

ICTを駆使した鉱山ソリューションビジネスのグローバル展開

古野 義紀
Furuno Yoshinori

Phil Walshe

David Noble

Dave Hewlett

北井 睦
Kitai Mutsumi

近年、グローバルに展開する鉱山運営は、急速に進化するICTを活用し、より効率化をめざす方向にある。配車システムは、単にダンプトラックを目的地まで指南するシステムから、発破の計画、運搬物の品質管理、安全性向上、稼働する機械の健康管理まで総合的に運行を支えるFMS

に進化してきた。それに伴い、鉱山内で扱うデータ量は格段に増加してきている。今後、日立グループのシナジーを発揮し、これらのデータをいかに効率的に精度よく収集し、鉱山運営の最適化に寄与するシステムを提供できるかが鍵になる。

1. はじめに

鉱山業界を取り巻く環境は、米国でのサブプライムローンの破たんが始まった世界経済の低迷を皮切りに、一層厳しいものになってきた。一旦は新興国の需要が旺盛になったものの、欧州経済の回復の遅れ、中国の成長率の鈍化による鉄鉱石ほかの鉱物の供給過多がうかがわれ、取引価格の低迷が続いている。鉄鉱石の製錬に利用される原料炭の価格もこれに影響している。一方、金の価格はここ約10年間で順調な伸びを示し、これに合わせて生産量を単純に増やしてきたが同時にコストも増大し、昨今の金価格の急落に伴って鉱山経営に大きく打撃を与えることとなった。このような背景があり、昨今、鉱物の種類を問わず、鉱山会社各社は、生産量を伸ばすことよりも、生産をいかに効率的にかつ安全を確保しながら行うかを大きな課題として掲げるようになってきた。

このような時代の中で、日立建機株式会社は、鉱山用掘削機械の電子化による操作性の向上、日立製作所のモーターとインバータを駆使したAC (Alternating Current) ドライブの鉱山用ダンプトラックのシリーズ化など、機械のインテリジェント化を進めてきた。2009年7月には、鉱山運営の効率化を支援する観点から、カナダ西部に本社を置くWenco International Mining Systems Ltd. (以下、「WENCO」と記す。)を買収し、鉱山機械のみならず、それらの運行を管理するFMS (Fleet Management System) を世界各地の鉱山に提供できるようになった。

買収後のWENCOは、グローバルに展開する日立建機の販売代理店と協業し、鉱山機械と併せたパッケージ販売を実施するなど順調にマーケットシェアを伸ばしてきた。現在では世界で70の鉱山がWENCOのシステムを使って運営している。鉱山業界においてコストと安全性に対する意識が高まる中で、WENCOは、独自の製品を開発するとともに、親会社の日立建機をはじめとする日立グループとシナジーを発揮することで、ICT (Information and Communication Technology) をベースとしたソリューションビジネスの構築を進めている。

ここでは、WENCOの成り立ちと歴史を振り返り、今までの製品の変遷と特徴を述べるとともに、ICTを中心としたソリューションビジネスの現状と今後の展開について述べる。

2. 配車システムからFMSへ

WENCOの基本システムは、鉱山で稼働するダンプトラックを複数ある積み込み場所から排土置き場や破碎設備・精錬設備に効率よく配車するための配車システムである。近年、車体に搭載するコンピュータの性能が上がり、無線LAN (Local Area Network) で扱えるデータ量も増えてきたことから、このシステムにさまざまな新機能が追加され、鉱山のFMSへ変貌してきた(図1参照)。

ここでは、WENCOのシステムの起点から製品の変遷を紹介する。

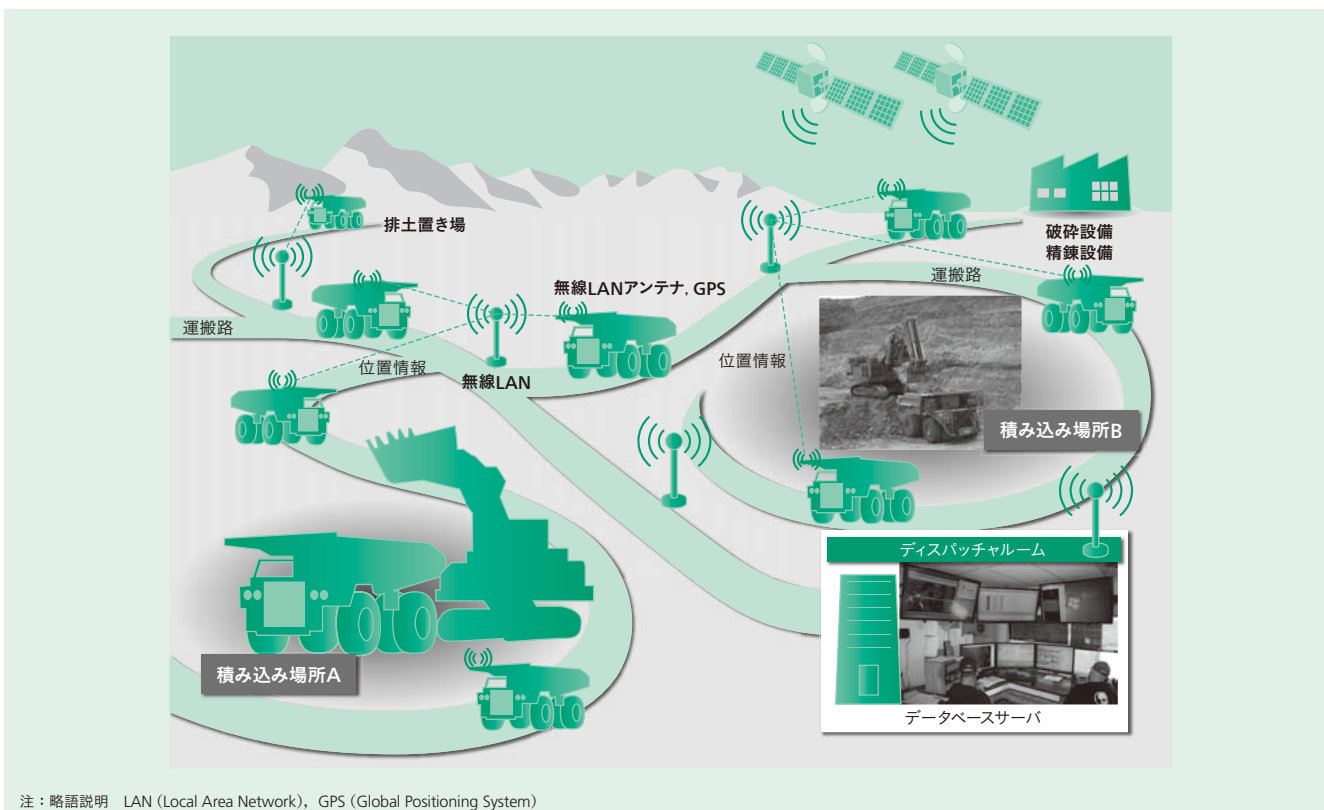


図1 FMSの構成概念

FMS (Fleet Management System) の構成概念を示す。ディスパッチャ(配車管理者) は生産量などのKPI (Key Performance Indicator) を目標値としてシステムに設定し、それに基づく指令をダンプトラックや積込機に出力する。破砕設備や精錬設備に投入される鉱物の品質を確保する。

2.1 WENCOの歴史

WENCOの歴史は1980年代に遡り、カナダ西部の石炭鉱山を中心に運営していたWester Mining (Kaiser Resources) という鉱山会社のエンジニアリングの一部門から始まる。当時この部門に所属していたマイニングエンジニアが現在の社長を務めるPhil Walsheである。1985年、この部門が、自社保有する鉱山の配車を最適化するため、比較的廉価なPC (Personal Computer) と無線機で構成するシステムをMicrosoft^{※)}社のOS (Operating System) 上で実現する配車システムを開発した。この部門は後に本社から独立し、当初はWester Engineering Companyを名乗っていたが、その頭文字を取り、現在のWenco International Mining Systems¹⁾が発足することになる。今のシステムの原型となる配車システムは、PMCS (Production Monitoring and Control System) と呼ばれ、実際の鉱山オペレーションの要求を基に生まれた。鉱山の要求に常に耳を傾けながらシステムを開発するスタイルは、この発足当時から受け継がれている。

1990年代に入り、オーストラリア西部にある大規模な金鉱山に、機械の位置取得にGPS (Global Positioning System) を適用した配車システムを最初に導入した。また、

※) Microsoft, SQL Serverは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標である。

2000年からは、システムがデータを記録・管理するデータベースに、データの取り出しが容易なOSと同じMicrosoft社のSQL Server^{※)}データベースを採用している。これにより、配車システムで記録される生産性に関わるデータへ比較的容易に鉱山運営従事者がアクセスし、Microsoft社の製品で加工・レポートできるようになった。

2.2 製品の変遷

顧客の要望は、配車システムだけにとどまらず、積み込み場所でダンプトラックに積み込まれる生産物の品質管理にまで広がってきた。2004年に、高精度GPSを用いて、積込機の掘削位置を、あらかじめ車体のコンピュータに入力された埋蔵されている鉱物種類を示す地図上に表示し、掘削機のオペレータが積み込む際に目的地に運ぶ鉱物の品質を確保できるシステム (BenchManager) をリリースした (図2参照)。これにより、積み込み段階で破砕設備や精錬設備に投入される各鉱物含有量の精度を確保し、品質のばらつきを抑えることが可能となった。また、それまでは積込機のオペレータの入力に頼っていたダンプトラックに積み込む鉱物情報は、高精度GPSで計測した積込機の掘削位置に基づいて積み込み量とともに自動的にディスパッチャールームのデータベースサーバに転送されることになり、記録される情報の精度も向上することとなった。

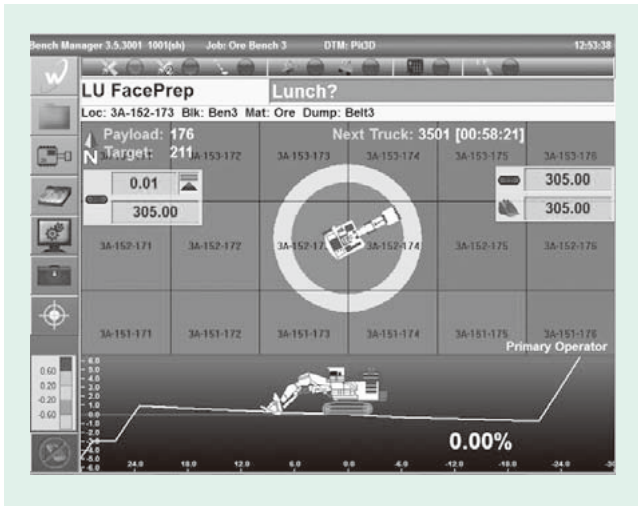


図2 | 高精度GPS機能を使ったガイダンス (BenchManager)

積込機の周囲にある鉱物別のブロックを見ながら、オペレータはダンプトラックに積み込む鉱物の種類を判断する。

時を同じくして、鉱山機械に搭載されている健康状態を示すセンサーの数が大幅に増え、その出力を用いた機械の健康監視とそれに基づいた保守計画の要望が増えてきた。これに応え、WENCOは、各機械で発生しているアラーム情報とあらゆるセンサー情報をリアルタイムに事務所で監視、表示、そして記録する新機能としてReadyLineを開発した。まずは、日立建機の鉱山機械を対象に販売し、他メーカーの機械にも随時対応している。

安全支援の分野では、一般の市街地と異なり日々変化するルートの中から目的地に効率よく安全に到達できるルートをダンプトラックなどの車両に地図上で案内するナビゲーション機能 (PitNav) を開発し、販売とサポートを2014年から開始した (図3参照)。

一方、トラック当たりの運搬量や位置情報などさまざまなデータが逐次変化している環境下において、配車管理者



図3 | ナビゲーション機能 (PitNav・Fleet Awareness)

目的地までの経路を地図上で明示し、予定時間に目的地にたどり着くように促す。周囲に接近する他の機械や車両なども的確に認識する。

やその他の鉱山運行に従事しているスタッフが、ディスパッチャールームにある配車専用のコンピュータだけではなくさまざまな媒体でデータを総合的にリアルタイムに監視できるよう、Webベースのダッシュボード機能も開発し、同年から提供している。

3. 日立グループとの協業

3.1 車両の安全支援

WENCOのFMSの機能が拡充していく中で、常に顧客の声に耳を傾けながら、日立グループの技術を積極的に取り入れ、グループ会社と協業する開発にもチャレンジしている。WENCOのビジョンとして、鉱山で稼働する「機械」、情報通信技術を示す「ICT」、およびそれらを活用する「Human」(人)が、うまく融合できるようなシステム開発をめざしている。その一環として、機械と人がより安全に鉱山での作業ができるよう、WENCOは日立製作所研究開発グループが自動車業界で培った車間通信の技術に基づく周辺監視技術を用いて、ナビゲーション機能 (PitNav) の拡張を進めている。これにより、ディスパッチャールームがある鉱山事務所を介した無線経路だけではなく、周辺の車両や機械と直接通信を確立することが可能となり、より確実に互いの位置と移動方向が認識できる。さらに、地図情報などを活用し、さまざまな場面における衝突の可能性を的確に推測するロジックにより、誤報を極力なくすシステムが実現できる。これは、2015年度中の販売開始をめざしている。

日立建機とは、2012年からダンプトラックを無人で動かす自律運転システムの開発を行っており、FMSと無人で動くダンプトラックの融合を図っている。また、そこで開発した技術や機能を切り出し、安全性や生産性の向上に役立つ機能として現行の日立建機が販売する機械に順次搭載する予定である。

3.2 クラウド技術の活用

機械とICTの融合と同時に、ICTと運行を司る人とを融合するシステムの研究開発も日立製作所情報・通信システム社と2012年から行っている。僻(へき)地にある鉱山の運行を都市部にあるリモートコントロールセンターで行うことを想定し、WENCOのFMSをクラウド上で動かす検証をカナダ西海岸の鉱山会社と協力して行った (図4参照)。日立製作所のWAN (Wide Area Network) 高速化技術を適用することで操作性に影響を及ぼす操作応答時間が格段に向上することが分かり、また、運用上の課題も明確になったことで実用化に向けて大きく前進した²⁾。

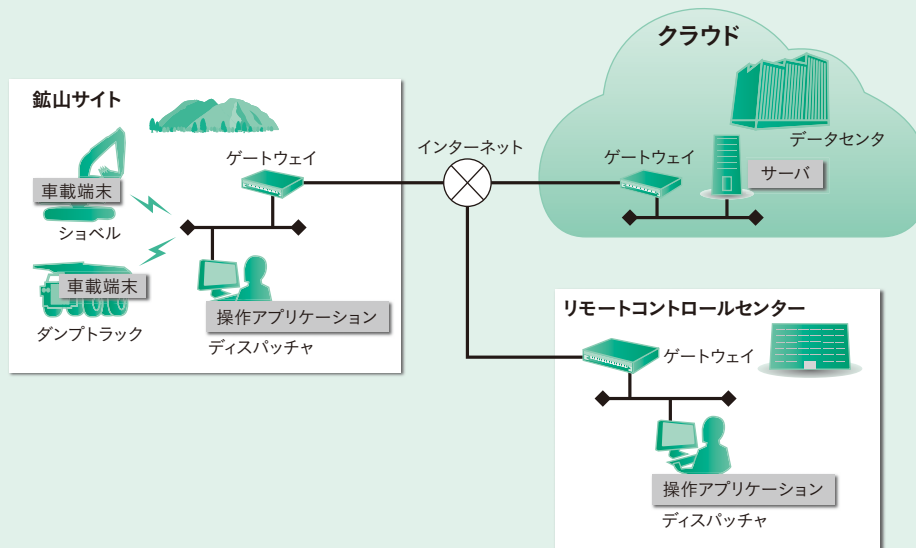


図4 | クラウドを使ったリモートコントロールセンター構想

FMSをクラウド上で稼働させ、鉱山サイトのFMSをリモートで制御する。

4. Mine Optimization Systemに向けた今後の展開

今から三十数年前に、鉱山会社の一部門のエンジニアグループが構想を練ったシステム仕様は、実は単純な配車システムにとどまらなかった。その当時から鉱山オペレーションの全体を最適化するシステムの構想があった。図1に示すような鉱山現場における生産工程の下流にある破碎設備や精錬設備などのプラントのオペレーションコストは、掘削と積み込み、そして搬送を行う工程のそれに比べてかなり高価であるが、そのコストを大きく左右するのが、上流工程でプラントに投入する鉱石の純度（品質）と量である。当時、構想していた最適化システムは、これをリアルタイムにかつ正確に検出し、先を見越して下流工程に入力するシステムであった。

例えば、金や銅の鉱山では、金や銅の抽出に化学溶剤を利用するが、この溶剂量は、プラントに投入する鉱石に含まれるその純度（品質）によって決まる。鉱石の純度に対して化学溶剤が少ない場合、鉱石に含まれているすべての金や銅の抽出はできず、大きな損失となる。一方、逆の場合は、コストの高い溶剂量がむだに使われることとなる。また、プラントが鉱物を処理できる容量に対して投入量が少ない場合は、プラントの生産性が著しく低下することになる。当時の最適化システムの構想とは、動的に著しく変化する上流工程と下流のプラント工程を同期させることであった。

構想当時は、無線はUHF (Ultra High Frequency) や VHF (Very High Frequency) が一般的であり、大量のデータをリアルタイムに扱うには不向きであった。そのうえ、

積込機やダンプトラックの位置精度は低く、また、各機械の状態をモニタするセンサーの数も乏しかったために構想どおりの最適化システムの実現は叶わなかった。

近年、IEEE802.11.xに代表される大容量のデータを高速に扱える無線技術が台頭してきた。また、GPSの精度が向上して位置精度が上がるなど技術的な進化が著しく、機械は運搬トン数の出力のほかに、健康状態をモニタリングする多数のセンサーを搭載し始めた。その中で、WENCOは、前述のように積み込み品質をモニタするBenchManagerを開発し、それに続いて機械が突発的に故障しないように見守るReadyLineを開発してきた。また、日々動的に変化する鉱山環境を的確に捉えて安全に鉱山を運行できるPitNavを開発した。さらに、鉱山内の通信を越えたりリモートで鉱山を運営するクラウドをベースにしたシステムの検証も日立製作所と協力して行った。最適化システム、つまり、Mine Optimization Systemに一步步近づいている。

次は鉱山オペレーションが扱う時々刻々と変化するデータを分析し、上流工程と下流工程を同期するために、大量のデータを多次元で分析するツールが必要である。WENCOは、2015年から日立製作所情報・通信システム社の協力を得てBI (Business Intelligence) ツールをベースにした分析システムの開発に着手した（図5参照）。このBIツールは、各鉱山単位のみならず、複数の鉱山の生産工程の状況監視を対象としたクラウド化も視野に入れており、寡占化している鉱山会社に対応する。

一方、日立はグループが持つIT (Information Technology)、オペレーション技術、鉱山機械技術、およびコンサルティ

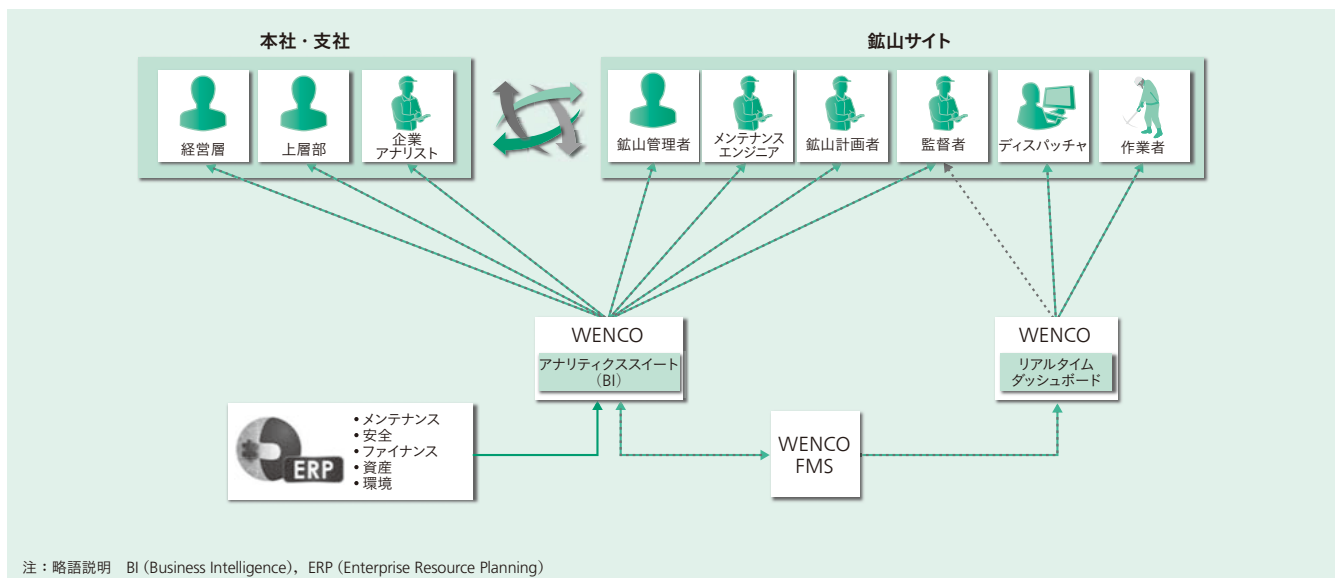


図5 | BIツールのイメージ

WENCOのFMSが出力する生産情報を、ディスパッチャに限らず、あらゆるステークホルダーが分析することができる。

ング力と幅広い産業分野での実績を生かし、鉱山での採掘から鉄道、港湾に至るまでの最適化や生産性向上、設備機器から運転・保守・経営支援までの鉱山運営支援を社会イノベーション事業の一環として推進している³⁾。WENCOは、その採鉱分野での中核としてソリューション開発・機器情報活用などで連携を図っていく。

5. おわりに

1980年代の配車システムから始まったWENCOのFMSは、今や鉱山運営の最適化に欠かせないものに発展してきた。今後の課題は、鉱脈が複雑で、かつ、プラントに比べて動的に変化する鉱山内の生産の変動要因をできるだけ少なくし、安定した生産をトータルでサポートすることである。FMSをはじめとするICTを機械と融合し、機械をよりスマートにしてHuman（人）を生産面や安全面で支援する制御を施すことが次の重要なステップである。さらに、「Pit-to-Port」の鉱山プロセス全体の最適化も切望されている中で、日立グループの総力を展開し、鉱山機械メーカーの枠組みを越えた総合的なソリューションカンパニーへ向けて一歩ずつ前進していきたい。

参考文献など

- 1) Wenco International Mining Systems Ltd., <http://www.wencomine.com>
- 2) 袖山, 外: クラウドを活用した鉱山運行管理システムの概念実証, 日立評論, 96, 10, 626~630 (2014.10)
- 3) 久芳, 外: 社会イノベーション事業を支えるITプラットフォームソリューション, 日立評論, 96, 10, 656~659 (2014.10)

執筆者紹介



古野 義紀

日立建機株式会社 開発・生産統括本部 開発本部
資源開発システム事業部 マイニングICT開発センタ 所属
ウェンコ・インターナショナル・マイニング・システムズ社の副社長として同社の経営に従事 (2015年3月時点)



Phil Walshe

ウェンコ・インターナショナル・マイニング・システムズ社 所属
現在、社長として経営に従事



David Noble

ウェンコ・インターナショナル・マイニング・システムズ社 所属
現在、開発部長としてFMSの開発取りまとめに従事



Dave Hewlett

ウェンコ・インターナショナル・マイニング・システムズ社 所属
CIO およびBIツールの開発責任者として、現在、社内外向けICT戦略の策定と展開に従事



北井 睦

日立建機株式会社 営業統括本部 マイニング本部 マイニング企画部 所属 (2015年3月時点)
鉱山機械に対する企画、立案、実施の取りまとめに従事