

重ダンプトラックの変遷史

岡 本 直 樹

重ダンプトラックの変遷を振り返る。トラックとダンプ機構の誕生から、重ダンプトラックの技術と大型化への軌跡を辿り、アライアンスとメーカーの変遷についても触れる。機種についてはリジット式の他に、アーティキュレート式、トレーラ式、トロリー式を加えた。次にわが国の状況と情報化から自律運転への過程を示し、AHSの動向を付記した。

キーワード：建設機械史、土木史、ダンプトラック、OHトラック、ORダンプ、ADT、AHS

1. はじめに

最初のトラックは、1896年にダイムラ（独）が製造した1.5t積トラックである。ダンプ機構については、昔から手押しカートのダンプ操作は行われていて、馬牽引のダンプカートやダンプワゴンは、19世紀後半にWesternやAustin（写真—1）が販売している。トラック用は、イギリスにおいて1904年頃から回転ホイストや油圧ホイスト等の記録が沢山あり、1907年頃のAlley & MacLellan社の蒸気トラックの油圧ダンプを写真—2に示す。



写真—1 Dump Wagon



写真—2 Alley & MacLellan

重ダンプトラックは、公道を走れないので米国ではOH（Off-Highway）トラックと称し、わが国ではOR（Off-Road）ダンプと呼んでいる。現場でも仮設道路を走行するので、オフハイウェイのOHの方が妥当である。一方、タイヤメーカーは、建機用タイヤをOff-the Road Tireと称しているが、これは道路外走行能力の強調であろう。以下、重ダンプトラックの開発史を辿るが、大型化史の節目は主生産国の米国トン表示に倣って、米トン「Ton表示」を基本とし、メトリックトンは「t表示」とした。

2. 重ダンプトラック

OHトラックは、Mackが1931年に公道トラックをボルダダム向けに岩仕様に補強したAP“Bulldog”（写真—3）が始まりである。最初からOHトラックとしての設計は、1934年のEuclid 1Z“TracTruk”（写真—4）である。同社は、オフハイウェイに特化した最初の企業で、前年にボトムダンプ1ZWも発表している。1951年には3軸50 Ton積のILLDを製造、そのILLDをWesternが1960年に改造して5軸150 Ton積を造っている（写真—5）。

現代OHトラックのデザインは、Ralph Kressが1956年に設計したLeTourneau-Westinghouse Haulpak LW30（写真—6）によって決定した。低重心、V型傾斜ベッセル、オフセットキャブ、逆傾斜ウィンドウ、エア油圧サスペンション（hydrain）等の革新的なデザインを



写真—3 Mac AP Bulldog



写真—4 Euclid 1Z



写真—5 Euclid 1LLDとWesternの改造機



写真-6 Haulpak LW30



写真-7 Cat 769

以降の殆どの OH トラックが踏襲する。著者が初めて運転したのもこの機種である。オイルディスク・ブレーキは、重ダンプの弱点であるブレーキのオーバーヒート対策として、1963 年発表の CAT 769(写真-7)に初採用された。

(1) 大型化とアライアンス



写真-8 Unit Rig M85



写真-9 Dart D2771



写真-10 WABCO 200B



写真-11 WABCO 3200



写真-12 Peerless V-CON3006



写真-13 KRESS



写真-14 Terex 33-19



写真-15 Wiseda KL-2450



写真-16 Liebherr 2450



写真-17 T-2240



写真-18 コマツ 930E

初の電気駆動 OH トラック Unit Rig M-85(写真-8)は 1963 年に開発された。メカニカルドライブの課題を回避して超大型化への路を開き、Lectrahaul の商標で 60 年代に 85 ~ 200 Ton (米トン) 積の 9 モデルを送り出した。メカニカルドライブ車では、Dart D-2771(写真-9)が初の 100 Ton 超となった。初の 200 Ton は 1969 年のトレーラ式リアダンプの WABCO 200B(写真-10), 1971 年の WABCO 3200 (3 軸リジット, 200 Ton, 後に 250 Ton 積: 写真-11)が開発され、同年にユニークな Peerless V-Con3006 (260 Ton: 写真-12)も登場した。写真-13 は、前述の鬼才 R.Kress が設計した独特な一体リジットフレーム構造のボトムダンプである。1974 年には GM 系 Terex が 3 軸リジットの 350 Ton 車 Titan33-19(写真-14)を発表して一世を風靡した。King of the Load の米 Wiseda は、1982 年のマイニングショウで 220 Ton ダンプ KL-2450(写真-15)によってデビューしたが、95 年に Liebherr が買収して MINExpo1996 で発表(写真-16)した。

前述の Titan ブランドは、LeTourneau が継承して 240 Ton の T2240(写真-17)等を生産、33-19 同様の 3 軸 350 Ton ダンプも計画されたが中止、後述の 930E の成功が計画を断念させたと云われる。94 年に Titan が消滅、LeTourneau はその後、重ダンプ部門から撤退した。2 軸 300 Ton 超は、WABCO の後継 Komatsu-Dresser が 1995 年に 930E として開発、この会社を完全買収したコマツは、その HaulPak シリーズでマイニング市場に参入、930E の成功で確固たる地位を築いた。写真-18 は、MINExpo2000 で総稼働時間を誇示している 930E である。因みに、WABCO は LeTourneau-Westinghouse の商標で、Westinghouse Air Brake Company の略である。

(2) 現行メーカーとフラグシップ機

現在は 400 Ton (360 t) の時代に入っている。現在、西側のモンスタートラックメーカーは、合従連衡が進み、CAT, Liebherr, コマツ, 日立の日米欧 4 社に集約している。各社のフラグシップ機を示すと、326 Ton (296 t) の日立 EH5000(写真-19), 403 Ton の Liebherr T284

(写真—20), コマツは2008年発表の960E (360 Ton) に続き, 16年に980E (400 Ton: 写真—21) を発表した。CATは797F (400 Ton) の上位機種を18年11月に発表, 最新の798AC (写真—22) はAC駆動の410 Ton, 19年第2四半期に販売予定である。ロシアのBelAZは, やや小振りであったが, 今世紀に矢継ぎ早に大型機を開発, 05年の350 Ton級7560に



写真—19 日立 EH5000 AC-3



写真—20 Liebherr T284



写真—21 KOMATSU 980E



写真—22 CAT 798AC



写真—23 Belaz 75710



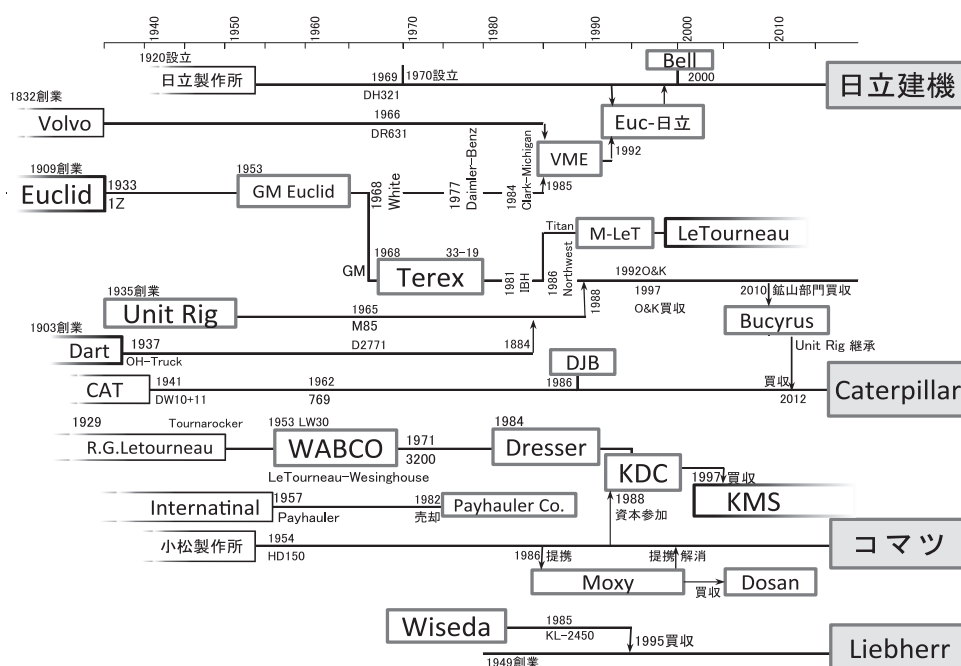
写真—24 XCMG DE400

続き, 13年に2軸8輪の世界最大の500 Ton (450 t) ダンプ75710 (写真—23) を発表した。驚くことに, 中国も新興の徐工 XCMGが急激な大型化を進め, 400 Ton級のDE400 (写真—24) を発表している。

トラックの最大車両質量は, ORタイヤの耐荷重性の制約を受け, トラックの大形化もタイヤの進化に合わせて進む。現在の最大ORタイヤ59/80R63では, 2軸6輪で400 Ton積級が上限となる。BelAZの世界最大500 Ton級は, 前輪もダブルタイヤとして, タイヤ荷重を分散して実現している。

Liebherrは超大型のクレーンやマイニングショベルで有名であったが, 米Wisedaを買収して, マイニングトラックを戦列に加えた。日立も同様にEuclidを取込みマイニング市場での積込・運搬機の両輪を揃えた。コマツは国産のHDシリーズとは別に, 前述の様にWABCO系のDresserを買収して, 電気駆動マイニングトラック製造部門を確保している。

マイニングトラックは, ランニングコストの安い電気駆動が主流で, 近年はDCからACに移行している。メカニカルドライブ主義だったCATも, 市場ニーズに答えてAC駆動機の戦列化に着手していたが, Bucyrus買収に伴い電動のUnit Rigの製造ラインを加えた。買収後, 各機種のBucyrusブランドはCATブランドに置換えられたが, Unit Rigブランドだけは残されて供給を続けていた。しかし, CATのAC駆動機と融合してブランドは消滅してしまった。詳しいOHトラックメーカーのアライアンスとM&Aの変遷は, 図—1に示す。



図—1 グローバルアライアンスの変遷

(3) アーティキュレート式

アーティキュレートダンプ (ADT) は、スクレーパヘッドを利用した形式 (写真—49) が古くからあったが、ボルボが後輪伝達駆動の全輪駆動車 BM DR631 (写真—25) を 1966 年に開発して、現代 ADT の形式を創った。わが国への初輸入は、昭和 53 年に関越自動車道工事に採用された Volvo BM860 (3 軸 6 輪駆動, 18.5 t 積) である。ADT は軟弱地走破や登坂力に優れ、その後、普及が進み、モータスクレーパに代わる機種となった。国内各社も ADT の販売を始め、コマツは昭和 61 年にノルウェイの Moxy と提携し、翌年に HA250 (25 t) と HA270 (27 t) を提供した。CAT は DJB 製の D シリーズ (写真—26) で 1986 年に市場参入している。日立は平成 12 年に南アの Bell から OEM 供給を受け、AH400 (写真—27), AH350, AH300, AH250 を販売した。その後、コマツは Moxy との提携を解消して、2000 年から HM400 を北米工場で生産し、2002 年に HM300 と HM350 を追加した。CAT も自社製 #700 シリーズに変更して、2000 年に 36 t の 730 を発表し、翌年に 725 と 730 を追加した。日立は Bell との提携を解消し、ADT の販売を止めている。その後、Moxy は韓国 Dorsan (写真—28) に買収されて傘下に入った。写真—29 は、Volvo の最新の 55 t 積フラグシップ機 A60H である。



写真—25 Volvo DR631



写真—26 CAT D400D



写真—27 日立 AH400



写真—28 Doosan MT31



写真—29 Volvo A60H

(4) トレーラ式

米国では長距離運搬等にトレーラの需要が高く、ボディ (架装) メーカーの Mega (写真—30) や Maxter (写真—31) 等がボトムダンプやリアダンプ等の生産・販売を行っている。写真—32 は、Kenworth 牽引の山崎建設製 40 t+26 t ボトムダンプである。写真—33 も同じく Kenworth 牽引の山崎建設製 30 t リアダンプである。これらは海外工事用であるが、国内では宇部興産が 30 km の専用道路に 2 両連結トレーラを投入 (写真—34) している。トレーラヘッドは、Kenworth, いすゞ、ふそう製の 35 台が用意されている。



写真—30 MEGA 製トレーラ



写真—31 Maxter 製



写真—32 ボトムダンプ



写真—33 30tリアダンプ



写真—34 宇部興産



写真—35 三和キルナ

(5) トローリ運転

鉱山の登坂路では、架線給電トローリ運転に切替えると馬力アップや省エネ効果がある。ディーゼレーレクトロリック駆動に比べて 2 倍速の走行が可能となる。写真—36 は Haulpak 685E, 写真—37 は Euclid 日立のトローリ仕様である。



写真-36 Haulpak 685E



写真-37 Euclid 日立

3. わが国の状況

(1) 戦前

わが国へのトラックの初輸入は、明治36年の三井呉服店のクレメント号であるが、国産化は大阪砲兵工廠が明治44年に仏ノームをモデルとして試作した軍用自動貨車が第1号になる。ダンプトラックの初輸入については、よく分かっていないが、大正7年にMack社とPackard社製の輸入記録がある。利根川改修工事では、10年撮影の1.5tダンプの写真が残っていて、11年には荒川改修に24台輸入したとある。ダンプ機構の国産化は、大正9年に梁瀬自動車が熊本県土木課向けにシボレーのシャシを改造して製作架装した矢野式バーチカルホイストの**写真-38**がある。同じ頃、同社の堀久が設計して犬塚が製作架装した記録もある。矢野は大正11年に矢野オート工場（矢野特殊自動車の前身）を設立し、12年には矢野式油圧ダンプを考案しているが、シャシは輸入車を利用している。後年、矢野は昭和製鋼所（満州）に横転式クローラダンプ（**写真-39**）を納めている。国産シャシへのダンプ架装は、東京石川島造船所自動車部（いすゞの前身）製ウーズレーDPC型1.5tダンプトラックで、架装は犬塚製作所である。



写真-38 矢野式ダンプ機構



写真-39 牽引クローラダンプ



写真-40 White 991



写真-41 ゼーゼル自工 TH10

わが国初の重ダンプトラックは、茂山鉄鉱山（北朝鮮）が昭和13年に輸入した35tダンプWhite 991（**写真-40**）である。初国産は、ディーゼル自工（いすゞの前身）が石碌鉄山向けに昭和18年に完成させた20tダンプTH10（**写真-41**）で、犬塚製作所が架装した。

(2) 戦後

戦後は、昭和29年に小松が15tダンプのHD150（**写真-42**）を開発、佐久間ダムに納めた。同じく三菱重工が15tのW26DHIWを、日野は12tのZG12（**写真-44**）を開発した。そして、石川島コーリングは、シャトルダンプのダンプター602A（**写真-45**）を製造した。昭和32年着工の御母衣ダム工事では、Euclid 60TD（22t）40台、86FD（15t）30台、日野ZG12とダンプター4台が投入された。そして、黒四ダム工事では昭和33年に本体掘削が開始され、International Payhauler95（22t：**写真-46**）26台、



写真-42 小松 HD150



写真-43 三菱 T51



写真-44 日野 ZG12



写真-45 ダンプター 602A



写真-46 Payhauler 95



写真-47 Mack LVX



写真-48 Faun K20



写真-49 CAT DW21-PR21

Mack LVX (20.4t:写真—47) が2台, Faun K20 (20t:写真—48) 2台, CAT DW21-PR21 (28.2t:写真—49) 3台, 国産車は小松 HD150 が8台, 日野 ZG12 が45台, 石川島コーリングはダンプター6台を納車した。昭和37年からの九頭竜ダム工事では, WABCO LW30 (写真—6) を導入した。昭和44年にCAT三菱が32tの769 (写真—7) の輸入販売を開始, 国産の32tは翌年に小松 HD320 (写真—51), 三菱 D320, 日立 DH321 が出揃った。昭和46年には45tのCAT 773 が輸入された。翌年着工の長崎空港工事に773 が5台, 769B が22台, その他にWABCO 35C が6台, 小松 HD320 が7台, 三菱 D320 が5台, いすゞ20tが36台, 10t車31台が投入された。新秋田空港工事では, 10t車に加えて昭和51年に769B が15台投入された。小松は, 昭和49年にHD680を, 53年に電気式120tのHD1200 (写真—52) を発表し, 56年のCONEXPO'81には, HD1600の試作機を展示した。77tのCAT 777は, 昭和56年に初輸入され, 寒河江ダム工事に投入された。写真—53は谷浜工事の777群。135tダンプの初採用は, 平成元年の関空I期工事の土取山で, CAT 785とコマツHD1200が投入され, 785は完工後に香港新空港 (写真—54) へ転戦した。



写真—50 日立 DH301



写真—51 小松 HD320



写真—52 1979 HD1200



写真—53 CAT777 群

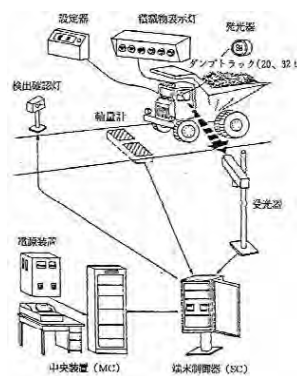


写真—54 加太のCAT785と香港新空港工事の785群

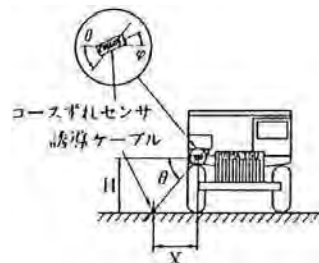


4. 情報化から自律運行へ

(1) 運行管理と無人化



図—2 三保ダム工事



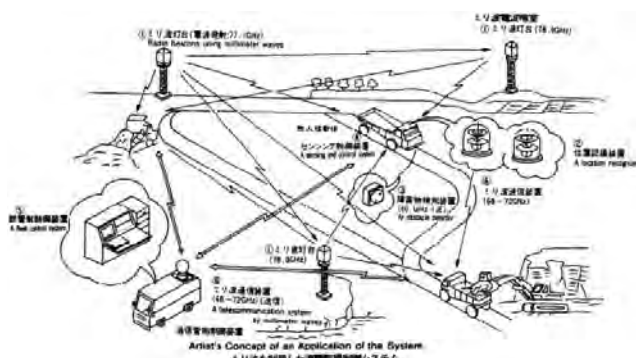
図—3 電磁誘導



写真—55 鳥形山鉱山



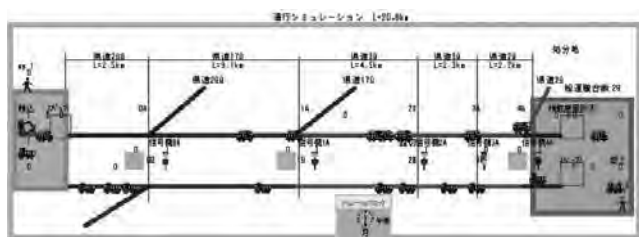
写真—56 湘南国際村



図—4 ミリ波電波灯台法式

ダンプトラック (DT) の管理システムとして, 昭和50年に三保ダム工事に自動運行管理システム (図—2) が導入された。行先表示や積載量をノンストップで自動計量して記録するもので, 昭和53年着工の寒河江ダム工事や昭和62年着工の串木野地下備蓄工事にも導入された。今日では, GPSとスマートホンの組み合わせシステムが普及している。海外の露天掘り鉱山では, FMS (Fleet management System) で管理を行っている。FMSは, Modula, Wenco, Leica, CAT が提供している。

無人化では, 昭和51年には小松が電磁誘導方式 (図—3) による無人DTシステムを発表した。平成に入るとCAT三菱が鳥形山鉱山にマイコン制御のデット



図一五 場外待ち行列シミュレーション

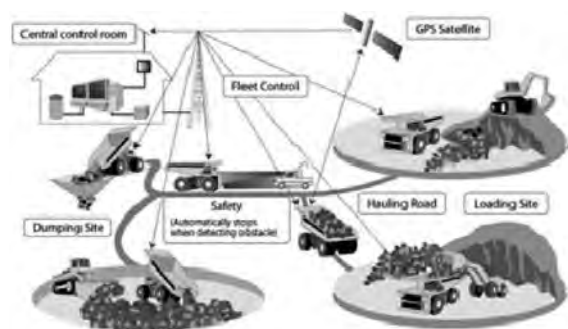


写真一五七 DT 運転シミュレータ

レコニング、コーナキューブ補正の無人DT（写真—55）を導入した。平成5年には、ミリ波電波灯台方式（図—4）の走行実験をロボテック研究所が行った。GPSは、平成2年からの湘南国際村造成工事（写真—56）において、リアルタイム走行位置モニタリングに利用した。

(2) 運行シミュレーション

DTの運搬能力を求めるには、走行シミュレーションが利用される。牽引力、ブレーキ性能、車両質量、



図一六 AHS 全体構成



写真一五八 コマツ 930E-AC



写真一五九 CAT797F



写真一六〇 日立 EH5000



写真一六一 コマツ キャプレス DT



写真一六二 Volvo HX2 群



図一七 Cat 777x

走路データ（勾配、ころがり抵抗）等を入力して、走行速度、サイクルタイムを求めるものである。CTCo、小松、土木研究所、山崎建設が開発して利用している。複数台のフリートでは、待ち行列を考慮した待ち行列型シミュレーションを利用する。場内では、積場と捨場等の待ち行列を考慮したシミュレーションとなる。図—5は、場外の交差点や信号等の待ち行列を追加考慮したシミュレーションのPC画面である。

米国の鉱山では、運転訓練にDT運転シミュレータ（写真—57）が2000年頃から利用されている。

(3) AHS（自律運行）

DARPAのUrban Challenge 2007以降、夢物語だった市街地での自動運転が現実味を帯び、Googleをはじめ自動車メーカ等が挙って開発に乗り出した。一方、DTのGPS無人運転であるAHS（Autonomous Hauling System）の研究は、RTK-GPSのOn-the-Fly化によって可能となり、1994年にCATがテキサスでGPS走行試験を開始した。MINExpo1996ではアリゾナからのデモ走行を中継した。KOMATSUも1995年から豪州で930E-ATによるテストを実施し、2004年にはチリCodelco社のRadomiro Tomic鉱山に投入し、08年には新鉱山Gabriela MistralでAHS（写真—58）のみによる操業を開始した。自動化に熱心なRio Tinto社も08年から試験導入し、その後、各鉱山に展開して150台までの増車を計画している。一方、ライバルのBHP-Billiton社も北米と豪州の各鉱山にCATのAHS（写真—59）を導入し、Rioと同じく150台までの増車を予定している。また、CATはFortescue社の豪州Solomon鉱山にも45台までの納車を進めている。

今日、Googleや自動車メーカ各社が争って開発中

の自動運転技術は、DARPAのGrand Challenge 2004・2005, DUC2007で基盤技術が生まれた。CATは、これらにスポンサ参加しており、CATのAHSはこれらの技術を導入しているようだ。18年初頭のCATのAHSは100台超/4社であったが、現在、豪州だけで70台稼働していて、18年中に北米・南米・豪州併せて200台/8現場にするとの報道もあった。一方、コマツのAHSは、現在130台以上が稼働していて、更にカナダのオイルサンド現場に7年間で150台を展開する。日立建機も2013年から試験走行を豪州Stanwell社のMeandu鉱山で始めたが、18年6月にWhitehaven CoalとAHS(写真—60)導入で合意し、6台を納めて19年の事業化を目指す。

そして、コマツは、MINExpo2016で4輪駆動のキャブレス自律DTのコンセプト機(写真—61)とCG動画によるシャトル運行のデモを展示したが、2019～20年の実用化を目指している。同様のキャブレス自律トラックHX2(写真—62)のフリート運行をボルボ建機とスカンスカ社が採石山において共同で試験を行っており、8台のフリート実用運行を目指している。また、Volvo Trucksも18年に石灰鉱山で5kmの運搬路の自律運行試験(写真—63)を行っていて、19年末までに6台のフリート実用運行を目指している。さて、CATの動勢は不明であるが、2010年のCATマガジンに掲載されたコンセプト機777Xを図—7に示す。研究は、ステルスモードで進行中と思われる。

5. おわりに

重ダンプトラックの歴史として、その技術的發展を海外と国内に分けて振り返り、近年の動向として、最新フラグシップ機とAHS(自律化)の最新動向も付け加えた。今後も大型化への止まない希求と無人化の推進が加速するだろう。DTは投入台数も多く、無人化による省人効果が高いため、早くから研究に取り組みまれている。海外大型露天掘り鉱山では導入が広がっている。国内では土木現場への取り組みも始まっているので、今後に期待したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) S.J.L.Allhands, Tool of the earth mover, SHCP, '51
- 2) D.F.Wood, Dump trucks, MBI, '01
- 3) H.Halberstadt, Giant Dump Trucks, MBI, '94
- 4) H.H.Cohrs, Trolley-Muldenkipper, Podszun, '01
- 5) K.Haddock, The Earthmover Encyclopedia, MBI, '02
- 6) E.C.Orlemann, Euclid Earth-Moving Equipment, MBI, '04
- 7) 岡本, 建設機械の歴史, 建設の施工企画, JCMA, '08.1
- 8) 岡本, 建設機械のモンスター達, 建設機械施工, JCMA, '15.1
- 9) 岡本, 海外露天掘り鉱山の情報化施工, 建設機械, '09.12
- 10) 岡本, 土工の情報化史, JCMA, '18.7
- 11) 土工教室 /<http://hw001.spaaqs.ne.jp/geomover/>

【筆者紹介】

岡本 直樹 (おかもと なおき)
建設機械史研究家
e-mail : gemvnky@gmail.com

