

# 「IT特集」

## KOMTRAX STEP 2の開発と展開 Development and Deployment of KOMTRAX STEP 2

荒川 秀治  
Shuuji Arakawa

ITをベースに、ユーザとの接点拡大や新ビジネス開拓への挑戦が始まっている。コマツにおいては業界でいち早く、インターネットと移動体通信技術とを用いた建設機械の管理システム「KOMTRAX」の開発に取り組み、まず、レンタル分野への市場導入を行って動態管理システムとしての成果を上げてきた(STEP 1)。これを受けて、取得する車両情報のメニューを追加すべく開発を行い(STEP 2)、一昨年来主力機種を先頭に標準搭載展開を推し進め、本格的導入の段階に至った。これと併行して、海外での事業、中古車流通を見据えたグローバル展開に必要なシステム作りも進めている。ここでは、それらシステムの構成や特徴、さらに搭載する端末、通信インフラ、サーバに言及して報告する。

More and more companies are taking advantage of information technology (IT) to expand their customer services and develop new businesses. In the construction machine industry, Komatsu was quick to utilize the Internet and mobile communication technology to develop a construction machine management system which it calls KOMTRAX. First the company successfully introduced KOMTRAX – a dynamic management system – to the rental machine market (STEP 1). Then the company made several improvements on the system, specifically adding new items to the menu of machine information provided by the system (STEP 2). Since two years ago, Komatsu has been promoting installation of KOMTRAX as a standard feature in Japan, first on its major models and then on its other models. At the same time, it has been building systems which are required for deployment of its overseas operations and used-machine business on a global basis. This paper describes the configuration and features of KOMTRAX and the onboard data terminal, communication infrastructure, and server that Komatsu has developed for the system.

*Key Words:* KOMTRAX, Dynamic Management, Satellite Communication, Ground Wave Communication, GPS, Position, Map, Operation Information

### 1. はじめに

インターネットやGPS、移動体通信で代表されるIT(情報通信技術)は、いまや地域、世代を問わず発展・普及してきている。当社においても建設機械の情報化というテーマに数年来取り組み、KOMTRAXシステムを結実させた。

KOMTRAX (Komatsu Tracking System, コムトラックス)とは、最新の移動体通信技術と、さらに進歩し続けるインターネット技術とを活用して、これまで実際に現場まで行かないと入手することができなかった車両に関するデータ、たとえば車両の現在位置やサービスメータ(アワーメータ)、燃料残量、さらに車両で発生したコーションや消耗品の交換時期といった車両内部情報をオフィスに居ながらにして閲覧、利用することができるという画期的なシステムである。

GPS (Global Positioning System 全世界測位システム)と電子地図とを組み合わせたナビゲーションシステムは、自動車分野ですでに広く普及しており、携帯端末での利用も可能になってきている。また、インターネットと移動体通信技術の普及は、相互に依存しつつ著しい発達を遂げ、

通信の大容量化、高速化、ハードおよび通信費の低コスト化が進んできた。これらの技術発展は、移動する作業機や生産設備などを遠隔で管理・制御したいという前世紀からあったニーズにこたえることとなり、配送トラックやバスの運行管理、自動販売機も在庫管理や化学プラントの生産管理に利用されてきている。

一方、コマツのエレクトロニクス研究開発においても、遠隔地で稼働する建設機械の各種データを無線通信で取得でき、また逆に制御情報を建設機械に送り込むことのできるシステム構想は十数年来持っており、その実現に向けての基盤技術を蓄積してきたが、そのシステムに必要な広域通信インフラの構築、その維持管理を独自に実施することはコスト面で困難な状況であった。しかしここ数年、前述のようなITの発達・普及によって急速にインフラが使えるようになってきたこと、またリース・レンタル建機比率の急増により具体的な動態管理ニーズが高まったことが相まって実現に至った。

## 2. これまでの経緯

数年前より、衛星通信機および建設機械内ネットワークに接続できる端末を開発し、数十台レベルでのフィールドテストを行って実用化のめどをつけてきた。そして1998年秋、特定グループレンタル社に先行市場導入すべく、衛星通信機搭載の専用車載端末を開発、同時に主力機種に後付け搭載するためのキットも開発し、ユーザ協力の下で次々と車両に搭載、建機情報化の新しいシステムが産声をあげた。当時は、「テレマネジメントシステム」と称していた。

この段階では位置とサービスメータ、稼動マップのみの情報であった(STEP 1)が、そのレンタル車管理における有効さが認められ、1999年11月より本格販売を開始、他のグループレンタル社にも販売を始めることとなった。さらにこのシステムを活用した事故補償やメンテナンス契約の販売も開始された。

2001年には地上波通信機を搭載した車載端末の開発も完了し、取得する車両情報も燃料残量、エンジン水温やコーション、消耗品の交換時期情報などを追加充実させ(STEP 2)、8月より主力機種に工場出荷標準搭載、さらに機種系列展開を進めて現在では搭載車両数千台に至っている。

## 3. KOMTRAX システム

### (1) システムの構成

Dopa など地上波通信または Orbcomm 低軌道衛星で代表される衛星通信の無線通信機を内蔵し、当社内製のCPUボードにより車両内ネットワークからの情報取得やエンジンの稼動情報、さらにGPS衛星からの信号を受けて位置情報を算出し、前記無線機を制御して地上側管理局と無線通信する車載端末を車両に搭載する。

一方、コマツコンピュータセンタにはコマツWebサーバ(通信サーバ、データベースサーバ、WEB画面サーバから構成される)が設置され、前記車両に搭載された車載端末から通信インフラ経由で受信した車両のデータを解釈しデータベースへ格納、そしてWeb表示することによりインターネット経由でユーザ側のクライアントパソコン画面に車両情報を提供する機能を実現している。図1に、地上波通信を用いた場合のKOMTRAXシステム構成概略図を示す。

サーバは前述のデータ処理・情報表示系の機能以外にも、KOMTRAXシステムのメンテナンス、運用管理を行う機能も重要な役割として担っている。たとえば、ユーザからの各種問い合わせに対して、事象の分析や要因の切り分け、送受信データの履歴を分析する機能を備えており、工場出荷車両に車載端末を装着する場合にはその車両情報(機種、機番)と装着した車載端末の情報(品番やシリアル番号)とを関連付けて入力、検査とともに管理する画面を用意している。また、既に出荷されている車両に後付けする場合には、現場で装着した車載端末情報と車両情報との紐付け登録をユーザ自身がオフィスのパソコンを用いて入力できるような管理画面を用意している。

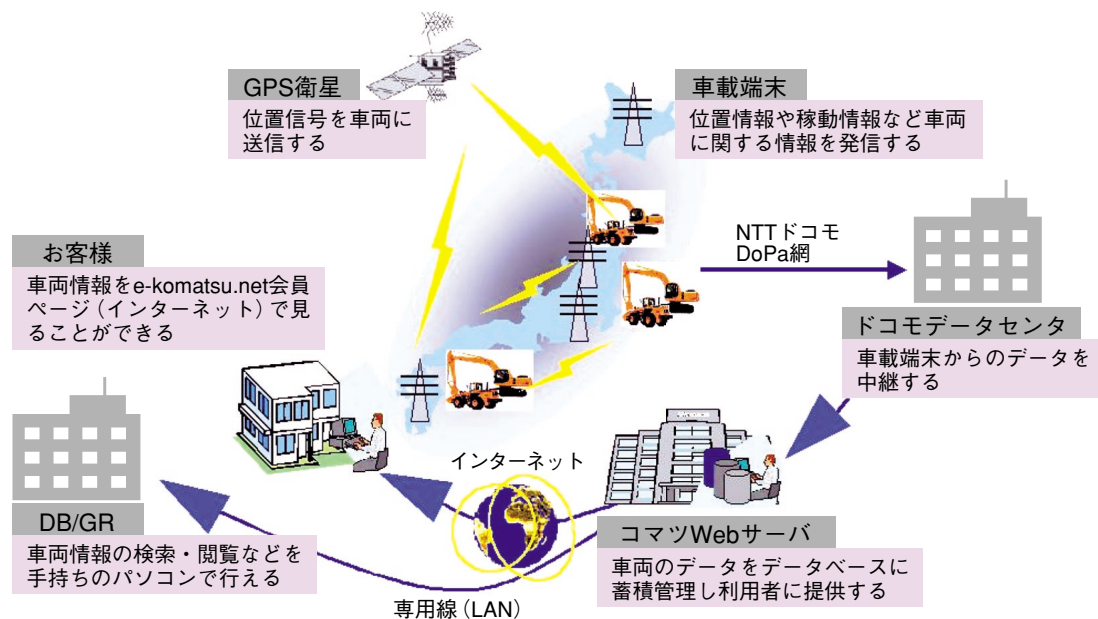


図1 KOMTRAXシステム構成概略図(地上波通信利用の場合)

(2) システムの特徴

(a) いつでも最新の車両の情報を入手することができる。

車両のデータは車載端末から自動的に発信してきており、そのタイミングと頻度は重要度と通信量のバランスで設計されている。また、そのデータを24時間365日閲覧することができるようにしているため、ユーザはいつでも最新の車両情報を入手することができる。また、双方向通信機能を装備しているためサーバからのデータ要求にこたえることもできる。

(b) どこに車両がいても情報を入手することができる。

通信サービスエリア内であれば、遠く離れた現場にいる車両のデータでも無線通信によりデータを入手することができる。たとえ車両が地下工事現場や建物内など通信条件が悪い環境下にいる場合でも、送信すべきデータは車載端末内に記録され、通信環境が回復した時点でそれらデータを送信するようにしている。

(c) ユーザは任意の場所で車両の情報を入手することができる。

車両が置いてある工事現場や保管場所にいちいち赴いてデータを確認する必要はない。車両データおよびその加工された情報は、インターネットを經由して任意の場所に設置してあるパソコンで見ることができる。近い将来は、移動中の営業車やサービスカー内で目的の情報をたやすく得ることができるであろう。

(d) 万全のセキュリティを確保

クライアントパソコンで車両情報を閲覧するには、ユーザIDとパスワードによるユーザ認証はもちろんのこと、SSL暗号化技術も取り入れて経路途中で盗聴対策を行っている。さらに、管理権限のあるユーザや他に必要と認められた場合には、クライアントパソコンとしてデジタル認証キーのインポートを条件にしている。

(3) 通信インフラの比較

通信可能なサービスエリア、通信費、およびアンテナの大きさなどの点から、移動体で利用可能なデータ通信インフラとしてはおおまかに、地上波通信と(低軌道)衛星通信とがある。それぞれの特徴を表1示す。車両が稼動する現場によって通信インフラを選択できるように、各通信インフラに対応する車載端末をそれぞれ用意した。いずれの通信を選択しても、クライアント側では共通のWeb画面で車両情報を閲覧、管理することができるように統合されたサーバを構築している。

地上波通信は、車両と地上固定基地局との直接双方向通信を確立する必要があるため、サービスエリアの地域カバー率という点では衛星通信に対して劣り、山間部や僻地での利用に難がある。しかし、逆に都市部の現場では電波の回り込みにより衛星通信よりも優位になる場合があるし、通信速度や通信費、リアルタイム性などを総合的に考慮すると非常に有用なインフラである。一方、衛星通信は、複数の通信衛星が上空低軌道で地球を周回するため本質的に

地域カバー率が高く、インターネットとともにグローバルに共通して使用できるという利点がある(正確には、衛星通信地上局の設置状況によって地域が限定される)。

また、衛星通信の場合、その通信に要する時間は飛来する衛星の時間周期や方位、仰角に依存する。図2に衛星通信における車載端末自動発信からサーバ着信までの所要時間例(日本)を示した。日本では、平均的に10~15分周期で衛星が飛来するため、所要通信時間のデータもその周期を反映した分布を示し(地上側設備の処理時間も含まれている)、2つ目の衛星飛来で90%以上の通信が完了していることがわかる。

表1 通信インフラの比較

凡例 ○：非常に優れる ○：優れる ×：劣る

通信インフラの種類	サービスエリア	通信費	リアルタイム性	グローバル共通性
地上波通信	○	◎ 大量データ送受信に有利	◎	× 国内限定
衛星通信	◎ 地域カバー率が高く、山間部や僻地でも通信可	○	○ 衛星の飛来周期、方向、仰角に依存する	○

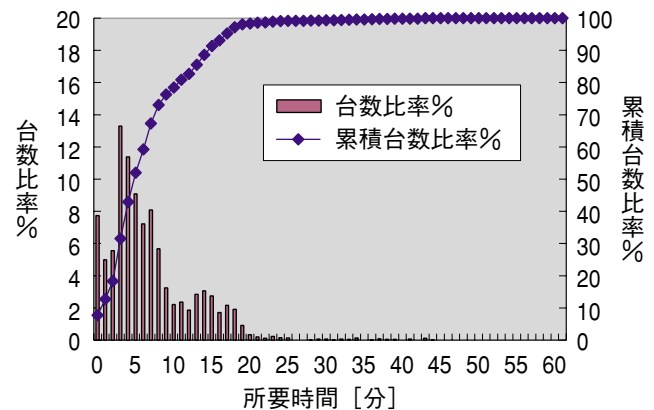


図2 衛星通信における車載端末自動発信からサーバ着信までの所要時間例(日本)

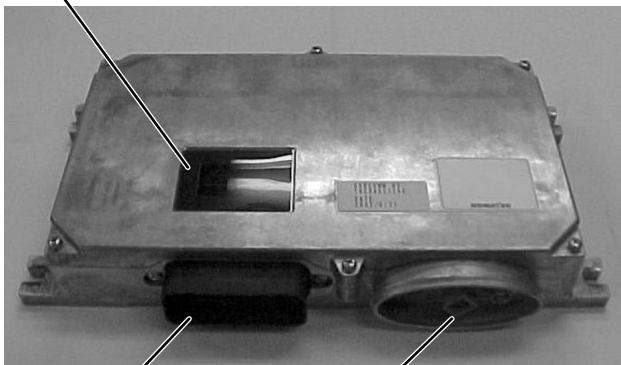
#### 4. 各部の主な仕様や特徴

以下、KOMTRAXシステムを構成する各部についてその仕様や技術的特徴について記載する。

##### (1) 車載端末

車載端末は、Dopa 地上波通信機または Orbcomm 衛星通信機と、各種制御や端末外部とのシリアル通信を行う CPU 基板、電源回路、測位のための GPS レシーバなどを防滴ケースに内蔵したものであり、車両と通信インフラとのインターフェイスとしての役割を担う。写真 1 に車載端末の外観を示す。

LED窓  
(内部のLEDにて動作状態を表示する)



インターフェースコネクタ  
(電源や車両側との信号線を結線するためのコネクタ)

アンテナ接続コネクタ  
(通信、GPSアンテナを本体に接続する)

写真 1 車載端末の外観と接続コネクタ

通信状態や入力信号状態を示すための LED ランプ列、および車載端末検査状態や発信待ちメッセージ数を表示する 7 セグメント LED を装備し、トラブルシューティングをしやすくしている。また、建設機械という非常に厳しい環境条件下での使用に耐える設計を織り込んでいる。

表 2 には、各種入出力など車載端末の主仕様を示した。

表 2 車載端末の主仕様

電 源	DC12V または DC24V	
インターフェース	シリアル通信	RS-232C (3ライン/9ライン, 最大38400bps)
	CAN通信	あり
	S-NET通信	あり (コマツ専用半二重シリアル通信)
	デジタル入力	汎用入力, 検査用入力, ACC専用入力
	デジタル出力	汎用出力
	アナログ入力	電圧入力 (0~30V, 0~5V)
無線通信	Orbcomm衛星通信機, またはDopa地上波通信機を内蔵	
測位方法	GPS	

##### (2) 通信用アンテナ

地上基地局との地上波通信、または低軌道衛星との通信にはそれぞれ専用のアンテナが必要である。図 3 にアンテナと車載端末との接続方法を示した。地上波通信では、その受信性能確保のためにダイバーシティ受信法も採用することができる構成となっている。

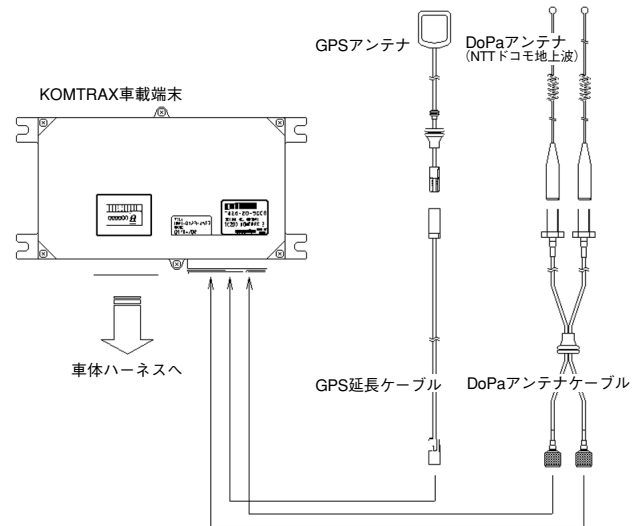


図 3 アンテナと車載端末との接続

さらに、従来市販されている棒状のホイップアンテナの場合にはゴムマウントを施して耐振性を向上させ、またホイップアンテナ同等性能のシート状のアンテナを開発するなど、通信アンテナ自体にも装着品質の向上を図っている。

アンテナはなるべく高い位置で見通しの良い場所に設置するのが理想的だが、建設機械の場合には下記の注意を要する。

- ・作業機と接触回避はもちろんのこと、作業機の姿勢変化によって見通しが著しく損なわれない場所。
- ・振動加速度の小さい場所。
- ・輸送規制(地上高)の遵守

乗用車などと違い、建設機械は長期間同じ姿勢となる可能性が高いため、アンテナ指向性に著しい死角が存在すると継続的な通信を確保できなくなる。よって、車両に設置した状態での指向性を十分に評価することが必要である。

表 3 に、地上波通信用および衛星通信用アンテナの特性を示す。

表3 通信用アンテナの特性

項目	アンテナ特性値	
	地上波通信用	衛星通信用
アンテナ形式	1/2λ × 2段 (シート状のアンテナも選択可能)	1/4λ ホイップアンテナ (ヘルカルホイップアンテナ短縮1/4λ も選択可能)
全長	約370mm	約510mm
周波数帯域 (伝送速度)	810~890MHz, 920~960MHz (9,600bps)	送信: 148~150MHz (2,400bps) 受信: 137~138MHz (4,800bps)
偏波面	垂直偏波	垂直偏波
指向性	水平面内無指向性	水平面内無指向性
インピーダンス	50Ω	50Ω
利得	0dBi以下	-3.86dBi
定在波比	1.9以下	1.7以下

(3) GPS アンテナ

車両の位置を測定するため、GPS衛星からの測位電波を受信するアンテナであり、自動車のナビゲーションで実績のある市販GPSアンテナ(金属面にマグネットにて取り付けが可能)を採用している。その特性を表4に示す。

通信用アンテナと同様、GPS位置測定精度を確保するためには、全天空を見渡せる場所にアンテナを設置する必要がある(これにより測位するまでの時間も短くすることができる)ため、通常はキャブ天井にマグネット取り付けしている。開けた屋外で測定すれば、10~20m程度の測定精度を得ることができる。(2000年5月、SA (Selective Availability, 選択利用性:測位精度を作為的に劣化させる操作のこと)が米国により解除されたため、STEP 1当時は100m程度が限界であった。)

(4) サーバー

コマツWebサーバは、地上波通信および衛星通信を用いて通信データを送受信し処理する通信処理部、車両のデータを相互連携保存するデータベース部、データを加工して情報として閲覧できるようにするためのWeb表示部、外部にデータを転送するデータ転送部から構成される。Web画面はイントラネットおよびインターネットで閲覧可能となっており、世界中から接続可能である。データベース部分は、不慮の障害に備えてバックアップを定期的に取りようにしており、ユーザの貴重なデータを保守している。図4にこれらサーバの構成を示した。

(5) クライアントパソコン

コマツWebサーバが提供する車両情報を閲覧するためのパソコンであり、イントラネット、インターネットに接続できる環境があればKOMTRAXシステムを利用することができる。そのクライアントパソコンの条件を表5に示す。

表4 GPSアンテナの特性

項目	特性値
アンテナ形式	マイクロストリップ式
大きさ	45 × 45 × 14.5 mm
周波数	1575.42 ± 1.023 MHz (L1バンド)
偏波	円偏波
アンテナ利得	+2.0 dBi以上
増幅部利得	25.0 ~ 37.0 dB
取り付け	マグネット

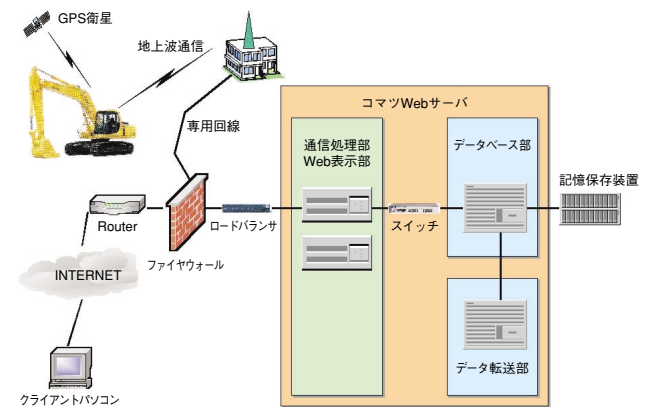


図4 サーバ構成図

表5 クライアントパソコンの条件

項目	条件
CPU	*Pentium II 266MHz以上
OS	**Windows95, 98, Me, XP
ブラウザ	**Internet Explorer 5.01以降
ハードディスク容量	ネット配信地図利用の場合, 50MB以上
メモリ	64MB以上
ディスプレイ	1024×768ドット, 256色以上
ドライブ	CD-ROMドライブ

\* Pentiumは、米国Intel社の登録商標です。

\*\* Windows95, Windows98, WindowsMe, WindowsXP, Internet Explorerは、米国Microsoft社の登録商標です。

### 5. 情報表示画面の例

#### (1) 車両一覧管理画面

管理下にある車両を一覧できる(図5)、特定の条件にある車両を検索し、その車両の詳細情報画面や、位置を表示する地図画面に遷移することができる。



図5 車両一覧画面

#### (2) 特定車両に注目した詳細情報画面

車両一覧から選択した車両について、その緯度経度データ、住所情報やサービスメータ値と稼働時間帯の情報、さらに機種によっては燃料残量やエンジン冷却水温度、コーション情報など様々な車両情報を見ることができる(図6)。デフォルト設定では前日の稼働情報が表示され、コーション情報は、それぞれ履歴表示も行える。



図6 車両詳細画面

#### (3) 稼働情報

15分単位のバーの着色により、その時間帯で稼働があったかどうかを示されるので、一日単位(図7)や月単位(図8)で車両の稼働状況を一目で把握することができる。



図7 日単位の稼働情報



図8 月単位の稼働情報

#### (4) お知らせ画面

コマツWebサーバに接続したらまず最初にこの画面が現れ、コーション情報と交換時期情報が表示され、迅速なアクションを促すようにしている(図9)。



図9 お知らせ画面

### (5) 車両の位置

デフォルトでは、1/25,000の地図が表示され(図10)、車両の位置が示される。地図の縮尺は6段階で切り替えて車両の位置確認を行うことができる。車両の巡回計画策定や、運送トレーラへの配送指示に利用できる。また、この位置情報と前述の稼働情報とを組み合わせることにより、車両盗難に対する警戒情報とすることも可能である。



図10 地図画面

## 6. 今後の展開

以上、KOMTRAXシステム概要や各部の機能について報告してきた。現段階でベースとなるシステム作りはできてきたが、ITの効果をより発揮するにはユーザが保有する様々な機種に対して装着台数比率を上げていかねばならない。群としての車両管理を実現していくには、機種間でのデータ定義や取得方法、表示方法をさらに共通化していくことがポイントになってくる。

また、グローバルに流通している車両の動態管理に対応していくには国・地域間を移動した場合においても通信を制御かつ継続できるような運用システムの構築が必要と becoming.

## 7. おわりに

KOMTRAXシステムは、現行機能を用いて下記のように様々な利用がなされており、すでに顕著な効果を発揮している分野もある。

- ・車両のコンディション監視や実稼働時間ベースに基づくタイムリーなサービス
- ・運送、サービスの効率的な巡回計画作成
- ・レンタル車両の動態管理による稼働率向上
- ・使用量に応じたレンタル料金算出

このシステムの延長線上には近い将来、家電がインターネットに接続されて情報家電へと進化していくように、現場の建設機械もインターネットが自在に接続されるような情報建機へと進出し、現場とオフィスとの情報が一体化していくと思われる。同時に、機械とユーザ、さらにメーカーとの空間的・時間的距離を感じさせない新しい接点が生み出されていくであろう。

### 筆者紹介



Shuuji Arakawa

あらかわしゅうじ

**荒川 秀治** 1981年、コマツ入社。  
現在、開発本部システム開発センタ所属。

### 【筆者からひと言】

立て続けのがむしやら開発ではあったが、既存の仕組みにとらわれない気概とコマツ技術陣の幅の広さに救われて、ようやく形になってきた。さらに、仕事のやり方を変革するようなインパクトを持つシステムに育てあげていきたい。