

## 2. 海洋温度差発電の研究にふれて

福 宮 健 司 (佐賀大学大学院)

### 1. はじめに

佐賀県伊万里市にある、佐賀大学理工学部附属海洋温度差エネルギー実験施設(通称: OTECセンター)は、最近の自然エネルギーに対する期待の高まりと共に、脚光を浴びています。

私が、佐賀大学で海洋温度差発電の研究に携わるようになって、もう2年になろうとしています。会社員として働きながら、大学院の学生としても研究に関わることの出来る、恵まれた環境で貴重な経験をさせてもらっています。今回は、佐賀大学で行われている独創的な研究の一端と、実験の雰囲気を紹介させていただきます。

伊万里市は佐賀県の北西部に広がる歴史の古い街です。254.94km<sup>2</sup>の面積に、人口約60,000人、訪れると意外にも静かな街並みと緑の多さに、この町に住む人々の平穏な生活を垣間見ることができます。

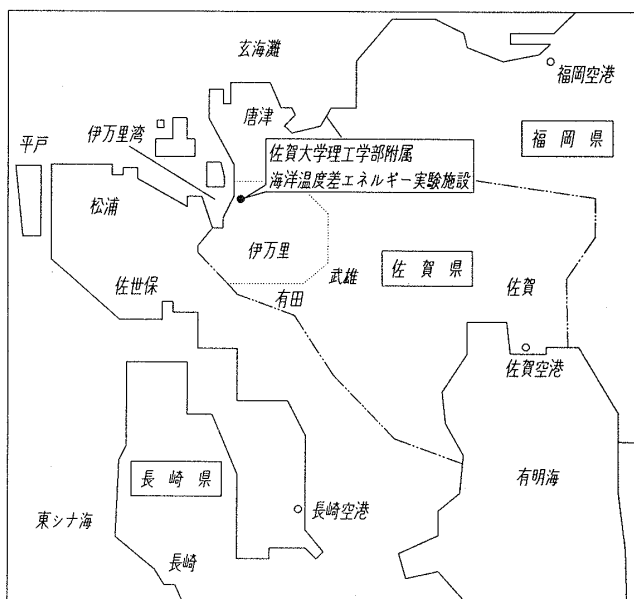


写真1 佐賀県と伊万里市

伊万里市が歴史の表舞台に表れたのは、17世紀の磁器の積出港としてでしょう。伊万里湾から船積みされた有田焼は、東インド会社を經由し「IMARI」の呼び名とともに、ヨーロッパの貴族の間で瞬く間に大流行しました。

江戸末期から明治初期にかけ、佐賀県(鍋島藩)は近代日本の科学技術の進展に大きな影響を与える役割を果たしてきました。カノン砲や反射炉の製造が可能であったのも、佐賀で育まれた技術的背景が、どれくらい独創的であったかを、物語る指標だといえるでしょう。その背景のひとつが、磁器製造の歴史であったりしたのです。今なお輝き続ける工芸品としての魅力と、それらを生み出した佐賀の人々の気風は、現代においても独特の個性に裏付けられた発想の源になっているようです。

佐賀の独創的な技術であり、世界に誇ることのできる海洋温度差発電技術は、このような風土から誕生しました。

### 2. 海洋温度差エネルギー実験施設

海洋温度差発電は一般に OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) と呼ばれ、海の表層にある温海水と、太陽光の届かない深層にある冷海水の温度差を利用して発電するシステムです。今から120年前にフランスのダルソンバールが考案したシステムで、その後多くの研究者が実用化を試みています。日本では第一次オイルショックを契機に本格的な研究が行われるようになりました。

佐賀大学理工学部附属海洋温度差エネルギー実験施設は、そんな時代背景のもと、今から21年前に佐賀市内にある大学のキャンパスを飛び出し、日本で最初の温度差発電実証プラントとしての活動を始めました。理工学部の上原春男教授を中心として、小さな実験装置からスタートしました。年々、大規

模な発電プラントを作り出し、それまで考えられなかったようなプラントの高性能化を実現してきました。世界中の人々が注目している、高効率発電システムのウエハラサイクルも、その過程で生まれたのです。若き日の上原先生と研究者の皆さんの情熱が、当初、無謀とまで言われた OTEC 研究の推進力となったのでしょう。

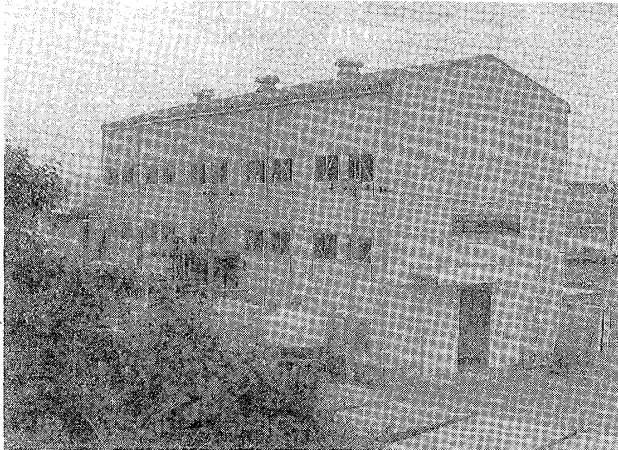


写真2 伊万里実験施設全景

写真2は、現在の実験施設の全景です。1980年に開設されて以来、何度か改修や実験装置の入れ替えを行い、施設内には、①海洋温度差発電実験プラント、②温泉水温度差発電実験プラント、③アンモニア冷凍機、④淡水化装置、⑤オゾンを用いた防汚実験装置が設置されています。どの装置もオリジナリティーに富み、ここでしか得ることの出来ないデータが収集可能です。

学生たちは、学部の4年生になると大学から60kmはなれたこの実験施設に通うようになります。片道1時間30分はかかる、少しばかり長い道のりさえ我慢してしまえば、これらの実験装置を使って貴重な体験をすることが出来ます。

私は、数人の学生に、なぜこの研究室を選んだのか何度か聞いたことがあります。すると、ほとんどの学生の回答は、「自然エネルギーに興味があったから」、「他の大学には無い個性的な研究だから」というものでした。上原研究室では、システムの最適設計という非常に難しいテーマにも取り組んでいます。各テーマ全体にその思想は浸透しているのですが、基礎研究よりも何をしているのか理解しやすかった、というのも正解かも知れません。これはエンジニアの卵にとっては、非常に重要なことのように

数パターンある動機の中でも筋金入りは、「高校

生の時にテレビでOTECについて語る上原先生を見て、興味を持ったため佐賀大学しか受験しなかった」というものです。OTECにこれほど愛着を持った学生が入学してくる、上原研究室も幸せですが、偶然テレビでOTECを知った、という学生もまた幸運だといえるでしょう。実は、上原先生の片腕として活躍されている、池上助教授もその一人だったのです。そんな運命とともに研究室の扉を叩いた学生も、それほどでもない人も、ほどなくOTECの研究にどっぷり浸かってゆくことになるのです。

### 3. 実験を通して得られるもの

前述したように、実験施設内には5つのテーマ別装置があり、各テーマごとに学部生、大学院生を合わせて4~5人が担当となって研究を進めて行きます。グループ内では大学院生がリーダーとして実験の指揮を取ります。施設には文部技官が1名、研究支援推進員が2名常駐し、学生達の実験の補助と安全対策を担当しています。

一回の実験で2~3泊、長ければ1週間はここで生活することになります。ここへ来る前に先生方から実験のポイントをよくレクチャーされている為、学生達は手際よく実験準備をすすめ、データの収集を行います。もちろんこれは何も問題が無い、理想的な実験の姿です。実際には機器の調整や修理など、実験の準備に8割、データどりに2割といったところでしょうか。他の研究者の皆さんも大体こんなところではないかと思えます。やっとの思いで集めたデータが全く使い物にならなかったなどということも、世間一般の事情と同様に、良くあることです。ところが、そんな失敗もここでは少し事情が違うの

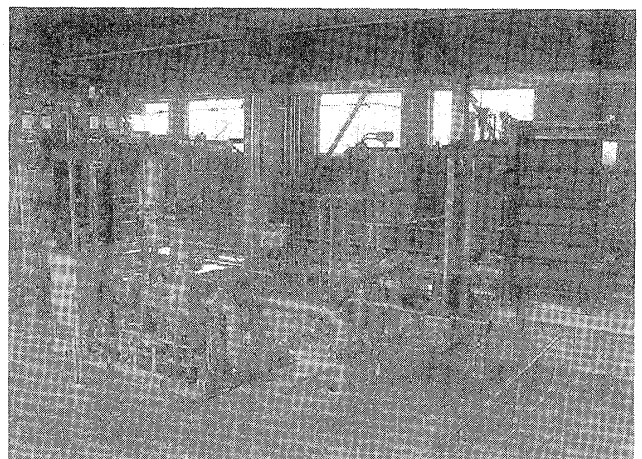


写真3 温泉水温度差発電装置 (STEC)

です。

写真3は実験施設の中でも最も新しい装置の一つ、温泉水温度差発電装置(通称:STEC)です。写真中央には、世界中でここだけしかない“アンモニア+水”蒸気専用のタービンがあります。そのタービンを中心に右手に凝縮器、タービン奥に蒸発器が据え付けられています。この装置は80℃、100t/hrの温水熱源から、50kWの出力を取り出すことが出来ます。

まず、実験装置の規模が非常に大きいことが挙げられます。装置が大きい、機器の点数が多いということはそれだけ確認項目が多くなり、準備に時間がかかることとなります。重い機器を運搬する為、天井クレーンの操作は有資格者が行いますが、安全に対する配慮やコミュニケーションは、共同作業には不可欠の要素です。

次に、作動流体としてアンモニアを使用しているということです。ただのアンモニアではなく、アンモニアと水を適当な割合で混合しその物性を最大限に活用しようとしているのです。アンモニアというのは毒性があり、可燃性物質ということになっています。しかし、アンモニアはその独特の臭いから、少量でも漏れ始めたらすぐに異常を認識することが出来るのです。だからといって安心はしてられません、STECプラントの場合には配管の総延長は150mあり、フランジジョイント部が200ヶ所、計測機器は100点以上になります。この配管部分と機器自体のどこからもアンモニアが漏れてはいけませんが、完全に管理するのが難しいのです。実験準備は、配管不良のチェックから始めます。手取り早い手段としては、人間の嗅覚に頼る方法があります。この時ばかりはアンモニアの強烈な臭いが役に立ちます。ところがこの方法では、人間の嗅覚の限界を知ることにもなるのです。強いアンモニアの臭いを嗅いでしまった後は、微弱な臭気を感じなくなってしまいます。学生たちが頭をつき合わせ、臭う臭わないの議論が始まる前に、リトマス紙の準備をしておかなければなりません。一度漏れの無いことを確認した配管も、時間の経過と共に不良が生じてしまうことがあります。アンモニアの配管内では、高圧の流体が膨張・収縮を繰り返しているのです。油断していると、フランジ部分のボルトの伸び、パッキンの劣化、不良溶接部分の腐食、配管母材の粒界腐食、等々が自分達の身を危険に晒すことになるということを学生達は学んでゆくのです。

危険物を扱う場合には、安全を重視し失敗は許されません。しかし、最善を尽した実験の結果に失敗はないのです。おかしな表現方法ですが、こんなエピソードもあります。ある特殊な条件下でのテーマを与えられた私達は、数日掛かりで思いどおりにならない実験結果と格闘していました。私達は、挙動の安定した、きれいなデータの収集を目標としていました。ところがいくら工夫をしても、今までの経験をもとに対処しても、全くこちらの意図とは違った乱れた挙動しか確認できませんでした。これ以上の実験継続は無理と判断し、重い気分の上原先生の研究室へ事情説明をしに行くことにしました。きっと先生は落胆されるだろうと、予想しつつ言いくい実験失敗の報告をはじめました。最初は「ふん、ふん」と普通に報告を聞いてくださっていた先生の表情が、次第に変わってきました。いつ怒られるかとハラハラしながら報告を続ける私に、追い討ちをかけるように「そんなに滅茶苦茶に乱れたのか!」と確認されたのでした。思わず「申し訳ありませんでした、もう一度実験をやりなおします」と謝る私のもとに、先生が立ち上がり近づくと、満面の笑みで「良くやった、予想通りだ!」と喜びながら握手を求められました。その時、私には全く事情が判らずに、啞然として先生と握手をしていました。しばらく今回の実験結果を絶賛された先生は、「これは面白い」と喜びながら研究室を出ていかれてしまいました。一人研究室に取り残された私は、まだ訳がわからず茫然としていたのですが、だんだん状況が理解できてきました。上原先生は、実験が失敗した場合のデータは、こんな乱れ方をするともう既に予想されていたのではないかと。それを承知で、黙って我々に悪戦苦闘の経験をさせてくれたのではなからうか?我に返った頃には、そう確信していました。そんな私の直感もあながち的外れではなかったようで、今では私の重要な研究課題となっています。

これも立派な実験施設のおかげだと感じています。また、正確な知識の有無からこれほどまでに違った解釈の仕方がある、という好例といえるのではないのでしょうか。

閉鎖された配管の中で、限られた物質が予想だにしない挙動を起こす。おそらくその挙動に逆らうことは出来ないでしょう。しかし、知識を正確に蓄積し、冷静に判断する力を身につければ、複雑な現象と対等に勝負することが出来る。あまりにも単純

でしょうか？ いや、人間も自然の一部であり、身の回りの問題を解決するための糸口が、この姿勢のなかにある、と素直に解釈すべきではないでしょうか。

#### 4. おわりに

以上のように、OTEC実験施設は海洋温度差発電を研究する装置としてだけでなく、これから社会へ巣立って行く若者達に貴重な体験を提供する場ともなっているのです。変幻自在に姿を変えてしまうプラントの特性に触れると、自然界の物理現象が、人間の行動や社会の変革と、どのような相関関係を持っているか教えてくれているような気がします。単に教育機関としての役割、研究所としての成果だけで評価されるような質のものでなく、自然現象とのキャッチボールの中で、理解できてくる物事の重要性を説いてくれているような気さえしてくるのです。その題材が、人類の未来を担うエネルギー技術だとしたら、こんなに面白い仕事、他に見つけることは出来ないかもしれません。

この施設からは、貴重な体験を通して社会へ羽ば

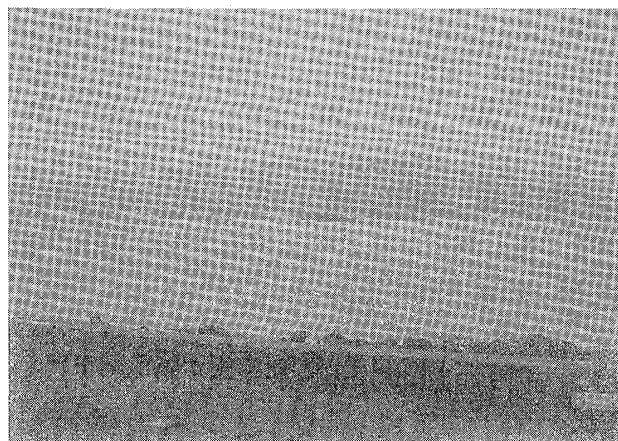


写真4 実験施設から見た伊万里湾

たいて行く若者が今日も育っています。そしていま、OTECも佐賀だけの技術でなく、世界へ羽ばたこうとしているのです。

#### 参 考 文 献

- 1) 上原春男他：“海洋エネルギー利用技術”，森北出版(1996)