

平成 28 年度

# 東北創生研究所年次報告書



長井市あやめ園の風景

平成 29 年 9 月

山形大学東北創生研究所

## 「平成 28 年度東北創生研究所年次報告書」の発行に寄せて

今年で東日本大震災から 5 年が過ぎましたが、被災地の復興に関して様々な方々の継続的で献身的な支援が続いております。しかし東北地方では、復興のさなかに昨年の岩手岩泉町の豪雨災害や今年の秋田県雄物川の洪水被害など、様々な災害に見舞われ復興の妨げになっています。決してあきらめず、地道な日々の小さな活動こそが復興への確かな歩みであることを忘れてはいけません。

さて、最近の報道によりますと東北地方では、宮城県を除く 5 県が日本国内の中でも上位の人口減少率を示しています。地方の市町村では少子高齢化による人口減少が進む一方で、人口の大都会への流入により一極集中が加速しています。これが現在の日本における大きな社会問題の原因となっています。地域の働き手が減少し、地域経済の規模が小さくなることで地方自治体の税収が先細り、医療、教育、安全などの社会サービスに十分な資金が行き渡らず、公共サービス必要としている若年層や高齢者などの社会的弱者が暮らしにくい社会構造が人口流出に拍車をかけています。

山形大学東北創生研は東北地方並びに山形県における地方創生の活動拠点として 2012 年 1 月に設置された組織です。山形大学地域創生研究所では、社会創生研究部門、産業構造研究部門、食料生産研究部門の 3 研究部門に多数の教員が所属し研究を行っています。さらには、高齢者環境整備プロジェクト、畜産業臭気対策プロジェクト、耕作放棄地有効利用プロジェクトの 3 プロジェクトを結成して、地域における課題を専門的知的集団が解決案を企業や住民の方々に提示し、解決策の実行を地域の方々とともに実行するというものです。人口減少が加速化し、税収が激減し自治体の機能維持が低下している東北地方において、総合大学の英知を活かした山形大学東北創生研の取り組みへの期待はとて大きいものがあります。

平成 28 年度の報告書には、各研究部門の報告並びに 3 プロジェクトのまとめを記載しております。これらの東北創生研の活動実績をお読み頂き、ご活用して頂ければ幸いです。

山形大学で取り組んでいる地域活動の専門家を育成する COC および COC+ プログラムでは、地域を理解し自ら新たな産業や未来の社会を構築する知識や意欲を醸成された多くの若い若者が育っており、山形県における地方創生の担い手となって活躍する日も近いものと感じております。

今後とも、山形大学東北創生研究所の活動にご理解とご協力をお願い申し上げます。

山形大学東北創生研究所所長

山形大学理事・副学長 大場 好弘

## 目 次

第1部 社会創生研究部門	1
平成28年度社会創生研究部門研究報告	2
1 第7次上山市振興計画ダイジェスト版の作成について	3
2 山形県における高齢者施設の整備状況	6
第2部 産業構造研究部門	15
平成28年度産業構造研究部門研究報告	16
1 排雪を利用した雪冷房システムの構築	17
2 山形県の利雪と熱源利用による植物工場構築を目指した地域連携 教育研究モデル	22
3 温泉熱発電技術開発	25
4 強誘電性ポリマーナノ結晶を用いたドクターブレード法による 有機薄膜太陽電池の作製と高性能化の試み	29
5 電力系統メンテナンスのための絶縁劣化診断センサーの開発	31
6 養豚場からの臭気に関する研究(プロジェクト研究)	34
第3部 食料生産研究部門	39
平成28年度食料生産研究部門研究報告	40
1 ベニバナの機械収穫に関する研究	41
2 ベニバナ遺伝資源の花弁関連形質に基づく特性評価	45
3 上山市産醸造用ブドウの成分分析	49
4 かみのやまワインの郷プロジェクト協議会ヒアリング	53
5 有限会社タケダワイナリーヒアリング	56

# 第 1 部

## 社会創生研究部門

## 平成 28 年度社会創生研究部門研究報告

### はじめに

平成 28 年度は、アベノミクスが第 2 ステージに入り GDP600 兆円・出生率 1.8・介護離職ゼロを目指す一億総活躍社会が提唱された。一方では、山形県の人口減少には歯止めが掛からず、少子高齢化が益々進行している。その結果、製造業を中心とした労働力不足が顕著となり、深刻な問題になりつつある。また、介護職場を取り巻く環境は相変わらず厳しい状況が続いており離職者も多くなっている。さらに、出生率にも大きな変化は見られず、都市部への人口集中が続いている。多くの市町村では、地方創生により地域の再生を図ろうと試みているが前途多難である。

このような状況下で、東北創生研究所のモデル市町村になっている上山市では、第 7 次上山市振興計画を作成し、「また来たくなるまち ずっと居たいまち ～クアオルト かみのやま～」をテーマとした未来構想が提案された。上山市では、この振興計画のダイジェスト版の作成について、漫画風に作成し市民に分かりやすくするために、山形大学の学生に依頼できないかという打診があった。その結果、引き受けることになり、地域教育文化学部と人文学部の学生が共同で取り組むことになった。

ところで、現在の介護制度は益々複雑になり、介護施設も多種多様である。そのため、このような介護施設の数やその分布、施設入所者や従事者が何人いるのかを把握することはなかなか難しい。平成 12 年度から始まった介護制度は、既に 17 年が経過したが多くの課題が露呈してきている。

今回の社会創生研究部門の報告は、学生による第 7 次上山市振興計画のダイジェスト版の作成過程、山形県内の高齢者施設の分布状況について整理考察したものを掲載した。特に、学生によるダイジェスト版の作成では、学生が地域社会に関心を持ち、一般市民に将来構想をどのように伝えたら良いのかについて取り組んだ実践的取り組み過程を理解いただければ幸いである。県内の高齢者施設の分布については、特に地域的にどのように配置されているのか、将来の少子高齢化がさらに顕著になると予想される状況下で、今後の高齢者対策がどのように有るべきかを踏まえて一読いただければ幸いである。

最後に、平成 28 年度の報告については、まだまとまらない報告もあり十分とは言えないが、今後とも地域の問題・課題を明確にし、これらの解決の糸口になるような報告書を多く掲載していければと思うものである。

## 1 第7次上山市振興計画ダイジェスト版の作成について

人文学部 下平裕之

上山市では、平成28年3月に平成35年度を目標年次とする「第7次上山市振興計画」を策定し、その中で、「また来たくなるまち ずっと居たいまち ～クアオルト かみのやま～」を将来都市像として、その実現のために基本構想および基本計画・実施計画をまとめている。第7次上山市振興計画は、「基本構想」「基本計画」「実施計画」によって構成されており、それぞれは以下の内容となっている。

### (1) 基本構想

まちづくりの目標となる将来都市像や基本的な方向性、役割分担について示します。

市民、地域・団体、事業者と行政がそれぞれ役割を果たすことで達成される計画とします。

### (2) 基本計画

基本構想で目標としたまちづくりを実現するため、行政が役割を果たしていくべき手段を施策として示します。

### (3) 実施計画

基本計画を達成するための手段を、財政状況や社会情勢を加味し事業として示します。

平成28年1月に上山市から本振興計画を市民の方々に分かりやすく伝え、理解していただくことを目的に、山形大学の学生の力を借りマンガを用いた同計画の「ダイジェスト版」を作成してほしい旨東北創生研究所に依頼があり、社会創生研究部門に所属する下平（人文学部・法経政策学科）、および齋藤学准教授（地域教育文化学部・造形芸術コース）が連携して対応することとなった。

ダイジェスト版の実際の制作については、人文学部・下平ゼミと地域教育文化学部・造形芸術コースで学んでいる学生が携わった。2つの学部の専門性を活かしながら試行錯誤を重ねることで、子供から高齢者まで、上山の振興計画に親しみをもって触れてもらうきっかけとなることを目指した。

下平ゼミの学生は、主にセリフを担当した。セリフを考える上でわかりやすく、上山市の良さがうまく伝わるよう意識しながら活動したが、思うような言葉が浮かばず苦勞したということであった。一方で普段経験できない自治体の

計画に携わり、上山市の良さをたくさん知ることができたという、肯定的な評価も見られた。

また造形芸術コースの学生は、キャラクターの考案と計画内容に沿った各ページのコマ割りを担当した。市内を実際に視察し、そこで実際に触れた、歴史や温泉、おいしい果物にあふれた上山をモチーフに、温かみのあるデザインを行うよう心がけたということである。

以下では作成プロセスの一例として、下平ゼミにおけるセリフの作成手順の概略を記載する。

### セリフ作成の手順

(1) 「施策の大綱」の中の各 4～6 項目ある施策に関連した対話を作成する。

#### ※ 学生への配布資料

ダイジェスト版の作成について

登場人物（地域教育文化学部作成）

振興計画施策項目リスト

対話の事例（滝沢市、奈井江町）

完成した対話の記載用紙

(2) 学生に提示した考え方の例：『笑顔いっぱいのもち』、『元気であたたかいまち』などの施策の主テーマについて、施策項目リストも参考にしながら、

- ・『○○のまち』とはどんなまち？
- ・こんなふうなまちになればいいのかな？
- ・そのまちを作るためにはどんなこと（施策）をすればいいのかな？
- ・私たち（市民）はどんなことをすればいいのかな？
- ・・・・というような視点から対話を作成する。

(3) 対話の割り当て：対話は登場人物のキャラクターに合わせて割り当てる。

例：

フラン君：質問、話の切り出し役

红柿ばあさん：知識、答えを与える役

チェリーちゃん：話をまとめる役

(4) 対話が完成したら、記載用紙に対話（誰が何を話すか）を記載して提出する。

下平ゼミの学生が作成したセリフは造形芸術コースの学生に手渡され、これに合わせて全体のデザインやコマ割り等を決め、作画作業が行われた。また作画の過程でコマ割りに合わせたセリフの修正が要求される場合があり、これについては下平ゼミ生にフィードバックが行われ必要な修正、すり合わせを行った。

今回振興計画の内容を市民向けにわかりやすく説明するという目標の下さまざまな作業を進めてきたが、指導する教員の側も市民向けの対話形式という表現手法に十分習熟しておらず、学生に指導する際には苦労が多かった。しかしながら学生の若い感性と、造形芸術コース学生の優れたキャラクター造形やデザインによって、当初想定した以上にわかりやすく、内容の充実したパンフレットとなった。改めて作成に関わった学生の皆さんに感謝したい。

※ 以下のページでは、ダイジェスト版の縮刷を掲載しています。実際のサイズのもの、上山市ホームページで見ることができます。

<http://www.city.kaminoyama.yamagata.jp/soshiki/3/sinkoukeikaku.html>

## 2 山形県における高齢者施設の整備状況

人文学部 山田浩久

### 1 研究概要

2015年の国勢調査によれば、山形県の総人口1,123,891人のうち、65歳以上の高齢者は344,353人であり、同比は30.8%に達する(年齢「不詳」を除いて算出)。人口の高齢化対策が急がれることは明白であるものの、ハード面、ソフト面ともに整備には多くの問題が山積している。政府は、日本版CCRC『生涯活躍のまち』構想を提示し、山形県もそれに対応しているが、少子高齢化の進行は今後30年間でさらに深刻化することが予測されており、行政も民間事業者の参画を積極的に推進する傾向にある。県土全域を見据えた高齢化対策を進めていくためには、計画的な施設配置の提言が急務であると考えられる。

そのため、本研究では、県内人口の高齢化に対する施策提案を念頭に置き、高齢者施設を対象を絞った現況把握を行った。なお、「高齢者施設」とは、高齢者の日常生活に関連する諸施設を指し、突発的な怪我や急性の疾患で利用する病院施設等は含めない。

### 2 研究計画

山形県が公表している高齢者施設の資料から、種別、事業所の名称、経営主体、事業所の所在地、事業所の電話・FAX、指定年月日、定員等に関するデータベースを作成した。その後、GIS (Geographic Information System) のジオコーディング機能を使って各事業所の所在地を緯度経度の地図情報に変換し、上記データベースを地図上に格納した。

山形県では高齢者施設に関する一覧表をホームページで公表しているものの、地図化されていないため、他の都市施設との位置関係が掴みにくい。また、これらの資料を用いた現況分析は公表されておらず、県全体の整備状況や将来展望が分からない。

本研究では、データベースの主な項目に対するクロス集計から、施設整備の進捗を明らかにするとともに、施設の分布形状から今後の課題に関する考察を行った。今回の分析では、単純に高齢者施設の分布と要介護認定を受けた高齢者の分布とを比較するにとどめたが、こうした空間情報の利活用は、各施設までのアクセスや利用者の行動予測に関わる分析に繋がるものであり、本研究は人口の高齢化に対する施策を提案していくために必要な基礎的研究の一つに位置づけられる。

### 3 高齢者施設整備の進捗

表1は、山形県が公表している2017年5月1日時点の高齢者施設に関する資料をもとに報告者が作成したデータベースに基づき、各サービスの指定年から種別ごとに整備の進捗状況を示したものである(表1)。ただし、「特定施設入居者生活介護」は、有料老人ホーム、ケアハウス、養護老人ホームの入居者に対し、日常生活の世話や機能訓練等を行うものであり、施設が重複するためクロス集計からは除外した。

同表を見ると、介護保険制度施行(2000年)以後の施設数の増加は、旧老人保険法から改正された「高齢者の医療の確保に関する法律」(2006年)による高齢者医療制度の大幅見直し(2008年施行)や介護保険法の定期的な改正など、公共政策的な方向づけに大きく左右されていることが分かる。

表1 山形県における2000年以降の高齢者サービスの整備状況

		2000以前	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017年	計		
長期入所が前提の介護	介護老人福祉施設(30人以上の特別養護老人ホーム)	69		3	2	2	3	2		1				3	4	1	7	5	1	1	104	
	地域密着型介護老人福祉施設(29人以下の特別養護老人ホーム)	0						1	2	1	1	2	6	8	3	14	8	1	2		49	
	介護老人保健施設	29	1	3	2	2	1	1				2		5						1	47	
	介護療養型医療施設	2			1	1			1						2							7
	認知症対応型共同生活介護(グループホーム)	0						90	3	2	2	7	4	4	2	7	5	2	9		137	
	軽費老人ホーム(A型)	1																				1
	軽費老人ホーム(ケアハウス)	7	2	1		1																11
	養護老人ホーム	11											1				1					13
	有料老人ホーム	2	1	3	4	12	10	11	11	3	8	13	17	23	12	6	21	14	5	14	5	176
	サービス付高齢者向け住宅	0												1	25	10	5	3	12	5	61	
	計	121	4	10	9	18	14	105	17	7	11	25	31	69	30	40	43	30	23		607	
通所が前提の介護	通所介護(デイサービス)	80	7	6	12	18	21	26	9	12	9	11	12	14	10	8	19	13	7		294	
	地域密着型通所介護(デイサービス)																		113	4	117	
	通所リハビリ(デイケア)	36	1	5	2	1	3	2	1	1	173	6	7	13	7	8	9	4	5		284	
	認知症対応型サービス						32	5	7	2	2	3	2	2	4	6	5	1			71	
	短期入所生活介護(ショートステイ)	68	1	4	3	4	5	9	1	3	1	3	6	15	2	13	5	3	1		147	
	短期入所療養介護(ショートステイ)	31	1	3	3	2	1		1					6	1					1	50	
	小規模多機能型居宅介護							5	15	16	5	13	13	9	9	9	13	6	4		117	
	複合型サービス(看護小規模多機能型居宅介護)													1	2	1					4	
計	215	10	18	20	25	30	74	32	39	190	35	41	60	33	43	52	144	23		1,084		
居宅介護	訪問介護(ホームヘルパー)	89	8	8	16	7	11	6	7	16	9	4	3	6	11	5	11	5	1		223	
	訪問入浴介護	17	1			1	2		1	2	1			1	1	1	1				29	
	訪問看護	197	17	9	5	12	8	5	11	9	5	9	11	13	10	9	17	8	6		361	
	訪問看護ステーション	27		1	1	2	1		3	1	2	2	2	2	1	3	8	6	2		64	
	訪問リハビリテーション	97	7	2	3	9	10	4	4	6	3	5	8	10	6	5	9	4	4		196	
	居宅療養管理指導	683	53	35	51	45	72	41	49	41	44	37	45	52	59	50	67	54	13		1,491	
	福祉用具貸与	34	5	5	3	17	3	2	3	2	4	4	2	1	4	5	4	3			101	
	特定福祉用具販売	0						70	3	2	4	4	3	1	4	5	4	3			103	
	定期巡回・随時対応型訪問介護	0												1	1	2	1	2			7	
	夜間対応型訪問介護	0														1		1			2	
計	1,144	91	60	79	93	107	128	81	79	72	65	74	87	97	86	122	86	26		2,577		

わが国の高齢者介護は公的な介護保険制度を基礎に置き、高齢者の介護／支援サービスは、申請によって認可、認定される。そのため、介護保険が適用されるサービスは特に申請内容や規定が細かく定められている。これは、シルバー産業に参入する事業者の自由度は大きく制限されており差別化が進みにくいことを意味している。一方で、中間層以上の高齢者は公的施設の利用が限定されるため、突出した特色を見出しにくい民間施設の中から自分に合った施設で選択して自らの介護計画をたてなければならず、将来の見通しがつきにくい状況が生まれている。有料老人ホームやサービス付高齢者向け住宅が増加傾向にあるのは、そうした状況を反映しているものと考えられる。

長期入所が前提の介護サービスの定員数の推移を見ると、介護保険適用外の軽費老人ホーム（ケアハウス）、養護老人ホーム、有料老人ホーム、サービス付き高齢者向け住宅の中でも後二者の定員が急増していることが分かる（表2）。しかしながら、冒頭で述べたように、2015年時点において山形県には344,353人の高齢者が居住しており、その約7%しか長期入所が前提の介護サービスを受けることができないのが現状である。

もちろん、すべての高齢者が要介護認定を受けることになるわけではないし、通所や居宅で介護生活を送ることができる高齢者も存在するが、核家族化、少子化、男女共同参画社会の進展等によって、高齢者の介護を家族が行うことができる環境を用意することは難しい時代になってきている。我々が安心して老後を迎えるためには、入所介護施設の量質両面での充実は不可欠であり、需要の高まりから今後一層の増加が予測される。

表2 長期入所を前提とする介護サービスの定員数の推移

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	計	
介護老人福祉施設 (30人以上の特別養護老人ホーム)	5,422		196	130	160	294	160		57			250	260	100	314	230	80	60	7,713	
地域密着型介護老人福祉施設 (29人以下の特別養護老人ホーム)	0						29	58	29	29	58	165	223	78	352	223	29	58	1,331	
介護老人保健施設	2,870	100	300	200	200	100	30					54		227					59	4,140
介護療養型医療施設	24			10	144			20							22					220
認知症対応型共同生活介護 (グループホーム)	0						1,569	45	27	27	117	63	54	36	99	90	36	153	2,316	
軽費老人ホーム(A型)	50																			50
軽費老人ホーム(ケアハウス)	315	100	30		50															495
養護老人ホーム	940										50				50					1,040
有料老人ホーム	43	30	76	113	328	257	231	228	63	154	402	517	466	225	193	581	321	151	4,379	
サービス付高齢者向け住宅												120	1,004	448	312	138	540	218	2,780	
計	9,664	230	602	453	882	651	2,019	351	176	210	681	1,115	2,234	909	1,320	1,262	1,006	699	24,464	

注：サービス付高齢者向け住宅の定員は1戸2人の定員として報告者算出  
特定施設入居者生活介護は含めていない

施設立地に関わる最大の問題は用地取得である。アクセスや近隣施設との関係や自然環境を考慮した施設立地が望まれるが、用地取得のしやすさを優先するあまりに、災害に対する脆弱性や有事における避難経路を無視した施設立地が進み、惨事を招いた事例も少なくない。個々の施設立地はもちろんのこと、県土全体での計画的な施設配置が必要である。

#### 4 高齢者施設の県内分布

まず、山形県が公表している高齢者施設の所在地データを用いて、各施設の分布図を作成した。使用したGISは米国ESRI社のArcGISである。

山形県は、地形的制約から可住地面積が狭く、人口が他県ほど拡散していない（図1）。そのため、高齢者施設も集積しやすい傾向にある。表1の区分にも用いたが、高齢者施設を「長期入所が前提の介護」（以下、入所施設）、「通所が前提の介護」（以下、通所施設）、「居宅介護」（以下、居宅施設）に分けて考えるのは、利用者の行動パターンを考慮してのことであり、それによって各施設の立地を説明しやすくなるからである。

入所施設の利用者は、自宅を所有し通所と併用する場合もあるが、多くは入所のための移動後は入所施設を中心とする行動パターンになるため、施設までのアクセスは施設立地の規定要因にはならない。必要なのは近隣他施設までのアクセスとなるが、高齢者居住ということから利便性よりも静穏な自然環境が謳われる場合が多い。入所施設には利用者が生活するための機能が求められる反面、入所後は当該施設に長期滞在することになるため、他の施設に比べると数的に少なく、郊外化が進みやすい（図2）。

通所施設は、利用者自身による（または利用者の家族による）通所か、送迎車を使った通所によって、施設のサービスを提供する。そのため、入所施設ほどの設備投資を要さず、施設数も増えやすい。また、駐車場が狭く、交通が渋滞しやすい都心部よりは、高齢者が多く居住している旧市街地の住宅地区に立地する。県レベルで描いた地図では、入所施設よりも分散化傾向を示すが、それは入所施設が立地困難な郊外農村域においても小規模な通所施設であれば立地、経営が可能なためである（図3）。

居宅施設は、スタッフが利用者の居宅に出向きサービスを提供するため、利用者の行動は最小限にとどまる。その分だけスタッフが動き回ることになるが、彼らの活動範囲は限られるため、結果的に小規模な施設が多数立地することになる。居宅施設は、良質なスタッフを確保し、彼らの通勤環境を確保し、効率的に活動するために、都心部での立地を指向する。県レベルの地図では分かりにくいですが、総数で2,500を超える居宅施設の分布形状が600あまりの通所施設の分布形状とそれほど変わらないのは、居宅施設が同一地域に多数集積している

ことを物語る（図4）。



図1 山形県の概観

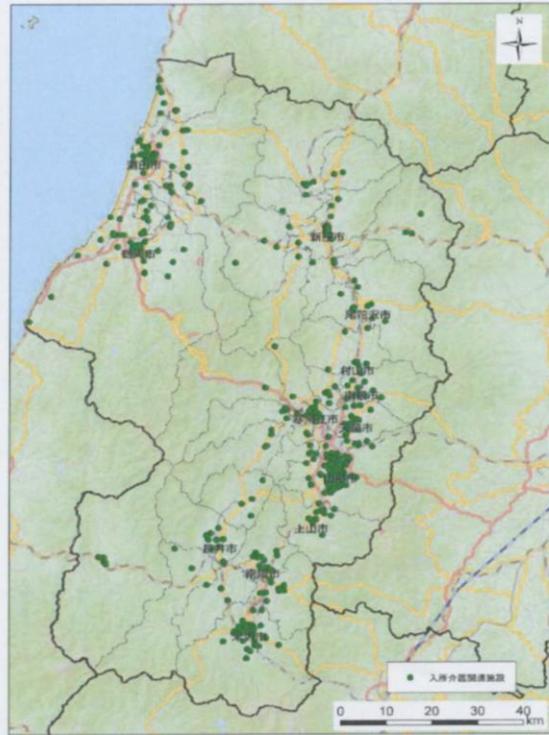


図2 長期入所が前提の介護施設の分布

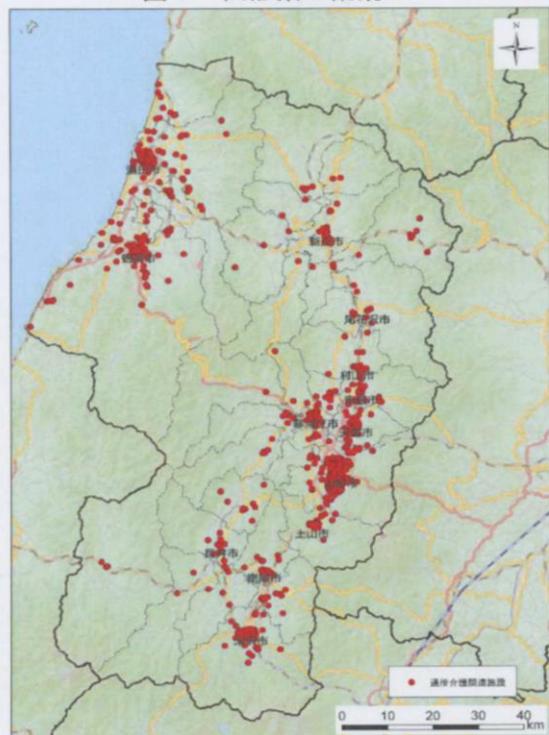


図3 通所が前提の介護施設の分布

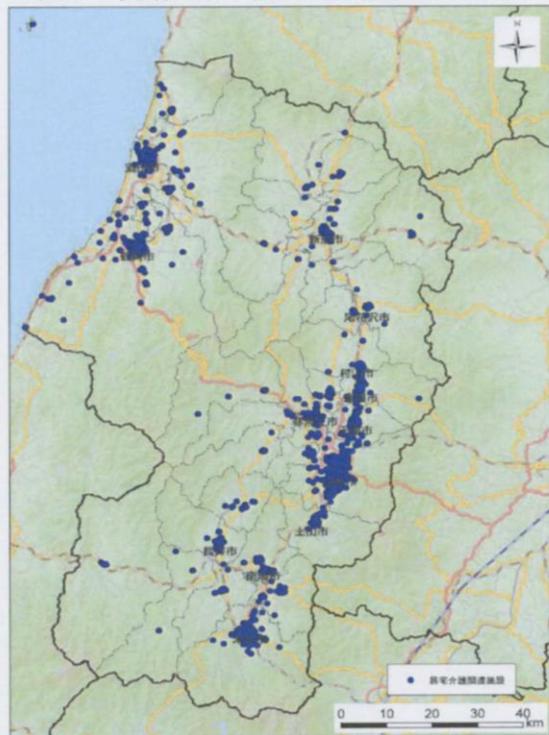


図4 居宅介護施設

次に、『国勢調査に関する地域メッシュ統計2010年』（国土交通省）と、『ArcGIS Stat Suite, 推計要介護認定者数2017』（Esriジャパン社）を用いて、3次メッシュ（1km<sup>2</sup>メッシュ）の高齢者人口及び推計要介護認定者の分布図を作成した。

『推計要介護認定者数』で示される推計値は、『介護保険事業状況報告』（2014年）で公表されている第1号保険者と『国勢調査報告』（2010）の市町村別男女年齢別人口から要介護認定率、要支援認定率を算出し、4次メッシュの男女年齢別人口に乘算したものであり、3次メッシュの値は4次メッシュの値を合算したものとなっている。両統計の調査年次にずれがあることに注意を要するが、分布形状の考察には大きな支障はないと判断した。

2010年時点における65歳以上人口の分布を見ると、都市部の高い人口密度を反映し、高齢者も都市部に集積していることが分かる（図5）。経営という観点から見ると、高齢者施設の立地は、利用者の絶対的な需要に規定されているので、「高齢化率」よりも「高齢者数」の方が重要である。つまり、高齢者には居住している地域に関係なく均等に介護サービスが提供されるべきであるにも関わらず、「高齢化率」の高い過疎地域よりも「高齢者数」の多い都市地域において高齢者施設は立地しやすいという基本的な特性を有している。

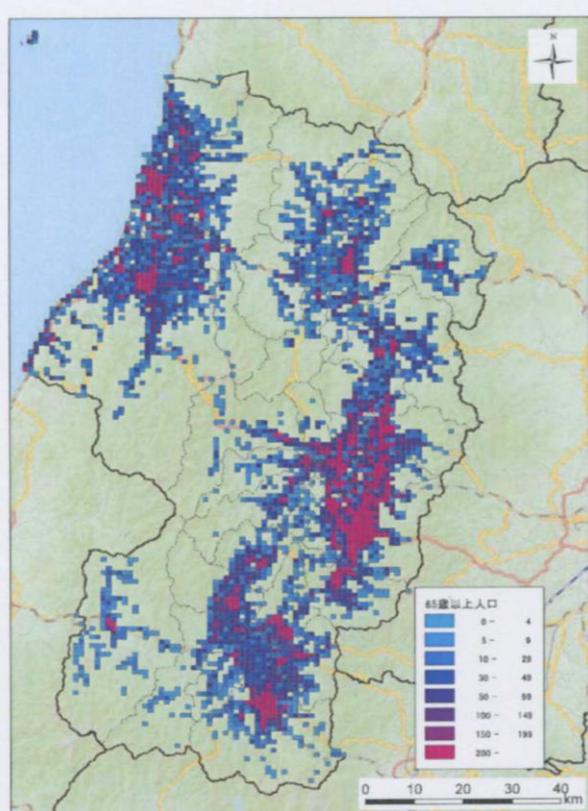


図5 65歳以上人口の分布  
(3次メッシュ1km<sup>2</sup>)

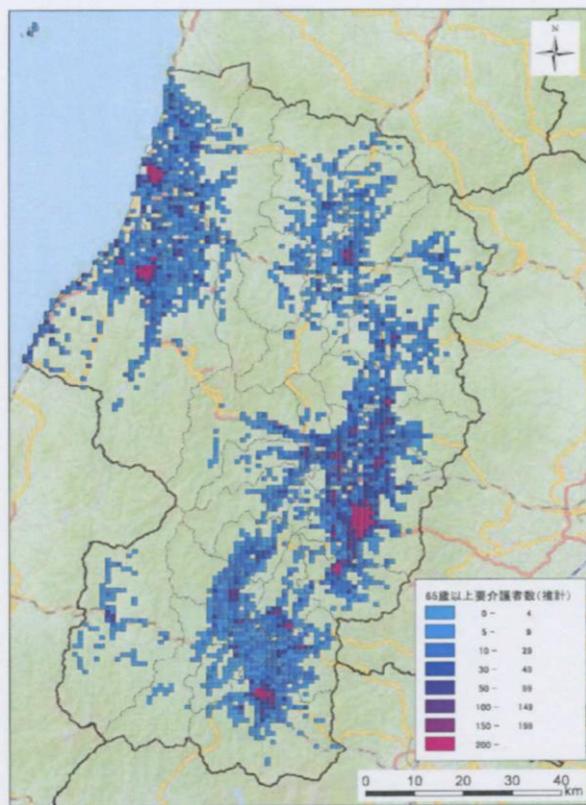


図6 65歳以上の要介護者の分布  
(推計, 要支援者を含む)

報告者が統計の調査年次を2010年で合わせ算出した結果によれば、要支援を含めた全国の要介護認定率は約20%であり、山形県のそれとほぼ一致する。同率の地域差はあると考えられるが、絶対的な要介護認定者数はやはり都市部において多く、山形市、酒田市、鶴岡市、米沢市の都心部を中心に1km<sup>2</sup>あたり200人を超える要介護／要支援者が介護／支援を必要としている。彼らの需要に応えることが喫緊の課題であることは明らかであるが、同時に、それは地域的な不平等を生み出すことを意味している。

## 5 高齢者施設の市街地分布 山形市を事例にして

これまでの指摘を確認するために、市街地レベルの分布図を山形市を事例に作成した。まず、入所施設、通所施設、居宅施設の機能を併せ持つ施設が立地していることが分かる（図7）。高齢化に伴う人間の体力的・精神的な減退過程を考えれば、通所介護→居宅介護→入所介護と必要なサービスは変化していくはずである。一度立地した事業所は、移転しない限り、当該地域の住民を顧客にすることが最善であり、彼らのステージに合わせたサービスを提供することが事業存続の鍵となる。

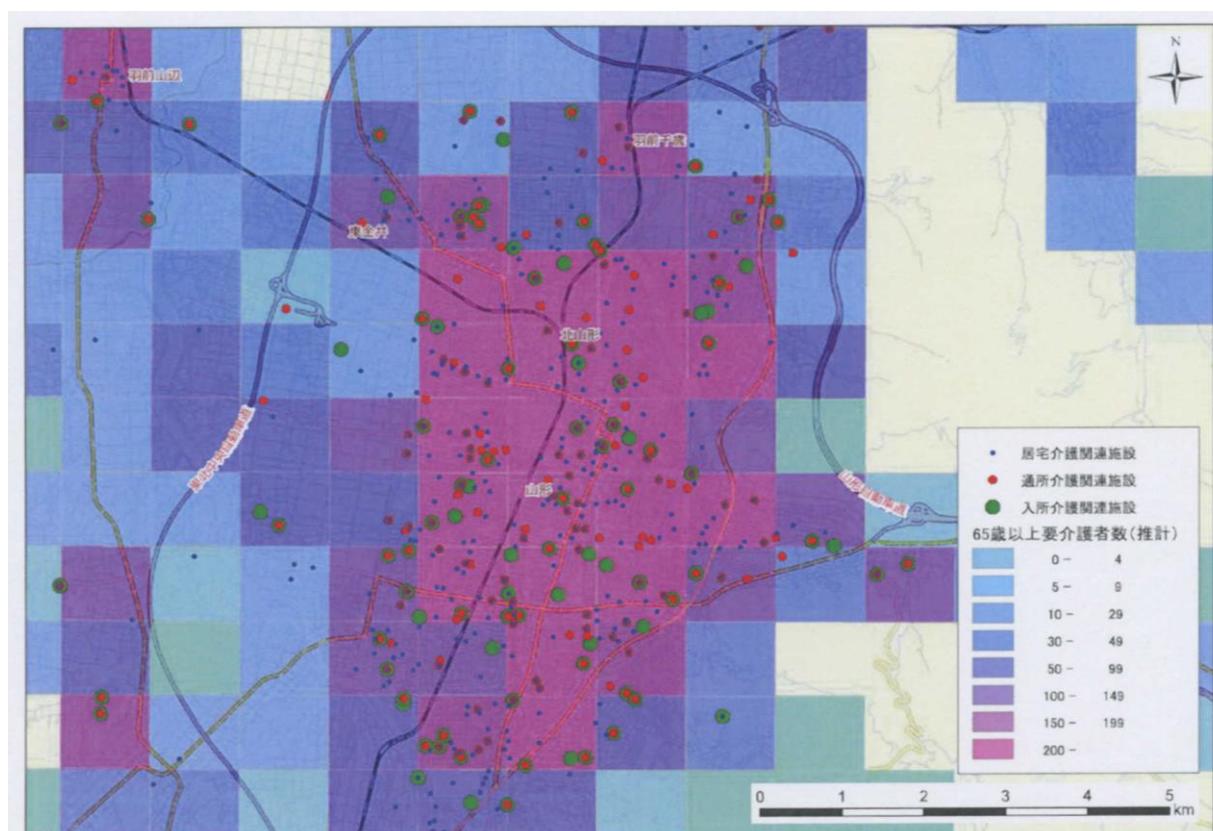


図7 山形市市街地における高齢者施設と要介護数（支援含む）の分布

また、図7では農村域でも立地しうると考えられる入所施設及び通所施設の分布は示されていないが、都心部でも入所施設、通所施設が立地していることが確認できる。一般に、高齢者の日常生活には静穏な環境が必要であると考えられがちである。これに誤りはないであろうが、現代人の生活スタイルは多様化しており、街中の利便性や喧騒に都市生活の魅力を感じる高齢者は相応の割合で存在していると思われる。特に、本研究においては有料老人ホームやサービス付高齢者向け住宅を入所施設に分類しているため、健康な高齢者が自立のための生活環境を街中に求めることは十分に考えられる。入所施設の都心立地は、その需要に事業者が反応した結果であろう。

しかしながら、要介護／要支援者の総数との関係を見ると、市街地では1km<sup>2</sup>当たりの要介護／要支援者の密度が100人を超えると、高齢者施設の立地が進むことが分かる。街中の魅力を好む好まざるに関わらず、多くの高齢者が居住し、最終的に要介護／要支援者になっていく住民が多い土地に高齢者施設が集積することは事実である。この点に着目すれば、高齢者施設の経営マネジメントのモデル化に関する研究が進展すると考えられる。

## 6 おわりに

わが国における高齢者施設の整備は、介護保険制度に大きく規定されている。本研究は、法制度の是非を議論するものではないが、本来、社会的弱者として高齢者全般を保護していくために用意されたはずの介護保険制度が主に財源の問題から十分に機能していないという実状が、高齢者施設の整備にも強く反映されていることは明らかである。

多くの国民は、将来、公的なサービスだけでは老後の生活が確保できないことを知りつつ、介護保険料を支払い続け、老後の準備を自分で進めなければならない。一方で、所謂シルバー産業に参入する民間事業者は、介護保険制度を前提にして安価な料金設定を行い、収益を得ようとしている。制度ありきで金が動かない状況において、事業者間のサービスが差別化されることはなく、事業者は一律に顧客（高齢者）の回転効率を重視し、人口の多い市街地内での施設立地が進行している。

政府が提唱する日本版CCRC『生涯活躍のまち』構想には、大都市域に居住している高齢者の地方移住が盛り込まれている。地方が彼らを受け入れられるか否かは、地方が高齢者の居住がもたらす正の効果を上手く引き出せるか否かにかかっており、それには施設配置や施設間連携に対する行政による体系的な方向付けが不可欠である。また、大都市域に居住している高齢者は、地方居住の魅力を理解した上で、複数の候補地から魅力的な移住先を決定すると考えられる。現状では、U・Iターン者が現実的な移住想定者となっているが、いずれに

せよ、人口の多い市街地内に立地する高齢者施設だけで対応することは難しい。

高齢者の生活は、健康状態、ライフスタイル、経済状況等によって様々であり、一括りで議論することはできない。今回の分析では、高齢者の行動から高齢者施設を「入所施設」、「通所施設」、「居宅施設」に大別するにとどめた。サービス内容や公営・民営の別によって細分化し、より詳細な施設配置の特徴を明らかにする必要がある。最優先されるべきは、現在において地域内に居住している高齢者であり、彼らの生活の質を向上されるために、既存施設の効果的な利用、連携を考えていくことが重要であり、その過程で域外からの高齢者移住に関する施策提言についても具体的な議論が可能になると考える。

## 第 2 部

# 産業構造研究部門

## 平成 28 年度産業構造研究部門研究報告

### はじめに

産業構造研究部門では、『地域分散型産業構造の創生』を目的とし、これまで 2 つの分野での研究を行ってきた。一つは、自立分散型エネルギー・システムの構築であり、もう一つは特色ある産業創出・立地である。このうち、平成 28 年度は、多くは自立分散型エネルギー・システムの構築について取り組んだ。

世界では、一昨年 12 月に合意され、昨年 11 月に発効した「パリ協定」において、今世紀後半に温室効果ガスの人為的排出と吸収のバランスを達成することが目標とされた。日本政府も、昨年 4 月に「エネルギー革新戦略を決定し、各分野での取り組みを進めている。折しも、今年 3 月に「山形県エネルギー戦略 エネルギー政策推進プログラム」（以下、「県戦略」という。）（中間見直し版）が出された。

そこで、県戦略に示された山形県のエネルギー開発の現況を振り返りつつ、本部門が取り組んだ研究の意義を確認したい。

山形県は、平成 24 年 3 月の県戦略において、20 年後の 2030 年の構想として、再生可能エネルギーと代替エネルギーを利用とした新たな電源と熱源の開発目標として、原子力発電所約 1 基分に相当する 100 万 kW を掲げている。エネルギー種別ごとのこの 5 年間での進捗状況を以下のとおり明らかにしている。太陽光発電：目標比 81%達成見込、中小水力発電：目標比 95%達成見込、バイオマス発電：目標比 507%達成見込、バイオマス熱利用：79%達成見込、地中熱利用：66%達成見込。このように 5 年目にして 20 年間の目標に対し高い達成率を示したものがある一方で、以下のエネルギー利用が進んでいないという課題も指摘されている。風力発電：12%達成見込、地熱発電（温泉熱発電を含む）：0%、天然ガス発電：0%、太陽熱利用：0.2%達成見込、雪氷熱利用：0.1%。（達成見込数値は、いずれも 28 年度見込数値を 2030 年目標数値で除したもの）

このように、古くからあるバイオマス燃料の燃焼を除く冷熱エネルギー活用がほとんど進んでいないことが地域の課題であることが明らかである。これらは技術的難しさやイニシャルコストの高さが障害となっている。

本部門の 28 年度の研究の多くは、これら遅々として進まない冷熱源活用に関して技術的知見を文献、実験等のデータにより提供するものである。以下に、特色ある産業創出・立地に関する他の研究と併せて報告する。

# 1 排雪を利用した雪冷房システムの構築

工学部 樋口健志

## 緒言

雪は天然の冷熱源であり，農産物低温貯蔵庫や公共施設の冷房への利用実績があるが，土地の確保からインフラ整備まで必要な初期投資が大きく，本格的な利用に至っていない。本研究では除排雪を活用した雪山による冷房システムの構築を目指している。これは図 1 に示すように屋外に簡易な断熱材で被覆した雪山を設置して循環水等で熱交換を行い，隣接建物の冷房を行うものである。

前年度までの実験で，雪山の保存性に対して外気との断熱だけでなく地面との断熱の効果が大きいことを示唆する結果が得られたことから，本年度は地面との断熱の効果を中心に比較検討した。

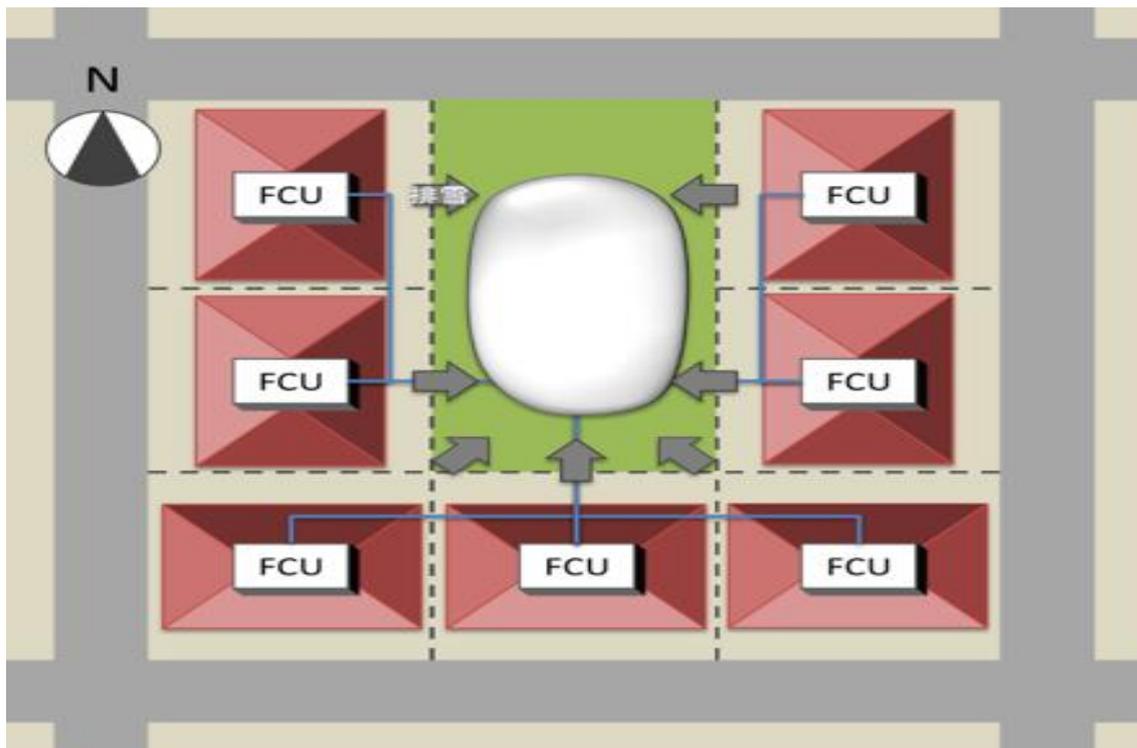
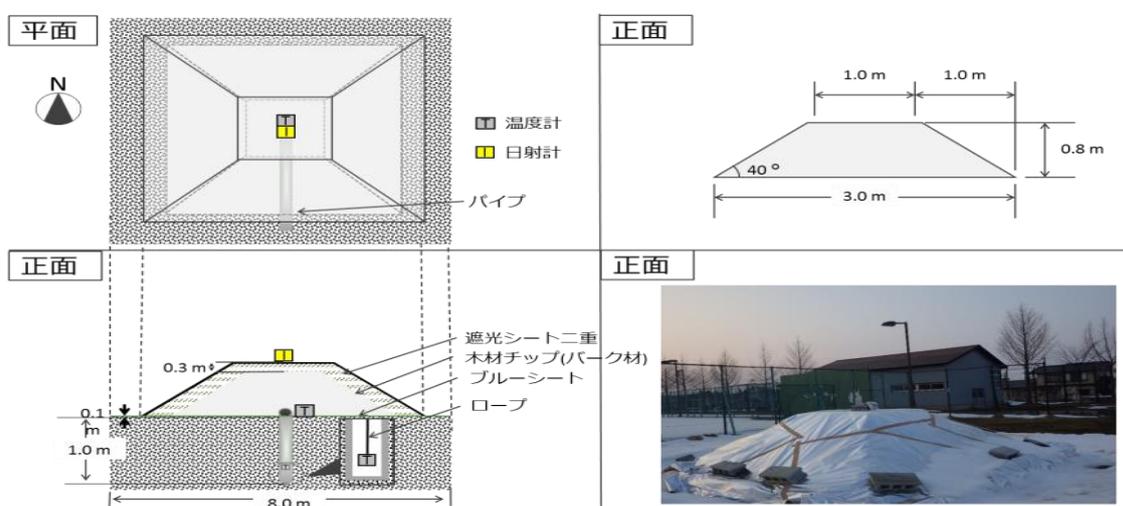


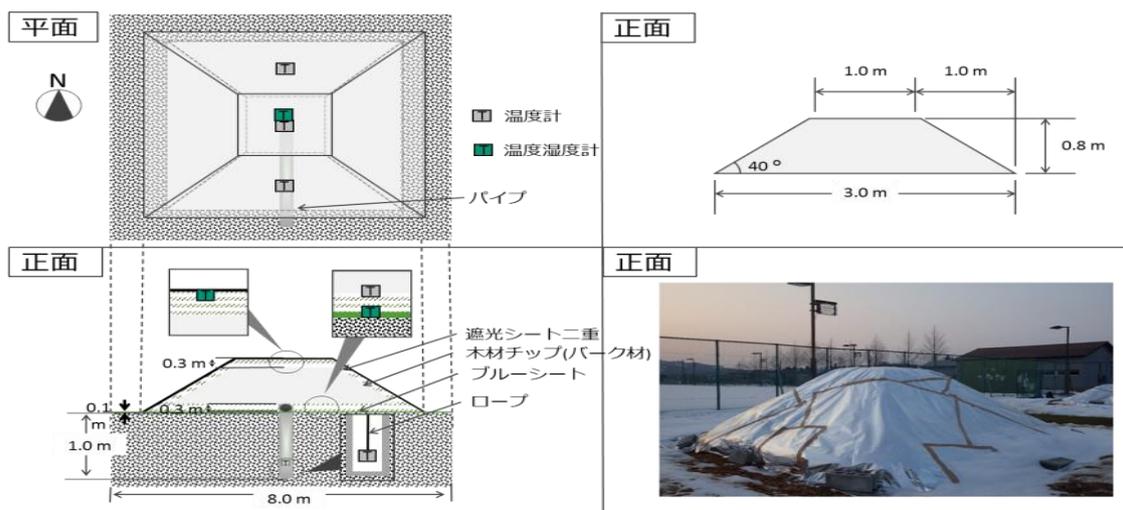
図 1 市街地における雪山を用いた集中冷房システムのイメージ

## 実験方法

野外（米沢市）に図 2 に示す雪山を造成し気象データ（温度・日射）および雪山のサイズ・形状の経時変化を計測した。雪山 A, Bとも雪の表面を厚さ 30 cm の木材チップで被覆して断熱層とし、さらに遮光・遮風材としてアルミシートで被覆した地中熱の影響を評価するため、雪山 A は地面上に敷いた遮水シート（ブルーシート）上に雪山を直接造成し、地面との断熱を行わなかった。これに対し、雪山 B は遮水シートと雪山の間にも厚さ 30 cm の木材チップ層を挿入し、地面と雪山とを断熱した。



(a) 雪山 A（地面との断熱なし）



(b) 雪山 B（地面との断熱あり）

図 2 実験用雪山の構造

## 結果・考察

図 3 に雪山 A, B の体積の経時変化を示す。最初の体積が同一でないものの、雪山 A の体積がほぼ一定速度で減少したのに対し、B では 4 月中旬までは当初の体積を維持した。B は A に対し雪が消失するまでに 30 日程度長い期間を要し、6 月末まで残存した。このことから地面との断熱が特に 4 月中旬頃までの時期において雪山の保存に有効であるといえる。

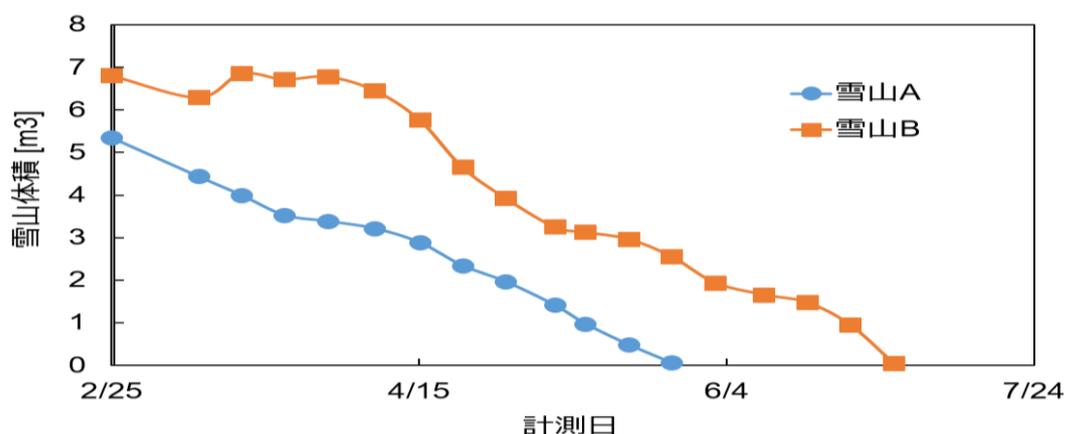
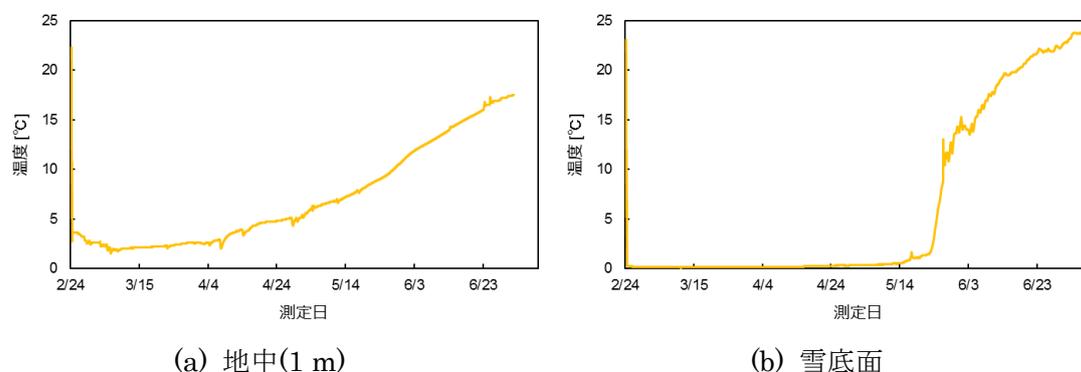


図 3 雪山の体積変化

次に地面との断熱の影響を検討する。雪山 A の地中および雪底面の温度の推移を図 4 に示す。地中温度は 3 月中旬に約  $2^{\circ}\text{C}$  の最低値を記録し、その後は上昇に転じて 6 月末には約  $18^{\circ}\text{C}$  に達した。一方で雪底面は雪が消失する 5 月下旬まではほぼ  $0^{\circ}\text{C}$  を保ち、その後は急上昇した。雪が消失するまでの期間は  $2\sim 10^{\circ}\text{C}$  程度の温度差が地中と雪との間に存在しており、これが地面からの熱の流入を引き起こしていると考えられる。



(a) 地中(1 m)

(b) 雪底面

図 4 雪山 A の温度変化

一方、雪山 B の地中および底部遮水シート上と雪底面の温度の推移を図 5 に示す。地中温度は 3 月中旬に約 2°C の最低値となりその後上昇することは雪山 A と同じであるが、上昇はより緩やかであり 6 月中は A よりも 4~5°C 低い状態を維持した。これは残存する雪の量が A よりも多く広い面積の地面を覆っているために外気からの熱流入が抑制されたためと推察される。雪底面の温度は雪が消失する 6 月末まで 0°C 付近を維持しており、地面の直上となる遮水シート上の温度は雪が消失するまでは地中とほぼ同じ値となった。つまり雪が消失するまでの期間、地中と雪との間に存在する 2~12°C ほどの温度差はほぼ全て遮水シートと雪の間、すなわち木材チップによる断熱層に存在していたことになる。地中から地表の間に温度勾配がほとんどないことが雪山 A との大きな差異であり、地中からの熱流束が極めて小さいことを示している。このことから木材チップによる断熱層が地面からの熱流入を防ぐ上で有効であることが示された。

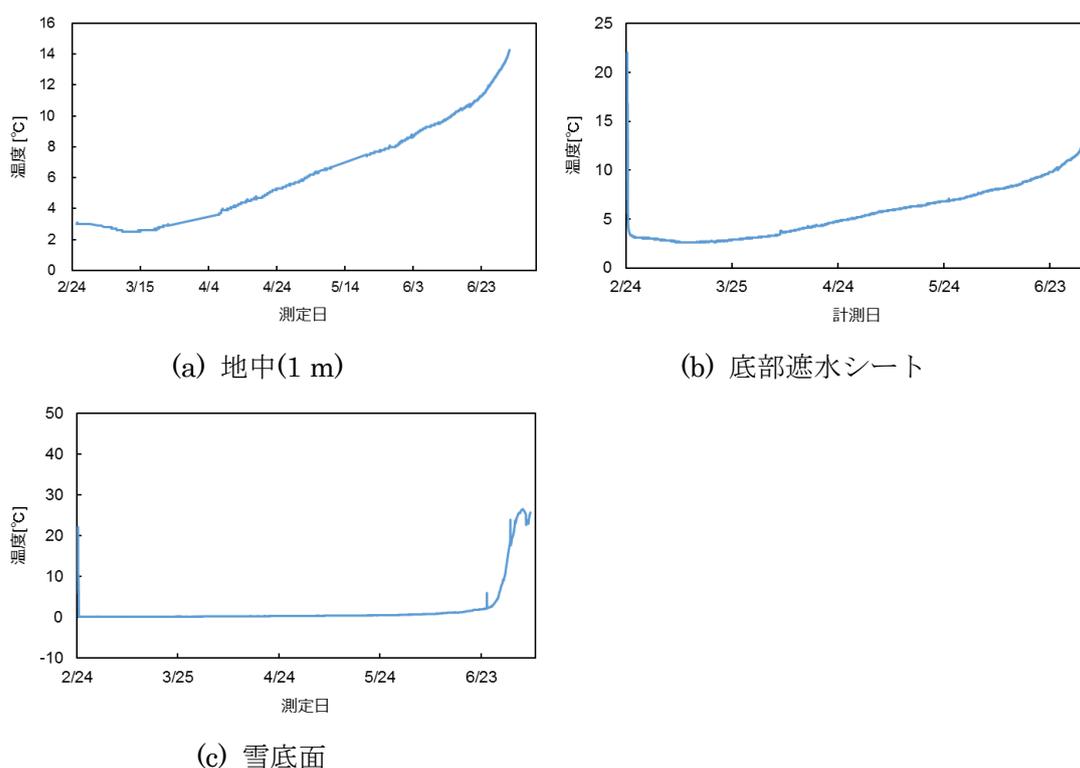


図 5 雪山 B の体積変化

地面との断熱が雪山への熱流入の抑制にどの程度の効果を持つのかを明らかにするために、実測温度と熱伝導方程式から算出した全熱流束を地中からのものと外気からのものに分け、月ごとに平均化したものを図 6 に示す。なお外気からの熱流束は雪山 A, B で同一とした。外気からの熱流束は気温の上昇に伴い

単調に増加するのに対し、地中からの熱流束は地中温度が最低となる 3 月に極小となるのが特徴である。

雪山 A では地中からの熱流束が外気からのものを常に上回っているのに対し、雪山 B では 2 月を除いて下回っている。全期間の平均値で比較すると、雪山 A での地中からの熱流束は外気からの 1.3 倍、雪山 B では 0.43 倍である。すなわち地面との断熱をしなければ外気からと同程度かそれ以上の熱の流入が発生するということであり、木材チップ層を挿入することでそれを大幅に軽減できることが示された。

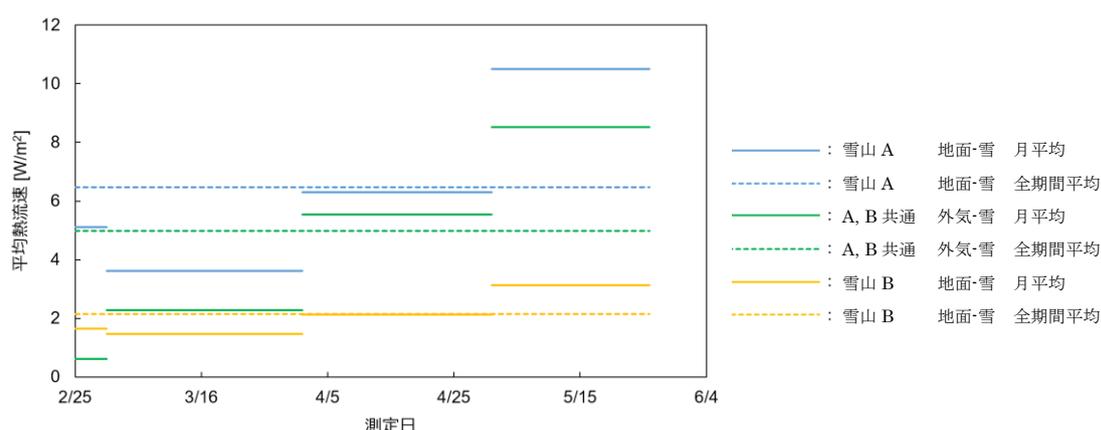


図 6 雪山への熱流束の月平均値の推移

### まとめ

冷房需要期までに必要量の雪を保存することを意図して実験用雪山を造成し、地面との断熱の効果の評価・検討した。雪山の保存において地面との断熱は外気との断熱と同様に重要な影響因子であり、木材チップによる断熱層により保存性を大きく向上できることが示された。

## 2 山形県の利雪と熱源利用による植物工場構築を目指した地域

### 連携教育研究モデル

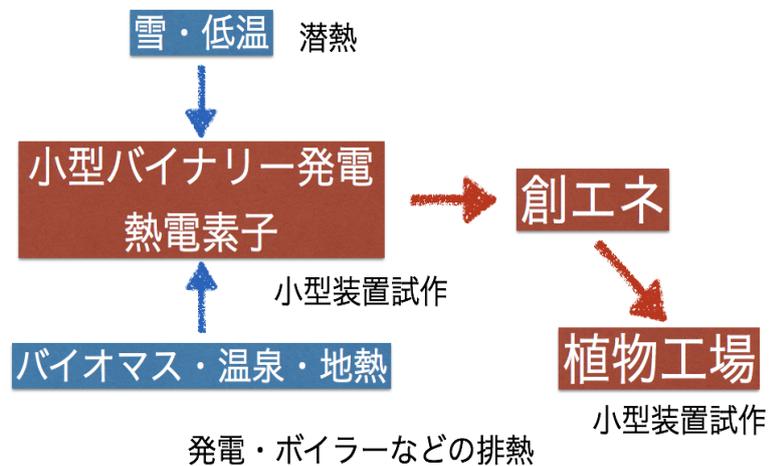
理学部 白杵毅・栗原正人・近藤慎一

#### 背景と経緯

日本でも有数の豪雪地帯である山形県において、冬季の除雪作業等で排出される多量の雪は、これまでは単なる廃棄物でしかなかった。また、山形県には森林資源を中心としたバイオマスや温泉や地熱など豊富な熱源も手付かずに近い状態で残っている。この様な現状において、本課題では、克雪・利雪を目指して、ここ数年間に渡って、COC 事業として幾つかの試行を重ねている。利雪としては、雪室など雪の低温を夏季に利用することはすでに実施されており、より効率的な利用法についても現在盛んに研究されている。我々は未利用の熱源と雪の低温を組み合わせ、その温度差を用いた新たなエネルギー創生を行うことで、創エネ社会の構築を志向した地域連携教育研究モデルを検討してきた。我々はこれまでに東北創成研究所の事業の一環として、真室川町内を視察し、製材工場に隣接する学校跡地（製材工場のバイオマスプラント予定地）などを見学した。

また一昨年度の COC 事業として、真室川町のバイオマス利用現場、木質チップボイラー、村山市やまがたグリーンパワー木質バイオマス発電所を3年生学生（当時）と視察した。また昨年度は土湯温泉、小野川温泉のバイナリー発電所を修士課程2年ならびに4年生の学生とともに視察した。視察を通じて、学生については基礎的な知識が大きく欠如した状態であることを教員として認識した。また、温度差発電として見学したバイナリー発電とは異なり、より小規模で機械的動作を必要としない、ゼーベック素子を用いた温度差発電についてもその機構について学生とともに学び、ごく小規模な発電装置を構築して、80℃程度の湯と雪（氷）とからLEDを数灯点灯させる系の構築も行ってきた。

一方で、本県においてもLED等を用いた閉鎖型植物工場が設置されつつある。特に、上記の発電によって得られる電力を植物工場に利用すれば、降雪地域の新たな産業として育成できる可能性も開けると考えられる。



そこで、本課題では、学生が主体となって地域の課題を解決する方策を探りながら、LEDを用いた植物工場について小規模な試作を行ない、これまでに試作してきた温度差発電との組み合わせの可能性などを学生とともに探った。当初計画では県内の植物工場の視察についても計画していたが、時間（学生と教員双方）の都合で今回は視察することができなかった。

### 今年度の取組

本課題において、本年度は小規模な植物工場の構築を行うことを目的として検討を重ねた。学生と議論を行ったところ、植物工場について十分なイメージを持っていないことが見込まれたので、まずは市販のキットを購入して、その動作環境について学ぶところから始めた。キットとしては小型のU・ING社製のGreen Farm Cubeと中型のGreen Farmをそれぞれ1台ずつ購入し、実際に植物を育てることとした。いずれもアクリル製のカバーで覆われた水耕栽培によって主に葉物野菜を育成することが可能である。また、タイマー機能なども内蔵しており、夜間の消灯が可能である。いずれもACアダプターを用いて直流電源(それぞれDC 24V 1AならびにDC 12V 4A)を接続していることから、今後温度差発電によって直流電源を得ることができれば、直接作動させることも可能である。学生を中心として葉物野菜を生育させた。

キットのタイマー機能は別として、基本的な設計思想を学生とともに議論して、その構造を理解した。より大規模化な系の構築や、育成する植物にあわせたシステムの変更についても可能であるとの手応えを得た。また、照度の測定から、これまでに構築したゼーベック素子を用いた発電によるLEDよりも、より高照度が必要であり、熱電素子を複数直列接続させることによって、より高い電圧と電流量の確保が必要であることが明らかとなった。



図 1. 育成中の様子。左：バジル、右：イタリアンレタス

### 今後の展開等

現在、本学東北創生研究所を中心とした研究グループが真室川町の廃校となった旧及位中学校校舎において、木質バークを燃料とするチップボイラーを熱源とした植物工場の構築を試みている（2月29日学長記者会見、「豪雪・過疎地域の廃校を利用した冬期・高齢者向け農作物栽培実験を開始」、<http://www.yamagata-u.ac.jp/jp/files/9014/8765/1377/press20170221.pdf>）。

以前に同施設において農学部を中心とした研究グループが、通年の光源を調査したところ、植物育成には冬季の照度が足りないとの研究結果を報告がなされている。そのため、上記の研究では外部電源を用いた **LED** 光を用いて、植物工場を構築しつつある。今後、本研究で構築を目指す温度差発電によってチップボイラーを高温熱源に、冬季に多量に存在する雪を低温熱源とした温度差発電を組み込むことができれば、雪の利用法としては満足できる系となることは明らかである。そのためにもより大きな規模での発電装置の構築と、**LED** 照明への接続についての検討が今後の課題となる。

### 3 温泉熱発電技術開発

工学部 松田圭悟

#### 概要

地熱は、地球内部から得られる膨大な熱エネルギーであるため、エネルギー利用にともなう温室効果ガス（GHG）の排出が少なく、太陽光や風力のような自然エネルギーと比較して天候にされないため、クリーンなエネルギー源として発電から熱のカスケード利用まで幅広く活用されている。地熱発電は、200℃程度の熱源をベースにした蒸気発電と 100℃程度の熱源をベースにしたバイナリー発電の方式に大別されており、最近では低温熱源を用いたバイナリー発電方式に注目が集まっている。ここではバイナリー発電技術の応用展開について論じる。

#### バイナリー発電

バイナリーサイクルは、ランキンサイクルの作動流体が水であったのに対し、有機物質や無機物質、代替フロンなどの熱源より沸点の低い物質を作動流体して用いる。そのため、熱源の温度が 100℃以下のものに対して、利用することが可能である。このような有機物質や代替フロンを用いたランキンサイクルはアメリカやドイツ、ニュージーランドなどに建設されており<sup>1)</sup>、国内では八丁原の発電機がこれを採用している<sup>2)</sup>。また近年では、既存の温泉の熱を活用した温泉熱バイナリー発電が注目を集めており、大分県や新潟県、福島県などの源泉温度 370 K 程度の熱源を有する温泉地で十数 kW の出力の発電機を用いて、実証試験を行っている<sup>3)</sup>。また、その他にも **Fig. 1. 1** に示すように今後導入が検討されている温泉地は国内で数多く存在していることがわかる。このように、国内でも各地で中低温熱源を用いた発電設備が導入および検討されており、これに関する研究も数多くされている。

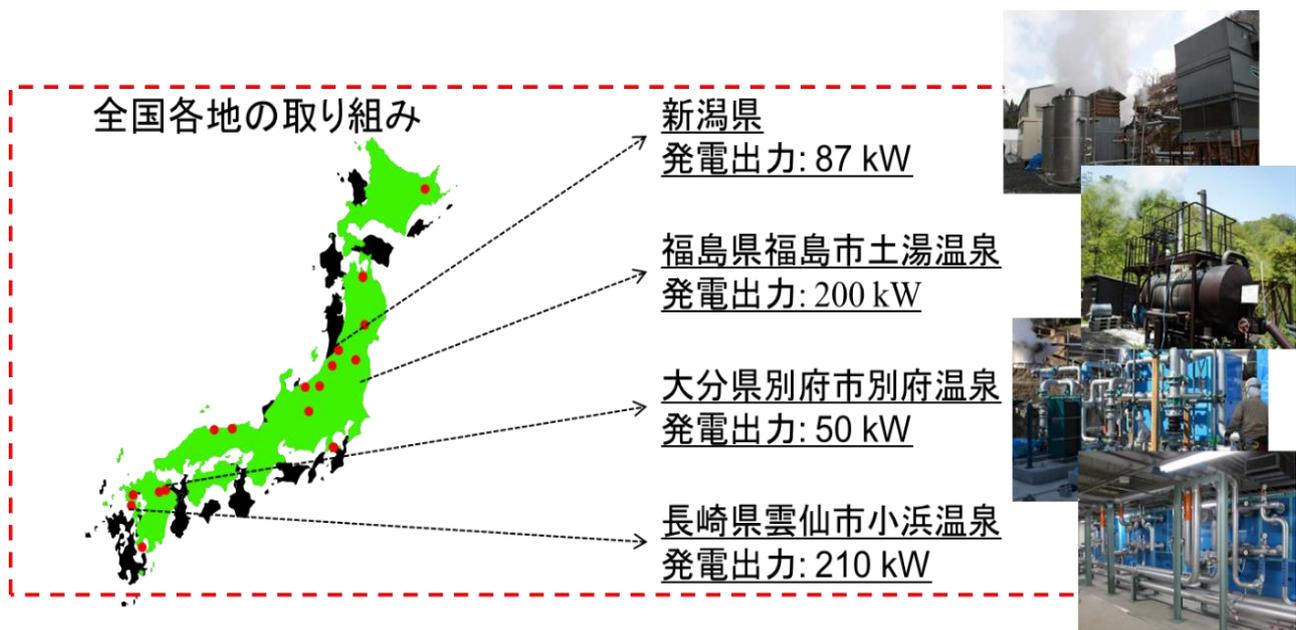


Fig. 1.1 国内で温泉熱発電を検討・導入されている地域<sup>2,3)</sup>

#### 既往の研究

中低温熱源を用いた熱機関に関する研究事例を示す。発電サイクルでは、内部を循環する作動流体の熱力学的な物性が発電性能に大きな影響を与えることが知られており、Bahha ら<sup>4)</sup>は、アルカンや代替フロンなど 31 種の作動流体について、熱力学的な解析を行い、n-ブタンが最も高い熱効率を示すと報告している。HFC-245fa や HFE-700 などの代替フロンを作動流体としたサイクルは国内で販売されている小型発電機などに用いられており<sup>3)</sup>、これについても多くの研究がされている。Z. Q. Wang ら<sup>5)</sup>や B. T. Liu ら<sup>6)</sup>は、それぞれ 10 - 20 種の HFC-123 や HCF-245fa といった代替フロンを用いて、工場排熱を用いた発電サイクルの発電性能をシミュレータを用いて比較し、エネルギー、エクセルギー解析している。M. Yari ら<sup>7)</sup>は、ガスタービン-ヘリウム反応器の排熱を用いた有機ランキンサイクル(ORC)の性能解析や経済性について検討を行っている。作動流体には、代替フロンである R-22 を用いており、タービン入口温度や圧縮比、エクセルギー損失などについて検討を行っている。しかしながら、純成分の作動流体を用いた場合、熱交換器での伝熱によるエクセルギー損失が大きいと言われており、これを改善した研究も多くなされている。Pardeep. G ら<sup>8)</sup>はイソペンタン/HFC-245fa 混合物を用いて、温度 380-425 K の熱源を用いた発電サイクルの発電性能について検討を行い、作動流体の組成やタービンの圧縮比を最適化することで、およそ 13 % の熱効率が達成できると報告している。また、M. Chys ら<sup>9)</sup>は ORC の問題点である昇温、凝縮プロセスにおけるピンチポイント改

善のため、イソブタン/イソペンタン、HFC-227ea/HFC-152fa といった二成分系の混合物に第三成分であるシクロヘキサンやクロロペンタンなどを付加することで、純成分や二成分系混合物と比較し、発電性能が向上すると報告している。しかしながらこれらの有機物質や代替フロンは、地球温暖化係数やオゾン層破壊係数が高く、環境への影響が大きく、特にフロン系の物質は、モントリオール議定書以降規制の傾向があるため、環境への負荷が小さい二酸化炭素やアンモニア、空気などの自然冷媒に注目が集まっている。特にアンモニア/水の二成分系混合物を作動流体としたサイクルはカーリーナサイクルと呼ばれており、温泉熱発電や海洋温度差発電(OTEC)、排熱回収など様々な分野で用いられている。このサイクルは加熱器において作動流体をすべて気相に相変化させる必要がなく、混相となった作動流体を分離器で分離し、気相のみタービンに供給するサイクルとなっており、熱源の温度に対して柔軟性を持つという特徴がある。K. Matsuda ら<sup>10)</sup>は、作動流体として、アンモニアやイソブタン、イソペンタンを使用したランキンサイクルと作動流体としてアンモニア/水を用いたカーリーナサイクルの発電性能を比較し、熱源温度に対して各サイクルの比較を行っている。カーリーナサイクルは、ランキンサイクルと比較し、加熱器、凝縮器での効率が高く、熱源温度が 130 °C 以下の場合、カーリーナサイクルの熱効率はランキンサイクルのものと比較し高く、およそ 8.5 - 9 %の熱効率を示すと報告している。また、73 - 116 °Cの熱源を用いて、3000 kW のカーリーナサイクルの実機試験を行っている。その結果、サイクルの効率は年間を通じて 8.0 %となり、このサイクルは冷却水の温度による変動が非常に大きいと報告している。また、X. Zhang ら<sup>11)</sup>は、カーリーナサイクルに関連した論文についてまとめたレビューを報告しており、論文中において、カーリーナサイクルのシステム構成やアンモニア/水の腐食の問題、発電性能等について報告している。

#### 今後の展望

100°C以下の熱源を対象とする高効率な小型熱機関の開発に期待が寄せられており、様々なコンバインドサイクルなどが検討されている。

#### 引用文献

- 1) “IPCC 再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する特別報告書”，環境省 (2011)
- 2) 山田茂登，小山弘，“小型バイナリー発電システム”，富士時報，78，(2005)
- 3) “平成 25 年度 小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進のための手引書”，JOGMEC (2014)
- 4) Bahha, S. *et al.*, “Working fluids for low-temperature organic Rankine cycles”,

- Energy*, **32**, 1210 - 1221 (2007)
- 5) Z. Q. Wang, "Fluid selection and parametric optimization of organic Rankine cycle using low temperature waste heat", *Energy*, **40**, 107 (2012)
  - 6) Bo-TauLiu, "Effect of working fluids on organic Rankine cycle for waste heat recovery", *Energy*, **29**, 1207 (2004)
  - 7) M. Yari and S. M. S. Mahmoudi, "A thermodynamic study of waste heat recovery from GT-MHR using organic Rankine cycles", *Heat Mass Transfer*, **47**, 181 - 196 (2011)
  - 8) Pardeep G, "Evaluation of isopentane, R-245fa and their mixtures as working fluids for organic Rankine cycles", *Applied Thermal Engineering*, **51**, 292 (2013)
  - 9) M. Chys, "Potential of zeotropic mixtures as working fluids in organic Rankine cycles", *Energy*, **44**, 623 (2012)
  - 10) K. Matuda, "Low heat power generation system", *Applied Thermal Engineering*, **70**, 1056 (2012)
  - 11) Z. Q. Wang, "Fluid selection and parametric optimization of organic Rankine cycle using low temperature waste heat", *Energy*, **40**, 107 (2012)

## 4 強誘電性ポリマーナノ結晶を用いたドクターブレード法による

### 有機薄膜太陽電池の作製と高性能化の試み

工学部 増原 陽人

[緒言]

有機太陽電池のメリットの 1 つは、ウェットプロセスで作製ができるため、一般的な無機太陽電池と比較し低コストで作製できる (表 1)。その一方でデメリットとして、光電変換効率が無機と比較し低い点にある。当グループでは、高効率有機薄膜太陽電池の実現のため、強誘電性ポリマーP(VDF-TrFE)ナノ結晶を活性層中に導入し、有機薄膜太陽電池の一つの課題である電子・ホール間に働くクーロン引力由来の励起子再結合を防ぐことを目的に研究を行ってきた。これにより強誘電性ポリマーから発生する電界が、励起子の再結合を防ぐことに加え、有機半導体内中のキャリアの移動速度が上昇し、外部回路へ流れる電子数が増加する。その結果、強誘電性ポリマー導入後は太陽電池特性 (短絡電流、解放電圧、曲線因子) の改善が達成できる。

本研究では、P(VDF-TrFE)ナノ結晶を活性層中に導入し、有機太陽電池の作製法として有利なドクターブレード法にて逆型有機薄膜太陽電池の作製を目指した。

[実験方法]

P(VDF-TrFE)ナノ結晶の作製には、再沈法を用い、貧溶媒には chlorobenzene を選択することでナノ結晶分散液を直接活性層材料の混合溶媒として用いることを可能にした。再沈後に得られた P(VDF-TrFE)ナノ結晶は、分散液状態のまま相転移温度以上で加熱し、結晶化度を向上させた。再沈法における貧溶媒に chlorobenzene を選択することでナノ結晶分散液を直接、活性層材料の混合溶媒として用いることを可能にした。

電子輸送層(PEI)・活性層(PCBM:P3HT+NCs)を ITO ガラスに塗布後、正孔輸送層(MoO<sub>3</sub>)・金属電極(Ag)を蒸着し逆型有機薄膜太陽電池(ITO/PEI/P3HT:PCBM+NCs/MoO<sub>3</sub>/Ag)を作製した。デバイス作製後、β型 P(VDF-TrFE)ナノ結晶の自発分極方向を揃えるためにポーリング処理を行った。最終的に作製したナノ結晶のサイズ及び結晶構造は SEM、FT-IR、XRD にて

表 1 各手法における平均的な太陽電池特性

	$J_{sc}$ [mA/cm <sup>2</sup> ]	$V_{oc}$ [V]	FF [%]	PCE [%]
スピンコート法	9.15	0.63	0.61	3.61
ドクターブレード法	11.24	0.60	0.62	4.19

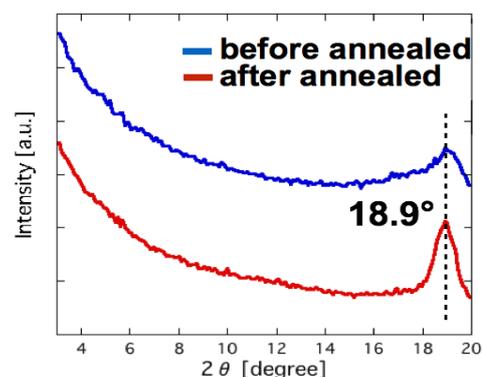


図 1 アニール前後の XRD

観察を行い、デバイスの太陽電池特性をサンシミュレーターにて評価した。

[結果及び考察]

P(VDF-TrFE)ナノ結晶サイズを微小化し、アニーリング処理により結晶化度を向上させることに成功した。(Fig.1) また表1よりドクターブレード法を用いた場合の方が電池性能が高かった。これはドクターブレード法を用いたことでより均一で再現性が高く成膜できたと考える。

[今後の方針]

強誘電性ポリマーの効果を最大限に引き出すためにポアリング処理時の電圧や印加時間の最適化を行い、さらなる性能の向上を目指す。

## 5 電力系統メンテナンスのための絶縁劣化診断センサーの開発

工学部 杉本俊之

### 背景

電力系統の設備が老朽化してくると、電気を絶縁すべき部材（シリコーンゴムやプラスチック材）の経年劣化により、漏電事故や地絡事故が起こる可能性が高くなる。このため、定期的な絶縁抵抗のチェックが行われ、所定の絶縁抵抗値を満たさなければ、清掃するか、交換することになる。しかしながら、このような方法では、部分的に絶縁抵抗が低下している箇所があっても見逃してしまう可能性が排除できず、また、絶縁抵抗が徐々に低下してきているというトレンド分析ができないため、 unnecessaryな測定作業を伴うことになる。これは、従来までの絶縁抵抗測定法では、2点間に電圧を印加して表面を流れる微小な電流を計測するため、電力機器の近傍のノイズの多いフィールドにおいて精度の高い絶縁抵抗値を計測することが困難であることに起因する。そこで、このような問題を解決するため、筆者らが開発した非接触型表面抵抗率測定センサーの電力系統メンテナンスへの適用性を探った。昨年度の研究成果から、シリコーンゴム材料に対しては有効であることが分かっている。

### 研究成果

筆者らが開発した非接触型表面抵抗率測定センサーは、図1に示すように試料の一部をコロナ帯電させて、その近傍の表面電位を測定するものであり、微小電流測定が不要なことから、高抵抗領域において非接触で精度の高い測定が可能となるものである。規格化された電位（0から1）を出力し、値が小さいほど高抵抗を示している。

経年劣化した絶縁材料のサンプルとして、ポリエチレン（PE）を大気プラズマで加速劣化させたサンプルを使用したときの水の接触角と規格化電位と

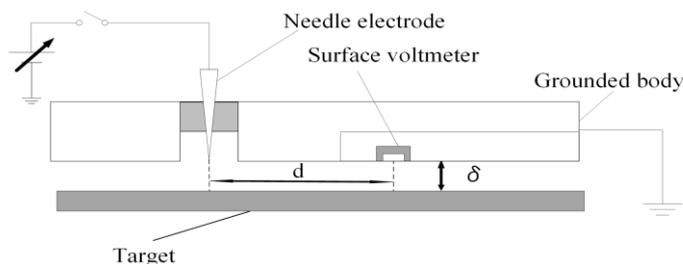


図1 非接触型表面抵抗測定法を用いた絶縁劣化診断センサー

の関係を図2に示す。図2の横軸は、試料の表面に水滴を置いた時の水の接触角であり、値が小さい方が樹脂の劣化が進行していることを示している。接触角が小さくなるほど、すなわち、材料の劣化が進行するほど、縦軸の規格化電位が大きくなっていることがわかる。これは、樹脂材料の表面が劣化することにより、材料の表面に親水基が導入され、これによって大気中の水分を吸着しやすくなるため、絶縁抵抗が小さくなることに起因する。シリコーンゴムだけでなく、PEに対しても本手法が有効であることが確認された。一方、アクリル (PMMA)、ポリプロピレン (PP)、ポリカーボネイト (PC) での測定結果を図3に示す。規格化電位は0.2より大きくなることはなく、これらの材料の劣化に対しては感度を持っていないことが分かる。これらの結果と文献 1)~7) による調査結果から、樹脂材料が劣化した際に OH 基からなる親水基が表面に導入された場合、絶縁性が低くなり、本手法が適応できることが分かった。今後は、汚損等の劣化に対して、本センサーが有効であるかの確認が必要である。

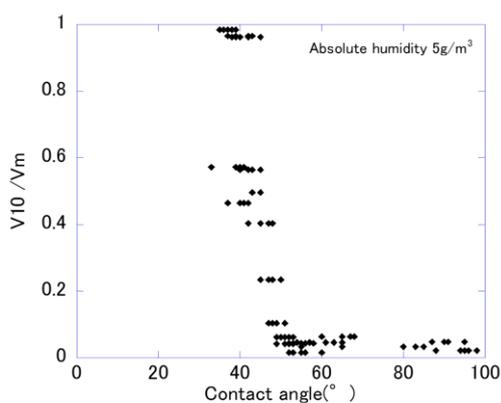


図2 PE に対する測定結果

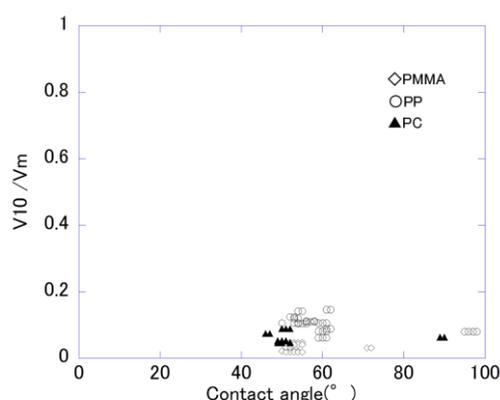


図3 PMMA、PP、PC の測定結果

#### 参考文献

- [1]渡辺延由, 高木和久, 森克仁, 工藤孝廣, 松野裕亮, 平原英俊, 森邦夫, 大石好行: 架橋シリコーンゴムの接着における Si-OH 基の各官能基の反応性, 日本接着学会誌 Vol. 50 No. 6 p. 200 2014
- [2]R.FOERCH,G.KILLandM.J.WALZAK: Plasma surface modification of polyethylene:short-term vs. long-term plasma treatment, J.Adhesion Sei. Technol. Vol.7,No.10,p.1086 1993
- [3]Alenka Vesel: Surface modification and ageing of PMMA polymer by oxygen plasma treatment, Vacuum 86 p.635 2012
- [4]武井太郎: 低エネルギー電子線照射装置の産業利用, 放射線化学 第 95 号 p. 35 2013

- [5] 杉本将治, 本間英夫: UV 照射を用いた樹脂表面改質におけるめっき密着メカニズム, 表面技術 Vol.59 No.5 p.295 2008
- [6] 信田拓哉: C60 イオンスパッタを用いた高分子材料の深さ方向 XPS 分析, 第27回表面科学講演大会 表面科学講演大会講演要旨集 p.3C25 2007
- [7] 栗津浩一: シリカガラスと水, NEW GLASS Vol.21 No.3 p.17 2006

## 6 養豚場からの臭気に関する研究（プロジェクト研究）

工学部 桑名一徳・高畑保之

### 1. 緒言

養豚場からの排気には低濃度でも人が不快に感じる臭気成分が含まれ、近年の養豚業の大規模化に伴い悪臭問題が社会問題となってきた。苦情の有無は、養豚場で発生した臭気成分がどこまで到達するかに大きくかわる。そして臭気成分の到達距離は、風速や風向また地形に大きく影響される。

一般的に臭気物質は大気中に放出されたあとは移流(対流)によって拡散するものと考えられており、工場の排気ではブルームモデル(有風時)やパフモデル(無風・弱風時)を用いて、十分に大気で拡散する煙突高さの設計式が提案されている。

そこで昨年度、臭気成分の拡散状況を、到達距離に与える地形や盆地風などの影響を考慮した流体力学シミュレーションによって計算し、考察を行った。その結果、米沢市のように風上側に高い標高の山塊を有し、風下側に開けた地形、また市街地の風上側に住宅地や顕著な建築構造物が無い盆地では、山から下ろす風が、地表付近を流れる風を覆うように流れ込み、その計算結果からは臭気物質の大気拡散を妨げることが示唆された。

本研究では、届いた臭気物質がどのように悪臭苦情になるかを考え、臭気物質の種類と人間の感覚について考察を行った。

### 2. 臭気の閾値濃度に関する考察

#### 2.1 畜産業から発生する臭気成分

畜産業の臭気問題を考える上で、苦情となる施設の多くが養豚施設であり、養鶏施設や養牛場への苦情は少ない。また、養豚の場合、施設の敷地境界線付近における臭気はあまり感じられないが、施設から遠く離れた場所で感知されること、逆に養鶏や養牛施設の敷地境界線付近では非常に強い臭気を感じるものの、施設から数百 m 離れると気にならないレベルまで低下するという特徴がある。

ここでまず臭気の化学成分について文献調査を行ったところ、畜産草地研究所の代永が豚ふんおよび鶏ふん中に含まれる揮発成分を水蒸気蒸留法によって求めた [2006]。その結果を表 1 に示す。

表 1 畜産のふんからの揮発成分

	強酸性	弱酸性	中性	塩基性
豚ふん	1,130	228	65	200
鶏ふん	103	95	194	530

単位 [mg]

豚ふんは強酸性成分が非常に多い。鶏ふんは塩基性成分が最も多い。鶏ふんは尿と一緒に排泄されるため塩基性成分が多いと考えられている。ここで、強酸性成分は酢酸、プロピオン酸、n-酪酸などの低級脂肪酸、弱酸性成分はフェノール類 (p-クレゾール)、中性成分はアルコール、アルデヒド、インドール類(インドール、スカトール)、塩基性成分はほとんどがアンモニアである。ちなみに牛ふんはルーメン由来のメチルイソブチルケトン、フェノール、p-クレゾールなどの弱酸性成分、インドールやスカトールなどの中性成分が特徴的であると言われている。ここで下線を付した物質は悪臭防止法で指定されている特定悪臭物質である。

## 2.2 ヒトの感じる閾値

臭気物質はその種類によってヒトの感じ方が異なる。また悪臭防止法においても、化学機器分析によるほか、官能検査(嗅覚測定法)による規制も併用されている。

嗅覚測定法によって臭気を数量化する尺度のひとつとして臭気強度があり、悪臭防止法における 22 物質の基準値を設定する際の評価尺度として採用されている。前項で述べた豚ふんならびに鶏ふんの主要成分に対する臭気強度と物質濃度との関係を表 2 に示した。この臭気強度 1~5 に、まったく無臭の 0 を加えたものを 6 段階臭気強度表示法という。

表 2 臭気強度と物質濃度との関係

		臭気強度				
		1	2	3	4	5
		やっとなんか検知できるにおい	何のにおいであるかわかる弱におい	楽に感知できるにおい	強いにおい	強烈なにおい
塩基性成分	NH <sub>3</sub>	1.50E-01	5.90E-01	2.3	9.2	37
強酸性成分 (低級脂肪酸)	プロピオン酸	2.40E-03	1.30E-02	6.90E-02	3.70E-01	1.9
	n-酪酸	6.80E-05	4.10E-04	2.40E-03	1.50E-02	8.70E-02

単位 [ppm]

なお、臭気強度  $Y$  と物質濃度  $X$  との関係は次式であらわされる。

$$Y = A \log X + B$$

表 2 の結果からも、アンモニアと  $n$ -酪酸もしくはプロピオン酸が同程度存在している場合は、 $n$ -酪酸もしくはプロピオン酸の方がはるかに強いにおいとして検知されてしまうことが明らかである。

もし臭気強度 1 のやっとな検知できる匂い物質の濃度まで希釈しようとするならば、豚ふんの  $n$ -酪酸 (分子量 88.11 g/mol) 1,130 mg を臭気強度 1 ( $0.68 \times 10^{-6}$  ppm) まで希釈するのに必要な  $4.6 \text{ m}^3$  の無臭空気に対して、鶏糞のアンモニア (分子量 17.03 g/mol) 530mg では  $0.3 \text{ m}^3$  の無臭空気ですべて十分であることがわかる。そして  $n$ -酪酸よりはアンモニアの方が分子量も小さく拡散しやすい。従って、鶏舎近くで臭気を感じても、少し離れると臭気を感じないこと、養豚場では遠く離れても臭気を感じることが示唆される。なお、養豚場近くで臭気を感じない要因として、養豚場においては豚舎の排熱により上昇気流が発生しているためであることが推測されている。

表 1 の原単位が分からないので、単純な比較はできないものの、豚ふんから発生する臭気物質をヒトの嗅覚の閾値以下に希釈させることは、鶏ふんに比べて難しいことがわかる。原単位が明らかになれば適正な飼育頭数と対策技術の指針をたてるのに有効であると考えられる。

### 3. 結言

養豚場から発生する臭気に起因する悪臭問題は、一度大気中に放出されてしまうと、住民が不快と感じないレベルまで低下させることは困難であることがわかった。加えて現在米沢市内で問題となっている養豚場は局地気象学にも市街地に影響を及ぼし易い場所に立地している。

以上のことから、大気放出ならびに大気拡散の組み合わせは養豚場の臭気対策技術としての効果は望めず、悪臭物質を放出しない養豚場の豚舎や付帯設備の設計が必要であると考えられる。

### 4. 今後の展開

養豚経営者の聞き取り調査では、臭気の発生源として豚舎からの悪臭発生が 8 割、堆肥舎からの悪臭発生は 2 割程度であるとのことであった。そして堆肥舎は限定的な空間であり、プラント化されているため、発生する悪臭物質は脱臭装置を設置することで対応が可能である。

一方、豚舎は面積も多く、夏場の換気排気量が非常に多いため対応が困難で

ある。そして一番の問題となるのは糞尿ピットの掻き取り装置であることが挙げられた。すなわちスクレーパーとピット床との間にはどうしてもある程度の隙間が必要であり、そこに糞が蓄積、また掻き取り時に嫌気発酵した糞を剥ぎ取ることになるため、臭気が発生するとのことであった。

特にスクレイピングの問題を、ランニングコストをかけずに対策することが可能であるならば次世代養豚経営に大きなアドバンテージを与えることができるものとする。

#### 参考文献

- 1) 代永道裕「悪臭の発生原理と測定法」平成 18 年度「高度先進技術研修」(2006,11.14 九州農研)
- 2) 石黒辰吉監「普及版 防脱臭技術集成」p.76 (株式会社 NTS, 1997)
- 3) 桑名一徳, 高畑保之, 「養豚場からの臭気に関する研究(プロジェクト研究)」平成 27 年度 東北創生研究所年次報告書, p.16 (2016)

## まとめ

産業構造研究部門における平成 28 年度研究として、自立分散型エネルギー・システムに関するものを 5 報、特色ある産業創出・立地に関するもの 1 報を報告した。

自立分散型エネルギー・システムに関して、まず 2 つのグループが雪氷の貯蔵あるいは雪氷を組み合わせた温度差を活用したエネルギー・システムに関する研究を行った。樋口は、低コスト雪氷貯蔵において地中からの熱流束が大気中からの熱流束以上に配慮すべき項目として具体的データとともに提言している。臼杵、栗原、近藤のグループによる学生を巻き込んだ教育モデル研究では、真室川町の廃校となった旧及位中学校校舎におおける木質バークチップボイラーを使った植物工場の構築に、チップボイラーを高温熱源に、多量に存在する雪を低温熱源とした温度差発電を組み込むことを提案している。次に、温泉熱発電に関して、松田は研究動向や全国における取組状況を概観したうえで、当地域での実装を考慮したときに 100℃以下の高効率な小型熱機関開発のための様々なコンバインドサイクルの検討を提案している。増原は、有機薄膜太陽電池の作製と高性能化に関する研究結果を報告している。フレキシブルを可能とする高性能太陽電池の開発は、既存の普及モデルと異なる太陽電池の可能性を広げる（自律分散型エネルギー・システムの可能性を広げる）とともに、新産業の創出も期待させる。杉本は、独自の非接触型表面抵抗率測定センサーが、樹脂の絶縁劣化診断に有効であることを明らかにし、電力系統メンテナンスへの応用を提案した。

特色ある産業創出・立地に関しては、桑名、高畑が、畜産業臭気対策に関して、養豚施設の臭気が他の畜産施設と比べて苦情につながりやすい要因を明らかにしつつ、大気に拡散する方法では臭気対策技術としての効果は望めないことを提言している。この研究に関しては、食料生産研究部門において取り組まれている畜産業臭気対策プロジェクトの成果とも併せて地域に還元されることを望みたい。

さて、平成 24 年の県戦略では、山形県の電力供給量の約 4 割が他県からの融通電力であることを明らかにするとともに、環境省調査による山形県の再生可能エネルギー期待可採量が全国的にも高いポテンシャルを有しその総量は消費量全体に匹敵することを指摘している。そのうちの約 20%強が各種の熱エネルギーであり、それらの活用が目標値に対して低い値で推移していることは冒頭で述べたとおりである。

大学における基盤的な研究の成果が、これら地域エネルギーの自立分散に貢献できることを期待する次第である。

## 第 3 部

# 食料生産研究部門

# 平成 28 年度食料生産研究部門研究報告

## はじめに

2012 年 1 月に設立された東北創生研究所において、食料生産研究部門は、自立分散型社会システムにおける食料基地を構築するために、次の 4 つのテーマを掲げて研究をすすめてきた。

- ①地域資源循環型食料生産システムの構築
- ②安全・安心で高付加価値な食料供給システムの構築
- ③バイオマスのカスケード利用による資源・エネルギーの自給
- ④里山生態系管理と食料生産の両立による自然との共生

また、食料生産研究部門では、耕作放棄地有効利用プロジェクトを立ち上げ、以下の樹種の利用について検討を行っている。

- ①ベニバナ
- ②クルミ
- ③キハダ
- ④その他

その中でベニバナについては、以下の試験を実施した。

- ・ベニバナの機械収穫に関する研究
- ・ベニバナ遺伝資源の花弁関連形質に基づく特性評価

今年度は、上山市と醸造用ブドウで共同研究を立ち上げ、以下の試験を実施した。

- ・上山市産醸造用ブドウの成分分析

さらに、醸造用ブドウについては、かみのやまワインの郷プロジェクト協議会と有限会社タケダワイナリーのヒアリングを実施した。

## 研究課題名

# 1 ベニバナの機械収穫に関する研究

農学部 食料生命環境学科

片平 光彦

## 緒言

ベニバナ (*Carthamus tinctorius L.*) は中近東で栽培化された作物で、草丈 0.5~1.0m、初夏に半径 2.5~4.0cm のアザミに似た花を咲かせるキク科の一年草である。山形県では昭和 57 年に県の花に定められており、村山・置賜地方を中心に栽培 (7.2ha : 平成 25 年度) されている。ベニバナは黄色 (サフラワーイエロー) や紅色 (カルタミン) の 2 種類の色素を含み、紅色を中心に染め物などに古くから使われているが、健康効果が高いとされる水溶性の黄色色素については日本国内での利用が少ない。

ベニバナを染料や機能性食品として利用するには花卉を効率的に収集して迅速に乾燥する必要があるが、生産現地では手作業での摘み取りと自然乾燥が中心になっている。特に、手作業での収穫は朝露や葉の棘の影響で重労働であるため、作業効率が低く花卉の大量収集に際して障害になっていた。機械収穫に関し、後藤ら 1) はハンディタイプの収穫機を試作し、花卉の切断応力が 2.8~11.5N、開発機の作業能率が 570g/h (人手 : 579g/h) であることを明らかにした。しかし、開発機は一花ずつ摘み取る形式のため作業能率が人手と同程度であり、夾雑物の混入も多くなるなどの問題点があった。

本研究ではベニバナの耕作放棄地での栽培と収穫・乾燥作業を効率化して有用な機能性成分の抽出による地域の活性化を目的とした。

## 材料及び方法

### (1) 実験場所

ほ場試験は山形県内の生産者ほ場と山形大学附属フィールド科学センター高坂農場で 2015 年~2016 年にかけて実施した。

### (2) 供試材料と機械

1) ベニバナ : 実験にはアメリカ産ベニバナを用いた。栽培様式は条間 75cm (10cm 間隔の 2 条植え)、株間 20cm の設定で傾斜ベルト式播種機 (向井工業) を用いて直播 (4~5 粒/株) した。施肥は化成肥料を 10kg-N/10a ほ場全面に散布して耕うんし、播種後に除草剤 (トリアファノサイド粒剤) を 4kg/10a の設定で散布した。

2) 収穫と乾燥：収穫は手作業を対照に、バリカン茶摘機（落合刃物工業，HV10B 型，刈り幅：300mm）とバインダ（ヤンマー，Be30D 型）で行った。花卉と子房の乾燥は 80℃に設定した熱風乾燥機（金子，KFA-480B-T）と赤外線水分計（kett，FD-720 型）を用いた。

### （3）調査項目

1) 収穫作業能率：作業能率はアメリカ産ベニバナを対象にバリカン茶摘機が子房付近から上部、バインダが株元から上部を刈り取りした際の単位面積あたりの作業時間を計測して算出した。なお、機械収穫で収穫物に含まれる花卉や子房以外の夾雑物の除去時間は、収穫時間に含めなかった。

2) 乾燥試験：収穫した花卉と子房を熱風乾燥機で乾燥し、乾燥時間と質量を計測して乾燥速度（%/h）を算出した。花卉と子房の部位別水分はそれぞれミル（山本電気，Y-308N）で粉碎して 5～7g を抽出し、減圧 70℃・5 時間の公定法と赤外線水分計による 115℃・10 分、95℃・10 分のステップ法で測定した。

3) 収穫作業姿勢評価：収穫時の作業姿勢をデジタルビデオカメラで撮影し、得られた画像を 5 秒間隔で読み取り、OWAS 法で解析した。OWAS 法は背部、上肢、下肢、荷重の 4 項目で区分し、AC1～4 の 4 段階で評価する。

## 結果及び考察

### （1）収穫試験

収穫時作業の能率を表 1、バリカン茶摘機とバインダによる機械収穫の状況を図 1 と 2 にそれぞれ示す。



図 1 バリカン茶刈り機による収穫



図 2 バインダによる収穫

作業能率は手作業が 101～143h/10a であったのに対し、バリカン茶摘機が 2.0 h/10a、バインダが 1.2h/10a となり、省力化率が 98～99%であった。単位時間

あたりの機械収穫量は手収穫の 69～92 倍に増加したが、手収穫は花卉のみを収穫したの

表 1 収量と収穫作業能率

試験区	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	収量 (kg/10a)	作業能率 (h/10a)	収穫量 (kg/h)	品種
手作業	21.4 ( 5.54 )	19.8 ( 3.85 )	142.8 ( 48.44 )	0.14 ( 0.026 )	モガミベニバナ
	24.9 ( 6.55 )	14.7 ( 3.84 )	101.1 ( 19.65 )	0.14 ( 0.012 )	アメリカ産ベニバナ
茶刈機	-	20.5	2.0	10.00	アメリカ産ベニバナ
バインダ	1.3 ( 0.38 )	14.6 ( 10.14 )	1.2 ( 0.24 )	13.25 ( 9.708 )	アメリカ産ベニバナ

注1: ( ) 数値は標準偏差を示す

注2: 手作業の作業能率(kg/h)は花卉のみの収穫量から算出

に対し、機械収穫では花卉と子房の両者をあわせて収穫したため、収穫物一個体あたりの質量が増加したことが要因である。

手作業と機械収穫区では栽植密度に大きな差が生じているが、収量の差は小さい。機械収穫区では生育途中での炭疽病で枯死した個体が多く発生したが、収穫物は前期のとおり花卉と子房を併せた形式であるため、手収穫との差が見かけ上縮小した。

## 2) 花卉と子房の乾燥

収穫した花卉と子房は 80℃で熱風乾燥した場合、乾燥速度が 3.1%/h で 70.5%の水分含量であった。花卉は公定法で 70.9%、赤外線水分計で 70.9%、子房が公定法で 70.1%、赤外線水分計で 70.6%の水分含量であった (表 2)。

乾燥中の水分測定では一般的に赤外線水分計を用いて迅速に測定する必要がある。今回の実験結果では、水分計と公定法のいずれもその差が小さく、実用に適するといえる。また、花卉と子房を併せて乾燥した 80℃の熱風乾燥では、水分含量が個別水分含量と近似しており、加熱通風を用いたベニバナの大量乾燥に適應可能といえる。その場合、熱風乾燥では約 71%の水分を持つベニバナを 80℃の温度設定で約 23h 程度で絶乾できる。

表 2 収量と収穫作業能率

乾燥速度 (%/h)	全水分 (%)	花卉水分(%)		子房水分(%)	
		A	B	A	B
3.1	70.5	70.9	70.9	70.1	70.6
( 0.11 )	( 2.49 )	( 0.39 )	( 0.59 )	( 0.02 )	( 0.42 )

注1: ( ) 数値は標準偏差を示す

注2: 花卉と子房水分のAは公定法、Bは赤外線水分計での計測

注3: 乾燥速度と全水分は熱風乾燥での結果

## (3) 作業姿勢の分析

機械収穫作業での姿勢は茶刈機で背部が直立、上肢が両方下、下肢が両足をまっすぐで立つ (コード: 1-1-2-1)、バインダで背部が直立、上肢が両方下、下肢が歩行 (コード: 1-1-7-3) が多く発生した。作業全体での作業負担は茶刈機で AC1 が 75%、部位別では背部の前後曲げで AC1・2、下肢の両足立ちが AC2、

バインダで AC1 が 100%、部位別では下肢の移動で AC2 が発生したが、いずれも早期の改善は不要といえる。

表 3 収穫機での部位別作業姿勢評価

部位別コード	手作業	茶刈機	バインダ
1 まっすぐ	64 ( 1 )	58 ( 1 )	100 ( 1 )
背部			
2 前後に曲げる	36 ( 2 )	25 ( 1・2 )	0 ( 1 )
3 ひねる又は横曲げ	0 ( 1 )	17 ( 1・2 )	0 ( 1 )
4 ひねりかつ横に曲げる	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
上部			
1 両腕が肩より下	100 ( 1 )	100 ( 1 )	100 ( 1 )
2 片腕が肩より上	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
3 両腕が肩より上	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
下部			
1 座る	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
2 両足まっすぐで立つ	100 ( 2 )	100 ( 2 )	0 ( 2 )
3 片足まっすぐで立つ	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
4 両膝を曲げて立つ	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
5 片膝曲げて立つ	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
6 片方または両方の膝を床につける	0 ( 1 )	0 ( 1 )	0 ( 1 )
7 歩行か移動	0 ( 1 )	0 ( 1 )	100 ( 2 )

注1: 0~100の数値は各姿勢の発生頻度(%)を示す。

注2: ( )内数値は、OWAS評価値(action category)を示す。

注3: 背部コード4には斜め前に曲げる姿勢を含む。

注4: 下肢コード3と5は重心をかけている側の足を示す。

注5: 下肢コード4と5には中腰姿勢を含む。

注6: OWAS第4区分(重さ)は、手作業と茶刈機は10kg以下のコード1、バインダは30kg以上のコード3に該当。

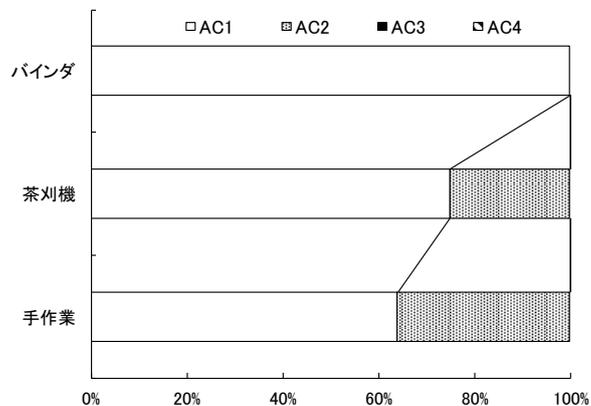


図 3 収穫機の作業姿勢全体評価

## 研究課題名

### 2 ベニバナ遺伝資源の花弁関連形質に基づく特性評価

農学部 食料生命環境学科

笹沼 恒男

#### 緒言

ベニバナ (*Carthamus tinctorius*) は、中近東で栽培化された、多用途作物であり、古代エジプト時代より、染料用、薬用、また近年では、油料用として南極大陸を除く全ての大陸で栽培されている。山形県はベニバナの産地として古くから知られ、主に染料用として利用されてきたが、現在山形県唯一の染料用ベニバナ品種である最上紅花の品種特性、特に染料用品種としての有用性は近年まで明らかではなかった。我々の研究グループでは、近年、最上紅花を含むベニバナ遺伝資源の染料の原料となる花弁の関連形質に基づく評価を行っており、その結果、最上紅花は、花序の数、花序の大きさ、花序当たりの花弁数は特に優れていないものの、花弁が長く、摘みやすいこと、また、生育が安定しており、密植したときの収量が最も多く、年次間で見ても気象等の影響を受けにくく安定した花弁収量が得られることを明らかにし、総合的に最上紅花が染料用品種として優れた品種であることを明らかにした。しかし、一方で個々の形質で見ると最上紅花を上回る値をもつ系統が存在する。東北創生研では、プロジェクト研究として2015年度より、休耕地を活用したベニバナ栽培を行っているが、このプロジェクトでは、ベニバナにより付加価値を付けるため、健康促進効果の高い黄色色素含量が多いと考えられるアメリカ産黄花系統等を導入し、色素収量を上げることを目指している。本年度は、プロジェクトで導入したアメリカ産黄花系統（以下、USA）を含むベニバナ遺伝資源を山形大学農学部附属農場で栽培し、これまで調査していなかった、花序あたりの全花弁長の調査、及び、既知のベニバナ色素合成関連遺伝子の遺伝子発現解析を行い、新たな側面からの遺伝資源の評価を行った。

#### 材料及び方法

全花弁長調査：花序当たりの全花弁長調査を、最上紅花、とげなし紅花、本プロジェクトでアメリカから導入した黄花系統（以下、USA Yellow）、KKB2、KKB27、KKB34の6系統について行った。各系統3個体、各個体3花序について、開花後2～3日の農家が収穫する時期の花序中の全花弁を取り出し、花弁数を数えるとともに、方眼紙を用いて、5mm単位で各花弁の長さをクラス分けした。各クラス

の花弁数×各クラスの間接値の総和をその花序の総花弁長とし、総花弁長を花弁数で割ったものを平均花弁長とした。

遺伝子発現解析：最上紅花（赤花系統）、上山白花（白花系統）、KKB40（黄花系統）の3系統について、つぼみ初期（花序直径1 cm以下）の花弁からQiagen社のRNeasy Plant Mini Kitを用いRNAを抽出した。抽出後、濃度測定しRNA量をそろえた後、各RNAサンプルをTakara社のPrimeScript II 1st strand cDNA Synthesis Kitを用いて逆転写しcDNA化し、それを鋳型にして逆転写PCRを行い、発現量を比較した。解析対象とした遺伝子は、クマロイル CoA とマロニル CoA からベニバナ黄色色素、赤色色素の前駆体であるテトラヒドロキシカルコンを合成するカルコン合成酵素遺伝子 (*CHS*) と、テトラヒドロキシカルコンから、ベニバナ黄色色素であるサフロールイエローを合成する経路とは別の経路を触媒しナリンゲニリンを合成するカルコンイソメラーゼ遺伝子 (*CHI*) である。発現比較は、半定量PCR法を用い、20 サイクル、25 サイクル、30 サイクルで増幅したPCR産物を1%アガロースゲルで電気泳動し、EtBr染色し可視化することで、発現量を比較した。定量性の基準となるハウスキーピング遺伝子には、Li et al. (2016)により報告されたベニバナ Translation initiation factor 5A (*EIF5A*)を用いた。

### 結果及び考察

全花弁調査では、最上紅花、KKB27、KKB34が最大花弁長3.2 cm以上、とげなし紅花、KKB2、USA Yellowが2.8 cm以下と、系統間で明確な差が出て、摘みやすい品種とそうでない品種が明らかになった(図1)。全花弁の長さの頻度分布を見ても、最大花弁長3.2 cm以上の3系統は、3 cm以上の花弁の割合が80%以上であるのに対し、2.8 cm以下の3系統はUSA Yellowが61.2%と比較的高かったものの、他の2系統は40%以下であり、最大花弁長が、花序全体の花弁の長さの傾向を反映していることがわかった。最上紅花の手摘みで花弁収穫を行うには優秀な品種であることが改めて明らかになったが、KKB34は、最大花弁長、3 cm以上の花弁の割合のいずれも最上紅花を上回り、花序が大きく花序当たりの花弁数が最上紅花より20%以上多く、総花弁長も20%以上多く、花弁収量用品種として優れた特性をもっていることが明らかになった。ここでは示していないが、KKB34は、個体当たりの花序数も最上紅花を上回っていた。しかし、畝で密植して栽培した場合、KKB34は個体ごとの成長の差が大きく、途中で多くの個体が枯死したため、日本で栽培するには適していないことが示唆された。生育安定性と収量を総合して考えると、やはり最上紅花がもつとも日本での栽培に

は適しており、他の系統がもつ有用形質は、交雑により最上紅花を遺伝背景とした品種として導入するのが最も適当であると考えられた。

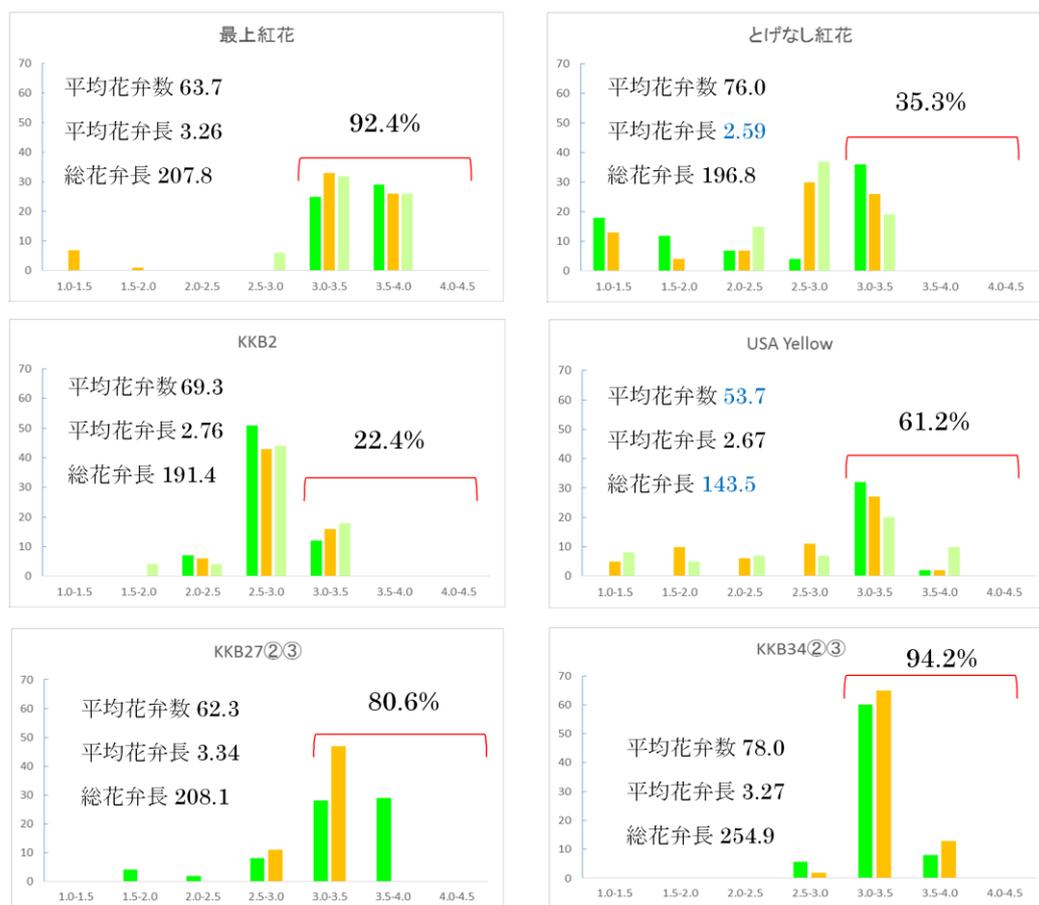


図1. ベニバナ遺伝資源6系統の全花弁長調査の結果

各系統3個体調べ個体ごとの結果をそれぞれのバーで示す。KKB27とKKB34は2個体のみ調査。バーの上の%表示は3.0 cm以上の花弁の割合。

遺伝子発現解析では、花色の異なる3系統の初期つぼみでRT-PCRを行ったが、いずれの系統でも *CHS*、*CHI* 遺伝子とも発現しており、その量も赤花系統と、黄花、白花系統で明確な差は見られなかった(図2)。*CHS* は、ベニバナ色素の前駆体のカルコンを合成する遺伝子であるが、この遺伝子が白花系統でも発現していたことから、白花系統でも前駆体までは合成されていることが示唆された。

また、*CHI*は、黄色色素から赤色色素へとつながる合成経路と競合する経路を触媒する遺伝子であるため、白花系統で強く発現し、黄色色素への経路の基質を奪っている可能性も考えられたが、少なくとも本研究で見える限り、そのようなことはなかった。カルコン以降のベニバナ色素合成経路は未知であり、それらの遺伝子の機能の差が、紅花の花色変異をもたらしていると考えられる。最上紅花からは外国のものに比べて良い紅が取れる、というのが、山形県内のベニバナ栽培農家から多く聞かれる意見であるが、品種間の花卉色素含量については、条件をそろえて比較した定量的なデータがなく、またベニバナ花卉は雨にぬれたり、収穫が遅れたりすると収穫前に赤色を発色し腐りかけた状態になるため、栽培条件、収穫条件にも大きく作用されると考えられる。今後は、条件をそろえた系統間比較とともに、合成経路の遺伝子を単離し、その発現量の差により、系統が持つ色素合成の潜在能力を評価していく必要があると考えられる。

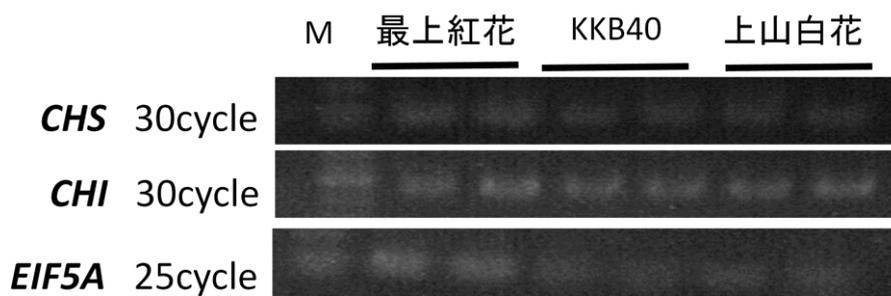


図 2. 花色の異なる 3 系統のベニバナの初期つぼみ花卉における *CHS*、*CHI* 遺伝子の RT-PCR 各系統 2 サンプルずつ。M はサイズマーカー。

## 研究課題名

### 3 上山市産醸造用ブドウの成分分析

農学部 食料生命環境学科  
村山 秀樹

#### 緒言

近年、日本人の清酒消費量が減少し、平成 27 年における消費量は 555,614 kL と、10 年前と比較して 82.1%になっている（表 1）。これに対して果実酒（ワインが中心）の消費量は 370,337 kL と清酒を下回っているものの、10 年前と比較して 165.8%と、著しい伸びをみせている。この伸び率で今後も推移すると、果実酒の消費量が平成 34 年（2022 年）に日本酒を上回ることになる。

表 1. 全酒類の消費量 10 年前との比較

	平成17年度	構成比	平成27年度	構成比	10年前比較
	kL	%	kL	%	%
清酒	719,311	8.0	555,614	6.6	77.2
合成清酒	62,726	0.7	32,689	0.4	52.1
連続式蒸留	496,573	5.5	391,212	4.6	78.8
単式蒸留	501,968	5.6	466,969	5.5	93.0
みりん	107,380	1.2	106,813	1.3	99.5
ビール	3,407,940	37.8	2,665,915	31.5	78.2
果実酒	238,178	2.6	370,337	4.4	155.5
甘味果実酒	8,589	0.1	9,465	0.1	110.2
ウイスキー	83,320	0.9	135,456	1.6	162.6
ブランデー	10,699	0.1	6,672	0.1	62.4
発泡酒	1,679,181	18.6	751,499	8.9	44.8
原料用アルコール ・スピリッツ	62,350	0.7	352,818	4.2	565.9
リキュール	735,898	8.2	2,033,713	24.0	276.4
その他	898,259	10.0	596,347	7.0	66.4
合計	9,012,372		8,475,519		

国税庁統計情報より作成

表 2. 日本における醸造用ブドウの生産量 (2014 年)

順位	県名	生産量(トン)	比率(%)
1	長野	6,276.2	44.0
2	山梨	3,365.0	23.6
3	北海道	1,534.5	10.8
4	山形	977.0	6.9
5	宮崎	369.1	2.6
6	岩手	364.2	2.6
7	島根	286.2	2.0
8	新潟	238.2	1.7
9	石川	172.8	1.2
10	広島	145.5	1.0
	その他	531.8	3.7
	合計	14,260.5	

従来、“国産ワイン”と呼ばれていたものには、国産ブドウのみを原料とした“日本ワイン”のほか、輸入濃縮果汁や輸入ワインを原料としたものも混在し、“日本ワイン”とそれ以外のワインの違いがラベル表示だけでは分かりにくいという問題が存在していた。そのため、国税庁では平成 27 年 10 月 30 日に酒税の保全及び酒類業組合等に関する法律第 86 条の 6 第 1 項の規定に基づく「果実酒等の製法品質表示基準」を定め、国産ブドウのみを原料とし、日本国内で製造された果実酒を“日本ワイン”と呼称することとした。なお、表示

基準の適用開始の日は平成 30 年 10 月 30 日 である。

このような状況の中で、醸造用ブドウの栽培が注目されている。表 2 に醸造用ブドウの生産量を示した。山形県は、長野県、山梨県、北海道について、第4位の生産量を誇る。山形県内では、上山市が醸造用ブドウの栽培が盛んで、「かみのやまワインの郷プロジェクト」の一環として、申請していた「第40回 構造改革特別区域計画」が平成28年6月17日に認定された。

本研究では、上山市産の醸造用ブドウの品質向上に向けて、醸造用ブドウの成分分析を行った。

### 材料及び方法

実験には、平成 28 年 10 月 6 日に上山市東地区で収穫した‘メルロー’、同日に宮生地区で収穫した‘メルロー’、西郷地区で収穫した‘マスカット・ベリーA’、10月17日に四ッ谷地区で収穫した‘カベルネ・ソーヴィニヨン’、10月24日に東地区と宮生地区で収穫した‘カベルネ・ソーヴィニヨン’を供試した(図1)。

収穫した果実より果汁を採取し、 $-25^{\circ}\text{C}$ で凍結保存した。糖は、高速液体クロマトグラフィーにより、また、ポリフェノールは Folin-Denis 法により比色定量を行った。

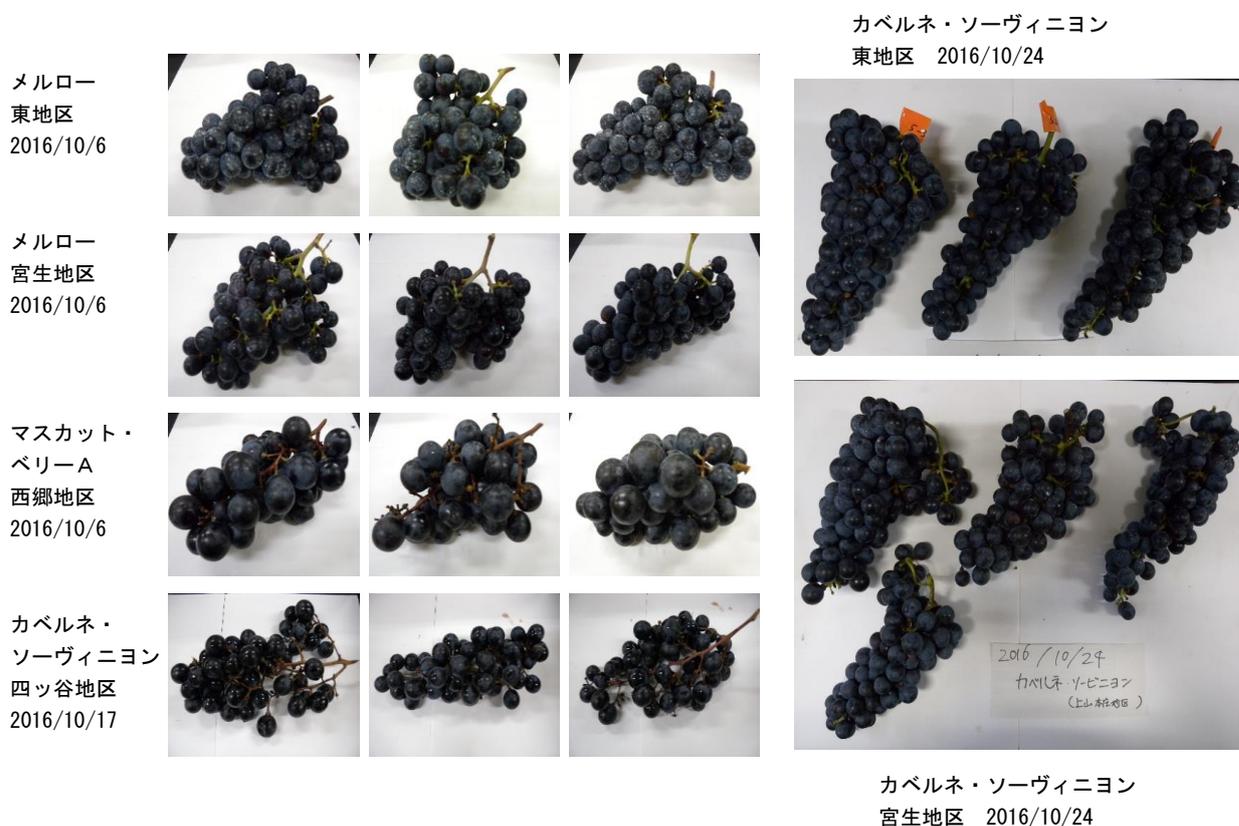


図1. 植物材料

## 結果及び考察

### 1. 糖含量

すべてのサンプルにおいて、主要な糖はグルコースとフルクトースであり、それらの比率はおおよそ1:1であった（図2）。グルコースとフルクトースを合わせた総含量が最も多かったのは東地区の‘メルロー’の19.54 g/100mlであり、次いで東地区の‘カベルネ・ソーヴィニヨン’の18.04 g/100mlであった。グルコースとフルクトース含量から糖度を算出した（表3）。Technology of Wine Makingで示されている赤テーブルワインで推奨される糖度は20.5-23.5となっている。その結果、今回分析した6サンプルのうち、この基準をクリアしたのは東地区のメルローのみであった。高品質のワインを製造するために、糖度を高める栽培技術の検討が必要になるであろう。

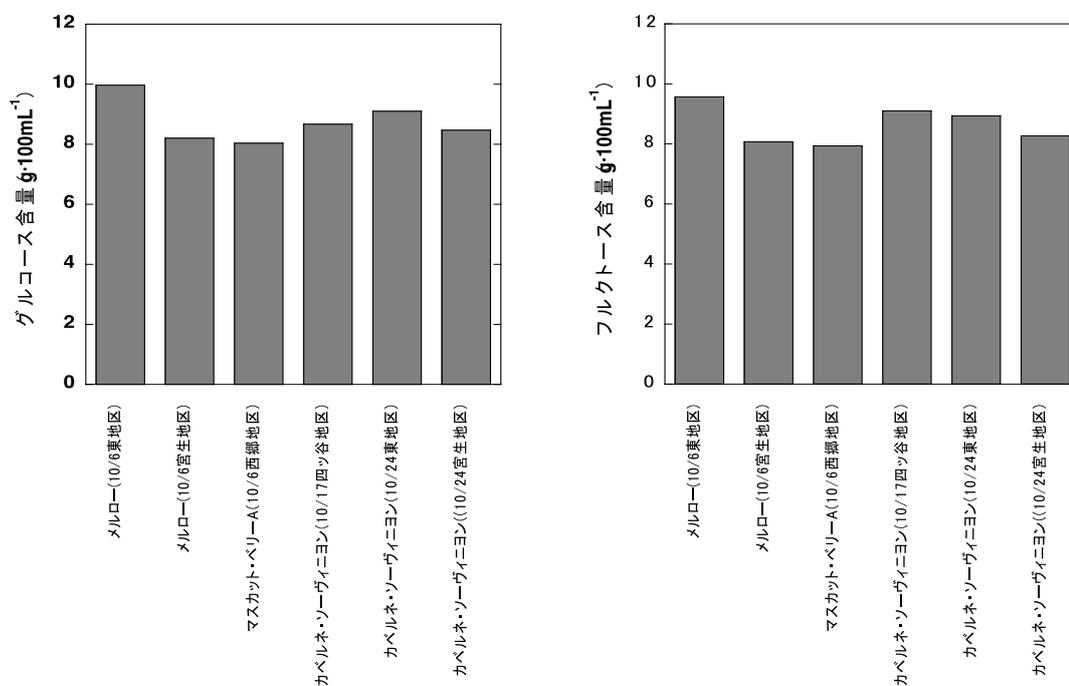


図2 上山市産醸造用ブドウのグルコース（左）ならびにフルクトース含量（右）

表3 グルコースとフルクトース含量より算出した糖度（Brix）

	グルコース g・100mL <sup>-1</sup>	フルクトース g・100mL <sup>-1</sup>	Brix
メルロー(10/6東地区)	9.97	9.57	21.72
メルロー(10/6宮生地区)	8.21	8.06	18.07
マスカット・ベリーA(10/6西郷地区)	8.03	7.94	17.74
カベルネ・ソーヴィニヨン(10/17四ツ谷地区)	8.66	9.10	19.74
カベルネ・ソーヴィニヨン(10/24東地区)	9.11	8.93	20.04
カベルネ・ソーヴィニヨン(10/24宮生地区)	8.46	8.27	18.58

東地区の‘カベルネ・ソーヴィニヨン’についても、糖度が基準値を下回ったものの、その差はわずかであった。このことから、東地区の醸造用ブドウの糖度が高い傾向にあることが判明した。この要因として、農家の栽培技術が高いことや東地区の栽培条件（気象や土壌）が醸造用ブドウの栽培に適していることが考えられる。これらの要因解析を行うために、今年度も引き続き成分分析を行う予定である。

## 2. ポリフェノール含量

果汁のポリフェノール含量は、10月17日に四ッ谷地区で収穫した‘カベルネ・ソーヴィニヨン’で最も高く（ $88.5 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ ）、次いで10月6日に西郷地区で収穫した‘マスカット・ベリーA’であった（ $70.0 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ ）（図3）。その他の4サンプルのポリフェノール含量は、著しく低かった。この理由としてポリフェノール含量が高かった2サンプルの果汁の色は濃赤色で、アントシアニンをかなり含んでいた（図4）。今後果汁色が異なる理由を検討するとともに、年次変動についても調査する。

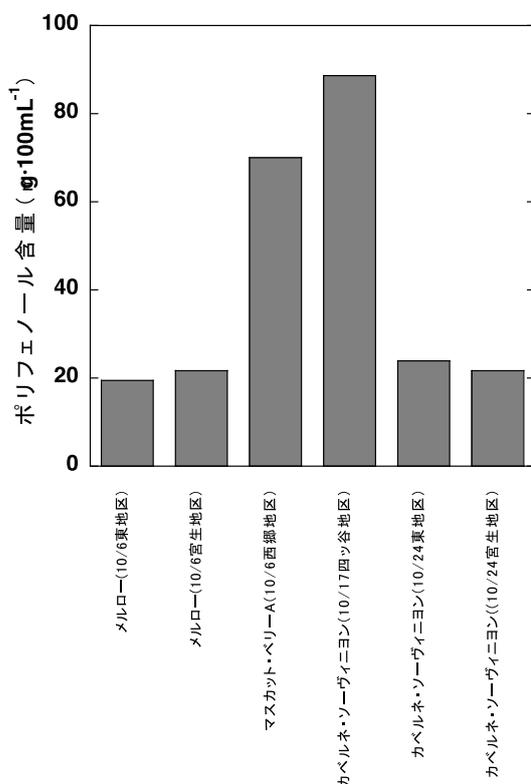


図3 上山市産醸造用ブドウのポリフェノール含量

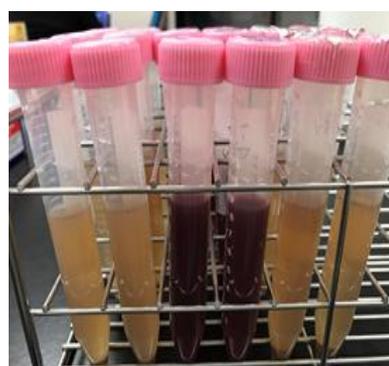


図4 果汁の色. 左から10月6日に上山市東地区で収穫した‘メルロー’、同日に宮生地区で収穫した‘メルロー’、‘マスカット・ベリーA’、10月17日に収穫した‘カベルネ・ソーヴィニヨン’、10月24日に東地区と本庄地区で収穫した‘カベルネ・ソーヴィニヨン’

## 4 かみのやまワインの郷プロジェクト協議会ヒアリング

農学部 食料生命環境学科  
藤科 智海

調査対象者：上山市農業夢づくり課農夢係主幹 小川正敏氏

調査メンバー：吉野晃弘・範瀨予・加納寛子・岩渕里美・梅津太一・大西偉益・大沼由佳

### ヒアリング

1. 上山葡萄・葡萄酒研究会とはどういったことを行っているのか。  
上山葡萄・葡萄酒研究会は、JA系の生産者団体。南果連と合わせると上山市には 50 名くらいの生産者がいる。
2. かみのやまワインの郷プロジェクトは今までにどのような施策を行ったのか。また今後行う予定の施策はどういったものか。
  - ・ワイナリー経営希望者を対象としたワインぶどうセミナー(5 回実施)
  - ・人材育成 長野県東御市 視察
  - ・かみのやまフェア(東京のレストラン)ワインをメインにした料理・PR・お菓子開発
  - ・旅館向けのワイン講座:ワインの開け方・注ぎ方の講座や上山市のワインがどういったものかを説明
3. 2015 年 12 月 25 日に発行された山形新聞の記事に年度内事業で、市内限定で流通させるオリジナルワインの開発、認知度向上のための講座、東京都内でのプロモーションなどを行うとあったが具体的な内容は？ また、講座やプロモーションをすでに行っていたら参加者・対象者の反応はどうだったか。定員 20 名のところ 30 名参加した。意欲のある人に向けたセミナーのため、熱意がこもった講座になった。市外の参加者が多く、市内の参加者が少なかった。市内の参加者が少なかった理由は、ワイナリー経営には資金投資が高額。果樹農家は複数の果樹栽培を家族経営で行っていることが多いため、ワイナリー経営となると、ひとつの事業を行わなければならない、複数果樹栽培よりリスクが高く

なるからだと思われる。

4. かみのやまワインの郷プロジェクト資料より、過去にワイナリーの減反策が行われたそうだが、どういった内容だったのか。なぜ行われたのか。  
ワインブームによりワイナリーが農家にブドウの苗木を増やすように要求するも、ワインブームが去り、ワイナリーのブドウの買い取りが増えなかった(時には少ない場合も)ことから農家が消極的になっている。今のブームも東京オリンピック・パラリンピックまでではないかと言われている。苗木を植えてから 5 年後くらいに収穫が可能になるので、ワイナリーと 10 年くらいの契約ができればよいと思う。
5. ワインツーリズム商品化とは何か。  
ツアーやコースを広域的に模索中。市外の村山地域や置賜地域と連携してもよいと考えている。  
Ex)各ワイナリー巡り→レストランでの食事→市内旅館宿泊  
ワイナリーが現在はまだ少ないため、ワイナリー巡りは難しい。
6. 上山市はワイン特区に認定されたが、実際にワイナリー経営の申し出はあったか。  
問い合わせ 13 件中、話が進んでいるのが 3 件  
ドメーヌワイナリーを作りたい人が多いので、まずは土地探しが重要になる。  
<ワンストップ>
  - ・事業プランの作成 (レストランありかそうでないかなど)
  - ・農地情報 (農地にレストラン建設不可、ワイナリーは農業用施設なので可能)
  - ・ブドウ生産やワイナリー創業支援
7. その他
  - ・上山市農業夢づくり課は 7 月に農林課から分化した課であり、果樹・園芸・鳥獣害を担当する。
  - ・上山市はワインやビールの醸造施設がない(昔は酒蔵があった)。
  - ・上山市は盆地であり、温泉地ということから商工会を中心にワインで町おこし事業を始める(日本酒のように水をそこまで必要としない)。
  - ・ワインミーティングを旅館で行う。
  - ・米よりも果樹栽培を行っている農家が多く、正確なデータはとれていないが、現在は兼業農家よりも専業農家が多い(後継者がいる)。
  - ・一日の気温差があり、昔からブドウ栽培を行っている土地だった。
  - ・タケダワイナリーのワインが洞爺湖サミットのメインテーブルで使われた。

- ・タケダワイナリーは適地を探して上山市にワイナリーを開いた。
- ・上山市では、一品目しか作っていないという農家はいない。いろいろな果樹を組み合わせて作っているの、その一つとして、ワイン用ブドウを進めたい。
- ・上山市のワイン用ブドウは、サントリー・アサヒ・葛巻ワイン・ココファームワイナリーなどに販売されている。
- ・特区で可能となった 2kl 規模のワイナリーだけでは経営は難しいと思う。

地域プロジェクト演習（調査日 2016/12/13）

## 5 有限会社タケダワイナリーヒアリング

農学部 食料生命環境学科  
藤科 智海

調査対象者：専務取締役 岸平和寛氏

調査メンバー：吉野晃弘・範瀨予・加納寛子・岩渕里美・梅津太一・大西偉益・大沼由佳

タケダワイナリーの社員構成

社長：岸平典子

専務：岸平和寛（南東北以外の営業も担当）

社員：15名（うち農作業10名）

事務：4名

営業：1名（南東北限定）

### タケダワイナリーの沿革

初代武田猪之助	農業を営む。 土地購入・人を雇い園地開拓。
3代目武田重三郎	事業拡大。 コミュニティーができていたため、明治の終わり頃に農協のようなものを始める。農作物を購入し、売り歩いていた。 おもに農業と青果商を営みつつ一部門としてワイナリー経営を始める（青果物だけでなく保存性を高めた商品を考え、ワイナリーを始めた。しかし当時なかなかワインは受け入れられなかった）。 大手の下請けでジュース加工を担う。 干し柿等も出荷していた。
4代目武田重信	1932年生まれで、東京農大の醸造学科に入学。 そこで飲んだシャトー・マルゴー（カベルネ・ソーヴィニヨン＋メルロ）の美味しさがきっかけでワイナリー経営に力を入れようと思った。 ジュース加工を引き続き行う。 1974年の工場の全焼によりワイナリー経営のみとなる。

	<p>欧州系ブドウ栽培を全面的に打ち出す。          土壌改良に着手 (pH 調整とミネラルバランスを整えアルカリ質の土壌にし、微生物の力で水はけのよい土壌にする)。          福岡正信氏に感化され減農薬栽培          1989 年にシャルドネ収穫          1990 年に赤ワイン系ブドウ収穫          1992 年有限会社タケダワイナリー設立</p>
<p>5 代目岸平典子          (現代表取締役)</p>	<p>デラウェアの高付加価値化に取り組む。          デラウェアとマスカット・ベリーA は、地域の農家に作ってもらっているの、ワインが高く売れなければ農家が困るということで、デラウェアのワインの質を高めようとした。</p>



- ・農地は垣根仕立て(南東向き)
- ・収穫はすべて手摘み
- ・不耕起・無農薬栽培
- ・1 シーズンに2~3回、フルーツゾーンの高さまで草が伸びたら草刈
- ・ブドウは収穫後に冷蔵



空圧式プレス機(左 10t・右 3.5t) : 搾り方をワインやブドウに応じて調整



- ・地下で熟成・保管
- ・土の下にあるため温度・湿度(70度)が一定
- ・小型樽(225l)を使用(750ml 瓶で300本分)欧州のワインの単位は、750ml である
- ・昨年のワインを樽内でブレンド後、今年のワインを入れて熟成
- ・基本野生酵母だが、ロットの大きいものや発砲ワインは酵母添加
- ・白は半年、赤は1年で販売している

#### 取扱店：買えるお店

- ・国井酒店／山形市
- ・さかや（株）栗原／東京都町田市
- ・vin sur vin（ヴァン・シュール・ヴァン）／東京
- ・山形県観光物産会館／山形市
- ・山小酒店／山形県上市
- ・（有）木川屋／山形県酒田市
- ・はせがわ酒店 全店／東京
- ・いまでや
- ・リカーズのだや

#### 飲めるお店

- ・musmus（ムスムス）／東京・新丸の内ビル内
- ・florilege（フロリレージュ）／東京・南青山
- ・kitchen cero（キッチン セロ）／東京・品川区上大崎
- ・麴町のフランス料理店 味館 トライアングル
- ・アルケッチャーノ
- ・Daedoko

#### 取扱店その他（日本ワインを振興する任意団体）

- ・日本ワインガイド
- ・日本ワイン振興ネットワーク（JWN）
- ・日本ワインを愛する会（法人化）

## ヒアリング

### 1. 自社農園の農地面積（約 15ha）

品種	農地面積
メルロ種(欧州系)	3ha
マスカット・ベリーA種	1.5ha
シャルドネ種(欧州系)	5ha
カベルネ・ソーヴィニオン種(欧州系)	3ha
リースリング種(欧州系)	1.5ha
ブラック・クイン種(欧州系)	0.5ha
ヴィオニエ種(欧州系)	0.5ha

### 2. 契約農家と取引量・取引価格・取引している品種

農家	取引量	取引価格	品種
4 団体グループ と少数	70t	流動的	デラウェア
	120~140t		ベリーA

原料のブドウは自社2~3割で、契約農家7~8割となっている。

欧州系のブドウは自社で栽培をしている。

農家からは長年栽培経験のある、デラウェアとベリーAの2種類を買い取っている。

取引量はあくまで計画量のため実際は少ないことも多い。

→・デラウェアは高齢化に伴いジベレリン処理を必要としないワイン用に切り替える農家も増えている。

- ・デラウェアは後継者が他の種に変更し、栽培をやめることもある。

- ・今年は大気不順で収量が少なかった。

- ・他のワイナリーもデラウェアを使うようになっているため、他のワイナリーに販売している農家もある(タケダワイナリーには比較的販売してくれている)。

- ・デラウェアは品質が良いと生食用として販売されている。

- ・食用シャインマスカットは黄色くなった方が味はいいが緑色のものしか取引しないため早めに収穫するが、ワインは味重視のため収穫時期は遅い方がいい(生食用よりも2週間ほど遅い)。しかし天候不順や病気などのリスクや責任は農家とワイナリーどちらが負うのかという問題がある。

- ・ワイナリーが高くブドウを買うか農家がリスクを負って収穫時期を遅らせるかと

いうのは痛み分けでやるしかない。リスクや責任についてどうするかをきちんと話し合えるかが農家との信頼関係を築く上で重要。

・マスカット・ベリーA は、山形ではワイン用にしか使っていないので、生食用として出されてしまうことはない。

・デラウェアをジベレリン処理しないで買うという提案は、ある意味ワイン用に出してもらおうための囲い込みである。

・南果連からもデラウェアを購入している。南果連が栽培している欧州系品種は、大手ワイナリーが購入している。以前、大手に販売していた南果連から、急に取引をやめられたのでタケダワイナリーに扱ってもらえないかと相談に来たことがあり、それ以来の付き合いである。

3. 現在取り引きしている農家とはいつからの付き合いか。  
代々付き合いがあり、信頼関係が構築している。

4. 農家との取引方法。

価格は周囲の状況や前年との比較、ブドウの糖度などの品質を見て判断する。

農家が持ってきたものは基本的にすべて買い取っており、その年によって収穫が多いときや少ないときがあるが、最初に決めた価格で買い取る場合もある。

ワインの小売価格は原料用ブドウの kg 単価の約 10 倍である。原料用ブドウ 1～1.2kg から 750ml 瓶一本が製造できる。原料用のデラウェアを 300 円/kg で農家から購入すると 750ml 瓶一本が 3000 円となる。

5. 原料調達における課題はあるか。あるとしたら何が課題か。

・農家数減少

・栽培規模の縮小

・取引している農家にワイン用ブドウを新たに栽培してもらえるように頼むこともある。ワイン用ブドウの苗木は 1200 円/本で、その苗木代を半額負担することもある。

6. 悪天候などにより良いブドウの収穫があまり見込めない場合、どういった対策をとっているのか。

原料に見合う量を製造するだけで、輸入原料等を購入して製成量を維持するという事はしない。ワインは農産品であると考えている。

7. ワインの年間製成数量（ワイン本数）や売上高

	年間ワイン製成量	販売売上
全体	20～30 万本(約 200kl)	約2億円
蔵王スターワイン	12～13 万本	/
蔵王スターアイスワイン		
蔵王スター 特別限定醸造		
サン・スフル	約 4 万本	
アストールワイン		
樽熟成		
ドメイヌ・タケダ		
シャトー・タケダ		

8. ワインの販売は、どう行っているのか。

大きな問屋との付き合いはない(スーパーに勝手に流されてしまい、意図しない相手に売れてしまうため)。

全国に取扱店がある。

ターゲット層などはなく、好きなワインを作っているため、商品を気に入ってくれる消費者を探す形をとっている(マーケットインではなくプロダクトアウト型である)。

Ex)蔵王スターは年配、サン・スフルは 30 代女性に人気。

ワインは食中酒という考えがあり、地域によって食が違うため売れるワインも違う。

価格決定は積み上げてきたもの+完成度で決定、流通関係者と話し合いもする。

9. 白河桃子 (2012)「老舗復活『跡取り娘』のブランド再生物語」でフラッグシップのイメージを崩さないために量販店に流れないように管理していると書かれていたが、管理とはどのようなことをしているのか。

ワインは農産品であると考えているため、ワインを工業品と考えている問屋とは付き合わない。

大手のチェーンスーパー・コンビニ・ディスカウントストアには卸さない。

取引店にはあらかじめその旨を伝えておき、何かあった場合は相談する。

地元の場合に限り、スーパーやコンビニで一部取り扱い。

10. その他

・現代表取締役の取り組み成果によって、他のワイナリーもデラウェアを使うよう

になり、最近ではデラウェアの仕入れ価格が上がって仕入れにくくなっている。

- ・以前より日本ワインが認められてきたと思う。最近の日本ワインは、トラディショナル系とナチュラル系（減農薬ブドウの利用や酸化防止剤無添加等）の両方があり、評価が上がっている。

- ・販売するワインの価格は、ワインの出来上がりを見て、その品質によって決めている。

- ・山形のワイナリーは県産原料を使ったワイナリーが多い。

- ・今年新たな取組を始めた。天童の農家が栽培したブドウのみを使った専用ワインである。契約生産者による特別ワインという形で販売する予定（2800本）である。原料用ブドウの買付価格は今まで通りであるが、よいワインができて、もし高く売れた場合はボーナスを支払うという契約である。

---

# 平成 28 年度東北創生研究所年次報告書

平成 29 年 9 月

編集・発行 山形大学東北創生研究所  
〒990-3101  
山形県上山市金瓶字湯尻 19-5

印刷 坂部印刷株式会社  
〒990-0071  
山形県山形市流通センター1 丁目 5-3

---