

【ケース 2 建設費の変動】

補助金等による資金補助を仮定し、建設費をベースケースの 50%とした場合
(ガス販売単価：50 円/Nm³)

	PJ1(南城)		PJ2(那覇)		PJ3(宮古島)
ガス水比	2.0	1.5	1.5	1.0	0.9
年間生産量 (千Nm ³)	7,300	5,475	5,475	3,650	3,285
IRR	14.1%	9.0%	13.3%	6.6%	4.2%
NPV (百万円)	1,946	▲ 130	354	▲ 330	▲ 577
資金回収	7年	10年	7年	11年	14年

3-2-3 検討課題

(1) 経済性について

今回の経済性評価は、千葉県での開発計画を想定した建設コストのみをベースに計算したものであるため、実際に事業化を検討する場合は、沖縄県での開発諸条件やガス利用の可能性、建設コストや操業コスト等を精査する必要がある。

(2) 技術的課題と今後の調査について

以下に、事業化についての詳細な検討を実施する場合に必要な追加調査や技術的課題について記す。

1) 中長期の生産データの取得

今回の試掘では 2 週間程度しか揚水試験をおこなっていないため、生産に伴う地下のガス貯留層の変化による生産状況の変化に関するデータは得られていない。そのため、ガス水比・生産量ともに経済性評価期間(20年)を通じて一定とした。

今後、数か月～1年規模の生産試験を実施し、ガス及び水の生産量や水質の経時変化に関する調査を実施する必要がある。

2) 揚水可能量の把握

揚水試験で得られた揚水量は 500～600kl/day 程度であり、初測定で得られた仕上層の

浸透性、フロー・キャパシティは、大里 R-1 と宮古 R-1 では千葉県内の主要なガス生産地域である九十九里地域と同程度、那覇 R-1 では九十九里地域に比べかなりの大きな数字であることが確認された。ただし、今回の試験では限界揚水量（揚水能力）については評価することができなかつたため、経験上、水中モーターポンプ（ESP）を設置した場合の揚水量を 2,000kl/day とした。

いずれの地域においても GWR は高いとは言えない数値であるので、事業化の検討にあたっては揚水可能量が重要な因子となる。ゆえにポンプ等の揚水設備も含めたさらに詳細な揚水可能量の把握が今後必要になると思われる。

3) 仕上層毎の特徴の把握

ヨウ素の事業化も考慮すると島尻層群を仕上げた井戸による生産についての追加データも（南城市他では）必要ではないかと考えられる。

宮古島については、採取されたガスのサンプルに窒素分が多いとの結果がでていたため、窒素の混入が一時的なものなのか検証する必要がある。また、宮古島での試掘井掘削は今回が初めてであり、場所やターゲット層を変えた試掘により、さらなる調査をおこなうことが必要と考えられる。

4) 環境影響調査及び対策方法の検討

千葉県の例では、通常型であればガス水比・生産量（能力）はあまり変化しないが、ガス開発計画を検討するためには地盤沈下の影響も考慮する必要がある。そのため、前項の中長期の生産データの取得とも重なるが、複数坑井での中長期の揚水による地下水位の変化に伴う地表面の地盤変動等の環境影響調査も今後検討すべき課題である。さらに、環境対策や排水コストを抑えるために揚水したかん水を地下に還元し、地上排水量を抑える方法も検討項目として挙げられる。

3-3. 天然ガス利活用の検討

産出された天然ガスはコージェネレーション等、様々な利活用が考えられるが、ここでは、現在、千葉県でおこなわれている国産天然ガスを利用した事業、都市ガスへの卸供給、天然ガススタンド事業、簡易ガス事業について検討する。

ガス開発により生産された天然ガスを都市ガス事業者へパイプラインを通して卸販売する。震災以降、輸入 LNG 価格が上昇している中で、国内で生産されたガスを安定供給することにより、天然ガスの調達コストを削減できる可能性がある。

(1) 天然ガス開発の現状について

平成 24 年の我が国の天然ガス生産量は、3,275 百万 m^3 である一方、LNG 輸入量は 87,314 千 t であり、生産量は輸入 LNG の 2.7%相当である（図 2.3.2 参照）。国内の水溶性天然ガスの原始埋蔵量は 7,394 億 m^3 （孔隙率 25%の場合）で、究極可採埋蔵量は 3,697 億 m^3 （究極回収率 50%とした場合）と推定されている。（天然ガス鉱業会 天然ガス資料年報 H25 年度より）。

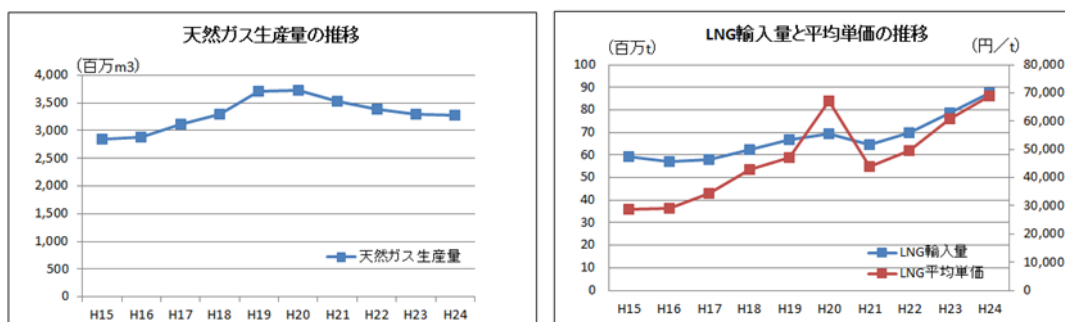


図 2.3.2 天然ガス生産量の推移と LNG 輸入量と平均単価の推移

(2) 都市ガス卸について

沖縄ガス株式会社では、現在プロパンエア（ガス種 13A）によるガスを供給しているが、2015 年度に LNG を原料とする天然ガスへの転換を予定している。なお、ガスの種類は、ウォッベ指数（発熱量/√比重）と燃焼速度で分類されている。

天然ガスへの転換後は、県産天然ガスの利用が可能となるため、パイプラインを通して卸販売をおこなうことができる。沖縄本島で産出されるガスのガス種は 12A（那覇 R-1：発熱量 38.15MJ/m³、ウォッベ指数 50.28、燃焼速度 35.85 ※酸素含有量を 0.0 vol%とした補正值による。大里 R-1：ほぼ同値）であるため、卸事業者または、受け入れ側でブタン等を添加して熱量を調整することが必要となる可能性がある。また、天然ガスはそれ自体無臭であり、都市ガスとして利用するためには付臭をおこなう必要がある。

簡易ガス事業で使用されるガスは主としてプロパンガスであるが、天然ガスを利用することもできる。沖縄県では、沖縄ガス株式会社、沖縄県農業協同組合等、20 社以上の簡易ガス事業者が事業をおこなっている。簡易ガス事業者で圧縮天然ガスの利用を望む事業者があれば、簡易ガス事業者に卸販売することも可能である。

天然ガス開発事業は、鉱業法、鉱山保安法の適用を受ける。事業をおこなうためには、鉱業法による鉱業権の設定、鉱山保安法の定めによる保安体制の確立が必要となる。また、熱量調整をおこなう施設を運営するためには、液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下「液石法」）の定めによる高圧ガス製造保安責任者三種化学等の資格が必要となる。

(3) 事業性について

天然ガス開発の事業性は、「3-2. 千葉県での例を参考にした天然ガス開発計画」をベースとして考えることになる。天然ガスを輸入エネルギーに比べて安価に安定的に供給することができれば事業化の可能性はある。

3-4. 天然ガススタンド

天然ガススタンドとは、天然ガス自動車 (NGV) に天然ガスを充填するスタンドである。天然ガス自動車は、環境汚染の原因となる窒素酸化物 (NO_x) の排出量が少なく、硫黄酸化物 (SO_x) は全く排出されない。また、地球温暖化の原因となる二酸化炭素 (CO₂) の排出量がガソリン車に比べ約 2 割低減できる。



2.3.3 天然ガススタンド全景（千葉県茂原市）

(1) 天然ガス自動車、天然ガススタンドの現状

天然ガス自動車は日本国内で約 4 万 3 千台普及している。その内、トラックが 1 万 8 千台で 40%以上を占める。低公害車の普及促進のため、助成金や税制優遇等の支援措置が実施されている。天然ガススタンドは全国で約 260 カ所あり、自家用の充填所を含めると 300 カ所で設置されている（日本ガス協会ホームページより）。天然ガススタンドの建設についても助成金等による支援がある。

(2) 天然ガススタンドの仕組み

天然ガスの中圧導管からガスの供給を受け、圧縮機で受け入れた天然ガスを約 25MPa まで昇圧して蓄ガス器 (ボンベ) に蓄えておく。蓄ガス器中の圧縮された天然ガスを計量器 (ディスペンサー) を通して天然ガス自動車に充填する。蓄ガス器のガスが少なくなると、圧縮機で天然ガスを充填する (図 2.3.4 参照)。

天然ガス自動車にガスを充填時間は、小型車で 2~3 分、トラックで 4~8 分、大型バスで 8~9 分程度である。

天然ガススタンドの運営するためには、高圧ガス製造保安責任者丙種化学以上の免状と可燃性ガスの製造実務経験が 6 ヶ月以上ある保安監督者が必要となる。

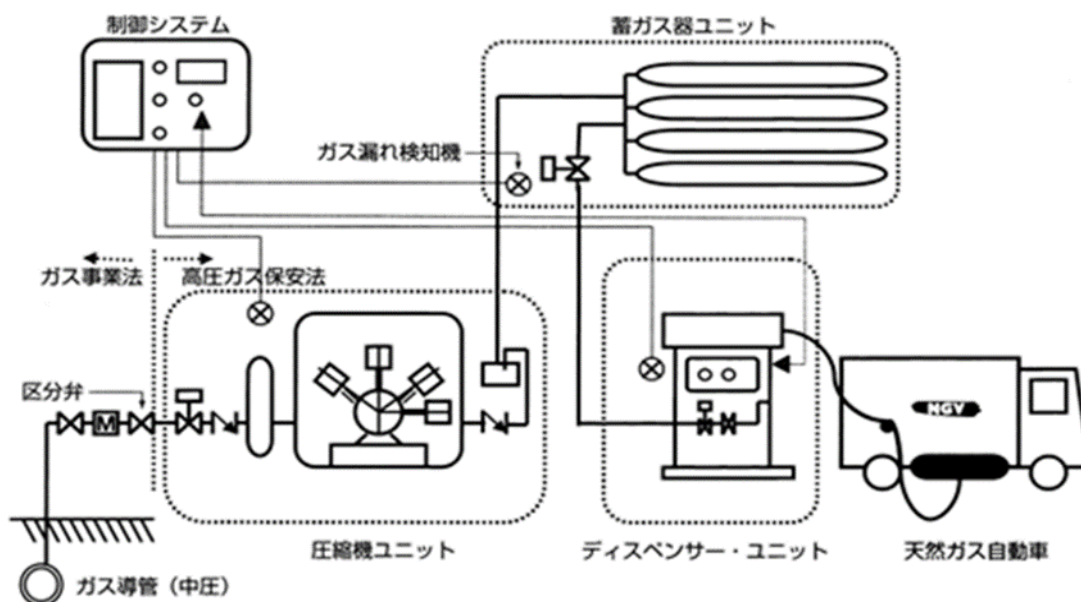


図 2.3.4 天然ガススタンドのフロー図

(3) 事業性について

天然ガススタンドの建設費 (圧縮機、蓄ガス器、ディスペンサー等) の他にスタンド用地の確保が必要となる。事業として成立させるには、天然ガス自動車 (バス、トラック、塵芥車等) の普及が必須である。

3-5. 簡易ガス事業

簡易ガス事業とは、簡易なガス発生設備においてガスを発生させ、導管により一の団地内において70戸以上の供給地点に対してガスを供給する公益事業である（70戸未満は液石法による）。簡易ガス事業は、一般ガス事業と同様にガス事業法が適用される。簡易ガス事業を営もうとする者は、経済産業大臣の許可を受けなければならない。また、料金その他のガスの供給条件について供給約款を定めて経済産業大臣の認可を得る必要がある。

(1) 簡易ガス事業の現状

簡易ガス事業は、都市ガス導管が敷設されていない場所における住宅団地開発に伴って発展していったが、需要家件数は2004年をピークに減少している。現在、経済産業省の諮問機関である総合資源エネルギー調査会のガスシステム改革小委員会において、今後のガス事業のあり方を検討している中で、簡易ガス事業は廃止し、保安規制については液石法によることとする方向で検討が進んでいる。

(2) 圧縮天然ガスを利用した簡易ガス事業の仕組み

圧縮した天然ガスをボンベに充填し、特定ガス発生設備（簡易なガス発生設備）へ天然ガスを専用のローリーで輸送し、設備内のタンクに充填する。特定ガス発生設備でガスを発生させ、使用者に供給する。特定ガス発生設備は、ボンベ供給方式の他にバルク供給方式もある（次頁の図2-4参照）。

簡易ガス事業をおこなうためには、経済産業大臣の許可と供給約款の認可を受けることが必要であり、保安監督者としてガス事業法に基づくガス主任技術者の資格を持つ者が必要である。70戸未満の場合は液石法に基づく業務主任者の資格者が必要となる。

(3) 事業性について

沖縄県は他県に比べ気温が高く、ガスの戸当たり使用量が限られていることもあり、事業を採算ベースにのせるための販売量を確保するためには、供給戸数を確保する必要がある。大規模な集合住宅の開発等にあわせて参入することができれば、事業化できる可能性はある。

前述のとおり、経済産業省の諮問機関である総合資源エネルギー調査会のガスシステム改革小委員会でガス事業の全面自由化について検討中である。現状では、導管によりガスを供給する一般ガス事業や簡易ガス事業をおこなうにはハードルが高いが、ガス事業の自由化が実現し、新規参入が容易になれば、改めて事業を検討することもできる。



図 2.3.5 圧縮天然ガスを利用した簡易ガス事業の仕組み

3-6. まとめ

- ・沖縄本島南部地域において、島尻層群豊見城層の T₁₃ 部層及び基盤岩を産出対象層としてなんじい鉱山大里 R-1、はいさい鉱山那覇 R-1 の 2 か所で試掘井を掘削した。その結果、基盤岩での水溶性天然ガスの賦存が確認された。坑井のかん水生産能力は千葉県での天然ガス坑井と同等又はそれ以上であることが確認されたが、GWR 及びヨウ素濃度は千葉県と比べて同等以下の値であった。また、基盤岩のヨウ素濃度は上位の島尻層群に比べて低いと推察される結果であった。

- ・宮古島地域において、島尻層群の一部と基盤岩を産出対象層として城辺ぱり鉱山宮古 R-1 で試掘井を掘削した。その結果、基盤岩（八重山層群）での水溶性天然ガスの賦存が確認された。坑井のかん水生産能力は千葉県での天然ガス坑井と同等であることが確認されたが、GWR 及びヨウ素濃度は概して千葉県の坑井と比べて低い値であった。加えて、産出ガスのメタン濃度が 60vol%程度であるとの分析結果があり、この点については今後の利活用 に際して十分な調査と検討が必要である。

- ・千葉県での例を参考にして、試掘井を掘削した 3 地域毎に想定した天然ガス開発計画の経済性の評価を試みた結果、地域や条件により様々であるが、資金回収期間は 10 年～20 年程度と見積もられた。

- ・千葉県での天然ガス利活用例として、都市ガスへの卸供給、天然ガススタンド事業、簡易

ガス事業の紹介と、運用時の留意点等を提示した。ただし、沖縄での適用に際しては、規制、需要の地域性等も十分に考慮する必要がある。

・本試掘事業により、沖縄本島南部地域及び宮古島地域において、天然ガスの賦存状況等に関して、既存の試掘調査結果の補完と基盤岩に関する新たな情報が得られた。しかし、いずれの地域においても、今後、天然ガスの利活用をより具体的に検討するにあたっては、中長期の生産試験情報の取得、環境への影響も含めた揚水可能量の把握及び層準毎の天然ガス及びヨウ素賦存状況の特徴に関する検討と補完調査等が必要と考えられる。

4. ヨウ素資源評価と可能性

天然ガス資源活用促進に向けた試掘調査事業においては、那覇市、南城市、宮古島市で3本の試掘井が掘削され生産テストが実施された。これらの試掘調査事業の目的の主たるものは、これまで天然ガスの賦存が確認されている島尻層群最下部とそれ以深にある基盤地層中の天然ガス、かん水中のヨウ素等の賦存状況確認であった。生産テストでは、島尻層群下部の豊見城層と同様、天然ガスとガス付随かん水も産出した。これまでの各種調査により豊見城層上層群から産出する天然ガス付随かん水中にはヨウ素が比較的高い濃度で含まれていることが分かっており、今回の試掘においてそのヨウ素の賦存状況についても注目された。

4-1. 国内外のヨウ素資源

(1) 国外

ヨウ素のクラーク数は全元素中64番目、0.5ppmと元素全体の間程度で決して多くない元素である。ヨウ素を主要成分とする鉱物は存在するが産出量は少なく、主に生産されているのはチリ硝石（カリチエ）と石油や天然ガスに付随するかん水（塩分濃度が高い水）からである。その産出量は、チリ硝石から生産を行っているチリ国が、世界の約60%と最も多く、かん水から生産を行っている日本が約30%、アメリカ5%、そのあとアゼルバイジャン、インドネシア、トルクメニスタンで約5%となっており、チリ及び日本、アメリカの3カ国で世界のヨウ素生産量の約95%を占める。

(2) 日本

日本のヨウ素資源は、水溶性天然ガス付随かん水あるいは構造的石油・天然ガス付随かん水に含有されている。その分布は北海道から沖縄まで多くの地域で確認されている。しかしながら現在生産を行っているのは、千葉県、新潟県、宮崎県の3県だけである。生産量は千葉県が日本のヨウ素生産量の約80%、新潟県と宮崎県がそれぞれ約10%となっている。千葉県の場合は、外房地域を中心に発達している南関東水溶性ガス田のかん水から生産を行っている。その特徴は、ガス水比が高い地域が多く、またヨウ素濃度も一部を除き100ppmを超える高いヨウ素含有量であることである。その産出層である砂層の浸透率は小さく、個々の坑井の生産かん水量は九十九里北部や成田地域を除き少ない。新潟県の場合は新潟

市及びその周辺に位置し、ガス水比の低い水溶性ガス田であるが、産出層の浸透率が非常に高く1坑井あたりの生産かん水量は非常に多いが、ヨウ素濃度は低く数十ppm程度である。また地盤沈下の対策のため揚水されたかん水を、全量還元している。宮崎県の場合は、千葉県、新潟県の地層より古い時代の地層から産出していて、かん水濃度は新潟県と千葉県の間程度である。

ブローアウトプラント



監視室



ファイバードラム(製品)



出所：合同資源産業ホームページ

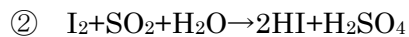
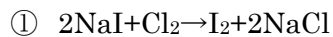
図 2.4.1 ヨウ素製造プラント

4-2. おもな製造方法

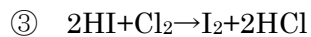
現在世界で用いられているかん水からのヨウ素製造方法には、ブローアウト法、イオン交換樹脂法、活性炭法が挙げられる。国内での製造方法（ヨウ素濃縮方法）はブローアウト法が多く利用されているが、一部少量のかん水を扱うような場合イオン交換樹脂法も活用されている。これらのヨウ素製造方法のうちブローアウト、イオン交換樹脂法について示す。以下佐久間ほか（2005 ヨウ素化合物の機能と応用、シーエムシー出版）から引用抜粋する。

(1) ブローアウト法

現在かん水からのヨウ素製造方法でよく使用されている方法である。かん水中の砂等を沈殿除去したのち塩素を吹き込み、ヨウ素イオンを酸化させて分子上のヨウ素として遊離させる。その分子状ヨウ素を含むかん水を放散塔の上部より降らせ、下部より向流してくる空気で分子状ヨウ素をかん水から追い出し①、吸収塔に運び亜硫酸ガス等の還元剤と接触させてヨウ素をヨウ化水素に還元し吸収させる②



吸収液に塩素を吹き込み、ヨウ化水素を再度ヨウ素に酸化する③。



析出したヨウ素は熔融状態であるので冷却し製品とする。

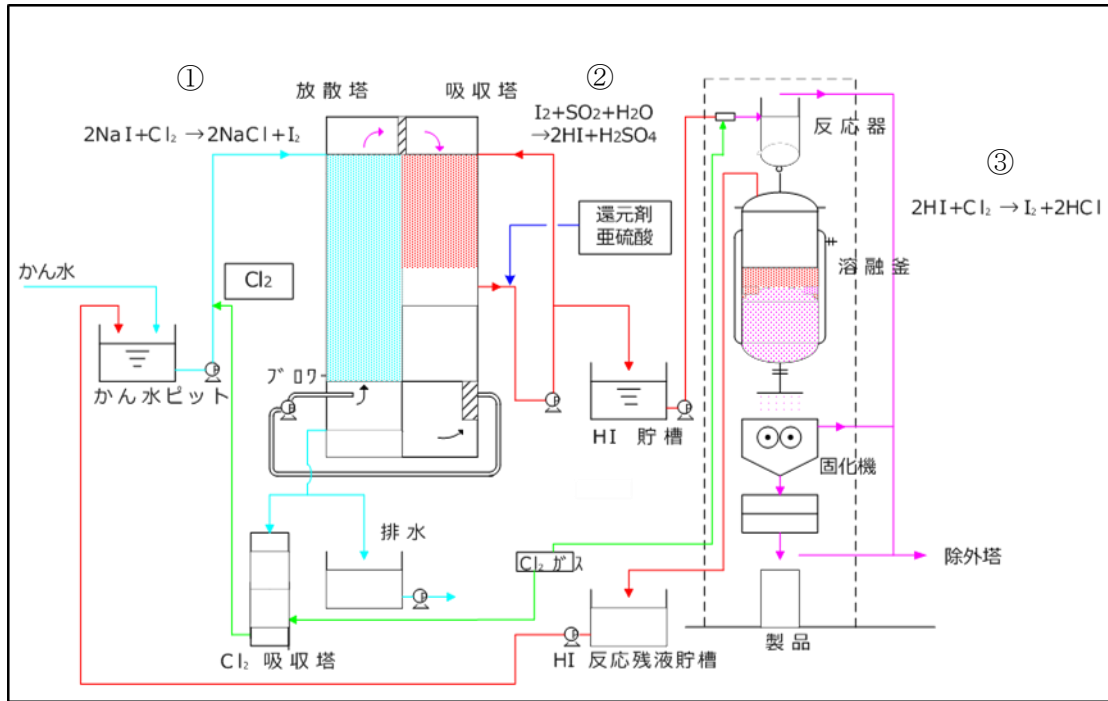


図 2.4.2 ブローアウト法

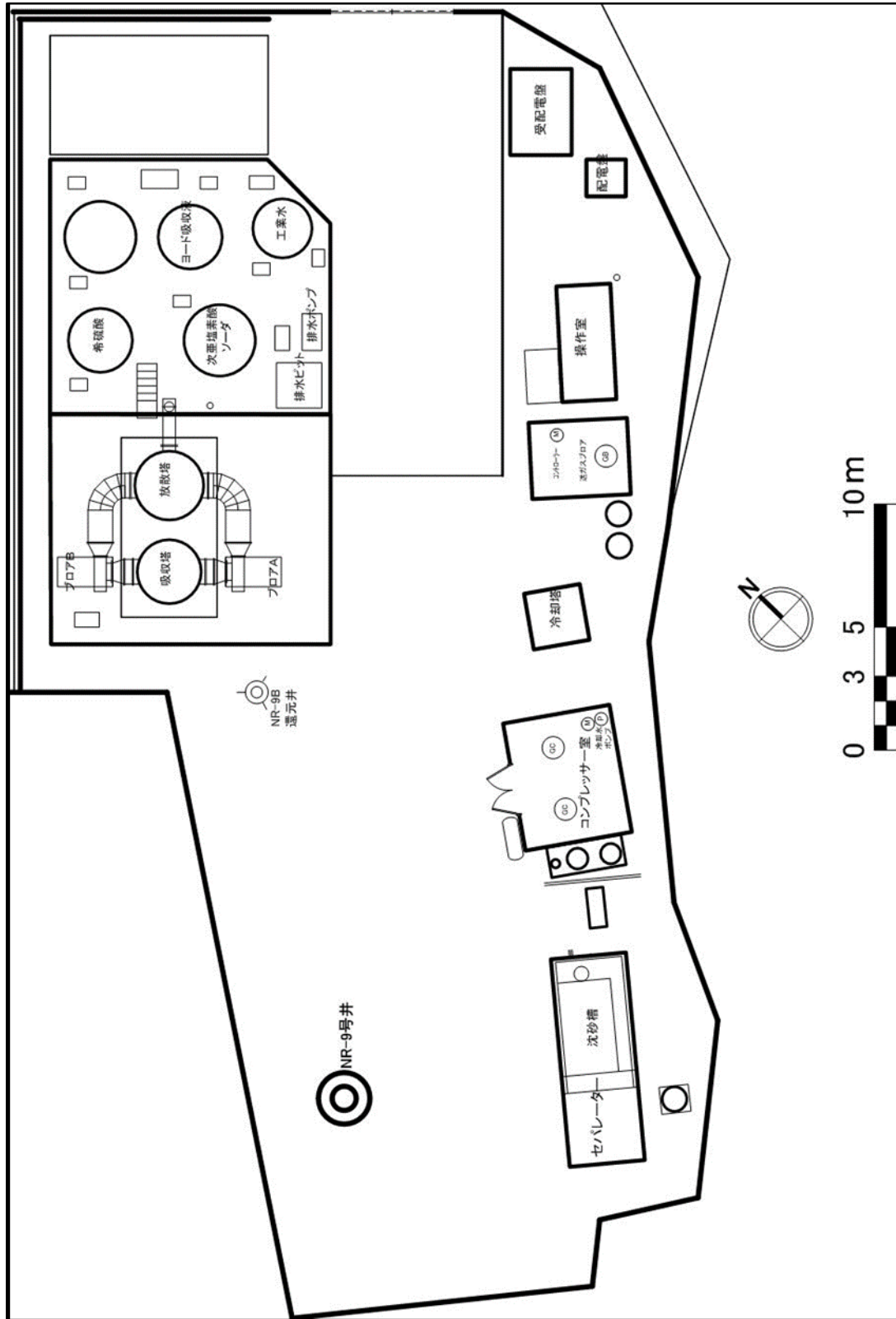


図 2.4.3 既存のガス生産及びヨウ素濃縮プラント (千葉県)

1. ブローアウト塔



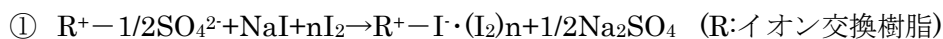
2. ブローアウト塔及び各種タンク類



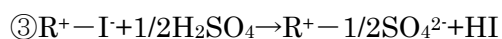
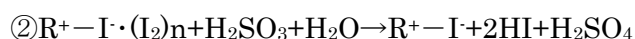
図 2. 4. 4 ヨウ素濃縮プラント

(2) イオン交換樹脂法

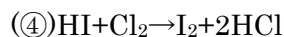
イオン交換樹脂法には、流動床、固定床方式があり、小規模で分散した製造に有利である方法である。分子状のヨウ素にするまでは、ブローアウト法と同様である。その後分子状ヨウ素を含むかん水を強塩基性陰イオン交換樹脂層に通すと、ヨウ素イオン及び分子状ヨウ素はポリヨウ素イオンの形で樹脂に吸着される(①)。



ヨウ素を吸着し重くなった吸着樹脂は溶離液により還元溶離させ(②、③)、溶離済みのイオン交換樹脂はヨウ素の吸着工程に戻す。



この溶離液に塩素を吹き込んでヨウ化水素を再びヨウ素を酸化し析出・沈降させる(④)。



製品化にはブローアウトと類似の方法がとられる。

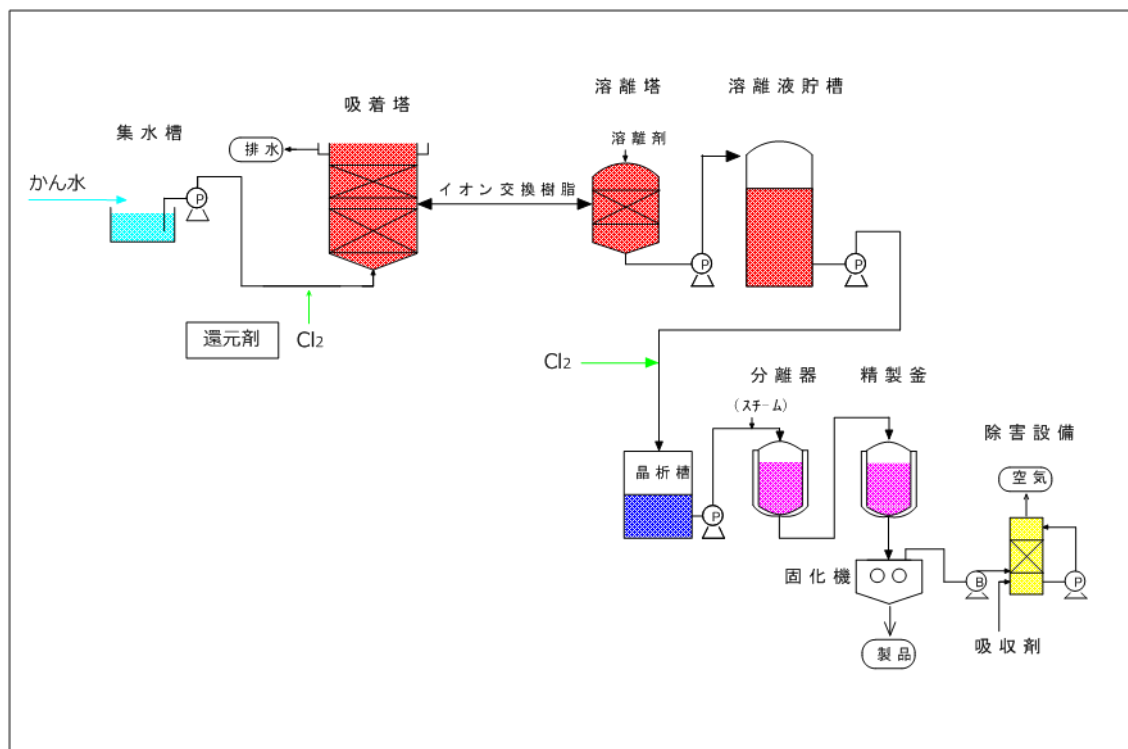


図 2.4.5 イオン交換樹脂法

(3) イオン交換樹脂法によるヨウ素濃縮

開発坑井が離れて散在しかん水を集水することが出来ない場合坑井毎にイオン交換樹脂吸着設備を設ける。

定期的に吸着完了した樹脂を抜き出し、樹脂を補充して、脱着設備基地に専用トラックにて運搬する。脱着したヨウ素濃縮液をヨウ素精製工場に送り製品化する

廃水処理費用を考えないで吸着設備の初期投資は、超概算で 3,000 万円～5,000 万円程度か？ (1,000kl/d 処理) ランニングコストは、約 2,000 円/kg 強かかるものと推定する。

開発坑井がまとまっていてパイプラインにて集水可能な場合は、集水基地にイオン交換樹脂吸着設備を設け、脱着したヨウ素濃縮液をヨウ素精製工場に送り製品化する

4-3. 沖縄のこれまでのヨウ素資源調査結果

地質調査所が実施した昭和 35 年度第 1 次～昭和 44 年度第 6 次調査により沖縄本島中・南部の島尻層群の豊見城層上層群には、比較的高濃度のヨウ素が含有されていることが明らかになっている。特に琉政 3 号井では 82mg/l のヨウ素濃度を示している。他の琉政 1 号井や琉政 2 号井の場合、ヨウ素濃度は約 30mg/l 程度であるが、Cl⁻濃度が低く天水の影響をかなり受けていると考えられており、豊見城層上層が天水の影響を受けない地域で掘削できれば、比較的高濃度のヨウ素が期待できる。また昭和 52 年に民間にて掘削された試掘井、具志頭 R-1 号井においては、豊見城層 T₁～T₁₁ 部層が採取層に含まれ、ヨウ素濃度は 93mg/l という高い値を示した。また、豊見城層 T₁₃ 部層及び基盤層からのかん水中にも 20-40mg/l 程度の低い濃度ではあるが、ヨウ素が含有されていることが知られている。

4-4. 平成 25 年度試掘結果

今回の試掘井の生産試験のかん水データについては以下の通りである。

表 2.4.1 試掘井結果

試掘井	pH	I ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	生産かん水量 kl/d
宮古 R-1 号井	7.2	23.5	15,300	670
那覇 R-1 号井	7.3	40.9	12,100	710
大里 R-1 号井	7.3	35.0	12,500	530

3 坑井とも Cl⁻濃度が海水に比べ低く天水の影響が考えられるが、今回の採取層トップはそれぞれ、地表から 1,996m、905m、1,510m と深くにありその影響は殆ど考えられない。すなわち、もともと海水だけでない水を含んだ間隙水であったと考えるのが妥当と考える。

4-5. 沖縄におけるヨウ素資源の可能性

(1) ヨウ素の戦略的利活用

今回の試掘井の生産テストで得られたかん水のヨウ素濃度は、現在稼働されている国内のヨウ素製造工場の原料かん水のヨウ素濃度よりも低く、ヨウ素製造の原料として利用するのは難しいと考えられる。ただ、これまでの沖縄県内における調査により、島尻層群豊見城層上部層の天水等で汚染をされていない地層からは、80-90mg/l 程度の含ヨウ素濃度かん水が確認されていて、産出量も 300kl/d 以上と千葉県外房北部の開発地域の坑井と同程度のヨウ素濃度かん水量を示している。ガス量についてはガス水比が 1-1.5 とあまり高くないがこれも千葉県外房北部と同程度である。これらのことから立地条件等が良ければ事業として成り立つことが予想される。

ヨウ素の利活用としてもっとも望ましいと思われるのは、産出天然ガスをガス事業者に販売し、ブローアウト法にてヨウ素を抽出することだと考える。その理想的な条件として、

- ・産出天然ガスを受け入れるガス事業者があること
- ・産出ガスを受け入れるガスパイプラインが開発地域近くに走っていること
- ・ブローアウト法での製造を可能とするため、数本以上の開発ができブローアウト工場近くに排水処理ができる河川あるいは海または処理場等があること
- ・坑井から工場までの配管の安全効率化のため開発地域が平坦であること等が挙げられる。

また、ブローアウト法でヨウ素を濃縮し、濃縮ヨウ素液として千葉や宮崎のヨウ素精製工場にてヨウ素製品とすることが初期投資を抑えるためには有効であると考えますが、将来産出ヨウ素量が増加した場合は、沖縄県内にヨウ素精製工場等を設置することも検討する必要もあると考える。

4-6. まとめ

今事業により掘削した 3 試掘井のヨウ素濃度は、現在国内で稼働している千葉県や宮崎県で稼働しているヨウ素生産工場のかん水中の濃度ヨウ素に比べるとかなり低いものとな

っているほか、1 坑井あたりの生産かん水量が新潟県の稼働坑井のように極めて多くなく、事業化には厳しいものであると推察される。

今回の試掘では、生物起源の水溶性ガスと考えられている豊見城層上層群の探査ではなく、熱分解性の天然ガスが予想される豊見城層最下層群及び基盤層のガス、ヨウ素の賦存状態の把握であったため、ヨウ素濃度が比較的高い（数十～100mg/l）かん水が産出する可能性のあるとされている豊見城層上層群は、採取層に含まれていない。

今後、ヨウ素資源の確認を行うため、これまでの調査でヨウ素含有量の高いと考えられている豊見城層上層群で、天水の影響を受けていないと考えられる地域を対象に試掘を実施し、水平的な状況確認、また T₁～T₁₁ 各部層でのヨウ素賦存状況の把握を実施する必要があると考える。仮にヨウ素イオン濃度が1 坑井あたり 80mg/l、生産水量が 300kl/d、収率が 85%とすれば、年間ヨウ素生産量 8.5t 程度見込まれ、開発坑井数や天然ガスの産出量にもよるが事業化の可能性は充分考えられる。

次のステージになるが、ヨウ素を製造するためには、ある程度の規模が確保できないと事業化は難しく、また坑井の開発方式により、ヨウ素製造方法も異なってくるが、量的には最低でも、10 本以上の坑井開発が必要であると推測される。また開発方式によってヨウ素製造方法が異なってくると考えられる。産出かん水をヨウ素製造工場に集水できるのであれば、ブローアウト法を採用することが効率的だと思われるが、坑井が離散して存在し集水できないのであれば、坑井毎にイオン交換樹脂吸着設備等を設け、吸着済み樹脂等を専用車で脱着工場に集積する方式を採用することが適当だと思われる。これらの開発を実現させるには、ヨウ素濃度が高い坑井が見込まれる地域で開発し、ある程度の長期間生産を続けその産出挙動を確認し、適切な規模のヨウ素製造設備を設置し、ヨウ素製造工程（濃縮工程）をテストすることが必要であると考えられる。

下記にこれまでの調査結果から可能性の高い坑井を参考までに示す。

表 2.4.2 沖縄の坑井におけるヨウ素濃度

坑井名	地層	ヨウ素濃度
・琉政-3 号井	豊見城層上部層 (T _{13,15})	82m g / l
・糸満市大里 ※ ¹ (沖縄天然ガス開発株)	豊見城層上部層 (T ₁ 下部 T ₃ , T ₅ , T ₇)	82～86m g / l
・具志頭 R ₁ 号井	豊見城層上部層 (T ₁ , T ₃)	93m g / l

※1 生産井2本、還元井、観測井

第3章 沖縄における水溶性天然ガス資源有効利活用

1. 既存坑井状況

県内においては、日本政府の琉球政府に対する技術経済支援計画の一環として昭和 35 (1960) 年度の 1 次調査から昭和 44 (1969) 年度の第 6 次調査まで、地質調査所 (通産省工業技術院地質調査所) が調査・研究を行った。その結果、沖縄本島中南部と宮古島における島尻層群が水溶性天然ガス鉱床として報告された。(同調査においては 3 本の試掘を実施)

その後、昭和 51 (1976) 年、(株) 沖縄余暇開発 (現サザンリンクス) が天然ガス井削 (具志頭 R1 号井:掘削深度 1,710m) を行い、クラブハウスへの温泉利用、天然ガスは冷凍機 (空調) とボイラーの燃料として利用を図ったが、平成 8 年に坑井内ケーシング破損により停止し現在に至っている。

昭和 51 (1976) 年、国の 6 次に亘る天然ガス資源調査の報告を受け沖縄県は企業化調査を実施し、昭和 56 (1981) 年当時 200 年分の都市ガス供給を図る計画を掲げ、沖縄県を中心に第 3 セクターによる沖縄天然ガス開発 (株) が設立された。(生産井 2 本、還元井・観測井各 1 本を掘削) 2 年間の試運転後、当初予定の生産量が見込めなかったことや当時の円高及び石油価格の大幅低下による影響等諸々の要因から、昭和 61 年 (1986 年) 解散に至った。

その後、90 年代から水溶性天然ガス鉱床地域で温泉掘削が行われた。ロワジールホテルや JA アロマ (現天然温泉アロマ)、健康増進センター (現スポーツパレスジスタス浦添) の温泉である。これらの温泉井は、80 年代に第二次沖縄振興計画の目玉として取組んだ天然ガス開発を断念することになった結果とは異なる状況であり、現在も 3 坑井共に自噴により稼働している。この状況は、80 年代の天然ガス開発に関わってきた関係者の多くは、自噴が収まり生産量は下がるであろうと懐疑的であったが、予想に反してこの 3 温泉井は、今日まで豊富な湯量を保ち自噴し続けている。その事実が、現在に至る調査の原動力となり後押ししてきた。その積み重ねが、本試掘調査の主たる目的となった「基盤岩の可能性=新貯留層」調査に結びついた。

図 3.1 に沖縄本島における地質調査所の試掘 (昭和 40 年代) 以降の掘削状況 (温泉井を含む) を示す。

本事業では、平成 24 年度のスタートと同時に、水溶性天然ガス鉱床上での温泉施設にアンケート調査を行った。(北谷のちゅら〜ゆは単純泉のため対象外とした)

また、先進地視察（千葉、宮崎）後に沖縄本島の既存坑井施設（図 3.1 の 1~5）の視察を実施した。この視察により、沖縄における温泉施設では、温泉のみの利用でガスは大気放散していることを多くの参加者（委員以外を含め）が確認した。この状況は、水溶性天然ガス資源有効利活用の目指す方向とは異なるものであり、沖縄における実態や課題を含めた実情を再認識することになった。

本事業における「天然ガス資源有効利活用検討委員会」では、天然ガスが利活用できていない状況を重視した。この状況は試掘以前の問題であり、先に解決を図るべき課題として取り上げ、利活用事例を増やすことが今後の展開を図る上で必要との認識から、同委員会の中で既存施設への協力を後押しすることになった。

重要なことは、本事業の中で現状の解決を図るべきとの認識が共有されたことである。それは今後事業展開を図る上で重要な意味を持つ。そのためにも、課題解決に向け引き続き取り組む意思を明確に打ち出すことが要望される。



名称	場所	備考
1. 天然温泉アロマ	宜野湾市大山	温泉利用 掘削深度 1,300m
2. ジスタス浦添	浦添市沢岬	温泉利用 掘削深度 1,560m
3. ロワジールホテル	那覇市三重城	温泉利用 掘削深度 800m
4. 琉球温泉瀬長島	豊見城市瀬長島	温泉利用 掘削深度 1,000m
5. ユインチホテル南城	南城市佐敷	温泉利用 掘削深度 2,119m
6. 琉政 R-1 ^{※1}	豊見城市真玉橋	3次調査(昭和41年度) 435m
7. 琉政 R-2 ^{※1}	那覇市奥武山	5次調査(昭和43年度) 943m
8. 琉政 R-3 ^{※1}	糸満市潮平	6次調査(昭和44年度) 1,010m
9. 沖縄天然ガス開発	糸満市大里	生産2坑井、還元・観測各1坑井
10. 沖縄余暇開発	東風平町坡名城	平成8年休止(坑井破損) 1,708m

平成25年度 水溶性天然ガス利活用案策定事業報告書 修正加筆

・※1：琉政 R-1 R-2 R-3 工業技術院地質調査所が実施した調査・3試掘井（昭和35年度～同44年度）

・図中★ A Bは本事業における試掘井（A:なんじい鉱山 1,800m B:はいさい鉱山 1,243m）

図3.1 沖縄本島における掘削状況(水溶性天然ガス鉱床地域：天願断層以南)

2. 水溶性天然ガス資源有効利活用の検討

2-1. 試掘地における利活用提案（沖縄型モデル構築に向けて）

本事業において、南城市（大里）・那覇市（奥武山）・宮古島市（城辺保良）の3地域で試掘調査が実施された。これらの結果を基に各地域における試掘後の利活用を検討した。

先に水溶性天然ガス資源利活用がなされていない現状を踏まえ検討することが不可欠であり、今後、利活用促進及び事業展開を図る上で3試掘地の後年度利用（利活用）を実現させることは重要な意味を持つ。このようなことから、3試掘地の利活用は、今後の事業展開を図る上で指針となる取組みとして位置づけられる。また沖縄型利活用モデルとしての事業構築を図るため、試掘地の立地や各自治体の考えを基に検討する必要がある。

（1）南城市（なんじい鉱山）

南城市は、平成21年度に経済産業省の補助を受け試掘事業を行ったタピック沖縄㈱によるユインチホテル南城の結果から、既に市の将来を目指したまちづくりの中で水溶性天然ガスを活用した取組みを検討してきた。

平成23年9月、南城市は「環境未来都市」（内閣府）へ独自の「GAN JYU CITY 構想」の提案を行っており、水溶性天然ガスを利用したコージェネレーションシステムの導入の順次拡大や、水溶性天然ガスのゼロエミッション利用による『スマートアグリ』創出事業において、水溶性天然ガスコージェネによる電気・排熱を植物工場や台風対応型ハウスのエネルギー源として利用する等、南城市独自の取組みを打出している。

このような経緯もあり、平成25年度には、試掘後の取組みを想定し「水溶性天然ガス利活用案策定事業」に着手した。

報告書では、水溶性天然ガスは南城市の未来を生み出すタネとなる地域資源として位置付け、水溶性天然ガス利活用の期待される効果として下記の3つの事業効果が示された。

- ① 農林水産業の振興と新マーケットの開拓
- ② 新たな観光の魅力づくり
- ③ 地域コミュニティの活性化

同事業では①に特化した視察や調査を実施しており、今後沖縄県や民間企業等と連携し具体的な利活用に向けた取組みに着手する。

以上のことから南城市（なんじい鉱山）においては、農業の高度化利用を図る「沖縄スマ

ートアグリ・モデル事業」として位置づけた利活用(案)とした。

当初の目指す取組みとしては、より効率的且つ高度利用を図る施設園芸の先進国オランダのトリジェネレーション（電気・排熱・二酸化炭素）利用を想定していたが、既存のコージェネレーションユニットではトリジェネを行うことができない仕組みであることが南城市の調査により分かった。

図 3.2 は、オランダの施設園芸の仕組みを参考にコージェネレーション利用を検討したもので、井戸元（汚水処理施設）におけるオンサイト利用を基本案とした。図 3.3 の南城市のスタートアップ事業の構成内容のなんじい鉱山の部分にあたる。

南城市では、平成 25 年度水溶性天然ガス利活用案策定事業において「なんじい鉱山」の利用計画の基本方針を整理しており、本事業（県事業）から引継いだ後の利活用におけるスタートアップ事業としての取組みや、第二ステップを含め実用化に向けた段階的な取組みが明確に示されている。

今年度（平成 26 年度）は、昨年度視察調査により南城市の取組みに合致した民間企業（技術協力）と南城市における農業事業者を中心とした委員会を発足し、人材育成および受け皿作りなど具現化に向けた取組みを進めている。

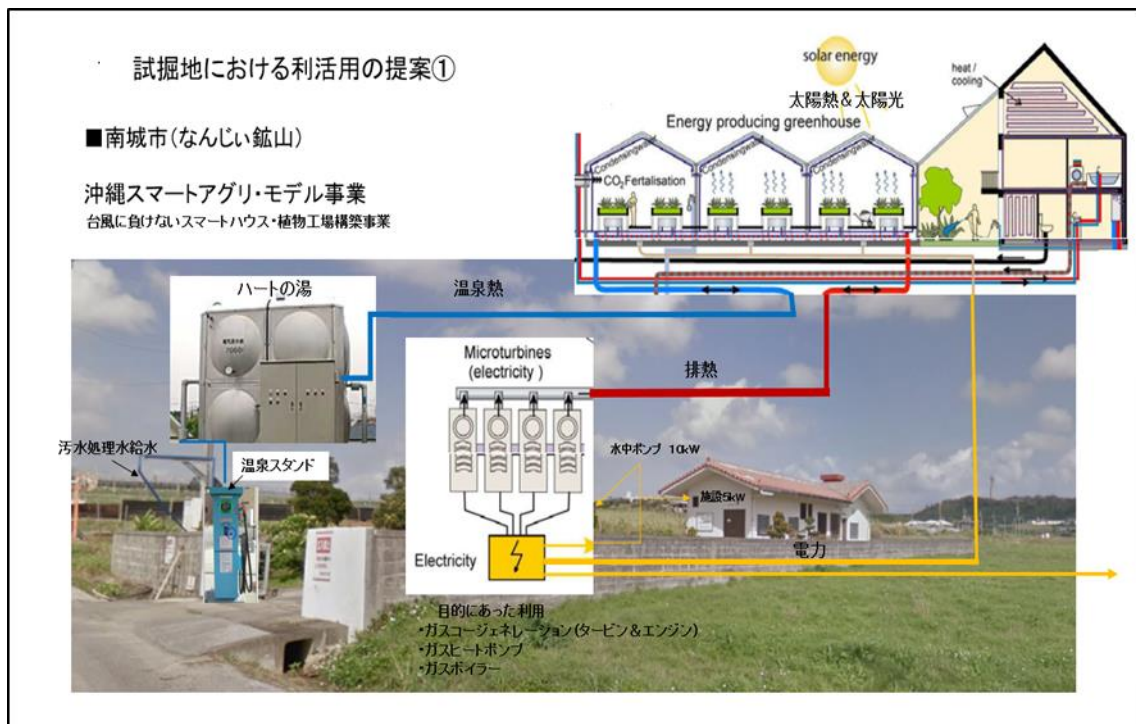
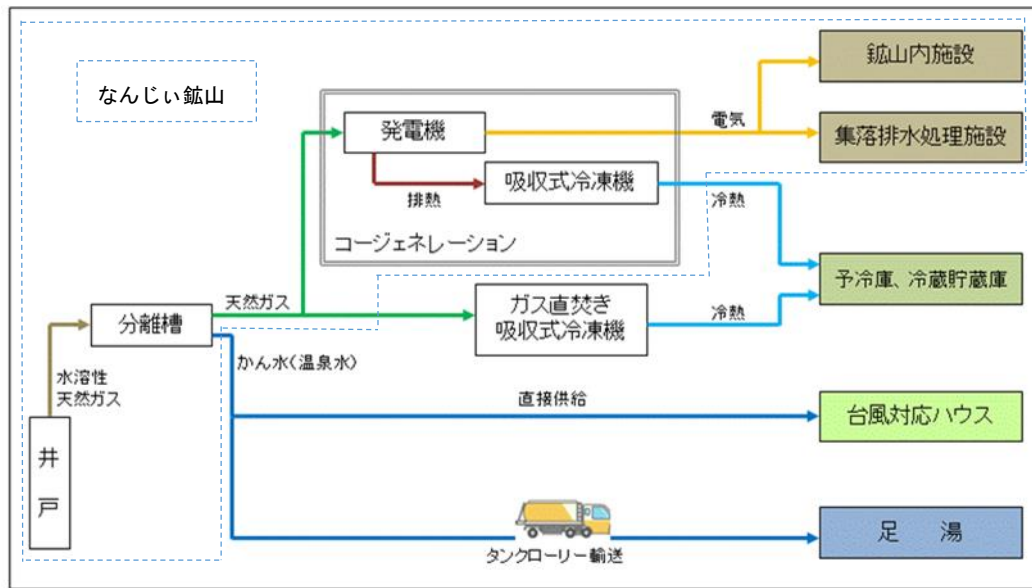


図 3.2 なんじい鉱山における利活用（案）



出所：平成 25 年度 南城市水溶性天然ガス利活用案策定事業報告書 一部加筆

図 3.3 スタートアップ事業の構成内容

(2) 那覇市 (はいさい鉱山)

那覇市は、平成 16 年度那覇市地域新エネルギービジョンの中で、天然ガスコージェネレーションの導入可能性評価を行っており、那覇で産出する水溶性天然ガスの有効利用についての検討を進めることが報告されている。

現在の奥武山公園は沖縄県が所管しているが、平成 29 年度を目処に沖縄県から那覇市へ移ることが基本的に合意されている。那覇市は平成 23 年度に奥武山公園整備全体計画調査を行っており、同報告書において下記の課題が示された。

- ①同公園の所管移設に向けた条件整理 (沖縄県との協議の場が必要)
- ②防災施策との調整 (防災上の重要拠点として必要な機能を確保することが重要)
- ③那覇軍港跡地整備との連携
- ④隣接する用地の扱い (民有地の問題。将来、公園を一体となった整備の必要性)

また、同調査では一般市民を交えたワークショップを 3 回行っており、要望のひとつにサッカースタジアム建設の声があがっている。

また、波及効果への投票結果では、1 位「観光振興」、2 位「市民が利用する身近な公園」、3 位「精神的な豊かさを得る」、4 位「シンボル性の高い景観」、5 位「経済振興」同「地域の活性化」の順となった。

試掘地における利活用の提案②

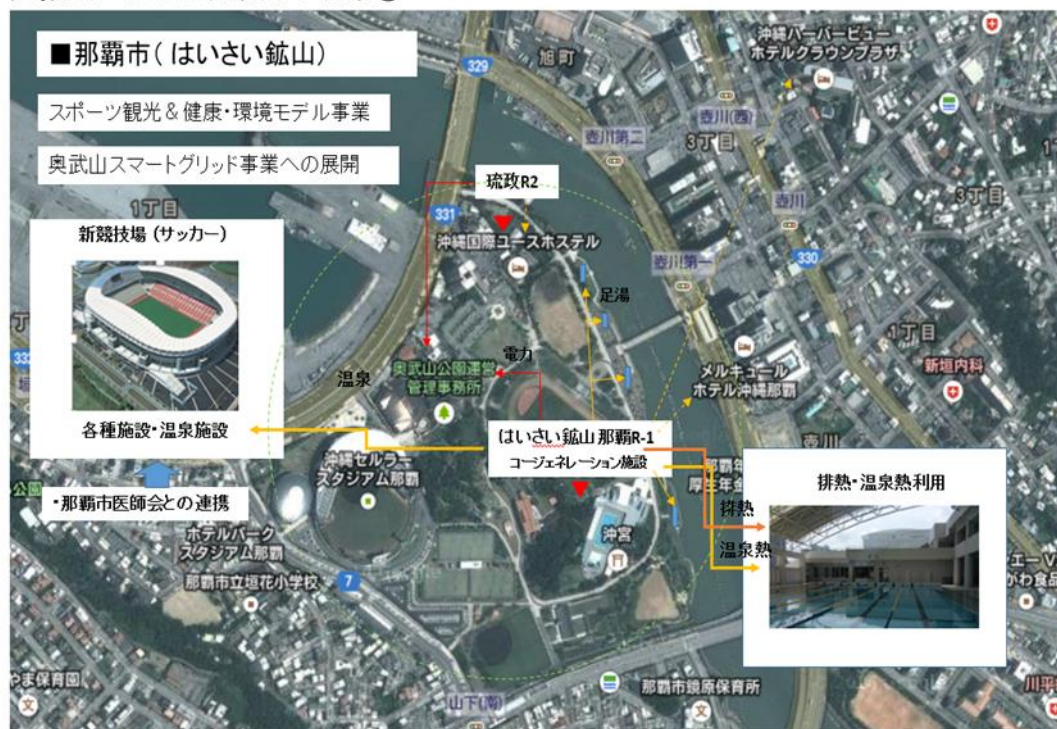


図 3.4 はいさい鉱山における利活用（案）

現在、奥武山公園では au セルラースタジアムは那覇市の管理となっているが、公園全体は沖縄県が所管し（公園管理：土木建設部、施設管理：文化観光スポーツ部）管理を行っている。本事業における試掘地は那覇市が土地所有者である。

奥武山公園には、復帰前の地質調査所（通産省工業技術院地質調査所）による天然ガス調査における試掘井（昭和 44 年 4 月 16 日掘止）琉政 R-2 があることから、本事業を実施するにあたり、同試掘井も鉱業権の範囲（鉱区）の中に取り組んだ。沖縄県は今年度、琉政 R-2 を含め県が管理する 5 坑井の調査を実施することから、活用の可能性に期待するところである。この調査により既存坑井との併用が可能となれば、同公園での利活用ポテンシャルが高まることで、新たな波及効果が生み出される。（※調査結果から廃坑の可能性もある）

現在、那覇市が管理する au セルラースタジアムを除く沖縄県管理の奥武山公園の契約電力は 830kW である。はいさい鉱山那覇 R-1 の連続試験による結果は、ガス量は 690 m³/日で揚水量は 650kl/日程度と報告されているが、これはこの井戸の能力を示すものではない。連続試験の際、水位が予想以上に下がらなかった。これは汲み上げる水中ポンプの能力を超える容量があることを意味する。

近隣のロワジールホテルや瀬長島温泉、ジスタス浦添^{*1}を参考に見た場合、同鉱山にお

ける那覇 R-1 の能力は揚水量 1,000～1,500kl/日、ガス量は 1,000～1,500 m³/日の能力は推定範囲と考える。また、本調査で確認された基盤におけるフラクチャー（割れ目）の状況からも安定的な容量は期待できるものとする。

天然ガス井の使用が可能になることでの波及効果とは、再生エネルギーと蓄電池を併せることで同公園内でのスマートグリッド化が検討できることであり、沖縄県エネルギービジョン・アクションプランの取組として検討に値するものとする。

現在、同公園の管理（所管）の問題があるが、この取組みが可能になることで、同公園の管理費（維持費）を大幅に削減するのみならず、同時に省エネルギー効果（温室効果ガス削減）が得られ、同公園に環境学習の場としての機能が加わる。何よりも、同公園が大きな役割を担う、災害時における防災拠点としての重要な取組み（施策）になることから、本事業により地産資源（天然ガスと温泉）の可能性を改めて確認できたことは大きな成果といえる。

また、当地域は近隣にロワジールホテルの坑井があることや、海拔が低い地域であることから、本格的な利活用の前に継続的な生産試験や地盤沈下の調査が必要とする。

尚、地盤沈下対策としては、準天頂衛星（国内版 GPS）を利用した水準測定により、環境に配慮した沖縄型生産システムの構築を図る実証試験が有望な取組みとして上げられる。

温泉利用については、公園内外での活用が十分に可能な能力を有する井戸であることから、那覇市が当初想定していたサッカースタジアム内施設としての温泉利用は適切な活用方法と考える。さらに近隣ホテルへの供給も十分可能であり、那覇軍港跡地利用との連携を視野に入れることも検討できるなど、多岐に渡る利活用の検討が可能となる。

※1 ロワジール、瀬長島温泉、ジスタス浦添共に自噴井であるが、生産試験を実施したのはジスタスのみ。

水量 1500kl/日、ガス 3000 m³/日

※2 第5次調査での深部生産試験（昭和44年5月10日～17日）：工業技術院地質調査所

水量 603kl/日 ガス 900 m³/日

(3) 宮古島市（城辺ぱり鉱山）

城辺ぱり鉱山の試掘結果より、崖下にある保良川ビーチでの活用を核にした取組みを検討することができ、新たな新名所の誕生が期待できる。

この結果により再びホテル開発が動きだしたことの効果は大きい。同時に近隣地域での温泉利用を検討したペンション建設の話も浮上してきた。

平成16年、城辺町は新エネルギービジョンを策定しており、観光農園への利活用を検討した経緯がある。東京農大 宮古亜熱帯農業研修センターとの連携による取組みにより宮古島版スマートアグリの可能性や、近隣にはオーシャンリンクス（ゴルフ場）があり、温泉の供給が検討できる。保良川ビーチを利活用の拠点とすることで、海宝館との連携した取組みが可能となり、宮古島市が誇る景勝地、東平安名崎と連なる新たな魅力ある観光スポットが創出されることになる。同時に保良川ビーチの豊富な淡水湧き水と70℃を超える温泉（化石海水）とすばらしい海浜は、沖縄独自のタラソテラピー（海洋療法）沖縄タラソを創造することができる。

本事業で、島尻層群下部～八重山層群に厚い砂岩層が確認でき貯留層となることが判明したことは新たな知見であり、最も深い地域（堆積層が厚い）での今回の調査結果は、今後、更なる試掘の必要性を導くものである。

今後、宮古島市の利活用計画策定が望まれるところであるが、事業化に向けては沖縄県や関係機関との連携による取組みが必要と考える。



図 3.5 城辺ぱり鉱山における利活用（案）

2-2. 沖縄本島における有効利活用の可能性

沖縄本島においては昭和35年から始まった国の本格調査以降、今日まで温泉井を含め十数本の井戸が掘削されている。さらに本事業において新たに3本加わった。(沖縄本島2本) これほどの本格的な天然ガス資源を目的とした資源調査(探鉱)は、上記の国による調査以来であり技術の進歩と共に新たな知見を得たことの意義は非常に大きい。本事業における試掘調査の目的となった基盤岩が、新たに貯留層になるということを証明できたことは、大いに評価すべきことである。

本事業では基盤岩狙いのため掘削深度は深くなったが、物理検層およびマドロギング(泥水検層)やヘッドスペースガス分析等により、途中の島尻層群(上部層準)の状況を捉えることができたことは、今後の展開に向け大きな成果であり、ヨウ素事業への可能性を期待させる情報を併せて得ることができた。

次に、これまでのデータや資料および多くの専門家の意見を基に、沖縄県21世紀ビジョンや沖縄県エネルギービジョン、沖縄成長戦略(内閣府沖縄総合事務局)の施策や将来像を踏まえ、沖縄本島を4エリアに分け、水溶性天然ガス資源の利活用の可能性を検討した。

下記の図3.6にエリア分けした利活用案を示す。



図 3.6 沖縄本島における利活用 (案)

A エリア：宜野湾～糸満の西海岸

(宜野湾市～那覇市 (空港) 豊見城市～糸満市)

空港を拠点としたルート①(那覇～浦添～宜野湾)、ルート②(那覇～豊見城～糸満) 空港拠点とした新たな西海岸ルートとの連動した開発が検討できる。(新規・既存ホテル) エリア内での海浜型温泉の可能性もあり、医療機関と連携(はいさい鉱山モデル)により、新たな観光資源としての取組みが創出できるが、同時に市域住民・市民への健康増進にも大いに貢献する。

B エリア：都市ガス供給網

(那覇市、浦添市(1部)、豊見城市(豊崎1部)、西原町(1部))

沖縄ガス(株)の都市ガス供給網を活用する開発を想定。

80年代における旧沖縄天然ガス開発の撤退の要因は、円高、原油安などの開発環境の問題であったが、第2章の天然ガスとヨウ素の可能性で示したように、都市ガス事業を検討する上で、初期投資をいかに抑えることができるかが事業化を検討する上での最大の課題である。同様に80年代当時、開発環境が厳しい状況でのパイプラインの投資は大きな障壁であった。それから30年後の現在、開発の最大の障壁が取り除かれた状況となっている。さらに、現在の原油高騰による島嶼沖縄県への打撃は大きい。常に県経済は、エネルギー問題に影響を受けている状況下にある。また、シェールガス革命により、今後ガス供給の安定化が想定されるが、輸入に頼る沖縄県はこれまでも同様に、常に外的要因に影響を受け続けてきた経験を活かすことが求められる。その意味からも開発環境は好転したものと捉えることができる。

平成26年3月、沖縄県は沖縄県エネルギービジョン・アクションプランを策定した。その中で(導入モデルシミュレーションの設定)、エネルギー転換における対象エネルギーに水溶性天然ガスへの燃料転換がある。2020年導入のシナリオでは、その時点までは試掘段階で、2030年導入モデル(シミュレーションの設定)シナリオ1では、都市ガスの10%を水溶性天然ガスに転換する。シナリオ2では、都市ガスの30%を水溶性天然ガスに転換すると記述されている。これまでの地質構造図およびこれまでの坑井データを基に都市ガス施設の立地などから、Bエリアを主体にAエリアとDエリアを加えることで、2030年導入モデル実現に向けた開発エリアを示すことができる。

図3.6で県産天然ガスの都市ガス供給の例を示した。

昨年の都市ガス販売実績から一日平均販売量は約50,000 m³/日となる。これを県産天然ガス

に換算すると約 88,000 m³/日になる。(県産天然ガスの熱量を 9,000kcal/m³とした場合)
坑井 1 本の産出量を 1,000 m³/日、20 本掘削した場合、20,000 m³(1,000 m³×20 本)の供給は
都市ガス約 22.7%を県産天然ガスで補うことになる。地産天然ガスの安定供給により価格
が安定することから県民への貢献は大きいと考える。

先に紹介したジスタス浦添は、ガス量 3,000 m³/日の能力がある坑井であることから、1 坑
井 1,000 m³/日の設定は十分に想定可能な範囲と考える。

本事業で天然ガス資源とヨウ素資源を担当している関東天然瓦斯開発(株)と合同資源産業
(株)は、共に約 300~400 坑井を保有しており、それぞれの坑井の能力、特性に合わせた生産
調整を図り、管理運営を行っている。

沖縄県エネルギービジョンの 2030 年シナリオで示した「30%を県産水溶性天然ガスへの
燃料転換」は現実性のあるものと捉えることができる。

C エリア：南部一帯

(南城市、八重瀬町、糸満市、豊見城市、南風原町)

南城市(なんじい鉱山)で示した、沖縄スマートアグリ・モデル事業の面的展開を想定。

台風に負けない沖縄型施設園芸(スマートハウス)や植物工場、水溶性天然ガスの特性を活
かした農業利用の展開。核となるモデル事業(なんじい鉱山)の構築が急務である。

ここではオンサイト利用が基本で、それぞれの施設にあった利用を検討する。

内陸部を含めた広域事業のため、面的展開を想定した共同配管インフラの検討が必要であ
る。

同エリアでは、琉政 R-3(糸満市潮平)、沖縄天然ガス開発(糸満市大里)、沖縄余暇開発
(現ザ・サザンリンクスゴルフクラブ:八重瀬町玻名城)の坑井があり、ヨウ素含有量約 80
~93mg/l は先進地に見劣りしない数値であり、基地単位の展開が同地区では想定できる。

D エリア：西原工業団地を拠点とした東海岸地域

(中城町、西原町、与那原町、南城市)

ヨウ素生産(拠点:西原町)を想定したエリア。このエリアにおいては先進地モデルを参考
に、ガスは都市ガス、かん水はヨウ素生産とした事業展開(先進地事業)を検討することが
可能な地域と考える。都市ガス事業としては B エリアとの連携を図る。ヨウ素資源の可能
性の項で示された開発対象となる立地条件が整った地域であり、C エリアと併せた広域的
な取組みが検討できる。

その他：運輸燃料に特化した利用

CNG(圧縮天然ガス)としての利用。

EV（電気自動車）充填所のように普及型ではなく、供給ステーションを1箇所（ターミナル）とした活用で、供給インフラ（初期投資）を抑える。公共機関を対象とした活用方法の可能性が検討できる。また、タクシー（LPガス車）のCNG車への転換も対象範囲とする。

以上、沖縄本島のエリアを想定した利活用案を示したが、いずれの場合も水溶性天然ガス資源の特性（ガス・水(かん水)）を踏まえた利用計画を基本に検討することが肝要である。

2-3. 宮古島における有効利活用の可能性

これまで宮古島海域は、国および民間企業による探査や基礎試錐が実施されているが、陸域においては、復帰前の調査（6次調査：昭和44年10月28日～同45年5月23日）で、地表調査が行われ宮古島地質図（5万分の1）が完成した。今後の基礎調査のあり方として、本格的な探査および試掘が予定されたが、本調査は6次で終了したため、残念ながら実現していない。その後温泉掘削により2本の温泉井があるが、参考となる情報は乏しい。

このような中、国ではなく沖縄県が独自に平成23年反射法地震探査に続き、本事業で試掘調査を実施した。「第2章 2.総合地質解析」で示されたように、宮古島における試掘調査の位置（場所）は、陸域で最も深いとされる地域での掘削であり、到達できない可能性もあるといわれた中で、目的層である八重山層群を2008mで到達し、八重山層群を約430m探鉱した。この調査結果がもたらした成果の意義は大きく、八重山層群の集水能力が高い等、今後の展開を示唆するに十分な新たな知見が得られた。

本事業の1本で宮古島の可能性を示すことはできないが、今回の結果から次のステップを想定することは可能と考える。図3.7に示す。

本事業によるA地区の宮古R-1の利活用に関しては既に示した。ここでは反射法地震探査データおよび今回の試掘調査データを基に検討した。

ここでは宮古島市の取組むエコアイランド推進の視点から、沖縄本島で示した運輸燃料に絞って検討することが望ましいと考える。

宮古島はバイオエタノールの先進地であり環境モデル都市として認定を受けている自治体である。様々な環境・エネルギーの先行した取組みが行われていることから、天然ガスを活用したCNG(圧縮天然ガス)^{※1}の導入を図ることは検討に値するものと考えられる。また、宮古島においては地産エネルギーによる簡易ガス事業の検討も視野に入れることができる。さらに天然ガスから水素改質は既に商業化されていることから、宮古島エコアイランドに新たな取組みとして燃料電池の可能性も広がる。

次のステップとしては、地震探査結果から有望である地域と示された場所（B地区）での試掘を候補としてあげることができるが、本事業において明らかになった島尻層群下部～八重山層群を対象としたC地区での試掘が、利活用の点から優先されるべきと考える。またA地区とC地区を比較した場合、対象深度から掘削費を半分に抑えることができる。

宮古島での都市ガス利用は、パイプライン投資の課題があることや現時点での資料およびデータ（窒素含有）から時期尚早と考える。

B 地区においては、事前に利活用計画を策定した上での取組みが必要である。宮古島における開発は、地下ダムへの影響を最大限に考慮したものでなければいけないことから、海岸線に沿った開発が望ましいと考える。



図 3.7 宮古島における利活用 (案)

※1 : CNG(圧縮天然ガス) の普及状況

国内の普及状況 2010 年 (4 万台) ⇒ 2030 年 (50 万台目標) 急速充填所 : 333 箇所 小型充填機 : 612 台

世界の普及状況 2006 年 (約 500 万台) ⇒ 2010 年 (1300 万台突破)

米国の例 : 1) ロサンゼルス市 (LA) 保有車両バス (2200 台) ⇒ 100%天然ガス (CNG) 車化 (2010 年)

2) ニューヨーク市 1000 台の天然ガスバスを導入

3) ヒューストン、シアトル、デンバー等

全米に普及が進んでおり、全米で新たに導入されるバスの 25%が天然ガスバスになっている。(2010 年時点)
 今後、シエールガスにより加速度的に普及するものと予測される。

4) 韓国の事例 韓国では PM ゼロ政策として、韓国全土の公共バス全車を天然ガス化予定。

2010 年時点で 90%完了 (ソウルの市内のバス 100%完了)

参考 : ①日本ガス協会 HP ②海外に学ぶ天然ガス自動車の普及拡大 早稲田大学商学部長恩蔵直人 2011.10.26

3. 今後の展開・利活用促進に向けての提言

3-1. 沖縄現状の問題及び課題

沖縄の現状に関しては既存坑井状況の項で示したが、本県では水溶性天然ガス資源を温泉のみを利用して天然ガスは活用されずに放散している状況等であるため、下記に本県における「水溶性天然ガス資源」の開発・利活用促進を図る上での問題や課題を示す。

(1) 水溶性天然ガス鉱床上での温泉掘削

本県における「水溶性天然ガス資源」は、かん水を共に産出するので「温泉」としての利用は有効な活用法であり、今後、医療と連携した新たな観光資源としての取組みや、地域住民や県民の健康増進への貢献が期待できる。

このように「温泉」としての利用は、本県における水溶性天然ガス資源利活用の重要な方策の一つとなることから、今後も「水溶性天然ガス鉱床上」での温泉掘削が想定される。しかしながら、今後の展開、利活用促進の観点から「温泉」の利用は望ましいことではあるが、「鉱業法改正」により鉱業権取得が厳しくなったため、結果として現状（温泉のみ利用、ガスは大気放散）と同様の状況になることが懸念される。

この状況は、地球温暖化を引き起こす天然ガスの大気放散による環境問題と水溶性天然ガス資源の鉱床破壊の問題を示唆するもので、今後の事業推進・展開を図る上で検討すべき課題である。

今後、水溶性天然ガス鉱床上で温泉掘削が増加した場合、天然ガスの開発範囲が狭まることから、沖縄県エネルギービジョン・アクションプラン（都市ガス 10%～30%を水溶性天然ガスにエネルギー転換）実現に向けた取組みの際には、開発を阻む状況に陥らないよう対策を検討する必要がある。

(2) 鉱業権

水溶性天然ガス資源を利用するためには、先ず「鉱業権」がなければこれまで示してきた利活用の提案は実現できない。

鉱業法が61年ぶりに改正され、平成24年の鉱業法改正により天然ガスが「特定鉱物」に指定されたことにより、鉱業権取得が非常に厳しくなった。

今後、開発計画を検討する際には、天然ガスの鉱業権取得が厳しくなった状況を踏まえる

必要があり、新たな鉱業権取得は本事業の鍵となる重要な問題である。

昨年、県内の温泉施設が湧出する天然ガスの利活用を図るべく鉱業権の申請を試みたが、申請するまでには至らなかった。平成 24 年の鉱業法改正以前であれば同施設は鉱業権を取得できたものと思われるが、「特定鉱物」となった天然ガスの採掘権取得が難しくなったことを確認した事例である。

下記に平成 24 年鉱業法改正以降の鉱業権手続きについての概略を示す。

これまでは（改正前）、先に出願した者が優先的に鉱区を取得できる先願主義を基本としたが、改正後の鉱業法では、特定鉱物（石油、石炭、天然ガス他全 41 部種）については国が適切な開発主体を審査、選定する「特定区域制度」を導入した。

特定区域制度の手続きは下記の手順となる。

1. 国による特定区域の指定・公示
2. 事業者の募集
3. 事業計画等の申請
4. 許可基準への適合審査
5. 事業計画の評価
6. 特定開発者の選定・許可

1. の国による特定区域の指定・公示をする場合、申請予定者が計画する区域の「鉱床説明書」を提出し、当該区域に「特定鉱物」が賦存することを証明することが求められる。

前記温泉施設の場合、「鉱床説明書」を提出したが国は認めなかったため、1. 国による特定区域の指定・公示はなく、2. 申請者の募集もないため、申請には至らなかった。

国が求める内容の「鉱床説明書」の記載ができなければ、ガスが湧出していても「特定鉱物」とは認められない。また「鉱床説明書」記載項目は、国の基礎調査等で実施した探鉱内容が要求されることから、温泉掘削では記載できない内容である。

幸い、沖縄県は水溶性天然ガス鉱床地域（沖縄本島中南部、宮古島）の鉱業権を部分的に有している。これは沖縄の財産であり、今後、鉱業権をどのように活用し、県産業に貢献させ寄与させて行くのか熟考し進めるべきであり、利活用促進を左右する重要な課題である。

（３） 鉱業法及び温泉法手続

掘削をするにはその目的により鉱業法か温泉法の手続きが必要である。

本事業は天然ガス資源（鉱物）を目的とした試掘調査事業である。新たな貯留層の可能性を探る調査で、当初より温泉計画がないにも関わらず温泉法の手続きが求められ、鉱業法、温泉法の両方の手続きを行った。

事業者にとって2つの異なる法律による手続きは、個々の専門性を有するばかりでなく、異なる手続き・審査方法のため、許認可の目途が想定できないことから時間を要することになる。

今後、利活用促進を図る上でこの問題を整理しておく必要があることから、行政側の検討（調整・協議）が必要であると考えます。

（４）鉱山保安管理者

本県には石灰石鉱山経験者は多数いるが、石油鉱山（天然ガス鉱山）経験者及び有資格者が少ないため、今後の計画・展開を見据えた鉱山保安に関する基盤強化が必要である。

本件は鉱山の安全管理・運営（鉱山保安法）の視点から検討すべき問題として挙げられる。

問題解決に向けては、新たな産業の雇用創出として捉えた取組みや、先進企業との連携や協力による「有資格者育成」の取組みが必要である。

（５）掘削費

現在、本県においては1000m以深の掘削ができる会社は存在しないため、櫓（やぐら）及び掘削設備は本土からの船便となり掘削費が割高となる。初期投資（掘削費）の問題がある。

この問題に関して下記の2つの解決案を示す。

① 掘削費補助の検討

北海道においては熱利用を図ることを条件に温泉掘削に補助制度を設けた事例がある。

例えば、本県においては沖縄県のエネルギービジョンの実現に即した計画であることを審査により支援する制度や、温泉利用と温泉熱利用、ガスのコージェネレーション利用等、環境負荷を低減させる取組みや計画のため掘削を支援する制度等。

② 計画的な集中掘削の検討

ある期間、継続的な複数の開発計画（案件）を示すことで、機材・資材運搬費を圧縮する方法。発注者、請負会社共にWIN WINの関係となり、沖縄県が補助金制度を実施する場合においても個別の予算よりも抑える可能性がある。

(6) 課題解決に向けて

以上のことから、貴重な資源である天然ガスを大気放散せず利活用が図れるよう、官民が一致協力して問題解決に向け取組むことが資源開発においては重要と考える。

また、今後の展開、利活用促進を図る上では、既存坑井（施設）の改善を含め、課題解決を図り実用化や事業化に向けた取組みの検討が必要であり、これらの問題解決に向けては、鉱業法及び温泉法の手続きに係る専門機関、県の担当部署等が解決に向け話し合いを進めていくことが必要である。

3-2. 総括

本事業では、南城市（なんじい鉱山）、那覇市（はいさい鉱山）、宮古島（城辺ぱり鉱山）の3地域で試掘調査を実施し、目的層である沖縄本島の「基盤岩」、宮古島における「八重山層群」の探鉱がそれぞれ達成できた。従来の島尻層群における水溶性天然ガスだけではなく、基盤岩および八重山層群からも天然ガスの産出が確認された。

その成果は、第2章において総合地質解析、天然ガス資源、ヨウ素資源の項目に示され、第3章で新たな利活用の可能性が示された。

これらの成果は、最新の技術により精度が高まったことによるものであるが、その基礎になったのは、沖縄県における天然ガスの歴史、50年余の年月を経て積み上げられてきた多くの関係者や研究者の結晶というべきもので、復帰前の地質調査所の調査を始め様々な調査・研究資料等である。

本報告書では、本事業における3試掘地の分析結果や試験結果のみならず、これらの貴重な資料を照らし合わせることで、沖縄における水溶性天然ガス資源の可能性や今後の取組みを示した。

本事業により沖縄県の水溶性天然ガス資源開発は、新たな段階に入ったものとする。

今後、沖縄県における「水溶性天然ガス資源」の可能性は、沖縄の経済を支える観光リゾート産業において貴重な資源になるものと確信する。しかしながら、沖縄県における地下資源開発や利活用の現状を見た場合、利活用促進を図れる状況（環境）とは言いがたい。

本事業における「水溶性天然ガス資源有効利活用検討委員会」では、本県における現状と課題を重要視し協議を行った。この中で、今後の展開・利活用促進を図る上で検討すべき事項は、下記の2点に集約された。

- ① 利活用促進に向けて内在する様々な課題に向けての環境整備
- ② 利活用促進に向けての仕組みづくり

最後に、次のステップに向け、経済性を考慮した民間主導による利活用促進の展開が図れるよう、沖縄21世紀ビジョンおよび沖縄エネルギービジョン・アクションプランに基づき、国や市町村、関係機関と連携による環境整備を図り、天然ガスの利活用について、戦略的取り組みを検討することが必要である。

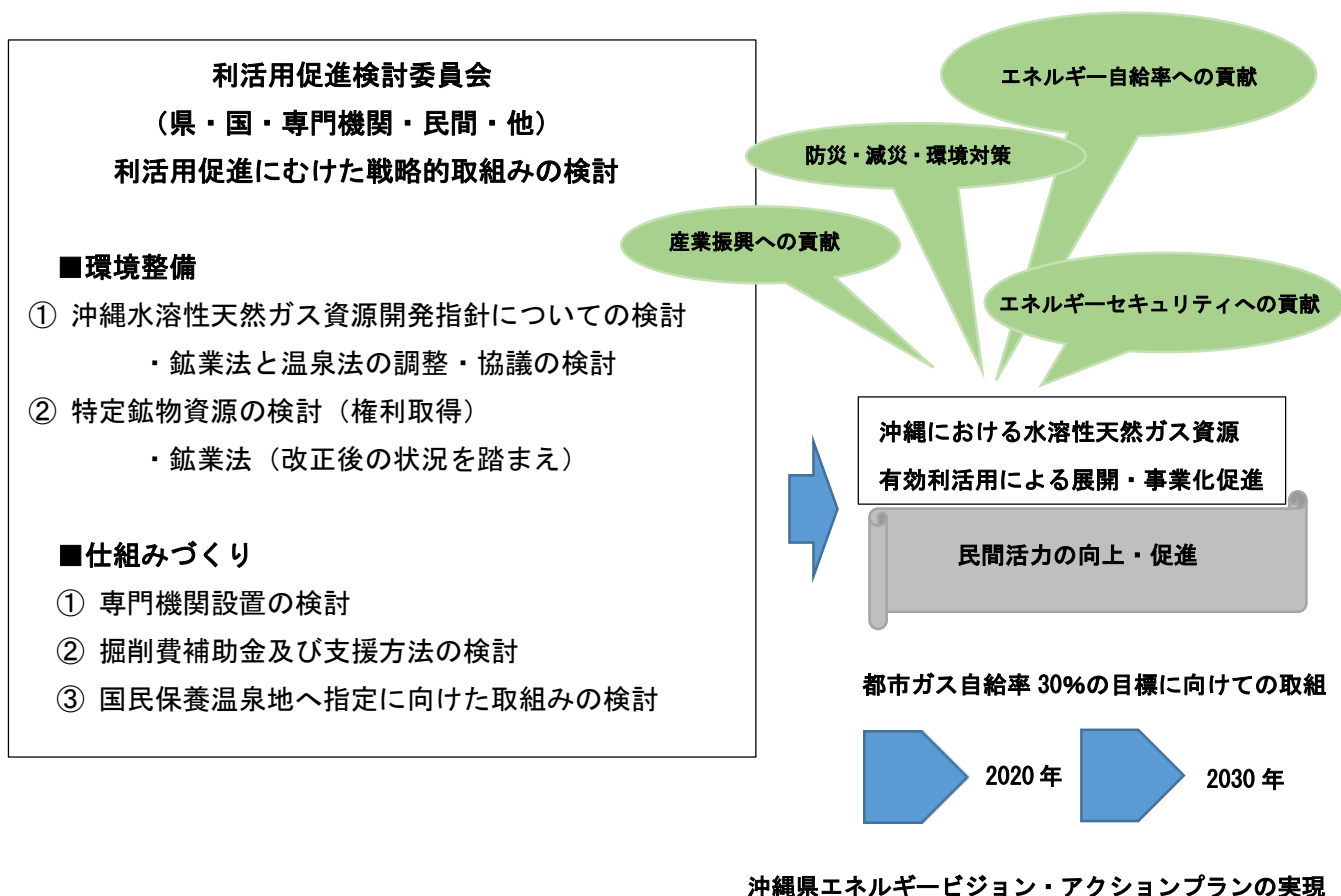


図 3.8 利活用促進に向けての提案（天然ガス資源有効利活用検討委員会）

・引用文献

- 福田 理, 1977: 沖縄の天然ガスおよび付随・関連資源. 琉球列島の地質学研究, 第 2 巻, 121-132.
- 福田 理, 1980: 沖縄島における島尻層群の地質と地下水—とくに非火山性地熱水について— (その 1 島尻層群の地質). 地下水と井戸とポンプ, 22 (8), 6-17.
- 福田 理ほか, 1970: 第 5 次沖縄天然ガス資源調査・研究概報. 地調月報, 21 (11), 627-672.
- 福田 理・永田松三, 1988: 沖縄島南部ガス田の地質と地球化学 (その 1). 拓殖大学論集, 第 174 号, 155-181.
- 比企祐介・小元久仁夫, 2013: 宮古島南東, 東平安名崎周辺における海成段丘の形成年代—関東南部の地形面との対比—. 地理誌叢, 54 (2), 1-15.
- 加藤 進・本多孝安・大見謝恒慈路, 2012: 沖縄県南城 R1 の石油地質. 石油技術協会誌, 77 (1), 86-95.
- 川満一史・島野安雄・藪崎志穂, 2011: 名水を訪ねて (94) 沖縄本島中部の名水. 地下水学会誌, 53 (3), 309-316.
- 中江 訓, 2007: 琉球弧先新第三系基盤岩の層序区分と西南日本との対比. 地質ニュース, 633 号, 11-21.
- 野原朝秀・小嶺幸利, 1978: 島尻層群那覇 2 号井・糸満 3 号井のコアについての考察. 琉球列島の地質学研究, 第 3 巻, 99-103.
- 沖縄天然ガス研究グループ, 1971: 沖縄における天然ガス資源調査の経緯と成果. 石油技術協会誌, 36 (3), 153-169.
- Sato, T., Saito, T., Yuguchi, S., Nakagawa, H., Kameo, K. and Takayama, T., 2002: Late Pliocene calcareous nannofossil paleobiogeography of the Pacific Ocean: Evidence for glaciations at 2.75 Ma. *Revista Mexicana de Ciencias Geologica*, 19(3), 175-189.
- 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.
- 氏家 宏, 1989: 陸域地質の実証的再検討による琉球孤の地史. 月刊 地球, 11 (10), 631-640.
- 氏家 宏・兼子尚知, 2006: 那覇および沖縄市南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 48p.
- 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, 83p.

・参考文献・資料

2005 ヨウ素化合物の機能と応用 : シーエムシー出版

橘川武郎・安藤晴彦, 2014 : エネルギー新時代におけるベストミックスのあり方
一橋大学からの提言 一橋大学・公共政策提言シリーズ No.2

経済産業省 : 第百七十七回通常国会 鉱業法の一部を改正する等の法律案関係資料
METI Journal 16p.

平成 16 年度 (那覇市) 那覇市地域新エネルギービジョン

平成 23 年度 (那覇市) 奥武山公園整備全体計画調査業務

平成 25 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