

世界一のソーラーカーチームを支えるベクターソリューション



クリーンで無尽蔵な太陽エネルギーは、深刻化するエネルギー資源問題の有力な解決策の1つです。太陽エネルギーを活用した太陽光発電は、すでに一般住宅や公共施設にソーラーパネルとして実用化されていますが、自動車分野においても太陽エネルギーを動力として走行するソーラーカーの研究が行われています。東海大学のソーラーカーチームは数々の国際大会で輝かしい戦績を残しており、2012年9月に行われた「サソール・ソーラーチャレンジ・サウス・アフリカ2012」でも見事に優勝し、国際大会5連覇を達成しました。本稿では、東海大学においてCANalyzer、CANape、GL1000といったベクター製品が導入された経緯やその活用方法について紹介します。

国際大会5連覇という偉業

東海大学のチャレンジセンターは「集い力」、「挑み力」、「成し遂げ力」という社会で必ず役立つ能力を身につけることを目的として2006年に設立されました。その活動の一環であるライトパワープロジェクトは「資源に乏しい日本の実情をふまえ、科学技術による人類の幸福を目指す」という東海大学の創立者である松前重義博士の考えを背景に、近年深刻化しているエネルギー・環境問題の解決を目指しています。

ライトパワープロジェクトでは、ソーラーカー、人力飛行機、電気自動車の各チームが主体となって活動していますが、その中でもソーラーカーチームは、2012年9月18日から28日にかけて南アフリカ共和国で開催された「サソール・ソーラーチャレンジ・サウス・アフリカ2012」に優勝したことで、国際大会5連覇という偉業を達成しました。同チームの強さについて、監督を務める東海大学教授・木村英樹氏は次のように語ります「我々のチームの強みは、弱点がなく全

ての要素が高いレベルにあることです。といたしますのも、ソーラーカーは、太陽電池で発電したエネルギーをパワートラッカー（MPPT）、モーターコントローラー、タイヤへと伝えていく、いわばエネルギーの伝言ゲームのようなもので、どこか1つに弱点があると全体のパフォーマンスに大きな影響を及ぼします。また、指令車からの運行指令や日々の車両メンテナンスなど、車両の性能以外の面においても高いレベルにあると自負しています」

同大会は、国際自動車連盟（FIA）が公認した代替燃料車によって競われる自動車レースです。南アフリカ共和国の首都・プレトリアをスタートし、ケープタウンからセツンダを経由して再びプレトリアに戻るといった南アフリカ共和国をほぼ一周する4,632kmのコースが設定され、コースの長さは世界最長となります。加えて、標高差約2,000mに及ぶアップダウンや急カーブがあります。同大会のコースの特徴について、東海大学ソーラーカーチームの関川陽氏は次のように語ります。「南アフリカ大会のコースは、1日で約1500mの高低差を移動したり、工事中で悪条件の路面が多いなど他の大会と比較

すると厳しいものでした。我々のチームは平地用、曇天用、登坂用に3つのモーターを用意していましたが、急勾配時に、登坂用モーターを使用していなかったためにモーターが焦げてしまうというアクシデントがあり、その厳しさを実感しました」

CANネットワークを採用した「Tokai Challenger」

同大会を制した東海大学のソーラーカー「Tokai Challenger」の車両は、全長4980 mm、全幅1590 mm、全高880 mmで、その重量は140 kg（バッテリー 21kgを含む）です。車体をフルカーボンにすることで、「2009年型 Tokai Challenger」よりも約20kgの軽量化を実現しました。動力部は後輪一輪のダイレクトドライブモーターで、バッテリーにはリチウムイオンバッテリーを450本使用し15並列30直列で配置されています。それ以外にもソーラーカーには、以下の6つのデバイスが搭載されており、それがCANネットワークを介して情報交換できるようになっています（図1）。

- ① BMS（Battery Management System）
- ② EMS（Electronics Measurement System）
- ③ ディスプレイユニット（Display Unit）
- ④ データロガー（Network Logger）
- ⑤ ゲートウェイ（CAN to Wireless Gateway）
- ⑥ MCU（Motor Control Unit）

BMSはバッテリーのセル電圧の管理、バッテリーボックス内の温度計測などを行っています。ディスプレイユニットは、ハンドル部分に設置され車速や消費電力などの情報を表示するほか、アクセル用と回生ブレーキ用のボリュームを搭載しています。これらの操作情報がMCUに伝達されることでモーターを制御しています。「ドライバーの足元にもアクセルはついていますが、郊外を走る場合、足でのア

クセルワークより手を使う方が微調整でき、エネルギーを効率的に使用できます」（関川氏）

また、ゲートウェイはCANデータを無線で指令車に送信しています。これにより、指令車にてリアルタイムでソーラーカーの車両データを把握できるテレメトリシステムを実現しています。そして、車両データをCANデータとして記録するためのデータロガーとしてベクターの車載データロガー「GL1000」が導入されました。

CANネットワークをソーラーカーに採用するメリットについて関川氏は次のように語ります。「各デバイスを1対1でつなぐ形だと、情報の共有範囲を広げるためにはハーネスの数を増やさなければなりません。CANネットワークであれば1本のハーネスで複数のデバイスを自由に情報共有させることが可能です。また、ハーネスの数が減ったことで、トラブルがあった時に、1本ずつハーネスを外す必要もなくなり整備性も向上しました」

また、東海大学は、指令車にもCANネットワークと以下の5つのデバイスを搭載しました（図2）。この指令車のシステムには、複数のベクター製品が導入されており、GPSユニットにはベクターの「CANgps」が、インターフェイスにはベクターのネットワークインターフェイス「CANcaseXL（※1）」が使用されています。さらに、車両データを視覚化する解析ツールとして、ベクターの車載ネットワーク解析ツール「CANalyzer」が使用されています。

（※1）CANcaseXLは2012年4月末日をもちまして製造を終了しました。現在は、後継製品としてVN1600シリーズを販売しています。VN1600シリーズの詳細についてはhttp://www.vector.com/vj_vn1600_jp.htmlをご覧ください

- ① GPSユニット（GPS Unit）
- ② 気象観測ユニット（Multi-Weather Sensors Unit）
- ③ ゲートウェイ（Wireless to CAN Gateway）
- ④ インターフェイス（CANcaseXL）
- ⑤ 車載ネットワーク用解析ツール（Laptop PC）

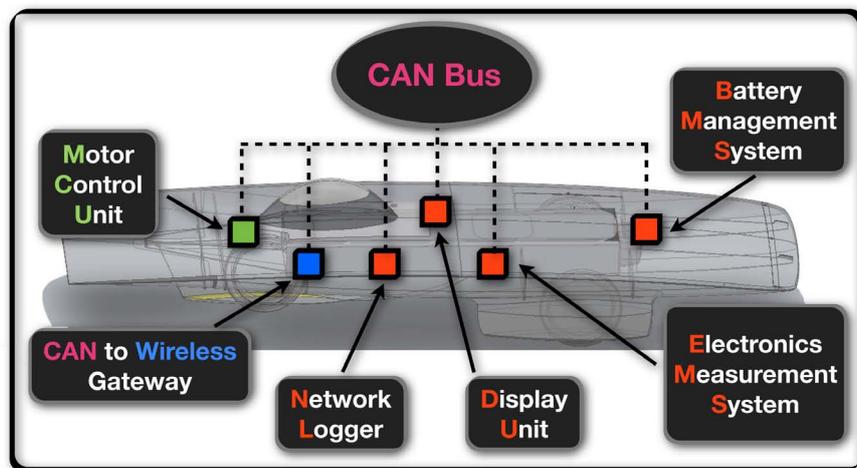


図1：
ソーラーカーに搭載された
デバイスの構成図

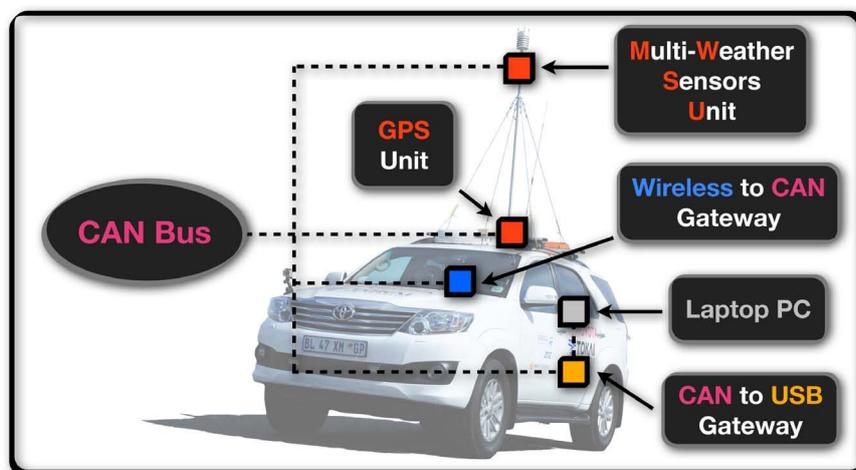


図2：
指令車に搭載された
デバイスの構成図

低消費電力のデータロガー GL1000

東海大学では、GL1000を導入する以前は、他社製のアナログデータロガーを使用していました。そして、記録したデータをCSVファイルに変換しMicrosoft® Excel®にて評価していましたが、データの容量が膨大で動作が重いという不便さがありました。また、CANネットワークを採用したこともあり、CANネットワークから車両データをロギングすることを検討していました。

GL1000は、CAN2チャンネル、LIN2チャンネル、アナログ4チャンネルのログを同時に記録できる車載専用の小型データロガーです。電源電圧を12Vで使用した場合の消費電力は、スリープモード時で1.92mW、通常動作時で660mWと非常に少ないため、長時間のログ取得が可能です。筐体はコンパクトで堅牢なため車両に容易に取り付けることができます。データの記録については、使いやすいGUI設定ツール「Vector Logger Configurator」を使用してフィルター

やトリガーなどの記録条件を設定できるため用途に応じたロギングが可能です。さらに、プログラミング言語「Log Task Language (以下、LTL)」とLTL用設定ツール「GIN Configuration Program」を使用することで、フィルター /トリガーの拡張設定や様々な変数をプログラムで利用することが可能です。

最終的に、東海大学はGL1000を導入しレース中の車両データのロギングに活用しました(図3)。「GL1000を導入する決め手となったのは、非常に低消費電力であったことです。車両への搭載を前提とすると少しでも消費電力は少ない方が良いので、GL1000は我々の要望に合致したデータロガーでした。また、プログラミングをして予め取得したいデータのみを記録するように設定ができるので、データの評価が行いやすくなりました」(関川氏)

CANalyzerを用いたテレメトリシステム

ソーラーカーのレースでは、通常、ドライバーを運転に集中させるために、ソーラーカーの前後を先導車と指令車の2台がエスコートして走行しながら、エネルギーマネジメントやナビゲーションを行います。そのため指令車からの運行指令は、レースの勝敗を大きく左右する要因となり、ソーラーカーの車両データを受信するテレメトリシステムの役割は重要です。

東海大学では、従来は独自に製作したソフトウェアを使用してテレメトリシステムを構築していましたが、2012年よりベクターの「CANalyzer」を使用してテレメトリシステムを構築しています(車体のメンテナンスやデバッグには2010年からCANalyzerを使用)。「CANalyzerを導入する決め手となったのは、自動車業界で多くの企業に採用されている実績でした。今大会の現地でも使用しましたが、従来の内製ツールと比較すると安定度が抜群で安心して使用できました」(関川氏)



図3：
ソーラーカーに設置されたGL1000

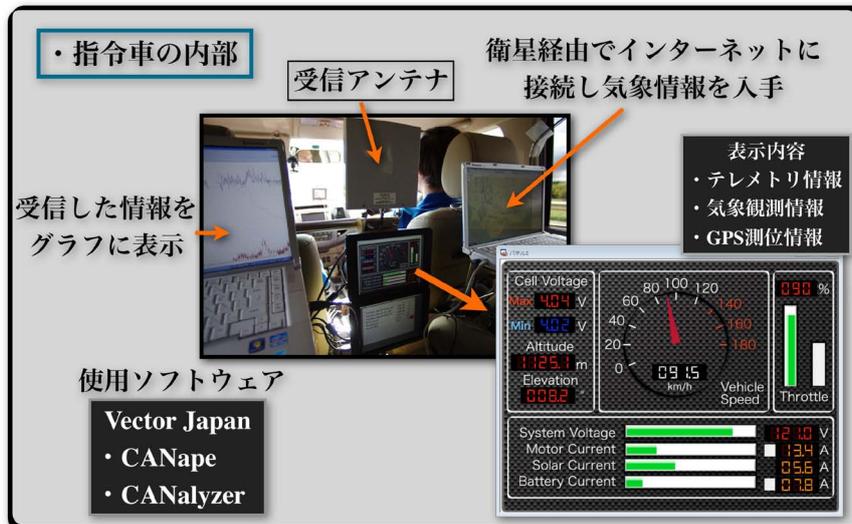


図4：
指令車内部の様子

CANalyzerを用いたテレメトリシステムは、速度、スロットル開度、モーター電流、発電電流、バッテリー電流、電圧、リチウムイオンバッテリーの各セル電圧などをソーラーカーから受信します。加えて、気象観測データとGPSデータも受信しているため、東海大学は指令車の内部でこれらのデータを統合的に把握でき高度な意思決定を行うことができます（図4、5）。また、東海大学はCANalyzerのパネル機能を使って、これらのデータを視覚的に把握できるパネルを作成しました（図6）。「当初は、日本でパネルを作成する予定でしたが、時間が足りずに現地にてパネルを作成しました。初めてCANalyzerのパネル機能を使いましたが、非常に使いやすく容易にパネルを作成できました」（関川氏）

さらに、CANalyzerは車両のメンテナンスにも活用されました。厳しいレースを勝ち抜くためには、日々の車両メンテナンスが欠かせませんが、東海大学では1日のレース終了後に指令車に搭載していたCANalyzerとCANcaseXLを取り外し、ソーラーカーのCANネットワークに接続させて各デバイスの動作状況やリチウムイオンバッテリーの電圧を確認していました（図7）。

CANapeの統合測定機能がオフライン解析が効率化

東海大学は、レース後日本に帰国してから、今大会の測定データを基に空気抵抗が車両に与える影響を研究するために空力解析を行っています。この空力解析でベクターの測定/キャリブレーションツール「CANape」が、解析対象となるデータを抽出するための条件付けに使用されています。「空力解析を行うにあたり、勾配を走行している時やアクセルを踏み込んだ時のデータは排除しなければ正確な解析を行うことができません。CANapeは、CANデータに加えてGPSデータ

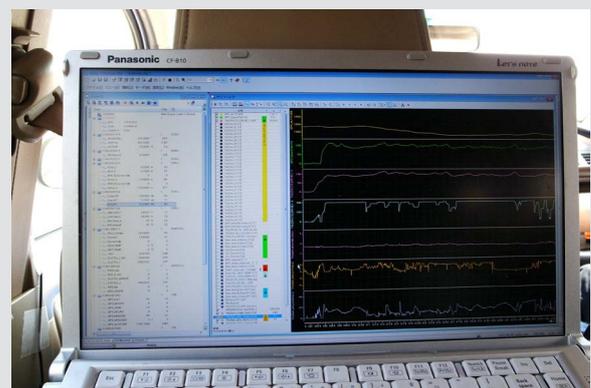


図5：車両データをモニターするCANalyzer

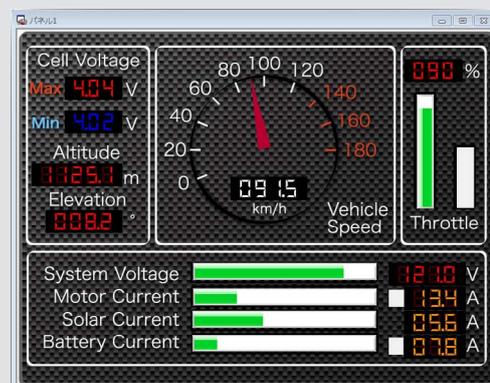


図6：CANalyzerのパネル機能で作成されたパネル



図7：バッテリーのチェックを行うCANalyzerとCANcaseXL

も取得できるため、標高や位置のデータとコースマップを照らし合わせて解析に使用するデータを容易に抽出できます」(関川氏)

東海大学は、CANapeを導入する以前は気象観測ユニットからのデータと車両からのデータを別々の機器で記録していたため、2つのデータの時間軸を合わせることに多大な作業工数が掛かるという問題を抱えていました。CANapeには、CAN データ、センサー・電圧などのアナログ値、GPS、画像、音声などのデータを同期した状態で測定・解析が行える統合測定機能があります。これにより、オフラインでの解析時に複数データを合わせ込む等の作業工数を大幅に削減することができます。

まとめ

東海大学は、自動車開発において実績のあるベクター製品を活用することにより、現地での意思決定に有効なテレメトリシステムの構築やオフライン解析の効率化などを実現しました。また、東海大学は同大会に臨むにあたりベクター製品の理解をより深めるためにCANalyzerとCANapeに関するトレーニングを受講しました。「トレーニングはこれまでCANalyzerやCANapeを使ったことがないメンバーも含めて2日間で述べ13名が参加しましたが、ツールの基本概念の理解に役立ちました。また、すでに使用経験があるメンバーについても、知らない機能など新たな発見がありましたので、大会前に受講できて良かったです」(関川氏)

東海大学では、来年のオーストラリア大会に向けてテレメトリシステムのさらなる拡大を検討しています。現在はソーラーカーと指令車との2車間のテレメトリシステムですが、今後は先導車を含めてテレメトリシステムを構築することを目指しています。ソーラーカーの速度は時速で約100kmにも達するため、安全を確保するために先導車とソーラーカーは十分な車間を空ける必要があります。そのため、前を走る先導車のドライバーは車間を保ち続けるために常に注意を払いながら運転しています。「指令車をハブとして、先導車を含めたテレメトリシステムを構築することで、先導車でもソーラーカーの速度

を把握できるようになるので、先導車のドライバーは非常に運転しやすくなります。また、先導車には交代要員のドライバーが待機していますので、スロットル開度などの車両データを先導車でリアルタイムに確認できると、他のドライバーのアクセルワークなどを学習でき、チーム全体でドライバーの能力を向上させることができると考えています」(関川氏)

本件を振り返って

東海大学

教授 木村英樹氏

「大学チームは、ソーラーカーのレースに勝つだけでなく、様々なデータを計測・収集し戦略に活かすとともに、次世代を担う新しいテクノロジーを生み出す責務があります。ベクター・ジャパンの製品を使用させていただくことで、私たちチームの戦闘力はますますアップすることでしょう。今回取得したデータを元に、新型車を開発し2013年10月に開催されるオーストラリア縦断レースに挑みたいと思います。」

ベクター・ジャパン株式会社

営業部 田口和彦

「過酷なレースにて弊社製品を採用頂いて、大変名誉な事だと感じております。レースに参加されている方々の自由で柔軟な発想を目の当たりにして、私自身も今回、新たな学びを得ることが出来ました。来年の国際大会でも弊社製品が東海大学様の優勝に貢献できるよう努めていきたいと思っております」

画像提供元：

表紙画像、図1～7：東海大学

■ 本件に関するお問い合わせ先

ベクター・ジャパン株式会社 営業部

(東京) TEL: 03-5769-6980 FAX: 03-5769-6975

(名古屋) TEL: 052-238-5020 FAX: 052-238-5077

E-Mail: sales@jp.vector.com