

JR東日本における 新幹線早期地震検知システムの現状と課題

2012年5月18日

東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター

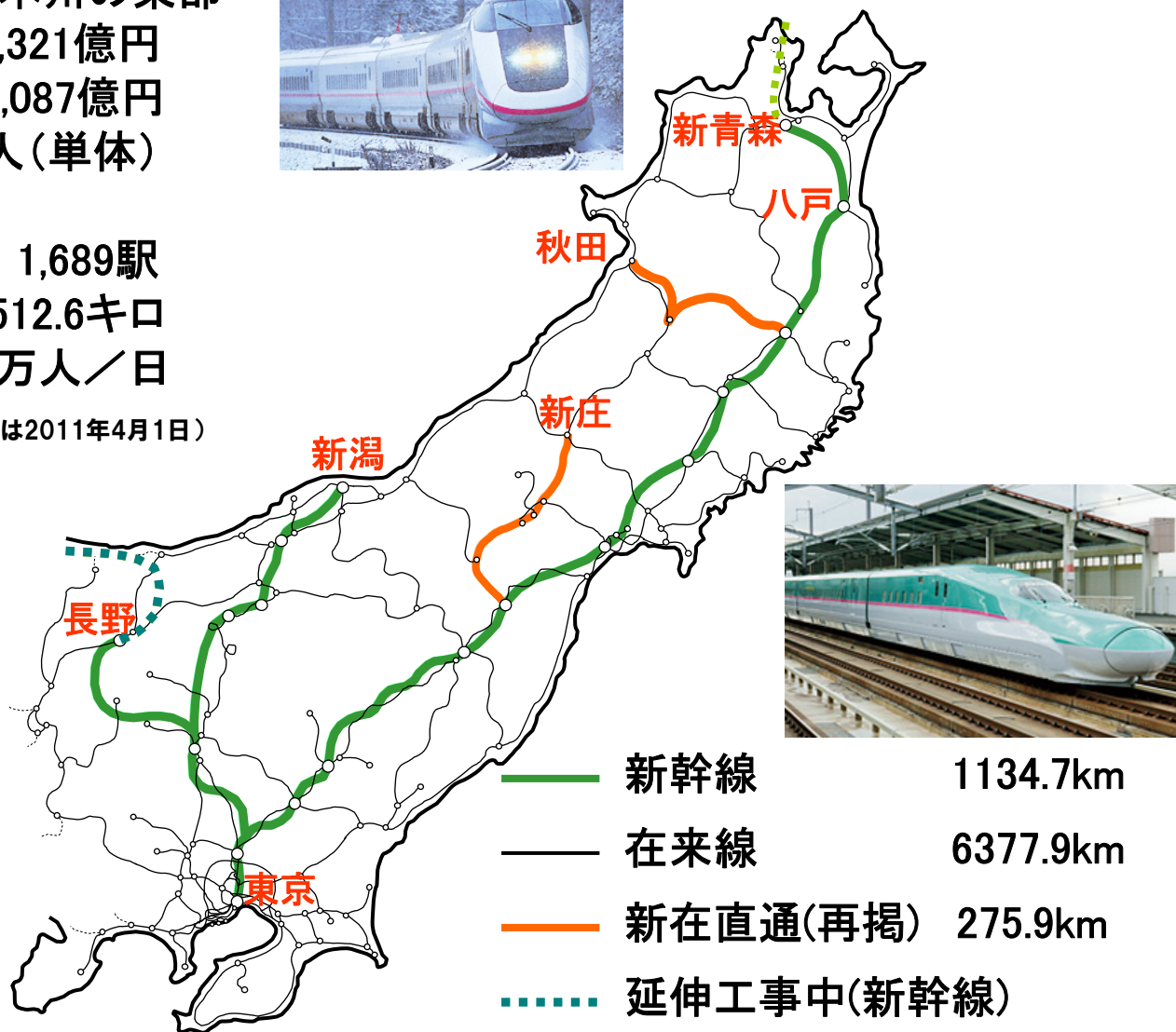
防災研究所所長 島村 誠

JR東日本の概要

営業エリア: 東京圏を含む本州の東部
営業収益: 25,321億円
当期純利益: 1,087億円
従業員数: 59,650人(単体)

駅数: 1,689駅
営業キロ: 7,512.6キロ
利用者数: 1,659万人／日

(数字は2012年3月期または2011年4月1日)



新幹線の地震対策 基本的な考え方

①壊れないように

⇒ 構造物の耐震補強

②早く止める

⇒ 列車緊急停止の仕組み作り

③万が一、脱線しても被害を最小限に

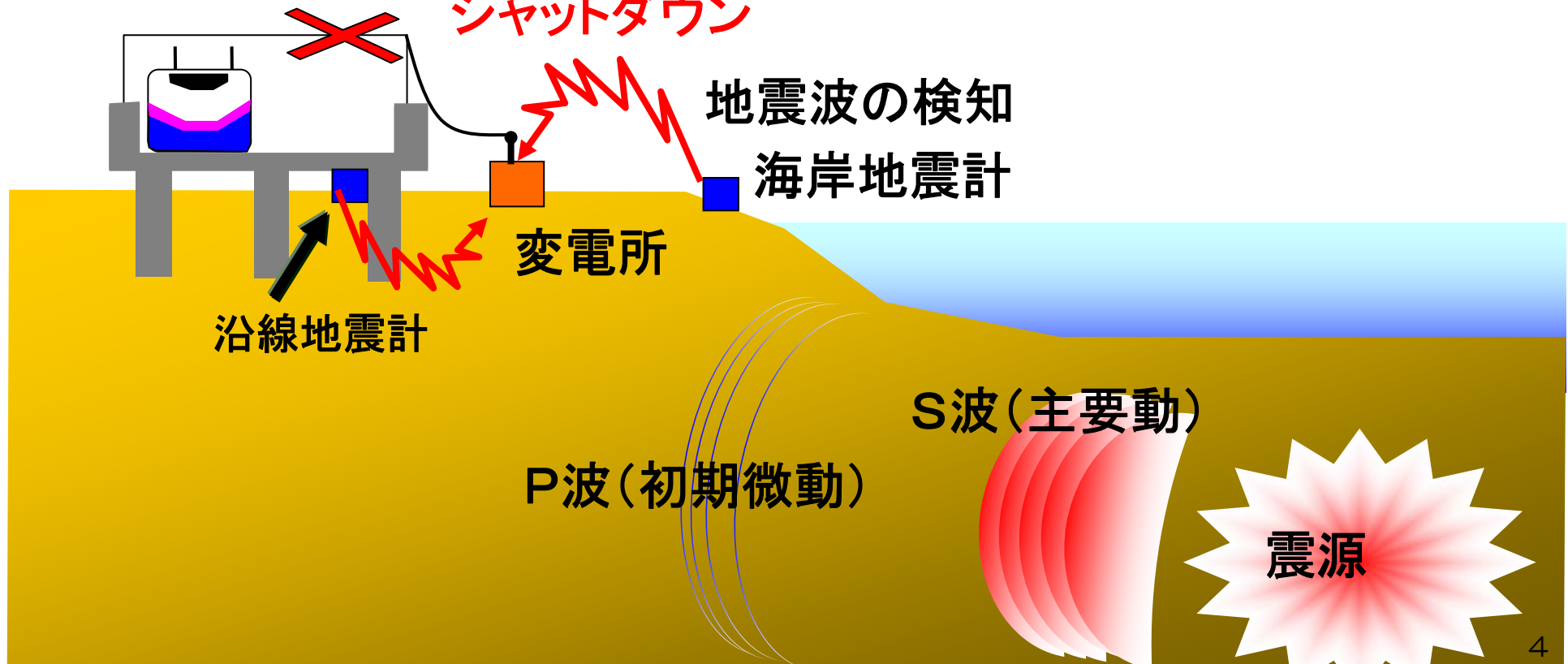
⇒ 列車を線路から逸脱させない

早期地震検知システムの概要

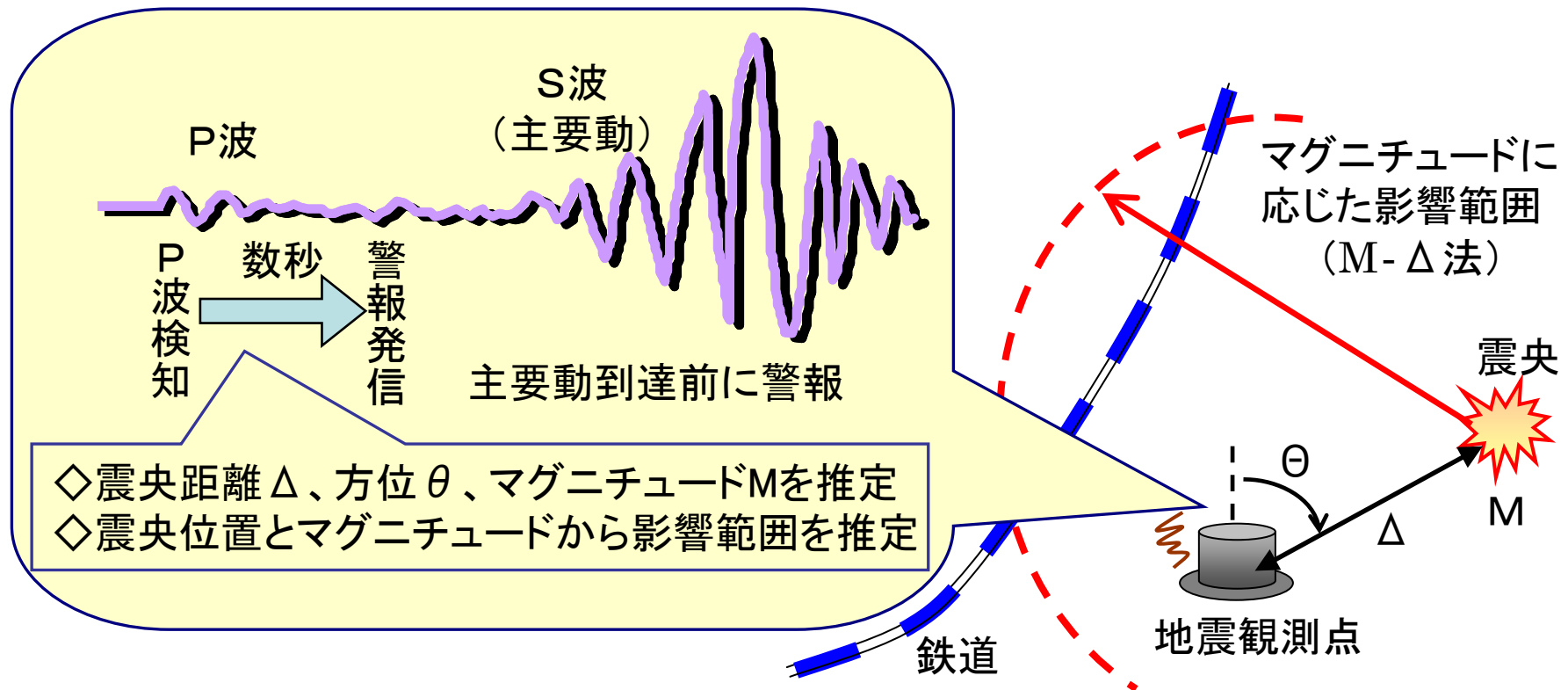
海岸地震計の設置

海岸の地震計により、地震波（P波・S波）を検知し、沿線に地震が到達する前に、より早く非常ブレーキをかけるシステム

非常ブレーキ動作 システムにより電力を
シャットダウン

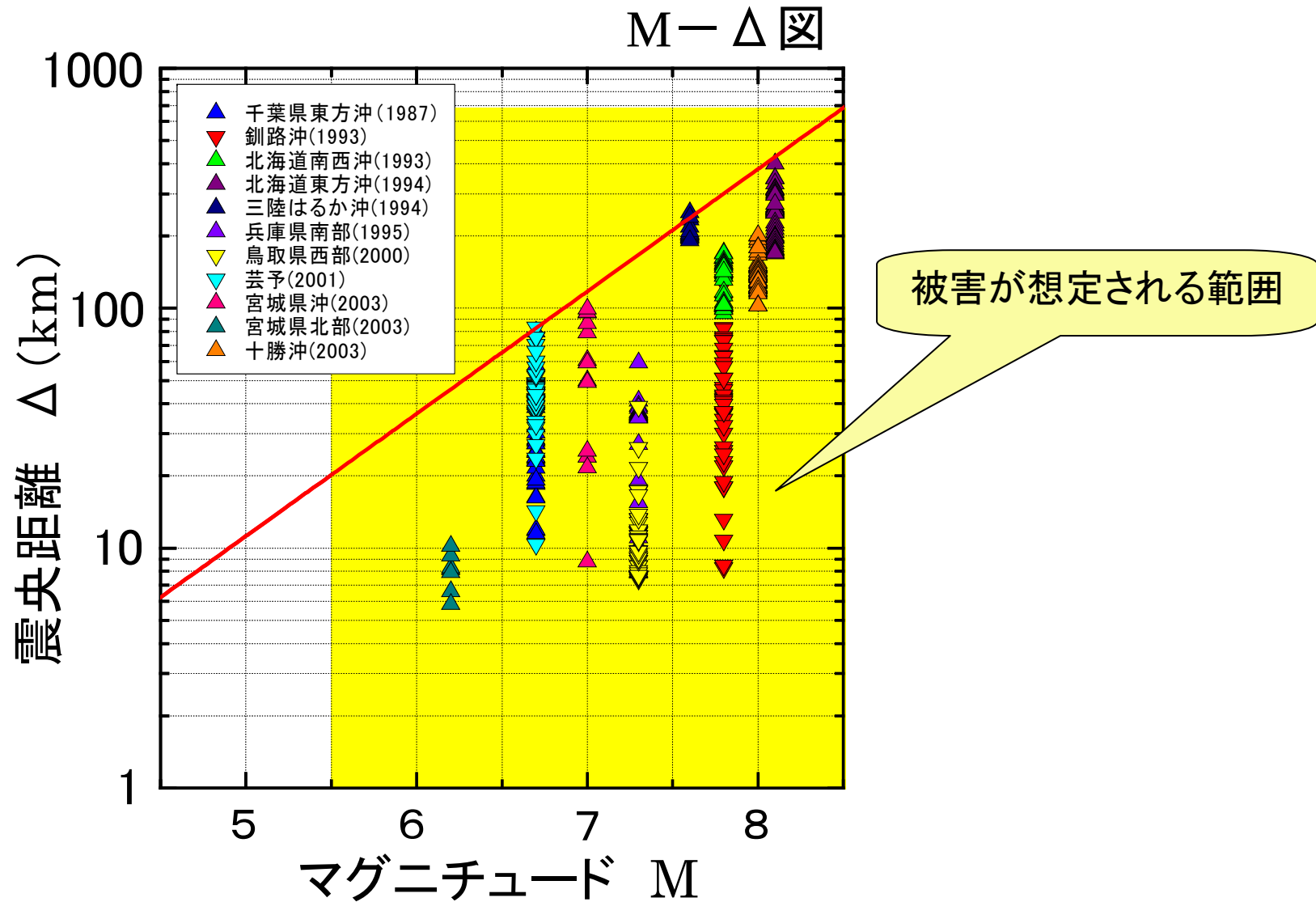


P波による早期地震警報の原理



※早期地震検知システムは単独観測点で警報を出力

警報判断手法 (M- Δ 図)

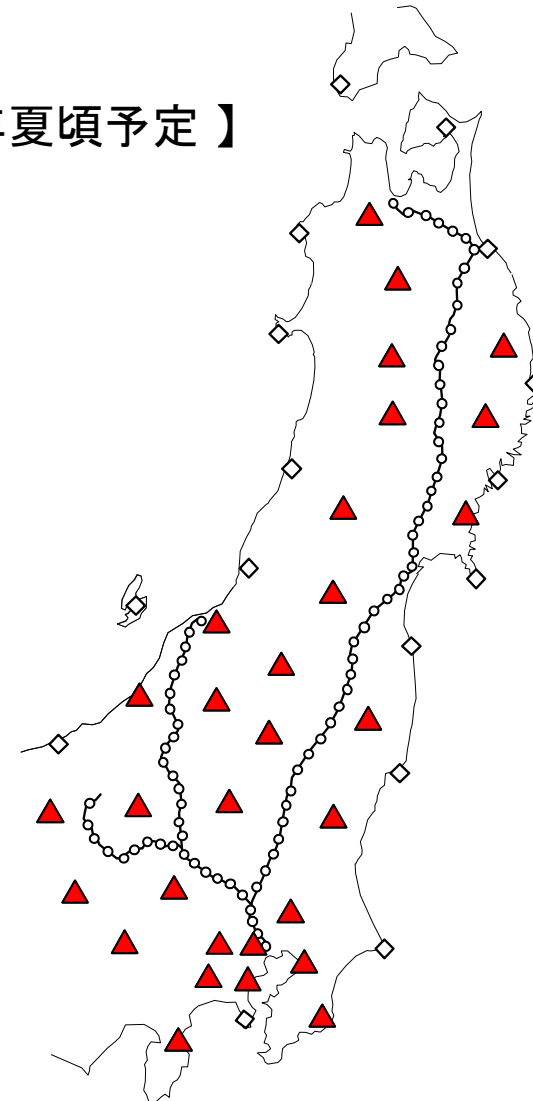


地震観測網

首都圏及び内陸部への地震計増設

【使用開始：在来線 2012年3月9日 新幹線 2012年夏頃予定】

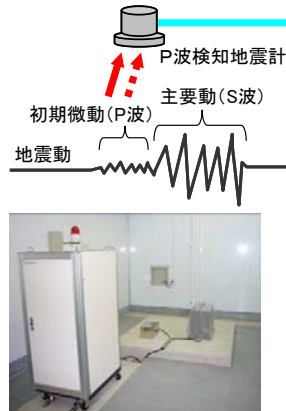
■設置済みの地震計	計 97箇所
・沿線地震計	○ 81箇所
・海岸地震計	◇ 16箇所
■今回増設地震計	▲ 計 30箇所
合計	127箇所



警報伝達手法

新幹線早期地震検知システム

首都圏及び内陸部への地震計増設 【今回30箇所増設】



新幹線早期地震検知システムサーバ【既設】

- 各P波検知地震計の地震情報及び緊急地震速報を受信し、沿線地震計へ配信
- 受信した各P波検知地震計の地震情報を受信・警報サーバ(在来線)へ転送

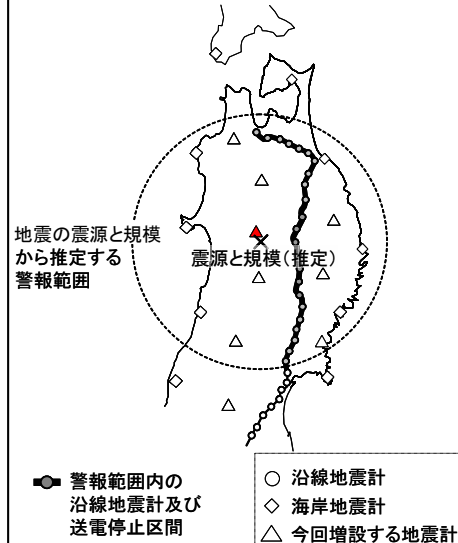
※地震情報：震源と規模

受信サーバ(新幹線) 【今回設置】

- 緊急地震速報における地震情報を受信し、沿線地震計へ配信

緊急地震速報(気象庁)

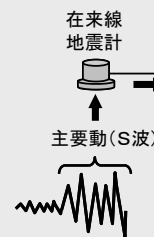
【P波検知地震計による地震の震源と規模の推定】



在来線早期地震警報システム

受信・警報サーバ(在来線)【既設】

- 新幹線のP波検知地震計の地震情報及び緊急地震速報を受信し、警報範囲を判定



防災情報システム(プレダス)

警報制御装置【既設】

警報

列車無線



【警報制御装置・列車無線】
自動で乗務員に緊急停止を指示

凡例

— 新設する設備

→ 従来からの地震観測体制による列車制御の流れ

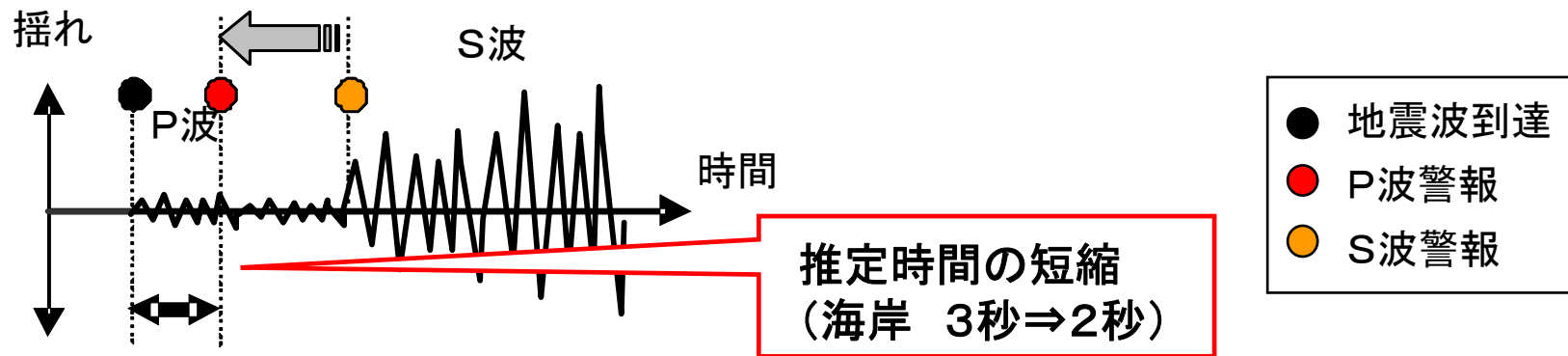
→ 今回増設する地震計による列車制御の流れ【在来線】
(2012年3月9日使用開始予定)

→ 今回増設する地震計による列車制御の流れ【新幹線】
(2012年夏頃使用開始予定)

→ 緊急地震速報による列車制御の流れ【新幹線】
(2012年秋頃使用開始予定)

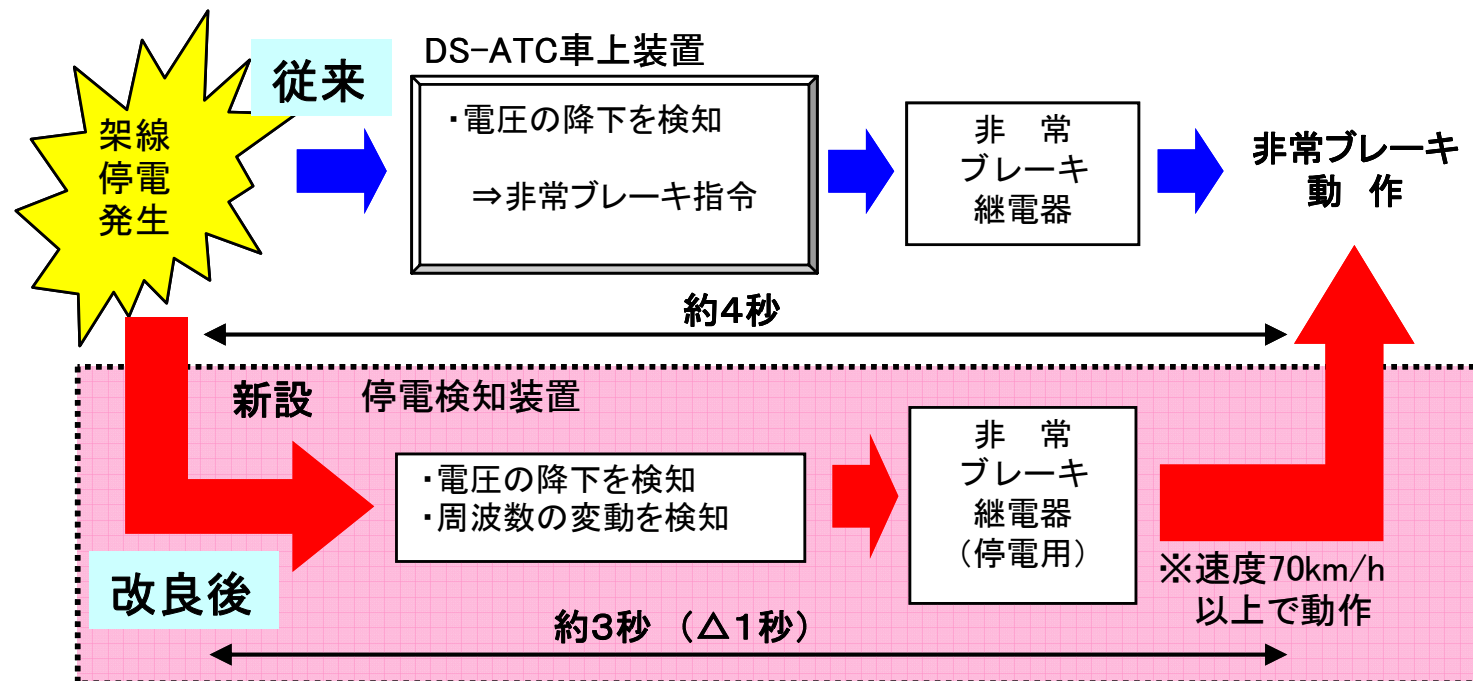
非常停止動作時間の短縮①

① 海岸地震計のM推定時間の短縮（△1秒）【実施済】



非常停止動作時間の短縮②

② 車両の非常ブレーキ動作開始時間の短縮（△1秒）【実施済】



東日本大震災、地震による新幹線被害

■ 東北新幹線

被害箇所数

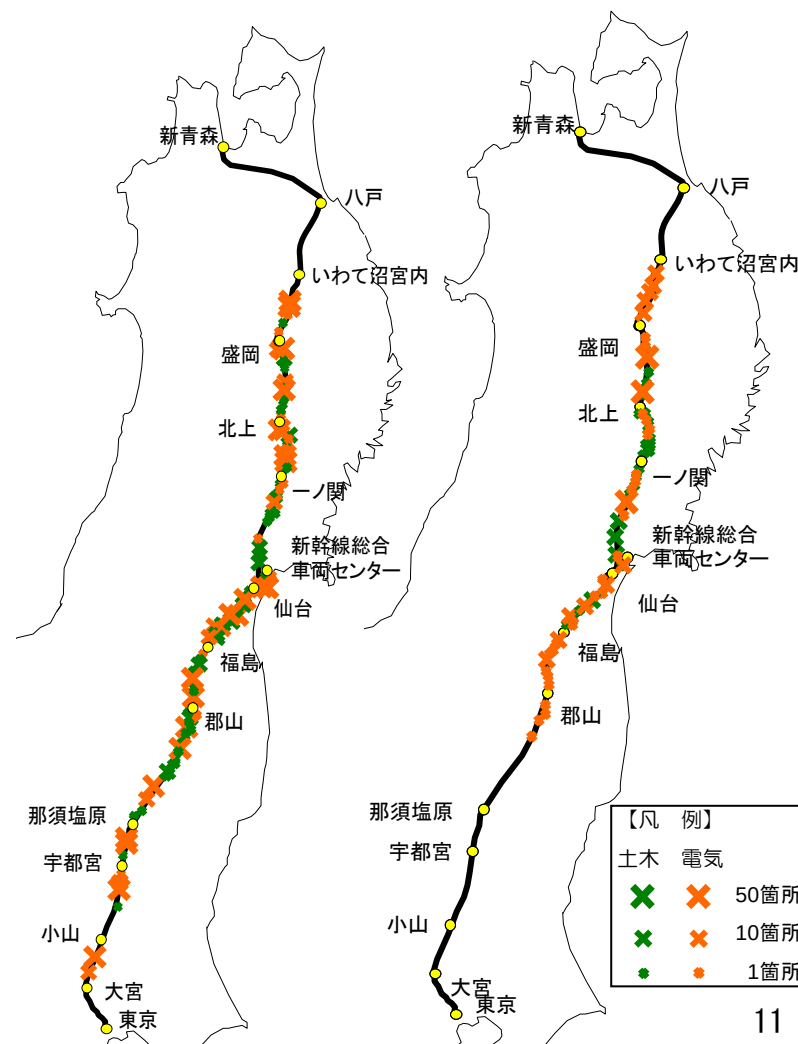
約1,200

※2011年4月7日以降の地震で、さらに約550箇所

主な被害	3/11本震	4/7以降余震
電化柱の破損・傾斜・ひび割れ	約540箇所	約270箇所
架線の断線	約470箇所	約200箇所
高架橋柱等の損傷	約100箇所	約20箇所
軌道の変異・損傷	約20箇所	約20箇所
変電設備の故障	約10箇所	約10箇所
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10箇所	2箇所
天井材等の破損・落下	5駅	2駅
橋桁のずれ	2箇所	7箇所
橋桁の支点部損傷	約30箇所	約10箇所
トンネル内の軌道損傷	2箇所	—
合計	約1200箇所	約550箇所

【本震(3/11)】

【余震(4/7)】



東日本大震災、地震による新幹線被害



【電化柱の折損】
本震約540箇所、余震270箇所



【高架橋柱の損傷】
本震約100箇所、余震20箇所

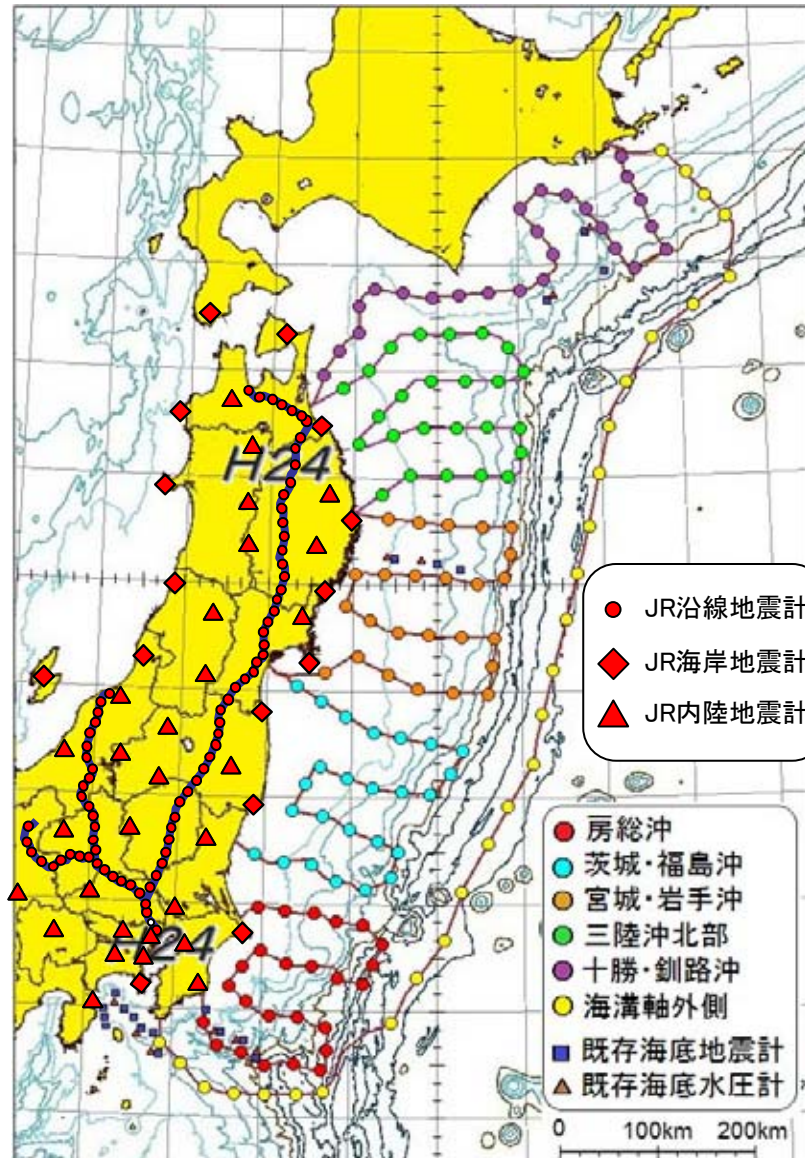


【橋桁のずれ】
本震2箇所、余震7箇所



【橋りょうの橋脚の損傷】
一ノ関～水沢江刺

早期地震検知への活用網



- 日本海溝海底地震津波観測網により、現在よりも最大30秒程度早く地震を検知することが期待される※。
- この地震津波観測網を早期地震検知に使用することができれば、より早く非常ブレーキをかけることができ、大きな減速効果が期待できる。

参考：主な新幹線においては非常ブレーキ開始後、
30秒で約70km/h速度が低下

※2012年3月29日防災科学技術研究所プレス資料より

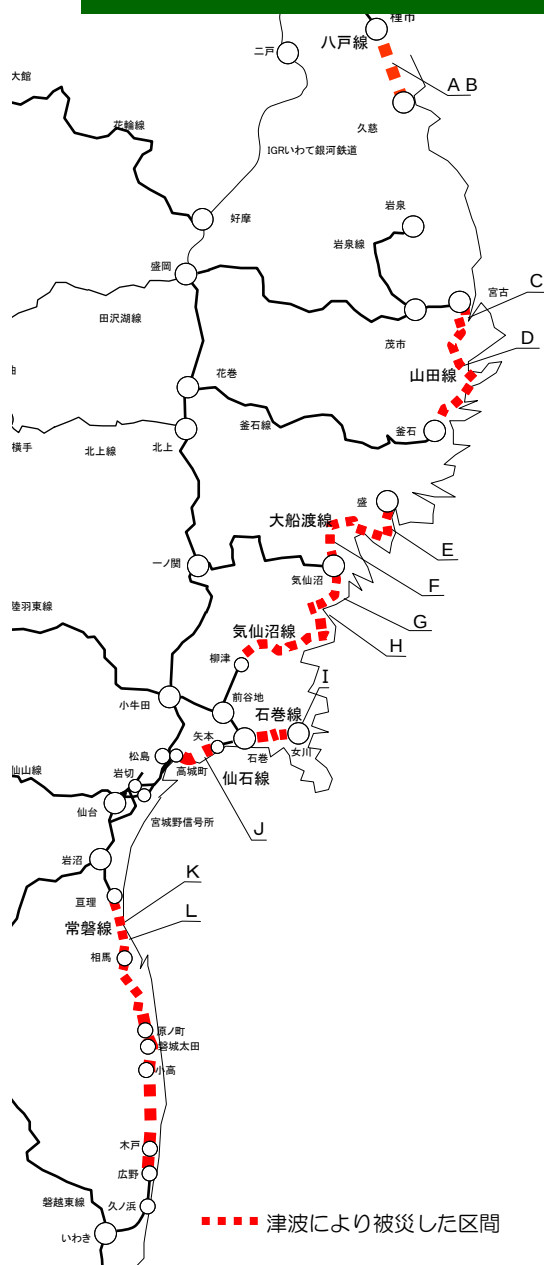
東日本大震災、津波による被害状況

■在来線(津波の被害を受けた7線区)

被害箇所数

約1,730*

*2011年11月1日現在



A【橋けた流失】
しゆくのへ りくちゅうやぎ
(八戸線 宿戸～陸中八木)



B【線路流失】
しゆくのへ りくちゅうやぎ
(八戸線 宿戸～陸中八木)



C【線路流失】
そけい つがるいし
(山田線 磯鶏～津軽石)



D【橋けた流失】
りくちゅうやまだ おりかさ
(山田線 陸中山田～織笠)



E【線路流失】
ほそうら
(大船渡線 細浦構内)



F【線路流失】
りくぜんやはぎ たけこま
(大船渡線 陸前矢作～竹駒)



G【線路流失】
おおやかいがん
(気仙沼線 大谷海岸構内)



H【橋けた流失】
りくぜんこいずみ もとよし
(気仙沼線 陸前小泉～本吉)



I【線路流失】
おながわ
(石巻線 女川構内)



J【道床流失】
のびる
(仙石線 野蒜構内)



K【橋けた流失】
しんち さかもと
(常磐線 新地～坂元)



L【線路流失】
しんち
(常磐線 新地構内)



3月11日の大津波への対応

お客さまの避難誘導

- 指令が列車無線で「停止」及び「避難誘導」を指示した。
- 乗務員、駅員の判断で避難誘導を行った。
- 駅間または駅に停車中の27本の列車においてお客さまの避難誘導を実施した。
- 5本の列車が避難後に津波により流出した。

津波発生時の避難誘導への活用

- 日本海溝海底地震津波観測網により、精度が高く迅速な地震・津波データの提供が期待される※。
- これらの観測網や沖合波浪計より得られた正確で迅速な地震・津波データを使用することが出来れば、津波浸水域や津波到達時間をより精度良く予測するシステムの開発が期待できる。
- 津波浸水域外へ避難する際の有効なツールとなりうる。

※2012年3月29日防災科学技術研究所プレス資料より

まとめ

- 新幹線では、1秒でも早く列車を停止させるため、地震計の増設や非常ブレーキ動作方法の改良など、努力を続けてきた。
- より海溝型地震の震源に近い日本海溝海底地震津波観測網を効果的に早期地震検知システムに取り込むことにより、今までより大幅に早く非常ブレーキをかけ、列車を停止させることが期待できる。
- (公財)鉄道総合技術研究所と連携し、海底に設置された地震計による地震時の列車緊急停止方法について、技術的な検討を進めていきたい。
- 日本海溝海底地震津波観測網で観測されたデータを使用した津波浸水域予測システムを開発できれば、よりの確な避難誘導が可能となる。