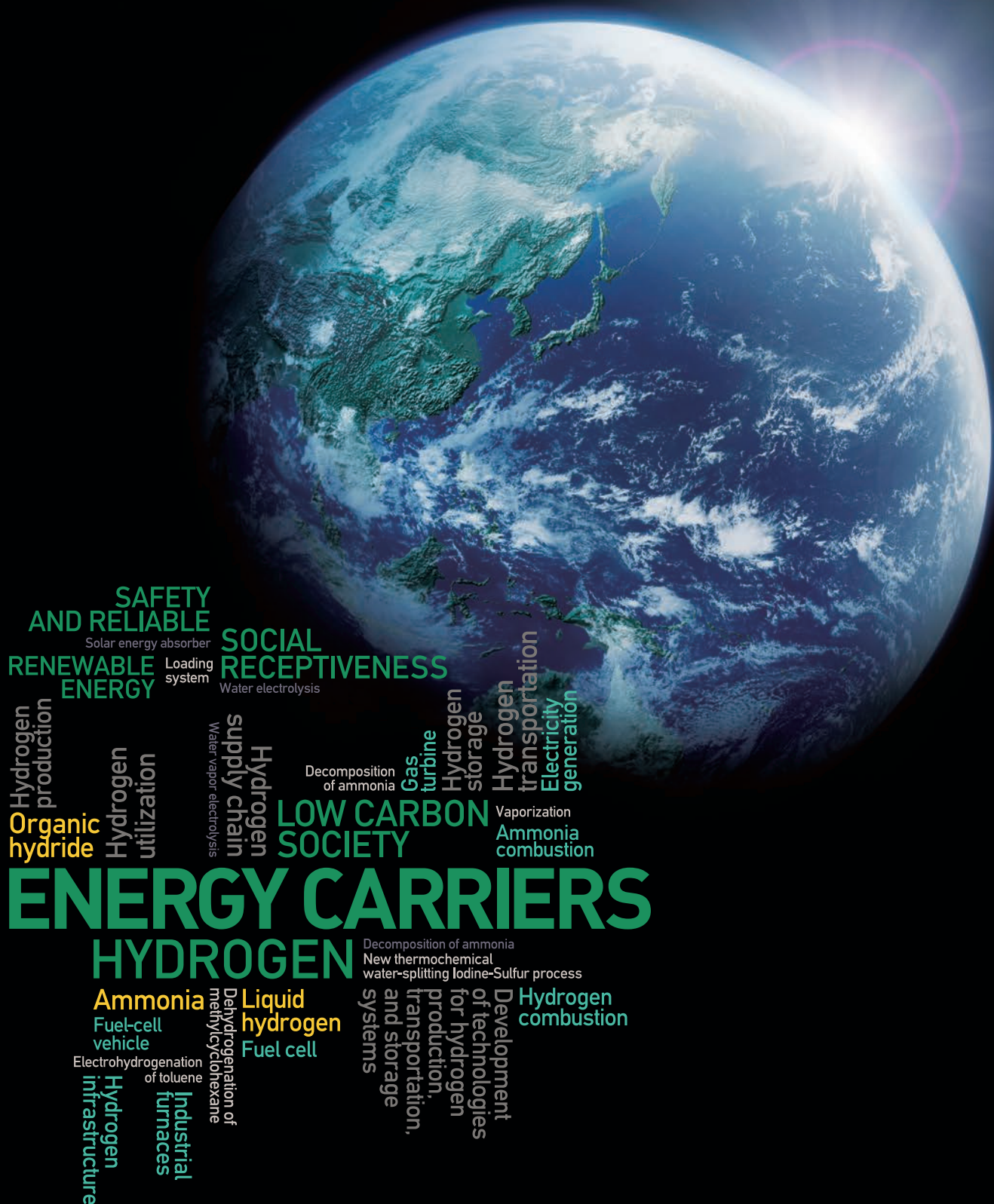


戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

# エネルギー キャリア



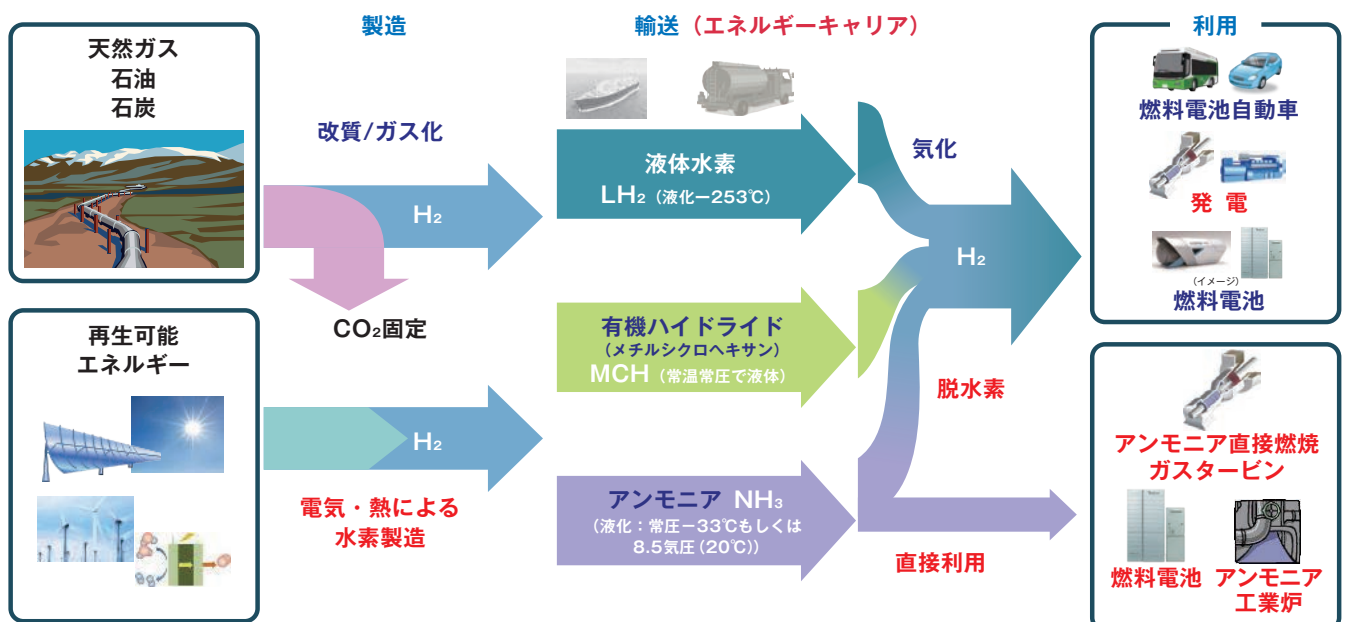
## SIP エネルギー キャリア 概要

資源小国の日本として、エネルギーの多様化による安定供給と同時に大幅な低炭素化を進めていく必要がある中で、水素エネルギーの役割に対する期待が高まっています。しかし、水素の本格的な利用に向けてはまだまだ技術的、コスト的なハードルは高く、今まさに国が主導して、産官学が連携してオールジャパンで研究開発から実証を進めていくことで、水素利用、水素関連産業で世界をリードし、日本のエネルギー環境問題に大きく貢献することができると考えられます。

こうした中、総合科学技術・イノベーション会議のもと2014年度にスタートした「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の10テーマの中に「エネルギーキャリア」として、水素社会に向けた技術開発プログラムが組み込まれました。「エネルギーキャリア」とは、気体のままでは貯蔵や長距離の輸送の効率が低い水素を、液体にしたり水素化合物にして効率的に貯蔵・運搬する方法です。

このエネルギーキャリアでは、CO<sub>2</sub>フリー水素バリューチェーンの構築を目指し、CO<sub>2</sub>フリー水素の製造から3つのキャリア(液体水素、有機ハイドライド、アンモニア)による輸送、貯蔵そして水素の利用までの主要な技術開発を推進します。

### エネルギーキャリアの取組み〈CO<sub>2</sub>フリー水素バリューチェーンの構築〉



- 水素は様々なエネルギー源から製造可能で、燃料にも電気にもなる。(大幅なCO<sub>2</sub>排出削減が可能)
- 水素は低熱量の気体であり、運搬・貯蔵が困難。水素を大量輸送する技術(エネルギーキャリア)や水素をエネルギー源として利用する関連技術の開発が重要。

## ビジョン

水素の「製造」、「輸送・貯蔵（キャリア）」、「利用」に関する技術開発を産官学の連携、ALL JAPANによる取り組みを強力に推進することにより、2030年までに日本が革新的で低炭素な水素エネルギー社会を実現し、水素関連産業で世界市場をリードすることを目指す。

2015-2020

2020-2030

2030-

●燃料電池自動車、燃料電池  
コージェネの普及開始

●左記の普及拡大  
●水素発電の導入

●大規模水素発電  
●CO<sub>2</sub>フリー水素の大量導入

●安価なCO<sub>2</sub>フリー水素の製造  
技術、エネルギーキャリアと  
その利用技術の開発

●水素・エネルギーキャリア  
による高効率発電の実証

●日本の水素関連  
産業が世界市場で活躍

●東京オリンピック・パラリン  
ピックでの水素タウン実証

●より大規模な実証



水素タウン実証で、2030年以降の本格的な水素社会を先取りして実現する。

## SIP エネルギーキャリア・テーマ一覧

平成 28 年 4 月 1 日現在

### 水素関連 研究開発テーマ

8 液化水素用ローディング  
システム開発とルール整備

研究責任者

千田 哲也

(日本船舶技術研究協会)

9 水素エンジン技術開発

研究責任者

饒 雅英 (川崎重工業)

1 高温太陽熱  
供給システム

研究責任者

加藤 之貴 (東京工業大学)

2 熱利用水素製造

研究責任者

坂場 成昭

(日本原子力研究開発機構)

### アンモニア関連 研究開発テーマ

3 CO<sub>2</sub>フリー水素利用  
アンモニア合成  
システム開発

研究責任者

藤村 靖 (日揮)

4 アンモニア水素  
ステーション基盤技術

研究責任者

小島 由継 (広島大学)

5 アンモニア燃料電池

研究責任者

江口 浩一 (京都大学)

6 アンモニア直接燃焼

研究責任者

小林 秀昭 (東北大学)

### 有機ハイドライド関連 研究開発テーマ

7 有機ハイドライドを  
用いた水素供給  
技術の開発

研究責任者

壺岐 英

(JXエネルギー)

10 エネルギーキャリアの安全性評価研究

研究責任者

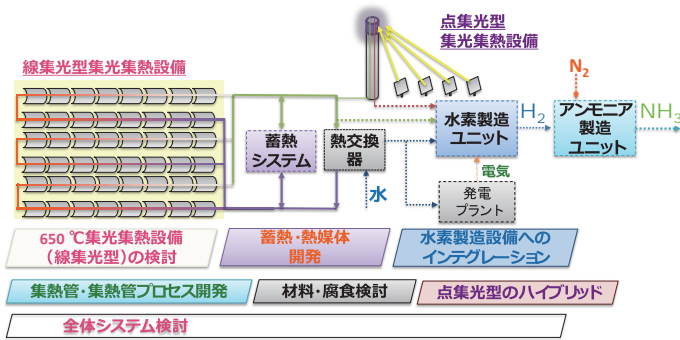
三宅 淳巳 (横浜国立大学)

# 1 高温太陽熱供給システム

研究責任者 **加藤 之貴** 東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 教授

**目的** 水素製造に必要な高温型集光集熱システムを構築します。従来困難な650℃の高温での集熱・熱供給を目指し集光、集熱管、蓄熱、熱媒体技術を開発し、太陽エネルギー効率利用を実現します。

**概要** エネルギーキャリアとして、高い水素密度を有するアンモニアを太陽熱を用いた水素から製造することを目指しています。この水素製造に必要な熱を供給するために、従来技術では困難な650℃の高温型集光集熱システムを集光集熱効率70%以上を目標に要素技術の研究開発を行います。要素技術は(1)650℃の太陽熱を利用可能な高効率集光・集熱システム開発、(2)集熱のための高効率集熱管要素技術開発、(3)熱輸送および24時間熱供給のための蓄熱材、熱媒体の開発です。高温かつ高効率で24時間運転可能な太陽熱供給システムを実現し水素のみならず燃料製造、工業プロセスへの熱供給も目指します。



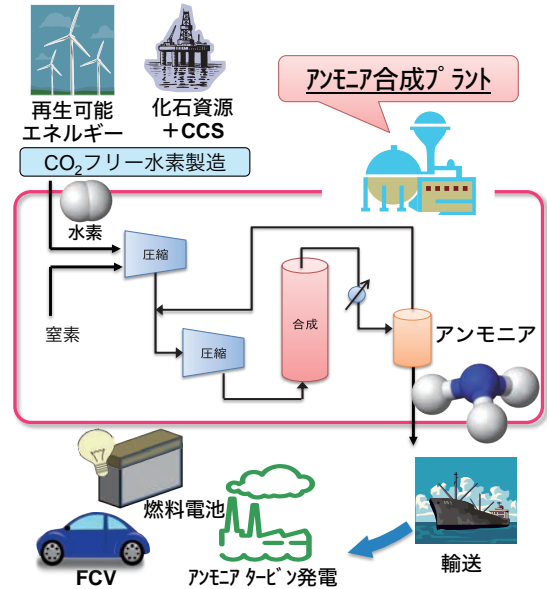
# 3 CO<sub>2</sub>フリー水素利用アンモニア合成システム開発

研究責任者 **藤村 靖** 日揮株式会社 プロセス技術本部 技術イノベーションセンター 技術研究所長

**目的** 再生可能エネルギーや化石燃料由来のCO<sub>2</sub>フリー水素を原料とした、高効率・低コストのアンモニア合成プロセスを開発します。

**概要** 従来の天然ガス原料からのアンモニア合成に代わる、CO<sub>2</sub>フリー水素原料に適したアンモニア合成プロセスを開発します。主な開発課題は次の2点です。

- ◆従来法に比べて低温で高活性な国産アンモニア合成触媒の開発
- ◆開発触媒を用いたアンモニア合成プロセスの実証試験を2018年度に実施

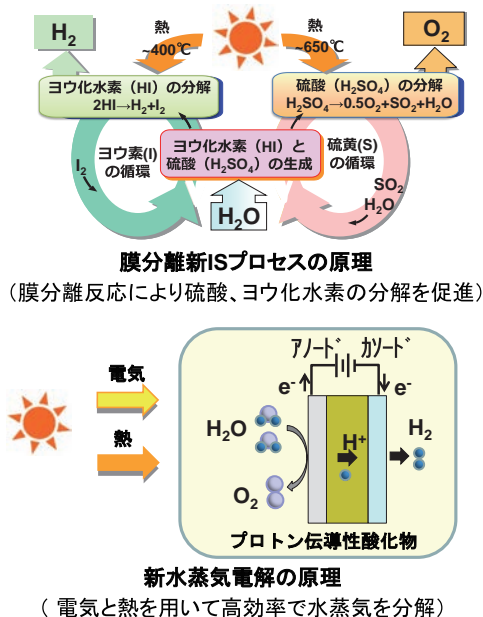


# 2 熱利用水素製造

研究責任者 **坂場 成昭** 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 高温ガス炉水素・熱利用研究センター グループリーダー

**目的** 太陽熱(約650℃)を利用して水から効率的に、かつ、二酸化炭素を排出せずに水素を製造する技術の開発を目的としています。

**概要** 以下の2種の技術について、要素技術の開発を行い、技術成立性を実証します。  
1) ヨウ素(I)とイオウ(S)を用いた化学反応に膜分離技術を応用して、水の熱分解により水素を製造する技術(膜分離新ISプロセス)  
2) 熱と電気でも水蒸気を分解して水素を製造する技術(新水蒸気電解)

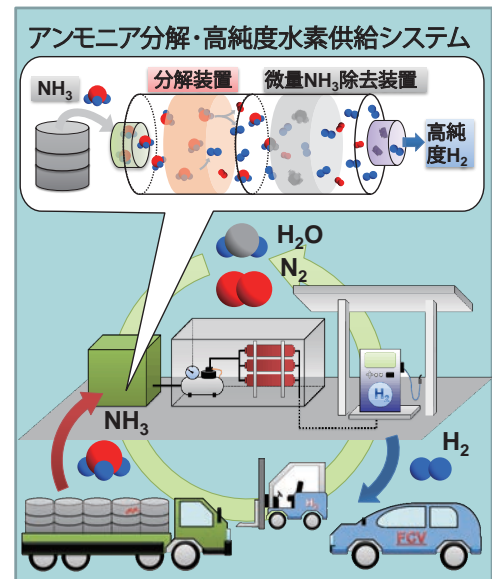


# 4 アンモニア水素ステーション基盤技術

研究責任者 **小島 由継** 広島大学 先進機能物質研究センター センター長・教授

**目的** 本研究の目的は水素ステーション用アンモニア分解・高純度水素供給システムを開発することです。

**概要** 水素を低コストで輸送して、高純度水素供給システムを開発することは燃料電池自動車(FCV)やFCフォークリフトを普及する上で重要な技術課題です。本テーマでは水素キャリアとしてアンモニアに着目し、アンモニア分解技術、微量アンモニア除去技術等に関する研究開発を行い、燃料電池自動車用水素燃料仕様(ISO14687-2)に適合した高純度水素供給システムを開発します。

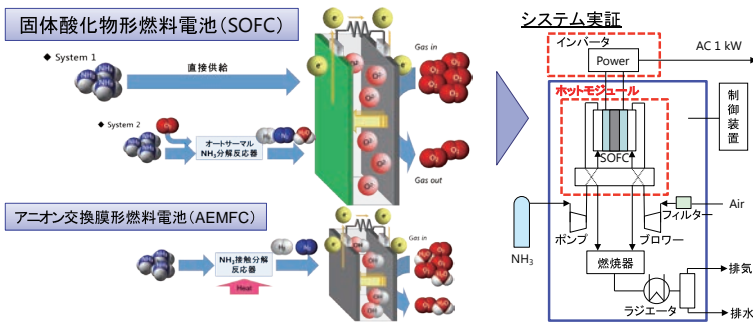


## 5 アンモニア燃料電池

研究責任者 江口 浩一 京都大学 大学院工学研究科 教授

**目的** アンモニアを燃料とする高効率な燃料電池システムの技術確立と実証を目指します。

**概要** アンモニアを直接SOFCに供給し、電極上で分解と発電を行うシステムを中心に開発します。また、周辺技術としてオートサーマル分解反応器とSOFC、接触分解反応器とAEMFCを組み合わせた発電方式も検討します。アンモニアを燃料とする燃料電池システムの効率や燃料としての適応性、劣化要因や最適な構成などを、各構成材料の単体試験だけでなく数100W~1kW級スタックおよびホットモジュールの発電試験、システム実証試験から明確にします。



## 7 有機ハイドライドを用いた水素供給技術の開発

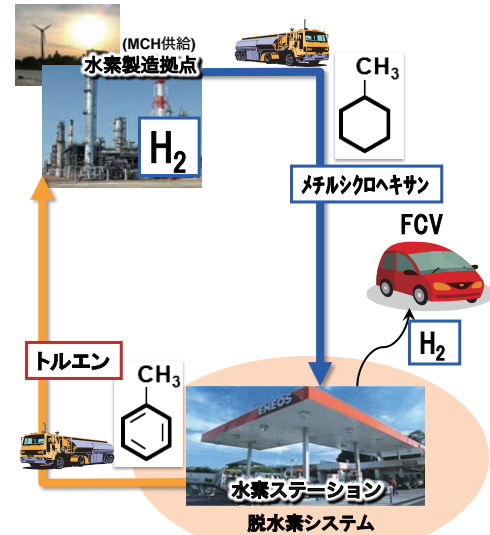
研究責任者 峯岐 英 JXエネルギー株式会社 中央技術研究所 プリンシパルリサーチャー

**目的** 有機ハイドライドを用いた水素供給技術の開発を行い、有機ハイドライド型水素ステーションを実用化することを目的としています。

**概要** 脱水素システムの高効率化、コンパクト化、低コスト化のために、以下の課題に取り組みます。

- 1) 脱水素触媒の高性能化
- 2) 脱水素システムの高効率化・小型化
- 3) 低コスト水素精製技術の開発
- 4) 安全性検証・基準整備

また、高効率な有機ハイドライド製造技術の開発にも取り組みます。これらの技術開発によって有機ハイドライド型水素ステーションを実用化し、FCVの本格普及と、水素社会の実現を目指します。



## 6 アンモニア直接燃焼

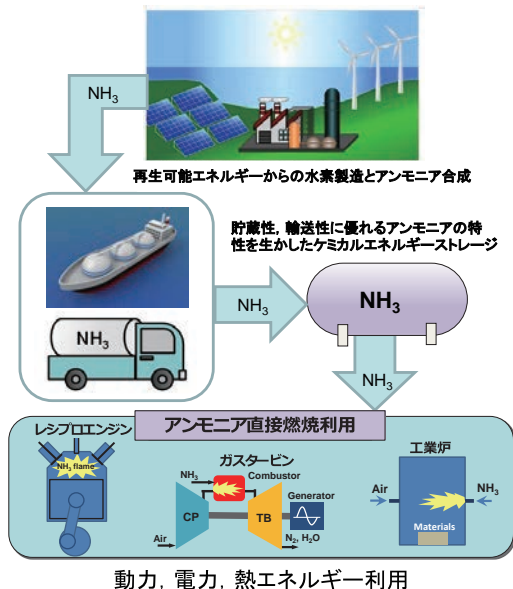
研究責任者 小林 秀昭 東北大学 流体科学研究所 教授

**目的** 水素エネルギーキャリアであると共にCO<sub>2</sub>無排出燃料であるアンモニアを直接燃焼させエネルギーとして利用する技術開発を目的とします。

**概要** アンモニア燃焼の高効率利用

- 1) ガスタービンによるアンモニア専焼および天然ガス混焼発電
- 2) 輸送機関へのアンモニアレシプロエンジンの適用
- 3) アンモニアを燃料とする工業炉による熱利用

これらについて、燃焼基礎特性に基づく技術開発と実証研究を行います。



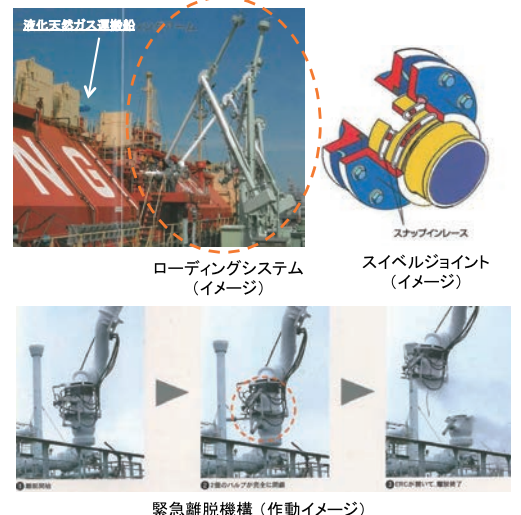
## 8 液化水素用ローディングシステム開発とルール整備

研究責任者 千田 哲也 一般財団法人日本船舶技術研究協会 審議役

**目的** 液化水素の船陸間荷役に必要となるローディングシステムの開発及びその運用に係るルール整備を目的とします。

**概要** 現在実用化されている液化天然ガス用のローディング技術とともに、液化水素用のスイベルジョイント(可動式継手)及び緊急離脱機構の研究開発を行い、これらを組み込んだ液化水素用ローディングシステムを構築・開発します。

また、本システムは世界初のシステムとなることから、その運用上の安全対策を策定し、関係する基準・規則の整備を行うとともに、それら基準の国際規格化を図ります。



(注) 上記イメージは全て現在実用化されている液化天然ガス用のローディング技術

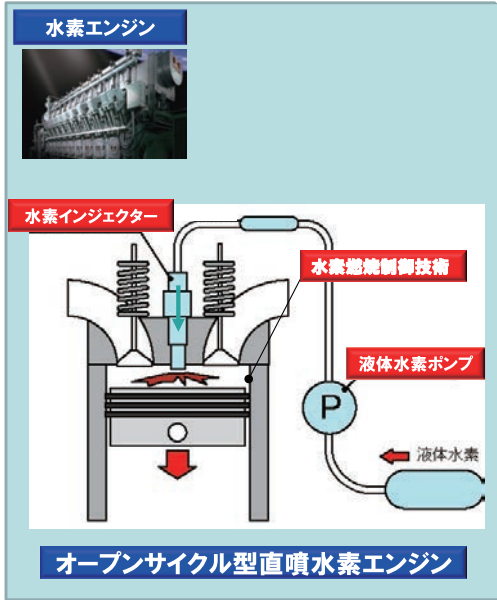
## 9 水素エンジン技術開発

研究責任者 鮎 雅英 川崎重工株式会社 技術研究所 熱システム研究部 部長

**目的** 高効率で低公害な水素エンジンを実現するための技術開発を実施します。

**概要** 水素を燃料とした発電設備等で使用する高効率、かつ、低NOxを達成可能なオープンサイクル型直噴水素エンジンを実現するために以下の技術開発を実施します。

- ◆水素燃焼制御技術
- ◆NOx低減技術
- ◆高圧水素インジェクター
- ◆高圧液体水素ポンプの開発



## エネルギーキャリアの種類と特徴

	圧縮水素 (700気圧)	液体水素	有機ハイドライド (メチルシクロヘキサン)	アンモニア
分子量	2.0	2.0	98.2	17.0
水素含有量 (重量%)	100	100	6.2	17.8
水素密度 (kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	39.6	70.8	47.3	121
沸点 (°C)	—	-253	101	-33.4
水素放出 エンタルピー変化 ※ (kJ/mol-H <sub>2</sub> )	—	0.90	67.5	30.6
その他の 特性※※	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 強引火性</li> <li>● 強可燃性</li> <li>● 爆発性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水素密度が高い</li> <li>● リサイクルが不要</li> <li>● 高純度、高圧の水素が得やすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 常温常圧で利用可能</li> <li>● 既存石油インフラが利用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水素密度が高い</li> <li>● リサイクルが不要</li> <li>● 直接利用も可能</li> </ul>

※ 水素放出エンタルピー変化：水素を取り出す際に必要なエネルギー

※※ 「その他の特性」の記載事項は、MSDSの「危険有害性情報」のサマリーから引用

## 10 エネルギーキャリアの安全性評価研究

研究責任者 三宅 淳巳 横浜国立大学 リスク共生社会創造センター 教授

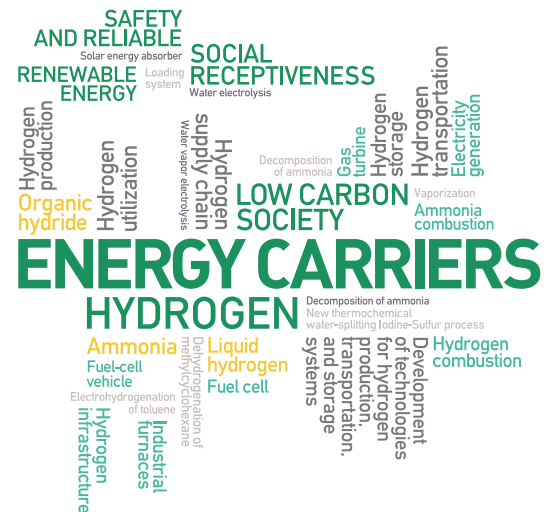
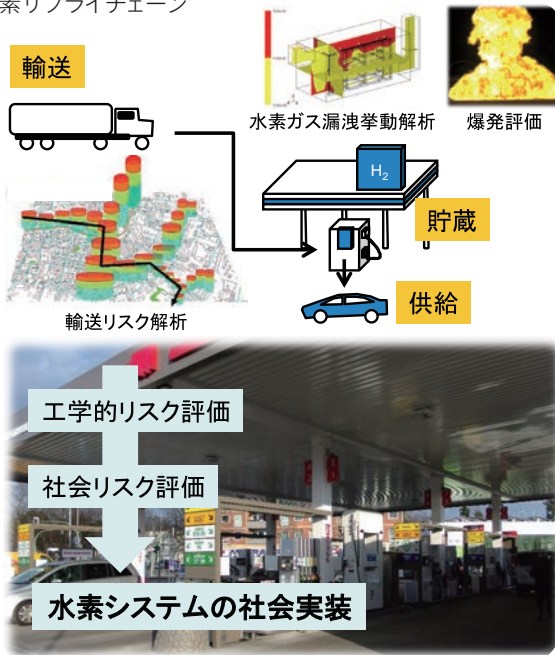
**目的** 多くの場所で必要な量を受容される価格で安定的に供給された水素を安全に運用し、活力のある社会を構築することを目的とします。

**概要** 1) 高圧水素サプライチェーン

2) 液化水素サプライチェーン

3) 有機ハイドライドサプライチェーン

の3つを対象として、輸送・貯蔵・供給時について、社会的リスク評価および工学的リスク評価を行い、社会実装に向けた研究開発を行います。



開発した水素製造・輸送・貯蔵・利用技術を、目に見える成果として、2020年東京オリンピック・パラリンピックで示したい。

それがショーケース的発信にとどまらず、日本における水素社会形成に向けた大きな第一歩にすることを旨とする。

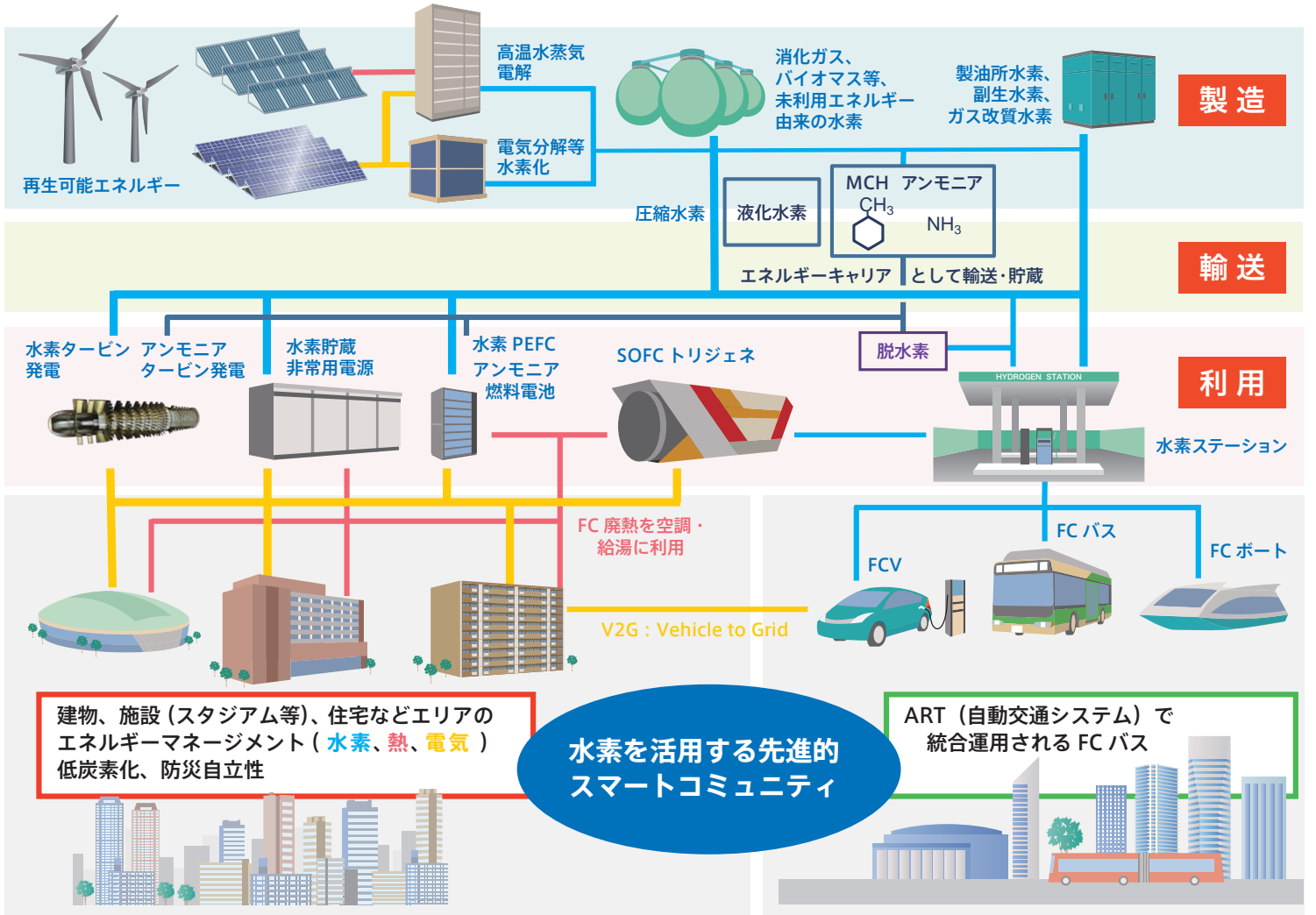
水素エネルギーがあることによる魅力ある街づくりに貢献する。

SIPエネルギーキャリア  
プログラムディレクター

東京ガス株式会社 常勤顧問 村木 茂



### 水素社会実現を目指す基本スキーム





<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>



<http://www.jst.go.jp/sip/k04.html>