

パイプ型熱電発電モジュールの開発

～湯沸かし器をコジェネシステムに～

最近、調理機器やスチームサウナなど、過熱蒸気的一般家庭での利用が広がりつつある。小型蒸気発生器の開発は電気機器が先行しているが、エネルギー効率、加熱の瞬発力を考慮するとガス燃焼を用いた方が短時間で、大量の蒸気発生が可能となる。しかし、熱交換を行う鋼管表面の熱劣化、火炎温度の低下による不完全燃焼による一酸化炭素の発生が問題となる。そこで、鋼管表面を耐熱性に優れたセラミックスで被覆すればこれらの問題は解決する。さらにこの被覆層に熱電変換機能を持たせることができれば、ガス燃焼により熱交換と発電が同時に可能なコジェネレーションシステムができあがる。

p 型及び n 型熱電材料にはそれぞれ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ (Co-349) と CaMnO_3 (Mn-113) を用いた。これらの焼結体を切削加工し、内径 3mm、外径 4mm で長さが 30cm のステンレス管(SUS-316)の表面に貼り付けパイプ型モジュールを作製した。モジュールを二～三本束ね元止め式湯沸かし器の燃焼室へ装着した(図 1)。

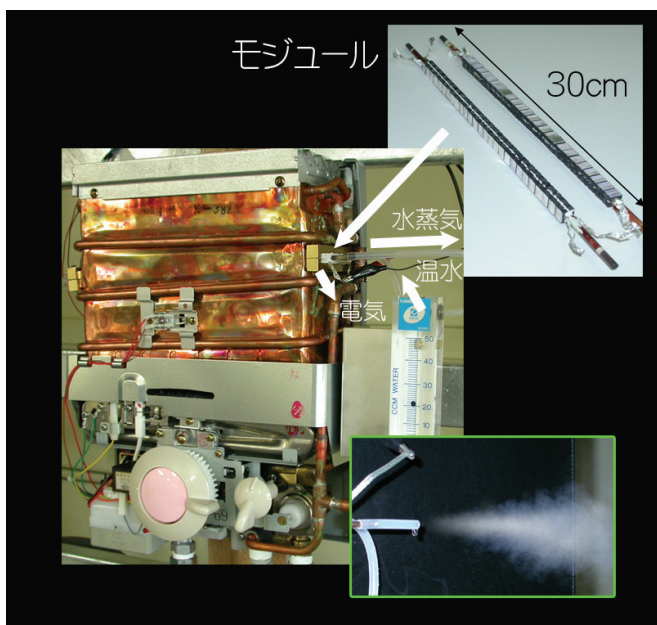


図 1 パイプ型熱電モジュールとそれを搭載した湯沸かし器。ガス燃焼により過熱蒸気と電気が同時に得られる。

元止め式湯沸かし器に取り付けたパイプ型モジュール一本当たりの発電性能を図 2 に示す。モジュールの周辺温度は約 1000℃であった。SUS 管内には湯沸かし器から得られた温水(約 40℃)を 16cm³/min の流量で流した。モジュールの周辺温度の上昇と共に V_o 及び最高出力 (P_{max}) は増加し、周辺温度が 1000℃において V_o と P_{max} はそれぞれ 1.3~1.5V、0.28W となった。またガス燃焼中は

発電と同時にモジュールの一端から 200℃程度の過熱水蒸気を得ることができた。さらに、熱電素子で覆っていない SUS 管を搭載した時に比べ、パイプ型モジュールを搭載した時の方が排気ガスに含まれる一酸化炭素量は少なくなり、通常の使用時とほぼ同じ数値となった。

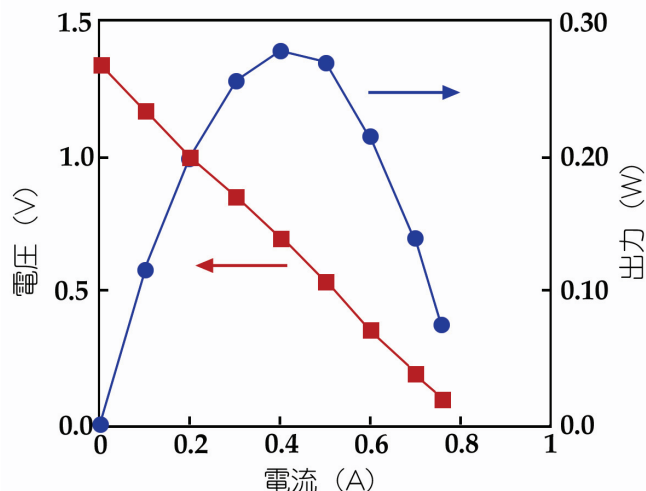


図 2 パイプ型熱電モジュールの発電特性

今後、発電モジュールの耐久性向上や熱交換効率の良い形状を持つモジュールの設計、製造を解決することで、天然ガス燃焼と熱電変換を用いた新しい小型蒸気発生器やコジェネレーションシステムを開発できる(図 3)。

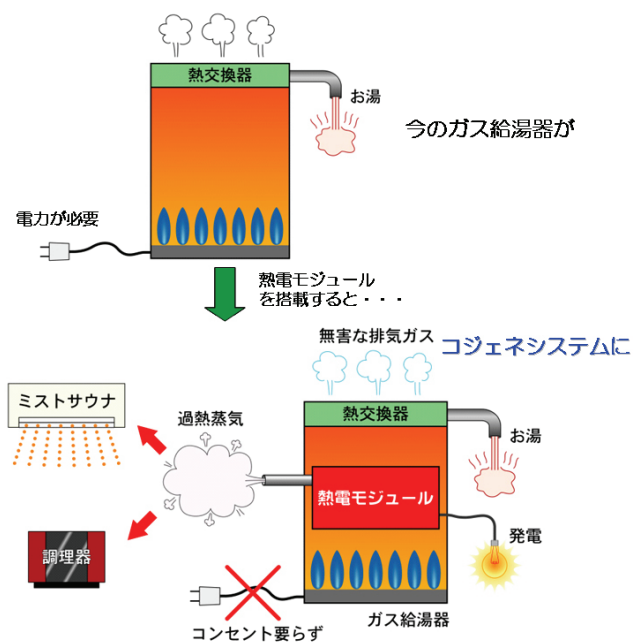


図 3 熱電モジュール搭載により湯沸かし器が多機能コジェネシステムに