「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	121142　ボイラーの燃焼空気比改善（都市ガス）
対策タイプ	運用改善
対象業種	産業用　業務用
分類	蒸気システム
目的	空気比を最適化することにより燃焼排ガス量を減少させ燃焼排ガス熱損失を低減し、ボイラーにて使用する都市ガス量を削減する。

対策技術の概要

化石燃料の燃焼熱により蒸気を生成するボイラーでは過剰空気率を適切な範囲に調整管理することが性能の維持および省エネルギー対策として肝要である。過小な過剰空気率での運転では不完全燃焼により未燃損失が発生し、過大な過剰空気率では燃焼排ガス流量の増加に伴う排ガス損失により熱効率の低下を引き起こす。

運転要領書等に規定された運転可能な過剰空気率範囲を再確認し、適切な最小過剰空気率を満足するように燃焼空気量を調整し、燃焼排ガスの酸素濃度を測定し過剰空気率の妥当性を確認することが必要である。

「表１．13A 都市ガスの排ガス損失」に示すように、出口燃焼排ガス温度 200℃において適切な過剰空気率の上限値 20%での排ガス損失は 9.4%であるのに対し、過剰空気率を 40%にて運転した場合は 10.8% へ上昇する。

表１．13A 都市ガスの排ガス損失[1]

過剰空気率	排ガス組成 (%)		排ガス温度 (℃)											
(%)	O_2	CO_2	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0	0.0	12.2	4.0	8.1	12.2	16.5	20.9	25.4	30.1	34.8	39.6	44.5	49.5	54.5
10	2.1	11.0	4.3	8.7	13.3	17.9	22.7	27.6	32.6	37.7	42.9	48.2	53.6	59.1
20	3.8	10.0	4.7	9.4	14.3	19.3	24.5	29.7	35.1	40.6	46.2	51.9	57.7	63.6
40	6.5	8.4	5.4	10.8	16.4	22.1	28.0	34.0	40.2	46.5	52.9	59.4	66.0	72.7
60	8.4	7.3	6.0	12.2	18.5	24.9	31.6	38.3	45.2	52.3	59.5	66.8	74.2	81.7
80	9.9	6.4	6.7	13.6	20.6	27.7	35.1	42.6	50.3	58.2	66.1	74.3	82.5	90.8
100	11.1	5.8	7.4	14.9	22.7	30.5	38.6	46.9	55.4	64.0	72.8	81.7	90.7	99.9
150	13.1	4.6	9.1	18.4	27.9	37.6	47.5	57.7	68.0	78.6	89.4			
200	14.5	3.8	10.8	21.8	33.1	44.6	56.4	68.4	80.7	93.2				
300	16.2	2.8	14.3	28.7	43.5	58.6	74.1	89.9						

「表１．13A 都市ガスの排ガス損失」をグラフ化した図を次ページに示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

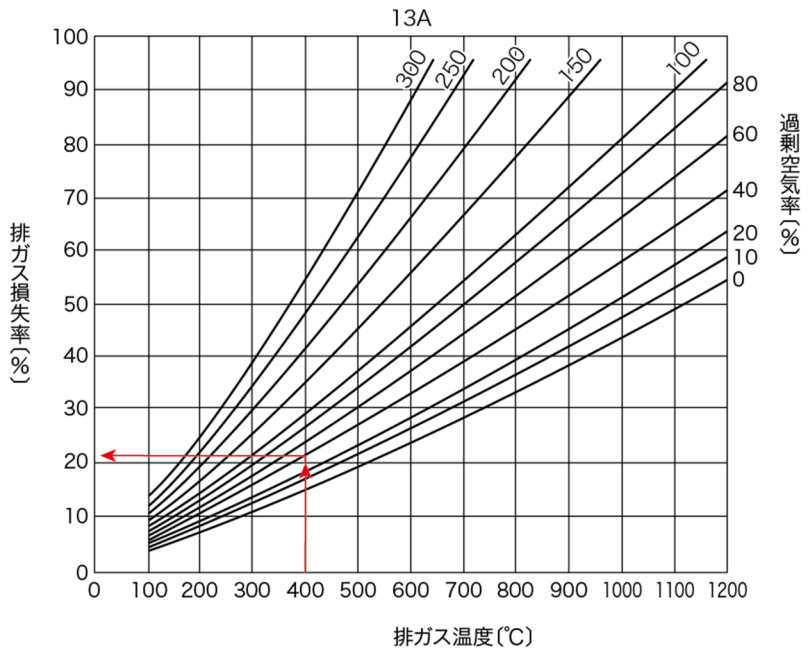
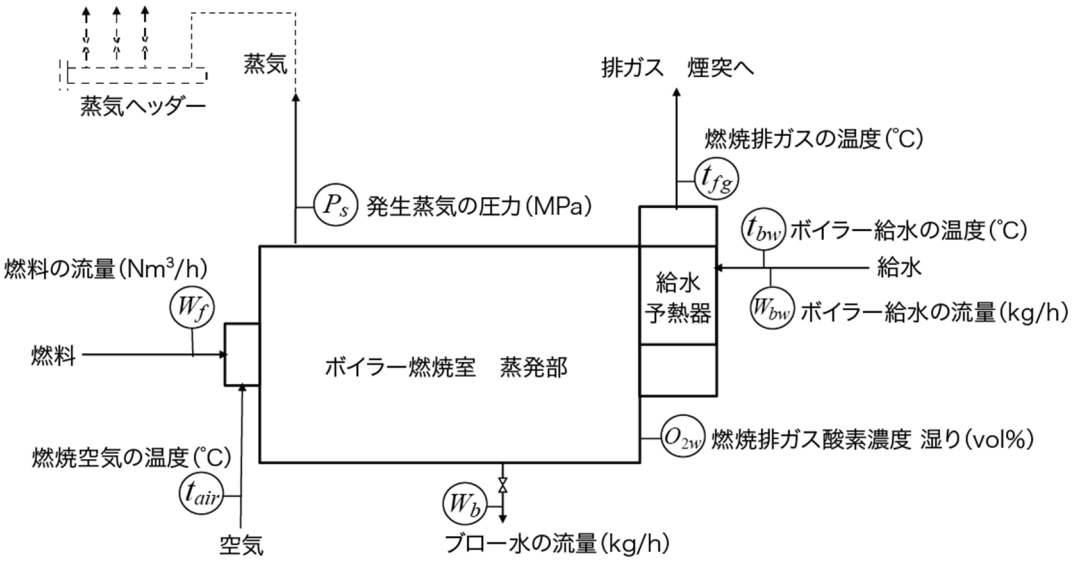
<table>
<tr><td></td><td>

図１．排ガス損失に及ぼす過剰空気率の影響(1)</td></tr>
<tr><td>補足説明</td><td>１．理論空気量：完全燃焼に理論的に必要な空気量である。
２．過剰空気率：燃焼設備（バーナー）に供給された空気量から理論空気量を除いた空気量を過剰空気量といい、過剰空気量の理論空気量に対する比率（%）である。</td></tr>
<tr><td>参考資料</td><td>[１]吉田邦夫『ガス燃焼の理論と実際』1992 年、p.39（省エネルギーセンター）</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

対策名	121142　ボイラーの燃焼空気比改善（都市ガス）
対象タイプ	運用改善
対象業種	産業用　　業務用
分類	蒸気システム
目的	空気比を最適化することにより燃焼排ガス量を減少させ燃焼排ガス熱損失を低減し、ボイラーにて使用する都市ガス量を削減する。
フロー図と計測箇所	 図１．小型ボイラー　計測位置およびデータ
計測装置	過剰空気率および熱効率を計算する根拠となる①出口燃焼排ガス温度（℃）と②燃焼排ガスの酸素濃度（vol%）を正確に測定するとともに、ボイラーの運転負荷率および運転時間による影響を分析するために必要な下記データを計測記録および入手する。 給水温度（℃） 給水量（kg/h） 発生蒸気圧力（MPa） 連続ブロー率（%） 燃料種類および単価 運転時間（h）
計測留意事項	１．燃焼排ガスの酸素濃度（vol%）は、測定に使用する計器および方法により酸素濃度の基準となる燃焼排ガスが異なるため、湿り燃焼排ガス基準なのか乾き燃焼排ガス基準であるか確認し分析へ反映する。 ２．漏れ込空気、流れ分布および温度分布等の影響を受けない位置に各計器が設置されていることを確認する。 ３．負荷変動が大きい運転を行っている場合、今後予想される運転負荷に最も近い運転にてデータを入手できる時期に計測記録を実施する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

補足説明	1．計測機器のドリフト（一定の環境条件の下で、測定量以外の影響によって生じる計測器の特性の緩やかで継続的なずれ)、安定性(計測器またはその要素の特性が、時間の経過または影響量の変化に対して一定で変わらない程度もしくは度合い)、経年変化（長期の時間経過に伴って生じる計測器またはその要素の特性の変化）による誤差を回避するために、計測に使用する計器類の校正記録および取扱要領書を入手し、精度および計測における注意点を理解し、計測の精度を CO_2 削減効果の安全率設定へ反映する。
用語説明	無し

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

対策名	121142　ボイラーの燃焼空気比改善（都市ガス）
対策タイプ	運用改善
対象業種	産業用　業務用
分類	蒸気システム
目的	空気比を最適化することにより燃焼排ガス量を減少させ燃焼排ガス熱損失を低減し、ボイラーにて使用する都市ガス量を削減する。
計算条件	現在の運転 *計測記録したデータ、他のデータは参考資料から求める（[1][2]・・・は出典・参考資料の番号を示す）。 給水温度　：25℃* 給水量　：2,632kg/h* 発生蒸気圧力：0.9MPa* 発生蒸気温度：175.3℃ 発生蒸気量　：2,500kg/h 連続ブロー率：5%* 燃料　：都市ガス 13A* 低位発熱量　：40.6MJ/Nm^3＝40,600kJ/Nm^3＝40.6GJ/1,000Nm^3[2] 高位発熱量　：44.8MJ/Nm^3＝44,800kJ/Nm^3＝44.8GJ/1,000Nm^3[3] 湿り排ガスの酸素濃度　：5.5%* 出口燃焼排ガス温度　：232℃* 燃焼空気温度　：25℃* 二酸化炭素排出係数　：2.23tCO_2/1,000Nm^3[3] 原油換算係数　：0.0258kL/GJ 給水エンタルピー　：104.91kJ/kg[1] 飽和水エンタルピー　：742.72kJ/kg[1] 飽和蒸気エンタルピー：2773.04kJ/kg[1] エネルギー単価　：76,000 円/1,000m^3[5] 運転時間　：2,080 時間/年（=8 時間/日×260 日/年）* 空気比を改善した運転 空気過剰率　：20% その他　：現在の運転と同じ
計算方法	燃焼排ガス出口温度および酸素濃度の測定値を用いて燃焼計算を行い、熱効率は88%、空気過剰率は 40%であった。適切な空気過剰率 20%を超える非効率な運転となっている。 給水流量と連続ブロー率から発生蒸気量を求め、蒸気表より出口蒸気圧力における飽和蒸気、飽和水および供給水のエンタルピーを利用し燃料流量を計算する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">現在の運転
燃焼排ガスの発生量を燃焼計算から求めると　：16.38m^3/m^3
燃焼排ガス出口温度でのエンタルピー　：0.285MJ/m^3
燃料流量
蒸気生成に消費される燃料流量：
（2773.04kJ/kg－104.91kJ/kg）×2,500kg/h
÷（40,600kJ/m^3×0.88)
＝186.7m^3/h
連続ブローに消費される燃料流量：
（742.72kJ/kg－104.91kJ/kg）× 132kg/h
÷（40,600kJ/m^3×0.88）
＝2.4m^3/h
合計の燃料流量＝186.7m^3/h ＋2.4m^3/h ＝189.1 m^3/h
適切な過剰空気率 20%における運転
燃焼排ガスの発生量　：14.19m^3/m^3
燃焼排ガス顕熱の削減率
（16.38Nm^3/Nm^3－14.19Nm^3/Nm^3）×0.285MJ/m^3
÷40.6MJ/m^3
＝0.0154

燃料削減量　＝189.1m^3/h×0.0154×2,080h/年
＝6,060Nm^3/年
原油換算削減量　＝6,060m^3/年×44.8GJ/1,000m^3×0.0258kL/GJ
＝7.00kL/年
CO_2削減量　＝6,060m^3/年×2.23t-CO_2/1,000m^3
＝13.5t-CO_2/年
燃料費削減額　＝6,060m^3/年×76,000 円/1,000m^3
＝460,000 円/年</td></tr>
<tr><td rowspan="5">効果</td><td></td><td>単位</td><td>効果</td><td>備考</td></tr>
<tr><td>① 入電力削減量</td><td>—</td><td>—</td><td></td></tr>
<tr><td>② 原油換算削減量</td><td>kL/年</td><td>7.00</td><td></td></tr>
<tr><td>③ CO_2削減量</td><td>t-CO_2/年</td><td>13.5</td><td></td></tr>
<tr><td>④ 削減金額</td><td>千円/年</td><td>460</td><td></td></tr>
<tr><td>測定/取得データ</td><td colspan="4">1．計算条件および計測シートを参照のこと。</td></tr>
<tr><td>留意事項</td><td colspan="4">1．ボイラーの運転状況（起動停止、運転時間、負荷変動等）および都市ガスの月別使用量を入手し、計算条件の妥当性を確認すること。</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

参考資料	[1]蒸気表、1999 年（日本機械学会） [2]『貫流ボイラ性能表示ガイドライン』2017 年（日本小型貫流ボイラー協会） [3]特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令 （平成18年経済産業省、環境省令第三号） 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 [4]東京ガス㈱の東京地区ガス料金表
参考図表等	無し