

初代床下格納式パワーゲートCG型の開発

はじめに

1990年代末 夜明け前の流通センターでは、人手不足と時短の重圧がドライバーに汗とため息を強いた。当時、床下格納式テールゲートリフタは既に国産製も存在したが、使い勝手の悪さに加え、車両の大規模改造と高コストの壁に阻まれ、特殊用途の“夢物語”にとどまっていた。

『これからは床下格納式の時代だ。夢物語を業界標準に変えよ!』 この至上命令を胸に、開発陣は古びた試作棟で図面を広げ、幾度ものトライ&エラーに挑む。1998年秋、床下格納式パワーゲートCG型が静かに姿を現し、テールゲートリフタの常識を書き換えた。

CG型の登場は食品から精密機器まで幅広い物流現場に省力化をもたらし、四半世紀を経た今なお、その後継機は全国の幹線道路を走るトラックの床下で、次の稼働を待っている。

本稿では、その開発経緯と技術的ターニングポイントを振り返る。

1. パワーゲートのはじまり

「パワーゲート」とは、社員公募によりネーミングされた極東開発工業の商品名で、一般的にはテールゲートリフタと呼ばれるトラック荷台の後ろアオリ(テールゲート)を兼用とした昇降台(プラットホーム)に荷物を載せ、地面からトラック荷台までを動力を用いて昇降させる荷役省力装置のことである。1964年5月、最大リフト荷重350kgのS(SWING)型の原型機種を市場投入し、パワーゲートの歴史が幕を開けた。

当初の動力源はPTO(車両エンジン)駆動油圧式であったが、ターゲットユーザーをガソリンスタンドとしていたため、消防法に定められた「給油中エンジン停止」への配慮で翌年にはバッテリー駆動式へ変更となり現在に至っている。

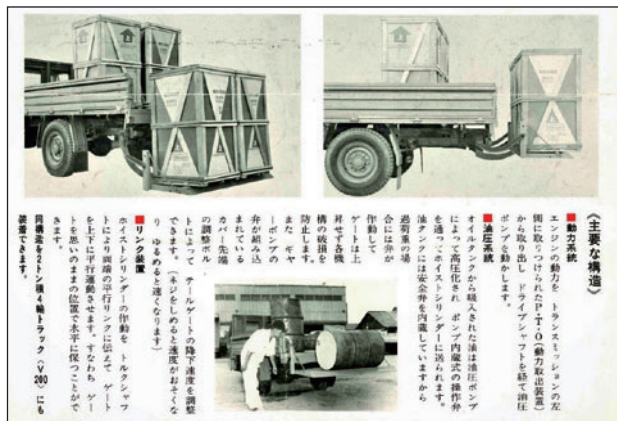


図1 初代S型

S型にて浸透を始めたパワーゲートであったが、アームのスイング運動に伴う前後方向の揺れにより、酸素・プロパンガスのボンベ等、背高物の荷役には適していなかった。そこで1981年、この問題を払拭すべく垂直昇降式のV(VERTICAL)型を投入した。また、1980年代に入りトラック物流の形態が平ボデー車からバン型車へと変化し、積載物もバラ積みからかご車(ロールボックスパレット)等が多くなった背景から、そのニーズに応えるべくプラットホームが長く、地上でチルトするG(GREAT)型へと進化した。



図2 初代V型



図3 初代G型

2. G型によるアルミ製プラットホームの確立

1990年代半ば、大手バンボデーメーカー各社は、G型と同じタイプながらアルミ製プラットホームを備えたバンボデーに相応しい機種を相次いで市場投入し、スチール仕様のみのG型は価格・機能の両面で苦戦を強いられた。極東開発工業でも欧州製アルミプラットホームの輸入を検討したが、コスト競争力を確保できず採用を見送っている。

それでも、全国的なサービス網を評価するユーザーからは「極東ブランドでアルミ仕様を」という強い要望が寄せられた。『ならば自前で創り上げるしかない』 開発陣はそう腹を括り、1997年に GII1000(ML10-24)を世に送り出す。GII1000の最大の特徴は、業界に先駆けて

開発したピン勘合式アルミ押出材による軽量プラットフォームにある。当時主流だった一体溶接構造では、ユーザー側では使用中にプラットフォームが一部損傷すると全体を交換せざるを得ず、修理費・納期が嵩み、生産側では新たに専用のアルミ溶接設備が必要となる課題を抱えていた。溶接を必要としないピン勘合方式では損傷ブロックのみの交換で済むためユーザー負担を大幅に軽減できた。こうしてGII型はコスト競争力と保守性を両立し、市場で高い評価を獲得した。



図4 GII1000(ML10-24)

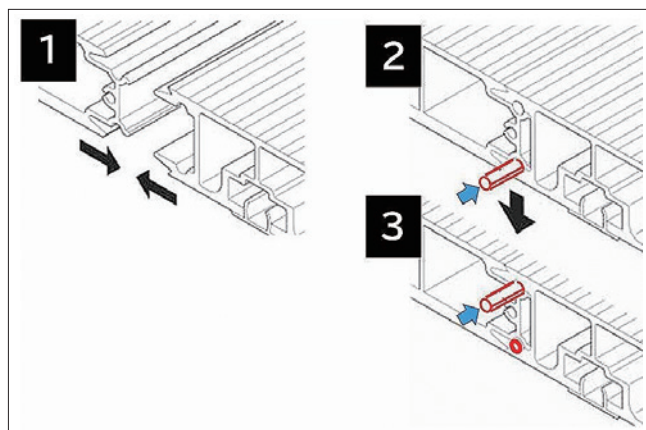


図5 ピン勘合式

3. 床下格納式への挑戦と“CS型改良”指令

極東開発工業が床下格納式テールゲートリフタに最初の一步を刻んだのは1988年、V (Vertical) 型の垂直昇降機構を応用し、プラットフォームを荷台下の専用スペースへスライド格納するCV (Conceal Vertical) 型(図6)を市場に送り出したときである。続く1992年には、S (Swing) 型のリフトメカニズムを車両後部で90度回転させて格納するCS (Conceal Swing) 型(図7)を開発。両機とも独創的な構造で一定の評価を得たが、車両側の大幅な改造が不可欠であったこと、さらにCV型は専用設計のバン

ボデーを要したことから、経済性・汎用性に課題が残り、主として特殊用途ユーザー向けに限定された展開にとどまった。

同時期、国内他社も色々なタイプを試作・販売したが、市場ニーズを満たせず姿を消し、床下格納式は「夢物語」のまま定着しなかった。



図6 CV型

2段内折れ型プラットフォーム

プラットフォーム面積を増やすため、2段内折れ式を採用。着地首振り機構付きなので、傾斜地でも積み下ろしが容易。また、キャスターが付いたロールボックスパレットなどの積荷に便利なカートストップも標準装備。



床下格納式

後部扉の開閉がいつでも自由に行える。また、集荷場のプラットフォームに、すき間なく車着でき、いろいろな集荷作業に対応。

図7 CS型

1997年、秋の深まりとともにトップから下った指令は、「これからは床下格納式の時代だ。夢物語を業界標準に変えよ!」。そして、現場へ届いた指示は「CS型を改良せよ。新機構をゼロから探す時間はない。トラブルが多く市場での採用は限定的だが、独創的なメカニズムを磨き上げれば突破口になる。」であった。

4. ハノーバーの衝撃とCG型への決断

CS型改良開発にあたり、懸念点が二つあった。第一に、CS型はプラットフォームを両端支持する構造なため、直前に確立した GII型用アルミ・ブロック構造が強度的に流用できず、大幅な設計手戻りが避けられなかった。第二に、1996年9月、ドイツ・ハノーバーメッセで開催された IAA（国際モーターショー）で欧州のテールゲートリフタ事情を目の当たりにした経験である。

会場では床下格納式がすでに一つのカテゴリーを形成し、市場シェアの約半数を占めていた。その主力は、国内には存在しなかったスライド格納タイプ。シンプルなりニア動作でプラットフォームを荷台下へ滑り込ませる構造は、軽量・省スペースで汎用性が高く、次世代の「業界標準」に映った。



図8 欧州のスライド格納タイプ

「CS型を磨き直すだけでは壁を越えられない。スライド格納こそ、夢物語を業界標準へ押し上げる鍵だ。」と考え、指示を受け止めつつも“CS改良”の枠を超えた新構想、後のCG (Conceal Great) 型を心に描き始めていた。ここから、床下格納式を真の業界標準機に育て上げるための挑戦がはじまった。

まず取り組むべきは、開発方針そのものを“CS型改良”から“スライド格納式 CG型”へ転換することだった。

欧州で目にしたスライド格納式の動きを再現し、〈引き出し→プラットフォーム展開→昇降→格納→走行〉までを1コマずつ追える作動図を急ぎCADで起こし、国内中型トラックに装着した想定図も添えて会議室の壁一面に貼り出した。

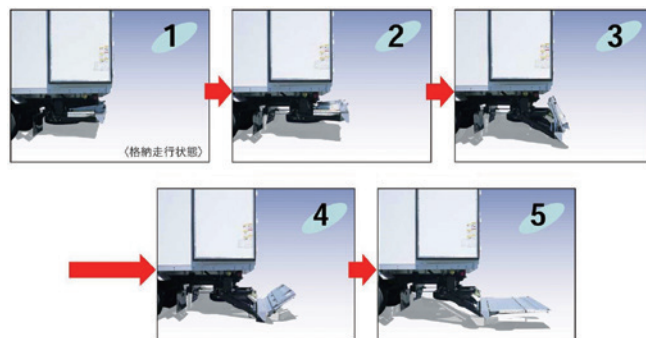


図9 CG型作動図

関係者が一堂に会するなか、ハノーバーで得た確信と国内市場に必要な機能を説明し、ようやく開発トップの理解が得られた。

こうして正式にCG型新規開発へ舵が切られ、挑戦の舞台が整った。

5. CG1000 — 業界標準を築いた機構の集大成

欧州製スライド格納機の知見、日本市場で求められる操作性、そして米国製高所作業車で体得したモジュール設計。三つのエッセンスを自社の生産技術で融合する挑戦が始まった。開発陣は「図面に描くだけでは夢物語。量産できてこそ業界標準だ」と拳を握り、1998年秋、初代CG1000(図10)を完成させ、'98トラックショーでその評価を求めた。以下、当時の常識を覆した八つの革新と、その舞台裏を記す。



図10 初代CG1000

①車両改造の最小化と後付け適応

従来の床下格納式では、シャシフレームやバンボデー床下を大規模に切削・補強する必要があった。CG型はプラットフォームの折り畳み部にジョイントリンクによるダブルヒンジ折り畳み方式を導入し、折り畳み回動域を抑制。これにより車両側加工を最小限にとどめ、既販車への後付け適応を実現した。

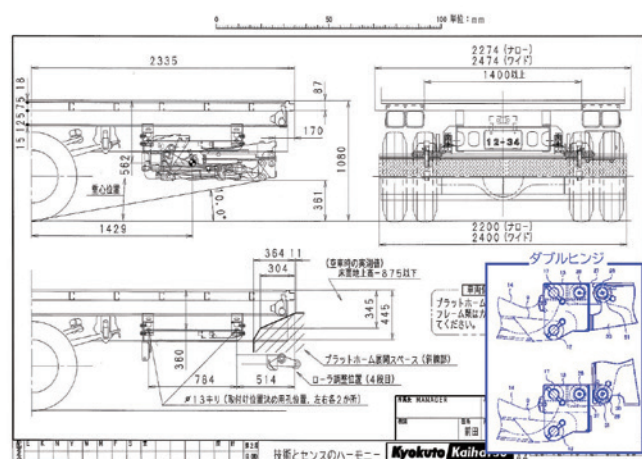


図11 架装図面

②ユニット出荷方式の導入

従来パワーゲートはキット出荷が中心で、サービス工場やバンボデーメーカーが現地で組立（溶接含む）・車両改造・架装までを行う必要があり、架装工数と品質の確保が課題であった。

CG型では生産工場内で本体の組立から性能・品質検査までを完結させた完成ユニットとして出荷し、市場品質を担保するとともに当時、生産機種の移管により統廃合まで議論された名古屋工場の稼働率の確保にも寄与した。

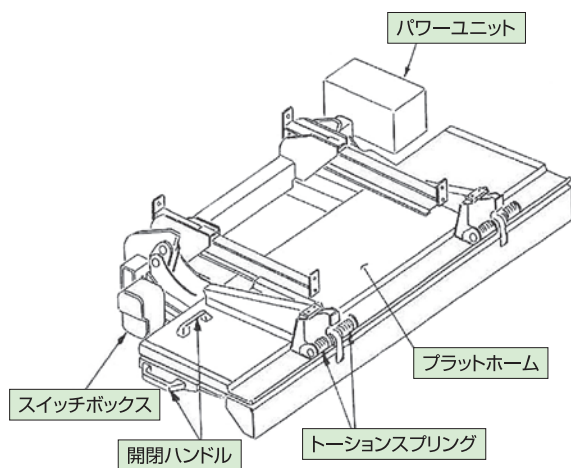


図12 ユニット化

③機種の標準化

従来のパワーゲートは車両幅ごとにプラットフォームの個別設計・受注生産が避けられなかったが、CG型ではG型にて既に確立していたアルミ押出材の流用による技術を継承し、幅は1,800/2,000/2,200/2,400mmの4サイズを標準化。また、リフトメカニズムは当初Mタイプ・Lタイプの2本立てのモジュールでスタート。これにより先行生産が可能となり、納期短縮とコスト低減を両立させた。

主要諸元

機 種 ・ 種 別		CG1000・Mタイプ	CG1000・Lタイプ	
架 装 型 式		ML10-25A-3		
適用車（シャシフレーム幅）		3.5～7トンタイプ シャシフレーム幅:750～800mm リヤオーバーハング:2,000mm以上	6～10トンタイプ シャシフレーム幅:750～870mm リヤオーバーハング:2,200mm以上	
ボデーデッキ地上高		1,000～1,250mm	1,200～1,550mm	
標準重量		370kg (H1,300×W2,000)	415kg (H1,400×W2,200)	
最大リフト荷重		1,000kg		
昇降時間	上 昇	9～12秒（最大リフト荷重時）	10～14秒（最大リフト荷重時）	
	下 降	10～13秒（自動速度コントロール付）	11～14秒（自動速度コントロール付）	
スライド時間	引 出 し	4～5秒（速度調整バルブ付）		
	格 納	5～6秒（速度調整バルブ付）		
パ ワ ー ユ ニ ッ ト		静音タイプ（防音ボックス収納）騒音63dB以下		
ス イ ッ チ	標 準	リモコン（3mコード付）		
	オ プ シ ョ ン	庫内リモコン（3mコード、メタルコンセント付）・パナコンⅡ		
電 源		DC24V		
プ ラ ッ ト ホ ー ム ア ル ミ : 標 準				
		H	1,300mm	1,400mm
		h1	1,022mm	1,122mm
		θ	7.8°	7.0°
		幅 W	1,600・2,000・2,200・2,400mm	2,200・2,400mm
		カートストップ	スプリング飛び出し式、切り換えレバー付	

図13 CG1000初期スペック

④RUP（後部突入防止装置）の一体設計

CG型ユニット本体をRUPと兼用する発想により、別途バンパーの追加装備を不要とした。逆に世間からは、走行時はトラック後部床下に格納してあるCG型をパワーゲートと認識されず、ただのバンパーだと思われることもよくあった。

⑤自動チルト機能を持つ新型リフトメカニズム

パワーゲートのプラットフォームは積載面を水平状態で昇降させるが、プラットフォームが着地したときは、その先端を地面に沿うように傾斜（チルト）させることで、台車の積み降ろしを可能としている。CG型では、これを機械的に実施する自動チルト機構を新規開発した。平行リンクのリフト機構にチルトリンクを加えることでプラットフォーム降下時、ロアアームの着地とともにプラットフォームが自動チルトする構造で、国内機種では初の試みであった。以下その機構を解説する。

リンク式のパワーゲートは、リフトアーム、コンプレッションアーム、プラットフォーム、リフトメカニズムで構成された平行リンク機構によりプラットフォームを水平に保って昇降する。

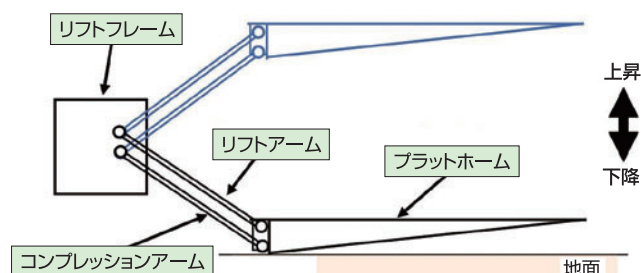


図14 平行リンク

しかし、この平行リンク機構では地上でチルトできないため、追加の仕掛けが必要となる。この仕掛けの主役がチルトリンクである。チルトリンクにはリフトアーム、リフトシリンダがピン結合されている。以下、図15および図16に沿って解説する。

図15はリフトシリンダを縮めながらプラットフォームを降下させ、A部が着地した瞬間である。この時、プラットフォーム表面は未だ水平を保っている。

図16はA部が着地後もさらにリフトシリンダを縮めた状態である。

【開発逸話】“空中チルト”との格闘

試作初号機の評価中、プラットフォーム先端に人が飛び乗ると空中で勝手にチルトする致命的な不具合が発生した。原因は、主要姿勢でしか作用力線図を検証していなかったことにあった。

急遽、CADにて他の姿勢での作用力線図を描き、空中でのチルトを回避するピンポイント模索を開始するも、なかなか見出せない。同時に別メンバーにて、Excelでマクロプログラムを組み上げ、各ピン結合点の作用力を全姿勢で一括計算するシートを作成した。そして、再計算で最適ピン位置を導き出し、再試作の組み替え試験では空中チルトが完全に消えた。このExcelシートは「リンクの駆け込み寺」としてその後の改良型にも受け継がれ、CG1000の自動チルト機構を支える陰のヒーローとなった。

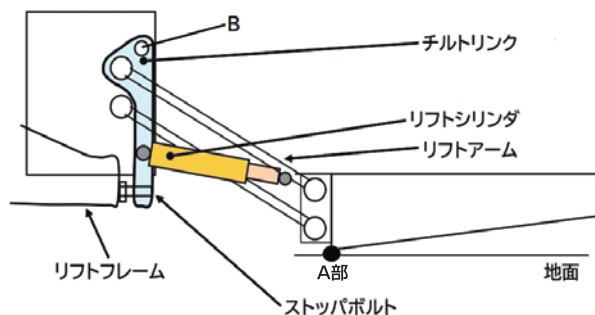


図15 チルト前

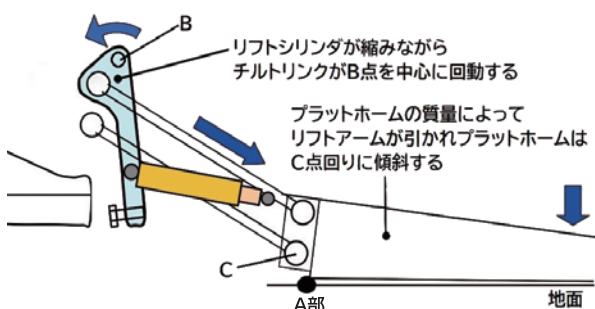


図16 チルト後

⑥リフトメカ本体での上昇制限構造 車両無加工で過上昇を制御

従来のテールゲートリフタでは、プラットフォームの最上昇位置を規制するストッパを車両側へ取り付けるのが常識だった。あるいは、リフトアームが荷台下面を直接押し当てて止める方式である。しかし、この構造では作業者が上昇スイッチを押し続けた場合、リフトシリンダのリリーフ圧推力が荷台側にかかり続けるため、シャシ補強が不可避となり、後付け架装の大きな障壁になっていた。

CG型ではここにもメスを入れ、リフトアームに組み込んだストッパボルトをリフトフレーム本体に当てて停止させる自己完結方式を考案。推力をユニット内で完結させることで、稼働中の車両へ後付けする際も車両側の追加加工・補強が不要となった。結果、架装コストを抑えつつ、現場での誤操作にも強い構造を実現している。

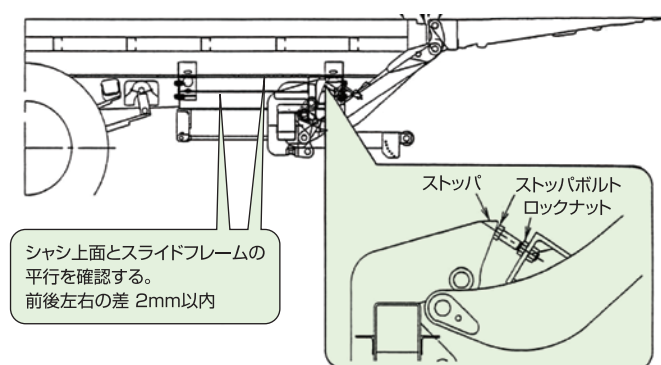
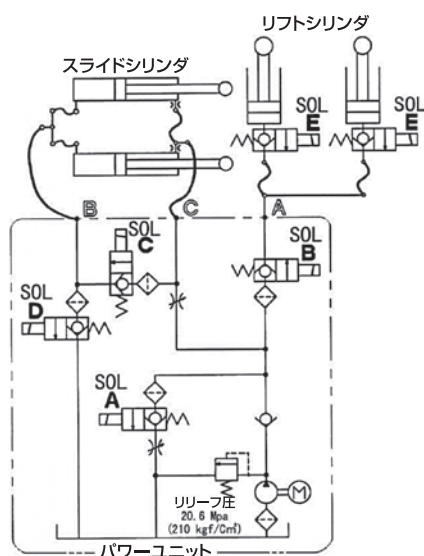


図17 上昇ストッパ

⑦スライドシリンダの油圧コントロール “タンク引き出し事件”の顛末

CG型ユニットを車体下へリニアに潜り込ませる心臓部が複動スライドシリンダである。通常、複動シリンダを精密に制御するには4ポート3位置切換バルブが不可欠だが、コスト面から採用は難題だった。ある日の雑談で「ピストン側とロッド側に同圧を掛けたら、シリンダはどう動く？」と問われた。

その一言が閃光となる。伸長時は両ポート同時加圧、収縮時はロッド側のみ加圧。これなら2ポート2位置切換バルブ×2基で済み、伸び・縮み速度差もほぼゼロ。スローリターンバルブも不要となり、昇降系バルブと同型流用でユニットコストを大幅に抑えられる。こうして図18の油圧回路が誕生し、SOL C=伸長、SOL D=収縮という簡潔な制御が確立した。



作業	機器	モータ	SOLA	SOLB	SOLC	SOLD	SOLE
スライド 伸び		○	×	×	○	×	×
スライド 縮み		○	×	×	×	○	×
リフト 上		○	×	○	○	×	×
リフト 下		×	○	×	○	×	○

図18 CG型油圧回路図

【開発逸話】タンス引き出し事件

しかしながら、このスライドに関しては試作時の大失敗談があり、その事実をここで公開する。当初の試作図面では、スライドシリンダはリフトメカニズムの中心部を1本で突く構造であった。

1998年8月12日、夏季休暇を目前に控えた試作現場。リフトメカ・プラットフォーム・スライドフレームを仮組みし、中心部1本シリンダでいざ初運転。メインスイッチON、リモコンDOWN。リフトメカニズムが後方へスライドし、50mmほど動いた瞬間、古びたタンスの引き出しのように噛み込み停止。モーター音だけが虚しく響いた。原因はH形鋼レールを両サイドパッドで支える初期構造による“食い込み”。

しかし10月8日開幕の'98トラックショーへの出展は既に決定。装着予定車は月末入庫。時間はない。ただ、幸いにも油圧シリンダは試験用も含めて5台分が手元にあったので、試作係へ頼み込んだ。「2本シリンダ仕様で再挑戦させてください。図面は休暇明けまでに必ず仕上げます!」休暇が明けると、再び半自動溶接の閃光とグラインダの火花が試作現場を満たす。2本シリンダ仕様の再試作機が組み上がり、再試験。

何事もなかったかのようにスライドは滑り出し、プラットフォームを展開、昇降も終始スムーズ。試作現場にほっとした拍手が広がった。

この“タンス引き出し事件”は、CG1000の象徴的エピソードとして、いまでも鮮明な記憶として残っている。

⑧“2ボタン”に凝縮した日本流ユーザビリティ

最後に操作性（ユーザビリティ）の飛躍が挙げられる。1990年代当時、欧州製スライド格納式テールゲートリフタは〈伸ばす／戻す／上げる／下げる／チルト上／チルト下〉最大6個の押しボタンを要した。欧州製品のカatalogを基に、サービス工場、トラックターミナル、物流倉庫に足を運び調査した結果、マニュアル車を好む欧州ドライバーには自然でも、既にAT比率9割超に達していた日本市場では「ボタンが多すぎて扱いづらい」との声が先行した。

CG型が目指したのは、“考えなくても指が動く”操作系である。そこで、「引き出しセンサ」と「格納センサ」でのシーケンス制御を組み合わせ、UP／DOWNのたった2つのボタンで〈引き出し → 展開 → 昇降 → 格納〉まですべて自動化するインクルーシブな体系を設計した。



図19 2ボタンリモコンスイッチ



図20 サービス工場での調査

1998年10月東京ビッグサイトで開かれた「'98トラックショー」。

屋外展示場のCG1000デモブースには、床下から滑り出すプラットフォームを一目見ようと黒山の人だかりができた。試作機が静かに展開して昇降を終えるたび、会場にはどよめきと拍手。業界紙の翌日見出しは「床下格納、ついに実用品へ」。

その熱気を追い風に、年が明けた1999年早々、極東開発工業は50台限定のモニター販売を決断。名古屋工場での量産へのカウントダウンが始まった。



図21 名古屋工場での試作機検証

6. 小型車量への挑戦 — CG800と“スペアタイヤの閃き”

CG1000で切り拓いた中型、大型車用床下格納市場を、小型の2～3t積みバン型車へ広げよ。1999年春、CG800の開発指令が下った。

CG800はCGシリーズのバリエーション機としての開発指令であったが、加えて、「CG1000の単なるスケールダウンでは意味がない。小型車両の関係先が“嬉しい”と感じる新機能を盛り込む!」との想いがあった。

既にCG1000にて確立しつつあった静音型パワーユニットや、スライド時の緩衝機構を標準装備することも付加価値のネタではあったが、それだけでは面白みに欠けた。



図22 パワーユニット騒音測定

【開発逸話】小型乗用車からの閃き

新たな付加機能を模索する初夏の早朝、日課のランニング中背後から、小型乗用車が甲高い空冷サウンドと共に抜き去っていった。同車を親族が所有していたこともあり、瞬間、記憶にあったエンジンルームが思い浮かび、きれいに収まったスペアタイヤが脳裏をよぎった。「CG型のスライドシリンダ間にスペアタイヤが収まるのでは?」と閃いた。

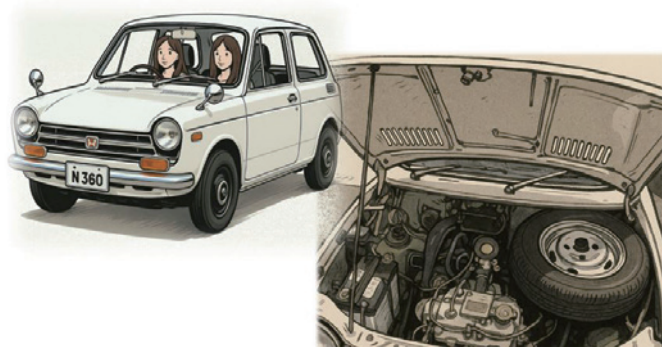


図23 エンジンルームイメージ

バンボデーメーカー、サービス工場での調査時、冷凍車やCNG／LPG車ではパワーゲートの装着と引き換えに、スペアタイヤの収納スペースが消えるという現場課題を思い出したからである。早速、CADで確認すると、タイヤはスライドシリンダ間にぴたりと収まり、その閃きは面白く現実となった。そして1999年7月5日、関係部門を招集したデザインレビューを開催。

平面図だけではなく、開発コンセプトを詰め込んだ“仮想カタログ”（図24）を配布し、静音ユニット・緩衝機構・そしてスペアタイヤ収納構造を一気に説明。会議は歓喜で締めくくられ、CG800試作に即ゴーサインが下った。

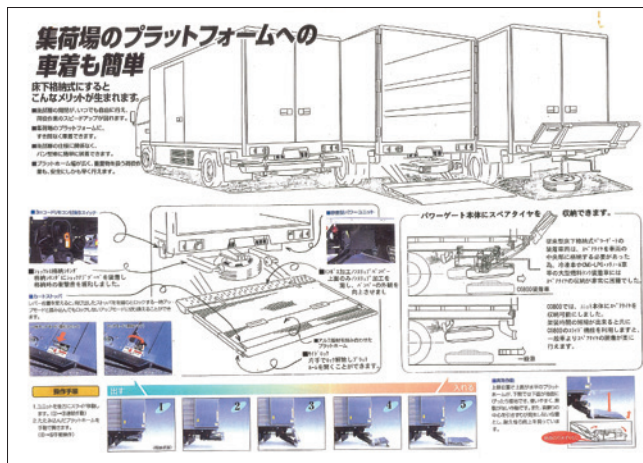


図24 CG800仮想カタログ

同年11月初旬、試作機が完成。スペアタイヤの収まり具合も奏功したのか、結果的に極東開発工業初となるバンボデーメーカー向けOEMが成立し、パワーゲート史に新たなページを刻むこととなった。



図25 OEM開始

その後もCG1000WING(ウイング車専用)、CG1000HM(プラットホームを伸長し3枚折れ)などの派生モデルを展開。バンボデーとの親和性をより深める仕様を追求しつつ、2005年第2世代モデルのCG1000DM(2枚折れ)へバトンタッチされた。



図26 CG1000HM

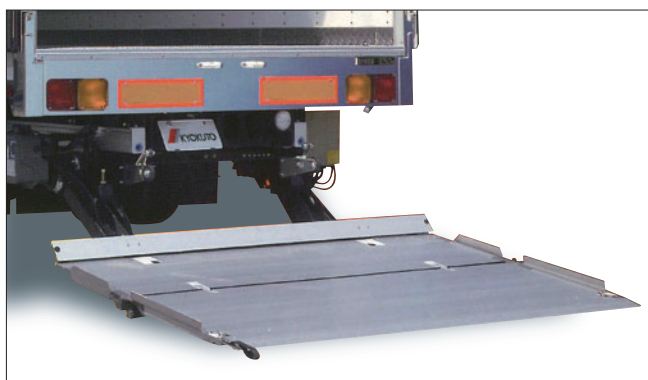


図27 CG1000DM(2枚折れ)

7. あとがき

半世紀前、スイング式S型のPTO(車両エンジン)駆動油圧式から始まったパワーゲートの歩みは、V・G・CV・CSそして床下格納式CGシリーズへと途切れることなく連なり、現場の声に導かれて進化してきました。

CG1000が示した「夢物語を業界標準へ」という合言葉は、ユニット出荷や2ボタン操作、スペアタイヤ収納構造など数え切れない改良を呼び込み、その思想を継承した後継機は今日もお全国の物流を静かに支えています。

本稿で振り返った数々の失敗と閃きは、技術者たちが図面の裏側に刻んだ汗の軌跡です。私たちはその経験を糧に、次なる挑戦へ挑みます。

最後に、本開発に携わったすべての仲間と、貴重な改善提案をくださったユーザーの皆様に深く感謝申し上げます。パワーゲートがこれからも「物流現場の省力化」を支え続けることを誓い、本稿の結びといたします。