

March 22, 2013

最終講義

地震

～出会いから衝撃まで～

Earthquakes

– *Those impacts in my memory* –

東北大学大学院理学研究科  
地震・噴火予知研究観測センター  
海野 徳仁

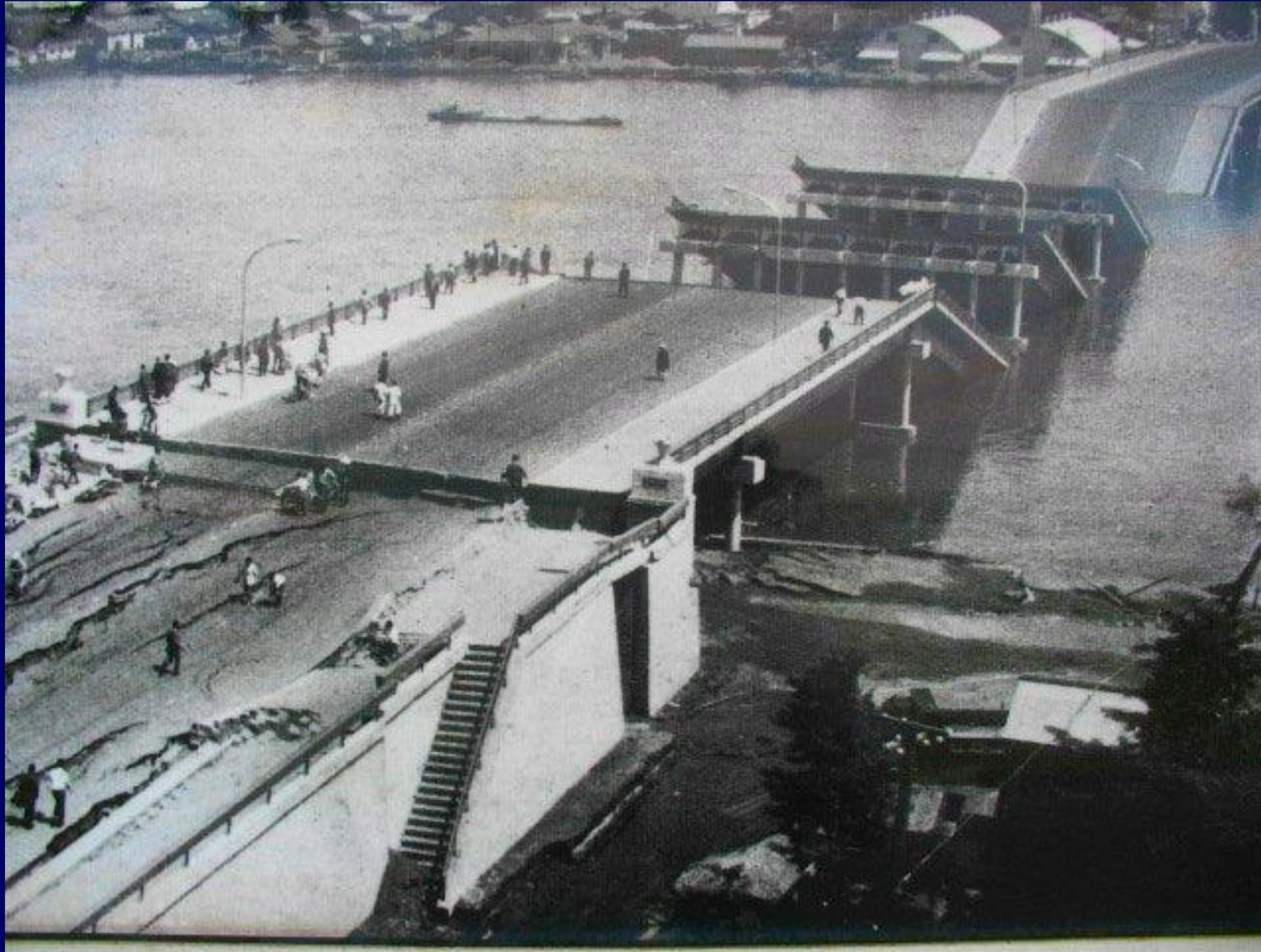
**犠牲になった多くの方々の冥福をお祈りするとともに、  
被災された方々に心よりお見舞いを申し上げます**



# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# Showa Bridge: 1964 Niigata EQ (M7.5)



# **Liquefaction: 1964 Niigata EQ (M7.5)**



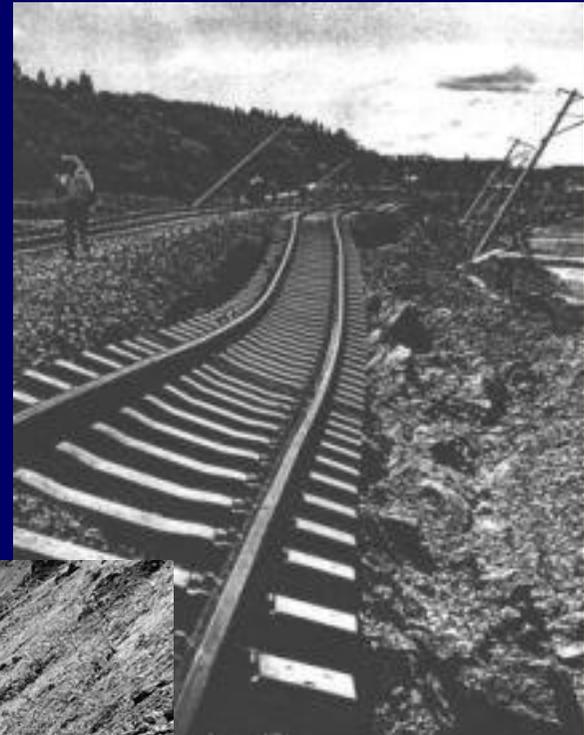
# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# *University Building in Kawauchi Campus*



# May 16, 1968 Tokachi-Oki EQ (M7.9)



# EQs in My Memory

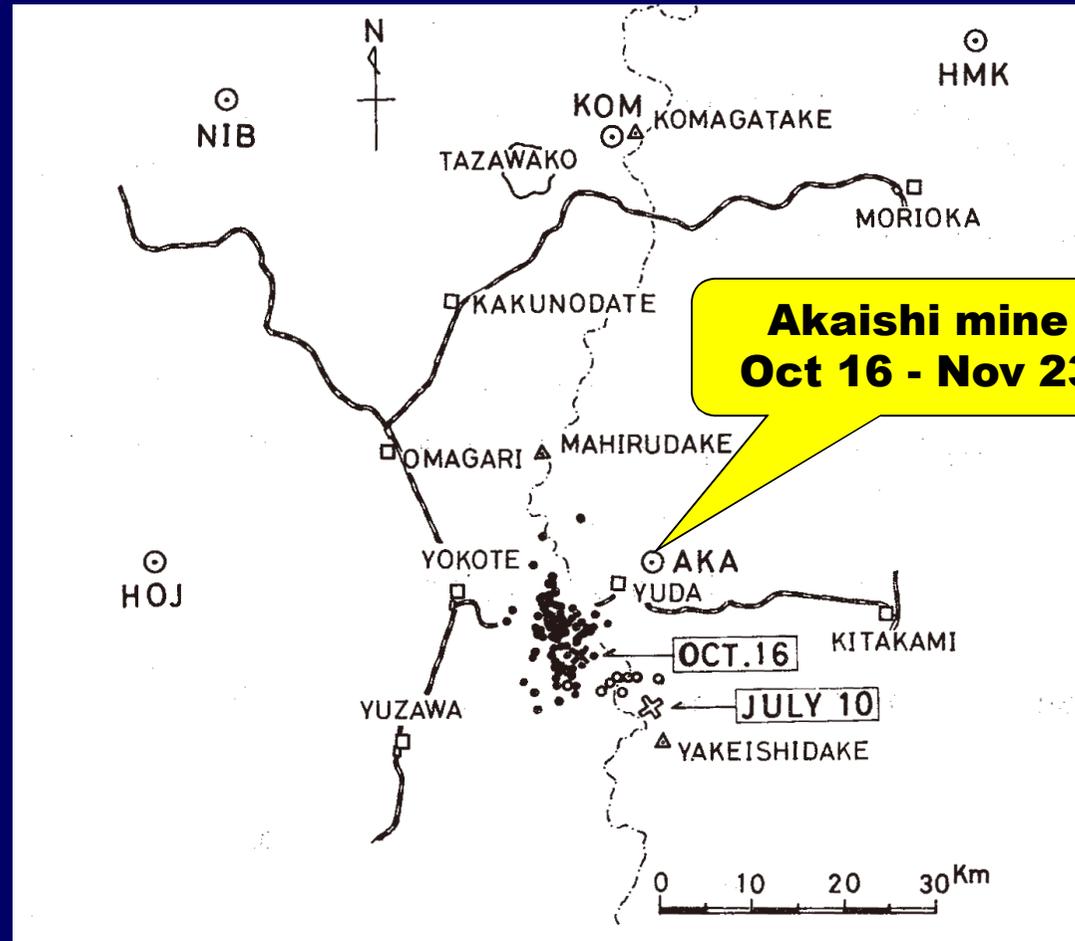
No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# Oct 16, 1970 SE Akita EQ (M6.2)

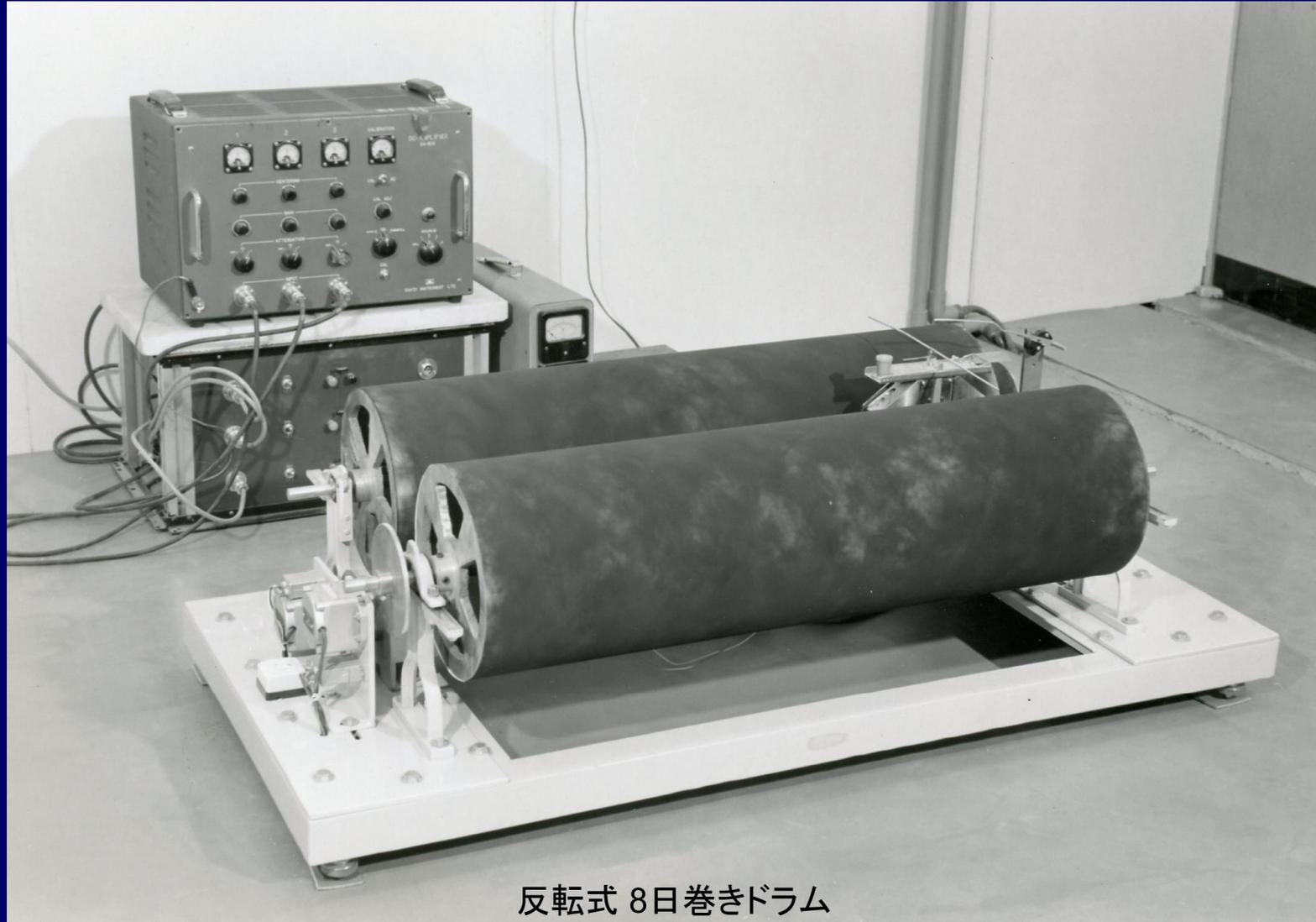
Seismic Intensity Map



Epicenter distribution of main shock and aftershocks



# Smoked Paper Recorder



反転式 8日巻きドラム

# Archive of Smoked Paper Seismograms



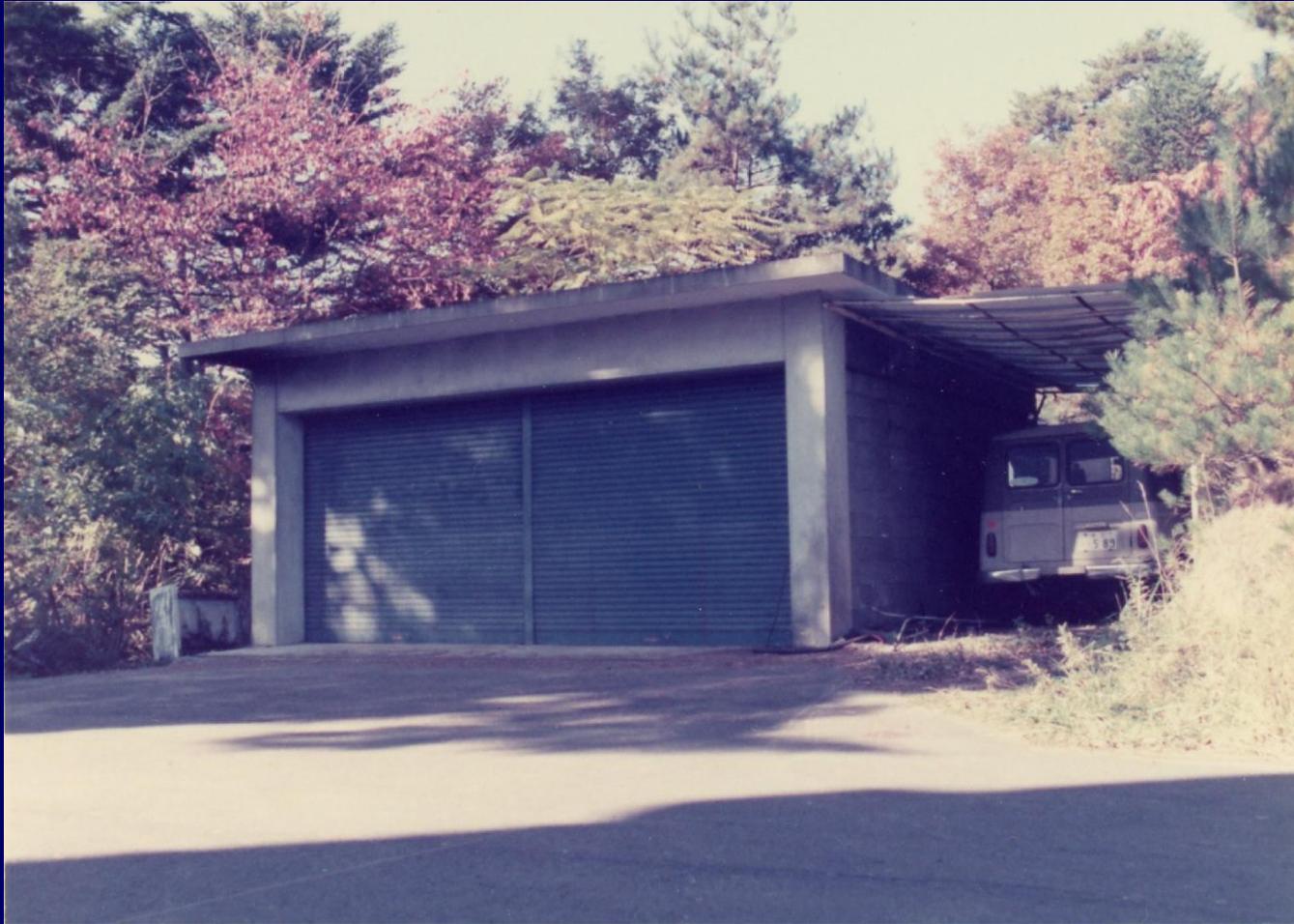
**大学院進学辞退、教務系技官へ**

***Beginning of March, 1971***

# My First Office



# ***Aobayama Carport & Observatory Car***



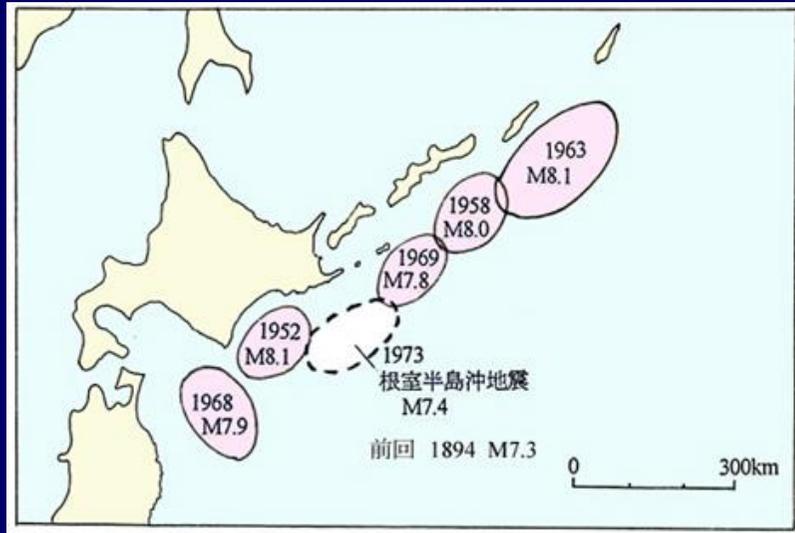
# First Observatory Car (Used car)



# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# Jun 17, 1973 Off Nemuro Pen. EQ (M7.4)



**Seismic Gap off Nemuro**



**Open-Reel Data Recorder**



**Okuyagen Spa, Aomori Pref**

# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# Jun 12, 1978 off Miyagi EQ (M7.4)



**Concrete Block Wall**



**Crashed First Floor**

# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

# May 26, 1983 Nihonkai Chubu EQ (M7.7)



**Wharf Crane at Akita Port**

**Sand Boil in Akita City**



# Oga Observatory

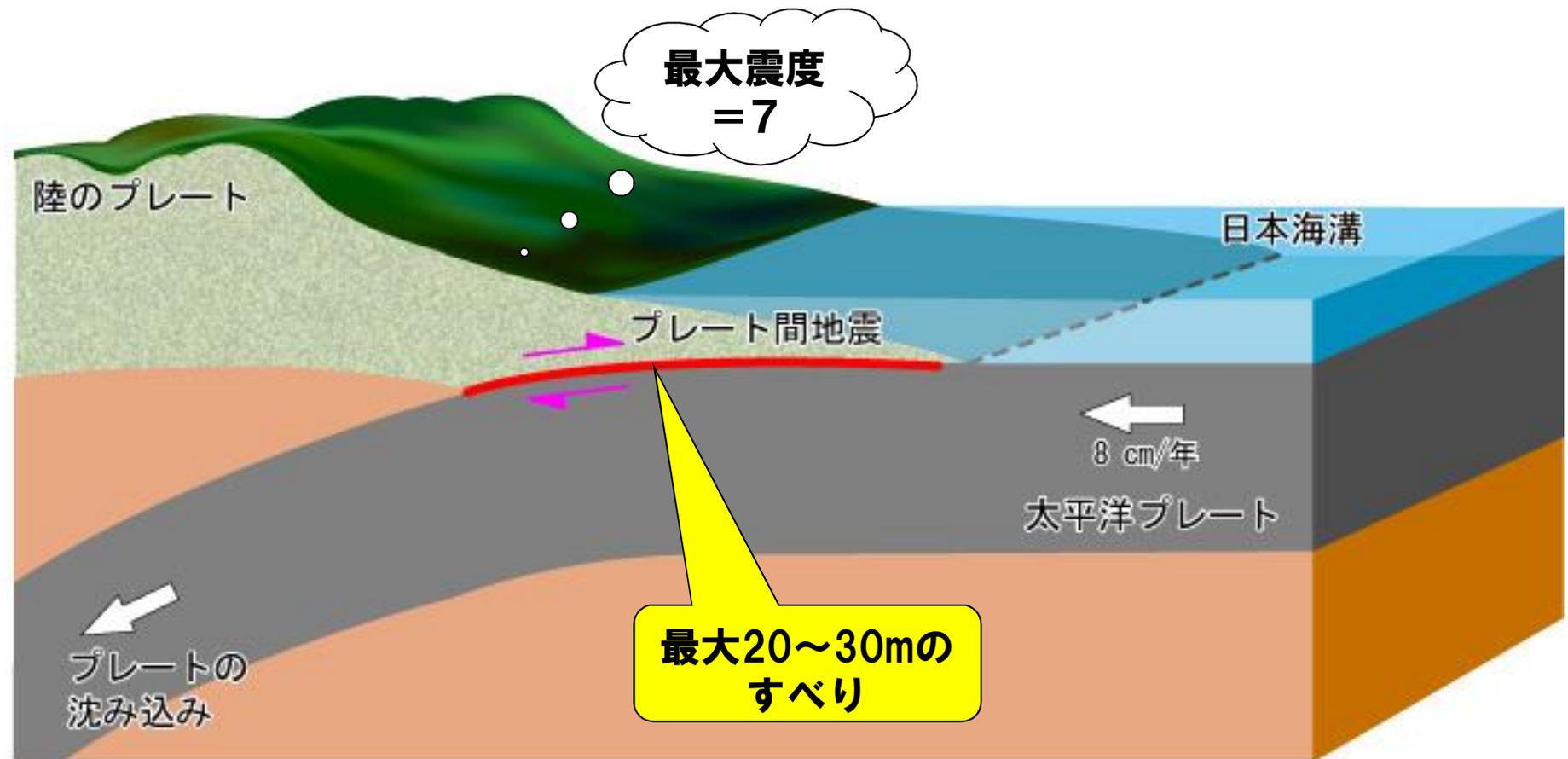


# EQs in My Memory

No	Date	Name	M	Age
1	1964/6/16	Niigata EQ	7.5	High School (1)
2	1968/5/16	Off Tokachi EQ	7.9	University (B2)
3	1970/10/16	SE Akita EQ	6.2	University (B4)
4	1973/6/17	Off Nemuro Peninsula EQ	7.4	Research Associate (2)
5	1974/5/9	Off Izu Peninsula EQ	6.9	" (3)
6	1978/1/14	Izuohshima Kinkai EQ	7.0	" (5)
7	1978/6/12	Off Miyagi EQ	7.4	" (6)
8	1982/3/21	Off Urakawa EQ	7.1	" (9)
9	1983/5/26	Nihonkai Chubu EQ	7.7	" (10)
10	1984/9/14	W Nagano EQ	6.8	" (12)
11	1993/1/15	Off Kushiro EQ	7.5	Associate Professor (3)
12	1993/7/12	SE Off Hokkaido EQ	7.8	"
13	1994/12/28	Far Off Sanriku EQ	7.6	" (5)
14	1995/1/17	Hyogoken Nanbu EQ	7.3	"
15	2000/10/6	W Tottori EQ	7.3	" (10)
16	2003/5/26	Off Miyagi EQ	7.1	" (13)
17	2003/7/26	N Miyagi EQ	6.4	"
18	2003/9/26	Off Tokachi EQ	8.0	"
19	2004/10/23	Chuetsu EQ	6.8	Professor (2)
20	2005/3/20	W Off Fukuoka EQ	7.0	"
21	2007/3/25	Noto Peninsula EQ	6.9	" (3)
22	2007/7/16	Off Chuetsu EQ	6.8	"
23	2008/6/14	Iwate-Miyagi Nairiku EQ	7.2	" (4)
24	2011/3/11	Great Tohoku EQ	9.0	" (7)

**2011年3月11日  
14時46分37.0秒**

# 2011-3-11 東北地方太平洋沖地震



# ***My Office after M9 EQ***



# ***My Office after M9 EQ***



# ***My Office after M9 EQ***



# Fissure Caused by M9 EQ



# Under Restoration



Feb 22, 2013

# **カーネギー研究所**

**(1988~1989)**

***Department of Terrestrial Magnetism,  
Carnegie Institution of Washington***

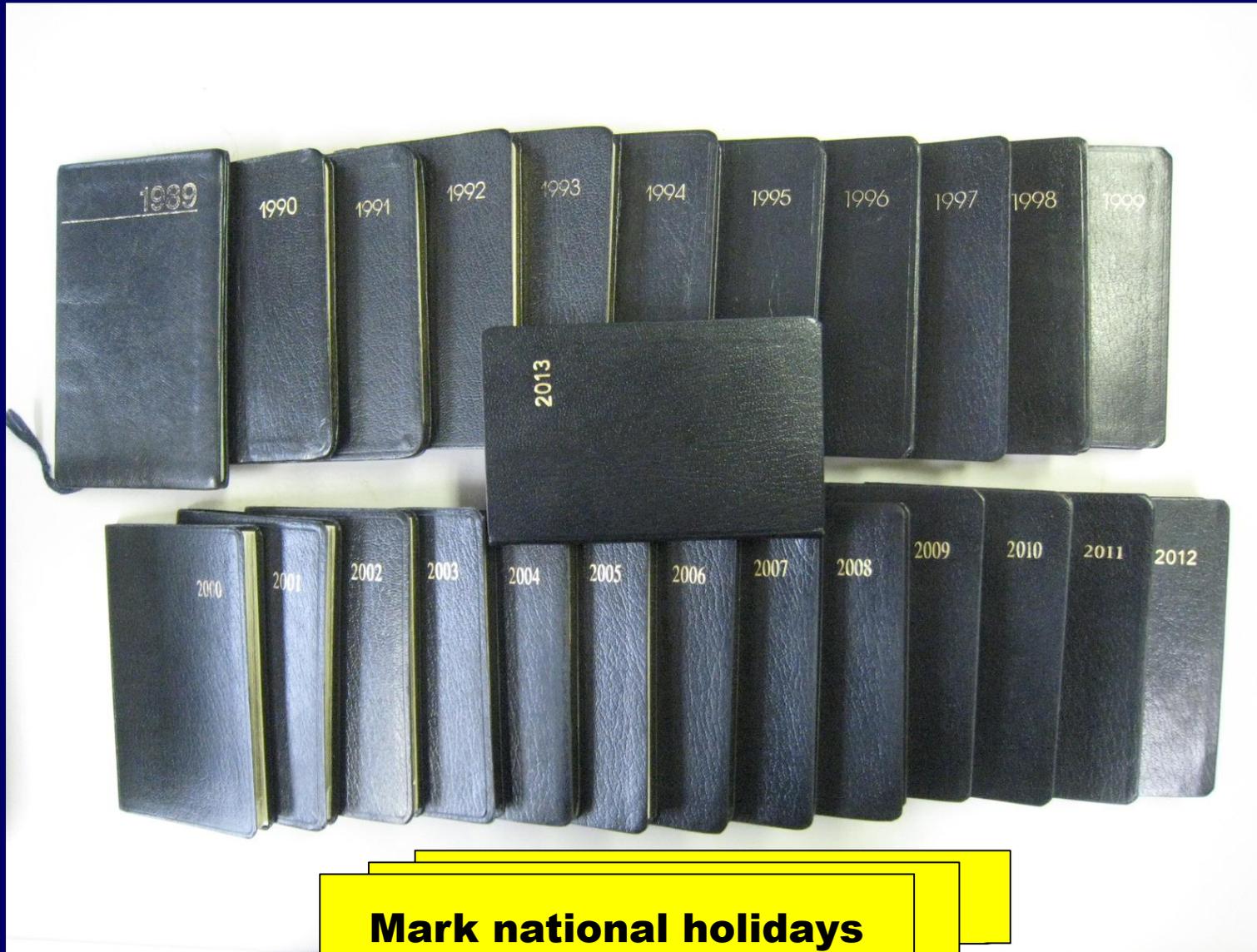
# *DTM: Paradise for Me*



# My First Macintosh



# My Compact Diary



**Mark national holidays**

**防災・減災への寄与は・・・**

***How to contribute disaster mitigation***

# 地震に対する心構え

“ 天災は忘れられたる頃来る (寺田寅彦)



(1878-1935)

“ 凡そ天災は忘れたころに来ると言われている。併し忘れないだけで天災は防げるものでもなく、避けられるものでもない。要は、これを防備することである。(今村明恒：1946年南海地震後、和歌山県広村への手紙)



(1870-1948)

正しい知識

具体的な備え

# 津波と人間 (寺田寅彦)

1933昭和三陸地震 (M8.1)

日本国民のこれら災害に関する科学知識の水準をずっと高めることが出来れば、その時にはじめて天災の予防が可能になるであろうと 思われる。この水準を高めるためには何よりもまず、普通教育で、もっと立ち入った地震津波の知識を授ける必要がある。(略)

日本のような、世界的に有名な地震国の小学校では少なくとも毎年一回ずつ一時間や二時間くらい地震津波に関する特別講演があってもけつて不思議ではないであろうと思われる。(略)

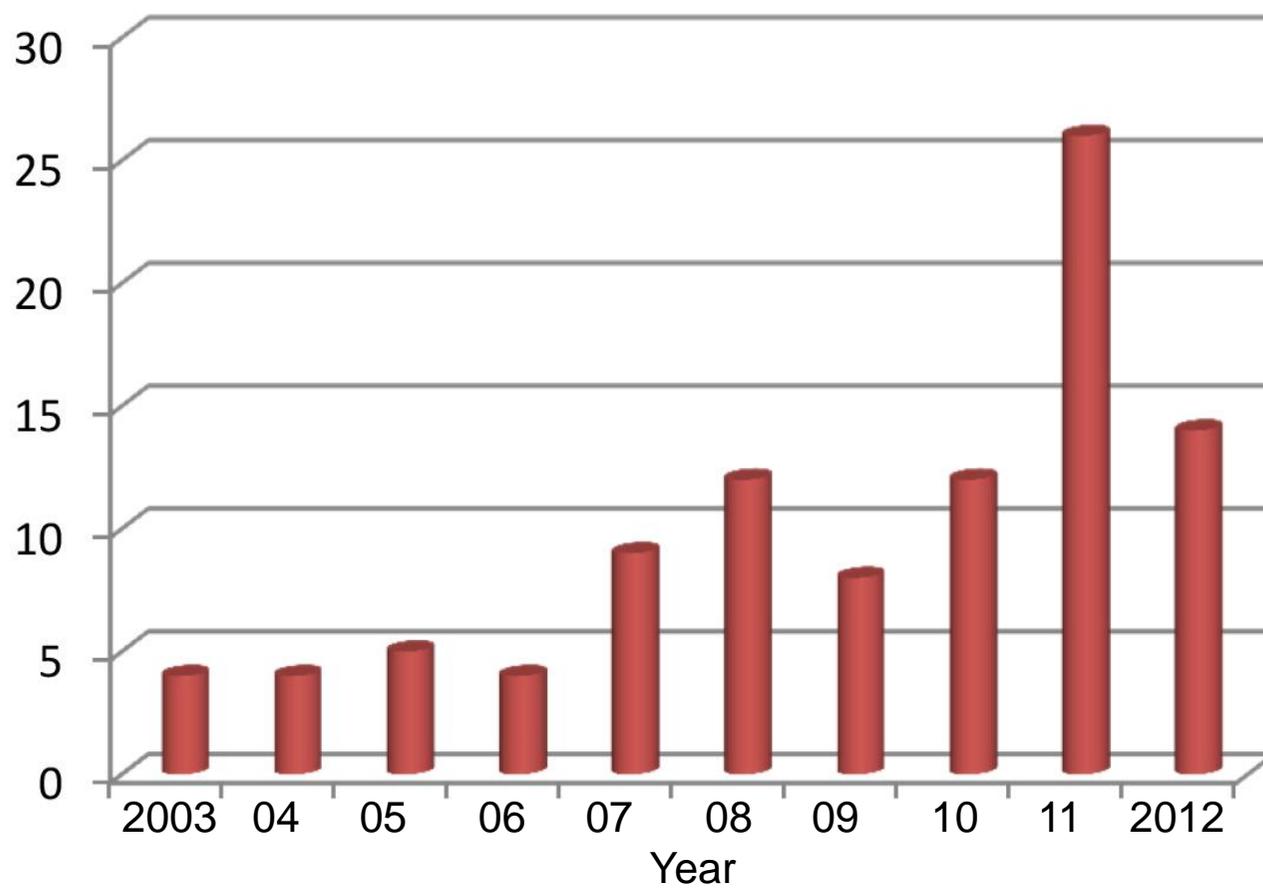
(昭和八年五月、鉄塔)

# 小・中・高校での出前授業

*Visiting Lectures at Elementary,  
Junior High, and High Schools*

# 出前授業、講演

## Visiting Lectures at Schools



# 地震観測の目的

## Seismic Observation



# 地震計の原理と実験

*Principle and Experiment of Seismometer*

# 地震計の原理

## Principle of Seismometer



Tsutsujigaoka Elementary School

# 地震計の実験

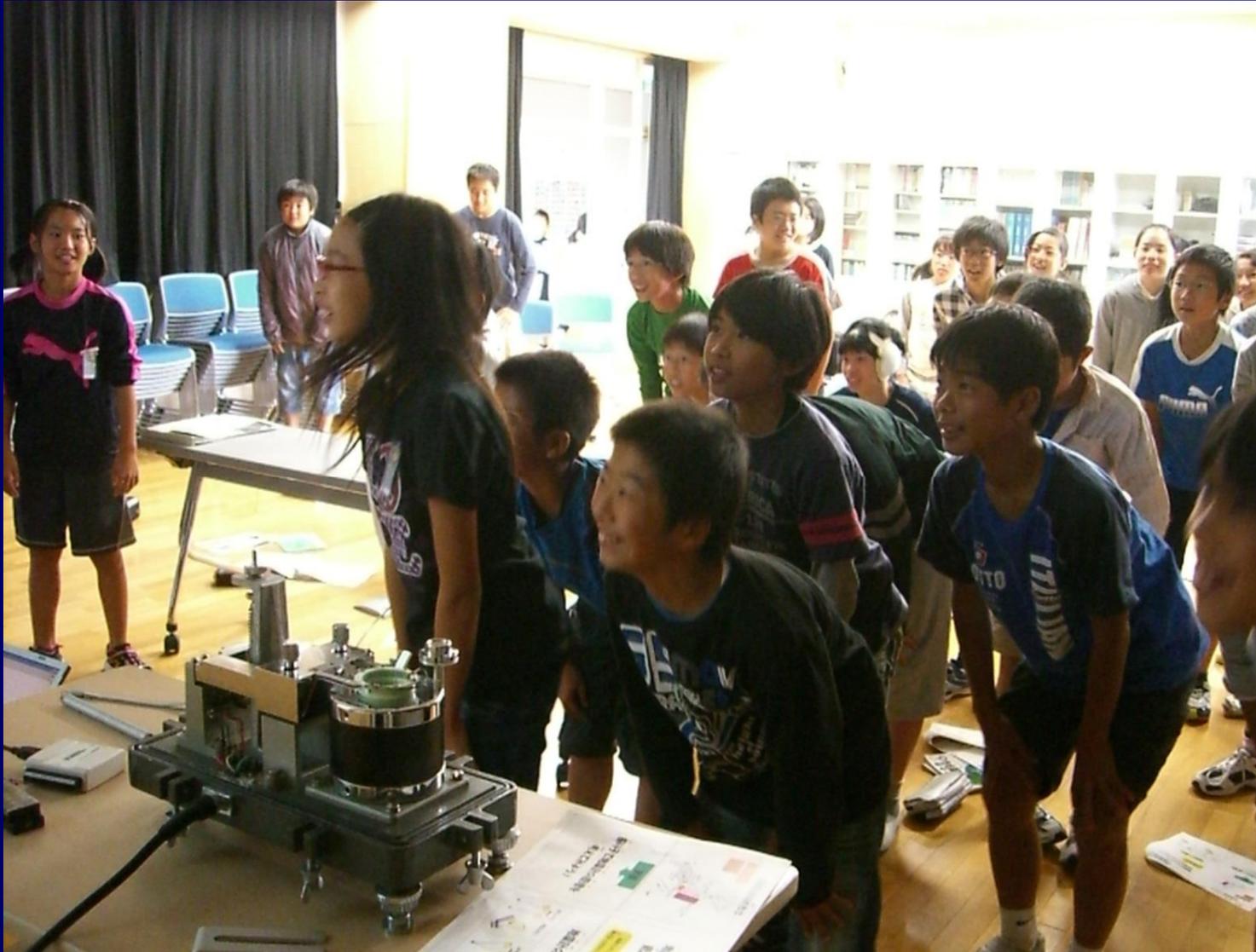
## Experiment of Seismometer



Tago Elementary School

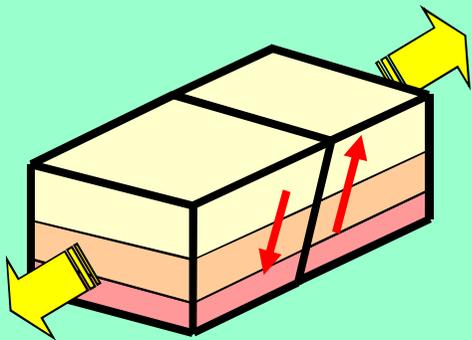
# 地震計の実験

## Experiment of Seismometer

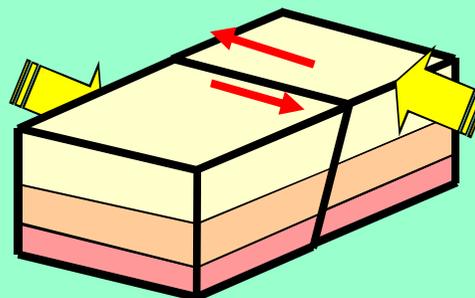


Minamizaimokucho Elementary School

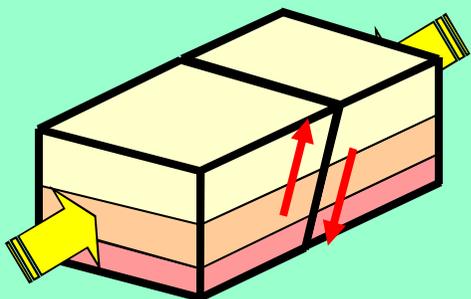
# 断層のタイプ



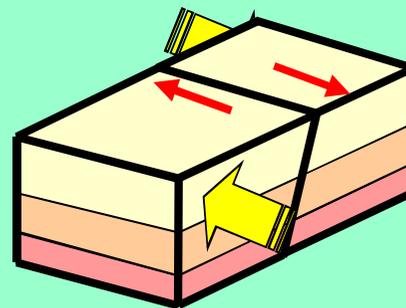
正断層



左横ずれ断層



逆断層



右横ずれ断層

地下の応力場  
を推定可能！

縦ずれ型

横ずれ型

# 断層運動の説明

## Experiment of Fault Motion



Tsutsujigaoka Elementary School

# プレートテクトニクス

*Introduction to Plate Tectonics*

# スレート（岩板）って、かたい？



- ・ 地球の中では岩石は変形する
- ・ 力を加えると形が変わるが、
- ・ 力を取り除くと元の形にもどる

**弾性体**

（例） スポンジ、消しゴム

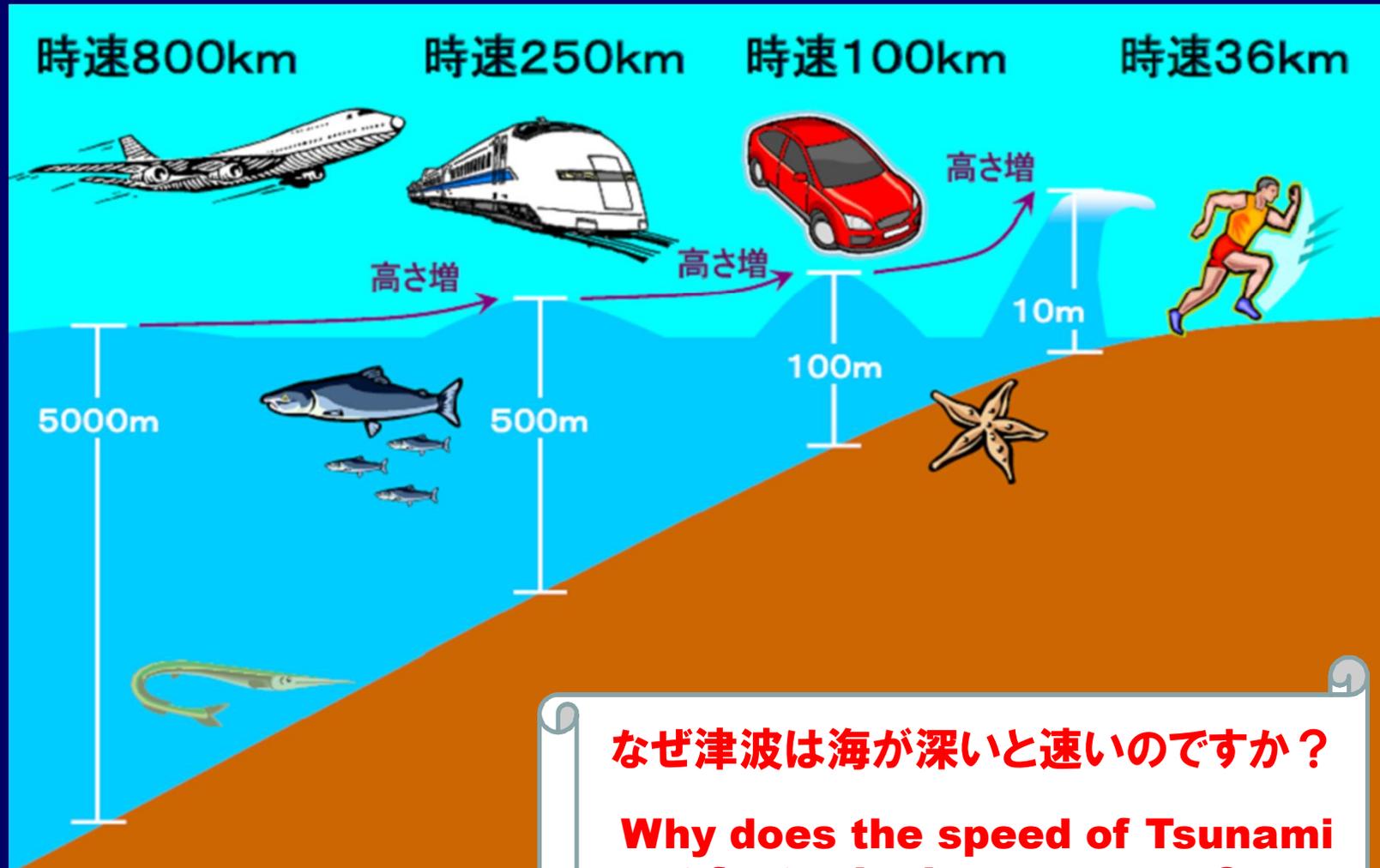
# プレート沈み込み Experiment of Subducting Plate



Tsutsujigaoka Elementary School

# 難問？

## Hard Question from a Schoolboy

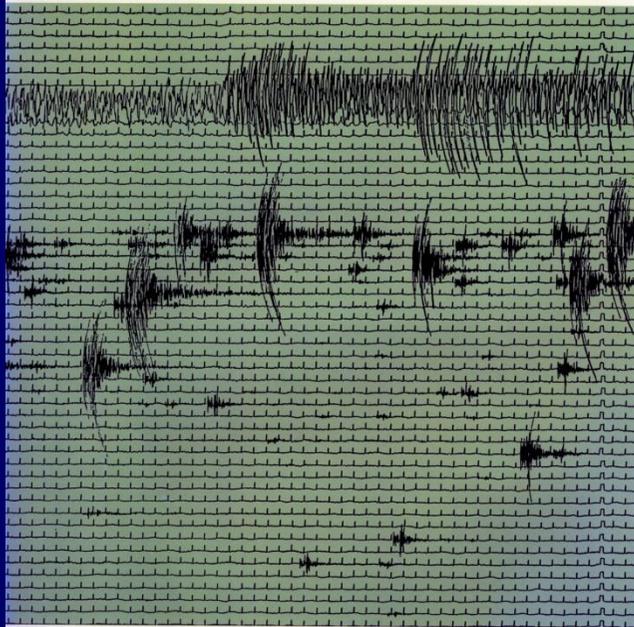


**長年の夢**

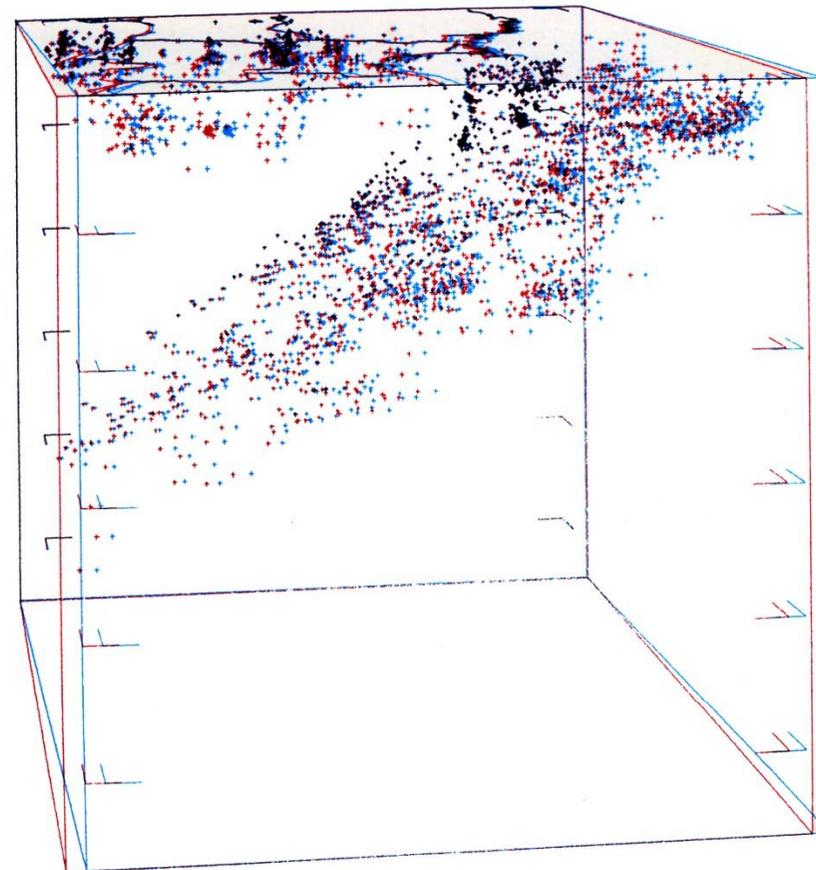
***My Long-Cherished Dream***

# Stereography (1)

地震予知・噴火予知観測センター



東北大学 理学部



東北地方中央部の震源分布の立体図

宮城県・山形県・岩手県南部・秋田県南部に発生した微小地震の震源の位置を、赤青メカネで見て下さい。福島県の上空から見た時の地図が描かれています。カギ形の印は50km毎の深さを表わしています。深発地震面が、東北地方の下で二重になっているの見えるでしょうか？

地震予知・噴火予知  
観測センター  
日本海地域地震火山観測所  
分室本荘地震観測所  
三陸地域地震火山観測所  
分室三陸地殻変動観測所

仙台市青葉区荒巻字青葉(〒980)

秋田市將軍野南一丁目14-46(〒011)

秋田県本荘市大築(〒015-01)

岩手県遠野市松崎町駒木(〒028-05)

岩手県気仙郡三陸町越喜来字小泊(〒022-01)

TEL.仙台(022)225-1950

TEL.仙台(022)223-7087

TEL.秋田(0188)45-8716

TEL.本荘(0184)29-2124

TEL.遠野(0198)62-2800

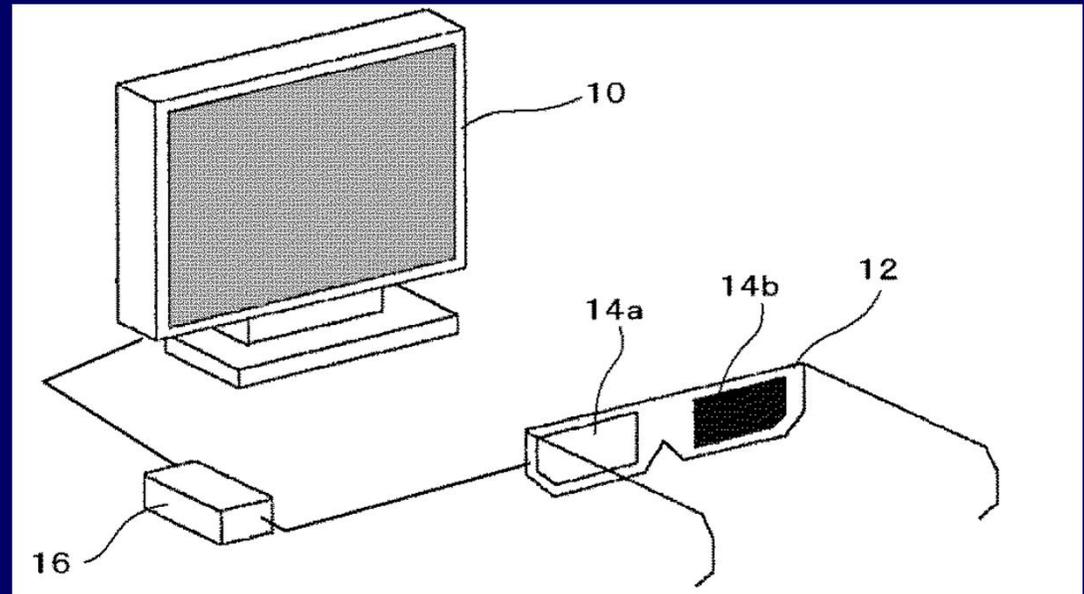
TEL.三陸(0192)44-2107

[表紙の図は那須岳北方に発生した群発微小地震の下郷臨時観測記録(1986年3月18日の地震記象でティック・マークは1秒間)。

# Stereography (2)



**Evans & Sutherland PS390**

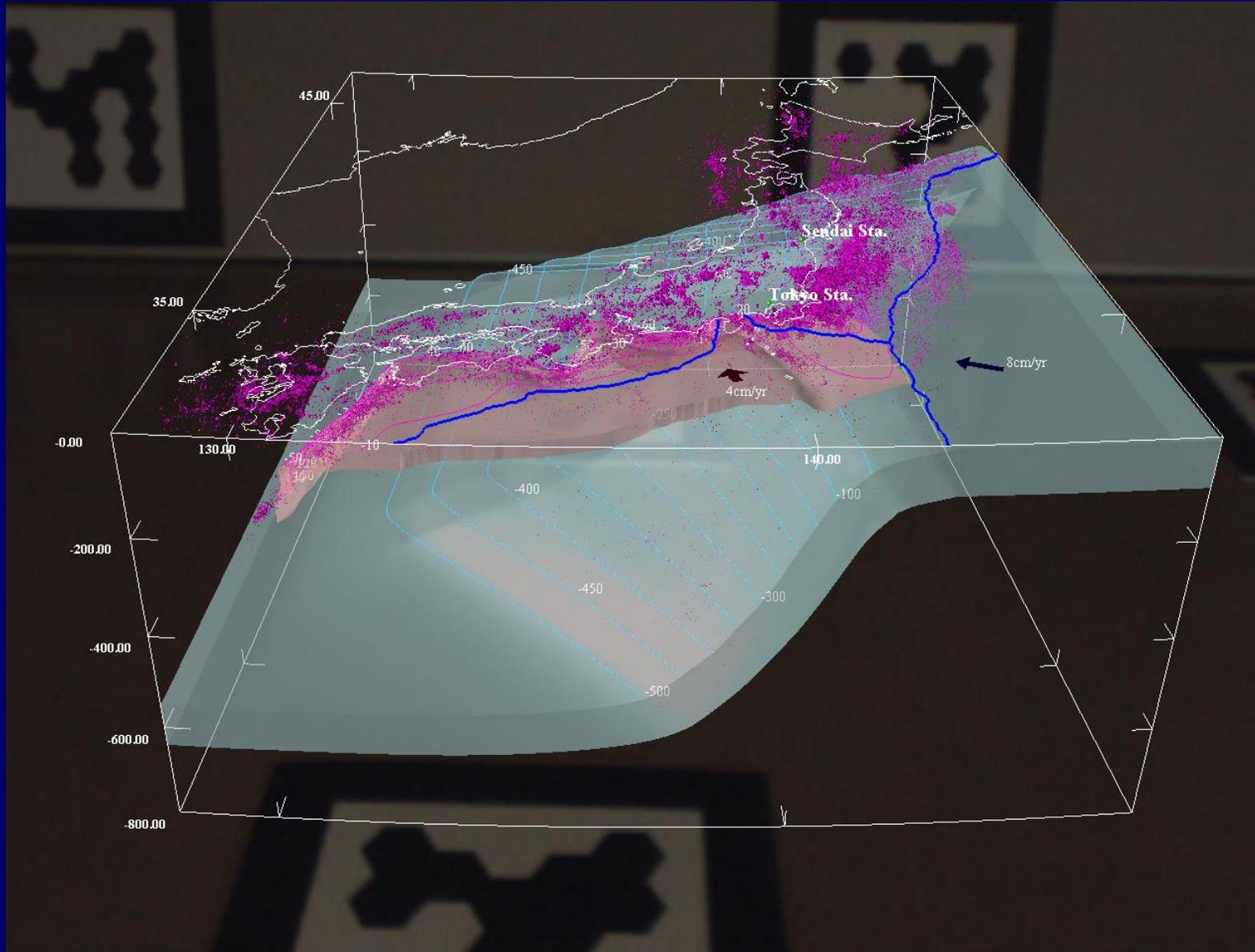


**Active Shutter Glasses 3D Technology**

# Stereography (Mixed Reality)



# Stereography (Mixed Reality)



**後悔 . . .**

***My Great Regret***

**M9地震の前に講演会で...**

**Extension Lectures before M9 EQ**

2010. 6. 16

南相馬市文化センター

# 原町成人大学 第2回講座

## 地震の発生メカニズム ～地震研究の最前線～



東北大学大学院理学研究科  
地震・噴火予知研究観測センター  
海野 徳仁

2010. 10. 21

石巻高等学校

東北大学 模擬講義



# 地球物理学のススメ

## ～アスペリティモデルと 想定宮城県沖地震～

東北大学大学院理学研究科  
地震・噴火予知研究観測センター  
海野 徳仁

2010. 10. 24

岩沼市民会館中ホール

# 岩沼市防災講演会

## 地震研究の最前線

～想定宮城県沖地震を考える～

東北大学大学院理学研究科  
地震・噴火予知研究観測センター  
海野 徳仁

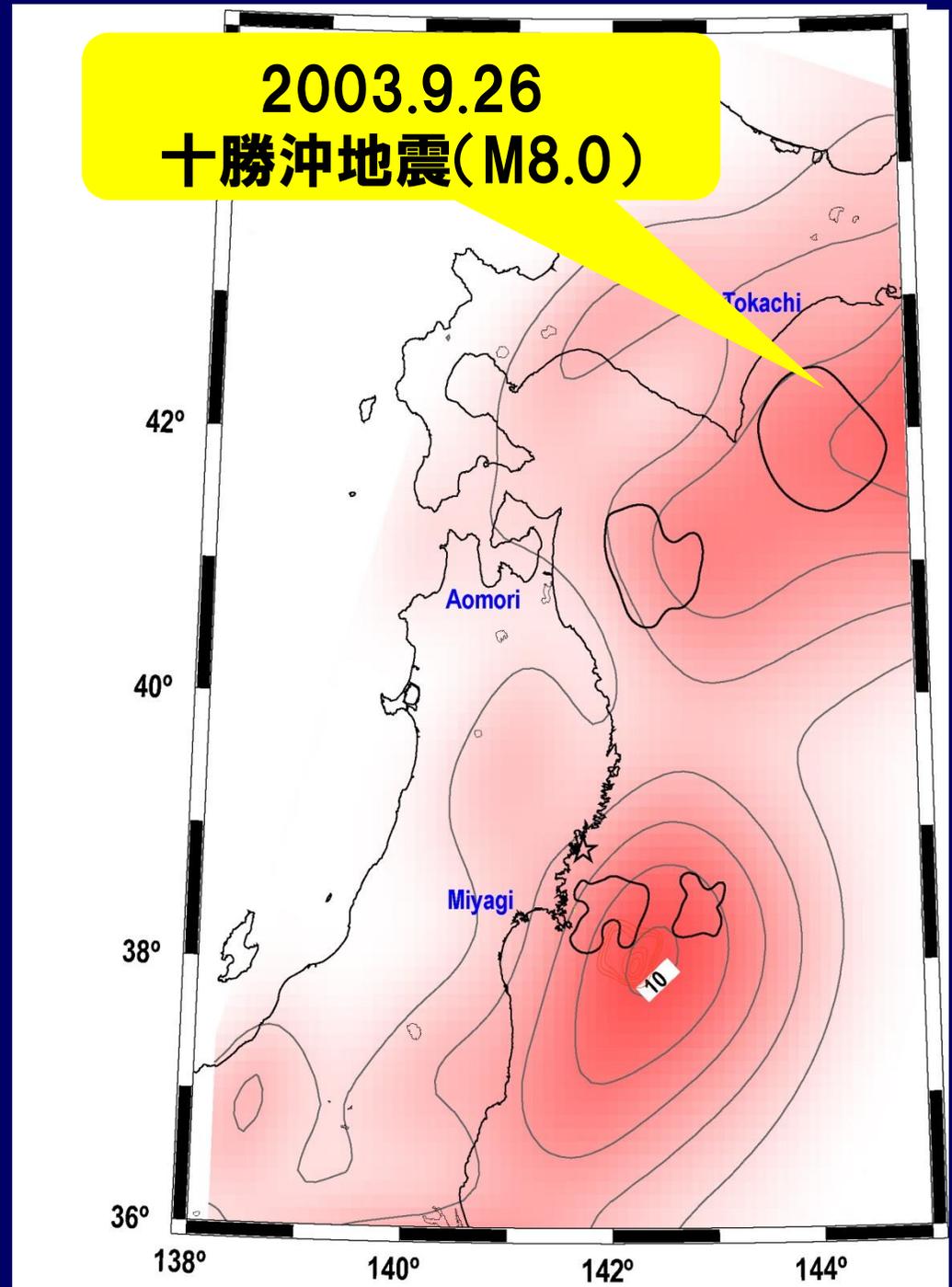
**福島県沖まで広がる固着域：  
いつ解消しているか？**

# プレート境界の 固着状況

- 1997年～2001年の5年間
- 固着の強い場所  
→ 宮城県沖,  
青森県東方沖～十勝沖
- 最近すべっていないアスペリティ（黒太線）は現在固着していることを示している。

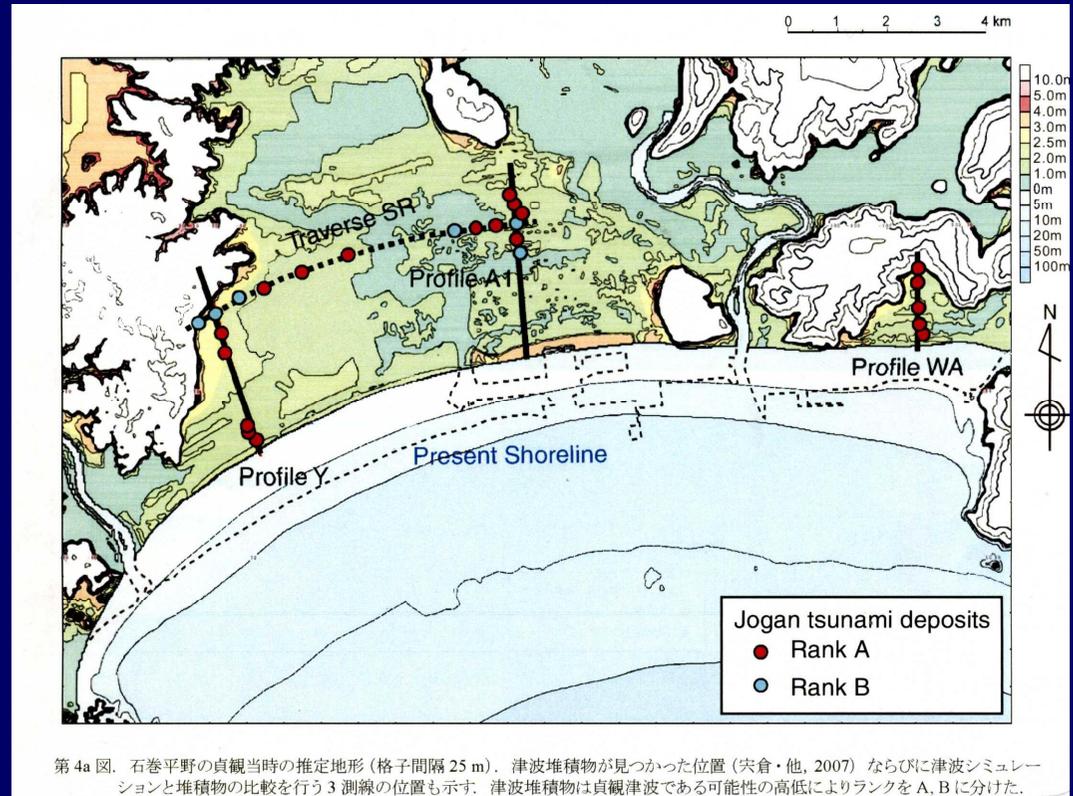
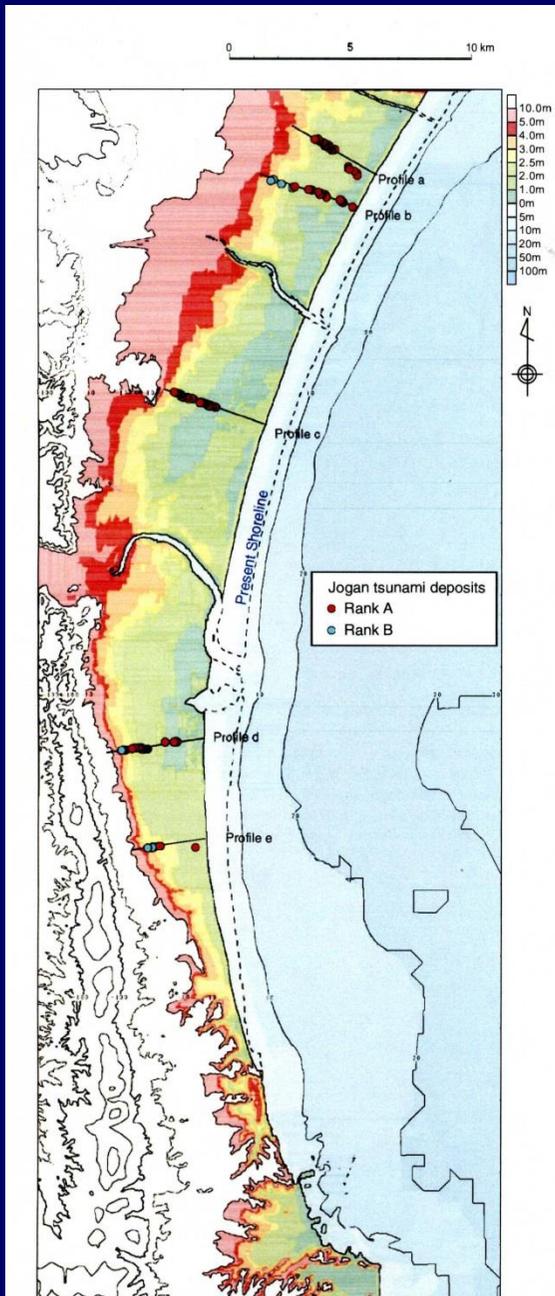
GPSデータを用いて推定された、1997年～2001年末の期間におけるプレート境界の固着状況<sup>4)</sup>。コンターは固着の度合いを表すバックスリップ量を示し、コンター間隔は2cm/年。

(諏訪・他, 2003)



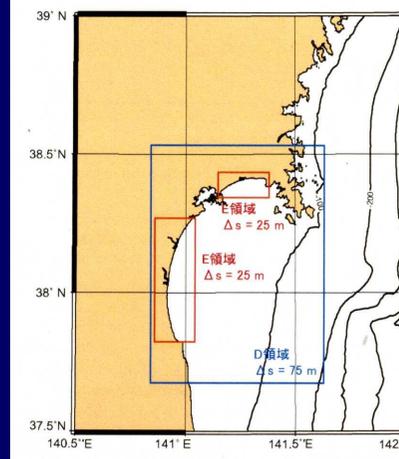
# 869年貞観地震による津波堆積物の分布

佐竹・他(2009)



第4a図. 石巻平野の貞観当時の推定地形(格子間隔25m). 津波堆積物が見つかった位置(宍倉・他, 2007)ならびに津波シミュレーションと堆積物の比較を行う3測線の位置も示す. 津波堆積物は貞観津波である可能性の高低によりランクをA, Bに分けた.

石巻平野



仙台平野

# 869年貞観地震のすべり域の推定

・シミュレーション  
から津波堆積物の分  
布を説明できるモデ  
ルを探す

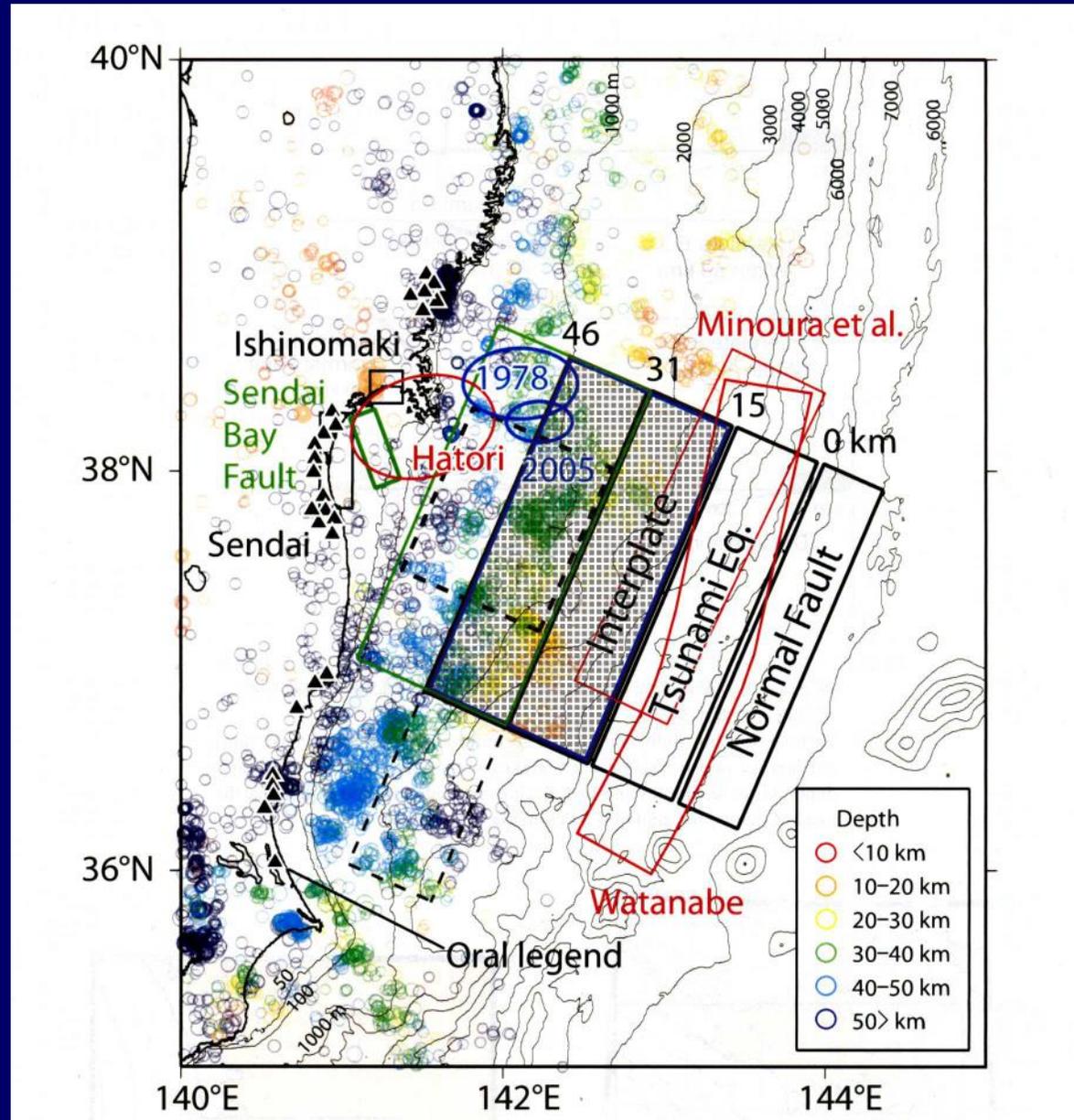
・得られた解は

断層の広がり：  
200km × 100km

すべり量： 7m

のプレート境界地震

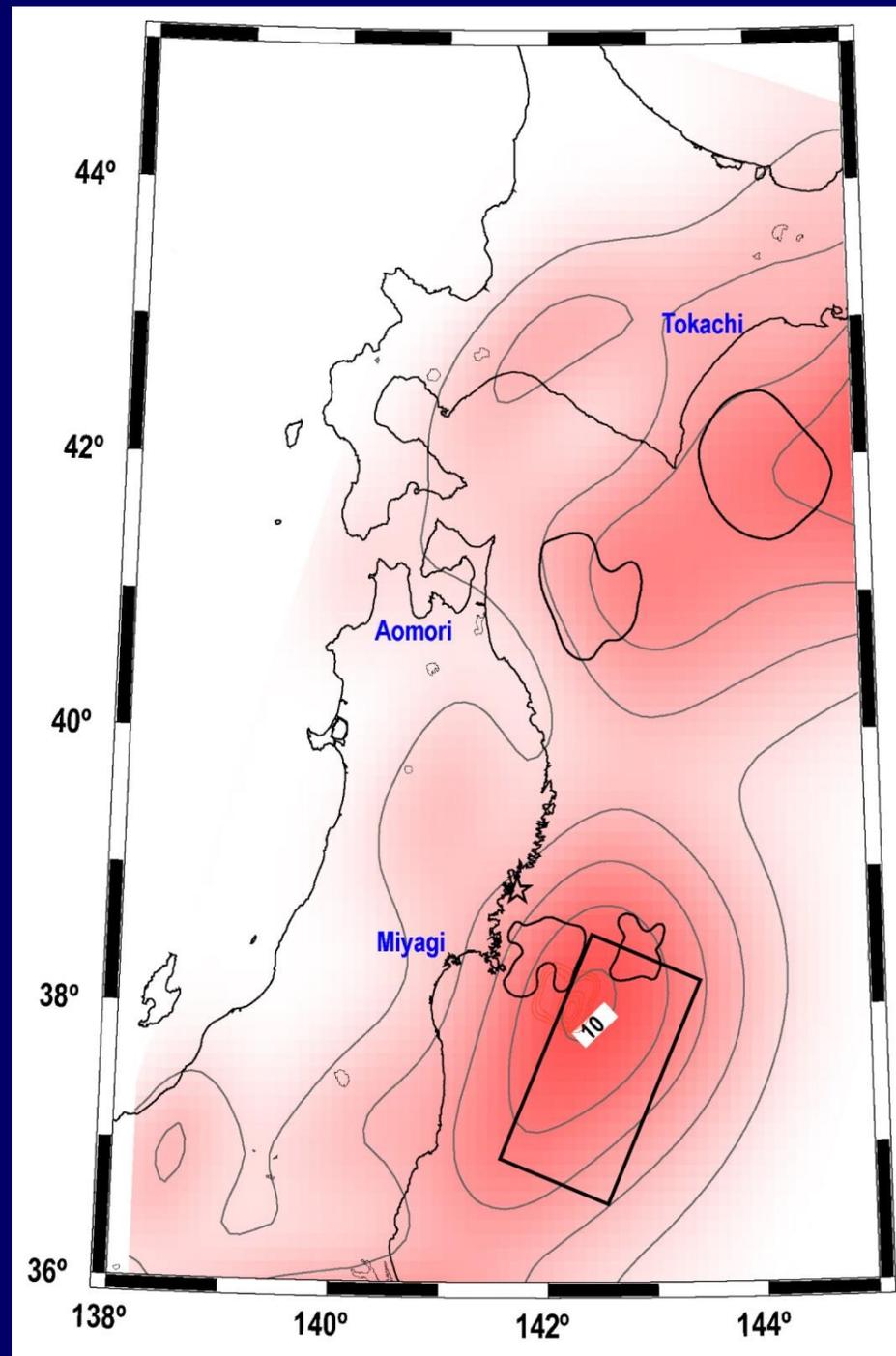
佐竹・他（2009）



# プレート境界の 固着状況

- ・1997～2002の5年間
- ・固着の強い場所  
→ 宮城県沖,  
青森県東方沖～十勝沖
- ・最近すべっていないアスペリティ  
(黒太線)は現在固着
- ・そのうち十勝沖は2003年十勝沖地震ですべった
- ・福島県沖は？
- ・貞観地震の震源断層は、福島県沖の固着域におおよそ重なるようにみえる

(諏訪・他, 2003)



# まとめ

- 南側に隣接する福島県沖のプレート境界でも、顕著な固着が生じている。
- この領域では、さらに南に隣接する2008年茨城県沖地震の後に、ゆっくりすべりが(プレート間はがれ)が生じた。
- このように、ときどきすべって固着を解消している？  
それとも、全ては解消せずごく稀に(数百年に一度)大地震で解消？

2012.5.17

南相馬市原町生涯学習センター

## 原町成人大学 第1回講座

# 2011年東北地方太平洋沖地震について

## ～これまでになかったこと、これからの課題～

東北大学大学院理学研究科  
地震・噴火予知研究観測センター

海野 徳仁

# なぜ M9 を想定できなかったのか？

- 過去に巨大地震は起こっていない
  - 不完全な地震発生履歴
- 比較沈み込み学で理解できていた
  - プレートの年齢( & 沈み込みの速さ)
- プレート間の固着は強くはない
  - 100年間の測量で内陸は東西に短縮してはいない
  - 東北地方太平洋側では通常地震活動度が活発
  - M6以上の地震で大きな余効すべり

**これから . . .**

**Hereafter**

# 地震・火山噴火予知研究協議会 外部評価報告書

## 3.6 総括

.....

「地震及び火山噴火予知のための観測研究」が、研究者の自由な発想の中で計画立案された学術研究という観点から、研究の独自性、多様性が求められていることは当然である。既に確立した手法をどのように社会実装するかを追求する政府の要請研究との違いを明確にするだけでなく、確立していない考え方、手法を見つけ出すためにも**研究の独自性、多様性は尊重すべき**である。一方で、広い意味での地震や火山噴火の防災・減災に資する研究であるという目標を見失うということは、研究計画全体の存続の意義を失うことに直結する。即ち、研究計画に参画する研究者は、自由な発想に基づく研究を推進する一方で、**常に地震や火山噴火の防災・減災に資する研究であることを自覚**する高いモラルが求められる。また、防災・減災に資する研究であるとの視点に立って、**研究成果を社会に伝えることに一層努力すべき**である。

.....

# 東北大学リーディング大学院

## Inter-Graduate School Doctoral Degree Program on Science for Global Safety

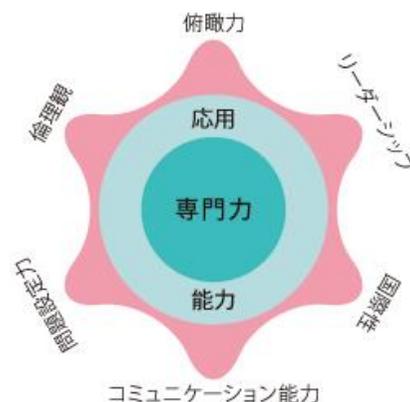


# 知創生

東北大学、知の結集  
先進の「安全・安心」が社会を築く  
東北大学は安全学のトップリーダーを育成します。

Inter-Graduate School Doctoral Degree Program on Science for Global Safety

「安全安心を**知る**」、「安全安心を**創る**」、そして「安全安心に**生きる**」



**長い間本当にお世話になりました。  
これからもよろしくお願いいたします。**

**Thank you for all your kindness.  
I'm looking forward to working with you.**

