

SORACOM Discovery 2021

プラント自動巡回点検ロボット EX ROVR “ASCENT”におけるSORACOMサービスの活用

三菱重工業株式会社
原子力セグメント 機器設計部 装置設計課
水野 直希

2021.06.23

三菱重工は過酷環境で活動するロボットを開発してきました

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに

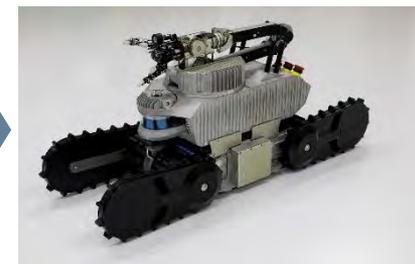
当社は

原子力発電プラントの検査
石油コンビナート火災
トンネル事故
災害救護

など、**過酷環境**で活躍するロボットを開発してきました。



本日の発表
EX ROVR



防爆仕様の巡回点検ロボット
防爆：自分自身が発火源にならない

※EX ROVRはENEOS株式会社との共同研究で開発しました。

EX ROVRは洋上や陸上のプラントで巡回点検します

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



EX ROVRは巡回点検のための各種装備を搭載しています

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



6自由度マニピュレータ

可視監視カメラ

3指ハンド

全天球可視カメラ

3D-LiDAR
(レーザーレンジファインダ)

駆動系
2本のメインローラと
4本のサブローラ

IMUおよび内圧防爆保護システム
(冗長圧力センサを含む)を内蔵

無線アンテナ (Wi-Fi および LTE)

マイク

非常停止スイッチ

ガス検知器

後方障害物距離センサ

耐圧防爆電池を内蔵 (リチウムイオン電池)

熱画像カメラ (両端に1つずつ)

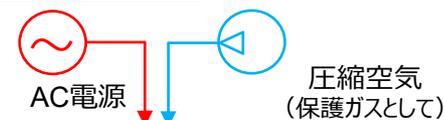
遠隔操作カメラ
(前後)

EX ROVR "ASCENT" 主要目

全長	700-1200mm
全幅	450mm
全高	540mm
全重量	約70kg
移動速度	約1.2km/h (平地での最高速度)
マニ先端力	約3kg
防爆検定	日本(Ex2018)、IECEX、ATEX ・ ガスクラス : II B+H2 T3 Gb ・ 危険場所 : Zone 1



遠隔操作端末



ステーション
(非接触給電および保護ガス補充)



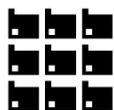
エッジデバイス同士（ロボットと操作端末）の相互通信
オペレータが遠隔操作端末でロボットを操作



エッジデバイス（ロボット）とクラウドの相互通信
クラウドからロボットへの点検指令、ロボットからクラウドへのアップロード



ブラウザベースのダッシュボードからロボットを監視
ロボットが正常に稼働しているかを管理者が遠隔地から監視



ウェブブラウザから点検のスケジュールや記録を閲覧
ロボットが点検で撮影した画像や音声を確認



外部システムとの連携
データをお客様のシステムと連携してプラント運転を効率化

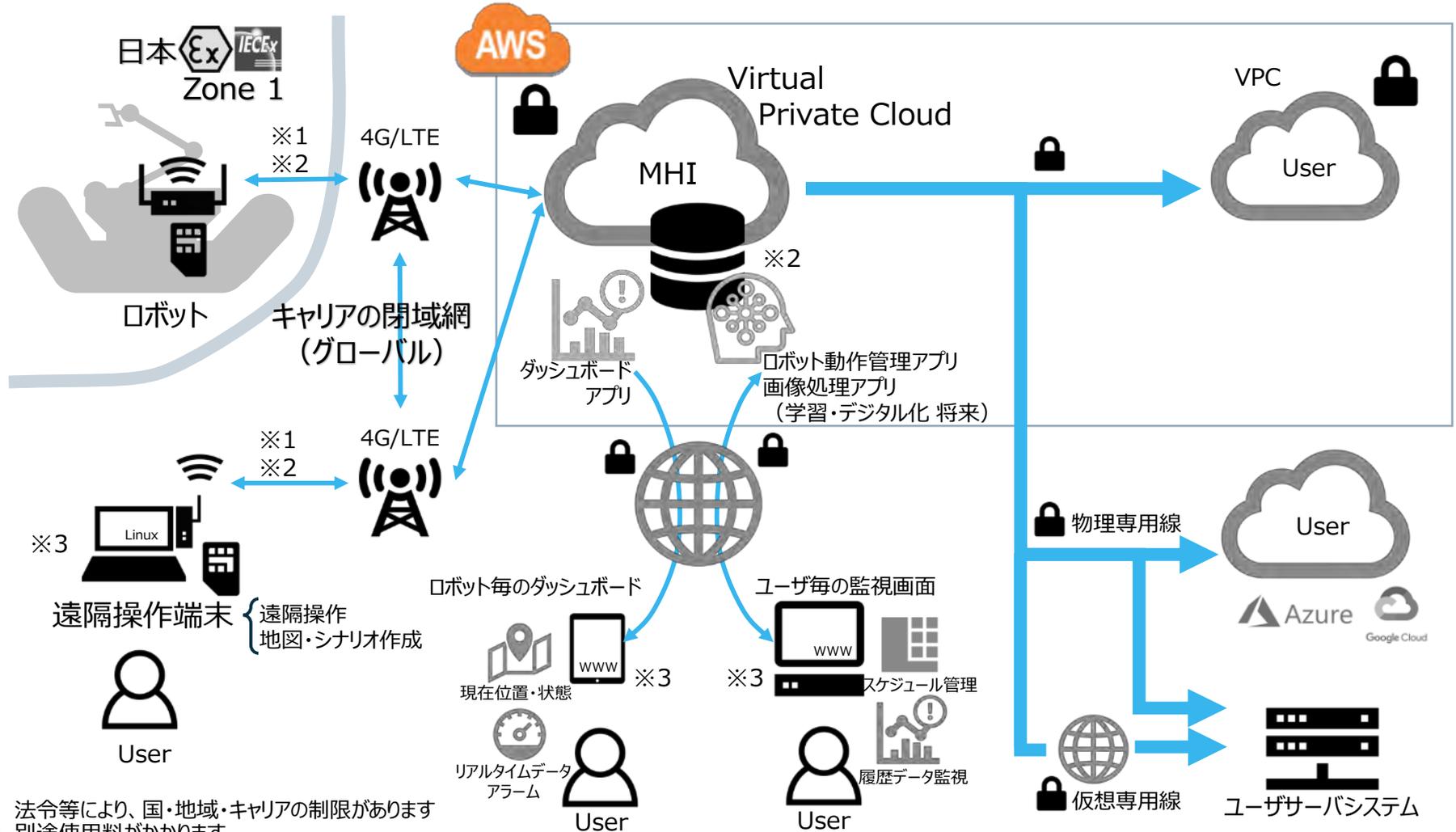
EX ROVRはクラウドベースのシステムです

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



- ※1 法令等により、国・地域・キャリアの制限があります
- ※2 別途使用料がかかります
- ※3 遠隔操作端末1台を標準システムに含みます。ダッシュボード・監視画面用PCは含みません

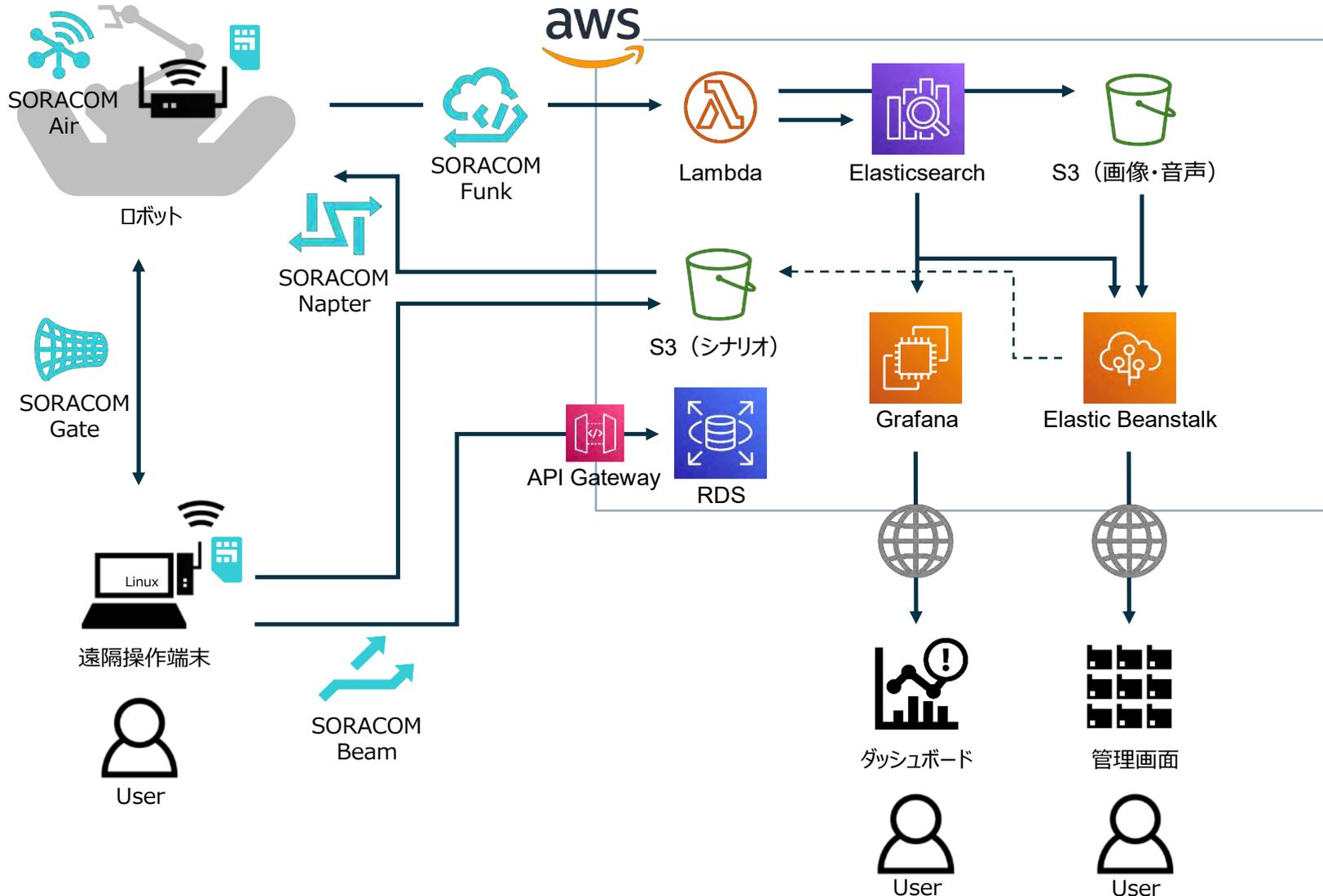
EX ROVRはSORACOMサービスを活用しています

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



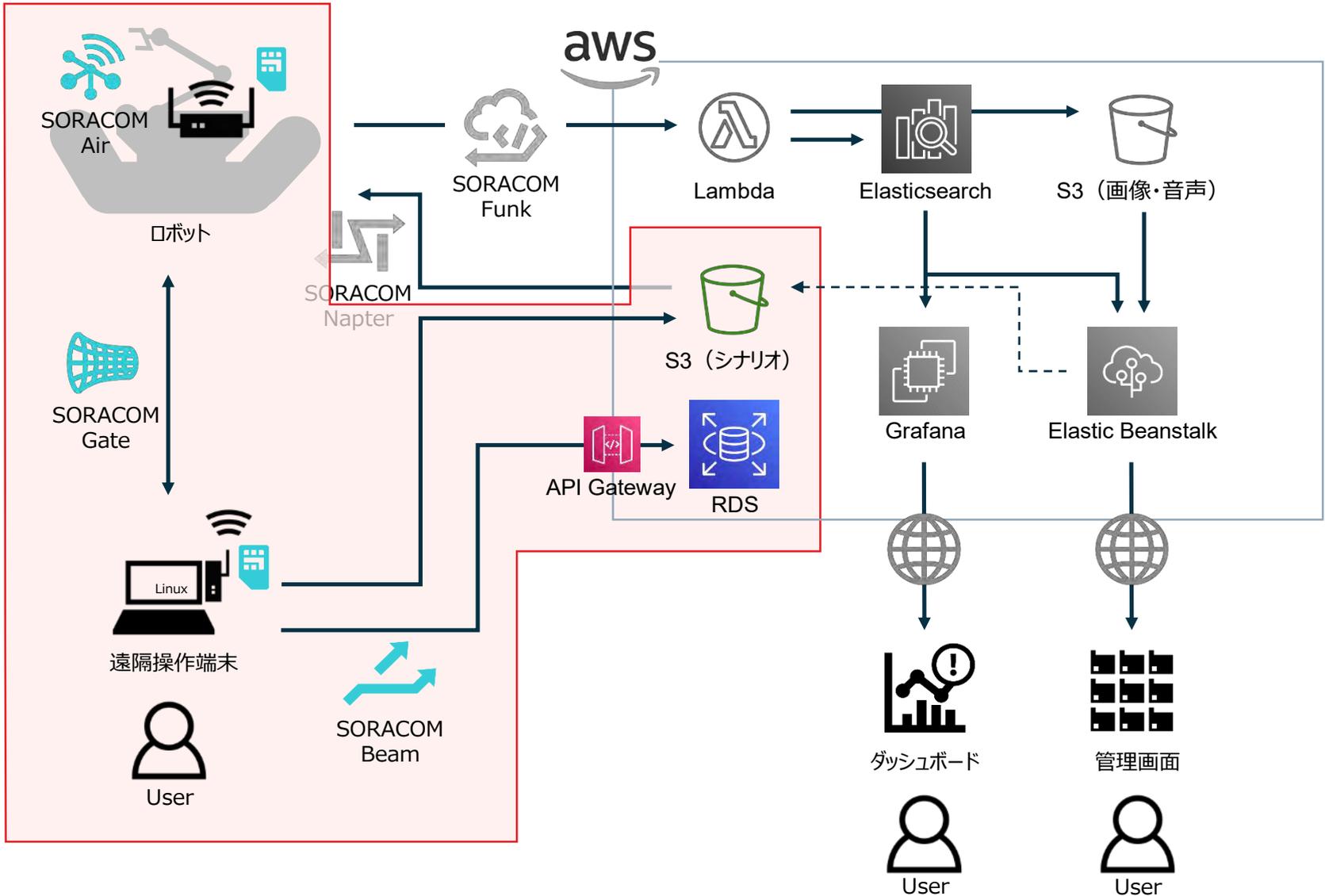
ロボットや端末の通信には4G/LTE網を使います

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

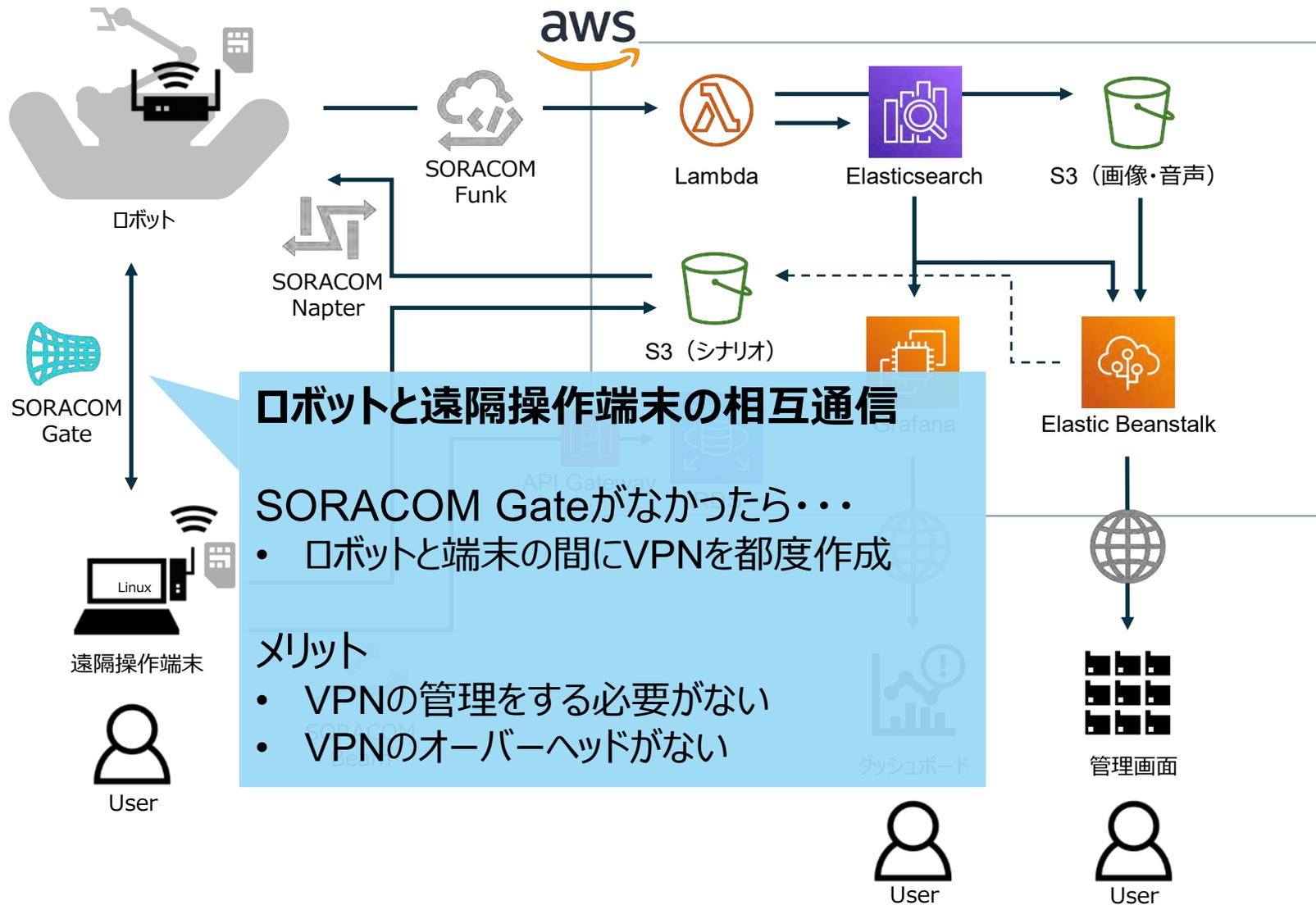
おわりに

The interface is divided into two main sections:

- Left Panel (navLrviz - RViz):**
 - Buttons for robot configuration, scenario loading, start, stop, and recording.
 - Scenario list: 1. charging-station, 2. load-map.
 - 3D visualization of the robot's environment with a path and sensor data.
- Right Panel (exrov_operation):**
 - Robot Status:**

Robo	エラーコード	電圧 [V]	31.44	LEL [%]	0	100.3	99.5
Syscon		電流 [A]	-3.20	CO [ppm]	0	(100.3)	(99.5)
Main		差圧1	-1.5	H2S [ppm]	0.0	16.0 [°C]	17.6 [°C]
Sub		差圧2	-1.4	O2 [vol%]	21.0	99.8	100.7
IMU				Temp [°C]	13	(99.8)	(100.8)
Charge		Pattern 1		LED			
Gas		Bright	100	Light			
 - Mani Status:**
 - 制御状態: ブレーキ停止状態
 - エラーコード: 0
 - エラークリア: 温度 [°C]: 18 ~ 24
 - Camera Feeds:**
 - 台車カメラ (前) [ONLINE]: Front view of the robot in the facility.
 - 監視カメラ [ONLINE]: Surveillance camera view.
 - 台車カメラ (後) [ONLINE]: Rear view of the robot.
 - 姿勢1 [ONLINE]: Top-down view of the robot's pose.
 - 姿勢2 [ONLINE]: Another top-down view of the robot's pose.



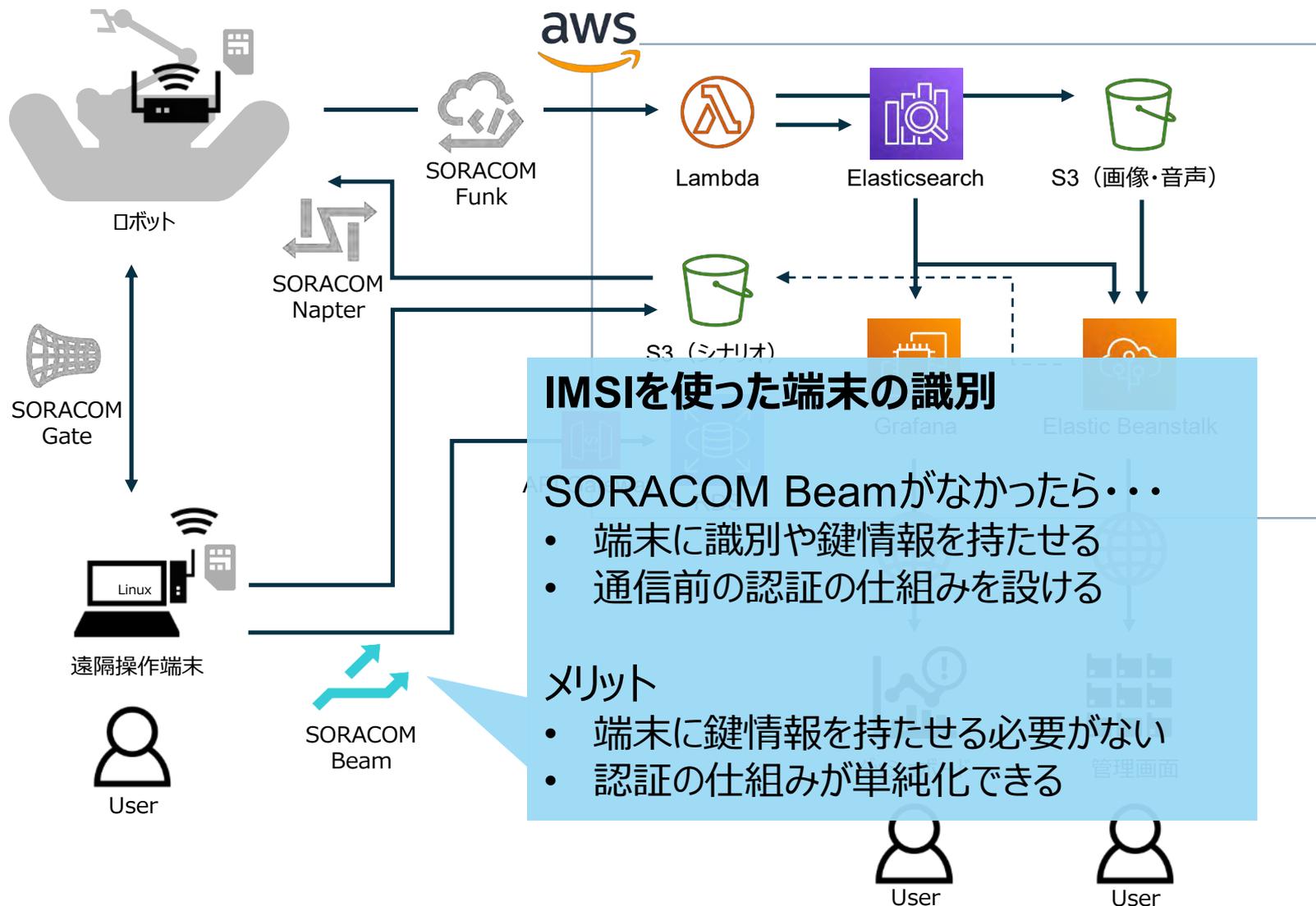


EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



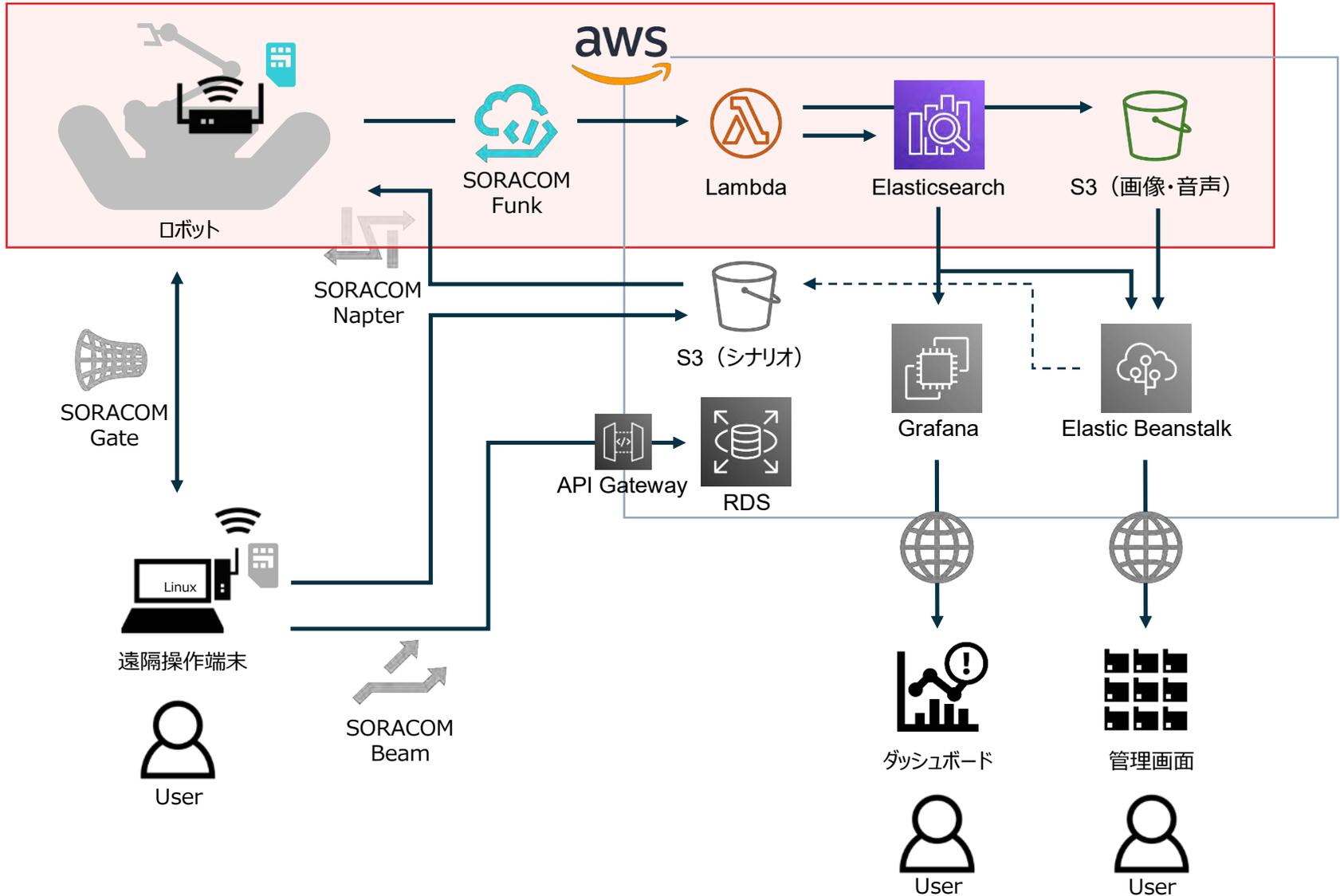
シナリオや点検で取得したデータはクラウドに保存します

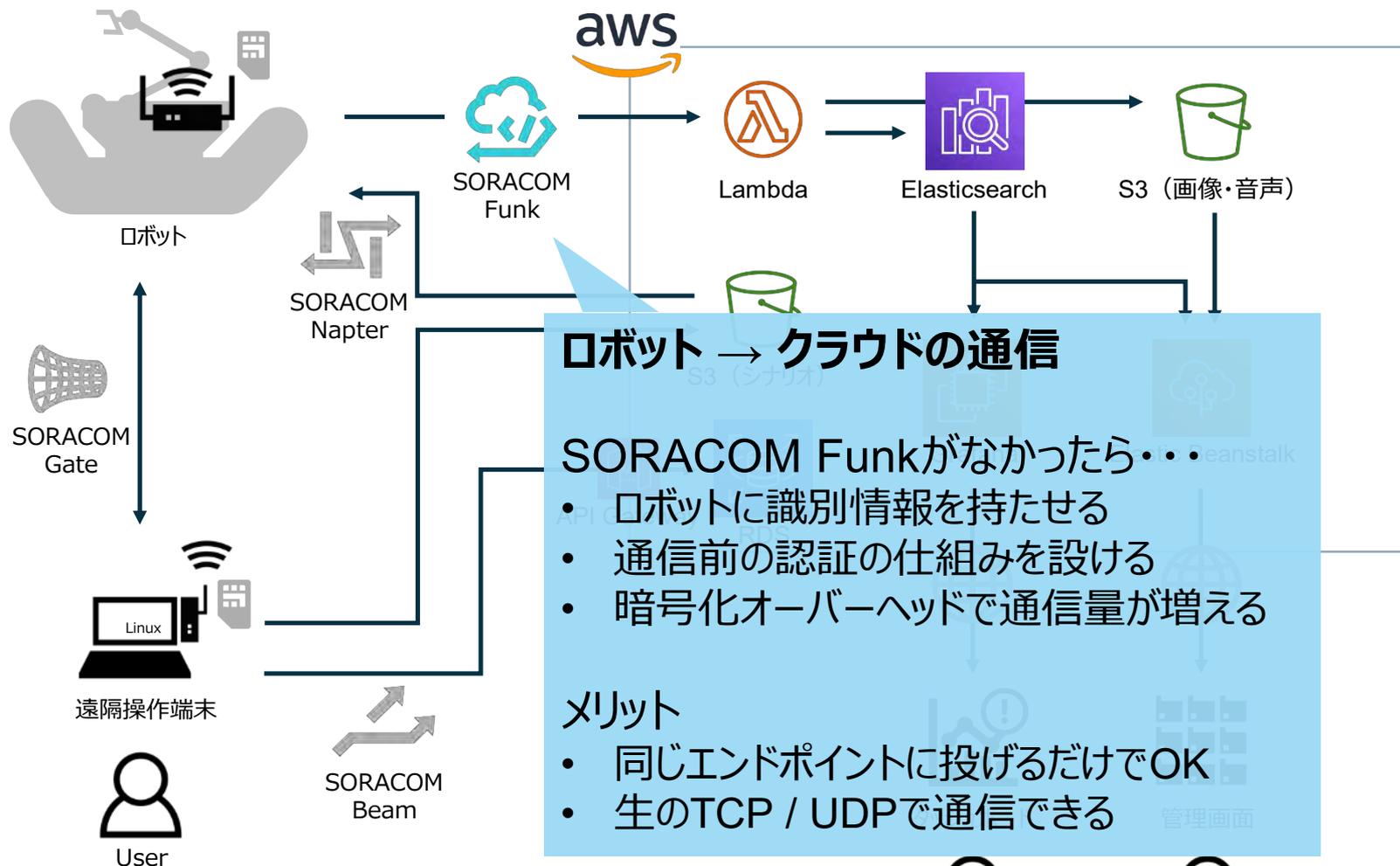
EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに





User



User

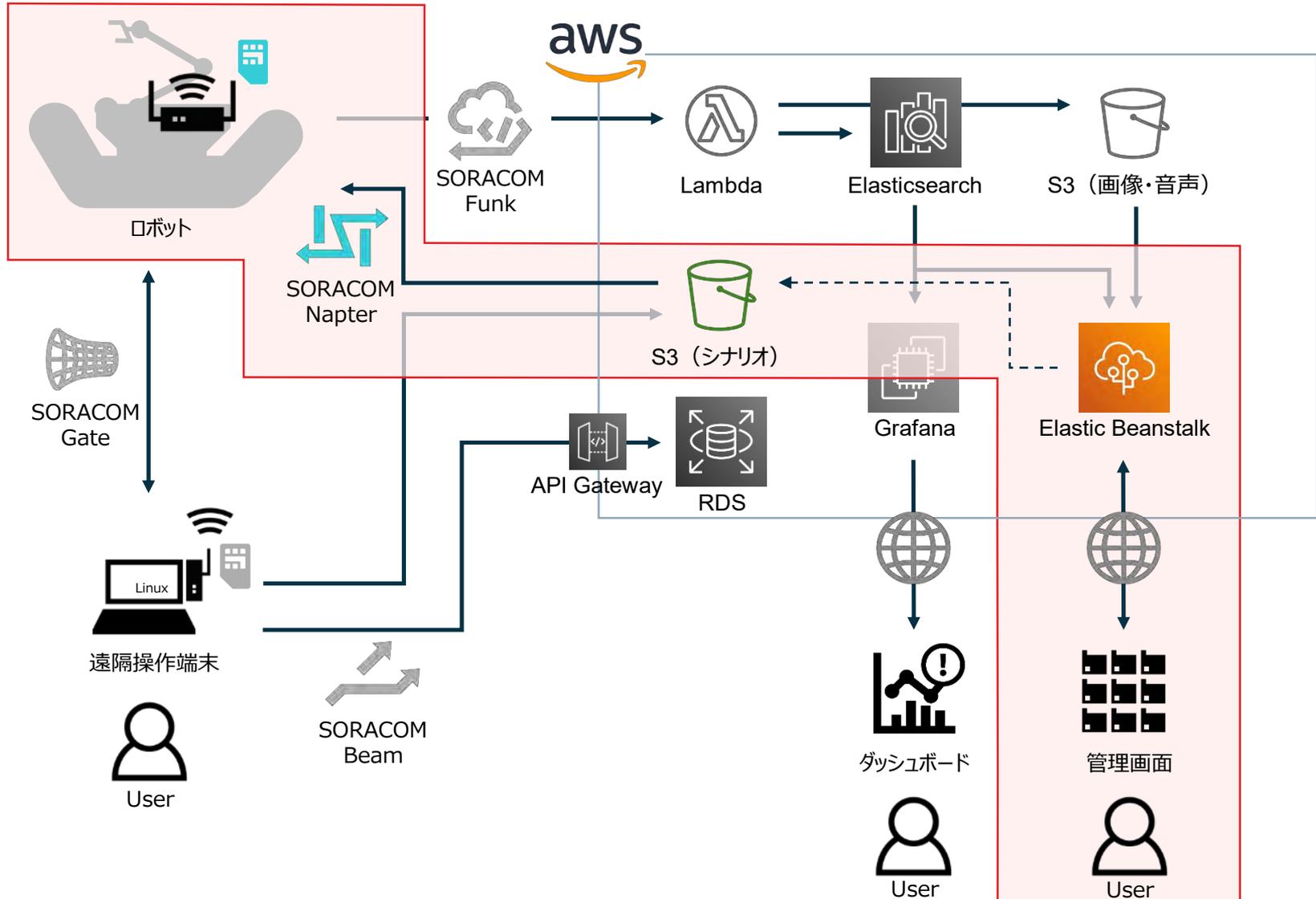
点検の予定や結果はブラウザベースの管理画面で設定します

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



ユーザー毎の監視画面（点検スケジュール）

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに

EX ROVR

≡

スケジュール一覧

プラント名	ロボット名	シナリオ名
DE棟	[すべてのロボット]	[すべてのシナリオ]
スケジュール名	期間	
[すべてのスケジュール]	DATE(FROM)	DATE(To)

検索

▶ 開始

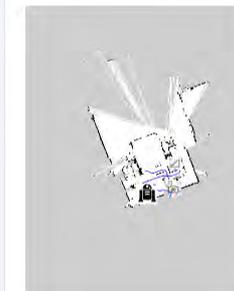
■ 停止

検索件数: 3

+ 追加

	プラント名	ロボット名	シナリオ名	スケジュール名	実行時間
<input type="radio"/>	DE棟	2.0世代機A@DE	1階部分のみ	シナリオA	2021/02/18 15:24
<input type="radio"/>	DE棟	2.0世代機A@DE	1階部分のみ (音声+熱計測)	シナリオB	2021/02/08 13:55
<input type="radio"/>	DE棟	2.0世代機A@DE	フルコース巡回	1階&2階点検	2021/03/02 10:00

期間



< ground-level >

シナリオ名 フルコース巡回
プラント名 DE棟
ロボット名 2.0世代機A@DE
スケジュール名 1階&2階点検
最終実行日時

編集

EX ROVR

- プラント一覧
- 点検履歴
- ごみ箱
- 点検結果一覧
- スケジュール一覧
- 契約情報
- シナリオ一覧
- ユーザ管理
- 操作端末管理
- ターゲット一覧
- 設定
- ログアウト



点検結果一覧

プラント名:
 シナリオ名:
 スケジュール名:

期間: DATE(FROM) DATE(TO)

[検索](#)

検索件数: 16

プラント名	シナリオ名	ロボット名	スケジュール名	実行日時	ステータス	
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE		2021/02/02 13:24	異常あり	詳細
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE		2021/02/02 16:43	正常	詳細
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE		2021/02/03 13:56	正常	詳細
DE棟	1階部分のみ (音声 + 熱計測)	2.0世代機A@DE		2021/02/03 14:35	異常あり	詳細
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE	シナリオA	2021/02/04 13:23	正常	詳細
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE	シナリオA	2021/02/04 13:37	異常あり	詳細

EX ROVR

- プラント一覧
- 点検履歴
- ごみ箱
- 点検結果一覧
- スケジュール一覧
- 契約情報
- シナリオ一覧
- ユーザ管理
- 操作端末管理
- ターゲット一覧
- 設定
- ログアウト

点検履歴

プラント名
 シナリオ名
 ターゲット名

期間: ~
 データ種別: 画像 音声

ごみ箱
 全解除
 検索件数: 64

	プラント名	ロボットID	シナリオ名	実行時間	データ種別	ターゲットID
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:28	画像	50
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	52
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	51
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	50
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/18 16:04	画像	52
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/18 16:04	画像	51
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/18 16:03	画像	50
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/18 15:46	画像	52

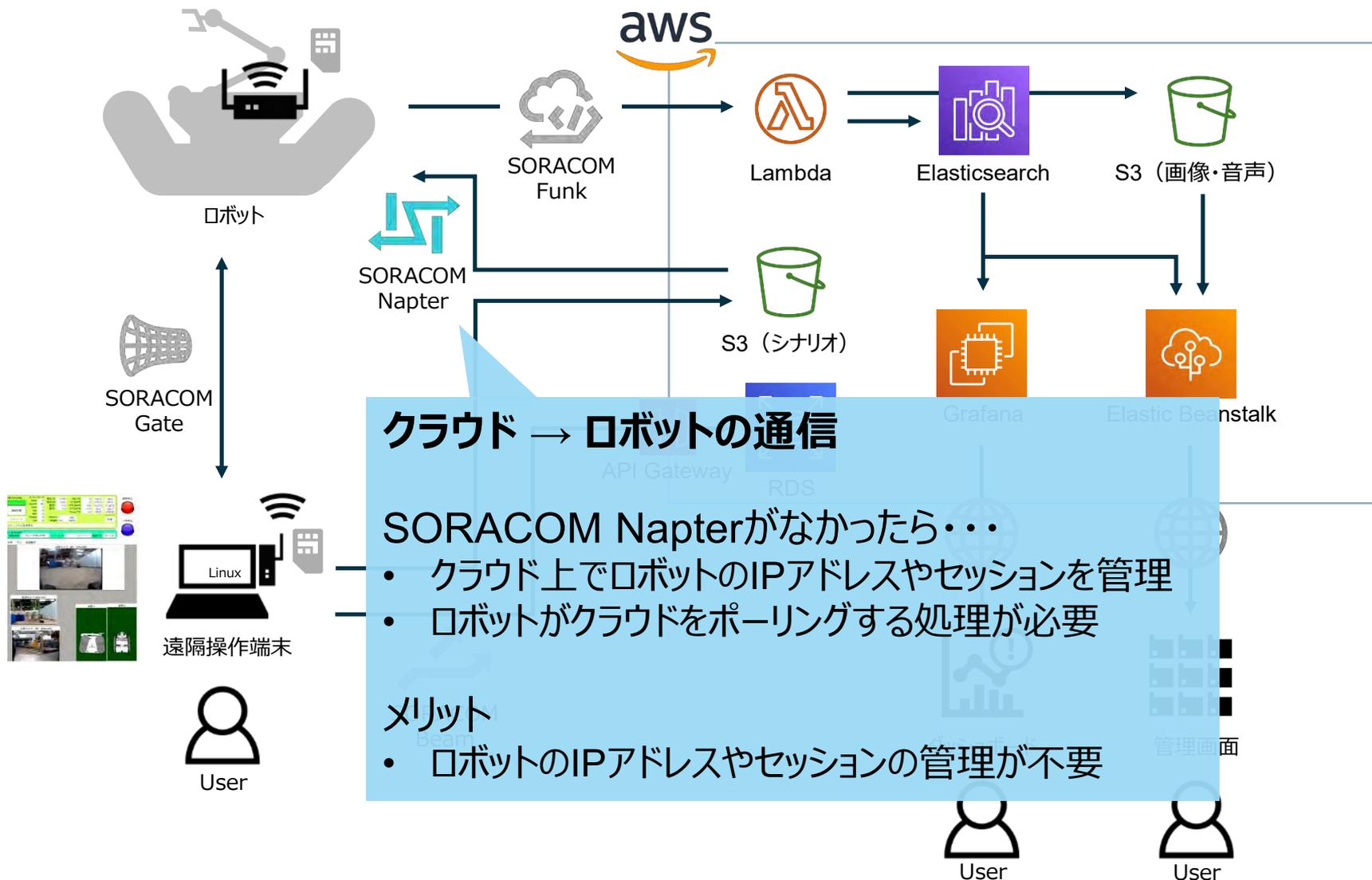
点検データ

プレビュー 詳細



過去の点検データ

Copyright © MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All rights reserved.



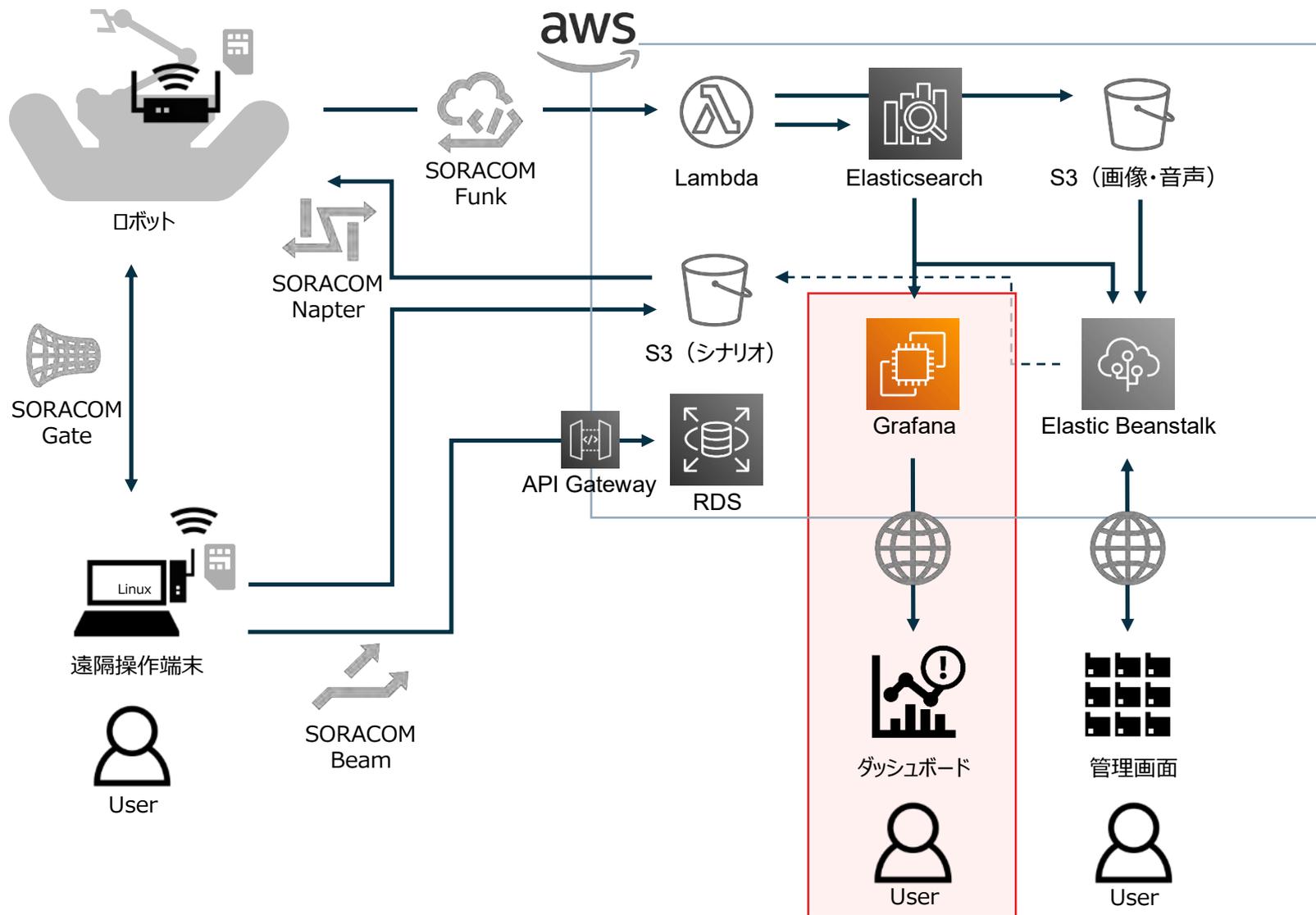
ロボット現況はブラウザベースのダッシュボードで確認します

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに

☰ EX ROVR ★ 🔊

📊 📄 ⚙️ 💬 🕒 Last 1 hour 🔍 🔄 5s

2021-06-03
10:44:24
Asia/Tokyo
(+09:00 JST)

2021-06-03
01:44:24
UTC

Latest Update
2021-06-03 10:44:14

Scenario ID
72
Scenario LineNumber
5

Scenario Status
シナリオ実行中

Arm Status
ブレーキ停止状態

Robot Status
自律モード

Navcon Status
定形動作

Subtrack Status
目標角度サーボロック中

Battery Voltage

30.9 V

Gas Detector

Oxygen	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, blue, green);"></div>	21%
Carbon Monoxide	<div style="width: 0%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, red, orange);"></div>	0 ppm
Combustible Gas	<div style="width: 0%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, red, orange);"></div>	0 % LEL
Hydrogen Sulfide	<div style="width: 0%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, red, orange);"></div>	0 ppm
Celsius	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, blue, green);"></div>	24 °C

Gas Detector History

Hydrogen Sulfide	0%
Carbon Monoxide	0%
Temperature	26.00%
Combustible Gas	0%

Latest Inspection Image

Robot Location

Periodic Image



セキュリティの担保

機密性の高い情報を扱うため、end-to-endでセキュリティの担保が必要



世界的な通信網のカバレッジ

日米欧以外にも産油国（e.g. ナイジェリア）での利用を想定



設計変更時の融通が利く

試行錯誤しながらの開発でも、スムーズな設計変更が可能



低遅延のデバイス間通信

暗号化などのオーバーヘッドがないため遠隔操作時の遅延が少ない



複数のFunkエンドポイント対応

送信するデータの種類ごとにエンドポイントが変更されると便利



より多くの国でのLTEカバレッジ

ナイジェリアでもLTEを！



海外での通信コストの低減

ロボットからより高頻度にデータをアップロード可能に



人工衛星を使った通信

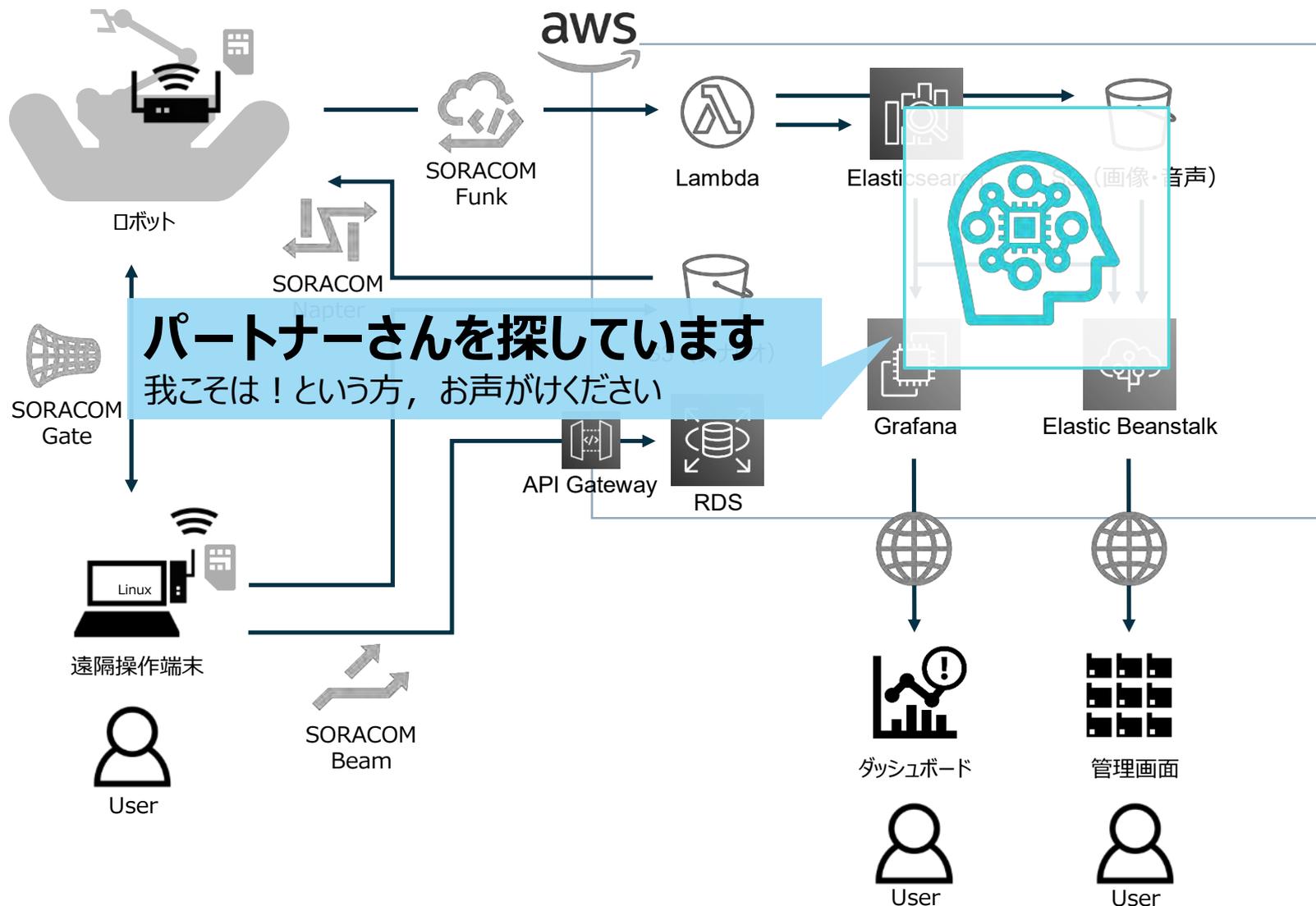
海上プラントなどLTEが使えない場所での運用も想定

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



MOVE THE WORLD FORWARD

**MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**