

日本で発生した最近の地震に関するスライド教材の開発

Development of teachable moment presentation for recent earthquakes in Japan

小林励司¹⁾*

Reiji KOBAYASHI¹⁾

¹⁾ 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻

¹⁾ Graduate School of Science Engineering, Kagoshima University, Kagoshima 890-0065

* reiji@sci.kagoshima-u.ac.jp

Abstract: We plan to prepare teachable moment presentation for recent earthquakes in Japan. We discuss the preparation guidelines based on that of the Incorporated Research Institutes for Seismology for recent earthquakes in the world. We present a prototype presentation on the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, and put it online.

Keywords: Teachable moment, the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake

1. はじめに

理科教材として時事的なものを扱うことがある。これは、授業内容と世間で話題になっていることとのつながりを学生に知ってもらうことで、授業内容に関心を持ってもらい、理解を深めてもらうことを目的としている。地学においては、例えば気象学分野で最近の台風についての天気図やアメダスのデータを使うことが考えられる。

地震学分野においては、アメリカの Incorporated Research Institutes for Seismology (IRIS)が、最近の地震について解説するスライド教材やさまざまなデータを視覚化した図を作り、ウェブで公開している。IRIS というのは地震に関する研究機関が集まったコンソーシアムである。主な業務として、地球規模の地震観測網の展開、臨時地震観測用の可搬型地震計の共同利用、地震観測データ公開のためのデータセンターの運営、等がある(例えば[1])。活動の一環として、教育と一般向けアウトリーチ (Education and Public Outreach) も行っている。最近の地震についての教材公開はこの活動の一部であり、Recent Earthquake Teachable Moment (RETM)と呼ばれている[2]。Teachable moments とは、「教える好機」と訳すことができる(例えば[3])。大きい地震が発生し、報道などで取り上げられ、生徒・学生がその地震に関心を持っているときを、好機と捉えているものと思われる。

IRIS RETM の1つに、Teachable Moment Presentation と呼ばれるスライド教材がある。このスライド教材は2009年12月30日 Baja California, Mexico の地震から作られている。PowerPoint ファイルとPDF ファイルが提供される。2013年11月17日 Scotia Sea の地震 (M 7.8) からは、このスライド教材に加え、地震波形、余震分布などのさまざまな図もウェブ上で見るできるようになっている。

IRIS RETM は、世界の大きな地震を対象にしている。大きな地震は日本でも大きく報道されることが多い。筆者は、本学学生も興味を持ってくれることを期待し、しばしば自分の講義で IRIS RETM のスライド教材を利用している。

一方、日本で発生した地震のうち、被害が出て大きく報道される地震について、IRIS RETM が作成されないことがある。例えば2018年では6月18日大阪府北部の地震(気象庁マグニチュード M_{JMA} 6.1) や9月6日の北海道胆振東部地震 (M_{JMA} 6.7) である。IRIS の作成判断基準に達していなかったためと思われる。しかし、これらの地震について、日本で地学を学ぶ生徒・学生は関心を持っていると思われ、教室で教える価値があると思われる。一方で、地学の教員が個々にスライド教材を作るのは、人的コストが大きい。また、地震について詳しくない地学の教員は、適切な情報を探し出すことが難しい。

筆者は、日本で発生した地震のうち、日本で大きく報道される地震について、授業でそのまま使えるスライド教材を開発することにした。今後、IRIS RETM のスライド教材を IRIS 版、今回開発するスライド教材を日本版と呼ぶ。この論文では、日本版を開発するにあたっての、作成方針の検討、作成方針に基づいた試作、今後の検討課題について述べる。将来筆者が作らなくなった場合でも、これによって、将来第三者が引き継げるであろうことを期待する。

2. 作成方針の検討

筆者はこれまで IRIS 版のスライド教材を何度も利用してきたが、大きな不満を感じたことはなかった。そこで IRIS 版の作成方針[4]を参考にして、日本版の作成方針を検討することにした。IRIS 版の作成方針は以下の通りである。

IRIS Teachable Moments presentations capture that unplanned opportunity to bring knowledge, insight, and critical thinking to the classroom following a newsworthy earthquake.

Each IRIS Teachable Moment:

- *Is a 5-15 slide PowerPoint presentation that contains interpreted USGS regional tectonic maps and summaries, computer animations, seismograms, AP photos, and other event-specific information*
- *Generated within hours of the event!*
- *Prepared by seismologists and educators!*
- *A classroom-ready product that can be customized!*
- *Is pushed to you through notifications when new products are ready!*

(イタリック部分：[4]より引用)

IRIS 版の作成方針には、生徒・学生の対象が明記されていない。これは方針全体に影響するので、最初に検討する。

日本版では、日本で地学を学ぶ高校生と大学生を対象とする。高校の地学基礎から大学の専門的な地震学までを含むため、生徒・学生の習熟度は大きく異なることになる。これについては、習熟度に応じて、スライドを取捨選択できるようにしておくことで対応する。

取り上げる地震について、IRIS 版では *newsworthy earthquake* と表現している。これを直訳すると、報道価値のある地震となる。日本版でも同様とする。しかし、小さく報道される地震を含むことになるので、ここでは新聞 1 面に掲載されそうな地震を目安とする。

IRIS 版作成方針の第 1 項は内容について書かれている。スライドの枚数について、IRIS 版は 5-15 枚としている。日本版では枚数よりも授業で解説する時間を基準に考えた。筆者の経験上、大学の講義では 10 分前後であれば、授業の本編には大きく影響しない。そこで 10 分前後を目安とする。高校の授業では 10 分をさくのは難しいと思われる。その場合は、スライドを減らすことが可能なようにして対応する。

スライドに含む内容については、IRIS 版で挙げているもののうち、*interpreted USGS regional tectonic maps and summaries* と *computer animations* については日本語のものがないので、日本版での採用は難しい。なお、ここで USGS というのは、アメリカ地質調査所 (U.S. Geological Survey) のことである。地震発生地域のテクトニックな背景は重要であるので、後述するようにさまざまな資料に補足を加えることで対応する。*Computer animations* に代わるものについては、当面用意しないことにする。

AP Photos というのは、AP 通信 (Associated Press) の写真という意味である。これについては、有料サービスを利用することと、教育上の重要性は高くないことから、現時点では使わないことにする。他の報道写真についても、同様に有料サービスを利用するか、著作権法上許諾を得る必要があるため、現時点では使わないことにする。

Seismogram (地震記象, 地震波形) については、教育上あった方が良くと思われるため、可能な限り

掲載する。しかし、後述するように、波形の解釈が難しい場合もあるため、掲載しない場合もあることにする。

Other event-specific information についても IRIS 版を踏襲し、日本版でも、その地震や被害について特徴的なことがある場合に追加する。また、教育目的であることを踏まえ、可能な限り個人の見解は主張せず、多くの地震学者が同意しそうな内容とする。

IRIS 版作成方針の第 2 項では、地震発生から数時間以内に作成、としている。日本版は筆者個人で作成しており、休息時や外出時等での対応を考えると、数時間以内での作成は難しいことが予想される。12 時間以内を目標にする。

IRIS 版作成方針には具体的な作業時間について書かれていないが、日本版では、1~2 時間を目安にする。そのため、あらかじめ 8~9 割程度雛形を決めておく。既存の資料や気象庁の報道発表資料等、使う資料もあらかじめ決めておくことで、作業が軽減できる。今回の試作はこの雛形を決める作業でもある。

IRIS 版作成方針の第 3 項では、作成者を地震学者と教育者とするとしている。日本版では、現時点では地震学者の 1 人である筆者が作成する。

IRIS 版作成方針の第 4 項では、教室でそのまま使え、カスタマイズ可能であるとしている。日本版でもこれを踏襲する。カスタマイズ可能な点については、対象とする生徒・学生のところでも述べたように、習熟度に応じてスライドを減らしたり追加したりできるように配慮する。多くの人が編集できるように、プレゼンテーションソフトとして事実上の標準となっている PowerPoint を使って作成し、そのファイルを配布する。フォントもなるべく標準的なものを使用する。

IRIS 版作成方針の第 5 項では、新規に作成したときに知らせることとしている。IRIS 版ではメールや Facebook (いずれも[2]からリンクあり)、twitter (アカウント名 @IRIS_EPO) で知らせるようになっている。日本版については、まだ正式な通知の仕方を検討していない。後述の試作版については、私個人の twitter アカウントで知らせた。しかし、今後正式な通知の仕方を決めたほうが望ましい。

IRIS 版作成方針には該当する項目はないが、日本版では、検証可能性を保証するため、多くの人がアクセス可能な情報のみにし、出典も明記する。出典の明記については、情報のありかを教えるという、教育上の効果も期待できる。また、著作権法上、引用の要件を満たすために出典を明記する義務もある。

3. 試作

今回、2018 年 9 月 6 日 3 時 8 分に発生した北海道胆振東部地震を例に試作を行った。

試作は地震発生から数日経ってから開始した。しかし、日本版作成方針において、地震発生から 12 時間以内の作成を目標にしているため、12 時間以内で集められる情報のみを使うこととした。例えば、この地震の名前について、公表の報道発表[5]には発表時刻は記載されていないが、資料全文のファイル名 kaisetsu201809061730_4.pdf から 2018 年 9 月 6 日 17 時 30 分であると推定される。また、その前の報道発表[6]は同日 15 時 30 分だった。従って命名が公表されたのが地震発生から 12 時間以上たっていたことは確実である。そのため、今回の試作では「北海道胆振東部地震」の名前を使わず、命名前まで気象庁が使っていた「胆振地方中東部の地震」を使っている。

試作において、IRIS 版のうち作成時の最新版であった 2018 年 9 月 6 日 Fiji の地震 (M7.8)[7]のスライドを参考にした。これと先述の作成方針とをあわせて、掲載情報を検討し、以下の通りとした。

1. 震源、マグニチュード、震度分布 (気象庁報道発表)
2. 被害の概要 (報道等)
3. 面的な推定震度分布図と震度遭遇人口の表 (防災科学技術研究所 J-RISQ)
4. テクトニックな背景 (さまざまな資料)
5. 過去の地震: 都道府県別地震活動 (地震調査研究推進本部)
6. 過去の地震: 震源分布 (気象庁報道発表)

7. 震源メカニズム解（気象庁報道発表）と断層面
8. 余震分布（気象庁報道発表）
9. 地震波形（防災科学技術研究所強震観測網 K-NET, KiK-net）
10. 地震の特徴に応じた情報

図 1 は試作したスライドを並べたものである。ただし、公開したファイルには、これらの前後に非公表スライドとして、先述した作成方針や掲載情報等が書かれている。

図 1a は掲載情報 1.と 2.をまとめたものとして作成した。震度については、地震発生後しばらく震央に近いところの震度データが気象庁に届いていなかった。作成方針として、地震発生後 12 時間以内の作成を想定しているため、一部未入電とした。

図 1b は掲載情報 3.をまとめたものである。IRIS 版において、被害推定の材料として、面的な推定震度分布と各震度を経験したと推定される人口がまとめられている。日本では、同様のことを防災科学技術研究所のリアルタイム地震被害推定システム J-RISQ [8]が行っており、その図と表を利用した。なお、スライドでは「震度 6 弱以上を経験した人数は 70,000 人と推定されている」と補足説明を書き足したが、70,000 人は誤りで、50,000 人が正しい。

図 1c-f はこの地域のテクトニックな背景と地震活動をまとめたものである（掲載情報 4.-6.）。IRIS 版においては、作成方針にある"interpreted USGS regional tectonic maps and summaries"と IRIS Earthquake Browser[9]を使っている。図 1c は IRIS Earthquake Browser で作った図で、北海道周辺のプレート境界と地震の関係の解説に利用した。"interpreted USGS regional tectonic maps and summaries"については、日本語で該当するものがないので、気象庁報道発表資料[10]の図（図 1d）、筆者が作成した図（図 1e）、地震調査研究推進本部の「日高・十勝地域の地震活動の特徴」[11]の図（図 1f）を使った。地震調査研究推進本部のウェブサイトにはすべての都道府県について地震活動の特徴（とくに過去の被害地震）の解説がそろっている。

図 1g-i は掲載情報 7.の震源メカニズム解（発震機構とも呼ばれている）を解説している。これは、地震の発生メカニズムを知る重要な情報の 1 つだが、初学者に理解してもらうのが難しいものの 1 つでもある。根本的に理解してもらうには時間がかかるため、この図から専門家がどのように解釈しているかを説明するにとどめた。特に断層面の候補が 2 つあることと、それらの面の向きを図示することを試みた。

図 1j は、断層面を推定する情報の 1 つとして、余震分布（掲載情報 8.）を示した。地震発生直後の余震の多くは本震の断層面に沿って起こると考えられているためである。

図 1k は、掲載情報 9.の地震波形を示した。IRIS 版ではグローバル地震観測網の観測点の記録を使って、地球内部での地震波伝播を解説している。日本では、防災科学技術研究所の 2 つの強震動観測網 K-NET, KiK-net の波形が短時間で入手可能であり、また被害地震の場合は、強震動との関連に関心があると思われるため、K-NET, KiK-net の記録を積極的に使っていくことを考えている。特に今回は重力加速度 980 gal を超える加速度が記録されたため、それを強調した。また、地震波の伝播の様子を示そうと震央距離順に地震波形を並べた図を作成したが、P 波、S 波の走時読み取りが短時間では難しく、今回は省略した。

図 1l, m は、掲載情報 10.について、この地震の特徴の 1 つである、震央から少し離れた札幌での震度が大きかったことを取り上げた。表層地盤による揺れの増幅と考えられたため、防災科学技術研究所の J-SHIS 地震ハザードステーション[12]での微地形区分と地盤増幅率（ $V_s=400$ m/s から地表）を示した。今回の地震では、大規模停電や山地での広域の地滑りも特徴的であるが、筆者のこれらの分野に関する知識の少なさと、地震発生直後の情報の少なさから、12 時間以内で解説するのは難しかったため断念した。

図 1n は作成者情報、謝辞、利用上の注意をまとめたものである。

試作版は、筆者個人のウェブサイトにて暫定的にページを作り、そこで公開した[13]。作成の通知は twitter の個人のアカウント (@reijikan) でおこなった。

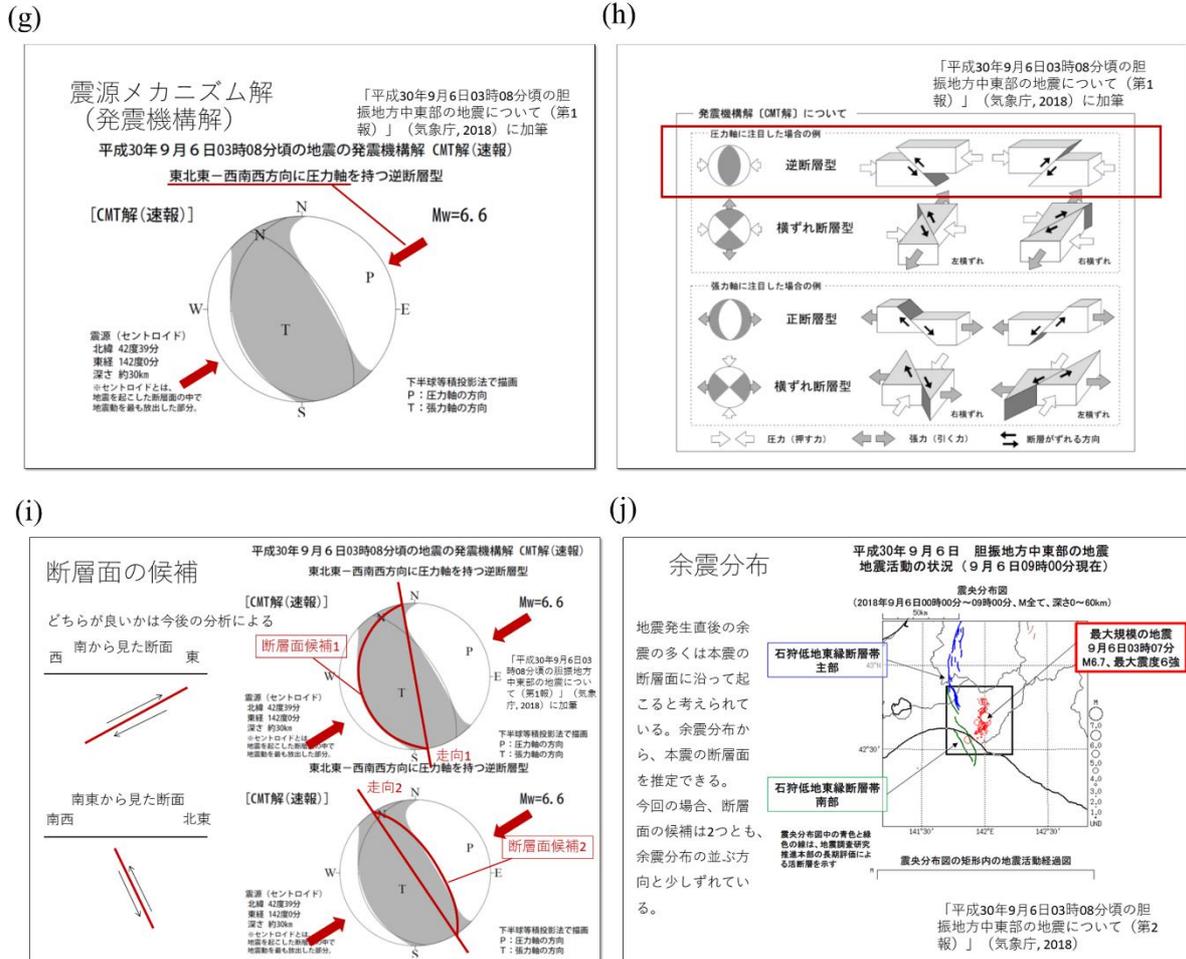


図 1 (続き)

4. 考察

作成基準の検討と試作を通して、次のような課題が見つかった。

作成する基準について、新聞 1 面で掲載されそうな地震としたが、判断が難しい。補助的に、例えばマグニチュードや最大震度の基準を追加することも考えられる。このような基準を決めるには、まず作成する頻度を検討する必要がある。余震を含めるか、という問題もある。

震源、マグニチュード、震源メカニズム解の速報値については、気象庁だけでなく、防災科学技術研究所や USGS 等も発表している。これらは使うデータや解析方法が異なり、違いが出ることが多い。しかし、その違いを説明することは短時間では難しく、また地震の解説にあまり貢献しないため、このスライド教材では気象庁のもので統一することにした。しかし、例えば 2011 年東北地方太平洋沖地震のように、気象庁のマグニチュードが過小評価になっていたりすることもあり得る (例えば[14])。そのときは他機関の情報も併記する。

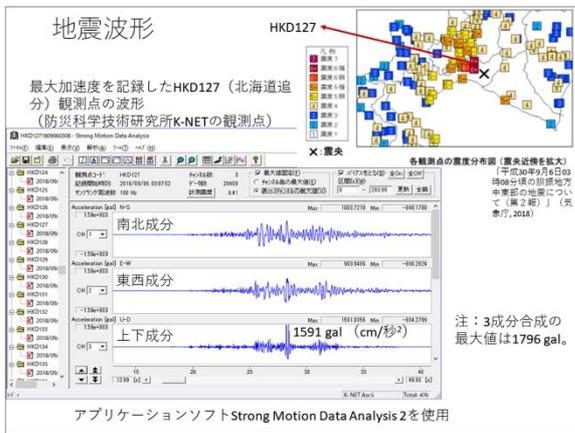
テクトニックな背景について、IRIS 版では既存の USGS のものを利用しているが、日本語で該当するものがない。試作では、気象庁報道発表資料と地震調査研究推進本部の資料を利用した。今後もこれ

の方法で対応は可能だが、USGS と同様のものをあらかじめ作り置きしておくことで、短時間での作成が可能になる。また、これは他の教材としても使えるものと思われる。

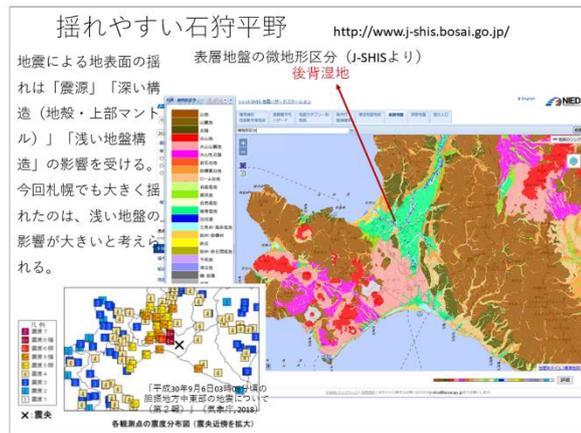
作成体制については、現在は筆者単独の体制である。しかし、もし、長期にわたって継続させる場合には、不測の事態にそなえて、複数人体制をとることが望ましい。理想的には、IRIS 版のように、組織の活動の1つとなるのが最善であると考えている。

新規公開の通知については、電子メール、RSS フィード、SNS などの利用が考えられるが、今後検討していく必要がある。ただし、作成体制が変わると通知方法も変わることが予想されるため、急いで検討する必要性は低いと考えている。

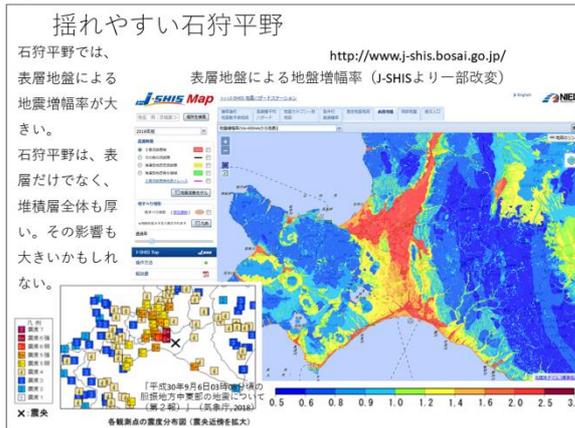
(k)



(l)



(m)



(n)

最近の地震に関するスライド教材

作成者・連絡先
小林励司
鹿児島大学大学院理工学研究科
E-mail: reiji あつと sci.kagoshima-u.ac.jp
(あつとを@にしてください)

謝辞
ももとのアイデアはIncorporated Research Institutes for Seismology (IRIS)の Recent Earthquake Teachable Momentsです。本スライド作成にあたり、気象庁の報道発表資料、および防災科学技術研究所の J-RISQとJ-SHIS、地震調査研究推進本部、IRISのIRIS Earthquake Browserの図表を引用いたしました。また防災科学技術研究所 K-NETのデータとアプリケーションソフト Strong Motion Data Analysis 2 を利用いたしました。感謝いたします。

利用上の注意: 授業・講義の進展の度合いによって、スライドを取捨選択してください。必要に応じてスライドを加えてください。/他機関の著作物はその機関に著作権があります。その他の部分の著作権は放棄しません。配布は自由です。自分で加工したものを配布するときは加工を明記してください。/間違い等による損害は補償いたしません。

図 1 (続き)

今回、日本版の作成方針を示したが、今後も継続的に見直していく予定である。例えば、試作を公表後、防災科学技術研究所高感度地震観測網 Hi-net のウェブサイト上で提供されている波形伝播動画の利用を提案していただいた。教育的に良いものであると思われるため、今後は積極的に利用する予定である。

今回、2018 年北海道胆振東部地震を取り上げたが、津波の発生がなかったため、津波に関する情報は入っていない。しかし、日本での地震ではしばしば津波を伴う。津波については、まだどのような情報を入れるかを検討していない。短時間での作成のために、あらかじめ検討しておくことが望ましい。

IRIS 版も日本版も地震のみを取り上げている。しかし、同様の教材は他の自然現象、例えば火山噴火や地滑り、台風、豪雨などでも開発できると思われる。地球科学分野全体で、このような教材作成の動きが広がれば、地学教育の発展につながるのではないと思われる。

5. まとめ

日本で発生した地震のうち、日本で大きく報道される地震でも、IRIS RETM のスライド教材が作られないことがあることから、日本版のスライド教材を開発することにした。IRIS 版の作成方針を基に日本版の作成方針を検討し、以下の通りとした。

- 日本で地学を学ぶ高校生や大学生を対象とする
- 日本で発生した、新聞 1 面に掲載されそうな地震を取り上げる
- スライドの分量は、10 分前後で説明できるぐらいにする
- 掲載情報は、地震の震源、マグニチュード、震度分布、被害の概要、面的な推定震度分布と震度遭遇人口、テクトニックな背景と過去の地震活動、震源メカニズム解、余震分布、地震波形、地震の特徴に応じた情報、とする
- 地震発生から 12 時間以内の公開を目標にする
- 作成時間は 1~2 時間程度とし、そのためあらかじめ 8~9 割雛形を決めておく
- 教室でそのまま使え、カスタマイズ可能にする
- 多くの人がアクセス可能な情報のみにし、出典を明記する
- 個人の見解を控え、多くの地震学者が同意しそうな内容とする

以上の作成方針に基づき、2018 年北海道胆振東部地震について、試作を行い、暫定的なウェブページで公開した。今後の検討課題としては、作成方針や掲載情報の継続的な見直し、作成体制の強化、新規公開の通知方法、が挙げられる。また、このような教材開発が、他の自然現象、例えば火山噴火等、へ応用されることも期待される。

謝辞

スライド教材の試作にあたり、気象庁の報道発表資料、防災科学技術研究所のリアルタイム地震被害推定システム J-RISQ 地震速報と J-SHIS 地震ハザードステーション、地震調査研究推進本部の図表を引用いたしました。また一部の図は、IRIS Earthquake Browser の利用、および防災科学技術研究所 K-NET のデータとアプリケーションソフト Strong Motion Data Analysis 2 の利用により、作図しました。

参考文献

- [1] Incorporated Research Institutions for Seismology, IRIS at a glance 2018, The IRIS Consortium, Washington (2018).
- [2] Incorporated Research Institutions for Seismology, Recent Earthquake Teachable Moments, <<https://www.iris.edu/hq/retm>> (発行年不明) (参照 2018-11-26) .
- [3] 小西友七・南出康世, ジーニアス英和大辞典, 大修館書店, 東京 (2001).

- [4] Incorporated Research Institutions for Seismology, What Are Teachable Moments,
<https://www.iris.edu/hq/retm/what_are_teachable_moments> (発行年不明) (参照 2018-11-26) .
- [5] 気象庁, 平成 30 年 9 月 6 日 03 時 08 分頃の胆振地方中東部の地震について (第 4 報) ,
<https://www.jma.go.jp/jma/press/1809/06h/201809061730_4.html> (2018) (参照 2018-11-26) .
- [6] 気象庁, 平成 30 年 9 月 6 日 03 時 08 分頃の胆振地方中東部の地震について (第 3 報) - 厚真
町で震度 7 を観測しました -, <https://www.jma.go.jp/jma/press/1809/06h/201809061730_4.html>
(2018) (参照 2018-11-26) .
- [7] Incorporated Research Institutions for Seismology, Earthquake Information,
<<https://www.iris.edu/hq/retm/event/5614>> (2018) (参照 2018-11-26) .
- [8] 防災科学技術研究所, J-RISQ 地震速報, <<http://www.j-risq.bosai.go.jp/report>> (発行年不明) (参照
2018-11-26) .
- [9] Incorporated Research Institutions for Seismology, IRIS Earthquake Browser, <<http://ds.iris.edu/ieb/>> (発
行年不明) (参照 2018-11-26) .
- [10] 気象庁, 平成 30 年 9 月 6 日 03 時 08 分頃の胆振地方中東部の地震について,
<<https://www.jma.go.jp/jma/press/1809/06a/201809060510.html>> (2018) (参照 2018-11-26) .
- [11] 地震調査研究推進本部, 日高・十勝地域, <
https://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/hokkaido/p01_hidaka-tokachi.htm> (発行年不明) (参照
2018-11-26) .
- [12] 防災科学技術研究所, J-SHIS 地震ハザードステーション, <<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>> (2011)
(参照 2018-11-26) .
- [13] 小林励司, 最近の地震に関するスライド教材 (暫定ページ) ,
<<http://reijikan.my.coocan.jp/RETMJ/retmj-index.html>> (2018) (参照 2018-11-26) .
- [14] 干場充之, 尾崎友亮, 地震第 2 輯, 64 (2012), 155-168.