

ソーラーカーレース支援のための 気象情報可視化・配信システムの構築

船山貴光[†] 渡邊武志[‡] 竹中栄晶[§] 木村英樹^{||} 福田紘大[⊥] 山本義郎[#] 中島孝[‡]

東海大学大学院総合理工学研究科総合理工学専攻[†] 東海大学情報技術センター[‡]

宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター[§] 東海大学工学部電気電子工学科^{||}

東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻[⊥] 東海大学理学部数学科[#]

1. はじめに

本研究グループでは、2015年7月7日に正式運用が開始された静止気象衛星ひまわり8号による高頻度、高解像度の観測データをもとに日射量を高速に推定するシステムを開発している。また、気象データを再生可能エネルギーが導入されたエネルギーシステムのマネジメントに応用する取り組みも行っている。これらの取り組みの1つとして、2015年10月18日からオーストラリアで開催されたソーラーカーレース、WORLD SOLAR CHALLENGE 2015に参戦した東海大学チームへ気象情報を提供する支援を行った。本報告では、この支援の際に構築した気象情報可視化・配信システムについて報告する。

2. ソーラーカーレースにおける気象データの必要性

ソーラーカーは、車体へ搭載された太陽電池を用いて発電し、その電気エネルギーを動力として走行している。発電された電気エネルギーの一部は走行のために消費され、残りは車体へ搭載されたバッテリーへ充電される。発電量が少ないときはバッテリーから放電したエネルギーにより走行する。走行による消費エネルギーと太陽電池による発電エネルギーの差分から求められるバッテリー残量を考慮しながら状況判断を行い、走行のための戦術を決定する。故に、ソーラーカーのレース展開は、日射量の変動に左右される。走行時に生じる抵抗のうち空気抵抗は約8割を占める。空気抵抗による走行電力は、車体に対する相対速度の3乗に比例する。このため地上付近での風の情報は、走行で使用されるエネルギーを予想するのに重要となる。横風の強さや気温もソーラーカーの消費パワー、走行

・操縦性能へ影響を与える。ソーラーカーの走行には、このような気象の影響があるため、現況の日射量や風向、風速、気温を把握することができれば良い戦術を立てることができる。

3. 使用した気象データ

日射量は、衛星観測データから日射に影響を与える雲の物理特性を決定し、放射伝達理論に基づいた計算コードを用いて計算することにより推定できる[2]。これらの計算は竹中ら[1]によって開発された、ニューラル・ネットワークを用いた超高速放射伝達計算手法(EXAMシステム)により算出している。気温と風向、風速のデータは、気象業務支援センターが配信している全球数値予報モデルからの出力データ、GPV/GSMを基に計算されたものである。本研究グループでは、これらのデータをバイナリ形式で配信している。レース中は、これらの気象情報をソーラーカーに同行する車両内で確認するため、バイナリ形式の数値データでは扱い難い。そこで、画像データに変換し、提供するシステムを構築した。

4. システムの概要

データが更新されてから2分以内に提供することを目標とした。また、都市部では現地の通信会社のモバイルWi-Fiルータを使用して通信することができるが、コースの大半を占める郊外では、インマルサット車載用衛星電話を使用することになる。故に、画像データの解像度を数100kpbs程度の速度の衛星通信でもストレス無く受信できるサイズにする必要がある。

図1は、本システムの処理工程の概要である。本システムは、気象データとソーラーカーチームからのGPS位置情報を取得し、可視化した画像を配信する。画像ファイルは、ダウンロードできるWebページを作成して配信した。この処理はLinuxOSで構築されたサーバへPython言語で実装し、cronを使い2分間隔でプログラムを定時実行した。

Development of weather information visualization and delivery system for support to solar car team

[†]Takamitsu Funayama, [‡]Takeshi Watanabe,
[‡]Hideaki Takenaka, [†]Hideki Kimura, [†]Kota Fukuda,
[†]Yoshiro Yamamoto, [†]Takashi Y. Nakajima
[†]Tokai University
[‡]JAXA

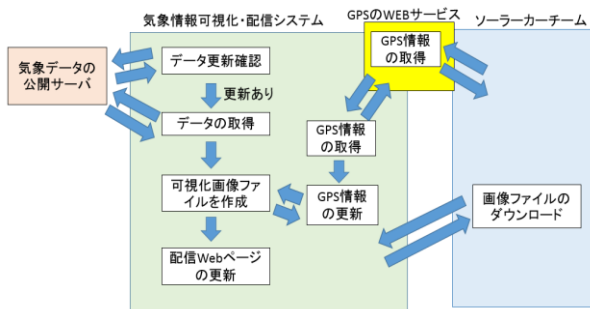


図1. 本システムの処理工程

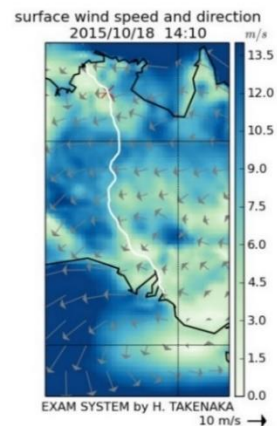


図3. コース周辺の風向・風速の画像

5. 気象情報の可視化

日射量の推定値と気温、風速のデータをヒートマップの形で可視化した(図2, 3)。風向は、風速のヒートマップの上に矢印で可視化した(図3)。画像を時系列順に見たときに雲の動きなどを把握できるように可視化する範囲を固定した。オーストラリア全体とコース周辺の2種類の範囲の画像を提供した。さらにコースとGPSにより取得したソーラーカーの位置を描き加え、現在位置とこれから走行する位置を把握できるようにし、状況判断をし易くした。また、コース上の日射量と気温の状況を把握するために図4のようなグラフも提供した。このグラフにソーラーカーの位置情報とコースの標高を加えて進行方向の高低差を把握できるようにした。

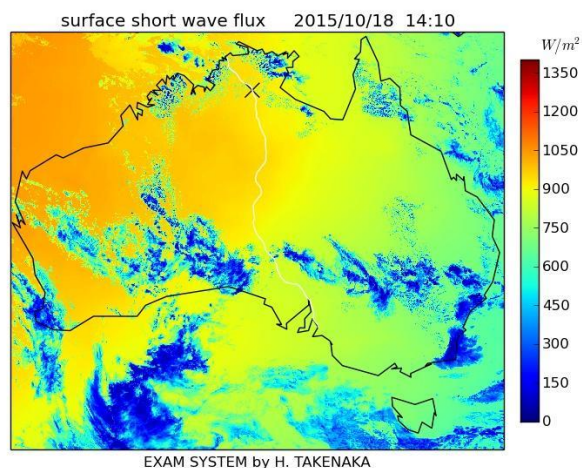


図2. オーストラリア全体の日射量の推定値の画像

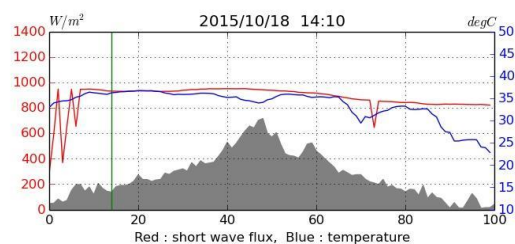


図4. 日射量の推定値と気温のグラフ 横軸はスタートからのゴールまでの経路を100等分した点である。実線はそれぞれ日射量(赤色)、気温(青色)、車両の現在位置(緑)を示す。影は標高を表す。

6. おわりに

本研究では、ソーラーカーレースにおいて戦術を立てるにあたり必要である現況の日射量や風向、風速、気温の情報を配信するシステムを構築した。本システムでは、気象情報をソーラーカーに同行する車両内で容易に扱うことができるように気象データを可視化した画像データを配信した。

参考文献

- [1] H. Takenaka, T. Y. Nakajima, A. Higurashi, A. Higuchi, T. Takamura, and R. Pinker : Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer, J. Geophys. Res., Vol.116, Issue.D8, doi: 10.1029/2009JD013337, 2011.
- [2] 中島孝, 竹中栄晶, 中島映至, 高村民雄, 渡邊武志 : 大気科学と太陽エネルギー, 太陽エネルギー, Vol. 39, No. 6, pp57-64, 2013.

謝辞

本研究は、科学技術振興機構 JST/CREST/EMS の支援を受けている。