

# 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画書

平成28年3月

平成28年3月



沖縄県宮古島市

# 目 次

第1章 事業概要	1
1. 事業の背景と目的	1
2. 事業検討の骨子	3
(1) 沖縄県および3 試掘地自治体との連携	3
(2) 試掘井城辺ぱり鉦山（宮古 R-1）利活用に向けた検討	3
(3) 宮古島全体を想定した利活用の検討	3
3. 事業の構成	4
第2章 宮古島における天然ガス資源概況	5
1. 宮古島における地下資源調査及び開発状況	5
(1) 宮古島周辺海域における調査	5
(2) 宮古島陸域（広域）における反射法地震探査	8
2. 沖縄県試掘調査事業（城辺ぱり鉦山）	11
(1) 城辺ぱり鉦山概況	11
(2) 試掘調査報告	15
第3章 宮古島市天然ガス資源利活用の検討	17
1. 城辺ぱり鉦山（宮古 R-1）利活用の検討（感度分析による結果）	17
(1) 検討の前提	17
(2) 検討ケース	21
(3) ガス原価	24
(4) 発電評価	29
(5) 海宝館での事業展開	32
1) レストラン厨房用ガス供給	32
2) コージェネレーションの導入	34
3) ガスヒートポンプの導入	36
4) 足湯の導入	38
(6) 保良川ビーチでの事業展開	39
1) 小水力発電の導入	39
2) 温泉熱の活用	41
(7) クアハウスでの事業展開	42
1) 想定される活用策	42
2) 温泉水（かん水）使用量の想定値	43
3) 事業評価	44

(8) 近隣ホテルでの事業展開	45
1) 温泉水の供給条件	45
2) 近接ホテル（予定）でのコージェネレーションの導入	46
3) 近接ホテル（予定）でのガスヒートポンプの導入	48
(9) 「ユインチホテル南城モデル」実現の可能性	49
1) ユインチホテル南城でコージェネレーションが成立した理由	49
2) ダブルインカムモデルの検討シミュレーション	50
(10) 検討結果の整理	53
1) 各利用案の評価(代表ケースでの評価のまとめ)	53
2) マテリアルバランス	54
2. 宮古全体を想定した利活用の検討	55
(1) 各分野への利活用の検討	55
(2) 全体像	64
第4章 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画の検討	68
1. 今後の展開に向けての課題	68
(1) 宮古 R-1 の坑井能力	68
(2) 温泉法と鉱業法	68
(3) 利活用に向けた取り組み	68
(4) 保安技術者	69
2. 宮古島天然ガス資源利活用推進計画	70
(1) 沖縄県との連携	70
(2) 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画の検討	71
(3) まとめ	73

・資料

参考文献・資料

平成 27 年度宮古島市天然ガス資源利活用検討委員会 委員会名簿

沖縄本島利活用状況視察

国民保養温泉地

国民保養温泉地一覧

沖縄県温泉アンケート調査（①全体、②沖縄本島、③宮古島）

# 第1章 事業概要

## 1. 事業の背景と目的

沖縄における天然ガスは、昭和34(1959)年琉球大学の兼島清教授の報告が「天然ガス」誌に掲載されてから世に知られるようになった。当時、日本政府の琉球政府に対する技術援助計画として、昭和35(1960)年度～昭和44(1969)年度(第1次調査～第6次調査)に亘り、地質調査所(通産省工業技術院地質調査所:現産業技術総合研究所)と琉球政府経済局商工課、工業試験場が協力して「沖縄における天然ガス調査」が実施された。

調査地域は島尻層群が分布する沖縄本島と宮古島が対象となり、沖縄本島中南部の島尻層群には2種類の異なる水溶性天然ガス鉱床があると報告された。(沖縄天然ガス研究グループ:1971)

宮古島においては、同調査における第6次調査(1969年～1970年)で本格的な調査が行われたが、沖縄本島では3本の試掘(第3次:国場(真玉橋)、第5次:奥武山公園、第6次:潮崎(糸満))が実施された。宮古島(群島)では、6次調査以降の調査として様々な調査が今後の基礎調査のあり方として示されたが、同調査が第6次調査で終了したため陸域の試掘は実施されていない。<sup>\*1</sup>

その後、宮古島においては温泉目的とした掘削(宮古島温泉、シギラ温泉)が行われ現在も活用されているが、温泉掘削のため地化学的方法や地質学的方法による分析や解析がなされていないことや他に陸域掘削データ等がないことから、沖縄本島と比べ情報量が圧倒的に少ない。

平成20年、沖縄県南城市佐敷の高台にある旧厚生年金施設(現ユインチホテル南城)が民間に譲渡された。その後、同施設維持に係るランニングコスト(特に重油等のエネルギー費用)が通常施設に比べ高いことから、エネルギー軽減の相談が県商工労働部に持ち込まれた。沖縄県はその解決策として水溶性天然ガスの活用を検討、同施設(ユインチホテル南城)敷地が沖縄県の試掘先願区域内であったことから県は試掘を認めた。

翌年(平成21年)、ユインチホテル南城((株)タピック沖縄)は、探鉱補助金(経済産業省)を活用して試掘(2,119m)を実施した。特質すべきは、試掘におけるターゲットとなる地層が、これまでの調査で明らかになった天然ガス貯留層とされる島尻層群ではなく、下部

層準の「基盤」を目的とした試掘であった。この南城 R-1 号（ユインチホテル南城）の試掘結果により「基盤」が新たな貯留層となることが明らかになった。

この新たな貯留層の検証をきっかけに、沖縄県は再び水溶性天然ガス資源の可能性を図るべく動き出した。<sup>※2</sup>

平成 23 年、沖縄県は「天然ガス資源緊急開発調査事業」として島尻層群が分布する沖縄県中南部と宮古島市を対象に反射法地震探査を実施した。これにより広範囲の地質構造が明らかになり、同地域での構造形態を把握する基礎ができた。

沖縄県は調査結果（反射法地震探査）を基に、平成 24 年度から平成 26 年度にかけて「基盤」を目的とした試掘調査（天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業）を実施した。

（試掘：沖縄本島 2 ヶ所・宮古島 1 ヶ所）

平成 27 年、沖縄県は「天然ガスの利活用に関する調査検討事業」と「天然ガス資源活用促進に向けたヨウ素利活用に関する調査」を実施し、3 試掘地（那覇市、南城市、宮古島市）の利活用推進に向け注力した。

本事業では、試掘調査の結果報告を踏まえ、宮古島市における試掘井（宮古 R-1）利活用の検討を基本に置き、宮古島における天然ガス並びにその副産物であるガス付随水の有効活用を図るべく課題・問題点を検証し、宮古島独自の地域性と結びついた利活用が図れるよう、宮古島市における天然ガス資源利活用推進計画策定に向け検討を行った。

---

※1 第 1 次調査～第 6 次調査（3 本試掘）により沖縄本島で水溶性天然ガス鉱床が確認されたことから、天然ガス資料年報（天然ガス鉱業会）や他資料等では、沖縄本島では「沖縄島南部ガス田」、宮古島では（仮称）「宮古島ガス田」と記載されている。

※2 第 3 セクター沖縄天然ガス開発(株)の解散から約 25 年振りに沖縄県が本格的に動き出した。

## 2. 事業検討の骨子

### (1) 沖縄県および3 試掘地自治体との連携

城辺ぱり鉱山（宮古 R-1）は沖縄県事業で実施された試掘井であることから、沖縄県及び3 試掘地自治体との連携・情報共有を図りながら検討を行った。

- ・県事業（平成 27 年度「天然ガス利活用に関する調査検討事業」）との連携による事業推進。
- ・南城市水溶性天然ガス利活用案策定事業における農業利用に関する情報提供。

### (2) 試掘井（城辺ぱり鉱山（宮古 R-1））利活用に向けた検討

平成 26 年度沖縄県報告書「天然ガス資源利活用推進に向けた試掘調査事業」（以下「平成 26 年度沖縄県報告書」という）を基に試掘井の利活用実現に向け課題や問題点の検証を行った。

- ・試掘結果を基に海宝館、保良川ビーチでの利活用を検討した。
- ・次に感度分析により再検討を行い、近隣施設を含めた利用案の事業評価及び各施設における天然ガス、温泉水（かん水）のマテリアルバランスを示した。<sup>※3</sup>
- ・これらの現状を踏まえ、実用化に向けた次年度の取組（生産試験、利活用推進計画策定）を提案した。
- ・次年度の利活用実施計画策定を検討する上で、戦略的な取組みとして沖縄初の国民保養温泉地指定を想定した取組みの提案を行った。

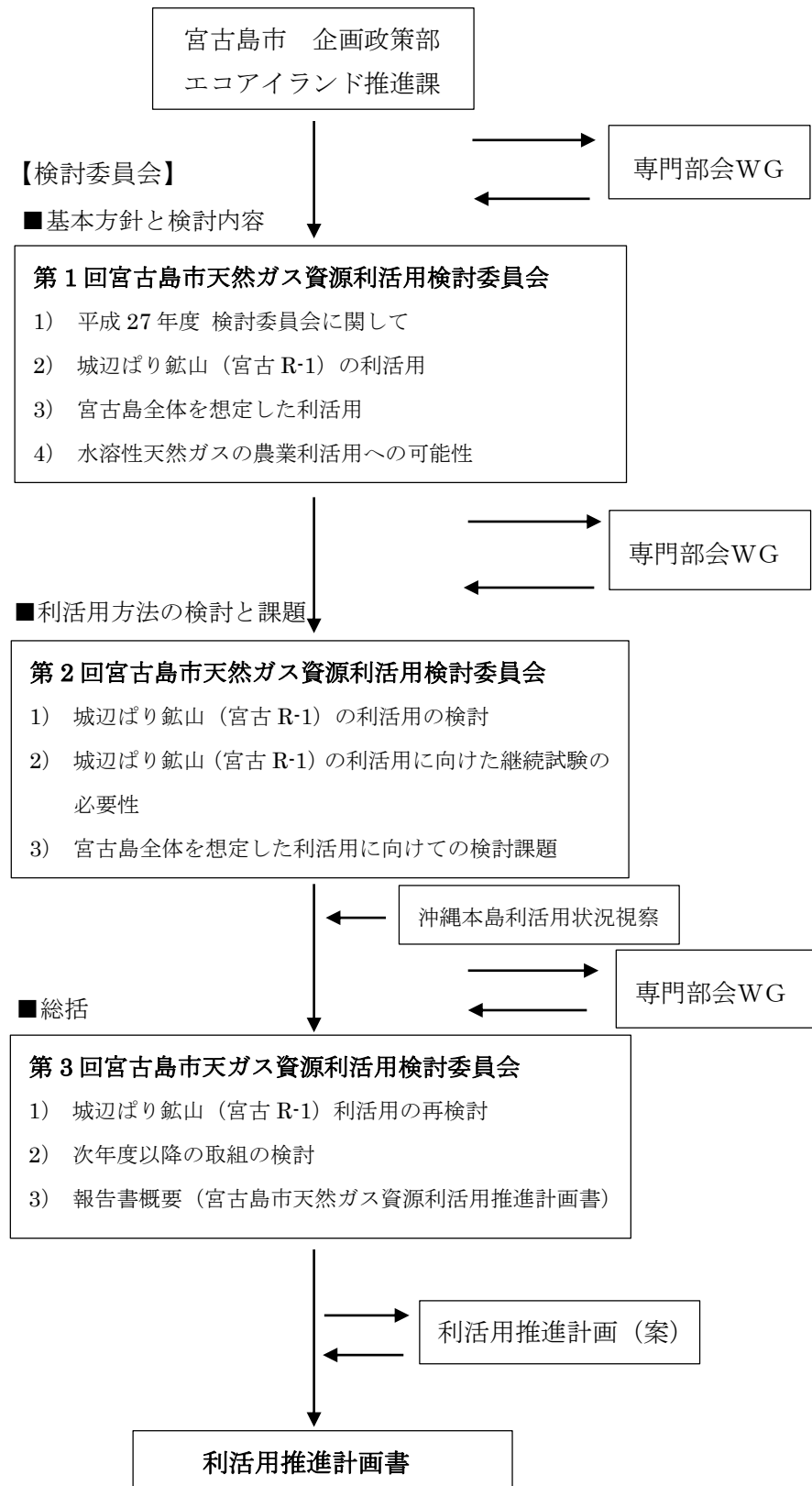
### (3) 宮古島全体を想定した利活用の検討

- ・沖縄本島に比べ陸域における地質情報やデータが乏しいことから、島全体を想定した利用や具体的な検討が図れるよう、宮古 R-1 の生産試験（連続試験等）や新たな試掘の必要性を示した。
- ・試掘井（点）の利活用実現から面への展開を導き出す方向で次年度以降の取組みを段階的（短・中・長）な取組として示した。
- ・宮古島全体を想定した利活用として、「今後あるべき水溶性天然ガス資源利活用スキーム」から各分野への利用方法を示した。

---

※3 マテリアルバランスとは、事業活動で必要とされる資源・エネルギーの量とそれに伴う廃棄・排出量との関係。ここでは水溶性天然ガス資源（天然ガス・温泉水）量と各施設との関係。

### 3. 事業の構成



## 第2章 宮古島における天然ガス資源概況

### 1. 宮古島における地下資源調査及び開発状況

#### (1) 宮古島周辺海域における調査

前章で示した沖縄県における本格的な天然ガス資源を目的とした調査の第6次調査以降の調査として、宮古島においては第6次調査までに完了していない地表地質調査(応用古生物、応用鉱物、地化学)、重力探査・概査や周辺海域のスパーカー調査、試験井の調査が提案されたが、同調査は6次調査で終了したため試掘による試験井調査は実施されていない。<sup>※4</sup> 海域においては、1970年代～1990年代にかけ大陸棚開発ブームにより国や企業も積極的に周辺海域(宮古島海域を含む)における探査が実施され、昭和55(1980)年度に基礎試錐「宮古島沖」が実施された。(図2-2; 円谷・佐藤、1985)

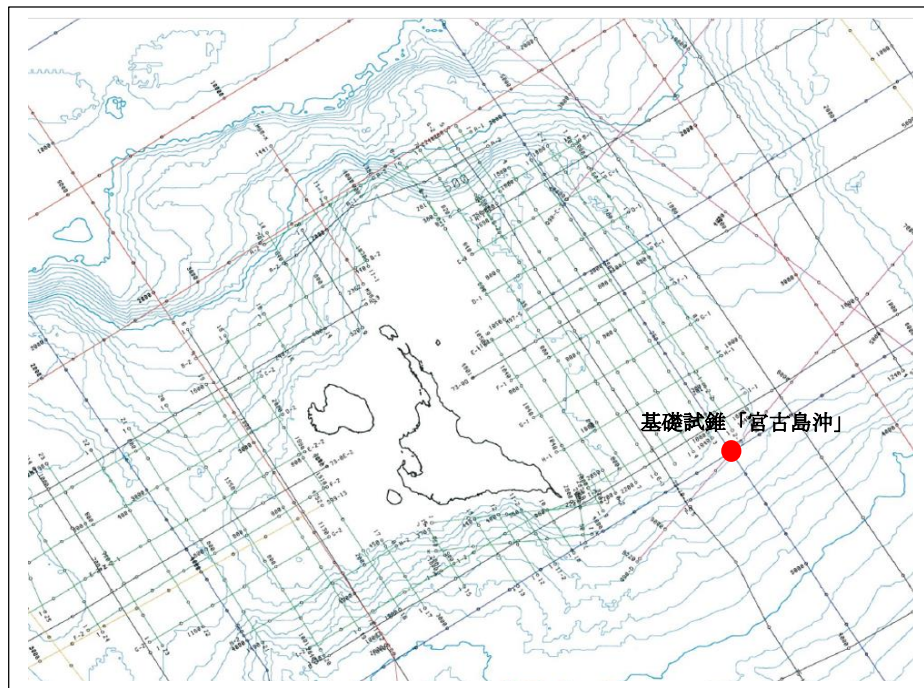


図2-1 探鉱活動(エアガン、試掘)

※4 海底や湖沼底の地質構造を調査する際、地震波を使用する音波探査は、水中で音を発振し反射または屈折する音波により水底下の地質構造を調べる。音源として水中放電を使用するスパーカー、高圧、空気を使用するエアガン、振動板を使用するブーマなどがある。



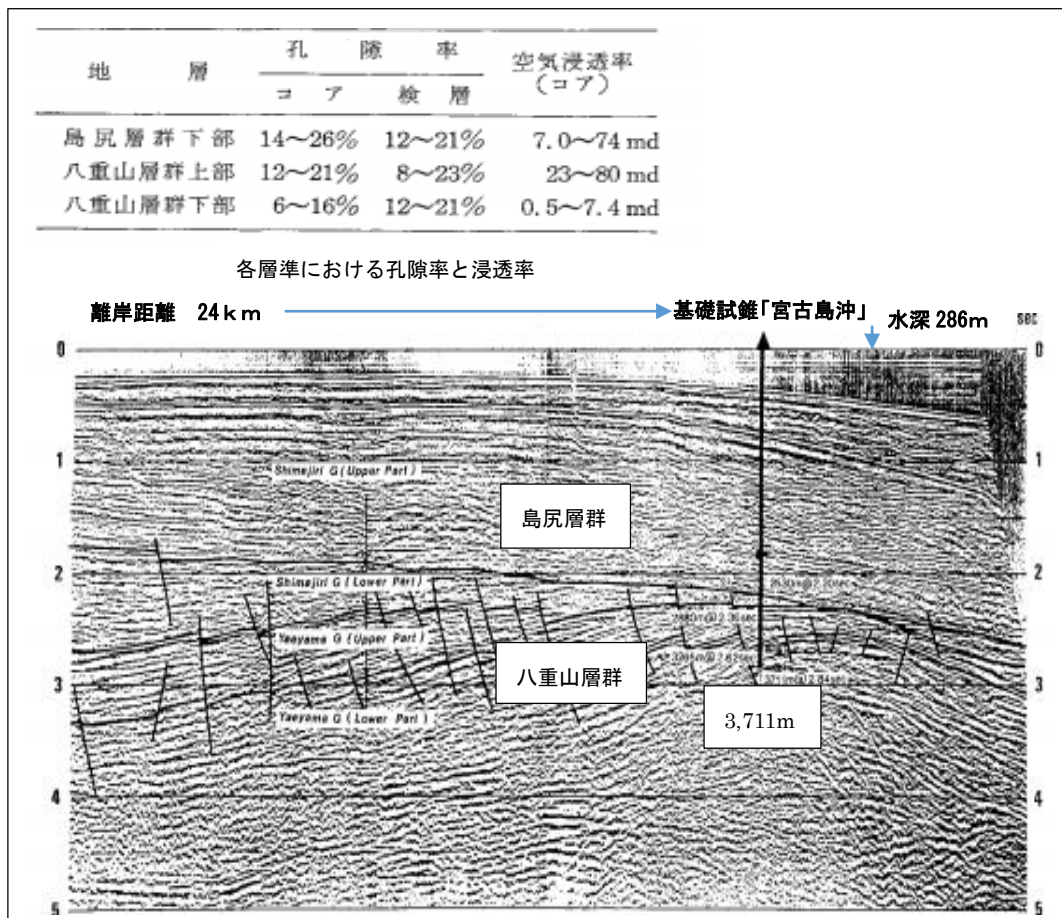


図 2-2 基礎試錐「宮古島沖」の地震記録（探鉱）横断面図  
（円谷・佐藤、1985 に加筆）

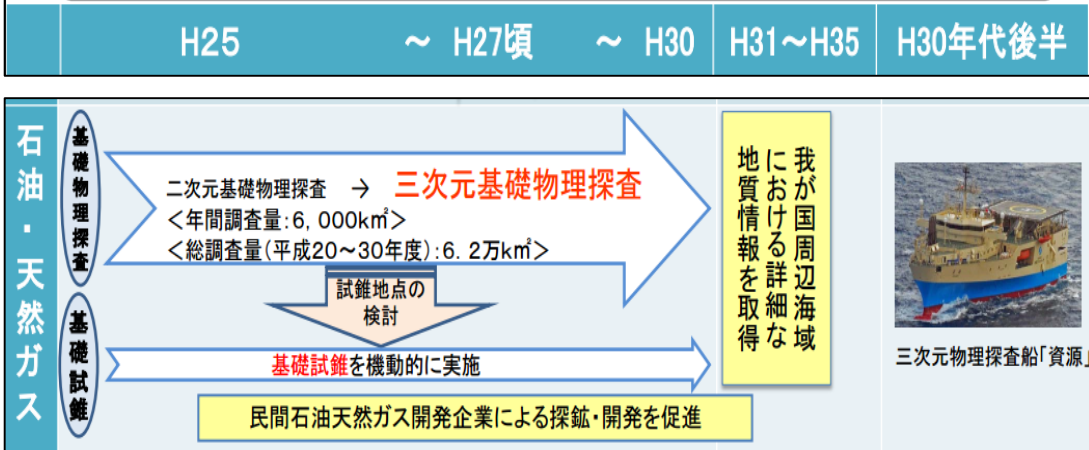
近年においては、国の石油・天然ガスにかかる開発計画における三次元物理探査実施海域（平成 19 年～23 年）により、沖縄－宮古－八重山南方海域の物理探査（2D3D）が実施されており、国の取組としては、我が国周辺海域における詳細な地質情報の取得を目的に平成 30 年度までに基礎物理探査の実施と基礎試錐の実施が計画されている。（図 2-3）

## 新たな「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」の概要(1)

石油・天然ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本周辺の21海域で三次元物理探査をほぼ計画通り実施</li> <li>・H25年4月から新潟県佐渡南西沖で基礎試錐を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H30年度までに、概ね6.2万km<sup>2</sup>の三次元物理探査を実施。</li> <li>・機動的に基礎試錐を実施し、成果を民間企業へ引き継ぐ。</li> </ul>	三次元物理探査船「資源」を用いて6,000km <sup>2</sup> /年の探査を実施し、有望海域では、基礎試錐を機動的に実施
---------	--	---	---

## 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(改定案)の概要

(「海洋基本計画」(平成25年4月26日閣議決定)に基づく海洋のエネルギー・鉱物資源開発の工程表)



## 石油・天然ガス

生物起源の有機物が厚く積もった海底の堆積岩中に賦存



水深数百m~2,000m程度の  
海底下数千m



三次元物理探査船「資源」

図 2-3 「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」の概要 H25.12 経済産業省 HP より抜粋

(2) 宮古島陸域（広域）における反射法地震探査

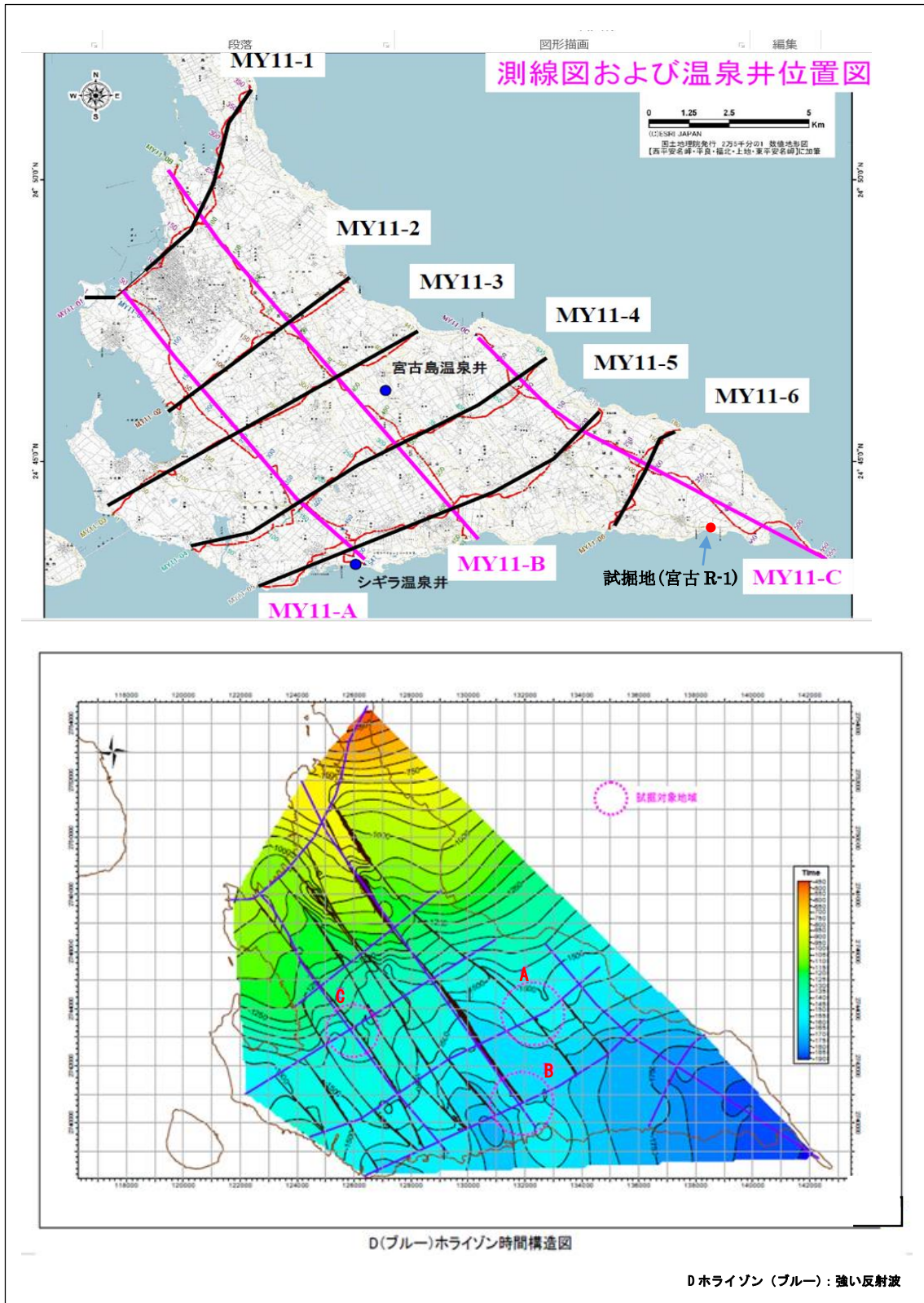


図 2-4 地震探査実施側線と側線の時間構造図 (D ホライゾン時間構造図)  
(平成 23 年沖縄県資料に加筆)

平成 23 年に沖縄県が実施した「天然ガス資源緊急開発調査事業」では、水溶性天然ガスが賦存すると推定される新第三系島尻層群及びそれ以深を対象とした構造形態を明らかにすることを目的に、沖縄本島中南部及び宮古島において、大型の起振装置（大型バイブレーター）を震源とした反射法地震探査を行った。（図 2-4）

探査対象は下記のとおり。

- ① 沖縄本島中南部：白亜系名護層までを対象
- ② 宮古島：新第三系島尻層群及びそれ以深までを対象

反射法地震探査結果から、D ホライゾンの時間構造図に基づいて、宮古島における試掘対象候補地は下記の 3 ヶ所（A,B,C）を対象地域として選んだ。（図 2-4）

1) D ホライゾンの時間構造図に基づいて選定された地域

- ・対象地域 A：側線 MY11-4 上に認められる断層トラップ
- ・対象地域 B：側線 MY11-5 上に認められる断層トラップ
- ・対象地域 C：側線 MY11-3 上に認められる小規模なホルスト構造

2) 試掘対象候補地域の選定において考慮すべき点

- ① 八重山層群に対比される可能性の強い反射波（D ホライゾン）の下位までを対象とする。石炭の発達期待され、熱分解ガスの生成している可能性がある。
- ② 集ガスに適した構造的な高まりあるいは断層トラップを選ぶ。
- ③ 坑井データが不十分なため、掘削時や掘削後の検討が可能な地震探査記録の良好な側線上あるいは近傍に掘削位置を選定する。
- ④ 地下ダムを避け、自噴の可能性が高まる標高の低いところに位置を選定する。

平成 24 年度から実施された「天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業」において、宮古島での試掘地は上記の 3 つの試掘候補地は選定されなかった。その理由は次の項で説明する。

下記に選定された対象地域の断面図を示す。(図 2-5)

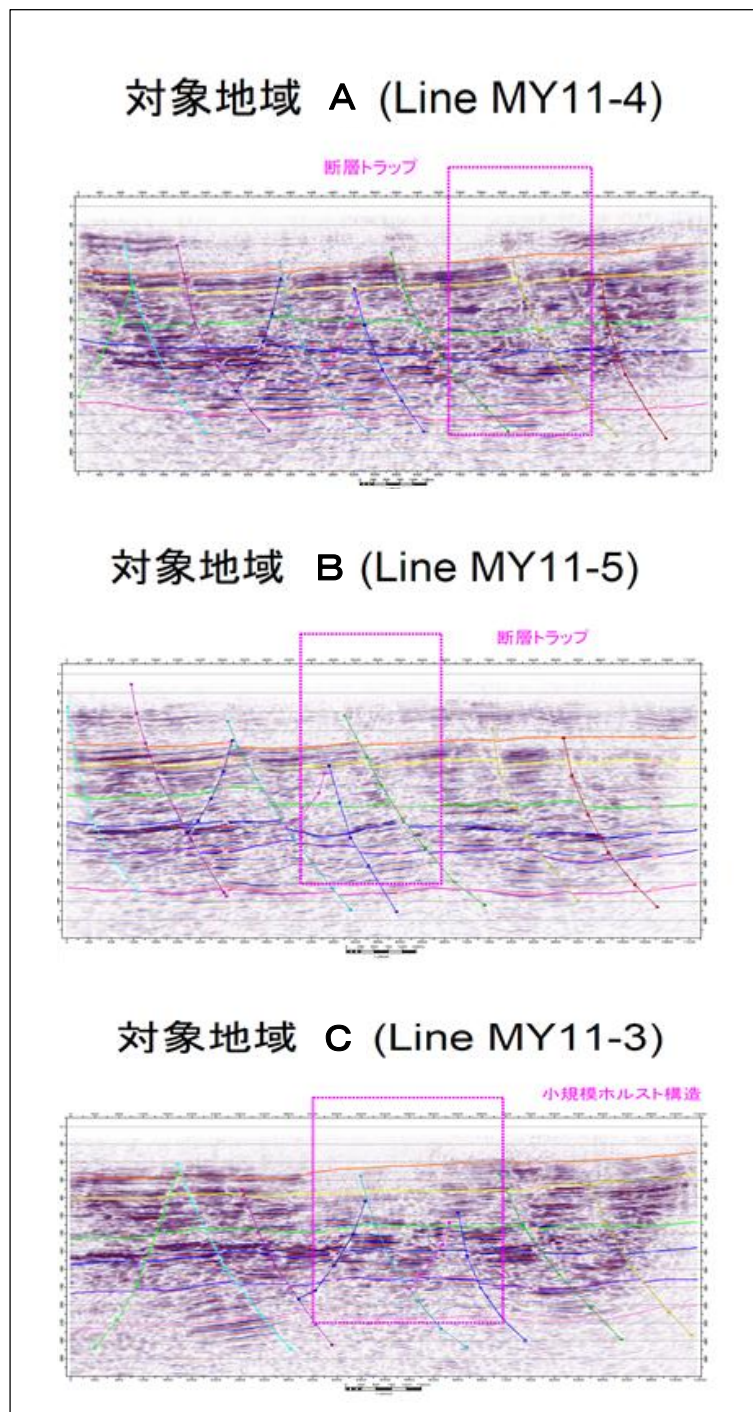


図 2-5 反射法地震探査による断面図 (沖縄県資料)

## 2. 沖縄県試掘調査事業（城辺ぱり鉱山）

### （1）城辺ぱり鉱山概況

#### ①試掘工事概要

平成 24 年 12 月、第 2 回 沖縄県掘削候補地選定委員会が提案し沖縄県が決定した。鉱山名と坑井名、位置及び掘削（掘削深度、目的層到達深度）は以下のとおり。

表 2-1 3 試掘地概況

鉱山名	なんじい鉱山	はいさい鉱山	城辺ぱり鉱山
坑井名	大里 R-1 号井	那覇 R-1 号井	宮古 R-1 号井
位置	南城市大里嘉陽田原 404 番 2	那覇市奥武山町 44 番	宮古島市城辺字保良川ノ上部 1009 番
掘削	1,800m (深度 1547m 基盤到達)	1,243m (深度 980m 基盤到達)	2,437m (深度 2008m 八重山層群到達)



図 2-6 宮古島試掘坑井位置図（平成 26 年沖縄県報告書）

宮古島での試掘地選定は、掘削候補地選定委員会から候補地が提案され、沖縄県が決定した。候補地の中には地震探査結果から選定された図 2-4 の A,B,C に新たな候補地として D 案の城辺保良が加わり検討された。

D 案が選定された理由としては、①試掘後は自治体に鉱区を移管して利活用を検討することを条件とすることや、②掘削地が自治体保有地またはそれに該当する公的機関の土地であることなどの制約があった。また、選定地は宮古島で最も深いとされている地域に位置していることから八重山層群に達しないおそれがあることが懸念されたが、③八重山層群に対比する可能性がある強い反射波 (D ホライゾン) がある地域であること。④近隣に市管理の施設 (海宝館、保良川ビーチ) がある。⑤近隣にホテル建設予定が見込まれている。⑥排水の点から海に近い。⑦地下ダムに影響を及ぼさない場所等が挙げられる。宮古島陸域においては試掘調査による確かな地下情報がないことから、⑧最も堆積層が厚いとされる地域 (城辺) での試掘により、八重山層群上部層準の島尻層群の状態が確認できること等、これらの理由を検討の上で沖縄県は決定したものとする。

## ② 坑井概要

宮古 R-1 は城辺ぱり鉱山において予定深度 2,500m で計画されたが、深度 2,437.014m で堀止めた。(平成 25 年 9 月 13 日開坑～平成 26 年 3 月 19 日) 坑井位置 (北緯 24° 43' 50", 東経 125° 26' 00", 標高 40m)

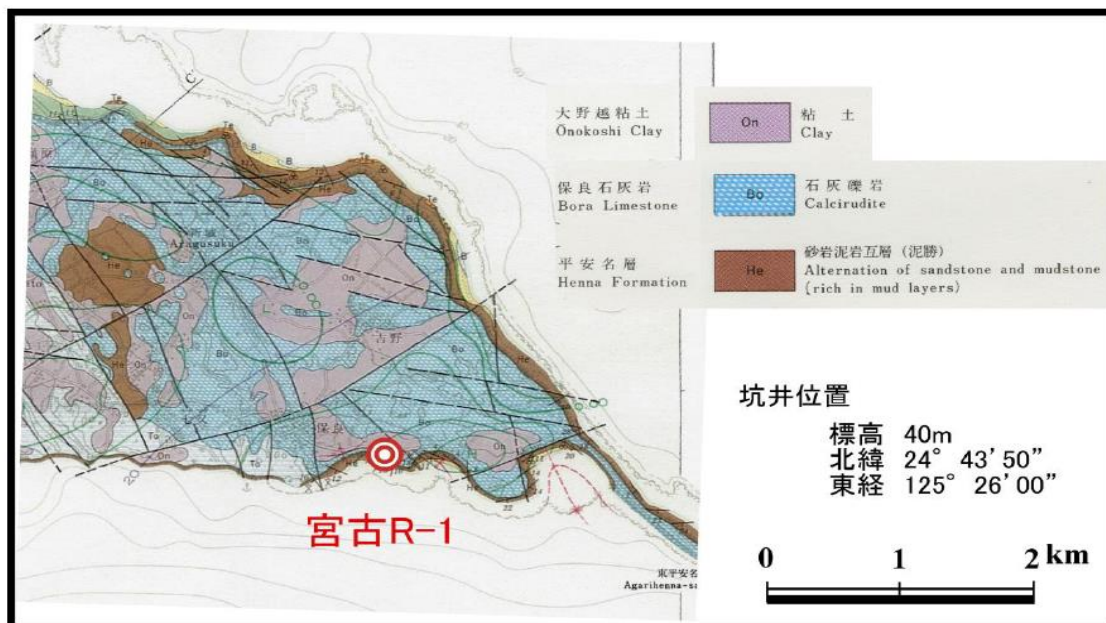


図 2-7 城辺ぱり鉱山 宮古 R-1 の坑井位置図 (平成 26 年沖縄県報告書)

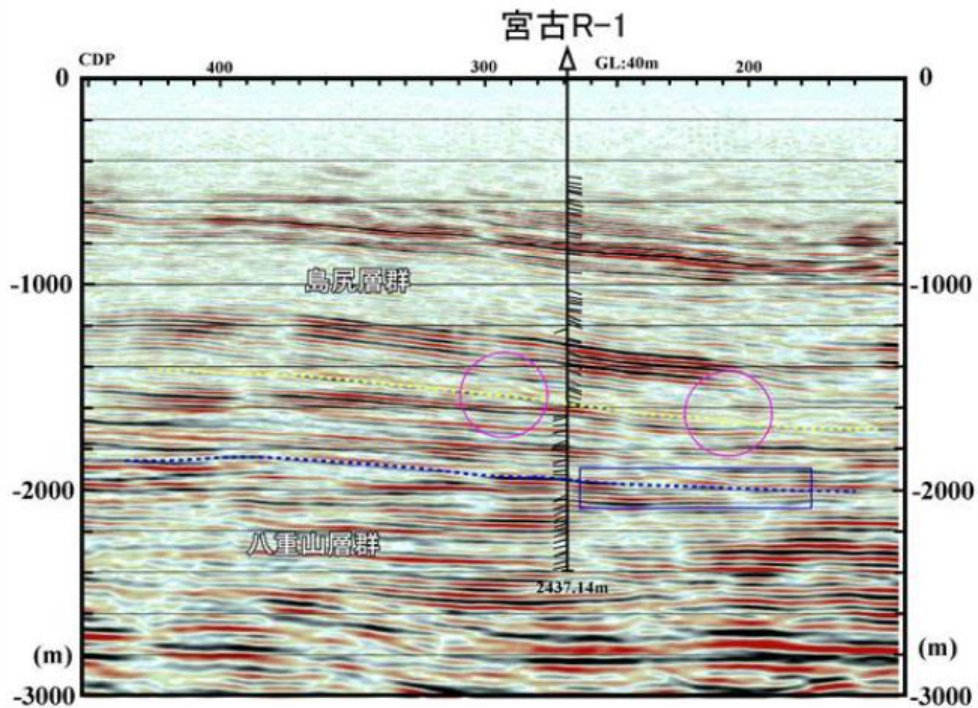


図 2-8 宮古 R-1 の地質断面図 (平成 26 年度沖縄県報告書)

宮古 R-1 の地質断面図については、平成 26 年沖縄県報告書の説明を引用する。周辺に坑井がない(図 2-4)ことから、地震探鉱側線 MY11-C の深度断面に坑井を投影して、地質断面図を作成した。(図 2-8)

浅部では深度断面の反射波の傾向は坑井の地層傾斜から計算した見掛けの傾斜とよく調和しているが、深部は明らかに異なっているので、速度などの検討が必要である。

深度断面では、反射波が連続している部分と反射波があまり認められない部分があり、深度-1600m 付近に下位の連続する反射波が上位の反射波に切られる現象が認められる(ピンクの円)。この層準(黄色の破線)が島尻層群内の不整合に相当すると解釈した。

島尻層群基底と解釈される層準(青色の破線)でも下位の反射波が切られる現象が見られる(青色のボックス)。掘止深度の約 200m 下位の層準でも同様の現象が認められ、下位の地層が構造的な高まりを形成しているようであり、反射波の幅も広がっていることから、岩層あるいは地層が変わる可能性がある。



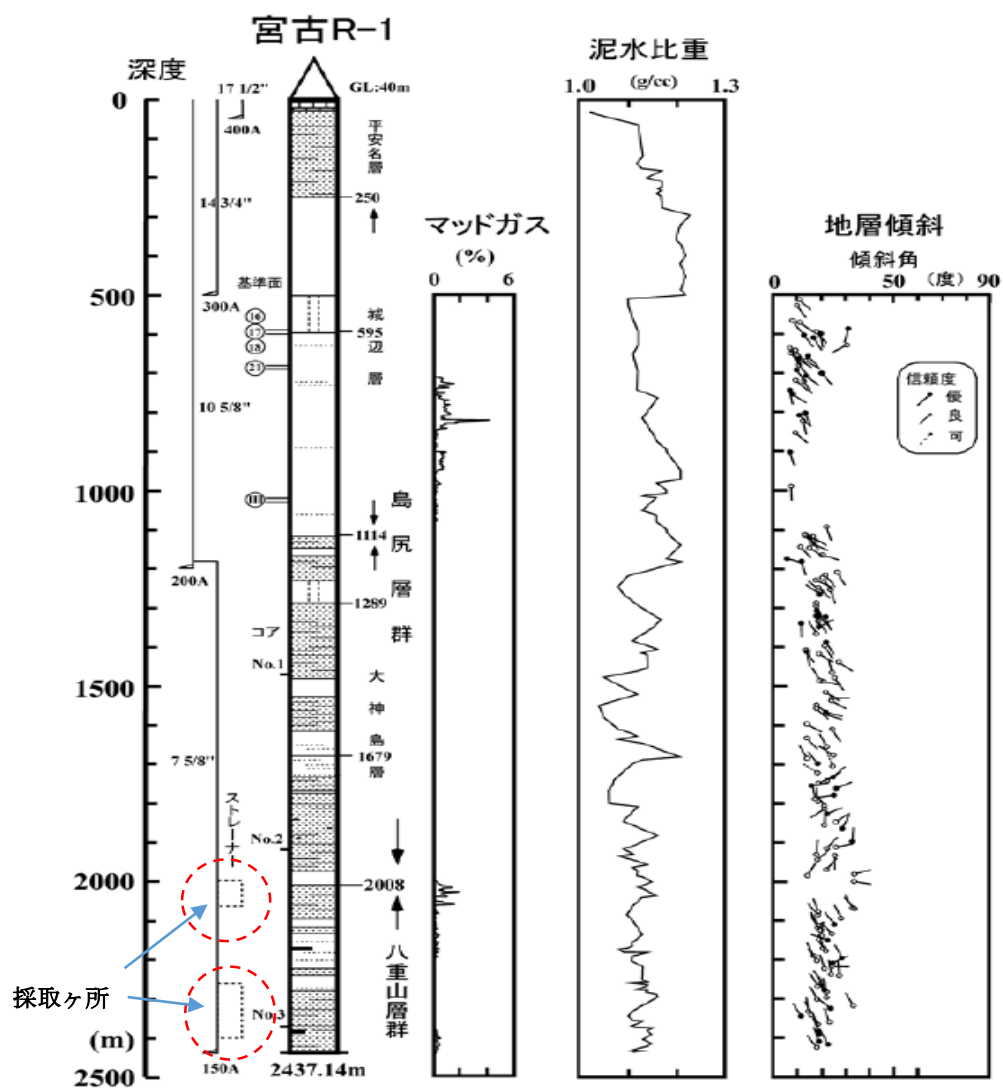


図 2-9 宮古 R-1 坑井総合図 (平成 26 年度沖縄県報告書に加筆)

表 2-2 島尻層群の地質状況

島尻層群	地質状況
平安名 (へんな) 層	黄褐色～褐色の中粒～細粒砂岩と暗灰色泥岩を主とする泥岩勝ちの互層
城辺 (ぐすくべ) 層	均質な青灰色～暗灰色泥岩が主体
大神島 (おうがみじま) 層	下位から①砂岩・泥岩のやや泥岩勝ち有律互層 ②含礫質粗粒砂岩 ③砂岩勝ち互層 ④泥岩勝ち互層 ⑤部層には炭化度の低い亜炭層を含

(2) 試掘調査報告

試掘事業の生産試験結果を下記に示す。(表 2-3)

表 2-3 生産試験結果一覧表 (平成 26 年度沖縄県報告書参考)

本試掘事業での生産試験結果														
坑井名	仕上層	初測定解析結果					連続揚水試験中の平均値 (試験開始日及び停止日除く)					温泉法に基づく分析・測定結果		
		解析手法	フロー・ キャパシティ (md·m)	浸透率 (md)	産出指数 (kl/d·ksc)	産出ガス量 (m <sup>3</sup> /day)	産出水量 (kl/day)	GWR	坑口水温 (°C)	可燃性ガス 測定結果	水質分析結果			
										I <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (g/l)	I/Cl <sup>-</sup>	pH	
大里 R-1	T <sub>13</sub> 層及び 基盤岩	M.D.H法	9,599	47	-	869	499	1.74	58.9	95.5	35.0	12.5	2.8.E-03	7.5
		Horner法	9,145	45	89.01									
那覇 R-1	T <sub>13</sub> 層及び 基盤岩	M.D.H法	188,945	1,239	-	692	642	1.08	46.5	100	40.9	12.1	3.4.E-03	7.3
		Horner法	181,487	1,190	929.09									
宮古 R-1	T <sub>13</sub> 層及び 八重山層群	M.D.H法	6,246	43	-	530	618	0.86	69.7	82.5	23.5	15.3	1.5.E-03	7.3
		Horner法	5,976	41	77.75									
千葉県坑井での参考値														
坑井 種別	仕上層	初測定解析結果					生産量等					水質分析結果		
		解析手法	フロー・ キャパシティ (md·m)	浸透率 (md)	産出指数 (kl/d·ksc)	産出ガス量 (m <sup>3</sup> /day)	産出水量 (kl/day)	GWR	坑口水温 (°C)	可燃性ガス vol%	I <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (g/l)	I/Cl <sup>-</sup>	pH
茂原型	砂泥互層	M.D.H法	4,000	45	-	3,000	230	13.0	22	99	95	13	7.3.E-03	8.4
		Horner法			25									
通常型	砂泥互層	M.D.H法	26,000	110	-	2,000	1,200	1.7	31		80	19	4.2.E-03	7.5
		Horner法			350									

城辺ぱり鉦山宮古 R-1 の揚水試験結果と坑内試料分析結果に関して、平成 26 年沖縄県報告書を参考に下記に示す。

連続揚水試験中のガス量は 530 m<sup>3</sup>/日、揚水量は 620kl/日程度で安定しており、GWR(ガス水比)は平均値で 0.86 を示した。坑口や地上配管から採取した試料について、温泉法に基づく水質分析及び可燃性ガス分析を実施した結果、ヨウ素濃度は 23.5mg/l、可燃性ガス濃度は 82.5vol%となった。坑底試料採取器 (BHS : Bottom Hole Sampler) を用いて所定 3 深度で採取した 3 試料の分析結果からは、坑口採取試料と比べると、BHS 試料のヨウ素濃度が 10.3 mg/l~14.5 mg/l と坑口採取試料の 23.5mg/l と比べ低い値になっている。BHS 試料のガス成分分析では、メタン濃度として 60 vol%前後の値で、N<sub>2</sub> (窒素) が相当含まれていると報告された。この結果がこれまでの沖縄本島での結果と大きく異なるところである。宮古 R-1 の試掘では沖縄本島では見られない石炭礫・片が確認され注目される場所であるが、坑口採取試料と坑底採取試料の値が異なることや他に比較できるデータがないことから再分析が必要と考える。

次に、城辺ぱり鉦山宮古 R-1 の炭化水素ポテンシャルに関する考察とまとめを平成 26 年沖縄県報告書より抜粋し下記に示す。

1. 宮古島においては、今回初めて熱分解ガスから主になる水溶性ガスの存在と八重山層群の砂岩層が貯留層として十分能力を有することを確認することができた。しかし、八重山層群のガス水比は比較的 low、ガスには相当量の N<sub>2</sub> (窒素) が含まれていることも明らかとなった。

2. ヘッドスペースガスの分析から、島尻層群中にも主に微生物ガスからなる水溶性ガスの存在が推定され、一部に熱分解ガスが混入している可能性があることから、これらの層準を評価することも必要である。また、北西-南東方向の正断層の存在が確認されており、より高いガス水比が期待できる断層トラップの可能性を検討することも必要である。今回坑井掘削で得られた点のデータを、地震探鉦データと総合することで、面のデータにすることが可能であり、既存データの十分な活用がより一層望まれる。

3. 宮古 R-1 では目的層である八重山層群を約 430m 掘削し、宮古島に熱分解ガスからなる水溶性ガスが存在し、八重山層群の砂岩層が貯留層として十分能力を有することが明らかになった。ヘッドスペースガス分析から、島尻層群にも主に微生物ガスからなる水溶性ガスの存在が期待できるので、地質状況の異なる地域での更なる坑井の掘削を行い、評価に必要なデータを追加することが必要である。

## 第3章 宮古島市天然ガス資源利活用の検討

### 1. 城辺ぱり鉱山（宮古 R-1）利活用の検討（感度分析による結果）

#### （1）検討の前提

##### ①利活用計画検討の考え方

水溶性天然ガス資源（ガスならびに温泉水）の利活用は、鉱山周辺でのオンサイト利用を基本とし、鉱山施設、海宝館、保良川ビーチの3施設での利用を中心とする。併せて、貴重な地域資源を無駄なく利活用するとの考えに立ち、整備計画のあるホテルでの利用や鉱山近接地へのホテル誘致等を検討する。

具体的には、下記のとおりと考える。

##### 【鉱山施設】

- ・ガスの自家消費による発電を行い、ポンプ等の動力として利用する。

##### 【海宝館】

- ・現在プロパンガスを利用しているレストラン厨房での調理用ガスを、天然ガスに置き換える。
- ・ガスコージェネレーションによる発電を行い、館内の照明や動力等に利用する。
- ・現在電気のエアコンを利用している館内の空調（冷暖房）を、天然ガスに置き換える。  
ガスで空調（特に冷房）を行う方法としては、大別してガスヒートポンプ（ガスで動くエアコン）とナチュラルチラー（ガス冷房）があるが、後者は大空間に適している。このため本計画においては、中小規模の空間にも機動的に対応できるガスヒートポンプを採用する。
- ・新たな集客施設として、温泉水を活用したスパならびに足湯を導入する。

##### 【保良川ビーチ】

- ・保良川ビーチでは、ウォータースライダーが稼働する夏期は電気の使用量が大きくなるが、冬期は40kWh/日（1日8時間稼働として平均5kWh/h）程度であり、コージェネレーション等による発電を行うには規模が小さい。一方、鉱山と保良川ビーチの間には35～40mの高低差があり、ここを温泉水が流れ落ちることになる。そこでこの落差を利用して小水力発電を導入する。なお、発電された電気は施設内の照明等に利用することにより、夏場のピークカットにつながる方法と、固定買取制度に基づき全量を沖縄電力に売却する方法がある。このいずれを採用するかは、今後の詳細な検討

や沖縄電力との調整に委ねられることになるが、本検討においてはとりあえず自家消費と考える。

- ・ウォータースライダーの動力は、従来通り沖縄電力から電気を購入するものとする。
- ・冬期において、保良川ビーチのプールを温泉プールとする。また併せて、ビーチ内の適地に、露天風呂を設置する。
- ・温泉水は約 70℃の温度があることから、温泉プール等での利用適温との温度差を活用して、熱交換によりシャワー水を加温し、温水シャワーを供給する。

#### 【整備計画のあるホテル】

- ・既に整備計画が進められている近隣のホテルに温泉水を供給する。なお、同施設は鉱山から直線距離でも約 2km 離れているため、タンクローリーでの輸送とする。また、ガスの供給は、本計画では検討の対象外とする。

#### 【近接ホテル（予定）】

- ・配管でガス、温泉水が供給可能な鉱山の近接地に、安価で安定した地産エネルギー（ガス）と温泉水の供給をインセンティブとして、ホテルを誘致する。
- ・ホテルでの水溶性天然ガス資源の利活用は、ユインチホテル南城での例にみられるように多様な用途が考えられるが、本計画では利活用量が多くかつ期待できる経済的メリットも大きい「ガスコージェネレーションによる発電」、「ガスヒートポンプによる空調」、「温泉水の提供」に焦点を絞った検討を行う。

#### 【その他】

- ・鉱山近接地でペンションの整備計画があり、ここでの温泉水利用、さらには状況に応じたガス利用の可能性も期待できる。ただし、同施設での水溶性天然ガス資源の利活用は、計画の詳細が具体化した時点で再検討することとし、本計画においては上述した「近接ホテル（予定）」の 1 つのバージョンと位置づける。
- ・その他、近接地での農業等への利用も考えられるが、これらは今後の課題として、本章 2 項の「宮古全体を想定した利活用」の中に位置づけることとし、「城辺ぱり鉱山利活用」の検討対象には含めない。

以上を整理した利活用計画検討の全体スキームを図 3-1 に示す。

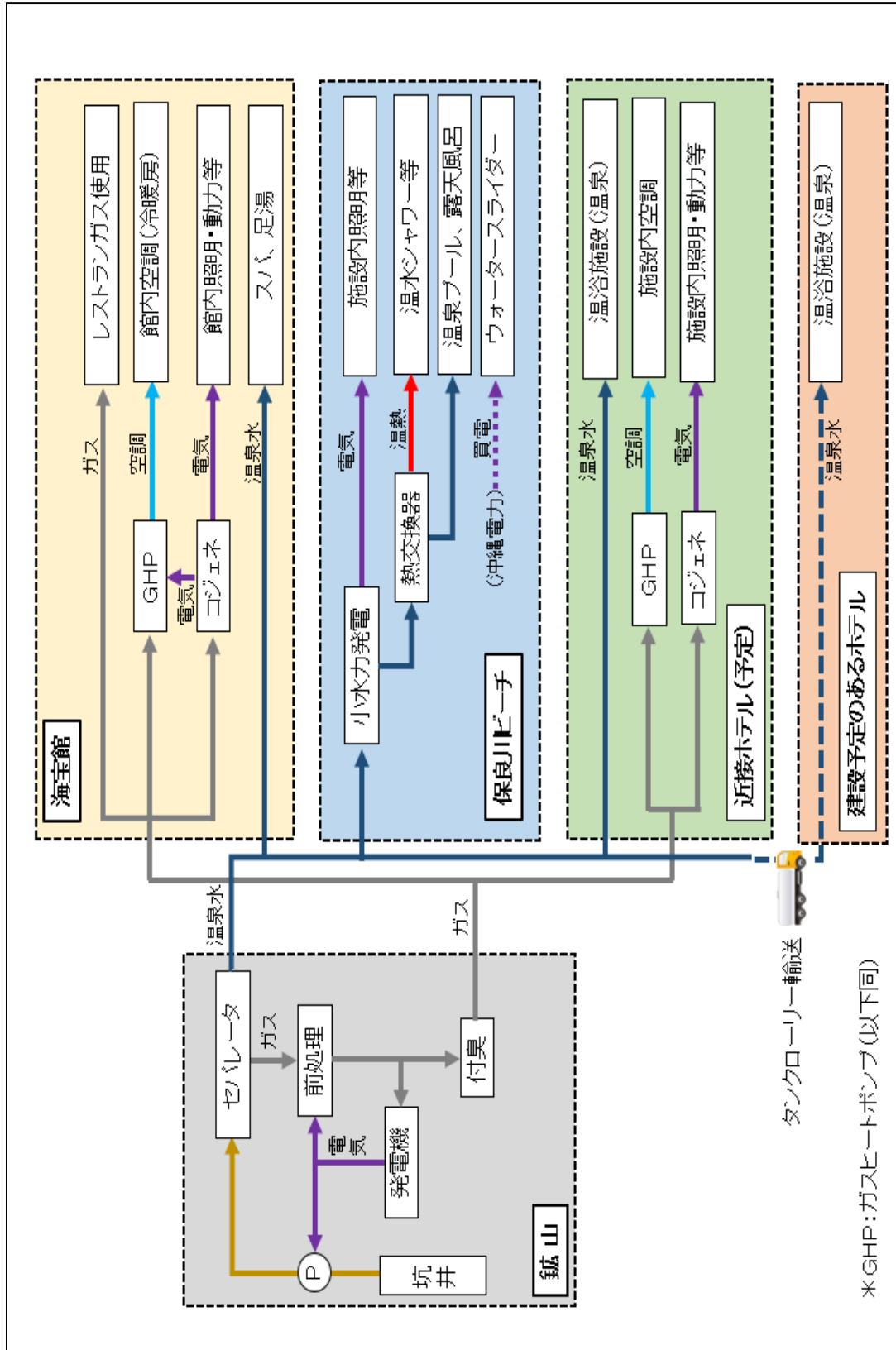


図 3-1 利活用計画検討の全体スキーム

## ②事業主体の想定

実際の事業主体の組み立ては、事業実施時に改めて最適手法を検討する必要があるが、本計画検討にあたっては、下記のとおり宮古島市が主体となった事業を想定する。

- ・宮古島市が沖縄県から鉱山の移管を受け、鉱業法上の（共同）権利者となって水溶性天然ガス利活用事業の主体を担う。
- ・鉱山内でのガス使用（発電燃料としての利用）は、宮古島市によるガスの自家消費と位置づける。
- ・海宝館（レストランを除く）ならびに保良川ビーチは宮古島市の施設であり、その運営を指定管理者に委託している。このため、海宝館ならびに保良川ビーチでのガスならびに温泉水の利用は、宮古島市の自家消費と位置づける。海宝館におけるスパの新設等も、施設の整備主体は宮古島市と想定する。
- ・海宝館レストランならびに近接ホテル（予定）でのガス利用は、諸々の事業形態が考えられるが、本検討においてはガス供給事業（ガスの小売り事業）と位置づけ、宮古島市（あるいは宮古島市が主体となって構成する組織）がガス供給事業者になると考える。ガス供給事業者には、法定管理者（ガス主任技術者）の配置、付臭、ガス供給配管の敷設等の義務が生じてくる。このため、これらに要するコストを事業費の中に見込む。
- ・建設予定のあるホテル、近接ホテル（予定）等への温泉水の供給は、宮古島市（あるいは宮古島市が主体となって構成する組織）が、温泉水の小売り事業を行うものと想定する。
- ・近接ホテルにおけるコージェネレーションによる電力供給は、需要者（ホテル等）の自家発自家消費と位置づけ、発電設備等は需要者が設置する。

## ③事業の評価

上述したように宮古島市が主体となる事業を想定することから、事業の評価は純民間事業のように経済性のみで判断されるものとはならない。さらに本坑井は一括交付金を活用して掘削されたものであることを考えると、利活用計画において収益性のみを重視することは必ずしも適当ではない。

しかし、公的な事業であっても、経済性が全く見込めない事業は社会的に受け入れられ難いと考えられる。このため事業の評価は、政策的意義と経済性の両面の評価を行う。

一方、ホテルにおけるコージェネレーションの導入など2次側に事業については、もっぱら経済性を評価の尺度とする。

## (2) 検討ケース

### ① 鉱山仕様

表 3-1 に、平成 25 年度において沖縄県が試掘した 3 つの鉱山の試掘調査（「平成 26 年度 天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業報告書」沖縄県）の結果に基づく、各鉱山仕様の想定値を、表 3-2 に同想定値に基づく 3 鉱山のエネルギーポテンシャル比較を示す。

表 3-1 沖縄県試掘 3 鉱山の仕様（試掘調査結果による想定値）

項目	城辺ぱり鉱山	なんじい鉱山	はいさい鉱山
所在地	宮古島市	南城市	那覇市
掘削深度(m)	2,437	1,800	1,243
坑口温度(°C)	69.7	60	45
産出水量(kL/日)	618	500	1,000
産出ガス量(m <sup>3</sup> /日)	530	850	1,000
ガス水比	0.86	1.7	1.0
メタン濃度(%)	60	92	93
ガス熱量(kcal/m <sup>3</sup> )	5,500	9,082	9,100

出所：「平成 26 年度 天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業報告書」（沖縄県）

表 3-2 沖縄県試掘 3 鉱山のエネルギーポテンシャル比較（試掘調査結果による想定値）

鉱山名	城辺ぱり鉱山	なんじい鉱山	はいさい鉱山
エネルギーポテンシャル(Mcal/日)	2,915	7,720	9,100
比較(城辺ぱり鉱山=100)	100.0	264.8	312.2

\* 県試掘結果に基づく想定値。

城辺ぱり鉱山のエネルギーポテンシャルは、なんじい鉱山（南城市）の約 4 割、はいさい鉱山（那覇市）の約 3 分の 1 にとどまる。一方、県の試掘調査結果は、限られた時間内等限られた条件下でのものであり、例えばはいさい鉱山においては、平成 27 年度の生産試験（連続試験等）により試掘結果を大きく上回るポテンシャルの存在が確認されている。

試掘調査の時点において、国内の既存水溶性天然ガス坑井と比べても遜色のないポテンシャルが認められているはいさい鉱山やなんじい鉱山においては、試掘調査結果のレベルにおいて事業成立の可能性を期待することができる。一方、試掘調査結果による想定



値に基づく、利活用可能性の評価がボーダーライン上にある城辺ぱり鉱山では、継続試験の結果如何によって、事業の実現可能性評価が大きく変化してくることになる。<sup>※5</sup>

従って、城辺ぱり鉱山においては次年度以降に実施が望まれる継続試験の結果を待たない限り、利活用計画の詳細を描くことができないという、大きな課題を抱えている。

### ③ 検討ケースの設定

上述したように、城辺ぱり鉱山の利活用可能性評価は、沖縄県の試掘結果に基づくボーダーライン上に位置する。生産試験の実施によって、当鉱山のポテンシャルが上方修正されたとしても、依然としてボーダーラインを超えることが期待できないのであれば、費用を投じて生産試験を行う意義が問われることになる。

そこで、想定される範囲内で当鉱山のポテンシャルを仮説設定し、いかなる条件が満たされれば事業成立の可能性が生じてくるかの検討を行うことにする。

本計画において検討する条件はあくまでも仮説である。従って、個々の条件設定値に基づく結果より以上に、想定されるポテンシャルの範囲内で事業が実現可能となり得るか否か、ひいては今後生産試験を実施する価値があるのか否かの判断材料の提供に力点を置くものとする。

このため、検討の手法は想定される範囲内で条件を変えた時、事業はどう評価されるのかを検討する「感度分析」の手法を採用する。一方、エネルギーポテンシャルは、メタン濃度（ガス発熱量）、産出水量、ガス水比、産出ガス量等、多様な要素によって構成される。このため、県試掘調査結果によるガス水比を 0.86 に固定し、メタン濃度（＝発熱量）と産出水量（ガス水比 0.86 に固定したため、＝産出ガス量）を、「感度分析」における変数とする。

具体的には、表 3-3 に示すメタン濃度（ガス発熱量）4 ケース、表 3-4 に示す産出水量（産出ガス量）4 ケースを掛け合わせた、表 3-5 の 16 ケースを検討の対象とする。

---

※5 試掘調査結果による想定値に基づく、城辺ぱり鉱山の利活用可能性評価がボーダーライン上にあることの詳細は、p53 の表 3-45 を参照されたい。試掘調査結果による想定値に相当する「ガス量＝530 m<sup>3</sup>/日×発熱量＝5,500 k al/m<sup>3</sup>」のケースでは、ガスの利活用に関しては相当に限定的なものにとどまっている。

表 3-3 メタン濃度（ガス発熱量）の検討ケース

メタン濃度 (%)	60	70	80	90
発熱量 (kcal/m <sup>3</sup> )	5,500	6,500	7,500	8,500

表 3-4 産出水量（産出ガス量）の検討ケース

倍 率	1.0	1.2	1.4	1.6
産出水量 (kL/日)	618	740	865	990
ガス水比	0.86	0.86	0.86	0.86
産出ガス量 (m <sup>3</sup> /日)	530	635	740	850

表 3-5 感度分析による検討ケース

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	県試掘結果			
635m <sup>3</sup> /日		感度分析検討領域		
740m <sup>3</sup> /日				
850m <sup>3</sup> /日				

### (3) ガス原価

#### ①ガスの前処理

天然ガスは、セパレータで分離後、圧縮除湿法による除湿を行う。一方メタン濃度は、最低でも 60%以上を期待することができ、バイオマスガス等においてはこの程度の濃度があれば燃焼の用に供することから、大きなコストを要する除窒素は行わない。

図 3-2 に、本計画において採用したガス前処理のシステムフローの概要を示す。

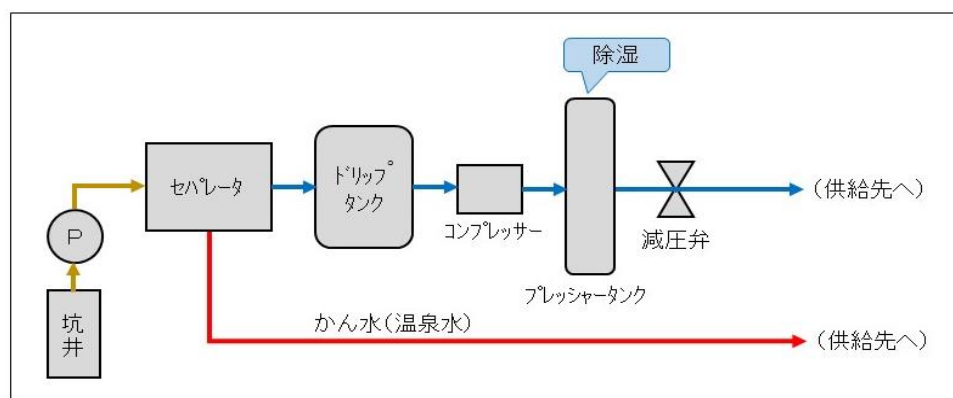


図 3-2 ガス前処理のシステムフロー概要

#### ②イニシャルコスト

表 3-6 に、汲上設備および前処理設備の投資額を示す。汲上設備はポンプ（関連部品含む）、揚湯管、耐熱用水中ケーブル、制御盤等の一式を、前処理設備は図 3-2 に記す機器一式を積算対象とする。また、表 3-7 に鉱山～海宝館へのガス供給配管の敷設費（150m）を示す。なお、表 3-6、表 3-7 とともに関東地方での概算見積額であり、実際の事業時には宮古島市における輸送費をはじめとする地域の諸状況や、鉱山の実態等に合わせた詳細な積算を再度行う必要がある。

表 3-8 に減価償却費を示す。減価償却費算定にあたっては、下記の想定をおいた。

- ・設備ごとに償却年数が異なるが、大きな枠組みの中で感度分析を行い、事業成立の条件と可能性が期待できる事業内容を整理するという本検討の目的に照らし、全設備の平均償却年数を 7 年と想定する。
- ・イニシャル整備に対しては、一括交付金が適用されたと想定し、補助率=90%（交付税措置分を含む）に対する裏負担分の 10%をガス原価に算入する。

表 3-6 汲上設備および前処理設備の投資額(千円)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	38,600	38,600	38,600	38,600
635m <sup>3</sup> /日	43,500	43,500	43,500	43,500
740m <sup>3</sup> /日	47,500	47,500	47,500	47,500
850m <sup>3</sup> /日	51,500	51,500	51,500	51,500

表 3-7 海宝館へのガス供給配管の投資額(千円)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	16,500	16,500	16,500	16,500
635m <sup>3</sup> /日	16,500	16,500	16,500	16,500
740m <sup>3</sup> /日	16,500	16,500	16,500	16,500
850m <sup>3</sup> /日	16,500	16,500	16,500	16,500

表 3-8 減価償却費 (平均償却年数=7年、補助率=90%、千円/年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	787	787	787	787
635m <sup>3</sup> /日	857	857	857	857
740m <sup>3</sup> /日	914	914	914	914
850m <sup>3</sup> /日	971	971	971	971

### ③ランニングコスト

ランニングコストとして、消耗品費（ポンプの毎年買い替え）、保安等人件費、付臭費および雑費（補修費等）を計上する。

ガス供給事業（ガスの小売り）を行う場合には、法定管理者の配置が必要となるが、自治体がガス供給事業を行う場合には、法定管理者は市町村職員の兼務とすることが一般的である。このため、本検討においてもこれと同様の手法を採用することにして、法定管理者の person 費はガスの原価に含めない。

また、電力費は、自家発電を行う場合においても、実際には沖縄電力とのバックアップ契約等が必要となるが、本検討ではこれもガスの原価には含めていない。

付臭費は、千葉県等の事例に基づきガス 1 m<sup>3</sup>あたり 1 円とする。なお、ガスを自家消費する場合には、付臭の必要はない。一方、鉱山外へのガス供給は、宮古島市の自家消費（海宝館資料館や新設スパ等での利用）と、他者への小売り供給（海宝館レストランや近接地に誘致するホテル等での利用）が混在するため、鉱山外に供給するガスはすべて付臭を施すものとする。以後の記載において、ガス原価は付臭後の値を記す。ただし、シミュレーションにおいては、鉱山内利用は付臭前、鉱山外利用は付臭後の数値を用いている。

保安等人件費は、すべてのケース共通で 4,000 千円/年（外部委託を想定）を計上する。消耗品費と雑費は、検討ケースごとに表 3-9、表 3-10 のとおりと設定する。

表 3-9 消耗品（ポンプ買替）費(千円/年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	3,000	3,000	3,000	3,000
635m <sup>3</sup> /日	3,500	3,500	3,500	3,500
740m <sup>3</sup> /日	4,000	4,000	4,000	4,000
850m <sup>3</sup> /日	4,500	4,500	4,500	4,500

表 3-10 雑費（補修費等、千円/年）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	1,000	1,000	1,000	1,000
635m <sup>3</sup> /日	1,100	1,100	1,100	1,100
740m <sup>3</sup> /日	1,200	1,200	1,200	1,200
850m <sup>3</sup> /日	1,300	1,300	1,300	1,300

#### ④総コストと仕上りガス単価の算出結果

表 3-11 にイニシャル、ランニングを合わせた総コストを、表 3-12 に総コストをガス産出量で除して求めた容量あたりのガス原価（仕上り単価）を、表 3-13 に熱量あたりのガス原価（仕上り単価）を示す。

なお、南城市が平成 26 年度に実施した「水溶性天然ガス策定事業報告書」では、本検討とほぼ同様の考え方に基づく同市なんじい鉱山のガス仕上り単価を 5 円/Mcal と算定し、この価格であれば、公設民営方式の採用を条件として、コージェネレーションやガス

ヒートポンプ等による天然ガスの利活用の可能性が見込めるとの結論を得ている（本検討と南城市での検討は、考え方はほぼ同じであるが、個々の条件設定は異なっている。また、上記ガス原価（仕上り単価）には、なんじい鉾山における水溶性天然ガス資源利活用の最大の課題となる、排水のコストは含まれていない）。そこで、表 3-13 には、上記南城市なんじい鉾山の仕上り単価以下となるケースにマーキングを施した。

表 3-11 ガス原価の総コスト(千円/年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	8,981	8,981	8,981	8,981
635m <sup>3</sup> /日	9,689	9,689	9,689	9,689
740m <sup>3</sup> /日	10,385	10,385	10,385	10,385
850m <sup>3</sup> /日	11,082	11,082	11,082	11,082

表 3-12 容量あたりのガス仕上り単価 (円/m<sup>3</sup>)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	46.4	46.4	46.4	46.4
635m <sup>3</sup> /日	41.8	41.8	41.8	41.8
740m <sup>3</sup> /日	38.4	38.4	38.4	38.4
850m <sup>3</sup> /日	35.7	35.7	35.7	35.7

表 3-13 熱量あたりのガス仕上り単価 (円/Mcal)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	8.4	7.1	6.2	5.5
635m <sup>3</sup> /日	7.6	6.4	5.6	4.9
740m <sup>3</sup> /日	7.0	5.9	5.1	4.5
850m <sup>3</sup> /日	6.5	5.5	4.8	4.2

\*   なんじい鉾山（南城市）以下。

容量あたりの単価はスケールメリットによって決まり、産出ガス量が多くなると低下していく。一方、熱量あたりの単価は、同一産出量でも発熱量が高くなると低下する。このため、表 3-13 の右下に進むに従って、上記両者の相乗効果で仕上り単価が大きく低下し、産出量が 635 m<sup>3</sup>/日以上になると発熱量 8,500kcal/m<sup>3</sup> のケースで、さらに産出量が 850 m<sup>3</sup>/日では発熱量 7,500kcal/m<sup>3</sup> 以上のケースで、なんじい鉱山の仕上り単価を下回ってくる。

#### ⑤ガス供給単価の設定

表 3-12 および表 3-13 は、仕上り単価（需要者にガスを使える形にして供給するために必要となる単位数量あたりの原価）である。実際のガス供給価格は、この価格を基準として、政策的判断を加味して決定されることになる。さらに、後述するように、ガスの供給と温泉水の供給を「水溶性天然ガス資源利活用事業」として一体的に捉えると、温泉水供給価格とガス供給価格の間にはトレードオフの関係が生じてくる。

これらを考慮した実際のガス供給価格は、事業化の時点で再度検討・決定する必要がある。しかし、本検討においては、宮古島市の施設で利用する場合はもとより、民間事業者がガスを供給する場合においても、市民の福利向上や観光の付加価値向上という政策目的を達成するためのインセンティブを考慮して、ガスは原価（仕上り単価）で供給すると考える。

つまり、宮古島市においては、赤字が累積するような事業は行わないものの、水溶性天然ガス利活用事業単独での収益性を考えるのではなく、エコアイランドの取り組みの強化や地域観光振興という大きな政策目的においてメリットを期待することに主眼を置き、一方民間事業者に対しては、安価で安定したエネルギーの供給を通じて事業の誘致・継続・拡大という持続的発展に資するメリットを提供していくという、「ウィン・ウィン」関係の構築の実現を目指すものとする

この考えは、城辺ぱり鉱山が国の一括交付金を活用して開発されたという経緯にもそうものとなる。

#### (4) 発電評価

##### ①検討対象

鉱山内の自家発電を対象とする。

##### ②検討の基本方針

公的主体による事業となることから、イニシャルコストよりはランニングコストが事業評価の主要な指標となる。

このため、鉱山での自家発電・自家利用の仕上り電気単価に占める原料（天然ガス）費を求め、これを沖縄電力から電気を購入した時の平均買電価格と比較する。

なお、参考として、イニシャルコストの負担を考慮した総合的な評価を併せて検討する。

##### ③前提条件

鉱山での電力需要に対応した発電機出力を表 3-14、一般的な発電機の発電効率を表 3-15 のとおりと設定する。

表 3-14 鉱山での電力需要に対応した発電出力

産出ガス量	530 m <sup>3</sup> /日	635 m <sup>3</sup> /日	740 m <sup>3</sup> /日	850 m <sup>3</sup> /日
発電機出力	25kW	30kW	35kW	40kW

表 3-15 発電効率

発電端効率	所内動力率	送電端効率
30%	4%	28.8%

##### ④天然ガス消費量

上記前提条件に基づく天然ガス消費量は、表 3-16 および表 3-17 のとおりとなる。

1kWh の発電を行うために必要な天然ガスの量は、ガス産出量に関係なくガスの発熱量で決まり、発熱量が多いほど低下する。

一方、天然ガスの産出量は産出かん水量と比例するため、ガス産出量が増えるとより大きなポンプの動力（消費する電力の量）が必要となる。この結果、消費する天然ガスの量は、表 3-17 の左下に進むに従って多くなる。



表 3-16 発電量あたりの天然ガス消費量 (m<sup>3</sup>/kWh)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	0.54	0.46	0.40	0.35
635m <sup>3</sup> /日	0.54	0.46	0.40	0.35
740m <sup>3</sup> /日	0.54	0.46	0.40	0.35
850m <sup>3</sup> /日	0.54	0.46	0.40	0.35

表 3-17 鉦山内自家発電の天然ガス消費量 (m<sup>3</sup>/日)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	326	276	239	211
635m <sup>3</sup> /日	391	331	287	253
740m <sup>3</sup> /日	456	386	334	295
850m <sup>3</sup> /日	521	441	382	337

## ⑤評価

表 3-18 に、仕上り電気単価に占める原料（天然ガス）費を示す。

仕上り電気単価に占める天然ガスの費用は、表 3-16 と表 3-12 の掛け算となるため、表 3-18 の右下に進むに従ってコストが低下する。

自家発電を行わず、沖縄電力から電気を購入したとすると、その平均買電価格は約 22 円/kWh となる。従って、仕上り電気単価に占める原料（天然ガス）の費用が 22 円/kWh を超えると、イニシャルコストを除く原料費だけで沖縄電力からの買電価格を上回ることになり、民間ベースでは自家発電のメリットは見込めない。しかし、貴重な地域資源を利活用するという次元の異なるインセンティブが働けば、差が数円/kWh の範囲なら事業を行う価値が生じてくる。（沖縄電力からの購入価格より自家発電に要する費用が 1 円/kWh 高くなると、年間のコストオン額は 20 万円強となり、3 円/kWh 高くなるとコストオン額は年間 60 万円強となる。このコストオン額をいかに評価するかは視点によって異なってくるが、本検討においては、政策意図を考慮すると 3 円/kWh 以内なら許容できると考えた）。





仕上り電気単価に占める原料（天然ガス）の費用が平均買電価格と比べ 0～3.5 円/kWh 安価なら、イニシャル負担を考慮しなければ事業の成立を見込み得る。さらに、3.5～7 円

/kWh 安価なら、イニシャル投資に対して 50%の補助金があれば事業の成立が見込め、7円/kWh 以上安価なら、補助金なしでも事業の成立が見込めると試算される。

表 3-18 には、こうした評価軸に基づいたマーキングを施した。一部に、「政策意図に基づく公共事業なら」等の条件がつくが、総じて事業成立の実現可能性はあると評価することができる。

表 3-18 鉾山内自家発電での仕上り電気単価に占める原料（天然ガス）費（円/kWh）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	24.7	20.9	18.1	16.0
635m <sup>3</sup> /日	22.2	18.7	16.2	14.3
740m <sup>3</sup> /日	20.3	17.2	14.9	13.2
850m <sup>3</sup> /日	18.9	16.0	13.8	12.2

- \*  政策意図に基づく公共事業なら可能。  
 イニシャルを考慮しなければ事業成立。  
 補助金（50%以上）があれば事業成立。  
 補助金なしでも事業成立。

## (5) 海宝館での事業展開

### 1) レストラン厨房用ガス供給

#### ①評価の前提

表 3-19 に、平成 26 年度における海宝館レストランでの厨房用ガスの利用実績を示す。

表 3-19 海宝館レストランでの厨房用ガス利用実績

利用ガス種別	プロパンガス (24Mcal/m <sup>3</sup> )
ガス消費量	2,335 m <sup>3</sup> /年 (平均約 6.5m <sup>3</sup> /日、ピーク約 8m <sup>3</sup> /日、ボトム約 4.5m <sup>3</sup> /日)
ガス購入単価	平均 18.5 円/Mcal


#### ②ガス供給可能価格

表 3-20 に、天然ガスの供給可能価格 (発熱量あたりの単価) を示す。

表 3-20 海宝館レストランへの厨房用ガス供給可能価格 (円/Mcal)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	8.4	7.1	6.2	5.5
635m <sup>3</sup> /日	7.6	6.4	5.6	4.9
740m <sup>3</sup> /日	7.0	5.9	5.1	4.5
850m <sup>3</sup> /日	6.5	5.5	4.8	4.2

\*  現在支払価格の 2 分の 1 以下。

 現在支払価格の 3 分の 1 以下。

#### ③ガス器具の適応性

天然ガスの発熱量と、これに対応したガス器具の種別を表 3-21 に示す。

今日では 12A ないしは 13A が主流で、6A の器具もまだ販売されているが、5A 対応はほとんど市販されていない。 ※6

表 3-21 海宝館レストランへの厨房用ガス供給可能価格

発熱量(kcal/m <sup>3</sup> )	5,500	6,500	7,500	8,500
適応器具の種別	5A	6A	6A	12A

#### ④総合評価

表 3-22 に経済性とガス器具の適応性を合わせた総合評価を示す。

発熱量 5,500kcal/日のケースでは、ガス器具の適応性の面から事業成立が難しい。

表 3-22 海宝館レストランへの厨房用ガス供給事業の総合評価

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	8.4 円×5A	7.1 円×6A	6.2 円×6A	5.5 円 12A
635m <sup>3</sup> /日	7.6 円×5A	6.4 円×6A	5.6 円×6A	4.9 円×12A
740m <sup>3</sup> /日	7.0 円×5A	5.9 円×6A	5.1 円×6A	4.5 円×12A
850m <sup>3</sup> /日	6.5 円×5A	5.5 円×6A	4.8 円×6A	4.2 円×12A

\* □ 事業成立困難。 □ 可能性あり。 □ 十分に可能性あり。 ※6

※6 現在日本では 13A・12A・6A・5C・L1・L2・L3 のガスが供給されている。13A・12A の発熱量が高いグループと、それ以外の発熱量が低いグループに大別され、日本国内で使われている都市ガスは、下記の通り 7 グループ 13 種類に分けられています。現在、「13A」又は「12A」が主な規格となっています。ガス規格の意味は、数字の部分は熱量、英字の部分は燃焼速度を示しており、A→B→C の順で速くなっていきます。

13A	10,000 ~15,000 kcal/m <sup>3</sup>	都市ガスの種類によって 成分は変わります。
12A	9,070 ~11,000 kcal/m <sup>3</sup>	
6A	5,800 ~7,000 kcal/m <sup>3</sup>	
5C	4,500 ~5,000 kcal/m <sup>3</sup>	
L1(6B、6C、7C)	4,500 ~5,000 kcal/m <sup>3</sup>	
L2(5A、5B、5AN)	4,500 ~5,000 kcal/m <sup>3</sup>	
L3(4A、4B、4C)	3,600 ~4,500 kcal/m <sup>3</sup>	

## 2) コージェネレーションの導入

### ①評価の前提

表 3-23 に、海宝館におけるコージェネレーション導入の前提条件を示す。同条件は、海宝館における電力の使用実績に基づき、コージェネレーションを導入した場合の最適解として設定した

表 3-23 海宝館におけるコージェネレーション導入検討の前提条件

電力購入実績	平均 29 円/kWh	平成 26 年度実績より
コージェネレーション導入計画	照明、厨房用エアコンに電気を供給 資料館とレストランの空調は GHP に対応 上記 GHP 消費電力はコージェネで供給	平成 26 年度実績に基づくシミュレーションにより設定
必要電力量	発電必要量=126MWh/年 コージェネレーション容量=50kW	上記設定に基づくシミュレーションにより設定
想定投資額	投資額=90 百万円 補助率=50%	ユインチホテル南城の実績に基づく

### ②コスト削減額

表 3-24 に天然ガスを利用したコージェネレーションの発電原価を、表 3-25 にコージェネレーション導入によって期待される、現状実績と比較したコスト削減効果額を示す。

表 3-24 海宝館におけるコージェネレーション発電原価(円/kWh)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	25.1	21.3	18.5	16.3
635m <sup>3</sup> /日	22.7	19.2	16.6	14.7
740m <sup>3</sup> /日	20.9	17.7	15.3	13.5
850m <sup>3</sup> /日	19.4	16.4	14.2	12.5

表 3-25 海宝館におけるコージェネレーション導入のコスト削減効果額(千円/年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	491	967	1,325	1,599
635m <sup>3</sup> /日	794	1,234	1,557	1,804
740m <sup>3</sup> /日	1,024	1,428	1,725	1,952
850m <sup>3</sup> /日	1,210	1,586	1,862	2,073

### ③評価

コージェネレーションの導入評価は、下式により求める「単純投資回収年数」を指標とする。

$$\text{「単純投資回収年数」} = \text{「投資額」} / \text{「コスト削減効果額」}$$

(「投資額」は表 3-23 に示すとおり、補助金を除き 45 百万と想定)

単純投資回収年数は補修費等を加味していないため、コージェネレーション設備の耐用年数とされる 15 年で実質の投資回収を行うためには、単純投資回収年数が 5~6 年以内に収まることが求められる。

結果は表 3-26 のとおりとなり、すべてのケースで事業の成立が困難となる。

表 3-26 海宝館におけるコージェネレーション導入の単純投資回収年数 (年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	92	47	34	28
635m <sup>3</sup> /日	57	36	29	25
740m <sup>3</sup> /日	44	32	26	23
850m <sup>3</sup> /日	37	28	24	22

\*  事業成立困難。

海宝館でのコージェネレーション導入評価が、このようにきわめて厳しいものとなる理由としては、諸般の要因をあげることができるが、なかでも大きなものは下記の 2 点である。

- ・海宝館は営業時間が 9 時間 (レストランは 7 時間半) であり、1 日の内の半分以上は電気をほとんど使用していない。このため、コージェネレーションの稼働率が低く (平均稼働率=29%)、投資 (インプット) に対する発電量 (アウトプット) が少ない。
- ・業態特性から熱需要が低く、発電排熱の利用というコージェネレーションのメリットが活かされていない。

つまり、海宝館でコージェネレーション導入効果が見込めないのは、海宝館の施設特性が最大の理由となっている。

### 3) ガスヒートポンプの導入

#### ①評価の前提

表 3-27 に、海宝館におけるガスヒートポンプ導入の前提条件を示す。同条件は、海宝館におけるエアコンの使用実績に基づき、ガスヒートポンプを導入した場合の最適解として設定した。

表 3-27 海宝館におけるガスヒートポンプ導入検討の前提条件

コスト実績	986 千円/年（使用電力量=34MWh の電気代）	平成 26 年度実績より
GHP 導入計画	資料館とレストランの空調を GHP で対応 操作電気は沖縄電力から購入	平成 26 年度実績に基づくシミュレーションにより設定
消費電力	消費電力量=12.6kWh/日（昼間のみ） 電力購入単価（想定値）=22 円/kWh	上記設定に基づくシミュレーションにより設定

#### ②コスト削減額

表 3-28 にエアコン使用実績に基づくシミュレーションにより求められる天然ガス消費量の平均値を、表 3-29 に必要コスト（天然ガス代+電気代）を示す。

表 3-28 海宝館におけるガスヒートポンプの平均ガス消費量(m<sup>3</sup>/日)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	47	40	34	30
635m <sup>3</sup> /日	47	40	34	30
740m <sup>3</sup> /日	47	40	34	30
850m <sup>3</sup> /日	47	40	34	30

\* ガス消費は昼間のみで、季節により異なる消費量の平均値。

表 3-29 海宝館におけるガスヒートポンプの必要コスト(千円/年)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	897	775	685	616
635m <sup>3</sup> /日	818	708	627	565
740m <sup>3</sup> /日	761	659	585	528
850m <sup>3</sup> /日	714	620	550	498

### ③評価


エアコンからガスヒートポンプへの設備リプレースには約12百万円の投資が必要となるが、海岸部に位置する海宝館では潮風の影響を受けて、1～3年程度で空調設備の交換が必要とされており、イニシャル投資の負担はガスヒートポンプの導入評価上大きな問題とはならない。


このため導入評価は、現在のコスト実績とガスヒートポンプでの必要コストを比較した「コスト削減効果額」を指標とする。

表3-30に、その結果を示す。

表3-30 海宝館におけるガスヒートポンプ導入によるコスト削減効果額（千円/年）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	89	211	301	370
635m <sup>3</sup> /日	168	278	359	421
740m <sup>3</sup> /日	225	327	401	458
850m <sup>3</sup> /日	272	366	436	488

\*  事業成立可能（コスト削減効果あり）。

 十分に可能性あり（コスト削減効果3分の1以上）。



#### 4) 足湯の導入

##### ①評価の前提

海宝館の顧客満足向上を図る付加価値施設として、足湯を導入する。表 3-31 に、足湯導入に関する前提条件（想定値）を示す。

表 3-31 海宝館における足湯導入検討の前提条件（想定値）

設備規模	9 m <sup>3</sup>	10m×3m×30cm
供給温泉量	10kL/日	およそ 1 日 1 回転
供給配管整備費	3 千円/m×150m=450 千円 償却年数=12 年	ガス配管と同時工事で敷設
ランニングコスト	250 千円/年	維持管理費等

##### ②温泉供給価格

温泉供給価格は、ガスの使用と併せた地産資源の利活用を促進するためのインセンティブを考慮し、原価での供給とする。

足湯設備は市の施設として整備するものとし、投資コストは温泉供給原価には含めない。

以上により、温泉供給価格は下記のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \cdot \text{温泉供給価格} = \text{供給原価} &= (450 \text{ 千円} \div 12 \text{ 年} + 250 \text{ 千円/年}) \div (10\text{kL} \times 365 \text{ 日}) \\ &\approx 80 \text{ 円/kL} \end{aligned}$$

##### ③評価

仮に足湯をレストランに付帯する施設と位置づけ、レストラン運営事業が温泉供給代金を負担したとしても、その額は 24 千円/月（800 円/日）となり、顧客サービス向上のメリットと照らして、十分にペイできる範囲内に収まる。

## (6) 保良川ビーチでの事業展開

### 1) 小水力発電の導入

#### ①評価の前提

表 3-32 に、保良川ビーチでの小水力発電導入の前提条件を示す。マイクロタイプとなることから、実際の事業導入にあたっては前提条件の再考が必要とされる部分もあると思われるが、ここでは発電出力 5kW 程度のミニタイプの標準条件とする。

表 3-32 保良川ビーチでの小水力発電導入検討の前提条件

有効落差	水車型式	発電効率
40m	クロスフロー水車	70%

#### ②発電可能量

表 3-33 に利用可能流量を、表 3-34 に発電可能出力を示す。利用可能流量は、p43 の表 3-36 に記した「保良川ビーチでの温泉水（かん水）使用量」に基づく。

表 3-33 保良川ビーチでの小水力発電導入における利用可能流量 (L/秒)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	2.4	2.4	2.4	2.4
635m <sup>3</sup> /日	3.8	3.8	3.8	3.8
740m <sup>3</sup> /日	5.3	5.3	5.3	5.3
850m <sup>3</sup> /日	6.7	6.7	6.7	6.7

表 3-34 保良川ビーチでの小水力発電導入における発電可能出力 (kW)

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	0.7	0.7	0.7	0.7
635m <sup>3</sup> /日	1.0	1.0	1.0	1.0
740m <sup>3</sup> /日	1.4	1.4	1.4	1.4
850m <sup>3</sup> /日	1.8	1.8	1.8	1.8

\*  スケールメリットが効かず、事業成立は事実上困難。

政策的意図に基づく公共事業なら可能。

### ③評価

小水力発電事業が固定買取制度に基づき成立するためには、通常 5kW 程度以上、最低でも 3~4kW の規模がないと投資回収が難しいとされる。また、地形を考えると、投資コスト（土木費）に関しても、詳細な見積もりが求められ、これによってさらにコストが高まる可能性も否定できない。

表 3-34 の結果を上述した一般論にあてはめると、全てのケースにおいて事業成立は困難となる。一方、環境モデル都市として、エコアイランドの実現を目指す宮古島市においては、温室効果ガスを全く排出しない再生可能エネルギーである小水力発電の導入意義は高く、政策的意図に基づく公共事業であれば、一般的な基準以下のマイクロタイプであっても導入の可能性が生じてくる。また、こうしたニーズに応えるマイクロタイプのユニットも開発されている。

ただし、ガス量が 530 m<sup>3</sup>/日（かん水量=618kL/日）のケースでは、発電可能出力が 1kW を下回り、スケールメリットが全く効かず、事業の成立は事実上困難となる。

なお、小水力発電導入の検討にあたっては、下記の諸点にも留意する必要がある。

- ・水溶性天然ガスは地産資源ではあるが化石燃料である。これに対して、水力発電は再生可能エネルギーであり、固定買取制度の対象となる。
- ・仮に固定買取制度を活用する場合、詳細は沖縄電力との調整となるが、太陽光発電や風力発電と異なり、発電量が常に安定している水力発電は、系統連係が図り易い。
- ・保良川ビーチで温泉水を利用するためには、温泉水を 40m 下まで落とさねばならず、水力発電はいわばその副産物の位置づけとなる。
- ・近接するホテルの誘致が遅れたり、温泉水の利活用が計画どおりに進まず、かん水を海に放流しなければならなくなったときでも、水力発電が導入されていれば、かん水が全く無駄に放出されることにならない。
- ・保良川の湧水を合わせて活用すれば、流量=発電可能出力が増し、すべてのケースでの事業成立可能性も見込めてくる。

## 2) 温泉熱の活用

かん水の温度は約 70℃あり、温泉プールや温浴施設で利用する際には、適温まで温度を下げる必要がある。この温度差を利用して、熱交換によりシャワー水を加温すれば、温水シャワーを供給することができる。現在、プールでは冬期だけ温水シャワーを供給しているが、温浴施設では年間通じて温水シャワーのニーズがある。

また、大きな投資も必要としない。このため、導入の可能性は高いと評価できる。

なお、ユインチホテル南城では、コージェネレーション導入前から、温泉熱の熱交換によるシャワー水の加温を行っていた。ユインチ鉱山の温泉水温度は 53～58℃であり、城辺ぱり鉱山ではより効率的な熱交換を期待することができる。

## (7) クアハウスでの事業展開

### 1) 想定される活用策

p17の「(1) 検討の前提」に記したとおり、既存施設において下記の3つの活用策が考えられる。これらはいずれも新規事業となるが、海宝館（レストランを除く）と保良川ビーチは共に宮古島市の施設であり、クアハウス事業の主体も宮古島市と想定される（運営は既存の両施設と同様、指定管理者への委託が基本になると考えられる）。従って、宮古島市が公的立場から必要と判断すれば、事業は基本的に成立することになる。

#### 【海宝館内に公設のスパを整備する】

- ・東京都の「お台場温泉物語」のように、ハード・ソフトの両面にわたる演出を凝らすことで、客単価の向上を実現する「テーマパーク型スパ」も存在するが、基本的にスパは利用者数によって事業の成否が左右される「集客型施設」である。その意味で海宝館は、スパが立地する適地とは必ずしも評価し難い。このため、事業の実施にあたっては、マーケット調査やその結果に基づく詳細な事業計画の検討が必要とされる。
- ・一方、かん水の利活用の視点に立つと、地域の福利向上や観光の付加価値化を図る施設として、公共事業で整備を行う意義は高い。特に宮古島観光のハイライトのひとつである東平安名崎に、新たな魅力の奥行きを与えることは、現在通過型となっている島内東南エリアの観光滞在時間を長くし、観光消費を増大させる上で有効と考えられる。
- ・加えて、海宝館の絶好のロケーションを活用した「海を眺めるスパ」として売り出せば、上述した観光振興の効果は一層高まると期待することができる。

#### 【保良川ビーチのプールを冬期に温泉プールとする】

- ・水溶性天然ガスかん水は塩分濃度が高いため、循環型のプールでかん水を利用する際は、循環装置や配水管等を耐塩化する必要がある。一方、保良川ビーチのプールは保良川湧水の掛け流しであり、かつ年1回塗装を含む徹底した清掃・改修が行われている。このため、冬期に保良川湧水に代えてかん水（温泉水）の掛け流しに変えることは、特段の追加対策を行うことなく可能となる。
- ・施設が屋外型であることから、水着を着用して利用する「温泉プール」となるが、同形態は海外ではごく一般的であり、わが国においても定着が進みつつある。

#### 【保良川ビーチ内の適地に露天風呂を整備する】

- ・大きな追加投資を要することなく、海の景観と一体化した付加価値の高い露天風呂を提供することができる。

## 2) 温泉水（かん水）使用量の想定値

表 3-35 に沖縄県内の主要な温泉施設の温泉水使用量を示す。いずれも水溶性天然ガスかん水を利用した温泉施設である。

表 3-35 県内主要温泉施設の温泉水使用量

施設名	A	B	C
所在地	宜野湾市	浦添市	那覇市
温泉水使用量	約 650kL/日	約 320 kL/日	約 650 kL/日
施設名	D	E	F
所在地	豊見城市	南城市	宮古島市
温泉水使用量	約 100kL/日	約 200 kL/日	約 32 kL/日

これより、温泉水（かん水）の使用量を下記のとおりと設定する。

### 【海宝館内のスパ】

- ・瀬長島温泉と同規模の 100kL/日と想定する。

### 【保良川ビーチの温泉プールと露天風呂】

- ・大容量のプールへの掛け流しとなることから、使用水量の調整が可能となる。
- ・このため、他の用途に使用する残余分を受け入れる。結果は表 3-36 のとおりとなる。

表 3-36 保良川ビーチの温泉プールと露天風呂で使用する温泉水量（kL/日）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	208	208	208	208
635m <sup>3</sup> /日	330	330	330	330
740m <sup>3</sup> /日	455	455	455	455
850m <sup>3</sup> /日	580	580	580	580

### 3) 事業評価

海宝館のスパは、上述したとおりマーケット調査に基づく詳細な事業計画の検討が必要となるが、公共事業としての導入意義は高いと評価できる。

保良川ビーチでの温泉プールは、既存施設がほぼそのまま活用でき、リスクが少ない。また露天風呂も、取り立てて大きな投資を必要とせず、既存施設の付帯施設として整備する可能性は十分にあると考えられる。

海宝館、保良川ビーチ共に、温泉水の供給価格は、宮古島市内部の調整課題となる。つまり、純公共事業と捉え、温泉水を無料で供給する方式、民間委託の範囲内とし原価で供給する方式、温泉水の活用を「公営事業」的に捉え、スパ事業の収益性が見込み得る範囲内で温泉水を販売する方式等が考えられる。これらの具体的内容は、マーケット調査を踏まえたスパ事業計画の中で検討すべき課題となる。

## (8) 近接ホテルでの事業展開

### 1) 温泉水の供給条件

供給対象は、建設予定のあるホテルと、鉱山近接地に建設予定のホテル（以下「近接ホテル（予定）」という）の2か所とする。「(1) 検討の前提」に記したとおり、鉱山近接地でのペンション整備計画は、「近接ホテル（予定）」の1バージョンと考え、以下では独立した対象に取り上げない。

上記2施設への温泉水の供給条件の想定値を表3-37に示す。供給量は、共に瀬長島温泉とユインチホテル南城での温泉水使用量の間値と設定した。

表 3-37 近接ホテルへの温泉水の供給条件（想定値）

施設名	整備計画のあるホテル	近接ホテル（予定）
供給形態	タンクローリー輸送	配管による供給
供給量	150kL/日	150kL/日
供給価格	後述「(8)「ユインチホテル南城モデル」実現の可能性」参照	



## 2) 近隣ホテル（予定）でのコージェネレーションの導入

検討の前提として、表 3-38 に示す条件を仮説設定する。設定したホテルの規模は、リゾートホテルとしては「プチホテル」規模となるが、安全側を考慮して小さめの設定とした。また、ホテルの平均定員稼働率は、「平成 26 年度沖縄県観光要覧」によると、収容人数 30～99 人で 57%、100 人以上で 63%、リゾートホテル平均で 56%であることから、これも少なめの設定とした。

表 3-38 近接ホテル（予定）でのコージェネレーション導入検討の前提条件（想定値）

ホテル条件	客室数	50 室（ツイン）
	定員	100 人
	延床面積	3,500 m <sup>2</sup>
	電力負荷	150kW（ピーク）
	平均定員稼働率	55%（平均客数=55 人/日）
事業条件	温泉水の販売により、後述「ユインチホテル南城モデル」（ガス価格=1.3 円/Mcal）が実現可能となったと想定	

\* 事業条件の詳細は、後述「(8)「ユインチホテル南城モデル」実現の可能性」参照。

上記事業条件の設定により、ユインチホテル南城と同業態の想定ホテルにおいて、コージェネレーションの導入は基本的に事業成立可能となる。一方、供給可能なガス量から、コージェネレーションの導入可能規模はケースに応じて変化する。このとき、スケールメリットが期待できる規模が確保できるか否かが事業性評価のメルクマールとなる。

表 3-39 に近接ホテルに供給可能なガス量を、表 3-40 に同ガス量で可能な発電出力を示す。表 3-40 には、一般的なコージェネレーションユニットならびに表 3-38 に示すホテルの電力負荷と照らした、スケールメリット評価をマーキングで表示した。


表 3-39 近接ホテル（予定）への天然ガス供給可能量（kL/日）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	157	191	236	270
635m <sup>3</sup> /日	197	240	293	333
740m <sup>3</sup> /日	237	290	350	396
850m <sup>3</sup> /日	282	345	413	464


なお、稼働のパターンは、実際にはピークカット運転等も考えられるが、ここではシミュレーションの便宜上ベースロード運転と設定した。

表 3-40 近接ホテル（予定）での発電可能出力（kW）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	12.1	17.3	24.7	32.1
635m <sup>3</sup> /日	15.1	21.8	30.7	39.5
740m <sup>3</sup> /日	18.2	26.3	36.7	47.0
850m <sup>3</sup> /日	21.6	31.3	43.2	55.0

\*  スケールメリットが期待できず事業成立困難。

 可能性あり。

 十分に可能性あり。

### 3) 近接ホテル（予定）でのガスヒートポンプの導入

個々の客室やエントランス等の供用空間において、常に快適環境の提供が求められるホテルでは、海宝館と比べ空調の負荷が大きい。また、夜間にはクローズされる海宝館と比べ、24 時間稼働するホテルは、空調負荷が平準化している。このため、ホテルにおいては海宝館より以上にガスヒートポンプ導入の可能性が高く、事業は十分に成立可能と考えることができる。

天然ガスの用途として、コージェネレーションを採用するか、ガスヒートポンプを採用するかは事業者の判断となるが、ガス供給量の制約から両者を同時に採用することは困難となる。このため、本検討においては、より汎用性が高い電気を得ることができるコージェネレーションの成立が可能な場合はコージェネレーションが、コージェネレーションの成立が困難な場合はガスヒートポンプが採用されると考える。

表 3-41 に、上記の考えに基づく、コージェネレーションとガスヒートポンプの採用の棲み分けを示す。

表 3-41 近接ホテル（予定）でのコージェネレーションとガスヒートポンプの棲み分け

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日				
635m <sup>3</sup> /日				
740m <sup>3</sup> /日				
850m <sup>3</sup> /日				

\*  コージェネレーションを採用。

ガスヒートポンプを採用。

## (9) 「ユインチホテル南城モデル」実現の可能性

### 1) ユインチホテル南城でコージェネレーションが成立した理由

ユインチホテル南城に導入された天然ガスコージェネレーションは、早期の投資回収が見込めるなど、大きな成果をあげている。同ホテルでコージェネレーションが成立した理由としては、下記の5点をあげることができる。<sup>※7</sup>

- ①ユインチ鉱山は、ガス水比が約1.5、メタン濃度が94.5%と、エネルギーポテンシャルがきわめて高い優良天然ガス鉱山であること。
- ②ホテルの業態特性からエネルギー需要がフラットであり、24時間×365日の高効率稼働が可能であること。
- ③ユインチホテル南城にとって50kWの発電は、電力需要のごく一部にすぎないが、ピークカットによって基本料金が低減したと考えられること。
- ④発電排熱を給湯用に利用することにより、油代の削減が可能となったこと。
- ⑤ガスコストを構成する費用のうち、汲上設備整備費、セパレータ整備費、消耗品費（ポンプ買い替え）、人件費、ポンプ動力費等が、従来の温泉利用によって賄われていたため、ガス利用にあたって追加に要する費用が少なく、ガスの原価が低くなったこと。  
⇒概算試算によると、ガスの利用のために追加に必要なとされた経費をガス使用量で割ったガスの仕上り単価は、およそ1.3円/Mcalと推計される。

上記のうち、特に⑤の理由は、水溶性天然ガスの利活用は、ガスだけのシングルインカムでは事業の成立が難しいことを示している。実際、千葉県、宮崎県等の国内先進地においては、「ガス+ヨウ素」あるいは「ガス+温泉」というダブルインカムを確保することによって事業の成立を図っている。

従って、宮古島市においても、ガスの利活用と温泉の利活用を個別に検討するのではなく、「ガス+温泉」のダブルインカムモデルの構築を図ることが重要となる。一方、沖縄県はリゾート地として高い温泉需要があり、温泉利用のシングルインカムで事業を成立させている例は多い。このため、まず温泉利用事業を考え、その上にガス利用事業をプラスオンして考えることが、宮古島市におけるダブルインカムモデルを検討していく際の基本方針となる。

---

※7 ユインチホテル南城における天然ガスコージェネレーションシステムの詳細については、「参考資料 沖縄本島利活用視察」を参照されたい。

## 2) ダブルインカムモデルの検討シミュレーション

### ①ダブルインカムモデル検討の考え方

建設予定のあるホテル（以下、「ホテル A」という）と、鉱山接近地に建設予定のホテル（以下、「ホテル B」という）の 2 つの近隣ホテルに対する温泉水供給事業による温泉水販売収益を原資として、ガス販売価格の減額を図ったとき、「ユインチホテルモデル南城」の成立が可能となるかの検討を行う。なお、ここでガス販売価格は原価（仕上り単価）とし、「ユインチホテル南城モデル」成立のための評価水準を、上述した試算額である 1.3 円/Mcal と仮定する。

### ②シミュレーションの前提条件

表 3-42 にダブルインカムモデル検討シミュレーションの前提条件を記す。

表 3-42 ダブルインカムモデル検討シミュレーションの前提条件

温泉水供給量	ホテル A	150 k L/日	表 3-37 による
	ホテル B	150 k L/日	
ホテル宿泊客数	ホテル A	55 人/日	ホテル B と同数に設定
	ホテル B	55 人/日	表 3-38 より 100 人×55%
温泉利用客数	ホテル A	55 人/日	宿泊客全員（日帰り客の利用は見込まない）
	ホテル B	55 人/日	
入 湯 税		150 円/人回	
イニシャルコスト	供給配管	30,000 千円 償却：12 年	120 千円×250m (ホテル B への供給)
	輸送車	10,000 千円 償却：4 年	タンクローリー車
	その他	30,000 千円 償却：12 年	貯湯タンク等
ランニングコスト	人件費	5,000 千円/年	運転・作業員、事務パート
	その他	7,000 千円/年	イニシャルコストの 10%
温泉水輸送費負担金		100 円/kL	実費対応（ホテル A のみ）

### ③シミュレーション方法

下式に基づき、「ユインチホテル南城モデル」が成立するために必要な温泉水供給価格を求め、その結果を宮古島市の水道料金と比較する。

$$\text{「必要な温泉水供給価格」} = \{ \text{ガスを 1.3 円/Mcal まで減額するために必要な収益} + (\text{減価償却費} + \text{ランニングコスト}) - (\text{入湯税} + \text{輸送費負担金}) \} / \text{温泉供給量}$$

### ④シミュレーション結果

表 3-43 および表 3-44 に、「ユインチホテル南城モデル」が成立するために必要な温泉供給価格のシミュレーション結果を示す。表 3-43 は、建設予定のあるホテル(ホテル A)に供給する場合で、輸送費負担金を含めている。表 3-44 は、鉾山接近地に建設予定のホテル(ホテル B)に供給する場合である。

表 3-43 必要な温泉水供給価格（整備計画のあるホテルの場合、円/kL）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	242	240	238	236
635m <sup>3</sup> /日	246	244	241	238
740m <sup>3</sup> /日	250	247	244	241
850m <sup>3</sup> /日	254	250	247	243

表 3-44 必要な温泉水供給価格（近接ホテル（予定）の場合、円/kL）

発熱量 ガス量	5,500 kcal/m <sup>3</sup>	6,500 kcal/m <sup>3</sup>	7,500 kcal/m <sup>3</sup>	8,500 kcal/m <sup>3</sup>
530m <sup>3</sup> /日	142	140	138	136
635m <sup>3</sup> /日	146	144	141	138
740m <sup>3</sup> /日	150	147	144	141
850m <sup>3</sup> /日	154	150	147	143

表が下に進むに従って必要な価格が高くなるのは、ガス量が多くなるため、ガスを 1.3 円/Mcal まで減額するために必要な収益が増すからである。また、表が右に進むに従って価格が低くなるのは、高カロリーであることから、元のガス原価（仕上り単価）が低いからである。いずれにせよ、建設予定のあるホテルへの場合は 240 円～250 円前後、近接ホ

テル（予定）の場合は 140 円～150 円前後となる。

一方、宮古島市の水道料金は、営業用大口（201kL/月以上）の従量料金が 355 円/kL（税抜）である。上記シミュレーション結果は、建設予定のあるホテル（ホテル A）の場合は水道料金の 7 割程度、近接ホテル（予定）の場合は水道料金の 4 割程度となり、ホテル側にとっても受入れ許容の範囲内に収まっていると考えることができる。

なお、上記温泉水供給価格も、1.3 円/Mcal のガス供給価格も、「ユインチホテルモデル南城」の成立を検討する上でのシミュレーション値であり、実際の温泉水やガスの販売価格とは異なることに留意する必要がある。実際の販売価格は、諸般の状況を考慮して、宮古島市が改めて定めるものとなる。

温泉水の供給によってガスの価格が下がってくると、鉾山内での自家発電や海宝館でのガスヒートポンプのフィジビリティも大きく向上してくる。ただし、海宝館でのコージェネレーション導入については、仮にガスが無料になったとしても単純投資回収年数が 12 年を超える。これは先述したとおり、海宝館でのコージェネレーション導入は、ガスの価格以前の問題として、そもそも施設特性上コージェネレーションに向いていないためである。 ※8

---

※8 海宝館に新たに導入するとしたスパでは、規模や営業時間によってコージェネレーションが成立する可能性がある。しかし、現時点ではその詳細が未定であるため、本計画においては検討の対象外とした。

## (10) 検討結果の整理

### 1) 各利用案の評価（代表ケースでの評価のまとめ）

表 3-45 に、検討した各利用案の評価のまとめを示す。合計 16 ケースについて検討を行ってきたが、表 3-45 にはその代表として、表 3-5 の対角線上に位置する 4 ケースの結果を記した。

海宝館でのコージェネレーションと、ガス量 530 m<sup>3</sup>×発熱量 5,500kcal ケースの海宝館での厨房用ガス供給ならびに近接ホテル（予定）でのコージェネレーションは事業の成立が困難となる。ただし、海宝館の電力需要のうち空調（エアコン）分はガスヒートポンプで置き換えることができる。

これら以外は、「公共事業なら」という前提や、対応の工夫が求められるものもあるが、基本的にすべてのケースについて事業の成立を見込むことができる。

表 3-45 各利用案の評価のまとめ（代表ケース）

ガス量 (m <sup>3</sup> /日)		530	635	740	850
発熱量 (kcal/m <sup>3</sup> )		5,500	6,500	7,500	8,500
鉦山	自家発電	○	○	◎	◎
海宝館	厨房用ガス供給	×	◎	◎	◎
	コージェネ	×	×	×	×
	GHP	◎	◎	◎	◎
	足湯	◎	◎	◎	◎
	スパ	○	○	○	○
保良川ビーチ	水力発電	△	○	○	○
	シャワー加温	◎	◎	◎	◎
	プール等	◎	◎	◎	◎
建設予定のあるホテル	温泉	◎	◎	◎	◎
近接ホテル（予定）	コージェネ	×	◎	◎	◎
	GHP	◎	(◎)	(◎)	(◎)
	温泉	◎	◎	◎	◎

◎ 事業成立可、○ 公共事業なら可、△ 工夫により可、× 事業成立困難

\*1 海宝館スパでのコージェネレーションの可能性は、本計画検討の対象外とした。

\*2 近接ホテル（予定）の GHP のカッコ書きは、コージェネとの選択となる。



## 2) マテリアルバランス

表 3-46 に天然ガスの、表 3-47 に温泉水（かん水）のマテリアルバランスを示す。表 3-45 と同様、代表 4 ケースの結果を記した。

貴重な地域資源である天然ガスならびに温泉水（かん水）をすべて利用している。

表 3-46 天然ガスのマテリアルバランス（代表ケース、m<sup>3</sup>/日）

ガス量 (m <sup>3</sup> /日)		530	635	740	850
発熱量 (kcal/m <sup>3</sup> )		5,500	6,500	7,500	8,500
鉱山	自家発電	326	331	334	337
海宝館	厨房用ガス供給	0	24	21	18
	GHP	47	40	34	30
近接ホテル（予定）	コージェネ	0	240	350	464
	GHP	157	0	0	0
合計		530	635	740	850

\* 海宝館のガスヒートポンプは、既存施設に対応したものであり、スパは検討の対象外とした。

表 3-47 温泉水（かん水）のマテリアルバランス（代表ケース、kL/日）

ガス量 (m <sup>3</sup> /日)		530	635	740	850
発熱量 (kcal/m <sup>3</sup> )		5,500	6,500	7,500	8,500
海宝館	足湯	10	10	10	10
	スパ	100	100	100	100
保良川ビーチ	水力発電、熱利用、プール	208	330	455	580
建設予定のあるホテル	温泉	150	150	150	150
近接ホテル（予定）	温泉	150	150	150	150
合計		618	740	865	990

## 2. 宮古全体を想定した利活用の検討

### (1) 各分野への利活用の検討

水溶性天然ガス資源（ガスならびに温泉水）の利活用は、様々な用途・方策がすでに実用化されている。ガスについては都市ガス、産業用燃料、コージェネレーションをはじめとする発電燃料、自動車燃料などが、温泉水（かん水）については温泉、温泉熱利用、養殖用水、ヨウ素製造などが、その代表例となる。

こうした多様な利活用策の中から、宮古島市の地域特性に照らして特に重要と考えられるものを下記に整理する。

#### ①観光分野

ユインチホテル南城での成功事例に示されるように、ホテルは水溶性天然ガス資源のきわめて有力な利活用先となる。

日本観光協会の『観光と実態の志向（平成23年度版）』によると、宿泊観光での最も主要な行動は、1位の「温泉」（24.8%）が2位の「名所・旧跡探訪」（11.0%）を大きく引き離しており、温泉の設置は宿泊施設の顧客満足度を大きく向上させる。

ユインチホテル南城では、さらに温泉熱（湧出温度と供給温度の差）を活用して、シャワー水の加温を行っている。

また、コージェネレーションで発電を行うと共に、発電排熱も有効に利用している。これは先述したとおり、電力需要が大きくかつ平準化しており、同時に給湯用の熱需要も高いホテルの施設特性が、コージェネレーションに向いているためである。

ホテルと同様、スパも天然ガス資源の利活用先として期待できる。宮崎市自然休暇村センターでは、図3-3に示すように、かん水を利用した温泉とガスを利用したコージェネレーションの導入を行うと共に、ガスはサウナ用燃料としても利用するという、水溶性天然ガス資源の総合利活用を実現させている。なお、同施設においては湧出する温泉の水温が約33℃と低いため、ユインチホテル南城とは逆にガスで温泉水の加温を行っている。

このほか、千葉県の子温泉郷では、地産の天然ガスを活用した砂風呂が人気を呼んでいる。これも、水溶性天然ガス資源をスパ利用する、ひとつのバリエーションといえることができる。

スパは、ホテルと比べると電力需要が小さく、また営業時間に伴う需要のばらつきも大きい。このため、規模や営業時間等の状況によっては、コージェネレーションの導入が難しい場合もある。ただし、コージェネレーションに代えてガスヒートポンプを導入すれば、

空調用のエネルギーを天然ガスで賄うことが可能となる。

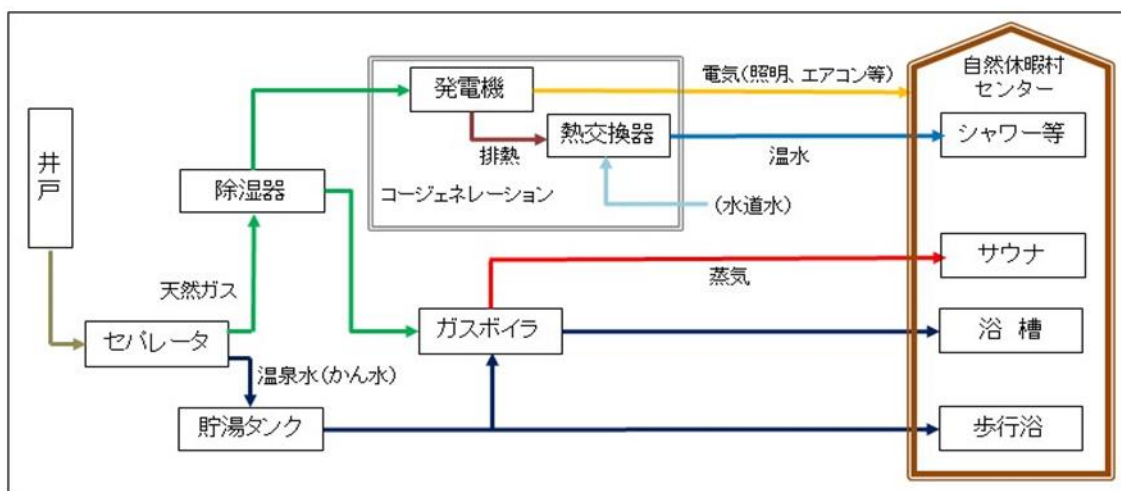


図 3-3 宮崎市自然休暇村センターでの水溶性天然ガス資源の活用事例

なお、水溶性天然ガスかん水は海水と似た成分を持つことから、温泉利用において「タラソテラピー効果」が期待できる。さらに、海水よりも含有量が多いヨウ素やメタケイ酸は美肌成分として知られており、かん水を利用したスパは付加価値の高い温泉という特長をもつ。

観光系の施設の中で、温泉需要があり、且つまとまったエネルギー需要があるものとしては、ゴルフ場も候補のひとつとなる。沖縄県においても、かつて(株)沖縄余暇開発（現：八重瀬町のサザンリンクスゴルフクラブ）で、クラブハウスでの温泉利用とガスのガス冷房ならびにボイラ燃料としての利用が図られていた（その後、坑井内ケーシングの破損により現在は利用が休止されている）。



ユインチホテル南城の「さしき猿人の湯」  
（「温泉旅行ナビフォトグラフィー」より）



白子温泉郷の砂風呂  
（リクルート「ISIZE シニア」webページより）

## ②農業分野

温泉熱の農業用への利活用は、全国に数多くの事例がある。表 3-48 にその代表例を示す。

表 3-48 温泉熱の農業利用の事例

区 分	場 所	取 組 内 容
栽培に 利用	静岡県南伊豆町	温泉水をメロン温室に引き込み、高糖度・高付加価値の「温泉メロン」を通年栽培。
	新潟県南魚沼市	同様に温泉水を活用して「雪国マンゴー」を栽培。
	北海道音更町	冬は温泉水（＋補助燃料としてバイマス燃料）、夏は冬に貯めた雪山の雪解け水を活用して、冬のマンゴーを生産。クリスマスマンゴーとして、1個5万円で販売。
	新潟県村上市	パッションフルーツを通年栽培し、東京の老舗果物店で1個1千円で販売。
	北海道森町	地熱発電で利用した温泉水を地下還元する際、熱交換を行い近隣ハウスに供給。
	大分県別府市	温泉熱を活用し、「温泉カトレア」等の花卉を栽培。
6次化 高付加 価値化	秋田県湯沢市	温泉熱活用の食品乾燥施設を整備し、「地熱サクラボ」を商品開発。
	青森県大鰐村	温泉熱活用の温醸室で味噌を製造。
	岩手県花巻市	温泉熱を活用して発酵させた「温泉甘酒」を製造。
	岐阜県飛騨市	温泉熱で発酵させた「飛騨紅茶」をブランド化。
	熊本県小国町	製材した木材を温泉熱で乾燥。

宮古島市においては、冬期に重油で暖房しているマンゴーハウスの加温に温泉熱を活用することが第一に考えられる。表 3-48 に記した温泉熱を農業栽培に利用する全国の先進事例は、足元に裸管を這わせ、そこに温泉水を流すというシンプルでかつ低コストの手法が中心であり、宮古島市におけるマンゴーハウス加温もこうした方法で十分な効果が期待できる。また、同様の足元加温手法を採用することによって、本土市場での高価格販売が期待できる夏野菜の通年栽培も可能となる。

さらに、後述するガスヒートポンプや細霧冷房、PAD&FAN 等の組み合わせによって、年間を通じて何らかの作物の収穫ができるようになれば、魅力ある観光農園を提供する可能性も高まってくる。

ガスの農業用利活用策としては、ガスヒートポンプやコージェネレーションによる植物工場へのエネルギー供給、あるいはハウスの温度管理、照明（補光を含む）等が考えら

れる。ハウス内全体をガスヒートポンプ等で温度管理（特に夏期の冷房）することが必ずしも効率的とはならない場合は、ミスト状にした水の噴霧で温度を下げる細霧冷房や、水で湿らせた PAD に反対側に設置した FAN から空気を吸い込み、気化熱でハウス内を冷却する PAD&FAN システムの導入が考えられる。大宜味村の沖縄村上農園では、PAD&FAN のみで冷房を行い、他の空調設備を有していないが、栽培適正温度が 24～26℃とされる豆苗の栽培に夏期でも支障が生じていない。

なお、細霧冷房も PAD&FAN も動力は電気であるが、コージェネレーションを導入すれば地産エネルギーを利活用して、こうした「新しい農業」の実現が可能となる。

さらにオランダや米国では、農業用のコージェネレーション<sup>※9</sup> から排出される CO<sub>2</sub> を生育促進用に利用する「トリジェネレーション」<sup>※10</sup> が実用化している。同システムの普及は、わが国においても今後大きな可能性を有していると期待できるが、脱硝の課題からわが国で現在市販されているコージェネレーションユニットではトリジェネレーション利用を図ることができない。しかし将来、わが国においてもトリジェネレーションの需要が高まれば、トリジェネ対応のユニットも市販されるようになると考えられ、天然ガスの農業用利用の可能性がさらに増大すると期待される。

生産物の鮮度を保つ予冷や保冷貯蔵にも、ガスを利活用することができる。コージェネレーションで発電を行う場合は、簡易に導入できかつ消費電力の少ないプレハブ冷蔵庫が市販されている。発電を行わない場合や規模の大きな予・保冷室を設定する場合には、チラー<sup>※11</sup>で冷水を製造し、空間全体を冷やすという方法もある。



細霧冷房の例



一般的な PAD&FAN 設備

※9 照明・補光や各種動力等電気の利用と、発電排熱の加温等への利用。2重という意味の“co-”から、コージェネレーションという。

※10 電気+熱に加え、CO<sub>2</sub>の3つを同時利用することから、3重を意味する“tri-”を冠して「トリジェネレーション」呼ばれる。

※11 チラーとは、ビルや工場など大型施設の空調熱源や各種産業装置等の温度を一定に保つための装置の総称。主に冷却に使うことから「chiller(chill=冷やす)」と呼ばれる。

### ③水産業分野

水溶性天然ガスのかん水は、太古に地中に封印された海水であり、清浄性やミネラルバランス特性等において、海洋深層水と似た特性を有している。このため、久米島海洋深層水と同様、養殖（陸上養殖）用水としての利活用を期待することができる。

また、一般の海面養殖では、冬期に水温が低下することから養殖魚の成長が止まるという課題があるが、水溶性天然ガスかん水は温泉水であることから、養殖魚の通年成長が可能となる。

厳密に言えば水溶性天然ガスかん水ではないが、栃木県那珂川町では水溶性天然ガスかん水に似た塩化ナトリウム系の温泉水を利活用して、「温泉トラフグ」の陸上養殖を行い、ブランド化に成功している。

水溶性天然ガスかん水と海水は成分が似通っているが、必ずしも同じではない。栃木県で「温泉トラフグ」の養殖に成功した温泉水とも成分に相違点がある。このため、かん水を養殖水として利活用するに際しては、想定する魚種に適しているか、あるいはかん水での養殖に適する魚種は何か、かん水で陸上養殖を行う場合、どのような管理を行うと最適効果が得られるか等の研究・調査が必要となる。栃木県那珂川町の「温泉トラフグ」においても、宇都宮大学、東京大学、県水産試験場、県産業振興センター、那珂川町等の産学官の共同研究の結果として、成功事例が生み出されている。

一方、冬期に熱交換によって海水を加温し、陸上養殖事業の通年化を図ることは実用の可能性が高い。その一方で、熱交換に要する費用と養殖魚の早期成長効果が事業上バランスするかの検証が必要となる。

しかし、台風による養殖業の大きな被害を考えると、効率的でかつ安定的な陸上養殖の実現は、宮古島市における水産業の今後の成長産業化を考える上で重要な課題であり、地産資源である水溶性天然ガスかん水の利活用は、この課題に対応していく上でのひとつの有力な選択肢となる。

なお、水産業において農業分野より以上にニーズが高い低温貯蔵にガスを利活用できることは、先述したとおりである。



栃木県那珂川町の  
温泉トラフグ養殖



#### ④運輸分野

天然ガスの運輸分野への利活用策としては、天然ガスを燃料とする「天然ガス自動車」がある。天然ガス自動車は、燃料貯蔵の方式により下記の3つのタイプに分かれる。

- ・天然ガスを気体のまま高圧容器に貯蔵する「CNG (Compressed Natural Gas: 圧縮天然ガス) 自動車」
- ・LNG (Liquefied Natural Gas : 液化天然ガス、海外から輸入天然ガスのすべてがこの形態) を超低温容器に貯蔵する「LNG 自動車」
- ・天然ガスを容器内の吸着材に吸着させて貯蔵する「ANG (Adsorbed Natural Gas: 吸着天然ガス) 自動車」

このうち、わが国で実用化されているのは CNG 自動車である。北米等では、長距離輸送の大型トラック向けの LNG 自動車も実用化されているが、わが国では普及していない。

CNG とは天然ガスを気体のまま約 20MPa (約 200 気圧) に高圧圧縮したもので、これを自動車の燃料として使用するのが CNG 自動車である。その基本構造はガソリン車と変わらない。海外では天然ガスとガソリンを切り替えて走行できるバイフューエル車も多いが、わが国では天然ガス専焼車が主流である。近い将来の実用化を目指し、電気モーターと組み合わせたハイブリッド車の開発も進められている。

天然ガス自動車の最大の特徴は低公害性にある。天然ガスは、燃料自体の CO<sub>2</sub> 排出量がガソリンや軽油の 75%程度と低い。東京ガスでは、1500cc の小型バンタイプ天然ガス自動車が市街地走行時に排出する CO<sub>2</sub> の量は、ガソリン車の 83%に止まると試算している。NO<sub>x</sub> や SO<sub>x</sub>、一酸化炭素の排出量も従来車に比べ大きく低減される。黒煙や微粒子状物質 (PM) は、ほとんど排出しない。騒音はディーゼル車より少なく、深夜の貨物配送等に適している。

日本ガス協会のデータによると、2014 年度末の世界の天然ガス自動車の普及台数は約 2,330 万台であるのに対し、わが国は約 4.5 万台にとどまる。また、ロサンゼルス市では保有する 2,200 台のバスすべてを天然ガス自動車化しているのをはじめ、全米各地で天然ガスバス化が急速に普及している。韓国においても、主として PM 対策の視点から、全国の公共バスすべてを天然ガスバス化する取り組みが進められている。これに対して、わが国の天然ガスバスの普及台数は 1,500 台強に過ぎない。

このように、わが国において天然ガス自動車の普及が遅れている最大の理由は、充填スタンドの数が少ないことにある。加えて、普及が遅れているがゆえに、車両の価格も割高

である。

一方、面積が約 200 km<sup>2</sup>の離島である宮古島市では、数か所の充填スタンドがあれば、全市を十分にカバーすることができる。わが国のバイオエタノールの先進地であることとも合わせ、天然ガス自動車の導入を公用車やバス、タクシーなどの公共交通を中心として推進していくことは、エコアイランドの取り組みをより深める結果につながると期待できる。



天然ガス充填スタンド（千葉県茂原市）

#### ⑤その他の産業分野

宮古島市の地域特性を考慮すると、水溶性天然ガス資源のもう一つの有力な利活用先として、表 3-48 に記した農水産業の「6 次化、高付加価値化」の分野をあげることができる。特に乾燥食品の製造、ジャムやピューレあるいは瓶詰め等の食品加工において必要とされる加温・殺菌の工程で、ガスや排熱・温泉余熱等の利用が期待できる。

温泉熱を食品製造に利活用している事例としては、長崎市雲仙市の小浜温泉で海水から自然塩を製造している事例もある。小浜温泉は湧出する温泉の温度が 100℃を超えているという特殊な例であるが、一般に自然塩を製造する工程では加温が必要とされ、この熱源として天然ガスを利用すれば、宮古島市においても 100%地産資源を利活用した自然塩の製造が可能となる。





## ⑥都市施設

ホテルと並びエネルギー需要が大きく、かつ需要のパターンが平準化している施設の代表に病院がある。宮崎市の潤和会記念病院（病床数約 450 床）では、地産の天然ガスを利活用した合計出力 88kW のコージェネレーションによる発電を行うと共に、発電排熱で給湯用の温水を製造している。なお、病院の給湯需要はきわめて高いため、同病院ではガスボイラも併設している。

病院、特にリハビリテーション系の診療科においては、治療の前に体を温める温熱療法や水中歩行療法など温泉が大きな効果をもち、全国各地に「温泉病院」あるいは「温泉リハビリ病院」が存在する。

福祉施設も温泉のニーズが高い。福祉施設は 24 時間常に稼働している施設でもある。ただし、病院と比べるとエネルギー需要は小さく、また時間によるばらつきも大きい。このため、規模等によってはコージェネレーションの導入には向かない場合もある。しかし、こうしたケースにおいても、ガスヒートポンプによる空調やガスボイラによる給湯は、天然ガスのまとまった量の利活用先として期待ができる。

大都市部を中心に、大型ショッピングセンターでもコージェネレーションが導入されている例が多い。ホテルや病院と比べると、閉店後はエネルギー需要がほぼゼロに近くなること、給湯の需要が少ないことといった課題があるにもかかわらず、大型ショッピングセンターでコージェネレーションが導入されるのは、電力のピークをカットし、基本料金を下げる効果が大きいためである。

大型ショッピングセンターのエネルギー需要の最大の特徴は、空調、特に冷房需要が大きという点にある。大空間である大型ショッピングセンターを電気で冷房すると、夏の休日の昼間などの混雑時には冷房需要がきわめて高くなり、このピークに合わせて電気の供給契約を行うと基本料金が高くなってしまう。

加えて、大型ショッピングセンターが大量の電力を消費する時間帯は、一般の電力需要のピーク時と重なるため、電力需給をひっ迫させるという問題もある。宮古島市のような離島部では、この問題が特に深刻化してくる。このため、コージェネレーションの導入までには至らない場合でも、ガス冷房あるいはガスヒートポンプを使って冷房を行うことが、経済性、社会性の両面から有効となる。

スポーツセンターも水溶性天然ガス資源の利活用候補のひとつにあげることができる。第 1 に、大型ショッピングセンター等の都市施設では期待できない温泉の需要がある。ガスについても、規模や営業時間によってはコージェネレーションの導入を見込むことができる。空調の需要が高く、給湯の需要も多いため、コージェネレーションを導入しないケースでも、ガスヒートポンプやガスボイラが効果を発揮する。沖縄県内では、ジスタ

ス浦添において温泉利用が図られており、コージェネレーション設備も整備されている。

庁舎や学校等の公共施設でも、近年コージェネレーションの導入が注目を集めている。庁舎のような事務所系施設はエネルギー需要がそれほど多くなく、かつ時間による需要のばらつきも大きい。学校はこの傾向がより一層強くなる。このように、基本的にはコージェネレーションの導入に向いていない庁舎や学校で、近年コージェネレーションの導入が進んでいるのは、震災等による停電対策という面が大きく作用している。庁舎は災害時の対策の総合司令塔となり、学校は避難場所となる。このため停電しても自家発電できる設備として、コージェネレーションが改めて見直されている。同様の傾向は病院についても指摘できる。

宮古島市において、庁舎や学校にコージェネレーションを導入することは課題が多いが、防災兼用機の意味を含めて、通常は副次電源として、台風等の災害時には非常用電源として、ガス発電設備を導入することは意義があると考えられる。

なお参考として、図 3-4 に資源エネルギー庁の資料に基づく、2013 年の業務用コージェネレーション導入施設の内訳を示す。

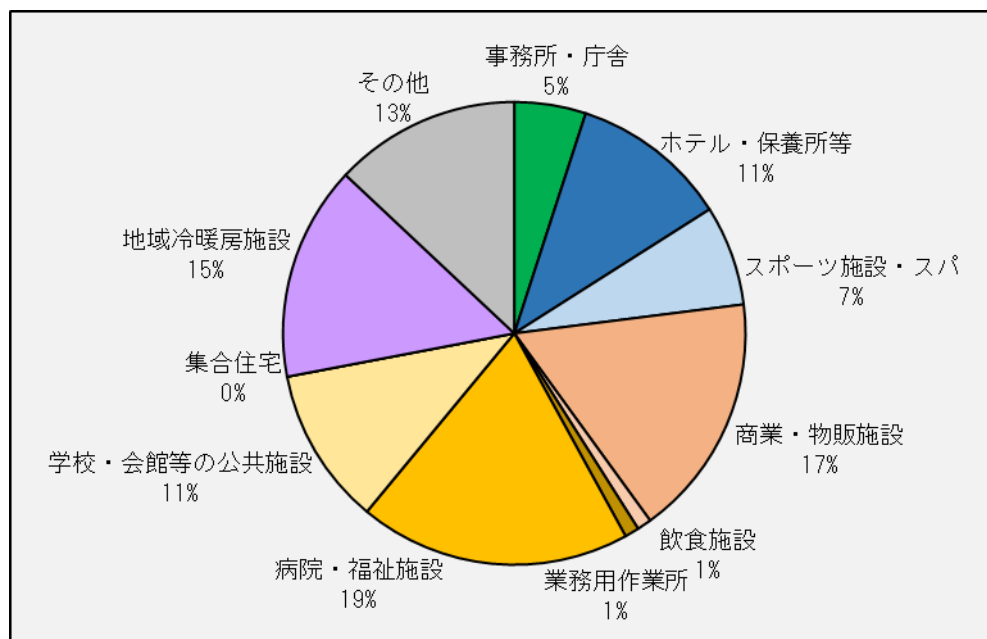


図 3-4 業務用コージェネレーション導入施設の内訳

出所：資源エネルギー庁資料

\* 「地域冷暖房施設」とは、地域内の建物に冷温水（冷暖房用、給湯用）を一括供給するもので、大都市部や暖房需要が高い寒冷地に事例が多い。

## (2) 全体像

### ①全体スキーム

貴重な地産エネルギー資源であり、また各分野での利活用が期待できる水溶性天然ガス資源は、まず城辺ぱり鉾山において「宮古島型利活用」の成功モデルを確立し、これを水平展開させる形で伊良部地域を含む全市での利活用の拡大展開を図っていくことが求められる。一方、地下水に依存する宮古島市においては、地下水資源を保全することが今後の鉾山開発を考えていく上での最重要課題となる。農業用の地下ダムとの棲み分けにも、十分な配慮が必要となる。

このため、新鉾山の開発は海岸線に沿った場所が適地となる。

水溶性天然ガス資源利活用の先進地である千葉県では、長い時間をかけて総延長約600kmに及ぶパイプライン網が整備されており、このインフラが水溶性天然ガス利活用のベースを支えている。宮崎県等他の先進地においても、基本的な構造に変わりはない。しかし、宮古島市において、多大な時間と経費を要するパイプライン網の整備を待っていれば、結果的に水溶性天然ガス資源の利活用そのものが進まないという事態を招く恐れが高い。

このため、水溶性天然ガスの利活用は、海岸部の鉾山周辺でのオンサイト利用が基本となる。その上で、内陸エリアでガス利活用の適地がある場合には、オンサイト利用で残余したガスを、パイプラインによらない方法で輸送することになる。具体的にはガスを圧縮して高圧ポンペに充填し、需要先に輸送するCNG（圧縮天然ガス）化が最も望ましい方法と考えられる。CNG化が可能となればガスの自動車燃料としての利活用の道も開けてくる。

CNG化の設備は、パッケージ化されたユニットタイプが開発されている。吐出圧力は24.5MPa、吐出流量は250 m<sup>3</sup>/hで小型車（走行距離約275km）なら3～4分程度、中型バス（走行距離約200km）でも20分程度で充填が終わる急速充填設備である。課題は、定格動力が55～75kWと電力消費量が多いことにある。ただし、吐出流量約10 m<sup>3</sup>/hの小型充填機（吐出圧力は急速充填設備と同様24.5MPa）であれば、時間はかかるが3～4kWの消費電力で充填が可能となる。<sup>※12</sup>

CNG化のもう一つの課題は、高圧設備となることから、様々な法的制約を受けること

---

※12 産出ガス量は今回検討したケースで22～35 m<sup>3</sup>/hであり、上記急速充填設備を必要とするようなガス量は、そもそも産出しない。なお、小型充填機は需要が少ないことから、現在わが国では製造中止の状態にあるとの報告もある。しかし、海外では広く普及している設備であり、必ずしも検討対象から除外すべきものではないと考えられる。

である。この課題は、上記急速充填設備、小型充填機の両者に共通している。天然ガス自動車は、自動車側の受け入れ条件から、圧力を 20MPa 以上としなければならない。一方、コージェネレーションやガス冷房、ガスヒートポンプに利用する場合は、減圧して利用するため、低圧での供給でも可能となる。ガスの貯蔵・輸送には中圧貯蔵や、吸着剤を利用した低圧貯蔵等の方策があり、どの方法が最適かは今後の検討課題となる。

温泉水（かん水）の利活用もガスと同様で、オンサイト利用を基本としつつ、残余するかん水をタンクローリー等で内陸部の利活用適地に輸送することになる。受入れ側の需要が少ない場合には、FRP タンク等に收容し、軽トラック等で輸送する方法も考えられる。

内陸部の温泉水（かん水）供給先において、温泉水（かん水）を廃棄する場合には、地下水汚染を招かないよう十分な配慮が必要となる。具体的には、希釈して下水道に放出する方法<sup>※13</sup>、温泉水配送車の帰り車に排温泉水を載せ、然るべき場所へ廃棄を依頼する方法等が考えられる。排水の輸送処分を採用する場合には、需要先においても貯湯設備（タンク等）を設け、新しい温泉水（かん水）を貯湯設備に入れた後、排温泉水を空車に移すという方法が基本となる。なお、他県の温泉宅配事業の先進事例をみると、需要側が貯湯設備を設けることは、排水を下水に放出する場合でも基本的な形となっている。

以上の前提を踏まえた上で、図 3-5 に宮古島市全体を対象とした、今後のあるべき水溶性天然ガス資源利活用のスキームを記す。

各鉱山周辺で、立地条件に合わせたオンサイト利用を図りつつ、残余するガスならびに温泉水（かん水）を輸送するという考えが図 3-5 のベースとなっている。



急速充填設備（パッケージタイプ）



小型充填機

※13 水溶性天然ガスかん水の温泉成分は、高齢者等多様な利用者に対応するには濃すぎるという面もあり、千葉県等の先進事例においては、原水を 4 倍程度希釈した後温泉の用に供するという方法が採られている。この例のように最初から希釈するのか、源泉で供給し排水時に希釈するかは、それぞれの需要先において検討すべき課題となる。

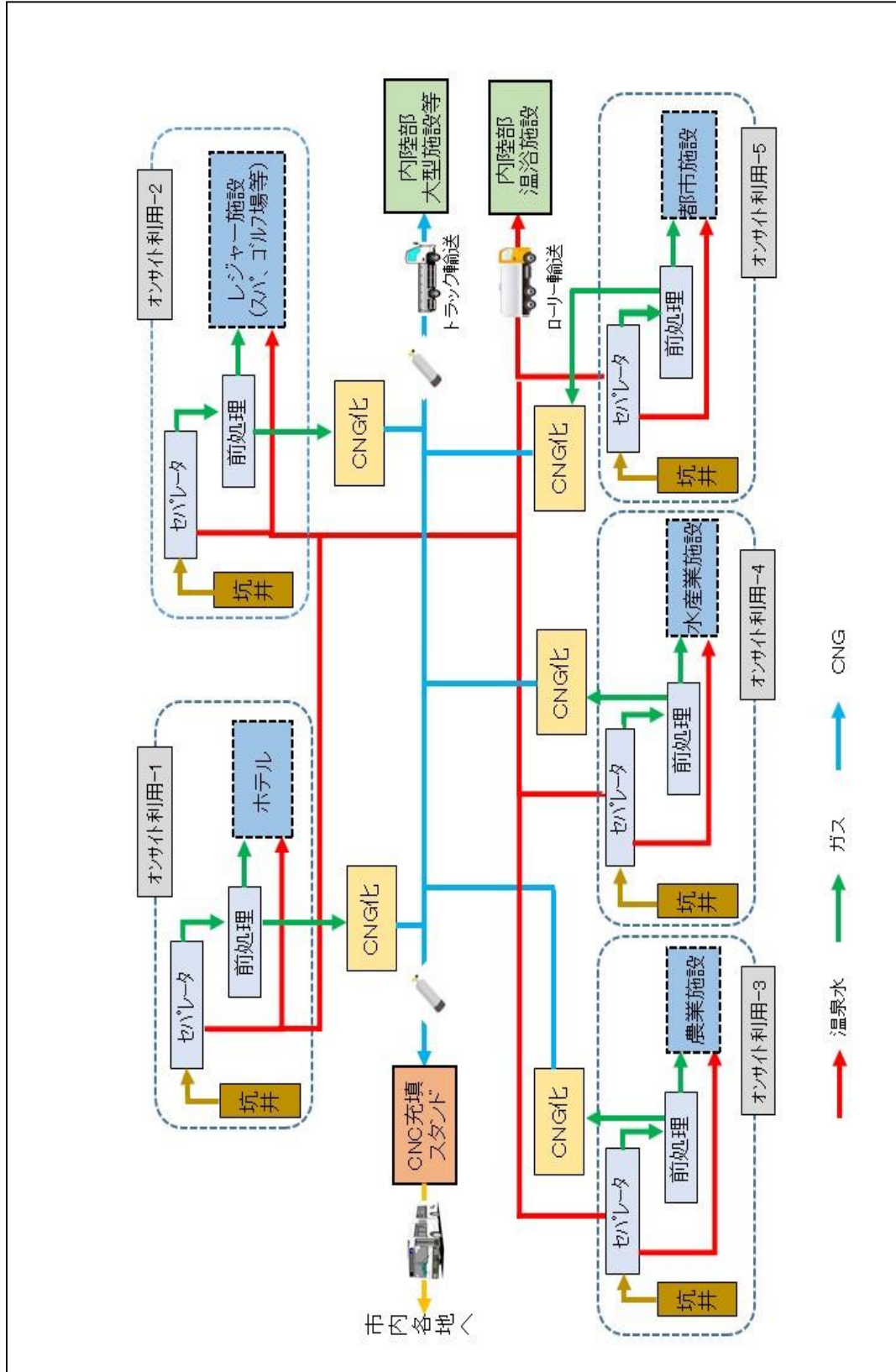


図 3-5 今後のあるべき水溶性天然ガス資源活用スキーム

## ②ゾーニング

将来スキームのゾーン別の展開案を整理すると、下記のとおりとなる。なお、ゾーン区分は図 3-6 のとおりとする。

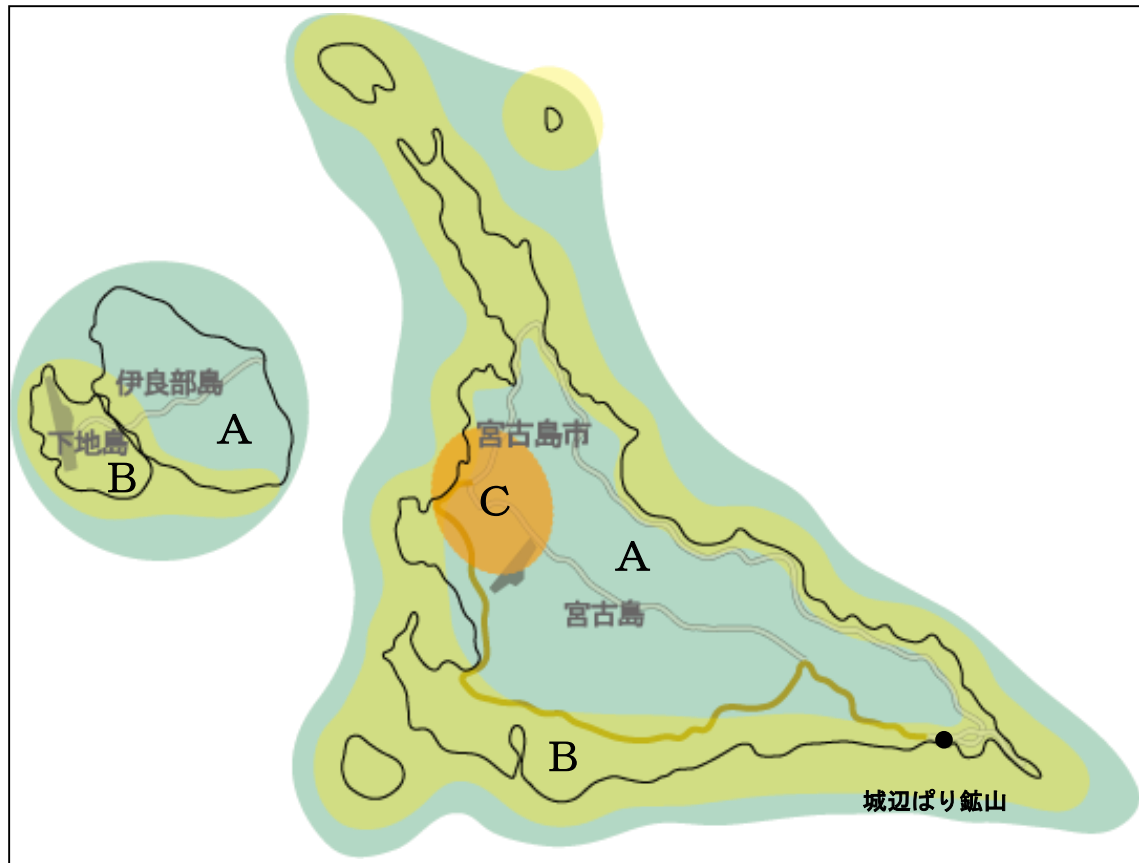


図 3-6 ゾーン区分

- ・ A (緑) : 農業・水産業・運輸ゾーン
- ・ B (黄) : 観光ゾーン
- ・ C (橙) : 都市施設ゾーン

## 第4章 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画の検討

### 1. 今後の展開に向けての課題

#### (1) 宮古 R-1 の坑井能力

第2章で試掘調査における生産試験結果として宮古 R-1 号井に関する値を示した。今回の試掘調査により沖縄本島の場合は、島尻層群及び基盤岩において、その特徴をある程度想定することが可能になったものと思われる。宮古島においては、沖縄本島と比べ圧倒的に比較できる資料やデータが少なく、特に本試掘で確認できた陸域における八重山層群のデータは初めての情報である。

連続試験でガス量 530 m<sup>3</sup>/日、揚水量 620kl/日程度で安定したが、限界には達していない。このことは沖縄本島の試掘井も同様であった。今年度（平成 27 年）の沖縄県事業ではいさい鉱山で温排水影響調査を行い半年間の連続試験を実施した。水中ポンプ容量を上げ実施したが予想を上回る湧出量で、排水溝の関係から限界まで達する量を汲みあげることはできなかったが、試掘時の 3 倍の量で安定した数値を連続計測できたことは大きな成果であった。宮古島とは異なる場所の坑井ではあるが、同様な連続試験の実施が必要なことは言うまでもない。特にメタン濃度 60vol%は確認する必要がある。

#### (2) 温泉法と鉱業法

城辺ぱり鉱山は温泉法と鉱業法（試掘権）の両方の許可を得て掘削を実施した。実際利用するには、温泉法では揚水試験による坑井データを示し温泉利用計画を温泉審議会に諮り許可を得る。鉱業法においては試掘権を採掘権にする転願を行うが、平成 24 年の鉱業法改正により採掘権申請で再度審査される。審査では採掘施業案（ガス利用計画）が適切か計画の①資金的裏づけ、②技術力（鉱山保安技術者等）、③審査に耐えうる裏づけデータ。（国の基礎調査レベルの資料が求められる。）特に鉱床説明書の記載は相当な専門性を必要とすることや根拠を示す資料が必要なことから、連続試験によるデータは不可欠と考える。

#### (3) 利活用に向けた取り組み

早期に採掘権の許可を得るため、次年度においては連続試験による確かな坑井データと利活用に向けた取組（実施計画書）が必要である。

#### (4) 保安技術者

沖縄県には石灰石鉱山は多いが天然ガス鉱山（石油鉱山）の経験者が少なく、適応できる技術者がほとんどいない。保安技術者の問題が今後利活用促進を阻む大きな要因となることから技術者育成は早急の課題といえる。現在宮古島の保安担当者が数年後には保安管理者の適応者となることから、急場は凌げるが技術者育成は必要であると考ええる。



## 2. 宮古島天然ガス資源利活用推進計画

### (1) 沖縄県との連携

第1章の事業検討の骨子で示したように、試掘井は沖縄県の坑井であることから、今後利活用に向けては、沖縄県と連携した取組が必要である。沖縄県は今後の利活用に向け、3 試掘地（那覇市、南城市、宮古島市）に下記の方針を示した。

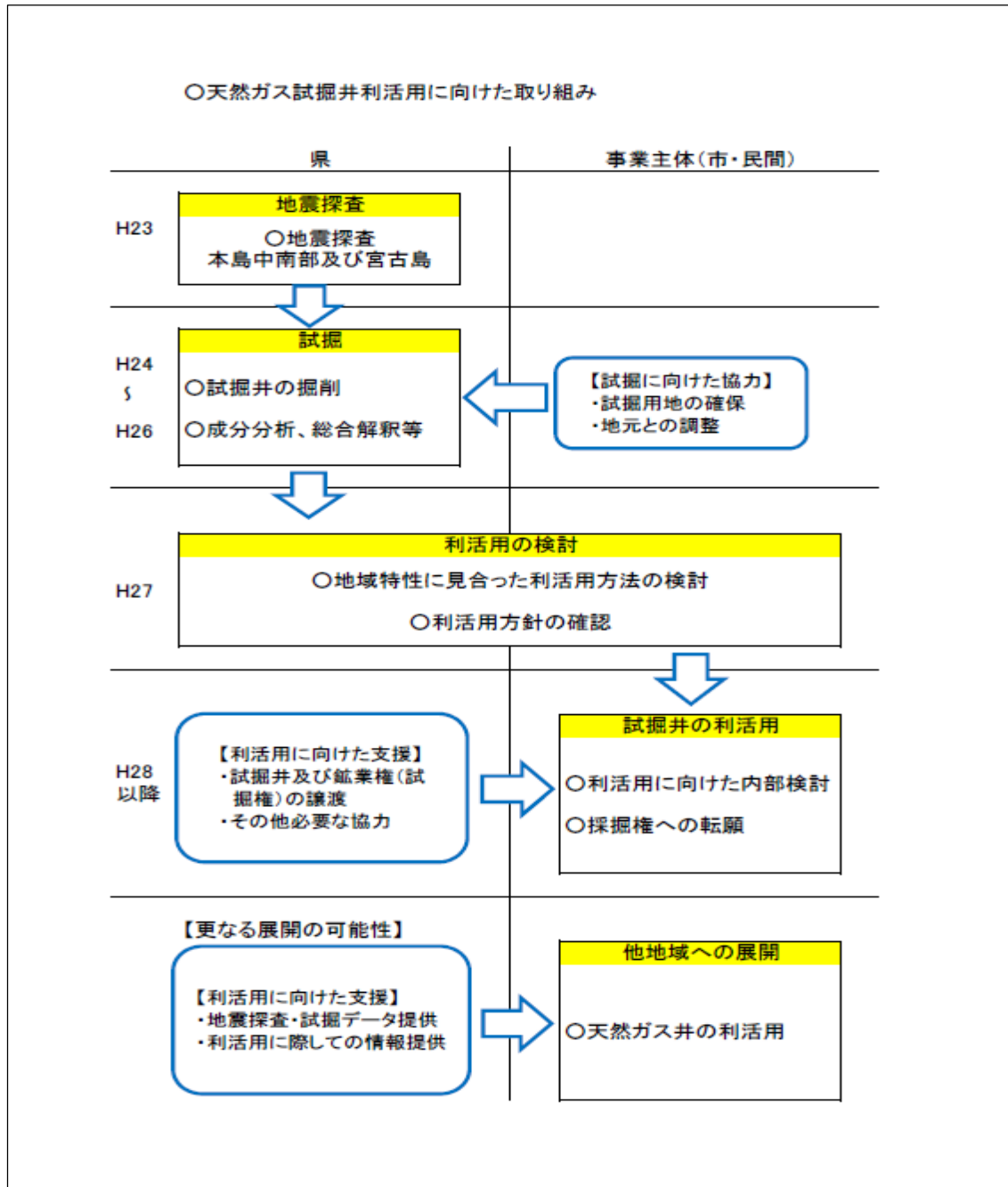


図 4-1 沖縄県の今後の利活用に関する考え方（利活用フロー図）

## (2) 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画の検討

前項で今後の利活用に向けての沖縄県の考え方を示したが、試掘井の活用だけでなく今後の展開に向けては、沖縄県や関係省庁・機関からの協力・支援を得て進めることが重要である。宮古島の次年度以降の取組として、前項の沖縄県の方針を基に宮古島市天然ガス資源利活用推進計画を検討した。

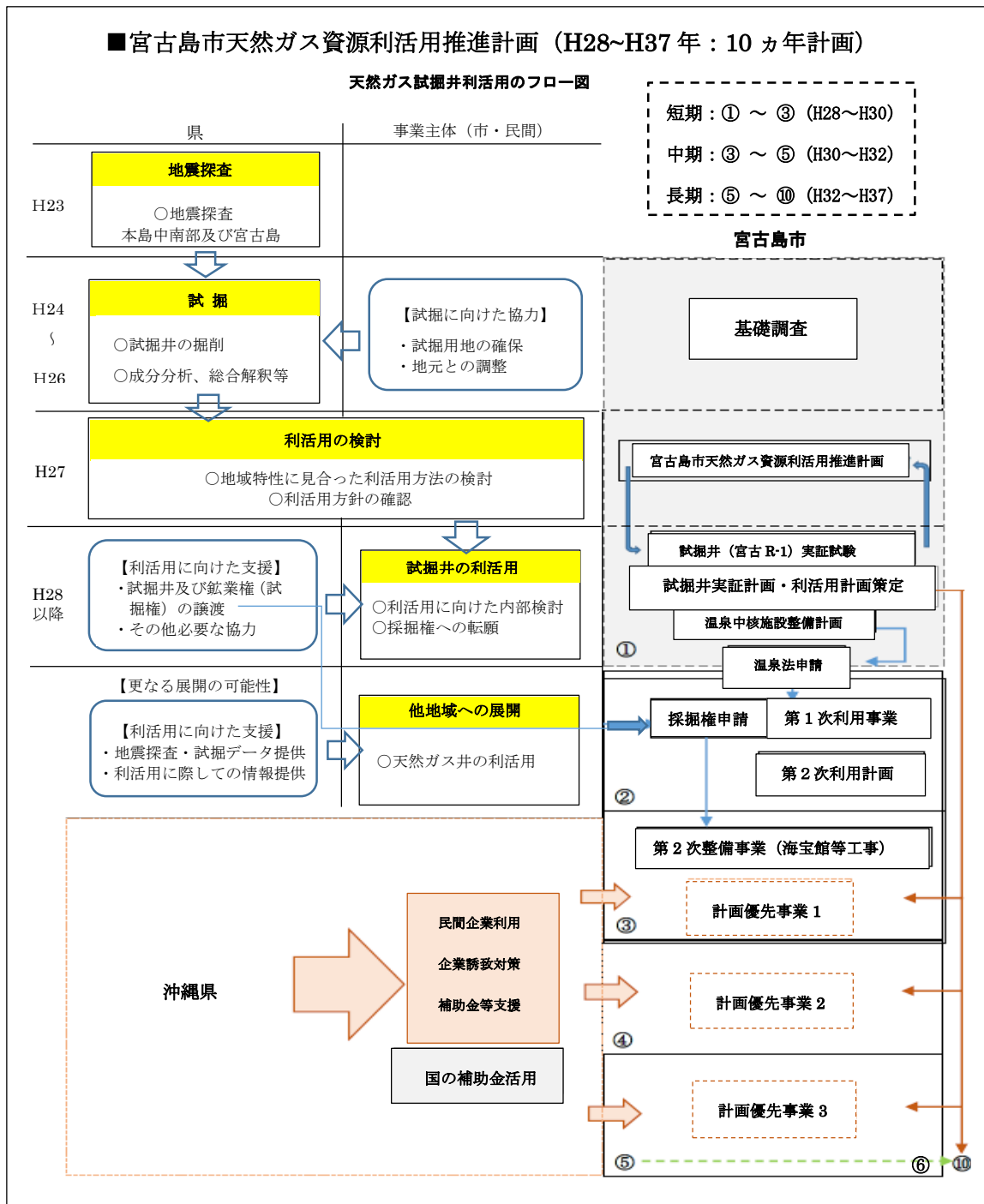


図 4-2 宮古島市天然ガス資源利活用推進計画

平成 23 年度に沖縄県が実施した地震探査（探鉱）から、平成 24 年から 26 年度の試掘調査事業、利活用基本計画（宮古島市天然ガス資源利活用推進計画）、平成 28 年度予定の試掘井（宮古 R-1）実証試験及び実施計画策定までが基礎調査の範疇と考える。

平成 28 年度予定の試掘井（宮古 R-1）実証試験により、宮古 R-1 の坑井能力を把握することで、実際の計画（試掘井利活用実施計画）が検討できるようになる。同時に八重山層群の貯留層評価をすることができる。これは次の試掘実施に向けた貴重な資料となる。

地震探査データと試掘データと実証試験によるデータが、今後宮古島市において天然ガス資源を開発・促進する上での基礎資料となることから、これらのデータを基にした更なる解析作業の継続を検討する必要がある。このような積み上げが今後新たな地域での試掘に役立つことは言うまでもない。

本項では次年度以降の取組みを宮古島市天然ガス利活用推進 10 ヶ年計画として位置づけ、平成 28 年～平成 30 年を短期、平成 30 年～32 年までを中期計画とした。それ以降、平成 32 年～平成 37 年までの 6 ヶ年間を長期計画とした 10 ヶ年計画を宮古島市天然ガス資源利活用推進計画とした。

先ず取組むべきことは、次年度（平成 28 年）において宮古 R-1 の利活用実施計画を策定することである。試掘権の期限（平成 29 年 12 月 28 日）が迫っていることから喫緊の問題として取組む必要がある。

宮古 R-1 の利活用に関しては海宝館と保良川ビーチでの活用が主体となることから、両施設を連携させ拠点整備事業として位置づけた検討が望ましいと考える。単なる温泉利用施設を整備するのではなく、本推進計画の実施にあたっては、戦略性を持った方針が極めて重要であり宮古島市の観光戦略としての計画策定が求められる。

戦略性を持った方針とは、宮古 R-1 利活用計画を『国民保養温泉地』指定に向けた拠点整備事業計画として位置づけることである。現在、温泉大国日本において全国に 91 箇所、国民保養温泉地が指定されている。宮古島市が 92 番目の指定を目指すことを基本方針とした計画の検討が必要と考える。

環境省は、都市化の進展、高齢化の進行、余暇時間の増大等、温暖化防止対策への取組、再生エネルギーの利用促進への機運の高まり等を背景に、「温泉」の果たす役割は今後一層増大することを捉え、国民や訪日観光客を温泉地へ誘導することによる地域活性化を目指し、温泉関連施策を総合的に推進するために昨年 12 月、温泉地保護利用推進室を設置した。

同室における施策として、温泉地における低炭素社会づくり計画策定支援の活用等も視野に入れていることから、エコアイランド宮古島の取組と一体となった推進・展開が期待で

きる。

宮古 R-1 利活用による拠点整備を平成 28 年度～平成 30 年度までの短期計画とした。

中期、長期計画に関しては、平成 28 年度事業により天然ガス資源利活用の面的活用が検討できることから、宮古島市の総合計画を基本に、観光、農業、環境の施策と照らし、開発（試掘・利用）の優先順位を決め取組むこととする。

### （3）まとめ

宮古島市天然ガス資源利活用推進計画として短期・中期・長期の 10 年計画の取組みを示した。重要なことは戦略性を持った方針に基づいた計画を策定することである。それにより、今後、沖縄県を初め各省庁の支援や協力を得ることが可能となる。地域創生への取組として市が主体性を持って取組むことが重要であるが、地下資源開発を市単独で推進することは厳しいことから、国や県、民間企業や大学、関係機関を巻き込んだ展開が求められる。そのためには沖縄県独自の本事業に関する支援制度（例えば温泉掘削への補助金等）を設置することで民間事業者の誘致促進を図ることが必要である。<sup>※14</sup>

---

※14 北海道は、昭和 54 年、ローカルエネルギーの開発と利用を積極的に推進するため、地域エネルギー開発利用施設整備事業として市町村振興補助金を検討した経緯がある。地熱・温泉、天然ガス、太陽熱、風力、小水力、波力、ヒートポンプが補助対象となったが、地熱・温泉開発の要望が高まり、昭和 55 年から平成 5 年までに、地域エネルギー開発整備事業で 122 坑井の整備が行われた。



# 資 料



・参考文献・資料

- 円谷博明・佐藤時幸, 1985 : 基礎試錐「宮古島沖」. 石油技術協会誌, 50 (1), 25-33.
- 矢崎清貫, 1980 : 宮古島の島尻層群について. 琉球列島の地質学研究, 第3巻, 81-88.
- 矢崎清貫・大山 桂, 1980 : 宮古島地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所,
- 沖縄県商工労働部, 1979 : 沖縄天然ガス資源関係資料集成 基礎調査編
- 北海道立地下資源調査所, 1995 年 北海道市町村の地熱・温泉ボーリング (地域エネルギー開発利用施設整備事業 : 昭和 55 年度～平成 5 年度)
- 平成 23 年度 (沖縄県) 天然ガス資源開発調査報告書
- 平成 23 年度 (沖縄県) 天然ガス資源開発事業における地震探査記録
- 平成 25 年度、平成 26 年度 (南城市) 南城市水溶性天然ガス利活用案策定事業報告書
- 平成 25 年度 経済産業省 HP : 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画の概要より抜粋
- 平成 26 年度 (沖縄県) 天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業報告書
- 平成 26 年度 株式会社祭温 : 宮古海域における側線図
- 平成 27 年度 (沖縄県) 天然ガスの利活用に関する調査検討事業における温泉アンケート調査より



## 平成27年度 宮古島市 天然ガス資源利活用検討委員会

### 委員会名簿

区分	氏名	所属役職
委員長	長濱 政治	宮古島市 副市長
副委員長	友利 克	宮古島市 企画政策部 部長
委員	玉那覇 通男	沖縄振興開発金融公庫 宮古支店長
	伊集 直樹	沖縄県 商工労働部 産業政策課 課長
	平良 正彦	沖縄県 農林水産部 宮古農林水産振興センター 農業改良普及課 課長
	下地 義治	宮古島商工会議所 会頭
	豊見山 健児	一般社団法人 宮古島観光協会 会長
	下地 盛智	一般社団法人 宮古青年会議所 理事長
	比嘉 正一	沖縄電力株式会社 宮古支店長
	我那覇 薫	株式会社りゅうせき 宮古支店長
	新城 武一郎	JAおきなわ 宮古地区本部 本部長
	斎藤 利夫	NPO法人 ボラボラネット 理事長
	村吉 順栄	宮古島市 総務部 部長
	砂川 一弘	宮古島市 農林水産部 部長
奥原 一秀	宮古島市 観光商工局 局長	
島外委員	千住 智信	琉球大学 工学部電気電子工学科 教授
	有銘 寛之	有銘FP会計事務所 公認会計士・税理士
	※ 門田 典久	株式会社 ノーユー社 代表取締役
	※ 平形 猛	大成建設株式会社 営業総本部 営業総本部長直轄 プロジェクト創造部 ディレクター
	※ 樋口 康則	株式会社合同資源 千葉事業所 理事 鉱業部長
〈オブザーバー〉	池間 勉	沖縄県 総務部 宮古事務所 総務課 課長
〈オブザーバー〉	福里 匡	宮古島市 農林水産部 農政課 課長

※専門部会WGメンバー、事務局(株)祭温 大見謝、池田の5名

平成 27 年度宮古島委託事業  
宮古島市天然ガス資源利活用検討委員会

沖縄本島利活用状況視察

日 時 : 平成 27 年 11 月 26 日 (木) 10 : 00 ~ 15 : 00  
視 察 先 : 沖縄本島既存坑井 5 カ所

## ■視察目的

平成24年～25年度、沖縄県による試掘調査事業が実施された。調査対象エリアは、水溶性天然ガス鉱床の存在が確認されている地域（沖縄本島中南部、宮古島）で、従来天然ガス資源賦存層として確認されている島尻層群ではなく、その下部層準の基盤が新たな天然ガス貯留層としての可能性検証を目的とした。その調査結果、3試掘の基盤において天然ガス賦存が確認された。

宮古島市はこの結果を受け、平成26年度に宮古島天然ガス資源利活用委員会を開催。今年度は新たに委員（専門）を加え、試掘井の具体的な利活用と今後の展開に向けた取組みの検討を行う。その一環として、今回沖縄本島における既存坑井の視察を企画した。

沖縄県下では、1990年代に入り沖縄本島で本格的な温泉開発が始まった。その代表がロワジールホテル、健康増進センター（現ジスタス浦添）、J Aアロマ（現エナジック沖縄）の3ヶ所である。共に自噴井であるが、温泉目的として掘削したため、3ヶ所とも温泉利用のみでガスは大気放散の状況である。その後、ガス利用を目的にジスタス浦添では、採掘権を取得しNEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）補助事業により204kW/h（34kW×6台）のコージェネレーションを設置した。水溶性天然ガスの有効利活用モデルとして期待されたが、住民の反対運動で中断され現在も稼働していない。

今後、宮古島において同資源の利活用を検討する上では、現状の課題を認識することが重要な一歩とした。当該視察は、県内の状況から様々な利活用に向けての課題や問題を認識し参考にするため、できる限り多くの関係者がこの現状を実際に見ることで、今後の利活用促進に向け活発な議論・検証がなされ次の展開に繋げることに重点をおいた。

## ■視察先

県内既存坑井

1. ジスタス浦添
2. はいさい鉱山
3. 瀬長島ホテル
4. なんじい鉱山
5. ユインチホテル南城

## ■視察日時

平成27年 11月26日（木） 10：00 ～ 15：00

■視察行程

●集合場所 那覇空港出発 10:00



1. ジスタス浦添（浦添市）
2. はいさい鉦山（那覇市）
3. 瀬長島温泉（豊見城市）
4. なんじい鉦山（南城市）
5. ユンイチホテル南城（南城市）

●解散場所 那覇空港 15:00

	氏名	所属	区分
1	長濱 政治	宮古島市 副市長	委員長
2	友利 克	宮古島市 企画政策部 部長	副委員長
3	村吉 順栄	宮古島市 総務部 部長	委員
4	砂川 一弘	宮古島市 農林水産部 部長	委員
5	松原 秀和	宮古島市 エコアイランド推進課	事務局
6	富浜 靖雄	宮古島市 エコアイランド推進課 課長	事務局
7	玉那覇 通男	沖縄振興開発金融公庫 宮古支店長	委員
8	斎藤 利夫	NPO 法人 ポラポラネット 理事長	委員
9	池間 隆守(代理)	一般社団法人 宮古島観光協会 専務理事	委員
10	神里 裕哉	一般社団法人 宮古青年会議所 理事長	委員
11	砂川 恵助(代理)	宮古島商工会議所 専務理事	委員
12	下地 康斗(代理)	沖縄県 商工労働部 産業政策課 副参事	委員
13	比嘉 正市	沖縄電力株式会社 宮古支店長	委員
14	我那覇 薫	株式会社りゆうせき 宮古支店長	委員
15	樋口 康則	株式会社合同資源 千葉事業所 理事 鉦業部長	委員
16	大見謝 恒慈路	試掘事業共同企業体 プロジェクトマネージャー	事務局
17	大見謝 美保子	試掘事業共同企業体 事務局 管理統括	事務局
18	當間 杏	試掘事業共同企業体 事務局 管理補佐	事務局

・委員：14名

移動時間・場所	視察ポイント
<p>JAL : 宮古 08 : 55 発 ⇒ 那覇空港 09 : 40 着  バス : 空港 10 : 00 発 ⇒ ジスタス浦添 10 : 30 着</p>	
<p><b>1. ジスタス浦添</b>  ジスタス浦添 11:00 ⇒ 弁当受取(真嘉比)  ⇒ はいさい鉱山 11:30 着</p>	<p>1. スポーツクラブにおける利活用  ・ 温泉&amp;温泉熱利用  ・ コージェネレーション設備(停止)  ※地下資源活用の課題(住民反対運動)</p>
<p><b>2. はいさい鉱山(奥武山運動公園内)</b>    はいさい鉱山 12 : 00 ⇒ 瀬長島温泉 12 : 20</p>	<p>2. 沖縄県試掘井  ・ 平成27年度温排水環境影響調査現場</p>
<p><b>3. 瀬長島温泉</b>    屋食(車中)  瀬長島温泉 13 : 00 ⇒ なんじい鉱山 13 : 15</p>	<p>3. 車中からの視察(自噴井)  ・ 坑井能力があるにもかかわらず、規制を受けた事例。(温泉法)</p>
<p><b>4. なんじい鉱山</b>    なんじい鉱山 13:30 ⇒ ユインチホテル南城 13:45</p>	<p>4. 沖縄県試掘井  ・ 利活用に向けての課題(排水)</p>
<p><b>5. ユインチホテル南城</b>    ユインチホテル 14:15 ⇒ 空港 14 : 50 着    那覇空港 16:05 発 ⇒ 宮古空港 17:00 着  ～ 空港解散 ～</p>	<p>5. 水溶性天然ガス資源利活用の先進事例  ・ 温泉&amp;温泉熱利用  ・ コージェネレーション(発電・排熱)利用</p>

## ■国民保養温泉地

### ● 概要

国民保養温泉地に指定された温泉地は、温泉利用の効果が充分期待され、かつ健全な温泉地としての条件を備えているという条件を満たしている必要がある。

指定される条件は、大きく分けて源泉に関する水や含有成分などについての条件、温泉地の環境に関する安全性に関わる条件に分かれる。

### ● 源泉に関する条件

効能の高さ、湧出量、湧出温度

### ● 温泉地に関する条件

健全性、周辺の景観、保養地としての環境、温泉を利用した医療設備、スタッフの充実  
交通の便、災害に対する安全性

### ● 経緯

1954年に、酸ヶ湯温泉、日光湯元温泉、四万温泉が指定されてから、91箇所の温泉地が指定されている。

歴史ある温泉地もあれば、基点温泉、六日町温泉、吉井温泉、筑後川温泉など開湯から数年後に条件を満たして指定されている例もあるなど、多彩な温泉地が指定されている。一方で、温泉地を中心とした観光開発を進めるため、国民保養温泉地の指定を返上する場合もある（例・鳥取県：三朝温泉）。

国民保養温泉地の指定は、当初は厚生省が担当していたが、1971年に環境庁が誕生してからは同庁が担当するようになった。そして、2001年に環境庁が環境省に組織変更が行われてからは環境省が指定を行っている。

新規の温泉地指定については、2015年に大分県の竹田温泉群と神奈川県のアサギ温泉が新規指定された。

## □ 国民保健温泉地

高齢化社会や生活の都市化の進展などにより、温泉の有する保健的効能を積極的に活用するニーズが高まっていった。それを受け、国民保養温泉地に指定された温泉地のうち、特に温泉の保健的利用を促進することが可能な温泉地を、国民保健温泉地として追加指定するようになった。指定は1981年から始まっている。

## □ ふれあい・やすらぎ温泉地

生活の都市化の進展などにより、自然とのふれあい、安らぎを求める声が高まった。それを受け、国民保養温泉地に指定された温泉地のうち、特に自然とのふれあいや自然の中で安らぐ事に適した温泉地を、ふれあい・やすらぎ温泉地として追加指定するようになった。指定は1993年から始まっている。

国民保養温泉地一覽 (道府県別・指定年月日順)

(平成27年5月1日現在)

名称	道府県	所在地	指定年月日	名称	道府県	所在地	指定年月日
カルルス温泉	北海道	登別市	S.32. 9. 27	丸子温泉郷	長野	上田市	S.31. 6. 15
北湯沢温泉郷	"	伊達市	"	田沢・香掛温泉	"	小泉郡青木村	S.45. 3. 24
ニセコ温泉郷	"	磯谷郡蘭越町、虻田郡ニセコ町	S.33. 11. 1	小谷温泉	"	北安曇郡小谷村	S.46. 3. 23
恵山温泉郷	"	函館市	S.40. 8. 5	白骨温泉	"	松本市	S.49. 3. 30
十勝岳温泉郷	"	空知郡上富良野町	S.42. 10. 19	有明・穂高温泉	"	安曇野市	S.53. 3. 27
十勝別荘温泉	"	河東郡鹿追町	S.46. 3. 23	香野温泉	"	松本市	S.58. 3. 28
芦別温泉	"	芦別市	S.48. 3. 30	平湯温泉	"	下高井郡山ノ内町	H. 3. 4. 16
雄阿寒温泉	"	足寄郡足寄町	"	奥飛騨温泉郷	岐阜	高山市	S.39. 6. 8
湯ノ岱温泉	"	松山郡上ノ国町	S.49. 3. 30	白川郷平瀬温泉	"	大野郡白川村	S.43. 11. 19
孟温泉	"	古宇郡泊村	S.50. 7. 5	小坂温泉郷	"	下呂市	S.55. 3. 27
貝取瀬温泉	"	久遠郡せたな町	S.51. 3. 27	燗毛・奈古谷温泉	静岡	伊豆の国市、田方郡函南町	S.37. 3. 10
霧別温泉	"	中川郡霧別町	S.52. 5. 31	久美の浜温泉郷	"	鹿野市	H. 9. 5. 1
ながぬま温泉	"	夕張郡長沼町	S.63. 7. 1	久美の浜温泉郷	東京	京丹後市	H. 8. 5. 2
豊宮温泉	"	天塩郡豊盛町	H. 4. 1. 13	十津川温泉郷	兵庫	美方郡新温泉町	H. 12. 5. 11
洞爺・陽だまり温泉	"	虻田郡洞爺湖町	H. 9. 5. 1	熊野温泉郷	和歌山	吉野郡十津川村	S.60. 3. 19
藤ヶ湯温泉	青森	青森市	S.29. 10. 11	熊野温泉郷	"	田辺市	S.32. 9. 29
栗研温泉郷	"	むつ市	S.46. 3. 23	鹿野・吉岡温泉	鳥取	鳥取市	H. 8. 5. 2
八幡平温泉郷	"	八幡平市	S.44. 9. 3	関金温泉	倉吉	倉吉市	S.41. 7. 22
須川・苺湯温泉	"	仙北市、鹿角市	S.33. 11. 1	岩井温泉	岩美	岩美郡岩美町	S.45. 3. 24
夏油温泉	"	一関市	S.40. 8. 5	三瓶温泉	"	大田市	S.48. 3. 30
金鳴子・川渡温泉郷	"	北上市	H. 6. 4. 28	鷹の湯温泉	岡山	安来市	S.34. 5. 5
奥鳴子・川渡温泉郷	"	二戸市	S.35. 10. 1	奥湯津温泉	"	真庭市	S.37. 3. 10
田沢湖高原温泉郷	宮城	仙北市	S.42. 10. 19	矢野温泉	山	宮田郡鏡野町	S.31. 6. 15
秋ノ宮温泉	"	山形市	S.53. 3. 31	奥湯津・湯の山温泉	広島	府中市	S.41. 7. 22
蔵王温泉	"	尾花沢市	S.33. 11. 1	三丘温泉郷	"	長門市	S.30. 7. 4
銀山温泉	"	長岡市	S.43. 11. 19	湯後川温泉	香	周南市	S.36. 4. 1
基点温泉郷	"	長上郡大蔵村	S.60. 3. 19	吉湯・熊の川温泉	愛媛	高松市	H. 14. 3. 29
肘折温泉郷	"	鶴岡市	H.元. 10. 16	古雲・小浜温泉	長	今治市	H. 6. 4. 28
湯田川温泉	"	二本松市	H.13. 11. 13	老岐湯本温泉	賀	うきは市	S.43. 11. 19
岳温泉	福	西白河郡西郷村	S.38. 4. 19	天草下田温泉	熊	老岐市	S.41. 7. 22
新甲子温泉	"	福島市	H.11. 4. 20	南小国温泉郷	本	天草市	S.31. 6. 15
土湯・高湯温泉郷	"	福島市	S.29. 10. 11	湯布院温泉	"	阿蘇郡南小国町	S.37. 3. 10
日光湯元温泉	栃	那須塩原市	S.46. 3. 23	竹田温泉群(長湯温泉、久住温泉郷、竹田・荻温泉)	"	水俣市	S.46. 3. 23
板室温泉	"	吾妻郡中之条町	S.29. 10. 11	霧島温泉	"	別府市	S.39. 6. 8
四万温泉	群	利根郡みなかみ町	S.43. 11. 19	霧島温泉	"	竹田市	S.55. 3. 27
鹿沢温泉	"	利根郡みなかみ町	S.54. 3. 27	霧島温泉	"	霧島市	S.34. 5. 5
上牧・奈沢温泉	"	片品村	H.11. 4. 20	霧島温泉	"	霧島市	S.42. 10. 19
片品温泉郷	"	足柄下郡箱根町、新淵市	H.27. 5. 1	合計92カ所			
湯宿・川上・法師温泉	神	足柄下郡箱根町、新淵市	S.39. 6. 8				
芦之湯温泉	奈	南魚沼市	S.47. 7. 29				
弥彦・岩倉温泉	湯	妙高市	S.54. 3. 27				
六日町温泉	"	魚沼市	S.36. 4. 1				
開・燕温泉	"	白山市	S.31. 6. 15				
栃尾文・駒の湯温泉	"	白山市	S.40. 8. 5				
白山温泉	石	南巨摩郡身延町					
下湯温泉	川	北杜市					
増富温泉	梨						

# 沖縄県 温泉アンケート調査1-① (沖縄本島中南部・宮古島市)

Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか。

A 知ってる	96
B 知らない	16
無回答	4
合計	116

Q2 温泉に関して

A 興味はある	92
B 興味はない	20
無回答	4
合計	116

Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合

A 利用してみたい	39
B 利用までは考えていない	35
C 条件が合えば利用したい	40
無回答	2
合計	116

AとCどちらにもOをつけてる方は両方カウントしてます。

Q4 設問3で「C」を回答した方は、

その「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)

A 温泉の料金	42
B ①量の確保	25
B ②安定供給	29
C ①浴槽がない	13
C ②既存の浴槽で利用できるか否か	15
C ③その他	11

AとCどちらにもOをつけてる方は両方カウントしてます。

Q5 その他に関して(※設問4のC ③その他を選択した方のみ)

設問4以外の条件等がありましたらご記入願います。

①温泉の成分について既存の配管・パイプに、温泉を流す事によって温泉の成分(石灰質等)の原因により、配管パイプが腐食・劣化する事はあるのでしょうか。
②給水管の腐食はないか・給水の体制はどうか(温泉源より離れている)。
③配給地の場所。
④新たに浴槽を設置した際のコストなど。
⑤老人ホームの利用者が利用したいのであればとの思いから。
⑥どれくらいの工事費がかかるか(補助金無しだと難しい)
⑦補助金等の有無。
⑧工事費など。
⑨安全性。
⑩設備投資はなるべく安価をお願いします。
⑪給水管の保安等にどれくらいの費用がかかるか。

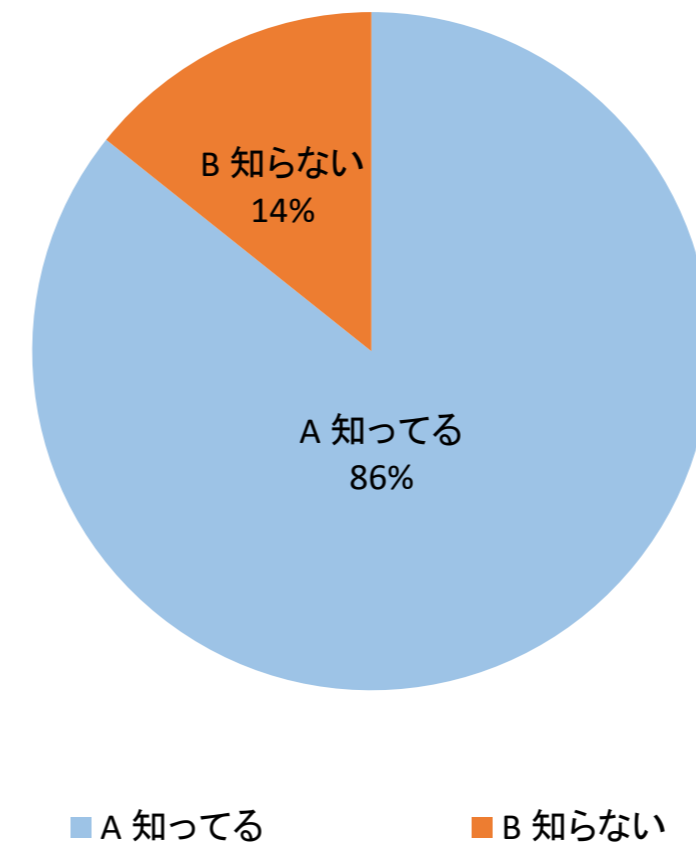
アンケート対象施設	総数	返信	回答率
ゴルフ場	14	8	57%
スポーツ施設	37	12	32%
老健施設	84	21	25%
病院	72	18	25%
ホテル	110	45	41%
無名・無記載		12	
合計	317	116	37%

Q6 質問等に関して温泉に関してのご意見

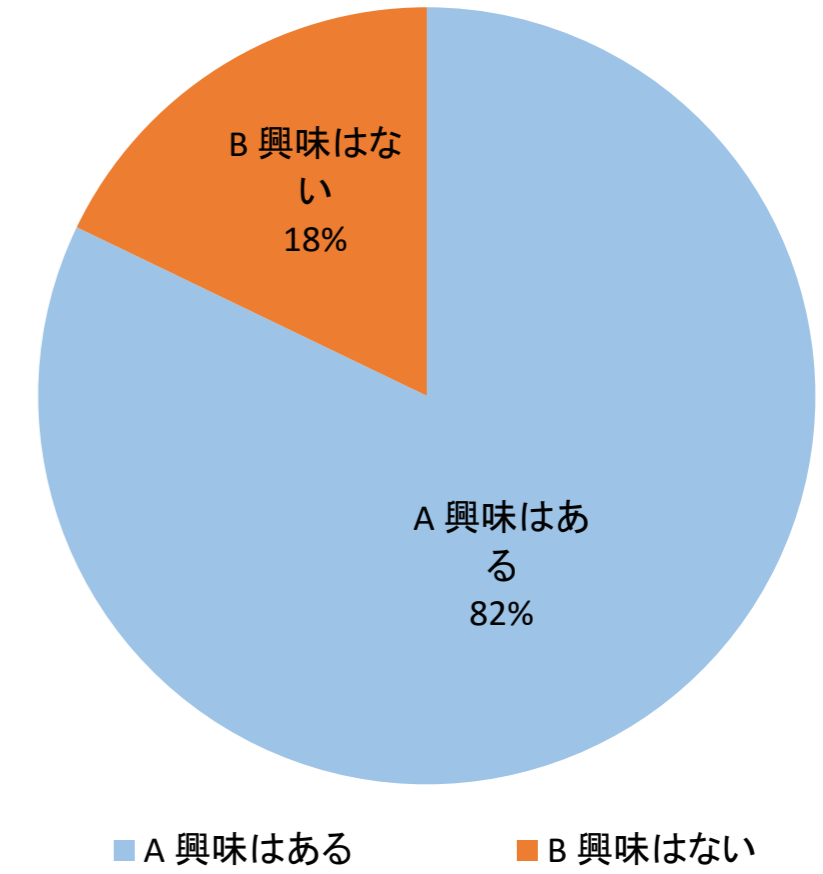
ご要望等がありましたらご記入願います。

①採掘や設備投資等の補助金を出してほしい。
②温泉の成分や効能が明示されればもっと関心が増えると思います。
③効能などの詳しい情報があれば知りたい。
④既に利用しております。いつもありがとうございます。
⑤入湯税の全額納付方法 スポーツクラブの月金と館員様の徴収の額はなど。
⑥銭湯を沢山増やしてほしいです
⑦グループホームは比較的軽度の介護の方がいます。もし温泉等が出来れば、お年寄り、職員で利用出来たらとおもいました。
⑧温泉と併設して食事処は欲しい。
⑨温泉の効能など
⑩温泉にはそのもち得ている効能があるという事なので興味関心を示すところである。
⑪温泉の入浴施設のみならずリラックスつづげる付属施設も含めた温泉リゾート施設がいいと思う。
⑫温泉の泉質について。
⑬冷泉は聞いたことあるが温泉は初耳。
⑭採掘に際し費用がいかほどかかるか気になる。
⑮排水と更に活用できる仕組みがあれば検討したい。淡水化?発電化?その他
⑯観光資源として利用出来たらいいね。地球温暖化対策にもいいね。

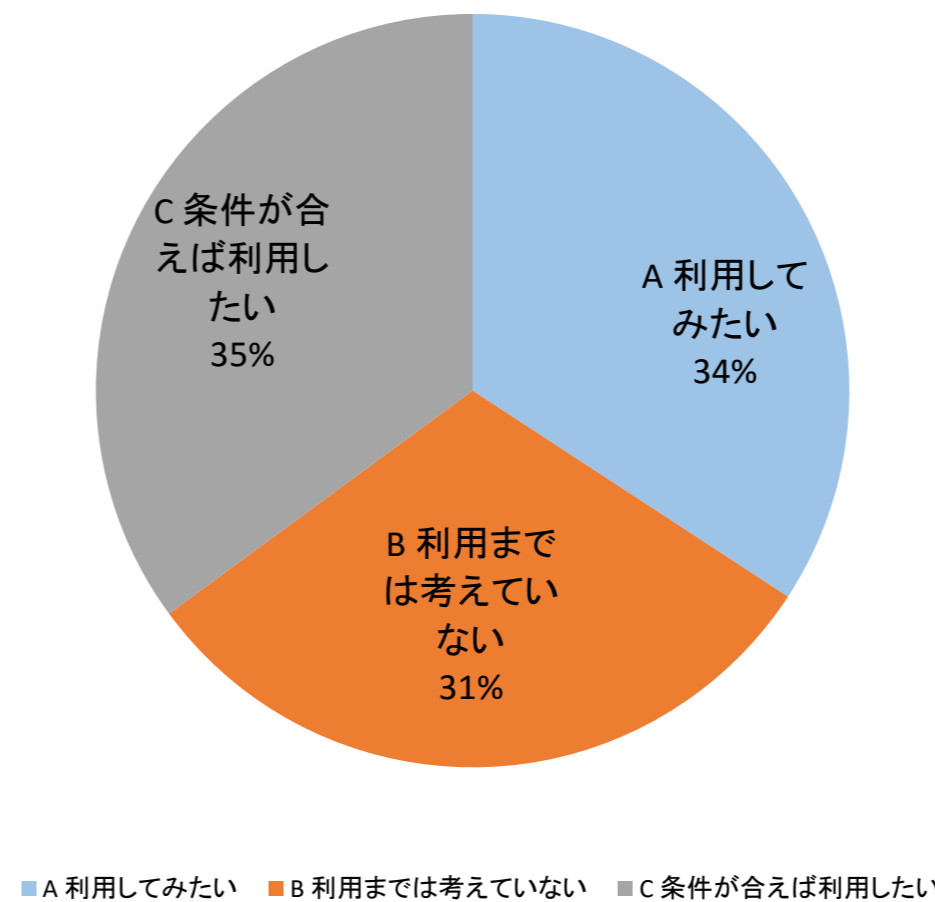
Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか



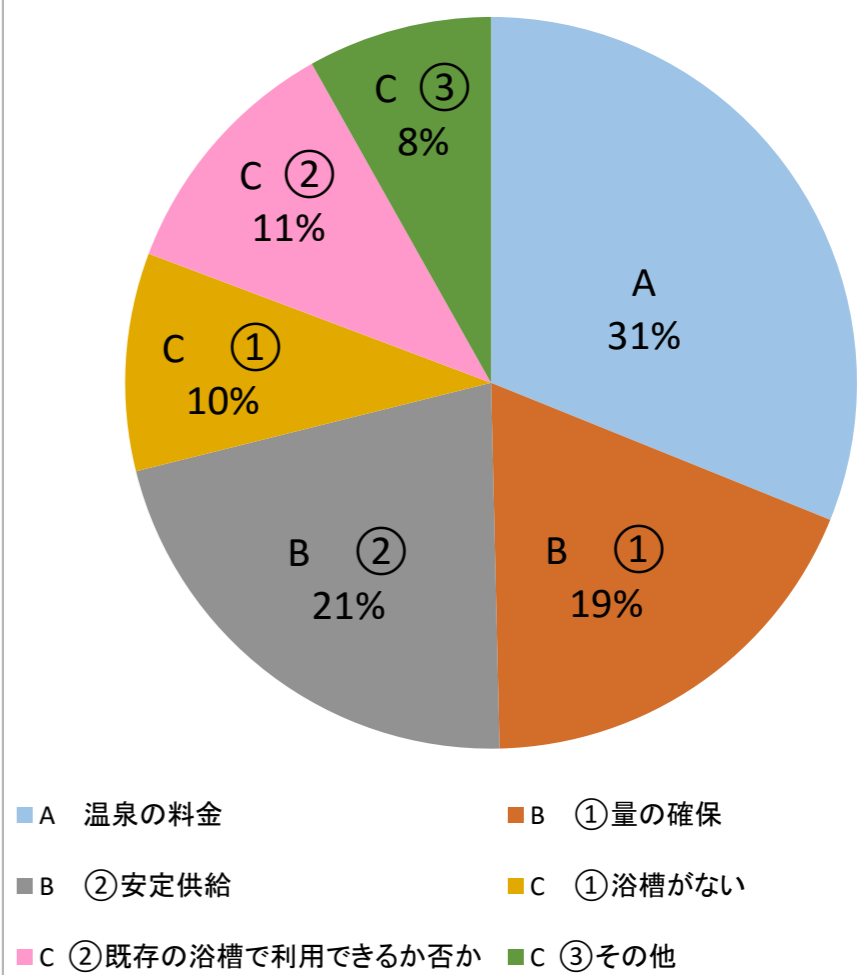
Q2 温泉に関して



Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合



Q4 設問3で「C」を回答した方はその「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)



※3試掘地周辺宅配可能エリア

(中城村・西原町・浦添市・与那原町・南風原町・南城市・豊見城市・糸満市・八重瀬町・宮古島市)



## 沖縄県 温泉アンケート調査1-② (沖縄本島中南部)

Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか。

A 知ってる	69
B 知らない	11
合計	80

Q2 温泉に関して

A 興味はある	65
B 興味はない	15
合計	80

Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合

A 利用してみたい	20
B 利用までは考えていない	26
C 条件が合えば利用したい	34
合計	80

AとCどちらにも○をつけてる方は両方カウントしてます。

Q4 設問3で「C」を回答した方は、

その「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)

A 温泉の料金	34
B ①量の確保	22
B ②安定供給	25
C ①浴槽がない	11
C ②既存の浴槽で利用できるか否か	11
C ③その他	8

どちらにも○をつけてる方は両方カウントしてます。

Q5 その他に関して(※設問4のC ③その他を選択した方のみ)

設問4以外の条件等がありましたらご記入願います。

①温泉の成分について既存の配管・パイプに、温泉を流す事によって温泉の成分(石灰質等)の原因により、配管パイプが腐食・劣化する事はあるのでしょうか。
②配給地の場所。
③新たに浴槽を設置した際のコストなど。
④老人ホームの利用者が利用したいのであればとの思いから。
⑤補助金等の有無。
⑥工事費など。
⑦安全性。
⑧設備投資はなるべく安価をお願いします。

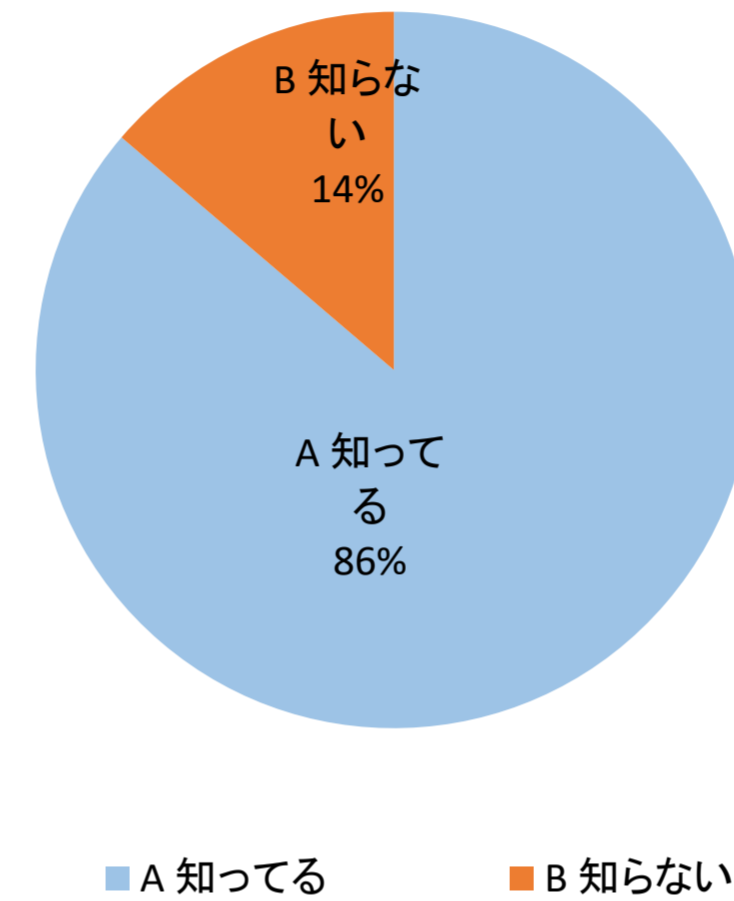
アンケート対象施設	総数	返信	回答率
ゴルフ	11	6	55%
スポーツ施設	35	11	31%
老健	70	15	21%
病院	66	16	24%
ホテル	85	32	38%
合計	267	80	30%

Q6 質問等に関して温泉に関してのご意見

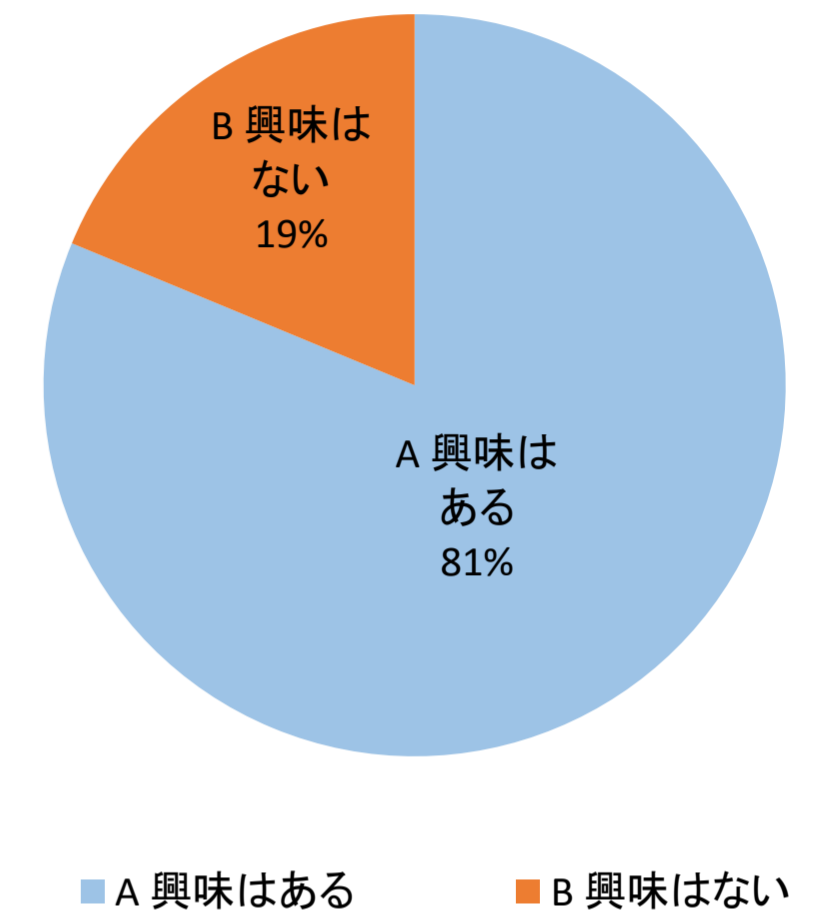
ご要望等がありましたらご記入願います。

①採掘や設備投資等の補助金を出してほしい。
②効能などの詳しい情報があれば知りたい。
③既に利用しております、いつもありがとうございます。
④入湯税の全額納付方法 スポーツクラブの月金と館員様の徴収の額など。
⑤銭湯を沢山増やしてほしいです。
⑥グループホームは比較的軽度の介護の方がいます。もし温泉等が出来れば、お年寄り、職員で利用出来たらとおもいました。
⑦温泉と併設して食事処は欲しい。
⑧温泉の効能など。
⑨温泉にはそのもち得ている効能があるという事なので興味関心を示すところである。
⑩温泉の泉質について。
⑪冷泉は聞いたことあるが温泉は初耳。
⑫採掘に際し費用がいかほどかかるか気になる。
⑬排水と更に活用できる仕組みがあれば検討したい。淡水化？発電化？その他

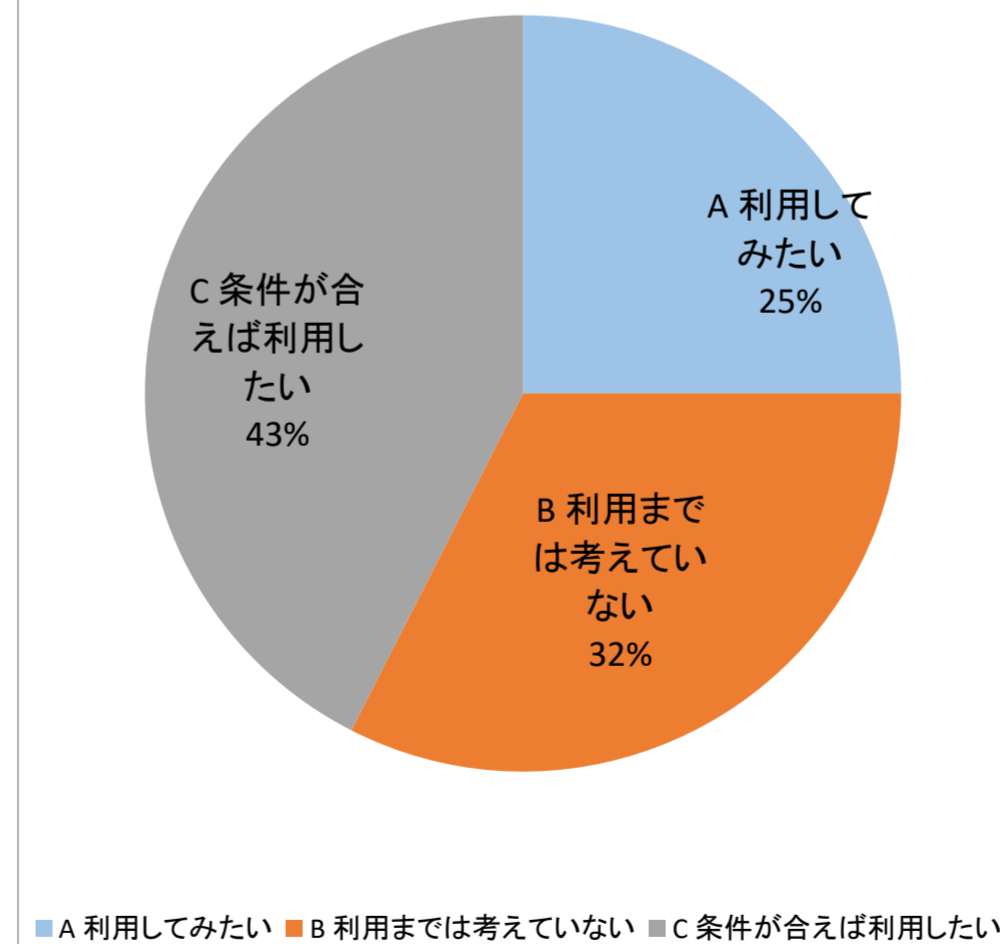
Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか



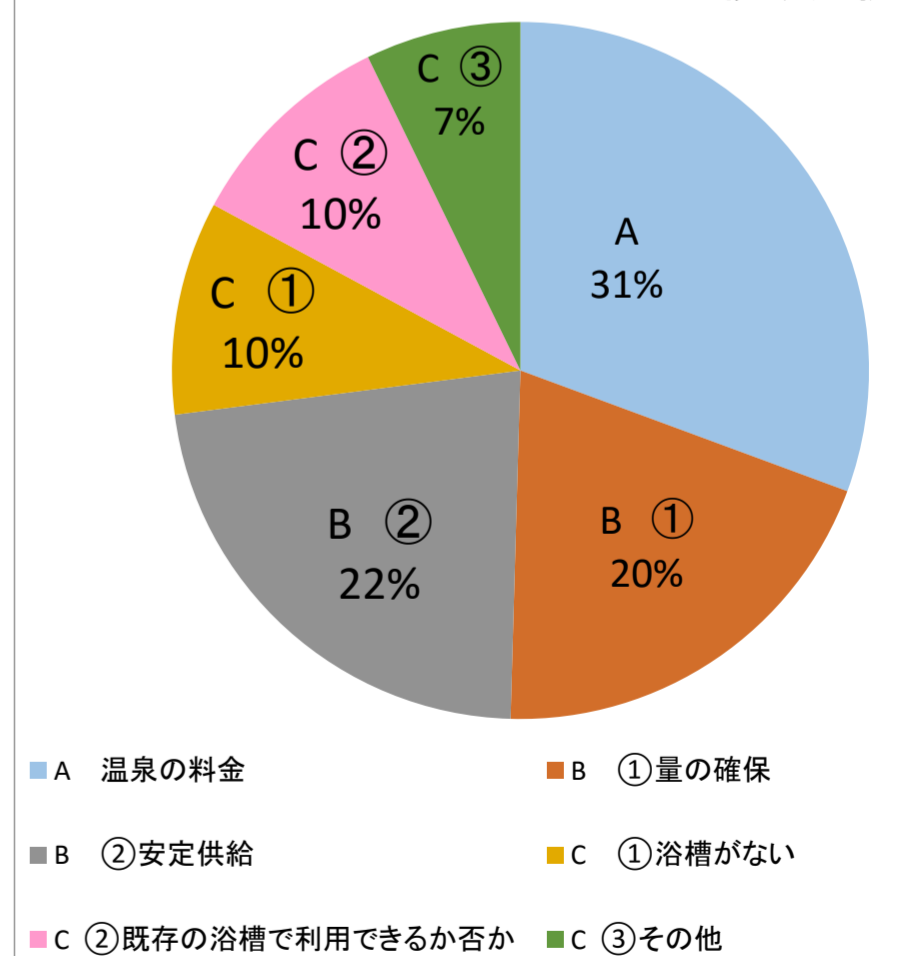
Q2 温泉に関して



Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合



Q4 設問3で「C」を回答した方は、その「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)



※試掘井：那覇R-1(奥武山)、大里R-1(南城市)活用を想定した宅配可能エリア  
(中城村・西原町・浦添市・与那原町・南風原町・南城市・豊見城市・糸満市・八重瀬町)

# 沖縄県 温泉アンケート調査1-③ (宮古島)

Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか。

A 知ってる	21
B 知らない	2
無回答	1
合計	24

Q2 温泉に関して

A 興味はある	20
B 興味はない	3
無回答	1
合計	24

Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合

A 利用してみたい	12
B 利用までは考えていない	7
C 条件が合えば利用したい	5
無回答	1
合計	25

AとCどちらにも○をつける方は両方カウントしています。

Q4 設問3で「C」を回答した方は、

その「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)

A 温泉の料金	5
B ①量の確保	2
B ②安定供給	2
C ①浴槽がない	2
C ②既存の浴槽で利用できるか否か	4
C ③その他	3

どちらにも○をつけてる方は両方カウントしています。

Q5 その他に関して(※設問4のC ③その他を選択した方のみ)

設問4以外の条件等がありましたらご記入願います。

①給水管の腐食はないか・給水の体制はどうか(温泉源より離れている)
②どれくらいの工事費がかかるか(補助金無しだと難しい)
③給水管の保守等にどれくらいの費用がかかるか

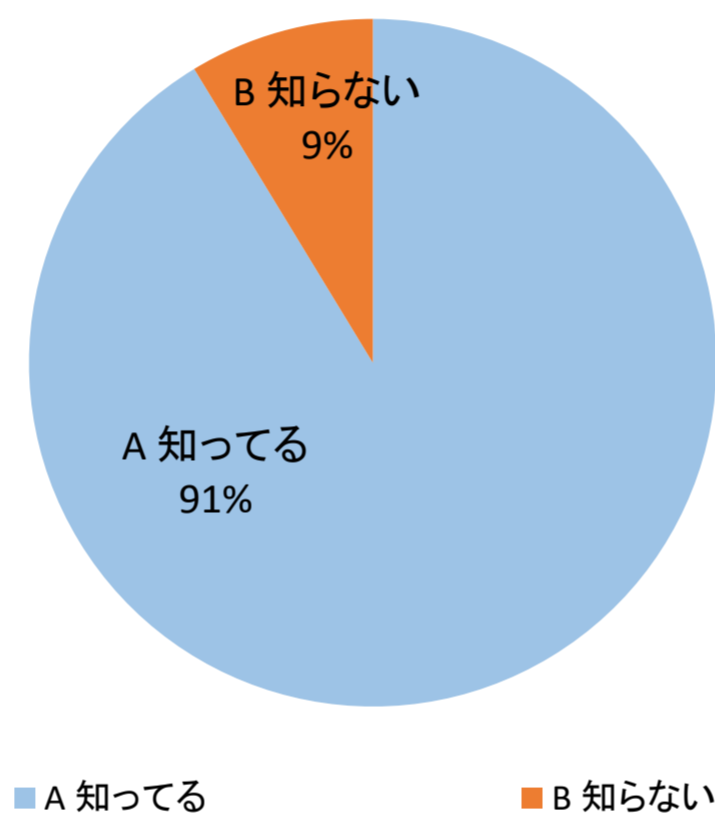
Q6 質問等に関して温泉に関してのご意見

ご要望等がありましたらご記入願います。

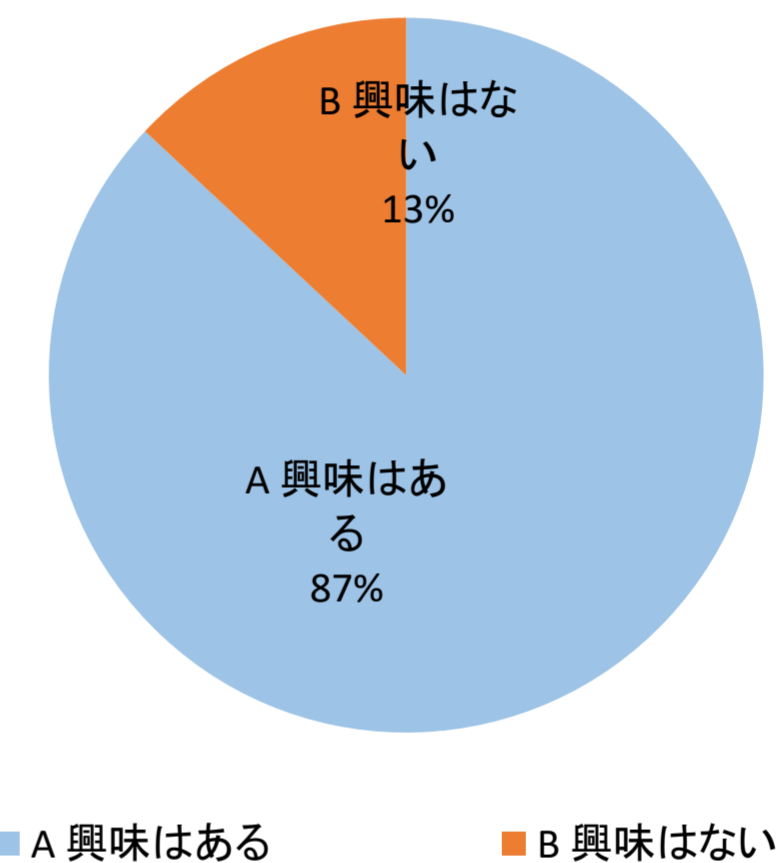
①温泉の成分や効能が明示されればもっと関心が増えると思います。
②温泉の温度はどれくらい
③温泉の入浴施設のみならずリラックスつろげる付属施設も含めた温泉リゾート施設がいいと思う

アンケート対象施設	総数	返信	回答率
ゴルフ	3	2	67%
スポーツ施設	2	1	50%
老健	14	5	36%
病院	6	2	33%
ホテル	25	14	56%
合計	50	24	48%

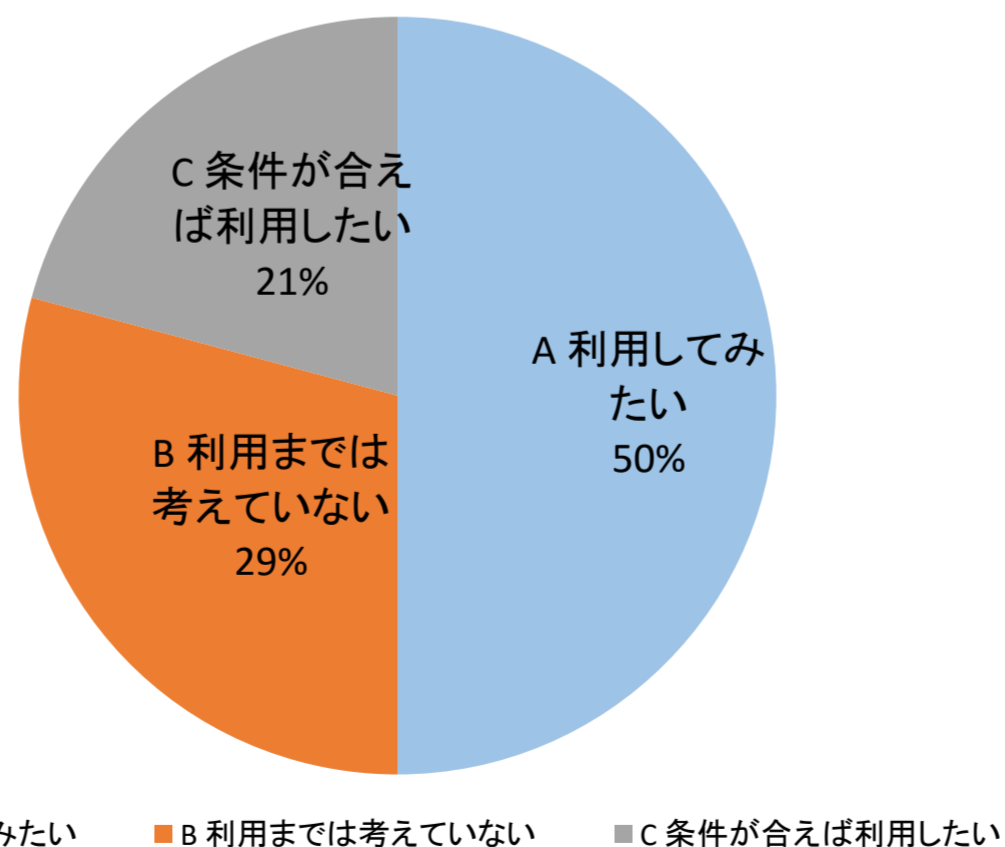
Q1 沖縄県に温泉があることをご存知でしょうか。



Q2 温泉に関して



Q3 仮に温泉の供給が可能となった場合



Q4 設問3で「C」を回答した方は、その「条件」を下記から選んで下さい。(複数選択可)

