

「ファンタジー営業部」 民間国際ロボット救助隊検討における夢の建機

岩 坂 照 之・荒 川 輝 昭

「ファンタジー営業部」とはHPにおけるコンテンツ名称である。今は世の中に存在しない空想上の構造物や組織の実現について、異業種企業が協働して検討するのがその内容であるが、その第4弾のテーマは「世界初、民間国際ロボット救助隊を創ろう」であった。本稿では「ファンタジー営業部」の、特に第4弾テーマを中心とした概要と、筆者らが第4弾にて2年前に提案した「レスキューロボット運搬用車両」を紹介すると共に、その後発生してしまった地震災害の反省点と、その後の建機技術の進展を踏まえた「進化版レスキューロボット運搬用車両」構想を紹介する。言わば「建設の施工企画」誌面をお借りした、ファンタジー営業部第4弾「番外編」ともいえる本稿が、新年号にふさわしい夢のある読み物となれば、望外の喜びである。

キーワード：ファンタジー営業部、レスキューロボット、運搬用車両、ハイブリッド

1. 「ファンタジー営業部」概要

東証一部企業として屈指のユニークなWebサイトであろう「ファンタジー営業部」(図-1)は2003年2月に当社ホームページの片隅で、社内告知すらなくひっそりと開始された。前田建設が現時点の保有技術および材料の下で、アニメやゲームといった空想世界にのみ存在する特殊な構造物を本当に受注したらと仮定し、社内外の技術者が一致協力して実現検討する様子を公開したのがその中身であった。これは建設業ならびに前田建設のファン作りを目的とした広報活動として、社員提案のボランティアから始まった企画である。インターネットとアニメ(サブカルチャー)の親和性に注目し、建設に全く興味のない方々に我々の技術や業務内容を楽しく、かつ詳しくご理解いただくという狙いである。

空想上の構造物に関する検討は、まずアニメならアニメ作品を可能な限り全て視聴し、意匠はもちろん機能も含め、忠実に設計することから始まる。施工も同様に、建設地およびその地質推定から行い、環境に配慮しながら本業と同じフローで計画を立案する。なお、空想上の構造物には大胆で大掛かりな「稼動部分」が含まれることが多く、ご協力いただく機械・設備メーカーには普段以上の難しい課題に向き合っていただくことになる。「ファンタジー営業部」で唯一本物の建設プロジェクトと異なる点は、コストダウンが不要で、

良いモノをひたすら追求できる楽しさである。

以上、本企画はWebといいながら本業と変わらぬ質と量の作業が必要で、ご参加いただく技術者にとって大変面倒が多い。にもかかわらず皆様にプロの技と遊び心を絶妙にバランスさせた素晴らしい検討をしていただいたことで本企画は豊かになり、人気を獲得できたのである。まずはアニメファン中心に話題となり、さらに大手ポータルサイト、やがてIT雑誌や建築雑誌、最終的にはテレビ・ラジオ・新聞にまで多数取り上げられ、広告費用換算をすれば数億円という媒体露出を達成した。さらには多数の出版社からオファーを



図-1 「ファンタジー営業部」トップ画面

うけ、国内で2冊、韓国でも1冊が書籍化。いずれも好調な売れ行きを示している。

これまで実現に挑戦したテーマは4つ。アニメの中の「ロボットの基地」や「宇宙に行く汽車の橋」、ゲームの中の「架空のサーキット」。そして直近の題材こそ、本稿のテーマである、「レスキューロボットを中心とした民間国際救助隊」の実現検討なのである。

2. 前回提案版「レスキューロボット運搬用車両」

第4弾のテーマ、「レスキューロボット」を中心とした、国際的かつ民間運営のレスキューチームについての実現検討は、広報活動としての「ファンタジー営業部」を高くご評価いただいた、ロボット開発に携わっている各大学の先生方からの異業種協働オファーに端を発している。

検討を通じて印象に残ったのは、異なる各分野のプロでも、明確な目的とゴールの下に集まれば、リーダー不在でも、相当な仕事ができるということである。

前田やコマツ以外にも、現役消防士（NPO 法人）、アパレル会社のデザイナー、航空会社の皆さんといった方々の情熱がぶつかり合って生まれた検討結果の詳細は Web をごらんいただくとして、以下、前回提案の「レスキューロボット運搬用車両」（図-2）を紹介したい。

運搬用車両はタイヤ式8輪車を基本としている。これは被災空港から被災地までの高速移動という要求に加え、不整地での走破性を併せ持たせた結果である。過酷な状況下で2～3輪のパンクにも耐える設計となっている。操舵は全輪で、かつ同／逆位相とも可能な構造となっているため、平行移動も小回りも可能な、災害地で重宝する設計となっている。サスペンションは油圧式独立サスで車高調整機能を備えている。これは不整地走行において車体を極力フラットに保ち、隊

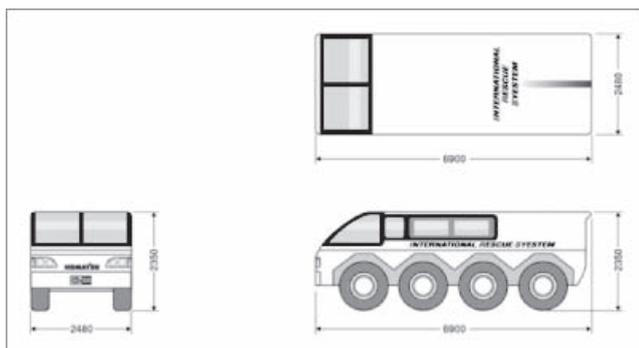


図-2 「レスキューロボット運搬用車両」概要図

員の疲労やロボットへの振動ダメージを軽減し、なにより被災者搬送時に大きな意威力を発揮する。

動力伝達はハイドロ・スタティック・トランスミッション、すなわち油圧ポンプに油圧モータを組み合わせた動力伝達方式を採用することで、ドライブシャフトおよびディファレンシャルギアを省き、ボディ下クリアランスを大きく取っている。

実は前回提案の「運搬用車両」にはもう一つタイプが存在する。被災者をレスキューロボットが発見した後にすぐ救助が開始できる「作業機付」（図-3）がそれである。

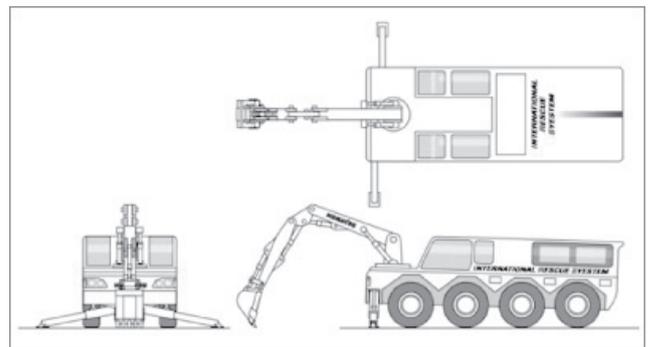


図-3 「作業機付レスキューロボット運搬用車両」概要図

ご覧の通り、車体前部に作業アームが取り付けられ、かつ車体中央部に3程度のアタッチメント収納庫が設けられている（図-4）ため、救助においては最適なアタッチメントを最短時間で付け替え可能で、救助効率を高めている。当然ながら、そのオペレーションに際しては、ラジコン操作が可能であり、危険な場所や、被災者近傍などの繊細な操縦が必要な場合に重宝する。

さらには実際の救助隊の意見「救助作業において活

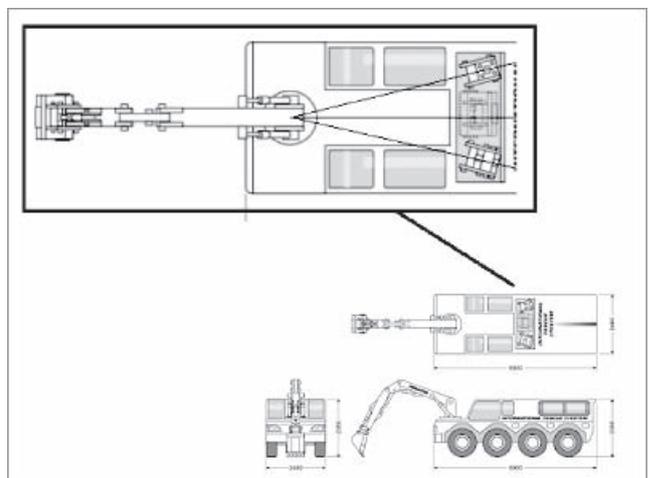


図-4 アームとアタッチメント収納庫の関係

躍するのは、「案外シンプルな道具」から、レスキュー隊が救助で使用頻度が多いという油圧ジャッキやハンマードリル、救急用支柱器具などで使用する油圧をこの運搬車両から供給できる構造とし、救助隊員の重量物ハンドリングの軽減を図っている。

なお、提案の最後ではコマツ（さん）が保有する建機稼働管理システム「コムトラックス」を、救助隊の神経系統として使用する提案もなされている。すなわち建設機械だけでなく各ロボットや隊員の位置や作業状況までを正確に、かつ一元的に把握し、被災者発見場所の記録やトリアージ作業の効率化を目指そうというものである。以上が2年前にファンタジー営業部第4弾で提案された「レスキューロボット運搬車両」の内容である。

3. さらに増えた車両タイプ

以降、コマツのその後2年間の技術発展の成果と、今回改めてNPO法人のリーダーである真壁氏にお聞きした、その後の大地震における反省点より、再度検討した「進化版レスキューロボット運搬車両」を紹介させていただきたい。なお、ここからはWeb版ファンタジー営業部のフォーマットおよび世界観と同様に、ファンタジー営業部長であるA部長と、コマツの荒川氏による会話型式でお送りさせていただくことをご容赦いただきたい。

A部長：ずいぶん荒川さんとはご無沙汰していましたが、お元気でしたか。さて、今回「進化版」を見せていただくにあたり、楽しみにしていたのが「さらに車両タイプが増えましたよ」という、事前のメールだったわけですが、どんな内容ですか？

荒川：はい、前回提案させていただいた車両は、「レスキューロボット運搬車両」と「作業機付レスキューロボット運搬車両」2機種でしたが、大規模災害を想定した場合実際に作業に着手する前に事前調査が必要になります。また、各種車両を投入すると全体の状況を把握し効率的な運用を図らなければなりません。それらの車両を集中管理し、外部との連携を取る必要から総合司令車他数種類の車両バリエーションを検討致しました（図-5）。

A部長：なるほど、レスキューロボット総合司令車両と、レスキューロボット無人ヘリ搭載の情報収集車両、そしてレスキューロボット放水銃搭載のタンク車両

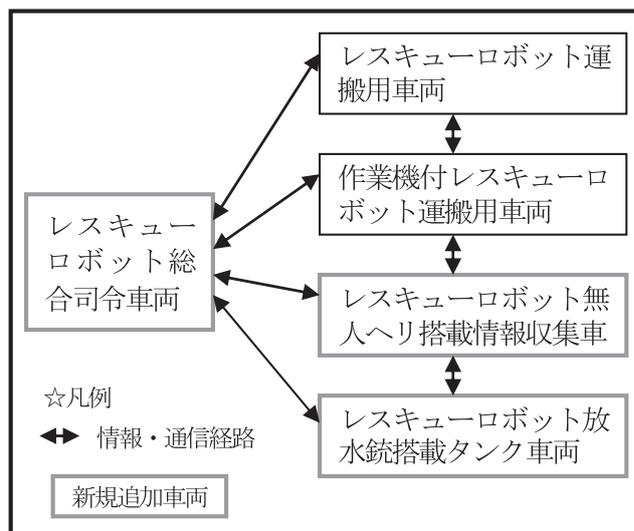


図-5 「レスキューロボットの車両バリエーション」と「情報・通信経路」のイメージ図

両の3つですか。しかし総合司令車といい、情報収集車といい、ICT時代らしく情報系統の充実を図られたのには理由があるのですか？

荒川：今までの情報通信は無線通信を使った会話によるものでしたが、情報量としては限界があります。

これからの情報としては、「車両の位置情報」や「現場付近の映像」をリアルタイムに伝達することにより、機動性を高めることが可能になります。

A部長：実際、真壁リーダーからも情報収集や指揮命令系統の一元化の話は出たのですか？

荒川：はいありました。情報共有化することにより、事前検討、事前準備が可能になりより迅速な対応ができます。

また、現場の状況を把握することにより、対処の優先順位・効率的な資機材の運用を図る上でも指揮命令系統の一元化は、重要な要件であると指摘されました。考えて下さい、隊員それぞれが、勝手な行動を取っていたのでは能力が分散されます、必要な場所に必要な資機材を投入することにより救助の効率が上がります。

A部長：確かに我々の前回提案でも、御社のコムトラックスを基本とした情報共有システムを提案していたくらいですからね。実際のコムトラックスはあれから何か進化があったのですか。

荒川：コムトラックスの

- ①地図表示機能が強化されました。
- ②コマツサービス拠点が地図上に表示されました。
(拠点名・電話番号・FAX 番号が表示されました)
- ③登録保税エリアが地図上に表示されました。
- ④建機・サービスカーのアイコンを目的別に表示出来るようにしました。
- ⑤地図画面の切替を高速化しました。
代表的な変更は以上ですが、さらに詳細に改善しています (図-6)。

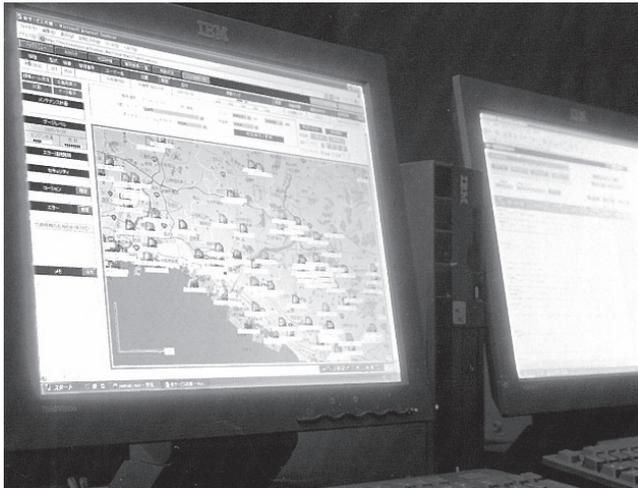


図-6 「コムトラックスの表示画面」

A 部長：そういえば御社は中国でのビジネスも順調との報道が多かったですが、コムトラックスのニーズは中国でもあるのですか。

荒川：政治上の問題があり情報はオープンにしていません。但し国土が非常に広大なのでコムトラックスの機能は有効だと思います。中国のコンセンサスが得られれば普及拡大するツールになります。

A 部長：弊社でも情報化施工への対応が業務となってきていますが、これからは異なる機器の情報を一元化して管理、操作する時代なのでしょう。例としてシールド工事などは統合管理システムなどの導入は早かったように思いますが、御社でも情報化施工への対応はいろいろ進んでるのではないですか。今回の総合司令車と似た機能が既に開発されているのでは？

荒川：残念ですが、情報化施工では総合司令車と同等な機能は開発されていません。但し今後に向けて、開発検討をしています。

A 部長：しかし脱線ですが、総合司令車両イメージ

図の隊員制服がきちんとアパレル会社のものになっているのは、なぜか嬉しいですね (図-7)。

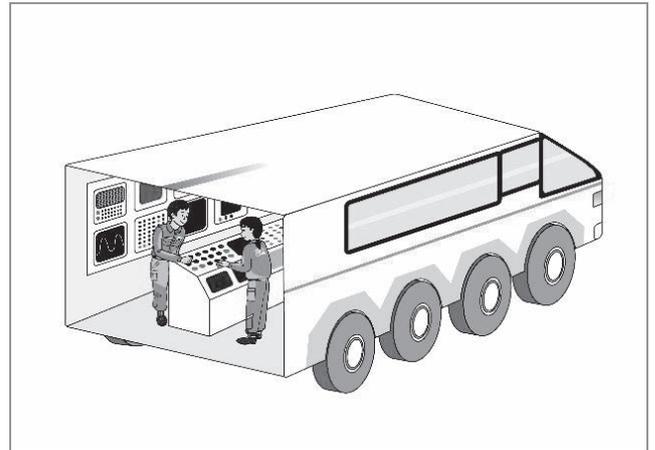


図-7 「レスキューロボット総合司令車両」の概要図

荒川：よく気が付きましたね。「ファンタジー営業部」は、前田建設工業(株)、航空会社、アパレル会社、コマツ、各分野の企業の担当者が協力して運営されています、担当者は努力して成果を出しました。その成果を「お互いにきちんと反映させたい」との思いです。

A 部長：さて情報収集車 (図-8) ですが、ラジコンヘリを選択されたのはなぜですか。

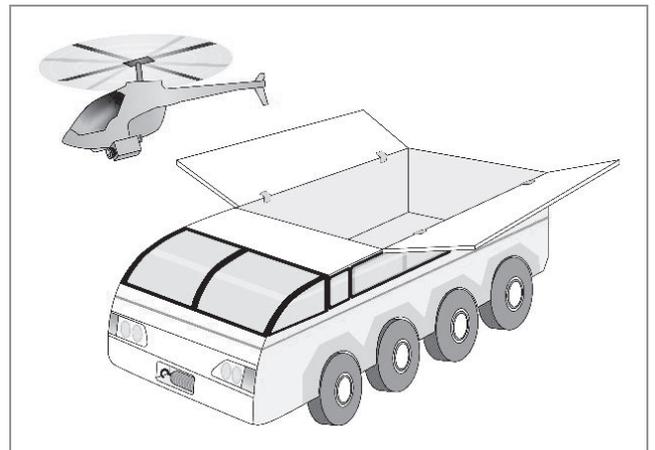


図-8 「レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両」の概要図

荒川：海難救助みたいに搜索範囲が何百 km にも及ぶ場合にはヘリコプター導入の必要性がありますが、災害現場における情報収集範囲は数 km です。

情報収集車両も移動が可能で、障害物等で移動が不可能な場合、また河川等で移動が困難な場合に、その先数 km の範囲をラジコンヘリで情報収集します。

また、コスト的にもラジコンヘリは安く済むのが、メリットです。また、ヘリコプターでは、現場の地形による気流条件、気象条件を充分把握していなければ非常に危険です。

ラジコンヘリの欠点としては山間部等の狭隘地では、無線通信距離が短くなることがあります。

そのため、情報収集車両には、バルーンアンテナを搭載しています。バルーンアンテナとは、バルーン(風船)にヘリウムガスを充填させ無指向アンテナを装着したもので、地上から30m～50mの高さにして無線通信距離を確保します。

A 部長：そういえば荒川さんのご専門はラジコンなわけですが・・・もしかして趣味もラジコンヘリですか？

荒川：いいえ、いいえ。私の現在の趣味は、下手ですがゴルフと船釣りです。釣りの方はビギナーズラックで師匠よりいつも釣果が良いので、最近お誘いが掛かりません。リタイヤしたら海の側の田舎で暮らしたいと思っています。

その時は、ラジコンヘリも趣味のひとつに加えたいと思います。これが私の小さな夢です(笑)。

A 部長：荒川さんが行かれた雲仙普賢岳でもラジコンヘリが調査を行ったような話を聞いたことがありますか？

荒川：そうですね。地形調査業務に採用され、業務に有効だったと評価されています。雲仙普賢岳は、立入禁止区域になっており、丘の向こう側の地形がどうなっているか分かりません。砂防ダム構築の設計業務に効果がありました。

A 部長：ラジコンヘリの動力はエンジンでしょうか。となるとガソリンも運搬する必要があるのではないでしょうか。たしか航空会社さんの飛行機ではガソリンを、積みなかつたですね。

荒川：航空会社さんと詳細調整は必要ですが、燃料を携行缶で運搬するのではなく情報収集車両の車内に専用の燃料タンクおよび給油機を搭載しています。安全上およびラジコンヘリの効率運用を図るために、これらの設備を搭載しています。

A 部長：やはりイラストのように屋根が大きく開く構

造が宜しいのですか？単に、他の運搬用車両にコンテナなどに入れて牽引させるのはいけないのですか？

荒川：災害現場には、さまざまな危険が潜んでいます。さらに情報収集車はその現場の最前線に出ます。よってラジコンヘリの組立後発進・帰着時の着陸・収納業務を隊員が車外に出ることなく、安全に実施するため天井開閉式にしました。たとえば、火山の噴火で火砕流が発生した場合、天井の扉を閉めれば耐熱性に優れたレスキューロボットの本领発揮です。

A 部長：最後の放水銃つきタンク車(図-9)ですが、これは実際の車両にも装備されているものですか？確か学生時代に学園紛争などでこの手の車を見た気がしますか？

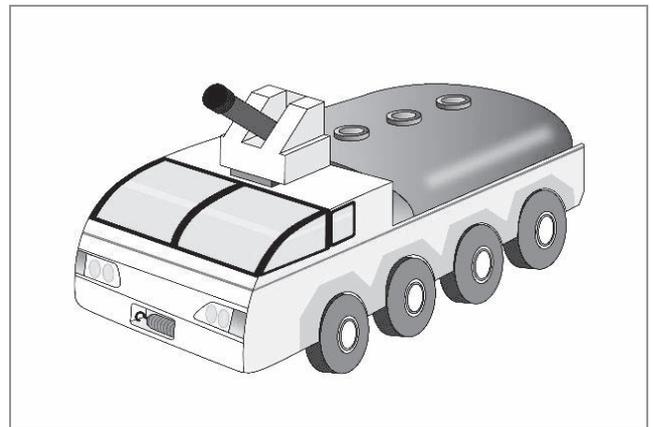


図-9 「レスキューロボット放水銃搭載タンク車両」の概要図

荒川：古い話を良く記憶していますね。学園紛争の時の放水車は警視庁の放水車ですが、放水銃付き無人放水車は、東京消防庁に実際に配備されスーパーマーケットの消化活動に活躍しました。

なお東京消防庁の無人放水車は消火栓からポンプ車による水後送式なため、水タンクは搭載していません。

A 部長：このタンクというのは、実は飲料水運搬も視野に入れているのですか？浄水装置を積んでるとか？

荒川：鋭いですね。放水銃つきタンク車両は、消化活動と飲料水供給の両方の機能を有しています。災害現場では、水道の断裂・井戸の破損等、消火用水の確保はもちろん、さらに飲料水の確保は至難の業と言えなくもありません。放水銃つきタンク車両には、膜式ろ過装置を搭載して井戸水を飲料に供することができます。

4. ベース車両の進化

A 部長：さて、各タイプのベースとなる車両ですが、前回同様、これも共用しているのですよね。この部分の進化はいかがですか？

荒川：全車共通の無線 LAN を構築したことです。このシステムは、音声だけでなく、ラジコンヘリからの映像とか、その他必要な情報の共通化を図りました。

もちろんテレビ電話も可能で、現場の状況がひと目で分かります。

A 部長：聞くところによるとハイブリッドとか？

荒川：そうですね。ハイブリッドシステムにすると、低燃費化が図られ、「運搬用車両」が同容量の燃料タンクだとしたら、その行動範囲がさらに拡大されメリットが大きいと思います。

また、燃料の輸送量も少なくなり、その分他の救済物資の輸送量が多くなりより迅速な救済活動に繋がります。

A 部長：例えば御社のハイブリッド型油圧ショベル「PC200-8 ハイブリッド」では、ショベルの旋回時のエネルギーをためる構造なんですか・・・いや、自動車と違って走り回らないですからね、どうやって回収するのか不思議だったんです。

荒川：その通りです。コマツハイブリッドシステムは、油圧ショベルの旋回エネルギーを回収するシステムです。

構造的には、旋回油圧モータを旋回電気モータに置き換えることで、旋回エネルギーを電気エネルギーに変換し回収します（図-10）。

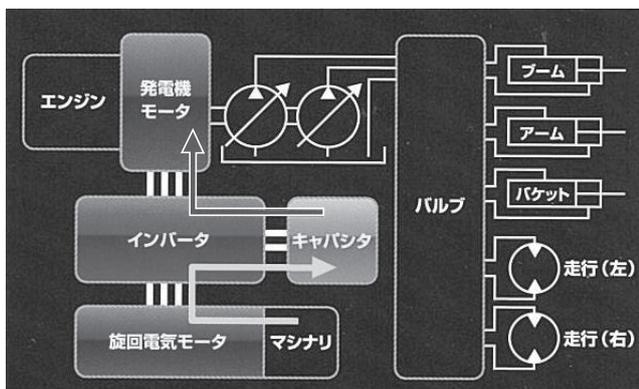


図-10 「コマツハイブリッドシステム」の概念図

A 部長：気になるのは、御社ハイブリッドの電力を蓄える方法がキャパシタという点で、これ確か、蓄電も放電も割と瞬間で完了して、かつ大容量蓄電が難しいのではなかったですか？今回のような車両でもこれですか？

荒川：いいえ。「運搬用車両」は、走行するのが主目的なのでコマツハイブリッドシステムとは、ちょっと異なります。

指摘の通りコマツハイブリッドシステムでは、旋回エネルギーを短時間で回収・消費します。

「運搬用車両」は、走行が主になりますので長時間エネルギーを蓄える必要からキャパシタではなくハイブリッド走行車両と同じリチウムイオンバッテリーに変更します。

もうひとつ異なる点は、「ハイブリッド運搬用車両」が前回提案の車両と異なりトランスミッションがない点です。従来、ハイドロ・スタティック・トランスミッションを採用し、走行油圧モータを8輪に各1個ずつ装着していました。

今回、走行油圧モータを走行電気モータに置き換えることで、走行エネルギーを電気エネルギーに変換し回収します。

レスキューロボットのハイブリッドシステムは、コマツハイブリッドシステムとハイブリッド走行車両システムのいい所取りということになります。

A 部長：ハイブリッド専用エンジンというのは何が特徴なのですか。

荒川：特徴としては、燃料消費量の低減と NO_x、CO₂ のさらなる削減を実現しました。

災害現場では唯でも環境が悪くなっているのに、救援に来ているからと云って、NO_x、CO₂ をバラ撒きたくないですね。

A 部長：その他、タイヤ式8輪、全輪操舵（同位相&逆位相）、油圧式独立サス（車高調整機能付）などは同一ですか？

荒川：ええ、同一です。

5. 用途別車両の特徴とまとめ

A 部長：それでは最後に、各タイプの特徴とスペックをおさらいしましょうか。

荒川：了解です。以下、示します。

①レスキューロボット総合司令車両の特徴

- a. カラー液晶モニタを社内に15画面設置し制御盤の操作により個々の映像を表示することができます。
- b. 無線LAN機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。
- c. バルーンアンテナを搭載し難聴地区の解消を図り活動範囲を広げます。

表一 「レスキューロボット総合司令車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	17,000 Kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	5名+2名

②レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両の特徴

- a. 無人ヘリを搭載し、情報収集活動を行います。
- b. 無線LAN機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。
- c. バルーンアンテナを搭載し難聴地区の解消を図り活動範囲を広げます。

表二 「レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	17,000 kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	3名+2名
搭載ヘリ	常用2機, 予備1機

③レスキューロボット放水銃搭載タンク車両の特徴

- a. 放水銃による消火活動および膜式ろ過装置による飲料水の供給。
- b. 無線LAN機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。

以上

表三 「レスキューロボット放水銃搭載タンク車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	18,000 kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	2名
搭載設備	消防ポンプ1基, 吸引ポンプ1基, 膜式ろ過装置

A部長：どこの世界も情報の収集と共有のツールが凄い勢いで進化する時代なのですか。だからこそ、情報の信憑性、信頼性を見極める力が、ますます重要になるとも言えるかな。今回はありがとうございました。

荒川：ええ、そうですね。「レスキューロボット運搬車両」も、エンジン・ハイドロ・スタティック・トランスミッション他、各ユニットは一つのLANで繋がっており統括するのが制御コントローラです。

それと同じ考えで「レスキューロボット」各車両の動きを無線LANで繋ぎ、把握するのが「レスキューロボット総合司令車両」です。

NPO法人のリーダーである真壁氏の要求に、少しでも答えられたかなと自画自賛しています。

J|C|M|A

【筆者紹介】

岩坂 照之 (いわさか てるゆき)
前田建設工業(株)
総合企画部

荒川 輝昭 (あらかわ てるあき)
コマツ
直轄営業部
技術サポート Gr
ラジコンチーム