

弓削島の大気汚染物質の測定

—国際交流協定による文化交流・共同研究の実践—

ダワァ ガンバット*¹, 葛目 幸一*², 高木 洋*², ジャンバル オダゲレル*³,
若松 純子*³, ハヤンヒリワー サランゲレル**¹, ダライ ボルドバートル**²,
アムガランバートル バットエレデネ**¹, バダラチ バヤルスレン**²

Measurement of the Air Pollutants in Yuge Village

—International Exchange Program Between National Institute of Technology, Yuge College and Mongolian University of Science and Technology—

Ganbat Davaa*¹, Koichi Kuzume*², Hiroshi Takagi*², Odgerel Jambal*³
Junko Wakamatsu*³, Sarangerel Khayankhyarvaa**¹, Boldbaatar
Dalai**², Bat-Erdene Amgalanbaatar**¹, Bayarsuren Badarch**²

Abstract

An International Exchange Agreement between the National Institute of Technology, Yuge College (NITYC) and the Mongolian University of Science and Technology (MUST) had been established in September 2014. This agreement is to promote undertaking activities for the educational exchange and cooperation in research and other related fields between the two institutions. Based on the agreement, we planned to execute a co-project, "Measurement of the air-pollution substances on Yuge island". The purpose of this project was to utilize the brief visits of international students as an opportunity to motivate them to become more aware of environmental problems faced at diverse locations around the world. In this paper we report an international education program held for cultural understanding between the students from Mongolia and Japan. We also present some of the measurement results of PM_{2.5}, PM₁₀ and OBC concentrations on Yuge island.

1. まえがき

高等教育機関では、急速に進む社会や産業界のグローバル化の中で、活躍する人材の育成が推進されている [1]。独立行政法人国立高等専門学校機構の第2期中期計画においても、第3期中期計画においても、留学生の受け入れの増強や、教員と学生の国際交流への積極的な取組みが推進されている。各高専では、グローバルに活躍する人材を育成するために、短期留学や

インターンシップおよび技術協力など海外の機関と国際交流締結などの取り組みが行われている。独立行政法人国立高等専門学校機構の報告によると、各高専が個別に海外の教育機関と締結している交流協定は、平成23年度時点で24件が新たに締結されて45校147件 [2]、平成24年度時点で19件が新たに締結され46校155件 [3]、平成25年度時点で26件が新たに締結され47校183件 [4]、平成28年度時点では合計228件 [5]まで増加しており、年間平均16~23件ずつ交流協定が

*1 弓削商船高等専門学校電子機械工学科, (Department of Electronic Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Yuge College)

平成29年11月30日受理

*2 弓削商船高等専門学校情報工学科, (Department of Information Science and Technology, National Institute of Technology, Yuge College)

*3 弓削商船高等専門学校, (National Institute of Technology, Yuge College)

**1 モンゴル科学技術大学動力工学科, (School of Power Engineering, Mongolian University of Science and Technology)

**2 モンゴル科学技術大学交通機械工学科, (School of Mechanical Engineering and Transportation, Mongolian University of Science and Technology)

増加している。

各高专では、様々な国際交流に関する活動が行われており、それらについて報告が多くなされている。国際交流活動は、学生の語学能力や満足度が向上するように長期的に語学研修や異文化交流に取り込むこと [6]-[7]、受け入れ研修生たちの滞在中、総合学科系の教員を中心に実施する日本語・日本文化ワークショップに参加する機会を持ち、オリエンテーションタスクや交流授業を通して日本人学生と交流したり協働したりする機会を作り続けていること [8]-[9]、又は国際科学オリンピックへの挑戦や [10]、国際インターンシップや学会発表[11]、国際共同教育の実践 [12]、技術者総合キャリア教育の実践 [13]、工学実験用複合教材の開発 [14]、専門分野での国際交流・共同研究 [15]-[16] など様々な形で進んでいる。

弓削商船高等専門学校においては、平成26年9月、モンゴル科学技術大学・動力工学校 (School of Power Engineering, Mongolian University of Science and Technology)、平成27年8月、モンゴル科学技術大学・交通機械工学校 (School of Mechanical Engineering and Transportation, Mongolian University of Science and Technology) と国際交流協定を締結した。本協定では、両校の教員・研究者および職員の相互交流訪問、学生の相互交流派遣・受け入れ、共同研究と共同開発の推進などについて交流を促進することを目的としている。協定締結後、本校の教員・学生が平成27年8月、平成28年8月にモンゴル科学技術大学を訪問し、モンゴル科学技術大学の教員・学生を平成27年11月、平成28年11月に本校に受け入れて国際交流・共同研究を行った。

本稿では、国際交流協定の目的とする文化交流、国際コミュニケーション能力の育成を目的とする取り組みと、両校の学生たちで行った共同研究プロジェクトについて報告する。

2. モンゴル科学技術大学との国際交流の概要

平成26年9月17日、本校の副校長(校長代理)葛目幸一と国際交流推進室長ダワア・ガンバットが訪問し、モンゴル科学技術大学・動力工学校 (School of Power Engineering, MUST・SPE) と弓削商船高等専門学校 (NITYC) との教育・学術交流に関する国際交流協定調印式を行った [17]。

平成27年8月21日、本校の電子機械工学科長(校長代理)藤本隆士と国際交流推進室長ダワア・ガンバットが訪問し、モンゴル科学技術大学・交通機械工学校 (School of Mechanical Engineering and Transportation, MUST・SMET) と弓削商船高等専門

学校 (NITYC) との教育・学術交流に関する国際交流協定調印式を行った(図1)。国際交流協定調印式にモンゴル科学技術大学・交通機械工学校側から学校長ダンジフウ・ツロモンバートル (Tsolmonbaatar Danjkhuu)、副学校長ジャンバ・ハシバット (Khashbat Jamba) と各学科長が参加した。その後、両学校の教育・研究・国際交流について情報交換した(図2)。

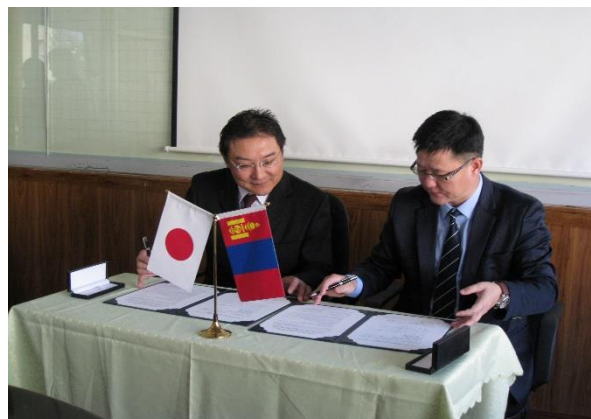


図1 国際交流協定調印式



図2 両学校の国際交流について情報交換

2.1 モンゴル科学技術大学・交通機械工学校 (MUST・SMET) について

1969年モンゴル国立大学 (National University of Mongolia) に Polytechnic が創立され、その中で機械工学部が設置された。1992年、モンゴル国立大学 Polytechnic 機械工学部を前身としたモンゴル工科大学 (Mongolian Technical University) が発足され、モンゴル国立大学から独立運営される事となった。同年に交通工学校を設置された。1994年、交通工学校から交通機械工学校 (SMET) になり、現在、学部生約2000人、大学院博士前期課程に約150人、大学院博士後期課程に約50人の学生が所属している。またおよそ100人の教職員が教育・研究活動にあたっている。

2. 2 今日までの国際交流について

国際交流事業の目的は、文化交流と共同研究プロジェクトを定期的に続けることである。本校の学生にとって日本国内では体験しえない「大草原での生活体験」を通して「モンゴルの遊牧文化」について理解し、他国での生活形態・産業状態・環境保全の取り組みの度合いを理解すること、MUSTの学生にとっては大草原では体験しえない「海原のそばでの生活体験」を通して「日本文化」の理解すること、また両校の学生にとって異文化に対する相互理解を深め、さらに各国文化の再発見をすることで、真の「国際人、地球人」となるための動機付けとすることを目指している。

今日までに、本校からMUSTへ教員・学生を2回派遣(表1)、MUSTから本校に教員・学生を2回受入れている(表2)。全ての国際交流は、本校とMUSTとの国際交流協定に基づき、学生支援機構(JASSO)の支援により実現した。

表1 教員・学生の派遣情報

年	学生数	教員数	期間
2015	8	2	8月18日～8月31日
2016	3	1	8月18日～8月31日

表2 教員・学生の受入れ情報

年	学生数	教員数	期間
2015	5	2	11月2日～11月13日
2016	4	1	11月2日～11月11日

2. 3 国際交流事業

本校の学生がMUSTを訪問した際の本校学生の学習成果・研究結果については[16]に記載してある。本稿では、MUSTからモンゴルの学生が本校を訪問した際の詳細を記載する。

MUSTからの教員と短期留学生を受入れた2016年

の国際交流活動の内容を表3に示す。11月4日には、歓迎会が実施され(図3)、互いの学校紹介(図4)や自己紹介を通じて、和やかな国際交流のひとつが持たれた。短期留学生たちは滞在中に、本校電子機械工学科、情報工学科の研究室において、共同研究プロジェクトに取り組むほか、商船祭でのお国料理紹介(図5)、日本家庭におけるホームステイ体験(図6)、書道体験(図7)、尾道、福山、広島方面への研修旅行(図8)を通じて、本校の教員、学生と交流を深めた。

本校を訪問したMUSTの教員・学生は、初めて見た広い海に感動していた。また、本校の練習船「弓削丸」に乗船体験し、「弓削丸」を見学した(図9)。初めて船

表3 国際交流実施内容

日付	実施内容
11/2(月)	広島空港着、弓削島へ移動、案内
11/3(火)	福山市、尾道市内観光
11/4(水)	弓削島の大气中の粒子状物質の濃度の測定、歓迎会
11/5(木)	弓削島の大气中の粒子状物質の濃度の測定、電子機械工学科紹介
11/6(金)	弓削島の大气中の粒子状物質の濃度の測定、情報工学科紹介
11/7(土)	商船祭、モンゴルの伝統料理を紹介、ホームステイ
11/8(日)	商船祭、モンゴルの伝統料理を紹介、ホームステイ
11/9(月)	弓削島の大气中の粒子状物質の濃度の測定、商船工学科紹介
11/10(火)	弓削島の大气中の粒子状物質の濃度の測定、書道体験
11/11(水)	帰国



図3 歓迎会における多田教務主事(左)の挨拶



図4 モンゴル科学技術大学学生による大学紹介



図5 商船祭でのモンゴルの文化・お国料理紹介



図9 本校の練習船「弓削丸」乗船体験



図6 ホームステイ体験



図7 書道体験



図8 広島平和記念資料館の前

の中を見学するのはとても面白かったと話し、興奮気味に「弓削丸」の乗組みのメンバーに沢山の質問をしていた。

3. 共同研究プロジェクト

3.1 共同研究プロジェクトの背景

近年、国境を越えた大気汚染は、地球規模の問題に発展し、環境に関する教育や研究は益々重要となっている。モンゴルの首都ウランバートルでは、冬になると石炭燃料による暖房や車の排気ガスによる大気汚染の問題が深刻化している。一方、日本においても、大気中の粒子状物質の健康への影響が懸念されている。東アジア地域で発生した大気汚染物質は、長距離輸送により日本列島に流れ込むことが報告されており[18]、越境汚染が深刻な問題となっている。また、大気汚染物質は日本国内でも工場や自動車排出ガスなどの人為発生源や、土壌・火山などの自然発生源があり、様々な粒子状物質が浮遊している。大気汚染物質の中でも粒径 $2.5 [\mu\text{m}]$ 以下の微小粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$)は吸入すると気道に炎症反応を生じるなど、呼吸器系に悪影響を及ぼすことが知られている[19]。このような背景のもと、本共同研究プロジェクトでは、「大気中の粒子状物質の濃度測定」を両校の教員と学生が共同で実施することにした。

3.2 大気中の粒子状物質の濃度測定結果

本共同研究プロジェクトに使用されている大気中の粒子状物質測定装置(SPM-613D, KIMOTO社製, 大阪)は本校の屋上に設置されている(図10)。図11～図13には粒子状物質測定装置を細かく示した。本装置では $\text{PM}_{2.5}$ (Particulate Matter), PM_{10} , OBC(Optical Black Carbon), O_3 , NO_2 , NO , NO_x , SO_2 , 密度をそれぞれ24時間測定することができる。単位は $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} とOBCは $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ で O_3 , NO_2 , NO , NO_x と



図10 質量濃度測定



図14 粒子状物質測定器について先生が説明した



図11 質量濃度測定器のインパクト



図15 粒子状物質測定について先生が説明した



図12 粒子状物質測定装置のシリンダー



図16 粒子状物質測定中



図13 粒子状物質測定装置のモニター



図17 粒子状物質測定が出来るようになった

SO₂は [ppb] (parts per billion), 密度は [%] である。図14～図17にはプロジェクトに参加する MUST の学生たちの測定要素を示した。

瀬戸内海のほぼ中央に位置する弓削島(本校)において、国際交流を通して2年連続(2015年と2016年)で11月3日～11月13日までの11日間、大気汚染物質濃度測定を行った。

なお、弓削島は大きな工場はなく、交通量もわずかであり、主要な大気汚染物質発生源が少ない離島である[19]。これからは、その2回の測定データや結果について語る。

2015年のプロジェクトで測定したPM_{2.5}, PM₁₀ およびOBCの推移を図18に示す。日平均値の平均±標準偏差はそれぞれ15.34±3.47 [μg/m³], 26.63±5.93 [μg/m³], 0.53±0.15 [μg/m³] であり、最大値はそれぞれ25.81 [μg/m³], 40.42 [μg/m³], 1.14 [μg/m³] であった(図18, 表4)。NO₂の日平均値の平均±標準偏差は10.58

±2.63 [ppb] であり、最大値は16.77 [ppb] であった。

PM_{2.5}については、プロジェクト中に環境基準で定められている1日平均値35 [μg/m³] を超える日が無かったがPM₁₀の場合2日あった。PM_{2.5}の時間ごと変化を図19に示す。

2016年のプロジェクトで測定したPM_{2.5}, PM₁₀ およびOBCの推移を図20に示す。日平均値の平均±標準偏差はそれぞれ19.37±4.53 [μg/m³], 32.09±6.59 [μg/m³], 0.33±0.00 [μg/m³] であり、最大値はそれぞれ32.98 [μg/m³], 54.80 [μg/m³], 0.82 [μg/m³] であった(図20, 表5)。NO₂の日平均値の平均±標準偏差は6.72±1.56 [ppb] であり、最大値は11.68 [ppb] であった。

PM_{2.5}については、プロジェクト中に環境基準で定められている1日平均値35 [μg/m³] を超える日が無かったがPM₁₀の場合1日あった。PM_{2.5}の時間ごと変化を図21に示す。

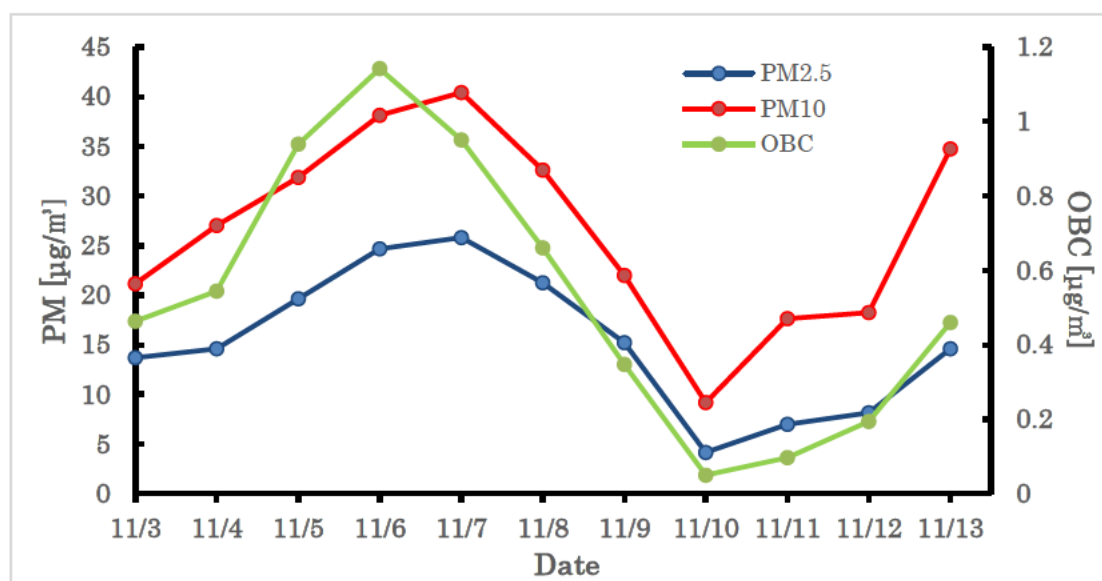


図18 プロジェクトの間のPM_{2.5}, PM₁₀ およびOBCの24時間の平均濃度(2015年)

表4 プロジェクトの間の大気汚染物質と湿度(2015年)

		Mean	SD	Minimum	Median	Maximum
PM _{2.5}	[μg/m ³]	15.34	3.47	4.16	21.23	25.81
PM ₁₀	[μg/m ³]	26.63	5.93	9.17	32.59	40.42
OBC	[μg/m ³]	0.53	0.15	0.05	0.66	1.41
O ₃	[ppb]	28.01	5.86	18.17	20.41	39.03
NO ₂	[ppb]	10.58	2.63	2.93	12.30	16.77
NO	[ppb]	0.92	0.24	0.38	1.16	1.86
NO _x	[ppb]	11.50	2.85	3.31	13.48	18.24
SO ₂	[ppb]	0.47	0.16	0.00	0.08	1.54
Humidity	[%]	54.99	8.94	39.25	65.35	65.35

弓削島の大気汚染物質の測定
 ー国際交流協定による文化交流・共同研究の実践ー

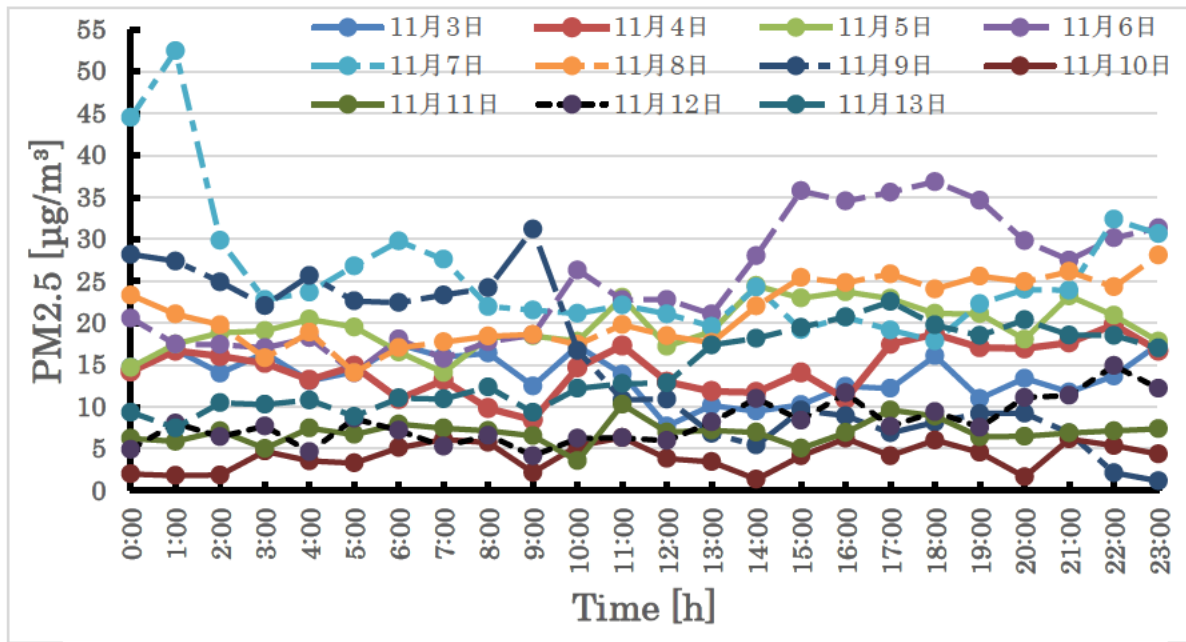


図19 プロジェクトの間のPM_{2.5}の24時間の平均濃度 (2015年)

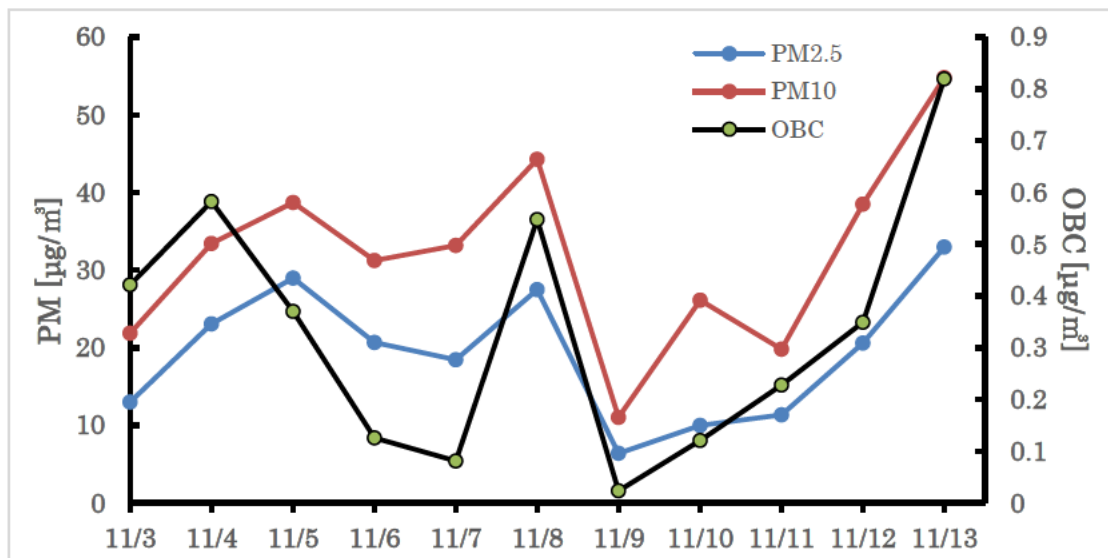


図20 プロジェクトの間のPM_{2.5}, PM₁₀ およびOBCの24時間の平均濃度 (2016)

表5 プロジェクトの間の大気汚染物質と湿度 (2016年)

	Mean	SD	Minimum	Median	Maximum
PM _{2.5} [µg/m ³]	19.37	4.53	6.40	27.50	32.98
PM ₁₀ [µg/m ³]	32.09	6.59	11.05	44.26	54.80
OBC [µg/m ³]	0.33	0.00	0.02	0.55	0.82
O ₃ [ppb]	34.63	5.26	22.38	22.38	43.60
NO ₂ [ppb]	6.72	1.56	2.13	11.68	11.69
NO [ppb]	0.57	0.17	0.17	1.27	1.27
NO _x [ppb]	7.28	1.70	2.3	12.95	12.95
SO ₂ [ppb]	1.37	0.44	0.01	1.22	3.68
Humidity [%]	54.30	6.83	43.60	50.26	63.43

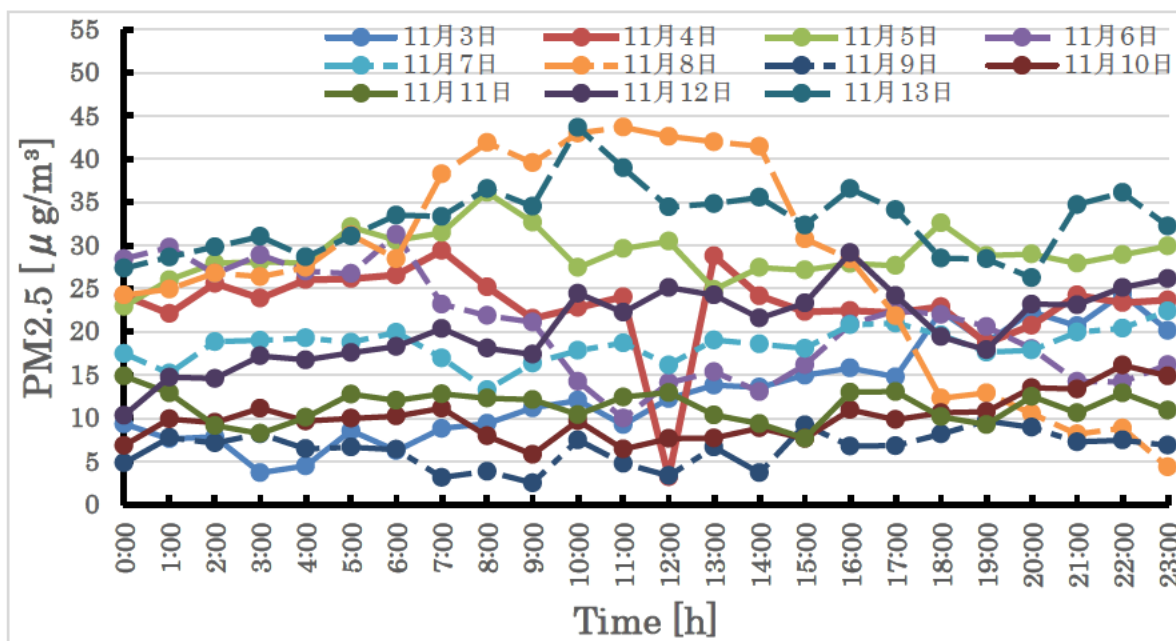


図21 プロジェクトの間のPM_{2.5}の24時間の平均濃度 (2016年)
を明らかにすることを期待している。

4. あとがき

これまでの研究で、交通量の多い道路沿道の大気汚染による一酸化窒素濃度が増加することが報告されているが交通量の少ない島、特に離島の大気汚染による報告はほとんどない。

周辺に人為的な大気汚染発生源がない地域であっても、越境大気汚染は避けることができず、その影響の有無を考慮することは重要である。しかし、大気清浄地域において大気汚染物質の呼吸器系への影響を評価した報告はこれまでにほとんどない [20]。

本プロジェクトでは、周辺に主要な大気汚染原がない離島において大気汚染物質の測定を行った。これからは大気汚染物質に関する研究をさらに続け、大気汚染物質が島の人々、特に学生達の健康にどんな影響を与えているかを検討する必要がある。

また、MUSTとの国際交流を通して両校が行っている共同研究プロジェクトは、長期において学生の語学力、研究意欲や研究の納期、コミュニケーション能力などを向上させている。実際に共同研究プロジェクトに携わった学生は、現地でMUSTとの環境、技術レベル、言語、資金の違いなど文化交流だけでは得ることができない国際的な感覚を体験することができ、指導を行った我々も学生の大きな成長を感じることができた。

将来的には、大気中の粒子状物質の濃度の継続的なデータ取得による研究成果を報告すると共に、上島町民、弓削島の人々の健康に及ぼす大気汚染物質の影響

5. 謝辞

MUSTとの国際交流の実施に伴う経費は、独立行政法人日本学生支援機構の「平成27年度、平成28年度留学生交流支援制度」、弓削商船高等専門学校技術振興会「しまなみテクノパートナーズ」の国際交流の支援、MUST・動力工学校とMUST・交通機械工学校の国際交流の支援によるものである。

参考文献

- [1] 田房友典, 向井利夫, 葛目幸一, スパチャイ・ブライネット, ダオサクン・コンヨン: メコン川における水深三次元地形自動計測艇の共同開発—国際交流協定による文化交流・共同研究の実践—, 論文集「高専教育」第37号, pp.647-652 (2014)
- [2] 独立行政法人国立高等専門学校機構: 平成23年度事業報告 (2011)
- [3] 独立行政法人国立高等専門学校機構: 平成24年度事業報告 (2012)
- [4] 独立行政法人国立高等専門学校機構: 平成25年度事業報告 (2013)
- [5] 独立行政法人国立高等専門学校機構: 平成28年度事業報告 (2016)
- [6] 青柳成俊, 土田泰子, 衛藤優彦, 山崎誠, 涌田和

- 芳：学生の海外研修と国際交流の推進，論文集「高専教育」第33号，pp.631-635 (2010)
- [7] 久保田佳克，矢澤睦，小松京嗣，千葉慎二，海野啓明，高橋薫：国際交流を中心とした海外研修旅行が学生にもたらす効果，論文集「高専教育」第35号，pp.389-394 (2012)
- [8] 矢澤睦，伊勢英明，久保田佳克：タイ研修生受け入れ事業における日本語・日本文化ワークショップへの取り組み，論文集「高専教育」第32号，pp.927-932 (2009)
- [9] 矢澤睦，久保田佳克，伊勢英明：タイ研修生受け入れ事業における日本語・日本文化ワークショップへの取り組みII，論文集「高専教育」第35号，pp.695-700 (2012)
- [10] 三木功次郎，直江一光，北村誠，岡田佳栄，宇田亮子，名倉誠，長瀬潤，榊原和彦，新野康彦，山口賢一，松尾賢一：国際科学オリンピック挑戦へのサポートとその教育的効果，論文集「高専教育」第33号，pp.667-672 (2010)
- [11] 久保川晴美，藪木場，杉山明，曾利仁：津山高専一大連東軟息学院交流活動における研究発表の学生への効果，論文集「高専教育」第36号，pp.679-684 (2013)
- [12] 松田奏保，石川希美：学術交流協定校との国際共同教育の実践，論文集「高専教育」第33号，pp.733-738 (2010)
- [13] 青木明子，福永圭悟，田中孝典，本田久平，岩本光弘，中道つかさ：異文化体験を通じた国際技術者総合キャリア教育—東南アジアからの卒業留学生を核とした実践的総合キャリア教育，論文集「高専教育」第33号，pp.905-910 (2010)
- [14] 大庭勝久，長谷川輔：国際技術協力を通じた工学実験用複合教材の開発，論文集「高専教育」第35号，pp.395-400 (2012)
- [15] 田中孝典，亀野辰三，高見徹，東野誠：シンガポール・ポリテクニク校との専門学科間相互交流の取組について，論文集「高専教育」第35号，pp.691-694 (2012)
- [16] 亀野辰三，田中孝典，東野誠：グローバル人材育成のための専門学科間国際交流の試み，論文集「高専教育」第34号，pp.871-875 (2011)
- [17] Ganbat Davaa, 葛目幸一, 藤本隆士, Sarangerel Khayankhyarvaa, Boldbaatar Dalai and Odonkhishig Burenjargal : ウランバートル市の大气汚染物質の測定 (ー国際交流協定による文化交流・共同研究の実践ー), 弓削商船高等専門学校紀要, 第39号, pp.63-69 (2017)
- [18] 茶谷聡, 森川多津子, 中塚誠次, 松永壮 : 3次元大気シミュレーションによる2005年度日本三大都市圏PM_{2.5}濃度に対する国内発生源・越境輸送の感度解析, 大気環境学会誌, 第46号, pp.101-110 (2011)
- [19] 島正芝 : 呼吸器系に対する微小粒子状物質(PM_{2.5})の影響, 医学のあゆみ, 第247号, pp.667-672 (2013)
- [20] 余田佳子, 高木洋, 若松純子, 大谷成人, 島正芝 : 大気汚染物質が喘息およびアレルギー症状を有する者の肺機能に与える急性影響, アレルギー, 64 (2), pp.128-135 (2015)