

IPマルチキャスト技術

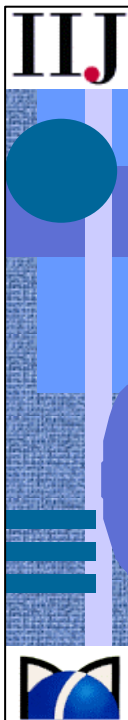
アイアイジェイメディアコミュニケーションズ

藤井 直人

fujii@ijj-mc.co.jp

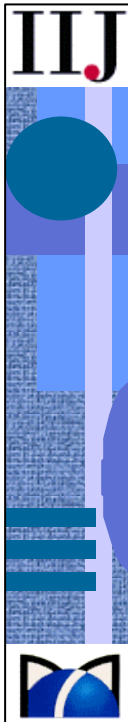
Internet Week 99
December 15, 1999

Copyright ©IIJ Media Communications Inc. 1999



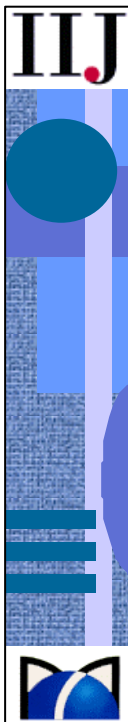
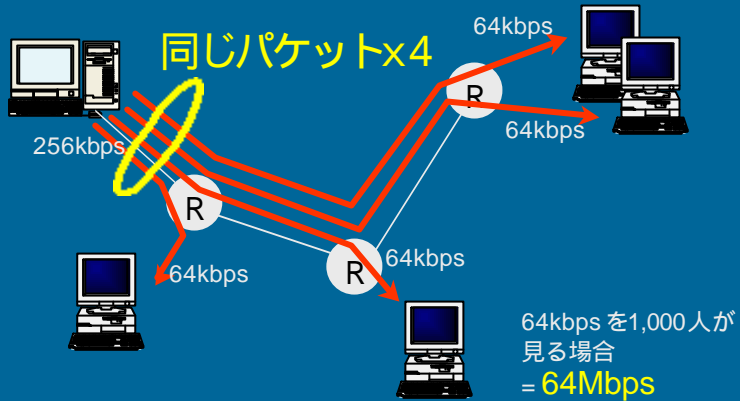
本日のアジェンダ

- IPマルチキャストプロトコル
- 対応機器、対応アプリケーション
- 最新の技術動向紹介



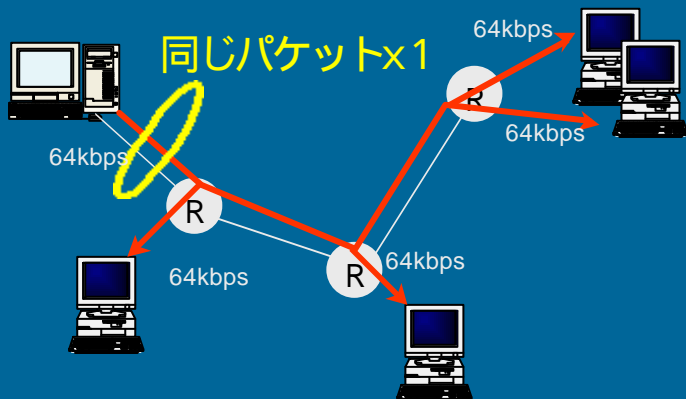
IPマルチキャスト概略

ユニキャストの場合



IPマルチキャスト概略(cont.)

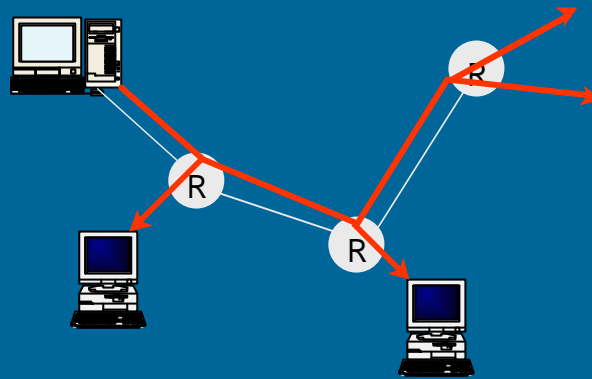
マルチキャストの場合





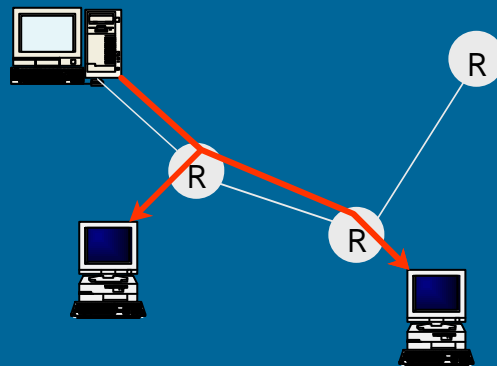
IPマルチキャスト概略(cont.)

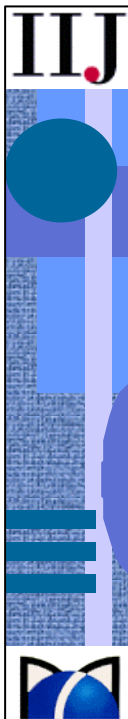
マルチキャストの場合



IPマルチキャスト概略(cont.)

マルチキャストの場合





マルチキャストアドレス

- ClassD(224.0.0.0 - 239.255.255.255)を利用
- RFC2365 (Administratively Scoped IP Multicast)
 - 224.0.1.0-238.255.255.255 global scope
 - 239.192.0.0/14 organization-local scope
 - 239.255.0.0/16 Local scope (最小)
- IANA
 - <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/iana/assignments/multicast-addresses>
 - 224.0.0.1 : ALL-SYSTEMS.MCAST.NET
 - 224.0.0.2 : ALL-ROUTERS.MCAST.NET
 - 224.0.1.1 : Network Time Protocol
 - 224.0.12.0/26 : Microsoft and MSNBC
 - 224.0.19.0/26 : Walt Disney Company



IPv6 マルチキャストアドレス

- RFC2373, RFC2375



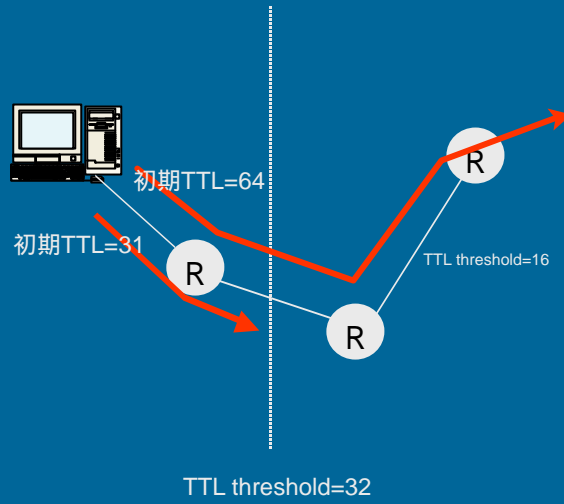
Flags: 最下位bitが0 = 固定的に割り当て
最下位bitが1 = 動的に割り当て

- Scope:
- 1 node-local scope
 - 2 link-local scope
 - 5 site-local scope
 - 8 organization-local scope
 - E global scope

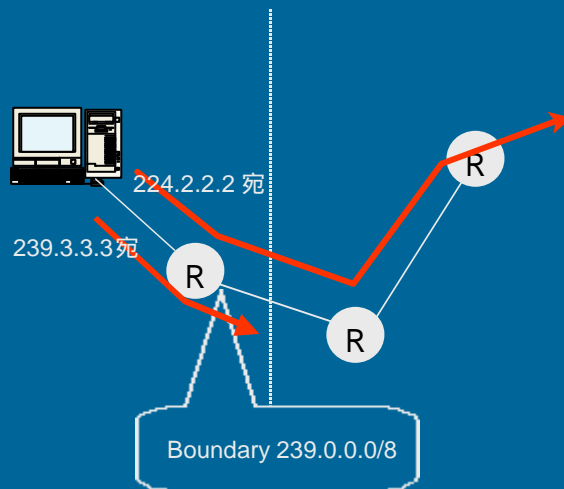
- FF02:0:0:0:0:0:0:1 All Nodes Address
- FF02:0:0:0:0:0:0:D All PIM Routers
- FF05:0:0:0:0:0:1:3 All-dhcp-servers
- FF0X:0:0:0:0:0:0:101 Network Time Protocol (NTP)
- FF0X:0:0:0:0:0:0:108 SUN NIS+ Information Service

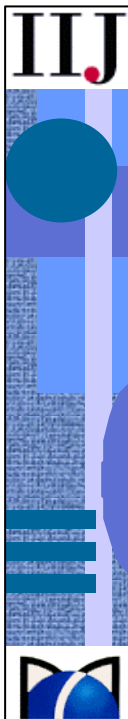


Scope と TTL



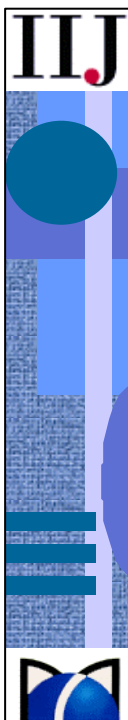
Scope と boundary





アドレスアロケーション

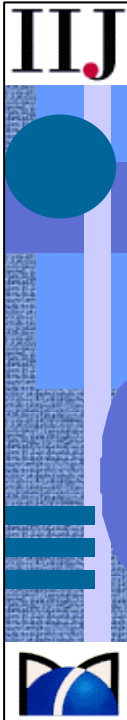
- SAP(Session Announcement Protocol)
 - draft-ietf-mmusic-sap-v2-02.txt
 - 予め決められたアドレスに対してアナウンスする
 - 224.2.127.254/9875 (global scope の場合)
 - 239.16.33.255 (239.16.32/24 の場合)
 - FF0X:0:0:0:0:2:7FFE
 - 新たにセッションを作る人は、しばらく受信した後に空いているアドレスを使用し、アナウンスする



セッション情報

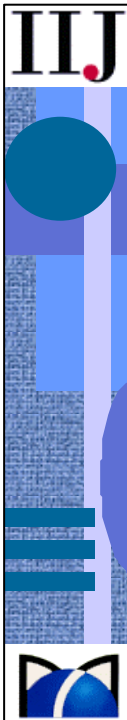
- SDP(Session Description Protocol)
 - RFC2327
 - セッション情報を記述

v=0	プロトコル番号
o=fujii 3142894548 3142894629 IN IP4 202.232.2.14	セッション名
s=IIJ Test Channel	セッション情報
i=IIJ Test Channel from Osaka branch.	URL
u=http://help.ij4u.or.jp/Multicast/	メールアドレス
e=<support@ij4u.or.jp>	電話番号
p=+81-3-5205-4444	有効期限
t=3148678800 3151098000	media name 0=PCM
m=audio 29748 RTP/AVP 0	connection information
c=IN IP4 239.253.128.81/31	31 = H.261
m=video 54210 RTP/AVP 31	multicast address/init TTL
c=IN IP4 239.253.128.44/31	



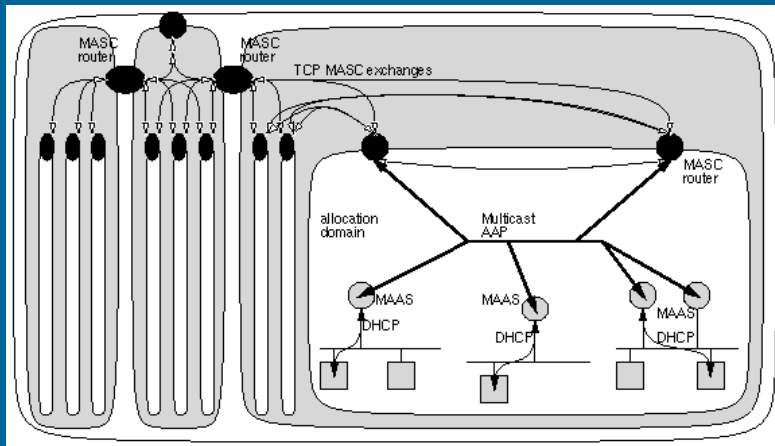
GLOP addressing

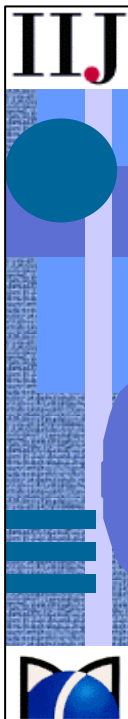
- draft-ietf-mboned-glop-addressing-02.txt
- 233/8 を各ASに static に割り当て
- 真中の16bit分にAS番号を割り当て、各ASは最後の8bit分を自由に使える
- AS2497 = 0x09c1 = 0x09と 0xc1 = 9と 193 = 233.9.193/24
- 計算CGI <http://gigapop.uoregon.edu/glop/>



動的マルチキャストアドレス割り当て

- IETF MALLOC WG





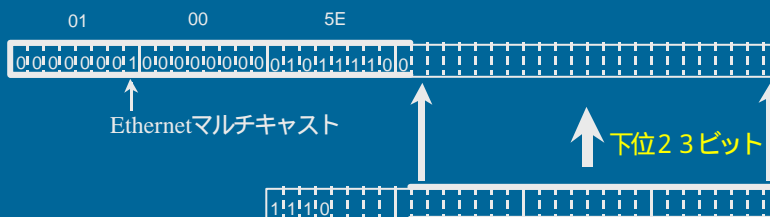
Address scope

- MZAP (Multicast-Scope Zone Announcement Protocol)
 - host が属する zone の scope を教える
 - ZBR が Zone Announcement Messages(ZAM) を 239.255.255.252 へ広報する
 - client は MADCAP で MAAS へ zone も尋ねる
 - misconfiguration を発見しやすくする
 - draft-ietf-mboned-mzap-05.txt
- SADP (Scoped Address Discovery Protocol)

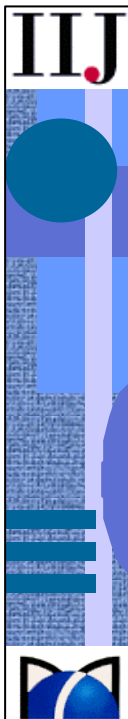


イーサネットマルチキャスト

Ethernet アドレス (6 オクテット)



IPマルチキャストアドレス (4 オクテット)



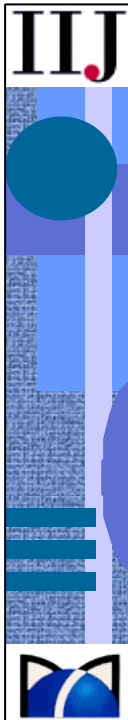
NIC フィルタ

- ユニキャストの場合、Ethernet Interface Card は自分の MAC アドレス以外のものはフィルタする
- 同様に、マルチキャストの場合も受信しないパケットはハードウェアレベルでフィルタしてほしい
 - ハッシュテーブルを作ってフィルタしてくれるもの
 - マルチキャストパケットは全部受信してしまうもの
 - マルチキャスト受信時には全部受信してしまうもの
 - マルチキャストパケットは受信できないもの



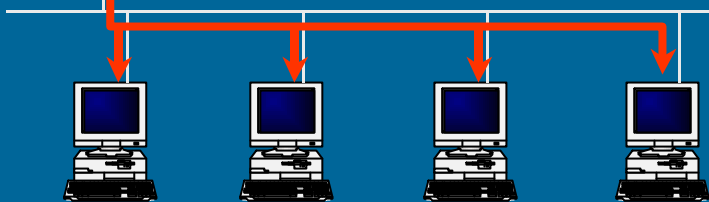
グループ管理プロトコル

- **IGMP(Internet Group Membership Protocol)**
- ローカルなサブネット上のホストがどんなグループに参加しているかを知るためのプロトコル
- RFC1112 IGMPv1
- RFC2236 IGMPv2
 - Leave Group をサポート
- MLD(Multicast Listener Discovery)
 - draft-ietf-ipngwg-mld-02.txt
 - ICMPv6 のサブセット

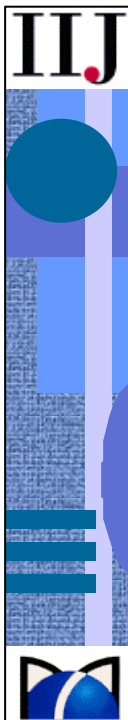


IGMPの仕組み

224.0.0.1 に対して IGMP Query 送信

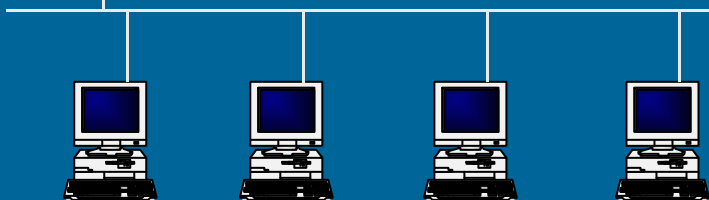


- 239.133.10.30
- 239.134.25.2
239.135.62.12
- 239.133.10.30
- 239.133.10.30
239.192.50.18
239.202.23.64

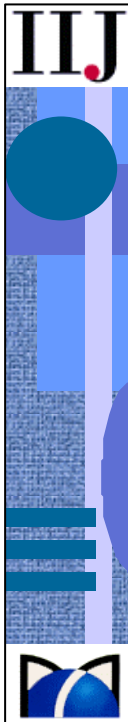


IGMPの仕組み(cont.)

返答タイマースタート

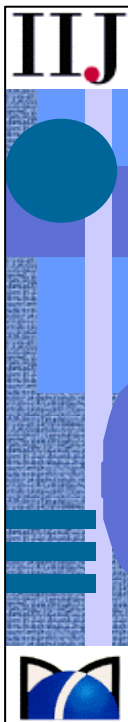
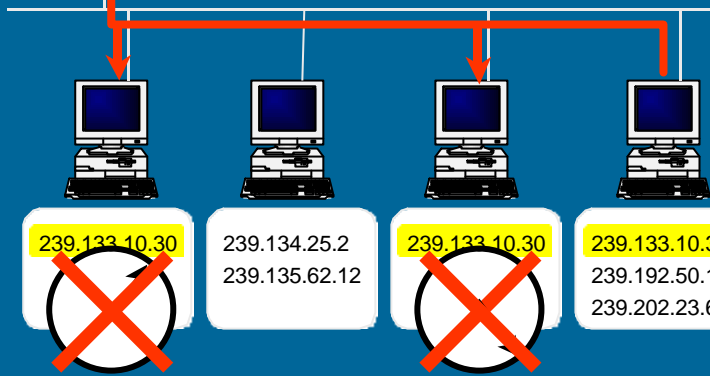


- 239.133.10.30
 - 239.134.25.2
239.135.62.12
 - 239.133.10.30
 - 239.133.10.30
239.192.50.18
239.202.23.64
-



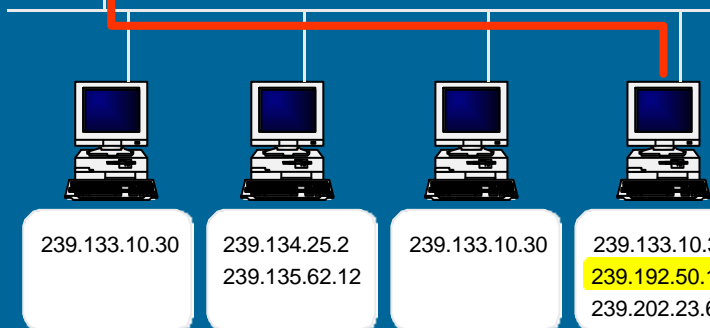
IGMPの仕組み(cont.)

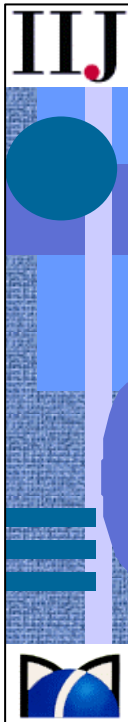
239.133.10.30 に対する IGMP Report の送信を中止



IGMPの仕組み(cont.)

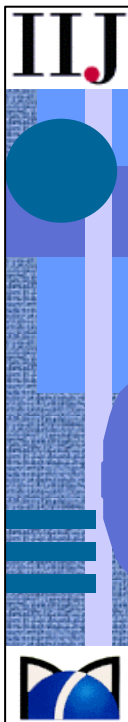
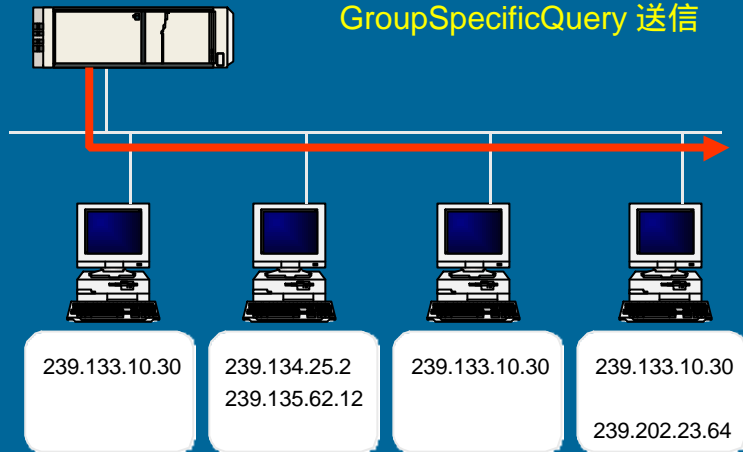
239.0.0.2 に対して LeaveGroup 送信



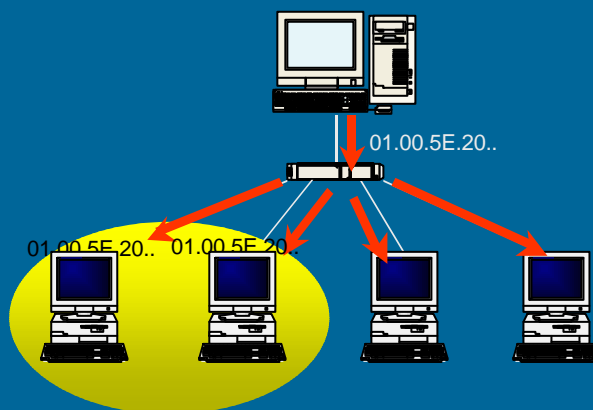


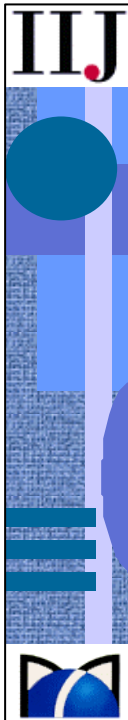
IGMPの仕組み(cont.)

239.192.50.18 に対して
GroupSpecificQuery 送信

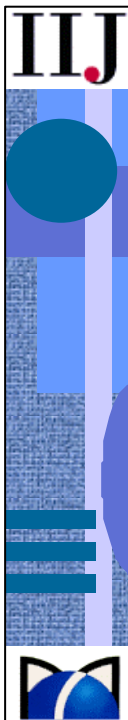
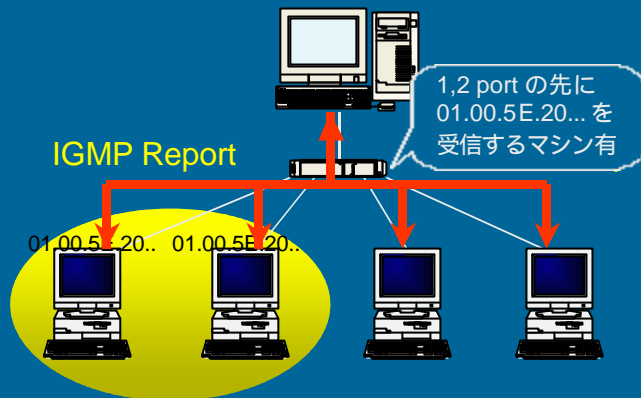


イーサネットスイッチ問題

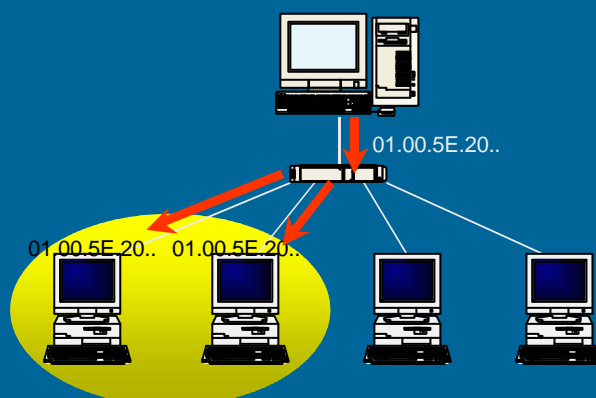


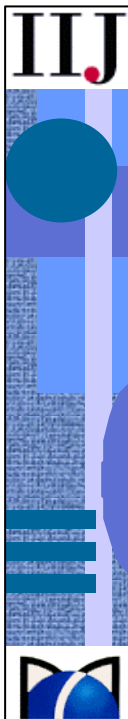


イーサネットスイッチ問題(cont.)



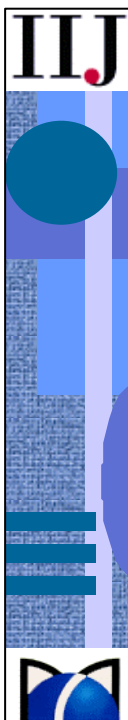
イーサネットスイッチ問題(cont.)



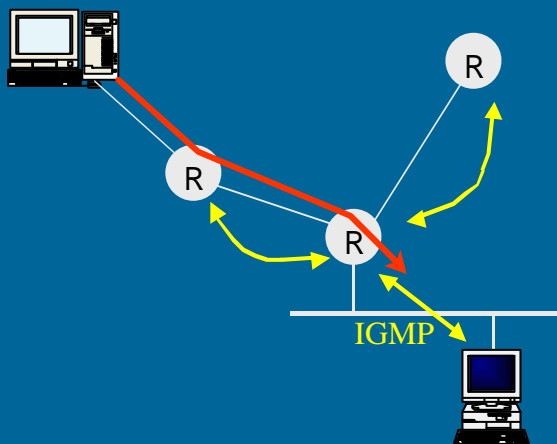


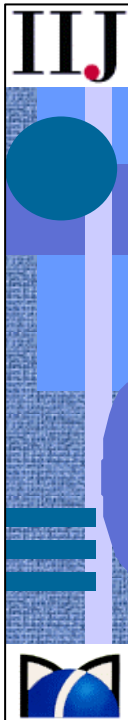
スイッチの対応方法

- IGMP snooping
 - L3スイッチでないだとCPUに負荷がかかりすぎる
 - L2だとIGMPと普通のパケットの見分けがつかない
 - L3スイッチだと価格が高くなる
- CGMP(Cisco Group Management Protocol)
 - 最寄のIGMP querierに教えてもらう
 - ベンダー依存のプロトコル
- IEEE 802.1 GMRP
 - GARP Multicast Registration Protocol
 - GARP(Generic Attribute Registration Protocol)
 - host(NIC)がswitchに対して受信希望グループを申告



IPマルチキャストルーティングプロトコル

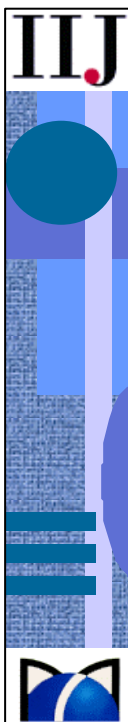




DVMRP

Distance Vector Multicast Routing Protocol

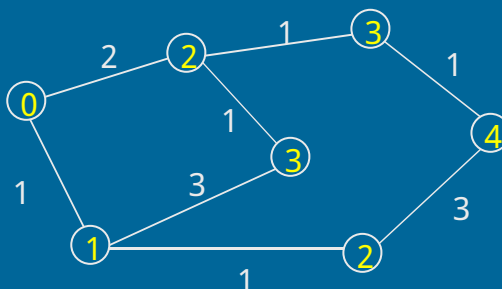
- draft-ietf-idmr-dvmrp-v3-09.txt
- 距離ベクトル型
- Reverse Path Forwarding
- flooding & pruning



DVMRPの動作

-距離ベクトル型-

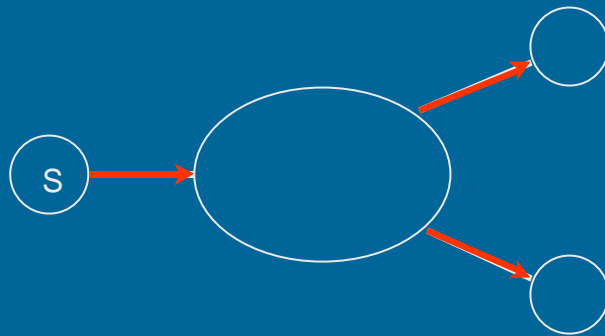
自分の接続しているリンクと、そのメトリックを相互に交換





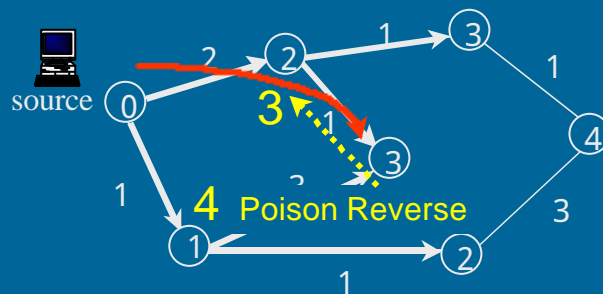
DVMRPの動作

Reverse Path Forwarding



DVMRPの動作

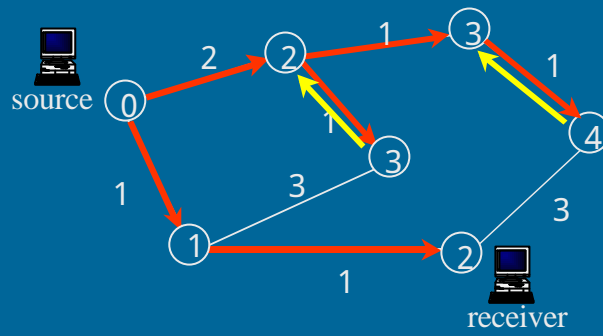
flooding & pruning





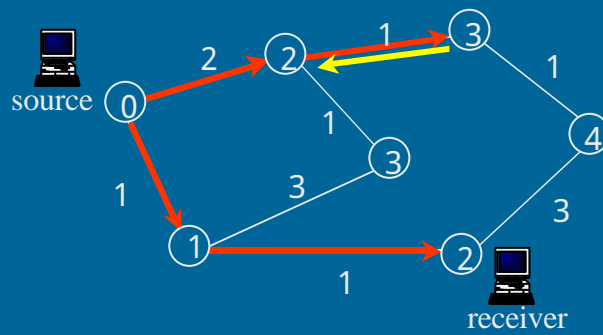
DVMRPの動作

flooding & pruning



DVMRPの動作

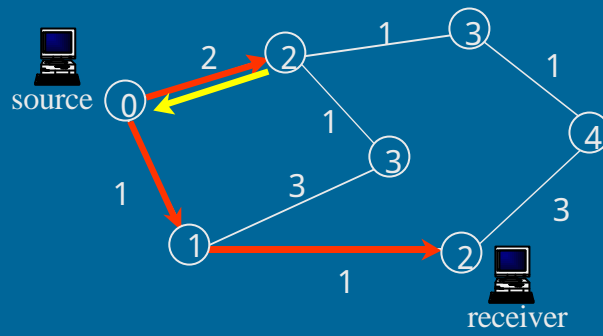
flooding & pruning





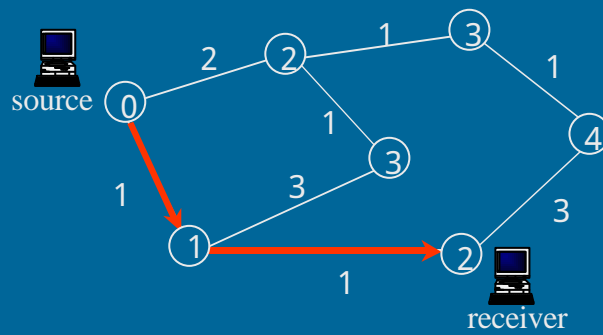
DVMRPの動作

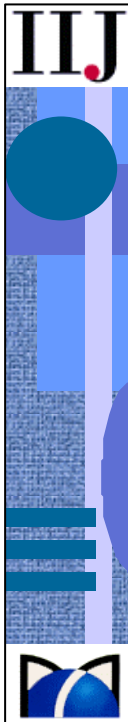
flooding & pruning



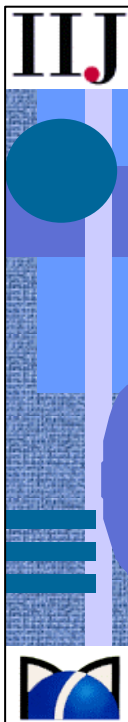
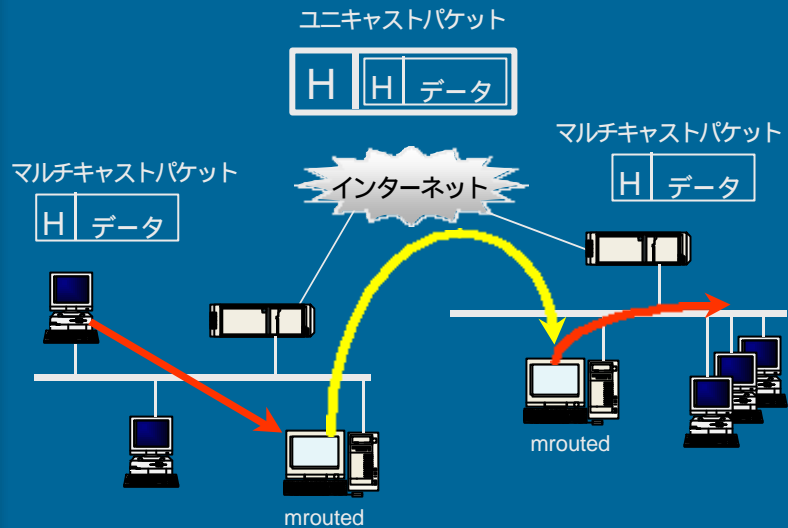
DVMRPの動作

flooding & pruning





マルチキャストトンネリング



トンネルのパラメータ

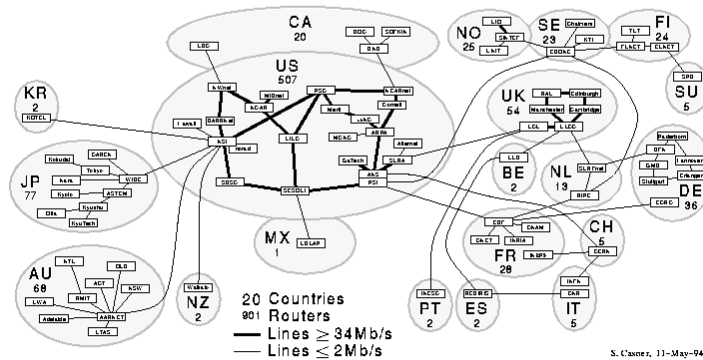
/etc/mrouted.conf

```
tunnel 192.168.1.2 192.168.2.3 metric 1 threshold 16  
rate_limit 512 boundary 239.255.0.0/16
```

local address, remote address の順番

- metric
 - 経路制御のための距離
- threshold
 - 通過させる TTL の大きさ
- rate_limit
 - トンネルに流れる最大の転送レート
- boundary
 - scope address を設定

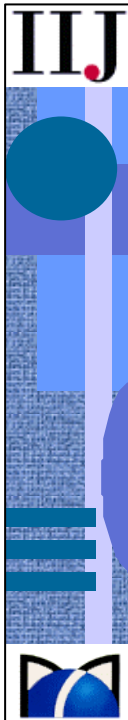
Major MBONE Routers and Links



S. Casner, 11-May-94

DVMRP まとめ

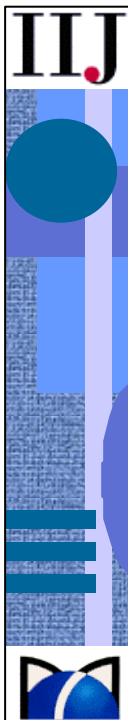
- mrouter が MBone で広く使われたために普及
- ベンダニュートラルなため、実装例も多い
- 広域で使用するには問題が多い
 - 経路情報の安定に時間がかかる
 - 不安定な経路による flapping 問題
 - 不必要なリンクや細いリンクにまで flooding する
 - prune しないノードが Blackhole 化する



PIM

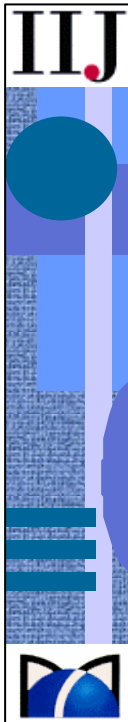
Protocol Independent Multicast

- unicast routing protocol に依存しない
- 密(Dense)モード
 - 狭い地域で、受信者が多く、トラフィックも多い場合
 - flooding & pruning (poison reverse なし)
 - draft-ietf-pim-v2-dm-03.txt
- 疎(Sparse)モード
 - 広い地域で、受信者が少なく、トラフィックも少ない場合
 - ランデブーポイントを設定
 - 送信者はRPへ向けて送信
 - 受信者はRPへ明示的にもらいに行く
 - draft-ietf-pim-v2-sm-01.txt

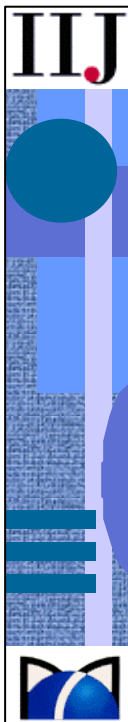
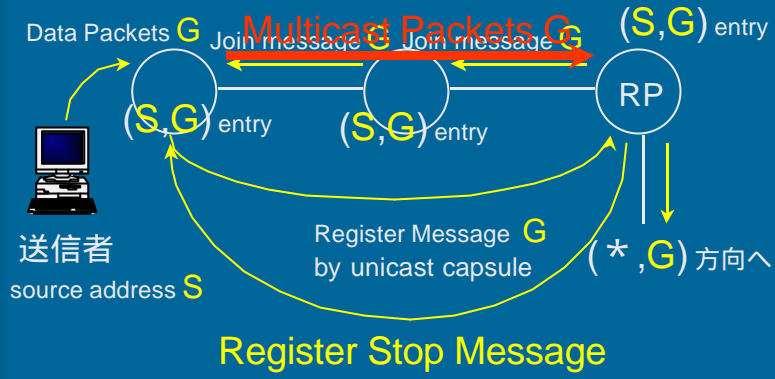


PIM Sparse Mode

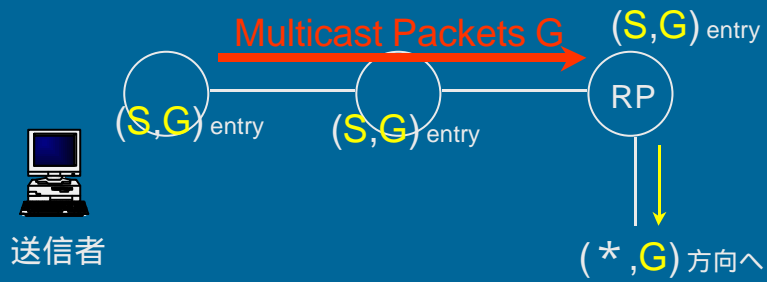




PIM Sparse Mode



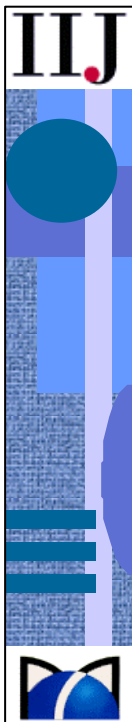
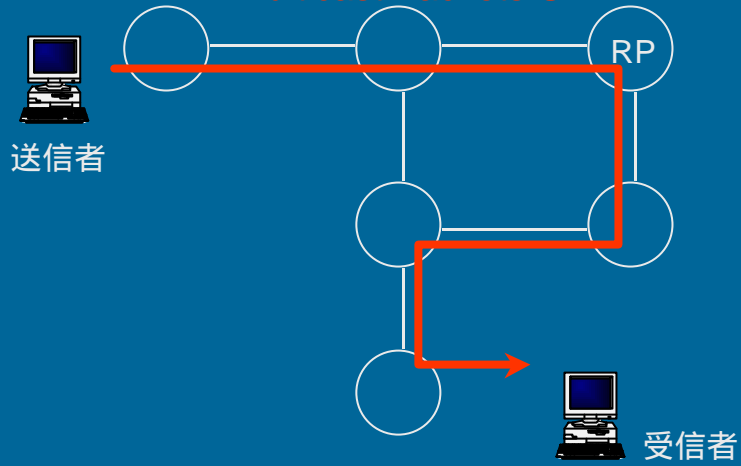
PIM Sparse Mode



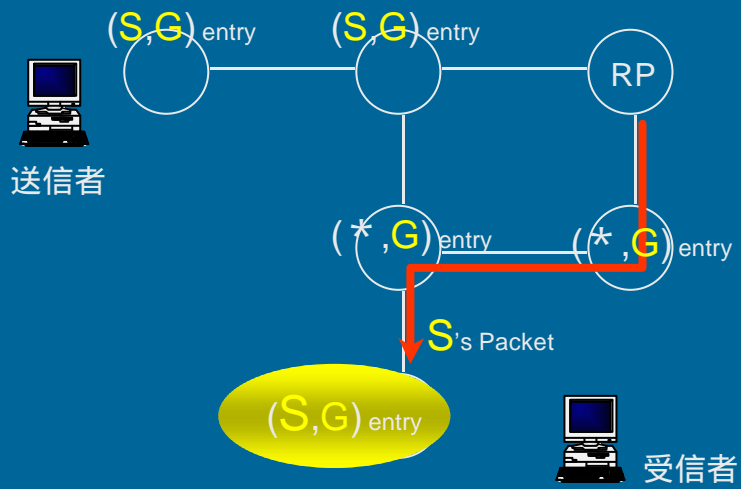


PIM Sparse Mode

Multicast Packets G

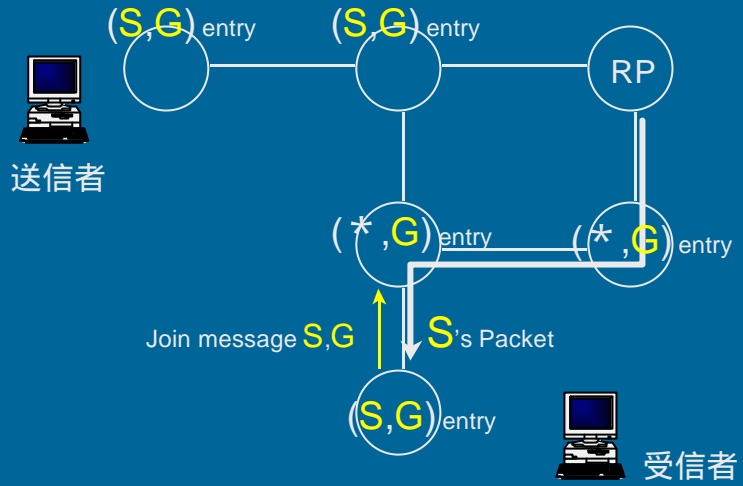


PIM Sparse Mode

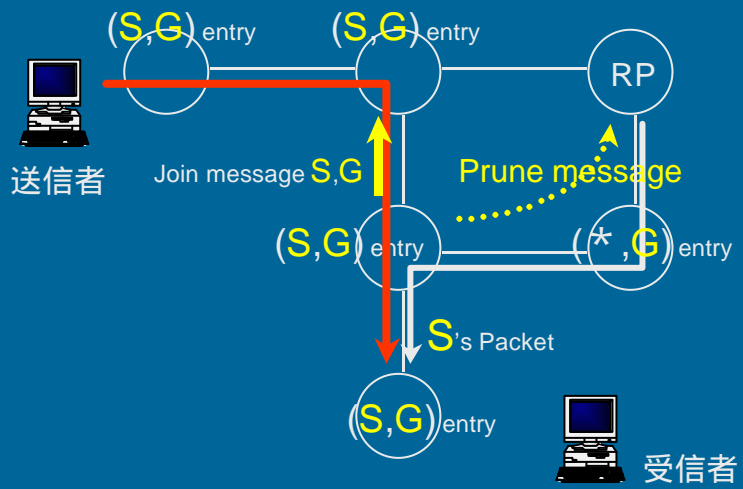


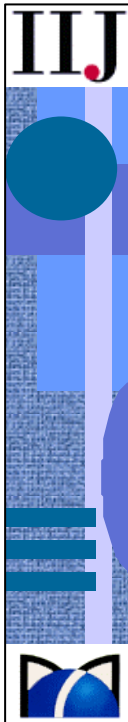


PIM Sparse Mode

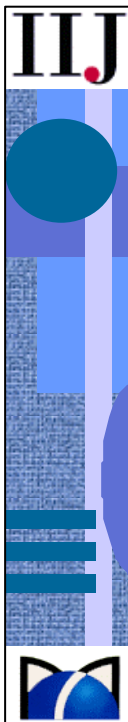
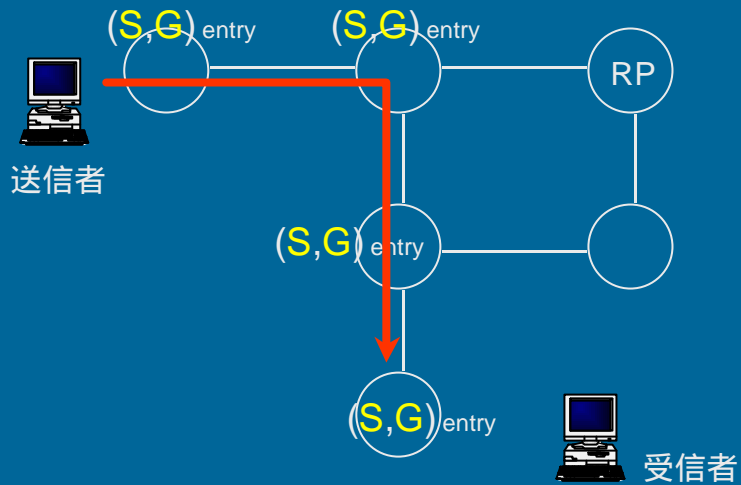


PIM Sparse Mode



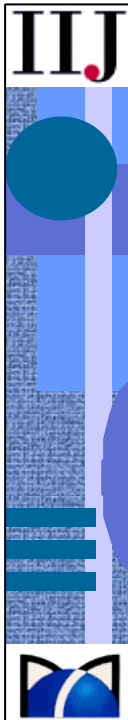


PIM Sparse Mode



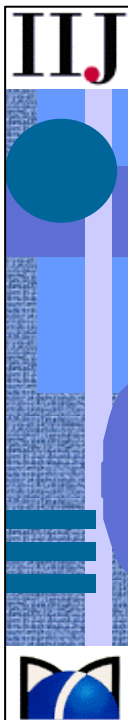
PIM-SM まとめ

- 明示的に join するため、必要のないリンクに無駄なトラフィックが流れない
- ベンダ色があることが普及の足枷？
- RP にトラフィックが集中する
 - 複数の RP を立てて対策
- ISP をまったく通信の場合、他組織の RP に依存することになる



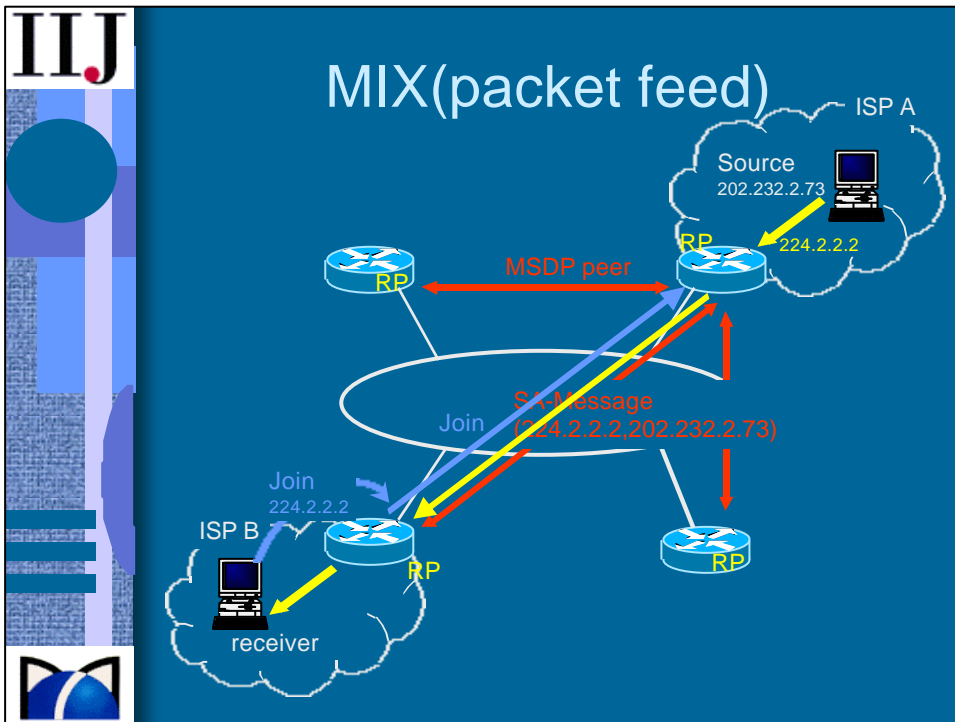
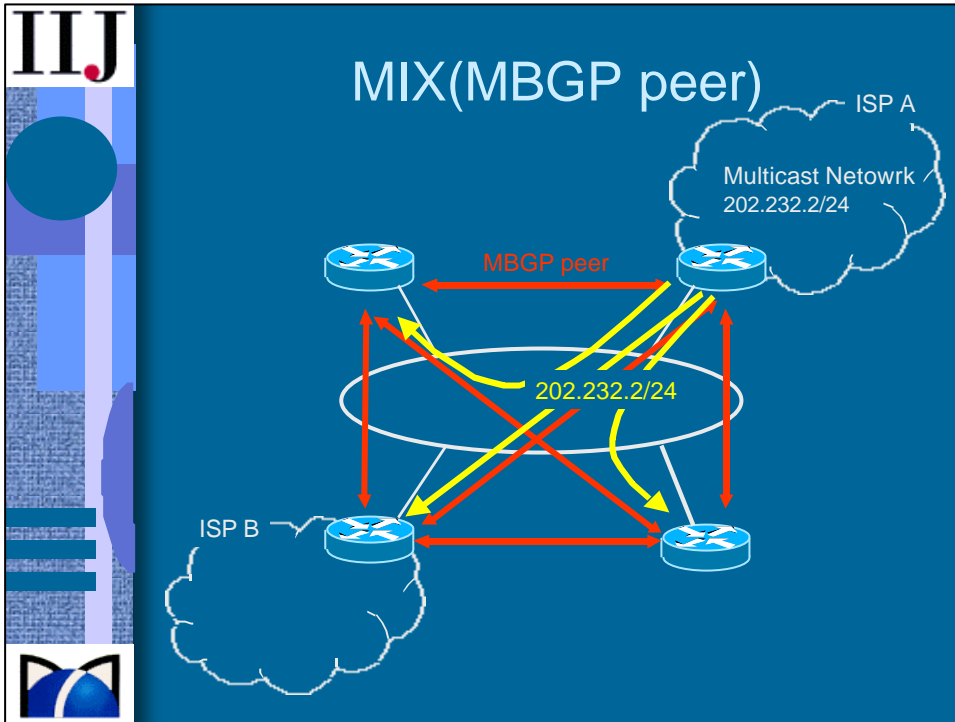
Inter-Domain Multicast Routing

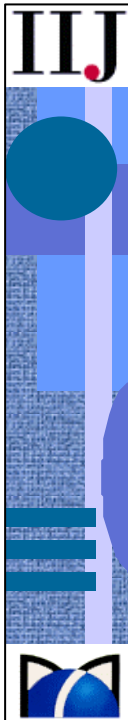
- BGMP(Border Gateway Multicast Protocol)
 - MASC で割り当てられたアドレスに関しては、そのドメインが root domain になる
 - Bidirectional Shared Tree
 - RPF 用の経路は BGP4+ の NLRI(Network Layer Reachability Information) を使う
- まだ実装と普及には時間がかかる



IDMR の短期的な解

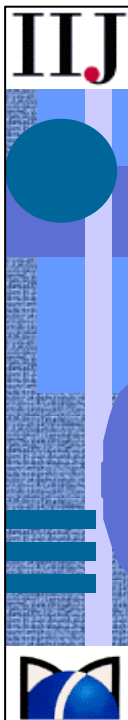
- BGP4+(俗称 MBGP:Multiprotocol/Multicast)
 - 慣れてるし、枯れてるし
 - BGP4 の仕組みだけ利用しよう
 - RPF 用の経路の広告に NLRI を使う
 - RFC2283(Multiprotocol Extensions for BGP-4)
- 実際のマルチキャストパケットフォワードには PIM-SM を使おう
 - でも Third-party Resource Dependency がいや
- MSDP(Multicast Source Discovery Protocol)
 - RP 間でアクティブなソース情報を交換しよう





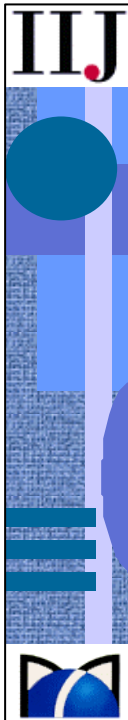
マルチキャスト対応機器

- OS
- ルータ
- TA、モデム、ダイアルアップルータ



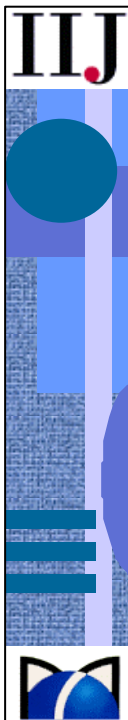
マルチキャスト対応OS

- SunOS
 - SunOS 4.1.x (ipmulti3.5-sunos41x.tar.gz)
 - <ftp://ftp.ij.ad.jp/pub/multicast/kernel/>
 - Solaris 2.x (Solaris_mc35+2.x-patch.tar.gz)
 - <ftp://playground.sun.com/pub/multicast/>
- BSD/OS
 - options MULTICAST
 - #options MROUTING
- FreeBSD, NetBSD
 - #options MROUTING
- Linux
 - make menuconfig -> Networking options
 - IP multicasting
 - IP multicast routing
 - IP tunneling
- IRIX, AIX, DIGITAL UNIX



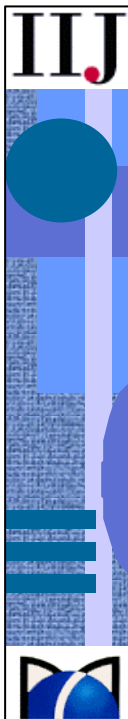
マルチキャスト対応OS (cont.)

- Microsoft Windows95
 - IGMP version 1
- Microsoft Windows98
 - IGMP version 2
- Microsoft WindowsNT
 - version 3.5 以上
- MacOS
 - 7.5.3 以上、 OpenTransport 1.1.2 以上
 - OT1.3 では PPP では使用不可
 - 8.5.1 では IGMP version1



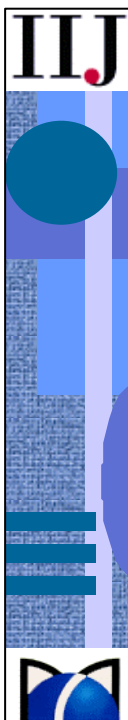
マルチキャスト対応ルーティングソフトウェア

- mrouterd
 - <ftp://ftp.ij.ad.jp/pub/multicast/mrouterd>
 - DVMRP
 - 設定方法
 - /etc/mrouterd.conf に
 - tunnel 自分 相手 metric 1 threshold 32 rate_limit 512
- gated
 - <http://www.gated.org/>
 - BGMP, PIM-SM, PIM-DM, MSDP
 - コンソーシアムメンバーのみ配布可
- pimd
 - <http://catarina.usc.edu/pim/pimd/>
 - PIM-SMv2



マルチキャスト対応ルータ ハードウェア

- Cisco
 - PIM-DM, PIM-SM
 - <ftp://ftp-eng.cisco.com/ipmulticast.html>
- Baynetworks(Nortel Networks)
 - BayRS 13.20
 - DVMRP, PIM-SM?
- 3COM
 - DVMRP, MOSPF
- Cabletron SSR
 - DVMRP, PIM-DM/SM(予定?)
- Torrent IP9000
 - DVMRP
- Newbridge VIVID
 - DVMRP, MOSPF, PIM
- Juniper
 - DVMRP, PIM-SM



設定具体例 (PIM-DM)

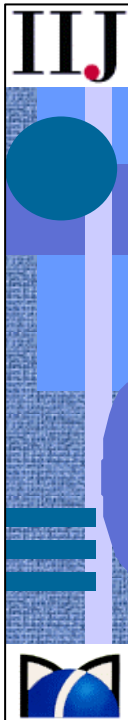


`ip multicast-routing`

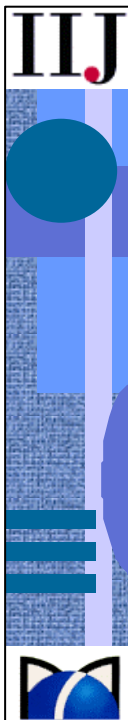
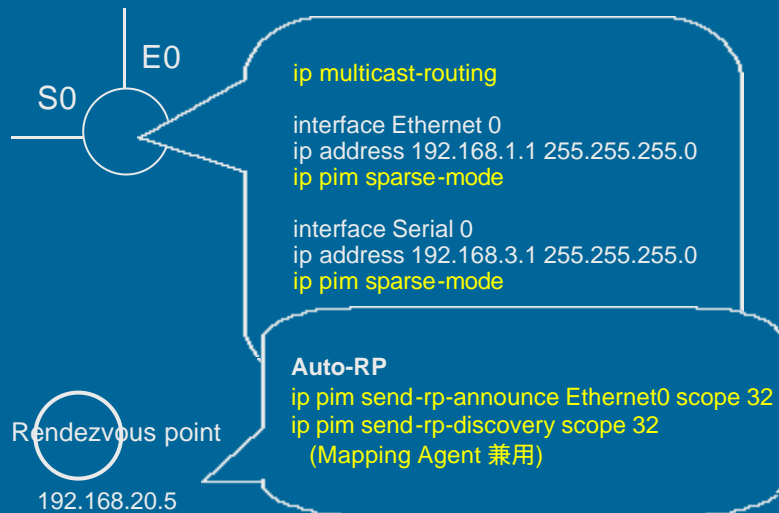
```
interface Ethernet 0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ip pim dense-mode
```

```
interface Serial 0
ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
ip pim dense-mode
```

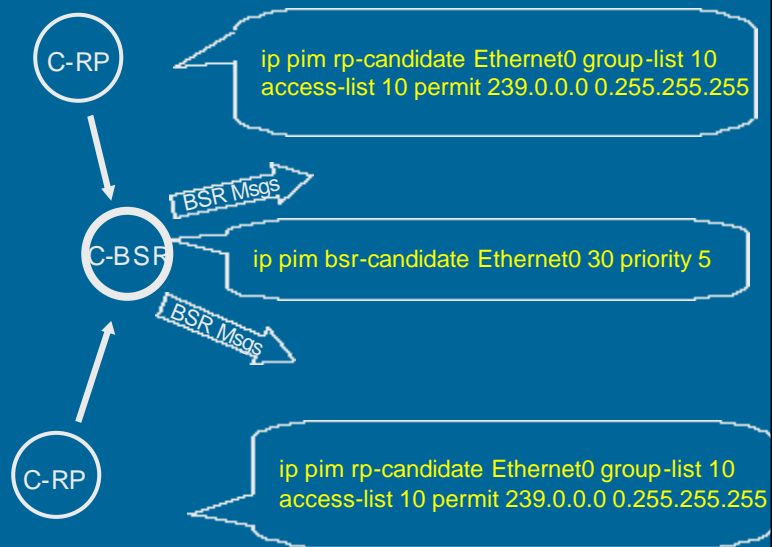
```
interface Tunnel0
ip unnumbered Serial0
ip pim dense-mode
ip multicast ttl-threshold 32
ip multicast rate-limit in 512
ip multicast rate-limit out 512
tunnel source Serial0
tunnel destination 192.168.10.5
tunnel mode dvmrp
```

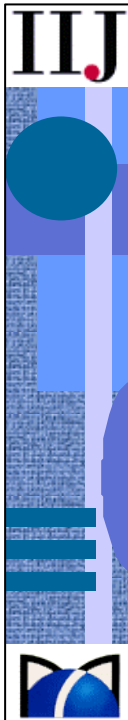


設定具体例 (PIM-SM)



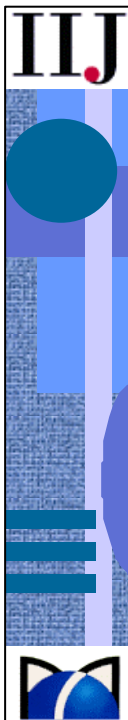
設定具体例 (PIM-SMv2)





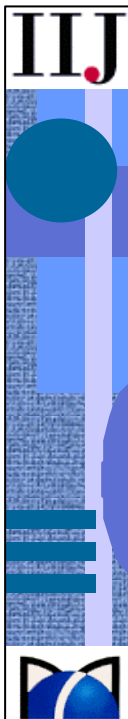
TA モデム、ダイアルアップルータ

- TAとモデムは問題なく使用可能
- ダイアルアップルータは、IGMPブリッジになっていれば簡単に使用可能
 - IIJ SEIL
 - 古河電工 MUCHO
- Ascend MAX
 - Ethernet -> Mod Config -> Multicast Forwarding=Yes
Multicast Client=No
Multicast Rate Limit=0
 - Radius 側
Ascend-Multicast-Client = Multicast-Yes



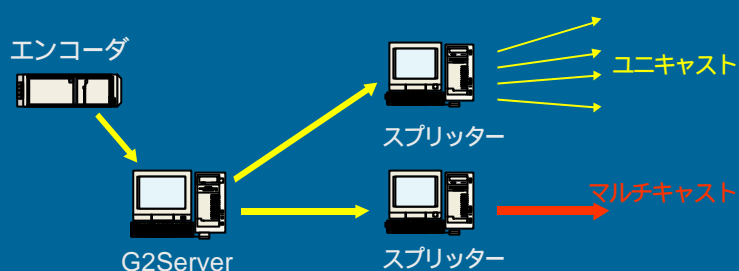
マルチキャスト対応アプリケーション

- Audio/Video
 - RealSystemG2, WMT, MobileMotion, SoftwareVision
 - IP/TV, PrimeCast, ICAST(I-Station)
 - vic, vat
 - OPTIVISION NAC-3000(MPEG1,2), Audioactive(MP3)
- Push
 - PointCast, BackWeb, Castanet
 - TIBCO/Rendezvous
 - NTT RealPush
- Data Distribution
 - Star Burst Communications (OmniCast, MFTP)
 - Lucent Technologies (e-cast)
 - Global Cast Communications, Inc.
- Disk Image Copy
 - Ghost
 - ImageCast



RealG2Server

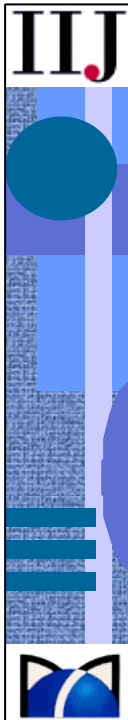
- 通常のサーバからスプリッティングした先でのマルチキャスト配送も可能
- 一台のマシンからユニキャストとマルチキャストの両方の送信も可能



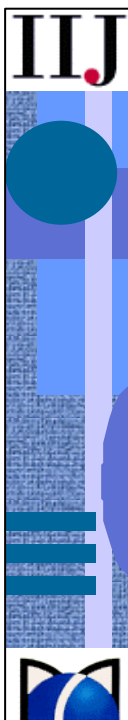
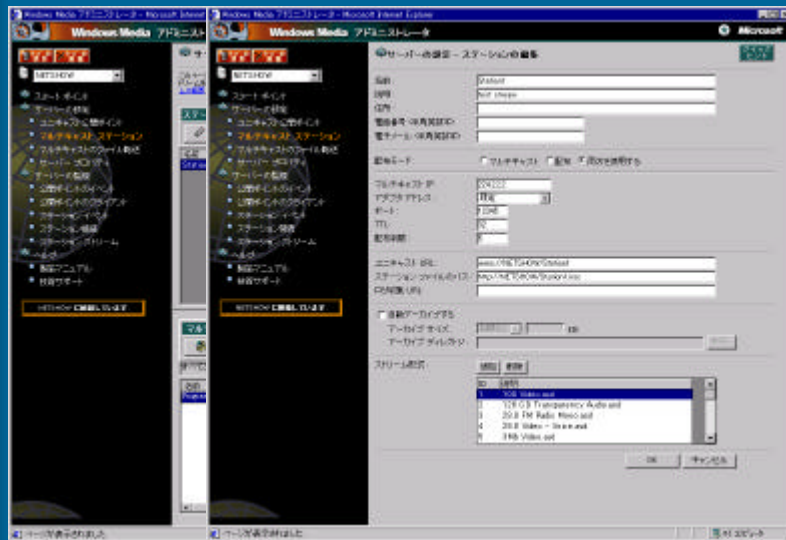
RealG2Server の設定

Configure -> Multicasting -> Back-Channel にて設定

```
<List Name="Multicast">
  <Var DeliveryOnly="0"/>
  <Var TTL="31"/>
  <Var PNAPort="7070"/>
  <Var Resend="1"/>
  <Var AddressRange="239.192.200.0-239.192.200.255"/>
  <Var RTSPPort="554"/>
  <List Name="ControlList">
    <List Name="1">
      <Var Allow="210.130.0.0:255.255.0.0"/>
    </List>
  </List>
</List>
```

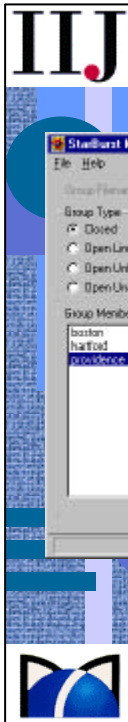


Windows Media



Windows Media(cont.)

- ステーション (そのサーバの論理名?) にマルチキャストアドレスや初期TTLを設定する
- ステーションの中にストリームを設定する
 - エンコーダからのライブストリーム
msbd://encoder:7007
 - ディスク上のASFファイルを繰り返し再生も可能
 - 他のサーバからの中継も可能
msbd://other_server/station1
- クライアントは http 経由で取得した .nsc ファイルの中に書いてあるマルチキャストアドレスに join する



MFTP

Starburst Multicast Server - Group

Group Filename: D:\observer\Mftp.grp

Group Type:
 Closed
 Open Limited
 Open Unlimited
 Open Unacknowledged

Transfer Options:
Send Complete File:
Time(s) Before Status Request:

Address Type:
 Multicast
 Broadcast

Group Members:
Boston
haldorf
brockhouse

Host Name: haldorf
IP Address: 206 33 96 234
Contact Person: Sarah White
Phone Number: 213-595-1212
Phone Number: same

[Add] [Delete] [Change]

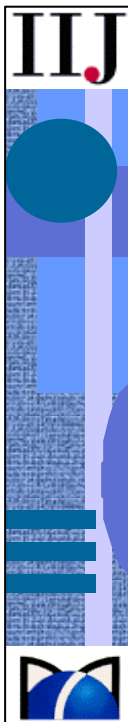
Starburst Multicast Server - Transfer

File Name To Transfer: D:\FINANCE\10_of_data.xls [Browse...]
Remote Filename: October.xls
Configuration Filename: D:\observer\Mftp.cfg [Browse...]
Group Filename: D:\observer\Mftp.grp [Browse...]

Logging:
 Minimal Logging
 Enhanced Logging
Log File Name: observer.log [Browse...]

Enter optional user data (up to 64 characters):
Sending October financial data...

Transferring 12:42 PM



MFTP

Starburst Multicast Client - Configure

Multicast IP: 224 0 1 88 [OK]

Enable Autostat [Cancel]

[Advanced...]

Starburst Multicast Client - Transfer Statistics

Network Information:
Client IP: 206.33.96.232 Server IP: 206.33.96.232 [OK]

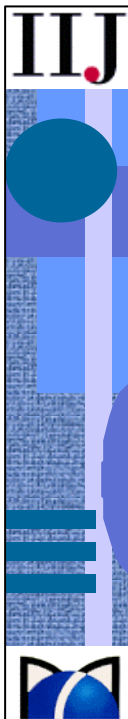
File Information:
Filename: October.xls
Total Bytes: 3183616 Total Blocks: 1 Total Datagrams: 2235

User Data: Sending October financial data...

Transfer Information:
Client Status: [OK]
Bytes Received: 159640 Repeated Datagrams: 0

Progress: 4%

Time-Of-Day Information:
Start Time: 12:44:16 Stop Time: [OK]



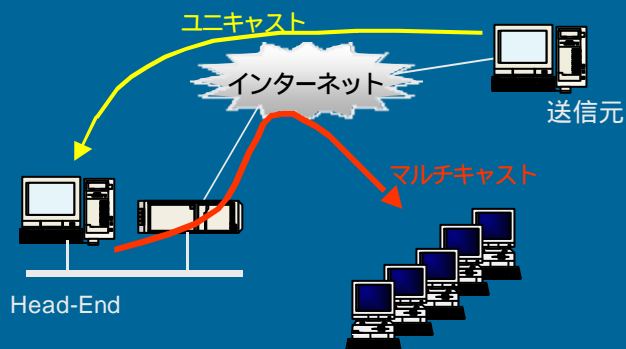
マルチキャストで送信するには

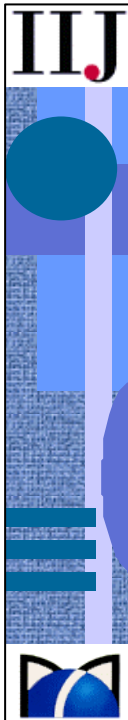
- マルチキャスト対応ISP
 - IIJ (IIJ4U エンタープライズダイアルアップサービス)
 - NTTサテライトコミュニケーションズ (MegaWave)
 - 宇宙通信 (DirecPC)
 - NTT-ME (XePhion)
- マルチキャストルータによる接続



変換サーバー

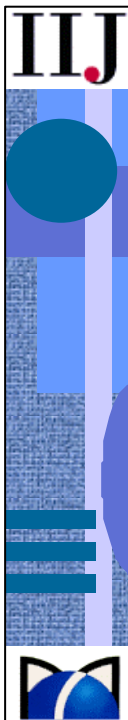
- Head-end までは unicast で送信
- サーバーがマルチキャストに変換





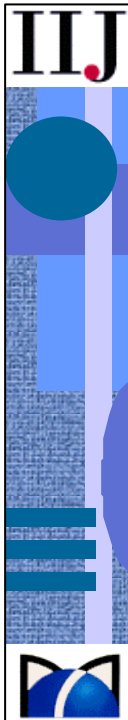
送信時の留意点

- マルチキャストアドレス
 - 現状では静的に割り当て
 - アナウンスは静的もしくはSAP
- セキュリティ(認証、暗号化)
 - アプリケーション層で対応
- 信頼性
 - 基本的にUDPなので送りっぱなし
 - Reliable Multicast Protocol を利用
- 基本的に live feed のみ
 - near on demand



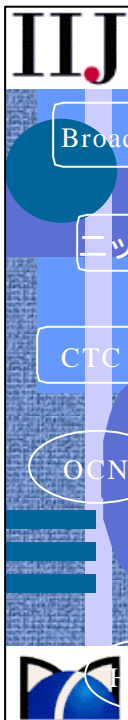
IP Multicast Initiative(IPMI)

- <http://www.ipmulticast.com/>
- 米で1996年に設立された業界団体
- Stardust.com が主催
- IPマルチキャスト技術の普及啓蒙目的
 - 技術ドキュメント発行
 - セミナー開催
 - 相互接続検証実験
 - 年に一度 IP Multicast Summit (mCAST2000)
- ハードベンダ、ソフトベンダ、ISR、ICP (55社)
 - 3Com,Ascend,Cisco,Extreme,FORE,HP,IBM,Intel, Newbridge, Nortel,Sun
 - AT&T,BellSouth,C&W,Gilat,Hughes,IIJ,Lucent,PanAmSat,Sprint,UUNET,Qwest
 - Broadcast.com,Microsoft,RealNetworks,TIBCO,StarBurst

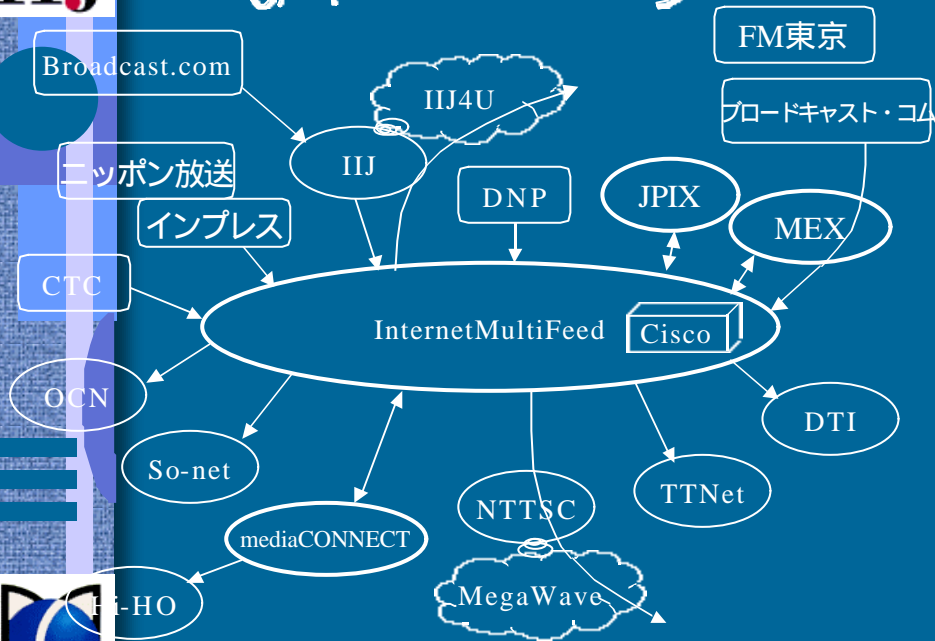


IPMI-JP

- <http://www.iijnet.or.jp/ipmulticast/>
- ML運用中(ipmulticast@iijnet.or.jp)
 - 参加条件なし
- ドキュメントの翻訳やバイヤーズガイドも予定
- ISP間相互接続実験 J/Splash
 - MBGP,MSDP,PIM-SM による接続実験
 - 国内34社による共同実験



J/Splash ネットワーク





JP MBone

- 国内の MBone
- IPマルチキャスト技術の研究開発目的
- mbone-jp@wide.ad.jp にて調整
 - 加入申し込みは mbone-jp-request@wide.ad.jp まで
- <http://aohakobe.ipc.chiba-u.ac.jp/misc/JP-MBone/>



最新技術動向

- IDMR (Inter-domain Multicast Routing)
 - Routing Protocol, IGMP
 - <http://www.cs.ucl.ac.uk/ietf/idmr/>
 - idmr-request@cs.ucl.ac.uk
- MALLOC (Multicast Address Allocation)
 - MASC, AAP, MADCAP
 - <http://www.aciri.org/malloc/>
 - malloc-request@catarina.usc.edu
- MBoneD (MBONE Deployment)
 - MBone の普及活動
 - <http://antc.uoregon.edu/MBONED/>
 - mboned-request@ns.uoregon.edu



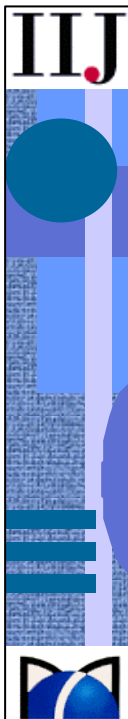
最新技術動向(cont.)

- PIM(Protocol Independent Multicast)
 - PIM
 - <http://netweb.usc.edu/pim/>
 - pim-request@catarina.usc.edu
- MSDP(Multicast Source Discovery Protocol)
 - <http://www.ietf.org/html.charters/msdp-charter.html>
 - msdp@network-services.uoregon.edu
- BGMP(Border-Gateway Multicast Protocol)
 - <http://netweb.usc.edu/bgmp/>
 - bgmp-request@catarina.usc.edu



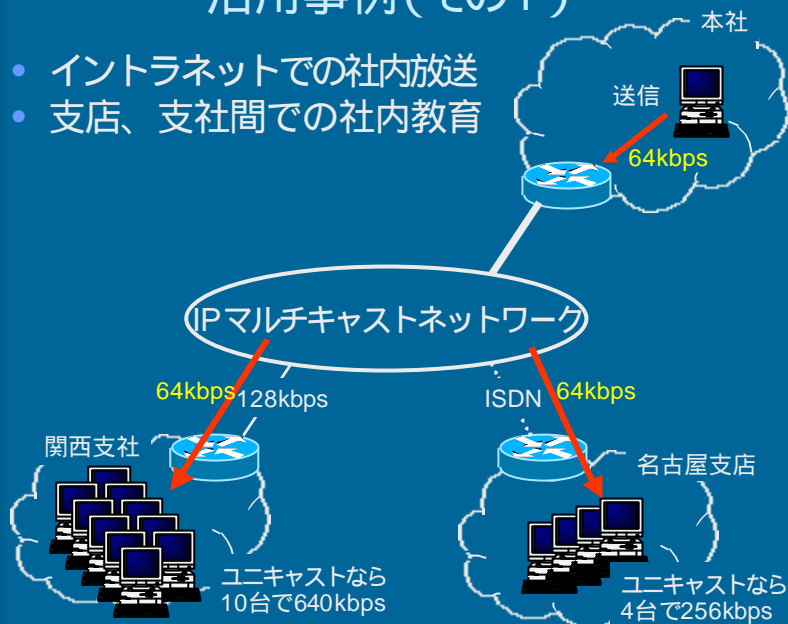
最新技術動向(cont.)

- MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control)
 - SAP, SDP, SIP, RTSP
 - confctrl-request@isi.edu
- AVT (Audio/Video Transport)
 - AV protocol format (RTP, RTCP)
 - <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtp/>
 - rem-conf-request@es.net
 - Mbone session 情報なども流れる
- RMT (Reliable Multicast Transport)
 - rm-request@irtf.cs.berkeley.edu
 - RMRG(The Reliable Multicast Research Group)
 - <http://www.east.isi.edu/RMRG/>



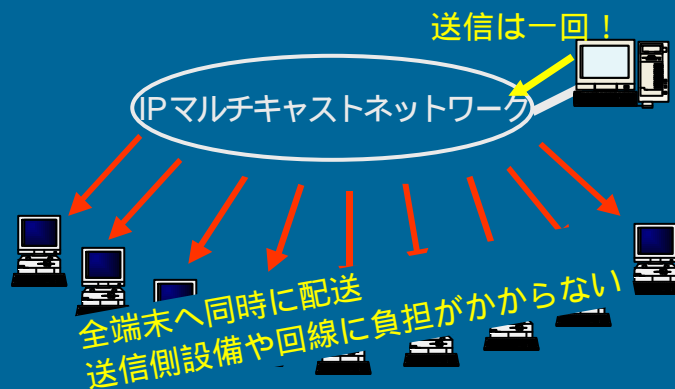
活用事例(その1)

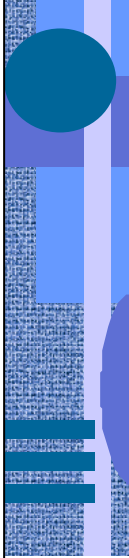
- イン트라ネットでの社内放送
- 支店、支社間での社内教育



活用事例(その2)

- 全国支社への商品マスターDBのリプリケーション
- 全国コンビニ・レコード店への新譜配送





IPマルチキャスト技術

アイアイジェイメディアコミュニケーションズ

藤井 直人

fujii@ijj-mc.co.jp

Internet Week 99
December 15, 1999

Copyright © IIJ Media Communications Inc. 1999