

tracerouteの実装 2025-12-1

2455026 平野碧生

tracerouteで必要な情報

```
$ traceroute 8.8.8.8  
traceroute to 8.8.8.8 (8.8.8.8), 64 hops max, 40 byte packets  
1 133.55.72.1 (133.55.72.1) 8.481 ms 6.007 ms 3.738 ms  
2 133.55.105.3 (133.55.105.3) 4.652 ms 4.396 ms 4.693 ms  
3 133.55.104.200 (133.55.104.200) 4.428 ms 4.700 ms 5.839 ms  
4 150.99.189.189 (150.99.189.189) 5.874 ms 14.596 ms 22.334 ms  
5 150.99.13.181 (150.99.13.181) 11.627 ms 12.380 ms 12.457 ms  
6 210.173.184.57 (210.173.184.57) 11.844 ms 11.208 ms 11.280 ms  
7 216.239.59.81 (216.239.59.81) 11.488 ms  
108.170.255.229 (108.170.255.229) 11.173 ms  
192.178.110.81 (192.178.110.81) 14.086 ms  
8 142.250.236.35 (142.250.236.35) 11.162 ms  
142.250.239.221 (142.250.239.221) 41.000 ms  
142.251.69.231 (142.251.69.231) 11.271 ms  
9 dns.google (8.8.8.8) 13.559 ms 12.482 ms 12.369 ms
```

tracerouteの出力結果

ホップの設定ごとに 3 つのプローブを送信

① ホップ値（何ホップ目か）

② ゲートウェイのアドレス

→ アドレスが異なる場合は別行で出力

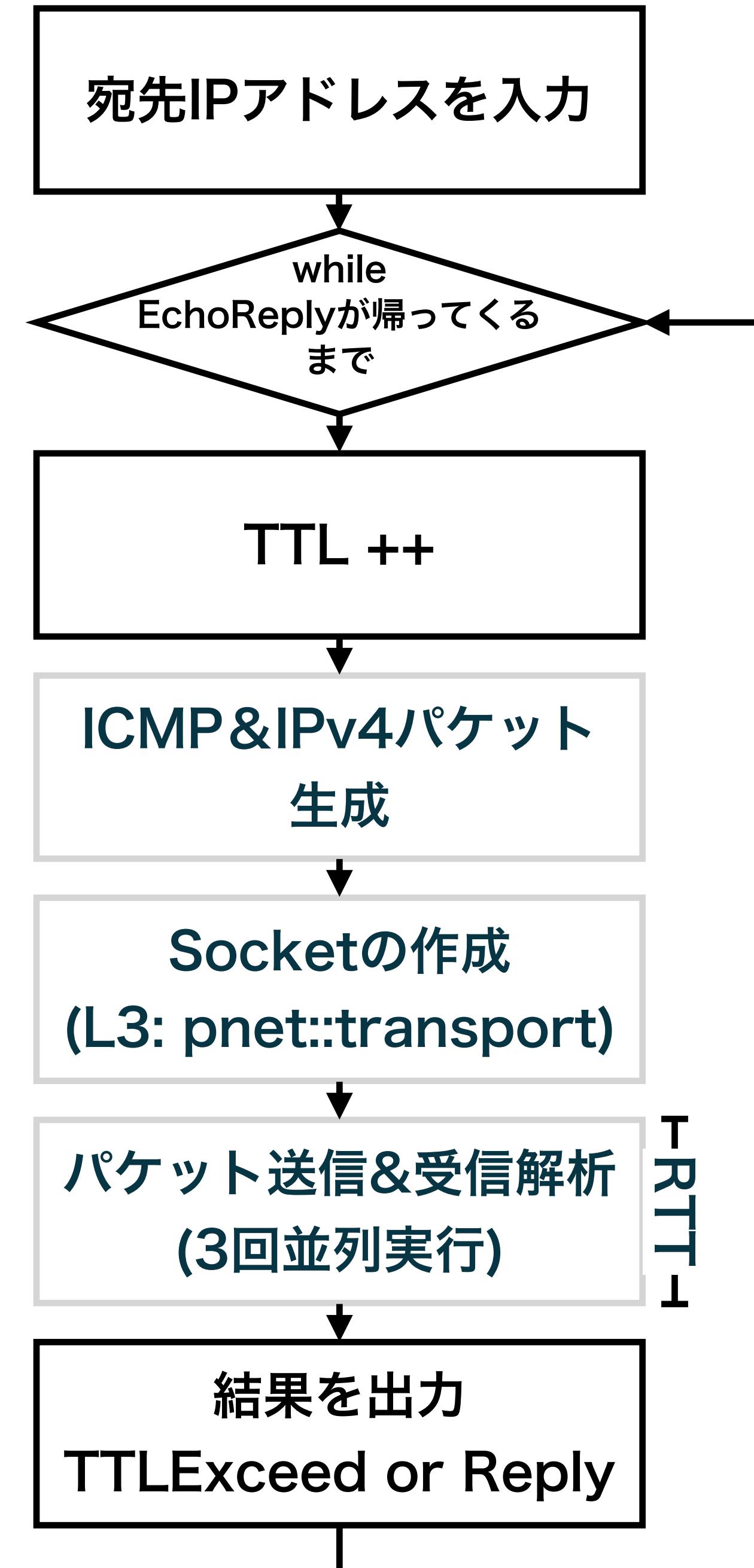
③ 正常なプローブごとの往復時間

前回実装したpingを流用する

tracerouteの実装

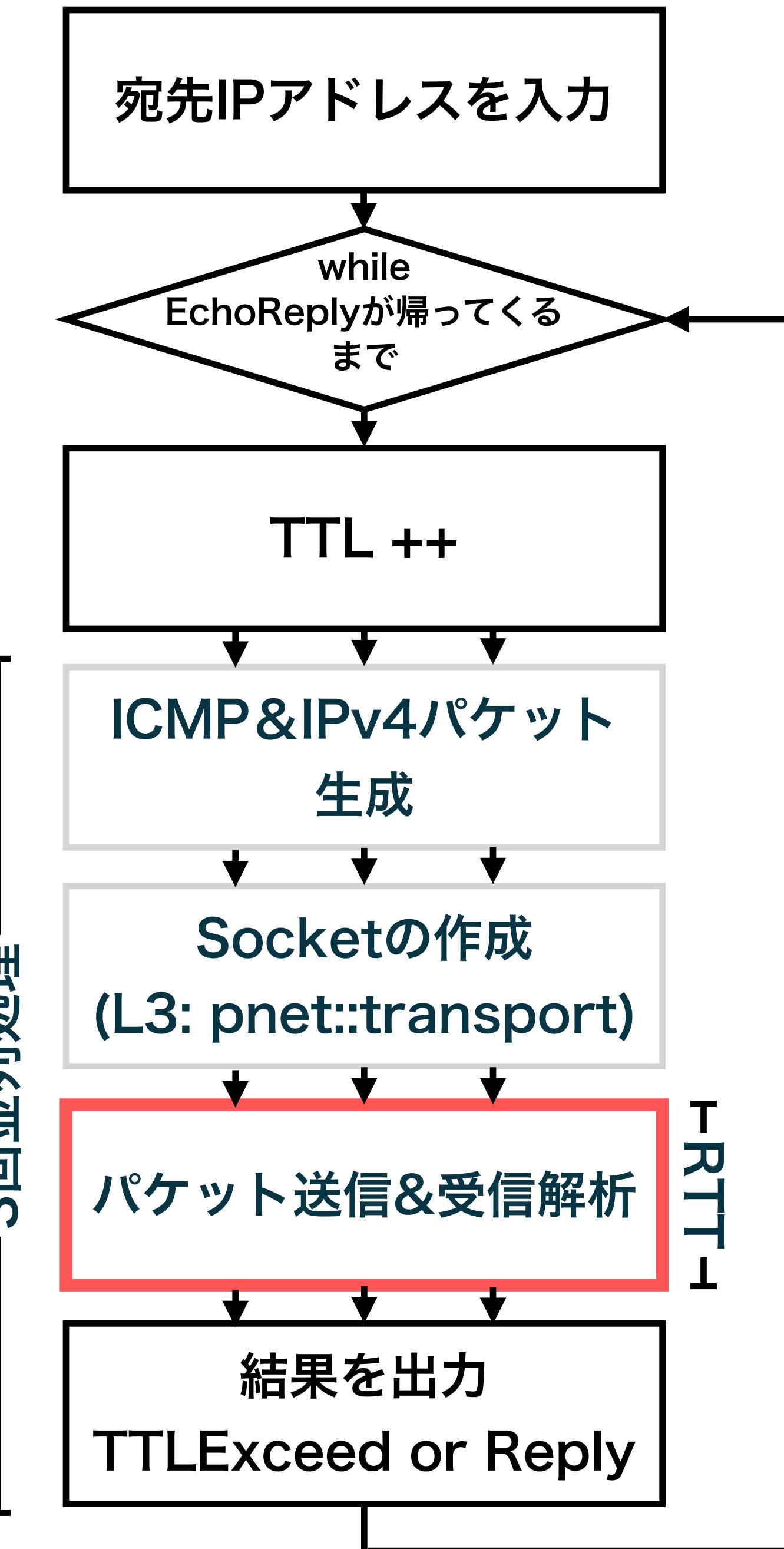
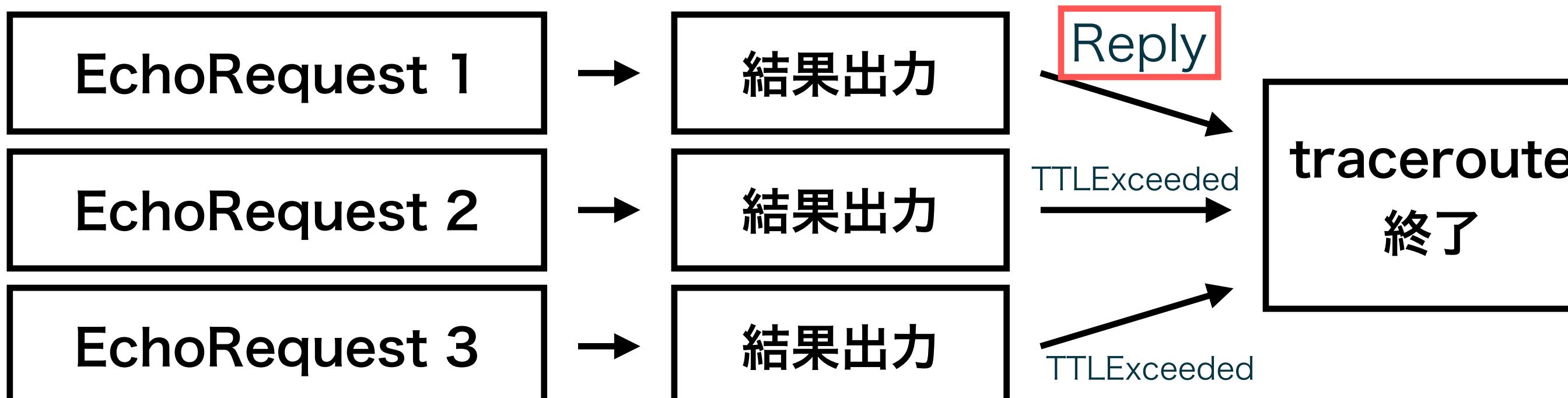
- 前回のping作成時に実装した機能を流用
 - ICMPパケットヘッダ生成
 - IPv4パケットヘッダ生成
 - Socketの作成
 - パケット送信
 - パケット受信&解析

OSはMacOS、言語はRustで実装する



tracerouteの実装

- パケットの送信&受信解析
 - 3回の処理を並列で実装することを目指す
 - 3回とも処理が終了するまで待機
 - mpsc channelを使って結果を随時出力
- 一つでもEchoReplyがあったら処理を終了



識別子が合わない問題

- EchoReplyが帰ってきた際は識別子の照合は問題なかったが、 TTL Exceeded の場合はなぜか IP ヘッダの識別子が一致しない。 . . .

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Identification	Info
339 2025-11-30 13:58:05.987196	192.168.3.2	8.8.8.8	ICMP	46	0x45ec (17900)	Echo (ping) request id=0x45ec, s
340 2025-11-30 13:58:05.987250	192.168.3.2	8.8.8.8	ICMP	46	0xc5bc (50620)	Echo (ping) request id=0xc5bc, s
341 2025-11-30 13:58:05.987280	192.168.3.2	8.8.8.8	ICMP	46	0xfc57 (64599)	Echo (ping) request id=0xfc57, s
342 2025-11-30 13:58:05.991599	192.168.3.1	192.168.3.2	ICMP	74	0xb1c4 (45508)..	Time-to-live exceeded (Time to l
343 2025-11-30 13:58:05.991601	192.168.3.1	192.168.3.2	ICMP	74	0xb1c5 (45509)..	Time-to-live exceeded (Time to l
344 2025-11-30 13:58:05.991602	192.168.3.1	192.168.3.2	ICMP	74	0xb1c6 (45510)..	Time-to-live exceeded (Time to l

送信時のもとの同じ(17900)

0000	72	e2	1d	05	65	5a	ac	c4	bd	53	d5	fb	08	00	45	c0
0010	00	3c	b1	c4	00	00	40	01	40	e9	c0	a8	03	01	c0	a8
0020	03	02	0b	00	f4	ff	00	00	00	00	45	00	00	20	45	ec
0030	00	00	01	01	a0	37	c0	a8	03	02	08	08	08	08	08	00
0040	ca	39	45	ec	00	00	74	65	73	74						

識別子をどう判別するのか？

→ 今週で調査＆実装を行う

IPヘッダ??

ICMPのチェックサム検証失敗問題

- ICMPのペイロードの中身が変更されたことを確認
 - 「TTLExceededのヘッダ」 + 「送信時のIPヘッダとICMPヘッダ」

0000	72	e2	1d	05	65	5a	ac	c4	bd	53	d5	fb	08	00	45	c0
0010	00	3c	f0	d2	00	00	40	01	01	db	c0	a8	03	01	c0	a8
0020	03	02	0b	00	f4	ff	00	00	00	00	45	00	00	20	d7	52
0030	00	00	01	01	0e	d1	c0	a8	03	02	08	08	08	08	08	00
0040	38	d3	d7	52	00	00	74	65	73	74						

チェックサム

WireSharkのTTLExceeded ICMPヘッダ

IPヘッダの「パケット長」が変更されている

0b	00	f4	ff	00	00	00	00	45	00	20	00	d7	52	00	00	01	01	0e	d1	c0	a8	03
02	08	08	08	08	08	08	00	38	d3	d7	52	00	00	74	65	73	74					

今回実装したスクリプトで解析したTTLExceeded ICMPヘッダ

これに関しては
原因がわからないです。

参考文献

- IBM Power10 tracerouteコマンド:
<https://www.ibm.com/docs/ja/power10/9028-21B?topic=commands-traceroute-command>
- The Rust Programming Language(恐れるな！並行性):
<https://doc.rust-jp.rs/book-ja/ch16-00-concurrency.html>
- rust mpsc:
<https://doc.rust-lang.org/std/sync/mpsc/index.html>