



## WIM COMPAS™ APPLICATION NOTE

# 炉の効率を最適化し、生産能力を向上させながら排出量を最小化

高速応答のフィードフォワード制御により、最適な燃焼のためのエネルギーフローを制御

炉、タービン、ボイラーへの燃料ガス供給は、その組成が頻繁かつ急激に変化することがあります。これらの変化は、燃焼プロセスの運転安定性や効率に直ちに影響を与え、不要な排出物の発生につながります。

燃料ガス供給ラインに高速応答型 WIM Compas アナライザーを設置することで、アナライザーのフィードフォワード信号を用いて、実際の燃焼が始まる前にガス流量や空気供給量を制御できます。これにより、燃焼の乱れを最小限に抑え、最大限の効率と最小限の排出量で燃焼プロセスを実行できます。

WIM Compas は、Wobbe 指数と燃焼空気要求指数(CARI)を個別に測定することで、以下のことを実現します：

- 燃料ガス流量および/またはガス品質の監視/制御：Wobbe 指数を使用して、燃料ガスの組成が大きく変動する場合でも、Wobbe 指数を安定化させ、燃料ガス管理を安定させることができます。高速応答型の Wobbe 指数信号を使用することで、これを実現できます。WIM Compas は非常に高速な応答時間(T90 < 5 秒)を持っています。
- 空燃比制御(CARI を使用)：このノートでは、Wobbe 指数と CARI を両方使用する理由が説明されています。WIM Compas は、H<sub>2</sub> および/または CO レベルの大きな変動にも関わらず、非常に高い精度を誇ります。

WIM Compas は、最大の可用性、信頼性、設置の容易さ、および最小限のメンテナンスで、上記の制御メリットを提供します。品質を妥協しないでください！

## Wobbe 指数および/または燃焼空気要求指数 (CARI)を使用した燃焼効率の最適化

多くの製油所や石油化学プラントでは、炉やボイラーが燃料ガスの組成の頻繁かつ急激な変化にさらされることがあります。これらの変化は、運転の安定性に即座に影響を与え、効率の低下や排出量の増加を引き起こします

下の図に示されたのは、簡略化された燃焼プロセスです。

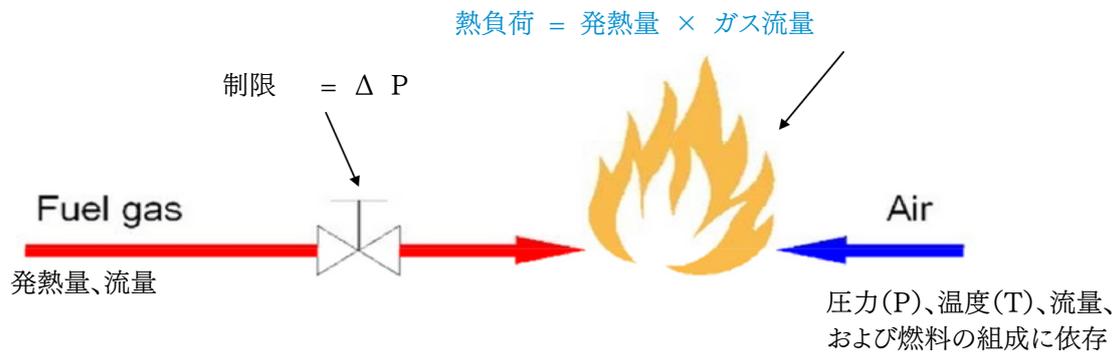
制限部を通るガス流量は、燃料ガスの比重によって変動します。組成(比重)の急激な変化は、発熱量とガス流量の両方に影響を与えます。その結果、熱負荷と燃焼空気要求が変化します。

Wobbe 指数は、ガスの組成や比重に変動が予想される場合に、ガスの互換性を測定する指標です。異なる組成の2つのガスが、同じ Wobbe 指数を持っている場合、燃焼時に同じ量のエネルギーを発生させます。

$$\text{Wobbe 指数} = \frac{\text{発熱量}}{\sqrt{\text{比重}}}$$

同様に、燃焼空気要求(CARI)は、1 Nm<sup>3</sup> の燃料ガスの化学量論的燃焼に必要な乾燥空気量であり、ガスの比重を補正したものです。

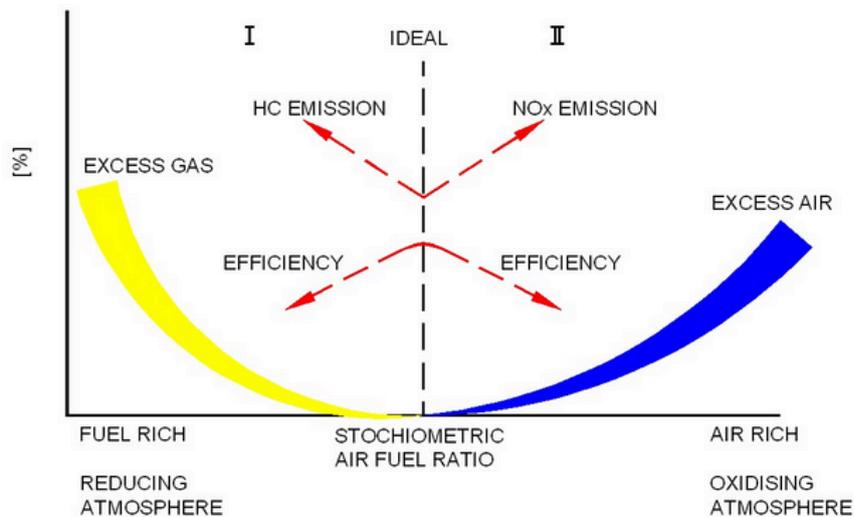
$$\text{CARI} = \frac{\text{空気需要}}{\sqrt{\text{比重}}}$$



### 空燃比制御

プラントオペレーターは、エネルギーフローを安定させ、空燃比を制御する方法を模索しており、その方法で乱れを最小限に抑え、燃焼プロセスが最大効率で動作するようにしています。このため、ガス組成の変動が予想される場合、フィードフォワード空燃比制御が最適な方法となります。燃焼プロセスは、業界で最も複雑で速いプロセスの一つであるため、測定の応答時間には妥協しないことが重要です。

下の図は、空燃比が燃焼効率および可能な排出物に与える影響を示しています。黒い点線は化学量論的空燃比を示しており、これは1m<sup>3</sup>のガスを通常の条件で燃焼させるために必要な正確な空気量です。これが、燃料ガスを最も効率的に燃焼させ、NO<sub>x</sub>や炭化水素(HC)排出物を最小限に抑える方法です。



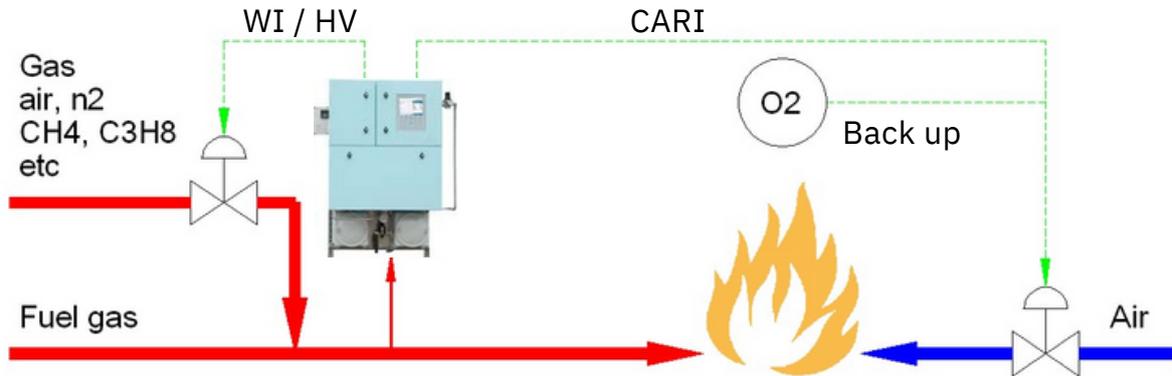
### 空燃比制御に CARI と Wobbe 指数の両方を使用する理由

燃焼に必要なエネルギー量と空気量は、ガス組成の変化に依存します。下記の例に示すように、CARI と Wobbe 指数は独立して変動することがあります。ミックス 1 とミックス 2 の発熱量は同じですが、それらのガスを同じ条件で燃焼させると、比重の違い(したがって、ガス流量および Wobbe 指数の違い)により、熱負荷が異なります。

ミックス 2 とミックス 3 の Wobbe 指数は同じであるため、同様の条件下で燃焼させた場合、生成されるエネルギー量も同じです。しかし、メタンよりも少ない空気を必要とする水素(H<sub>2</sub>)が含まれているため、ミックス 2 の空気要求量ははるかに少なくなります。

このため、エネルギーフローの安定化には Wobbe 指数信号を使用し、空燃比制御のフィードフォワードには CARI 信号を使用することを推奨します。

	Mix 1	Mix 2	Mix 3
Methane (vol %)	58	40	3
Hydrogen (vol %)	-	60	87.9
Nitrogen (vol %)	42	-	12.1
Heating value (MJ/Nm <sup>3</sup> )	20.8	↔ 20.8	31.5
Wobbe Index (MJ/Nm <sup>3</sup> )	24.4	40.6	↔ 40.6
Specific Gravity	0.73	0.26	0.61
CARI	6.5	10.2	10.8
Air Demand (Nm <sup>3</sup> air / Nm <sup>3</sup> gas)	5.6	5.3	8.4



### 重要

Wobbe 指数アナライザー / カロリメーターは、通常、CARI と Wobbe 指数を相関させます。この相関は、ガス組成に水素(H<sub>2</sub>)や一酸化炭素(CO)が含まれていない場合に正しいです。H<sub>2</sub> および CO は、例えばアルカンよりも化学量論的燃焼に必要な空気量が少ないため、これらが含まれている場合、Wobbe 指数を CARI と相関させると不正確な測定値が得られ、効率が低下し、排出量が増加します。

Hobré WIM COMPAS™ は、Wobbe 指数と CARI を個別に測定します! CARI 測定はサンプルガスの完全燃焼後の残留酸素に関連しており、CARI は直接測定され、±0.4% F.S. の精度が保証されます。この精度は、H<sub>2</sub> および/または CO に大きな変動があった場合でも変わりません。

### 注目すべき点

- 応答時間が重要です。最適な燃料ガス管理を行うためには、素早く応答するフィードフォワード信号が必要です。これが Hobré WIM COMPAS™ を導入する理由です。
- H<sub>2</sub> または CO を含む燃料に対しては、常に独立して測定された Wobbe 指数と CARI 値を使用してください。
- 制御アプリケーションでは、可用性、信頼性、設置の利便性、コスト、そして低メンテナンスコストが重要です。Hobré WIM COMPAS™ は、追加のメンテナンスなしで効率を改善します。品質を妥協しないでください。
- 流量がどのように測定されるかを確認してください。流量計から比重が得られる場合、発熱量に変換するために統合型 SG メーターは不要です。
- アナライザーの設置場所を選ぶ際は、システム全体の応答時間を考慮してください。

株式会社SUPCON JAPAN

Web: <https://www.supcon.co.jp/>

Email: [info@supcon.co.jp](mailto:info@supcon.co.jp)

Tel: 045-306-9500