

CD-ROM用 ISSN 2186-7046  
オンライン・ジャーナル用 ISSN 2186-7054

# 宮城県保健環境センター年報

令和元年度

ANNUAL REPORT  
OF  
MIYAGI PREFECTURAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENT

No.38 2020

宮城県保健環境センター



## はじめに

宮城県保健環境センターは、保健衛生・環境行政の科学的中核施設として、感染症や食中毒の原因となる細菌・ウイルス、水質汚濁物質、大気汚染物質などの検査を正確・迅速に行うとともに、調査研究成果の提供、技術的な助言等を通じて、県民の皆様の健康と環境を保全することを使命としています。新型コロナウイルス感染症が流行し大きな社会問題となる中、検査件数の増加に対応するため、検査機器等の整備を行うとともに、当センター内職員の兼務のほか、保健所等他の所属からの職員派遣の応援を受けて検査業務に当たっています。

また、当センターには、環境保全活動の活性化、環境学習への支援を目的に「環境情報センター」が設置され、環境学習教室やセミナーの開催、環境学習用資料や教材等の貸し出し等を行っています。昨年は、元号が平成から令和へと移り変わった、歴史的にも意義深い年でした。令和には、万葉集に詠まれた梅の花のように一人一人の花を大きく咲かせるとの願いも込められているとされています。豊かな環境を維持しつつ持続可能な発展ができる社会を構築するためには、一人一人が環境に対する理解と関心を深め具体的な行動に結びつけられるよう、それぞれの花を力強く咲かせていくことが重要であり、環境政策に携わる機関の一つとしてその一助となるよう努めて参ります。

当センターでは、毎年度作成する研究計画に基づき、各分野の行政課題に的確に対応した調査研究に取り組んでいます。令和元年度は、「県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査」、「食品に由来する腸内細菌科細菌の薬剤耐性化に関する研究」、「高等植物による食中毒における原因物質検出法に関する研究」、「宮城県内におけるPM<sub>2.5</sub>中のレボグルコサン解析」等の調査研究を行っています。

当センターの調査研究等の成果は、関係課と連携し環境及び衛生に関する政策へ反映させるとともに、環境情報センターの活動などを通じて、県民の皆様に分かりやすく伝えることで、環境保全活動の促進につながるよう努めてまいります。

この年報は、当センターが令和元年度に行った事業の実績や調査研究の成果等を取りまとめたものです。多くの皆様に御活用いただければ幸いです。

令和2年12月

宮城県保健環境センター

所長 渡邊 泰至

# 目 次

## A 事業概要

### I 総 説

1 沿 革 .....	1
2 機構及び業務分担 .....	2
3 職 員 .....	3
4 決 算 .....	4
5 主要検査機器等 .....	5
6 技術研修等 .....	7
7 講師等派遣 .....	10
8 定期購読図書一覧 .....	11

### II 概 況

1 企画総務部 .....	13
2 微生物部 .....	14
3 生活化学部 .....	19
4 大気環境部 .....	22
5 水環境部 .....	26

## B 調査研究

### I 論 文

県内における水銀の汚染状況調査 .....	29
大槻 良子 赤崎 千賀子 後藤 つね子 藤原 成明 太田 耕右 太田 栞 高橋 美玲 栗野 尚弥 天野 直哉 佐久間 隆 戸澤 亜紀 佐藤 智子 鈴木 優子 阿部 美和 千葉 美子 鈴木 李奈 佐藤 健一 泉澤 啓 松本 啓	
食品に由来する腸内細菌科細菌の薬剤耐性化に関する研究 .....	35
佐藤 千鶴子 神尾 彩楓 小林 妙子 渡邊 節 山谷 聡子 畠山 敬	
麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニの加熱加工による減毒効果について .....	38
千葉 美子 新貝 達成 鈴木 優子 阿部 美和 他力 将 田邊 徹	
機械学習による大気汚染物質濃度の予測 .....	43
太田 耕右	
多賀城市及び七ヶ浜町での大気環境移動測定車を用いた測定・解析結果 .....	47
太田 耕右 大熊 一也	

### II 研究成果

宮城県内の犬猫におけるマダニ媒介性感染症ウイルスの抗体保有状況調査 .....	51
大槻 りつ子 坂上 亜希恵 佐々木 美江 植木 洋 畠山 敬 土井 敬一 宮崎 麻由	
海水及び海泥からの腸炎ビブリオの検出状況について .....	54
後藤 郁男 有田 富和 木村 葉子 山口 友美 高橋 陽子 畠山 敬	

LC-MS/MSによる調理品の中の植物性自然毒一斉分析法について	57
大内 亜沙子 佐藤 直樹 千葉 美子 大槻 良子	
LC-MS/MSによる農作物中のネオニコチノイド系農薬一斉分析法の検討	59
阿部 美和 大内 亜沙子 千葉 美子 大槻 良子	
畜肉食品に残留する農薬の分析法の検討	62
佐藤 智子 大内 亜沙子 佐々木 多栄子 千葉 美子 大槻 良子	
GC-MS/MSによる簡便かつ高感度な残留農薬一斉分析法の検討	64
新貝 達成 大内 亜沙子 阿部 美和 千葉 美子 大槻 良子	
PM <sub>2.5</sub> におけるレボグルコサンと有機酸の一斉分析法の検討	69
福原 郁子 佐久間 隆	
県内の廃棄物最終処分場立入に伴う水質検査の状況調査	71
萩原 晋太郎 松本 啓	
伊豆沼における植生管理による水質改善効果について	73
加藤 景輔 鈴木 ゆみ 松本 啓	
宮城県における工場・事業場排水行政検査の状況調査	75
下道 翔平 後藤 つね子 松本 啓	

### III 資料

令和元年度に発生した三類感染症	77
微生物部	
宮城県結核・感染症発生動向調査事業	79
微生物部	
感染症流行予測調査	84
微生物部	
令和元年度食品検査結果	85
微生物部	
令和元年度食中毒検査結果	87
微生物部	
令和元年度生活化学部検査結果	88
生活化学部	
大気環境移動測定車（あおぞら丸）の概要	93
大気環境部	

### IV 調査研究課題一覧 95

## C 研究発表状況

I 他誌論文抄録	99
II 学会発表等	100
III 研究発表会	102

# A 事業概要

## I 総説

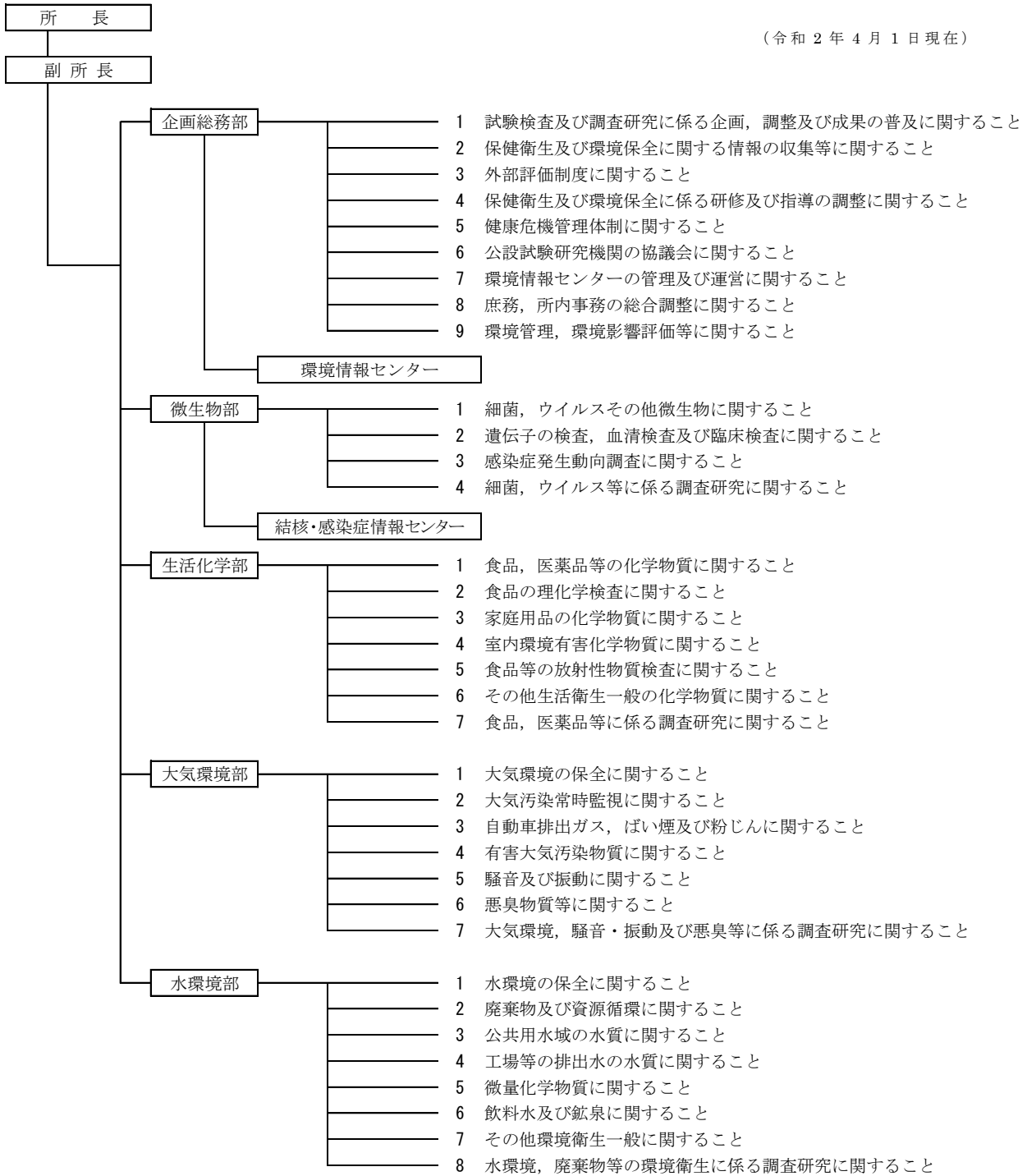


# 1 沿 革

- 昭和 22. 1. 1 衛生部に設置されていた細菌検査所と衛生試験室の2部門が合併されて衛生検査所として発足
24. 7. 1 仙台市跡付丁1番地（現仙台市青葉区国分町3丁目）に新築移転し衛生研究所と改称
26. 4. 22 市内の大火により類焼
27. 2. 18 仙台市覚性院丁16（現仙台市青葉区八幡2丁目）に新築移転
37. 1. 1 機構改正により総務課，細菌課，化学課の3課制施行
41. 4. 1 機構改正により庶務課，微生物部，理化学部，環境衛生部の1課3部制施行
41. 9. 20 第18回保健文化賞受賞
41. 11. 5 同上受賞により知事より褒賞
44. 7. 21 機構改正により庶務課，微生物部，理化学部，環境衛生部，公害部の1課4部制施行
46. 4. 1 機構改正により公害部が公害技術センターとして独立，環境管理部，大気部，水質部，特殊公害部の4部制施行
47. 4. 1 現在地に新築移転  
機構改正により宮城県総合衛生センター新設，衛生研究所庶務課は総合衛生センターの所管となる
49. 4. 1 機構改正により公害技術センターが生活環境部の所管となる
53. 6. 12 宮城県沖地震により甚大な被害を受ける
54. 3. 31 地震災害復旧工事完了
55. 3. 31 衛生研究所設立30周年記念誌発行
56. 7. 31 公害技術センター設立10周年記念誌発行
57. 8. 1 機構改正により総合衛生センター，衛生研究所及び公害技術センターを統合し「宮城県保健環境センター」1局7部制となる（環境管理部を情報管理部と名称変更）
62. 4. 1 分庁舎新築
63. 4. 1 機構改正により特殊公害部が大気部と統合され1局6部制となる
- 平成 2. 8. 30 情報管理部内に環境情報センターを設置
11. 4. 1 行政改革推進計画に基づき事務局に班(グループ制)を導入する
11. 8. 30 特定化学物質検査棟新築
12. 4. 1 機構改正により試験検査部，保健環境センター古川支所が新たに設置され1局7部1支所制となる
14. 4. 1 5部の名称を変更
18. 3. 31 機構改正により試験検査部，保健環境センター古川支所を廃止
20. 4. 1 機構改正により事務局と企画情報部を統合し企画総務部を新設
21. 4. 1 機構改正により環境化学部が水環境部と統合され5部制となる
23. 3. 11 東日本大震災により甚大な被害を受ける（本庁舎被災により使用不可となり平成25年度解体）
23. 6. 13 宮城県産業技術総合センターの分析室等を検査室等として借用(業務の一部)
23. 11. 15 旧消防学校に仮移転（業務の一部）
25. 3. 26 医薬品等公的認定試験検査機関に認定
27. 3. 4 被災した本庁舎跡地に新庁舎竣工，移転
28. 3. 29 スマート水素ステーション（SHS）設置
29. 4. 1 水素燃料電池自動車（FCV）配備及び展示
- 令和 2. 6. 1 環境情報センター内に宮城県気候変動適応センターを設置



## 2 機構及び業務分担





## 4 決算

## 令和元年度歳入歳出決算書

(令和2年5月31日現在)

## (1) 歳入

単位：円

科 目	決 算 額	摘 要	科 目	決 算 額	摘 要
08 使用料及び手数料	1,277,340		14 諸収入	300,000	
01 使用料	51,440	電柱敷地使用料他	06 雑入	300,000	研究助成金
03 衛生使用料	51,440		05 雑入	300,000	
02 手数料	1,225,900	クリプトスホ <sup>®</sup> リン <sup>®</sup> ウム等検査 他			
02 衛生手数料	1,225,900				
10 財産収入	18,141				
02 財産売払収入	18,141	古紙等売払			
02 物品売払収入	18,141				
			合 計	1,595,481	

## (2) 歳出

単位：円

科 目	決 算 額	摘 要	科 目	決 算 額	摘 要
02 総務費	768,083		04 保健所費	1,238,024	結核接触者健診事業
01 総務費	47,168	研修旅費等	01 保健所費	1,238,024	
01 総務管理費	161		05 医薬費	53,110,007	運営管理費他
02 人事管理費	47,007		01 医薬総務費	50,251,589	
10 生活環境費	720,915	技術研修他	05 薬務費	2,858,418	
01 生活環境総務費	270,684				
05 環境保全費	423,896		小 計	185,215,698	事業費計
07 放射能監視 測定費	26,335				
04 衛生費	184,447,615		04 衛生費	429,006,923	
01 公衆衛生費	16,578,842	結核感染症発生動向調 査事業費他	05 医薬費	429,006,923	人件費
04 感染症対策費	16,578,842		01 医薬総務費	429,006,923	
02 環境衛生費	64,781,867	食中毒防止総合対策他			
02 食品衛生指導費	47,068,920		小 計	429,006,923	人件費計
03 環境衛生施設 指導費	16,383,350				
04 環境衛生諸費	1,329,597				
03 公害対策費	48,738,875	大気汚染局管理費他	合 計	614,222,621	
01 公害総務費	301,920				
02 公害防止費	48,436,955				

# 5 主要検査機器等

(令和2年3月31日現在)

名 称	規 格	用 途	数 量	摘 要
<b>【微生物部】</b>				
安全キャビネット	日立 SCV-1300EC2B	遺伝子組換え試験	1	
安全キャビネット	日立 SCV-1308EC2B2	高度安全実験室	1	
炭酸ガス培養器	平沢 CPD-170MW	ウイルスの培養	1	
高速冷却遠心機	久保田 MODEL7820,7930	ウイルスの分離	2	
多機能超遠心機	ベックマン optimaL-70K	微生物検査	1	
CO <sub>2</sub> インキュベーター	PHC MCO-170AICUVD-PJ	ウイルスの培養	1	
蛍光顕微鏡	オリンパス VANOX-T AHBT-FL	試験検査	1	
DNA解析システム	アトーAE-6 9 2 0 M-02K	遺伝子解析	1	
リアルタイムPCR装置	ABI7500FastリアルタイムPCRシステム	遺伝子解析	1	
定量PCR装置	ABIQuantStudio 7 Flex	遺伝子解析	1	
リアルタイムPCR装置一式	TaKaRa社サーマルサイクラーシステム II TP900	遺伝子解析	1	
生物顕微鏡システム一式	オリンパス BX53SA-44FLD-3他	クリプトスポリジウム検査	1	
パルスフィールド電気泳動装置	バイオラッドCHEF Mapper XAチラーシステム	遺伝子検査	1	
<b>【生活化学部】</b>				
高速液体クロマトグラフ	アジレント 1260 Infinity	微量成分の分離定量	1	
高速液体クロマトグラフ	島津Nexera XR	微量成分の分離定量	1	リース
高速液体クロマトグラフ/質量分析計	島津LC2020	微量成分の分離定量	1	
ガスクロマトグラフ	島津GC2010Plus	微量成分の分離定量	1	リース
ガスクロマトグラフ/質量分析計	アジレント7890B/5977A MSD	微量成分の分離定量	1	
トリプル四重極型液体クロマトグラフ質量分析計	ABサイエックス QTRAP4500	微量成分の分離定量	1	
トリプル四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計	アジレント7890B/7000C	微量成分の分離定量	1	リース
トリプル四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計	ブルカー SCION TQシステム	微量成分の分離定量	1	
加熱気化全自動水銀測定装置	日本インストルメンツ MA-3000	水銀測定	1	
NaIシンチレーション検出器	パーキンエルマー2480 Wizard <sup>2</sup>	放射線測定	2	
ゲルマニウム半導体スペクトロメータ	セイコー・イージーアンドジーSEG-EMS型	放射線測定	1	
<b>【大気環境部】</b>				
オキシダント自動測定機	東亜DKK GUX-353 他	大気汚染物質測定	18	
二酸化硫黄酸化物自動測定機	東亜DKK GFS-352 他	大気汚染物質測定	11	
窒素酸化物自動測定機	東亜DKK GLN-354 他	大気汚染物質測定	21	
オゾン校正用基準器	Nippon Thermo Model 49i-PS	大気汚染物質測定	1	
微小粒子状物質浮遊粒子状物質自動測定器	紀本電子工業 PM-712	大気汚染物質測定	14	
大気中水銀測定装置	Nippon Instruments mercury WA-4	水銀測定	1	
航空機騒音自動監視装置	Rion NA-39, NA-37	航空機騒音測定(短期測定)	3	
航空機騒音自動測定装置	Rion NA-37	航空機騒音測定(通年測定)	6	
窒素酸化物排出ガス分析計	堀場製作所 PG-325	煙道排ガスの窒素酸化物測定	1	
総合ダスト試料自動採取装置	MARUNI SCIENCE M2-700DS	煙道排ガスのばいじん測定	1	
還元気化水銀測定装置	Nippon Instruments RA-5300	煙道排ガスの水銀測定	1	
ガスクロマトグラフ質量分析計/キャニスター濃縮システム	日本電子 JMS-Q1050GC/ジーエルサイエンス AEROC2	有害大気汚染物質測定	1	
ガスクロマトグラフ質量分析計(四重極型)	島津 QP-2010 Ultra	有害大気汚染物質測定	1	
高速液体クロマトグラフ	Agilent 1260シリーズ	有害大気汚染物質測定	1	
イオンクロマトグラフ	Thermo Scientific ICS-2100/1100	酸性雨, 微小粒子状物質測定, 煙道検査	1	リース
マイクロウェーブ試料分解装置	Analytik Jena TOPwave CX100	マイクロ波加熱酸分解	1	
ICP質量分析計	Agilent 7700シリーズ	無機元素の分析	1	
微小粒子状物質(PM <sub>2.5</sub> )採取装置	Thermo Scientific FRM-2025,2025i	微小粒子状物質測定	4	
PM <sub>2.5</sub> フィルター用恒温恒湿チャンパー	TOKYO Dylec PWS-PM2.5	微小粒子状物質測定	1	
炭素成分分析装置	Sunset Laboratory CAA-202M-D	微小粒子状物質測定	1	
アスベスト測定用偏光位相差顕微鏡	Olympus BX-53-33P-PH	アスベスト測定	1	

名 称	規 格	用 途	数 量	摘 要
【水環境部】				
ICP-AES	サーモフィッシャー iCAP6300	微量金属の分析	1	
LC-MS/MS	エービーサイエックス QTRAP4500LC/MS/MS	農薬等の分析	1	
ヘッドスペース付GC-MS	アジレント・テクノロジー 5975C	VOCの分析	1	
GC-MS	アジレント・テクノロジー 5977A	農薬等の分析	1	リース
GC	アジレント・テクノロジー 7890B	農薬等の分析	1	
イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス ICS-2000/1000	硫酸イオン等の分析	1	
オートアナライザー	ビーエルテック SWAAT4ch	N,P等の分析	1	
オートアナライザー	ビーエルテック SYNCA2ch	ふっ素, シアン, フェノールの分析	1	
全有機炭素計	アナリティクイエナ multiNC 3100S	有機炭素の分析	1	
多項目水質測定器	環境システム hydrolab DS5	pH, 溶存酸素, クロロフィル等の分析	1	
マイクロプレート型発光測定装置	アトー フェリオスAB-2350	バイオアッセイ	1	
蛍光顕微鏡システム	オリンパス BX53-33-PH	水中生物の観察	1	
全自動洗浄機	ミーレ G7883CD, メルク Elix Essential UV10	ガラス器具の洗浄	1	
超純水製造装置	メルク Milli-Q Integral10, Integral5	分析全般	3	
(特殊化学物質検査棟)				
高分解能GC-MS	サーモフィッシャー DFS-Magnetic Sector GC/MS	ダイオキシン類分析	1	
高速溶媒抽出装置	日本ダイオネクス ASE-200	ダイオキシン類分析	1	
高速溶媒抽出装置	日本ダイオネクス ASE-350	ダイオキシン類分析	1	
超純水製造装置	日本ミリポア Milli-Q EDS-10L	ダイオキシン類分析	1	
			137	リース機器 5

## 6 技術研修等

### (1) 宮城県保健環境センター主催の研修会

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	受講者	開催場所	開催部名
R2.1.9	生食用かきのノロウイルス検査見学	生食用かきの前処理法およびRNA抽出法に関する研修	JNC株式会社横浜研究所 3人	保健環境センター 分行舎微生物部	微生物部

### (2) 他機関主催の研修会等出席状況

#### 微生物部

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	主催機関	開催場所
H31.4.25	平成31年度 病原体等の包装・運搬講習会	ゆうバックにより検体を安全に他機関へ運搬するための講習	国立感染症研究所	東京都
R元.5.20 ～5.31	水道クリプトスポリジウム試験法に係る技術研修	クリプトスポリジウム等試験法研修	国立保健医療科学院	埼玉県
R元.5.28 ～5.29	SFTS ELISA検査研修	SFTSウイルス抗体検査技術に関する研修	国立感染症研究所	東京都
R元.6.5	地方衛生研究所設立70周年記念事業	地方衛生研究所設立70周年記念表彰、学術貢献受賞者発表	地方衛生研究所全国協議会	東京都
R元.6.17 ～6.18	ダニ媒介性脳炎抗体検査の技術研修	ダニ媒介性脳炎抗体検査における血清学診断法についての研修	北海道大学 大学院獣医学研究 院 公衆衛生学教室	北海道
R元.7.10 ～7.11	衛生微生物技術協議会 第40回研究会	特別講演、シンポジウム及び各レファレンス会議により平成30年度の報告と平成31年度方針説明	衛生微生物技術協議会	熊本県
R元.8.22 ～8.23	第73回日本細菌学会東北支部総会	特別講演及び医学・薬学・農学・獣医学の演題発表	宮城県公衆衛生学会	岩手県
R元.9.14 ～9.15	第2回SFTS研究会・学術集会	重症熱性血小板減少症候群(SFTS)に関する臨床、疫学等各領域における研究発表	国立感染症研究所(SFTS研究会)	東京都
R元.9.26 ～9.27	第12回日本カンピロバクター研究会	カンピロバクターに関連する講演会及び研究発表	日本カンピロバクター研修会	鹿児島県
R元.10.24 ～10.25	第78回日本公衆衛生学会	環境水サーベイランスに関連する研究発表	日本公衆衛生学会	大阪府
R元.10.24 ～10.25	令和元年度地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部微生物研究部会総会・研修会 令和元年度地域保健総合推進事業地方衛生研究所地域レファレンスセンター連絡会議 地域保健総合推進事業「地域専門家会議(微生物部門)」	各レファレンスの活動及び活動計画報告、最新の微生物調査研究報告	令和元年度地方衛生研究所北海道・東北・新潟支部微生物研究部会	青森県
R元.10.28	第31回ウイルス性下痢症研究会学術集会	ウイルス性下痢症に関する研究発表	国立医薬品食品衛生研究所	神奈川県
R元.10.29 ～10.31	第67回日本ウイルス学会学術集会	ウイルスに関するシンポジウム、研究発表	日本ウイルス学会	東京都
R元.10.31 ～11.1	令和元年度地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部 公衆衛生情報研究部会総会・研修会	教育講演、感染症発生动向調査に関する研修会	令和元年度地方衛生研究所北海道・東北・新潟支部公衆衛生情報研究部会	山形県
R元.11.8	令和元年度腸管出血性大腸菌MLVA技術研修会	MLVAの解析方法に関する講義、実習	東京都健康安全健康センター	東京都
R元.11.28 ～11.29	第40回日本食品微生物学会学術総会	特別講演、シンポジウムの他微生物関連の研究発表	日本食品微生物学会	東京都
R2.1.14	BSL3実験室における検体の取扱い研修	BSL3実験室内での検体の取扱いに関する研修	国立感染症研究所 山形県衛生研究所	山形県
R2.1.16 ～1.17	令和元年度北海道・東北・新潟ブロック腸管出血性大腸菌MLVA技術研修会	MLVAの解析方法に関する講義、実習および情報交換	令和元年度厚生労働科学研究	盛岡市
R2.1.23 ～1.24	第33回公衆衛生情報研究協議会総会研究会	教育講演、特別講演、シンポジウム	公衆衛生情報研究協議会 国立保健医療科学院	東京都
R2.1.29 ～1.30	令和元年度 希少感染症診断技術研修会	教育講演及び細菌ウイルスに関する検査手技の習得	国立感染症研究所	東京都
R2.2.8	One Healthに関する連携シンポジウム ～ダニ媒介性感染症と予防対策～	ダニ媒介性感染症に関連する講演、シンポジウム	厚生労働省 日本医師会 日本獣医師会	東京都

#### 生活化学部

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	主催機関	開催場所
R元.5.31	理化学試験の基礎実技研修	正確なデータを出すための理化学試験の基礎	(公財)日本食品衛生協会 食品衛生研究所	東京都
R元.6.11	HPLC基礎研修	HPLCの基礎とメンテナンス実習	(株)島津製作所	仙台市

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	主催機関	開催場所
R元.7.11	モニタリング技術基礎講座	原子力災害時における緊急時モニタリングの実施についてほか	(公財) 原子力安全技術センター	仙台市
R元.7.11	2019年度(第一回)一般財団法人日本食品分析センター講演会	食品等のカビ毒についてほか	(一財) 日本食品分析センター	仙台市
R元.7.12	第55回宮城県公衆衛生学会学術総会	特別シンポジウム「健康リスクをどう考え・共有していくのか」ほか、口頭発表	宮城県公衆衛生学会	仙台市
R元.9.5	NMIJ標準物質セミナー2019	測定値の妥当性確認と標準物質について	産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ)	千葉県
R元.9.19 ~9.20	残留農薬分析セミナー2019年度	残留農薬分析に関わる抽出から精製ほか	日本農薬学会	東京都
R元.10.3 ~10.4	第115回日本食品衛生学会学術講演会	教育講演「健康食品の問題点を振り返る」ほか、口頭・ポスター発表	(公社) 日本食品衛生学会	東京都
R元.10.9	分析機器基礎講座2019 GC&GC/MS編	GC, GC/MS基礎講座	アジレント・テクノロジー(株)	仙台市
R元.10.10 ~10.11	令和元年度地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部衛生化学研究部会及び地方衛生研究所地域ブロック専門家会議	総会・各衛生研究所からの協議事項及び事例発表	地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部	仙台市
R元.10.21	第25回GLP研修会	GLP研修	(独法) 医薬品医療機器総合機構ほか	東京都
R元.10.24 ~10.25	令和元年度全国食品衛生監視員研修会	特別講演「政策現場のための行動経済学：意思決定のバイアスとナッジ」ほか、口頭発表	全国食品衛生監視員協議会ほか	東京都
R元.11.25	GC-MS分析セミナー2019	ヘリウムガス供給問題等に関する講義	(株) 島津製作所	仙台市
R元.11.29	第2回日本食品衛生学会 北海道・東北ブロックセミナー	食品分析における精度管理を異臭分析について	(公社) 日本食品衛生学会	仙台市
R元.12.5 ~12.6	第56回全国衛生化学技術協議会年会	食品・環境・家庭用品・薬事部門での口頭発表、示説発表	全国衛生化学技術協議会	広島市
R2.1.24	令和元年度指定薬物分析研修会	指定薬物の分析法について	厚生労働省 医薬・生活衛生局 監視指導・麻薬対策課	川崎市
R2.2.10	令和元年度地方衛生研究所全国協議会衛生化学分野研修会	危機管理で求められる理化学検査について	地方衛生研究所 全国協議会理化学部	東京都

## 大気環境部

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	主催機関	開催場所
R元.6.6	元素分析セミナー	ICP-MSの基礎、応用に関する講義	チーモフィッシャーサイエンティフィック(株)	仙台市
R元.6.18 ~6.21	臭気分析研修	臭気分析に関する専門的知識及び技術の習得	環境省環境調査研修所	埼玉県
R元.6.21	光化学オキシダント自動計測器の校正に係る研修	測定法の解説及び基準器校正の実地説明	国立環境研究所	山形県
R元.7.5	におい・かおり分析セミナー	異臭分析における前処理や試料導入法、におい嗅ぎGCの体験	ジーエルサイエンス(株)	仙台市
R元.7.22 ~8.2	特定機器分析研修	ICP-MSに関する専門的知識及び技術の習得	環境省環境調査研修所	埼玉県
R元.8.27 ~8.28	におい・かおり環境学会	においに関する調査・研究成果の発表会	におい・かおり環境協会	滋賀県
R元.8.27 ~8.30	環境モニタリング研修	大気汚染常時監視に関する専門的知識の習得	環境省環境調査研修所	埼玉県
R元.9.18 ~9.20	第60回大気環境学会年会	大気環境に関する学術的調査、研究並びに知識の普及を図るための講演、研究発表会	大気環境学会	東京都
R元.10.28 ~11.1	アスベスト分析研修	アスベスト分析の原理及び同等等の技術の習得	環境省環境調査研修所	埼玉県
R元.10.31	全国環境研協議会騒音小委員会 騒音振動担当者会議	騒音・振動に関する共同研究の研究報告及び意見交換	全国環境研協議会	東京都
R元.11.1 ~11.2	日本騒音制御工学会2019年秋季研究発表会	騒音振動に関する調査・研究成果の発表会	公益社団法人 日本騒音制御工学会	東京都
R元.11.11	HPLCセミナーin東北	HPLCの基礎、応用に関する講義	(株) 島津製作所	仙台市
R元.11.22	第26回大気環境学会北海道東北支部学術集会	大気環境に関する学術的調査、研究発表会	大気環境学会 北海道東北支部	岩手県
R元.11.25	GC-MS分析セミナー2019	ヘリウムガス供給問題等に関する講義	(株) 島津製作所	仙台市
R2.1.22	地域適応シンポジウム	気候変動影響の適用に関する講演、研究発表会	環境省	東京都
R2.1.23 ~1.24	環境科学セミナー	化学物質環境実態調査の円滑な実施、精度の向上等を目的とするセミナー	環境省	東京都
R2.1.23 ~2.7	大気分析研修(Aコース:VOCs分析)	大気分析測定に関する専門的知識及び技術の習得	環境省環境調査研修所	埼玉県
R2.2.13 ~2.14	全国環境研究所交流シンポジウム	環境研究に関する研究発表、意見交換を通じた地方環境研究所と国立環境研究所の研究者間の交流会	国立研究開発法人国立環境研究所	茨城県

## 水環境部

研修年月日	研修会等の名称	研修概要	主催機関	開催場所
H31.4.23	水道水質・環境分析セミナー2019	水道検査方法や標準物質などに関する講義	アジレント・テクノロジー株式会社	仙台市
R元.5.20 ～5.31	機器分析研修 (Cコース)	ICP-MS分析法の講義及び実習	環境省	所沢市
R元.5.28	告示改正セミナー	告示改正の内容に関する講義	ピーエルテック (株)	仙台市
R元.6.12 ～6.14	第28回環境化学討論会	環境化学に関する研究発表会	一般社団法人 日本環境化学会	さいたま市
R元.6.24 ～7.12	ダイオキシン類環境モニタリング研修 (基礎課程)	ダイオキシン類の講義及び実習	環境省	所沢市
R元.9.5 ～9.6	第22回日本水環境学会シンポジウム	水環境に関する研究発表会	公益社団法人 日本水環境学会	札幌市
R元.9.19 ～9.20	第30回廃棄物資源循環学会研究発表会	資源循環に関する研究発表会	一般社団法人 廃棄物資源循環学会	仙台市
R元.9.30 ～10.11	環境汚染有機化学物質分析研修	環境汚染有機化学物質に関する分析法及び実習	環境省	所沢市
R元.10.11	オートアナライザーメンテナンスセミナー	オートアナライザーに関する講義	ピーエルテック (株)	東京都
R元.10.28 ～10.30	第63回生活と環境全国大会	生活環境に関する研究発表会	一般社団法人 日本環境衛生センター	熊本市
R元.11.11	HPLC分析セミナー	HPLC分析に関する講義	株式会社島津製作所	仙台市
R元.11.28 ～12.13	水質分析研修 (Cコース)	ICP-AESに関する分析法及び実習	環境省	所沢市
R2.1.23 ～1.24	化学物質環境実態調査環境科学セミナー	化学物質環境実態調査に関するセミナー	環境省	東京都
R2.2.14	産業廃棄物処理セミナー	産業廃棄物の現状に関する講義	日本環境開発株式会社	東京都
R2.2.21	水質事故・化学物質対策研修会	水質事故等に関する研究発表会	国立研究開発法人国立環境研究所	東京都



## 7 講師等派遣

### (1) 研修・講演等

年月日	演題等	講演会等の名称 ・参加人数	主催機関	開催場所	担当
H31.4.23	出前講座（食品添加物の話）	利府町食生活改善推進協 議会議員ほか 50人	利府町食生活改善推進協 議会	利府町	生活化学部
R元.5.15 ～5.16	騒音・振動・悪臭担当者研修会	市町村担当職員 保健所公害担当職員 35人	環境対策課	保健環境センター	大気環境部
R元.8.2	感染症・食中毒の原因となる病原体の話	みやぎ出前講座 40人	特別養護老人ホーム とみざわの里	仙台市	微生物部
R元.10.31	衛生施設での感染症予防対策について	宮城県生活衛生同業者組 合 40人	（公財）宮城県生活衛生 営業指導センター	仙台市	微生物部
R2.1.28	出前講座（食品添加物の話）	大和町配食ボランティア 30人	大和町社会福祉協議会	大和町	生活化学部

### (2) インターンシップ等受入れ

年月日	演題等	参加人数	主催機関	開催場所	担当
R元.6.20	インターンシップ （保健環境センターの業務概要）	麻布大学獣医学部学生2人	環境生活総務課	保健環境センター	各部
R元.8.6	インターンシップ （環境情報センターの業務概要）	東北医科薬科大学薬学部学生 5人	環境生活総務課	保健環境センター	各部
R元.9.11	インターンシップ （環境情報センターの業務概要）	酪農学園大学獣医学部学生 1人	環境生活総務課	保健環境センター	各部
R元.9.20	インターンシップ （環境情報センターの業務概要）	北海道大学獣医学部学生1名 酪農学園大学獣医学部学生 1人	環境生活総務課	保健環境センター	各部
R2.2.13	インターンシップ （環境情報センターの業務概要）	東洋大学生命科学部学生1人	環境生活総務課	保健環境センター	各部
R元.10.3/ 10.17	衛生学体験学習 （保健環境センターの業務概要）	東北医科薬科大学医学部学生 20人	環境生活総務課	保健環境センター	企画総務部 微生物部

## 8 定期購読図書一覧

(雑誌・図書名)	(発行回数)	(出版・発行元)
<b>【微生物部】</b>		
臨床と微生物	年7回	株式会社近代出版
<b>【生活化学部】</b>		
食品衛生研究	月1回	公益社団法人 日本食品衛生協会
食品衛生学雑誌	年6回	公益社団法人 日本食品衛生学会
FOOD&FOOD INGREDIENTS JOURNAL OF JAPAN	年4回	FFIジャーナル編集委員会
<b>【大気環境部】</b>		
大気環境学会誌	年6回	公益社団法人 大気環境学会
天気	月1回	公益社団法人 日本気象学会
日本音響学会誌	月1回	一般社団法人 日本音響学会
騒音制御	年6回	公益社団法人 日本騒音制御工学会
におい・かおり環境学会誌	年6回	公益社団法人 におい・かおり環境協会
<b>【水環境部】</b>		
水環境学会誌	年12回	公益社団法人 日本水環境学会
用水と廃水	年12回	産業用水調査会
環境化学	年4回	一般社団法人 日本環境化学会
ぶんせき	年12回	公益社団法人 日本分析化学会
分析化学	年12回	公益社団法人 日本分析化学会
廃棄物資源循環学会誌/論文誌	年6回/年1回	一般社団法人 廃棄物資源循環学会

# A 事業概要

## II 概況



# 1 企画総務部

企画総務部では、保健環境センターの運営、庶務業務に関すること、試験検査調査研究に係る企画調整、環境保全活動や環境教育の支援、試験検査の信頼性確保等、保健環境センターが行う業務に係る評価等についての業務を行った。その概要は以下のとおりである。

## 1 調査研究に関する企画調整

### (1) 調査研究に関する企画調整

各部で作成した経常研究及びプロジェクト研究の研究計画書等を取りまとめ、「宮城県保健環境センター課題評価実施要領」等に基づき内部評価を行い、評価結果を当該年度の実施計画に反映させた。

### (2) 研究発表会の開催

第35回研究発表会を開催（R2.3.4）し、調査研究15題の発表を行った。なお、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、一般公開は行わず、保健環境センター職員のみの実施とした。

（演題などの詳細については、「C 研究発表状況Ⅲ 研究発表会」参照）

### (3) 年報の発行

保健環境センター内に年報編集委員会を組織し、平成30年度に行った調査研究結果等について、事業概要とともに年報として取りまとめ、ホームページに掲載することにより、成果の公表を行った。

## 2 地域環境保全対策事業

### (1) 環境情報センターの管理運営

環境情報の提供、環境保全活動の活性化及び環境学習への支援を目的として設置している環境情報センターにおいて、環境学習用資料や教材等を整備して利用者へ閲覧・貸出を行った。また、小学生を対象に夏休み期間中に環境学習教室を10回開催した（表1）ほか、県民向けに環境学習セミナーを2回実施した（表2）。

表1 夏休み環境学習教室一覧

No.	開催日	テーマ	対象学年
1	R元. 7. 23	水の世界をのぞいてみよう ～びっくり! にこった水が〇〇〇に?～	小学校 5, 6年生
2	R元. 7. 25	プラスチック・マスターになろう!	小学校 4～6年生
3	R元. 7. 30	3R（スリーアール）ってな～に	小学校 3, 4年生
4	R元. 8. 1	地球にやさしい買い物ってなあに? ～「買い物ごっこ」しながら考えてみよう	小学校 5, 6年生
5	R元. 8. 2	生き物の設計図「DNA」を見てみよう	小学校 4～6年生
6	R元. 8. 5	水素で走る! 燃料電池ミニカーを動かしてみよう!	小学校 4～6年生
7	R元. 8. 7	身の回りの放射線、見えるかな?	小学校 4～6年生
8	R元. 8. 9	地球にやさしいエネルギー教室	小学校 3～6年生
9	R元. 8. 20	カラフルな海藻の不思議から地球環境問題を考えよう!	小学校 5, 6年生
10	R元. 8. 21	空気を通してわかること～におい・大気の汚れ編～	小学校 5, 6年生

表2 環境学習セミナー一覧

No.	開催日	テーマ
1	R元. 11. 29	あなたを狙う小さな小さな生き物たち ～ノロウイルスやアニサキスの正体を知ろう～
2	R元. 12. 10	クマは寝たきりでも骨粗鬆症にならない?! ～クマの優れた能力を知ろう～

### (2) 環境教育リーダーの派遣

県では環境の保全に関する教育の普及と地域住民の環境保全活動を支援する目的で「宮城県環境教育リーダー」を委嘱している。当センターでは仙台市内に在住するリーダー6人の派遣業務を担当しており、令和元年度のリーダー派遣回数1回で、参加者数は26人であった。

## 3 衛生部門における試験検査等の信頼性確保

食品衛生法、感染症法、厚生労働省通知等に基づき、微生物部及び生活化学部が行う食品、病原体等、医薬品等の試験検査について、精度管理、内部点検等を計画的に実施し、試験検査の信頼性の確保及び精度管理に努めた。

令和元年度は、業務管理委員会において、平成30年度の業務管理に係る実績を確認するとともに、令和元年度の精度管理及び研修に係る事業計画を審議した。内部点検は、食品は微生物部及び生活化学部を対象に、医薬品等は生活化学部を対象に、感染症法病原体等は微生物部を対象に実施した。

## 4 環境部門における行政検査の信頼性確保

「宮城県保健環境センターにおける環境測定の精度管理に関する実施要領」等に基づき、大気環境部及び水環境部が行う行政検査について、精度管理及び内部点検等を計画的に実施することにより行政検査の信頼性の確保及び精度管理に努めた。

令和元年度は、品質管理運営委員会を開催し、平成30年度の精度管理に係る実績を確認するとともに、令和元年度の精度管理及び研修に係る事業計画を審議した。また、事業計画に基づき大気環境部及び水環境部を対象に内部点検を実施した。

## 5 外部評価制度

「保健環境センター評価委員会条例」に基づき、外部有識者による評価委員会を2回開催し、研究課題の評価（課題評価）を行った。（表3）

表3 評価委員会の開催状況

年月日	内容
R元. 10. 31	来年度に実施予定の研究課題4題（事前評価）、実施中の研究課題1題（中間評価）及び昨年度に終了した研究課題2題（事後評価）について、諮問を受け、審議の上、答申した。
R元. 12. 20	

## 2 微生物部

細菌、ウイルス、原虫に関する行政検査、一般依頼検査業務、経常研究、事業研究及び厚生労働科学研究等の調査研究を実施した。県内で発生する感染症、食中毒及び県内9保健所・支所の食品営業施設取締指導事業に関わる食品検査（収去検査）等の微生物検査を実施した。また、感染症発生動向調査事業における基幹情報センターとして情報の収集及び還元を行った。さらに、食中毒・感染症検査に関する講習会（出前講座）、インターンシップ講習を行った。

### 1 一般依頼検査

#### (1) クリプトスポリジウム等検査

「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」に基づき、各自治体・事業体で管理する浄水場の原水23件について実施したが、結果は全て陰性であった。

### 2 行政検査

環境生活部食と暮らしの安全推進課、保健福祉部疾病・感染症対策室、薬務課及び保健所の事業に基づく検査を実施した。検査は、食品営業施設取締指導事業に関わる食品等検査（収去検査）、食中毒防止総合対策事業に関わる原因究明等検査（食中毒検査）、感染症発生対策事業等に関わる微生物検査及び環境衛生監視指導事業に関わる公衆浴場水検査（レジオネラ属菌検査を含む）等である。感染症発生動向調査事業では、感染症発生状況及び動向の把握並びに病原体の検査を含めた情報の収集を行い、患者情報を解析し、感染症対策委員会解析部会の承認を経て、週報、月報として還元した。また、病原体定点医療機関及び患者定点医療機関から採取された検体について病原体検査を行った。さらに、患者情報や日常実施している調査等の結果に基づき、疾病・感染症対策室や感染症対策委員会解析部会と協議の上、積極的疫学調査を実施した。

#### (1) 食品営業施設取締指導事業

食品衛生法第24条及び第28条に基づき収去した食品等1,187件について、総計2,895項目の細菌検査を実施した結果、基準を超えたものは延べ32検体であった（詳細は資料参照）。また、食品衛生法第29条に基づき信頼性確保のため、一般財団法人食品薬品安全センターが実施する外部精度管理に参加するなど、検査精度の充実・強化に努めた。

#### (2) 食中毒防止総合対策事業

食品衛生法第58条に基づき食中毒原因究明のため、12事例、241件（関連調査を含む）について、食中毒起因菌等の検査を実施した。その結果、ノロウイルス遺伝子44件、サポウイルス遺伝子5件、カンピロバクター1件、サルモネラ属菌7件及び黄色ブドウ球菌6件を検出

した（詳細は資料参照）。

平成12年度から実施している腸炎ビブリオ調査については、4月から12月の期間に、海水・海泥各々9件について検査し、環境中の腸炎ビブリオの動態を季節的に調査した。また、協力医療機関から分与された腸炎ビブリオ1株の血清型及び病原因子を検査した結果、*Vibrio parahaemolyticus* O4 : KUT と同定された。

#### (3) 環境衛生監視指導事業

公衆浴場法施行条例第6条に基づく公衆浴場の衛生指導に資するため、公衆浴場水110件と上がり湯18件について、大腸菌群及びレジオネラ属菌の検査を実施した。128件中の不適合件数は、大腸菌群1件、レジオネラ属菌25件であった。

#### (4) 食品検査対策事業

食品衛生法第24条及び第28条に基づき、冷凍食品、食肉、食肉製品等24件について規格検査6件、残留抗菌性物質8件及び特殊細菌検査18件を検査した結果、鶏肉2件から各々 *Salmonella* Heidelberg と *Salmonella* Enteritidis が、また、同鶏肉2件から *Campylobacter coli* が検出された。規格検査、残留抗菌性物質検査の結果は全て陰性であった。

#### (5) 魚介類調査事業：ノロウイルス実態調査

生かきの喫食に関連するノロウイルスが原因と推定される食品事故を未然に防止するため、平成31年4月、令和元年5月及び令和元年11月～令和2年3月の期間、気仙沼、石巻、塩釜保健所管内の流通品、77件について検査を行ったところ、16件が陽性であった（詳細は資料参照）。

#### (6) 感染症発生対策事業

感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（以下感染症法）第15条に基づき実施した。

##### イ 三類感染症

腸管出血性大腸菌感染症42事例（211件）の検査及び菌株精査を実施した。O157:21株、O26:19株、O121:4株及びO103:3株、O91、O111、O128:各1株、その他の血清型（OUT）5株の計55株を検出した（詳細は資料参照）。また、細菌性赤痢疑い2事例（検便6件、菌株2件）の検査を実施し、検便からは赤痢菌は検出されなかったが、菌株精査の結果両事例とも *Shigella sonnei* が検出された。他にパラチフス疑いの1事例は菌株精査の結果 *Salmonella* ParatyphiA を検出したが、接触者2人の検便からは検出されなかった。

##### ロ 四類感染症

四類感染症ではレジオネラ症6事例11件の検査依頼があり、1事例（患者喀痰1件）でレジオネラ属菌が分離された。

さらに、A型肝炎1事例（2件）、E型肝炎3事例（5

件)の検査依頼があり、1事例1件でA型肝炎ウイルス遺伝子、3事例4件でE型肝炎ウイルス遺伝子が検出された。

#### ハ 五類感染症

五類感染症の感染性胃腸炎集団発生では47事例(178件)の検査依頼があり、44事例(149件)でノロウイルス遺伝子を、2事例(7件)からサポウイルス遺伝子を検出した。また、同一事例で2種類のウイルス遺伝子が検出された例が3事例あった。(それぞれノロウイルス遺伝子4件とサポウイルス遺伝子1件、ノロウイルス遺伝子2件とサポウイルス遺伝子1件、コクサッキーウイルスA6群遺伝子4件とヒトパレコウイルス遺伝子1件を同一事例で検出)

麻しん10事例(40件)では、1事例3件から麻しんウイルス遺伝子が検出され、分子疫学的解析を行った結果、世界的に症例報告が多い遺伝子型B3型であることが確認された。風しん5事例(15件)の検査依頼があったが、風しんウイルス遺伝子は検出されなかった。インフルエンザは7事例(13件)の検査を行い、全ての検体からAH1pdm09型遺伝子を検出した。また、カルバペネム耐性腸内細菌科細菌(CRE)8件について精査したが、カルバペネマーゼ遺伝子は検出されなかった。

#### ニ 指定感染症

令和元年12月に中国武漢市で確認された新型コロナウイルス感染症は、82事例(198件)の検査依頼があり、3事例7件からSARS-CoV-2遺伝子を検出した。

#### (7) 結核・感染症発生動向調査事業

感染症法第12条から第16条の規定に基づき実施した病原体検査は、病原体定点医療機関及び患者定点医療機関9医療機関で採取された128件について病原体検索を行った。その結果、インフルエンザと診断された48件からは、インフルエンザウイルスAH1pdm09型が40件、AH3型とB型がそれぞれ3件分離された。また、手足口病診断13件からはコクサッキーウイルスA6型11件及びコクサッキーウイルスA16型が2件、ヘルパンギーナ診断8件からはコクサッキーウイルスA6型6件及びコクサッキーウイルスA2型が1件、咽頭結膜熱診断からはアデノウイルス3型が検出された。感染性胃腸炎診断33件からは、ノロウイルス遺伝子22件、下痢原性大腸菌3件及び黄色ブドウ球菌が1件、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎診断25件からはA群溶血性レンサ球菌13件の病原体が検出された(重複病原体検出検体含む)。なお、これらの病原体情報は、患者情報と併せて週報で還元した。

#### (8) 宮城県結核・感染症情報センター業務

全ての医療機関に報告義務のある一類から五類感染症(87疾病)及び県内医療定点から毎週報告される定点報告五類感染症(18疾病)並びに毎月報告される定点報告五類感染症(7疾患)について感染症法第12条から第16条に基づき患者発生情報を県内各保健所経由で収集

し、毎週及び毎月集計の上、感染症対策委員会解析部会の解析コメントを付し、週報及び月報として発行した。また、これらの情報を中央感染症情報センター(国立感染症研究所)へオンラインにより報告するとともに、保健所、市町村、県医師会、県地域医療情報センター及び県教育委員会への還元並びに保健環境センターホームページ上で公表した。

#### (9) 結核対策推進事業・接触者健康診断事業

##### イ 結核菌検査

喀痰検査の依頼が3件あり全て陰性であった。

##### ロ QFT 検査

感染症法第17条に基づき、263件についてQFT検査を実施した結果、陽性20件、判定保留1件、陰性238件、判定不可2件及び検査不適2件であった。

#### (10) 遺伝子解析事業

感染症法第15条及び県遺伝子解析検査実施要領に基づき遺伝子解析を行った。

##### イ 結核関連

結核菌71件のVNTR(Variable Numbers of Tandem Repeat)法による解析を行い、各保健所に結果を還元した。

##### ロ 細菌関連

腸管出血性大腸菌55件、赤痢菌2件、サルモネラ属菌18件についてパルスフィールドゲル電気泳動法による分子疫学解析を行った。

また、腸管出血性大腸菌による広域的な感染症・食中毒に関する調査として、MLVA(Multiple-Locus Variable-number tandem repeat Analysis)法により41件の検査を行ない国立感染症研究所に報告し、全国規模で情報の共有を行なった。

#### ハ その他の遺伝子解析

各事業で検出したノロウイルス105件、サポウイルス32件、エンテロウイルス32件、アデノウイルス2件、A型肝炎ウイルス及びE型肝炎ウイルス8件、その他のウイルスと細菌等の合計438件について塩基配列を決定し、データベース検索を行った。

#### (11) 温泉保護対策事業

温泉法施行細則第14条に基づき、温泉の適正な利用と衛生指導に資するため、飲用許可を受けている温泉水の細菌検査を4件実施した結果、全て基準に適合していた。

#### (12) 医薬品等検査

医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律に基づき、市販の医薬品等を収去して無菌性能を確認する。令和元年度は、県内製造所の医薬品1件を対象品として検査を実施し、結果は陰性であった。

#### (13) 血清疫学情報センター

感染症に対する県民の免疫度を調査し、疫学情報と併せて解析することにより、感染症発生防止に寄与するため県民の血清等を保管している。今年度は、感染源調査

に用いた豚血清 70 件を追加した。

### 3 厚生労働省委託事業

#### (1) 感染症流行予測事業

日本脳炎感染源調査を実施した（詳細は資料参照）。

##### イ 日本脳炎感染源調査

日本脳炎ウイルスの潜伏度を追跡し、流行を推測する資料を得ることを目的とし、仙南地方で飼育されたブタ（約 6 ヶ月齢）70 頭を対象に血清中の HI 抗体を測定した。

### 4 調査研究

#### (1) 食品に由来する腸内細菌科細菌の薬剤耐性化に関する研究

県内流通食品から検出される腸内細菌科細菌の薬剤耐性化状況を把握することを目的として、収去検査検体及び買上げ検体併せて 2,293 件を対象に検査を行ない、299 件の食品から 319 株の腸内細菌科細菌を分離した。分離した 319 株について 17 種類の感受性ディスクを用いた薬剤感受性試験を行ったところ、283 株が 1 剤以上に耐性を示した。また、CTX, CAZ, IPM に耐性を示した 4 株について  $\beta$ -ラクタマーゼ産生性と耐性遺伝子の確認を行なった結果、*E.coli* 1 株から CIT 型 AmpC  $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子を *Enterobacter cloacae* 1 株から EBC 型 AmpC  $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子を検出したが、他の 2 株については検出されなかった。

#### (2) 宮城県内に生息するマダニの病原体保有状況調査

定点で採取した植生マダニ 103 サンプルについて、形態学的分類及び遺伝子診断検査を実施し、SFTSV 遺伝子は検出されなかった。また、国立感染症研究所で SFTS、北海道大学では TBE の抗体測定方法について研修を受け、当部の検査体制を整えた。研修で得た技術を用い県動物愛護センターおよび動物病院の協力の下、イヌ血清 32 件およびネコの血清 48 件を対象に SFTSV 抗体検査、イヌ血清 18 件およびネコの血清 35 件を対象に TBEV 抗体検査を実施した結果は全て陰性であった。

### 5 厚生労働省科学研究

#### (1) 公衆浴場におけるレジオネラ症対策に資する検査・消毒方法等の衛生管理手法の開発のための研究

国立感染症研究所を中心としたレジオネラ属菌迅速検査法研究グループ及び検査法ワーキンググループに参加した。迅速検査法研究グループでは、浴槽水 35 件について 3 種類の方法（Lysis buffer 法、Lysis buffer v2 法、NucleoSpin Tissue 法）を用いて DNA 抽出を行い、LC EMA-qPCR 法による測定を実施して平板培養法の結果との比較を行った。

#### (2) 食中毒原因ウイルス不活化および高感度検出法に関する研究

県内の下水処理施設で 2 回/月の頻度で採水した試料

16 検体を対象にノロウイルス、サポウイルス、A 型肝炎ウイルス、E 型肝炎ウイルスの遺伝子検出検査を実施した。

#### (3) 感染性推定遺伝子検査法の技術習得の確認試験

事業主体から送付された 18 件を対象に、感染性推定遺伝子検査法を用い、ノロウイルス遺伝子を定量した。

#### (4) ノロウイルスによる健康被害実態および食品寄与率の推計に関する研究

下水検体 50 件を対象にノロウイルス、サポウイルス、A 型肝炎ウイルス、E 型肝炎ウイルスの遺伝子検出検査を実施した。

#### (5) 衛生安全計画に基づいた下水処理放流水質の衛生工学的管理スキームの構築に関する研究

下水検体 30 件を対象にリアルタイム PCR 法でノロウイルス遺伝子の検出を行うとともに、プロセスコントロールとして使用したマウスノロウイルス遺伝子を定量的に検出した。

#### (6) 食品由来薬剤耐性菌のサーベランスのための研究

上記の分担研究である「地研ネットワークを利用した食品およびヒトから分離される、サルモネラ、大腸菌、カンピロバクター等の薬剤耐性の動向調査」に参加した。令和元年度に分離したサルモネラ属菌 34 件についてディスク法を用いた薬剤感受性試験を実施し、また、過去に分離した 2 件について、セフェム系耐性遺伝子検査を行ない、それらの結果を研究分担者に報告した。

#### (7) 食品中の食中毒細菌の制御法の確立のための研究

*Escherichia albertii* の食品汚染の解明のための研究に参加し、収去等食品検体 375 件を対象に分離培養および遺伝子検出を行った。

### 6 その他の研究及び調査

#### 散発サルモネラ感染症由来菌株の疫学調査

市中散発下痢症感染のうちサルモネラ属菌分離株 40 株の分与を受け、サルモネラの血清型を決定するとともに薬剤感受性試験を行った。

### 7 研修等

部局及び部内研修の他に、微生物技術研修、みやぎ出前講座、インターンシップなど対外的な研修を行った。

#### (1) 部局研修

部内 5 名に対し、広域的な感染症・食中毒の調査のために新たに導入された腸管出血性大腸菌遺伝子の MLVA 解析技術についての研修を行い、検査法の習得を図った。

#### (2) 部内研修

部内の新任職員に対し、腸炎ビブリオ、病原大腸菌、サルモネラ属菌等 7 種類の食中毒原因微生物の研修を実施し、検査技術の向上を図った。



## 8 検査の精度管理及び信頼性確保

食品衛生法及び感染症法に基づく検査精度の保証と信頼性を確保する目的で、民間及び地方衛生研究所全国協

議会が実施する外部精度管理（43件）、内部精度管理（7件）及び信頼性確保試験（5件）を実施した。

表1 微生物部の事業概要

分類	業 務 名	件数	データ数
1 一般依頼検査	クリプトスポリジウム等検査	23	46
	小計	23	46
2 行政検査	(1)食品営業施設取締指導事業 取去検査（細菌検査）	1,187	2,895
	(2)食中毒防止総合対策事業 食中毒検査 腸炎ビブリオ食中毒注意報・警報発令による予防啓発	241 19	3,479 19
	(3)環境衛生監視指導事業 公衆浴場浴槽水水質検査（細菌検査）	128	256
	(4)食品検査対策事業 規格検査 残留抗生物質検査 特殊細菌検査	6 8 18	12 8 28
	(5)魚介類調査事業 ノロウイルス実態調査	77	231
	(6)感染症発生対策事業 イ 3類感染症 ロ 4類感染症 ハ 5類感染症 ニ 指定感染症	222 18 254 198	222 22 801 332
	(7)結核・感染症発生動向調査事業	128	656
	(8)宮城県結核・感染症情報センター業務	64	64
	(9)結核対策推進事業 イ 結核菌検査 ロ QFT検査	3 263	9 263
	(10)遺伝子解析事業 イ 結核関連 ロ-1 細菌関連 ロ-2 MLVA法による検査 ハ ウイルス・その他関連	71 75 41 438	71 75 82 940
	(11)温泉保護対策事業	4	8
	(12)医薬品等検査	1	1
	(13)血清疫学情報センター	0	0
	小計	3,464	10,474
3 厚生労働省委託事業	感染症流行予測調査 イ 麻疹感受性調査 ロ 風疹感受性調査 ハ 日本脳炎感染源調査	0 0 70	0 0 70
	小計	70	70
4 調査研究	経常研究 (1)食品に由来する腸内細菌科細菌の薬剤耐性化に関する研究 (2)宮城県内に生息するマダニの病原体保有状況調査	59 183	92 236
	小計	242	328
5 厚生労働科学研究	(1)公衆浴場等施設の衛生管理におけるレジオネラ症対策に関する研究 (2)食中毒原因ウイルス不活化および高感度検出法に関する研究 (3)感染性推定遺伝子検査法の技術習得の確認試験 (4)ノロウイルスによる健康被害実態および食品寄与率の推計に関する研究 (5)衛生安全計画に基づいた下水処理放流水質の衛生工学的管理スキームの構築に関する研究 (6)食品由来薬剤耐性菌のサーベランスのための研究 (6)食品中の食中毒細菌の制御法の確立のための研究	35 16 18 50 30 36 375	117 80 18 250 90 36 750
	小計	560	1,341
6 その他の研究及び調査	(1)散発サルモネラ感染症由来分離株の疫学調査	40	160
	小計	40	160
7 研修等 <sup>注1)</sup>	(1)部局研修「腸管出血性大腸菌遺伝子のMLVA解析技術の習得」 (2)部内研修（新人新任研修等） (3)微生物検査技術研修 (4)みやぎ出前講座等 (5)インターンシップ等	1 6 1 1 4	5 12 3 40 10
	小計	13	70
8 精度管理及び信頼性確保 <sup>注2)</sup> (GLP)	(1)外部精度管理 (2)内部精度管理 (3)病原体等検査信頼性確保試験	43 7 5	58 25 5
	小計	55	88
	合計	4,467	12,577

注1)「7 研修」の件数は回数、データ数は実施者数又は受講者数を示した。

注2)「8 精度管理及び信頼性確保」の件数は対象項目数、データ数は実施数を示した。

## 3 生活化学部

令和元年度に実施した主な業務は、食品、医薬品、浴槽水及び家庭用品に関する行政検査、食品及び水道水等に関する放射性物質の測定業務、及びこれらに関する調査研究である。

また、厚生労働科学研究である「室内環境における揮発性有機化合物の多経路暴露評価に関する研究」に参加するとともに、分析精度の確保を図るため（一財）食品薬品安全センター及び地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部地域保健総合推進事業の精度管理事業に参加した。

### 1 行政検査

#### (1) 一般食品収去検査

食品衛生法第 24 条及び 28 条に基づき収去した県内で製造・加工された食品や広域流通する食品中の添加物等及び乳類等の規格基準等検査を行った。

流通食品 403 件の理化学検査を実施した結果、魚介類乾製品 1 件から基準値を超えるソルビン酸を検出した。

#### (2) その他の食品検査

食品の安全性を確保するため、残留農薬検査、残留動物用医薬品検査、食品のアレルギー物質検査、輸入食品中の指定外添加物検査及び有害化学物質等による食品汚染状況調査を行った。

検査項目及び件数は、残留農薬検査 82 件、落花生中のアフラトキシン検査 4 件、残留動物用医薬品検査 10 件、食品中のアレルギー物質検査 40 件、魚介類加工品のヒスタミン検査 12 件、輸入食品中の食品添加物検査 26 件であった。その結果、残留農薬、アフラトキシン、残留動物性医薬品、輸入食品中の食品添加物の各検査項目については基準値に適合していた。また、それ以外の項目についても品質及び安全性に問題のないことを確認した。

#### (3) 食中毒関連検査

食品衛生法第 58 条に基づき、食中毒原因究明のため 3 事例、14 件の検査（関連調査を含む）を実施した。その内訳はフグ 10 件、ツキヨタケ 3 件、ツブ貝 1 件で、検査の結果、ツキヨタケからイルジン S、ツブ貝からテトラミンの原因毒成分をそれぞれ検出した。

#### (4) 公衆浴場等浴槽水検査

公衆浴場及び旅館等の衛生指導に資するため、県内の浴槽水等の検査を行い、浴槽水 51 件、上がり用水 18 件を検査した結果、過マンガン酸カリウム消費量で 1 件、濁度及び色度で 1 件基準値を超過した。

#### (5) 家庭用品検査

栗原保健所、登米保健所、気仙沼保健所管内において繊維製品（出生後 24 月以下の乳幼児用を含む）40 検体を試買し、ホルムアルデヒドの検査をした結果、すべて基準に適合していた。

#### (6) 放射性物質検査

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う、県内流通

加工食品等の放射性物質の汚染状況を把握するため、流通加工食品 288 件の検査を行った結果、全て基準に適合した。その他水道水、浄水発生土等の検体として 110 件、港湾海水 62 件、海水浴場水 18 件、プール水 26 件の検査を行った。

#### (7) 医薬品等検査

不良医薬品等及び不良医療機器の製造並びに流通を防止するため、県内で製造された医薬品 1 件について規格試験を実施した結果、基準に適合していた。

指定薬物検査は、検体が入手できず実施されなかった。

### 2 調査研究

#### (1) 県内における水銀の環境・人体の汚染状況調査（プロジェクト研究）

県内における水銀の影響を調べるプロジェクト研究項目のうち、県内に流通する魚介類に含まれる水銀濃度を調査した。また、水銀暴露の指標とされる毛髪総水銀濃度を測定した。

県内に流通する魚介類 4 種 29 検体、魚介類加工品 7 原料魚種 12 検体について調査し、規制対象ではない魚種から暫定的規制値を超える濃度が検出されたが、その濃度は通常一般的な摂食を通して健康への影響が懸念されるレベルではないことを確認した。また、測定した毛髪中の水銀濃度は、これまでの報告例と同等の平均的なレベルであった。

#### (2) 畜産食品に残留する農薬の分析法の検討

危機管理を目的として、幅広い食品群に適応性を有する、畜産加工品を対象とした残留農薬一斉分析法の確立を目指し、検討した分析法で、畜肉を試料として、119 農薬について妥当性評価を行った結果、良好な結果を得られた。

また、畜肉を主原料とする加工食品についても分析可能なことを確認した。

#### (3) 高等植物による食中毒における原因物質検出法に関する研究

過去に食中毒発生件数の多い高等植物を対象とし、その調理品に含まれる植物性自然毒成分について多成分一斉分析法を検討し、植物性自然毒 14 成分の迅速な一斉分析法を確立した。

また、有毒植物 4 種の調理品について、本分析法を用い毒成分の分離及び定性が可能であることを確認し、食中毒発生時において有効な原因追及の手段となることを証明した。

#### (4) 県内に流通する農作物中のネオニコチノイド農薬の実態調査

国内で汎用されているネオニコチノイド農薬について流通している農作物中の残留状況を調査するため、ネオニコチノイド農薬 10 種（代謝物を含む）の一斉分析法を検討した。

検討した一斉分析法で、ほうれんそう、ミニトマト、

キャベツ，ぶどうを試料とした添加回収試験で良好な結果を得た。

### 3 厚生労働科学研究（協力参加）

#### (1) 室内空気環境汚染実態調査

国立医薬品食品衛生研究所が厚生労働科学研究費で実施する「室内環境における準揮発性有機化合物の多経路暴露評価に関する研究」に参加した。

当部職員のうち4家庭において，室内のフタル酸エステル類のサンプリングを24時間実施し，国立医薬品食品衛生研究所に送付した。

### 4 宮城県公衆衛生研究振興基金研究助成

#### (1) 麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニの加熱加工による減毒効果について

麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニについて，加熱処理による除毒効果を検証した。蒸し加工と茹で加工に寄る加熱処理後の残存毒量は，いずれの処理においても除毒効果が認められたが，一部の毒成分はほぼ残存していた。また，消失した毒成分は調理水中に移行することなく失活していた。

トゲクリガニの加熱処理は除毒にある程度有効であ

ることがわかった。

### 5 食品等検査の業務管理

#### (1) 検査業務の精度管理

内部精度管理の実施及び外部精度管理調査への参加により，検査の信頼性及び検査精度の確保を図った。

外部精度管理については，シロップのソルビン酸，かぼちゃペースト中の卵（アレルギー物質），かぼちゃペースト中の残留農薬，ベビーフード及びこしあん中の小麦（アレルギー物質），豚肉（もも）ペースト中のスルファジミジン，あん類の着色料について分析を実施し，（一財）食品薬品安全センターに報告した。

また，地方衛生研究所全国協議会北海道・東北・新潟支部地域保健総合推進事業精度管理事業に参加し，ニラ及びスイセンのリコリン及びガラタミンについて分析し，担当衛生研究所長宛て報告した。

外部精度管理結果はいずれも良好であった。

内部精度管理については，添加物等食品収去検査で実施する検査対象11項目及び残留農薬，残留動物用医薬品，水銀検査について実施し，検査精度の確保を図った。

表1 生活化学部の事業内容

	事業名	件数	延べ項目数	備考
1 行政検査	(1) 一般食品等取去検査 取去検査（理化学検査）	403	747	Ⅲ資料参照
	(2) その他の食品検査			
	イ 残留農薬	82	8,380	Ⅲ資料参照
	ロ 落花生中のアフラトキシン	4	4	＃
	ハ 残留動物用医薬品	10	290	＃
	ニ アレルギー物質	40	40	＃
	ホ 輸入食品中の食品添加物	26	38	＃
	ヘ 水銀	8	8	＃
	ト ヒスタミン	12	12	＃
	小 計	182	8,772	
	(3) 食中毒関連検査			
	イ フグ	10	10	Ⅲ資料参照
	ロ ツキヨタケ	3	3	＃
	ハ ツブ貝	1	1	＃
(4) 医薬品等検査 医薬品（メトホルミン塩酸塩錠）	1	1	Ⅲ資料参照	
(5) 公衆浴場等浴槽水検査 浴槽水水質検査（理化学検査）	69	174	Ⅲ資料参照	
(6) 家庭用品検査 ホルムアルデヒド	40	40	Ⅲ資料参照	
(7) 放射性物質検査				
イ 流通加工食品検査	288	288	Ⅲ資料参照	
ロ 水道水・工業用水・発生土・原水	110	110	＃	
ハ 港湾海水	62	62	＃	
ニ プール水	26	26	＃	
ホ 海水浴場水	18	18	＃	
小 計	504	504		
合 計	1,213	10,252		
2 調査研究	(1) 経常研究 イ 畜産食品に残留する農薬の分析 ロ 高等植物による食中毒における原因物質検出法に関する研究 ハ 県内に流通する農作物中のネオニコチノイド農薬の実態調査			
	(2) プロジェクト研究 県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査			
3 厚生労働科学研究	(1) 室内空気環境汚染実態調査		1家庭で実施	
4 その他	(1) 自主排水検査（シマジン、チオベンカルブ、チウラム）	24	72	

## 4 大 気 環 境 部

令和元年度に大気環境部が実施した主な業務は、大気汚染の常時監視、工場事業場ばい煙検査、騒音、振動及び悪臭の測定、各種実態調査及び調査研究である。その内容をそれぞれ表 1 及び表 2 に示した。

また、検査業務精度管理の一環として、第三者機関が行う精度管理に関する調査に参加するとともに、自ら行う内部精度管理を実施した。

**表 1 大気関係業務内容**

分 類	業 務 名
一 般 業 務	(1) 大気汚染の常時監視 (2) 大気汚染緊急時対策 (3) 微小粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> ) 対策 (4) 工場・事業場ばい煙検査 (5) 有害大気汚染物質モニタリング調査 (6) 大気ダイオキシン類調査 (7) 環境大気中アスベスト調査
調 査 研 究	(1) 宮城県における PM <sub>2.5</sub> 中のレボグルコサン及び有機酸の解析 (2) 県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査 (プロジェクト研究)
環 境 省 委 託 調 査	(1) 酸性雨モニタリング調査 (2) 化学物質環境実態調査

**表 2 騒音・振動・悪臭関係業務内容**

分 類	業 務 名
一 般 業 務	(1) 航空機騒音調査 (2) 自動車交通騒音調査 (3) 東北新幹線鉄道騒音調査 (4) 東北新幹線鉄道振動調査 (5) 騒音・振動苦情対応調査 (6) 工場・事業場悪臭検査

### 【大気関係】

#### 1 一般業務

##### (1) 大気汚染の常時監視

大気汚染防止法第 22 条に基づき、仙台市内を除く県内 17 か所の一般環境大気測定局及び 3 か所の自動車排出ガス測定局(以下「自排局」という。)により、表 3 のとおり大気環境の汚染状況を常時監視した。また、宮城県大規模発生源常時監視要綱及び公害防止協定に基づき、11 か所の協定締結工場(大規模発生源事業場)から排出される大気汚染物質の排出量を常時監視し、協定値遵守状況を確認した。これら監視データの信頼性を確保するため、各測定局舎及び測定機器の維持・管理を行ったほか、機器の日常的な保守点検が適正に行われるよう委託業者に対し指導、監督を行った。

なお、県民の大気汚染による健康被害を防止する観点から、監視データの速報値を当センターのホームページ上で公開している。

令和元年度の本県の大気汚染の状況は表 3 に示すとおりであり、

二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)は、長期的評価では有効測定局数 8 局、短期的評価では有効測定局数 10 局すべてで環境基準を達成した。一酸化炭素(CO)は、長期的評価及び短期的評価のいずれにおいても有効測定局数 2 局で環境基準を達成した。浮遊粒子状物質(SPM)は、長期的評価では有効測定局数 18 局、短期的評価では有効測定局数 20 局すべてで環境基準を達成した。微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)は、有効測定局数 11 局すべてで長期的評価による環境基準を達成した。二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)は、有効測定局数 18 局すべてで環境基準を達成した。

一方、光化学オキシダント(Ox)については、令和元年 12 月 1 日から測定を開始した石巻西局を除く全局で環境基準を達成しなかった。

**表 3 環境基準達成状況**

【一般環境大気測定局】

測定局名	測 定 項 目								O <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>
	SO <sub>2</sub>		CO		SPM		PM <sub>2.5</sub>			
	長期的評価	短期的評価	長期的評価	短期的評価	長期的評価	短期的評価	長期的評価 長期基準	短期的評価 短期基準		
利 府					○	○			×	○
塩 釜	○	○			○	○	○	○	×	○
岩 沼	○	○			○	○	○	○	×	○
柴 田	○	○			○	○			×	○
白 石					○	○	○	○	×	○
丸 森	○	○			○	○	—	—	×	○
山 元	○	○			○	○			×	○
石 巻	—	○			—	○	—	—	×	—
石巻西	—	○			—	○	—	—	○	—
矢本 2					○	○	○	○	×	○
松 島					○	○			×	○
大 和					○	○	○	○	×	○
国設麓岳	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
気仙沼	○	○			○	○	○	○	×	○
追					○	○	○	○	×	○
築 館					○	○	○	○	×	○
古川 2	○	○			○	○	○	○	×	○
測定局数	10	10	1	1	17	17	13	13	17	17
有効測定局数	8	10	1	1	15	17	10	10	17	15
達成測定局数	8	10	1	1	15	17	10	10	1	15
達成率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	5.9	100

【自動車排出ガス測定局】

測定局名	測 定 項 目								O <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>
	SO <sub>2</sub>		CO		SPM		PM <sub>2.5</sub>			
	長期的評価	短期的評価	長期的評価	短期的評価	長期的評価	短期的評価	長期基準	短期基準		
塩釜自排			○	○	○	○				○
名取自排					○	○	○	○		○
古川自排					○	○				○
測定局数	0	0	1	1	3	3	1	1	0	3
有効測定局数	-	-	1	1	3	3	1	1	-	3
達成測定局数	-	-	1	1	3	3	1	1	-	3
達成率 (%)	-	-	100	100	100	100	100	100	-	100

※ 評価欄中、○は環境基準の達成を、×は環境基準の非達成を、—は欠測等により有効測定時間数に満たないため評価対象外であることを示す。

(2) 大気汚染緊急時対策

イ 光化学オキシダント高濃度対応

仙台市内を除く県内の大気汚染測定局16局においてオキシダント濃度を連続で測定し、オキシダント濃度の推移を監視した。

特に、高濃度が出現しやすい春から秋の期間においては、仙台管区気象台と気象に関する情報交換を行い、光化学オキシダント濃度を予測する体制としている。

オキシダント濃度が県民等へ緊急時を知らせる注意報発令基準に達した場合には、大気汚染常時監視システムにより担当職員へ通報され、環境対策課と連携して県民への外出自粛要請及び緊急時協力工場に対して燃料使用量の削減等の協力要請を行うこととしている。

なお、その手順を確認するため、保健所、市町村等の関係機関及び協力工場51事業所が参加して、緊急時注意報等の発令に係る通信連絡訓練を平成31年4月11日に実施した。

令和元年度は、光化学オキシダントによる大気汚染の注意報を発令する濃度である0.12ppmを超過するオキシダント濃度は観測されなかった。また、4月1日から9月30日までの期間に、いずれかの測定点(仙台市測定点を含む)で環境基準0.060ppmを超過した日数は68日(平成30年度58日)で、過去5年間では2番目に多い日数であった。

ロ 微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)高濃度時対応

平成30年度までの12局に加え、令和元年度には丸森局に自動測定器を整備し、計13局で連続測定を行い、PM<sub>2.5</sub>濃度の推移を監視した。測定結果は表3のとおりである。

高濃度のPM<sub>2.5</sub>が観測された場合は、大気汚染常時監視システムにより担当職員へ通報され、健康被害を未然に防止するため、「PM<sub>2.5</sub>高濃度時の宮城県における当面の対応について」(平成27年12月9日付で一部改訂)に基づき、環境対策課と連携して県民へ注意喚起することとしている。

(3) 微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)対策

名取自排局と石巻局において、季節毎に年4回、2週間ずつ120検体のサンプリングを行い、表4のとおり4項目について成分分析を実施した。

表4 PM<sub>2.5</sub>成分分析検査件数

項目	測定件数
質量濃度	120
イオン成分(8物質)	120
無機元素成分(29物質)	120
炭素成分	114 (サンプ不具合のため、冬季6件欠測)

質量濃度は、名取自排局が2.0~24.9 µg/m<sup>3</sup>・日、石巻局が0.8~25.7 µg/m<sup>3</sup>・日であり、年平均値は名取自排局が9.1 µg/m<sup>3</sup>、石巻局が9.6 µg/m<sup>3</sup>であった。

(4) 工場・事業場ばい煙検査

大気汚染防止法で定められたばい煙発生施設の煙道排出ガス濃度測定を実施した。

対象施設、測定項目は表5、表6のとおりで、12施設、延べ29件の検査を行い、全ての施設で基準を満たしていた。

表5 煙道検査施設数

施設の種類	検査施設数
廃棄物焼却炉	10
金属溶解炉	1
乾燥炉	1
合計	12

表6 煙道等測定件数

測定項目	測定件数
窒素酸化物	6
塩化水素	5
ばいじん	6
硫黄酸化物	6
全水銀	6
合計	29

(5) 大気汚染物質モニタリング調査

大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染状況の常時監視に関する事務処理基準に係る優先取組物質のうち21物質について、県内3地点(名取自排局、塩釜局及び大河原合同庁舎)において毎月1回調査を行った(表7)。

環境基準が定められている物質については、すべての地点で環境基準を達成した。その他の物質の平均値は、前年度年平均値と比較し、概ね横ばいであった。

表7 有害大気汚染物質測定件数

測定物質	測定件数	
アクリロニトリル	ベンゼン	各物質 36件
アセトアルデヒド	ベンゾ[a]ピレン	
塩化ビニルモノマー	ホルムアルデヒド	
塩化メチル	酸化エチレン	
クロロホルム	ニッケル化合物	
1,2-ジクロロエタン	ヒ素及びその化合物	
ジクロロメタン	ベリリウム及びその化合物	
テトラクロロエチレン	マンガン及びその化合物	
トリクロロエチレン	クロム及びその化合物	
トルエン	水銀及びその化合物	
1,3-ブタジエン		
合計	756	

(6) 大気ダイオキシン類調査

ダイオキシン類対策特別措置法第26条の規定に基づく大気ダイオキシン類汚染状況の常時監視に関する事務処理基準により、県内5地点(大河原合同庁舎、塩竈市役所、石巻合同庁舎、栗原合同庁舎、大崎合同庁舎)にお

いて年2回ダイオキシン類調査を実施した結果、すべての地点で環境基準を達成した。

### (7) 環境大気中アスベスト調査

一般環境におけるアスベストの汚染状況を把握するため、表8のとおり県内3地点（名取自排局、大崎広域水道事務所及び互理町蕨公会堂）において総繊維数濃度の測定を行った。測定結果は、いずれの地点も1 f/L未満であった。

表8 アスベスト調査測定件数

測定地点区分（該当地域）	測定件数
一般環境（幹線道路沿線地域）	2
一般環境バックグラウンド（内陸山間地域）	2
一般環境バックグラウンド（農業地域）	2
合計	6

## 2 調査研究

### (1) 宮城県における微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)中のレボグルコサン及び有機酸の解析

PM<sub>2.5</sub>の詳細な発生源の推測や寄与割合の把握のため、平成28年度から分析を行っているレボグルコサンの他に、植物由来であるピノン酸、光化学反応由来のコハク酸を対象物質に追加し、これら3物質の同時分析が可能となる一斉分析法の検討を行った。

また、石巻地区のバイオマス混焼の火力発電所の稼働前後（平成29年9月～令和2年3月）に、周辺地域に定点を設置し、試料採取を行い、バイオマス燃焼時の指標となるレボグルコサン濃度を測定した。その結果、発電所稼働後に、レボグルコサン濃度が高値となった検体があり、局所的な汚染影響も疑われたが、発電所の運転状況に特に大きな変動がない一方で、当該試料採取期間中、県内大気汚染常時監視データによるPM<sub>2.5</sub>は県北部の測定局で全体的に高く推移しており、また、測定期間中は北西寄りの風で風速が1～9 m/sであったことから、レボグルコサン濃度の高値は、県北部からの広域的な影響による可能性が考えられた。

### (2) 県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査（プロジェクト研究）

県内4地点において四半期毎に環境大気中水銀濃度測定を実施した（表9）。調査結果は1.3 ng/m<sup>3</sup>～1.5 ng/m<sup>3</sup>の濃度範囲で推移しており、毎月実施している有害大気汚染物質モニタリング測定結果と同程度の濃度レベルであった。

表9 水銀濃度測定件数

項目	地点	測定件数
環境大気中水銀	4	16

## 3 環境省委託調査

### (1) 酸性雨モニタリング調査

国内における降水の実態把握、長距離輸送の機構解明及び生態系影響の監視等を目的として設置した国設大気環境測定所（国設笠岳局）において、表10のとおり降水を採取し分析を行った。降水のpHの年平均値は5.03で、前年度（5.14）からほぼ横ばいであった。

表10 酸性雨調査測定件数

項目	測定件数
pH	45
EC	45
陰イオン（3物質）	141
陽イオン（5物質）	235
合計	466

### (2) 化学物質環境実態調査

POPs条約及び化学物質審査規制法第1,2種特定化学物質に指定されている物質等の環境実態を経年的に把握するため、モニタリング調査（大気系）を当センター屋上で実施した。調査は10月に実施し、12物質群48物質（表11）を対象として、計1検体1週間連続採取（ヘキサクロブタ-1,3-ジエンは連続した3日間採取）を行い、採取した試料は環境省が指定した分析機関へ送付した。

表11 化学物質環境実態調査内容

調査名	件数	測定項目	物質群数
モニタリング調査	1	PCB類、HCB（ヘキサクロロベンゼン）、HCH（ヘキサクロロシクロヘキサン）類、ポリプロモジフェニルエーテル類、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、ペルフルオロオクタン酸（PFOA）、ペンタクロロベンゼン、ポリ塩化ナフタレン（総量、1～8塩化物の同族体）、ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類、ヘキサクロブタ-1,3-ジエン、短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）、ジコホル	12

## 【騒音・振動・悪臭関係】

### 1 一般業務

#### (1) 航空機騒音調査

航空機騒音に係る環境基準の達成状況等を把握するため、仙台空港及び航空自衛隊松島飛行場の周辺地域において表12のとおり測定調査を実施した。

環境基準の類型指定地域内の測定地点については、通年測定地点及び短期測定地点のいずれの地点においても環境基準を達成した。



表 1 2 航空機騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
通年測定地点	6	2,187	延べ測定日数
短期測定地点	14	168	1週間4地点 2週間10地点
合計	20	2,355	

## (2) 自動車交通騒音調査

自動車交通騒音の実態を把握するため、東北自動車道、山形自動車道及び三陸自動車道の沿道等において表 13 のとおり測定調査を実施した。

測定の結果、等価騒音レベル( $L_{Aeq}$ )の最も高い地点は、昼間が東北自動車道の村田町で 65dB、夜間も同じく村田町で 63dB であった。

また、幹線道路沿道における環境基準の達成状況を把握するため、自動車騒音面的評価システムを用いて沿線 50m 区間の住宅における自動車騒音を予測し、環境基準の達成状況を調査した結果、106 評価区間 9,527 戸のうち昼夜間とも環境基準値以下だった戸数は 8,718 戸 (91.5%) であり、昼夜間とも環境基準値を超過していたのは 420 戸 (4.4%) であった。なお、調査は、常時監視業務が移譲された県内全市及び東日本大震災で被災し居住実態が見られない評価区間を除いて行った。

表 1 3 自動車交通騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
高速道路	4	4,032	10分間隔7日間連続

## (3) 東北新幹線鉄道騒音調査

新幹線鉄道騒音に係る環境基準の達成状況等を把握するため、東北新幹線鉄道沿線において表 14 のとおり測定調査を実施した結果、環境基準 (I 類型 : 70dB, II 類型 : 75dB) の達成率は 18% であった。

表 1 4 東北新幹線鉄道騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
騒音	22	440	延べ測定車両本数 (1地域2地点測定)

## (4) 東北新幹線鉄道振動調査

新幹線鉄道振動に係る環境保全対策指針値の達成状況を把握するため、東北新幹線鉄道沿線で表 15 のとおり測定調査を実施した結果、全測定地点で指針値 (70dB) を達成した。

表 1 5 東北新幹線鉄道振動測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
振動	11	220	延べ測定車両本数

## (5) 騒音・振動苦情対応調査

保健所及び市町村等が行う騒音・振動に伴う苦情処理のため、表 18 のとおり原因調査を実施した。

名取市での新幹線鉄道に係る苦情については、低周波

音、騒音及び振動レベルを測定した。

大崎市での新幹線鉄道に係る苦情については、騒音及び振動レベルを測定した。

表 1 6 騒音・振動苦情対応測定件数

実施地域	測定地点	測定件数	備考
名取市	低周波音 (2) 騒音 (2) 振動レベル (1)	5	新幹線鉄道 低周波音、 騒音、振動レベル
大崎市	騒音 (1) 振動レベル (1)	2	新幹線鉄道 騒音、振動レベル

## (6) 工場・事業場悪臭立入検査

公害防止条例に基づく悪臭に係る規制基準の適合状況を把握するため、強制発酵施設を対象に表 17 のとおり悪臭調査を実施した結果、3 施設各 2 地点から採取した試料計 6 件で基準を超過した。

表 1 7 工場等の検査状況

業種	施設数	検査件数
強制発酵施設	4	8

## 【環境測定の業務管理】

## 1 検査業務の精度管理

## (1) 外部精度管理

国設局降水分析担当機関を対象とした機関間比較調査に参加し、模擬降水試料中の 10 項目 (pH, 電気伝導率, 硫酸イオン, 硝酸イオン, 塩化物イオン, アンモニウムイオン, ナトリウムイオン, カリウムイオン, カルシウムイオン, マグネシウムイオン) について分析を実施し、(一財) 日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センターへ結果を報告した。いずれの測定項目においても良好な精度であった。

## (2) 内部精度管理

測定担当者の技術水準の確保及び測定の正確さと精度を保持するため、悪臭測定 (臭気指数) では標準臭気 (酢酸エチル) の繰り返し試験, 煙道排ガス濃度測定では SO<sub>2</sub> 濃度及び HCl 濃度の繰り返し試験, アスベスト測定では精度管理用スライドを用いた総繊維計数を実施した。いずれの測定項目においても良好な精度であった。

## 5 水 環 境 部

令和元年度に水環境部が実施した主な業務は、公共用水域・地下水の監視測定、廃棄物処理施設放流水等調査、工場・事業場の排水測定、ダイオキシン類対策事業、水質保全に係る調査研究等である。また、分析精度の確保の一環として、民間の分析機器メーカー（ビーエルテック（株））が実施する技能試験に参加した。

なお、令和元年度の事業別調査件数等を表 1 に示した。

### 1 一般業務

#### (1) 公共用水域水質監視測定

##### イ 目的

水質汚濁防止法第 15 条の規定に基づき、公共用水域の水質汚濁状況を把握し、生活環境の保全・向上を図る。

##### ロ 実績

海域の健康項目に関し分析を実施した。また、委託業務の管理体制調査として全窒素、全燐についてクロスチェックを行った。

#### (2) 地下水水質監視測定

##### イ 目的

水質汚濁防止法第 15 条の規定に基づき、地下水の汚染状況を把握するために水質調査を行う。

##### ロ 実績

新たな調査地点で実施する概況調査を計 9 地点、過去に環境基準値を超過した地点で実施する継続調査を計 22 地点で行った。継続調査では、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が 3 地点、砒素が 5 地点、テトラクロロエチレンが 4 地点、ふっ素が 1 地点で基準値を超過した。概況調査では、砒素が 2 地点、ふっ素が 1 地点で基準値を超過した。

#### (3) 廃棄物処理施設調査

##### イ 目的

廃棄物の処理及び清掃に関する法律第 8 条の 2 の 2 及び第 15 条の 2 の 2 の規定により、一般廃棄物及び産業廃棄物最終処分場の維持管理状況を把握するため、放流水等の検査を実施する。

##### ロ 実績

一般廃棄物最終処分場 11 施設及び産業廃棄物最終処分場 8 施設に係る放流水等の検査を実施した。

廃棄物処分場に係る技術上の基準を超過した施設はなかった。

#### (4) 竹の内地区最終処分場モニタリング調査

##### イ 目的

竹の内地区最終処分場の周辺環境に対する影響を把握するため、モニタリング調査を実施する。

##### ロ 実績

##### 1) 定期モニタリング調査

竹の内地区最終処分場のガス抜き管調査（発生ガス及び浸透水水質調査）を月 1 回、年 12 回実施し、浸透水等

の分析を行った。

##### 2) バイオモニタリング調査

処分場からの放流水に係る周辺環境への影響を確認するため、魚類（アカヒレ）を用いた水質毒性（水族環境診断法：AOD）試験を年 4 回実施した。

##### (5) ダイオキシン類対策事業

##### イ 目的

廃棄物の処理及び清掃に関する法律第 8 条の 2 の 2 及び第 15 条の 2 の 2 の規定及びダイオキシン類対策特別措置法第 20 条及び第 26 条の規定に基づき、ダイオキシン類対策の促進に資するため、ダイオキシン類の検査を実施する。

##### ロ 実績

令和元年度は環境水、環境大気、煙道排ガス、特定施設排水、特定施設排ガス及び竹の内地区最終処分場調査における水試料（放流水、地下水、浸透水）の検査を実施した。環境水は 2 地点で環境基準を超過し、竹の内地区最終処分場調査における水試料は 1 地点の浸透水と 1 地点の周辺地下水で指標値（環境基準）を超過した。

##### (6) 工場・事業場の排水規制

##### イ 目的

保健所等が、水質汚濁防止法第 22 条の規定及び公害防止条例、公害防止協定に基づき、立入検査した際に採取した工場・事業場排水を分析する。

##### ロ 実績

排水基準が適用される特定事業場の排水では、pH が 8 事業場、BOD が 3 事業場、浮遊物質量が 1 事業場で基準値を超過した。

##### (7) 松島湾リフレッシュ事業環境改善効果評価調査

##### イ 目的

「松島湾リフレッシュマスタープラン」に基づき実施された浚渫・覆砂・下水道整備等の対策について、水質改善効果の検証等を行う。

##### ロ 実績

松島湾内定点 8 地点において採水分析を行い、リフレッシュ事業による水質改善効果を、水質の経年変化から把握するとともに、流入負荷を削減する基礎資料を得た。

##### (8) 釜房ダム水質保全事業

##### イ 目的

釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画に基づき、水質保全対策を行うため水質調査を行う。

##### ロ 実績

釜房ダム上流の養魚場の調査を実施し、富栄養化の原因となる窒素及びりん負荷等を把握した。

##### (9) 緊急時等環境調査

##### イ 目的

魚類へい死・油流出事故などの発生時における実態把

握、原因究明等の行政上必要な水質等の調査を行う。

#### □ 実績

仙南保健所管内のため池で1件、塩釜保健所岩沼支所管内の河川で1件の魚類斃死事故が発生したため、水質調査を行った結果、前者では、水質がpH11以上であり、後者では、水中の残留塩素が10mg/Lであることが原因であったと推察された。

廃棄物不適正処理事案については、塩釜保健所管内で1件の周辺地下水の調査を行った。

その他としては、大崎保健所管内において、台風による油流出被害に関する水質調査を1件、事業場の周辺地下水の調査を行った。

#### (10) 伊豆沼・内沼自然再生事業

##### イ 目的

水質汚濁と生態系の攪乱の進む伊豆沼・内沼において、自然再生計画の策定を実施するにあたりその骨格となる水質の改善手法を具体的に提示する。

##### □ 実績

伊豆沼の水質改善のため、流入負荷量調査と沼に繁茂するハスの水質に与える影響の調査を行った。

#### (11) 化学物質環境汚染実態調査

##### イ 目的

化学物質の環境中における残留性及びその経年的な汚染実態を把握するため、モニタリング調査及び初期・詳細環境調査を実施する。

##### □ 実績

モニタリング調査については、POPs等を対象として松島湾の定点において環境試料を採取し、検体を指定分析機関に送付した。また、初期・詳細環境調査ではアゾキシストロビン等を対象として迫川二ツ屋橋及び白石川さくら歩道橋において水試料を採取し、指定分析機関に送付し、一般項目を当県において分析した。

#### (12) 循環型社会システム構築大学連携事業

##### イ 目的

宮城県循環型社会形成推進計画（第2期／平成27年3月に策定）における基本方針（「循環型社会を支える基盤の充実」、「循環資源の3R」等）に基づく施策の一環で、大学等との連携により食品廃棄物、動植物性残さ及び汚泥等のリサイクルシステム構築に向けた各種検討や取り組みを実施することとしている。そのシステムを構築する上で産生する再生材（肥料等）について安全性確認のため重金属等の含有試験を実施する。

##### □ 実績

食品廃棄物等の発酵堆肥化施設における消化液等の生成物に関する分析方法等について検討を行い、消化液に関する有害金属（ヒ素、カドミウム、水銀、ニッケル、クロム及び全燐）の含有試験を行った。

## 2 調査研究

### (1) 県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査（プロジェクト研究）

#### イ 目的

近年、世界的な汚染が深刻な問題となっている水銀について、一般環境中の濃度を測定し、発生源周辺での影響等を含めた県内への影響を総合的に調査するもの。

#### □ 実績

県内4地点（昔川橋、新田大橋、大橋、愛宕橋）において、四半期毎に水質と底質の水銀濃度測定を実施した結果、水質の総水銀濃度は年間を通して全て定量下限値未満であった。

底質については暫定除去基準値未満（25mg/kg）より大幅に低く、年間を通して同程度であった。

県内全域の状況を確認するため、10月に8地点（西前橋、下志田橋、定川大橋、明神橋、旧多賀城堰、毘沙門橋、矢ノ目橋、伊豆沼出口）の調査を実施した結果、底質の暫定除去基準値未満であった。

底質の総水銀濃度が他地点よりも高い値であった伊豆沼、定川大橋、蛇田新橋及び分派水門で追加調査を行ったところ、伊豆沼、定川大橋及び分派水門の周辺においては総水銀濃度が低く、蛇田新橋周辺は同程度であった。泥の堆積しやすい場所で総水銀濃度が高くなる傾向であるが、発生原因は不明であった。

## 3 検査業務の精度管理

#### イ 目的

GLPに基づく業務管理の一環として外部精度管理に参加することにより、検査の信頼性及び検査精度の確保を図る。

#### □ 実績

一般財団法人日本環境衛生センターが実施する環境測定分析統一精度管理調査に参加し、シマジンについて測定し、報告した。また、民間の分析機器メーカー（ビーエルテック（株））が実施する技能試験に参加し、全窒素、全燐、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素について測定し報告した。その結果、いずれの測定においても良好な精度であることを確認した。

表1 水環境部の事業別調査件数等

分類	事業名	検体数	検査項目数
1 一般業務	(1) 公共用水域監視測定		
	イ 海域調査	20	490
	ロ 精度管理	2	2
	(2) 地下水水質監視測定		
	イ 概況調査	9	252
	ロ 継続調査	22	108
	ハ 汚染井戸周辺調査	2	4
	小計	55	856
	(3) 廃棄物処理施設調査		
	イ 一般廃棄物処理施設の維持管理状況の調査	11	455
	ロ 産業廃棄物処理施設の維持管理状況の調査	8	248
	(4) 竹の内地区最終処分場モニタリング調査		
	イ 定期モニタリング調査	465	3,523
	ロ バイオモニタリング調査	8	8
	小計	492	4,234
	(5) ダイオキシン類対策事業		
	イ 環境水質調査	12	—
	ロ 環境大気調査	10	—
	ハ 煙道排ガス検査	10	—
	ニ 特定施設排水検査	1	—
	ホ 特定施設排ガス検査	1	—
へ 竹の内地区最終処分場調査（放流水、地下水、浸透水）	28	—	
小計	62	—	
(6) 工場・事業場排水規制	247	1,241	
小計	247	1,241	
(7) 松島湾リフレッシュ事業環境改善効果評価調査	64	1,088	
(8) 釜房ダム水質保全事業	2	26	
(9) 緊急時環境調査			
イ 魚類斃死事故	5	63	
ロ 廃棄物不適正処理事案に関する調査	4	16	
ハ その他	7	67	
(10) 伊豆沼・内沼自然再生事業	47	827	
(11) 化学物質環境汚染実態調査			
イ モニタリング調査	4	16	
ロ 初期・詳細環境調査	2	14	
小計	135	2,117	
2 調査研究	県内における水銀の環境・食品・人体の汚染状況調査	31	155
	小計	31	155
	合計	866	8,603

# B 調 查 研 究

## I 論 文



# 県内における水銀の汚染状況調査

## Pollution situation study of mercury in Miyagi

大槻 良子 赤崎 千香子\*1 後藤 つね子 藤原 成明\*2 太田 耕右  
太田 葉 高橋 美玲\*3 栗野 尚弥 天野 直哉 佐久間 隆  
戸澤 亜紀\*4 佐藤 智子 鈴木 優子 阿部 美和 千葉 美子  
鈴木 李奈\*5 佐藤 健一\*6 泉澤 啓\*7 松本 啓\*8

Ryoko OTSUKI, Chikako AKASAKI, Tsuneko GOTO, Shigeaki FUJIWARA, Kosuke OTA  
Shiori OTA, Mirei TAKAHASHI, Naomi AWANO, Naoya AMANO, Takashi SAKUMA,  
Aki TOZAWA, Satoko SATO, Yuko SUZUKI, Miwa ABE, Yoshiko CHIBA  
Rina SUZUKI, Kenichi SATO, Kei IZUMISAWA, Satoshi MATSUMOTO

平成 30 年度から令和元年度にかけて、県内の大気、水質、底質及び県内に流通する魚介類とその加工食品、さらに人体の毛髪の水銀含有量を調査した。その結果、大気、水質、底質についてはそれぞれの指標値を下回った。魚介類及びその加工食品については推定摂取量と耐用摂取量を比較し暴露評価を試みた結果、健康への影響が懸念されるようなレベルではないことを確認した。また毛髪の水銀についても日本人の平均レベルと同等であった。

キーワード：総水銀；メチル水銀；環境汚染；魚介類；毛髪

*Key words* : total mercury ; methyl mercury ; Environmental pollution ; seafood ; hair

### 1 はじめに

水銀は水俣病の原因物質であり、我が国の公害対策上看過できない物質であるが、近年ではアジア地域での石炭火力発電所からの排出や、南米やアフリカ地域での人力小規模採鉱に伴う排出などの人為的汚染により世界規模で大気中の水銀濃度が増大している。大気中に排出された水銀は、陸域や海域に落下し蓄積するが、海域では微生物により毒性の強いメチル水銀が生成され、生物濃縮によりマグロやサメ、クジラなどの大型魚介類に比較的高濃度で存在することが確認されている。

そのため水銀排出の削減、水銀汚染の根絶については世界的な取り組みが必要であるとの認識から、平成 29 年には水俣条約が発効された。

我が国でも水銀汚染防止法の制定及び大気汚染防止法、廃棄物処理法の改正等を行い、水銀の供給から廃棄までのサイクル全体の対策に取り組んでいる。また、大型魚介類の摂食による胎児への健康影響を考慮し、マグロなどについて妊婦に対し食べ方の注意喚起を行っている。

県では従来環境基準点で水質の水銀濃度、大気環境測定局で大気環境中の水銀濃度を測定しているが、県内における水銀汚染の現状を総合的に調べるため、測定地点を増やして環境調査を実施した。

さらに、主に県内で水揚げされ、流通するマグロなどの魚介類やそれらを原料とする加工食品の水銀濃度を測

定し平均摂取量から健康影響評価を試みるとともに、毛髪を使用して人体中の水銀濃度を分析した。

### 2 方法

#### 2.1 一般環境（大気）

##### 2.1.1 調査地点

平成 30 年度：一般大気環境測定局（石巻局、岩沼局、山元局）、保健環境センター

令和元年度：一般大気環境測定局（築館局、大和局、松島局）、保健環境センター

##### 2.1.2 調査時期

平成 30 年度及び令和元年度の四半期毎に 1 回調査を実施した。

##### 2.1.3 測定方法

環境省が示す有害大気汚染物質測定方法マニュアル<sup>1)</sup>の「大気中の水銀の測定方法」に準拠した。即ち、珪藻土粒子の表面に金を焼き付けした捕集管を用いて、大気試料を流量 0.5 L/min で 24 時間吸引し、吸引後の捕集管を加熱気化冷原子吸光分析装置（日本インスツルメンツ社製 WA-4）で分析し水銀濃度を測定した。

#### 2.2 一般環境（水質・底質）

##### 2.2.1 調査地点

調査地点を図 1 に示す。

(1) 定点調査

\*1 現 仙台保健福祉事務所

\*2 現 北部保健福祉事務所栗原地域事務所

\*3 現 薬務課

\*4 現 気仙沼保健福祉事務所

\*5 現 東部保健福祉事務所

\*6 現 環境放射線監視センター

\*7 現 動物愛護センター

\*8 前 保健環境センター

水銀汚染状況を総合的に調べるため、大気の調査地点に比較的近い場所を選定した。

平成 30 年度：梅田川新田大橋（保健環境センター），北上運河蛇田新橋（石巻局），五間堀川分派水門（岩沼局），坂本川坂本橋（山元局）

令和元年度：梅田川新田大橋（保健環境センター），昔川昔川橋（築館局），吉田川大橋（大和局），高城川愛宕橋（松島局）

※（）内は、リンクする大気の調査地点。

## (2)追加調査

- 1) 対照として排出による汚染が想定されない 1 地点（花山ダム上流）及び PRTR 制度により水域への水銀の排出量が届出されている事業所の近傍河川（鉛川久保橋）
- 2) 県内全域の状況を把握するため公共水域底質試料 8 検体
- 3) 底質の総水銀濃度が他地点に比し高めに検出された地点における周辺調査

## 2.2.2 調査時期

### (1)定点調査

平成 30 年度及び令和元年度の四半期毎に 1 回、河川の上層水及び底質の調査を実施した。

### (2)追加調査

- 1) 平成 30 年 11 月
- 2) 令和元年 10 月
- 3) 平成 30 年 11 月，平成 31 年 2 月，令和元年 11 月



図 1 調査地点

## 2.2.3 調査方法

水質 環境省告示第 59 号付表 2

底質 底質調査方法

測定装置 水銀専用原子吸光装置 マーキュリー RA3110

## 2.3 魚介類及び魚介類加工品

### 2.3.1 試料

魚介類は、県内の卸売市場または小売店で購入した 13 魚種 70 検体を対象とした。その際、マグロ等の大型魚類については、可能な限り採取海域や水揚げ場所、魚体重量の聞き取りを行った。刺身用サクとして販売されていた検体はそのまま、それ以外は、頭、内臓、皮、骨等を除き可食部のみとし、フードプロセッサーを用いて均質化し、試料とした。

加工品類は、原材料名が記載されている製品原料魚種 7 種 12 検体を小売店から購入し、開封後、特段の油切りをせずにフードプロセッサーを用いて均質化し、試料とした。

### 2.3.2 試薬

水銀の準品は JCSS 分析化学用（関東化学（株）製），メチル水銀の標準品は 2 種アルキル水銀混合標準液（富士フィルム和光純薬（株）製），フェナントレン-d<sub>10</sub>は環境分析用（関東化学（株）製）を適宜希釈して使用した。アセトン，トルエンは残留農薬試験・PCB 試験用（300 倍濃縮）（関東化学（株）製），臭化カリウム，L-システイン塩酸塩一水和物，酢酸ナトリウム三水和物は特級（関東化学（株）製），りん酸二水素ナトリウム二水和物，りん酸水素二ナトリウム十二水和物は特級（富士フィルム和光純薬（株）製），硫酸は精密分析用（関東化学（株）製），無水硫酸銅は ReagentPlus（シグマ・アルドリッチ社製），テトラフェニルホウ酸ナトリウムはガスクロマトグラフ用（富士フィルム和光純薬（株）製），無水硫酸ナトリウムは PCB・フタル酸エステル試験用（富士フィルム和光純薬（株）製），6N 塩酸は容量分析用滴定液（関東化学（株）製）を使用した。

さらに、精度管理用として、認証標準物質 NMIJ CRM 7402-a タラ魚肉粉末（産総研）を用いた。

### 2.3.3 分析機器

加熱気化水銀測定装置は MA-3000（日本インスツルメンツ（株）製），GC-MS は 7890B GC/5977A MSD（Agilent Technologies 社製）を用いた。

### 2.3.4 分析方法

#### (1) 総水銀（加熱気化—原子吸光測定）

均質化試料 100mg を精密に量り採り，1 検体につき 3 回の併行測定を実施し，平均値を測定結果とした。検量線の範囲は 10～300ng とし，試料濃度に合わせて検量線のレンジを LOW または HIGH に切り替えた。標準液は 150℃で 1 分間加熱乾燥した後，800℃で 2 分間加熱分解，試料は 180℃で 2 分間加熱分解後，850℃で 2 分間加熱分解した。

#### (2) メチル水銀（フェニル誘導体化—GC-MS 測定）

渡邊らの方法<sup>1)</sup>を，1/5 スケールに縮小して行った。この時，フードプロセッサーで均質化した試料をさらに



乳鉢乳棒で磨り潰してからサンプリングすることにより、抽出効率の向上を図った。

また、GC-MS 測定時には、フェナントレン-d<sub>10</sub> を内部標準物質とした内部標準法により定量を行った。

2.4 毛髪

2.4.1 試料

毛髪水銀濃度測定について協力の同意が得られた男性31名、女性37名の毛髪を対象とした。パーマおよびカラーリングを施していない毛髪10本程度を根元から採取し、根元部分3cmを試料とした。分析は、2.3.4と同様の方法で行った。併せて、性別、年齢、魚の摂取頻度、摂取量等のアンケート調査を実施した。

3 結果及び考察

3.1 一般環境（大気）

測定結果を表1に示す。平均濃度は1.3 ng/m<sup>3</sup>~1.5 ng/m<sup>3</sup>の範囲で推移しており、局地的な高濃度事例はみられず、また、健康リスクの低減を図るために設定された有害大気汚染物質の指針値40 ng/m<sup>3</sup>よりも大幅に低い値であった。さらに、今回の調査とは別に有害大気汚染物質モニタリング事業として毎月水銀測定を実施している地点と比較しても同程度の濃度レベルにあることから（表2）、特定の発生源等からの影響は少なかったと推察された。

表1 大気中水銀濃度測定結果

年度	地点名	試料数	平均 (ng/m <sup>3</sup> )	濃度範囲 (ng/m <sup>3</sup> )
H30	石巻局	3	1.3	1.2~1.4
	岩沼局	3	1.5	1.4~1.5
	山元局	3	1.3	1.2~1.4
	保健環境センター	2	1.3	1.3~1.3
R1	築館局	4	1.4	1.4~1.4
	大和局	4	1.4	1.3~1.5
	松島局	4	1.4	1.3~1.5
	保健環境センター	4	1.4	1.4~1.5

表2 有害大気モニタリング事業測定結果（参考）

年度	地点名	試料数	平均 (ng/m <sup>3</sup> )	濃度範囲 (ng/m <sup>3</sup> )
H30	名取自排局	12	1.5	1.2~1.8
	塩釜局	12	1.5	1.2~1.7
	古川2局	12	1.5	1.2~1.8
R1	名取自排局	12	1.5	1.2~2.0
	塩釜局	12	1.6	1.4~2.1
	大河原合同庁舎	12	1.4	1.3~1.6

3.2 一般環境（水質・底質）

(1) 定点調査

調査実施地点の水質の総水銀濃度は全て定量下限値 (<0.0005mg/L) 未満であった。

採取定点における調査時期及び底質の総水銀測定結果を表3、表4に示す。年間を通して同地点での濃度変動

は少なかったが、蛇田大橋及び分派水門では他地点より高い濃度を示した。なお、各地点の乾燥減量平均 (%) は、平成30年度調査では蛇田新橋61%、新田大橋39%、分派水門61%、坂元橋41%、令和元年度調査では昔川橋25%、大橋32%、愛宕橋27%、新田大橋25%であった。

表3 平成30年底質総水銀測定結果 (mg/kg)

調査地点	6月	8月	11月	2月
蛇田新橋	0.27	0.27	0.26	0.20
新田大橋	0.03	0.02	0.03	0.03
分派水門	0.12	0.16	0.13	0.11
坂元橋	0.01	0.01	0.01	0.01

表4 令和元年底質総水銀測定結果 (mg/kg)

調査地点	5月	8月	11月	2月
昔川橋	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
大橋	0.05	0.04	0.01	<0.01
愛宕橋	0.01	0.01	<0.01	<0.01
新田大橋	0.03	0.02	0.02	0.01

(2) 追加調査

1) 人為的汚染が考えにくい花山ダム上流と、PRTR制度により、水銀の排出量が届出されている鉛川の久保橋で調査を行った。調査結果を表5に示す。

表5 花山ダム、久保橋の底質総水銀測定結果

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
花山ダム上流	0.02	23
久保橋	0.03	31

2) 公共用水域で底質を調査している8地点の調査の総水銀測定結果を表6に示す。いずれも暫定除去基準値を超過していないが、伊豆沼出口及び定川大橋では他地点より高めの濃度を示した。

表6 公共用水域の底質の総水銀濃度等

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
伊豆沼出口 (船)	0.28	80
西前橋	0.01	25
下志田橋	0.05	25
定川大橋	0.28	72
明神橋	0.01	24
旧多賀城堰	0.02	39
毘沙門橋	0.04	30
矢ノ目橋	0.01	23

3) 定点調査の測定結果から、平成30年11月に蛇田新橋と分派大橋のそれぞれの地点の上流と下流で追加調査を実施した。蛇田新橋上流の中里新橋は同じ濃度だったが、下流の大街道新橋では低い濃度であった。蛇田新橋周辺の底質の総水銀濃度を表7に示す。

分派水門上流の志引橋では低い濃度であったが、下流

のきのした橋では分派水門よりもやや高い濃度だった。

分派水門周辺の底質の総水銀濃度を表 8 に示す。

表 7 蛇田新橋周辺の底質の総水銀濃度等

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
中里新橋 (上流)	0.26	71
蛇田新橋	0.26	64
大街道新橋 (下流)	0.05	53

表 8 分派水門周辺の底質の総水銀濃度等

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
志引橋 (上流)	0.03	33
分派水門	0.13	63
きのした橋 (下流)	0.16	61

公共用水域の底質で他の地点に比較して総水銀濃度が高かった伊豆沼出口と定川大橋の周辺調査を平成元年

11 月に実施した。伊豆沼周辺の上流・下流は伊豆沼と比較して 1/30 程度、定川大橋周辺は定川大橋と比較して 1/5～1/10 程度であった。

周辺調査の結果を表 9 に示す。

表 9 伊豆沼及び定川大橋周辺の底質の総水銀濃度等

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
伊豆沼入口	<0.01	21
伊豆沼出口	0.01	22
定川橋	0.05	34
明神新橋	0.03	27

平成 30 年度に調査を実施し、他地点より濃度が高かった蛇田新橋、分派水門及び分派水門上流の八ッ入橋の調査を行った。なお、蛇田新橋は橋の架け替え工事中であったため下流の中埠橋での調査とした。蛇田新橋より下流の中埠橋では高い濃度であったが、分派水門より上流の八ッ入橋では低い濃度であった。

調査結果を表 10 に示す。

表 10 蛇田新橋、分派水門周辺の底質の総水銀濃度等

調査地点	底質 (mg/kg)	乾燥減量 (%)
中埠橋	0.36	70
分派水門	0.25	77
八ッ入橋	0.03	38

2 年間で計 28 地点の調査を行ったが、水質・底質の水銀濃度は調査した全ての地点、全ての時期で環境基準値・暫定除去基準値未満だった。

平成 30 年度と令和元年度に実施した定点 4 地点の底質の水銀濃度に年間を通して大きな変動は認められなかった。

今回の結果では、乾燥減量の多い底質では総水銀濃度が高い傾向が見られた。文献<sup>1) 2)</sup>によると、底質中の水銀は粒度の小さい部分に多く分布しており、また有機物量との相関があるとの報告から、採取地点の底質の性状

により、水銀濃度の分布に差がでたものと考えられる。

底質の水銀濃度が他地点と比較して高かった伊豆沼、蛇田新橋、定川大橋及び分派水門周辺での追加調査では、伊豆沼、定川大橋及び分派水門の周辺においては総水銀濃度が低く、蛇田新橋周辺は同程度であった。水分含量・強熱減量の高い泥質で総水銀濃度が高くなる傾向であるが、要因は不明であった。なお、年度による濃度変化が見られないことから新たな汚染は無いものと推察される。

### 3.3 魚介類及び魚介類加工品の総水銀及びメチル水銀濃度

#### (1) 検査結果

魚介類及び魚介類加工品の検査結果を表 11～14 に示した。魚介類の水銀の暫定的規制値は、総水銀として 0.4ppm、メチル水銀として 0.3ppm (水銀換算) であるが、この暫定的規制値である、総水銀濃度 0.4ppm を上回った魚種は、キンメダイ、マグロ類及びサメであり、いずれも暫定的規制値の適用外の魚種であった。「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項 (厚生労働省)」により、対象魚種と喫食量の指導が行われているが、今回の調査結果は、その内容を裏付けるものであった。

表 11 魚介類中総水銀濃度 (暫定的規制値未満の試料)

分類	種名	検体数	総水銀濃度 (mg/kg)	規制値適用
魚類	カガミダイ	1	0.094	
魚類	キンキ	2	0.17～0.28	
魚類	サケ	2	0.018～0.022	
魚類	サンマ	1	0.031	○
魚類	ソウダガツオ	1	0.25	○
魚類	マアナゴ	2	0.036～0.040	
魚類	マンボウ	2	0.039～0.040	○
魚類	メヌケ	1	0.39	
魚類	キハダマグロ	1	0.12	
魚類	ネズミザメ(心臓)	2	0.26～0.29	
クジラ	イワシクジラ	2	0.07～0.085	
クジラ	ナガスクジラ	2	0.20	
クジラ	ミンククジラ	4	0.018～0.32	
水産動物	ズワイガニ	2	0.029～0.054	

表 12 魚介類加工品中総水銀濃度 (暫定的規制値未満の試料)

加工形態	原料魚種	検体数	総水銀濃度 (mg/kg)
水煮	ギンザケ	1	0.12
水煮	キハダマグロ	3	0.016～0.078
油漬	キハダマグロ	1	0.025
油漬	ビンナガ	1	0.30
調味液漬	ビンナガ	1	0.23
調味液漬	メバチ	1	0.13
大和煮	ヒゲクジラ	2	0.018～0.026
ソーセージ	メカジキ	1	0.40

また、同一魚体のクロマグロの部位別総水銀濃度は、赤身 (0.52mg/kg) の方が大トロ (0.30mg/kg) より高値であり、既報<sup>2)</sup>と同様の結果となった。さらに、魚体重量の異なるメバチマグロ 3 検体における総水銀濃度は、0.67mg/kg (魚体重量 35kg)、0.76mg/kg (魚体重量 57kg)、1.2mg/kg (魚体重量 110kg) となり、これまでの報告<sup>3)</sup>同様、魚体の成長度と総水銀量との間に正の相関が認められた。

表 1 3 魚介類中総水銀濃度(暫定的規制値超過試料)

分類	種名	検体数	総水銀濃度 (mg/kg)	検体数	メチル水銀濃度 (mg/kg)	規制値 適用	注意 喚起
魚類	キンメダイ	10	0.29 ~ 1.56	9	0.377 ~ 1.34		○
魚類	クロマグロ	4	0.30 ~ 0.63	3	0.365 ~ 0.448		○
魚類	ピンナガ	11	0.52 ~ 1.4	11	0.443 ~ 1.05		○
魚類	メカジキ	10	0.72 ~ 3.3	10	0.647 ~ 3.13		○
魚類	メバチマグロ	6	0.67 ~ 1.2	6	0.611 ~ 0.998		○
魚類	ネズミザメ	4	0.34 ~ 0.97	1	0.968		

表 1 4 魚介類加工品中総水銀濃度(暫定的規制値超過試料)

加工形態	原料魚種	検体数	総水銀濃度 (mg/kg)	検体数	メチル水銀濃度 (mg/kg)	規制値 適用	注意 喚起
味噌漬	サメ	1	0.48	1	0.437		○

(2) 水銀の摂取量のリスク評価

最近5ヶ年の国民健康・栄養調査による東北地方の摂取量と、メチル水銀のリスク評価から算出された「妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂取量の目安」<sup>4)</sup>を比較した。国民健康・栄養調査によると、東北地方では、マグロ、カジキ類は1週間に40.2g、同様に、たい、かれい類は45.5g摂取しているとの統計報告があり、この値と「妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂取量の目安」<sup>4)</sup>を比較したところ、同程度の摂取量であるといえる。通常一般的な摂食を通して健康への影響が懸念されるレベルではないが、妊婦が魚介類を喫食する際には、上記で示されている摂取量の目安を参考に、摂食頻度に気を付けるなど引き続き注意が必要と思われる。

3.4 毛髪中の水銀濃度

測定した毛髪中の総水銀濃度のヒストグラムを図2、図3に示した。男性の調査年齢は0~94歳、総水銀濃度は0.31~8.20ppmであり、その平均値は平均年齢37.5歳で、2.29ppmであった。女性の調査年齢は1~91歳、総水銀濃度は0.27~3.72ppmであり、その平均は平均年齢35.8歳で、1.56ppmであった。国立水俣病総合研究センターによる毛髪水銀濃度調査結果では、男性の平均は2.5ppm、女性の平均は1.6ppm、安全レベルの目安として5ppmが示されている。今回測定した結果では、女性は日本人の平均レベル1.6ppmを中心に正規分布となり、安全レベルの目安である5ppmを超える検体はなかった。

一方、男性は、安全レベルの目安である5ppmを超えた検体が約13%あったが、これまでの調査<sup>5)</sup>でも14%の人が超えるとの報告があり、同等の結果といえる。また、一般集団の最大無作用量(5%のリスクで成人に神経学的障害が現れるレベル:50ppm)<sup>6)</sup>を遥かに下回っていた。

併せて行ったアンケート調査により、魚の摂取量や摂食頻度と毛髪中水銀濃度の関係を比較したが、両者の間で相関は見られなかった。

水銀濃度のヒストグラム(男性)

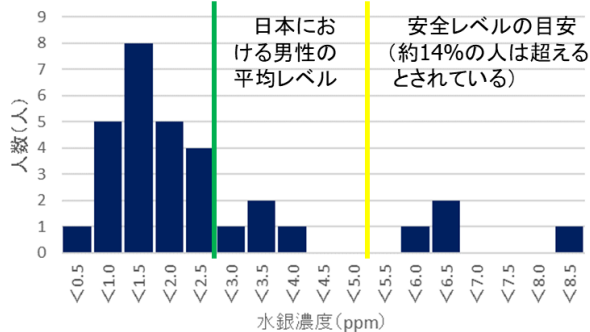


図2 水銀濃度のヒストグラム(男性)

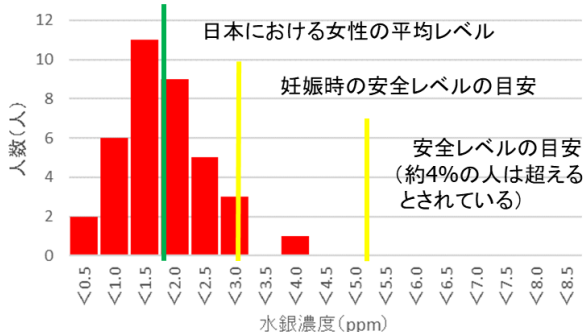


図3 水銀濃度のヒストグラム(女性)

4 まとめ

県内における現時点での水銀汚染の現状を総合的に調べた結果、大気、水質など県内の一般環境については水銀濃度は測定地点の全てで指針値または基準値を下回り、季節的変動や特定の発生源からの影響と思われるもまた、県内に流通している魚介類などの食品や毛髪中の水銀濃度についても、これまでに国が公表している結果とほぼ同程度であり、健康への影響が懸念されるレベルではないことを確認した。

今回、水銀汚染を削減する世界的な時流に合わせ、多面的に県内の実態を把握したが、今後定期的、長期的な調査を検討する出発点としても、調査の実施は有意義であったと考える。

参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局大気環境課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル，平成23年3月改訂
- 2) 佐々木満雄・岡宏・井上貞信・菊地敬：無加川の水銀に関する研究，北見工業大学研究報告，131-137 (1975)
- 3) 後藤重義：土壌環境と水銀，日本土壌肥料科学雑誌，53，550~558 (1982)
- 4) Takahiro W., Hiroyuki K., Rieko M., Tomoko H., Koichi A., Reiko T. Performance Evaluation of an Improved GC-MS Method to Quantify Methylmercury in Fish. Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci), 56, 69-76(2015)
- 5) 川上宏之，天倉吉章，堤智昭，佐々木久美子，池津

- 鮎美, 稲崎端恵, 久保田恵美, 豊田正武: マグロ肉における脂質含有量とダイオキシン類, 総水銀およびメチル水銀濃度, 食品衛生学雑誌, **51**, 258-263 (2010)  
<http://www.nimd.go.jp/>
- 6) 渡邊敬浩, 林智子, 松田りえ子, 穂山浩, 手島玲子: 食品として流通する魚の総水銀およびメチル水銀濃度の実態調査, 食品衛生学雑誌, **58**, 80-85 (2017)
- 7) これからママになるあなたへ. 厚生労働省
- 8) 国立水俣病総合研究センターHP
- 9) 監訳: 山口誠哉, 藤木素士, 翻訳: 国立水俣病研究センター. IPCS (国際化学物質安全計画) 環境保健クワイテリア 101, メチル水銀, 世界保健機関, ジュネーブ (1990)

# 食品に由来する腸内細菌科細菌の薬剤耐性化に関する研究

## Antibiotic Resistance of Enterobacteriaceae isolated from Foods distributed in Miyagi

佐藤 千鶴子 神尾 彩楓 小林 妙子 渡邊 節 山谷 聡子 畠山 敬  
Chizuko SATO, Sayaka KAMIO, Taeko KOBAYASHI, Setsu WATANABE,  
Satoko YAMAYA, Takashi HATAKEYAMA

宮城県内に流通する食品 2,293 件を対象として検査を行い、319 株の腸内細菌科細菌を分離した。食品全体の汚染率は 13.0% で、食品分類別では Ready to Eat 食品であるカットサラダが 68.8%、おむすびが 50.0% と高く、生肉からも 63.3% と高率に検出された。分離した腸内細菌科細菌について、薬剤感受性スクリーニング試験及び PCR による遺伝子型別を行った結果、鶏肉由来の *Escherichia coli* 1 株 及び加熱そうざい由来の *Enterobacter cloacae* 1 株からそれぞれ AmpC  $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子を検出した。また、鶏肉由来の *Escherichia coli* 8 株から、育雛で汎用されるテトラサイクリンの耐性遺伝子である *tet* が検出されており、流通食品の薬剤耐性菌汚染が明らかとなった。

キーワード：（腸内細菌科細菌；食品；ディスク拡散法；AmpC  $\beta$ -ラクタマーゼ；*tet*）

Key words：（*Enterobacteriaceae*；Food；Disk diffusion method；AmpC  $\beta$ -lactamase；*tet*）

### 1 はじめに

薬剤耐性菌の世界的な拡大が危惧される中、2015 年世界保健機関（WHO）総会でグローバルアクションプランが採択され、それに基づき我が国においても、2016 年にワンヘルスアプローチ（ヒト、動物、食品および環境等の垣根をこえた取組）という視点に立った薬剤耐性（AMR）対策アクションプラン<sup>1)</sup>を策定し推進している。

当センターでは、山口らによる「市中における薬剤耐性腸内細菌科細菌の保菌状況調査」<sup>2)</sup>において、セファロスポリン系薬剤に耐性を示す腸内細菌科細菌が、県内在住のヒト糞便より 13.6% の確率で検出されたことを報告している。また、本県の食品衛生監視指導の一環である食品収去検査においても、指標菌である大腸菌群等を度々検出しており、薬剤耐性菌に汚染された食品による食中毒等の増加や汚染菌のヒト腸内の定着も懸念される。

これらのことから、食品に由来する腸内細菌科細菌の検出状況と当該菌の薬剤耐性化に関する調査を行ったので報告する。

### 2 対象および検査方法

#### 2.1 対象

2017 年度、2018 年度の食品収去検体 2,178 件及び県内流通食品 115 件、計 2,293 件を検査対象とした。県内流通品は、収去検体の検出傾向を基に 2018 年度と 2019 年度に調理済み（Ready to Eat：以下 RTE）食品と加熱不足による食中毒の原因食材として注意される生肉（豚肉、鶏肉）を買上げた。

#### 2.2 方法

##### 2.2.1 分離培養

分離対象は、行政検査において指標菌となる大腸菌群の中から選別した。すなわち、10 倍希釈した検体をダーラム管入り 2 倍濃度 BGLB 培地 10mL に等量接種して 35.0 $\pm$ 1.0 $^{\circ}$ C で 48 $\pm$ 3 時間培養し、ガス産生が認められた場合にその 1 白金耳を EMB 平板培地に画線塗抹した。35.0 $\pm$ 1.0 $^{\circ}$ C、24 $\pm$ 2 時間培養後に、培地に発育した定型または非定型集落を 1 $\sim$ 2 個釣菌し LB 培地に移植した。さらに、35.0 $\pm$ 1.0 $^{\circ}$ C で 48 $\pm$ 3 時間培養後、培地が黄変しガス発生を認めたグラム陰性無芽胞桿菌を保存した。市販の同定キットおよび生化学性状により保存株の属及び菌名を決定し、腸内細菌科細菌（旧分類を含む）に属する菌株を検査に供した。

##### 2.2.2 薬剤感受性スクリーニング試験

属及び菌名が確定した 319 株について、平成 30 年度厚生労働科学研究「食品由来薬剤耐性菌のサーベランスのための研究」のプロトコルに従い、薬剤感受性スクリーニング試験を行った。試験には、アンピシリン（ABPC）、セフォキシチン（CFX）、セフォタキシム（CTX）、セフトジジム（CAZ）、イミペネム（IPM）、メロペネム（MEPM）、ナリジクス酸（NA）、ノルフロキサシン（NFLX）、シプロフロキサシン（CPFX）、ゲンタマイシン（GM）、カナマイシン（KM）、アミカシン（AMK）、ストレプトマイシン（SM）、テトラサイクリン（TC）、クロラムフェニコール（CP）、ST 合剤（ST）、ホスホマイシン（FOM）の 17 種類の感受性ディスク（市販）を使用し、培養後の発育阻止円直径を計測するディスク拡散法により感受性の有無を確認した。

また、第 3 世代セファロスポリン系である CTX、CAZ および、カルバペネム系である IPM、MEPM に耐性を示

した菌株については、国立感染症研究所が公開している病原体検出マニュアル「CRE 検査法」に準じて、各阻害剤（メルカプト酢酸ナトリウム、ボロン酸、クロキサシリン、クラブラン酸）を用いたスクリーニング検査を実施した。

### 2.2.3 耐性遺伝子の検出

薬剤感受性スクリーニング試験において、 $\beta$ -ラクタム系薬剤に耐性を示した菌株については、カルバペネマーゼ遺伝子（IMP 型、NDM 型、KPC 型、OXA-48 型、VIM 型、GES 型）、基質特異性  $\beta$ -ラクタマーゼ（ESBL）遺伝子（CTX-M-1group、CTX-M-2group、CTX-M-9group）及び AmpC  $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子（MOX 型、CIT 型、DHA 型、ACC 型、EBC 型、FOX 型）についての PCR を実施し、薬剤耐性遺伝子の関与を調べた。

また、動物用として最も多く使用されている抗菌剤である TC の耐性菌に対して、耐性遺伝子である *tet* の検出<sup>3)</sup>を試みた。

## 3 結果

### 3.1 腸内細菌科細菌の検出状況

収去検体2,178件及び県内流通品（以下買上検体）115件を対象に菌の分離を行なったところ、それぞれ260件、39件から腸内細菌科細菌を分離した。検出率は、収去検体で11.9%、買上検体が33.9%で全体の検出率は13.0%であった。買上検体には生肉等を含むため、検出率が上がったものと考えられた。菌株数は重複分離を含め収去検体276株、買上検体43株で合計319株であった（表1）。

表1 腸内細菌科細菌の検出結果

	収去検体	買上検体	合計
検査件数	2,178	115	2,293
検出検体数	260	39	299
検出株数	276	43	319
検出率(%)	11.9	33.9	13.0

食品分類別で高い検出率を示したのは、収去検体では漬物40.4%（36件/89件）、生食用鮮魚介類33.6%（51件/152件）、未加熱弁当・そうざい30.2%（19件/63件）、ゆでだこ・ゆでがに23.1%（3件/13件）、生食用かき17.6%（36件/204件）で、買上検体では、カットサラダ68.8%（11件/16件）、おむすび50.0%（3件/6件）、お寿司41.7%（5件/12件）、芽もの野菜33.3%（2件/6件）、カットフルーツ20.0%（3件/15件）であった。これらの食品は、購入した後加熱などの工程を経ずに食される RTE食品に類するものである。また、生肉については、収去検体で54.5%（6件/11件）、買上検体で68.4%（13件/19件）と高い検出率を示した。

検出菌319株の内訳と検出数は、*Klebsiella* 属 116株（36.4%）、*Enterobacter* 属 88株（27.6%）の2菌種のみで全体の60%を超えており、食品から優位に分離されるという田中らの報告<sup>4)</sup>と同様の傾向を示した。また、これら2菌種に加え、*Citobacter* 属 44株（13.8%）、*Escherichia coli*（以下、*E.coli*）29株（9.1%）の4種で分離菌の86.8%を占めた（表2）。

表2 検出菌の内訳と検出率

検出菌	検出数	検出率(%)
<i>E.coli</i>	29	9.1
<i>Klebsiella</i> 属	116	36.4
<i>Enterobacter</i> 属	88	27.6
<i>Citrobacter</i> 属	44	13.8
<i>Escherichia</i> 属	4	1.3
<i>Kluyvera</i> 属	12	3.8
<i>Leclercia</i> 属	12	3.8
<i>Serratia</i> 属	5	1.6
<i>Pantoea</i> 属	3	0.9
<i>Rahnella</i> 属	3	0.9
<i>Hafnia</i> 属	3	0.9
合計	319	-

表3 感受性ディスク法での17薬剤※に対する耐性菌数と耐性率

検出菌種(属)	菌数	ABPC	CFX	CTX	CAZ	IPM	NA	NFLX	CPFX	GM	KM	SM	TC	CP	ST	FOM	1剤以上耐性菌数
<i>E.coli</i>	29	9	1	1	1		7	4	4	2	4	6	8	1	6		15
<i>Klebsiella</i> 属	116	102	6	2			7		3	1		5	1		2	55	110
<i>Enterobacter</i> 属	88	63	58			1	3		2		1	4	2	1	1	53	79
<i>Citrobacter</i> 属	44	29	33				4		2		2	2	2		1	4	39
<i>Escherichia</i> 属	4	2	1								1	1	1			1	4
<i>Kluyvera</i> 属	12	7	1								1					8	12
<i>Leclercia</i> 属	12		1													9	10
<i>Serratia</i> 属	5	4	1													1	5
<i>Pantoea</i> 属	3	2														3	3
<i>Rahnella</i> 属	3	2														2	3
<i>Hafnia</i> 属	3	3															3
合計	319	223	102	3	1	1	21	4	11	3	9	18	14	2	10	136	283
耐性率(%)		69.9	32.0	0.9	0.3	0.3	6.6	1.3	3.4	0.9	2.8	5.6	4.4	0.6	3.1	42.6	88.7

※MEPM及びAMK耐性菌は検出されないため表示せず。

### 3.2 薬剤感受性スクリーニング試験

感受性試験の結果を表3に示した。1剤以上に耐性を示した菌株は、319株中283株で耐性率は88.7%であり、薬剤別で高い耐性率を示したのは、ABPC 69.9%、CFX 32.0%、FOM 42.6%であった（表3）。

### 3.3 薬剤耐性菌の遺伝子型

鶏生肉由来の *E.coli* 1株、漬物由来の *Klebsiella pneumoniae*（以下、*K.pneumoniae*）1株及び調理パン由来の *K.pneumoniae* 1株が第3世代セファロスポリン系のCTXまたはCAZに耐性を示し、加熱そうざい由来の *Enterobacter cloacae*（以下 *E.cloacae*）1株がカルバペネム系であるIPMに耐性を示したため、PCRによりβ-ラクタマーゼ遺伝子の検出と分類を行った。

*K.pneumoniae* 2株から遺伝子は確認できなかったが、*E.coli* と *E.cloacae* からAmpC β-ラクタマーゼ産生遺伝子が検出され、それぞれの遺伝子型はCIT型とはEBC型であった（表4）。

表4 β-ラクタマーゼ産生株の種類及び遺伝子型

対象株	由来食品	産生性	遺伝子型
<i>E.coli</i>	鶏生肉	AmpC	CIT
<i>E.cloacae</i>	加熱そうざい	AmpC	EBC

### 3.4 TC耐性 *E.coli* の保有遺伝子型

食品から検出した *E.coli* 29株の由来は、15株が鶏生肉由来で生食用かき由来が7株、その他7株は豆腐や生めん等収去等食品からの検出であり、1剤以上の薬剤に耐性を示す株は15株であった。中でも、TCに耐性を示した株は8株とABPCに次いで多く、全て鶏生肉由来であった。TCは雛鳥の発育促進に使用されていることから、耐性遺伝子である *tet* をPCRで確認<sup>3)</sup>したところ、5株が *tet(A)*、3株が *tet(B/D)* であり全株が遺伝子を保有していた（表5）。

表5 各食品由来 *E.coli* の保有するTC耐性遺伝子

食品分類	検出数	1剤以上耐性	TC耐性	耐性遺伝子型及び株数
鶏生肉	15	12	8	<i>tet(A)</i> : 5株 <i>tet(B/D)</i> : 3株
生食用かき	7	1	0	-
収去等食品	7	2	0	-
合計	29	15	8	8

## 4 考察

本研究から、県内流通食品（規格基準等がないものも含む）の13.0%（299/2,293食品）が腸内細菌科細菌に汚染されていることが明らかになった。分離した菌の中には多様な薬剤に対する耐性菌が存在しており、スクリーニング法で1薬剤以上の耐性を示したものは88.7%であった。中でもABPC耐性菌が69.9%と高率であった

が、その理由としては *Klebsiella* 属や *Enterobacter* 属など腸内細菌科細菌の一部が、既にペニシリン系薬剤に対する自然耐性能を持っているためと考えられた<sup>5)</sup>。ペニシリン系やセファロスポリン系のようなβ-ラクタム環を構造に持つ薬剤に限れば、ヒト由来耐性菌の多くはゲノムやプラスミド上の各種β-ラクタマーゼ産生遺伝子等が関与し、広域かつ高度な薬剤耐性化が進んでいる。一方、食品由来菌では、第3世代セファロスポリン系及びカルバペネム系抗生剤にまで耐性を示した菌は僅か3菌種4株のみであった。しかし、これらのうち2株はAmpC β-ラクタマーゼ遺伝子を保有しており、臨床上問題視されるこれらの薬剤耐性菌に汚染された食品の流通実態が明らかとなった。特に、AmpC β-ラクタマーゼが検出された *E.cloacae* は加熱後のそうざい由来のものであり、一般県民の13.6%がβ-ラクタマーゼ産生腸内細菌科細菌を保有するとの過去の研究結果<sup>2)</sup>と併せると、当該菌は人為的汚染の可能性が高いと推察された。また、鶏生肉由来の *E.coli* 15株からは、AmpC β-ラクタマーゼ遺伝子保有菌1株の他にも、*tet* を保有するTC耐性菌が8株分離された。一方で、生食用かき及びその他の収去等食品由来の *E.coli* 計14株からはTC耐性菌及び耐性遺伝子は検出されず、由来による偏りが明らかであった。育雛等でTC等抗生剤を使用する鶏の環境中では、薬剤耐性遺伝子保有株が優位に保たれるという事実を実証したものであると考えられた。

本研究によって、県内流通食品における薬剤耐性菌の実態が明らかとなり、食を介した当該菌蔓延の可能性が示された。一方で、食の取扱いに関しては既に食中毒予防の三原則（汚染防止、温度管理、適切な調理）が一般に周知されており、鶏肉など汚染可能性の高い食品に対しては、本原則の確実な履行が薬剤耐性菌の拡散防止に有効であると思われた。また、加熱後食品等の取扱いに関しても、食品衛生法改正に伴い各業種の「HACCPに沿った衛生管理」が強化されたことで総合的な改善が見込まれている。これらの施策が、食による直接的な被害ばかりでなく、薬剤耐性菌による間接的被害の防止にも同様に役立つことを期待する。

## 参考文献

- 1) 薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン 2016-2020 : 国際的に脅威となる感染症対策関係閣僚会議 (2016)
- 2) 山口友美, 木村葉子, 渡邊節, 有田富和, 後藤郁男, 畠山敬: 宮城県保健環境センター年報, 37, 38-42 (2019)
- 3) Furushita M, Shiba T, Maeda T, Yahata M, Kaneoka A, Takahashi Y, Torii K, Hasegawa T, Ohta M : Applied Environ Microbiol.69, 5336-5342 (2003)
- 4) 田中初芽, 小林妙子, 渡邊節, 山谷聡子, 佐藤千鶴子, 畠山敬: 宮城県保健環境センター年報, 37, 43-46 (2019)
- 5) 臨床微生物検査ハンドブック第5版 262-265 (2018)

# 麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニの 加熱加工による減毒効果について

Reduction of paralytic shellfish toxins by heated process in *Telmessus acutidens*

千葉 美子 新貝 達成 鈴木 優子 阿部 美和  
他力 将\*1 田邊 徹\*1

Yoshiko CHIBA, Tatsunari SHINGAI, Yuko SUZUKI, Miwa ABE  
Masaru TARIKI\*1, Toru TANABE\*1

麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニについて、加熱処理を施し除毒効果を検証した。低濃度の麻痺性貝毒毒量測定及び各毒成分組成の観察に必要な機器分析法の検討を行い、前処理方法や機器分析条件を整えた。さらに、検証に必要な毒化トゲクリガニの作出において、毒化したムラサキガイの給餌により急激に毒化し、給餌中止とともに急激に減毒することを確認した。蒸し加工及び茹で加工による加熱処理後の残存毒量は、いずれの加熱処理でも除毒効果が認められたが、一部の毒成分についてはほぼ減衰することなく残存していた。また、消失した毒成分は調理水に移行することなく、アルカリ性下で加熱処理されたことにより失活したものと推測され、トゲクリガニにおいても二枚貝類と同様、加熱処理が除毒に有効であることが確認された。

キーワード：麻痺性貝毒；トゲクリガニ；加熱加工；低減

*Key words* : paralytic shellfish toxin ; *Telmessus acutidens* ; heated process ; reduction

## 1 はじめに

麻痺性貝毒 (paralytic shellfish toxin) (以下「PST」という。) は、渦鞭毛藻のアレキサンドリウム属などによって産生されることから、PSTを含有する藻類が発生する水域では、これらを餌にする動物はすべて毒化する可能性がある<sup>1)</sup>。さらに、食物連鎖によってプランクトン食の動物に蓄積された貝類等を喫食した人は、麻痺をはじめとする神経性の症状を伴う麻痺性貝中毒を引き起こすことがある<sup>2)</sup>。

PSTの成分として、現在22物質、カルバミン酸塩グループ (STX, neoSTX, GTX1~4)、N-スルホ-カルバモイルグループ (GTX5~6, C1~4)、デカルバモイルグループ (dcSTX, dc-NeoSTX, dcGTX1~4)、ヒドロキシル化サキシトキシン類 (M1 $\beta$ , M2 $\beta$ , M3, M4)の化学構造が明らかになっており<sup>1)</sup>、これらの成分については、一部の物質を除き入手が可能である。

我が国ではアサリ、マガキ、ホタテガイ、ムラサキガイなど二枚貝類の他、マボヤとウモレオウギガニでも食中毒の発生事例があるほか、中毒事例はないが、甲殻類のトゲクリガニなどからもPSTが検出されている<sup>1)</sup>。

トゲクリガニは、東北地方において2~6月頃に水揚げ、流通し、主に茹でガニなどにより食用として供されるが、このカニは肉食性が高くPSTにより毒化した二枚貝等を捕食して毒を蓄積することが知られ、本県では貝毒監視の対象種となっている。

PSTの毒素は、貝類では主に中腸腺から検出されるが、カニ類も同様に筋肉部にはほとんど毒を蓄積せず、肝臓臓部 (カニみそ) に毒を蓄積するとされている。

PSTを含む貝類の取扱いについては、「生産海域における貝毒の監視および管理措置について」(平成27年3月6日付け26消安第6073号)により、マウスバイオアッセイ (以下「MBA」という。) を試験法とし、可食部1gあたり4MUの毒量を超えた場合は、出荷の自主規制を要請することとしているが、同様にトゲクリガニも「麻痺性貝毒による二枚貝等の捕食生物の毒化について」(平成16年4月13日付け食安監発第0413003号)により、肝臓臓部1gあたりのPSTの毒量が4MUを超える場合にあっては、貝類と同様に食品衛生法の規制対象となる。

一方、PSTでは、毒化した二枚貝を茹でることで毒量の大幅な減少が見られたという報告例<sup>3)</sup>がある。トゲクリガニは主に茹でガニとして食べられることから、PSTにより毒化したトゲクリガニを用いて、熱調理によるPSTの挙動について、MBAよりも検出感度に優れ、毒成分の構成比を明らかにすることができる機器分析法を用いて検討した。

## 2 方法

### 2.1 毒化トゲクリガニの作出と加熱加工

毒化トゲクリガニの作出と加熱加工は、水産技術総合

\*1 水産技術総合センター



センター気仙沼水産試験場において実施した。

トゲクリガニの飼育には90L水槽5槽を使用し、1水槽あたり25個体を収容した。飼育水には砂ろ過海水を使用し、480L/時の割合で水槽に注水した。餌料には麻痺性貝毒により毒化したムラサキイガイを殻付きで冷凍保存したものを、2日に1回の頻度で殻を潰して給餌し、人為的に毒化させた。飼育期間は2019年6月7日～7月12日で、その間の飼育水温は、13.9℃～19.3℃であった。

最初の給餌から1週間後、2週間後、3週間後にそれぞれトゲクリガニ5匹を一群としてサンプリングを行い、それぞれの群毎に蒸し加工および塩分濃度を変化させた水道水により茹で加工を行った。

なお、餌料として用いたムラサキイガイは、異なる採取地点のものを含んでいるが、給餌回数における異なる採取地点の配合割合は等しくなるよう調整し、給餌一回当たりの毒組成及び毒量については条件を統一して給餌することで毒化用餌料とした。

加熱加工のうち蒸し加工は、蒸し器に蒸し水を3L準備し、蒸気が十分行き渡った後トゲクリガニを5匹投入し、15分間加熱した。茹で加工は、水道水(塩分濃度0%)、塩分濃度を1.5%に調製した水道水、塩分濃度を3%に調製した水道水をそれぞれ鍋に2Lずつ入れ、トゲクリガニを各5匹ずつ投入して火にかけ、沸騰開始から10分間茹でた。蒸し加工および茹で加工したトゲクリガニは、加熱終了後直ちに鍋から取り出し、湯切りを行い室温で放冷後、検査まで-20℃の冷凍庫で保管した。併せて、蒸し汁および茹で汁も同様に保管した。

また、毒化の状況を確認するため、餌として魚類残渣を給餌した群をコントロール群(無毒トゲクリガニ)とし、毒化後加熱加工を行わない群を無加工群として、加工後の毒量と比較する際の対象群とした。

さらに、3週間毒化させたトゲクリガニについて、3週間後以降はコントロール群と同様に魚類残渣を捕食させ、4週間後、5週間後にサンプリングして毒量が減衰していく過程をモニタリングした。

冷凍保存しておいたサンプルは、前処理操作前日に7℃の冷蔵室に移動し、解凍して検査に供した。当日は、トゲクリガニを水切りし、トゲクリガニの総重量を測定後、毒量測定の対象部位である肝臓部(図1)を摘出し、その重量も合わせて測定した。

## 2.2 PSTの分析

PSTの抽出は、公定法に準じた方法により実施した。すなわち、摘出した肝臓部を群毎に均一化し、5g～20gをトールピーカーに正確に量り採り、試料と同量の0.1N塩酸を加え、よく攪拌後、5N塩酸でpHが3.0付近になるように調整した。次いで電気コンロ上で5分間静かに加温沸騰させた後、室温になるまで放冷し、再度pHが3.0付近になるように調整して定容容器に移し、水を加えて試料の2倍量とした。この溶液を遠心分離(



図1 トゲクリガニ肝臓部

3,000rpm×10min)し、既報<sup>4,5,6)</sup>を参考に、機器分析用試料の調製を行った。上清をろ過した後、ろ液2mLを精製用固相カラムに負荷し、その流出液約1mLを採取して限外ろ過(7,000g×30min)した。そのろ液を0.0025N塩酸溶液で10倍に希釈して、LC-MS/MS分析用試料溶液とした。

蒸し汁および茹で汁は、ろ紙によるろ過を行い、そのろ液200mLについて8%酢酸によりpH5に調整し、活性炭カラムに通液した。カラムを精製水10mLで洗浄後、4%酢酸-50%メタノール溶液18mLにより毒成分を溶出し、40℃下で減圧濃縮した。窒素ガスパージによる乾固後、精製水1mLに溶解し、トゲクリガニ試料と同様、精製用固相カラムに負荷し、流出液を分取して限外ろ過を行い、ろ液をLC-MS/MS分析用試料溶液とした。

なお、給餌したムラサキイガイの麻痺性貝毒分析は実施していないことから、トゲクリガニとの貝毒成分組成比較はしていない。

## 2.3 試薬

麻痺性貝毒成分の標準品C1&2、dcGTX2&3、GTX1&4、GTX2&3、GTX5、GTX6は、カナダNRC社製の認証標準物質を用いた。なお、PST成分のうち最も比毒性が高いSTX(サキシトキシン)は、「化学兵器の禁止及び特定物質の規制に関する法律」により所持できないことから、STX群の測定は実施しなかった。

その他の試薬類として、0.1N塩酸は関東化学株式会社製容量分析用滴定液、酢酸アンモニウムは関東化学株式会社製特級、酢酸は富士フィルム和光純薬株式会社製液体クロマトグラフ用、ギ酸は富士フィルム和光純薬株式会社製LC/MS用、メタノールおよびアセトニトリルは関東化学株式会社製LC/MS用を使用した。

## 2.4 器具・機材

ろ紙はADVANTEC社製のNo.5A及びNo.5C、精製用固相カラムはWaters社製Oasis PRiME HLB(3cc/60mgカートリッジ)、活性炭カートリッジはGLサイエンス社製InertSep GC(1g/12mL)を、遠心式限外ろ過フィルターはメルクミリポア社製Amicom Ultra-4、3kDaを使用した。

## 2.5 装置および分析条件

分析に先立ち、MS測定条件の最適化を行った後、既

報<sup>7,8)</sup>を参考に LC 測定条件を検討した。装置及び測定条件を表 1 に、MRM 条件を表 2 に示す。

### 3 結果および考察

#### 3.1 毒化および減毒の過程

宮城県において主に出現するPSTの原因プランクトンは、*Alexandrium tamarense* (旧名) および *A. catenella* (旧名) とされている<sup>9)</sup>。プランクトン試料において、*A. tamarense* (旧名) は C1 & C2 と GTX 1 & GTX 4 を多く含み、GTX 2 & GTX 3 や neoSTX などが副成分となる。*A. catenella* (旧名) は、C1 & C2 を 80 % 以上含み、GTX 1 ~ GTX 6 や neoSTX が副成分となる<sup>10)</sup>。本研究でトゲクリガニに給餌したムラサキイガイは、本県が計画的に実施するPST検査において 6.4~27.0 MU/g (可食部換算) に毒化していた時期に採取した貝であり、採取場所は異なるが毒化していたものと推測される。本県では、採取時のプランクトン発生状況については *Alexandrium spp.* としてカウントしているが、毒化時期は春期であることから加賀ら(2006)の報告より、ムラサキイガイの毒化原因プランクトンは *A. tamarense* (旧名) であると考えられる。

図 2 に、人為的に毒化させたトゲクリガニの経時的な

表 1 装置および測定条件

LC部	Agilent Technologies 1200 Infinity series
カラム	TOSOH TSKgel Amide-80 5 $\mu$ m 2.0mm I.D. x 25cm
カラム温度	40°C
移動相	A : 0.2% HCOOH · 2mM-CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> B : MeCN
グラジエント条件	(A:B) = 0min(20:80) → 8min(45:55) → 18min(70:30) → 20min(70:30) → 20.01min(20:80) → 37min(20:80)
流速	0.2mL/min
注入量	10 $\mu$ L
MS部	AB Sciex QTRAP4500 LC-MS/MS system
イオン化モード	ESI positive
Ionspray voltage	5,500V
Heater gas temperature	500°C
Collision gas	8psi
Curtain gas	10psi
Nebulizer gas(GS1)	70psi
Turbo Ionspray(GS2)	70psi

表 2 MRM 条件

PSP toxin	Precursor ion(m/z)	Product ion(m/z)	DP(V)	EP(V)	CE(V)	CXP(V)
C1	396	316	21	10	19	22
	396	298	1	10	25	28
C2	396	298	1	10	25	28
	396	316	21	10	19	22
GTX1	412	332	1	10	33	20
	412	314	1	10	31	10
GTX2	396	316	21	10	19	22
	396	298	1	10	25	28
GTX3	396	298	1	10	25	28
	396	316	21	10	19	22
GTX4	412	314	1	10	31	10
	412	332	1	10	33	20
GTX5	380	300	66	10	33	24
	380	282	60	10	30	13
GTX6	396	316	21	10	19	22
	353	273	1	10	29	12
dcGTX2	353	255	1	10	27	22
	353	255	1	10	27	22
dcGTX3	353	255	1	10	27	22
	353	273	1	10	29	12

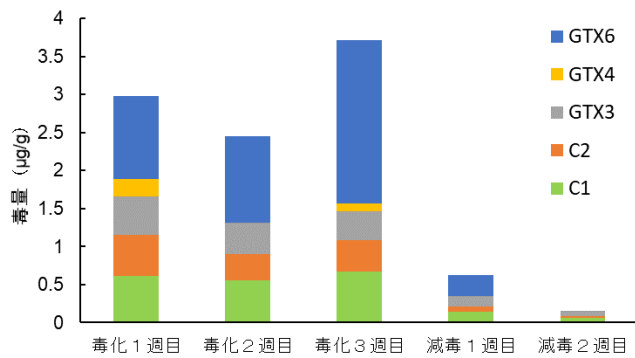


図 2 トゲクリガニ肝臓中の毒成分の経時変化

毒化状況および毒成分検出状況の変化を示す。PSTにより毒化したムラサキイガイを捕食させてから1週間で急速に毒化し、2週目では若干毒量が低下したものの、3週目に最高値となった。貝毒成分の内訳は、C1, C2, GTX 6 が全体の約8割(毒化1週目75%, 毒化2週目83%, 毒化3週目87%)を占め、次いでGTX 3、さらに若干ではあるがGTX 4も検出された。PSTは毒成分によって毒性の強さが大きく異なり、STX群(neoSTX, dcSTX, STX), GTX 1, GTX 4, GTX 2, GTX 3, dcGTX 2, dcGTX 3は強毒性成分、C1, C2, GTX 5, GTX 6は弱毒性成分とされており<sup>11)</sup>、今回の研究において高濃度で検出された毒成分の大半は弱毒性の成分であることがわかった。トゲクリガニのPST成分組成についての文献は乏しいため、興味深い知見が得られた。また、GTX 6は毒化3週目で最も含有量が多くなり、毒化1週目、毒化2週目の約2倍量となっていたことから、毒化からの時間経過により確認される成分である可能性が推察された。これらの傾向については、今後更なる検証が必要と考えられる。

3週目以降は、毒化ムラサキイガイの給餌を中止してから1週間で急激に毒量が低下し、翌週にはほぼ消失した。また、コントロール群からPSTは一切検出されなかった。

さらに、群毎のばらつきを確認するため、毒化3週目、減毒1週目および減毒2週目のトゲクリガニ15匹を5匹ずつの3群に分け、それぞれの群について測定した結果を図3に示す。

検出された毒成分は、毒化3週目と減毒2週目で3群と

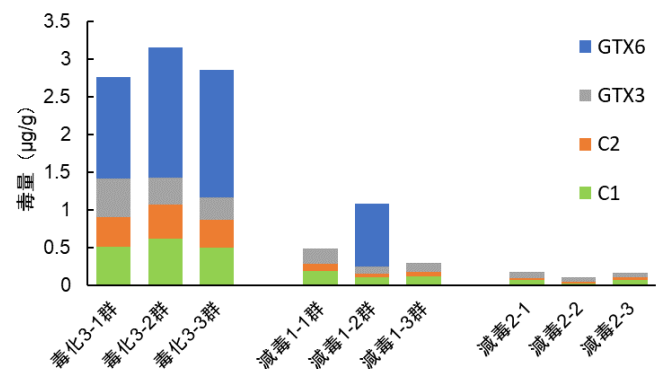


図 3 毒化・減毒期間における群毎のロット間差 (n=5)

も一致し、毒量もほぼ同程度でありロットによる差はほぼないと考えられたが、減毒1週目に限ってはGTX6を含有しているサンプルがあった。これは、一群として分析したトゲクリガニ5匹の個体差によるところが大きいと考えられる。

3.2 加熱加工による毒量および毒成分の変化

蒸し加工および塩分濃度の異なる水道水を用いた茹で加工でのPST成分について、図4に示す。毒化1週目および2週目においては、加熱加工では対照群と比較し、明らかに毒量が低下傾向にあり、毒化1週目の蒸し加工のGTX6および塩分濃度0%の茹で加工でのGTX3は、ほぼ減少することなく残存していた。また、毒化1週目では、残存毒量および毒成分組成ともに加熱加工方法の違いで異なっていたが、毒化2週目ではいずれにおいても濃度に大きな違いは認められず、加熱処理群は対照群の毒量の1/5未満となっていた。

次に、各群の蒸し汁および茹で汁のpHおよび毒量測定結果を表3および図5に示す。全ての調理水において、pHはアルカリ性に傾いていた。特に茹で加工では、pH 8.56~8.90とばらつきが大きく、塩分濃度の差によるpHの差異も認められなかった。蒸し加工でのpHは8.80~9.01となり、茹で加工に比べてアルカリ性が強くばらつきも小さかった。また、調理水中の毒成分総量は、毒化1週目と2週目で相反する結果となったが、調理水のpHとの関係は見いだせなかった。

無加工のトゲクリガニ肝臓部に存在する毒成分総量と、加熱加工後の肝臓部および調理水中の毒成分総量を比較した結果(図6-1および図6-2)では、加熱加工後の毒成分は、毒化の期間に関わらず調理水より肝臓部

表3 調理水のpH変化

	毒化1週目	毒化2週目	毒化3週目
蒸し加工	8.93	8.80	9.01
茹で加工	塩分濃度 0%	8.56	8.80
	塩分濃度 1.5%	8.64	8.66
	塩分濃度 3%	8.60	8.66

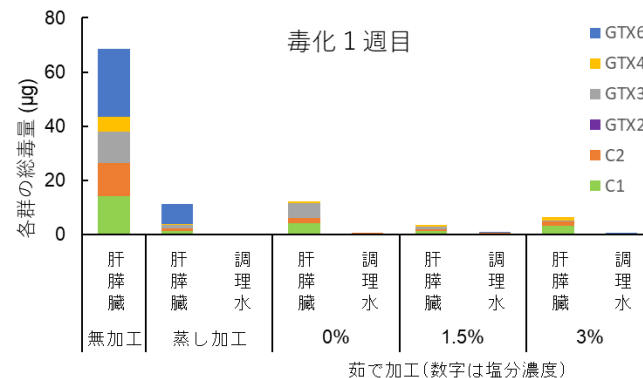


図6-1 毒化1週目における加熱加工後の総毒量および毒成分

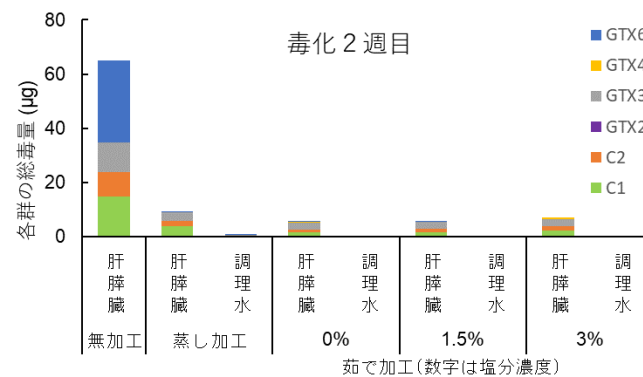


図6-2 毒化2週目における加熱加工後の総毒量および毒成分

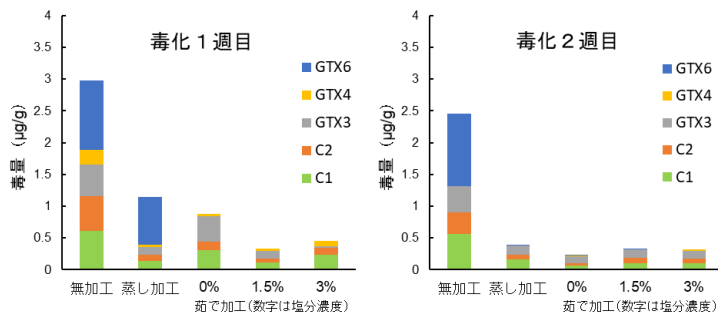


図4 加熱加工による毒量および毒成分の変化 (トゲクリガニ肝臓部)

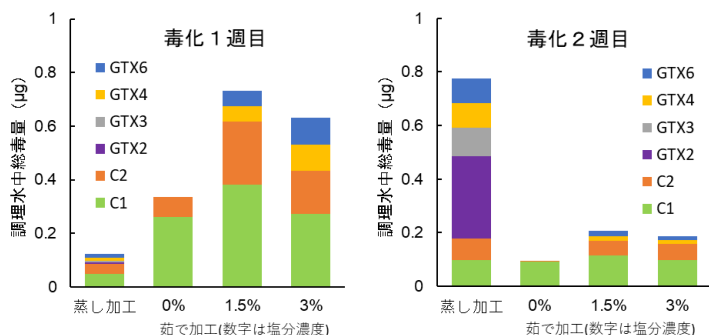


図5 加熱加工による毒量および毒成分の変化 (調理水)

に多く残存しており、調理水からの検出量は蒸し加工、茹で加工のいずれも肝臓部と比べほぼゼロに等しい値であった。また、茹で汁の塩分濃度も残存毒量には関係なかったが、毒化1週目、毒化2週目の両蒸し汁から、極低濃度であるがGTX2を検出した。GTX2は、いずれの試料からも不検出の毒成分であり、GTX6が変換してきたものと推測される。各群のそれぞれの総毒量収支については、加熱加工した肝臓部の総毒量に調理水の総毒量を加算しても、無加工の肝臓部の総毒量には遠く及ばないことから、加熱加工によりトゲクリガニの肝臓部から消失した毒成分は、調理水に移行したわけではなく毒成分が減衰あるいは消失していると考えられた。

3.2 アルカリ性下におけるPST標準溶液の経時変化

PST成分は、中性あるいは弱酸性溶液中では加熱に対して安定なため、一般的な加熱調理では分解しないが、アルカリ性では不安定とされている。本研究で得られた調理水のpHは、8.56~9.01と弱アルカリ性であったことから、pH 9.0における毒成分の安定性を観察した。通常、

毒成分標準品は0.0025 N塩酸溶液で希釈して用いるため、溶液のpHは3.4付近となっている。そこで、PST成分標準品を各々200倍に希釈し、混合した溶液に0.1 N水酸化ナトリウム溶液を添加して混合し、pH 9.0とした後、一定時間放置して再び0.1 N塩酸溶液でpHを3.4に戻して機器分析に供し、標準溶液の濃度変化を測定した結果を図7に示す。

C1, C2, GTX3は、変動はあるものの比較的安定していたが、GTX1, GTX2, GTX6, dcGTX2は、変動が大きいものでは20%以上の開きが認められた。しかし、変動幅を最大に見積もっても、無加工肝臓部の毒総量との収支が合わないことから、pHがアルカリ性という要因だけでは本研究結果と同様な毒成分の減衰は生じないと考えられる。可能性として想定されることは、アルカリ性かつ加熱操作という複合要因による処理が挙げられる。PST標準品を用いてアルカリ性下で熱処理を行う検証実験は未実施であるが、トゲクリガニにおいても二枚貝類と同様に、茹で加工などの加熱処理を行うことで毒量が大幅に減少することが判明した。

#### 4 まとめ

PSTにより毒化したトゲクリガニについて、加熱処理を施し除毒効果を検証した。

低濃度のPST毒量測定および各毒成分組成の観察に必要な機器分析法の検討を行い、前処理方法や機器分析条件を整えた。さらに、検証に必要な毒化トゲクリガニの作出において、毒化したムラサキイガイの給餌により、急速に毒化し給餌中止とともに急激に減毒することを確認した。

蒸し加工および茹で加工による加熱処理後の残存毒量値は、いずれの加熱処理でも除毒効果が認められた。また、消失した毒成分は調理水に移行することなく、アルカリ性下で加熱処理されたことにより失活したものと推測され、トゲクリガニにおいても他の二枚貝と同様、加熱処理が除毒に有効であることが確認された。

今後は、本研究が比較的低い毒量での検証であったことから、高濃度に毒化したトゲクリガニを対象として、加熱加工による除毒の状況を確認する必要があると思わ

れる。

#### 謝 辞

本研究は、令和元年度宮城県公衆衛生研究振興基金の助成により実施しました。

#### 参考文献

- 1) 食品安全委員会：ファクトシート（麻痺性貝毒），平成26年11月25日
- 2) 自然毒のリスクプロファイル：二枚貝：麻痺性貝毒，厚生労働省ホームページ
- 3) 橋本多美子：麻痺性貝毒含有二枚貝の嗜好性を高める除毒調理法の確立，科学研究費助成事業研究成果報告書，平成27年6月29日
- 4) 仲谷正，山口之彦，山野哲夫，清水充：LC/MS/MSによる麻痺性貝毒の分析—試料溶液調製法の検討，第48回全国衛生化学技術協議会年会講演集，106-107
- 5) 沼野聡：LC-MS/MSを用いたホタテガイ中の麻痺性貝毒の分析について，第54回全国衛生化学技術協議会年会講演集，138-139
- 6) 宮村和良，松山幸彦，呉碩津：大分県猪串湾における有毒渦鞭毛藻*Gymnodinium catenatum*の出現と海水懸濁物中の麻痺性貝毒量およびヒオウギガイ*Chlamys nobilis*の毒化予察，*Nippon Suisan Gakkaishi*, 73(1), 32-42 (2007)
- 7) Krista M.Thomas, Daniel G.Beach, Kelley L.Reeves, Ryan S.Gibbs, Elliot S.Kerrin, Pearse McCarron, Michael A.Quilliam: Hydrophilic interaction liquid chromatography-tandem mass spectrometry for quantitation of paralytic shellfish toxins: validation and application to reference materials, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409(24), 5675-5687 (2017)
- 8) 仲谷正，山口之彦，山野哲夫，清水充：LC/MS/MSによる麻痺性貝毒成分分析法の基礎的検討，第47回全国衛生化学技術協議会年会講演集，198-199
- 9) 宮城県ホームページ（貝毒対策—貝毒とは）：まひ性貝毒プランクトンの種類について
- 10) (独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 赤潮環境部 有毒プランクトン研究室：有毒プランクトン図鑑
- 11) 大島泰克：麻痺性貝毒に関する化学・生化学的研究，*Nippon Suisan Gakkaishi*, 74(5), 767-771 (2008)

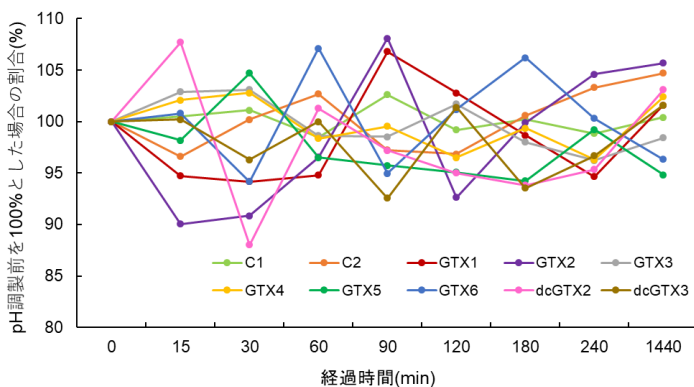


図7 標準溶液濃度の経時変化

# 機械学習による大気汚染物質濃度の予測

## Prediction of air pollutant concentrations by machine learning

太田 耕右  
Kohsuke OHTA

微小粒子状物質（以下「PM<sub>2.5</sub>」という。）による呼吸器・循環器系への影響に関する懸念が、近年高まっている。高濃度警報等の早急な発令のため、濃度予測手法の確立が必要であると考えられるが、ある測定局における7日後以降の濃度を予測する手法は確立されていない。本研究では、AI（人工知能）技術の一種であるニューラルネットワーク（以下「NN」という。）を用いて、岩沼一般大気環境測定局（以下「岩沼局」という。）における1週間後のPM<sub>2.5</sub>濃度（1時間値）を予測した結果、NNに学習させるデータ（以下「教師データ」という。）の種類によって異なる予測精度が得られた。特に、過去のPM<sub>2.5</sub>濃度及び粒子同士の衝突反応速度定数を学習させた場合に最も高い精度が得られ、PM<sub>2.5</sub>濃度（1時間値）の実測値と予測値の相関係数  $r$  は 0.83 となった。この結果から、岩沼一般大気環境測定局におけるPM<sub>2.5</sub>の生成機構には、粒子同士の衝突反応等が関連している可能性が示唆された。

キーワード：大気汚染常時監視；PM<sub>2.5</sub>予測；機械学習；再帰的ニューラルネットワーク

*Key words* : Air pollution monitoring; Predictoin of PM<sub>2.5</sub>; Machine learning ;Recurrent neural network

### 1 はじめに

PM<sub>2.5</sub> は代表的な大気汚染物質であり、呼吸器・循環器系疾患の発生率や死亡率を有意に増加させることが明らかになっている。現在、世界人口の約9割が汚染された大気のもとで暮らしており、ドイツのマックス・プランク研究所の発表によると、PM<sub>2.5</sub> などの大気汚染を原因とする世界全体の死者数は年間約880万人であると考えられている<sup>1)</sup>。宮城県においては、令和元年度のPM<sub>2.5</sub>の環境基準達成率は100%であったものの、バイオマスを燃料とする発電所等の新規稼働が複数件予定されていることなどから、局所的な汚染も懸念されている。したがって、早急な警報発令体制や大気汚染の未然防止に向けて有用な情報を得るためにも、PM<sub>2.5</sub>濃度の予測は重要であると考えられる。

現在、大気汚染物質濃度の予測は、輸送や放射等の物理的・化学的過程を考慮して計算する手法が主流となっているが、計算に膨大な費用を要するほか、特定の工場などといった局所的な影響に起因する濃度変化を予測できないという課題がある。このため、局所的な影響を考慮した予測を行うことは本県にとっても喫緊の課題であるものの、現在のところ十分な検討は行なわれていない。

一方、近年 AI に係る技術の進歩によって、これらの課題を解決する手掛かりが見いだされつつある。環境分野における AI の活用は数十年前から試みられてきたが、情報工学分野以外の研究者が容易に AI を利用できる環境ではなく、また予測精度も十分ではなかったため、実用化は進まなかった。しかし最近では、家庭用の一般的なコンピュータに無料で高性能な AI を搭載できる環境が整ってきており、一部の研究機関においても、機械学

習を用いて局所的な影響を考慮した予測を行おうとする動きが、ここ数年で始まりつつある。

以上のことから、本研究では、機械学習を用いたPM<sub>2.5</sub>濃度の予測を目的とする。この目的の達成により、早急な警報発令体制及び大気汚染の未然防止に資する知見が得られるとともに、大気汚染常時監視測定局の置かれていない地点における濃度をも予測することで常時監視体制の質向上と効率化を両立でき、大気環境保全施策の向上に役立てることができると考えられる。

### 2 予測地点の選定

本研究においては、PM<sub>2.5</sub>濃度を予測する地点の選定基準を以下のように定めた。

(1) 非メタン炭化水素（以下「NMHC」という。）、光化学オキシダント（以下「Ox」という。）、窒素酸化物（以下「NO<sub>x</sub>」という。）、二酸化硫黄（以下「SO<sub>2</sub>」という。）、及びPM<sub>2.5</sub>をいずれも常時監視している測定局

(2) 人間が居住し活動する地域に設置された測定局

(3) 周囲を建物や樹木に覆われているといった、特殊な地理的要因の無い測定局

(4) 測定データの長期にわたる欠測の無い測定局

まず(1)について説明する。PM<sub>2.5</sub>濃度の予測地点は、教師データとなり得るデータ、すなわちPM<sub>2.5</sub>の生成に関わる物質のデータをより多く蓄積している測定局が望ましい。PM<sub>2.5</sub>二次粒子の主な生成経路<sup>2)</sup>を図1に示す。図1より、PM<sub>2.5</sub>の生成反応には有機化合物すなわちNMHC、Ox、NO<sub>x</sub>、及びSO<sub>2</sub>等が関連していると考え

られる。このため、一般環境大気測定局のうち、PM<sub>2.5</sub>の生成に関連している NMHC, O<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>2.5</sub>をいずれも常時監視している測定局を、予測地点の候補とする。この観点から、本県における候補としては、塩釜局（塩竈市旭町 1-1 塩竈市役所屋上）、岩沼局（岩沼市中央 3-1-18 仙台保健福祉事務所岩沼支所屋上）、榴岡局（仙台市宮城野区五輪 1-2-3 榴ヶ岡公園内）、中野局（仙台市宮城野区白鳥 1-32-1 仙台市立高砂中学校）及び国設箕岳局（涌谷町小塚字桜清水 2-1-5 箕岳山中腹）の 5 局が候補となる。

次に選定基準（2）として、本研究においては人体への影響を未然防止するために大気汚染の予測を行うという位置づけであるため、人間が居住し活動する地域に設置された測定局を予測地点の候補とする。選定基準（1）で絞り込まれた 5 局のうち、国設箕岳局は周囲に住居がほとんど見られない山の中腹に位置し、大気汚染物質濃度のバックグラウンド測定としての役割があるため、本研究における予測の候補地点からは除外した。

選定基準（3）を設定した理由は、機械学習を用いた予測は本県においては初めての試みであり、予測に着手する第一段階としては特殊な地理的要因のある局舎よりも、より一般的な（局舎固有の特性が少ない）局舎を選定する必要があると判断したためである。

選定基準（1）及び（2）により絞り込まれた 4 測定局について、航空写真を図 2 に示す。図 2 より、塩釜局の北側には丘が存在するため、北側を通過する物質の移動が阻害される可能性が高い。また、榴岡局は、周囲を樹木に囲まれているため、物質の移動及び日射に起因する反応が阻害される可能性が否定できない。そのため、岩沼局及び中野局を予測地点の候補とする。

最後に、選定基準（4）であるが、機械学習においては、蓄積されたデータが多い方が精度が高まるため、欠測期間が短い方が有利である。本研究では、濃度予測を行う期間を 2019 年 1 月 1 日 1 時～12 月 31 日 24 時までとし、この期間内に長期にわたる欠測が無いことが望ましい。ここで、前述の 2 地点のうち、中野局は台風被害のために 2019 年 10 月 13 日～12 月 31 日のデータが欠測となっている。

以上の理由から、本研究では、（1）から（4）の選定基準をもとに判断し、岩沼局を予測地点とした。

### 3 予測方法

教師データによる機械学習モデルの構築には、NN の中でも時系列予測に長けた手法である再帰的ニューラルネットワーク（以下「RNN」という。）を用いた。図 3 に RNN の模式図を示す。通常の NN では、ある層の出力は、次の層の入力に利用されるのみである。一方で、RNN では出力の一部が「再帰的に」同じセルに戻る（図 3 中、隠れ層における赤色の矢印）。この結果、ある時点での入力が、それ以降の出力に影響を及ぼし、結果とし

て時系列データの処理を行うことができる。

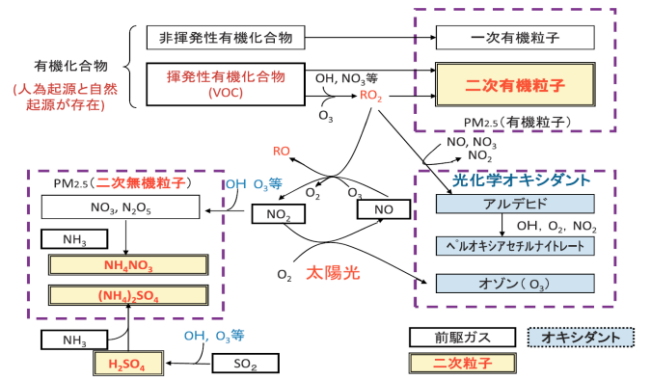
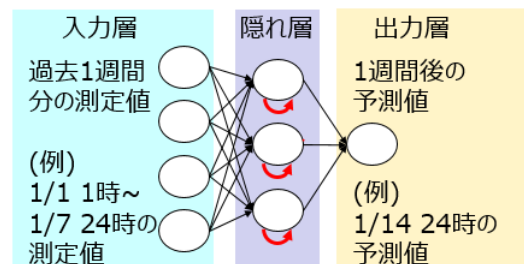


図 1 PM<sub>2.5</sub> 二次粒子の生成経路<sup>2)</sup>

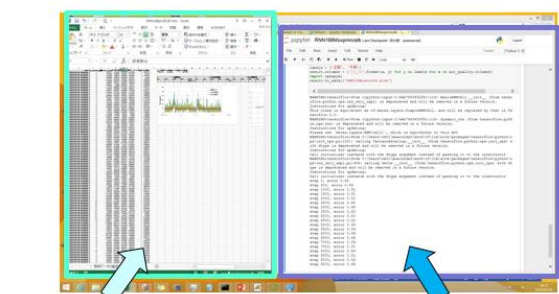


図 2 塩釜局、岩沼局、榴岡局、中野局の航空写真（国土地理院撮影の写真に測定局位置を追記して掲載）



※データの入出力はいずれもExcel形式

図 3 RNN の模式図



出力された予測結果 (Excel) 予測コードの記述 (Jupyter notebook)

図 4 PC画面における作業イメージ

開発環境についてはJupyter notebook(Python3.5)を使用し、RNNの実装においてはTensorFlow 1.2.1を使用した。PC構成はプロセッサにIntel Core i5、CPUに3.30GHz×2、メモリ4GBを搭載したものをを用いた。PC画面上における作業イメージを図4に示すが、後述する期間及び種類のデータを使用した場合、予測に要する時間は20~30分程度である。

予測精度の評価には、2019年1月1日1時~12月31日24時までのデータを使用した。予測対象は1週間(168時間)後のPM<sub>2.5</sub>濃度とし、168時間前~現在までの連続データを用いて予測した。

教師データの期間は、2016年1月1日1時~2018年12月31日24時とした。教師データの種類は、図1及び化学反応論<sup>3)</sup>を参考に、以下を候補とした。

なお、気温、日射量、相対湿度、風速は仙台管区気象台におけるデータを使用した。

- ・NMHC [ppmC], Ox [ppb], NOx [ppb], SO<sub>2</sub> [ppb], 及びPM<sub>2.5</sub> [μg/m<sup>3</sup>]
- ・気温 [°C] (以下「T」という。)
- ・日射量 [MJ/m<sup>2</sup>] (以下「SR」という。)
- ・相対湿度 [%] (以下「HUM」という。)
- ・風速 [m/s] (以下「WV」という。)
- ・遷移状態が生じない場合における気相中の分子同士の衝突による化学反応論<sup>3)</sup>における、反応速度定数の温度関数部分である  $T^{0.5} \times \exp(-E/RT)$  (以下「K」とよぶ。)

参考に、衝突反応の模式図及び反応速度定数の式を図5に示す。ここで、Rは気体定数、Eは活性化エネルギーを表す。なお、PM<sub>2.5</sub>の生成反応に係るEの値については一般的に知られていないため、本研究ではNOxの酸化還元反応に係るEの値<sup>4)</sup>を参考に、E=200 [kJ/mol]と仮定して各時間におけるTの値からKを計算した。

以上のうち1~7種類のデータを選定し、必要に応じてこれらの積を求め、教師データとした。教師データの種類と予測精度の関係については後述する。

#### 4 結果

教師データの種類と、予測精度の指標である実測値と予測値との相関係数rの関係を表1に示す。教師データとしてSO<sub>2</sub>, KもしくはOxとNOxの積を加えた場合、相関係数rが0.8以上となり、高い相関が認められた。一方、表1のNo.20に示すように、特に関係が深いと考えられるPM<sub>2.5</sub>, NMHC, Ox, NOx, SO<sub>2</sub>, T, Kの7種類のデータを使用した場合、rは0.48となった。

次に、最も高い相関となった、KとPM<sub>2.5</sub>を用いた場合及び7種類のデータを使用した場合の予測値を実測値(正解データ)と並べて時系列表示した結果を図6に示す。

また、KとPM<sub>2.5</sub>を用いた予測誤差の平均値は±2.5[μg/m<sup>3</sup>]であり、誤差の95%信頼区間は±0.16~7.2[μg/m<sup>3</sup>]であった。



$$\text{反応速度定数} = \frac{\sigma(8k/\pi\mu)^{1/2}}{\text{定数}} \times (T)^{1/2} \exp(-E/RT)$$

Tの関数：以下Kと定義

σ：反応断面積 k：ボルツマン定数  
 μ：実効質量  
 T：気温 R：気体定数  
 E：反応の活性化エネルギー  
 (ここでは200 [kJ/mol]と仮定)

図5 気相分子同士の衝突反応の模式図

表1 教師データの種類とrとの関係

No.	教師データの種類	相関係数r
1	PM <sub>2.5</sub>	0.71
2	PM <sub>2.5</sub> , NMHC	0.68
3	PM <sub>2.5</sub> , Ox	0.72
4	PM <sub>2.5</sub> , NOx	0.69
5	PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub>	0.80
6	PM <sub>2.5</sub> , T	0.74
7	PM <sub>2.5</sub> , K	0.83
8	PM <sub>2.5</sub> , SR	0.68
9	PM <sub>2.5</sub> , HUM	0.77
10	PM <sub>2.5</sub> , WV	0.68
11	PM <sub>2.5</sub> , NOx * SR	0.71
12	PM <sub>2.5</sub> , Ox * NOx	0.81
13	PM <sub>2.5</sub> , Ox * NOx * SR	0.74
14	PM <sub>2.5</sub> , NMHC * SR	0.55
15	PM <sub>2.5</sub> , NMHC * Ox	0.63
16	PM <sub>2.5</sub> , NMHC * Ox * SR	0.66
17	PM <sub>2.5</sub> , Ox * SR	0.67
18	PM <sub>2.5</sub> , NMHC * NOx	0.66
19	PM <sub>2.5</sub> , NMHC * Ox * SO <sub>2</sub>	0.68
20	PM <sub>2.5</sub> , NMHC, Ox, NOx, SO <sub>2</sub> , T, K	0.48

表中「\*」は積記号「×」と同義

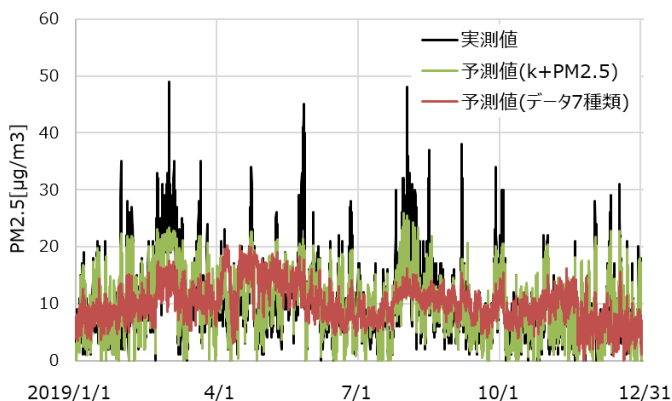


図6 予測値と実測値の時系列グラフ

## 5 考察

K を教師データとした場合に予測値が高精度 ( $r=0.83$ ) となった理由は、PM<sub>2.5</sub> の生成機構には衝突反応が関連しているためであると考えられる。また、SO<sub>2</sub> を教師データとした場合にも高い  $r$  の値 ( $r=0.80$ ) となった理由は、宮城県における PM<sub>2.5</sub> 成分のうち主要なものは硫酸塩である傾向がある<sup>5)</sup>ためと推察される。NO<sub>x</sub> と O<sub>x</sub> の積を用いた場合に  $r=0.81$  となった理由については、図 1 に示されているように PM<sub>2.5</sub> の成分である硝酸アンモニウムや硫酸アンモニウムが生成する際に、NO<sub>x</sub> と O<sub>x</sub> の反応が関連しており、この反応が PM<sub>2.5</sub> の生成に影響を及ぼしている可能性があるためと考えられる。

なお、相関係数  $r$  については、PM<sub>2.5</sub> の 1 時間値を用いた既報<sup>6)</sup>では 0.53、1 か月平均値を用いた既報<sup>7)</sup>は 0.87 であった。予測手法、期間及び使用データが異なるため単純比較は難しいものの、1 か月平均値を用いた方が突発的な濃度上昇が少なくなり、高精度となりやすいと推察されるが、本研究における予測では、1 時間値を用いたものでも 1 か月平均値を用いた既報に近い精度を得ることができた。

## 6 まとめ

本研究では、RNN を用いて岩沼局における 1 週間後の PM<sub>2.5</sub> 濃度の 1 時間値を予測した。結果、教師データの種類によって相関係数  $r$  の値は変化し、気相分子の衝突反応における化学反応速度論を参考に反応速度定数の温度関数部分 K を教師データとした結果、 $r=0.83$  が得られ、既往の研究と比較しても遜色ない精度となった。

また、教師データに O<sub>x</sub> 濃度と NO<sub>x</sub> 濃度の積もしくは SO<sub>2</sub> 濃度を学習させた場合も  $r$  が 0.80 以上となった。これらの結果から、岩沼一般大気環境測定局における PM<sub>2.5</sub> の生成機構には、粒子同士の衝突反応及び O<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> が関連している可能性が示唆された。

今後、高濃度時における予測精度の向上及び O<sub>x</sub> 濃度の予測について検討する。

## 参考文献

- 1) マックス・プランク研究所ホームページ：  
<https://www.mpg.de/12823232/polluted-air-shortens-the-lifespan-of-europeans-by-about-two-years>
- 2) 坂本和彦：表面科学, **36**, 141 (2015)
- 3) アトキンス物理化学, p.935.
- 4) J.Nicholas, "Chemical kinetics", Harper & Row, New York(1976).
- 5) 佐藤ら,宮城県保健環境センター年報, 2014, p.45.
- 6) 井上ら,2019 年大気環境学会年会 ポスター発表 P-144#.
- 7) 荒木ら,2019 年大気環境学会年会 口頭発表 2D0900.



# 多賀城市及び七ヶ浜町での大気環境移動測定車を用いた 測定・解析結果

## Measurement and analysis result of air pollutants in Tagajo City and Town of Shichigahama with air pollution monitoring car

太田 耕右 大熊 一也  
Kohsuke OHTA, Kazunari OOKUMA

宮城県では、多賀城市及び七ヶ浜町における大気環境を移動測定車を用いて測定し、その結果を環境生活部環境対策課のホームページで公開している。今回、平成29年度から令和元年度までの3年間にわたる測定結果を解析し、多賀城市及び七ヶ浜町における地域特性を検討した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても、二酸化硫黄（以下「SO<sub>2</sub>」という。）、二酸化窒素（以下「NO<sub>2</sub>」という。）、光化学オキシダント（以下「Ox」いう。）及び微小粒子状物質（以下「PM<sub>2.5</sub>」いう。）の濃度には、風向による顕著な依存性は確認されなかった。また、クラスター分析の結果、多賀城市及び七ヶ浜町における測定結果の一部は、周辺の測定局と類似せず独自の傾向が見られたため、継続的に測定する必要性が示唆された。さらに、長期的な傾向を検討した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても県内の他の測定局における傾向と概ね一致している状況と考えられた。

キーワード：大気汚染常時監視；大気環境移動測定車；地域特性；クラスター分析

*Key words* : Air pollution monitoring; Air pollution monitoring car; Regional characteristics; Cluster analysis

### 1 はじめに

多賀城市及び七ヶ浜町においては、現在、大気汚染物質の常時監視測定局は存在しない。しかし、大気環境保全の観点から、固定局のない地域においても大気汚染の状況を把握することは必要であると考えられるため、大気環境移動測定車を用いて、平成29年から多賀城市及び七ヶ浜町における大気環境を測定している。その結果については宮城県環境生活部環境対策課ホームページ<sup>1)</sup>に公開されているが、多賀城市及び七ヶ浜町における地域特性等に関する統計的な検討は、これまでのところなされていない。

本研究では、平成29年度から令和元年度までの測定データを用いて、周辺の測定局における測定データ及び気象データ等と組み合わせて、多賀城市及び七ヶ浜町における大気汚染の地域特性について調査した。

### 2 測定・解析方法

測定地点は、多賀城市役所西側駐車場及び七ヶ浜町松ヶ浜地区避難所に設定している。測定地点及び周囲の測定局の位置関係を図1に示す。図1において、緑色で示された点は大気環境移動測定車による測定地点であり、赤い点が固定の大気環境測定局である。なお、図1中にある多賀城局、多賀城2局、七ヶ浜局、七ヶ浜2局は既に廃止され、現在は測定が行われていない。

測定は、2地点ともに、平成29年度から令和元年度の計3年間、連続7日間の測定を年4回行った。なお、具体的な測定日については宮城県環境生活部環境対策課ホームページ<sup>1)</sup>に公表されている。

解析に用いたデータは、前述の期間におけるSO<sub>2</sub> [ppb]、

NO<sub>2</sub> [ppb]、NO<sub>x</sub> [ppb]、O<sub>x</sub> [ppb]、PM<sub>2.5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]、及び風向の1時間値である。解析方法は以下の通り。

#### 2.1 風向別濃度

SO<sub>2</sub> [ppb]、NO<sub>2</sub> [ppb]、O<sub>x</sub> [ppb]、PM<sub>2.5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]の4項目について、16方位の風向ごとの平均濃度を計算した。

#### 2.2 風向別頻度

16方位の風向について、各々の方位となる頻度を計算した。

#### 2.3 クラスター分析

SO<sub>2</sub> [ppb]、NO<sub>2</sub> [ppb]、O<sub>x</sub> [ppb]、PM<sub>2.5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]の4項目について、大気環境移動測定車による測定データと周辺の測定局（塩釜局、中野局、福室局及びバックグラウンドの役割である国設笹岳局）との非類似度を調査した。非類似度の計算にあたり、大気環境移動測定車における期間と一致させた形で、周辺の測定局における測定データの期間の抽出を行なった。

クラスター分析で使用する非類似度は、(1)式に示すユークリッド距離dを採用した。クラスタリングは、他自



図1 多賀城市及び七ヶ浜町周辺における測定局の位置

治体において大気汚染常時監視測定局間の類似性を解析した事例<sup>2)</sup>を参考に、分類感度が高いとされる Ward 法を使用し、解析ソフトには R3.5.1 を用いた。

$$d = \{ (a_1 - b_1)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2 \}^{0.5} \dots (1)$$

$a_k$  : 測定局 a における k 番目の 1 時間値

$b_k$  : 測定局 b における k 番目の 1 時間値

すなわち、(1) 式における d が小さいほど、測定局 a と測定局 b における測定結果が類似していると解釈することができるものである。

## 2.4 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比

工場や自動車等から環境大気中へ排出される NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub> と NO の合計) の多くは一酸化窒素 (以下「NO」という。) であり、大気環境中の NO<sub>2</sub> の大部分は大気中に排出された NO が酸化されて生成したものが占める。このことから、一般に発生源の近傍にある自排局といった測定局では NO<sub>2</sub> より NO が高く、発生源から離れた測定局では NO より NO<sub>2</sub> が高いと考えられる<sup>2)</sup>。一般的に、自排局では NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比が 0.4~0.6 程度、一般局では 0.7~0.9 程度という傾向がある<sup>2)</sup>ため、各測定局の NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比から、その測定局への発生源の影響の度合いを推定することができる。今回、多賀城市及び七ヶ浜町の測定地点における NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比を計算し、発生源の影響を見積もることとした。

## 2.5 長期トレンド解析

SO<sub>2</sub> [ppb], NO<sub>2</sub> [ppb], 及び昼間 (6~20 時) の Ox [ppb] について、現在は廃止された測定局における過去の測定結果も含めて 1970 年~2020 年の時系列としてプロットした。

## 3 解析結果・考察

### 3.1 風向別濃度

16 方位の風向ごとの平均濃度について、多賀城市における結果を図 2 に、七ヶ浜町における結果を図 3 に示す。図 2 及び図 3 から、多賀城市においては南方向から風が吹いてきた場合に SO<sub>2</sub>、及び PM<sub>2.5</sub> の濃度がやや高くなる傾向も見られるが、顕著な傾向とまでは至らず、他の項目についても、顕著な風向依存性は確認されなかった。

### 3.2 風向別頻度

16 方位の風向ごとの頻度 [%] を図 4 及び図 5 に示す。図 4 及び図 5 に示すとおり、多賀城市においては西北西の風が優勢であり、七ヶ浜町においては北北西の風が優勢であった。なお、図 2 及び図 3 との比較から、風向別の頻度と濃度の間には関係性が見られないことが示された。

### 3.3 クラスタ分析

多賀城市及び七ヶ浜町における周辺局の測定結果を用いたクラスタ分析の結果をそれぞれ図 6、図 7 に示す。図の縦軸が非類似度 d であり、「移動車」という項目からの距離が図示されている。

図 6 及び図 7 から、大気環境移動測定車による測定結果には以下に示す 2 種類の傾向が認められた。

① 地理的に近い測定局と類似の傾向 (図 6、図 7 中で赤

色の項目)

② 地理的に近い測定局と類似しない傾向 (図 6、図 7 中で緑色の項目)

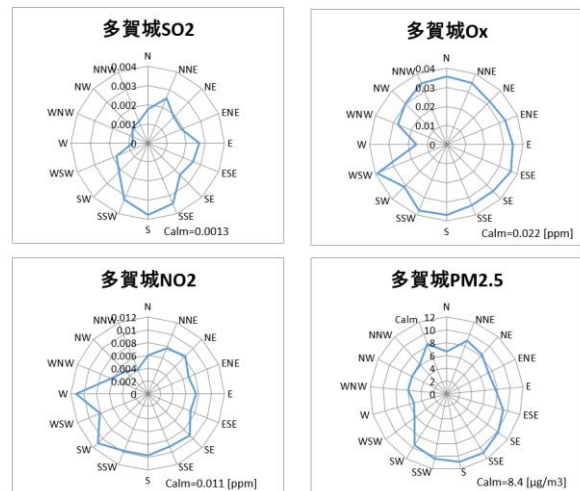


図 2 多賀城市における風向別濃度

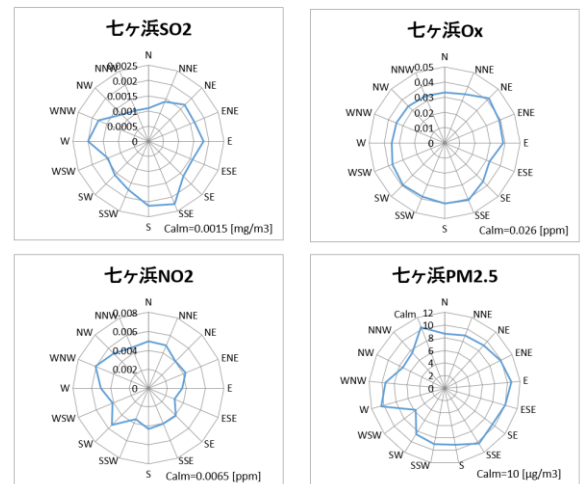


図 3 七ヶ浜町における風向別濃度



図 4 多賀城市における風向別頻度

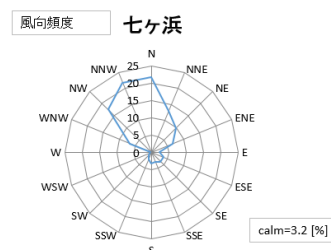


図 5 七ヶ浜町における風向別頻度

すなわち、②に該当する項目は測定地点固有の傾向があると考えられる。具体的には、多賀城市、七ヶ浜町におけるPM<sub>2.5</sub>、加えて七ヶ浜町でのSO<sub>2</sub>とNO<sub>2</sub>である。現在のデータからはこのような傾向となった原因を特定することはできないが、測定地点特有の傾向がみられる以上は、多賀城市及び七ヶ浜町における測定データを蓄積し、測定地点の特性をさらに調査する必要があるものと考えられる。

3.4 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比

多賀城市及び七ヶ浜町におけるNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比を表1に示す。

自排局ではNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比が0.4~0.6程度、一般局では0.7~0.9程度という報告<sup>2)</sup>があり、これを2市町に当てはめると、表1の値から、多賀城市及び七ヶ浜町においては一般局と同等であり、両測定地点における発生源の影響は、一般局と同等であることが示された。

3.5 長期トレンド解析

SO<sub>2</sub> [ppb], NO<sub>2</sub> [ppb], 及びOx [ppb]の3項目に関する長期トレンド(1970~2020年)を図8~図15に示す。なお、図8~図10における縦軸は年平均値であり、図11~図15における縦軸は月平均値である。大気環境移動測定車による測定値の年間値については、同年における測定値を平均することで年間値とした。月平均値についても同様に、同月における平均をその月の平均値とした。

図8では、宮城県内のSO<sub>2</sub>濃度は減少傾向にあり、図11及び図12のとおり、多賀城市及び七ヶ浜町においても同様の傾向があることが分かる。また、図9より、NO<sub>2</sub>濃度も近年減少傾向にあり、図13、図14より、多賀城市及び七ヶ浜町においても同様の傾向が示唆される。Oxについては、図10より増加もしくは横ばい傾向となっており、図15より多賀城市においても同様であると考えられる。なお、七ヶ浜町においては過去におけるOxの測定実績がないため、図15のような長期トレンドは不明である。

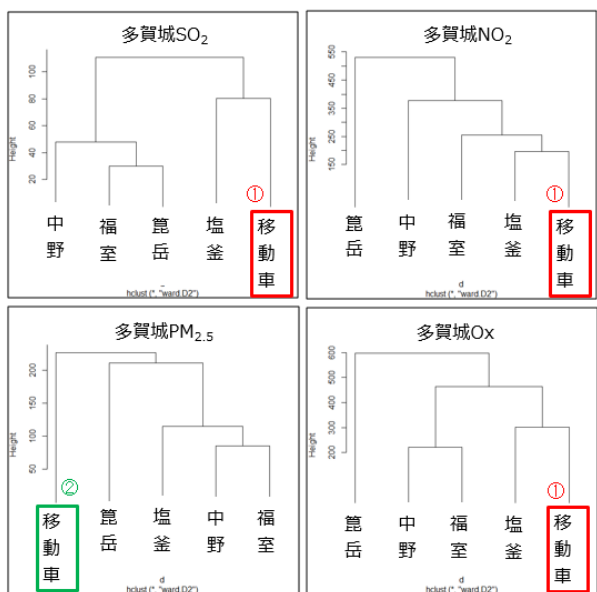


図6 多賀城市におけるクラスター分析結果

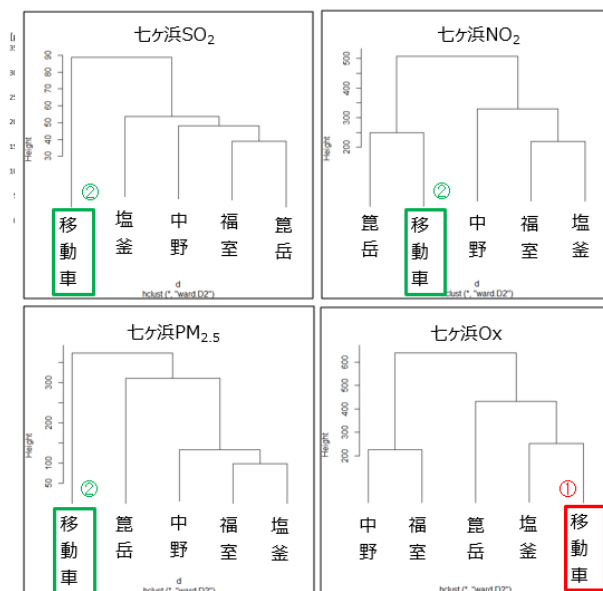


図7 七ヶ浜町におけるクラスター分析結果

表1 多賀城市及び七ヶ浜町におけるNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比

測定地点	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> 比
多賀城	0.731
七ヶ浜	0.753

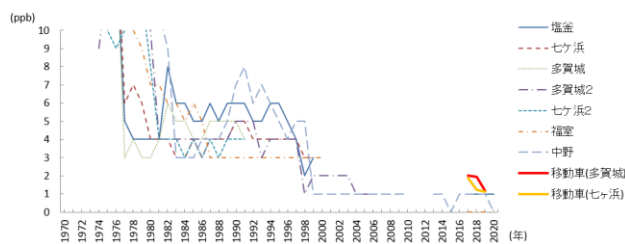


図8 SO<sub>2</sub>の長期トレンド(年平均)

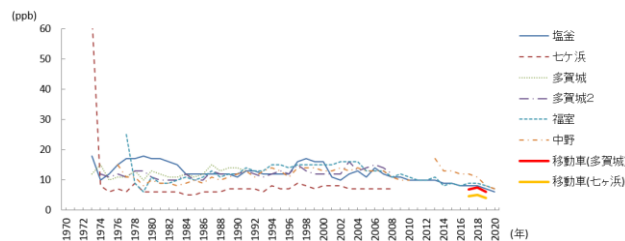


図9 NO<sub>2</sub>の長期トレンド(年平均)

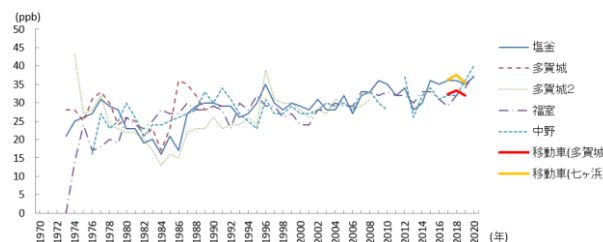


図10 Oxの長期トレンド(年平均)

#### 4 まとめ

平成 29 年度から令和元年度における大気環境移動測定車による測定結果を解析した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても、大気汚染物質の濃度には風向による顕著な依存性は確認されなかった。また、クラスター分析の結果、両測定地点における測定結果の一部は周辺の測定局と類似する傾向が見い出せず、独自の傾向が見られたため、継続的に測定する必要性が示唆された。さらに、長期的な傾向を調査した結果、いずれの地点においても、周辺の測定局における傾向と概ね一致している状況がみられた。

#### 参考文献

- 1) 宮城県環境生活部環境対策課ホームページ：  
<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kankyo-t/tagajotaiki4.html>
- 2) 千葉県における大気環境測定結果：  
<https://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/toukeidata/air-monitoring/>

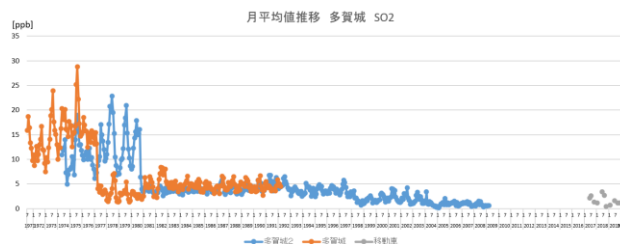


図 1 1 SO<sub>2</sub>の長期トレンド（多賀城，月平均）

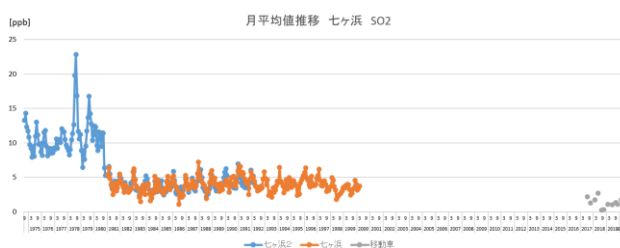


図 1 2 SO<sub>2</sub>の長期トレンド（七ヶ浜，月平均）

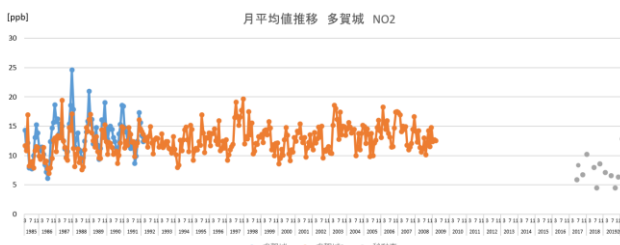


図 1 3 NO<sub>2</sub>の長期トレンド（多賀城，月平均）

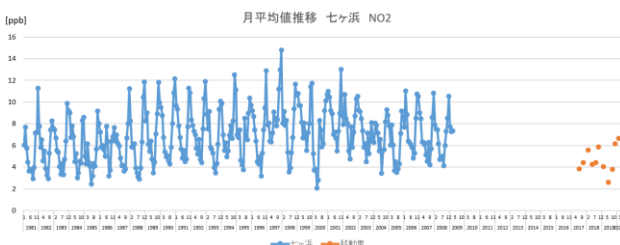


図 1 4 NO<sub>2</sub>の長期トレンド（七ヶ浜，月平均）



図 1 5 O<sub>x</sub>の長期トレンド（多賀城，月平均）