

製品紹介

GALEO シリーズ大型ブルドーザ “D155AX-6” の開発

Introduction of D155AX-6 GALEO Series Large-Sized Crawler Dozer

岡田 俊一
Toshikazu Okada
山本 茂
Shigeru Yamamoto
松本 典久
Norihiisa Matsumoto
中上 博司
Hiroshi Nakagami

大型ブルドーザのメインマーケットである北米・欧州の代理店や現場を訪問し、市場の声を真摯に受け止め、新しい時代のユーザーニーズについて綿密に調査した。その上位 1, 2 をダントツのセリングポイントとして採用し、また、2006 年から施行される EPA 排気ガス第 3 次規制にも適合したフルモデルチェンジ車 D155AX-6 を開発したので、製品紹介する。

The in-depth surveys were conducted visiting distributors and job sites in North America and Europe, which are the main markets for large-sized crawler dozers. And then, closer inquiries led to the Dantotsu Features from the top two out of customers' demands. With the engine suited to EPA Tier 3 emission regulations, D155 crawler dozer has been superbly upgraded to D155AX-6 that is introduced in this report.

Key Words: Bulldozer, GALEO Series, Tier 3 emissions Regulation, Dantotsu Feature, Sigmadozer, Electronically Controlled Lock-Up Automatic Transmission, Multi-Color Monitor, ROPS Integrated Cab, Electronically Controlled Implement Valve

1. はじめに

D155AX-5型は、1999年に新機種として発売し、その生産性と耐久性については、高く評価されてきた。また、2003年にはマイナチェンジを実施し、燃費の低減や居住性の改善を織り込んできた。しかしながら、近年の競合他社のモデルチェンジによりその商品力は次第に衰えてきた。さらに、2006年から始まる EPA 第三次排ガス規制に適合する車両の開発も必要となった。

一方、北米、欧州のみならず、国内においても競合機を凌駕しお客様に新しい時代のニーズに答える商品の開発が要望された。

さらに近年の社会的風潮として、排気ガス規制や低騒音化要望に見られる地球環境保護、人間尊重の重視傾向がますます強くなってきている。

このような背景のもと、市場の詳細なユーザーニーズ調査を踏まえ、最新技術を搭載し環境と安全に配慮した 7 年ぶりのフルモデルチェンジ車 D155AX-6GALEO を開発し市場導入したので、その概要を紹介する（写真 1）。



写真 1 D155AX-6 GALEO の外観図

2. 開発のねらい

ダントツブルドーザ開発のスタートに際し、次世代ブルドーザとして十分な競争力を備え、かつそれが維持できること、さらに世界のユーザーニーズのソリューションとなり、新世紀を見据えたコマツの新ブランドコンセプト、「IT・環境・安全・基本性能」を基に、新技術を織り込みセリングポイントとして具現化することを主眼として、開発の狙いを図 1 のように設定した。

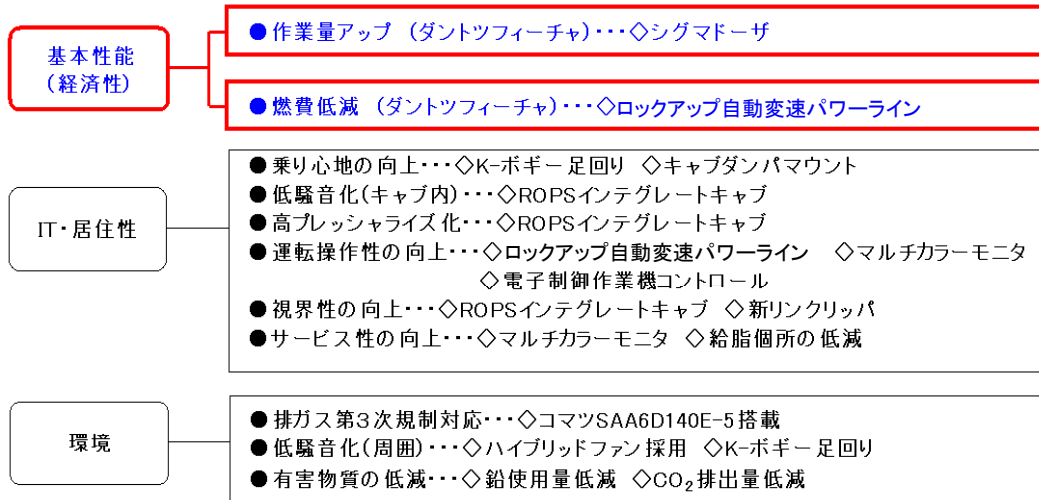


図1 開発の狙い

3. ダントツフィーチャ

下記に述べる新技術により、従来機に比べ作業量(m³/h) +15%, 燃費消費量(l/h) △10%を達成し、燃費効率(m³/l) 約1.3倍を実現している(図2)。

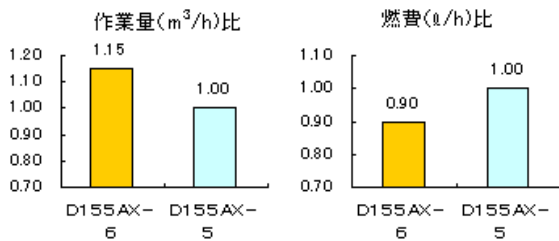


図2 作業量・燃費比較

(1) 「シグマドーザ」による作業量アップ

D155AX-6では作業量を増大させるために掘削効率を向上させた新形状ブレード、シグマドーザを搭載した(図3)。ブレードの中央部で掘削して盛り上げるという新発想の前面形状の採用により、中央部での土砂抱え込み量の増加と側面からの土砂こぼれの減少という効果を生み出し、従来セミUブレードと同じ掘削抵抗で作業量を15%増加できるブレード形状を新規開発した(図4)。

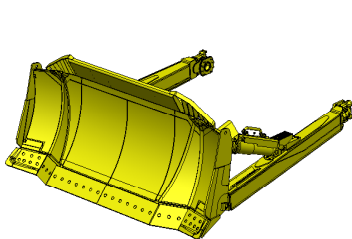


図3 シグマドーザ

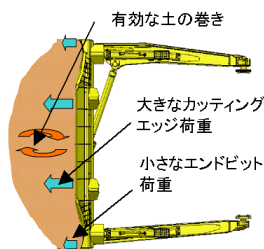


図4 掘削の仕組み

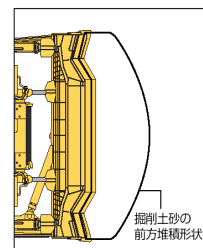


シグマドーザ

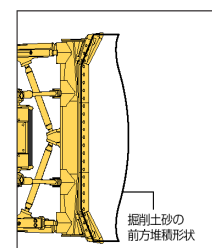


セミUブレード

写真2 抱え込み容量比較(側面視)



シグマドーザ



セミUブレード

図5 抱え込み容量比較(上面視)

①先行テスト

開発にあたり、2段階の先行テストを実施した。まず始めに模型ブレードでのベンチテストにより、効率よく大土量をドーピングできるかどうかの理論検証を行った。次に実物大ブレードによるテストを実施し、狙いの作業量が出せることの確認をした。さらに、ブルドーザのブレードとして要求されるドーピング以外の作業(整地作業、サイドカット、転石起こしなど)や土質の違いによる性能も評価し、形状の作り込みを実施した(写真2、図5)。

②開発機 D155AX-6 への適用

上記先行テストの結果を織り込み、D155AX-6の目標作業量(+15%)を達成した。

(2) 「ロックアップ自動変速」による低燃費

D155AX-6 ではエンジン有効出力をロス無く作業機に伝達するため、ロックアップ自動変速システムを採用した。また、パワーライン、エンジンだけでなく作業機を含めた全電子制御システムを採用し、合わせてコマツブルドーザで初めてのカラーマルチモニタ搭載によって操作性も同時に向上させている。

①システム構成

図6に制御システム構成図を示す。各 ECU は KOMNET (CAN) で接続され、情報および指令はこれを介して伝達される。

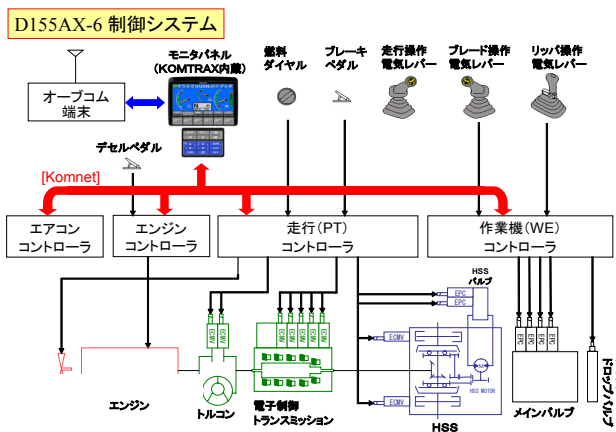


図6 制御システム構成

②エンジン制御

自動変速モード時には、エンジン制御はミッドレンジガバナ特性に切り換え、モード選定、速度段、L/U 状態によってきめ細かいエンジン出力選択がおこなわれて燃費向上に寄与する。また、スロットルパーシャル時、デセル操作時にはミッドレンジガバナと HSI (Hi Speed Idle) を組み合わせて、全域パワー制御と最高車速制限を実現している。

③変速制御

ブルドーザでの自動変速は HMT, HST 等の油圧駆動パワーラインでは実用化されているが、トルクコンバータ付有段トランスミッション車では今回が初めての採用である。オペレータに違和感なく受け入れてもらうため、変速ショック、速度変化の大幅な低減が必須であった。そのため、パワーライン入出力回転速度比によるロックアップクラッチ圧の調圧、エンジントルク制御によるシンクロ時間短縮等の新技術を採用した。このハーフロックアップ制御によってトルク切れが防止され、従来機とは一線を画する変速制御が実現している。

(3) 先進のオペレータインタフェース

電子制御されたロックアップ自動変速を自在に操り、協同して低燃費を実現するため、D155AX-6 では新しいオペレータインタフェースを採用している。

走行レバーには、現行機で定評ある PCCS レバーを踏襲している。ドーピング、整地等の一般的な用途には自動変速モードをデフォルトとして設定し、リッピング、不整地等の岩盤地作業では、従来機と同機能のマニュアル変速モードを選択可能とした (図7)。

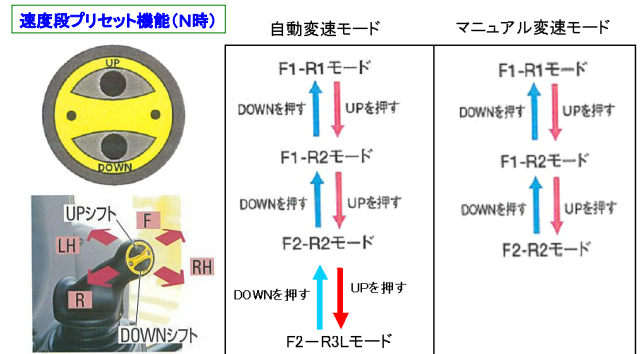


図7 速度段プリセット

モニターには大型カラーマルチモニタを採用し、ゲージ類のデザインはコマツダントツ機種として統一された画面とした。また、KOMTRAX お知らせメール、外部カメラ等の IT 機能も他機種と同様に装備されている。これらに加え、ブルドーザ専用機能としていくつかの機能が追加されている (図8)。

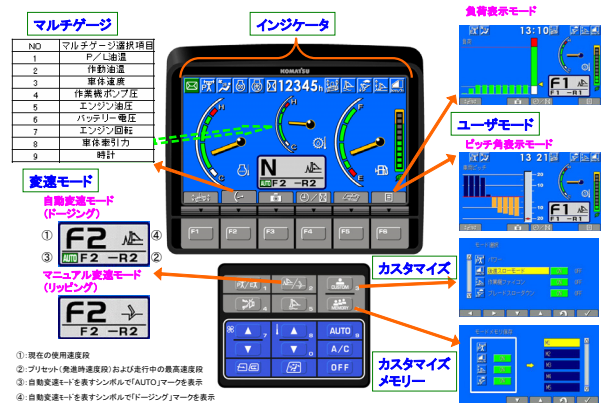


図8 マルチモニタ

「マルチゲージ」…中央に配置された「マルチゲージ」は、作業状態、車両状態によってその都度必要なものをオペレータが選択して表示可能とする機能である。

「ユーザーモード」…エコゲージと連動して時間スクロールする「負荷表示モード」は、作業進行状況と車両負荷の関係をビジュアルに表示し、省エネ運転に寄与する。同様に時間スクロールする「ピッチ角表示モード」は、従来からユーザ要望の高かったピッチ角を時系列で表示することにより、地形把握による作業効率向上が期待される。

「ユーザカスタマイズ」…オペレータの好みにより、作業機レバーファイコン特性、クイックドロップバルブ作動、後進スローモード設定などをカスタマイズできる。また、「カスタマイズメモリー」機能により、5つの設定を記憶しておくことが可能で、複数オペレータ用の設定や作業別に使い分けができる。本開発機では電子制御作業機制御が採用され、クイックドロップ作動点制御等によりブレードコントロール性が向上されているが、「カスタマイズ」機能と組み合わせることにより、作業状態、オペレータ個性に合わせたより操作性の高い機能として活用することが可能となっている（図9）。

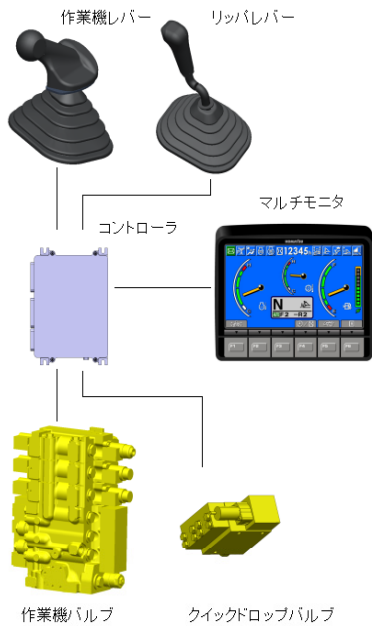


図9 作業機電子制御

4. セリングポイント

4.1 IT・居住性

(1) 乗り心地の向上

従来機と同様のショック吸収性に優れたキャブダンパマウントと D275 以上の大型機に採用されている「K-ボギー」足回りシステムとの相乗効果により、走行振動の低減は基より、不整地走行ショックも大幅に低減した（表1、図10）。

表1 乗り心地の向上

項目		D155AX-6	D155AX-5
足回り形式	—	K-ボギー	X-ボギー
下転輪数	個	7	6
キャブマウント方式	—	ダンパマウント	ダンパマウント
突き上げショック ^{*1}	m/s ²	10.4	14.3

*1：オペレーター上面3軸合成加速度実効値（R2.70mmブロック乗り越え）

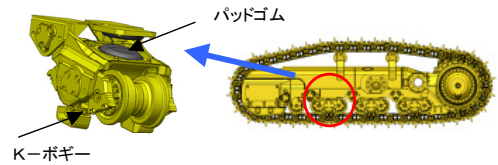


図10 K-ボギー足回り

(2) キャブ内の騒音低減

ROPS 機能を兼ね備えた剛性の高いキャブと、フル電子コントロール化による密閉性の高さにより、キャブ内の遮音性は大幅に向上し従来機比 2dB (A) の騒音低減となり、プレッシャライズも約 5mmAq アップした（表2）。

表2 オペレータ耳元騒音

項目		D155AX-6	D155AX-5
オペレータ耳元騒音	dB(A)	75	77
室内プレッシャライズ	mmAq	14.7	9.5

(3) 視界性の向上

従来のキャブと ROPS が分離された構造と異なり、ROPS 機能を兼ね備えた非常に剛性の高い「ROPS インテグレートキャブ」を採用。そのため、ROPS の柱がなく側方視界は格段に改善された（図11）。

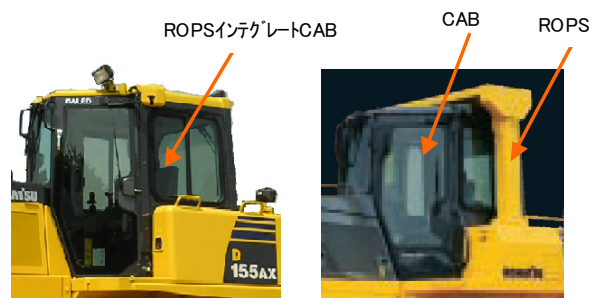


図11 ROPS インテグレートキャブ

またリッパ装置には新リンクを採用しており、リッピング作業時の後方視界も大幅に改善されている（図12）。

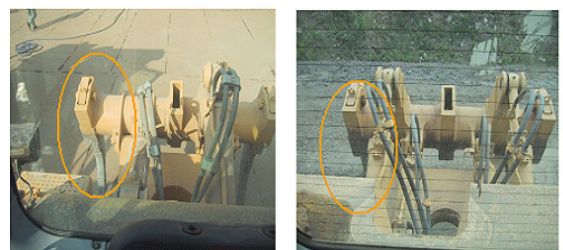


図12 新リンクによる後方視界改善

(4) サービス性の向上

マルチカラーモニタでは、コーション表示や故障診断機能は見やすくより充実したものとなり、異常発生時には迅速にオペレータに知らせることができ、またサービスマード機能も使いやすいものとなった(表3)。

またブレードとリッパには新リンクを採用しており、それぞれブレードがた量減少と視界性改善(前述)を実現している。その簡素化されたリンクのため、給脂箇所も大幅に削減された(図13, 表4)。

表3 マルチカラーモニタのモード表示

モード	機能
ユーザーモード	メンテナンスモード オイルやフィルタの交換時期の表示
	カスタマイズモード 作業機の操作性の変更など
	作業状態グラフ 車体の傾斜や牽引力を時系列で表示
	マルチゲージ切替 トルコン油温や作動油温などのゲージ切替
	画面調整 画面の明るさやコントラストの調整
	言語切替 日本語・英語をはじめ11ヶ国語に対応
	ファンクリーンモード ラジエータ清掃時のファン逆転モード
サービスモード	モニタリングモード センサの電圧や各温度をチェックする
	故障履歴表示 過去に発生した故障コードを表示
	メンテナンスモード変更 メンテナンスモードの設定を変更可能
	調整モード 各種の調整を実施できるモード
	PMクリニックモード エンジン回転や水温などのモニタリング
	減簡モード エンジンの故障診断時に使用する

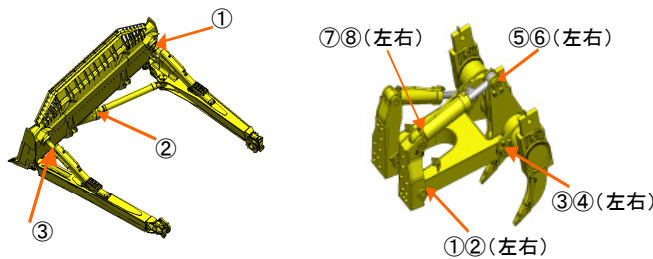


図13 ブレードリンク, リッパリンク

表4 ブレード・リッパの給脂箇所

		D155AX-6	D155AX-5
ブレード給脂箇所	個	3	5
リッパ給脂箇所	個	8	12

4.2 環境

(1) 排ガス第三次規制対応エンジン

クールド EGR システムをはじめ、電子制御コモンレール噴射システムを搭載したコマツ SAA6D140E-5 エンジンを搭載。世界最高レベルのクリーンな排気ガス性能、良好な排気色と低燃費を実現している(表5)。

表5 エンジン比較

		D155AX-6	D155AX-5
エンジン名称	—	SAA6D140E-5	SA6D140E-3
排気量	ℓ	15.24	←
定格出力	kW/rpm	239/1900	231/1900
エミッション付加装置	—	EGR	なし
アフタクーラ形式	—	空冷	水冷

(2) 周囲騒音低減

新しく採用したK-ボギー足回りは、乗り心地の向上だけでなく、走行時の足回り騒音低減にも効果があり、また、ハイブリッドファンの採用により、ファン騒音も低減された。そのため、周囲騒音は従来機に対しダイナミック騒音で2dB(A)の低減となった(表6)。

表6 周囲騒音比較

		D155AX-6	D155AX-5
ダイナミック騒音	dB(A)	111	113
定置15m周囲騒音	dB(A)	76	77

(3) CO₂排出量・有害物質の低減

D155AX-6では、ダントツの燃費低減を達成しているのてCO₂排出量は大幅に削減されている(表7)。

また、従来の鉛はんだを使った黄銅チューブラージェータをアルミラジエータに改良したため、鉛使用量は激減した。

表7 CO₂排出量・有害物質

		D155AX-6	D155AX-5
CO ₂ 排出量	kg/h	96	107
有害物質(鉛)	kg	0.9	21.3

5. おわりに

北米では2006年3月のフィールドディ、欧州では2006年4月のインターマツトを契機に本格的に市場導入されていく。2つのダントツのセリングポイントを筆頭に多くの改善項目を織り込んだ車両であるが、厳しい品質確認を経て完成させたことで、市場の高い評価を得られるものと確信している。

市場導入にあたっては、速やかに受け入れてもらえるよう、木目細やかな対応でフォローしていきたい。

筆者紹介



Toshikazu Okada

おかだ とし かず
岡田 俊一 1981年，コマツ入社。
 現在，開発本部 建機第一開発センタ所属。



Shigeru Yamamoto

やまもと しげる
山本 茂 1983年，コマツ入社。
 現在，開発本部 建機第一開発センタ所属。



Norihisa Matsumoto

まつもと のり ひさ
松本 典久 1982年，コマツ入社。
 現在，開発本部 建機第一開発センタ所属。



Hiroshi Nakagami

なか がみ ひろ し
中上 博司 1973年，コマツ入社。
 現在，開発本部 建機第一開発センタ所属。

【筆者からのひと言】

ダントツフィーチャの企画・先行研究を2002年後半から着手して以来，2003年6月の開発計画を経て，2006年1月量産化をようやく迎えることができ感無量です。開発・生産部門が一致団結し，ダントツのブルドーザを世の中に送り出そうとの努力が今結実しようとしています。

この開発で培ったダントツ技術を上下機種へも今後展開していかねばと考えています。