

# オレオレIP電話網を大きくしたら Tailscaleの~~本具合~~を踏み抜いて発狂した話 ワナ (再放送版)

---

上羽 未栞 (a.k.a. KusaReMKN)

2025-06-03

東京広域電話網 <<https://tkytel.github.io/>>

<https://KusaReMKN.com/>

Twitter: @KusaReMKN

# 今回のおはなし

東京広域電話網について

東京広域電話網の電話局同士の接続

網内のセキュリティ強化（素振り）

不思議な不通問題

ええい、総当たりじゃ！

考察・追実験

まとめ

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

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！

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  
最近は電話機などにも目がない

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



# 東京広域電話網について

---

# 分散型の異常オレオレIP電話網

東京広域電話網 (Tokyo Wide Area Telephony Network)  
Telephone for Everyone, Connecting Heritages

2024年10月頃に発足したオレオレIP電話網

VoIPサーバを設置して相互接続・電話網を構築  
黒電話やワープロなど異常な端末が数多く生息中

2月21日のエンジニア作業飲み集会でLT発表

電話局の数: 13 → 34

端末の数: 58 → 234

(2025-06-01 14:14 現在)

# 現在の東京広域電話網の姿

交換局数

34局

端末数

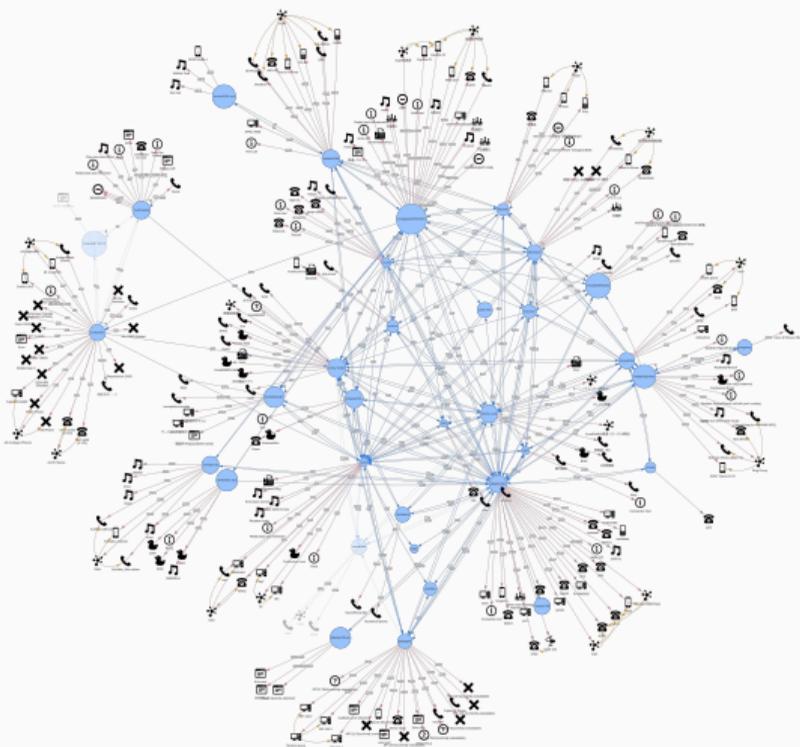
234以上  
(仮想含む)

うち黒電話

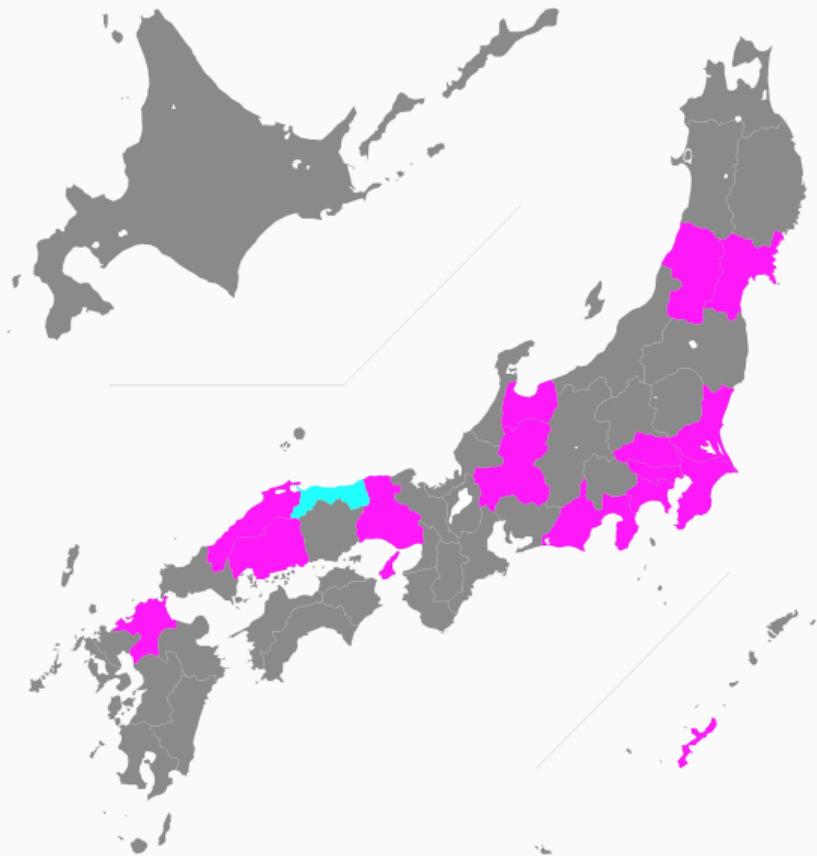
29程度？

その他

ピンク電話  
ISDN や PHS



# さまざまな東京



# 東京広域電話網コミュニティ

## Website

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

## VRChat Group

TKYTEL.6282

## Discord

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

## GitHub Organization

<https://github.com/tkytel>

## Mailing list

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

## 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>

## AudioCodes MP-118 VoIP Gateway を MikoPBX に収容する

<https://zenn.dev/pepepper/articles/b8ad94b4b6f05f>

# 東京広域電話網の電話局同士の接続

---

# 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



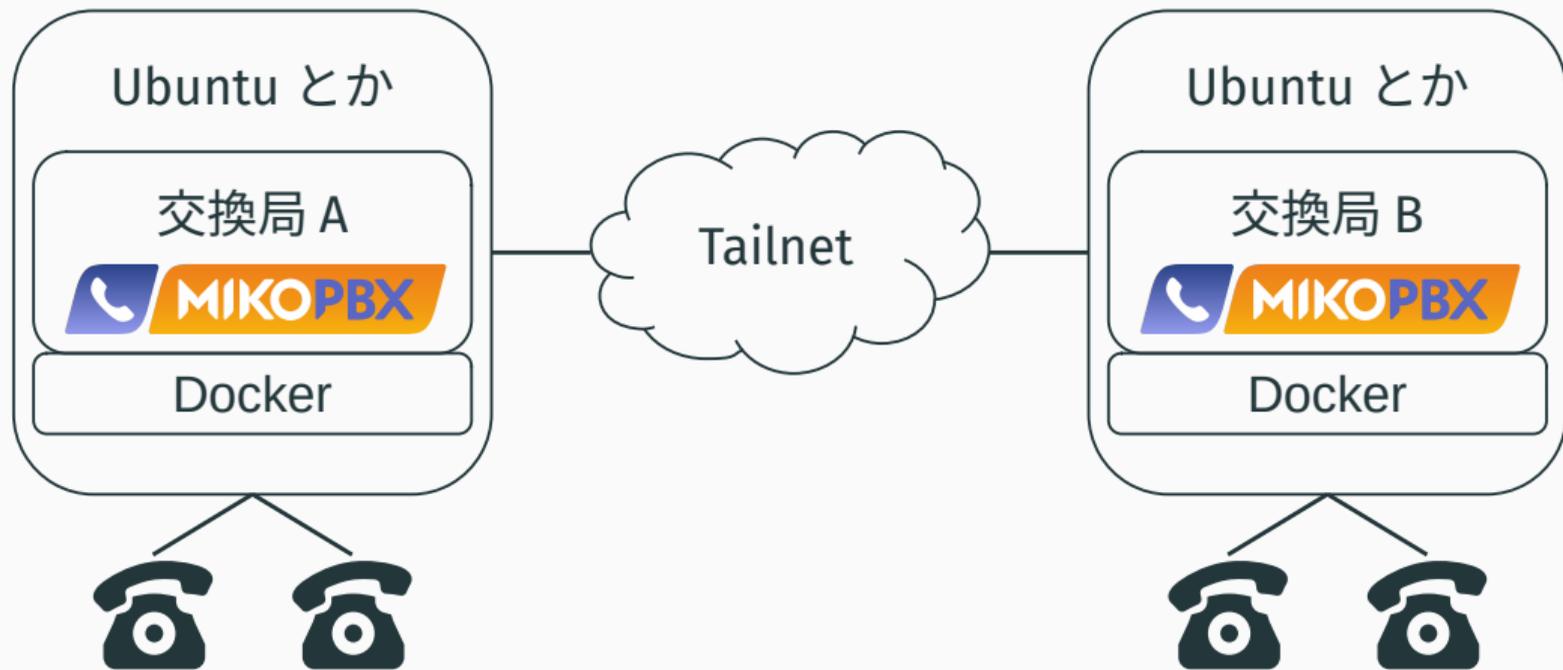
**Proxmox** や **Docker** を利用して  
コンテナ環境を構築



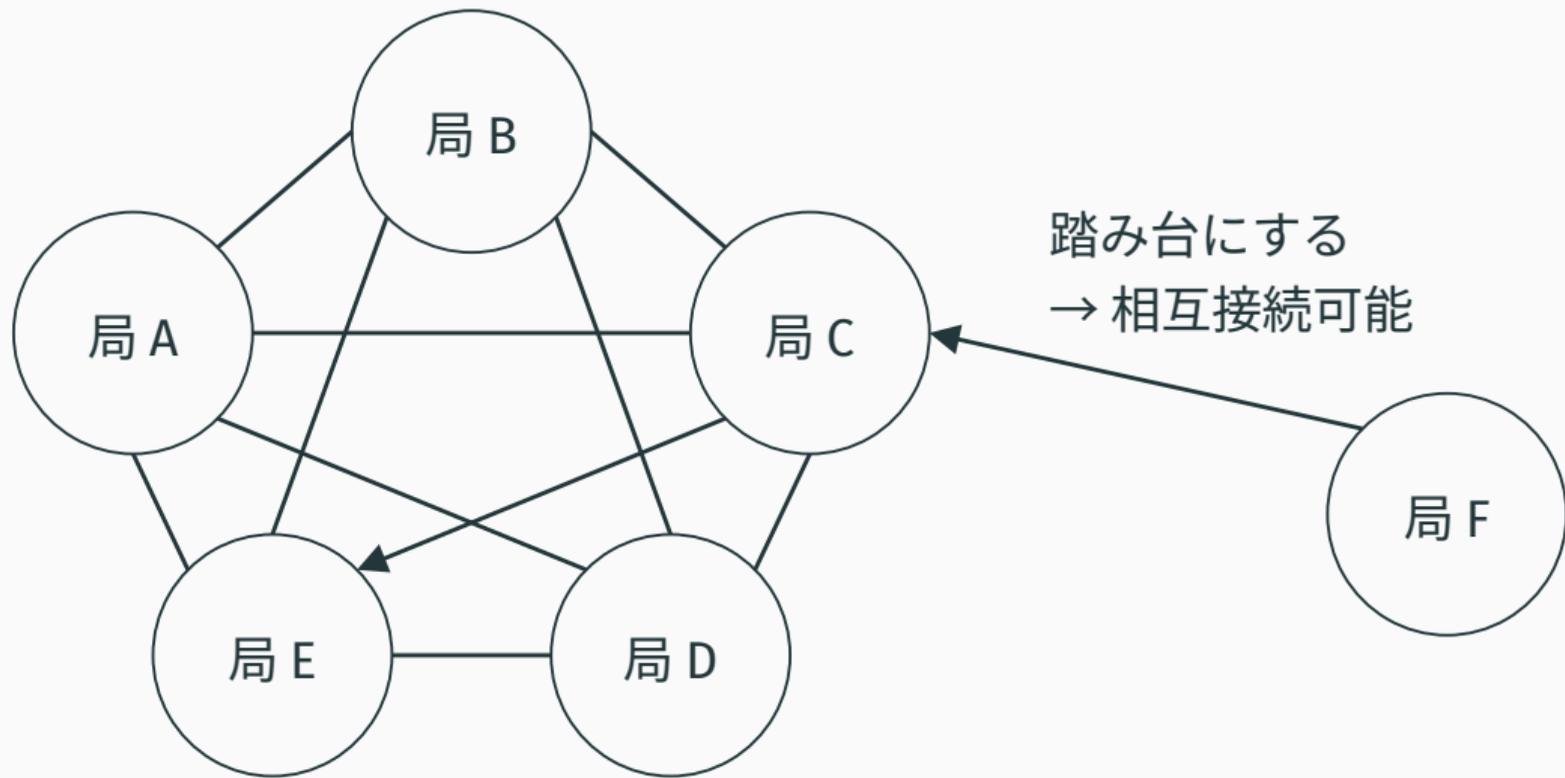
交換局同士の相互接続には  
VPN サービス **Tailscale** を用いる



# システム構成図



# 交換局をホップするような通話にも対応



# 網内のセキュリティ強化（素振り）

---

# 電話網内のセキュリティを向上しよう

東京広域電話網も最初は身内向けの小規模電話網だった  
網内のユーザは全員信頼されていることが前提

時代は変わって大規模電話網になってしまった  
網内に悪意を持ったユーザが登場するおそれが出てきた  
(東京広域電話網はお前らを信じていますよ)

→ 網内のセキュリティを向上するための施策が必要

# 懸念事項: Tailscale でホストを共有している

電話局を相互接続するために Tailscale を利用  
基本的には電話局のホストそれ自体を共有  
何もしていないとそのホストの全てが見える

例えば……

他局の MikoPBX の設定画面 (Web UI) にアクセスできる  
MikoPBX をホストしているコンテナに SSH できる  
電話に関係のないサービスまで露出する

↑ なんかちょっと怖そう (かなり怖そう)

# Tailscale を使っているのだから Tailscale ACL を使おう

Tailscale ACL (Access Control List) とは  
Tailnet 上でアクセス制御をする手段

Deny by default からアクセス許可するルールを列挙する  
初期状態では全アクセスを許可するルールを設定済

# とりあえず東京広域電話網の二大巨頭で実験

yude局及びMikaNeTEL局に設定して試験運用

……が、なんかうまくいかない

拳句の果てにはyude-MikaNeTEL間の通信ができなくなる

→ 交換局ホップに頼っている経路に影響

全てを元に戻してほぼ初期状態へ

MikoPBXに付属しているFirewallを利用する方針へ変更

コンテナをhostモードで運用しているためこれで良かった

# 不思議な不通問題

---

## 新規局参入 → 不通

いつものように東京広域電話網に新規局が参入  
接続確認のための自動応答番号を設置しがち  
ノウハウがぼんやりとしているのでたびたび事故が起きる

例によって今回も確認用の番号に掛けるも無音  
よくあるトラブルシューティングのノリで対応開始  
設定項目を確認するもこれといって問題点は見付からず  
どうしようもないので人対人通信で接続を確認することに

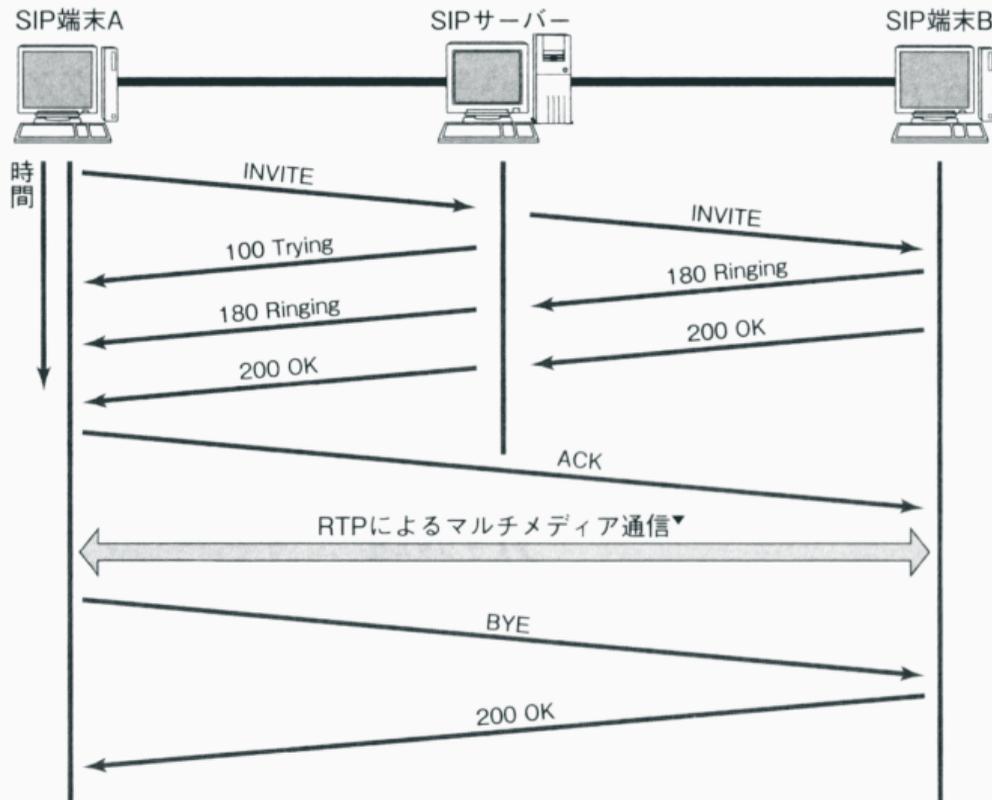
## 前例のない不具合: ベルは鳴れど通話はず

相手に電話を掛けると「プルプルプル」の音が鳴る  
電話の受け側でもベルが鳴っている

相手が受話器を上げたらしく「プルプルプル」の音が止む  
とりあえず「もしもし」してみる  
電話の受け側では「もしもし」が聞こえる  
しかし返事は聞こえない（しばらくすると通話が切れる）

# IP電話のウラ側: 呼制御のSIPと実通信のRTP

- ベルが鳴っている  
→ SIPはOKっぽい
- 声が聞こえない  
→ RTPが死んでる
- 勝手に通話が切れる  
→ だんまりだから



# どうしてSIPは届いてRTPは届かないのか

Firewallか何かが悪さをしていそう

この局はTailscale ACLやMikoPBX Firewallをいじっていた  
Tailscale ACLはyude-MikaNeTEL間のことで嫌になっている

いったん全ての武装を解除してみる

Tailscale ACLをall allowに

MikoPBX Firewallをdisabledに

しかし改善せず（は？）→泥沼のスタート

# 調べてみると片方向通信になる話が出てくる

NAPT 環境下だと片方向通信になりがち

NAPT 環境で外から内に入ってくるには  
能動的に内から外に出る必要がある

SIP の通信はこれに該当する

SIP サーバはリクエストがあって初めて答えてくれる

RTP の通信はこれに該当しない

SIP 上で指定されたポートを狙って勝手に飛んでくる

NAPT は飛んできたパケットを誰に転送するのかわからない

や、でもこれ Tailnet 内の通信だよ？

あ、そうだったわ

# その他の関係ない人たち

上流が Rakuten Turbo 5G ルータだよ？

→ 同様の環境で疎通してる別の局がありました

無線だからか RTT めちゃくちゃデカいよ？

→ バカ遅いリンクでも他局と通信できました (10Base2)

音声コーデック非対応なんじゃない？

→ よく使われるものに絞ってもダメでした

**ええい、総当たりじゃ！**

---

# とりあえず全局と接続テストしてみる

東京広域電話網の全ての局で片方向通信になるのか確かめてみる  
通信できる局は比較的多かった  
むしろ片方向通信や不通になる方がレア

通信できる他の局をホップしてから通信すると繋がる  
これに頼っても良いけどちょっと不便かも  
(スケールできないことを露呈していてダメ)

とはいえ、原因となるものが何もわからない

# 伝家の宝刀 パケットキャプチャ

tcpdump を使ってパケットを眺めてみる

SIP のパケットは問題なさそうに見える

予想通り RTP のパケットは片方しか来ていない

しかもなんか変な NIC に出てる

Tailnet 上の通信は仮想 NIC (tailscale0) に流れるはず  
発狂している通信では物理 NIC (eth0) に流れている

ああ、ちゃんと100.70.198.29にパケット投げてるのに！

「え、100.70.198.29って誰ですか」

「は？」

scuraieden

100.67.123.81 ▾

1.82.5

Linux 6.8.12-10-pve

Shared in

scuraieden

100.110.206.106 ▾

1.82.5

Linux

Shared in

scuraieden

100.70.198.29 ▾

1.82.5

Linux 6.8.12

Shared in

scuraieden

100.110.206.106 ▾

Shared in

# Tailscale で IPv4 アドレスを割り当て直すと通信可能に！

Tailscale の機能で IPv4 アドレスを再設定  
通信の両端で同じアドレスとなるように設定  
無事に通信できるようになりました

……本当か？

# 考察・追実験

---

# 互いに異なる IPv4 アドレスが見えていたため発狂した？

お互いに見えている IPv4 アドレスが異なる事象

Tailscale がよしなにしているなら問題ないはず

つまり、Tailscale が NAT のように仕事をしている？

SIP で通信できたのは NAT 的ふるまいのおかげ

RTP は SIP で指定された IP アドレス・ポートを使う

指定された場所はルーティングテーブルに存在しない

デフォルトルートである eth0 にパケットをぶん投げる

# じゃあ追実験だ！

通信できている局間でIPv4アドレスを変えたら発狂するのか

1. 通信できている局の対を用意する
2. 片方のIPv4アドレスを変更してみる（発狂させる）
3. 通信が壊れる
4. IPv4アドレスを直したら通信できるようになる

# 実験は失敗しました

1. 通信できている局の対を用意する
2. 片方の IPv4 アドレスを変更してみる（発狂させる）
3. ~~通信が壊れる~~ ← **壊れませんでした**
4. IPv4 アドレスを直したら通信できるようになる

そもそも異なる IPv4 アドレスが見えていたのに  
通信できていた局も存在していたのでした

つまりルーティングテーブルにないホストと通信できている  
(もう何もわからん)

まとめ

---

# オレオレ IP 電話網を破壊したり発狂したりしてみた

分散形の異常オレオレ IP 電話網「東京広域電話網」

ベルは鳴るのに音声が届かない問題を掘り下げた

SIP と RTP との通信の違いを確認した

Tailscale のせいなのか何なのかよくわからない感じになった

バックボーンの通信も自分で実現すれば発狂せずに済むかもネ  
東京広域通信網に乞うご期待

東京広域電話網は  
老練な  
ネットワークエンジニア  
を募集しています

電話屋さん、懐古厨、カーネルエンジニア、信号処理屋さん、古代のコンピュータ技術者を含む一般人・逸般人も可

おわりです

*Telephone for Everyone, Connecting Heritages*

# このスライドについて

Written in May 2025. Updated in June 2025.

Permanent ID of this document: c8edfb391dbbafd3.

Copyright © 2025 KusaReMKN, 東京広域電話網.

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。