

計装空気用コンプレッサー (1号機) の破損による 供給支障事故について

2022年6月28日
九州ガス株式会社

1. 会社概要
2. 会社組織
3. 事故の概要
4. 供給支障に関する時系列の事象
5. 津久葉工場フロー
6. 津久葉工場の構内配置
7. コンプレッサーの役割と破損の影響
8. コンプレッサーの構造
9. コンプレッサー破損原因
10. コンプレッサー破損状況
11. 諫早支店供給区域図
12. 遠隔監視システム
13. 諫早支店平面図
14. 計装空気用コンプレッサーの破損に対する対策
15. 事態の覚知が遅れたことに対する対策
16. 貝津ガバナの運転状態が安定せず復旧が遅れた事に対する対策

1.会社概要

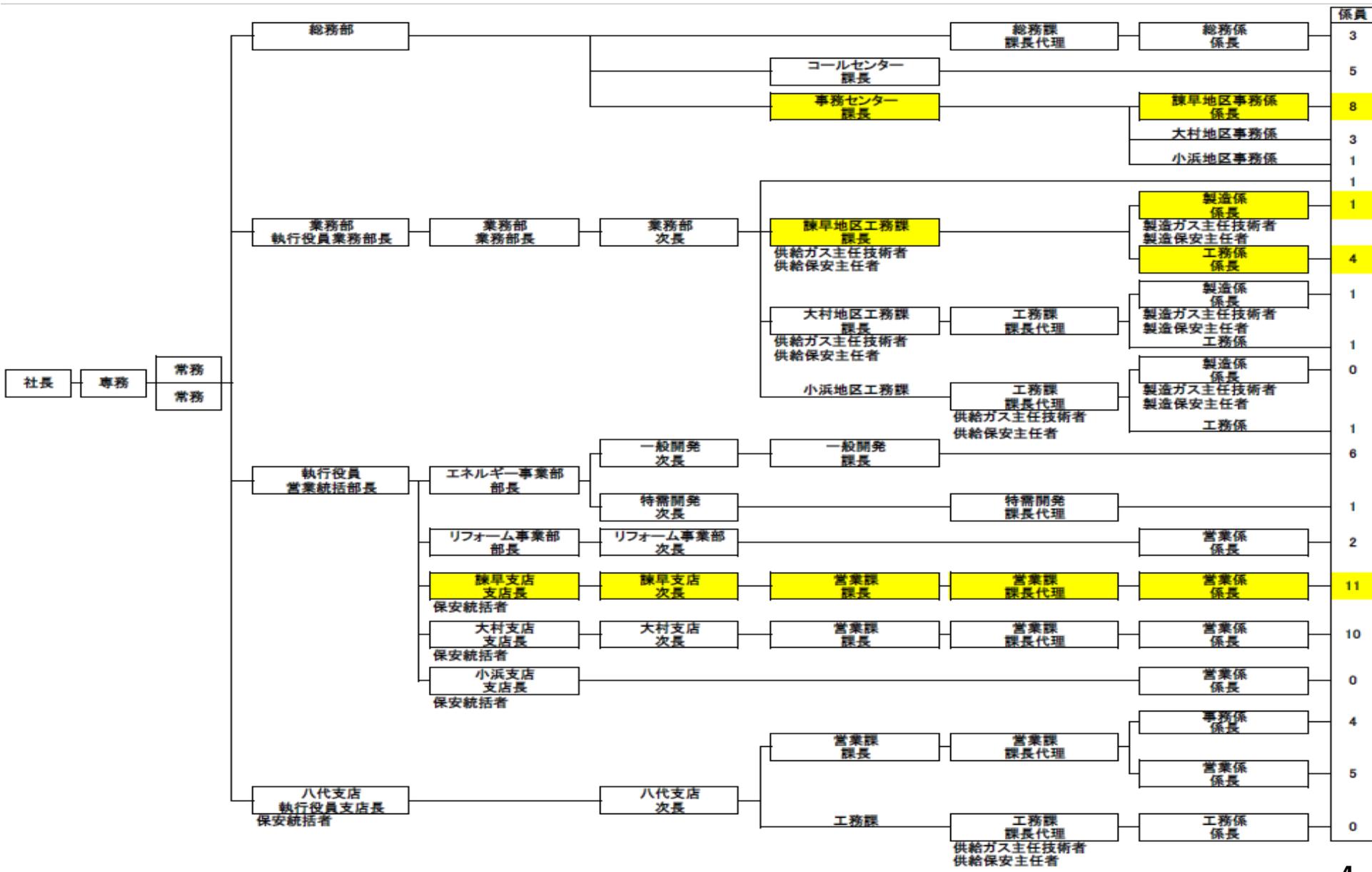
本社所在地	長崎県諫早市幸町1番23号	お客様件数	45,040件
設立	昭和34年7月4日	ガス販売量	22,041千m ³
資本金	8,000万円	供給区域	長崎県諫早市、大村市、 雲仙市小浜町、熊本県八代市
代表者	代表取締役社長 栗林 宏光		
従業員数	123名		

諫早支店

所在地 長崎県諫早市幸町1番23号

従業員数	70名	導管延長数	299.677km
お客様件数	19,601件	(中圧導管	24.117km)
ガス販売量	9,962千m ³	(低圧導管	275.560km)

2.会社組織



3.事故の概要

諫早市内のガス製造工場（津久葉工場）でのコンプレッサー※の破損により、令和4年4月4日（月）6時40分頃、同市の全供給区域（19,746戸）において、お客様への都市ガスの供給が停止。12時30分頃ガス供給を再開したが、貝津地区では設備の復旧に時間を要し、復旧完了は5日（火）12時頃となった。

※コンプレッサーとは

大気中の空気を圧縮し、ガスの送出圧力や流量を調整するための弁の動力源を供給する装置。ガスの製造工場では各部に弁が設置されており、防爆上の観点から、この動力源として主に圧縮した空気（計装空気）を使用している。なお、一般的には、空気の圧力が適切に保たれていれば弁の開閉具合は調節可能だが、空気の圧力が不足してしまうと、安全確保のため弁が閉止し、ガスの製造も停止する機構となっている。

原因 1

コンプレッサーの破損により空気が外に流出する状態となったため、弁に供給する空気の圧力が不足し、弁が閉止した。結果、ガスの製造も停止し、供給支障に至った。コンプレッサー内のナットのゆるみが設備の振動を引き起こし、設備の破損につながったが、ナットのゆるみも、振動も覚知できていなかった。

原因 2

また、津久葉工場のガス製造設備を遠隔監視していた諫早支店において、設備に異常が発生した場合に警報を発報する装置（警報盤）のスイッチを「切」にしていたため事態の覚知が遅れた。警報は前日3日（日）23時2分に発報されていたにもかかわらず、覚知したのは4日の6時15分頃となった。

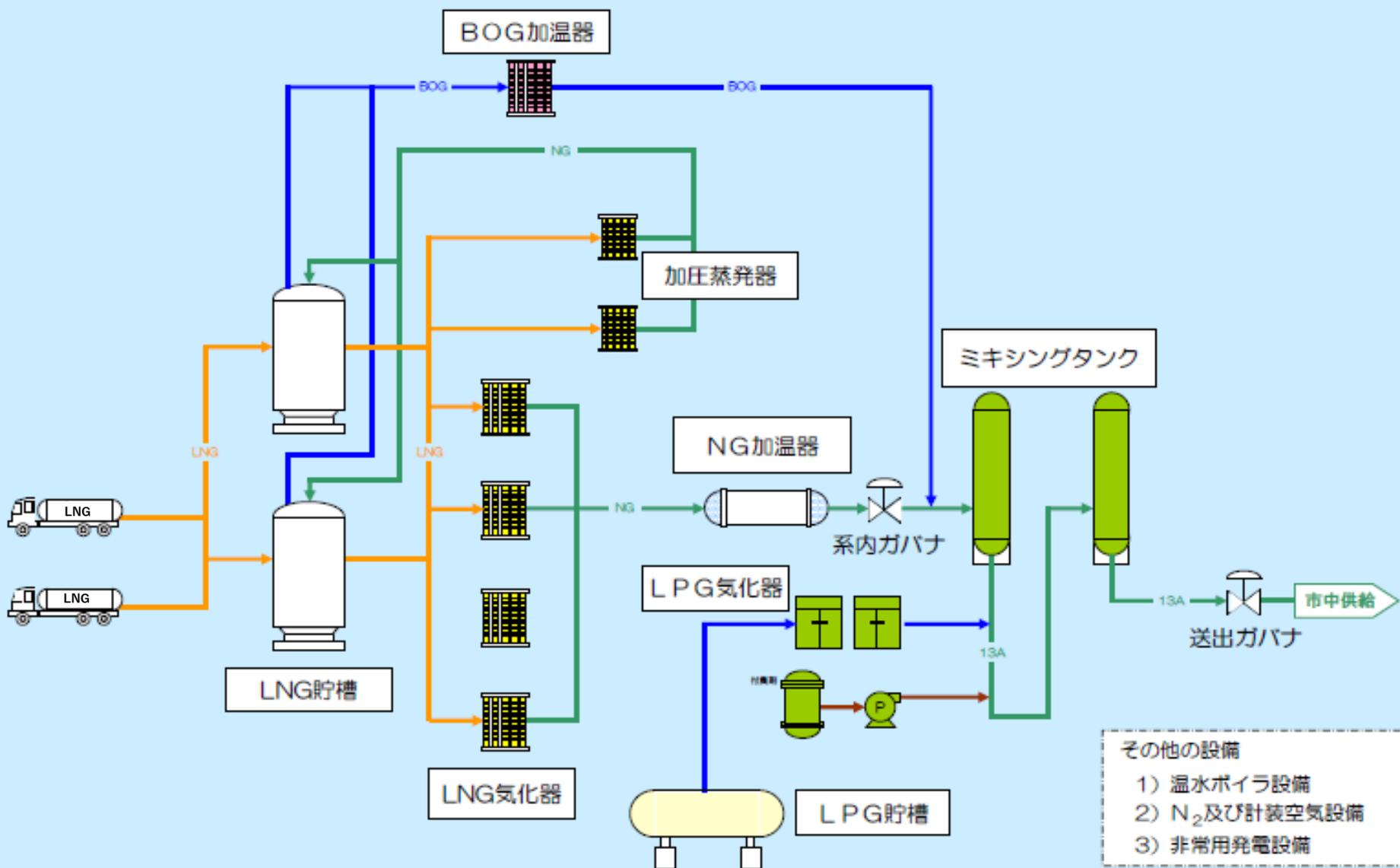
原因 3

更に、供給停止からの立ち上げのような非常時を想定した教育は実施しておらず、また、メンテナンスの外注比率の高まりにより現場でのOJT機会も減少していたため、施工技術の低下が生じ、貝津地区に設置されたガスの圧力を調整する設備（ガバナ）の運転状態を安定させられず、同地区にて復旧に遅れが生じた。

4.供給支障に関する時系列の事象

日付	時刻	内容	備考
2022 4/3	23:02	津久葉工場で計装空気圧力最下限警報発報 (計装空気用コンプレッサの破損による圧力低下)	警報盤のスイッチがOFFとなっていたため、諫早支店の宿直者は覚知できず
4/4	1:53	計装空気圧力が0に至った	自動弁が駆動できずプラントが安全側に移行し停止した
	6:15頃	諫早支店の宿直者が圧力監視システムの警報音を覚知	各地区ガバナ一次側圧力低下の警報
	6:40頃	需要の増加に伴い「ガスが出ない」との通報が相次いだ	供給支障事故発生
	7:09	諫早支店全社員に対して緊急出動を要請	
	7:10頃	津久葉工場の応急復旧作業に着手	
	7:20	大村、八代、小浜支店及び九州テクノ(株)へ応援出動要請	
	9:27	津久葉工場のガス製造が復旧(中圧導管の昇圧開始)	
	12:30頃	ガス供給を再開 (地区ガバナを順次稼働し低圧導管へ供給開始)	貝津ガバナのみ調整作業を継続
	15:30頃	貝津ガバナを停止し、貝津地区全戸のメータガス栓閉止作業開始	全戸数約800戸 開栓数527戸
	17:00頃	老健西諫早様への移動式ガス発生設備設置作業を開始	復旧の遅れに伴い、当社の判断で設置
	18:30頃	貝津地区 全戸のメータガス栓閉止作業完了	
21:00頃	貝津地区 開栓作業の個別巡回を開始		
4/5	2:00頃	貝津地区 開栓作業の個別巡回を一旦終了	残り295戸で終了
	7:00頃	貝津地区 開栓作業の個別巡回を再開	残り295戸から再開
	12:00頃	貝津地区 全戸で開栓作業の個別巡回を終了し、復旧完了	使用可能となったお客様累計502戸 不在完了(チラシ投函)25戸 残0戸

5.津久葉工場フロー



6.津久葉工場の構内配置



計装空気用コンプレッサー
(機械室内設置)

ミキシングタンク

LNG気化器

LNG貯槽

7.コンプレッサーの役割と破損の影響

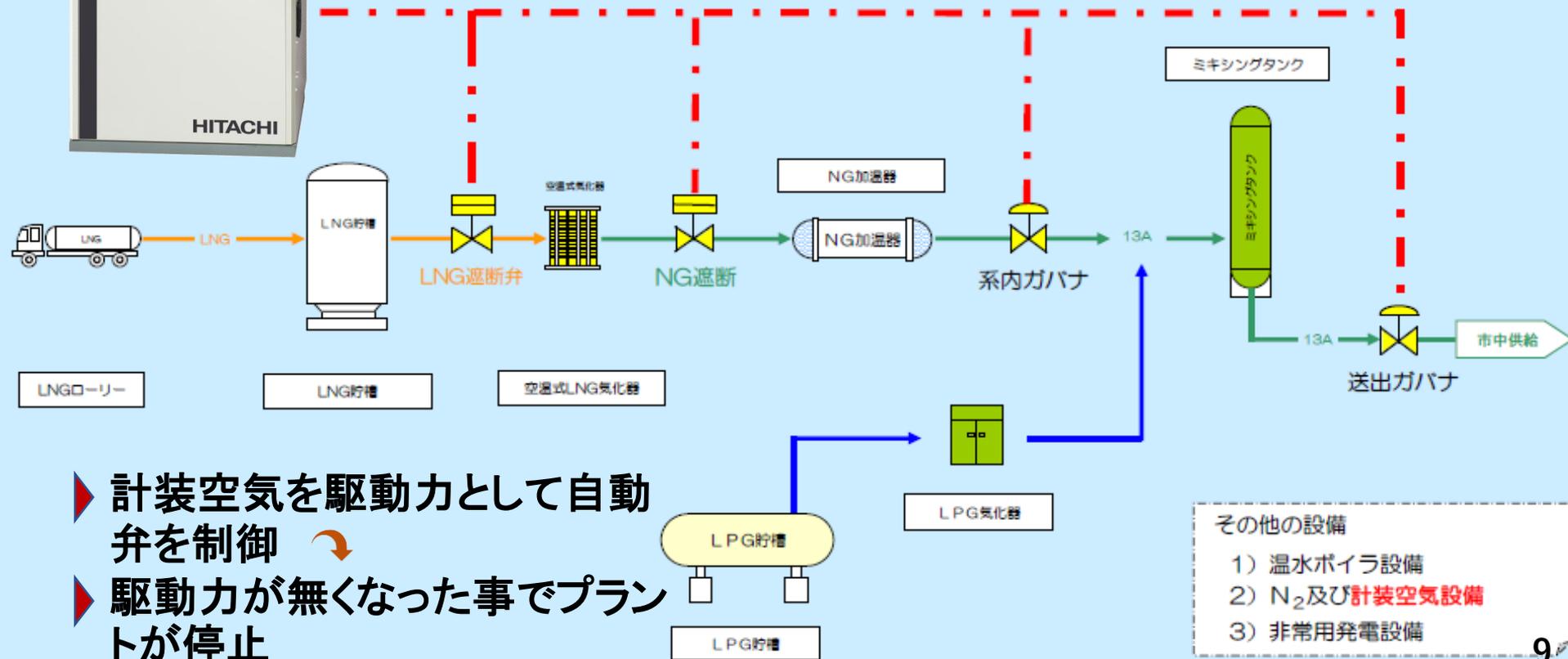
コンプレッサー



自動弁 (遮断弁)



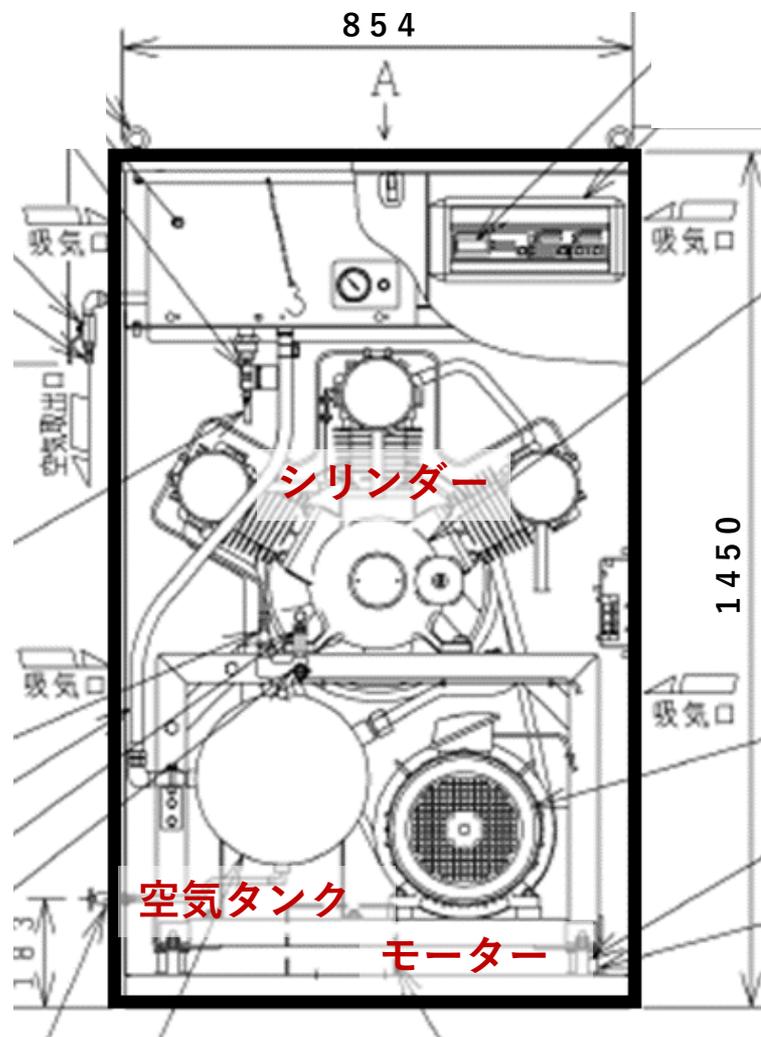
自動弁 (調節弁)



- ▶ 計装空気を駆動力として自動弁を制御
- ▶ 駆動力が無くなった事でプラントが停止

- その他の設備
- 1) 温水ボイラ設備
 - 2) N₂及び計装空気設備
 - 3) 非常用発電設備

8.コンプレッサーの構造



9.コンプレッサー破損原因

(九州日立報告書抜粋)

中気筒シリンダ前側の固定ナット2箇所^①に緩みが生じた可能性がある



圧縮機運転中の振動により、シリンダ前側フランジ部が摩耗する
(不具合発生までの間、背面側2本の固定にて運転していた)



シリンダ前側フランジ部の摩耗が進行したことで、固定ナットとシリンダ前側フランジ面の隙間が拡大する(シリンダとクランクケースの締結力低下)



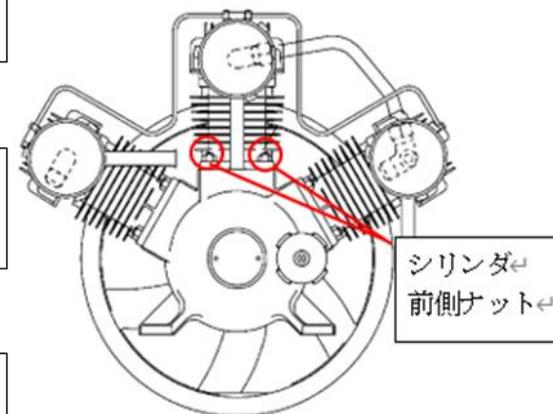
固定ナットとシリンダ背面側のシリンダ固定部を支点に前側のフランジ部が振動することで、さらに隙間が拡大する



前側のフランジ部が振動することでシリンダ背面側フランジ部および配管の右気筒接続部が支点となりフレア一部に亀裂が生じる

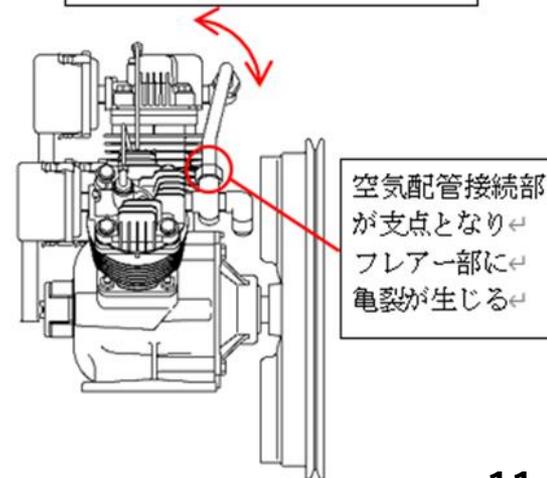


運転時間の経過とともにシリンダ背面側フランジ部および空気配管フレア一部が破損



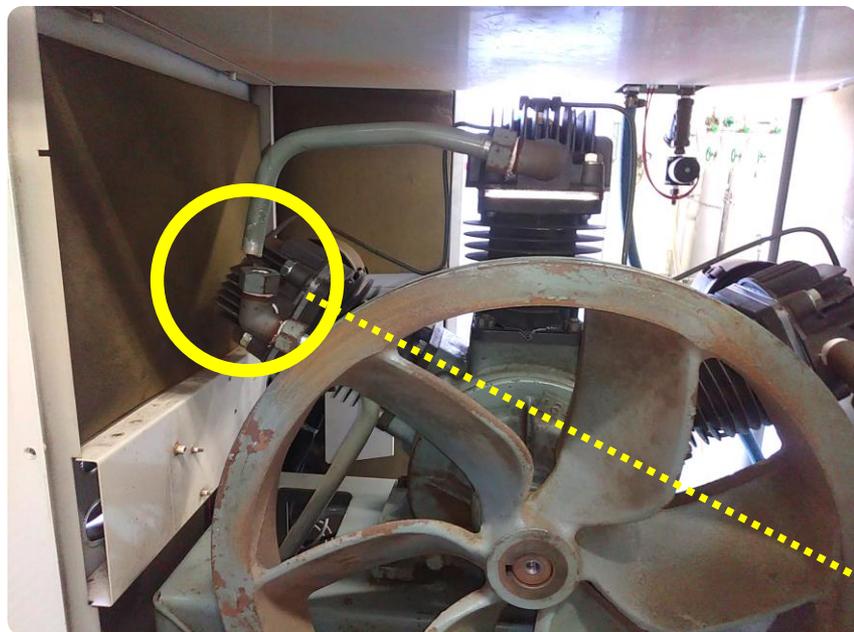
シリンダ
前側ナット^①

シリンダ背面側ナットを支点に
シリンダが前後に振動^②



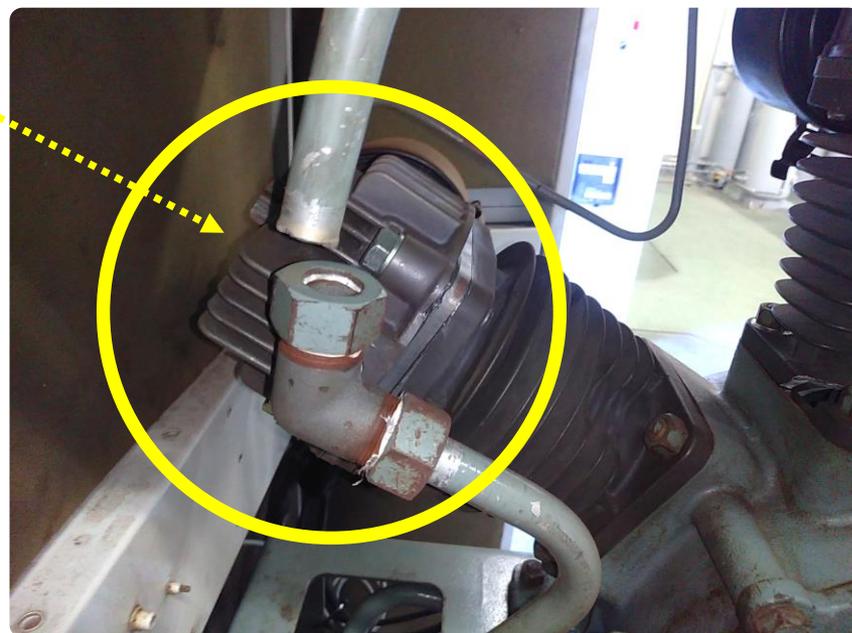
空気配管接続部
が支点となり^②
フレア一部に^③
亀裂が生じる^③

10.コンプレッサー破損状況 ①



固定ナット 2 カ所に緩みが生じた原因としては、昨年の定期検査（九州日立へ外注）における分解組立作業のミスによるものと想定される

配管破損状況 - 1



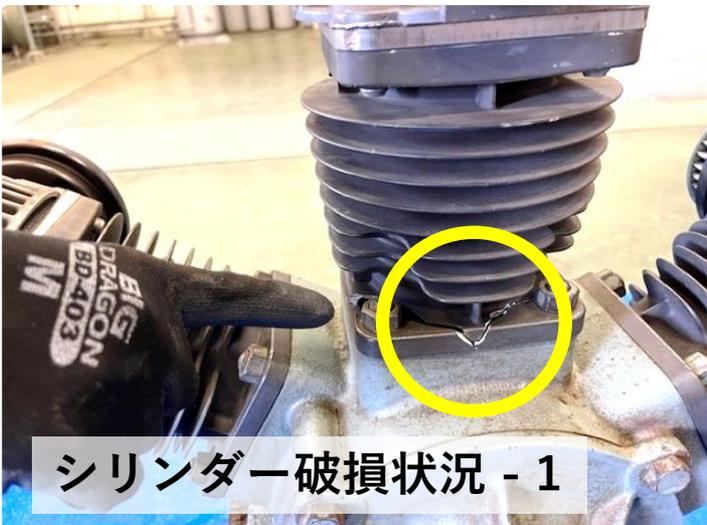
10.コンプレッサー破損状況 ②



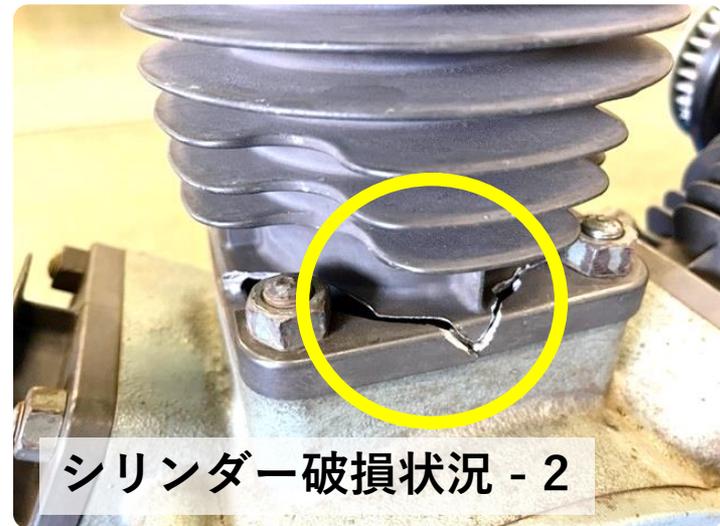
配管破損状況 - 2



配管破損状況 - 3



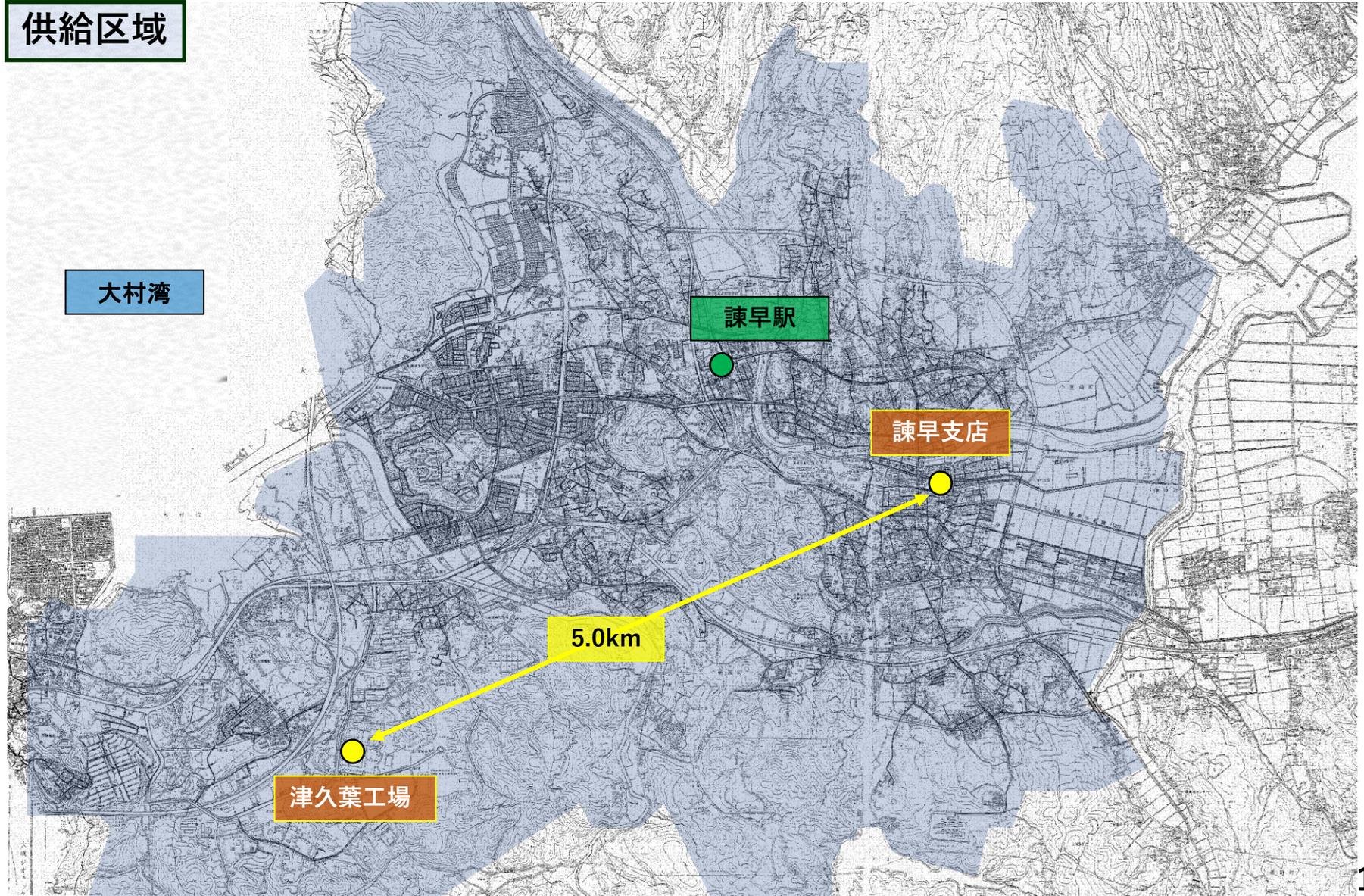
シリンダー破損状況 - 1



シリンダー破損状況 - 2

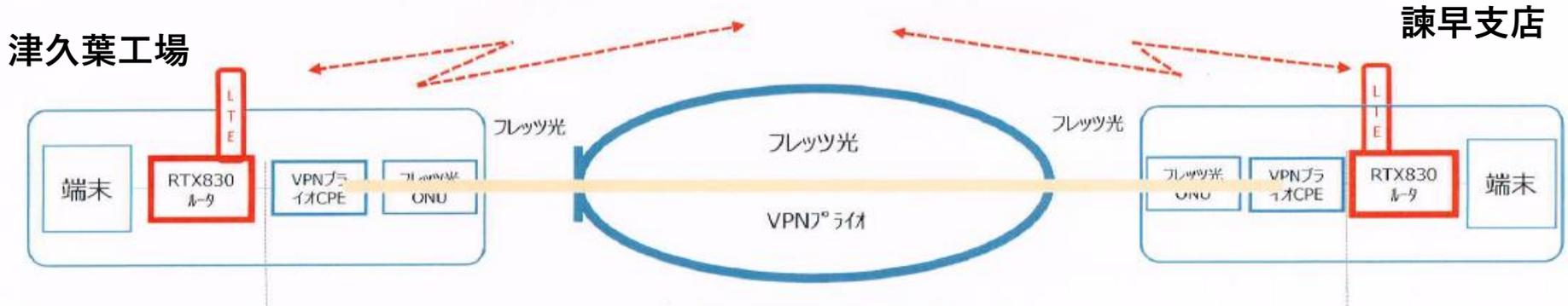
11. 諫早支店供給区域図

供給区域



12.遠隔監視システム

□フレッツ光(ベストエフォート回線)+VPNプライオ(VPNワイド)+NTTネオメイトアークステージ利用



諫早支店における監視体制

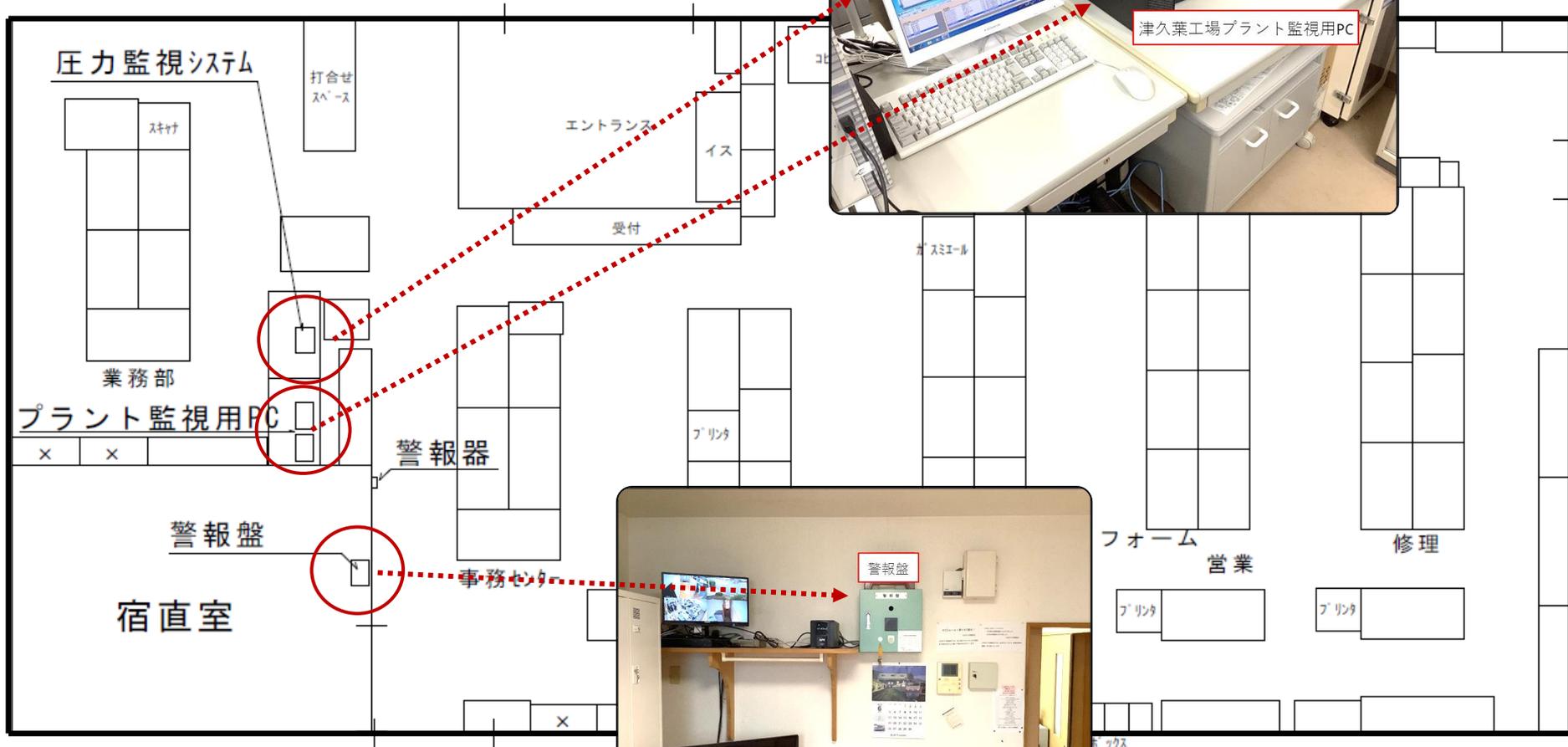


津久葉工場プラント監視用PC



警報盤 (宿直室設置)

13. 諫早支店平面図



14.計装空気用コンプレッサーの 破損に対する対策

原因の検証	対策
<p>固定ナット2カ所に緩みが生じた。</p>	<p>定期修理時のトルク管理が必要な各ボルト・ナットについては管理記録を残す事及び、トルク管理が完了したボルト・ナットには合マークを付けることを九州日立で実施する事とし、当社の日常点検や整備時に目視にて緩みがないかを確認できるようにする。</p>
<p>定期点検における分解組立作業のミスを見逃した可能性。</p>	<p>メンテナンス(検査)時の分解・組立作業について、最終確認は、「原則ガス主任技術者立会い」として確認精度のレベルアップを図る。あわせて、若手係員のOJTを同時に行うなどして、係員の確認スキル向上を図る。</p>
<p>破損に至る前兆を覚知することができなかった。</p>	<p>巡視点検における点検要領を定め、維持・管理の精度向上を図ると共に、担当者をローテーションする等して点検のマンネリ化を防止する。(「振動計」を用いた点検を追加する等を予定)</p> <p>当該機 (AC-1) およびバックアップ機 (AC-2) 共に振動センサーを備えた最新機種への更新を行う。</p>
<p>1・2号機につながる計装空気ラインに逆止弁が設置されていなかった。</p>	<p>今後の同様な不具合発生を想定し計装空気用コンプレッサーの出口へ新たに逆止弁を設け、計装空気の多量漏出を防ぐ。</p>

15. 事態の覚知が遅れたことに対する対策

原因の検証

対策

警報盤「入・切」スイッチが「切」になっていた。

警報盤「入・切」スイッチを無くし、警報発生時には必ず発報するように改良を行う。

プラントの異変を直接保安係員等のスマホ等へ発報するシステムを導入する。

プラント監視用PCの警報テストが不十分であった。警報盤のスイッチが「切」となっていた事に気づかなかった。
宿直時の点検の際にも警報盤のスイッチを確認しなかった。

定期的（週1回以上）にプラント監視用PCの警報テストを実施する。

供給ガスの圧力を常時監視する別システムである「圧力監視装置」からの警報も発報したものの宿直者が宿直室で気付くことができなかった。

「圧力監視装置」からの発報も確実に覚知出来るよう二重の監視状態を構築し、上記同様に定期的な警報テストを実施する。

プラントの遠隔監視に対する宿直の任務が明確にされていなかった事や、監視装置についてマニュアル等の整備・運用が不十分であった事が考えられる。

宿直者等に対する津久葉工場のプラント監視マニュアル及びガバナ圧力監視マニュアルをより判り易いものへ見直し、保安体制の確実な構築を図る。

プラントの遠隔監視体制について保安教育を徹底して来たつもりであったものの、時間の経過とともに危機管理意識が低下し、従事者に対する教育・指導が形骸化していたものと推測される。

全従業員を対象に定期的(年2回、4月・10月を予定)な保安教育として実施し、安定供給に対する保安意識の向上に繋げる。また、異変が起きた場合は確実に覚知出来る事と、覚知した場合に取るべき行動を徹底して教育する。

16. 貝津ガバナの運転状態が安定せず 復旧が遅れた事に対する対策

事故原因

供給停止からの立上げのような非常時を想定した教育は実施していなかった。
既存の運転要領書については、現場操作に即しておらず判り辛かった事で、実効性が低く、役割を果たしていなかった。

定期的な社内教育が継続出来ていなかった。
ガバナ操作を行えるのが限られた係員であった。

メンテナンス作業の外注比率が増え、維持・管理業務が主体となり現場でのOJT機会も減少してしまったことで、運転操作を含めた施工技術(能力)の低下に繋がった。

対策

ガバナの設置状況も踏まえながら運転要領書をより判り易いものへの見直し、操作・作業の標準化を図る。

ガバナ操作・作業に関わる維持・管理のスキルアップを図る目的で、技術研修等を適宜開催するなど、教育・訓練の強化に取り組む。また、ガバナ操作を行えるのが限られた係員であったため、係員全員へ教育・訓練を行い操作スキルの平準化を図る。

ガバナ教育の進捗により係員のスキル向上に伴って、メンテナンス作業の外注比率を下げ、現場でのOJT機会を増加させることで、運転操作を含めた施工技術(能力)の回復に繋げる。