

## 技術論文

## 建設機械への ICT 応用

## Application of ICT to Construction Machinery

土井下 健 治  
Kenji Doishita  
村 本 英 一  
Eiichi Muramoto  
神 田 俊 彦  
Toshihiko Kouda

近年発展の著しい ICT (Information and Communication Technology) を適用した、建設機械の運用、管理やサポートの効率向上を目的とした KOMTRAX® と、作業の効率、精度、安全性の向上を目的とした情報化施工システムについて、その概要を報告する。

ICT (Information and Communication Technology) making notable progress recently innovates the KOMTRAX® which improves the efficiency of operation, management, and product support of construction machinery and the construction computerization system which improves the efficiency, accuracy, and safety of construction work as well. Those systems are overviewed in this paper.

## 1. はじめに

近年の GNSS (Global Navigation Satellite Systems) による位置検出や、衛星通信・携帯電話・インターネットなどの情報通信技術 (ICT) の発展には目を見張る物があり、生産・物流・販売・サービスと様々な分野でその適用が進んでいる。鉱山や土木現場という ICT から程遠いと思われる環境で稼動する建設機械においてもそれは同様であり、ICT を活用して、お客様、代理店、メーカーそれぞれに、いかに低コストで効率の良い業務のしぐみを実現するか、ということが、建設機械メーカーの大きな事業課題となってきた。

よく ICT は道具であると言われるように、建設機械に ICT 技術を導入すること自体が目的ではなく、お客様の作業改善によりオペレーションコストを削減し、代理店においても的確で効率的なサポートを実現することで顧客満足度を高め、ひいては建設機械の商品価値が上がるといった、それぞれ Win-Win の利益拡大を実現することが最終的な目的である。(図 1)

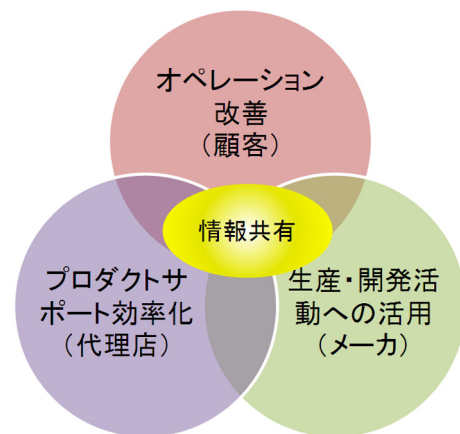


図 1 建設機械 ICT 化の目的

本稿では、コマツの建設機械に導入されている ICT 技術の中でも、特にプロダクトサポート業務の改善と顧客業務支援を目的とした遠隔機械稼動管理システム「KOMTRAX®」と、顧客の施工技術支援として普及が見込まれている情報化施工システム「iB」(Intelligent Blade Control System) について紹介する。

## 2. 遠隔機械稼働管理システム「KOMTRAX®」

KOMTRAX®は、すでに様々な場所・メディアで紹介されているため、ご存知の方も多であろう。配車台数は、2010年末に20万台を超えた。2007年から本格的な建機グローバルICTシステムとして普及してきたKOMTRAX®であるが、グローバル故の課題も出てきた。

KOMTRAX®のような遠隔機械稼働管理システムにおいては、通信機能が必須であるが、一般的に通信事業や通信装置は各国毎の許認可が必要となる。それぞれ利用する国毎に、通信サービスのプロバイダや、あるいは端末製造メーカーが、通信事業免許や端末認証を取得しなければならず、グローバル展開の妨げになっている。

また、コマツでは現在、KOMTRAX®の通信インフラとして衛星通信、または携帯地上波通信を利用しているが、各通信方法はカバーエリアや通信コストで一長一短があり、グローバル利用に最適な通信方法というものがない。

これらの法規制や通信インフラの問題は、民間企業の努力だけでは解決が困難であり、時間を要する課題であるが、コマツでは、カバーエリアと通信コストを考慮して、最適な通信キャリアを利用するとともに、常に代替え方法も考慮に入れながら、KOMTRAX®サービスを拡大してゆく予定である。

## 3. KOMTRAX®のプロダクトサポート効率化への取り組み

### 3.1 消耗品交換リコmend活動

KOMTRAX®では、稼働時間をベースに消耗品等の交換時期をお知らせする機能を持っている。(図2)

交換時期情報		[最新SMR: 5216.7 H (11/14/2010)]		履歴
項目	前回交換日	前回交換時SMR	次回交換までの残り時間	
エンジンオイル	09/13/2010	5202.5 H	485.8 H	
エンジンオイルフィルタ	08/26/2010	5195.7 H	479.0 H	
燃料フィルタ	08/26/2010	5195.7 H	979.0 H	
作動油フィルタ	08/26/2010	5195.7 H	978.9 H	
作動油タンククリーザ	08/26/2010	5195.7 H	479.0 H	
コローションレジスタ	08/26/2010	5195.7 H	979.0 H	
ダンパケースオイル	08/26/2010	5195.7 H	979.0 H	
ファイナルケースオイル	09/13/2010	5200.7 H	1984.0 H	
マシナリケースオイル	08/26/2010	5195.7 H	979.0 H	
作動油	08/26/2010	5195.7 H	4978.9 H	
燃料プレフィルタ	08/26/2010	5195.7 H	479.0 H	

図2 消耗品交換時期お知らせ画面 (イメージ)

これらの情報をベースに、各代理店が担当機種チェックを実施し、必要あれば電話での顧客への交換リコmendや実際の部品交換作業を実施する。販売店にとっては、消耗品部品の売上拡大のチャンスとなり、お客様にとっても機械が深刻なダメージを受ける前に適切な処置を受けられるので、将来の大きな修理費用の出費を抑えることができる。

### 3.2 サービスマン派遣の効率化

KOMTRAX®の画面では、上記のような消耗品交換が必要な機械や、エラー・コーションが発生している機械を一覧で閲覧したり、地図上で確認したりすることが可能である。従来、このような遠隔機械稼働管理システムが無い時には、サービスマンが現場に訪問し、現車タッチすることが必要であったが、実際には容易なことでは無かった。固定された現場の場合は良いが、お客様の現場は日々変わることも多く、携帯電話でお客様の事務所に確認を取りながら、現場に向かうのが普通であり、現場に到着するだけでも数時間を要する場合もあった。

KOMTRAX®では、確実な車両位置を地図で確認して訪問できるばかりでなく、事前に発生しているエラーの種類や、機械の状態を把握して訪問できるので、必要な部品やツールを効率よく事前準備して訪問することができる。また、携帯電話やGPS端末などを利用して、代理店のサービスパーソンやサービスカーの位置を確認し、サービスが必要な最寄りのお客様へ立ち寄りさせる、といった取り組みも実施している。

## 4. KOMTRAX®の顧客オペレーションの改善活動における課題と取り組み

冒頭に述べたように、建設機械のICT化の取り組みは、最終的にはお客様へのメリットとして、オペレーション効率の向上や、オペレーションコストの削減につながるなければならない。

車両のライフサイクルにおいては、建設機械の購入価格よりも、燃料費や保守費、オペレータ人件費といった、O&O (Operating & Owning) コストのほうが、ずっと高いのが通常である。2) 従い、燃料費やオペ工賃等、O&Oコスト削減の提案ができれば、お客様のオペレーションのコスト削減に大きく寄与することとなる。

### 4.1 省エネ運転の提案

環境問題への関心の高まりと燃料費の高騰により、我々建設機械のお客様にとっても、燃料代の抑制は最重要課題であり、省エネ機械の開発は建設機械メーカーの至上的命題でもある。

ただ燃費には、運転方法が非常に大きな影響を与えることがわかっており、コマツのテクノセンタにおける省燃費運転研修の例では、同じ油圧ショベルであっても、省燃費運転を学習した前後の結果で平均1割程度の燃費改善が見られ、人によっては作業量も加味した燃費効率で30%以上の改善がみられる場合もあった。

このように、お客様での省エネを運転面から支援するため、KOMTRAX®では「省エネ運転支援レポート」としてお客様に運転内容情報と省エネ運転のためのアドバイスを提供している。(図3)



図3 省エネ運転支援レポート

#### 4.2 下取り価格アップの取り組み

前述したように、下取り価格が高くなると、お客様のO&Oコストを下げる事ができる。通常、中古車の下取りにおいては、外観、経過年数、サービスマータが価格決定の基準となるが、KOMTRAX®のメンテナンス履歴、作業負荷履歴情報等より詳細な機械の使われ方履歴を開示することにより、バイヤーにしっかりメンテナンスされているという安心感を与え、より高く買い取りしてもらう、という取り組みを始めている。

### 5. 情報化施工システム

GPSによる位置測位はカーナビゲーションや携帯電話などで身近なものになっているが、更に高精度に3次元座標を計測するRTK-GPSといわれる手法が'90年代半ばに実用化され現在では測量計測に適用されている。この高精度GPSを土木工事に用いる建設機械に搭載する情報化施工システムが遠隔機械稼動管理システムとほぼ同時期の2000年前後に登場してきた。3)

情報化施工システムは、3次元CADにより作成した土木設計図面にに基づき、ブルドーザやモータグレーダのブレードと呼ばれる作業機を自動制御するシステムであり、欧米では'03年頃から急速に普及し始め、日本では2008年に国土交通省より情報化施工推進戦略として、①4年後の2012年には情報化施工を標準工法として普及・定着させる事、②対応する建設機械の普及を進め、③人材育成を重点目標として策定され導入が促進されている。(GPSはGNSSという用語を使うようになってきている。)

### 6. 情報化システムの概要

ブルドーザへの搭載を例に取って情報化施工システム(iB)を説明する。図4に示すよう、作業機(ブレード)の水平・垂直位置検出をする為のGNSSアンテナをポールを介して直接ブレードに装着している。ブレード背面にはチルトセンサを装着し、ブレードの傾きを検出している。

施工設計データは3次元CADで作成したデータをオペレータ席前方に設置したディスプレイと呼ばれるカラー表示器と制御ユニットの一体型のGNSSボックスに、デジタルカメラなどにも使用されているコンパクトフラッシュメモリなどを使用して、インストールする。

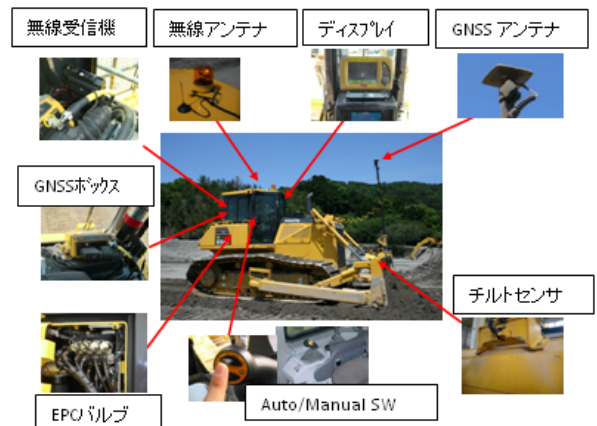


図4 機器搭載の例

オペレータの前方に設置されたディスプレイは、施工設計図面上に建設機械の現状位置をリアルタイムで更新表示し、オペレータが常時作業状態を確認出来るようになっている。(図5)

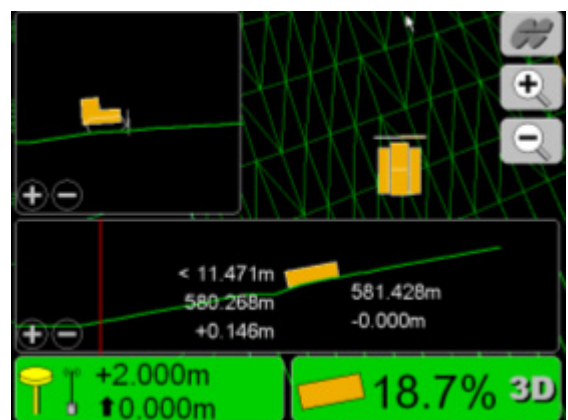


図5 制御画面の例

また、一方でGNSSボックスは、施工設計データとブレードの位置・姿勢をリアルタイムで比較し自動制御用の油圧バルブを駆動する事により、ブレード制御を行っ

ている。

## 7. 情報化施工システムの改善

従来、土木施工は下記手順で実施される。

- ① 施工現場の測量の実施
- ② 測量に基づき土木設計図面を作成
- ③ 図面に基づき現場に作業目印の杭を設置
- ④ 目印の杭に基づき施工作業を実施
- ⑤ 施工が設計通りか検査を実施

通常、検査・作業の繰り返しや作業の進捗状況に合わせて杭の設置し直しが繰り返される事となるが、情報化施工システムを活用した場合は、設計データに基づき建設機械の作業機が自動制御されるので、目印の杭の設置が不要であり、整地精度が良くなるため、施工効率が向上することが期待される。

高精度 GNSS による位置検出を活用した情報化施工システムを紹介したが、以下のようにセンサフュージョンによるシステムが最近導入されてきている。

### 7.1 mmGPS システム

垂直方向の位置検出精度を向上する目的で、GNSS と回転レーザを組み合わせたシステムである。水平方向は GNSS 位置検出を行うが、垂直方向はレーザによる位置検出を行い、GNSS のみの場合±30mm 程度であるものを±10mm 程度まで整地精度を向上させたシステムである。(図6)

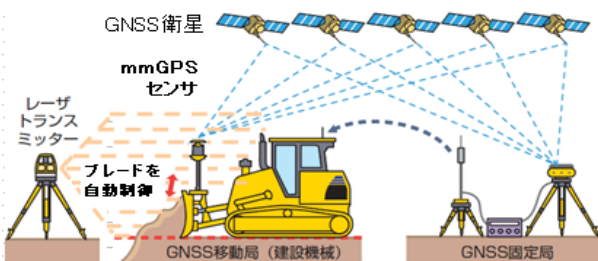


図6 mmGPS システム

### 7.2 TS システム

位置検出を GNSS に頼らず光学測量器によりブレード上に設置したプリズムを自動追尾トータルステーション (TS) が追尾して作業機の位置検出を行い 高精度な±10mm 程度までの整地精度が得られるシステムである。

工事規模、都市土木やトンネル内や屋内など施工現場の状況より使い分けている。(図7)

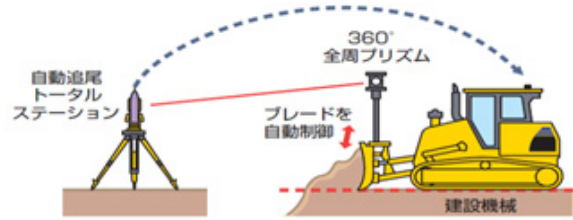


図7 TS システム

### 7.3 3D-MC<sup>2</sup> (スリーディー・エムシー・スクエア) システム

通常10~20Hz程度であるGNSS位置検出更新間隔をジャイロと組み合わせることにより100Hz程度まで改善したシステムであり、土質と車両特性にもよるが従来F1速度程度であった限界施工速度をF3速度まで高速化し高い作業効率を可能にしたシステムである。(図8)



図8 3D-MC<sup>2</sup>システム

図9、図10は8tonクラスストレートチルトドーザの車両でテスト場の土質は砂質土、F3の高速走行等の条件で実施したものである。±10mm程度までの整地精度、高品質の整地性を確認できた。20tonクラスについても同様の結果が得られている。

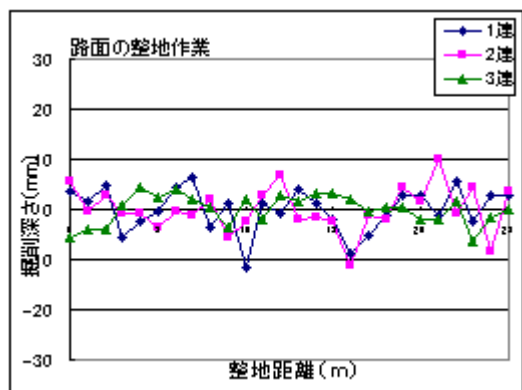


図9 整地精度 (8ton クラス)



図10 3D-MC<sup>2</sup> 整地性確認

## おわりに

建設機械においても、革新的な ICT 技術の導入、活用期を迎えている。システムの改良・運用の普及に努め、お客様だけでなく更に開発や生産、物流などにも役に立つシステムとしたいと考えている。

## 参考文献

- 1) 神田俊彦, 車両遠隔管理における情報化施工, 建設機械 Vol.44 No.5, 13p-17p, 2008/5/1 発行
- 2) 建設の施工企画 2007年1月号 「建設機械における GPS 活用と展開」 笠原時次 P33-36
- 3) 永井孝雄, 神田俊彦, 高精度 GPS を搭載した建設機械の情報化施工システム, フルードパワーシステム第 38 巻第 3 号, 12p-15p, 2007/5/15 発行

## 筆者紹介



Kenji Doishita  
 どいした けんじ  
**土井下 健治** 1991年, コマツ入社.  
 現在, 開発本部 商品企画室所属.



Eiichi Muramoto  
 むらもと えいいち  
**村本 英一** 1974年, コマツ入社.  
 現在, 開発本部 商品企画室所属.



Toshihiko Kouda  
 こうだ としひこ  
**神田 俊彦** 1986年, コマツ入社.  
 現在, 開発本部 商品企画室所属.

## 【筆者からひと言】

位置と通信と表示と, 技術分野は同じでも全く異なるシステムを紹介させて頂きました。建設機械の土木作業の効率向上は常に追及されてきているテーマですが, 今後とも ICT の切り口で建設機械の発展に寄与できれば幸いです。