（別紙様式６）

平成 29 年度　北極域研究共同推進拠点　共同研究等報告書

申請区分:　　☐萌芽的異分野連携共同研究　　☑共同推進研究
☐産学官連携フィージビリティ・スタディ
☐共同研究集会　　☐産学官連携課題設定集会

研究課題名:　電離層補正を考慮した InSAR による永久凍土域の地盤変動検出

研究期間:　平成 29 年度～平成 29 年度

共同研究員	氏名	所属・職名
研究代表者	古屋正人	北海道大学大学院理学研究院・教授
研究分担者（拠点外）	岩花剛	IARC/University of Alaska Fairbanks・Research Associate
研究分担者（拠点内）	ウスマン ムハマド	北海道大学大学院理学院・大学院生(D2)
	エンクヴィスト リナス	北海道大学大学院理学院・大学院生(M2)
	柳谷一輝	北海道大学大学院理学院・大学院生(M1)

【研究の内容】

L-バンドマイクロ波を用いた InSAR を極域で適用する際に大きなノイズ源となる電離層効果の補正手法として，受信パルスの帯域幅を分割して，事実上の二周波観測を実現する方法(Split-Spectrum Method/以下 SSM)を，日本で初めて確立した（図 1a, b）. この手法を電離層擾乱の一種であるスポラディック E 層を捉えた InSAR に適用して，分散性成分（図 1d）と非分散性成分（図 1c）に分けられることを示した. また，スポラディック E 層の発生時には電子数異常である分散性成分と同じ位置に非分散性成分が現れることも示した（Furuya *et al.*, *Earth Planets Space*, 2017）.

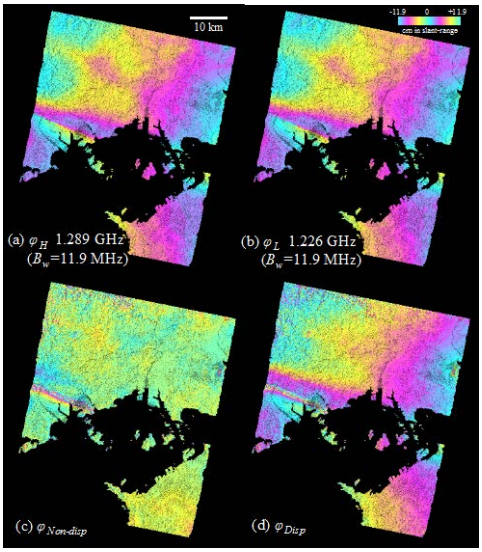

図 1:高周波数側(a)と低周波数側(b)の InSAR 画像. これらから推定された非分散性成分(c)と分散性成分(d).

「だいち 2 号」の初期の運用段階において，F2_6 と呼ばれる観測モードの周波数が当初予定の設定周波数とは異なっていたため初期の画像が InSAR 処理できないという問題があった. しかし，この点についても SSM を応用することにより，InSAR 処理が可能であることも示した（柳谷・古屋，日本測地学会講演会，2017 年 10 月 4 日）.

申請者らは，シベリア平原のバタガイ（北緯 67 度 41 分、東経 134 度 40 分:ヤクーツクの北北東 660 km）近郊にある凍土の崩壊地形（バタガイカクレーター）に着目し，現在も地盤変動が進行しているのではないかと考え，「だいち 2 号」で取得された SAR 画像に InSAR を適用した．結果的にバタガイカクレーターでは顕著な変動は見いだせなかったが，同一画像

内の別の地域で想定外の地盤沈下シグナルを発見した(図 2a：Yanagiya and Furuya, AGU Fall Meeting, 2017;投稿準備中)．明瞭な地盤沈下シグナルは夏季のデータにのみ見られることから，恐らく凍土の融解に伴う地盤沈下を示している．一方，ここがなぜ「地盤沈下」するのかについては暫く不明だったが，Landsat 等の光学画像データを調べていくと 2014 年に発生した森林火災の跡地と一致することが判明した(図 2b)．この森林火災は 1 ヶ月程度で終息したが，2017 年のデータを用いて InSAR 画像を作成すると，依然として地盤沈下は進行していることが明らかになっている．さらに冬季の InSAR 画像を調べると，上述の地盤沈下とは符号が反対で，凍上に伴う地表面隆起を捉えている可能性が高い．この成果をさらに発展させるため，平成 30 年度も本共同推進研究に「東シベリア平原の森林火災に伴う地盤変動の時空間変化の検出とモデリング」に応募中である．

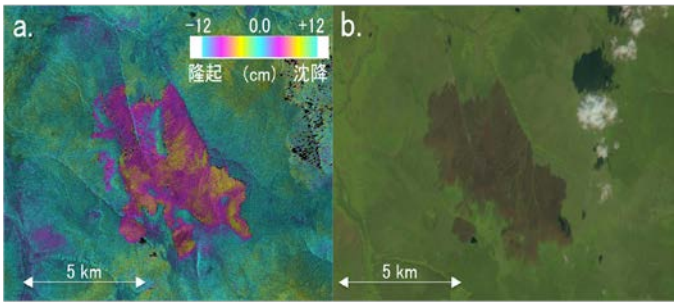

図 2:(a)「だいち 2 号」の InSAR で得られた 2016 年 7 月 30 日から 10 月 8 日までの地表変位分布.赤および黄色は沈降を示す. (b)同じ場所の 2014 年 9 月 6 日の Landsat 画像.

【研究論文や著書等】

1) Furuya, M., T. Suzuki, J. Maeda, and K. Heki (2017), Midlatitude sporadic-E episodes viewed by L-band split-spectrum InSAR, Earth Planets Space, 69:175, doi:10.1186/s40623-017-0764-6.（査読有）

【研究発表】

1) Furuya, M., Kinoshita, Y., Dispersive and Non-dispersive Components in the L-band InSAR Image Associated with Heavy Rain Episodes, MIS05-15, JpGU-AGU joint meeting 2017, May 22 2017, Makuhari Messe, Chiba, Japan.
2) Furuya, M., Suzuki, T., Maeda, J., and Heki, K., Mid-latitude Sporadic-E Signals Detected By L-band InSAR, 216 (Oral), FRINGE 2017, June 5, 2017. Helsinki, Finland.
3) Furuya, M., Suzuki, T., Kinoshita, Y., Dispersive and Non-dispersive Components in the L-band InSAR Data Associated with Sporadic-E and Heavy Rain Episodes, G06-4-03, IAG-IASPEI, August 2 2017, Kobe international conference center, Kobe, Japan
4) 古屋正人，前田隼，日置幸介, InSAR Split Spectrum Method で見るスポラディック E 層：高次分散性成分の可能性と非分散性成分の大気化学的解釈，日本測地学会第 128 回講演会，瑞浪市総合文化センター（岐阜県瑞浪市），2017 年 10 月 4 日
5) 古屋正人，木下陽平, InSAR Split Spectrum Method で捉えた集中豪雨時の分散性位相，日本測地学会第 128 回講演会，瑞浪市総合文化センター（岐阜県瑞浪市），2017 年 10 月 4 日.
6) 古屋正人，前田隼，日置幸介, InSAR で捉えたスポラディック E 層の非分散性成分の解釈，地球電磁気・地球惑星圏学会第142回総会及び講演会，京都大学宇治キャンパス，京都府宇治市，2017 年 10 月 16 日
7) Furuya, M., Kinoshita, Y., Dispersive Phase in the L-band InSAR Image Associated with

Heavy Rain Episodes, 2017 American Geophysical Union (AGU) Fall meeting, IN53-0085, 15 December 2017, New Orleans/U.S.A.

8) Yanagiya, K., M. Furuya, Ground deformation mapping by ALOS1/2 InSAR: Case studies at Hershel Island, Canada, and Batagaika Crater, Siberia, #05-4, The 2nd Asian Conference on Permafrost (ACOP2017), 3 July 2017, Hokkaido University, Japan.

9) Yanagiya, K., M. Furuya, Ground deformation mapping by ALOS1/2 InSAR: Case studies at Hershel Island, Canada, and Batagaika Crater, Siberia, J01-P-02, 1 August 2017, IAG-IASPEI, KOBE, Japan.

10) Yanagiya, K., M. Furuya, InSAR observation of seasonal ground surface deformation in permafrost area near Batagay, Siberia, C21F-1173, 2017 American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, 12 December 2017, New Orleans, USA.

11) Yanagiya, K., M. Furuya, InSAR observation of seasonal ground subsidence due to a tundra wild fire near Batagay, Siberia, International Symposium on Cryosphere and Biospheere (ISCB), 77A2714, 16 March 2018, Kyoto, Japan.

12) Yanagiya, K., M. Furuya, Post-wildfire ground deformation in Eastern Siberian permafrost areas detected by InSAR, The 4th Japan-Taiwan Workshop on Crustal Dynamics, 27 March 2018, Sapporo, Japan.

13) 柳谷一輝,古屋正人,ALOS1/2 を用いた InSAR 解析による永久凍土地帯の地盤変動検出: Herschel 島(カナダ)と Batagaika crater(シベリア)の事例,ACC38-P04,日本地球惑星科学連合大会 2017 年大会, ACC38-P04 , 幕張メッセ・千葉県, 2017 年 5 月 22 日

14) 柳谷一輝, 古屋正人, シベリア・バタガイ近郊永久凍土地帯における季節的地盤変動の InSAR 解析(InSAR observation of seasonal ground surface deformation in permafrost area near Batagay, Siberia), 13, 日本測地学会第 128 回講演会, 岐阜県瑞浪市総合文化センター, 2017 年 10 月 4 日

15) 柳谷一輝,古屋正人, シベリア・バタガイ近郊永久凍土地帯における季節的地盤変動の InSAR 解析, 低温研共同研究集会「永久凍土の動態解明のための多角的アプローチ」, 北海道大学低温科学研究所, 2017 年 12 月 19 日