

“ライフサイクルサポート”に基づく 大型建設機械のプロダクトサポート

箕輪 佳祐

国内外を問わず鉱山など大規模現場にて使用されている大型建設機械は、現場における生産量に大きな影響を与える製品であるため、突発故障や機械整備による休車時間を最小に留めることが要求されると共に、長期間の機械代替サイクルを満たすことが求められている。

こうしたニーズを満たすためには、定期的な整備やメンテナンスを始めとした予防整備の徹底、迅速に建設機械を復旧する為の部品供給体制を始めとした強固なサポート体制が必要である。

本稿では大型建設機械の休車時間を最小限に留め、安心して機械を使用して頂く為に提供している大型建設機械に対するプロダクトサポートについてご紹介する。

キーワード：ライフサイクルサポート、予防整備、VIMS、PL、EM、ET、リペアオプション、REMAN 部品、車両再生プログラム

1. はじめに

近年の全世界的な景気悪化に伴い、様々な産業でコスト低減を主体とした企業体制の改善が求められている。これは建設機械のユーザーにおいても同様であり、コスト低減の為、保有される建設機械の台数は年々減少傾向である。その為、限られた台数で仕事（生産・造成など）をこなしていく必要があり、機械は常に高稼働な状態となる。一方、突発故障などによる休車時間が作業現場に与える影響は従来と比べより大きくなり、より一層の休車時間の短縮が求められている。

また、海外新興国における建機中古車市場の規模は縮小傾向にあり、このことは日本国内における中古車

相場へも影響を与えている。その結果、オーバーホールなど大規模修理実施前に機械代替を行うことで、ランニングコストを圧縮するという従来型のビジネスモデルから、長期間保有・使用してゆくビジネスモデルへ変りつつある。加えて、本年より施工されたオフロード法 2011 年度基準をクリアする為に建設機械メーカー各社では各種新規技術が採用されつつあるが、こうした機械に搭載されたエンジンを正常な状態で使用してゆく上で重要となるのが使用燃料であり、各社共に使用燃料を「硫黄分の少ない軽油」と定めている。通常日本国内で正規に軽油を購入した場合、その中に含有されている硫黄分は 10 ppm 未満である為に問題となることはないが、海外新興国では上記を満たす燃



図一 概念：ライフサイクルサポートの紹介

料を入手することが困難である地域もあり適用されている排ガス規制値も異なる為、当面の間オフロード法2011年度基準をクリアした機械が導入される予定は無い。このため日本国内で販売されたオフロード法2011年基準を満たした機械を中古機械として転売することが、この面からも難しくなると考えられ、将来的にも機械の代替サイクル及び保有年数の長期化が予想される。

上述の通り近年、建設機械を取り巻く環境は劇的に変化しており、これらの変化に対応する為、建設機械の機械性能を最大限に発揮出来る状態で長期間に渡って使用して行くと同時にメンテナンスコストなど各種発生コストを最小限に留めることが要求されており、ユーザのランニングコスト低減への意識はより一層強まってきている。

それらの要求を満たし、ユーザが保有する機械により最大の利益を上げて頂くことが出来るよう、「ライフサイクルサポート」と呼ぶプロダクトサポートの基本的なコンセプトに基づき、機械の購入からその寿命に至るまで建設機械を通じてビジネスをサポートすることを目的とした強固なプロダクトサポート体制を構築し、安定した稼働、コスト低減を実現するだけでなく、ユーザの長期的な繁栄に貢献することを目指している。

今回は大型建設機械のプロダクトサポート体制について「ライフサイクルサポート」の観点より提言する4つのステージにおいてそれぞれ代表的なものを紹介する。

2. 大型建設機械におけるプロダクトサポート体制

大型建設機械とは、大型ホイールローダやオフ・ハイウエイトトラックを始めとする超大型の建設機械であり、国内外問わず鉱山など大規模な作業現場にて使用されている。

大型建設機械は現場における生産量に大きな影響を与える製品であり、突発故障や機械整備による休車時間を最小に留めること、また機械価格が高額であることから機械の長寿命化が求められる。

それらの要求を満たす為、全世界的なシステム及びプログラムが多数使用されている。

(1) STAGE1 アプリケーション・オペレーション・マネージメント

アプリケーション・オペレーション・マネージメントは、使用状況に応じた適切な機械の仕様選定、運転操

作をサポートすることで、生産効率を最大にすると共にランニングコストを低減する。

① MOA 改善プログラム

MOAとはメンテナンス・オペレーション・アプリケーションの略称であり、ユーザが保有する機械のメンテナンス、運転方法、作業現場環境の最適化を図ることにより生産効率を最大にすると共にランニングコストの低減を図る改善プログラムである。

具体的にはMOAハンドブック記載の各種チェック項目に基づき現状を評価し、改善余地のあるポイントの絞り込みを行う。その際、次項で紹介するVIMSも用いて改善ポイントの絞り込みを行うことで、より効果的な改善を行うことが可能である。

② VIMS (バイタル・インフォメーション・マネージメントシステム)

VIMSとはVital Information Management Systemの略称であり、日本語名を車両情報管理/活用システムとしている。車両の各装置には各種センサーからの情報により制御を行うECMと呼ばれる制御用コンピュータが搭載されている。それらECMはCATデータリンクと呼ばれる車両に配備されたサーキットにより統合されている。VIMSシステムは、これらCATデータリンクの全体を包括した車載側システムとPCにインストールした専用ソフトウェアによって構築されており、各種車両データが取得可能であり管理/活用機能を提供している。

・VIMSが提供する各種管理機能

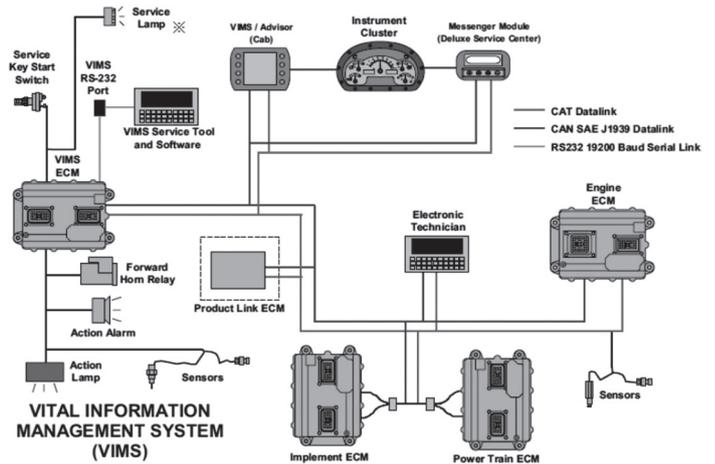
車両の性能/状態監視(警告情報, エラー情報など)
生産量/生産効率の管理(生産量, サイクルタイム, 燃料消費量など)

オペレータ運転操作の管理(速度段, 作業装置操作状況など)

メンテナンスの管理(各種情報を記録として残すことが可能)

VIMSの機能に付随する他のソフトウェアを活用することで走路状態分析や車両におけるバイアスの分析などを行うことが出来る為、現場環境だけでなくオペレーティング状況や車両状態の把握が出来る。こうしたことからVIMSを活用することで燃料消費量低減等のMOA改善に必要な各種情報を入手することが可能であり、ユーザの利益の増大に大いに役立てることが出来る。

また、本システムを使用してフリート単位での車両管理を行える為、現場全体としての機械管理を行うことが出来るだけでなく、後述の(3)で紹介するEM同様、燃料消費量や生産量などの各種情報をレポート



図一 2 VIIMS システムの紹介

する機能を有している為、ランニングコストや生産状況の管理を簡単に行うことが出来、機械管理の省力化／効率向上に貢献する。

(2) STAGE2 メンテナンス・リペアマネージメント

機械のメンテナンスとして日常点検やオイル交換だけでなくオイル分析や性能診断を充実させることに加えて、適切な予防整備の実施により修理費用の低減と休車時間の最小化、機械性能の維持をサポートする。

① ET

ETとはエレクトロニック・テクニシヤンの略称であり、車両の故障診断において有効な電子診断機器である。パソコンをベースとした診断機器であり、機械に専用コネクタを接続し車両全体に張り巡らされたCATデータリンクを介して故障の発生箇所や故障内容、発生履歴を表示し、修理時間の大幅な短縮に貢献している。各種性能値の確認及びデータの取得が可能とな為、無線式専用コネクタを使用し、リアルタイムで稼働状況を確認することが出来、MOA改善実施の際も有効な手法として使用される。他にも車両に搭載されている各種ソフトウェアの更新や、機械性能確認の

為の各種テストの実施、設定圧力調整などの詳細設定を行うことが可能であり、車両整備において多岐に渡り幅広く使用されている。

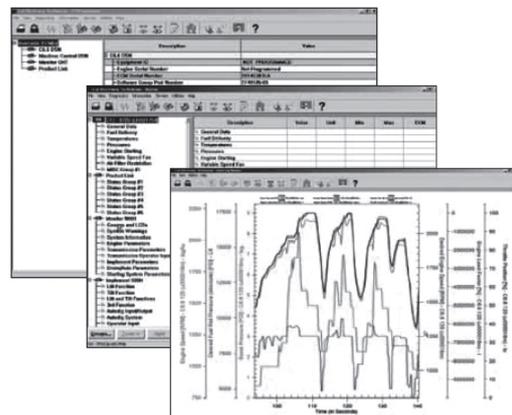
また、カスタマーETも供給しており、自家整備型のユーザに多く使用されている。

②性能診断プログラム「ゆ〜ふる」

「ゆ〜ふる」はホイールロード、油圧ショベルの各種性能値を計測し現状を診断するサービスプログラムであり、建設機械の健康診断である。「性能診断」「オイル分析」「バケット診断」「足回り診断」の4つの診断項目より構成されるプログラムである。各項目では以下の診断を行っている。

「性能診断」：エンジン回転数の計測や油圧ポンプ圧力の計測を始めとした各種計測を行い、新車時の基準値と比較し機械の現状を診断

「オイル分析」：作動油及びエンジンオイルのサンプリングを取得し、オイル分析室にてオイルの汚染度、劣化度、摩耗金属粉濃度分析を行い、機械に最適なオイル管理を提案



図一 3 ET 使用風景と診断データ



油圧機器の圧力計測

ETによる各種性能試験

サンプリングオイルの取得

図一4 性能診断プログラム「ゆ〜ふる」実施風景

「バケット診断」：バケット各部の板厚，バケットツースの摩耗量を計測することでバケットの現状を診断し，最適な補修・交換時期を提案

「足回り診断」：油圧ショベルの覆帯やアイドラの計測を行い，新品の寸法を元に摩耗量を計算し残存寿命や最適な交換時期を提案。ホイールローダでは，タイヤ残り溝や外傷の確認を行い現状の診断を行い，同じく最適な交換時期を提案

本プログラムを定期的の実施することで，日常的には気付かない僅かな性能低下を把握し，作業能力低下による時間的損失や燃料消費量悪化による燃料の損失，突発故障によるマシンダウンを未然に防ぐ予防整備を実施することが出来る体制を構築する。

また，専用の管理システムにより計測結果を管理している為，過去に実施した計測の結果の履歴を管理して傾向を捉えることも可能である。

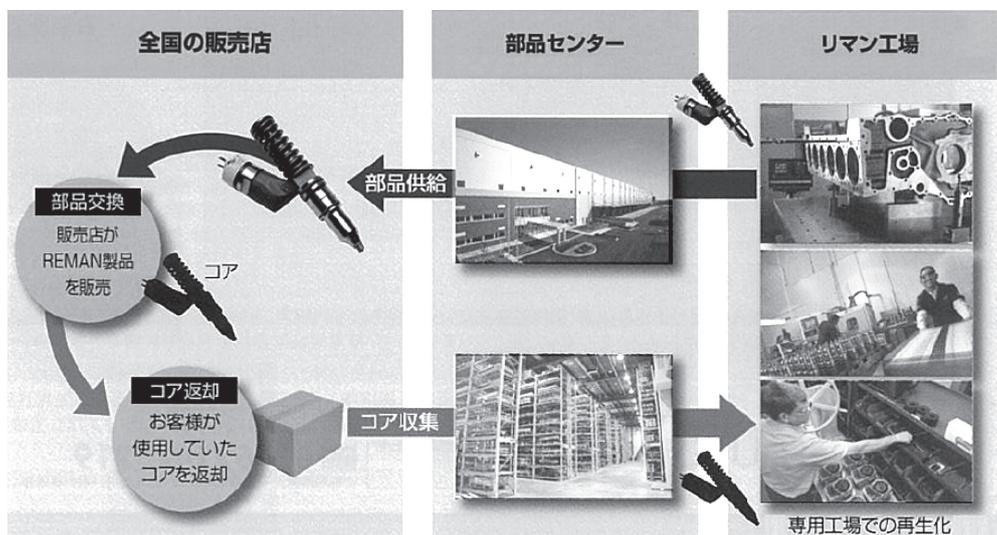
③リペアオプション

「リペアオプション」とは，稼働状況や休車時間，修理費用や寿命延長といった様々な要素から最適な修理方法を提案し，様々な場面におけるお客様ニーズに対応する為の修理方法の選択肢を意味する。

修理に使用する部品として新品部品を始め，全世界的に展開している再生部品であるREMAN部品や国内で運用しているPES，あるいはクラシック・パーツを用意しており，修理費や納期に合わせた使用部品の選択が可能である。また検索システムにより所有する機械に使用可能な各種アイテムを検索することが可能である。

(a) REMAN 部品

REMAN部品は全世界的に展開している再生部品であり，世界8カ国で17箇所ある再生専用工場にて回収したコアを新品同様の性能に再生している。このことから，資源の再利用という観点で環境に配慮したECOな商品である。またREMAN部品は魅力的な価格設定であるだけでなく新品部品と同様な保障が付いており，安心して使用できる商品となっている。供給



図一5 REMANによるリサイクルのしくみ

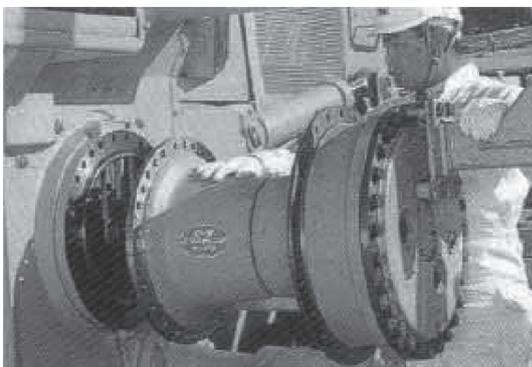


図一六 代表的な REMAN アイテムの紹介

単位はエンジンなどのコンポーネント単位のものから、クランクシャフトの様なピースパーツと呼ばれるものまで幅広いものとなっている。

(b) PES (Parts Exchange Service : パーツ・エクスチェンジ・サービス)

PES は国内において供給している再生部品である。REMAN 部品と同じく、新品部品同様の性能に再生されており、新品部品と同じ保障期間を有している。またこの商品の魅力はその価格だけではなく、供給単位にある。コンポーネント単位での供給を行っている為、現場で故障したコンポーネントを PES とそっくり交換することが出来、休車時間を大幅に低減することが可能である。



図一七 PES を活用した修理事例

(c) クラシック・パーツ (Classic Parts)

クラシック・パーツとは、世代の古くなった旧機種向けの純正新品部品である。品質・性能・保証は新品部品そのまま、価格は新品部品のおよそ半額である。供給部品は多岐に渡り、メンテナンスコスト圧縮に大きく貢献する。現在、国内では油圧ショベルやブルドーザー用の足回り部品より供給を開始しており、今後順次供給アイテムを拡大予定である。

(3) STAGE3 ビジスマネージメント

① CAT PL (車両遠隔管理システム)

CAT PLとはCATプロダクトリンクの略称であり、大型建設機械用の車両遠隔通信システムである。衛星を使用し通信しているシステムであり、携帯電話の電波が圏外となってしまう鉱山の様な作業現場でも使用可能である。

本システムを用いて機械より、オイル交換時間を始めとした各種メンテナンス情報や警告情報、位置情報、稼働時間、燃料残量など各種機械状態を取得しており、専用のサイトである EM (イクイップメントマネージャー) よりデータとして取得することが出来る。

EM については次項で詳細を説明する。

② EM (Equipment Manager : イクイップメントマネージャー)

CAT PL の専用サイトである EM (イクイップメン

CLASSIC™ PARTS



図一八 クラシック・パーツ

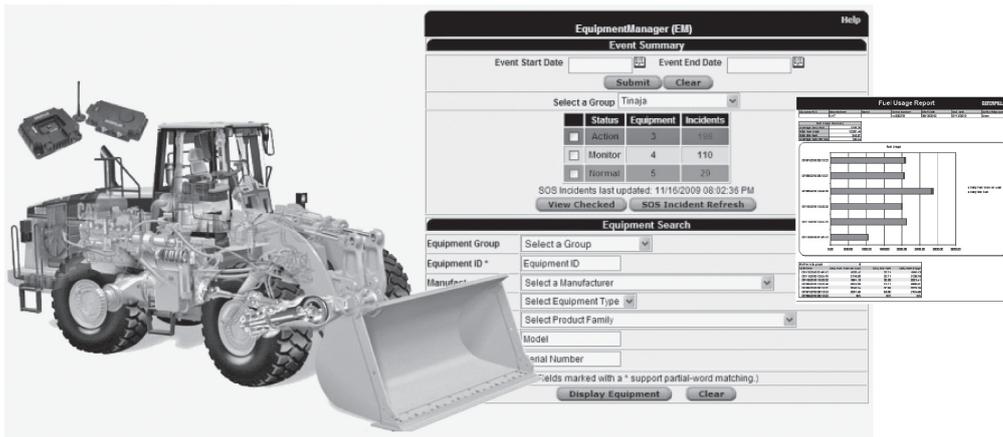


図-9 PL システムとイクイップメントマネージャー

トマネージャー)より機械の位置、稼働時間、警告情報、燃料消費量、エラーコードなど各種機械情報を確認する事が出来る。これらの機能により機械を休車させることなく機械状態を把握することが出来る為、機械の稼働を妨げることなく機械管理を行うことが可能である。またEMより取得したデータによりオイル交換などの定期メンテナンス時期を簡単に把握出来る為、機械の安定した稼働を確保する為には不可欠な予防整備メンテナンスのスケジュールが非常に立て易くなる。

上記機能に加え機械の機械稼働状況や、燃料の使用状況など各種情報をEMの機能であるレポート出力機能により簡単に出力することが出来る為、お客さまのランニングコスト管理を含む機械管理の省力化、効率向上に貢献することが出来る。

※小型～中型製品にはPL-J（プロダクトリンクジャパン）を搭載しており、パソコンや携帯電話から機械のオイル交換時間を始めとした各種メンテナンス情報や警告情報、位置情報、稼働時間、燃料残量など各種機械状態を把握することが出来、機械管理の簡易化に大いに役立っている。（大型油圧ショベルはPL-Jにて対応している。）

(4) STAGE4 リニューアルマネジメント

長年利用した機械の有効活用として、オーバーホール等大きな修理の実施時期の最適化と、適切な予防整備を実施することによる機械寿命の更なる延長に貢献する。

① TCS（トータルコスト・シミュレータ）

お客様保有機械の情報と稼働条件を入力することで、推奨される予防整備の間隔及び運転経費、保有経費など機械のランニングコストを予測出来るシステム

である。ランニングコストの「見える化」が可能となり、過去実績と未来予測の定量化が行える。それにより、メンテナンスや運転操作方法、現場状況の改善に役立てたり、コンポーネントの寿命予測から、適切な修理の実施時期と修理費用の低減及び、予算化をサポートすることが可能となる。つまり、本システムを用いることで、適切な機械代替時期の算定が行えると共に、機械寿命延長の有効性を容易に検討することが可能である。

②車両再生プログラム

大型建設機械の骨格を形成するフレームは非常に高い強度及び耐久性を有している。その特徴を生かし、長年使用された機械の各種コンポーネント類や各種作業装置を新品と同様な状態に修理し新車の状態に復元する、つまりは生まれ変わらせることで本来の機械寿命を飛躍的に延長し、機械の更なる有効活用が可能となる。また、先に説明したりペアオプションを活用することで、安価で保証付の機械に仕上げることも可能である。

本プログラムは機械寿命の延長期間や修理費など、ニーズに合わせ部分的な復元も可能であり、機械寿命延長に貢献する。

3. 活用事例の紹介

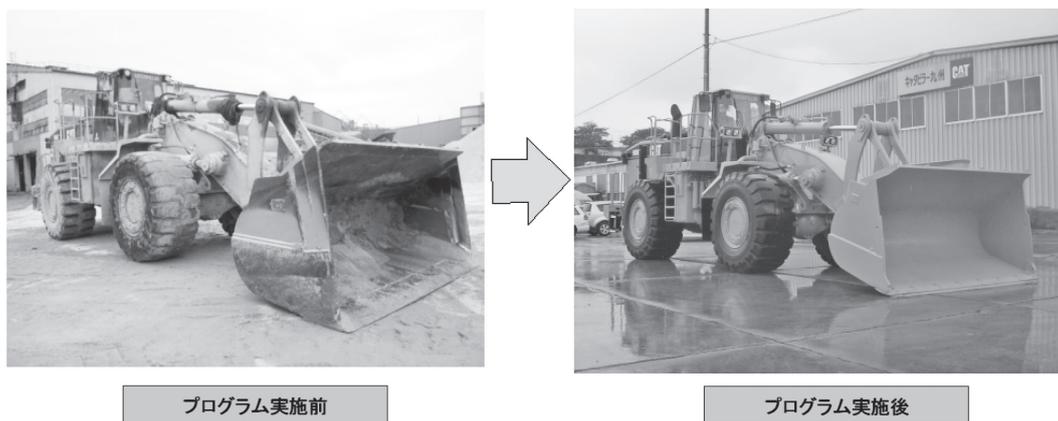
大型建設機械のプロダクトサポートを支える各種プログラムの中でも、特に関心が非常に高い、車両再生プログラムの活用事例を紹介する。

紹介する実施事例は、980Gという大型ホイールローダをベースにし新車の状態に復元した事例である。

〈実施車両情報〉

機種 : 988G

稼働時間 : 26,322 時間



図一10 車両再生プログラム実施事例

稼働状況 : 製鉄所内にて、水砕スラグの積込みに使用 (24hr / 日)

リニューアル :

- ①エンジン
エンジン AR の交換
- ②パワートレーン
トランスミッション, トルクコンバータ交換など
- ③ブレーキシステム
パーキングブレーキ, サービスブレーキ交換など
- ④ステアリングシステム
ステアリングポンプ交換など
- ⑤ hidroリックシステム
 hidroリックポンプ, コントロールバルブ交換など
- ⑥その他
コントロールユニット, 各種油圧ホース交換など

4. おわりに

今後ますます、コスト低減を主体とした企業体制の改善が求められてくる中、建設機械のランニングコスト低減への意識はより一層強まりをみせる。本稿にて紹介した大型建設機械のみならず全ての建設機械に対し、ランニングコスト低減を実現し利益に貢献することが我々の使命である。

今後、既存の各種プログラムの活用推進を図ると共に、ニーズを満たす新たなコンテンツ、プログラムの開発を行い、建設機械を支えるプロダクトサポートの更なる強化を図っていく。

J C M A

【筆者紹介】

箕輪 佳祐 (みのわ けいすけ)
キャタピラー・ジャパン(株)
部品サービス部 部品サービス推進グループ

