

2020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・保全情報活用プラットフォームの構築』**

2020年5月8日

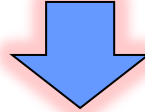
**一般財団法人石油エネルギー技術センター
技術企画部**

—禁無断転載・複製 ©JPEC 2020—

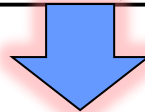
1. 経緯
2. 保安・保全情報活用プラットフォーム（PF）概要
 - ① 保安（安全）データPF
 - ② 保全（解析モデル）PF
3. 今後に向けて

保安・保全分野における課題

- 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大きく、今後対応が困難となる事が予想される。
- **保全（メンテナンス）** 分野においては、腐食等の解析モデル開発が進み、実用化に向けての取り組みがはじまっているが、解析のためのデータ収集や標準化（クレンジング）が個別対応等、システム化が未達であり、利用促進面で停滞が懸念されている。



対応策：「情報活用のための仕組み」が必要



『保安・保全情報活用プラットフォームの構築』について検討

2. 保安・保全情報活用プラットフォーム概要

①保安（安全）データPF

- 保安情報を共有して利用

②保全（解析モデル）PF

- データ収集や標準化に利用

JPEC（運営/管理） プラットフォーム（情報共有）

A I による解析

●●解析 ●●解析 ... ●●解析

安全情報DB

各種データ

公開データ
・事故情報
（国内外）
など

保安（安全関係）データ
・事故情報、ヒヤリハット事例
・劣化情報 など

解析モデル開発会社

●●解析

□□解析

○○解析

△△解析

JPEC（運営/管理） プラットフォーム（標準化）

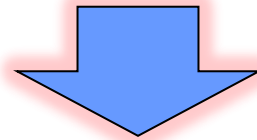
各種データ

各社設備保全データ
・検査、運転情報
・モニタリング情報 など

石油会社

石油業界の課題

- 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大きく、今後対応が困難となる事が予想される



対応策

『保安（安全関係）データプラットフォーム』を構築し、情報共有・活用を図る

保安(安全)データ利用時の課題およびPF利用方法

保安(安全)データ利用時の課題 および PFが構築された場合の利用方法 (石油各社へのアンケート調査結果より)

	課題	利用方法
情報収集	詳細情報が無い場合がある	詳細情報も含めて収集/DB化し、事件事例等の具体的原因や対応方法も含めて検索
PF利用 (DB利用)	データが膨大で重要度や教訓性の高い事例が埋もれる	- 事件事例などテキストデータで蓄積されている情報を、コンピュータで処理可能な状態として、AI解析を活用 - AI解析により、技術基準や作業マニュアルへ反映すべきポイントの抽出
	- 事故種類別や原因別に検索できる等、より活用できるDB化 - 分類・検索機能 - 体系立てた整理が出来ていない	- 事故種類(事象)や、原因別など、利用者のニーズに合った項目を設定して検索 - データの体系化(装置・機器、事象、等に分類し、系統的に整理)を行い、体系化されたデータより、データ間の関係性を解析
	事件事例と劣化事例の連携により、実際の検査状況から危険予知を行う機能	複数のDBを連携して、関係性について分析し、劣化状況(検査結果)より予測される危険を表示
	水平展開の必要性の判断	事件事例に対して、関連する情報(類似事例やその頻度)を検索し、水平展開に必要な事項を抽出

保安(安全)データPFの「技術開発内容」・「活用方法」

「保安（安全関係）情報収集と、テキストデータのAIによる解析機能の開発」

- 情報収集
 - ⇒ 詳細情報：公官庁からの情報入手（データ共有事業者認定の取得）
 - ⇒ タイムリーな情報収集：石連水平展開情報の利用
- 事故事例などテキストデータで蓄積されている情報を、コンピューターで処理可能な状態として、AIを活用



① 事故情報等の装置・機器・事象・原因 毎 および 横断的な解析

- 石油会社全体の事故情報等の体系化により発生事象の類似性等を瞬時に判断し、事故要因を抽出
 - ⇒ 事故発生原因の絞り込み（網羅的検討）および防止対策立案（対象抜け防止）に利用
 - ⇒ 水平展開、リスクアセスメント等に利用

② 事故等の原因予測およびチェックポイントの抽出

- 事故事例と、ヒヤリハット、劣化事例、工事管理、教育など、複数のDBを連携して解析し、事故原因につながる事項を予測し、チェックポイントを抽出
 - ⇒ 非定常操作や工事前の類似事例確認による事故防止に利用
 - ⇒ 装置毎、環境毎の不具合傾向等を確率順にリスト化・見える化し教育に利用（技術伝承）
 - ⇒ 水平展開、リスクアセスメント等に利用

③ 技術基準等の参照および情報発信

- 業界共通で利用している技術基準（JPI維持規格など）をAIに学習させて、事故事例と照合することで、事故要因に対応する部分を検索可能とする。
- 事故の発生動向や傾向を分析し、技術基準等への対応の必要性について参考情報を発信
 - ⇒ 社内技術標準への反映確認および協力会社社員・受入れ研修生等への教育資料として利用（技術伝承）

保安（安全）データ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による解析

- 辞書機能・体系化（オントロジー）
- 重要度、優先度の見える化（ベイジアンネット）

① 事故情報等データ

- ・装置・機器・事象・原因毎の解析
- ・横断的な解析

② 事故予兆分析

- ・事故等の原因予測
- ・チェックポイントの抽出

③ 技術基準等の参照および情報発信

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

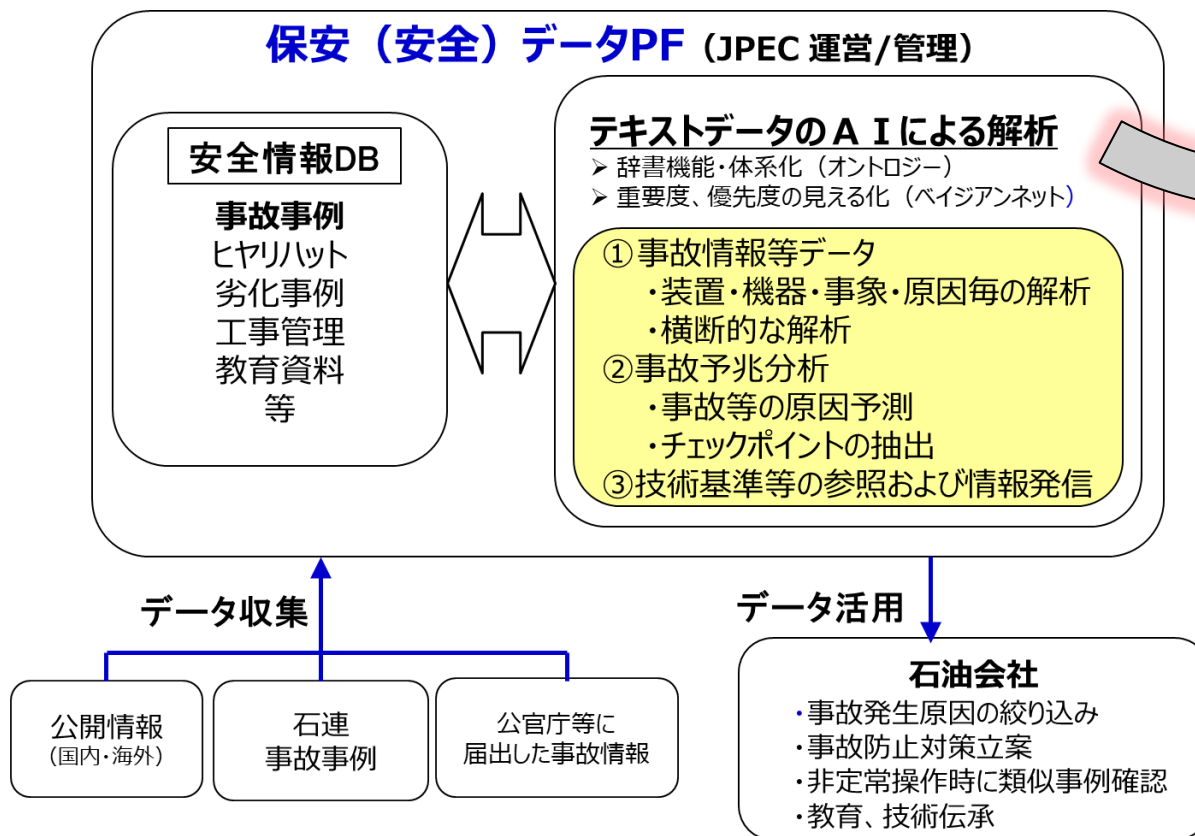
- ・事故発生原因の絞り込み
- ・事故防止対策立案
- ・非定常操作時に類似事例確認
- ・教育、技術伝承

テキストデータのA Iによる解析（活用）事例調査

調査内容

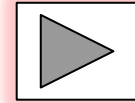
石油業界での事故事例やヒヤリハット報告等の安全関係情報（テキスト情報）の解析に資する技術について、以下の点について注目し、他産業での例も含めて調査を行った。

- ◆ A I 技術：テキストマイニング、オントロジー、ベイジアンネット
- ◆ 解析目的：情報共有、技術伝承、人材育成



テキストデータのA Iによる解析（活用）事例調査

以下事例について、ハイパーリンク先にその概要を示す



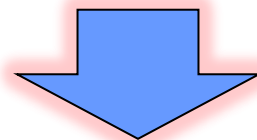
実施期間・会社	内容
鳥取大学（NEDO事業）	運転データ等による異常検知・事故予測システム
製品評価技術基盤機構	製品事故情報のAI処理システム
産総研 人工知能研究センター	知識構造化支援システム
海上技術安全研究所	船舶関係の規則のAIによる知識化
東京電力・慶応大学	熟練者知識の利用
海外事例（DNV-GL）	事故情報の解析
富士ゼロックス、NTTデータ数理システム	ベンダーによるサービス・ツールの事例 テキストマイニング、オントロジー、ベイジアンネット

調査まとめ

- テキスト情報の知識化・解析による、「情報共有」、「技術伝承」、「人財育成」に係る取組が、石油産業を対象としたものを含めて、様々な分野で行われている。
- A I 解析のためのツールは、既にベンダーより提供されているものが利用可能であると思われる。
- 今後は、産総研等、A I 解析利用方法についての知見や実績がある機関と連携して、石油業界の保安（安全）関連情報の活用について、取組（実際の事故情報等を用いた適用検討など）を進める事が有効であると考える。

保安・保全分野における課題

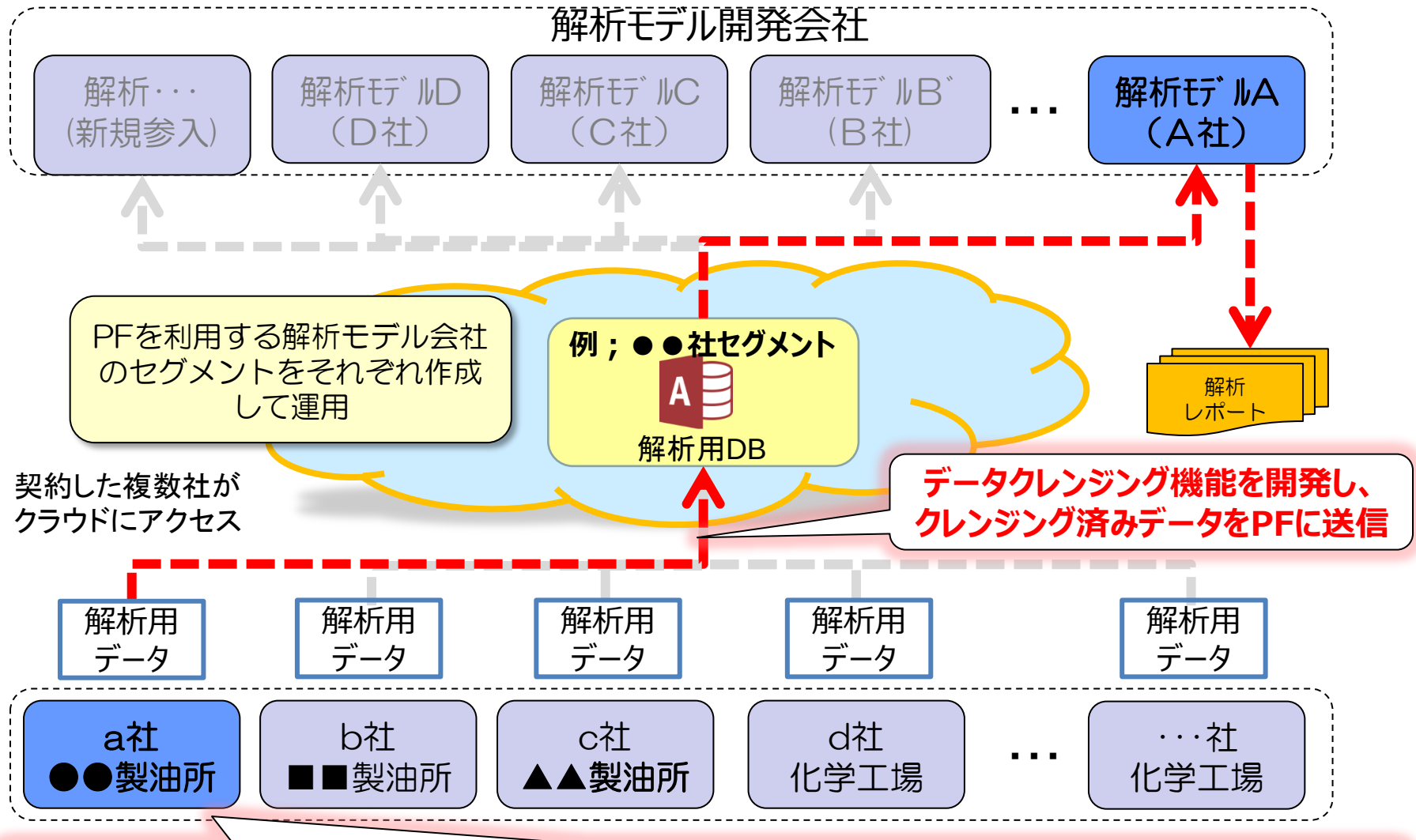
- 安定操業を維持するために基本となる、人財確保、技術伝承が共通の問題となっている。
- 保全（メンテナンス）分野においては、腐食等の解析モデル開発が進み、実用化に向けての取り組みがはじまっているが、解析のためのデータ収集や標準化（クレンジング）が個別対応等、システム化が未達であり、利用促進面で停滞が懸念されている。



対応策

『保全（解析モデル）プラットフォーム』を構築し、
解析モデル利用促進を図る

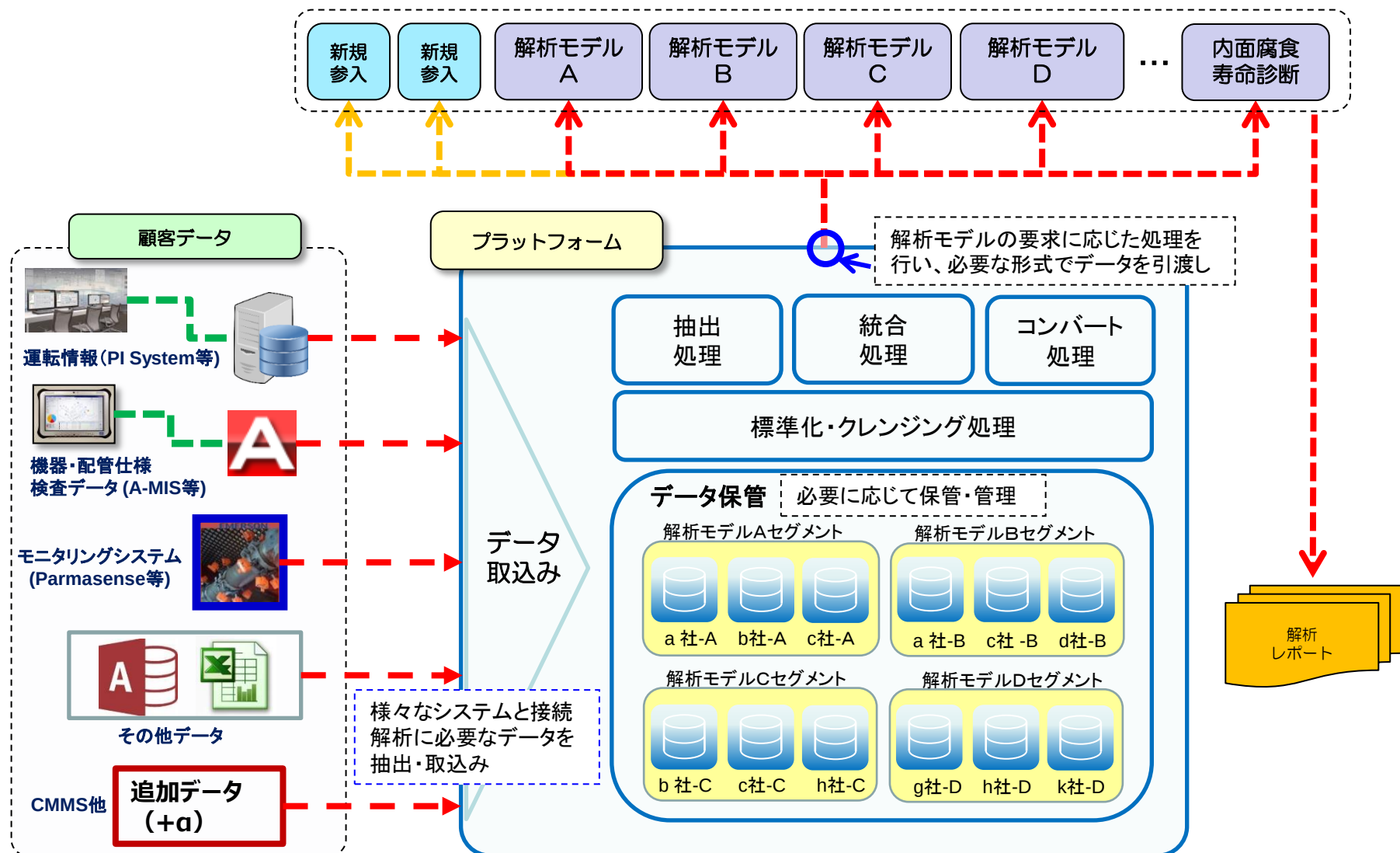
保全（解析モデル）PFの仕組み



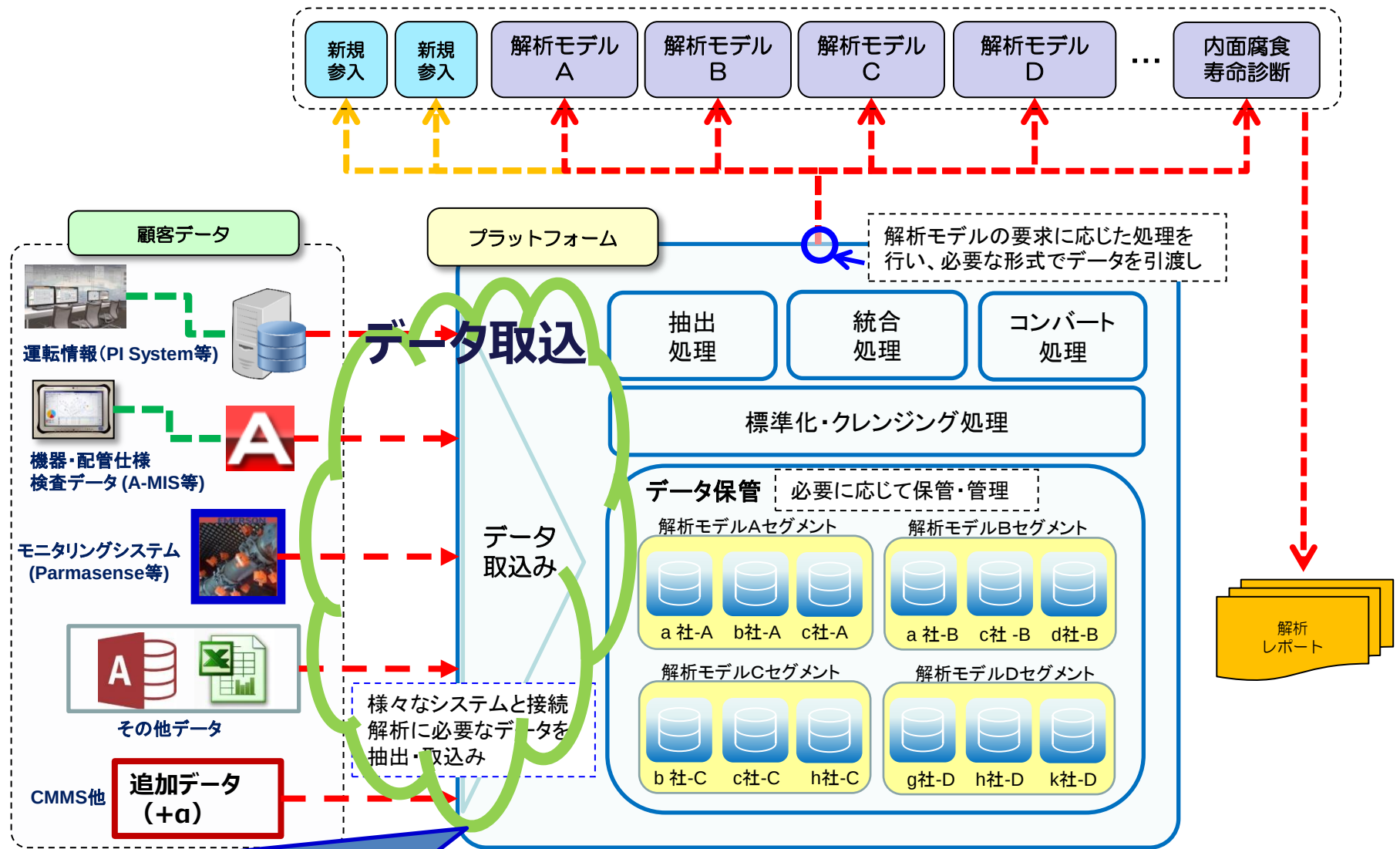
- PFを通して、石油会社が複数の解析モデルを利用可能となる
- 石油各社のデータをクレンジングする機能を開発することで、データ提供時の負荷を低減できる

保全（解析モデル）PFの機能検討

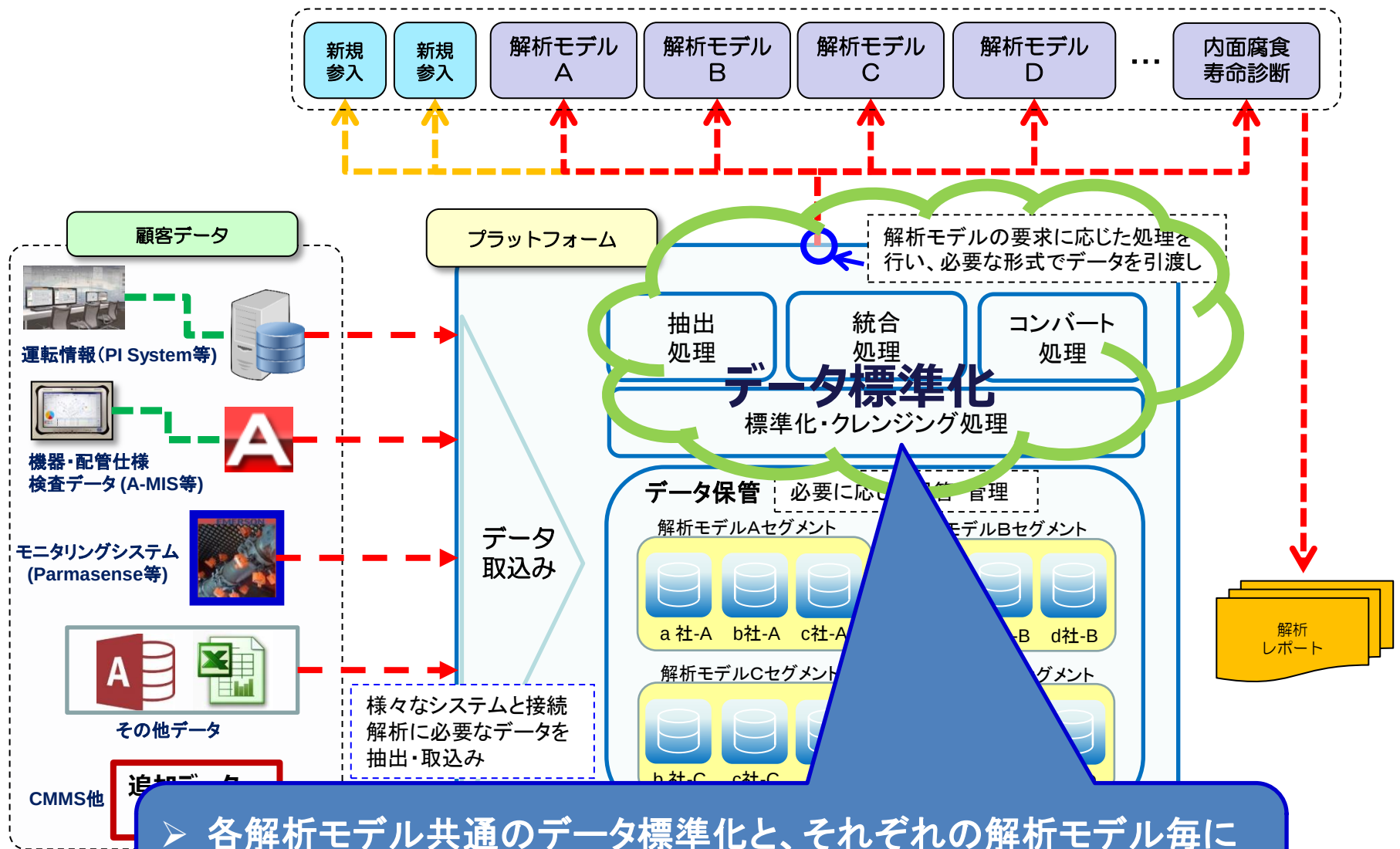
PFの機能の機能を検討するため、PFの詳細構成図を作成し、
「データ取込」「データ標準化」「データ共有」「PF管理体制」について整理した



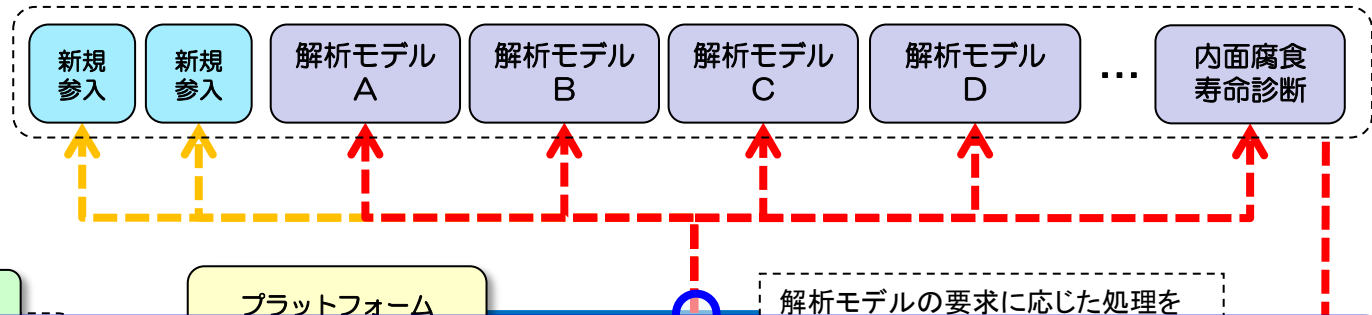
データ取り込み



- 様々なシステムからのデータ取込が可能
- データ取込の詳細な対応は、具体的な事例毎に検討が必要

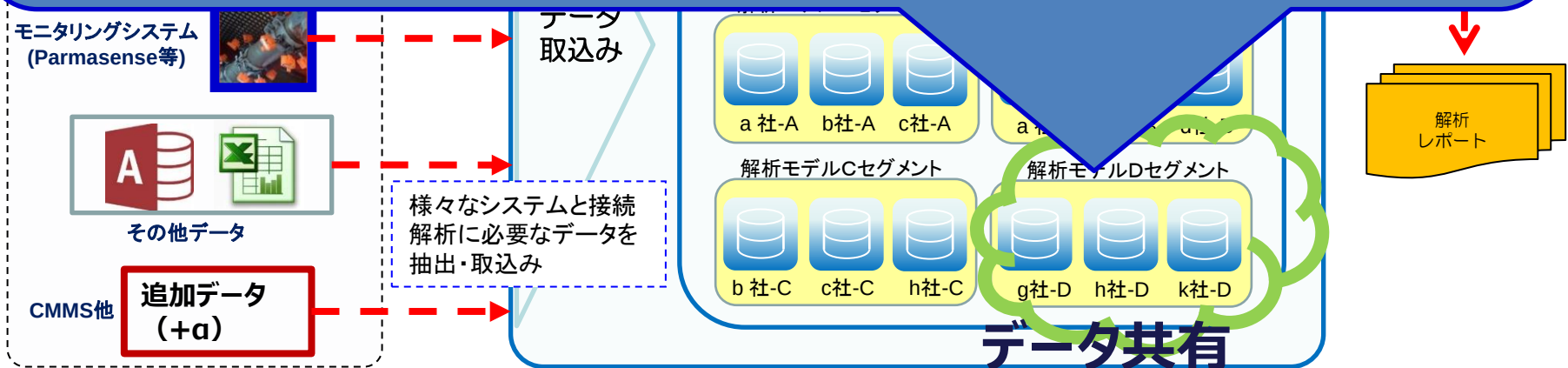


- 各解析モデル共通のデータ標準化と、それぞれの解析モデル毎に必要なデータ標準化がある
- 詳細な対応は、具体的な事例毎に検討が必要



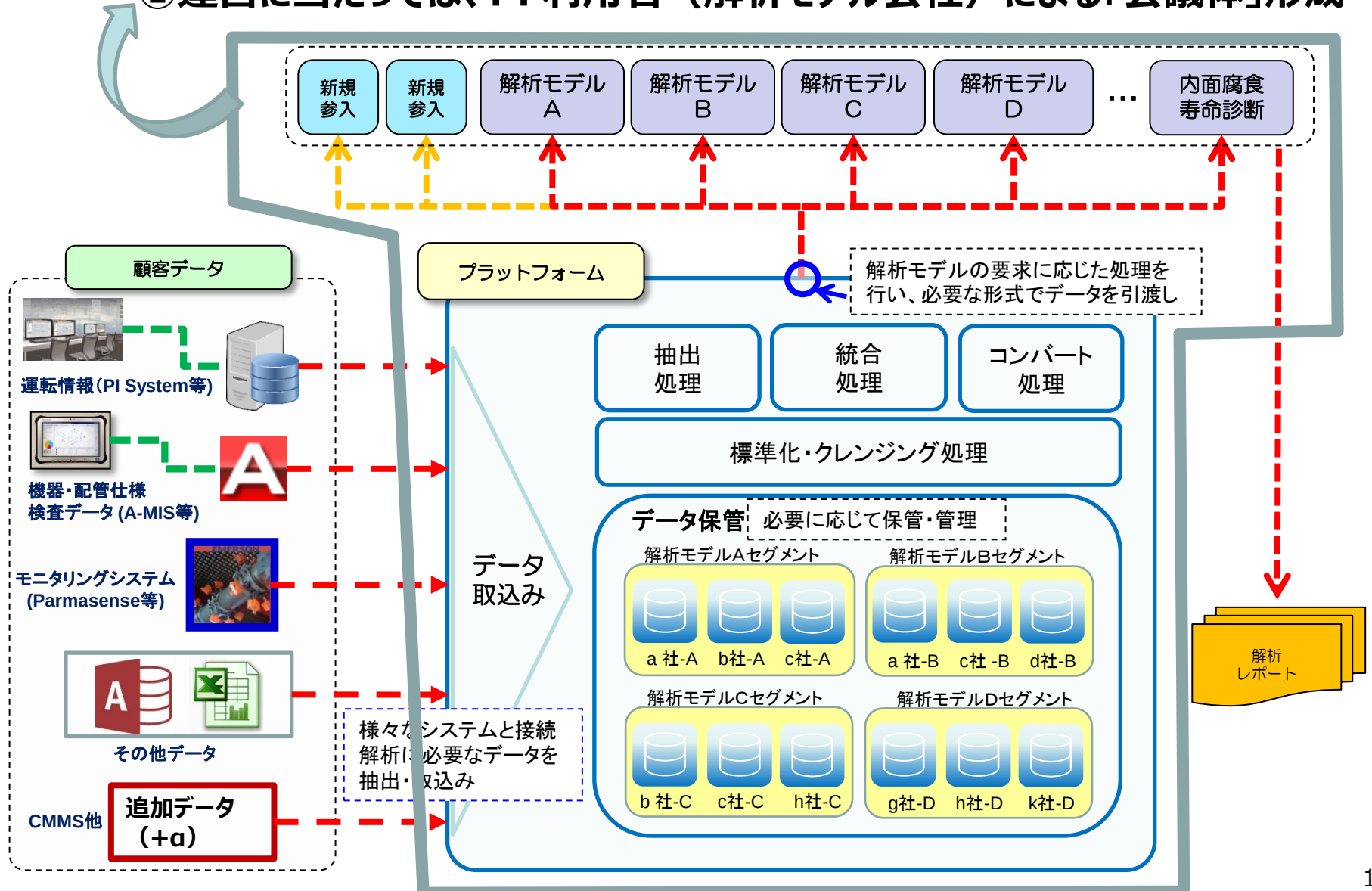
➤ PFの基本コンセプトは、データ共有（教師用データ）は行わない

- データの共有（教師用データ）が必要な場合は、該当する解析モデル会社が、ユーザーとの契約内容により対応する事を想定
- データ共有が必要な案件が発生した場合、JPECが事務局となって、参加者を集めたプロジェクトを形成し、対応するやり方もあると思われる



例：①JPECが運営

②運営に当たっては、PF利用者（解析モデル会社）による「会議体」形成



3. 今後に向けて

①保安（安全）データPF

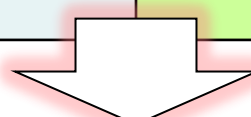
保安情報を最も有効に活用するためのPF技術を検討する

- 他産業等で保安情報の解析に利用・研究されているソフトウェアやツール等を石油業界に適用した時の技術課題抽出
- PF構築に向けた必要な技術開発方法の検討
- 実運用に対応した技術開発と情報収集手法を含めたPF管理方法の確立

②保全（解析モデル）PF

製油所での実証を通して実用化を目指す

- 保全PFを製油所に適用した時の課題点の抽出
- 社会実装（自走化）のための方策の検討



社会実装を目指す

本調査は経済産業省・資源エネルギー庁の
「令和元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

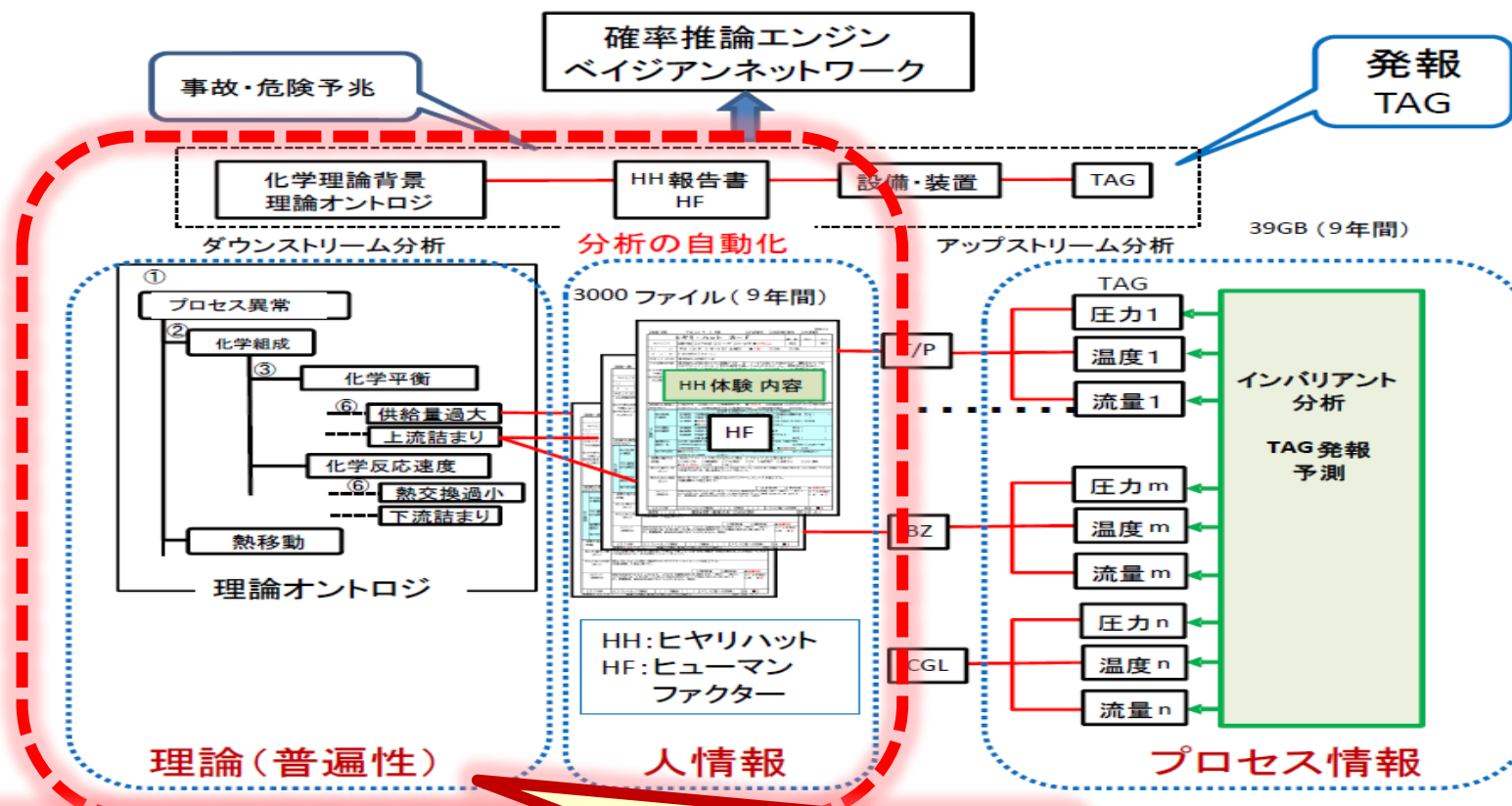
「令和元年度燃料安定供給対策に関する調査事業
(製油所の競争力に係る技術動向に関する調査)」
として JPEC が実施しています。

ここに記して、謝意を表します。

以下参考

- ◆ IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業（NEDO H29~30）
「運転データ等による異常検知・事故予測システム」；鳥取大学・NEC・筑波大・産総研

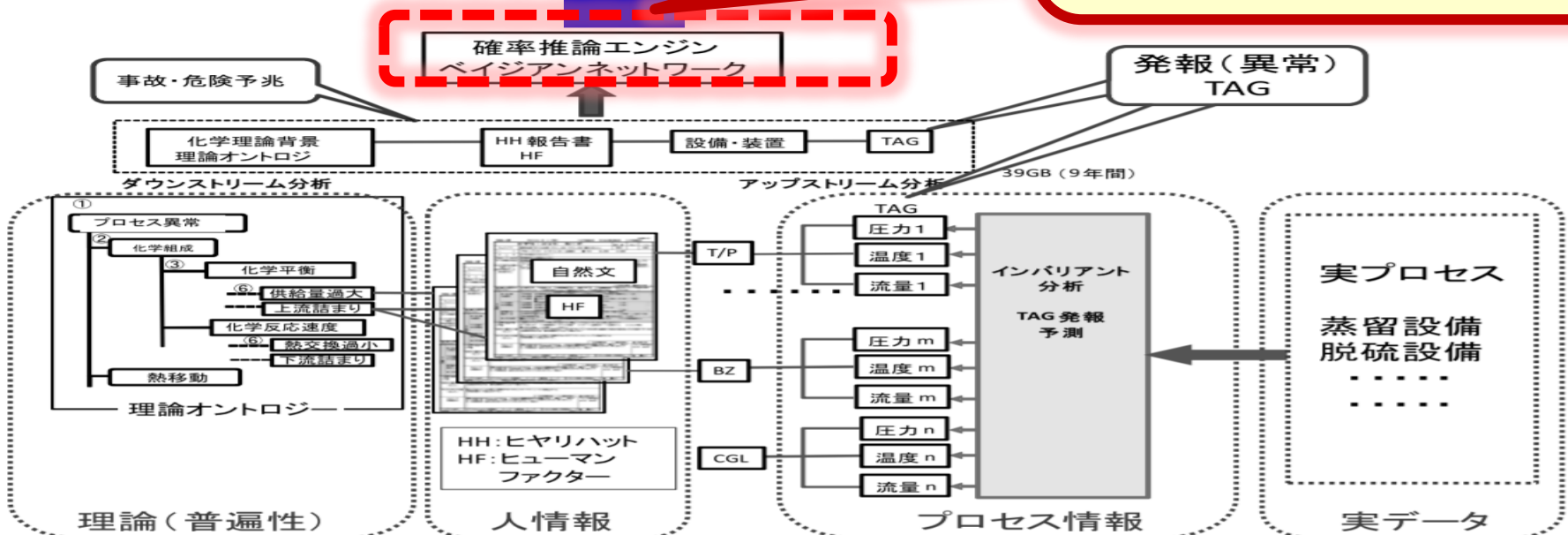
インバリエント分析による異常検知と確率推論による事故予兆



ヒヤリハット事例のオントロジーによる体系化

事例調査：鳥取大学（NEDO事業）

オントロジーにより体系化したヒヤリハット情報利用し、
ベイジアンネットワークにより
確率推論を実施



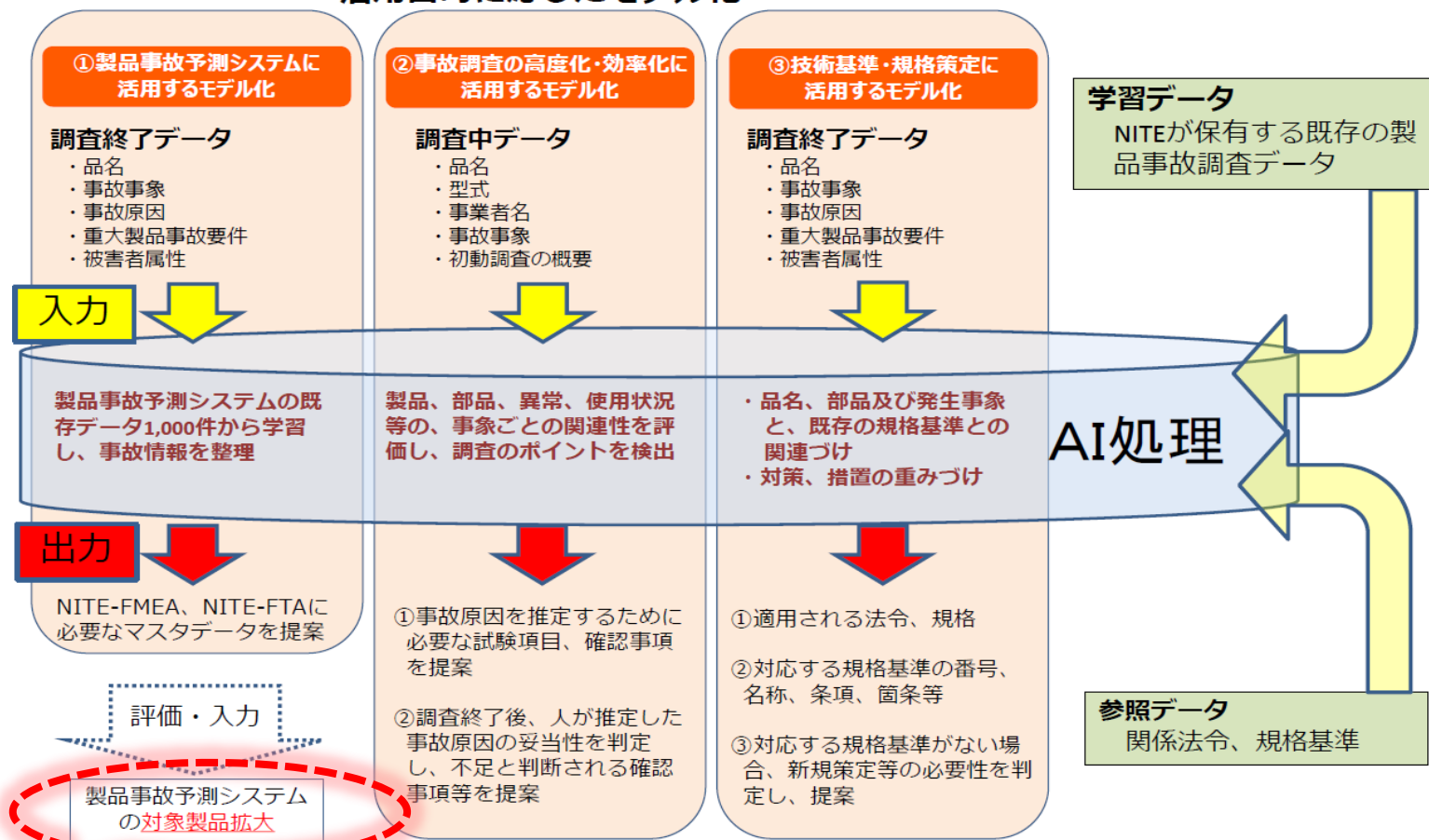
事例調査：製品評価技術基盤機構（NITE）

製品事故情報のAI処理システム開発事例

構築するAIシステムのイメージ

活用目的に応じたモデル化

石油産業での保安（安全）情報活用
方法に近いイメージである



次ページ

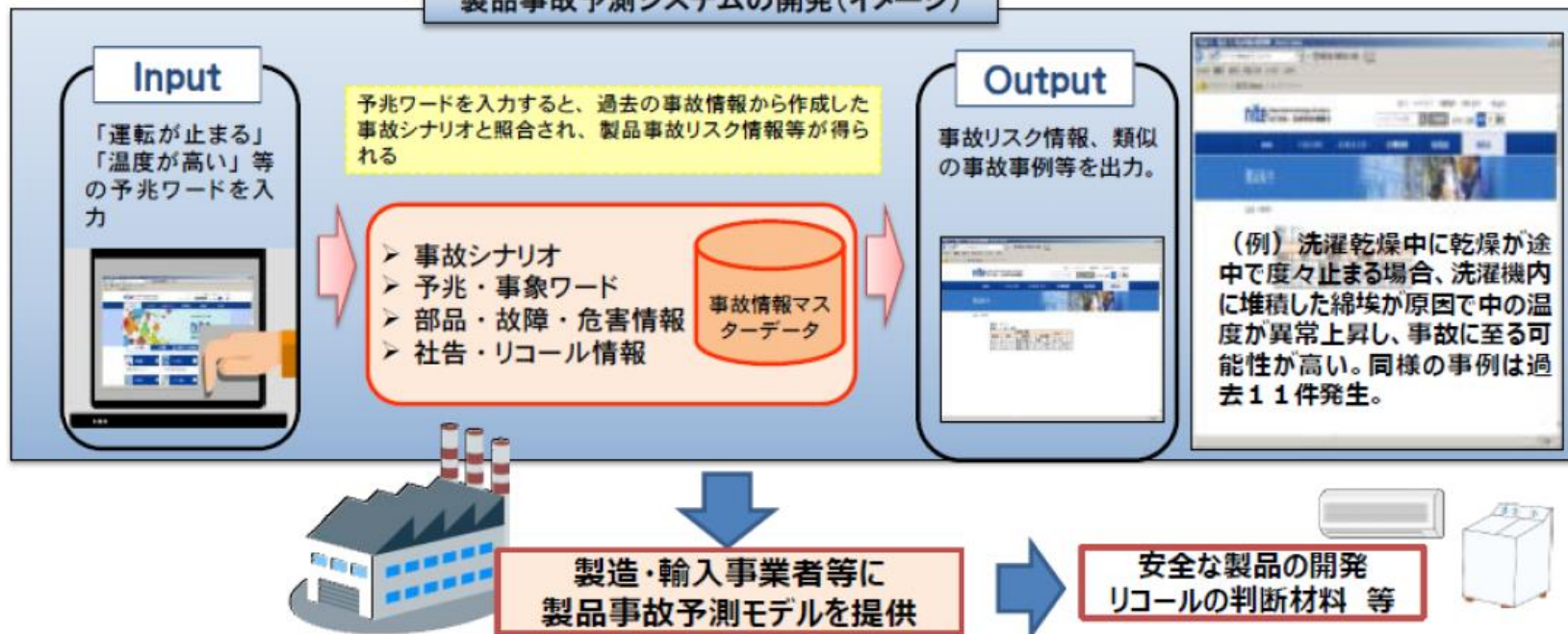
事例調査：製品評価技術基盤機構（NITE）

B D技術を活用した製品事故予測システムの開発

- メーカーや販売店等に寄せられる製品クレーム情報（ビッグデータ）を活用してNITEが保有する事故情報と照合。製品事故の予兆情報等を入力すると、予測される危害の程度と事故発生の可能性等の情報が得られる**製品事故予測システム**を開発予定。（エアコンと洗濯機の事故情報で先行的に試行）
- 製品事故予測システムを多くの事業者を提供することで、事故の未然防止に繋げる。

平成29年度以降運用開始予定

製品事故予測システムの開発（イメージ）



事例調査：産総研 人工知能研究センター

オントロジーを用いた知識構造化支援システム研究



研究目標

専門家の知識を学習したAIが、その専門家の指導や行為を日夜支援し
今までの数十倍のパフォーマンスを実現！（人間拡張）

人の進化を促すAI（禅問答AI）

AI: 人の**知識**の欠損や矛盾を見つける

人: 新たな情報を**探し**新たな方法を**考案**

AI: **人間力**に必要な想いと体験を提示する

人: 擬似体験により**意識変革、成長**

各作業の目的と根拠となる出来事の

構造化データ知識



オントロジーを用いて、
熟練者の知識、マニュアル
（業務知識）を構造化して、
A I に学習させて活用



知識の構造化に
オントロジーは有効



国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター

事例調査：海上技術安全研究所

船舶関係の規則のAIによる知識化の研究

船舶の設計・検査における AIの適用研究の中で、設計や検査に係る規則等の情報を AI に学習させて利用する検討を行っている。

船舶設計・検査における対話システムの構築 (2)

SEA JAPAN 2018

<目標>

頻繁に改正される規則を、設計や検査で活用することを念頭にシステムが知識として学ぶ。設計者や検査員と協働できるシステム開発を目指す。



検査員に必要な情報
<応答文教師データ>

読込 内容を知識化
(構造化して記憶)



トップダウン
処理知識

思考・推論モデル

辞書 文法知識
言語

スキーマ
(背景知識)

ボトムアップ
処理知識

常識 スクリプト
(エピソード)

検査



対話

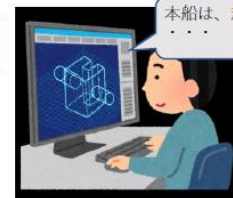
LLの検査をはじめよう。



ブルワークの高さは1m以上ですか？



設計



設計者

本船は、規則△△

設計者支援

or

設計・建造
仕様書作成



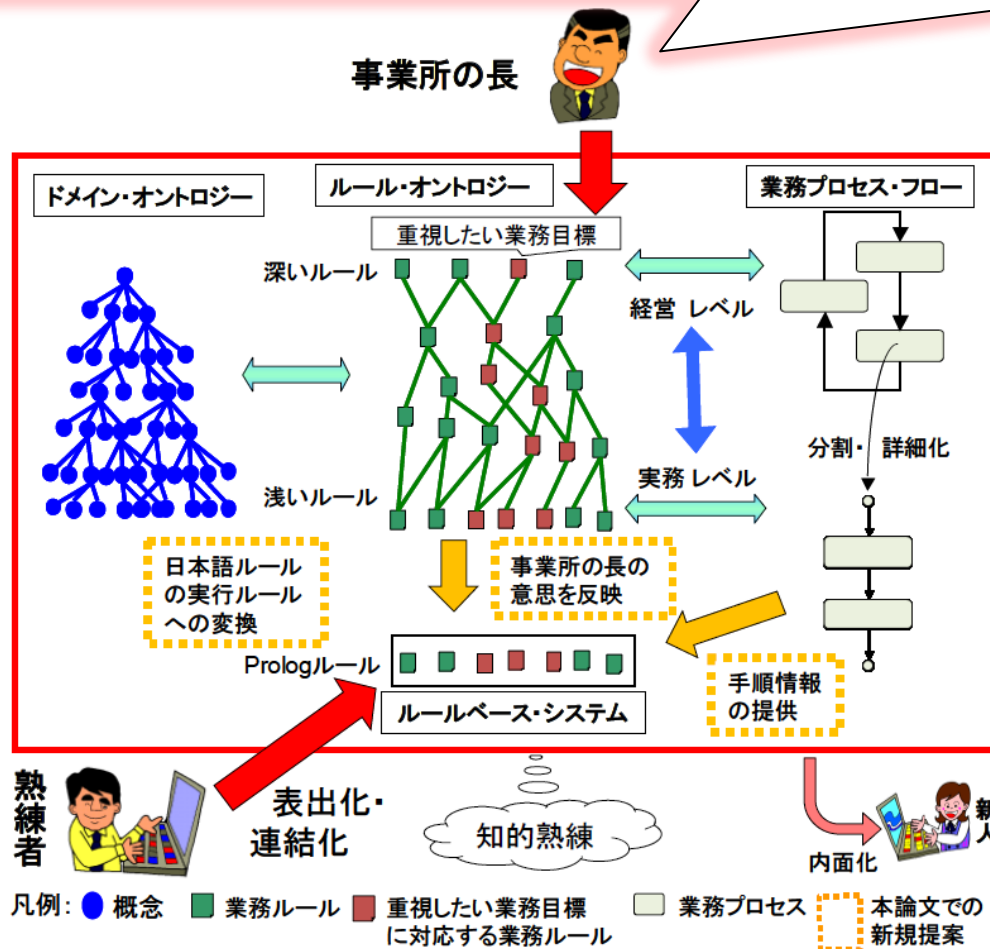
etc.

シンボルグラウンディング
言語ゲームが一つのヒント？

事例調査：東京電力・慶応大学

オントロジーを利用した熟練者知識の利用事例

オントロジーを利用した熟練者知識の利用 ⇒ 東京電力 水力発電設備管理への適用実績あり

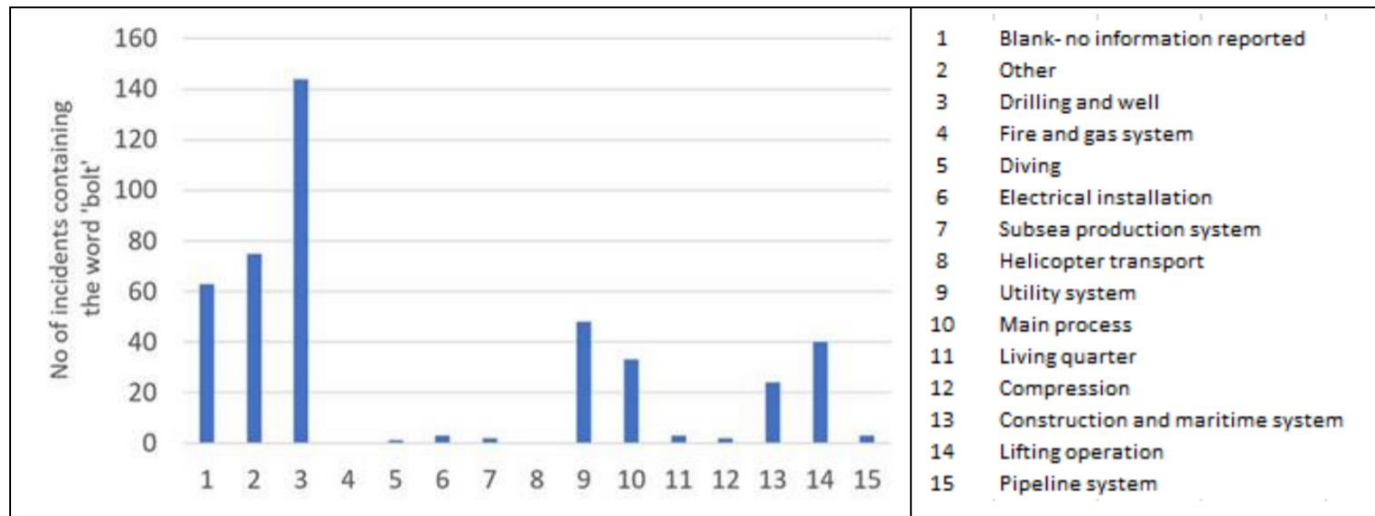


http://www.issj.net/journal/jissj/Vol6_No1_Open/P2V6N1.pdf

オントロジーを利用した事故情報の解析事例

Ontology based searchとして、オントロジーを利用し、様々なデータソースやファイルタイプの情報について解析するサービスを行っている。

オントロジーを利用した事故調査事例として、ノルウェー石油安全局（PSA）の委託により、ノルウェーの石油及び天然ガス産業のボルト継手に関連する事故調査がある（事故データベース、事故調査報告書の情報より、前処理（テキストデータ化、類義語辞書作成）を行い、Ontology based searchを用いて、ボルトに関連する事故解析を実施）



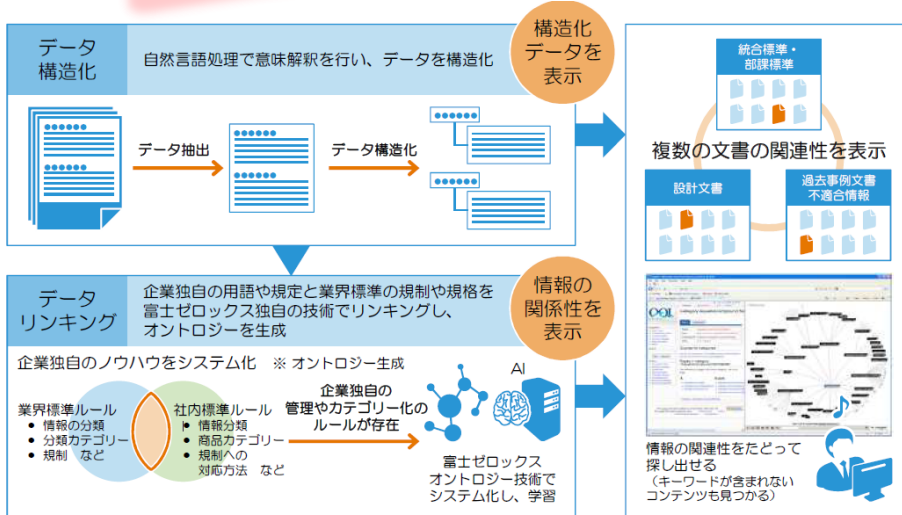
作業領域ごとのボルト継手に関連する事故件数の分布

*DNV-GL（Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd）は、第三者認証、海事、オイル＆ガス分野のリスクマネジメント、あるいは風力・電力送配電分野を専門とするサービス会社

事例調査：ベンダーによるサービス・ツールの事例

富士ゼロックス

テキスト情報を、オントロジー技術でシステム化して、A I に学習させて活用



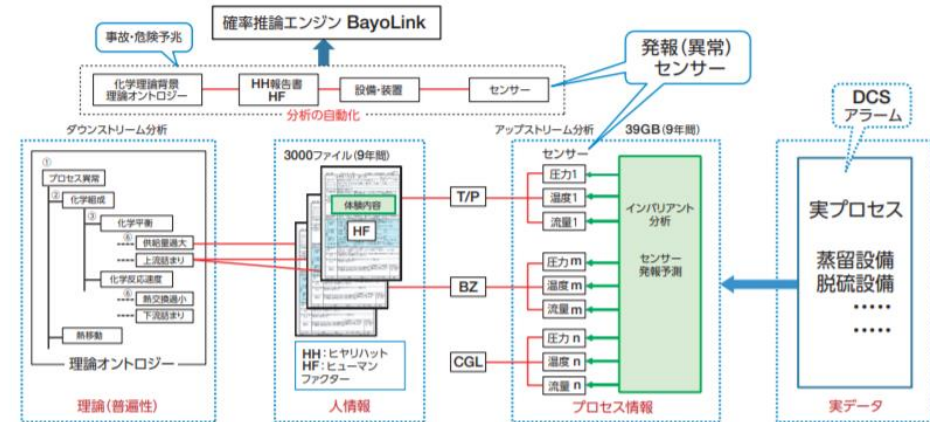
※ オントロジーとは、知識をさまざまな概念間の関係として体系付けて表現し、コンピューターでも処理可能としたもの。リンクをたどることで回答の根拠を確認することができ、間違いの修正も可能。

<https://www.fujixerox.co.jp/solution/menu/sol048>

NTTデータ数理システム

テキストマイニング、ベイジアンネットなどの解析ツールを提供している

※鳥取大学でのベイジアンネットの利用事例



https://www.msi.co.jp/bayolink/pdf/cases_tottori-u.pdf

テキストデータを解析するための、A I を利用したサービス・ツールは、様々なベンダーにより提供されており、既存 A I 技術の利用が可能であると考えられる。

