

ISISの柔軟なアルゴリズムの理解とトラブルシューティング

内容

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[Flex-Algoの概要](#)

[Network Topology](#)

[Network](#)

[Flex-Algoの設定](#)

[メトリックタイプTEによって定義されるFlex-Algo 129](#)

[コンフィギュレーション](#)

[検証](#)

[メトリックタイプの遅延によって定義されるFlex-Algo 128](#)

[コンフィギュレーション](#)

[検証](#)

[FLEX-ALGO 129でのTopology-Independent Loop-Free Alternate\(TI-LFA\)およびMicroloop Avoidance\(MLA\)](#)

[リンク関係マップの制約](#)

[コンフィギュレーション](#)

[検証](#)

[アフィニティマップのABR-2の設定](#)

[検証](#)

[結論](#)

[コマンド](#)

はじめに

このドキュメントでは、ISISでのFlexible Algorithm(Flex-Algo)の動作について説明し、検証とトラブルシューティングに関連するコマンドを提供します。

前提条件

要件

- ISISセグメントルーティングトラフィックエンジニアリングに関する基本的な知識があることが推奨されます。

使用するコンポーネント

- このドキュメントの情報は、Device: Aggregation Services Router(ASR)9000(ASR9K)に基

づいています。

- このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメント内で使用されているデバイスはすべて、クリアな設定（デフォルト）から作業を始めています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

Flex-Algoの概要

- Flexible Algorithm(Flex-Algo)は、0 ~ 255の範囲の数値によって識別されます。0 ~ 127の値は予約され、128 ~ 255はユーザ定義です。
- Flex-Algoは、メトリックタイプ(Interior Gateway Protocol(IGP)メトリック、遅延メトリック、またはTEメトリック)と、一連の制約(リンクアフィニティ、共有リスクリンクグループ(SRLG)など)によって定義されます。
- Flex-Algoを活用することで、ネットワークはネットワーク分割、つまりネットワークの論理的なセグメント化を実装できます。パスの計算は、定義された制約を満たすトポロジに制限されます。

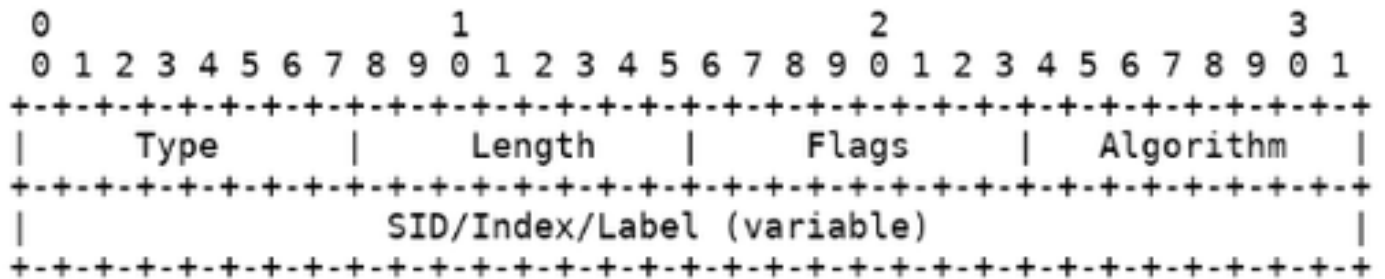


図1：プレフィックスSIDサブTLV形式（アルゴリズムフィールドあり）

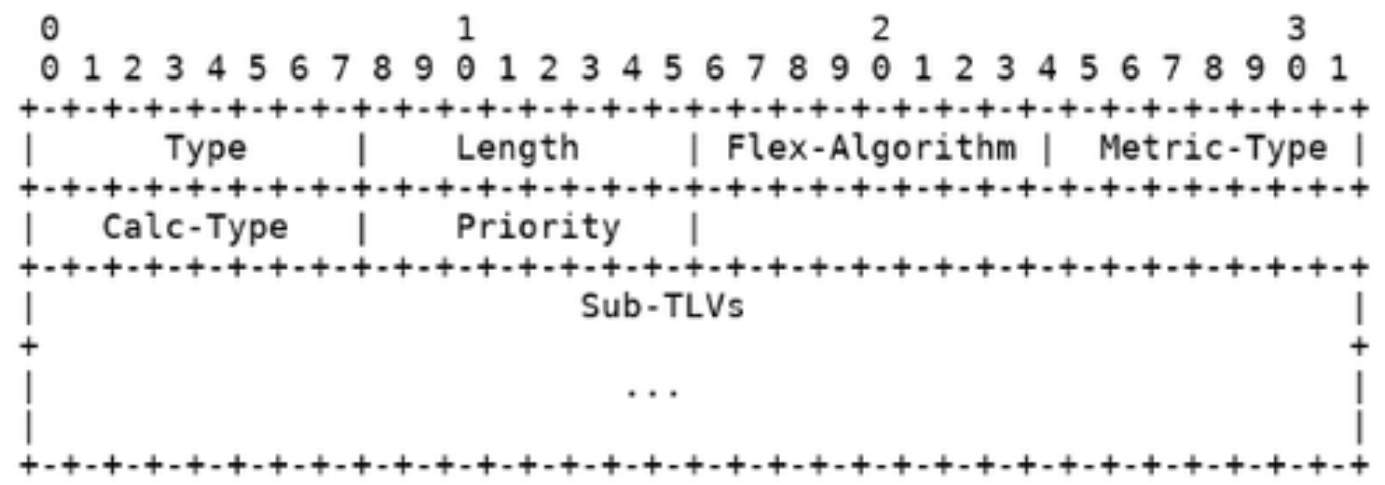


図2:Flex-Algo Definition(FAD)TLV形式

Network Topology

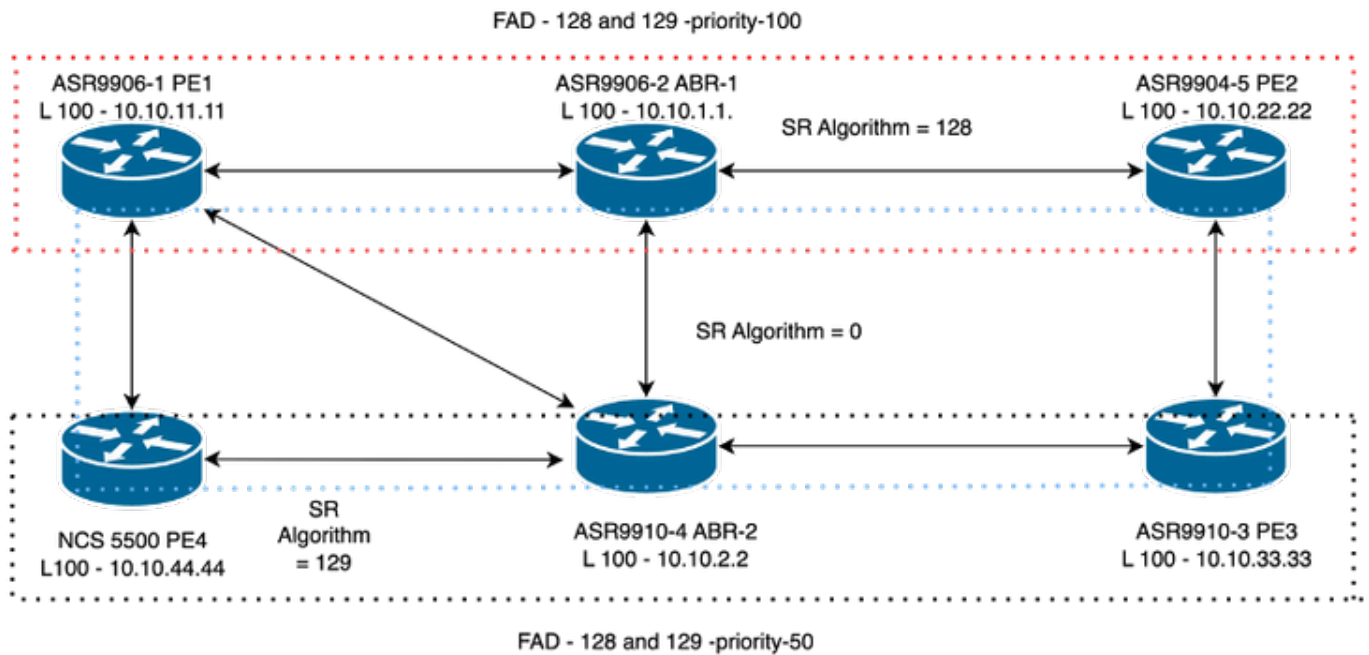


図3：ネットワークポロジ図

Network

- アルゴリズム128 →遅延が最適化されたスライスを定義します。
- アルゴリズム129 → TE最適化スライスを定義します。
- ABR1とABR2は、IS-ISリンクステートプロトコルデータユニット(LSP)でFlex-Algo定義 (FAD TLV)をアドバタイズします。
- FADの発信元には、IS-ISドメイン内の任意のルータを使用できます。ルータは、その定義をアドバタイズするために各Flex-Algoに参加する必要はありません。

Flex-Algoの設定

<#root>

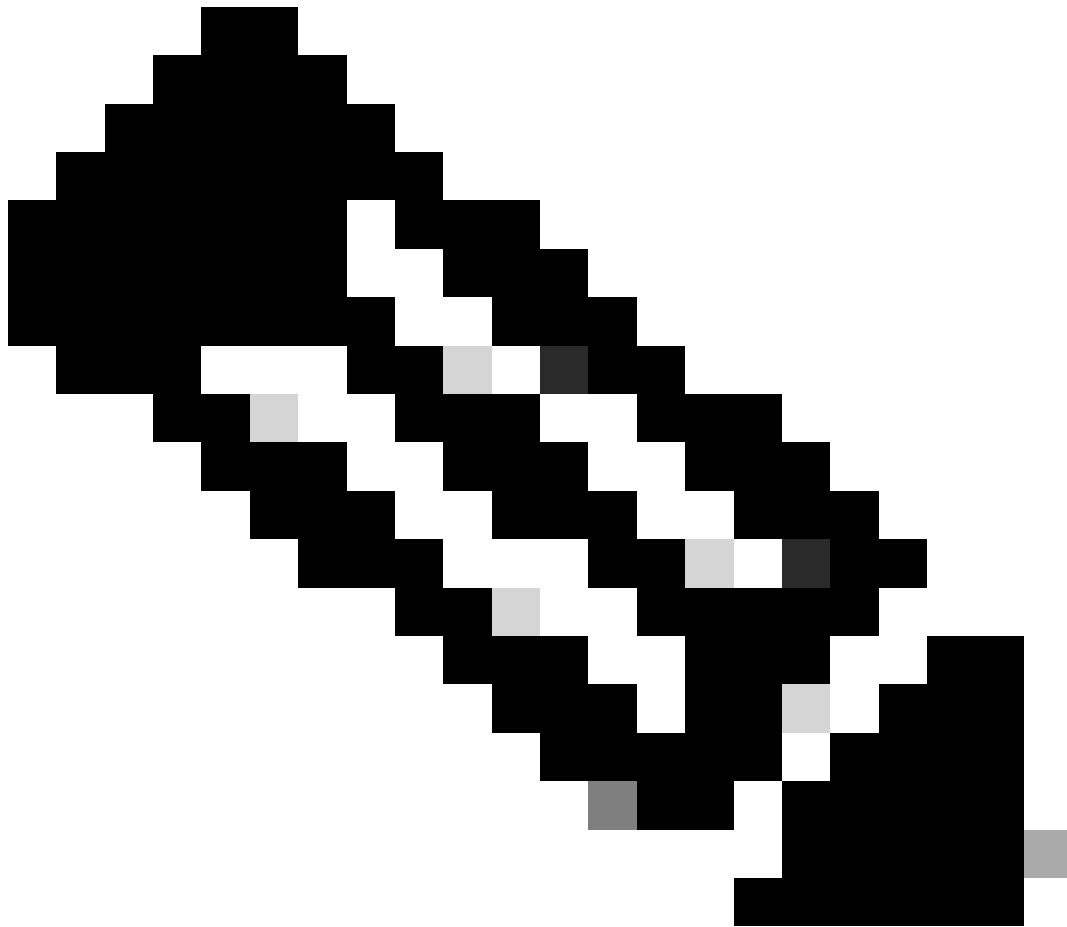
```
router isis core
flex-algo 128
  interface Loopback100
    passive
    address-family ipv4 unicast
```

prefix-sid index 11

explicit-null

prefix-sid algorithm 128 index 811

explicit-null



注：

- インデックス11:Flex-Algo 0(デフォルトのShortest Path First(SPF))にバインドされたプレフィックスSID。
- index 811:Flex-Algo 128にバインドされるプレフィックスSID。
- Flex-Algo Prefix-SIDは、ネットワークスライシング(NSS)を有効にします。特定のプレフィックス (Loopback100など) に対して、複数のプレフィックスSIDをアドバタイズでき、それぞれが特定のFlex-Algoに結び付けられます。
- 最初のプレフィックスSID (インデックス11) は、Flex-Algo 0 (デフォルトのIGP最短パスアルゴリズム) に自動的に関連付けられます。
- 2番目のプレフィックスSID (インデックス811) は、ユーザ定義アルゴリズムであるFlex-Algo 128に明示的に関連付けられています。

メトリックタイプTEによって定義されるFlex-Algo 129

コンフィギュレーション

ABR2上 :

<#root>

```
router isis core
flex-algo 129
  priority 50
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
interface Loopback100
  address-family ipv4 unicast

    prefix-sid algorithm 129 index 92 explicit-null >>
```

Prefix-SID bound to Flex-Algo 129

```
interface HundredGigE0/1/0/2
  point-to-point
  address-family ipv4 unicast
    fast-reroute per-prefix
    fast-reroute per-prefix ti-lfa
```

```
te-metric flex-algo 20 level 2 >>
```

20 is the TE metric value for this link , need to be enabled on the links only between those routers pa

検証

<#root>

```
PE3#show isis flex-algo 129
IS-IS core Flex-Algo Database
Flex-Algo 129:
  Level-2:
```

Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: TE

Definition Flex-Algo Prefix Metric: No
<snip>

FRR Disabled: No

Microloop Avoidance Disabled: No

UCMP Disabled: No

Data Plane Segment Routing: Yes

Data Plane IP: Yes

<#root>

PE3#show isis database 55A1-2-PE4.00-00 verbose internal

IS-IS core (Level-2) Link State Database

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	Len	Received	From
55A1-2-PE4.00-00	0x00000149	0xfe2f	995 /1200	0/0/0	282	09:21:39	ASR9910-4-

<snip>

TLV code:242

length:28

Router Cap: 10.10.44.44 D:0 S:0

SubTLV code:2 length:9

Segment Routing: I:1 V:0, SRGB Base: 16000 Range: 8000

SubTLV code:23 length:2

Node Maximum SID Depth:

Label Imposition: 12

SubTLV code:19 length:3

SR Algorithm:

Algorithm: 0

Algorithm: 1

Algorithm: 129

SubTLV code:29 length:1

IP Algorithm:

Algorithm: 129

TLV code:22

length:117

Metric: 10 IS-Extended ASR9910-4-ABR-2.00

SubTLV code:4 length:8

Local Interface ID: 32, Remote Interface ID: 38

SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.244.44

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.244.2

SubTLV code:9 length:4

Physical BW: 10000000 kbits/sec

SubTLV code:16 length:9

Application Specific Link Attributes:

L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO

User Defined Applications: 0x10

SubTLV code:18 length:3

Admin. Weight: 20 >>>>>>>> configured TE metric

<#root>

PE3#show isis topology flex-algo 129

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
ASR9910-4-ABR-2				

20

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 1 hop away from PE3
55A1-2-PE4			

40

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 2 hops away from PE3
-----------------	-----------	--------	-------------------------

メトリックタイプの遅延によって定義されるFlex-Algo 128

コンフィギュレーション

<#root>

router isis core

flex-algo 128

priority 100

metric-type delay

advertise-definition

performance-measurement

interface HundredGigE0/1/0/0

delay-measurement

>>> this CLI needs to be enabled only on those interfaces between those routers participating in Flex-

```
!  
!  
interface HundredGigE0/1/0/3  
  delay-measurement
```

検証

<#root>

```
PE1#show isis flex-algo 128  
IS-IS core Flex-Algo Database  
Flex-Algo 128:  
  Level-2:
```

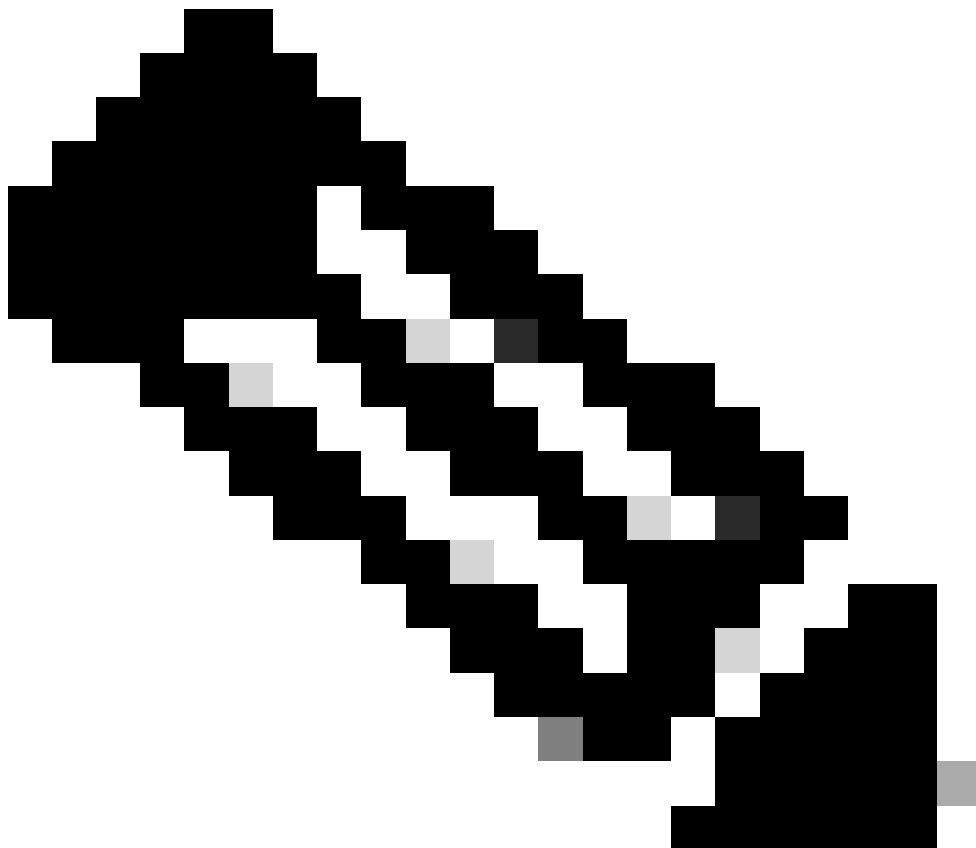
Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: Delay

Definition Flex-Algo Prefix Metric: No



注:PE2では、PE2とABR 1間のパフォーマンス測定インターフェイス
HundredGigE0/1/0/1 >>リンクの遅延測定advertise-delay 100 >>遅延が静的に設
定されています。これにより、PE2からPE1に向かう方向で遅延メトリックが
+100増加するため、PE2からABR 1に到達する遅延は100になります。

<#root>

```
PE1#show isis database ASR-9904-5-PE2.00-00 verbose internal
IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID          LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime/Rcvd ATT/P/OL LSP Length
ASR-9904-5-PE2.00-00 0x00000231  0x6084        1131 /1200      0/0/0   310
<snip>
```

TLV code:242

```
length:25
<snip>
```

SubTLV code:19

```
length:3
SR Algorithm:
  Algorithm: 0
  Algorithm: 1
```

Algorithm: 128

TLV code:22

length:144

Metric: 10 IS-Extended ASR9906-2-ABR-1.00

SubTLV code:4 length:8

Local Interface ID: 17, Remote Interface ID: 22

SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.221.22

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.221.1

SubTLV code:9 length:4

Physical BW: 99999998 kbits/sec

SubTLV code:33 length:4

Link Average Delay: 100 us

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us

SubTLV code:35 length:4

Link Delay Variation: 0 us

SubTLV code:16 length:14

Application Specific Link Attributes:

L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO

User Defined Applications: 0x10

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us >>> delay calculated on this link due to the configuration

<#root>

PE2#show isis topology flex-algo 128

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
-----------	--------	----------	-----------	------

ASR9906-2-ABR-1				
-----------------	--	--	--	--

100

ASR9906-2-ABR-1

Hu0/1/0/1

PtoP

ASR9906-1-PE1

112

インターフェイスで手動のadvertise-delayが設定されておらず、インターフェイスで有効になっているデフォルトの遅延測定プロファイルを使用している場合、プローブはインターフェイスの遅延を測定するためにリンク上に送信されます。

<#root>

ABR-1#show performance-measurement sessions

0/1/CPU0

Transport type : Interface
Measurement type : Delay Measurement
Interface name : HundredGigE0/1/0/0
Nexthop : Unknown

Delay Measurement session:
Session ID : 4097
Profile Keys:

Profile name : default

Profile type. : Interface Delay Measurement

Last advertisement:
Advertised at: Sep 26 2025 14:00:36.179 (247623.282 seconds ago)
Advertised reason: Periodic timer, min delay threshold crossed
Advertised delays (uSec): avg: 12, min: 12, max: 13, variance: 0
A flag set: False

Next advertisement:
Threshold check scheduled in 2 more probes (roughly every 120 seconds)
Aggregated delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1

Rolling average (uSec): 11

Current computation:
Started at: Sep 29 2025 10:47:17.373 (22.88 seconds ago)

Packets Sent: 8, received: 8

Measured delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1 >>>>>>>>>> the delay measured using pro

Next probe scheduled at: Sep 29 2025 10:47:47.369 (in 7.908 seconds)

Next packet will be sent in 1.908 seconds

Packet sent every 3.0 seconds

```

PE1#show isis topology flex-algo 128
IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers
System Id          Metric      Next-Hop          Interface          SNPA
ASR9906-2-ABR-1

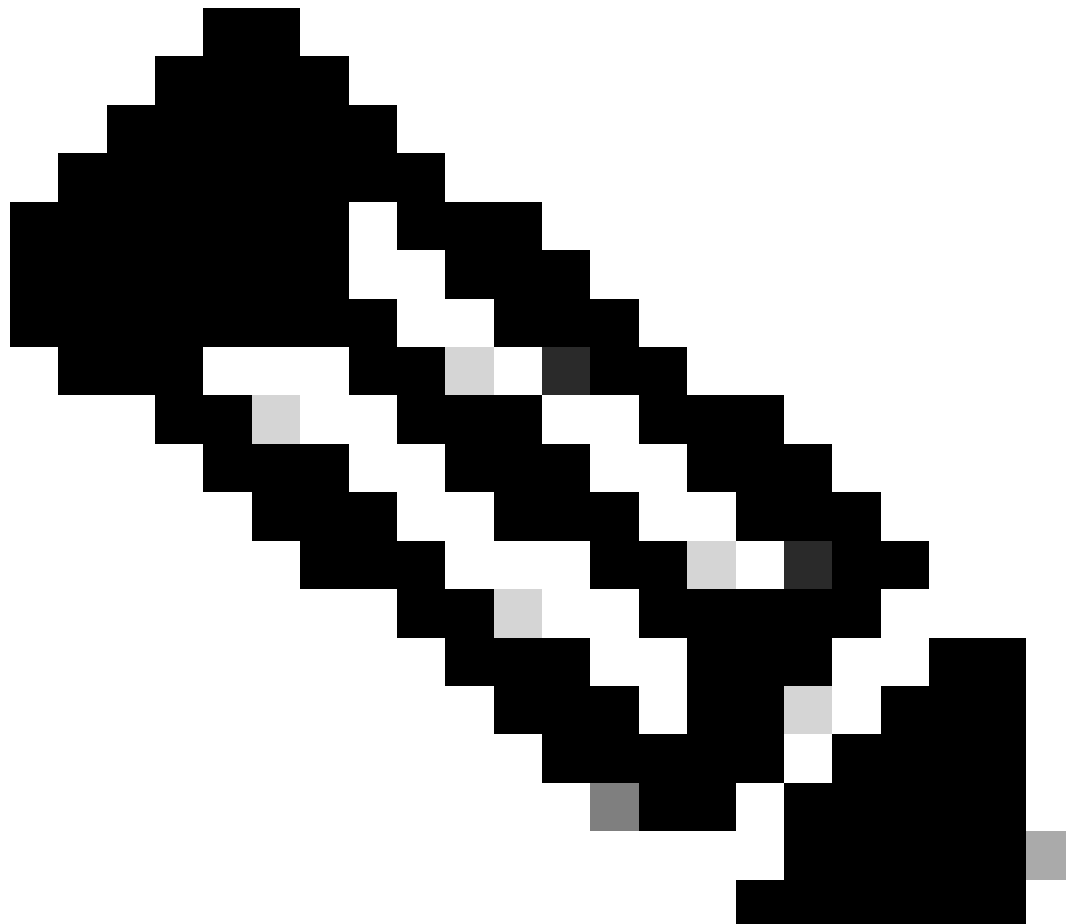
```

12

ASR9906-2-ABR-1 Hu0/1/0/0 *PtoP*
ASR-9904-5-PE2

24

ASR9906-2-ABR-1 Hu0/1/0/0 *PtoP*



注：

- PE1からABR 1に到達するまでの遅延は、12 us (マイクロ秒) だけです
 - PE1からPE2への到達には24 usの遅延があります
-

FLEX-ALGO 129でのTopology-Independent Loop-Free
Alternate(TI-LFA)およびMicroloop Avoidance(MLA)

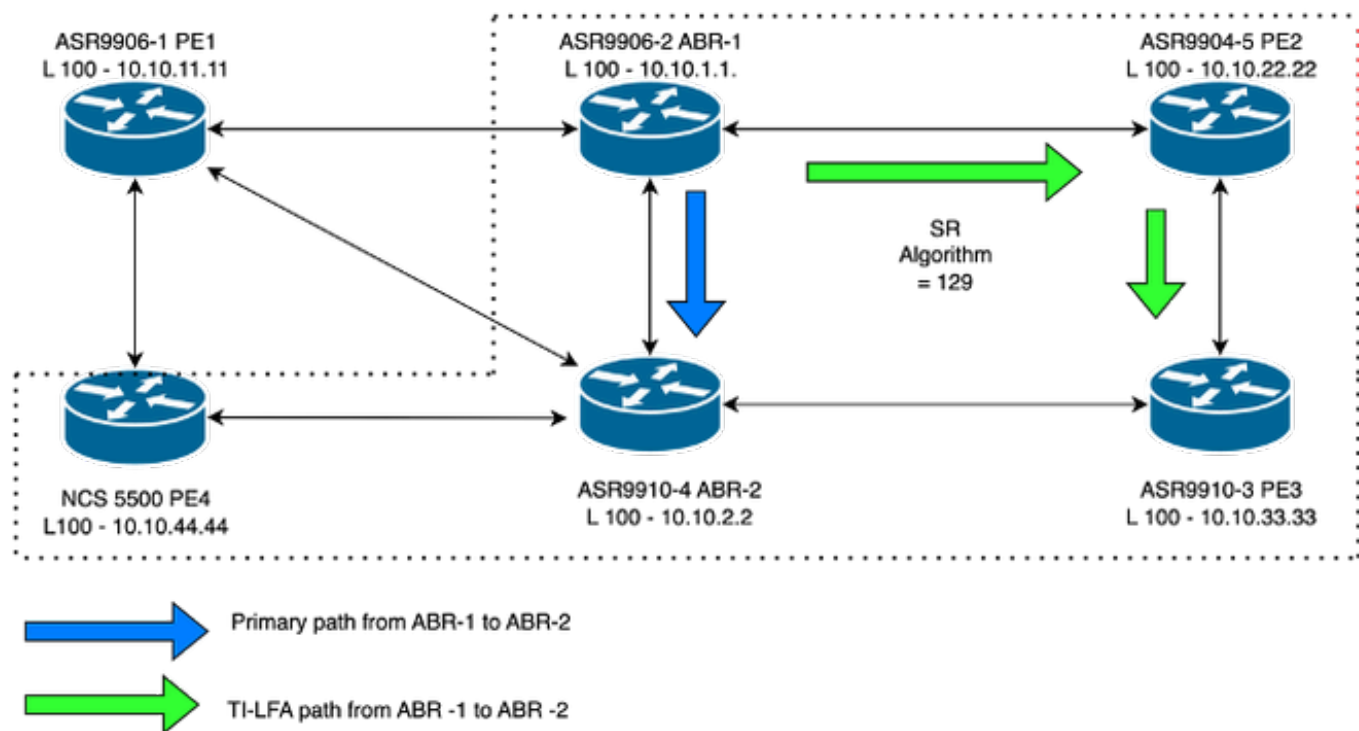


図4:Flex- Algo 129のTI-LFAとMLAのデモに使用されたネットワークトポロジ図

<#root>

ABR-1#show isis fast-reroute flex-algo 129 10.10.2.2/32 detail

L2 10.10.2.2/32 [20/115] Label: 16092, medium priority

Installed Sep 17 10:40:08.503 for 00:16:25

via 10.10.12.2, HundredGigE0/1/0/1, Label: Exp-Null-v4, ASR9910-4-ABR-2, SRGB Base: 16000, Weight:

Backup path: TI-LFA (link),

via 10.10.221.22, HundredGigE0/1/0/3 ASR-9904-5-PE2, SRGB Base: 16000, Weight: 0, Metric: 60

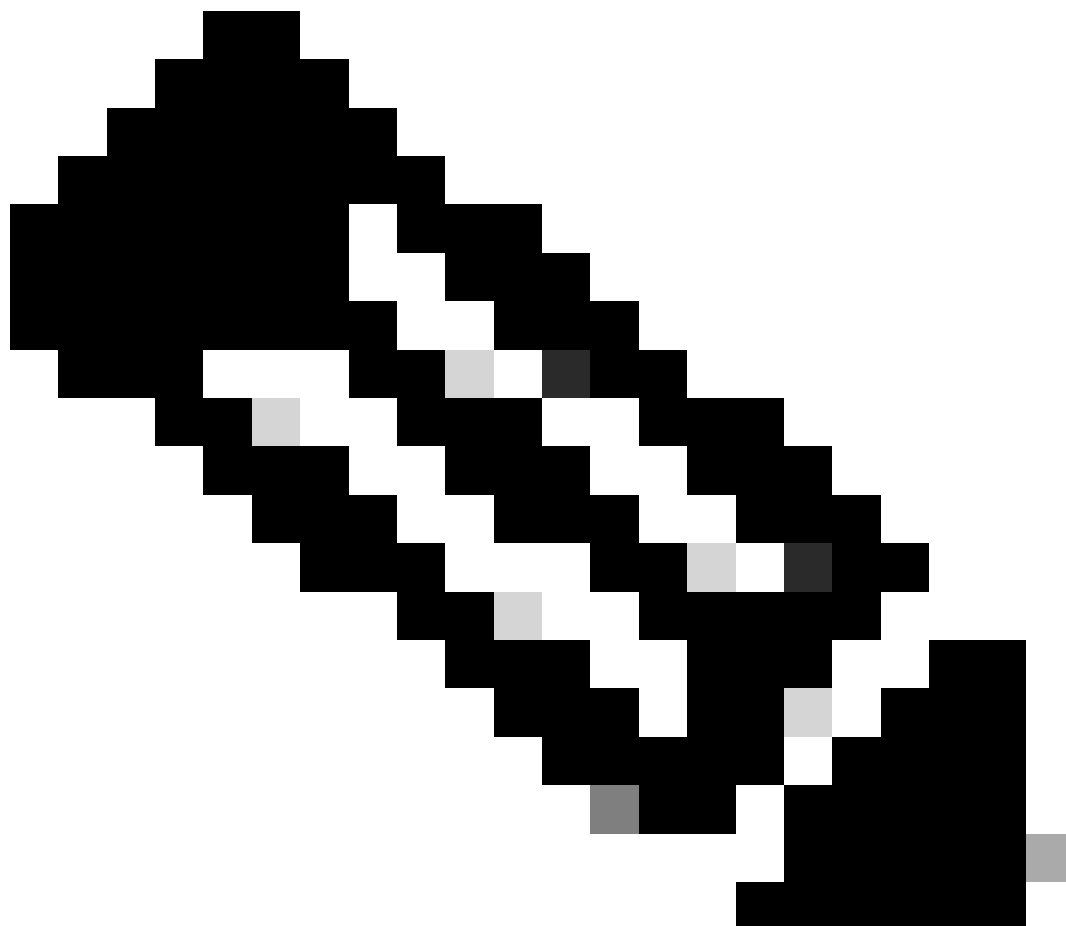
P node: ASR9910-3-PE3.00 [10.10.33.33], Label: 16933 >>>>>>>> TI-LFA precomputed path for FRR

Prefix label: 16092

Backup-src: ASR9910-4-ABR-2.00

P: No, TM: 60, LC: No, NP: No, D: No, SRLG: Yes

src ASR9910-4-ABR-2.00-00, 10.10.2.2, prefix-SID index 92, R:0 N:1 P:1 E:1 V:0 L:0, Alg:129



注：

- 16933 PE3 Flex-Algo 129ラベル
- 16092 ABR -2 Flex-Algo 129ラベル
- TI-LFAパスも、Flex Algo 129の論理ネットワークスライスによって制限されます

ABR-1で、ABR 1と2の間のリンクがシャットダウンされると、MLAトンネルがトリガーされます。

<#root>

ABR-1 #show isis microloop avoidance 10.10.2.2/32 flex-algo 129 detail

10.10.2.2/32 participated in 1 of 6 microloop avoidance events

number	start	spf	duration	cleanup	duration	pins: ipv4	ipv6
---	---	---	---	---	---	---	---
5	restart	10:59:16.440	0 ms	10:59:16.643		3	0

trigger: Link down, near node: ASR9906-2-ABR-1.00, far node: ASR9910-4-ABR-2.00
via 10.10.221.22, Hu0/1/0/3,

TI-LFAとMLA(MLA)の両方で、Flex-Algo 129は独自の制約付きSPFを実行し、FLEX-ALGO 129レベルのみを使用して、Algo 129の制約を考慮した高速再ルーティングトンネルを事前計算します。

リンク関係マップの制約

- アフィニティは、オペレータによって管理上割り当てられる、IGPリンクに関連付けられた32ビットの属性です。
- 各ビット位置は、演算子によって定義された意味的な意味に対応します。
- これらのアフィニティビットは、リンクのTE属性の一部としてIGP(OSPF/IS-IS)でアドバタイズされます。

Flex-Algoが最短パスツリー(SPF)を計算すると、パス選択時にアフィニティ制約が適用されます。

- Include-Any (IA) : 計算されたパスは、指定されたアフィニティビットのいずれかが設定されたリンクを少なくとも1つ通過する必要があります。
- Include-All (IAI) : 計算されたパスは、指定されたアフィニティビットをすべて含むリンクのみを通過する必要があります。
- Exclude-Any (EA) : 計算されたパスは、指定されたアフィニティビットのいずれかを含まずすべてのリンクを回避する必要があります。

コンフィギュレーション

ABR 1および2:

```
<#root>
```

```
On ABR 1and 2
router isis core
```

```
affinity-map ALGO-129 bit-position 6
```

```
flex-algo 129
  priority 100
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
  affinity exclude-any ALGO-129
```

アドバタイズされたFADにこの設定をポストします。

検証


```

PE4#show isis database ASR9906-2-ABR-1.00-00 verbose internal
IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID                LSP Seq Num    LSP Checksum    LSP Holddtime/Rcvd  ATT/P/OL  Len  Received  From
ASR9906-2-ABR-1.00-00 0x0000023f    0xa89f          871 /1200          0/0/0     453  11:12:43  ASR9906-1
  TLV code:242 length:44
    Router Cap:      10.10.1.1 D:0 S:0
      <snip>
    SubTLV code:19 length:4
      SR Algorithm:
        Algorithm: 0
        Algorithm: 1
        Algorithm: 128

        Algorithm: 129

    SubTLV code:26
      length:4
        Flex-Algo Definition:

        Algorithm: 129 Metric-Type: 2

        Alg-type: 0 Priority: 100
          SubTLV code:1 length:4

Flex-Algo Exclude-Any Ext Admin Group: >>> FAD to exclude any link with this bit position set

0x00000040

```

```
PE4#show isis flex-algo 129
IS-IS core Flex-Algo Database
Flex-Algo 129:
  Level-2:
    Definition Priority: 100
    Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00
    Definition Equal to Local: No
    Definition Metric Type: TE
    Definition Flex-Algo Prefix Metric: No

Exclude Any Affinity Bit Positions: 6
```

```
PE4#traceroute sr-mp1s labels 16933 lsp-end-point 10.10.33.33
Type escape sequence to abort.
 0 10.10.244.44 MRU 1500 [Labels: 16933/explicit-null Exp: 0/0] >>>>>>>>>>>>>>> PE4
```



```
PE4#show isis database ASR9910-4-ABR-2.00-00 verbose internal
<snip>
TLV code:22 length:193
<snip>
      SubTLV code:6 length:4
```

Interface IP Address: 10.10.32.2

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.32.33

SubTLV code:9 length:4

Physical BW: 99999998 kbits/sec, 12499999744 bytes/sec

SubTLV code:16 length:21

Application Specific Link Attributes:

L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO

User Defined Applications: 0x10

SubTLV code:14 length:4

Ext Admin Group:

```
0x00000040 >>>>> link affinity flooded via IGP
```

SubTLV code:3 length:4

Affinity: 0x00000040

SubTLV code:18 length:3

Admin. Weight: 20

PE4からPE3へのFlex Algo 129のFADに従って、アフィニティマップビット位置6を持つリンクを除外する必要があります。

```
PE4#traceroute sr-mpls labels 16933 lsp-end-point 10.10.33.33
```

[illegible]

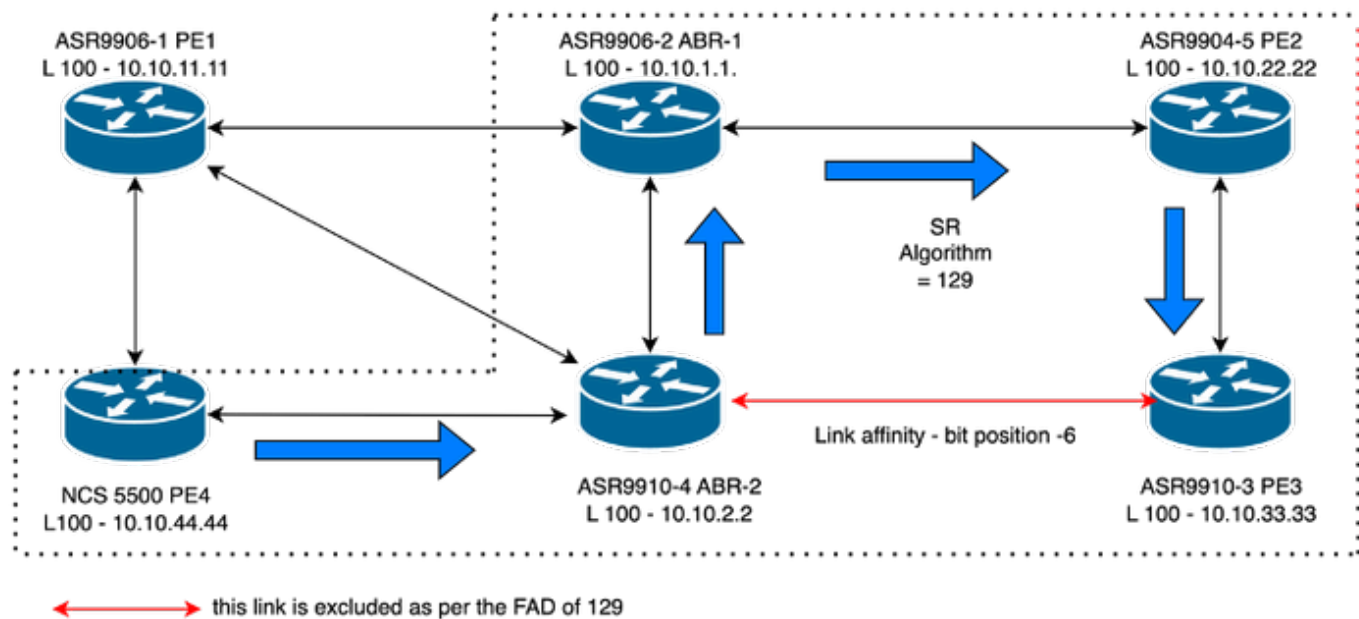
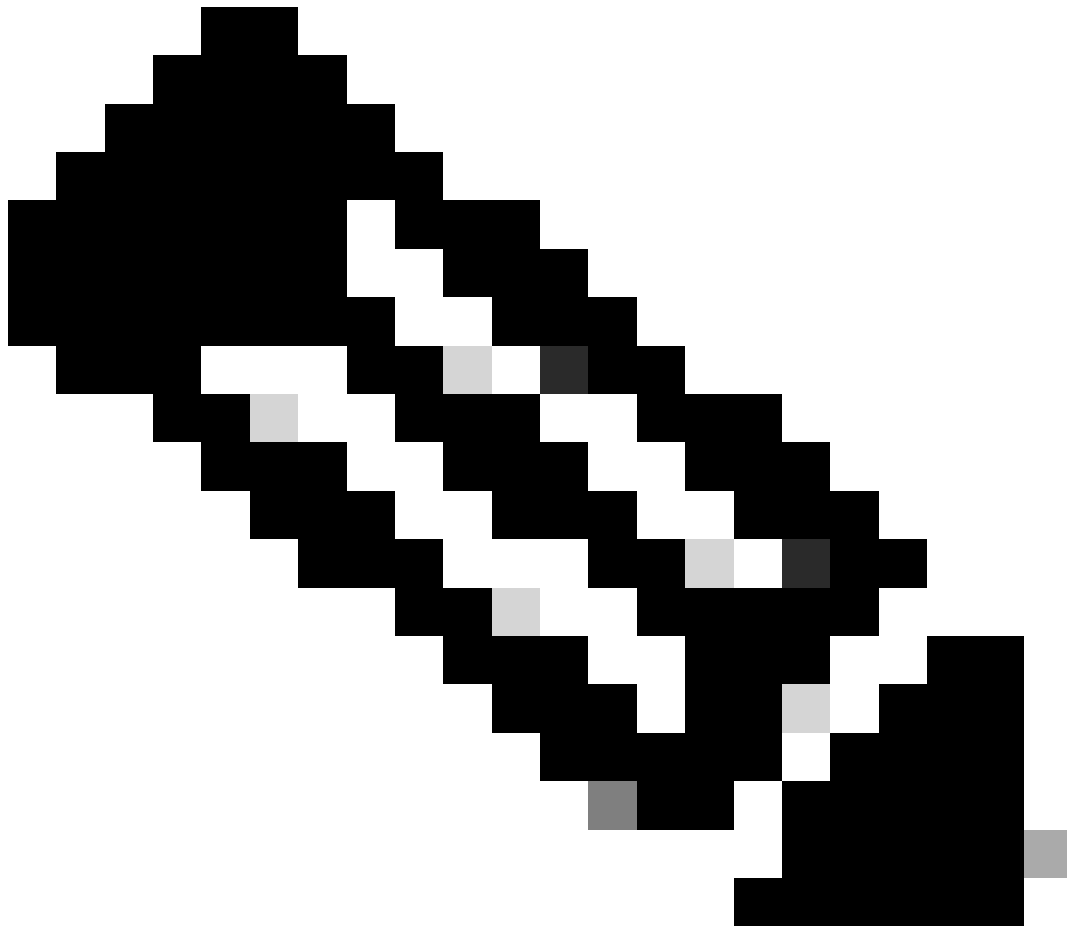


図6：アフィニティマップの設定後にPE4からPE3に取得されたパス



注：同様に、フレックスアルゴのFADで「include any」および「include all」を使用すると、ヘッドエンドからテールエンドに向かうパス計算に影響を与えることができます。

結論

このドキュメントでは、フレキシブルアルゴリズム(Flex-Algo)を使用してIS-ISドメインを複数のネットワークスライスに論理的にスライスする方法について説明します。各スライスは独自のパス計算ルールと制約を定義できるため、SLA要件またはトラフィックの機密性に基づいてトラフィックストリームを区別して処理できます。

コマンド

```
show isis flex-algo <>
show isis flex-algo 129 neighbors
show isis topology flex-algo
```

```
show isis database <> verbose detail
show isis route <> flex-algo <> detail
show mpls forwarding labels <> detail
show isis microloop avoidance <> flex-algo <> detail
show isis fast-reroute flex-algo <> <prefix> detail
```

翻訳について

シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。