

データセンタの重要度 / ティアレベル仕様決定の ガイドライン

ホワイトペーパー 122

改訂1

ビクター・アヴェレール

> 要約

データセンタの運用パフォーマンスを測定する枠組みがあれば、計画の立案や意思決定を促し、データセンタの設計や設置を明確かつ、論理的に説明することができます。しかしながら、現在利用できる重要度またはティアレベルによる手法では、正当と認められる客観的な仕様を提示していません。ここでは、現行のティアレベルの手法を分析、比較し、重要度レベルの選択方法を交えながら、データセンタのパフォーマンスを検証する、正当なデータセンタの重要度の仕様を提案します。

コンテンツ

セクションをクリックして次に進む

はじめに	2
一般的な分類方法	3
バランスのとれた重要度	5
重要度を選択するアプローチ案	5
重要度の指定と検証	8
指定された重要度の維持	9
結論	9
リソース	10
付録	11

はじめに

可用性、信頼性、平均故障間隔（MTBF）などの用語は、データセンタのパフォーマンスを説明する際に同じ意味で使用されていることがよくあります。これらの用語はパフォーマンスを定量的に評価する尺度ですが、データセンタ管理者がこのような値を計算するのは困難です。これに変わる簡単なアプローチとして、データセンタのパフォーマンスをティアまたは重要度のレベルに分類する方法があります。このホワイトペーパーでは、重要度という語を、データセンタのパフォーマンスを主観的に説明するために使用します。

データセンタの重要度が耐用期間の総所有コスト（TCO）に最も大きな影響を与えることには、議論の余地がありません。たとえば、完全に冗長化された（2N）電源アーキテクチャは、非冗長の（1N）電源アーキテクチャの10年間のTCOの2倍以上になる可能性があります。2N電源のコスト上の重大な欠点は電気設備の初期コストが2倍かかることですが、2Nで電気設備を運用および保守する場合のエネルギーコストによる影響はさらに大きくなります。そのため、データセンタの重要度を選択するとき、データセンタの設計者や所有者は、正しいコスト/利益分析を確立するために、コストと重要度の両方を考慮する必要があります。

このホワイトペーパーでは、データセンタの重要度を指定するために、3つの一般的な手法について説明および比較しています。また、多様なアプリケーションや環境の一般的なレベルを提示することで、重要度の選択方法についてのガイドラインを示しています。データセンタのパフォーマンスを指定する際の正当と認められるアプローチについても検討しています。

データセンタのプロジェクト計画

データセンタの構築またはアップグレードのプロジェクトで、誤りや見落としを見つける最適な機会となり、データセンタの重要度を指定するタイミングとなるのは、プロセスの前半である計画段階です¹（[図1](#)を参照）。具体的には、ニーズ評価によって、データセンタの計画に関する制約や優先条件を特定し、定量化します。次に、こうした制約や優先条件を満たす仕様を作成します。仕様について合意が取れたら、詳細な設計を進め、最終的に実装することができます。データセンタの構築が完了したら、仕様に照らして検証できます。仕様に照らして検証することによって、基準以下または不十分な作業レベルに対して法的手段をとることができます。

データセンタの重要度を選択することは計画プロセスでも重要な決定事項です。これは、特に新規プロジェクトの場合、場所、建物の種類、消火、セキュリティシステムなど他の多くの決定事項に影響があるためです。計画段階で、設計者はデータセンタのTCOと、ビジネスの可用性要件の優先条件と制約とのバランスをとることができます。計画の策定を繰り返すことで、最終的な重要度が決まります。データセンタの計画については、[APCホワイトペーパー142『データセンタのプロジェクト計画：システム計画編』](#)（英語版）を参照してください。

リソース
APC ホワイトペーパー
142
データセンタのプロジェクト計画：
システム計画編

¹ APC ホワイトペーパー#142 [『データセンタのプロジェクト計画：システム計画編』](#)（英語版）からの引用

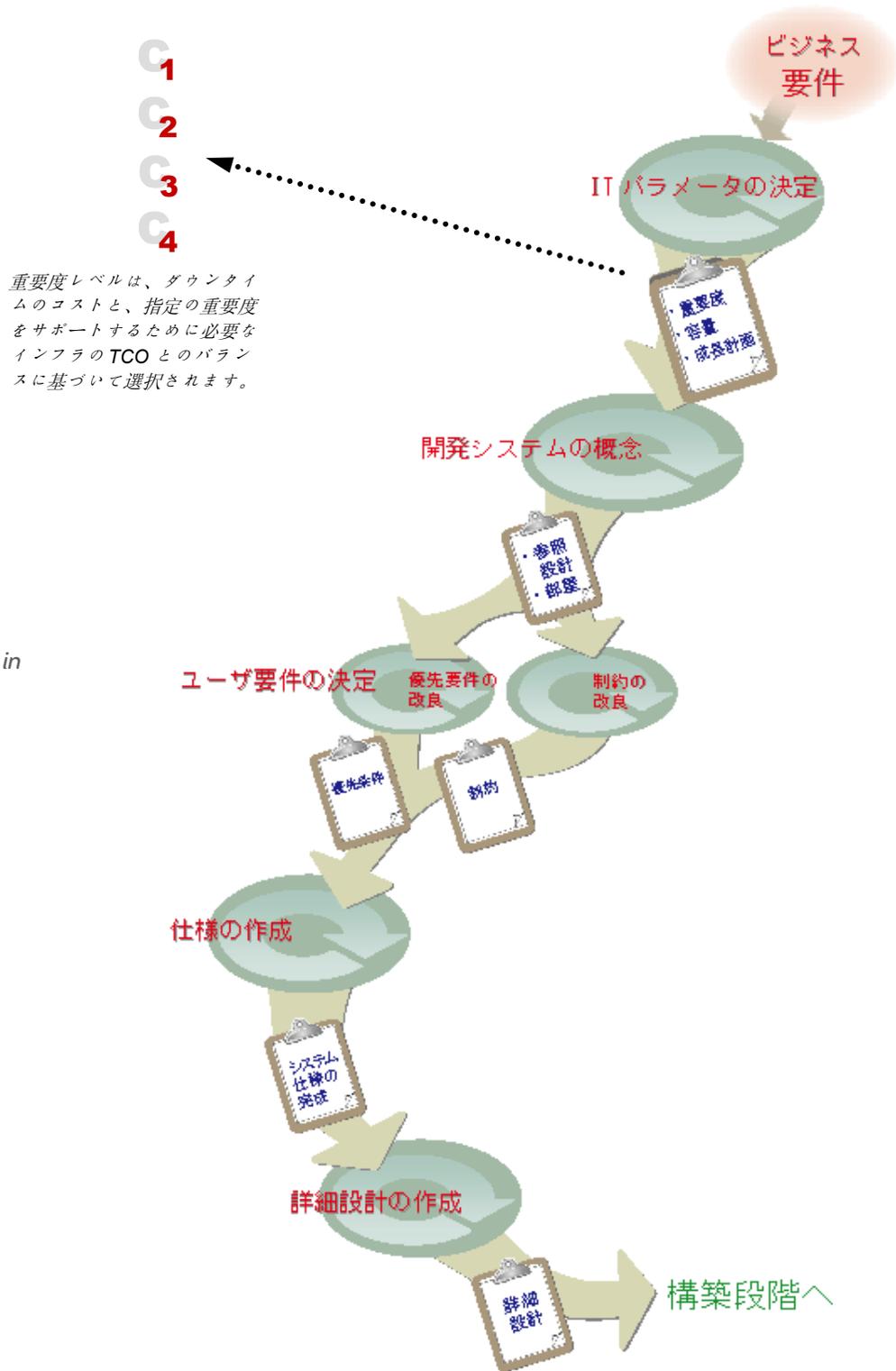


Figure 1

Choosing a criticality is a key step in the system planning

一般的な分類方法

従来、データセンタのパフォーマンスは、設計プロセスにかかわる人員によって大部分が決まっていた。ソリューションを作成する上で、通常、各人員は、独自の個人的な経験、事例、伝聞、および噂に頼り、過去に理解していた設計の特性を重視しますが、これがダウンタイムの最も重要な原因となります。結果として、同じ要件を指定していても、データセンタの設計方法は多岐にわたります。このような事実を受けて、データセンタ設計の可用性と信頼性のパフォーマンスを指定するための、多様な重要度またはティアのカテゴリの開発を行うことにな

りました。相互に評価できる設計アーキテクチャの単純なカテゴリを用意することで、データセンタのパフォーマンスの仕様は簡単になります。

ミッションクリティカルな施設を使用する業界では、様々な手法が導入されてきましたが、そのうちのいくつかはよく知られています。とりわけ有名な3つの手法として、Uptime Instituteの「Tier Performance Standards」、TIA 942²、およびSyska Hennessy Group³の「Criticality Levels™」があります。

Uptime InstituteのTier Performance Standard

Uptime Instituteは標準化団体ではありませんが、1995年にティアの分類方法の先駆者となり、データセンタ建築業界で幅広く参照されてきました。Uptimeの手法にはティア1～ティア4という4つのティアがあり、多様なデータセンタプロジェクトを通じて長年にわたって進化してきました。この手法には高レベルのガイドラインが用意されていますが、各ティアについての具体的な設計の詳細は説明されていません。

TIA 942

TIA 942 改訂5版に記載されている4つのティアレベルは、Uptime InstituteのTier Performance Standardsに基づいています。942は規格ですが、付録Gに記載されている4つのティアレベルは参考情報であり、この規格の要件として扱うことはできません。それでも、付録Gには設計者が特定のティアレベルを構築するときに役立つ具体的な設計基準が記載されているため、データセンタの所有者は自社の設計を評価できます。

Syska Hennessy Groupの重要度レベル

Syskaの10の重要度レベルは、Uptimeの4つのティアに基づいており、高密度コンピューティングや柔軟なアーキテクチャなど、データセンタの最新動向を考慮して構築されています。Syskaの手法には重要度レベルが10ありますが、そのうち最初のレベルはUptimeの4つのティアに対応します。Syskaは、目に付くコンポーネントや構造だけでなく、データセンタの保守と運用を評価するための、より包括的な要素も含めています。さらに、データセンタのパフォーマンスがその最も弱い要素に引きずられてしまうことを認識し、データセンタの重要度レベルにバランスシートのアプローチをいち早く導入しました。Syskaの重要度レベルは高レベルで説明されていますが、各レベルの具体的な詳細については説明されていません。

各手法の比較

全体として見れば、3つの手法にはどれも、現在一般的に使用されている重要度/ティアには4つのレベル（1、2、3、および4）があるという考えがあります。Uptimeの手法とSyskaの手法の最大の問題点は、各レベルの違いを明確に区別するために必要な詳細情報がないということです。対照的に、TIA-942は、すべてのティアレベルで、通信インフラ、構成、電気、機械、監視、運用など、多様な要素にわたって具体的な詳細情報を提供しています。たとえばTIA-942は、ティア2のデータセンタは20m（66フィート）以上離れた位置に2つのアクセスプロバイダの接続ポイントを設けることを規定しています。Syskaでは、ティア2のデータセンタは2つの接続ポイントを設ける必要があると規定していますが、その他の詳細情報はありません。公的に入手できるUptimeの文書には、アクセスプロバイダの接続ポイントについてのガイドランスは記載されていません。

最近まで、データセンタを構成する多様なシステムのレベルでバランスをとることの重要性を説明していたのはSyska Hennessy Groupのみでした。Uptimeは、2006年に更新した規格でこのバランスの概念を取り上げています。入手できる資料を基に判断すると、全体として各手法の主な設計項目は競合しません。多様な特性に対するこれら3つの手法の詳細な比較については、このホワイトペーパーの付録に記載されている表A1を参照してください。これら3つの組織や類似の組織は、パフォーマンスの向上を目的としてデータセンタ業界を発展させてきました。

² TIA-942『Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers』（2005年4月、p.10）

³ Syska Hennessy Group, Inc.『Syska Criticality Level™ Definitions』（2005年4月、p.13）

「義務」と「勧告」の違い

データセンタ管理者は、前述したどの手法に対しても準拠を検証できない点を理解することが重要です。準拠を検証し、法的に立証できるようにするには、詳細な仕様が必要です。レベル1、2、3、または4のデータセンタプロジェクトの仕様には、最終的なデータセンタの動作に関する要件が設定されています。仕様が裁判所で通用するように、「勧告」ではなく「義務」または「必要」といった言葉を使用する必要があります。「勧告」または「許容」という語は推奨を示し、法的な拘束力はありません。「義務」または「必要」には拘束力があり、法的に立証できる行動を示します。仕様に関してこのような言葉を使用すると、データセンタ管理者は、データセンタが設計仕様に準拠することを法的に検証し、義務付けることができます。たとえば、会議室を重要度2のデータセンタに変更するために契約者が雇われた場合、**図2**の仕様が適用されます。契約者が仕様「1a」を使用し、すべての窓を取り外さなかった場合（安全規定要件で窓が必要とされていないという前提）、法的にはその契約者に窓を取り外す責任があります。仕様「1b」が使用された場合、データセンタ所有者に法的手段はありません。

- 1a. 安全規定要件で必要とされている場合を除き、データセンタには屋外につながるドアまたは窓を設置しない義務があります。
- 1b. 安全規定要件で必要とされている場合を除き、データセンタには屋外につながるドアまたは窓を設置しないことを勧告します。

UptimeとSyskaの資料の場合、上記の例のような公式仕様はありません。また、「義務」または「必要」といった言葉を使用する資料もありません。TIAは詳細な仕様を一部提供していますが、「義務」の代わりに「勧告」の語を使用しています。たとえば、「ティア3の設置はティア2のすべての要件を満たすべきです」などです。

バランスのとれた重要度

データセンタの重要度を指定する際は、すべての属性を一連のつながりと考え、データセンタ全体のパフォーマンスがこのつながりの中で最も弱い部分に引きずられてしまうことを考慮する必要があります。Syska Hennessyは、重要度レベルのアプローチで、すべてのパラメータに包括的なバランスをとるという概念を生み出しました。データセンタを設計する上で非常に重大な落とし穴は、投資のバランスが偏ることで、データセンタ設計の1領域に多大な費用が費やされ、他の領域が見落とされていることです。データセンタの他のシステムを考慮することなく、特定システムの可用性のみを強化する決定が下されることはよくあります。典型的な例として、空調設備やセキュリティシステムと比較して、UPSシステムを不必要なまでに重視して、多大な費用をかける場合があります。IT管理者は、データセンタ全体でUPSと同レベルの重要度があると考えているので、この誤解から間違った期待が生まれ、結局はセキュリティ違反によってダウンタイムが発生したときに落胆することになります。「弱点」を見つけて定量化できなければ、データセンタの運用実績は最適になりません。

ただし、特定システムの重要度を過度に指定するのが適切な場合もあります。たとえば、重要度1にはリモートデータセンタに必要なすべてが含まれているとします。しかし、管理システムで、他の個人が簡単にアクセスできないシステムの制御と監視を可能にするために、IT管理者は重要度3を必要とする場合があります。もう1つの例として、管理者が、単一の送電経路を使用する重要度2のデータセンタを必要としているとします。しかし、電力システムを停止する人的ミスが発生する可能性が高い場合には、管理者は二重化された(2N)送電経路を含む重要度3または4を選ぶ場合があります。

重要度を選択するアプローチ案

最適な重要度を選択するには、ダウンタイムのビジネスコストと、データセンタの総所有コストのバランスを取ることが重要です。ただし、新しいデータセンタを構築するか、既存のデータセンタに変更を加えるかによって、選択肢が限られる場合があります。入手できる資料を確認すると、前述の項目で説明した3つの手法はいずれも、重要度/ティアレベル1、2、3、または4が意味する内容について同じ考えを持っています。表1に、各重要度のビジネス上の特性と、システム設計に与える全体的な影響について示します。

表 1

重要度の概要

重要度	ビジネスの特性	システム設計への影響
1. (最低)	<ul style="list-style-type: none"> ●一般に小規模のビジネス ●収益のほとんどが現金ベース ●限られたネットワーク環境 ●ITへの依存が低い ●ダウンタイムは不便であるが許容できると考えている 	<ul style="list-style-type: none"> ●設計のすべての側面に多数の単一障害点 ●UPSに8分のバックアップ時間がある場合、発電機はなし ●荒天条件に対して著しく脆弱 ●通常、10分を超える停電への対応は不可能
2.	<ul style="list-style-type: none"> ●一定額のオンライン収入がある ●複数のサーバを所有 ●電話システムがビジネスに不可欠 ●電子メールに依存 ●計画的なダウンタイムはある程度許容 	<ul style="list-style-type: none"> ●電源設備と空調設備にある程度の冗長性 ●発電機のバックアップ ●24時間の停電に対応可能 ●立地選択に対して最小限の考え ●防湿処置 ●他の領域とは隔離された正規のデータルーム
3.	<ul style="list-style-type: none"> ●国際的な存在 ●オンラインビジネスから主要利益 ●VoIP電話システム ●ITへの依存が高い ●高コストのダウンタイム ●認知度が高いブランド 	<ul style="list-style-type: none"> ●2つの受電経路（常用と予備） ●冗長的な電源設備と空調設備 ●冗長的なサービスプロバイダ ●72時間の停電に対応可能 ●慎重な立地選択計画 ●1時間の火災等級 ●同時保守が可能
4. (最高)	<ul style="list-style-type: none"> ●数億円規模のビジネス ●電子取引から主要利益 ●全体的にITに依存したビジネスモデル ●非常に高いコストのダウンタイム 	<ul style="list-style-type: none"> ●2つの独立した商用電源経路 ●2Nの電源設備と空調設備 ●96時間の停電に対応可能 ●厳格な立地選択基準 ●2時間以上の火災等級 ●高レベルの物理的セキュリティ ●24時間無休のオンサイト保守スタッフ

新規データセンタプロジェクト

新規にデータセンタを構築する場合は、データセンタの重要度を選択する際の制約がほとんどありません。一般的に、重要度の決定は、データセンタが対応するビジネスの種類によって変わります。重要なビジネス特性に関連する重要度を選択すると、きわめて正確な状態から容易にプロジェクトを開始できるようになります。表2に、各重要度レベルの概算コストを示します。各概算コストの背後にある前提条件を理解することが重要です。表3では、多様なビジネスアプリケーションと各重要度を関連付けています。

Table 2

各重要度レベルの概算構築コスト

Item	C1	C2	C3	C4
Fit out of physical infrastructure – i.e. power, cooling (\$ / watt)	\$10	\$11	\$20	\$22
Land	Strongly dependent on location			
Building core and shell (\$ / ft2) [\$ / m2]	\$220 [\$2,368]			

⁴ Turner、Seader 『Dollars per kW plus Dollars per Square Foot Are a Better Data Center Cost Model than Dollars per Square Foot Alone』 (2006年)。

ホワイトペーパーは http://www.upsite.com/cgi-bin/admin/admin.pl?admin=view_whitepapers で入手可能。

Table 3

Typical levels of criticality for different applications

用途	C1	C2	C3	C4	説明
プロフェッショナルサービス					コンサルティング、財産管理
建築およびエンジニアリング					ミッションクリティカルな施設の設計者
支社オフィス（金融）					近隣の銀行オフィス
販売時点情報管理					デパート、家庭用品店
顧客管理（CRM）					顧客データ
24時間のサポートセンタ					カスタマサービス
大学のデータセンタ					オンラインの課題、電子メール、講義
企業資源計画（ERP）					ビジネスダッシュボード、メトリクス
オンラインのサービス予約 および旅行予約					オンラインの航空券販売
地方のリアルタイムメディア					ローカルニュースチャンネル
オンラインデータの保存と回復					消費者と企業のバックアップ
保険					自動車保険と家屋保険
作業進捗の追跡（製造）					自動車メーカー
国際的なリアルタイムメディア					全国放送のニュース番組
Voice over IP（VoIP）					集中型ネットワーク
オンラインバンキング					照会、請求の支払、振込
病院のデータセンタ					大都市地域の病院
医療記録					医療保険
国際的なサプライチェーン					ジェット旅客機メーカー
Eコマース					オンライン書店
緊急コールセンタ					110、119
エネルギー公益事業					電気、ガス、水
電子資金振替					クレジットカード、電子小切手
国際的な配送追跡					手紙、小包、貨物
証券の取引と決済					株、債券、商品取引

既存のデータセンタプロジェクト

一般的に、既存のデータセンタプロジェクトを改修する場合、重要度の選択は既存の構成の制約を受けます。たとえば、100年に1回、河川の氾濫時に浸水する地域に既存の建物がある場合、重要度2のデータセンタにすることはできません。データセンタの重要度案を明確にする責任者は、まずこうした主な制約を特定してから、結果としてもたらされるデータセンタの重要度がビジネスにとって許容可能なリスクかどうかを決定する必要があります。このとき、重要度1のデータセンタでは危険すぎる場合、重要度2のデータセンタを考慮した、代替りの場所を選択することで、制約を取り除くことができます。

重要度の指定と 検証

重要度の選択が完了したら、次に重要度の仕様の指定、データセンタの構築、および仕様を照らした検証を行います。仕様に照らした検証によって、基準以下または不正な作業に対して法的手段をとることができます。単にSyskaの重要度レベルや他の組織の手法を選択するだけでは、検証と立証が可能な仕様にはなりません。これらはデータセンタのパフォーマンスを分類する手法であり、建築したデータセンタを検証できる「義務」や「必要」といった言葉を用いた詳細な仕様は含まれません。特定のレベルまたはティアを選択してデータセンタの仕様を指定した場合、現行のデータセンタがそのレベルまたはティアに対応していることを検証するのは、手法の作成者自身が行わない限り不可能です。検証と立証が可能な仕様であれば、誰でもデータセンタを検証できます。

一般的に、データセンタの仕様には、物理的なインフラ要素すべてが統合的に正常に機能するためのパフォーマンス、相互運用性、およびベストプラクティスが記載されています。効果的な仕様には、特定製品の詳細な説明はありませんが、代わりに物理システムのポイントごとの明確な仕様と、配置のステップを実行する標準化されたプロセスを組み合わせることでデータセンタを定義しています。「基準」となる仕様では、重要度1のデータセンタについて説明し、高位の重要度番号（2、3、および4）を特定する追加の仕様を提示します。高位の重要度仕様は、読者の注意を促す何らかの記号を使用して明確に分類する必要があります。図3に、基準の仕様項目と、関連する高位の重要度項目の例を示します。「C3+」の記号は、仕様が重要度3と4の両方に適用されることを示します。

1. 屋外に設置する発電機はキュービクルで保護する必要があります。
2. ウォークイン型キュービクルには、発電機の機械設備、電気設備、および燃料設備のすべてを格納する必要があります。

データセンタプロジェクトを開始する業務管理者は、複数の方法でデータセンタ仕様を取得できます。企業不動産部門がある会社であれば、データセンタの設計と建築の経験を持つ担当者がある場合があります。この場合、その担当者が上記のデータセンタ仕様を作成できるかもしれません。Syska Hennessy Groupのように重要施設に特化した建築会社やエンジニアリング会社が、社内に専門家がいな会社向けにデータセンタ仕様を作成することもあります。または、中小規模のデータセンタプロジェクトを予定し、標準化された仕様を採用できる会社の場合、コストをまったくまたはほとんどかけずに完成した仕様を取得できます。上記の要件に対応する仕様の例として、APCの『Small / Medium Data Center System Specification and Project Manual』があります。

指定された重要度の維持

データセンタを構築し、立証可能な仕様の検証を行った後でも、データセンタを最初に設計したときの重要度を下回る可能性があります。時間が経過すると、ビジネスのイニシアチブ、テクノロジー、人員、および管理の変化すべてが、こうした問題に影響を及ぼします。たとえば、多くの会社は、床面積を節約するために高密度のIT設備に移行してきましたが、結果として空調の冗長性が失われました。ラックの電力密度が高くなるにつれ、データセンタの空調ユニットの冗長的な容量が代わりに使用され、こうした高密度のラックに新たな気流が生じます。冗長的な電力アーキテクチャでも、ITの更新のために、N+1 から 1N に格下げされる影響を受けます。

キヤパシテイマネジメントシステムで物理的なインフラシステムを監視していない場合、指定した重要度を維持するのは次第に困難になります。キヤパシテイマネジメントシステムは、冗長性、気温、配電、実行時間、電池の電圧などのパラメータに関して、動向分析としきい値違反情報を提供します。これらのパラメータは、長期にわたってデータセンタの重要度に影響を及ぼします。キヤパシテイマネジメントシステムによって、追加容量の調達と配置に必要な注意と情報を事前に知ることができます。実際のところ、キヤパシテイマネジメントシステムの監視がなければ、重要度4のデータセンタを実現することはできません。通常、大規模な企業は、キヤパシテイマネジメントシステムとして機能するビル管理システム（BMS）を持っています。小規模な会社の場合、中央管理の物理インフラ管理プラットフォームが、データポイントごとに低価格のキヤパシテイマネジメントシステムとして機能します。キヤパシテイマネジメントシステムがある中央管理のプラットフォームの一例として、APC InfraStruXure Central があります。

結論

データセンタ計画での大切なポイントの1つは重要度です。データセンタのパフォーマンスの仕様を指定および検証する従来の重要度やティアの手法は、詳細な仕様がないため、あいまいで立証が不可能です。データセンタの重要度に適した効果的な仕様は、「義務」または「必要」といった言葉が使用され、明確かつ論理的である必要があります。この種類の仕様があれば、現状のデータセンタの重要度を検証できます。ITの更新比率を考慮すると、長期にわたってデータセンタの重要度を保守することも同様に重要です。キヤパシテイマネジメントシステムを使用すると、データセンタの物理インフラの変化を監視および追跡し、データセンタの重要度がしきい値を下回ったときに管理者に通知することができます。



著者について

ビクター・アヴェレールは APC の戦略研究アナリストです。データセンタの設計と運用に関する調査を担当し、リスク評価と設計方法を顧客と話し合い、データセンタ環境の可用性を最適化しています。ビクターは Rensselaer Polytechnic Institute で機械工学の学士号を取得し、Babson College で MBA を取得しました。また、AFCOM とアメリカ品質協会の会員です。



データセンタのプロジェクト計画:
システム計画編

APC ホワイトペーパー 142



すべてのホワイトペーパーを閲覧する

whitepapers.apc.com



すべての **APC TradeOff**

Tools を閲覧する

tools.apc.com



お問い合わせ

このホワイトペーパーに関するご意見やお問い合わせに関して

Data Center Science Center, APC by Schneider Electric
DCSC@Schneider-Electric.com

計画中のデータセンタープロジェクトに関する具体的なお質問がありましたら

シユナイダ-エレクトリックグループ A P C までお問い合わせください

付録

特性	TIA / EIA 942	Uptimeのティア	Syskaの重要度レベル
データセンタ設計を検証するために入手可能で立証可能な仕様	ガイドラインを提示していますが、立証可能な説明はありません	仕様はありませんが、Uptimeはティアの格付けを決定する権利と、ティアの要件に場所が適合していることを保証する権利を保有しています	仕様はありませんが、Syskaは評価チームを使用して重要度レベルをデータセンタに割り当てています
重要度のバランス	最も弱いインフラコンポーネントまたはシステムに基づきます	最も弱いインフラコンポーネントまたはシステムに基づきます	最も弱いインフラコンポーネントまたはシステムに基づきます
格付けの決定に使用される消火とセキュリティの設計	消火とセキュリティの両方を使用します	「立地インフラのティア分類とは無関係」 ⁵	消火とセキュリティの両方を使用します
格付けの決定に使用されるITプロセス	×	×	重要度レベルの評価に使用されています
格付けの決定に使用される床の耐荷重量	○	×	×
格付けの決定に使用される保守プロセス（文書化の維持と構成）	不使用	立地の耐久性の検証に使用されますが、立地インフラのティア分類には含まれません	重要度レベルの評価に使用されています
立地の選択	全体的なティアのガイドラインの一部として、付録Fで詳細に検討されています	立地の耐久性の検証に使用されますが、立地インフラのティア分類には含まれず、書面のガイダンスは提供されません	重要度レベルの評価に使用されますが、書面のガイダンスは提供されません
公的な標準化団体から発行されているか	○	×	×
各手法の相違点			
商用電源の受電	ティア3および4の場合、2つの商用電源入力が必要	ティア3および4の場合、2つの商用電源入力が必要	レベル3および4はTIAおよびUptimeと整合性なし
冗長化されたIT電源	ティア2、3、および4の場合に必要	ティア3および4の場合に必要	レベル3および4（つまりティア3および4）の場合に必要
予備電源（発電機）	すべてのティアに必要	すべてのティアに必要	レベル1（つまりティア1）には不要
2N CRAC / CRAHユニットの冗長性	ティア3および4の場合に必要	不明	レベル4の場合に必要

Note: Shading indicates best performance for the characteristic

⁵ Turner、Seader、Brill『Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance』（2006年、p.1）