（別紙）

エネルギーキャリアプロジェクト

【背景】

文部科学省及び経済産業省は、我が国が官民の総力を挙げて 2030 年頃の実用化を目指して取り組むべき革新的技術を特定するとともに、特定された技術の研究開発推進における両省の役割や連携の仕組み等について方向性を示すため、両省に提言を行う有識者から構成される合同検討会を開催しています。

本合同検討会では、①我が国の経済社会に大きなインパクトを与える、②リスクが高く、実用化・事業化までの長期の取組が必要、③我が国が強みを持ち、世界への貢献が期待される連携テーマを検討しました。

その結果、平成２５年度に新たに取り組むべき連携テーマの１つとして、国内外の再生可能エネルギーの大規模利用を実現するため、再生可能エネルギーを水素等に転換する「エネルギー貯蔵・輸送技術」が提言されました。

わが国の電力需要をまかなう一次エネルギー源として、再生可能エネルギーが占める割合を大幅に増やすためには、再生可能エネルギーが自然現象に依ることに起因する課題を克服しなくてはなりません。太陽光、風力等の再生可能エネルギーが得られる地域は国内外において偏っており、都市などのエネルギー消費地から遠隔であることが多くあります。また、季節や時間といった月・日・時間単位の変動が大きく、電力の需要と供給のピークが一致しないという問題があります。

これら再生可能エネルギー特有のいわば地理的・時間的な課題を克服するための方策として、再生可能エネルギーによって生産される電力や熱を水素などのエネルギー貯蔵媒体（エネルギーキャリア）に転換し、安全に輸送・貯蔵を行い、必要に応じてエネルギーキャリアを電力や動力、または化成品原料として利用することが考えられます。変動周期の長い風力発電等の有効利用技術の１つとして、蓄電池以上に長期間に渡りエネルギーの出し入れが可能となるエネルギーキャリアの活用が期待されています。

これらを実現するには、まず再生可能エネルギーから水素を低コスト、高効率に製造する技術の開発が必要です。また、長期間の大量貯蔵、長距離輸送については、水素をさらに取り扱いが容易で安全性にも優れたエネルギーキャリアに転換し、利用する技術を開発することも期待されます。

これを受け、当該連携テーマの実現に向けた具体的な検討を行うため、笠木伸英科学技術振興機構研究開発戦略センター上席フェローをコーディネータとして両省及び有識者等で構成される「エネルギー貯蔵・輸送ワーキンググループ」（以下、「ワーキンググループ」という。）を合同検討会内に立ち上げ、検討を進めてまいりました。

【プロジェクトの趣旨】

ワーキンググループにおいては、現在、文部科学省及び経済産業省において概算要求中のプロジェクト及び関連する事業を俯瞰した上で、一体的に進めるための体制を

整備し、適切な役割分担・連携を行っていくことについて検討しました。
　経済産業省の水素関連研究を補完することになる文部科学省プロジェクトでは、産業競争力懇談会（COCN）の報告等も参考にし、技術的利用可能性や経済性等の観点から、現時点では実用化の可能性が高いと考えられるメチルシクロヘキサン（＝有機ハイドライド)、アンモニアの２種類を大きな研究の柱にすることとしました。

　検討の結果、両省が以下のような役割分担・連携で研究開発を進めることとしました。なお、両省の取組が一体となったものとなるように、各代表者、関係機関からなるガバニング・ボードが全体を運営することとしています。

①　再生可能エネルギーに適合した低コスト・高効率水素製造技術等の開発を目指す「再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発」（経済産業省）
②　異分野の知見の融合を図りつつ、エネルギーキャリアとして有力な有機ハイドライドやアンモニア等の生成・利用に関する基礎・基盤研究を実施する「エネルギーキャリアプロジェクト」（文部科学省）
③　再生可能エネルギーサイトでのエネルギー供給ポテンシャル調査等を踏まえつつ、開発技術の導入シナリオの検討により開発課題を明確化する「トータルシステムシナリオ検討」（経済産業省、文部科学省は一部分担）

　②「エネルギーキャリアプロジェクト」の成果は、①の「再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発」へ橋渡しされ、試作・評価が行われるとともに、そこで得られた評価結果や研究開発の方向性については、②へフィードバックされます。

【文部科学省が実施するプロジェクトの研究体制】
　「エネルギーキャリアプロジェクト」の研究体制は、有機ハイドライドと水素・アンモニアの２つの研究チームを柱として、その他に共通するプロセス工学を実施する研究チームで構成されます。
　また、経済産業省を中心に導入シナリオ等トータルシステムが検討される中に、各キャリアの研究の LCA・EPT 評価・分析を行うチームを設けます。エネルギーキャリアの製造から利用、社会導入までを見据えた１０年の研究開発を実施し、経産省事業や産業に橋渡しすることを目指します。
　検討の過程において、キャリアの種類ごとの研究チームの設定ではなく、電気化学や触媒化学など学問分野ごとに研究チームを構成し、同分野の研究者間の協働によって研究開発を実施することも検討しましたが、2030 年頃の実用化に向けては、各キャリアごとに課題を明らかにした上で、合成から利用まで一貫して推進することが重要との結論に至り、上記のような構成としました。
　なお、各エネルギーキャリア別の研究チーム間の連携を図り、電気化学、触媒化学の共通課題をより効果的・効率的に進めるため、キャリア別チームの活動を横断的に進捗管理・評価・助言する「横断チームマネージャ」を電気化学、触媒化学のそれぞ

れの分野に設置します。

　このほか、エネルギーキャリアとして有望な物質は、水素や有機ハイドライド、アンモニア以外にもいくつかの候補が考えられます。科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST－CRDS）では、エネルギーキャリアに関するワークショップを開催し議論を重ねていますが、新規のエネルギーキャリアの可能性が指摘されるとともに、アンモニア等についても後述する研究内容以外の革新的な合成方法などが紹介されています。このため、有機ハイドライドやアンモニアだけでなく他のエネルギーキャリアも含め、電気化学・触媒化学・プロセス工学・材料科学のそれぞれの視点から基礎的・基盤的な研究開発を実施するための枠組みを別途設けて、シーズを発掘し、その成果を活用することを検討しています。

　各研究課題チームの具体的な研究内容については、以下のとおりです。

（A：システム設計チーム）

・有機ハイドライド、アンモニアによる再生可能エネルギー貯蔵・輸送システムの設計、LCA・EPT 評価・分析を行い、導入シナリオの検討を進めます。

（B：有機ハイドライドチーム）

・電解合成により、メチルシクロヘキサンを効率的に生成する方法の研究開発を行います。
・メチルシクロヘキサンから高効率に水素を取り出すための研究開発を行います。
・メチルシクロヘキサンを直接燃料に使用する有機ハイドライド燃料電池の要素技術開発を行います。

（C：水素・アンモニアチーム）

・再生可能エネルギーから水素を効率的に生成するため、太陽熱を利用する技術の研究開発を行います。
・ハーバー・ボッシュ法に代わる新しいアンモニア合成法（熱化学合成）の研究開発を行います。
・アンモニアから効率よく水素を取り出すための研究開発を行います。
・アンモニアを直接燃料として使用するアンモニア燃料電池の要素技術開発を行います。
・アンモニアを直接燃焼させる技術の研究開発を行います。

（D：プロセス工学（共通課題）チーム）

・有機ハイドライド、アンモニアに共通する課題である水素分離膜・精製に関する研究開発を実施し、その成果を各キャリアチームに還元します。

この他、有機ハイドライドやアンモニアだけでなく他のエネルギーキャリアも含め、電気化学・触媒化学・プロセス工学・材料科学のそれぞれの視点から基礎的・基盤的な研究開発を実施するための枠組みを別途検討中。

※　上記のプロジェクトの内容については、平成２５年度予算要求段階であり、今後、事業規模や研究体制等を変更させる可能性があることを申し添えます。

エネルギーキャリアプロジェクト　文科省・経産省　実施体制（案）

ガバニングボード　文科省、経産省、JST、NEDO、学識経験者、経済団体、関連企業　等

文科省事業
ALCA特別重点プロジェクト

経産省事業
再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発

トータルシステムシナリオ検討

【文科省】
Aチーム（研究機関中心）
各キャリアのシステム設計、
LCA・EPT評価・分析

【経産省】
ポテンシャル調査、シナリオ検討

・再生可能エネ貯蔵・輸送システムの導入シナリオ検討
・シナリオ実現に向けた技術課題等の明確化
・技術課題についてはPJ運営に適切に反映

B（有機ハイドライド）チーム

○電解合成
電極触媒　熱移動
電気化学　材料

○水素化・脱水素
触媒

水素FC等

有機ﾊｲﾄﾞﾗｲﾄﾞ燃料電池等

○有機ﾊｲﾄﾞﾗｲﾄﾞ利用
電極触媒　材料

C（水素・アンモニア）チーム

水素
○合成・製造
高温型高効率集熱
新ISプロセス

HB法
・革新的合成

アンモニア
○高効率熱化学合成
熱化学

○脱水素・精製
触媒

水素FC等

アンモニア燃料電池等
（SOFC）

○アンモニア利用
電極触媒　材料

○アンモニア燃焼
(ﾀｰﾋﾞﾝ、ｴﾝｼﾞﾝ、炉)

横断チーム マネージャ（触媒化学）
触媒分野の研究を横断的に進捗管理・評価・助言

D プロセス工学（共通課題）チーム
水素分離膜・精製

横断チーム マネージャ（電気化学）
電気化学分野の研究を横断的に進捗管理・評価・助言

成果の橋渡し

基礎的課題の立ち返り研究

水素製造技術開発

低コスト水素製造技術開発　（アルカリ水電解　等）
○電流密度の向上等による、設備コスト低減（現状コストの1/3程度を実現）
○変動する再生可能エネルギーからの電力を効率よく直流に変換する技術
　等

高効率水素製造技術開発（水蒸気電解　等）
○高効率・長寿命なセル・スタック開発、特性評価
○システムコンセプト実証機の試作
　等

水素周辺技術開発

○液化水素タンクの貯蔵期間向上
○水素液化システムの容量、効率向上
　等

エネルギーキャリアシステム研究

○アンモニア、有機ハイドライド等の各種エネルギーキャリアシステムの材料・要素機器の評価　等
○小規模なシステム実証を行い、性能・経済性、開発課題を把握　等

エネルギーキャリア安全性評価

水素を含むエネルギーキャリアの安全性評価を実施

上記A～Dチームの他に、既知または新規のエネルギーキャリアについて
分野融合による基礎的・基盤的な研究開発を実施するための枠組みを検討中。

主な研究テーマ

電気化学	既知キャリア直接電解合成、既知キャリア直接電解水素化、新規キャリア電解合成、炭酸ガス還元、直接燃料電池
触媒化学	既知キャリア合成触媒、水素化触媒、脱水素触媒 新規キャリア合成触媒
プロセス工学	反応器設計、合成・燃焼トータルシステム
材料科学	新規エネルギーキャリア・新規触媒・電極・反応場の材料創製