

地域における再生可能エネルギーの利用と普及 に関する調査研究

平成26年3月

青 森 県 青 森 市
一般財団法人 地方自治研究機構

はじめに

地方分権の進展、急速な少子高齢化社会の到来をはじめとして社会経済情勢が大きく変化する今日において、地方公共団体を取り巻く時代環境は厳しさを増しています。そのような中で地方公共団体は安心・安全の確保、地域産業の振興、地域の活性化、公共施設の維持管理、行財政改革等の複雑多様化する課題に対応していかななくてはなりません。また、住民に身近な行政は、地方公共団体が自主的かつ主体的に取り組むとともに、地域住民が自らの判断と責任において地域の諸課題に取り組むことが重要となってきています。

このため、当機構では、地方公共団体が直面している諸課題を多角的・総合的に解決するため、個々の地方公共団体が抱える課題を取り上げ、当該地方公共団体と共同して、全国的な視点と地域の実情に即した視点の双方から問題を分析し、その解決方策の研究を実施しています。

本年度は7つのテーマを具体的に設定しており、本報告書は、そのうちの一つの成果を取りまとめたものです。

再生可能エネルギーにつきましては、本研究の調査対象である青森市はもとより、多くの自治体において10年以上前から賦存量調査やビジョン策定等が行われてきましたが、供給面からの検討に比べて需要面の検討が十分でなかったため、これらの成果がその後の再生可能エネルギー普及に必ずしも結びついていないのが現状であります。そのため、本研究では、青森市における普及を促進するため、需要面により重点を置いて青森市の需要特性を踏まえた独自の再生可能エネルギー利用モデル等を検討しました。

本研究の企画及び実施に当たりましては、研究委員会の委員長及び委員をはじめ、関係者の方々から多くの御指導と御協力をいただきました。

また、本研究は、公益財団法人 地域社会振興財団の交付金を受けて、青森市と当機構が共同で行ったものです。ここに謝意を表する次第です。

本報告書が広く地方公共団体の施策展開の一助となれば幸いです。

平成26年3月

一般財団法人 地方自治研究機構
理事長 山中 昭 栄

目次

序章 調査研究の概要	3
1. 調査研究の背景・目的・視点	3
2. 調査研究の流れと全体像	4
3. 調査研究の体制	6
第1章 青森市のエネルギー関連特性	9
1. 青森市の概況	9
2. 青森市のエネルギー需要特性	16
3. 青森市の再生可能エネルギーに関するこれまでの取組	17
第2章 小型風力の利用可能性	23
1. 実測調査の実施	23
2. 適用可能な技術の動向	26
3. 期待される発電量等の推計	35
4. 市域における利用可能性と課題	49
第3章 小型水力の利用可能性	53
1. 実測調査の実施	53
2. 適用可能な技術の動向	67
3. 期待される発電量等の推計	74
4. 市域における利用可能性と課題	77
第4章 木質バイオマス等の利用可能性	81
1. 木質バイオマスの利用形態	81
2. 農業者アンケート調査の実施	83
3. 利用可能量等の等の推計	95
4. 市域における利用可能性と課題	96
第5章 青森市における再生可能エネルギー利用モデル	103
1. 委員アンケート調査の実施	103
2. 利用モデルの設定	107

3. 水産関連産業の高度化モデル	109
4. 農産物の高付加価値化モデル	115
5. 木質チップ・ペレットの製造・流通モデル	119
6. 冷熱利用データセンターモデル	126
第6章 青森市における再生可能エネルギーの利用と普及に向けて	137
1. 青森市における再生可能エネルギー利用の基本的な考え方	137
2. 普及方策の視点	138
3. 普及に向けた推進体制	139
調査研究委員会名簿	143

序章 調査研究の概要

序章 調査研究の概要

1. 調査研究の背景・目的・視点

(1) 背景と目的

青森市では、これまで地域新エネルギー省エネルギービジョン、地球温暖化対策実行計画、新総合計画等を策定し、地域における再生可能エネルギーの導入促進を進めてきたが、東日本大震災後のエネルギー問題への対応、エネルギーの地産地消、多様なエネルギーを活用したスマートコミュニティの形成等の観点から、従来の取組の更なる加速が課題となっている。

一方、市域では、大規模な風力発電や水力発電の導入は、エネルギー賦存量も少なく困難なものであるが、近年の技術進歩によって、小型でも効率の良い風力発電や水力発電の開発が進んでいる。

そこで、本共同調査研究では、市域において活用の可能性が高い、小型風力発電、小型水力発電、バイオマスエネルギー等の再生可能エネルギーについて、事業所や農業施設等への導入可能性や導入に向けた具体的な方策に関する検討を行い、将来的に行政機関等への率先導入や市民・事業者への利用拡大等を通じたスマートコミュニティの形成に資することを目的としている。

(2) 調査研究の視点

再生可能エネルギーについては、青森市はもとより、多くの自治体において10年以上前から賦存量調査やビジョン策定が行われてきた。しかし、調査結果やビジョンが、その後の再生可能エネルギー普及に必ずしも結びついていないのが現状である。

その主な原因は、以下の様な点であると考えられる。

- 賦存量や利用可能量など供給面の検討に比べて、不安定で密度の薄い再生可能エネルギーにはどのような使い方が相応しいのかといった需要面の検討が必ずしも十分でなかった。
- 再生可能エネルギーは、本来的に変動が大きく不安定なエネルギーであるが、その変動による不安定を解消するような仕組み（貯蔵、移動、補完、需要パターンとのマッチングなど）の検討が必ずしも十分でなかった。
- 発電偏重や集約・大型化偏重の傾向があり、不安定で密度の薄いエネルギーである再生可能エネルギーに適した地産地消の視点が必ずしも十分でなく、このことが結局全体のエネルギー変換効率を落としてしまっていた。

以上のような認識から本調査研究は、以下の点を重視して実施した。

- 青森市の地域特性を十分に踏まえたエネルギー需要特性を把握する。
- 需要特性に対応可能な再生可能エネルギー技術の現状（方式、効率、コスト、制約条件等）を把握する。

- 青森市の需要特性を踏まえた独自の再生可能エネルギー利用モデルを検討する。
- 公共施設等への先導的な導入を想定して、具体的な導入候補地点での再生可能エネルギーの供給可能量や変動性をシミュレーション等によって把握する。

2. 調査研究の流れと全体像

(1) 青森市域を中心としたエネルギー需要特性の検討

①地域特性の整理

青森市の地勢、気候、人口分布、土地利用、産業等のエネルギー需要に関わると考えられる地域特性について整理した。

②地域特性から見たエネルギー需要特性

上記で把握した地域特性を基に、エネルギー種別、利用者、用途、地理的分布、季節変動等の需要特性について整理した。

③青森市域等における今後のエネルギー需要の可能性

地域特性やエネルギー需要特性を踏まえた新たな需要可能性について、委員会メンバー等に対してアンケート調査を行ってアイデアを収集し整理した。さらに把握したエネルギー需要特性及び収集された新たな需要アイデアに基づき、主なエネルギー利用者や今後の利用が期待される主体に対して、再生可能エネルギーの導入意向、導入条件、課題等について、ヒアリング調査等によって把握した。

(2) 小型風力・小型水力の利用可能性の検討

①技術・コスト等の動向分析

小型風力及び小型水力等について、主として発電技術を中心として、Web や文献等を活用した基礎的調査に加えて、必要に応じて有識者等へのヒアリング調査も実施した。

②導入候補地点等におけるデータ収集・現地踏査等による実態把握

青森市が原案を提示する数ヶ所の候補地点について、風況、川幅、水深、流速等の既存データの収集を行った。既存データで把握しきれない状況（有効落差、設置スペース）については現地踏査で把握した。

収集したデータ及び現地踏査情報等を基に、具体的な導入形態を想定した場合のシミュレーションを行い、期待できる発電量等を推計した。

(3) 木質バイオマス資源の排出及びリサイクル協力意向等の実態把握

リンゴ剪定枝や籾殻等の木質バイオマス等を排出している地元農業者等に対してアンケート調査を行い、排出量、排出時期、現処分方法、将来的なりサイクルへの協力意向等を把握した。

アンケート調査票の配布は、農協の協力の下で、市内の林檎農家及び稲作農家を対象とした。

(4) 青森市域における再生可能エネルギー導入に向けた課題と普及方策の検討

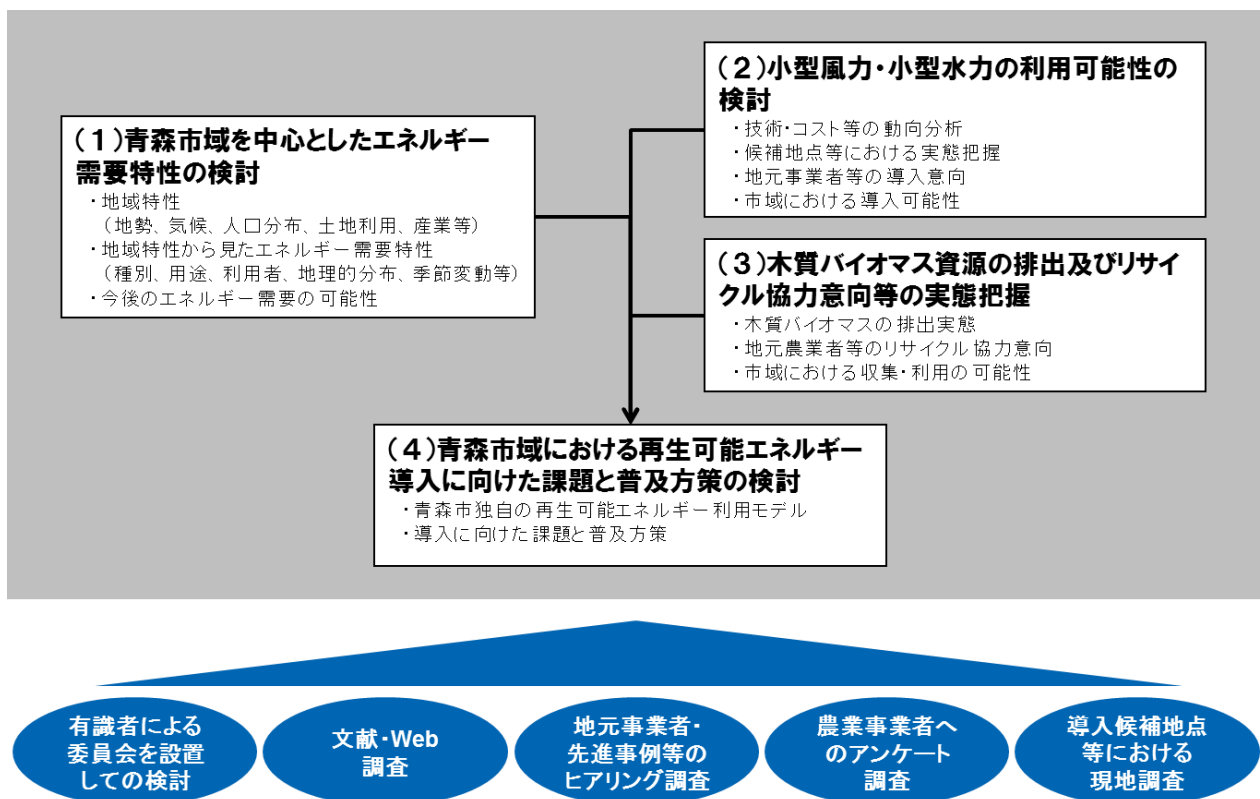
①青森市独自の再生可能エネルギー利用モデル

(1)で把握した青森市域を中心としたエネルギー需要特性と(2)(3)で把握した再生可能エネルギーの利用可能性を考え合わせ、青森市独自の具体的な再生可能エネルギー利用モデルを4ケース提示し、個別の利用モデルについて実現に向けた課題と普及方策を検討した。

②青森市域全般における再生可能エネルギー導入に向けた課題と普及方策

ここまでの検討結果を踏まえ、青森市域全般における再生可能エネルギー導入に向けた基本的な考え方を整理した。また、この考え方にに基づき、再生可能エネルギーの普及促進に向けた課題を整理し方策を検討した。

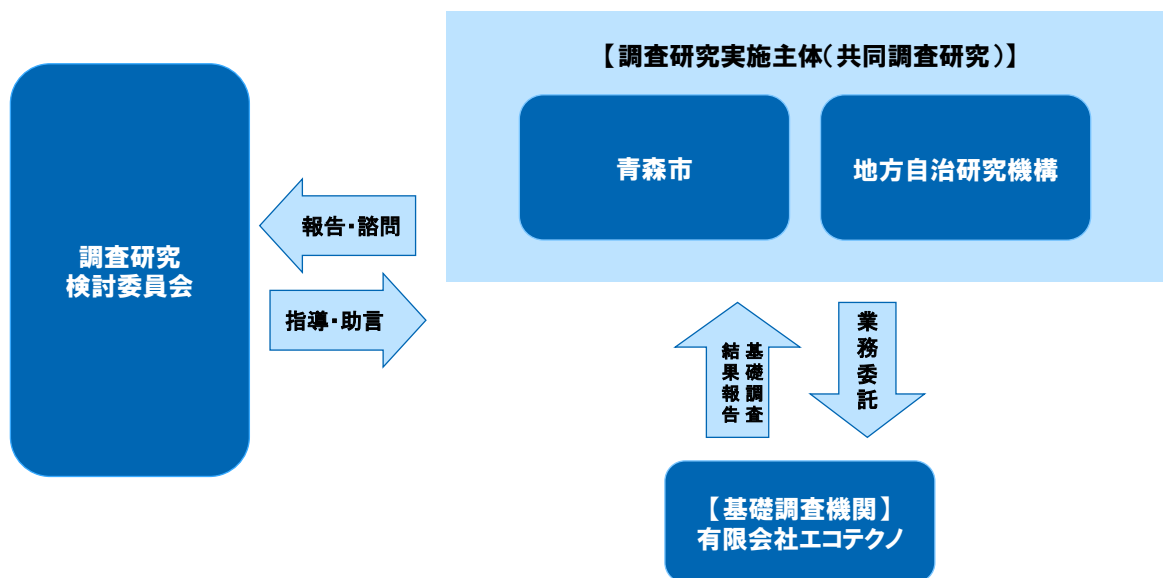
図表 序-1 調査研究の全体像



3. 調査研究の体制

本共同調査研究は、青森市及び地方自治研究機構を調査研究実施主体として、以下の様な体制で、検討委員会の指導・助言の下、基礎調査機関の協力を得て実施した。

図表 序-2 調査研究の体制図



第1章 青森市のエネルギー関連特性

第1章 青森市のエネルギー関連特性

1. 青森市の概況

現在の青森市は、2005年（平成17年）4月、旧青森市と旧浪岡町の合併により誕生し、平成18年10月1日に、全国で37番目、青森県内初の中核市となっている。

青森県のほぼ中央に位置し、市の人口は約30万人、面積約824km²の都市で、青森の名のとおり面積の約7割を林野が占め、人口30万人の都市としては世界的にみても有数の豪雪都市である。

青森県の県庁所在都市及び交通・行政・経済・文化の中心都市としての都市機能が集積し、また、本市と国内各地を結ぶ高速道路や新幹線などの高速交通網をはじめ、国内はもとより世界各地につながる空港や港を有する交通の要衝であるとともに、本州と北海道を結ぶ結節点として、140万人規模の人口を有する青函交流圏の中核を担っている。

(1) 自然特性

①位置・地勢

青森県のほぼ中央に位置しており、北部は陸奥湾に面し、東部と南部は奥羽山脈の一部をなす東岳山地から八甲田連峰に、西部は梵珠山を含む津軽平野へ連なるなど、雄大な自然に囲まれている。

図表 1-1 青森市の位置



図表 1-2 青森市の位置・面積等

位置		面積 (km ²)	広ぼう			
北緯	東経		極東	極西	極南	極北
40° 49'	140° 45'	824.54	東岳東経	吉野田	荒川北緯	後潟北緯
			140° 59'	140° 31'	40° 36'	40° 58'

出所)国土交通省国土地理院(平成 24 年 10 月 23 日現在・面積は平成 23 年 10 月 1 日現在)

②気象

本市の気象は冷涼型で、夏は短く冬は長いという特色がある。昭和 56 年（1981 年）から平成 22 年（2010 年）までの気温の平年値は 10.4℃、降水量は 1,330.1mm となっている。冬は積雪量が非常に多く、市全域が特別豪雪地帯に指定されている。

図表 1-3 青森市の気象

区分	日平均気温 (℃)	降水量合計 (mm)	平均風速 (m/s)	日照時間 (h)	降雪合計 (cm)	最深積雪 (cm)	雪日数 (日)
平成 20 年	10.7	1085.0	3.6	1642.4	426	82	106
平成 21 年	10.6	1459.5	3.6	1563.7	444	63	101
平成 22 年	11.1	1570.0	3.6	1465.0	521	98	111
平成 23 年	10.6	1570.5	3.7	1541.9	639	130	109
平成 24 年	10.5	1295.5	3.6	1669.1	761	152	125

出所)気象庁(青森地方気象台)

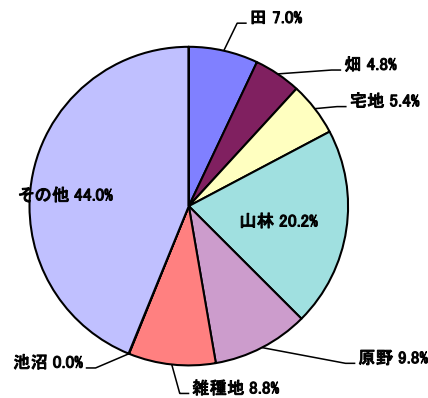
(2) 社会的特性

①土地利用

主な地目別面積は、田 58.03km²、宅地 44.88km²、山林は 166.82km² となっている。

図表 1-4 土地利用状況

区分	面積(単位:km ²)	割合
田	58.03	7.0%
畑	39.41	4.8%
宅地	44.88	5.4%
山林	166.82	20.2%
原野	80.71	9.8%
雑種地	72.91	8.8%
池沼	0.40	0.0%
その他	361.39	43.8%
総面積	824.54	100.0%



出所)平成 24 年固定資産税概要調査

②人口・世帯

世帯数は増えているが、人口は減少している。平成25年3月31日現在の人口は298,462人、世帯数は135,118世帯となっている。また、年齢別人口の構成比は、年少人口（0～15歳未満）、生産年齢人口（15～64歳）が減少傾向で推移する一方で、老年人口（65歳以上）が増加傾向で推移している。

図表 1-5 人口・世帯数の推移

区分	世帯数 (世帯)	人 口		
		男(人)	女(人)	総数(人)
平成20年	131,389	144,728	163,888	308,616
平成21年	132,008	143,397	162,866	306,263
平成22年	132,864	142,317	162,004	304,321
平成23年	133,707	141,602	161,355	302,957
平成24年	134,288	140,347	160,431	300,778
平成25年	135,118	139,015	159,447	298,462

出所)住民基本台帳(基準日3月31日)

図表 1-6 年齢別人口の推移

区分	人口 (単位:人)	比率(単位:%)		
		15歳未満	15～64歳	65歳以上
1990年(H2年)	287,808	19.4	68.9	11.4
1995年(H7年)	294,167	16.7	68.9	14.1
2000年(H12年)	297,859	14.8	67.9	17.3
2005年(H17年)	311,508	13.7	66.0	20.4
2010年(H22年)	299,520	12.6	63.7	23.7

出所)国勢調査

(3) 経済的特性

①産業構造

本市における事業所についてみると、第三次産業の割合が高くなっており、全事業に対する割合は、事業所数、従業員数ともに80%を超えている。事業所が最も多い産業は3,735事業所と全体の28.38%を占める「卸売業、小売業」、続いて「宿泊業、飲食サービス業」、「生活関連サービス業、娯楽業」となるが、これらの業種は1事業所当たりの従業員数が少ないことが特徴である。従業員数でみた場合は、「卸売業、小売業」に次いで「医療、福祉」、「宿泊業、飲食サービス業」となる。なお、1事業所当たりの従業員数が一番少ないのは、「不動産業、物品賃貸業」の2.59人となっている。

図表 1-7 青森市の事業所

(単位：人)

区 分	青森市				1事業所 当たりの 従業員 数	青森県	
	事業所 数	構成比	従業員 数	構成比		事業所 数	従業員 数
農林漁業	26	0.20%	260	0.22%	10.00	588	7,964
第一次産業 計	26	0.20%	260	0.22%	10.00	588	7,964
鉱業、採石業、砂利採取業	3	0.02%	24	0.02%	8.00	40	582
建設業	1,218	9.25%	9,979	8.47%	8.19	6,009	52,486
製造業	493	3.75%	7,871	6.68%	15.97	3,171	66,459
第二次産業 計	1,714	13.02%	17,874	15.18%	10.43	9,220	119,527
電気、ガス、熱供給、水道業	10	0.08%	652	0.55%	65.20	43	1,896
情報通信業	151	1.15%	3,366	2.86%	22.29	446	6,054
運輸業、郵便業	337	2.56%	9,001	7.64%	26.71	1,404	29,412
卸売業、小売業	3,735	28.38%	29,613	25.14%	7.93	16,482	116,298
金融業、保険業	356	2.70%	6,464	5.49%	18.16	1,183	15,046
不動産業、物品賃貸業	976	7.42%	2,527	2.15%	2.59	3,483	8,753
学術研究、専門・技術サービス業	487	3.70%	2,681	2.28%	5.51	1,632	10,733
宿泊業、飲食サービス業	1,826	13.87%	10,318	8.76%	5.65	8,301	43,192
生活関連サービス業、娯楽業	1,357	10.31%	5,842	4.96%	4.31	6,815	26,493
教育、学習支援業	400	3.04%	2,952	2.51%	7.38	1,632	11,760
医療、福祉	900	6.84%	15,559	13.21%	17.29	4,250	69,028
複合サービス事業	65	0.49%	564	0.48%	8.68	490	4,925
サービス業(他に分類されないもの)	822	6.25%	10,109	8.58%	12.30	3,502	36,191
第三次産業 計	11,422	86.78%	99,648	84.60%	8.72	49,663	379,781
合 計	13,162	—	117,782	—	8.95	59,471	507,272

出所)H24 経済センサス-活動調査

②農業

青森市内における販売農家数と基幹的農業従事者数の推移を見ると、2000年から2010年の間にいずれも減少しており、販売農家数では、専業農家は増加しているものの、兼業農家を含めた全体では減少している。基幹的農業従事者のうち、65歳以上の高齢者が約6割を占めている。

農業産出額を見ると、青森市の農業のうち大部分が耕種農業によるもので、さらにそのうち果実によるものが半数近くを占めている。

図表 1-8 販売農家数

(単位：戸)

区 分	販売農家			
	計	専業農家	第1種兼業農家	第2種兼業農家
2000年(H12年)	4,057	629	966	2,462
2005年(H17年)	3,231	656	738	1,837
2010年(H22年)	2,613	735	507	1,371

出所)農林水産省(農林業センサス)

図表 1-9 基幹的農業従事者の推移

(単位：人)

区 分	基幹的農業従事者数			
	計	男	女	65歳未満
2000年(H12年)	4,909	2,442	2,467	2,481
2005年(H17年)	3,949	2,069	1,880	1,790
2010年(H22年)	3,824	2,058	1,766	1,641

※販売農家：経営耕地面積が30アール以上又は調査期日前1年間における農産物販売金額が50万円以上の農家

※基幹的農業従事者：農業に主として従事した世帯（農業就業人口）のうち、調査期日前1年間の普段の主な状態が「仕事に従事していた者」のこと

図表 1-10 農業算出額の推移

(単位：千万円)

種 別	青森市				青森県	県全体に占める割合	
	2003年	2004年	2005年	2006年	2006年		
農業産出額 計	1,186	1,428	1,375	1,389	23,946	5.8%	
小 計	1,132	1,370	1,317	1,335	17,707	7.5%	
耕 種	米	359	445	460	448	3,700	12.1%
	麦 類	2	1	1	0	84	0.0%
	雑 穀	1	1	1	1	3	33.3%
	豆 類	1	2	1	1	183	0.5%
	いも類	9	8	11	10	197	5.1%
	野 菜	213	241	203	216	6,076	3.6%
	果 実	517	644	612	636	6,189	10.3%
	花 き	15	16	15	11	261	4.2%
	工芸農作物	0	0	0	0	733	0.0%
	種苗・苗木類・その他	15	12	13	12	281	4.3%
畜 産	小 計	54	58	58	54	6,239	0.9%
	肉用牛	11	13	14	10	622	1.6%
	乳用牛	8	7	7	X	723	-
	豚	6	0	X	X	1,588	-
	鶏	X	X	X	X	1,317	-

出所)農林水産省(生産農業所得統計)

※平成19年以降は市町村推計を実施していない

※「X」は対象となる事業所がごく少数のため秘匿値として公表されていない

③林業

森林面積は57,589haで、総面積に対する割合は69.8%となっており、市内の約7割が森林に覆われた緑豊かな地域であると言える。総森林面積のうち44.1%にあたる26,549haが民有林で

あり、残りの 55.9%にあたる 31,040ha が国有林である。蓄積（森林を構成する木が成長した量を体積で表したもの）で見た場合は民有林 49.6%に対し、国有林 50.4%となり、ほぼ 1 対 1 の割合となる。

図表 1-11 森林の状況

区 分		青森市	
		面積 (ha)	蓄積 (千m ³)
総土地面積 (A)		82,454	—
総森林 (B=C+E)		57,589	10,693
森林率 (B/A)		69.8%	—
民有林	総 数(C)	26,549	5,302
	人工林(D)	11,705	3,320
	天然林	14,045	1,982
	無立木地	536	—
	更新困難地	263	—
	人口林率 (D/C)	44.1%	—
国有林	総 数(E)	31,040	5,391
	林野庁所管	30,826	5,351
	官行造林	214	40

出所)青森県「青森県の森林・林業(平成 24 年度版)」

④水産業

水産業における平成 24 年の漁業生産高は、約 15 億 2 千万円であり、その約 8 割をホタテガイが占めている。平成 22 年夏季から秋季にかけて陸奥湾の海水が高水温で推移し、ホタテガイの成長不良と大量へい死が起こり、翌年の平成 23 年の生産高が前年度比約 70%の減少となったが、現在は回復傾向にある。

図表 1-12 漁業生産高の推移

(単位：千円)

区 分	漁業生産高 計	青森市管内合計		
		ホタテガイ	ナマコ	その他
平成 20 年	2,141,815	1,777,387	237,245	127,183
平成 21 年	2,539,629	2,246,594	155,254	137,781
平成 22 年	2,493,282	2,123,446	237,411	132,425
平成 23 年	787,227	302,925	328,598	155,704
平成 24 年	1,517,594	1,195,457	207,065	115,072

出所)農林水産省(農林業センサス)

⑤製造業

平成 21 年と平成 22 年を比較すると、事業所数、従業員数ともに全体的に減少傾向にあり、製造品出荷額も減少している。

図表 1-13 製造業の状況

	事業所数			従業者数			製造品出荷額等	
	平成21年	平成22年		平成21年	平成22年		平成21年	平成22年
	実数 (件)	実数 (件)	対前年比 (%)	実数 (人)	実数 (人)	対前年比 (%)	実数 (万円)	実数 (万円)
食料品製造業	74	68	91.9	3,171	3,203	101.0	3,935,533	4,861,850
飲料・たばこ・飼料製造業	5	4	80.0	107	88	82.2	772,417	509,557
繊維工業	17	15	88.2	385	367	95.3	165,244	152,898
木材・木製品製造業(家具を除く)	11	9	81.8	122	109	89.3	233,226	218,852
家具・装備品製造業	12	12	100.0	102	95	93.1	66,046	62,039
パルプ・紙・紙加工品製造業	6	6	100.0	177	177	100.0	641,161	618,411
印刷・同関連業	33	29	87.9	535	485	90.7	591,252	562,233
化学工業	4	3	75.0	127	X	X	453,603	X
石油製品・石炭製品製造業	1	1	100.0	X	X	X	X	X
プラスチック製品製造業	3	3	100.0	X	X	X	X	X
ゴム製品製造業	1	1	100.0	X	X	X	X	X
なめし革・同製品・毛皮製造業	-	-	-	-	-	-	-	-
窯業・土石製品製造業	12	11	91.7	209	184	88.0	258,879	344,633
鉄鋼業	3	3	100.0	X	X	X	X	X
非鉄金属製造業	1	1	100.0	X	X	X	X	X
金属製品製造業	18	14	77.8	211	183	86.7	234,471	245,720
はん用機械器具製造業	3	4	133.3	X	43	X	X	36,810
生産用機械器具製造業	3	4	133.3	X	63	X	X	52,279
業務用機械器具製造業	4	4	100.0	443	429	96.8	623,103	664,002
電子部品・デバイス・電子回路製造業	4	3	75.0	368	X	X	359,816	X
電気機械器具製造業	2	2	100.0	X	X	X	X	X
情報通信機械器具製造業	1	1	100.0	X	X	X	X	X
輸送用機械器具製造業	2	2	100.0	X	X	X	X	X
その他の製造業	8	5	62.5	65	55	84.6	52,819	45,963
総数	228	205	89.9%	6,022	5,481	91.0%	8,387,570	8,375,247

出所)H22 工業統計調査

※「X」は対象となる事業所がごく少数のため秘匿値として公表されていない

⑥商業

年間商品販売額は、卸売業と小売業を合わせて1兆528億円である。平成16年から約18億8千万円減少している。事業所数、従業員数は、ともに減少している。

図表 1-14

(単位：万円)

	事業所数			従業員数			年間商品販売額		
	H16	H19	増減率	H16	H19	増減率	H16	H19	増減率
卸売業	1,190	1,062	89.20%	11,170	9,521	85.20%	883,626	699,575	79.10%
小売業	4,406	3,134	71.10%	20,117	20,531	102.00%	357,131	353,293	98.90%
各種商品小売業	8	7	87.50%	1,210	1,317	108.80%	25,497	30,547	119.80%
繊維物・衣服・身の回り品小売業	487	434	89.10%	2,088	1,535	73.50%	32,934	19,749	59.90%
飲食料品小売業	1,339	1,131	84.50%	8,334	8,159	97.90%	119,475	113,941	95.30%
自動車・自転車小売業	203	201	99.00%	1,625	1,535	94.40%	47,247	46,544	98.50%
家具・じゅう器・機械器具小売業	269	252	93.60%	1,456	1,389	95.30%	31,749	29,744	93.60%
その他の小売業	1,098	1,109	101.00%	6,406	6,596	102.90%	100,229	112,768	112.50%
合計	4,594	4,196	91.30%	32,289	30,052	93.00%	1,240,757	1,052,868	84.80%

出所)H19 青森県の商業(統計表)

2. 青森市のエネルギー需要特性

本市におけるエネルギー消費量（推計）についてみると、産業部門における消費量が大きいことがわかる。項目別にみていくと、石油製品（灯油）については、「家庭部門」での消費が最も多く、次いで「製造業」、「事務所」となっている。LPガスについては、「製造業」、「家庭部門」、「飲食店」となっている。都市ガスについては、「製造業」、「事務所」、「病院」となっている。電力（電気）については、「製造業」、家庭部門、「事務所」となっている。

図表 1-15 エネルギー消費量推計(2010年)

(単位：TJ)

区分		石油製品（灯油）	LPガス	都市ガス	電力（電気）	合計
産業部門	農林水産業	282.3	0.0	0.4	31.9	314.6
	建設業・工業	353.7	0.0	72.8	95.5	522.0
	製造業	846.7	21.8	68.2	419.8	1,356.5
	小計	1,482.7	21.8	141.5	547.2	2,193.1
業務部門	旅館・料亭	43.8	3.9	1.9	58.4	108.0
	ホテル	52.1	3.8	60.2	158.1	274.1
	事務所	307.4	0.0	283.6	2,327.4	2,918.4
	百貨店	0.1	0.0	29.6	153.5	183.2
	卸売	0.0	35.3	32.6	267.5	335.4
	衣料品	0.2	0.0	0.0	48.8	49.1
	食品スーパー	0.7	0.0	36.8	542.9	580.4
	ホームセンター	0.0	0.0	0.0	190.8	190.8
	家電量販店	1.7	0.0	4.2	90.3	96.2
	書店	0.0	0.0	0.0	19.4	19.4
	小売（平均）	5.5	0.6	46.7	428.0	480.7
	飲食店	13.4	102.6	186.4	644.0	946.4
	銀行	0.9	0.0	0.8	6.5	8.2
	劇場	0.2	0.0	4.3	11.4	15.8
	病院	165.1	9.1	223.7	632.1	1,030.0
	公衆浴場	9.4	0.8	0.4	12.5	23.2
小計	600.5	156.1	911.2	5,591.4	7,259.2	
家庭部門	5,594.2	466.9	126.7	2,436.2	8,624.0	
合計	7,677.4	644.8	1,179.3	8,574.8	18,076.3	

※農林水産業：青森県農林水産業エネルギー消費量と農業産出額から、青森市エネルギー消費量を按分推計

※建築業・工業：青森県建設業・鉱業エネルギー消費量と建設業・鉱業従業者数から、青森市エネルギー消費量を按分推計

※製造業：全国エネルギー原単位×青森市製造品出荷額

※業務部門：エネルギー消費実態調査×延床面積

※家庭部門：家計調査年報

3. 青森市の再生可能エネルギーに関するこれまでの取組

(1) 計画等

青森市では、平成 21 年 2 月に「青森市地域新エネルギー・省エネルギービジョン」を策定し、化石燃料や電力等の省エネルギー意識の向上を図るとともに、地域賦存資源を活かした地域新エネルギーの普及・利活用の環境整備に努めてきた。

平成 23 年 3 月には「青森市地域新エネルギー・省エネルギービジョン」に掲げた基本施策及び重点プロジェクト等を統合した「青森市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）」を策定し、環境への負荷の少ない持続可能な都市の実現を基本理念に、一つには「地域に存在するエネルギー資源を有効かつ効率的に利用する」、二つには「地域のエネルギーが生み出す価値が地域内で循環するシステムを構築する」ことなどを基本方針として取組を行っており、その中で再生可能エネルギーの利用を大きな柱の一つに位置づけている。そのために化石燃料に変わる自然エネルギーなどの未利用エネルギーの新たな開発などその新規創出も含め、再生可能エネルギーの積極的な活用を推進することとしている。

(2) これまでの取組

目標達成の道筋を確かなものにするために、初動期の取組が極めて重要であることから、2011 年度（平成 23 年度）から 2015 年度（平成 27 年度）を初動期間として位置づけ、本計画で定める市の施策や市民・事業者の取組の中でも、本計画を先導し、特に市民や事業者等の皆さんと連携して取り組んでいくための仕組みの構築・定着を図っていくために、8 つの重点プロジェクトを掲げた。新エネルギー・省エネルギーの利活用については、特に、「新エネルギー資源の有効活用とともに、企業等による新エネルギーを活用した新たな事業展開を促進していくことを目的とした『エネルギー創造・利用促進プロジェクト』」と、「市が一事業者として、自らが低炭素社会の実現に向け、率先的な取組を行うことにより、市民や事業者の取組を促進していくことを目的とした『市率先導入プロジェクト』」を中心とし、地域の特性を生かし、より効率的な新エネルギー・省エネルギー設備の導入を推進していくこととしている。

また、新たなエネルギーの創出を目指して弘前大学北日本新エネルギー研究所に温泉熱、メタンガス、バイオマスなどを想定したエネルギー利用の実証実験調査を委託しており、さらに、現時点で利用が進んでいない風力、小水力についても、今後の利用可能性について検討を行っている。

図表 1-16 青森市住宅用新エネルギー設備導入支援補助金実績

		平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	計
太陽光発電		8,795,150	6,656,650	8,250,650	7,800,000	31,502,450
	補助件数(件)	71	53	64	61	249
	最大出力合計(kW)	273	219	289	267	1,048
木質ペレットストーブ		—	690,000	1,200,000	300,000	2,190,000
	補助件数(件)	—	7	12	3	22
ガスエンジン給湯器 (ECO・WILL)		—	—	—	0	0
	補助件数(件)	—	—	—	0	0
燃料電池コージェネレーションシ ステム(ENE・FARM)		—	—	—	1,400,000	1,400,000
	補助件数(件)	—	—	—	14	14

※木質ペレットストーブ設置補助金は平成22年10月開始。

※ガスエンジン給湯器・燃料電池コージェネシステム設置補助金は平成24年4月開始。

図表 1-17 市公共施設への新エネルギー・省エネルギー導入実績

番号	導入 年度	施 設	導入設備概要
1	H13	国際芸術センター	青森雪冷房システムの導入 雪室体積:約 500 m ³ →冷房使用範囲:キャタリーA+B約 633 m ² 、1日10hで30日使用可能。
2	H15	東陽小学校	太陽光発電システム5kW。(年間発電量約 4,400kW) ※1教室年間約 1,000kWとして4教室分の電気を賄う。
3	H15	西部市民センター	コージェネレーションシステムの導入 【自家発マイクロガスタービン】能力:3φ200V、27kW×3台、燃料:灯油。 【真空式熱交換器】56kW×3台
4	H16	市民病院	コージェネレーションシステムの導入 自家発:520kW×2台(A重油)。排熱回収温水ボイラ:交換熱量 215Mcal/h×2台。
5	H21	新城小学校	太陽電池付外灯:1基(バッテリー点灯時間 8H/日)、ランプ 18W蛍光灯、太陽電池 2 枚:80W 風力発電機 1 台:直流 12V400W、バッテリー2 台:100A12V、発電量表示機付。
6	H22	新城中学校	同 上
7	H22	青森市斎場	ペレットストーブ:8台 (10,800kcal×8台)導入。 真空ガラス式断熱窓171枚導入。
8	H22	青森市浪岡斎園	ペレットストーブ:2台 (10,800kcal×2台)導入。
9	H22	浪岡地域交流施設 (あびねす)	低温熟成施設の新設。 約60tの雪利用で、約500箱のリンゴの低温熟成が可能。
10	H22	中央卸売市場	LED 照明59灯、LED 蛍光灯23灯導入。
11	H22	青森公立大学 (事務室)	既存蛍光灯62灯を LED 蛍光灯へ更新。
12	H22	児童館、福祉館等	窓の二重サッシ化 25施設268箇所へ導入。
13	H23	青森市民体育館	太陽光(蓄電池)一体型外灯:3基導入、LED 外灯:2基更新、小型太陽光1基導入+LED 式庭 園灯3基更新。
14	H23	青森市スポーツ会館	太陽光発電システム:出力10kw、TV 型見える化ボード設置、LED照明:ダウンライト489灯、非 難誘導灯53灯、その他116灯、合計658灯
15	H23	青森市体育館	駐車場外灯 既存外灯2基→LED外灯2基。LED外灯3基新設。
16	H23 H24	市内防犯灯	LED 照明の導入 H23 年度 1,662 基 H24 年度 1,735 基
17	H24	新田浄化センター	コージェネレーションシステムの導入 年間発電量約 50 万kWh 相当。消化ガス利用。
18	H24	市施設のLED化	LED 照明の導入 健康増進センター他6施設 129灯、東中学校約150灯、新田浄化センター 約60灯

図表 1-18 市公共施設への新エネルギー・省エネルギー導入予定

番号	導入年度	施設	導入設備概要
1	H25	東中学校	太陽光発電システム出力 10kW
2	H25	金沢小学校	太陽光発電システム出力 10kW
3	H25	中央市民センター	太陽光一体型 LED 外灯 3 基
4	H25	荒川市民センター	太陽光一体型 LED 外灯 2 基
5	H25	青森市民病院	太陽光一体型 LED 外灯 10 基
6	H26	東陽小学校	太陽光発電システム出力 5kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 4 基
7	H26	新城小学校	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 4 基
8	H26	女鹿沢小学校	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 4 基
9	H26	戸山市民センター	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 2 基
10	H26	北部地区農村環境改善センター	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 2 基
11	H27	古川小学校	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 4 基
12	H27	浦町中学校	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 4 基
13	H27	浪岡中央公民館	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 2 基
14	H27	油川市民センター	太陽光発電システム出力 10kW、蓄電池容量 15kWh、太陽光一体型 LED 外灯 2 基
15	H27	新清掃工場高効率ごみ焼却発電・メガソーラ	高効率ごみ焼却発電:7.65MW、メガソーラー0.73MW

(3) 今後の展開

平成 17 年度における本市の民生・産業・運輸部門におけるエネルギー消費量 $35,691 \times 10^6 \text{MJ/年}$ に対し、本市に賦存する再生可能エネルギーの利用可能量は $2,439 \times 10^6 \text{MJ/年}$ とされている。(青森市地域新エネルギー・省エネルギービジョン)

このことから、一つのエネルギーで市域全てを賄うことは不可能であるため、本市の再生可能エネルギー利用については、利用可能な全てのエネルギーを効率的に利用する必要があると考えられる。

図表 1-19 青森市における新エネルギー利用の展開方向

青森市域におけるエネルギー賦存量と利用可能量

新エネルギー等の区分		賦存量 (×10 ⁶ MJ/年)	利用可能量 (×10 ⁶ MJ/年)
太陽光発電・熱利用	発電利用	3,965,315	1,348
	熱利用		691
風力発電		16,740	47
バイオマス発電・熱利用(木質系)	発電利用	976	18
	熱利用		152
" (農業系)	発電利用	346	24
	熱利用		201
" (畜産系)	発電利用	10	0.22
	熱利用		0.78
" (食品系)	発電利用	501	97
	熱利用		351
" (汚泥系)	発電利用	105	15
	熱利用		53
バイオマス燃料製造	菜種油利用	166	20
	廃食用油利用	17	15
廃棄物発電・熱利用	発電利用	781	42
	熱利用		200
雪氷熱利用		2,260,790	0.88
温泉熱利用		573	47
中小水力発電		4,798	3.6
合計 ^{注1)}		6,251,116	2,439

注1: 発電利用・熱利用の両方を算定している場合は、エネルギー量の多い方を計上
(資料: 青森市地域新エネルギー・省エネルギービジョン)

再生可能エネルギーは市域内に広く存在することから、コストや資源の確保等の観点から大規模プラント等の建設は困難であると思われるため、**住宅や事業所単位で導入可能な小型・低コストの設備**によることが望ましい。

市域内に分散するエネルギー源を有効かつ効果的に活用する

地域に適したエネルギー利用の形態を考え戦略的に導入する

- 創エネ+省エネ+蓄エネの技術を組み合わせ買電量の低減を図る
- 防災拠点の電源確保に活用する
- 施設内消費の他、EV充電電源など多様な利用形態を示し、普及につなげる

- 市街地：住宅や事業所 ⇒太陽光+燃料電池コージェネ+地中熱等の複合的利用
- 沿岸部：浅虫地区(観光温泉施設) ⇒温泉熱や小型風力の利用
- 郊外：高田地区(農業施設) ⇒バイオマス、地中熱の活用
- 浪岡地区(農業施設) ⇒バイオマス、地中熱、小型風力の活用
- 山間部：雲谷、酸ヶ湯、下湯地区(観光温泉施設) ⇒温泉熱や小型風力の利用

第2章 小型風力の利用可能性

第2章 小型風力の利用可能性

1. 実測調査の実施

下図の6地点について、小型風力の利用可能性を評価するための実測調査を実施した。

図表 2-1 風力実測調査地点



実測調査結果の概要は、下図のとおりである。

図表 2-2 風力実測調査結果概要

	期 間	平均風速(m/s)	最多風向頻度	最大風速(m/s)	最大時風向
①	10月19日～	6.1	南西	29.0	南南西
②	9月25日～	1.9	南南西	13.7	西南西
③	9月17日～	4.3	東	15.8	東南東
④	9月25日～	2.3	南西	29.0	西北西
⑤	9月27日～	3.3	南西	15.4	南東
⑥	10月15日～	2.8	西	11.1	南南西



※期間の終わりはいずれも2014年1月31日

①道の駅 ゆ〜さ浅虫(浅虫字蛸谷341-19)		設置日:平成25年9月22日 (10/11点検、10/19再設置)	
概要	道の駅ゆ〜さ浅虫屋上へ設置。地上高約22m。センサーの架台は5.3m。		
所見	地上部より、予想以上に風が強い。風向は、西から南西、東南東方向からと比較的安定している。これまでの観測で平均6.1m/s程度。小型風力発電には適している。温泉施設もあり、電気の用途も様々想定できる。	【屋上】	【外観】

②青森市役所本庁舎(中央1-22-5)		設置日:平成25年9月25日	
概要	青森市役所本庁舎4階屋上へ設置。センサーの架台は5.3m。		
所見	市の中心部であり、周りに高いビルも多い。高所でありながら、風況はさほど良く無い。平均1.9m/s程度。風向は西から南方向まで変動が多く、こうした箇所では、周辺のビル風の影響が強く、風車の破損が起りやすい。発電型小型風力には適さないため、モニュメント型風車(サボニウス型)の設置が考えられる。	【屋上】	【外観】

③モヤヒルズ(雲谷字梨野木63)		設置日:平成25年9月17日(10/11点検)	
概要	モヤヒルズ敷地内鉄塔へセンサーを設置(クワッドリフト降り口付近)。設置箇所の標高はおよそ350m。鉄塔の高さは8.9m。		
所見	これまでの観測では、平均4.3m/s程度。風向は東側からと安定している。こうした箇所は風車の破損がおきにくい。大規模な負荷も想定できるし、景観条例さえ認められるのであれば、小型風力発電には適している。さらに高いポイントでは、風況が良いと予想でき、中規模な風力発電機でも採用できると思われる。	【外観】	【センサー】

④青森市役所柳川庁舎(柳川2-1-1)		設置日:平成25年9月27日(11/7計測器交換)	
概要	庁舎5階屋上へ設置。センサー架台は5.3m。		
所見	主に、西から南にかけて、風向の変動が見られる。平均2.3m/s程度と風は弱く、小型風力発電には不向きであると思われる。強風対策をした上で、多翼型の風車、あるいはモニュメント型風車の設置が考えられる。	【屋上】	【外観】

⑤水産指導センター(清水字浜元188-34)		設置日:平成25年9月29日	
概要	指導センター2階屋上へ設置。センサー架台は5.3m。		
所見	南西、北東、南東側の風が多く、風は比較的安定している。海のそばながら、平均3.3m/s程度と比較的風は弱い。東側が海で、こうした箇所は突風が多い。強風対策をした上で、多翼型の風車、あるいは動力型風車の設置が考えられる。	【屋上】	【外観】

⑥農業指導センター(四戸橋字磯部243-329)		設置日:平成25年10月15日	
概要	指導センター敷地内へ設置。スクリューアンカーを4方向へ設置しガイワイヤーで固定。タワーの高さは13.5m。		
所見	平均2.8m/s程度と以外に風は弱い。風向は、西、南西側と安定している。測定した高度では、小型風力には不適である。立地条件が良いため、大規模な負荷も想定できる箇所であり、より測定の高度を上げての計測を検討する必要がある。	【外観】	【センサー、避雷針】

2. 適用可能な技術の動向

前項で調査を行った実測地点等の青森市内への設置を想定した場合に、特に有力と考えられる技術事例として、以下の3事例について比較検討を行った。

図表 2-3 小型風力発電技術事例の比較検討結果

技術事例名	WG913	ブルーベン風車	レンズ風車
メーカー	英国	英国	日本
定格出力	72w	600w、2500w、6000w	1～5KW
定格風速	10m/s	11m/s	11m/s
カットイン風速	2.5m/s	2.5m/s	3.0m/s
カットアウト風速	なし	なし	20m/s 前後
耐風速	40m/s	60m/s	40m/s
風車形式	アップウインド型	ダウンウインド型	ダウンウインド型
羽根枚数	6枚	3枚	3枚
メンテナンス	容易	容易	容易と思われる
出力電圧	DC12～24V	DC12～48V	独立型、系統型があり様々
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・静寂で弱風地域に適している ・廉価である 	<ul style="list-style-type: none"> ・強風対策が充実している ・風車を停止させなくてよい 	<ul style="list-style-type: none"> ・集風型で出力をアップできる ・視覚的安心、安全感がある
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・高速回転しない ・強風対策がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・強風時に停止させる必要がある ・電磁ブレーキ式である
価格	15～17万円	約350万円	250～350万
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用、普及型である 	<ul style="list-style-type: none"> ・最も適合可能性の高いマシンと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ・最近設置件数も増えてきている ・1、3、5KW 型がある

(1) WG913

①製品概要

WG913 は、従来の WG910 を改良した風力発電機であり、ピークパワーを追いかけるのではなく、弱風域での発電性能を重視したデザインを採用しているため、弱い風から発電を開始し、特に風速 6m/s 以下の弱風域での発電性能は、他社製の高出力機をも凌ぐ発電性能を発揮する。

弱い風で回転し始めるので、いつ見ても回っている印象が強い風力発電機である。また、風切音も非常に静かで、住宅街（都市部）への設置の適合性も高い。



②製品の特徴

- 弱い風でも回転し、動作もスムーズで静かである。
- 弱風域での発電性能に優れている。
- 多翼型（6枚翼）デザイン採用の高トルク・低速回転機である。
- 風切音が静かで、住宅街への設置も安心できる。

図表 2-4 WG913 の主な仕様

出力電圧	DC12V 又は DC24V(機種選択指定)
製品名称	WG913
ローター直径	910mm
ブレード枚数	6枚
定格出力	72W(風速 10m/s 時)
出力電圧	DC12V 又は DC24V(機種選択指定)
発電開始風速	風速 2.5m/s
発電機形式	永久磁石3相交流発電機
本体重量	約 10.5kg
材質	ブレード:ポリプロピレン
	本体主要部:アルミ合金ダイキャスト
表面塗装・処理	ブレード:塗装無し(白色)
	本体:焼付塗装仕上(白色)
耐風速強度	風速 40m/s
ファーリング機構	なし
適合支柱径	内径 41mm(取付部別途加工が必要)
製品構成	風力発電機本体、レギュレータ

	ブレード
	尾翼
	ネジ類
	マニュアル
備考	バッテリー容量 100Ah 程度以上推奨。
	(24V 系の場合は、50Ah 程度以上推奨)

③実際の利用例

別荘やヨットなどの独立電源システム用としての利用例があり、趣味用途・実用独立電源システム用として利用できる。

また、街路灯や非常灯などの独立電源システムとしても利用されており、スマートで、おだやかなイメージを与えるモニュメント用として適合性が高い。



(2) プルーベン風車

①製品概要

効率が良く発電能力の高い風力発電機である。風速 2.5m/s の弱い風で発電を開始し、強風でも回転を中止することなく発電を継続できる独自技術を持つ。

また、静かで丈夫な安心設計であり、風車特有の風切り音が無くノイズを抑えた快適性がある。暴風に耐える安全性もあり、強風対策がしっかりとれた、最も青森市への適合性の高いと考えられるマシンである。



②製品の特徴

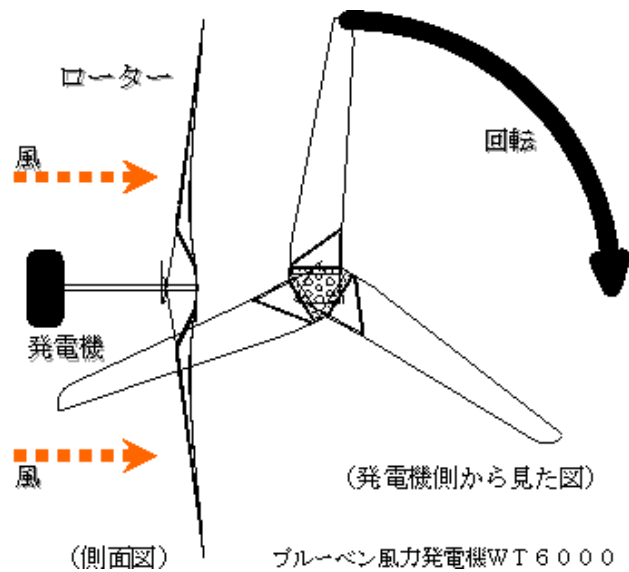
ブルーベン風力発電機は幅広のブレードを使用し、ブレードの回転径が大きいため回転数が低いという特徴を持っている。3枚のブレードを持った風車では、ブルーベンの風車のチップスピードはかなり低いと言える。

これによって風車特有の風切り音や騒音を抑えることができる。風車のノイズは住宅地の近くや公園などでは深刻な問題となる。さらにノイズを減らすための工夫として、ブレードの先端は「鮫ひれ」状の形状になっている。これは、しばしばノイズを生み出す風の渦を減らす。この形状はブレードの縁の消耗を防ぐ効果も持っている。

ブルーベンの風力発電機は、ギヤボックスが無く、直接駆動の発電機である。ギヤボックスはメンテナンスの負担が大きく、不快なノイズを発生させる。ギヤを持たないブルーベンの風車はノイズが抑制され、メンテナンスが軽減された風車と言える。

【ブルーベン独自のブレード技術】

- ブルーベン風力発電機の3枚のブレードは特殊なZBDヒンジとバネで取り付けられている。
- このヒンジとバネの機能がブレードのピッチ角度を常に風の状態に最適に保つ。
- これは他のどんな風力発電機も持たないブルーベン独自の優れた技術である。



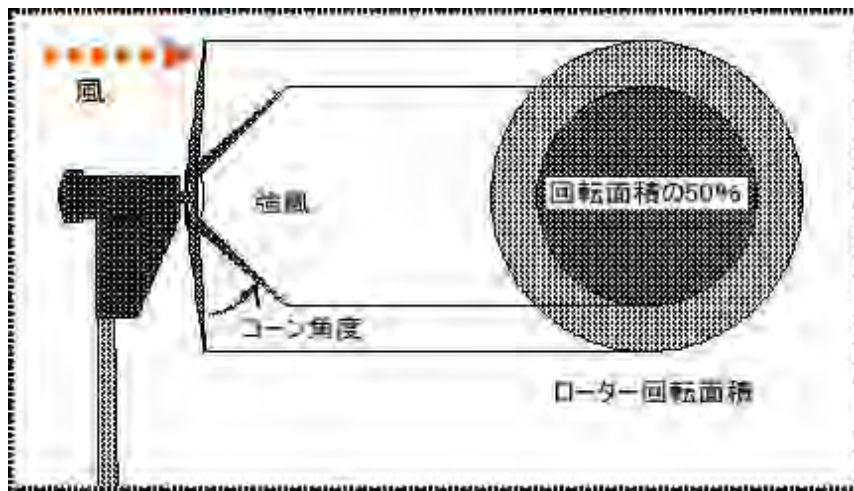
【ブレードのピッチコントロール】

- ブレードはZBD ヒンジとバネの機能によるピッチ角度調整によって風速 1.5m/s の微風での起動を可能にする（発電を開始する風速は 2.5m/s である）。
- このときのピッチ角度は微風で起動するのに最適な角度（4度）に調整される。
- 風が次第に強くなると、ピッチ角度は風に合わせて最適な角度に変化し、回転数がバネの設定値に達した時点で風車は全力回転運動を行う。
- このとき、ピッチ角度は全力回転に最適な角度になっている。そして、それ以上風が強くなる（風の強さと回転数が風車の全力回転を超える）と、ピッチ角度はブレードを失速させる方向に作用し、ブレードは失速する。
- このように風に合わせてブレードのピッチ角度は自動的に調整され、極めて微風での発電と、強風で風車の回転を止めるカットオフの機能を必要とせず安定的な発電を実現する。

【フレキシブル・フリーコーニング】

- ZBD ヒンジのもう一つの特徴は、フレキシブル・フリーコーニング機能である。
- この機能は風に合わせてブレードが自由に傾斜する機能で、従来の固定式コーン角度の風車に比べ、風が均一でない環境の中で乱流に対する耐性を強くし、破壊的な力がメインシャフトや風車の構造に伝わるのをより少なくしている。
- 強いウィンドシェアーの中では風力発電機にはローターの回転直径の上下で著しく異なった力がかかる。
- 固定式コーン角度の風車はこの力に自由に反応することはできない。これが、固定式コーン角度の風車が破壊されるほとんどの原因になっている。
- しかし、ブルーベンの風力発電機はこのような状況でも各々のブレードが異なったコーン角度で回転することができる。

- これによって風車は問題なく回り続けることができ、様々な立地条件での設置が可能になっている。



- 強風の中ではブレードは上図のように風に沿って傾く。ブレードは45度まで傾斜し、ブレードの回転面積はほぼ半分になる（暗色部）。
- これは風車がより強い風に耐えることができる理由の一つである。
- ブレードのピッチコントロールとフレキシブル・フリーコーニングの技術によって微風での発電、乱流での運転、発電をカットオフすること無く風速65m/sの暴風までの安定発電を可能にしている。

価格は、600W～6000Wまで3機種あるが、400万～650万程度である。

③実際の利用例

横浜市及びつくば市などに設置事例がある。

横浜市



つくば市

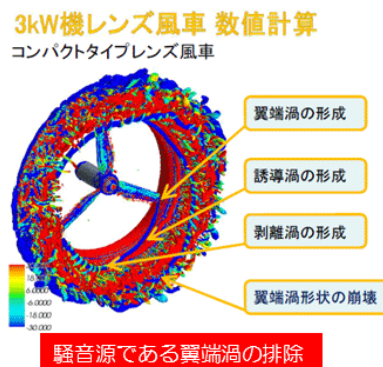
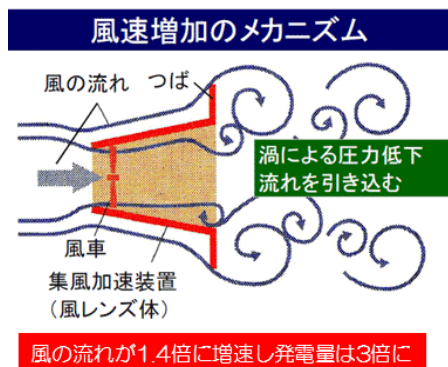


(3) レンズ風車

①製品概要


レンズ風車は、集風レンズ（特殊なダクト）で発生する渦によって風速を1.4倍程度にアップすることで2～3倍の発電量を得られる高効率風車である。

高効率の他にも、コンパクト性、低騒音、フレキシブルデザイン、風向変動への高い追従性、安全性などの面で優れた特徴を有する。





②製品の特徴

特徴	内容
集風効果	<ul style="list-style-type: none"> 集風レンズで発生する渦により、風速が1.3～1.5倍にアップする。発電量は風速の3乗に比例するので、集風効果だけで2～3倍の発電量を得られる。 また増速効果による始動性の向上によって低風域での稼働率もアップする。
コンパクト設計	<ul style="list-style-type: none"> 特殊設計の集風レンズ効果によって、これまでには考えられなかったブレードの小型化を実現した。 これにより設置場所の問題や搬送の問題も解決できる。
低騒音	<ul style="list-style-type: none"> ブレードの回転面積(音源)がコンパクトであることと、集風体構造自体が騒音源となるブレード翼端渦を抑制することで優れた静寂性を実現している。
フレキシブルデザイン	<ul style="list-style-type: none"> コンパクト性能を活かし景観を損なわない設置が可能である。さらに様々なレイアウトデザインの提案が可能のため景観の演出も自在である。 
高い風向変動への追従性	<ul style="list-style-type: none"> 風レンズ風車の風見鶏効果で、風向変動への追従性に優れている。風の動きを逃さない。
ブレーキ制御	<ul style="list-style-type: none"> 強風時は、発電機のカで回転数を抑制する。 非常時には機械式ブレーキ(電磁)が作動し、風力発電システムの運転を停止させる。
バードストライクの軽減	<ul style="list-style-type: none"> 通常の風車と違い、羽根の周りをレンズが囲っているので、鳥などが風レンズ風車を構造物と認識しやすく、バードストライク防止にも役立っている。
安全壁	<ul style="list-style-type: none"> 風レンズの構造自体が、万一のブレード破損時の飛散防止機能を備えている。

	<ul style="list-style-type: none"> • 風レンズ風車は人が住む住宅地から大型風車を建設できない山間部など、どんな場所にも設置可能である。 • 視覚的安心感がある。風車は回転機械だが、集風レンズがブレードを囲っているため、視覚的安心感を得られる。
--	---

価格は、250~350万円程度である。

③実際の利用例

九州地方を中心に、東北地方等でも徐々に設置事例が出てきている。

岩手県陸前高田市
(株式会社バンザイ・ファクトリー)



山形県南陽市
(ハイジアパーク)



3. 期待される発電量等の推計

(1) 推計の前提条件

①期待出力

以下の一般式を用いて期待出力を簡易手法によって試算した。

$$\text{出力 (w)} = 1/2 \times (\text{空気密度 : 1.20}) \times (\text{受風面積}) \times (\text{風速の 3 乗}) \times (\text{効率 : 0.4})$$

※空気密度は、気温 20 度と仮定し、1.20 と想定

※風車によって機械的動力に変換する空気力学的な効率を 0.4 と想定

試算に当たっては、例としてブルーベン型風車 2500 を採用した場合を仮定し、受風面積を 9.62 m²と想定した。

計測期間の平均風速を基にすれば、各計測地点の期待出力は下表のように試算される。

図表 2-5

	期 間	期待出力(w)
①	道の駅ゆ～さ浅虫	524.1
②	青森市役所本庁舎	14.9
③	モヤヒルズ	181.0
④	青森市役所柳川庁舎	28.8
⑤	水産指導センター	86.0
⑥	農業指導センター	50.7

②期待発電量

期待発電量は、各計測地点の計測期間において 10 分ごとに計測した風速を基に、カットイン風速（ブルーベン 2500 の場合は 2.5m/s）以上の風速に対して 10 分間の発電量を推計し、これを時間・日・月で累計することによって試算した。

③変換効率に関する留意点

風のエネルギーを風車によって機械的動力に変換する空気力学的な効率は出力係数と呼ばれ、理論的には最大約 60%（Betz の理論）であるが、実際の風車の出力係数は、空気の抵抗や粘性による損失のため理論値には達せず、平均的には 40%程度である。

さらに、この風車のエネルギーを電力に変換するに当たって、機械系伝達損失（4%程度；ギアを介して増速する場合）や発電機の損失（誘導発電機は 6%程度、同期発電機は 3%程度）を考慮すると、自然エネルギーから取り出せる電気エネルギーは増速機を介した誘導発電機の場合で約 30%程度、直結駆動の同期発電機で約 37%程度である（定格風速前後における一般的な値であり、カットイン風速付近や定格風速より高い風速域では一般に総合効率はこれ低下する）。

今回の試算では、機械系伝達損失や発電機損失は考慮しない簡易試算であることに留意しておく必要がある。

④風速の高度分布に関する留意点

風車が設置される高さは地表境界層で、その層内の風速の高度分布については、経験則として次の「指数則（べき法則）」が成り立つことが知られている。「指数則」から上空の風速を推定する場合、べき指数(1/n)の値は地表の粗度状態により変わり、平坦な海岸地域等では n = 7、内陸では n = 5 程度が用いられる。

$$V = V_1 (z/z_1)^{1/n}$$

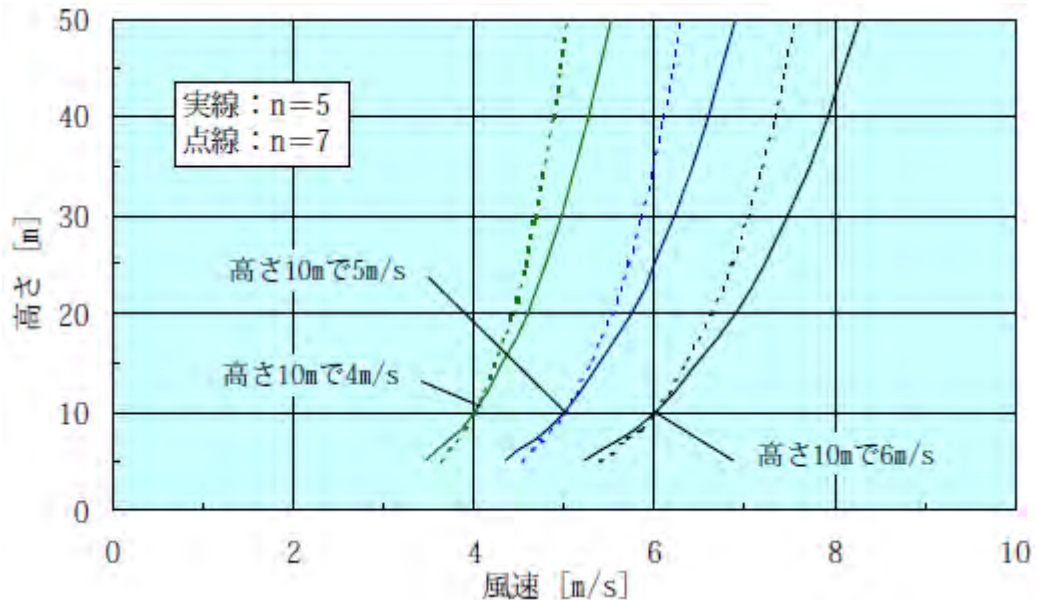
V : 地上高 z における風速

V₁ : 地上高 z₁ における風速

1/n : 指数則のべき指数（分母を n 値と呼ぶ）

今回の計測地点は、建物屋上への架台設置や平野部へのタワー設置によって風速を計測しているが、地図上では同じ地点でも実際に風車を設置する高さが変われば、下図のように風速も変化することに留意しておく必要がある。

図表 2-6 風速の高度分布

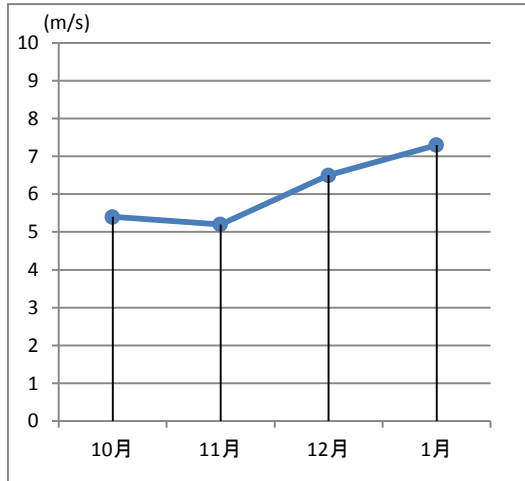


出所)NEDO「風力発電導入ガイドブック」2008年2月

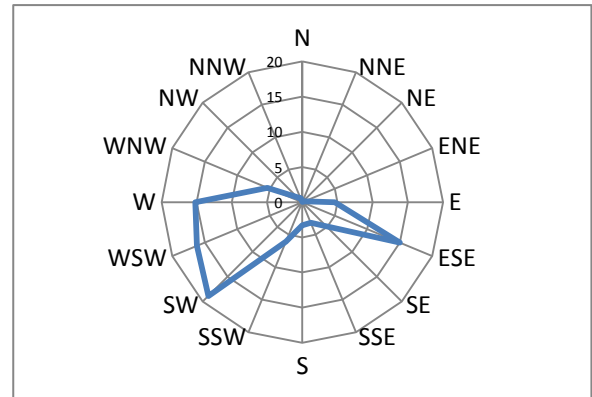
(1) 道の駅ゆ～さ浅虫

道の駅ゆ～さ浅虫は沿岸に近く 1 日を通して安定した風速が得られ、1 日の平均発電量が測定地点の中で最も高かった。

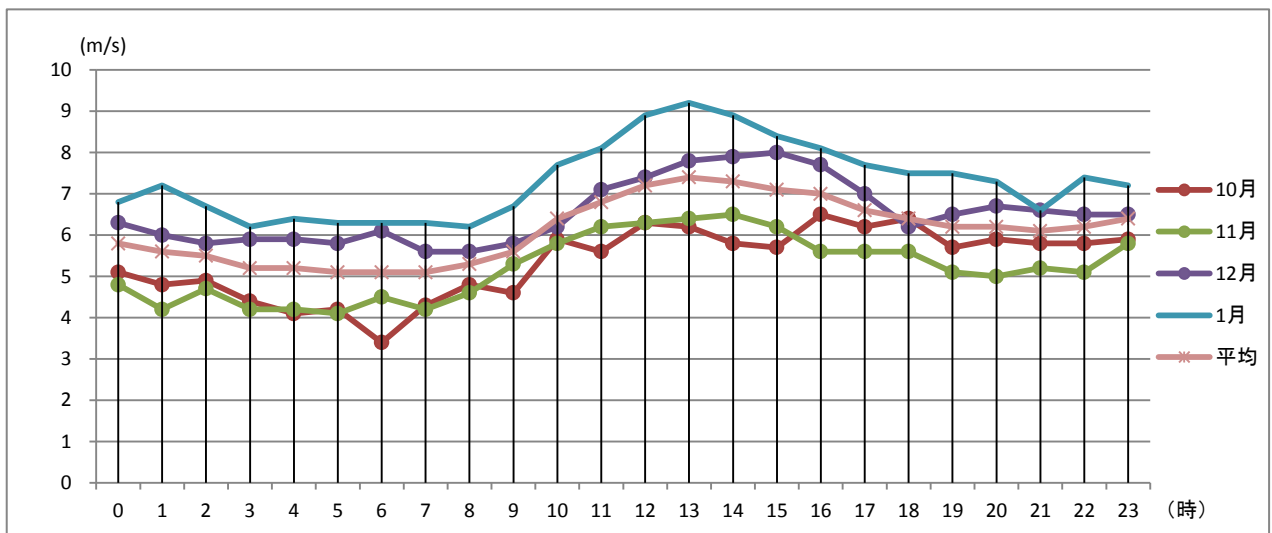
①月別平均風速



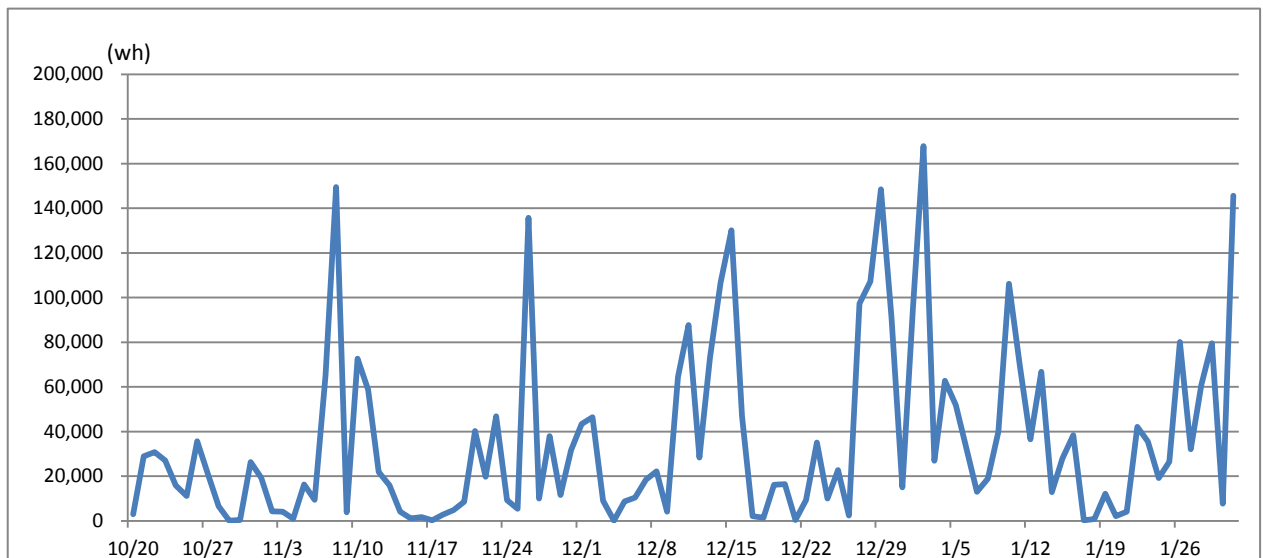
②風向出現率(%)



③平均風速の 1 日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)

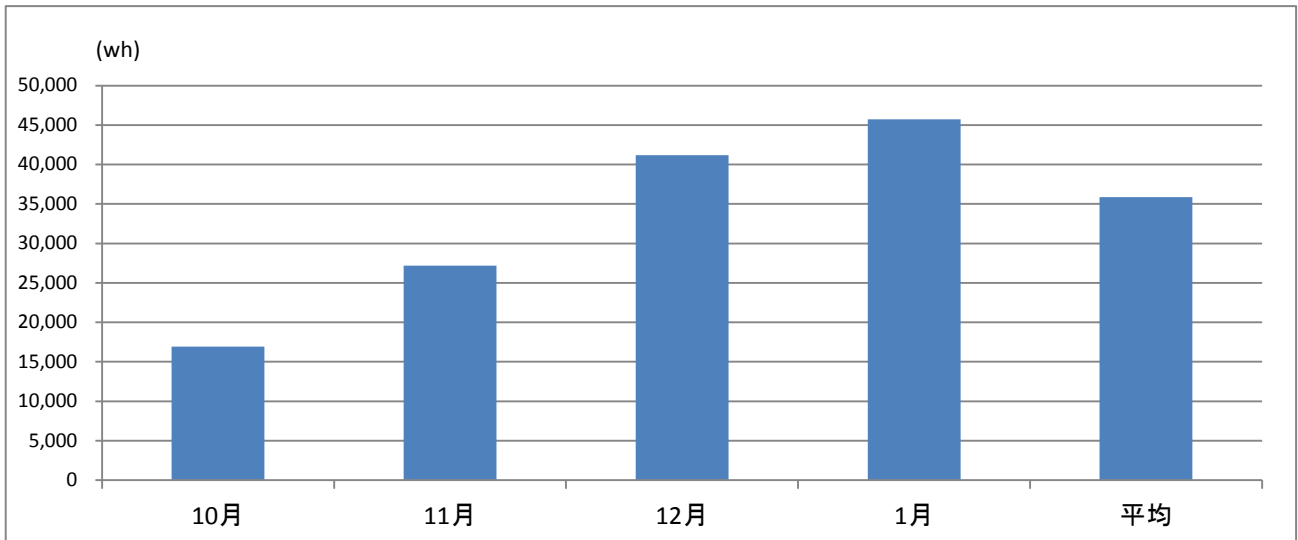


※1 カットイン風力を考慮し、10分ごとに算出される推定発電量を累計している。

※2 プルーベン 6000 を用いた場合、受風面積倍（約 2.5 倍）だけ発電量が増加する。

以下各測定場所についても同様である。

⑤月別 1 日の平均発電量（プルーベン 2500）

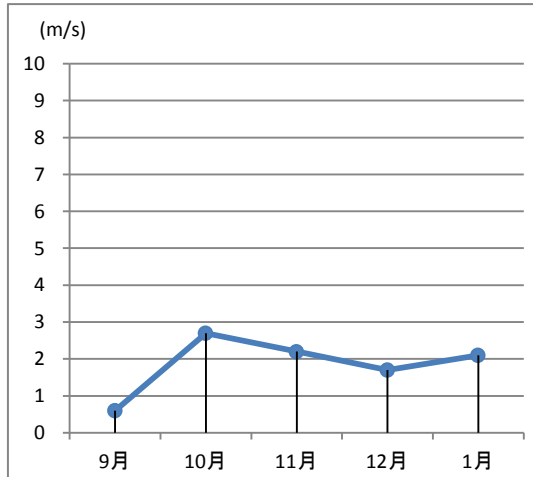


測定期間中の 1 日の平均発電量が 35,868(wh)と推定されるため、電気料金を 27 円/kwh（東北電力従量 B 契約）とした場合、1 ヶ月（30 日）で約 29,053 円、1 年（365 日）で約 353,479 円（13,092kwh）電気料金を削減することが可能である。

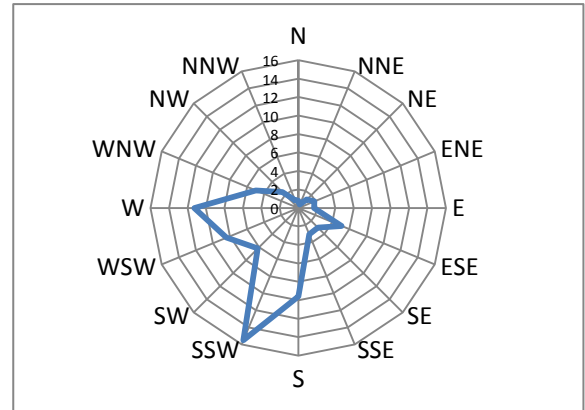
(2) 青森市役所本庁舎

青森市役所本庁舎では、1日の中で昼頃に最も高い風速を示すが、他地点に比べ十分な風速が得られず、1日の平均発電量も全地点の中で最も低かった。

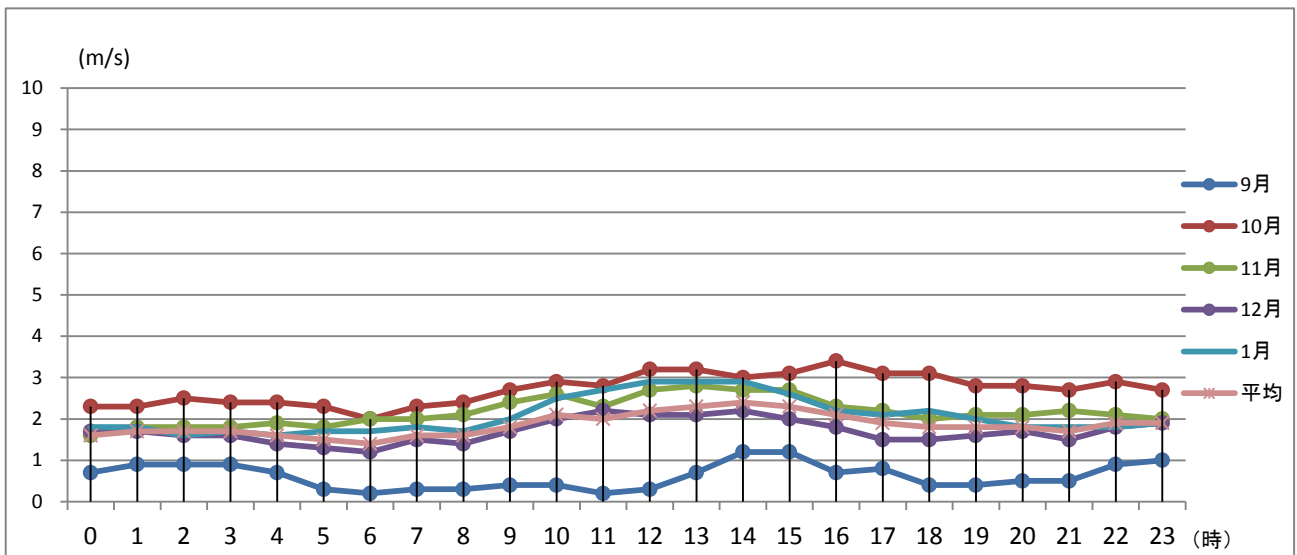
①月別平均風速



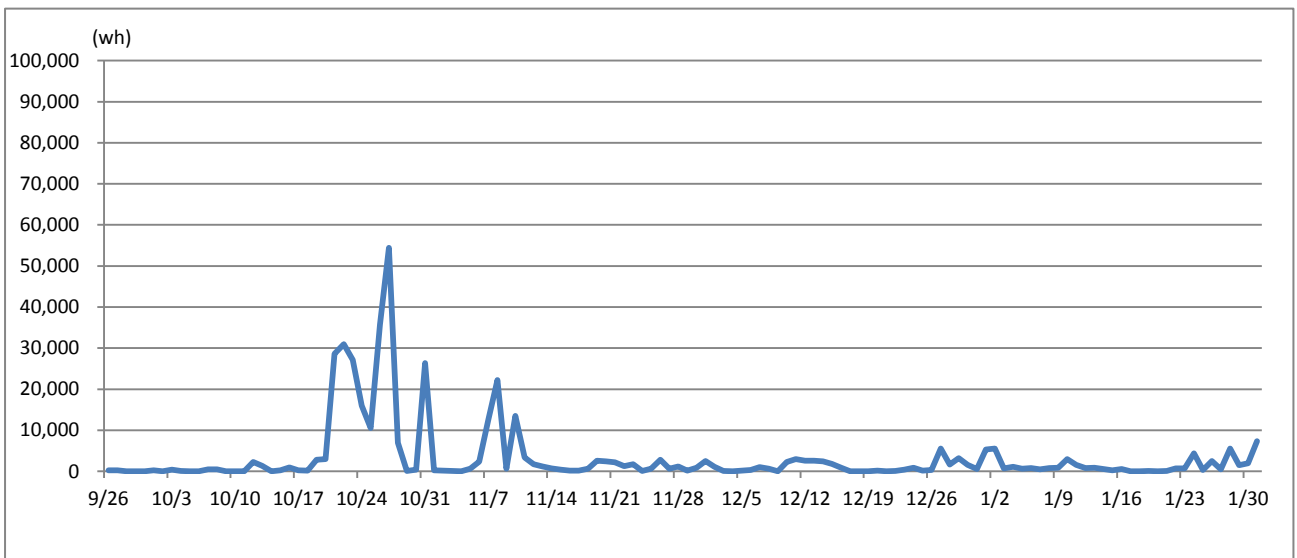
②風向出現率(%)



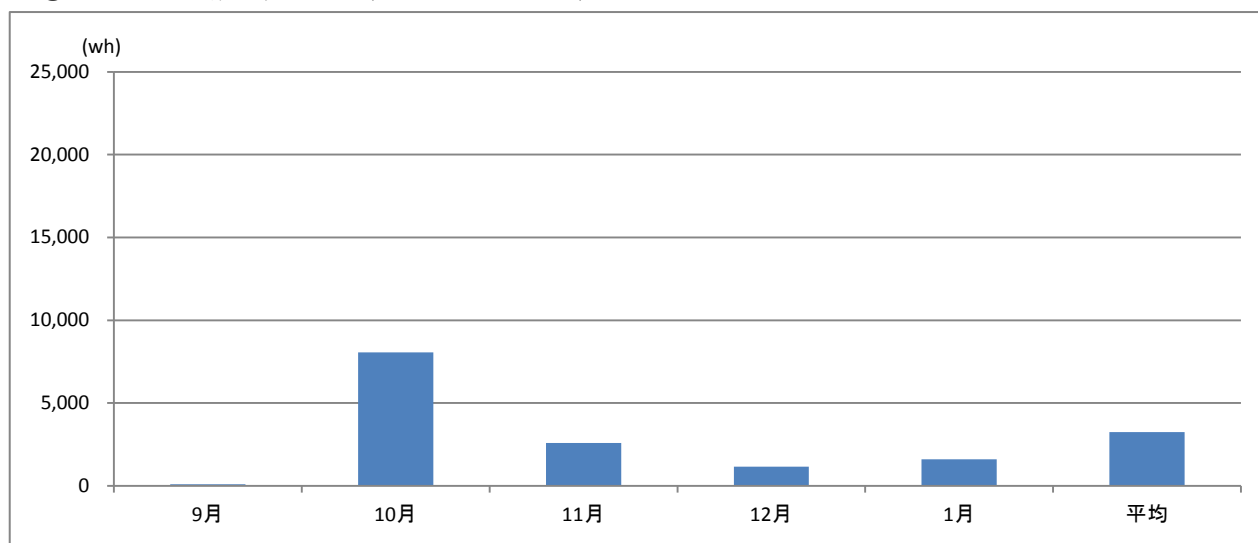
③平均風速の1日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)



⑤月別1日の推定発電量 (ブルーベン 2500)



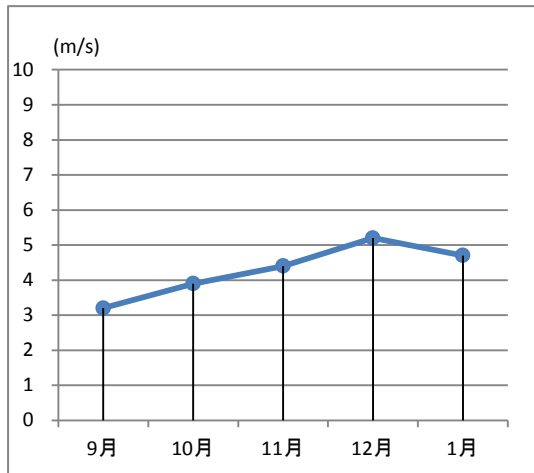
測定期間中の1日の平均発電量が3,242(wh)と推定されるため、電気料金を27円/kwh(東北電力従量B契約)とした場合、1ヶ月(30日)で約2,626円、1年(365日)で約31,948円(1,183kwh)電気料金を削減することが可能である。

9月は他の月に比べ極端に少ないが、測定日数が少ないことが影響したと考えられる。

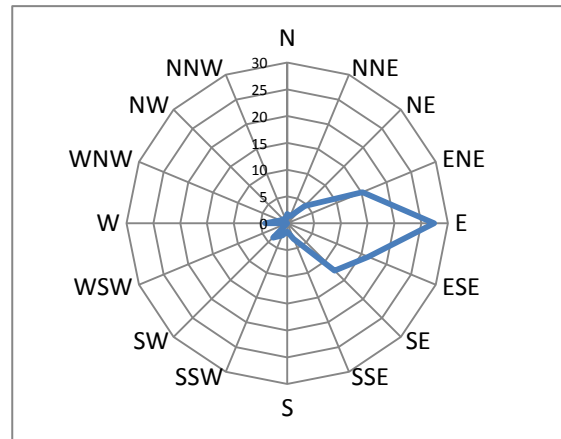
(3) モヤヒルズ

モヤヒルズは1日を通して安定した風速が得られ、風向も東向きに概ね一定であった。

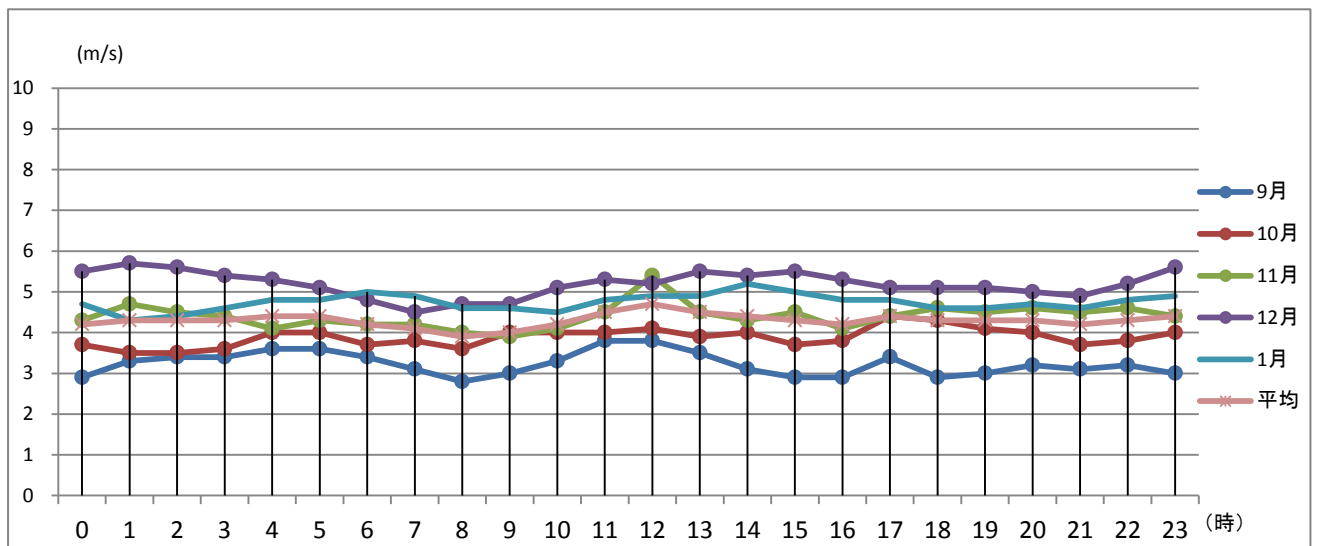
①月別平均風速



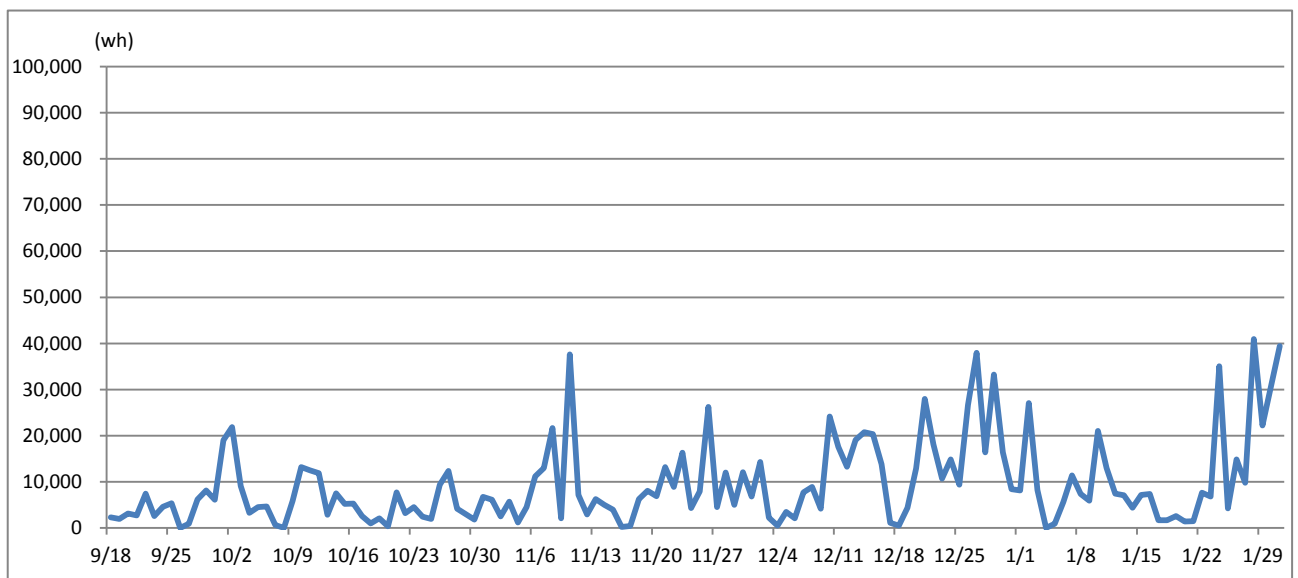
②風向出現率(%)



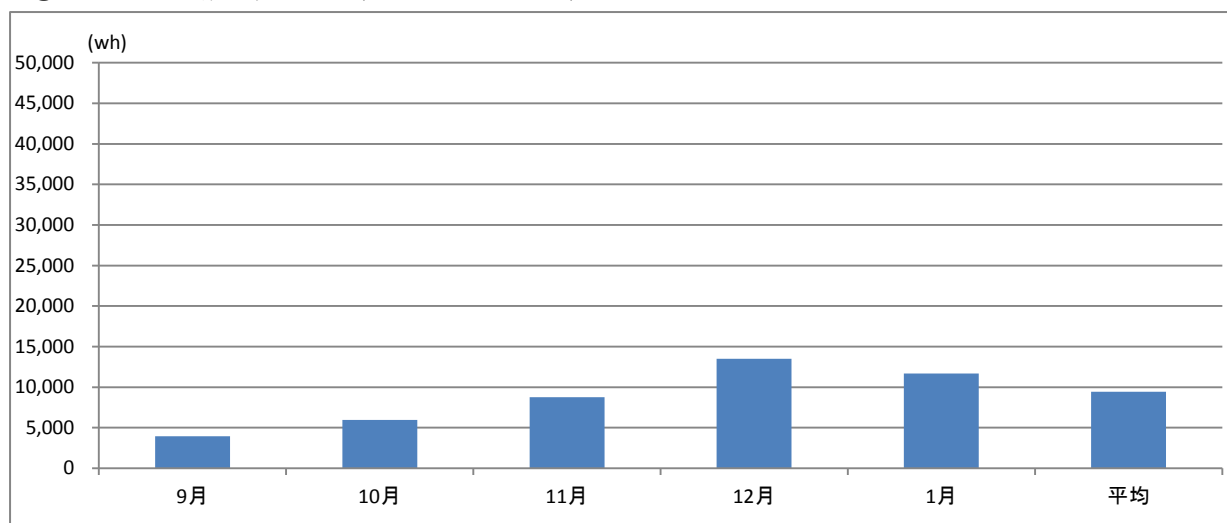
③平均風速の1日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)



⑤月別1日の推定発電量（ブルーベン 2500）

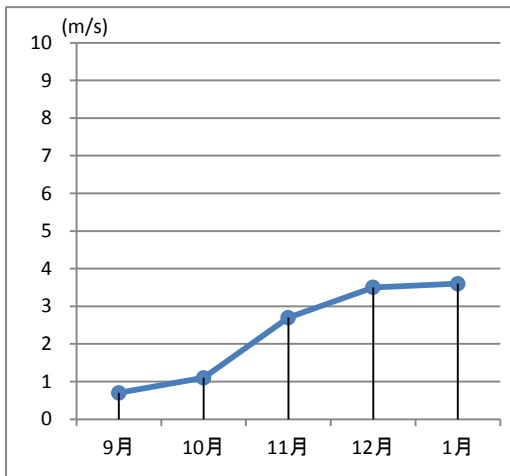


測定期間中の1日の平均発電量が9,437(wh)と推定されるため、電気料金を27円/kwh（東北電力従量B契約）とした場合、1ヶ月(30日)で約7,644円、1年(365日)で約93,002円(3,444kwh)電気料金を削減することが可能である。

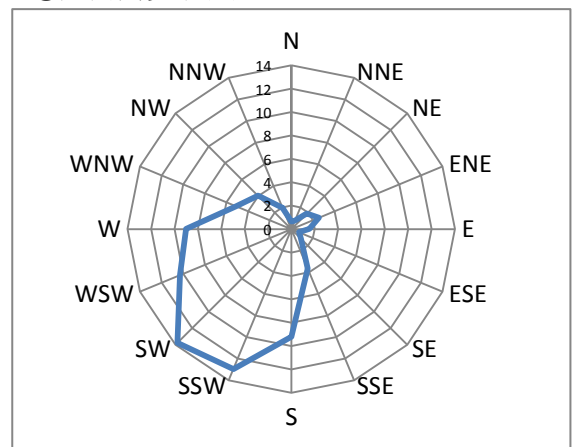
(4) 青森市役所柳川庁舎

青森市役所柳川庁舎は冬にかけ風速が増加するものの、発電に十分な風力は得られなかった。

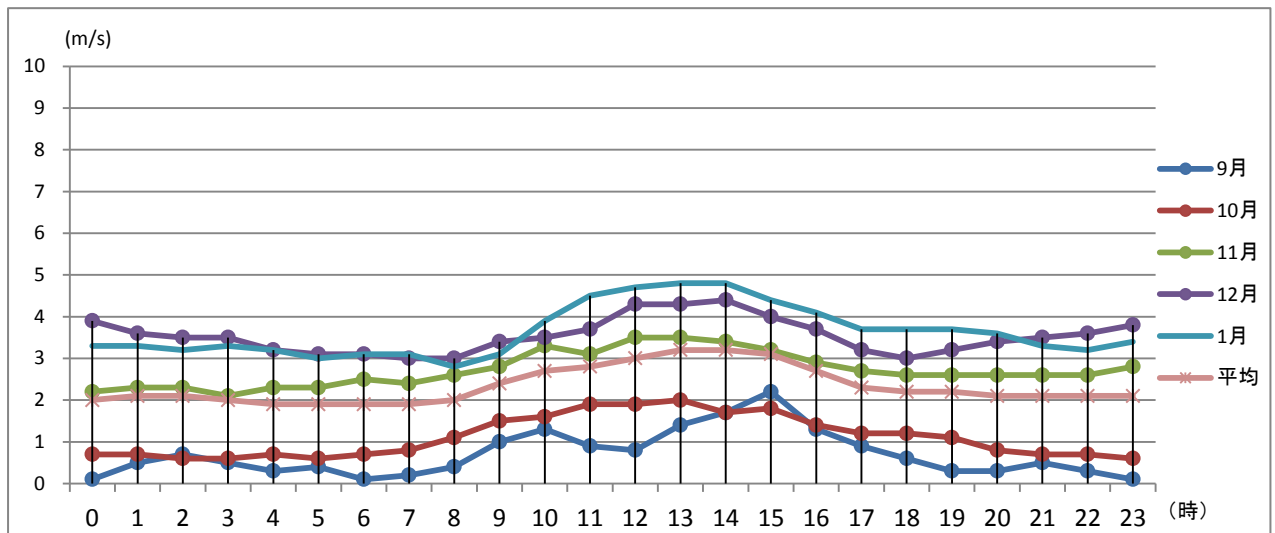
①月別平均風速



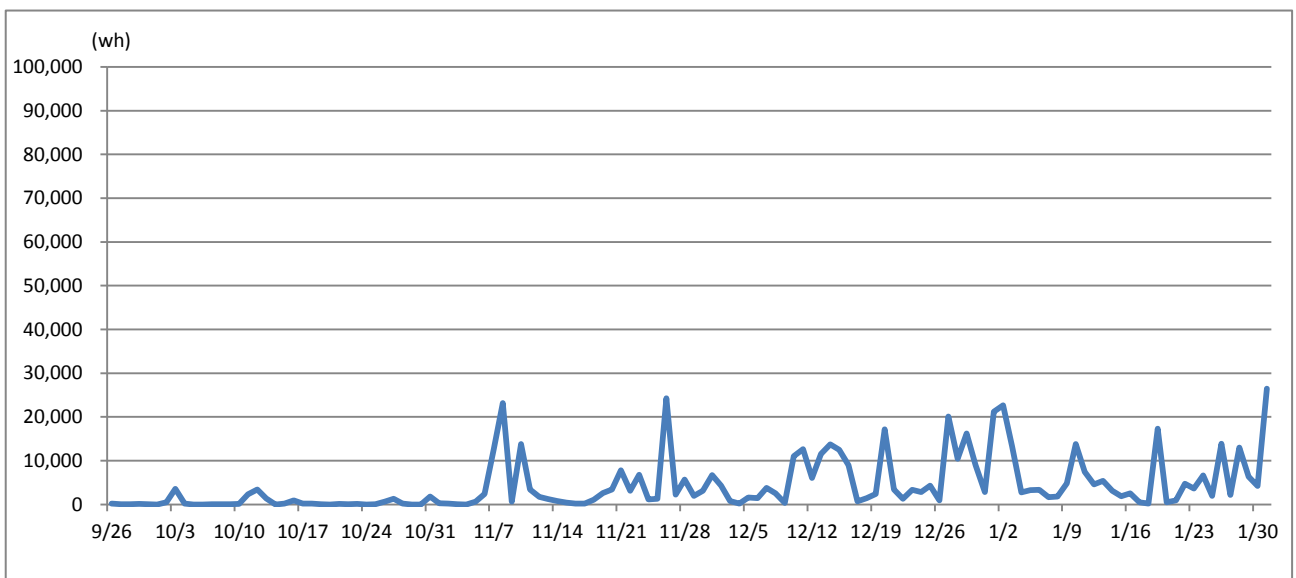
②風向出現率(%)



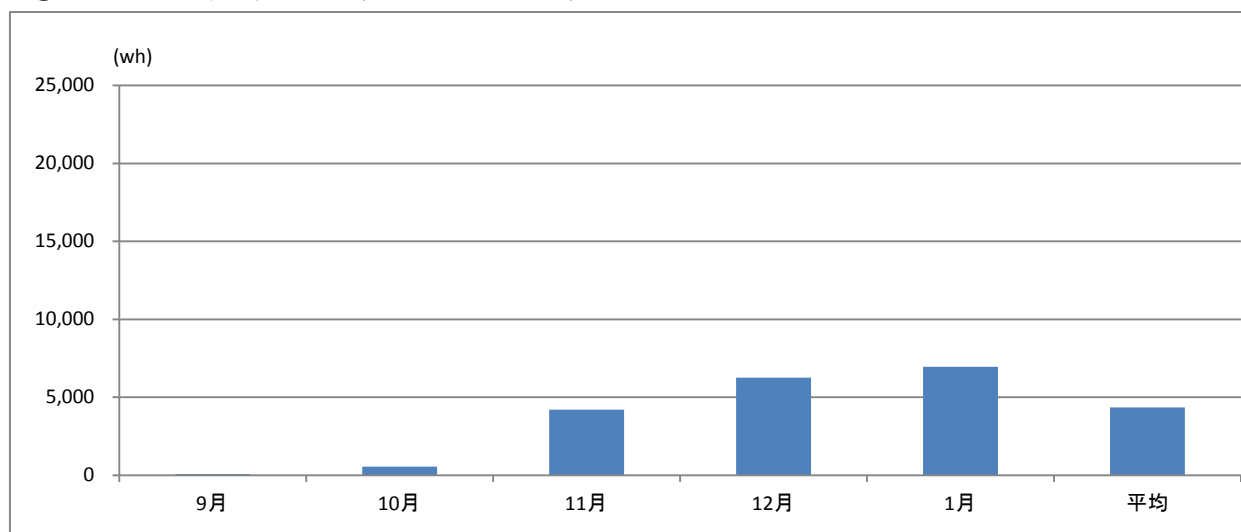
③平均風速の1日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)



⑤月別1日の推定発電量 (ブルーベン 2500)

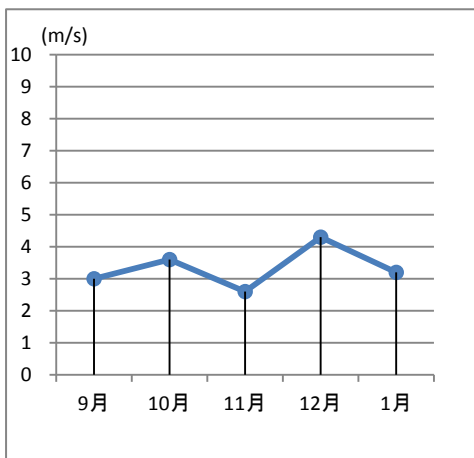


測定期間中の1日の平均発電量が4,362(wh)と推定されるため、電気料金を27円/kwh(東北電力従量B契約)とした場合、1ヶ月(30日)で約3,533円、1年(365日)で約42,984円(1,592kwh)電気料金を削減することが可能である。

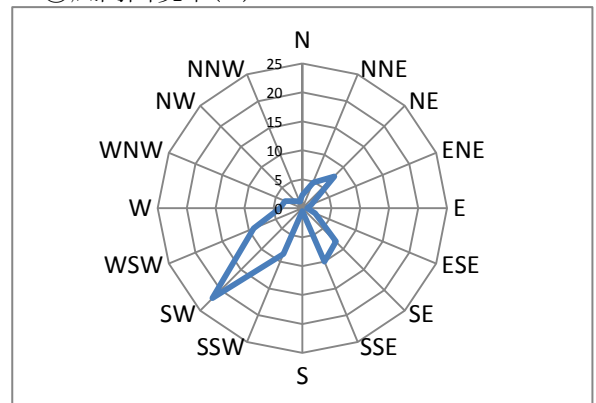
(5) 水産指導センター

水産指導センターは沿岸に近いものの平均風速は低く、また他地点に比べ月ごとの変動が見られた。

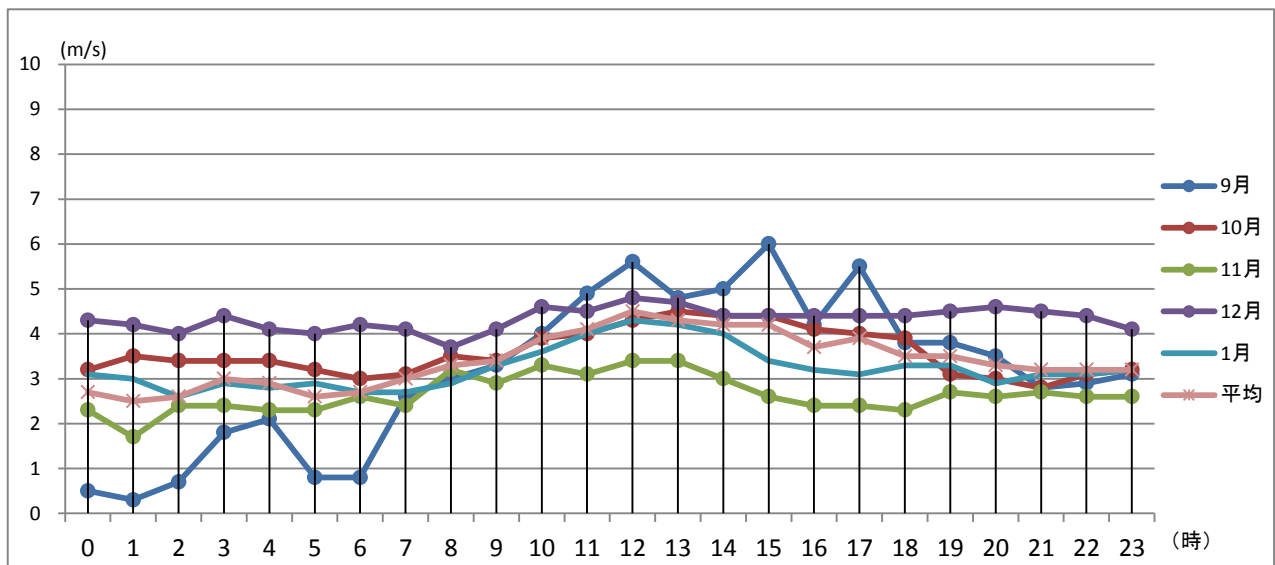
①月別平均風速



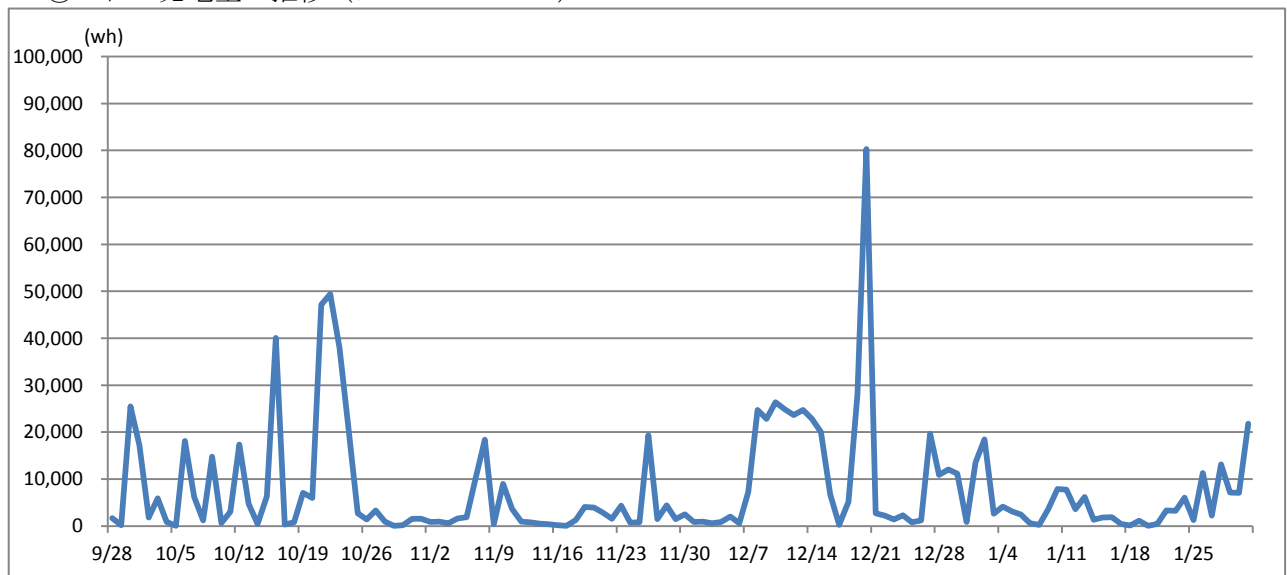
②風向出現率(%)



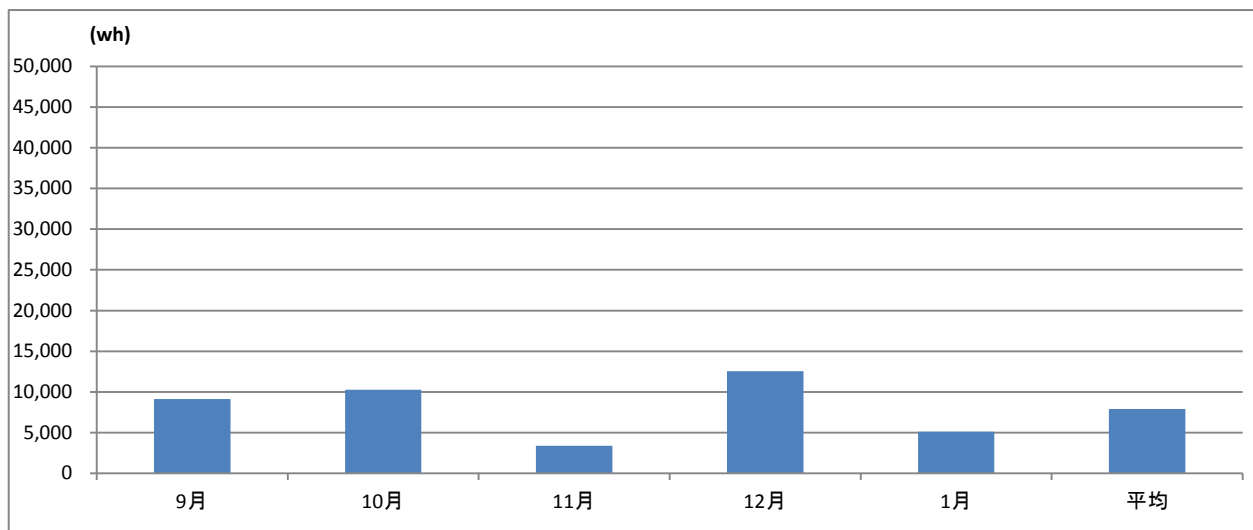
③平均風速の1日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)



⑤月別1日の推定発電量 (ブルーベン 2500)

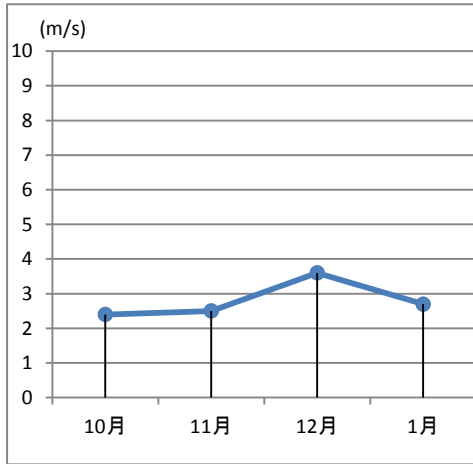


測定期間中の1日の平均発電量が7,890(wh)と推定されるため、電気料金を27円/kwh(東北電力従量B契約)とした場合、1ヶ月(30日)で約6,391円、1年(365日)で約77,753円(2,880kwh)電気料金を削減することが可能である。

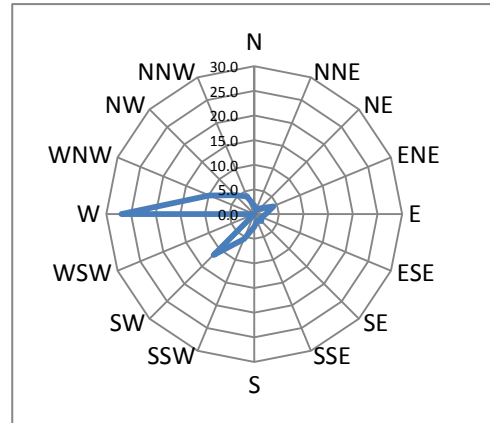
(6) 農業指導センター

農業指導センターは他の地点に比べ高い位置に風速計を設置したが変化は見られず、十分な風力は得られなかった。

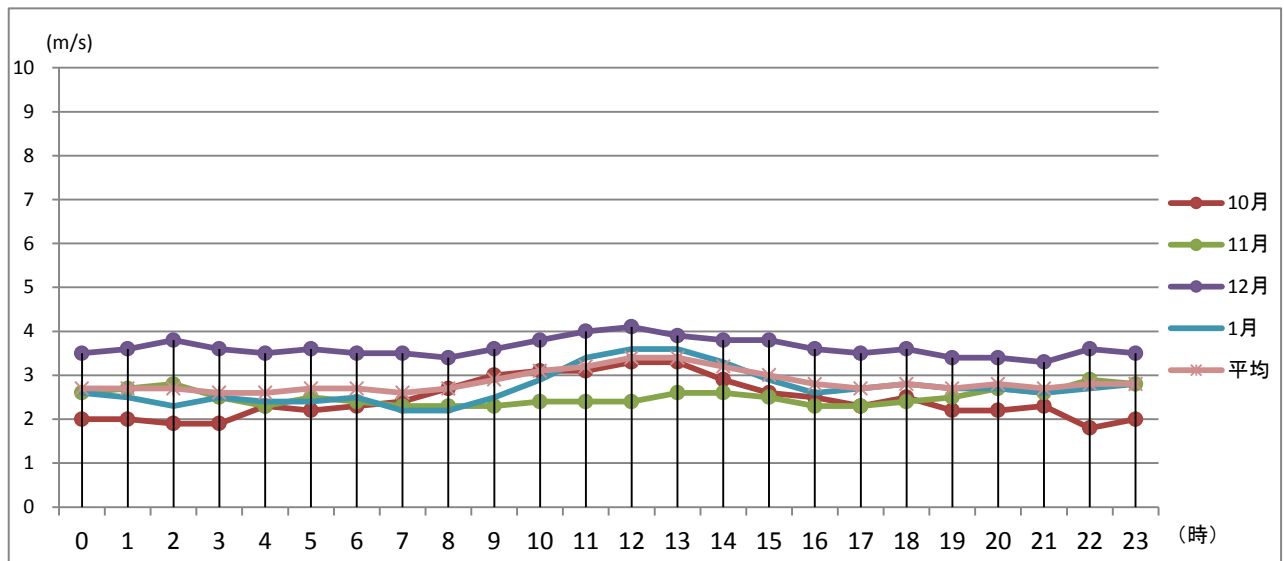
①月別平均風速



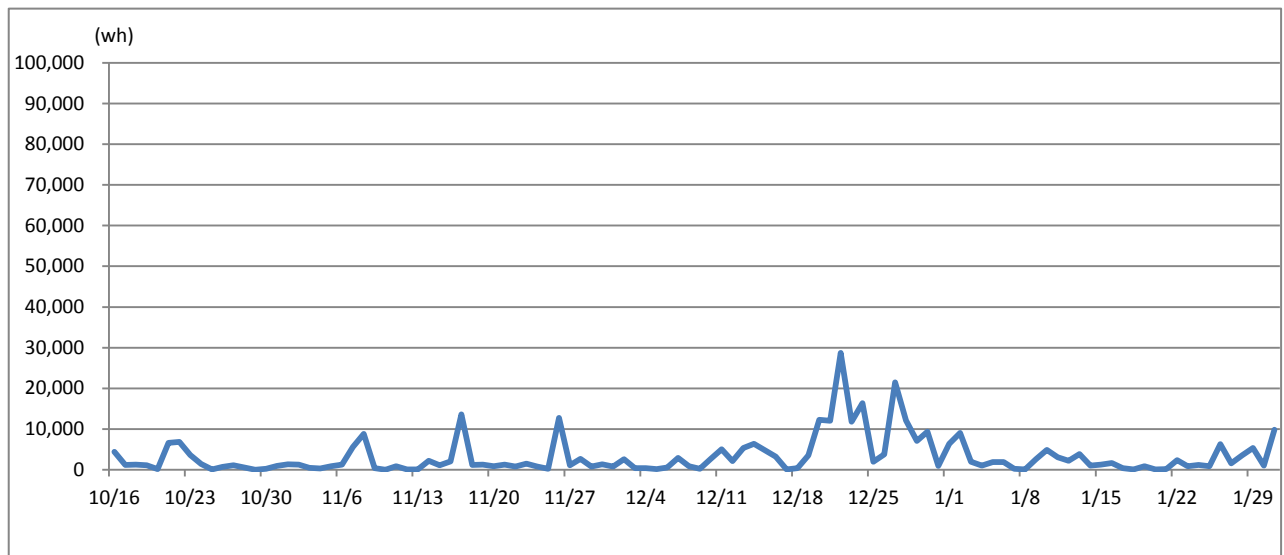
②風向出現率(%)



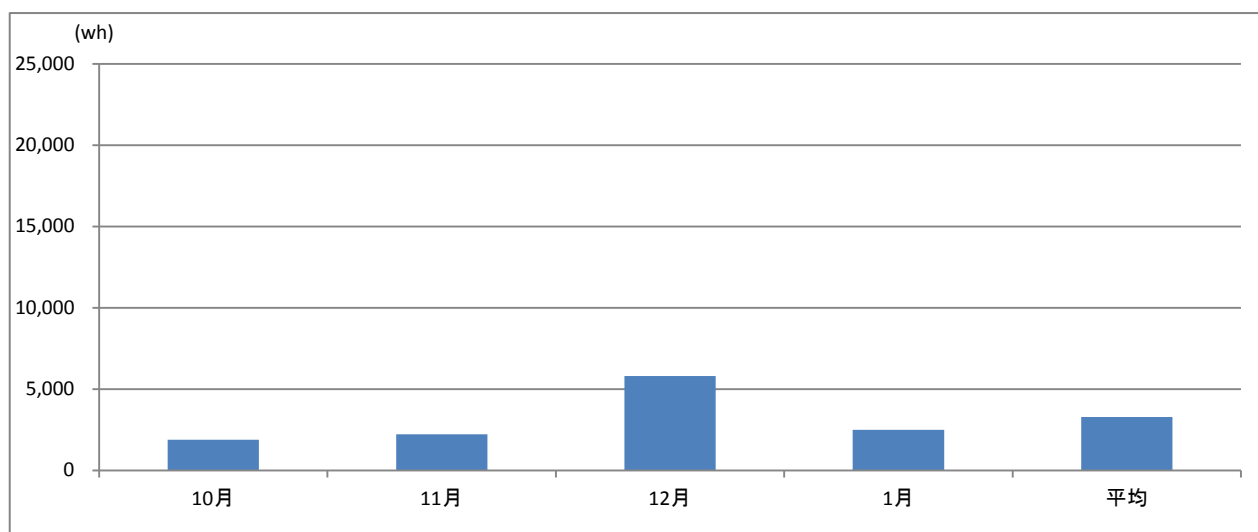
③平均風速の1日の推移



④一日の発電量の推移 (ブルーベン 2500)



⑤月別1日の推定発電量（ブルーベン 2500）



測定期間中の1日の平均発電量が3,286(wh)と推定されるため、電気料金を27円/kwh（東北電力従量B契約）とした場合、1ヶ月（30日）で約2,661円、1年（365日）で約32,379円(1,199kwh)電気料金を削減することが可能である。

4. 市域における利用可能性と課題

(1) 青森市域における利用可能性

- 今回実測調査を行った地点の中では、ゆ～さ浅虫及びモヤヒルズが比較的風況が良かった。
- 第1章で示した平成22年度の青森市の世帯数132,864との家庭部門の電力消費量2,436TJから算出される一世帯当たりの年間電力消費量は18,336MJ=5,093kWhである。
- 一方、今回の計測地点の中で最も風況に恵まれていたゆ～さ浅虫において、直径3.5mのブルーベン2500型風車を設置した場合に期待される年間発電電力量は、13,092kWh程度であり、青森市の平均的な一世帯分の電力消費量の約2.6倍となっている。
- 最も風況の良かったゆ～さ浅虫においても計測期間中の日変動がかなり大きく、蓄電や他電源による補完がなければ、単独で日常の需要を満たすことは難しい。
- 本庁舎、柳川庁舎等においては、カットイン風速以下の風速の割合が比較的高いため、実際には風車が回らずに発電されない時間帯も多いと考えられる。
- 農業指導センターは、今回の計測ではあまり良い風況でなかったが、風車の設置可能スペースが広いと、今回の計測高度よりも高い位置により大きな風車を設置することによって改善される可能性はあると考えられる。
- 以上を踏まえると、どの地点においても単純にコスト面のみで考えた場合のメリットは、極めて限定的であると考えられる。
- 青森市域は、今回の計測地点に限らず、一般的な風力発電の利用には必ずしも適しているとは言いがたく、特に小型風力の利用には需要に合わせた特殊な用途を検討する必要がある。

(2) 利用の促進に向けた検討課題

- 今後、今回の計測地点をはじめ、青森市域において小型風力発電の導入を進めるに当たっては、コスト面以外の効果・目的（率先導入による普及啓発、環境教育、防災等特殊用途など）や活用方法について十分に検討することが必要である。
- その際には、風力の不安定性を十分に考慮した需要とのマッチングに留意し、直接の動力利用など発電以外の利用法も含めて幅広く検討することが重要である。
- また、風力の不安定性を補うために、太陽光、水力等の他の再生可能エネルギーとハイブリッド化して利用することも有効と考えられる。

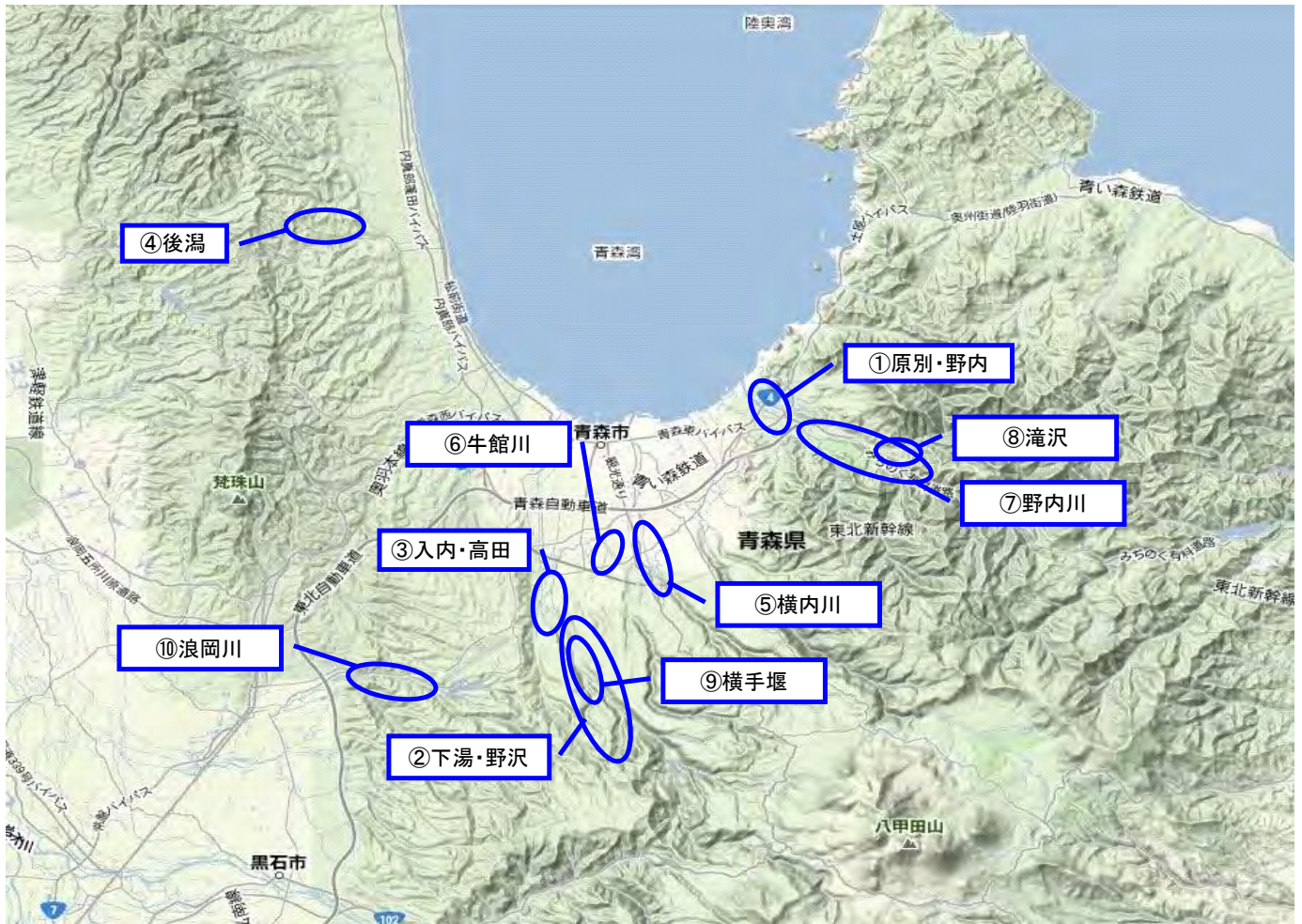
第3章 小型水力の利用可能性

第3章 小型水力の利用可能性

1. 実測調査の実施

下図の10の水系について、小型水力の利用可能性を評価するための実測調査を実施した。

図表 3-1 水力実測調査地点







実測調査結果の概要は、下表のとおりである。

図表 3-2 水力実測調査結果概要

	実施日	実施箇所	水路幅(mm)	水深(mm)	流速(m/s)	落差(mm)
①	10月18日	原別	2,000	300	1.25~1.45	300
		野内	2,000	180~220	0.92~1.33	1,300
②	10月6日	野沢	1,100	480	1.56	500
③	9月26日	高田	1,500~2,000	180~200	1.4~1.8	300~1,500
	2月4日	高田	1,100	460	1.65	300~1,500
④	10月1日	後潟	900~2,000	150	1.16	1,400~1,800
	1月30日	後潟	900~2,000	150	0.4	1,400~1,800
⑤	10月26日	横内川	—	—	—	—
⑥	11月16日	牛館川	—	—	—	—
⑦	11月27日	野内川	—	—	—	—
⑧	12月2日	滝沢	—	—	—	—
⑨	2月4日	横手堰	1,100~1,700	360~460	1.53~2.15	1,100~1,500
⑩	1月29日	浪岡川	—	—	—	—
		髪堰	1,100~3,000	120~230	0.42~0.7	—

※原別、野内は、台風通過後数日して計測したため参考値である。

また、個別の箇所状況については、以下に示すとおりである。

① 原別・野内		調査日:平成25年10月18日		天気:曇り		
項目	概要					
水路の概要	<p>■原別周辺 原別系水路、野内川と合流付近。2～3m下流に落差工あり。野内川の氾濫に備え、逆流防止門あり。</p>					 
	幅(mm)	2,000	水深(mm)	300		
	流速(m/s)	1.25～1.45	落差(mm)	300		
項目	概要					
水路の概要	<p>■野内周辺 原別～野内系水路は比較的緩やか。野内川放流箇所から1km上流に落差工あり。周辺は路地栽培の畑が広がっている。</p>					 
	幅(mm)	2,000	水深(mm)	180～220		
	流速(m/s)	0.92～1.33	落差(mm)	1,300		
所見	<p>水量は全体に多いし、流速もかなり早いと感じる。小水力発電に利用可能と思われる箇所も数箇所見受けられるが、台風の影響が残っていたことも考えられることから、再度調査する必要あり。</p>					

項目	概要		
水路の概要	<p>■下湯 下湯水路系源流付近から市街地方向に向かって、有望と思われる箇所も散見されるが、負荷として想定できるものがない。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■野沢 野沢集落上流付近。負荷としては、農業等への利用が考えられる。周辺には落差工も数箇所あり。</p>		
幅(mm)	1,100	水深(mm)	480
流速(m/s)	1.56	落差(mm)	500



所見
下湯水路系源流付近から市街地方向に向かって、有望と思われる箇所も散見されるが、負荷として想定できるものがない。また、荒川からの支流河川も多数あるものの、氾濫が予想され、小水力発電への利用は難しいと思われる。
野沢集落周辺には、落差工もあり、小水力発電に利用ができそうな箇所がある。負荷としては、住宅、農業、その他に利用可能と思われる。

項目	概要		
水路の概要	<p>■入内 【源流域】 入内川源流域には、大きな岩などがある。下流域にも岩石、原木が流れている。流れは緩やか。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■高田周辺 【上流】 高田2号橋周辺。さらに流速を上げる必要あり。流れてくる岩や木材などへの対策が必要。周辺に負荷として利用できるものは少ない。</p> <p>【中流】 入内川から分岐させた水路では勾配もあり、落差工も多い。ビニールハウス等も点在しているため、電力負荷としての応用も可能。</p>		
幅(mm)	1,500~2,000	水深(mm)	180~200
流速(m/s)	1.4~1.8	落差(mm)	300~1,500



所見
 入内川源流域は、岩石などあり、水力発電には不適と考えられる。
 高田周边上流は、小水力発電として利用するには、水路に絞り込みなどして、流速をさらに上げる工夫が必要となるが、周辺に負荷として利用できるものは少ない。入内川から分岐させた水路では勾配箇所もあり、水力発電には有望である。落差工も多く、その応用範囲は多いと思われる。下流は、水路幅も3~5mと広いが、流速は0.5m/s以下で水深は100mm以下である。平野部が続き、流速も遅い。周辺は田が多く、負荷への利用も可能性は低い。

③ 高田

調査日:平成26年2月4日

天気:雪

項目	概要		
水路の概要	<p>■下流(高田周辺) 冬季でも水量は豊富であり、周辺には農家が点在している。</p>		
幅(mm)	1,100	水深(mm)	460
流速(m/s)	1.65	落差(mm)	300~1,500



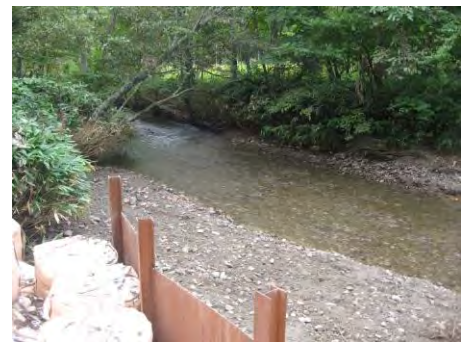
所見	<p>上流域は、多段落差工利用式で有望な箇所であり、発電量も期待できる。また、系統連携は送電線50m程度が見込まれる。中流から下流においては、農家等も点在しているため、ビニールハウス等の農業用電源としての利用が期待できる。</p>		
----	---	--	--

④ 後潟

調査日:平成25年10月1日

天気:曇り

項目	概要		
水路の概要	<p>■後潟 【上流】 度な傾斜はあり、小型ダムなど作れば、バイパス式水力発電(上流で取水し、最下流で落下)は可能と思われる。しかし、負荷に想定できるものがなく、大規模な送電線が必要となる。</p> <p>【中流】 適度な勾配はあるものの、川の氾濫が想定される。川の護岸部分が削りとられ、工事中であると思われる。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■後潟 【下流】 後潟川、水路分岐地点から、他水路分岐地点(平野部)まで、写真のような落差工が、計6段ある。</p>		
幅(mm)	900~2,000	水深(mm)	150
流速(m/s)	1.16	落差(mm)	1,400~1,800



所見
下流において、発電有望。仮に、1段目から取水し、6段目で落下させた場合、計10.2メートルの落差がとれ、かなりの発電量が見込まれる。仮に、水路脇に直径300ミリ程度の管路を這わせ、傾斜をなるべく作らず、6段目で落下させると、数キロワットの発電が可能と思われる。また、水路の北側、約100メートルに農業指導センターがあり、負荷としての応用も可能である。

④ 後潟

調査日: 平成26年1月30日

天気: 曇り

項目	概要		
水路の概要	<p>■後潟 冬期間は水門が閉じられている。落差工は積雪のため確認できず。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	110
流速(m/s)	0.4	落差(mm)	900~2,000



⑤ 横内川

調査日:平成25年10月26日

天気:曇り

項目	概要		
水路の概要	<p>■中流付近 ねぶたの里(廃園)と、横内環状線中流域。おおむねこの様な河川の連続である。山林の中を蛇行している。岩石、流木など散見される。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■下流周辺 横内環状線から、やや上流側は護岸工事中(増水して決壊の箇所が多い)。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



所見	<p>下流付近は、護岸工事中であり、決壊箇所多数あり。ねぶたの里から、上流側も、増水河川であり山林の中を蛇行している。負荷と想定できるものは無い。</p>		
----	---	--	--

⑥ 牛館川

調査日:平成25年11月16日

天気:曇り

項目	概要		
水路の概要	<p>■上流付近 牛館川上流に、遊水池がある。さらに上流は湿地になっており、多数箇所から池に水が流れこんでいる。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■中流～下流 横内環状線から、約200m下流(北側)あたり、周辺からの水路が牛館川に合流している。市街地に近づくに従い、川の中に草の繁茂が見られる。流速も遅い。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



所見	<p>全体的に、小水力発電には不適であると思われる。</p>		
----	--------------------------------	--	--

⑦ 野内川

調査日:平成25年11月27日

天気:晴れ

項目	概要		
水路の概要	<p>■上流～中流 中流部に向かうに従い、流れの勢いを止める階段落差工が多数見られる。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■中流～下流 下流に近づくにつれ、河川幅も広く、流れも穏やかになる。下流部でも、階段落差工が見られる。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



所見	<p>全体的に、小水力発電には不適であると思われる。</p>		
----	--------------------------------	--	--

⑧ 滝沢

調査日:平成25年12月2日

天気:曇り

項目	概要		
水路の概要	<p>■上流～中流 八甲田山系から、各種の渓流を集め、やがて野内川と合流する河川である。上流部は、流木や岩石のころがりが見られる。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



項目	概要		
水路の概要	<p>■中流～下流 川幅も広く、500ミリ、1000ミリの落差工も散見されるが、やがて、野内川と合流する。</p>		
幅(mm)	-	水深(mm)	-
流速(m/s)	-	落差(mm)	-



所見	<p>氾濫が予測される河川であり、小水力発電には適していない。山中でもあり、適当な負荷が想定できない。</p>		
----	---	--	--

⑨ 横手堰

調査日:平成26年2月4日

天気:雪

項目	概要		
水路の概要	<p>■上流(取水口周辺) 横手堰幹線用水路1~4号落差工がある。周辺にはわずかながら事業所もある。</p> <p>■中流(野沢周辺) 横手堰幹線用水路28号落差工付近。周辺には田が広がっている。</p>		
幅(mm)	1,100~1,700	水深(mm)	360~460
流速(m/s)	1.53~2.15	落差(mm)	1,100~1,500



所見	<p>上流域は、多段落差工利用式で有望な箇所であり、発電量も期待できる。また、系統連携は送電線50m程度が見込まれる。中流から下流においては、農家等も点在しているため、ビニールハウス等の農業用電源としての利用が期待できる。</p>		
----	---	--	--

項目	概要		
水路の概要	<p>■浪岡ダム下流域 浪岡川(1級河川)の支流になるが、ダムの放流河川であり、市街地近くには落差工もある。</p>		
幅(mm)	—	水深(mm)	—
流速(m/s)	—	落差(mm)	—



項目	概要		
水路の概要	<p>■髪堰用水路 浪岡地区平野部を流れる水路。落差工はさほど多くない。</p>		
幅(mm)	1,100~3,000	水深(mm)	120~230
流速(m/s)	0.42~0.7	落差(mm)	—



所見

浪岡ダム下流域。山林の中を蛇行している。浪岡川(1級河川)の支流になるがダムの放流河川であり、検討すべきではないと考える。上流部に検討できる負荷はない。髪堰用水路は、開放水車式に適しているが落差工はさほど多くない。

2. 適用可能な技術の動向

前項で調査を行った実測地点等の青森市内への設置を想定した場合に、特に有力と考えられる技術事例として、以下の3事例について比較検討を行った。

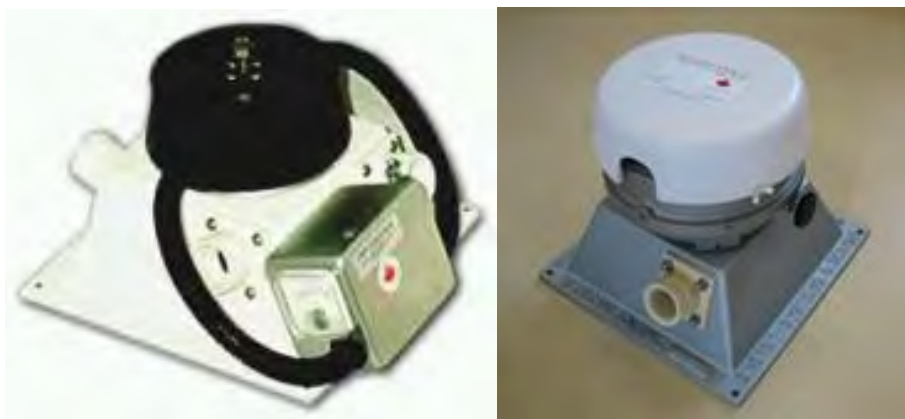
図表 3-3 小型水力発電技術事例の比較検討結果

事例名	ストリームエンジン	パワーパル(1kw型)	ストリーム水車
メーカー	カナダ	カナダ	日本
定格出力	1000w	1000w	0.4kw~44kw
必要落差	2m	1.5m	0
メンテナンス	容易	容易	やや複雑
出力電圧	DC12~48V	AC220V	DC100v~600v
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・高出力が期待できる ・制御が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易に組立て、設置可能である 	<ul style="list-style-type: none"> ・落差を必要としない
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・蓄電式である 	<ul style="list-style-type: none"> ・高出力は期待できない ・制御がやや複雑 	<ul style="list-style-type: none"> ・ある程度水路幅が必要となる ・既製品は無し、受注生産
価格	約50万円	約50万円	個々の箇所の設計による
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・日本で採用実績が多い ・ノズル数を可変出来る 	<ul style="list-style-type: none"> ・他に200w、500w型がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・最近開発されたマシンで採用実績はまだ少ない

(1) ストリームエンジン

①製品概要

ストリームエンジンはターゴ型ランナーを使用した水力発電機である。落差が3m~120m、流量が0.3~20L/sの範囲で使用できる。最大出力は約1kWで、12~48VDCの電圧に対応できる。



ペルトン型ランナーに比べ多くの水量を取り入れることができるため、落差が小さい場合でも使用できる。

ストリームエンジンには1~4本のノズルを取り付けることができる。ノズル径は流量に合わせて3~25mmまで自由に選択できる。プラスチック製のノズルを希望の径の位置でカットして使用する。



出力調整が非常に簡単であり、水流の落差(水圧)を利用して発電する水管接続方式の水力発電機である。

従来のペルトン型水力発電機は、数十メートルから数百メートルもの高落差を必要としていたが、このマシンは、ターゴ型のインペラー（羽根）を採用しているため、比較的低落差から効率的な発電が可能である。

②製品の特徴

ターゴ型インペラーは、ペルトン型と比較すると、低落差域での効率が良いことに加え、比較的多くの水量を扱えることも大きな特徴である。したがって、それほど高落差が得られない環境であっても、水量が十分にあれば、高出力が期待できるので、日本の環境に合った水力発電機として高い支持を得ている。

製品の作りもしっかりしており、ボディは錆の心配が無いステンレス製で、その他の部分にも樹脂や耐蝕性金属（アルミ合金や銅合金）を採用している。

発電機本体の端子台にケーブルを接続し、バッテリーに直結するだけで、発電とバッテリー充電が可能である。

【主な特徴】

- 落差水圧を利用した水管接続方式の水力発電機である。
- 低落差、（2メートル程度）から、実用的な発電が可能である。
- 自由度の高い調整式で、広い水量範囲、落差範囲に適合できる。
- ボディは頑丈で錆びの心配がないステンレス製である。
- 消耗品（ベアリング等）交換によって、長期に渡り使用できる。

③実際の利用例

2本ノズルタイプ(山小屋の電源)



1本ノズルタイプ(長野県)



(2) パワーパル 1kw 発電機

①製品概要

効率が良く、どこでも設置可能な水力発電機である。特に、ダムなどの大型施設を必要とせず、環境にも優しいマイクロ水力発電機で、小さな川や用水路などのわずかな水流を電力に変換できる優れた特性を持つ。山地が多く水資源の豊かな日本では、数万箇所導入が可能といわれており、青森市内への適合性も高いと考えられる。



②製品の特徴

パワーパル マイクロ水力発電機 1kW 型（他に、200W、500W の 2 機種がある）は、組立てが簡単であり、誰にでも導入しやすい。



水が流れ落ちる 1.5m 以上の落差か、豊富な水量があれば、マイクロ水力発電機でも風力や太陽光とは違い、24 時間連続で発電可能という大きなメリットがある。仮に 0.5kW の出力が得られればバッテリーに 1 日 12kWh の蓄電が可能である。一般家庭の 1 日の平均使用電力は 10kWh 程度なので、水力発電だけで十分な電力がまかなえる計算になる。

発電機本体の価格は、水を取り込む大掛かりな工事が不要な立地なら、かなりリーズナブルな価格で導入できる。この水力発電機であれば構造は単純なので、メンテナンスも簡単である。何世帯かが寄り集まって近所にマイクロ水力発電の施設を設置するなど、家の周りに水源がない場合でも工夫次第で導入が可能である。非常に大きな可能性を秘めているマイクロ水力発電機である。

この発電機は AC（交流）220V で出力し、周波数（Hz）は 50-60 サイクルが混合され、水の早さで常に変化する。したがって、周波数に敏感な電気器具のご使用に難点が生じる場合がある。しかし、電圧降下が生じて、変圧トランスにより AC100V を得ることが可能である。

価格は、1KW 型（本体）で、約 50 万程度である。他に、専用の制御盤がある。

③実際の利用例

溪流に設置(落差 1.5m)



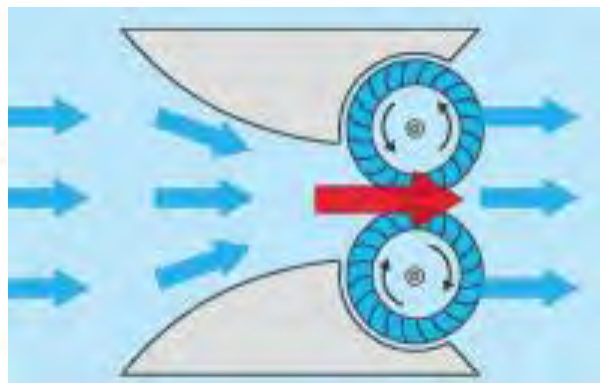
水路脇に設置(落差1.0m)



(3) ストリーム水車

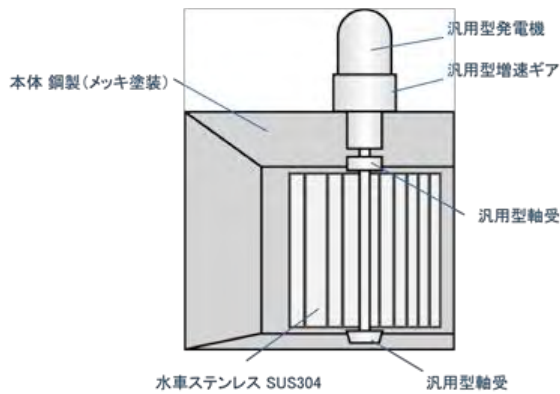
①製品概要

流水式小型水力発電装置スモールハイドロストリームは水車・発電機部と 発電制御盤を基本構成とした垂直二軸型水車構造の小型水力発電装置である。流水のエネルギーを効率良く水車に作用させて、発電エネルギーを得ることができる。水路の水量等の条件に応じて0.4kW から44kW の発電量を基本パッケージ化している。



②製品の特徴

落差の無い水路(斜水路・水路余裕能力)を使った発電が可能であり、異物にも強い両端固定軸受と比重の重い砂利・砂除けガイド(軸受保護)がされている。



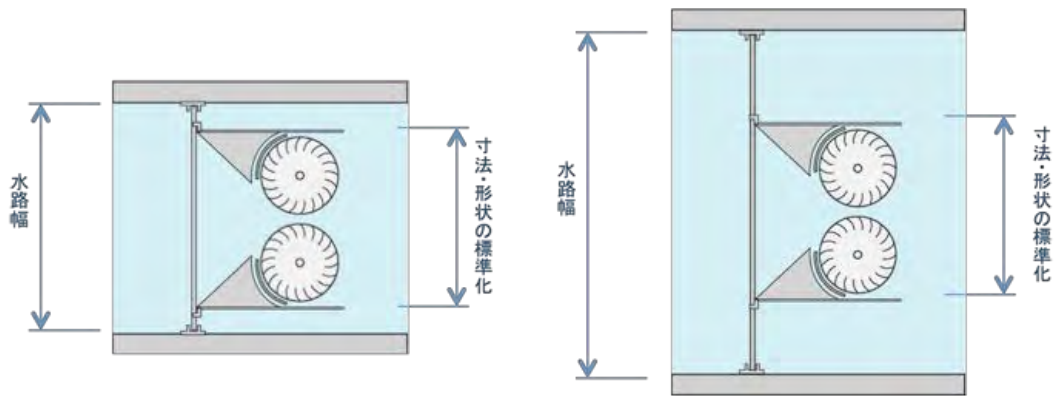
今までの水力発電のオーダー方式の常識を変え、出力タイプ別標準化により、水況、水路条件など異なる場所でも、共用部品・汎用部品の仕様で安価なユニット化を実現。



電力系統から離れた農地や公園設備などでの独立電源としての使用も想定されており、系統接続と独立電源の両方で利用可能な 2WAY 発電方式である。

水処理施設、工場などの使用電力の一部の自家発電化に適しているほか、非常時における独立電源や、電気自動車・電気化農業機器等への利用も想定される。

また、大規模工事を伴わないため現地を速やかに電化できる利点もあり、パワーコンディショナーを採用することにより系統連携も可能である。



今までの水力発電機のオーダー方式の常識を変え、出力タイプ別標準化により、水況、水路条件など異なる場所でも、対応が可能な完全ユニット化。(出力別、水車径別の標準化)

③実際の利用例

山梨県 都留市



3. 期待される発電量等の推計

(1) 推計の前提条件

①期待出力

実際に現地踏査で確認された河川・水路等の状況に合わせてふさわしい導水方式を想定し、以下の一般式を用いた簡易手法によって期待出力を試算した。

なお、式中の総合効率は発電機効率、ギア効率、水車効率などから成るものであり、対応する導水方式にふさわしいタイプの一般的な水力発電機を参考に設定しているが、実際にはその他にも様々な損失が発生することが想定され、実際の効率はさらに低く見積もる必要がある。

■落差工式：

小規模な落差工又は人工的に生成した落差を利用して、標準的な水力発電機を設置して発電することを想定する場合には、以下の式を用いて出力を算出した。

$$\begin{aligned} \text{出力 (kw)} = & g (\text{重力加速度 : } 9.8\text{m/s}^2) \times (\text{落差 : m}) \times (\text{導水量 : m}^3/\text{s}) \\ & \times (\text{総合効率 : } 0.4) \times (\text{水力利用率 : } 0.25) \end{aligned}$$

ここで、導水量 (水路幅×水深×流速) は、水路幅の最大 60% の利用を仮定し、流速は 1.0 m/s と想定した (流速は常に変化し、導水路を絞ったりすることにより可変あるため)。また、落差工の場合、初期衝突動圧が加算されるが、考慮せず算出を行った。

なお、水力利用率は、水を水車に作用させて回転エネルギーに変換できる一般的な効率で、水車バケット (羽根) の隙間等からの漏水や、水の滞留・粘性抵抗等に起因するものである。

落差工のイメージ



■ 落差式：

比較的大きな落差の取れる箇所や数段の落差工が連続する箇所において、水管接続方式（前述のストリームエンジン等）の高効率な水力発電機を設置して発電することを想定する場合には、以下の式を用いて出力を算出した。

$$\text{出力 (kw)} = g (\text{重力加速度 : } 9.8\text{m/s}^2) \times (\text{落差 : m}) \times (\text{導水量 : m}^3/\text{s}) \times (\text{総合効率 : } 0.6)$$

ここで、導水量（断面積×流速）は、現場の状況に合わせて直径 300～500mm の導水圧管路（パイプ）を用い、その導水管路の断面積の 80%を利用して水車に導水すると仮定し、流速は落差工式と同様 1.0 m/s と想定した。また、水管接続方式であるため、導水量のほぼ全量を水車に作用させることが可能で作用後の水の滞留も無視できるので水力利用率は 1 と想定した。

なお、導水方式には、上記の落差工式及び落差式以外に、水流だけで水車を回転させる開放水路式もあるが、特殊な発電装置を用いなければ十分な発電量は期待できず、観光用やモニュメント用に使用される水車に用いられることが一般的のため、今回は考慮していない。

② 期待発電量

期待発電量は、各計測地点の計測日における落差、水量等と、現地踏査から判断した最適な導水方式を想定して算出した期待出力を基に、原則して 24 時間 365 日同じ条件で稼働した場合を目安値として試算した。

図表 3-4 計測地点における期待出力と年間期待発電量の試算

	計測日	実施箇所	想定導水方式	期待出力 (W)	年間期待発電量 (kWh/年)
①	10月18日	原別	落差工式	106	927
		野内	落差工式	336	2946
②	10月6日	野沢	落差工式	155	1,360
③	9月26日	高田	落差工式	265	2,318
	2月4日	高田	落差工式	265	
④	10月1日	後潟	落差式(直径 300mm 導水管)	2,500	9,000
	1月30日	後潟	-	-	
⑤	10月26日	横内川		-	-
⑥	11月16日	牛館川		-	-
⑦	11月27日	野内川		-	-
⑧	12月2日	滝沢		-	-
⑨	2月4日	横手堰	落差式(300mm 導水管)	3,000	26,280
⑩	1月29日	浪岡川		-	-
		髪堰	落差工式	118	1,030

髪堰は、落差工はないものの、水路幅が 3m と広い箇所水路を絞って流速を増し、水車直前に 0.5m 程度の人工的な落差を設けて導水することを想定した。

また、今回の実測調査において、秋季と冬季の 2 回の計測ができたのは高田と後潟の 2 個所であった。高田については、秋季と冬季で流速等に大きな変化がなかったが、後潟については、冬季に灌漑期の約 20% 程度となり、発電に有効な水量がなくなっていた。このため期待発電量の試算においては、上流の水門がほぼ閉門している 10 月から翌年 5 月までの 7 ヶ月間は発電しないと想定した。

4. 市域における利用可能性と課題

(1) 青森市域における利用可能性

- 今回実測調査を行った地点の中には、横手堰をはじめ後潟、野内、高田などの電力を得るのに比較的有望な地点が何箇所もあった。
- 最も大きな電力が期待できそうな地点は横手堰で、100%稼働すれば年間 26,280kWh となり、青森市の平均的な世帯 5 世帯分程度の消費電力を賄うエネルギーが得られる。
- 水力は風力に比べれば変動が小さく比較的安定的に利用できるが、水力の好適地は商用の電力系統から離れている場合が多く、近くに農家やビニールハウスなどの需要施設がなければ利用が難しいと考えられる。
- 比較的安定的に利用できるといっても、台風や雪解け水等の天候・季節による変動にはある程度影響される。また、灌漑用水路のような場所では、冬季に上流の水門が閉まる等の影響で劇的に状況が変化する可能性があることに留意する必要がある。

(2) 利用の促進に向けた検討課題

- 好適地が商用の電力系統から離れている場合が多いため、今後は、農家やビニールハウスでの利用など、需要とセットで導入地点の検討を進める必要がある。
- その際には、既存の需要にとどまらず、新しい特産品の開発につながるような全くの新規需要も積極的に検討していくことが重要である。
- 不安定性を補うために、太陽光、風力等の他の再生可能エネルギーとハイブリッド化して利用することや、耕作放棄された田んぼ等を簡易型のため池として一時的に水を貯めて必要な時に利用するなどの工夫も有効と考えられる。

第4章 木質バイオマス等の利用可能性

第4章 木質バイオマス等の利用可能性

1. 木質バイオマスの利用形態

(1) 検討対象とする木質バイオマスの種類

木質バイオマスは、下表に示すように、その発生起源によって間伐材等の森林系、果樹選定枝等の支障系、端材等の製材系などの種類がある。

青森市の地域特性を考慮した場合、市内に製材所や木工所等が少ないことから製材系及び建材系は、今回の検討対象から除外する。また、森林系は森林政策と併せて検討する必要があるため、これも今回の検討対象から除外するが、青森市の森林資源の豊富さを考慮すると今後の検討課題である。今回の主な検討対象としては、支障系の中でも特に青森市の地域特性を反映したリング剪定枝に焦点を絞って実施する。

なお、木質バイオマスではないが、比較的性質が似ているもみ殻及び稲わらについては、アンケート調査等を実施する際には併せて実態把握を行う。

図表 4-1 木質バイオマスの種類

起源	種類	摘要
森林系	間伐材	森林内の樹木がお互いの成長を妨げることがないように、一定の間隔で抜き切り（間引き）する際に伐採された材
	除伐材	植栽木の周辺にあつて、生育を妨げる雑草木を刈り払う際に伐採された材
	伐採残材	伐採に伴って発生した枝等の材
支障系	果樹剪定枝	果樹を栽培する上で発生する枝
	道路支障木	道路通行上、障害となる枝木
	河川支障木	河川管理・治水上で障害となる枝木
製材系	端材	製材に伴って発生する切れ端
	樹皮	製材に伴って発生する樹皮（バークと同義）
	かんな屑	板等の整形に伴って発生するかんな屑
	おが屑	製材で発生するおが屑
建材系	新設発生残材	住宅の新設時に発生する端材
	解体発生材	住宅等の解体の際に発生する材

出所) 青森県鮎ヶ沢町「木質バイオマス及びバイオ・ディーゼル・フューエルの活用と事業化に係る詳細ビジョン報告書」H18.2

(2) 木質バイオマスの利用形態

木質バイオマスのエネルギーとしての利用技術には、下表に示すように、発生起源及び利用規模によって、薪、炭、ペレット、チップ、ガス化発電等がある。今回主な検討対象としているリンゴ剪定枝については、利用技術によってそれほど適性に差があるとは考えられないが、利用する規模によっては、技術的に適さないものもあるので留意が必要である。

図表 4-2 木質バイオマスの主なエネルギー利用技術

種類		利用技術	薪	炭	ペレット 利用	チップ 利用	ガス化 発電	木質バイオ マス発電
森林系	間伐材		○	○	○	○	○	○
	除伐材		○	○	○	○	○	○
	伐採残材		○	○	○	○	○	○
支障系	果樹剪定枝		○	○	○	○	○	○
	道路支障木		○	○	○	○	○	○
	河川支障木		○	○	○	○	○	○
製材系	端材		○	○	○	○	○	○
	樹皮		×	×	○	○	○	○
	かな屑		×	×	◎	○	○	○
	おが屑		×	×	◎	○	○	○
建材系	新設発生残材		△	×	△	△	△	△
	解体発生材		△	×	△	△	△	△
規模	小		◎	◎	◎	×	×	×
	中		○	○	◎	◎	○	×
	大		×	×	×	×	◎	◎

注)◎:最適 ○:適 △:対応必要 ×:利用困難

出所)青森県鱒ヶ沢町「木質バイオマス及びバイオ・ディーゼル・フューエルの活用と事業化に係る詳細ビジョン報告書」H18.2

2. 農業者アンケート調査の実施

(1) アンケート調査概要

① アンケートの実施方法

青森の農業協同組合各支店より、組合総代へ直接配布し、回収することにより実施した。配布対象者は、青森農業協同組合各支店の組合員名簿より抽出した。

② 実施期間と回収状況

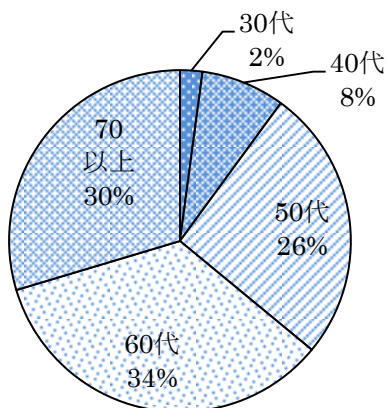
調査実施期間：平成 25 年 10 月 11 日～11 月 8 日

回収数：193 件（配布数 245 件 回収率 79%）

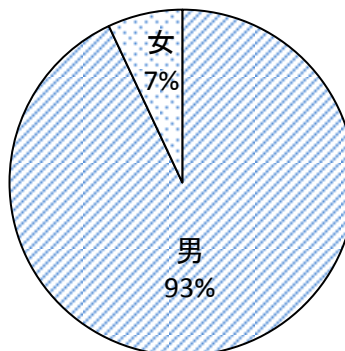
(2) アンケート対象者の構成

① 年齢構成、男女比、居住地区の割合

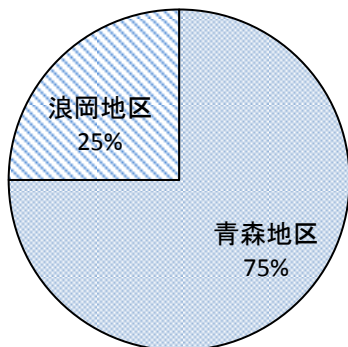
図表 4-3 年齢構成



図表 4-4 男女比

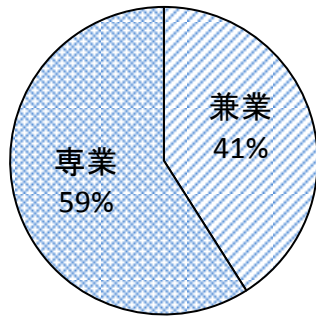


図表 4-5 居住地区比



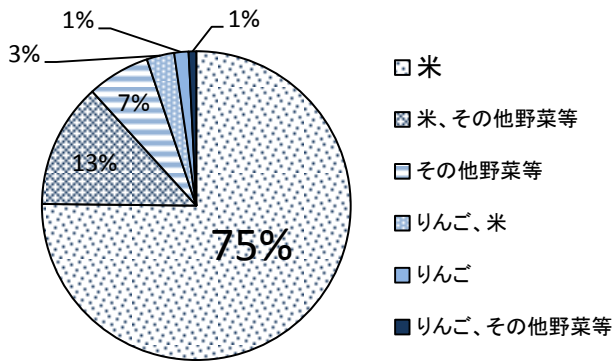
② 専業農家、兼業農家の割合

図表 4-6 専業農家、兼業農家の割合

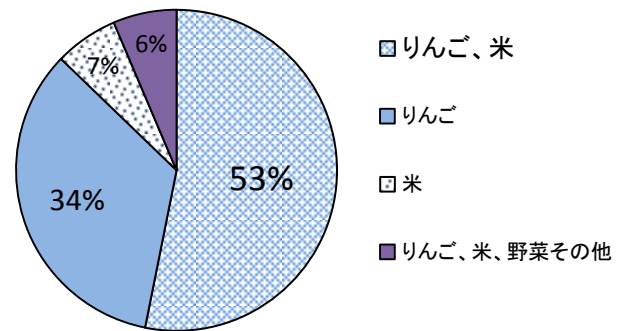


③ 地区ごとの生産物の割合

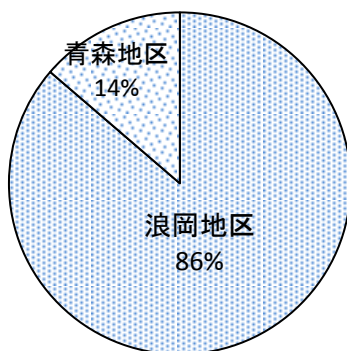
図表 4-7 青森地区の生産作物構成比



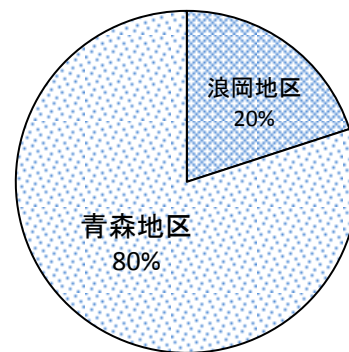
図表 4-8 浪岡地区の生産作物構成比



図表 4-9 リンゴ生産者の地区別割合



図表 4-10 米生産者の地区別割合



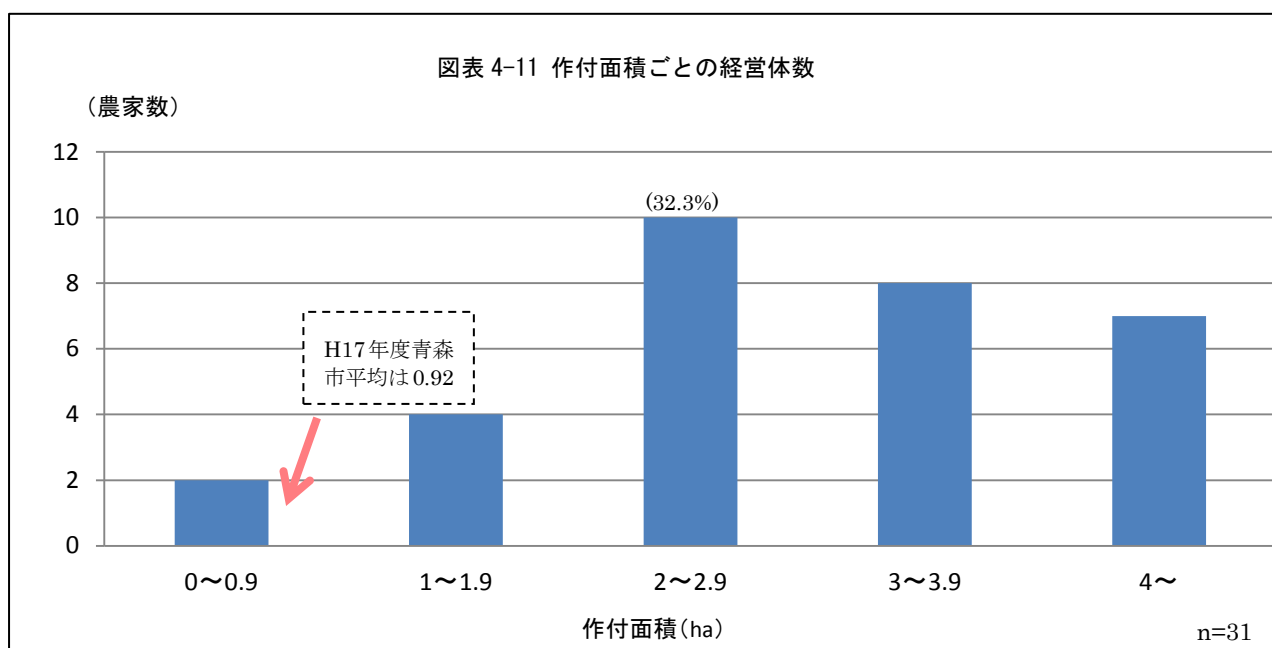
(3) 作物別の回答内容

①リンゴ

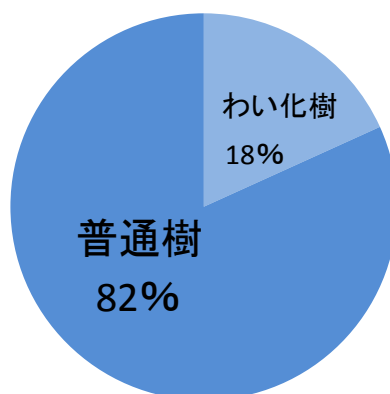
【作付面積、生産量】

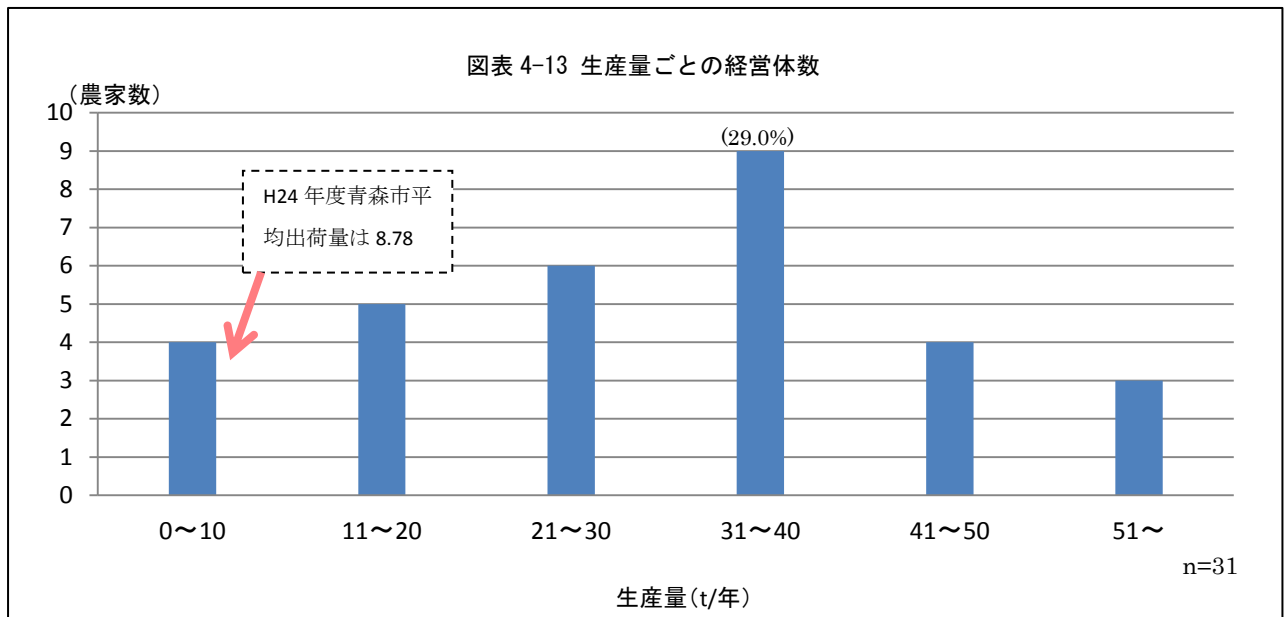
回答した多くの農家の作付面積は、平成 17 年度青森市平均作付面積 (0.92(ha)) を上回っていた。そのため生産量においても、青森市平均生産量 (8.78 (t/年)) を上回る農家が大半であった。なお回答者の合計生産量は 1030.6(t)、合計作付面積は 46.2(ha) であった。

※集計に当たり、青森県における平成 24 年産リンゴ 10a 当たり収量 (2230kg) (平成 25 年 5 月 14 日公表農林水産統計より) の 0.5 倍を下回るか、2 倍を上回る経営体は集計から除外している。



図表 4-12 普通樹、わい化樹の作付け面積比





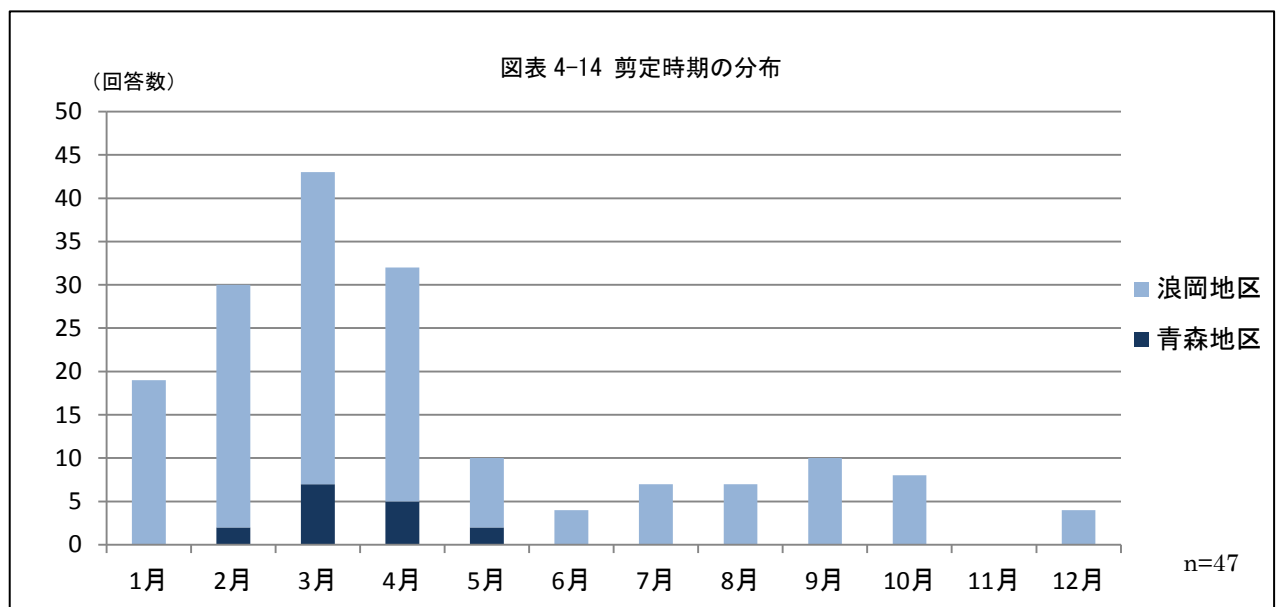
※平成 22 年度青森市のリンゴ出荷量は 8220.4(t)、作付け経営体数は 936。

平成 17 年度作付け面積は 100,658(a)、作付け経営体数は 1,100。

(青森市農林水産部作成 青森市農林水産データ集より)

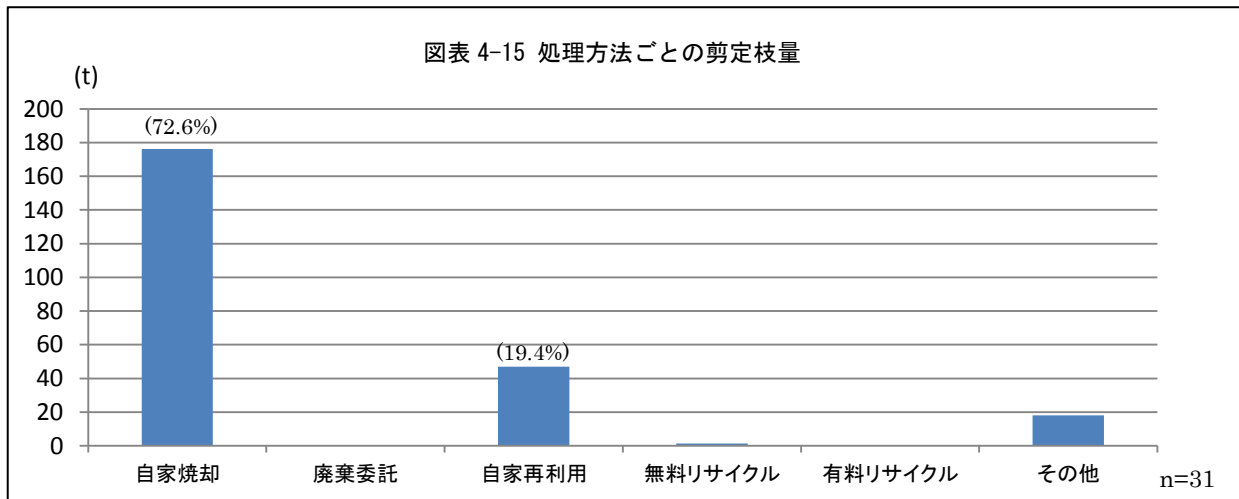
【剪定時期】

剪定時期は 2~4 月に集中しているが、年間を通して剪定枝が排出されることが分かった。今後、各時期にどの程度排出されるのか、排出量の分布を把握する必要がある。また地区による剪定時期の大きな違いはなかった。



【剪定枝排出量と処理方法】

青森市内では、年間 7,754(t)の果樹剪定枝が発生する（青森市 地域新エネルギー・省エネルギービジョンより）が、アンケート回答者の合計は 286.9(t)であった。また処理方法では、自家焼却される剪定枝量が最も多かった。また自家再利用する農家もあり、太い剪定枝については薪等として利用していると考えられる。



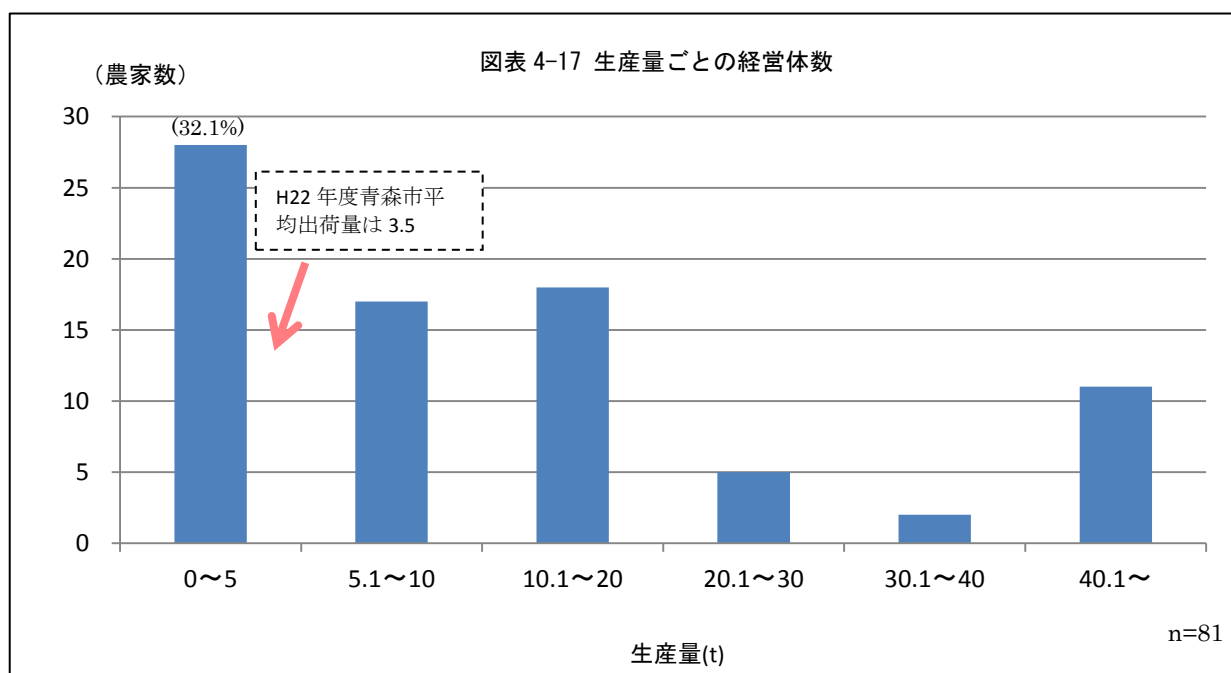
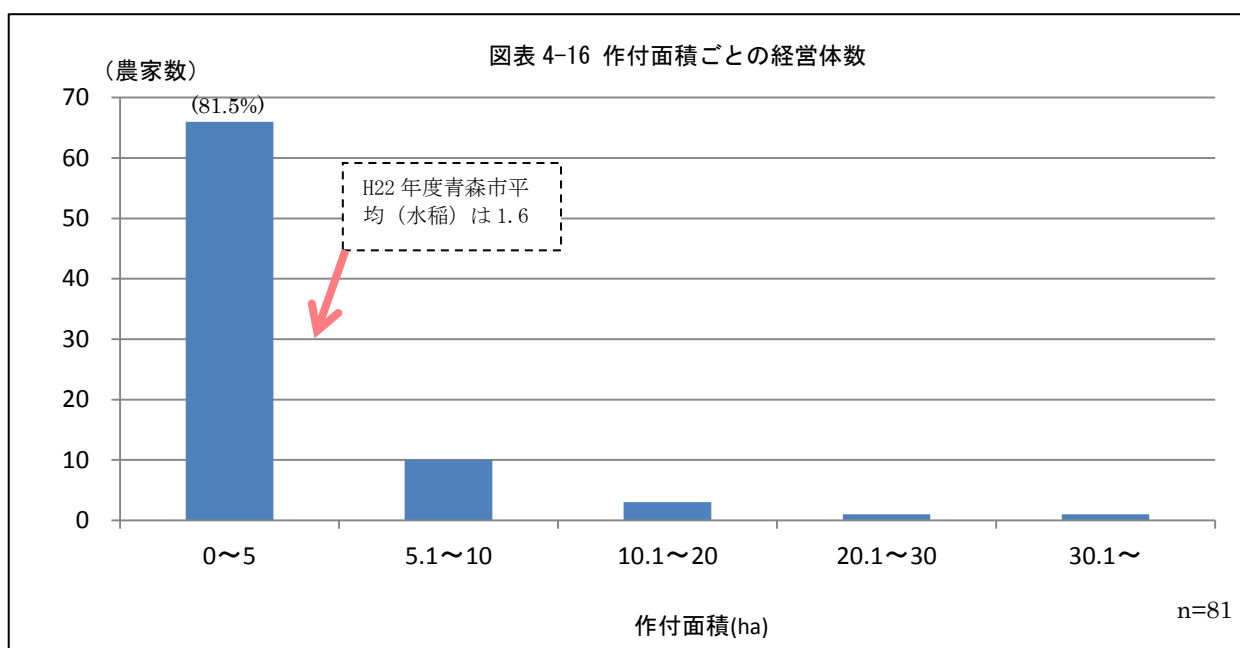
※集計に際し、アンケート結果より、トラック 1 台分の回収量=0.3t として計算している。

②米

【作付面積、生産量】

回答した多くの農家の作付面積は、平成 22 年度青森市平均作付面積（1.6(ha)）に近く、そのため生産量においても、青森市平均生産量（3.5（t/年））周辺に集中している。なお回答者の合計生産量は 1650.8(t)、合計作付面積は 309.3(ha) であった。

※集計に当たり、青森市における平成 24 年産水稻 10a 当たり収量（626kg）（平成 24 年 12 月 20 日公表農林水産統計あおりより）の 0.5 倍を下回るか、2 倍を上回る経営体は集計から除外している。

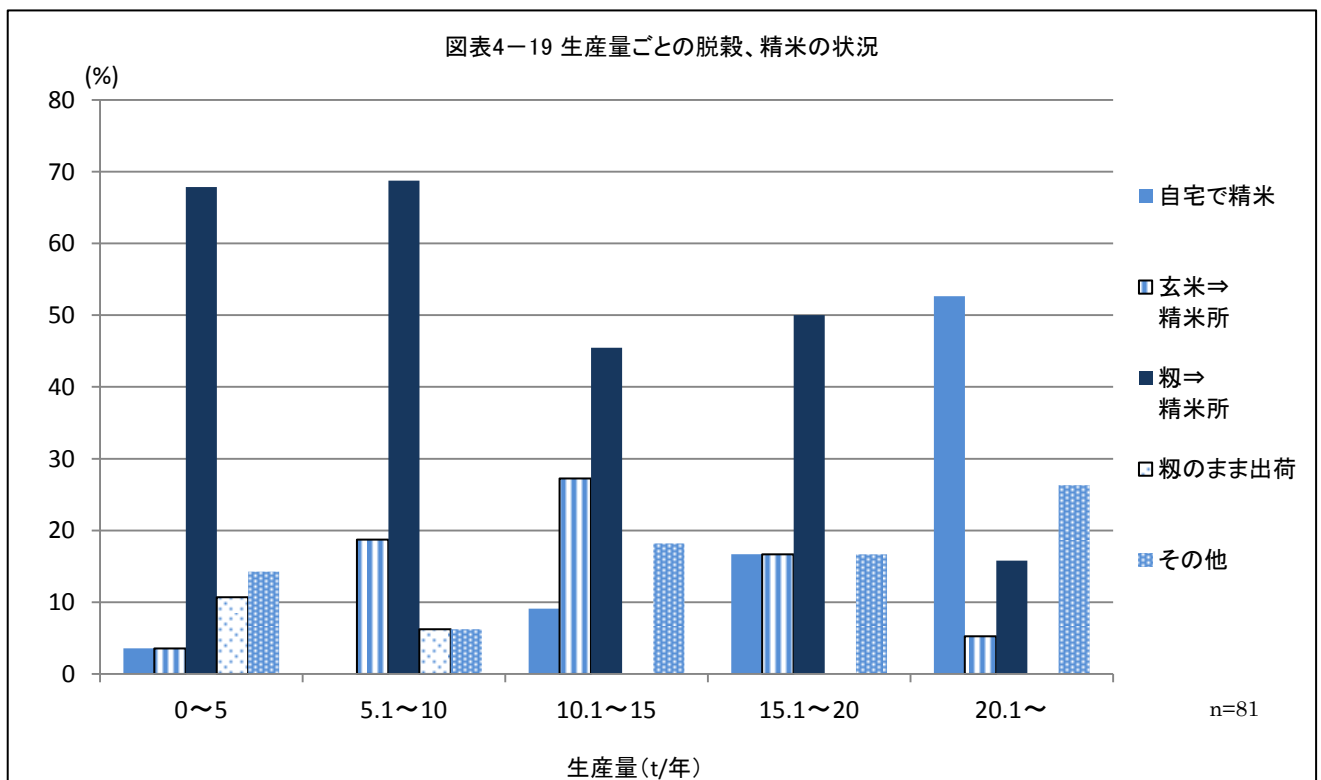
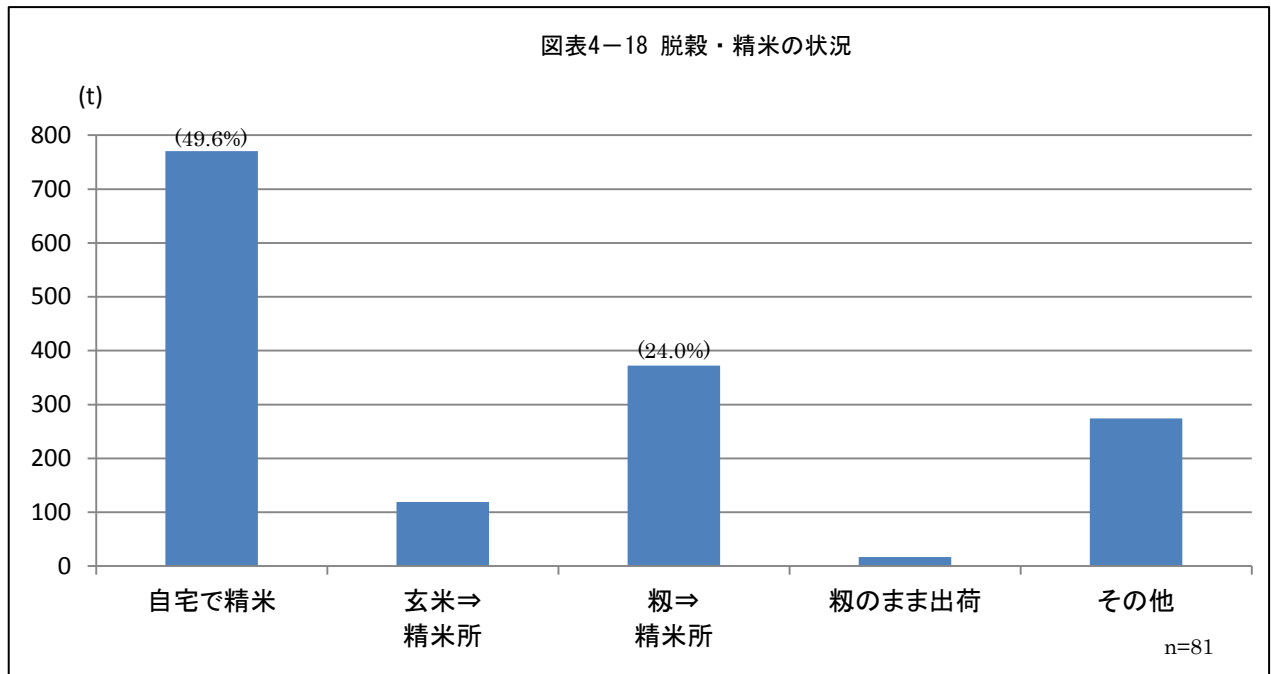


※平成 22 年度青森市の米出荷量は 7070.0(t)、作付け経営体数は 2014、作付け面積は 322,137(a)。

(青森市農林水産部作成 青森市農林水産データ集より)

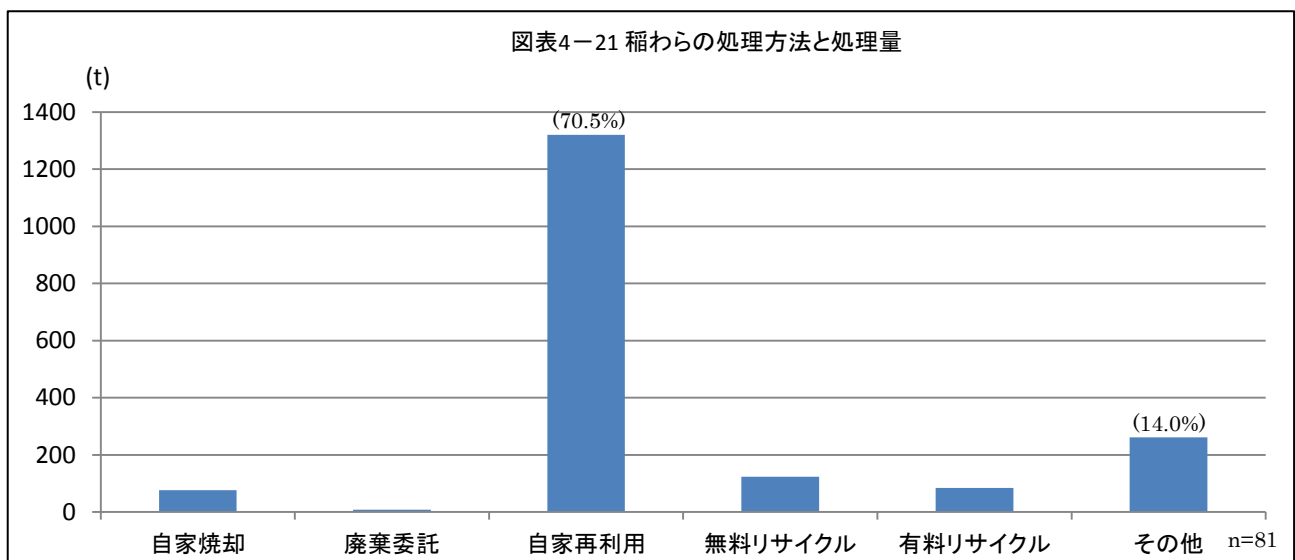
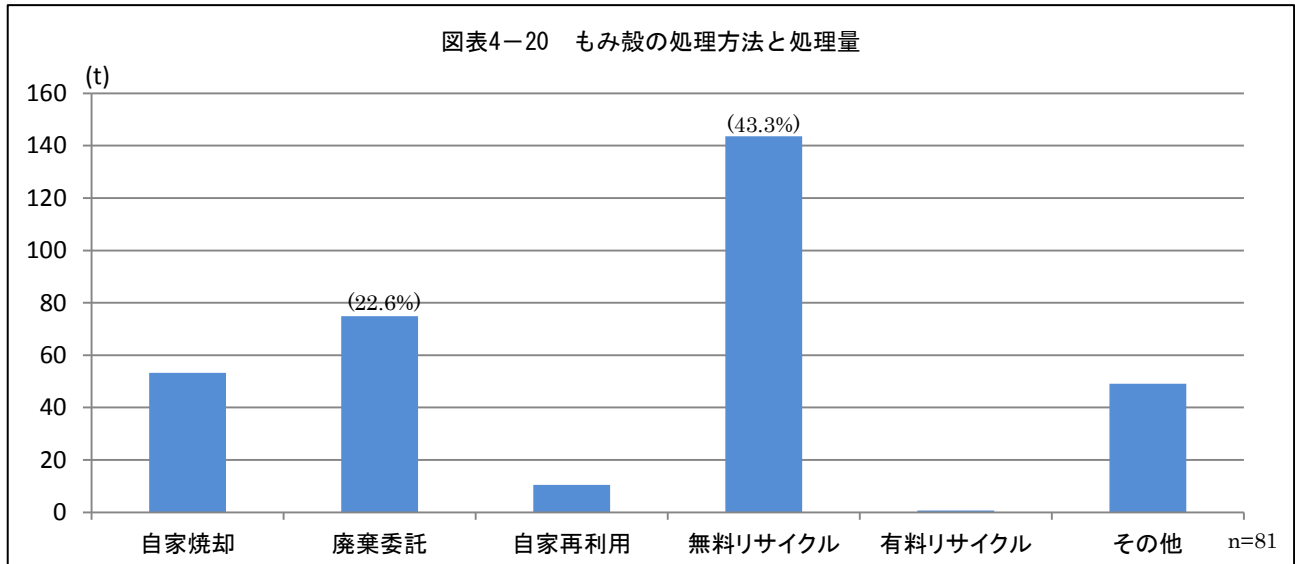
【脱穀、精米の状況】

生産された米の脱穀・精米の状況については、自宅で精米する量が最も多かったが、粳又は、玄米の状態での精米所に持ち込む農家も見られた。



【もみ殻、稲わらの発生量と処理方法】

稲わらはもみ殻に比べ自家再利用の割合が高く、鋤込みなど手間が少ない利用方法が影響したと考えられる。また、もみ殻は無料リサイクルの利用割合が高く、堆肥等に活用されていると考えられる。もみ殻のその他としては、精米所及び農協等で精米の上、再利用又は処分されていると考えられる。



(もみ殻、稲わら発生量の算出方法)

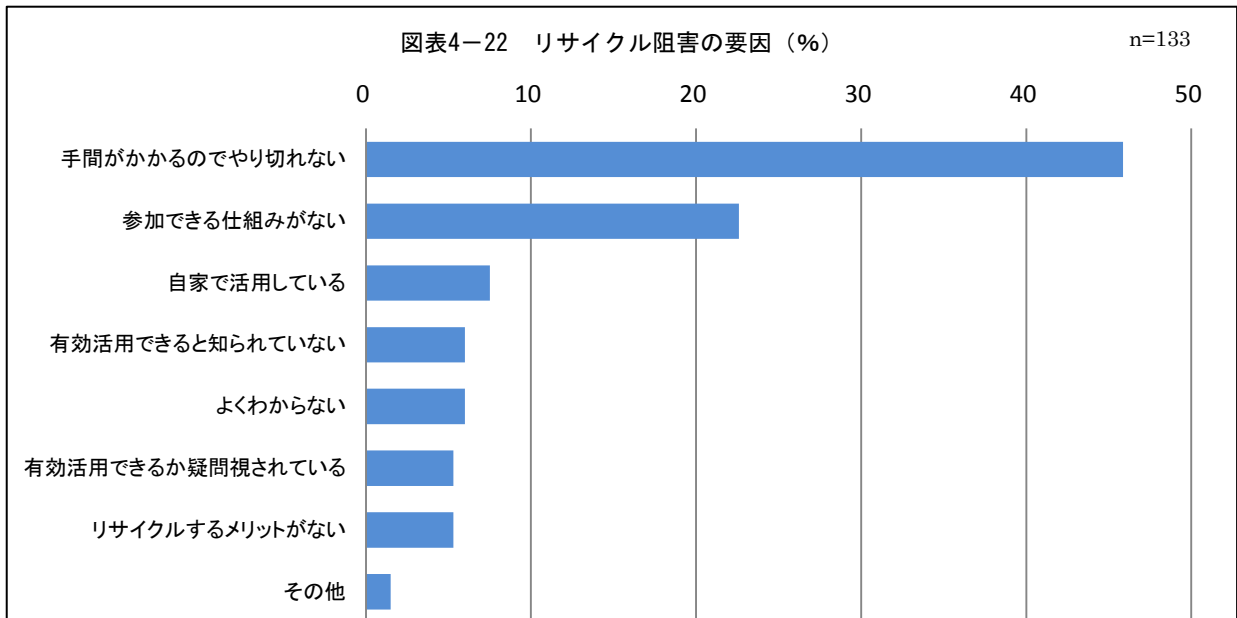
アンケートに記述された米の生産量に以下の発生原単位を乗じ、もみ殻、稲わらの発生量の推定を行った。

- ・米生産量（玄米）に対するもみ殻発生量 0.23 kg/kg-米
- ・米生産量（玄米）に対する稲わら発生量 1.13 kg/kg-米

※発生原単位は「新エネルギー等導入促進基礎調査」バイオマスエネルギーの実態等基礎調査（平成12年3月新エネルギー財団）による

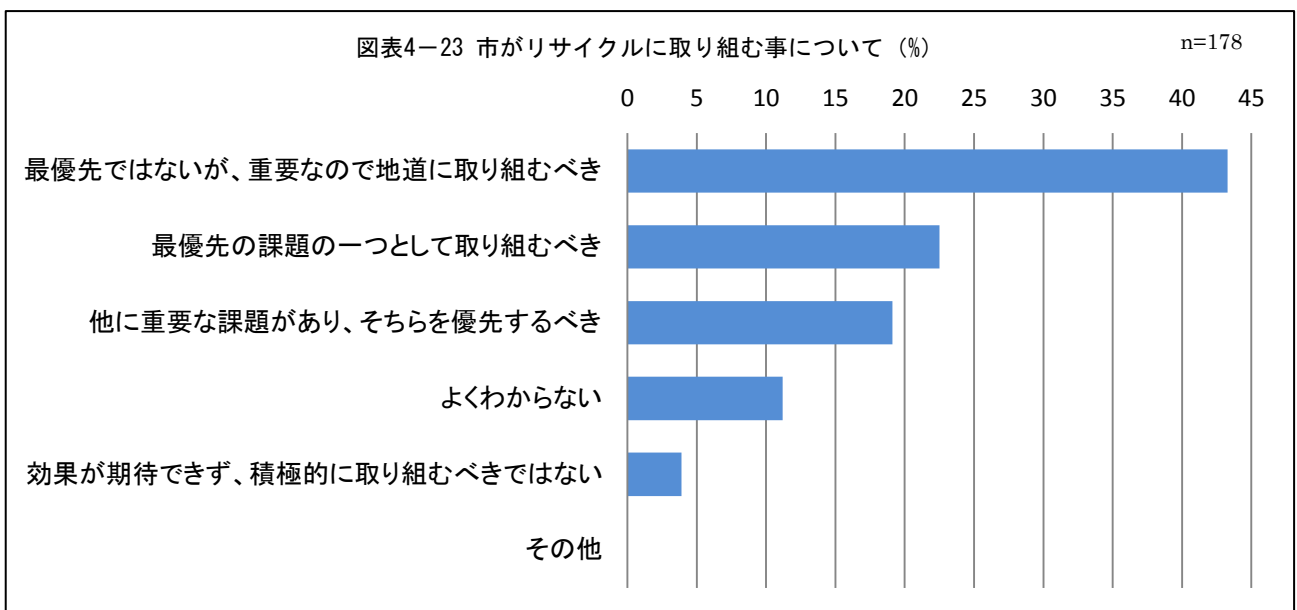
(4) リサイクルが普及しない要因について

リサイクルが進まない要因については、手間がかかるという回答が最も多かったが、参加する仕組みがないという回答も次に多く、行政の取組に課題を残す結果となった。



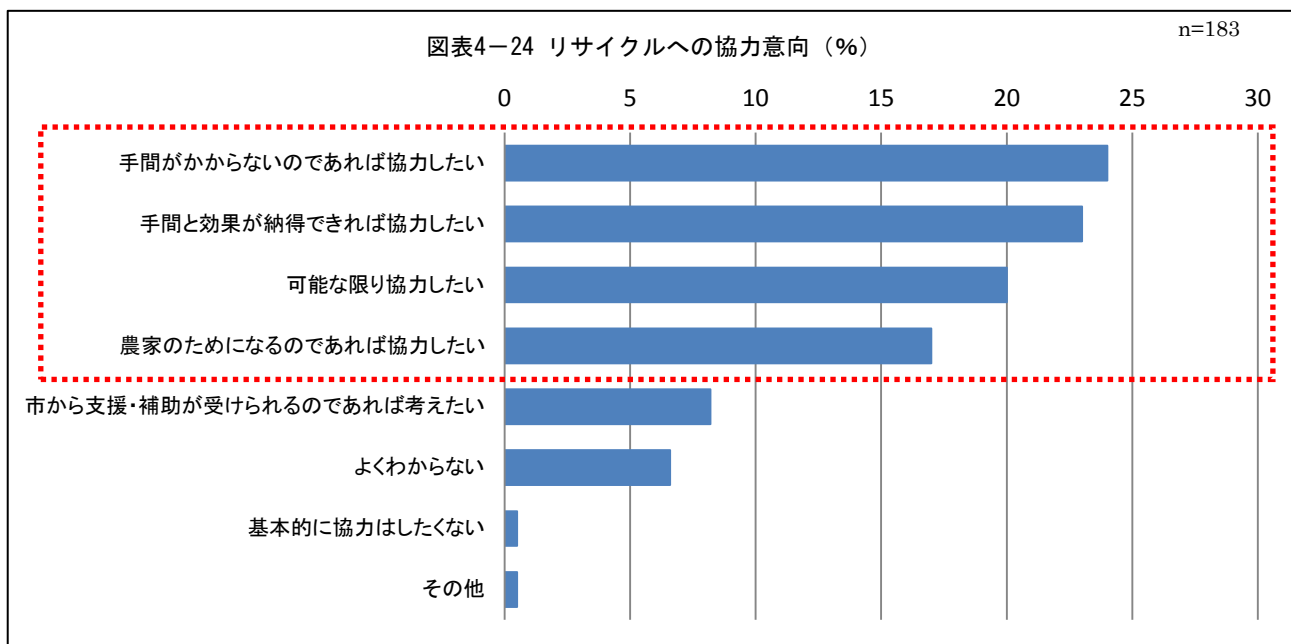
(5) 青森市が農業廃棄物のリサイクルに取り組む事について

青森市が農業廃棄物のリサイクルに取り組む事については、積極的に推進するべきとの回答が多く見られた。



(6) リサイクルへの意向について

リサイクルへの協力意向については、前向きな回答が多く、(3)同様、リサイクルに積極的な市民の姿勢がうかがえる。



(7) 自由回答

主な自由回答は以下に示すとおりである。

行政に望むことについて
農業廃棄物について利害が合致する者同士を橋渡しする仕組みを作ってはどうか。処分したい人、受け取りたい人（買いたい人）を確認、整理するだけでも良いのではないか。
バイオマスは我々ハウス農家にとって、有効に活用できる最も期待している分野です。行政には率先して取り組んでいただきたいし、当然我々としても協力したい。今後計画案や方針などを詳しく広報などに載せてもらいたいです。
結束ヒモ等に補助金を助成してほしい。
農業廃棄物は資源なので活用する研究をしてほしい。
家畜のえさ、活用法を研究して欲しい。
自走式チップパーで処理した枝を袋詰めできる機械を開発して、農家へ貸出してほしい。安価でもいいので、処理した枝を固形燃料に買い取っていただけるシステムを考えて欲しい。
リサイクルについて
もみ殻を薪ストーブの燃料に使用したことがあるが、火力が弱く灰が異常に出てやめたことがあるので、堆肥に利用する方法を検討してほしい。
リサイクルが重要なことはわかっているが、兼業農家なので手間や時間がかかる事なら協力したくても仕事優先になり、やりたくても出来ない。
米と野菜を栽培している農家ですが、稲わらは半分はハウスに投入し、半分は水田に入れて秋耕している。水持ちがよくなり、肥料にもなる。焼いたことは一度も無い。もみ殻は堆肥にしてハウスへ投入すると団粒化して水はけがよくなってきた。
収入の減少と経費の増大、労働力の衰退で余分な仕事に手が回らない。そのため収入源を優先的に考え、収入の少ない作業は後手に回る。
環境にやさしく、安心して安全な作物を生産することが日本の農業技術の向上であり、農業者の就農につながると考えます。
土から出たものは土に戻すことが基本だと思う。稲わら、剪定枝は焼くことで病害虫が減少し、化学薬品の使用量を抑えることができる。

3. 利用可能量等の等の推計

(1) 推計の前提条件

①概要

アンケート回答、及び既存の調査研究を活用し、青森市において自家焼却されているリンゴ剪定枝から得られる熱量を利用可能量として推計した。

②利用可能発熱量推計式

普通樹・わい化樹利用可能発熱量(GJ)

$$= \text{リンゴ作付面積}(\text{ha}) \times \text{普通樹・わい化樹作付面積率} \times \text{剪定枝排出量原単位}(\text{t}/\text{年}/\text{ha}) \\ \times \text{剪定枝自家焼却率} \times \text{発熱量}(\text{GJ}/\text{t})$$

リンゴ作付面積：100,658(a) (青森市農林水産データ集 平成 25 年 8 月 より)

普通樹・わい化樹作付け面積率：普通樹 82%、わい化樹 18% (アンケート集計結果より)

剪定枝排出量原単位：普通樹 4.3(t/年/ha)、わい化樹 5(t/年/ha) (青森県 バイオ燃料ビジョン(2009)より)

剪定枝自家焼却率：72.6% (アンケート集計結果より)

発熱量：7.95(GJ/t) (「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(NEDO) より)

(2) 推計結果

推計の結果、普通樹剪定枝で 20.5 (TJ)、わい化樹剪定枝で 5.2 (TJ)、合計 25.7 (TJ) と推計された。これは、第 1 章で示した青森市における産業部門の熱需要の 1.56%、業務部門の熱需要の 1.54%、家庭部門の熱需要の 0.42%に相当する。

4. 市域における利用可能性と課題

(1) 青森市域における利用可能性

- 稲わらやもみ殻に比較して、リンゴ剪定枝の現状でのリサイクル率は低く、72.6%が自家焼却されていることから、現状の用途を変更せずに新規にエネルギーとして利用可能な量は比較的多いと考えられる。
- リンゴ剪定枝については、熱エネルギーとしての利用を想定した場合、青森市の熱需要のわずか0.27%程度しか賅うことができない。しかも、発生時期が1月から4月頃に集中するので、年間を通しての安定的な利用は難しい。
- リンゴ剪定枝単独での利用ではなく、他の木質バイオマス（間伐材、製材端材等）と共用・混合してチップやペレットとして活用することが有効と考えられる。
- それほど膨大な量ではないので、熱需要の大きい市の施設にチップボイラー等を導入してその熱源としての利用も想定される。
- アンケート結果から全般的には農家の協力意向は比較的高いことが読み取れる。そこで、いかに効率よく収集する仕組みが構築できるかが利用のポイントになり、そのためには、農家の協力が得やすい工夫（手間の削減、経済的メリット等）が必要である。

(2) 利用の促進に向けた検討課題

- 剪定枝の収集においては、各リンゴ農家に個別に収集に回るのではなく、農協等の拠点までは各農家に持参してもらいなど一次集積拠点を設けることでより効率的な収集が可能となる。
- 回収した剪定枝の運搬効率化の観点から、市が車載式チップパーなどを独自導入又は導入支援をすることも有効と考えられる。
- 青森市内で発生するリンゴ剪定枝を単独で処理するのではなく、周辺自治体等と連携して効率的な収集・運搬・加工・利用の流れの構築を検討することが重要である。
- 今後は、今回検討対象外とした間伐材等の利用についても森林政策と併せて検討する必要がある。

農業廃棄物のリサイクル等に関するアンケート調査 ご協力をお願い

青森市行政の推進につきましては、日ごろ格別のご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

現在、青森市では、環境への負荷の少ない持続可能な都市の実現を目指して、りんごの剪定枝やもみ殻等の農業廃棄物をリサイクルしてエネルギー源等に活用する取り組みを検討しています。

このたび、その基礎資料とするため、青森農業協同組合のご協力をいただき、組合員の農業者の方にアンケート調査を実施することといたしました。

この調査は無記名でご回答いただくものであり、お答えいただいた内容は全て統計的に処理され、お答えいただいた個人が特定されることはありません。また、この調査以外の目的に使用することはありません。

つきましては、お忙しいところ大変恐縮ですが、本調査の趣旨をご理解の上、ご協力いただきますようお願い申し上げます。

平成 25 年 10 月

青森市長 鹿内 博

<アンケート記入方法とお願い>

【記入方法】

- 営んでいる農業の実態を最も良く把握されている方がご記入ください。
- 回答は、設問によって番号等に○をつけるものと、必要に応じて数値や具体的な内容をご記入いただくものがございますので、適宜ご回答ください。

【お願い】

- ご記入が終わりましたアンケートは、**11月5日**を目途に回収に伺いますので、農協担当者にお渡しください（回収日は配布時に訪問した担当者にご確認ください）。
- 記入方法や質問内容で分からないことなどありましたら、下記の問い合わせ先まで

<問い合わせ先>

環境部 環境政策課
担当：地球温暖化対策チーム
電 話： 017-761-4412

問1 あなたご自身のことについて伺います。それぞれ、当てはまる項目に○を付けてください。

年 齢	20歳未満 50歳代	20歳代 60歳代	30歳代 70歳以上	40歳代
性 別	1. 男性	2. 女性		
居 住 地 区	1. 青森	2. 浪岡		
農 業 形 態	1. 兼業農家	2. 専業農家		

問2 主な作物についての生産概要をお知らせ下さい。数値は、最近3年間程度の実績を参考に平均的な値をご記入ください。

	年間生産量	作付け規模
りんご	() t/年	作付面積：わい化樹 () ハタール 普通樹 () ハタール 樹数：わい化樹 () 本 普通樹 () 本
米	() t/年	作付面積：() ハタール
その他の主な作物 (具体的に：)	() t/年	作付面積：() ハタール

問3 りんごの生産を行っている農家の方にお尋ねします。剪定枝の発生状況をお知らせください。あまり正確に把握されていない場合には、実感としてのおおよその数値でも結構です。ご記入ください。

	発生量	主な発生時期
りんごの剪定枝	() t/年 軽トラック () 台分程度	() 月～() 月頃 () 月～() 月頃 () 月～() 月頃

問4 お米の生産を行っている農家の方にお尋ねします。生産されたお米の脱穀・精米の状況について、おおまかな割合をお知らせください。なお、割合を記入する際には、合計が100%になるようにご注意ください。

自家で精米まで行っている	:() %
自家で玄米の状態にしてから精米所に持ち込んで精米している	:() %
粳の状態に精米所に持ち込んで精米している	:() %
粳のまま保存または出荷している	:() %
その他 ()	:() %

問5 発生した農業廃棄物の主な処分方法と、おおまかな割合をお知らせください。なお、割合を記入する際には、合計が100%になるようにご注意ください。

	処分状況
りんごの剪定枝	自家焼却 : () % 廃棄委託 : () % 自家再利用 : () % 無料リサイクル提供 : () % 有料リサイクル販売 : () % その他 () : () %
もみ殻	自家焼却 : () % 廃棄委託 : () % 自家再利用 : () % 無料リサイクル提供 : () % 有料リサイクル販売 : () % その他 () : () %
稲わら	自家焼却 : () % 廃棄委託 : () % 自家再利用 : () % 無料リサイクル提供 : () % 有料リサイクル販売 : () % その他 () : () %
その他 (具体的に：)	自家焼却 : () % 廃棄委託 : () % 自家再利用 : () % 無料リサイクル提供 : () % 有料リサイクル販売 : () % その他 () : () %

問6 りんごの剪定枝やもみ殻などの農業廃棄物はバイオマスと呼ばれ、資源・エネルギーとしてのリサイクル活用が期待されていますが、現状ではあまり進んでいるとは言えない状況だと考えられます。その主な原因は何だとお考えですか？(最も近いもの1つに○)

1. リサイクルした方が良いとは思いますが、手間がかかるのでやり切れない
2. 手軽にリサイクルに参加できる仕組み(集積場所、定期回収など)がない
3. 農業廃棄物は、熱源、肥料、資材等にほとんど自家で有効活用しているのでリサイクルに回せる量は案外少ない
4. 農業者にはリサイクルするメリットがない
5. そもそもリサイクルして有効活用できるということが知られていない
6. リサイクルして本当に有効活用できるのか疑問視されている
7. よくわからない
8. その他 ()

問 7 青森市が農業廃棄物のリサイクルに取り組むことについて、どのようにお考えですか？
(最も近いもの1つに○)

1. 市全体で最優先の課題の一つとして取り組むべき
2. 最優先ではないにしても、重要なので地道に取り組むべき
3. 環境に良いことは分かるが、他にもっと重要な取り組み課題がたくさんあるので、そちらを優先するべき
4. あまり効果が期待できないので、積極的に取り組むべきではない。
5. よくわからない
6. その他 ()

問 8 今後、青森市が農業廃棄物のリサイクルに取り組んでいく際には、農業者のご協力が不可欠になります。リサイクルへのご協力についてのお考えをお聞かせください。(最も近いもの1つに○)

1. 重要なことなので、可能な限り協力したい
2. 手間と効果をはっきり示していただき、納得できれば協力したい
3. 手間があまりかからないのであれば協力したい
4. 収入増や経費削減など農家のためになるのであれば協力したい
5. 市から相応の支援・補助が受けられるのであれば考えたい
6. 基本的に協力はしたくない
7. よくわからない
8. その他 ()

問 9 農業廃棄物のリサイクル等について、ご意見やアイデアがある方は、以下に自由にご記入ください。

以上でアンケートは終了です。ご協力、ありがとうございました。

第5章 青森市における再生可能エネルギー利用モデル

第5章 青森市における再生可能エネルギー利用モデル

1. 委員アンケート調査の実施

(1) 実施概要

青森市における再生可能エネルギー利用モデルを構築するための素材の収集を目的として、以下のような要領で委員等に対するアンケート調査を実施した。

- ・ 内容： 利用分野、再生可能エネルギー種別、利用形態、利用（設置）場所、目的・用途・方法等、課題、確認先候補 等
- ・ 実施期間： 8月13日～30日
- ・ 実施対象： 各委員、事務局（青森市、地方自治研究機構）、基礎調査機関（エコテクノ）
- ・ 回収率： 100%

(2) アンケート調査結果

アンケート調査の結果として、下表に示すように合計28件の再生利用エネルギーの利用に関するアイデアが収集された。

図表 5-1 アンケート調査で得られた再生利用エネルギーの利用に関するアイデア

整理番号	利用分野	再生可能エネルギー種別	利用形態	利用(設置)場所	目的・用途・方法等	利用主体	想定される課題	その他特記事項等
1	漁業養殖場の水質浄化	風力	小型風力動力直接利用ポンプ	1. 陸奥湾ホタテ養殖 2. 沿岸陸上養殖場	ポンプの駆動は、扱いが便利のため電気を使うモーターによるものがほとんどである。しかし電力による駆動では、 ・系統電源のないところでは使えない。 ・電気代がかかり、今後値上がりも予想される。 ・ポンプ駆動は回転によるものであるから、風車の回転エネルギーを直接ポンプの回転エネルギーに使う方が効率は圧倒的に良い。 ポンプ駆動させることにより、上層部と下層部の水の循環を行う(エアレーション、海水の陸上養殖場へポンプアップ)	漁業者	1. ポンプ駆動には、発電用と違って、回転速度より回転力(トルク)の大きいものが必要である。風車はすでに弘前大学が開発した 1. 低風速でも回る。2.トルクが大きい。の特徴を生かせるローテーション風車が有効である。 2. 風のない時に大きな支障をきたさない利用形態 3. 汚染・浄化では風評被害対策 4. 効率の最適化	
2	リンゴ剪定枝収集システム「リンゴの駅プロジェクト」	バイオマス			木質バイオマスの利用においては、収集システムを構築することが第1に重要となる。森林分野では、自伐林家を対象とした林地残材収集システム「木の駅プロジェクト」が全国的に広がりがあつた。本システムは、副業的に収入を得ながら、再生エネルギー利用に資し、かつ地域活性化にも貢献する点の特徴である。そこで、このシステムをリンゴ剪定枝収集に応用した「リンゴの駅プロジェクト」を提案する。	農業者	・剪定枝の買取り価格の設定。 ・当面は、剪定枝の売払い価格との差額をプロジェクト組織が負担する。 ・差額の原資を持続的に調達できる、あるいは循環できる仕組みをつくる必要がある。	仕組み 1 登録した出荷者は規格に沿って造材し、決められた場所に出荷する。(剪定枝であれば、農協や道の駅等でも可能か) 2 容量を量り、所定の伝票に記入して窓口に手渡す。 3 担当者は伝票をチェックし、地域通貨券を発行する。 4 出荷者は登録された商店で、地域通貨を利用できる。 5 商店はレシート分をプロジェクトに請求するか、また他の登録商店で利用できる。
3		太陽光、バイオマス、温泉熱、小型風力		道路(融雪)、農業施設、観光温泉施設、学校を始めとする公共施設	青森市の「住宅や事業所単位で導入可能な小型・低コストの再生可能エネルギー利用」という方向性は大きい賛同する。目新しい利用より、いかに普及させるかに注力するべきと考える。			すでに市内で導入されている優良事例を広げていくことが大切ではないか。農業者、漁業者を再生可能エネルギー需要者としての観点から検討していただきたい。

4	ホタテ養殖	バイオマス(養殖残さ)	・熱 ・液体燃料	・ホタテ養殖作業小屋の暖房熱源 ・ホタテ養殖漁船の油	大量に発生し、その処理方法が問題となっているホタテ養殖で発生する残さから、エネルギーを創出する。	漁業者		
5	トマト・イチゴ・野菜栽培	地中熱、風力、バイオマス、太陽光	熱、動力	ハウス	年間を通して温度の変化が少ない地中と外気温の温度差をヒートポンプの原理を用いてエネルギーに変換し、更に補助としてソーラーによる発電・発熱、若しくはバイオマスを利用する。	農業者	これまでも青森においては冬の農業の推進に取組んできたが、豪雪と熱源確保のコスト高により、思うように普及していない。高収益につながるブランド作物等の選定とコスト削減計画で、いかに生産者の同意が得られるか。	
6	店舗販売	風力	電力	店舗入り口付近	傾斜のある店舗では、冬期間凍結のため滑りやすくなる。これを熱源により融かす。	小売業者	耐久年数電熱ヒーターとのコスト比	
7	木材乾燥・果物、野菜栽培	バイオマス	熱	木材乾燥室、温室	木質廃材等を熱で固形化し、連続投入の出来るプラントとする。高い熱は木材乾燥の熱源とし、余熱を温室栽培の果物、野菜、花卉の栽培に使用する。	木材業 林業 建築業	熱源となる木材、端材が安定的に供給されるか	各地域にある燃焼可能なもの(稲わら等)を安定的に確保すれば、雪の集積地に熱源を置くことで、温水プールで溶かすことも可能ではないか。
8	融雪	地中熱	熱	雪捨て場	地中熱を利用した融雪装置により、雪捨て場の雪を融かす。	町内住民	・雪捨て場の確保 ・設置費用(流雪溝との比較) ・行政の補助金を確保できるか	
9		バイオマス(もみ殻)	熱	家庭の暖房	現在の利用方法は、家畜の敷き料、堆肥などが主流で、熱源としての利用例は見受けられない。熱源としての利用としては、圧縮固形化してストープ等で燃焼。	一般家庭等	・もみ殻については、市内にある数百カ所の糞米所に分散している。非常に軽量であることから、移動は困難。圧縮などの加工が必要。 ・堆肥・くん炭・敷き料など多岐にわたり利用され、賦存するエネルギー量は極めて小さい。 ・加工や燃焼に新たな投資が必要となる。	・もみ殻の焼却により気管支喘息を誘因する物質が放出される可能性もあり。 ・市内には貯蔵のカントリーエレベーター1カ所があるが、もみ殻は全量堆肥として、農家に供給している。 ・ハウス加温用としての用途は経済性や連続燃焼の問題から不適。 ・近年における不作は平成5年の87kg/10a。安定供給に問題有り
10	農業用施設	風力、太陽光、地中熱	照明、動力、熱	農業用施設(ビニールハウスなど)	・風力と太陽光を併用し、ビニールハウス内で使用する照明などの電力に使うとともに、野菜等の温度管理に地中熱を利用し、そのヒートポンプの電力にも利用する。 ・電動農機具のバッテリーの充電。	農業者	・整備に掛かるコストが高くなる。 ・充電できるほどの発電が期待できるか、風の無い夜中などでは、充電できない。	
11	温泉施設	地熱	熱	温泉施設	温泉から捨てられるお湯を使い、パイナリー発電を行い、温泉施設内で利用する。	温泉事業者	・主任技術者の確保 ・設備費用 ・温泉事業者の同意	
12	暖房、融雪	地中熱	熱	各施設	浅虫地区は市内の他地区より地中の温度が高いと思われるため、これをヒートポンプレスで冬季の暖房や融雪に利用する。	浅虫地区住民	浅虫地区の地中熱エネルギーが他地区と変わらない、または温泉を配送するためのパイプの熱によるものであった場合、浅虫地区で行うメリットがなくなる。(パイプの熱を奪ってしまうと配送先の旅館で加温しなければならなくなる)	
13	データセンター	雪氷熱	熱	各施設	サーバ等の機器を冷やすための空調が必須なデータセンターにおいて、雪冷熱を利用する。 以前から、夏の猛暑を避けるために、コンテナ型のデータセンターを地中に埋めて使うことは試験的に実施されてきたが、さらにそれを雪で囲うことによって、夏季の空調にかかるエネルギーを減少させる。(秋～冬はもとも冷涼なので、雪は夏まで持てばいい)公園樹や街路樹の剪定枝や草刈後の草などを燃やし、発電した電力を公園の外灯や管理施設で利用するほか、四阿に足湯を設置し、市民の憩いの場として活用する。 冬季間の合浦公園では、歩くスキーを楽しんでいただいているが、その後の疲れを取ることできる。	データセンター設置者(NEC、富士通等)	雪を夏まで持たせるにはどれくらいの量が必要か、またそのための敷地面積やコストが課題である。	
14	公園施設	バイオマス	電力、熱	合浦公園などの比較的大きい公園	ホタテ養殖残渣や生ごみ等の廃棄物系バイオマスからメタンを製造し、漁船の動力として利用する。 漁船に搭載できるガス量が不明であるため船団を組むような遠洋漁業には利用できなくとも、湾内限定ならば十分活用できるのではないかと。	青森市、青森県(青い森公園、総合運動公園など)	・枝、草などの保管場所の確保 ・設備導入にかかるコスト	各街区公園には公園委護会が結成されているが、そこから排出される枝、草、落葉等も回収できればエネルギー資源としては相応の量を確保できるのではないかと。
15	ホタテ養殖等の、むつ湾内における漁業	バイオマス	動力	漁船	ホタテ養殖残渣や生ごみ等の廃棄物系バイオマスからメタンを製造し、漁船の動力として利用する。 漁船に搭載できるガス量が不明であるため船団を組むような遠洋漁業には利用できなくとも、湾内限定ならば十分活用できるのではないかと。	漁業者	メタンガス利用エンジンの開発、それを利用した漁船の製造、現在の(高騰している)重油価格と比べて安いコストで燃料が提供可能か、など。	
16	照明、表示灯	風力、太陽光	電力	スキー場(モヤヒルズ)	ナイター営業時のライトアップと、視界不良時における照明及び表示灯を点灯することによる施設利用者の安全確保	施設利用者	・導入、設置等にかかる経費(電力需要と小型風力発電の必要数の把握) ・施設管理者の理解	
17	農業	風力、バイオマス、太陽光、小型水力、地熱	熱、電力	ビニールハウス	冬期間等、ビニールハウスで使用する暖房の熱源や空調に使用する電源の確保	農家(農業指導センター)	・導入、設置等にかかる経費(設置費用やランニングコストの試算) ・農家の理解	

18	燃料ペレット製造・流通	木質バイオマス	熱		・リンゴの剪定枝を青森市が回収し、五所川原の津軽ペレット協同組合に搬送して燃料ペレット化する仕組みを構築(浪岡～五所川原は10～20km程度?)する。・市が周辺市町村と連携して、ペレットタンクローリー等を使った需要家への燃料ペレット流通の仕組み(専用サイロ、全自動化、定期配送)を確立する。	市内の熱需要家(家庭、事業所、公共施設等)	・剪定枝の回収コスト・剪定枝の燃料ペレット原材料としての適性・ペレット流通網の整備と需要拡大	
19	ホタテウロの飼料化、イトウ養殖	水力、風力、バイオマス	電気、熱	飼料工場、養殖場	・ホタテウロから重金属等を取り除いて飼料化し、これを餌の一部として使用したイトウ養殖を行って新しい特産品とする。飼料化に必要な熱や電力の一部を再生可能エネルギーで賄う。 ・イトウ養殖場の電力を水力発電や風力発電で賄う。	イトウ養殖業者、ホタテ加工業者	・ウロに含まれる重金属を効率的に除去して飼料化する技術の確立。 ・イトウの養殖飼料としてのホタテウロの適性。 ・イトウの需要開拓。	
20	データセンター冷却、融雪	雪、排熱	熱	データセンター周辺	・データセンター事業者を誘致し、雪捨て場と一体整備を行う。 ・雪の冷熱でデータセンターの冷却エネルギーを削減。 ・排熱を周辺の農業栽培や融雪に有効利用。 ・データセンターは将来的にスマートメータの運用制御等のスマートシティ確立に向けた拠点としての活用も想定。	データセンター事業者、市民	・センター事業者の誘致 ・用地確保 ・雪の搬入効率化	
21	漁業	風力	電力	洋上、港	洋上風力で得た電力を蓄電池、電化漁船へ充電する。 燃料高騰に左右されず、漁業を行うことが出来る。	漁業者	充電設備、電化漁船の導入コスト	
22	市内交通	バイオマス	水素ガス	廃棄物処理施設	間伐材、剪定枝等をガス化させ、得られた水素を水素燃料として活用する。	公共機関	設備費コスト	
23	リンゴ加工場	バイオマス	電力、熱	リンゴ加工場	リンゴの絞りかす、落下したリンゴ、規格外品等を用いて、①メタン発酵によるメタンガスの利用、②アルコール発酵によるエタノールの利用、等を検討する。	加工事業者	設備費コスト	
24	融雪	小型水力	熱	水路脇	水路に設置した水車の回転エネルギーから、直接熱を取り出し、その熱をロードヒーティングパイプを通し、融雪を行う。	水路近くの企業、個人	熱を作り出す効率性	熱量が不足した場合、他の補助熱源と組み合わせることも考えられる。
25	湖沼の浄化及び栄養素の生産	風力	電力	湖沼付近	風力発電で得た電力でエアープンプを稼働し、湖沼の底に空気を送る。	自治体		
26	農業ハウスの熱源	小型風力、小型水力	電力、熱	ハウス、畑、用水路の脇	小型風車、小型水力で熱を作り出し、電照菊の電源やビニールハウスにおけるイチゴなどの促成栽培に利用する。	ハウス栽培農家	得られる熱量の程度	ソーラー発電とハイブリッドも考えられる。
27		風力、太陽光	電力	リンゴ農家	風力発電により風を抑え、リンゴの落下防止につなげる。また得られた電力で、リンゴを下部分から照らし生育に利用する。	リンゴ農家	得られる電力の程度	
28	庭の散水	小型風力	電力	個人宅	小型風車で得た電力により自動的に散水する。	個人宅	風がない場合の対処法	太陽光発電とハイブリッド化する方法や、蓄電する方法も考えられる。

(3) 結果分析

アンケートで提案された主たる需要場面は、概ね以下のように集約できる。

- ・ 養殖用の動力・暖房・漁船燃料
- ・ 環境浄化（養殖場、湖沼）
- ・ 融雪・凍結防止
- ・ 観光温泉施設や公共施設のエネルギー
- ・ 農業施設（ハウス）の熱源・電源
- ・ リンゴ栽培の高度化（落果防止、補光による赤化促進）
- ・ 公園・スキー場等の外灯・足湯の設置等
- ・ 木材乾燥等の産業用熱源
- ・ データセンター冷却
- ・ 家庭の暖房や散水動力

また、今回の主対象である小風力、小型水力、木質バイオマス以外のエネルギー種の提案としては、概ね次のような提案があった。

- 水産バイオマス（ホタテ残渣）
- 農産バイオマス（もみ殻、リンゴ搾りかす）
- 地中熱
- 温泉熱
- 雪氷冷熱
- 太陽光、太陽熱等も含めた複合利用

(4) アンケート調査から抽出された青森モデル構築に向けて参考になるその他の視点

上述の需要場面やエネルギー種類以外に、エネルギー効率向上、仕組み、波及効果の側面から、それぞれ以下のような事項が青森モデル構築に向けて参考になる視点として抽出された。

【エネルギー効率向上の側面】

- 風力の動力利用
- 複合利用、カスケード利用

【仕組みの側面】

- バイオマスの効率的な収集システムの確立
- ペレット等の効率的な流通システムの確立
- 地域通貨の導入
- 県や周辺市町村（五所川原市、弘前市、黒石市、平川市、鱒ヶ沢町等）との連携

【波及効果の側面】

- エネルギー地産地消による特産品の高品質化（ホタテ、リンゴ等）
- エネルギー地産地消による新しい特産品開発（電照菊、いちご、イトウ等）
- 新産業の誘致（データセンター等）
- 将来的な拡張性（スマートシティ実現の拠点）
- 目新しさよりも地道な普及を重視
- 新しいエネルギーインフラの構築（ペレット社会、水素社会など）

2. 利用モデルの設定

(1) モデル設定の前提条件

①モデルの設定手法

専門家による調査研究検討委員会において実施した委員アンケート調査で得られたアイデアを基に、関連する内容を集約・発展させていくつかのモデル概要案を作成した。次に、作成した概要案を、実際に関わりのある事業者や研究機関等にヒアリング調査を実施し、各種の文献・Web調査結果も合わせてモデル概要案の肉付けや見直しを行った。さらに、調査研究検討委員会において概要案の推敲を行い、最終的なモデルとする。

②モデルの性格

本調査研究におけるモデルは、青森市域において今後期待される再生可能エネルギーの典型的な利用形態の大きな方向性を示すものであり、ごく基礎的な検討に基づいて考案したものである。したがって、実際の普及促進に向けては、本モデルをひとつの出発点として、継続的に追加調査・詳細検討を進め、適宜内容の見直し・更新を行っていく必要がある。

③モデルの活用方法

本研究調査で構築したモデルが示すいくつかの方向性を軸として、本調査研究以降に、詳細ニーズ、詳細課題、波及効果、関連技術動向、コスト、ビジネスモデル、事業採算性等を引き続き精査し、実現可能性を高めていく中で、適宜軌道修正をしていくことが望まれる。その際には、各モデルの利害関係者と本モデルをたたき台として十分な協議をしていく必要がある。

また、青森市の今後の再生可能エネルギー普及促進施策を検討する際の大きな柱としての活用も望まれる。

(2) モデル設定の視点

以下に示す視点を重視し、関連する需要をいくつかの利用シーンに集約してモデルの設定を行った。

【青森市再生可能エネルギー利用モデル設定の視点】

- 青森市ならではの地域特性を反映したもの
- 青森市のまちづくりの方向性に合致したもの
- 新しい利用形態として将来性のあるもの
- 市内の経済・雇用・環境等への効果が期待できるもの
- 周辺市町村、県等への波及効果が期待できるもの

(3) モデルの設定

上記の前提条件及び設定視点に基づき、利用モデルとして以下の4タイプに集約して検討を行った。

【青森市再生可能エネルギー利用モデル】

- 水産関連産業の高度化モデル
- 農作物の高付加価値化モデル
- 木質チップ・ペレットの製造・流通モデル
- 雪冷熱利用データセンターモデル

3. 水産関連産業の高度化モデル

(1) モデルの概要

- 陸奥湾ホタテ養殖や沿岸陸上養殖場等に小型風力動力直接利用ポンプを設置し、上層部と下層部の水の循環、エアレーション、海水の陸上養殖場へポンプアップ等を行う。
- 風車の回転エネルギーを直接ポンプの回転エネルギーに使うことで圧倒的な高効率が期待でき、水質・水温の安定維持等に資することが期待される。
- ホタテの収穫時及び加工時に発生する残渣をバイオマス資源として利用（エネルギー又は肥料・飼料等）する。

(2) 需要面の検討

①事業者等のニーズ

【海水の攪拌・循環等について】

- ホタテの養殖は、海水の低酸素化や夏の高温が課題となっており、これが解決できるのであれば良い。
- 海水の循環によって、ある程度の効果は期待できると考えられるが、実際の効果を発揮するためには多くの風車の設置が必要ではないか。
- 台風が来た後はホタテの成長が良くなる。これは海水が混ざり合ったためだと考えており、したがって海水を攪拌することは、ホタテの成長にも一定の効果はあるのではないか。
- 強い潮流が発生した場合には、ホタテ貝同士が衝突して被害が出るため、強い潮流をエネルギーで回収して潮流を緩和できれば良い。
- 養殖場の海底には、籠付着物の沈下によって汚泥が堆積するものの、これらはナマコの餌となっており、水質の悪化にはつながっていない。
- 現在は、表面海水温が上昇した場合には、養殖籠の位置を下げているため、海水を循環させることにより、海水温が平均的に高温になってしまうことが最も懸念される。

【養殖残渣（籠付着物）の処理等について】

- ホタテの養殖籠に付着する海草、泥等の処理が問題になっている。今年度は4,500tの漁獲に対して付着物残渣が2,500t発生した。この処理に1万円/tを要している。
- 付着物は現在市内の最終処分処理場で処理されているが、肥料やメタン発酵によるガス化利用の検討を行っている。視察を行った北海道（ばんけい）では他の有機残渣と混合し、肥料化を行っている。
- 付着物の残渣はホタテの回収時にのみ発生するため、利用には持続的な供給が課題となっている。海水温の変化により養殖期間が長期化した場合には、付着物が多くなる。

②夏場の温度上昇とホタテのへい死

- ホタテの養殖においては、成貝の場合は水温が 20℃以上、稚貝の場合は 25℃以上で成長がストップし、27℃以上で両方ともへい死するとされている。
- へい死しなくても、24～26℃の水温がどのくらい続くかが、ホタテの生育に大きく影響する。
- 以下に示すように、夏場の高水温が続いた 2010 年には多くのホタテ貝がへい死して、2011 年の漁獲高を大きく減少させている。

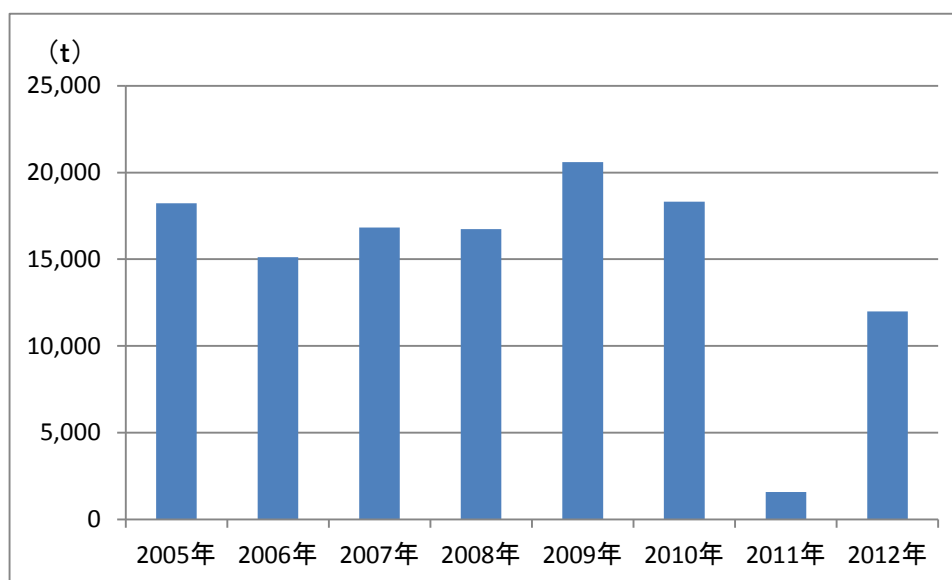
図表 5-2 青森ブイ 15m 層の半月別水温平均値(単位:℃)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
8月第1半月	21.2	19.2	21.6	18.6	21.4	23.0	19.5	21.4	17.4	22.1	20.8	18.7	20.7	20.9	19.6	21.5	20.0	21.1	21.0
8月第2半月	21.1	20.3	22.9	19.6	21.8	23.4	19.8	22.1	18.5	22.0	20.8	20.9	21.3	21.7	20.1	23.1	20.6	21.5	21.9
8月第3半月	22.2	21.0	22.8	20.3	22.2	23.3	20.0	21.8	19.8	22.8	21.5	22.2	21.7	21.8	19.4	24.4	22.9	21.8	24.2
8月第4半月	23.2	21.6	22.0	21.2	23.0	23.3	20.5	21.8	18.8	23.0	23.8	22.1	21.8	21.8	21.0	24.4	23.0	22.8	25.3
8月第5半月	24.3	21.7	21.8	22.6	24.2	23.1	20.9	21.9	19.8	22.8	24.5	22.9	22.5	20.2	21.5	25.4	23.2	23.4	25.7
8月第6半月	24.3	22.0	22.7	22.7	23.9	24.4	21.4	21.8	21.1	22.7	24.3	23.4	23.3	20.3	21.6	25.8	23.7	24.8	25.5
9月第1半月	23.7	21.2	23.6	22.9	-	24.4	22.2	21.5	21.2	22.4	24.5	23.9	22.5	21.3	21.6	26.4	23.7	24.9	24.9
9月第2半月	23.7	21.3	23.5	23.0	24.3	23.9	21.2	22.7	21.0	22.0	23.8	23.8	22.6	22.5	21.5	26.6	23.6	25.6	24.7
9月第3半月	23.2	21.3	23.5	23.1	24.4	23.5	21.1	22.4	20.9	21.7	23.4	23.3	22.6	22.8	21.2	25.8	23.4	25.9	24.7
9月第4半月	22.8	21.6	22.7	22.9	24.0	23.2	20.9	22.1	20.9	21.7	23.0	22.5	21.9	22.9	21.0	25.1	23.4	26.4	24.1
9月第5半月	22.4	21.5	22.1	22.2	22.2	22.8	20.5	21.6	20.7	21.5	22.8	21.2	22.1	22.4	21.0	24.7	22.6	26.1	23.7
9月第6半月	21.8	21.0	21.0	21.9	21.4	22.3	20.3	21.1	20.6	21.2	22.1	20.6	21.7	21.1	20.9	23.7	22.5	25.1	22.9

はなはだ低い 平年比 ≤ -200%	かなり低い -200% < 平年比 ≤ -130%	やや低い -130% < 平年比 ≤ -60%	平年並み -60% < 平年比 < 60%	やや高い 60% ≤ 平年比 < 130%	かなり高い 130% ≤ 平年比 < 200%	はなはだ高い 200% ≤ 平年比
-----------------------	------------------------------	----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------

出所) 青森県産業技術センター水産総合研究所

図表 5-3 青森市のホタテ漁獲高の推移



出所) 青森市農林水産部「青森市農林水産データ集」平成 25 年 8 月

③検討課題

- ホタテの中腸腺（ウロ）は、漁獲高のおよそ1割程度の重量があるが、カドミウム等の重金属が蓄積されている可能性があるため食用に適さないことから、毎年1,500t程度が廃棄処分されていると推定される。現在では、ほとんど焼却処分されているウロをメタン発酵等によってエネルギー利用することや、重金属を容易に取り除く技術を開発するなどして肥料・飼料等の資源活用の道を模索していくことが重要である。
- ウロ以外でもホタテ養殖の残渣を焼却処理すると含まれる塩分から焼却施設の劣化が早まるので、焼却処理以外の活用方法の検討が望まれる。
- 陸上養殖については、水産指導センターにおいて種苗生産を行っており、こうした場所での給排水ポンプにおける活用等が考えられる。

図表 5-4 水産指導センター種苗供給実績の推移

区分	ワカメ (単位：m)	コンブ (単位：m)	ナマコ (単位：個)
H17年度	14,800	32,000	150,000
H18年度	18,800	22,000	175,000
H19年度	18,600	18,700	105,000
H20年度	18,500	24,500	77,000
H21年度	17,900	16,800	66,000
H22年度	19,900	15,800	103,000
H23年度	34,600	19,700	15,000
H24年度	32,200	15,100	50,000

※①出典は水産指導センター調べである。

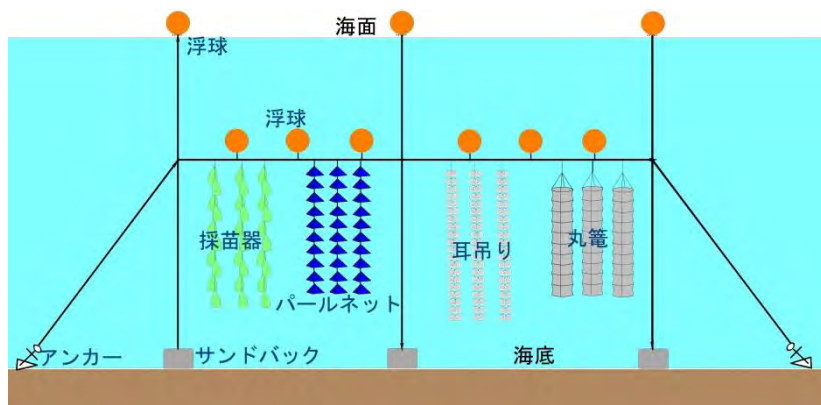
※②各数値は各年度の3月31日現在の数値である。

出所)青森市農林水産部「青森市農林水産データ集」平成25年8月

(3) 技術・コスト面の検討

- 陸奥湾では、垂下式養殖と言われる方法により、養殖用のロープにホタテガイを入れた籠（パールネット、丸籠）を吊るすなどして育てるため、ロープや籠に風車を設置することは難しいと考えられることから、設置場所を工夫する必要がある。

図表 5-5 陸奥湾の垂下式養殖



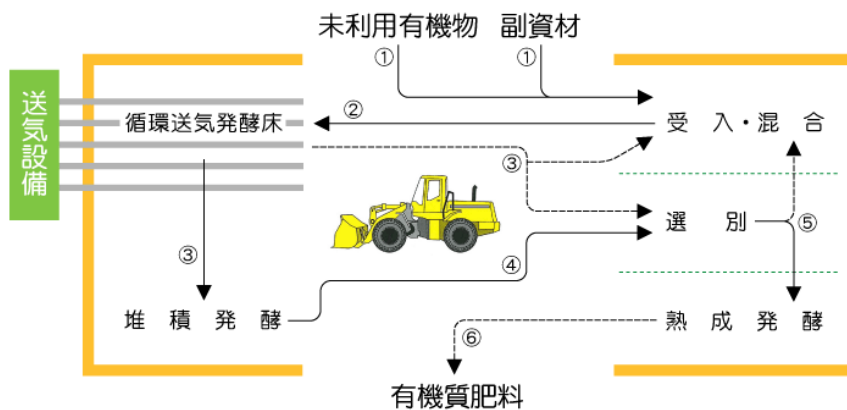
出所)青森県産業技術センター水産総合研究所

- 低酸素化している潮流に対して循環器等を設置すれば、ある程度の効果が期待できると考えられるが、年間を通して潮流が一定でなく有効な設置場所の特定が難しいと考えられる。大学と共同で海中に酸素を送る実験を検討した経緯があるが、多くの動力を必要とするとのことであった。

(4) 関連事例

- ホタテ養殖等に風力を直接動力として利用している事例は、一般的にはほとんど知られていない。
- ホタテ養殖残渣の有効利用の事例としては、北海道の(株)ばんけいりサイクルセンターの発酵エースシステムがある。
- このシステムの施設・設備は、建物と堆積発酵床、循環送気設備、選別機とホイールローダーのみで、施設コストが小さくランニングコストも安価である。
- 未利用有機物は、切断や破碎等することなく発酵処理の過程で分解され肥料となる。
- 厳寒の北海道でも、冬期間加温しなくても発酵でき、特殊な発酵菌は必要としない。

図表 5-6 ばんけい発酵エースシステムの概要



出所) ばんけいリサイクルセンター

(5) 今後の推進ステップ案

水産関連産業の高度化モデルの推進ステップ案として、下表のように、短期、中期、長期のそれぞれについて検討課題と実施事業例を検討した。

図表 5-7 水産関連産業の高度化モデルの推進ステップ案

区分	検討課題	実施事業（例）
短期 (1～2年)	<ul style="list-style-type: none"> ・海流や海水温の詳細調査と攪拌用風車等の有効設置場所の検討 ・ホタテ養殖残渣やウロの有効利用手法の検討 ・陸上養殖等への再生可能エネルギー導入可能性検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・大学等との共同研究
中期 (3～5年)	<ul style="list-style-type: none"> ・海水の攪拌によるホタテ養殖への影響評価 ・ホタテ養殖残渣やウロを用いたメタン発酵技術の確立 ・陸上養殖等への再生可能エネルギー導入効果とニーズの検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証実験
長期 (6～10年)	<ul style="list-style-type: none"> ・青森市の水産業における再生可能エネルギー導入可能性の再評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係者や有識者による検討委員会の設置

4. 農産物の高付加価値化モデル

(1) モデルの概要

- 小型風力、小型水力、バイオマス等をハイブリッドに利用した農作物の高付加価値化の可能性を検討する。
- 例としては、小型風力発電や小型水力発電で得られた電力を活用した電照菊の栽培、LED照明等によるイチゴ栽培、野菜工場、風力発電によって風を抑えてリンゴの落下を防止するとともに得られた電力によって地面から光を当ててリンゴの品質を向上させる等。

(2) 需要面の検討

- 電照菊やイチゴ栽培等については、青森市農業指導センター等において以前に検討された経緯もあるが、電気代が負担となって農家は取り組んでいないのが現状である。
- 農家は冬期に取り組む作物が少なく課題となっている。したがってエネルギーコストが負担にならなければ、促成栽培等に取り組む農家もいると考えられるが、最近では、むしろ寒さを逆手にとって高付加価値化する「寒じめ菜」「雪下野菜」などが注目されていることにも留意すべきである。
- 外食産業では年間を通して食材が手に入ることが望まれており、このような需要家を確保できれば、促成栽培や抑制栽培を行う農家も出てくると考えられる。
- 熱利用については、暖房機器を農家1件ごとに導入することはコスト面から難しいと考えられるが、農協や農業指導センターにおける種苗生育のような場面で、再生可能エネルギーの熱を利用することは可能と考えられる。
- 水耕栽培施設や、いわゆる植物工場のような施設においては、照明の他にも水循環や空調へのエネルギー需要が想定されるため、利用可能性が大きい。
- 養鶏場などが隣接している場合には、メタン発酵等によってバイオマス発電を行い、廃熱を野菜の促成栽培に利用することも考えられる。

図表 5-8 夜間の電照菊ビニールハウス(愛知県田原市)



出所) At by At

(3) 技術・コスト面の検討

【電照菊】

- 菊は日照時間が短くなると花芽を形成し、やがて蕾となり開花するという性質がある。その性質を利用し、花芽が形成される前に人工的に光をあてることにより、花芽の形成と開花時期を遅らせる方法が電照菊である。
- 使用する菊は秋に開花する「秋菊」を使用することが多く、ビニールハウスを使用し、秋菊が花芽を形成する前の5～8月頃の夜間に電球などを用いた照明を菊にあてて花芽を形成させないようにする。9月以降は照明をあてずに通常と同じ栽培を行なう。これにより開花時期を数ヶ月遅らせて出荷する。
- 最近では技術の向上によって、秋菊のみでなく夏菊もこの方法で栽培されており、開花時期を9ヶ月までずらすことが可能である。また、ビニールハウスをシート等で覆い太陽光を遮るという方法も併用することで、様々な菊を様々な時期に開花、出荷を可能としている。
- 従来、照明は白熱電球が主流であったが、電照菊専用の電灯も開発され、現在はこちらが主流である。近年はLEDなどの省電力の照明も開発・実用化されつつある。

【その他】

- LED電球も白熱電球と同様に、原則として促成栽培・抑制裁培等に利用できる。
- ハウス等の初期投資が負担となるため、県の奨励策等があっても農家は積極的に取り組もうとしないのが現状である。
- 風力発電によって風を抑えてリンゴの落下を防止するとともに、得られた電力によって地面から光を当ててリンゴの品質を向上させるというようなアイデアも考えられるが、その実現可能性やコスト対効果等については未知数であり、まずは実証的な研究から進めていく必要があると考えられる。

(4) 関連事例

- 青森県黒石市では、平成19年に完全人工光によるベビーリーフ及びトマト苗の安定供給を目指した実証事業として「産直野菜工場普及促進モデル事業」が実施された。
- 事業実施後の課題として、初期投資とランニングコストを賄うために、収益性の高い作目の選定と販売の確保、事業実施者の栽培技術の向上、資金面での対策の充実等が指摘されている。
- ただし、本実証事業では、LEDではなく白色蛍光灯を使用し、電力も普通の系統電力を使用している。

図表 5-9 青森県産直野菜工場(黒石市)

基礎情報	
施設のタイプ	完全人工光型
事業者名	青森県、津軽元気野菜工場事業共同組合(8社)
事業者の属性	その他
設置年	2007年
設置実面積	296.48㎡
栽培実面積	16.2㎡
設置場所の地目	非農地
建築用途	作業場
使用光源	3波長型白色蛍光灯(144本)
水源	上水道
エネルギー源	電気(単相三線式100V、200V)
生産情報	
生産品目	ベビーリーフ、トマト苗等
生産量	約480kg/年(4月下旬~3月下旬)(ベビーリーフ)
年間生産回数	約30回
歩留まり率	約93%(ベビーリーフ)
年間売上規模	約120万円(ベビーリーフ)
収支	赤字
設置コスト	約900万円(付帯工事込み)
年間運営コスト	約140万円
雇用者数	従事者:10人(8事業者(8人がそれぞれ週2回×3時間)、県(2人がそれぞれ週2回×3時間))
販売先	地元産直施設、小売業、飲食店等
栽培システム	太洋興業(株)(現:MKVドリーム(株))の人工光・閉鎖型苗生産装置「苗テラス」
その他	当該システムは、青森県が2か年のモデル事業として設置し、県が建設業者等8社と協働・連携し実践したものである。

出所)農林水産省、経済産業省「植物工場事例集」平成21年11月

図表 5-10 産直野菜工場普及推進モデル事業



出所)中南部地域県民局「産直野菜工場普及推進モデル事業について」平成19年10月

(5) 今後の推進ステップ案

農産物の高付加価値化モデルの推進ステップ案として、下表のように、短期、中期、長期のそれぞれについて検討課題と実施事業例を整理した。

図表 5-11 農産物の高付加価値化モデルの推進ステップ案

区分	検討課題	実施事業（例）
短期 (1～2年)	<ul style="list-style-type: none"> ・青森市において高付加価値化が期待できる農産物の洗い出しと選定 ・青森県の「冬の農業普及拡大計画」との連携可能性 ・種苗栽培への再生可能エネルギー導入可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーによる農産物高付加価値化調査
中期 (3～5年)	<ul style="list-style-type: none"> ・種苗栽培実証実験 ・再生可能エネルギー利用実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ・新品種種苗開発 ・ハイブリッド型再生可能エネルギー利用による栽培実験
長期 (6～10年)	<ul style="list-style-type: none"> ・市内の一般農家への種苗普及 	<ul style="list-style-type: none"> ・新品種普及の技術支援

5. 木質チップ・ペレットの製造・流通モデル

(1) モデルの概要

- 青森市内で発生するリンゴ剪定枝等のバイオマスを効率的に収集する仕組みを構築する。
- 収集したバイオマスは、チップ化して市施設等における熱源として活用するほか、近隣のペレット製造工場に搬送してペレット化することも想定する。
- ペレットやチップの原材料となるバイオマスを提供した農業者等が格安にペレット等の配給等を受けられる等のメリット享受の仕組みや、需要家への定期的配送による効率的なペレット・チップ等の流通の仕組みを構築する。
- 併せてペレットストーブ、ペレットボイラー、チップボイラー、専用サイロ等の普及促進を図る。

(2) 需要面の検討

①前提条件

- 現在青森県内には、津軽開発業同組合（中泊町）と津軽ペレット協同組合（五所川原市）がペレットを製造している。
- このうち、津軽ペレット協同組合は、青森市のリンゴ生産の大半を占める浪岡地区に隣接しており、地理的なメリットが大きいと考えられる。

図表 5-12 青森県内のペレット製造工場



出所) 青森県商工労働部新産業創造課「木質バイオマス燃料ビジネスモデル形成事業
木質ペレット委託調査報告書」平成 21 年 3 月

②関連主体のニーズ

【リンゴ農家】

- ・リンゴ農家は太い剪定枝は自家用の薪とし、細い剪定枝は農園の中で燃やしてしまうのが現状。そのため、収集に協力してもらうにはある程度の対価が必要と考えられる。
- ・ペレットストーブは高価なため農家には普及していない。そのため、回収に協力する農家にペレットで対価を支払う方法も現時点では難しいと考えられる。
- ・リンゴ農家は環境に協力したい意向を持っていても、農道が狭く回収に手間がかかるなどインフラ面に問題があり、協力を得られない場合もある。

【ペレット製造事業者】

- ・剪定枝をペレット化することは技術的にはほとんど問題はないが、剪定枝を原料としたペレットは、灰の発生量が多く、ペレットストーブよりもペレットボイラーへの利用が適している。
- ・ペレット製造事業者としては、剪定枝をペレット原材料として利用するよりも、チップ化して工場内でのペレット生産工程における木材乾燥用燃料としての利用が期待できる。

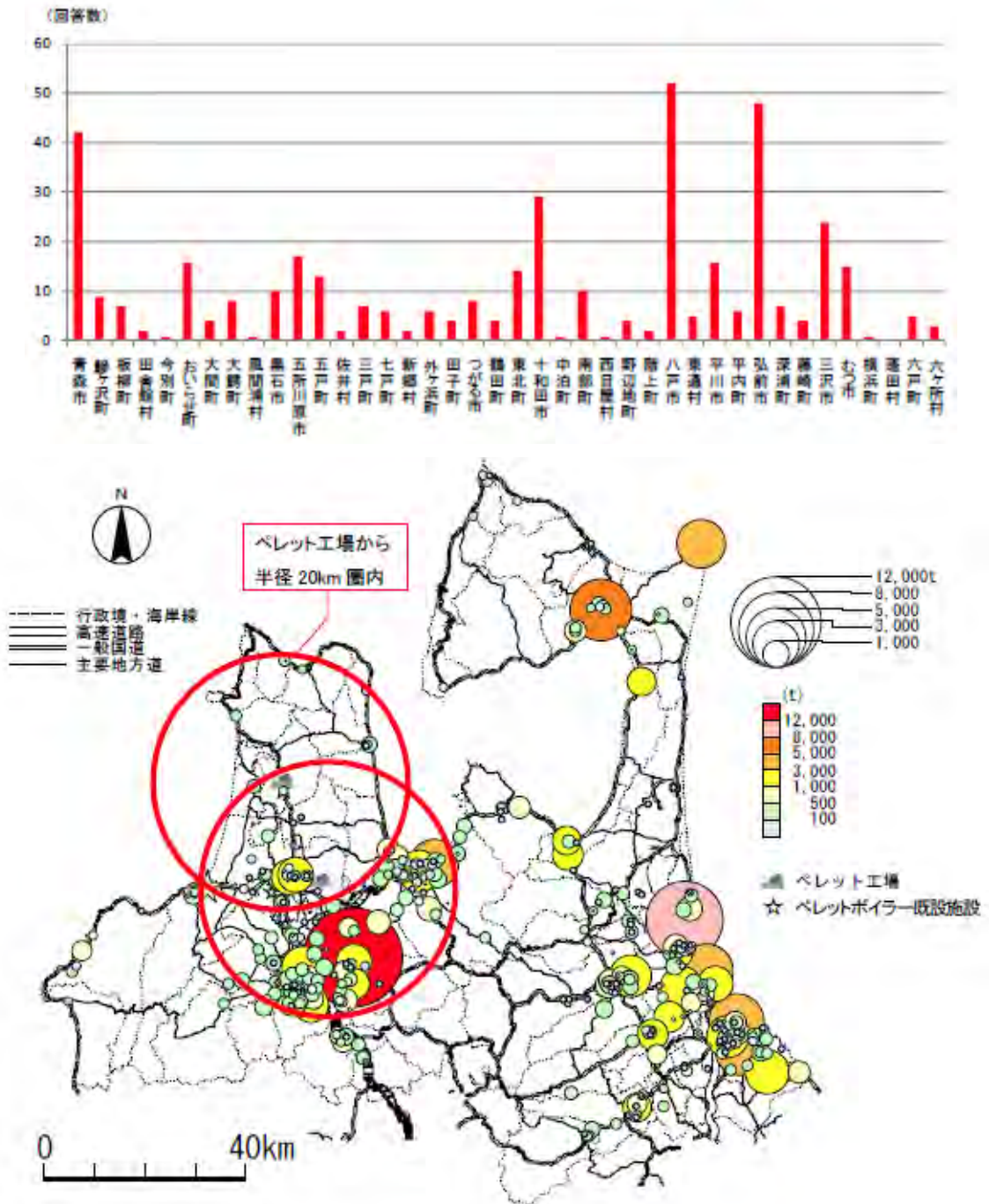
【熱需要家】

- ・リンゴの剪定時期は2～3月が主であり、年間を通じた安定的な利用は難しいものと推察される。
- ・青森市内ではペレットストーブが約20台導入されているが、灰の量が多い剪定枝ペレットの利用に向くボイラーの導入が1台もなく利用先が十分確保されていない。
- ・岩手県ではペレット利用の拡大が進み、県を超えてペレットが流通している。最近では津軽ペレット協同組合の生産量の約半分が岩手県内のプロイラー事業者へ納入されている（ヒヨコの加温に利用）。

③青森市内の熱需要

- ・青森県が行ったアンケート調査によれば、平成20年の時点での県内のエネルギー需要施設の分布は、青森市が八戸市、弘前市に次いで多く、その多くが津軽ペレット協同組合から半径20km圏内にある。

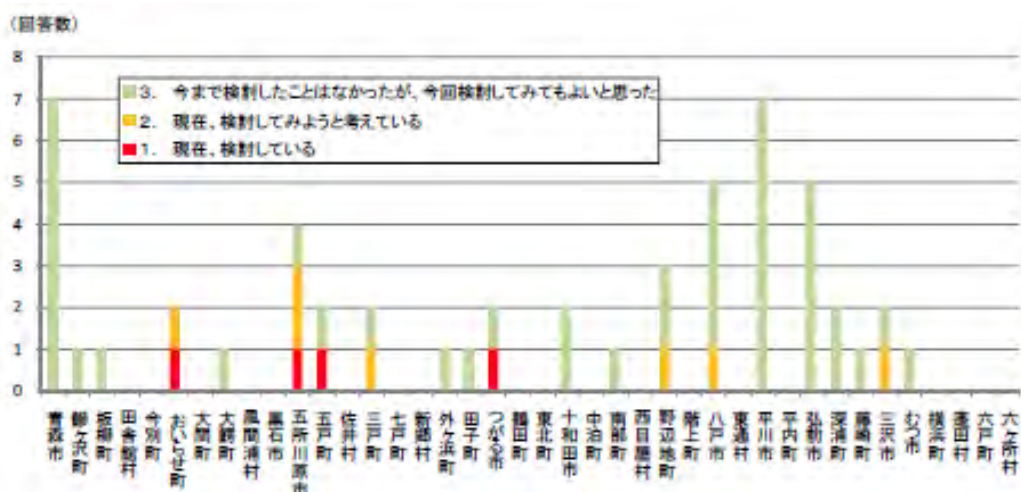
図表 5-13 青森県内の熱需要施設の分布状況



出所) 青森県商工労働部新産業創造課「木質バイオマス燃料ビジネスモデル形成事業
 木質ペレット委託調査報告書」平成 21 年 3 月

- また、同アンケート調査によれば、青森市内では、ペレットボイラーの導入について検討中や検討予定はないものの、医療・福祉施設、ホテル・温浴施設、融雪施設、製造業等において、今後の検討意向があることが示されている。

図表 5-14 青森県内のペレットボイラー導入意向



出所) 青森県商工労働部新産業創造課「木質バイオマス燃料ビジネスモデル形成事業
木質ペレット委託調査報告書」平成 21 年 3 月

(3) 技術・コスト面の検討

【ペレット製造技術面での検討】

- 剪定枝は主に皮であり、これを原料としたペレットは灰の発生が多く家庭用ストーブでの利用は難しいが、大型のボイラーであれば問題はない。
- 剪定枝は、他の木材に比べて細い場合が多く、専用の刃を用いなければ裁断することが出来ない。また、たとえ裁断できたとしても、含水率等が異なると製品の品質にばらつきが出るため、ペレット原料として他の木材と混ぜて扱うことは現実的ではない。
- ペレットに加工するには木材の含水率を 10~20%の間にする必要がある。一方リング剪定枝は、剪定直後に 60~70%程の含水率があり、乾燥させなければペレット化が難しい。また乾燥工程中に不純物が付着し、品質に影響を与えている。
- 津軽ペレット協同組合で扱う間伐材は含水率が 40~50%であり、含水率の点からもリング剪定枝は他の木材と同一に扱うことが出来ない。

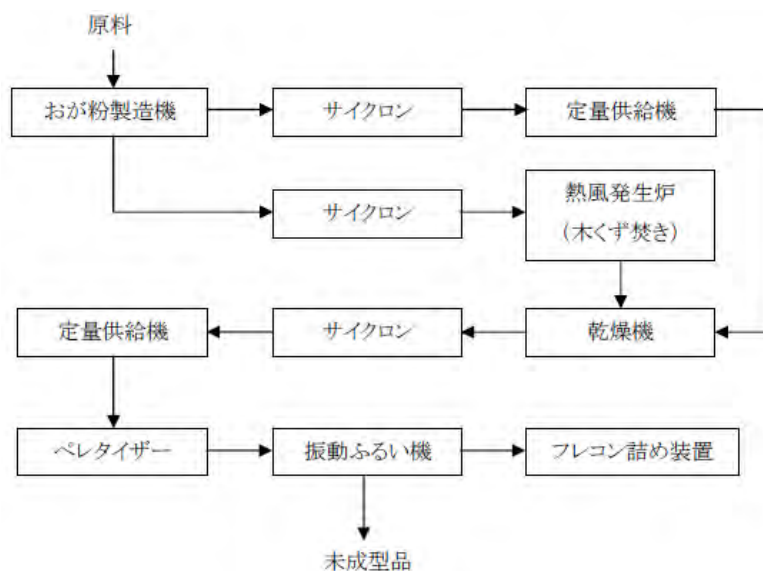
【ペレット製造コスト面での検討】

- 津軽ペレット協同組合では現在リングの剪定枝を原材料として利用していないが、主たる原材料である間伐材のうち約 7 割は浪岡地区から仕入れており 3,000 円/t で買取りしている。湾

曲しているなど使い勝手の良くないリング剪定枝を買い取る場合には、持ち込みを前提としても買い取り価格はその半額程度になると考えられる。

- ペレット市販価格は 48 円/kg。熱量は灯油 1L に対しペレット 2kg 程度である。

図表 5-15 津軽ペレット協同組合のペレット製造フロー



出所) 青森県商工労働部新産業創造課「木質バイオマス燃料ビジネスモデル形成事業
木質ペレット委託調査報告書」平成 21 年 3 月

図表 5-16 ペレット原材料の木材



【輸送コスト面での検討】

- 形が一定しない剪定枝をそのままの形で運搬すると積載効率が極めて悪いため、農家からの回収時にその場でチップ化するなどの仕組みを作って積載効率を高める工夫が必要である。
- 分散している需要先に随時運搬するとコスト負担が大きくなるため、定期配送、共同配送、センター配送等の検討が重要である。

(4) 関連事例

■リンゴ剪定枝ペレット加工試作（弘前市、平成 20 年度）

【概要】

- ペレット加工試作業務委託先：津軽ペレット協同組合（五所川原市）
- 原料重量：4,960kg
- 試作ペレット重量：3,040kg（10kg/袋×304袋）

【検証事項】

（運搬時）

- 細い枝が多いため体積が膨らみ、運搬作業効率が悪い。（4tトラックで1tしか運搬できない。）→ 枝集積現場において一次破碎することで運搬効率が高くなる。
- 枝の水分含有率が高いため、製造前の乾燥が必要。→ 乾燥機で10～12%まで乾燥してからペレット製造する。（ペレットの含水率は8～10%）

（試作時）

- 樹皮が多い広葉樹でペレット製造する場合、かさ密度を高めるため、ペレタイザ（造粒機）のリングダイ（おが粉に圧縮を掛けて押し出すドーナツ型の部品。樹種により交換が必要）の径の大きいものを使用する必要がある。→ 通常ホワイト（針葉樹）ペレット用の30mmから36mmに変更して作成した。日本木質ペレット協会の基準 $550\text{kg}/\text{m}^3$ を上回る $580\text{kg}/\text{m}^3$ となったが、スギなどに比べると密度は低かった。
- リンゴ以外の材料を混合した試作については、伐採した時期により原木の含水率が異なるため、おが粉の品質にばらつきが生じ乾燥が難しいこと、おが粉ヤードでのおが粉の攪拌が困難なことから今回は断念した。

(5) 今後の推進ステップ案

木質チップ・ペレットの製造・流通モデルの推進ステップ案として、下表のように、短期、中期、長期のそれぞれについて検討課題と実施事業例を整理した。

図表 5-17 木質チップ・ペレットの製造・流通モデルの推進ステップ案

区分	検討課題	実施事業（例）
短期 (1～2年)	<ul style="list-style-type: none"> ・農家の協力が得やすい工夫(手間の削減、経済的メリット等)の検討 ・市の施設の熱源としてのリンゴ剪定枝の可能性検討 ・間伐材等の利用も含めた周辺自治体等との連携可能性検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・農協等を集積拠点としたリンゴ剪定枝の集積回収実験 ・優遇制度の創設 ・市の施設におけるチップボイラー等の導入
中期 (3～5年)	<ul style="list-style-type: none"> ・市による車載チップパーの導入 ・ペレット化の効果検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・市によるリンゴ剪定枝自主回収の試験導入 ・ペレット化実証実験
長期 (6～10年)	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺自治体等と連携した効率的な収集・運搬・加工・利用の流れの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体連絡協議会等の設置 ・共同事業の立ち上げ

6. 冷熱利用データセンターモデル

(1) モデルの概要

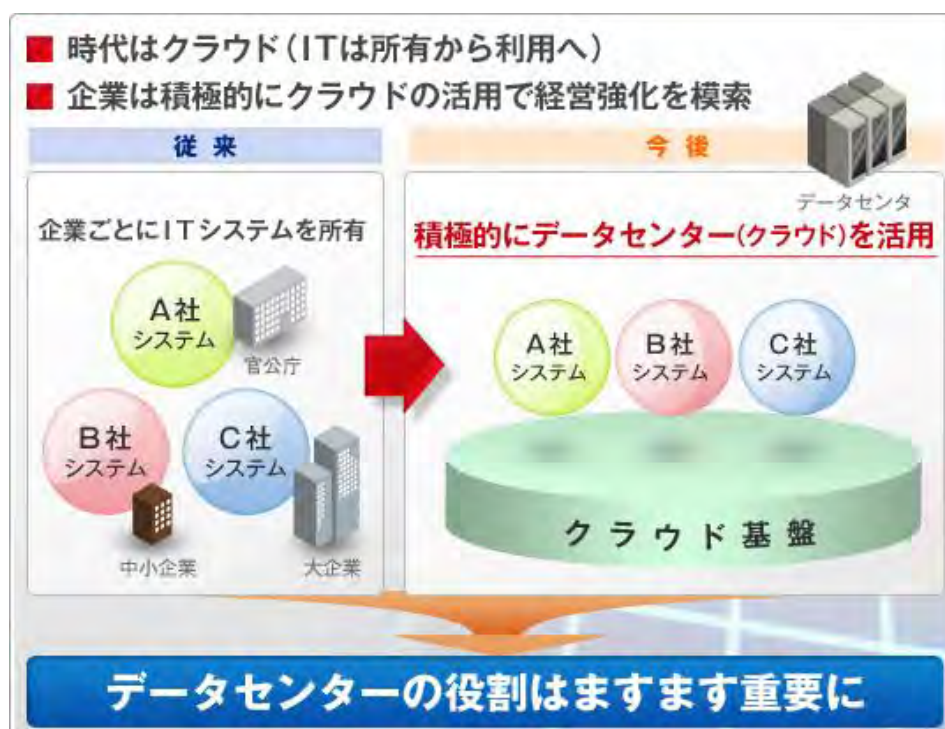
- 雪堆積場、データセンター用地、ハウス栽培施設等を一体的に整備し、雪冷熱や廃熱が利用しやすい環境を整備して民間のデータセンターを誘致する。
- 大きな冷房需要をもつデータセンターは、冷熱利用によって低コストでの運用が期待できる。
- 市内の除雪問題の解決にも同時に寄与することが期待される。
- 雪山の下にホタテ貝殻を活用した透水材等を敷き、雪山の表面をリング剪定枝等の木材チップで覆う等の工夫によって、年間を通じた雪の冷熱利用を可能とする。
- データセンターの排熱を利用したハウス栽培等も行う。

(2) 需要面の検討

① データセンターを取り巻く市場環境

- コンピュータの利用形態が、ハード、ソフト、データの自己保有・管理から、クラウド環境を利用したサービスの享受へと変化している。
- これに伴い、情報システムを利用するに当たり、自社管理下にある設備に機材を設置してソフトウェアを配備・運用する形態は今後少なくなり、データセンターを中心に企業の情報システムが構築される形態にシフトしていくものと想定され、データセンターの需要は、今後ますます拡大していくものと考えられる。

図表 5-18 データセンター需要の拡大

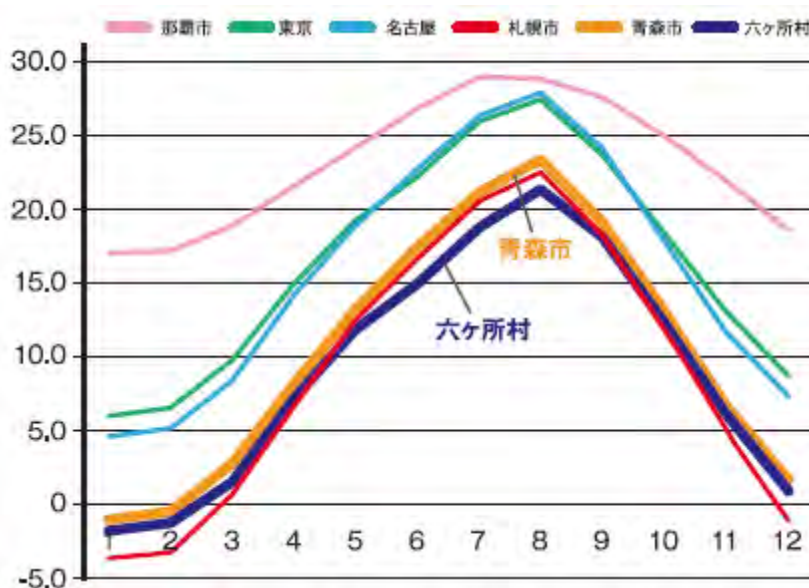


出所) 特定非営利活動法人日本データセンター協会

②青森県の動向

- 青森県では、冷涼な気候と低い災害リスク等が強みとなってデータセンター立地に優位であるとしている。
- 青森県が、用地、災害、障害、インフラ、費用、気象条件等の56項目の立地アセスメントで県内最適地を調査検討した結果、青森市の青森中核工業団地がSE常駐型データセンターとして最適と判断された。

図表 5-19 青森県におけるデータセンター立地の最適地



56項目の立地アセスメントで県内最適地を調査検討

1. 用地・災害・障害(分譲可能な用地の広さ、地質・地盤、用地整備状況、障害となる規制や権利関係、造成前・現況・近隣の状況、建ぺい率・容積率・高さ制限等、災害発生の可能性等)
2. インフラ(電力、通信、交通アクセス、住環境等)
3. 費用(分譲単価、公的支援・優遇措置等)
4. 気候・気象(気温、積雪量等)

500ラック、1000ラックのデータセンター立地を想定したコスト試算

- (1) 1000ラックの試算条件
雇用30人、用地取得12,000㎡、2階建て、1ラック5kW、契約電力量15000kW
- (2) 500ラックの試算条件
雇用15人、用地取得 6,000㎡、2階建て、1ラック5kW、契約電力量7500kW



特に2地区がタイプの違うデータセンターの適地と判明

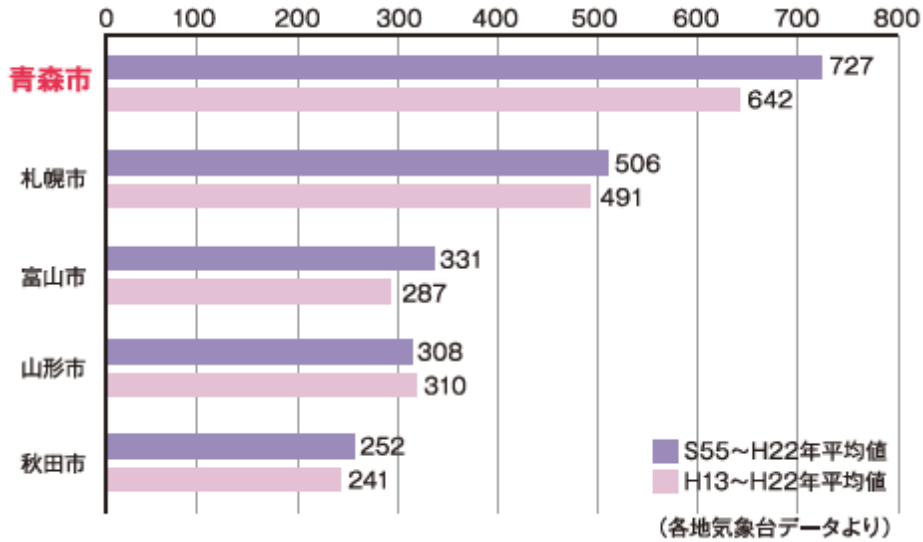
青森中核工業団地

むつ小川原開発地区

出所) 青森県「青森県のデータセンター立地の優位性」

- 青森市は、6mを超える積雪量（県庁所在地では日本一）があり、雪氷利用には有利であると考えられる。
- また、青森市中心部からおよそ9km、20分程度と至近であり、従業員の生活環境としても、遠方からの訪問者にとっても優れた環境である。

図表 5-20 県庁所在地の積雪量(単位:cm)

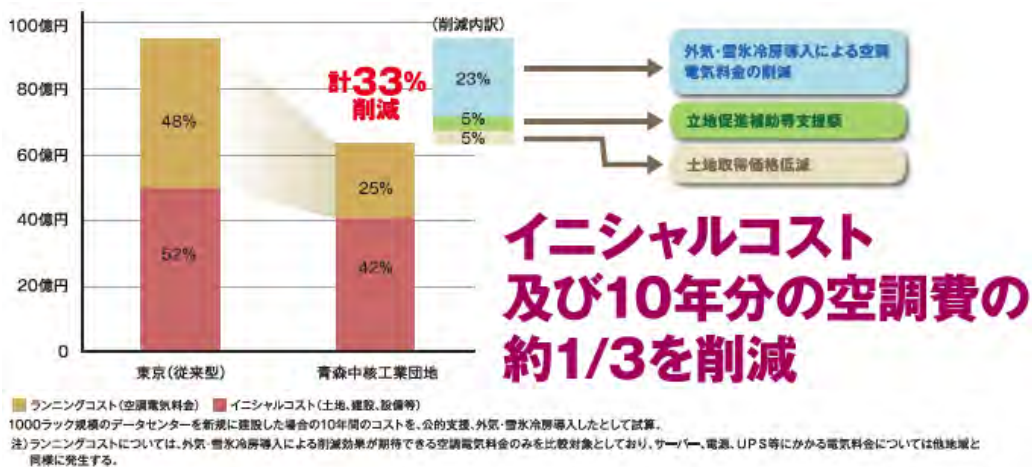


出所)青森県「青森県のデータセンター立地の優位性」

(3) 技術・コスト面の検討

- 青森県の試算によれば、青森中核工業団地への立地を想定した場合、公的支援と空調費削減効果によって、大きな削減効果が期待できる。

図表 5-21 青森県による削減効果シミュレーション



出所)青森県「青森県のデータセンター立地の優位性」

(4) 関連事例

① さくらインターネット株式会社石狩データセンター

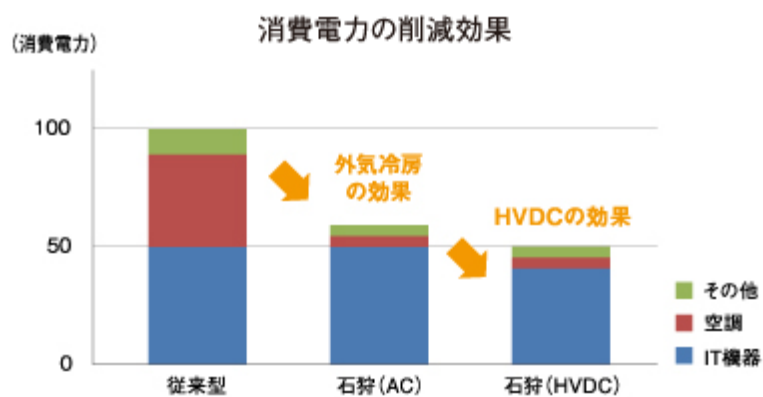
- 石狩市では、石狩湾新港地域を核としたデータセンター誘致を推進している。
- 既に、さくらインターネット株式会社が2011年11月に石狩データセンターを建設し、一部稼働を開始している。

図表 5-22 石狩データセンター全体図(8棟完成時:合計 4,000 ラック)



出所)さくらインターネット株式会社ホームページ

- さくらインターネット株式会社の試算によれば、石狩市の冷涼な気候や高電圧直流技術等を適用することで、東京23区内に従来型のデータセンターを作った場合と比較して、消費電力を約半分にまで削減可能としている。



出所)さくらインターネット株式会社ホームページ

- 石狩市では、過去に雪氷利用によるデータセンターを検討したが、想定しているデータセンターの規模が比較的大きいことから必要となる雪山は莫大なものとなり、コスト面や技術面で課題が多いことが明らかになったため、現行の外気利用を選択した経緯がある。

- 石狩市は、「石狩市グリーンエネルギーデータセンター立地促進条例」を定め、重点的に誘致を進めるデータセンターの立地に特化した優遇制度を設けている。雇用条件無し、土地に係る課税も免除、ハウジングも対象、増設も対象、設備投資の助成などに特徴がある。

図表 5-23 石狩市グリーンエネルギーデータセンター立地促進条例による特例措置

	対象	要件	特例措置の内容
新設	データセンターの新設	<ul style="list-style-type: none"> 土地を除く投資額 10 億円以上 建物を取得すること 	事業所等の新設に係る固定資産税・都市計画税(土地を含む。)を 5 年間全額課税免除 ※償却資産は 3 年間全額課税免除
増設	データセンターの増設	<ul style="list-style-type: none"> 土地を除く投資額 6 億円以上 建物を取得すること 	事業所等の増設に係る固定資産税・都市計画税(土地を除く。)を 3 年間全額課税免除
ハウジング	ハウジングに伴う設備・サーバー等の新設・増設	<ul style="list-style-type: none"> 土地を除く投資額 3 億円以上 	事業所等の新設・増設に係る固定資産税を 3 年間半額課税免除 ※新設若しくは増設されたデータセンター1 棟につき 1 回限り
助成金	再生可能エネルギー利用設備・機器を設置する事業者	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光、風力、雪氷、外気等の再生可能エネルギー利用設備・機器を設置すること 	投資額の 1/2 を助成(限度額 5,000 万円) ※新設時に 1 回限り

出所)石狩市ホームページ

②美唄市ホワイトデータセンター事業計画

- 美唄市では、青森市と同様に、冬季の農作業が困難であることや除雪に年間 3 億円程度支出していること等、雪対策が喫緊の課題となっていることから、これに対処すべくホワイトデータセンター事業計画を公表し、排雪問題と一体化された検討が行われている。
- 事業者と協力して効率的な集雪システムを構築し、市内の排雪の全てをホワイトデータセンターに冷水を供給する空知団地の雪山に集約し、冷熱利用する計画である。
- 2013 年 9 月には、事業化を検討している企業 2 社（株式会社データホテル、株式会社共同通信デジタル）と設置に向けた包括連携協定を結び具体化を進めている。
- 設置された雪山の下にはホタテの貝殻を活用した透水材を敷き、木材チップで表面を覆うなどの工夫をすることで、約 4m の高さの雪山が年間で 1.5m 程度の減少に抑えられることが実証されている。

図表 5-24 美唄市のホワイトデータセンター事業計画の概要

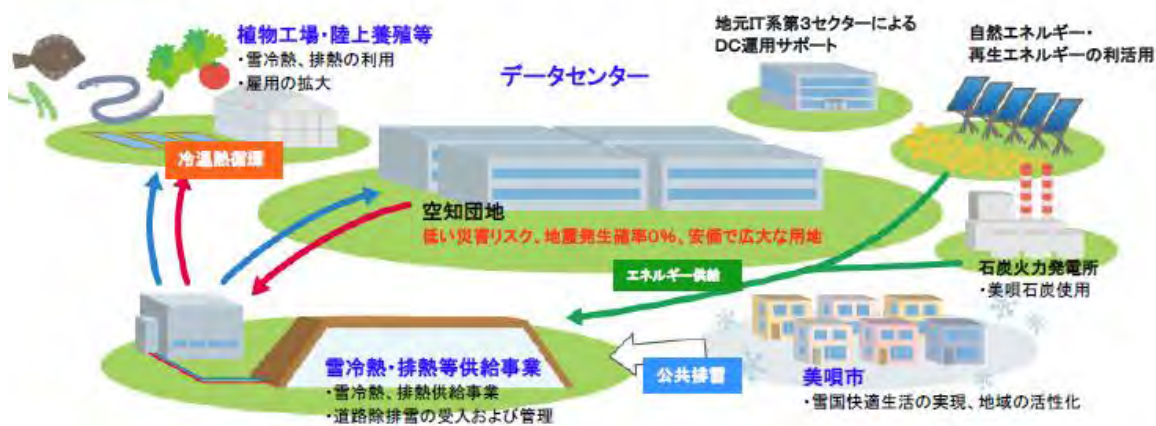
ホワイトデータセンター (WDC)

コンセプト① 広大な北海道の特性を生かした、再生エネルギーを積極活用したエネルギー自立型DC

コンセプト② 6次化(熱を核とした3次産業誘致→1次産業と2次産業の創出)

コンセプト③ データセンターの冷熱利用が、美唄市の雪国快適生活を実現

美唄WDCビレッジ運用イメージ



出所)美唄市ホームページ

- また、データセンターからの温熱、雪からの冷熱を廉価で使うことで収益性が高い陸上養殖を可能とし、内陸美唄の意外性で新名物となりうる高収益な養殖品目として、あわび、うなぎ、海ぶどう、王鰈（マツカワ）、昆布、ボトリオコッカス（バイオ燃料としての活用が期待される微細緑藻）などが検討されている。
- データセンター排熱と雪の冷熱を活用することで、光熱費を抑えた植物工場も検討されている。

図表 5-25 データセンター排熱等を活用した陸上養殖の検討



出所)美唄市ホームページ

図表 5-26 ホワイトデータセンター構想における植物工場の検討

サーバ廃熱という廉価な熱源、雪という夏期の冷熱源

反収の高い作物を「植物工場」の中で育てれば、事業性も高く、雇用も創出する！



事例)完全人工光型(完全制御型)

植物工場の実態

通年供給、安定供給、高い安全性と生産性、生産容易性など、メリットは多いものの、ランニングコスト(光熱費)が高く、採算性に劣っていた



ホワイトデータセンター構想なら、光熱費は激安！ 採算性に優れ、いいことだらけ！ 軽作業雇用も創出される。



事例)太陽光・人工光併用型(太陽光利用型)

データセンター排熱を利用した暖房や雪冷房による空調により、ランニングコスト(光熱費)を抑えることが可能。

光熱費が1/2になると、
植物工場の収益が2.5~5.8%増加！



出所)美唄市ホームページ

(5) 今後の推進ステップ案

冷熱利用データセンターモデルの推進ステップ案として、下表のように、短期、中期、長期のそれぞれについて検討課題と実施事業例を整理した。

図表 5-27 冷熱利用データセンターモデルの推進ステップ案

区分	検討課題	実施事業（例）
短期 (1～2年)	<ul style="list-style-type: none">・効果的な市内の排雪利用手法の検討	<ul style="list-style-type: none">・排雪実態調査
中期 (3～5年)	<ul style="list-style-type: none">・青森中核工業団地等への立地可能性検討・雪の収集蓄積システムの検討	<ul style="list-style-type: none">・雪氷利用データセンター誘致計画等の策定・雪の収集蓄積実証実験
長期 (6～10年)	<ul style="list-style-type: none">・誘致する企業の選定・交渉・雪利用規模と冷熱利用技術の想定・排熱の二次利用可能性検討	<ul style="list-style-type: none">・排熱の二次利用の実証実験

第6章 青森市における再生可能エネルギーの 利用と普及に向けて

第6章 青森市における再生可能エネルギーの利用と普及に向けて

1. 青森市における再生可能エネルギー利用の基本的な考え方

(1) 需要マッチング

再生可能エネルギーは、基本的に変動が大きく不安定なエネルギーであることを踏まえ、こうした変動に影響を受けにくい用途（需要の変動パターンが一致する、又は時間的な緊急性がなくエネルギーの生じたときに使えば良いなど）の発掘や、コスト面以外の効果・目的（防災等特殊用途など）に着目して利用を促進する。

(2) 新規需要創造

上述の需要マッチングを考える際には、既存のエネルギー需要のみならず、地域特性を活かした利用や特産品開発など地域振興につながるような新たな需要の創造も念頭において利用を進める。そのために、新規需要創造のための実証実験等を積極的に推進する。

(3) 地域振興効果

再生可能エネルギーを利用することで環境改善効果を期待するだけでなく、雇用促進、新規特産品開発、既存特産品の高付加価値化、新規企業の誘致、地元中小企業の育成などの地域振興につながる利用方法について優先的に利用を進める。

(4) ハイブリッド利用

変動を緩和したり必要量を確保したりする観点から、今回主に検討した風力、水力、バイオマスのみならず、太陽光、太陽熱、雪氷冷熱、地中熱、温泉熱、波力、潮流など様々な再生可能エネルギーを組み合わせ有効に利用するハイブリッド型の利用形態を模索していく。

2. 普及方策の視点

(1) 市による率先導入

- 小型風力や小型水力の普及においては、今回の実測調査の結果等を参考に、有望地点でさらに詳細な調査を進めるとともに、需要とセットで導入を検討することが必要である。
- 木質バイオマス利用の普及においては、リンゴ剪定枝の収集・運搬の仕組みづくりを市が率先して行うことが重要である。また、市の施設へのチップボイラー等の率先導入も検討する必要がある。
- 雪氷冷熱利用の普及においては、データセンター企業誘致や新たな集雪システムの構築など市が率先して環境整備をする必要がある。

(2) 農業指導センター・水産指導センター等の活用

- 市の農業指導センターや水産指導センター等において、農水産分野への導入に係る実証実験を行うことが有効であると考えられる。場合によっては、大学、民間、県の技術センター等との連携も必要である。
- 実証実験で得られたノウハウを基に民間への情報提供や技術指導を行うこと等も重要である。

(3) 民間への導入支援

- 現在取組が進んでいない再生可能エネルギー分野において、新たに市独自の税制面での優遇制度や導入支援のための補助等の検討が必要である。
- 市の組織の中に再生可能エネルギーの導入に関する相談窓口を設置し、再生可能エネルギーの動向や支援制度等に関する情報収集と民間への提供を行っていくことが重要である。

(4) 再生可能エネルギー事業者の育成

- 青森市内には、風力、水力、バイオマス、雪氷等の利用技術に長じた事業者が少ないことから、今後の普及を睨んで、実証実験等を通じて普及を担う地元事業者を育成する必要がある。

(5) 経済的メリットの検討

- リンゴ剪定枝等の木質バイオマス収集への農業者の協力促進等においては、協力者が経済的メリット（チップ・ペレット現物配布、地域振興券配布、ボイラー導入補助など）を享受できる仕組みの検討が有効と考えられる。

3. 普及に向けた推進体制

(1) 連携体制の構築

- 普及に向けては、今回提示した利用モデル等を軸とした分野において、採算性や実現可能性について検討するために、行政、大学、事業者がコンソーシアム等を組織し、連携して取り組む体制作りが重要である。
- 上記のコンソーシアム等において、各分野の推進計画を検討し、定期的な進捗管理と環境変化に応じた見直しを行うことが必要である。
- 再生可能エネルギーの推進体制として、市役所内部にも横断的に取り組む仕組みを設けることが有効である。特に雪氷冷熱利用については、市の企業誘致政策や除雪計画等とも連携した取組が必要である。
- 木質バイオマスについては、周辺自治体等と連携して広域的に取り組む体制を構築することが効果的と考えられる。

(2) 市民との協働

- 普及という観点からは市民の力が必要となることから、市内に法律に基づく地域自治区的なものを設けて、各自治区で再生可能エネルギーの普及に取り組む仕組み等も有効と考えられる。
- また、地縁団体的な住民組織に一定の助成を行い、再生可能エネルギーの普及を促す仕組みも考えられる。

(3) 資金調達

- 再生可能エネルギーの普及には多くの資金を要するため、各省庁が出している補助金を有効に活用することは言うまでもなく、大学等における競争的資金獲得の仕組みのように、市民の再生可能エネルギーに係わる創意工夫やまちづくりの計画に対して市が上限を設けて助成する仕組みを設けること等は地域振興にもつながり有効と考えられる。

調査研究委員会名簿

調査研究委員会名簿

委員長	南條 宏肇	弘前大学	学長特別補佐
委員	田村 早苗	青森大学	経営学部教授
	成田 耕造	青森商工会議所	環境対策特別委員長
	雪田 徹	青森農業協同組合	本店参事
	工藤 智	青森市	農林水産部農業政策課長
	奈良岡 好穂	青森市	農林水産部農地林務課長
	高坂 俊秋	青森市	環境部環境政策課長
	藤田 萬豊	一般財団法人	地方自治研究機構事務局長
事務局	山崎 真治	青森市	環境部環境政策課地球温暖化対策チーム 主幹
	木村 聡	青森市	環境部環境政策課地球温暖化対策チーム 主査
	久保田 信治	一般財団法人地方自治研究機構	調査研究部 主任研究員
	高崎 滋之	一般財団法人地方自治研究機構	調査研究部 研究員
基礎調査 機 関	佐々木 敏行	有限会社エコテクノ	代表取締役
	石川 光男	有限会社エコテクノ	技術部長

(順不同 敬称略)

地域における再生可能エネルギーの利用と普及に関する調査研究

— 平成26年3月発行 —

青森市 環境部 環境政策課

〒038-8505

青森市柳川2丁目1番1号

電話 017-734-4412

一般財団法人 地方自治研究機構

〒104-0061

東京都中央区銀座7-14-16 太陽銀座ビル 2階

電話 03-5148-0661 (代表)

印刷会社 株式会社研恒社

