平成26年度修士論文

^{邦文題目} スマートフォンを利用した 地質図作成方法の提案と実装

英文題目

Proposal of Making Geological Map Utilizing Smartphone and its Implementation

情報工学専攻 (学籍番号: 123430044)

Luvsankhuu Amarsaikhan

提出日:平成 27年1月29日

名城大学大学院理工学研究科

内容要旨

地質図は、地球環境対策や学術、災害防止、環境対策などの様々な分野で利用れている.しかし、従来の地質図の作成方法では野外へ地質調査に必要な様々なものを持って行き、データ収集に多くの時間を費やしていた.また、地質調査で取得した各データをすべて紙の上に記載しているため、作業が繁雑であるうえ、データが自然災害や個人の失敗によって紛失してしまう可能性がある.また地質調査後のデータの修正やデジタル化などには膨大な時間と労力が費やされる.本研究ではスマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用し、スマートフォンにインストールされた独自のアプリケーションで地質データを効率よく収集しながら、リアルタイムで地質データを記録することができるスマート地質システム SGS (Smart Geology System)を提案する.

目次

第1章	はじ	じめに							1
第2章	従メ	その地質図作成方法							2
	2.1	準備するもの							2
	2.2	地質図作成順番.							5
	2.3	従来の地質図作成におけ	る課題	•	•	•	•	•	6
第3章	提案	システム							6
	3.1	提案システムの概要							7
	3.2	SGS による地質調査							8
	3.3	SGS の特徴	•	•	•		•	•	8
第4章	SGS	5の試作実装							9
	4.1	GeoCord アプリの実装							10
	4.2	Web サーバの実装.							11
	4.3	動作検証 .		•	•				12
第5章	SGS	Sの時間評価							12
	5.1	実験の概要 .				•			13
	5.2	システム全体の作業時間	の評価						14
	5.3	残された課題 .							14
第6章	結論	Ĩ							14
謝辞									15
参考文献									16
研究業	績								17

第1章 はじめに

地質図とは、「表土の下にどのような種類の石や地層がどのように分布している か」を示した地図である.地質図は、土地の利用、災害防止、資源の探索、学術資 料、環境対策など、幅広い分野へ質の高い情報を提供している.

地質図を作成するためには地質調査を行う必要がある.地質調査とは実際に野外 で自分の目で見て,自分で工夫して習熟していくものである.そのために,自分が 進む方向に新しい地層が出ているのか,古い地層が出ているのか,どんな種類の地 層が出ているのかを意識しながら歩かなくてはならない.これまでの地質図の作成 方式では,野外の地質調査を行う際に,ハンマー,クリノメーター,コンパス,野 帳,カメラ,時計,色鉛筆,地形図,粒度表,走向板,消しゴム,シャープペン, ハンドヘルド GPS,バロメーターなどを持参する必要がある.野外の地質調査では, 位置情報,露頭の測定,写真撮影,岩石の種類などのデータを取得し,各データを 手作業で地形図やノートに記載していくことにより原図を作っていく.そして,宿 舎に戻った後,原図をデジタル化するために原図をスキャナで読み込んだ後,PC上 で ArcGIS, Mapinfo, Adobe Illustrator などのアプリケーションを用いて,色,線,記号, 文字などを書き込んでいく.これらの作業が完了した後,地質図の原図が製品として 印刷される.このように従来の地質図の作成には膨大な作業を必要とし,数ヶ月~ 数年の期間を要していた.

本論文では、スマートフォンを用いて地質図の作成を容易にすることを目的とした SGS(Smart Geology System)を提案する. SGS は、スマートフォンと Web サーバから構成される. 地質調査隊は野外調査においてスマートフォンとハンマーのみを持参する. スマートフォンでは GPS 情報やデータ入力および通信機能を使用し、地質データを収集して Web サーバに送信する. Web サーバは受信した地質データを データベースに蓄積し、その内容はどこからでも閲覧できる. 本研究では、スマートフォンのアプリケーションを GeoCord アプリと名付け、地質データを収集するために開発した. 他のメンバーは、地質各データの重複を Google Maps 上で閲覧したり、データの探索、修正などが可能である. 実際に現場で実測し従来方式と比較した. 結果、測定時間が大幅に短縮され、作業の効率化を実現出来た。 作業も短時間で効率化が出来ることを確認した.また調査隊はサーバに蓄積された地質 情報から,誰がどこからどのような地質情報を見つけたのかを判断し,自分がどこへ向 かっていけばいいのかを判断できる.最初からデジタル化されるため,宿舎に戻った後 の時間を大幅に短縮できる.これらを総合すると,地質作業期間を1/2~1/3に短縮でき ると考えられる.

以下,第2章で従来の地質図作成方法のについて述べ,第3章でSGS提案システムについて述べる.第4章でSGSシステムの試作実装について述べ,第5章でシステム全体の作業時間の評価について述べ.第6章でまとめる.

第2章 従来の地質図作成方法

2.1 準備するもの

地質調査における持ち物チェックリストを表1に表す.地質調査の道具としては、岩 石を割ったり、地層を削るためのハンマーやねじり鎌、地層の走向傾斜などを測るため のクリノメーター、調査地域の地形図、記載するための野帳と筆記用具が必要である.

ハンマー	シャープペン
クリノメーター	ロトリング
コンパス	プロトラクター
野帳	消しゴム
地質調査入門	色鉛筆
粒度表	カメラ
走向板	時計
バロメーター	鉛筆
ハンドヘルド GPS	地形図

表1. 持ち物チェックリスト

2.2 地質図作成手順

(1) 露頭の見方や認識、位置の取得

露頭を発見したら、まずその位置を地形図上で確認し、その範囲をプロットする.す ぐに露頭に近づかないで、一歩退き、遠くから全体を眺め、どのような岩相か、岩相の 違いがあるか、どのような構造(層理面、断層、不整合)かなど、露頭の概要と特徴を 見て、その露頭の名前と粒度を確定し、野帳に記載する. 野外のデータは、その位置情報を間違えると全く使えない. 位置情報を取得するには 地形図と GPS を利用して記録する. 地質調査には地形図は欠かせない. 基本的な地形 図として、国土地理院発行の5万分の1や2万5.000分の1地形図がある. 論文などで は、5万分の1地形図の地名を使って位置や地層の名前を定義するため、調査の際には これらの最新の地形図を用意する必要がある. 野外での地質調査中に位置情報を取得す る方法は、地形図を見ながらルートマップを書いて、さらに GPS を使ってその場の軽 度と緯度を取得しノートに記録する. ルートマップとは地質調査の際に自分の体で歩い て地質情報を収集 してルートを記載した図のことである. 野帳にルートマップや露頭 のスケッチ、露頭の記載、柱状図、サンプルの位置と内容、写真番号などをできるだけ 細かく HB~2H 程度の固さの鉛筆で記載する.

(2) 露頭の測定(走向と傾斜の測り方)

地層を観察する時,その地層がどの方向にのびて,どのくらい傾斜しているかを 知ることは,その地層がつくる全体の地質構造を知る上で重要である.このことか ら,その地層が次にどこに露出するか,またこれから行くところでは,今まで見て きた地層よりも下の(古い)地層を見るのか,上の(新しい)地層を見るのかをき ちんと知ることにもなる.

地層の走向(伸びの方向)や傾斜は,地層を一枚の板と考え,クリノメーターやコン パスなどを使って測る(図 2.1 と図 2.2)のが一般的である.走向を測るには,地層面 (層理面)に対して,クリノメーターの表の面が水平になっていることを水準器で確認 しながら長い方の辺を当てる.そして,方位磁針で目盛りを直接読めばよい.



図 2.1 走向の測定

傾斜は、地層面(層理面)上で走向の方向に垂直な向きにクリノメーターを図 2.2 のようにあて,傾斜を読む方の目盛りを読む.走向や傾斜が目の高さと異なり読みにくいときは,ストッパーで止めて手元に持ってきて読めばよい.



図 2.2 傾斜の測定

(3) 野外で写真を撮影

露頭のスケッチや柱状図の作成とともに,露頭や地層の特徴を写真に撮ってお く.露頭の様子を思い出すときや報告でも使用できるし,現場での記載を確認する こともできる.写真を撮る場合,地層のクローズアップとともに露頭全体の景観も あわせて撮っておくと,全体を把握しやすいとともに露頭の位置の確認にも役立つ.

(4) 記号やメモなどの記入

野外でのルートマップを作成する場合,周辺の特徴(石炭などの資源や断層な ど)を観察しメモしながら歩く.メモしたデータは,最終的には,地質図を作成し て印刷する際に記号として取り入れる.野外での地質調査中に何か特別ものや分か りにくい岩石などがあった場合は,しっかりとメモをする.

(5) 室内における地質調査結果の分析

室内分析では、野外から持ち帰ったサンプルに含まれる多くの情報を解明する. 分析結果をもとに、新たな野外調査の計画を立てることもある.

(6) 印刷

測定者が作った地質図の原図は、製品として印刷される.そのため原図をスキャナで読んだ後、パソコン画面上で文字、線、色を書き込み、作業をする.

2.3 従来の地質図作成における課題

- 1. 野外の地質調査では、多くの道具を持参する必要がある.
- 野外の地質調査で一つだけの露頭の測定,位置情報を取得するだけでも,複数の道具が必要になる.例えば,露頭の位置情報を取得するために,伝統的なハンドヘルド GPS を使い,その結果を地形図に鉛筆で記載する.
- 3. 地質データを取得する際,多くの時間を要する.
- 各地質データは、鉛筆で地形図やノートに記載されるため、雨や風、火事などの自然現象、あるいは個人の失敗によって消失する可能性がある.
- 5. 野外の地質調査で記載した原図をデジタル化するには、長時間と大量の費用 が掛かる.
- 6. 野外の地質調査中に複数の地質者が参加する場合がある. そのとき誰が、いつ、どこで、どんなデータを収集しているのかが分からない.

第3章 提案システム

3.1 提案システムの概要

本研究では、スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用し、スマートフォン にインストールされた独自のアプリケーションで地質データを効率よく収集しながら、 リアルタイムで地質データを記録することができるスマート地質システム SGS (Smart Geology System)を提案する. 図 3.1 に SGS の構成を表す. SGS はスマートフォンと Web サーバから構成される.

SGS による地質図作成方法は、これまでのアナログ的な方法に比べて、スマートフ オンを利用することで精度の高い地質データを収集でき、リアルタイムでのデジタル化 が可能である.

スマートフォンでは、センサ情報やデータ入力および通信機能を使用し、地質データを 収集し、Web サーバに送信する. Web サーバは、地質データを受信してデータベース に蓄積し、その内容はどこからでもスマートフォンやパソコンなどで閲覧できる. 本研究では、スマートフォンのアプリケーションを GeoCord アプリと名付け、スマートフォンの加速度センサ、地磁気センサ、GPS などを用いて地質データを収集が可能な ソフトウェアを開発する.地質調査隊が所持する必要があるのは、GeoCord アプリがイ ンストール済みのスマートフォンとハンマーのみでよい.



図 3.1 SGS の構成

3.2 SGS による地質調査

SGS では、地質調査へ具としては、スマートフォンやハンマーのみでできる. このシステムでは、GeoCord アプリを使うことで地質調査際に、岩石の名前、鉱 物の大きさなど選択入力することやメモ入力、写真撮影、コンパスの機能を使用 して露頭の走行や傾斜角度などを測定することもできる.さらに取得したデータ をサーバに送信することで地質調査際に、岩石の名前、鉱物の大きさなど選択入 力することやメモ入力、写真撮影、コンパスの機能を使用して露頭の走行や傾斜 角度などを測定することもできる.さらに取得したデータをサーバに送信処理を 行う.

図 3.2 には,既存システムでの走行を測定する方法と提案システムの走行を測 定する方法を表す.提案システムでは,露頭の測定する方法は既存のやり方であ り,クリックだけで走行,傾斜などを測定することができる.



図 3.2 走行を測定

3.3 SGS の特徴

提案方式には、以下のような特徴がある.

- 1. Google Maps 上に調査隊の位置情報を表示し、調査している場所を皆で共有できる.
- 2. スマートフォンのコンパス機能を用いて、露頭の測定を行うことができる.
- 3. 岩石の書類, 鉱物の大きさなどをスマートフォンの画面上から選択し入力すること ができる.
- 4. 野外の調査中に気になるところがあった場合は、スマートフォンにテキストデータ として入力でき、全員で共有できる.
- 5. スマートフォンのカメラを用いて、露頭や周辺環境の写真を撮ることができる.
- 5. 野外の地質調査中に「誰が,いつ,どこで,どんなデータを収集しているのか」が 分かる.
- 7. 作業時間の大幅な短縮が実現出来る.

第4章 SGSの試作実装

4.1 GeoCord アプリの実装

図 4.1 に GeoCord アプリのモジュール構成を表す. GeoCord アプリとは, アンドロ イドのスマートフォンを用いて作成した SGS 用の独自のアプリケーションである. GeoCord により,様々な地質情報やセンサ情報を取得することができる. GeoCord アプリは以下のような処理を行う.

- ・位置情報取得処理(GPS) 緯度経度,移動速度,進行方向を取得する.緯度経度は, 露頭の位置情報を表示する.
- 選択入力処理 スマートフォンの画面上から岩石の書類,鉱物の大きさなどを選択する.
- **測定処理** 加速度センサや地磁気センサを使い,コンパスを起動し,露頭の測定を行う.
- ・メモ入力処理 野外の調査中に気になるところがあった場合は、メモを記録.
- **写真撮影処理** 野外の調査中にスマートフォンのカメラを用いて, 露頭や環境の写真 を撮る.
- ・閲覧画面処理 取得したセンサ情報や地質データをスマートフォンの画面上に閲覧す ることができる.
- ・データ送受信処理 取得したセンサ情報や地質データを UDP にてサーバに送信する.



図 4.1 GeoCord アプリのモジュール構成

4.2 Web サーバの実装

図 4.2 に Web サーバのモジュール構成を表す. Web サーバのモジュールは, PHP と JavaScript により作成した. Web サーバは以下のような処理を行う.

- ・ユーザ登録処理 SGS を使用するために、Web ブラウザでユーザ登録を行う.
- ・メール送信処理 Web ブラウザからユーザ登録した場合,登録情報や,ログインパ スワードなどを送信する.
- ・データを登録処理 スマートフォンから送信されるセンサ情報や地質データなどを受信し、データベースに蓄積する.
- ・データを閲覧処理 ユーザからデータの閲覧要求がされると、地図を作成するととも にその上にセンサ情報や地質データを表示する.



図 4.2 サーバのモジュール構成

4.3 動作検証

図 4.3 に SGS の動作検証結果を表す. Web サーバは GeoCord アプリから受信した各 地質データを露頭と位置情報ごとに色別し, Google Maps 上に表現することができる. ユーザーは GeoCord アプリから受信した各地質データを Google Map 上で閲覧したり, データの探索,削除,修正などが可能である.野外で調査中の調査隊はこれを見ること で,自分がどこへ向かっていけばいいのかを判断できる.

本研究では、すべての岩石の名前を色別で表現出来るように作成した. 図 4.3 の内 容は、三重県の多度山において収集したセンサ情報や地質データの例である. 多度山で の実験調査によって、GeoCord アプリで取得した各地質データをサーバに送信し、リア ルタイムでデジタル化することに成功した.

Smart Geology System	×
Sort	INFORMATION SECTION
Sort by Igneous rock: Sort by Metamorphic rock: Sort by Sedimentary rock: Sort by Volcaniclastic rock: SELECT COLOR SELECT COLOR SELECT COLOR SELECT COLOR	LOCATION 35.134106,136.624954
Conglomerate (rounde	ROCK NAME Mudstone
Chemical Gravel	GRAIN SIZE Sedimentary rock, Very coarse grai
Phosphatic Mudstone	symbol
	50 NE
	ANGLE OF DIP
	32 NOTE
Tadoayame Hocpital	PHOTO Browserm No file selected.
石度市 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本	Update
	Delete

図 4.3 実装結果

第5章 SGS の時間評価

5.1 実験の概要

図 5.2 にデータ収集時間に関して既存の調査方法と提案システムによる調査方法を比較した結果を表す.野外地質情報収集実験は、2014年11月23日に GeoCord アプリを利用して行い、2014年11月24日に従来の地質情報収集方法で行った.2014年11月23日の実験においては、スマートフォンとハンマーのみによって地質データ収集した.実験時間は午後1時半から午後5時までである.その日の野外実験で16回測定を行い、地質情報収集した(図 5.1). Samsung Galaxy 4S (OS Android 4.4.2) に GeoCord アプリをインストールし、Docomoの携帯電話回線を使用した.

2014年11月24日の実験では、午前11時から午後4時まで実施した.この日の野外 実験はノート、ハンマー、鉛筆、ループ、コンパス、GPS、時計などを持ち、従来の方 法で地質データ収集した.その日の野外実験で10回測定を行い、地質データを収集し た.

1. 従来方式の時間評価

従来の地質情報収集方法を使い,一回の地質情報収集時間は2分30秒から3分であった.

2. GeoCord アプリの時間評価

GeoCord アプリを使った実験は一回の地質情報収集時間は 50 秒から1分であった.

rocktype	rockclass	rockname	scaling	number	symbol	note	lat	lng	elmnt1	elmnt2	elmnt3	inage
Sedimentary rock	Biochemical	Limestone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Limestone		Spoint	35.139259	136.624756				20141123150305image.jpg
Sedimentary rock	Biochemical	Limestone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Limestone		6point	35.139908	136.625031				20141123150939image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very fine grained(0.004-0.032mm)	Mudstone		nemeh7 calcite or quarz iin nariin ue	35.139923	136.624893	224 ° S₩	155 ° SE	64°	
Sedimentary rock	Biochemical	Limestone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Limestone		7point	35.141571	136.624725				20141123151727image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very fine grained(0.004-0.032mm)	Mudstone		nemeh2	35.137577	136.627380	145 ° SE	237 ° S₩	21°	20141123142308image.jpg
Sedimentary rock	Biochemical	Limestone	Sedimentary rock,Very fine grained(0.004-0.032mm)	Limestone		Spoint	35.139057	136.626373				20141123143144image.jpg
Sedimentary rock	Biochemical	Limestone		Limestone		nemeh3	35.138996	136.626694				20141123142945image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock, Fine grained(0.032-0.25)	Mudstone		nemeh 4 siltstone	35.139149	136.625870				20141123143741image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Sandstone	Sedimentary rock,Fine grained(0.032-0.25)	Sandstone		nemeh 5 fine grain sandstone outcrop with quartz	35.139164	136.625839	42 ° NE	148 ° SE	72°	20141123144352image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		lpoint	35.134106	136.624954	50 ° NE	132 ° SE	32°	20141123135308image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		8point	35.144642	136.622925				20141123152932image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very fine grained(0.004-0.032mm)	Mudstone		nemeh 9 hemjilt hiih bolomjgui	35.144615	136.622879				
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		chuluunii turul changed	35.144524	136.622879	334 ° N₩	223 ° S₩	10°	20141123153546image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		9point	35.143482	136.625717				20141123160542image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		19point fold	35.143059	136.625687				20141123161934image.jpg
Sedimentary rock	Clastic	Mudstone	Sedimentary rock,Very coarse grained(?16mm)	Mudstone		11point	35.142483	136.626663				20141123162304image.jpg

図 5.1 スマートフォンからデータベースに登録された地質データ

5.2 システム全体の作業時間の評価

従来の地質情報収集方法では,野外の調査中に収集した各地質情報を宿舎に帰ってき てからパソコンに入力し,デジタル化するために数時間が掛かっていた.2014年11月 23日実験では,GeoCordアプリで取得した各地質データをサーバに送信し,リアルタ イムでデジタル化することに成功した.最初からデジタル化されるので,宿舎に戻った 後の時間を大幅に短縮できる. 図 5.1 には、SGS より取得した情報をサーバ側で表示した例(三重県の多度山により 収集した)である.これらを地質総合すると地質図作業期間を 1/2~1/3 に短縮できると 考えられる.



図 5.2 時間評価

5.3 残された課題

地質図を作成する際に、複数のシンボルなどを使う必要がある.スマートフォンで作 成すると、アプリケショーン速度が極端に遅くなるため、複数のシンボルを Web サー バ側に設定することも考えられるが、利便性に欠ける.

第6章 結論

本論文では、スマートフォンを利用した地質図作成システムについて提案した. SGS よって、スマートフォン(Android 端末)でセンサ情報や地質データを収集し、インター ネット環境のWebサーバへ送信し、リアルタイムで地質データを取得することが可能 となる.また、スマートフォンから取得した各データをそれぞれのメンバーが共有する ことで「誰が、いつ、どこから、どんなデータを取得しているのか」が分かる.さらに、 野外の調査で収集した各データが、リアルタイムでデジタル化されるため、地質図作成 作業の時間を大幅に短縮出来ることを示した.

謝辞

本研究にあたり,多大なる御指導と御教授を賜りました,渡邊晃教授には心から感謝 いたします.

本論文を作成するにあたり,熱心にご指摘を頂きました,旭健作助教に感謝の意を表し ます.

本論文を作成するにあたり,熱心にご指摘を頂きました,鈴木秀和助教に感謝の意を表します.

本論文を作成するにあたり,熱心にご指摘を頂きました,中野倫明教授に感謝の意を表します.

参考文献

[1] 地質調査の基本:http://www.dino.or.jp/shiba/survey/sur_1.html/

[2] 狩野謙一,村田明広構造地質学』朝倉書店 45-48pp (2004).

- [3] GoogleMapsAPI : http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/
- [4] jQuery : http://jquery.com

[5] ITpro, Android の仕組みを知る http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20091126/341182/?ST=android-dev&P=2

[6] Android Developers -Servicehttp://developer.android.com/reference/android/app/Service.htm

[7] Android Developers -System Permissionshttp://developer.android.com/intl/ja/guide/topics/location/index.html

[8] 西沢夢路, 基礎からの MySQL 改訂版 Aug.2014

[9] PHP 入門(基本編): http://dotinstall.com/lessons/basic_php_beginner

[10] TCP/UDP 通信: http://beginners-network.com/tcp_udp.html

研究業績

研究会·大会等

- 1. Luvsankhuu Amarsaikhan, 鈴木秀和, 渡邊晃: スマートフォンを利用した地質図 作成方法の提案, 平成 26 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Sep.2014.
- 2. Luvsankhuu Amarsaikhan, 鈴木秀和, 渡邊晃: スマートフォンを利用した地質図 作成方法の提案と実装, 三大学合同修士論文発表会論文集, Feb.2015.
- 3. Luvsankhuu Amarsaikhan, 鈴木秀和, 渡邊晃:スマートフォンを利用した地質図 作成方法の提案と実装, 電子情報通信学会総合大会論文集 Mar.2015.