/cPCI Express module; 2.0 cm × 13.0 cm × 21.6 cm (0.8 in. × 5.1 in. × 8.5 in.)

Weight.....408 g (14.39 oz)

Front panel connectors.....25-position D-SUB, male

## Environment

Maximum altitude.....2,000 m (at 25 °C ambient temperature)

Pollution Degree.....2

Indoor use only.

# Operating Environment

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Ambient temperature range..... | 0 °C to 55 °C (Tested in accordance with IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2.)  |
| Relative humidity range.....   | 10% to 70%, noncondensing; derate 1.3% per °C above 40 °C (Tested in accordance with IEC 60068-2-56.) (Tested in accordance with IEC-60068-2-56.) |

# Storage Environment

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Ambient temperature range..... | -40 °C to 70 °C (Tested in accordance with IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2.)  |
| Relative humidity range.....   | 5% to 95%, noncondensing (Tested in accordance with IEC-60068-2-56.)  |
| Operational shock.....         | 30 g peak, half-sine, 11 ms pulse (Tested in accordance with IEC-60068-2-27. Test profile developed in accordance with MIL-PRF-28800F.)                         |
| Random vibration               |   |
| Operating.....                 | 5 Hz to 500 Hz, 0.3 g <sub>rms</sub>  |
| Nonoperating.....              | 5 Hz to 500 Hz, 2.4 g <sub>rms</sub> (Tested in accordance with IEC-60068-2-64. Nonoperating test profile exceeds the requirements of MIL-PRF-28800F, Class 3.) |

# Compliance and Certifications

---

## Safety

This product is designed to meet the requirements of the following electrical equipment safety standards for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1



**Note** For UL and other safety certifications, refer to the product label or the [Online Product Certification](#) section.

# Electromagnetic Compatibility

This product meets the requirements of the following EMC standards for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326-1 (IEC 61326-1): Class A emissions; Basic immunity
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions
- AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions
- ICES-001: Class A emissions



**Note** In the United States (per FCC 47 CFR), Class A equipment is intended for use in commercial, light-industrial, and heavy-industrial locations. In Europe, Canada, Australia, and New Zealand (per CISPR 11), Class A equipment is intended for use only in heavy-industrial locations.



**Note** Group 1 equipment (per CISPR 11) is any industrial, scientific, or medical equipment that does not intentionally generate radio frequency energy for the treatment of material or inspection/analysis purposes.



**Note** For EMC declarations, certifications, and additional information, refer to the *Online Product Certification* section.

## CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as follows:

- 2006/95/EC; Low-Voltage Directive (safety)
- 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)

## Online Product Certification

To obtain product certifications and the DoC for this product, visit [ni.com/certification](https://ni.com/certification), search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

## Environmental Management

NI is committed to designing and manufacturing products in an environmentally responsible manner. NI recognizes that eliminating certain hazardous substances from our products is beneficial not only to the environment but also to NI customers.

For additional environmental information, refer to the *Minimize Our Environmental Impact* web page at [ni.com/environment](https://ni.com/environment). This page contains the environmental regulations and directives with which NI complies, as well as other environmental information not included in this document.

## Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)



**EU Customers** At the end of the product life cycle, all products must be sent to a WEEE recycling center. For more information about WEEE recycling centers,

National Instruments WEEE initiatives, and compliance with WEEE Directive 2002/96/EC on Waste Electrical and Electronic Equipment, visit [ni.com/environment/weee](http://ni.com/environment/weee).

## 电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）



**中国客户** National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 [ni.com/environment/rohs\\_china](http://ni.com/environment/rohs_china)。(For information about China RoHS compliance, go to [ni.com/environment/rohs\\_china](http://ni.com/environment/rohs_china).)

Refer to the *NI Trademarks and Logo Guidelines* at [ni.com/trademarks](http://ni.com/trademarks) for information on National Instruments trademarks. Other product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies. For patents covering National Instruments products/technology, refer to the appropriate location: **Help»Patents** in your software, the `patents.txt` file on your media, or the *National Instruments Patent Notice* at [ni.com/patents](http://ni.com/patents). You can find information about end-user license agreements (EULAs) and third-party legal notices in the readme file for your NI product. Refer to the *Export Compliance Information* at [ni.com/legal/export-compliance](http://ni.com/legal/export-compliance) for the National Instruments global trade compliance policy and how to obtain relevant HTS codes, ECCNs, and other import/export data.

© 2013 National Instruments. All rights reserved.

仕様

# NI PXIe-4145

## 4 チャンネル高精度 SMU

このドキュメントには、NI PXIe-4145（NI 4145）高精度ソースメジャーユニット（SMU）の仕様が記載されています。

仕様は事前の通知なしに変更されることがあります。最新の NI 4145 の仕様については、[ni.com/manuals](http://ni.com/manuals) を参照してください。



**注意** 指定された EMC のパフォーマンスを確保するには、シールドケーブルおよびアクセサリを必ず使用してください。



**注意** NI 4145 をドキュメントに記載されている手順以外の方法で使用した場合、NI 4145 に装備されている保護機能が正常に動作しない場合があります。

ナショナルインスツルメンツでは、テスト、計測用機器の機能および性能を「仕様」、「標準仕様」、および「特性または補足仕様」として定義しています。このドキュメントに記載されたデータは注釈がない限り「仕様」です。

「仕様」は推奨キャリブレーション間隔内において、記載された動作条件下で保証される計測器の性能を示します。

「標準仕様」は推奨キャリブレーション間隔内において、記載された動作条件下で大多数の計測器が満たす仕様を示します。計測器の性能は保証されません。

「特性」または「補足仕様」は、設計または開発中に特定された計測器の基本的機能および属性を示し、検証または調整中に評価されたものではありません。これには、前述の定義に含まれていない、計測器の標準的な使用に関する情報が記載されています。

特に注釈がない限り、これらの仕様は以下の条件に対して有効です。

- 周囲温度:  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- 30 分のウォームアップ後
- 過去 24 時間内にセルフキャリブレーションを実行済み
- niDCPower アパーチャ遅延プロパティおよび NIDCPOWER\_ATTR\_APERTURE\_TIME 属性が 2 電源周期（PLC）に設定されている



**注意** 安全規格の詳細については、『はじめにお読みください: 安全対策と電磁両立性について』を参照してください。このドキュメントをオンラインで

入手するには、[ni.com/manuals](https://ni.com/manuals) にアクセスしてドキュメントタイトルで検索してください。

NI 4145 のドキュメントにアクセスするには、**スタート→すべてのプログラム→National Instruments→NI-DCPower→ドキュメント**を参照してください。

# 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| デバイス機能.....                   | 2  |
| SMU 仕様.....                   | 4  |
| 電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能.....    | 4  |
| 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能.....    | 4  |
| 出力抵抗プログラミング確度/分解能（標準）.....    | 5  |
| SMU 分解能/ノイズ vs. 測定速度（標準）..... | 5  |
| SMU 分解能の計算方法例.....            | 6  |
| シンク電源 vs. 周囲温度の低下.....        | 7  |
| 追加仕様.....                     | 7  |
| 補足仕様.....                     | 9  |
| 最大測定速度.....                   | 9  |
| トリガ.....                      | 10 |
| NI-DCPower シーケンスソースモデル.....   | 10 |
| キャリブレーション間隔.....              | 11 |
| 物理特性.....                     | 11 |
| 環境.....                       | 11 |
| 動作環境.....                     | 12 |
| 保管環境.....                     | 12 |
| 認可および準拠.....                  | 12 |
| 安全性.....                      | 12 |
| 電磁両立性.....                    | 13 |
| CE マーク準拠.....                 | 13 |
| オンライン製品認証.....                | 13 |
| 環境管理.....                     | 13 |

# デバイス機能

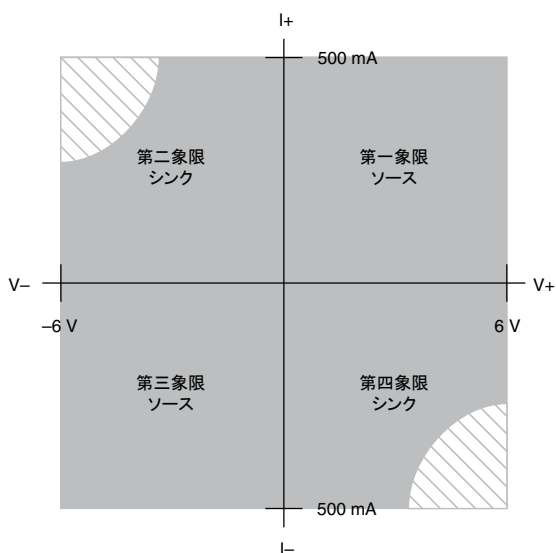
次の表は、NI 4145 の電圧および電流ソースとシンクレンジを示します。




表 1. NI 4145 電流ソース/シンクレンジ

| チャンネル            | DC 電圧レンジ | DC 電流ソース/シンクレンジ  |
|------------------|----------|--|
| 0~3 <sup>1</sup> | ±6 V     | 10 $\mu$ A<br>100 $\mu$ A<br>1 mA<br>10 mA<br>100 mA<br>500 mA |

図 1. NI 4145 の象限図、すべてのチャンネル



 シンク電源はモジュールあたり7 Wに制限。45 °Cを超える周囲温度で動作すると、モジュールのシンク電源はさらに低下する。

<sup>1</sup> チャンネルはアースから絶縁されていますが、コモン LO を共有しています。

# SMU 仕様

## 電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能

表 2. 電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能

| レンジ | 分解能およびノイズ (0.1 Hz～10 Hz) <sup>2</sup> | 1 年間の確度 (23°C ±5°C) ± (電圧の% + オフセット) |                        | 温度係数± (電圧の% + オフセット) / °C、0°C～55°C |
|-----|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
|     |                                       | T <sub>cal</sub> ± 5°C <sup>3</sup>  | T <sub>cal</sub> ± 1°C |                                    |
| 6 V | 6 μV                                  | 0.015% + 600 μV                      | 0.013% + 200 μV        | 0.0005% + 1 μV                     |

### 関連情報

[SMU 分解能/ノイズ vs. 測定速度 \(標準\)](#) ページ 5

## 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能

表 3. 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能

| レンジ    | 分解能およびノイズ (0.1 Hz～10 Hz) <sup>4</sup> | 1 年間の確度 (23°C ±5°C) ± (電流の% + オフセット) |                        | 温度係数± (電流の% + オフセット) / °C、0°C～55°C |
|--------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
|        |                                       | T <sub>cal</sub> ± 5°C <sup>5</sup>  | T <sub>cal</sub> ± 1°C |                                    |
| 10 μA  | 15 pA                                 | 0.03% + 3 nA                         | 0.03% + 1.2 nA         | 0.002% + 20 pA                     |
| 100 μA | 100 pA                                | 0.03% + 25 nA                        | 0.03% + 6.0 nA         | 0.002% + 200 pA                    |
| 1 mA   | 1 nA                                  | 0.03% + 250 nA                       | 0.03% + 60 nA          | 0.002% + 2.0 nA                    |
| 10 mA  | 10 nA                                 | 0.03% + 2.5 μA                       | 0.03% + 600 nA         | 0.002% + 20 nA                     |

<sup>2</sup> 分解能はノイズ制限されています。リストされた番号は指定の帯域幅でのピーク-ピークノイズを表しています。

<sup>3</sup> T<sub>cal</sub> は最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4145 で記録されたデバイスの内部温度です。仕様値は 2 PLC のアパーチャ遅延で有効です。

<sup>4</sup> 分解能はノイズ制限されています。リストされた番号は指定の帯域幅でのピーク-ピークノイズを表しています。

<sup>5</sup> T<sub>cal</sub> は最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4145 で記録されたデバイスの内部温度です。仕様値は 2 PLC のアパーチャ遅延で有効です。

表 3. 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能 (続き)

| レンジ    | 分解能およびノイズ (0.1 Hz～10 Hz) <sup>4</sup> | 1 年間の確度 (23°C ±5°C) ± (電流の% + オフセット) |                                 | 温度係数±(電流の% + オフセット) / °C、0°C～55°C |
|--------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|        |                                       | $T_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}^5$    | $T_{cal} \pm 1^{\circ}\text{C}$ |                                   |
| 100 mA | 100 nA                                | 0.03% + 25 $\mu\text{A}$             | 0.03% + 6.0 $\mu\text{A}$       | 0.002% + 200 nA                   |
| 500 mA | 500 nA                                | 0.1% + 125 $\mu\text{A}$             | 0.1% + 30 $\mu\text{A}$         | 0.008% + 1 $\mu\text{A}$          |

## 関連情報

SMU 分解能/ノイズ vs. 測定速度 (標準) ページ 5

## 出力抵抗プログラミング確度/分解能 (標準)

表 4. 出力抵抗プログラミング確度/分解能 (標準)

| 電流制限レンジ           | プログラム可能な抵抗レンジ  | 分解能             | 1 年間の確度 (23°C ±5°C) ± (抵抗設定の%)、 $T_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}^6$ |
|-------------------|----------------|-----------------|---|
| 10 $\mu\text{A}$  | ±50 k $\Omega$ | 1.0 $\Omega$    | 0.04% + 260 m $\Omega$  |
| 100 $\mu\text{A}$ | ±5 k $\Omega$  | 100 m $\Omega$  | 0.04% + 35 m $\Omega$   |
| 1 mA              | ±500 $\Omega$  | 10 m $\Omega$   | 0.04% + 13 m $\Omega$   |
| 10 mA             | ±50 $\Omega$   | 1.0 m $\Omega$  | 0.04% + 10 m $\Omega$   |
| 100 mA            | ±5 $\Omega$    | 100 $\mu\Omega$ | 0.04% + 10 m $\Omega$   |
| 500 mA            | ±1 $\Omega$    | 20 $\mu\Omega$  | 0.12% + 10 m $\Omega$   |

## SMU 分解能/ノイズ vs. 測定速度 (標準)

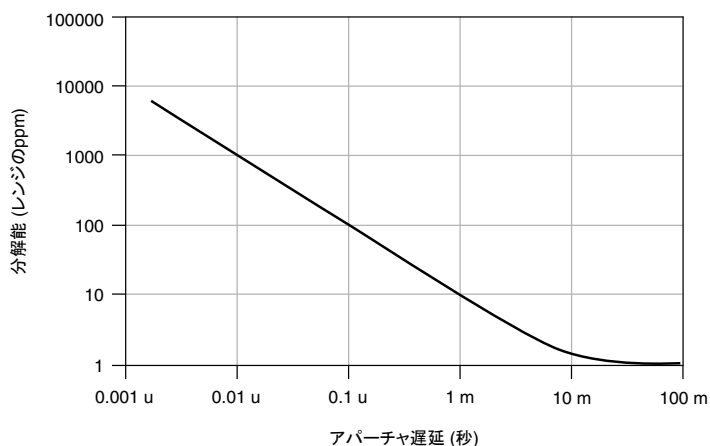
次の図は、ノイズと分解能を NI 4145 の測定時間の機能として示しています。

<sup>4</sup> 分解能はノイズ制限されています。リストされた番号は指定の帯域幅でのピークピークノイズを表しています。

<sup>5</sup>  $T_{cal}$  は最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4145 で記録されたデバイスの内部温度です。仕様値は 2 PLC のアパーチャ遅延で有効です。

<sup>6</sup>  $T_{cal}$  は最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4145 で記録されたデバイスの内部温度です。仕様値は 2 PLC のアパーチャ遅延で有効です。

図 2. ノイズおよび分解能 vs. 測定のアパーチャ遅延



上の図から絶対単位で分解能を求めるには、次の手順を実行してください。

1. 電圧または電流レンジを選択します。
2. 指定のアパーチャ遅延に対応する分解能を検索します。
3. 分解能をレンジの ppm から絶対単位に変換するには、レンジの ppm の分解能を選択したレンジで乗算します。

## SMU 分解能の計算方法例

NI 4145 の分解能は、アパーチャ遅延が 100  $\mu$ s に設定されていると、100 ppm になります。6 V レンジの分解能は、次の式に示すように、6 V を 100 ppm で乗算して計算します。

$$6 \text{ V} * 100 \text{ ppm} = 6 \text{ V} * 100 * 1 \times 10^{-6} = 600 \text{ } \mu\text{V}$$

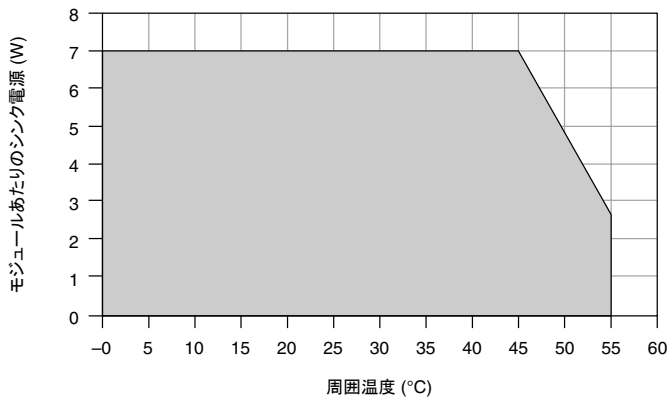
同様に、10 mA レンジの分解能は、次の式に示すように、10 mA を 100 ppm で乗算して計算します。

$$10 \text{ mA} * 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mA} * 100 * 1 \times 10^{-6} = 1 \text{ } \mu\text{A}$$

# シンク電源 vs. 周囲温度の低下

次の図は、NI 4145 の周囲温度に応じたモジュールあたりのシンク電源の低下を示しています。

図 3. シンク電源 vs. 周囲温度の低下



## 追加仕様

- 整定時間（標準）<sup>7</sup>.....100  $\mu$ s 未満で 0.1%の電圧ステップに整定、高速過渡応答に構成
- 過渡応答（標準）<sup>8</sup>.....100  $\mu$ s 未満で負荷電流がレンジの 10%から 90%に変更した後に $\pm$ 20 mV 以内に回復、高速過渡応答に構成
- 広帯域ソースノイズ（標準）.....1.5 mV RMS（20 Hz~20 MHz 帯域幅）、標準過渡応答に構成
- ケーブルガード出力インピーダンス（標準）.....10 k $\Omega$

<sup>7</sup> 電流制限は 1 mA 以上および選択した電流制限レンジの 10%以上に設定されています。  
<sup>8</sup> 電流制限は 1 mA 以上および選択した電流制限レンジの 10%以上に設定されています。

リモートセンス

|              |   |
|--------------|---|
| 電圧.....      | LO リード降下の 0.1%を電圧確度仕様に追加  |
| 電流.....      | リード降下による追加誤差なし  |
| 最大リード降下..... | $ V_{out}  \leq 5\text{ V}$ ではリード線につき最大 1 V 降下、 $ V_{out}  > 5\text{ V}$ では、 $ V_{out} $ および総合リード降下値の合計を 7 V 未満に抑える |

負荷変動（標準）

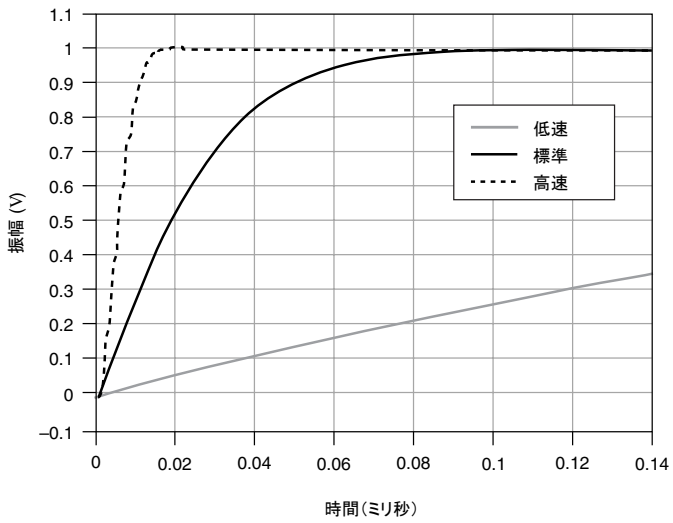
|         |   |
|---------|---|
| 電圧..... | 10 $\mu\text{V}$ （コネクタピンで、ローカルセンスの使用時に 1 mA の出力負荷あたり） |
| 電流..... | 20 pA + レンジの 1 ppm（出力変更の 1 V あたり）                     |

絶縁電圧（チャンネル/アース間）.....60 VDC、CAT I、5 秒間の耐電圧試験で確認（特性）<sup>9</sup> .....済み（連続）

端子/LO 間での絶対最大電圧.....20 VDC（連続）

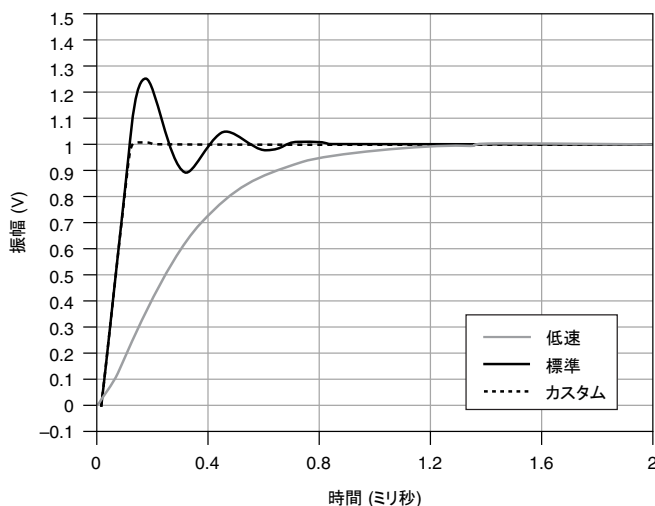
次の図は、異なる負荷での NI 4145 のステップ応答における過渡応答設定の影響を示しています。

図 4. 1 mA レンジ、負荷なしステップ応答（標準）



<sup>9</sup> チャンネルはアースから絶縁されていますが、コモン LO を共有しています。

図 5. 1 mA レンジ、100 nF 負荷でのステップ応答（標準）



## 補足仕様

### 最大測定速度

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 有効サンプルレート                    | (600 kS/s)/N。N = 1, 2, 3, ... 2 <sup>20</sup> 、S = サンプル数 |
| サンプルレート確度                    | ±50 ppm  |
| ホストへの最大測定レート <sup>10</sup>   | 600,000 S/s（チャンネル当たり、連続）                                 |
| 最大ソースアップデートレート <sup>11</sup> | 100,000 アップデート/s   |
| トリガ入力からソースまでの遅延              | 5 μs   |
| トリガ入力からソースまでのジッタ             | 1.7 μs   |
| トリガ入力から測定までのジッタ              | 1.7 μs   |

<sup>10</sup> 負荷依存の安定時間は含まれません。標準の DC ノイズ除去を使用しています。

<sup>11</sup> ソース遅延が調整されると、最大ソースレートが変動します。

# トリガ

## 入力トリガ

タイプ ..... 開始、ソース、シーケンスアドバンス、測定

入力元 (PXI トリガライン 0~7) <sup>12</sup>

極性 ..... 構成可能

最小パルス幅 ..... 100 ns

出力先<sup>13</sup> (PXI トリガライン 0~7) <sup>14</sup>

極性 ..... アクティブ HIGH (構成不可)

パルス幅 ..... 200 ns 未満

## 出力トリガ (イベント)

タイプ ..... ソース完了、シーケンス反復完了、シーケンスエンジン完了、測定完了

出力先 (PXI トリガライン 0~7) <sup>15</sup>

極性 ..... 構成可能

パルス幅 ..... 250 ns~1.6  $\mu$ s に構成可能

## NI-DCPower シーケンスソースモデル

次の図は、シーケンスソースモードで自動測定を使用した場合の NI-DCPower のプログラミングフローを示します。

---

<sup>12</sup> パルス幅および論理レベルは、PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1 に準拠しています。

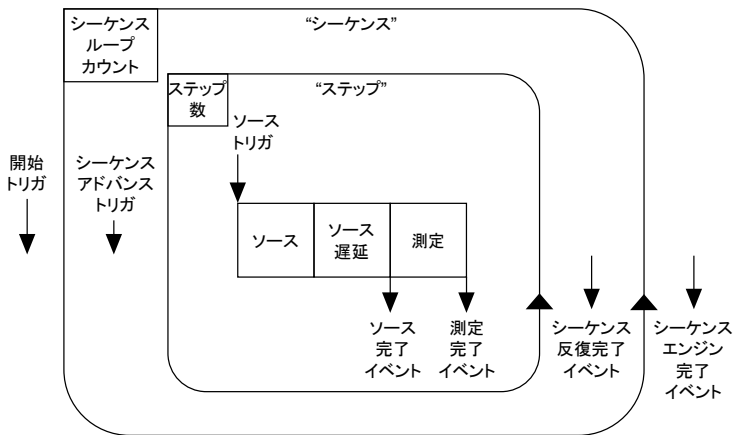
<sup>13</sup> 入力トリガは再度エクスポートすることができます。

<sup>14</sup> パルス幅および論理レベルは、PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1 に準拠しています。

<sup>15</sup> パルス幅および論理レベルは、PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1 に準拠しています。



図 6. NI-DCPower プログラミングフロー



関連情報

[NI DC 電源および SMU ヘルプ](#)

キャリブレーション間隔

推奨キャリブレーション間隔.....1 年

物理特性

外形寸法.....3U、1 スロット、PXI Express/cPCI Express  
モジュール、2.0 x 13.0 x 21.6 cm (0.8 x 5.1 x  
8.5 in.)  
重量.....408 g (14.39 oz)  
フロントパネルコネクタ.....25 ピン D-SUB、オス

環境

最大使用高度.....2,000 m (周囲温度 25°C時)  
汚染度.....2  
室内使用のみ。

## 動作環境

|             |  |
|-------------|--|
| 周囲温度範囲..... | 0°C～55°C（IEC-60068-2-1 および IEC-60068-2-2 に準拠して試験済み。）                                       |
| 相対湿度範囲..... | 10～70%、結露なきこと。40°C以上では 1°Cあたり 1.3%の低下（IEC 60068-2-56 に準拠して試験済み。）（IEC-60068-2-56 に従って試験済み。） |

## 保管環境

|             |  |
|-------------|--|
| 周囲温度範囲..... | -40°C～70°C（IEC-60068-2-1 および IEC-60068-2-2 に準拠して試験済み。）   |
| 相対湿度範囲..... | 5～95%、結露なきこと（IEC-60068-2-56 に従って試験済み。）   |
| 動作時衝撃.....  | 最大 30 g（半正弦波）、11 ms パルス（IEC-60068-2-27 に準拠して試験済み。MIL-PRF-28800F に準拠してテストプロファイルを確立。）                      |
| ランダム振動      |  |
| 動作時.....    | 5～500 Hz、0.3 g <sub>rms</sub>  |
| 非動作時.....   | 5～500 Hz、2.4 g <sub>rms</sub> （IEC-60068-2-64 に準拠して試験済み。非動作時のテストプロファイルは MIL-PRF-28800F、Class 3 の要件を上回る。） |

## 認可および準拠

### 安全性

この製品は、計測、制御、実験に使用される電気装置に関する以下の規格要件を満たすように設計されています。

- IEC 61010-1、EN 61010-1
- UL 61010-1、CSA 61010-1



**メモ** UL およびその他の安全保証については、製品ラベルまたは「[オンライン製品認証](#)」セクションを参照してください。

## 電磁両立性

この製品は、計測、制御、実験に使用される電気装置に関する以下の EMC 規格の必要条件を満たします。

- EN 61326-1 (IEC 61326-1): Class A エミッション、基本イミュニティ
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1、Class A エミッション
- AS/NZS CISPR 11: Group 1、Class A エミッション
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A エミッション
- ICES-001: Class A エミッション



**メモ** 米国では (FCC 47 CFR に従って)、Class A 機器は商業、軽工業、および重工業の設備内での使用を目的としています。欧州、カナダ、オーストラリア、およびニュージーランドでは (CISPR 11 に従って)、Class A 機器は重工業の設備内のみでの使用を目的としています。



**メモ** Group 1 機器とは (CISPR 11 に従って) 材料の処理または検査/分析の目的で無線周波数エネルギーを意図的に生成しない工業用、科学、または医療向け機器のことです。



**メモ** EMC 宣言および認証については、「オンライン製品認証」セクションを参照してください。

## CE マーク準拠

この製品は、該当する EC 理事会指令による基本的要件に適合しています。

- 2006/95/EC、低電圧指令 (安全性)
- 2004/108/EC、電磁両立性指令 (EMC)

## オンライン製品認証

この製品の製品認証および適合宣言を入手するには、[ni.com/certification](https://ni.com/certification) にアクセスして型番または製品ラインで検索し、保証の欄の該当するリンクをクリックしてください。

## 環境管理

ナショナルインスツルメンツは、環境に優しい製品の設計および製造に努めています。NI は、製品から特定の有害物質を除外することが、環境のみならず NI のお客様にとって有益であると考えています。

環境に関する詳細は、[ni.com/environment](https://ni.com/environment) からアクセス可能な「Minimize Our Environmental Impact」ページ (英語) を参照してください。このページには、ナショナルインスツルメンツが準拠する環境規制および指令、およびこのドキュメントに含まれていないその他の環境に関する情報が記載されています。

## 廃電気電子機器（WEEE）



**欧州のお客様へ** 製品寿命を過ぎたすべての製品は、必ず WEEE リサイクルセンターへ送付してください。WEEE リサイクルセンターおよびナショナルインスツルメンツの WEEE への取り組み、および廃電気電子機器の WEEE 指令 2002/96/EC 準拠については、[ni.com/environment/weee](http://ni.com/environment/weee)（英語）を参照してください。

## 电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）



**中国客户** National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 [ni.com/environment/rohs\\_china](http://ni.com/environment/rohs_china)。(For information about China RoHS compliance, go to [ni.com/environment/rohs\\_china](http://ni.com/environment/rohs_china).)

National Instruments の商標については、[ni.com/trademarks](http://ni.com/trademarks) に掲載されている「NI Trademarks and Logo Guidelines」をご覧ください。本文中に記載されたその他の製品名および企業名は、それぞれの企業の商標または商号です。National Instruments の製品/技術を保護する特許については、ソフトウェアで参照できる特許情報（**ヘルプ→特許情報**）、メディアに含まれている patents.txt ファイル、または [ni.com/patents](http://ni.com/patents) からアクセスできる National Instruments Patent Notice(英語)のうち、該当するリソースから参照してください。エンドユーザ使用許諾契約（EULA）および他社製品の法的注意事項はご使用の NI 製品の Readme ファイルにあります。ナショナルインスツルメンツの輸出関連法規遵守に対する方針について、また必要な HTS コード、ECCN、その他のインポート/エクスポートデータを取得する方法については、「輸出関連法規の遵守に関する情報」([ni.com/legal/export-compliance](http://ni.com/legal/export-compliance)) を参照してください。

© 2013 National Instruments. All rights reserved.