2006－CE－87 (11)
2006／12／9

野外学習のためのWeb-basedフィールドノートシステムの開発

菊池 佑太 加藤 直樹 山崎 謙介
東京学芸大学

近年教育現場では子ども達が学校周辺の調査を行い、得られた情報をフィールドノートとしてまとめる活動が多く見受けられる。本研究では子ども達がタブレットPCを利用し、手書きにより調査内容をインターネット上の電子地図に記録できるフィールドノートシステムを構築した。フィールドノートシステムにおいて、特に子ども達の手書きによる情報入力の簡易性の向上を目指し、電子地図の拡大表示機能を拡張した。さらにWebシステムの特性を活かし、子ども達が協働作業の中で共に学びながらフィールドノート作成を行うことが可能なシステムを構築した。

キーワード：電子地図配信サービス,フィールドノートシステム,ペン入力,協調学習

Development of Web-based field note system for field study

Yuta Kikuchi, Naoki Kato, and Kensuke Yamazaki
Tokyo Gakugei University

Recently,it is often reported on school educational sites that children sometimes encounter experiences of outdoor working which requires them to make field notes including map of the real world. On the basis of this kind of background,there are WebGIS systems which utilize the internet. In this research, we have developed a field note system on the internet which children can write the investigation contents on the map by their hands using the tabletPC. In the present field note system, we have paid a special attention to an improvement of input system which is aimed for the enhancement of usability; the system is marked by a function of enlargement of digital map in any scale. Furthermore,it is also characterized that the system is based on the WWW manner and that the system is available for making the field note during collaborative workings.

Keywords:Digital map delivery service, field note, pen-based computing, collaborative learning

1. はじめに

小学校学習指導要領では「理科」の目標として、自然に親しみ，見通しをもって観察，実験などを行い，問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り，科学的な見方や考え方を養うこととなっている[1]。また教科「社会」で学ぶべき内容として、自分たちの住んでいる身近な地域や市（区，町，村）について特色のある地形、土地利用の様子、主な公共施設などの場所と働き、交通の様子等を観察，調査したり白地図にまとめたりして調べ，地域の様子は場所によって違いがあることを考えるようにすると書かれている[2]。さらには「総合的な学習の時間」において自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てることとし、自然体験や観察学習を配慮すると述べられている[3]。このように学校教育では「理科」、「社会」及び「総合的な学習」の時間に学校周辺の地域調査を行い、調査結果をまとめるといった活動が進められている。従来の学習のように、教師が子ども達に対して知識を教え込むのではなく、子ども達が自ら問題を見出し、それを解決し結論を得るまでの一連の活動を体験し、問題解決の能力を獲得する事が今の教育では重要とされる。さらに個人で学習を行うのではなく、同じクラスやグループに所属する他者との協働作業により問題解決を行う過程も重視されている。

上述の内容を教育現場で活用した事例が幾つかある。群馬県多野郡吉井町立入野小学校では「社会」の学習時間で、火事や交通事故を防ぐといった防災教育の観点で調査学習が行われている[4]。また群馬県太田市藪塚本町立藪塚本町南小学校では「理科」に川の流れと土地の変化に関する調査を行い、水による自然の移り変わりについて学習している。

これらは地図を用いた学習であり、子ども達は調査した内容を地図の上にまとめていく活動を行う。子ども達が調査結果を付加した地図を一般的に「フィールドノート」と呼ぶ。子ども達はフィールドノートの作成を通して様々な体験を得ることができると考えられる。具体的には子ども達自身で地域の問題を探りその解決方法を考える力、地図に情報を付加することで地図上での表現力、グループ内のメンバーと意見を交換しながら調査する力、さらには空間認知能力等が身に付くことが期待される。

本研究ではフィールドノートの作成を通して得られる学習効果の中でも、特に野外調査の内容を地図上に表現する力や個人の作業だけでなくグループ内で調査情報を共有し、そこから問題を自ら発見し、お互いに議論を重ねて問題を解決するといった協調的な学習を行うことに焦点を当てる。それらの学習効果を最大限に引き出すことと、近年注目されている情報教育の観点からコンピュータにより学習内容を支援することを試みる。具体的には電子地図配信サービスの地図拡大表示を拡張する機能、子どもが調査した結果を手書きで地図上に書き込むことができる機能、地図の任意の位置に対して画像、音声やテキストファイル(マルチメディア情報)を付加できる機能、さらに地図に付加した情報を子ども達の間で共有する機能を実装したフィールドノートシステムを提案する。本稿ではこれら機能の開発について述べる。

2. フィールドノートシステムの提案

本論文は小学校での「理科」及び「社会」の学習時間における野外学習での活用を目的とする、電子地図配信サービスを用いたフィールドノートシステムを提案する。

2.1 これまでの研究と問題の所在

福岡県粕屋町の小学校では電子地図を利用し、「社会」及び「総合的な学習の時間」の授業内で身近な地域の環境調査や地域と人々の係わり合いについて調査学習を行っている[5]。また兵庫県端丹波市の小学校ではバリアフリーマップや防災マップの作成を行っている[6]。これらの授業展開は地域調査、調査から得られた情報の編集、討論会及び発表という流れである。論文[5]では、まず子ども達は野外調査を行い、様々な情報を集める。得られた情報を学校に持ち帰り、文書ファイルとして作成したり、ディジタルカメラで撮影した画像などの様々なマルチメディア情報としてインターネット上の電子地図の上に貼り付ける。論文[6]では子ども達はGPS (Global Positioning System) やカメラ機能が備わっている携帯電話を利用して調査学習を行っている。子ども達は調査現場にて写真撮影やコメントを入力する。撮影した写真やコメントはGPS機能により緯度・経度情報と対応付けられ、DBサーバに送信する。DBサーバ上で写真やコメントがインターネット地図に貼り付けられる。上の二つの研究ではインターネット電子地図に付加した情報をもとに、複数の小学校で情報交換を行いながら協働学習を行っている。論文[5]の授業実践アンケート調査から、子ども達は野外学習とグループ学習の楽しさを感じ取れたことが伺える。

しかし論文[5]の授業実践の課題として学校側及び子ども達からシステムの改善の要求があった。具体的にはシステムユーザに見易い地図を提供するために、地図の拡大・縮小表示機能の必要性が挙げられている。またキーボード操作に不慣れな小学生にとって、文章をタイピングにより入力することは困難であることが指摘され、小学生でも利用可能な入力インタフェースの開発が求められている。

論文[5][6]におけるインターネット電子地図の利用は調査学習の結果をまとめるものとして利用されている。しかし野外調査では調査現場にて地図情報と得られた結果を組み合わせることで、調査現場の問題と原因の発見につながることが考えられる。よって子ども達が調査中に地図を利用することの重要性も考慮しなくてはならない。

インターネット電子地図、GPS、タブレットPCを利用し、キーボード入力の問題と地図利用を工夫した調査学習を行っている研究がある[7]。この研究では調査現場にてGPS機能を利用すると現在位置の電子地図がタブレットPC上に表示され、子ども達はその地図に対して手書きで書き込みを行ったり、画像や音声ファイルを付加することができる。論文[7]で著者はタブレットPC上で作成した絵図やメモ等を表示して、子ども達が話し合いを行うことに高い学習効果があると述べている。

論文[5][6][7]の学習効果や課題を考慮し、本研究は子ども達が調査内容をインターネット電子地図に対して手書きで書き込むことに重点を置く。特に子ども達が調査現場においても地図に対して手書きで簡単に内容を書き込みでき

るフィールドノートシステムの構築を目指す。

2.2 提案するシステムの目的

フィールドノートの作成とは地図上に調査から得られた情報を記録し、一枚の地図上で空間の状況や景観情報を表現することである。前節で述べた研究の課題を考慮し、本研究で提案するフィールドノートシステムに求められることを次に示す。

・地図の拡大・縮小操作が可能であること。
・子ども達が電子地図に対して簡単に調査結果を入力できること。
・マルチメディア情報を地図上に付加できること。
・個人が地図上に記録した情報をユーザの間で共有すること。

2.3 電子地図配信サービスの利用

提案システムの目的を達成するためのフィールドノートの基盤として、電子地図配信サービスを利用する。電子地図配信サービスとはインターネット上に存在する電子地図である。電子地図配信サービスは主に目的位置を確認するためのサービスであり、教育分野での活用も期待されている。電子地図配信サービスは広範囲かつ詳細な地図画像を提供するので、学校教育における「理科」、「社会」及び「総合的な学習の時間」といった授業での野外学習及びフィールドノートの作成で利用することに向いている。

2.4 機能設計

2.4.1 手書き書き込み機能

子どもが地図に対して最も簡単かつ自由に情報を付加できる方法は、手書きによる書き込みである。手書きは子どもが普段から使用している鉛筆で字や図を書くのと同じ感覚で行えるので、特にキーボード入力が困難な子どもにとって有効な入力手段となる。また自分の思考過程となる文字や図を地図上の任意の位置に対して自由に表現することが可能である。さらに手書き入力は子どもが屋外等のキーボードを使うのに困難な場所では、大変便利な機能である。以上のことから提案するシステムでは電子地図配信サービスに対して手書き書き込み機能を提供する。

2.4.2 地図拡大拡張機能

電子地図配信サービスはユーザが目的位置の確認を行うものであり、地図を最大限に拡大しても閲覧に十分なところまでしか拡大されない。もし子どもがペン入力でこれらの場所の一部分に調査情報を書き込もうとすると、対象物の的確な場所に子どもが意図した情報を付加することが難しい。

そこで提案するシステムでは公開されているサービスで利用可能な地図画像の拡大表示機能を拡張し、さらに拡大表示操作を行えるようにする。

2.4.3 マルチメディア情報付加機能

手書きによる情報入力機能は地図に対して平面的な情報を付加する機能であるため、手書き入力機能だけでは空間の状況や景観情報を十分に表現できない。空間の状況や景観情報を十分に表現するために調査現場で記録した画像や音声、さらにはテキストファイルを地図上に付加できる機能が必要になる。よって本システムではユーザが電子地図上の任意の位置にマルチメディア情報を付加できる機能を提供する。

2.4.4 情報共有機能

子どもが電子地図配信サービスに付加した情報は個人の調査現場に関する情報の記録や意見等である。この記録や意見は子どもが調査した内容の知識や考えを外在化することを意味し、地図上への情報付加や地図の活用能力が身に付くと言える。このように個人によるフィールドノートの作成も調査学習としては重要な意味がある。

さらに本研究では協働作業の中で子ども達がグループ内での様々なコミュニケーションを通して、問題解決を行う能力の育成も目指している。具体的には協働作業におけるフィールドノート作成を通して、子どもが相互に助け合いや教え合いを行うこと、様々な見解を持つ子ども達が相互に意見の差異を理解し調停すること、個人だけでは実行不可能な領域を他者の援助を得て実行可能にするといった協調学習理論を実践することを目標の一つとしている。

これら様々な協調的な学習理論を実践するために、個人が調査した結果をグループ内でまとめて表示する情報共有機能を提供する。

2.4.5 情報の表示

個人のユーザが地図の局所部分に多数の手書き入力を行い、後からそれら全ての情報の閲覧を行ったとき、描画オブジェクトの重なり合いが発生してしまう。また子どもが情報の共有機能を利用した時も同様である。この問題を解決するために、情報の表示を工夫する。具体的には描画オブジェクトに付加したメタデータにより描画オブジェクトの分類を行い、表示する。付加するメタデータは描画目的、描画時刻や筆記者名である。これらのメタデータを利用し、ユーザが描画オブジェクトを取捨選択して表示できるようにする。

3. システムの概要

3.1 提案するシステムの構成

本システムは2種類のサーバとクライアント端末により構成する。システムの構成を図1に示す。サーバの一つは電子地図を配信するサーバである。もう一方は、子どもが電子地図に対して手書きで入力した情報や付加したマルチメディア情報を記録するデータ蓄積サーバである。本システムでは個人が電子地図に対して付加した情報をユーザ間で共有するために、データをサーバに保存する必要がある。しかし電子地図配信サーバは地図画像の配信機能のみを持ち、ユーザによって電子地図上に付加された情報を保存することができない。したがって個人が電子地図上に付加した情報に関係するデータを全て保存できるデータ蓄積サーバが必要となる。

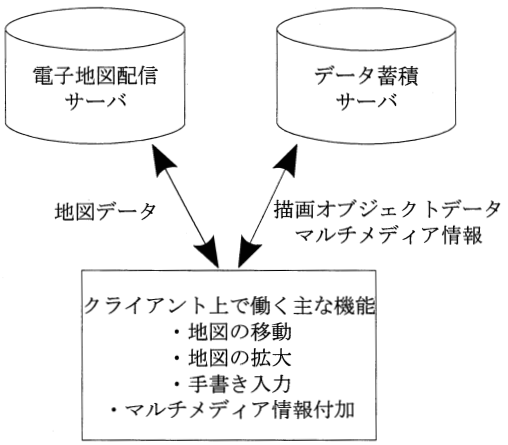

図1 システムの構成
Fig.1 Constitution of the proposed system

3.2 システムの実装

3.2.1 実行環境

開発を行ったデータ蓄積サーバはWindows® XP、プログラミング言語はJava、データベースにMySQL®を使用した。クライアント端末上で動作する機能はJavaScriptにより実装した。本システムで用いるインターネット上の電子地図配信サービスはGoogle Mapsを用いた。

3.2.2 地図の拡大機能の実装

電子地図配信サービスでは地図画像を一枚の広範囲な画像としてではなく、小領域に分割した画像で管理している。それらは特定のURLにアクセスすることで、一枚ずつ閲覧できる[10]。本システムでは電子地図配信サービスを通常に利用したときに得られる最大に拡大される画像を基に、地図拡大機能の拡張を行う。

今回は2つのWebページを用意することで拡大拡張機能を実現した(図2)。一つは公開APIにより地図を普通に表示するページであり、もう一方は公開APIを用いないで地図の拡大を拡張するページである。ここで前者を「ページ1」、後者を「ページ2」とする。ユーザがページ1で地図を閲覧している状態から、さらなる地図の拡大を要求した場合、現在閲覧している画像の保存先(URL)の特定を行い、ページ2へ遷移する。クライアント端末がページ2を読み込むと、ページ2に組み込まれているJavaScriptが先程特定した画像保存先のURLにアクセスを行う。そして保存先の画像を拡大して表示する。もしユーザがドラッグで地図を移動させたときには、クライアント端末は地図配信サーバに対して新たに必要となった地図画像を要求し、拡大表示する。

3.2.3 手書き入力機能の実装

ユーザがペンを用いて電子地図上に書き込みができるように、JavaScriptとVML(Vector Markup Language)を利用した。電子地図の上にユーザの手書き書き込みを受け付ける描画パネルを用意した。ユーザが地図上でペンを用いて書き込みを行うと、JavaScriptはその動作イベントとなる筆跡を記録する。筆跡は全て描画パネルの縦・横軸の座標となる点ベクトルとして記録される。記録された点ベクトルに対して筆跡の色や太さなどの情報を当てはめて、描画オブジェクトを生成する。そしてユーザが一描画

を終える度、クライアント端末は非同期通信によりデータ蓄積サーバに描画オブジェクトデータを送信する。

JavaScript はスクリプト言語であるため、ペンからの入力と同時に描画処理を行うと描画速度が遅くなる。これは描画数が増えることに伴って、処理の遅れが目立つようになる。原因は VML の描画特性によるものである。VML は一描画終えるごとに、今まで描いたオブジェクト全てを再描画してしまう。この問題を解決するために論文[9]の解決方法を採用した。

図 3 に電子地図に対して書き込みを行った様子を示す。

3.2.4 描画オブジェクトと地図の対応付け

手書き描画オブジェクトの筆跡情報は、描画パネル上における縦・横軸座標の情報を持つ点ベクトルデータして記録される。しかし描画オブジェクトと電子地図との対応付けを保持するために、描画パネル上の座標情報を地図上の緯度・経度に変換する必要がある。次に描画オブジェクトの座標情報と地図の緯度・経度情報の変換方法について記す。

電子地図配信サービスの地図と描画オブジェクトの対応付けはクライアント端末上で行う。地図画像は公開 API を用いるとシステム開発者が指定したサイズのビットマップ画像として表示できる。また公開 API により現在表示されている地図画像の緯度・経度の範囲情報が得られる。よって現在表示されている地図画像のサイズと緯度・経度の範囲情報から地図画像の各点(x, y)の緯度・経度の値が分かる。地図と描画パネルを同じ大きさで重ね合わせると、地図画像の任意の点(x, y)は描画パネル上の点(x, y)と一致する。前節で述べたようにユーザが手書きで書き込みした筆跡は描画パネル上の座標ベクトルとして保存されるので、パネル上の座標ベクトルは地図上の緯度・経度に変換できる。

クライアント端末は描画オブジェクトと対応付けられた緯度・経度情報をデータ蓄積サーバに送信する。逆にデータ蓄積サーバからクライアント端末に送信された描画オブジェクトの緯度・経度情報は、表示レイヤー上の座標に変換して表示する。

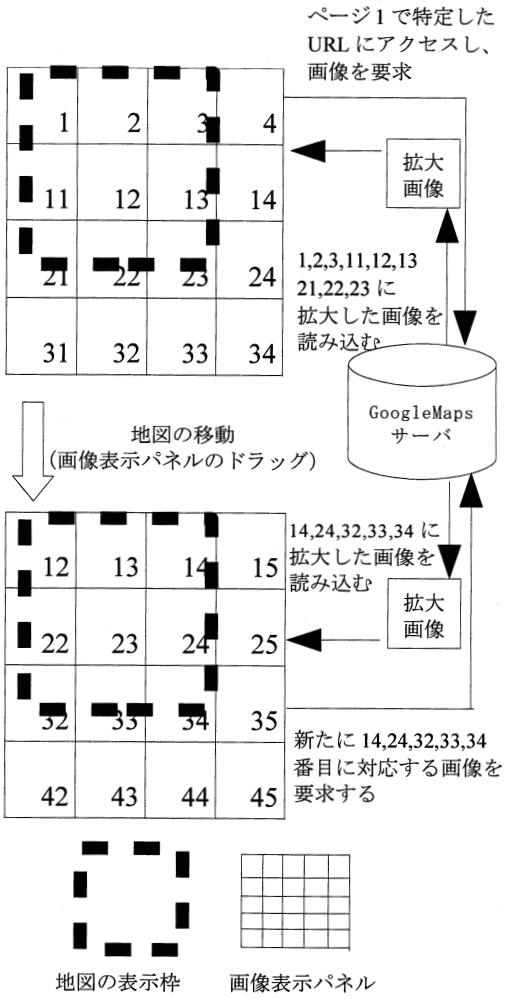

図 2　電子地図の拡大機能
Fig.2 Expansion of a digital map

3.2.5 非同期通信の効率化

本システムは学校のクラスやグループでの利用を想定している。よって多数の人数で本システムを利用することを考えると、データ蓄積サーバ上での処理を効率化しなければならない。ユーザが地図の移動イベントを発生させるとクライアント端末は、データ蓄積サーバに対して現在表示している地図範囲と対応する描画データを要求する。利用者が増えるに従って、データ蓄積サーバが各クライアントに送信するデータ量は増える可能性がある。そこでサーバの負

担を軽減するために、非同期通信によるデータ通信の効率化を行う。

図4にユーザが地図移動イベントを発生させた時の非同期通信処理の流れを示す。ユーザが地図移動イベントを行いその動作を終了すると、クライアント端末はデータ蓄積サーバに現在表示中の地図と対応する描画データを要求する。データ蓄積サーバは描画データをクライアント端末に送信する。一度データ蓄積サーバからクライアント側に送信された描画データは、クライアント側で保持する。再びユーザが地図移動イベントを発生させると、クライアント側に保持されていない描画データのみをデータ蓄積サーバに対して要求する。保持している描画オブジェクトはデータを再利用し描画する。

図3　電子地図上へのペン入力の様子
Fig.3 A state of the pen input to the digital map

3.2.6　マルチメディア情報付加機能の実装

マルチメディア情報付加機能の実装には公開されているAPIを使用する。まず地図上にマルチメディア情報を付加する位置を示すポインタオブジェクトを作成する。ユーザはこのポインタオブジェクトが表示されている地図の位置に、マルチメディア情報を付加することができるようにする。ユーザが地図上に付加したいマルチメディアファイルとその位置を決定すると、公開APIによりポインタオブジェクトが現在表示されている緯度・経度情報を算出する。この緯度・経度とマルチメディア情報を対応付け、クライアント端末はマルチメディアファイルと緯度・経度情報をデータ蓄積サーバへ送信する。地図に付加したマルチメディア情報の位置をユーザに知らせるために、地図上にクリッカブルなアイコンを用いて表示する。常に地図上にマルチメディア情報を表示しているとデータの重なり合いが発生するので、ユーザがアイコンをクリックしたときのみ閲覧可能にした。

図5に電子地図上にマルチメディア情報を付加した様子を示す。

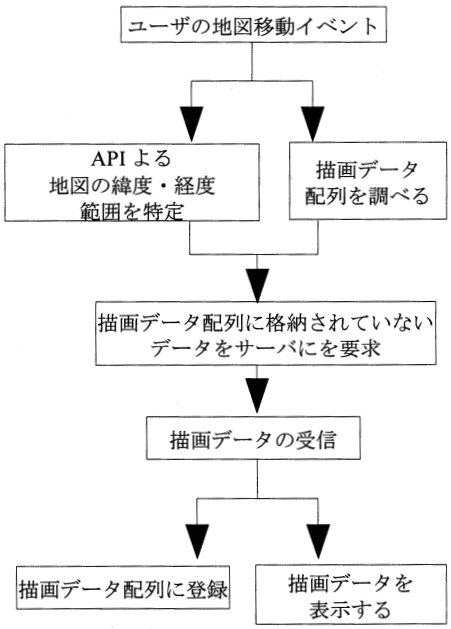

図4　非同期通信の効率化
Fig.4 Promotion of efficiency of asynchronous communication

図5　電子地図上へマルチメディア情報を付加した様子
Fig.5 The state that added multimedia information to the digital map

3.2.7　描画オブジェクト分類表示機能

描画オブジェクトの分類表示を行うために、描画オブジェクトをデータ蓄積サーバに登録するとき、描画目的、描画時刻、筆記者の名前といったメタデータを登録する。描画目的に関してはユーザが描画を行う前に登録し、描画時に目的一覧から設定する。クライアント端末から描画オブジェクトの要求があると、データ蓄積サーバはメタデータと共に描画オブジェクトを送信する。描画オブジェクト分類表示を行う場合、ユーザはメタデータの一覧から表示したい情報を選択する。描画目的と筆記者名によるメタデータの選択では、メタデータと対応する描画オブジェクトのみを表示する。描画オブジェクトの再描画と非同期通信処理については3.2.5章で記した通りである。

メタデータの描画時刻から時系列表示を行う場合は、描画オブジェクトを色合いに変化を持たせ表示する。ユーザが最も過去の時刻に書き込んだ描画オブジェクトと新しく書き込んだオブジェクトの時差を計算し、時差を分割して時刻レベルに割り当てた。ユーザは時刻レベルの選択を行い、その描画時刻に対応するオブジェクトを最も印象付けるために、描画した時と全く同じ色合いで表示する。それ以外の描画オブジェクトには時刻レベルの差が大きくなるにつれて白色化処理を施し、表示を行う。

4.　システムの検証

通常の電子地図配信サービスが提供する地図画像拡大機能と本研究により提案した地図画像拡大拡張機能の比較を行う。本システムで電子地図配信サービスの地図画像拡大機能を拡張したことにより、ユーザが地図上の対象物を大きく閲覧できることが可能になった。これにより従来は小さく表示されていた建物や小道等の対象がはっきり見え、比較的容易に各々を区別することが可能になった。拡大拡張機能では元々の地図画像をそのまま縦と横に引き伸ばしを行っているので、画像の解像度が低くなってしまう。よって地図画像が全体的に荒く表示されてしまうが、フィールドノートを作成する上では特に気にならない程度である。地図画像がより大きく表示されることにより、ユーザは今までは手書きでの書き込みが困難であった地図の局所部分に入力ができるようになった。さらには局所部分に対しての入力スペースが多く設けられるようになり、ユーザが書き込みを行える箇所が増加したと言える。通常の電子地図配信サービスが提供する地図への手書き入力を行ったものと、本システムで提案した拡大を拡張した地図への手書き入力の比較を図6に示す。

(a)

(b)

図6　(a) API による拡大地図に対する手書き入力
(b) 拡大拡張図に対する手書き入力
Fig.6 (a)A handwriting input for an enlarged map by API
(b)A handwriting input for a figure of enlarged map

ユーザが手書きで入力する描画オブジェクト数が増加しても、描画パネルと表示パネル間で一描画終了毎に描画オブジェクトを移動させることで、描画パネル上での再描画量を最小限に抑えることが出来た。これによって描画処理の遅延を感じることなくユーザは十分な手書き入力が可能になる。

ユーザが地図移動イベントを発生させた時、データ蓄積サーバからクライアント端末へ非同期通信により送信する描画データ量の最小化を行った。このことからクライアント端末とサーバ間における通信処理の効率化を実現できた。よって多数のクライアント端末からのアクセス及び処理の要求があるデータ蓄積サーバの負荷が軽減できたと言える。

マルチメディア情報付加機能により手書き入力以外の内容を地図上に貼り付けることができるようになった。この機能により平面的な情報付加機能である手書き入力では表現できない情報を地図に対して付加することが可能になり、ユーザの地図に対する調査結果の表現をより豊かにし、空間の状況や景観情報を十分に表現できるようになった。

本システムは電子地図配信サービス上へ付加した情報を個人学習としてのみ利用するのではなく、全てのユーザが記録した内容を一つのフィールドノートとしてまとめることができる。各ユーザは他者が地図上に記録した内容から、他者の地図への表現方法を学習することが可能である。そこから個人は新たな調査方法や内容の記録手段を見出し、自分の調査学習に活かすことができる。仮に地図上の同じ箇所に調査結果を記録していたユーザが存在した時にも描画オブジェクトを組み合わせて表示することができるので、ユーザ間の共通の問題の発見にも繋がる。

メタデータによる描画オブジェクト分類表示機能により、描画オブジェクトの表示の混雑を回避できた。描画目的別の表示では描画オブジェクト閲覧者にもフィールドノート作成者の意図が伝わる。また筆記者名による分類では各個人の地図に対する表現方法を閲覧でき、個人の成果が分かる。さらに時系列データとして描画オブジェクトを表示する機能では描画時刻による色合いの変化で識別できることにより、例え新しい描画オブジェクトが過去のオブジェクトに重なるように描画されても独立して表示することが可能になった。

5. まとめと今後の課題

本稿では電子地図配信サービスを用いたフィールドノートシステムの提案と実装について述べた。実装したシステムでは電子地図配信サービスの地図画像を拡大し、手書きでの情報入力を行い易くしたことや、地図に付加した情報を子ども達の間で共有することができる。これらはフィールドノート作成が個人の学習としてだけではなく、協調的に作成するという目的において大きな効果が期待できる。

今後の課題を次に記す。現在のところ電子地図配信サービスの緯度・経度情報とユーザが記録した描画オブジェクトを対応付けているので、ユーザが地図の拡大率を大きく下げると、描画オブジェクトがつぶれて表示されてしまう。この問題を解決するために、描画オブジェクトを画像データとして保存し任意の拡大率でも同じ大きさのテキスト情報として表示できる手法を考案中である。または提案したシステムを実際の教育現場で使用し、システムを利用することの教育的有効性を検証したい。

6. 参考文献

[1] 文部科学省 ： 小学校学習指導要領解説　理科編; 日本文教出版株式会社(1999).

[2] 文部科学省 ： 小学校学習指導要領解説　社会編; 日本文教出版株式会社(1999).

[3] 文部科学省 ： 小学校学習指導要領解説　総則編; 東京書籍株式会社(1999).

[4] みんなで調べて発表して交流するWebGIS; http://edugis.kkc.co.jp/

[5] 木村葉子, 砥崎賢一 ： 小中学校におけるインターネット電子地図を用いた実践授業; 情報処理学会研究報告, Vol.2001 No.40, pp.49-56, 2001.

[6] 中瀬勲, 嶽山洋志, 岸田隆博, 山下義弘:GPS携帯電話と情報追記型GISによる共同学習;Eスクエア・エボリューション　先進IT活用教育シンポジウムin京都, pp.14-15, 2005.

[7] 中馬悟朗, 村瀬康一郎, 加藤直樹, 益子典文, 横山隆光, 加藤喜久, 吉田隆治:GISとタブレットPCを活用した学習支援;Eスクエア・アドバンス成果発表会, pp.22-23, 2004.

[8] 稲葉晶子, 豊田順一 ： CSCLの背景と研究の動向 ； 教育システム情報学会誌, Vol.16 No.3, pp.166-175, 1999.

[9] 依藤充範, 長島哲也, 加藤直樹, 中川正樹 ： Webブラウザを用いた手書き電子メールシステム; 情報科学技術フォーラム情報技術レターズ, Vol.1, pp.203-204, 2002.

[10] GoogleMaps画像; http://mt2.google.com/mt?n=404&v=w2.12&x=116323&y=51602&zoom=0