

Explicit Multicast

今井 祐二

kimai@flab.fujitsu.co.jp

株式会社 富士通研究所

コンピュータシステム研究所

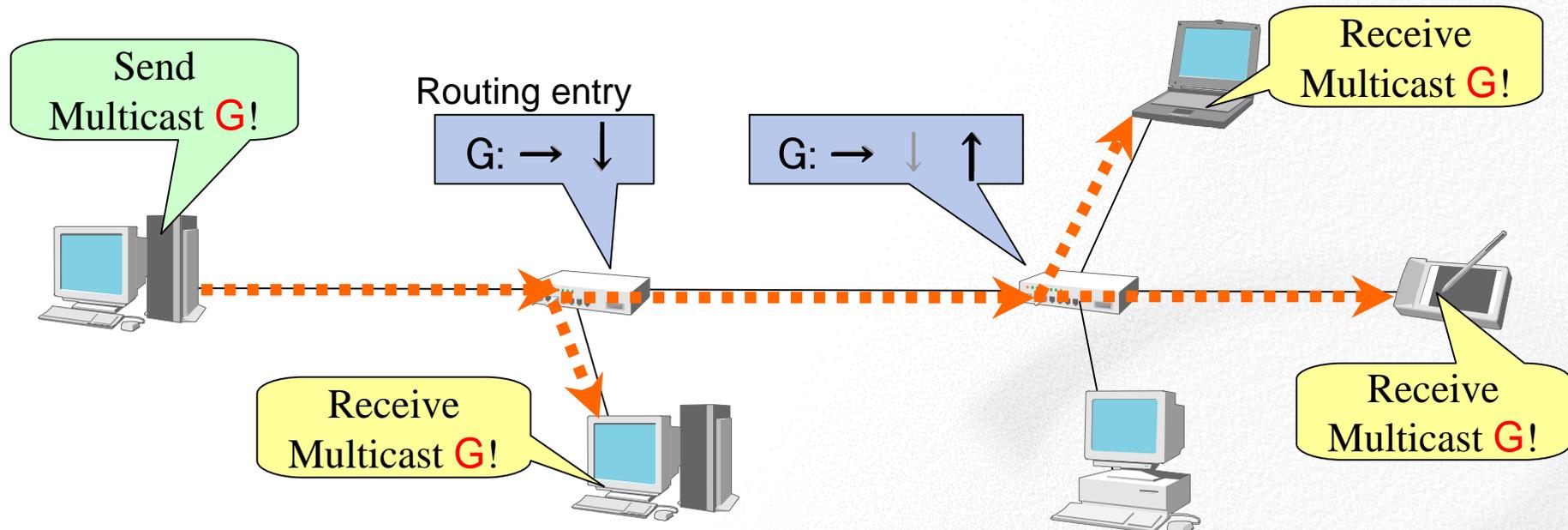
ソフトウェア研究部

マルチキャストって言えば...

- インターネットマルチメディア技術の最先端を10年以上走りつづけている。
 - 常にcutting edgeな(でしかない)技術
 - 枯れる気配が無い。
- 「舐めた事抜かしてんじゃねー。」
by ishiguro

Multicast mechanism

グループアドレスを宛先としてデータグラムを送出



- すべてのグループについて配送木上の全ルータに経路情報が必要
- joinを正しく処理するためにグループの送信者がどこにいるかすべてのルータが知っている必要がある。
- 経路保持のため受信ノードがkeep aliveしてくる。

グループ数スケールラビリティ問題

Protocol	Table Size/Cntl Msg
DVMRP	$O(G*S)$
PIM-SM	
- shared	$O(g)$
- short cut	$O(g*S)$
logical lower bound	$O(g)$

G: # of active groups
in the DVMRP domain.

g: # of groups
running on a router

S: # of source

Sola&Ohta "Scalability of Internet multicast Protocols", Inet 98

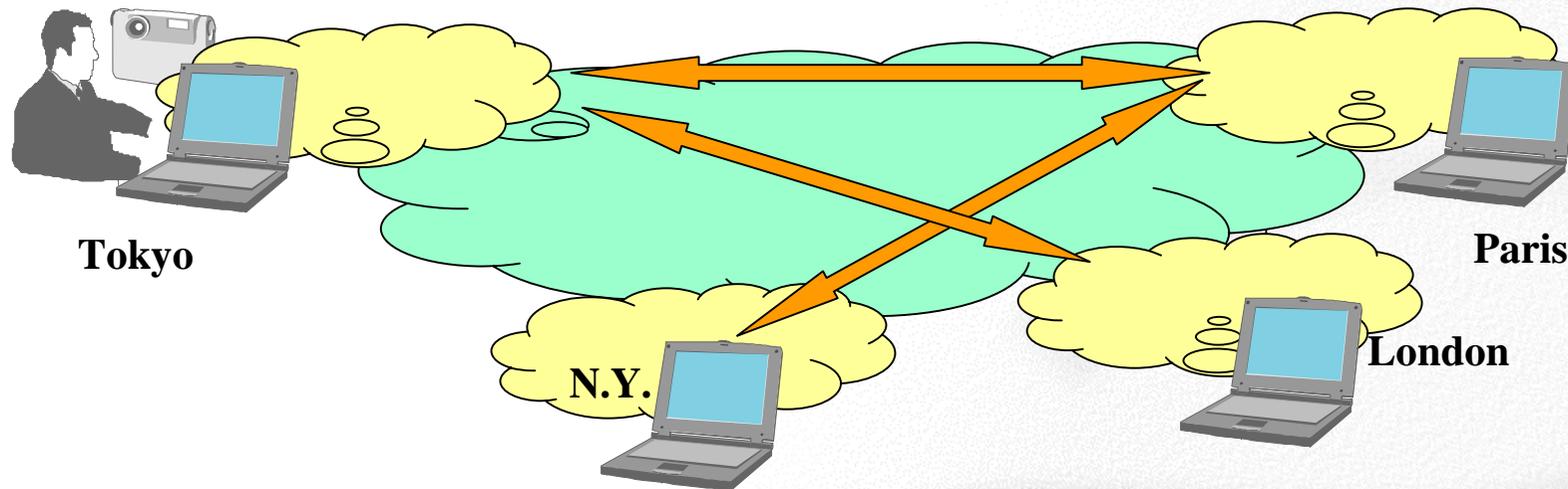
- マルチキャストを1M group面倒見るために、百万経路を保持できて、毎分百万回join/pruneをさばけるルータを作ろう!!



マジ本当？

トンネルによるMulticast展開

Mboneなどは、マルチキャストの島をトンネルで結び、経路をIDMRで交換する。



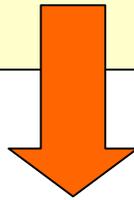
- ネット管理者間の調整が必要
- 構造が複雑
- エッジでのヘッダ操作コスト発生

オペレーション
負担大

アプリケーションの再分類

Broadcast-like
(one-to-many)

- IETF会議のマルチキャスト中継
- TV放送の配信



Internet Standard Multicast
(受信者数に関してスケールラブル)

Narrowcast-like
(few-to-few)

- IP電話による多地点会議
- 多地点ビデオ会議
- マルチパーティ・ネットゲーム



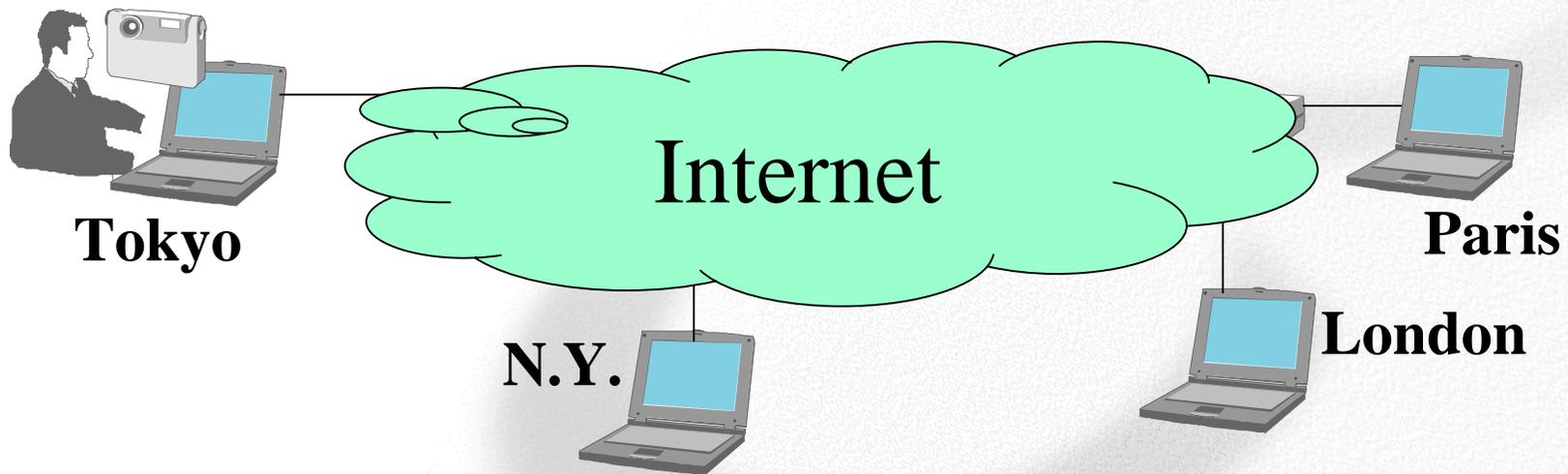
Small Group Multicast
(セッション数に関してスケールラブル)

(This explanation was originally written by Dirk Ooms.)

Explicit Multicast

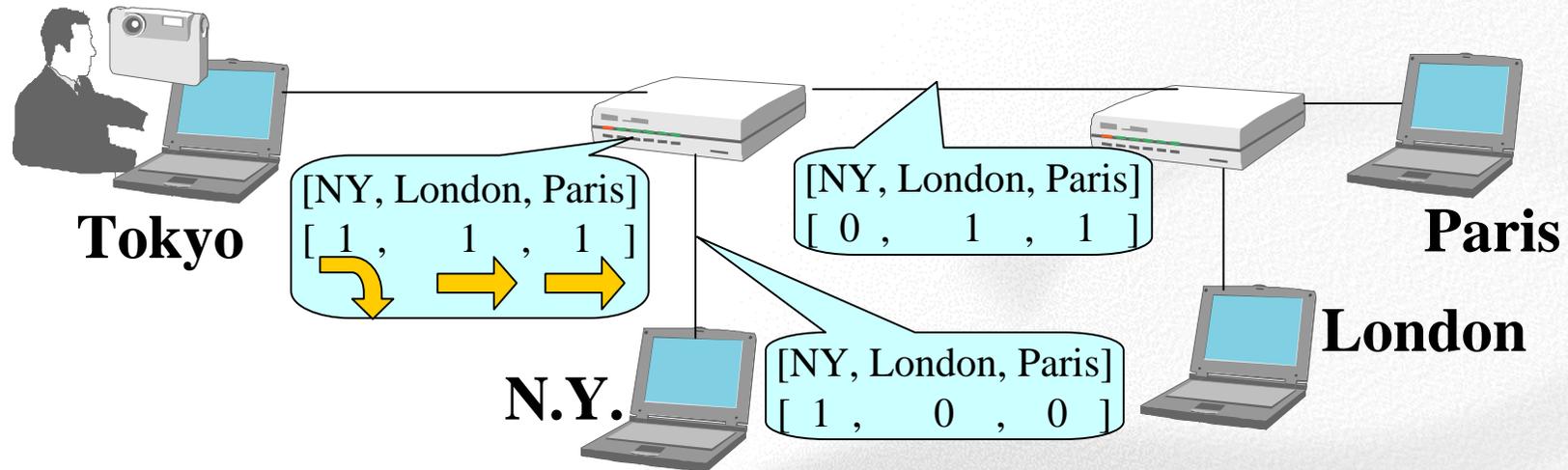
💡 グループ代表アドレスのかわりに、ユニキャストアドレスのリストをIPv6 Routing Headerとして格納。

IPv6 header SRC=Tokyo DST=N.Y.	Hop-by-Hop header	IPv6 header SRC=Tokyo DST=XCAST	ROUTING header [N.Y., London, Paris] [1 , 1 , 0]	UDP header
--------------------------------------	-------------------	---------------------------------------	--	------------



MDO6パケットの転送

- ルータは、リストのすべての宛先について、ユニキャスト経路検索してNextHopを決定



- NextHopが同じ宛先をグルーピング
- Bitmapをupdateしてフォワード

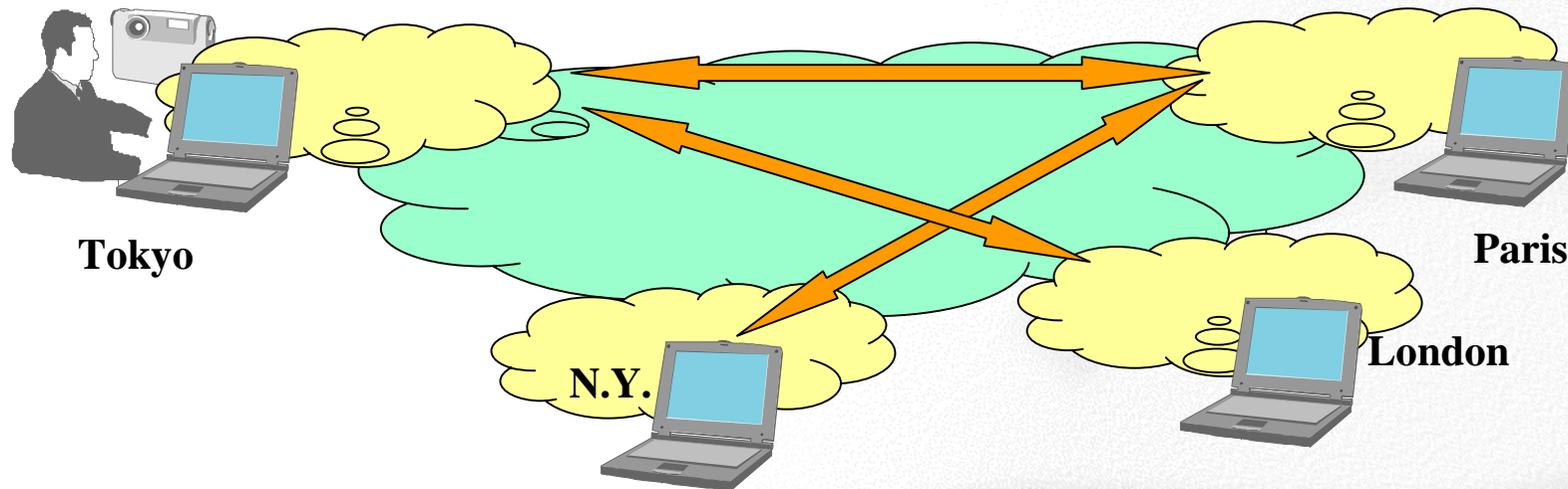
特徴

- グループが増えてもルータ経路表サイズは影響がない。
- クライアントが、End-to-Endで勝手にグループを作り放題。
 - 途中ルータはマルチキャスト経路を持たない
 - マルチキャスト経路交換プロトコル不要
 - グループアドレス割当 / 管理不要
- Rendezvous point不要
- 宛先数に制限(実用上16まで)。
 - 放送用途には代表アドレスマルチキャスト
 - ビデオ会議・対戦ゲームにはXCAST } 用途で使い分け

誰でも気軽に使い始められるマルチキャスト

トンネルによるMulticast展開

Mboneなどは、マルチキャストの島をトンネルで結び、経路をIDMRで交換する。



- ネット管理者間の調整が必要
- 構造が複雑
- エッジでのヘッダ操作コスト発生

オペレーション
負担大

半透過トンネルによる段階的な展開

 XCASTデータグラムは、扱いを知らないルータにとって、単なるユニキャストデータグラムに見える。

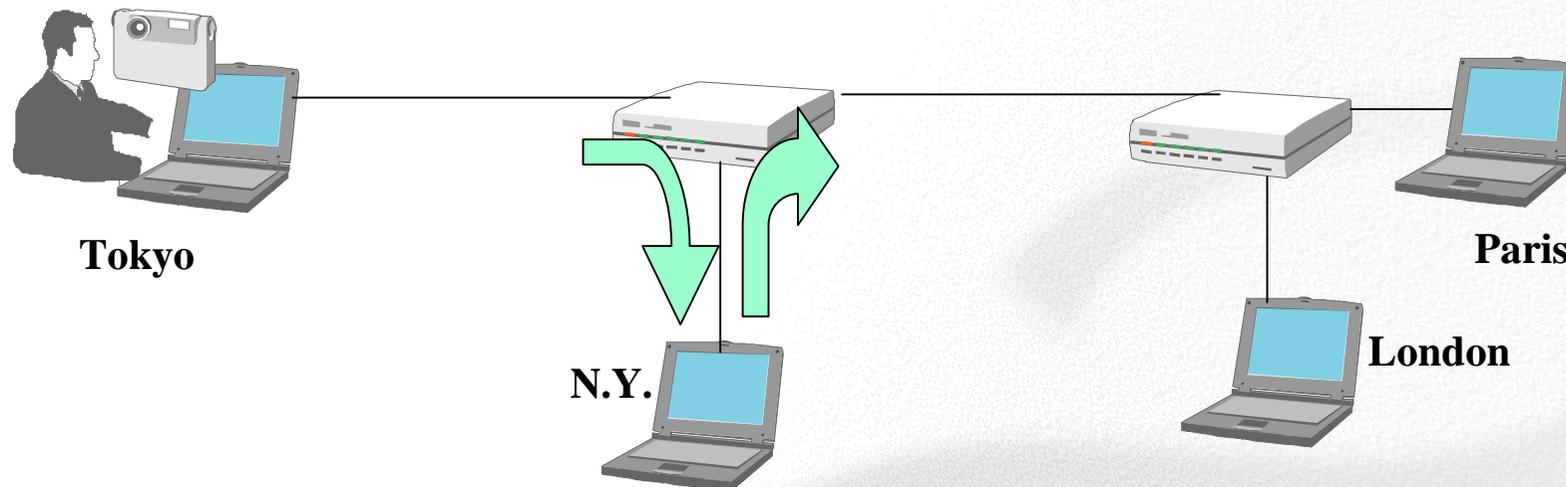
IPv6 header SRC=Tokyo DST=N.Y.	Hop-by-Hop header	IPv6 header SRC=Tokyo DST=XCAST	ROUTING header [N.Y., London, Paris] [1 , 1 , 0]	UDP header
--------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	--	---------------

暫定宛先
(未配送宛先のひとつ)

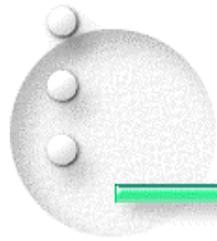
オプションタイプ値の先頭が01
“ルータがオプションを解釈不能なら
オプションを無視して中継”

半透過トンネルによる段階的な展開

途中ルータがXCASTに対応していなくても、データグラムは宛先のうちひとつに向かい、次のXCASTルータで分岐が起こる。



- ネットがXCAST未対応でも使い始められる。
- XCASTルータが増えると配送経路が効率化する



IETF standardization

1999 3Q 3社による独立な似た提案の投稿

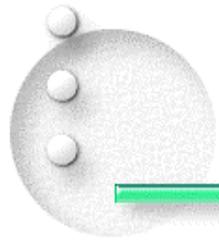
- Connection-less Multicast(Alcatel)
- Multiple Destination Option on IPv6(Fujitsu)
- Small Group Multicast(IBM)

2000 Aug. 48th IETF(Pittsburgh)

- 第1回 BoF

2000 Dec. 統一 XCAST specification

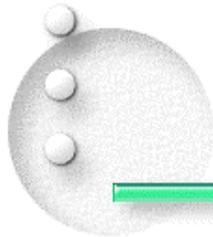
- Explicit Multicast (XCAST) Basic Specification
draft-ooms-xcast-basic-spec-00.txt
- IPv4 and IPv6の両プロトコルに対応



IETF standardization(Cont'd)

仕様を元に実装を作成中

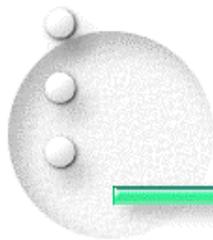
- IPv4: Windows(IBM), Alcatel(FreeBSD)
- IPv6: Linux(ETRI,KAIST),NetBSD(WIDE, FUJITSU)
 - <http://xcast.sourceforge.net>
 - IETF@London直後に韓国で相互接続実験を予定



MDO6-kit

富士通案プロトコルの試験実装

- MDO6-kit #1
 - based on FreeBSD 2.2.8 + KAME IPv6 stack
 - vic(video conference) & rat(Robust Audio tools)
 - distributed with BSD style copyright
- MDO6-kit #2 for FreeBSD 3.5
- MDO6-kit #3 for FreeBSD 4.[23]
- MDO6-kit #4 for NetBSD1.5.1_BETA2



INET2000 demo

IPv6 showcase (18-21 July 00)

VIC
Video Conference

Bzflag
3D tank game

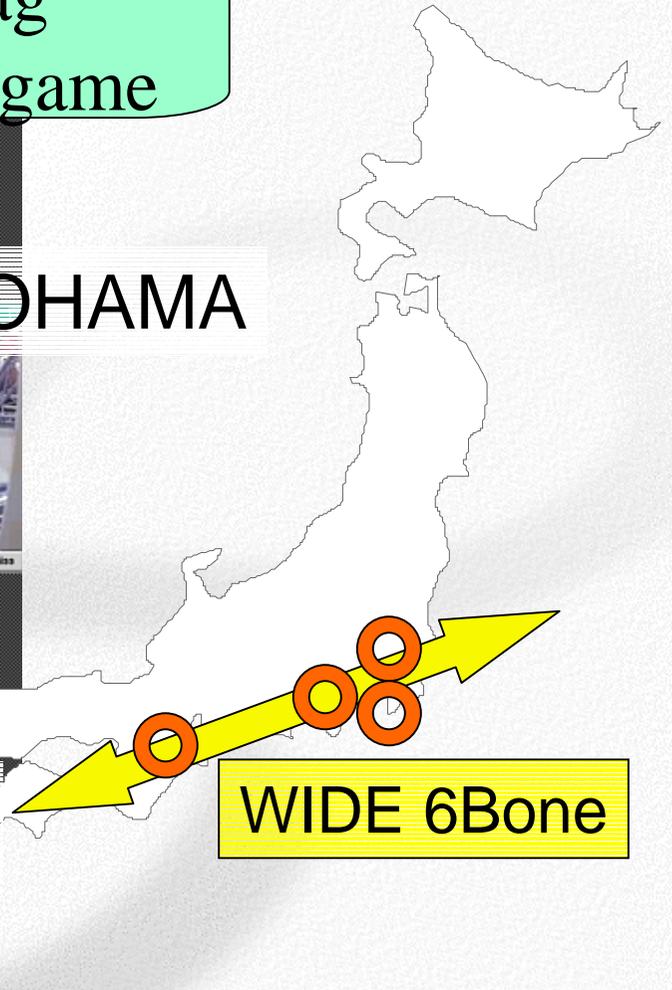
RAT
Robust Audio Tool



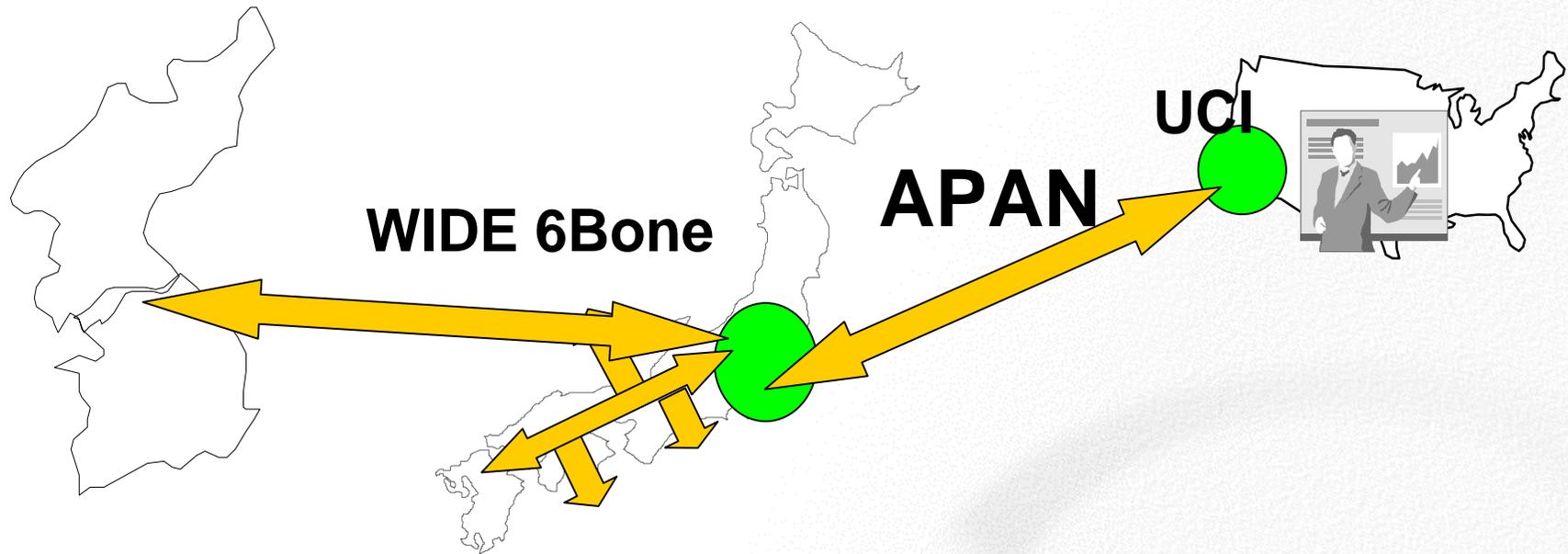
YOKOHAMA

NARA SFC FUJITSU

WIDE 6Bone



ビデオ会議運用実験

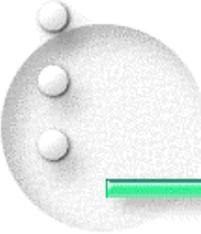


- 7会場を結んだ多地点会議

NAIST, FUJITSU, UEC, ISID, kyushu-u, KTF, SFC

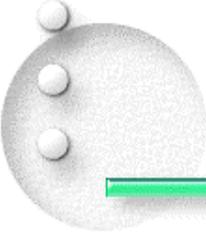
- 双方向音声画像配信

- マルチキャスト経路に関して特別な配慮は、一切していない



まとめ

- 明示的アドレスリストを宛先とするマルチキャスト
 - ユニキャスト経路を活用
 - グループ数に関してスケーラブル
 - Operatorに痛みの少ないマルチキャスト
 - クライアントが気軽にマルチキャストを開始できる
- KAME & vic,ratによる多地点画像配信
- BSD, Linuxなどの実装を展開中
- IETF標準に向けて活動



今後の課題

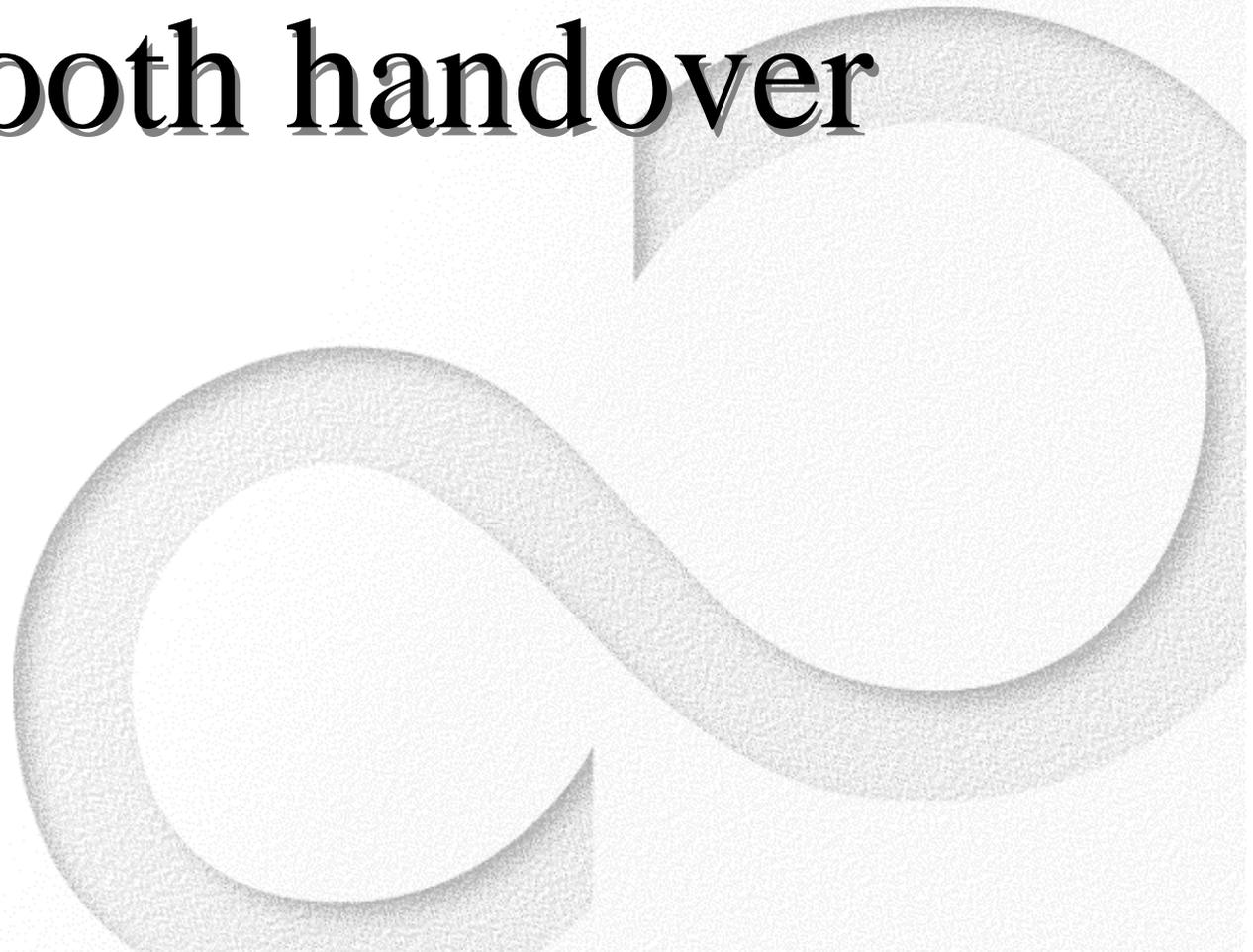
- 標準化活動推進

“real requirement from user, ISP, career”をIESGに示せ。

- 実装の展開

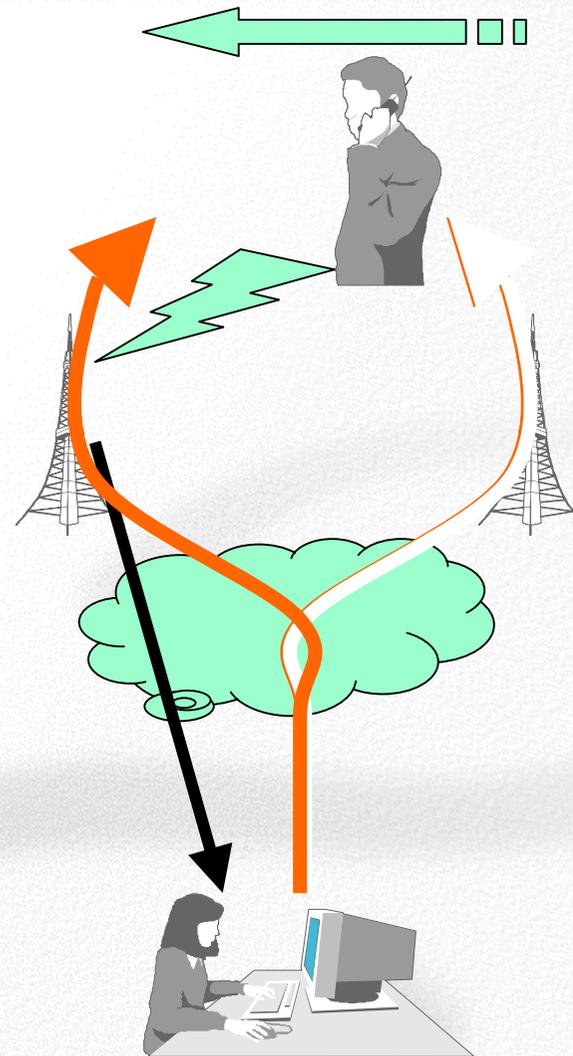
- *BSD, Linux, Windows
- Video&Audio tool(vat, RAT)
- white board, reliable multicast
- Mobile IP, micro mobility

Smooth handover



Mobile IP瞬断問題

接続基地局の切り替わりが送信者に通知されパケットが来るまでは接続性が失われる。



Handover by Preceding

端末が移動しそうな基地局にも
パケットを先回りさせておく。

エリアが重なる間は冗長に受信。

基地局切替時の瞬断なし。

所在管理・マルチキャスト経路管理が
end-to-endなので、基地局の処理負担が軽減。

