

創刊号のごあいさつ



中外炉工業株式会社のCorporate Statementは「サーモテックで未来をひらく」です。「サーモテック」とはThermal Technology(=熱技術)の略で、当社の全ての製品に共通して使われている技術です。今般、この「サーモテック」を皆様により身近に感じて頂くために、「CRサーモテックニュース」を創刊いたしました。これから定期的に「サーモテック」に関する様々なトピックを発信してまいりますので、ご期待ください。

中外炉工業株式会社
プラント事業本部 サーモシステム事業部 事業部長
兼「CRサーモテックニュース」編集長

池田 勇

今回は編集長自ら執筆いたします！

「CRサーモテックニュース」では、毎号執筆を担当する社員を変えながら発行していく予定です。また各号には個性豊かな執筆者の自己紹介を掲載。気になる点などはぜひ執筆者にお気軽にお問い合わせください。

本号執筆者プロフィール

- | | |
|-------|---|
| 1985年 | 中外炉工業 入社 |
| 1991年 | International Flame Research Foundation
(オランダ) に出向し燃焼研究に没頭 |
| 1994年 | 中外炉工業サーモシステム事業部に復帰 |
| 2009年 | サーモシステム事業部長に就任 |
| 2014年 | 子会社である中外炉タイ、中外炉インドネシアの
社長に就任し現地駐在 |
| 2019年 | 中外炉工業サーモシステム事業部長に再び就任 |

創刊記念技術解説

「水素社会に対応するサーモテック(全3回)」
〈第1回〉

近年の台風大型化や豪雨、干ばつなどの異常気象は温室効果ガスの大量排出が主な原因であると言われる中で国際社会では日本は温室効果ガス削減に消極的であるとの批判も見られます。そこで「CRサーモテックニュース」では創刊号から全3回のシリーズ企画として究極のクリーンエネルギーである水素エネルギーについて技術解説します。特に第3回では当社がトヨタ自動車殿と共同開発した世界で初めての「工業用水素バーナ」をご紹介します。

CONTENTS

- 第1回 わが国の水素社会実現に向けた取り組み
- 第2回 水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性
- 第3回 工業用水素バーナの開発経緯とその性能

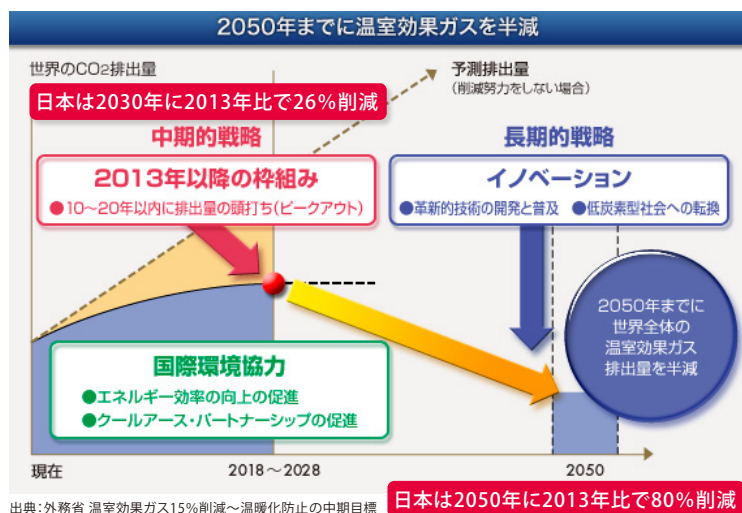


第1回 わが国の水素社会実現に向けた取り組み



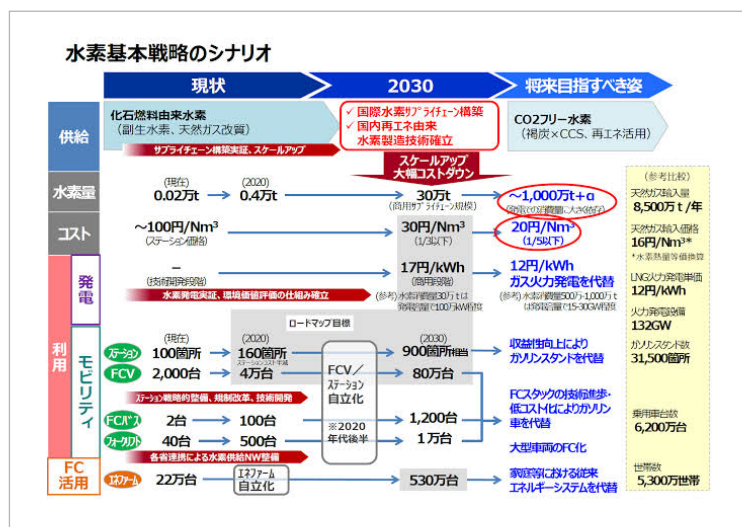
出典：外務省「持続可能な開発目標」(SDGs)について 2019年1月

左 の図は2015年に国連で採択された「持続可能な開発目標」(SDGs)です。ここで2030年までに世界が解決すべき17項目の目標が示されています。「サーモテック」に深く関係するのは、7項目の「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と、13項目の「気候変動に具体的な対策を」です。



出典：外務省 温室効果ガス15%削減〜温暖化防止の中期目標

ま たこの図では世界と日本の「温室効果ガス削減目標」が示されています。2050年に世界目標では「現状からの半減」を、日本独自目標では「2013年基準で80%減」を目指しています。どちらの目標実現にも、「革新的技術の開発と普及」が不可欠です。この「革新的技術」の一つが「水素利用技術」と言われています。日本は「水素の製造、運搬、利用」の各段階での技術開発で世界の先頭を走っています。



出典：経済産業省「水素基本戦略(2017年12月26日:関係閣僚会議決定)(概要)」

こ ちらは経済産業省が発表している「水素基本戦略のシナリオ」です。課題は水素価格で、まずは2030年に現状価格の1/3を目指しています。ここでは水素利用の中心は発電と燃料電池自動車となっていますが、水素価格目標が達成できれば工業炉での利用も十分に可能になります。

次号は本シリーズ第2回として「水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性」についてご紹介いたします。お楽しみに!

発行:

中外炉工業株式会社

堺事業所 プラント事業本部 〒592-8331 堺市西区築港新町2丁4番

東京支社 プラント事業本部 〒108-0075 東京都港区港南2丁目5番7号(港南ビル)

名古屋営業所 〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目21番19号(名駅サウスサイドスクエア)

TEL(072)247-1440(直通)

TEL(03)5783-3378(直通)

TEL(052)561-3561(代表)





執筆者ご紹介

前号に続き
ワタシが担当いたします！

中外炉工業株式会社
プラント事業本部 サーマシステム事業部 事業部長
兼「CRサーモテックニュース」編集長

池田 勇

本号執筆者プロフィール

1985年 中外炉工業 入社
1991年 International Flame Research Foundation
(オランダ) に出向し燃焼研究に没頭
1994年 中外炉工業サーモシステム事業部に復帰
2009年 サーマシステム事業部長に就任
2014年 子会社である中外炉タイ、中外炉インドネシアの
社長に就任し現地駐在
2019年 中外炉工業サーモシステム事業部長に再び就任

創刊記念技術解説 水素社会に対応するサーモテック

第2回 水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性

創刊号では、わが国の水素社会実現に向けた取り組みを紹介しました。その中で、温室効果ガス削減目標の実現に不可欠な革新的技術の一つが「水素利用技術」であること、また水素利用拡大の課題は「水素の価格」であることを解説しました。第2回では、「水素の価格」に直結する「水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性」を解説します。

CONTENTS

第1回 わが国の水素社会実現に向けた取り組み

第2回 水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性

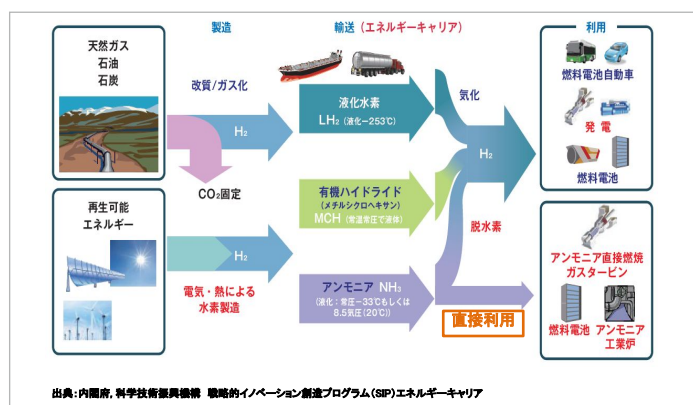
第3回 工業用水素バーナの開発経緯とその性能

水素エネルギー利用プロセスの構成要素は製造・輸送・利用の3つです。

①水素製造方法

～安価な水素製造技術の確立が必須～

- ・現時点では化石燃料改質による製造が一般的ですが、製造時に発生するCO₂を効果的に固定化する技術開発が課題です。
- ・現在川崎重工殿を中心にしたコンソーシアムがオーストラリアの褐炭を原料にした水素製造と液化の技術開発を進めており、2020年秋の液体水素出荷を目指しています。
- ・将来的には再生可能エネルギーによるCO₂フリーの製造技術確立を目指しています。



②水素輸送方法 ～各輸送方法に一長一短あり～

方法その1 / 液化水素にして運ぶ

製造した気体水素を-253℃以下に冷却して液体水素として輸送する方法です。課題は-253℃の超低温を作るために大量のエネルギー投入が必要な点です。液体水素の大量輸送の課題については、最近川崎重工殿が世界初となる液体水素輸送船を建造しました。

方法その2 / 有機ハイドライドにして運ぶ

気体水素を液体のメチルシクロヘキサンなどに変換して輸送する方法です。しかし、気体水素に変換するために加熱処理が必要なことが課題となっています。

方法その3 / アンモニアにして運ぶ

気体水素を液体のアンモニアに変換して輸送する方法です。課題は劇物であるアンモニアの取り扱いに注意が必要な点です。最近ではこの水素キャリアの一つと考えられていたアンモニアをそのまま直接利用する技術開発も進行中です。

③水素利用方法 ～利用拡大には安価な水素の普及がカギ～

- ・燃料電池自動車と水素焚きガスタービン発電はすでに実用化されています。水素価格が低下すればLNG焚き火力発電の代替となる水素焚き火力発電も考えられます。
- ・次号で紹介する当社の水素バーナを用いれば、工業用加熱設備での水素利用も可能です。

水素価格

- ・現在の水素価格は1m³で100円です。これは単位発熱量当りで都市ガスの6倍以上です。これが水素普及のネックになっています。
- ・水素社会実現のために、まずは2030年に36円/m³を達成し、2050年には20円/m³にまで下げることが目標とされています。
- ・アンモニアはカーボンフリー燃料として考えた場合、価格的には水素以上に魅力があります。

水素燃料はコストが課題

水素燃料は運搬、貯蔵にかかるコスト低減が課題

	都市ガス	水素	アンモニア
2018年 (現在)	60円/Nm ³	100円/Nm ³ (化石燃料)	28円/Nm ³ (HB法+EOR)
	1.4円/MJ	9.3円/MJ	2.0円/MJ
2030年 (見直し)	78円/Nm ³	36円/Nm ³ (再生E)	25-33円/Nm ³ (再生E)
	1.9円/MJ	3.3円/MJ	1.8-2.3円/MJ

水素の化学的特性

- ・水素の特筆すべき化学的特性は「燃焼速度が極端に速い」(メタンの8倍)ことです。そのため工業用バーナで利用する時には種々の配慮が必要になります。
- ・水素は「火炎温度が高い」(メタンより150℃高い)のも特徴です。この点も工業用バーナで利用する時にはNOxへの配慮が必要になります。
- ・これらの配慮の詳細は、次号(第3回)で解説します。

水素は燃焼速度が速く火炎温度が高い

燃料種	アンモニア NH ₃	プロパン C ₃ H ₈	メタン CH ₄	水素 H ₂
大気圧における沸点(℃)	-33.3	-42.1	-161.6	-252.9
20℃における液化圧力(atm)	8.5	8.5	常に気体	常に気体
低発熱量(MJ/m ³ N)	14.1	91.3	35.8	10.8
可燃当量比範囲(-)	0.63~1.40	0.51~2.51	0.50~1.69	0.10~7.17
最大燃焼速度(m/s)	0.07	0.43	0.37	2.91
最低自着火温度(℃)	651	432	537	500
最高断熱火炎温度(℃)	1750	2020	1970	2120

出典:カーボンフリーアンモニア製造、日本経済新聞 第58巻183号(2018年)41-48

第3回となる次号では、本技術解説の本題である「工業用水素バーナの開発経緯とその性能」についてご紹介します。ご期待ください!

発行:

 中外炉工業株式会社

堺事業所 プラント事業本部 〒592-8331 堺市西区築港新町2丁4番

東京支社 プラント事業本部 〒108-0075 東京都港区港南2丁目5番7号(港南ビル)

名古屋営業所

〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目21番19号(名駅サウスサイドスクエア)

TEL(072)247-1440(直通)

TEL(03)5783-3378(直通)

TEL(052)561-3561(代表)



Chugai Ro Thermal Technology News

Vol.03

2020.3

※より親しみやすいよう「CR」を「中外炉」に変更させていただきました。何卒ご了承ください。



執筆者ご紹介

当シリーズ最終回も
ワタシが担当いたします！

中外炉工業株式会社
プラント事業本部 サーマシステム事業部 事業部長
兼「中外炉サーモテックニュース」編集長

池田 勇

本号執筆者プロフィール

1985年	中外炉工業 入社
1991年	International Flame Research Foundation (オランダ) に出向し燃焼研究に没頭
1994年	中外炉工業サーモシステム事業部に復帰
2009年	サーモシステム事業部長に就任
2014年	子会社である中外炉タイ、中外炉インドネシアの 社長に就任し現地駐在
2019年	中外炉工業サーモシステム事業部長に再び就任

創刊記念技術解説 水素社会に対応するサーモテック

第3回 工業用水素バーナの開発経緯とその性能

これまで創刊記念シリーズ企画として、水素社会に対応するサーモテックをテーマにわが国の水素社会実現に向けた取り組みや水素の製造・運搬技術などをご紹介してまいりましたが、最終回となる今号では当シリーズの本題である「工業用水素バーナの開発経緯とその性能」について解説いたします。

CONTENTS

- 第1回 わが国の水素社会実現に向けた取り組み
- 第2回 水素の製造と運搬技術ならびにその化学的特性
- 第3回 工業用水素バーナの開発経緯とその性能

工業用水素バーナの開発経緯

- 日本のエネルギー総消費量の約18%が工業炉の分野において消費されていると言われていたますが、この分野での省エネルギー対策は過去から現在に至るまで種々実施されてきました。そのため実情としては更なる省エネルギーによるCO₂削減余地が少なくなっています。
- このような現況において、数年前にトヨタ自動車株式会社から工業用水素バーナの共同開発のお話をいただきました。
- 当社は50%の水素を含有するコークス炉ガス(COG)を燃料とする工業用バーナの実績が多数ありましたので、その技術を応用して水素バーナの共同開発を実現いたしました。

ベースバーナの選定と課題

- ベースバーナ選定に際しては以下の2点を重視し、当社のロングセラー製品であるHSGB型を選びました。
 - ①燃焼速度が格段に速い水素でも逆火しにくいバーナであること
 - ②適用範囲が広げられる汎用バーナであること
- 右の資料上の写真は従来のHSGB型バーナのままで水素を燃焼させた時のものです。燃焼速度が速い水素では燃焼筒が異常赤熱してしまうことが判ります。一方下の写真は同じバーナで都市ガス13Aを燃焼させた時のものです。その違いは一目瞭然です。

開発対象バーナの選定と課題



<従来構造における水素燃焼時の様子>



<従来構造における都市ガス13A 燃焼時の様子>

バーナ構造の改善

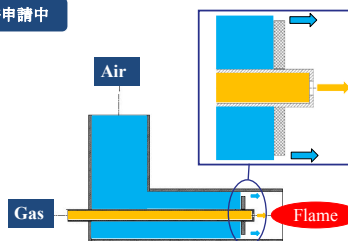
- ・異常赤熱を解消するために実施したバーナ構造の改善は以下の3点です。

- ①水素と空気を平行に吐出する
- ②水素と空気の吐出口の距離を離す
- ③水素の吐出速度を上げる

- ・水素バーナの特徴を一言で表現するなら「水素と空気の混合が緩慢なバーナ」と言えるでしょう。

バーナ構造の改善

特許申請中

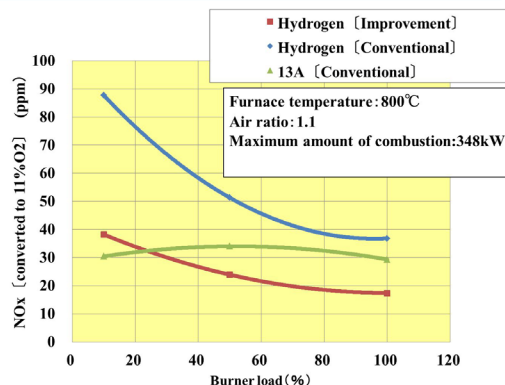


- ①水素と空気を平行に吐出する
(直交を止める)
- ②水素と空気の吐出口の距離を離す
- ③水素を高速度で吐出する

低NOx化

- ・異常赤熱の原因は水素の急速燃焼による火炎温度の上昇です。その結果NOx値は都市ガス13Aと比較して1.3～3倍(燃焼負荷で異なる)となりました。
- ・水素燃焼でのNOx上昇の原因は、火炎温度が高いと急増するサーマルNOxが増えたためと考えられます。
- ・上記のバーナ構造改善により火炎温度の上昇が緩やかになり異常赤熱が解消され、それと同時にNOx値も都市ガス13A以下を達成しました。

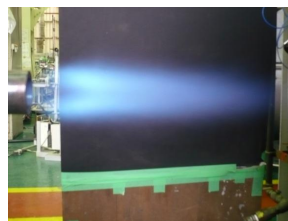
緩慢燃焼による低NOx化



まとめ

- ・水素バーナにおける異常赤熱とNOxの問題はバーナ構造を工夫することで解決しました。(水素と空気の混合を緩慢にする構造)
- ・水素バーナの火炎は輝度が少ない火炎ですが、従来の紫外線式火炎検出機の使用が可能です。
- ・点火前と消火後には逆火防止のために水素配管の窒素パージが不可欠です。
- ・水素配管材質は1MPa以下の圧力ならSGP(配管用炭素鋼鋼管)を適用可能です。

水素燃焼の火炎



<13A Combustion>



<Hydrogen Combustion>

以上3回にわたり水素社会の現況と当社の取り組みをご紹介してまいりましたが、脱炭素エネルギーの有力候補と考えられている水素はその普及拡大においては水素製造技術と輸送技術の革新による水素価格低減が不可欠です。一方で工業用水素バーナの開発においては今回紹介したHSGB型バーナ以外にもラジアントチューブバーナや低温オープン用多段燃焼バーナの開発も完了しており、すでに様々な工業用設備に適用可能です。水素バーナに関する質問や疑問も含め、ぜひ当社へお気軽にお問い合わせください。

発行:

 中外炉工業株式会社

堺事業所 プラント事業本部 〒592-8331 堺市西区築港新町2丁4番

東京支社 プラント事業本部 〒108-0075 東京都港区港南2丁目5番7号(港南ビル)

名古屋営業所

〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目21番19号(名駅サウススクエア)

TEL(072)247-1440(直通)

TEL(03)5783-3378(直通)

TEL(052)561-3561(代表)

