

本資料について

本資料は下記著書を基にして作成されたものです。文書の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください。

- 著書名：電話はなぜつながるのか
- 著者：米田 正明
- 出版社：日経BP社
- 発行年月日：2006年9月19日

電話はなぜつながるのか

渡邊研究室

040427500 山中 裕司

電話とは

- 声を使って相手と会話
→ × 手紙、電子メール
- お互いが同時に話せる
→ × トランシーバー、無線
- 不特定多数の人と話せる
→ × 糸電話

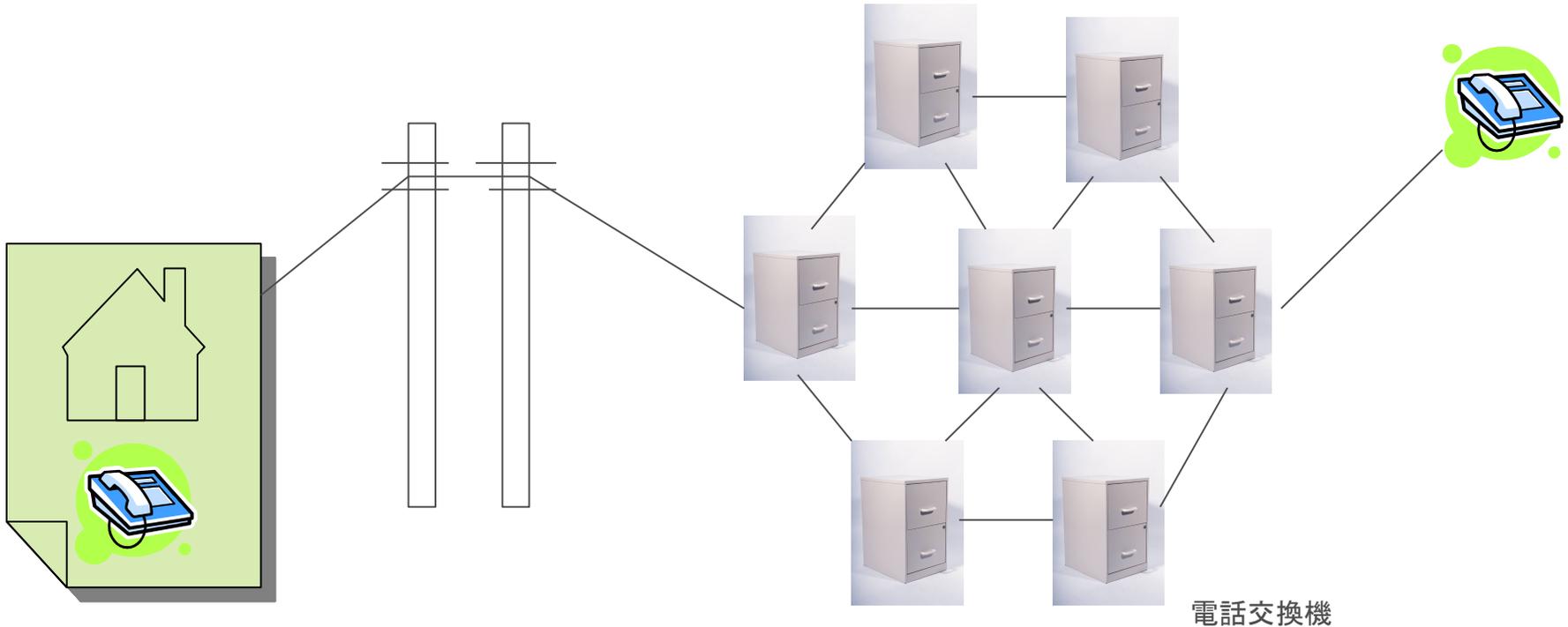
・NTT電話

・IP電話

・携帯電話

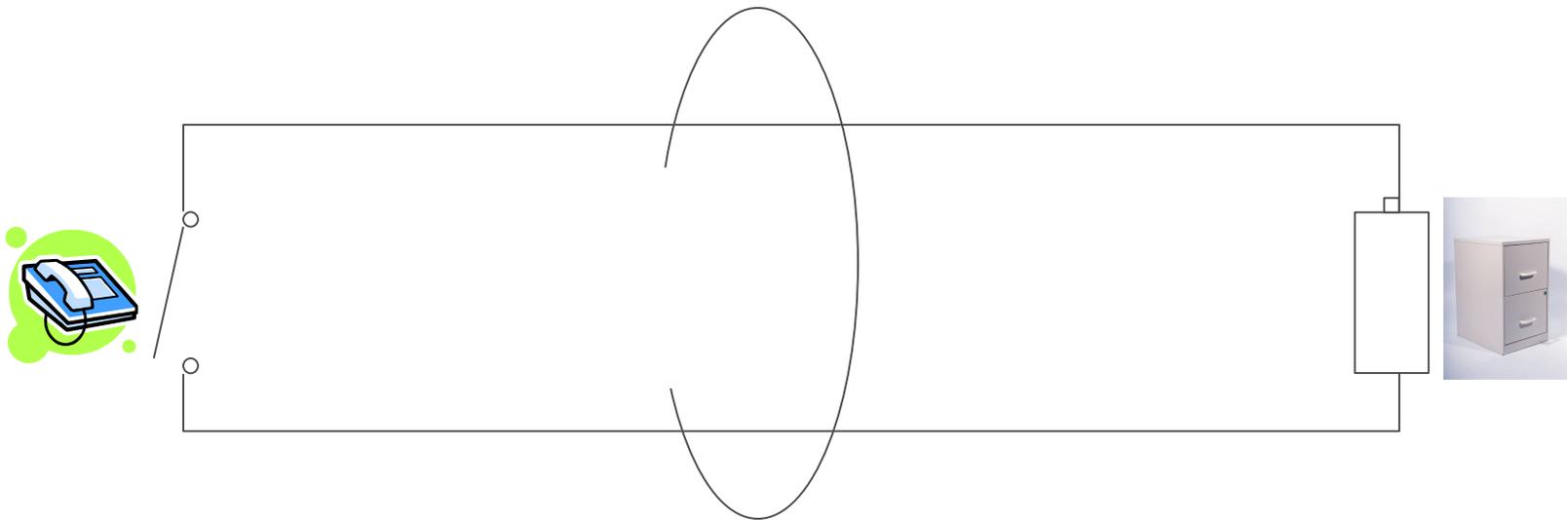
- 電話ネットワーク

—電話交換機のネットワークにつながっていれば、経路を決めるだけで、
どんな人にもたどり着ける



音の伝え方

- 電話機と電話交換機が電気回路になっている



- 音の伝わり方

空気中→空気の振動

銅線→電子の振動

空気の揺れ方を電子の揺れ方にコピーすればよい

音の伝え方2

■ 原理

- 電磁誘導を利用
- コイルと磁石で電子の動きを作り出す

振動板を使えば音をコピーできる

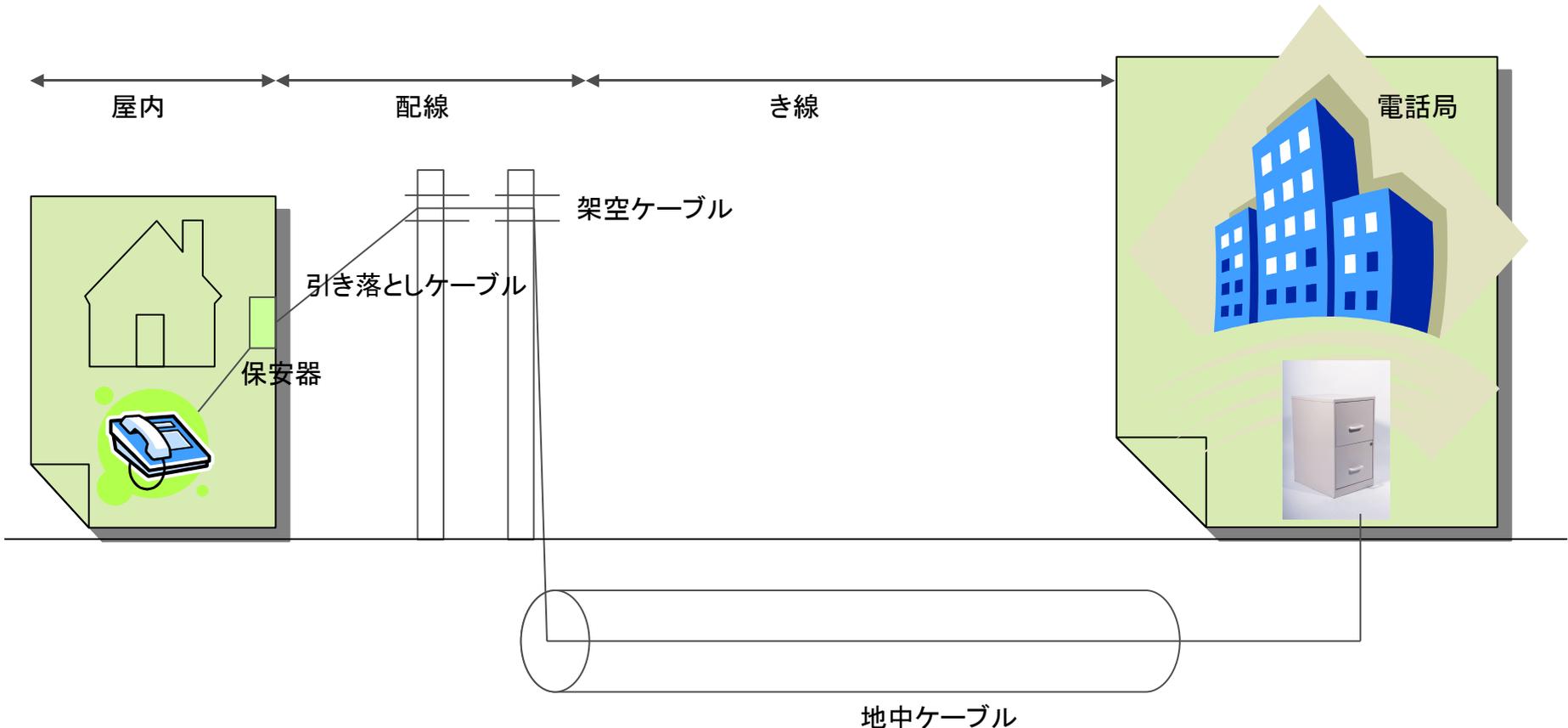


■ 実際

- 電話線上を流れる直流電流の強弱を変えることで音を表す

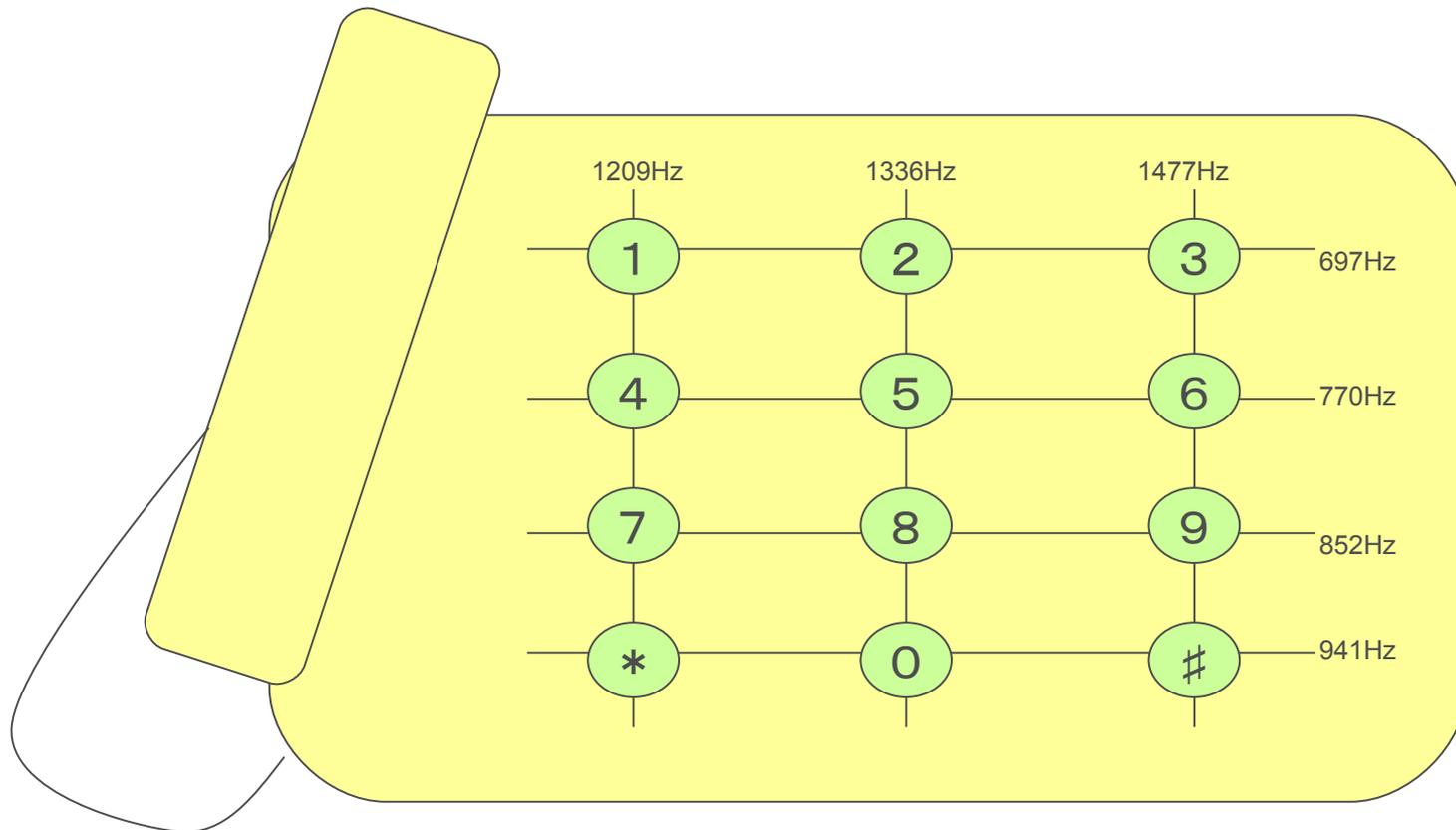
電話局までの道のり

- 電話局は全国に約7000ヶ所（内約1600ヶ所に電話交換機）
- 減衰による音質の低下を避けるために効率的に配置



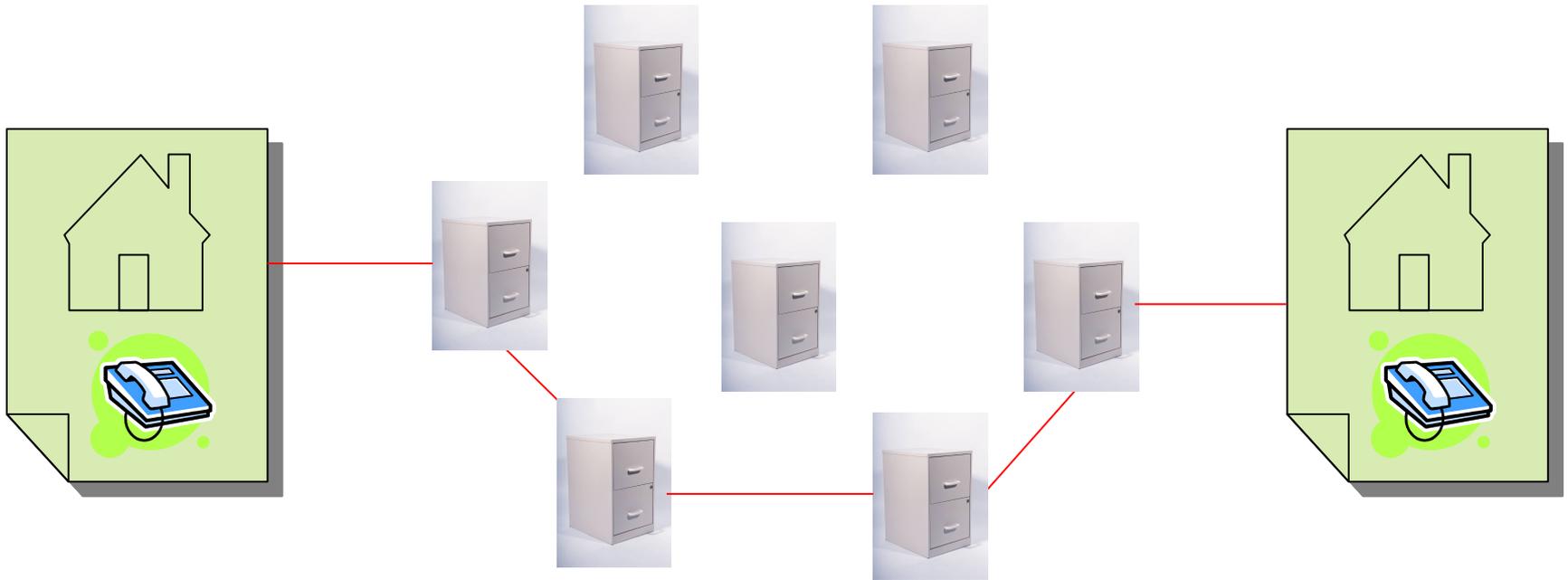
ダイヤル

- ダイヤルすると「ピ、ポ、パ」が「ツ、ツ、ツ」と音を出す
—二つの音の混合



電話交換機が手をつなぐ

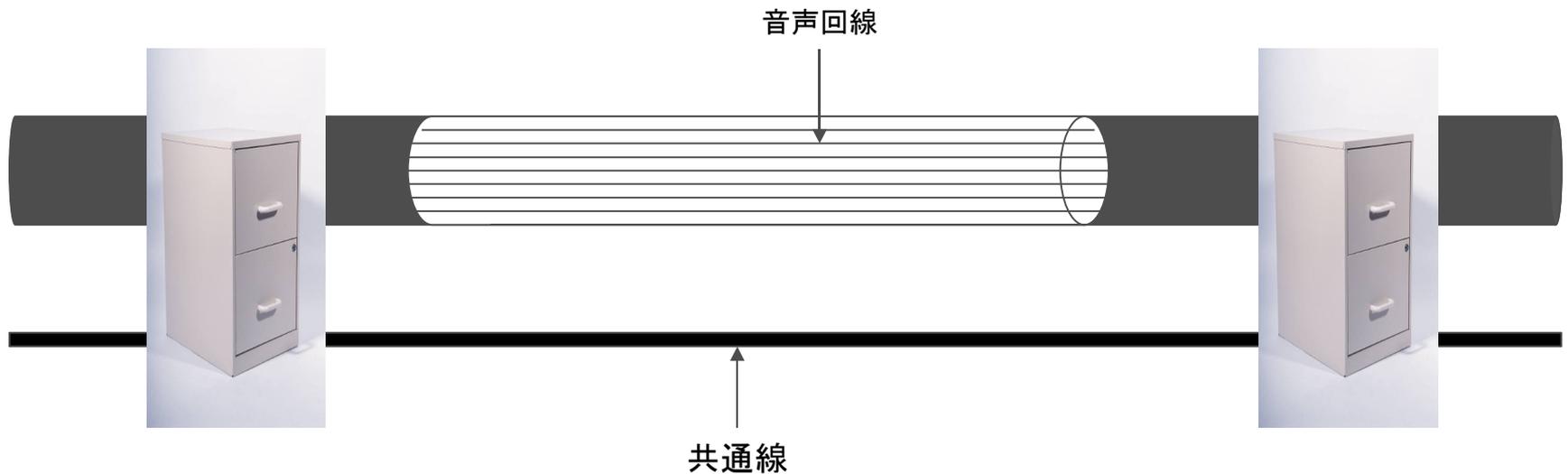
- ダイヤル後→電話交換機同士がつながる



どうやってつながるのか？

共通線信号

- 共通線→電話交換機同士でメッセージをやり取りする専用のケーブル
- 共通線で送るデータは変調を使って「0」「1」に変える



共通線信号フレームのフォーマット



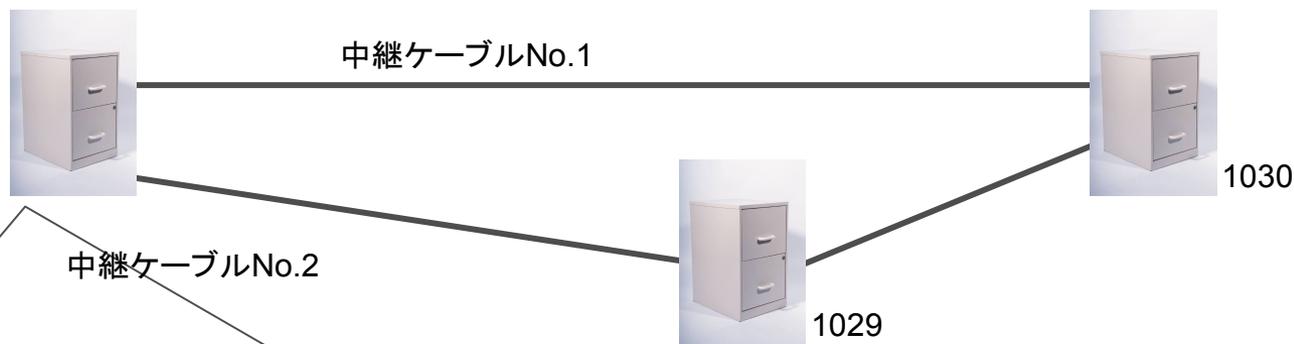
共通信号線のメッセージ

- 電話交換機がお互いに会話する
メッセージ「ISUP」

メッセージの種類		コード	内容	含まれる主な情報
発信側→着信側	IAM	00000001	指定の相手まで回線の接続を要求する	発信者電話番号、 着信者電話番号
着信側→発信側	ACM	00000110	IAMに対する返答と着信ユーザーの状態の通知	「話し中」などの着信ユーザーに関する情報
	CPG	00001100	呼び出し中などの途中経過を知らせる	「呼び出し中」などの情報
	ANM	00001001	相手先が電話に出たことを知らせる	—
発信側⇔着信側	REL	00001100	通話回線の開放を要求	切断の理由など
	RLC	00010000	当該回線が開放したことをREL送信側に通知	—

次の電話交換機を見つける

- 次の電話交換機と対応付けた「トランスレータ」を調べる
→トランスレータの中から次の電話交換機を探す

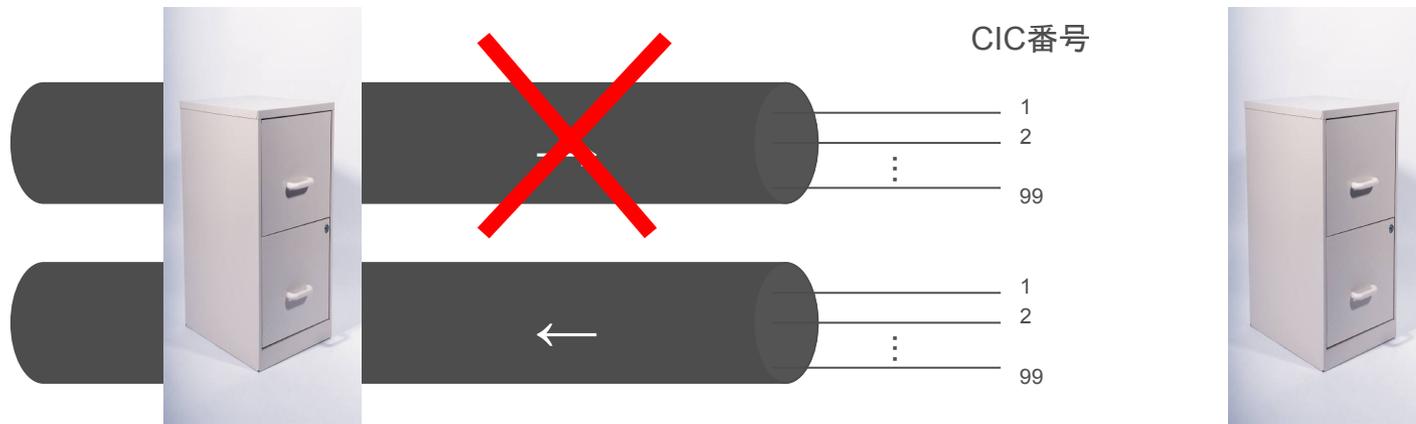


相手の電話番号	中継ケーブルの番号	対向電話交換機の信号局コード
03-3333	No.1	1030
03-3433	No.1	1030
:	:	:
03以外	No.2	1029

回線の予約

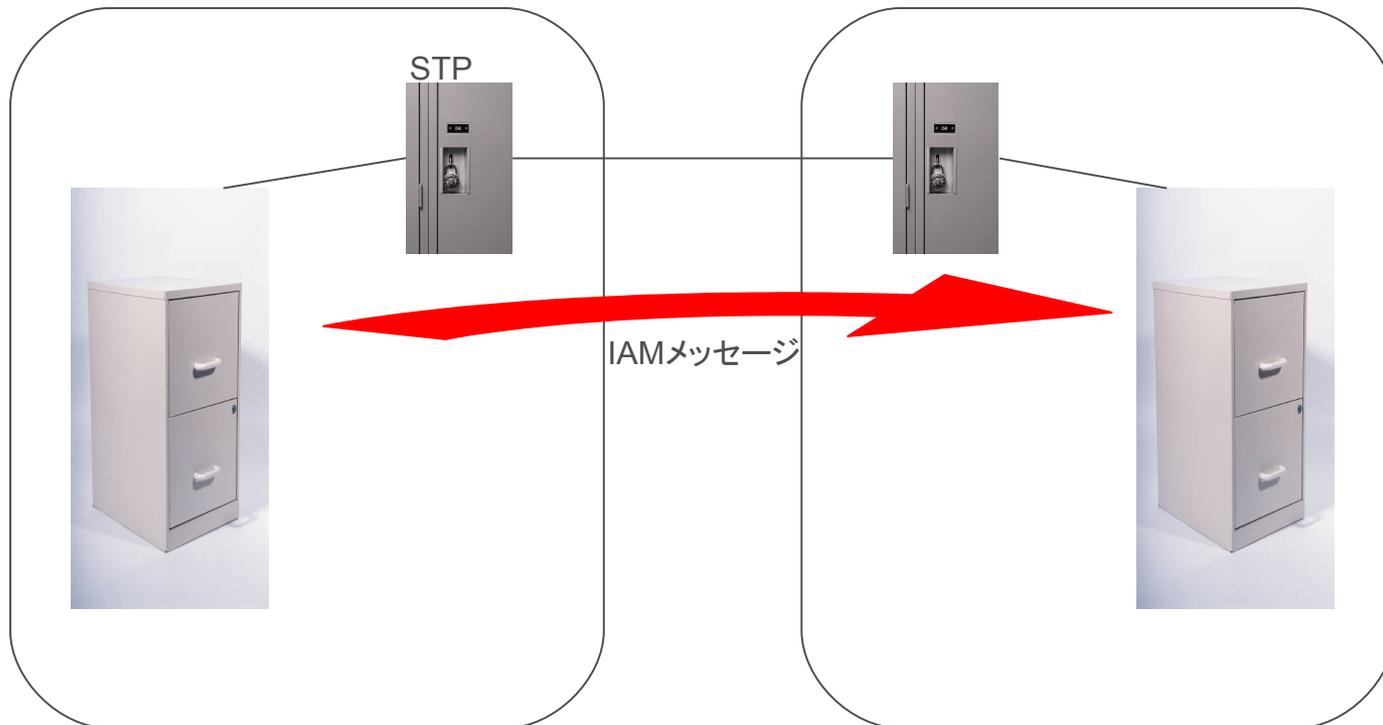
- 空いている回線を予約する
- 空いている回線と発信者の加入者線を電話交換機の内部線で連結する
- CIC番号は多重した多くの回線のうち、どの回線かを識別する番号

※実際に電話代を課金し始めるのは相手が電話に応答したときだから、それまでは直結しない



メッセージを送る

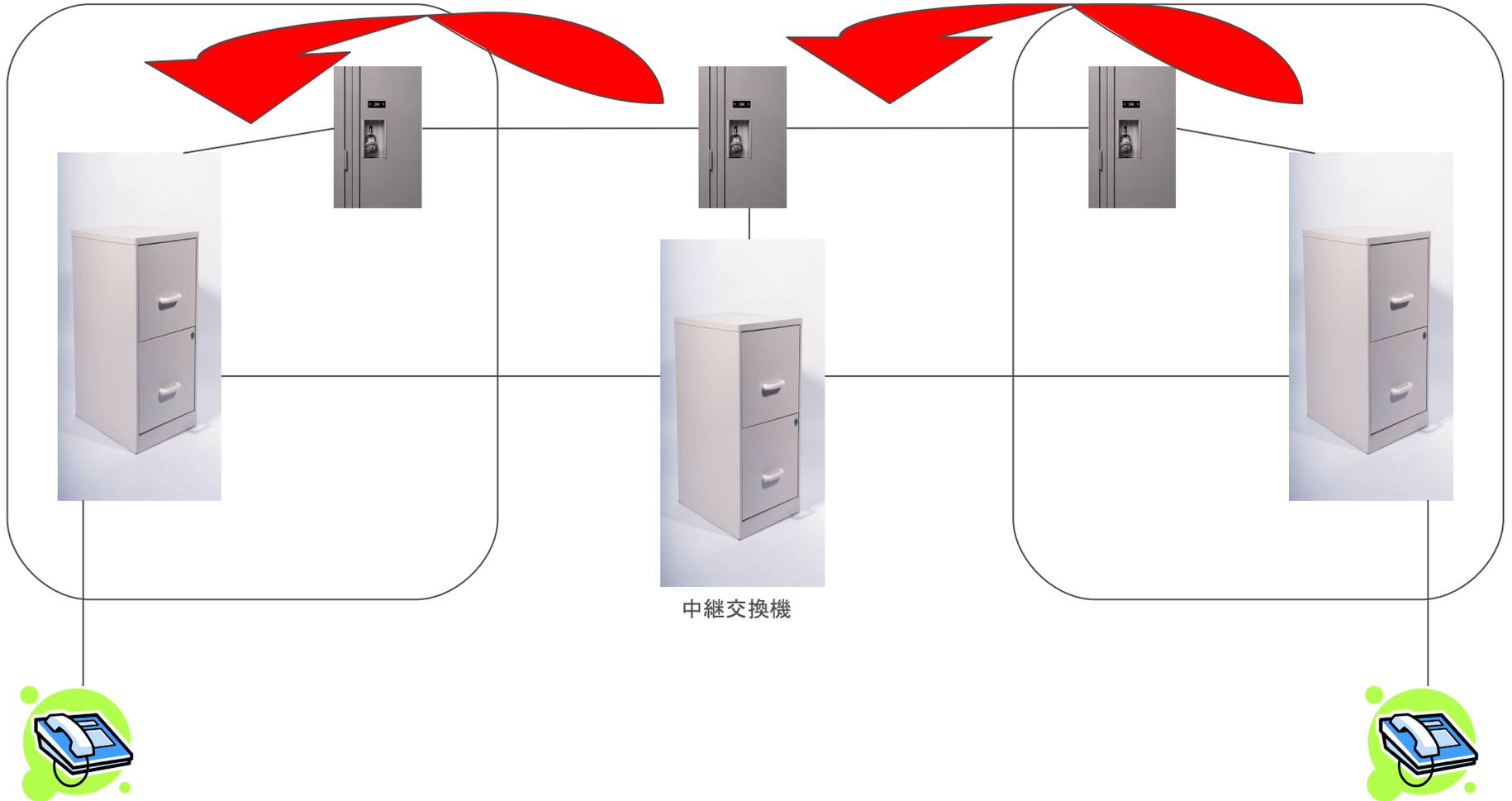
- IAMメッセージをSTPに送る
- STP(信号中継交換機)
 - 共通線信号網を構成する装置



電話がつながるまで

①ACMメッセージ

①ACMメッセージ

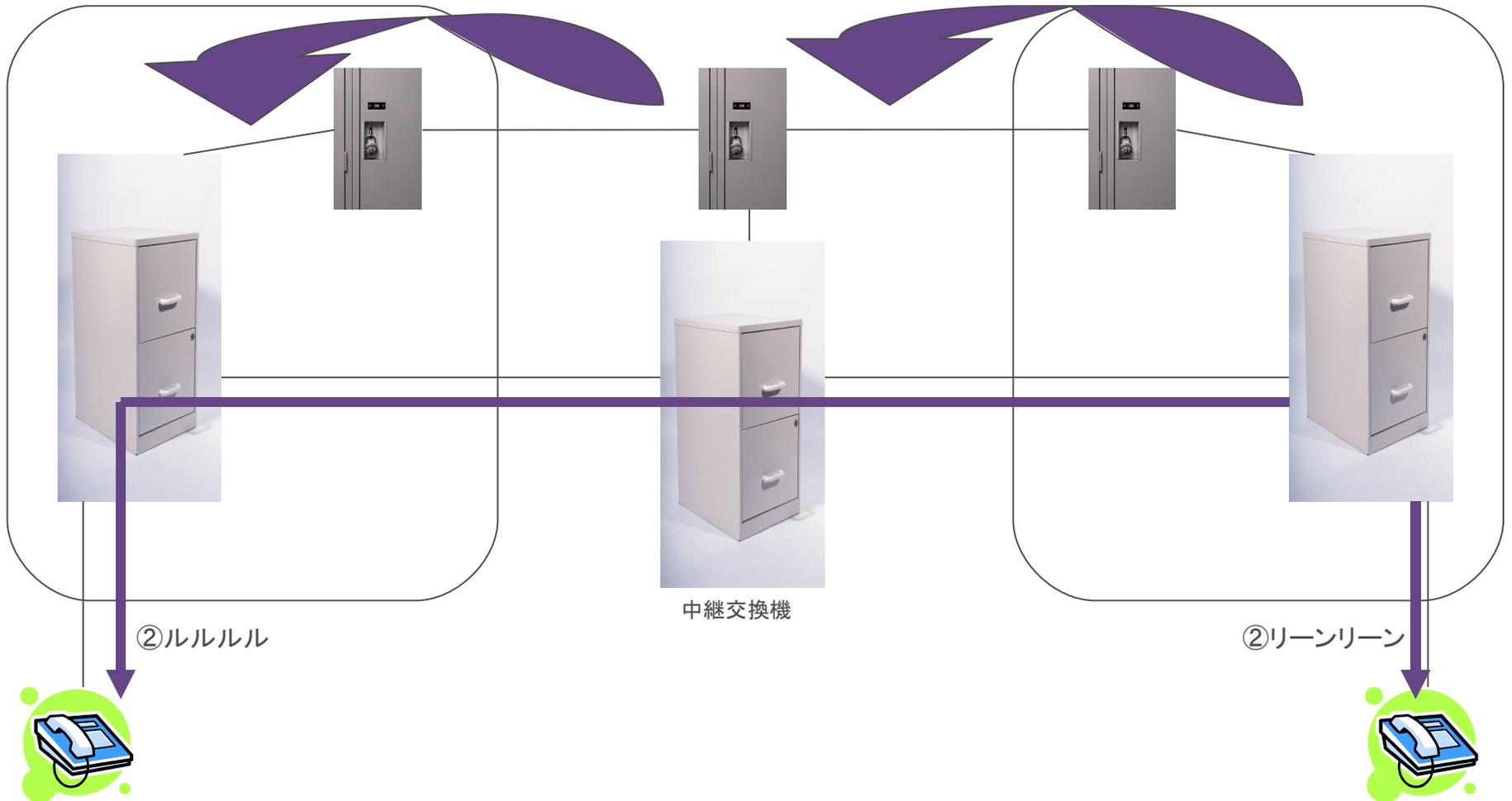


中継交換機

電話がつながるまで

②CPGメッセージ

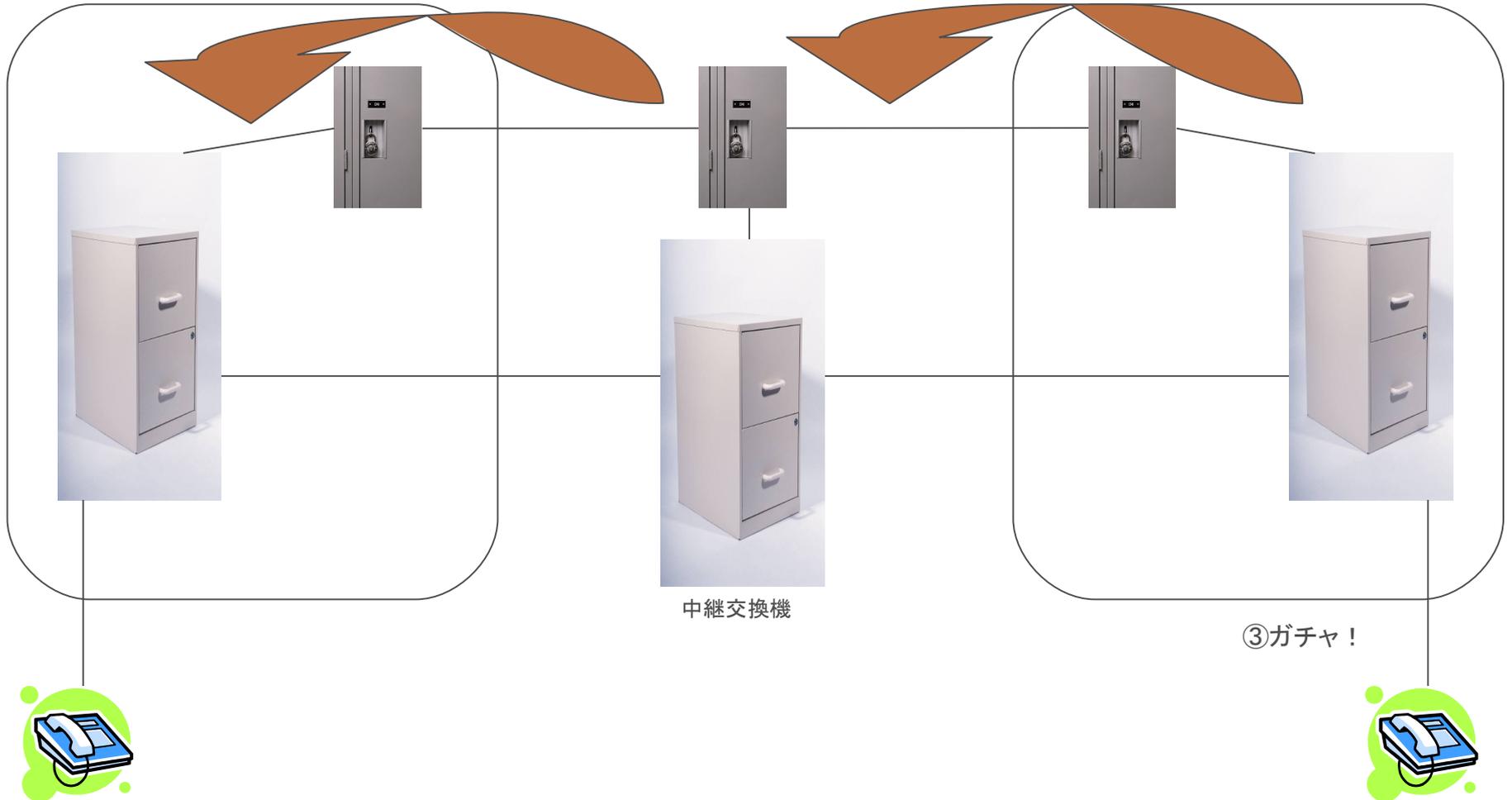
②CPGメッセージ



電話がつながるまで

③ANMメッセージ

③ANMメッセージ



中継交換機

③ガチャ!

音をデジタルデータに変換する

- 音を波形グラフで表して、刻々と高さの目盛りを読み取ってデジタル情報に置き換える「PCM」という仕組みで音を変換する
- 一秒間に8000回のサンプリング
- 「PCM μ -Law」という方式で、小さい音はなるべく細かく、大きい音は大雑把に数値化

音声の送り方

- データと音の違い

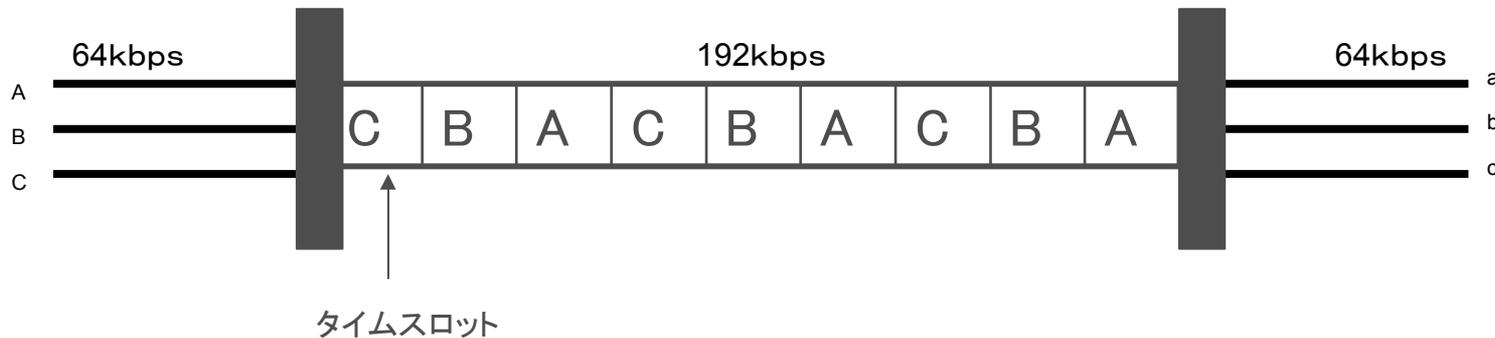
 - データ:間違いなく確実に

 - 音:早く遅れずに

- 時分割多重

 - 複数の回線を一つの高速な伝送路に時間的に区切って束ねる方法

 - あたかも自分たちだけが回線を占有しているように使える

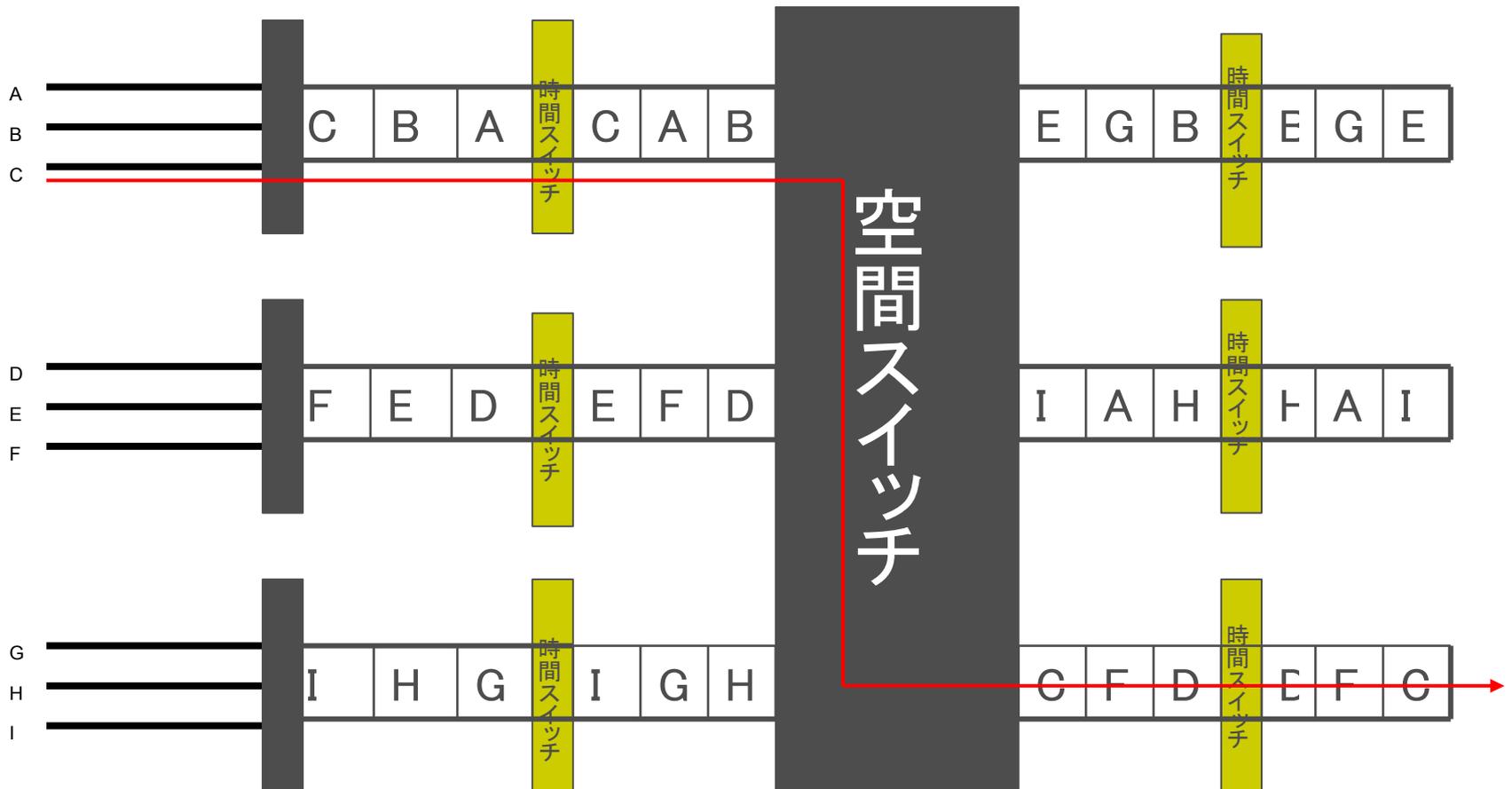


電話交換機のスイッチ

- 電話交換機のスイッチは時間と空間の組み合わせ
- 時間スイッチ
 - ーデータを載せる時間を入れ替える
- 空間スイッチ
 - ー接点という物理的な空間を開け閉めする
- 時間スイッチと空間スイッチを組み合わせることで、全体のスイッチ容量を飛躍的に大きくする

時間スイッチと空間スイッチ

- 時間スイッチと空間スイッチを組み合わせてデジタル音声を効率的に振り分ける



信頼性を高める仕組み

- 伝送装置
 - ー「多重化装置」「クロスコネク」からできている
- 伝送装置の存在は電話交換機からは見えない



仮想的な光ファイバ = パス

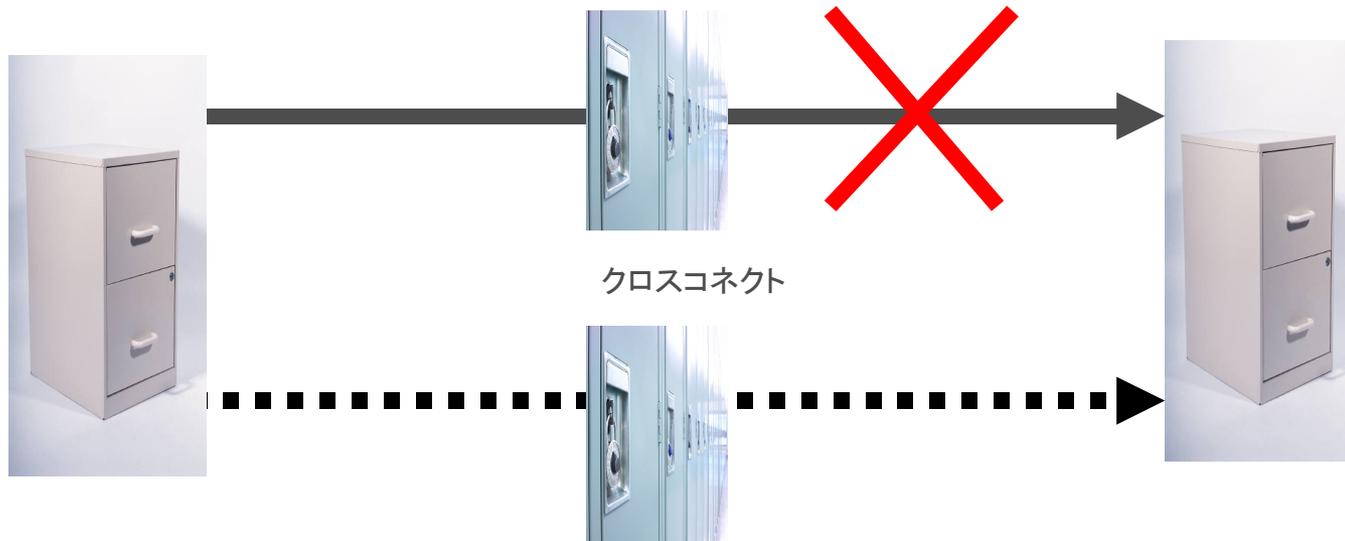
パス

- 多重化装置

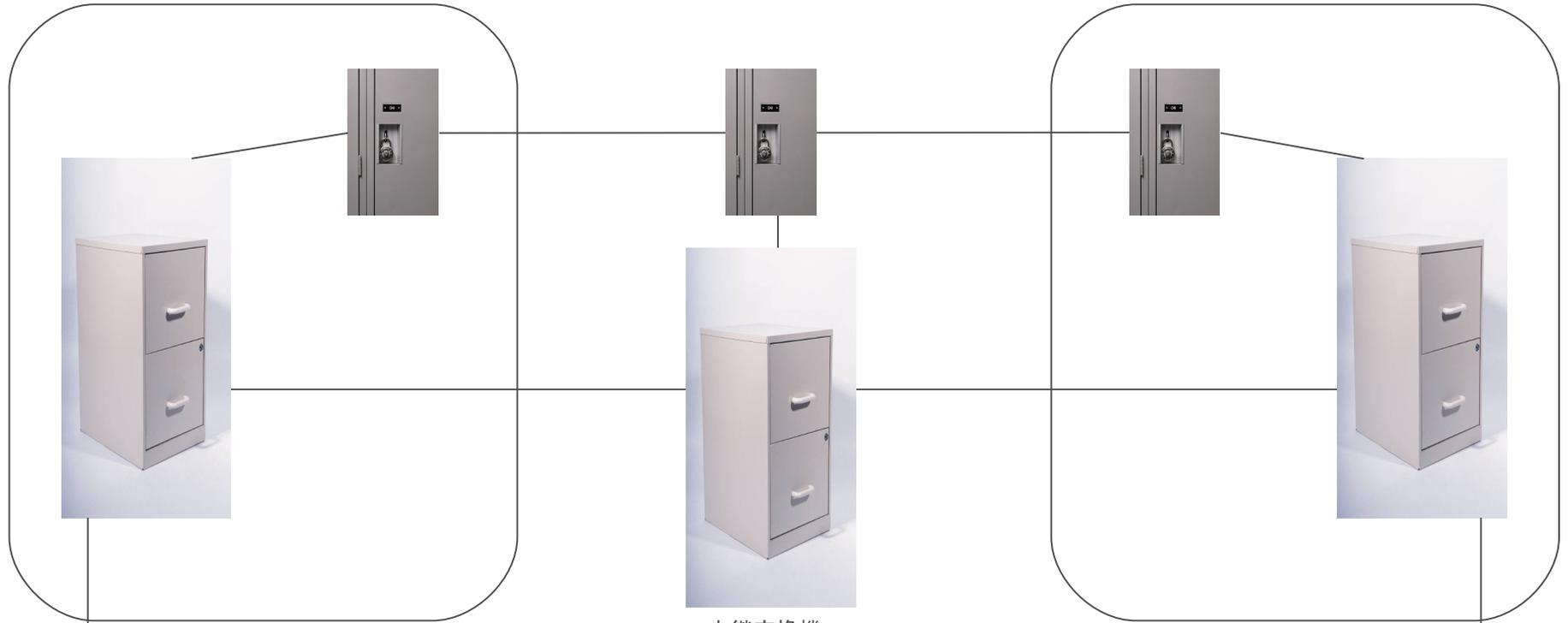
- ー多くの電話回線を混雑させずに同時処理する装置

- クロスコネクト

- ー複数のパスを内部スイッチで振り分ける装置



電話を切るまで



①受話器を置く

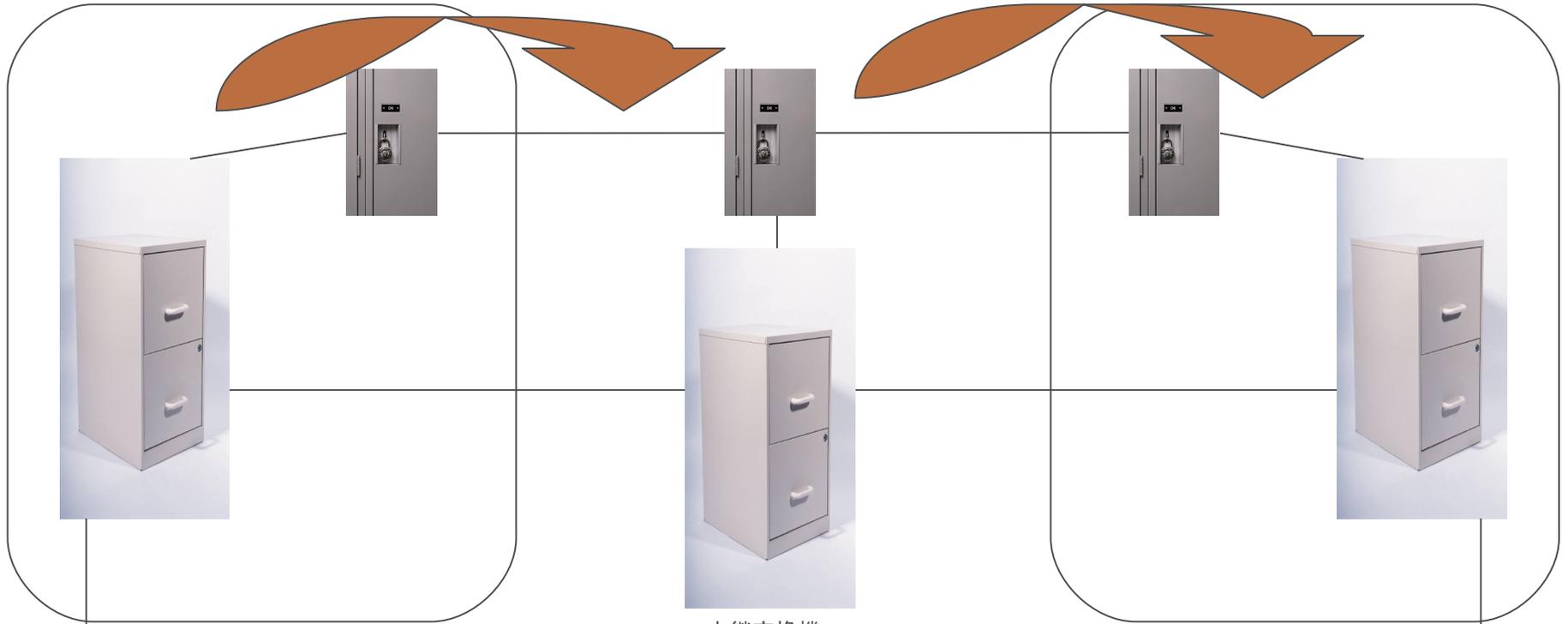
中継交換機



電話を切るまで

②RELメッセージ

②RELメッセージ



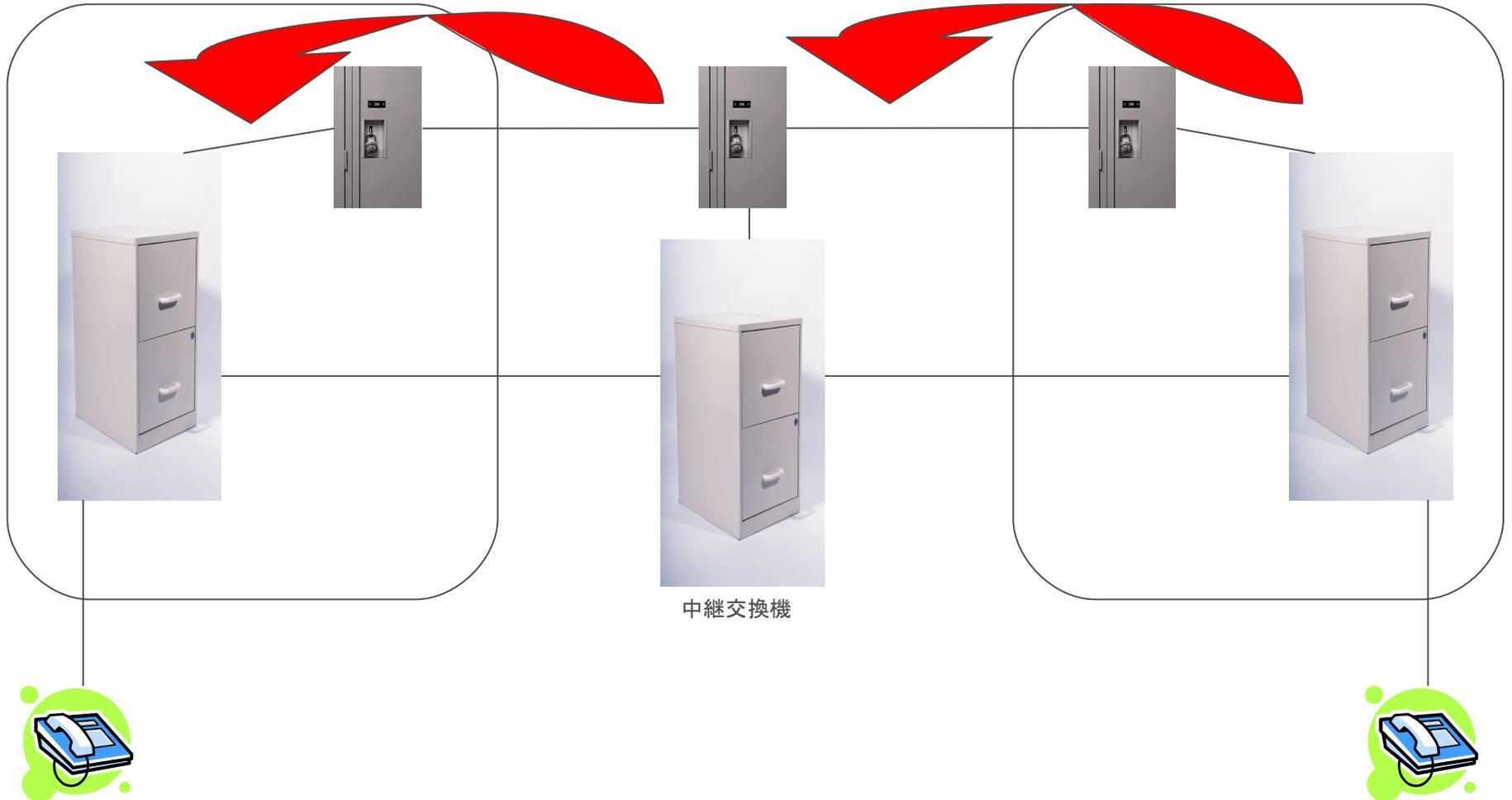
中継交換機



電話を切るまで

③RLCメッセージ

③RLCメッセージ



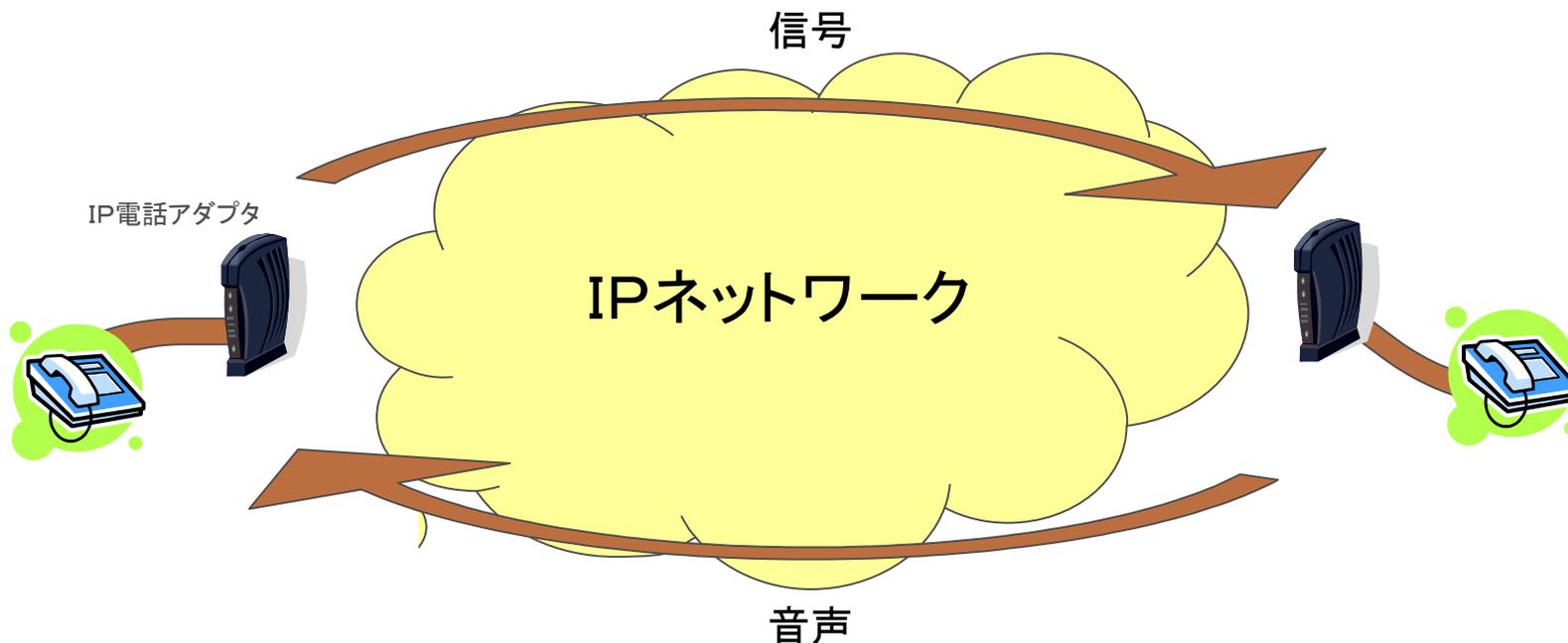
IP電話

■ IP電話とは

- 「IP」という技術を使った電話
- IP・・・異なるネットワーク間で互いにやり取りできるようにするための通信ルール
- IP電話アダプタを使う

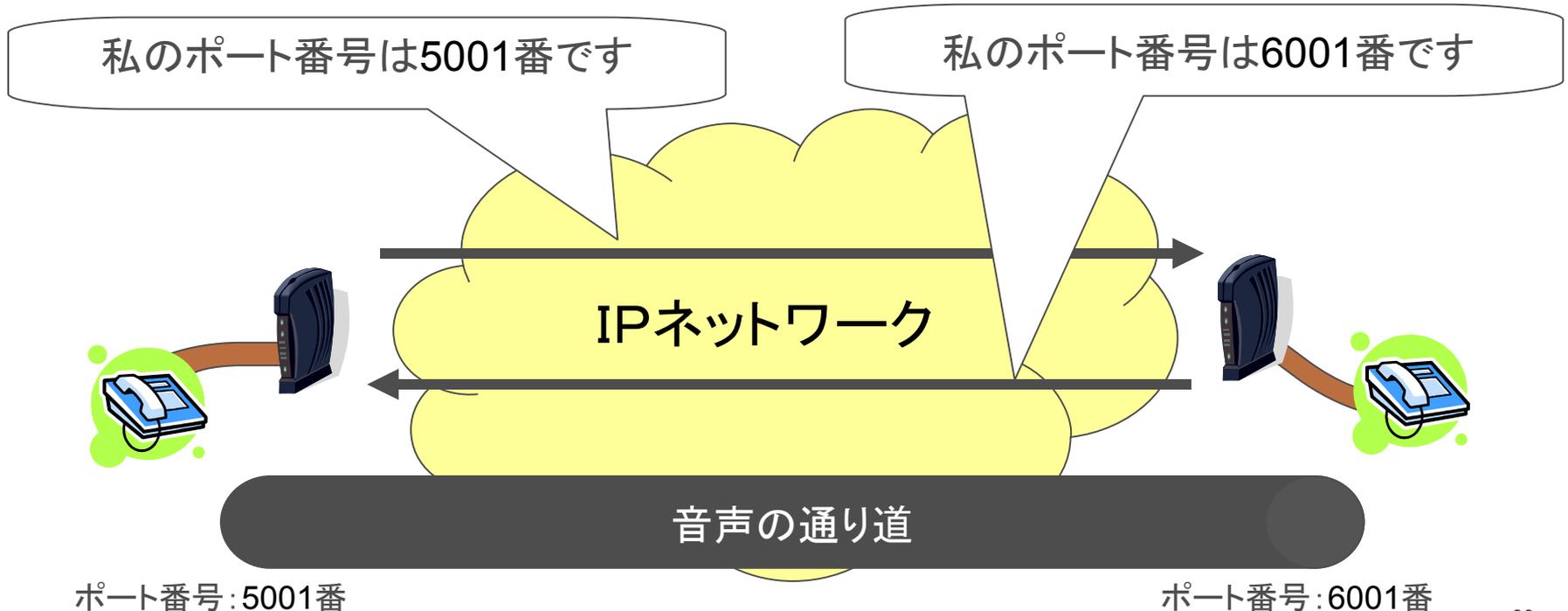
■ NTT電話とIP電話の違い

- NTT電話は信号と音声を送るネットワークが別だが、IP電話は2つとも同じIPネットワークを使う



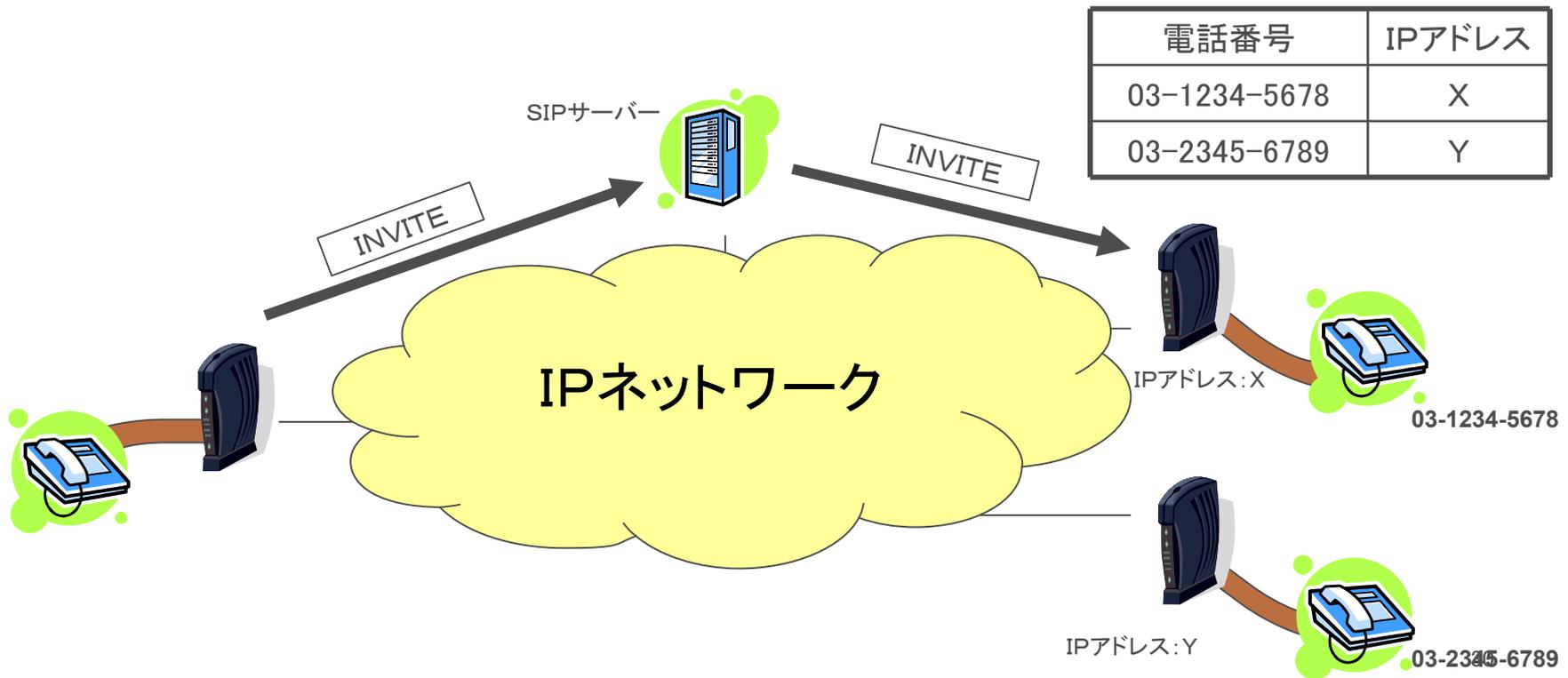
IPネットワークの通り道

- NTT電話のときのCIC番号と違い、ポート番号を使用する
- 最初にポート番号を通知し合って音声の通り道を作る



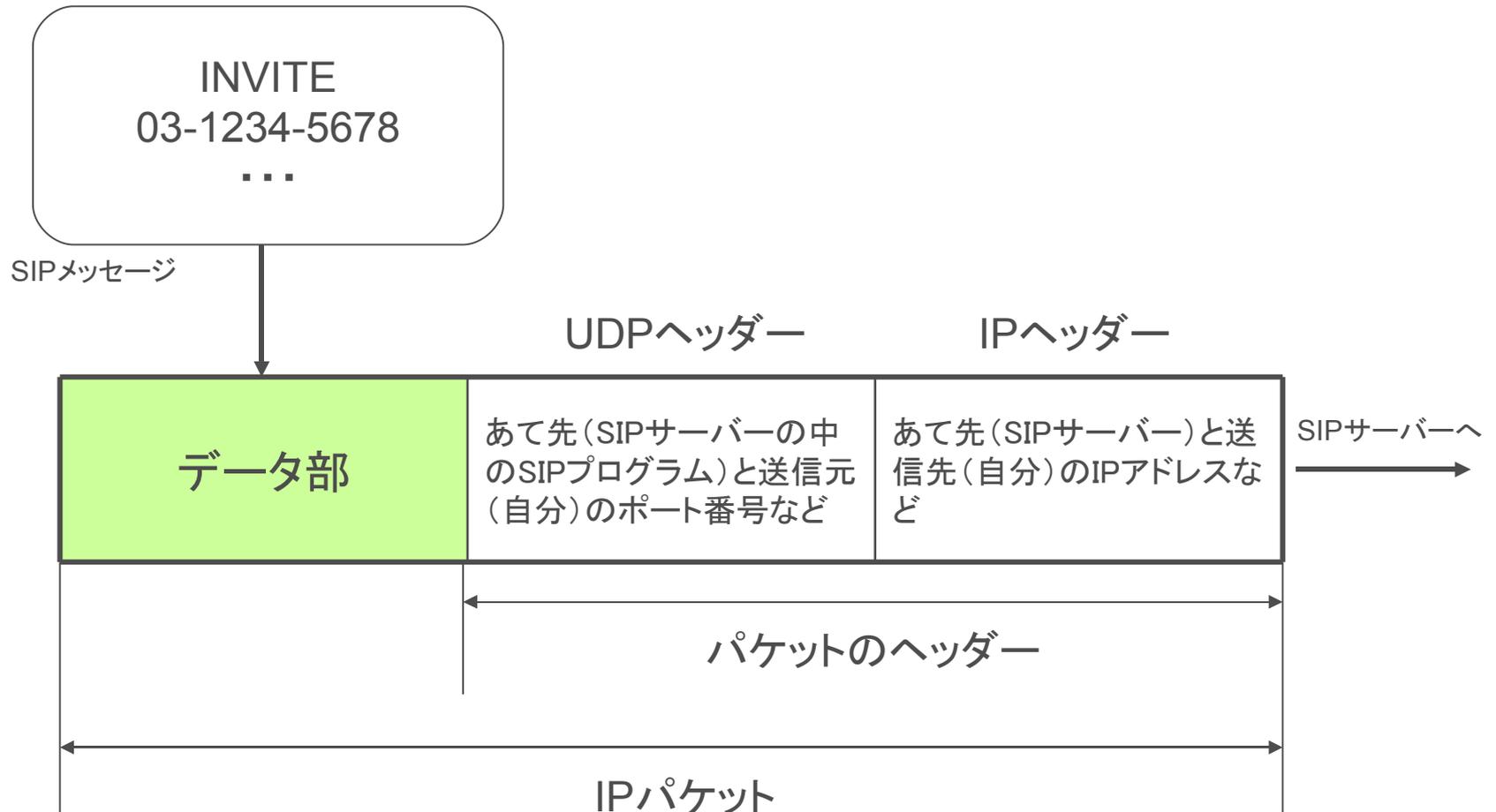
データの送り方

- SIP
 - ー2つ以上のクライアント間でセッションを確立するための通信プロトコル
- SIPサーバー
 - ーIPアドレスと電話番号をまとめて保持している仲介人



SIPメッセージ

- IPパケットにSIPメッセージを入れて送る

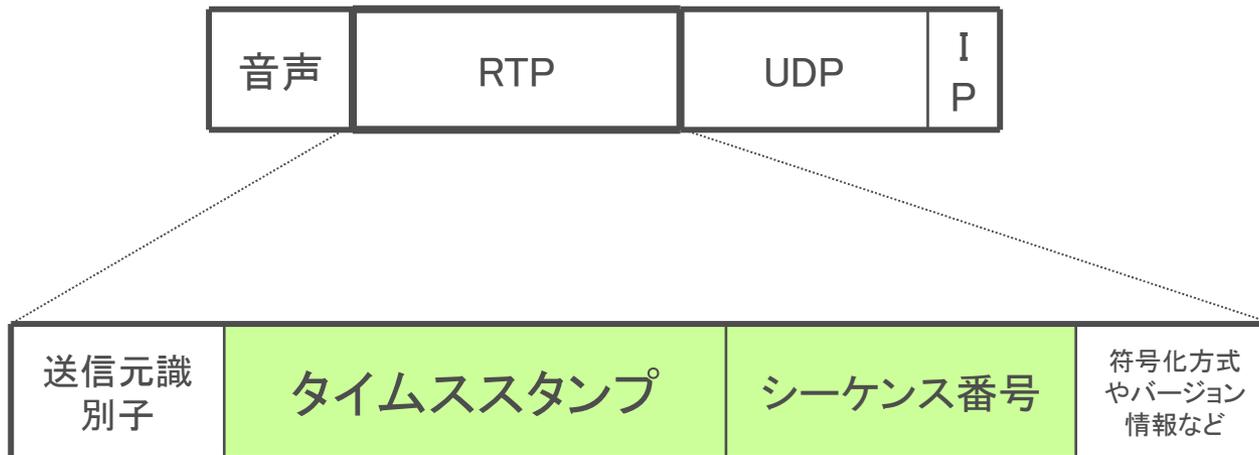


SIPメッセージの種類

リクエストの種類	意味
INVITE	セッションへの招待
BYE	セッションを終了
CANCEL	セッションを強制終了
ACK	手続き終了の確認
REGISTER	自分の情報を登録要求
返答の種類	意味
200 OK	成功しました
100 Trying	処理中です
180 Ringing	呼び出し中です
183 Session Progress	処理中です
302 Moved	この人に聞いてください
400 Bad Request	不正リクエストです
486 Busy	話し中

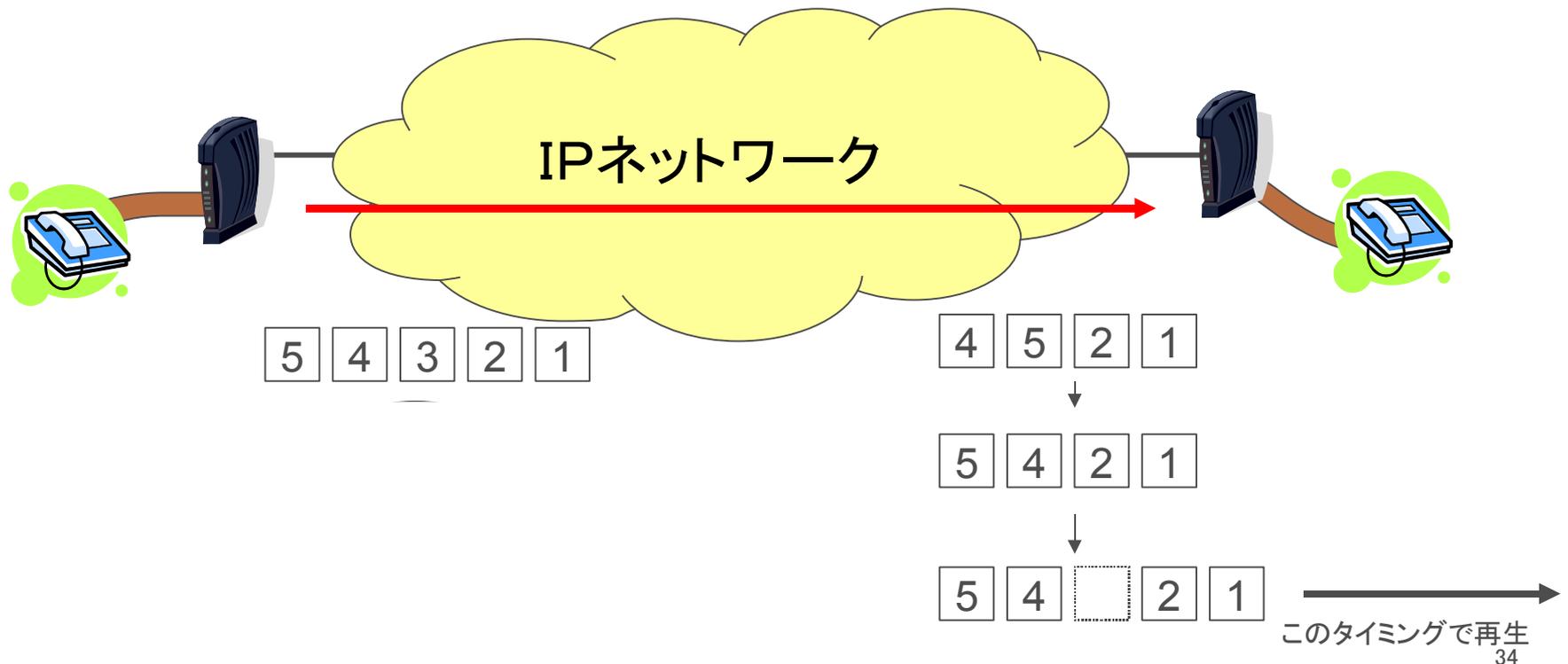
声をIPパケットに入れる

- NTT電話の音声回線を通るのは音声だけだが、IP電話はIPネットワークを使っているため音声以外のパケットも流れる
- RTPというプロトコルのヘッダーを付ける

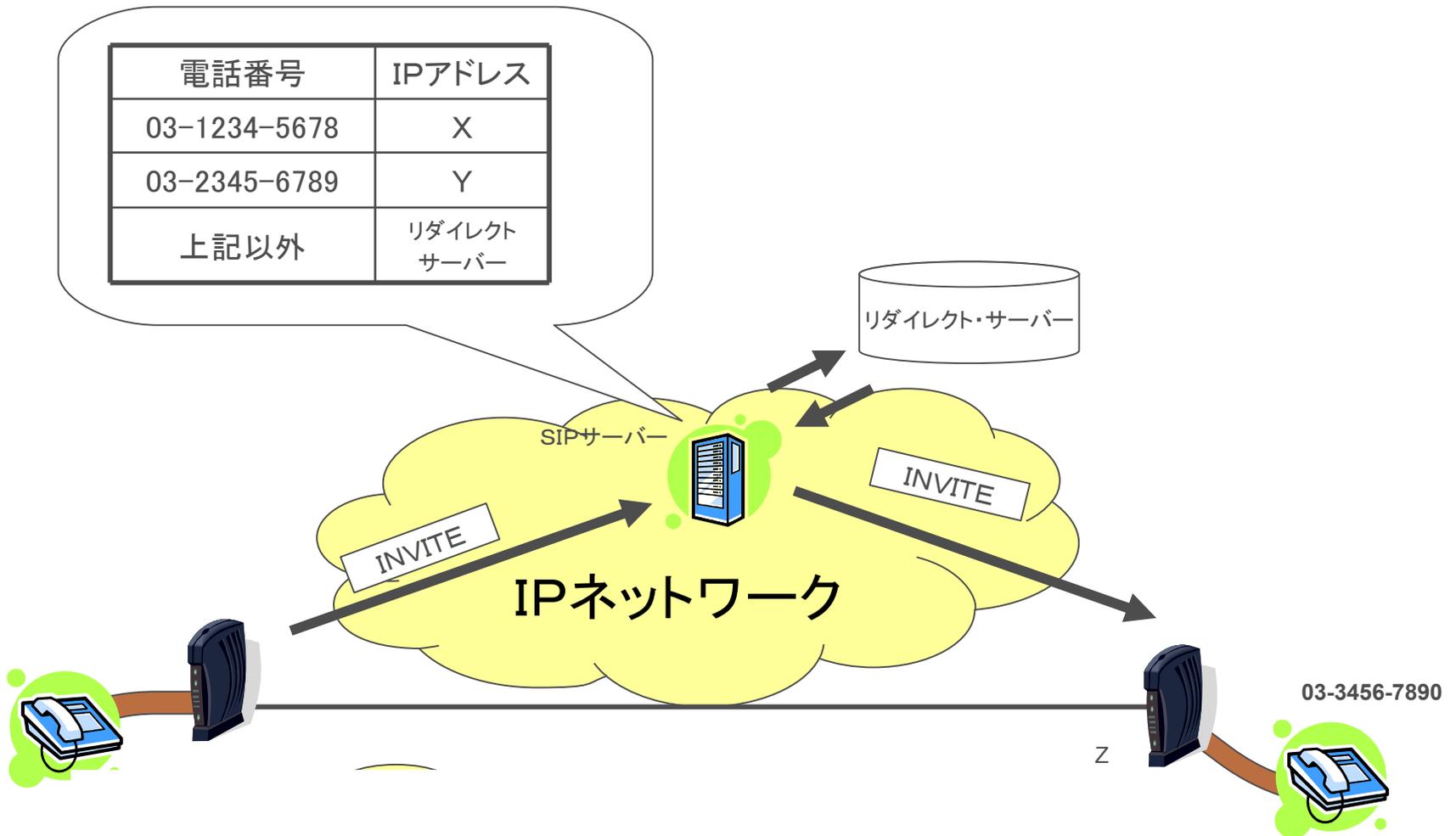


シーケンス番号とタイムスタンプ

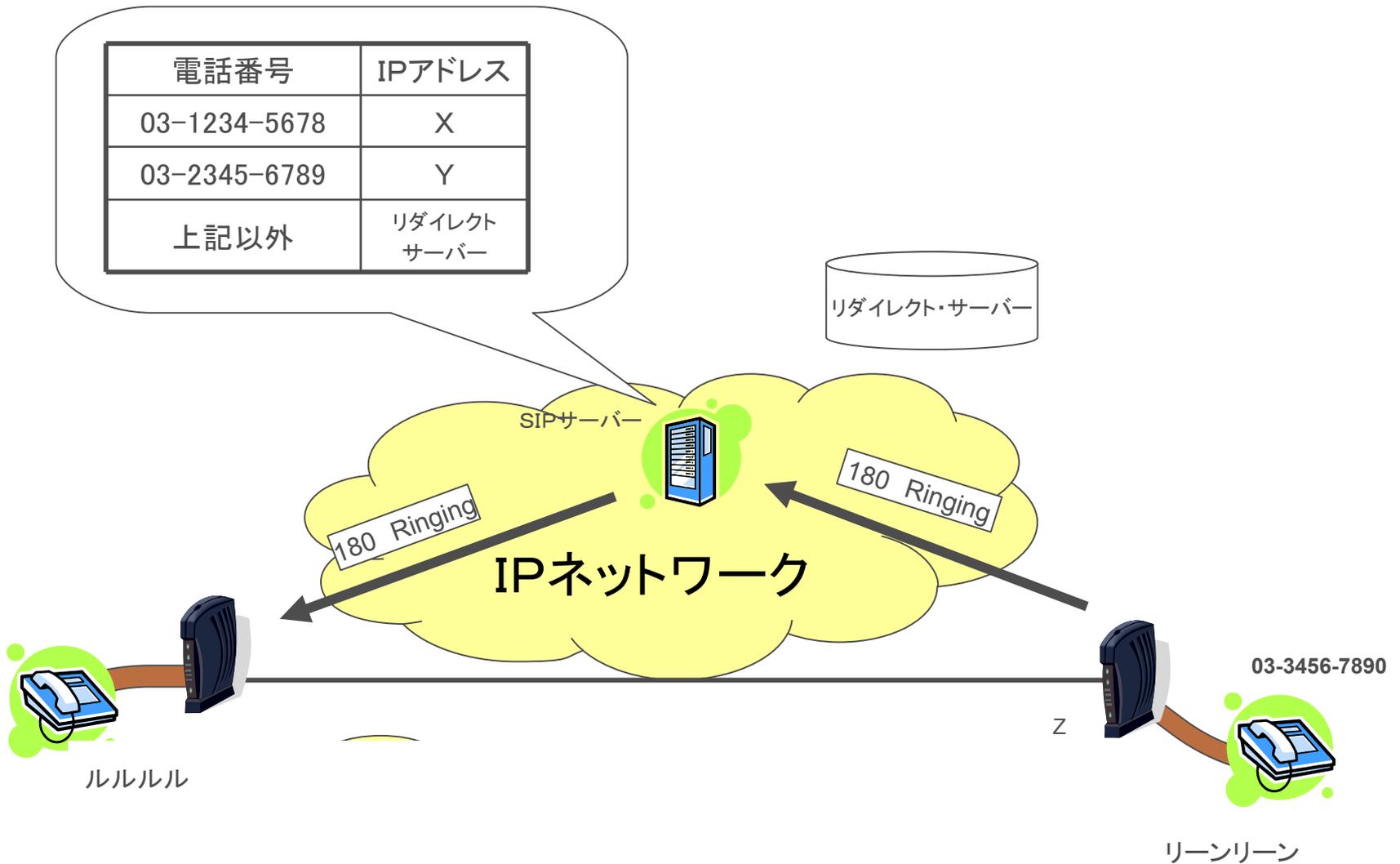
- シーケンス番号
 - IPパケットに順番に割り振った番号
- タイムスタンプ
 - 元の音声波形のどの部分かを相対的な位置で示す値



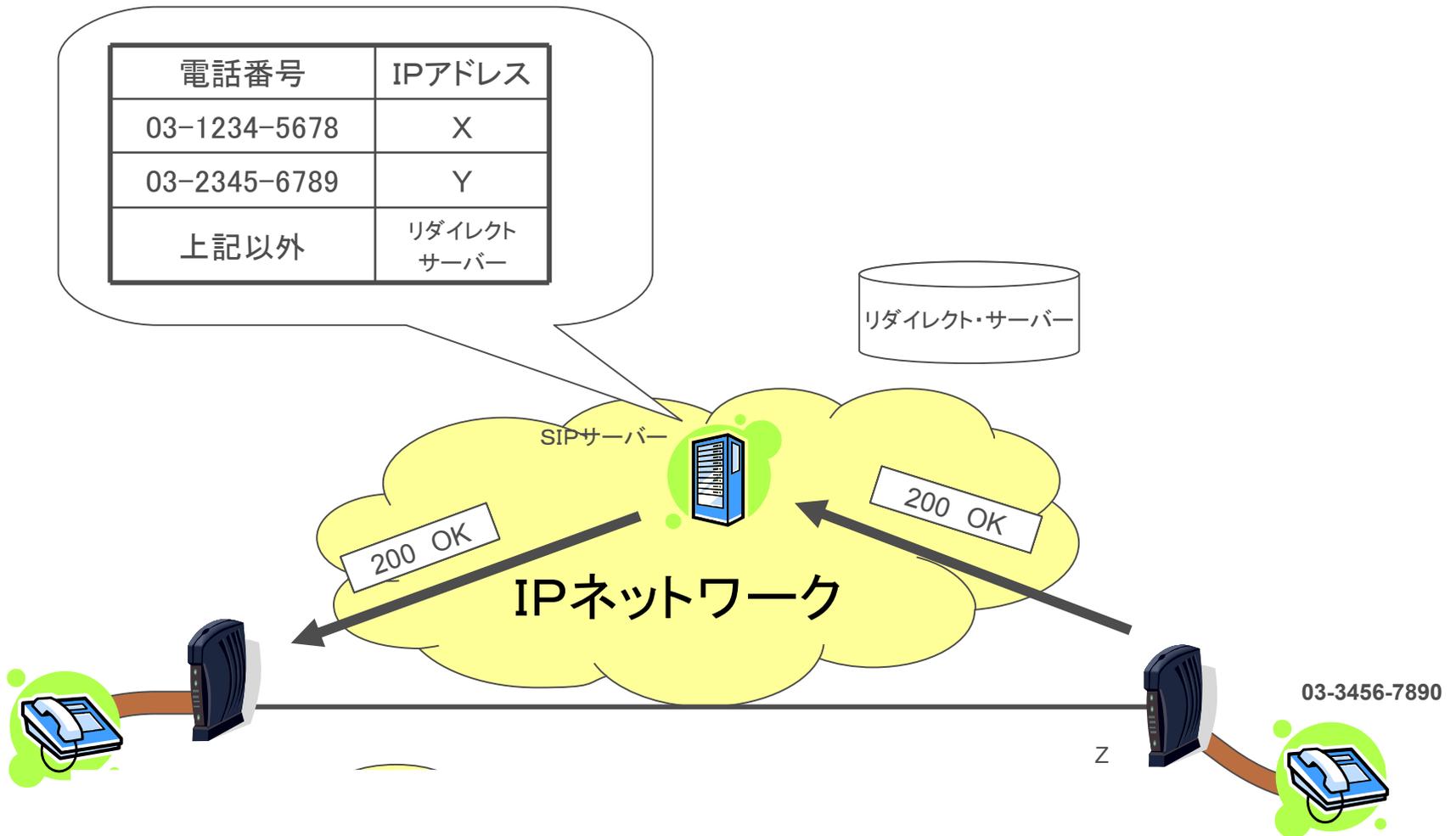
IP電話がつながるまで



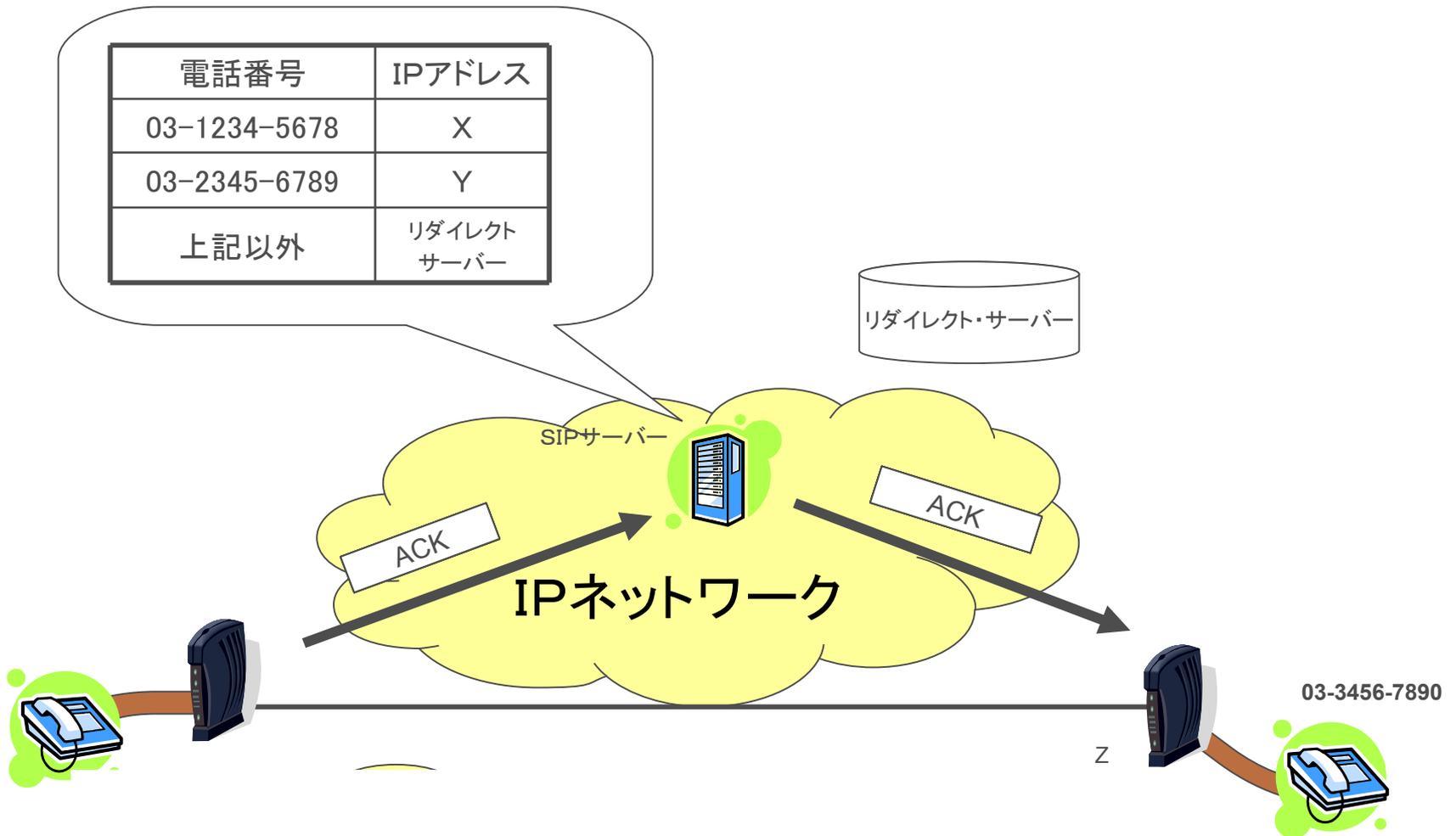
IP電話がつながるまで



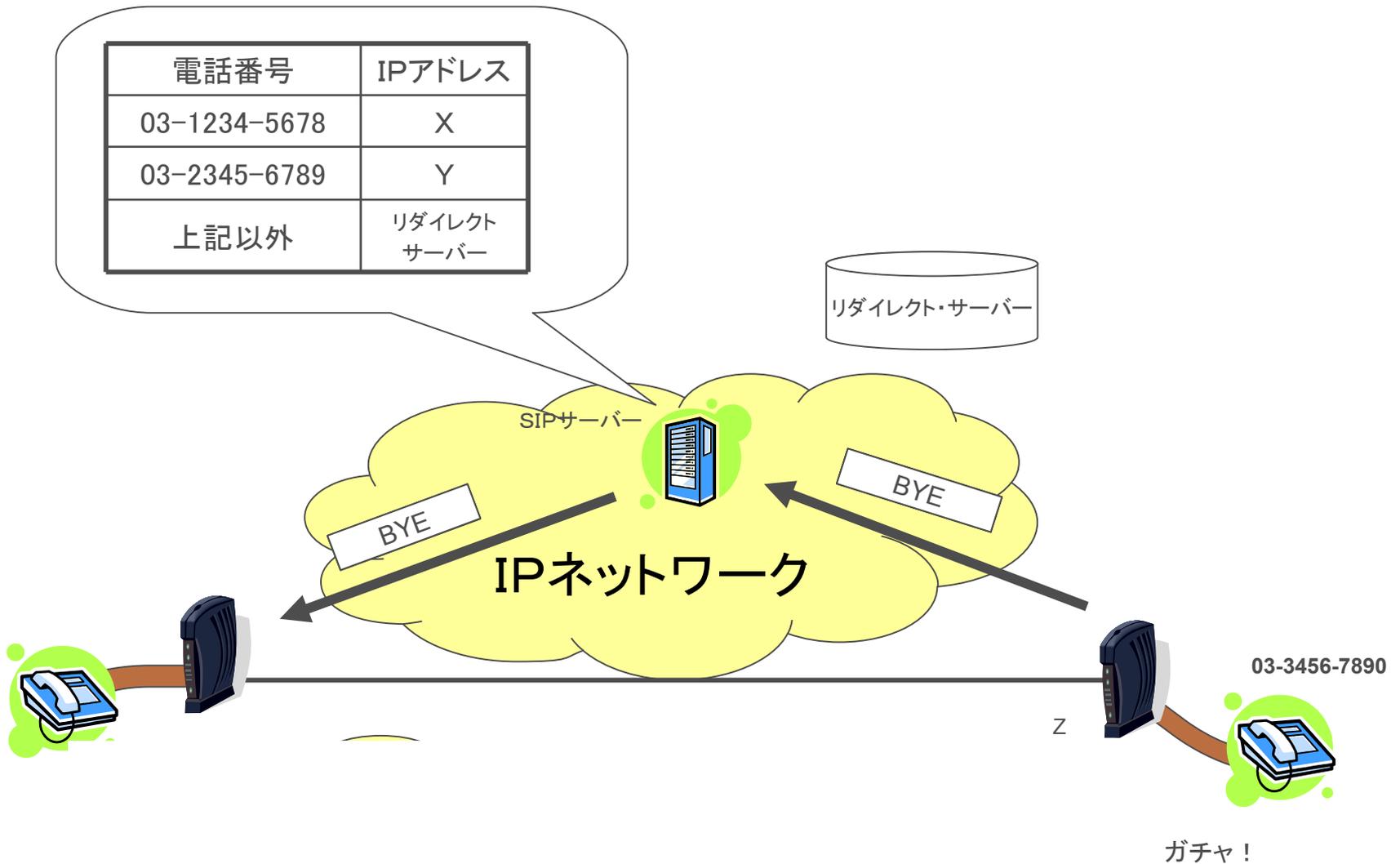
IP電話がつながるまで



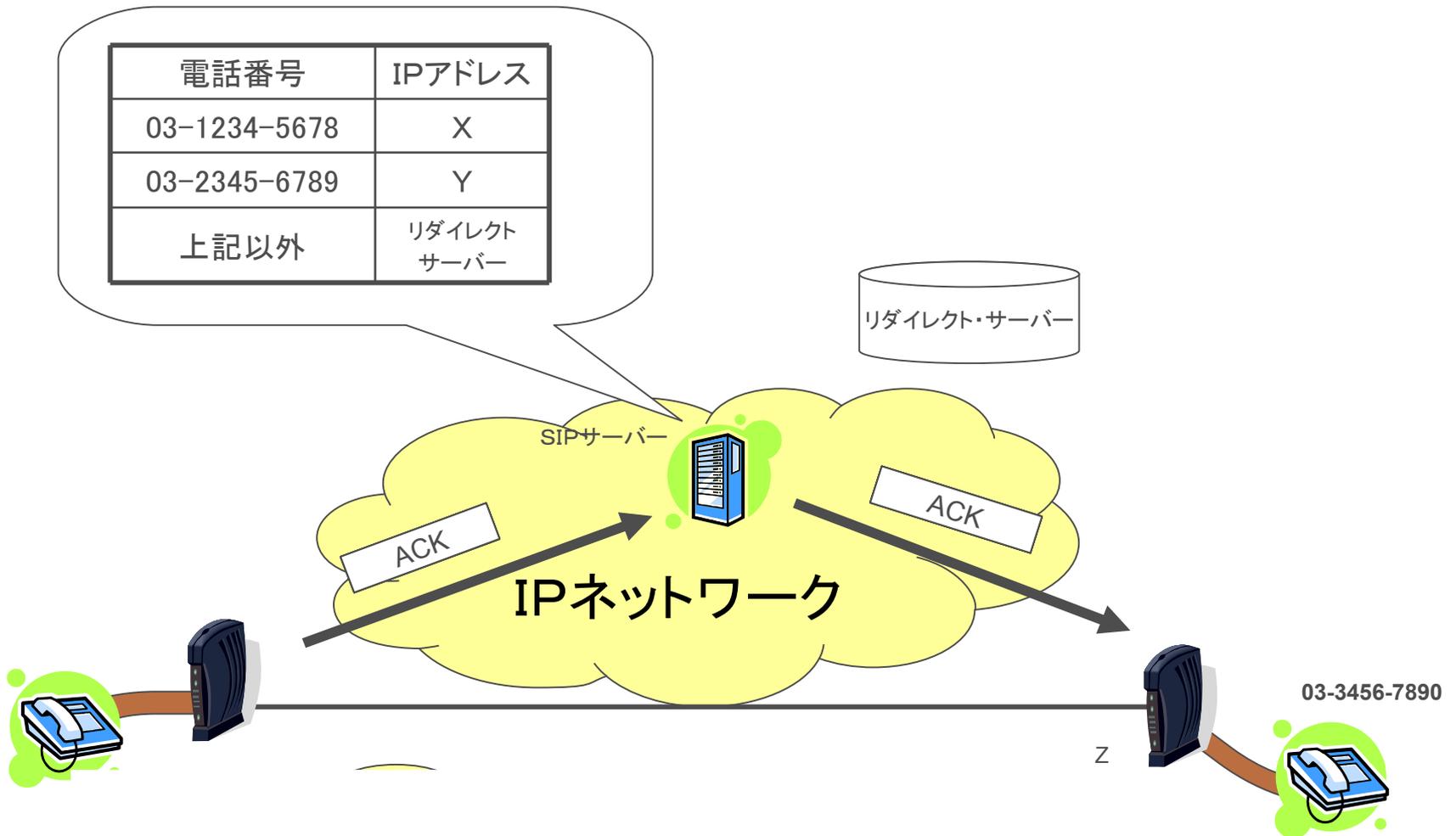
IP電話がつながるまで



IP電話がつながるまで

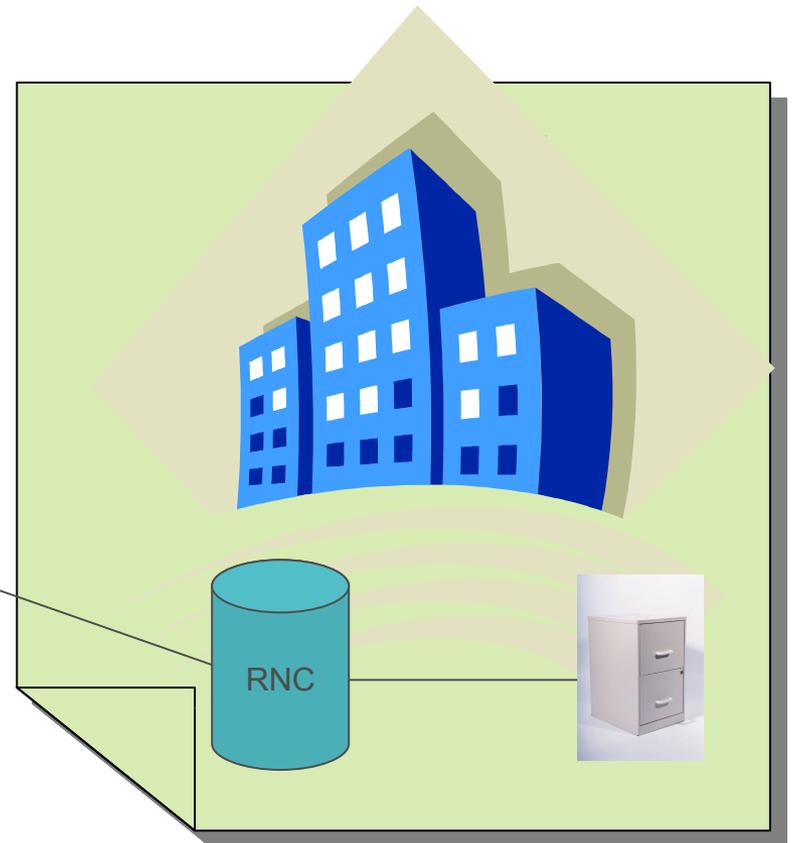
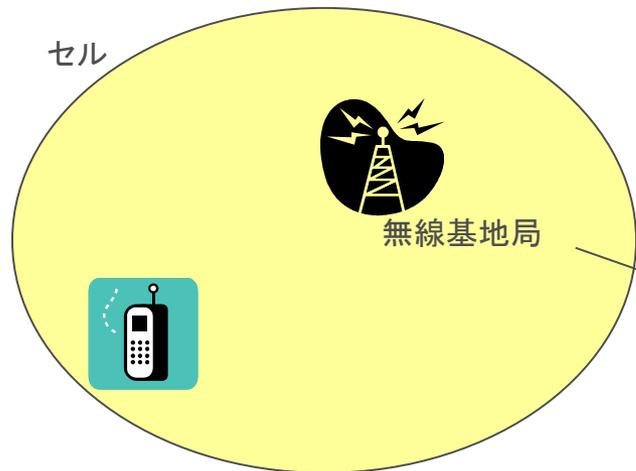


IP電話がつながるまで



携帯電話

- 携帯電話ならではの基本機能
 1. 無線で通信する機能
 2. どこでも使えるための仕組み
 3. メールなどのデータ通信の仕組み
- ネットワーク構成



ネットワーク構成

- 無線基地局

- ー 携帯電話機から届いた電波を受けたり、携帯電話機に向けて電波を

- 出したる装置

- ー NTTドコモの「FOMA」で全国に約4万ヶ所

- RNC(無線ネットワーク制御装置)

- ー 無線基地局とRNCを結ぶ光ファイバ部分の音声の通り道を管理

- ー 通話中にユーザーが移動して別の無線基地局のエリアに移ると、別の無線基地局と切りかえる「ハンドオーバー」と呼ぶ仕組みを備えている

音声の送り方

- ATM方式

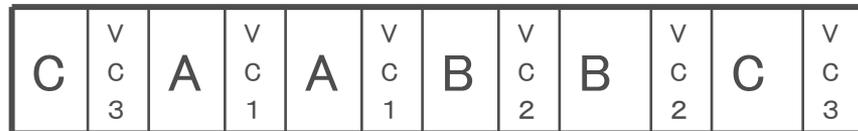
— デジタル化した音声をATMセルという53バイトの入れ物に入れ、VCIという音声の通り道を表す番号を付けて送る方法

時分割多重方式



↑
タイムスロット

ATM多重方式



↑
ATMセル

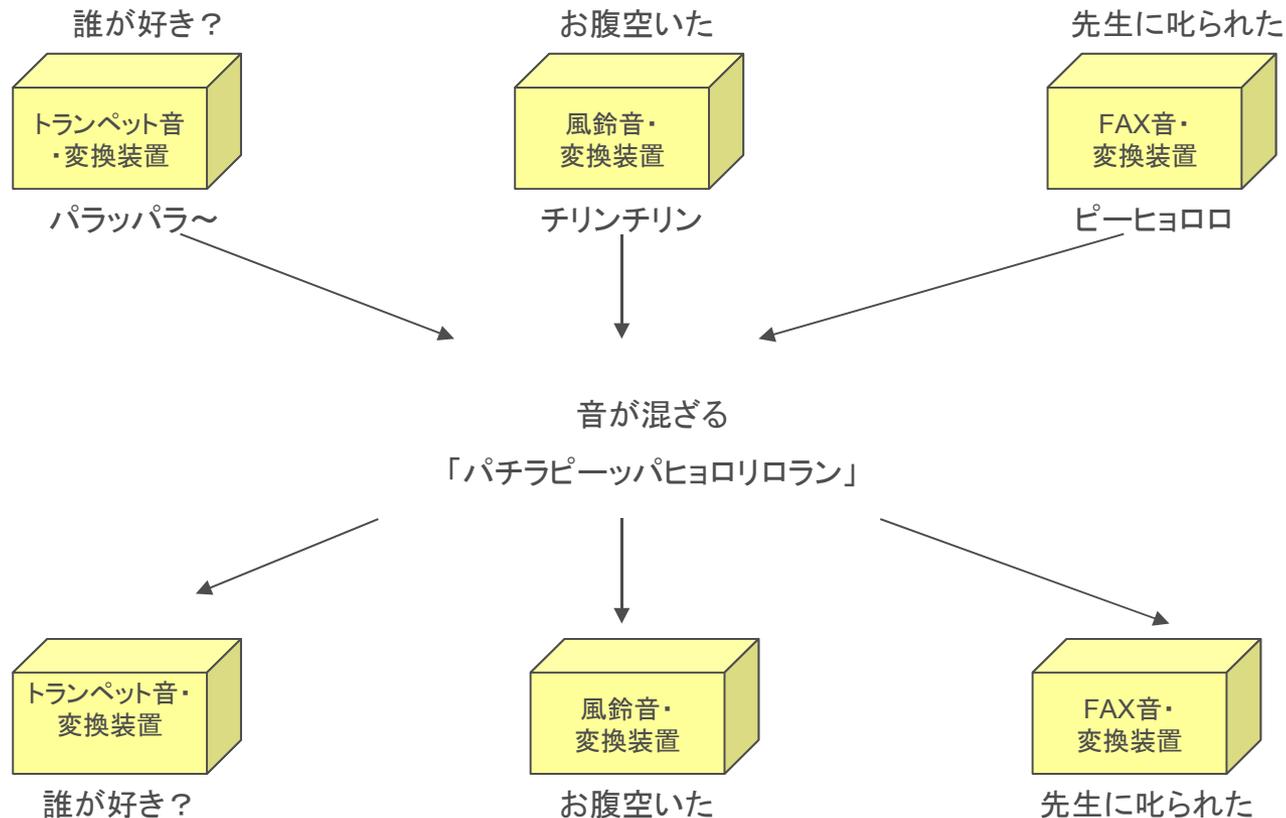
音をデジタルデータに変換する

- FOMAでは「AMR」という方法を使っている
- AMR
 - 1秒間の音声を4.75k～12.2kビットまで8段階で変えられる
 - こちらが話しているときはビットの量を増やし、黙っているときには減らすという調節をする

どうやって多くの人の音声を同時に送るか

■ CDMA

一複数の発信者の音声信号にそれぞれ異なる符号を乗算し、すべての音声信号を合成して1つの周波数を使って送る。受け手は自分と会話している相手の符号を合成信号に乗算することにより、相手の音声信号のみを取り出すことができる



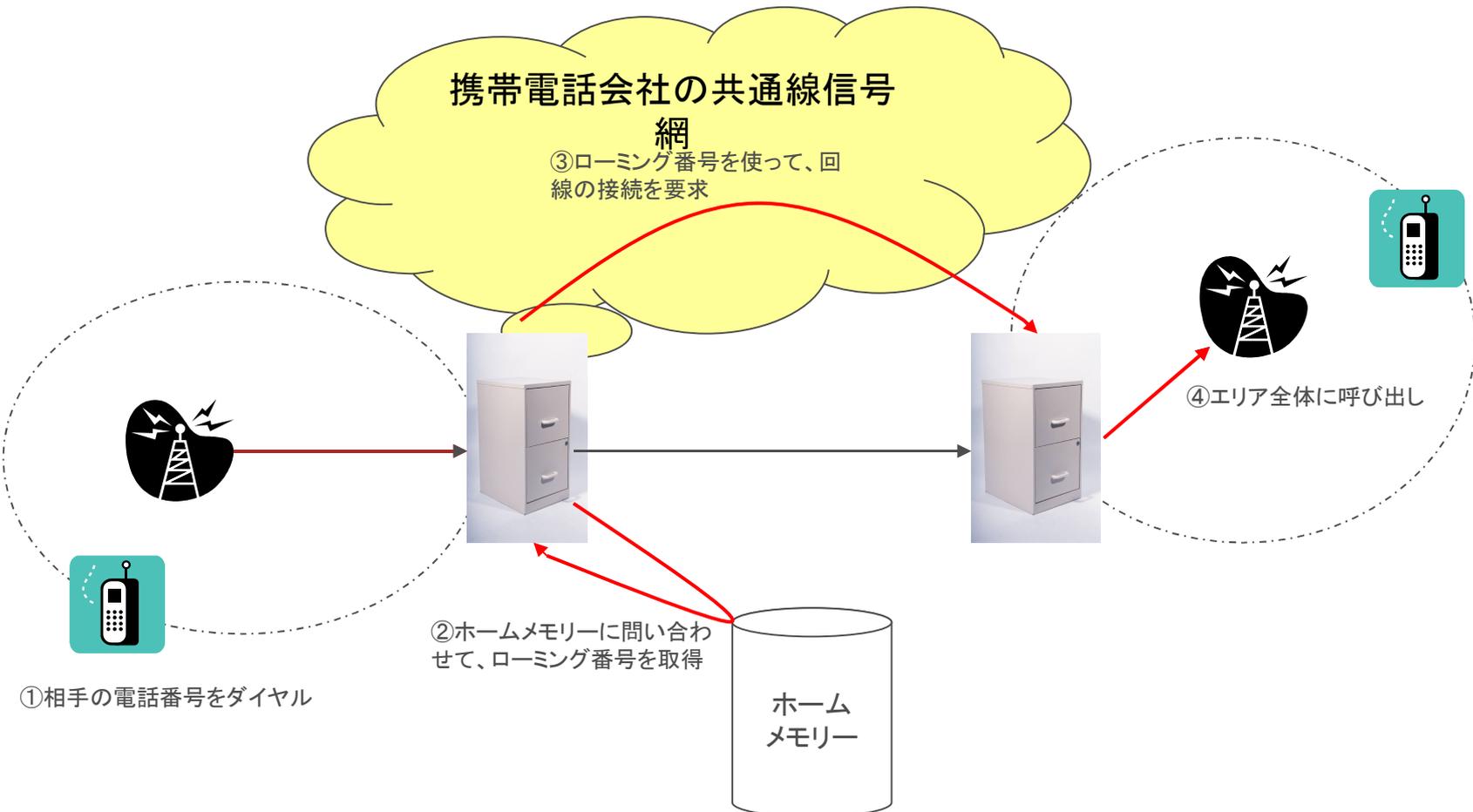
どこでも使える仕組み

- 携帯電話の電源を入れたり、場所を移動したりすると、携帯電話がその都度、ネットワークに新しい現在地を知らせる
- 携帯電話ネットワークは位置情報をネットワークセンターの位置情報データベースである「ホームメモリー」に書き込む
- 全国を数十に分けた「ページング・エリア」でユーザーの位置情報を表す

携帯電話のダイヤルからつながるまで

■ ローミング番号

— 暫定的に割り当てられる場所を特定できる電話番号



電話はなぜつながるのか

- 終わり