

CCS Technology Powering the Future in Saskatchewan, Canada

日本語訳を14ページに掲載

Imagine transforming a coal-fired power plant more than a half-century old into a model of environmental sustainability, where a fuel both bountiful in supply and predictable in price generates cleaner, greener energy than ever thought possible.

Saskatchewan is a dynamic place to be right now. The province's strong economy is providing a wealth of opportunity, and the population continues to climb. As the province's Crown electrical utility, SaskPower is right in the middle of the excitement.

As the province grows, so does demand for electricity. In 2013, demand for power increased 6.4% — the highest annual growth in 20 years. Demand is expected to increase by more than 30% over the next 20 years and double between now and 2050.

From now to 2017, SaskPower will add up to 1,300 MW to the provincial power system through new projects and initiatives as well as investments in current infrastructure. The piece of this puzzle that has captured the world's attention, the Boundary Dam Integrated Carbon Capture and Storage Project, is at center stage as SaskPower prepares for the province's future.

PROJECT OVERVIEW

SaskPower is the developer of the world's largest and most significant post-combustion carbon capture and storage (CCS) project—the first to fully integrate CCS technology with commercial-scale coal-fired generation unit. The project involves transforming a coal-fired power turbine nearly 50 years old into a model of environmental sustainability. The aging coal-fired Unit #3 at Boundary Dam, near Estevan, Saskatchewan, is being converted into a reliable, long-term producer of 110 MW of baseload electricity.

The capture facility is now constructed and testing is underway to ensure safety and functionality. The power facility rebuild is on track for completion in 2014. The work remaining involves piping around the unit for water, oil and steam. More than 450

Robert Watson

President & CEO, SaskPower



regulatory inspections are currently being carried out to bring the project to completion. To date, the project represents five million man-hours of work without a single lost-time injury.

In the very near future, carbon dioxide (CO₂) emissions from Boundary Dam Unit #3 will be reduced by up to 90%, as one million tons of post-combustion CO₂ emissions are captured annually. The captured CO₂ will then be sold to Cenovus for its use in enhanced oil recovery projects. Some of the CO₂ will also be stored in a deep saline formation known as Aquistore.

WHY CCS, AND WHY NOW?

Coal is an abundant energy source in Saskatchewan, and SaskPower has traditionally relied upon it as a cost-effective power supply option that is secure and affordable.

Environmental impact, however, also needs to be taken into account as we move forward. New federal CO₂ regulations, which will take effect on July 1, 2015, have eliminated conventional coal-fired generation without CO₂ capture as a future option.

The new federal performance standard will affect both new coal-fired units and units that have reached the end of their useful life. To continue to keep coal as a viable fuel source, SaskPower has taken a leadership role in incorporating CCS technology.

In choosing the technology, we evaluated a number of options

and looked at factors such as plant size, location, cooling processes, new builds vs. rebuilds, and the different capture technologies available. We ultimately determined that the most economically viable option, for a first project, was to use post-combustion technology on a refurbished, end-of-life power unit and sell the captured CO₂ for enhanced oil recovery. Revenue from the CO₂ was essential to the business case.

The Cansolv aqueous amine scrubbing technology was selected following a rigorous Request for Proposal process that considered factors such as performance, cost, and technological risk.

BEYOND BOUNDARY DAM

SaskPower's investment in CCS technology does not end when Boundary Dam Unit #3 begins commercial operation in 2014. In collaboration with Hitachi, SaskPower is leading the development of a carbon capture test facility to validate carbon capture technologies.

Adjacent to SaskPower's Shand Power Station in southeastern Saskatchewan, the facility will offer a neutral platform for vendors to verify and improve post-combustion technologies in a commercial setting. Dozens of pilot plants worldwide are testing post-combustion carbon capture. Often, these are smaller scale facilities producing results that tend to be more qualitative than quantitative.

The Shand Carbon Capture Test Facility is unique as it has been sized to manage measurement uncertainty and is the only facility emerging from a full-scale commercial carbon capture project. SaskPower will be able to use the knowledge gained from this facility to broaden our experience base and, in turn, further support the Boundary Dam project.

What have we learned so far? Coal CCS can be both technically and commercially viable, provided that sufficient due diligence is completed, regulations are defined, and value can be obtained for CO₂. We look forward to showing the world what can happen when all of these factors fall into place.

As we continue to innovate in carbon capture and storage technologies, we look forward to working with Hitachi and finding new opportunities for partnership.

LESSONS LEARNED

When you're the first to try something new, inevitably there are challenges to face along the way. The Boundary Dam project has been no exception.

Receiving approvals to undertake a technology that had never

been done before on a commercial scale was the first, and largest, step we had to take. A strong business case, extensive study, and education were required before our executive, board, and provincial government felt that pursuing a CCS solution was the right course to follow.

Today, commissioning has begun and our focus is increasingly shifting to understanding what it will take to operate the plant, both from a technical and a "people" perspective.

Operating a carbon capture plant is a whole new world for SaskPower. To prepare our employees, we've brought in an unprecedented classroom training program and a simulator training system that mimics the exact control systems of the future power island and capture island control rooms in order to bring familiarity with the control system, eliminate operator error, and reduce training time.

We've learned many lessons along the way, but two in particular stand out to us—and they come right from the beginning of the project.

Lesson one: You can't overstaff in situations like this. A large project team brought together from the start is a must.

Lesson two: Investment of significant dollars into the evaluation phase of a project is essential for ensuring success after project approval in terms of design, construction, and commissioning.

Organizations can be hesitant to commit significant financial resources to estimate and design a solution prior to project approval. We spent approximately \$50 million (CAN) evaluating this undertaking. This allowed us to do our homework, evaluating feasibility and setting out a target to capture up to 90% of emissions, or a million tons of CO₂ annually, and meet (or surpass) federal regulations.

SHARING WHAT WE KNOW

Industry interest in the Boundary Dam project has been strong. Later this year, SaskPower will host a CCS Symposium from Sept. 30 – Oct. 2, 2014, to bring governments and organizations together from around the world.

Participants will be given the opportunity to see the project first hand and learn about SaskPower's CCS initiatives.

Based on the knowledge gained from the Boundary Dam CCS project, preliminary estimates suggest that SaskPower could save 20 – 30% on future carbon capture projects. These savings are coupled with the knowledge and efficiencies gained on budgets, time and human resources, risk and regulatory management, and CCS technology selection and integration.

More information can be found at www.saskpowerccs.com.

カナダサスカチュワン州の未来を担うCCS技術

ロバート・ワトソン

サスカチュワン州電力公社 社長兼CEO

半世紀以上も前から稼働している石炭火力発電所を、環境サステナビリティの見本に変貌させるには、どうしたらいいだろうか。すなわち、供給量が豊富で価格の安定した燃料を用いて、従来ならば考えられなかったほど、クリーンで環境に配慮したエネルギーを作り出すことである。

今、カナダのサスカチュワン州は大きく変わりつつある。好景気により豊富な雇用機会が生まれ、人口も急速に増加している。サスカチュワン州電力公社（以下、サスクパワー社）も、こうした活況の中心にいる。

サスカチュワン州の発展は、電力需要の増加にも表れている。2013年には電力需要が6.4%増加し、これは過去20年間で最大の年間伸び率となった。今後20年間で30%以上増加し、2050年には現在の2倍に達する見込みである。

サスクパワー社では2017年までに、現在のインフラに投資する取り組みのほかに、新たなプロジェクトや構想を通じて、サスカチュワン州の電力系統を最大で1,300 MW増強する計画である。同計画の一部であるバウンダリーダム一体型CCS（Carbon Capture & Storage）プロジェクトは、各国からも注目を集めており、同州とサスクパワー社の将来における中心的な存在となっている。

プロジェクトの概要

サスクパワー社が進めている世界最大規模の燃焼後CCSプロジェクトは、商用規模の石炭火力発電施設にCCS技術を完全統合する最初の事例となる。このプロジェクトでは、約50年間稼働している石炭火力タービンが、環境サステナビリティの見本へと変貌することになる。現在、サスカチュワン州エステバン市近郊のバウンダリーダム発電所にある旧式の石炭火力発電施設3号機は、110 MWのベース電力発電が可能な、高信頼性かつ長寿命の発電施設へと改修中である。

回収施設はすでに竣（しゅん）工し、安全性と機能を確認する試験が行われている。発電施設の再構築は、2014年完了の予定どおりに進んでおり、あとは水、油、蒸気関連の配管作業などを残すばかりである。また、プロジェクトの完了に向け、450件を超える規定準拠の確認検査も実施されている。これまでの作業は延べ500万人時に相当するが、時間の損失につながる傷害事故は起きていない。

極めて近い将来、年間で100万トンの燃焼後CO₂を回収できるようにになれば、バウンダリーダム3号機のCO₂排出量削減は最大で90%に達する見込みである。回収したCO₂はセノバス社に売却され、石油増進回収プロジェクトに利用される予定である。また、CO₂の一部は、Aquistoreと呼ばれる海底下塩水帯水層に貯留されることになる。

今、CCSに着目すべき理由

サスカチュワン州にはエネルギー資源としての石炭が豊富にあるため、サスクパワー社は従来から、安全で入手しやすく、費用対効果も高い電力源として石炭に頼ってきた。

しかし今後は、環境への影響も考慮に入れる必要がある。2015年7月1日に施行されるカナダ政府の新しいCO₂規制では、CO₂回収を伴わない在来型の石炭火力発電が将来の選択肢から除外されている。

カナダの新たな性能基準は、新設される石炭火力発電施設にも、耐用年限に達した施設にも適用される。今後も石炭を燃料源として存続させるため、サスクパワー社はCCS技術の採用に率先して取り組んできた。

CCS技術の選択にあたっては、複数の選択肢を評価対象とし、プラントの規模、立地、冷却プロセス、新設か改修か、各種の回収技術など、さまざまな要素について検討した。結論としては、耐用年限に達した発電施設を改修した上で燃焼後技術を採用し、回収したCO₂は石油増進回収プロセス向けに売却するというのが、最初のプロジェクトとして最も経済的に実現可能な選択肢であると判断した。ビジネスの観点からは、CO₂の売却で得られる収益が欠かせなかったのである。

また、性能、コスト、技術的リスクなどの要素を勘案した厳格なRFP（Request for Proposal：提案依頼）のプロセスを経て、カンソルブ社の水性アミン洗浄技術が採用された。

バウンダリーダム以降の展望

バウンダリーダム3号機が2014年に商業運転を開始しても、CCS技術に対するサスクパワー社の投資が終わるわけではない。サスクパワー社は日立とのコラボレーショ

ンを通じて、CO₂回収技術を検証する試験施設の開発に積極的に取り組んでいる。

この施設は、サスカチュワン州南東部にあるサスクパワー社のシャンド石炭火力発電所に隣接して建てられ、ベンダーが商用操業の場面設定で燃焼後技術の検証および改善に利用できる中立的なプラットフォームである。これ以外にも、世界各地の数十のパイロットプラントで燃焼後CO₂回収技術の試験が行われている。ただし、それらの多くは小規模な施設であるため、定量的な結果よりも定性的な結果の方を得やすい傾向がある。

シャンドCO₂回収試験施設は、民間の大規模なCO₂回収プロジェクトから生まれた唯一の施設であり、測定不確実性に対処可能な規模の設計である点が他とは異なっている。サスクパワー社は、この施設で得た知識を利用してノウハウを蓄積し、さらにそれをバウンダリーダムのプロジェクトのサポート強化に応用することができる。

これまでの動きを通じて、デューディリジェンスを十分に行い、保安規程を定義し、CO₂販売のめどが立てば、石炭のCCSは技術的にも商業的にも実現可能であることが分かった。これらの要素があるべきところに収まったときに生まれる成果を、世界に向けて示すときが楽しみである。

今後もCCS技術の革新を続けるサスクパワー社は、日立と連携するパートナーシップの新たな機会に期待している。

教訓

新しいことを初めて試みるときは、必然的に何らかの課題に直面する。バウンダリーダムプロジェクトも例外ではなかった。

最初に、商業規模での前例がない技術に賭けることへの承認を得るという、最大の難関があった。CCSソリューションの選択が正しい方針であることを、サスクパワー社の経営陣、取締役会、そして州政府に理解していただくために、強力なビジネスモデル、広範な研究、啓蒙（もう）活動が必要であった。

現在は試運転が開始されており、プロジェクトの焦点は次第に、技術および人員から、プラントの操業の要件および内容を把握することへと移行している。

CO₂回収プラントの操業は、サスクパワー社にとって

まったく新たな経験である。従業員の訓練に関しては、初めての試みとして、研修プログラムおよびシミュレータ訓練システムを導入。これから建造される電力プラントおよび制御室を正確に模倣した疑似環境を使用して、制御システムに慣れてもらうことを通じて、操業エラーの根絶と、訓練時間の短縮を図った。

こうしたことから、多くの教訓が得られた。その中でも、特に重要と感じられる2つは、プロジェクトが始まって間もなく明らかになったことである。

教訓1：今回のような状況において、人員が多すぎることではない。大きなプロジェクトチームでも、最初から全員を巻き込んでまとめることが必須である。

教訓2：プロジェクトの承認後の設計、建設、試運転を成功させるには、その前のプロジェクト評価段階に十分な資金を投じることが不可欠である。プロジェクトが承認されないうちから、ソリューションの評価および設計に多額の資金を投じることには、たいていの組織が二の足を踏む。サスクパワー社は、今回の事業の評価におよそ5,000万カナダドルを費やしている。その結果、実現可能性の評価と、CO₂排出量の最大90%（年間100万トン）を回収するという目標の設定を果たし、カナダ政府の規制を満たすか、あるいは上回ることができた。

知識の共有

バウンダリーダムプロジェクトには、業界も強い関心を寄せている。サスクパワー社は2014年9月30日から10月2日にかけてCCSシンポジウムを開催し、世界各地から行政機関や各種組織を招く予定である。

参加者は、プロジェクトを直接見て、サスクパワー社のCCS構想について知る機会を得ることができる。

バウンダリーダムCCSプロジェクトで得た知識に基づいて試算すると、サスクパワー社は将来のCO₂回収プロジェクトで20%～30%の節約が可能である。これは、予算、時間、および人材面に関して得られたノウハウと効率、リスクおよび規制への対策、そしてCCS技術の選択および統合によって実現するものである。

詳細については、www.saskpowerccs.comを参照されたい。