

海底測地データのオープン化の試み

石川直史（海上保安庁海洋情報部）

2022年12月19日

令和4年度 ROIS-DS-JOINT 2022 共同研究集会

オープンサイエンス時代の重力観測・データの流通と利活用

情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設



オープンデータの(個人的)モチベーション

オープンデータの意義

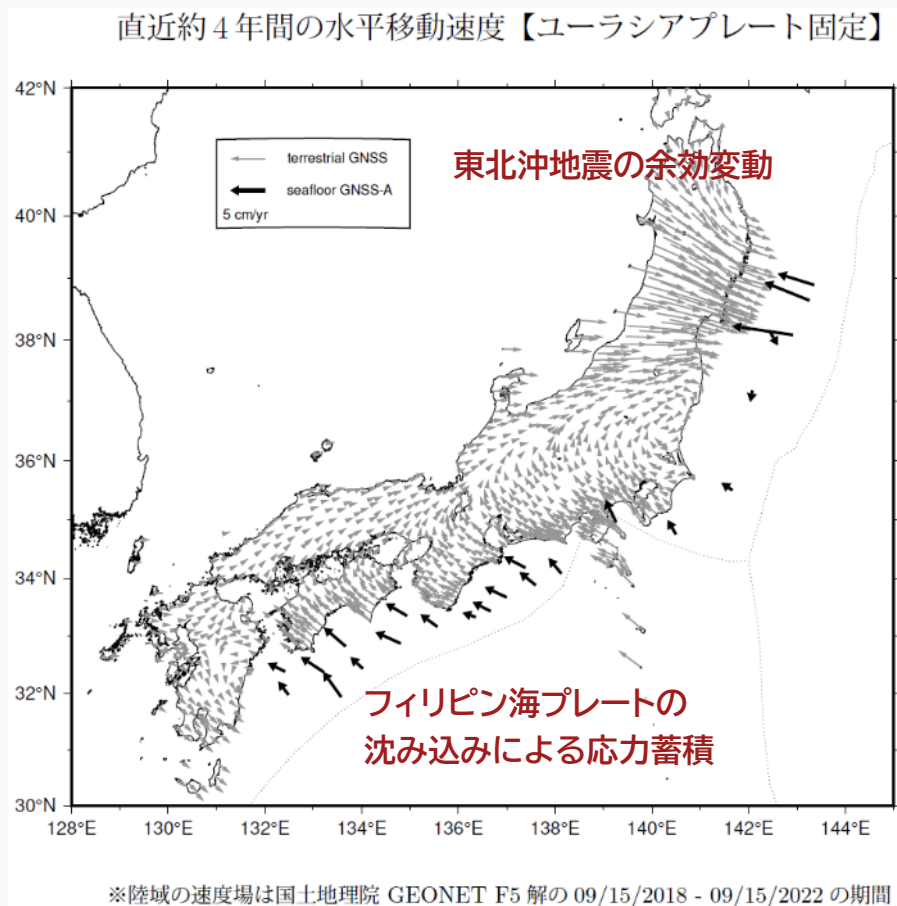
- 公的資金による観測・研究
- データの公開・共有による研究の推進
 - 狭いコミュニティを超えた研究活動の拡がり
 - 他分野との融合による新たな研究の可能性
- 再現性のない地球科学データ
 - 現在の地球のデータを取得し保存することは、現行世代の義務
 - 測地的データは100年単位の未来にも有用なデータとなるため、未来の研究者が適切にデータを扱えるようにする必要がある

ここ数年、小規模な研究者グループレベルできることを模索

海上保安庁の海底測地(海底地殻変動観測)データについて、試験的に取り組んできたことを紹介

海上保安庁の海底測地観測

- 海上保安庁では、プレート境界地震震源域の固着状態の把握のため、日本海溝・南海トラフにおいて、GNSS-音響測距結合方式(GNSS-A)による海底の地殻変動観測を定期的を実施
- 成果は、地震・地殻活動の現状評価の資料として、地震調査委員会や南海トラフ地震評価検討会等の政府関係会議に定期的に報告



第379回地震調査委員会資料より

※ 提出資料・データは海洋情報部webサイトで公開中

海上保安庁海洋情報部では、おもに海底の地殻変動観測の成果について地震調査委員会や地震予知連絡会に提出資料として提供しています。

海底地殻変動観測の資料に使用しているデータはこちら

最近の提出資料

地震調査委員会

- 2022/09/09 第377回
- 2022/08/09 第376回
- 2022/07/11 第375回
- 2022/06/20 第374回(臨時会)
- 2022/06/09 第373回
- 2022/05/13 第372回
- 2022/04/11 第371回
- 2022/03/17 第370回(臨時会)
- 2022/03/09 第369回
- 2022/02/09 第368回
- 2022/01/13 第367回

地震予知連絡会

- 2022/08/29 第236回

GNSS-A 時系列データ

GNSS-Aを用いて観測された海底の位置の時系列データです。
時系列データの詳細については Yokota et al. (2018, Sci. Data) をご覧ください。

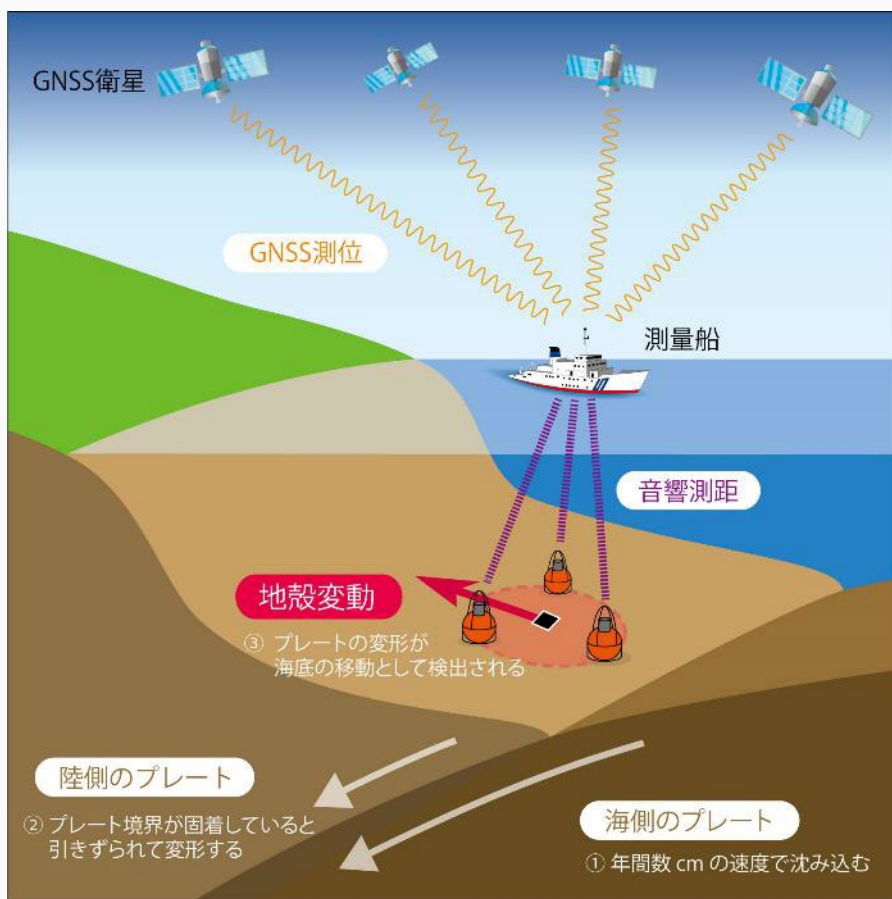
時系列データの利用にあたって

- 本データには Creative Commons Attribution Non Commercial 4.0 International ライセンスが適用されます。
- 論文等に利用される場合は、Yokota et al. (2018, Sci. Data) を引用してください。
- 観測データが欠けると過去のデータも再解釈されるため、データファイルのバージョンにご注意下さい。

データに関する注意点

GNSS-音響測距結合方式(GNSS-A)による海底地殻変動観測

- 船(海上局)の位置を測定するGNSSと海底設置の音響トランスポンダ(海底局)の位置を測定する音響測距を組み合わせた測位技術
- 海底のグローバル座標(緯度・経度・楕円体高)をcmレベルで計測する唯一の技術【海底版GNSS】



	陸上GNSS	海底GNSS-A
観測点数	約1300点 (国土地理院GEONET)	約60点 (海保SGO-A+大学)
観測頻度	連続観測	年4-6回
水平測位の不確かさ	mmオーダー	1-2 cm
主な誤差要因	電離層/対流圏の擾乱	(左記 +) 海水の擾乱(水温変動等)

GNSS-A及びGNSSにおける各種データと解析プロセス

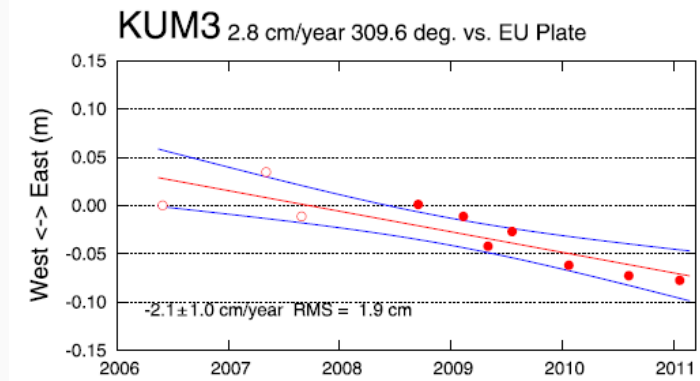
- 陸上GNSSでは、各段階のデータ・解析ソフトウェアが広く公開・共有されることで幅広く研究が進展している
- 一方、海底GNSS-Aは、研究コミュニティも小さく発展途上の観測技術であるため、
- オープンデータ、オープンソースを積極的に推進することで、さらなる研究の進展を目指す
- 本日は海上保安庁のGNSS-Aデータ/ソフトウェアの公開状況について紹介**

	陸上GNSS	海底GNSS-A
観測生データ		RINEX、船体の動揺、音響波形、水温・塩分 など
↓		GNSS解析、音響相関処理 など
解析用データ	RINEX、衛星軌道暦、時計補正情報 など	船上トランスデューサ位置、音波往復走時、海中音速プロファイル など
↓	GNSS解析(Bernese, GYPSY など)	GNSS-A解析
解析結果 位置座標データ	GEONET F5解 など	海底局位置座標
↓	統計的処理等による時系列の解釈	
地殻変動データ	定常的な変動速度場、非定常変動、地震時の不連続な変位 など	

データの公開状況 | 地殻変動データ

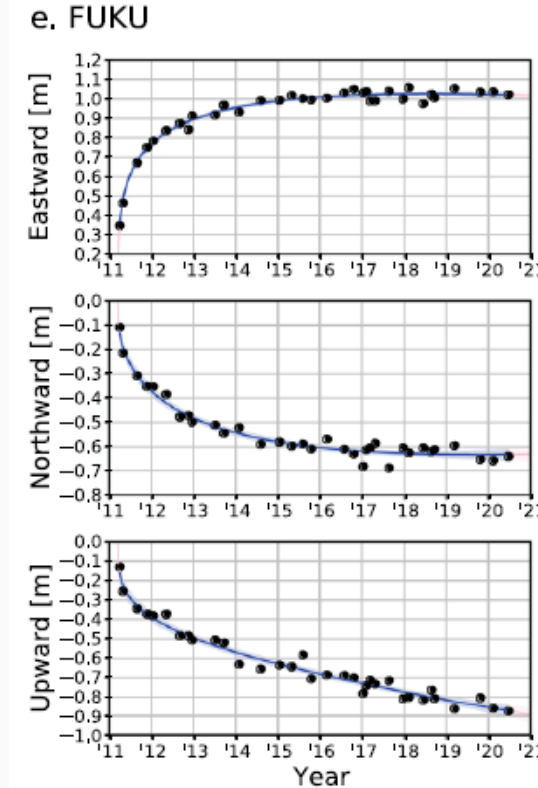
- 位置座標の時系列からどのように地殻変動を読み取るか・・・ということ自体が研究
- そのため単独でのデータ公開は必ずしも適切ではなく論文等に付随する形で公開

✓ 回帰直線の傾きから変動速度を計算



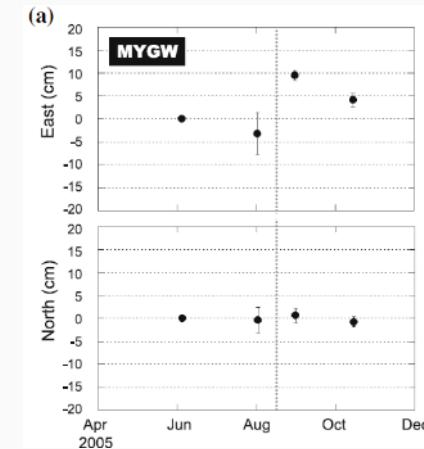
Yokota et al. (2015)

✓ 余効変動を関数でフィッティング



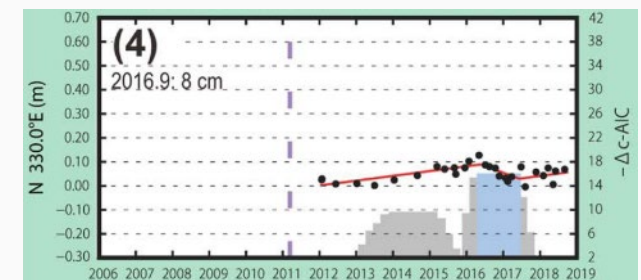
Watanabe et al. (2021)

✓ イベント前後の差から変位を計算



Matsumoto et al. (2006)

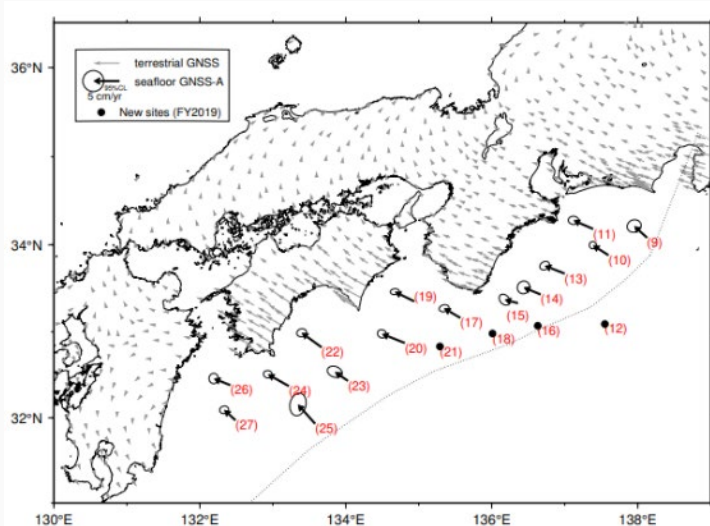
✓ AICによる折れ曲がりの検出



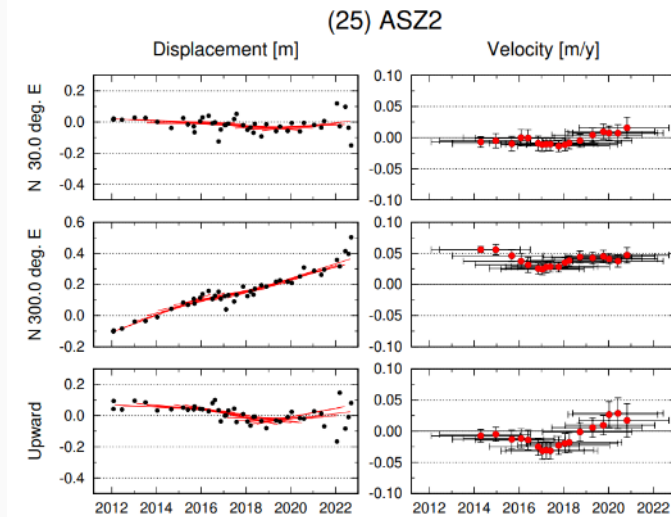
Yokota and Ishikawa (2020)

データの公開状況 | 地殻変動データ

- 地震調査委員会等の政府関連会議には、回帰直線から求めた地殻変動速度場を定期的に報告
- 速度場のデータは資料中に直接記載



Site name	Lat. (°N)	Lon. (°E)	Velocity (cm/yr)	Period	Data	Update
(9) TOK1	34.08	138.13	3.4	311.9	08/13/2018 - 09/09/2022	20
(10) TOK2	33.88	137.60	3.6	302.9	07/10/2018 - 08/04/2022	19
(11) TOK3	34.18	137.39	4.1	293.8	07/09/2018 - 08/04/2022	17
(12) ZENW	33.09	137.55	-	-	02/20/2020 - 09/09/2022	10
(13) KUM1	33.67	137.00	4.1	291.7	07/09/2018 - 08/04/2022	19
(14) KUM2	33.43	136.67	3.5	292.6	07/08/2018 - 08/03/2022	21
(15) KUM3	33.33	136.36	2.7	284.4	08/12/2018 - 09/14/2022	20
(16) KUM4	33.08	136.64	-	-	02/21/2020 - 09/14/2022	11
(17) SLOW	33.16	135.57	3.6	300.7	08/12/2018 - 09/13/2022	22
(18) SIO2	32.98	135.99	-	-	03/18/2020 - 09/13/2022	12
(19) MRT1	33.35	134.94	4.2	296.5	08/11/2018 - 09/12/2022	20
(20) MRT2	32.87	134.81	4.7	291.9	08/11/2018 - 09/12/2022	24
(21) MRT3	32.80	135.35	-	-	08/10/2019 - 09/12/2022	16
(22) TOS1	32.82	133.67	4.7	306.2	08/10/2018 - 09/11/2022	19
(23) TOS2	32.43	134.03	3.0	304.6	09/07/2018 - 09/11/2022	18
(24) ASZ1	32.37	133.22	4.6	299.4	08/10/2018 - 09/02/2022	17
(25) ASZ2	31.93	133.58	4.9	318.4	09/08/2018 - 09/10/2022	16
(26) HYG1	32.38	132.42	3.4	291.9	08/09/2018 - 09/03/2022	18
(27) HYG2	31.97	132.49	3.0	312.8	08/09/2018 - 09/03/2022	19
GEONET					09/14/2018 - 09/14/2022	



会議資料は海洋情報部webサイトにて公開

海上保安庁 海洋情報部

地震調査委員会・地震予知連絡会提出資料

海上保安庁海洋情報部では、おもに海底地殻変動観測の成果について、地震・地殻変動の現状評価のための資料として、[地殻変動研究推進本部地震調査委員会・地震予知連絡会](#)に定期的に報告しています。

- ・地震調査委員会が発表している [毎月の地殻変動の評価](#)
- ・気象庁が「南海トラフ地震に関する情報」を発表する際の検討資料として、[南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会](#)に地震調査委員会と同一の資料（南海トラフの結果のみ）を提出しています。
- ・気象庁が現在発表している [南海トラフ地震に関する情報](#)

提出資料に使用している海底地殻変動観測データは[こちら](#)（研究者向け）

最近の提出資料

地震調査委員会

- 2022/12/09 第380回
- 2022/11/10 [第379回](#)
- 2022/10/12 第378回
- 2022/09/09 [第377回](#)
- 2022/08/09 第376回
- 2022/07/11 [第375回](#)
- 2022/06/20 第374回(臨時会)
- 2022/06/09 第373回
- 2022/05/13 [第372回](#)

データの公開状況 | 地殻変動データ

- 学術論文においては、データ量が小さいので、本文またはSupplementに直接記載

東北沖地震時の変動 | Sato et al. (2011)

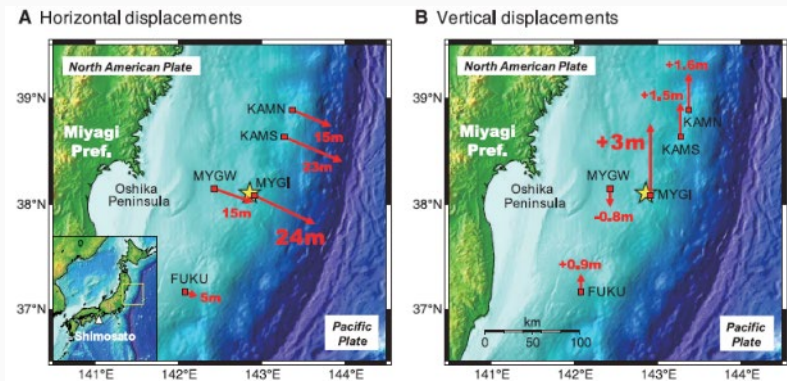


Table S1.

Estimated coordinates of seafloor reference points before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake. The coordinates are the averaged positions of grouped transponders.

Site name	Observation date	Latitude			Longitude			Height m
		°	'	"	°	'	"	
KAMN	11/16/2010	38	53	16.740	143	21	43.869	-2306.51
	4/3/2011	38	53	16.551	143	21	44.443	-2304.90
KAMS	11/19/2010	38	38	11.271	143	15	48.021	-2193.21
	4/5/2011	38	38	10.981	143	15	48.893	-2191.72
MYGI	2/21/2011	38	4	51.388	142	54	59.881	-1645.83
	3/28/2011	38	4	51.051	142	55	0.788	-1642.69
MYGW	2/21/2011	38	8	55.897	142	25	59.327	-1044.71
	3/27/2011	38	8	55.734	142	25	59.919	-1045.49
FUKU	2/23/2011	37	9	58.002	142	4	51.233	-1209.47
	3/29/2011	37	9	57.948	142	4	51.412	-1208.61

東北沖地震前後の変動 | Watanabe et al. (2021)

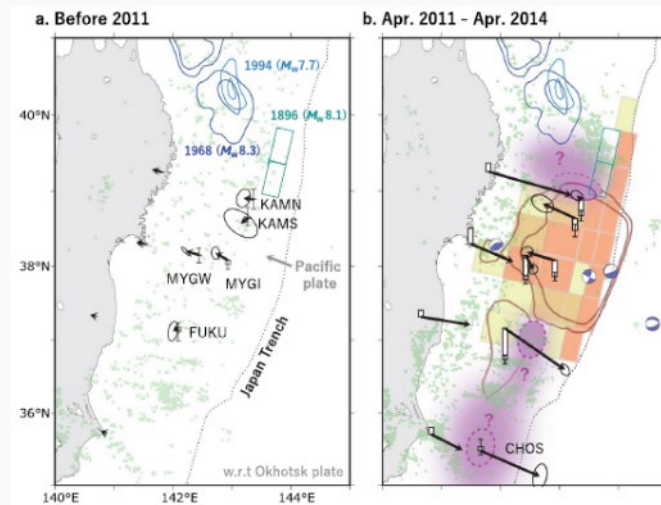


Table 2 Displacements with respect to the Okhotsk plate from the fitted curves with variance-covariance information

Site	Displacement rate (cm/year)			Variance-covariance ((cm/year) ²)			
	E-ward	N-ward	U-ward	V(E,E)	V(E,N)	V(N,N)	V(U,U)
(a) Average velocity before 2011							
KAMN	-3.5	0.4	0.1	0.40	0.12	0.67	2.61
KAMS	-2.4	-1.8	0.7	2.29	-1.01	1.71	2.10
MYGI	-4.1	2.4	-2.0	0.24	-0.03	0.50	0.93
MYGW	-4.5	1.2	-0.2	0.22	-0.19	0.23	2.06
FUKU	-1.8	-1.3	-2.0	0.30	0.17	1.15	3.15
(b) Three-year cumulative displacement from Apr. 2011 to Apr. 2014							
KAMN	-4.0	3.6	-21.5	4.76	3.98	-1.45	11.24
KAMS	-32.6	14.9	-16.1	18.22	12.28	-6.08	16.05
MYGI	-28.2	8.4	-21.4	5.35	4.99	0.46	7.34
MYGW	7.8	-14.8	-32.5	2.73	3.11	0.57	7.29
FUKU	60.4	-41.9	-42.1	3.56	5.00	-1.59	8.34
CHOS	59.8	-26.1	5.3	7.60	24.06	3.73	27.44

南海トラフの定常変動 | Yokota et al. (2016)



Table 1 | Velocity of each site with respect to the Amur plate

Site name	Position		Velocity (cm year ⁻¹)			Standard deviation and correlation (cm year ⁻¹)		
	Latitude	Longitude	Absolute	East (E)	North (N)	σ (E)	σ (N)	Corr (E, N)
TOK1	34.08	138.14	5.0	-4.9	0.9	0.2	0.1	0.0
TOK2	33.88	137.61	4.9	-4.8	1.0	0.2	0.1	-0.1
TOK3	34.18	137.39	5.1	-5.1	0.8	0.4	0.5	-0.1
KUM1	33.67	137.00	3.6	-3.6	0.7	0.1	0.2	0.1
KUM2	33.43	136.67	4.3	-4.2	1.0	0.5	0.9	-0.5
KUM3	33.33	136.36	4.0	-3.9	1.0	0.2	0.2	-0.1
SIOW	33.16	135.57	4.7	-4.4	1.6	0.2	0.2	0.0
MRT1	33.35	134.94	3.4	-3.3	1.0	0.4	0.4	0.9
MRT2	32.87	134.81	3.9	-3.8	1.0	0.2	0.2	-0.1
TOS1	32.82	133.67	5.5	-4.7	2.8	0.6	0.4	-0.4
TOS2	32.43	134.03	4.8	-4.2	2.4	0.5	0.5	-0.4
ASZ1	32.37	133.22	4.5	-4.1	1.9	0.3	0.4	-0.2
ASZ2	31.93	133.58	4.2	-3.9	1.7	0.6	0.4	-0.5
HYG1	32.38	132.42	3.8	-3.1	2.1	0.4	0.3	-0.1
HYG2	31.97	132.49	2.0	-2.0	0.3	0.6	0.7	-0.6

データの公開状況 | 位置座標データ

- 地殻変動を求める元になる位置座標の時系列も本文またはSupplementに直接記載
- 変動速度よりはデータが多いので、最近は外部リポジトリも活用

東北沖地震時の変動 | Sato et al. (2011)

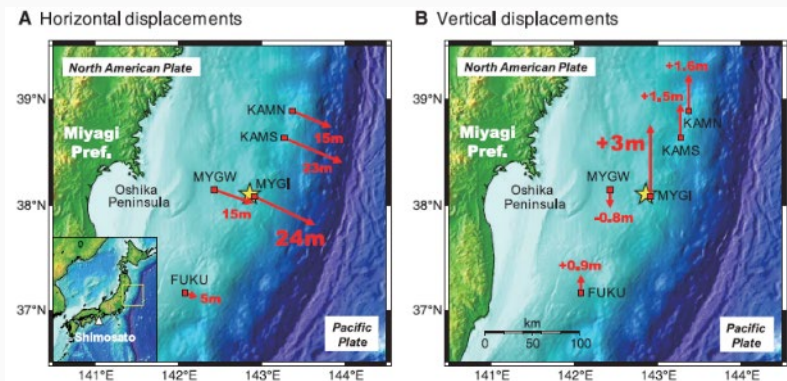
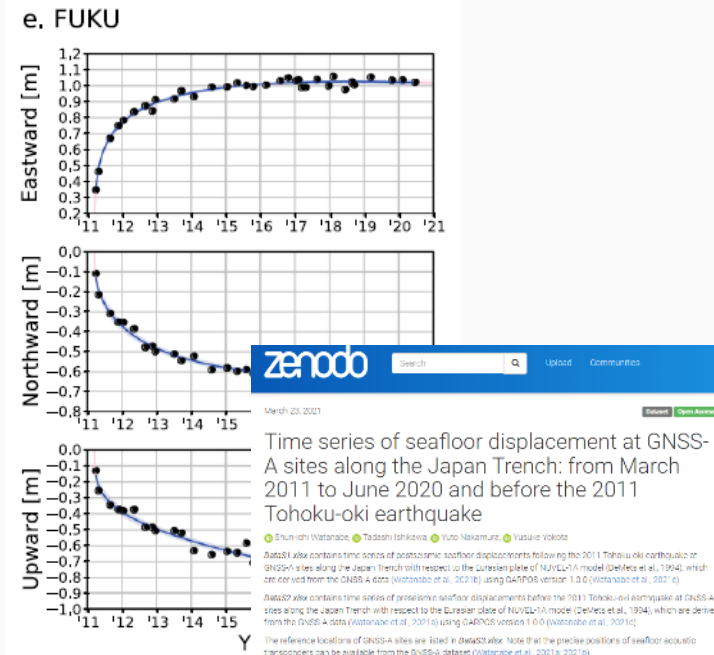


Table S1.

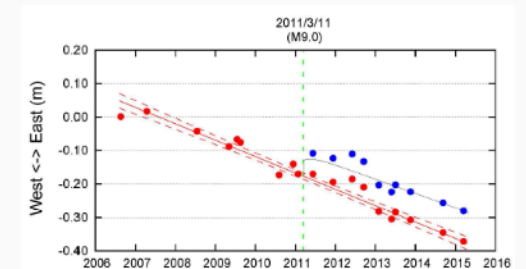
Estimated coordinates of seafloor reference points before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake. The coordinates are the averaged positions of grouped transponders.

Site name	Observation date	Latitude			Longitude			Height m
		°	'	"	°	'	"	
KAMN	11/16/2010	38	53	16.740	143	21	43.869	-2306.51
	4/3/2011	38	53	16.551	143	21	44.443	-2304.90
KAMS	11/19/2010	38	38	11.271	143	15	48.021	-2193.21
	4/5/2011	38	38	10.981	143	15	48.893	-2191.72
MYGI	2/21/2011	38	4	51.388	142	54	59.881	-1645.83
	3/28/2011	38	4	51.051	142	55	0.788	-1642.69
MYGW	2/21/2011	38	8	55.897	142	25	59.327	-1044.71
	3/27/2011	38	8	55.734	142	25	59.919	-1045.49
FUKU	2/23/2011	37	9	58.002	142	4	51.233	-1209.47
	3/29/2011	37	9	57.948	142	4	51.412	-1208.61

東北沖地震前後の変動 | Watanabe et al. (2021)



南海トラフの定常変動 | Yokota et al. (2016)



41586_2016_BFNature176				
Epoch (year)	Eastward (m)	Northward (m)	East _{avg} (m)	North _{avg} (m)
2006.633	0	0		
2007.288	0.0313	-0.0173		
2008.54	0.0011	-0.0051		
2009.34	-0.026	0.01		
2009.545	0.0001	-0.0035		
2009.627	-0.007	-0.0094		
2010.595	-0.0818	-0.0221		
2010.948	-0.0409	-0.0016		
2011.068	-0.068	-0.0099		
2011.436	-0.0594	-0.0128	0.0024	0.0156
2011.942	-0.0715	-0.0285	-0.0005	0.0133
2012.419	-0.0517	-0.0443	0.0232	0.0069
2012.71	-0.0689	-0.0368	0.0077	0.0194
2013.085	-0.1327	-0.0213	-0.0539	0.0408
2013.403	-0.1482	-0.0461	-0.0674	0.0205
2013.501	-0.1252	-0.0094	-0.0437	0.0585
2013.879	-0.1395	-0.0256	-0.0556	0.047
2014.693	-0.1585	-0.1137	-0.0696	-0.0335
2015.205	-0.1733	-0.0263	-0.0813	0.0581

データを論文に付随させることによるデータの公開

- 小さいデータであれば、論文の本文中/Supplement等に直接掲載できる
- 近年は大容量データを付随させることが可能な雑誌も登場 測地学会誌 (J-stage Data利用可能), PEPS(Paper with full data attached) など

●**メリット** データへのアクセスが容易
データの永続的な利用性が自動的に担保

●**デメリット** データ自体の説明は必ずしも十分ではない
観測結果だけでは原著論文として認められず、研究部分が必須
研究に時間がかかることでデータの公開が遅れる
研究に使用しないデータは公開できない

測地データの特徴 = 広域多点の時系列

論文に出てこない観測地点や論文以後に取得したデータを
どのように公開・共有していくのか？

データリポジトリによるデータの管理・公開

- データリポジトリを利用すれば、原著論文の有無によらずデータを公開可能

一般論 | データをFAIR原則に則った適切なりポジトリで管理し、永続的識別子(DOI)で引用できるようにすることで、データの共有がより適切なサイクルで進む

データを出すにはそれなりに手間がかかる

データを出しても、他の人には使えない/使ってもらえないので出す意味がない

データを出しても、研究成果にならないので手間をかけて作業する意味がない

データ論文を活用

データ論文によってデータの説明を査読付き論文として出版することで

データ創生者の研究業績、データの使用方法の妥当性・永続性を担保

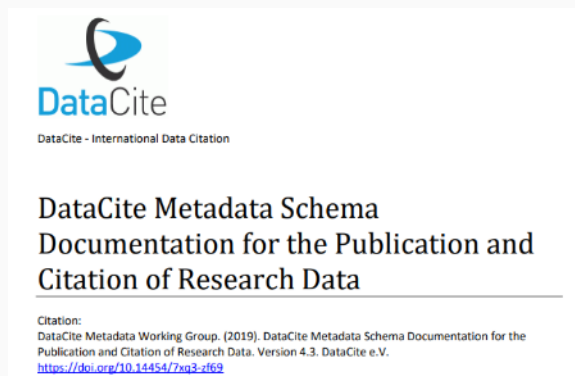
地球科学のデータは、その時間その場所でしか取得できず再現性がないので
適切に使える形で後世に残すことが現代の研究者の責務ではないか

メタデータの重要性 | データをただ公開するだけでは必ずしも使えるようにはならない

データを取得・生成したときの条件や設定、誤差や精度の妥当性などの詳細な説明がなければ、同業者であっても科学的に適切に扱うことはできない



そのため、データの詳細を説明するためのメタデータを充実させる必要があり、様々な規格が存在



ただし、
各リポジトリのメタデータの充実度はケースバイケースで、
公開リポジトリにデータを置いたからといって使えるものになっているとは限らない



データの説明を論文としてまとめ、その説明の妥当性を査読で評価するものがデータ論文



データ論文によるデータ出版の意義

データのみで論文を査読付きの成果として出版可能

- ✓ 研究成果の有無によらずデータを速やかに公開
- ✓ 新規の研究となりにくい基盤的データも査読付き成果として公開

データの取得手法・質(≠高精度)・使用方法の詳細な解説

- ✓ 第三者がデータを適切に使用可能となり、研究の再現性を担保
- ✓ 広くデータが使われるようになり研究の裾野が広がる

データを取得・創出した事自体を業績として評価

主要なインデックスサービスに論文として登録され検索性が高い

データの公開状況 | 位置座標データ

- 全観測点の位置座標データをデータ論文による査読付き成果としてデータを公開

データ論文 | *Scientific Data*
 Yokota, Ishikawa & Watanabe (2018)
 doi: 10.1038/sdata.2018.182

データリポジトリ | PANGAEA
 doi: 10.1594/PANGAEA.885139

オリジナルデータ | 海洋情報部webサイト

Received: 2 March 2018
 Accepted: 21 June 2018
 Published: 11 September 2018

Yusuke Yokota¹, Tadashi Ishikawa¹ & Shun-ichi Watanabe¹

Crustal deformation data obtained by geodetic observation networks are foundations in the fields of geodesy and seismology. These data are essential for understanding plate motion and earthquake sources and for simulating earthquake and tsunami scenarios. Although relatively scarce, seafloor geodetic data are particularly important for monitoring the behaviour of undersea interplate boundary regions. Since the mid-1990s, we have been developing the combined Global Navigation Satellite System-Acoustic ranging (GNSS-A) technique for realizing seafloor geodesy. This technique allows us to collect time series of seafloor crustal deformation. Our published data can be used to investigate several seismological phenomena along the subduction zones around Japan, namely the Nankai Trough, Sagami Trough and Japan Trench. These regions are globally important places in geodesy and seismology and are also suitable for comparison with other geophysical datasets. Our intention is for these data to promote further understanding of megathrust zones.

Design Type(s)	time series design • data collection and processing objective • observational design
Measurement Type(s)	geodetic datum
Technology Type(s)	data acquisition system
Factor Type(s)	temporal_interval • monitoring device
Sample Characteristic(s)	North West Pacific Ocean • oceanic crust

Citation: Yokota, Yusuke; Ishikawa, Tadashi; Watanabe, Shun-ichi (2018): Original data of seafloor crustal deformation along the subduction zones around Japanese Islands. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.885139>.

Supplement to: Yokota, Y et al. (2018): Seafloor crustal deformation data along the subduction zones around Japan obtained by GNSS-A observations. *Scientific Data*, **5**, 180182. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.182>

Abstract: Since the mid-1990s, the Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard have been developing the combined Global Navigation Satellite System-Acoustic ranging (GNSS-A) technique for realizing seafloor geodesy. This technique allows us to collect time series of seafloor crustal deformation. In this dataset, we published our original data collected from 2001 to Aug. 2017. Our data can be used to investigate several seismological phenomena along the subduction zones around Japan, namely the Nankai Trough, Sagami Trough and Japan Trench. These regions are globally important places in geodesy and seismology and are also suitable for comparison with other geophysical datasets.

Related to: Matsumoto, Yoshihiro; Fujita, Masayuki; Ishikawa, Tadashi; Mochizuki, Masashi; Yabuki, Tetsuichiro; Asada, Akira (2006): Undersea crustal movements associated with the 2005 Off Miyagi Prefecture Earthquake detected by GPS/acoustic seafloor geodetic observation. *Lith. Planets and Space*, **58**(12), 1123-1126. <https://doi.org/10.1134/S0013788X0600114>

Matsumoto, Yoshihiro; Ishikawa, Tadashi; Fujita, Masayuki; Sato, Mariko; Saito, Hiroaki; Mochizuki, Masashi; Yabuki, Tetsuichiro; Asada, Akira (2008): Fresh interplate coupling beneath the subduction zone off Iizumiima, Izu, Japan, inferred from GPS/acoustic seafloor geodetic observation. *Earth, Planets and Space*, **60**(8), 49-52. <https://doi.org/10.1186/1880400908008004>

Sato, Mariko; Fujita, Masayuki; Matsumoto, Yoshihiro; Ishikawa, Tadashi; Saito, Hiroaki; Mochizuki, Masashi; Asada, Akira (2013): Interplate coupling off northeastern Japan before the 2011 Tohokuoki earthquake, inferred from seafloor geodesic data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **118**(7), 3860-3869. <https://doi.org/10.1002/jgrb.20275>

GNSS-A data

※日本語はこちら

※The data released in this page is for researchers.

- For the details of the observation, see this page (in Japanese).

GNSS-A time series data

The time series data of the seafloor positions measured using the GNSS-A technique is available at this page. For details of the observation method, please see Yokota et al. (2018, Sci. Data).

When using the time series data

- The time series data is licensed under Creative Commons Attribution Non Commercial 4.0 International license.
- When using the data in a research paper, please cite Yokota et al. (2018, Sci. Data).
- In our data analysis routine, old data are reanalyzed when new observation data are updated. Please be careful of the data file version.

Notes on the data

- Cosismic and postseismic displacements are not corrected.

データ論文・リポジトリには論文執筆時点のデータ

最新データは当部webサイト

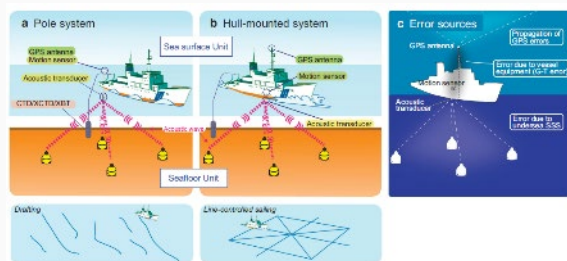
データ使用の際はデータ論文を引用

データ論文の中身の例

- 第三者がデータを適切に利用できるようなするための説明をする論文
- 新たな科学的知見の発見、新たな手法などは、含まない/含んではいけない
- データ自体の重要性ではなく、その説明内容の妥当性について査読

Methods

観測システムの説明



位置座標解析の説明

Data Processing

The SP is determined using linearized inversion based on the least-squares formulation, combining the obtained data. This inversion software "SGOBS version 3.6.3" is essentially that constructed by ref. 25.

The basic construction of this inversion can be represented using the general formulation of an observation equation using an n -dimensional observation vector Y and an m -dimensional true model parameter vector X :

$$Y = f(X) + e, \quad (1)$$

where e is the observation error vector that varies around zero in a Gaussian distribution characterized by the variance-covariance matrix E . To estimate via linearized inversion, this usually nonlinear relationship should be transformed to a linear formulation. Using small perturbations x around initial value x_0 , Equation (1) can be replaced with

$$Y = f(x_0 + x) + e \quad (2)$$

When x is sufficiently small, the right-hand side of Equation (2) can be rewritten as a Taylor expansion:

$$Y = f(x_0) + \frac{\partial f}{\partial x} x - \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} x^2 + \dots + e \quad (3)$$

Data Records

データフォーマットの説明

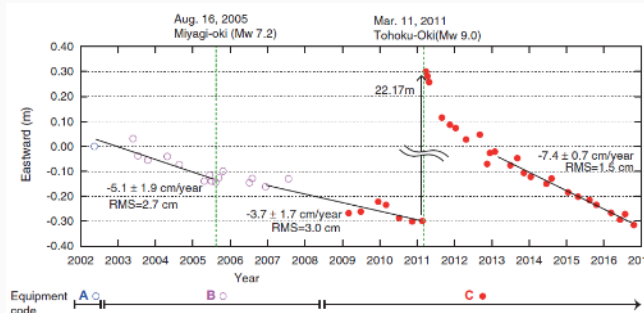
Line number	Contents
1st line	Date of updating
2nd line	Site name; reference coordinate system
3rd line	Origin of the plane E-N-U coordinate system (latitude, longitude, ellipsoidal height)
4th line	Position of reference epoch with (E, N, U = 0.0, 0.0, 0.0) from origin point described in 3rd line
after 9th line	Movements from the reference epoch

Table 4. Published ENU data format including metadata.

```
#updated at 11/30/2017
#MYGI for ITRF2005
#reference LAT 38.0833N LON 142.9166E HEIGHT 30.0000[m]
#position Eastward 0.5019[m] Northward 40.2703[m] Upward -1668.9117[m]
#Start_mm/dd/YYYY Eastward[m] Northward[m] Upward[m] Method Vessel End_mm/dd/YYYY
03/28/2011 0.0000 0.0000 0.0000 C M 03/28/2011
04/12/2011 -0.0183 0.0255 0.0283 C M 04/12/2011
04/29/2011 -0.0418 -0.0086 0.0053 C M 04/29/2011
08/30/2011 -0.1810 0.0469 -0.0443 C M 08/30/2011
11/18/2011 -0.2081 0.0058 -0.0299 C M 11/26/2011
```

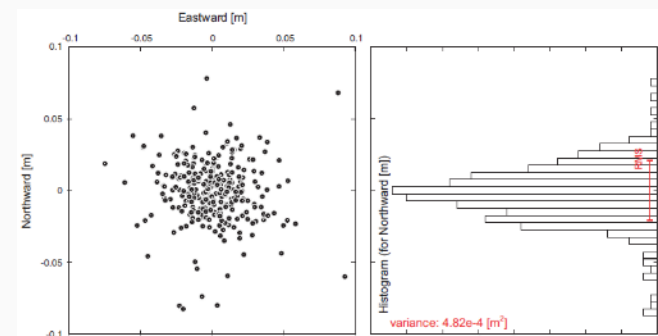
Usage Notes

データの例示、使用上の注意



Technical Validation

データの精度評価



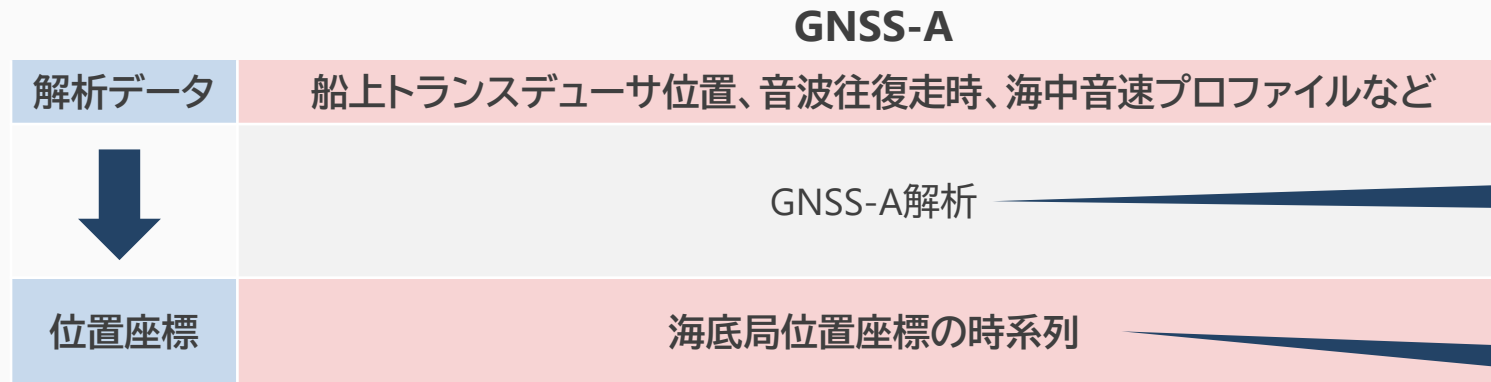
Data Citations

Data Citation

1. Yokota, Y., Ishikawa, T. & Watanabe, S. PANGAEA <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.885139> (2018).

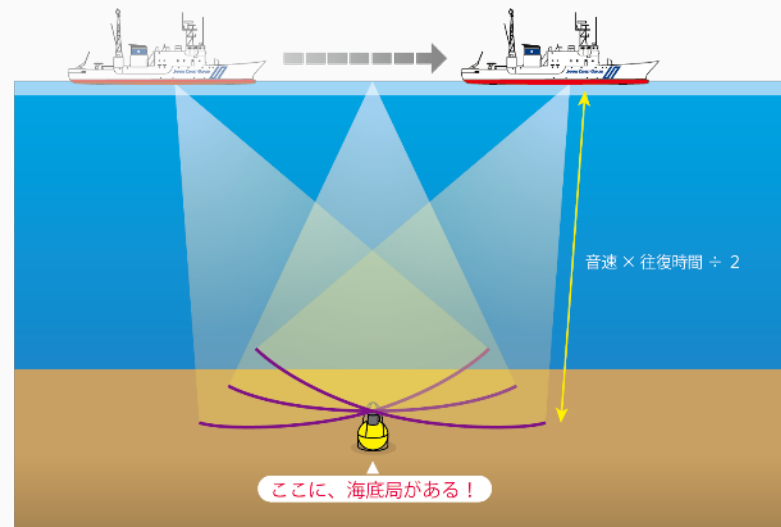
データの公開状況 | GNSS-A解析用データと解析ソフトウェア

- GNSS-Aにおける位置座標の解析は発展途上で、特に海中音速場のモデル化について様々な提案がなされている
- 2018年のデータ論文では、その時点の海上保安庁のルーティン解析解を対象とした (GEONET F5解のイメージ)



GNSS-A研究の中心
ルーティン解より高精度な解法もある

海上保安庁ルーティン解を
Scientific Dataで公開

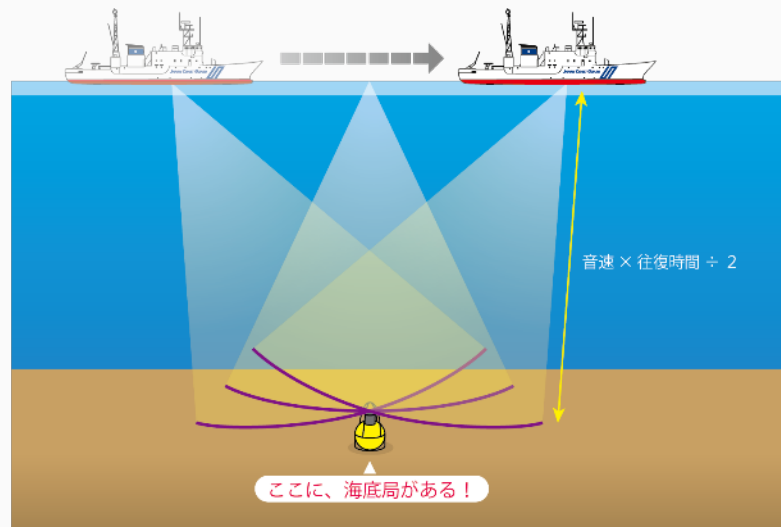


データの公開状況 | GNSS-A解析用データと解析ソフトウェア

- GNSSではデータの共通規格による流通、解析ソフトウェアの公開・流通によって研究が進展
- GNSS-Aでも同様のことを目指す

	GNSS-A	GNSS
解析データ	船上トランスデューサ位置、音波往復走時、海中音速プロファイルなど	RINEX
↓	GNSS-A解析	Bernese, GIPSY-OASIS, RTKLIBなど
位置座標	海底局位置座標の時系列	F5解、SINEX

広く公開・共有されている



データの公開状況 | GNSS-A解析ソフトウェアGARPOSの開発と公開

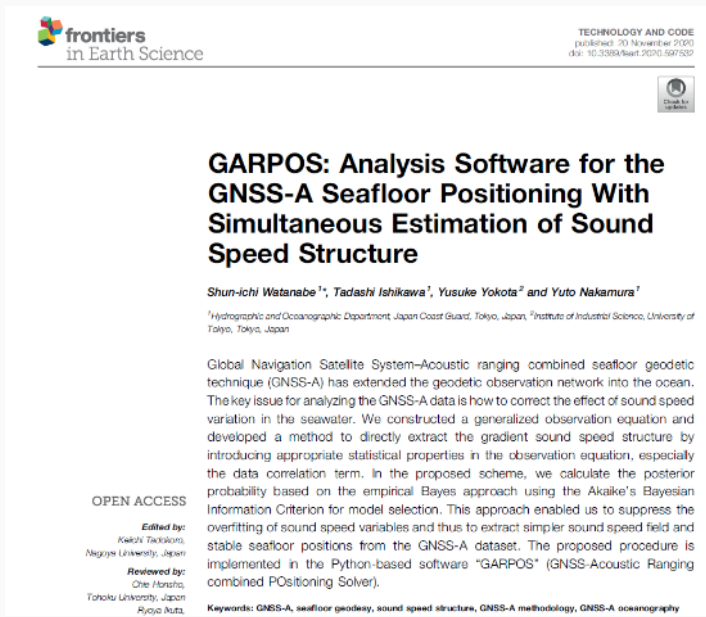


- GARPOSのソースコードはGitHubで公開
- **GNU GPL3.0ライセンスで、改変・公開は自由**

論文

Watanabe et al. (2020)

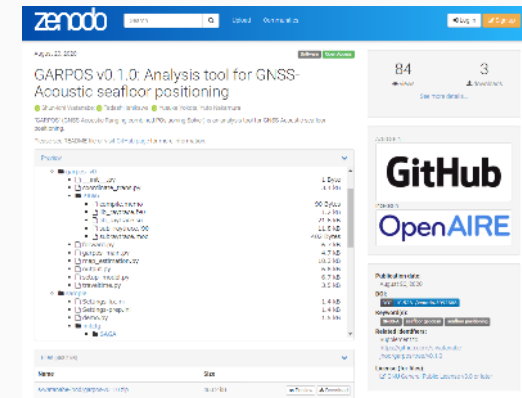
doi:10.3389/feart.2020.597532



ソースコード

doi:10.5281/zenodo.3992688

- ※ GitHubのライブラリをzenodoに紐付けることでDOI付与
- ※ バージョンごとにDOIは異なる

海洋情報部webサイトでの紹介
最新バージョンへのリンク

GNSS-A 解析プログラム "GARPOS"

前項のGNSS-A観測データは解析プログラム GARPOS を用いて解析できます。

リリースバージョンは[こちら](https://doi.org/10.5281/zenodo.4522027) (doi:10.5281/zenodo.4522027)。Methodologyについては、[Watanabe et al. \(2020, Front. Earth Sci.\)](https://doi.org/10.3389/feart.2020.597532) をご覧ください。

プログラムの利用にあたって

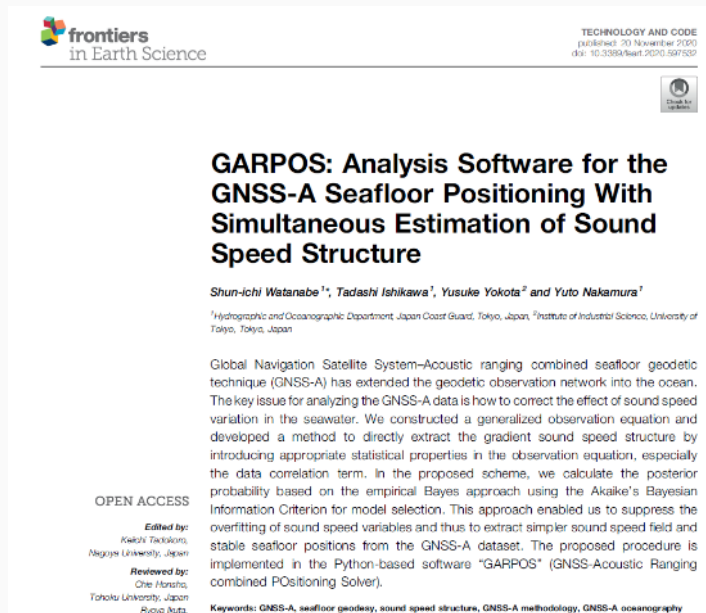
- 本プログラムには [GNU General Public License version 3](https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html) ライセンスが適用されます。
- READMEもご確認の上、引用情報を正確に明示してご利用ください。バージョンによってDOI等も変わりますのでご注意ください。

データの公開状況 | GARPOS解析用データの公開

- GARPOSの論文で例として用いた観測データ・設定ファイルを公開
- **誰でも、我々と同じ解析が可能** → GNSSでいうところのRINEXのようなもの

論文

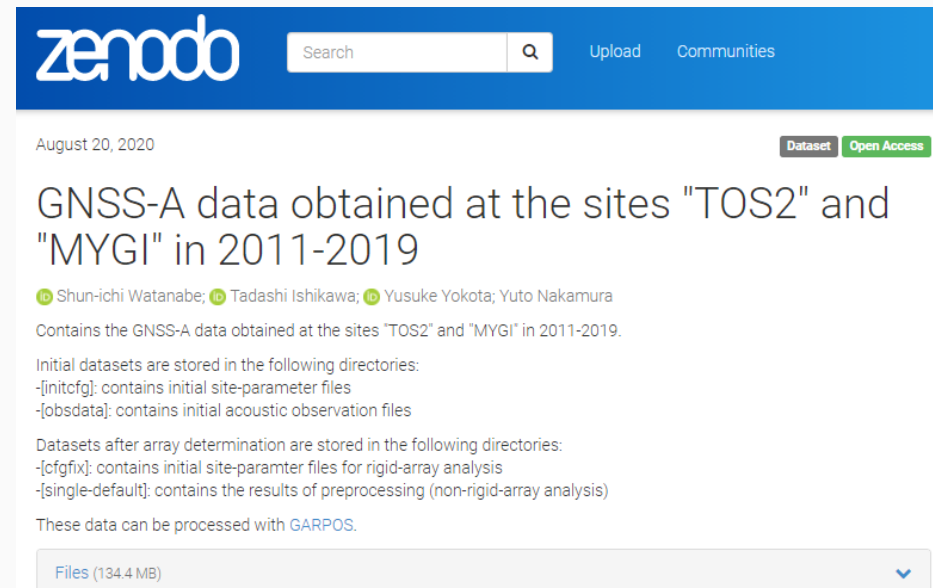
Watanabe et al. (2020)
doi:10.3389/feart.2020.597532



解析用データ

10.5281/zenodo.3993912

※ 論文で実例として使用した2地点分のデータ



データの公開状況 | GARPOS解析用データの公開

- 最近の論文で使用しているものを当部webサイトおよびZenodoにて公開
- **論文結果の追試・検証が可能**

論文に使用した GNSS-A 観測データセット

論文に使用した GNSS-Aの観測データセットです。

含まれるデータの詳細については、[Watanabe et al. \(2020, Front. Earth Sci.\)](#) をご覧下さい。

観測データの利用にあたって

- 本データには [Creative Commons Attribution Non Commercial 4.0 International](#) ライセンスが適用されます。
- 引用情報を正確に明示してご利用ください。データセットによってDOI等も変わりますのでご注意ください。
- 前項の時系列データとは処理の手法が異なるため、結果が完全には一致しない点にご注意ください。

データ範囲	ファイル	データ引用	データを使用した論文
2011年から2019年までのTOS2・MYGI観測点	zip (129 MB)	doi:10.5281/zenodo.3993912	doi:10.3389/feart.2020.597532
東北地震前の日本海溝沿い観測点	zip (102 MB)	doi:10.5281/zenodo.4528990	doi:10.1186/s40623-021-01487-0
東北地震後2020年までの日本海溝沿い観測点	zip (465 MB)	doi:10.5281/zenodo.4529008	doi:10.1186/s40623-021-01487-0

データの公開状況 | GNSS-A解析データの公開(今後)

- 特定の解析ソフトウェア(GARPOS)に依存しない、より一般的なフォーマットを検討
- 全地点の過去の全てのデータを公開し、解析用データのデータ論文を執筆予定

データの保存・公開については、永続的識別子が付与されるデータリポジトリとして国会図書館アーカイブWARPの利用を検討中

データ置き場 → **WARP**

データの解説 → データ論文

この組み合わせでデータを永続的に保存・公開
管理は国会図書館と出版社まかせ

公的機関のwebサイトは、国会図書館が定期的にアーカイブし公開しているので永続的なリポジトリとして利用可能

試しに当庁サイトに置いたデータがアーカイブされたもの

<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12354009/www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/dataservice/DATA/gnss-a/obsdata/>

WARP Web Archiving Project

ご覧いただいているのは国立国会図書館が保存した**2022年10月4日**時点のページです。このページに掲載されている情報は過去のものであり、最新のものとは異なる場合がありますのでご注意ください。収集時のURLは <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/dataservice/DATA/gnss-a/obsdata/>(外部サイト) ですが、このURLは既に存在しない場合や異なるサイトになっている場合があります。
※このページの著作権について

ヘルプ

保存日: 2022年10月4日

このアドレスは不変なため
永続的識別子とみなせる

Index of /KOHO/dataservice/DATA/gnss-a/obsdata

- [ASZ1/](#)
- [ASZ2/](#)
- [BOSN/](#)
- [CHOS/](#)
- [FUKU/](#)
- [UNO1/](#)

データの公開状況 | 観測の生データ

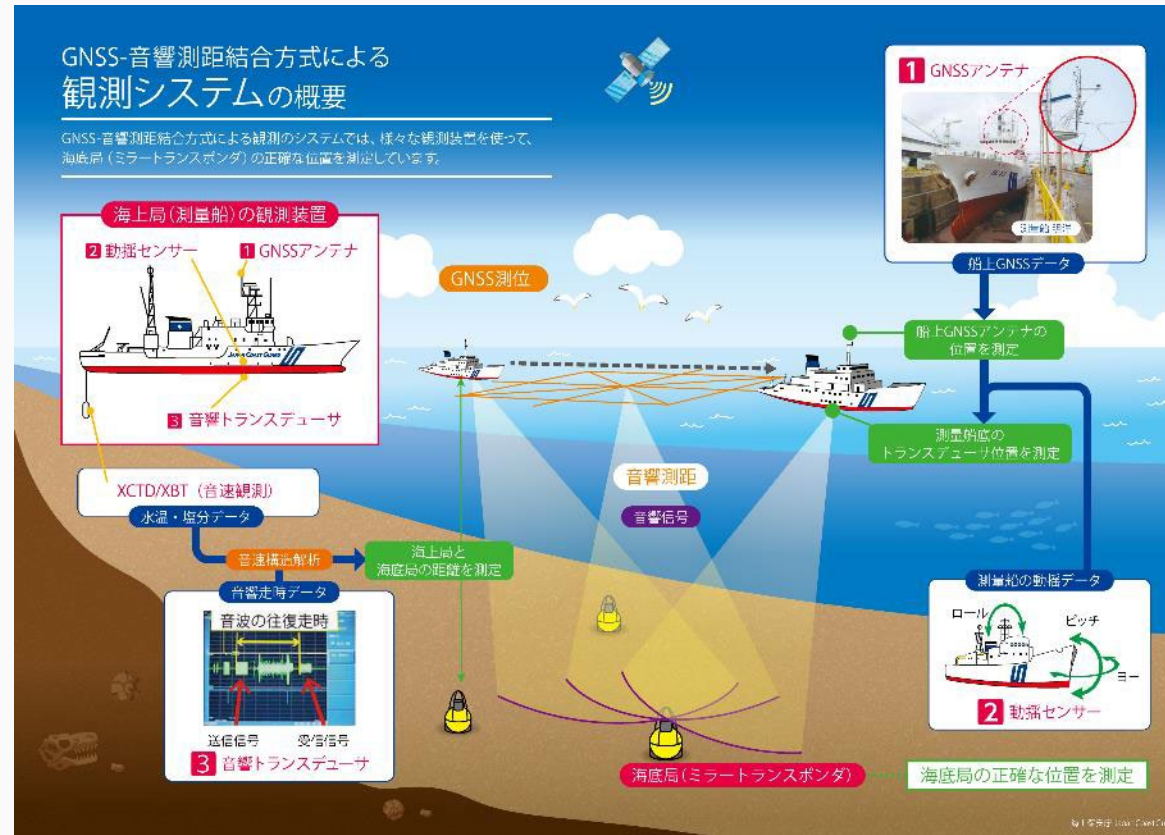
- 観測の生データを処理した結果はGARPOS用データに組み込まれている
- 元の生データは基本的に非公開

水温・塩分データ

- 各観測エポックの平均値はGARPOS用データに組み込まれている
- 個別のデータはJODCに登録して公開されている

音響データ

- 相関処理をして求めた往復走時はGARPOS用データに組み込まれている
- 個別には意味を成さないことから波形データは非公開



GNSSデータ

- 測量船のマスト位置測定用
- PPP解析の結果がGARPOS用データに組み込まれている
- RINEX自体は非公開
- 海域の水蒸気量推定などGPS気象学等で利用価値があるかもしれない

船体動揺データ

- 測量船のマスト位置を船底トランスデューサの位置に変換
- GARPOS用データに組み込まれている

まとめ | 海上保安庁の海底測地グループによるオープンデータの試み

- GNSS-A観測は、GNSS観測に比べ測位精度や観測頻度が低い、など解決すべき課題が多く、今後の研究の進展が望まれている
- GNSS-A観測は、観測のための海上プラットフォーム(船や無人機)が必須で観測のハードルが高く、国内外でも限られた機関しか実施できないため、研究コミュニティが小規模に留まる
- 今まで以上の研究の進展を目指す上で、観測データや解析用ソフトウェアを公開・共有は必須

海上保安庁の海底測地グループでは、データ/ソフトウェアの適切な形での公開・共有方法を模索

観測生データ	RINEX、船体の動揺、音響波形、水温・塩分 など	
	前処理	
解析用データ	船上トランスデューサ位置、音波往復走時、海中音速プロファイル など	部分的に公開 将来的にはデータ論文にして全公開
	GNSS-A解析	解説論文 + GitHubで公開
解析結果 位置座標データ	海底局位置座標	データ論文
	統計的处理	
地殻変動データ	定常的な変動速度場、非常変動、地震時の不連続な変位 など	会議資料、論文本文/Supplements