

研究評価委員会
「水素先端科学基礎研究事業」(事後評価) 分科会
議事録

日 時：平成24年10月5日(金) 10:00～17:50

場 所：WTCコンファレンスセンター Room A

〒105-6103 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル3階

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	森永 正彦	名古屋大学	名誉教授
分科会長代理	水流 徹	東京工業大学 大学院理工学研究科	名誉教授・特任教授
評価委員	栗飯原 周二	東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻	教授
評価委員	尾方 成信	大阪大学 基礎工学研究科	教授
評価委員	小野 信市	株式会社日本製鋼所	執行役員研究開発本部長
評価委員	小堀 良浩	JX日鉱日石エネルギー株式会社 中央技術研究所 水素・FC研究所	エグゼクティブリサーチャー
評価委員	白根 義和	一般社団法人日本産業・医療ガス協会 医療ガス部門	常務執行役員
評価委員	野坂 正隆	株式会社IHI 航空宇宙事業本部宇宙開発事業推進部	技術顧問

<推進者>

徳岡 麻比古	NEDO	新エネルギー部	統括主幹
山本 将道	NEDO	新エネルギー部	主任研究員
森 大五郎	NEDO	新エネルギー部	主査
主藤 祐功	NEDO	新エネルギー部	主査
畠山 正博	NEDO	新エネルギー部	主査
齋藤 春香	NEDO	新エネルギー部	職員
横本 克巳	NEDO	新エネルギー部	プログラムマネージャー

<実施者>

村上 敬宜	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター	研究センター長/プロジェクトリーダー
高田 保之	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター 水素物性研究チーム	チーム長
新里 寛英	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター 水素物性研究チーム	招聘研究員
松岡 三郎	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター 水素材料強度特性研究チーム	チーム長
松永 久生	九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門	准教授
西村 伸	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター 水素高分子材料研究チーム	チーム長
杉村 丈一	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター 水素トライボロジー研究チーム	チーム長

澤江 義則	九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門	教授
光山 準一	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター	副研究センター長
栗山 信宏	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター	副研究センター長
金森 優介	産業技術総合研究所 水素材料先端科学研究センター	主査
松岡 美治	岩谷産業（株） 水素エネルギー部	シニアマネージャー
広谷 龍一	岩谷産業（株） 水素エネルギー部	マネージャー
鈴木 芳博	（株）共和電業 技術本部	取締役
佐藤 信二	（株）共和電業 技術本部 技術管理部	部長
兼平 光隆	（株）共和電業 技術本部 センサ開発部	課長
勢木 克郎	（株）共和電業 技術本部 センサ開発部	主任
黒木 雄一	NOK（株） 技術本部	副本部長
内田 賢一	NOK（株） 材料技術部 材料開発二課	課長
古賀 敦	NOK（株） 材料技術部 材料開発二課	
佐々木 憲司	NOK（株） 新商品開発部 開発技術一課	課長
岡部 均	NOK（株） 新商品開発部 開発技術一課	副課長
山部 匡央	NOK（株） 新商品開発部 開発技術一課	
渋谷 光夫	日本合成化学工業（株） 中央研究所コアテクノロジー研究室	室長
神田 泰治	日本合成化学工業（株） 中央研究所物性分析センター担当課	課長
稲熊 章誠	日本合成化学工業（株） 中央研究所コアテクノロジー研究室	研究員
尾上 清明	九州大学 水素エネルギー国際研究センター	教授

<企画調整>

中谷 充良	NEDO 総務企画部	課長代理
-------	------------	------

<事務局>

竹下 満	NEDO 評価部	部長
三上 強	NEDO 評価部	主幹
土橋 誠	NEDO 評価部	主査
中村 茉央	NEDO 評価部	職員

<一般傍聴者> 2名

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
 - 4-1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて
 - 4-2 研究開発の成果、実用化・事業化の見通しについて

非公開資料の取扱いの説明

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
 - 5-1 高圧水素物性の基礎研究
 - 5-2 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
 - 5-3 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
 - 5-4 高圧水素トライボロジーの解明
6. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

議事録

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・事務局土橋主査より、分科会の設置について資料1-1及び1-2に基づき説明があった。
- ・森永分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
- ・配布資料の確認（事務局）

2. 分科会の公開について

事務局より資料2-1に基づき説明し、今回の議題のうち議題5「プロジェクトの詳細説明」、議題6「全体を通しての質疑を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5、資料4に基づき説明し、了承された。

4. プロジェクトの概要説明

推進者（NEDO 新エネルギー部 山本主任研究員）および村上PLより資料6に基づき説明が行われた。

4-1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて

4-2 研究開発の成果、実用化・事業化の見通しについて

説明に対し以下の質疑応答が行われた。

(森永分科会長) ただいまのご説明に対して、ご意見、ご質問等がございましたらお願いします。技術の詳細につきましては、後ほど議題5以降で議論しますので、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ご意見をお願いします。

(白根委員) 私もずっとこのインフラには関わってきているので、だいたい話は理解しているつもりです。やられている成果についても、その情勢の変化に合わせ、また民間からその都度いろいろな要望があり、それを吸い上げてくれたことには感謝しています。プロジェクトの成果として、NEDOで実施しているほかのプロジェクト、例えば水素製造・輸送とか、実証研究などにフィードバックされているのは分かりますが、それを定量的、数値的に評価する手法は何かあるのですか。例えば、この成果がこっちへ影響して、フィードバックされて非常にいい成果が出たからAだとか、そのようなシステムがNEDOにあれば教えてください。例えば今回のHYDROGENIUSの事業では、関連する4つ、5つの事業がありますが、その中の1つのテーマにこのように影響があったとか、成果が反映されたとかあれば、マトリックス・手法みたいなものがあるのではと思うのですが。

(NEDO・山本主研) 手法という意味ではありません。あくまでも我々はまずここを潰していかなければならないだろうということを考えて、テーマを設定したわけです。それと並行して先ほどの規制緩和の工程表が公表されたこととも連動して、民間企業からその都度、その都度いろいろなご注文や課題が出されます。まずそれにタイムリーに対応していかなければいけないということが1つあります。それから実際にいつまでにやらなければいけない、というのもありますので、それは状況に応じてやってきたというのが基本としてはあると思っています。今日ご紹介した中に例示的に示したものでは、今の資料の6-1の8ページのところで、HYDROGENIUSの中でゴム材料とか樹脂の各種材料の物性

を評価して、水素製造・輸送・貯蔵のほうにデータを提供、展開して、そして個別の機器開発や鋼種の拡大、規制緩和に繋がったというように書いております。今までやっていたものにこういうものがある、それをいろいろな分野で分類をしていくと、こういうマトリックスになるというものはファクトとして我々は押さえておりますので、それを追加的にお示しすることは出来ると思います。そういう主旨でよろしいでしょうか。

(白根委員) まさにそのとおりです。私はインフラにずっと携わってきているので分かりますが、初めて見られた方は個別にどこにどのような影響があったのかというのが分からないのではないかと思います。

(NEDO・山本主研) 必ずしも事業原簿の中ではそこを全部整理は出来てはいないと思います。分科会終了後に整理して、委員の皆様全員に改めて見て頂くということで宜しいでしょうか。

(森永分科会長) お願いいたします。

(白根委員) お願いいたします。

(栗飯原委員) まず7年間精力的にこの分野の研究開発をしていただきましたことに敬意を表したいと思います。基盤研究だけではなく産業界とも結び付いて、実際に鋼種拡大ですとか、実用面でフィードバックが出来ているということで、体制としてもよろしいと思います。具体的に産業界の関係企業もありましたが、金属系の材料は鉄鋼メーカーをはじめとして金属系の材料を扱っている企業だと思えますが、鉄鋼メーカーは具体的な企業名は出ていませんでした。鉄鋼メーカーとの関係はどういうことだったのかを教えてくださいたいと思います。

(NEDO・森主査) NEDOの森と申します。先ほど説明の中で出てきました鋼種拡大に係る規制合理化については、本事業のデータを使った基準案というのを作ったわけですが、その中身の審議は高压ガス保安協会等にNEDOから委託をしております水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発という別事業の中に委員会を作って審議を進めております。その中に鉄鋼メーカーも委員として参画しております。同じく水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業の中で、材料開発ということで鉄鋼メーカー3社に入っていて、開発を進めていただいています。そちらの標準化、基準化というところで、今後NEDOとしてどのように進めていくかということをして現在、検討しているところです。

(産総研・村上PL) 私たちがやっている基礎研究と規制見直しは、実証というのは全部つながっているわけですが。そういう観点から理解していただきたいのですが、実は海外の既製品が日本に入ってきている状況があります。そこにある材料が使われているのですが、それはヨーロッパのある企業の材料です。それが日本の規制のために日本ではいままですとテストが出来なかったのですが、海外で実績があるからといって高压ガス保安協会が特認を出しました。その時に、私たちがそのテストを担わされたということがあります。ところが私たちがよく調べてみると、日本の鉄鋼メーカーのほうが実力が強く、そういう材料を開発する能力があるということが分かりました。いま、その鉄鋼メーカーが入ってやっているのですが、ここは名前を出すのはいろいろ会社のご都合もあるので出しておりません。そういう関連が出来ております。それから事例解析というのは何年間かステーションなどで実証した後に私たちが調べるのですが、その時の材料を調べましてその材料が間違ってもものが入っているというものもありますし、熱処理が大変まずいものもあります。較べてみるとそれぞれの実証はステーションごとに違うというのもありまして、そういうようなことはメーカーと連携を取りながらやっております。

(栗飯原委員) しっかりと連携を取ってやっているということであればよろしいかと思います。

(小野委員) いまの質問とも関連するかもしれませんが、先ほどこういった事業の成果がほかのNEDOの事業、あるいは高压ガス保安協会(KHK)の基準の見直しに影響を与えているということでした。実際にどういう形で相手側がどういうレスポンスをしたかということをもう少し具体的に、どういう動

きをしているかというところを紹介してください。例えばいまの材料の問題でも、316Lしかダメだということに対して、ではどういう方向に見直しすべきかという議論が、実際にどこで、どのように行われているか、この事業の成果がそういった議論にどのように反映されているのかということをお示しいただければということです。

(産総研・村上 PL) 規制の見直しの議論に関しましては、NEDO 主導で行われ、資料の 38 ページにまとめてあります。そういうところに HYDROGENIUS のデータ、あるいはほかの鉄鋼メーカーなども同席してデータ等を出して、それから尾上先生がプロジェクトリーダーをしています水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発のグループも参加してやっております。

(産総研・村上 PL) 資料の 38 ページを出してください。自動車メーカー等も加わって今これを進めているところです。これで最終的に KHK が OK するかどうかということになります。そのところをこういうデータなので、今議論をしているところです。それからこれは設計の考え方でも関係してきます。例えば原子力関係であれば ASME のセクション 3 というのが 1960 年代に出来ましたが、そういう設計思想にするか、例えばほかの自動車部品のサスペンション、トランスミッション等というのは全然設計思想が違ふと私たちは思っています。例えば 1 万回とか 5 千回という回数も限られている、圧力も最大圧力が限られているという設計の議論をしていかないと鋼種拡大は出来ないと考えています。自動車メーカーもみんなそのように考えていると私は理解しております。もう 1 つは法律上の問題がございます。例えば水素ステーション等いろいろデモンストレーションをしたものを事例解析いたしました。そうしましたら同じ高压の容器でも移動用と定置用ではまったく違います。これは何なのだろうと、私たちは本当に疑問に思います。私たちがどうにも出来ない世界がありまして、私たちは研究をやっているのですが、法律が違ふのです。移動用に対してはものすごく緩いというか、合理的なのですが、定置用に関してはものすごく厳しい取り締まり、昔は取締法とっていましたから、そういう類のものになっていて、「安全」と言うときに物差しが違ふという世界があるので、そういう問題も将来解決していけないと国際競争に太刀打ち出来ないと私たちは考えています。

(産総研・松岡 TL) 私は「材料設計基準分科会」の委員もしています。そこでは金属材料の鋼種拡大ということが検討されています。1 つの例としては、SUS316L だけではダメなので、SUS316 も使えるようにして、ただしその時にはニッケル当量を少し安全のために制限しましょうと検討されています。もっと大きいのは、ハイニッケルと呼んでいる 316L とか 316 はそのままでは 70MPa の水素ステーションには強度的には使えないということで、20%とか 40%の冷間加工した材料も 70MPa 水素ステーションで使えるように考えていきたいと思います。これは委員として参加して見ていると非常に良い方向に行っており、水素ステーションの性能が非常に上がる方向に向かっているのではないかと思います。今後、他の材料についても、今のような考え方で鋼種拡大が委員会の中で図られていくのではないかと考えております。

(尾方委員) まず実用化の期限が迫る中でこのように基礎研究からビルドアップされて、7 年間で非常に有用なデータを出されているということに敬意を表したいと思います。私が非常に興味があるのは、この HYDROGENIUS という組織を作って、それを拠点に、水素の、日本での研究技術と技術開発を推進してこられたのですが、このように拠点を作って進めてきたことによって世界的にもリード出来るような基盤が出来たのではないかと思います。その一番の利点は何だったのでしょうか。

(産総研・村上 PL) 大変重要な点です。実は私たちがこのセンターを立ち上げる時に一番大変だったのは高压ガス保安法をクリアする設備を作ることでした。普通は NEDO 事業では建物等は作らないのですが、これは特別な施設で、水素を安全に使う実験をする施設を持たないといけないということでこれを作ったわけです。「特殊な水素物性の計測装置、トライボロジーの装置、材料の装置というものはやはり国として持たないと、1 企業が持てるものではない」ということを始めた時よりも私

私たちは今ますますそういう思いを持っています。先ほどの半年以上の実験や3カ月以上の実験だけではなく、その機器を持つ、維持する、私たちは法定の検査等で年間5千万円、これも非常に不合理な検査を強いられているところもありますし、もちろん安全は大事なので法律に沿ってやりますが、5千万円も検査等に費やしているという現実がございまして、それは国として持たないといけないと思います。例えばフィンランドやノルウェーの人たちが来た時には、自分たち人口5百万、6百万の国ではこういうものは持たないということをおっしゃいます。ですから実験にしても、1つの実験が120MPaの、1200気圧のチャンバーの中で疲労試験をするというようなものは、例えば2週間かかるとしましたら、人件費を別にしても1回に60万円かかります。そういうものは日本の中の民間企業は持たないと思います。各企業がバラバラに特殊な、小さいものを持っていてやるべきものではありません。これは水素の社会をいまから作っていくわけで、例えば燃料電池車を世界展開しようと思ったら、こういう施設を日本が持たないとやっていけないと思っています。それが一番大事な意味だと思います。

(NEDO・山本主研) NEDOから感じたことは、例えばこういう金属材料の評価をしていただくときに、民間企業の方がどこかから材料をぽっと持って来て、決まった規定のルールに従って測ればすぐに何かが分かるという世界ではないのではないかと思います。そこで実際にこの九州大学のいろいろな研究チームの中では、そういう企業からいろいろ提案があった評価なり試験に対して、実際のその評価試験法も新しい分野ですから一緒になって考えて、このように測ったら良いのではないかとということまで九大さんにも入り込んでいただいてやってきたということは、非常に企業にとっても優位に働いたかなとNEDOは考えています。

(尾方委員) 今回この拠点が九州大学に設置されたが、この技術を推進する拠点である一方で、今後この日本の水素技術を世界のトップクラスに保つためにはやはり人材の確保が大事だと思います。特に大学に設置されたということで、今後の水素技術を担う将来の人材の育成という観点からはどのような指針をお持ちでしょうか。

(産総研・村上PL) 産総研のセンターを九州大学に置きましたが、これは非常に特殊なセンターで、マネジメントは産総研でやっています。この産総研のマネジメントで、産総研の応援、それから九州経済産業局からも応援していただいているのですが、それがなければ大学の先生が教育とか研究とかいろいろなことの中で、これは7年間とても出来なかったと思います。チーム長の皆さんは私と同意見だと思います。産総研と一緒にやれたのでここまでこられました。人材育成では、このプロジェクトが始まってから人材育成の大学院を作りました。これに関しましては、実際に大学の専攻を進めている高田先生にひと言お願いします。

(産総研・高田TL) 物性チーム長の高田です。我々のところでは3年前に水素エネルギーシステム専攻という大学院の専攻を作りました。定員は30名です。このHYDROGENIUS以外にも燃料電池等の研究室が多数ありますので、そういうところで水素に係る基礎的なところから応用的なところまでの学生を輩出しています。今年3月に初めて修了生を出しました。

(小堀委員) JXエネルギーの小堀です。我々はこれから水素インフラを作っていかなければいけないわけですが、例えば最初の100個ぐらいの水素ステーションを作るときにはコストは、問題にならないわけでもないのでしょうかけれども、それほどのことはないのかもしれない。しかし、これを千、万と展開するときには話が違って、エネルギーの技術というのは普及しなければ何の意味もないので、コストを徹底的に安くしていかなければいけないと思います。そういう意味でコストを下げるための技術の基盤、ロケットを上げるのを例にすると、発射台の基礎は固まってきたと思うのですが、これをますます発展させるためにはこの後、いろいろな技術を総合的に合わせ、それぞれの技術を1つひとつ進展させていくことが必要だと思います。そういう意味で取り扱う技術の領域というものをもっと広げなけれ

ばいけないのか、ほかの研究機関と協力をもっと深めなければいけないのか、今後のこの技術センターの立ち位置をどうお考えになっているのでしょうか。

(産総研・村上 PL) 大変な重要なお質問だと思います。これから 2015 年までに水素ステーションを 100 箇所作っていくときに、私たちはそれに大きな関心を持っています。現在なぜそんなに高くかかるかと言いますと、まず 1 つは規制です。今の規制の中でいろいろな部品を積み上げて、そして合算すると 6 億円という世界になっているわけです。一方で、例えば移動用の水素ステーションにするとしたら、そんなに大きいものは必要ありません。例えばインフラメーカーはそんなに大きいものを作っても、車はそんなに来ないんだからビジネスにならないから移動用で済ませようということになるかもしれません。例えば経済産業省の中庭には移動用のものがあって、それには定置用の規制で必要とされる壁がありません。壁がなくても良いのです。同じ 40MPa の容器を置く場合でも、九州大学の定置用水素ステーションでは、20 センチ以上の鉄筋コンクリートの壁の中に装置を置かなければいけません。同じものが移動用で動かせるようなものになっていると壁は要らないのです。安全から見たらそれは非常に不合理です。移動用のもののコストは定置用に比べて格段と安いのです。ですからこのコストというものは法律、規制によるものが非常に大きいというのが 1 つあります。そのように積み上げていくとそうなります。それから、いま欧米のステーションに較べて材料費が 2~3 倍とされています。それから国土交通省とか、経済産業省、総務省というのが日本は分かれていますので、エンジニアリング費がやはり 3 倍ぐらいとされています。そういうものが積み上がって 5 億円とか 6 億円という世界に日本はなっています。ただ、私たちが貢献できるのは、私たちの研究に基づけばこれは安全ですよと、だからこういうふうに安全係数も下げていけますよと、こういう材料も可能ですよということを発信しつづけることですし、これまでも私たちはずっと主張し続けています。ただ、積み上げ方式でいきますと安全を、安全をということになりますので、どうしても定置用の水素ステーションのコストは上がるばかりです。そこで積み上げ方式でないもの、先ほど連携というのがありました。実は九州大学のキャンパスの近くに HyTRec という試験センターを福岡県が作りました。これは部品の試験センターで経済産業省の支援で作っております。カナダでパワーテックというのがあります。麻生知事がパワーテックのようなところで日本の部品、製品を試験していたらダメだと、日本に作るべきだということで作ったわけです。そこ私たちが連携していますが、その渡邊センター長と私はよく話をしますが、積み上げ方式ではなく、定置用、移動用という容量の違うものを 3 つぐらい実際に壁の中で作ってみて、テストをして、これは大丈夫だねというものを作ってみる。例えばコストを上限 2 億円に定めて部品を企業が提供して、テストしてみて大丈夫だと確認してそれを世の中に出すほうが、6 億円のを百個とか、千個とか 1 万個作るよりもそういうところに投資したほうがはるかにいいという議論はよく私たちはしています。ただなぜそういうものを組み上げて作る必要があるかということですが、私たちは材料の研究、物性の研究、トライボロジーの研究をしていますが、それぞれの要素の材料の安全面での性質と組み上げた時のシステムの安全というのは違うと私は思っています。車でもそうですが、いろいろな部品を 2 万点、3 万点組み合わせると車が出来ますが、それぞれの部品のテストで合格しても組み上げたときにいろいろなトラブルが出ます。これはいろいろたくさんの要素の接点の品質の問題ですが、これはエネ庁の室長にも私は説明しました。接点というのは特異点です。つなぎのものというのは部品の品質管理にかからないところなのです。そういうものの安全を確認しないとダメなので、1 つの部品ではなく、そういうものを全部組み上げた、ステーションとして組み上げてテストを早期にするほうがコストダウンが速く進むということ私たちが考えているわけで、渡邊センター長もエネ庁に行ってそのような説明をしています。ですからそういう方向に行かないと、千、1 万箇所というのは、特に定置用のステーションを作るというのはとても無理だと思います。ですから、地方であまり車が来ないところは移動用で、当面は例えば移

動用の簡易型で済みますかという話に当面はいかざるを得ないというふうに思っております。こういう回答でよろしいでしょうか。

(NEDO・森主査) NEDO から少し補足をさせていただきます。水素ステーションを普及させるために今後どういう展開が必要かということですが、水素が関与するいろいろな機器の設計においては材料に関する知見、あるいは設計するときに材料が占めるファクターは非常に大きくなると考えています。水素でない設計においては、設計者は設計して、材料はリストから持ってくればいわけなのですが、水素の機器に関しては、まず材料を何にするかというところを決めなければ多分設計は出来ないのではないかと考えています。そういう意味で設計技術における材料の重要性というのは非常に水素の分野では高い、特に高圧水素を使う水素ステーションについては非常に材料のファクターが大きいと思います。ですから設計者がきちんと材料を使えるようにこの事業の知見等を普及させていく、あるいは設計技術にどう応用していくかということが今後非常に重要なのではないかと考えています。

(小堀委員) そういう意味でいい材料を開発するということがキーポイントだと思いますが、村上先生もおっしゃったように、組み合わせの上でその材料をいかに使いこなすかということもやはり非常に重要だと思いますので、よろしく願いいたします。

(産総研・村上 PL) 新しい材料を開発するということが、当然1つのやらなければいけないことで、鉄鋼メーカーが当然それは考えていると思います。ただ、それだけではなく既存の材料をいかに使うかということが非常に大事です。私は自動車メーカーの人たちと議論をしますし、私は金属疲労をもう何十年もやっていますが、この水素の機器の設計というのは疲労設計から見ればむしろ他の部品よりも、水素に関係ないものより易しいのです。例えば車のサスペンション、トランスミッション、ブレーキ、それからバルブスプリング等の疲労というのは乗る人によって全然負荷が違います。走る道によっても違います。市街路、高速道路、山道それぞれの負荷の分布は世界の自動車メーカーが統計的な分布でテールの分布は、あいまいにしているのですが、分からないのです。負荷が分からないのです、ランダム疲労と言います。ところが水素の機器は最高圧力が決まっています。15年間使うといったら、最高を繰り返す回数も決まっているわけです。ですからそういう使い方、水素の影響だけが明確になればむしろ安全な設計が出来ます。その水素の影響を私たちは出しているわけです。例えば私たちは加速試験をしていません。普通私たちは金属疲労をやるときには、いままでは50Hzとか100Hzとかで1日とか2日で終わるようなデータは出していますが、そんなものを使ったらいけないということが分かってきたわけです。ですから5分間に1回とか、10分間の1回の繰返し速度データだとどれぐらい寿命が短くなるか、上限値はどれくらいかというのがありますので、それさえ出れば普通の鋼材でも使えるというのが私たちの今の考え方です。ですが規制当局がそんなに簡単には見直してくれないというのがあります。しかし私たちはどんどんそういうことを実際に部品まで応用して、テストをするということにして、やはり解決していかないとコストは下がらないと思います。材料の使い方は2つの方向だと思います。新しい材料の開発ともう1つは設計負荷を考えた時に安全に使えるのだというように思います。松岡さん、何かありますか。

(産総研・松岡 TL) そこにあります緑の枠の中の材料設計基準分科会のところの話なのですが、この委員会はKHKの中にあります。1つのほうは鋼種拡大をやっているという話です。いまは安全率4でやっていますが、それを2.4にしようとかそういうふうになっています。ところがいちばん大きなところは、例えば安全率を2.4にする時に、本当に正しいデータがあるのか、あるいは水素脆化というメカニズムはどうなっているのかということが少し不安なところなんです。ということで、私どもとしてはこういう委員会に積極的に参加して、規制側の人、鉄鋼メーカーの人、あるいはインフラ側の人と話し合う場を持って、データの共有と知識の共有を速やかに図って、例えば安全率2.4の蓄圧器を設計す

るとか、そういうふうにもっていければと思っております。私自身としてはそういう努力をしてみたいと思っております。

【非公開セッション】（非公開のため省略）

詳細説明に先立ち、非公開資料の取扱について評価部より説明があった。

5. プロジェクトの詳細説明

- 5-1 高圧水素物性の基礎研究
- 5-2 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 5-3 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 5-4 高圧水素トライボロジーの解明

6. 全体を通しての質疑

（公開セッション）

7. まとめ・講評

各評価委員から以下の講評があった。

（野坂委員） 本日はどうもご苦勞様でした。これは私事ですが、日本で開発しましたロケットは液体水素を使ったロケットでして、その技術がいろいろ成熟を迎え、宇宙開発を支えてきました。多分皆さまもご存じかと思いますが、水素エネルギー関係は将来の非常に大事なキーエネルギーとして考えられております。昨今、震災の後、今後の我が国のエネルギー政策をどうするのかという新たな問題が出ております。長期にわたって水素先端技術の研究事業が行われてきたわけですが、今回の大きなエネルギー問題に関しては必ずその成果が役に立つ時代が来ると思います。お聞きしましたところ初期はやはり水素の基礎的な研究ということで各方面の方がかなりトライ&エラーで努力されて、その成果がようやく今日の発表に反映されたと思います。こういう水素を使った基礎的研究というのはメーカーでは出来なくて、やはりある程度の危険を伴いますので国が事業としてやるべきものだと考えております。従いまして、この事業を次の新しいプロジェクトに向けて是非とも継続して遂行していただければよろしいと思います。そのためには何をやり残してきたのか、それから将来の新しい水素エネルギーに転用すべく何を重点的にやるべきかという技術マトリックスを考える必要があります。是非とも今回事業によって得られました成果を新しい観点で再度見直して、より高いレベルでの研究開発を望みます。よろしく願いいたします。

（白根委員） 白根です。今日はどうも長時間いろいろありがとうございました。私も少なからずこの件に関係してきましたが、これまでは1つのテーマとか1つの研究の中になかなか絞った、深く入り込んだ形で私もやってまいりましたが、これだけ多くのテーマ、それと世の中の技術の発展や状況の変化に対応するにはこれだけたくさんのテーマが出てきているのだなというのが今回つくづくよく分かりました。それに対応するために柔軟に新しいチームを作り、また発展させてきたというやり方については、私は大変よろしかったのではないかとと思っておりますし、さらに今後もまた別のテーマがどう

してもという急ぎのものがあればチームを作るというように、体制、組織を作っていく柔軟な姿勢が大切だと思います。その中でやはりチーム間の団結といいますか、チームひとつひとつではなく、みんながチームひとつになって、この水素のテーマを解決しているのだなということが今日はよく分かりました。是非、これからもこのチームの結束力で研究開発、民間が出来ないテーマに取り組んでいただけるととっても良いことだと思いますので、どうぞよろしく願いいたします。それから後ひとつ、村上先生がおっしゃっていましたが、新しい技術ではありませんが移動式というステーションに向けた規制についても、ある程度今後は明確にしていかなければいけないと思うので、是非、業界と一緒に取り組んでいただくよう、お願いします。

(小堀委員) 小堀です。今日は長い時間ありがとうございました。私は中間評価の時もやらせていただいているのですが、その時は各テーマがバラバラでそのテーマの一番やりやすいところをやっているという印象があったのですが、それから年月を経てここまでそれぞれのテーマが持ち場を広げて、発展してきたということに感銘を受けています。やはりそういったことが実現するのにこういう集中研が寄与しているのではないかと思います。いつでも顔を拝めるところにいるという良さというのが出てきているのではないだろうかと思います。もう1つお願いといいますか、先ほども申したのですが、水素エネルギー社会というものを実現するためには、もちろん性能というところはありますが、コストというところを重要視していただきたいと思います。コストが安くなければ絶対に普及しません。普及しなければエネルギー技術は何の意味もない。そういったところで、現象に理解はかなり進んだと思いますが、それを実際にものに組み立てていくという技術というものがカギとなって、いろいろな要素がありますが、どこを集中的に強化しなければいけないとか、そういったことを明らかにするような技術や、要素技術を応用技術につなげるような1つのものがシミュレーションではあると思いますが、そういった技術に是非取り組んでいただきたいと思います。今日はどうもありがとうございました。

(小野委員) 今日は7年間にわたる研究の成果をご紹介いただきましてありがとうございました。これをお聞きしまして、まずこの7年の間に非常に大きな環境の変化があったと思います。我々も水素との関わりはずいぶん早くから始めましたが、世の中の要求は本当にそれほど大きかったのかというと、そうではなかったのではないかと思います。水素エネルギー社会というのは到来すると一時言われたわりには、我々企業人にとってはそれほど市場性そのものがハッキリ伸びたかというところでもなかったわけです。ただ、大震災以後、あるいは昨今の世界的なエネルギー需要の中で、やはり国のエネルギーというのはどうあるべきかというのが、いまここで問われていると思います。特に化石燃料の枯渇、あるいはCO₂削減の問題もあり、それを同時に解決するような手段として水素エネルギーというのが再び脚光を浴びているのではないかと思います。この研究が7年前に始まったときに、このタイトルにも「基礎研究事業」とうたわれているわけですし、そのことを噛み締めると水素の現象というのは深いところにあって、いまだに実は水素脆性というメカニズムは本当に全部解明し切れたのではないと思います。そういう意味でこの研究はまだ基礎的なところでやらなければならないことがたくさんあるのだらうと思いますが、環境がそれを待ってくれなくなったというのが実情ではないかと思います。その結果、先ほどアメリカやドイツで水素ステーションの数が増えつつあるというように計画が具体的に進行していますが、やはり日本もそれに遅れずに付いていくためには、先ほどのいわゆる法律の壁というものを見直すことがどうしても必要なのではないかと思います。そこに資するためには、この事業が水素の影響というものをきちっと捉えるという意味で、技術の根幹をきちっと定めるという意味では非常に有意義な研究であると感じています。いろいろな現象が解

明されて、本当にこれからまだまだやることは多いのですが、実用化するためのデータベースのあり方ですとか、そういったことをこれからまたいろいろ検討していただいて、さらに次年度以降の研究に続けていただければいいなと思っております。どうもありがとうございました。

(尾方委員) 尾方です。本日は本当にありがとうございます。今日、7年間やってこられたことをお聞きいたしまして、自分も本当にいろいろ勉強させていただくことが出来ました。幅広いレンジで村上先生のリードの下、研究をされてきて、これだけの素晴らしい成果が上げられたということに非常に感銘を受けております。冒頭「駆け込み寺」という表現があったかと思いますが、おそらく企業の方々にとってみても、水素のことで何か聞きたいことがあったらここに行ったらいいというものがあるというだけで、日本の水素技術の向上に貢献されたのではないかと感じています。私は大学におりますので、この事業が最も素晴らしいと私自身が思うのは、基礎からしっかりとビルドアップしていくところだと思います。そこをおろそかにすると短期的には新しい技術というのは出てくるかもしれませんが、長期的に見ると基礎がしっかりと出来上がっていないと、すぐに別の技術に追い抜かれてしまうということになると思います。しっかりと基礎から考えられているというところで本当に素晴らしいと思います。今後もこういった形で水素の拠点というものが続いていって、水素だけではなく、これに関連する技術も含まれると思いますが、そういったものをリードしていくような組織形態であったらと思っています。応用に向けてはいろいろなサジェスションがあったと思いますが、基礎の部分でも非常に素晴らしい理論体系みたいなものが構築されつつあると思います。しかし、もう少し世界に向けて日本の水素基礎研究はここにありというようなアピールを、既にされておりますが、論文発表などいろいろなところで更にしていただき、欧米を含め日本の基礎研究にはかなわないと思うような、基礎研究レベルでも是非ともアピールをしていただきたいと思います。せっかくこれだけ集中してやり始めたということで、これを日本としても継続していかなければいけないと思います。そのためには人材をしっかりと育成していく必要があると思います。そういう意味で新しい、若い人たちをこういう拠点にしっかりと糾合していただいて、この研究に携わって、そういう人たちを次の日本を支える人材に育成していくということも是非ともお願いしたいと思っております。以上でございます。

(栗飯原委員) 栗飯原です。今日は1日広いテーマにわたって研究成果を聞かせていただきまして、どうもありがとうございました。私も中間評価でお話を聞かせていただいたのですが、その時と較べるとターゲットも非常に明確になって、よくマネジメントもされていたと思います。特に企業の参加もあり、さすが日本の企業はターゲットも明確で、タイムリーに開発が進み、基盤研究と開発がうまく結びついて進んできたと思います。今後は具体的な材料開発とかこの分野の技術開発を進める上で、やはり基盤がしっかりしていないと、原理原則が分からないとなかなか先に進みにくいということだと思います。原理原則、メカニズムが全部解明されて、その後開発するということはありませんが、やはりそれは必要です。いろいろ開発している上で出てきた知見が、また原理原則とかメカニズムの解明につながるわけで、是非ともそういう形で進めていただきたいと思います。データベースに関しましても、この事業でしかない装置もありまして、データそのものは非常に貴重だと思いますが、データベースを作る、公表する上でも、やはりそのバックにある思想といいますか、原理原則といいますか、そういうものがないと単なるデータの羅列になってしまうと思いますので、原理原則、メカニズムの追求も是非ともやっていただきたいと思います。水素脆性に関しましても、まだまだ深いところがありまして、モデルを提案されたというレベルだと認識しましたが、もう1段、2段深い研究も続けていただきたいと思います。そういう意味で、国内、国外、他の団体、企業、大学、研究所でもこの分野の研究は進んでいるわけですから、そういうところとも学会等を通じて十分に議論を

進めさせていただきたいと思います。以上でございます。

(水流分科会長代理) 水流です。今日は非常に広範囲にわたって素晴らしい結果を聞かせていただきましてありがとうございます。私の印象としては非常に広範なものが、かなり学術的にもきちんとした展開をもって、それが次の例えば実用化とか応用とかに向けて進められているという感じがしました。今日はどうしても発表の時間が短いということがあったのだと思いますが、その基礎的な研究あるいは学術的な成果と、それからその次の応用との間を十分に説明していただけなかったという印象が残念だったと思います。村上先生が最初におっしゃいましたが、例えば小学生に、「水素ステーションが近くに出来ても大丈夫だよ」ということのための説明が必要だとありましたが、小学生は無理かもしれませんが、「学術的な基礎の上の立ってこういう結論が出ている、こういう材料を選んでいる」というようなものがあれば、社会に対しての、あるいはお金を使ったことに対する社会への説明にもなります。そしてやはりこれだけのパワーでこれだけの学術的な成果が出たということアピールすることも非常に重要だと思います。報告書をきちんと読めばそういうことになっているのかもしれませんが、そういうアピールの仕方でも是非考えていただければ、もっともっと評価が高まるのではないかと感じました。以上でございます。

(森永分科会長) 森永です。これは水素先端科学基礎研究ということで、本当に基礎的なところからしっかり仕事を組み立てていこうという、そういう気持ちを感じられて大変喜んでおります。先ほどから先生方が言われておりますように、必ずしも全体像がハッキリしているわけではなく、まだこれからやらなければいけないことはたくさんあるという意味でも先端的な研究ではないかと思えます。人材育成、企業との連携、あるいは国際標準化の取り組みということについても、私はうまくやっておられるという印象を持ちまして、非常に好感を持った次第です。産総研、九州大学、あるいはこの他の大学の方や企業の方が大変真摯にこの研究に取り組まれているということが分かりまして、これからは是非続けていただきたいと思っております。私も中間審査をさせていただきましたが、格段の進歩ではないかという認識を持っております。ただ、まだまだ先端研究は続けるべき研究だと思いますので、是非、皆さまの今後のご努力をよろしく願います。どうもありがとうございました。

8. 今後の予定、その他
9. 閉会

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について（案）
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）
- 資料 4 評価報告書の構成について（案）
- 資料 5-1 事業原簿（公開）
- 資料 5-2 事業原簿（非公開）
- 資料 6-1 プロジェクトの概要説明資料（公開）
 - ・ 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
- 資料 6-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
 - ・ 研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7.1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧水素物性の基礎研究
- 資料 7.2.1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用及び加工（成形・溶接表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 資料 7.2.2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 資料 7.3.1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 資料 7.3.2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究
- 資料 7.4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - ・ 高圧水素トライボロジーの解明
- 資料 8 今後の予定