P O W E R

2023

鉄道用電源ソリューションガイド

POWER FOR
A BETTER FUTURE

MINMAX®

SINCE 1990

MINMAX 鉄道用電源ソリューションの概要

MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータ 3 ～ 150W シリーズは、鉄道規格の厳格な要件と鉄道の過酷な使用環境に適応可能な電源シリーズです。鉄道用 DC-DC コンバータシリーズの全ラインナップには、鉄道関連機器向けの 24V、36V、48V、72V、96V、110VDC 入力電圧と、5V、12V、15V、24V、54V、 ±12V、±15VDC 安定化出力電圧を備えています。鉄道規格 EN 50155:2017 に従い、鉄道用 DC-DC コンバータシリーズは鉄道用直流入力電圧範囲と過渡要件に適合しており、また耐振動・耐衝撃試験 EN 61373、冷却、乾燥、温湿度試験 IEC/EN 60068-2-1、2、30、電磁両立性 (EMC) 基準 EN 50121-3-2 および EN 50155(IEC 60571) などの鉄道規格に適合しています。
MINMAX の高速回路トポロジーにより、93% の超高効率を実現し、操作温度は 105°C に達し、強化絶縁耐圧は最高 3000VAC を実現しています。これ以外にも、過電流・過電圧・短絡、コンバータ過温度保護、リモートオン／オフ制御機能、出力電圧微調整、出力センスといった機能を備えています。また操作の安全を確保するため、 全て火災保護規格 EN 45545-2 に適合しています。
MINMAX 3 ～ 150W 鉄道用 DC-DC コンバータは高い信頼性を持つ鉄道ソリューションです。鉄道のトラクションインバータ、バックアップ電源システム、列車運行モニター、ゲートスイッチなど、多くの鉄道システムに利用が可能です。

目次

EN 50155:2017 鉄道規格について

鉄道規格の基本 03
EN50155 鉄道規格 – 入力電圧試験 04
EN50155 鉄道規格 – 絶縁耐圧試験 05
EN50155 鉄道規格 – 電磁両立性 (EMC) 試験 06
EN50155 鉄道規格 – 環境試験 07-08
EN50155 鉄道規格 – 機械試験 09
EN45545-2 火災保護試験 10-11
鉄道用製品の性能の紹介 12

MINMAX 鉄道用電源ソリューション

実際の応用例 26
鉄道用製品リスト 28
3W DIP パッケージ DC-DC コンバータ 29
10-40W 2"x1" パッケージ DC-DC コンバータ 29-30
50-150W クォータブリックパッケージ DC-DC コンバータ 31-32

EN 50155:2017 鉄道規格の基本

- 現在の電車、高速鉄道などの鉄道交通機関は、運行システムの安全性向上とより多くのインフォテイメントシステムを提供するため、車両には列車の安全な運行をモニタリングするセンサーシステム、エアコン設備、照明設備、ドアの開閉システム、通信システム、高感度センサーなど、多くの電子機器設備が搭載されています。これらは全て最新の鉄道車両用電子機器であり、いずれも車両に搭載される蓄電池から給電します。

- 近年の電車や高速鉄道では、重量を軽減し、利用スペースを拡大するため、最高 72V または 110VDC の車両用蓄電池を利用していますが、ほとんどの鉄道車両用電子機器は 5、12、15、24、54VDC の入力電圧を必要としています。そのため鉄道車両用電子機器と蓄電池の間には、72V または 110V の直流電圧を 5V、12V、15V、24V、54V の直流電圧に変換し、電子システムに電力を供給する、鉄道用 DC-DC コンバータが必要となります。

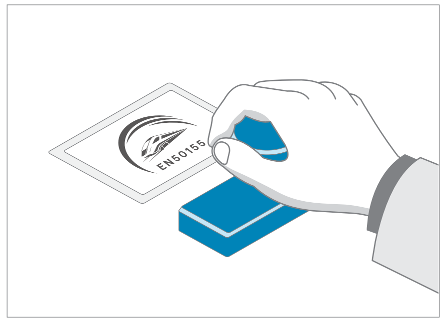
- しかし、蓄電池は通常列車の前方または後方に取り付けられているので、電力を電子機器まで伝送するケーブルが長くなる一方、伝送の過程では、雷と電源線の波動によるサージ電圧など、電磁妨害が極めて生じやすくなります。スターターモータ、ポンプ、圧縮機、ドライバ、リレー、スイッチ装置、交流発電機、発電機、変圧器、高出力負荷設備なども蓄電器で駆動するため、電源の不安定さ、周波数変動や電源ノイズを招き、アーキング、電気ショック、インパルス電圧が発生する可能性もあります。
上述の原因も、電子衝撃、サージ電圧、機械的損傷と、PCB 回路上でのエアギャップ、アーキングとグランドループ間の短路を発生させ、発火や火災など過剰なエネルギーリスクを引き起こします。これらの状況はすべて車　両上の電子設備やシステムに極めて重大な影響を与え、車両の運行上で不安定な状況を引き起こす恐れがあります。このため車両の蓄電池と電子設備 / システム間には高性能、高絶縁 (絶縁強化型)、高い安定性、高い信頼性を備え、間断なく給電する DC-DC コンバータが必要となります。先に述べた性能を備えることは、車両の長期間安定した運行のための必要条件となります。

- そのため、蓄電池と鉄道車両用電子機器の間に設置される MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータは、EU 鉄道規格**「EN 50155:2017(IEC 60571)：鉄道分野 - 鉄道車両用電気品」**に適合しています。この規格では、入力電圧範囲試験、I/O 絶縁電圧試験、絶縁電圧試験、電磁両立性（EMC）試験、機械試験、および動作温度試験、冷却試験、湿度試験、振動・衝撃試験など過酷な環境下での信頼性試験などが規定されています。鉄道車両用電子機器はこれらの規格を満たさなければなりません。

- MINMAX は適切な製品をお客様に提供するだけではありません。お客様の開発段階において必要な分析や検証を行ったり、お客様からのリクエストに応じて特別設計を行うなど、全面的なサービスでエンドユーザーの皆さまからご支持をいただいています。
MINMAX はお客様への誠実なサービスを通じて、お客様がお客様のクライアントとの間に信頼関係を築くサポートをいたします。

EN 50155:2017 鉄道規格 – 入力電圧試験

• 鉄道用 DC-DC コンバータを例にすると、その入力側は必ず列車の蓄電池と接続している必要があります。システムが問題なく運転するため、この規格には、コンバータの動作電圧範囲が蓄電池の電源と同じ電圧範囲でなければならないと規定されています。
そのうち、サージ電圧試験は、極端な電圧の変化によるコンバータのブレイクダウン防止や長期運行の安全性のための絶縁要件を確実にするために行われるものです。



• 鉄道の一次側電源装置に必要な 24V、36V、48V、72V、96V、110V 直流入力電圧は、いずれも列車の蓄電池から提供されます (Vn)。
• 一般的に列車の蓄電池には電圧を安定させる装置はありません。そのため MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータが動作する際には、以下の 3 つの条件に耐えなければなりません。すなわち、0.7 (Vn) ～ 1.25 (Vn) の電圧変化、0.1 秒間 0.6 (Vn) までの電圧降下と蓄電池起動時に 1 秒間 1.4 (Vn) のサージ電圧にそれぞれ耐えることです。

• 下の表から、MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータの試験範囲は、入力電圧範囲、電圧低下、過渡電圧、サージ電圧などをカバーしており、コンバータの長時間の安定動作が保証されていることが分かります。

試験項目	EN 50155 参照条項 / 標準	
	標準試験レベル	MINMAX モジュール試験レベル
	EN 50155 13.4.1/ EN 50155 5.1.1.1	
電圧変動 Supply Variations	Test Voltage / Time: 0.7 V_N / 10min. Test Voltage / Time: V_N / 10min. Test Voltage / Time: 1.25 V_N / 10min. Test Voltage / Time: 0.6 V_N / 0.1sec. Test Voltage / Time: 1.4 V_N / 0.1sec. Test Voltage / Time: 1.4 V_N / 1sec. Test Number: repeated 10 times	Test Voltage / Time: 0.7 V_N / / 60min. Test Voltage / Time: V_N / 60min. Test Voltage / Time: 1.25 V_N / 60min. Test Voltage / Time: 0.6 V_N / 10min. Test Voltage / Time: 1.4 V_N / 10min. Test Voltage / Time: 1.4 V_N / 60min. Test Number: repeated 10 times
	EN 50155 13.4.3 / EN 50155 5.1.1.2	
電源中断 Supply Interruptions	Class S1: 100%V_N / 0mS Class S2: 100%V_N / 10mS Test Number: repeated 10 times	Class S1: 100%V_N / 0mS Class S2: 100%V_N / 10mS* Test Number: repeated 10 times
	N 50155 13.4.3 / EN 50155 5.1.1.3	
電源切換 Supply Change Over	Class C1: Dip 40%V_N / 100mS Class C2: Interruptions 100%V_N / 30mS Test Number: repeated 10 times	Class C1: Dip 40%V_N / 100mS & 10min. Class C2: Interruptions 100%V_N / 30mS* Test Number: repeated 10 times
	EN 50155 13.4.3	
電源過電圧 Supply Over Voltages	Voltage Level / Duration: 1.4 V_N / 0.1sec. Voltage Level / Duration: 1.4 V_N / 1sec. Test Number: repeated 10 times	Voltage Level / Duration: 1.4 V_N / 10min. Voltage Level / Duration: 1.4 V_N / 60min. Test Number: repeated 10 times

* 外付け部品が必要となります。詳細については MINMAX にお問い合わせください。

EN 50155:2017 鉄道規格 – 絶縁耐圧試験

• 鉄道認証を取得した DC-DC コンバータは、車両の電気設備において非常に重要な役割を担っています。

• MINMAX 鉄道認証の DC-DC コンバータは絶縁強化型で、絶縁耐圧 2000VAC の製品です。絶縁電圧と耐圧試験は、電源モジュール内の絶縁の失効や短絡の発生、エアギャップ、モジュールの絶縁など、すべての絶縁規格を満たしていなければなりません。これらの基準は、当社の鉄道認証製品がすべて正常な運行や、単一のモジュールが失効した状況下でのリーク電流の基準に一致しています。そのなかでも 2000VAC の高絶縁電圧は、敏感なシステム回路を保護するために、車両の運行中のノイズ、電磁妨害、バスパワーの変動、サージ、電子衝撃、過度電圧スパイク、絶縁崩壊、機械的損害と、PCB の回路上でのエアギャップ、アーキング、接地ループの短絡などの状況により引き起こされる発火や火災などのリスクを防止しています。

試験項目	EN 50155 : 2017 参照条項	
	標準試験レベル	MINMAX モジュール試験レベル
	EN 50155 13.4.9	
絶縁試験 Isolation / Withstand Voltage Test	Test Voltage / Time: 1500VAC / 60sec.	Test Voltage / Time: 2000VAC / 60sec.

EN 50155:2017 鉄道規格 – 電磁両立性 (EMC) 試験

• 電磁両立性 (EMC) も EN 50155 規格における重要な試験項目です。
MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータは、EU の EN 50121-3-2 規格「鉄道用アプリケーション - 電磁両立性パート 3-2 車両装置」を参照しています。この規格には、コンバータは規定以上の伝導妨害／放射電磁妨害を放出してはならず、同時に、放射妨害、サージ妨害、ESD 妨害、EFT 妨害に干渉されないよう、一定の自己保護能力を備えていなければならないと規定されています。

EN 50155:2017 鉄道規格 – 電磁両立性 (EMC) 試験

EMC	試験項目	EN 50155 : 2017 参照条項 標準試験レベル	EN 50155 : 2017 参照条項 MINMAX モジュール試験レベル
EMI	伝導エミッション Conducted Emission	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 55016-2-1 Frequency / level: 5~30MHz / 93 dBuV Frequency / level: 0.5~5MHz / 93 dBuV Frequency / level: 0.15~0.5MHz / 99 dBuV	Frequency / level: 5~30MHz / 60 dBuV* Frequency / level: 0.5~5MHz / 60 dBuV* Frequency / level: 0.15~0.5MHz / 66 dBuV*
EMI	放射性エミッション Radiated Emission	EN 50155 13.4.8/ EN 50121-3-2, EN 55016-2-1 Frequency / level: 30~230MHz / 40 dB(uV/m) Frequency / level: 230~1000MHz / 47 dB(uV/m) Frequency / level: 30~230MHz / 40 dB(uV/m)*	Frequency / level: 30~230MHz / 40 dB(uV/m)* Frequency / level: 230~1000MHz / 47 dB(uV/m)*
EMS	ESD イミュニティ試験 ESD Immunity Test	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 61000-4-2 Air Discharge: ±8KVDC Contact Discharge: ±6KVDC Indirect Discharge HCP & VCP: ±6KVDC	Air Discharge: ±8KVDC Contact Discharge: ±6KVDC Indirect Discharge HCP & VCP: ±2/4/6KVDC
EMS	放射無線周波磁界イミュニティ試験 Radio-Frequency, Electromagnetic Field Immunity Test	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 61000-4-3 Frequency / Field: 5100~6000MHz/3 V/m Frequency / Field: 2000~2700MHz/5 V/m Frequency / Field: 1400~2000MHz/10 V/m Frequency / Field: 80~1000MHz/20 V/m	Frequency / Field: 5100~6000MHz/5 V/m Frequency / Field: 2700~5000MHz/10 V/m Frequency / Field: 2000~2700MHz/10 V/m Frequency / Field: 1400~2000MHz/20 V/m Frequency / Field: 80~1000MHz/20 V/m Frequency / Field: 27~80MHz/20 V/m
EMS	電気的ファーストトランジェント/バーストイミュニティ試験 Electrical Fast Transient/Burst Immunity Test	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 61000-4-4 Line, Neutral, Line+Neutral: ±2KVDC	Line, Neutral, Line+Neutral: ±2KVDC*
EMS	サージイミュニティ試験 Surge Immunity Test	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 61000-4-5 Line to Line: ±1KVDC	Line to Line: ±2KVDC*
EMS	RF 伝導妨害イミュニティ試験 Radio-Frequency, Conducted Disturbances Immunity Test	EN 50155 13.4.8 / EN 50121-3-2, EN 61000-4-6 Frequency : 0.15 to 80MHz Field: 10 Vrms	Frequency : 0.15 to 80MHz Field: 10 Vrms
EMS	電力周波数磁界イミュニティ試験 Power Frequency Magnetic Field Immunity Test	EN 61000-4-8 No Needed	Frequency: 50Hz Field: 30/100/1000 A/m
EMS	減衰振動磁界イミュニティ試験 Damp Oscillatory Magnetic Field Immunity Test	EN 61000-4-10 No Needed	Frequency: 0.1 & 1 MHz Field: 30 A/m

* 外付け部品が必要となります。詳細についてはデータシートを参照するか、MINMAX にお問い合わせください。

EN 50155:2017 鉄道規格 – 環境試験

- **動作温度範囲要件**

鉄道アプリケーションの動作温度試験は、主に 4 つのクラスに分類されます（下表）。当社が鉄道用 DC-DC コンバータを設計する際には、システム起動時に温度過上昇が発生しないかどうかを考慮する必要がありました（下表の規定を参照）。

Table 1-Hazard Level Classification

クラス	Equipment Operating Temperature Range(°C) 機器の使用温度範囲
OT1	-25°C to +55°C
OT2	-40°C to +55°C
OT3	-25°C to +70°C
OT4	-40°C to +70°C
OT5	-25°C to +85°C
OT6	-40°C to +85°C

OT5 と OT6 は車両の温度要求の一般仕様ではありません（例えば、半導体駆動部品（SDU）、エンジン制御部品に適用します）。OT1 と OT2 は客室と運転室に適しています。また、客室と運転室の温度は材料の使用寿命に影響するため、温度は必ず 25°C に維持されなければなりません。OT3 と OT4 はキャビネットでの設備に最適で、長期基準温度は 45°C としています。この周囲温度も材料の使用寿命に影響します。

- 部品の温度が所定の定格温度を超えないよう設計する時に室内の温度上昇を考慮しなければなりません。例えば、PCB の周囲空気温度は約 15°C 上昇します（この温度の上昇は PCB 自体及び隣接 PCB の消費電力、または自然気流や強制気流による）。PBA の設計はそれぞれの PBA を水平もしくは垂直に隣接させ並べる事、及び PBA のサブラックの重なりを考慮しなければなりません。サプライヤーは特定の車両実装によって生じる要求事項を考慮しなければなりません。

特殊な場合においては（例えば、パーテーションや太陽光の影響、及び補助冷却システムの閉鎖停止など）、表 2 の ST1 または ST2 の状態に基づき、短期加熱条件で起動設備の運転を追加で点検します。

表 2 - 動作温度範囲を拡張した定格 - オン状態

Class	Switch-On Extended Operating Temperature 動作温度範囲の拡張 - ON 状態 (Duration: 10 min)
ST0	No Switch-On Extended Operating Temperature 動作温度範囲の拡張無し - ON 状態
ST1	OTx + 15°C
ST2	OTx + 15°C

EN 50155:2017 鉄道規格 – 環境試験

操作の温度と湿度のテスト

試験項目	EN 50155 : 2017 参照条項 / MINMAX 試験レベル
	EN 50155 13.4.4 / EN 60068-2-1
低温度起動テスト Low Temperature Start-up Test	Test Curve Follow by EN 50155 : 2017 with: · Operating Temperature Class : OT4 · Continuous Operation Checks Period: 8 HRs
	EN 50155 13.4.5 / EN 60068-2-2
乾熱テスト Dry Heat Test	Test Curve Follow by EN 50155 : 2017 with: · Operating Temperature Class: OT4 · Switch-On Extended Operating Temperature Range Class: ST2 · Thermal Test Cycle: C · Continuous Operational Checks Period: 8 HRs
	EN 50155 13.4.6 / EN 60068-2-1
低温度保管テスト Low Temperature Storage Test	Test Curve Follow by EN 50155 : 2017 with: · Temperature / Dwell Time: 16HRs in storage
	EN 50155 13.4.7 / EN 60068-2-30
耐湿循環テスト Cyclic Damp Heat Test	Test Curve Follow by EN 50155 : 2017 with: · Test Temperature (T_{TEST}) under Equip. Switched ON: +70°C · Continuous Operation Checks Period under Equip. Switched ON: 24HRs · Test Temperature (T_{TEST}) of Recovery Period under Equip. Switched OFF: +70°C

EN 50155:2017 鉄道規格 – 機械試験

機能振動 ・ 耐久振動試験

- EN 50155 規格では車両に設置する鉄道用 DC-DC コンバータは必ず EN 61373 の振動・衝撃試験要件を満たさなければならないと規定しています。従って、一貫したパフォーマンスを確保するため、製造工程は厳格な管理を行う必要があります。

長期間稼動しても劣化や故障が発生しないように、MINMAX 鉄道用 DC-DC コンバータは EN 61373 振動衝撃規格に適合して、優れた衝撃・振動耐性を持ちます。

当社は車載電子装置が必要とする電源の特殊要件に対する開発製造に尽力します。

試験項目	EN 50155 : 2017 参照条項 / 標準	
	標準試験レベル	MINMAX モジュール試験レベル
	EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-6)	
ランダム振動機能試験 Functional Random Vibration Test	Category 1, Class B, Body Mounted Frequency Range: 5Hz~150Hz Grms Value: 0.102 Grms (1.0 m/s²) for Each Axis Dwell Time: 10min/axis in Storage	Category 1, Class B, Body Mounted Frequency Range: 5Hz~250Hz Grms Value: 0.2 Grms (2.0m/s²) for Each Axis Dwell Time: 10min/axis in Operation
	EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-6)	
ランダム振動耐久試験条件 Increased Random Vibration Test	Category 1, Class B, Body Mounted Frequency Range: 5Hz~150Hz Grms Value: 0.806 Grms (7.9m/s²) for Each Axis Dwell Time: 5 HRs/axis in Storage	Category 1, Class B, Body Mounted Frequency Range: 5Hz~250Hz Grms Value: 1.2 Grms (12m/s²) for Each Axis Dwell Time: 5 HRs/axis in Operation
	EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-27)	
衝撃試験 Shock Test	Category 1, Class A&B, Body Mounted Wave Form: Half-Sine Acceleration Peak: 5.102 Grms (50m/s²) for Each Axis Dwell Time: 30mS in Storage Shock/Bump Times: 3 Times for Each Direction	Category 3, Axle Mounted Wave Form: Half-Sine Acceleration Peak: 5.102 Grms (50m/s²) for Each Axis Dwell Time: 30mS in Operation Acceleration Peak: 10 Grms (100m/s²) for Each Axis Dwell Time: 11mS in Operation Acceleration Peak: 100 Grms (1000m/s²) for Each Axis Dwell Time: 6mS in Operation Shock Times: 3 Times for Each Direction
	No Reference / No Reference (EN 60068-2-29)	
衝突試験 Bump Test	No Needed	Wave Form: Half-Sine Acceleration Peak: 5.102 Grms (50m/s²) for Each Axis Dwell Time: 30mS in Operation Acceleration Peak: 10 Grms (100m/s²) for Each Axis Dwell Time: 11mS in Operation Bump Times: 2000Bumps for Each Direction

EN 45545-2 火災保護試験

• 鉄道交通運輸産業では、電源モジュール材料が必ず火災保護試験 EN 45545-2 の関連要件に合致することが求められます。また EN 45545-2 規格では、各種の被測定試験材料は、R1-R26 という異なる種別によりその「防火性能指標パラメータと試験条件」を区分・定義されています。

試験内容

1. 防火サンプル品の機能性
2. 均質材料の防火仕様
3. 内部構造材料

防火性能の評価には次のいくつかの指標パラメータが存在します

1. 可燃性
2. 発煙濃度特性
3. 発熱特性
4. 毒性

• 被測定試験材料ごとの最終「防火性能指標パラメータ」試験データの結果によって、被測定試験材料の火災保護試験レベルを評価します (HL Level) 。
• 鉄道車載装置は車両の運行環境および車両の種別に基づき、また下記の Table 1-Hazard Level Classification 表を参照して採用する材料の火災保護試験レベルを区分します。

Table 1 – Hazard Level Classification

Operation category	Design category			
	N : Standard vehicles	A: Vehicles forming part of an automatic train having no emergency trained staff on board	D: Double decked vehicles	S: Sleeping and couchette vehicles
1	HL1	HL1	HL1	HL2
2	HL2	HL2	HL2	HL2
3	HL2	HL2	HL2	HL2
4	HL3	HL3	HL3	HL3

EN 45545-2 火災保護試験

Operation Category 1

Vehicles for operation on infrastructure where railway vehicles may be stopped with minimum delay, and where a safe area can always be reached immediately.

Operation Category 2

Vehicles for operation on underground sections, tunnels and/or elevated structures, with side evacuation available and where there are stations or rescue stations that offer a place of safety to passengers, reachable within a short running time.

Operation Category 3

Vehicles for operation on underground sections, tunnels and/or elevated structures, with side evacuation available and where there are stations or rescue stations that offer a place of safety to passengers, reachable within a long running time.

Operation Category 4

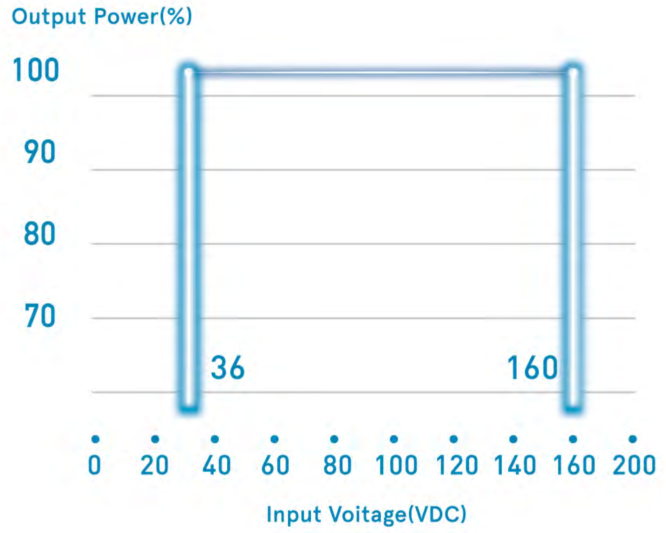
Vehicles for operation on underground sections, tunnels and/or elevated structure, without side evacuation available and where there are stations or rescue stations that offer a place of safety to passengers, reachable within a short running time.

• MINMAX の全ての鉄道用コンバータのプラスチックケース、プリント基板、ポッティング材はいずれも最終「防火性能指標パラメータ」に基づき試験を行い、更に試験結果に基づいて火災保護レベル（HL Level）を評価しており、鉄道車両運行の安全性を確保しています。

鉄道用製品の性能の紹介

超ワイドレンジ入力電圧

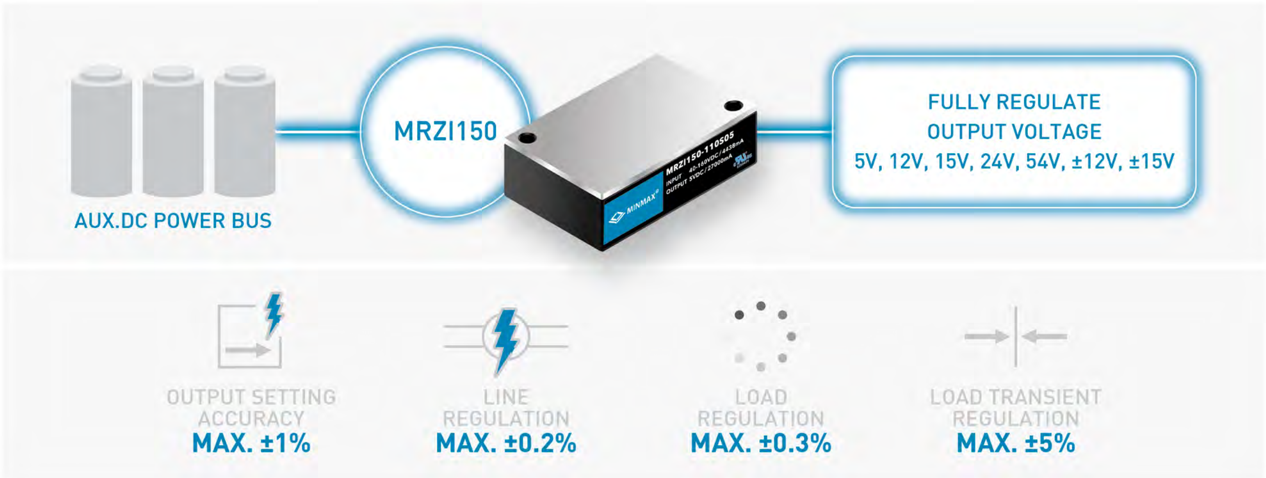
- 様々な鉄道 DC バスのニーズに合わせるための超ワイドレンジ入力電圧（36-160VDC）
- 入力電圧 36VDC は、低電圧による立ち上がりが求められるシステム向け
- 出力がすべての入力電圧をフルレンジでカバー



* 例：MRZI150 シリーズ
* “EN 50155 鉄道安全規格 入力電圧試験” 04 ページ参照

高精度出力電圧

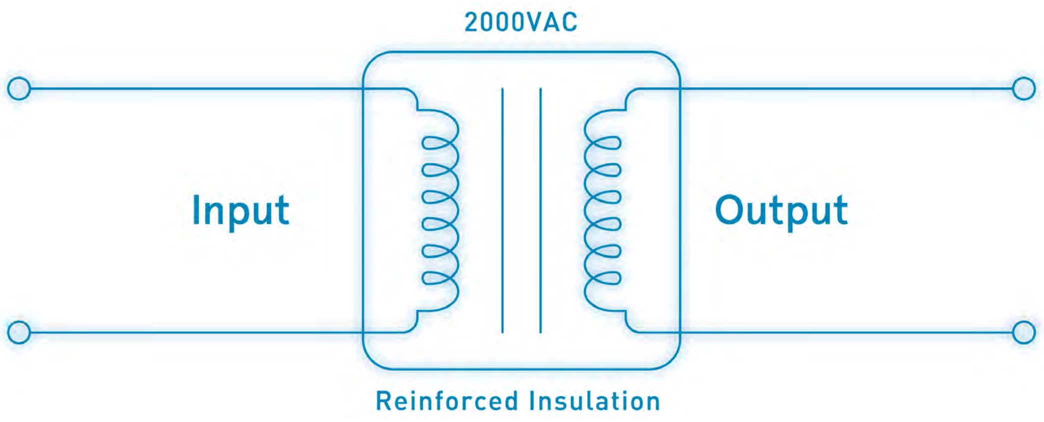
稼働中、入力電圧、出力負荷電流、周囲温度の不確実性による急激な変化によって引き起こされる鉄道システムからの悪影響を防止する高精度出力電圧



* 例：MRZI150 シリーズ
* “EN 50155 鉄道安全規格 入力電圧試験” 04 ページ参照

システム安全のための強化絶縁 + 2KVAC アイソレーション

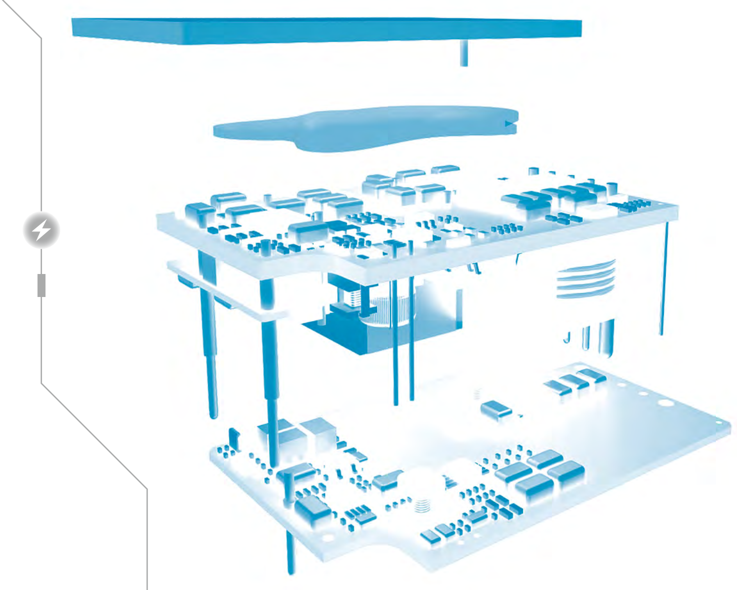
強化絶縁と真空封入による 2KVAC I/O アイソレーションがセンシティブな回路を、PCB パターン、エアギャップ、アーク放電およびグランドループで起こるノイズ、電磁干渉、電源バスの変動、サージ、電撃、過渡電圧スパイク、電源の絶縁破壊、機械的損壊、短絡から保護して、長期稼働する鉄道／沿線設備の安全を確保



* 例：MRZI150 シリーズ
* “EN 50155 鉄道安全規格 絶縁耐圧試験” 05 ページ参照

熱温度構成の最適化

温度構成設計の最適化（熱伝導性の高い接着剤、熱インピーダンスが低いコンポーネント、最適化された PCB レイアウトなど）により、熱的性能を改善し、長期の信頼性を確保



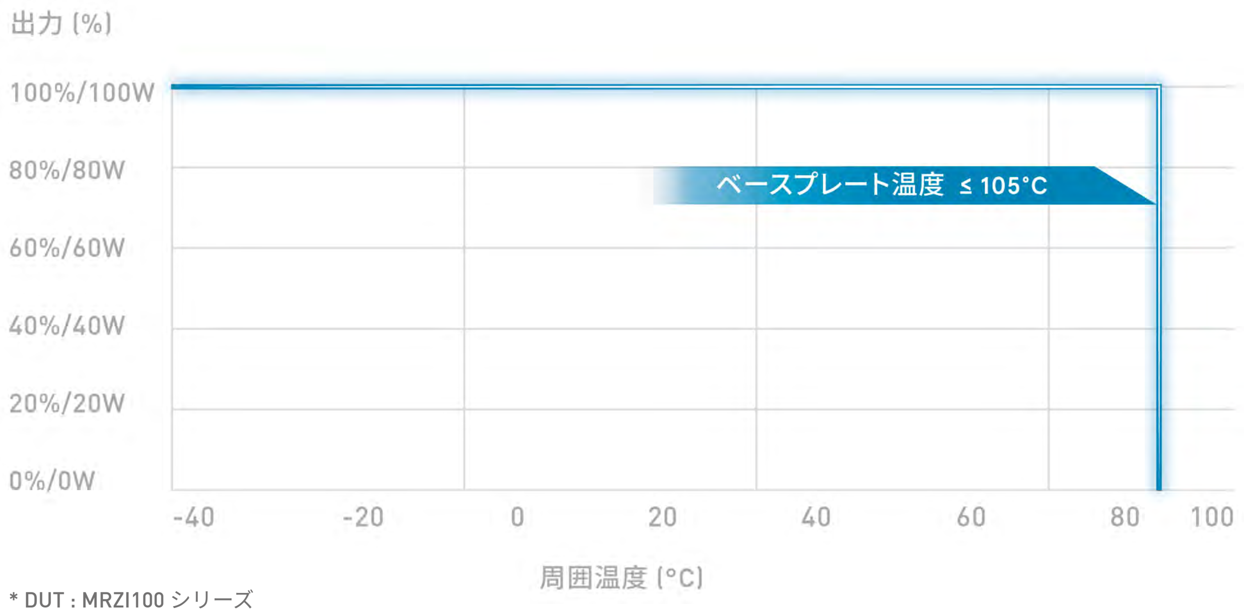
- 熱伝導性の高い接着剤
- 熱インピーダンスが低いコンポーネント
- 最適化された PCB レイアウトなど

* 例：MRZI150 シリーズ

MINMAX TECHNOLOGY

ワイドレンジ動作温度

- ワイドレンジ周囲温度 -40°C to +85°C
- ワイドレンジベースプレート温度 -40°C to +105°C
- 保管温度レンジ -50°C to +125°C
- 動作湿度 95% rel. H

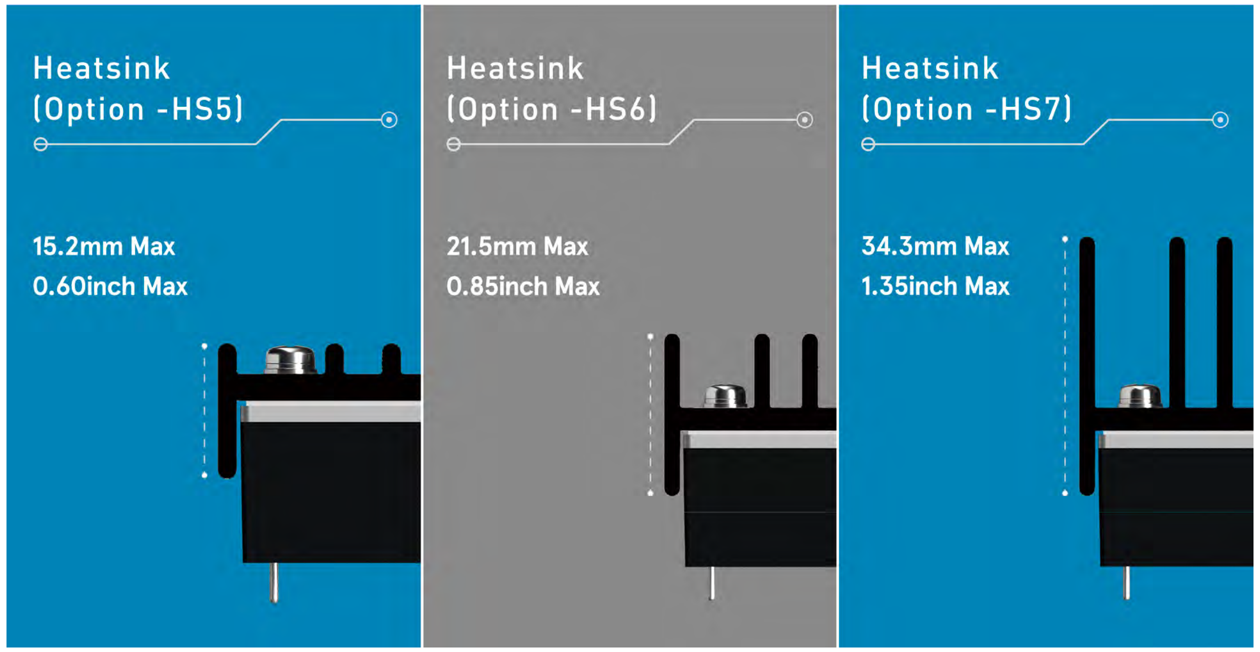


* DUT : MRZI100 シリーズ

* "EN 50155 鉄道安全規格 動作温度レンジ試験" 07 - 08 ページ参照

温度パフォーマンスを改善するヒートシンク オプション

動作時における様々な動作温度ニーズを満たすため、高さが異なる 3 種類のヒートシンク オプションを用意

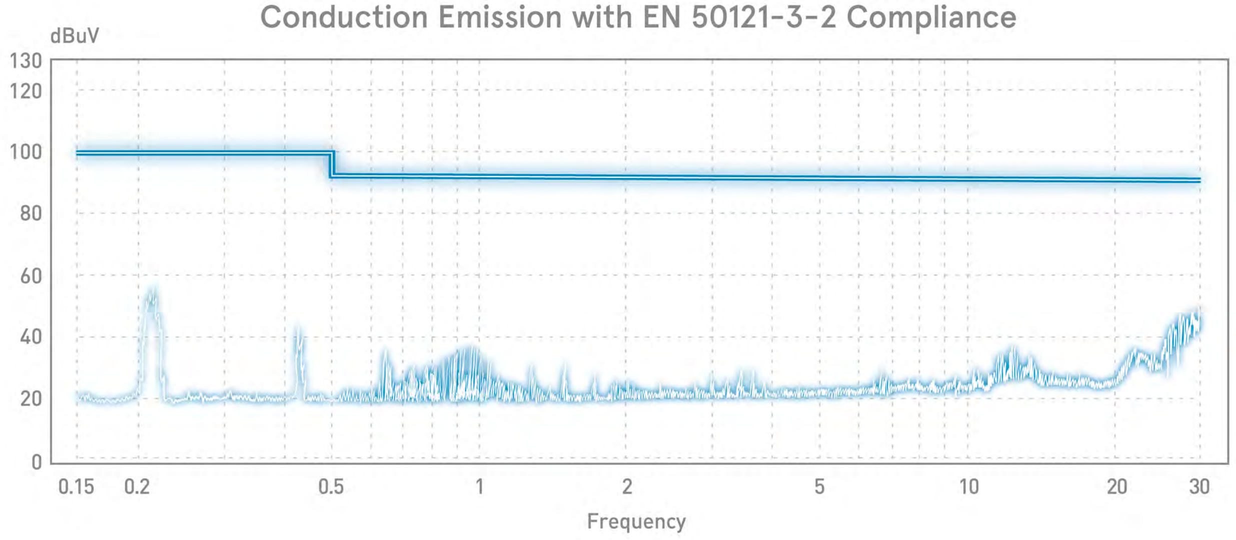


MINMAX TECHNOLOGY

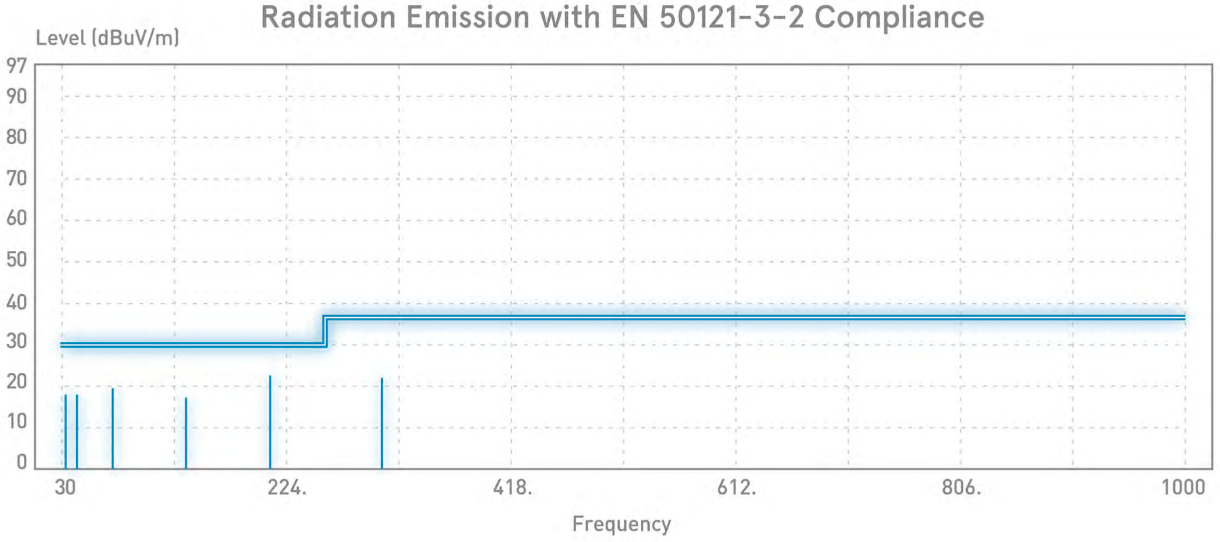
高 EMC 性能

グレードアップされたノイズフィルタリング技術により EMC 性能を向上させており、システム全体の EMI 性能（伝導ノイズと放射ノイズ）および EMS 性能（ESD、サージ、EFT、RS、CS、PFMP に対する耐性）を改善

Conduction Emission with EN 50121-3-2 Compliance

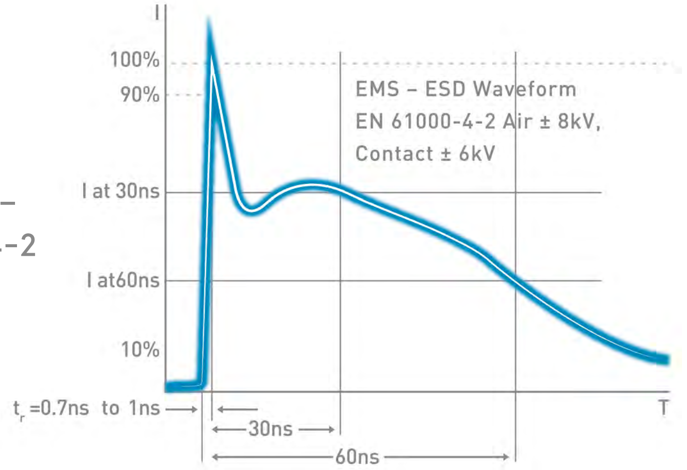


Radiation Emission with EN 50121-3-2 Compliance

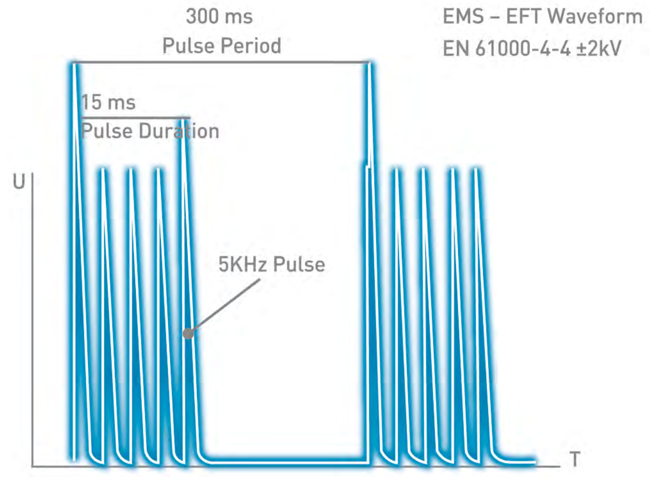


高 EMC 性能

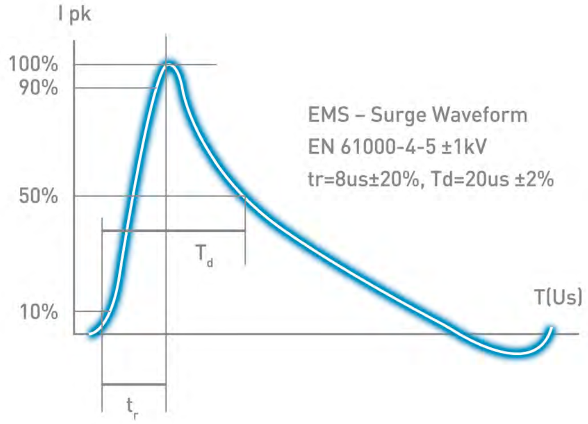
Electro Magnetic Susceptibility –
EFT Waveform with EN 61000-4-2



Electro Magnetic Susceptibility –
EFT Waveform with EN 61000-4-4



Electro Magnetic Susceptibility –
EFT Waveform with EN 61000-4-5



MINMAX TECHNOLOGY

機械的衝撃、温度衝撃に対する耐性が高い設計

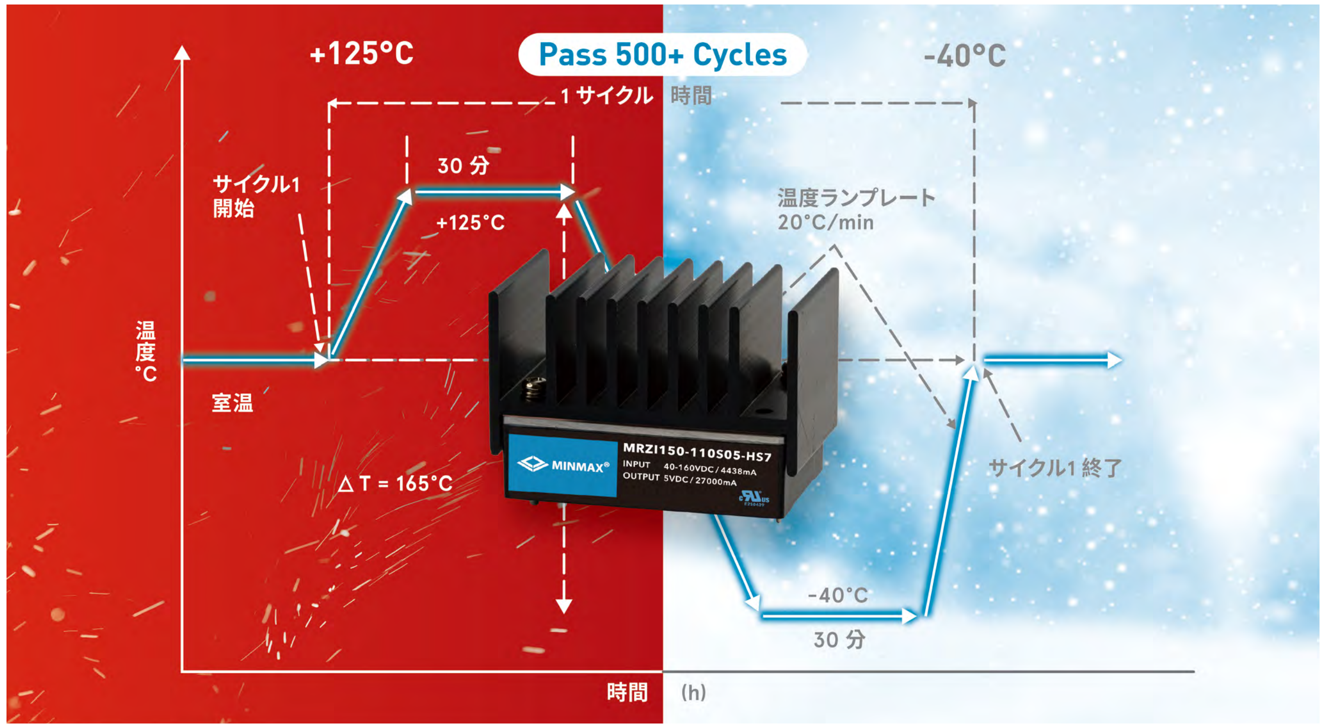
過酷な環境要求を満たすための環境ストレススクリーニング＆機械的ストレス試験に合格：

- 低温始動試験
  EN 50155 13.4.4 / EN 60068-2-1
- 耐熱性試験
  EN 50155 13.4.5 / EN 60068-2-2
- 低温保管試験
  EN 50155 13.4.6 / EN 60068-2-1
- 周期的高温多湿試験
  EN 50155 13.4.7 / EN 60068-2-30
- 機能振動試験、ランダム
  EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-6)
- 耐久振動試験、ランダム
  EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-6)
- 衝撃試験
  EN 50155 13.4.11 / EN 61373 (EN 60068-2-27)

* “EN 50155 鉄道安全規格 環境および機械的要求試験” 07 - 09 ページ参照

厳格な周期的温度試験

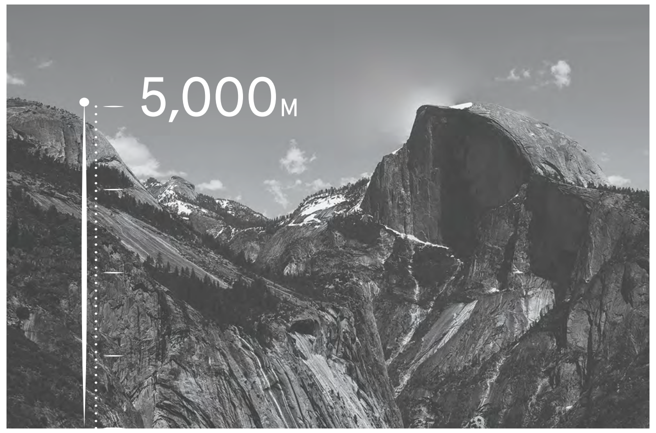
MINMAX の鉄道認証製品は鉄道システムに対するきびしい要求を満たすため、長期の信頼性試験として、500+ 回にわたる -40°C ～ +125°C の周期的温度試験に合格しています



* DUT : MRZI150 シリーズ

平野でも標高 5000 メートルの高原でも稼働

- 標高 5000m での耐用性が UL 安全基準によって証されています
- 高地でのシステム稼働限界の問題を克服するため、PCB パターン、エアギャップ、アーク放電で起こる短絡を防止



* DUT : MRZI150 シリーズ

MINMAX TECHNOLOGY

MINMAX 信頼性スクリーニング体系

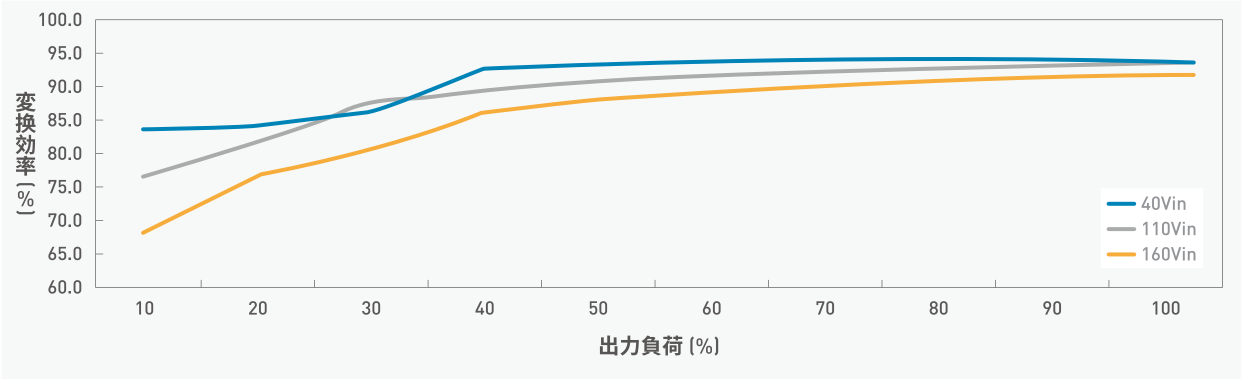
• EN 50155 基準に加えて、弊社の鉄道用 DC-DC コンバータは、高品質で安全な製品を提供するため、入念で信頼できる試験を受けています

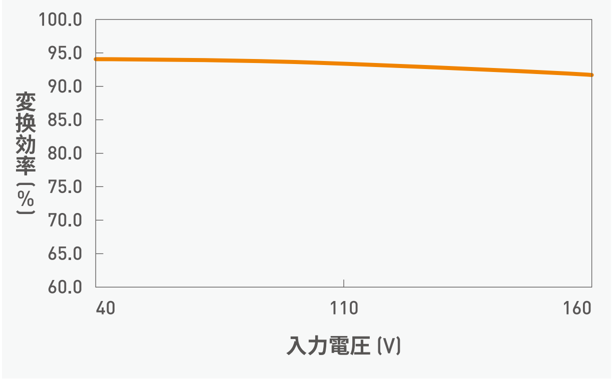
試験項目	試験条件	
開発製品信頼性試験		
バーンイン	入力線 出力負荷 温度 時間	ノーマル線 全負荷 室温 1032 HRs
高加速寿命試験 (HALT)	温度ステップストレス試験 急変温度ストレス試験 振動ステップストレス試験 複合環境ストレス試験	
周期的温度試験 (TCT)	温度変化 定常状態時間 ランプレート 周期数	-40°C ~ +125°C 30min 20°C/min 500+
周期的保管温度 & 湿度試験 (非動作中)	温度変化 ランプレート 相対湿度 定常状態時間 周期数	低温から高温へ 1-3°C/min +95% RH. 1 HR 5 サイクル
周期的電源・温度試験 (PTCT) **(動作中)**	入力線の変化 出力負荷の変化 温度変化 相対湿度 ON/OFF 時間 周期数	低 / ノーマル / 高 無負荷または最小 / 全負荷 低温から高温へ +95% RH. 3 Sec 300 サイクル
温度、湿度およびバイアス試験 (THB) **(動作中)**	入力線 出力負荷 温度 相対湿度 動作時間	高 無負荷または最小負荷 +85°C +85% RH. 1000 HRs
低温試験（動作中）	入力線 出力負荷 温度 時間	ノーマル 全負荷 低温 熱平衡に達するとき
高温試験（動作中）	入力線 出力負荷 温度 時間	ノーマル 全負荷 高温 熱平衡に達するとき
振動試験（非動作中）	波形	ランダム
	P.S.D レベル	10 Hz·1.04×$10^{-3}g^2$/Hz 30 to 200Hz·20.8×$10^{-3}g^2$/Hz 500 Hz·2.08×$10^{-3}g^2$/Hz
	時間	30 分
	方向	X、Y、Z
衝撃試験（動作中）	波形 加速度 時間 衝撃回数	正弦半波 30 g 11 ms 各 ± 軸ごとに 3 回の衝撃
ESD 試験	接触放電 空中放電	±4KV ±2/4/8KV
半田耐熱性試験	MIL-STD-202F 方法 210E	
RoHS	RoHS 指令 2011/65/EU	
追加試験		
落下試験	落下高度	66 cm
	落下シーケンス	コーナーx1、エッジx3、表面x6

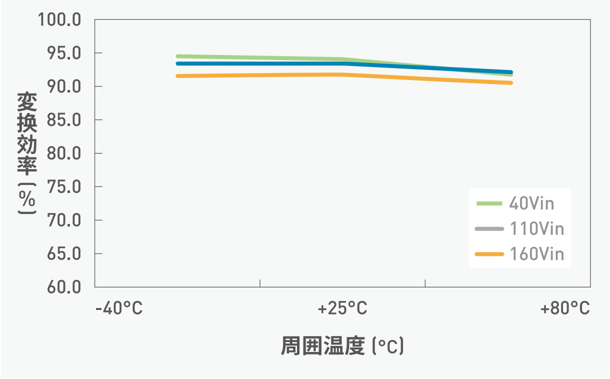
エコテクノロジー

フルレンジ高効率のグリーン設計

• 出力負荷、入力線、周辺温度の全レンジで高効率を保つ最新のグリーン設計テクノロジーにより、省エネルギー、温度管理、温度上昇の最小化、ダウンサイジングのお手伝い



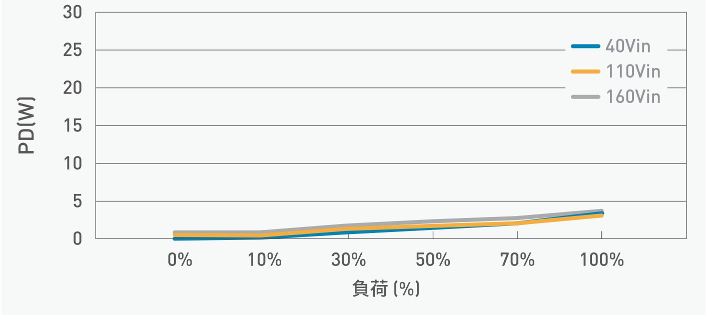




グリーン設計による省エネ、電力損失の最少化

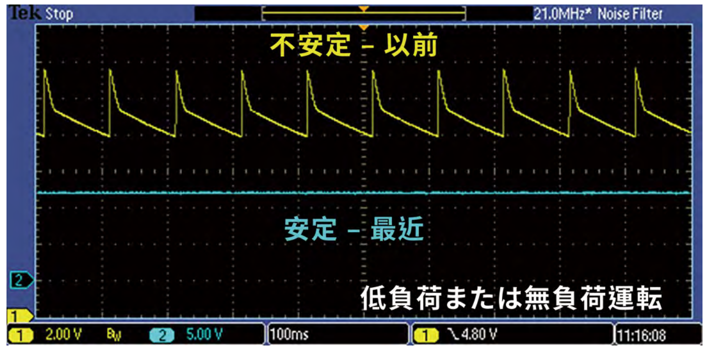
• 0% から 100% の全負荷レンジにおける超低電力消費を実現する最新のグリーン設計テクノロジーにより、温度上昇の最少化（高温による不具合の防止）、省エネ、バッテリー寿命延長のお手伝い

電力損失と出力負荷の関係@周囲温度＝25°C



最小負荷、ダミー負荷の要求のないグリーン設計

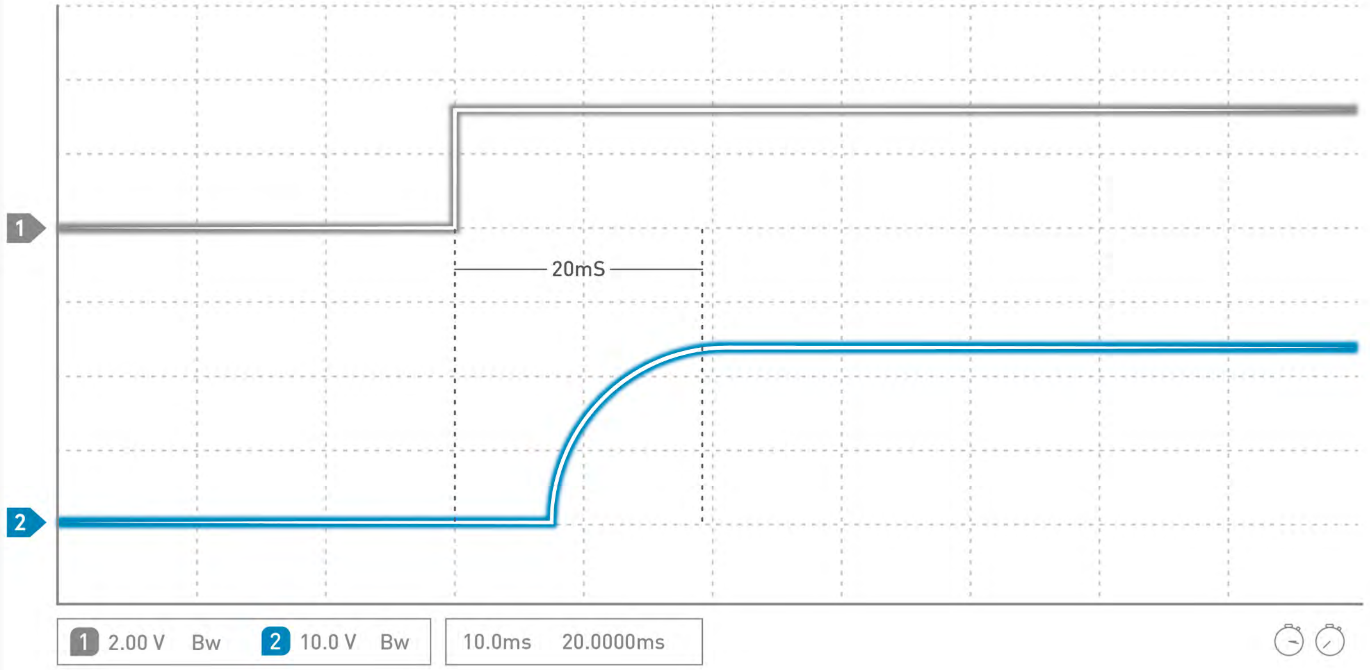
- 安定したフィードバックループ設計により、MINMAX 鉄道認証 DC-DC コンバータは、無負荷または低負荷でも出力電圧振動が不安定化しません



* DUT : MRZI150 シリーズ

オーバーシュートのないスムーズな立ち上がり

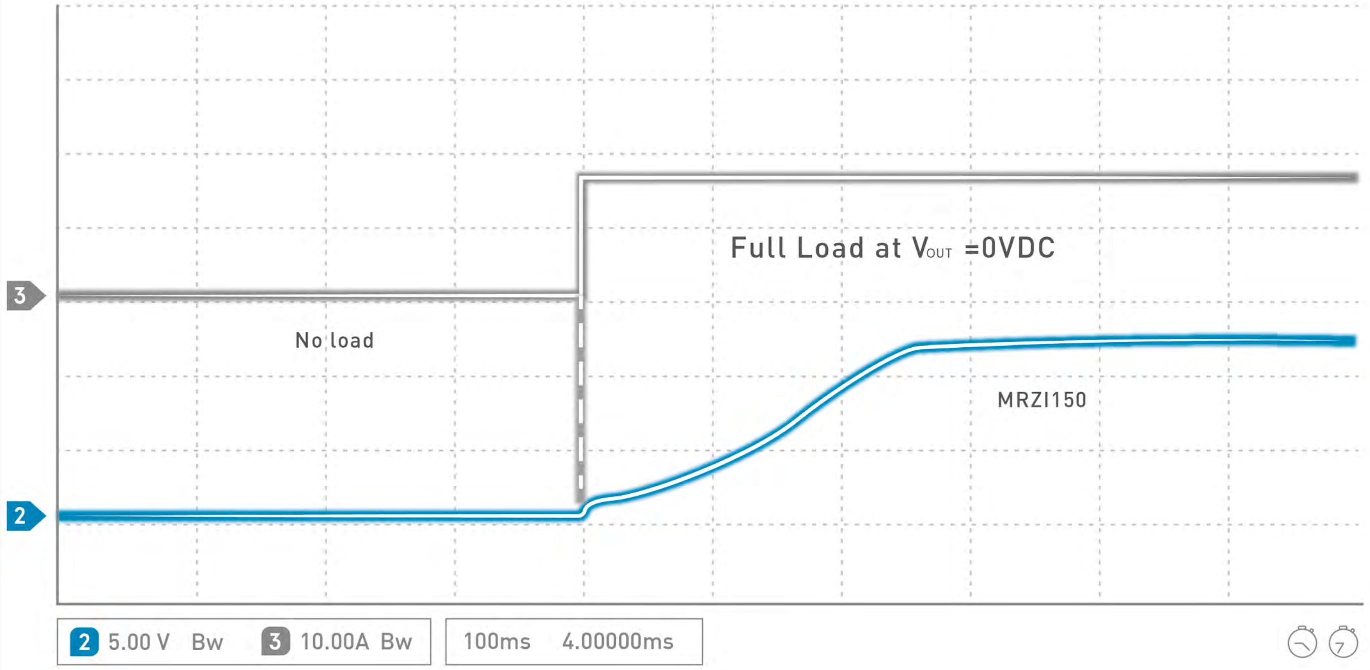
オーバーシュートのないスムーズな立ち上がりで、システムに負荷をかけるときの失敗を防止、立ち上がり動作の安全を確保



* DUT : MRZI150 シリーズ

確実なシステム負荷駆動

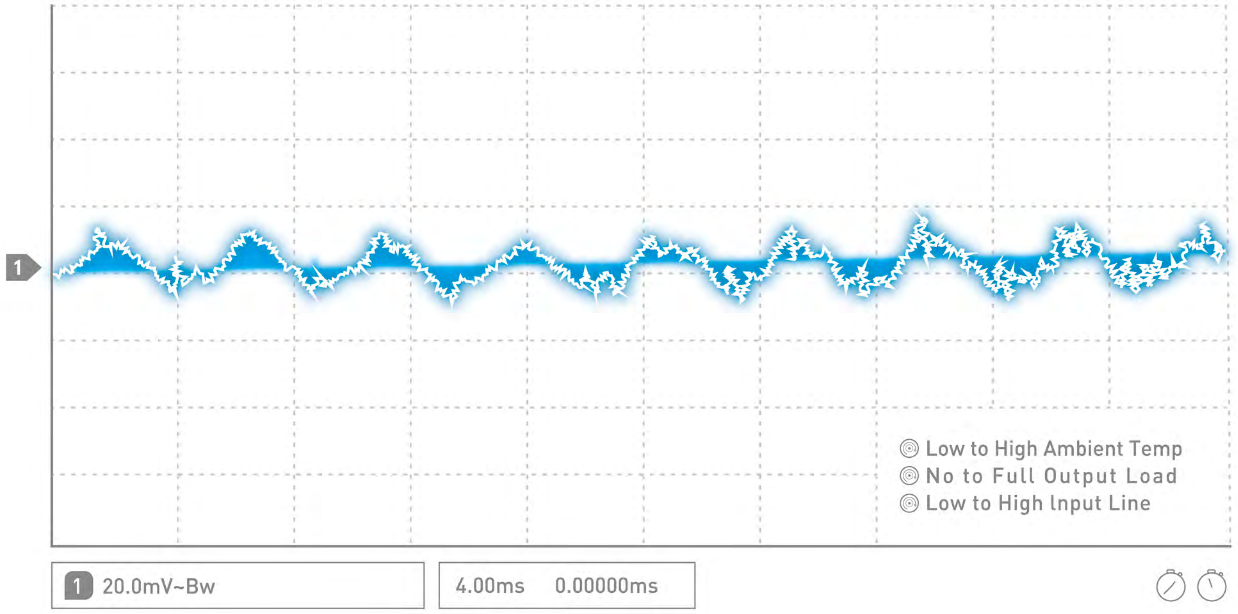
MRZI150 の優れたシステム負荷駆動能力により、プログラムファイルで求められた低（ゼロ）電圧出力による立ち上がりを確実に実現



* DUT : MRZI150 シリーズ

低リップル＋低ノイズ

グレードアップされたノイズフィルタリング技術のおかげで、MRZI150 シリーズは、どんな出力負荷、入力線、周囲温度でも低リップル、低ノイズを維持できるので、ノイズ干渉、外付け装置の増設を減らせます



* DUT : MRZI150 シリーズ

MINMAX TECHNOLOGY

マルチプロテクション機能
リモート ON/OFF コントロール + 出力電圧トリミング

MRZI150 シリーズは、リモートによる正 / 負の制御、出力電圧のトリミングとセンシングの機能も搭載して、高い設計の柔軟性を実現

入力低電圧保護
INPUT UNDER VOLTAGE PROTECTION

正論理と負論理によるリモートON/OFF
POSITIVE AND NEGATIVE LOGIC REMOTE ON/OFF

出力過電流保護
OUTPUT OVER CURRENT PROTECTION

出力電圧トリミング
OUTPUT VOLTAGE TRIM

短絡保護
OUTPUT SHORT CIRCUIT PROTECTION

出力電圧センシング
OUTPUT VOLTAGE SENSING

過電圧保護
OUTPUT OVER VOLTAGE PROTECTION

過温度保護
OVER TEMPERATURE PROTECTION

ブロッキング干渉対策のための完全カプセル化

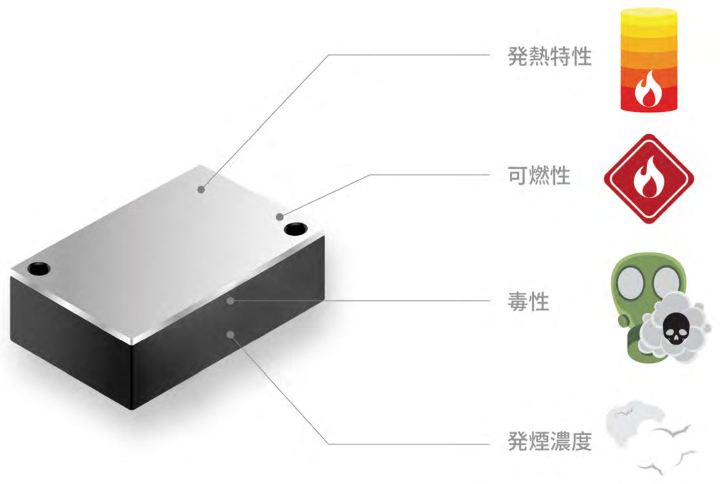
電磁感受性（EMS）と物理的環境ストレスによる干渉から守る包括的な保護能力

* DUT : MRZI150 シリーズ
* "EN 50155 鉄道安全規格 環境および機械的要求試験" 07 - 09 ページ参照

システムを救う防火試験

防火能力の評価に用いる指標パラメータ：

MINMAX では、鉄道認証の電源モジュールにおけるすべてのプラスチックハウジング、プリント基板（PCB）、埋め込み用樹脂について、"防火指標パラメータ"による最終的な試験結果に基づいて防火等級（ハザードレベル、HL）を評価して、列車運行中の保全を確実にしています



*"EN 45545 - 2 鉄道安全規格 防火試験" 10 ページ参照

国際規格

- ☑ 鉄道安全規格 EN 50155(IEC 60571) 認証
- ☑ 火災安全性規格 EN 45545-2 対応
- ☑ 耐振動 & 耐衝撃規格 EN 61373 に適合
- ☑ 冷却、乾燥、耐湿試験
  IEC/EN 60068-2-1, 2, 30 に適合
- ☑ 鉄道 EMC(EMI+EMS) 規格
- ☑ EN 50121-3-2 に適合
- ☑ CE マーキング
  UL/cUL/IEC/EN 62368-1(60950-1) 認証取得

実際の応用例

列車の操縦室

オートパイロットシステム
眠気検知システム
安全監視システム
スピードアップ&ブレーキ制御システム
列車制御・管理システム
列車運行データロガー

列車外装の前面および上部

衝突警告システム
通信システム
高電圧検出システム
鉄道用インテリジェント継手
メインスイッチ
パンタグラフ
ウィンドシールドデフロスター
フロントガラスワイパー

助手席ゾーン

CCTV・緊急インターホン
火災検知システム
暖房・換気・空調
室内照明システム
旅客情報システム
衛生システム
UMTS / LTE リピータ
USB 電源プラグ

鉄道軌道

自動列車保安装置 (ATP) / バライズシステム
自動警告システム (AWS)
アクスルカウンティング
踏切バリア
ポイントマシン/鉄道スイッチコントローラ
鉄道信号システム
リモートターミナルユニット
鉄道環境監視システム
牽引変電所

列車の出入口ドア

ドアコントロールシステム
旅客数カウントシステム
発券システム
車椅子用補助プラットフォーム

列車外装の底面

アクセルボックス温度監視システム
補助電源システム
蓄電池管理システム
ブレーキ制御システム
冷却システム
電空ブレーキ
主駆動モーター
推進制御システム
サンディングシステム
車輪潤滑システム
トラクションコントロールシステム

MINMAX TECHNOLOGY

鉄道用製品リスト

シリーズ	出力電力	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	絶縁耐圧 (VAC)	効率	動作温度	最低負荷要求なし	過電流 / 短絡保護	過電圧保護	過温度保護	オン / オフリモート	出力電圧調整	出力センス	EN50155 (IEC60571)	UL/cUL/IEC/EN 62368-1
3W • DIP Package															
MIZI03	3W	9-36 18-75 40-160	5, 12, 15, ±12, ±15	3000VAC Reinforced	85%	-40~+92°C Ambient	•	•						•	•
10-40W • 2"×1" Package															
MKZI10	10W	9-36 18-75 40-160	5, 12, 15, 24, ±12, ±15	3000VAC Reinforced	89%	-40~+95°C Ambient	•	•	•		•	•		•	•
MKZI20	20W	9-36 18-75 40-160	5, 12, 15, 24, ±12, ±15	3000VAC Reinforced	88%	-40~+88.5°C Ambient	•	•	•		•	•		•	•
NEW MKZI40	40W	36-160	5, 12, 15, 24, 54, ±12, ±15	3000VAC Reinforced	90%	-40~+77.5°C Ambient	•	•	•	•	•	•		•	•
50-150W • Quarter Brick															
MTQZ50	50W	43-101 66-160	5, 12, 15, 24,	3000VAC Reinforced	92%	-40~+85°C Ambient	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NEW MRZI75	75W	36-160[2]	5, 12, 15, 24, 54	2000VAC Reinforced	91%	-40~+105°C Base plate	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NEW MRZI100	100W	36-160[2]	5, 12, 15, 24, 54	2000VAC Reinforced	91.5%	-40~+105°C Base plate	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NEW MRZI150	150W	36-160[2]	5, 12, 15, 24, 54	2000VAC Reinforced	90%	-40~+105°C Base plate	•	•	•	•	•	•	•	•	•

[1] Please refer to derating curve information form datasheet
[2] Please refer to star-up voltage information form datasheet

鉄道用・DC-DC コンバータ

3W MIZI03 シリーズ DIP パッケージ

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MIZI03-24S05	24 (9 - 36)	5	600	80%
MIZI03-24S12		12	250	84%
MIZI03-24S15		15	200	85%
MIZI03-24D12		±12	±125	83%
MIZI03-24D15		±15	±100	84%
MIZI03-48S05	48 (18 - 75)	5	600	80%
MIZI03-48S12		12	250	83%
MIZI03-48S15		15	200	84%
MIZI03-48D12		±12	±125	83%
MIZI03-48D15		±15	±100	83%
MIZI03-110S05	100 (40 - 160)	5	600	80%
MIZI03-110S12		12	250	84%
MIZI03-110S15		15	200	84%
MIZI03-110D12		±12	±125	83%
MIZI03-110D15		±15	±100	85%

10W MKZI10 シリーズ 2" x1" パッケージ

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MKZI10-24S05	24 (9 - 36)	5	2000	84%
MKZI10-24S12		12	835	86%
MKZI10-24S15		15	670	87%
MKZI10-24S24		24	417	88%
MKZI10-24D12		±12	±417	86%
MKZI10-24D15		±15	±335	87%
MKZI10-48S05	48 (18 - 75)	5	2000	85%
MKZI10-48S12		12	835	87%
MKZI10-48S15		15	670	87%
MKZI10-48S24		24	417	86%
MKZI10-48D12		±12	±417	89%
MKZI10-48D15		±15	±335	88%
MKZI10-110S05	100 (40 - 160)	5	2000	82%
MKZI10-110S12		12	835	85%
MKZI10-110S15		15	670	85%
MKZI10-110S24		24	417	85%
MKZI10-110D12		±12	±417	86%
MKZI10-110D15		±15	±335	86%

*There are different features & spec. by each series.
For detailed series datasheet, please refer to www.minmaxpower.com

MINMAX TECHNOLOGY

鉄道用・DC-DC コンバータ

20W MKZI20 シリーズ 2" x1" パッケージ

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MKZI20-24S05	24 (9 - 36)	5	4000	87%
MKZI20-24S12		12	1670	87%
MKZI20-24S15		15	1330	87%
MKZI20-24S24		24	833	87%
MKZI20-24D12		±12	±833	86%
MKZI20-24D15		±15	±667	86%
MKZI20-48S05	48 (18 - 75)	5	4000	87%
MKZI20-48S12		12	1670	88%
MKZI20-48S15		15	1330	88%
MKZI20-48S24		24	833	88%
MKZI20-48D12		±12	±833	87%
MKZI20-48D15		±15	±667	87%
MKZI20-110S05	100 (40 - 160)	5	4000	84%
MKZI20-110S12		12	1670	86%
MKZI20-110S15		15	1330	86%
MKZI20-110S24		24	833	86%
MKZI20-110D12		±12	±833	86%
MKZI20-110D15		±15	±667	86%

40W MKZI40 シリーズ 2" x1" パッケージ

NEW

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MKZI40-110S05	110 (36 - 160)	5	8000	88%
MKZI40-110S12		12	3330	89%
MKZI40-110S15		15	2670	89%
MKZI40-110S24		24	1670	89%
MKZI40-110S54		54	741	90%
MKZI40-110D12		±12	±1670	89%
MKZI40-110D15		±15	±1330	89%

*There are different features & spec. by each series.
For detailed series datasheet, please refer to **www.minmaxpower.com**

鉄道用・DC-DC コンバータ

50W MTQZ50 シリーズ クォータブリックパッケージ

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MTQZ50-72S05	72 (43 - 101)	5	10000	90%
MTQZ50-72S12		12	4170	92%
MTQZ50-72S15		15	3330	92%
MTQZ50-72S24		24	2080	91%
MTQZ50-110S05	110 (66 - 160)	5	10000	90%
MTQZ50-110S12		12	4170	91%
MTQZ50-110S15		15	3330	92%
MTQZ50-110S24		24	2080	91%

75W MRZI75 シリーズ クォータブリックパッケージ

NEW

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MRZI75-110S05	110 (36 - 160)	5	15000	89%
MRZI75-110S12		12	6250	91%
MRZI75-110S15		15	5000	91%
MRZI75-110S24		24	3125	90%
MRZI75-110S54		54	1390	89%

*There are different features & spec. by each series.
For detailed series datasheet, please refer to **www.minmaxpower.com**

MINMAX TECHNOLOGY

鉄道用・DC-DC コンバータ

100W MRZI100 シリーズ クォータブリックパッケージ NEW

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MRZI100-110S05	110 (36 - 160)	5	20000	91.5%
MRZI100-110S12		12	8400	91%
MRZI100-110S15		15	6700	90.5%
MRZI100-110S24		24	4200	89%
MRZI100-110S54		54	1850	89%

150W MRZI150 シリーズ クォータブリックパッケージ NEW

EN50155 UL 62368-1 UL 60950-1 CB Scheme CE 3 YEAR WARRANTY

型番選択

型番	入力電圧範囲 (VDC)	出力電圧 (VDC)	出力電流 (mA)max	効率
MRZI150-110S05	110 (36 - 160)	5	27000	90%
MRZI150-110S12		12	12500	90%
MRZI150-110S15		15	10000	89%
MRZI150-110S24		24	6250	88%
MRZI150-110S54		54	2780	88.5%

*There are different features & spec. by each series.
For detailed series datasheet, please refer to **www.minmaxpower.com**

MINMAX TECHNOLOGY

MINMAX･電源 ソリューション
DC-DC コンバータ･AC-DC パワーモジュール ｜ 1-150W

産業用 電源ソリューション

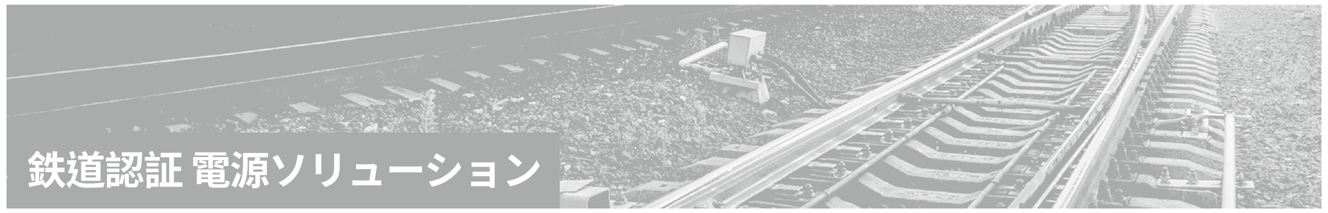
• DC-DC コンバータ

SIP パッケージ	SMD パッケージ	DIP パッケージ
1-5W	1-6W	1-15W

1"×1" パッケージ	2"×1" パッケージ	シャーシ &DIN レールマウント
10-30W	40-50W	6-60W

• AC-DC パワーモジュール

密閉パッケージ
3-60W



鉄道認証 電源ソリューション

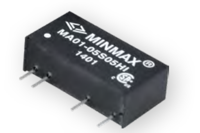
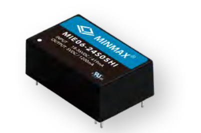
• DC-DC コンバータ

DIP パッケージ	2"×1" パッケージ	クォータブリックパッケージ
3W	10-40W	50-150W

MINMAX･電源 ソリューション
DC-DC コンバータ･AC-DC パワーモジュール ｜ 1-150W

高絶縁耐圧 電源ソリューション

• DC-DC コンバータ

SIP パッケージ	SMD パッケージ	DIP パッケージ
		
1-2W	1W	2-10W

2"×1" パッケージ	シャーシ &DIN レールマウント
15-20W	6-60W

医療向け安全規格認証 電源ソリューション

• DC-DC コンバータ

SIP パッケージ	SMD パッケージ
1W	1-2W

DIP パッケージ	2"×1" パッケージ
2-10W	15-20W

• AC-DC パワーモジュール

密閉パッケージ
24-60W

FOR MORE INFO.,PLEASE GO TO

www.minmaxpower.com

POWER FOR
A BETTER FUTURE

MINMAX®

ADDRESS
No.18,Sin Sin Rd.,An-ping
Industrial Dist., Tainan702 Taiwan

MAIL
sales@minmax.com.tw

TELEPHONE
(+886) 6-2923150

FAX
(+886) 6-2923149

MINMAX TECHNOLOGY CO., LTD.