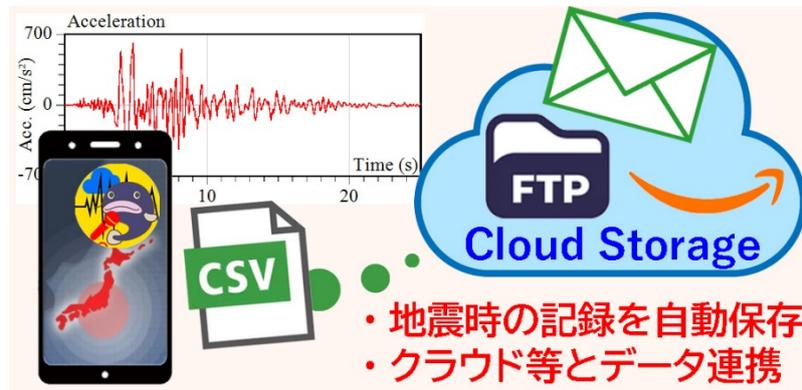


Android アプリ クラウド地震計

使用マニュアル「基本編」



Ver.1

千葉大学 地震災害工学研究室

林 和宏

まえがき

本アプリケーション「クラウド地震計」は、Android OS を搭載したスマートデバイスを用いて中長期の地震観測を実施（地震時の加速度記録を取得）する目的で開発されており、著作権は開発者：千葉大学地震災害工学研究室 林和宏 に帰属します。アプリケーションは、特定の環境下で開発、動作検証されたものであり、実際の動作状況や観測記録（加速度データ）の信頼性について、開発者は一切の責任を負いません。本アプリケーションは Google Play で無料公開されており、どなたでもご利用いただけます。



https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.hayashi_lab.jishin01

アプリケーションに関してご意見等がある場合、開発者：林和宏宛（hayashi.kazuhiro@chiba-u.jp）にご連絡ください。なお、いただいたご意見に対して対応、お答えができない場合もありますので、ご了承ください。開発においては、防災科学技術研究所_首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上 PJ、豊橋市大学研究活動費補助金、電気通信普及財団_研究調査助成、から助成をいただきました。

本アプリケーションのプライバシーポリシーは次の URL からご確認ください。

<https://hayashi-lab.jp/cloud-seismometer/privacy.html>

本アプリケーションが、皆様のお役に立てば幸いです。

2022 年 8 月 23 日
千葉大学 大学院工学研究院
融合理工学府 建築学コース

林 和宏

<https://hayashi-lab.jp/index.html>
<https://hayashi-lab.jp/software.html>

目次

1. アプリケーションの動作環境	4
2. アプリケーションのインストールと初回起動	5
3. 諸設定（観測開始前）	6
3.1 制御設定	6
3.2 パス設定	8
3.3 記録場所設定	9
3.4 観測記録アップロード先設定	11
3.4.1 FTP 設定	12
3.4.2 AWS S3 設定	13
3.4.3 メール設定	14
4. 観測の実行と中断	15
5. 観測記録の確認・削除	16
5.1 観測記録確認	17
5.2 アプリケーション動作状況 LOG ファイル確認	18
6. その他	19
6.1 観測記録ファイル名	19
6.2 観測記録 CSV ファイルの内容	20
6.3 中長期の地震観測を実行するには	22
6.4 本アプリケーションの説明	22

1. アプリケーションの動作環境

本アプリケーションは、下記の環境で動作するように設計されています。

- ・ Android 7～12 を搭載したスマートデバイス

なお、本アプリケーションは、スマートデバイスに内蔵された MEMS 加速度センサを利用して、地震時波形（加速度）を計測しています。MEMS 加速度センサが搭載されていないデバイスでは、正常に動作しません。

また、本アプリケーションで収集した加速度記録データには、デバイスが設置された位置の緯度と経度の情報を含ませることが可能です。その場合は、デバイスに GPS 端子が内蔵されている必要があります。

2. アプリケーションのインストールと初回起動

本アプリケーションは Google Play で無料公開されています。



https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.hayashi_lab.jishin01

アプリケーションのインストールが完了すると、図1のように「クラウド地震計」のアイコンが現れ、アプリケーションの利用が可能になります。アプリケーションの初回起動時には、図2のように端末内のファイルへのアクセス許可が求められます。これは、計測した地震記録（加速度データ群）を CSV ファイルとしてデバイス内に格納・保存するためです。「許可」を選択すると、アプリケーションのホーム画面（図3）が表示されます。

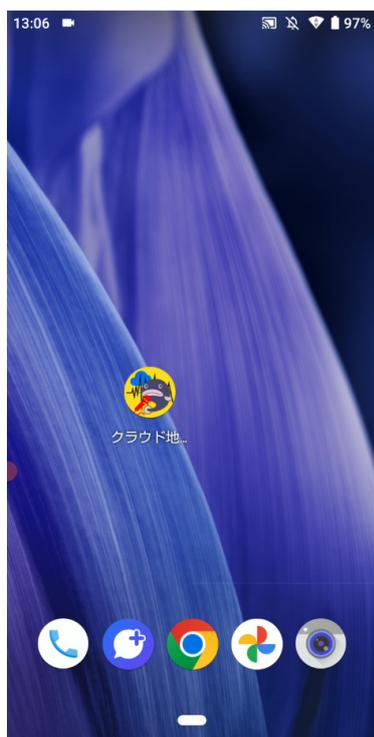


図1 クラウド地震計のアイコン



図2 初回起動時画面

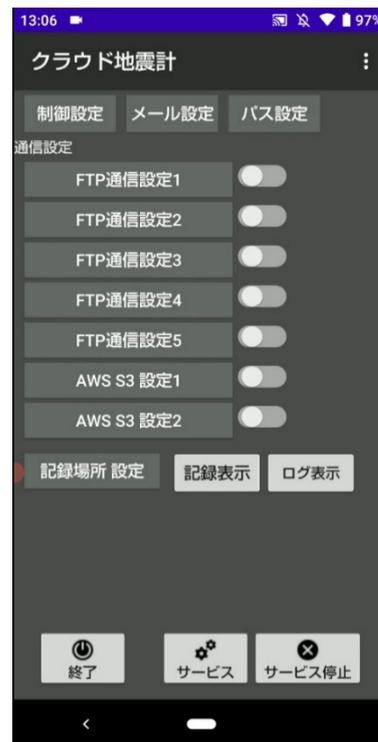


図3 ホーム画面

3. 諸設定（観測開始前）

本アプリケーションは、観測開始前に諸設定を実施する必要があります。事前に設定すべき項目は、基本的な動作条件を設定する「制御設定」、観測記録や動作状況ログの保管場所を設置する「パス設定」、デバイスを設置した場所の情報を設定する「記録場所設定」、地震イベント後の観測記録自動アップロード先の設定「FTP 通信設定・AWS S3 設定・メール設定」、の4種類です。

3.1 制御設定

ホーム画面上部の「制御設定」をタップすると、図4の制御設定画面が開きます。各項目の設定内容は下記のとおりです。ここでの設定を保存する場合は、制御設定画面下の「保存」をタップしてください。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。

- ・自動実行機能 オンにするとデバイスが再起動した際も、本アプリケーションが自動起動して観測を継続実行します。
- ・ID このデバイス固有のIDです。「ID再取得」で別の値（任意文字列）に変更可能です。
- ・トリガ加速度 地震と判定する加速度の閾値です。（単位は $\text{gal} = \text{cm}/\text{sec}^2$ ）
- ・継続時間 上記のトリガ加速度が、ここで設置した時間継続されることで、地震発生と判定されます。（単位は秒）
- ・プレトリガ ここで設置した時間分の加速度記録が、観測記録の前半（トリガ加速度が発生する前）に加えられます。（単位は秒）
- ・ポストトリガ 上記に準ずる

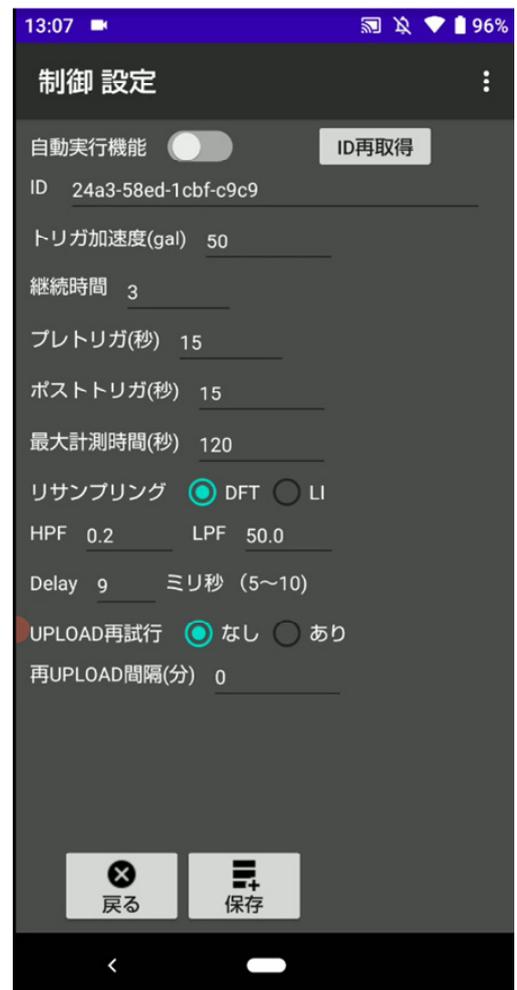


図4 制御設定

- ・ **最大計測時間** 1つの観測記録（CSV ファイル）に格納される加速度記録の最大時間（単位は秒）です。地震継続時間がこれを超えると、別のファイルになります。
- ・ **リサンプリング** オリジナルの観測記録におけるデータサンプリング周波数は、デバイスの性能や本アプリケーションと並走する他のアプリケーションの影響を受けるため、固定値とすることができません。そこで、本アプリケーションは、観測記録を 100Hz の加速度記録にリサンプリングする機能を有しています。「DFT」は離散フーリエ変換・逆変換によって、オリジナルの観測記録からリサンプリングした「補正データ」を計算します。「LI」は、観測記録の線形補間によってリサンプリングデータを求めます。なお、両手法ともオリジナルの観測記録が一定のサンプリング周波数（100Hz ではないとしても）を維持していることを前提としており、観測中に実サンプリング周波数が大きく変動する場合は補正計算の精度が悪くなる可能性があります。
- ・ **HPF** ハイパスフィルタ（High-pass filter） 本アプリケーションは、リサンプリングした「補正データ」について、フィルタリング処理を適用することが可能です。「HPF」は高域通過側の閾値振動数の設定値で、デフォルトでは 0.2Hz が設定されています。この値を 0 とすれば、ハイパスフィルタは適用されない（低周波数側を遮断しない）設定となります。（単位は Hz）
- ・ **LPF** ローパスフィルタ（Low-pass filter） 内容は上記に準ずる
- ・ **Delay** オリジナル観測記録におけるサンプリング間隔の目安となる値です。「Delay」を 10 ミリ秒に設定すると、オリジナル観測記録は理論的に 100Hz のサンプリングデータとなります。ただし、実際のサンプリング間隔は、デバイスの性能や本アプリケーションと並走する他のアプリケーションの影響を受けるため、設置値よりも若干長くなる傾向にあります。デフォルトでは、9 ミリ秒（理論的なサンプリング周波数は 111Hz）が設定されています。（単位はミリ秒）
- ・ **UPLOAD 再試行** 本アプリケーションは、地震イベント後に観測記録（CSV ファイル）を自動でアップロードする機能を有します。ただし、アップロードのタイミングでインターネットへの通信環境がデバイス側で確保できない場合、アップロードは失敗します。「UPLOAD 再試行」を「あり」にしておくと、その下で設定する「再 UPLOAD 間隔」の時間をインターバルとして、アップロードが成功するまで定期的にアップロード作業を実行させることが可能です。

3.2 パス設定

ホーム画面上部の「パス設定」をタップすると、図5のパス設定画面が開きます。各項目の設定内容は下記のとおりです。ここでの設定を保存する場合は、制御設定画面下の「保存」をタップしてください。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。

- ・計測ファイル保管パス デバイス内の観測記録（CSVファイル）の保管場所です。Android 11以降では、この値は変更できません。Android 7～10の場合は、の中が空白になっているので、ここをタップして適当なフォルダを指定してください。（例：デバイス本体のDownloadフォルダなど、図6参照）
- ・LOGファイル保管パス 上記に準ずる
- ・計測ファイル保管 地震イベント後に、観測記録（CSVファイル）をデバイス内に保管するかを選択します。（開発者は、保管することをお勧めします。）
- ・LOGファイル保管 本アプリケーションの動作状況を、Logファイルとして保管することが可能です。

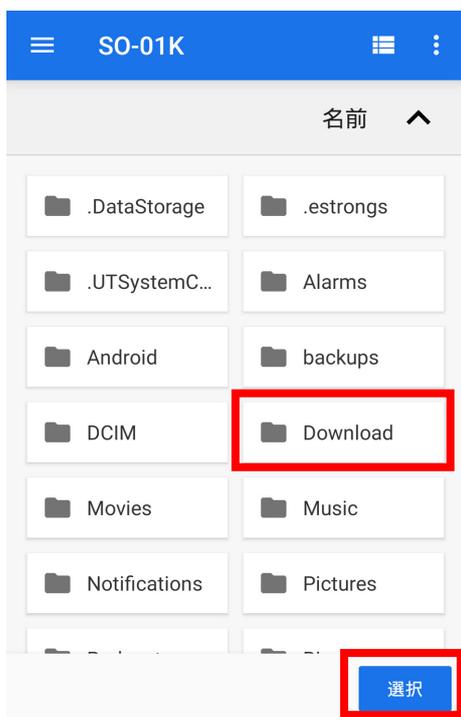
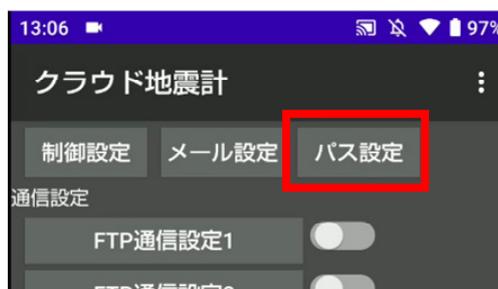


図6 ファイル保管場所の設定例

図5 パス設定

3.3 記録場所設定

図7に示すホーム画面中段右側の「記録場所設定」をタップすると、図8の計測場所画面が開きます。ここでは、デバイスを設置した場所の情報を設定します。当該情報は観測記録（CSVファイル）に記載されます。各項目の設定内容は下記のとおりです。ここでの設定を保存する場合は、制御設定画面下の「保存」をタップしてください。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。

- ・ 計測場所 デバイスを設置した場所や建物の名称が設定できます。（入力任意）
- ・ 建物概要 デバイス設置場所が建物内部の場合、建物の構造特性情報を観測記録（CSVファイル）に記載することが可能です。選択肢は「その他：デフォルト」「木造」「鉄骨造」「鉄筋コンクリート造」の4種。（入力任意）
- ・ 計測位置 デバイス設置場所が建物内部の場合、何階建ての建物内の何階が設置場所かを設定できます。（入力任意）
- ・ 計測情報 デバイス内蔵のGPS機能を使い、緯度と経度の値を観測記録（CSVファイル）に記載することが可能です。「利用する」を選択すると、図9のGPS位置情報利用ポリシーが表示されます。「設定へ」をタップすると、図10のOS側の位置情報

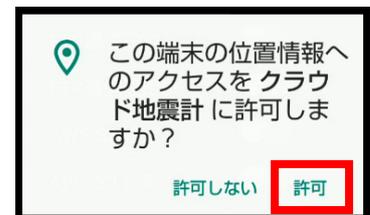


図10 位置情報アクセス許可

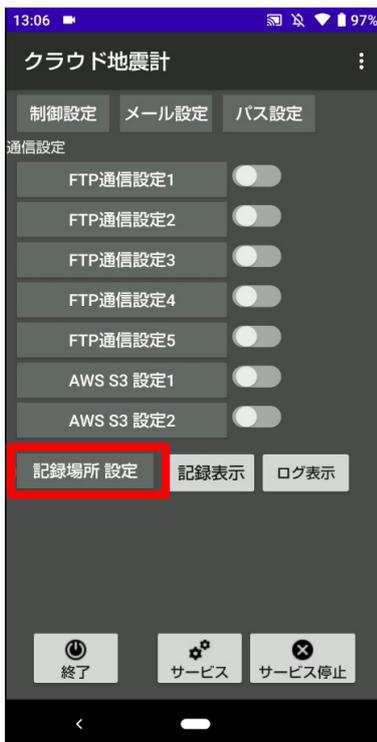


図7 記録場所設定



図8 記録場所設定画面

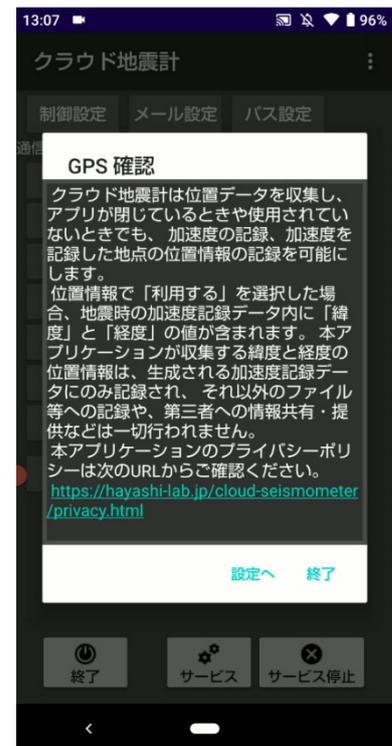


図9 GPS使用確認

アクセス確認が表示され、「許可」を選択すると本アプリケーションで GPS が利用可能になります。位置情報を利用しない場合（OS 側の位置情報アクセスを拒否）、観測記録（CSV ファイル）内の緯度と経度の値は 0 として記載されます。OS 側の設定に関して、一旦、位置情報取得を拒否しても後でも、「設定」>「アプリと通知」>「クラウド地震計」>「許可」と進んでいただき、「位置情報」を ON にしていただければ、本機能が利用できます。

※本アプリケーションが収集する緯度と経度の位置情報は、生成される観測記録データにのみ記載され、それ以外のファイル等への記録や、第三者への情報共有・提供などは一切行われません。

3.4 観測記録アップロード先設定

本アプリケーションは、地震イベント後に観測記録（CSV ファイル）をあらかじめ設定したアップロード先に自動でアップロードすることが可能です。設定できるアップロード先はFTP サーバー（5 件）、AWS S3 ストレージ（2 件）、メール（1 件）の 3 種類計 8 件で、この全てに同時に送信することも可能です。ホーム画面にある「FTP 通信設定 1～5」「AWS S3 設定 1～2」「メール設定」をタップすると、それぞれの設定画面が開きます（図 11）。なお、各設定画面内で「保存」をタップすると、その設定が保存されます。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。

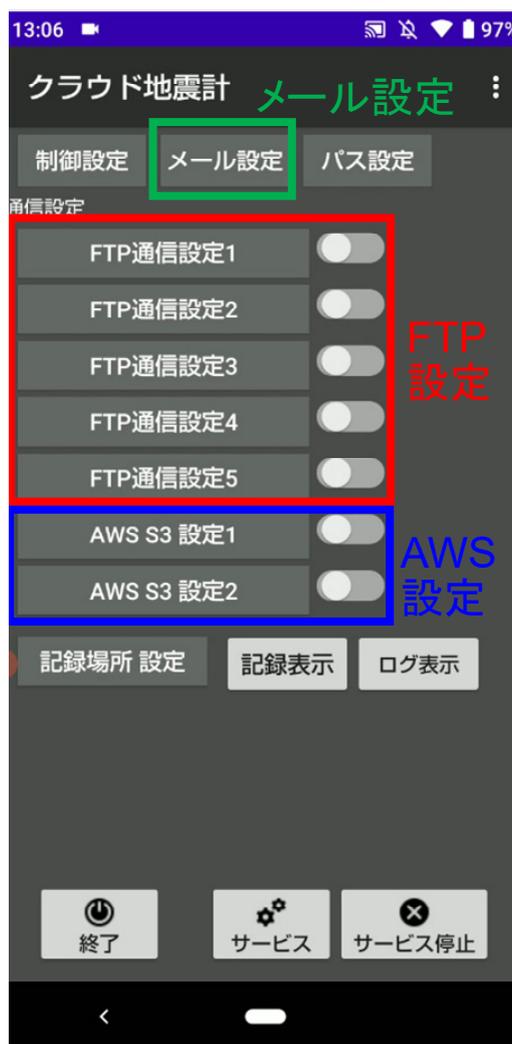


図 11 アップロード先設定

3.4.1 FTP 設定

図 12 に示す各項目の設定内容は下記のとおりです。画面下部の「保存」をタップすると、画面内の設定が保存されます。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。「テスト」をタップすると、現状の設定内容に基づいて、アップロード先として設定した FTP サーバーとの接続確認を行うことが可能です。

- ・アップロード オンにすると、この設定先 FTP サーバーに観測記録（CSV ファイル）が自動アップロードされます。
- ・送信ファイル アップロードする観測記録は、オリジナルの記録（加速度データ群）、100Hz リサンプリングとフィルタリングを適用した補正データ、オリジナルと補正データの両方、の 3 種類から選択できます。
- ・接続名 この FTP サーバー設定の名称が設定できます。（入力任意）
- ・FTP アドレス 送信先の FTP サーバーアドレスを設定します。
- ・FTP ポート 通信に使用するポート番号を設定します。（例：21）
- ・FTP フォルダ 観測記録を保存する FTP サーバーのディレクトリーを設定します。親ディレクトリーとした場合は「/」を入力します。
- ・ユーザーID FTP サーバー接続で要求される ID を設定します。
- ・パスワード FTP サーバー接続で要求されるパスワードを設定します。

※転送モード、接続 Time、接続後 TimeOut、読取 TimeOut は、FTP 通信に関する諸設定情報です。極端な低速回線でなければ、デフォルトの設定で問題ありません。

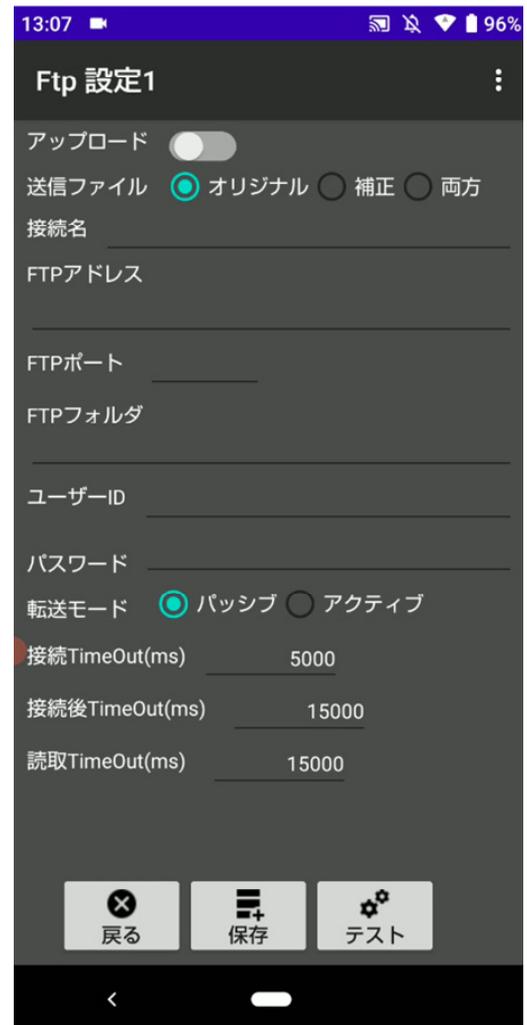


図 12 FTP 設定

3.4.2 AWS S3 設定

図 13 に示す各項目の設定内容は下記のとおりです。画面下部の「保存」をタップすると、画面内の設定が保存されます。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。「テスト」をタップすると、現状の設定内容に基づいて、アップロード先として設定した AWS S3 サーバーとの接続確認を行うことが可能です。

- ・アップロード オンにすると、この設定先 AWS S3 サーバーに観測記録（CSV ファイル）が自動アップロードされます。
- ・送信ファイル アップロードする観測記録は、オリジナルの記録（加速度データ群）、100Hz リサンプリングとフィルタリングを適用した補正データ、オリジナルと補正データの両方、の 3 種類から選択できます。
- ・アクセスキーID AWS サーバー接続で要求される ID を設定します。
- ・シークレットキー 内容は上記に準ずる
- ・バケット 観測記録を保存する AWS S3 のバケットを設定します。

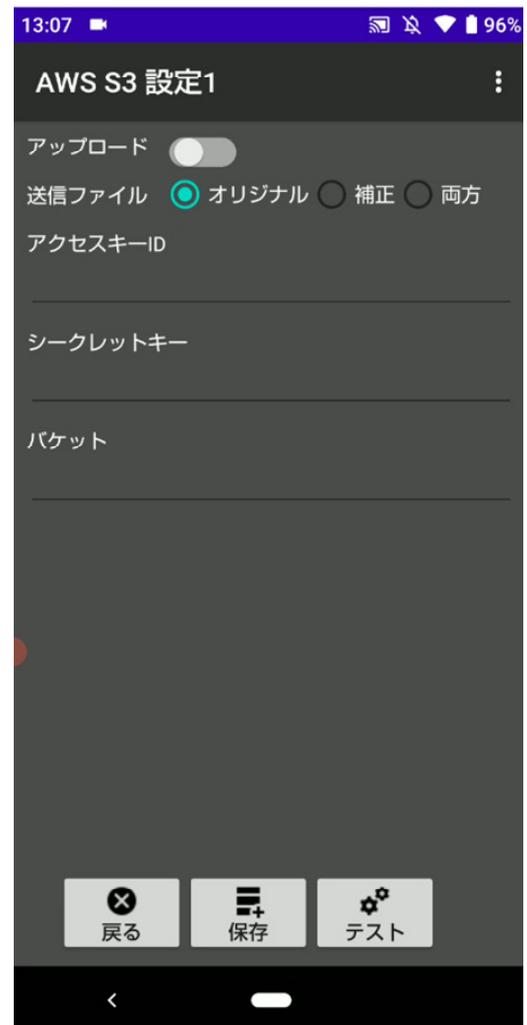


図 13 AWS S3 設定

3.4.3 メール設定

本アプリケーションは、別途でメール送信サーバー（SMTP サーバー）を用意いただければ、地震イベント後に予め設定したアドレス宛にメールを送信することが可能です。図 14 に示す各項目の設定内容は下記のとおりです。画面下部の「保存」をタップすると、画面内の設定が保存されます。「戻る」をタップすると、設定の変更を保存せずにホーム画面に戻ります。「テスト」をタップすると、現状の設定内容に基づいて、送信先として設定したメールアドレス宛に送信確認を行うことが可能です。

- ・完了メール送信 オンにすると、地震イベント後に設定メールアドレス宛にメールを送信します。
- ・SMTP サーバー 別途ご用意いただいたメール送信用 SMTP サーバーを設定します。
- ・SMTP ポート 内容は上記に準ずる
- ・アカウント 内容は上記に準ずる
- ・パスワード 内容は上記に準ずる
- ・送信先 メール送信先のアドレスを設定します。※「aaa@bb.ne.jp, ccc@dd.co.jp」のように、複数のアドレスを「,」で繋いで設定いただくことも可能です。
- ・件名 送信するメールの件名を設定します。
- ・添付ファイル 送信するメールに、観測記録（CSV ファイル）を添付することも可能です。添付ファイルについては、なし（地震発生と判定されたことだけをメールで通知）、オリジナルの記録、100Hz リサンプリングとフィルタリングを適用した補正データ、オリジナルと補正データの両方、の 4 選択肢から選ぶことができます。



図 14 メール設定

4. 観測の実行と中断

本アプリケーションを使って地震観測を実行するには、図 15 に示すホーム画面下部の「サービス」をタップしてください。観測が実行されると、図 16 のようにカウントダウン画面が表示されます。この時点で観測を中止したい場合は、画面下部の「中止」をタップします。カウントダウンが終了すると Android のメイン画面に戻ります。この際、本アプリケーションは、バックグラウンドで動作しています。観測実行中は、図 17 に示すように画面上部のステータスバーに「★」マークが表示されます。

観測を中断したい場合は、Android メイン画面からクラウド地震計のアプリアイコンをタップし、メイン画面（図 15）を立ち上げます。そして、画面下部の「サービス停止」をタップすると、観測が中断されます（これに合わせて、ステータスバーの★マークが消えます）。観測を再開したい場合は、再度、画面下部の「サービス」をタップします。観測を終了して本アプリケーションを閉じる場合は、画面下部の「終了」をタップします。



図 15 地震観測実行

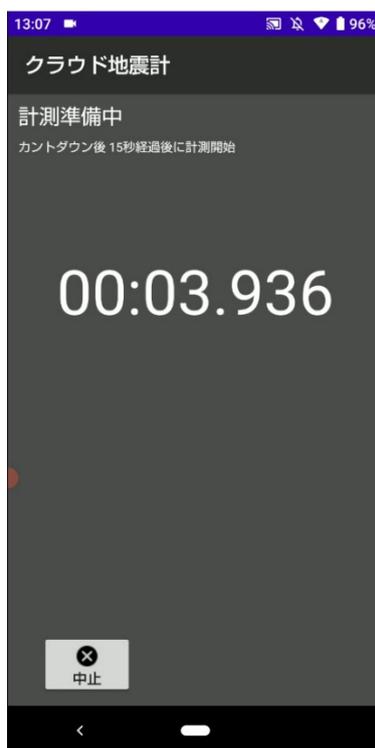


図 16 観測開始カウントダウン

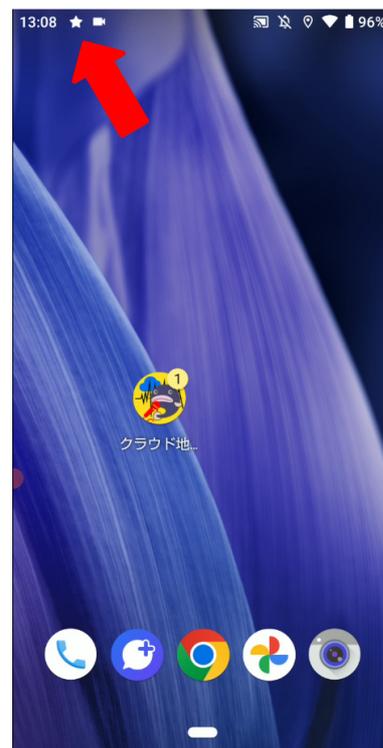


図 17 観測中のスマホ画面

5. 観測記録の確認・削除

3.2 節の「パス設定」において、観測記録（CSV ファイル）もしくはアプリケーション動作状況の Log ファイルをデバイス内に保管する設定をした場合、地震イベント後に保管ファイルを確認することができます。観測記録を確認する場合は図 18 に示すホーム画面中段の「記録表示」を、動作状況 Log ファイルを確認する場合は「ログ表示」をタップしてください。



図 18 保管記録の確認

5.1 観測記録確認

図 19 に示す観測記録の確認画面では、地震イベントで得られた観測記録（CSV ファイル）の内容確認、再送信、削除をすることができます。

- ・ 閲覧 画面中段の観測記録ファイルを選択（タップ）した後、画面下部の「閲覧」をタップすると、当該記録の内容が確認できます。
- ・ 送信 画面中段の観測記録ファイルを選択（タップ）した後、画面下部の「送信」をタップすると、当該記録が設定したアップロード先（FTP サーバー、AWS S3 ストレージ、メール）に再アップロードされます。
- ・ 削除 画面中段の観測記録ファイルを選択（タップ）した後、画面下部の「削除」をタップすると、デバイス内から当該記録が削除されます。削除された記録は復元できません。
- ・ 全削除 画面下部の「全削除」をタップすると、デバイス内に保管されている全ての観測記録が削除されます。
- ・ 再表示 画面下部の「再表示」をタップすると、画面中段の観測記録ファイル一覧が更新されます。
- ・ 閉じる 画面下部の「閉じる」をタップすると、ホーム画面に戻ります。

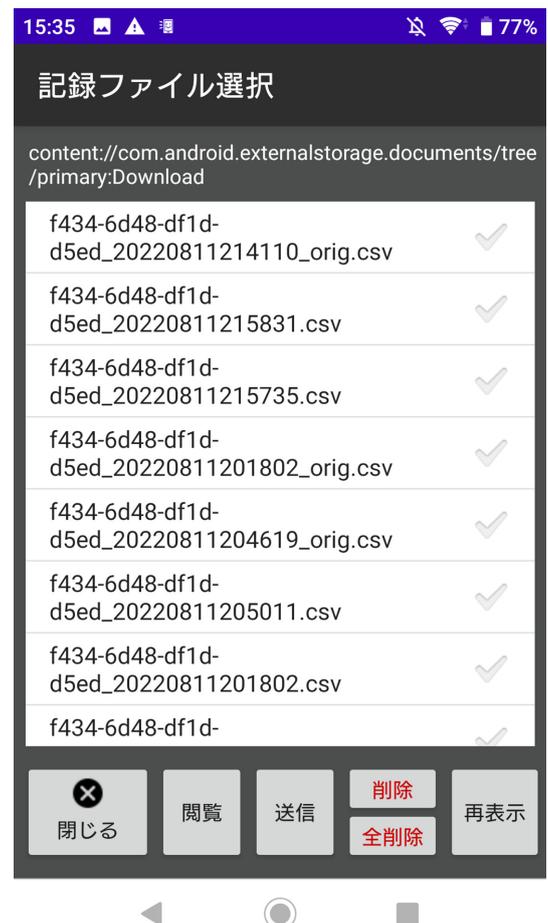


図 19 観測記録の確認

5.2 アプリケーション動作状況 LOG ファイル確認

図 20 に示す動作状況 Log ファイルの確認画面では、アプリケーションの動作状況の確認、削除をすることができます。

- ・ 閲覧 画面中段の観測記録ファイルを選択（タップ）した後、画面下部の「閲覧」をタップすると、当該 Log ファイルの内容が確認できます。
- ・ 削除 画面中段の観測記録ファイルを選択（タップ）した後、画面下部の「削除」をタップすると、デバイス内から当該 Log ファイルが削除されます。削除された記録は復元できません。
- ・ 全削除 画面下部の「全削除」をタップすると、デバイス内に保管されている全ての Log ファイルが削除されます。
- ・ 再表示 画面下部の「再表示」をタップすると、画面中段の Log ファイル一覧が更新されます。
- ・ 閉じる 画面下部の「閉じる」をタップすると、ホーム画面に戻ります。

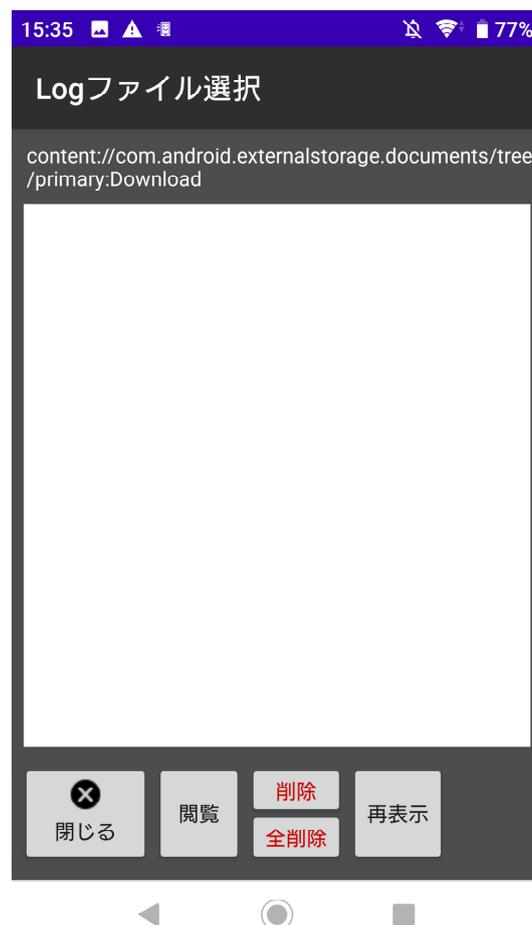


図 20 動作状況 LOG ファイルの確認

6. その他

6.1 観測記録ファイル名

下記は本アプリケーションで得られた観測記録（CSV ファイル）のファイル名例です。

d8a5-8d5f-a8dd-10a6_20220824235949.csv

d8a5-8d5f-a8dd-10a6_20220824235949_orig.csv

ファイル名の先頭 19 文字（上記例では「d8a5-8d5f-a8dd-10a6」の部分）は、デバイス固有の ID（3.1 節参照）です。その後の「_」に続く 14 桁の数字は、地震発生日時を示しています。上記例では、加速度記録が 2022 年 8 月 24 日 23 時 59 分 49 秒から始まっていることを意味します。

なお、ファイル拡張子である「.csv」の前に「_orig」とついているファイルは、リサンプリングやフィルタリングの処理を施していない、観測記録のオリジナルデータです。逆に、「_orig」とついていないファイルは、サンプリング周波数を 100Hz に修正し、必要に応じたフィルタリング処理を施した補正データになります。

6.2 観測記録 CSV ファイルの内容

図 21 に観測記録 CSV ファイルを Excel で開いた場合の例を示します。観測記録は、1 行目に諸情報が記載されており、得られた加速度記録は 2 行目から始まります。図中の各セルに記載された値の内容を以下に列記します。

- A1 : 加速度記録のサンプリングデータ数
- B1 : 地震発生日時
- C1 : 地震終了日時
- D1 : 地震の継続時間 (A3-A2 の値を、秒単位で記載)
- E1 : 経度 (位置情報 (GPS) を利用しない設定の場合は 0 と記載される)
- F1 : 緯度 (A5 同様、詳細は 3.3 節参照)
- G1 : デバイス固有の ID (3.1 節参照)
- H1 : デバイスの Android OS のバージョン
- I1 : X 軸方向の基準加速度 (基準加速度については後述)
- J1 : Y 軸方向の基準加速度
- K1 : Z 軸方向の基準加速度
- L1 : 建物名称 (3.3 節の「計測場所」)
- M1 : 建物の構造形式 その他 : Other、木造 : Wooden、鉄骨造 : Steel、
鉄筋コンクリート造 : RC
- N1 : デバイスの設置階 (デフォルトは地下階を示す「-1」、詳細は 3.3 節参照)
- O1 : デバイスを設置した建物の総階数

- A2~ : オリジナルデータの場合は日時、補正データでは地震発生時点からの時間
- B2~、C2~、D2~ : X、Y、Z 各方向の加速度値 (単位は gal = cm/sec.²)

	データ数	地震発生日時	地震終了日時	継続時間	経度	緯度	デバイス ID	OS	基準加速度値	建物名	構造	階数
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	3777	2022082423594900	2022082500002660	37.66	140.1034	35.6247	dc97-1ed5-146a-d7e8	9	19.23	9.81	981.1	test RC
2	59:49.0	1.84	-2.15	3.43								
3	59:49.0	-1.03	1.68	0.55								
4	59:49.0	-2.95	-0.23	-1.36								
5	59:49.0	-1.03	1.68	-3.28								
6	59:49.0	1.84	0.72	2.47								
7	59:49.1	-1.03	-2.15	4.38								
8	59:49.1	-1.03	0.72	-1.36								
9	59:49.1	-2.95	-0.23	1.51								
10	59:49.1	-1.99	0.72	-1.36								
11	59:49.1	-3.91	-0.23	1.51								
12	日時	X 軸方向加速度	Y 軸方向加速度	Z 軸方向加速度								

図 21 観測記録 CSV ファイルの内容

本アプリケーションは、X、Y、Zの3軸方向について加速度値を取得・記録することが可能です。デバイスと上記3軸の関係は、基本的に図22のようになります。ただし、タブレットや特殊なスマートフォンなど、一部デバイスについてはこの限りではありません。本アプリケーションをお使いの方は、ご使用のデバイスを用いて事前確認を行ってください。

また、地球上のすべての物体は、鉛直方向に1Gの重力加速度（約980 gal）が常に作用しています。本アプリケーションは、地震時にデバイスに作用する相対加速度の値を計測するため、MEMS加速度センサが計測する絶対加速度の値から、重力加速度の影響を差し引いています。この重力加速度の影響を差し引く際に用いる値を基準加速度と定義（図21中のI1、J1、K1の値がこれに該当）しており、計測開始時にスマートデバイスのMEMS加速度センサが記録した値を用います。

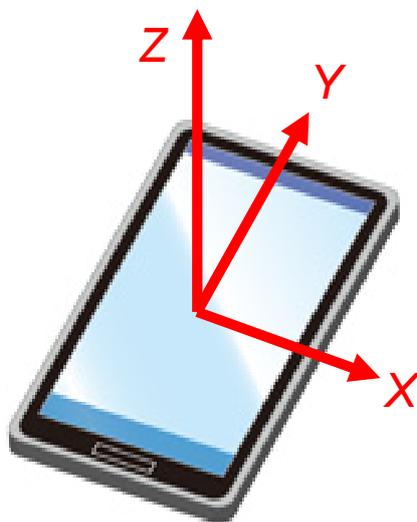


図 22 スマートデバイスと 3 軸方向の関係

6.3 中長期の地震観測を実行するには

本アプリケーションを用いて中長期の地震観測を行うためには、このマニュアルに書かれているアプリケーションの設定以外にも、デバイス OS 側の設定を適切に行う必要があります。特に、給電途絶時のデバイスの挙動、スリープモード時のアプリケーションバックグラウンド動作に関する設定、不定期に発生する OS の再起動などの問題が予想され、それに対してアプリケーションが断続的に地震観測を継続できるように配慮する必要があります。

本件については、開発者が認識している問題とその対処法を「Android アプリ クラウド地震計 使用マニュアル「応用編」」に記載しておりますので、そちらをご参考いただければ幸いです。

6.4 本アプリケーションの説明

本アプリケーションについては、下記のサイトでも説明や情報掲載を行っております。ご利用いただく方の参考になれば幸いです。

アプリケーションの配布

https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.hayashi_lab.jishin01

アプリケーションの説明

<https://hayashi-lab.jp/software.html>

プライバシーポリシー

<https://hayashi-lab.jp/cloud-seismometer/privacy.html>

開発者の研究室 HP

<https://hayashi-lab.jp/index.html>

基本的な使用方法の解説動作－YouTube

<https://youtu.be/4jAZJ0Kb2cc>