

2021年度 JPECフォーラム

**稼動信頼性向上のための技術調査
『保安情報活用プラットフォームの構築』**

2021年5月12日

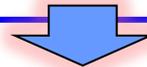
一般財団法人石油エネルギー技術センター
技術企画部

—禁無断転載・複製 ©JPEC 2021—

1. 経緯
2. 保安情報活用プラットフォーム（PF）概要
3. AI 解析トライアル
 - ① テキストマイニング + ベイジアンネット解析トライアル
 - ② オントロジー構築トライアル
4. 今後に向けて

保安分野における課題

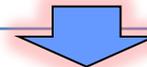
- 安定操業を維持するために基本となる、人財確保、技術伝承が共通の問題となっている。
- **保安（安全関係）情報は、テキストデータとして蓄積**されているため、必要な情報の検索や、複数の事例や状況を関連付けた解析は、ベテランの知恵や経験に依存している部分が多く、今後対応が困難となる事が予想される。



対応策：「情報活用のための仕組み」が必要

<現在の保安情報活用の課題>

- 一般的には各事例を、専門家やベテランにより解析し、発生装置、原因、対策などを整理しDB化して利用している。
- これらの方法は、個別事故事例についての内容理解や、設定された分類項目による統計解析を行うには有効である。
- 一方、多数の事例間の繋がり/関係性について解析し、利用者に「潜在的リスク」、「対応法」などに対する「気づき・ヒント」を提示し、トラブル未然防止・拡散防止へ有効利用することは難しい。



「テキストデータのA I 解析」が可能な 『保安情報活用プラットフォーム（PF）の構築』について検討

2. 「保安情報活用プラットフォーム（PF）の概要

保安情報活用PF（JPEC 運営/管理）

安全情報DB

事事故事例
ヒヤリハット
劣化事例
工事管理
教育資料
等

テキストデータのA I 解析

- テキストマイニング
- ベイジアンネット
- オントロジー

データ収集

公開情報
(国内・海外)

石連
事事故事例

公官庁等に
届出した事故情報

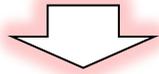
データ活用

石油会社

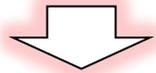
- ・日常点検での利用
- ・事故発生原因の絞り込み
- ・事故防止対策立案
- ・非定常操作時に類似事例確認
- ・教育、技術伝承

JPECの目指す「保安情報活用 P F」で利用する テキストデータ AI 解析方法についてトライアルを実施

- 各事例の報告に記載された「単語」に注目し、テキストマイニングにより解析・整理
- ベイジアンネットにて確率推論

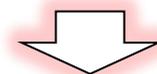


簡単に、各事例の繋がり/関係性の解析が可能となる（簡易的解析）

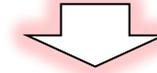


① テキストマイニング+ベイジアンネット 解析トライアル

- 技術情報・知識の体系化（オントロジー構築）
- 事故事例等をオントロジーと紐づけ



技術情報に基づいた解析、各事例の繋がり/関係性が可能となる（詳細解析）



② オントロジー構築トライアル

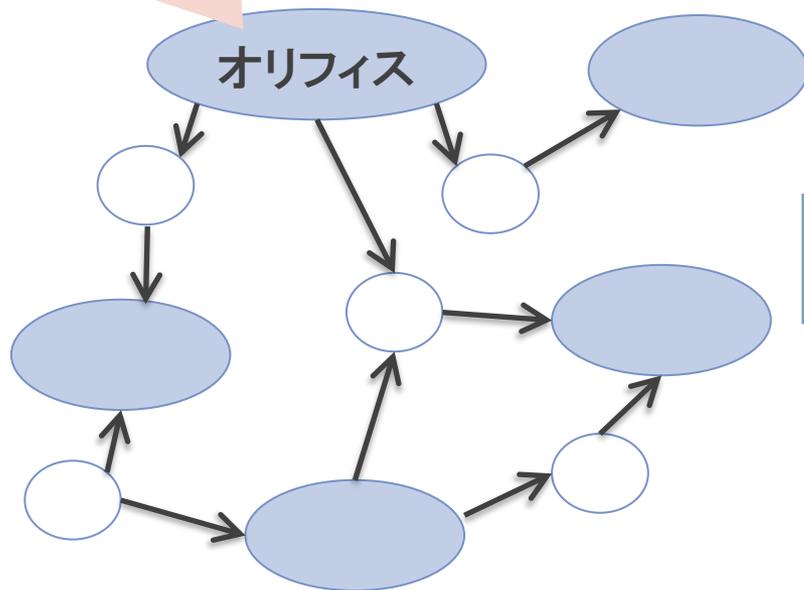
テキストマイニングにて解析に用いる単語を抽出

⇒各単語についてベイジアンネットを用いて解析

(例) 原因からの推論

装置『オリフィス（流体の流量調節や測定などの用途で開口した穴）』を入力単語とし、関連する事例の抽出を行う。

エビデンス(確定値)を入力



◆関連する事例

- ・ 『事故-26』
～残油接触分解技術実証化装置における
高圧水素の逆流による槽の爆裂火災

- ・ 『事故 - 48』 『事故 - 186』

◆関連する単語

- ・ 装置 『調整弁』

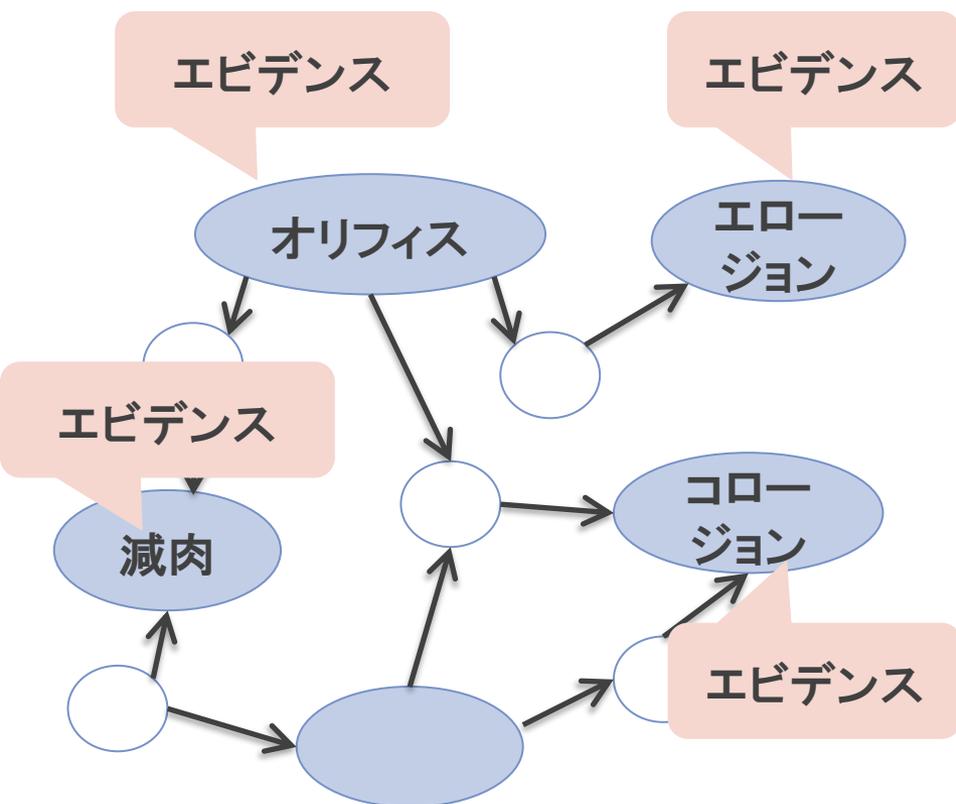
- ・ 物質 『危険物』

- ・ 異変 『エロージョン』

- 『コロージョン』

- ・ 被害 『減肉』

入力単語を追加する



関連する事例

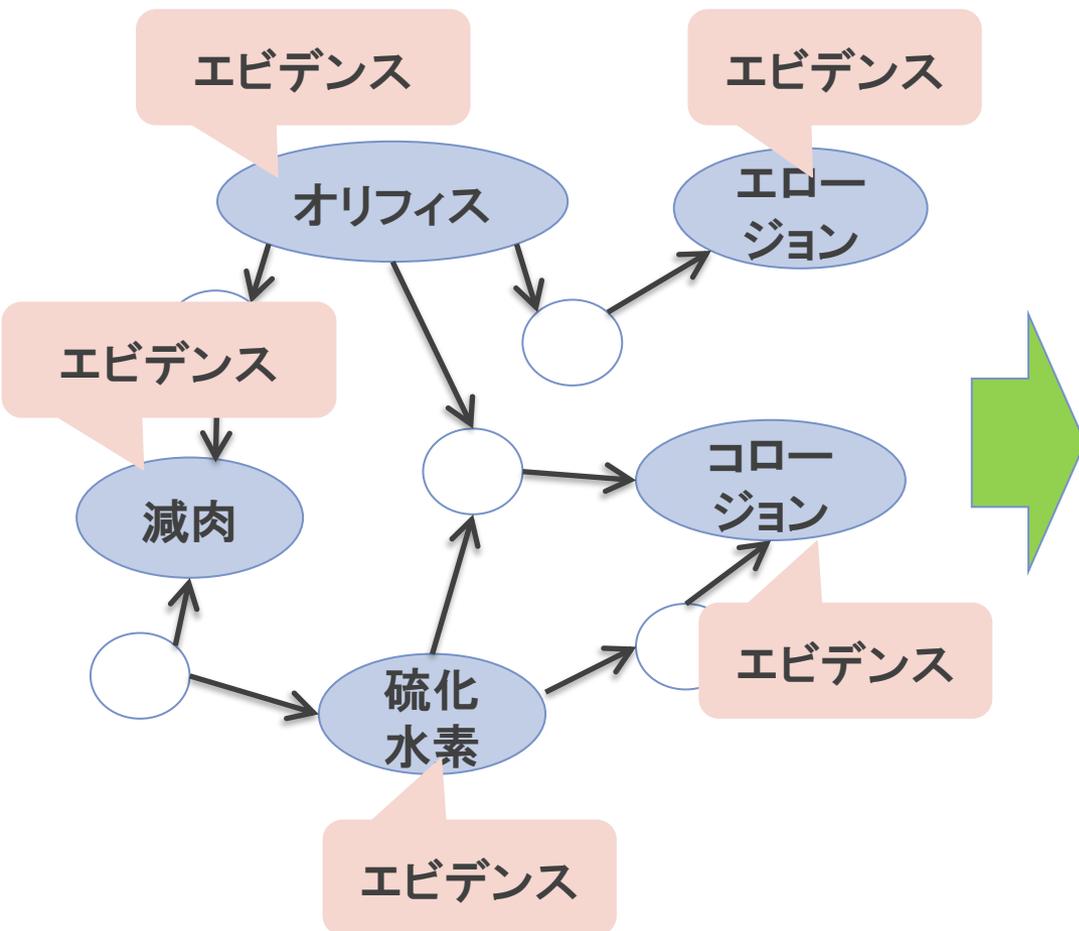
・『事故 - 181』
～芳香族製造装置 触媒移送配管の
エロージョン・コローションによる
漏洩火災

- ・『ヒヤリハット - 169』
- ・『ヒヤリハット - 126』

関連する単語

- ・作業 『操作』 『パージ』
- ・物質 『硫化水素』
- ・その他 『蒸気雲』
『フレア』

入力単語を更に追加する



関連する事例

- ・『事故 - 27』
～重油間接触脱硫装置の凝縮器
出口配管腐食による水素ガス漏洩
爆発

- ・『事故 - 181』 『事故 - 95』

関連する単語

- ・物質 『アンモニア』
- ・その他 『推定』
『フレア』

①解析トライアル：テキストマイニング+ベイジアンネット

保安情報活用PF (JPEC 運営/管理)

安全情報DB

事故事例
ヒヤリハット
劣化事例
工事管理
教育資料
等

テキストデータのAI解析

- テキストマイニング
- ベイジアンネット
- オントロジー

データ収集

公開情報 (国内・海外) 石連 事故事例 公官庁等に届出した事故情報

データ活用

石油会社

- ・日常点検での利用
- ・事故発生原因の絞り込み
- ・事故防止対策立案
- ・非常操作時に類似事例確認
- ・教育、技術伝承

利用イメージ (例)

現在

- ベテランの知見

将来

- 蓄積された情報を解析した「知識(AI)」

モバイル端末に表示させる「情報」がポイントとなる

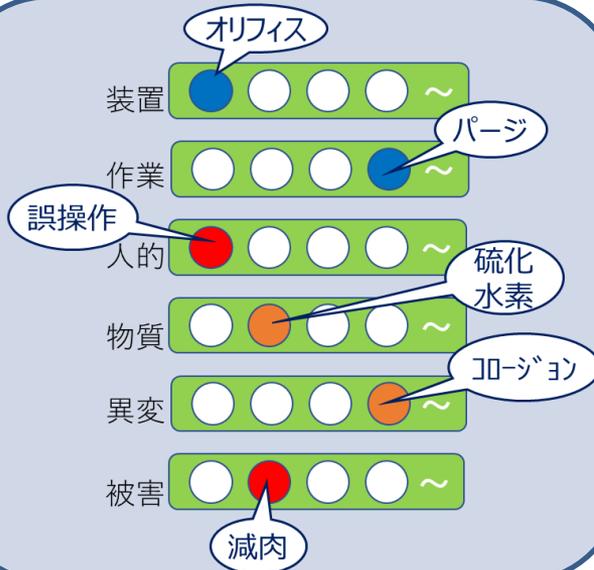
将来製油所の共通のイメージ

【スマホ型の情報端末を持つ】⇒【作業誘導、点検誘導の機能】



イメージHoneywell社
情報統合、
モバイル情報端末

<https://www.honeywell.com/us/en/honeywell-forge/worker-success-stories>



オントロジーとは？

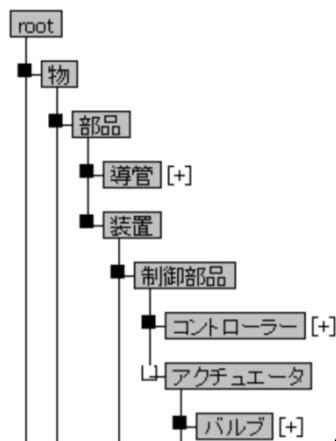
オントロジーとは本来、哲学用語で「存在に関する体系的な理論」のこと。
 知識処理の分野では知識システムを構築する際に用いられる基本概念の体系的記述をいう。

オントロジーを利用することで得られるメリット

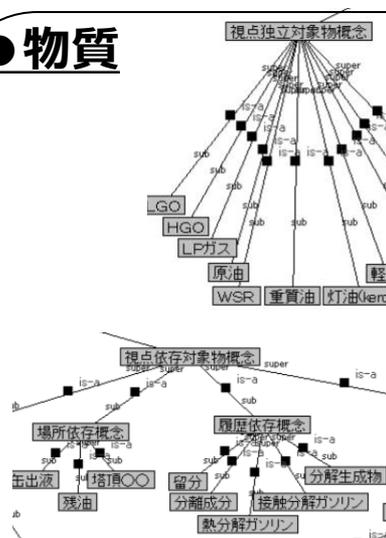
- 暗黙情報の明示化
- 共通語彙の提供
- 知識の体系化
- 標準化

石油精製オントロジー（例）

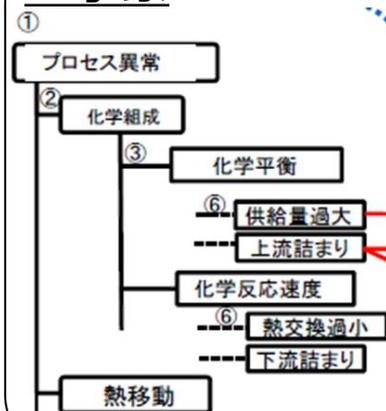
●プラントの構造



●物質



●事象



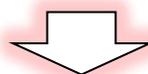
●体系的に整理された技術資料を利用

⇒メンテナンスデータ規格 (ISO14224)

⇒石油学会維持規格
 ※ 業界共通の技術情報の知識化

事故事例等テキストデータを機械(PC)が処理を行える様に意味を持たせるために利用

- 石油学会維持規格は、石油精製事業所における設備性能を維持し、事故の防止及び保安の確保を図るため、石油業界に広く用いられている（各社基準に反映されている）。
- 石連が水平展開する事故事例との紐づけが行われている。
- 石油学会維持規格は、石油業界に必要な「保安・保全に関する知識」の業界共通の技術資料であり、常に改訂が行われ最新事項についてもフォローされている。



但し、石油学会維持規格は、テキスト情報（人が読み、学習するための形態）であり、AI利用のためのコンピューター解析が可能な情報源となっていない。



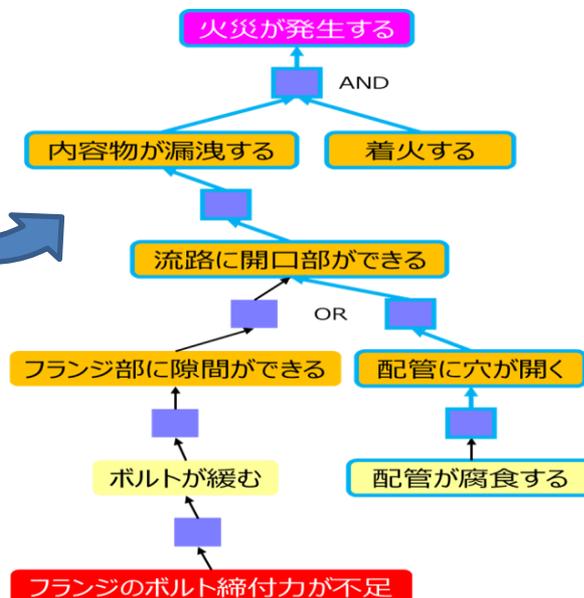
石油学会維持規格を用いて「オントロジー」を構築

- ⇒ AI 利用可能な情報に変換
 - ⇒ 知識の体系化のツールとして利用
 - ⇒ 日常点検補助、事故事例解析・リスクアセスメント …)

JPI-8S-1-2018 配管維持規格

- 石油精製事業所における設備等の性能を維持し、事故の防止及び保安の確保を図るため、石油精製事業所の配管維持について規定

テキスト情報で書かれた知識をコンピューターで処理できる形に変換



事故事例の報告書
原因：配管が腐食する
結果：火災が発生

1. 体系的に整理した知識の活用

- ・専門家、熟練者の知見、経験、ノウハウの保存、伝承、共有化
- ・教育に活用。まとめとして利用、詳細は元の文書にリンクを張って参照
- ・現場の作業手順、注意点、トラブルシューティングなどのガイダンスとして利用

2. 分解木を用いたトラブル事例の整理・解析

- ・データベースに蓄積された事故事例やヒヤリハットを対応する分解木の枝に紐付ける
- ・類似した事故やその対策の検索、原因の分類や重大性の評価などの解析に利用

②オントロジー構築トライアル(業界共通技術資料のAI利用)

要因：主たるメカニズム＋硫化水素が滞留する部位であったことが助長

- ・事例は主たるメカニズムと助長するメカニズムに紐付ける
- ・事故事例DBの報告書にリンクし，相互に参照可能とする

主たるメカニズム

(事例1) 平成12年2月に神奈川県製の油所で発生した常圧蒸留装置オーバーフラッシュ配管の火災事故を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.1)

(事例31) 平成16年12月に千葉県の製油所で発生した減圧蒸留装置スロップワックス配管の火災事故を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.75)

助長するメカニズム

水平配管でオリフィス上下流や
ポンプ出口下流で気液分離が起きる

減圧蒸留装置原料油
余熱系である

事例98

(事例98) 平成23年7月に岡山県の製油所で発生した減圧蒸留装置原料油予熱系の漏洩火災事故事例を基に追記した。(石連事故事例報告 保安 No.245)

常圧蒸留装置オーバー
フラッシュ配管である

減圧蒸留装置スロップ
ワックス配管である

事例1

事例31

事例1

事例31

事例98

硫化鉄を生じる

流速が大きい

流体が高温である

硫化水素が存在する

鋼と接触する

配管系が腐食する

高温硫化物腐食・エロージン
が発生する

エロージン・コロージンが生じる

硫化鉄被膜が剥離する

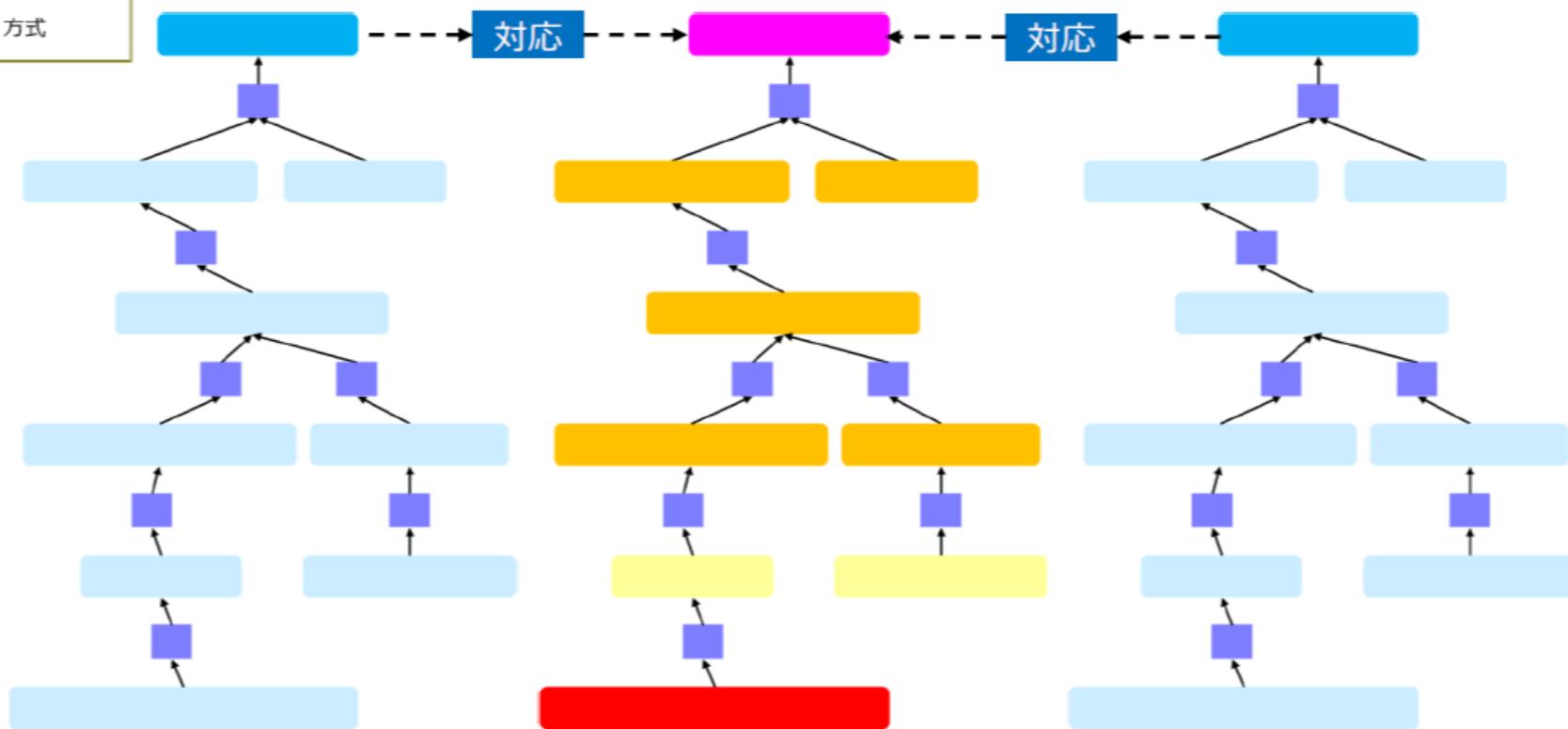
助長

硫化水素が滞留する

事故事例DB

①設備が本来果たすべき機能の分解木 に相当する部分はない

不具合, 検査, 補修の分解木をリンクし, 相互に参照できるように構成する

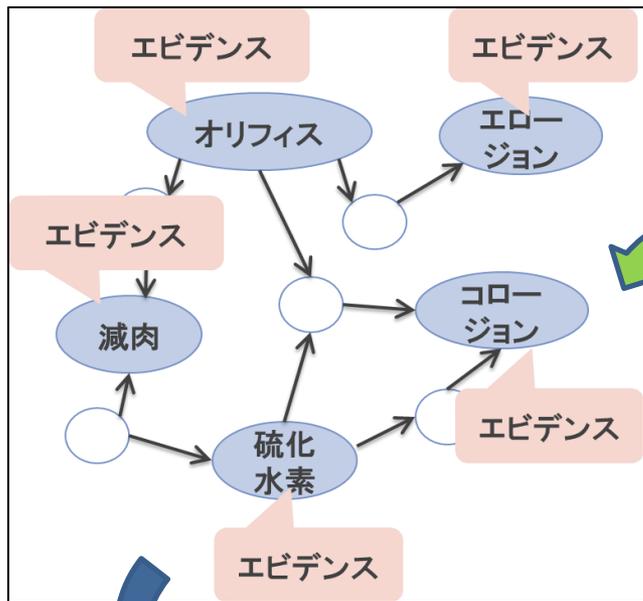


③対策の分解木 (検査)

②不具合の分解木

③対策の分解木 (補修)

**【①解析トライアル：テキストマイニング+ベイジアンネット】
の結果と連携して利用**



理論的な関係性・関連事項を補完

県の製油所で発生した常圧蒸留装置オーバーフラッシュ配管の
。(石連事故事例報告書 保安 No.1)

(事例31) 平成16年12月にT県の製油所で発生した減圧蒸留装置スロップワックス配管の火
災事故を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.75)

オリフィス

水平配管でオリフィス上下流や
ポンプ出口下流で気液分離が起きる

減圧蒸留装置原料油
余熱系である

事例98

(事例98) 平成23年7月に岡出県の製油所で発生した減圧蒸留装置原料油予熱系の漏洩火災事故
事例を基に追記した。(石連事故事例報告 保安 No.245)

常圧蒸留装置オーバ
ーフラッシュ配管である

事例1

減圧蒸留装置スロップ
ワックス配管である

事例31



事事故例DB

流体が高温である

硫化水素が存在する

鋼と接触する

硫化水素

硫化鉄を生じる

流速が大きい

硫化鉄被膜が剥離する

エロージョンコロージョンが生じる

エロージョンコロージョンが発生する

高温硫化物腐食・エロージョン

助長

硫化水素が滞留する

減肉 (腐食)

配管系が腐食する

コロージョン

**エロージョン
コロージョン**

**『原因』、『結果』の
キーワードの抽出**

現在⇒ベテランの知見



将来⇒●蓄積された情報を解析した「知識(AI)」

保安情報活用PF (JPEC 運営/管理)

安全情報DB

事事故例
ヒヤリハット
劣化事例
工事管理
教育資料
等

テキストデータのAI解析

- テキストマイニング
- ベイジアンネット
- オントロジー

データ収集

公開情報
(国内・海外)

石連
事事故例

公官庁等に
届出した事事故情報

データ活用

石油会社

- ・日常点検での利用
- ・事故発生原因の絞り込み
- ・事故防止対策立案
- ・非正常操作時に類似事例確認
- ・教育、技術伝承

- 装置
- 作業
- 人的
- 物質
- 異変
- 被害

将来製油所の共通のイメージ

【スマホ型の情報端末を持つ】

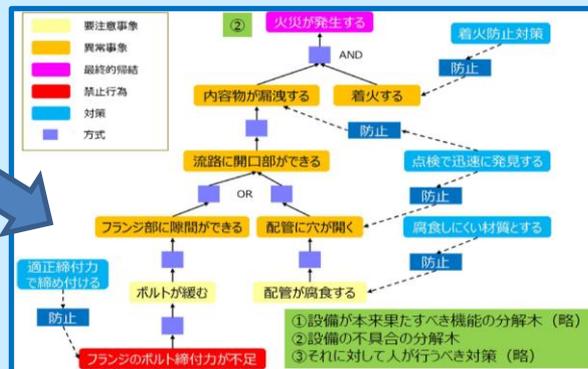
⇒【作業誘導、点検誘導の機能】



直感的に理解できる「ヒント」を提供



理論に基づいた詳細解析・リスクアセス



4. 今後に向けて

保安情報活用PF (JPEC 運営/管理)

安全情報DB

事事故例
ヒヤリハット
劣化事例
工事管理
教育資料
等

テキストデータのAI解析

- テキストマイニング
- ベイジアンネット
- オントロジー

AI解析トライアル

- ① テキストマイニング・ベイジアンネット解析
- ② オントロジー構築

解析ツールとして
利用できることが確認できた

データ収集

公開情報
(国内・海外)

石連
事事故例

公官庁等に
届出した事故情報

データ活用

石油会社

- ・日常点検での利用
- ・事故発生原因の絞り込み
- ・事故防止対策立案
- ・非定常操作時に類似事例確認
- ・教育、技術伝承

現場（ユーザー）が利用し易いものにするためのシステム化の検討

実運用に向けての本格的な取り組み

**本調査は経済産業省・資源エネルギー庁の
「令和2年度燃料安定供給政策に関する調査事業
(石油産業に係る環境規制等に関する調査)」
及び
「令和2年度燃料安定供給対策に関する調査事業
(製油所の競争力に係る技術動向に関する調査)」**

**として JPEC が実施しています。
ここに記して、謝意を表します。**