

415V 三相 Y 結線ラックの実現 (北米)

電力効率と容量増加への対策

はじめに

物理的なインフラストラクチャを減らす一方で、省エネの必要性が高まっているのは、主に急激に進むデジタル化によるものです。デジタルの世界が進化するにつれて、身の回りのものすべてがハイパー接続されるようになり、シームレスに動作することが期待されています。こうした接続は、適切に電力を供給できなければ不可能です。

これを受けて、北米の新しく建設されるデータセンターでは高電圧 (415 V) をラックに直接供給する例が増え続けています。この見方をさらに裏付けるものとして、IHS² が発行するラック分電盤市場レポート (図 1 を参照) があります。



415V 三相 Y 結線ラックの実現 (北米)

レポートによると、IHS は、415 V のラック分電盤 (PDU) の 年平均成長率 (CAGR) が 2021 年までに前年比 40% 近くになると予測しています。

データセンターの所有者、建設業者、管理者が 415 V ラックの導入を選択する主な理由を以下に挙げます。

1. 電力容量の増加
2. 入力プラグの標準化によるサプライチェーンの合理化 (グローバル化)
3. 電力効率の向上による省エネルギー
4. 物理インフラストラクチャコストの削減 (AWG 線の細径化)
5. 品質、信頼性、安全性

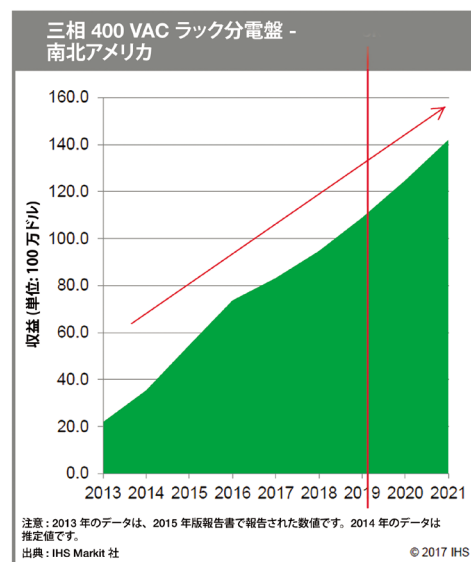


図 1. IHS、415V ラック PDU が 2021 年までに前年比成長率 40% を達成すると予測。

電力容量の増加

デジタル化、IOT、ハイパースケール、クラウドコンピューティング、モバイルコンピューティング、スマートフォン、タブレット、ソーシャルメディア、ビデオストリーミング、プロフェッショナルサービスにより、キャビネットやラックという物理的なフロア空間に配置する IT 機器量を最大化する必要性が高まっています。このため、データセンターのキャビネットとラックスペースでは、より多くの IT 機器を同じフロア空間に収容するという市場ニーズに対応するために、大型のラックを使用するのが主流になっています。かつては 42 U ラックが過半数を占めていましたが、2016 年以降、47 U、48 U、51 U ラックが力強い成長を見せており、この成長は 2022 年まで続くと思われ¹⁰。

ラック電源設計者の使命は、すべての機器に電力を供給することであるため、この傾向は難しい課題を突き付けるものです。この課題を解決するために、多くのラック電源設計者が 415 V ラックを導入する選択肢を検討しています。これがどのように機能するか (およびそれぞれの利点) を理解するために、抵抗負荷と 400 Hz 未満の周波数について明らかにしていきます。どのように機能するかは、おなじみのオームの法則を使用して実証できると仮定します。

$$P = V * I * \sqrt{3}$$

上記の式のとおり、電流はそのままに電圧を 2 倍にすると、使用可能な電力容量は事実上 2 倍になります。簡単な計算例を下記に示します。

$$P = V * I * \sqrt{3}$$

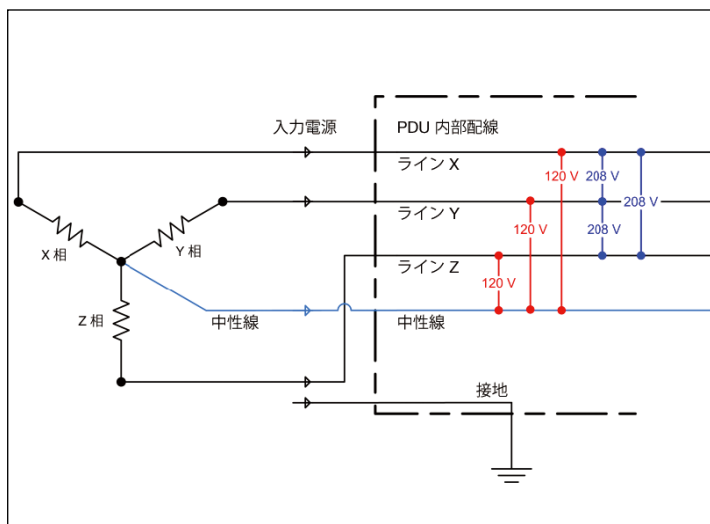
$$P = 208V * 24A * \sqrt{3} = 8.6KW$$

次に、同じ式を使用して 208 V を 415 V に置き換えると、結果は以下のようになります。

$$P = 415V * 24A * \sqrt{3} = 17.3KW$$

注意: 北米の UL 規格に従うため (また、望ましい設計方法に従うため) に、30 A から 80% (24 A) に減格しています。両方の電圧レベルに適用されるため、結果には影響しません。

208 V 三相 5 線



415 V 三相 5 線

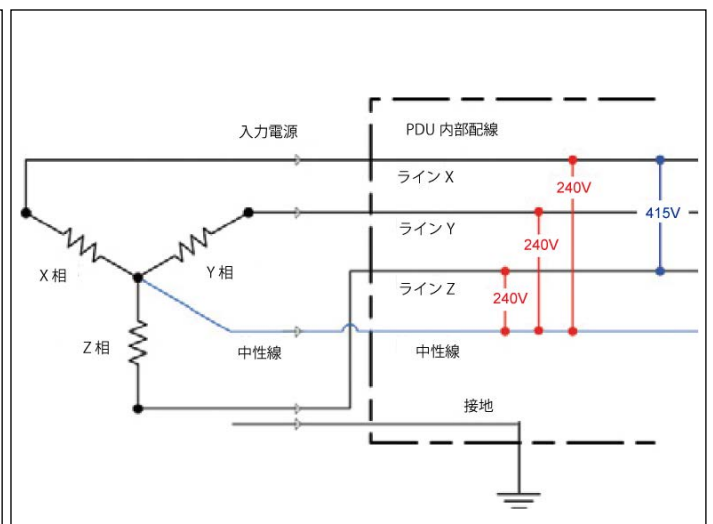


図 2. 30 A 回路 – 208 V 8.6 kW (容量)、415 V 回路 17.3 kW (容量)。

サプライチェーンの合理化

電力容量の増加に対する需要に対応するために、IT およびコンピューター機器メーカーは、100 ～ 240 V (電圧レベル) を受容できるスイッチング電源を備えた IT 機器を設計することにより、かなり以前からサプライチェーンの一部を合理化してきました。同様に、デジタル化による需要は、急速な成長という形で物理的に実現されています。これは、ハイパースケール、コロケーション、およびクラウドコンピューティングのデータセンターの所有者や管理者が目ざしていることです。こうした傾向によって、市場はラックの電力を中心としたサプライチェーンの合理化へと向かっています。スケールメリットを活用できるだけでなく、データセンター建設業者が必要とするスピードと規模で製品を利用でき、リスクを減らすことができるためです。その過程で、グローバル企業は、グローバル PDU のように北米と欧州の両方で同じ (または同様の) PDU を実現する機会を見いだしました。以前から National Electrical Manufacturers Association (NEMA) の入力プラグは北米のラック電源市場を支配していましたが、欧州のラック電源市場では主に IEC 60309 ピンおよびスリーブ¹¹⁾ 付き入力プラグが使用されています。入力プラグメーカーは、欧州ではかなり以前から 415 V をラックに供給していることを認識したうえで、主要な 2 大陸で標準化する必要性を理解し、IEC 60309 ピンおよびスリーブ (図 3 を参照) のデュアル定格入力プラグを提供しており、北米のデータセンターは同じ規格に標準化しています。IEC プラグは、防沫型の IP44、あるいはより一般的な防水型の IP67 (ロッキングカラー付き) のいずれかを利用できるという利点もあります。ロッキングカラーは、上方からの落下に本領を発揮する部品であるため、IP67 防水属性には必ずしも必要ではありませんが、オスとメスの端を共締めすることでロック機能を提供します。これは、設備の観点から、予期しない電源断を防止する (あるいはほぼ排除する) より安全なオプションとして広く受け入れられています。



図 3. グローバルな視点に立ったデュアル定格 415 V の例。30 A UL は 32 A VDE (CE) と同等。



削減 (ROI)

省エネルギー

415 V をラックに供給すると、大幅なエネルギー節約が可能になります。480 V から 415 V に変換する小型の絶縁トランスを使用することにより、480 V の入力電圧を 208 V に変換する同様の大型な絶縁トランスと比較して、エネルギー損失を約 2% 節約できると推定されます。IT ラック機器の電源を検討しているエンドユーザーの場合は、さらに効率性を向上させることができます。アークフラッシュ境界と NFPA-70E 要件に関するある記事によると、IT 機器のスイッチング電源の効率は 100 V AC においては約 80%、240 V AC¹ で動作すると推定されています。要約すると、415 V がラックに供給されると、415 V PDU アウトレットは接続された 240 V を供給し、120 V で動作している同一機器と比較すると、機器の効率が 14% 程度向上する可能性があります。

インフラストラクチャコストの削減

415 V の供給は、インフラストラクチャコストの低減にもつながります。省エネルギーの話題の中で、小型の絶縁トランスを使用することについて触れました。これは、小型であるだけでなく、大型のトランス (480 V ~ 208 V) を使用した場合と比較して、設置トランスあたり約 1,500 ドルの費用対効果があります。さらに、電源ケーブル自体でも大幅に節約できます。「電力容量の増加」で説明したことを考慮すると、60 A 208 V (三相) PDU は、電力容量的に 30 A 415 V (三相) PDU と同等であると結論付けることができます。米国電気工事規定 (NEC) の「Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0-2000 Volts (絶縁導体の許容電流、定格電圧 0 ~ 2000 V)」における (90° C) THHN ケーブルについての抜粋から、30 A の伝搬に必要な AWG は 12 AWG であり、60 A の伝搬に必要な AWG は 6 AWG であることがわかります。2 つの AWG の市場コストを見ると、500 フィート単位で相対的なコストを比較すると、1 フィートあたり約 0.54 ドルのコスト削減となります。データセンターに設置される電源ケーブルの量を考えると、これはデータセンターの所有者にとって大幅なコストダウンにつながります。

電圧	位相	電流	負荷 (kW)	必要な AWG	フィートあたりの銅コスト
415	3	30	17.3	12	\$0.12
208	3	60	17.3	6	\$0.76*

*500フィート単位で購入した場合の1フィートあたりのコスト

図 4. より細い AWG 線を使用することによるケーブル配管内の省スペース化、コスト削減

品質、信頼性、安全性

電圧が増加すると、アークフラッシュ固有のリスクが増加します⁸。そのため、品質、信頼性、安全性が認知されているサプライヤーを選択することが重要です。PDU の安全性レベルを考えるうえで、パンドウイトの 415 V ラック PDU の安全性を向上させる大きな役割を果たすのが 10 KAIC サーキットブレーカーです。このブレーカーは、標準の 208 V ラック PDU (通常 5 つの KAIC ブレーカーを内蔵) の 2 倍の定格となります。パンドウイトの 415 V PDU は、IP67 対応防水入力プラグに使用できます。これにより、防塵・防滴のためだけではなく、ロッキングカラー機構により最高レベルの安全性を提供します。こうした追加の安全部品を使用するだけでなく、個人用保護具 (PPE) の使用、施工者や技術者レベルでのベストプラクティス、建築基準、現地法規などの標準的な安全の規範に従うよう引き続き注意することが重要です。電気を扱う資格を持つ専門技術者のみがパワーチェーンを扱うべきであり、データセンター環境もこの例外ではありません。415 V は、エネルギーとインフラストラクチャの両コストにおいて、容量とコスト削減を考えるうえで多大なメリットをもたらしますが、これは業界のベストプラクティスを軸に最大限の注意を払ってソリューションを安全に展開できる場合にのみ価値があります。

参考文献

1. A. Hoevenaars, "415V Distribution For Green Data Centers." Minus International, Inc. 2012.
2. "Rack Power Distribution Unit Market Tracker." IHS Markit Technology.IHS Markit.
<https://technology.ihs.com/589914/rack-power-distribution-unit-market-tracker-h1-2017>.
3. "2010 Emerson Network Power – Proper Application of 415V Systems in North American Data Centers." Mission Critical Magazine.
https://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/Emerson-Proper_Application.pdf.
4. "National Electrical Code – Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0-2000 Volts." USA Wire & Cable, Inc.,
<https://www.usawire-cable.com/pdf/nec-ampacities.pdf>
5. Wikipedia contributors. "Arc flash." Wikipedia, The Free Encyclopedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Arc_flash.
2019 年 5 月参照
6. Electrical Wire & Cable Size Calculator (Copper & Aluminum).Electrical Technology.2018.
<https://www.electricaltechnology.org/2014/04/electrical-wire-cable-size-calculator.html>.
7. "ARC Flash Boundary & NFPA-70E Requirements PPE Program." National Fire Protection Association.
http://vmsstreamer1.fnal.gov/VMS_Site_03/Lectures/TMCC/presentations/ARC%20Flash%20Boundary%20&%20NFPA.pdf.
8. M. Ackerson, Occupational Health & Safety, "PPE: What You Need When You Need It," 2014.
<https://ohsonline.com/Articles/2014/03/01/PPE-What-You-Need.aspx>.
9. "Efficiency Gains with 480V/277V Power at the Cabinet Level." Server Technology, ServerTech White Paper STI-100-008, 2011.https://www.vitalsine.ca/wp-content/uploads/2017/11/Efficiency-Gains-with-480-277V-Power-at-the-Cabinet-Level_STI_Format-1.pdf.
10. Research and Markets.Global Data Center Rack Market Report 2017 - Strategic Assessment and Forecast 2016-2022. Dublin.Cision PR Newswire, 2017.
11. Wikipedia contributors, "IEC 60309," Wikipedia, The Free Encyclopedia,
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=IEC_60309&oldid=880438597. 2019 年 5 月参照



企業のビジネス目標と市場での成功を結び付けるうえで、1955 年以来、パンドウイトが独自の有意義な役割を果たしてきた理由は、問題解決に対する好奇心と情熱という企業文化にあります。パンドウイトは、データセンターから電気通信室、デスクトップからプラントフロアに至るエンタープライズ全体の環境に対応する、最先端の物理、電気、およびネットワークインフラストラクチャソリューションを創り出します。米国イリノイ州ティンリーパークに本社を置き、世界 112 カ所の拠点で活動するパンドウイトは、品質と技術リーダーシップに関する確固とした評価を得ており、その強固なパートナーエコシステムと力を合わせながら、「つながる世界」におけるビジネスの成長をサポートし、維持し、強化する役割を果たし続けます。

詳しい情報は
<http://www.panduit.co.jp/> お問い合わせください
カスタマーサービスのメールアドレス
jpn-toiawase@panduit.com

このホワイトペーパーは、技術的スキルを持つ作業者が自分の判断と責任においてガイドとして使用することを前提に作成されています。パンドウイトのいかなる製品についても、購入者には、使用前に当該製品が目的の用途に適合することを確認する責任があります。また購入者は、それに伴うあらゆるリスクおよび責任を負うものとします。パンドウイトは、この文書に記載された、または記載されていないいかなる情報から生じるいかなる責任も負いません。

パンドウイトのすべての製品には、当該時点で最新の限定製品保証の利用条件および制限事項が適用されます。詳しくは、www.panduit.com/warranty をご覧ください。

* 本書に記載されたすべての商標、サービスマーク、商号、製品名、およびロゴの所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

PANDUIT US/CANADA

PANDUIT EUROPE LTD.
英国、ロンドン
cs-emea@panduit.com

PANDUIT SINGAPORE PTE. LTD.
シンガポール共和国
cs-ap@panduit.com

PANDUIT JAPAN
日本、東京
cs-japan@panduit.com

PANDUIT LATIN AMERICA
メキシコ、グアダラハラ
cs-la@panduit.com

PANDUIT AUSTRALIA PTY. LTD.
オーストラリア、ビクトリア
cs-aus@panduit.com