

プラントライフサイクルマネジメントに対する日揮グループの取り組み JGC Group's Plant Life Cycle Management Service

境野潔*1、永田義昭*2

Kiyoshi Sakaino*1、Yoshiaki Nagata*2

*1 国際プロジェクト本部 O&M 部

*2 日揮情報システム株式会社産業ソリューション事業部

*1 Operation and Maintenance Department, International Project Division

*2 JGC Information Systems Company Limited, Industrial Systems Solutions Division

要旨

プラントライフサイクルマネジメントは日揮グループの持つプラント設計、運転および保全技術、IT 技術といった複数分野の幅広い知見を活用し、商業運転期間におけるプラントの収益の最大化をサポートするとともに、既存の経年プラントの抱える諸問題へのソリューションをプラントオーナーに提供するサービスである。本稿では、日揮グループの提供するプラントライフサイクルマネジメントの代表的なサービスについて紹介する。

Abstract:

In order to maximize plant profitability in commercial operation and provide solutions to issues faced in existing plants, the Plant Life Cycle Management service was developed by the JGC group. The service is based on the technologies and know-how accumulated through long term plant design, O&M and IT technology utilization.

1. はじめに

プラントオーナーに対する操業支援サービスの差別化として、現在、日揮グループが提供しているプラントライフサイクルマネジメント(PLCM: Plant Life Cycle Management)について紹介する。この PLCM は、①プラントの設計・建設段階における IT 技術を駆使した総合プラント情報システムの構築、②Operational Excellence Service と称した既存プラント向け技術支援とコンサルティングサービスで構成されている。

2. プラントライフサイクルマネジメント(PLCM)

プラントライフサイクルとは、投資計画段階から建設・商業運転を経て設備廃棄に至るまでのサイクルであり、短いもので 10 年、長いもので 50 年ぐらいの時間スパンである。図 1 に、製油所などの大型プラントにおける投資計画段階から基本設計 (FEED)、建設工事 (EPC)、商業運転・保全、設備廃棄までのそれぞれの概略年数を示す。

プラントのライフサイクルは、プラントの構成および設計仕様を決定していく投資計画段階から始まるものと捉えておくべきである。特に、長期間にわたる商業運転と保全のパフォーマンスが収益性に大きく影響することから、投資計画段階から、運転と保全のパフォーマンスを最大化できる管理の仕組みを検討しておくことが重要である。

プラント業界は、各国の政策、技術革新、競合他社の動向など、情報化技術を含むあらゆる分

野の影響を受ける。プラントの操業をその変化に柔軟に適応させていくためには、プラントのライフサイクルマネジメントの視点に立って、長期の商業運転を支える仕組みが不可欠で、日揮グループの提案する PLCM が果たす役割は大きい。

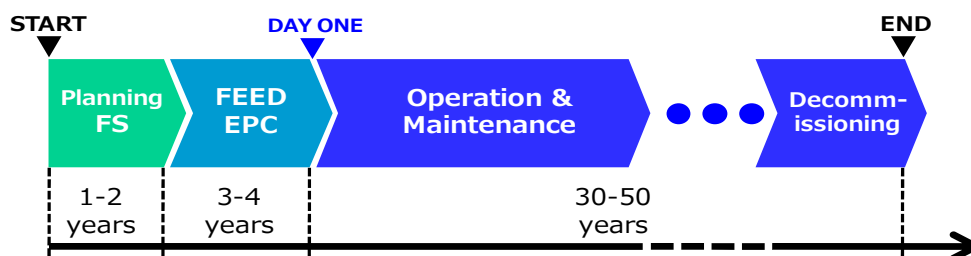


図1 プラントライフサイクル

3. DAY ONE ストラテジー

プラントの運転と保全パフォーマンスを試運転後の商業運転初日（DAY ONE）から最大化するため、DAY ONE をターゲットにしたシステム構築が EPC から試運転期間にかけて進められる。図2はこのDAY ONE への流れを示したものである。

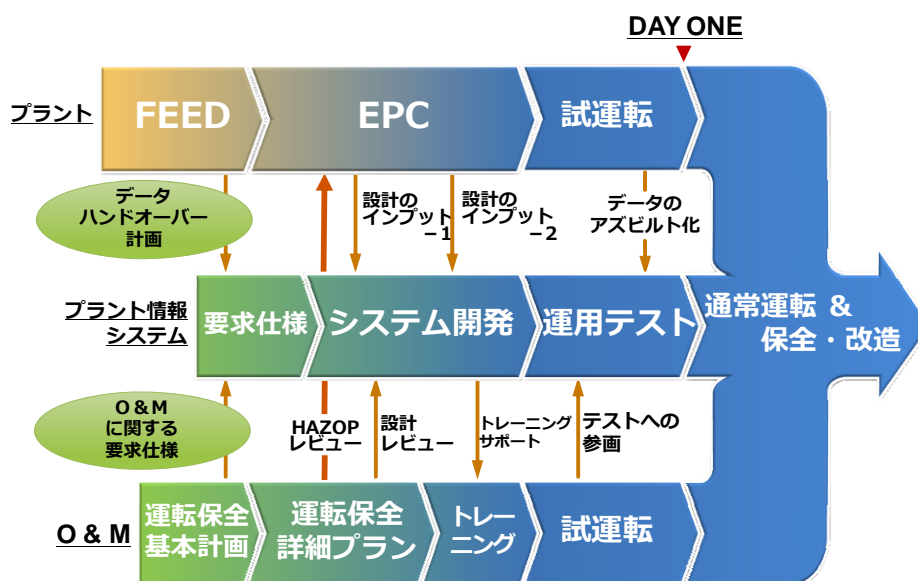


図2 EPC フェーズにおける PLCM

プラント情報システムには、システムの設計に必要な情報がインプットされるが、EPC 段階での膨大な設計情報は、そのままではシステムのインプット情報として使えないことから、データの再整理や変換が行われている。

プラント情報システムの一つである設備管理システム(CMMS: Computerized Maintenance Management System)には、RBI (Risk Based Inspection) や RCM (Reliability Centered Maintenance) 等の手法を用いて、コストミニマムとなるように検討された検査計画、保全計画が入力され、予備品最適化のシステムが構築されている。

同時に、プラントオーナー側は運転員・保全員に対して、必要なトレーニングを実施し、試運転期間に実作業を経験させ、DAY ONE から運転と保全の業務活動が確実に実施できる体制を確立することになる。

上記のように、図 2 に示す一連の作業を基本計画の段階で十分練っておくことが、DAY ONE からのプラントの運転と保全のパフォーマンスを最大化する成功のカギである。

4. 統合化プラント情報システム：J-IMPACT

図 3 は商業運転開始後の PLCM の概念を示している。プラントビジネスの難しさのひとつとして、プラントの計画段階から操業開始までの期間が長い場合には 5 年以上にもなり、計画時に想定したビジネス環境と操業時のビジネス環境が乖離することもある。プラントオーナーは、このような不確実なビジネス環境において、プラントのライフサイクルにおける投資利益を最大化するため、業務の PDCA サイクルによる継続的な改善と、プロセスデータの蓄積と運転管理システムを通して、生産管理、エネルギー原単位管理、運転コストの最適化を図ることになる。これを支援する設備管理システムは、毎日収集される設備の点検情報、故障データを解析し、設備の信頼性、保全コスト、安全に関する指標を提供することで、操業の継続的な改善をサポートする。



図 3 運転開始後の PLCM

表 1 は、前記のような商業運転開始後の PLCM を支えるプラント情報システムの備えるべき特徴を示したもので、最新の IT 技術を最大限活用することによって、このような特徴を兼ね備えたシステムを”統合化プラント情報システム”と呼ぶ。

この統合化プラント情報管理システムは、プラントの稼働率、運転のボトルネック、製品バランス、操業マージンを可視化し、タイムリーに提供することで、プラントの操業の PDCA をトータルでサポートすることができる。また、このシステムは、資産としてのプラントの価値を、そのライフサイクルにおいて最大化することを可能にするシステムであり、日揮グループの持つプラント設計、O&M、IT といった複数分野の幅広い知見を活用することによって、はじめて具現化できる。日揮グループでは、このような統合プラント情報システムの構築サービスを J-IMPACT と称して、プラントオーナーに提供している。

表 1 統合化プラント情報システムの特徴

KPI & PDCA	<ul style="list-style-type: none"> 各管理部門および各管理階層における、KPIの管理とPDCAサイクルの実行をサポートする。
Agility	<ul style="list-style-type: none"> より短い周期の管理サイクルと、より少ない管理階層（よりフラットな組織）を実現する。
Visibility & Collaboration	<ul style="list-style-type: none"> プラント操業の可視化を促進し、各部門間および管理階層間のコラボレーションをサポートする。
Flexibility	<ul style="list-style-type: none"> プラントの改造や業務フローの変更にも容易に適合できる柔軟性の高いシステムとする。
Integrity	<ul style="list-style-type: none"> データの冗長な管理を最小化し、データの整合性の確保と変更管理を容易にする。
Rationalization	<ul style="list-style-type: none"> プラント操業のPDCAサイクルを効果的に実行するために不可欠な、'Know Why'の知識を提供する。

5. Operational Excellence Service

表 2 は Operational Excellence Service の概要を示している。操業に必要な活動を健康・安全・環境（HSE）、設備信頼性、収益性、CO2 削減、ビジネスパフォーマンス、人材開発の 6 分野に分類し、日揮グループの持つ幅広い総合エンジニアリング技術をプラントのライフサイクルに応じたパフォーマンス改善のツールとして提供している。

この Operational Excellence Service が提供するソリューションへのプラントオーナーの興味は高く、最近では受注実績も増えており、今後も日揮グループの O&M サービスの柱として注力していく予定である。以下にその代表例を紹介する。

表 2 Operational Excellence Service 内容

HSE	<ul style="list-style-type: none"> Operational HSE Risk MGT Environmental Monitor. & Consulting
Reliability	<ul style="list-style-type: none"> Reliability Strategy Development Facility Condition Assessment
Operational Profit	<ul style="list-style-type: none"> Plant de-Bottlenecking / Advanced Process Control Turnaround Excellence PGM
Emissions Reduction	<ul style="list-style-type: none"> Total Site Pinch Analysis CFD Analysis
Business Performance	<ul style="list-style-type: none"> PIMS/CMMS/RTPM/ERP/EDWS Business Partner Service
Human Resources	<ul style="list-style-type: none"> Training Service /OTS Technical Assistance Service

5. 1 操業 HSE リスクマネジメント

石油や天然ガスのプラントでは、設計段階で HSE のリスクアセスメントが行われ、必要と判断された対策は設計および建設で反映されている。しかしながら、操業開始後、長い年月が経つにつれて規制・運転条件が設計時と変わり、設備の経年劣化も顕著となり、リスクが顕在化してくる。このような、長年の操業に伴い大きくなっていくリスクを、適切な時期に再度評価する必要性は、従来から欧米の専門機関から提唱されており、プラントオーナーもその必要性を強く認識している。

日揮グループはこの既存プラントの健康・安全・環境（HSE）リスクアセスメントにおいて、第三者の立場で実施できること、最新技術の知見を提供できること、操業プラントの不足するリソースを補完できることから、積極的にプラントオーナーをサポートし、リスク低減のソリューションの提案から実行までを提供している。

図 4、図 5 は、運転開始時の HSE リスクレベルと、商業運転開始後のリスク上昇の要因例およびリスク緩和策実行後のリスクをイメージとして示している。

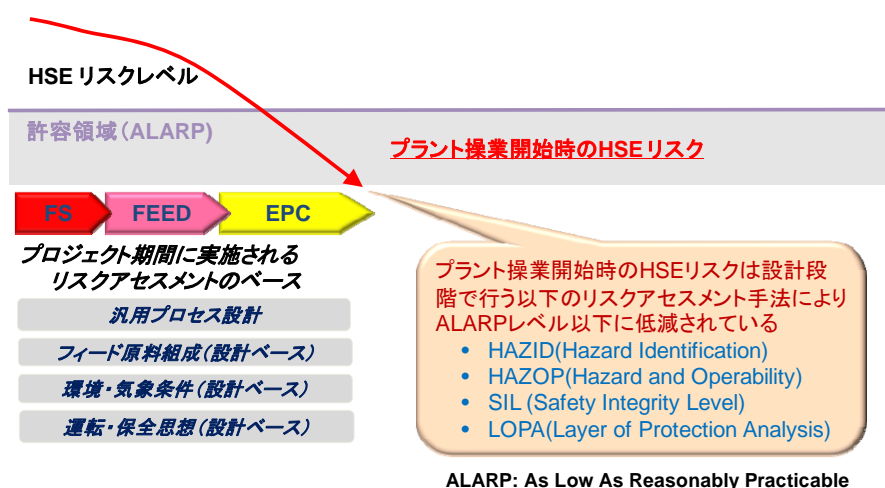


図 4 操業プラントの HSE リスクレベルとアセスメント(1)

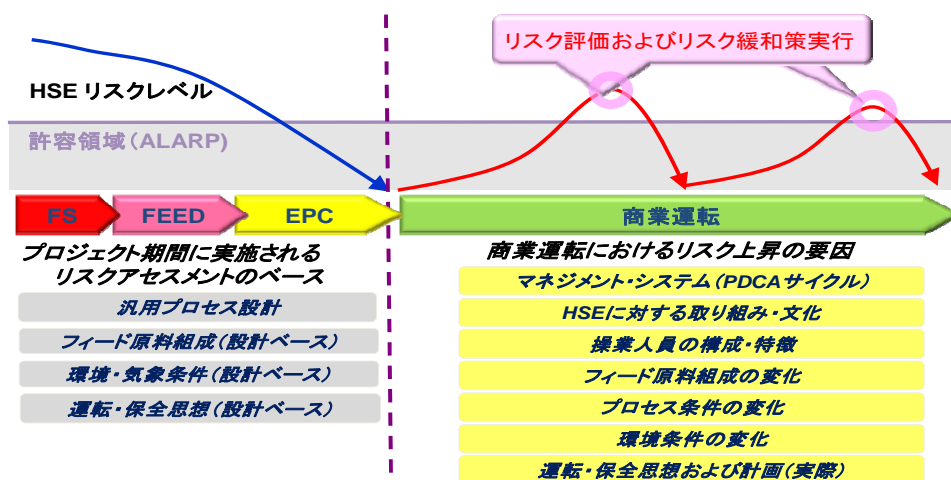


図 5 操業プラントの HSE リスクレベルとアセスメント(2)

日揮グループでの HSE リスクアセスメントのサービスの特色は、プラントのリスクアセスメントを行うフェーズと、その結果に対しリスク緩和対策計画を立案し、その計画を実施するフェーズを提供していることにある。図 6 に、サービスの概要を示す。

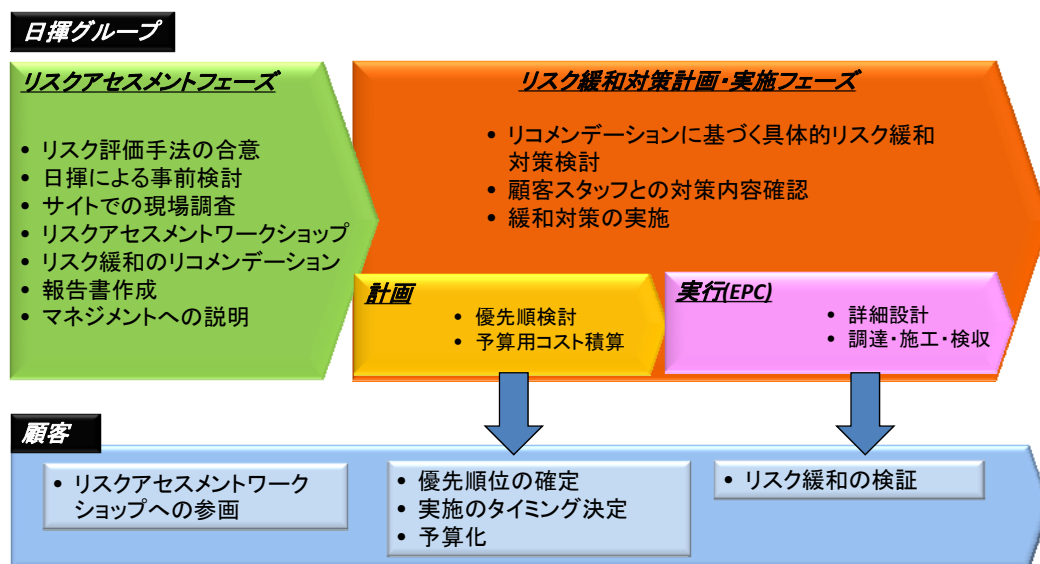


図 6 操業リスクアセスメントサービス

以下に 2009 年以降に、実施あるいは予定している HSE リスクアセスメントを示す。現状中東地区の事例が多いが、今後は東南アジア地区へのサービス提供もプロモートしていく予定である。

表 3 HSE リスクアセスメント実績および予定

No.	Location	Type of Unit	Completion	Scope of HSE Risk Management
1	North Africa	Gas Processing, Condensate/LPG Storage	April, 2007	HAZID, HAZOP, LOPA, Operational Hazard Reduction Study
2	North Africa	Gas Processing	February, 2008	HAZID, HAZOP, LOPA, Operational Hazard Reduction Study
3	Japan	Gas Processing	July, 2008	HAZOP
4	North Africa	Gas Processing	October, 2008	HAZID, HAZOP, LOPA, Operational Hazard Reduction Study
5	North Africa	LNG, LPG	April, 2009	Site Survey, Preparation of Scope of Work for ESD and F&G system integration
6	Japan	Gas Processing	September, 2009	HAZOP
7	Middle East	FCC	December, 2009	HAZOP, Operational Hazard Reduction Study
8	Middle East	Refinery	May, 2010	Preparation of Scope fo Work for HSE Risk Assessment
9	Japan	Underground Gas Storage Facility	July, 2010	HAZID
10	Middle East	Oil Production, Gas Processing	August, 2010	Site Survey, Preparation of Scope of Work for HSE Risk Assessment
11	Middle East	Gas Processing	October, 2010	Operational Hazard Reduction Study
12	Middle East	Gas Processing	December, 2010	HAZID, HAZOP, LOPA
13	Japan	Gas Processing	June, 2011	PSM & MI Audit
14	Middle East	Gas Processing	September, 2011	Fireproofing Assessment
15	Middle East	Gas Processing	September, 2011	HAZOP
16	Middle East	Oil Stabilization, NGL Recovery, Storage	October, 2011 (Planned)	Fireproofing Assessment

5. 2 Mechanical Integrity Management

一般に機器の設計寿命は 30 年から 40 年と言われているが、実際には、機器の寿命に応じて、個々の機器は更新され、プラントとしては設計寿命を超えて商業運転を継続しているケースも多い。機器の寿命を正しく把握し、損傷発生時のプラントに対するリスクを評価することが求められている。表 4 に石油精製プラントでの代表的な腐食・材料劣化事例を示す。

表 4 石油精製プラントの腐食損傷¹⁾

腐食	高温劣化損傷	環境による脆化、割れ	疲労損傷
高温硫化腐食	水素浸食	塩化物応力腐食割れ	熱疲労
湿性硫化腐食	クリーブ損傷	アルカリ応力腐食割れ	振動疲労
ナフテン酸腐食	黒鉛化	ポリチオン酸応力腐食割れ	
湿性塩化腐食	焼き戻し脆性	カーボネイト応力腐食割れ	
水硫化アンモニウム腐食	475℃脆化	硫化物応力腐食割れ	
塩化アンモニウム腐食	シグマ相脆化	水素誘起割れ	
アミン腐植	等温時効効果	アミン応力腐食割れ	
アルカリ腐食	脱炭・浸炭	アンモニア応力腐食割れ	
硫酸腐食		チタン水素脆化	
硫酸露点腐食			
炭酸腐食			

各種装置はその構成材料および使用環境から、多くの場合、表 4 に示した腐食・材料劣化は複合的に発生する。これらの腐食・材料劣化は、プラントオーナー側で立案された日常検査、定期検査でその程度を評価され、結果に応じて、継続的検査や更新の計画が検討されている。

プラントが経年化していくにつれて、必要となる検査項目、箇所は膨大となってくる。ここで、むやみに検査量を増加させても、必ずしも設備の信頼性を向上しない。最近では、想定されるリスクを評価し、優先順位の高いものをより重点的に検査するという手法が定着している。この手法の代表例が、API580/581 Risk Based Inspection (RBI) である。この API 基準では、腐食・材料劣化による損傷の発生確率と内部流体の圧力、温度、可燃性物質あるいは毒性物質の有無等からリスクの大きさを定量的に算出し、検査項目の優先順位付けを行う手順を規定している。

日揮グループでは、API581 をベースに、より使い勝手の良い RBI ソフトウェアを開発しており、プラントの運転および検査記録を基に各種損傷の発生確率をデータベースから求めることが可能である。また、影響度の大きさについては、プラントオーナーとのワークショップで議論し、最終的にリスクマトリックス上でリスクのランキングを行う手法を採用している。これらの活動から得られた検査項目に対し、国内の約 7 割の石油製油所および多くの化学プラントで検査管理用ソフトウェアとして使われている A-MIS と併用しながら、プラントオーナーの検査計画立案・データ解析への負担を低減し、効率的な Mechanical Integrity Management サービスを提供している。

5. 3 CMMS: Computerized Maintenance Management System

日揮グループが実施する建設プロジェクトにおいて、プラントオーナーから設備管理システムの構築が要求されている。例えば、アフリカ顧客向けプロジェクト、アジア顧客向けプロジェクトなどで、設備管理システム(CMMS: Computerized Maintenance Management System)を構築する業務がコントラクターのスコープとなっている。

建設プロジェクトに含まれる保全エンジニアリングは、プラントの商業運転初日(DAY ONE)までの業務であり、概略は図 7 に示すように、RAM(Reliability 信頼性、Availability 可用性、Maintainability 保守性)検討、HSE 検討、保全手法検討を実施して、CMMS の仕様決定・構築となる。

DAY ONE 以降は、図 8 に示すように、蓄積されていくプラントの運転データや保全履歴を再評価することにより、運転効率の維持、リスクの管理、保全手順や検査手順の最適化が中心となる。

なお、図 7 や図 8 では、RAM 検討、HSE 検討、保全手法検討などの業務を四角で囲ったブロック図として表示し、その業務に使用するエンジニアリングツールを色つきのブロックで示した。

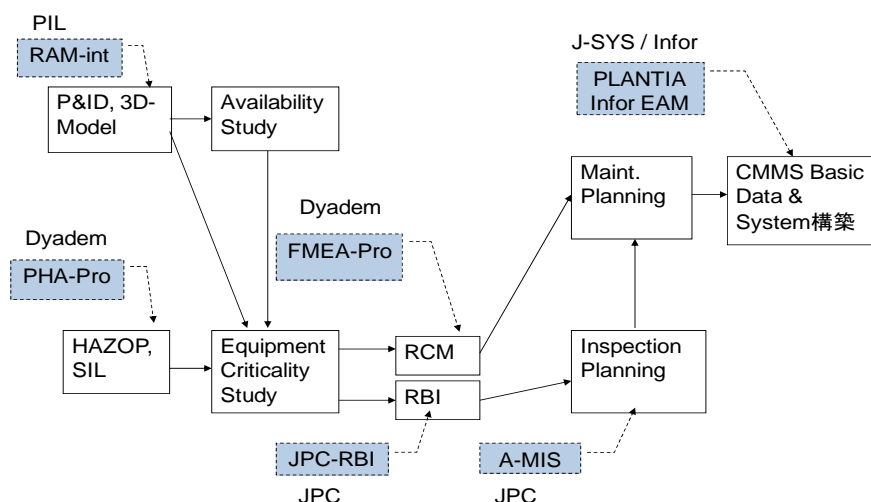


図 7 DAY ONE までの保全エンジニアリング概略

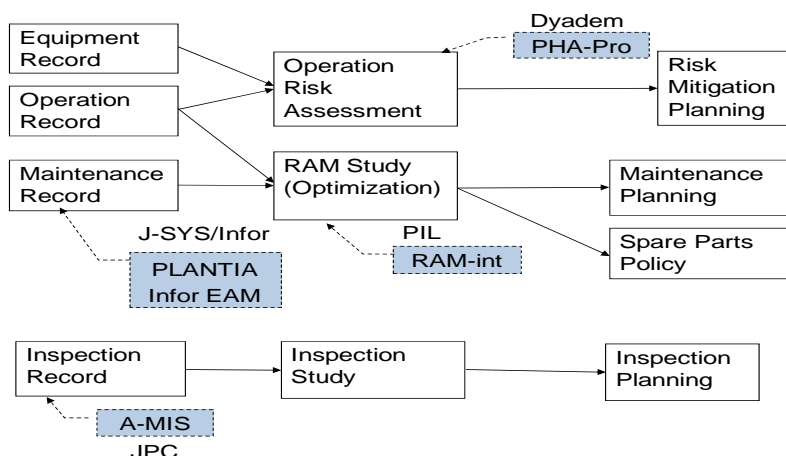


図8 DAY ONE 以降の保全エンジニアリング概略

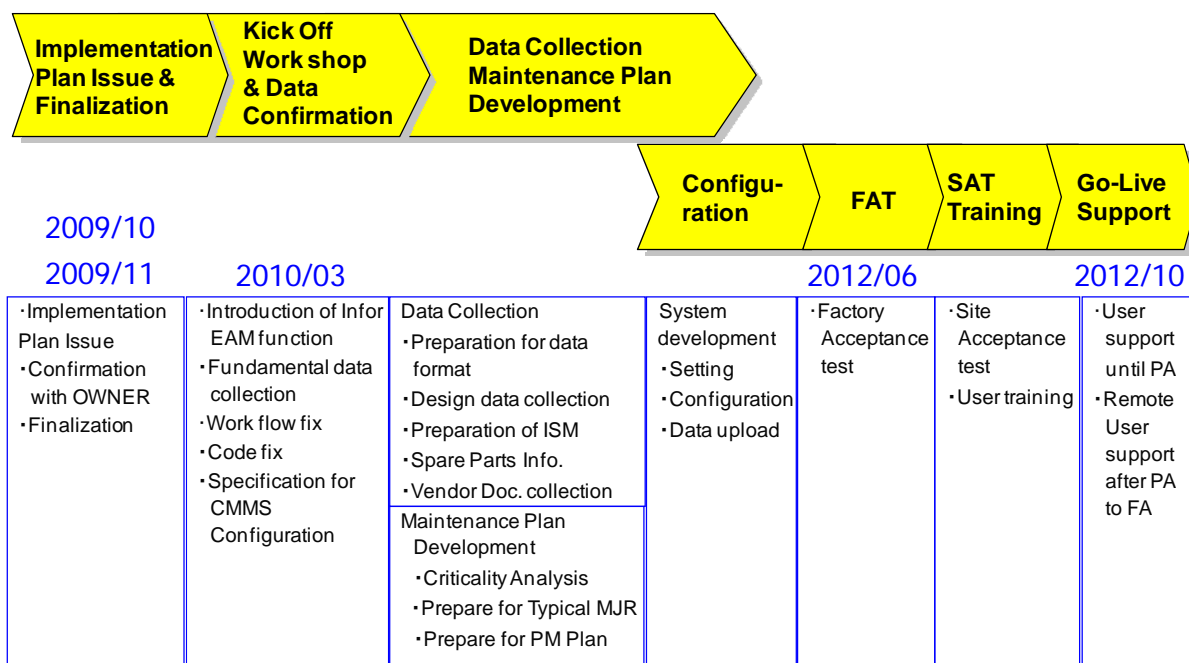


図9 Aプロジェクトにおける保全エンジニアリング事例

図9にAプロジェクトでの保全エンジニアリング事例の概略作業マイルストーンを示す。

Aプロジェクトでは、IT企業である日揮情報システムおよび検査・保全を得意とする日揮プラントックと日揮が日揮グループとして保全エンジニアリング業務を遂行している。CMMS構築の仕様書作成、プラントオーナー要件定義・確認、CMMSの登録対象となる機器リストの作成、機器リストに基づく機器重要度決定と重要度に基づく保全手法の決定、保全手順作成、CMMS構築と現地納入などが主な業務である。

建設プロジェクトに含まれる保全に関連するシステム構築業務を日揮グループが実施することにより、プラントをプラントオーナーに納入した後も、長期にわたるプラントライフサイクルを通じて、運転や保全のサポートという観点からもプラントオーナーと緊密な関係を継続している。

おわりに

以上、日揮グループの提供するプラントライフサイクルマネジメントの代表的なサービスについて紹介したが、日揮グループの持つ総合エンジニアリング技術は新設、既設を問わずプラントのパフォーマンス最大化へのソリューションとして有効に活用されており、今後もプラントオーナーのニーズに合わせて、更に幅広く提供していきたいと考えている。

引用文献

- 1) JPI 8S-2-2006 設備維持規格