

商用クラウドを活用した日本一チリ間の アルマデータアーカイブの ネットワーク接続およびデータ転送

2026/2/25

自然科学研究機構

国立天文台

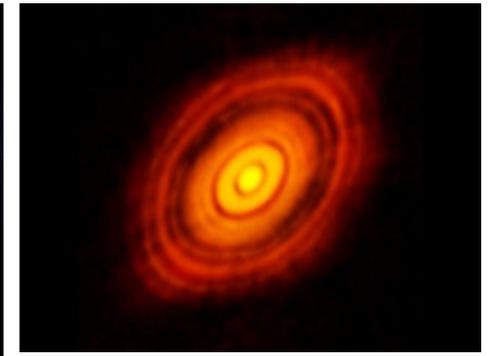
アルマプロジェクト

森田英輔



概要

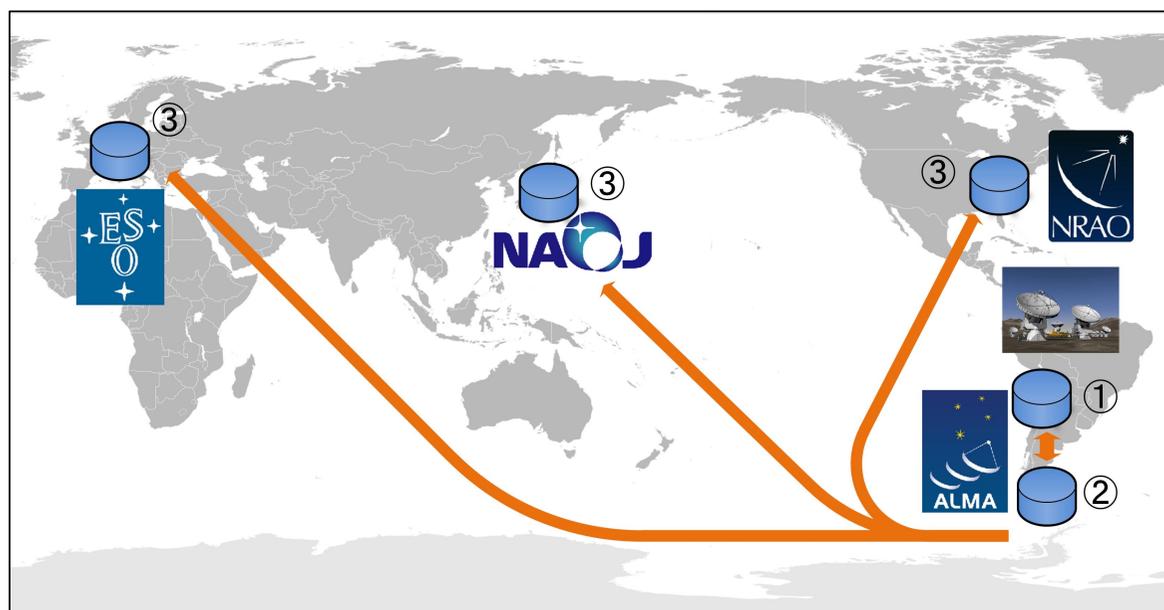
- アルマプロジェクトは日本を含む東アジア、北米、欧州南天天文台の加盟国と建設地の南米チリを合わせた22の国と地域による国際共同プロジェクト
- アルマ望遠鏡 (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) はチリの標高 5,000m の高地に建設された 66台のパラボラアンテナで構成される電波干渉計で 2011年に科学観測を開始
- 生成される観測データおよび解析処理済みデータは、年間約 200~300TB
- すべてのデータがチリのデータアーカイブに保存された後、日米欧の3拠点のデータアーカイブにリアルタイムにコピーされる
- チリから日本へのデータ転送には国際回線を使用していたが、検証の結果、日本およびチリのそれぞれの国内回線および商用クラウドを組み合わせることでスループットを確保しつつより安価にデータ転送を行えることを確認
- 本公演では商用クラウドを活用した日本ーチリ間のネットワーク接続およびデータ転送について説明する





ALMA データアーカイブのネットワーク

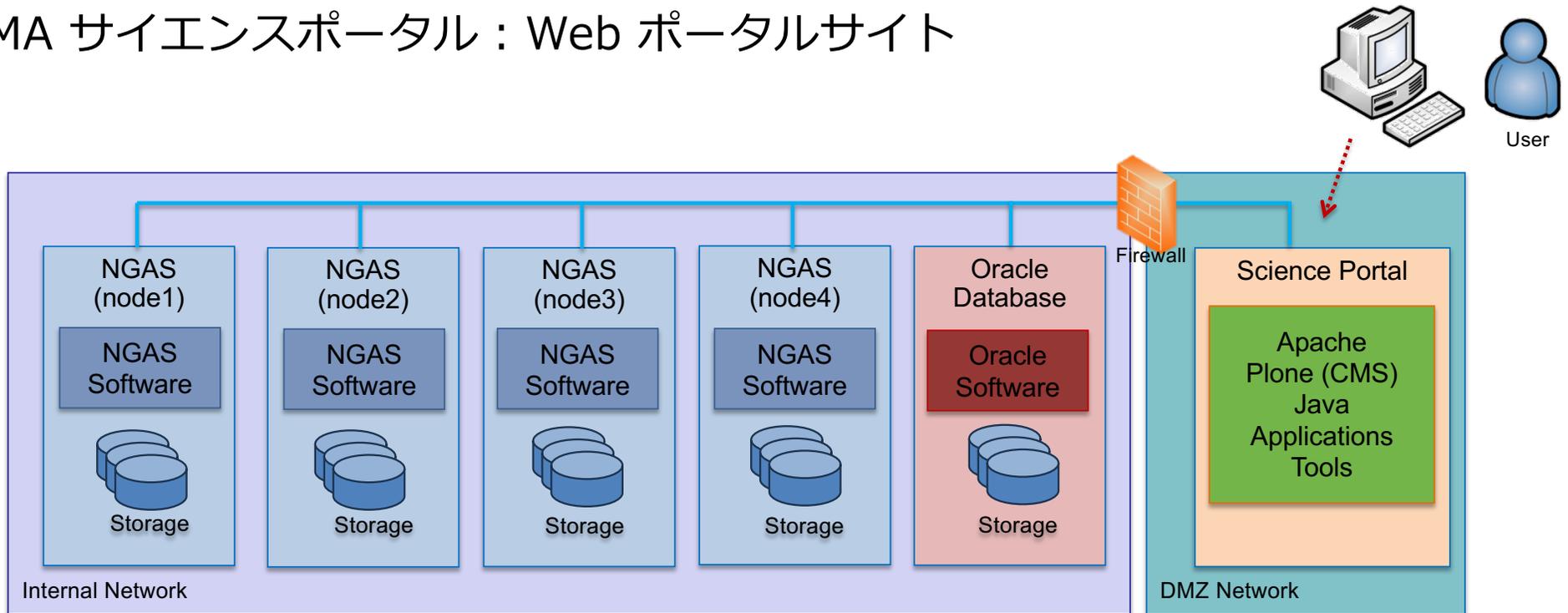
- ALMA データアーカイブは5つの拠点で運用
 - ① OSF (Operations Support Facility) : フロントエンドアーカイブ - 観測データを一時保存
 - ② SCO (Santiago Central Office) : メインアーカイブ
 - ③ ARC (ALMA Regional Center) : 地域センターのアーカイブ (EA : 日、NA : 米、EU : 欧)
- 全てのアーカイブデータはメインアーカイブに保存された後3つの地域に複製される
- サイエンスユーザーは最も近いアーカイブを利用





ALMA データアーカイブの主要コンポーネント

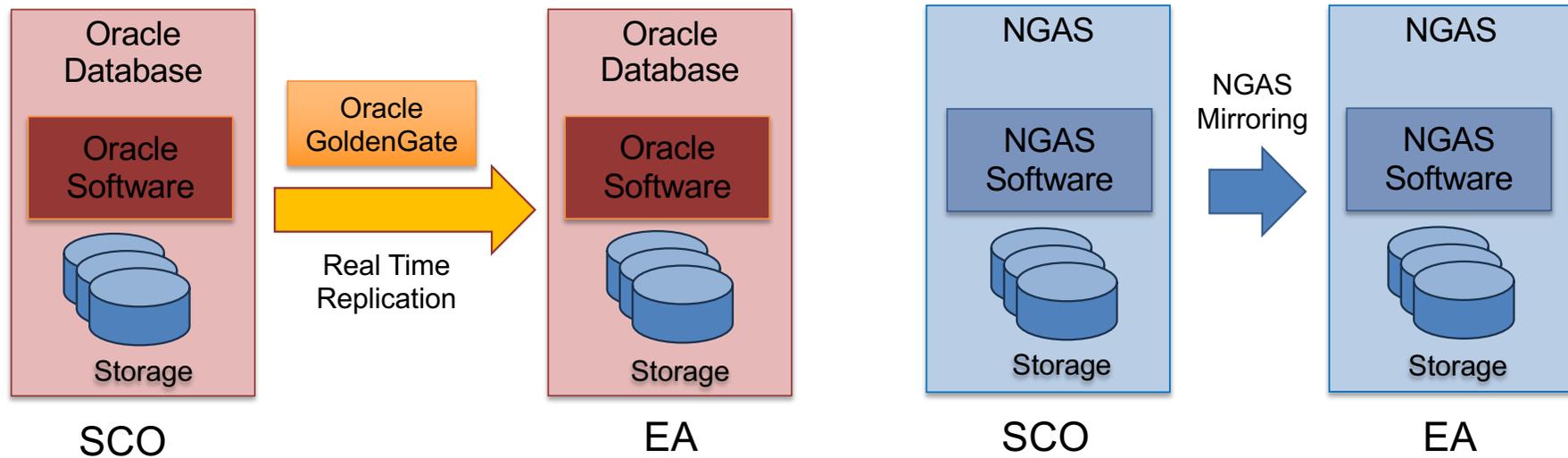
- Oracle Database サーバー：メタデータを格納
- NGAS サーバー（オブジェクトストレージ）：バイナリデータを格納
- ALMA サイエンスポータル：Web ポータルサイト





チリから日本へのリアルタイムデータ転送

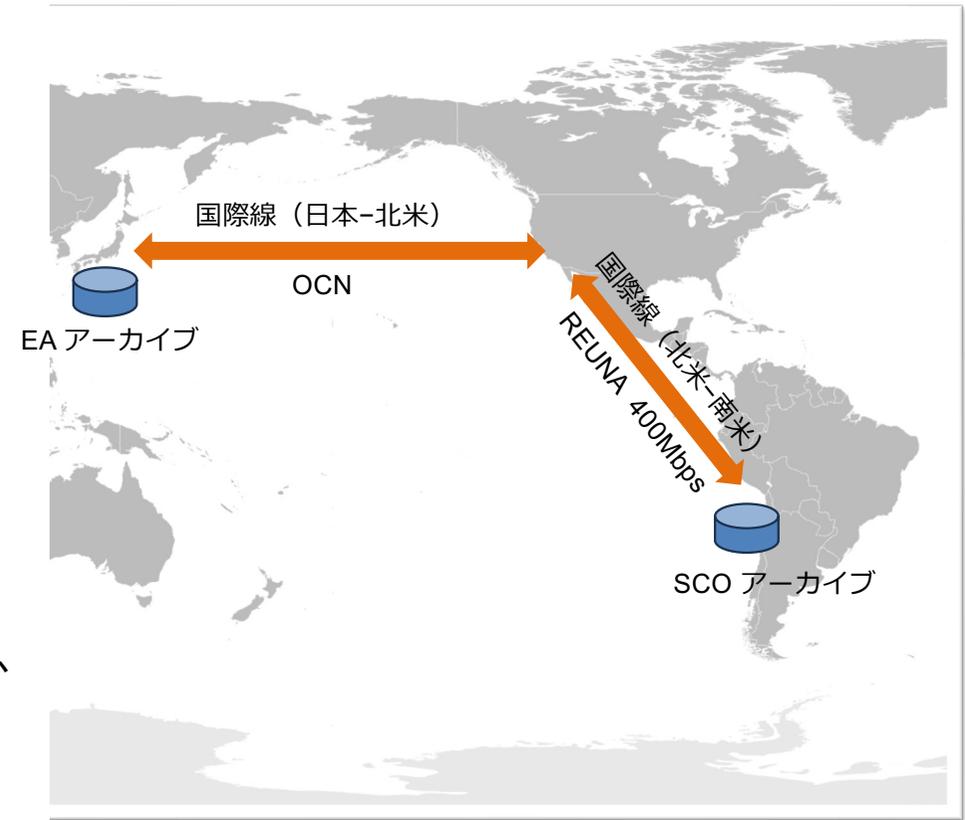
- Oracle GoldenGate
 - Oracle Database データのリアルタイムレプリケーション
- NGAS ミラーリング
 - NGAS データは独自の機能でデータをコピー





以前のネットワーク接続

- EA – SCO 間を 2 つの国際回線および IPsec-VPN で接続
 - NTT OCN (東京 – 北米)
 - REUNA (北米 – 南米)
 - Red Universitaria Nacional (チリの学術情報ネットワーク)
- REUNA ネットワーク回線の契約
 - 400Mbps 保証 (ベストエフォートなし)
- パフォーマンス
 - レイテンシ：約 300ms
 - スループット：最大約 80Mbps / 単一セッション、最大 400Mbps / 並列セッション合計



商用クラウドの利用によるコスト削減

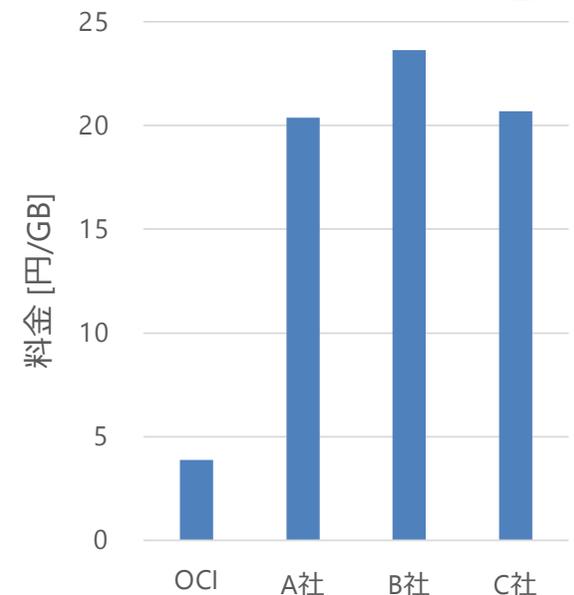
要件

- スループットおよびレイテンシが現状と同等以上であること
- 接続が安定していること
- データ通信のセキュリティを確保できること
- 現行アプリケーションを変更なしで利用可能であること
- 年間約 200 ~ 300TB のデータ転送コストを削減できること

事前の検証およびコストシミュレーションにより、Oracle Cloud Infrastructure (OCI) が要件を満たすことを確認

- 2020年12月にチリのサンチャゴに OCI データセンターが開所し、ALMA チリ事務所から OCI サンチャゴへの低コスト回線を利用可能
- 専用回線接続の場合、OCI のアウトバウンドトラフィック料金は固定価格
- 東京 - サンチャゴ間で十分なスループットとレイテンシを提供
- アプリケーションの変更なしで要求されるデータ転送能力、セキュリティ、帯域幅を確保可能
- 総コストが低減される

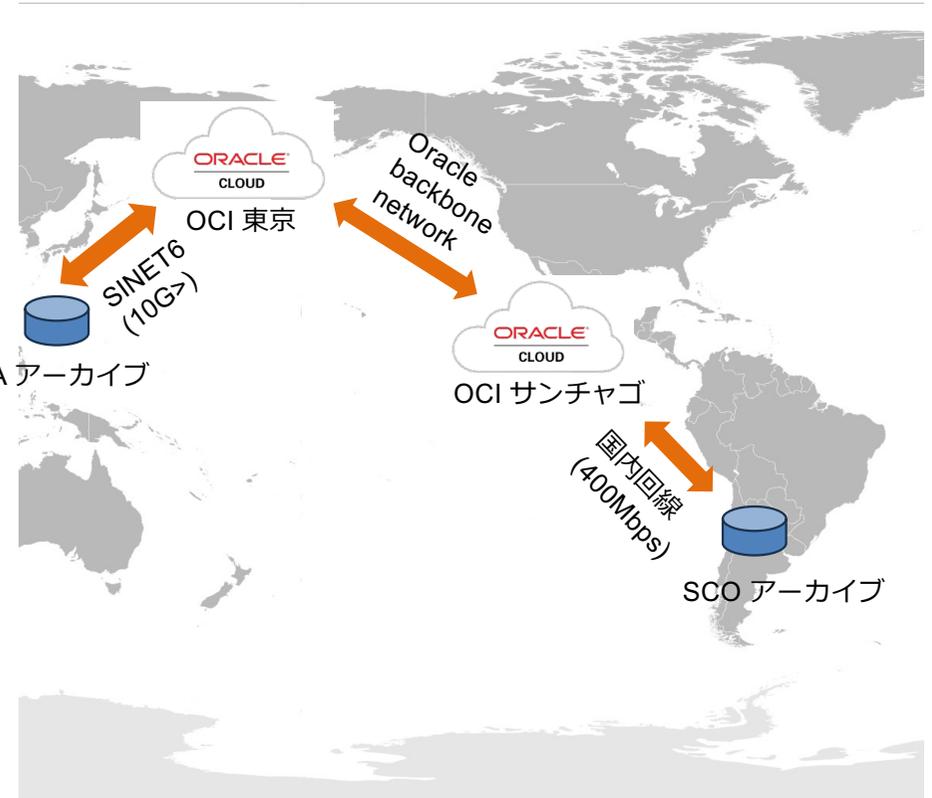
リージョン間データ転送料金
(2025年10月14日現在)





新しいネットワーク接続

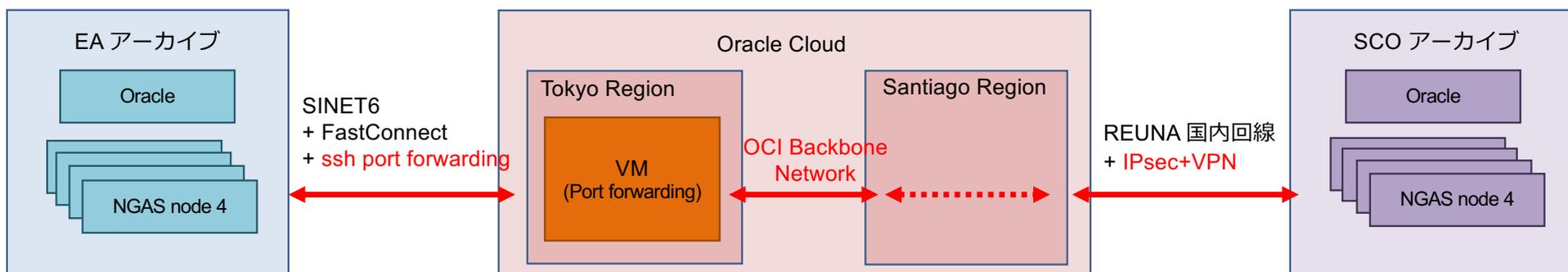
- EA – SCO 間の接続に、日本およびチリのそれぞれの国内回線および Oracle Cloud 商用サービスを使用
- EA – SCO 間のネットワークを Oracle Cloud 経由で接続。
 - EA – OCI 東京: SINET6 学術専用回線 (>10Gbps) + OCI FastConnect (1Gbps)
 - OCI 東京 – OCI サンチャゴ: OCI バックボーンネットワーク (非公開、実測値 6-7Gbps (並列セッション合計)、レイテンシ: 約 300ms)
 - OCI サンチャゴ – SCO: REUNA 国内回線 (400Mbps 保証) + IPsec-VPN





セキュリティの設定

- EA – OCI 東京 :
 - SINET6 + FastConnect 接続は転送データを暗号化しない
 - OCI 東京に中継用の仮想マシンを作成
 - 転送データのデータ暗号化は SSH ポートフォワーディングで実装
- OCI 東京 – OCI サンチャゴ :
 - データ転送は Oracle ポリシーにより暗号化（非公開）
- OCI サンチャゴ – SCO :
 - データ転送は IPsec-VPN により暗号化
- アクセス制御は OCI セキュリティ、EA ファイアウォール、SCO ファイアウォールで管理
- OCI 環境の問題を検出するため Oracle Cloud Guard を有効化





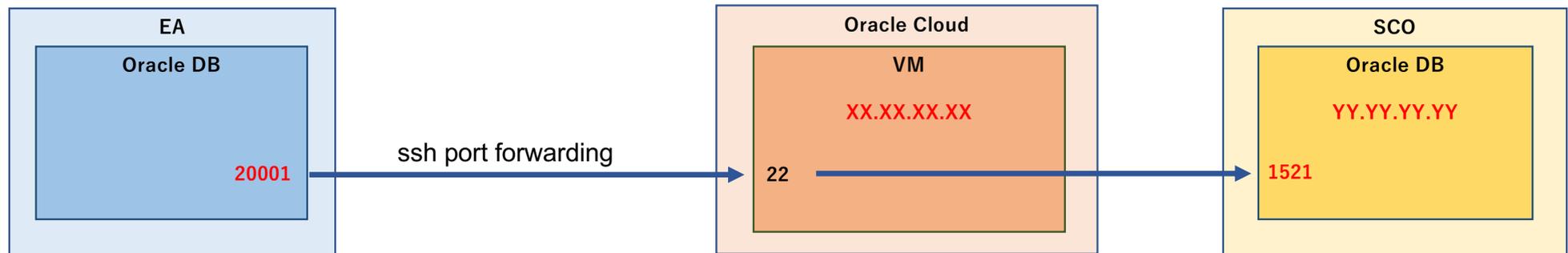
OCI 経由のアプリケーションの接続

- SSH ポートフォワーディング設定し、ローカルホストの IP およびポートを SCO のサービスへ接続

```
# ssh -N -f -g -L 20001:YY.YY.YY.YY:1521 alma@XX.XX.XX.XX  
# sqlplus user/pass@localhost:20001/SCO.DB
```

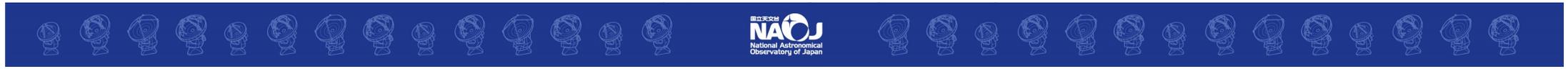
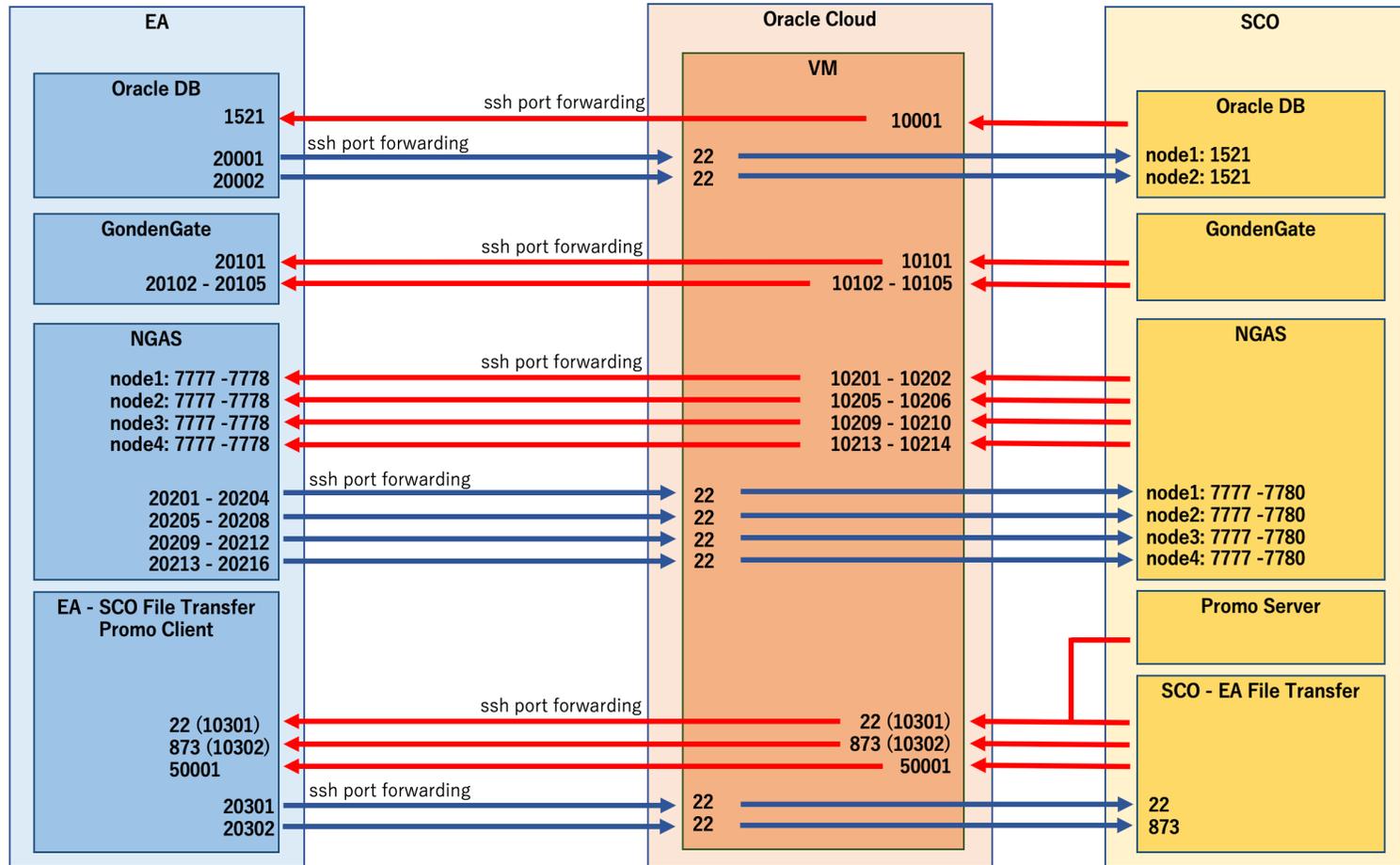
- SCO のサービスの IP およびポートをローカルホストの IP およびポートにマッピングする DNAT を設定

```
# firewall-cmd --permanent --direct --add-rule ipv4 nat OUTPUT 0 -d YY.YY.YY.YY -p tcp --dport 1521  
-j DNAT --to-destination 127.0.0.1:20001  
# sqlplus user/pass@YY.YY.YY.YY:1521/SCO.DB
```





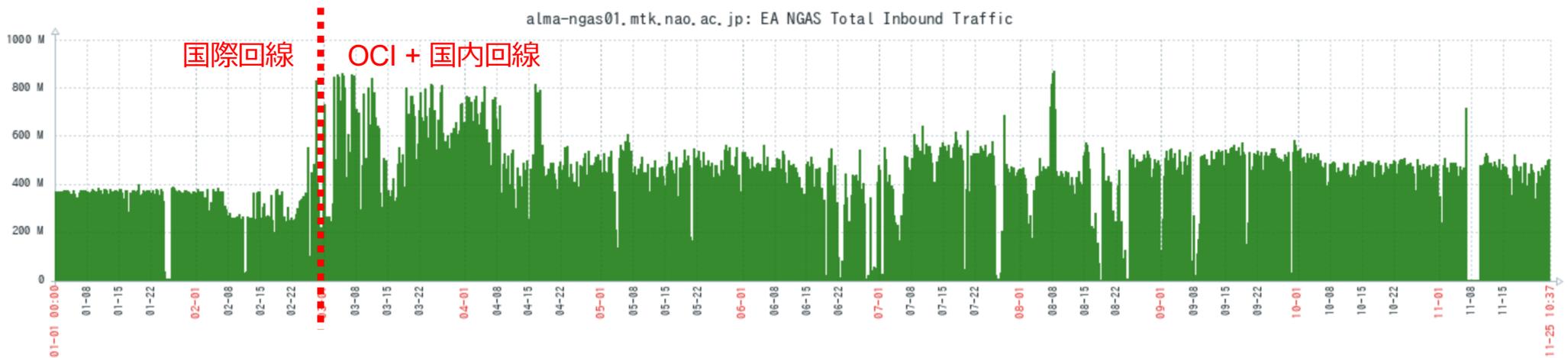
各サービス接続への SSH ポートフォワーディング





データ転送のスループット

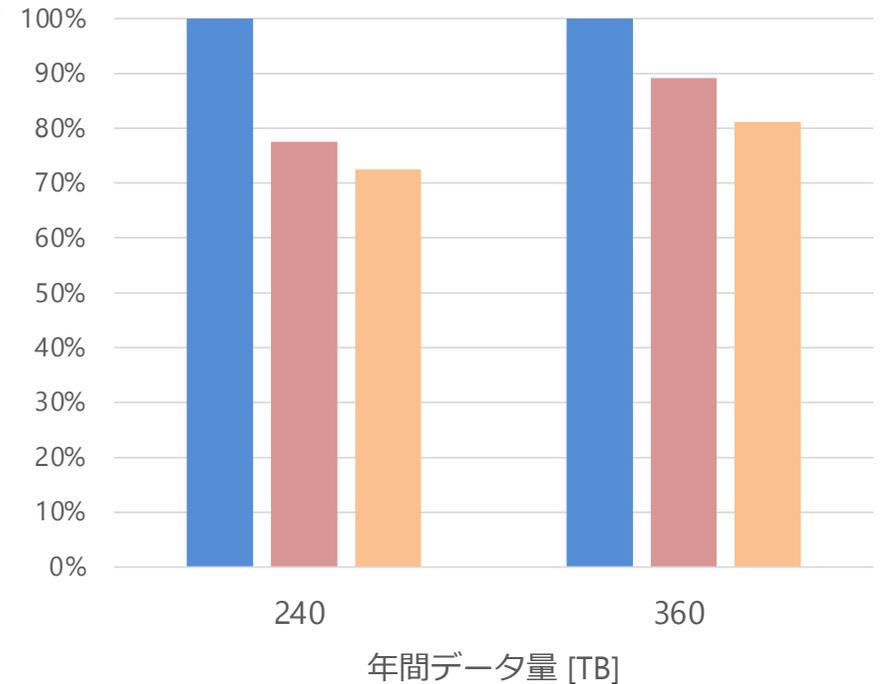
- 本番環境のネットワークは 2025年3月1日に国際回線の接続から国内回線 + OCI へ移行
- 移行後の EA アーカイブのデータ受信のスループットは 400 Mbps 以上を維持



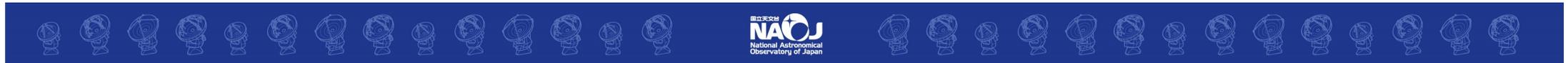


EA - SCO データ転送コストの比較

- 年間のデータ転送の総コストは、国際回線から国内回線 + OCI へ移行することにより 20%~30% 程度のコスト削減が見込まれる (年間データ量が 240TB ~ 360TB の場合)
- データ転送料金 (ネットワーク回線料金 + OCI 料金の合計) の削減
- OCI Oracle Rewards (OCI 利用料金の 25% を Oracle ソフトウェアサポート料金から割引) の適用によるシステム運用全体のコストの削減



- 国際回線 (400Mbps 保証)
- 国内回線コスト (400Mbps 保証) + OCI コスト
- OCI Oracle Reward 適用後





考慮事項

- ソフトウェアの不具合や予期せぬ大規模データ転送によりコストが増加する可能性
- 商用クラウドのサービス内容および料金に変更される可能性
- 将来的に ALMA データサイズが増加した場合に費用対効果が達成されない可能性





まとめおよび今後の予定

- 商用クラウドサービスを活用することで、日本-チリ間のネットワーク接続およびデータ通信を、性能やセキュリティを維持しつつ、より安価に安定運用できることが確認できた
- 商用クラウドのサービスおよび価格に関する情報の継続的な収集および、より優れた構成があるかどうかの調査の継続
- データアーカイブシステムにおける階層型ストレージ（オンプレミス-クラウドオブジェクトストレージ-クラウドコールドストレージ）利用の可能性の調査
- データ解析処理システムにおけるクラウドサービス利用の可能性の調査



Q&A

