



トラフィックエンジニアリングのパフォーマンス測定

パケット損失、遅延、遅延変動（ジッター）、帯域幅使用率などのメトリックは、ネットワークのパフォーマンスを評価するのに役立ちます。これらのメトリックをトラフィックエンジニアリング（TE）の入力として使用し、サービスレベル契約（SLA）に準拠するようにネットワークを通過するトラフィックのフローを誘導できます。この機能を使用すると、TEのリンク遅延メトリックの測定とアダプタイズメントを設定できます。

- [トラフィックエンジニアリングのパフォーマンス測定に関する機能情報（1ページ）](#)
- [トラフィックエンジニアリングのパフォーマンスメトリックに関する情報（2ページ）](#)
- [トラフィックエンジニアリングのパフォーマンス測定の設定方法（7ページ）](#)
- [その他の参考資料（13ページ）](#)

トラフィックエンジニアリングのパフォーマンス測定に関する機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェアリリーストレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェアリリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェアリリースでもサポートされます。

プラットフォームのサポートおよびシスコソフトウェアイメージのサポートに関する情報を検索するには、Cisco Feature Navigatorを使用します。Cisco Feature Navigatorにアクセスするには、www.cisco.com/go/cfnに移動します。Cisco.comのアカウントは必要ありません。

表 1: トラフィック エンジニアリングのパフォーマンス測定に関する機能情報

機能名	リリース	機能情報
リンク遅延測定	Cisco IOS XE Bengaluru 17.4	パケット損失、遅延、遅延変動（ジッター）、帯域幅使用率などのメトリックは、ネットワークのパフォーマンスを評価するのに役立ちます。これらのメトリックをトラフィックエンジニアリング（TE）の入力として使用し、サービスレベル契約（SLA）に準拠するようにネットワークを通過するトラフィックのフローを誘導できます。この機能を使用すると、TE のリンク遅延メトリックの測定とアダプタイズメントを設定できます。

トラフィック エンジニアリングのパフォーマンスメトリックに関する情報

リンク遅延測定の概要

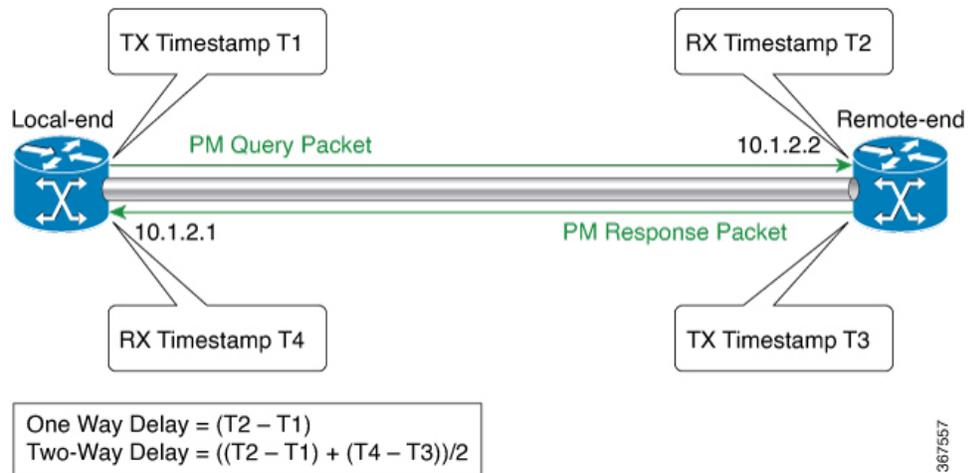
リンク遅延は、RFC 6374 で定義されている形式の PM クエリパケットを使用して測定されます。パケット形式をサポートするには、リモートラインカードが MPLS 対応である必要があります。



(注) 双方向リンク遅延測定のみがサポートされています。

リンク遅延測定では、MPLS マルチキャスト MAC アドレスを使用して、遅延測定プローブパケットをネクストホップに送信します。リンクのネクストホップのアドレスを設定する必要はありません。リモート側のラインカードは、MPLS マルチキャスト MAC アドレスをサポートしている必要があります。

次の図は、PM クエリおよび応答パケットを使用したリンク遅延の測定を示しています。



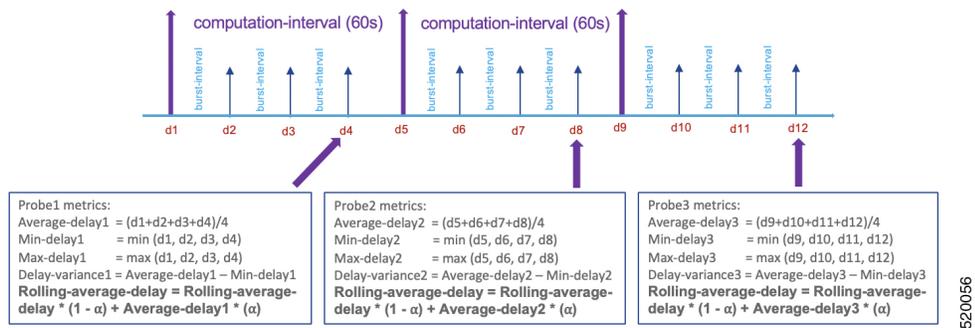
1. ローカルエンドルータは、設定されたインターバルでリモートエンドルータに PM Query パケットのバーストを送信します。パケットには、送信前にタイムスタンプ (T1) が付けられます。
2. リモートエンドルータでは、受信時にパケットにタイムスタンプ (T2) が付けられます。
3. リモートエンドルータは、タイムスタンプ (T1 および T2) を含む PM パケットをローカルエンドルータに送り返します。パケットには、送信前にタイムスタンプ (T3) が付けられます。
4. ローカルエンドルータでは、受信時にパケットにタイムスタンプ (T4) が付けられます。
5. ローカルエンドルータでは、PM パケットのタイムスタンプを使用して双方向リンク遅延が測定されます。

計算間隔のリンク遅延メトリック

ローカルエンドルータは、設定されたバースト間隔で、設定された数の PM クエリパケットをリモートエンドルータに送信します。ローカルエンドルータは、リモートエンドルータに送信してタイムスタンプとともに返される PM クエリパケットのバーストごとに、双方向リンク遅延を測定します。

設定されたプローブまたは計算間隔ごとに、PM パケットの複数のバーストが送信され、リンク遅延が測定されます。そのインターバルについて、最小、最大、平均のリンク遅延、および遅延バリエーションが計算されます。これらのメトリックは、インターバル中に送信されたバーストについて測定されたリンク遅延を使用して計算されます。

次の図は、計算間隔の遅延メトリックの計算を示しています。この例では、計算間隔は 60 秒で、バースト間隔は 15 秒です。



アドバタイズメントのリンク遅延メトリック

遅延メトリックの計算とアドバタイズメントは、定期的、高速、またはその両方で設定できます。リンク遅延メトリックのアドバタイズメントは、ISIS、OSPF、およびBGP-LSプロトコルでサポートされます。ISIS、OSPF、およびBGP-LSプロトコルを介してリンク遅延メトリックをフラッディングするために、追加の設定は必要ありません。

定期アドバタイズメント

定期アドバタイズメントはデフォルトで有効になっています。定期アドバタイズメントのインターバルは、1つ以上の計算またはプローブ間隔で構成されます。リンク遅延メトリックは、各計算間隔の終了時に計算されます。定期アドバタイズメントのインターバルでは、最後の計算間隔の後、リンクについて計算した最小遅延が以前にアドバタイズした値と比較されます。値の変動が設定された制限を超えている場合、リンクのすべての遅延メトリックがアドバタイズされます。値の変動が設定された制限内にある場合、リンクの遅延メトリックはアドバタイズされません。

- 定期アドバタイズメントのインターバルがN個の計算間隔で構成されているとすると、計算間隔*i*の終了時に、次のメトリックが計算されます。
 - ローリング平均遅延
 - ローリング平均遅延 = ローリング平均遅延(i-1) * 0.5 + 平均遅延(i) * 0.5
 - Minimum delay
 - 最小遅延 = 最小 [最小遅延 (1) 、 ...、 最小遅延 (i-1) 、 最小遅延 (i)]
 - 最大遅延
 - 最大遅延 = 最大 [最大遅延 (1) 、 ...、 最大遅延 (i-1) 、 最大遅延 (i)]
 - 遅延バリエーション
 - 遅延バリエーション = 平均 [遅延バリエーション (1) 、 ...、 遅延バリエーション (i-1) 、 遅延バリエーション (i)]
- 定期アドバタイズメントのインターバルの最後の計算間隔の後、リンクの最小遅延は、その前の間隔の後にアドバタイズした値と比較されます。

- ケース 1 : 2 つの値の間の変化が、設定したしきい値と最小変化を超えている。この場合、最新の定期アドバタイズメントのインターバルの後にリンクについて計算したすべての遅延メトリックがアドバタイズされます。
- ケース 2 : 2 つの値の間の変化が、設定したしきい値と最小変化の範囲内である。この場合、遅延メトリックはアドバタイズされません。

高速アドバタイズメント

デフォルトでは、高速アドバタイズメントは無効になっています。高速アドバタイズメントを有効にすると、計算間隔の後にリンクについて計算した最小リンク遅延が、その前にアドバタイズした値と比較されます。値の変動が設定された制限を超えている場合、リンクのすべての遅延メトリックがアドバタイズされます。値の変動が設定された制限内にある場合、リンクの遅延メトリックはアドバタイズされません。

リンク遅延メトリックが高速でアドバタイズされると、定期アドバタイズメントのインターバルがリセットされます。このリセットにより、最新のアドバタイズメントと次の定期アセスメントの間に設定された時間間隔が確保されます。

リンクの状態が変化した場合のリンク遅延メトリック

リンクが DOWN 状態になると、リンク遅延メトリックが最大値でアドバタイズされます。最小、最大、平均のリンク遅延と遅延バリエーションは、16.7 秒 (0xFFFFFFFF) の値でアドバタイズされます。最大メトリック値がアドバタイズされると、リンクが UP 状態になったときに、ルーティングおよび SR-TE パス計算で古いメトリック値が使用されることはありません。

グローバルリンク遅延プロファイル

リンク遅延メトリックの測定用にグローバルプロファイルを設定できます。プロファイルは、リンク遅延メトリックの計算とアドバタイズメントを制御するパラメータを定義し、デフォルト設定を置き換えます。グローバルであるため、プロファイルはすべてのインターフェイスのリンク遅延測定に適用されます。

グローバルプロファイルの一部として次のパラメータを設定できます。

表 2: グローバルリンク遅延プロファイルのパラメータ

項目	パラメータ	説明
プローブ	間隔	デフォルトのプローブまたは計算間隔は30秒です。範囲は30～3600秒です。
	protocol	プローブの送信に使用されるプロトコル。デフォルトであり、かつサポートされる唯一のプロトコルは pm-mpls です。MPLS カプセル化を使用した RFC 6374 に基づくリンク遅延測定です。
バースト	count	デフォルト値は10で、範囲は1～30です。
	間隔	デフォルト値は3000ミリ秒で、範囲は30～15000ミリ秒です。
定期アドバタイズメント	間隔	デフォルト値は120秒で、インターバルの範囲は30～3600秒です。
	threshold	定期アドバタイズメントのしきい値のデフォルト値は10%です。
	minimum-change	デフォルト値は1000マイクロ秒で、範囲は0～10000マイクロ秒です。
	無効	定期アドバタイズメントはデフォルトで有効になっています。
高速アドバタイズメント	threshold	デフォルト値は20%で、範囲は0～100%です。
	minimum-change	デフォルト値は1000マイクロ秒で、範囲は1～100000マイクロ秒です。

リンク遅延測定の利点

平均遅延、最小遅延、最大遅延、遅延バリエーションなどのリンク遅延メトリックを使用して、ネットワーク遅延を判断できます。リンク遅延メトリックを使用すると、遅延問題のトラブルシューティングや、サービスレベル契約 (SLA) を満たすためのトラフィックエンジニアリング (TE) ソリューションの適用ができます。たとえば次のようなことができます。

- 遅延が許容可能な SR ポリシーの設定
- 提供している SR ポリシーの遅延パフォーマンスが許容限度を超えて低下した場合の、代替 SR ポリシーを介したトラフィックのステアリング

リンク遅延測定に関する制約事項

IOS XE リリース 17.1.x の制約事項

- 双方向リンク遅延の測定のみがサポートされています。
- PM リンク遅延測定は RFC 6374 に基づいており、PM パケットは MPLS/GAL カプセル化を使用します。
- しきい値チェックには、最小遅延値のみが使用されます。
- リンク遅延プローブプロトコルパケットのパケットサイズおよび TOS/DSCP/EXP は設定できません。
- 2 秒を超えるリンク遅延値は廃棄されます。

トラフィック エンジニアリングのパフォーマンス測定の設定方法

グローバルリンク遅延プロファイルの設定

インターフェイス遅延プロファイルモードを開始して、グローバルリンク遅延プロファイルのパラメータを設定します。

```
performance-measurement
  delay-profile
    interfaces    ---> Global default profile for link delay measurement
    probe
      interval <seconds> (range:30-3600 seconds; default:30 seconds)
      burst
        count <num-of-packets> (range:1-30; default: 10)
        interval <milliseconds> (range:30-15000 milliseconds; default:3000 milliseconds)
    protocol
      pm-mpls      SR Policy delay measurement using RFC6374 with MPLS encapsulation
```

```

advertisement
  periodic (default: enabled)
    disabled
    interval <seconds> (range:30-3600 seconds; default:120 seconds)
    threshold <percentage> (range:0-100%; default:10%)
    minimum-change <microseconds> (range:0-100000 microseconds; default: 1000 microseconds)
  accelerated (default: disabled)
    threshold <percentage> (range:0-100%; default: 20%)
    minimum-change <microseconds> (range:0-100000 microseconds; default: 1000 microseconds)

```

インターフェイスのリンク遅延測定の設定

インターフェイスのリンク遅延測定の有効化

次のように、インターフェイスの遅延測定を有効にします。

```

performance-measurement
  interface <interface-name>
    delay-measurement

```

インターフェイスのリンク遅延測定の無効化

次のように、インターフェイスの遅延測定を無効にします。

```

performance-measurement
  interface <interface-name>
    no delay-measurement

```

インターフェイスのリンク遅延の設定

インターフェイスのリンク遅延を次のように設定します。

```

performance-measurement
  interface <interface-name>
    delay-measurement
      advertise-delay <microseconds> (range: 0-16777215 microseconds)

```

アドバタイズ遅延がインターフェイスに設定されている場合、

- 関連付けられたリンクの最小、最大、および平均遅延が、アドバタイズ遅延値に設定されます
- リンクの遅延バリエーションはゼロに設定されます
- リンク遅延メトリックはすぐにアドバタイズされます

計算間隔中に、PM クエリおよび応答パケットが交換され、リンク遅延メトリックが計算されます。これらのメトリックは履歴バッファに保存され、コマンド **show performance-measurement history interfaces [name interface-name] [adv | aggr | probe]**。ただし、アドバタイズ遅延が設定されている場合、しきい値チェックは実行されません。したがって、計算されたメトリックはアドバタイズされません。

次のように、インターフェイスのリンク遅延設定を削除します。

```

performance-measurement
  interface <interface-name>

```

```
delay-measurement
no advertise-delay <microseconds> (range: 0-16777215 microseconds)
```

インターフェイスのリンク遅延設定が削除されると、

- 遅延メトリックは、IGP から TLV を削除することで非公開になります。
- その後のアドバタイズメントのインターバル終了時に、しきい値チェックが実行されます。しきい値チェックに基づいて、必要に応じてリンク遅延メトリックがアドバタイズされます。

モニタリングモードの有効化

モニタリングモードでは、計算された遅延メトリックは、履歴バッファに保存されます。ただし、メトリックはIGPまたはBGP-LSによってアドバタイズされません。履歴バッファ内のメトリックは、**show performance-measurement history interfaces [name interface-name] [adv | aggr | probe]** コマンドを使用して表示できます。

モニタリングモードを有効にするには、リンク遅延メトリックの定期アドバタイズメントと高速アドバタイズメントの両方を無効にします。



(注) 高速アドバタイズメントはデフォルトで無効になっています。

次のように、定期アドバタイズメントを無効にします。

```
performance-measurement
delay-profile
  interfaces ---> Global default profile for link delay measurement
  advertisement
    periodic (default: enabled)
    disabled
```

モニタリングモードを有効にすると、

- リンク遅延メトリックは、システムのインターフェイスマネージャ属性を介して公開されません。
- リンク遅延メトリックは、IGPによってネットワーク内でフラッディングされたり、BGP-LSによってアドバタイズされたりすることはありません。

リンク遅延設定の確認

リンク遅延の設定を表示するには、**show performance-measurement summary [detail]** コマンドを使用します。

例

```
router#show performance-measurement summary
Total interfaces          : 2
Maximum PPS               : 100 pkts/sec
```

```

Interface Delay-Measurement:
  Total sessions          : 2
  Profile configuration:
    Measurement Type      : Two-Way
    Probe interval        : 30 seconds
    Burst interval        : 3000 mSec
    Burst count           : 10 packets
    Protocol              : MPLS RFC6374
    HW Timestamp Supported : Yes
    Periodic advertisement : Enabled
      Interval            : 120 (effective: 120) sec
      Threshold           : 10%
      Minimum-Change      : 1000 uSec
    Advertisement accelerated : Disabled
    Threshold crossing check : Minimum-delay
  Counters:
    Packets:
      Total sent          : 289588
      Total received      : 289588
    Errors:
      Total sent errors   : 23
      Total received errors : 21
      .
      .
      .

```

インターフェイスのリンク遅延情報の表示

インターフェイスのリンク遅延測定に関する情報を表示するには、**show performance-measurement interfaces [name interface-name] [detail]** コマンドを使用します。

例

```

router#show performance-measurement interfaces name gigabitEthernet 0/0/7 detail
Interface Name: GigabitEthernet0/0/7 (ifh: 0xF)
  Delay-Measurement      : Enabled
  Local IPV4 Address     : 10.100.1.1
  Local IPV6 Address     : ::
  State                  : Up

  Delay Measurement session:
    Session ID           : 1

  Last advertisement:
    Advertised at: 13:53:11 28 2019 (434548 seconds ago)
    Advertised reason: Periodic timer, min delay threshold crossed
    Advertised delays (uSec): avg: 4011, min: 4033, max: 4050, variance: 4

  Next advertisement:
    Check scheduled in 2 more probes (roughly every 120 seconds)
    Aggregated delays (uSec): avg: 4040, min: 4035, max: 4054, variance: 5
    Rolling average (uSec): 4040

  Current Probe:
    Started at 14:35:38 02 2019 (1 second ago)
    Packets Sent: 1, received: 1
    Measured delays (uSec): avg: 4035, min: 4035, max: 4035, variance: 0
    Probe samples:
      Packet Rx Timestamp Measured Delay
      14:35:38 02 2019 4035081
    Next probe scheduled at 14:36:08 02 2019 (in 29 seconds)
    Next burst packet will be sent in 2 seconds

```

その他のコマンド

show コマンド

表 3: ローカルエンドルータ（クエリア）の **show** コマンド

コマンド	説明
show performance-measurement summary [detail]	設定、セッションデータ、カウンタなど、PM リンク遅延情報を表示します。
show performance-measurement interfaces [name interface-name] [detail]	インターフェイスの PM リンク遅延情報を表示します。
show performance-measurement history interfaces [name interface-name] [adv aggr probe]	<ul style="list-style-type: none"> • probe : インターフェイスの PM リンク遅延プローブ履歴を表示します。 • adv : インターフェイスの PM リンク遅延アダプタイズメント履歴を表示します。リンク遅延メトリックのアダプタイズされる値は、ISIS、OSPF、またはBGPを使用してフラグgingされた値です。 • aggr : インターフェイスの PM リンク遅延集約履歴を表示します。
show performance-measurement counters interfaces [name interface-name] [detail]	PM リンク遅延セッションカウンタを表示します。
show performance-measurement sessions interface [session-id] [detail]	リモート側からプローブクエリを受信したインターフェイスに関する情報を表示します。

表 4: リモートエンドルータ（レスポнда）の **show** コマンド

コマンド	説明
show performance-measurement responder summary	リモートエンドルータ（レスポнда）のリンク遅延サマリーの PM を表示します。
show performance-measurement responder interfaces [name interface-name]	リモートエンドルータ上のインターフェイスの PM リンク遅延設定情報を表示します。
show performance-measurement responder counters interface [name interface-name]	リモートエンドルータ上の PM リンク遅延セッションカウンタを表示します。

clear コマンド表 5: ローカルエンドルータ（クエリア）の **clear** コマンド

コマンド	説明
clear performance-measurement all	アドバタイズされた遅延メトリックを含む、すべてのパフォーマンス測定データをクリアします。このコマンドを使用すると、IGP または BGP を使用してフラッディングされたすべての遅延メトリックが取り消されます。
clear performance-measurement delay interfaces [name <i>interface-name</i>]	インターフェイスの PM 遅延情報をクリアします。 (注) このコマンドを使用すると、クリアされたインターフェイスの以前にアドバタイズされた遅延が取り消されます。このコマンドの使用には注意が必要です。
clear performance-measurement counters interfaces [name <i>interface-name</i>]	PM インターフェイスカウンタをクリアします。
clear performance-measurement counters summary	PM サマリーカウンタをクリアします。

表 6: リモートエンドルータ（レスポнда）の **clear** コマンド

コマンド	説明
clear performance-measurement responder counters interfaces [name <i>interface-name</i>]	レスポндаの PM インターフェイスカウンタをクリアします。
clear performance-measurement responder counters summary	レスポндаの PM サマリーカウンタをクリアします。

debug コマンド表 7: ローカルエンドルータ（クエリア）の **debug** コマンド

コマンド	説明
debug performance-measurement query [errors entry packet-errors packets queues timers]	クエリアでデバッグメッセージを有効化します。

表 8: リモートエンドルータ (レスポнда) の *debug* コマンド

コマンド	説明
debug performance-measurement responder [errors entry packet-errors packets queues timers]	クエリアでデバッグメッセージを有効化します。

show tech-support コマンド

コマンド	説明
show tech-support perf_measure	パフォーマンス測定関連情報を表示します。
show tech-support monitor event-trace perf_measure	パフォーマンス測定に関連するトレース情報を表示します。

その他の参考資料

標準および RFC

標準/RFC	タイトル
RFC 6374	MPLS ネットワークのパケット損失と遅延の測定

翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。