

# ゼロから学ぶPID 制御 (⑤ 燃焼制御) コース

## 第 1 回 燃焼制御の重要性

### 1. はじめに

現在の産業構造は多量のエネルギーを使って、加熱、蒸留、濃縮、反応、熱処理、加工、移送などをするエネルギー多消費型となっており、この構造は急には転換できそうにない。このような状況から、とりわけ産業用燃焼制御では、

- (1) 省エネルギー
- (2) 地球環境汚染防止
- (3) 速応化（本格的フレキシブル生産対応）

という3つの課題の「絶えざる高度化」が求められていると認識している。今回は具体的な燃焼制御の説明に入る前に3つの課題の背景について考えてみたい。

### 2. 省エネルギー

産業の発展に伴って、多種で多量のエネルギーが消費されているが、液体、気体、固体などの化学エネルギーを熱、蒸気、回転、電気などの利用し易い形態のエネルギーに変換する過程でどうしても燃焼現象を伴うことになる。第 1.1 図にエネルギーの利用ルート<sup>(1)</sup>を示す。地球は 46 億年前に誕生し、人類は 300 万年前に生まれている。火の利用が文明の転機となり、人類は 1 万年前から近代までは薪、木炭、水力、風力などの再生可能なエネルギーや自然エネルギーを有効に利用しながら、地球にやさしく生きてきた。ところが、地球が数億年前以上もの長期間育んだ石炭の発見が 18 世紀後半の産業革命をもたらし、また第 2 次世界大戦後（1950～1960）の世界経済の急速な成長は、中近東における巨大油田の発見による安価な石油によってもたらされた。その後の拡大するエネルギーの大量消費によって、化石燃料という数億年以上かけて造られた再生不可能な「地球のパイ」である石炭をわずか 500 年で、石油を 200 年で、人類は使い切ろうとしている。

化石燃料が消費尽くされた後に生まれる人々は、化石燃料を欲望のままに浪費した 20～21 世紀の人類をどのように批判するであろうか？

石油資源が数十年後に枯渇すると予測される中で、エネルギー問題と次に述べる燃焼に伴う地球環境汚染問題は企業、経済、社会、政治、国家の枠を超えた世界共通の重要問題となってきている。省エネルギーは石油資源

枯渇延命化の重要な対策の 1 つである。

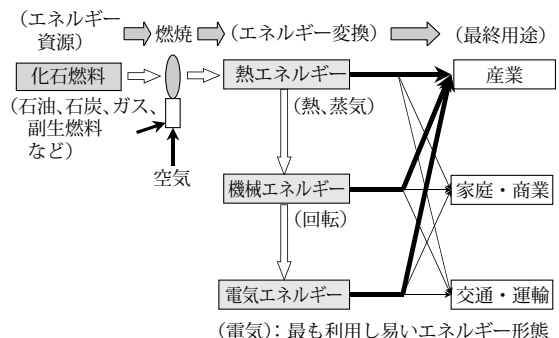
### 3. 地球環境汚染防止

化石燃料を使用した燃焼が、小規模のときには地球は無限と見なせて、自然回復力があつた。しかし、化石燃料の消費増大に伴って「地球は無限」と見なせなくなり、第 1.2 図に示すように化石燃料の燃焼によって発生する CO<sub>2</sub>（二酸化炭素）、NO<sub>x</sub>（窒素酸化物）、SO<sub>x</sub>（硫黄酸化物）などに起因する地球温暖化、異常気象や酸性雨などによって森林減少、砂漠化、農作物不作、水系の酸性化や有害化、陸地面積消失などを誘起して、いわゆる地球環境破壊が進み、生物圏系への影響、さらに人体への悪影響が現れるという警告がなされている。

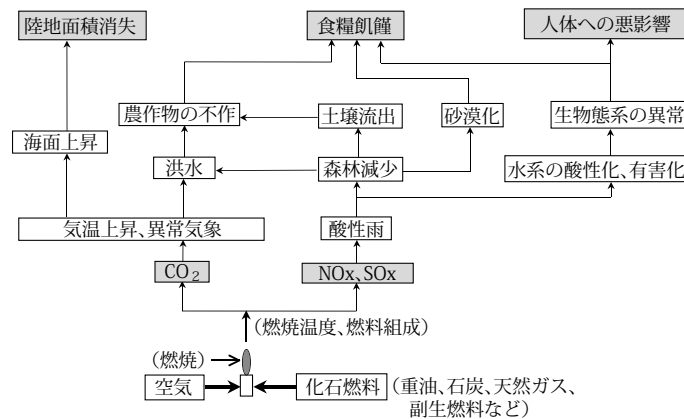
たとえば、地球温暖化については現状のベースで二酸化炭素などの温室効果ガスを排出し続けると、100 年後には平均気温が 3℃上昇し、その結果海面が 60～100cm 上昇し、大量の陸地面積消失と海岸線の侵食が進行するとともに気象変動の極端化が予測されている。

### 4. 速応化

今後、ますます規制緩和が進展し、世界単一市場化が進んで、メガ・コンペティションが広く波及していくと予測されている。この動向に対応するためには、各企業は需要変動に応じて製品の品種、量や質をフレキシブルに変更しなければならない。本格的フレキシブル生産になればなるほど、燃焼制御に対する要求はますます高度化することになる。それは燃焼制御の「省エネルギー」



第 1.1 図 エネルギーの利用ルート



第 1.2 図 燃焼が地球環境に与える影響

および「地球環境汚染防止」の限界を迫りながら、相反する燃焼制御応答の高速化、つまり「速応化」の限界をも追い求めなければならないからである。省エネルギー思想が浸透していくと、プラント内でのエネルギーの利用は必要ときに必要な量だけ使用し、不要になると直ちにゼロにするという大きな急変を伴う消費パターンになる。このような急激な消費変化はエネルギー供給源である燃焼制御にとっては非常に過酷な使われ方となる。それは燃焼の「省エネルギー」、「地球環境汚染防止」および「燃焼安全」を最適に維持しながら、急激な変化に速応しなければならないからである。このような背景からプラント運転急変のクリティカル・パスである燃焼制御の「速応化」が重要なポイントになってきていると言える。

## 5. ナバホ族の思想に学ぶ

今、我々は資源も地球も現在の人類の所有物と考えているために、資源を浪費したり、地球環境を汚すことの問題意識が希薄になっているのではないだろうか？視点を改めて考えると、物事に対する見方や考え方が一変することが多い。この資源や地球環境の問題を前記とは逆の視点から考えるとどのようになるだろうか？アメリカの先住民族の1つで、最大の部族であるナバホ族の間に代々語り継がれている思想の中に「自然（地球）は祖先から譲り受けたものではなく、我々の子孫から借り受け

ているものである」という教えがあるという。まさしく金言名句であり、目から鱗が落ちる思いがする。地球が借り物であれば、その資源を欲望のままに浪費し、地球環境汚染を増大させて、子孫の生存を脅かすことは決して許されることではない。「資源を大切に、有効に利用し、地球をきれいに使って次世代に返却することは、我々の義務であり、責任である」と考えて取り組まねばならない。

## 6. おわりに

以上のように見ていくと、燃焼制御は現在のエネルギー多消費型産業を支えている重要な基盤制御技術と位置付けられる。このコースでは燃焼の基礎から燃焼制御の最先端までを13回に分けて説明を展開していく。

### <参考文献>

- (1) 本間・ほか：『エネルギーをつかむ—明日の人類のために』、講談社（1982）
- (2) 編集部：「大自然が人類に逆襲する」、UTAN（1989.10）
- (3) 石原：「地球にやさしく」、通産ジャーナル、pp.63（1992.4）
- (4) 太田：「地球温暖化と企業行動」、日本機会学会誌、Vol.100、No.947（1997.10）
- (5) 広井：「プロセス制御を解剖する」（第43回）、計装、Vol.45、No.1、工業技術社（2002.1）