

「機械の声を聞く」 i-Construction を含有した 総合的建機ソリューションの提供

Cat Connect Solution の提案

本 郷 毅

i-Construction により建機を使用した現場の生産性は向上するが、施工管理のみでなく、機械管理、生産管理、安全管理の分野を総合的に提供するソリューションとして Cat Connect Solution を提案する。

キーワード：i-Construction, ICT 建機, 3D, アップグレード

1. はじめに

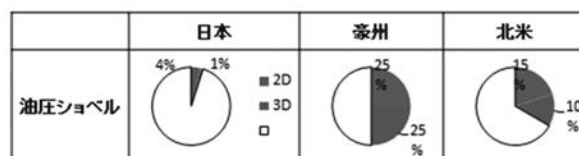
4月独ミュンヘンで開催された「BAUMA 2016」に久々に訪れた。このBAUMAは世界で開催される、多くの建設機械展示会の中でも、全世界の新技术が発表される場として、常にその斬新性で注目を集めている。3年毎開催の今回の目玉はズバリ「建機搭載デジタルテクノロジー祭り」の様相であった。国産メーカーはもとより、米国や欧州メーカー、そして測器メーカーの出展ブースは大変な賑わいを見せていた。中でもひととき多彩なデジタルテクノロジーの数々を展示していたキャタピラー（以下「当社メカ」という）ブースには「Cat Connect」（以下「本システム」という）という文字が大きく躍っていた。

当社メカのディーラーは全世界に約180社ある。そのうち100社を超えるディーラーが総合的建機ソリューションである本システムを導入している。それぞれのディーラーが、それぞれの国で、お客様の環境に合わせたテクノロジーを組み合わせて、お客様の仕事を効率化するための最適なソリューションを展開している。日本においても、生産性を上げる為に現場ベテラン従事者の豊富な経験と知識に頼るのではなく、現場の状況を的確に把握し問題の顕在化やその具体的な対処において、これらテクノロジーの活用は多く存在すると考えている。

我々日本キャタピラー（以下「当社」という）はディーラーである。日本においてメカとディーラーの関係はメカが戦略を立案し、ディーラーがそれを実行するというのが一般的である。しかしながら、当社の資本が100%外資になったのに伴い、この関係性も変化をしており、日本における戦略の立案と実施が当社に課せられたミッションである。本レポートではメカ

海外との比較

- ・ 豪州では約25%、北米では約15%の油圧ショベルが2D仕様で販売
- ・ 必用に応じて3D仕様へアップグレードし対応
- ・ 政府の目標は、2020年までに情報化施工機を30%
(経済産業省、国土交通省指針 現状4%程度)



図ー1 油圧ショベル出荷比率

提供による技術も当社技術として紹介する。

お客様（＝現場）に最も近いディーラーという立場を生かし、建設産業を取り巻く様々な課題に対し、総合的なソリューションを本システムという名で提案する。

海外のテクノロジー機の出荷状況

【参考】日本においては、約14万台の当社製品が稼働しており、そのうち約3万台が、すでにConnect（接続）している。日本国内においては、2D、3D機能をもつIoT建機はi-Constructionの導入で一気に認知度があがったが、米国や豪州では既に半分近くをIoT建機が占めている。

2. 総合的建機ソリューションの概要

総合的建機ソリューションのイメージ図を示す（図ー2、3）。

Connect とは日本語に訳すとツナガルという意味であり、当社の最新テクノロジーを搭載した建設機械から発せられた様々な情報は、現場に従事する人だけでなく、関係する全ての人に「つなげる」ことが可能と



図ー2 CAT CONNECT SOLUTIONS 概念図

	CAT CONNECT TECHNOLOGY	お客様のメリット
機械管理	◆ CAT Inspection ◆ S.O.S ◆ CSA ◆ EPP ◆ CMセンサーサポート ◆ タイマモニタリング	◆ 機械の位置・稼働情報が得られる ◆ 予知保全・メンテナンス、S.O.Sの発生状況などの早期把握 ◆ CMセンサーによる適切なアドバイス ◆ タイマ寿命の延長 ◆ 計画的なメンテナンス/予知整備 ◆ 稼働コストの削減 ◆ 稼働率の向上
生産管理	◆ CAT Production Measurement, TPMS ◆ Payload Control System ◆ VIMS (-PC) ◆ Load & Cycle project Monitoring	◆ 稼働/生産量が管理できる ◆ 稼働する生産量へ対応できる ◆ サイクルタイムの短縮が図れる ◆ 最適な稼働率を行うことができる ◆ 生産性の向上
施工管理	◆ AccuGrade ◆ CAT Grade Control ◆ 3D Project Monitoring ◆ Trimble Connected Community	◆ タイムリーな出来高管理が図れる ◆ 工事の進捗状況が把握できる ◆ 施工効率の向上が図れる ◆ 設計変更への対応がスムーズ
安全管理	◆ ProximityLink ◆ AccuGrade ◆ CAT Grade Control	◆ 危険領域への進入抑制 ◆ 機械に異常を察知した際の警告 ◆ 事前に定めた警戒領域を超過 ◆ 省人化・稼働率向上による不安全事故、接触事故の削減

図ー3 CAT CONNECT SOLUTIONS 技術一覧

なる。これにより、リアルタイムに機械と人、人と現場がつながり、お客様に最適なソリューションをタイムリーに提供する事が可能となった。このサービスの総称を本システムと呼んでいる。

このサービスは4つの大きな要素で構成されており、「機械管理」「生産管理」「施工管理」「安全管理」に大別される。従来からその単一要素を使ったサービスは存在していたが、ICTの活用により4つの側面を統合的に管理する事が可能となった。建設現場は日々状況が変化しており、問題を解決する要因は様々である。例えば…日々の生産性が上がってない⇒施工面？機械管理面？それぞれの原因を多角的に原因追究する事が可能となる。又、機械の突発的な故障が発生した場合、日々の生産・施工への影響を即座にシミュレーションし、その後の施工計画の見直しをする事が出来る。

これらの情報は、クラウドサービス「VisionLink (ビジョンリンク)」を通じて得ることが出来、当社の機械のみならず各社メーカーの機械の情報も得る事が出来る。その情報を使って、機械の位置や稼働状況の把握に留まらず、現場の生産性、施工の状況、そして安全についても「見える化」することが可能となった。

3. 施工を管理する（施工の進捗／設計変更）

ICT技術を活用した情報化施工は、従来の勘や経験に頼った施工から脱却し、省人化・熟練工不足にも対応できる大きな機会である。しかし、i-Constructionで使用が求められる3Dマシンコントロール、マシンガイダンス仕様の建機は標準機と比べて高価である。もちろん、i-Constructionで施工される現場の単価はこの費用を考慮してはいるが、お客様から投資に踏み切れないという言葉も聞く。この状況に対して当社は「アップグレード」というソリューションを提供している。これは、3Dで使用することが可能のように、出荷時に各種センサーが取り付けられ、配線の取り回しもされている。このため、標準機を3Dに改造することと比べて極めて低コストかつ短時間でセットアップが可能である。当社ではこれらの仕様を油圧ショベルではCGC、ブルドーザ、モータグレーダではAROという名称で発売されており、既に数年前から日本市場に投入している。

3Dは機械の位置・方角が設計面と常にリンクし、施工の進捗も記録できるほか、丁張りも不要となり、大規模な現場や複雑な地形での作業の効率化に大いに役立つ。

また、2Dは少ない初期投資で、作業効率を改善、小規模な現場や単純な地形での作業等、あらゆる現場で精度向上が図れる。更に、座標軸を持った3D機と組み合わせることにより、相對測地の2D機の施工現場の品質安定も実現出来る。

土工用コンパクターでは転圧回数を記録／可視化する事によって、転圧ムラや過転圧による施工時間の無駄を省くことができる技術が市場投入されているが、当社製品でも提供している。

これらの技術の普及は、勘や経験に頼らず一定の精度を維持する事が可能となることから、熟練オペータ不足への対処という課題にも一役買うはずである(図ー4)。

施工管理の一例を紹介する。図ー5は画面右側が海岸線、上側が仙台空港となる当社岩沼ICTセンターをVisionLink画面上に表示したものである。

ここは東日本大震災により壊滅的被害を受けたが、2013年に岩沼ICTセンターとして復活を遂げた。そのICTセンターでデモ用作業場を製作するために3D起工測量、データ作成・管理、ICT建機による施工を行った例である。設計図面を入力し3D化したもの、つまり予め想定した切盛土の施工計画に則して、実際の施工状況が表示されている。設計通りの施工高



図—4 施工管理 概念図



図—5 施工管理画面



図—6 i-Construction 対応図

を表す on Glade が緑、設計高との差異が 0.2 m, 0.1 m, 0.05 m の場所をそれぞれ濃赤、赤、ピンクで表現している。もちろん車載モニターから確認できるが、この画面は私自身が VisionLink を通して当時の施工進捗を、東京本社の自分の席で毎日確認していたものである。

本年 4 月より国土交通省が推進する「i-Construction」がスタートした。15 の基準及び積算基準を見直し、従来の情報化施工がリニューアルされた。例年 1200 件以上ある直轄工事の 20% 程度の発注が見込まれ、

既に多くの i-Construction 施工が各地で実施されている。当社の総合ソリューションにおける「施工管理」は、「i-Construction」に対して、それぞれ 6 つの段階に分けて一貫してサポートが可能となる（図—6）。

4. 生産を管理する（積込量／運搬量／生産効率）

積込や運搬に関わる作業量の計測は、従来、重量計を現場に持ち込み実際の荷重計測を行うことが必要であったが、各種センサーが取り付けられた最新の建設機械に於いては、遠隔でその情報を取得する事が可能である。生産管理機能では機械一台毎に積込・運搬データを取得し、一日の生産量を管理することができる。

この他に VisionLink で閲覧可能な情報には、運搬回数や運搬距離、サイクルタイムなどがあり、現場内の最適な機種編成や運搬走路の検討が可能となる。

又、取得した燃料消費量や稼働時間の情報を加味し、燃料 1 リットル当たりの生産量を容易に把握できる。これによって、お客様の生産性向上やコスト削減に向けた、最適な機種選定や現場効率の改善提案が可能となる（図—7）。



図—7 生産管理画面



図—8 ペイロード画面

生産管理機能ではキャブ内に搭載されたモニターにより、積込車両の積込量を管理できる。また、ダンプトラックの積荷重量や積込機の積込回数も見易い画面で「見える化」することができ、規定重量を設定する事により過積載の把握が容易となり、その防止に役立っていることが出来る（図—8）。

更に VisionLink は、日・週・月毎に作業量を管理することも可能であり、積込機のエンジンハイアイドル時とアイドル時の作業量を同時にグラフ化することにより、無駄なダンプ待ち時間の短縮や、現場内に潜在的に存在する非効率要素を顕在化することが出来る。

5. 機械を管理する（稼働時間／位置／燃料消費）

過去より当社が提案してきた機械管理は、S.O.S（定期オイル分析サービス）や豊富な修理歴から得られる修理予測等、定性的かつ定量的なデータを基に、知識と経験を持ったメカニックによる機械点検／修理を組み合わせる事によって、未然に故障を防ぐ「予防整備」であった。

現在の ICT 建機は、機械に備えられた自己診断システムからのデータを豊富に蓄えており、その情報をリアルタイムで把握する事により、従来からの「予防整備」に加え、機械不具合の兆候を把握する事はもとより、その原因を把握する事が可能となってきた。

当社が提供する機械管理サービスは、以下の5つの要素から構成されている（図—9）。

①電子データ

ProductLink（PL）を通じて取得し、稼働時間／場所／不具合情報が遠隔地でもリアルタイムに把握出来る。

又、運転／操作情報の記録から、不具合に至る原因究明に役立っていることが出来る。

②S.O.S 分析

定期的なオイルや冷却水等の分析結果。目に見えない機械内部の摩耗や劣化の状態を把握。故障の兆候を早期に発見することが出来る。

③インスペクション

プロメカニックによる機械点検情報。機械の性能維持に必要な項目を網羅した点検は、数値化出来る計測項目だけでなく、目視による点検項目も映像として記録。

④修理歴データ

新車納入時からの車両の生涯修理歴データを記録。

その履歴情報を分析する事により、故障発生時の原因究明やその後の予防整備に役立っている。

⑤サイトコンディション

メンテナンス実施状況や運転操作状況等の機械情報に限らず、車両の稼働する現場環境の情報を記録。機械を取り巻く環境についてもデータ化する事により、現場にあった運転操作や、機械に合った現場改善に役立っている。

2015 年 11 月に当社秩父ビジターセンターに設立したコンディションモニタリングセンターでは、全国で稼働する全ての車両のデータを総合的に収集／分析し、お客様の機械稼働の最大化、コストの最小化を実現するサポートを行っている。



図—9 機械管理概念図

図—10 はその秩父ビジターセンターにある車両を VisionLink で閲覧した画面である。

地図上にプロダクトリンクで取得した車両の稼働場所が示されている。

これらの車両から、車両の識別や資産番号、シリアル、保有者、稼働時間情報と共に、車両側で発生している様々なイベント（出来事）や不具合情報がリアルタイムに送信される。その情報の一部はスマートフォン



図—10 所在情報



図—11 イベント情報



図—13 安全警告



図—12 コンディションモニタリングセンター

へも配信可能で、どの様な場所であっても VisionLink 画面を通して機械情報の取得が可能となった（図—11, 12）。

6. 安全を管理する（警告／異常）

お客様は車両毎に必要な警告情報を選択し受信する事が出来る。機械から発せられる警告や異常は常に機械側に原因があるとは限らない。警告データの蓄積により、その要因は機械にあるのか、作業現場にあるのかを特定し、その原因を取り除く事が出来る。これにより作業員の安全を確保することが可能となる。

又、VisonLink 画面の地図上で任意の境界を設定する事が可能である。現場内に境界を仮想設定することで危険箇所への侵入を防ぎ、車両の盗難防止等に役立てることが出来る。

機械から発せられる異常や警告のデータは、車両の状況をリアルタイムに把握する事だけでなく、その記録を基に不安全行動への対処にも利用できると考えている。今まではオペレータだけに発せられていた警告（例：シートベルト未装着警告など）が現場内で共有できるようになり、不安全行動の把握やハザードマッ

プの作成等もでき、現場における事故災害を未然に防ぐ事に役立つ（図—13）。

7. ICT 建機ラインナップの展開

当社の海外販売店では ICT 建機と呼ばれる製品ラインナップとして、以下の様な商品を販売している。海外では生産性の向上という観点から、2D、3D の機能が以前から求められてきたため、製品ラインナップが多彩である。日本国内への導入は、お客様のニーズや適合性等の検証が必要であるが、世界の優れた技術をしるだけ導入したいと考えている（図—14）。

情報化施工対応製品ラインナップ			
製品		2D	3D
モーターグレーダー		✓	✓
油圧ショベル		✓	✓
スクレーパー		✓	✓
ブルドーザー		✓	✓
土工用振動ローラー		✓	✓
舗装用ローラー		✓	✓
アスファルトフィニッシャー		✓	✓
路面切削機		✓	✓
コンパクトトラックローダー		✓	—

図—14 ラインナップ

8. 総合的なソリューションへの期待と自覚

去る7月12日より3日間に亘り、秩父ビジターセンターにて「Solution Days」と称して i-Cnstruction の普及も含めた「ICT セミナー」を開催した（写真—1）。多くのお客様に足を運んで頂き当社のテクノロジーの数々を披露させて頂いた。その中でお客様の当社に対する期待を強く感じ、改めて気を引き締めた。海外に

比べその歩みは決してトップランナーのそれではない国内に於いて、「どのようにICTを見せて、説明していくのか？」という問いに改めて向き合っている。

9. おわりに

4月に情報化施工担当に着任し、その時期を境にして多くのプレスから取材や各地で講演をさせて頂いた。建設産業と建設機械にスポットが当たっている今こそ、わが業界の大きなチャンスであり、現場へ提案出来る大きな機会と強く感じている。今後も、日本建

設機械施工協会の委員会や各支部での活動に参加しながら、海外で導入されているソリューションの紹介に努め、当社が提唱している「機械の声を聞く」という大きな波をお伝えしていきたいと感じている。

JCM|A

〔筆者紹介〕

本郷 毅（ほんごう つよし）

日本キャタピラー

執行役員 広域営業事業部長 兼 情報化施工推進担当

