

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

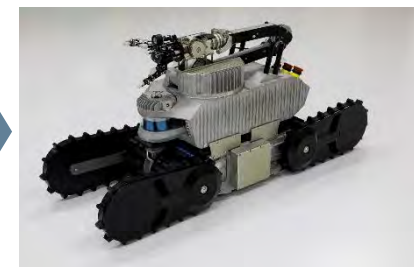
当社は

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 三菱重工

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)

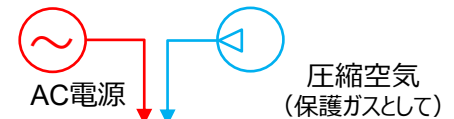
遠隔操作カメラ
(前後)

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充填)



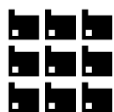
エッジデバイス同士（ロボットと操作端末）の相互通信
オペレータが遠隔操作端末でロボットを操作



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

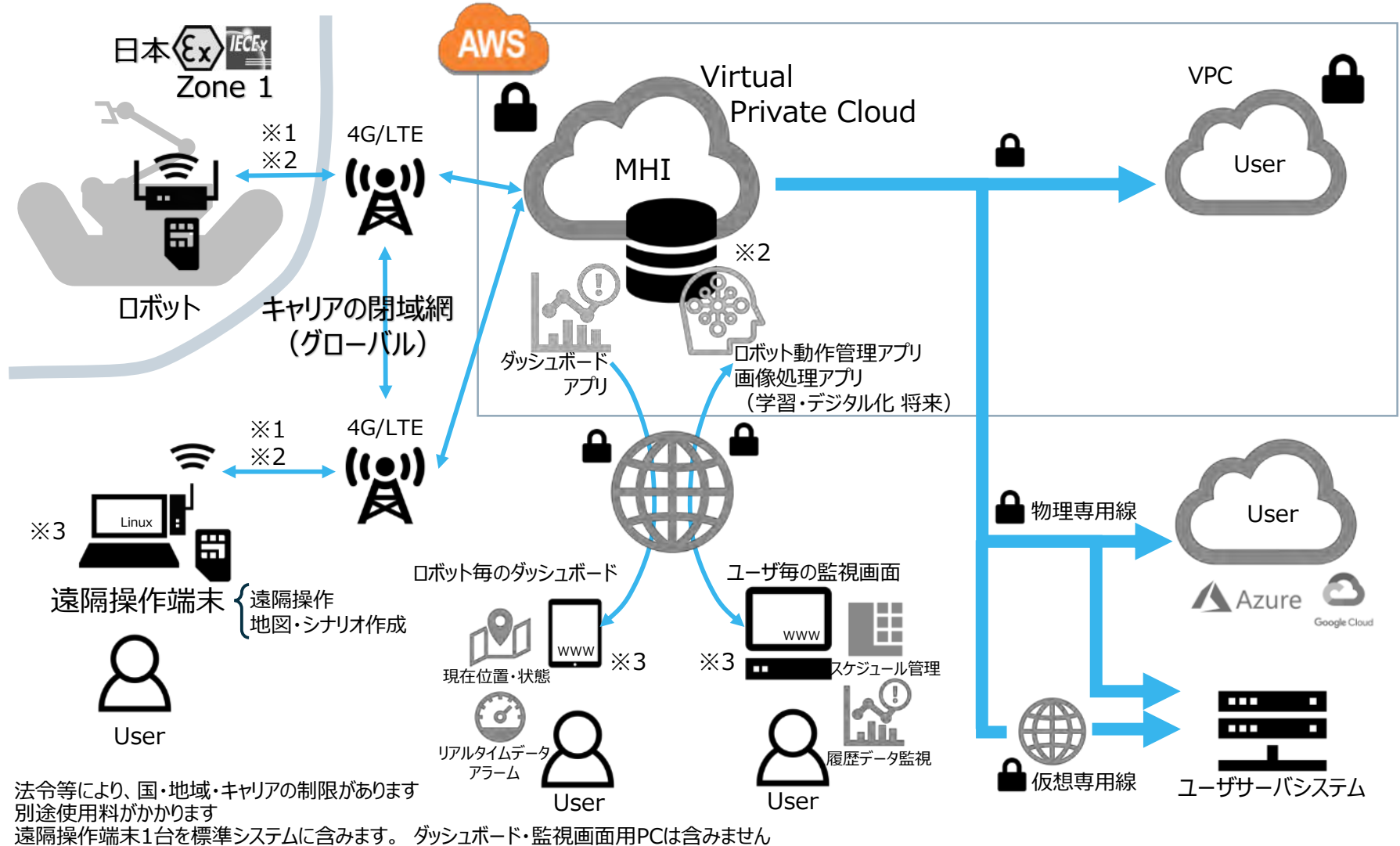
EX ROVRはクラウドベースのシステムです

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



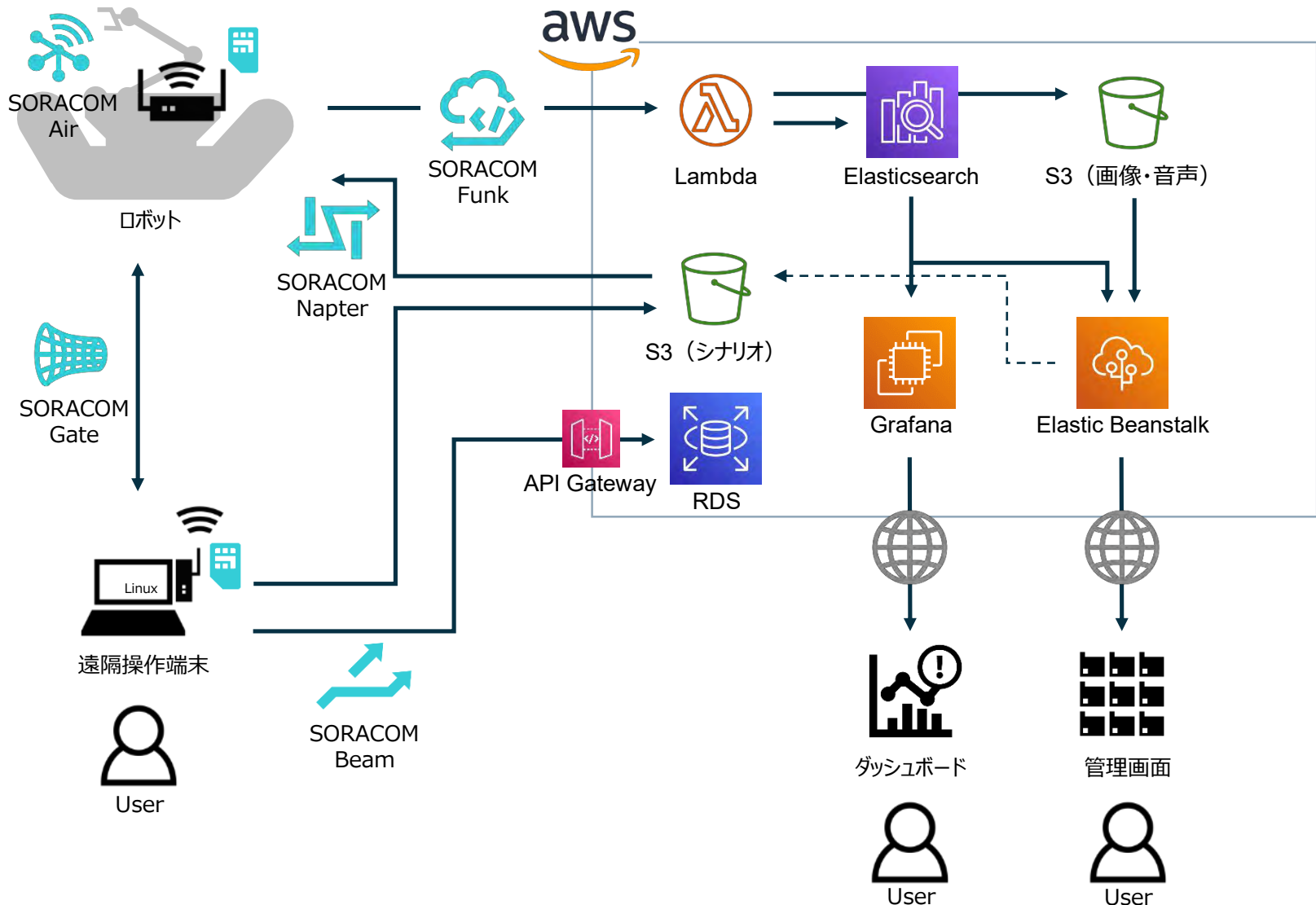
EX ROVRはSORACOMサービスを活用しています

EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに



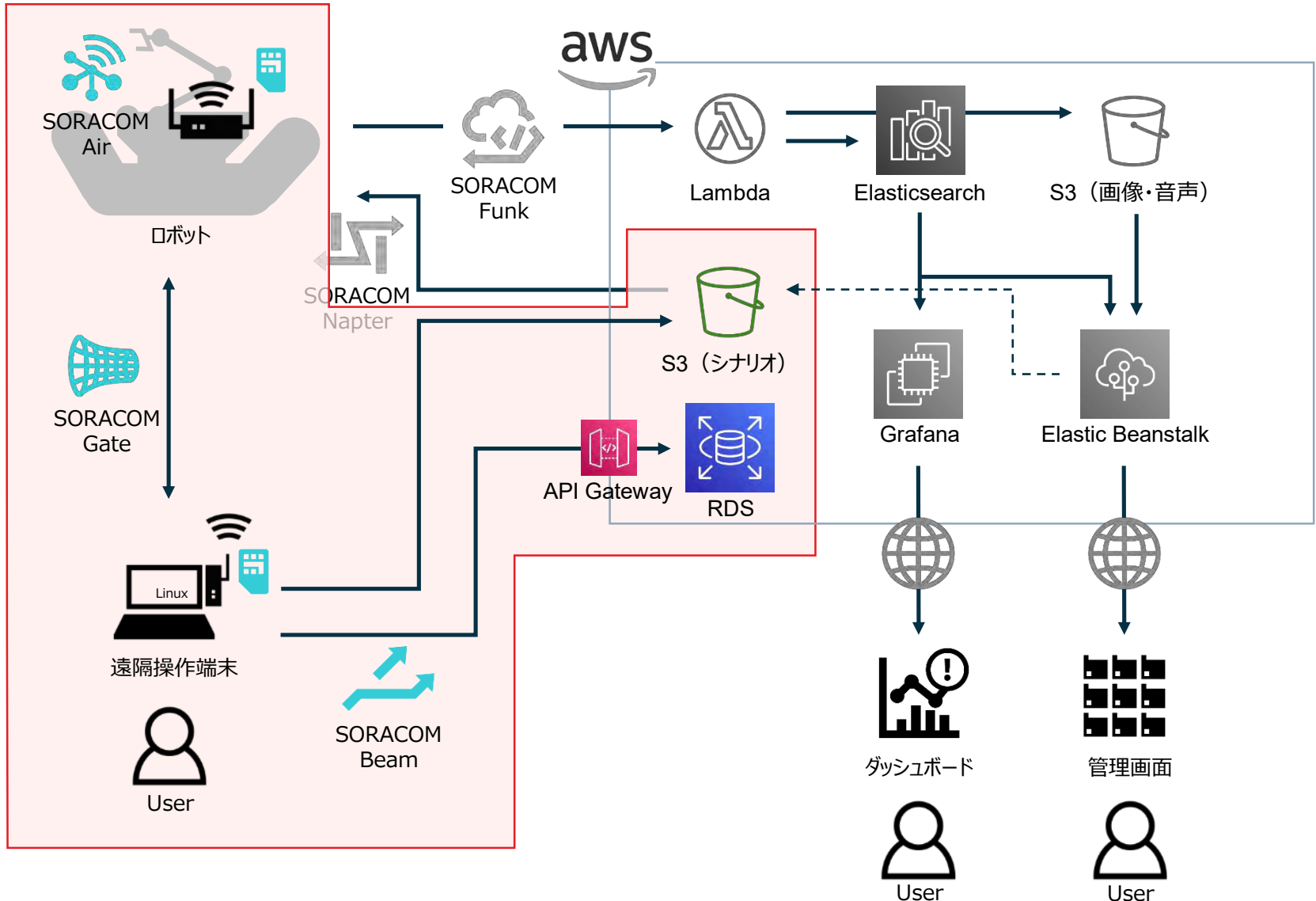
ロボットや端末の通信には4G/LTE網を使います

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

navLrviz - RViz

アクティビティ: *rviz* 火曜日 10:32:17*

File Panels Help

RibbonPanel

プロジェクト 実行 編集 オブジェクト

ロボット配置 シナリオロード スタート待ち 実行 最後まで実行 停止 経路記録開始/停止

ScenarioPanel RibbonPanel

ScenarioEditPanel

1 charging-station 出庫

2 load-map

Reset Left-Click: Rotate. Middle-Click: Move X/Y. Right-Click/Mouse Wheel: Zoom. Shift: More options. 5fps

exrovr_operation

台車 [ONLINE]

エラーコード	電圧 [V]	31.44	LEL [%]	0	100.3	99.5
Robo	電流 [A]	-3.20	CO [ppm]	0	(100.3)	(99.5)
Syscon	差圧1	-1.5	H2S [ppm]	0.0	16.0 [°C]	17.6 [°C]
Main	差圧2	-1.4	O2 [vol%]	21.0	99.8	100.7
Sub	Charge	0	Temp [°C]	13	(99.8)	(100.8)
IMU	Gas	0	Pattern 1	LED		
エラークリア	Bright	100	Light			

即時停止

一時停止

ロボット内任監視警告

マニ [ONLINE]

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

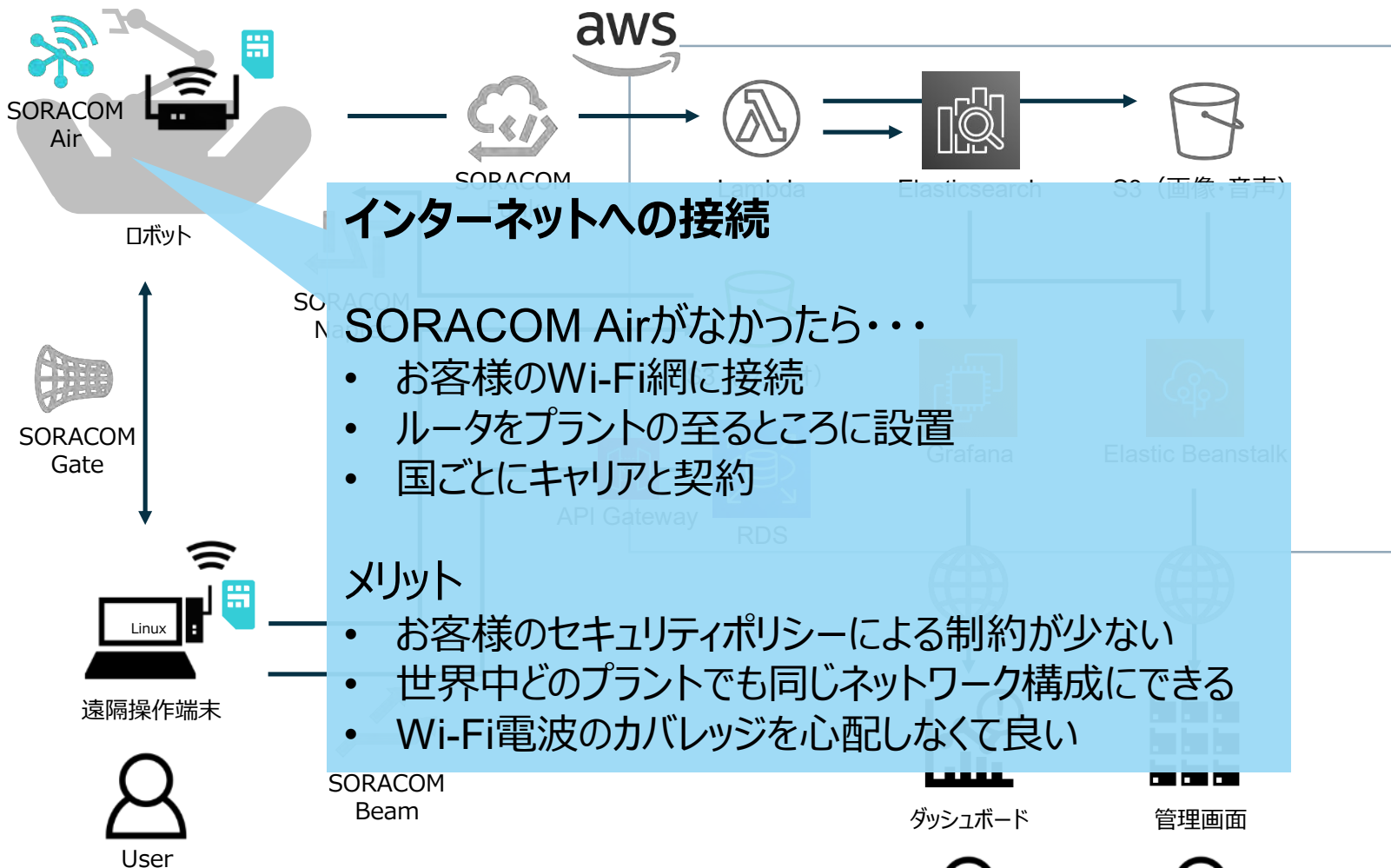
台車 マニ 定型動作

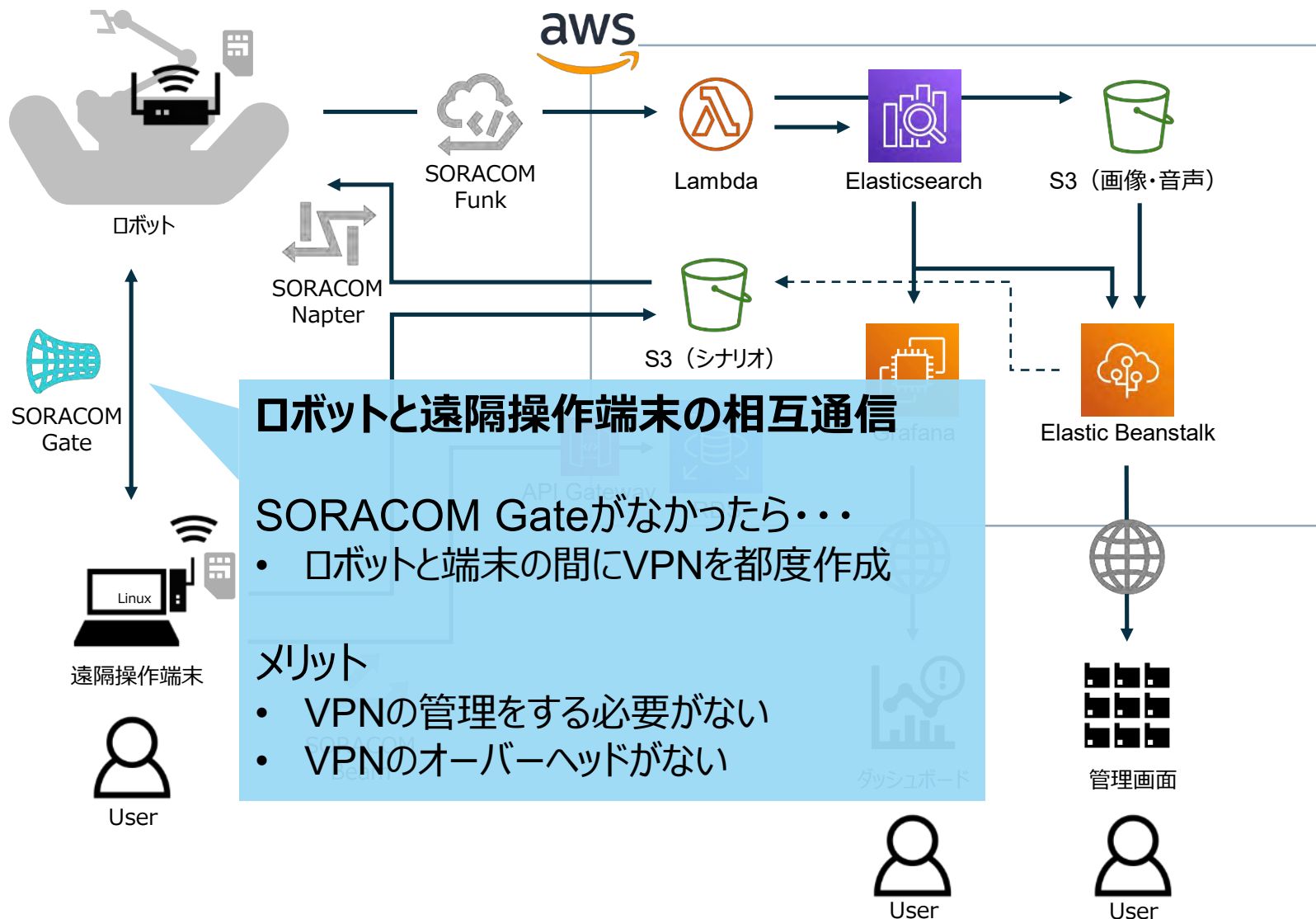
台車カメラ (前) [ONLINE]

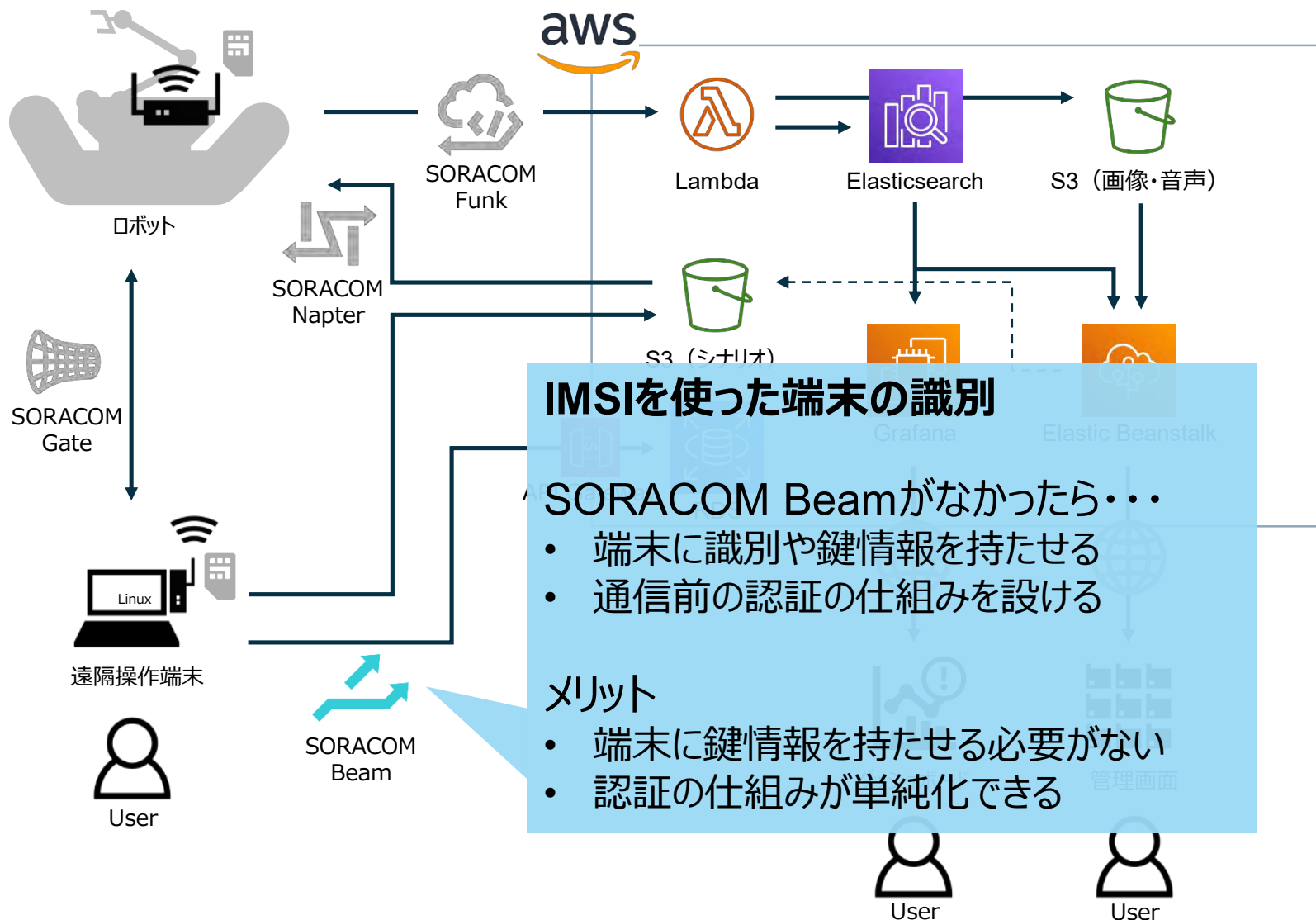
監視カメラ [ONLINE]

台車カメラ (後) [ONLINE]

姿勢1 姿勢2







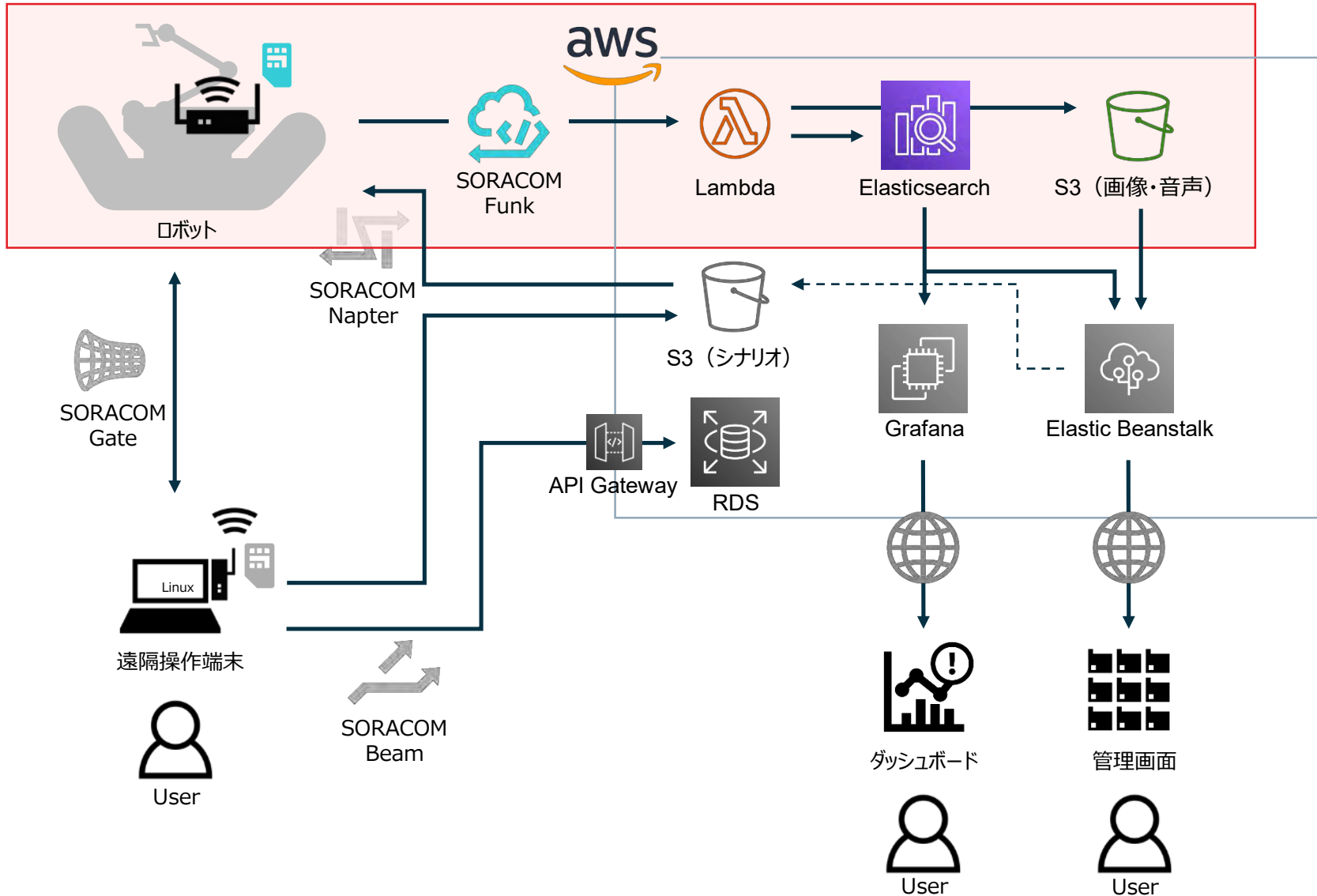
シナリオや点検で取得したデータはクラウドに保存します

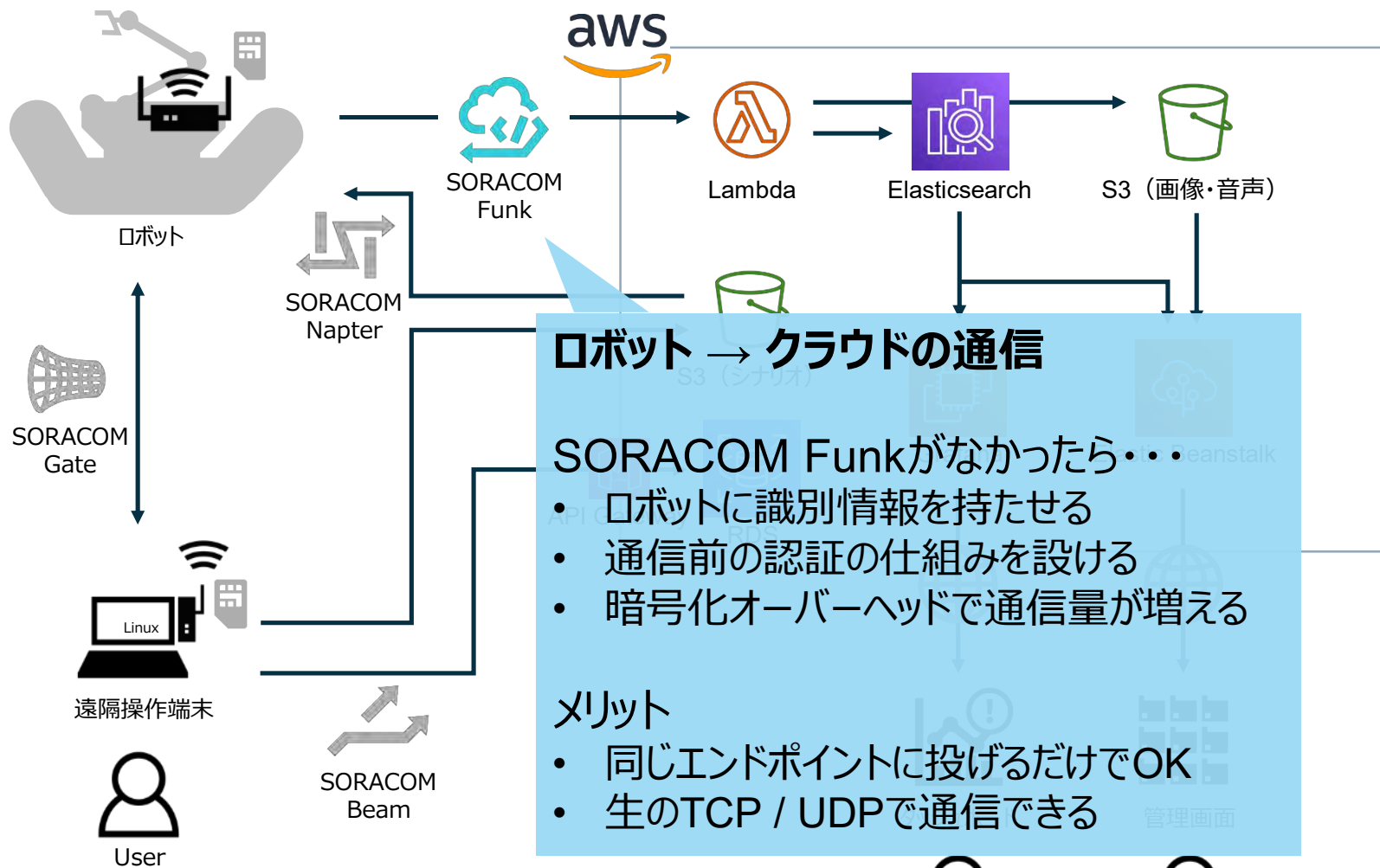
EX ROVRとは

EX ROVRクラウド

SORACOMの活用

おわりに





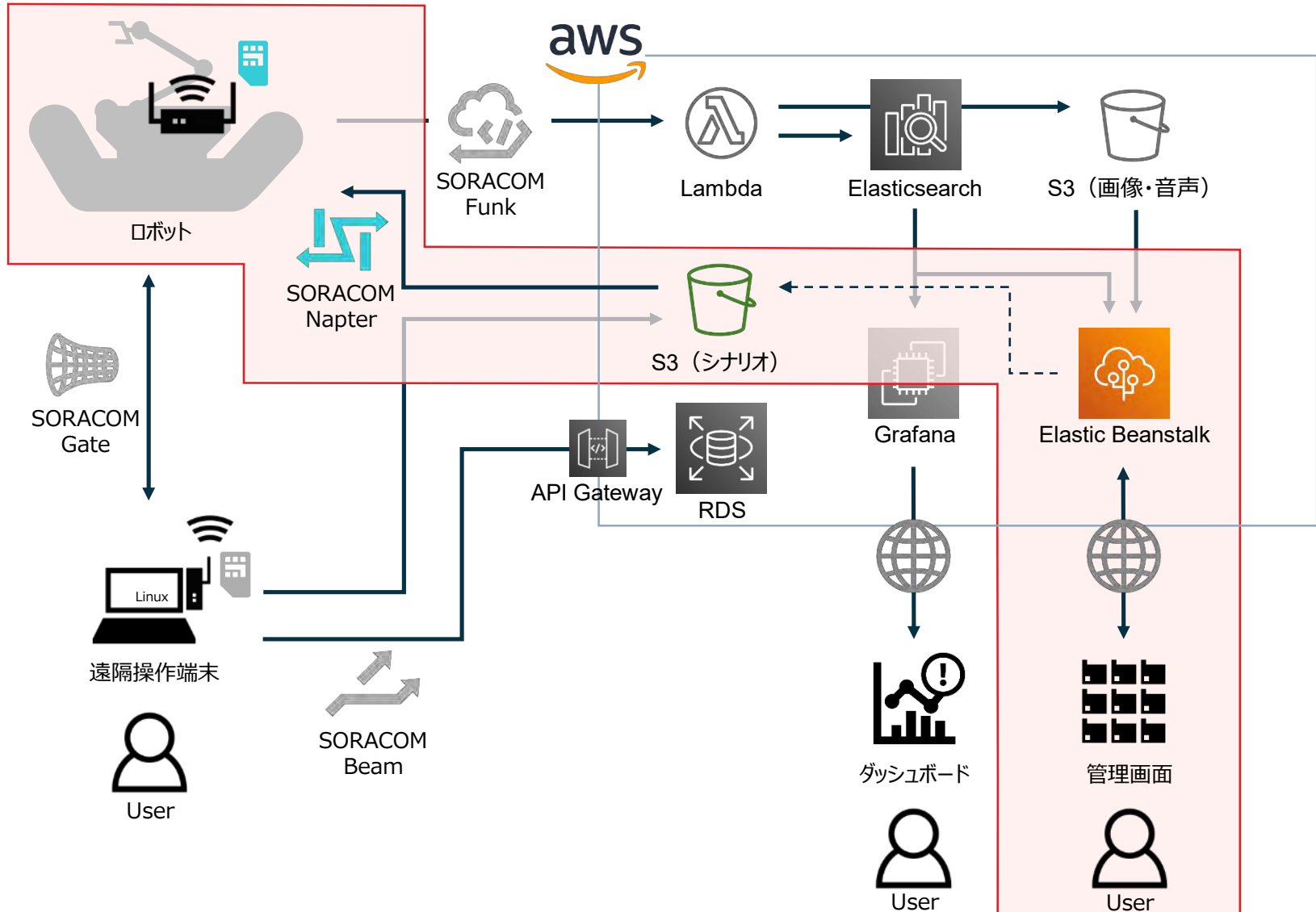
点検の予定や結果はブラウザベースの管理画面で設定します

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

- 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
- ユーザー管理
- 操作端末管理
- ターゲット一覧
- 設定
- ログアウト

☰

スケジュール一覧

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

検索

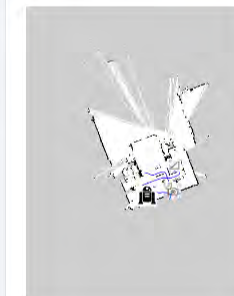
▶ 開始 ■ 停止

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: DE棟
シナリオ名: [すべてのシナリオ]
スケジュール名: [すべてのスケジュール]

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
DE棟	1階部分のみ	2.0世代機A@DE	シナリオA	2021/02/04 13:57	異常あり	詳細

<< < 1 2 > >>

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: DE棟 | シナリオ名: [すべてのシナリオ] | ターゲット名: [すべてのターゲット]

期間: DATE(FROM) | DATE(TO) | データ種別: 画像 音声

ごみ箱 全解除 | 検索件数: 64 |

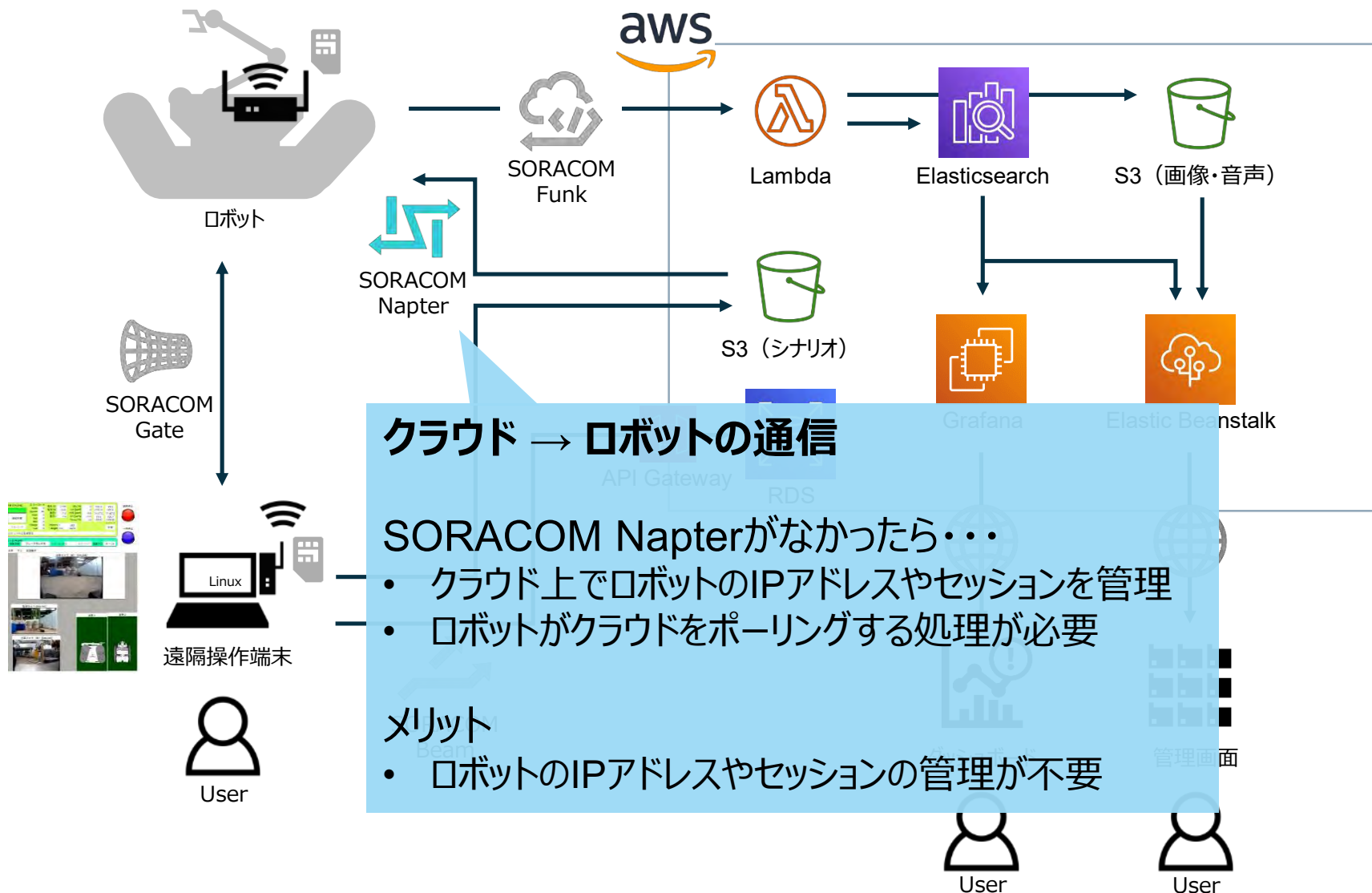
	プラント名	ロボットID	シナリオ名	実行時間	データ種別	ターゲットID
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:28	画像	50
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	52
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	51
<input type="checkbox"/>	DE棟	33	1階部分のみ	2021/02/19 11:22	画像	50
<input type="checkbox"/>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



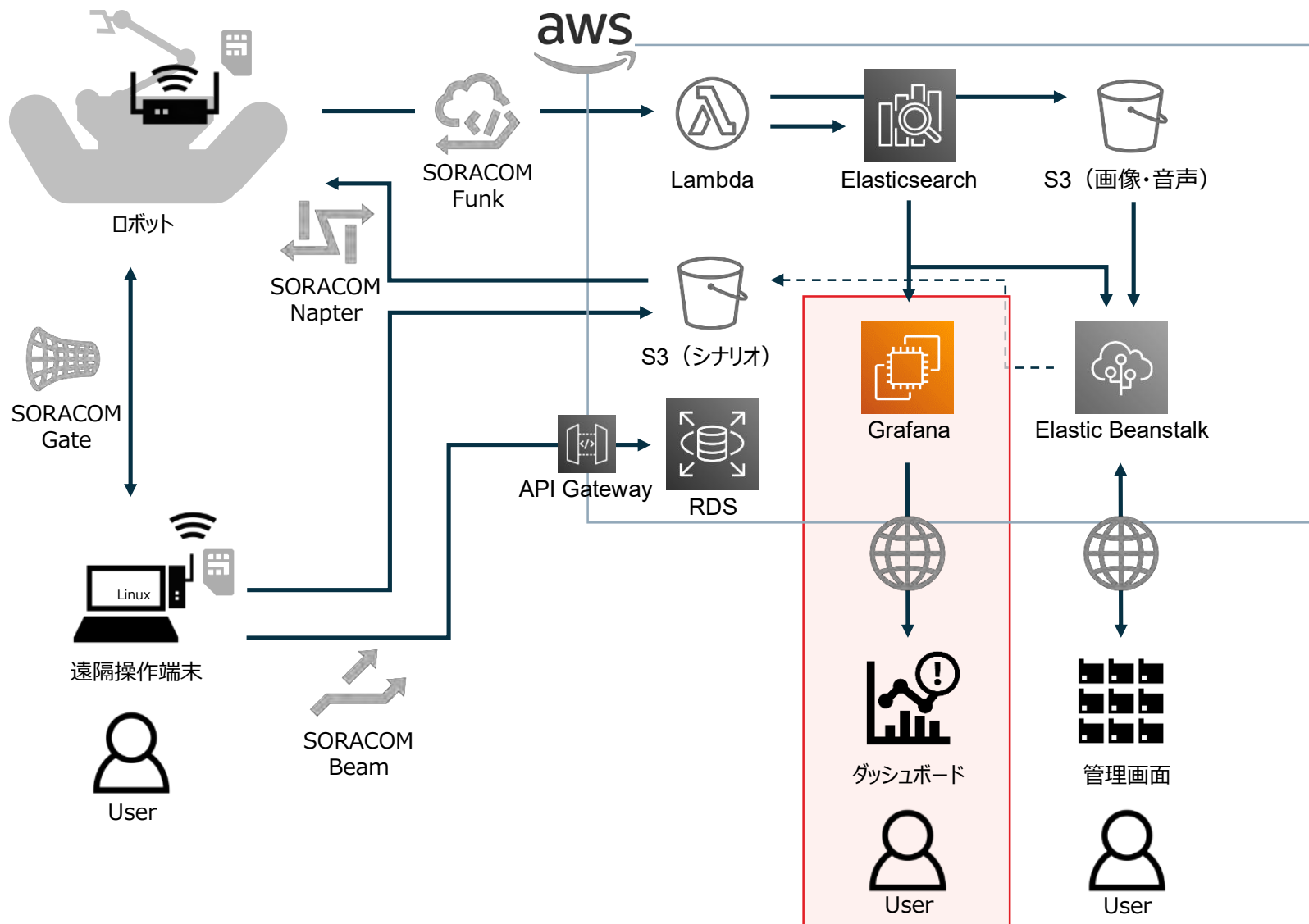
ロボット現況はブラウザベースのダッシュボードで確認します

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



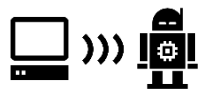
世界的な通信網のカバレッジ

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

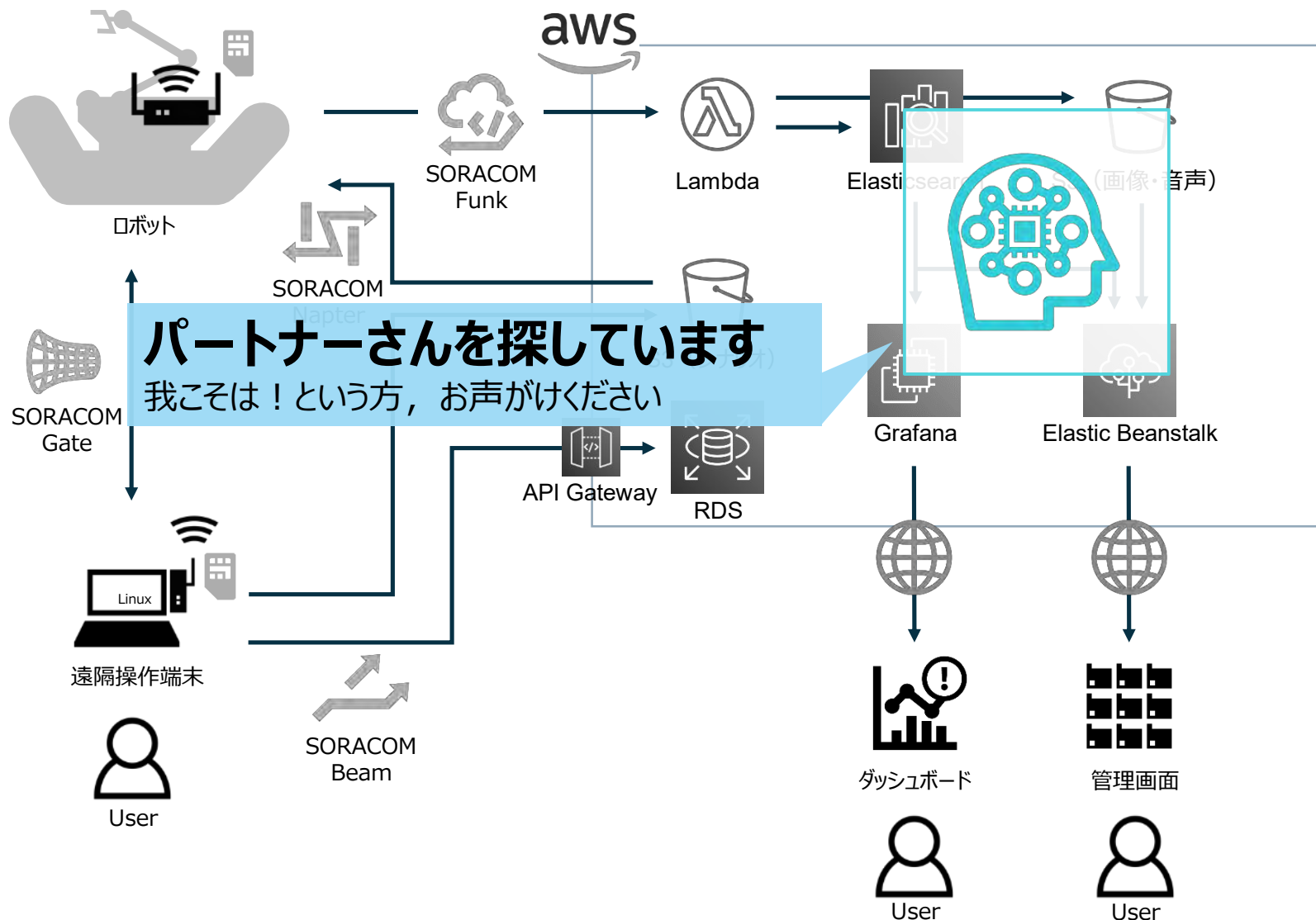
海上プラントなどLTEが使えない場所での運用も想定

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**