

## 「炭素循環エネルギー供給における高効率エネルギー変換技術の開発」 Development of Efficient Energy Transformation Technology in Carbon Recycling Energy Supply

研究代表者: 田辺 光昭<sup>1</sup>  
 木村 元昭<sup>2</sup>・吉田 幸司<sup>2</sup>、浅井 朋彦<sup>3</sup>、小紫 誠子<sup>4</sup>、飯島 晃良<sup>2</sup>、中根 昌克<sup>1</sup>

本研究は、動力システムにおけるエネルギー供給の持続可能性を確保するための技術提案を行うことを目的とする。世界的な化石燃料消費の現実<sup>①</sup>を直視し、温暖化解消にはCO<sub>2</sub>回収が不可避であるとする、エネルギー利用でCO<sub>2</sub>を含む炭素循環を成立させる(炭化水素がエネルギー媒体)シナリオが有望である。この前提のもと、実現可能で持続可能な動力システムとして、太陽光と原子力による1次エネルギー供給+CO<sub>2</sub>からの炭化水素燃料生成+高効率熱機関の組み合わせを考え(図参照)、各要素での効率向上技術開発と総合効率確保を目指す。

動力システムでは原子炉を用い熱化学法で水素を生成し、熱機関や燃料電池で利用するという水素循環システムが研究されているが、CO<sub>2</sub>回収には貢献しない。また既存の石油系インフラ・熱機関が使えないため、近い将来における普及可能性でも炭素循環システムが有利である。

炭素循環の鍵となるCO<sub>2</sub>からの炭化水素燃料生成は植物利用以外でも2009年度からメタノール合成が実証段階にあり<sup>②③</sup>、近い将来実用となると考えられるが、生成に必要な恒久的エネルギー源と新燃料利用熱機関の高効率化が残された課題である。その両者の基本技術につき研究を進め、将来の動力システム提案のための基礎を作る。

具体的アプローチと要素研究題目は以下である。

### <太陽熱利用技術によるアプローチ>

- ① 【太陽熱の効率的利用に関する研究】発電や炭素循環系での燃料生成の熱源として、再生可能エネルギーの一つである太陽熱を集光型真空平板太陽熱コレクタにより従来方式より高温・高効率で集熱利用する基礎研究を実施。

### <燃焼技術によるアプローチ>

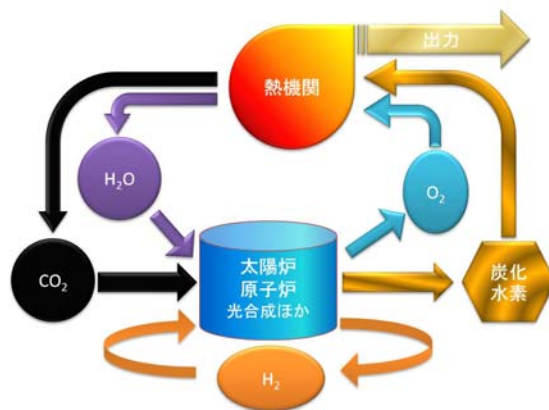
- ② 【高効率燃焼法に関する研究】高効率な比熱比の高いサイクルを実現できる超希薄燃焼の安定化に圧力波を利用する方法を考案し、これまでに実験検証してきているが、安定化機構解明と実用化のための試作により、高効率熱機関の基礎技術確立を目指す。
- ③ 【燃焼特性解明および新着火方法による新燃料の効率的利用】空気中のCO<sub>2</sub>を基に作成される新燃料のディーゼル機関への応用に関する実験的研究を行う。FT合成新燃料や脂肪酸メチルエステル(Fatty Acid Methyl Ester: FAME)などで、軽油と同等の着火燃焼特性を有する新燃料を作成することを目的とする。また、新燃料を確実に着火燃焼させるためにプラズマを用いた新着火燃焼方式を試みる。
- ④ 【高効率エンジンシステムの研究開発】エンジンの徹底的な高効率化と炭素循環で想定される新燃料(バイオ、クリーン燃料)の着火・燃焼特性を有効に利用することで、ガソリンエンジンの高効率化を妨げるノッキングの抑制並びに、高効率な新燃焼方式である予混合圧縮着火(HCCI, PCCI)燃焼の実現手法の構築を目指す。

### <プラズマ技術によるアプローチ>

- ⑤ 【高エネルギープラズマの効率的利用に関する研究】A) 内部電流系磁場閉じ込めプラズマの応用: 閉じ込め効率が高く、容易に加速・移送が可能なコンパクト・トーラス(CT)プラズマについて、その加速特性を利用した内燃機関の点火などへの応用を目指す。同時に、CTの一種である磁場反転配位(Field-Reversed Configuration: FRC)プラズマの特性に関する基礎実験を進め、その高ベータ特性を利用した中性子排出のない半恒久的エネルギー源となりうるD-3He核融合炉心設計のための要素技術の開発を目指す。  
B) 放射性廃棄物の処理へ応用可能な核融合-核分裂ハイブリッド炉や、炉への要請条件の低い核融合-バイオマスハイブリッド炉について、プラズマの閉じ込め効率の高いFRCの特性を活かした開発へのシナリオを提案する。
- ⑥ 【高エネルギープラズマ利用の最適化に関する研究】高エネルギープラズマをどのように利用することで、系の最高効率を得ることができるのかを、シミュレーションを用いて評価する。

### <シミュレーション技術によるアプローチ>

- ⑦ 【流体数値シミュレーションによる熱利用の高効率化】熱機関をはじめとする熱利用システムにおける熱効率向上のアイデアを流体力



炭素循環型動力システム概念図

学的見地から提供する。想定される問題は、燃焼をはじめとした化学反応を含む流体の流れであり、一般には流体モデルとして極めて複雑で数値的扱いが困難である。本研究では、これまで種々の熱対流のための数値モデルを構築しシミュレーションを実施した経験に基づき、可能な限りシンプルな数値モデルを開発し、まず流体の本質的な運動を解析する。そしてその基本モデルを発展させることで、熱効率向上に寄与する流れの定量解析を目指す。

文献:

- (1) JEA 2100 年原子力ビジョン-低炭素社会への提言-(2008)
- (2) RITE NOW Vo.15, 2002
- (3) 三井化学CSR 報告書 2009

---

1: 航空宇宙工学科 2: 機械工学科 3: 物理学科 4: 数学科