

# 熱量バンド制に関する調査報告

2019年3月28日

資源エネルギー庁

# 1. 熱量バンド制への移行の検討の前提となる調査について

- 熱量バンド制の導入を検討するための前提となる調査について、今年度の調査状況を報告する。

(参考) 第2回ガス事業制度検討WG (2018年10月29日) 資料6より抜粋

## 今後の議論の進め方 (議論の前提となる調査について)

- 熱量バンド制の導入を検討するに当り、議論の前提として、関係者と連携して熱量バンド制を導入した場合のガス機器等への影響調査や、熱量バンド制が実施されている諸外国の実態調査等を開始し、当WGにおいて、その結果も踏まえて具体的な検討を進めることとしたい。具体的な調査内容は以下の通り。
  - (1) 熱量バンド制に移行した場合のガス機器への安全面・性能面等の影響、影響のある燃焼機器の対応策の検討等に関する調査
    - 影響等調査は、メーカーへのヒアリング調査、検査機関又はメーカーによるガス機器の影響調査と対応策の整理等を行う。
    - 本調査を実施する際のバンド幅は、
      - ① 主なLNG調達事業者が調達するLNGの熱量を踏まえた40MJ~46MJ、
      - ② 大半のガス機器が対応しているガスグループ (13A) の熱量を踏まえた42MJ~46MJの2種類のバンド幅での影響を調査する。
  - (2) 諸外国における熱量バンド制に関する実態調査
    - 韓国、欧州及び米国について、熱量に関連する規制の概要、ガスの供給の運用実態 (熱量調整設備の有無、規制と運用実態での熱量バンド幅の違い等)、熱量バンド制によるガス機器への影響とその対応策、熱量バンド制における課金方法 (熱量計の設置箇所等)、環境規制への影響等を調査する。

## 2. 熱量バンド制への移行によるガス機器への影響調査

- 熱量バンド制に移行した場合のガス機器への安全面・性能面等の影響及び対応策等の調査について、平成30年度は家庭用・業務用のガス機器や、産業用ガス機器のメーカーへのヒアリング調査及び実機検証（ガスこんろ、エネファーム）を実施した。
  - ヒアリング調査では、ほぼ全てのガス機器で安全面・性能面等に影響が出る、又は影響が出る可能性があるという回答であった。一部の工業炉の機器では、バンド幅が40~46MJ/Nm<sup>3</sup>の範囲内で熱量の変動速度を一定の範囲内に抑えた場合、バンド幅を加味した空気比設定とすることで、影響を抑えられる可能性もあるとの回答もあった。

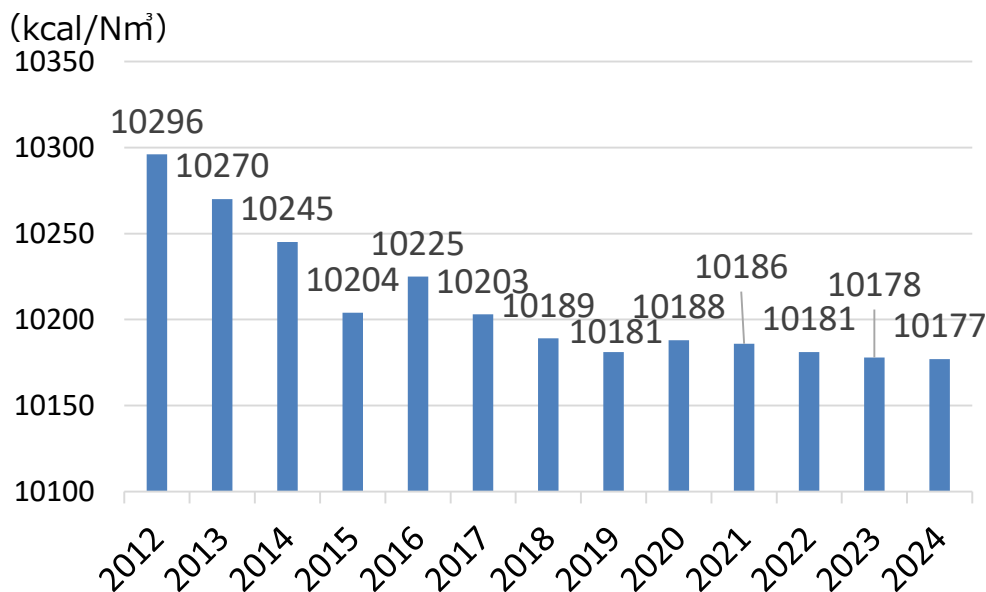
また、過去の実機検証を踏まえた影響として、ガスヒートポンプ（GHP）で一時的に一酸化炭素が発生する可能性があるといった回答や、ガスエンジンで熱量の変動が瞬時に行われた場合に空気比制御が対応できず、ノッキングによるエンジン損傷、不完全燃焼や失火の可能性もあるといった回答もあった。
  - 実機検証を行ったガスこんろでは、省令・JIS等で定められている安全面の基準値を超えないことが確認された。性能面では一定の温度までの加熱時間が42MJ/Nm<sup>3</sup>と46MJ/Nm<sup>3</sup>との比較で約8%、40MJ/Nm<sup>3</sup>と46MJ/Nm<sup>3</sup>との比較では約10%の差が発生するなどの影響が確認された。また、自動調理機能（熱量が一定であることを前提に燃焼時間を制御している機器）では、湯沸かし時間や焼き色に差が出るなど仕上がりへの影響が想定されるという声があった。

エネファームでは、省令やJIS等で決められている安全面の基準値を超えないことが確認された。また、運転停止等の異常は確認できなかったが、設計余裕度により影響が軽減されたと考えられる。余裕がない運転状態では、負荷変動や温度低下などが発生すると、運転停止の可能性もある。さらに、このような運転状態が継続することで耐久性が低下する可能性も大きいことが想定されるという声があった。
  - ヒアリングや実機検証の結果を踏まえた、調査実施者や関係者による検討会においては、熱量変動による影響は、経年機器の方が顕著に出ると懸念する意見や、窒素酸化物の規制があるためにNO<sub>x</sub>排出量についての試験実施が必要という意見、ガス機器の中には、ガス品質（窒素等の不純物、メタン価、メタン以外の炭化水素）の変動が影響するものもあるため、熱量バンド制への移行の検討の際には、ガス品質の変動も考慮する必要があるという意見があった。その他、国内で使用されている全てのガス機器についてもれなく調査することは困難であること、必要に応じてユーザー側のヒアリングも必要であるという意見もあった。
- これらの結果や意見等を踏まえ、平成31年度においても、引き続き経年機器等の追加調査、NO<sub>x</sub>等の環境規制への影響調査を実施するとともに、熱量バンド制に移行した場合に必要な対応策のコスト試算及び対応に必要な期間等についての調査を実施する。

### 3. 諸外国における熱量バンド制の実態調査について（韓国）

- 韓国では、日本と同じく標準熱量制を導入していたが、輸入するLNGの低熱量化やバイオガス等の導入、ロシアからのパイプラインガスの導入可能性に対応するため、2006年から6年かけて、政府、韓国ガス公社（KOGAS）、都市ガス事業者など様々な利害関係者を中心に熱量バンド制に関する検討が行われ、2012年7月から熱量バンド制を導入した。
- バンド幅は、導入初期の2012年～2014年までと、2015年以降の2段階により導入しており、現在適用されている熱量規制の範囲は41.0～44.4MJ/Nm<sup>3</sup>となっている。  
熱量変動は、制度上は各需給地点の月間加重平均熱量がKOGAS全体の需給地点の月間加重平均熱量の±2%以内になるように制限しているが、実運用上は消費者へ供給する熱量を±2%以内で供給するために、ガスを送出する際の変動幅を±1%に強化して管理している。
- 熱量調整は、LNGのブレンドングを利用しつつ、LNG基地で引き続きLPGを注入して増熱する熱量調整設備を運用している。

（参考 1） 韓国の輸入LNG熱量の見込み



出所) KOGAS都市ガス熱量制度の改善施行

（参考 2） 韓国の熱量バンド制のバンド幅

標準熱量制 ～2012年	熱量バンド制 2012～2014年 （第1段階）	熱量バンド制 2015年～ （第2段階）
（標準熱量） 43.5MJ/Nm <sup>3</sup> （10,400kcal/Nm <sup>3</sup> ）	（最高熱量） 44.4MJ/Nm <sup>3</sup> （10,600kcal/Nm <sup>3</sup> ）	（最高熱量） 44.4MJ/Nm <sup>3</sup> （10,600kcal/Nm <sup>3</sup> ）
（最低熱量） 42.3MJ/Nm <sup>3</sup> （10,100kcal/Nm <sup>3</sup> ）	（最低熱量） 42.3MJ/Nm <sup>3</sup> （10,100kcal/Nm <sup>3</sup> ）	（最低熱量） 41.0MJ/Nm <sup>3</sup> （9,800kcal/Nm <sup>3</sup> ）

### 3. 諸外国における熱量バンド制の実態調査について（韓国）

- 韓国では、熱量バンド制の導入に伴うガス設備の性能への影響を研究するため、発電用及び産業用、家庭・商業用のガス設備を中心に実証実験が行われた。その結果、一部の発電用や産業用の設備はチューニングや調整が必要であるが、家庭・商業用の設備は、現行の熱量バンド制の範囲では、別途の措置は必要ないという結論になった。
- チューニングや調整が必要な産業用設備について、中小企業など独自での管理が困難な場合には、補償される仕組みも構築されている。

#### （参考3）韓国での実証実験の結果概要

##### 1. 発電用機器への影響と対応策

- バンド幅（9,800~10,600kcal/Nm<sup>3</sup>）の中間値である10,200kcal/Nm<sup>3</sup>の場合、タービンの出力と効率は全て増加。
- 熱量範囲が最低値である9,800kcal/Nm<sup>3</sup>の場合は、出力は増加したが効率は若干減少。しかし、熱量バンド制の内容には熱量変動幅を±2%以内とする条件などが規定されているため、熱量が最低値まで低くなる可能性がないと見られている。
- 対応策としてチューニングが必要な場合は、ガスタービンを運転する発電事業者がタービン製造社と協議しながら独自で調整作業を行うこととされた。チューニングで発生した費用は、2012年以前に設置した設備及び一回限りの費用など費用補償委員会が定めた費用補償基準に限り補償を行っている。

##### 2. 産業用機器への影響と対応策

- 大体の産業用機器への影響は大きくないが、加熱炉、熱処理炉(RX浸炭炉、RX焼鈍炉、DX焼鈍炉、直火式還元炉など)など一部熱量に敏感な産業機器があるとの結果。
- その後、熱量に敏感な産業用機器に対し具体的な対応方を策定するため、9,523~10,500kcal/Nm<sup>3</sup>の間で5種類のガスを使用しながら実証実験を実施。
- 熱量敏感度によるガス機器を20グループに分けて、それぞれの対策（空燃比の調整など）をガス機器調整のマニュアルとして取りまとめている。空燃比の調整など機器運転者が独自で設備管理を行うようになっているが、中小企業など独自での管理が困難な場合には、都市ガス事業者現場点検を要請し、現場診断の結果に応じて措置した後、補償される仕組みになっている。

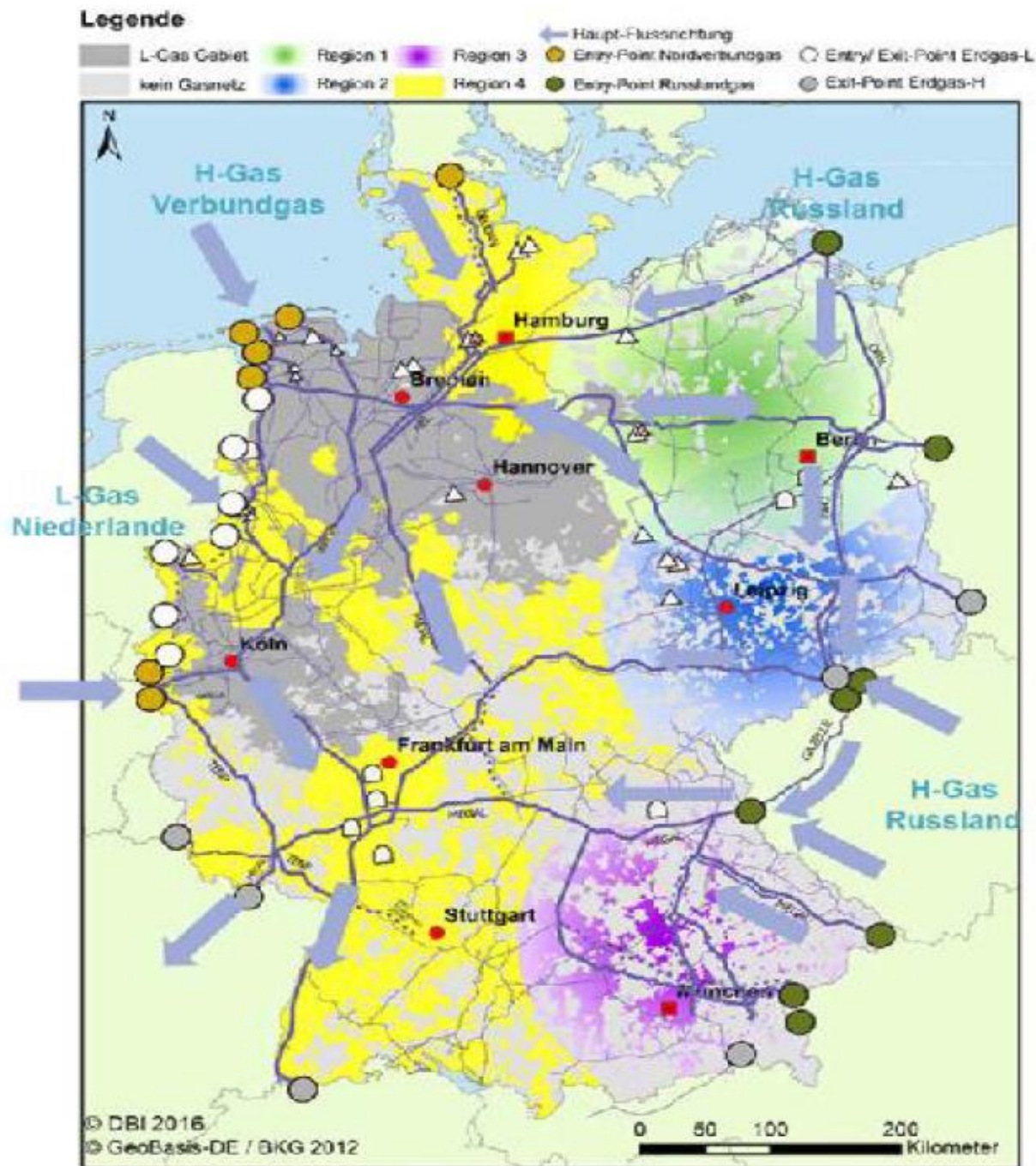
##### 3. 家庭・商業用ガス機器への影響と対応策

- 9,332~10,835kcal/Nm<sup>3</sup>の間で7種類のガスを使って実証実験を実施したところ、調理用のガスレンジ、給湯用瞬間式温水器、業務用メタルファイバーバーナー、家庭用ボイラなどの実験対象機器では火炎形象の差がなく、互換性も良好であるという結果。
- しかし、商業用のガスボイラでは9332kcal/Nm<sup>3</sup>が適しないガスとして判定されたが、熱量バンド制の範囲内では問題ないという結果。4

### 3. 諸外国における熱量バンド制の実態調査について（欧州）

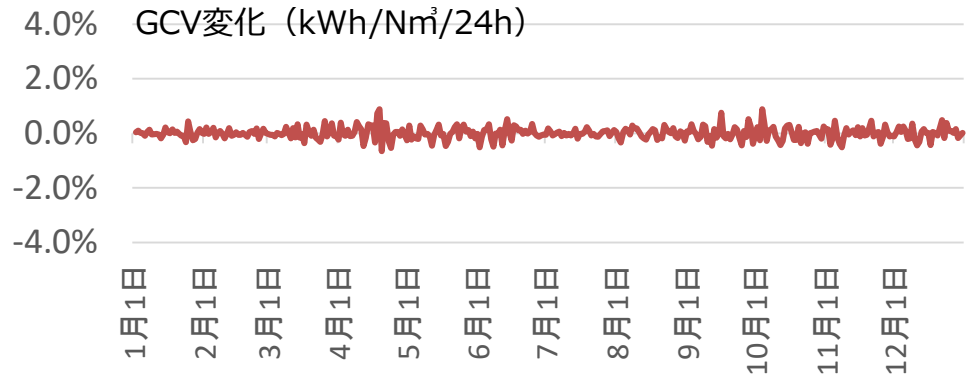
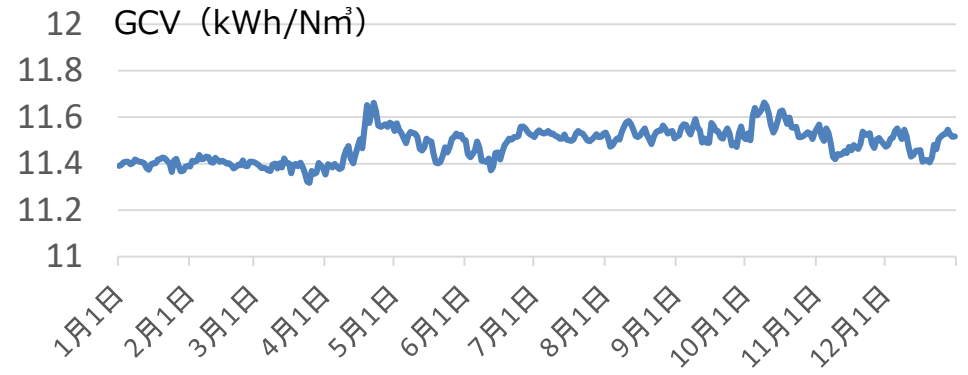
- 欧州では、1998年にベルギーとイギリスを結ぶ海底パイプラインの完成を契機に、ガス品質を標準化する議論が開始し、業界団体が主導して共通ルールが設定された。その後、ロシア産ガスの流入増加やLNGの導入、欧州全体でのガス市場の統合促進などの観点から、引き続きガス品質の標準化の動きが続いている状況であり、熱量についての標準化は合意されておらず、各国のバンド幅は調達先の熱量が受け入れられるように設定されている。
- 各国の状況として、今回の調査ではベルギー、ドイツ、イギリスを調査した。  
ドイツでは、ロシア産、ノルウェー産、オランダ産のガスが供給されており、地域によって支配的なガスが異なる状況となり、季節やロシア産ガスの状況で品質の異なるガスが流れる場合がある。このような地域に立地するプラント工場や発電所では、燃焼効率性や汚染物質の排出、生産品質への影響が懸念されているとのことであった。
- また、ベルギー、ドイツ、イギリスでの2018年の総発熱量（GCV）の変動実態を見ると、ベルギーでは、±1%未満の変動でありガス品質変動は極めて安定している状況であった。  
ドイツ・イギリスでは、1年のうちほとんどで±1%未満の変動だったが、年に数回±2%程度の変動が起きている状況であった。
- 熱量調整については、高カロリーガスを熱量の低いガスを供給している地域に送るために、窒素を注入する熱量調整設備がいくつかのLNG基地、LガスとHガスの接続点で整備されているが、オランダのゲート基地を除いて、それほど利用されていない状況であった。

# (参考) ドイツにおけるガス供給源別の主要な供給地域

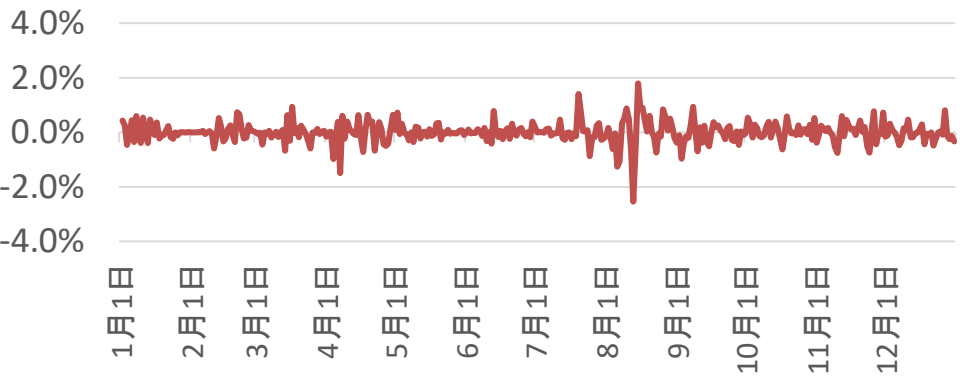
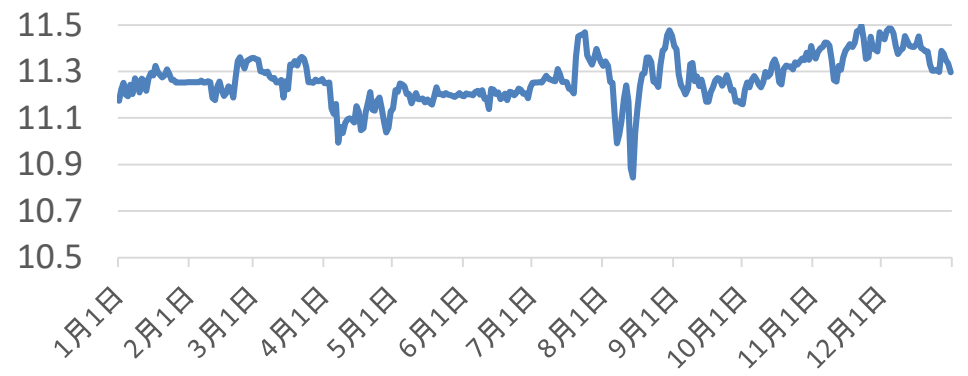


# (参考) ベルギー、ドイツ、イギリスのGCVの推移と変動率 (2018年1月~12月)

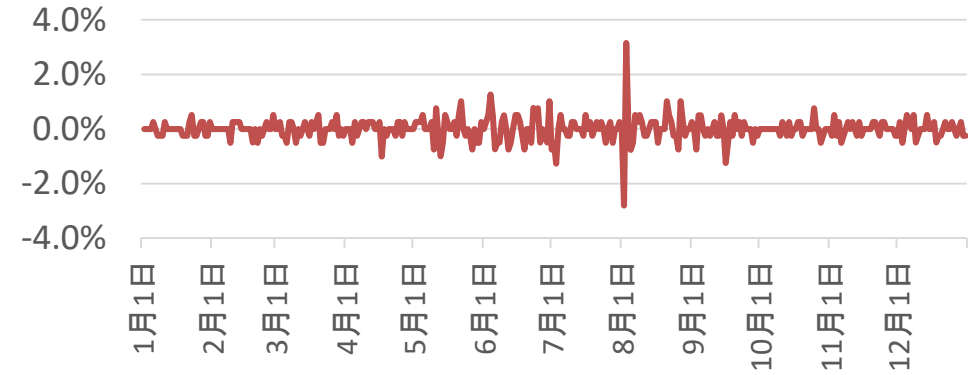
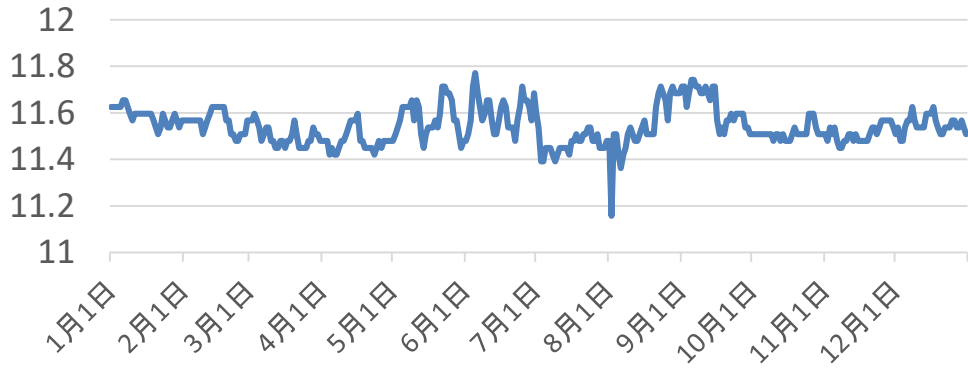
①ベルギーの産業用消費者への供給点でのGCVの推移 (左) と同地点での変動率 (右)



②ドイツのベルリン周辺の配給システム業者への供給点でのGCVの推移 (左) と同地点での変動率 (右)



③イギリスのPartingtonにおける輸送システム業者と配給システム業者の接続地点でのGCVの推移 (左) と同地点での変動率 (右)





### 3. 諸外国における熱量バンド制の実態調査について（欧州）

- 欧州では、ガス品質の標準化の議論において、ガス機器（家庭用及び商業・軽工業用のガス機器）の一酸化炭素（CO）排出量について、影響評価が行われた。一方、ガラス産業などの重工業向けのガス機器に与えるガス品質変動の影響については、企業が提供した資金で継続して検討されているところ。その結果は2019年3月から4月にかけてまとめられる予定だが、私的資金で行われているため結果は非公開となる。
- また、ドイツでは、ドイツ経済・エネルギー省が資金支援を行ってガス品質変動の影響調査を実施している。ガス品質変動を「効率性」、「安全性」、「生産品質」の3つの視点で評価しており、その調査結果では、±2%程度の変動であれば生産品質に多少の影響が出るものの対応可能な範囲であるとされているが、±2%を超える変動の場合は安全性についても問題が生じる機器があるとされている。

#### （参考1）欧州での家庭用及び商業・軽工業のガス機器への影響評価の概要

- 家庭用機器は、ボイラーの一部でウォッペ指数（WI）の変化に伴い調整が必要であり、COの発生が危惧されるものがある。また、機器によってWIが高くなると酸素不足によるCOの発生が危惧されるものがある。
- 非家庭用機器は、暖房機やエア・ヒーター、いくつかの調理機器はガス品質変動に対して感度が高く、WIや熱量の変動によって影響を受ける可能性が高いという結果になっている。

#### （参考2）ドイツでのガス品質変動の影響調査の概要




- ドイツでは、ガス品質変動による製造品質上の問題は過去に生じていなかったが、近年のガス燃焼機器の燃焼効率向上や汚染物質の排出削減性能の向上によって受け入れ可能ガスの品質変化が小さくなる傾向にあり、また、ガス市場の自由化やガスソースの多様化に伴い生じているガス品質変動可能性に対して、産業用燃焼機器で問題が生じやすくなっている。
- また、ドイツでガス品質変動の影響を最も大きく受けているのはガラス産業であり、特に、小規模のガラス産業は配給システム業者からガス供給を受けており、炉の制御の際にガス品質の変動を考慮できるように調整を行うことで対応をとっている。
- このため、ガス品質変動の影響についてドイツ経済・エネルギー省が資金支援を行い調査プロジェクトを実施している。

# (参考) ドイツでのガス品質変動の影響調査の概要

Industry		Process / Application	Efficiency				Safety (Emissions + Thermal Overload)				Product Quality			
			Variation of Wobbe Index or calorific value compared to the adjustment value of the process											
			±2 %	±4 %	±5.5 %	±7.5 %	±2 %	±4 %	±5.5 %	±7.5 %	±2 %	±4 %	±5.5 %	±7.5 %
Heat	Space heating	luminous radiant heaters*	Green	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Yellow
		infrared radiant heaters*	Green	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Yellow
		air heaters*	Green	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
	Process heating	boilers / steam generators	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
		direct and indirect drying	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
Power Generation	gas turbines	Diffusion Mode	Green	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
		DLE Mode	Green	Green	Yellow	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
	gas engines	Green	Yellow	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	
Metals	preheating (metals)	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Yellow	
	thermo-chemical heat treatment	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	
	endothermic gas generation	Yellow	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	
	galvanization processes	Green	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	
	melting processes (non-ferrous metals)	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	
Ceramics	calcination	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	
	bricks and tiles manufacturing	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red	
	porcelain firing	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red	
Glass	glass melting (container glass)	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	
	glass melting (float glass)	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	
	glass melting (special-purpose glass)	Yellow	Red	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red	
	feeders and lehrs (annealing)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	
Chemical	chemical engineering, plastics	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	

**Assumption: no control system**

\*For radiant heaters and air heaters: product quality means space heating quality

 no intervention required  
 possibly intervention required  
 intervention required

### 3. 諸外国における熱量バンド制の実態調査について（米国）

- 米国では、2002年から2007年にかけて、業界団体や連邦エネルギー規制委員会（FERC）で州際パイプラインでのガスの互換性を維持するための議論が行われ、2005年から2007年にかけてFERCから政策・命令が出されて以降、大きな問題提起はされていない。
- 州際パイプラインの熱量変動幅は、FERCの政策・命令により $\pm 2\%$ 以内の変動で運用されている。また、各州の法令でもガスの熱量変動幅について規定されており、今回調査したニューヨーク州では、州法の規定では $\pm 2\%$ 以内の変動は認められているが、運用として地域配給会社に対して $\pm 0.5\%$ 以内の変動とするよう求めている。
- また、熱量調整については、州際パイプラインに流れる総量に比べ、受入地点で州際パイプラインに入るガスの総量は相対的に小さいことや、州際パイプラインの輸送距離が長く輸送中にガスが十分に混ざるため、熱量調整設備は設置されておらず、ブレンディングで対応している。
- ガス機器への影響は、発電所やガラス産業などのガス品質に敏感な需要家は、自社で熱量計などを備えてガス密度やメタン量などのガス品質を自動計測して調整している。これらの需要家以外は、州際パイプラインの $\pm 2\%$ 以内（ニューヨーク州では $\pm 0.5\%$ 以内）の変動であれば、ガス機器に問題は生じておらず、特段の対応は取られていない。

（参考）州際パイプラインに関するFERCの基本方針

- ① 委員会が承認したガス料金タリフに含まれている天然ガス品質や互換性スペックのみ有効
- ② ガス品質や互換性についてのパイプラインの料金条項は、供給の最大化を重視し、安全性と信頼性のバランスをとりつつ、進歩する科学的知見に基づく柔軟性を備える必要がある
- ③ パイプラインの運営者とガスの最終利用者は技術的要求に基づいてガス品質や互換性のスペックを決める
- ④ 技術に基づいた解決策を交渉する際には、パイプラインの運営者や顧客は、NGC+を使用することを推奨する
- ⑤ パイプラインとその顧客がガス品質と互換性に関する紛争を解決できない範囲で、紛争は委員会に提出され、事実と技術的な見直しの記録が残される。

※④のNGC+では、ガスの熱量についてそれぞれの地域の過去の平均的なウォッペ指数から $\pm 4\%$ の変動に収めるように推奨しているが、⑤の事項に従って、ガスの組成と互換性に関する争いに対する命令の中でFERCは6分間で $\pm 2\%$ の変動に納めるべきと判断している。

## (参考) 諸外国における熱量バンド制の実態調査について (課金方法等)

- 韓国、欧州及び米国における熱量バンド制での課金方法や熱量計の設置箇所等は以下のとおりであった。

	韓国	欧州	米国
課金方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 熱量単位で課金 (熱量バンド制を導入したため、取引制度を体積から熱量へ変更)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 熱量単位で課金</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 熱量単位で課金</li> </ul>
熱量計の設置箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生産基地の実験室</li> <li>• 生産基地の出口</li> <li>• 卸供給地点</li> </ul> ※合計107箇所に設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ガスパイプラインの相互接続点</li> <li>• TSOとDSOの分岐点</li> <li>• 大規模消費者への分岐点</li> </ul> ※イギリスでは合計122箇所に設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ガス生産者からパイプラインにガスが流入する点</li> <li>• 州際パイプラインの相互接続点</li> <li>• 大規模消費者へ流出する点</li> <li>• 州際パイプラインとLDCの接続点など</li> </ul>
環境規制への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 熱量変更やガス品質変動による直接的な問題は指摘されておらず、むしろ、メタンが増加し、メタン以外が減少することによるCO2排出削減になるとの意見があった。(熱量バンド制に限らず、標準熱量の引下げでも同様の効果が考えられる)</li> <li>• 欧州の場合、ガス機器の効率性規制等が強化されているため、既存の使用機器が取得しているカテゴリが変わる可能性があるとの指摘がされている。</li> </ul>		