

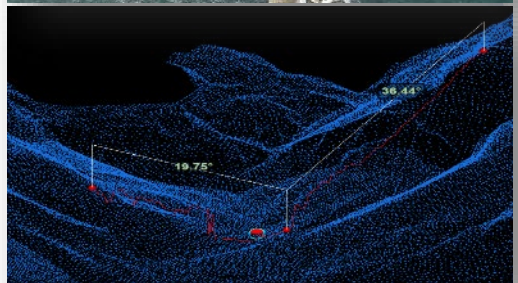


変電設備などの巡視点検省人化に向けた
屋内自動飛行ドローンによる実証実験
—第3回有識者会議—

SWIFT ^{xi}

×

NTT
docomo



目次

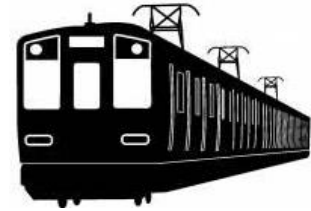
- 実施体制・到達目標
- 実施場所・撮影対象
- スケジュール・実施内容
- 飛行の様子
- 実証により得られたデータ
- 読取結果
- 実証試験で得られた成果、課題
- 次年度の動き

実施体制

SWIFT xi

全体統括・運用調整
実証システム構築

県内鉄道事業者



実験場所および
設備点検の知見の提供



電気設備に関する
知見のサポート

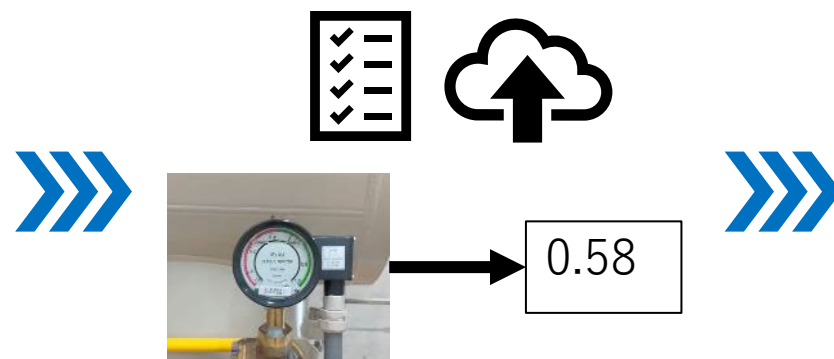
NTT docomo

機体の運用
運用知見の提供

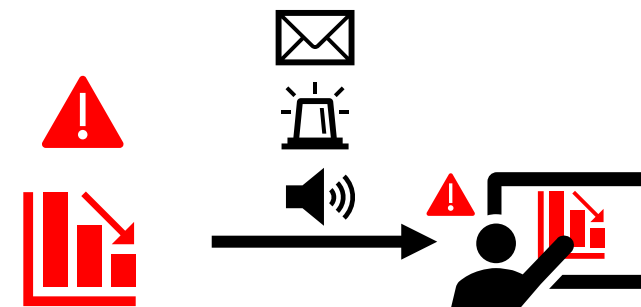
本実証の到達目標



自動飛行による巡回
屋内の自動航行が可能な機体を使用



画像内のメーター数値を自動読み取り
クラウド上の台帳にアップロード



異常値があった場合には
管理者に通知

1. 屋内自動飛行対応ドローンでメーターやランプ類、高所の検査対象物を巡視・撮影
2. 画像の自動読取によるメーター表示等の数値化
3. 数値読取結果や対象物の画像をウェブ台帳に自動記入し、異常値を検知すると通知

実施場所・撮影対象

県内鉄道事業者 屋内変電設備の1室(22m×18.2m)

撮影対象：44箇所(メーター・パネル)

+ ケーブルラック上配線



現地作業の実施スケジュール

7/5

- ・ 現地確認① 作業見学、現状の課題抽出

9/13

- ・ 現地確認② 飛行ルート検討、機体・画像読取機能確認

11/10

- ・ 飛行① バーコード貼付、自動飛行ルート設定・試行

11/18

- ・ 飛行② 自動飛行による画像撮影、読取・ウェブ台帳記入

実施内容(7月、9月現地確認)

7月5日

・作業見学

・現状の課題抽出



9月13日

・飛行ルート検討

・機体確認

・画像読取機能確認

※使用機体と同程度の画素数(12MP)のカメラを持つ
スマートフォンで自動読取を検証



実施内容(11月10日 飛行①)

- ・ウェブ台帳連携用バーコード貼付
- ・飛行経路設定および試行
- ・ケーブルラック上配線の撮影を実施

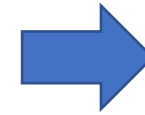


実施内容(11月18日 飛行②)

- ・屋外メーターの画像を壁面に追加後
自動飛行で撮影

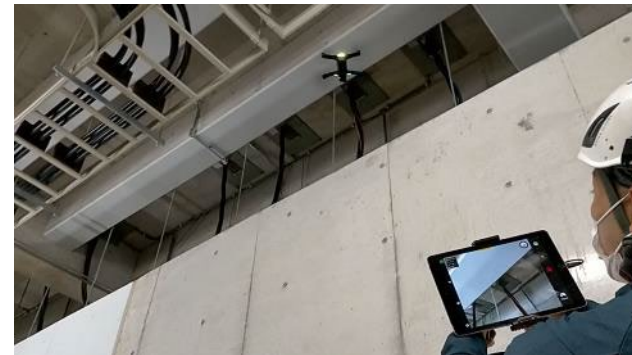


- ・ドローン画像からウェブ台帳記入
AIによる数値の自動読取を実施

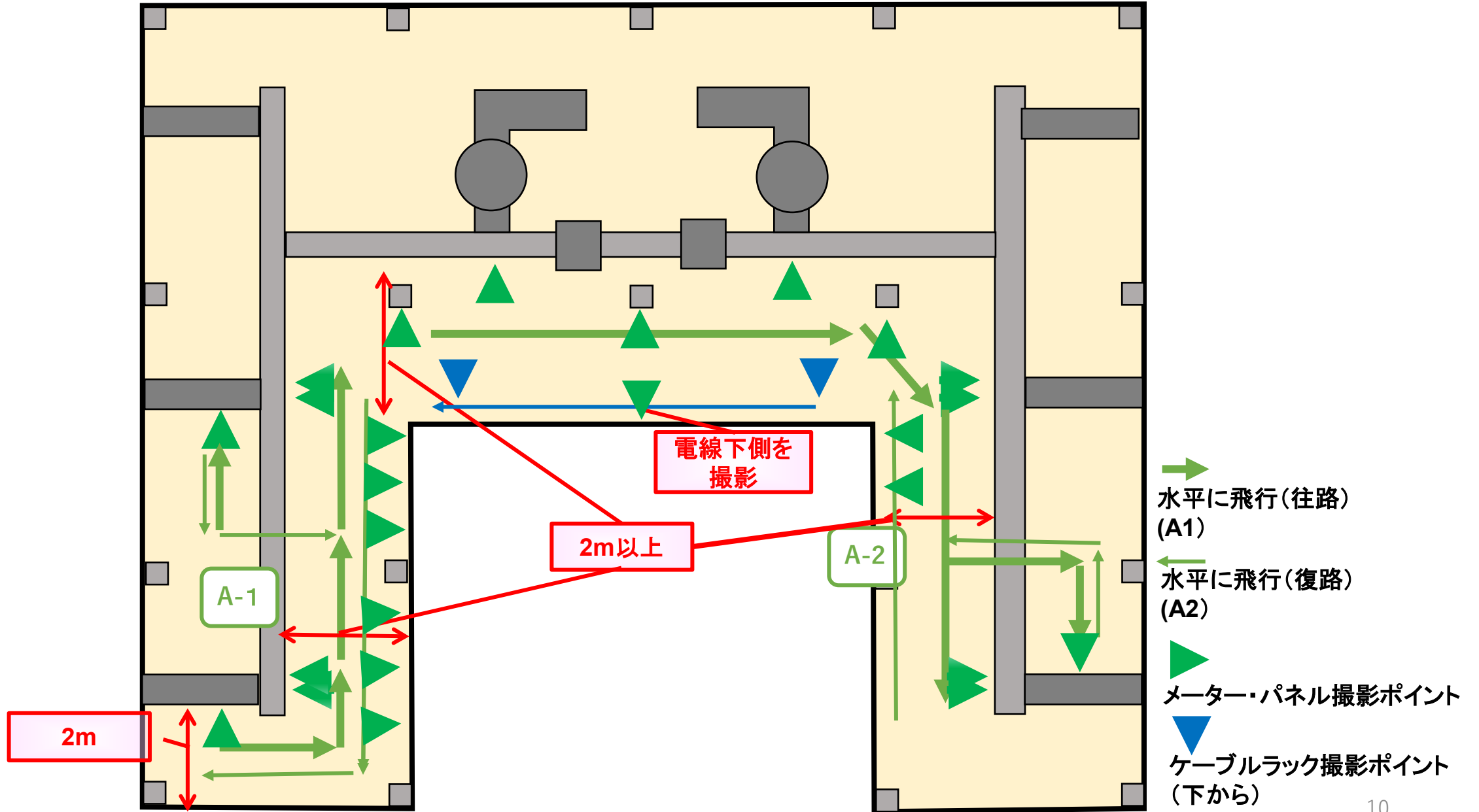


日付	場所	項目	値	単位	備考
24	屋外メーター (2F)	電圧	1.5	0.5	0.5
25	屋外メーター (2F)	電圧	1.7	0.6	0.7
26	屋外メーター (2F)	電圧	1.8	0.7	0.8
27	屋外メーター (2F)	電圧	1.9	0.8	0.9
28	屋外メーター (2F)	電圧	2.0	0.9	1.0
29	屋外メーター (2F)	電圧	2.1	1.0	1.1
30	屋外メーター (2F)	電圧	2.2	1.1	1.2
31	屋外メーター (2F)	電圧	2.3	1.2	1.3
32	屋外メーター (2F)	電圧	2.4	1.3	1.4
33	屋外メーター (2F)	電圧	2.5	1.4	1.5
34	屋外メーター (2F)	電圧	2.6	1.5	1.6
35	屋外メーター (2F)	電圧	2.7	1.6	1.7
36	屋外メーター (2F)	電圧	2.8	1.7	1.8
37	屋外メーター (2F)	電圧	2.9	1.8	1.9
38	屋外メーター (2F)	電圧	3.0	1.9	2.0
39	屋外メーター (2F)	電圧	3.1	2.0	2.1
40	屋外メーター (2F)	電圧	3.2	2.1	2.2
41	屋外メーター (2F)	電圧	3.3	2.2	2.3
42	屋外メーター (2F)	電圧	3.4	2.3	2.4
43	屋外メーター (2F)	電圧	3.5	2.4	2.5
44	屋外メーター (2F)	電圧	3.6	2.5	2.6
45	屋外メーター (2F)	電圧	3.7	2.6	2.7

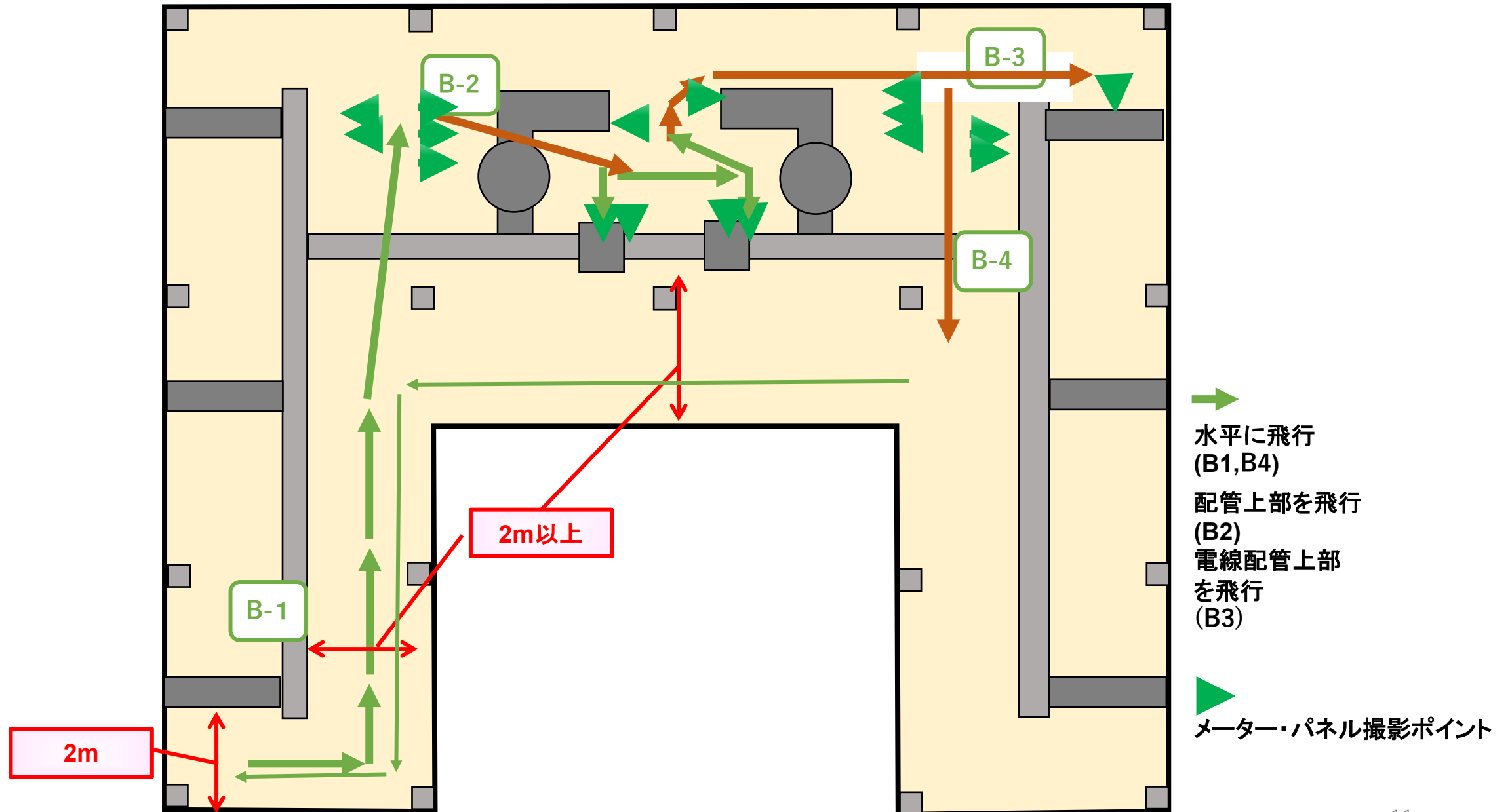
- ・天井の配線付け根付近の撮影を実施
※鉄道事業者からの要望により追加



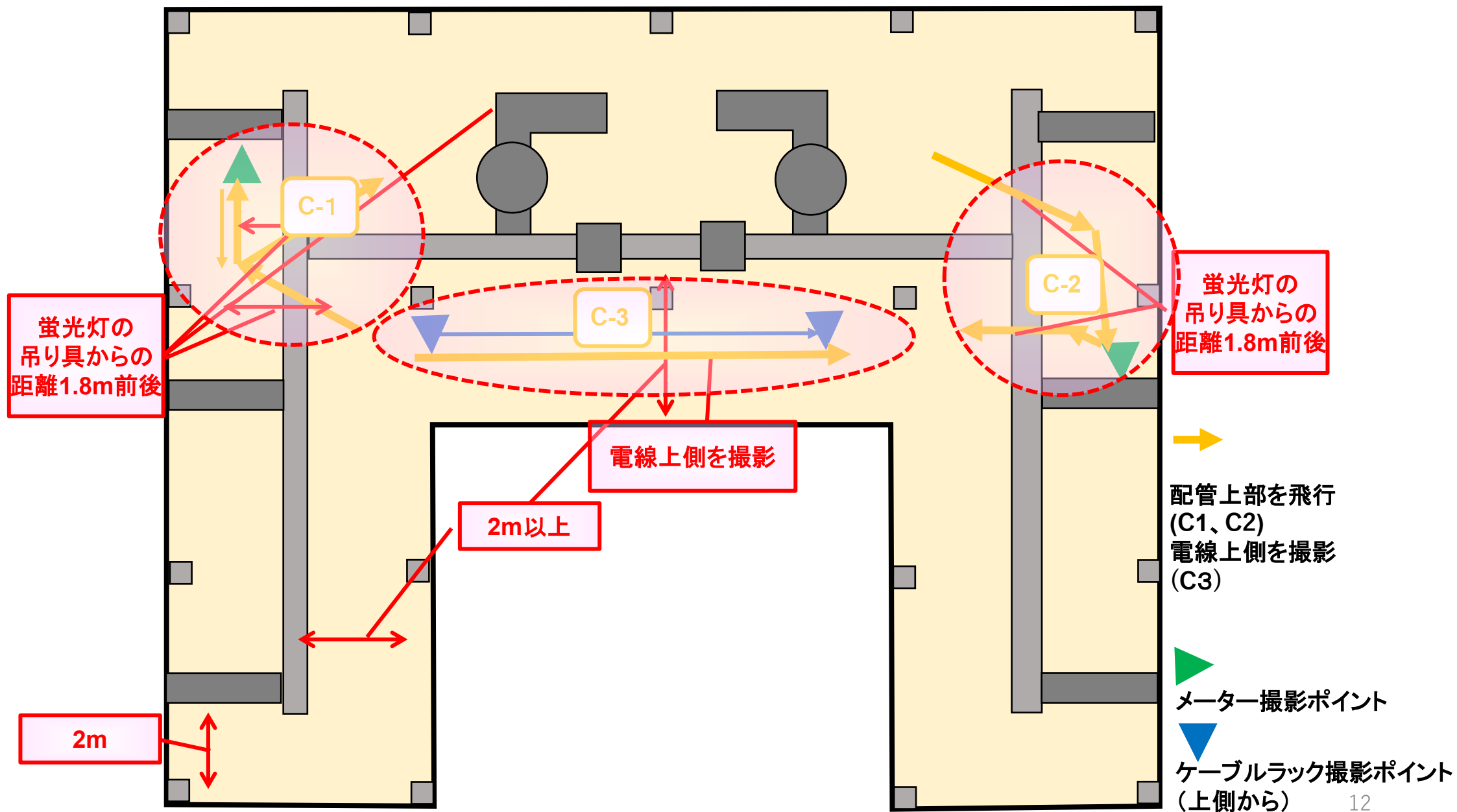
自動飛行ルート(A-1、A-2): 撮影対象25箇所+ケーブルラック配線(下から)



自動飛行ルート(B-1~B-4): 撮影対象17箇所



手動飛行ルート(C-1~C-3): 撮影対象2箇所+ケーブルラック配線(上から)



実証飛行により得られたデータ

自動飛行で撮影した静止画（1秒間隔）

- ・メーター
- ・パネル
- ・壁面に貼った屋外メーター画像
- ・ケーブルラックの配線（下からの撮影）



手動飛行で撮影した動画

- ・ケーブルラック（斜め上からの撮影）
- ・天井の配線付け根



結果概要

ウェブ台帳記入・AI読取実施方法

1. ドローン撮影画像をPC画面に表示し、専用のスマホアプリで撮影
2. ウェブ台帳へ自動記録（QRコード情報で紐付け）
3. AIによる数値読取が可能なものは、読取った数値がウェブ台帳に表示
4. 数値読取不可のものは、ウェブ台帳に記録された画像からメーターの数値もしくはパネルの点灯状況を目視確認し記入

読取対象	44箇所
------	------

飛行方法

自動航行による撮影	42箇所
自動＋手動での補助による撮影	2箇所

数値読取方法

AIによる数値自動読取	8箇所
ウェブ台帳記録画像を目視読取	36箇所



ウェブ台帳詳細(当初予定分No.1-32 ガス圧メーター、パネル)

No.	点検メーター名	詳細	QR	グラフ	11/19 00:00
17	7011_CB	編集	QR	グラフ	0.54
18	7011_監視装置	編集	QR	グラフ	0.54
19	7012_CB	編集	QR	グラフ	0.54
20	7012_監視装置1	編集	QR	グラフ	0.54
21	7021_監視装置1	編集	QR	グラフ	0.54
22	7022_監視装置1	編集	QR	グラフ	0.56
23	1号高配用変圧器パネル	編集	QR	グラフ	0
24	2号整流器用変圧器パネル	編集	QR	グラフ	1
25	1号整流器用変圧器パネル	編集	QR	グラフ	1
26	1号受電・MOFパネル	編集	QR	グラフ	1

7012_監視装置1



点検時間 2021/11/19 13:54:20

値

メモ ※数値は画像から手動入力

[保存する](#)

2号整流器用変圧器パネル



点検時間 2021/11/19 13:49:37

値

メモ ※数値は画像から手動入力
消灯=0
点灯=1

[保存する](#)

計32箇所

○目視判別可能

ウェブ台帳画像から目視で数値や点灯状況を確認

当初予定分32箇所

台帳画像からメーター数値、パネル点灯を目視確認し記入

ウェブ台帳詳細(追加分No.33-44 温度計、圧力計、オイルレベルメーター)

No.	点検メーター名	詳細	QR	グラフ	11/19 00:00
32	2号高配用変圧器パネル	編集	QR	グラフ	0
33	No1SR-Tr温度計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	26
34	No1SR-Tr圧力計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	0.5
35	No1SR-Trオイルレベル (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	4.7
36	No2SR-Tr温度計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	27
37	No2SR-Tr圧力計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	3.3
38	No2SR-Trオイルレベル (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	4.6
39	No3SR-Tr温度計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	23
40	No3SR-Tr圧力計 (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	8.9
41	No3SR-Trオイルレベル (壁面に画像貼付)	編集	QR	グラフ	4.9

No1SR-Tr温度計 (壁面に画像貼付)



点検時間 2021/11/19 13:59:52

値

メモ ※数値は画像から手動入力

[保存する](#)

計4箇所

○目視判別可能

現状多針タイプにはAIが未対応だが、目視での判別は可能

No2SR-Tr圧力計 (壁面に画像貼付)



点検時間 2021/11/19 13:58:18

値 [解析値に戻す](#)

メモ

[保存する](#)

計8箇所

◎自動読取可能

1針タイプで針の全体が見えている場合、AIの自動読取が可能

No3SR-Trオイルレベル (壁面に画像貼付)



点検時間 2021/11/19 16:10:30

値 [解析値に戻す](#)

メモ

[保存する](#)

圧力計(4箇所)については閾値を設定(5 kPa以下は異常値として赤色表示)

追加分12箇所(3種×4装置分、12/18に画像を壁面に貼付)

- ・ 8箇所はAIによる自動読取で数値記入
- ・ 閾値を設定し、異常値検知されたものは赤色表示
- ・ 多針タイプの4箇所は、記録画像から目視で確認し記入

ウェブ台帳(モニタリング画面)

事前に設定した閾値を外れた数値については、モニタリング画面で赤色に表示され、異常値が検出されていることが容易に確認できる

尼崎変電所
< 2021/11/19 00:00 - 2021/11/20 00:00 >

本点検 0 点検済 42 異常値 2 監視エラー 0 監視項目 0

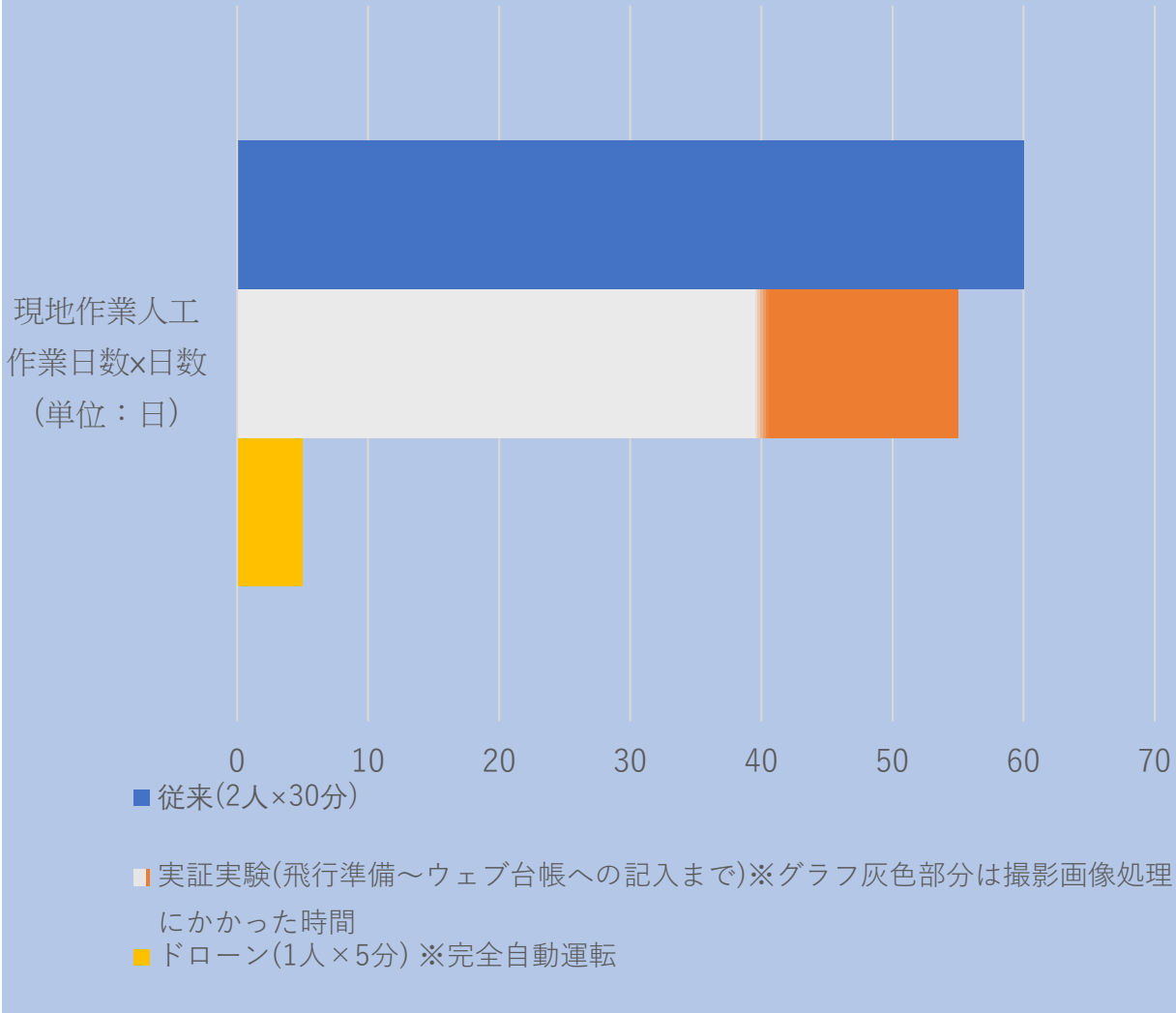
7001_CB	7001_監視装置1	7001_監視装置2
0.54 mV	0.54 mV	0.54 mV
7001_監視装置3	7002_CB	7002_監視装置1
0.54 mV	0.56 mV	0.54 mV
7002_監視装置2	7002_監視装置3	1G_CB
0.52 mV	0.54 mV	0.54 mV
1G_監視装置1	2G_CB	2G_監視装置1
0.54 mV	0.56 mV	0.54 mV
3G_CB	3G_監視装置1	4G_CB
0.54 mV	0.56 mV	0.54 mV
4G_監視装置1	7011_CB	7011_監視装置
0.54 mV	0.54 mV	0.54 mV
7012_CB	7012_監視装置1	7021_監視装置1
0.54 mV	0.54 mV	0.54 mV
7022_監視装置1	1号高配用変圧器バネル	2号変流器用変圧器バネル
0.56 mV	0 点灯検知	1 点灯検知
1号変流器用変圧器バネル	1号変電・MOFバネル	1号母線区分05バネル
1 点灯検知	1 点灯検知	1 点灯検知
2号母線区分05バネル	2号変電・MOFバネル	4号変流器用変圧器バネル
1 点灯検知	1 点灯検知	1 点灯検知
3号変流器用変圧器バネル	2号高配用変圧器バネル	No15R-Ti温度計 (変電に異常検付)
1 点灯検知	0 点灯検知	26 °C
No15R-Ti任力計 (変電に異常検付)	No15R-Tiオイルレベル (変電に異常検付)	No25R-Ti温度計 (変電に異常検付)
0.5 kV	4.7	27 °C
No25R-Ti任力計 (変電に異常検付)	No25R-Tiオイルレベル (変電に異常検付)	No35R-Ti温度計 (変電に異常検付)
3.3 kV	4.6	23 °C
No35R-Ti任力計 (変電に異常検付)	No35R-Tiオイルレベル (変電に異常検付)	No45R-Ti温度計 (変電に異常検付)
8.9 kV	4.9	16 °C
No45R-Ti任力計 (変電に異常検付)	No45R-Tiオイルレベル (変電に異常検付)	
7.0 kV	4.2	

本実証の成果と将来期待される効果

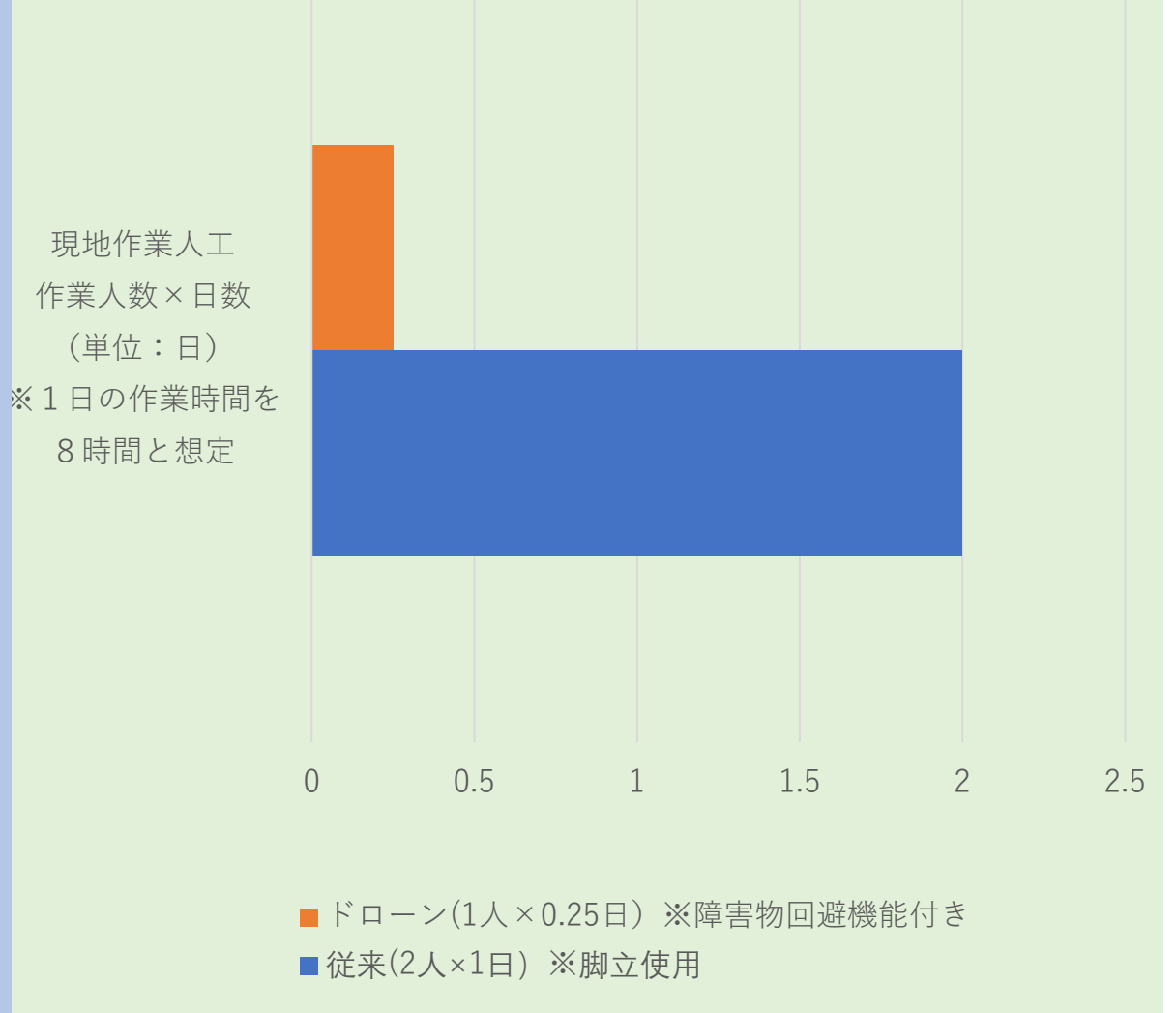
成果	期待される効果
自動飛行ドローン＋読取・ウェブ台帳ソフトの利用により、巡視点検業務を 一部自動化 することが可能	作業安全性の向上 省人化（コストの削減）
多数の点検箇所を 漏らさず迅速に 確認可能 ・約10分間の自動飛行(2フライト)で42箇所撮影	点検頻度の向上 点検漏れ防止
ウェブ台帳で一元管理することで、過去の傾向の把握や 異常値の自動検出 が可能	異常の見落しを防止 早期発見
高所の高電圧配線目視点検を 省力化 可能 ・足場、安全帯固定場所(高所作業要件)が不要 ・停電の必要がなく 日中に作業可能	作業安全性の向上 異常・不具合の早期発見

従来作業時間と本実証の比較

メーター・パネル等巡視(現状月1回)





高所配線点検(現状年一回)



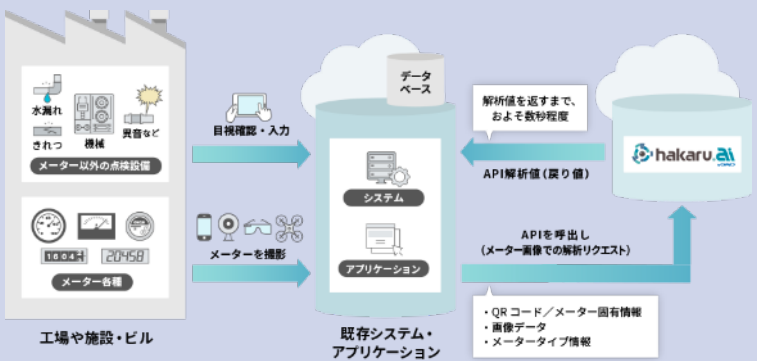

- ・ 巡視は完全自動化すると現地作業時間が**ゼロ**に
- ・ 短縮した時間で点検を**高頻度化**すると、異常の**早期発見**、設備の**安全性向上**につながる

今後の課題と解決策①

課題	解決策	図/イメージ
飛行や撮影データの取出しは現場に行く必要あり	機体をネットワーク接続 ドローンポートを設置	 <p>Skydio Dock (出典：Skydio Inc.)</p>
自動航行できない場所※ は手動による補助が必要	機体側技術開発 施設の改良	 <p>約1.8m</p> <p>約1m</p>

※機体から概ね半径1m以内に障害物がある場所

今後の課題と解決策②

課題	解決策	図/イメージ
<p>スマホアプリでドローン撮影画像を讀取</p>	<p>API連携 →システム上でAI解析・ウェブ台帳記録を実施</p>	 <p>The diagram illustrates the API integration process. On the left, '工場や施設・ビル' (Factory/Facility/Building) contains various meters and equipment. '目視確認・入力' (Visual check/entry) and 'メーターを撮影' (Photographing meters) lead to 'システム' (System) and 'アプリケーション' (Application). The system connects to a 'データベース' (Database) and 'hakarui AI'. The process involves 'API解析値(戻り値)' (API analysis value/return value) and 'APIを呼出し(メーター画像での解析リクエスト)' (Calling API (analysis request with meter image)). The output includes 'QRコード/メーター固有情報' (QR code/meter unique information), '画像データ' (Image data), and 'メータータイプ情報' (Meter type information).</p> <p>API連携(出典：GMOグローバルサインHD)</p>
<p>讀取対応外のメーターはウェブ台帳画像から目視で数値化</p>	<p>AI讀取可能メーターを拡大</p>	 <p>The image shows four different types of meters. The top-left is a 'COUPLING GAUGE' with one needle and a long scale. The top-right is an 'SF6 GAS DENSITY MONITOR' with multiple needles and short scales. The bottom-left is a circular gauge with one needle and a long scale. The bottom-right is a circular gauge with multiple needles and short scales.</p> <p>○一針かつ長針 ×多針、短針</p>

次年度の動き

1. 鉄道事業者と事業化に向けた具体的な検討を継続
 - ・ 適応可能な施設の検討
 - ・ 電力課（今回の担当課）以外の部署での活用検討
2. その他展開可能な業種、事業者の洗い出しと提案
3. API連携機能や自動読取可能なメーター種類の拡大
4. 機体の情報収集（ネットワーク接続、ドローンポート、より狭小な環境でも飛行できる機体 など）

ご清聴いただき、誠にありがとうございました。