

# リアルタイムで行う 長周期地震動の予測について

平成29年3月15日



国立研究開発法人 防災科学技術研究所

多様なニーズに対応する予測情報検討WG(第1回)@気象庁大会議室(2017/03/15)

© 2017

NIED, Network Center for Earthquake, Tsunami and Volcano

1

## 強震観測網K-NET/KiK-net

地震動の強さ、強い地震動の周期及び継続時間と空間分布の把握、震源域の詳細な破壊過程の解明に資する。また、強い地震動を即時に把握して防災情報として有効に活用する。

### K-NET (Kyoshin NETwork)

- 3成分加速度型強震計による**地表観測**
- 約**1000観測点** 観測点間隔 **20 km**
- 気象庁検定に合格した**計測震度計**
- **震度情報ネットワーク**の一部を構成
- **1996年6月**より観測開始

観測小屋

K-NET 観測点

センサー

KiK-net 観測点

### KiK-net (Kiban-Kyoshin Network)

- 約**700観測点**、観測点間隔 **20 km**
- 3500~100mのボアホール: 井戸底と地表にそれぞれ加速度型強震計3成分を設置した、**鉛直アレー**。
- 正式には**2001年10月**より観測開始

© 2017

NIED, Network Center for Earthquake, Tsunami and Volcano

2

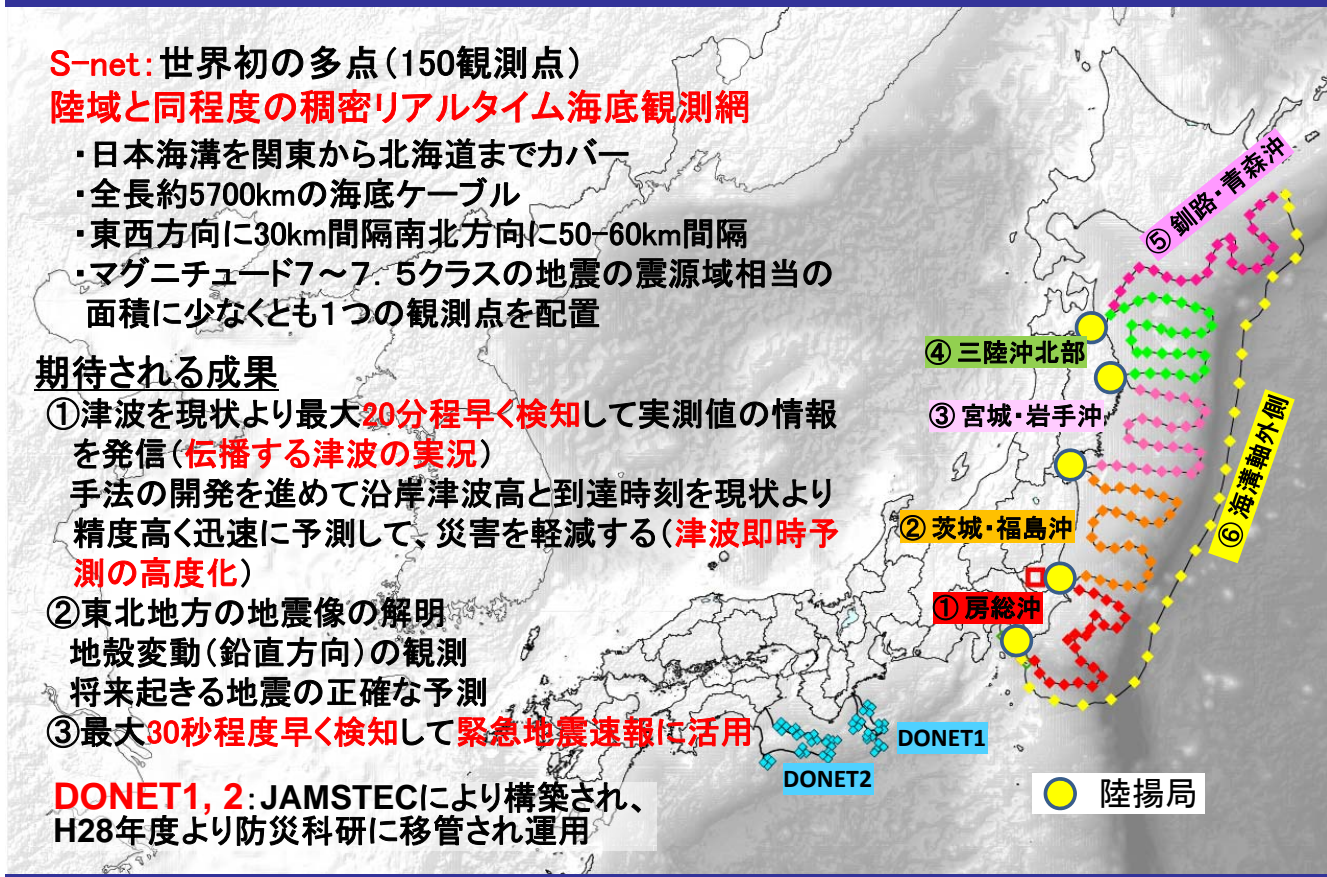
## S-net: 世界初の多点(150観測点) 陸域と同程度の稠密リアルタイム海底観測網

- ・日本海溝を関東から北海道までカバー
- ・全長約5700kmの海底ケーブル
- ・東西方向に30km間隔南北方向に50~60km間隔
- ・マグニチュード7~7.5クラスの地震の震源域相当の面積に少なくとも1つの観測点を配置

### 期待される成果

- ①津波を現状より最大**20分程早く検知**して実測値の情報を発信（**伝播する津波の実況**）  
手法の開発を進めて沿岸津波高と到達時刻を現状より精度高く迅速に予測して、災害を軽減する（**津波即時予測の高度化**）
- ②東北地方の地震像の解明  
地殻変動(鉛直方向)の観測  
将来起きる地震の正確な予測
- ③最大**30秒程度早く検知**して**緊急地震速報に活用**

**DONET1, 2:** JAMSTECにより構築され、  
H28年度より防災科研に移管され運用



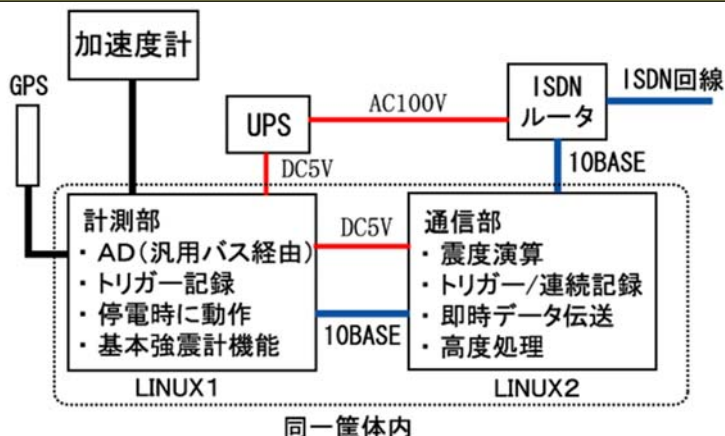
【指標】現地の観測機器で自動的に計算した強震動指標を1秒毎（一部で0.1秒毎）に伝送（一部で連続伝送）

- ・最大加速度 (PGA)、最大速度 (PGV)、最大変位 (PGD)
- ・速度応答値 (0.25~8秒の6つの周期)
- ・リアルタイム震度
- ・長周期指標 (後に実装)

その他、任意のタイミングで伝送する必要のある情報は、常時送信可

【震度】震度演算機能の搭載 (検定に合格した正式な計測震度計)

【連続観測】連続観測の機能を搭載



同一筐体内

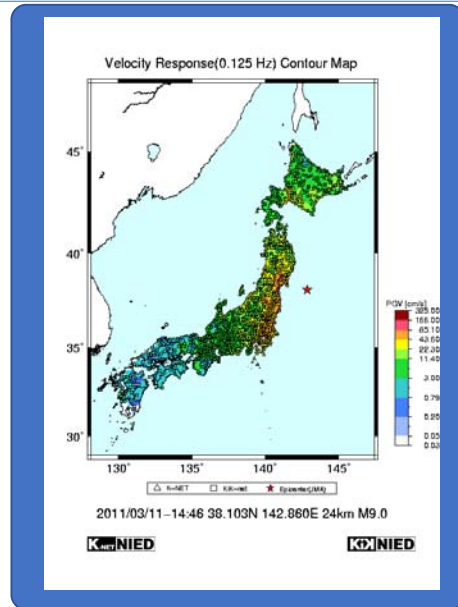
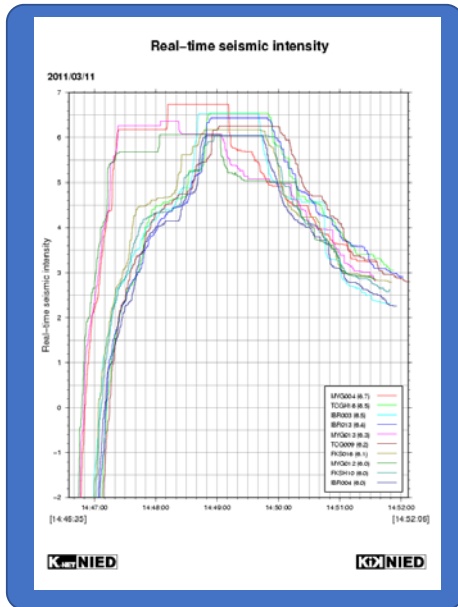


功刀・他, 2004

強震計の内部では、観測された加速度をリアルタイム処理し、1秒毎の「リアルタイム震度」「最大加速度・最大速度・最大変位(3成分合成)」「速度応答値」をデータセンターに送信している。

リアルタイム震度演算(功刀・他、2008)

水平2成分の加速度に対しIIRフィルタ(減衰定数5%)を用いて計算



リアルタイム強震動指標を用いると、「強震モニタ」「いまゆれ」のように、全国の揺れの情報をかんたんに一覧・表示できるサービスが構築できる。

Realtime Sindo (Surface) 2012/12/07 17:19:01

緊急地震速報による予測情報も描画可能 ※リアルタイム震度選択時のみ、推定震度をONできます。

緊急地震速報の文字表示

緊急地震速報受信時に音声で知らせます 受信時の音声「ピンポン」

緊急地震速報によるP波とS波の到達予想円

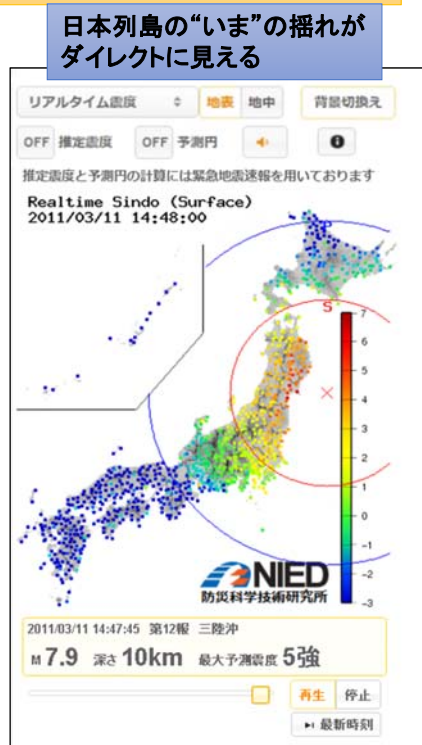
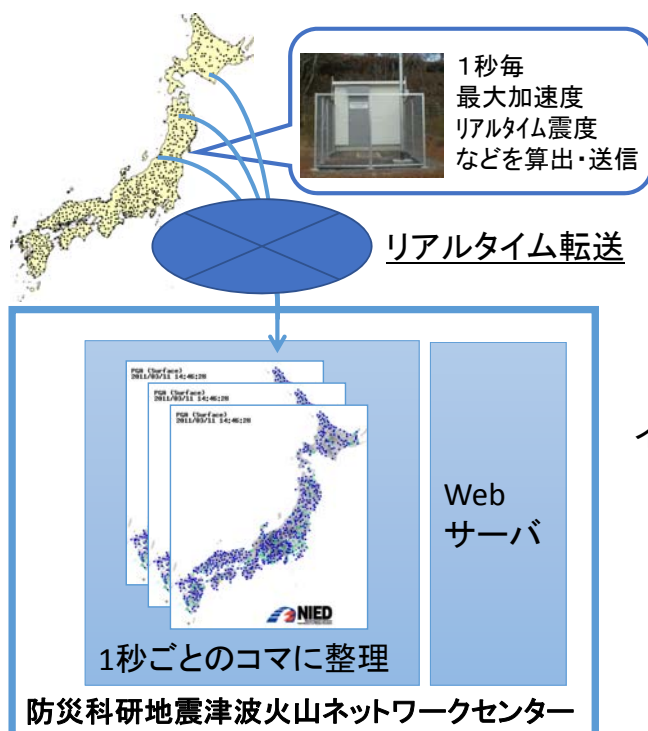
緊急地震速報による震源

緊急地震速報による予測震度(面的な表示)の表示

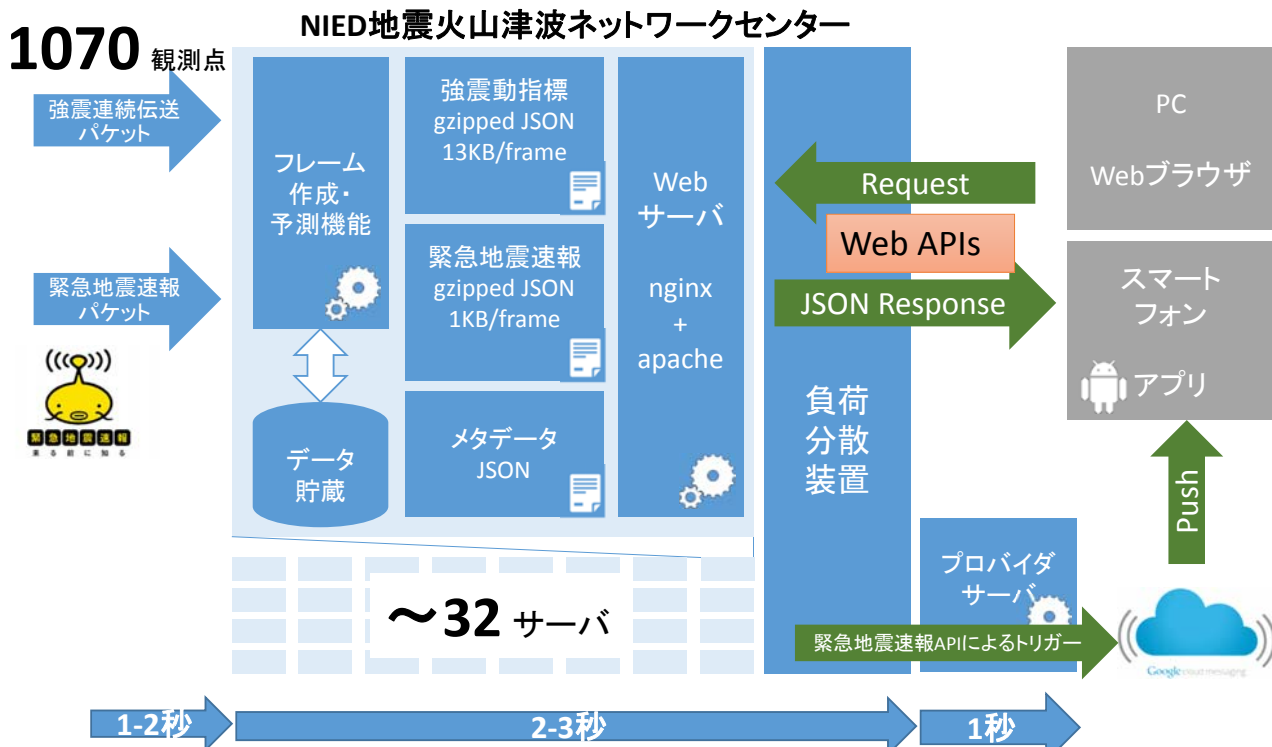
観測点名	観測点コード	リアルタイム震度	最大加速度(ガ)
千歳	IKRH03	2.2	8.0
青森	AOMH04	3.6	32.8
山形	MYGH01	5.7	212.9
山形	YMTH02	4.8	67.3
福島	FKS003	5.3	159.0
つくば	IBR011	5.2	371.4
宇都宮	TCG007	4.7	181.8
前橋	GMM008	3.6	36.0
新宿	TKY007	4.0	82.0
大宮	SIT010	4.3	67.3
千葉	CHB009	4.3	48.0
徳島	KNG002	4.4	44.0
静岡	SZO014	2.5	8.5
浜松	SZO024	1.0	1.6
甲府	YMN005	3.6	28.0
長野	INGN004	2.0	3.8
柏崎	NIG018	3.0	14.1
富山	TYMH03	1.7	2.9
金沢	ISKH07	0.5	0.7
羽島	GIFH09	1.1	2.0
四日市	MIEH01	0.3	0.7
大津	SIGH02	0.0	0.4
宇都	KYTH08	0.5	0.7
大阪	OSKH05	0.4	0.8
和歌山	WKYH09	0.0	0.1
岡山	OKYH03	0.0	0.1
広島	HRSH12	0.0	0.0
徳島	TKSH04	0.0	0.2
北九州	FKOH01	0.0	0.4
長崎	NGSH06	0.0	0.0

Windowsガジェット  
2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の際の表示例。

強震モニタは、全国の強震観測網の地震計で観測し、現地処理された揺れの指標を配信しているWebサービス。  
<http://www.kmoni.bosai.go.jp/new/>



強震モニタAPIにより、大量のリクエストを遅滞なく処理してPCのWebブラウザやスマートフォンアプリに強震動・緊急地震速報の情報を送ることができる。緊急地震速報のプッシュ通知も実現している。



2012年、強震モニタを用いた社会実験として、緊急地震速報および緊急地震速報による揺れの予測の表示を追加した「試用版強震モニタ」を登録ユーザ向けに公開した。

**試用版強震モニタ（固定地図）**

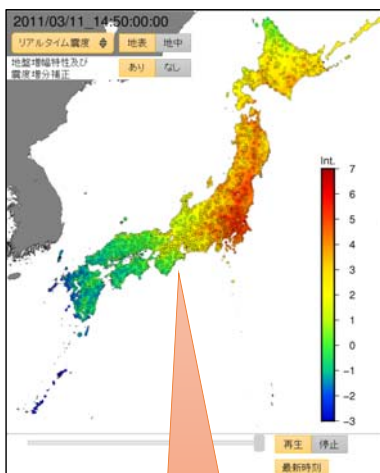
- 揺れの指標は10種類から選択可能
- 緊急地震速報による予測情報も提示可能
- 試用版強震モニタ（Googleマップ）特別機能
- Googleマップの採用により地図の移動や拡大、縮小表示が可能
- 全国の過去の揺れの大きさを色で表示
- 過去の地震を再現可能
- 緊急地震速報受信時に音声で知らせます
- 緊急地震速報によるP波とS波の到達予想円
- 緊急地震速報による震源
- 「今」の揺れ（点表示）と、緊急地震速報による予測震度（面的な表示）の表示
- 緊急地震速報の文字表示

試用版強震モニタ（Google マップ）

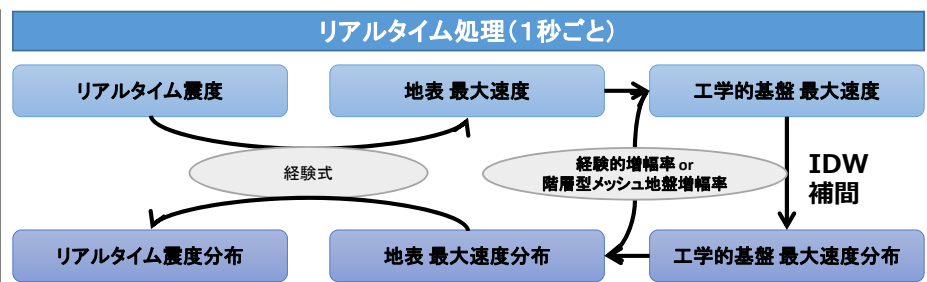
登録申請 → パスワード → アンケート回答依頼 → 回答

専用Webサイトで実験参加者を募集  
1次(1000人)、2次(2000人)、3次(1000人)まで実施

震源情報を用いず、観測強震動指標データをリアルタイムに補間して面データを作成・配信する技術を開発した。階層型メッシュ集約による処理・配信量の軽減も可能とした。



震源情報を用いない推定震度分布



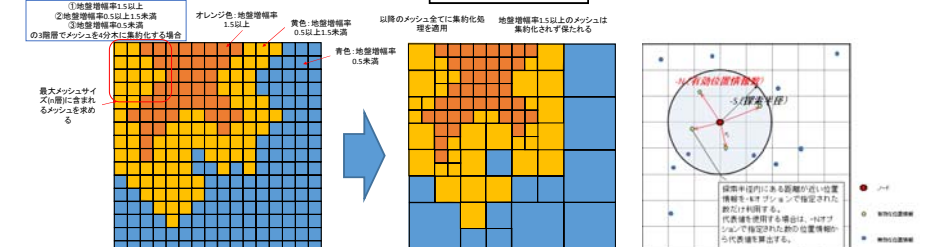
**階層型メッシュ集約による処理・配信量の軽減**

地盤増幅率に応じてメッシュサイズを変える  
地盤増幅率低い⇒波長長い⇒集約可能

メッシュサイズ	配信量
250mメッシュ	128MB
500mメッシュ	32MB
1kmメッシュ	8MB
2kmメッシュ	2MB

**IDW法による補間**

中心からの距離の逆数の重みなめらかな補間処理が可能



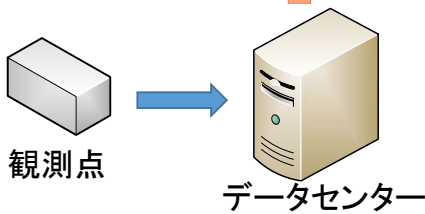
K-NETは、波形データを回収次第、即時に数値データをダウンロード可能としている。

<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/instant/>

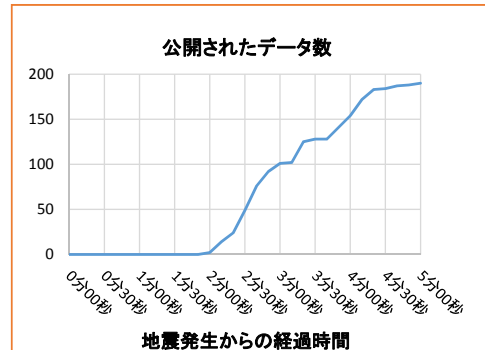
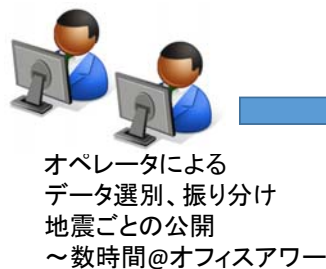
### 即時公開データ

地震および強震記録を選択してデータをダウンロードしてください。使用方法は、ヘルプをご参照ください。  
 (注) 地震以外のノイズ波形、強震計の故障波形、試験波形などが含まれる場合があります。

回収後すぐに波形ごとに公開  
 データ選別しない



### 波形データ即時公開



2016年熊本地震(4/14)

即時公開の所要時間(例)

- 1分52秒後: K-NET2点のデータ公開を開始
- 4分51秒後: K-NET190点のデータ公開



### 波形データ正式公開

強震観測網の連続波形伝送データからデータセンターで長周期地震動指標を逐次計算し、さらに緊急地震速報を用いて予測した長周期地震動の領域予測をWebでリアルタイムに表示するシステム。

内部で試験運用中

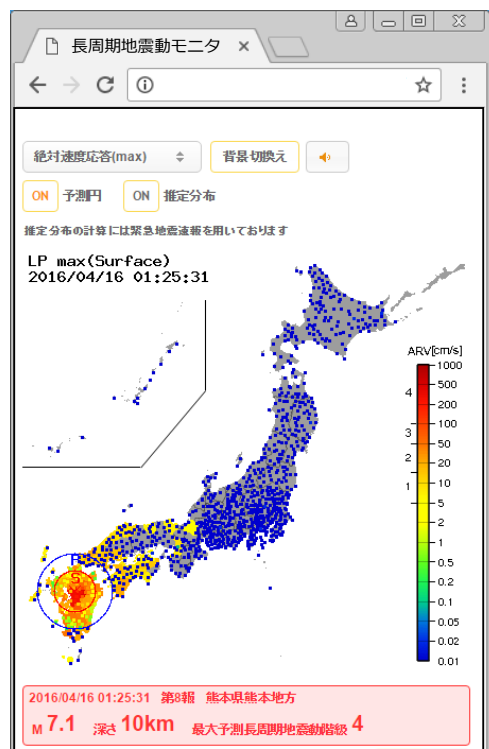
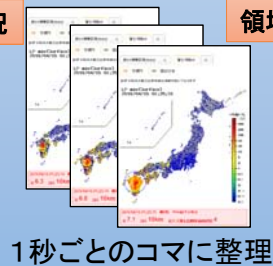


長周期地震動指標  
 (絶対速度応答、階級)  
 逐次計算

長周期地震動予測  
 (Dhaka et al., 2015)

観測点の実況

領域ごとに予測



強震観測網の連続データと緊急地震速報、ハザード・リスク情報の組み合わせにより、様々なリアルタイム観測・予測・ハザード情報をWebAPIで取得・利活用できる技術・基盤が整いつつある。

## データ・アプリケーションの相互利活用



自治体



一般ユーザ



アプリ開発者



専門家



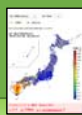
企業

HTTP

### データ提供API、サービス

強震モニタ  
API

長周期  
地震動  
モニタAPI



強震観測網  
即時公開  
ダウンロード



J-RISQ地震速報  
PDF, KML, RSS



J-SHIS API  
J-SHIS WMS



### データ処理基盤

検索処理・画像処理

リアルタイム処理

準リアルタイム処理

### 元データ



ハザード・リスクデータ

