



特務機関NERV防災アプリが伝える防災気象情報

～ユーザーインターフェイスとユニバーサルデザイン～

石森大貴†

1. まえがき

ゲヒルン株式会社は、2010年7月に創業した情報セキュリティ会社で、ホワイトハッカーによる脆弱性診断サービスが主たる事業ですが、本稿では、2011年の東日本大震災から継続して取り組んでいる「特務機関NERV(ネルフ)防災」プロジェクトと、プロジェクトの成果物である防災アプリについてご紹介します。

2. 特務機関NERVとは

「特務機関NERV」は、人気アニメ『エヴァンゲリオン』シリーズに登場する国連直属の非公開組織。南極で起きた大災害「セカンドインパクト」に次ぐ災害「サードインパクト」を未然に防ぎ、使徒と呼ばれる謎の生命体から人類を守る仕事をしています。

アニメの設定が、現実世界とシンクルロする出来事がありました。東日本大震災直後、東京電力管内をはじめ全国的な電力不足となり、計画停電(輪番停電)が必要となったため、インターネットを中心に、節電を呼びかける「ヤシマ作戦」という運動が始まりました。ヤシマ作戦とは、『エヴァンゲリオン』シリーズに登場する作戦名で、NERVが全国から電力を集めて使徒を殲滅するというストーリーでした。このストーリーになぞらえ、節電プロジェクトは「ヤシマ作戦」と呼ばれるようになりました。そして、この活動が、現在私たちが運営する「特務機関NERV防災」に繋がっています。

この防災プロジェクトのほうの「特務機関NERV防災」は、Twitter上で気象庁が発表する防災気象情報をリアルタイムに発信しており、125万を超えるフォロワーが日々、防災情報の収集に役立っています(図1)。

このTwitterアカウントは、緊急地震速報や震度速報、津波警報・注意報、気象警報、土砂災害警戒情報、竜巻注意情報など多種多様な防災情報に加え、総務省消防庁を経由して国民保護情報(J-ALERT)まで自動的にツイートして



図1 Twitterアカウント (@UN_NERV)

います。これらの情報は、文章だけではなく画像や音声が付与されています。

3. 「特務機関NERV防災」アプリ

NERVのTwitterアカウントは、全国の情報をリアルタイムにツイートしますが、これはメリットでもありデメリットでもありました。全国の情報を瞬時に得たい場合には便利ですが、自分のいる地域の情報だけを知りたい場合、欲しい情報が埋もれてしまうという問題がありました。また、Twitterの仕様で、最大140文字+4枚の画像しか添付することができず、1つのツイートで伝えられる情報量は限られていました。

2019年9月1日(防災の日)に提供を開始した「特務機関NERV防災」アプリは、これまでTwitter上で提供してきた防災気象情報をさらに使いやすい形で配信できるようになりました。気象庁から協力事業者に選定されたことをうけ、このアプリに実装されている「大雨危険度通知」という機能を気象庁と共同開発するなど、気象庁が持っていない機能を民間として提供する役割も担っています。

市区町村単位で情報を集約することができ、画像だけで

†ゲヒルン株式会社

"Start-Up Businesses (16); Disaster Prevention Information by NERV Universal Design for UI/UX" by Daiki Ishimori (Gehirn Inc., Tokyo)



はなく、アプリ内の地図をユーザが自由に動かし、縮尺を変更することもできます。またTwitterではできなかった細やかなプッシュ通知なども行えるようになり、アプリ化によってユーザの利便性を大きく向上できたと思います。

4. 緊急地震速報の実装

ここからは、「特務機関NERV防災」アプリで実装した機能やプログラムについて詳しく紹介していきます。アプリ化にともない、まずは緊急地震速報をプッシュ通知する機能や、ユーザの現在地の予想震度・主要動(S波)到達予想時刻を演算するプログラムの実装が必要になりました。また、独自に震度や到達予想時刻を「予報」することとなるため、気象庁長官から「予報業務許可」を受けなければなりません。

ゴールデンウィークをすべて使って、プログラムの実装と予報業務許可を受けるための申請書や計算式、計算する環境や安定性について証明するための資料の準備を進めました。

実装としては、サーバ側とクライアント側で演算するハイブリッドな構成になっています。まずサーバ側で気象庁が発表する予報資料をもとに、気象庁の震度観測点と同じ地点で震度を予想します。おおよそ4400地点を瞬時に計算する必要があります。その後、4400地点を188区域に集計します。この188区域は、気象庁が震度の発表に用いている「緊急地震速報や震度情報で用いる区域」のことで、「東京都23区」や「宮城県北部」といった地域ごとに区分されたものです。なぜ気象庁の震度観測点や区域に合わせて演算しているかということ、私たちが自由に震度を予想すると、揺れやすい地盤の地点で計算した予想震度の情報と、気象庁が観測点で観測して発表する情報に差が出てしまい、結果的に私たちの計算結果が気象庁の観測と比較して過大に見えたり過小に見えたりするおそれがあるからです。気象庁の震度観測点を演算座標に設定することで、震度観測点が観測するであろう震度と予想を合わせています。最終的には、私たちの計算結果が実際に観測した震度情報に近くなるように見えます。気象庁が発表する震度の情報は、気象庁が用いている観測点で観測した値しか出てきませんので、実際にはもっと揺れている地域もあれば揺れなかった地域もあるはずですが、「特務機関NERV防災」アプリのサーバサイドの演算は、その都合に合わせてあると言えます。

震度の予想方法は、気象庁が予報資料として発表する震源の緯度・経度・深さ・マグニチュードを用いて、震源と設定した地点までの距離を求め、距離と地盤増幅度から予想地点におけるS波の最大速度振幅を計算し、推定計測震度を求めて、気象庁震度階級に当てはめるようにしています。

188区域に分割したあと、気象庁震度階級で震度1以上を予想した区域内にいるユーザに対してプッシュ通知を送信します。つまり、この過程ではユーザー一人ひとりの震度を計算していません。サーバ側で演算すると膨大な演算回数になるためです。



図2 緊急地震速報画面

プッシュ通知には、ユーザに見える通知のタイトルやメッセージ文と、アプリ内部で使用するユーザから見えないデータ部分があり、通知データとして各端末に届くこれらデータを「ペイロード」と呼びます。このペイロード中に予報資料を含めているため、今度はクライアント側で実際のユーザの現在地座標を用いて、現在地震度と到達時刻を予想します。

クライアント側では、当初サーバ側で使っていたコードをそのまま使用する予定でしたが、スマートフォンのネイティブコードで書き直すことで端末内での演算時間を大幅に削減できました。こうしてユーザー一人ひとりに最適な震度と主要動到達時間の予想を提供しています(図2)。

5. 強力な配信インフラ

防災アプリは平時にあまりアクセスが発生しません。しかし、大規模災害時、特に大きな地震の直後は多くのユーザがアプリを起動するため、急激にアクセス数が増え、大きなトラフィックが発生します。つまり、大規模災害時にアクセスが集中してもダウンしないインフラ基盤を設計する必要があります。私たちは、アクセス数の急増にあわせてサーバが数秒で増強できるような構成や、複数段のキャッシュ構造を挟むことで、いざというときにダウンしないインフラを構築しました。実際、2019年の台風15号・19号の際には、分散データベースに2億2,372万1,748回のリードオペレーションが発生し、キャッシュルックアップも1億9,604万1,763回生じましたが、一度もダウンすることなく配信を継続しました(図3)。

私たちのシステムは、東京に3つ、大阪に3つのデータセ

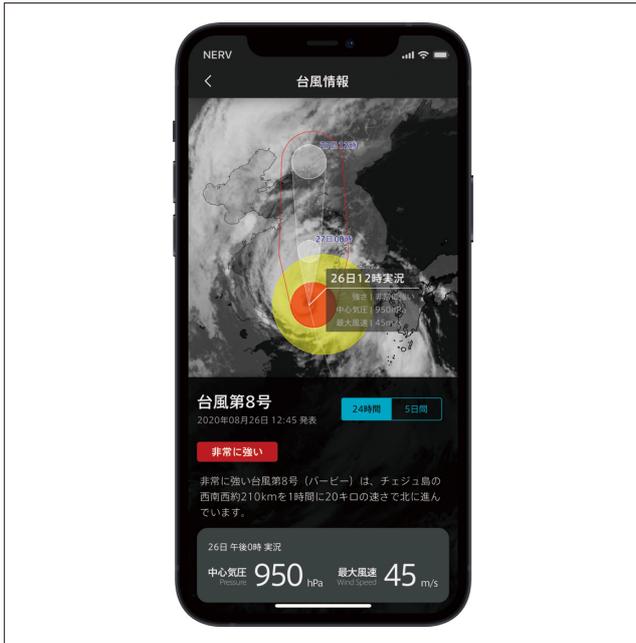


図3 台風情報画面(台風第8号)

ンターがあり、東京で3冗長、大阪で3冗長して可用性を維持しているため、通常の実運用で障害になることはまずありません。しかし万が一、首都圏で大規模災害があり、気象庁までの専用線が寸断されたり、データセンターが損壊した場合を想定し、東京系システム(気象庁の虎ノ門庁舎)と大阪系システム(大阪管区气象台)で冗長構成になっています。東京と大阪の各システムは独立しており、東京システムがダウンした際は自動的に大阪側が処理を引き継ぐようになっています。

2021年1月26日午後4時40分頃、気象庁の東日本アデスシステム*(Automatic Data Editing and Switching System)に障害が発生し、東京側に電文が伝送されなくなる事態が生じました。私たちの東京システムは正常に稼働し、接続も維持されていましたが、最も上流の気象庁から電文が送られてこなくなるという状況でした。この状況では、自システムだけで障害の検知はできません。幸い、西日本アデスシステムは生きており、電文が正常に伝送されました。そこで一旦、大阪側に処理を切り替え、大阪側で受信した電文を東京側に転送するようプログラムを修正してから、東京側に処理を戻しました。このプログラムの修正により、東京と大阪で相互に電文をコピーし、どちらか片方が電文を受け取れていない事態でも同期するような構成に変更しました。

この修正以降、欠落なく防災情報の配信を継続できました。

6. プッシュ通知エンジン

強力な配信インフラのコンポーネントの一つに、プッ

* 気象庁本庁と官署間、気象庁と外部機関との間の気象情報の収集・配信および予報警報等の作成支援を行うための通信システム。

シュ通知エンジンがあります。プッシュ通知エンジンは、緊急地震速報などを届けるのに必要なコンポーネントで、配信速度をミリ秒単位でチューニングする必要があるミッションクリティカルな部分です。私たちは、プッシュ通知エンジンも独自に内製しており、秒間に4~5万台デバイスに通知を送信しています。

通知エンジンは、データベースのリードオペレーションを担当するサービスと、実際に通知をAppleやGoogleのサーバにリクエストするサービスに分離しています。まず通知が始まるときのレイテンシー(初速)を稼ぐには、データベースのインデックスの張り方とクエリの仕方に工夫が必要です。数百万万台デバイスに通知を送る際に、ソートなどが生じると急激にレイテンシーが悪化します。私たちのデータベースサービスは、クエリを送ってから先頭の2500件がレスポンスされるまでに19ミリ秒程度です。その後はスループットが上昇して読み出し速度が速くなっていきます。この最初のレコードがレスポンスされるレイテンシーが著しく悪いと、いつまでもプッシュ通知が送信されない状態になってしまいます。データベース上にどのようにデータを持たせておくのか、事前に正しい設計が必要になります。クエリをかけてからソートを行うとレイテンシーが著しく悪化するので、インデックス内で予めソートをかけている部分があります。このソートは、デバイスの重複排除に必要な仕組みで、ユーザがアプリ内で複数の地点を登録している場合、何度も通知が届かないように重複排除が実装されています。

次に、AppleやGoogleのプッシュ通知サーバにペイロードを送信するサービスですが、多数のサーバやプロセス、マルチスレッド、非同期I/O等で並列・並行化が行われています。また、再試行可能なエラーやタイムアウトで送信に失敗した通信について自動的にリカバリーするような仕組みも実装しています。

こうした高速で大規模なプッシュ通知エンジンのほかに、「特務機関NERV防災」アプリはApple社から特別な許可を受け、「重大な通知」という特殊な通知を送信できるようになっています(図4)。重大な通知とは、ユーザのiOS端末がマナーモードやおやすみモードに設定されているときでも、マナーモードを突き破って最大音量で通知を鳴動させるというものです。一般的なアプリは重大な通知を送ることができませんが、「特務機関NERV防災」アプリでは、緊急地震速報や津波警報、噴火警報など、時間的猶予のない危険がユーザに迫っていることを警告するために重大な通知を送信します。

7. ユニバーサルデザイン

私たちが防災情報を伝える上で、ソフトウェアの工夫だけではなく、ユーザが触れるインタフェースやデザイン、あるいは災害時にユーザがどのような体験をするのかを注



図4 重大な通知を受信した画面

意深く検討して実装しています。

私自身、医学的に言う色覚異常であり、一般型(C型)ではないP型色覚のため、既存の防災情報では読み取れない配色もあります。「特務機関NERV防災」アプリは、防災情報を伝える際の色覚的表現を改善し、ユニバーサルカラーで実装しました。

最近では、色覚異常や色盲とは言わずに、「色覚特性」や「色覚多様性」とも言われていますが、私としては「色覚型」が一番気に入っています。血液型のように多数派でも少数派でもあまり気にならない呼び方ではないかと思っています。ヒトの色覚について軽く触れたいと思いますが、ヒトの目は、赤・緑・青の3種類を感じる錐体細胞によって色を見分けています。ディスプレイなどで使うRGBと同じです。これを原色と言い、RGBでは加法混合によってさまざまな色を表現しています。赤・緑・青をそれぞれ足していくと、イエロー・マゼンダ・シアンとなり、すべて足すと白になります。一方、減法混合は、シアン・マゼンダ・イエロー(・ブラック)から色を引いていくことで表現します。レーザープリンターなど紙媒体のときにはCMYKカラーモデルが使われます。少し脱線しましたが、ヒトの目はRGBのほうだということです。色覚型は、大多数を占める一般色覚のC型、赤色を感じるL錐体が機能しないP型、緑色を感じるM錐体が機能しないD型、青色を感じるS錐体が機能しないT型、3種類の錐体のうち1種類しか機能しない、またはすべてが機能しないため、色を明暗でしか感じ取ることができないA型に分類されます。このうちP型・D型は日本人男性のおよそ5%(20人に1人)、日本人女性のおよそ0.2%(500人に1人)と言われており、日本全体では290万人程度と言われていています。290万人というと、決して少なくあり



図5 アメダスデータの配色作業



図6 決定した配色で実装したアメダスの気温画面

ません。

P型色覚は、赤色を読み取ることが難しいため、赤色が暗く見えたり、赤と緑、紫と青・紺、オレンジと黄緑、ピンク・水色・グレー・白を混同しやすくなっています。同じくD型も緑の要素を読み取ることが難しいため、赤と緑、茶と緑、オレンジと黄緑などの識別が困難です。

防災情報では、頻繁に赤色(警報)や紫色(特別警報)が使われるため、C型色覚の感覚だけで色を決めると、P・D・T型には読み取りにくいケースが生じます。私たちは、アプリを開発する際に、P型である私とC型である社内のデザイナーが共同で配色作業をします。赤が暗く沈んで見えるケースでは、彩度と明度を調整し、赤を鮮やかな発色に変更したり、緑と赤を混同しないよう、緑を青っぽい緑にして赤色と明確に区別できる色を探して設定していきます(図5、図6)。こうした工夫に加え、色だけに頼らない、文字だけに頼らない、音だけに頼らないというポリシーで防



図7 音声収録の様子 (TBSスタジオ)



図8 特務機関NERV災害対策車両

災情報を伝えようとしています。これはさまざまなインターフェイスを使用して情報を伝えようということです。例えば、文字を読み取るのが苦手なディスレクシアの人たち等への対応で、音声読み上げ機能を実装したり、色を補完するために文字でも表示するなど、極力多くの人に情報が伝わるよう、複数のユーザーインターフェイスを持つ開発を行っています。

8. 音声読み上げエンジンの開発

音声読み上げエンジンは、地震や津波の情報の音声を自動的に生成するプログラムです。事前に収録した音声セットに適切な空白を挿入して合成音声を作る、従来からある録音編集方式です(図7)。地震・津波情報はすでに読み上げ項目が決まっています、迅速に音声を生成する必要があることから、生成が高速で、読み間違いが生じない、録音編集方式を選びました。特段工夫した部分はありませんが、実装時間が限られていたことから、音声セットが納品されてから3日ほどで実装を終え、音声の生成ができるようになりました。この音声読み上げサービスを本番環境に投入した2日後の2019年6月18日、山形県沖地震が発生し、気象庁が津波注意報を発表した際に自動で音声を合成して、作画エンジンが生成した画像と組み合わせた動画をTwitterに自動で投稿しました。

9. アクセシビリティ

私たちが取り組んでいることは、「アクセシビリティ」です。いかに多くの人が簡単に素早く防災情報にアクセスできるのか。アクセスするというのは、スマホでサイトを開くとかアプリを起動するとかの先にある、素早く情報を取得して、簡単に理解でき、判断・行動に繋がれるかということです。判断や行動につながらなければ、防災情報としての役目を果たせていないのだと私たちは考えています。そのために、多くの人が情報に「アクセス」できるよう、私たちは防災情報配信システムをインフラやソフトウェア、デザインで実現しようとしています。



図9 ユニバーサルデザインパッケージの特務機関NERV防災糧食

取り組んでいるのはスマホの中のことだけではありません。大規模災害時に防災情報を絶やさぬよう、私たちは電源と通信を独自に確保できる「特務機関NERV災害対策車両」(図8)を三菱自動車・スカパーJSAT・内閣府と共同で開発し、定期的に訓練を実施しています。特務機関NERV災害対策車両は、東京都公安委員会から緊急通行車両事前届出証の交付を受け、災害対策基本法第50条第1項に定める災害応急対策に使用する計画のある車両となっており、大規模災害等が発生し、災害対策基本法による交通規制が実施された場合にも、規制区間を通行できるようになっています。

他にも、ホリカフーズが発売した災害食「特務機関NERV指定防災糧食」(図9)のパッケージをデザインするなど、私たちの取り組みは少しずつ、着実に広がっています。

今後も防災情報配信のさらなる強化に取り組んでまいります。

(2021年1月29日受付)



いしもり だいき
石森 大貴 ゲヒルン(株)代表取締役。筑波大学在学中の2010年7月にゲヒルンを設立。同年、アニメ「エヴァンゲリオン」シリーズに登場する「特務機関NERV」の名称を用いたTwitterアカウント@UN_NERVを開設。2019年9月には、「特務機関NERV防災アプリ」をリリース。ミッションは、日本をもっと安全にする。