

令和 元年 6 月 11 日現在

機関番号：33302

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2016～2018

課題番号：15KK0102

研究課題名（和文）グローバル社会における技術者倫理に関する実証的比較研究 - 行動規範構築と教材開発 -
（国際共同研究強化）研究課題名（英文）An Empirical and Comparative Study on Engineering Ethics in Globalized Society
(Fostering Joint International Research)

研究代表者

栃内 文彦 (Tochinai, Fumihiko)

金沢工業大学・基礎教育部・教授

研究者番号：50387354

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,100,000円

渡航期間： 11ヶ月

研究成果の概要（和文）：グローバル化により製造業の生産拠点が東南アジア地域に移っていることに鑑み、マレーシア日本国際工科院（MJIT。在 マレーシア・クアラルンプール）に客員教員として1年間（2017年8月から2018年8月まで）滞在し、「アジア的」「イスラム的」な社会的文脈の中で技術者が倫理的に適切に行動する上で考慮すべき価値観の分析を行い、それを効果的に教授することを可能とする技術者倫理教材パッケージの開発を目指し、以下の成果を挙げた：

1) 質問票調査を通じた、マレーシアの技術者が重視している価値観の明確化；2) 技術者倫理教育教材パッケージの開発；3) MJITと金沢工業大学の教育・研究における協力態勢の整備

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本のモノづくりの信頼性や品質を支えている柱の一つが技術者（倫理）教育である。日本の技術者教育システムを取り入れた教育を実施しているMJITに滞在して実施した本研究は、日本の技術者教育を外部の視点から客観的に検討することにほかならない。グローバル化が進むからこそ、「日本のモノづくり」のアイデンティティを構成する価値観などが「外」からどう認識されているかを把握し、技術者教育に反映させる必要がある。本研究は、このような観点から「研究成果の概要」で述べたような研究を行なったものであり、「日本のモノづくり」についての考察の深化、技術者倫理教育教材の開発という学術的・社会的意義を有している。

研究成果の概要（英文）：Considering the fact that Southeast Asia is a manufacturing hub of the world, a study was conducted at Malaysia-Japan International Institute of Technology for one year (August 2017 - August 2018) to clarify values to develop engineering ethics education package that can effectively teach such values so that engineers can properly design their conducts in Asian and Islamic contexts.

The results are as follows: 1) Questionnaire surveys were conducted to clarify values on which Malaysian engineers put emphasis; 2) An educational package for engineering ethics education was developed; 3) The scheme was established between MJIT and Kanazawa Institute of Technology to promote collaboration in both education and research.

研究分野：科学史（日本地質学史）・科学技術社会論・科学技術倫理

キーワード：工学教育 技術者倫理 アジア的・イスラム的価値 グローバル化 マレーシア日本国際工科院 MJIT

1. 研究開始当初の背景

日本のモノづくりの信頼性や品質は世界的に評価されているが、それを支えている柱の一つが技術者倫理を含む技術者教育である。高度科学技術社会において、技術者は、社会を支えるという大きな責任を負う。その責任を能動的に果たしていくためには、「自らの行動を（倫理的に適切に）設計する能力」を涵養する必要がある。

技術者は、（言うまでもなく）社会の一員であり、モノづくりをする際には何らかの組織（多くは企業）や制度の一員として活動する。従って、技術者個人が彼（女）の行動を倫理的に適切に「設計」するためには、社会および組織や制度の中でどう行動すべきか、という観点が欠かせない。さらに、この観点には、グローバル化の急速な進展という要素をも含める必要がある。社会的・文化的背景が異なる技術者たちが共同してモノづくりを行ない、作られたモノは全世界で用いられる。社会的・文化的背景が異なれば、考え方の基礎となる価値観や教育・資格制度も異なる。そのような差異を認識し、尊重しあわなければ、共同することはできない。また、世界各地のユーザーの考え方や価値観が異なることを考慮できなければ、深刻な問題が生じ得る。

日本や諸外国の製造業分野の企業の多くは、グローバル化の進展に伴い、特に 1980 年代以降、東南アジア地域に生産拠点を移してきた。にもかかわらず、東南アジア諸国の価値観や考え方を踏まえた技術者倫理教育・研究が十分に行われているとは言い難かった。

2. 研究の目的

前節で述べた通り、グローバル化の進展に伴い日本（および諸外国）の製造業分野の企業の多くが東南アジア地域に生産拠点を移してきたにもかかわらず、東南アジア諸国の価値観や考え方を十分に踏まえた技術者倫理教育・研究は行なわれているとは言えない。しかし、グローバル化が進むからこそ、「日本のモノづくり」のアイデンティティを構成する価値観などが「外」からどう認識されているかを把握し、技術者教育に反映させる必要がある。

それは日本の技術者教育を外部の視点から客観的に検討することにほかならないが、このような検討を行う「外」の場として最適な国の一つがマレーシアである。30 万平方キロメートルの国土に約 3,000 万人が暮らす同国は、その人口の 65%がマレー系（イスラム教）、25%が中華系（仏教など）、10%がインド系（ヒンズー教など）という他民族多宗教国家である。イスラム教を国教としているが、1960 年代の人種・宗教対立を経て調和と寛容という価値を重視してきた。このため、グローバル化が進む今日、イスラム圏の窓口として機能する国の一つとして注目されている。また、同国は、マハティール首相によって始められた「東方政策」のもと、80 年代以降は日本などの良さを（日本礼賛ではなく）批判的な検討を通して学び、取り入れようとしており、親日的な雰囲気醸成され日本の製造業が多数進出し、マレーシアの経済発展に少なからず貢献してきた。

「東方政策」の集大成の一つとして、日本とマレーシア両国の協定に基づいてマレーシア工科大学クアラランプール国際キャンパス内に 2010 年 8 月 1 日に新設された部局が Malaysia-Japan International Institute of Technology（マレーシア日本国際工科院、以下 MJIT）である。こうした背景を持つ MJIT は、日本のモノづくりを映し出す「鏡」として機能すると考えられる。MJIT では、日本型の教育手法を取り入れた「Ningen-ryoku（人間力）program」を展開している。すなわち、MJIT という「鏡」に映すことで、「日本のモノづくり」のアイデンティティを構成する価値観などが「外」からどう認識されているかを把握することができる。

そこで本研究では、MJIT に客員教員として 1 年間（2017 年 8 月から 2018 年 8 月まで）滞在し、MJIT 所属の研究者とともに「アジア的」「イスラム的」な社会的文脈の中で技術者が倫理的に適切に行動する上で考慮すべき価値観の分析を行い、それを効果的に教授することを可能とする技術者倫理教材パッケージの開発を目指した。

3. 研究の方法

前節で掲げた目的の達成に向けて、本研究開始当初に着想していた研究方法は下記の通りである。

- i) MJIT の教職員および学生を対象としたインタビュー調査、アンケート調査を通して、マレーシアの技術者が重視している価値観の明確化、および、宗教（特にイスラム教）に根ざした価値観がモノづくりの実践に与える影響の分析：

教職員と学生を対象にインタビュー調査とアンケート調査を、さらに学生を対象に、事例分析課題への解答の分析調査を実施し、同国の技術者が重視している価値観を抽出、基課題で調査した日・米・オランダの技術者が重視する価値観と比較し、類似点・相違点を明確化する。

- ii) MJIT における教育課程を通じた技術者倫理教育（Ethics Across the Curriculum、以下 EAC）の実施状況についての実地調査：

EAC の有効性は本研究らによって実証されており、イリノイ工科大学のマイケル・デイビスらによってマイクロインサクションという手法も開発されている。MJIT で展開されている

「Ningen-ryoku program」では、「Ningen-ryoku (人間力)」の要素の一つとして倫理が含まれている。専門職倫理の科目が開設されているほか、授業内容に倫理を含んだ科目も開講されている (MJIT の HP などによる)。MJIT における EAC 型技術者倫理教育の現況 (EAC が (そう意識して) 行われているか、学生の倫理観の涵養に効果を上げているか、など) を実地に調査する。

iii) 以上から得られた知見を踏まえた、いわゆる「アジア的」「イスラム的」価値観に基づく意思決定のあり方を取り入れた EAC 型技術者倫理教育教材パッケージの開発 :

i), ii) で抽出・明確化された価値観を含む、日本の技術者と現地の技術者が現地で共同してモノづくりを行う際の実情を踏まえた、実践的な技術者倫理の能力 (そのような状況で倫理的に適切な意思決定・行動ができる能力) の涵養に資する EAC 型教材パッケージを開発する。

本研究の着想時点において、MJIT は 3 つの学部プログラム (電子システム工学 (ESE)、機械精密工学 (MPE)、化学プロセス工学 (CPE))、4 つの研究型大学院プログラム (電子システム工学、機械精密工学、環境グリーン技術工学、技術経営) 他から構成され、教員数は約 80 名 (内日本人教員約 20 名)、職員数は 30 名弱、また、学生数は約 600 名 (内大学院生は約 250 名) であった。2 セメスター制度を採っており、第 1 セメスター (前期) は 9 月第 2 週頃から 12 月第 3 週頃まで、第 2 セメスター (後期) は 2 月第 2 週頃から 5 月第 4 週頃まで、それぞれ 15 週間である。従って、上述の期間滞在して行う調査研究で「Ningen-ryoku」教育を含む MJIT の教育を一通り概観することができると思われた。

ただし、本研究者が「Ningen-ryoku program」の中核科目「Ningen-ryoku」、および、MJIT の海外短期留学プログラムに担当教員として関与することに伴う時間的制約および研究の方向性の変化 (より実践的に) から、i) ii) については、調査研究を縮小することとした。具体的には、i) では、予定していた教職員を対象とした調査、および、インタビュー調査は行わず、学生を対象とした質問票調査のみを実施し、ii) では、EAC 型の技術者倫理教育が全学的・体系的に行われている様子が見られないことから、詳細な実地調査は行わないこととした。

4. 研究成果

以上を踏まえ、本研究の成果は以下の 3 つにまとめられる。

1) MJIT 学生を対象とする質問票調査を通じた、マレーシアの技術者が重視している価値観の明確化 :

本研究課題の基課題において日・米・蘭の各大学 (金沢工業大学 (KIT)、イリノイ工科大学 (IIT)、アイントホーヘン工科大学 (TU/e)) で学ぶ学生を対象に実施した質問票調査と中核となる質問を共通とした質問票調査を、「Ningen-ryoku」受講学生を対象に実施し、それぞれの回答データを比較した。その質問とは、次の二問である。

- ・質問 1 : 自国のモノづくりの活動において次の価値はどの程度重視されていると思いますか。
- ・質問 2 : 自国のモノづくりの活動においてこれらの価値が重視されている程度 (質問 1 で回答した程度) はグローバル化が進む社会において十分だと思いますか。

ここで取り上げた価値は、a) 公衆の安全・健康・福利、b) 依頼主・雇用主への忠実さ、c) (職場の) 安全性、d) 利害の対立の回避、e) 公平・公正、f) 社会的・環境的帰結の認識、g) 誠実さ (公益通報を含む) の七つで、いずれも「1 (重視されている/十分である)」から「5 (重視されていない/不十分である)」の 5 段階で回答させた。結果は表 1、表 2 の通りである。

有効回答数や回答時期が異なることから、定量的な議論は難しい。しかし、定性的には、次ページに挙げるような特徴が見られると言うことができよう。

表 1 質問 1 への回答

価値	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
MJIT Total	2.37	2.61	2.39	2.72	2.80	2.52	2.70
ESE	2.17	2.49	2.24	2.66	2.73	2.40	2.61
MPE	2.46	2.53	2.43	2.68	2.77	2.45	2.60
CPE	2.56	2.80	2.60	2.77	2.85	2.71	2.83
KIT	1.61	1.95	2.24	2.51	2.45	2.24	2.89
IIT (米)	1.25	1.50	1.38	2.50	2.25	2.13	2.00
(留学)	2.88	2.13	2.75	2.38	3.13	3.50	3.13
TU/e (蘭)	1.72	2.57	1.97	2.72	2.68	2.30	2.70
(留学)	2.80	2.73	2.73	3.27	2.80	2.87	3.14

表 2 質問 2 への回答

価値	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
MJIT Total	2.85	3.01	2.85	2.99	3.26	2.97	3.13
ESE	2.76	2.97	2.77	2.94	3.35	3.07	3.22
MPE	2.91	2.96	3.06	2.96	3.19	2.79	2.98
CPE	2.88	2.96	2.73	2.98	2.98	2.96	3.00
KIT	2.01	2.20	2.56	2.78	2.63	2.54	2.96
IIT (米)	2.50	2.00	2.13	2.38	3.00	3.00	2.88
(留学)	3.00	2.63	2.38	2.25	2.50	2.50	2.38
TU/e (蘭)	1.98	2.27	2.24	2.65	2.65	2.67	2.76
(留学)	3.40	3.00	3.07	3.20	3.13	3.40	2.93

備考 : 表 1、表 2 において、価値 a) ~ g) は、本文中のそれぞれの価値に対応する。IIT、TU/e の (米) (蘭) は母国学生の、(留学) は各大学への留学生の、それぞれ回答であることを示す。なお、KIT の学生は全て日本人。

- ・ MJIT においても、調査を行った他の大学同様、モノづくりにおいてこれらの価値が重要であるという認識は概ね共有されている（質問 1 において、いずれの回答も「3（中立的）」未満の数値となっている）。
- ・ MJIT の学生（すべてマレーシア人）は、自国のモノづくりの活動においてこれらの価値が重視されている程度についてより厳しく評価をしている
- ・ MJIT の学生の回答傾向は、IIT、TU/e の留学生の回答傾向と類似している。

質問票調査では、これらの質問に加え、a) ~ g) 以外で、マレーシアの社会的文脈において重要な価値を自由記述で問うた。様々な価値（「重視されるべきこと」を含む）が挙げられた。以下は、特に多く挙げられた価値である（ESE の学生からの回答のみの暫定集計。MPE、CPE の学生からの回答は、本報告書執筆時点で集計中）。

- ・ 時間を守ること（punctuality）
- ・ 他者の尊重（respect to others）
- ・ 宗教（religion）
- ・ 清潔さ（cleanliness）
- ・ 規律（discipline）
- ・ 勤勉さ（diligence）
- ・ 効率（efficiency）
- ・ ホスピタリティ（hospitality）
- ・ 地域の文化（local culture）
- ・ 寛容さ（tolerance）

2) 以上から得られた知見を踏まえた、技術者倫理教育教材パッケージの開発：

上記の質問票調査の結果は、技術者倫理教育を行うにあたって、組織レベルの観点（価値共有型倫理プログラムの必要性、技術者（engineer）と技能者（technician、technologist）の違い、などの強調）を重視すべきことを示唆している。この点を踏まえ、更に、研究協力者の Balamurarithara Balakrishnan による Ningen-ryoku 教育に関する示唆（「Ningen-ryoku」概念のホリスティックな性質は、グローバル化が進む社会における多様な価値観を包含した技術者倫理教育に資する、という示唆）を受け、本研究者らが金沢工業大学で開講している「科学技術者倫理」の内容を基礎とする技術者倫理教育パッケージを開発した（図 1）。このパッケージは、本研究者の帰国後も、MJIT の「Ningen Ryoku」の標準教材として活用されている。

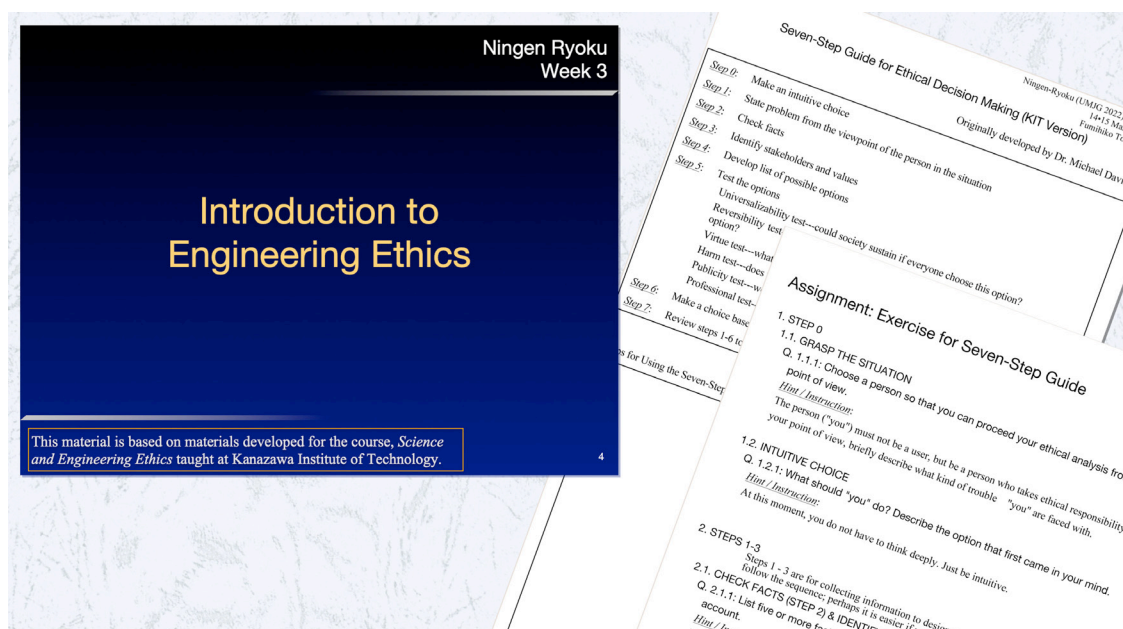


図 1 開発した技術者倫理教育パッケージ。MJIT の「Ningen Ryoku」標準教材として用いられている

3) MJIT と KIT の教育・研究における協力体制の整備：

本研究課題の推進を通して、技術者倫理教育および研究に携わる研究者ネットワークが拡大された。特に、MJIT と本研究者の本務校である金沢工業大学（KIT）との協力関係が構築されることとなった。その嚆矢は、MJIT が実施している Global Mobility Program（GMP）という短期日本留学プログラムの一つを KIT で実施したことである。

GMP は 7 月から 8 月にかけて約 3 週間にわたり日本国内の GMP ホスト校で実施されており、これまでのホスト校は、筑波大学、山口大学、芝浦工業大学、大阪大学だった。本研究者の客

員教員としての MJIT 滞在を受け、プログラムの一つを KIT でも実施することとなり、2018 年 7 月 4 日～26 日にかけて、MJIT 電子システム工学科の学生 13 名が KIT で GMP に参加した

このプログラムでは、上記教材を用いた「Ningen Ryoku」（講義・演習は本研究者が担当）と、「Monozukuri Project」（13 名の学生が配属された KIT 電気電子工学科の 6 研究室の教員が指導教官を務めた）が実施され、プログラムの有効性を確認すべく、GMP 実施前後（KIT 到着直後と出発直前）に、KIT 心理科学研究所所長 塩谷亨教授の協力を得て PERMA-Profiler 調査を MJIT の学生を対象に実施した。PERMA-Profiler は個人の主観的幸福感を測る測度で、セリグマンのウェルビーイング（主観的幸福感）に関する多面的モデル（PERMA モデル）に基づく。13 名の学生に用いたのは、塩谷らが改訂した PERMA-Profiler KIT 版である。

詳細は省略するが、測定する 10 領域（ポジティブ感情（P）、物事への没頭（E）、他者との関係（R）、生きていく意味（M）、達成感（A）、全体的な幸福感（Overall）、ネガティブ感情（N）、主観的健康（H）、孤独感（Lonely）、大学でのポジティブさ（KIT））のうち、ネガティブ感情と孤独感以外の 8 領域において、望ましい方向への変化が見られた（図 2）。この結果は、KIT で実施した GMP が概ね有効な内容だったことを示している（ネガティブ感情は、GMP 前後とも低い得点であり、得点上昇したことには大きな意味はないと解釈することができる。孤独感は、3 週間にわたり母国を離れて活動したことによる「ホームシック」と解釈できる）。

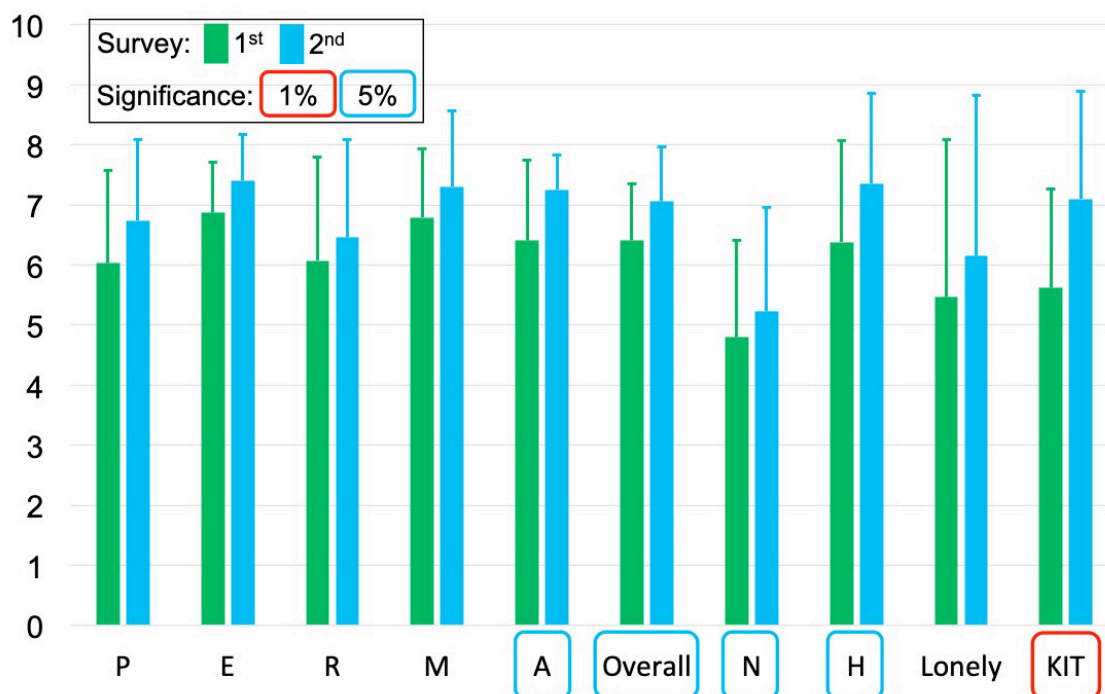


図 2 PERMA-Profiler KIT 版の結果

このように KIT で実施された GMP が概ね好結果に終わったことから、さらに、13 名の学生を受け入れた研究室の教員・学生の満足度も高かったことから、KIT が MJIT コンソーシアムに加盟することとなり、所定の手続きを経て 2 月末に加盟が承認され、今後も引き続き GMP の継続実施をはじめ、教育・研究の両面で協力していくこととなった。

なお、この GMP で行なった「Ningen Ryoku」の授業では、参加学生の多くが同科目を受講済みだったことから、2) で述べた教材を基本に、「Monozukuri Project」との接続性をも考慮してデザイン思考の要素を取り入れた講義・演習を行った。その結果、デザイン思考を取り入れた技術者倫理教育が受講学生の積極的学習姿勢の涵養に極めて有効であるという示唆が得られたことから、本研究から得られた知見を踏まえつつ、デザイン思考を用いた科学技術倫理教育プログラムの開発に向けた実証的研究を実施することとなった（基盤研究 (C) 課題番号 19K03036）。

5. 主な発表論文等

（研究代表者は下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- ①Balakrishnan BALAMURALITHARA, Fumihiko TOCHINAI, Hidekazu KANEMITSU, Engineering Ethics Education: A Comparative Study of Japan and Malaysia, *Science and Engineering Ethics*, Vol. 24, 2018, pp. 1-15. [査読有] [DOI: 10.1007/s11948-018-0051-3]

〔学会発表〕（計 4 件）

- ①Fumihiko TOCHINAI, Engineering Ethics Education with Design Thinking Methodology, Association for Practical and Professional Ethics, 2019.
- ②Fumihiko TOCHINAI, The Japanese Manufacturing or "*Monozukuri*": How Can or Should We Globalize the Concept in the Globalized World?, Society for Social Studies of Science, 2018.
- ③Fumihiko TOCHINAI, Engineering Ethics in the Globalized Society: With Respect to Asian and Islamic Contexts, Feng Chia University (Taichung, Taiwan), 2018. [招待講演]
- ④Fumihiko TOCHINAI, Engineering Ethics Education in Malaysia: A Case Study at Malaysia-Japan International Institute of Technology That Adopts Japanese "*Ningen-Ryoku*" Education, Association for Practical and Professional Ethics, 2018.

6. 研究組織

研究協力者

〔主たる渡航先の主たる海外共同研究者〕

研究協力者氏名：ルビヤ・ビンティ・ユーソフ, アリ・ビン・セラマツト

ローマ字氏名：Rubiyah Bt Yusof, Ali Bin Selamat

所属研究機関名：マレーシア日本国際工科院

部局名：マレーシア日本国際工科院

職名：院長 [Rubiyah 氏は 2018 年 1 月迄, 後任の Ali 氏は 2018 年 2 月から]

〔その他の研究協力者〕

研究協力者氏名：バラムラリサラ・バラクリシュナン (マレーシア・スルタンイドリス教育大学)

ローマ字氏名：Balamuralithara Balakrishnan

研究協力者氏名：金光 秀和 (金沢工業大学)

ローマ字氏名：Kanemitsu Hidekazu