ネットワーク構築 A to Z [II]

～ネットワーク構築の、次の一手～

2003年12月3日

株式会社インターネットイニシアティブ

山口 二郎 (jiro-y@iij.ad.jp)

IIJ
Internet Initiative Japan

目的

- ダイナミックルーティングが必要な理由
- ダイナミックルーティングの種類と特徴
- 冗長化ネットワークを構築するには
- 広域Ethernetを利用したWANを構築するには
- インターネットVPNを利用したWANを構築するには
- フローティングスタティックを利用したバックアップを実現するには
- OSPFをエリア分けしなければならないとき

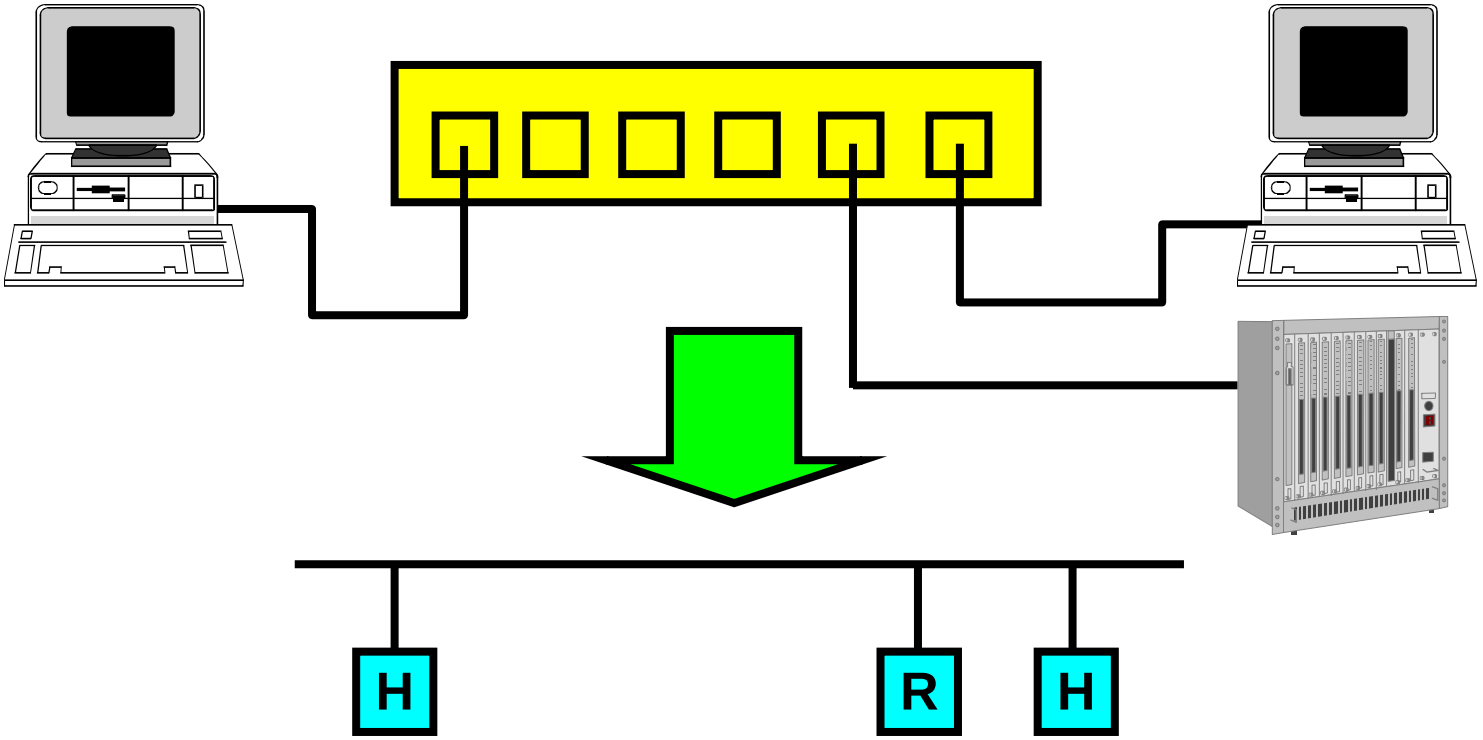
IIJ
Internet Initiative Japan

発表内容

- スタティックルーティングとダイナミックルーティングの違い
- ダイナミックルーティングの動作原理
- ダイナミックルーティングを用いたバックアップ、バランシング
- 広域Ethernetを利用したWAN構築
- インターネットVPNを利用したWAN構築
- フローティングスタティックを利用したバックアップ
- OSPFエリア構築

IIJ
Internet Initiative Japan

ネットワーク表記



- ハブ、スイッチなどは1本の線またはSWで表わします。
- ホストはH、A、B、C、D等で、ルータはR等で表記します
- レイヤ3スイッチなどは説明中ではルータと区別していません

経路制御解説

ここではダイナミックルーティングの原理について解説します

- 静的経路制御（スタティック）、動的経路制御（ダイナミック）の特徴
- ダイナミックルーティングの動作原理
- ダイナミックルーティングの種類、特徴
- RIP解説
- VLSM
- OSPF解説
- トラブルシューティング

IIJ
Internet Initiative Japan

静的な経路制御と動的な経路制御

- 静的(スタティック)な経路制御の特徴
  - 手作業により固定的に経路を設定する
  - 安定している
  - トラフィックや伝送障害の影響を受けない
  - ルーティングプロトコルのためのトラフィックが発生しない
- 動的(ダイナミック)な経路制御の特徴
  - 自動的に経路を設定する
  - ネットワークの変化に対応できる
  - 自動的に最適経路を選択できる
  - 自動的にバックアップ経路を選択できる

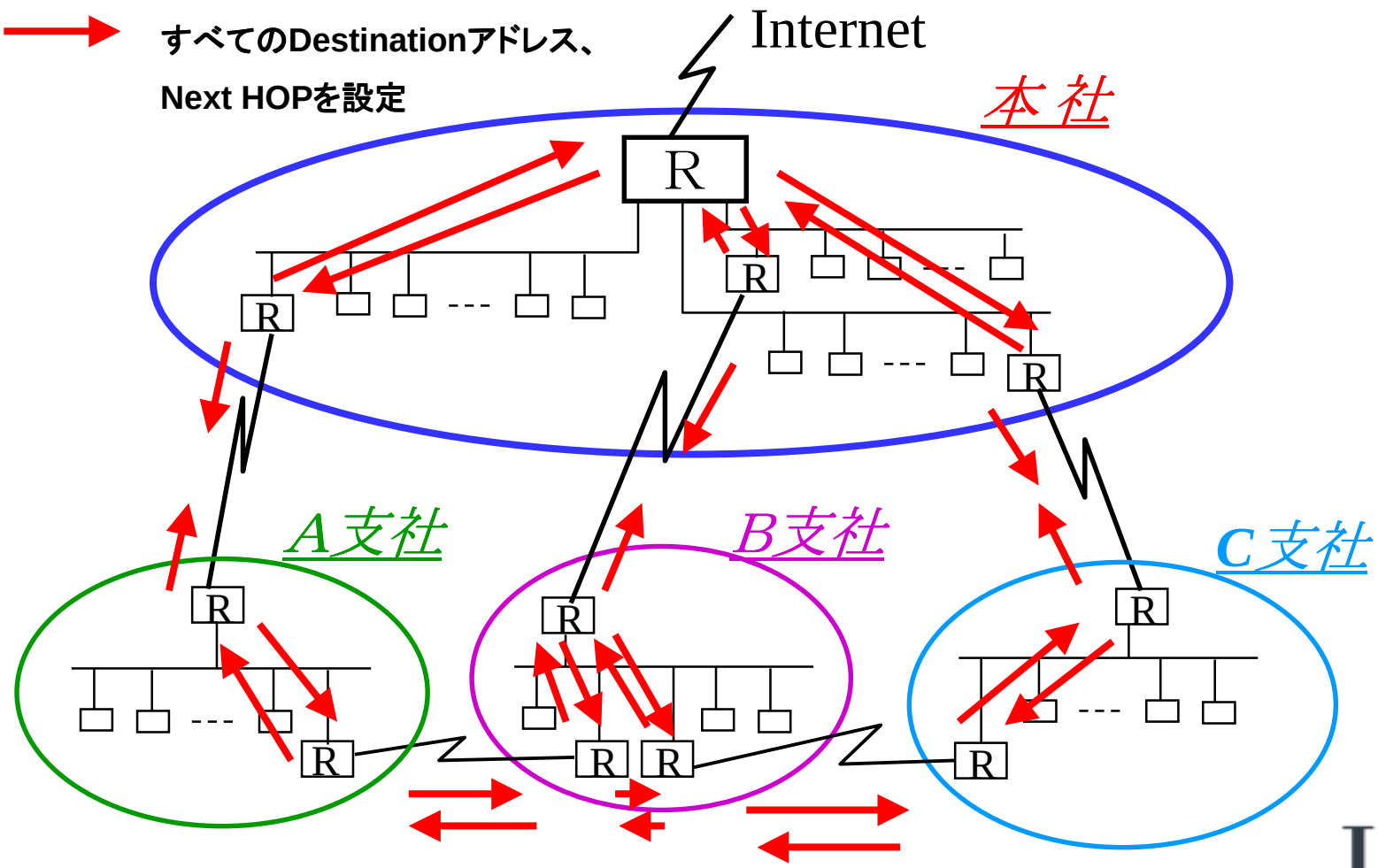
IIJ
Internet Initiative Japan

スタティックルーティングによるネットワーク構築

スタティックルーティング

すべてのDestinationアドレス、

Next HOPを設定

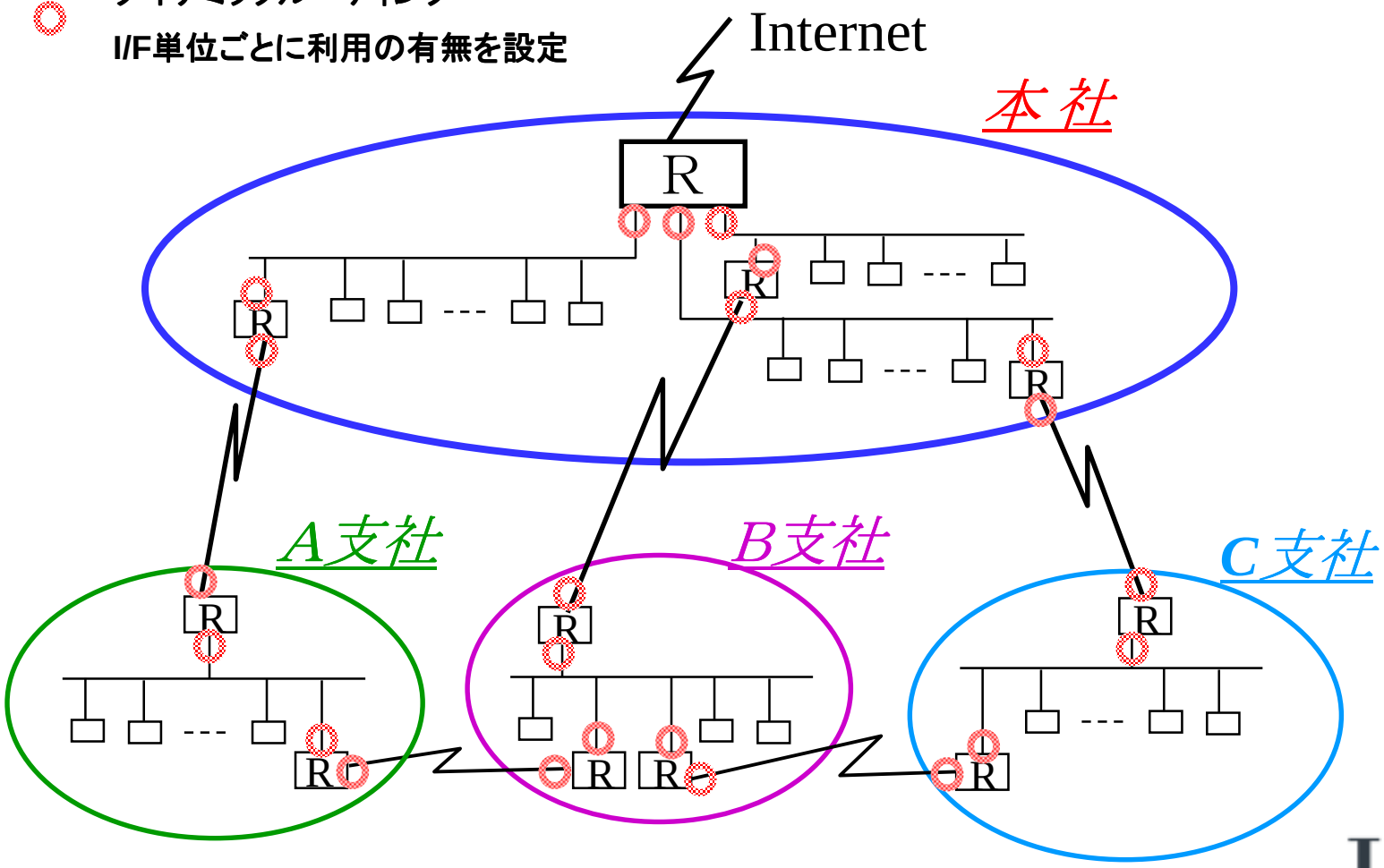


IIJ
Internet Initiative Japan

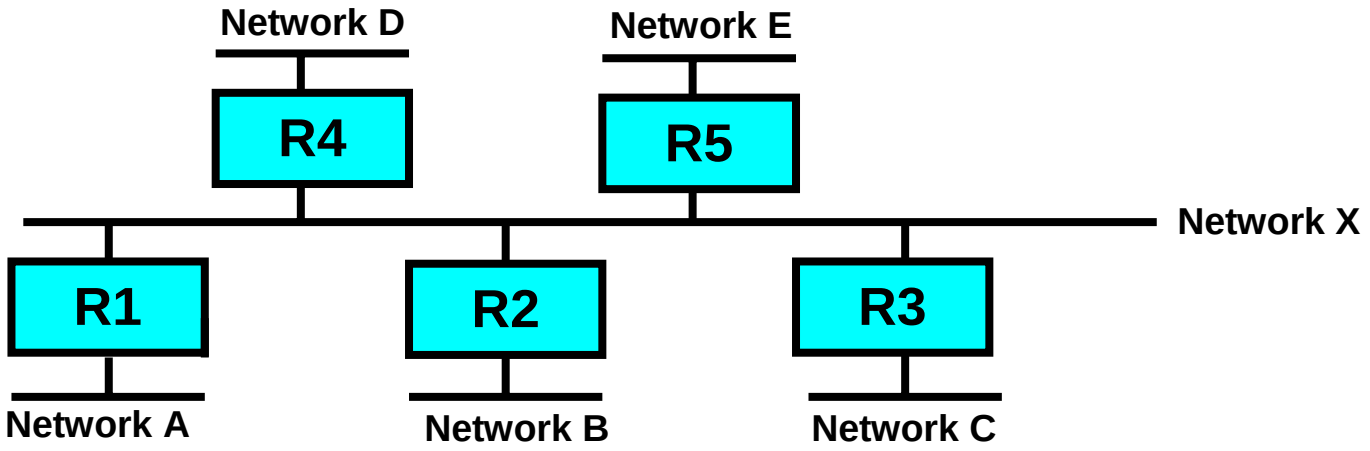
ダイナミックルーティングによるネットワーク構築

ダイナミックルーティング

I/F単位ごとに利用の有無を設定



スタティックルーティングの設定



R1

Destination	Next Hop
B	R2
C	R3
D	R4
E	R5

R2

Destination	Next Hop
A	R1
C	R3
D	R4
E	R5

R3

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
D	R4
E	R5

R4

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
C	R3
E	R5

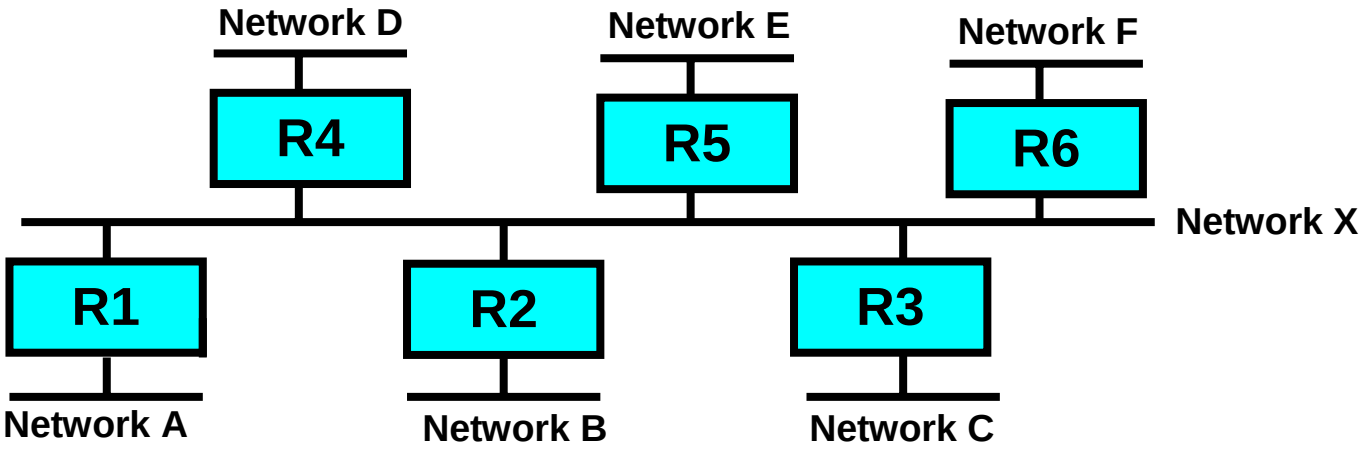
R5

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
C	R3
D	R4

- スタティックルーティングはそれぞれのルータに設定する

IIJ
Internet Initiative Japan

スタティックルーティングの追加



R1

Destination	Next Hop
B	R2
C	R3
D	R4
E	R5
F	R6

R2

Destination	Next Hop
A	R1
C	R3
D	R4
E	R5
F	R6

R3

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
D	R4
E	R5
F	R6

R4

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
C	R3
E	R5
F	R6

R5

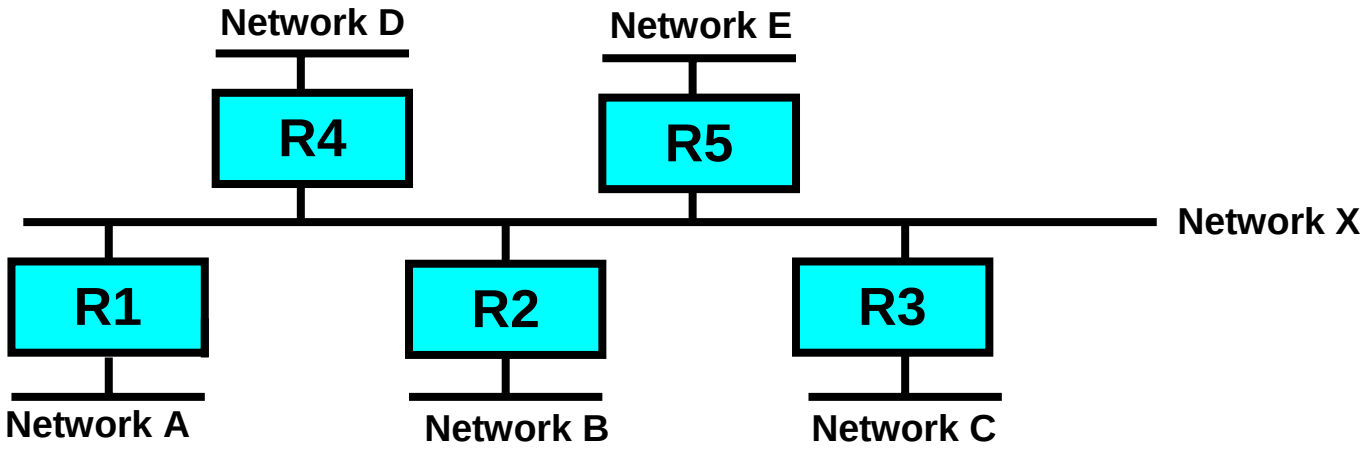
Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
C	R3
D	R4
F	R6

R6

Destination	Next Hop
A	R1
B	R2
C	R3
D	R4
E	R5

- ネットワークが追加されると全てのルータに設定を追加する必要がある

ダイナミックルーティングの設定



R1

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	A

R2

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	B

R3

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	C

R4

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	D

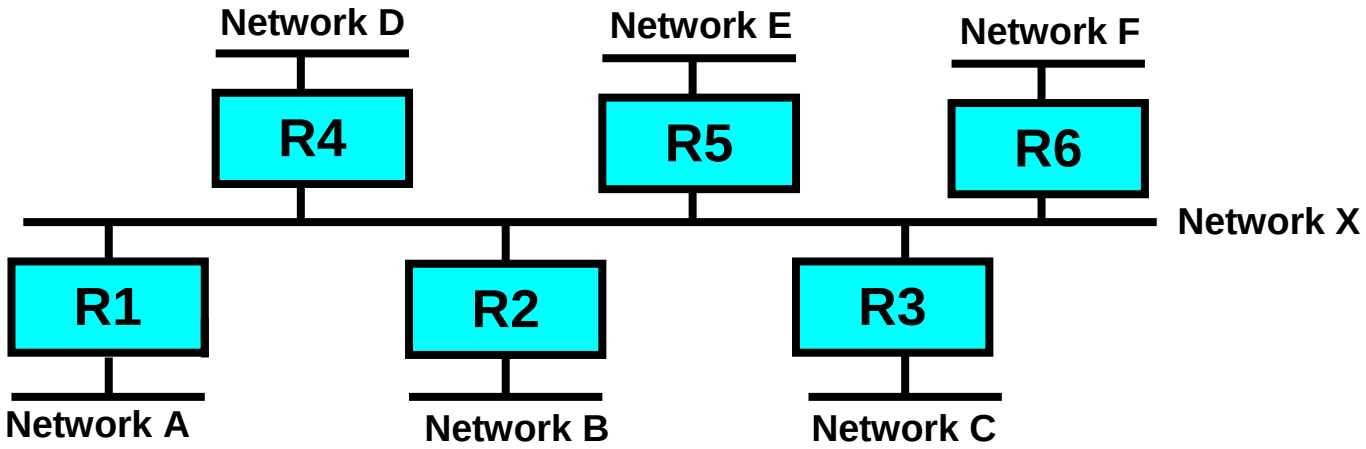
R5

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	E

- ダイナミックルーティングの設定は利用するプロトコルとネットワークを指定する

IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティングの追加



R1

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	A

R2

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	B

R3

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	C

R4

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	D

R5

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	E

R6

Protocol	Net
OSPF	X
OSPF(p)	F

- ネットワークが追加された場合には追加されたネットワークが接続されているルータのみに設定すればよい

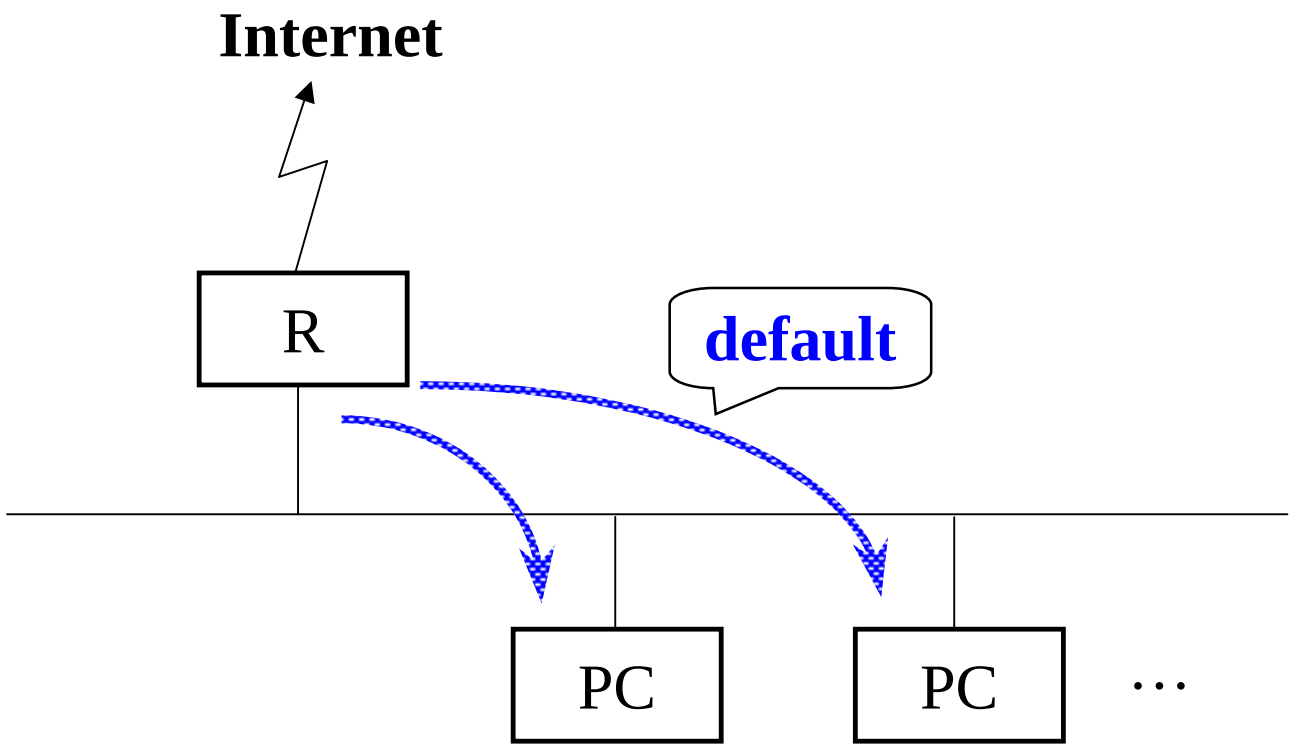
IIJ Internet Initiative Japan

ルーティング設定まとめ

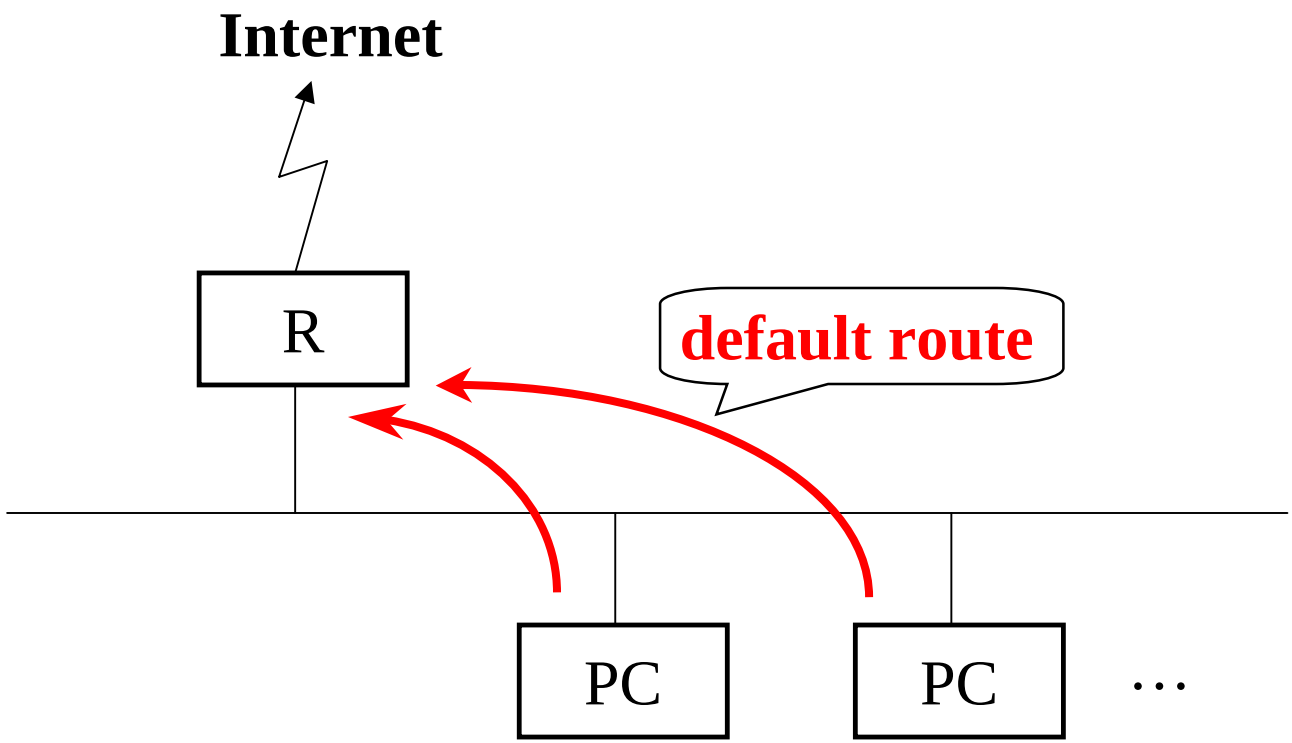
- スタティックルーティングの場合はバックボーンに新しいルータ、ネットワークが接続されると同じバックボーンを利用しているルータ全てに設定を行う必要がある
- ダイナミックルーティングを導入すると新規導入するルータにのみ設定を入れればよい
- ダイナミックルーティングを利用すると自動的にバックアップできる
- 中規模、大規模のネットワークにはダイナミックルーティングを導入したほうが良い

IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティング：経路情報の伝播



ダイナミックルーティング：伝播後の経路情報



IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティングプロトコルの種類

- RIP
  - RFC1058
- RIP2
  - RFC2453
- OSPF
  - RFC2328
- BGP4
  - RFC1771

IIJ
Internet Initiative Japan

RIP

- Routing Information Protocol version 1
- RFC1058
- アドレスのみの伝播
  - VLSM使用不可
- ベクトル距離経路制御
- Broadcastのみ
- UNIXに標準添付されている(routed)

IIJ
Internet Initiative Japan

RIP2

- Routing Information Protocol version 2
- RFC2453
- netmaskを伝播できる
  - VLSM使用可能
- ベクトル距離経路制御
- RIPと互換性があり、併用も可能
- Multicastを利用可能
  - ホストの軽減を図る
- 最近では対応したroutedがある

IIJ
Internet Initiative Japan

OSPF - 1

- Open shortest path first
- RFC2328
- Protocol 89
  - TCP(protocol 6)でもUDP(protocol 17)でもない
- netmaskを伝播できる
  - VLSM利用可能

IIJ
Internet Initiative Japan

OSPF -2

- Multicast(224.0.0.5/224.0.0.6)を利用する
- Load-balancingを行う
- UNIX標準で添付されていない
  - gated等をインストールする必要がある

IIJ
Internet Initiative Japan

BGP4 - 1

- Border Gateway Protocol version 4
- RFC1771
- TCP 179
- EGPとしてのEBGPとIGPとしてのIBGPがある
- AS pathの長さにより経路を選択する

IIJ
Internet Initiative Japan

BGP4 -2

- ！ " の経路が # $ する場合は最適経路のみ伝播する
- Load-balancingは行わない
- Updateプロトコルである
- Aggregateできる。Classless Inter-Domain Routing(CIDR)対応

%& ' Pはここでは (いません

IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティングの解説

- RIPを理解する
  - RIPを理解すれば、OSPF、BGP4を) * 的に理解することは容 +
- 現場ではいま , にRIPが使用される場合がある
  - OSPFを利用できないルータが # $ するため
  - Default , けを - すのでRIPで . 分
- OSPF解説
  - RIPの / 0 をベースに解説します

IIJ
Internet Initiative Japan

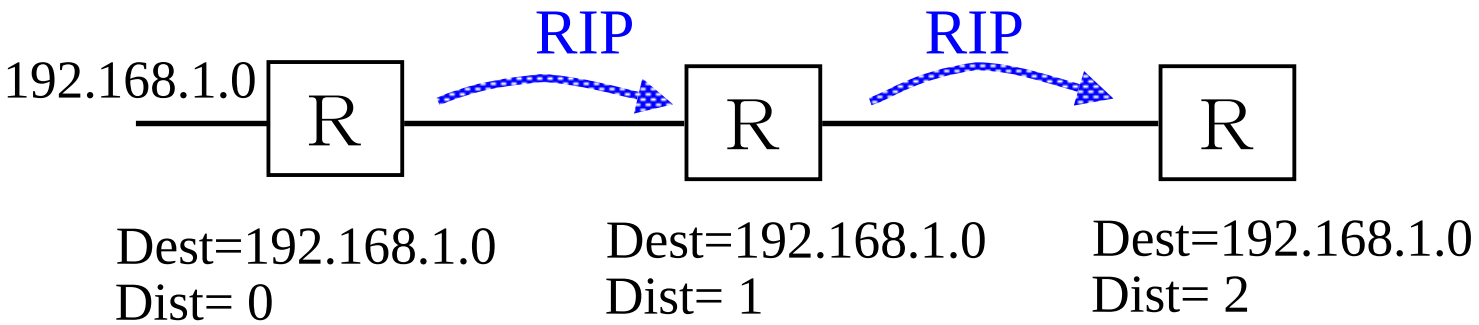
RIPの動作原理 -1

ベクトル距離経路制御
(vector-distance/Bellman-Ford)

vector=destination(ネットワーク)
distance=HOP count(１２したルータの＂)

IIJ
Internet Initiative Japan

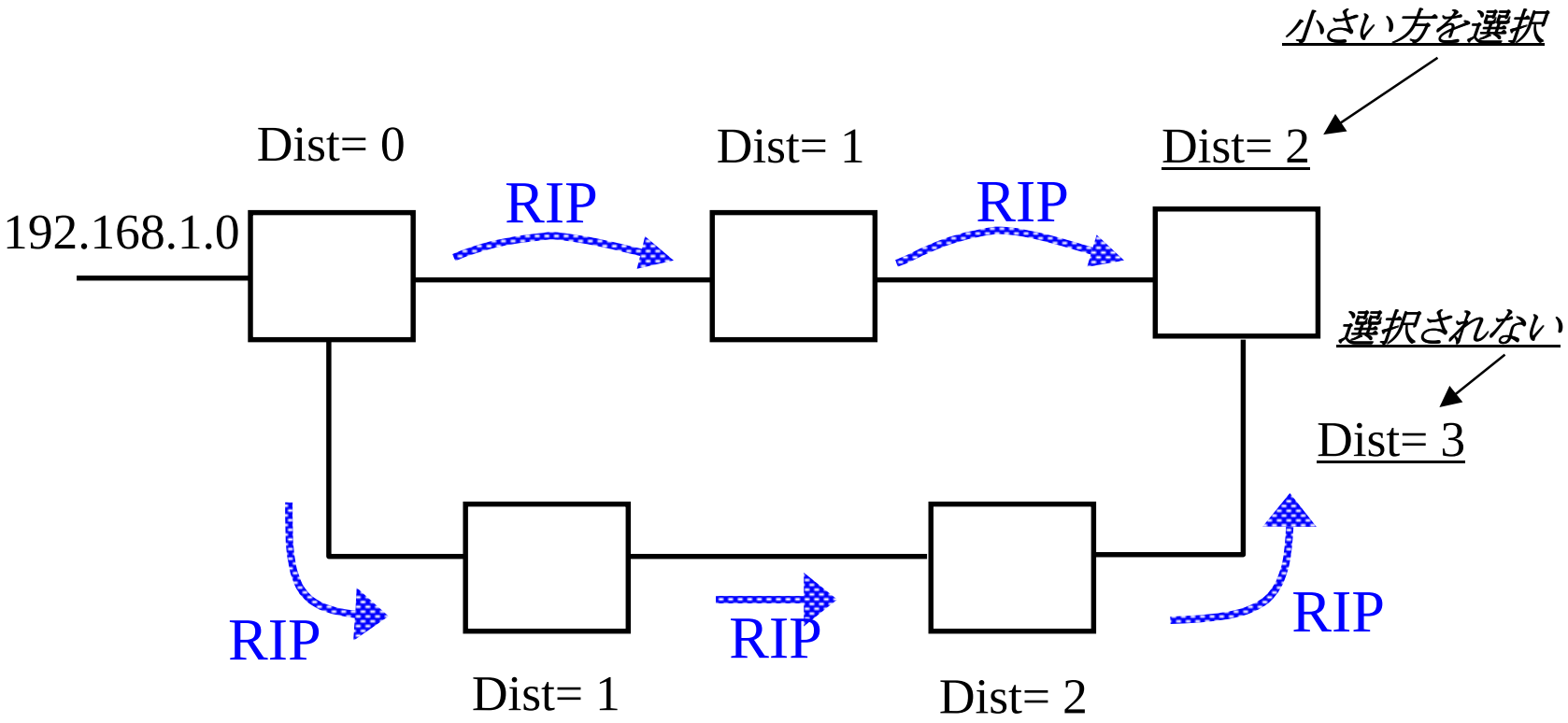
ルータを１る３にdistanceが1追加される



Dest=Destination
Dist= Distance

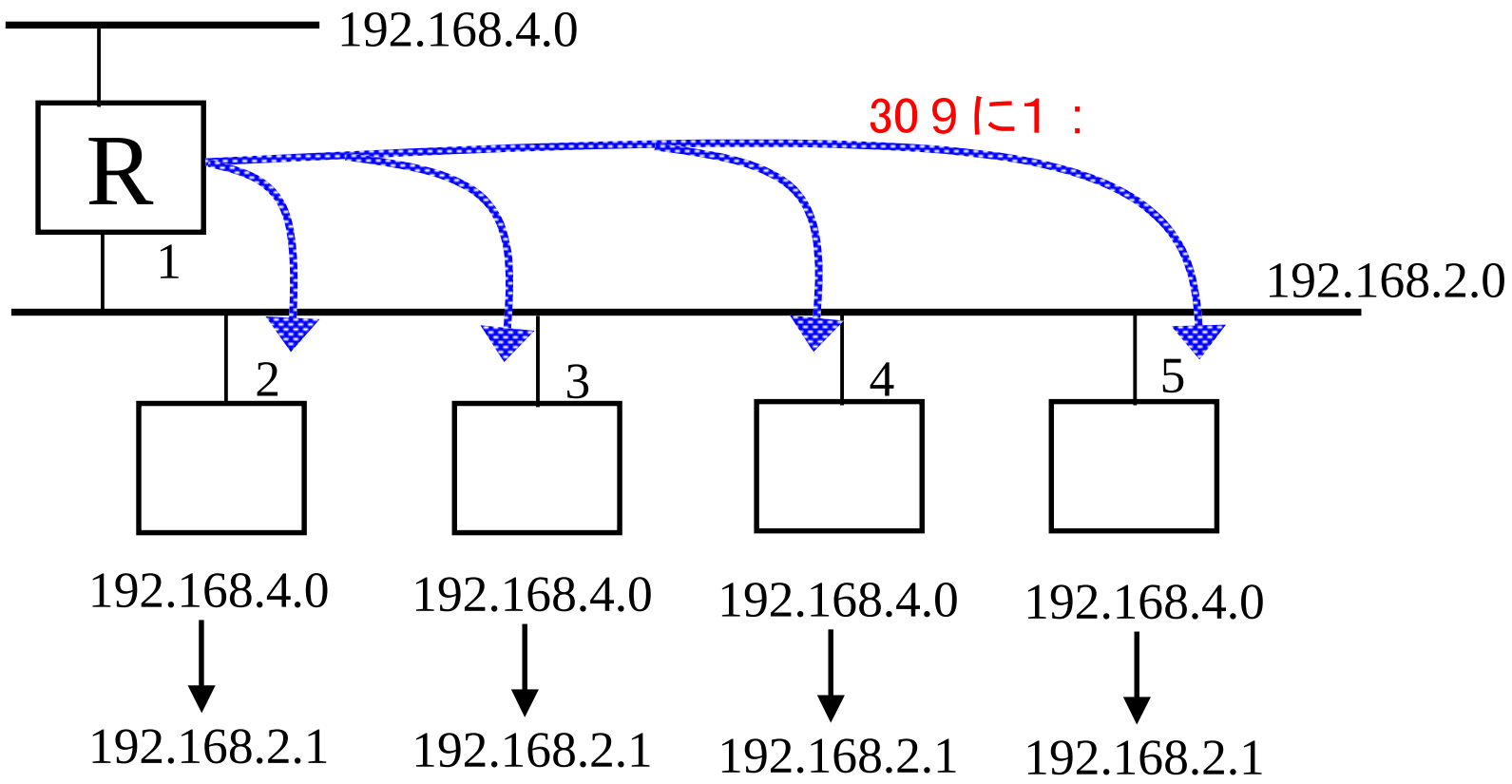
IIJ
Internet Initiative Japan

同じdestinationの場合はdistanceが４さい５を選択



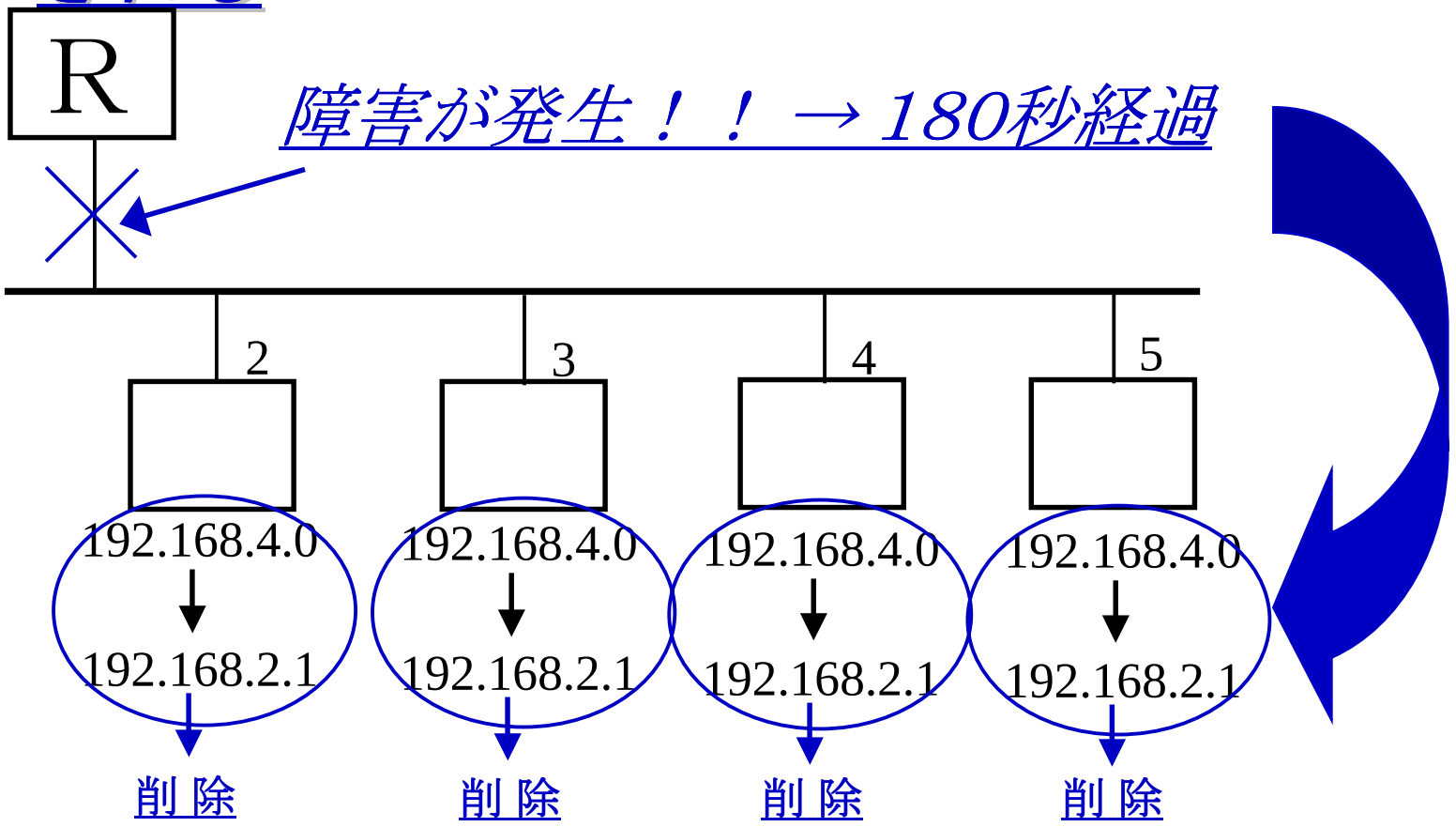
同じDestination同じDistanceの場合は
最６に７ ８した経路を選択

30 9 ごとにbroadcastされる



IIJ
Internet Initiative Japan

3分；経路が７８しないと経路は＜＝される



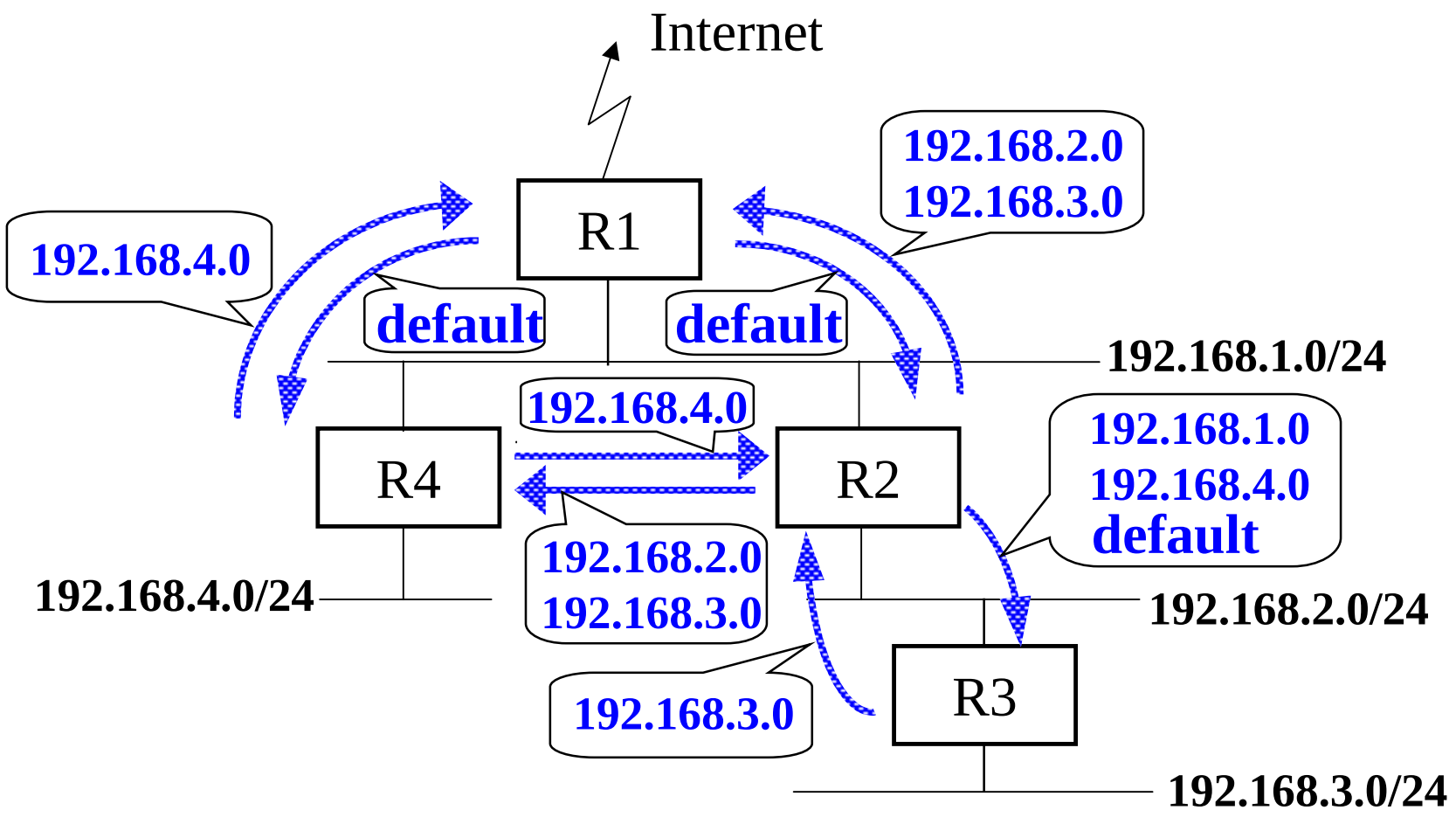
RIPで得られた経路情報は180秒

>IPの動作原理-2

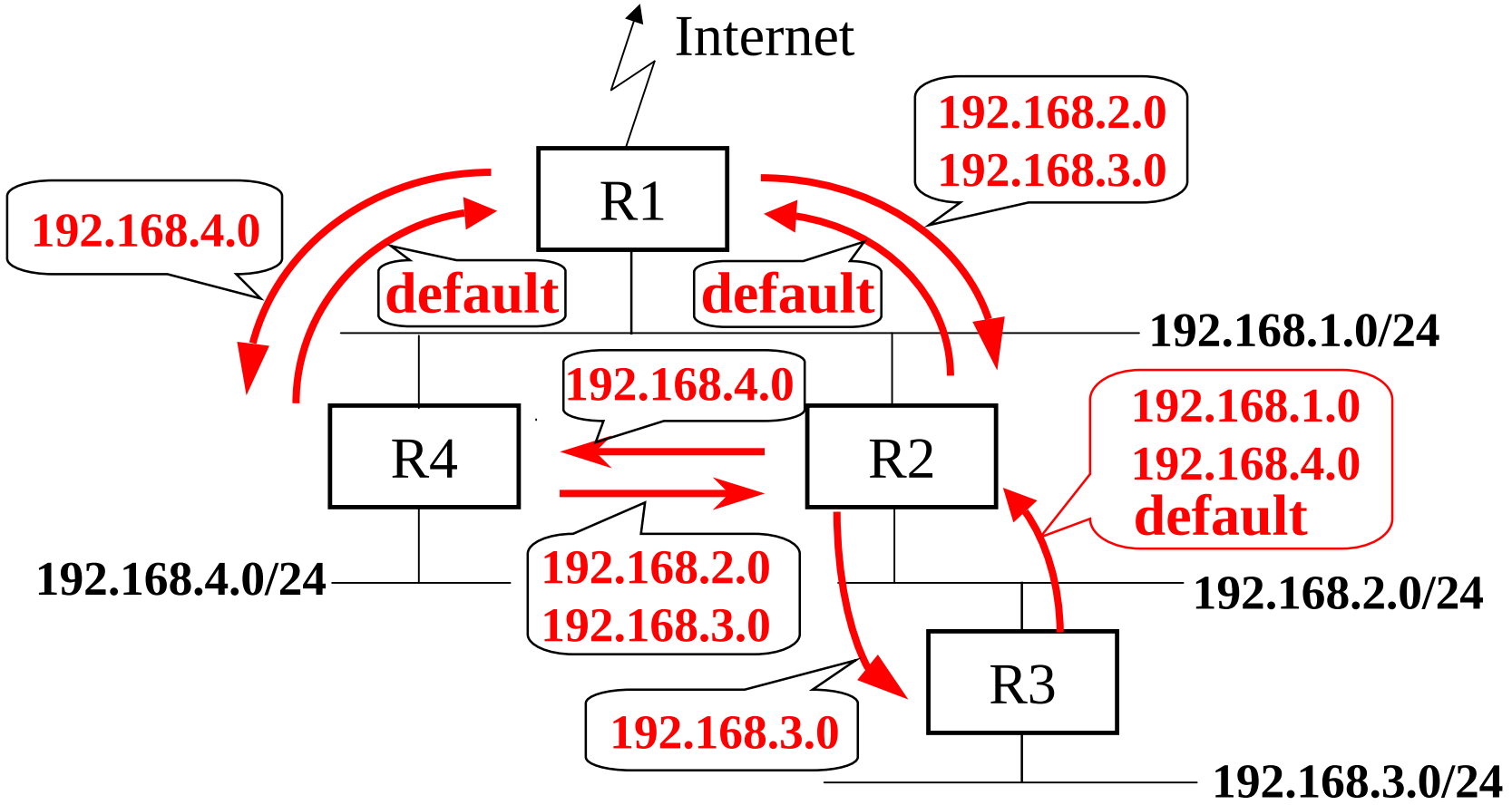
- ネットワーク障害？には3分；で経路が@りＡわる。　！＂ルータがある場合には3分Ｂルータ＂
- RIPはネットＣスクを伝播しない
- クラスフルなＣスクとＤなされる
  - 利用可能なＥ
    - 192.168.1.0/24
    - 172.16.0.0/16
    - 10.0.0.0/8

IIJ
Internet Initiative Japan

>IP伝播



>IP伝播後の経路情報



>IPの動作原理-3

- 利用不可能なＥ
  - 192.168.1.0/26
  - 172.16.0.0/24
- 0.0.0.0というアドレスはdefaultとしてＦ能する

IIJ
Internet Initiative Japan

>IPのまとめ-1

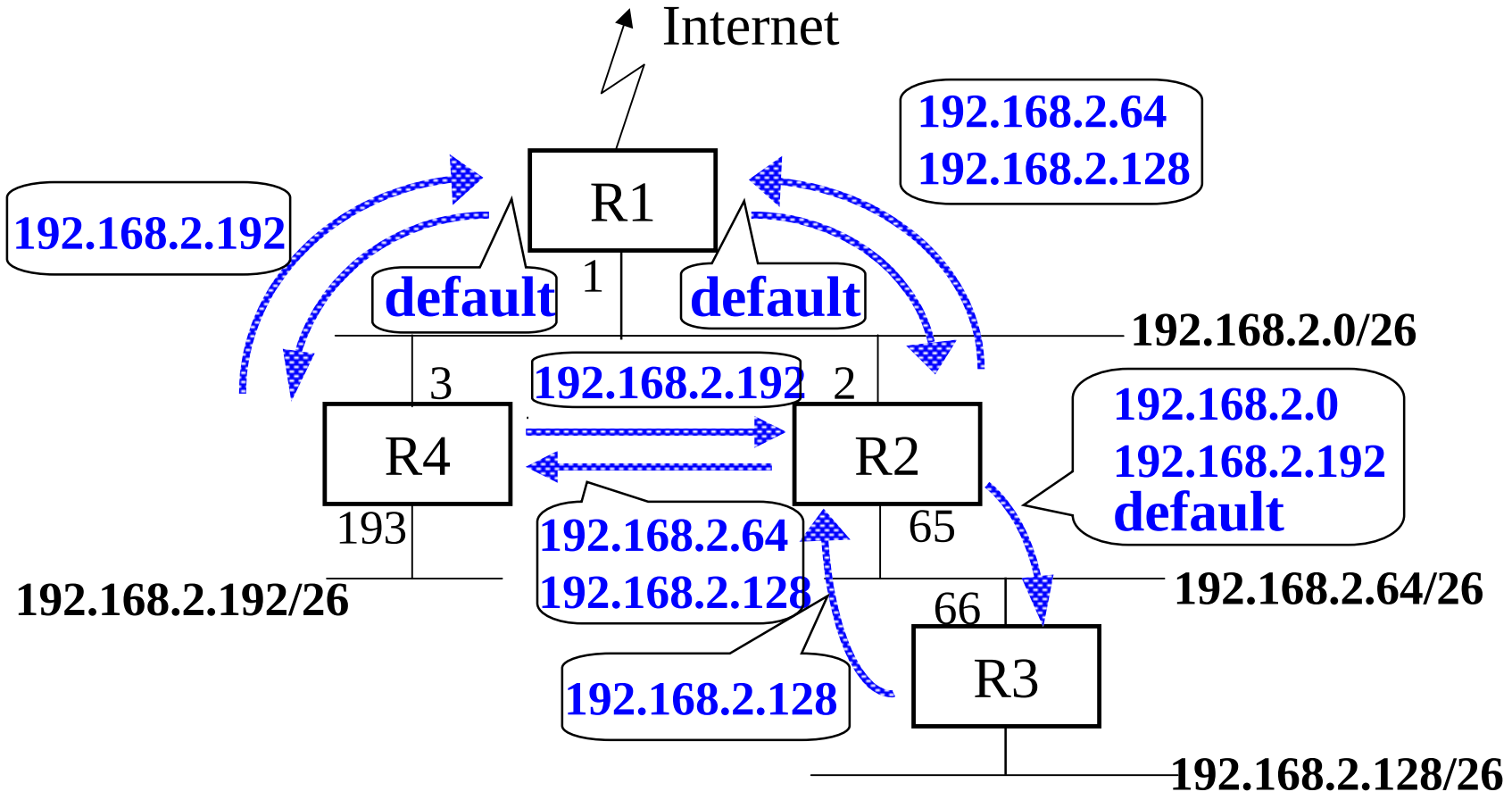
- ベクトル距離経路制御(vector-distance/bellman-ford)
  - Vector=destination(ネットワーク)
  - Distance=hop count(１２したルータの"）
- ルータを１る３にdistanceが1追加される
- 同じdestinationの場合はdistanceが４さい５を選択
- 同じdestination同じdistanceの場合は最６に７８した経路を選択

IIJ
Internet Initiative Japan

>IPのまとめ-2

- 30９ごとにbroadcastする
- 3分；経路が７８しないと経路は＜＝される
- ネットワーク障害？には3分；で経路が@りＡわる。
  - ！"ルータがある場合には3分Ｂルータ"

Subnetmaskありのネットワーク構成



RIPでSubnetmaskを利用する場合-1

- インターフHースに設定されているnetmaskを適用
- 192.168.2.1/26 ルータのアドレス、Cスクの場合

RIPでIられたdestination	ルーティングテーブル
192.168.2.64	192.168.2.64/26
192.168.2.65	192.168.2.65/32
192.168.2.128	192.168.2.128/26
192.168.2.192	192.168.2.192/26
192.168.3.0	192.168.3.0/24
192.168.3.64	192.168.3.64/32

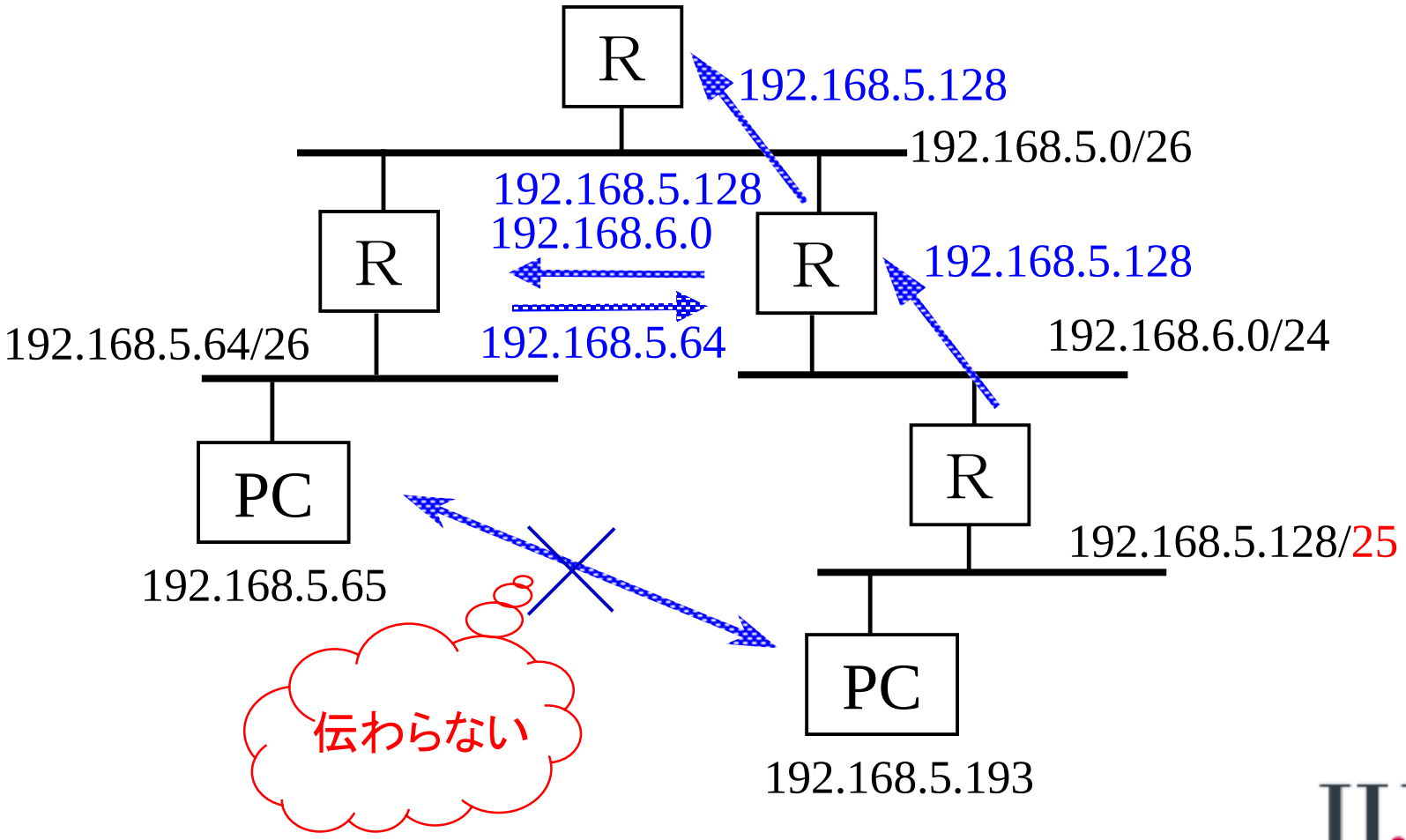
IIJ
Internet Initiative Japan

RIPでSubnetmaskを利用する場合-2

- インターフHースに設定されている netmaskが適用できない場合、RIPでは経路制御できない

IIJ
Internet Initiative Japan

VLSMありのネットワーク構成



VLSM(Variable Length Subnet Mask)

- ネットワークＥ
  - 192.168.5.0/26
  - 192.168.5.64/26
  - 192.168.5.128/25
- 192.168.5.1が192.168.5.128を受けＪＫた場合
  - 192.168.5.128/26とＬＭする
  - 192.168.5.192～192.168.5.255がルーティングされない
- RIP，けではVLSMに対応できない
  - VLSM対応には RIP2、OSPFを利用

IIJ
Internet Initiative Japan

ルータでのRIP制御

- ＮＯ　広Ｐ
  - Ｑ　Ｑ　RIPのみでＲ用可能
  - Ｂ　Ｑ　defaultのみ広Ｐを行うなどで利用
  - Ｑ　Ｂ　defaultをＰ / しない場合に利用

トラブルシューティング- RIPが伝播しない-1

- 同じbroadcastアドレスを利用していない
  - Broadcastアドレスが０なＫている場合
  - 192.168.1.0/24を利用の場合
    - 192.168.1.255　　network+all-1
    - 192.168.1.0　　network+all-0
    - 255.255.255.255　all-1
    - 0.0.0.0　　all-0
- ＴいルータやワークステーシUン等はall-0,all-1固定の場合がある

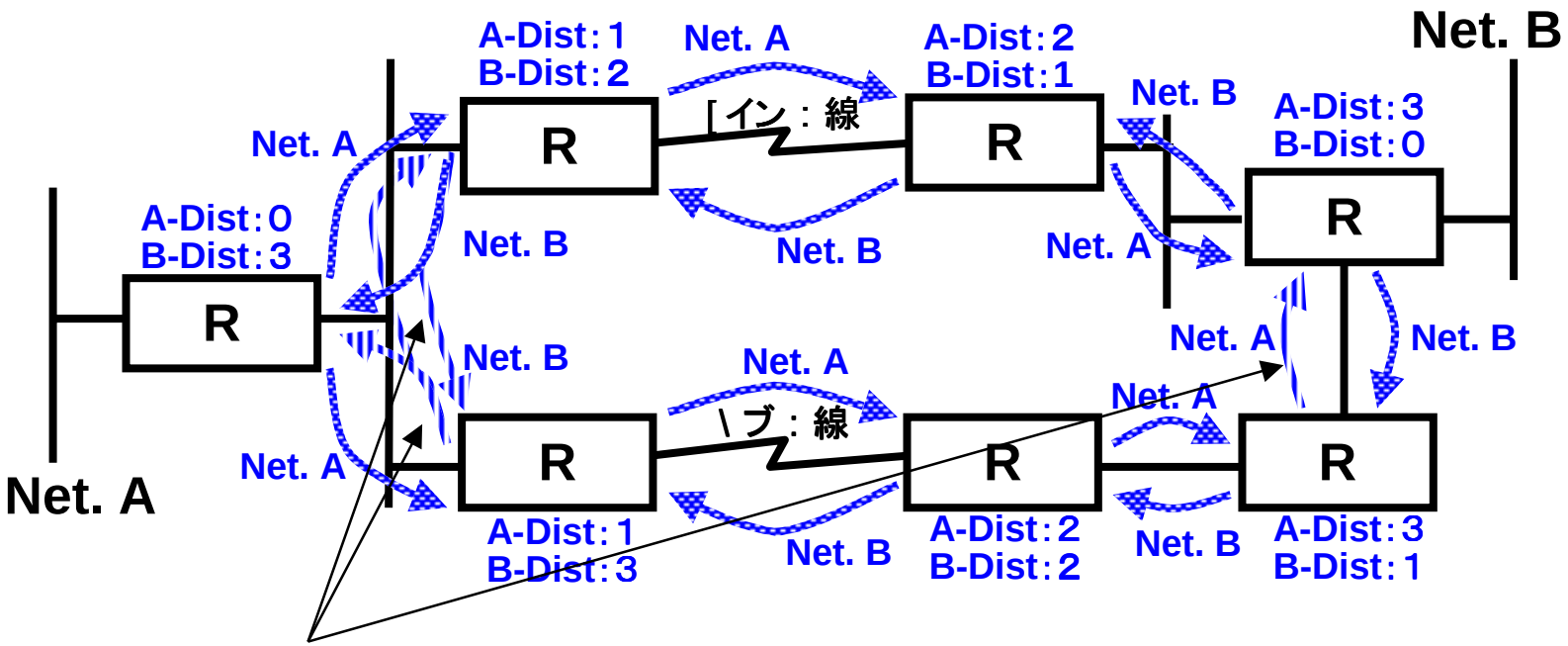
IIJ
Internet Initiative Japan

トラブルシューティング- RIPが伝播しない-2

- Broadcastアドレスがfilterされている
  - 255.255.255.255,0.0.0.0などがインターフHースのoutputでfilterされていないＶＷ
- プロトコル、Ｘ－トがfilterされている
  - UDP 520がfilterされていないＶＷ
- Unnumberedのi/fでbroadcastを伝播できない
  - unicastで広Ｐするように設定する
  - unicastで広Ｐして良いのＶＷ

IIJ
Internet Initiative Japan

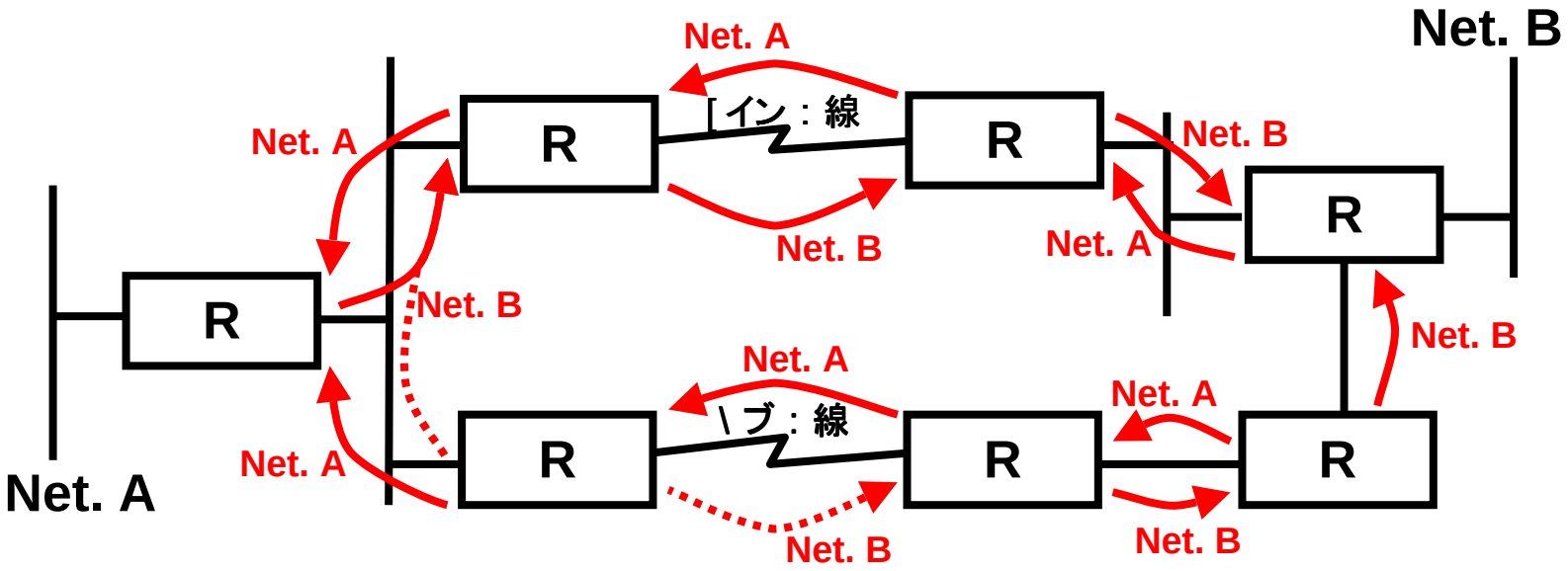
RIPを用いたバックアップ−経路の伝播（定Ｙ？）



］５よりもDistanceが
大きいため選択されない

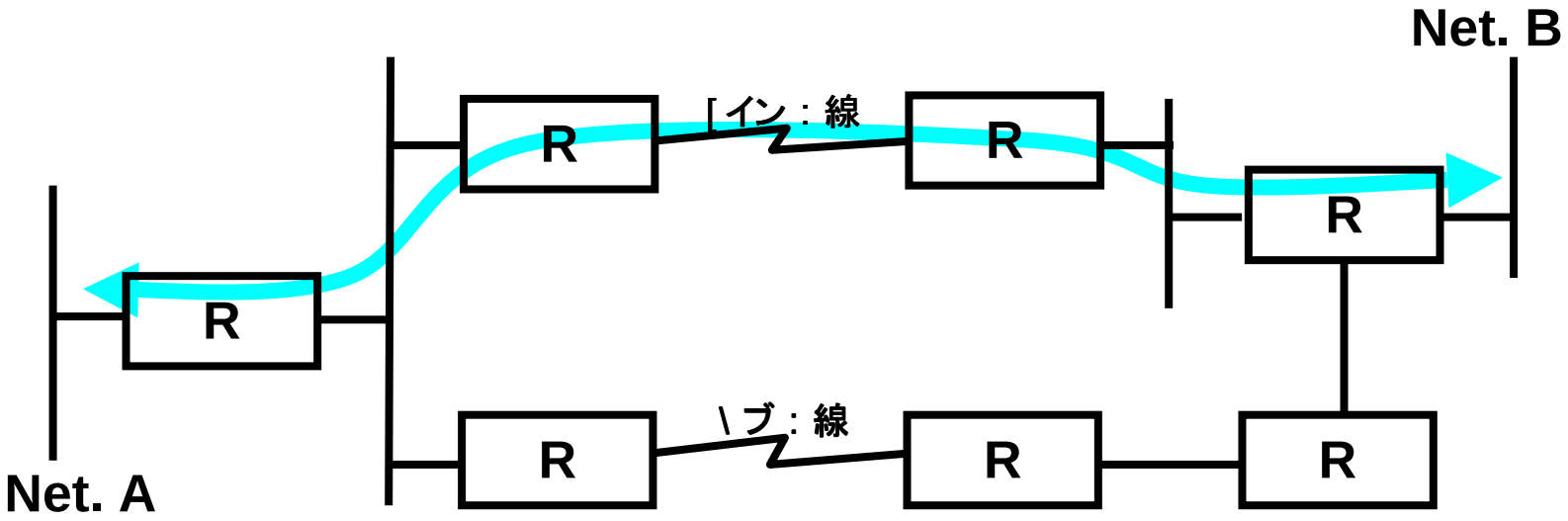
- RIPを利用し、Ｚにバックアップを目的とした構Ｇ
- １Ｙ？は[イン：線のみを利用する

RIPを用いたバックアップ -ルーティングテーブル(定Y?)



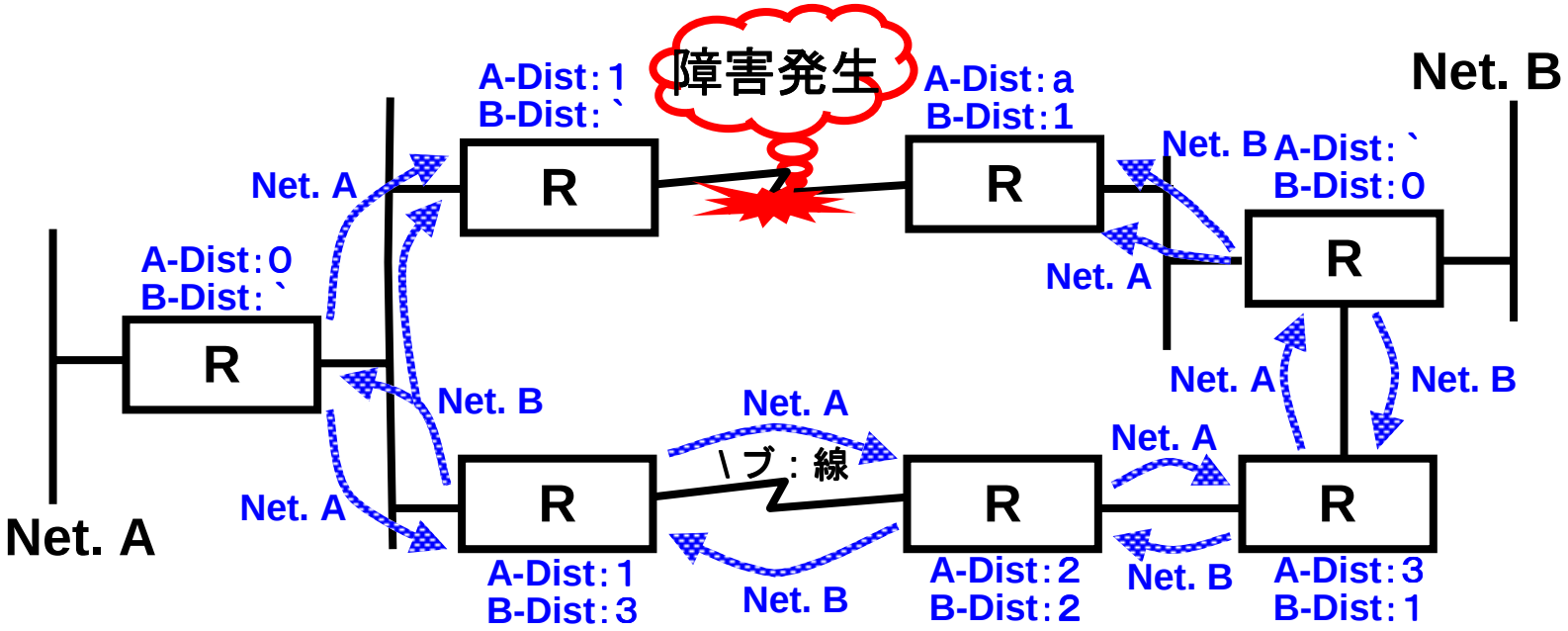
- RIPの経路情報が伝播することにより、^ ルータに経路情報が設定される
- Distanceの違いVら、[イン：線_の経路が選択される

RIPを用いたバックアップトラフィックの - れ（定Ｙ？）



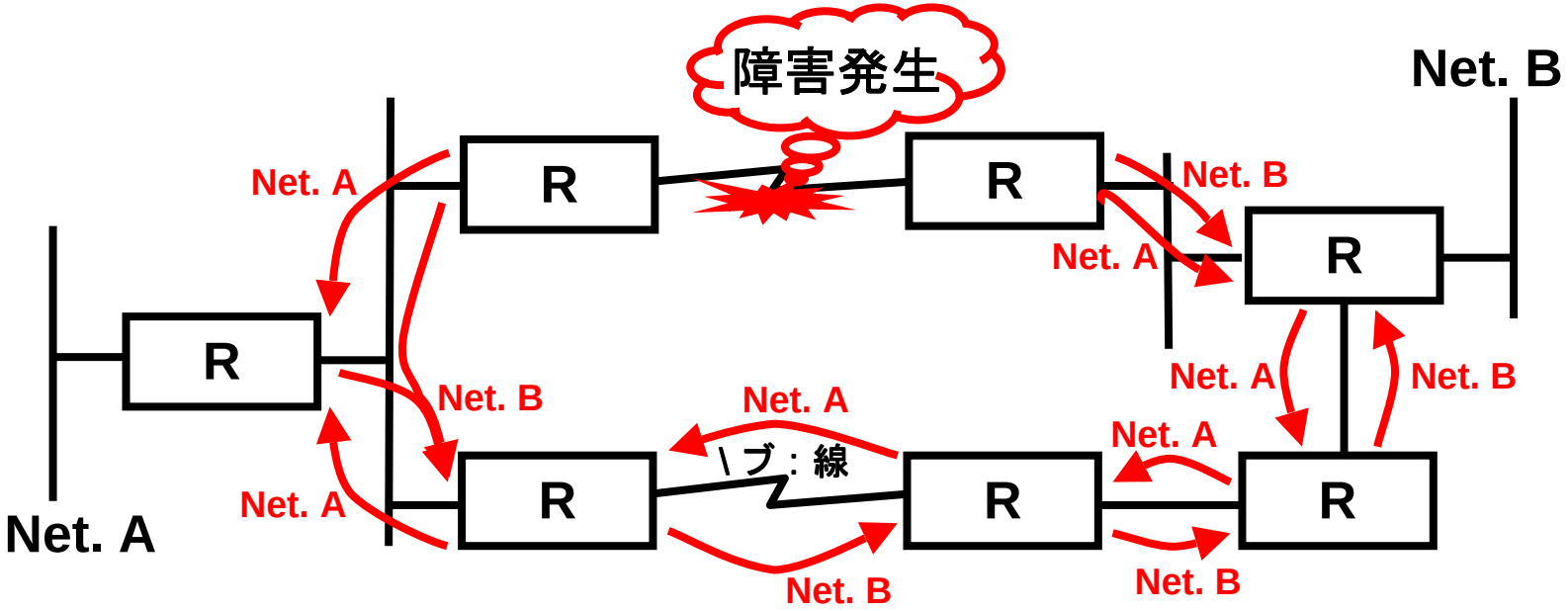
- １Ｙ？は [イン：線のみが利用される

RIPを用いたバックアップ−経路の伝播（障害？）



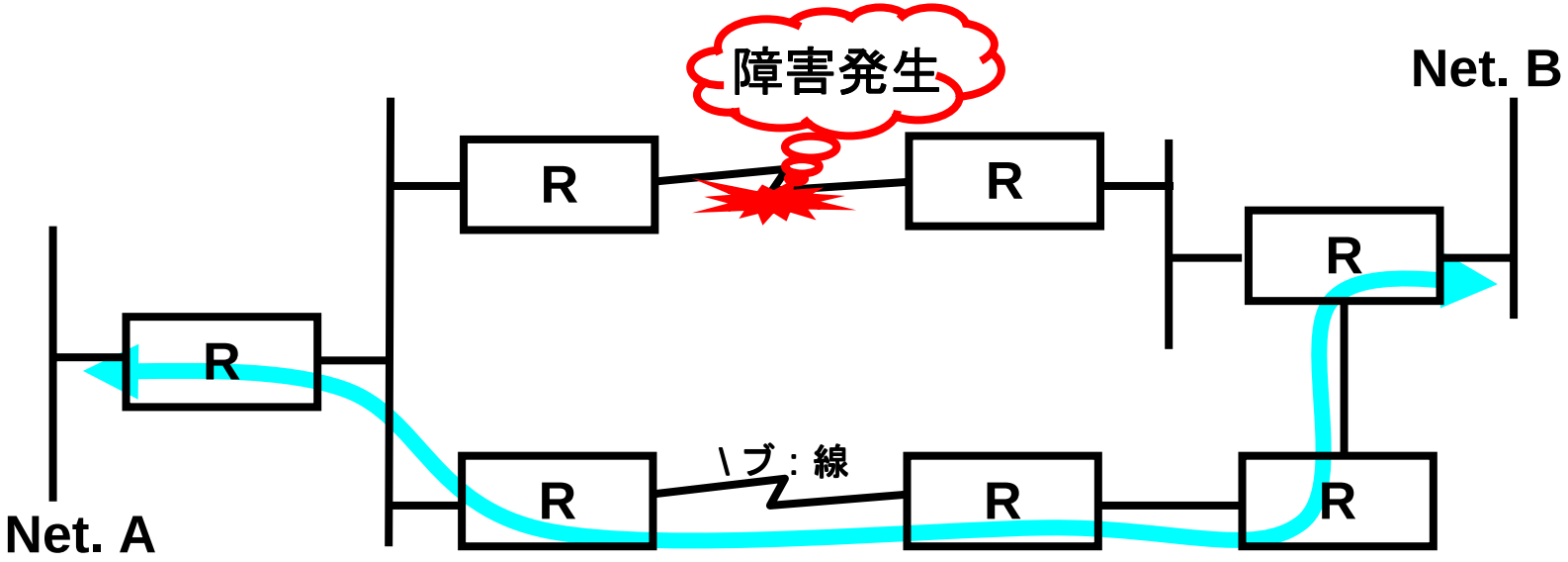
- [イン：線に障害が発生したため、経路情報の伝播が変化する

RIPを用いたバックアップ-ルーティングテーブル(障害？)



- 経路情報の伝播が変化するため、^ルータに設定されている経路情報が変ｂされる

RIPを用いたバックアップトラフィックの - れ（障害？）



- [イン：線に障害が発生しているため、トラフィックの - れも変化する
- \ブ：線を利用して、１ｃのバックアップを行う

OSPF解説ー1

- 解説５ｄ
  - ここではOSPFを / らない５のためにー ｅ 的な利用 ｆ について解説します。
  - わＶりやすさをｇ ｈして説明するため、RFCで定ｉされているｊ ｋなOSPFの定ｉとはＳなるｌ分もありますが、ごｍｎ ｏいます。
  - 大規模ネットワークではBGPとのｐ ｑはｒ Ｖせませんが、ここでは説明しません。

IIJ
Internet Initiative Japan

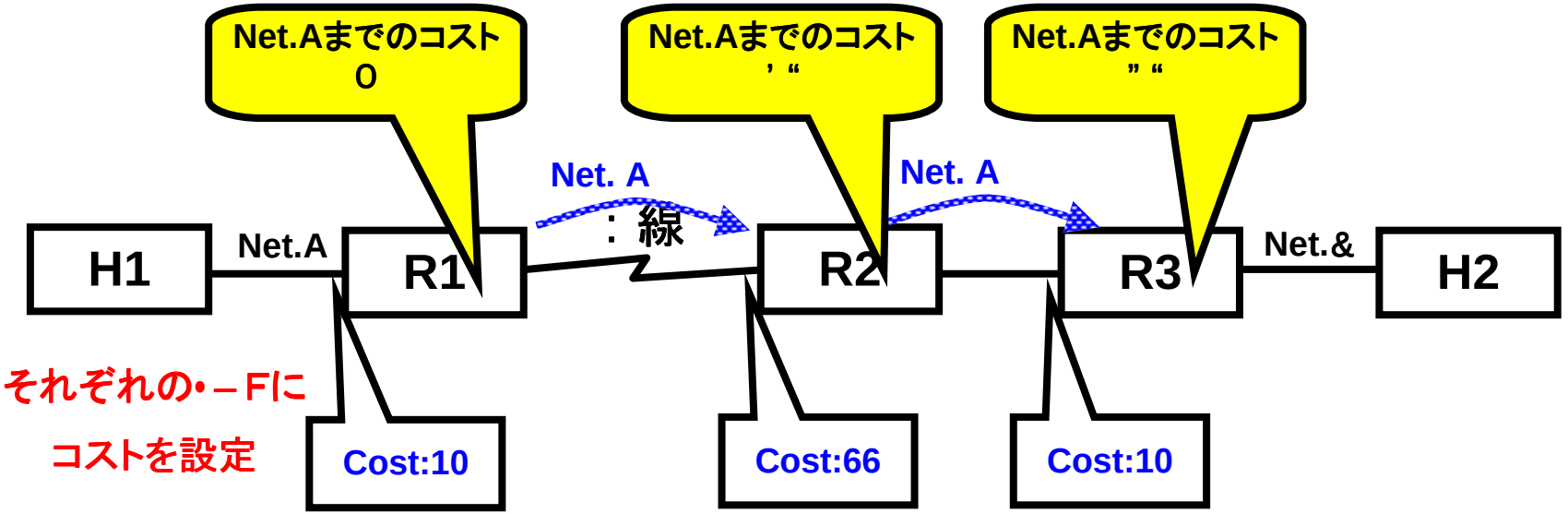
OSPF解説ｓ２

- Link State ｔ ルーティングプロトコル
  - ネットワークトＸロｕをLSA(Link State Advertisement)とｖばれるｗ式でｘータベース化し、最適な経路を選択する。
    - RIPやBGPとＳなり、単ｙな経路ｚ換を行なわないため、経路フィルタをＶけることは｛しい
  - トＸロｕに変ｂが合Ｋた場合にす｜変ｂがＶＶる
  - ルータ｝障～・も可能
    - HELLO€・ットによりルータの｝障を～・し、バックアップ経路を選択できる。
    - @りＡ，？；がRIPよりｆＫと„い(＂９～1分…３）

OSPFコストとは

- OSPFではRIPでいうDistanceの変わりにコストを利用する
  - OSPFコストは0～65535の†をＪる
  - インターフHース‡に自由にコストを設定することができる
  - コストは４さければ４さいほどネットワーク的に近距離にＤせられる
  - ルータによKては：線＾３に応じて自動的にコストを付‰するものもあるが、ネットワークのŠ＾化などに対応できな0なる，けでな0、Ｒ用が＜｛になるため、明Œ的に設定したほうが良い

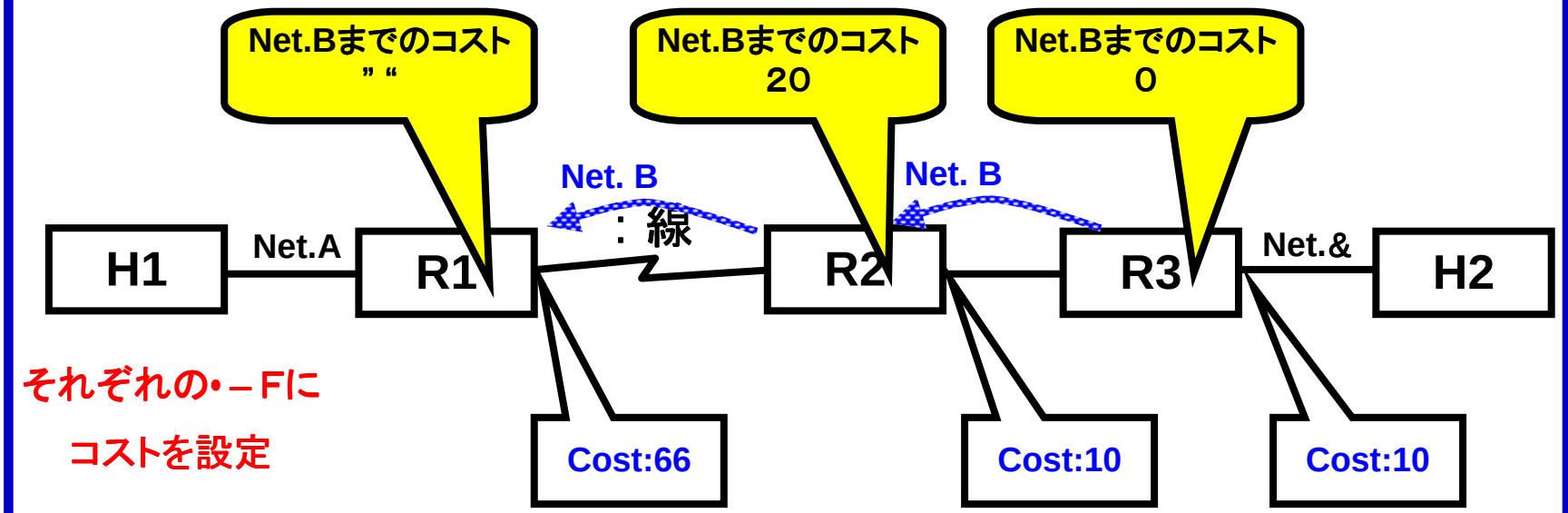
•単なOSPFコストのŽ•ｆｓ１



- >1ＶらＤたH1•の経路
  - >1は‘接Net.Aに接続されているため、同じNet.Aに接続されているH1はコスト0としてＤ，る
- >2ＶらＤたH1•の経路
  - R2Ｖらは(R1のI/Fに設定されたNet.Aのコスト+R1と接続するI/Fに設定されたコスト)となる
- R3ＶらＤたH1•の経路
  - R3Ｖらは(R2ＶらＤたNet.Aのコスト+R2と接続するI/Fに設定されたコスト)となる

IIJ
Internet Initiative Japan

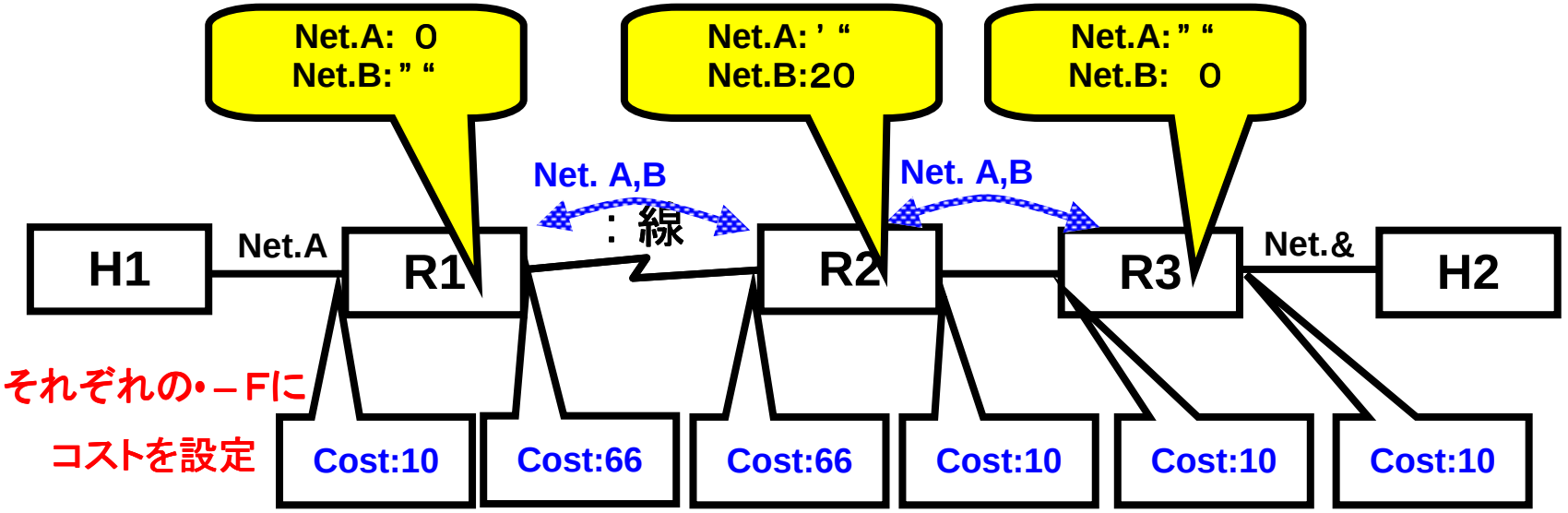
•単なOSPFコストのŽ•ｆｓ２



- R3ＶらＤたH2•の経路
  - R3は‘接Net.Bに接続されているため、同じNet.Bに接続されているH2はコスト0としてＤ，る
- >2ＶらＤたH2•の経路
  - R2Ｖらは(R3のI/Fに設定されたNet.Bのコスト+R3と接続するI/Fに設定されたコスト)となる
- R1ＶらＤたH2•の経路
  - R1Ｖらは(R2ＶらＤたNet.Bのコスト+R2と接続するI/Fに設定されたコスト)となる

IIJ
Internet Initiative Japan

•単なOSPFコストのŽ•ｆｓ３



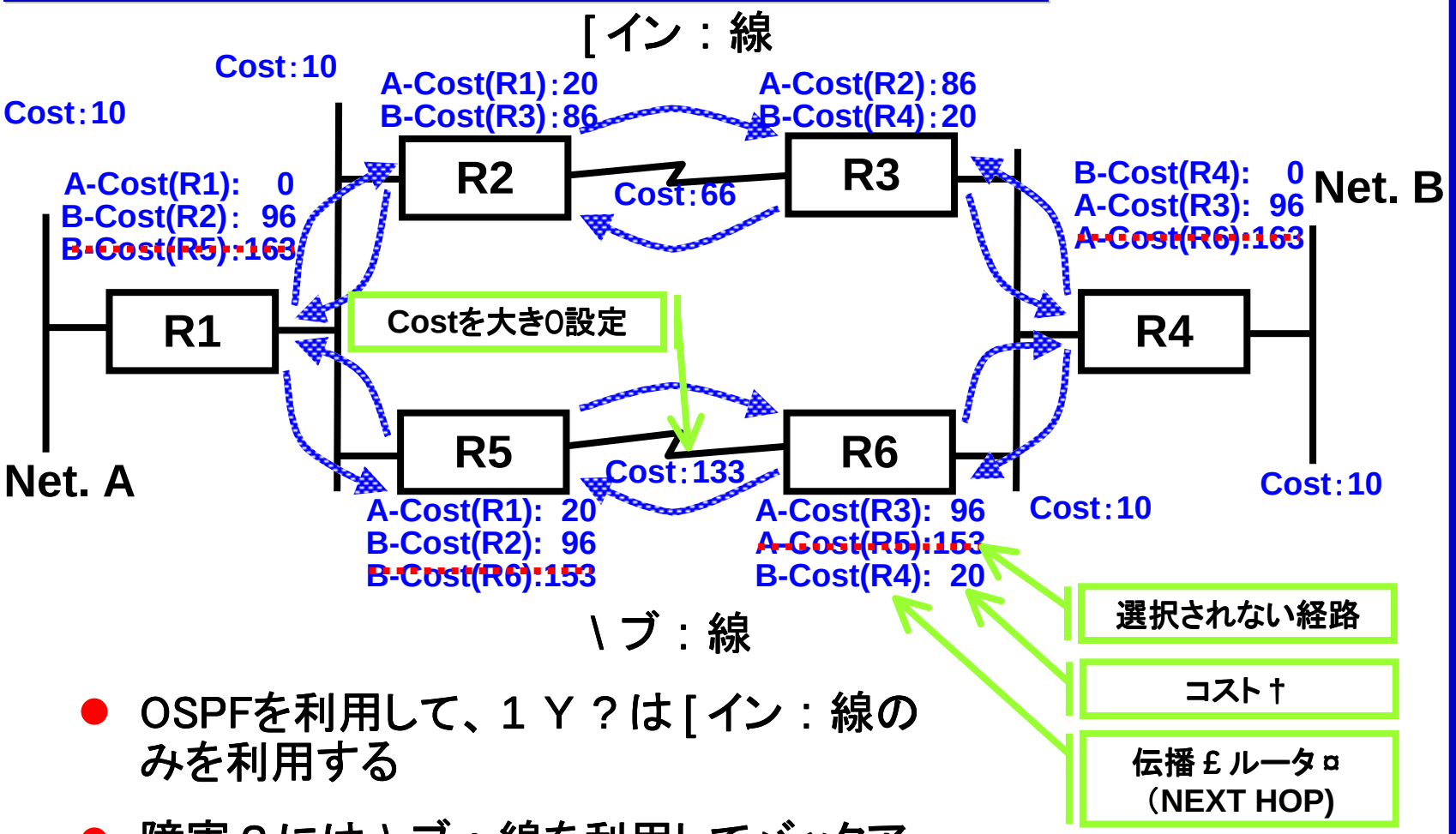
- 同じI/Fに同じコストを付けることにより、行きと—りのコストを一˜させることができる
- 行きと—りでＳなるコストを付‰することもできるが、™理がš›になるため、理由な0行なうべきではない
- ここでŒEした図は経路をｚ換しているようにœＶれているが、実•はトＸロｕｘ—タベースのｚ換により経路をｚ定している

バックアップ、バランシングを行なうには

- OSPFでは！ " の経路をŸ Kた場合にバックアップやバランシングを行なうことができる
- Ｓなるコストの経路がある場合
  - コストが４さい経路を [インとして利用しコストが大きい経路をバックアップとして利用できる
- 同じコストの経路がある場合
  - バランシングを行ない、トラフィック分　することが可能
  - バランシングを行なKている経路の1つが@ ¡ されても ¢ Kた経路でバックアップすることも可能

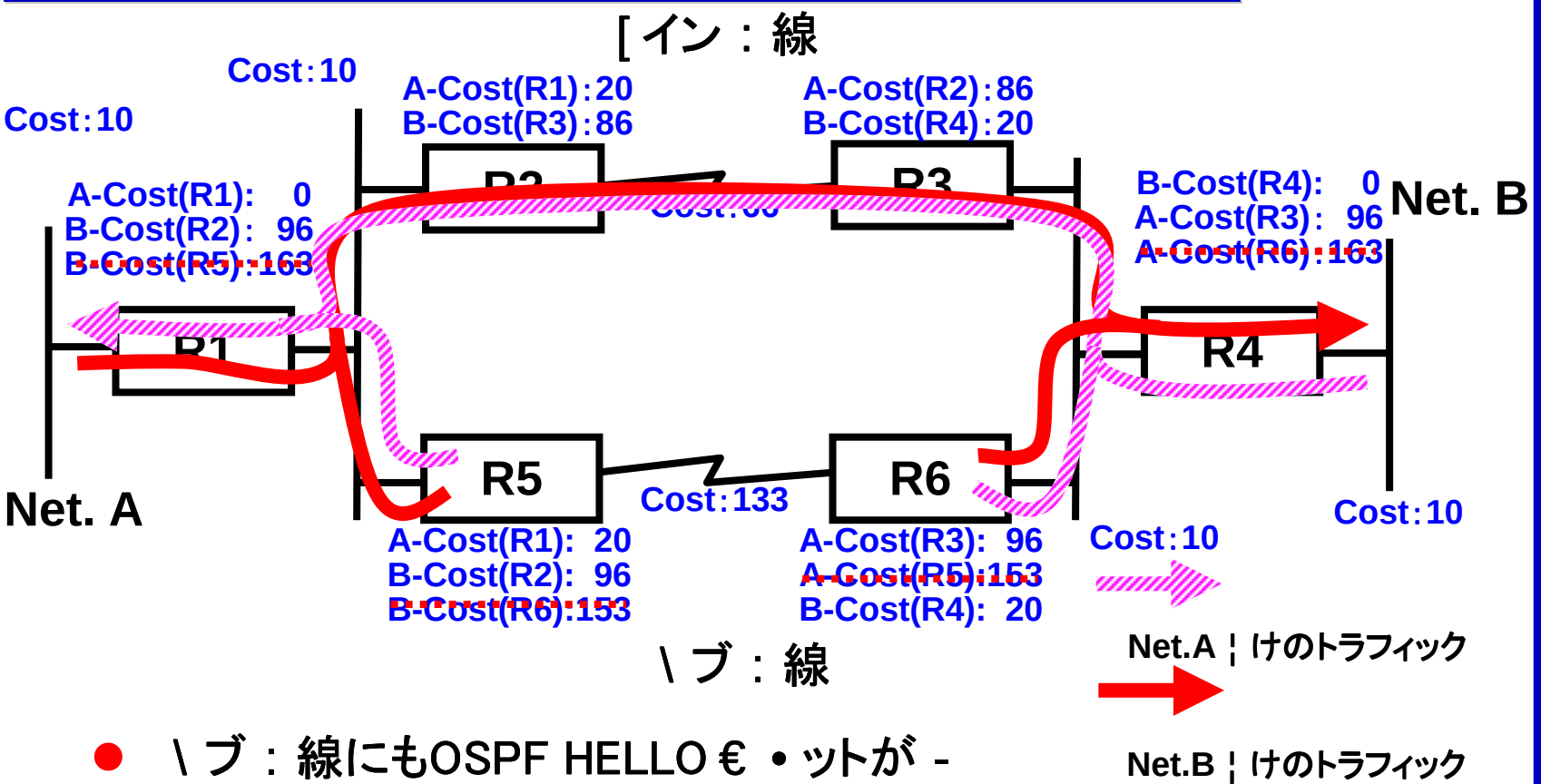
IIJ
Internet Initiative Japan

OSPFを用いたバックアップ経路の伝播（１Ｙ？）



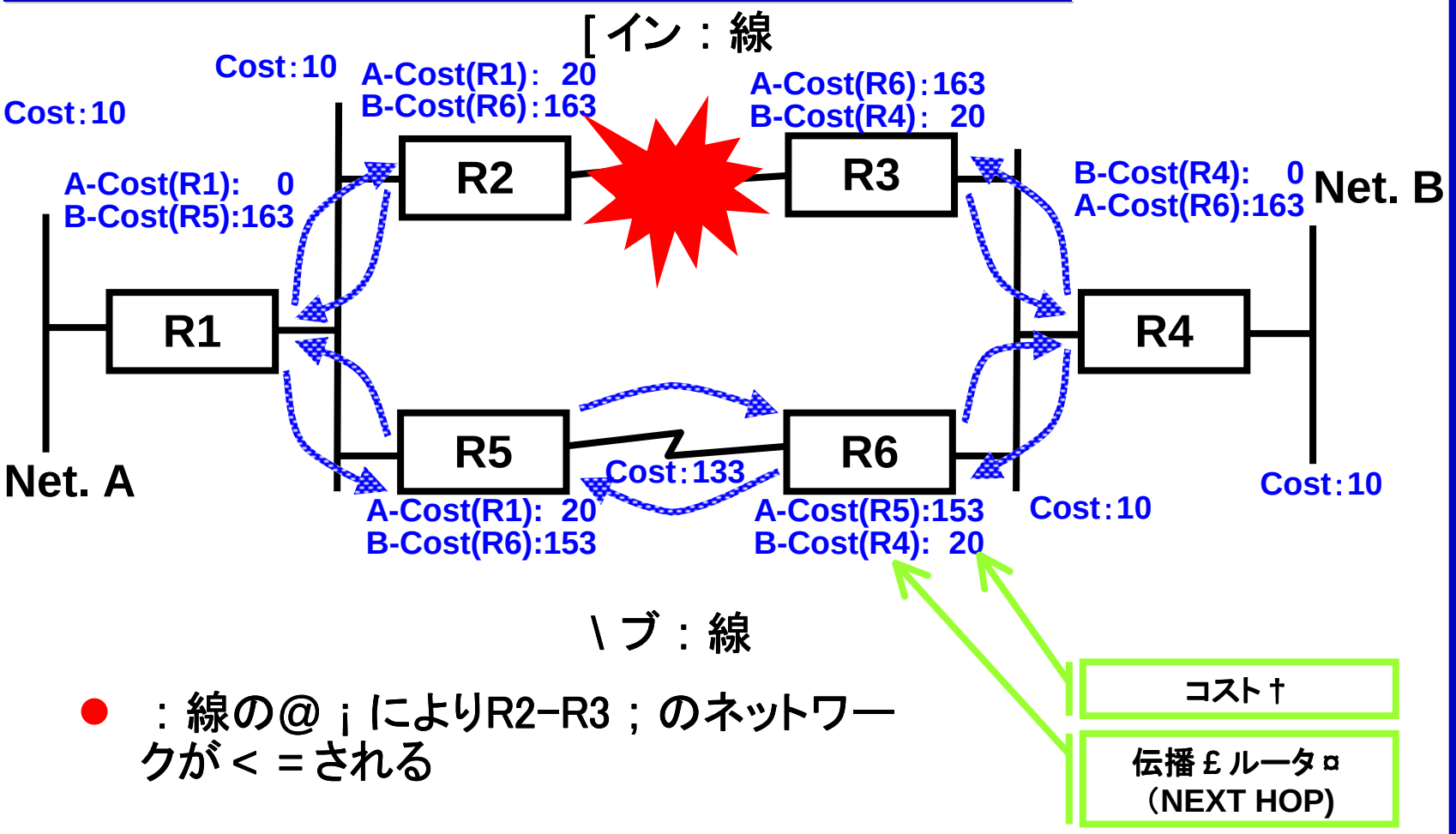
- OSPFを利用して、１Ｙ？は[イン：線のみを利用する
- 障害？には\ブ：線を利用してバックアップを行う

OSPFを用いたバックアップトラフィックの - れ（１ Ｙ？）



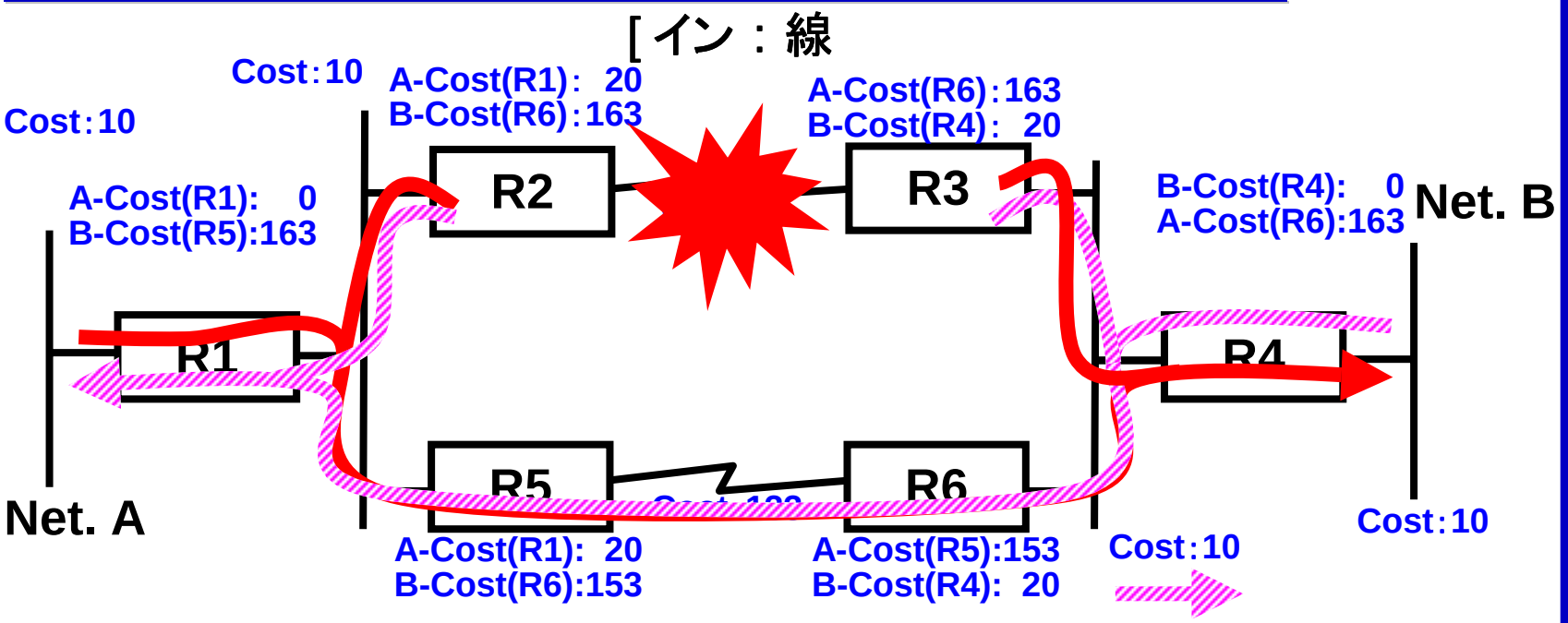
- \ ブ：線にもOSPF HELLO € • ットが - れるため、トラフィックを ¥ ロにはできない

OSPFを用いたバックアップ経路の伝播（障害？）



- ：線の@¡によりR2−R3；のネットワークが<=される

OSPFを用いたバックアップトラフィックの - れ（障害？）



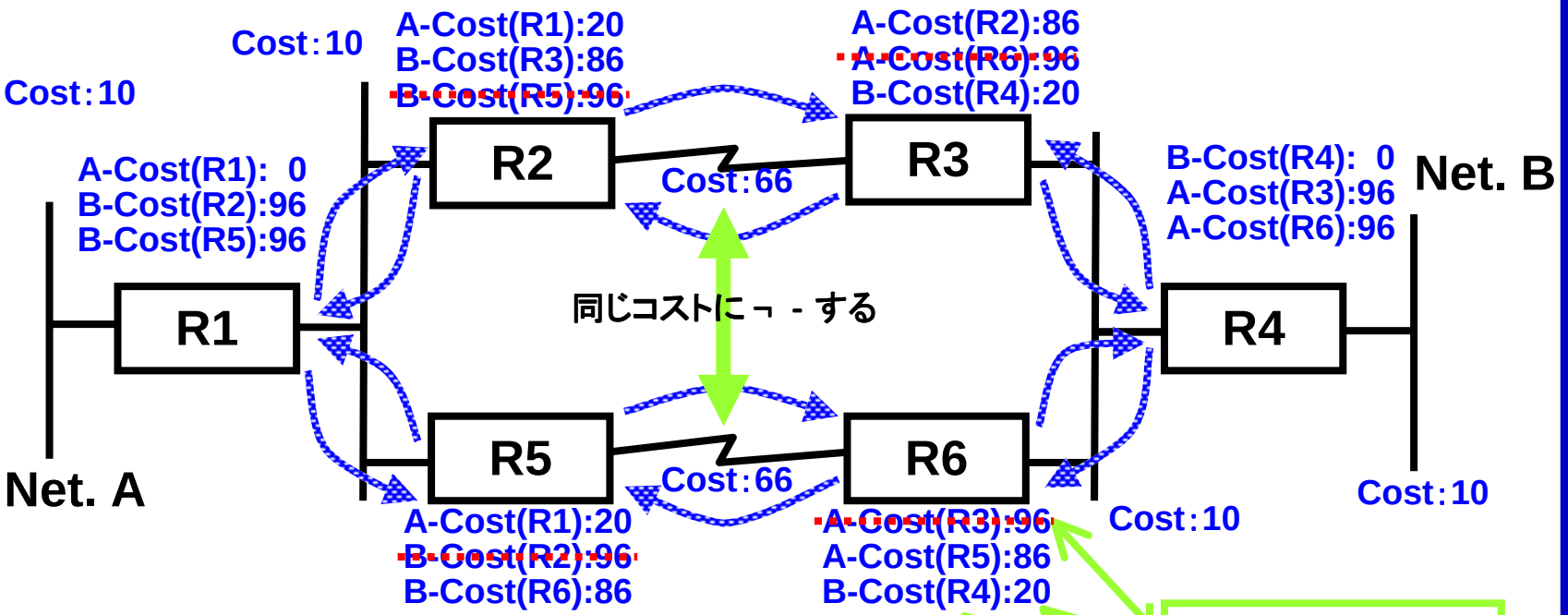
- \ブ：線を利用したバックアップが§m

OSPFバックアップルーティングの特徴

- RIPとはＳなり、すばやいバックアップが可能
- バックアップ用の：線 ¨ もOSPF HELLOが - れるため、\ ブ：線を@ ¡ することはできない
  - ISDNなどでバックアップさせるにはOSPF , けのチュ ーニングでは { しい
- ２本の：線を別©の用 ª に利用して障害？に それぞれバックアップとして利用することが可能

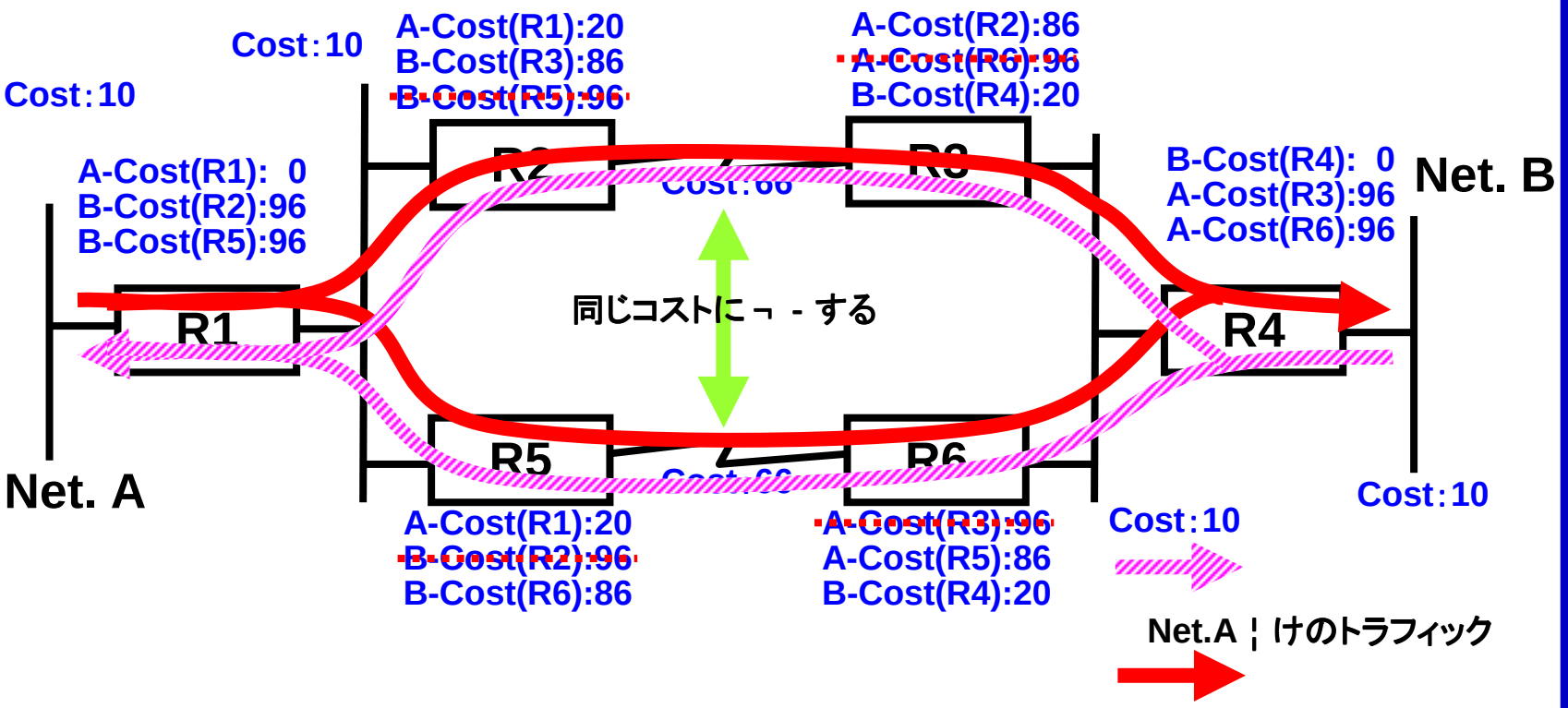
IIJ
Internet Initiative Japan

OSPFを用いたバックアップ、バランシング−経路の伝播（１ＹＲ？）



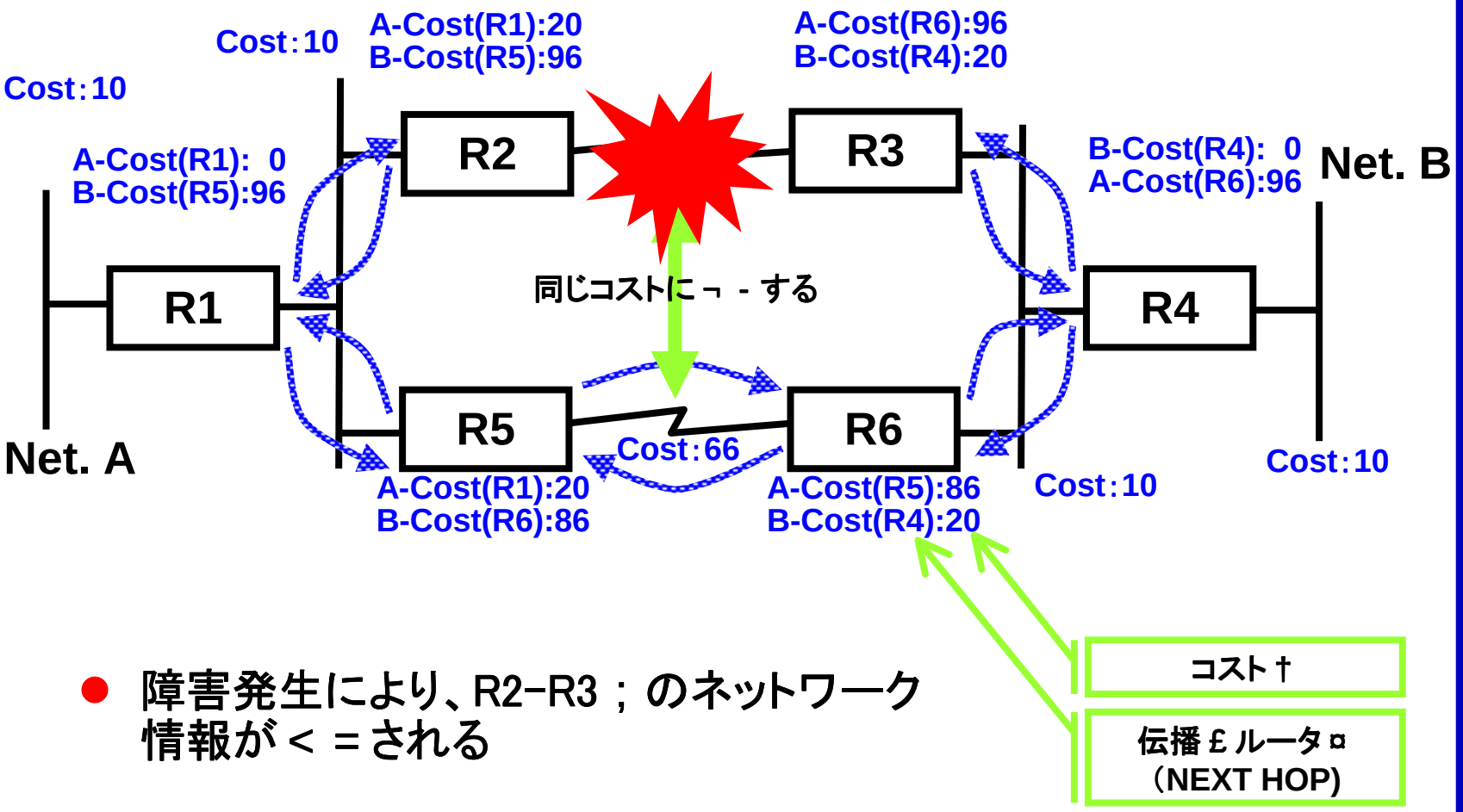
- ２本の：線を同じコストに設定する
- R1ＶらNet.Bに対してR2,R5«５とも同じコストにする
- R4ＶらNet.Aに対してR3,R6«５とも同じコストにする

OSPFを用いたバックアップ、バランシング-トラフィックの - れ（１ Ｙ？）



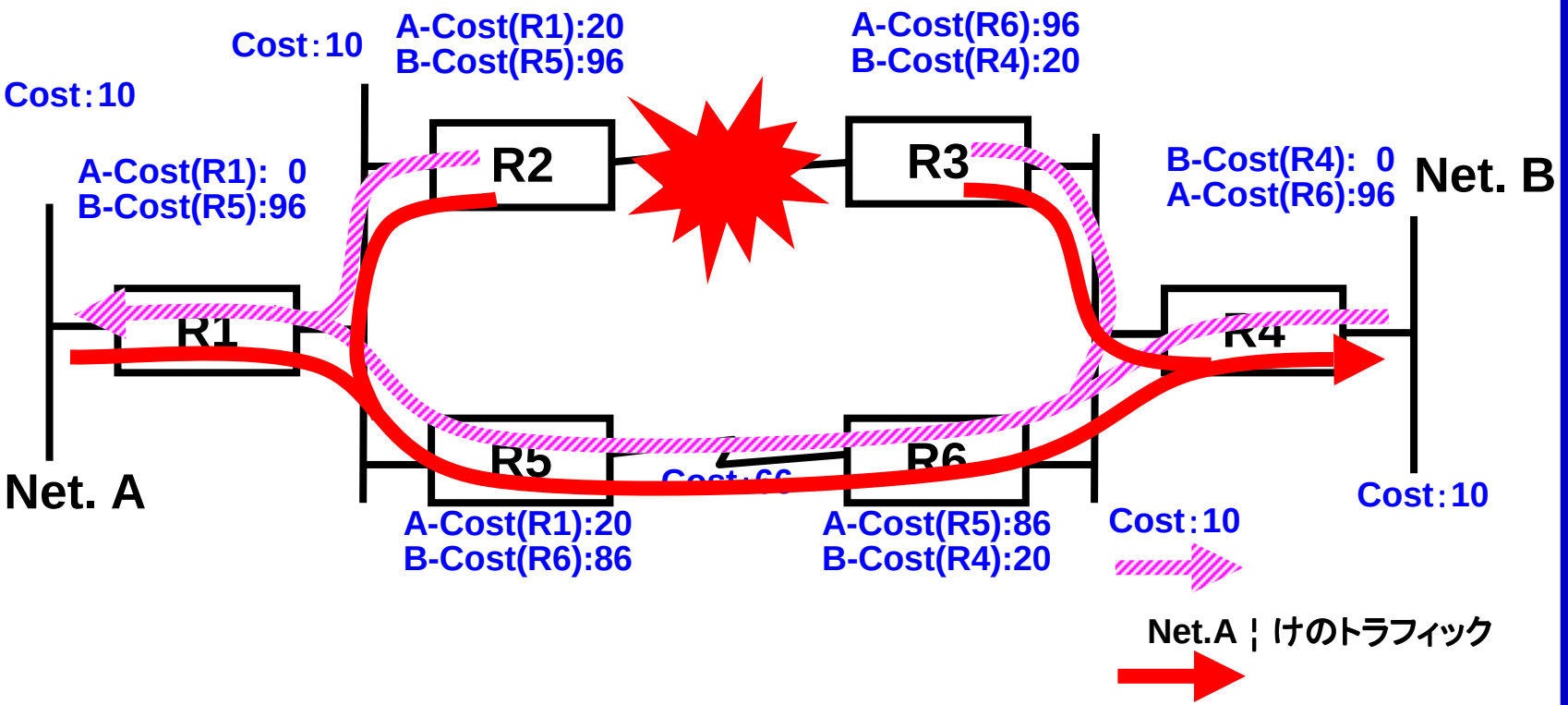
- OSPFを利用して、１ Ｙ？にそれぞれの
  ：線をバランシングして利用する

OSPFを用いたバックアップ、バランシング−経路の伝播（障害？）



- 障害発生により、R2−R3；のネットワーク情報が＜＝される

OSPFを用いたバックアップ、バランシング-トラフィックの - れ(障害？)



- 障害が発生していない：線を利用してバックアップを行う

バックアップ、バランシングの特徴

- 障害発生？には50%の®域でバックアップ
- バランシングは￣本的に1:1でバランスするため、＾３のＳなる：線をバランスさせることは{しい
- 2本の：線を有°に利用し、：線コストを±，ることができる
- LAN等に利用すると100Mbps[ｘィアを200Mbps[ｘィアとして利用することもできる

IIJ
Internet Initiative Japan

6 ² ³ のためのOSPF設定 s 1

- エリア
  - 必 ƒ 0を設定する
    - OSPFでは経路の´ µ のためにエリアという) * があるが、4 規模なネットワークではバックボーンエリア=エリア0 , けで構築すればよ0、エリアを分けて構築する必要はない
    - エリア0 ¶ · のエリアは必 ƒ エリア0と接している必要があるため、, やみにエリア分けをするとバックボーンの ¹ º が { しOなる
    - ISPなど大規模ネットワークとなるとBGP+OSPFが Z - であり、経路の ¯ µ という » ¼ ではBGPのほうが ½ れているため、バックボーン ¶ · のエリアを ¾ ¿ 的に使 K ていOことはあまりない
    - 使用 F À などの制 Á によりBGPが利用でき ƒ 、OSPFで Â O の経路を (う場合にはエリアを利用して経路 ¯ µ を図る必要がある
- x フÃルトルート
  - 必 ƒ staticなどで x フÃルトルートを ž Ä してVら OSPFで x フÃルトルートを - す
    - ÅÆがあればExternal Type 1で - す

6 ² ³ のためのOSPF設定ｓ２

- StaticＶらの経路Ç入
  - ｘフÃルトルートなどと同じOExternal Type 1で - す
    - OSPFではOSPF¶ ・のstaticやRIPなどＶら経路をＣ入するときにExternal Type 1とExternal Type 2が選べるようになKている
    - External Type 1とは
      - Ｃ入？に付‰したコストに、Ｃ入された場ÈＶら実・にOSPFの経路を受けるルータまでのOSPFコストを加，てＥÊする。同じ経路が！"Ｃ入されたときに最も近い・ロＶら・るように制御するために使われる。StaticはÇ入されたＥÈが最も近いとＩ¡できるため、Type 1が¦いている。
    - External Type 2とは
      - Ｃ入？に付‰したコストをそのまÍŸする。同じ経路が！"Ｃ入されたときにＣ入の・に付けられた½ÎÏ位に Ðいて ＥÊされる。これはBGPなど］のプロトコルの情報をOSPFで実現するために有°な手ｆ，が、現ＮBGPをそのままOSPFには - せないため、あまりＯÓがない
      - CiscoのルータはｘフÃルト設定がExternal Type 2であるため、ÇÒが必要
    - External Type 1とExternal Type 2をÔÕない
      - OSPFコストとは別にExternal Type 1 > External Type 2という½ÎÏ位があるため、障害の@り分けが{しOなる

６２３のためのOSPF設定ｓ３

- ルータID
  - ４規模では特にÖにしな0ても良いが、loopbackインターフHースを設定したほうが良い。
    - OSPFではルーター；１ｃにルータID(ルータについているIPアドレス)を用いる。
    - １ＹはloopbackインターフHースを設定するとそのアドレスが使われる
    - 同じアドレスを！"のルータのloopbackインターフHースに付けるとＬ動作するため、ÇＯが必要
- ルータを×Øあ Ùる Ï Ú
  - 能Æが Šｏ、Û Üが Ýいルータを Î に×Ø ¨ Ùたほうがよい。
    - OSPFではDR(Designated Router)Þ指定ルータß、BDR(Backup DR)、DROTHERが×Ø ¨ がKた Ì にâまり、Ethernetなど Cルチアクáス Ì ｘィアの１ｃはDRが情報を™理するため、â理能Æの Å ã があるルータに行なわせたほうが良い。
    - ４規模では Ò ０しな0てもä åが発生しないことがほとんど。

トラブルシューティング-RIPæ2とOSPFが伝播しない

- ルータのfilter等でmulticastアドレスや、protocol、portなどが制 Á されていないＶ Ç Ò する
  - RIP2
    - 224.0.0.9
    - UDP 520
  - OSPF
    - 224.0.0.5/224.0.0.6
    - Protocol 89
- Multicastを \ Ｘートしない場合
  - OSによKてはmulticastを受けられない場合がある
    このときはbroadcastにて ç 用する

IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティングのまとめ

- VLSMをｅｅするとRIP2,OSPFを利用すべき
- 単ｙなネットワーク構Ｇはstaticを選択
- Defaultのみを利用する場合はRIPでも．分
- バランシングなどを行なう場合はOSPFを用いる

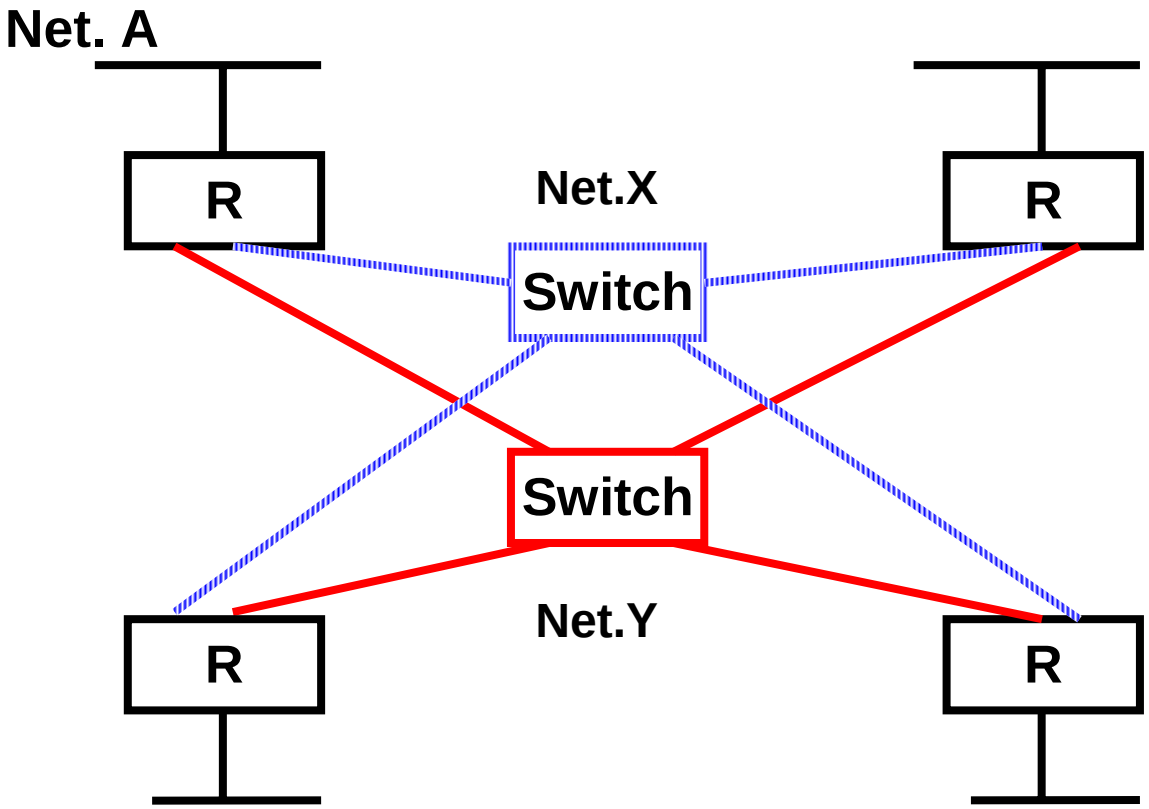
IIJ
Internet Initiative Japan

ダイナミックルーティングプロトコルを用いた障害にêいネットワーク構G

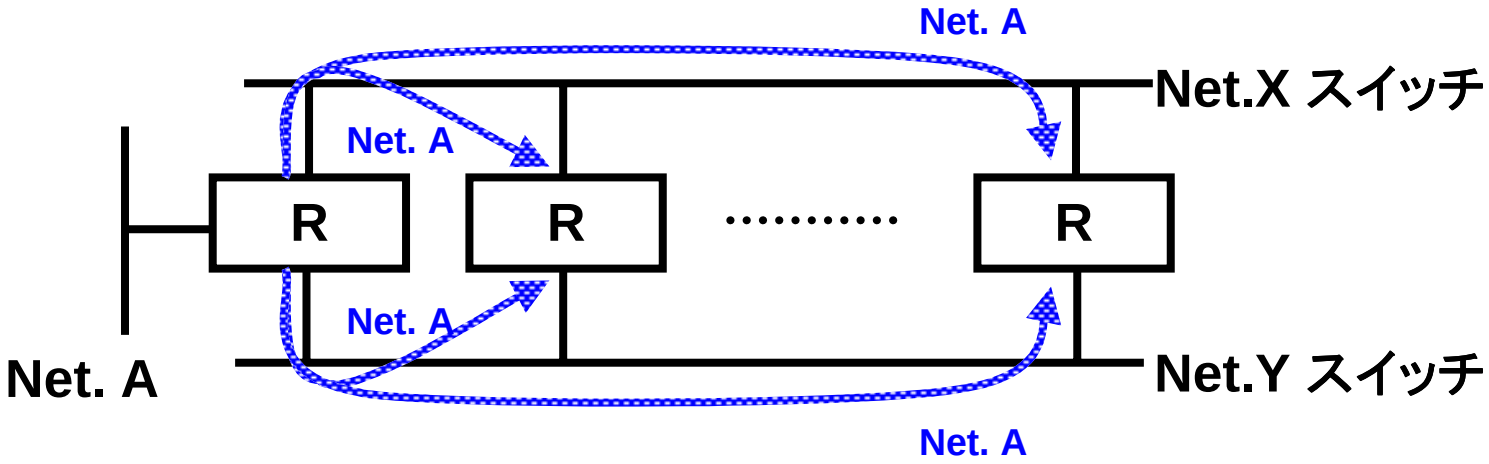
- ｘュアル構Ｇ ëOSPFによるバックアップ、バランシング
- リングトＸロｕによるバックアップ

IIJ
Internet Initiative Japan

ｘュアル構Ｇｅ OSPFを用いたバックアップ、バランシング接続図

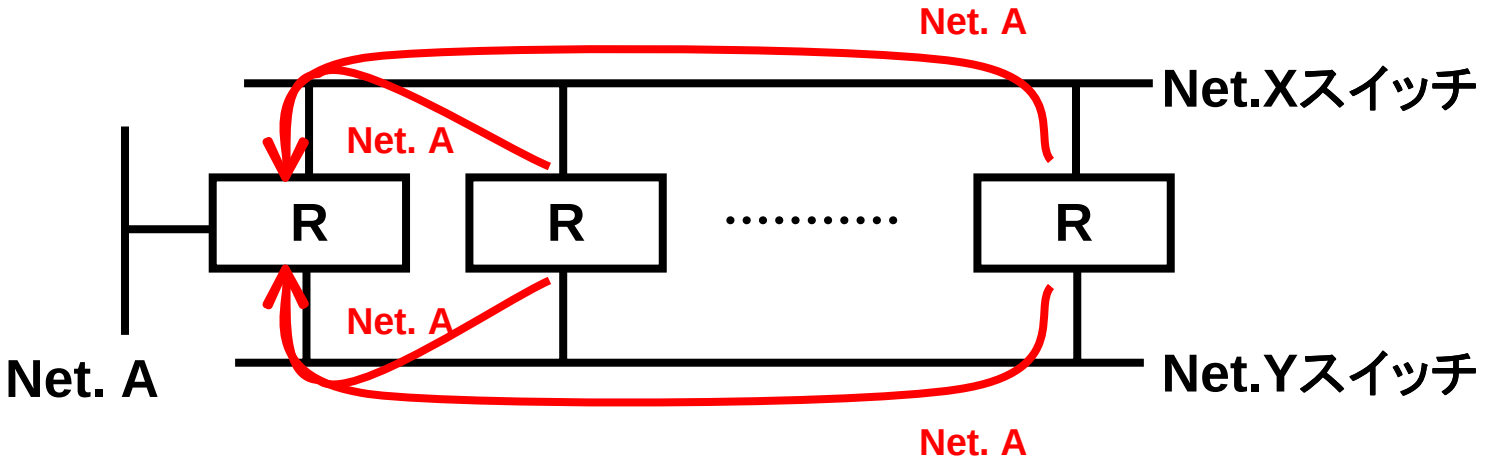


xュアル構Gëを用いたバックアップ、バランシング-経路の伝播（１Ｙ？）



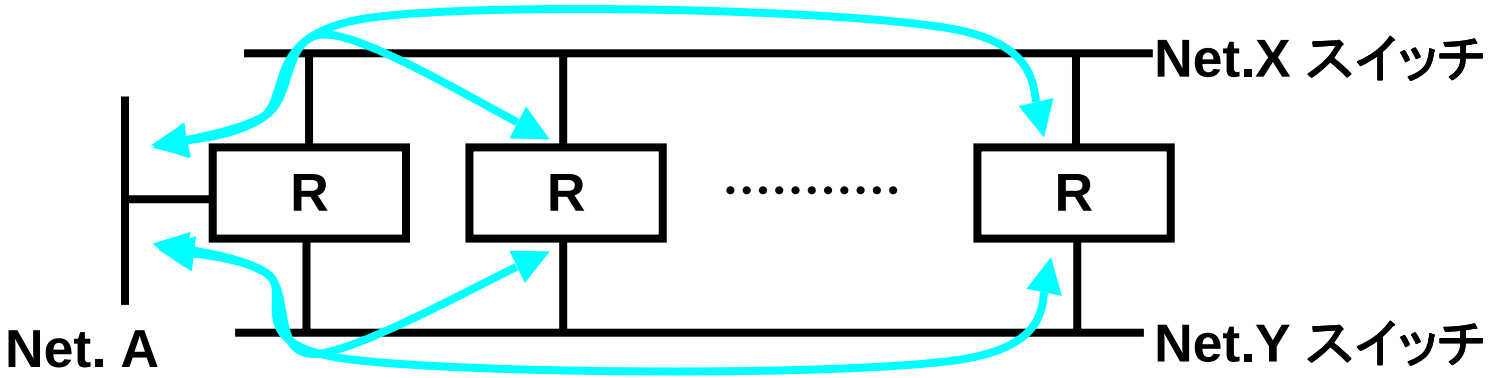
- OSPFで Net.Aの経路情報を広Ｐする
- 経路情報は＾ルータに対して、2つのスイッチＶら等Ê に伝播する

xュアル構Gëを用いたバックアップ、バランシング -ルーティングテーブル（１Ｙ？）



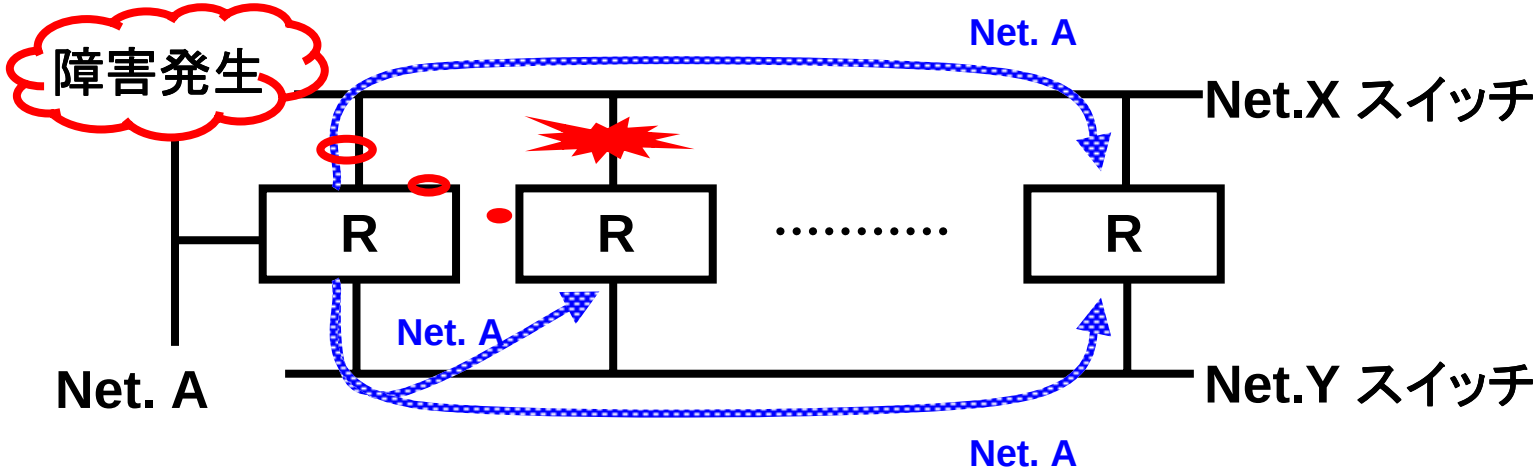
- 伝播した経路情報により、^ ルータに経路情報が設定される。
- 2つのスイッチVら等Êな経路情報が伝播してきたため、2つの経路情報が設定される

ｘュアル構Ｇｅ OSPFを用いたバックアップ、バランシング –トラフィックの - れ（１ Ｙ？）



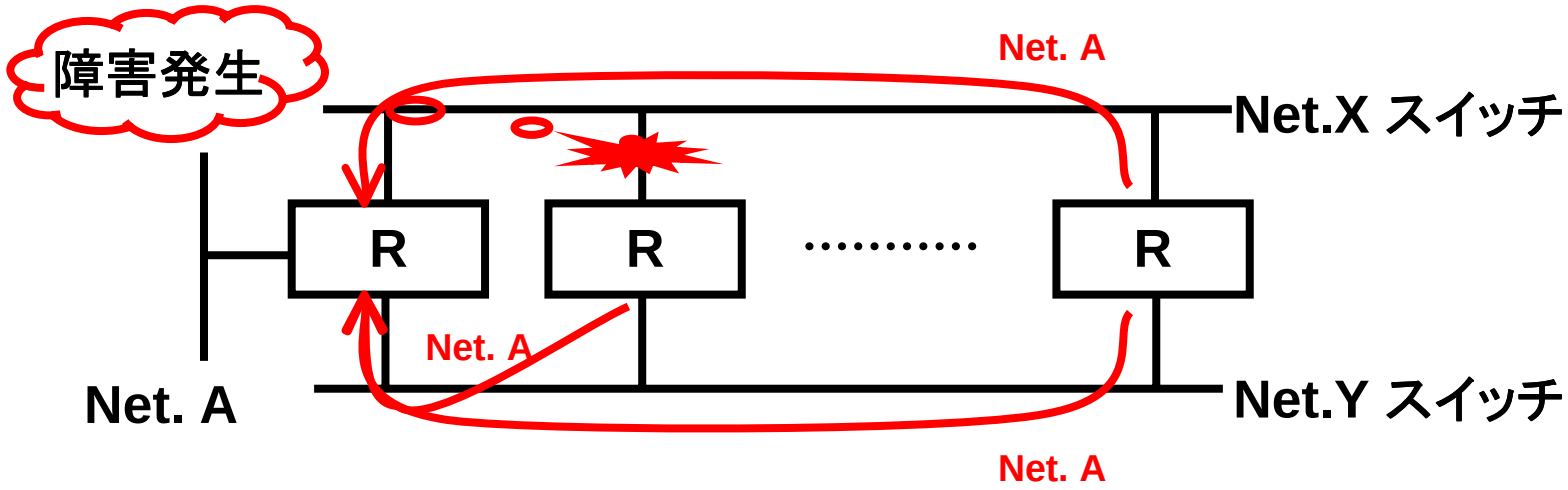
- １ Ｙ？には、2つのスイッチを経由するトラフィックがバランスする

xュアル構Gëを用いたバックアップ、バランシング -経路の伝播(障害？)



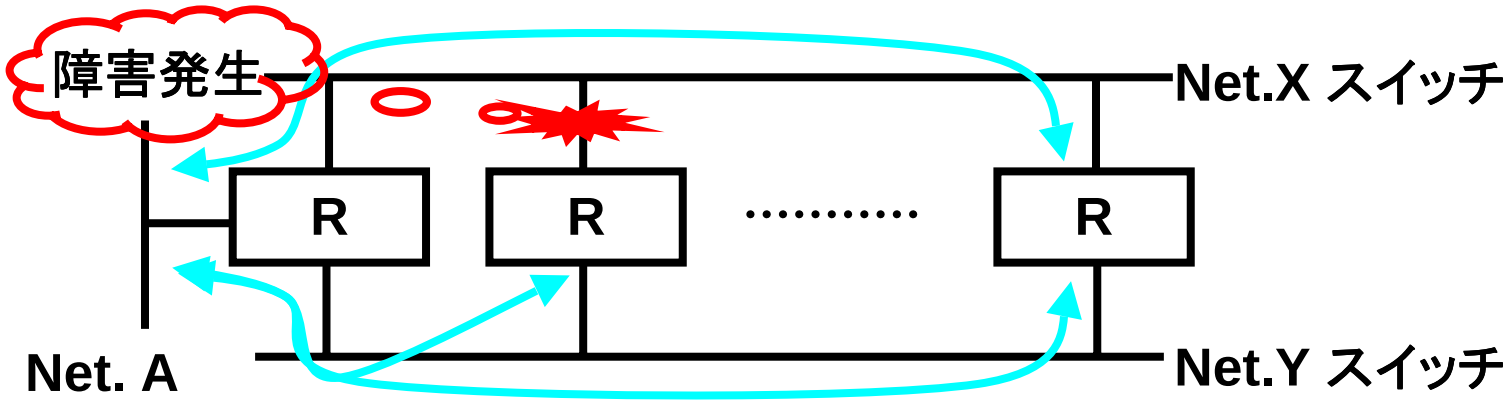
- 障害発生により、経路情報の伝播に一１に変化が生じる

xュアル構G ëOSPFを用いたバックアップ、バランシング -ルーティングテーブル(障害？)



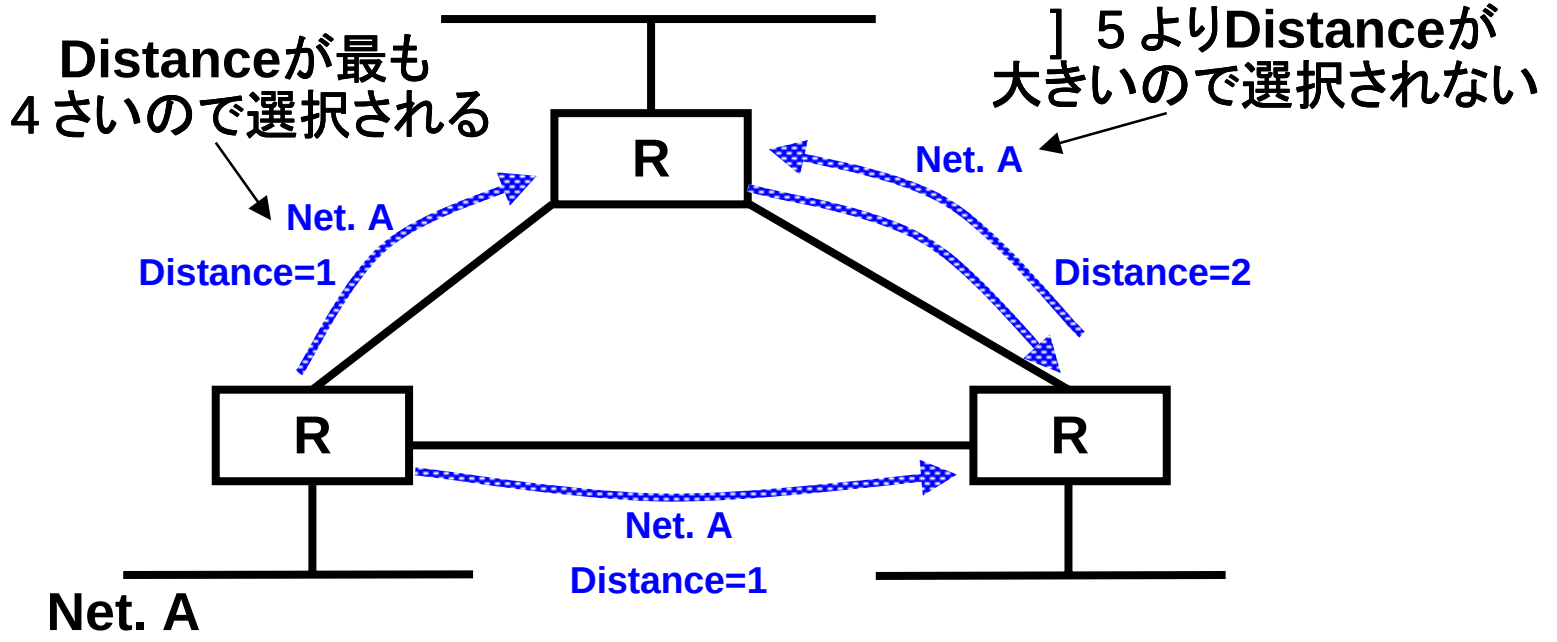
- 伝播する経路情報が変化するため、^ ルータに設定されている経路情報も変化する
- ー５のスイッチVらの経路がｉ，ても、もうー５のスイッチVらの経路でバックアップを行う

xュアル構G ëOSPFを用いたバックアップ、バランシング
–トラフィックの - れ（障害？）



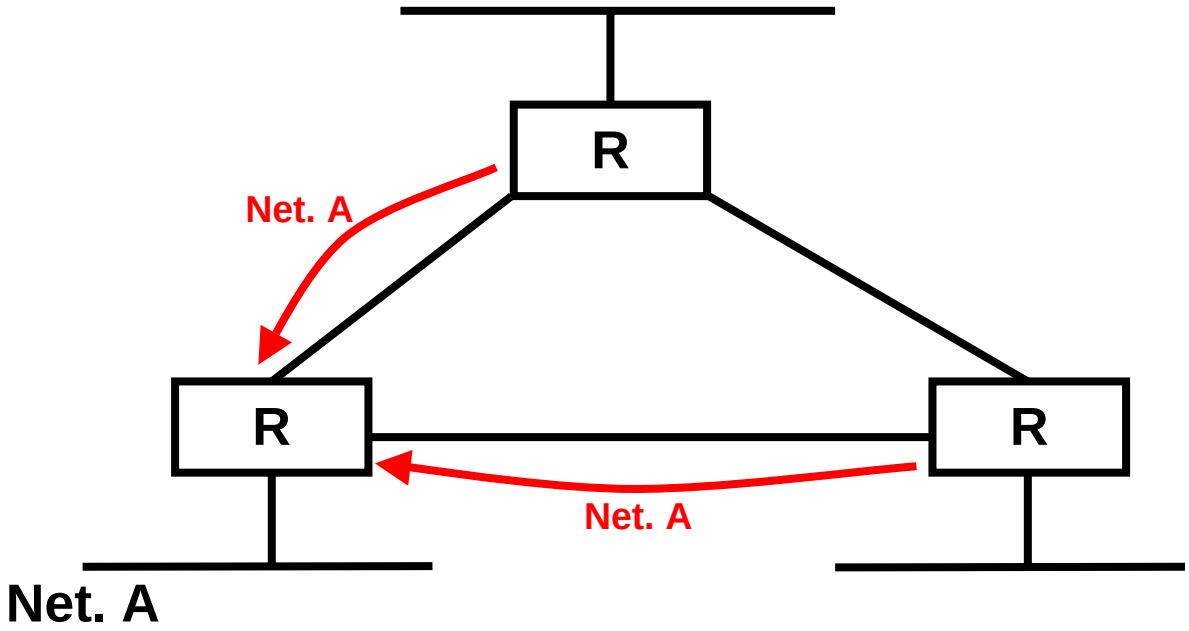
- 障害？には、2つのスイッチどØらVを利用して障害を
  í ：することができる

リングトXロuによるバックアップ –経路の伝播（１Ｙ？）



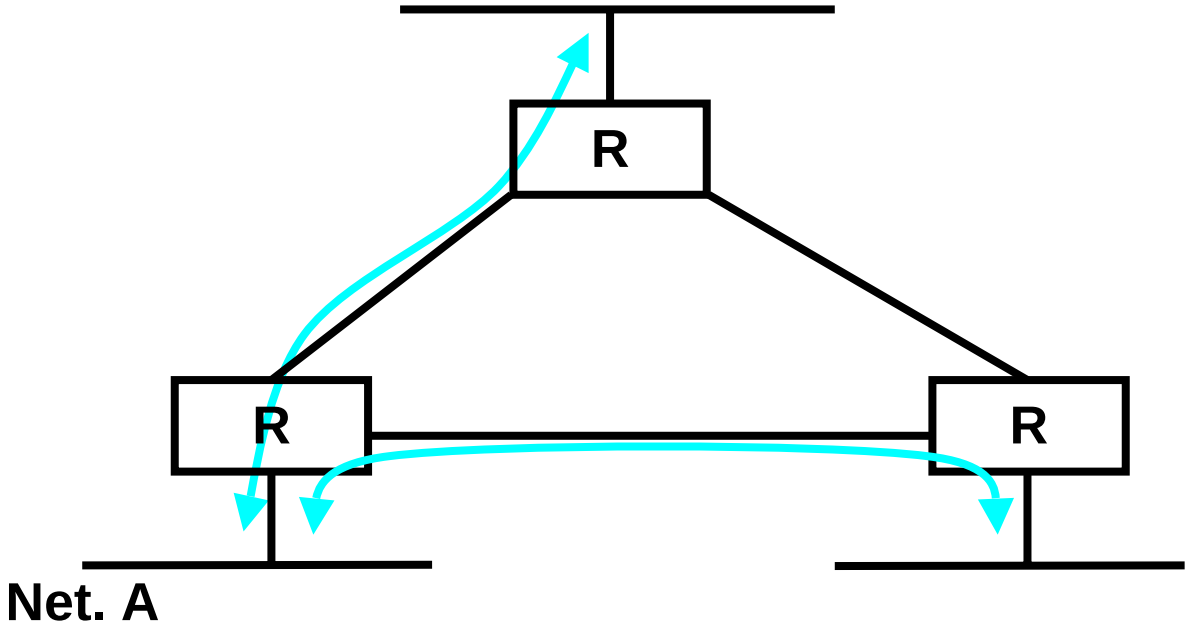
- RIPで Net.Aの経路情報を広Ｐする
- １Ｙ？は最 î な経路が½ Î される

リングトXロuによるバックアップ -ルーティングテーブル(１Ｙ？)



- 伝播した経路情報Vら、^ルータに経路情報が設定される

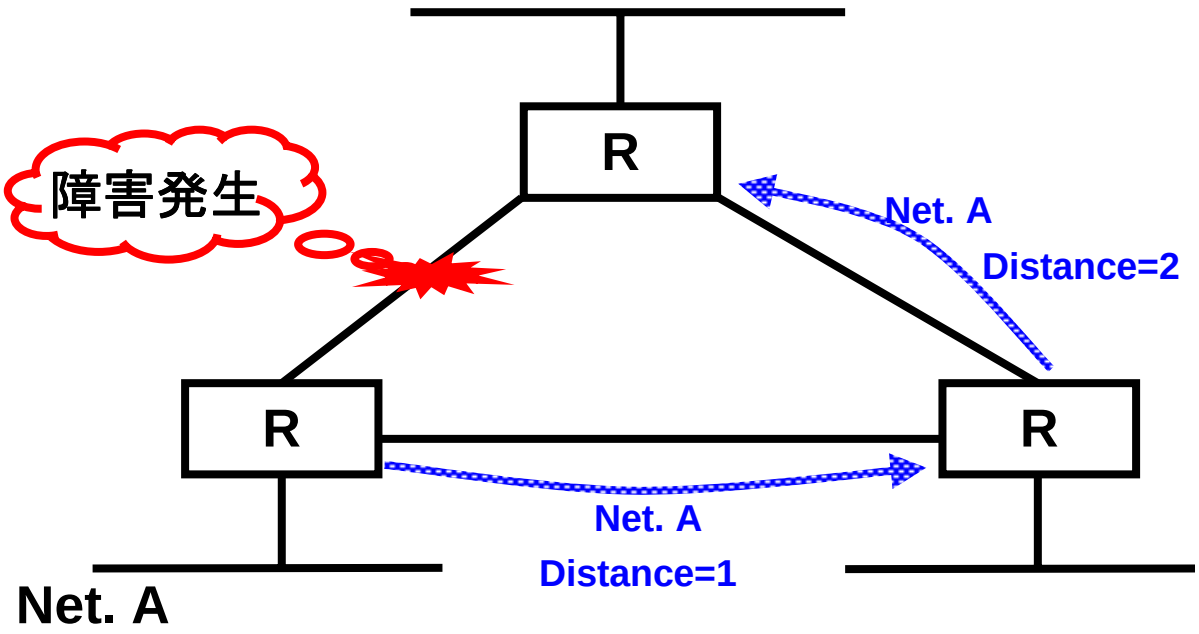
リングトXロuによるバックアップ – トラフィックの - れ（１Ｙ？）



- １Ｙ？は最î な経路が½ Î されて、１ｃが行われる

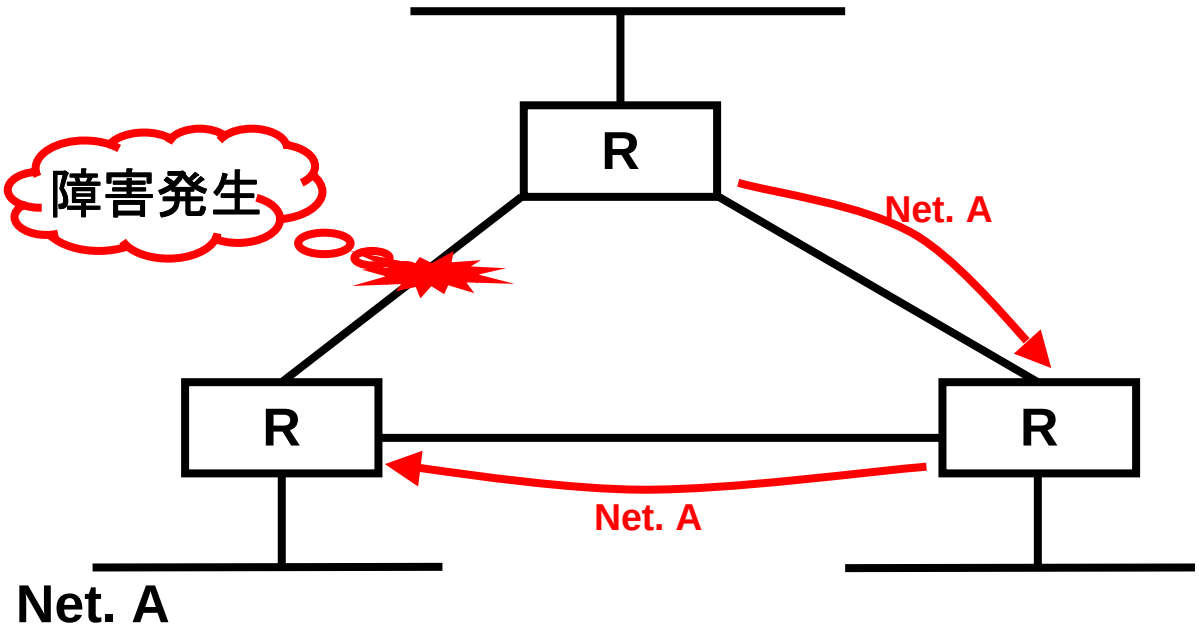
IIJ
Internet Initiative Japan

リングトポロジによるバックアップ -経路の伝播(障害？)



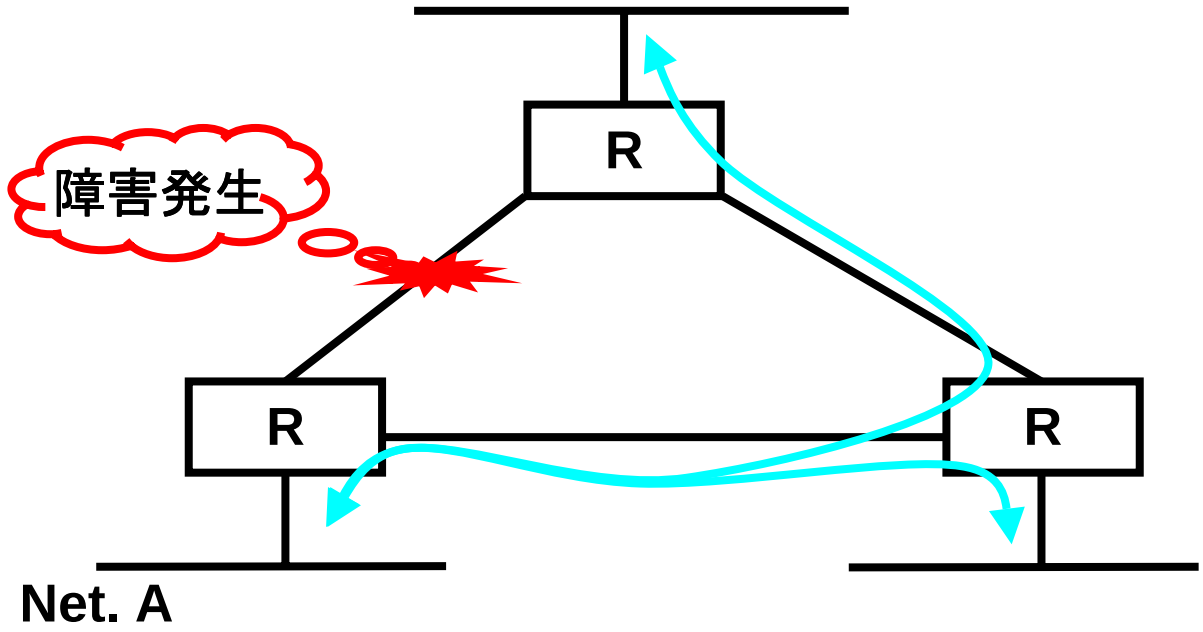
- 障害により、経路情報の伝播に変化が生じる

リングトXロuによるバックアップ -ルーティングテーブル(障害？)



- 伝播する経路情報の変化により、ルータに設定されている経路情報も変化する

リングトＸロｕによるバックアップ –トラフィックの - れ（障害？）



- 障害？には、ｉ：りな経路を利用して１ｃをバックアップする

WAN構築

ここでは利用：線別のWAN構築の５ｆについて解説します

- 広域Ethernetを利用したWAN
- インターネットVPNを利用したWAN

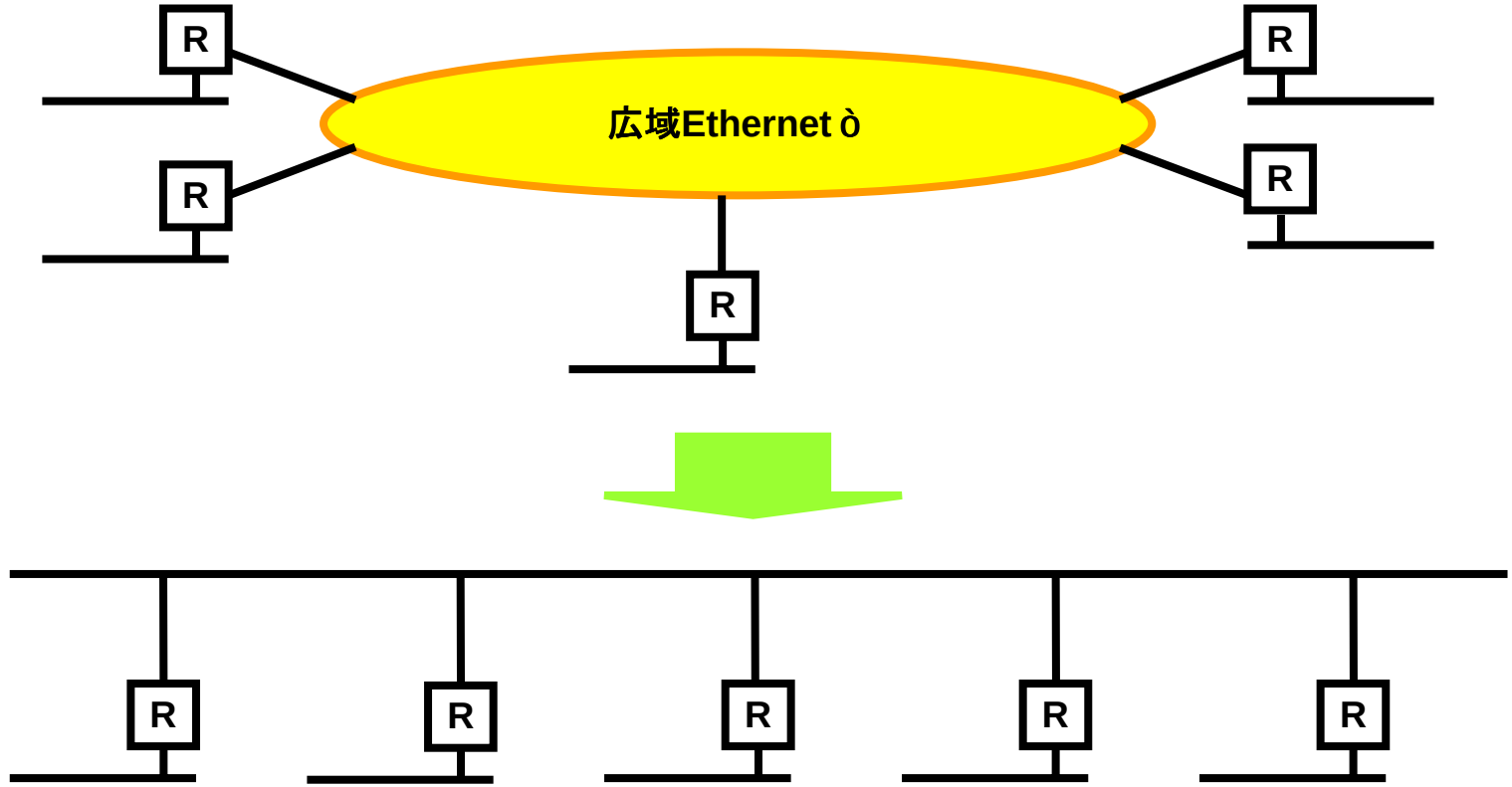
IIJ
Internet Initiative Japan

広域Ethernetを利用したWAN

- 広域Ethernetを利用する理由
  - 安Ê
  - IP¶・の€・ットが１る(SNAなど)
  - ATMやPOSなどのŠÊなWAN I/Fが不要
  - ルータを利用せƒにHUB，けでネットワークが構築できる
  - Tag VLANを利用して！"のVLANを！"ð¼に容+にŸKていOことができる
- ñ：とりあÙるXイント
  - IPのみを利用、ルータを利用、ダイナミックルーティング

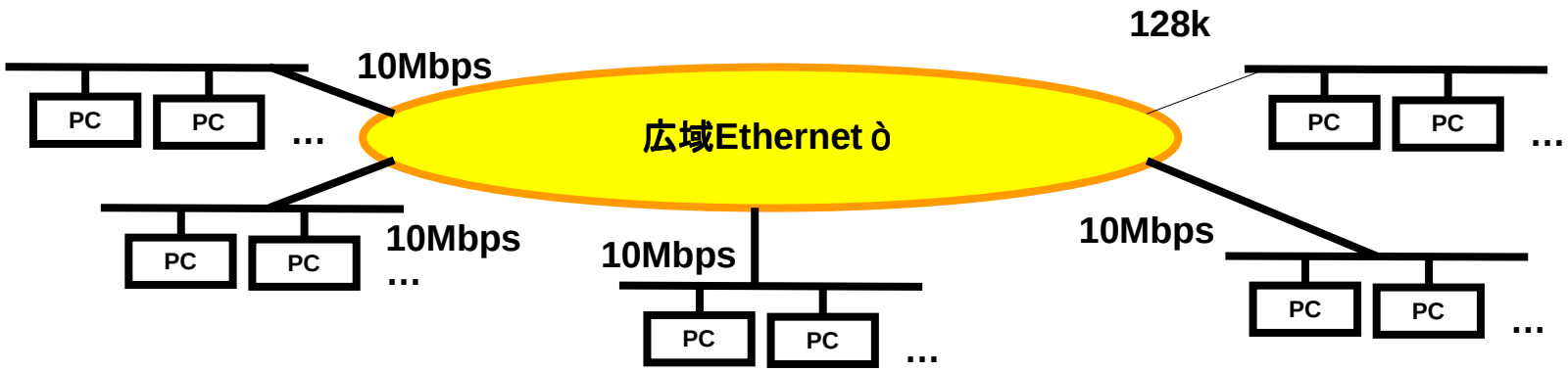
IIJ
Internet Initiative Japan

ネットワーク構Ｇ



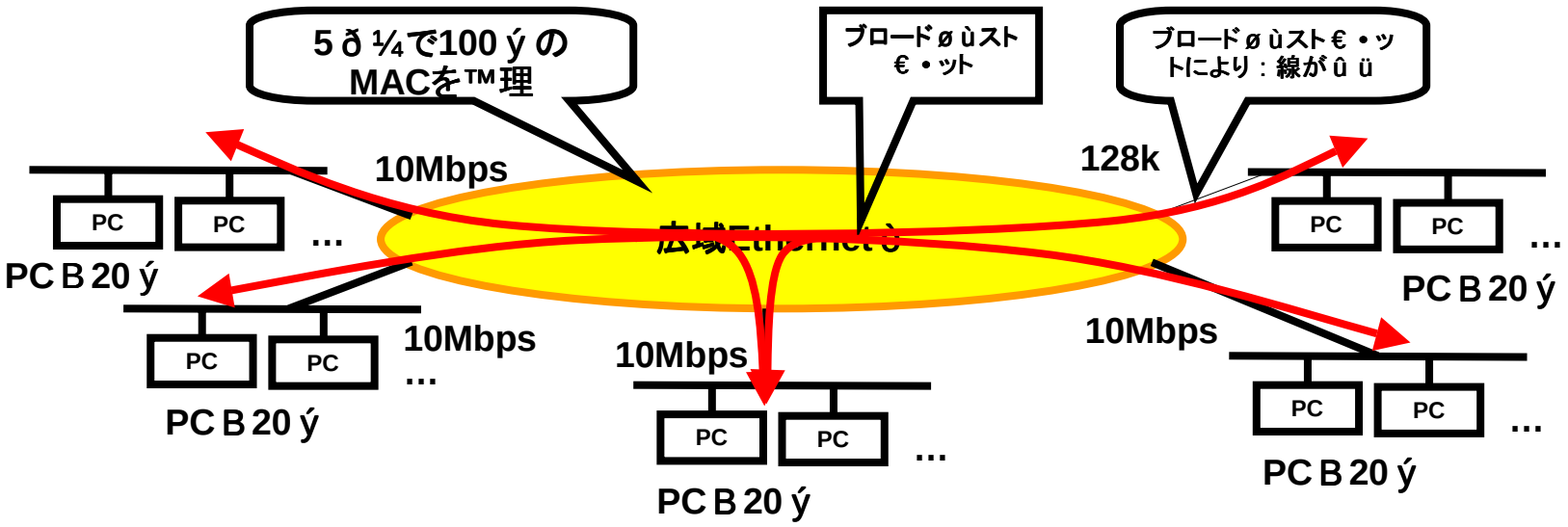
- 広域Ethernetòは LANのEthernetと同ó にＤ，る
- ¯本的にはLANと同じ設Ž手ｆが使，る

HUBのみで構Ｇした場合



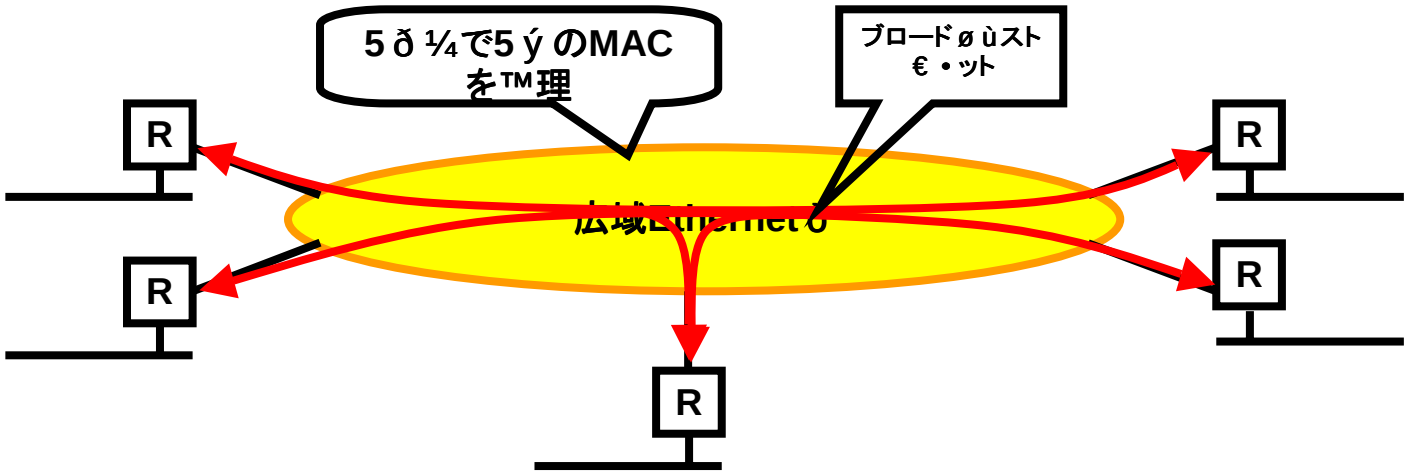
- 広域EthernetはLANと同ó にHUBのみでもネットワークを構Ｇすることができる。

HUBのみで構Gした場合のä å¼



- HUBのみで構築し、PCô õを‘ 接広域Ethernetに接続すると広域Ethernet内で™理すべきMACがö 加する。
- これによりARPやWindows ÷ のブロードø ùストがö 加し、：線のú いð ¼がû üする。

ルータを設þした場合



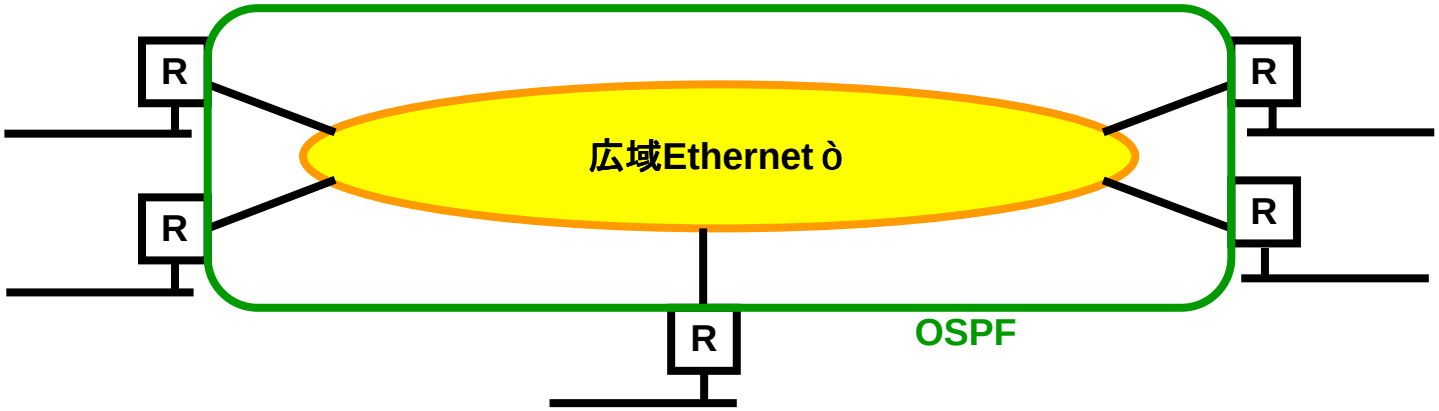
- ルータを設þした場合には広域Ethernet内でのMACはルータのý"にÁられるため、ブロードøùストのö加をÿ|ことができる。

ルータを設βすべきV

- ルータを設βすべきV、HUBのみで構築すべきV
  - 広域EthernetはHUB，けで容＋にネットワークを構築できるが、ス・ールするネットワークとするためにはルータを設βすべきである。
  - ４規模ð¼などHUBのみで構築が必要な場合にはルータ接続ð¼とはSなるVLANで構築することが望ましい。

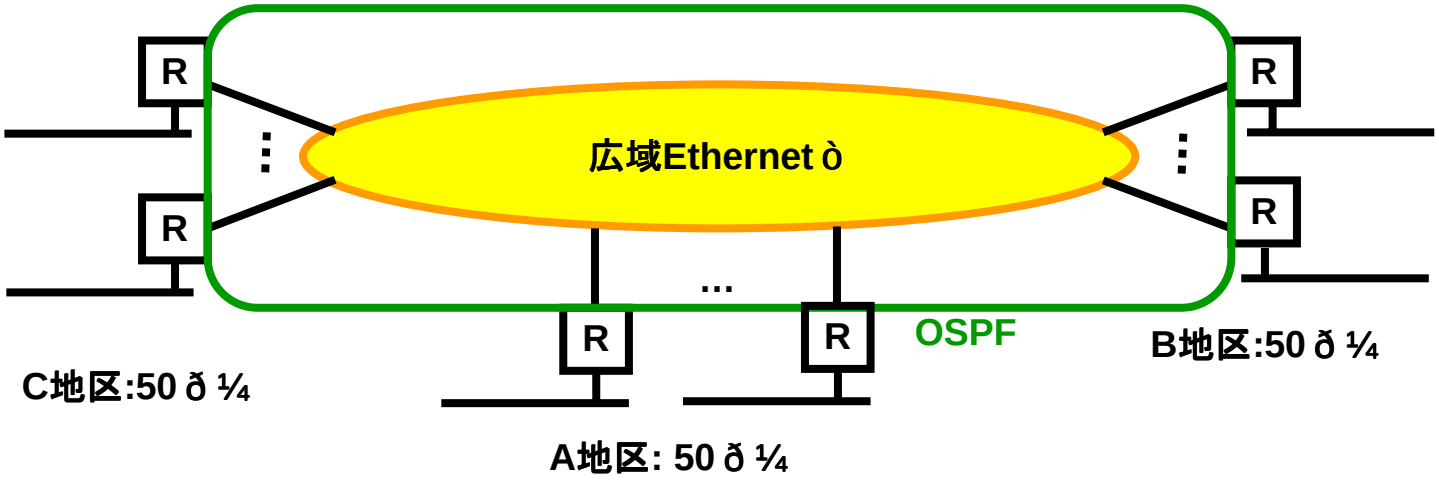
IIJ
Internet Initiative Japan

広域Ethernetでの OSPFの利用



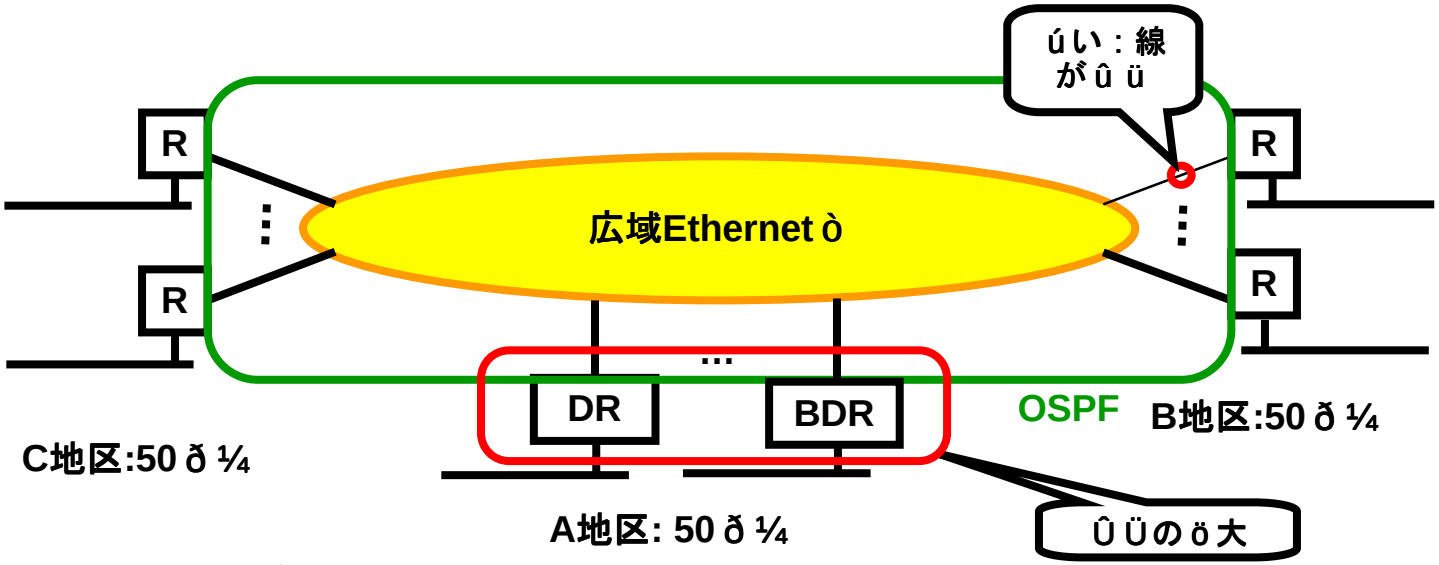
- 広域Ethernet ò でのOSPFの利用
  - 広域EthernetではLANと同 ó にダイナミックルーティングが利用できるが、一 e 的にはOSPFを用いられることが Â い。
  - 広域Ethernet ò でのOSPF利用の Ｘイントについて解説する

Â ð¼でのOSPFの利用



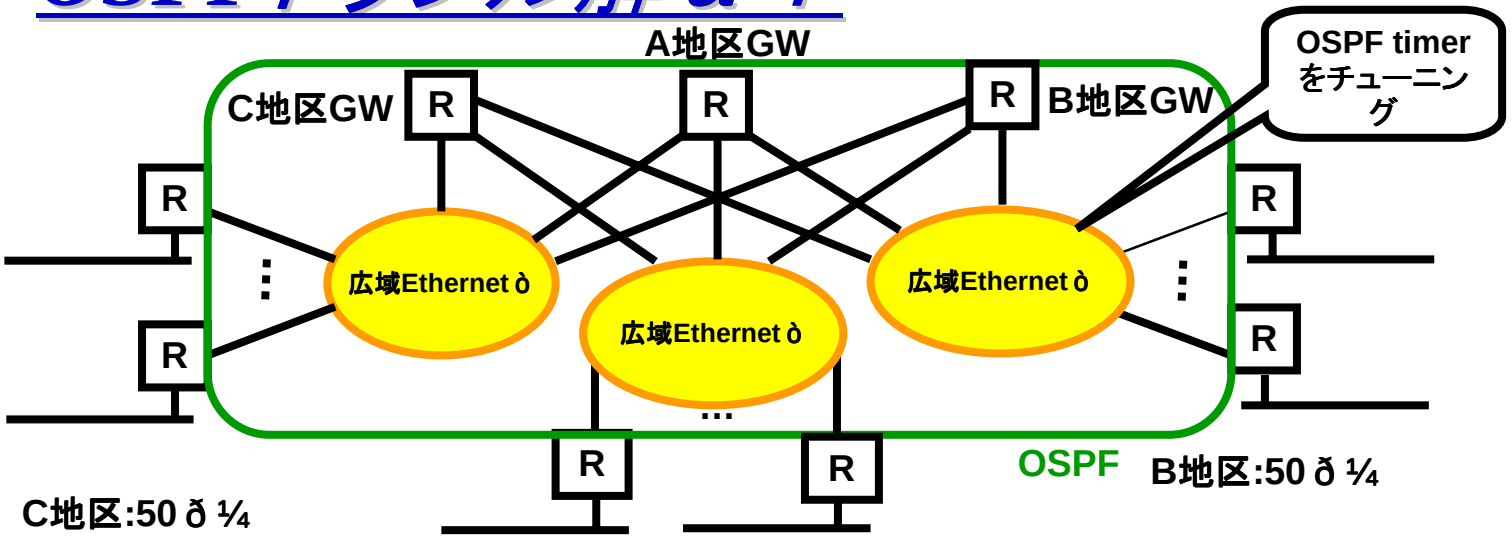
- Â0のð¼を1つの広域Ethernet ò で結び、OSPFを動Ｖす。
- 図ではA,B,C地区それぞれに50 ð ¼接続しており、合Ž150 ý のルータが同一の広域Ethernet ò を利用している。

OSPF利用？のトラブルシューティング



- úい：線のûü
  - OSPFのHelo€・ットによりúい：線がûüしてしまう
- DR/BDRのÛÜö大
  - DRおよびBDRにÛÜが´中し、不安定となる
  - DR,BDRにŠいスペックのルータが必要となる

OSPFトラブル解ｶ ｲ



- 広域Ethernetｸの分割及び中継ルータの設ｸ
  - 巨大すぎる広域Ethernetｸを1ｱグ[ント50ｹ…3として分割
  - それぞれの広域Ethernetｸを中継するルータを設ｸ
  - 広域Ethernetを分割することで、OSPFCルチｵｳストを減らすことができる
  - ｱグ[ントの分割により、DR、BDRを分　配ｸでき、ﾛ ﾜを下ﾙることができる
- OSPF timerのチューニング
  - ｳい：線を収容している広域Ethernetｸ のOSPFのHello；隔を伸ばし、ｳ ｳを：避する

広域Ethernetを利用したWAN:まとめ

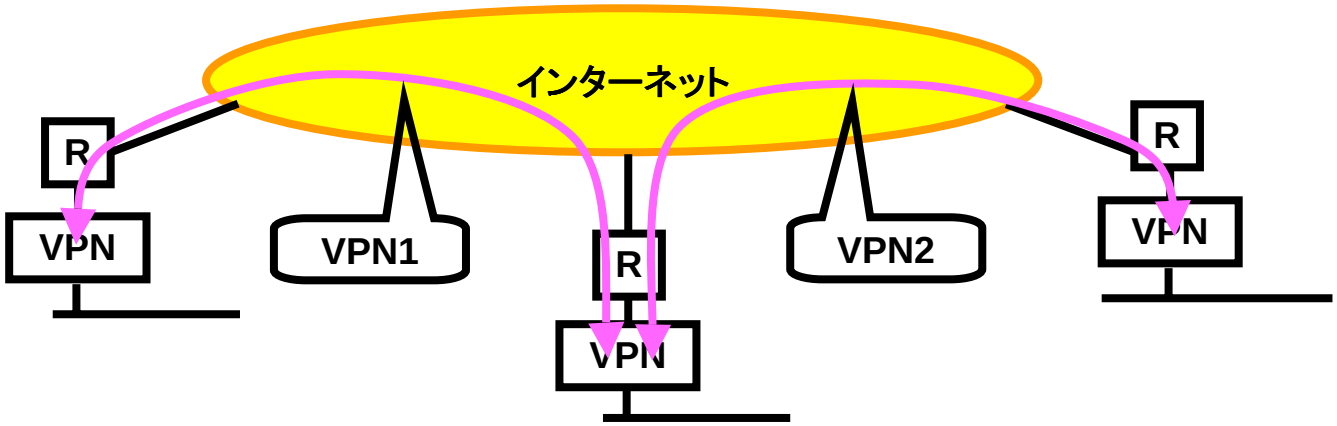
- HUBのみで構築すべきＶ、ルータを設þすべきＶ
  - ルータを設þしたほうがス・ールする
  - HUBのみの構Ｇとルータ設þの構ＧがÔ＄する場合にはTag VLANなどを利用してＳなるネットワークに収容する
- ルータの設þý"が50ýを超，るようであれば広域Ethernetを分割して、それぞれのネットワークを接続する中継ルータを用Òする
- úい：線を利用する場合にはOSPF timerをチューニングしてûüしないようにする

IIJ
Internet Initiative Japan

インターネットVPNを利用したネットワーク

- インターネットのブロードバンド化とÝ Ê 格化、VPN装þのÝ Ê 格化とŠ性能化により、急激にインターネットVPNが普及してきました。
- ここではネットワークという@りロ ＶらWANとしてインターネットVPNを利用してきます
- VPNにはさまざまなプロトコル、暗号化技術、Ｍ証システムなどの要素がありますが、プライベートネットワーク；で影響を受ける Ｉ分にのみ８目して解説します。暗号化された€ •ットのÑ態など、プライベートネットワーク；では隠される要素につきましてはここではブラックボックスとして (います。

ー e 的なインターネットVPN構 G

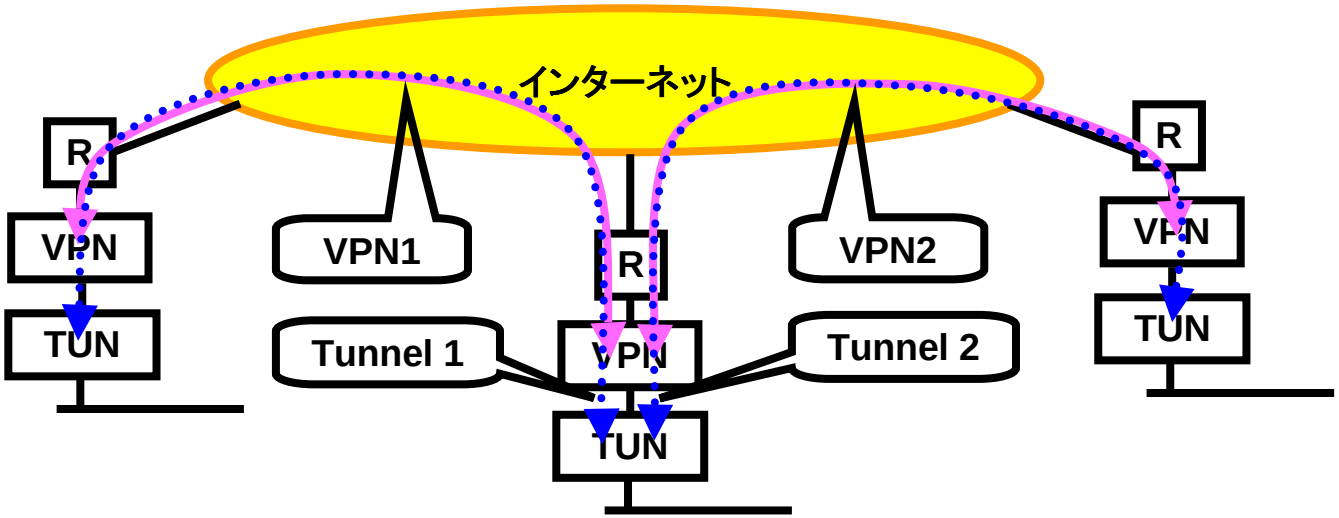


- ー e 的なインターネットVPNの構 G
  - インターネット接続ルータの下にVPN装 þ を設 þ し、VPN装 þ ；でVPNを º る
  - VPNに - せる € • ットはVPN依 #
  - 暗号化 € • ットのスループットの Š いVPN装 þ ではVPN ；でOSPFなどのダイナミックルーティングが利用できないことが Â い

スループットとダイナミックルーティングなどを « × するためには

IIJ
Internet Initiative Japan

ネットワーク化されたインターネットVPN構G



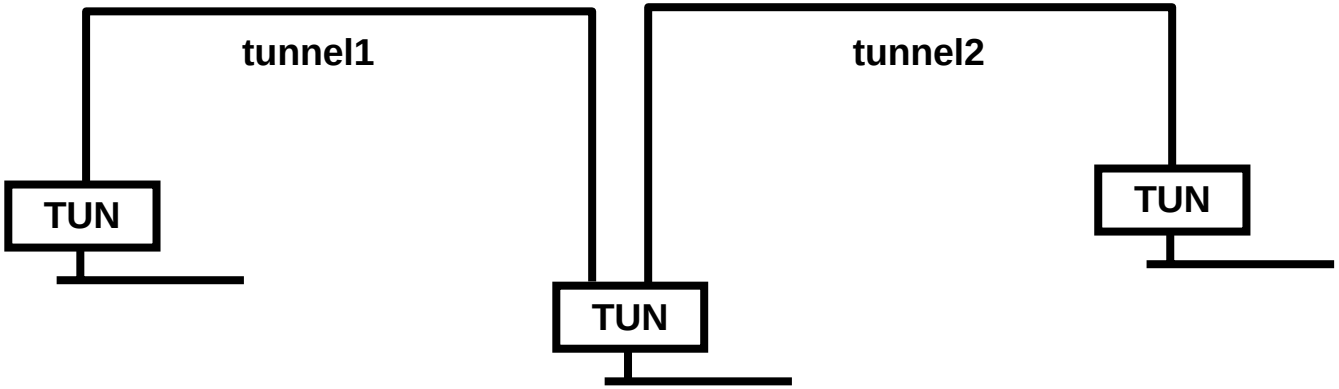
- ネットワーク化されたインターネットVPN構G
  - インターネット接続ルータの下にVPN装þを設þし、VPN装þ；でVPNをº る(IPsecなど)
  - VPN装þの内_にtunnelルータを設þし、VPN ¨ にtunnelをº る(GRE、ipipなど)
  - Tunnelは暗号化する必要はない
  - Tunnelは専用線と同等にD，るため、ダイナミックルーティングが利用できる
  - VPN装þはダイナミックルーティングを利用できな0てよい

VPNで利用されるプロトコル

- IPsec
  - IP Security Protocol
  - M証、暗号化を行う
  - RFC2401～2412,2451,2857,3526,3554,3566,3602
  - Protocol 50(ESP:encapsulating security payload)
  - Protocol 51(AH:authentication header)
- GRE
  - Generic Routing Encapsulation
  - レイヤ3　tunnelを行う
  - RFC1701,1702
  - Protocol 47(GRE)
- •P•P
  - IP Encapsulation within IP
  - レイヤ3 tunnelを行う
  - RFC2003
  - Protocol 4(IP-ENCAP:IP encapsulated in IP)
- GIF
  - Generic Tunnel Interface
  - IPIPをUNIXなどで (うときに利用される
  - IPIP tunnelのことをGIF tunnelとｖぶこともある

IIJ
Internet Initiative Japan

ネットワーク化されたインターネットVPN構G



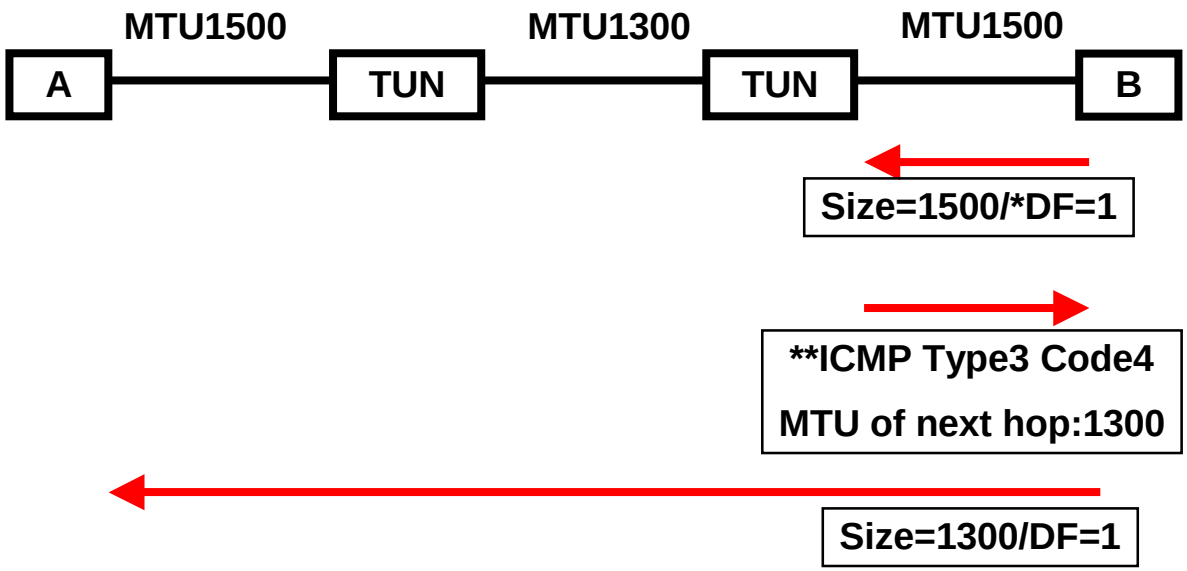
- プライベート_Vらみたネットワーク構G
  - Tunnelルータ;はtunnel1およびtunnel2の2つの専用線で接続されていることと同ó に(,る
  - OSPFなどのダイナミックルーティングを容+に(うことができる

インターネットVPNの解ä å¼

- MTUが1500より4さ0なることによるä å¼
  - インターネットVPNなど既#のネットワークの¨にtunnelを°Kて利用する場合にはMTU(Maximum Transmission Unit)が1500より4さ0なることによるä åが発生する
  - Path MTU Discovery Blackholeä å
    - RFC1191 Path MTU Discovery
    - RFC2923 TCP Problems with Path MTU Discovery

    →詳し0は後述
  - Path MTU Discovery Blackhole¶ ·のMTU1500を必要とするアプリ・ーシUンのä å
    - DF=1で送cを行うLANアプリ・ーシUン
  - フラグ[ントによる€フÃーCンスのÝ下
    - 4さいMTUËÈを1 2する・にフラグ[ントが許可されていれば、フラグ[ントすることによりすべての\イズのIP€・ットを1 2させることができる
    - た，し、フラグ[ントによりスループットがÝ下する恐れがある

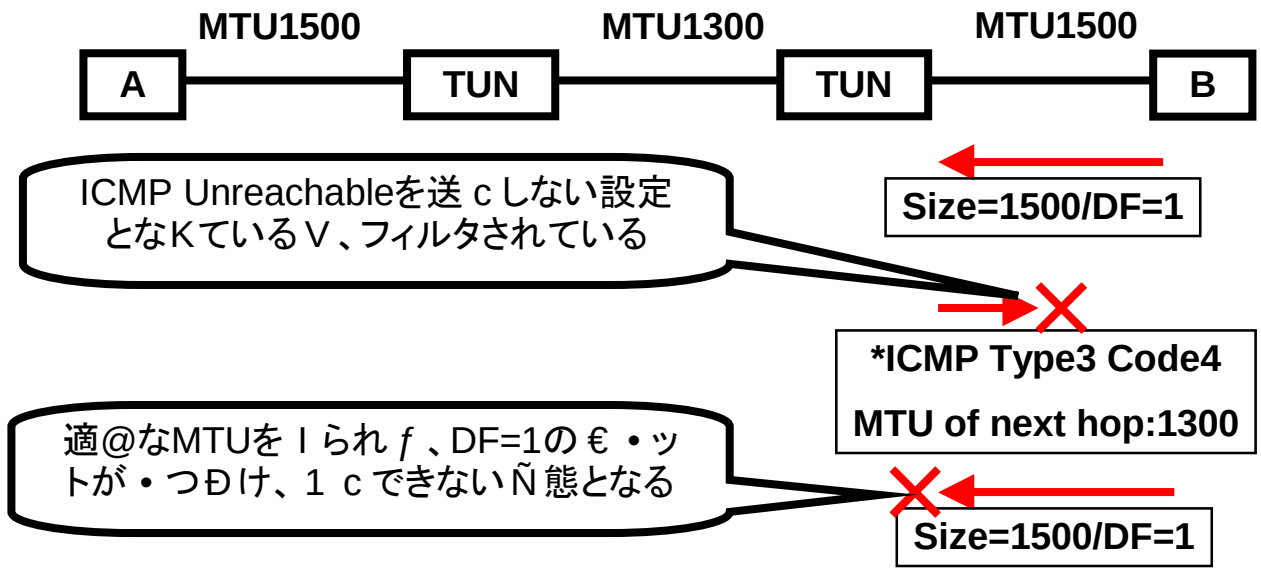
Path MTU Discovery の動作原理



*DF	Don't Fragment
**ICMP	
Type3	Destination Unreachable
Code4	Fragmentation Needed and Don't Fragment was Set

- Path MTU Discoveryの原理
  - DF=1としたIP€・ットを送・し、Destination Unreachableが戻Kてきたときに適@なIP€・ット\イズに¬ -して送cすることで、エンド-エンド;の最大で最適なMTUを利用する仕組み

Path MTU Discovery Black hole ä å

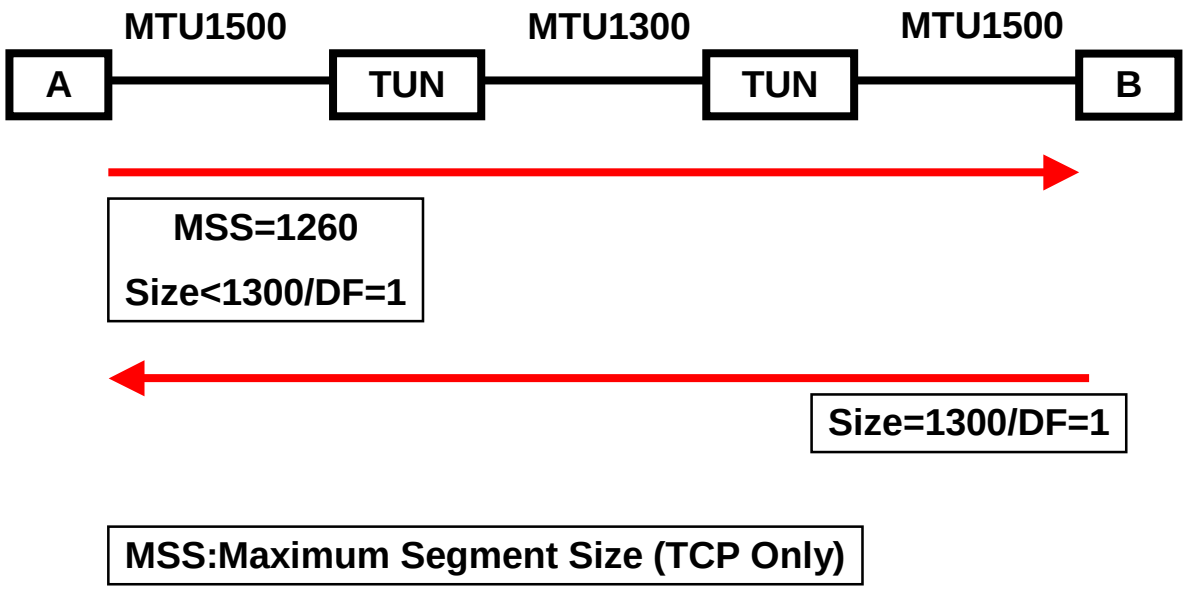


*ICMP	
Type3	Destination Unreachable
Code4	Fragmentation Needed and Don't Fragment was Set

- Path MTU Discovery Black holeとは
  - Path MTU Discoveryの原理でg要な役割をŸつICMP Unreachableがフィルタされることで、適@なIP € • ットの送 c が行 , f 、1 c できな0なるÑ態のこと

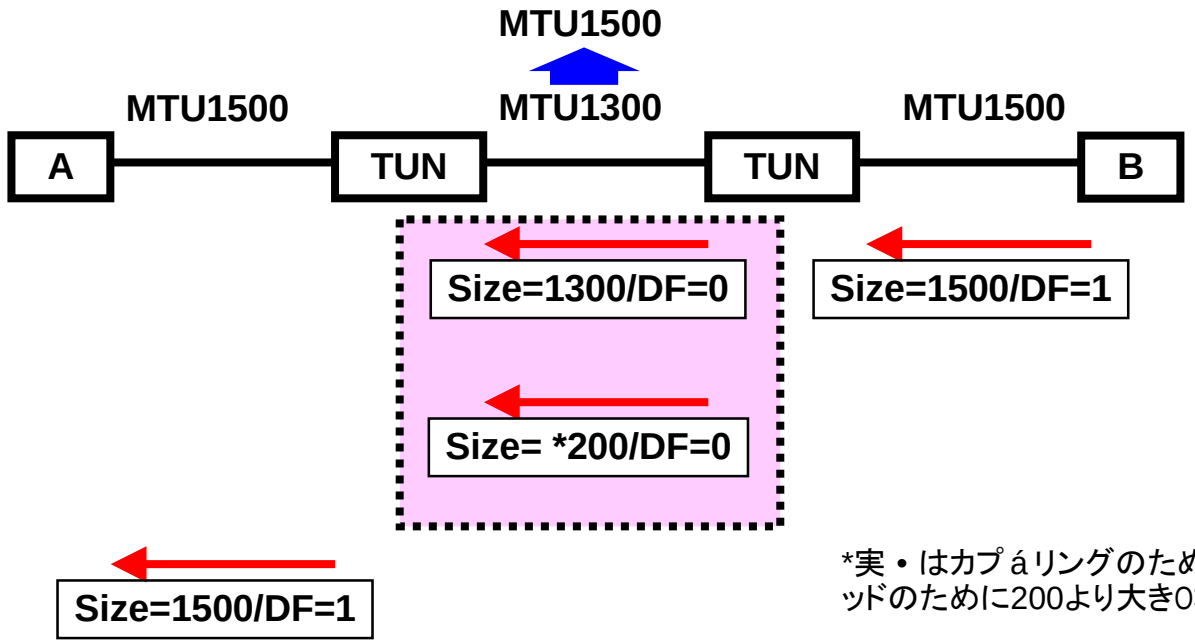
IIJ
Internet Initiative Japan

Path MTU Discovery Black hole ä å の解 à f 1



- TCPのMSSを利用する
  - TCPでは1３に送・する最大のａグ[ント\イズMSSを指定することができる。この€ラ[ータをMTUが４さ0なるＸイントでœき換，ることで、TCPにÁKてPath MTU Discovery Black holeを解ａすることができる

Path MTU Discovery Black hole ä å の解 à f 2



*実・はカプ á リングのためのオーバーヘッドのために200より大き0なります

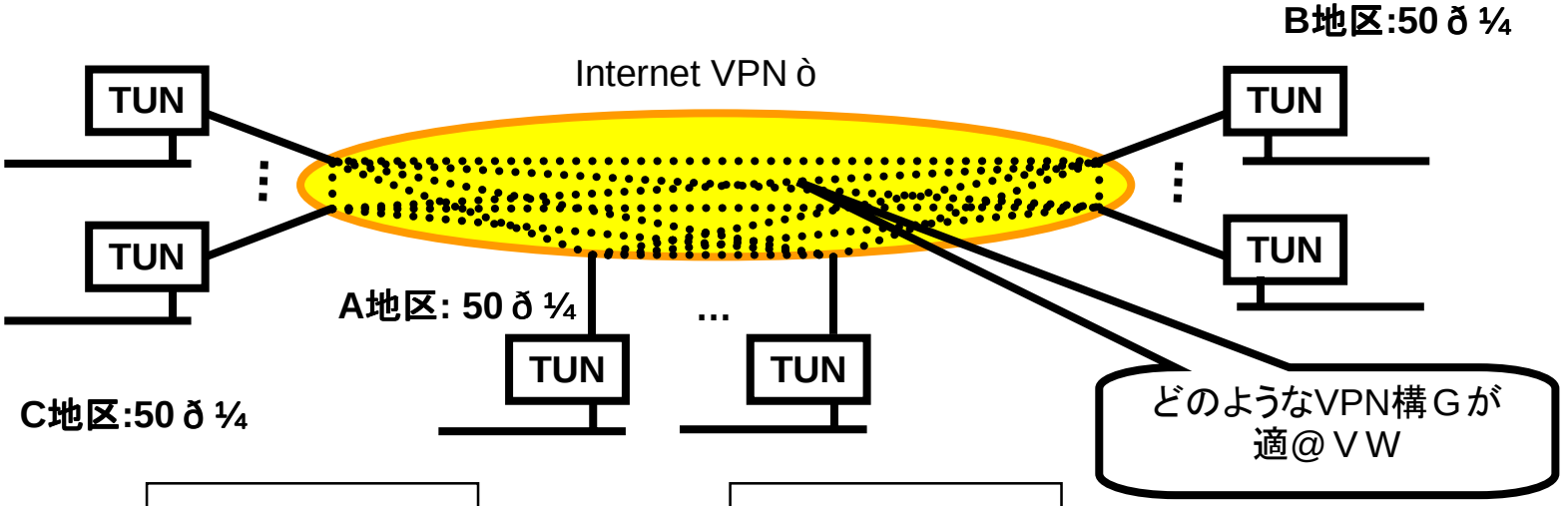
- TunnelのMTUを1500に ¹ º する
  - TunnelのMTUを1500に ¹ º することで、tunnel区；を € • ットを分割して 1 2 させることができる
  - TCP(Protocol:6) ¶ · のUDP(Protocol:17)や ESP(Protocol:50)などの1500バイト € • ットを 1 すことができる
  - Path MTU Discovery ¶ · の要因によるDF=1のIPにも対応が可能

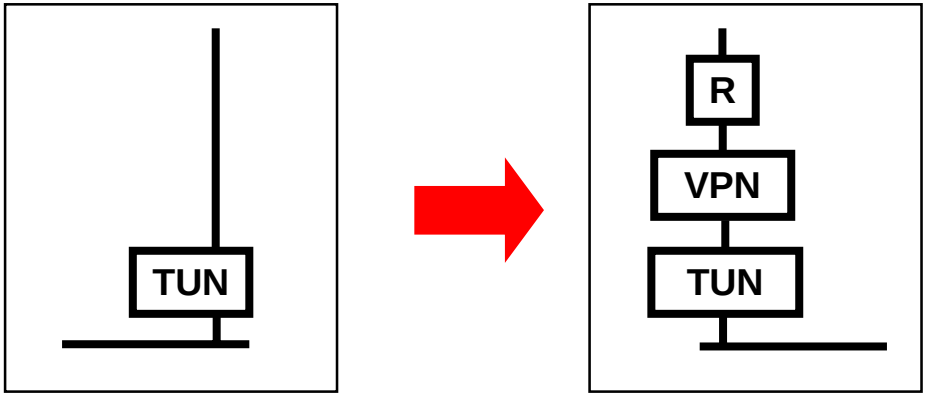
IIJ
Internet Initiative Japan

インターネットVPNのä å¼の解à

- MTUが1500より4さ0なることによるä å¼の解à
  - TCPについてはMSS¬ -により解àを行う
    - Path MTU Discovery Black holeの解àとスループットÝ下のÿ止が同？に行われる
    - Â0のアプリ・ーシUンがTCPを利用しているため、MSS¬ -によりä åが解ìすることがÂい
  - TCP¶ ·のプロトコルはMTU¹ ºにより解àを行う
    - 暗号化€・ットのESPやUDPなどTCPでないプロトコルの解àにはMTU¹ ºを行い、€・ットを分割して1すようにする。
    - €・ットを分割することで€フÃーCンスはÝ下するが、すべてのIP€・ットを1することができる
  - 2つの手 f の併用
    - þMSS¬ -ßとþMTU¹ ºßを同？に設定することですべてのIP€・ットが1る，けでな0、TCPは°率よ0 1すことができる。
    - MTUを設定すると自動的にMSS †がà定するようなVPNFÀ、tunnelルータは2つの手 f の併用はできない。
      - Tunnel MTU=1500→MSS=1460ではMTU1300の物理I/Fに対しMSS¬ -された€・ットがフラグ[ントしてしまい°率よ0転送することができない
      - Tunnel MTU=1300→MSS=1260ではTCP¶ ·のDF=1のIP€・ットが1らない。1300バイトより大きいDF=1のUDP、ESPが1らない

Â ð¼でのインターネットVPN接続





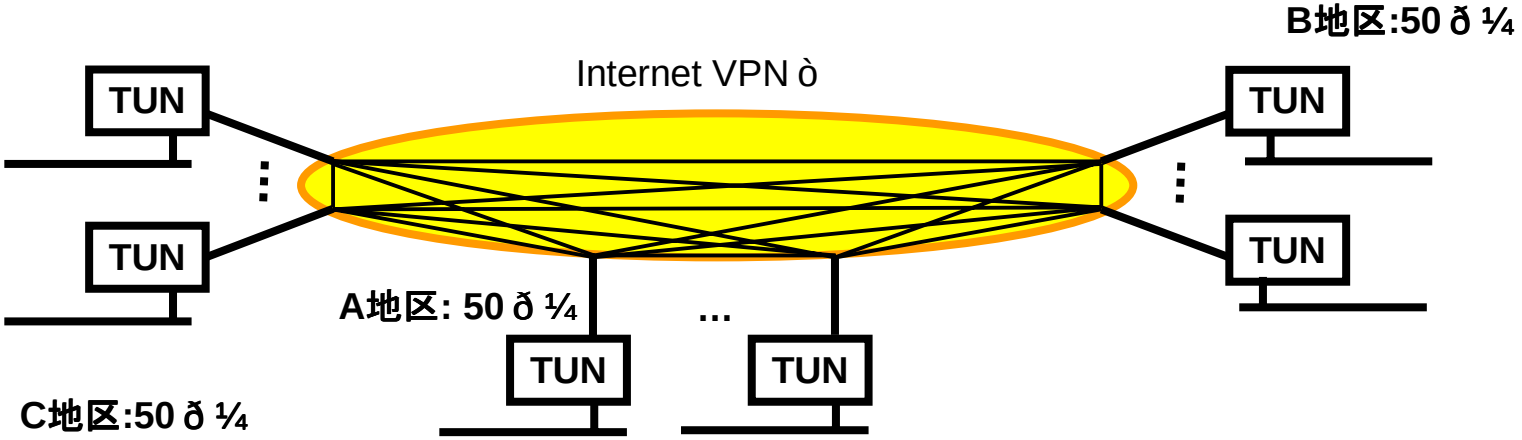
TUNはtunnelルータを表し、前述のとおり、物理的にはには下記の3つのＦＡを表す

- インターネット接続ルータ
- VPN装þ
- Tunnelルータ

- インターネットVPNの構Ｇ
  - インターネットVPNは＾ ð ¼；を自由に結ぶことができる
  - どのような接続ｆが望ましいのＶ～討する

IIJ
Internet Initiative Japan

VPNフル[ッシュ構G

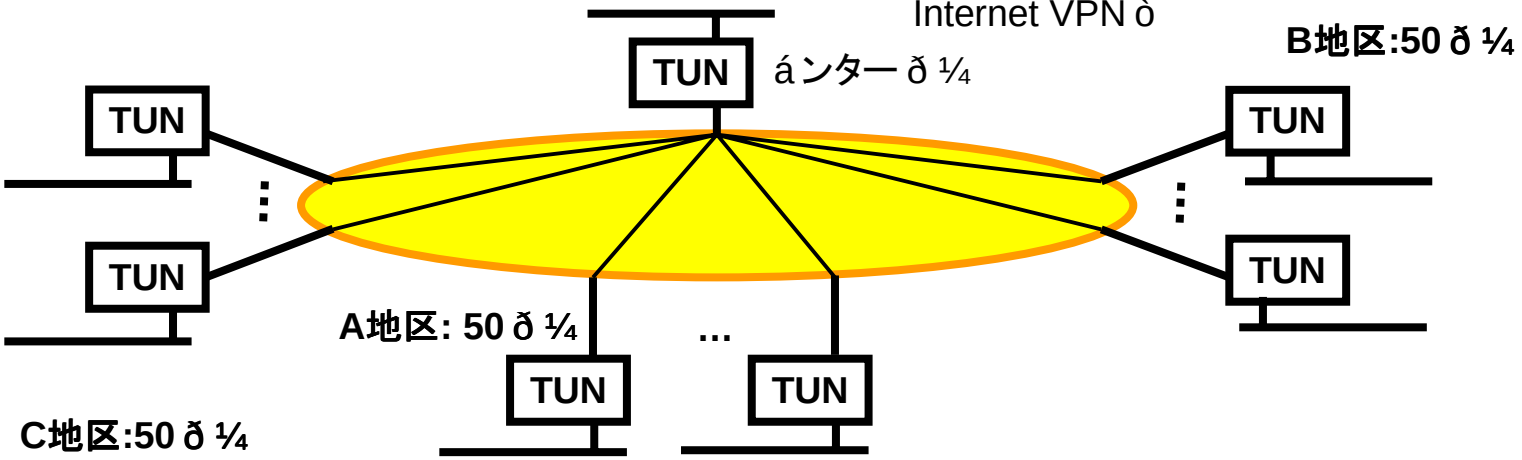


- フル[ッシュ構G
  - すべてのð¼;をVPNで結ぶ
  - ð¼の":mとしたときのVPNの"

$$\text{VPNの数} = \frac{m(m-1)}{2} = \frac{m^2 - m}{2}$$

  - VPNの"がð¼"の二乗に比Eするため Âð¼の™理がš›
  - 1ð¼追加ですべてのð¼のVPNF Àの変bが必要
  - ð¼"がö,るとすべてのð¼のVPNF Àの性能を¨Ùる必要がある

VPNスター構G

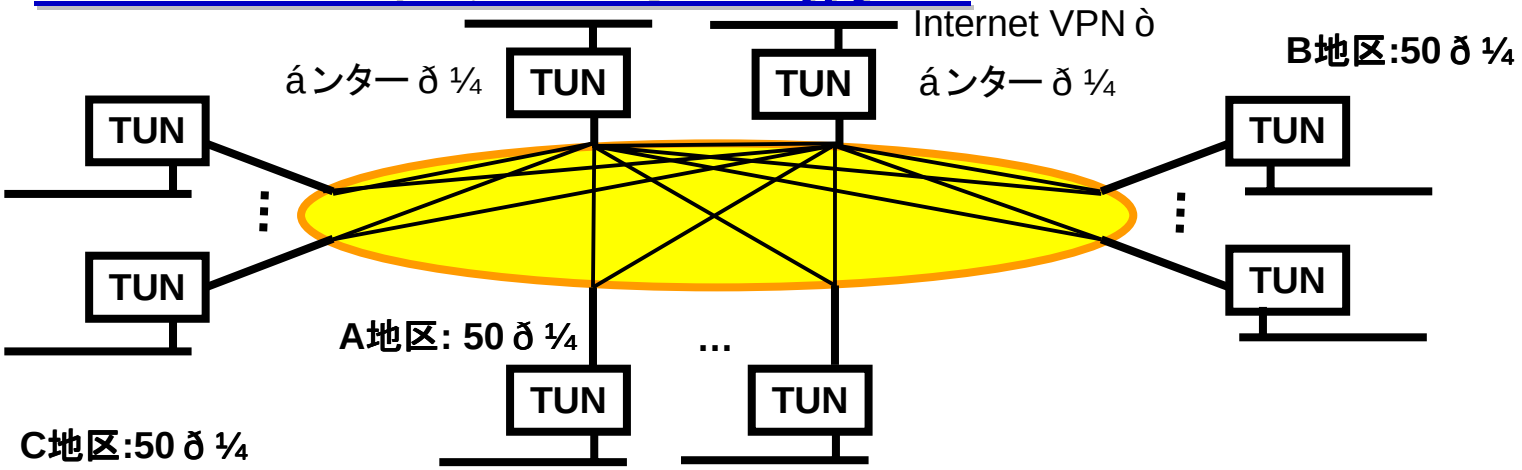


- スター構G
  - ^ ð ¼とá ンター ð ¼との ; をVPNで結ぶ
  - ð ¼の " :mとしたときのVPNの " は

$$\text{VPNの数} = m - 1$$

  - VPNの " は ð ¼ " に比 E するため Â ð ¼の™理が容 +
  - 1 ð ¼追加でá ンター ð ¼のVPN F À の変 b , けで済 ¸
  - スターの中 ² となるá ンター ð ¼のtunnelルータの障害ですべての ð ¼の 1 c ができな0なる
  - ð ¼ " が ö ¸ るとá ンター ð ¼に Â " のVPNを収容する必要があり、Š 性能なVPN F A が必要となる

VPN ｘュアルスター構Ｇ

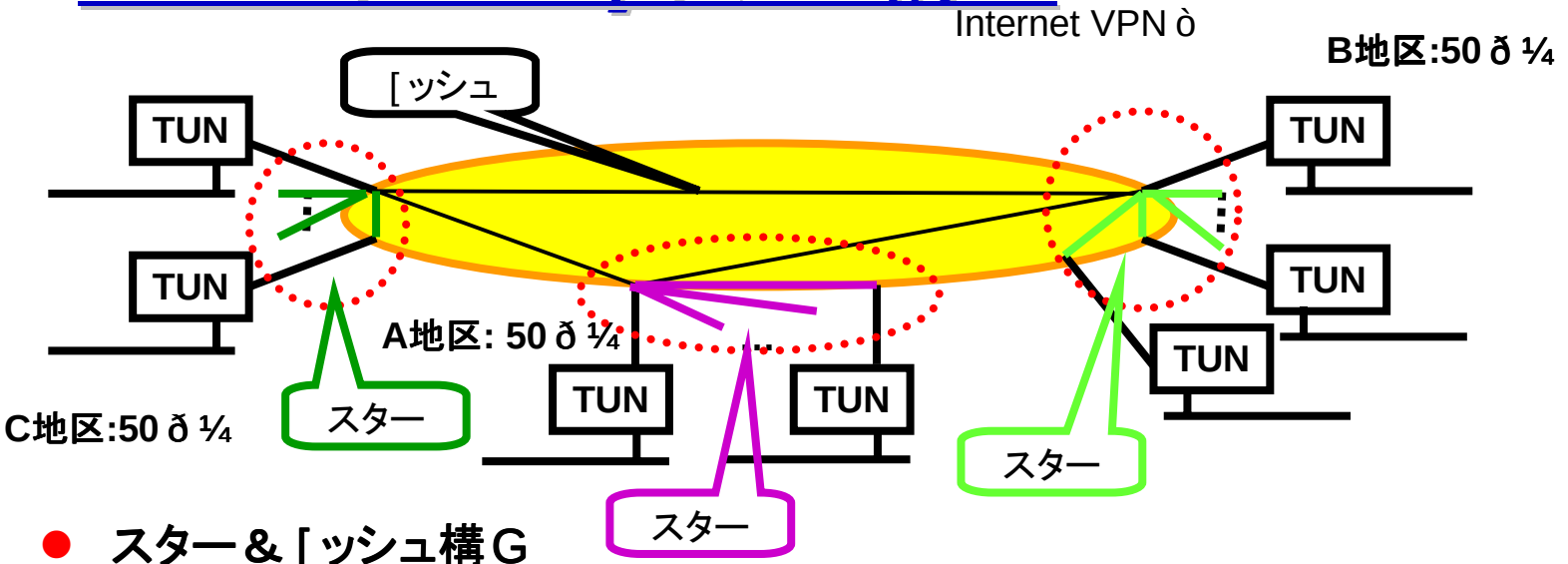


- ｘュアルスター構Ｇ
  - ^ ð ¼Ｖら2箇Ｅのá ンター ð ¼にVPNで結ぶ
  - ð ¼の " :mとしたときのVPNの " は

$$\text{VPNの数} = 2(m-1)$$

  - VPNの " は ð ¼ " に比Ｅするため Â ð ¼の™理が容＋
  - 1 ð ¼追加でá ンター ð ¼のVPNＦＡの変ｂ，けで済¸
  - スターの中 ² となるá ンター ð ¼のtunnelルータに障害が発生してもバックアップされる
  - ð ¼ " がö，るとá ンター ð ¼に Â " のVPNを収容する必要があり、Ｓ性能なVPNＦＡが必要となる
  - 地区ごとにｘュアルスター構Ｇを行い、さらにá ンター ð ¼ともｘュアル構ＧとすることでVPNＦＡのＵÜの ¯ 中をÿ｜ことができる

VPNスター＆[ッシュ構G



- スター＆[ッシュ構G
  - 地区ごとにスターtにVPNを構G。スターtの頂¼のð¼；を[ッシュNにVPNで結ぶ
  - ð¼の"：m、スターの頂¼をnとしたときのVPNの"は

$$\text{VPNの数} = m - n + \frac{(n^2 - n)}{2} = \frac{n^2 - 3n + 2m}{2}$$

  - VPNの"はð¼"に比Eするため Âð¼の™理が容＋
  - 頂¼の"はVPNの"の二乗に比Eするが、Â0設þする必要は無いためVPNの"・の影響は少ない
  - 1ð¼追加でáンターð¼のVPNFÀの変b，けで済¸
  - スターの頂¼のtunnelルータの障害が発生しても全体ではな0局È化した障害となる
  - スター構Gをxュアルスター構Gに変bすればバックアップも可能

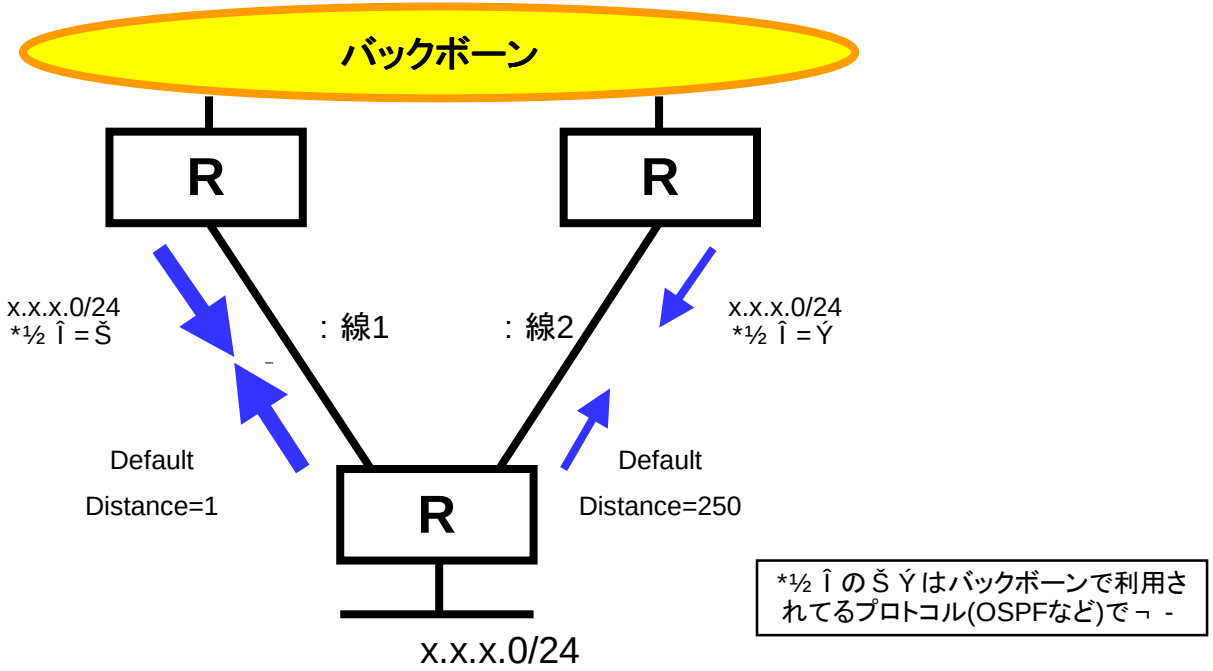
フローティングスタティックを利用したバックアップ

フローティングスタティックを利用したバックアップ手ｆを2つ紹介します

- スタティック・スタティック　バックアップ
  - スタティックルーティング，けでバックアップを実現します
- ダイナミック・スタティック　バックアップ
  - ダイナミックルーティングとスタティックルーティングを併用してバックアップを実現します

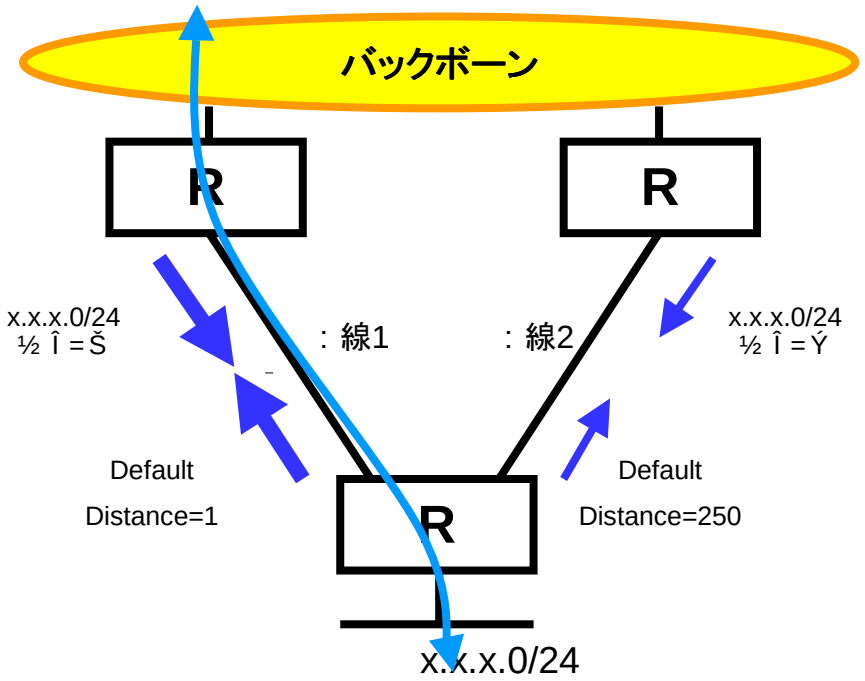
IIJ
Internet Initiative Japan

スタティック・スタティックバックアップ　設定



- ð ¼ _ ルータ
  - ½ Î 3 の Š いdefault(distance=1)を：線1に設定し、½ Î 3 の Ý いdefault(distance=250)を：線2に設定する。
- á ンター _ ルータ
  - ½ Î 3 の Š 0したð ¼ ¦ け経路(x.x.x.0/24)を：線1に設定し、½ Ï 3 を Ý 0したð ¼ ¦ け経路を：線2に設定する
  - バックボーン _ の½ Î 3 はOSPF costなどで ¬ -

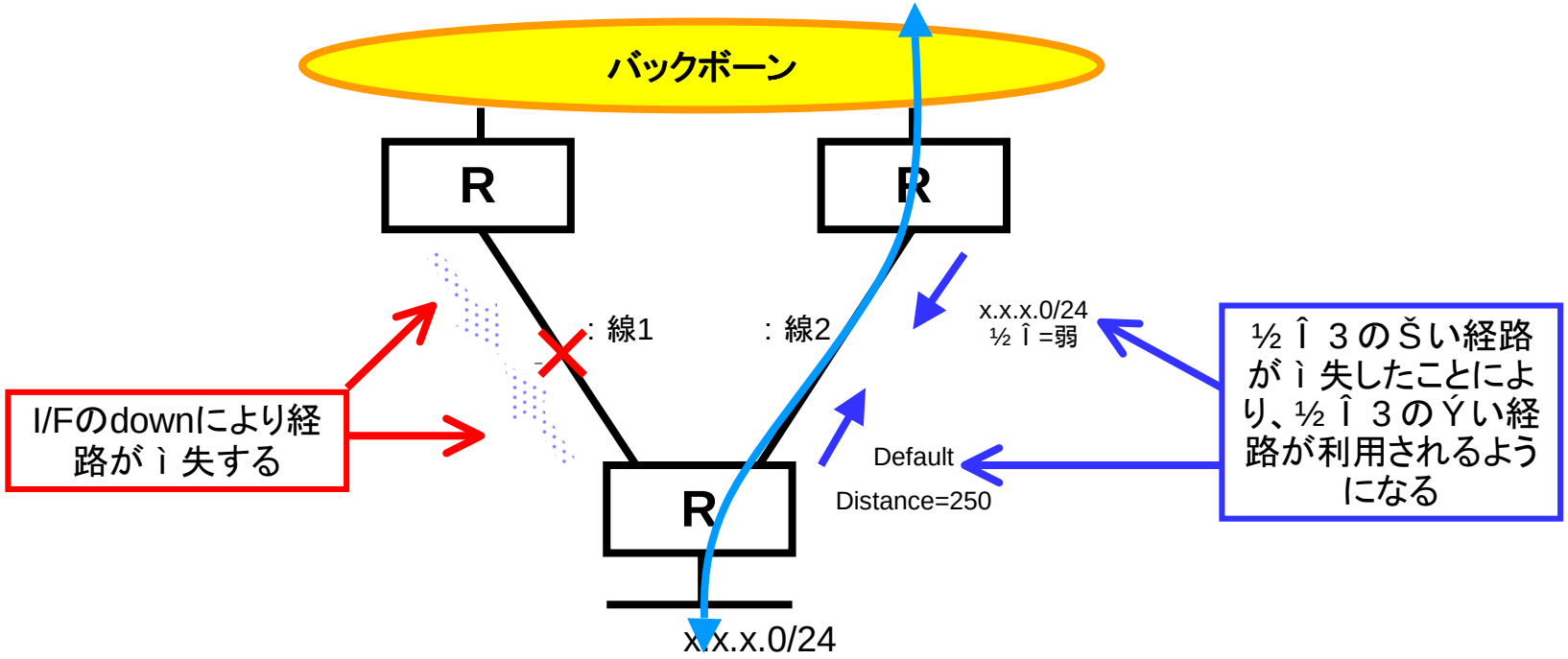
スタティック・スタティックバックアップ　１Ｙ？



- １Ｙ？の動作
  - －：線1に設定された½ Î ３の Š い経路が有°となる
- １Ｙ？のトラフィック
  - －：線1のみ利用される

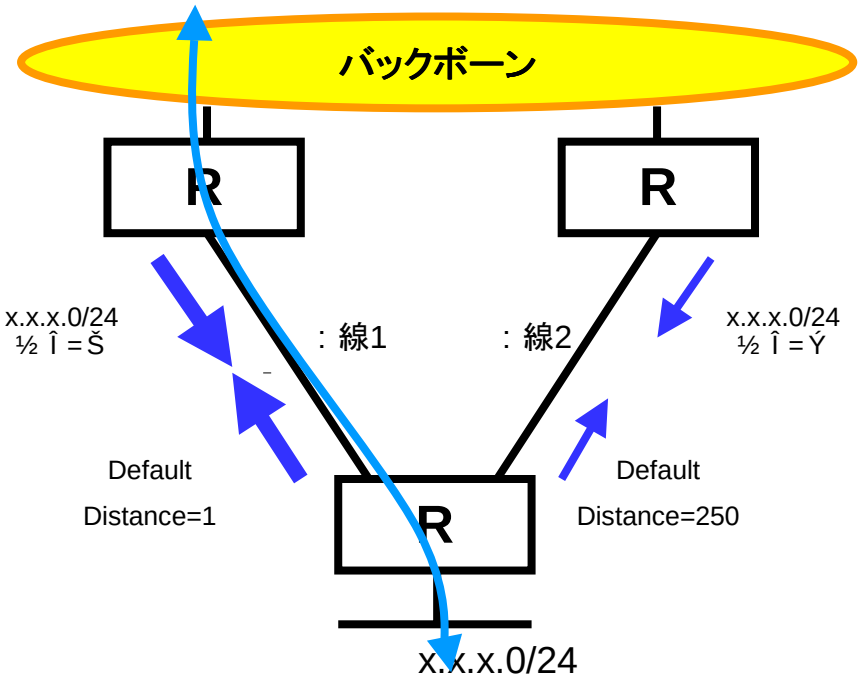
IIJ
Internet Initiative Japan

スタティック・スタティックバックアップ　障害？



- 障害？の動作
  - ：線障害などの要因によりI/Fがdownし、½ Î ３のŠい経路がｉ失する
  - ½ Î ３のŠい経路がｉ失することにより½ Î ３のÝＶＫた経路が選択され、利用されるようになる
- トラフィック
  - ：線2によりバックアップされる

スタティック・スタティックバックアップ　復旧？

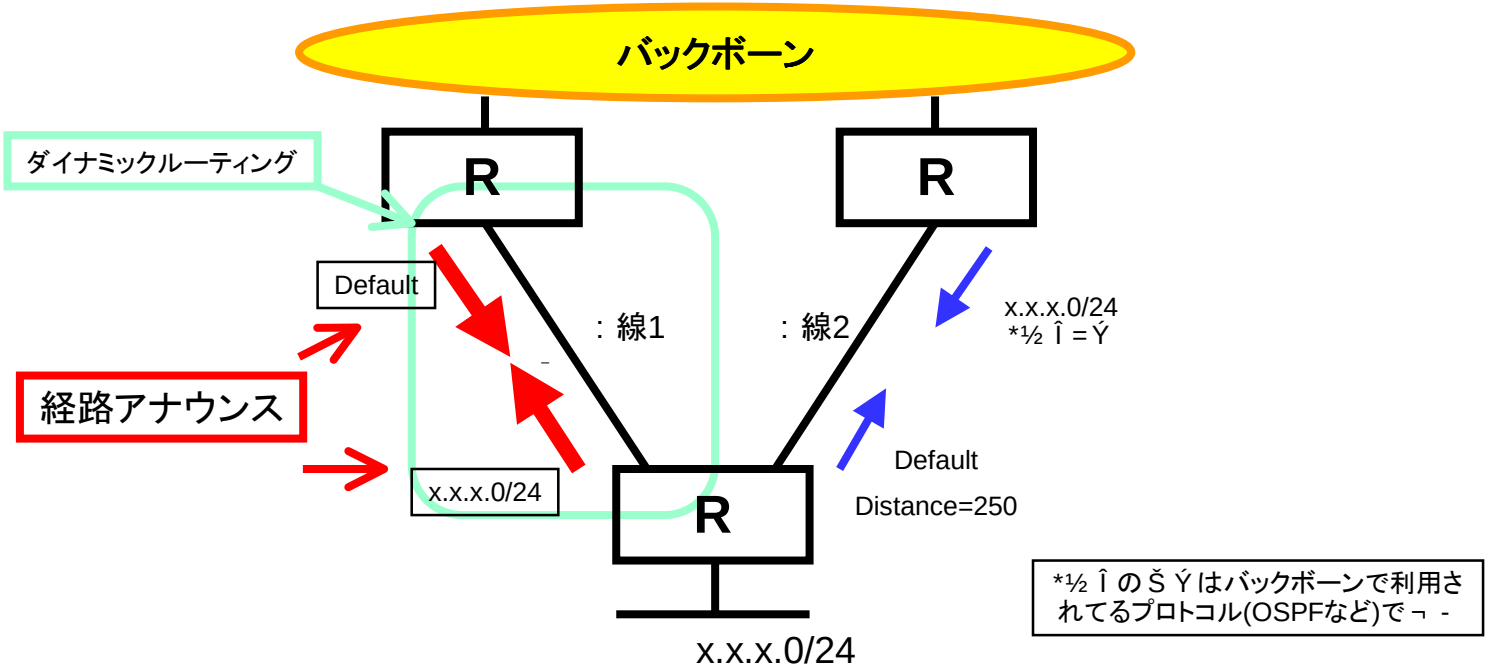


- 復旧？の動作
  - ：線が復旧し、I/Fがupすることで：線1に設定された½ Î ３の Šい経路が有°となる
- １Ｙ？のトラフィック
  - ふたたび：線1のみ利用されるようになる

スタティック・スタティックバックアップ　特徴

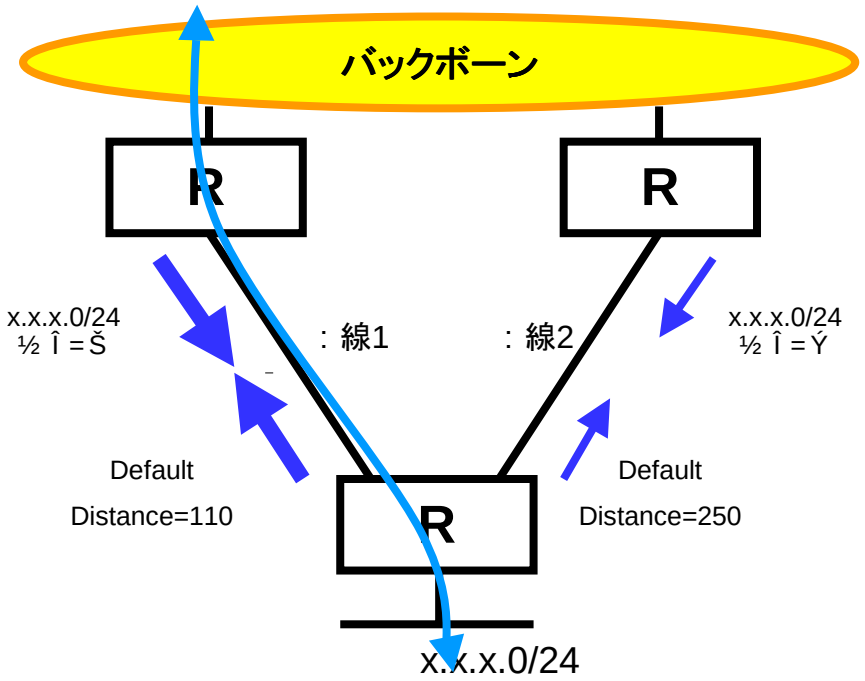
- スタティック・スタティックバックアップ
  - フローティングスタティックを利用したスタティック・スタティックバックアップはI/F downにより：線障害を～／し、½Î３のÝいスタティックを有°にすることでバックアップを実現する
  - ダイナミックルーティングを利用せƒに容＋にバックアップが実現できる
  - ：線障害？にI/Fがdownしない：線は利用できない
    - Ethernet専用線
    - PPPoEなどを利用した：線
    - VPN/tunnel
    - HUBを経由したLAN

ダイナミック・スタティックバックアップ　設定



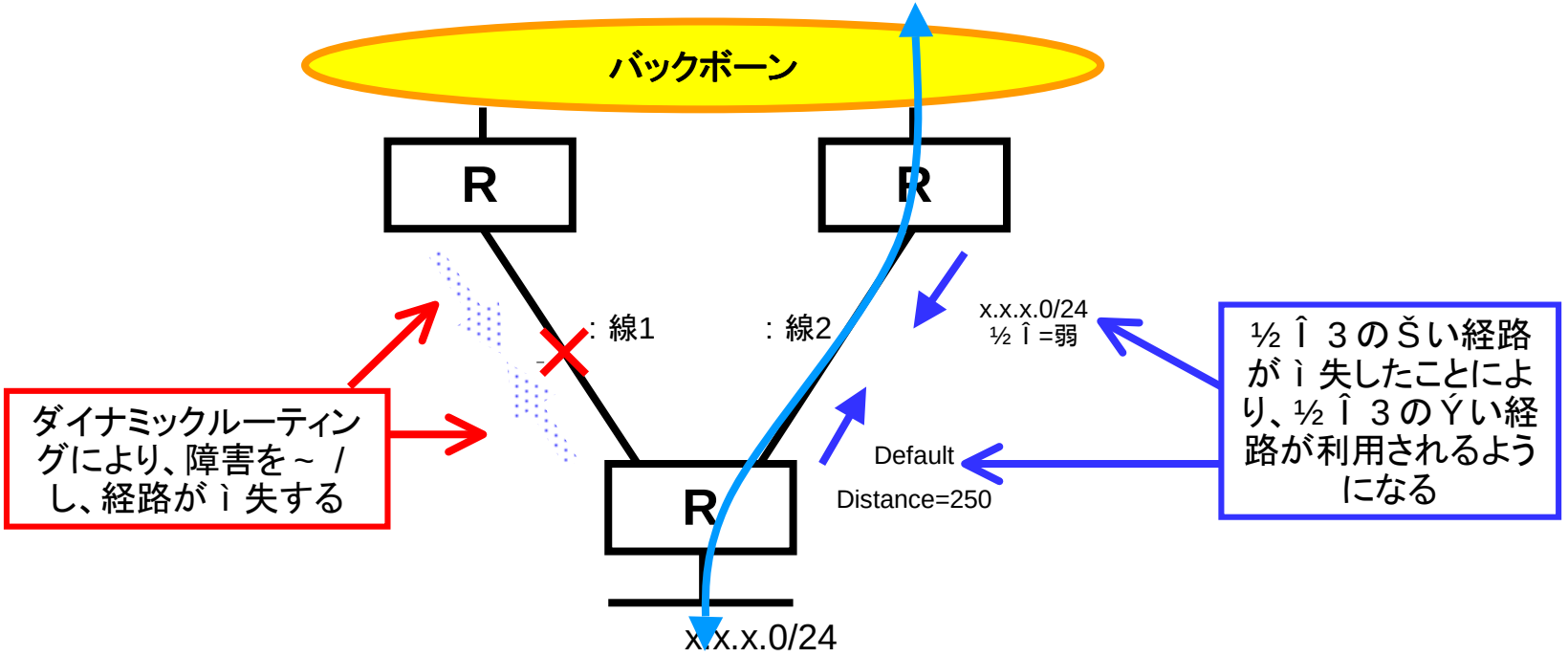
- ð¼ _ ルータ
  - ダイナミックルーティングを利用して：線1にð¼ _ 経路(x.x.x.0/24)をアナウンスする。½ Î 3 のYい default(distance=250)を：線2に設定する。
- á ンター _ ルータ
  - ダイナミックルーティングを利用してdefaultを：線1にアナウンスする。½ Î 3 をY0したð¼ ¦ け経路を：線2に設定する
  - バックボーン _ の½ Î 3 はOSPF　costなどで¬ -

ダイナミック・スタティックバックアップ　１Ｙ？



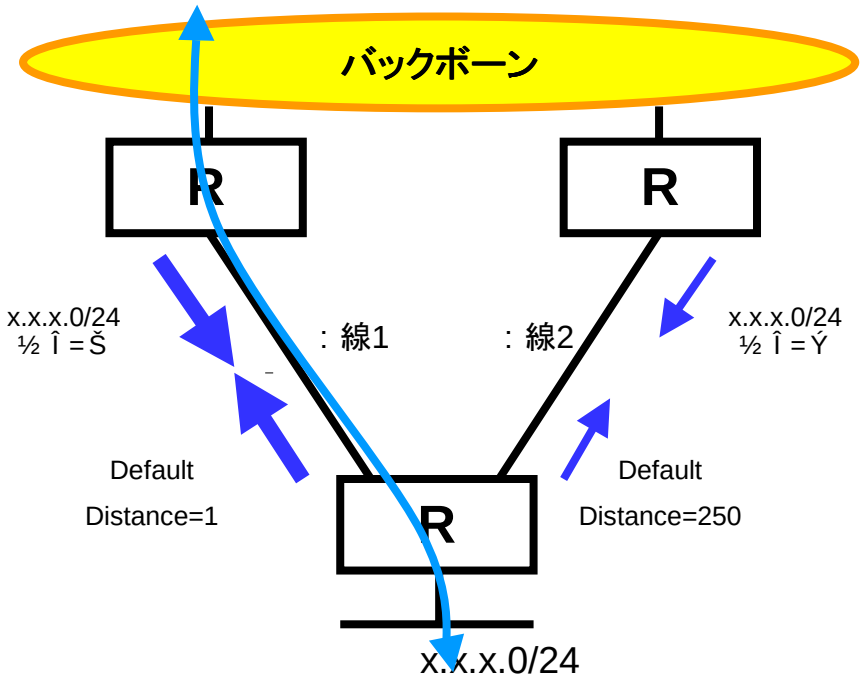
- １Ｙ？の動作
  - ：線1を利用したダイナミックルーティングにより½Î３のŠい経路が設定される。
- １Ｙ？のトラフィック
  - ：線1のみ利用される

ダイナミック・スタティックバックアップ　障害？



- 障害？の動作
  - ：線障害などの要因をダイナミックルーティングが～ / し、½ Î ３のＳい経路がｉ失する
  - ½ Î ３のŠい経路がｉ失することにより½ Î ３のÝＶＫた経路が選択され、利用されるようになる
- トラフィック
  - ：線2によりバックアップされる

ダイナミック・スタティックバックアップ　復旧？



- 復旧？の動作
  - ：線が復旧し、ダイナミックルーティングが再び有°となり、：線1に½ｌ３のＳい経路が設定される
- １Ｙ？のトラフィック
  - ふたたび：線1のみ利用されるようになる

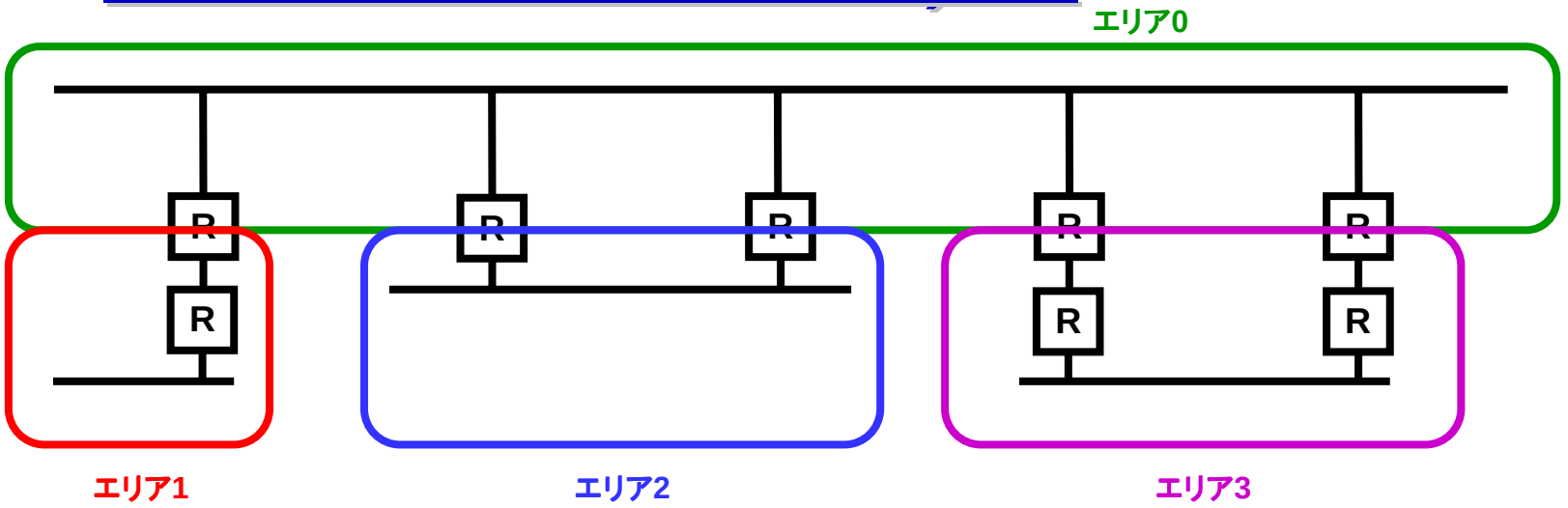
ダイナミック・スタティックバックアップ　特徴

- ダイナミック・スタティックバックアップ
  - フローティングスタティックを利用したダイナミック・スタティックバックアップはダイナミックルーティングにより：線障害を～ / し、½ Î ３のÝいスタティックを有°にすることでバックアップを実現する
  - ：線障害？にI/Fがdownしない：線であKても利用が可能
    - Ethernet専用線
    - PPPoEなどを利用した：線
    - VPN/tunnel
    - HUBを経由したLAN
  - バックアップ　：線のトラフィックを１Ｙ？￥ロにすることができるため、•SDNなどの：線をバックアップに利用することが可能

OSPFのエリアを利用した構築

- OSPFのエリア
  - OSPFは経路´µのためにネットワークをい0つVのエリアに分けることができる。
  - Îの説明にあKたように4規模Vら中規模のネットワークではエリアを分ける必要はほとんどない
  - 利用FÀの制µVらBGPを利用することができf、OSPFのみで大規模なネットワークを設Žする場合にはエリア分けを~討するÊ†はある
- ;違いやすいOSPFのエリア
  - ;違いやすいOSPFのエリアの）*を具体Eを Eして解説する

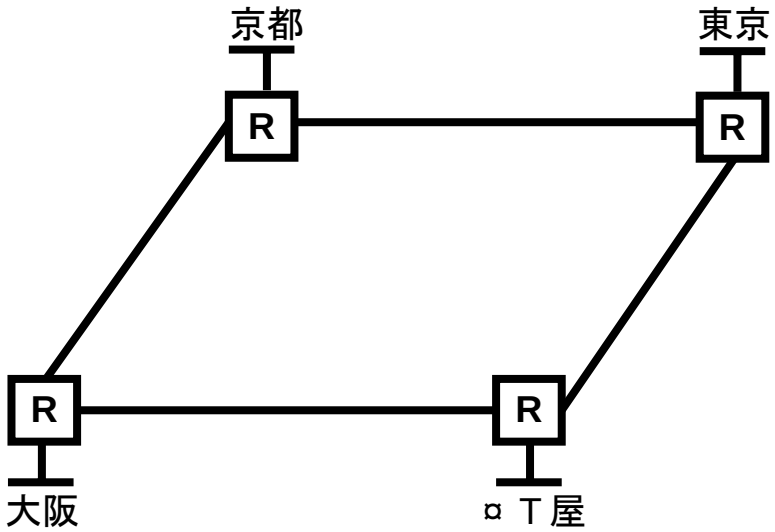
OSPFのエリアの¯本）*



- バックボーンエリア
  - バックボーンエリアとv ばれるエリア0は必ƒ # $しなければならない
- バックボーン¶ ・のエリアはバックボーンエリアに接していなければならない
  - エリア1、エリア2、エリア3は必ƒエリア0に接している
- エリア境界はルータになる
  - ネットワークがエリア境界となることはない
  - 同じネットワークは同じエリアになる
- 同じI/Fに！ " のエリアを設定することはできない
  - 1つのルータのI/Fには1つのエリアに，けに属することができる
  - Passive interface設定であKても1つのエリアに，け属する

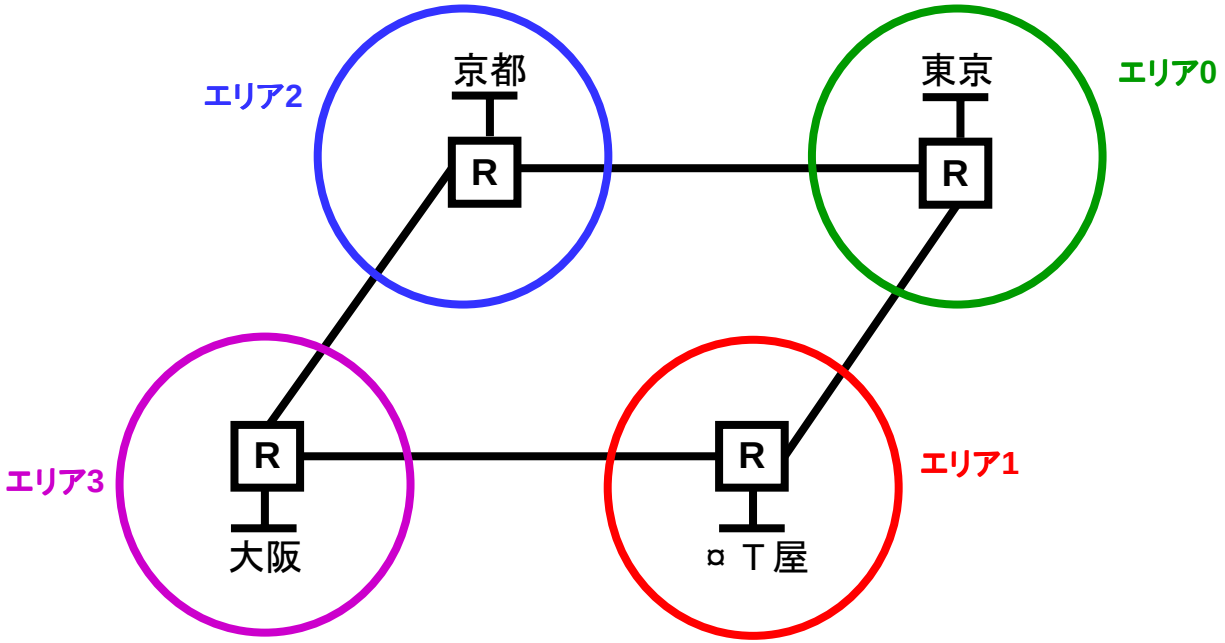
IIJ
Internet Initiative Japan

OSPFエリア構築事E1



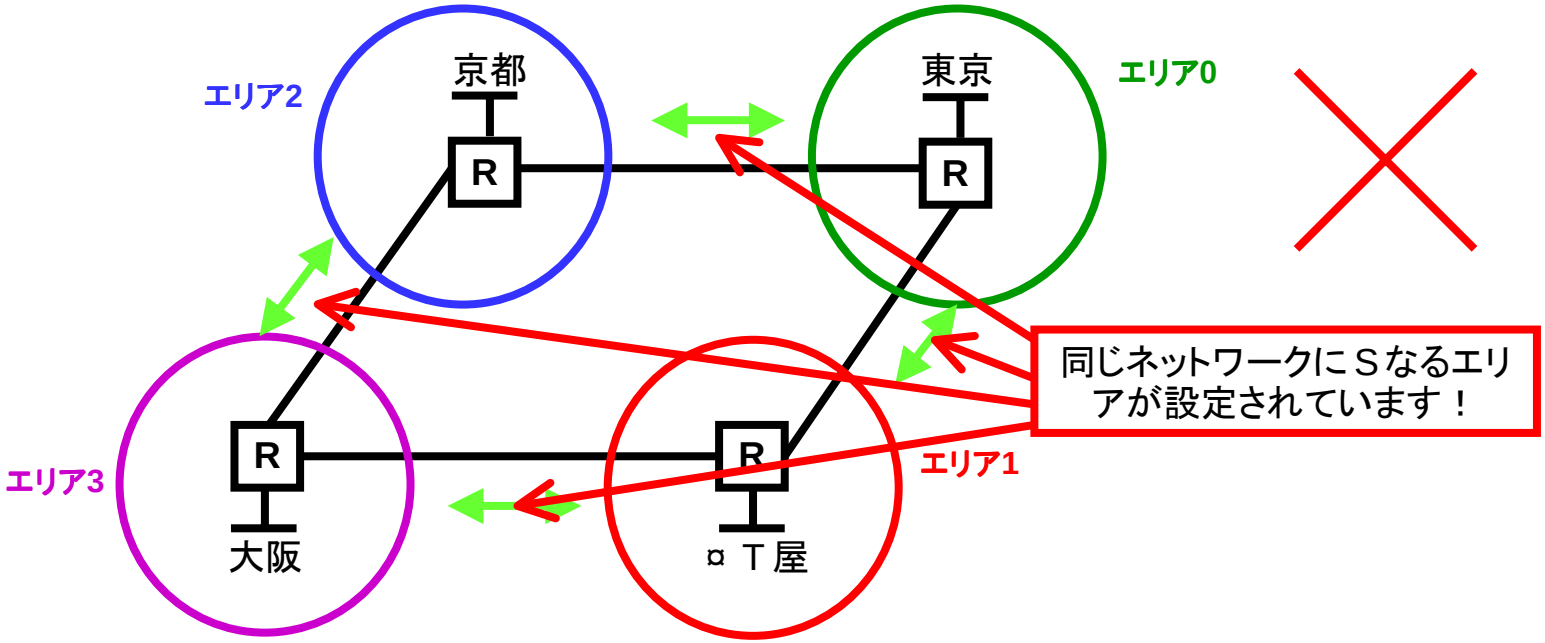
- ４ð¼を結ぶバックボーンを適@にエリア分けする
- ^ ð¼には実・にはÂ０のネットワークがあることを想定
- イ[ー u としては^ ð¼にエリアを分ければよいようにＤ，る

OSPFエリア構築事E1：答E1



- ð¼ごとにそれぞれをエリアとした場合
- ーDよさそうにD，ますがW

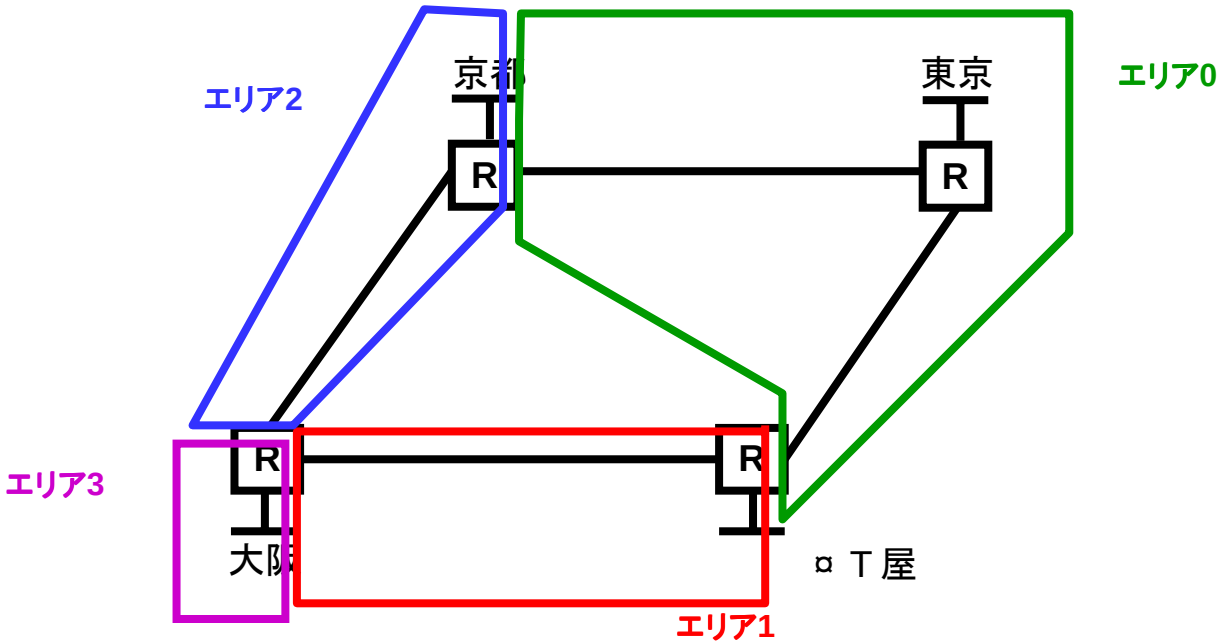
OSPFエリア構築事E1：答E1



- 同じネットワークにＳなるエリアが設定されているため動作しません！

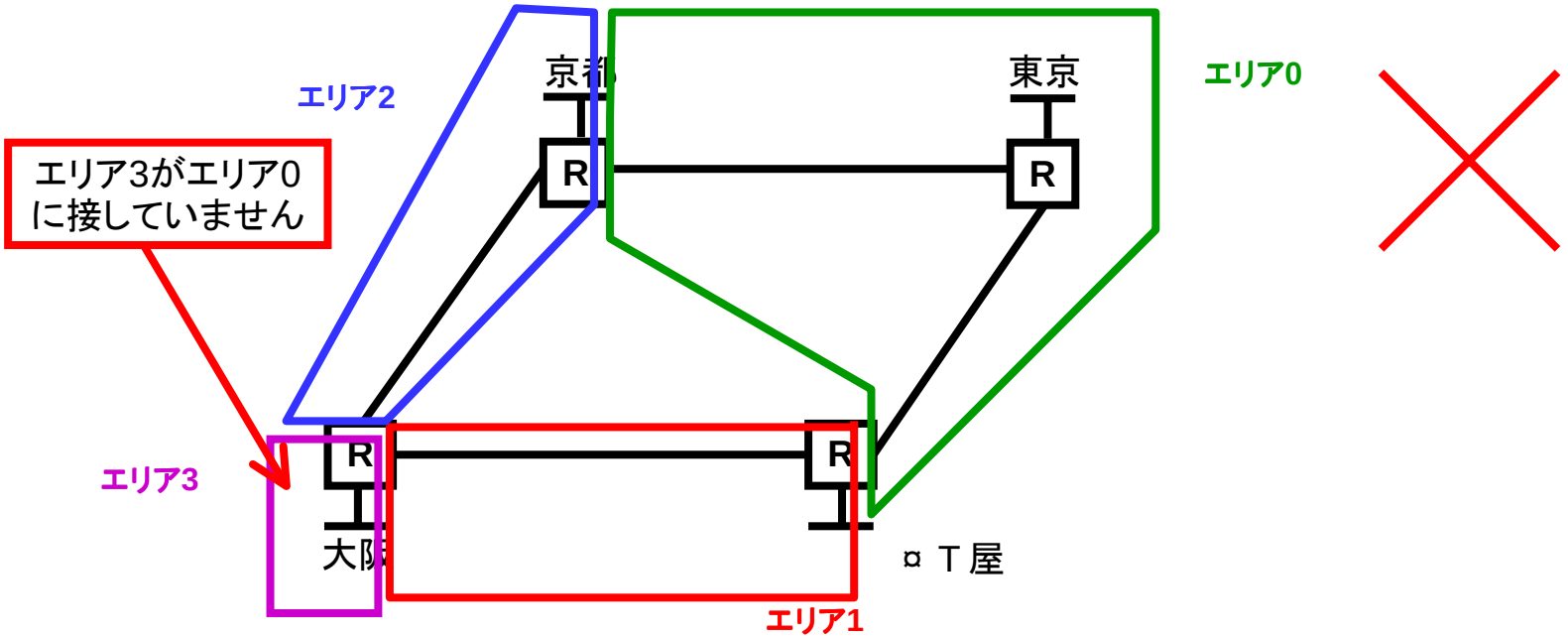
IIJ
Internet Initiative Japan

OSPFエリア構築事E1：答E2



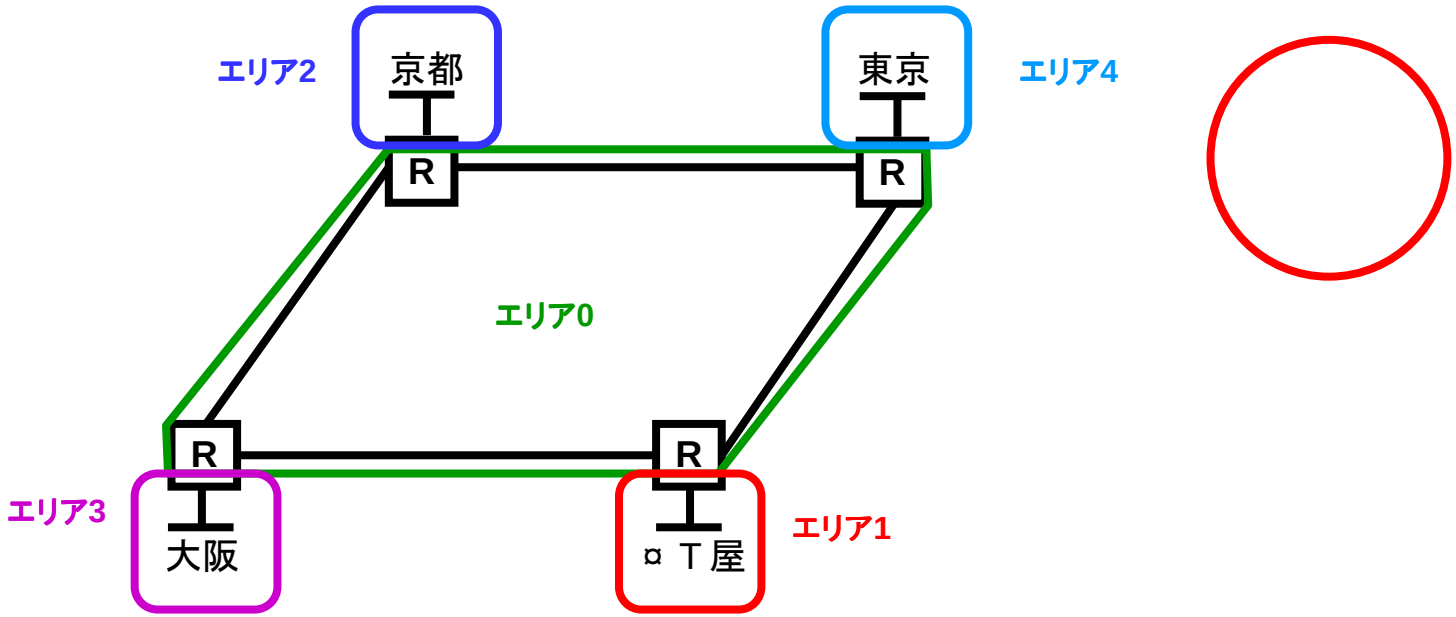
- 東京＿Vら大阪＿にVけて同じインターフHースを同じエリアにするように設定
- ーDよさそうにD，ますがW

OSPFエリア構築事E1：答E2



- エリア3がエリア0に接していないため、動作しません
- VL(Virtual Link)という技術により仮想的にエリア0に接するようにDせ、動作させることもできますが、適@なエリア分けをした場合に比べてš ›でバックアップにä åがあります。東京に障害が発生すると正Yにバックアップされません

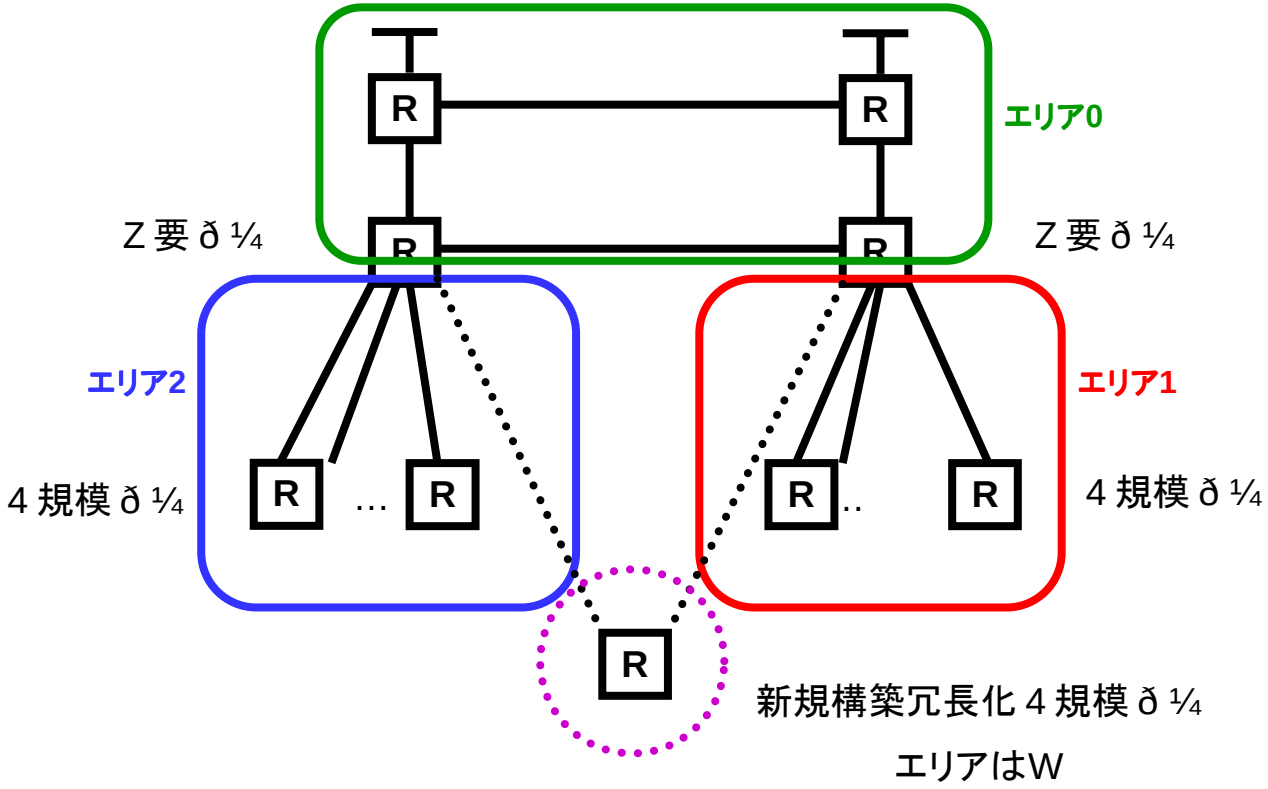
OSPFエリア構築事E1正解



- ^ ð ¼を結ぶネットワークにはエリア0を設定する
  - すべてのð ¼にエリア0が# $するため、^ ð ¼に自由にエリアを追加することができる
  - 東京が障害となKてもバックアップが可能
- ^ ð ¼には^ ð ¼に閉じるエリアを設定する
  - ^ ð ¼に閉じる経路を´ µすることができる

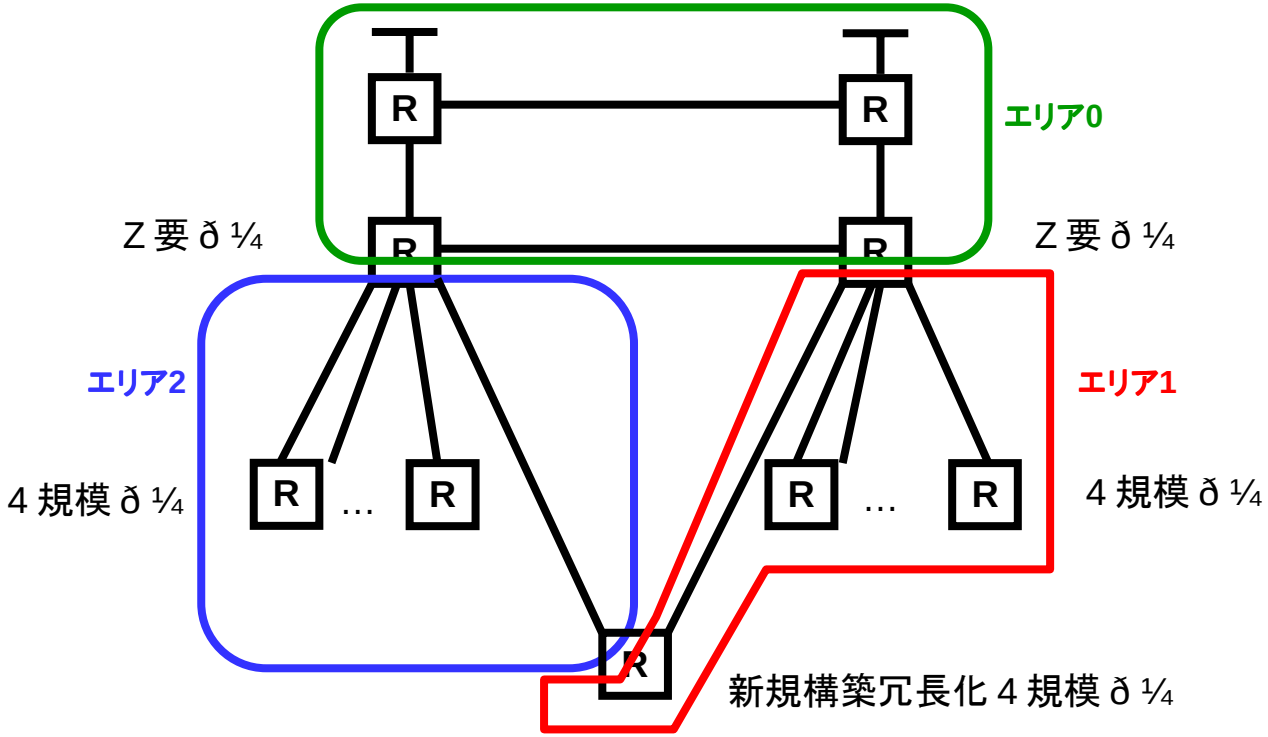
IIJ
Internet Initiative Japan

OSPF エリア構築事 E2



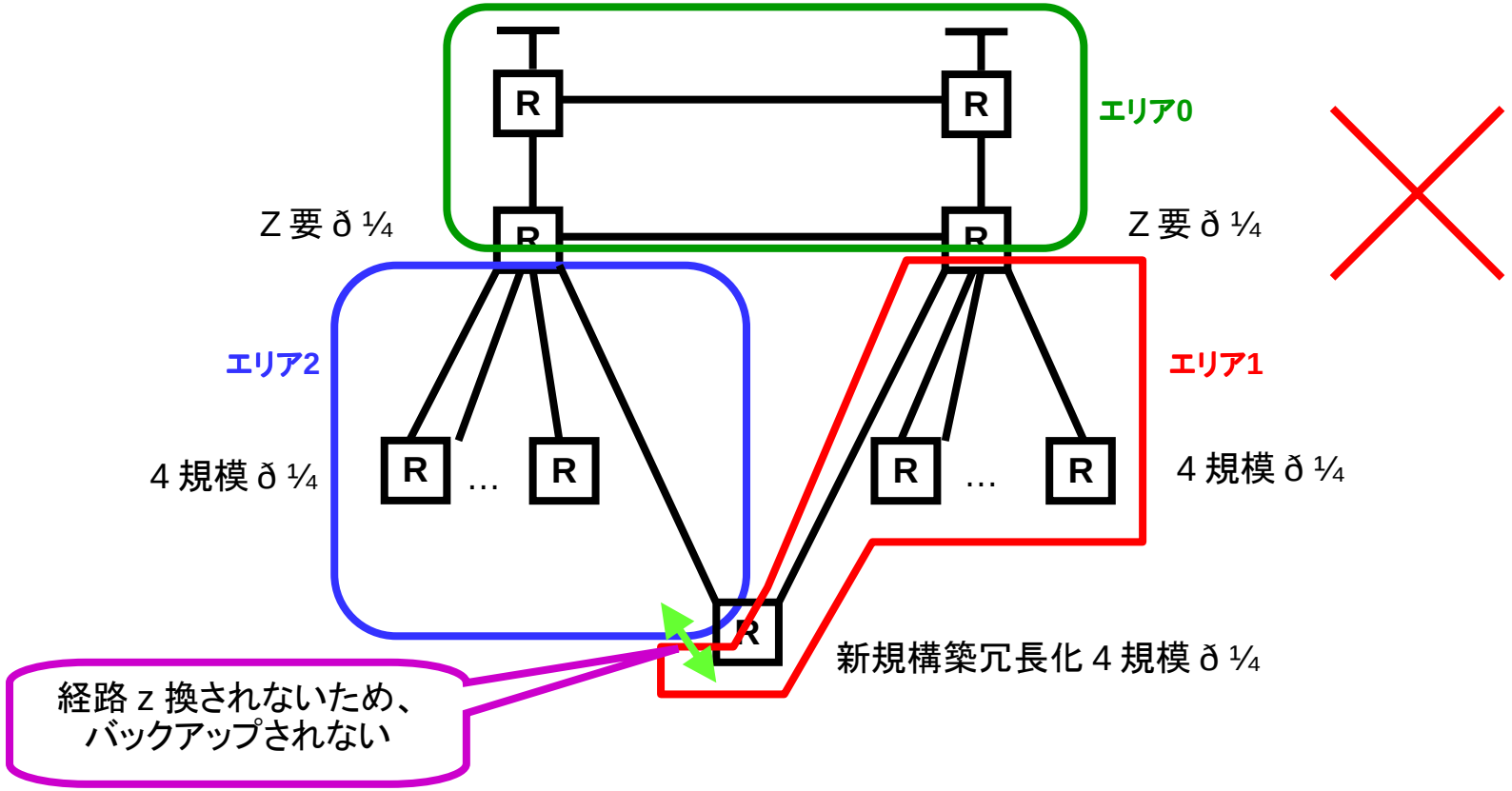
- 事 E 1に従い、バックボーンエリアと ^ ð ¼ごとに適@にエリアを分け、4 規模 ð ¼を Z 要 ð ¼にまとめて収容している
- 冗長化のために！ " の Z 要 ð ¼ V ら 4 規模 ð ¼を接続する場合に、どのようにエリアを分ければよい V W

OSPFエリア構築事E2：答E1



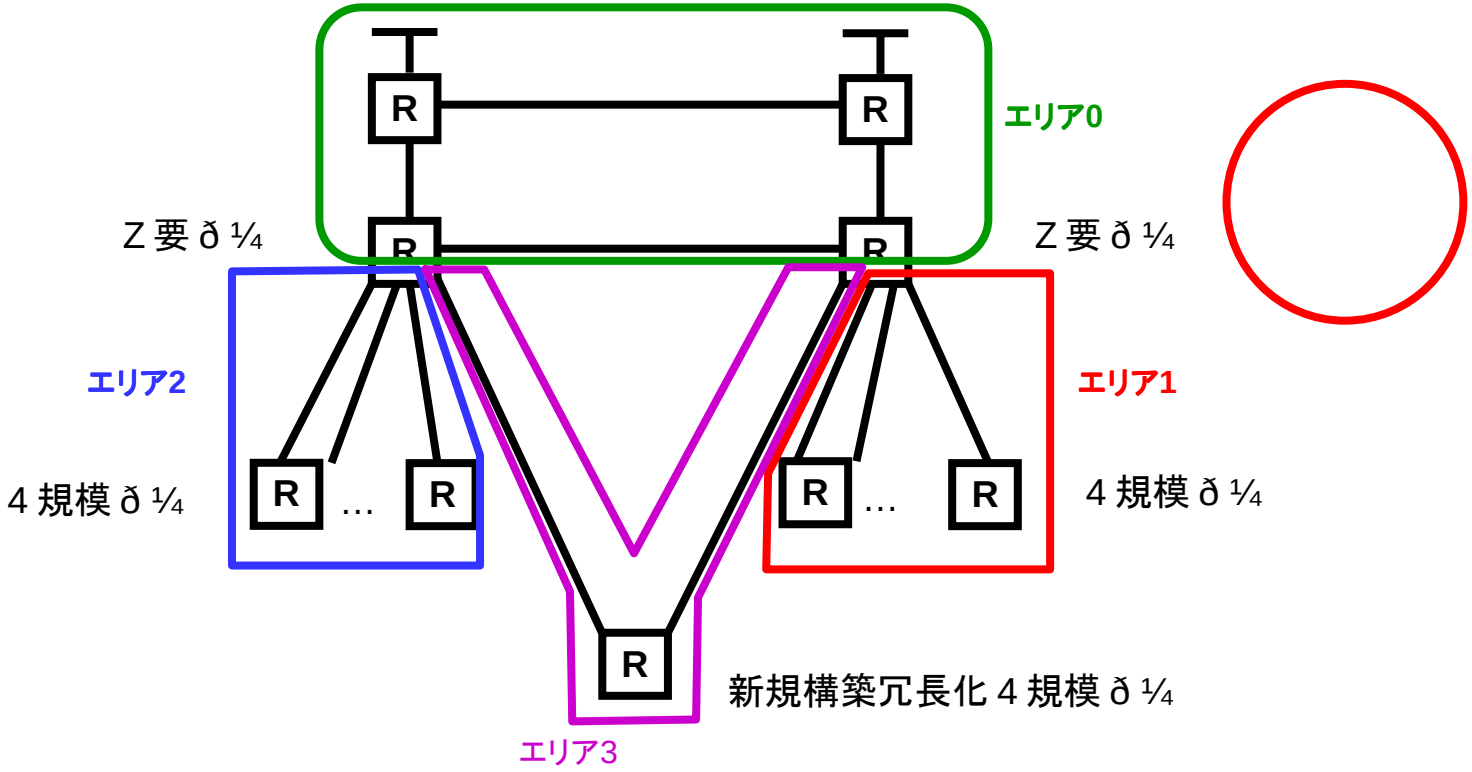
- 冗長化ð¼をエリア1に属するように設定。
- エリア2Vらも1本冗長化ð¼に伸ばす
- すべてのエリアがエリア0に接していて、ーDよさそうにD，ますがW

OSPF エリア構築事 E2 : 答 E1



- エリア1の経路はエリア0を経由して z 換されるため、バックアップされません

OSPFエリア構築事E2正解



- 冗長化ð¼用に新たなエリア3を設定
- エリア3は2箇Èでエリア0に接し、それぞれがSなる：線を１るようにする
- 同óの構Gの冗長化４規模ð¼は同じエリア3に設定が可能

OSPFのエリアを利用した構築:まとめ

- OSPFエリア分けの５ｆ
  - Ｚ用ð¼；などí：経路となりうるすべてのルータにエリア0を設定する必要がある
  - 特定のð¼にのみ接続する４規模ð¼などはエリアを分けることで経路´µが可能
- OSPFエリア分けの必要性
  - OSPFエリア分けの５ｆのひとつとしてÞすべてエリア0で構Ｇするßという選択肢を忘れてはいけない
  - 大規模なネットワークはBGPなどOSPF¶・のプロトコルを利用してÂ0の経路をｚ換することも~計すべき

まとめ−1

- 一定の規模を超，るとスタティックルーティングより ダイナミックルーティングの５が容＋に™理するこ とができるようになる
- ダイナミックルーティングはÞ経路の - れる５ ｆと、 経路が¦０５¦が逆になるßという¯本ｆ則を理解 すればどのような•'Pを利用してもネットワーク設 Žをすることができる
- ダイナミックルーティングを利用すれば障害にêい ネットワークを構築できる
- OSPFを利用すればバランシングとバックアップを 同？に実現可能

まとめ-2

- 広域Ethernetを利用した大規模なWANでは適@な規模ごとにネットワークを分離してú い：線の û ü を ÿ 止する必要がある
- インターネットVPNではVPN装 þ ，けでな0tunnelルータを設 þ することで専用線と同 ó にダイナミックルーティングを利用したネットワークを構築することができる
- インターネットVPNではPath MTU Discovery Block holeの解 à をはＶる必要がある
- フローティングスタティックとダイナミックルーティングを併用して•SDNなどを利用したバックアップを実現できる
- OSPFのエリアは１ＹはエリアO，けを利用して構築すればよいが、OSPFのみで大規模なネットワークを構築する・は適@なエリア分けを行わなければならない