

研究評価委員会

「次世代火力発電等技術開発／先進超々臨界圧火力発電技術開発」(事後評価) 分科会 議事録

日 時：平成28年10月25日(火) 10:00～17:25

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	森永 正彦	公益財団法人 豊田理化学研究所 フェロー
分科会長代理	野中 勇	東北大学 大学院工学研究科附属先端材料強度科学研究センター 客員教授
委員	梅田 健司	電気事業連合会 技術開発部 技術開発部長
委員	岡崎 正和	長岡技術科学大学 工学部機械創造工学専攻 教授
委員	近藤 義宏	防衛大学校 システム工学群 機械システム工学科 教授
委員	高木 節雄	九州大学 大学院工学研究院 材料工学部門 主幹教授
委員	中澤 治久	一般社団法人火力原子力発電技術協会 専務理事

<推進部署>

坂内 俊洋	NEDO 環境部 部長
在間 信之	NEDO 環境部 統括研究員
阿部 一雄	NEDO 環境部 主査
足立 啓(PM)	NEDO 環境部 主査

<実施者>

福田 雅文 (PL)	一般社団法人高効率発電システム研究所 代表理事
高橋 武雄	株式会社東芝 参事
久布白 圭司	株式会社 IHI 基盤技術研究所 材料研究部 課長代理
仙波 潤之	新日鐵住金株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所 鋼管研究部 上席主幹研究員
高野 哲	富士電機株式会社 川崎工場 火力タービン部 主任
齊藤 英治	三菱日立パワーシステムズ株式会社 蒸気タービン技術本部 タービン開発戦略部 主管

<評価事務局等>

加藤 知彦	NEDO 技術戦略研究センター 研究員
徳岡 麻比古	NEDO 評価部 部長
保坂 尚子	NEDO 評価部 統括主幹
原 浩昭	NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」
「研究開発成果」「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」
 - 5.2 質疑

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 研究項目①システム設計
 - 6.2 研究項目②ボイラ要素技術開発
 - 6.3 研究項目③タービン要素技術開発
 - 6.4 研究項目④高温弁要素技術開発
 - 6.5 研究項目⑤実缶試験
 - 6.6 研究項目⑥回転試験
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分資料の確認
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (事務局)
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」、議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。
4. 評価の実施方法について
 - 評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料6-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

(2) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

実施者より資料6-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【森永分科会長】 ありがとうございます。技術の詳細は議題6で議論します。ここでは主に事業の位置付け、必要性、マネジメントについての議論をお願いします。

【高木委員】 全体的におおむね良好にマネジメントしており、うまくいっていると思います。気になったのは回転試験が当初の計画より遅れていることです。その理由を説明して下さい。

【福田 PL】 細かな説明は議題6で行います。

【高木委員】 差し障りのない範囲で説明をお願いします。

【福田 PL】 試験体そのものではなく、試験装置の問題です。ロータを700°Cに温めて回すのですが、微妙な温度分布をつけたかったのです。その温度分布がうまくつかず、苦労しています。

【岡崎委員】 CO₂の削減効果の説明が簡単でした。後でまた説明がありますか。

【福田 PL】 細かい中味は議題6の中の「研究項目①システム設計」で説明します。

【野中分科会長代理】 次期プロジェクトについて質問します。表にメンテナンス技術開発と書いてあります。最後のスライドにはプラント寿命評価技術の高度化として、例えば実機大の試験体による長期破壊試験と書いてあります。次のプロジェクトの目玉は何か、具体的に何を行うのか説明して下さい。

【福田 PL】 簡単にいうと、USC（超々臨界）でいろいろあった大径管に関して検証することが目玉です。その詳細は議題6の中の「研究項目②ボイラ要素技術開発」で説明します。その時に討論して下さい。

【野中分科会長代理】 実機実証試験の高度化というイメージになりますね。検証試験の高度化といえますか。

【福田 PL】 物なので必ず壊れます。その壊れる過程を把握することで寿命管理、それに伴うコスト低減を図るということです。

【野中分科会長代理】 わかりました。

もう一つ、NEDOに質問です。プロジェクトを経済産業省の事業として9年間行ってからNEDOの事業に変わりました。こういうスタイルをとるのは何か事情があるのですか。

【足立主査(PM)】 このA-USC（先進超々臨界圧火力発電）に限らず、これまで経済産業省直轄であった1700°C級のガスタービンや、酸素吹きIGCC（石炭ガス化複合発電）の開発などの発電技術に関する研究開発の進捗管理をNEDOに一元化して効率的に進めていきたいという思いもあって、本件に限らず、NEDOで今年度から再スタートを切って進めているという背景があります。

【近藤委員】 野中分科会長代理と同じ質問になるかもしれませんが、「実機大の試験体により長期破壊試験を行い」と書いてある試験はどのようなものですか。もう一つ、これは個人的な興味ですが、「技術流出を防ぎつつ輸出する」というのは可能ですか。

【福田 PL】 まず実機大の試験体について、この実機の大径管は長さが200mほどです。これをそのまま試験に使用できないので、径は同じにして長さを5~6mにした管を使った試験を行います。内圧をかけたり、曲げをかけたり、実機で起こる応力状況をつくり出して試験を行います。実機は30万時間動くのですが、試験を30万時間行うわけにはいきませんので、若干加速して試験を行います。

「技術の流出を防ぎつつ」というのは難しいところがあります。要はなるべく日本の企業がみずからの手で開発し、事業化していくことだと考えています。技術を売らないということです。

【森永分科会長】 ほかにいかがですか。

それでは、技術の詳細については議題 6 で説明されると思いますので、そのときに質問をお願いします。ほかにもご意見、ご質問等があるかと思いますが、次に進みます。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【森永分科会長】 議題 8「まとめ・講評」です。中澤委員から始めて、最後に私という順序で行います。それでは中澤委員、お願いします。

【中澤委員】 私は火力原子力発電技術協会にいますので、このプロジェクトの状況について時々話を聞いていました。思った以上にしっかりとデータを取得し、研究が進み、成果があがりつつあることが今日の説明でよくわかりました。

今後を考えると、どういうところにこの成果を適用し、実用化していくかが大きな課題、次のテーマになります。きょうはうまくいったと報告することが主眼でしたが、使う人の立場からすれば、どこが心配であったのか、どこがまだできていないのかもオープンにしないと不安が出ます。ぜひその辺りを意識してほしいと思います。この技術は A-USC をつくるためのものですが、得られた知見を既設の実機に部分的に適用することも考えられます。ぜひいろいろな意味で多方面に成果を発揮して下さい。

【高木委員】 皆さん頑張っています。私の想定していた以上のデータが本日提示され、十分進捗していると判断しました。

私は材料屋であることから、一番興味を持ったのは異材接合です。鉄鋼材料のオーステナイト鋼とフェライトを接合するだけでもいろいろな問題があります。Ni 基の材料と鉄の接合はまだ余り例がありません。しかも、温度を上げた状態で使うと、組織が刻々と変化する可能性があるため、接合部が経年変化でどのように変化するのか、あるいはどういう相が界面で出てくるのか、私の知る限り、まだほとんどわかっていません。また、応力を加えた状態でどのような組織変化が起き、どのような破壊形態があらわれるのか、わかっていないと思います。十分注意して、新たな成果を期待します。

進捗が遅れているという回転試験も原因はわかっています。これは後ろ向きに捉えるのではなく、「ああいうことがわかった」ととらえて、次の計画に積極的に盛り込んで下さい。計画どおり進捗することは大事ですが、先を急いで失敗するよりも、不具合を解析して、データを積み重ねていくことが大事だと思いました。

【近藤委員】 私が博士論文を書いていたころ、30 数年前は 538°C だったと思います。それが 30 年たって 200°C 近く上がったことは驚くだけです。

高木委員が言われたように、異材溶接が気になります。かなりの量のデータを取得して検討した結果、実証実験を行っているのだと思いますが、いろいろな組織を見て、どのようになっているか、調べてもらおうと興味深いと思います。

もう一つ、Laves 相が強化相にきくという話が今日ありました。私たちが学生の時は、Laves 相は有害相だと言われていたため、まだクエスチョンマークなところが私にはあります。多分強化相にきいているのだと思いますが、そういうデータも機会があれば見せてほしいと思います。

【岡崎委員】 大学にいとどうしてもアカデミックなテーマに興味注がれ、世間の動向を知る機会が少ないのですが、きょう説明された貴重なデータを見ると、私は井の中の蛙でした。そう思ったのは、例えば新しい材料の10年近くの単位のデータを取得しているだけでなく、溶接継手も入っている。しかもそれらを使って実証を行うという取り組みは、大学にいる人間にとっては大変斬新であり、一番欠けているところ。半分は反省、半分はあこがれを持って聞いていました。

世界に誇ることでできるデータであるため、1つはメンテナンスというか、保守のしやすさ、あるいは余寿命管理できるか、そういう視点があるとよいところまでいく、国として世界に誇ることでできる技術になると思いつながら、期待して聞いていました。

【梅田委員】 今回の技術開発で、経済産業省が定める次世代火力のロードマップに沿ったスケジュールでA-USCの要素技術をここまで確立したことに敬意を表します。

電気事業者としては、新電力等も交えて低炭素社会協議会を設立しました。CO₂の抑制と高効率発電に向けて取り組む中で、BAT (Best Available Technology) に入るべき要素として、この発電方式をメニューとして確立することは有意義なことであると思いつながら聞いていました。

ユーザー目線からの意見としては、きょうの発表は技術的な話が多かったのですが、経済面の評価も聞きたい。これも今後の目標、評価の中に入れる必要があると思いつました。

次ステップのプロジェクトとして保安技術開発というフェーズがあります。我々としては保守技術の開発も期待しており、ぜひとも進めてほしいと思いつます。

少しだけ話がありましたが、この要素技術を使って別のもの、たとえばGTCC (ガスタービン複合発電) のボトムへの適用という話がありました。この事業のスコープ外になると思いつますが、こういった別のプロジェクトへの発展も期待できると思いつ聞いていました。

最後に、これは事務局への意見かもしれませんが、今回プラントの実証事業について現地調査会が開催されました。これは、我々評価する立場としてはよかつたと思いつています。現地を見た上で評価を行うことはよいことですので、これからもよろしくお願ひします。

【野中分科会長代理】 私はこのプロジェクトを立ち上げる際、国のプロジェクトとして採用されていなかった時、企業の方々努力されていた時のメンバーでした。その後、プロジェクトに採用されて私は東北大に移りました。きょうはその後どういふ成果が出たかがわかりやすく説明され、勉強になりました。

全体を通じて2008年の目標をほぼ達成しているという印象です。ただ、研究のための研究ではなく、実用化することを考えた場合、まだいくつか課題があります。そういう意味で次期プロジェクトが大変重要になると私自身は考えています。

個々の評価については、例えば事業の位置付けや必要性は環境問題があるので、このプロジェクトが重要であることは言うに及びません。IGCCとの差別化に苦勞していますが、経済性を含めて経年プラントのリプレースをベースに考えているのはよい観点です。より現実的な、説得性のある必要性の説明になると思いつました。

ボイラの要素技術は、Ni基の材料は750°C辺りではそれ程問題は起きないと思いつます。株式会社IHIの久布白課長代理の説明でも特に問題ないということでした。しかし、何が隠れているかわかりません。通常、Ni基は、もっと高い温度で使う場合は時効して使います。加工性の話があり、時効せずに使い、実機の運転中に時効されていくということでしたので、ある意味だんだん材料が強くなると考えてもよいのですが、それがマイナスになる可能性もあります。脆化や、長時間たつて強過ぎる面がマイナスになる可能性もあると思いつますので、検討してほしいと思いつます。

タービンは、溶接、ロータに説明が集中しました。基本的には回転試験が成功すれば問題ないと思いつます。そういう意味では回転試験が重要。運転試験が遅れた原因を究明し、これから運転するとい

うことなので、結果を待ちたいと思います。説明時間が短かったために、ボイラに比べて回転試験にいく前の基礎データの説明が少なかったと思います。多分基礎データはたくさん取得していると思うので、説明してもらったとよかったと思います。

ボイラの実缶テストは実機の温度で行っています。1万時間では、ほとんど材料は損傷しないと思います。検査しても、損傷がなかったことの確認で終わると思います。実際に選んだ材料をメーカーがつくって形にし、それを1万時間問題なく運転できたことに価値があるので、実缶試験で何も起こらずに済んだことは大変よかったと思います。

次のプロジェクトの計画がまだ決定していないという話でしたが、やはり重要です。例えば、実機の配管のモックアップ試験を行う。主に損傷の検査手法、メンテナンス手法を得る、その辺りは従来の高Cr鋼などの材料でも同じアプローチをしてきたことから、それでよいと思います。ただ、Ni基を実機に使用した経験はありません。基礎的な検討、基礎データベースをつくった。これからの運用をどうするか質問したときに、起動停止の回数がふえる運用も目指したいとのことでした。繰り返しによる負荷変動、金属材料は素材的に言うと金属疲労という話が出てきます。久布白課長代理は、クリープ疲労試験も行うといわれました。クリープと疲労が重畳した場合、従来のボイラでは問題にならなかったことが起こる可能性があります。どうやってそれを調べるかが問題であり、調べることができるようにすることが課題です。

実缶試験で、タービンの弁に漏れが発生するトラブルがありました。ちょっとした温度の振れということもありますし、Ni基の場合は熱伸びと同時に厚肉部の熱応力が弁を含めていろいろ問題を起こします。その辺りも起動停止の回数がふえれば問題になると思いますので、そういう変動負荷を想定するならば、次期プロジェクトで基礎的なことを調べる必要があります。

もう一つ、クリープ疲労の研究者に聞くと、従来のボイラはクリープをベースにした許容応力だけで設計しているが、熱伸びが大きいし、熱応力も大きいので、金属疲労を考慮した設計が必要です。話が複雑に聞こえますが、許容応力をベースにして、疲労も取り入れた、より簡単な評価法をつくる必要が出てくる可能性もあります。設計も何か考慮する必要があると思います。基礎データも取得したので、強度評価というか、設計法も次期プロジェクトに入れると、実際のプラントをつくる上でより現実的な話になると思います。

その辺りに気がつきましたので、次期プロジェクトの重要性を含めて参考にしてほしいと思います。

【森永分科会長】 私は、このプロジェクト自体は大変うまくいっており、よかったと思います。いろいろな企業の方々プロジェクトを組んで仕事することはすばらしいと思います。

このプロジェクトはA-USCのプラントをつくるにはどうあるべきかという態度で取り組まれた。大変わかりやすいし、おもしろい研究で、こういうシステムづくりの研究はこのように行うということがよくわかりました。大牟田での実缶試験も、こういうものを組み入れること自体難しいとは思っていたのですが、試験装置として実地に組み入れたことはすばらしいと思いました。日本のこの研究分野には底力があるというのが私の受けた印象です。

細かな問題はこれから解決していけばよいので、この新システムを形にしてほしい、それが私の希望です。このグループができなければ日本ではできないと思います。皆さん、ぜひ頑張る形にしてほしい。10年後にはこれが形になっている、そのような働きをお願いします。それが私の希望です。

それでは、推進部長及びプロジェクトリーダーから一言お願いします。

【坂内部長】 本日は、長時間、示唆に富むご審議をいただき、ありがとうございます。森永分科会長以下皆様に、この事業で得た成果をどう先につなげていくか、実践的なご意見をいただきました。材料の問題や保守技術の問題、これは実用のみならず、その先の普及に向けて重要な要素です。NEDOがいかに役割を分担できるか見極めながら、関係者と戦略を練っていきたいと考えています。

この事業は、福田 PL のご尽力もあり、回転試験が一部まだ途中段階ですが、おおむね成功裏に終わるであろうという状況です。きょう提示されたさまざまな技術的な意見も踏まえながら、有終の美と
いいですか、事業の成功に、最後の仕上げに努めていきたいと考えています。

【福田 PL】 このプロジェクトを始めたときに「9 年間です」と言われて驚いたのですが、取り組んでみるとあっという間に 9 年間に過ぎ、今ここにいます。その間、いろいろな問題が起こり、解決してきました。きょうも話がありましたが、回転試験でもいろいろな問題が起きました。そういう一つ一つをプロジェクトのメンバーが協力して解決し、何とかここまで来たというのが実態です。

きょうご説明したように、当初の我々の目標はほぼ達成しつつあると実感しています。このシステムで、現実の世界で使うことのできるものを早く世に出したい。それに向かって次期プロジェクトをぜひ進めさせてほしいと今思っています。

【森永分科会長】 以上で議題 8 を終了いたします。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

配布資料

資料1	研究評価委員会分科会の設置について
資料2	研究評価委員会分科会の公開について
資料3	研究評価委員会分科会における秘密情報と守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料4-1	NEDOにおける研究評価について
資料4-2	評価項目・評価基準
資料4-3	評点法の実施について
資料4-4	評価コメント及び評点票
資料4-5	評価報告書の構成について
資料5	事業原簿（公開）
資料6-1	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料6-2-1	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目①システム設計：MHPS）（公開）
資料6-2-2	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目②ボイラ要素技術開発：（IHI / MHPS） & 新日鐵住金）（公開）
資料6-2-3	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目③タービン要素技術開発：東芝 / MHPS）（公開）
資料6-2-4	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目④高温弁要素技術開発：富士電機）（公開）
資料6-2-5	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目⑤実缶試験：MHPS / IHI）（公開）
資料6-2-6	プロジェクトの詳細説明資料（研究項目⑥回転試験：MHPS / 東芝）（公開）
資料7	今後の予定
参考資料1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料2	技術評価実施規程

以上