

エンドユーザ視点におけるインターネット回線品質の 継続計測・分析支援ツールの提案

株式会社ボスコ・テクノロジーズ 中山裕貴
NTT ドコモビジネス株式会社 吉田正之
株式会社オープンシステムズラボラトリ 佐藤陽一



BOSCO
Technologies

目次

- 背景
- 目標設定
- 回線ドクターの提案
- 計測結果および評価
- まとめ

背景

- インターネットは動画配信、オンラインゲーム、リモートワークなど様々な用途に利用され、重要なインフラとなっている。
 - 特に eSports やライブ配信においては、通信品質がそのままユーザ体験や収益に影響する
 - **エンドユーザ自身が回線品質を把握し、その変化を監視する重要性が増している**
- さらに、品質低下を検知できたとしても、その原因を分析するにはネットワークに関する**専門知識を要求されるケースが多い**
 - エンドユーザが必ずしもその専門知識を持っているとは限らない

専門知識を持たないエンドユーザであっても回線品質を把握し、分析したい

エンドユーザ視点の回線品質

- Web ブラウザ上で動作する回線計測サービスはエンドユーザ視点の良い例
 - fast.com, iNonius, speedtest.net, LibreSpeed
 - 簡単かつ単発の回線品質の計測がブラウザでできる
 - それこそ、SNS で回線品質共有が簡単にできるほど
- 仮にこれらのサービスで 24h x 365d の継続的に計測すると、、、
 - 良い時間帯、悪い時間帯含めたさまざまな特徴が簡単に見えるのでは？
 - 設備の経年劣化や収容率による劣化が見えたり？
- さらにそれを多拠点で計測すると、、、
 - インターネットの挙動？
 - 潜在的な故障？
 - AS 内やプロバイダ目線のトラフィックデータからは見えない何か？

エンドユーザ視点の回線品質を継続的に収集する枠組みを
本取り組みで実装する



本取り組みでの目標

- エンドユーザ視点でインターネット回線品質を継続的かつ容易に計測する
 - 単発の計測では限界があるため、**自動的かつ継続的に計測できる枠組み**を提供する
- 利用中のインターネット回線品質の時系列的な特徴を可視化する
 - 品質が劣化が**恒久的なものなのか、一時的なものなのか**がわかるだけでも**エンドユーザの選択肢が広がる**
- 品質低下が発生した際に、後から原因を分析するために必要な情報を収集する
 - ダウンロード速度、アップロード速度、RTT や Jitter だけでは不足する
- 専門知識を持たないユーザでも対話的に品質低下の原因を把握する

エンドユーザにとって回線品質を**なんとなく見るものから把握するもの**に

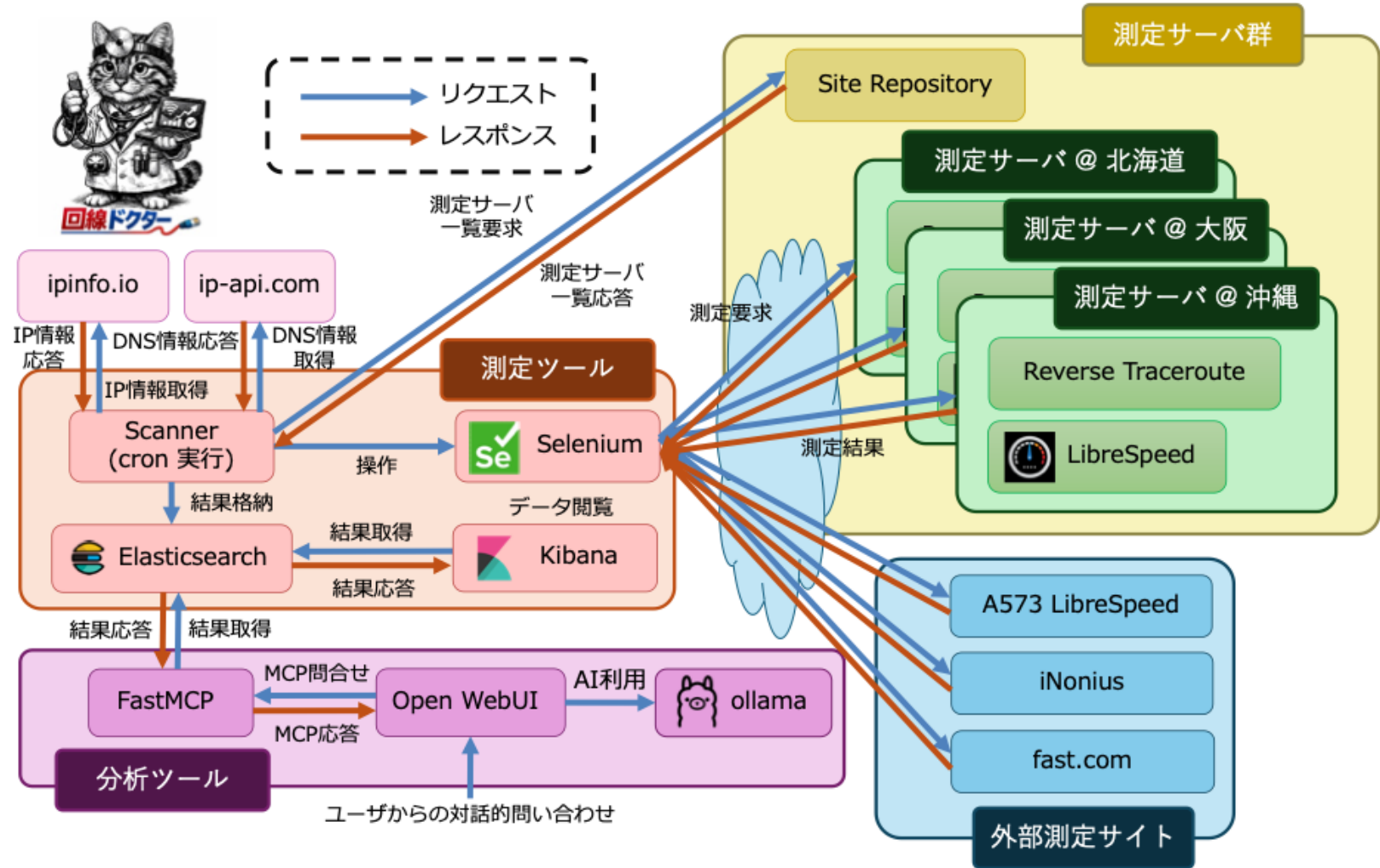
回線ドクターの全体像

- ポイント

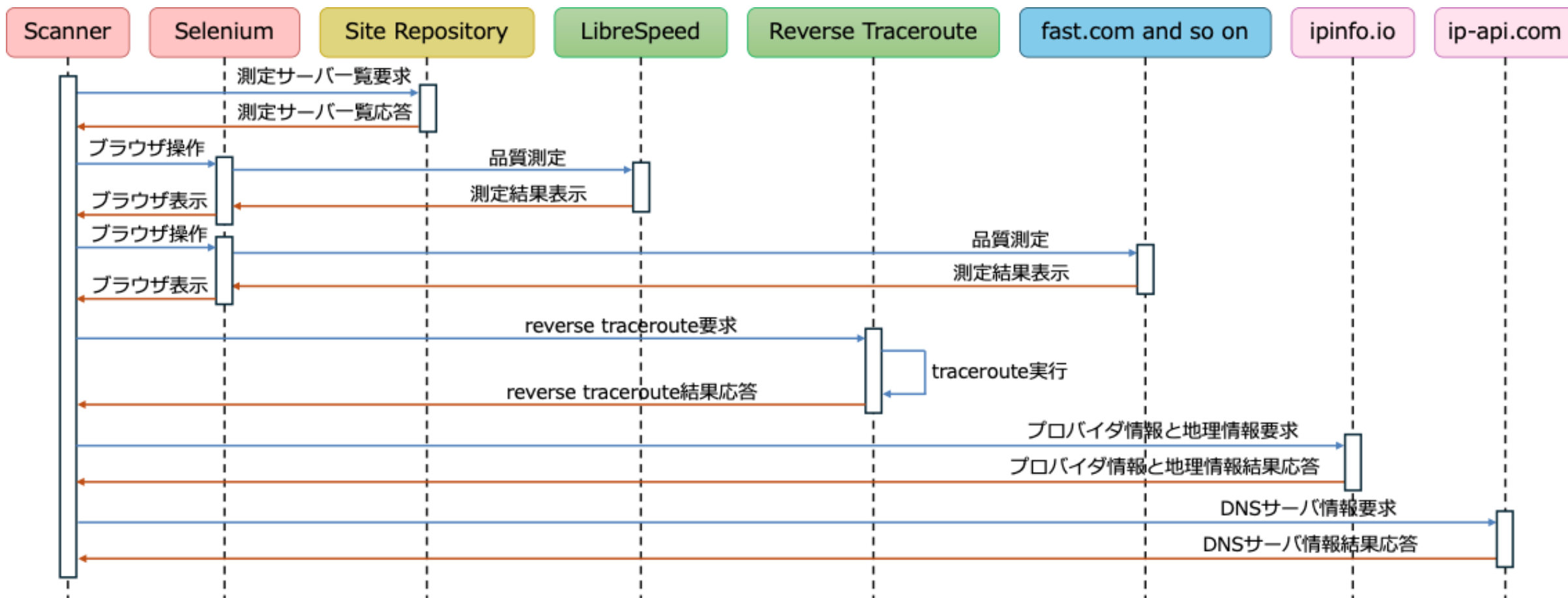
- 測定サーバと測定ツールは互いに疎であり任意に拡張可能
- 測定ツールは RPi で動作する程度に軽量

- 測定項目

- Download / Upload Speed
- RTT / Jitter
- IPアドレス / プロバイダ / ロケーション
- traceroute / reverse traceroute
- DNS IP アドレス / DNS プロバイダ / DNS ロケーション



測定処理のシーケンス



測定ツール・測定サーバの利用状況 (2026/07/17 現在)

～測定サーバ・サービス～

大阪（測定サーバ）

- LibreSpeed @ GCP

北海道（測定サーバ）

- LibreSpeed @ さくら

東京（測定サイト）

- LibreSpeed @ A573
- iNonius
- fast.com

沖縄（測定サーバ）

- LibreSpeed @ OOL

～測定ツール～

- 沖縄本島：1ヶ所
- 石垣島：2ヶ所
- 東京：4ヶ所

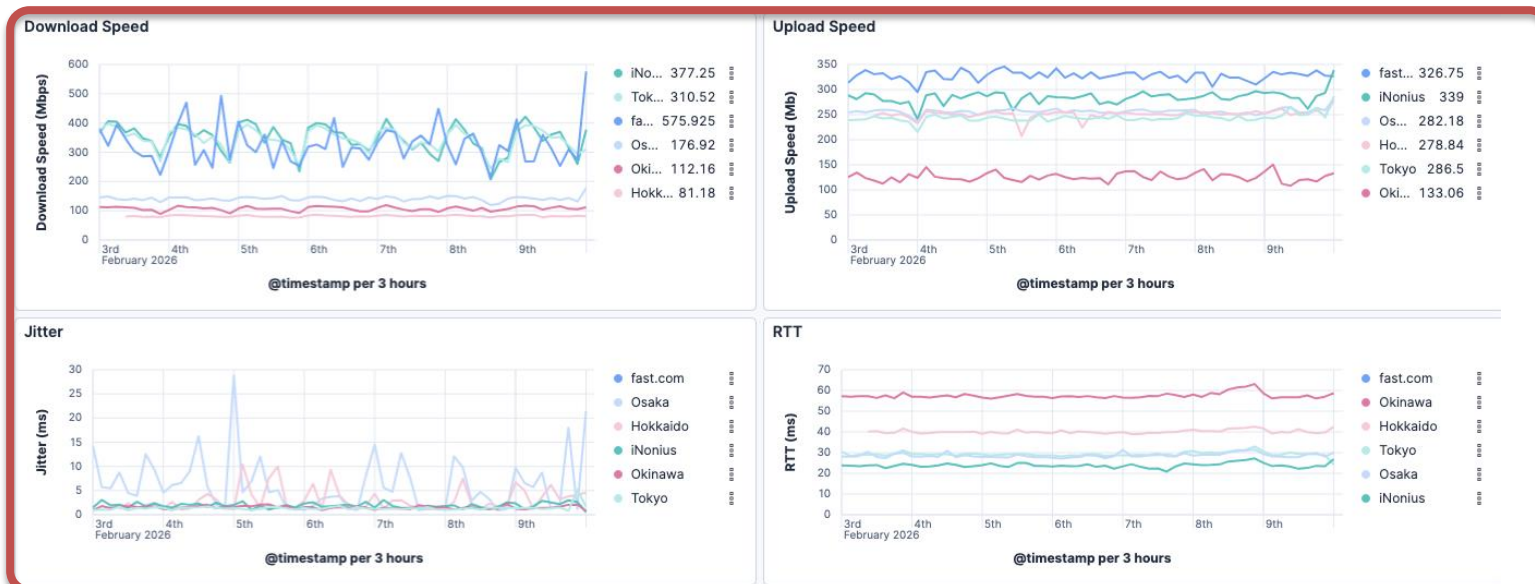


クライアントは
一部ラズパイで配布

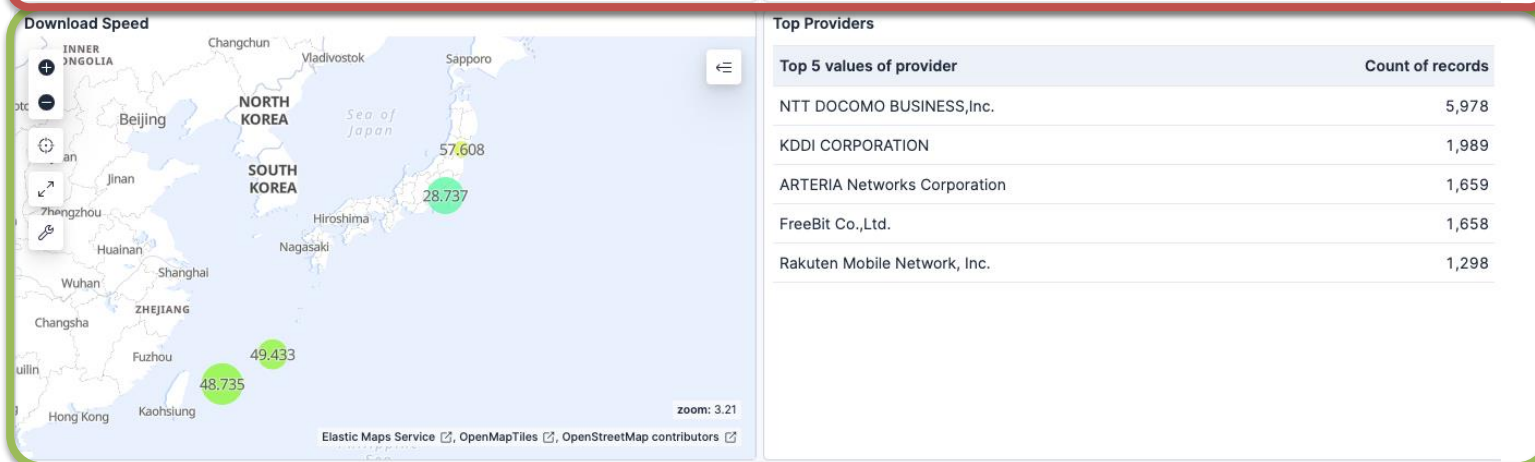
さまざまなポイントに
計測ツール・サーバを随時追加中

取得したデータのビジュアライズ例

Download Speed、
RTTやJitterなどの
各種計測結果



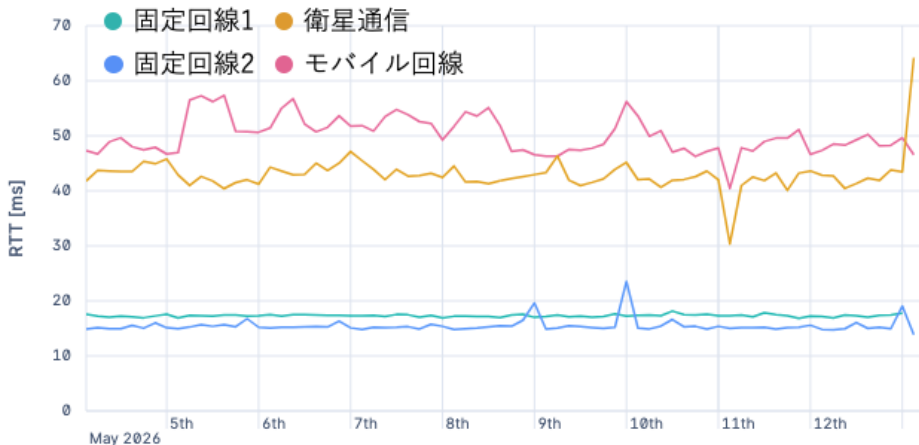
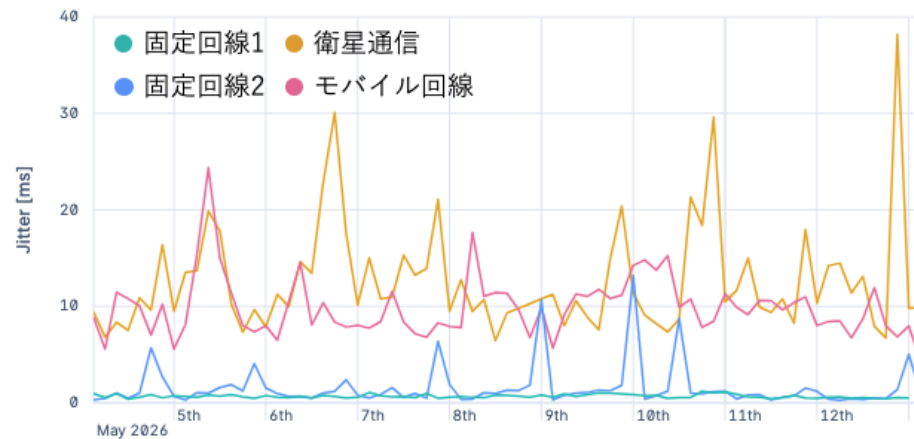
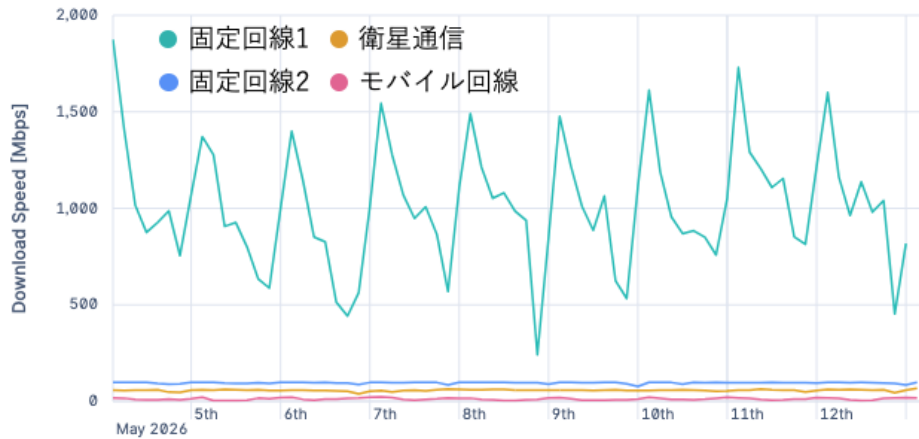
計測地点や
プロバイダ名などを表示
プロバイダや
地域レベルで直感的に
フィルタリング可能



実際に計測期間中に観測できた事象例

- 計測概要
 - 計測期間: 2022/09/27
 - プロバイダ数: 12
 - 測定ツール設置場所: 東京、沖縄
- 約 4 年の計測結果から、様々な事象が観測できた
 - 回線種別やプロバイダによる特性の違い
 - RTT が地理距離に比例するとは限らない例
 - 台風の時期のネットワークトラブルが見える例
 - エンドユーザから見て、経路変更を観測できた例

回線種別やプロバイダによる特性の違い

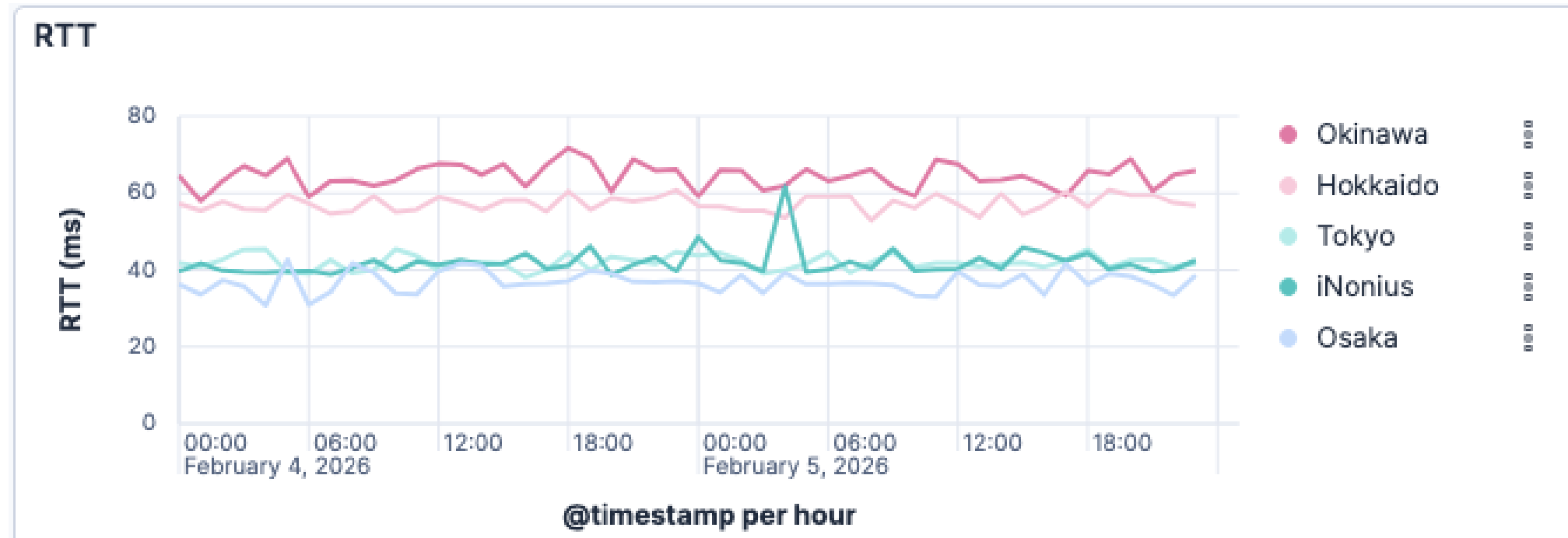


- 用途によってどのプロバイダや回線種別が良いかを判断できる
 - FPS をプレイ => RTT, Jitter 重視
 - 動画閲覧を家族全員 => Speed 重視
- プロバイダガチャの軽減もあり得る
 - 引っ越し先でどのプロバイダが良いかなど

測定数が多いほど、様々な観点で活用可能

RTT が地理距離に比例するとは限らない例

- 石垣島の拠点の計測結果



- 石垣島と沖縄本島間の RTT より、石垣島と北海道間の RTT の方が小さい
– 本島で折り返さず、東京で折り返しているため、RTT が大きい

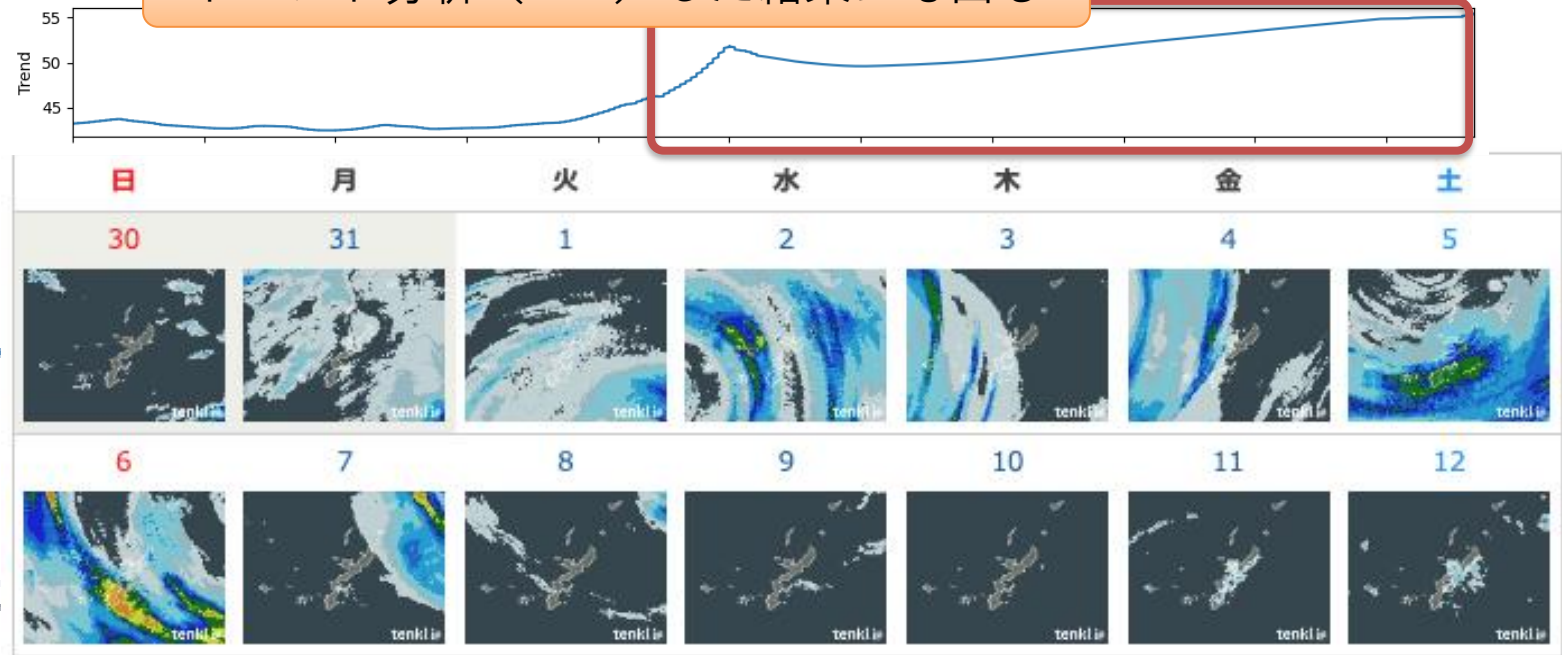
台風の時期のネットワークトラブルが見える例

- 2023/07/31 から 2023/08/06 に沖縄にて台風が発生していた
 - 停電・情報サイトへのアクセスなどさまざまな要因が重なり、RTT が増加



RTT が跳ね上がってる

トレンド分析 (STL) した結果にも出る



実際の雨雲レーダー
出典 tenki.jp

エンドユーザから見て、経路変更を観測できた例

- 石垣島のデータを眺めているとどうやら東京向かいにのみ、2026/01/16 日ごろ、極端に RTT が悪そう

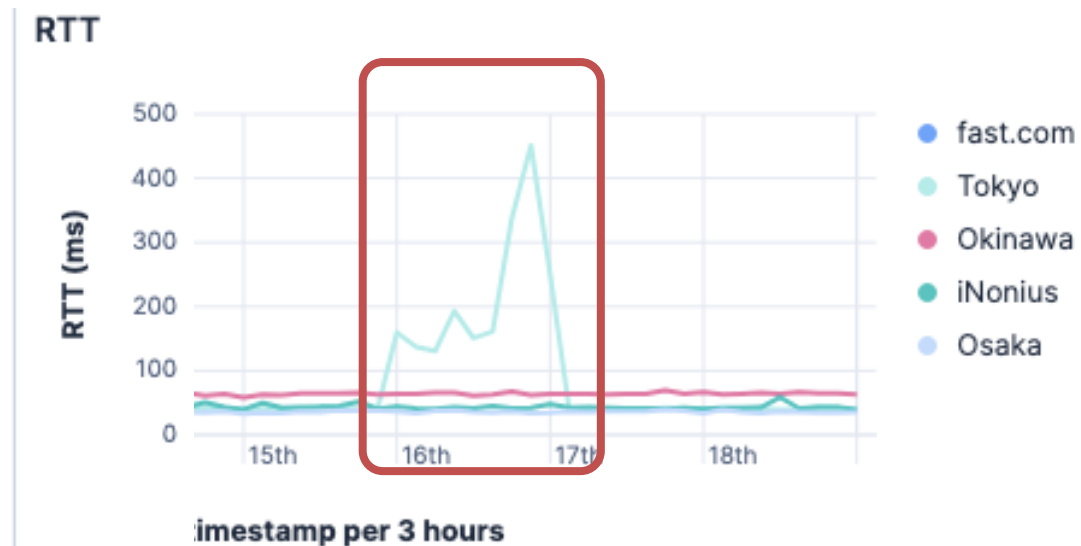
- traceroute の結果を漁ると、、、
- 15 日の場合（抜粋）

```
6 xe-2-5-1-1.a03.tokyjp05.jp.bb.gin.ntt.net (61.200.91.249)
7 *
8 ae-5.a01.tokyjp10.jp.bb.gin.ntt.net (129.250.6.35)
9 ae-0.oracle-oci.tokyjp10.jp.bb.gin.ntt.net (61.200.80.62)
```

- 16 日の場合（抜粋）

```
6 xe-1-5-1-1.a03.tokyjp05.jp.bb.gin.ntt.net (61.200.91.245)
7 *
8 ae-13.r28.tkokhk01.hk.bb.gin.ntt.net (129.250.2.51)
9 ae-18.a00.chwahk03.hk.bb.gin.ntt.net (129.250.2.149)
```

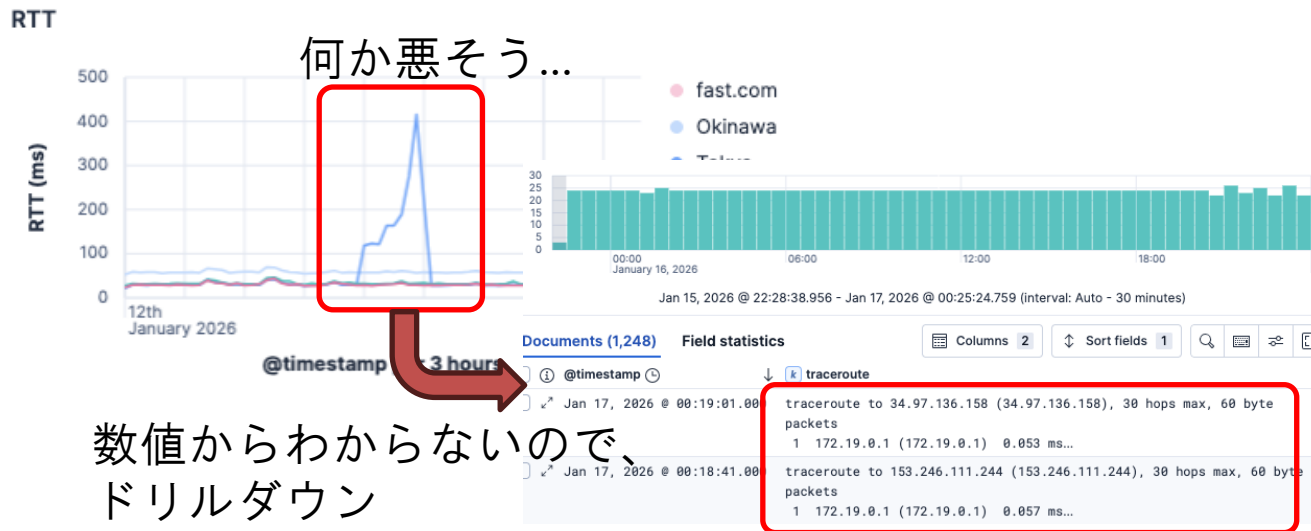
- 17 日の場合（15 日に同じ）



何やら石垣から東京までの間に、
香港まで出張に行っていることがわかった

回線計測結果の AI による分析支援の背景

- 石垣島のデータを眺めていると、どうやら東京向かいにのみ、2026/01/16 ごろ、極端に RTT が悪かった（原因は該当日だけ、海外を経由していた）。
 - 実際に分析するとなると、相応の知識や慣れが前提となってくる
 - エンドユーザが必ずしもその前提を満たしているとは限らないし、なにより面倒である



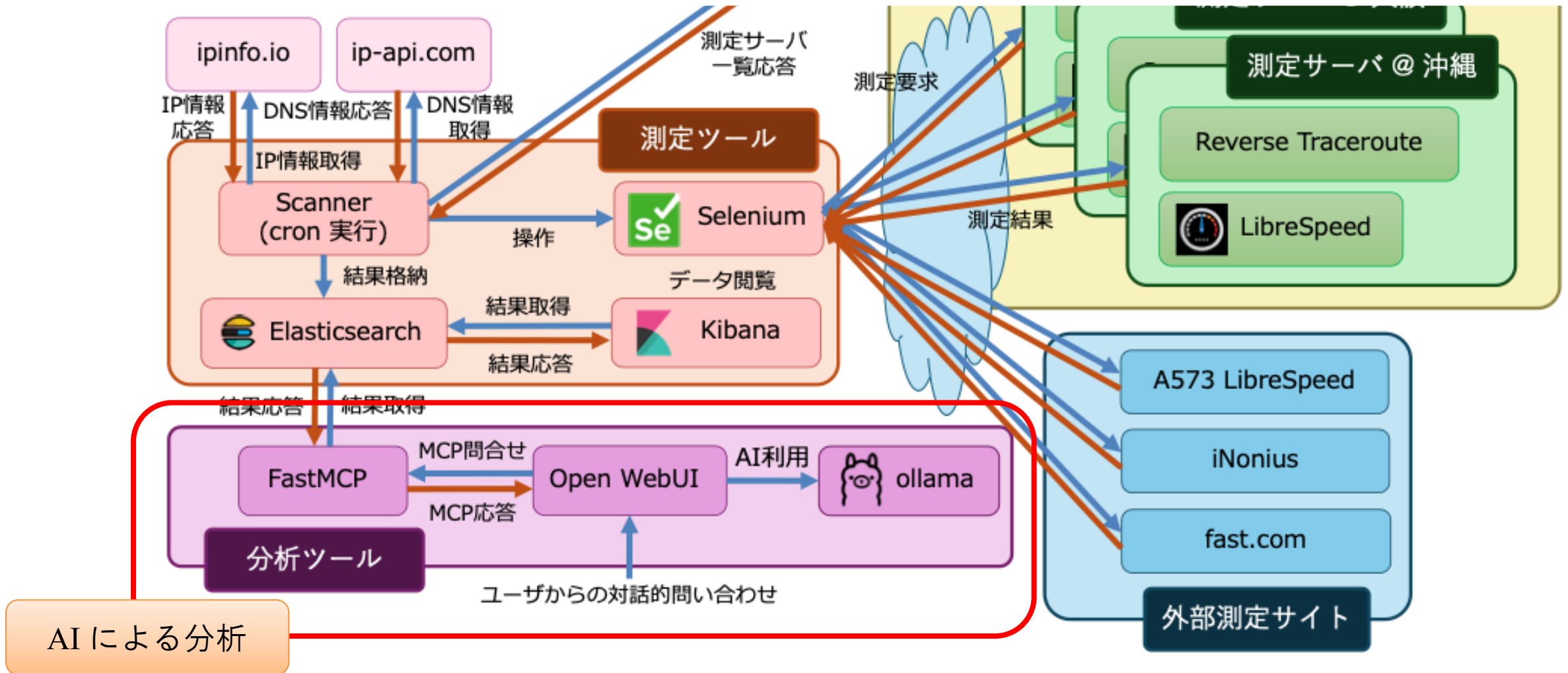
「品質が悪いのだが、その理由を教えて」と、知識がなくとも、対話的にできないと厳しい、、、



これを AI を使って
解決できないか？

tracert を比較、
経路が大きく変わるか比較

AI による分析部分（再掲）



AI を活用した対話的回線品質分析例 (1)

- 2026/01/16 の石垣島から東京へのトラフィックが極端に劣化していた時の話を分析。

雑に聞いてみると...

2026/01/16 の一部プロバイダの回線品質が悪いようです。そのプロバイダと品質が悪い原因を教えてください。

oi gpt-oss:120b

1分間の思考 ▾

2026-01-16 に回線品質が低下しているとみられるプロバイダ
とあるプロバイダ

実際に故障が発生していた
プロバイダを言い当てる

1. 何が「品質が悪い」か — 主な指標

テスト種別	ダウンロード (MBPS)	アップロード (MBPS)	JITTER (MS)	RTT (MS)	HOP-COUNT
iNonius (東京)	74.6 ~ 99.2	78 ~ 100	0.41 ~ 0.72	8 ~ 8.3	—
fast.com (東京)	57 ~ 1400	73 ~ 93	—	—	—
東京 (Librespeed)	73.9 ~ 96.5	62 ~ 99.5	0.45 ~ 0.97	122 ~ 505	15
沖縄 (Librespeed)	92.8 ~ 99.2	95.5 ~ 100	0.48 ~ 0.53	40 ~ 45	
大阪 (Librespeed)	91.5 ~ 99.0	69.3 ~ 100	0.72 ~ 0.97	13 ~ 31	

専門知識がなくても
わかりやすい導入

AI を活用した対話的回線品質分析例 (2)

- 2026/01/16 の石垣島から東京へのトラフィックが極端に劣化していた時の話を分析。

雑に聞いてみると...

2026/01/16 の一部プロバイダの回線品質が悪いようです。そのプロバイダと品質が悪い原因を教えてください。

“結論：”

- ダウンロード速度が 50Mbps 未満になる測定が散見（例：57Mbps、74.6Mbps）
- RTT が 400ms 以上に跳ね上がるケースが複数（東京 → シンガポール経由で 400ms 超）
- Traceroute で多数の * が出現し、パケットロスやタイムアウトが疑われる

これらは「回線品質が悪い」と評価できる典型的な症状です。

「回線品質が悪い」
に対するある程度の
回答を提示している

AI を活用した対話的回線品質分析例 (3)

- 2026/01/16 の石垣島から東京へのトラフィックが極端に劣化していた時の話を分析。

雑に聞いてみると...

2026/01/16 の一部プロバイダの回線品質が悪いようです。そのプロバイダと品質が悪い原因を教えてください。

2. 品質低下の主な原因（推測）

原因	具体的な観測結果	補足説明
1. ネットワーク混雑（ピーク時の帯域圧迫）	同一時間帯（12:00～13:00）に測定が集中し、速度が 57Mbps まで低下。	とあるプロバイダ はモバイル回線が多く、昼前後は利用者が集中しやすい。
2. 迂回経路（サブ最適ルーティング）	多くの測定で 東京 → シンガポール → 日本 という不自然な経路が出現し、RTT が 400 ms 以上に達している。	とあるプロバイダ ボーンが一部トラフィックを海外のピアリング（SG）に流す設定になっているか、障害発生時に代替経路へ切り替わっている可能性。
3. 経路の不安定	経路が頻りに変動している（特に東京 → シンガポール）。	* は ICMP エコー応答が返ってこないことを示し、途中ノードでのパケットロスやファイアウォールによるフィルタリングが考えられる。
4. 上り側の帯域不足	アップロードが 62Mbps 前後にとどまるケースが多い（下りは 99Mbps 前後）。	とあるプロバイダ ジネス回線は上り帯域が制限されやすく、特に混雑時に顕著になる。
5. 一時的な設備障害やメンテナンス	同一時間帯に fast.com が 1400Mbps と異常に高い数値を示す一方、同プロバイダの他測定は低速・高遅延。これは測定サーバ側のキャッシュや CDN の一時的な切替が影響している可能性がある。	CDN のエッジサーバが一時的に別経路に切り替わり、測定結果が大きく変動することがある。

実際の原因にたどり着いている
=> 恒久的でないこともわかる

AI を活用した対話的回線品質分析した総評

～わかったこと～

- 「なぜか遅い」=>「理由の分析」=>「対応策の提案」など、ある程度対話的な分析が実現できている
 - 不慣れな人でも直感的に品質分析ができる
 - AI の力もそうだが、そのために必要な前提となるデータがあるからこそ、実現した

～将来やりたいこと～

- 他拠点の計測ツールで取得したデータとの比較もうまくやれば実現できそう
 - 別のプロバイダならば自分のユースケースと合っているなどが見えてくるかもしれない
 - Federated MCP?
- 「回線品質の良し悪し」の判断基準は使いたいサービスに依存するため、分析時に考慮する仕組みを実現したい
 - サービスによってはダウンロード速度が重要かもしれないし、Jitter が重要かもしれない
 - その辺りの前提情報を与えるときとうまくできるはず
- 災害情報や故障情報、SNS などから情報収集して、分析時の考慮に入れる仕組みを実現したい
 - バックボーンがおかしそうならば、真っ先に Downtetector や X を立ち上げるのは、あるある

まとめと今後の課題

- まとめ
 - エンドユーザから見たインターネット回線品質測定ツール **回線ドクター** を提案した
 - 4年近くの測定結果から、**エンドユーザから実際に見た様々なインターネットの特性** をいくつか示した
 - AIによる、測定結果の対話的分析について実際に例を示した
- 今後の課題
 - 計測ツールの設置場所の拡大
 - 計測にご協力いただける方募集中！離島で計測可能な方、特に大歓迎！
 - 測定データのさらなる分析機能充実化
 - オープンデータ化
- 宣伝
 - データについてご興味ございましたら、ぜひお問い合わせ・ご意見ください

