

Engineering Advancement Association of Japan

Engineering

2011 Nov No.129

石油開発環境安全センター
設立20周年記念号

『20年後の日本と世界 エネルギーと環境の視点から』



一般財団法人
エンジニアリング協会

祝辞

石油開発環境安全センターの20周年に寄せて

高原 一郎 資源エネルギー庁 長官

20周年記念座談会

『20年後の日本と世界 エネルギーと環境の視点から』

Part1

30代が語る—新たなる時代への挑戦

吉川 明伸 資源エネルギー庁
山内 雅也 新日鉄エンジニアリング株式会社
芦原 均 石油資源開発株式会社
三浦 康文 大成建設株式会社
芝原 幸宏 千代田化工建設株式会社

Part2

50代が語る—未来への継承と提言

安 茂 鹿島建設株式会社
大下 敏哉 国際石油開発帝石株式会社
森山 喜貴 JFEエンジニアリング株式会社
岸本 幸雄 日本エヌ・ユー・エス株式会社
小松 正夫 三菱重工業株式会社

20周年記念インタビュー

岡部 忠久 経済産業省 原子力安全・保安院
鉱山保安課長
梶岡 雅俊 国際石油開発帝石株式会社
代表取締役副会長
増田 昌敬 東京大学大学院工学系研究科附属
エネルギー・資源フロンティアセンター准教授

和佐田 演慎 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
理事 石油開発推進本部長
荻野 清 石油資源開発株式会社
常務取締役 執行役員国内事業本部長
白山 義久 独立行政法人海洋研究開発機構 理事
京都大学 名誉教授

歴代所長からのメッセージ

山口 健 川崎地質株式会社特別顧問
大関 眞一 日本鉱業協会副会長兼専務理事
入澤 博 株式会社ニュージェック理事
中村 直 一般財団法人エンジニアリング協会研究理事
石油開発環境安全センター所長

石油センターの歩み

最近の主な事業紹介

■ 海洋掘採施設の撤去による海域環境への影響調査

■ メタンハイドレート開発促進事業
(環境影響評価に関する研究開発)

■ 二酸化炭素地中貯留技術 (CCS)

会員のひろば

新技術 応用地質株式会社
プロジェクト 国際石油開発帝石株式会社
新技術 JFEエンジニアリング株式会社
プロジェクト 新日鉄エンジニアリング株式会社
プロジェクト 石油資源開発株式会社
新技術 大成建設株式会社
新技術 三井造船株式会社

編集後記

表紙の写真：(左から) ① 財地球環境産業技術研究機構
② 国際石油開発帝石(株) ③ 磐城沖石油開発(株)



石油開発環境安全センターの 20周年に寄せて

資源エネルギー庁 長官 **高原 一郎**

この度、石油開発環境安全センターが発足20周年を迎えられましたことを心からお慶び申し上げます。

貴センターは、石油開発に係る環境・安全技術の調査・研究を民間の力を結集して推進することを目的として平成3年11月5日に設立され、長きにわたり石油開発に係る環境・安全問題に取り組み、着実に成果を挙げてこられました。

将来の国産エネルギーとして期待されるメタンハイドレートの技術開発については、国による技術開発の開始当初の平成13年から参加していただき、現在も継続して環境影響評価の面で貢献していただいております。また、地球温暖化対策技術として確立が急がれる二酸化炭素の地下貯留技術の開発についても、平成5年から調査・研究を行っており、実用化に向けた取り組みに協力していただいております。

日本、そして世界のエネルギー情勢はこの20年間で大きく変化し、世界的にエネルギー需要が増大する中で、地球規模の環境を考慮したエネルギー

供給が求められる時代になっております。更に、本年3月に発生いたしました東日本大震災以降、日本のエネルギー・環境問題は新たな局面を迎えています。このような大きな変化の中で、貴センターには環境と安全を重視しつつ、エネルギー資源の確保や地球温暖化対策に向けた取り組みに、これまで以上に積極的な役割を果たしていけることを期待しております。

今回の20周年記念誌は、エネルギーと環境の両面から、20年後の日本と世界を考える企画となっており、各界をリードする有識者のインタビューや将来の日本を担う若手の座談会等が行われ、興味深い意見が語られております。貴センター及び関係の皆様には、これらの意見も参考に石油開発等に係る新たな課題に挑戦して日本の技術開発を牽引していただきたいと思います。

最後に、貴センターが20年間に培ってきた経験・知見を礎にして、今後も大いに活躍していくことを祈念して、お祝いの言葉とさせていただきます。

出席者 山内 雅也 新日鉄エンジニアリング株式会社
芦原 均 石油資源開発株式会社
吉川 明伸 経済産業省 資源エネルギー庁
三浦 康文 大成建設株式会社
芝原 幸宏 千代田化工建設株式会社

Part 1

30代が語る―新たな時代への挑戦



20周年記念
座談会

会員企業によるアンケート調査をベースに熱く語る

20年後の日本と世界 エネルギーと環境の視点から

これからを担う30代の20年後に向けての思いや抱負。
日本を牽引し現役で活躍する50代の体験と未来への提言。
2つの世代と会員企業へのアンケートで、エネルギーの未来を展望しながら、
エンジニアリング協会とSECへの期待を語っていただいた。

50代が語る―未来への継承と提言

Part 2

出席者 小松 正夫 三菱重工株式会社
岸本 幸雄 日本エヌ・ユー・エス株式会社
森山 喜貴 JFEエンジニアリング株式会社
大下 敏哉 国際石油開発帝石株式会社
安 茂 鹿島建設株式会社



Part 1 30代が語る— 新たな時代への挑戦



司会：

SECでは20周年記念誌の刊行に際し、『20年後の日本と世界 エネルギーと環境の視点から』というテーマで2つの座談会を企画しました。本日は、20年後も現役で活躍される30代の方に集まっていただき、20年後に思

いはせつつ、会員企業の皆様からのアンケートも見ていただきながら、個人的な意見や未来予測を忌憚なく語っていただきたいと思います。最初に、20年後のエネルギーについてお聞きかせください（アンケート項目1番、2番）。

三浦：

確かに、石油の地位は変わらないかもしれませんね。その20年後は、50年後のための環境技術の基礎づくりであり、環境への負荷を軽減する技術も一緒に向上していかなければいけません。また、日本は島国ですから、海洋資源開発にも期待しています。

芝原：

天然ガスが、一番のエネルギー源になっていると思います。石油は輸送系の燃料として大きな比重を占めますが、ハイブリッドカーや電気自動車も増え、今以上伸びるのは考えにくく、石炭も、CO₂の発生が少なく効率的に発電する試みがありますが、もっと先までかかるのではないのでしょうか。

司会：

エネルギーの場合、エネルギー源という視点と、電力を供給する発電原資という視点があるようですね。

芝原：

エネルギー源では輸送系として石油等の消費も多いですが、トータルでは、電気自動車や蓄電池等で電気を分散化したり、自然エネルギー、風力や太陽光発電では、電気を貯める流れがあります。発電だけではなく、今後は電気を貯めて有効活用していく視点が大事になると思います。

吉川：

石油が減る可能性は、車の燃費が

20年後のエネルギーについて

山内：

今回の震災がなければ原子力だったと思われますが、20年後の主要エネルギーはアンケート結果と同様、天然ガスだと思います。弊社では、洋上の着底式のプラント分野にも参画しており、洋上風力発電にも期待しています。

芦原：

私も、天然ガスが主要エネルギーの1つになっていると思います。また、目覚ましい技術革新等があれば、再生エネルギーも主要エネルギーのひとつになっているかもしれません。

吉川：

20年後も車が石油で走っているならば、単一のエネルギー源としては石油が主要なエネルギー源であることに変わりはないと思います。その次に天然ガス、それから石炭、原子力。再生

主要エネルギーは天然ガス。 再生エネルギーや 石油・石炭にも期待…



吉川 明伸さん

可能エネルギーは、どれだけコストが下がるかが課題です。メタンハイドレートは、アンケートでは多くの方がまだ先のエネルギー源と捉えているようですね。

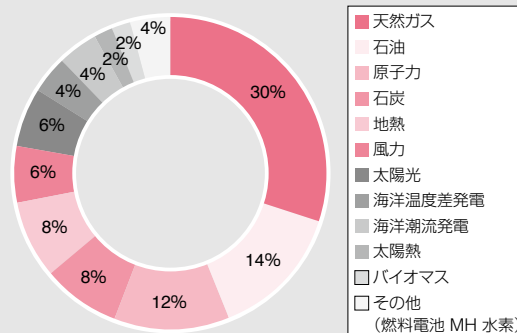
20周年記念アンケート

質問 1 20年後の日本の主要エネルギー源は何になっていると思いますか？

主要エネルギー源は、半数近い44%の人が天然ガス・石油になるとの回答があり、原子力は、無くならないとの意見がほとんどであった。

〈主なコメント〉

- 原子力発電は震災の影響で今後減少、石油・石炭は温暖化対策のため横ばいか、変わらず、自然エネルギーは主要なエネルギー源になるには20年間という期間が短い。以上のことから、資源量が多く、また、環境負荷の小さい天然ガスの地位は高く主要なエネルギー源になる。
- 再生可能エネルギー等については、エネルギーの多様化が今以上に進むものと考えているが、我が国の立地上や量を考え、主要なエネルギー源にはなっていない。



どれだけ上がるか、またバッテリー等の技術がどれだけ向上していくかにかかっていると思います。ダイナミックな技術革新が起これば、石油が単一

のエネルギー源として1位の座を他のエネルギー源に明け渡す可能性もあると思います。

努力して削減するか、または削減する技術を生み出すか、あるいはCCSのような新たな技術を見つけて、それに対して対価が払われるという仕組みがないと、なかなか進んでいかないと思いますね。

芝原：

CDMの排出権取引では、京都議定書以降の国際的なルールが未だ確立されていません。日本は、環境先進国で、その環境技術や効率化の強みをビジネスのツールとして国外に出していくという観点では、こういう仕組みは、営業のツールとして非常に有効だと思っています。

芦原：

これから石油開発や天然ガス開発は、極地や未開発の場所を開発することになると思いますが、そこでは、絶滅危惧種の問題があり、20年後も変わりません。その点では、SECにアドバイスをいただき、間違った開発をしないようにできればと…。

環境とエネルギーの未来

司会：

次にCO₂削減のための技術開発や環境面では、どういうものが進んでいくかについてはいかがでしょう（アンケート項目3番、4番）。

三浦：

複雑な地盤の日本を考えると、20年後にCCSが解決しているかは疑問です。現在、東北の震災の処理では、がれきの撤去が大きな問題です。3年程は燃やす必要があり、CO₂の排出が課題になり、太陽光やバイオマスなどの話が出ています。東北の震災がきっかけで、流

れが変わることがあるかもしれません。

吉川：

原子力を増やさずに、二酸化炭素の排出量を減らしながら、エネルギーの安定供給を実現するのは非常に難しい課題です。天然ガスの二酸化炭素排出量は少ないですが、ゼロではありません。天然ガスが原子力の代わりを完全に務められるわけではありません。

山内：

自然エネルギーの買取法や環境税などによる義務化も重要です。モチベーションを与えられる中で企業がいかに

さらに進む環境技術、日本の技術が海外に貢献することも…



三浦 康文さん

生活と社会の変化について

司会：

今度は消費者の立場にたち、「こんな世の中になったらいい」「こんな世の中になる可能性が高い」についてはいかがですか。

芦原：

たとえば生活の中では、20年後も現実的には発電方式が自由に選択できないかもしれませんが、誰もが責任を持って発電方式を考えるようになり、選べるようになればいいと思っています。

吉川：

発電方式を自由に選択するという意味では、20年後までに、太陽電池、燃料電池、蓄電池の技術革新が起これば、自分の家の電力は自分の家の太陽光発電、燃料電池、蓄電池でまかなうということも可能になるかもしれません。安全という意味では、最近台風が来るたびに、川があふれたり、人が流されたりというニュースを目にします。東日本大震災に限らず「日本はいつから

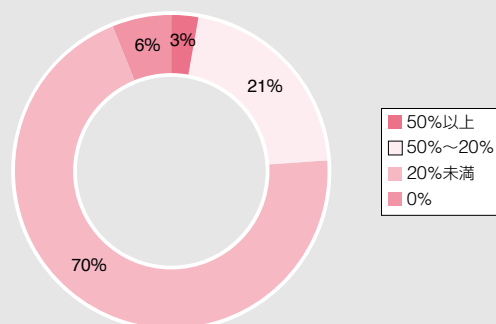
20周年記念アンケート

質問 2 20年後の日本の原子力発電の比率はどの程度になっていると思いますか？

原子力発電の比率で0%との回答は、32人中2人でした。

〈主なコメント〉

- 制御の限界、廃棄物の問題などもあり、0%にはならないと思われるが、震災後の原子力アレルギーは20年後も払拭されず、比率は低下すると推測する。また、新設が困難な一方で、現在の原発の経年が理由となって廃炉が進むと思われる。
- 0%との回答者の理由は、原子力発電はリスクが高すぎる。



子供たちのためにも 環境をよくしていく方向に 目を向けるべき…



芦原 均さん

災害でたくさんの方が亡くなってしまう国になってしまったのか」と思います。

三浦：

普賢岳の災害現場で、土石流の中で自衛隊と一緒に仕事しましたが、確かに僕が小さいときは、噴火して、土石流が来るという感覚はなかったと思

います。災害に対しての方向性は、実際自分が震災現場に行って、何が正しいか、何をすればいいか明確にわかりません。今は、がれきをどこに捨てるか、誰も答えを出せない。それも、解決しなければいけない問題です。

芝原：

子供の頃を思い出せば、空気や川のきれいさ、ゴミが落ちている、落ちてないとかいう観点で言うと、今はとてもきれいだなと思います。それだけ、環境へのマインドも、川や空気をきれいにする技術も進化していますので、20年後はさらに進化しているはず。

山内：

自分たちの親の世代はどんどん経済発展した時代ですが、その裏で気づかずに環境を犠牲にしていました。自分の子どもも含めた社会の20年後のために、これ以上の悪化を防ぎ、今後、さらに環境を良くしていく方向に目を向けていかなければいけないと思っています。



芝原 幸宏さん

元気な日本をベースに 国際化を進めていく…

問題を抱えつつも将来の国や生活のグランドデザインがしっかり見え、だから未来は明るい、と思える。子どもが就職するときも、日本にもいい会社があるけど、外でもいい。そう思える元気な日本であって欲しいと願っています。

三浦：

「グローバル、グローバル」と当たり前のように言いますが、これから子どもたちはどんどん世界に出ていくようになり、そういう経験を若いときからできることが、日本の経済がよくなっていくことにつながっていくかもしれないと思っています。

山内：

日本で生まれ、日本の生活をしてきたせいもあり、海外から日本に帰ってくるとホッとします。そういう意味でベースは日本に住んでいるとしても子ども世代は、今以上に国際的になってほしいですね。また、経済や技術がいくら発展しても、人間性を失いた

20年後の日本と国際化

司会：

それでは、20年後の日本、特にグローバルという、世界と日本の関係についてはいかがですか。

吉川：

20年後、自分の子どもも成人します。震災後、産業空洞化も懸念されていますが、子どもが就職したいと思うような魅力ある産業が日本に残るよう、がんばらないといけないと思いま

す。もっとも、自分の子どもたちは、「何も日本にこだわらず、海外で働けばいいじゃないか」という考え方になっていくかもしれません。

芝原：

これから右肩上がり伸びる国の人の顔は元気でキラキラしていますね。日本もかつては右肩上がり、バブルがはじけて停滞したなかでの20年を乗り越え、自分の子どもの時代は、

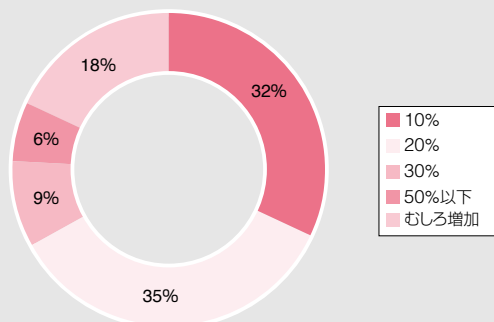
質問
3

20年後の日本のCO₂排出量は現在と比較してどのくらい削減されていると思いますか？

CO₂排出量は現在より原発事故の影響で大変厳しい状況であるが、80%強の人が削減への目標にしていることが伺える。

〈主なコメント〉

- 技術革新や自然エネルギーの利用でCO₂排出量が減少。(積極的な削減)
- 省エネや人口減によりCO₂排出量が減少。(消極的な減少)
- 原発比率低下、火力発電増加により、CO₂は増加しない横ばい。
- 経済発展、生活レベルを維持するためにはCO₂削減は困難。



くないですね。通信が発展し、家で教育も受けられる、在宅勤務もできる時代になっても、こういうふうに直接お会いし、雰囲気味わい、表情も見ながら話ができるというのが人間らしさなのかなと思います。

芦原：

20年後は企業としても海外を意識しながらやらないと、生きていけないと思いますが、日本に仕事がないから国際化ではなくて、ベースとして元気な日本がありつつ国際化、そういうイメージです。

の環境、エネルギー問題の解決ができますので、例えばそれを海外に売っていくというときに、何かしら貢献ができればいいと思っています。

山内：

洋上風力が具現化できればいいですね。また、今まで日本はエネルギー資源のない国とされていましたが、メタンハイドレート開発などに今まで弊社が海洋施工で培った技術を活用して国内のエネルギー資源開発に貢献できていたらと思っています。

□ 20年後に語りたいこと、未来への抱負 □

司会：

「自分はこうやっていきたい」、または、「自分はこう生きていきたい」ということについてお聞かせください。

山内：

メタンハイドレートや風力発電、車のEV化など、今は夢物語みたいに言っていたことが、20年後がゴールでなかったとしても、「ここまで実現できたね」と誇って話せるようにしたいですね。



山内 雅也さん

芝原：

いろんな会社の持っている要素や技術を20年後に何かの分野で組み合わせ、1つの機能としてプラントやシステムを作るという視点で「あのときこういう話をしたのがきっかけで、みんなの技術を持ち寄り日本のエネルギー環境を改善したよね。それがまた外国にも売れたね」という話ができればいいです。

吉川：

夢みたいな話をすれば、メタンハイドレートを開発して、LNG化して、輸出するところまでいく。その技術で外国のメタンハイドレートも開発するところまでいけば、日本の石油開発も大きく変わると思います。

芦原：

これまで日本の石油開発企業は、技術力はあっても国際慣習の部分が弱く、海外進出する場合に課題がありました。そこを改善し、日本の石油開発企業が業界の先頭に立ち、国際的な大規模プロジェクトを始動できるようにさせたいですね。エネルギーや環境問題に対し、エンジニアリング業界は、異業種の仲間も巻き込んで、日本

三浦：

わが社の強みは備蓄や基礎の分野ですから、全体でエネルギーを作るときには、コラボレーションしていく必要があります。一緒になりながら、ひとつの目標に向かっていく。大きく言うと日本経済が伸びていく中での、すべて全体コラボレーションにつながっていくことができれば、と、強く感じています。

吉川：

エネルギーをめぐる環境が大きく変化している中で、原発が減っていき、それを補完するため、省エネをしつつ、火力発電を増やす。再生可能エネルギーも増やしていくということを、経済産業省の職員の1人としてしっかり取り組んでいきたいと思っています。

司会：

20年後に向けた30代の方のご意見で、元気がでて、我々にも希望と勇気ももてた座談会になったと実感しております。また、SECも、会員企業の皆様の交流も含め、今後、エネルギーと環境のために挑戦を続けたいと思います。本日は、ありがとうございました。

それぞれの思い、
それぞれの未来への力強い
挑戦がまた、はじまる。

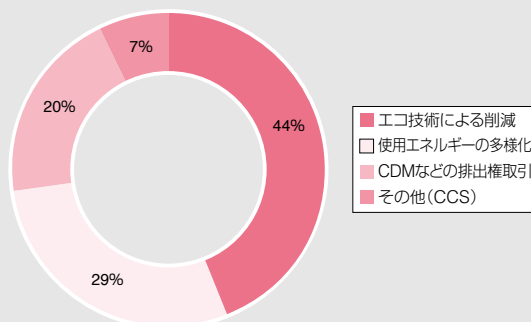
20周年記念アンケート

質問 4 もし削減する場合、その方法(手段)は何だと思いますか？

削減するその方法(手段)は、エコ技術による削減と使用エネルギーの多様化によると、4分の3の人が考えていることが伺える。

〈主なコメント〉

- 技術開発によるCO₂削減に期待。
- 地域特性による分散発電、多様化、原子力、発電電分離、など。
- 低エネルギー社会を目指す方向があるが、限界あり。



Part

2

50代が語る—
未来への継承と提言

司会：

本日は、30代の方に引き続き、これまで時代を牽引され、現在も中枢でご活躍中の50代の皆様にお集まりいた

だきました。今回は、経験豊富な皆様に未来を予見していただき、今後日本が、私たちがどうあるべきかさまざまなヒントや気づきをいただきたいと思います。

きだと思います。もう一つ注目しているのは二酸化炭素の回収処理。20年後多少でも進み、CDM、取引を含めながら、エネルギーと環境のベストミックスを目指していきと思いますが、将来の日本は、そこでリードする国になることだと思います。

□ エネルギーと環境の課題と展望 □

エネルギーと環境の
ベストミックスを考える。
エネルギーの
見える化も重要。

小松 正夫さん

小松：

造船分野でも環境が大きなテーマで、世界的にはNOx対策も規則化され、今後低下させていくべきトレンドです。LNG船では、発電プラント等の改善で15%省エネを実現しており、コンテナ船では、空気潤滑システムの採用

や発電プラントの改善により35%程CO₂削減が可能です。石油等は限られており、省エネにより長期間、資源を温存できるし、CO₂削減にもつながります。このようなトレンドはずっと続いていくと思います。

岸本：

この夏の節電では、家庭やオフィス、小売り分野でまだ省エネできる余地があると感じました。また、再生可能エネルギーは大事ですが、エネルギー密度やコストから考えると、それを主にするのは錬金術みたいな話にもなりかねず、原子力をどうするかも含め、冷静に何がベストミックスなのかをもう一度考える必要があると思っています。

森山：

伸びていくのは天然ガスだと思いますが、注目しているのは、クリーンコールテクノロジーで石炭がどこまで使えるようになるかです。そこをうまくやりながら、ベストミックスを考えていくべ

大下：

常にエネルギー源のベストミックスを考えていくのは今後も変わらないと思います。IEA（国際エネルギー機関）の発表では、世界のエネルギー需要は、2035年にかけて年率1.2%ぐらい伸び、その半分がそれ以上を天然ガスがカバーしていかなければいけないとしています。一方で、非在来型のガス、シェールガスやタイトガス、コールベッドメタンまで含みますが、これが夢物語ではなく、実際に商業ベースに乗りはじめています。これは革命的なことで、これが天然ガスを後押ししていくと思っています。

安：

日本で最初のウインドファームは1991年の東北電力竜飛ウインドパークですが、風車は当時の国産最大機の225kWでした。今は商用機で2400kWですから20年間で技術革新により、規模が10倍になりました。一方、品川駅に行くと、ヨーロッパの駅のような雰囲気がして、電気が半分ぐらい消えていても悪い感じがしませ

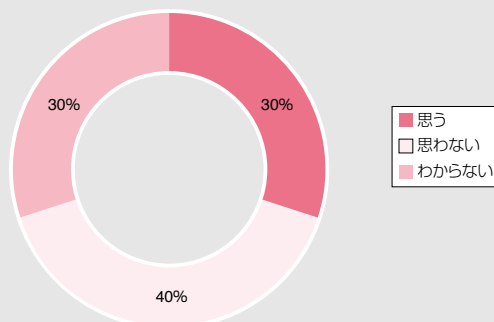
質問
5

20年後の日本は各家庭で電力会社や発電方式を自由に選択できていると思いますか？

肯定的な意見が、否定的な意見より多少上回っている。

〈主なコメント〉

- 日本の発展のために電力自由化、燃料電池普及に期待。
- 電力自由化は困難、メリット不明、既得権者の抵抗あり。



ん。そこで、今までやってきた電気やエネルギーを大量消費する施設が本当に必要だったのかと考えるようになり

ました。もっとエネルギーの見える化が進むと、そういう観点からも省エネが進むと思います。

これに対し、これからの方たちは、どう差別化、区別化して生き残っていくか、我々の世代にはなかった問題に立ち向かわなければならないと思います。

小松：

船舶でも、日本人の設計は細かいところまで気を配ります。外国の場合、図面で情報が足りないことが多いのですが、彼らはそれで十分だと思ってしまっています。日本人はその特性で、細かいところまでしっかりやりますが、オリジナリティーや自分の意見を発するという点では、少し足りないと感じます。外国に行くと、皆さん自分の利益と意見はしっかりと主張してきます。そこに負けていては、日本人のオリジナリティーは出せません。英語力は伸びましたので、そこはもっと伸ばしていただき、主張すべきところはしっかりとものを言って、日本人として細かいところまで行き届いた技術力、そういうものを伸ばしていくのがいいかと思います。

□ 社会と日本人のマインドの変化について □

司会：

社会は革命的に変わるのではなく、一步一步変わっていく。そんなご意見ですね。次に、日本人はどう変わっていくのでしょうか。マインドの変化も、20年後をイメージするヒントになるかと思いますが。

森山：

今回の震災で、我慢やもったいないという気持ちが希薄な世代が多いなか、やればできるという感じになりましたね。20年後も、そういう日本人気質は残っていそうな気はします。ただ、世の中、世界に対してそれをいかにうまくアピールできるか、その点でもう一つ何かないと、日本は伸びないという気はします。

岸本：

日本は今後も、技術やものづくりをベースにした社会でいくことはきっと変わらず、若い人たちも20年後においてそれを中心とした生き方を選択せざるを得ないと思います。やや気掛かりなのは、今の若い世代の方々は、成長しなくてもいい、今のままで十分じゃないかという感じが見受けられることです。一方で中国をはじめ、思いきり伸びたいと目をキラキラと輝かせている人がいっぱいいます。「現状維持でいい」と言った途端に国全体が落ち込ん

でいく、疲弊していくと思います。ですから、そういうマインドをどう変えられるか、要は何をもって自分たちの明るい未来があるのだと見せられるかが、これから重要だと思います。



大下 敏哉さん

20年後も、技術やモノづくりがベース。同時にオリジナリティーを世界にPRすべき。

大下：

世代間の違いはありますが、みなさんが指摘されている日本人のよさという幹の部分は永遠と続いていくと思います。ただし環境はどんどん変わっていて、一番懸念するのは労働市場のボーダーレス化の進行です。これまで安い労働力だけでしたが、今は、安くて優秀な労働力が入ってきています。

エネルギーの見える化がもっとできれば、省エネもさらに進むと思う。



安 茂さん

20周年記念アンケート

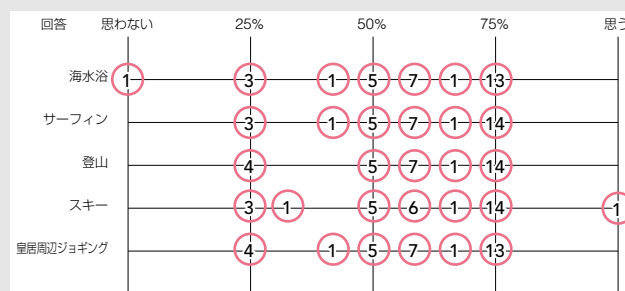
質問
6

20年後の日本で下記の屋外活動は、現在と同じように安全に行われていると思われますか？
思われるレベルに○をご記入下さい。

思うとの意見が、大多数であり現在より悪くならないと思っている。

〈主なコメント〉

- 現在の環境が大きく崩れる要因に思い当たらない。海山川は、今以上に美しくなっていると思う？ 今後も環境向上に努力は継続され、逆方向の要因は見当たらない。
- 日本の温暖化は更に進み、現在より紫外線が強く危険度が増すと思われ、海水温の上昇によりマリンスポーツの適地は拡大し、身近なレジャーの中でも海水浴は海難の危険と環境汚染から人体へ受ける影響が大きいので、いずれはプール等の水遊びに代替されるようになるのではないかな？



安:

20年前がどうだったかと考えてみると、品川は全く新しい町が突然現れたような印象があります。山手線の内側はそのままの印象ですが、海側は大き

く変化していますよね。背景にはそういう街をつくるという大きなグランドデザインがあると思います。但し、駅や街が変わっても、マインド意識は変わっていませんよね。

メートルよりも深い海の中にCO₂を入れることによって、長ければ千年単位でそのCO₂を実質上封じ込めることは技術的に可能です。

森山:

海洋隔離をワールドワイドに認めていく方向が私もいいと思います。それも含め海洋をどうするのかというのは確かにあると思います。メタンハイドレートも含めて今のSECで、他の技術もいろいろ扱っておられると思いますから、その辺の方向性も見据えてエンジニアリング協会として取り組んではいかがでしょうか。

安:

浮体式という洋上風力の話が新聞をにぎわしていますが、ヨーロッパで洋上風力発電が盛んなのは、エネルギーセキュリティの問題が大きいからだと思います。また、ヨーロッパには北海油田の関係で優れた海洋建設技術があります。技術もあれば人もいる。船もある。日本では近年海洋構造物の新規建設工事が少なかったために経験のある技術者が少なくなり、20年後に建設のノウハウが残っているかという危機感があります。やるとしたらヨーロッパなどから船と人を連れてくるしかないという危機も正直しますね。

小松:

実際にものづくりを経験しているかいないかで全然違います。経験がある人は今、年齢層が高くなっています。そういう工事やプロジェクトを継続的に進めることで、今の若い人たちにも技術の伝承ができ、若い人たちがさらに発展させるようになって欲しいと思います。

□ これからの産官学、エンジニアリングとSECへの期待 □

司会:

これから20年間、例えばエンジニアリング産業は本当にバラ色なのだろうか。何をやっていけばいいのかということも含めて、産官学で何をしていけばいいのか、ということについてはいかがでしょうか。

小松:

私は、日本の海洋産業は、ここ20年を見たときにあまり発達していないと感じています。世界と比べても、随分日本は遅れてしまっている気がしますが、ある方向性を持ち、産官学で海洋開発のリードをしていく方向が出てくると日本の技術力も発展していくと思っています。政府の援助もいただきながら、海洋開発が、今後20年で、もっと進んでほしいと期待しています。

岸本:

私も、ニューフロンティアは海だと思います。メタンハイドレートも、ある意味で経済性や貨幣価値だけで判断するのではなく、政治的、政策的な視点からの判断も必要でしょう。エネルギー政策や資源政策は、防衛や外交と同じぐらい国そのものの話だと思います。また、わたし自身はロンドン条約会議という廃棄物の海洋投入処分管



岸本 幸雄さん

ニューフロンティアは、海。 海洋隔離も含め、 海洋開発はテーマのひとつ。

理の会議で海洋環境問題にずっと携わってきましたが、たとえばCO₂の地球環境影響を考える場合、実は温暖化問題よりも海洋酸性化の方が確実な問題です。このままで推移すれば、海洋表面、沿岸の極浅いところの酸性化がより深刻化していくでしょう。大気へのCO₂排出を抑える対応策として、日本は海洋でのCCS、すなわち海洋隔離も将来的なオプションとして残すべきだと思います。2,000～3,000

質問
7

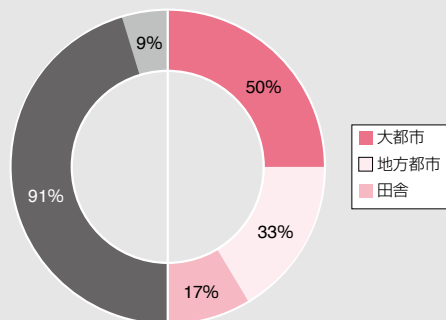
20年後にあなたはどこに住んでいると思いますか？

9割の人が国内に住んでいると回答した。
日本国が住みやすいと感じていることが伺える。

〈主なコメント〉

- 現在の住環境を変更する事はないと思います。
- 全てが高コストの日本での年金生活は考えられない。
可能ならヨーロッパに移住したいが、現在と大きく変わる要因がない。

■ 日本
東京・神奈川
長野・茨城・千葉
■ 海外
マレーシア



大下:

メタンハイドレートは可能性として十分ありますが、もう少し先の話だと思います。ただし将来につなぐためには今やめては駄目ですね。技術開発は継続が大事ですので、やめた瞬間に将来がなくなってしまう。シェールガスも革命的だといえますが、最近起こった話ではありません。20年、30年前から知られていましたが、ガス価という大きな壁があり、商業ベースに挙がり

ませんでした。ところが、諦めずに要素技術を着実に積み重ねてきた結果、ガス価がある程度のレベルに上がった今、日の目を見たということがいえると思います。今は可能性だけの技術も、それをつなぐためにはやり続けなければいけない。会社単独では難しいテーマでも、エンジニアリング協会のようなグループでつないでいくことが大事だと思います。

界一になろう、やっていこうと決めたとえで、エンジニアリング協会も含め、いろんな組織や企業が海洋というキーワードで世界一になることをメインポリシーにして進んでいくことです。

安:

私のいる部署は会社では新規分野です。本流ではなく、その代わり各担当者はみんな日本で一番新しいことをやっています。ですから、それが幸せであり、楽しく仕事に取り組み、ラッキーだと思いがちながら常に楽しく前向きにやってもらえるようにしたいと思っています。面白がってやっている人ほど伸びています。将棋の羽生さんの一番の才能は将棋が好きなことだそうです。好きだからどんなことも苦労だと思わないから。ですから、うちの部下、回りの人間には仕事を楽しくやってもらいたいないつも願っています。

岸本:

論語に、「子曰く、これを知る者、これを好む者にしかず。これを好む者、これを楽しむ者にしかず」という言葉があります。仕事をする上では、つらいことも色々あるでしょうけれども、好きになるだけでなく楽しむ姿勢が大切でしょう。私も、この言葉を最近是新入社員に対するメッセージで少し強調して話すようにしています。

小松:

同感ですね。好きになって仕事をやっていくと自分の専門だけではなく、間口が広がってくると思います。自分の専門もあるけれども新しいことをやろうとすると、自分が知らなかったことの中にヒントがあったり、よその人がしている仕事の中にヒントがあったり…。それを広げなが

□ 20年先の未来に向けて、今、そしてこれからすべきこと □

司会:

最後に、20年後の世界をよりよい世界にするために今何を始めるべきか、ないし、何を若い人たちに伝えていったらいいのかという点、また、SECへの期待も含めましてお聞かせください。

森山:

経済性を追求したが故に捨ててしまった技術、中断した技術の中で20年後に「必要!」ということが分かれば、もう一回それを復活させることだと思います。本当にこれから海洋関連技術が大事だったら、それをどう培い、できることをどう伝承するか、どうやればいいのか、がポイントになると思います。会社によってはいろいろポリシーがありますね。たとえば、海外に工場をつくり、海洋ジャケットの力を培っていきたいという会社もあれば、30年前から褐炭の液化・取扱いにこだわっている企業さんもありますので、協会

国家的目標に向かって、組織や企業をとりまとめていく エンジニアリングと SECに期待。



森山 喜貴さん

やSECがそのこだわりもまとめ伝えていただければいいと思います。

岸本:

国としてこれで世界ナンバー1になるというのを決めることが、大事だという気がします。例えば海洋の技術で世

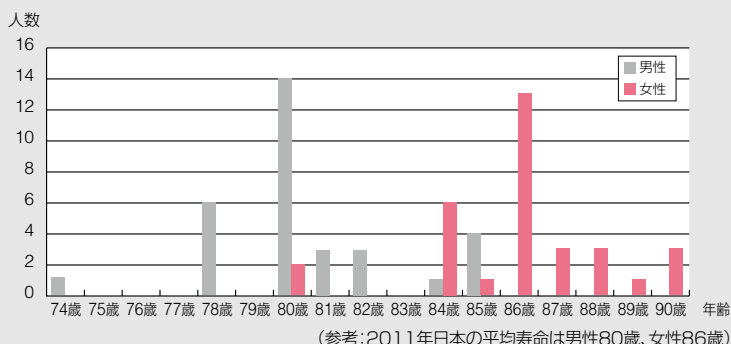
20周年記念アンケート

質問
8

20年後の日本人の平均寿命は何歳くらいになっていると思いますか?

〈主なコメント〉

- 戦前、戦中世代及び団塊の世代など長寿の中心を担う粗食に耐えた世代はだんだん減少していくため、さらに伸びることはないでしょうが、現在と同じくらい推移して欲しい。最早上限に近づきつつあると思う。
- 医療、技術の進歩や生活水準の向上等により平均寿命は延びるかもしれないが、日本人の寿命の長さは、高額医療費に支えられているため、財政破たん等で維持不能や生活習慣病の増加が寿命の低下をさせると思う。



ら、あと好きなところを一生懸命深掘りしていくことが大事なのかなと思います。

大下:

今できることは自分が業界を去る前に、自分が持っている技術をマインドと一緒に若い人に伝承すること。それから組織としては若い人にどうやったら場を与えられるか、それを考えて実現できるようにする。若い人は失敗もするでしょうが、「責任は俺が取るから思い切りやってこい」と言えればカッコイイ。そんなことを理想として考えています。ただし、理想と現実の大きなギャップをいかにして埋めていくかが課題です。

司会(長谷川):

最後に、若い方々へのエールやSECへの応援メッセージもいただきありがとうございます。

今回は30代の方から、また50代の方からお話がお聞きでき、大変有意義な座談会であったと思います。この2つの座談会を振り返りますと、エネルギー予測では、主要エネルギーが天然

ガスであろうというのは、30代、50代共通の意見でした。また、石炭や再生エネルギーも含め、今後も環境に対応しながらベストミックスを考えていくといった方向も共通認識だったのではないのでしょうか。

さらに20年後には、日本においてもボーダーレスな雇用環境が広がることが指摘されましたが、ベースは「元気な日本」であってほしいという声が30代、50代からも聞こえました。また、具体的には「海洋開発」「技術の継承」「技術開発の継続」というキーワードでの議論・提案が興味深かったと思います。

今回の座談会を通じ、また、事前に行わせていただいた会員企業様へのアンケートなどからも、これからの日本が世界で存在感を高めすためにどうすべきか、またエンジニアリング協会やSECへの期待もお伺いでき、20年後の未来への明るい展望が見えてきたような気がいたします。

最後になりましたが、SECの直近

の動きについてお話をさせていただきます。これまで、SECでは、さまざまな調査・研究に取り組んできましたが、昨今の鉱山保安法の改正など社会的状況の変化のなかで、新たな事業モデルの策定が必要となったことから、SECでは、20周年を機に企画技術部会を設置して、新たな挑戦を開始しました。この部会では、「石油開発及びHSE関連」「福島第一原子力発電事故からアクシデント・マネジメントを学ぶ」「東日本震災後のエネルギー基本計画の見直しに関連したSECの対応」と主に3つのテーマで分科会を通じて議論を行っています。これからも、会員企業の皆様の取りまとめ役として、また、交流の機会を設けながら、皆様とともに、10年後、20年後、環境とエネルギーが調和した社会づくりに貢献したい考えです。

本日は、20年後に向けての提言をいただき、ありがとうございました。



質問 9

20年後の日本は環境問題に対して、どのような取り組みをしていると思いますか？

大多数の意見が、明るい元気な日本を予想し努力している。

〈主なコメント〉

- 世界の環境問題への指導、環境問題解決のための技術の開発およびそれら技術の輸出
- 世界でもトップレベルでの自然を生かした環境対策、世界をリードする省エネ技術の推進
- 現在と大きく変わらないと思うが、今回の原発のように新たな問題が発生しているかもしれない。

質問 10

20年後のエンジニアリング産業の課題は何になっていると思いますか？

〈主な課題〉

- 発展途上国の環境問題、水不足問題、災害対策など。
- 省エネルギー技術の向上と自然エネルギーの効率化向上の両方を追求する。
- 効率化と時間の短縮。標準の策定。
- 新しい技術の開発。石油枯渇を見据えた石油化学分野での石油代替原料の研究。

SEC事業に係わりのある官産学のそれぞれお二人の有識者から『20年後の日本と世界 エネルギーと環境の視点から』をテーマに、そのお考えや思いを語って頂きました。

新たな地下資源開発等に対する 保安行政について

ご承知のように国内のエネルギー資源においては、石油・天然ガスは量的に限られている上、既存の資源は少なくなり、今後は、海洋資源開発が注目されていくものと考えています。具体的には、熱水鉱床や海洋石油開発、またSECも取り組んでいるMH(メタンハイドレート)が挙げられます。しかしながら、これらの開発は、深海域や遠隔海域で行われ、多くの困難が伴うのも事実です。

MHに関しては、平成24年度に計画されている海洋産出試験では鉱山保安法が適用されますが、既存のものとは異なった形態の資源であり、安全に作業をするために、保安面も含め新しい技術での対応が求められ、さらに作業終了時の廃止措置をどのようにすべきか、対策も考えておかなければなりません。加えて海洋作業での事故は海域環境への影響や事業推進及び企業にも直接与えるダメージの大きさを考えますと、事故を起こさないというインセンティブを高くして地道に作業を行うことが求められるでしょう。

我が国のリスクマネジメントに関して

鉱山保安法改正後6年になり、リスクマネジメントは定着しつつありますが、従前の考え方(国家資格等)を変えたこともあり、今後、どう対応し見直していくべきかが課題です。具体的には、PDCAサイクル(Plan-Do-Check-Act)をどのように機能させていくべきか、現場、企業そして行政それぞれのレベルでの改善が必要になります。

昨年、メキシコ湾で起こったBPの事故原因は、ヒューマンエラーと聞いておりますが、このヒューマンエラーは減少させても絶無は難しく、誰かがミスをして、どこかでブロックできる対応や不断の地道な努力など継続的な取組が欠かせません。一方で、行政側の立場からは、業界の自主保安の支援をどうしていくかという課題があり、事故後の対応では、今年3月発生した震災により金属鉱山で堆積物が一部流出した例もありましたが、人命に危害を与えないことを第一に段

岡部 忠久

経済産業省
原子力安全・保安院
鉱山保安課長



階的に対応していくことが重要です。

地球環境・エネルギー問題への政策について

地球環境の面からは、CO₂削減へ向けてエネルギーは様々にシフトしていくことが予測されます。CO₂を排出しない原子力は今回の事故により見直され、今後は、太陽光、風力などの再生可能エネルギーも奨励されると思われますが、原子力の削減量を賄うには、再生可能エネルギーだけでは制約があり、今以上に化石燃料、特に天然ガスの存在が大きくなることでしょう。また、MH、シェールガス、CBMなどの非在来型ガスも、従来以上の役割を果たすものと考えています。

鉱山保安の今後については、ハードとソフトの両面での対応が必要です。ハード面では、ITを駆使して人的負担を減らし、遠隔操作など最新の技術により進化していくことでしょう。一方ソフト面では、人間の間違いを起こす危険性を減らすことに最大限の努力が求められます。

SECへの期待

安全をキーワードとした場合、実作業担当部門は安全の確保を目指し、一方、それに対して、新しい技術を提供するのがエンジニアリングであると考えています。両方で情報を共有してどういうリスクがあるのか、関係者にフィードバックして、検討していくべきであり、そのための橋渡しの役割をSECが担うのではないのでしょうか。また、MHやCCSなど新しい課題に取り組むと共に、今まで蓄積された環境面、安全面での知見などを活用することにより、例えば日本企業が海外の石油資源開発に参加するといった場面において、環境面等で側面からの支援を提供することを期待しています。

エネルギー事情の展望

昨年6月に国が改定した「エネルギー基本計画」では、2030年には、石油及び天然ガスを合わせた自主開発比率を40%以上(現状約20%)に引き上げることを目指すとなっています。そのためには現在の自主開発量120万bbl/d(原油換算)が将来減退していく分の補填も入れると60万bbl/dの増産が必要と試算されます。この数字はハードルが高く、その達成には新たな投資が必要であり、特に上流事業の新たな権益の獲得を必要とします。具体的な対象としてはイラク・リビアなどの中東やアフリカ、極地、大水深海域などが挙げられます。

それを受けて、当機構でも、わが国へのエネルギー源の安定供給を目指して、リスクをとって原油及び天然ガスを探し当て生産する、いわゆる上流事業を行うわが国企業に対して支援を行っています。

国際的な機関の需給予測によれば、今後20年、30年といったレンジでも世界的に石油・天然ガスが極めて重要なエネルギー源であり続けるとされています。そのために各国はエネルギー源の安定供給を求めて、新たな上流事業の権益取得にしのぎを削っています。さらに、わが国が直面している原子力を巡る問題によってその競争が激しくなる可能性も出てきています。当機構としてはわが国企業と共になお一層のチャレンジが必要と考えています。

将来のエネルギーと環境問題への取組

日本の将来の国産エネルギー源として、メタンハイドレートには期待しており、海洋産出試験を来年に控え、その商業化に向け貢献していきたいと考えています。

世界に目を向けますと、非在来型エネルギーが世界のエネルギー需給のマップを塗り替えようとしています。米国を起点にタイトサンドガス、CBM、シェールガスの技術革新が進み、開発に拍車がかかり、米国では、これら非在来型天然ガスはガス生産量の過半を占め、我が国の企業もすでに事業参入しています。非在来型天然ガスは、生産性が悪い

和佐田 演慎

独立行政法人石油天然
ガス・金属鉱物資源機構
理事 石油開発推進本部長



ことから、坑井を多数掘削(水平坑井)しますが、坑井に流入するガスの流れを良くするため、流体を地層に押し込み割れ目を作るフラクチャリングが必要です。現在、このフラクチャリングに使用する流体には、ジェル状のポリマーや割れ目を維持するための砂(フロパント)などを加えています。この圧入した流体が、浅層の飲料用の水層に影響しないかという環境面での課題が指摘されています。

また、CCSに関連して、当機構では30年以上に及ぶCO₂-EOR(炭酸ガス圧入による原油増産)の実績とノウハウを蓄積していますが、共同スタディを通じてその能力は中東や東南アジアの産油国から高く評価されており、今後も継続して取り組んでいきます。

さらに、最近では、環境調和型油ガス田生産システムの技術開発を推進しています。これは、生産施設を動かすための自家消費エネルギーとして、太陽熱や風力などを使い、原油や天然ガスは全て販売に回すというものです。地下に関しては、炭層にCO₂を圧入しメタンを取り出すECBMなど、まさにエンジニアリングの英知を集めたトータルシステムです。今後、広く産油国にもPRしていきたいと思っています。

SECへの期待

エネルギー開発は大水深や非在来型など多種多様になっており、それには安全と環境の課題がついて回ります。SECや協会は全体を俯瞰できる立場にありますので、環境や安全を見据えてセミナーを開催したり、関連企業や技術を取りまとめる役だけでなく、バリューチェーンのさまざまなプロセスで関与可能な存在であると確信し、期待しています。

エネルギー事情の展望

世界的に天然ガスの割合が増加していくと思います。IEAが本年6月に発表した特別報告では、世界のエネルギー需要が2035年までに年率1.2%で伸び、その増加の半分以上を天然ガスが賄うと見通されています。その結果、世界の全エネルギー需要に占める天然ガスの割合は約25%に達することになりますが、基本的には、我が国のエネルギー需給もこの流れに沿った動きになると思います。

その背景は、原子力への依存度の低下は勿論ありますが、より本質的には、シェールガスの登場や、オーストラリアにおける多数のLNG開発プロジェクト計画など、世界の天然ガス供給力基盤が飛躍的に底上げされたということだと思います。シェールガスはまた、アメリカのみならず中国や東欧にも広く賦存するとのことで、IEAの特別報告書でも、中国の場合、国内天然ガス増産分の殆どをシェールガスが占めるとしています。

但し、現状では国内を市場としているシェールガスが、世界の市場に出回ることになるか否かは、そう簡単ではないように思います。アメリカでは、まず、エネルギー安全保障の面が挙げられます。かつてアメリカは天然ガス不足により寒い冬を経験した時期があり、国内天然ガス生産を促進するため、天然ガス政策法を制定し、非在来型天然ガス開発の刺激策を導入した経緯があります。同開発のための目玉技術とされたのがフラクチャリングで、シェールガス開発を可能にした技術ですが、そのR&Dへは多額の財政支援もなされています。また、生産性が低く、次々に代替の井戸を掘り足していかなければならないシェールガスの開発形態を考えると、果たして長期に亘る供給をコミット出来るのか、原料ガス価格が大きく市場変動する経済環境下で、液化設備投資リスクをどうマネージするのか、課題は山積しているように思います。

当社の場合、現在は油6、ガス4の生産量比率ですが、数年後には半々になると予測しています。但し、上流の立場からすると、新規事業機会の発掘にあたって、油とガスは不可分で、そうそう器用にガスだけを切り取って比率目標を定めるよう

梶岡 雅俊

国際石油開発帝石株式会社
代表取締役副会長



なことは出来ません。

エネルギー開発と環境・安全への影響

IEAの報告書は、昨年のシナリオに比べて、途上国を中心としたエネルギー需要の伸び、原子力の減速などによりCO₂排出量は増加するものの、天然ガス利用の拡大に伴う石炭及び原油消費の減少がこれを相殺すると予想しています。結果的に、2035年の大気中へのCO₂排出量は35Gtになるという予測で、大気中のCO₂濃度は650ppm、産業革命後気温上昇は3.5℃としています。つまり、目標としていた450シナリオ(CO₂濃度を450ppm以下に抑える)の達成は難しいわけで、天然ガスの利用促進だけでは、地球環境の課題は解決しえないわけです。

安全に関しては、大事故の度にルール変更がされてきましたが、方向性は規則遵守型から事業者の自己責任型に向かっています。その実効性を担保するために、セーフティケースが導入されています。セーフティケースは、設計、建設から操業に至る全ての段階で木目細かくリスクを分析・評価し、その削減策・緩和策を記載した図書、書類ですが、既に、ヨーロッパ等では作成が義務付けられています。米国でも、マコンド事故を受けた新規ルール作りの中で、深海掘削作業へのセーフティケースの適用が俎上に上がっています。

SECへの期待

SECは、様々なデシプリンの人材が集まることで、多角的なアプローチが出来るという最大の特長を備えています。環境はまさにそうした特長が活かされる課題で、エネルギーとの関連のみならず、広く社会との対話をも探りながら、持てる機能を発揮して頂きたいと思います。

20年後のエネルギーと安定供給について

東日本大震災、特に、原発事故後の放射線による仙台―福島―郡山ルート沿いに今後、どのような影響があるか危惧していますが、今回のような大地震の対策について、当社では、被害を最小限に抑えることに視点をおき、迅速に避難できる場所を確保し、発電機や電気計装システムの水密化を図ることや、緊急時の工事方法の基準を明確にする等の課題に取り組んでいるところです。

今回の震災の影響で原子力のシェアは後退する一方、1次エネルギーの供給源として石油の地位は今後も変わらず、エネルギーの多様化という観点から再生可能エネルギーが進みますが、資源量が多く、環境負荷の小さい天然ガスの地位は向上し、主要なエネルギーになりうると思います。

石油の探鉱・開発は、今後、原油の埋蔵量を考えると重質油化（非在来型を含む）せざるを得ない状況にあり、精製技術・アップグレード技術やソルベント攻法等の技術開発をこの間に進めていかなければなりません。また、今回の震災の経験から天然ガスパイプラインの安全性・重要性は再認識されています。パイプラインは、ガス源と需要家を結ぶ重要なインフラとして国が中心となり構築してほしいと希望しています。さらに、天然ガスの地下貯蔵を有効利用することは、需給調整や緊急用備蓄の機能を併せ持ち、天然ガスの安定供給に資することができ、当社でも小規模ですが新潟県の3箇所天然ガスの地下貯蔵を行っています。

環境対策と技術開発

エネルギー資源を扱う当社にとって、地球温暖化は最も重要な環境問題のひとつであり、環境省の環境法令等を遵守し、環境マネジメントシステムの継続的改善に努め、汚染予防と省エネ・省資源、廃棄物の削減・リサイクルを推進しています。同時に、石油・天然ガスの効率的開発及び環境保全に有効な新エネルギーや環境関連技術の調査・研究、開発、導入を積極的に進め、植林や森林整備事業やカーボン基金への出資や二酸化炭素排出削

荻野 清

石油資源開発株式会社
常務取締役 執行役員
国内事業本部長



減を目的とした国民運動への参加も通じて、温室効果ガス削減に寄与していく考えです。

また、我々が保有する技術に関連した分野では、IOR技術による原油の回収率の増大化、オイルサンド、コールベットメタン、メタンハイドレート等の非在来型資源の開発を積極的に進め、CCS（CO₂回収・貯蔵）実証試験にも参画し、さらに天然ガスから石油製品を製造するGTL技術開発やDMEの普及促進のための製造技術の開発にも取り組んでいます。

人材育成とSECへの期待

カナダのロジャー・バトラー博士が1980年代に論文発表したオイルサンドの新しい開発方法であるSAGD法は、その後の様々なチャレンジの結果、商業的に確立するまでに20年の歳月を要しています。この技術のおかげでカナダのオイルサンド開発は画期的な進展を遂げています。このようにE&P事業は一般的に長期間を要するものが多いため、20年後を担う若い人達のモチベーションを高めていくことの具体化も重要な課題です。E&P事業を進めるために必要なチャレンジ精神を若い人達に伝承していくために分かりやすいキャリアパス、実践的なOJTを組み合わせた人材育成の仕組みを推進していく予定です。

今回の震災と福島原発事故の影響を受けて、日本のエネルギー政策は大転換する可能性があり、特に天然ガスへの期待感は強く天然ガス有効利用のためにも幹線パイプラインをはじめとするインフラの整備が急務であると考えています。したがって、それに関連したハード・ソフト両面からの要素技術の取り纏め、規準整備等がSECの新しい事業につながるのではないかと考えています。

メタンハイドレート (MH) 開発の展望

国のメタンハイドレート開発計画では2018年度までのガス商業生産の技術基盤確立を目標に研究が進められており、2013年初めに第1回目の海洋産出試験を行う予定です。その後に2015年度までに第2回目の海洋産出試験を行い、1本のMH坑井からガスをどの位生産できるのか、フィールド開発の経済性はどの程度なのかなどの目安が得られます。山登りに例えると、第2回目の海洋産出試験が成功した時点は3~4合目、その後のパイロットテストを実施することで6合目程度まで到達すると考えられます。ともかく第1回目の海洋産出試験は海洋のMH層を対象とした世界で初めての試みなので、この試験を成功させることが当面の課題です。

東日本大震災・原発事故以降、MH開発には一層のスピードアップが要求されています。しかし、現場技術の実用化には試行錯誤の期間を要します。カナダのオイルサンド開発においても、油層内回収法(SAGD法: Steam-Assisted Gravity Drainage法)の研究開始から本格的な商業生産への適用まで約30年間を要しています。MH開発研究は2001年から始まったので、2030年頃にガス生産の商業化が実現できると期待されます。

深海域や遠隔海域での開発について

日本の領海や排他的経済水域(EEZ)には、MHだけではなく熱水鉱床などの資源が見つっており、風力・潮流などの海洋エネルギーも豊富に存在します。しかし、いくら資源ポテンシャルが膨大でも、これらのエネルギー・資源を開発・利用することができなければ、その経済的な価値はゼロです。早期に具体的な開発プロジェクトを進めていかなければいけません。

海洋開発プロジェクトは、大きな富を生みだしますがリスクも伴います。プロジェクトを推進するためには、どのようなリスクが潜在しているのか、そのリスクが致命的なものではないことを関係者に理解してもらい、地域社会と一緒に取り組んでいく姿勢が重要です。海洋開発が国のプロ

増田 昌敬

東京大学 大学院工学系研究科附属
エネルギー・資源フロンティアセンター
准教授



ジェクトとしてだけでなく、地域住民の生活を豊かにするための政産学民が連携した開発になることが望ましい姿です。

20年後のエネルギーと求められる人材育成

MHは将来の国産エネルギー資源として期待されますが、20年後では石油や在来型天然ガスが主要なエネルギー供給を担います。従って、石油製品やLNGの調達も含めたアジア全体としてのエネルギーのサプライチェーンが重要な課題になると思われます。日本のMH開発技術は、その安全保障を確保するための切り札の一つとして使えるでしょう。

将来の資源・エネルギー産業を担う人材育成も重要です。通常は5~10年間の実務を経験して1人前の技術者になりますから、大学を卒業した段階では即戦力にはなりません。応用力のある学生、外国人や日本人ともコミュニケーションができ、さらにやる気に満ちながらPDCAにより自己をチェックできる学生の育成が重要と考えています。現在、学生にはエネルギー・資源分野の人気は高いので、将来の収入面、仕事の面白さなどを伝えながら、業界をリードできる人材の育成に取り組んでいます。

SECへの期待

R&D(研究開発)から事業化に進む段階では、政産学民の連携拠点が必要になります。大学は研究・教育機関ですから、事業化の拠点になることはできません。業界を代表して新しいプロジェクト事業を政府の関係者に提案し、それを具体的に立ち上げることを是非進めていただきたいと思います。MH開発においてもSECが国と民間と地域とを取りまとめるような拠点となることを期待しています。

20年後の海洋資源開発について

エネルギー開発においてはMHの開発が始まっており、また超大水深の石油開発がまさに実用化される頃であり、CO₂を海洋の貯留層に圧入するCCSも実用化されているのではないかと思います。このCCSの他のアイデアとして、海水中に溶かす方法や液化二酸化炭素の池を作るなどの方法がありますが、これらは気候変動が顕著であり、必要不可欠の時に実用化が図れるのではと考えています。また、再生可能エネルギーとしては、海洋温度差・潮流・波力発電などの一部が実用化されているかもしれません。

海のバイオによる燃料化については、深層水を汲み上げ、栄養塩で藻類など植物を海の表層で増やし、燃料化する狙いですが、今のサイエンスの知見からはどうなるか現段階では読みにくい状況です。また、海底鉱物資源に関して、20年後は開発が始まる時期と予想されますが、これは価格に左右されることでしょう。

開発による海洋環境への影響

海底鉱物資源に関しては、ISA(国際海底機構)で開発にゴーサインを出しますが、基本スタンスとして資源開発と環境保全との両立を目指しており、環境の保全についても議論され、他の条約(例えばCBD(生物多様性条約))との絡みも考慮する必要があります。

化石燃料の開発と環境影響で一番の問題は、発生するCO₂による海洋の酸性化です。海の影響を受ける象徴的な生物として造礁珊瑚があげられ、このままでは40年後には地球上で生育に適する場所はなくなるといわれています。今、開発できる化石燃料を全部燃やすと海のCO₂の濃度が2000ppmという想像を絶する数値になると予測されていますが、ウニは600-700ppmになると危ないと言われており、2060年頃にはその数値になるのではと危惧されています。これらの対応として、CCSがトレードオフになると考えられますが、50年後ぐらいには、他のCCSの方法が実現され、例えば地球深部にいる微生物に

白山 義久

独立行政法人海洋研究開発機構
理事
京都大学 名誉教授



よってCO₂から化石燃料が作られ、それを利用できれば、これを地中で循環することによりCO₂の量は変わらないという状況が期待されます。

理科系技術者の育成と教育について

日本では有能な女性を社会が活かし切れていないと感じています。例えば国際会議では半数が女性であるのに対し、日本では審議会などでは多くても1/3程度に過ぎません。

教育面では、初等・中等教育が大事ですが、海に関してはほとんど取り上げられていないことが解決すべき問題として指摘されています。海の管轄領域は国土の11倍もあるにもかかわらず情報が不足しているのが現状であり、事故の懸念から実習に海の生物が扱われないなど様々な原因が考えられます。

若い技術者の育成面では、語学力と共に、研究成果をプレゼンできる技量など自分をアピールできる能力が求められていくことでしょう。また、日本での研究者への評価は、後ろ向きになる傾向がありますが、良いところを上手に伸ばしてやる気を出させ、その成果が挙げた時は高く評価するなどの風潮が望ましく、これが若い人を元気にするキーになるのではないかと考えています。

SECへの期待とアドバイス

SECについては、非常に多様なことに取り組んでいる印象を持っていますが、社会への情報発信が必要で、それにはMHのような中核になるプロジェクトが重要と考えます。科学技術は5年、10年で認識が変わり、技術の進歩は早く、それに対応するようなしなやかさもSECにも必要だと感じています。

歴代所長からのメッセージ

初代 幅広い技術力と英知を集結して

在任期間 平成3年～平成12年

石油センターは石油・天然ガス開発に伴う環境保全および安全確保のための機関として平成3年に設立され、社会のニーズに沿った事業を展開してきました。当初は石油鉱山保安対策を中心とした事業を実施していましたが、その後、地球規模の環境対策として注目されているCCS事業、国産のエネルギー資源として期待されているメタンハイドレート事業へと事業の幅を広げています。今までに携わってきた事業の幾つかは国のビッグプロジェクトへと発展しており、大変感慨深いものがあります。これも石油センター20年間に所属した皆様の活躍のお蔭と感謝する次第です。

石油センターの最大の特徴は、石油開発、エンジニアリング、土木建設を始めとする多種多様な分野の会員企業に支えられていることです。この石油センターの持ち味を生かし幅広い技術力と英知を集結して、他の集団ではできない総合的な事業推進で社会へ貢献する成果を持続的に出してください。環境と調和したエネルギー資源開発、温暖化対策等の地球環境保全に精力を傾け、活躍の場もグローバルに広げていくことを期待しています。



川崎地質(株)
特別顧問

山口 健

3代目 先見の明を持って

在任期間 平成18年～平成23年

設立20周年おめでとうございます。3代目の所長として本年6月まで5年間仕事をさせて頂きました。3代目所長に就任した年がSEC15周年の年であり退任した年に20周年を迎えるという巡り合わせでした。就任時はメタンハイドレート資源開発事業のフェーズ1の最盛期、CO₂地中貯留プロジェクトのモニタリング事業の最盛期であり、それらのフォローアップで大変勉強させて頂きました。更に就任早々に15周年特集号の編集を行うこととなり、巻頭の記念座談会の司会を務めることとなりました。座談会には田中彰一先生、METI鉱山保安課長、SEC運営会議の前、現委員長の大家、専門家をお迎えして実施することとなり、小職としては、SECの設立の経緯、15年間の活動の歴史など一から勉強をすることとなり、また座談会において色々なお話をお聞き出来た大変良い機会となりました。これが所長就任早々の小職にとっては大変実になり、SEC業務の全体像が早い時期に頭に入り、その後の活動を検討することにより大変役立ちました。その時にも感じておりましたが、SECはメタンハイドレート関係、CCS関係、ガスパイプライン関係などにおいてそれぞれがナショナルプロジェクトになる前から先導研究や技術調査で幅広い研究開発に着手しており、スムーズにナショナルプロジェクトへの参画が実現したことです。諸先輩方の先見の明には敬服をいたしました。また、ここ5年間は大きくSECを巡る環境が変化しました。公益法人制度が大きく変わり、当協会も本年4月には一般財団法人に移行し、国のプロジェクトはすべて公募制となり、財団法人として研究開発を担うことについては、かなり厳しい環境となりました。しかしながら、SECに蓄積されている調査研究に関する資産を考えれば、まだまだ活躍の場は多くあると思います。

SECは、今年20周年を迎えますが、会員各社、関係者の方々のご指導、ご支援の基に、色々な役割、貢献を果たさなければならないと思いますので、SECを中核にこの方面の調査研究が進められていくことを期待しております。



(株)ニュージェック
理事

入澤 博

2代目 SECらしさを發揮して

在任期間 平成13年～平成18年

SECが創設されて間もない平成5年夏に、私は3年余のドイツ勤務から帰任して、環境立地局鉱山課長に就任した。当時の鉱山課の業務の中心は休廃止金属鉱山の坑廃水処理対策や鉱山保安法の規則の整理などであったので、SECメンバーと親しく接する機会が少なかったと記憶している。

私が2度目の欧州勤務（オーストリア）を終えて、着任したのがENAAの常務理事で、SECとGEC両センター所長を兼務することになり、この年の秋にSEC10周年を迎えた。当時のSECは経産省のCCSプロジェクトに参加したばかりで、並行してMH21プロジェクトの立ち上げ準備という多忙な時期にあった。いずれのプロジェクトも、今や国家的な意義を持つ事業として展開されつつあり、SECが果たしてきた「縁の下」の貢献度も十分に評価されていると考えている。

今春にENAAが一般財団法人へ移行した契機に、SECとGECは従来の「附置機関」から内部機関へとポジションを変更したようだが、all Japanとも言える様々な業種の会員企業から構成されるENAAの持ち味・総合力を活かしつつ、「天然ガス黄金時代」とも言われるエネルギー新世紀において、SECが「SECらしさ」を發揮して、エンジニアリングというミッションの価値の一端を世の中に示していけることを、OBの一人として祈りたい。



日本鉱業協会
副会長兼専務理事

大関 眞一

現所長 誇りを持ち前向きに挑戦を

在任期間 平成23年～

SECは今年11月で満20年を迎えました。これまで社会のニーズに沿った事業展開をして多くの実績を出してきたのも20年間に所属した皆様の活躍と賛助会員皆様のご支援のお蔭と感謝しております。ありがとうございました。

さて、SECの最大の特色は、1つには諸先輩方が長年培った官学との太いパイプを生かし将来を見据えた事業企画をしていること、2つには石油開発、エンジニアリング、土木建設を始めとする多分野の会員企業の皆様に支えられていることです。現在の主力事業は、「海洋掘削事業」、「CO₂対策事業」、「メタンハイドレート開発事業」の3本柱であり、日本で開発推進できる最も力量あるトップランナーとして牽引しております。これからも先見性ある企画力と幅広い技術力とを集結して、社会貢献する成果を出していきたいと思えます。

一方ではSECを取り巻く社会環境も最近大きく変化しており、設立以来中核事業として推進して参りました受託事業がここ数年は思うように取れない状況となってきました。そこで本年度から今の時代に沿った事業を自ら提案し開拓する攻めの活動を進めております。実際には企画委員会の下に技術企画部会を新設し、「HSE」、「シビア・アクシデント・マネジメント」、「エネルギー基本計画見直し」関連の3つの分科会を立ち上げるまでに至りました。参加いただく賛助会員の皆様と共に政策提言やそこから開発課題を提案して受託事業取得を目指していく所存です。

21年目に向けてこれからも大きく羽ばたこうとしています。SEC設立時の想いや20年間に活躍された皆様の功績を大切に、私共はSECで業務をすることに誇りを持ち前向きに挑戦をして参ります。

今後も引き続き皆様のご指導とご支援の程を宜しくお願い申し上げます。



(一財)エンジニアリング協会
研究理事
石油開発環境安全センター所長

中村 直

石油センターの歩み

1 15周年までの歩み

石油開発環境安全センター(以下SEC)は石油・天然ガス開発に係る『保安の確保と環境保全』に関する情報収集・調査研究を推進する機関として、平成3年11月に(財)エンジニアリング振興協会の附置機関として設立された。

その後、海上プラットフォームの撤去に際しての「海洋環境影響調査」や「石油鉱山保安対策調査」の委託事業を皮切りに日本近海での大規模流出油事故を想定した「リアルタイム大規模流出油監視・予測・対応システムの開発」や「高粘度流出油回収技術調査」等を受託し、さらに「高圧ガスパイプラインの保安技術に関する調査研究」等へと展開し、その活動範囲を大きく広げてきた。(一覧表参照)

SECではこうした石油・天然ガス開発の「保安確保と環境保全」の技術開発推進のため、石油開発、重工、鉄鋼、電機、機器メーカー、総合建設等の各専門技術を有する多くの企業の参加のもとその総合的エンジニアリング力を駆使して、「石油・天然ガス開発に伴う安全確保・環境保全」問題に取り組む、社会と時代のニーズに沿ってその事業を展開してきた。

さらに、事業者の諸事情に応じた適切かつ確実な保安自主管理する制度が導入された改正鉱山保安法が施行され、改正法へのスムーズな移行と自主管理体制の構築のため、我が国の実情に適応した調査活動や指針の作成が更に必要となってきた。

諸外国においては中立的な公的研究機関(DNV、SINTEF、ASME等)が、権威のある存在に成長し、環境保全、安全確保の種々の指針作成、調査活動や新規技術開発等を積極的に取り組み、石油開発分野において不可欠な存在になっている。

一方、21世紀に入り、特に「地球規模での環境保護」と「エネルギーの安定供給」に対する要請が高まり、国際海洋法条約の批准により、自国の経済水域での資源利用、資源開発が大きく期待され、その遠隔地開発を含む資源開発の環境保全対策に対しても責任を負うことが義務付けられるようになってきた。

さらに、最近では我が国周辺海域に大量に存在する新規エネルギー資源(メタンハイドレート等)開発も注目をあび、その資源開発の進捗に沿って、その環境影響評価手法の確立が望まれている。

また、昨今の京都議定書の発効により、地球環境問題の解決は緊急かつ重要な課題となり、大気中への二酸化炭素排出削減の有効な手段としてのエネルギー資源開発技術の応用技術、特にSECで長年研究開発に取り組んできた「二酸化炭素地中貯留技術」が大きく脚光を浴びている。

このような状況の中、今後の我が国周辺でのエネルギー資源確保とその環境保全問題を解決するには、最新技術導入による体系的、定量的および客観的な環境影響評価の手法の早期確立がますます、重要とされてきている。

2 15周年以降の歩み

15年間の実績を踏まえ、最近のSECは、新規エネルギー資源開発、地球温暖化対策へと事業範囲を拡大している。(一覧表参照)

海洋石油開発と環境問題の分野

海洋掘採施設環境影響調査を実施した。海洋の石油及び天然ガスの生産を終えた坑井を廃止する場合、海洋掘採施設(プラットフォーム)そのものも撤去する必要がある。その撤去作業が周辺海域の環境に及ぼす影響について調査・評価を行い、海洋掘採施設の撤去時における鉱害防止のガイドラインの策定に向けた調査研究を行っている。

新規エネルギー資源開発の分野

メタンハイドレート開発促進事業に初年度フェーズ1(平成13年度)から参画しているが、現在は、商業化のための技術整備に向けた事業(フェーズ2)が推進中であり、環境影響予測モデルや環境モニタリング技術等の研究・手法の整備をSECが担当し、将来の海洋産出試験実施に資する取り組みをしている。

二酸化炭素地中貯留技術(CCS)の分野

平成12年度からのRITEプロジェクトに引き続き、平成20年度からはNEDOの火力発電所から貯留地点までのトータルシステムに関するフィージビリティ・スタディに参画し、二酸化炭素輸送システム概念設計のうちパイプライン輸送に関する検討を行った。また、CCSの実証事業に関して廃坑方法やブローアウト対策等に係る調査研究を実施している。

3 企画技術部会の設置

SECは発足以来国などが実施する調査研究を中心に受託し研究を行ってきたが、昨今、鉱山保安法の改正や公益法人改革など社会状況の変化に伴い、新たな事業モデルの策定が必要となってきた。

このような問題意識のもとで、賛助会員や関連機関からSECの課題やSECに期待していることをヒアリングし、何回かにわたって自由な意見交換を行った。この中で次の3点の方針が確認された。

- ①従来通りMETI等からの受託研究事業は今後も継続して一層積極的に推進する。
- ②今後は、新機軸・新分野を目指した研究テーマも探索する。
- ③SECの組織のあり方や業務の仕方について議論をする。

この過程で具体的なテーマを挙げてもらったところ、石油資源開発系の会員企業とエンジニアリング専業・重工メーカー・総合建設等から異なるニュアンスの要望が集まった。

石油資源開発系からは、HSEマネジメント、リスク・マネジメント、海洋生産設備に関する環境安全ガイドライン作成、改正鉱山保安法の下での鉱山保安技術者の育成などに関心が高いことがわかった。一方、その他の会員企業からは、対象を石油ガスに限定しなくてもよいのではないか、異業種を交えたプロジェクト・メーカーに期待する、政策提言を行うべき、産官学の意見交換の場がほしい、といった意見があった。これらを11項目のテーマ案に整理した。

このような準備を経て、平成23年度よりSEC企画委員会の下に企画技術部会を設置した。

会員各社より11テーマの中から関心のあるテーマを出して頂き、有志による活動を開始した。おりしも3月に発生した東日本大震災によって従来のエネルギー供給体系や安全・安心に関する基本認識を根本から見直す必要に迫られているのをふまえて、8月末の企画技術部会で、次の3つのテーマについて、分科会を設けて議論を開始している。

第Ⅰ分科会「石油開発およびHSE関連」

第Ⅱ分科会「福島第一原子力発電所事故からアクシデント・マネジメントを学ぶ」

第Ⅲ分科会「東日本大震災後の『エネルギー基本計画』の見直しに関連してSECで貢献できること」

このような活動を通して、SECは、今後とも、石油・天然ガス開発の環境安全に関する国内唯一の機関として、さまざまな技術を有する賛助会員の協力を得て、「安全」・「環境」と「エネルギー」をキーワードに広く社会に貢献していきたいと考えている。

SEC事業の分類

I 石油開発 環境保全の実現

II 海洋石油開発と 環境問題

III 天然ガス資源の 安定供給

IV 新規エネルギー 資源開発

V 地球温暖化対策

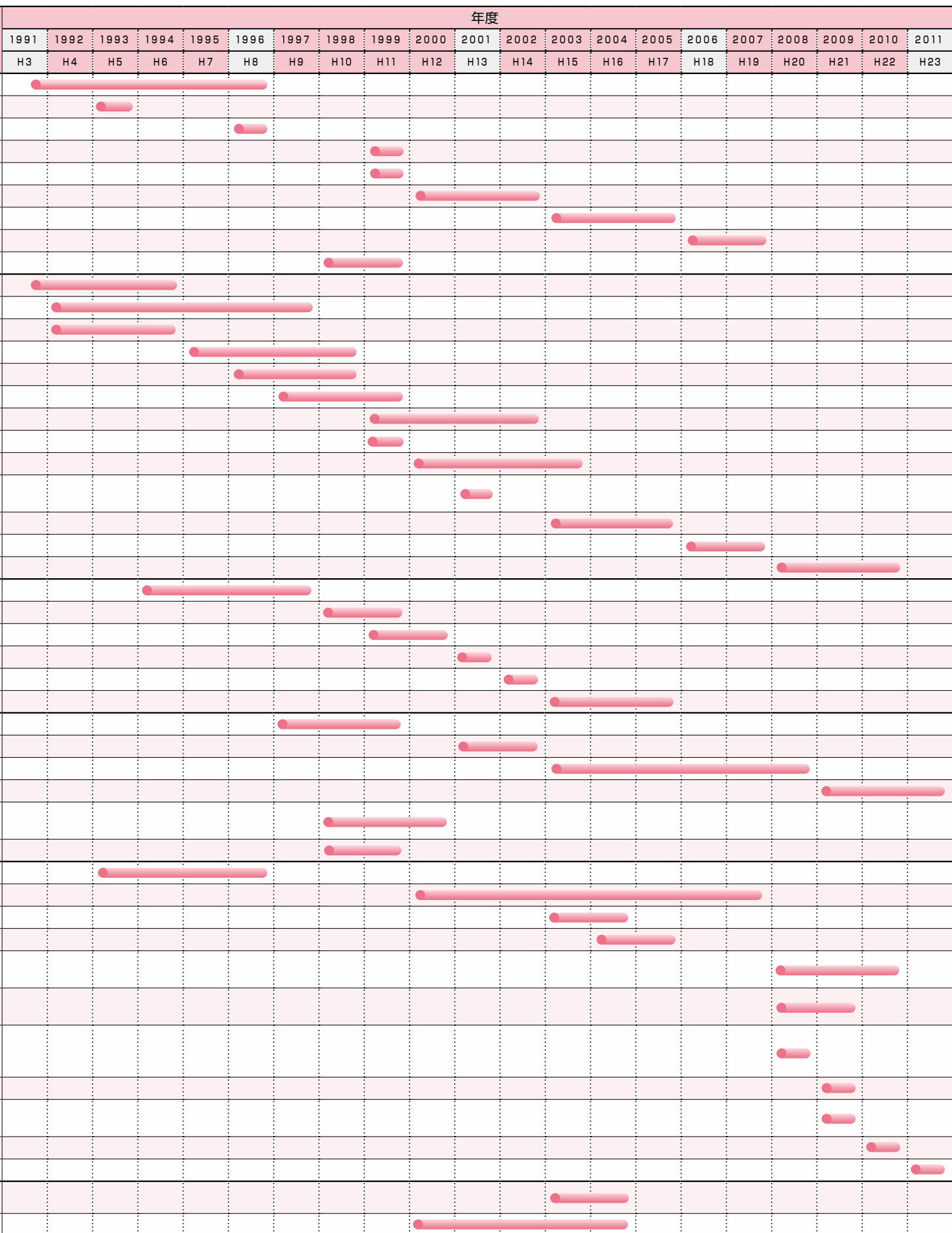
※ 詳しくは次のページの表をご覧ください。

石油センター事業の歩み

			事業名	委託元
I 石油開発 環境保全の実現	A 石油鉱山保安対策	1	石油鉱山保安対策調査(海洋石油開発エキスパートシステムの開発)	通商産業省
		2	掘削作業で生じる廃棄物の処理技術及び法規制の調査	石油公団
	B 廃止坑井	1	湯ノ台県鉱区鉱害防止調査事業	山形県八幡町
		2	休廃止鉱山技術調査	石油公団
		3	中国における海洋油ガス田廃山コストの調査	石油公団
		4	石油資源開発坑井封鎖技術調査	経済産業省
		5	廃止坑井位置確認等実証調査	経済産業省
		6	石油及び天然ガス鉱山坑井廃止基準調査	経済産業省
	C その他	1	災害情報検索システム	石油公団
II 海洋石油開発と 環境問題	D 海洋石油開発	1	海洋環境影響調査(プラットフォーム撤去に伴う環境調査)	通商産業省
		2	リアルタイム大規模流出油監視・予測システムに関する調査	通商産業省
		3	高粘度油回収機の研究開発	石油連盟
		4	海底仕上げ坑井保安技術調査	通商産業省
		5	海洋石油開発危機管理調査	通商産業省
		6	海洋掘削カッティングス等地下還元技術調査	通商産業省
		7	海洋石油開発における環境・安全プログラムに関する調査	経済産業省
		8	油濁防止対応調査	ICEP *1)
		9	海底石油生産装置適用化技術に関する調査	経済産業省
		10	地球深部探査船運用管理システムの構築 (石油掘削危機管理システムの実態調査)	JAMSTEC*2)
		11	海洋石油開発に係る海洋汚染影響調査	経済産業省
		12	海洋石油開発環境影響調査(遠隔海域石油開発環境安全調査)	経済産業省
		13	海洋掘採施設環境影響調査	経済産業省
III 天然ガス資源の 安定供給	E 天然ガスパイプライン 基準整備	1	ガスパイプラインの保安対策調査	石油公団
		2	天然ガス液体燃料化技術動向調査	石油公団
		3	天然ガス移送用パイプラインの建設、操業に係る規制、基準及び許認可手続き	石油公団
		4	パイプライン基準整備に関する調査	石油公団
		5	天然ガスパイプライン安全基準整備調査(天然ガスパイプライン技術基準調査)	日本ガス協会
		6	天然ガスパイプライン安全基準整備調査	経済産業省
IV 新規エネルギー 資源開発	F メタンハイドレート 資源開発(環境影響評価)	1	ガスハイドレート資源化技術先導研究開発・環境影響評価法の調査	NEDO *3)
		2	メタンハイドレート資源開発環境影響評価に関する研究	石油公団
		3	メタンハイドレート開発促進事業(環境影響評価に関する研究開発)	経済産業省
		4	メタンハイドレート開発時の環境影響評価手法最適化に関する一部委託業務	JOGMEC *4)
	G その他	1	ロシア連邦エベンギ自治管区における石油資源データの評価及び シベリア南部原油の総合開発と東アジアへの輸送可能性に関する調査	石油公団
		2	オイルシェール開発促進調査	石油公団
V 地球温暖化対策	H 二酸化炭素地中貯留 技術開発	1	CO ₂ 地中処分技術調査	CRIEPI *5)
		2	二酸化炭素地中貯留技術研究開発	RITE *6)
		3	国際プロジェクトとしての二酸化炭素隔離・輸送についての経済性調査	NEDO *3)
		4	石炭ガス化プロセスから回収されるCO ₂ の地下貯留システム検討	JCOAL *7)
		5	革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト CO ₂ 輸送システムの概念設計	NEDO *3)
		6	革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト 海外のCO ₂ 貯留層調査	RITE *6)
		7	国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト(IZEC) CO ₂ 輸送・貯留技術におけるサイト選定方法およびリスクアセスメント手法 に関する調査	RITE *6)
		8	米国におけるCCS (Carbon Capture & Storage) 活動状況調査	RITE *6)
		9	「CCS実証事業の安全な実施にあたって」に対応する検討のうち 廃坑方法の検討調査	JCCS *8)
		10	坑井改修時のブローアウト対策検討	JCCS *8)
		11	CCS規制及び技術基準に関する海外動向調査業務	JCCS *8)
その他	I 技術移転等	1	ベトナム国における海洋石油開発に係る 海域環境保全管理システムについての技術支援事業	ICEP *1)
		2	産油国政府担当者研修	JICA *9)



*1) ICEP : (財) 石油開発情報センター *2) JAMSTEC : (独) 海洋研究開発機構 *3) NEDO : (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 *4) JOGMEC : (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構



*5) CRIEPI : (財) 電力中央研究所 *6) RITE : (財) 地球環境産業技術研究機構 *7) JCOAL : (財) 石炭エネルギーセンター *8) JCCS : 日本CCS調査株式会社 *9) JICA : (独) 国際協力機構

海洋掘採施設の撤去による 海域環境への影響調査

はじめに

海洋での石油・天然ガスの生産を終えた海洋掘採施設（以下P/Fと記す）は、撤去する必要がある。近々撤去が予定され、福島県磐城沖の深い海域に設置された大型のP/Fの撤去に関して、①従来の考え方がそのまま適用できないことが予測されたことから、最新の国際動向を踏まえた調査を行い、その結果を国の有識者による審議会の検討材料にする、②世界的にもこの規模のP/Fの撤去事例がなかったため、当該P/Fをケーススタディとして、撤去作業が海域環境へ及ぼす影響について調査や評価を行い、その結果を撤去時の鉱害防止のガイドライン作りの基礎資料とするなどの理由のため、平成18年度から当センターが継続的に国から受託し調査を行っている。

調査の推移と成果

まず、①の撤去の考え方に関しては、平成18年度にP/Fの撤去に関する欧米の国際条約や法体系、最新技術などについて調査し、磐城沖P/Fと同等な施設が、北海に40基以上、米国に20基以上あること、また、撤去されるP/Fは原則、海底面下から完全に回収するべきとなっているが、作業の安全性や技術的実行の可能性などを考慮し、海底面上に一部を残すことの検討ができることなどが判明した。これらの結果を基に、国の有識者による審議会で検討して頂き、我が国でも新たな考え方に則りP/Fの一部を残すことの検討が可能となった。

次に、②のガイドライン作りの基礎資料に関しては、平成19年度に事前調査として、撤去に関する英国での事前評価事例や国内の環境影響評価法を参考に、評価の考え方やその項目などを整理し、平成20年度からは、P/Fの撤去作業が海域環境に及ぼす影響について検討するため、撤去前、撤去時の現地調査を行い、その結果を基に解析・評価を行っている。ただ、平成23年度に予定した撤去後調査は、東日本大震災などの影響で延期となった。

以下、平成20年度以降の調査結果や成果について触れると、20年度は、撤去前の海域環境を把握するために、流向、水質・底質及び生物などのデータを取得し、その中で、流向は南から南西向きの傾向が見られ、次年度以降の調査地点の決定や効率的な評価作業を行う上でも大いに参考になった。22年度は、実際行われた撤去作業に合わせて、21年度に策定した現地調査計画に則り、撤去直前、撤去中及び撤去直後の調査を行ったが、撤去直前、撤去直後の調査結果から、20年度調査と異なる結果が出た項目もあり、これらは最終年度の撤去後の調査データなどの情報を追加して、考察が必要と考えている。また、撤去中の調査として、パイル切断中の水中音響調査を行ったが、確認できたのは、船舶の推進機関音や位置保持用の水中音響機器系の音などで、パイル

切断中に発生する音は小さいと推察できたなど、実態を初めて明らかにできた。

なお、今後の調査では、撤去後の残留影響を確認する調査結果も参考に、P/F撤去に係る環境影響評価の総括として、磐城沖や過去の評価事例も含め、環境影響評価の評価項目、予測評価方法などの考え方をまとめる必要があると考えている。



水質試料採取状況と磐城沖海洋掘採施設

DWS（ダイヤモンドワイヤーソー）による
パイル切断中の写真

まとめ

現在、世界ではP/Fが大小6,000基以上あり、この内、磐城沖P/Fと同等な施設は、60基以上あるが、これまでの撤去事例は今回を含め、まだ2例のみである。今後、北海や米国などでの対応が注目されるが、今回新たな考え方に則り実施された撤去作業が、良き先例となることが期待される。

また、ガイドライン作りの基礎資料に関しては、今回の調査や過去の調査を通じたP/Fの撤去時における環境影響評価の枠組み及び環境保全の観点から留意事項をまとめることにより、ガイドライン策定時の有用な基礎資料になるものと考えられる。
(根田記)

メタンハイドレート開発促進事業 (環境影響評価に関する研究開発)

経緯

我が国は一次エネルギーの供給の大半を海外に依存しており、その供給は国際情勢に大きく左右され、長期的な安定供給は重要な国家的課題である。また、石油・石炭に比べ二酸化炭素排出量の少ない天然ガス等のクリーンエネルギーへのシフト要請が高まっている。

こうした中、我が国周辺海域に豊富に存在することが推定されているメタンハイドレートは非在来型の将来有望な国産のクリーンエネルギー資源の候補の1つとして大きな注目を集めている。

メタンハイドレート開発促進事業は、平成13年に経済産業省の「メタンハイドレート開発検討委員会」でとりまとめられた「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」に基づき、長期的国家エネルギー戦略として積極的に進められているものである。同計画は3つのフェーズで構成されており、段階的に研究開発を進めることになっている。(図1)

最近の主な事業紹介 (2/3)

フェーズ1

平成13年度からフェーズ1が開始され、平成14年に石油公団（現：(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構）、(独)産業技術総合研究所および当協会から構成されるメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)が設立された。フェーズ1のMH21は「資源量評価グループ」「生産手法開発グループ」「環境影響評価グループ」3つの研究グループで構成され、当協会は「環境影響評価グループ」として参画した。環境影響評価グループは、海域環境調査評価、地層変形予測技術、モニタリング技術、HSE調査の4つのサブグループから構成され、環境影響評価に関する基礎技術の確立を目指し、研究開発を行った。

フェーズ2

平成21年度からは、フェーズ2に移行し、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構と(独)産業技術総合研究所で新たなMH21を組織し、推進グループ、フィールド開発技術グループ、生産手法開発グループ、資源量評価グループが設置された。環境影響に関する研究については、推進グループの統括のもとMH21全体で研究開発が進められている。当協会はフェーズ2より(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構より環境影響に関する研究の一部を受注して継続実施している。

フェーズ2における環境影響に関する研究では、平成24年度と平成26年度に予定されているメタンハイドレート海洋産出試験を通じた環境影響評価手法の提示を目標の1つに設定している。フェーズ2において当協会では主に以下の研究開発に取り組んでいる。

- メタン等が海洋生物に与える影響を評価するための毒性試験の実施（図2）
- 海底面からメタンが漏洩した場合のメタン拡散予測モデルの構築（図3）
- 生産システムから生産処理水などが放出された場合の流体拡散予測モデルの構築
- 開発が海洋生態系に与える影響を予測するための生態系モデルの構築
- 環境データベースシステムの構築
- メタンハイドレート開発における環境影響に係る情報収集
- メタン漏洩検知センサーの最適化検討（フェーズ2で当協会は平成21、22年度のみ実施）
- 地層変形検知センサーの最適化検討（フェーズ2で当協会は平成21年度のみ実施）
- 環境有識者会議の運営管理

まとめ

いよいよ平成24年度の冬季には世界初となる海洋産出試験が東部南海トラフで実施される予定である。今後、当協会が研究開発している上記のツールなどを用いて、海洋産出試験が環境に対してどの程度の影響を及ぼす可能性があるのか、或いはどの程度の影響ならば許容できるのかを定量的に評価しなければならない。そして、最終のフェーズ3へと進み、環境保全に配慮した商業化に貢献したい。（平田記）



図1. メタンハイドレート開発計画（出典：メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム）

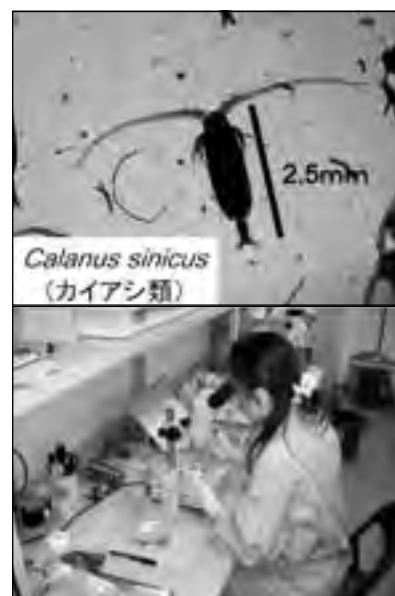


図2. 試験対象生物の例（上）と実験風景（下）

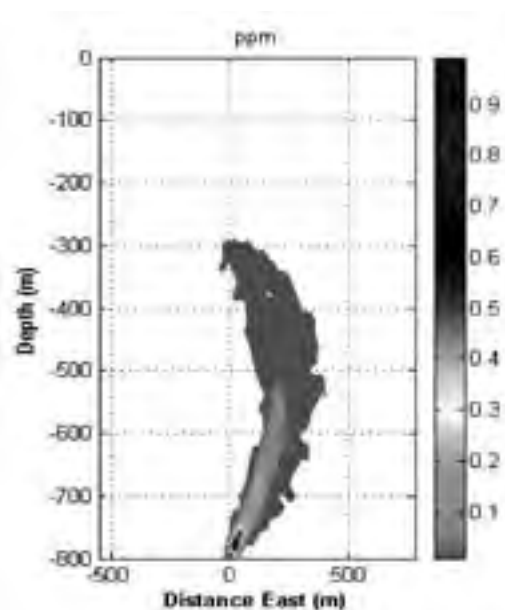


図3. メタン拡散予測モデルの解析例

II 二酸化炭素地中貯留技術 (CCS)

CCSへの取り組み

地球温暖化対策としての二酸化炭素分離回収・地中貯留 (CCS) に関してENAAは、早くも平成2年度から調査事業を開始し、平成5～8年度には「二酸化炭素地中処分調査」において先駆的な研究開発を行った。平成12年度からはRITE-ENAA分室として、1万t規模の二酸化炭素地中貯留実験 (岩野原実証試験) を実施するとともに、平成17年度以降、実用化に向けた全体イメージ策定を行った。

最近の事業

平成20年度より3箇年にわたりNEDO事業『革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト』を受託し、ゼロエミッション型石炭ガス化発電技術の実施可能性を検討することを目的として、石炭火力発電所から発生するCO₂を分離・回収・貯留するCCSのフィージビリティ・スタディを実施した。液化CO₂やCO₂ハイドレート船舶輸送に関連する検討をENAA海洋開発室がとりまとめ、パイプライン輸送の概念設計を当センターが担当した。この検討の概要を以下に紹介する。

パイプライン輸送の概念設計

火力発電所と海底貯留層の間の想定区間を対象として陸上および海底パイプラインのルート選定 (陸上部16.5km、海底部108km)、施工方法の検討、および、概略建設コスト算定を実施した。

二酸化炭素は常温では4～6MPaG前後に気液平衡線が存在することから、輸送中に液相・気相が混在することを避け、設計圧力として、4MPaG以下のガス相・低圧 (図1 ケース1)、及び、10MPaG前後の液相・高圧 (図2 ケース2) の2ケースを検討の対象とした。

検討の結果、商用規模 (約150万t-CO₂/年) のパイプライン管径としてケース1では600A (外径610.0mm、管厚11.1mm)、ケース2では300A (外径323.9mm、管厚12.7mm) を選定した。

一方、天然ガス・パイプラインにおいては気液二相流の事例が多いことから、CO₂についても気液二相流輸送の可能性を調査し、適用に適する条件と課題を整理した。

成果と実用化の見通し

本検討を通じて国内でCO₂輸送を行う際の技術要素のメニューが一通り準備できた。火力発電所から貯留層までのCO₂輸送を一貫システムとして設計し、輸送距離は異なるものの同じ量の二酸化炭素をパイプライン、液化CO₂船、および、CO₂ハイドレート船という3方式で輸送するケースを比較検討したことは画期的な成果であると自負している。

今後、コストダウンを達成するには、パイプライン輸送と船舶輸送を組み合わせ、複数の排出源と複数の貯留層を結ぶ輸送ネットワークを構築するなどして、CO₂貯留量の総量を大きくすることが必要と考えられる。

国内外のCCS技術動向

CCSは、地球温暖化問題対策の切り札として世界各国で積極的に推進されており、現在では100を超えるプロジェクトが実施されている。また、それと並行してCCSのための法規制、ガイドライン、およびマニュアル等も精力的に整備されている。

例えば輸送の分野では、2010年にノルウェーのDNVより陸上および海底のCO₂パイプラインに関する技術基準 (Recommended Practice DNV-RP-J202) が発行された。CO₂の物性、安全指針、概念設計、材料とパイプライン設計、建設、運転等について規定しているものである。

また、ISOがCCS全般に関する規格制定を開始することになり、2011年に各国に対して技術委員会への参加を呼び掛けている。

日本においても、日本CCS調査(株)や(財)地球環境産業技術研究機構を中心として、CCSに関する調査・研究・試験等が計画、実施されている。当センターはこれら組織からの依頼に基づいて、以下に示すCCSに関する動向調査を継続して実施している。

- 平成20年度 (米国FutureGenプロジェクト等)
- 平成21年度 (CCS坑井の廃坑方法、米国CSRプロジェクト等)
- 平成22年度 (CO₂ブローアウト対策、坑井に関する基準等)
- 平成23年度 (各国の法規制、CO₂貯留方法に関する基準等)

(古川、和田記)



図1
ケース1 (ガス相/低圧輸送) の
システム構成



図2
ケース2 (液相/高圧輸送) の
システム構成

新技術

応用地質株式会社

液状化ポテンシャルサウンディング (Piezo Drive Cone)

地盤の動的強度(液状化強度)について、原位試験(サウンディング試験)のみで室内土質試験を実施せずに液状化の評価を可能とした地盤調査技術です。(NETIS登録TH-100032-A)

従来の調査ボーリングと標準貫入試験、室内土質試験よりも安価に実施でき、地盤調査費用の削減や工程の短縮はもとより、複数のサウンディングの実施により液状化等の対策必要範囲を絞り込み、建設事業費全体の削減を図ることも可能となりました。この技術は打撃貫入時の地盤に発生する間隙水圧を測定することにより、地盤の貫入

抵抗値N値の評価だけでなく液状化判定に必要とされる地下水位、土質区分(細粒含有率FC)、の推定を行い、原位置で液状化強度を求めます。

地盤の地震時の挙動を評価する必要性のある、土木・建築構造物の耐震性に関する調査・設計・照査の基礎地盤調査に適用できます。



プロジェクト

国際石油開発帝石株式会社

イクシスLNGプロジェクト

西オーストラリア州キンバリー地区の沖合約200kmにあるWA-285-P鉱区において、1998年8月に探鉱権を取得、2000年3月より、試掘井、評価井等、合計8坑を掘削して、商業開発に十分なガス・コンデンセートの発見に至りました。現在は、2011年第4四半期の最終投資決定に向けて準備を進めており、2016年には生産開始を予定しております。

このプロジェクトでは、オーストラリア連邦政府および北部準州政府が策定したガイドラインに沿って環境への影響を数年にわたり調査・報告し、2011年6月までに両政府よりプロジェクト実施に対する承認を得ています。また、プロジェクトの推進にあたって、地域とのコ

ミュニケーションや先住民の方々との相互理解の構築は大変重要であり、その努力を重ねております。

アバディ LNG プロジェクト

インドネシア領アラフラ海域にあるマセラ鉱区では、1998年11月に100%権益を取得し、2000年の試掘第1号井でアバディガス田を発見しました。その後、計6坑の評価井を掘削して貯留層の広がりを確認し、評価スタディを実施した後、2008年9月、インドネシア政府へ開発計画を提出し、2010年12月に承認を得ました。また、2011年7月には、Shell社を戦略的パートナーとして迎えております。

このプロジェクトでは、世界でも新しい開発方式として期待されている“フローティ

ングLNG(洋上の浮体上で天然ガスを精製・液化・貯蔵・出荷する設備)方式”を採用する計画です。



上画像:イクシスLNGプロジェクト
下画像:アバディLNGプロジェクト

新技術

JFE エンジニアリング株式会社

ハイパーヘリオス: 世界初の画期的なタワー集光型太陽発電

タワーCPVは、ヘリオスタット(太陽追尾式ミラー)を用いて、太陽光を高さ20mのタワー上部に設置したレシーバー(二次集光機能付き多接合型太陽電池セル)に集光し、直接発電します。30基のヘリオスタットで行った実証試験では、集光倍率700倍、太陽電池モジュール(太陽電池セルを組み合わせたもの)1基で、最大26%の発電端効率を実現しました。従来型の太陽光発電システムと比較して、発電端効率は2倍以上となり、セルの単位面積当りでは、約1,400倍の発電量を得ることができます。

技術開発の要点は次のとおりです。

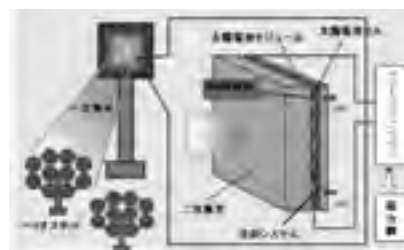
①高倍率集光技術

ヘリオスタット(一次集光)とレンズ構造のレシーバー(二次集光)の最適配置により、高集光倍率を確立しました。

②レシーバーの水冷式冷却技術

レシーバーに集光すると、太陽電池セルの温度が高温になるため、耐熱温度以下に抑える必要があります。当社は、製鉄で培った高炉炉体冷却技術を応用して独自の技術を確認しました。使用した冷却水は、温水として熱回収することができます。また、冷却水は循環使用するため、当設備は水の少ない地域でも設置可能となります。

右上画像:[参考]タワー集光型太陽光発電システム概念図
右下画像:[参考]タワー式集光設備とヘリオスタット
(横浜本社ソーラーパーク)



プロジェクト

新日鉄エンジニアリング株式会社

次世代省エネルギー建築システム実証事業

近い将来におけるゼロ・エネルギー・ビルの実現に向け、最先端の環境技術を備えた次世代型省エネルギービルを弊社戸畑事業所(北九州市)において建設いたしました。



航空写真



断面パース

主な特徴

I. 自然エネルギーの有効利用

「風の力」の利用……………自然換気

「太陽の光」の利用 (1) ……太陽光発電

「太陽の光」の利用 (2) ……自然光活用
(太陽光追尾装置)

II. 「大地の熱」の利用……地中熱ヒートポンプ (少水量対応方式(H22年度環境大臣賞受賞))

III. 省CO₂建築システムBEMSの構築 (注 Building Energy Management System)

<地中熱ヒートポンプシステム>

年間を通して温度変動の少ない地中への採放熱を行うことで空調機器の電力消費量を抑える最先端技術です。

当社独自の少水量対応方式の採用により、従来システムより約20%の省エネルギーが可能になります。

プロジェクト

石油資源開発株式会社

インドネシア共和国カンゲアン鉱区の テラン・ガス田開発について

当社関連会社であるカンゲアン エナジー インドネシア社 (Kangean Energy Indonesia Ltd.) は、当社、三菱商事株式会社及びPT Energi Mega Persada Tbk.の3社の共同事業としてカンゲアン鉱区の中核となるテラン・ガス田の開発作業を2010年1月から本格的に実施しています。

テラン・ガス田は、バリ島北方90kmの海域(水深90m)に位置し、テラン・シラスン・バトゥールの3つのガス田の集合体であるTSBガス田の一部でTSBガス田開発プロジェクトのPhase-1開発工事として、2012年3月から日産3億立方フィート(原油換算で日産5万バレル)

のガス生産開始を予定しています。

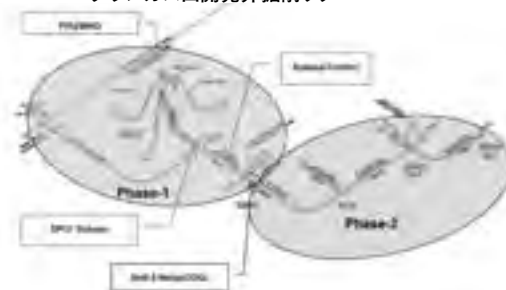
海底に設置した生産用坑口装置から、一旦海上のFPU(洋上生産施設)を経由して処理したガスは、近くの海底に設置されている東ジャワパイプラインへ接続・出荷し、東ジャワ州スラバヤ市近郊の国営電力会社や肥料工場などに販売されます。

このガス供給により東ジャワ地域でのガス不足状況が改善され、この地域の経済発展に貢献をするものとインドネシア政府などからも大きな期待をかけられています。

このテラン・ガス田の生産開始後は、引き続きTSBガス田のシラスンおよびバトゥール・ガス田を対象としたPhase-2開発工事に速やかに着手する計画で、更なるガスの安定供給を目指します。



テランガス田開発井掘削リグ



TSBガス田開発概念図(Phase-1 & Phase-2)

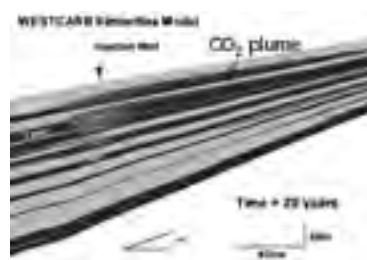
新技術

大成建設株式会社

大規模並列計算技術を用いた 二酸化炭素地中挙動シミュレーション

地球温暖化対策として注目される二酸化炭素回収・貯留技術(CCS)の実用化にあたり、地中貯留の経済性や安全性(貯留層性能や漏洩防止など)を正確に評価することが重要です。大成建設では、CO₂の地中挙動や漏洩・環境リスクを高精度で予測するツールとして大規模並列計算技術に着目し、我が国を代表する超並列型のベクトル計算機である地球シミュレータなどで1000個以上のCPUによる高速計算が可能な多相流体シミュレ

ションシステムを開発・実用化しました(文部科学省地球シミュレータ産業戦略利用プログラム、平成19年～23年度採択課題)。先日、これまでの一連の研究活動(海外の実証試験の予測解析への適用など)を評価していたが、平成22年度の地盤工学会賞(地盤環境賞)を受賞しました。今後は、CO₂の長期的安定性にかかわる複雑系・複合現象の予測や広域環境影響評価などに活用していきたいと考えています。



右上画像: 超並列スーパーコンピュータ 地球シミュレータ(1280 CPUs, 131 TFlops)
右下画像: 米国のCCS実証試験におけるCO₂地中挙動予測解析の例

新技術

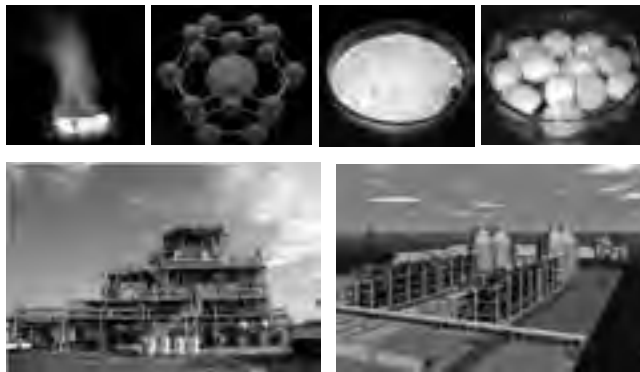
三井造船株式会社

天然ガスハイドレート(NGH)による 天然ガスサプライチェーン

包接水和物である NGH (Natural Gas Hydrate) は、常圧下マイナス 20℃のおだやかな温度で安定する特性を持つことから、マイナス 162℃の極低温が要求される LNG 輸送に比べ、安価で安全な天然ガスの輸送手段として期待されている。三井造船では、経済的理由から未開発の中小ガス田天然開発・市場への輸送手段として、NGH 製造・貯蔵・輸送船・ガス化を含む NGH サプライチェーン技術開発および事業開発を推進している。三井造船は 2001 年より要素技術の開発、Process Development Unit (PDU)、Bench Scale Unit (BSU) の建設、

2006 年よりは、5 年間に亘り、日産 5 トンの NGH 実証プラントの建設・運転・輸送・ガス化実証を行い、実用化に向けた技術蓄

積を続けてきた。今後一層の大型化技術開発を加速し、世界の天然ガス供給マーケットに貢献していきたい。



NGH の構造・形状 (左より、NGH 燃焼状況、NGH 分子構造、NGH パウダー、NGH ペレット)

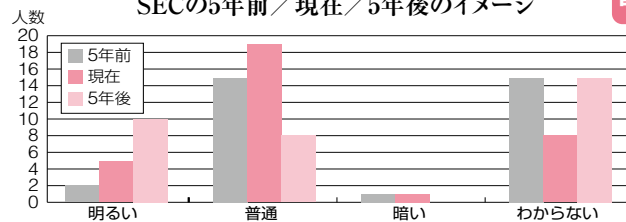
日産 5 トン NGH 実証プラント (中国電力柳井発電所構内)
日産 24,000 トン NGH 商業プラント (イメージ図)

アンケートから見る SEC への期待

今回の特集号を編集するにあたり本文 (座談会頁) に掲載されなかった「SECの5年前／現在／5年後のイメージ」についての集計結果および主なコメントを紹介致します (右記「アンケート番外編」を参照)。このアンケート結果を見ますと、SECと接することが少なく「わからない」と回答している方もいらっしゃいますが、概して「明るい」との回答が増加傾向にあります。外へ向けた活発な発信を期待されているものと感じ、SECの立場の重要性を認識いたしました。

お忙しい中、SEC20周年記念アンケートへご協力頂き、誠にありがとうございました。

SECの5年前／現在／5年後のイメージ



〈主なコメント〉

- エネルギー関連業界を代表する公的なセクターのひとつとして、政策決定等に影響力を発揮してきた。
- 石油業界のみならず、資源全般・海洋開発など裾野が広がってきている。今後はクリーンエネルギー需要が高まると予想されるため、SECの事業はより重要になる。

アンケート
番外編

編集後記

ENAA Engineering 2011
No.129

本誌特集号の座談会・インタビューを通して、「エネルギーと環境」に対する社会での問題意識が高まり、昨年までと大きく変化してきていると感じました。

また、「エネルギーと環境」は地球規模のテーマであり単独での取り組みは困難であることから、総合的エンジニアリング力を駆使して取り組むことのできる ENAA / SEC のような機関が大切であるとの声も広く頂戴し、SEC がまとめ役となって課題に挑戦できるよう努力せねばならないと痛感致しました。

今後も SEC は「安全・安心」「環境」「エネルギー」をキーワードに、様々な方面からのご協力を戴きながら、20 年後の日本を明るい未来とするために社会へ貢献する事業を牽引していきたいと考えています。

そして、20 年後に本誌を手に「エネルギーと環境」について再度語り合ってもらえれば、編集に携わりました一人として大変嬉しく思います。

最後になりますが、SEC20 周年記念事業にご協力頂きました関係各位の皆様、並びに会員の皆様に深く感謝を申し上げますとともに、今後とも一層のご指導、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

(石油開発環境安全センター 松田任子)

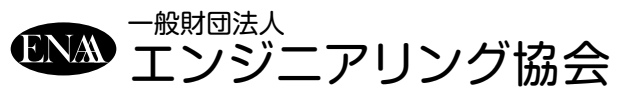
【広報部会「広報誌編集分科会」】

分科会長：岸本 健夫 (千代田化工建設)
委員：浅川 時生 (IHI)
坂田 文彦 (荏原製作所)
栗原 昌司 (大林組)
斎藤 俊哉 (鹿島建設)
広常 雅也 (JFE エンジニアリング)
古賀 敏博 (石油資源開発)
大久保 澄 (大成建設)
川腰 浩文 (東洋エンジニアリング)
笠原 文東 (日揮)
河野 浩一 (三菱重工業)

事務局：小倉 三枝子

発行：一般財団法人エンジニアリング協会
〒105-0003
東京都港区西新橋一丁目4番6号
TEL. 03-3502-4441 FAX. 03-3502-5500
http://www.enaa.or.jp/

制作：東洋美術印刷株式会社



一般財団法人

エンジニアリング協会

Engineering Advancement Association of Japan (ENAA)

105-0003 東京都港区西新橋1-4-6

TEL 03-3502-4441

FAX 03-3502-5500

<http://www.ena.or.jp>

