

機関番号：57701
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20360266
 研究課題名（和文）高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワーク構築に関する試験的研究
 研究課題名（英文）An Experimental Study on Development of Environmental Weather Information Network on the Basis of the Cooperation between National Colleges of Technology and Junior High Schools.
 研究代表者
 赤坂 裕（AKASAKA HIROSHI） 鹿児島工業高等専門学校・校長
 研究者番号：20094112

研究成果の概要（和文）：

中学校への理科教育支援、及び全国的な気象観測ネットワーク構築の観点から、鹿児島県内の5つの中学校及び鹿児島工業高等専門学校（鹿児島高専）に簡易気象観測装置（ウエザートランスミッター（WXT520））を設置し、中学校での観測気象データを、インターネットにより鹿児島高専に集信するシステムを構築した。このようなシステム構築における様々な問題点（中学校のインターネット環境、屋外観測における電源の確保、中学校へのセンサ設置及び保守管理における安全性の問題、観測時間の整合性等）、及びシステム運用上の課題（簡易気象観測装置の信頼性、観測データの活用、特に有効な中学校への理科教育支援上の課題等）を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

From a viewpoint of an educational assistance of physical studies at junior high schools and the development of weather observation network system covering the country, simplified weather observation systems (WXT520) were installed at Kagoshima National College of Technology (KNCT) and five junior high schools in Kagoshima prefecture.

The systems were connected to internet and the observed data at the junior high schools were sent to KNCT automatically and processed.

The problems on the system installation such as internet environment of the junior high schools, securement of outdoor power source, security on sensor installing and maintenance, clock adjustment of the observed data, and on the system maintenance such as reliability of the simplified observation system, effective data processing for educational assistance were examined.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
21年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
22年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
年度			
年度			
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：気象観測、気象データ、双方向通信システム、データ処理、理科教育支援

1. 研究開始当初の背景

(1) 地上（定点）気象観測データの整備の必要性和整備状況

建築環境や建築設備システムのシミュレーション、新エネルギー利用、気候変動モニタリング等にとって、地上の定点で長期にわたって観測された気象データは重要な意味を持つ。このような気象データは、日本では気象庁の気象官署やアメダス地点で観測されている。本研究の研究代表者、分担者らは、これらの地上気象観測データを建築環境や建築設備分野のシミュレーションに利用することを目的として、1990年代からアメダスの欠測処理、アメダスで観測されていない気象要素の補充、膨大なデータをハンドリングするためのソフトウェアの開発等の研究と作業を行ってきた。その成果物は、日本建築学会より拡張アメダス気象データ（拡張アメダス気象データ（2000年版）、拡張アメダス気象データ 1981-2000（2005年版）、Expanded AMeDAS Weather Data（英語版））として出版され、研究や実務の多方面に活用されている。拡張アメダスの機能向上に関する研究と作業は現在も継続的に行われている。

(2) 現状の地上気象観測網の限界

現在、拡張アメダス気象データには、全国842地点の8要素（気温、湿度、水平面全天日射量、水平面大気放射量、風向、風速、降水量、日照時間）の1時間毎の値が1981年から2000年の20年間にわたり収録されている。アメダスの地点数は平均で全国を21km間隔で覆う密度であるが、建築スケールではより細密な微気候レベルの気象情報のニーズが高い。また、既往の多くの研究は、ごく近傍であっても観測された気象データに相当大きな違いがあることを明らかにしており（例えば、齊藤・曾我：日本建築学会大会学術講演梗概集、2004年）、都市気候とその動向の把握にもアメダス以上に細密な気象観測網の整備を必要としている。

(3) 中学校を観測地点とする地上気象観測網の可能性と利点

平成19年5月時点での全国中学校の総数は10,955校でアメダス地点より一桁以上多く、気象データの必要性が高い人口稠密地域に多く分布している。平成19年度の全国高専数は63校（国立高専55校、公立5校、私立3校）で、各都道府県に配置されている。高専は地域の中学校の生徒を入学者として受け入れていることから中学校との連携が深い。これらの利点を生かし、各中学校に観測機器を設置して気象データを観測・集信し、各地域の高専がインターネットを介して中学校のデータの収録と編集作業を行い各中学校に返すシステムの構築が可能である。このようなシステムが提供する気象データや

環境気象情報は、中学校の動機付け教育や理科教育教材だけでなく、建築、土木、農業、新エネルギー等の分野の貴重なデータともなる。

2. 研究の目的

鹿児島高専及び鹿児島地域の中学校5～10校に簡易気象観測機器を設置し、観測データを各中学校のパソコンに自動集信する。これらのデータを、インターネットを介して定期的に鹿児島高専のサーバに送る。鹿児島高専では各中学校からのデータをサーバに自動収録し、中学校間の比較もできるような統計処理や画像処理を行う。各中学校のパソコンからサーバにアクセスし閲覧や取得が可能なシステムを構築する。

このような、観測地点を中学校とする観測ネットワークを構築し、得られた環境気象情報を中学校の理科教育・環境教育に生かすとともに、建築環境や建築設備システムのシミュレーション、新エネ利用、気候変動モニタリング等にも活用する。

本課題では、この試みを鹿児島地域での試験的研究と位置づけ、将来的には、各都道府県の高専とその地域の中学校間ネットワークへの展開、及び高専間ネットワークへの拡張を視野に入れている。

3. 研究の方法

(1) 簡易気象観測装置に関する調査を行い、本研究の目的に適合する簡易気象観測装置を、市販されている装置の中から幾つか選択する。

(2) 鹿児島大学、大阪市立大学で、複数の簡易気象観測装置による観測を行い、それらの性能（通信安定性、観測値の精度、耐久性・安定性等）を、精密な観測機器と比較することによって確認する。

(3) 市販されている簡易気象観測装置より安価で性能の高い観測装置の試作を試みる。

(4) 鹿児島高専及び鹿児島地域の中学校5～10校に簡易気象観測機器を設置し、中学校現場での気象観測を行う。

(5) 中学校のパソコンに観測気象データを集信し、鹿児島高専のサーバにデータを送信し、収録するシステムを構築する。

(6) 中学校の理科担当教員と話し合い、中学校の理科教育が必要とするデータを提供できるプログラム、具体的には、気象データの統計処理や画像による各種気象データの比較閲覧システム等を開発する。

(7) 中学校側でどの程度のデータ編集や教材作成が可能かを調査する。

(8) 欠測処理、異常値処理の必要性、及び中学校現場で観測可能な気象要素と要素補充の必要性を整理する。

4. 研究成果

(1) 簡易気象観測システムの構築

① システム構成の概要

本システムは、中学校等に設置して実際に気象を観測する測定点、測定点からインターネット経由で送られるデータを受信し蓄積するデータベース、データベースに蓄積され

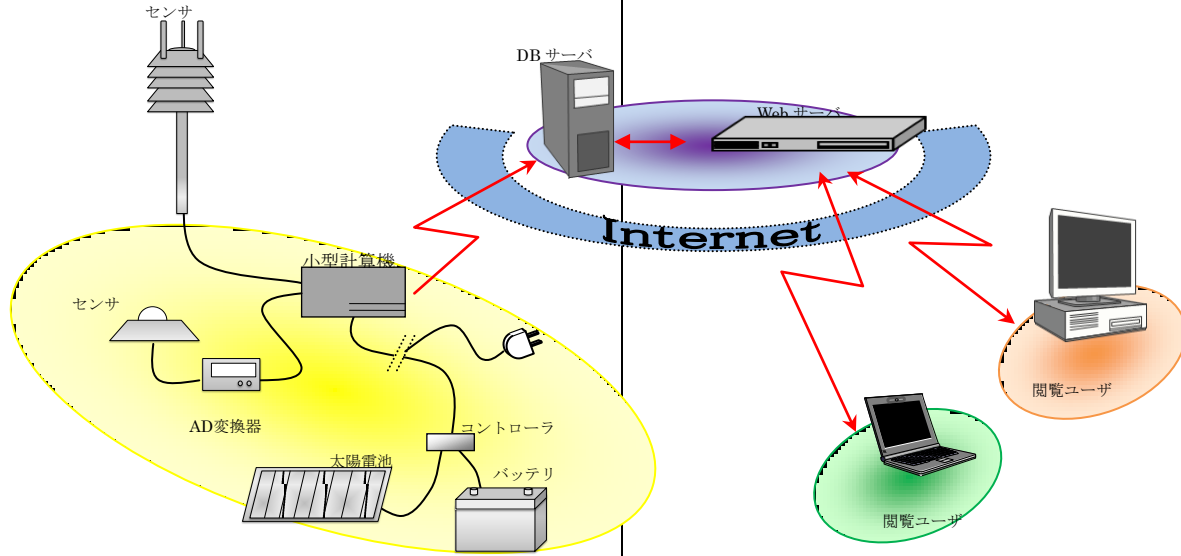


図1 全体システム構成の概要

た情報を Web 経由で提供する Web アプリケーションの3つからなる(図1)。

測定点は、気温、相対湿度、風向、風速、雨量が測定できるセンサと、センサから情報を取得してデータベースに送信する小型計算機からなる。小型計算機はLinuxが導入されており、センサとはシリアル通信を行い、情報を得る。また将来センサを追加できるよう、物理的、ソフトウェア的に設計しており、例えばCO₂濃度や日射量など新たな測定要素の追加が可能となっている。また一部測定点では日射量の測定を開始している。

データベースは、一般的なRDBMSと、データ受信用のソフトウェアを計算機上で動かす、測定点からのデータを常に受信、蓄積するとともに、測定点に対して時計を提供している。

Webアプリケーションは、要求に応じてデータベースと通信を行い、リアルタイムで加工したデータを閲覧ユーザに提供する。

② 中学校へ簡易気象センサと小型計算機(小型PC)の設置

5分間隔で小型計算機が簡易気象センサから気象データ(気温、気圧、相対湿度、風向、風速、雨量)をシリアル通信(RS232C)経由で取得し、小型計算機から本校に設置されたデータベースサーバへ気象データをインターネット経由で送信する。気象データをデータベースサーバへ格納するため、簡易気象センサからの気象データの取得、データベース

サーバへインターネット経由でデータ送信を行うためにネットワーク設計、気象データを送信する為のプログラミング作成やデータベースサーバの構築などのシステム開発を行った。システム構成は図2の通りである。

小型計算機はOSにLinuxを搭載し、フラッシュメモリに内容を書き込む。このことか

ら電源障害に対して強く、消費電力も少ないという点で小型計算機をデータロガーとして採用した。中学校で設置しているファイアウォールによるネットワークポートの遮断があるため、小型計算機とデータベースサーバ間のデータ通信はHTTPを利用したSOAP(Simple Object Access Protocol)を利用している。SOAPを利用することで中学校に設置しているファイアウォールの設定を変更せず本校に設置しているデータベースサーバへ気象データを送信することが可能となっている。小型計算機の時刻を設定する為

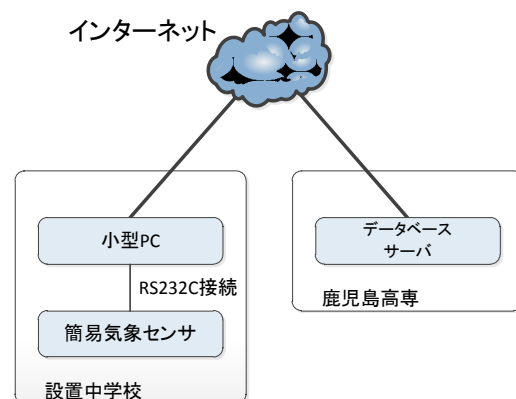


図2 ネットワークシステム構成

にNTP(Network Time Protocol)を利用する予定であったが、各中学校のファイアウォールの設定でNTPを利用することができない所

もあったため、時刻設定においても SOAP 経由で小型計算機とデータベースサーバの時刻の同期が行うようにシステムの開発を行った。小型計算機に日射センサを追加し、日射量データをデータベースサーバへ格納を行えるように開発を行った。

以上のシステム構築により、各中学校で取得した気象データをデータベースへ格納し、Web アプリケーションなどを通してデータベースを参照することができるようになった。

③データの閲覧

Web アプリケーション経由で行う。ユーザは、測定点、期間、時間間隔を選択すると指定した地点・期間の測定データを、数値データやグラフとして取得する(図3)。閲覧に際しては、特別なソフトや機器は不要で、Internet Explorer 等の一般的な Web ブラウ

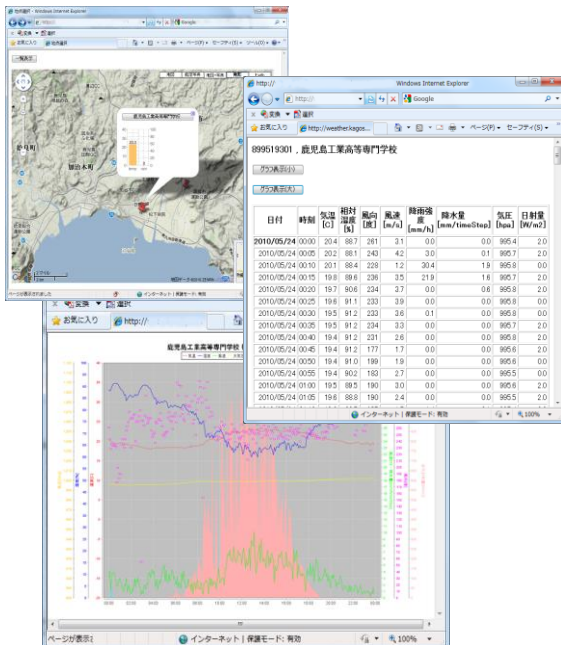


図3 データの表示

ザでアクセスできる。

鹿児島県霧島市内3カ所の測定点および近隣アメダス地点の測定データを比較したところ、各測定点の測定データに不自然な値は見られなかった。また、すべての地点で地点毎のはっきりとした特徴が見られた。

測定点を設置している中学校より 2009 年度3学期に理科の授業で利用したとの連絡があり、聞き取りを行い、単元「天気とその変化」の「気象観測をしよう」で1時間、本システムを利用して気温と湿度の関係、気圧の変化を学習したことがわかった。一部グラフのスケールに改善案が出されたが、今回は特に大きな問題点は挙げられなかった。また、他の測定点との比較などの利用はなかった。

今後、閲覧時の UI の改良や、見やすく、授業の必要に合わせたデータ提示の方法を検討し、データ活用に関して応用や、測定点

の追加および、使用機器の変更を含めた設置コストの低減の検討が必要である。

(2) 簡易気象センサ及びシステムの設置

①設置概要

鹿児島県内の鹿児島高専(霧島市)、国分中学校(霧島市)、霧島中学校(霧島市)、南中学校(鹿児島市)、串木野中学校(いちき串木野市)の5地点に簡易気象センサーシステムを設置した。図4に各設置地点を示す。鹿児島高専には、簡易気象センサーネットワークシステムのサーバが設置した。また、システムの立ち上げ時に情報工学科棟の屋上にセンサーシステムを設置した。図5に設置状況を示す。

②中学校への設置とシステムの運用

保守の容易さを考慮して、まず、鹿児島高専近隣の国分中学に2009年10月に設置した。国分中学校と鹿児島高専間でのデータの送受信などシステムの運用の確認を行ない、その後、鹿児島高専の近隣から遠隔地に向けて霧島中学校(2010年2月)、南中学校(2010年8月)、串木野中学校(2010年11月)に順次設置していった。中学校への設置は、中学校が所属している教育委員会の許可が必要であり、中学校の校長に設置の意義を説明し了解を受けた後、教育委員会の承認を受け設置を行なった。設置場所は生徒の出入りのない屋上への設置を行なった。また、設置方法は、教育委員会より校舎に改修を加えない方法での設置とのことであったので、屋上の縁に専用工具でセンサのポールを挟み込む工

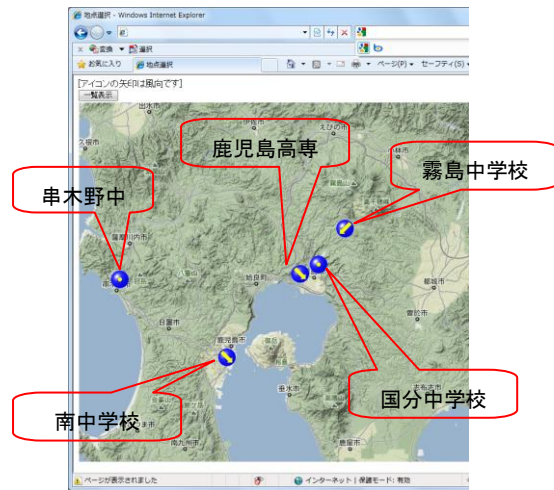


図4 気象センサの設置地点

法を採用した。図6に設置方法を示す。

③中学校から鹿児島高専サーバへの送信

中学校に設置したセンサーデータの鹿児島高専への送信は、屋上に設置された簡易気象センサから信号を受けてその信号を変換し、インターネットへ接続する信号変換ボックスを中学校のパソコン室などに設置させ

てもらい、そこから中学校のインターネットのネットワークに接続して送信を行なった。中学校のネットワークは各市の教育委員会が管轄しており、各教育委員会の契約先プロバイダーが管理している。ネットワークの形態も、プロバイダー毎に様々であり、契約先プロバイダーと打合せながら設置を行なった。さらに中学校毎に運用形態が様々であり、夜間の特定の時間帯にネットワークを止めている学校もあり、終日運用できるように対処してもらうなどが必要であった。



図5 鹿児島高専屋上のセンサ設置状況



図6 中学校屋上のセンサ設置方法

(3) 簡易気象観測装置(簡易気象センサ)と精密気象観測装置の比較測定

①簡易気象観測装置の信頼性

広い範囲(地点)で環境気象情報を得るには、多くの測定機器が必要となる。しかし、一般的に精密気象観測装置は高価であるため、これらを使用すると測定地点数が限定される。このため、本課題では簡易気象観測装置を使用して多地点測定に対応している。この場合、測定されたデータの信頼性、すなわち、簡易気象観測装置の測定精度とその特性を十分に把握しておく必要がある。市販の簡易気象観測装置は各種存在するが、それぞれのセンサ類のグレードは決して高いものではない。本課題では、ウェザートランスミッター WXT520(VAISALA)とウェザーバケット(アグリウェザー)とに着目し、それぞれの装置のセンサについて、測定要素別に精密気象観測装置と比較測定を行い、多点測定デー

タの品質を確保できるよう検討した。

②気温の比較測定

ウェザートランスミッターには日射量のセンサーは含まれていない。したがって、これ以外の要素について精密気象観測装置と比較測定を行った。その結果、気温(図7)と気圧の測定値はよく一致することがわかった。相対湿度、風速は5%前後の測定誤差であったが、もともと測定誤差が発生し易い要素であり、この程度であれば多点の簡易測定には十分対応可能である。降水量は転倒杓による測定(MW-010)と簡易型の誤差がやや大きい。なお、ウェザートランスミッターは比較的 low 価格であり、Web との連携性も高いため、多点測定への利用可能性が高い。日射量を測定するためには、別の日射計を追加する必要があり、これに合わせて基本計測システムの拡張・追加が必要とされる。

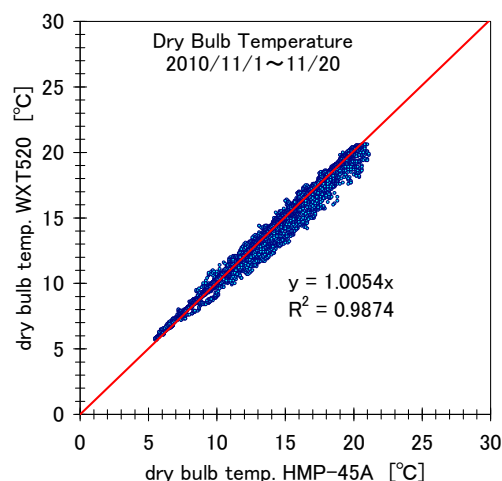


図7 精密形と簡易型の気温の比較

③気温以外の気象要素の比較結果

ウェザーバケット(以下、WB)は、多くの測定要素を包含し、無線通信も装備されているため、多点測定には好ましい基本構成となっている。しかし、各センサのカタログ上のグレードは高くない。このため、実測値の精度・信頼性を確認するための比較測定を実施した。ウェザーバケットと精密気象観測装置の比較において、気温のみは信頼できる値を示したが、他の要素はいずれも精密測定とかなり乖離した値となった。簡易気象観測装置によっては、このような限界があることに注意を要する。

(4) 独立電源装置の試作

①独立電源装置の試作の目的

簡易気象観測装置の設置点を増加して、気象ネットワークを拡充するに当たり、商用電源を使用できない場合が考えられる。そこで、計器等の消費電力に基づいて、太陽電池、コントローラ、バッテリーから構成される独立電源システムの仕様を決めて試作・検証した。

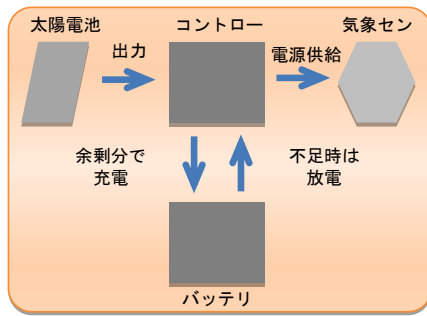


図8 バッテリーシステム概略図

図8にシステムの概要を示す。電力の供給はコントローラで制御し、その制御手法には最大動作点追従方式 (MPPT) を採用している。太陽電池からの電力供給過大時には、バッテリー (鉛蓄電池) に余剰電力を充電しておくことで、夜間や曇天時の電力供給不足を補うようにした。システムの仕様は、供給安定率を約5倍にとり、太陽電池の定格出力を10Wとした。また、曇天時が連続した場合でも5日間は、機能を維持できるようにバッテリーの容量は24AHとした

②独立電源の運用試験

簡易気象センサ (WXT520) と小型計算機 (armadillo) を負荷として実際の運用と同条件で試験を実施した。試験は平成22年4月21日から同年6月3日までの40日間実施した。また、曇天時が5日間連続しても電力供給が可能か試験するため、太陽電池を白い布で覆い仮想的に曇天時を作り出し、前述と同様にして運用試験を実施した。試験は平成22年6月4日10:30より実施した。

実負荷運用試験中気象観測は正常に行われた。このことから、供給安定率5倍程度の太陽電池で安定供給可能であることが確認できた。曇天時実負荷運用試験中の気象観測結果から試験開始より約6日後の平成22年6月10日6:20まで電力供給可能であった。このことから、曇天時が5日間連続してもシステムの運用に問題が生じないことが確認された。また、遮蔽物を除去してから5日後 (曇天2日間含む) に運転を再開した。今回の試験で簡易気象センサ及び小型計算機に太陽電池を用いて電力を供給できることが確認できた。今後、通信部分までワイヤレス化し、完全に独立した運用システムを構築する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕 (計7件)

- ①学校建築における教室の温熱環境改善に関する研究、坂口竜一・二宮秀典、日本建築学会九州支部研究報告環境系 (査読無), pp. 353-356 (2011)
- ②理科教育・環境教育のための気象情報ネットワーク構築に関する試験的研究、武田和大, 荒巻勇輔, 永田亮一, 豊平隆之, 芝浩二郎, コンピュータ利用教育学会 2010PC

カンファレンス論文集 (査読無), pp. 305-306 (2010)

③ネットワーク接続型簡易温湿度計測システムの試作—地域気象情報観測網の構築—, 永村一雄, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D2 (査読無), pp. 503-504 (2010)

④中学校との連携による気象ネットワークシステムの構築, 荒巻勇輔, 永田亮一, 平成21年度機器・分析技術研究会報告集 (査読無), p. 90 (2010)

⑤鹿児島高専技術室の技術活動による地域貢献, 荒巻勇輔, 永田亮一, 平成21年度機器・分析技術研究会報告集 (査読無), p. 530 (2010)

⑥建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発 第2報 1分値気象データの開発, 二宮秀典, 村上周三, 赤坂裕, 井川憲男, 永村一雄, 永村悦子, 曾我和弘, 武田和大, 松本真一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 (査読無), pp. 1029-1030 (2008)

⑦外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発 (その21) 1分値気象データの開発, 二宮秀典, 村上周三, 赤坂裕, 井川憲男, 永村一雄, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (査読無), pp. 1085-1088 (2008)

〔その他〕

- ①気象ネットWEBページ,
<http://weather.kagoshima-ct.ac.jp/wnet/weather/>
- ②ポスター展示, 高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワーク構築に関する試験的研究, 第8回全国高専テクノフォーラム冊子, p. 83 (2010)

6. 研究組織

(1)研究代表者

赤坂 裕 (AKASAKA HIROSHI)、鹿児島工業高等専門学校・校長、研究者番号：20094112

(2)研究分担者

- ・井川 憲男 (IGAWA NORIO)、大阪市立大学大学院・生活科学研究科・教授、研究者番号：80398411
- ・永村 一雄 (EMURA KAZUO)、大阪市立大学大学院・生活科学研究科・教授、研究者番号：60138972
- ・二宮 秀典 (NIMIYA HIDEYO)、鹿児島大学大学院・理工学研究科・教授、研究者番号：90189340
- ・曾我 和弘 (SOGA KAZUHIRO)、鹿児島大学大学院・理工学研究科・准教授、研究者番号：00336322
- ・芝 浩二郎 (SHIBA KOJIRO)、鹿児島工業高等専門学校・情報工学科・教授、研究者番号：40178893
- ・豊平 隆之 (TOYOHIRA TAKAYUKI)、鹿児島工業高等専門学校・情報工学科・准教授、研究者番号：20227664
- ・武田 和大 (TAKEDA KAZUHIRO)、鹿児島工業高等専門学校・情報工学科・助教、研究者番号：70452935

(3)研究協力者

- ・樫根 健史 (KASHINE KENJI)、鹿児島工業高等専門学校・電気電子工学科・講師、研究者番号：60332110
- ・前薮 正宣 (MAEZONO MASAKI)、鹿児島工業高等専門学校・電気電子工学科・助教、研究者番号：10413882
- ・窪田 真樹 (KUBOTA MASAKI)、鹿児島大学大学院・理工学研究科・D2
- ・荒巻 勇輔 (ARAMAKI YUSUKE)、鹿児島工業高等専門学校・技術室・職員
- ・永田 亮一 (NAGATA RYOICHI)、鹿児島工業高等専門学校・技術室・職員