

令和 2 年 6 月 28 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03286

研究課題名（和文）地域ごとの環境作用を考慮したコンクリート構造物の耐久性確保システムの構築と実装

研究課題名（英文）Establishing and implementing durability attainment system of concrete structures considering regional environmental action

研究代表者

細田 暁（HOSODA, AKIRA）

横浜国立大学・大学院都市イノベーション研究院・教授

研究者番号：50374153

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：東北の復興道路の建設において、コンクリート構造物群の品質確保と耐久性確保の試行工事から得られた知見に基づいた規準類の整備に貢献した。

特にRC床版の高耐久化の取組みを推進した。高炉スラグ微粉末あるいはフライアッシュを耐久性確保のために有効利用し、適切なひび割れ抑制対策を行い、開発した施工状況把握チェックシートを活用して、適切な施工が行われる仕組みを構築した。特に、ひび割れ抑制対策については、材料物性の計測・部材レベルでの挙動・実構造物での計測の3段階のレベルにより検証した温度応力解析モデルにより、想定される様々な環境条件や材料条件のもとでのリスクを検討した上で、簡易なシステムを構築できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

凍結防止剤を散布する東北地方においては、深刻な劣化が生じている道路橋のRC床版の高耐久化が求められており、本研究の成果は東北地方整備局の高耐久床版の規準の整備に活用された。特に、RC床版のひび割れ発生、ひび割れ幅に及ぼす影響は多岐に渡るが、温度応力解析を用い、材料・部材・構造物での3レベルでの計測結果により検証を行い、パラメトリックスタディの結果に基づいて、ひび割れ抑制システムを構築した。現時点で、多くの試行工事の竣工検査時点で補修基準を超えるひび割れ幅は確認されておらず、簡易で実効性のあるシステムが構築できた。本研究の成果は、重要な道路インフラの高耐久化に貢献する意義の高いものである。

研究成果の概要（英文）： This research contributed to establishing guidelines for durable concrete structures in Tohoku region based on the knowledge obtained from trial construction of concrete structures in the Revival road in Tohoku.

In this research, many efforts were devoted for highly durable RC slab. We established a new system for highly durable RC slab in which GGBFS or fly ash is utilized for durability, and appropriate crack mitigation design is conducted, and furthermore appropriate concreting work is conducted utilizing newly developed construction condition check sheet.

In order to establish a new crack mitigation design system, intensive thermal stress numerical simulation was conducted. Three leveled verification, that is, material, member, and structural level verification was conducted. A simple and convenient system was developed based on the knowledge obtained from parametric study utilizing the verified FEM model.

研究分野：コンクリート工学

キーワード：耐久性確保システム コンクリート構造物 RC床版 ひび割れ抑制対策 環境作用 東北 復興道路

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災後、東北地方が力強く復興するための復興道路、復興支援道路の建設が推進されている。凍結抑制剤を大量散布する環境において、非常に多くの橋梁とトンネル構造物が短期間に建設されている。過去に同地域に建設されたコンクリート構造物が著しい凍害・塩害により劣化していることを踏まえ、申請者らは、コンクリート構造物の品質確保と耐久性確保の具体的な方策を東北地方整備局に提案し、平成 25 年度から実際の橋梁やトンネル等のコンクリート構造物の建設において、品質確保と耐久性確保の試行工事を実践してきた(基盤研究 B「復興道路コンクリート構造物の品質確保マネジメントシステムの実装と展開」(研究代表者: 細田 暁, H26~H28)。

具体的には、研究代表者らの取組みの発端となった山口県のひび割れ抑制システムで開発された施工状況把握チェックシートを東北仕様に改善したものと、研究代表者の開発した目視評価法を組み合わせた品質確保システムを構築し、養生の効果も含めた表層のかぶりコンクリートの緻密さ(表層品質)を表層透気試験や研究代表者の開発した表面吸水試験により評価する新たな手法も取り入れた。さらに、丁寧な施工だけでは耐久性を確保できない RC 床板等の上部工を対象に、フライアッシュや高炉スラグ微粉末を有効に活用するなどの耐久性確保のための耐久設計の考え方を示し、試行工事を開始してきた。H28 年度中には、試行工事の施工記録のデータベースの構築と初回点検結果と合わせたデータベースの分析に着手し、さらに東北地方整備局の品質確保・耐久性確保、ひび割れ抑制に関わる手引き類の制定を行った。この活動は、土木学会の 28 年度の重点研究課題に採択され、「コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会」(委員長: 田村隆弘(研究分担者)、幹事長: 細田 暁(研究代表者))として分野横断的に活動しており、将来ビジョンも含めた研究成果を委員会報告書を H29 年 7 月に発刊した。

このように品質・耐久性確保の取組みを進めてきたが、既設構造物で深刻な劣化が生じている鋼橋の RC 床版では、ひび割れ抑制対策を含む耐久性確保システムが構築されているとは言えない状況である。また、構造物を施工後に、耐久性を支配するかぶりコンクリートの緻密さを評価する表面吸水試験については、コンクリートの含水率の影響を考慮した品質評価手法が完成していない。環境作用や骨材等の材料事情の厳しい地域においては、コンクリート構造物の真の耐久性確保のための設計・施工のシステムを構築が必要とされているが、道半ばの状況であり、試行工事や基礎研究を重ねて、システムを着実に構成し、改善を重ねていく必要がある。

2. 研究の目的

上記のような状況を受けて、本研究では、産官学の協働により、東北地方の品質確保・耐久性確保システムの検証とシステムの改善・高度化を行い、これまでの実績と経験を元に、日本の各地域の環境作用や材料の事情等を考慮に入れたコンクリート構造物の耐久性確保のための設計・施工のシステムを構築し、社会実装することを目的とする。本研究において東北地方以外にシステムの構築・改善を実践する地域は、沖縄県、九州地方整備局、熊本県、山口県、群馬県、等である。この地域の他にも、北海道や新潟県など環境の厳しい地域において、将来のシステムの構築に向けた種まきを研修会や構造物の品質調査等で実践する。

東北地方整備局においては、品質確保・耐久性確保・ひび割れ抑制の手引きが平成 28 年度内までに整備され、試行工事で活用され始めているが、本研究において、施工記録のデータベースと供用が開始された構造物の点検記録を合わせて分析した結果に基づいて、これらの手引きの改善のための研究を行う。特に、先進的にこれらの手引きに品質評価手法として採り入れられている表面吸水試験については、実構造物での計測結果と実験室での基礎研究成果を積み重ね、試験方法と評価方法の規格化を目指す。また、NATM トンネル覆工コンクリートに関しては、データベースの分析結果と数値シミュレーションによる検討結果に基づき、ひび割れ抑制の手引きの新たな制定につなげる。東北地方において劣化の深刻な鋼橋の RC 床版については、試行工事や実験・数値シミュレーション等により、ひび割れ抑制対策を含む耐久性確保システムの構築を目指す。

本研究では、平成 26~28 年度の研究成果に基づき、東北地方整備局の品質確保・耐久性確保・ひび割れ抑制のシステムの改善と、研究代表者と研究分担者が関わる各地域におけるこれまでの品質・耐久性確保の実績と準備に基づいて、各地域の環境作用を適切に考慮した耐久性確保システムを構築し、運用する。3 年間の具体的な達成目標を以下に示す。

- (1) 表面吸水試験の試験方法と品質評価基準の確立と規格化のためのデータ整備
- (2) 東北地方整備局の施工や点検記録の分析結果に基づく品質確保・耐久性確保・一般構造物用のひび割れ抑制の手引き類の改善、およびトンネル覆工コンクリート用のひび割れ抑制の手引きの制定
- (3) 沖縄県、九州地方整備局、群馬県における耐久性確保システムの構築
- (4) 熊本県の復興事業におけるコンクリート構造物の品質確保の支援
- (5) 各地域での品質確保・耐久性確保のための研修ツールの開発と研修会の実施

3. 研究の方法

- (1) これまで研究を重ねてきた表面吸水試験については、コンクリートの含水率が計測結果に与える影響を解明する。含水率が変動しても計測結果がほぼ一定となる含水率の範囲があること

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

が実験事実として分かっており、このメカニズムの解明と、この範囲を活用しての品質評価手法を確立する。

(2) 東北地方の RC 床版を高耐久化するための多重防護の対策を提案しており、高耐久床版のひび割れ抑制対策を構築する。構造形式ごとにひび割れのリスクが異なる可能性があり、温度応力解析の数値シミュレーションによりひび割れのリスクを定量的に評価する。数値シミュレーションの結果は試行工事での計測結果により検証する。検証された数値シミュレーションモデルを活用して、有害なひび割れを防止するためのひび割れ抑制対策を構築する。

(3) 施工状況把握チェックシートと目視評価法を活用した品質確保システム、施工条件等を考慮したひび割れ抑制システム、環境作用を考慮した RC 床版の耐久性確保システム等について、全国の各地域で研修会を開催する。目視評価法の動画解説等、効果的な研修ツールを整備し、研修会で活用する。

4. 研究成果

東北の復興道路を主な研究の舞台として、地域ごとの環境作用を考慮したコンクリート構造物の品質確保と耐久性確保のための基礎的研究を行い、得られた知見に基づいて規準類の整備や改善に貢献した。

特に RC 床版の高耐久化の取組みを推進した。高炉スラグ微粉末あるいはフライアッシュを耐久性確保のために有効利用し、適切なひび割れ抑制対策を行い、開発した施工状況把握チェックシートを活用して、適切な施工が行われる仕組みを構築した。特に、ひび割れ抑制対策については、材料物性の計測・部材レベルでの挙動・実構造物での計測の3段階のレベルにより検証した温度応力解析モデルにより、想定される様々な環境条件や材料条件のもとでのリスクを検討した上で、簡易なシステムを構築できた。

また、施工後のコンクリート構造物の緻密性を評価するための表面吸水試験を用いた品質評価手法を確立できた。将来的に、品質・耐久性確保システムに実装されることが期待される。

一般構造物の品質確保・ひび割れ抑制、RC 床版の耐久性確保、ASR 抑制のための手引き類の作成・改善に貢献し、各地域で品質・耐久性確保のための研修を実施し、本研究で開発した動画教材等を活用した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Arifa I. ZERIN, Akira HOSODA, Satoshi KOMATSU, Nobuyuki NAGATA	4. 巻 Vol.41, No.1
2. 論文標題 Utilizing Expansive Additive to Reduce Thermal Cracking Risk of RC Slab on Single Span PC Composite Girder Bridge	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 707-712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石井博典, 石田哲也, 細田暁, 田中泰司, 佐藤和徳	4. 巻 Vol.66A
2. 論文標題 高炉セメントを用いた高耐久RC床版の開発, 性能検証および現場実装	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 800-812
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Arifa ZERIN, Akira HOSODA, Satoshi KOMATSU and Nobuyuki NAGATA	4. 巻 Vol.40, No.1
2. 論文標題 Numerical Simulation of Thermal Stress in Highly Durable RC Slab on PC Composite Girder Bridge	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 465-470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Van Toan NGO, Akira HOSODA, Satoshi KOMATSU, Norihiro IKAWA	4. 巻 Vol.40, No.1
2. 論文標題 Effect of Moisture Content on Surface Water Absorption Test and Air Permeability Test	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1725 - 1730
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩間 慧大、細田 暁、小宮 隆之、宮田 和実	4. 巻 Vol.40, No.1
2. 論文標題 NATM トンネル覆工コンクリートのひび割れシミュレーションの施工・点検記録による検証	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1221 - 1226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊賢三, 坂井吾郎, 坂田昇, 石田哲也	4. 巻 Vol.74, No.4
2. 論文標題 水分逸散抑制養生が表層品質に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集E2	6. 最初と最後の頁 247-255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Sakoi, M. Aba, Y. Tsukinaga and M. Zhang	4. 巻 Vol.1
2. 論文標題 Influence of Concrete Curing on Surface Quality and Deicing Salt Scaling Resistance of Concrete	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 8th International Conference of Asian Concrete Federation (ACF2018) "SUSTAINABILITY AND INNOVATION IN CONCRETE MATERIALS AND STRUCTURES"	6. 最初と最後の頁 595-601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阿波 稔、迫井裕樹	4. 巻 No.57
2. 論文標題 寒冷地域におけるコンクリート構造物の品質・耐久性確保に向けて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 農業農村工学会、材料施工研究部会、材料と施工	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakarai, K., et al.	4. 巻 198
2. 論文標題 Long-term permeability measurements on site-cast concrete box culverts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Construction and Building Materials	6. 最初と最後の頁 777-785
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 榎原直樹, 田中泰司, 佐藤和徳, 岩城一郎	4. 巻 Vol.72
2. 論文標題 高耐久道路橋RC床版の施工段階における各種性能評価に関する実証研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cement Science and Concrete Technology	6. 最初と最後の頁 277-284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩城一郎, 石田哲也 他	4. 巻 Vol.53, No.3
2. 論文標題 「ロハスの橋」耐久性試験の報告	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 橋梁と基礎	6. 最初と最後の頁 36-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 比嘉正也, 風間洋, 富山潤, 砂川勇二, 長嶺明	4. 巻 Vol.18
2. 論文標題 沖縄県離島架橋の塩害劣化評価のための暴露供試体20年目追跡調査	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第18回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集	6. 最初と最後の頁 311-316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chamila K.Rankoth, Akira Hosoda and Keitai Iwama	4. 巻 Vol.15, No.6
2. 論文標題 Modeling and Verification of Early Age Thermal Stress in Second Lining Concrete of NATM Tunnels	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Concrete Technology	6. 最初と最後の頁 213-226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡邊 賢三, 小林 聖, 吉田 祐麻, 細田 暁	4. 巻 Vol.39, No.1
2. 論文標題 目視評価法によるコンクリート構造物の表層品質評価の継続的適用と各種品質向上施策の効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1405-1410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石井 博典, 櫻村 康介, 石田 哲也, 田中 泰司, 細田 暁, 佐川 孝広, 阿部 千枝, 佐藤 和徳	4. 巻 Vol.72
2. 論文標題 新気仙大橋の高耐久RC床版についての検討 その1 (配合検討とASR反応性試験)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会年次学術講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 293-294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中川 恵理, 細田 暁, 櫻村 康介, 本間 一也, 田中 章夫	4. 巻 Vol.72
2. 論文標題 新気仙大橋の高耐久RC床版についての検討 その2 (スケーリング抵抗性の分析)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会年次学術講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 295-295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小松 怜史, 田島 涼, 細田 暁	4. 巻 Vol.72
2. 論文標題 新気仙大橋の高耐久RC床版についての検討 その4 (表層品質の評価)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会年次学術講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 299-300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Arifa Iffat Zerine, Akira Hosoda, Satoshi Komatsu	4. 巻 Vol.64A
2. 論文標題 Numerical simulation of early age expansion and autogenous shrinkage behavior of blast furnace slag concrete with expansive additive	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 666-674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮口克一, 本間一也, 前島拓, 岩城一郎	4. 巻 71
2. 論文標題 膨張材と中空微小球を併用したフライアッシュコンクリートを用いた道路橋RC床版供試体の収縮低減効果とスケーリング抵抗性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 セメント・コンクリート論文集	6. 最初と最後の頁 339-344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Rungrawee Wattanapornprom, 石田哲也	4. 巻 Vol.39, No.1
2. 論文標題 COMPREHENSIVE NUMERICAL SYSTEM FOR PREDICTING AIRBORNE CHLORIDE GENERATION AND ITS INGRESSION INTO CONCRETE UNDER ACTUAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 739-744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 迫井裕樹, 麓 隆行, 阿波 稔, 月永洋一	4. 巻 Vol.39, No.1
2. 論文標題 凍結融解環境における塩化物イオン浸透性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 751-756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計3件(うち招待講演 1件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Arifa Zerín, Akira Hosoda, Satoshi Komatsu and Kosuke Kashimura
2. 発表標題 Numerical Simulation of Early Age Thermal Stress in Durable RC Bridge Slab Utilizing Blast Furnace Slag Concrete with Expansive Additive
3. 学会等名 The 12th fib International PhD Symposium in Civil Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keitai Iwama and Akira Hosoda
2. 発表標題 Quantitative Evaluation of Effects of Crack Control Methods for NATM Tunnel Lining Concrete by 3D Finite Element Method
3. 学会等名 The 12th fib International PhD Symposium in Civil Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ichiro IWAKI
2. 発表標題 INTRODUCTION TO THE "LOHAS BRIDGE PROJECT" AIMING AT THE REALIZATION OF HEALTHY AND SUSTAINABLE BRIDGES
3. 学会等名 EASEC-15, Xi'an, China (Keynote) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引き(案)(2019年試行版)
http://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/tebiki/taikyusei_honpen.pdf
沖縄県におけるフライアッシュコンクリートの配合及び施工指針(案)の概要
<https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=144&page=1>
福島河川国道編 「ひと現場ひと工夫(気づき)」を大事に
<https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=114&page=1>
福島河川国道編 南三陸での成功事例を糧に桑折高架橋の施工に挑む
<http://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=110&page=1>
南三陸国道で行われる受発注者の協働思考 「義務感」と「責任感」
<http://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=105&page=1>
南三陸国道で行われる受発注者の協働思考 「対話」の重要性
<http://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=102&page=1>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	阿波 稔 (Aba Minoru) (10295959)	八戸工業大学・大学院工学研究科・教授 (31103)	
研究分担者	佐川 康貴 (Sagawa Yasutaka) (10325508)	九州大学・工学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	半井 健一郎 (Nakarai Kennichiro) (10359656)	広島大学・工学研究科・教授 (15401)	
研究分担者	岩城 一郎 (Iwaki Ichiro) (20282113)	日本大学・工学部・教授 (32665)	
研究分担者	富山 潤 (Tomiyama Jun) (20325830)	琉球大学・工学部・准教授 (18001)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田村 隆弘 (Tamura Takahiro) (60171899)	福井工業高等専門学校・その他部局等・校長 (53401)	
研究分担者	石田 哲也 (Ishida Tetsuya) (60312972)	東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授 (12601)	