

世も令和になって久しいので オレオレIP電話網や黒電話で遊んでみる (再放送版)

上羽 未葉 (a.k.a. KusaReMKN)

2025-03-11

<https://KusaReMKN.com/>

Twitter: @KusaReMKN

1

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレIP電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)

世も令和になって久しいので
オレオレIP電話網や黒電話で遊んでみる
(再放送版)

上羽 未葉 (a.k.a. KusaReMKN)
2025-03-11
<https://KusaReMKN.com/>
Twitter: @KusaReMKN

発表を始めるよ。

「世も令和になって久しいのでオレオレIP電話網や黒電話で遊んでみる」と題
して、みかんちゃんが発表するよ。

今回のおはなし

「でんわ」のはじまり

外線通話と多局接続

交換局ホップ

実際に運用してみた結果

みんなも「でんわ」をしよう！

まとめ

2

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話で遊んでみる（再放送版）

└─ 今回のおはなし ─┘

今回のおはなし

「でんわ」のはじまり
外線通話と多局接続
交換局ホップ
実際に運用してみた結果
みんなも「でんわ」をしよう！
まとめ

今回の発表の流れはこんな感じだよ。質疑応答を含めて大体 25 分間くらいで進められたらいいな。

みかんちゃんについて

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└みかんちゃんについて

みかんちゃんについて

自己紹介するよ。

自称・大天才美少女プログラミング初心者

うわば みかん 「上羽 未栞」あるいは くされみかん 「KusaReMKN」
みかんちゃんって呼んでね！

0x18歳のJK（重要）

実はプログラマでもエンジニアでもない
古い計算機っぽいものが大好き

Twitterで思想を垂れ流すことが得意
<https://kusaremkn.com/> も見てね



2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレIP電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
「みかんちゃんについて」

自称・大天才美少女プログラミング初心者

「上羽 未栞」あるいは「KusaReMKN」
みかんちゃんって呼んでね！

・18歳のJK（重要）

実はプログラマでもエンジニアでもない
古い計算機っぽいものが大好き

Twitterで思想を垂れ流すことが得意
<https://kusaremkn.com/> も見てね

大天才美少女プログラミング初心者を自称している、上羽未栞だよ。みかん
ちゃんって呼ばれると大変喜ぶよ。イチハチ歳のJKだよ。

大天才とかプログラミング初心者とか言っているけれど、実はプログラマでも
エンジニアでもないよ。外の人（学生のすがた）は通信方式について研究して
いたりするけれど、それはまた別のお話だよ。それはそれとして古い計算機っ
ぽいものが大好きだよ。よくハードオフに出没してジャンク箱を小豆洗いして
いるよ。

Twitterとかウェブサイトとかあるよ。暇な人は覗いてみてね。深淵があるよ。

「でんわ」のはじまり

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└「でんわ」のはじまり

「でんわ」のはじまり

早速「でんわ」についてお話していくよ。

HARD OFF に売られていた黒電話（白色）



4

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└「でんわ」のはじまり

HARD OFF に売られていた黒電話（白色）



いつものようにハードオフをふらついていると黒電話（白色）が現れたよ。最初はにらめっこをしているだけだったんだけど、気付いたら財布の中身が軽くなって手元に電話機が発生していたよ。これがみかんちゃんと「でんわ」との邂逅だよ。

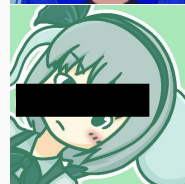
一方そのころ、限界セルフホスティング界隈では……

ももたねつと
MMTNET:

Malleable Mutual Tunneling Network
for Experimental Technologies

SoftEther VPN を使ってホストを相互接続
自作インターネットを目論んでいた

MMTNET 上で動作するアプリケーション
黒電話を利用した IP 電話が挙げられていた
MMTNET の前身 (HVCAN) でも運用されていた



5

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
「でんわ」のはじまり

一方そのころ、限界セルフホスティング界隈では……

MMTNET:
Malleable Mutual Tunneling Network
for Experimental Technologies

SoftEther VPN を使ってホストを相互接続
自作インターネットを目論んでいた

MMTNET 上で動作するアプリケーション
黒電話を利用した IP 電話が挙げられていた
MMTNET の前身 (HVCAN) でも運用されていた



みかんちゃんが「でんわ」と邂逅している一方、限界セルフホスティング界隈 (スライド右側の人々) では MMTNET とかいうけしからんネットワークが構築されようとしていたよ。MMTNET は SoftEther VPN を利用したネットワークで、この上で自作のインターネットを作ることを目論んでいたよ。

この MMTNET 上で動作するアプリケーションとして、黒電話を利用した IP 電話が挙げられていたよ。これはどういうことかということ、MMTNET の前身にあたるネットワークとして HVCAN という異常ネットワークがあるんだけど、これの上で黒電話 IP 電話が実現していたので、これをもっと発展させてみようという話だったよ。

HVCAN 上の IP 電話発足の貴重なシーン



2025-03-11

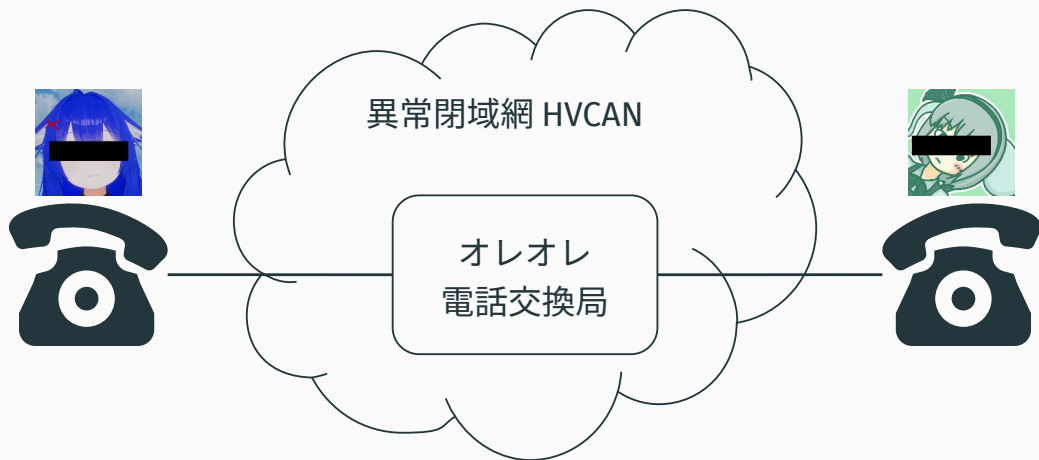
世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└「でんわ」のはじまり

HVCAN 上の IP 電話発足の貴重なシーン



HVCAN で IP 電話が実現されていたことを確認するためにツイートを遡ってみたよ。うん、確かに異常オタクの机に黒電話は存在しているし、しかもハドフで得た黒電話を取引している怪しい現場写真まで出てきたよ。

HVCAN 上の電話網 (?) の様子



7

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└「でんわ」のはじまり

HVCAN 上の電話網 (?) の様子



HVCAN の上で実現していた IP 電話のシステムを図に起こすとこんな感じになるよ。HVCAN には単一の交換局があって、これに全ての端末 (電話機) が接続されていたよ。つまり、事実上の内線電話に留まっていたよ。

実現したいこと

外線通話と多局接続

交換局をまたぐ通話
複数の交換局の相互接続

交換局ホップ

相互接続されていない局の通話

状況を簡単にするため MMTNET から切り離される
オレオレ電話網「東京広域電話網」の爆誕

8

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└「でんわ」のはじまり

実現したいこと

外線通話と多局接続

交換局をまたぐ通話
複数の交換局の相互接続

交換局ホップ

相互接続されていない局の通話

状況を簡単にするため MMTNET から切り離される
オレオレ電話網「東京広域電話網」の爆誕

というわけで、今回実現したいことは次の二つだよ。一つ目は外線通話、多局接続の実現だよ。これは交換局をまたぐような通話であったり、沢山の交換局が相互に接続された電話網を構築したりする部分にあたるよ。二つ目は交換局ホップだよ。後のスライドでも述べるけれども、交換局が増えてくると全ての局を直接相互接続することが現実的ではなくなってくるよ。これを解決するために、直接接続されていない局同士でも通話できるようにするよ。

これが MMTNET 上にあると、多くの人類のためにならないよ。多く人間は MMTNET 上にいないからだよ。そのため、MMTNET から電話網の部分を切り出して電話網単体の問題として解決することにしたよ。オレオレ電話網「東京広域電話網」が爆誕したよ。

外線通話と多局接続

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└ 外線通話と多局接続

外線通話と多局接続

一つ目の問題である外線通話と多局接続について考えるよ。

基本の構成

交換局として **MikoPBX** を用いる
Asterisk ベースの IP-PBX システム
シンプルな WEB UI が魅力



スタンドアロン版と Docker 版がある

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└ 外線通話と多局接続

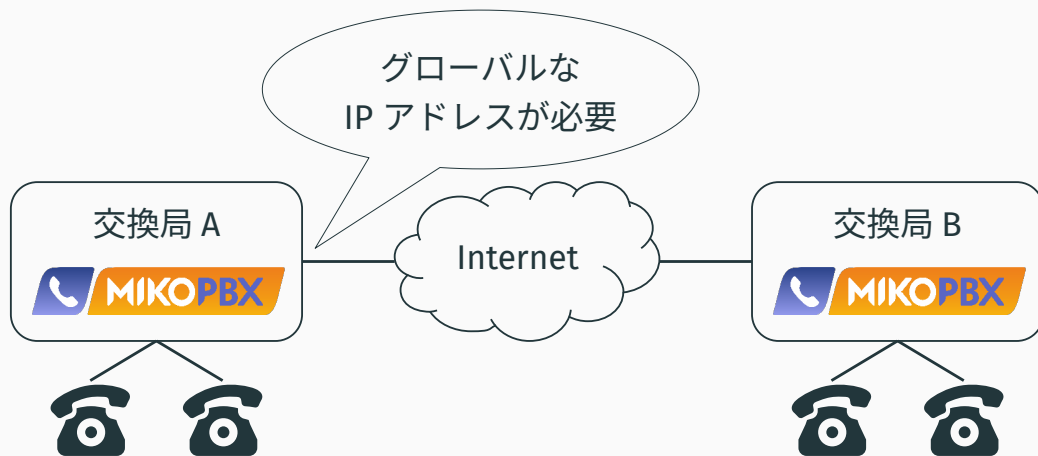
基本の構成

交換局として **MikoPBX** を用いる
Asterisk ベースの IP-PBX システム
シンプルな WEB UI が魅力
スタンドアロン版と Docker 版がある



まずは交換局の構成について説明するよ。今回の電話網構築にはフリーの PBX システムである MikoPBX を用いるよ。これは Asterisk という IP-PBX (要は IP 電話の交換局システム) をベースとしたシステムだよ。シンプルな WEB UI が魅力だよ (つまり他の PBX システムにはシンプルでない WEB UI をもつものがあるということだよ)。MikoPBX にはスタンドアロン版と Docker 版があるので使い分けられるよ。

ダメなシステム構成（その1）



10

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

ダメなシステム構成（その1）



まずはスタンドアロン版を使うことを考えてみるよ。これが最も簡単な構成であるのだけれど、これはちょっとむつかしくて、交換局はグローバルなインターネットに晒されなければならないよ。セキュリティ的にも嫌な気持ちになるし、そもそも全ての局がグローバルな IP アドレスを持たなければならなくて、現実的じゃないね。

VPNを使えばいいじゃない

交換局間の接続に **Tailscale** を用いる
簡単なメッシュ型 VPN サービス
ユーザ間で接続を共有できてお得



11

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

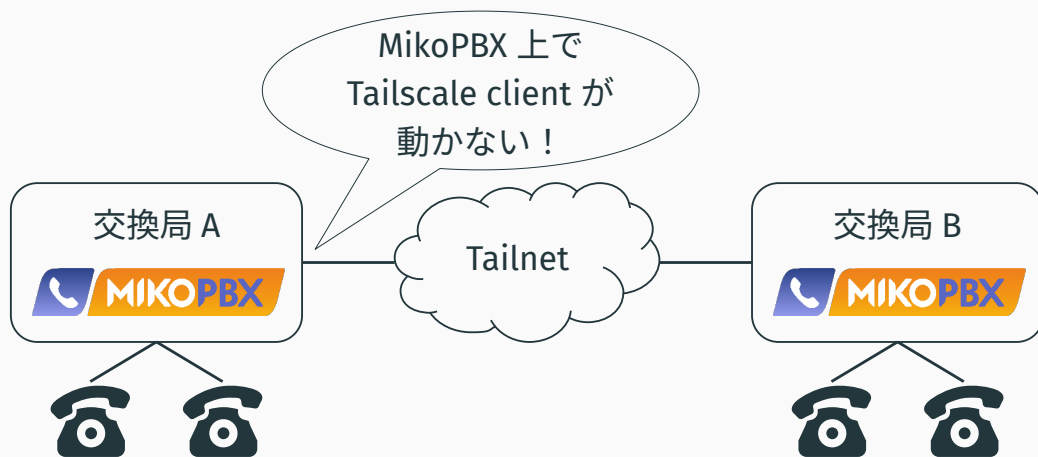
VPNを使えばいいじゃない

交換局間の接続に **Tailscale** を用いる
簡単なメッシュ型 VPN サービス
ユーザ間で接続を共有できてお得



インターネットに晒すことが問題であるならば、VPN を使えばこの問題を解決できそうだよ。今回は Tailscale を使うことを考えたよ。Tailscale は大変すばらしいメッシュ型の VPN サービスだよ。みんなも使ったことあるかも（？）ユーザ内の VPN を作ることもできるし、VPN 上のホストを他のユーザと共有できたりしてお得だよ。

ダメなシステム構成（その2）



12

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

ダメなシステム構成（その2）



なるほど、Tailscale を使えば完璧だ、と思ったけどやっぱりこれもダメだったよ。スタンドアロン版の MikoPBX は Linux ディストリみたいに完結したシステムとして提供されるのだけれど、この上で Tailscale のクライアントソフトを動かそうにないことがわかったよ。クライアントソフトが動かないと Tailscale 越しの接続を実現できるはずもないので、これではいけないね。

Docker版を使えばいいじゃない

Docker版 MikoPBX を用いる
ホスト側で Tailnet に接続
MikoPBX 側は何も考えなくてよい



13

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

Docker版を使えばいいじゃない

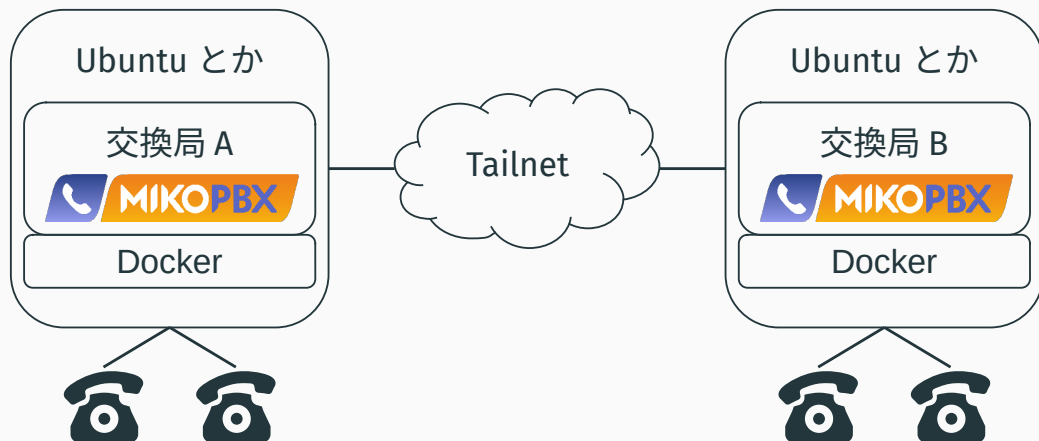
Docker版 MikoPBX を用いる
ホスト側で Tailnet に接続
MikoPBX 側は何も考えなくてよい



ところで、ちょっと思い出してみると MikoPBX には Docker 版があったね。これを使うと簡単に構成できそうだよ。Docker コンテナを動かすホスト環境（これは普通 Ubuntu だよ）で Tailscale のクライアントソフトを動かすことは容易いよ。この環境の上に構築される MikoPBX は当然 Tailscale のネットワークに接続できるので、特段むつかしいことを考える必要がないよ。

完成版のシステム構成

MikoPBX の設定をこねくり回していたら外線通話が可能に！



14

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└ 外線通話と多局接続

完成版のシステム構成

MikoPBX の設定をこねくり回していたら外線通話が可能に！



というわけで完成版のシステム構成がこんな感じだよ。Ubuntu とかの上に Tailscale をインストールして Tailnet 経由で接続できるようにしておくよ。この上に Docker 環境を用意して、その上に Docker 版の MikoPBX をインストールするよ。

この構成にして、MikoPBX の設定をこねくり回すこと二三日していたら外線接続が実現できたよ。(東京と横浜との交換局が繋がったときみたいな感動があるね (は?))

(2024-11-11)

内線接続に加え、外線接続もできるようになった！



15

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

内線接続に加え、外線接続もできるようになった！



これまでできていた同一局内の端末同士の内線通話に加えて、局をまたいで別の局の端末との通話（外線通話）もできるようになったよ。

多局接続がむつかしい



16

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

多局接続がむつかしい



さて、外線通話の実現はできたわけだけれども、多数の交換局が相互に接続できるようになるには少しだけ時間が掛かったよ。というのも、局 A と局 B とがあってこれらが接続済のときに、局 C が局 A に接続しようとするとなぜか拒否されてしまうという問題が発生していたよ。

WEBに表示されていない設定項目

MikoPBXのWEB UIで設定を変更すると
システムの設定ファイルが書き変わる

WEB UIに表示されていない項目もある

設定項目 `max_contacts`

デフォルトの値は **1**

これを **100** にすると接続できる



17

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 外線通話と多局接続

WEBに表示されていない設定項目

MikoPBXのWEB UIで設定を変更すると
システムの設定ファイルが書き変わる
WEB UIに表示されていない項目もある
設定項目 `max_contacts`
デフォルトの値は **1**
これを **100** にすると接続できる



この問題を解決する鍵はもっと下側の層にあったよ。MikoPBXのWEB UIで設定を変更すると、その下側で動作している Asterisk システムの設定ファイルが書き変わるよ。

異常オタクがこれについてめちゃくちゃ調査をしたところ原因がわかったよ。設定項目のうち、システムの動作に関わるいくつかの項目はWEB UI 上に表示されていなかったよ。この設定項目が `max_contacts` だよ。この項目のデフォルトの値は **1** で、つまり同時に接続を受ける局の数は **1** に制限されていたよ。設定ファイルを直接書き換えてこの値を **100** とか **1000** とかに変更すると接続できるようになったよ。これで電話「網」を構築できるようになったよ。
(2024-11-23)

交換局ホップ

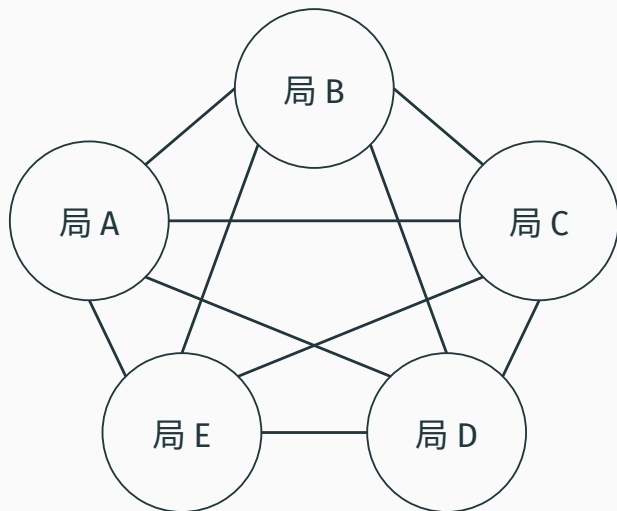
2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 交換局ホップ

交換局ホップ

次に二つ目の問題である交換局ホップについて考えるよ。

新しい局を追加する際の手間

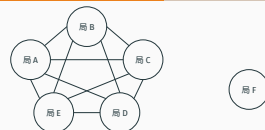


18

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話で遊んでみる (再放送版)
└ 交換局ホップ

新しい局を追加する際の手間



電話網を構築できることがわかると、電話網は急速に発展していったよ。ここで問題になってきたのが新しい電話局を追加するときの手間だよ。電話局は相互に接続されていないと通話ができなかったもので、例えば局 F が新しく網 A-E に接続しようとする、全ての局で設定を行う必要があったよ。これはもう大変面倒だし、今後の発展を考えると現実的ではないことが明らかになってきたよ。

インターネットにできるなら電話網にもできる

インターネットのルータは完全グラフを構成していない
それでも多くのホストと通信できる

電話網の全ての局が完全グラフを構成していない場合
局同士がよしなに通話を取り持ってくれば
直接接続されていない局間でも通話を実現できるのでは？

19

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 交換局ホップ

インターネットにできるなら電話網にもできる

インターネットのルータは完全グラフを構成していない
それでも多くのホストと通信できる

電話網の全ての局が完全グラフを構成していない場合
局同士がよしなに通話を取り持ってくれば
直接接続されていない局間でも通話を実現できるのでは？

ここで、インターネットに思いを馳せてみると、インターネットの上側で仕事をしてきているルータたちは完全グラフを構成していない（全てのルータが相互に直接接続されていない）ことがしばしばだよ。しかし、私達は不自由なくインターネットを使っているし、インターネット上のほとんどのホストと通信できるよ。どういう仕組みかという、ルータがパケットをバケツリレーしてくれているので通信できるんだね。

ところで、電話網でも交換局が完全グラフを構成してなくても、交換局がよしなに通話を取り持ってくれば、直接接続されていない局同士でも通信できるんじゃないかな、と考えられるよ。

電話を掛け直す電話番号

通常の外線着信の場合

着信局内の端末のみを対象に検索

→ 再び外線接続することはない

特定の番号に電話を掛けた場合

番号を検索する部分でインチキをする

外線の番号も検索しなおしてもらう

→ 再び外線接続のチャンスがやってくる



20

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 交換局ホップ

電話を掛け直す電話番号

通常の外線着信の場合

着信局内の端末のみを対象に検索

→ 再び外線接続することはない

特定の番号に電話を掛けた場合

番号を検索する部分でインチキをする

外線の番号も検索しなおしてもらう

→ 再び外線接続のチャンスがやってくる

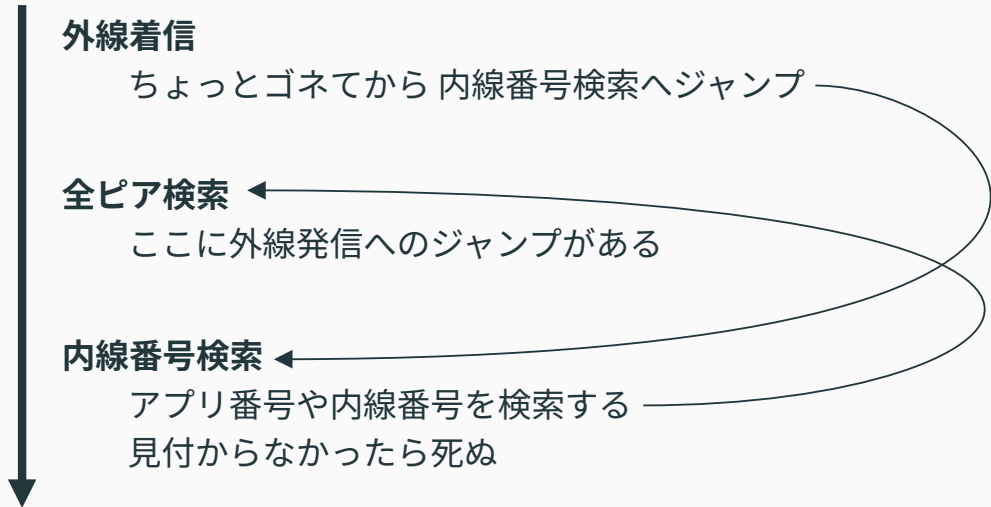


これもまた異常オタクによって実現されたよ。

通常の外線着信のルーティーンを覗いてみると、着信した局内の（つまり内線接続されている）端末のみを対象に番号を検索していることがわかったよ。内線番号のみを対象にしているので、外線番号が検索対象になることはないよ。

ここで、特別な番号を用意してあげて、この番号では端末に接続するかわりにインチキ処理をすることにするよ。具体的には、この番号に続く番号を外線番号として解して検索しなおしてもらう処理にジャンプするよ。これによって外線接続を着信しても再び外線接続のチャンスがやってくるよ。つまり、着信局は外線に着信をバケツリレーできて、別の局に通話を取り次げるようになるよ。

番号検索ルーティーン

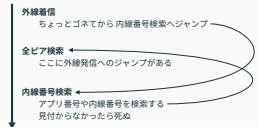


21

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└ 交換局ホップ

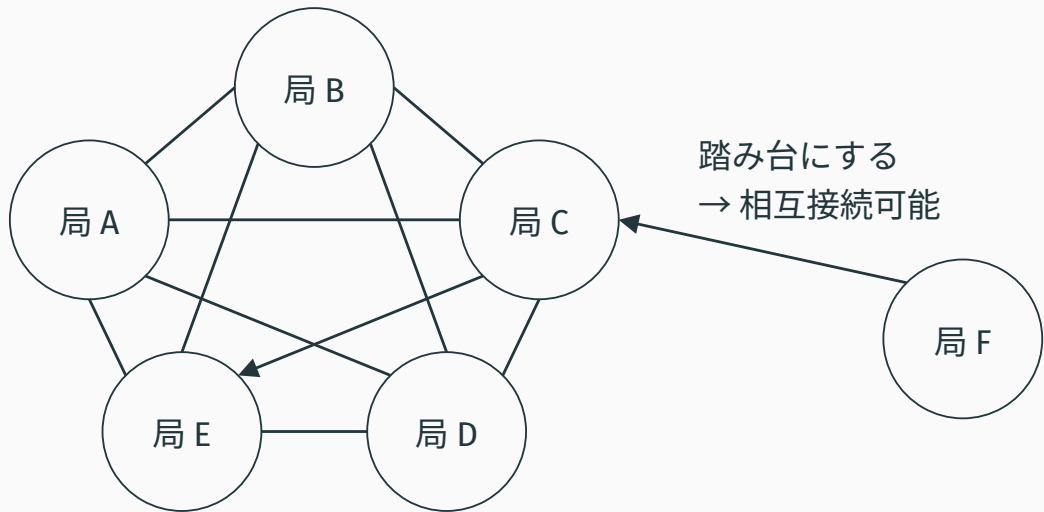
番号検索ルーティーン



番号検索ルーティーンのイメージをスライドに示しているよ。Asterisk のプログラムは goto と gsub との嵐で古い BASIC を彷彿とさせる最悪さがあるよ。外線からの着信はちょっとだけ処理をされてから内線番号を検索する部分にジャンプしているよ。内線番号を検索する部分にはダイヤルプランアプリケーションや端末番号を検索する処理があるよ。ここで番号が見つからなかったら着信失敗になるよ。

で、アプリケーションとしてフック用の番号を用意してあげて、そこから全ピア検索のルーティーンにジャンプするように細工をするよ。これによって外線着信から外線発信できるようになって、別の局に通話を取り次げるようになったよ。

相互接続されていない局間でも通話が可能に

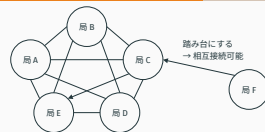


22

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└ 交換局ホップ

相互接続されていない局間でも通話が可能に



つまり、例えば、局 F が局 E に電話をかけたいときには、局 C を踏み台にして通話できるようになったよ。局 C の中では、局 F から着信した通話を局 E に取り次ぐ処理が走っているよ。

全ての局を相互接続する必要がなくなったので、電話網の拡大がより簡単になったよ。

実際に運用してみた結果

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└ 実際に運用してみた結果

実際に運用してみた結果

実際に電話網を運用してみたところについてお話するよ。

「東京広域電話網」のプロジェクト開始が2024年10月中旬

現在（2025年3月）に至るまで約5ヶ月間弱ほど実運用

Webから通話できるアプリケーションの実現

時報やモーニングコールなどのサービスも実現

電話だけでなくFAXやダイヤルアップ通信も動作確認

電話網の相互接続状況を記述するJSON Schemaを開発

<https://github.com/tkytel/mantela>

<https://github.com/tkytel/mantela-viewer>

世も令和になって久しいのでオレオレIP電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）

└─実際に運用してみた結果

実験と運用の日々

「東京広域電話網」のプロジェクト開始が2024年10月中旬
現在（2025年3月）に至るまで約5ヶ月間弱ほど実運用
Webから通話できるアプリケーションの実現
時報やモーニングコールなどのサービスも実現
電話だけでなくFAXやダイヤルアップ通信も動作確認
電話網の相互接続状況を記述するJSON Schemaを開発
<https://github.com/tkytel/mantela>
<https://github.com/tkytel/mantela-viewer>

東京広域電話網の発足は2024-10くらいなので、現在まで大体5ヶ月弱くらい運用されているよ。

この間にWEBから通話できるアプリケーションが開発されたり、時報やモーニングコールなどといった電話サービスが実現されたりしたよ。また、電話できるということはFAXもできるし、ダイヤルアップ通信もできるということで実証実験が行われたよ。ネットワークの混み具合にもよるけれど、FAXは比較的安定して動作することがわかったよ。

また、電話網が大きくなってきたので相互接続状況を記述するためのJSONスキーマを開発したりしたよ。これは事実上、電話網のルーティングテーブルとして利用されているよ。

現在の東京広域電話網の姿

交換局数

16局

端末数

68以上

(仮想含む)

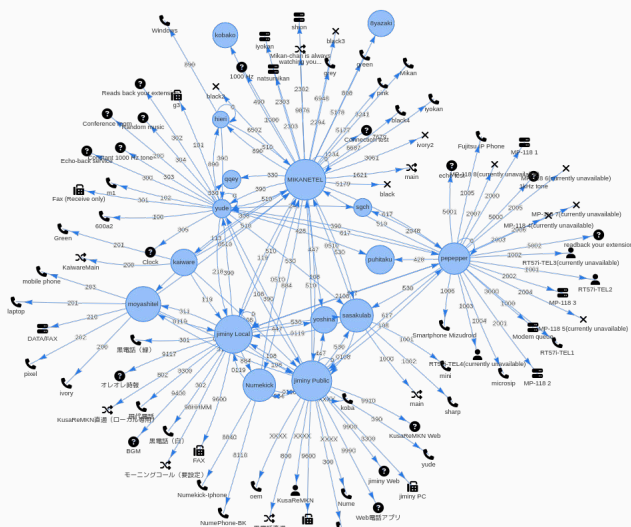
黒電話の数

15程度

その他

公衆電話

ワープロ



24

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└実際に運用してみた結果

現在の東京広域電話網の姿

交換局数
16局
端末数
68以上
(仮想含む)
黒電話の数
15程度
その他
公衆電話
ワープロ



現在の電話網の姿を描画してみたよ。かなり小さくない網になっていることが
わかると思うよ。

この電話網の中には 16 個以上の電話局があって、端末数は 68 以上 (隠されて
いる端末もあるので実際には 70 数台) があるよ。

現在の東京広域電話網の姿

交換局数

16局

端末数

68以上

(仮想含む)

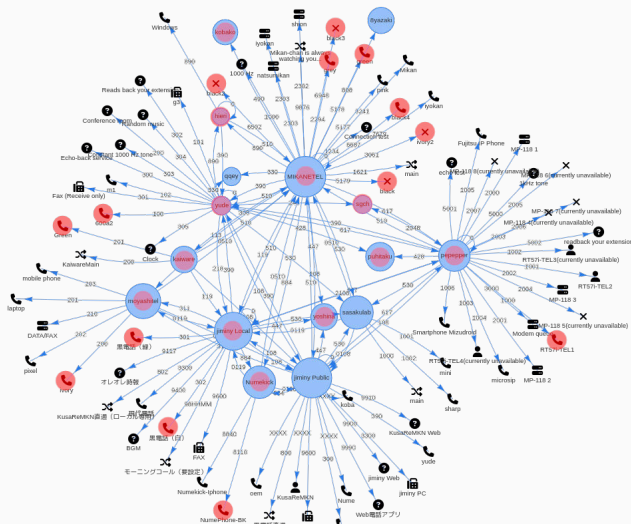
黒電話の数

15程度

その他

公衆電話

ワープロ



25

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる (再放送版)
└実際に運用してみた結果

現在の東京広域電話網の姿

交換局数
16局
端末数
68以上
(仮想含む)
黒電話の数
15程度
その他
公衆電話
ワープロ



もともと黒電話を使うことを念頭に作られた網であるので、黒電話を数えてみると15程度ありそうだよ。黒電話を収容している局は全16局中12局もあるよ (なんで?)。

その他にも、公衆電話が接続されていたり、ワープロが接続されていたりとかかなり面白い網になっているよ。

みんなも「でんわ」をしよう！

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）

└みんなも「でんわ」をしよう！

みんなも「でんわ」をしよう！

さて、ここまでの話を聞いてみんなも「でんわ」をしたくなっている頃だと思
うので巻き込み活動を開始していくよ。

用意するもの

特にこだわらなければ必須なものは**コンピュータだけ**
交換局を設置・相互接続するだけでOK（ソフト電話可）

黒電話やFAXなど物理的な端末をぶら下げたい場合は……

VoIP ルータ（ゲートウェイ？）

IP通信を電話信号に変換する人

YAMAHA RT57i や RT58i など動作確認済

ICOM VE-TA10 もインチキすれば動作可能

端末それ自体

電話線の刺さるものはだいたい友達

26

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレIP電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
「みんなも「でんわ」をしよう！

用意するもの

特にこだわらなければ必須なものはコンピュータだけ
交換局を設置・相互接続するだけでOK（ソフト電話可）
黒電話やFAXなど物理的な端末をぶら下げたい場合は……

VoIP ルータ（ゲートウェイ？）

IP通信を電話信号に変換する人
YAMAHA RT57i や RT58i など動作確認済
ICOM VE-TA10 もインチキすれば動作可能
端末それ自体
電話線の刺さるものはだいたい友達

交換局を電話網に接続するだけであれば、必要なものは交換局だけなので、適
当なコンピュータがあれば始められるよ（x86_64であればOK）。

実際の端末、例えば黒電話やFAXなどを接続するにはもう数品必要だよ。VoIP
ルータと端末それ自体だよ。VoIPルータはYAMAHAのものが安定して稼動し
ているよ。これはヤフオクやメルカリでよく手に入るという報告を受けている
よ。黒電話も同様だよ。みんなもしようね。

今日のお話の記事（宣伝）

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話で遊んでみる（再放送版）
「みんなも「でんわ」をしよう！

で、宣伝だよ。接続する方法の全てが Zenn に書いてあるよ。

いまさら VoIP 網
2025/01/27に公開 2025/01/28

はじめに

皆さんの自宅には固定電話、いわゆる“家電”（いえでん）が置いてありますか？

アメリカで発明された電話機が日本に渡ってきたのは 1877 年（明治 10 年）のことです。その翌年には国産の電話機が作られるようになり、1890 年（明治 23 年）には日本で電話サービスが開始されました。その後、関東大震災や太平洋戦争を経て、電話機や電話交換機にはさまざま改良が加えられていきました。電話は重要な通信網としての役割を演じ、1968 年（昭和 43 年）には全国の加入者数が 1000 万を突破しました。固定電話の加入者数は 1996 年（平成 8 年）にピークを迎え、6153 万件を記録しています。しかし、世も平成を迎えれば携帯電話やブロードバンド接続のインターネットが普及し、令和となればスマートフォンが当たり前となってしまいました。固定電話の加入者は 2011 年（平成 23 年）の時点でピーク時の半数となり、2023 年（令和 5 年）の 12 月には 1400 万件を割って減少を続けています。この傾向を受け、NTT 東日本及び NTT 西日本は従来の電話網である公衆交換電話網（Public Switch Telephone Network; PSTN）からインターネットを利用した IP 網への切り替えを進めました。つい先月である 2024 年 12 月 25 日、PSTN は完全に IP 網に移行し、電話交換機は遂にその役目を終えました。

目次

- はじめに
- フリーの IP-PBX システム
- LXC コンテナの作成
- Promox のインストールとテンプレートの手厚
- コンテナの用意
- 追加の設定

27

今日のお話の記事（宣伝）

いまさら VoIP 網

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/abd760f9f2f450>

VoIP ルータを使って黒電話を IP 電話機にする

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/187222dc1d4f1d>

ICOM VE-TA10 を使うためにパケットを書き換えたりする

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/cb32b500fc1334>

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
「みんなも「でんわ」をしよう！

今日のお話の記事（宣伝）

いまさら VoIP 網

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/abd760f9f2f450>

VoIP ルータを使って黒電話を IP 電話機にする

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/187222dc1d4f1d>

ICOM VE-TA10 を使うためにパケットを書き換えたりする

<https://zenn.dev/kusaremkn/articles/cb32b500fc1334>

いまさら VoIP 網で Google すると引っ掛かるはずなので、でんわをしてみたい人は検索してみてね。

Web site

<https://tkytel.github.io/>

Discord

<https://discord.com/invite/QEzAnuSy9S>

Mailing list

<https://groups.google.com/g/tkytel>

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
「みんなも「でんわ」をしよう！

東京広域電話網コミュニティ

Web site
<https://tkytel.github.io/>

Discord
<https://discord.com/invite/QEzAnuSy9S>

Mailing list
<https://groups.google.com/g/tkytel>

東京広域電話網のコミュニティがあるよ。気軽に参加してみてね。

まとめ

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）

└まとめ

まとめ

今日のおはなしのまとめだよ。

IP-PBXシステムを利用した IP 電話網を構築

交換局同士の相互接続・多局接続を実現

交換局ホップの実現（相互接続されていない局間での通話）

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└まとめ

オレオレ IP 電話網と黒電話で遊んでみた

IP-PBXシステムを利用した IP 電話網を構築
交換局同士の相互接続・多局接続を実現
交換局ホップの実現（相互接続されていない局間での通話）

オレオレ IP 電話網と黒電話で遊んでみたことについてお話をしたよ。MikoPBX という IP-PBX を用いて IP 電話網を構築してみたよ。交換局同士の相互接続を実現できたし、多局接続を実現できたので本当に網になったよ。交換局ホップを実現して、直接相互接続されていない局でも通話できることを確認したよ。

おわりです

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└まとめ

おわりです

発表おわり～

このスライドについて

Written in February 2025.

Updated in March 2025.

Permanent ID of this document: 55b54dae70afe9e9.

Copyright © 2025 KusaReMKN.

特記無き場合、プログラムやソースコードは MIT License で、
それ以外のコンテンツは CC-BY 4.0 で利用可能です。
一部の画像には別のライセンスが適用されるかもしれません。

31

2025-03-11

世も令和になって久しいのでオレオレ IP 電話網や黒電話
で遊んでみる（再放送版）
└まとめ

このスライドについて

Written in February 2025.
Updated in March 2025.

Permanent ID of this document: 55b54dae70afe9e9.

Copyright © 2025 KusaReMKN.

特記無き場合、プログラムやソースコードは MIT License で、
それ以外のコンテンツは CC-BY 4.0 で利用可能です。
一部の画像には別のライセンスが適用されるかもしれません。