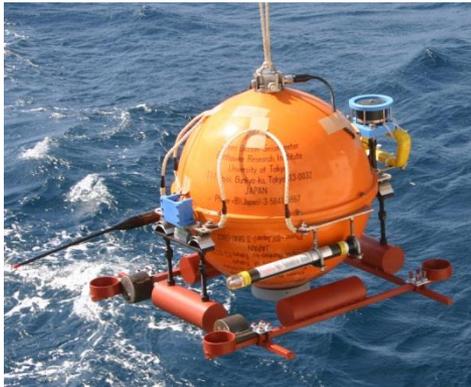


# Observación sísmica y de tsunami en áreas oceánicas y su significado

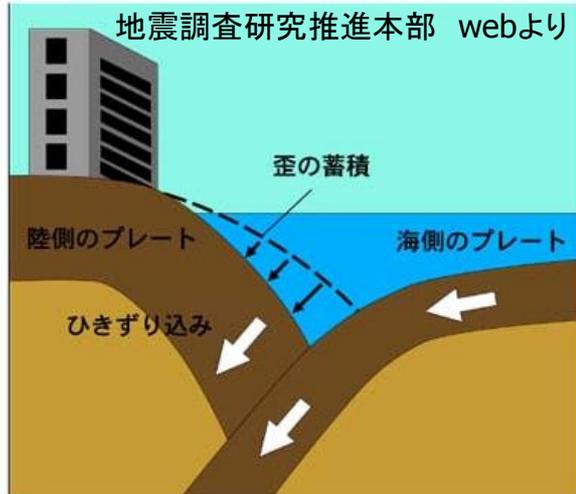


Earthquake Research Institute, The University of Tokio  
Center for Geophysical Observation and Instrumentation  
Masanao Shinohara

Seminario Internacional de Riesgo de TSUNAMI  
"Gestiones Preventivas y de Respuesta ante el Riesgo de Tsunami"  
Puerto Vallarta, Estado de Jalisco, The Westin Resort & Spa  
Octubre 15, 2018

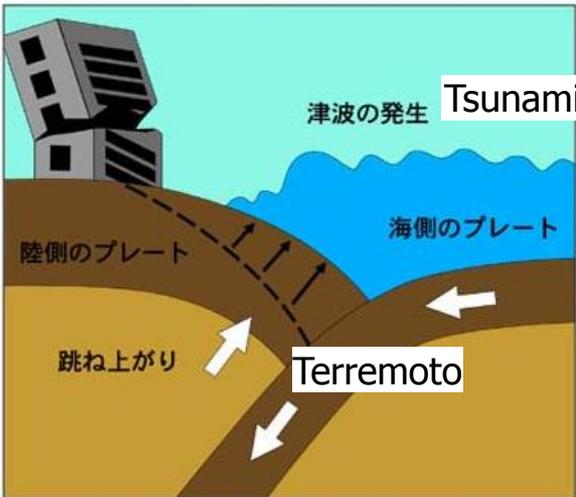
# Generación del terremoto tipo fosa marina y tsunami

Puntos de observación en Japón  
Distribución de puntos de observación de alta sensibilidad.

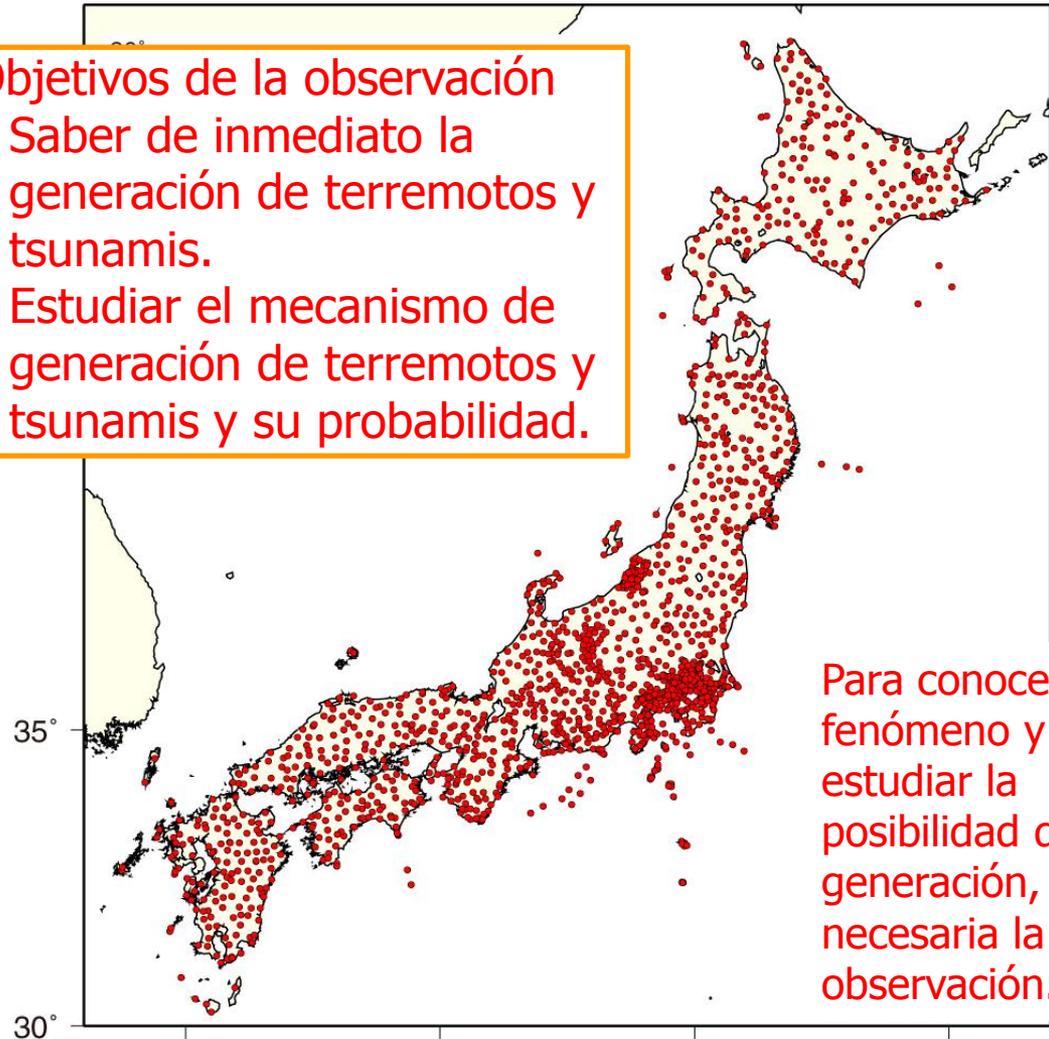


## Objetivos de la observación

- Saber de inmediato la generación de terremotos y tsunamis.
- Estudiar el mecanismo de generación de terremotos y tsunamis y su probabilidad.



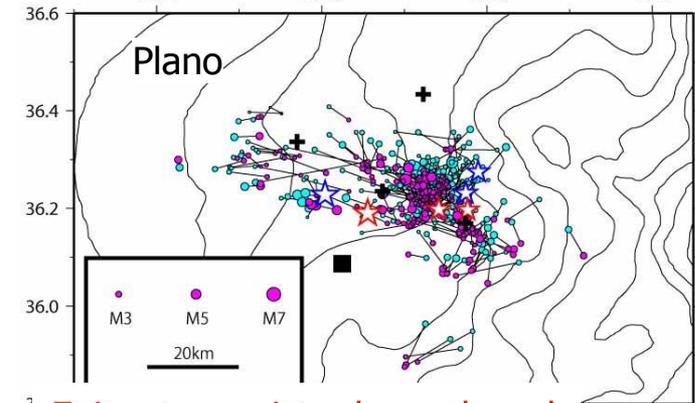
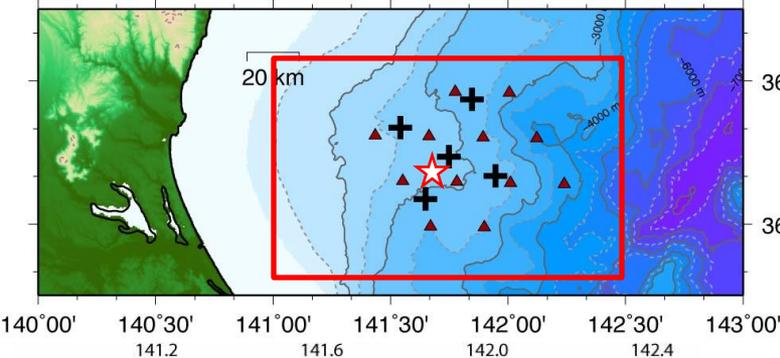
La placa marina subduce, la placa continental se mueve hacia arriba (terremoto) y el fondo marino se levanta o se hunde, provocando el movimiento del agua del mar (tsunami).



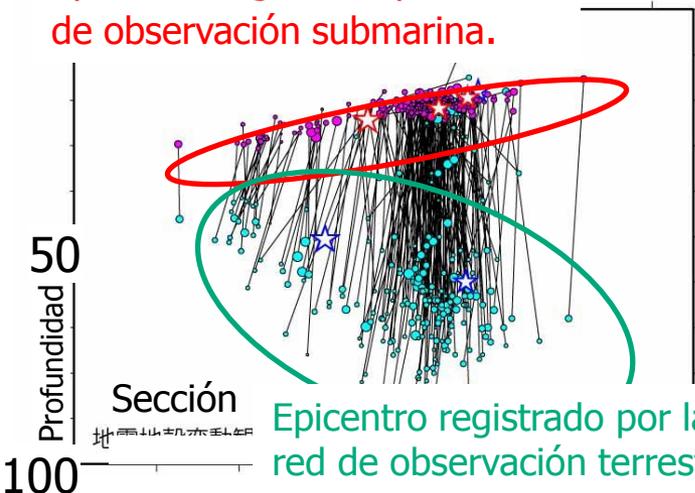
Para conocer el fenómeno y estudiar la posibilidad de su generación, es necesaria la observación.

- Casi no hay puntos de observación en el área oceánica.
- Para estudiar los terremotos que se generan en el área oceánica y para prevenir sus daños, es necesario la observación en el fondo del mar.

# Utilidad de la observación submarina



Epicentro registrado por la red de observación submarina.



Epicentro registrado por la red de observación terrestre.

Ej. 1 : Se puede realizar la observación remota desde la tierra.

Ej. 2: Si el punto de observación no está justo arriba del epicentro, la observación no es muy exacta (sobre todo, respecto a la profundidad).

Al observar el fenómeno muy cerca de su punto de generación, se puede saber correctamente lo que está ocurriendo. Si la observación es de tiempo real, se puede saber de la generación de terremotos y tsunamis rápidamente.

“El fondo del mar” es de entorno difícil para la observación; es una laguna en la observación.

- No hay electricidad en el fondo marino.
- Es necesario proteger instrumentos del agua marina.
- Las señales eléctricas no llegan al fondo marino.
- Los seres humanos no llegan al fondo del mar.

En los últimos años, se hizo posible la observación de terremotos y tsunamis en el piso marino, gracias al **adelanto tecnológico**.

# Sistemas más avanzados de observación submarina de ondas sísmicas y de tsunamis

## Sistema de investigación y observación submarina para prever la generación de terremotos y tsunamis en el área oceánica y para mitigar los desastres por ellos

### ■ Sistema de observación submarina de auto flotación

Es fácil cambiar los puntos de observación u observación en múltiples puntos; es efectivo para fines de estudio/investigación, aunque es necesario recuperar los datos.

#### ■ Sismógrafo submarino de libre caída y de auto flotación.

- Observación submarina continua de más de un año.
- Con diversos sensores sísmicos montados.

#### ■ Registrador de presión del fondo del mar de libre caída y de auto flotación.

- Observación submarina de la presión del agua por tsunamis y movimientos tectónicos.
- Observación continua de la variación de la presión del agua durante más de un año.



### ■ Sistema de observación submarina por cable

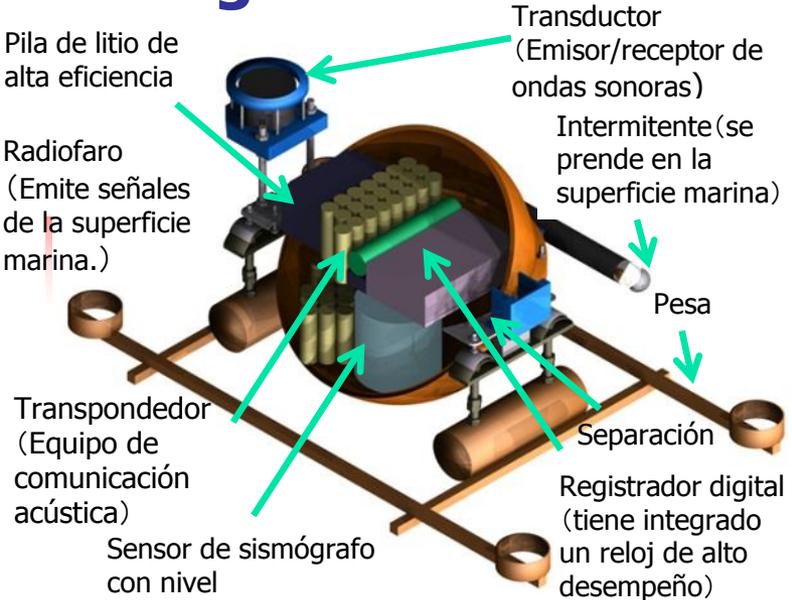
Es posible la observación en tiempo real; es muy útil tanto para la prevención de desastres como para la investigación, pero es costosa.

#### ■ Medidores submarinos de terremotos y tsunamis por cable.

- En la década de los 90, se inició la observación utilizando los cables de fibra óptica.
- Se continúa el desarrollo de sistemas de bajo costo y de alta eficiencia.
- Es una observación en tiempo real; los sistemas más nuevos se pueden conectar con sensores que no sean registradores de terremotos y tsunamis.

Para la investigación, es importante el desarrollo de instrumentos de observación submarina.

# Sismógrafo submarino de libre caída y de auto flotación



海底地震計の設置

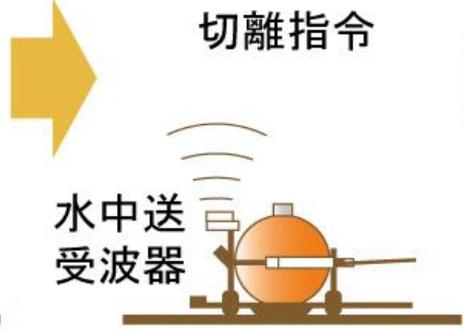
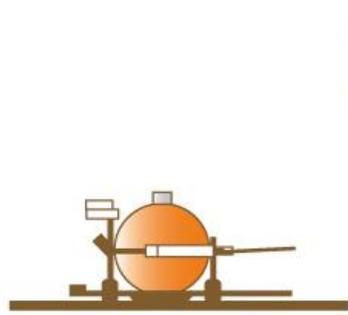
海底での観測

海底地震計の回収

海底地震計の浮上

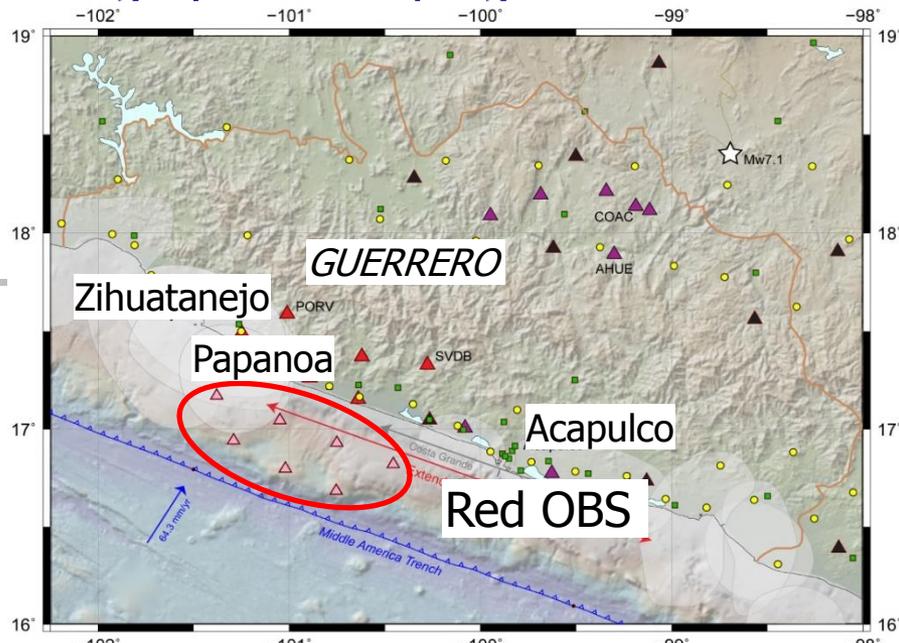
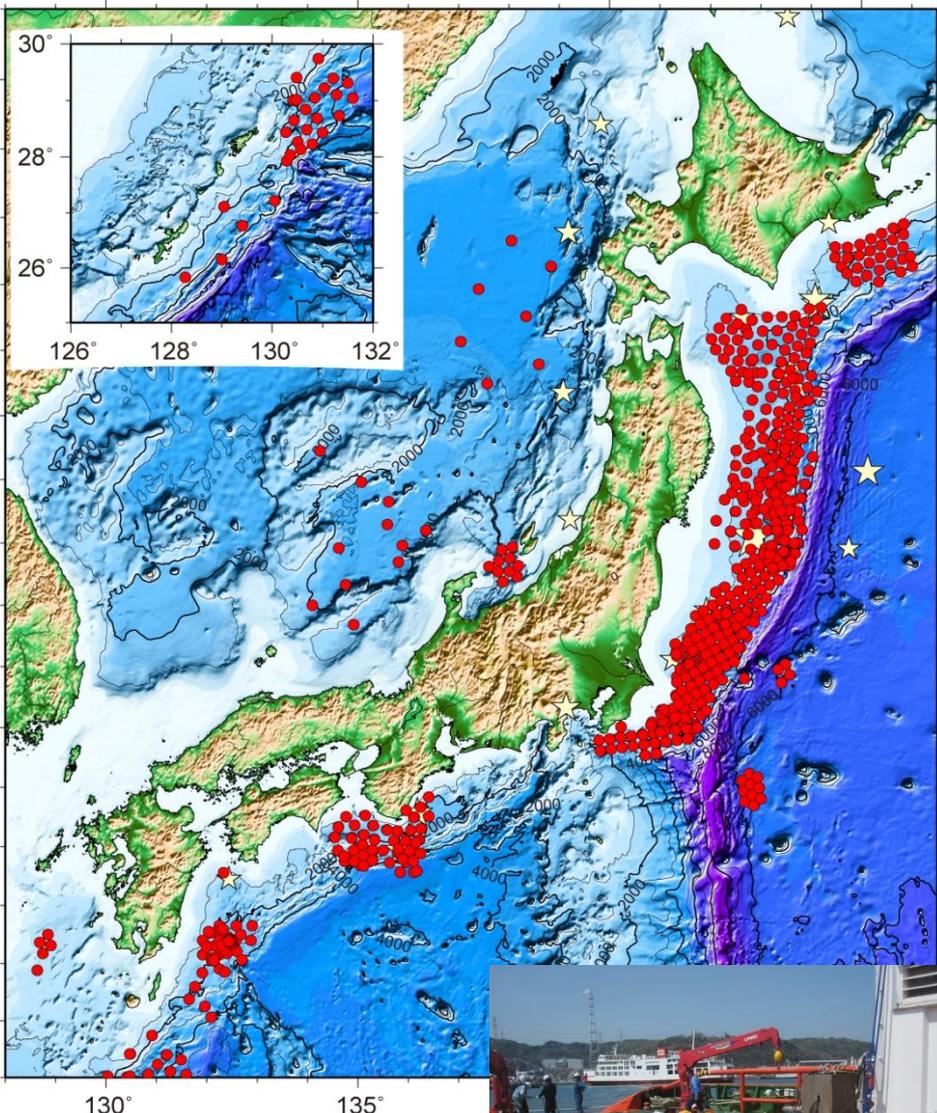


約1.5m/sで自由落下



Los registradores de la presión submarina también se instalan y se recuperan de la misma manera.

# Sismógrafos submarinos de observación de largo plazo desplegados hasta ahora



Cruz-Atienza *et al.*, 2018



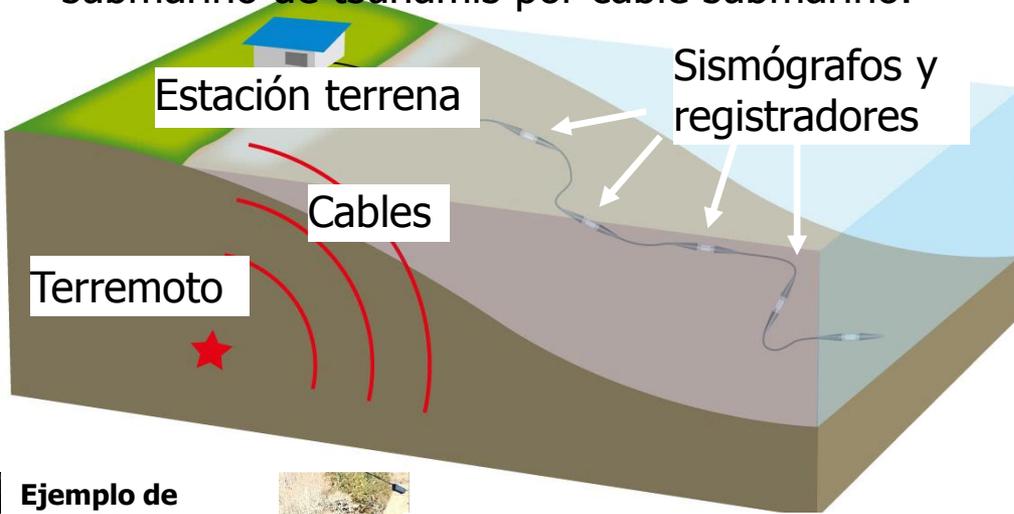
Desde su desarrollo en 2003 hasta julio de 2018 se instalaron en los puntos arriba señalados.



En noviembre de 2017, se instalaron 7 sismógrafos submarinos de observación de largo plazo en alta mar de Guerrero, como parte del Proyecto SATREPS, en colaboración con el Instituto de Geofísica de la UNAM. Están en funcionamiento.

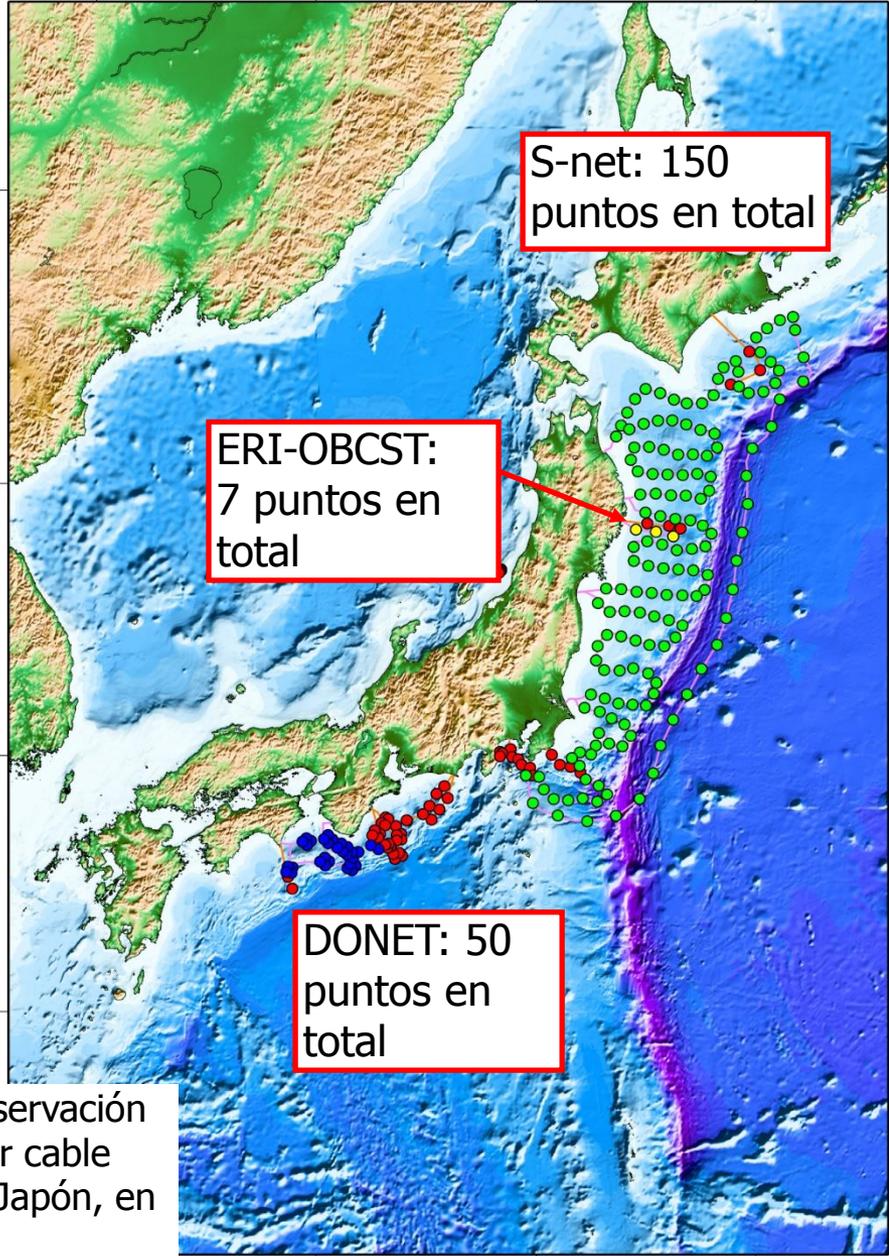
# Observación de terremotos y tsunamis por cable submarino

- Se transmiten los datos de medición del sismógrafo submarino y del registrador submarino de tsunamis por cable submarino.



## Contribución social

- Eficientización de la alerta sísmica de emergencia.
- Alerta inmediata para tsunami.

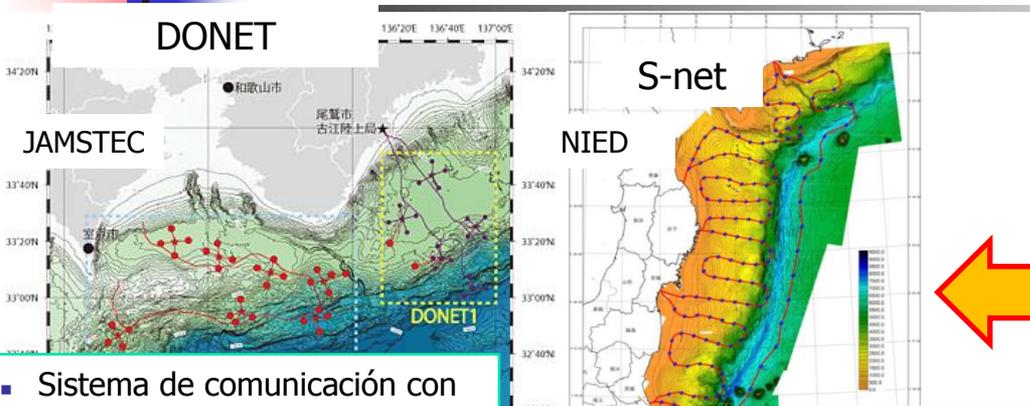
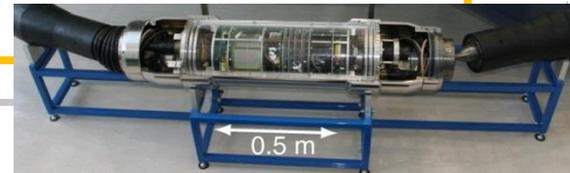
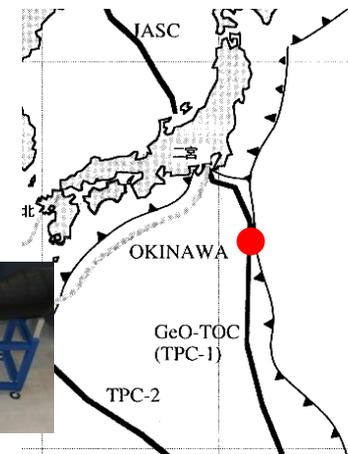


Puntos de observación submarina por cable alrededor de Japón, en 2018.

# Sistema de observación submarina de terremotos y tsunamis por cable

Transmisión de datos por tecnología de telecomunicación; alta confiabilidad a nivel de partes; cable coaxial de cobre (1ª generación).

- A partir de los 80.
- Utilización integral de la tecnología de telecomunicación por cables submarinos de comunicación.
- AM: Alta mar de Boso, alta mar de Omaezaki, TPC1.



Transmisión de datos por tecnología de telecomunicación; alta confiabilidad a nivel de partes; uso de fibra óptica (2ª generación).

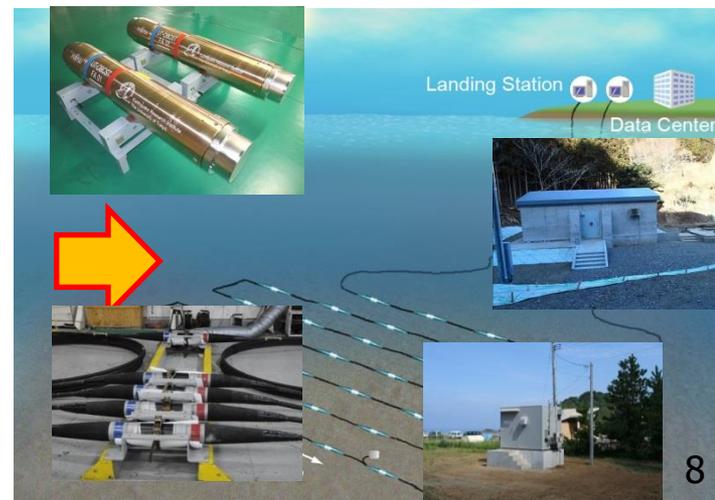
- Aumento de la capacidad y de la estabilidad de la comunicación por el uso de fibra óptica.
  - Se inició en 1993, con el cable tendido por el ERI en alta mar de la península de Izu.
  - Es el sistema de observación por cable submarino más utilizado en Japón.
  - Su escalamiento por DONET y S-net.

- Sistema de comunicación con el cable principal de segunda generación.
- Escalabilidad por nodos.
- Manejo del cable por VOR.

- Sistema de segunda generación.
- Despliegue amplio por sistema en línea.

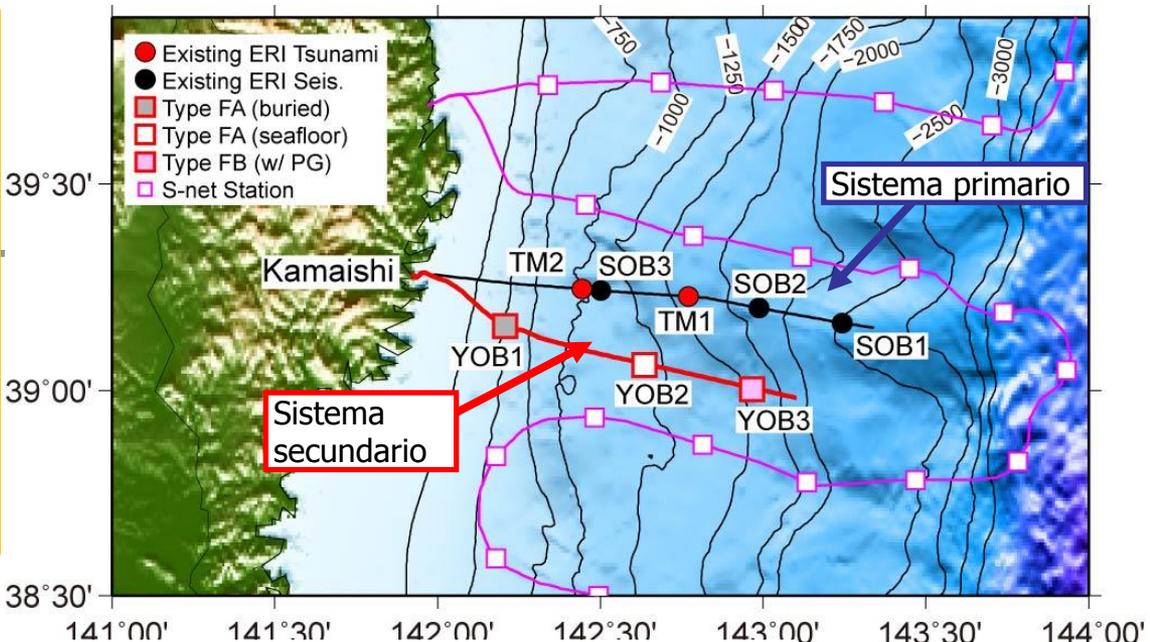
Transmisión de datos por tecnología de internet; aseguramiento de confiabilidad por su estructura redundante; uso de fibra óptica. (3ª generación).

- Sistema basado en software para un despliegue más amplio, con bajo costo y tomando en cuenta el cambio de situación después de la instalación.
- Aplicación de semiconductores más avanzados para minimizar el tamaño y reducir el consumo eléctrico, sin afectar la confiabilidad.
- Desarrollado en el ERI e instalado por primera vez en alta mar de Awashima, prefectura de Niigata, en 2010. En septiembre de 2015, se instaló el segundo sistema en alta mar de Sanriku.

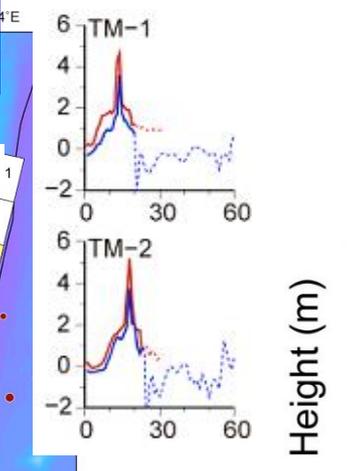
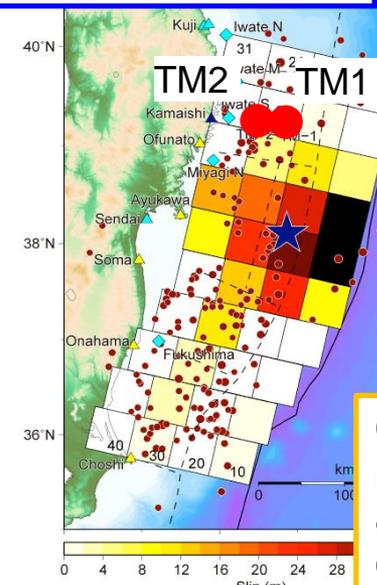


# Red de observación en alta mar de Kamaishi, prefectura de Iwate

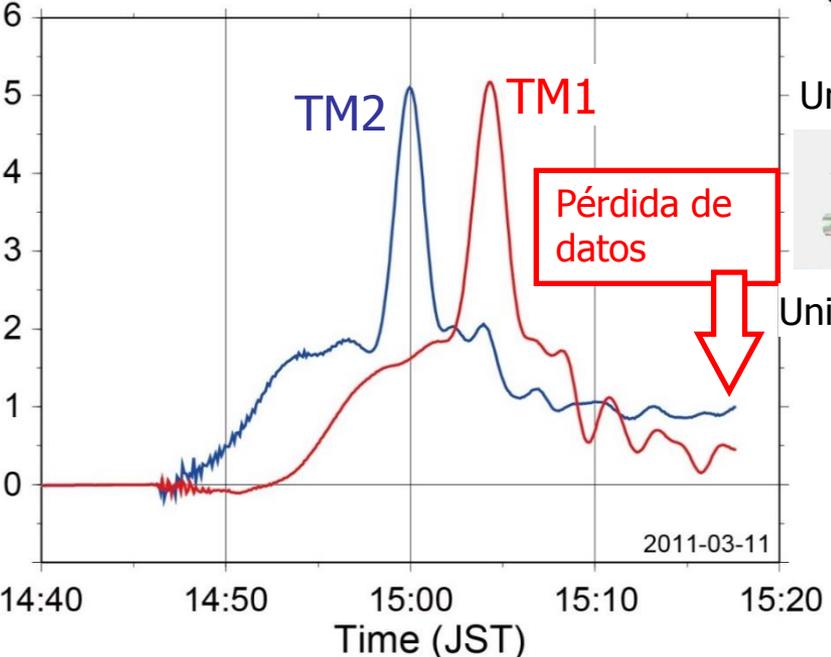
- El sistema primario (2ª generación) y el sistema secundario (3ª generación).
- El sistema primario fue instalado en 1996. Después de captar el tsunami del sismo de Tohoku, dejó de funcionar, pero reinició su observación en abril de 2014.
- El sistema secundario fue instalado en septiembre de 2015.



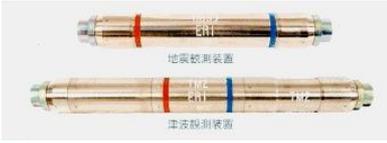
## Observación por el sistema primario



Gran contribución para identificar el área tsunamigénica de 2011.



Unidad de sismómetro

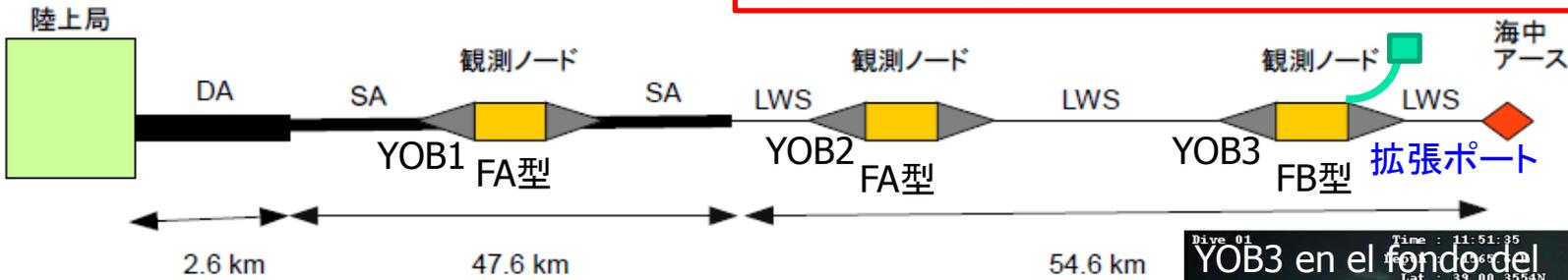


Unidad de tsunamímetro



# Sistema secundario

Longitud total del cable submarino de fibra óptica: 105km



## Sensores para la observación

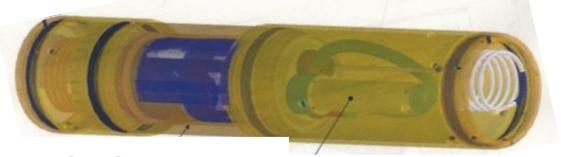
- Acelerómetros de 3 componentes (en todos los nodos).
- Medidor de presión del agua de alta precisión (tipo FA) o con el puerto PoE (tipo FB).

Se instaló con el medidor de presión del agua con salida digital en el puerto PoE.

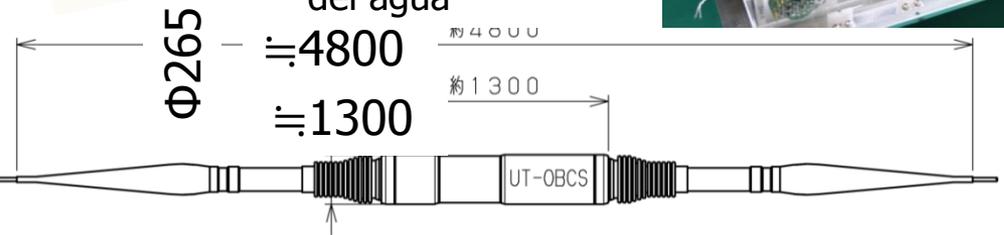
Sismómetro + Medidor de presión del agua (tipo FA)



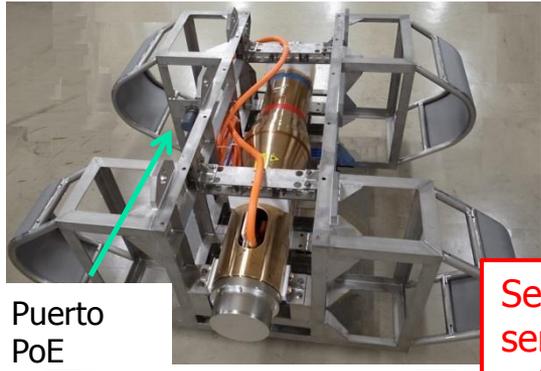
Sismómetro + PoE (tipo FB)



Unidad interna Medidor de presión del agua



Estructura del marco del nodo tipo FB



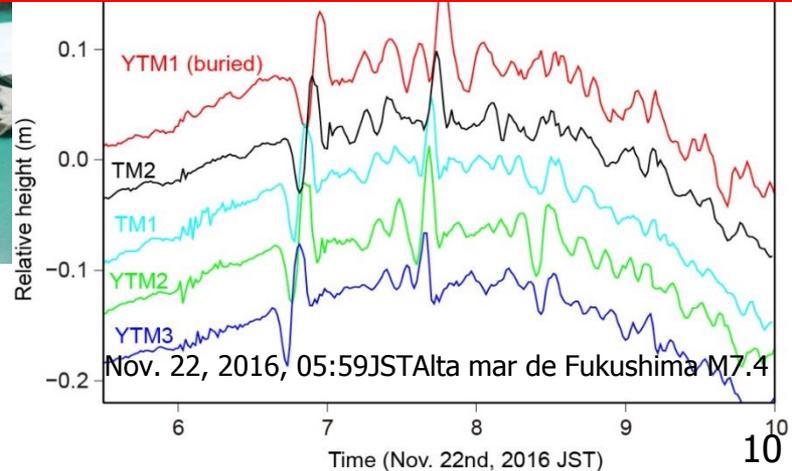
Puerto PoE



YOB3 en el fondo del mar

Puerto PoE

Se pudo reducir el costo por el uso de los semiconductores y tecnologías de transmisión más avanzadas y la introducción de ethernet.



# Resumen

- Para mitigar los daños que causen terremotos y tsunamis, es importante detectar de inmediato la generación de estos fenómenos e investigar las características de los terremotos y tsunamis que podrían ocurrir.
- Es necesario realizar la observación en el fondo del mar muy cerca del área de epicentro, para estudiar la generación de estos fenómenos y detectar, de inmediato, su presencia.
- Para la observación submarina de terremotos y tsunamis, se utilizan los equipos submarinos de libre caída y de auto flotación o los sistemas de observación por cable.
- Para investigar las características de terremotos y tsunamis, es eficiente la utilización de sensores submarinos de auto flotación, por su costo reducido.
- Desde el punto de vista de la prevención de desastres, es importante disponer de los sistemas de observación por cable, que permiten la transmisión de datos en tiempo real.

