

(別紙様式10)

平成30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 : 永久凍土融解に伴うインフラ破壊および地表面変化の把握と対策

研究期間 : 平成29年度～平成30年度

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	
研究代表者	岩花 剛	北海道大学・海外研究員	凍土学	
研究分担者 (拠点外)	河村 巧	岩田地崎建設 土木本店 技術部長	土木工学	
	蟹江 俊仁	北海道大学工学研究科・教授	土木工学	
	田殿 武雄	JAXA・EORC	地球物理学	
	Anastasia Tseeva	ヤクーツク国立建築計画科学研究所・所長	建築工学	
研究分担者 (拠点内)	古屋 正人	北海道大学理学研究院・教授	地球物理学	
研究協力者	飯島 慈裕	三重大学・准教授	地理学	
	阿部 隆博	JAXA・EORC	地球物理学	
	柳谷 一輝	北海道大学理学院・M2	地球物理学	
	Alexsandr Fedorov	Yakutsk Permafrost Institute	地理学	
	Yuri Zhegusov	Institute of the Humanities and the Indigenous People of North	社会学	

【研究の内容】(1000字程度)

1. 本研究の目的

本フィージビリティ・スタディ(FS)では、ロシアの永久凍土帯が直面する融解沈下による破壊過程(サーモカルスト)とその対策について、日露の産学官が連携して課題解決を探る取り組みへの実現可能性を検討する。2年間の研究期間で、現地観測データと予測される変化に対するこれまでの知見とロシア側のニーズを整理すること、日本側から提供可能なリモートセンシング技術・情報と現地観測データを併せたインフラ破壊過程のモニタリング技術の開発を進めること、また、得られるインフラ破壊のモニタリング情報を現地の建築・土木工学的な対策につなげて、日露の技術者およびステークホルダーが北極陸域の変化に対応する共同体制構築について検討することを目的とする。

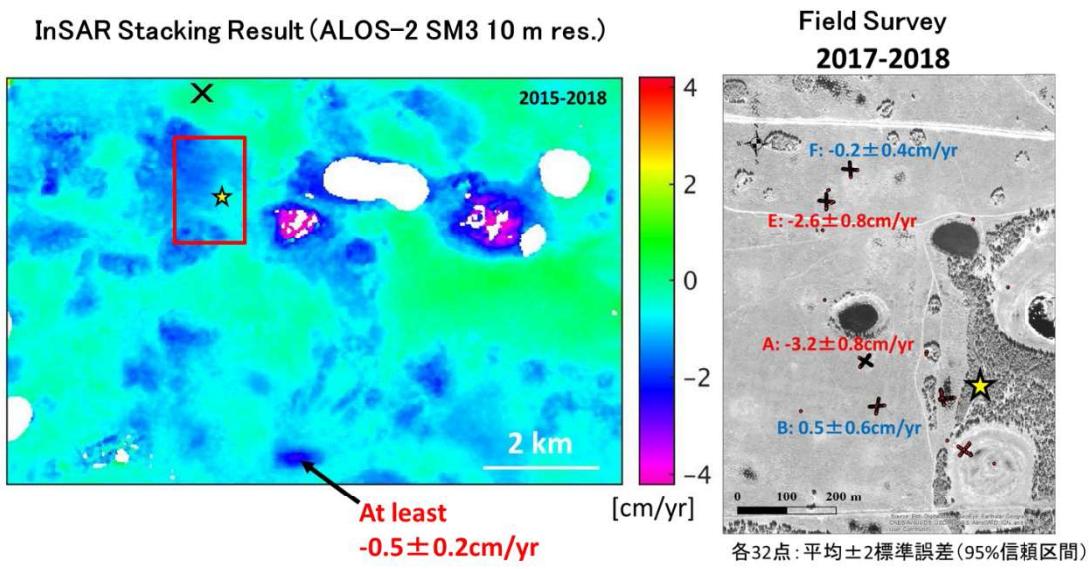


図1 (左) Mayya における InSAR スタッキング解析結果 (2015-2018)、(右) 現地調査による地表面沈下量 (2017-2018)、負の値が沈下を示す。

研究成果概要

(ALOS/ALOS2衛星データを利用した地盤沈下検出および現地測量結果)

合成開口レーダ (SAR) を利用したインターフェロメトリ解析 (InSAR) をロシア・東シベリア・ヤクーツク市近郊に適用し、永久凍土の融解に関連した地盤沈下の定量化を試みた。2007年から2010年 (ALOS/PALSAR) および2015年から2018年 (ALOS2/PALSAR2) の間に取得された SAR 画像を使ったスタッキング InSAR 解析からは、比較的小さな地表面変位を示す地域に比べ、上記のサーモカルスト沈下シグナルを示す開地では、平均 1-3 cm/年の地盤沈下が計測された (図1 左)。これらの地盤沈下速度は、観測時期や場所によって違いを示した。現地調査の結果、沈下シグナルが見られた場所で、サーモカルスト沈下の結果と考えられるポリゴン地形 (図2) を確認した。2017年10月および2018年10月の二度に亘る現地測量調査によって得られた地表面変位量は、InSAR 解析による変位量とよい一致を示した (図1 右)。ヤクーツク近郊で森林に覆われていない市街地を含む開地や伐採地、農耕地において地盤沈下シグナルの時空間分布を InSAR によって検出した例は本研究がはじめてであり、論文投稿準備中である。

ヤクーツク市を対象にした InSAR 解析からは、ほとんどの市街地で観測期間中の地表面変位は誤差の範囲内で安定していることが示された (図3)。一方、最近レナ川河岸を埋め立てた地区およびヤクーツク空港の一部で約 1cm/年程度の地盤沈下シグナルを検出した (図3)。

上記の様に L バンド InSAR 解析がサーモカルスト沈下の時空間分布を観測した地域には農耕地あるいは、村落やパイプライン、道路などのインフラが存在する。気候温暖化による永久凍土の融解が地域住人の生活に与える影響を評価し、対策を講じる必要性が高まる中、JAXA の衛星 SAR データを利用した InSAR 解析が有効であることが、本 FS 研究によって示された。

(ロシア側ニーズの確認と今後の共同体制構築)

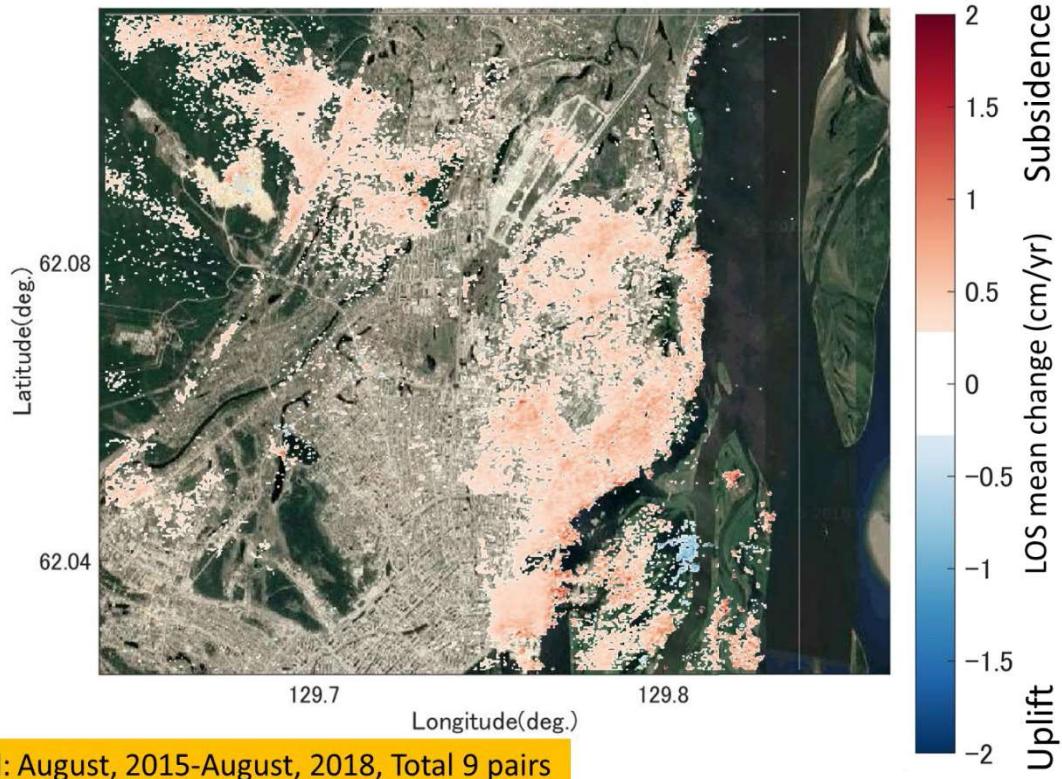


図3 ヤクーツク市および近郊における地表面変位分布

本FSでは、現地共同研究者との情報交換により、ヤクーツク郊外、特にレナ川右岸域における村落周辺および道路や鉄道におけるサーモカルスト沈下量の空間分布についての情報は、温暖化に伴う永久凍土融解がもたらす土地変化への対策が迫られる地元住人やステークホルダーにとって大きな助けになることが確認された。温暖化による永久凍土の脆弱化によるヤクーツク市街の融解沈下について予測した Shiklomanov et al. (2016) の予測に反して、InSAR 解析結果は、現在時点での市街地の安定性を示した。この観測結果は現地の建築物の安定性を管理する Tseeva 氏が特に興味を抱いたことから、地表面変位の安定性を証明する方法として InSAR の手法がインフラ管理に役立つことを示している。一方、沈下シグナルを検出した地域に関して、数年前に埋め立てた地区、空港地域の動きについても Tseeva 氏が興味を示し、現地測量データの提供について検討される予定である。

レナ川右岸およびMayya周辺のInSAR解析結果もアラスや森林火災跡地、伐採開拓地での長期にわたる現地調査の知識に照らし合わせて整合的であることがロシア側からも確認



図2 サーモカルストによるポリゴン状の地盤沈下が始まった土地（ヤクーツク近郊）。樹高は約10m

された。こうした InSAR 解析結果を中央ヤクーチアの村落毎に高分解能で地表面変位史のマップを作成して、現地のステークホルダーへ情報の提供を行うことがロシア側共同研究者から提案された。また、上記のリモートセンシング解析情報が得られるならば、村落の住宅地や農耕地での変位モニタリングをヤクーツク凍土研究所としても共同で実施していきたいとの提案を受けた。さらに、ヤクーツク周辺とは別に、北極圏の村落については更に永久凍土の融解による被害が激しく、本研究の対象として加えてほしいとの要請を受けている。最後に、サーモカルストによる地盤沈下と北海道などの泥炭地で見られる圧密沈下が類似した地盤の沈下現象であることから、その上に建築されるインフラに対する沈下対策工について日露の産官学が連携した土地変化対策の検討を、例年度以降の継続課題として続けることで合意した。

2. 活動報告

H29-30 年度にかけて、四度のプロジェクト会議を北極域研究センターで開催し、ヤクーツク周辺において現地観測を二回実施した。ここでは、H30 年度に実施した二回の会合および現地調査については以下の通りである。

- A) 第三回会合：2018 年 8 月 6 日 14:00 - 17:00、北大北極域研究センター・セミナー室、
発表：岩花・阿部・柳谷、参加者・議論：蟹江・河村・古屋・田殿・田中（ゲスト：蟹江研究室 Zhang 助教）（敬称略）
- B) 第四回会合：2018 年 11 月 2 日 14:00 - 17:00、北大北極域研究センター・セミナー室、
発表：岩花・阿部・柳谷・飯島・河村、参加者・議論：蟹江・古屋・田中（敬称略）
- C) 2018 年度 現地調査、参加：岩花・阿部・柳谷・河村（敬称略）

9 月 26 日：永久凍土研究所にて本研究課題についてのワークショップを実施（凍土研参加者 7 名）し、日本側からこれまでの InSAR 解析結果について提示した。Fedorov 氏からヤクーツク近郊のサーモカルストの現状についての発表後、総合討論

9 月 27-30 日：Mayya 周辺の InSAR 結果から沈下を示した場所（アラス 3 地点、森林火災 3 地点）について現地の状況を観察し、Drone 撮影を実施、Mayya 近郊の Dyrgyabin にてトランゼクト測量を実施

9 月 30 日：Tseeva 氏・Fedorov 氏を交えて、InSAR 解析結果の提示と総合討論を実施した。

日程(月 日)	日数 A	活動内容	場所	共同研究員・研究協 力者の参加者名	参加者 数 B	延人数 A × B
2018.8.6	1	研究打合せ	札幌	岩花・阿部・柳谷・ 蟹江・河村・古屋・ 田殿・田中（ゲス ト：蟹江研究室 Zhang 助教）（敬称略）	9	9
2018.11.2	1	研究打ち合わ せ	札幌	岩花・阿部・柳谷・ 飯島・河村・蟹江・ 古屋・田中（敬称 略）	8	8

【研究論文や著書等】

著者名、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ、DOI	査読の 有無	IF	分野 (注 3)
---------------------------------	-----------	----	-------------

Abe, T., G. Iwahana and others, Surface subsidence over permafrost area in Central Yakutia revealed by L-band InSAR analysis, in preparation			

【研究発表】

発表年月日	発表者名	発表タイトル	発表学会等名称	発表地	招待 講演 (○)
2018.2.20	Go IWAHANA, Takahiro ABE, Takumi KAWAMURA, Syunji KANIE, Takeo TADONO, Masato FURUYA, Yoshihiro IIJIMA, Alexsandr FEDOROV, Yuri ZHEGUSOV, Anastasia TSEEVA	Assessing and mediating damages on infrastructure and changes in ground surface due to permafrost thaw	第33回北方圏国際シンポジウム	紋別	
2018.5	阿部隆博, 岩花剛, 田殿武雄	LバンドSARによるヤクーツク周辺の永久凍土融解に伴う地盤変状の検出	JpGU2018	千葉	
2018.9	阿部隆博, 岩花剛, 田殿武雄（北海道胆振東部地震により中止・誌上開催）	LバンドSARによるヤクーツク周辺の永久凍土融解に伴う地盤変状の検出	雪氷研究大会2018	札幌	
2018.10	阿部隆博, 岩花剛, 田殿武雄	衛星 SAR 干渉解析によるシベリア・ヤクーツク周辺の永久凍土モニタリング	日本測地学会第130回講演会	高知	
2018.11	阿部隆博, 岩花剛, 田殿武雄	衛星リモートセンシングでみる東シベリアにおける森林火災に伴う地表面変化	日本リモートセンシング学会第65回(平成30年度秋季)学術講演会	香川	
2018.12	T. Abe, G. Iwahana, T. Tadono	Ground deformation over	第9回極域科学シンポジウム		

		permafrost region in Eastern Siberia, reveal by L-band SAR Interferometry			
2019.2.19	Takahiro ABE, Go IWAHANA, Takumi KAWAMURA, Syunji KANIE, Takeo TADONO, Masato FURUYA, Yoshihiro IIJIMA, Aleksandr FEDOROV, Yuri ZHEGUSOV, Anastasia TSEEVA, Petr EFREMOV, Alexey DESYATKIN	Assessing and mediating damages on infrastructure and changes in ground surface due to permafrost thaw.	第34回北方圏国際シンポジウム	紋別	

【アウトリーチ、取材、その他】

2018年9月、テレビ朝日「報道ステーション・金曜特集」の取材協力

