

未来社会に必要な革新的水素液化技術

磁気冷凍技術による革新的水素液化システムの開発

研究開発代表者： 西宮 伸幸 国立研究開発法人科学技術振興機構 プログラムマネージャー
／国立研究開発法人物質・材料研究機構 エグゼクティブアドバイザー

共同研究機関： 物質・材料研究機構、金沢大学、大島商船高専、京都大学、九州大学、産業技術総合研究所、(株)前川製作所、日本イットリウム(株)、中部電力(株)、住友重機械工業(株)、岩谷産業(株)



目的：

革新的な水素液化技術として、従来の気体冷凍に代わる「磁気冷凍」を用いた新しい冷凍システムを開発する。これによりモビリティから水素発電までの多様な水素エネルギーの普及を先導する。

研究概要：

液体水素は気体水素の1/800の体積で、大量輸送、大量供給、大量貯蔵、省スペース等の特長があり、水素エネルギーの本格的な普及には欠かすことができない。しかし、液化点が20K (-253℃) の極低温のため、液化には相応のエネルギー投入が必要であることや、ボイルオフの発生が避けられないことにより、液体水素利用コスト上昇の原因となっている。低コスト化を実現するためには、気体冷凍法では到達困難な液化効率50%以上を達成することが必須である。

本課題では、原理的に高い冷凍効率が期待できる磁気冷凍法を用い、革新的磁性材料および高効率磁気冷凍サイクルの開発により、

- ① 液化効率50%以上、液化量100kg/day以上の高効率水素液化機
 - ② 液化水素ゼロボイルオフを目指した小型・省電力な冷凍機
- を実現し、1兆円規模の液体水素市場を創出するとともに、我が国における水素基本戦略を大きく加速させる。

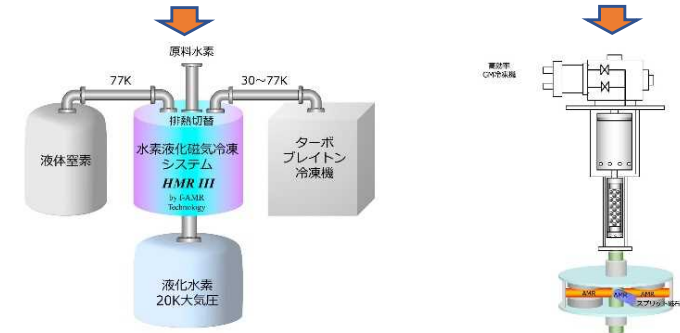
液体水素のサプライチェーン(川崎重工、岩谷産業殿資料)



課題
現状
目標
効果

液化効率の向上
～25%
> 50%
液体製造コスト10円/Nm³

ボイルオフによるエネルギー損失
～5%
ゼロボイルオフ化
エネルギー損失回収、小型・省電力冷凍機



液化効率50%以上、液化量100kg/day以上を実現する高効率水素液化機 | 液化水素ゼロボイルオフを目指した小型・省電力な冷凍機

Innovative Hydrogen liquefaction technologies desired in future society

Development of advanced hydrogen liquefaction system by using magnetic refrigeration technology

Project Leader : Nobuyuki NISHIMIYA Program Manager, JST
/ Executive Advisor, National Institute for Materials Science

R&D Team : National Institute for Materials Science, Kanazawa University, NIT Oshima College, Kyoto University, Kyushu University, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Mayekawa MFG., Nippon Yttrium, CHUBU Electric Power, Sumitomo Heavy Industries, Iwatani



Summary :

For the supply chain of hydrogen, liquefaction cost may occupy 1/3 of total supply price, therefore, developing a high efficient hydrogen liquefier is one of the most important technology issues for incoming hydrogen society. Magnetic refrigeration using the magneto-caloric effect has potential to realize liquefaction efficiency higher than 50%, and also to be environmentally friendly and cost effective. A hybrid refrigeration cycle consisting of precooling cycle and magnetic active regenerator cycle has been proposed and estimated to achieve a liquefaction capacity of 100 kg/day with FOM = 0.5. Our new project is committed to develop ① such a high efficient hydrogen liquefier and also, ② compact and energy saving re-condensation refrigerator to realize zero boil-off in the liquid hydrogen storage.

