

5.7.5 安全対策

爆発・火災などの災害を起こし、又有害、有害で人の健康を害したり、環境を汚染するおそれのある薬品・高圧ガス・放射線・X線ならびに火災・研究センターの廃ガス・廃液等について、安全対策を確立しておく必要がある。

第 6 章 技 術 移 転

第6章 技術移転

6.1 背景

SWCC研究センターの研究活動は、SWCC本部のアザズ研究局長を責任者とし、博士号の資格を有する外人研究員と経験の浅いサウディ人研究員（経験年数3～5年）とで実施されている。本章では、このサウディ人研究員を対象に技術移転の実施方法と実施結果についてまとめる。

6.2 サウディ人研究員の現状

研究活動はインド、アメリカ、カナダ等の国籍をもった外人研究員が中心となり、伝熱、化学分析、腐食部門などにおいて進められており、その成果は関係学会にも若干発表されているが、サウディ人研究員の大半はこれらの研究において補助的な研究活動を担いながら経験を積んでいる段階にある。

したがって、サウディ人研究員は下記の項目について未熟な部分を感じられる。

- (1) 文献調査能力、とくに情報データベースによる検索技術に関する能力
- (2) 研究実行計画を立案する能力
- (3) 実験計画を立案する能力
- (4) 実験技術の習得および独力での開発能力
- (5) 実験データの解析能力
- (6) 報告書の作成能力

6.3 実施方法

以上のような研究活動の現状から、JICAチームは下記の方法を採用した。

- (1) 文献検索能力向上のための検索技術に関する研修会の開催と検索技術の実習
- (2) 研究実行計画立案能力向上のための関連文献の調査と関連専門分野の基本概念的講義及び実行計画の共同検討
- (3) 実験計画立案能力の向上のための実験計画の共同検討と関連実験技術の紹介

- (4) 実験技術向上のための共同作業
- (5) 実験データ解析能力向上のための共同作業
- (6) 報告書作成技術向上のための報告書の添削

6.4 実施結果

- (1) 文献検索に関する講習会を開催して、情報データベースによる文献検索の有効性と重要性を認識させた。完成した報告書はサウデイ人研究員に対しては、今後研究を実施する過程において価値ある指導書となり、また外人研究員に対しては最近の海水淡水化技術に関するまとまった技術情報がSWCCにはなかったので、価値ある参考書となり、今後の研究計画立案、研究課題の発掘に有用であると判断される。
- (2) 研究実行計画立案については、多少の助言があれば、ある程度できるようになったと判断される。担当テーマに関し、新しい研究課題を提言してくる研究員が現れたが、これもこの研修の成果と認められる。
- (3) 実験計画を立案する能力については、検討会の実施により、基本的な手法については身についたものと判断される。
- (4) 実験技術については、共同作業により、若干の助言で信頼できるデータを取得できるようになった。
- (5) 実験データ解析能力についても、共同作業により、若干の助言でその目的に沿った解析ができるようになった。
- (6) 報告書作成における報告書作成技術向上の目的で報告書の一部を独自で作成させ添削を実施した。初歩的な段階についてはマスターしているが、さらに進んだ結果の考察能力については、経験不足であることが判明した。従って、この点に重点をおいて、基礎的な考え方を理解させることに努めた結果、若干の助言で、一応の報告書が作成できるようになった。

以上、(1)～(6)に述べた項目はいずれも多くの経験を経て身に付く技術であり、今回のように短期間の研究協力では不十分であることは言うまでもない。

したがって、今後今回の技術移転内容を参考にして、SWCCにおいてサウディ人研究員に対する意図的かつ継続的な教育カリキュラムの作成とその推進が望ましい。

6.5 各テーマ毎の具体的技術移転内容

ここでは、個別の技術特有の移転技術を中心に別添資料6.1にまとめる。

各テーマ毎の具体的技術移転内容

1. 実験研究

(1) M-1 スケール防止法に関する室内実験

- ・ 移転前：スケール抑制剤の効果を基礎実験で評価する基本的考え方が定まっておらず、その実験方法についても知見がなかった。
- ・ 手 法：Mアルカリ度の変化でスケール防止効果を評価する方法を理解させ、実験方法を説明した。
- ・ 移転後：Mアルカリ度の変化によって、スケールの発生量を推算するという基礎実験のやり方を習得した。

(2) M-4 多段フラッシュ法プラントの熱放棄部における海水淡水化中の分散油の分析実験

- ・ 移転前：油混入海水を源海水としたMSFの生産水に油が移行する現象について実験室での実験手法が確立されていなかった。同時に化学工学的センスによる解析能力が不十分であった。
- ・ 手 法：MSFの生産水への油の移行現象を実験室でシュミレートする方法を説明し、油汚染海水を用いて実験を行えば、生産水への油混入が予測できることを理解させるとともに、化学工学的実験手法を説明した。
- ・ 移転後：MSFの生産水への油の移行現象を実験室でシュミレートする基本的考え方を習得し、同時に化学工学的センスを加味して実験・解析する能力が芽生えた。

(3) R-2 海水の前処理実験

- ・ 移転前：海水中の油分を凝集・ろ過により分離する方法については、知見がなかった。またジャーテスターによる凝集剤の評価についてもこれまで実施されていなかった。

- ・手 法：各種凝集剤による凝集ろ過実験、ジャーテスターによる凝集剤の効果実験をSWCCと共同で実施した。
- ・移転後：海水中の油分が塩化第二鉄による凝集ろ過法で除去するという実験手法を習得するとともに、油滴径の測定法、凝集剤の効果を評価する実験手法を習得した。

(4) R-6 ハイブリッド型逆浸透法における膜の選定実験

- ・移転前：平膜試験装置の使用実績がなく、したがって、膜の評価方法が確立されていなかった。
- ・手 法：平膜試験装置の整備と運転およびデータ解析を共同で実施した。
- ・移転後：今まで運転されたことのなかった平膜試験装置について、運転上の問題点を解決して、その運転方法を習得した。

2. 調査研究

(1) M-2 数種類の材料の腐食傾向に関する研究

M-3 腐食測定器による腐食に関する研究

- ・移転前：MSF構成材料の腐食およびその試験法に関する総合的調査資料がなく、効果的で、合理的な研究が遂行できない状況にあった。
- ・手 法：DIALOG, JOIS 等によるデータベースを用いた文献検索手法を用いて、総合的な調査資料を作成した。
- ・移転後：サウディ人研究員に対しては、今後研究を実施する過程において価値ある指導書となり、また、外人研究員に対しては、最近の当該資料に関するまとまった技術情報が整備されていなかった。しかし、本研究の実施によって今後の研究計画立案、研究課題発掘のための有益な技術情報となった。

(2) R-1 逆浸透法における殺菌法に関する研究

R-3 膜洗浄排水の処理に関する研究

R - 4 膜の選定に関する研究

R - 5 汚れた膜の化学洗浄に関する研究

R - 7 逆浸透法による化学分析の標準化に関する研究

- ・ 移転前：原海水の殺菌法、膜の洗浄水の処理、膜の選定、汚れた膜の化学洗浄、逆浸透法における化学分析については、これまで総合的調査資料がなく、効果的で、合理的な研究が遂行できない状況にあった。
- ・ 手 法：DIALOG、JOIS 等によるデータベースを用いた文献検索結果、特許、SWCC独自の資料、各種法規等を調査・整理して、総合的な調査資料を作成した。
- ・ 移転後：M - 2、M - 3 と同じ

3. 情報検索

- ・ 移転前：現在まで、DIALOG、STN、JOIS 等のオンライン文献検索システムが整備されていなく、またデータベースに関する知識もなかった。
- ・ 手 法：文献検索に関する研修会を開催して、データベースの概要、キーワードの選定方法、検索方法について研修した。
- ・ 移転後：日 - サ 研究員間で選定したキーワードおよび検索式によって得られたアウトプットを共同で解析することにより、データベースの使い方を習得した。さらにデータベースの一種であるNRS について、SWCCからリアドにあるデータベースに始めてアクセスし、検索の実施が可能になった。

第 7 章 結 語

第7章 まとめ

本プロジェクトで得られた成果の要点を蒸発法、逆浸透法及び研究センターの運営指針策定のテーマごとにまとめると、次の通りである。

7.1 蒸発法

M-1 (スケール防止に関する室内実験)

- (1) スケール抑制剤に対する油分の影響については文献調査の結果、まだ研究が行われていないことが判明した。
- (2) そこで、本プロジェクトで、基礎実験を行ったところ、海水中の油分がスケール抑制効果を減殺することが分かった。
- (3) 今後、本研究をテストプラントで行うには、使用済み油汚染海水の処理などの問題があるので、必要性を慎重に検討する必要がある。

M-2 (数種類の材料の腐食傾向に関する研究)

- (1) MSFプラントに使用される金属材料(銅合金、チタン及びチタン合金、アルミニウム合金及びステンレス鋼)及び非金属材料の腐食性についてまとめた。
- (2) 上記の調査結果に基づき、今後行うべき技術開発課題について提言を行った。

M-3 (腐食測定機による腐食に関する研究)

- (1) MSF用プラントの金属材料の腐食測定機に関し、実験室レベルの試験設備、モニタリング試験設備及び実機レベルの試験設備を紹介した。
- (2) 金属材料の評価試験を行う際の設備及び方法について提案した。

M-4 (多段フラッシュ法プラントの熱放棄部における海水淡水化中の分散油の分析実験)

- (1) 文献調査の結果、油汚染海水を原料海水にした場合の油分の挙動及び分析法については、情報が充分でないことが判明した。
- (2) 原油の流出事故による油汚染を想定し、生産淡水に混入する油分の挙動

について推定するため、実験室で油分を含む海水の蒸発試験を行うと同時に、油分の分析法について検討した。

- (3) その結果、生産淡水への油分移行量は、脱気塔で最も多く、次いで高温段から低温段にかけて順次少なくなることが分かった。また、油分の分析法としては、質量ガスクロマトグラフ法及び赤外法が適していることが判明した。
- (4) これらの結果を確認するためには、さらに実際の環境条件を模擬したテストプランによる実験が必要である。

7. 2 逆浸透法

R-1 (逆浸透における殺菌法に関する研究)

- (1) 塩素ガス法が主流であるが、原海水の有機汚染などのため、最良の方法とはいえない。
- (2) 新しい方法が模索されており、それぞれのプラントの局地条件に合った方法を開発する必要がある。

R-2 (海水の前処理実験)

- (1) 油汚染海水の前処理技術はまだ開発されていないことが、文献調査の結果明らかになった。
- (2) 本プロジェクトで基礎実験を行ったところ、凝集沈殿で、海水中に分散している油分がかなり除去できる可能性が示された。
- (3) 今後、本基礎実験を基にして、さらに油分除去法のための実験を続行する必要がある。また、低い油分濃度を分析する体制確立の必要性も指摘された。

R-3 (膜洗浄排水の処理に関する研究)

- (1) 造水能力 $200,000\text{ m}^3/\text{日}$ のプラントから排出される排水の量と質についてまとめた。
- (2) 排水基準の法規制を調査し、それに基づいた排水処理設備の計画を作成した。

- (3) 現在、大規模プラントの数が少なく排水の処理は問題になっていないが、将来、プラント数が増加すると問題になる可能性がある。

R-4 (膜の選定に関する研究)

- (1) 現在、実用になっている膜を系統的に調査し、それらの性能をまとめた。
- (2) 高塩分濃度及び高温のアラビア湾の海水用に注目すべき膜は、現状では3種類程度になると考えられる。
- (3) 今後の課題としては、より高い圧力、温度に耐え、高い耐酸化性を持つ膜素材あるいは膜モジュールの評価、高温高濃度海水に適した最適運転条件の確立などがある。

R-5 (汚れた膜の化学洗浄に関する研究)

- (1) 膜のファウリング及び洗浄に関し、現状を調査した。
その結果、海水淡水化用膜に関する限り、系統的研究が余り進んでいないことが判明した。
- (2) 膜の洗浄については、膜の特性と原海水の性質を勘案し、メーカーの指示に従って行われている。
- (3) 膜洗浄法の評価のやり方について、要点をまとめて提示した。

R-6 (ハイブリッド型逆浸透法における膜の選択実験)

- (1) ハイブリッド方式の海水淡水化システムの長所がよく指摘されているにもかかわらず、本方式に適する逆浸透膜の研究は余り進んでいない。
- (2) 本プロジェクトでは、数種類の膜につき、平膜試験機を用いて基礎試験を行った。
- (3) 得られた基礎データを検討し、ハイブリッド方式に適すると考えられる高流束の膜を見出した。今後、さらに詳しい実験を行う必要がある。

R-7 (逆浸透法における化学分析の標準化に関する研究)

- (1) 逆浸透法で必要とされる分析は水に関するもの及びRO膜に関するものの2つに大別できる。

- (2) 前者に関する分析項目をまとめ、米国及び日本の標準分析法を紹介するとともにそれらの比較を行った。さらに分析法の標準化において留意すべき事項をまとめた。
- (3) RO膜では、ファウリング現象を概説するとともに膜のファウリング分析に使用される機器について説明した。さらに、クリーニング過程における分析についても説明し、将来の分析機器についての提案を行った。

7. 3 研究センターの運営指針策定

- (1) 海水淡水化技術の現状を包括的に概観し、将来の在り方について論じた。
- (2) SWCCの研究所の現状を概観した。
- (3) 次に、SWCCにおける研究所の位置付けを基本的考え方及び役割につき考察し、海水淡水化プラントのユーザーとしての研究開発の必要性を指摘した。さらに、ユーザーとしての研究開発項目を例示した。
- (4) 上記の役割を遂行するための研究センターの運営・管理方針について論じた。すなわち、まず組織の考え方、研究開発計画の策定、実施及び評価の方法について述べ、研究開発状況の管理についても言及した。さらに研究者の士気を高め、資質の向上を促進する研究開発、外部との交流及び研究環境の整備について説明した。
- (5) 人材育成については、研究活動の基本パターン、研究能力のライフサイクルなど管理者が研究員を観察する視点を述べた。また、研究者を教育・訓練していく考え方を説明した。
- (6) 情報管理については、科学技術情報のデータベースによる検索の重要性と利用、工業所有権制度の意義及び利用など、今後の研究活動にますます重要度の増す事項を説明した。
- (7) 研究施設・機器等の保存・管理については、プラント発停時の保守・点検・検査及び発生したトラブルに対する対処の仕方を説明し、常々の製造メーカーとの対応についても、一つの考え方を提案した。

7. 4 技術移転

実験については、各テーマ毎の技術内容と共に、OJTにより、計画立案、文献検索方法、実施方法、報告書作成方法など研究を実施するに当たっての必要事項を技術移転した。

文献調査研究については、各テーマ独特の技術内容を文献調査する場合の調査方法、纏め方、将来のテーマの抽出方法など、文献調査を実施するに当たっての必要事項を移転した。

実験研究、文献調査研究のいずれにおいても、SWCCのサウディ人の研究員を対象に技術移転した。

7. 5 総括

以上に示したように、本プロジェクトでは、蒸発法、逆浸透法及び研究センターの運営指針についてサウディ・アラビア王国海水淡水化公団が希望する最新の技術情報がまとまった形で得られた。特に海水の前処理における油分除去及びハイブリッド用逆浸透膜の選択は、基礎実験ではあるが、アラビア湾での逆浸透法の適用に明るい材料を提供した。

蒸発法では、油分のスケール抑制剤に対する影響の一端が始めて明らかにされた。その他、蒸発法における材料の腐食傾向、腐食測定技術、逆浸透法における殺菌法、排水処理など、将来の課題も調査された。

研究センターの運営指針策定では、今後、研究センターで行うべき研究開発の基本的方針及び課題、それを実施するための方策について論じた。実施方策では組織、研究計画の策定、実施、評価、管理、さらに長期的視点に立った人材育成、情報管理など、研究活動を推進することにより運営のソフト面を明らかにした。

最後に特記すべきは、以上の貴重な成果が、サウディアラビア王国と日本の関係者の緊密な協力の下で得られたことである。この経験は、両国の相互理解を深める上で、大いに役立ったと考える。

