

ユビキタス・センサネットワークと CGM サイトによる環境情報共有システム - 環境データによる定量化と集合知による定性化の融合 -

小室匡史[†] 柳澤剣[†] 綿貫理明[†]
[†]専修大学ネットワーク情報学部

情報技術は社会の問題解決手法である。そこで 21 世紀の最重要テーマである環境問題に対して、環境情報共有の観点に注目した。本研究は、センサを用いた環境データと GPS を用いた位置データ、さらには環境情報に関する集合知をマッシュアップし Web 地図インタフェース上に表示した。本システムは、PC&Mobile ブラウザに対応しており、エンドユーザが「いつでも、どこでも、だれでも」参加閲覧可能な環境を提供している。

The Web System for Sharing Environmental Information by Ubiquitous Sensor Network and the CGM
- Fusion of the Quantitative Environmental Data and the Qualitative Collective Intelligence -

Masashi KOMURO[†], Tsurugi YANAGISAWA[†], Osaaki WATANUKI[†]
[†]School of Network and Information, Senshu University

Abstract

Information technology is considered one of the ways to solve social problems. So, we propose a new method for sharing information on environmental problems, which are the most important themes for us in the 21st Century. The system we constructed employs various sensors and GPS to obtain environmental data and global positions. Furthermore, the system facilitates mashing up the collective intelligence on environmental problems, and displays into the map interface. This system is compatible to PC's and mobile phones and provides the ubiquitous framework on which "anyone" can join and browse at "anytime" and "anywhere".

Keywords: environment, ubiquitous, ICT, sensor networks, mobile, collective intelligence

1. はじめに

産業革命以降、都市は人口や規模の増大が進展、企業は利益率や社員の拡張が成長、個人は資産や収入の増加が幸福というように、増大・拡張・増加は成功の指標とされてきた。この産業重視の社会形成が、環境問題の深刻化を招き世界各地で様々な被害を引き起こしている。環境を軽視してきた産業革命以降の技術発展が、今改めて見直されつつある。環境問題が一般に取り上げられる契機となったのは、1962 年に出版された Rachel Carson 著の“沈黙の春”が挙げられる。著者は、産業界から激しい批判を受けたにも関わらず、米国環境行政に多大な影響を与えた。1972 年には、Club of Rome が纏めた“成長の限界”が出版された。この報告書には、“ローマ・クラブ'人類の危機'レポート”という副題が付けられている。システムダイナミクス的手法により世界モデルを計算し、当時の状況のまま人類が経済活動を続けると、地球上の有限な

資源は枯渇し、成長は限界に達して、これに環境汚染等も加わり 21 世紀のある時点から急激に人口が減少するであろうと警鐘をならした。このような歴史的経緯の後、21 世紀の最重要課題である環境問題への関心が、今日かつてないほど高まっている。そこで月尾[1]は、情報通信技術(ICT:Information and Communication Technology)について、生活の利便性を向上させるにも関わらず、資源やエネルギーの消費を減少させるという従来技術とは反対の特性を有する史上最初の技術であることを指摘し、これを本格的に社会導入することこそ温室効果ガスを削減する当面の有効な手段であると述べている。また、江崎[2]は、ICT 技術を用いた地球環境保全に関する取り組みと貢献は IT 先進国としてのグローバル社会への責務であろうと述べている。

総務省は、未来社会のために周辺環境を正確に感知・認識し、状況に適したサービスを提供するためにユビキタス・センサネットワ

ークが不可欠であるとしている。センサネットワーク技術の位置付けは、どこにいてもネットワークや端末等を意識せず、ストレスなく利用できるものと考えられている。ユビキタス・センサネットワーク技術に関する調査研究会[3]は、健康・安全・農業や工業生産確保のために、個人の生活におけるデータのみならず、工場や農場の施設環境管理のためのデータ、災害時の被害状況のデータ、気温・湿度・温室効果ガス等の気象データ諸々のデータセンシングをおこなうことを提言している。これにより数兆円の経済効果を見込むと同時に、産業や一般市民の生活向上支援にも良い効果を期待できるとする。また、国際電気通信連合電気通信標準化部門[4]は、ユビキタスのコンセプトとして、the “4A(Anywhere, Anytime, by Anyone and Anything) vision” を提唱している。今後、IP(Internet Protocol)技術を応用した次世代型ネットワークと期待される NGN(Next-Generation Network)と IPv6(Internet Protocol Version 6)が普及することによって、「いつでも、どこでも、だれでも、どんなものでも」利用可能なユビキタス・センサネットワーク環境が実現される。

経済のグローバル化や IT 革命等の技術革新に伴い地球規模で社会がリアルタイムに連動し複雑化が進む今日においては、社会問題の解決・改善のために群衆の叡智である集合知を利用していく必要がある。2004年に出版された集合知に関する入門書である James Surowiecki 著の “The Wisdom of Crowds” は、1841年に出版された Charles Mackay 著の “Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds” を踏襲しており、大衆からなる集団はどんなに頭脳明晰な一握りのエリートよりも賢いと述べられている。現代社会が抱える重要なテーマである環境問題等の解決・改善の促進には集合知の利用が有効である。Tim O’Reilly によって定義された Web 2.0 では、「性善説に基づく集合知の利用」等の7つの特徴が挙げられている。本研究における集合知(Collective Intelligence and Wisdom of Crowds)とは、統計的若しくは数学的に処理する前の大量の情報、Web 上でおこなわれているボトムアップ型の知識体系によって成立・創出する知識やコンテンツ、さらには意思決定要因の総称である。

当研究室においても産官学中高大連携(社団法人 神奈川県情報サービス産業協会、財団法人 川崎市産業振興財団、学校法人 専修大学・横須賀学院等)の地球温暖化対策プロジェクト[5]を創設して、情報技術を環境問題に適

用してきた。2007年に実施した有効回答数 2143 人の環境問題に関するアンケート解析分析結果[6]から、「環境問題に関する正確な情報共有と情報提供が必要である」という問題提起を得た。そこで、ユビキタス・センサネットワークによる環境情報の視覚化[7,8,9]、3D グラフィックコンテンツの制作[10]、集合知を利用した環境情報の共有[11,12]をおこない社会ニーズの探求とシーズの創出という観点から社会応用可能な R&D(Research and Development)を実践している。また、テクノトランスファー in かわさき 2008(第 21 回先端技術見本市)[13]、川崎国際環境技術展 2009、横浜産業貿易センター、日本科学未来館等に出席し教育機関関係者や企業関係者等と積極的に意見交換をおこない環境問題に対する啓蒙・意識改革を促進してきた。街頭アンケート等のボトムアップによる活動が学内外で高く評価され、環境教育部門賞【ストップ温暖化大作戦「一村一品・知恵の環づくり in 神奈川」】、専修大学ネットワーク情報学部学部長賞、専修大学学友会奨励賞等を受賞した。

そこで本研究は、日本政府が掲げる 21 世紀環境立国戦略[14]の問題解決手法として、情報共有という観点に注目し環境データによる定量化と集合知による定性化の融合をおこなった。定量化とは、ユビキタス・センサネットワークを用いた環境データと全地球測位システム(GPS:Global Positioning System)を用いた位置データによる環境情報可視化のことである。一方定性化とは、エンドユーザの投稿・閲覧により形成された環境に関する集合知を共有活用することである。具体的には、CGM(Consumer Generated Media)サイトを構築し、温湿度等の環境データと緯経度等の位置データ、さらには環境情報に関する集合知をマッシュアップし Web 地図インタフェース上に表示した。本システムは、エンドユーザが「いつでも、どこでも、だれでも」閲覧可能な環境を提供するため、PC&Mobile ブラウザに対応可能なものとした。ヒトは五感によって周辺環境を定性的に感じ取ることができるが、これは主観的で一人ひとり固有のものである。これを定量的なデータに変換することで、誰もが同じ認識で共有することが可能となる。このため環境をモニタリングし数値化するセンサとそのデータを収集・蓄積・加工・発信する ICT を用いた“センサ+ICT”が社会の問題解決に有効である。また、一人ひとりが感じる固有の情報を CGM サイト投稿という形で暗黙知から形式知へ変換し共有することにより、問題解決に有効と考える。ここでは、周辺環境に関する投稿に留まらず、具体的な環境問題対策も投稿することにより情報のさらなる拡充をおこなっている。

2. 環境情報共有システム

本研究では、環境情報共有という観点から環境データと位置データ、さらには環境情報に関する集合知をマッシュアップし表示する環境情報共有システムを開発した。本システムは、ユビキタス・センサネットワークによる環境データの定量化とCGMサイトによる環境情報の定性化の融合が可能である。環境データと位置データの投稿時には、クライアントサーバ(Client-Server)モデルを採用し、ユビキタス・センサネットワークの分散並行並列処理を追求するため、マルチスレッドによる実装をおこなった。また、意見・取組・画像・動画等の投稿内容には、自身の投稿内容を繰り返し編集できるだけでなく、その内容に関して他人から意見が投稿されたり、投稿内容に対する評価がされたりする。このことによって、信頼性の高い環境情報に関する集合知の形成を狙っている。

本システムは、ユーザに対し得意即妙な情報提供の環境を実現している。具体的には、視覚的分類、最新投稿内容表示、場所検索、投稿内容検索、投稿方法動画ガイド等の機能を追加した。さらに、PCブラウザとMobileブラウザに対応可能なものとした。本章では、システム概要、インタフェース概要、機能概要に関する詳細な内容を記述する。

2-1 システム概要

本システムには、環境データ投稿プロセスと閲覧・意見投稿プロセスが存在する。環境データ投稿プロセスとは、クライアントがセンサデバイスから環境データと位置データを取得して、サーバとデータ通信をおこない、データベースにこれらのデータを格納する過程のことである。閲覧・意見投稿プロセスとは、ユーザがブラウザにアクセスして、Web地図インタフェース上に環境情報が表示され、閲覧・意見投稿・意見評価等をする過程のことである。前者のプロセスは、センサデバイス搭載端末を所持しているユーザのみ実行可能であるのに対して、後者のプロセスはブラウザによる閲覧環境にある全てのユーザが実行可能である。

環境データ投稿プロセスには、マルチスレッド環境が容易に構築可能なJava言語によって実装をおこなった。また、ユーザとのインタラクションをおこなう閲覧・意見投稿プロセスには、Ajax(Asynchronous JavaScript + XML)を用いたGoogle Mapsを使用した。データベース(DB:Database)として用いているMySQLとブラウザの媒介言語には、PHP(Hypertext Preprocessor)を利用している。本システムの概略図を示すと図1となる。

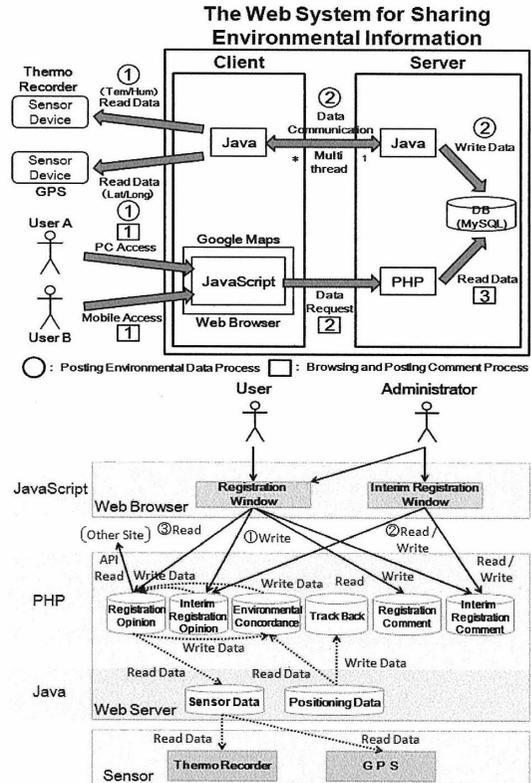


図1：環境情報共有システム概略図

2-1-1 環境データ投稿プロセス

本システムでは、ユビキタス・センサネットワークの分散並行並列処理を追求するためにマルチスレッドによるシステム実装をおこなった。分散には、リソースの分散と実行効率(負荷分散や並列処理)の分散が存在する。ここでは、主に実行効率に関する並列処理に注目しマルチスレッドプログラミングを用い並行並列性を実現することによって、環境データ投稿時に複数の処理を同時におこなうことが可能となった。また、クライアントサーバモデルを採用することで、システムに関する部分をサーバサイド、インタフェースに関する部分をクライアントサイドでおこなうことができ、処理の役割分担が可能となった。

本システム設計は、機能拡充を重視するために、可能な限り汎用性の高い設計をおこなった。例えば、環境情報を取得するセンサはサーモレコーダーに限らず接続が可能であり、位置情報を取得するGPSはMobile GIS(Geographic Information System)等を用いることも可能である。また、センサ・GPSは無線・有線のどちらも接続可能であることを実験済みである。

2-1-2 閲覧・意見投稿プロセス

本システムには、管理者・ユーザが存在する。管理者とは、本システムの円滑な運用をおこない信頼性・安全性向上のために投稿内容を確認し承認するシステムの最高権限者のことである。ユーザとは、本システムにアクセスし環境問題に対する意見の投稿や他の意見に対する評価、若しくは閲覧をおこなう意見投稿者・意見評価者・閲覧者のことである。管理者は仮登録画面と本登録画面へのアクセスが可能であるのに対し、ユーザは本登録画面のみへのアクセスが可能である。ユーザの意見投稿プロセスから、管理者が承認し本登録される過程の概略図を示すと図2となる。

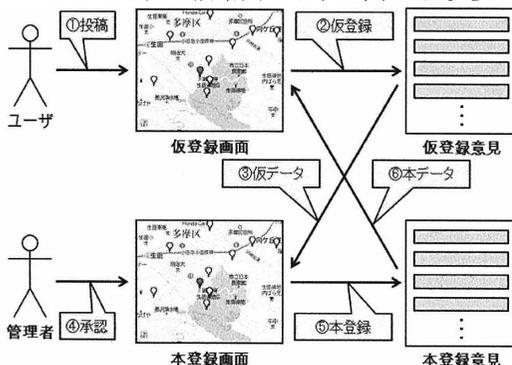


図2：意見投稿・承認過程概略図

本システム最大の特徴は、①即効性、②親近感、③正確性、④共有性を重視した点にある。そこで、①ユーザ認証の必要がなくいつでも参加閲覧することが可能である、②類似意見のグルーピングを提示することで共感による仲間意識を創出する、③管理者が全ての投稿内容を確認し承認することで不適切なものを排除する、④だれでも参加閲覧することができ意見に対して普遍性の高い評価が可能となる、という4つの特徴を持つシステムを開発した。また、集合知が適切に機能している事例に共通する多様性、独立性、分散性、集約性を重視しCGMサイトを構築した。

Web2.0時代における集合知利用の有用性とは、Web上で単に意見を蓄積するだけでなく、その意見をユーザにフィードバックし、より効果的かつ効率的な情報を得られるようにする点にある。ユーザ同士がWebを隔て知蓄積のシナジー効果によりコンテンツの質を高め、発展させていく。本システムは、PCブラウザとMobileブラウザに対応しているため、より一層多くの意見蓄積が可能となった。また、本システムは単なる意見投稿に留まらず画像・動画の投稿も可能であり、リッチメディア(rich media)の形成も狙っている。

2-2 インタフェース概要

ユーザが参加閲覧する画面は、パソコン等を用いてアクセスをおこなうPCブラウザ用画面と携帯電話等を用いてアクセスをおこなうMobileブラウザ用画面を作成した。何故なら、アクセス端末の違いに適合したユーザインタフェースを提供するためである。本研究では、Google Maps APIを利用したWeb地図インタフェース環境をユーザに対して提供している。

センサデバイスから送信される情報を大別すると、識別番号、投稿情報、測定情報、位置情報、環境情報がある。これらの情報をGoogle Maps上に表示する際には、平均気温・湿度等を基準にバルーン形の画像(以下、Marker)を立て、視覚化をおこなっている。一方、環境に関する意見投稿に関してもGoogle Maps上にMarkerを立て、視覚化をおこなっている。また、Marker色や表示数制御とトラックバック機能による視覚的分類、ジオコーディングによる場所検索、リバースジオコーディングによる自動移動機能付きの投稿内容検索・最新投稿表示、投稿方法動画ガイドの表示が可能なインタフェースとした。

2-2-1 PCブラウザインタフェース

PCブラウザ用画面では、Marker内に①意見内容(Opinion)、②編集(Edit)、③コメント(Comment)、④センサ情報(SensorInfo)、⑤グラフ(SensorChart)、⑥ストリートビュー(StreetView)のTabを持ち、地図、航空写真、地図+航空写真の画面切り替えがGoogle Maps上で可能である。本システムのPCブラウザ表示画面は図3となる。

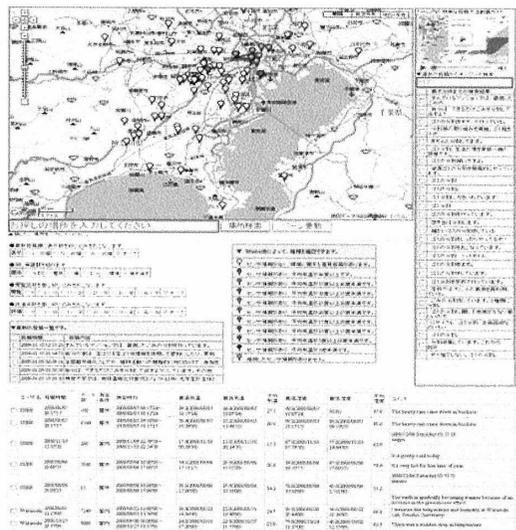


図3：PCブラウザ表示画面

①Opinion

意見内容 Tab では、意見番号、評価数、意見の表示をおこなっている。Marker 内に意見を記述し投稿をすることによって、Marker 単位のコミュニティが形成される。センサ情報は定量的な要因であり、投稿内容は定性的な要因であることから、環境情報に関する定量的要因と定性的要因の融合を狙っている。この2つの特性がお互いに補完することによって、より一層正確で効果的な情報提供が可能となる。また、閲覧者による投稿評価数により情報信頼性の視覚化を狙っている。投稿画面は、図4のようなインターフェースである。

◆意見投稿表示

◆3D 動画投稿表示



図4：意見内容画面

②Edit

編集 Tab では、新規投稿や投稿内容編集が可能である。新規投稿をおこなう場合にはパスワードと投稿内容を入力する。一方、投稿内容編集をおこなう場合には投稿時に入力したパスワードと編集内容を入力する。編集画面は、図5のようなインターフェースである。

③Comment

コメント Tab では、Marker 内の情報に対し意見の投稿が可能である。具体的には、意見画面の内容、センサ情報に対する意見投稿がおこなわれている。コメント画面は、図5のようなインターフェースである。

②Edit

③Comment



図5：編集・コメント画面

④SensorInfo

センサ情報 Tab では、投稿時間、データ数、測定条件、測定時刻、最高気温、最低気温、平均気温、最高湿度、最低湿度、平均湿度の表示をおこなっている。また、ユーザの迅速な情報認識を促進するために、最高気温・最高湿度は赤字で表示し、最低気温・最低湿度は青字で表示している。センサ情報表示画面は、図6のようなインターフェースである。

⑤SensorChart

グラフ Tab では、Google Chart API を用いることによって、センサから取得した環境情報のグラフ化をおこなっている。ここでは、縦軸の左側に温度(-50℃~50℃)・右側に湿度(0%~100%)、横軸に等間隔の区切られた時刻を表示している。グラフ表示画面は、図6のようなインターフェースである。

④SensorInfo

⑤SensorChart

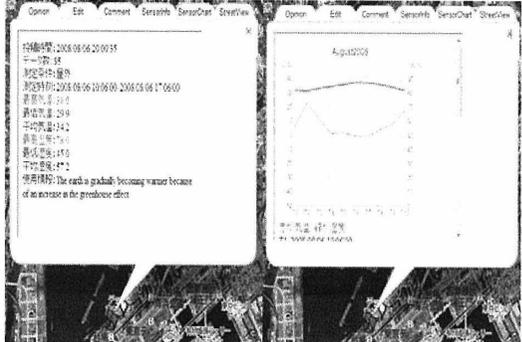


図6：センサ情報・グラフ画面

⑥StreetView

ストリートビュー Tab では、Google Maps API の Street View 機能を利用することによって、意見投稿場所・センサ情報取得場所の視覚化をおこなっている。Google Maps と Google Street View を組み合わせることによって、場所に対する分かりやすい情報提供が可能となる。ストリートビュー表示画面は、図7のようなインターフェースである。



図7：ストリートビュー画面

2-2-2 Mobile ブラウザインタフェース

Mobile ブラウザ用画面では、JavaScript が使えない環境においても地図インタフェースを提供するために、Google Static Maps API を用いている。各コミュニティの TOP ページには、①地図情報(GoogleMaps)を表示している。この TOP ページから、②センサ情報&グラフ(SensorInfo& SensorChart)、③編集(Edit)、④コメント(Comment)の各ページに移ることが可能である。本システムの Mobile ブラウザ表示画面は図 8 となる。

地球温暖化対策プロジェクト-モバイル-

最新投稿順に表示しています。
12ページの中の10ページ目を表示

- ① 風力発電の取組...
 - ② バスに乗りしないで自転...
 - ③ 自分の小学校どまんな...
 - ④ エアコンをなるべく使...
 - ⑤ 環境への配慮...
 - ⑥ 電車を使わず、自転車...
 - ⑦ ゴミの分別に関して地...
 - ⑧ 冷房を使っていない...
 - ⑨ 買い物した時になる...
 - ⑩ リサイクル ゴミ分別...
- 前の10件 | 次の10件

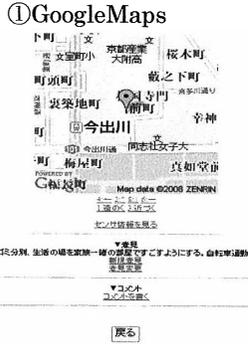


図 8 : Mobile ブラウザ表示画面

② SensorInfo& SensorChart

センサ情報&グラフ画面では、気温・湿度のグラフによる表示と、投稿時間、データ数、測定条件、測定時刻、最高気温、最低気温、平均気温、最高湿度、最低湿度、平均湿度の表示をおこなっている。センサ情報表示画面は、図 9 のようなインタフェースである。

③ Edit

編集画面では、新規投稿や投稿内容編集が可能である。どちらもパスワードと投稿内容若しくは編集内容の入力が必要である。編集画面は、図 9 のようなインタフェースである。

④ Comment

コメント画面では、Marker 内の情報に対し意見の投稿が可能である。コメント画面は、図 9 のようなインタフェースである。

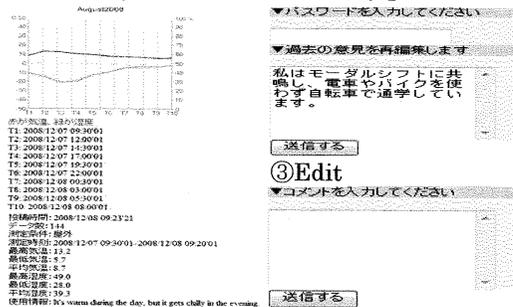


図 9 : センサ情報・編集・コメント画面

2-3 機能概要

本研究では、ユーザの視覚的認識に配慮した Marker 色や表示数制御とトラックバックによる視覚的分類・最新投稿の表示、文字入力による場所検索・投稿内容検索、投稿方法動画ガイドを効果的に提供している。ここでは、視覚的分類と検索機能、さらには動画ガイドに関する詳細な記述をおこなう。

2-3-1 視覚的分類

本研究では、位置情報を基に Google Maps 上に Marker を立て、Marker 色の違いによって情報の識別が可能なインタフェースとした。ここでは、平均気温を対象に、高温ほど赤を濃くし、低温ほど青を濃くした Marker を使用して、5°C区切りで Marker 色を変え表示している。さらに、温度帯域ごとに Marker 色を変更する処理に加え、温度帯域ごとに線を結び、色を描くことが可能なアルゴリズムを追加した。このことによって、環境情報の視覚化という点において効果が発揮される。また、本システムは Marker(点)によって各地域の気温に関する判断をおこなっているが、データがより一層蓄積し滑らかな等高線等(面)によって環境情報が表示されることになれば、投稿されていない地域の環境情報までカバーされることに繋がる。各地点の平均気温による表示画面は、図 10 となる。



図 10 : 平均気温による環境データ分類例

本研究では適切な量の情報提供に配慮するために機能を追加した。具体的には、「表示」「関係」「閲覧」「評価」の4項目による分類をおこなっている。第 1 に、「表示」とは最新投稿順に表示数を絞り込む機能である。第 2 に、「関係」とは分別・電気・車・エコ・環境の 5 つの関係を基に関係性のトラックバックを表示する機能である。第 3 に、「閲覧」とは各 Marker 単位のユーザによる閲覧回数を基に表示数を絞り込む機能である。第 4 に、「評価」とは各 Marker のユーザによる評価点数を基に表示数を絞り込む機能である。Marker 表示数・分類機能は、図 11 となる。

●最新投稿順に表示数を絞り込みをおこないます

表示 1~30個 31~60個 61~90個 すべて

●同じ単語群を結びます

関係 分別 電気 車 エコ 環境 線を消す

●閲覧回数に基づき絞り込みをおこないます

閲覧 0 1~10 11~20 21~30 31~40 41~50 すべて

●評価点数に基づき絞り込みをおこないます

評価 0 1~10 11~20 21~30 31~40 41~50 すべて

図 1 1 : Marker 表示数・分類機能画面

例えば、分別(黒色)・電気(黄緑色)・車(黄色)・エコ(緑色)・環境(紫色)という投稿キーワードを基に同じ単語群を結ぶ「関係」の表示画面は、図 12 となる。

◆分別による分類例 ◆電気による分類例



◆車による分類例



◆エコによる分類例



◆環境による分類例



◆線を消す



図 1 2 : 「関係」表示画面

最新投稿を表示することにより、新しい情報の検索性を向上させるインタフェースとした。具体的には、直近の最新投稿を 5 件まで表示している。最新投稿表示画面は、図 13 となる。

投稿時間	投稿内容
<input type="checkbox"/> 2009-01-10 12:35:23	ずんでいるマンションでは、徹底したごみの分別を行っています...
<input type="checkbox"/> 2009-01-10 01:34:53	自分の家は、生ゴミは生ゴミ処理機を使用して肥料したり、買物...
<input type="checkbox"/> 2009-01-09 06:09:16	全国都市緑化フェアや、植林活動への積極的呼びかけで、参加を...
<input type="checkbox"/> 2009-01-09 03:50:39	自分は、できるだけごみを分別し出すようにしています。その他...
<input type="checkbox"/> 2009-01-05 19:28:50	専修大学では、地球温暖化対策プロジェクト以外にも学生が主体と...

図 1 3 : 最新投稿表示画面

2-3-2 検索機能

本システムでは、効果的かつ効率的な情報提供を目的として、位置情報を検索するための場所検索機能と投稿内容を検索するための投稿内容検索機能を実装した。第 1 に、場所検索機能は、テキストボックスに住所・場所のキーワードを入力することにより、Google Maps が入力した場所に移動するという機能である。場所検索を入力するためのテキストボックスと検索ボタンは、図 14 となる。

図 1 4 : 場所検索機能

第 2 に、投稿内容検索は、テキストボックスに検索したいキーワードを入力することにより、検索結果としてキーワードに該当する投稿内容項目が表示される。また、検索結果の横に表示されているチェックボックス上でクリックをすることによって、該当する検索結果の Marker に自動で移動する機能も追加した。このことによって、ユーザ自身は該当する検索結果の Google Maps 上に、瞬時に移動が可能となりユーザビリティに極力依存しないユーザインタフェースを提供することができる。投稿内容検索を入力するためのテキストボックスは、図 15 となる。

▼過去の投稿からキーワード検索

環境

	最大 50 件までの検索結果
<input type="checkbox"/>	賛成していますが、環境に対する取り組みは
<input type="checkbox"/>	環境は大事です
<input type="checkbox"/>	貧しい日本は終戦直後何もない時代から、世
<input type="checkbox"/>	環境のために冷房機器を使用していない。
<input type="checkbox"/>	自分の小学校はどんな環境に取り組んでるの
<input type="checkbox"/>	環境への配慮
<input type="checkbox"/>	交通機関は発展していませんが、その分
<input type="checkbox"/>	最近ロハスという言葉が注目を浴びている。

図 1 5 : 投稿内容検索機能

2-3-3 動画ガイド

本システムでは、ユーザの投稿をより一層促進するために、「1 分以内の簡単な投稿方法動画ガイド」を制作した。本システムの投稿方法動画ガイドは図 16 となる。



図 1 6 : 投稿方法動画ガイド

3. おわりに

本研究を通して開発された環境情報共有システムが PC&Mobile ブラウザに対応していることから、「いつでも、どこでも、だれでも」参加閲覧可能な環境を提供するという点においては一定の成果をあげることができた。本研究を通して確認できたことは、地図に依存したコミュニティが創出されることによって、信頼性が高い集合知が形成された点にある。本システムでは、広域に分散された様々なユーザから意見を収集することができたため、投稿内容の多様性、独立性、分散性が保障された。さらに、情報の視覚的分類・トラックバック等の機能により有用な情報を提示したことにより集約性を確保することができた。また、環境データ投稿時には、マルチスレッドによって実装しているため、複数のユーザに対して分散並行並列処理が可能となり、環境センサ型アプリケーションを利用したマルチキャストによる相互接続性がある程度確保された。現在センサデバイスは低価格小型軽量化かつ高性能長寿命無線化というトレードオフの課題に直面しているが、この問題解決に向けて弛まぬ研究がおこなわれている。このセンサデバイスの進化によって、これまで以上に「どんなものでも」センサデバイスの搭載が期待でき、ハードウェアの改善が一段と進んでいく。その結果、矢野[15]は IT が人間の五感を地球規模で拡張すると述べている。これに対して、ソフトウェアの改善は、利便性と安全性に加えユーザが効果的かつ効率的に利用できるものでなければならない。

そこで本システムの発展性は、さらなるシステムの改良とさらなる定量要素と定性要素の融合にある。また、投稿情報が蓄積することによって、ユーザ間で情報共有という Win-Win の関係を創出し、より一層正確かつ広範で当意即妙な情報提供の拡充が可能と考えている。近い将来、ユビキタス・ネットワーク社会を迎える。これは、インターネットによる情報革新に匹敵若しくはそれ以上の社会変化をもたらす。定量的な環境データと定性的な環境に関する集合知を融合することで、サステナブルな情報共有がより一層促進され、21 世紀の最重要テーマである環境問題に有効な施策が提案されることを期待し、今後も本研究を継続していく。

4. 主要参考文献・Web サイト

- [1]月尾嘉男, “総論 - 環境問題へ挑戦する情報通信技術”, 電子情報通信学会誌(特集: 環境を守る), Vol.90, No.11, pp.930-935, November 2007
- [2]江崎浩, “インターネット技術を用いたセンサ情報共有

ネットワークの展開”, 情報処理学会誌(特集: オープンリサーチ型次世代ネットワーク技術への挑戦), vol.49, No.10, pp.1153-1158, October 2008

- [3]総務省, “‘ユビキタスセンサネットワーク技術に関する調査研究会’の開催”, March 2004,

http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040305_8.html

- [4]ITU-T, “Ubiquitous Sensor Networks”, ITU-T Technology Watch Briefing Report Series, No.4, February 2008

- [5]地球温暖化対策プロジェクト(SGW-project),

<http://www.ne.senshu-u.ac.jp/~proj19-21/>

- [6]志賀直幸, 青木豊, 竹口正修, 柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 吉野昭郎, 田中洋史, 大西寿郎, “地球温暖化に関する意識調査とその集計処理システム - 産学連携によるシステム開発”, 専修大学ネットワーク情報学会(専修ネットワーク&インフォメーション), No.13, pp.13-23, March 2008

- [7]小室匡史, 柳澤剣, 綿貫理明, 大西寿郎, “ユビキタス・センサネットワークによる環境情報視覚化の提案”, 情報処理学会(第 103 回 情報システムと社会環境研究発表会), IS-103(2), pp.9-16, March 2008

- [8]小室匡史, 柳澤剣, 綿貫理明, “ユビキタス・センサネットワークによる環境情報視覚化の提案”, 情報処理学会(第 71 回全国大会), March 2009

- [9]小室匡史, 柳澤剣, 綿貫理明, “ユビキタス・センサネットワークによる環境情報視覚化の提案”, 専修大学ネットワーク情報学会(専修ネットワーク&インフォメーション), No.15, March 2009

- [10]深井雄大, 高垣真広, 柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 大西寿郎, “ビッグバンから未来にいたる‘地球温暖化’物語の創作 - Maya8.5 を利用した 3D グラフィックコンテンツの制作”, 専修大学ネットワーク情報学会(専修ネットワーク&インフォメーション), No.13, pp.41-47, March 2008

- [11]柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 大西寿郎, “集合知を利用した環境情報システム - 地図情報と環境情報のマッシュアップ”, 情報処理学会(第 103 回 情報システムと社会環境研究発表会), IS-103(11), pp.71-78, March 2008

- [12]小室匡史, 柳澤剣, 松永賢次, 綿貫理明, “Web 地図インタフェースを活用した CGM サイト構築と集合知の社会応用”, 情報処理学会(第 71 回全国大会), March 2009

- [13]小室匡史, 綿貫理明, 大西寿郎, “産官学連携による地球温暖化対策プロジェクト・卒業研究の成果公開 - 第 21 回先端技術見本市テクノトランスファー-in かわさき 2008 出展報告”, 専修大学ネットワーク情報学会(専修ネットワーク&インフォメーション), No.14, February 2009

- [14]環境省, “21 世紀環境立国戦略”, June 2007,

http://www.env.go.jp/guide/info/21c_ens/

- [15]矢野和男, “センサは Web を超える 省力化から知覚化へ”, 情報処理学会誌(特集: 社会の未来を拓くネットワーク情報共有空間), vol.48, No.2, pp.160-170, February 2007

謝辞

本研究は、株式会社セントラルシステムズからの平成 20 年度受託研究「Web2.0 技術の環境問題への適用と視覚化に関する研究」によってなされたものである。