

欧州（英独）における熱量バンド制の 調査報告について

2019年11月12日

資源エネルギー庁

目次

1. 欧州の熱量バンド制の背景
2. ガス導管の現状
3. 熱量バンド制の基準と運用
4. 熱量変動の需要家への影響
5. 今後想定される需要家への影響
6. 需要家への課金と公平性の担保
7. まとめ

1. 欧州の熱量バンド制の背景（EU大でのPLガスの安定調達）

- 欧州では、多くのガス田から異なる熱量のガスが安定的に産出され、広域パイプラインで各地に供給するため、EU大で広めの熱量幅がネットワークコードとして設定されている。
- 欧州各国では、以前はガス品質（熱量）が安定していたが、ロシア産ガスの流入増加や域内ガス田の産出減少に伴う供給元およびガスフローの変化、LNG輸入の増加など、近年は不安定化する傾向にある。加えて、将来のバイオガスや水素注入等を検討中のため、需要家向けガスの熱量安定化の必要性が認識されている（「入り口は広く、出口は狭く」）。

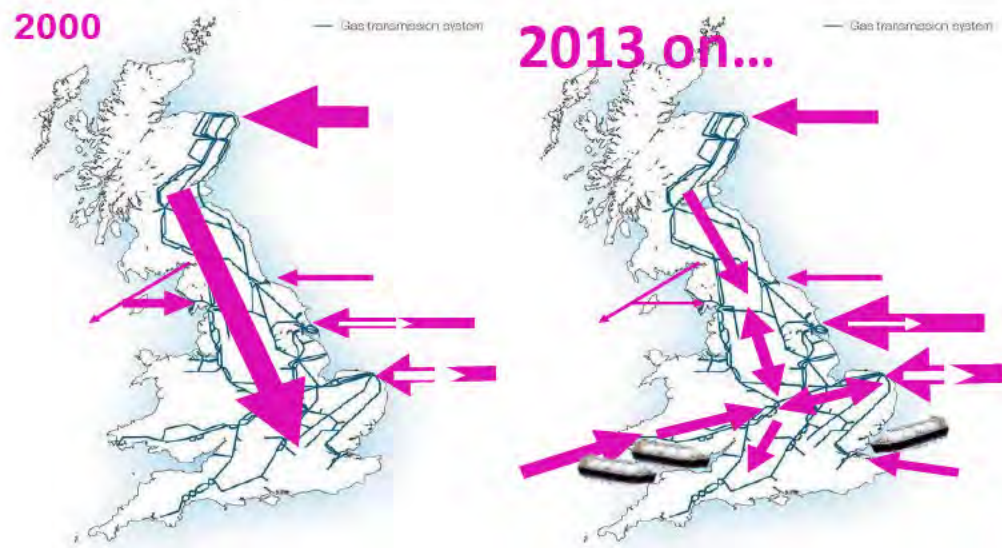
欧州の広域P Lでの調達



出所) Open Grid Europe提供資料

ガスフローの変化（イギリスの場合）

Changing Network Flows

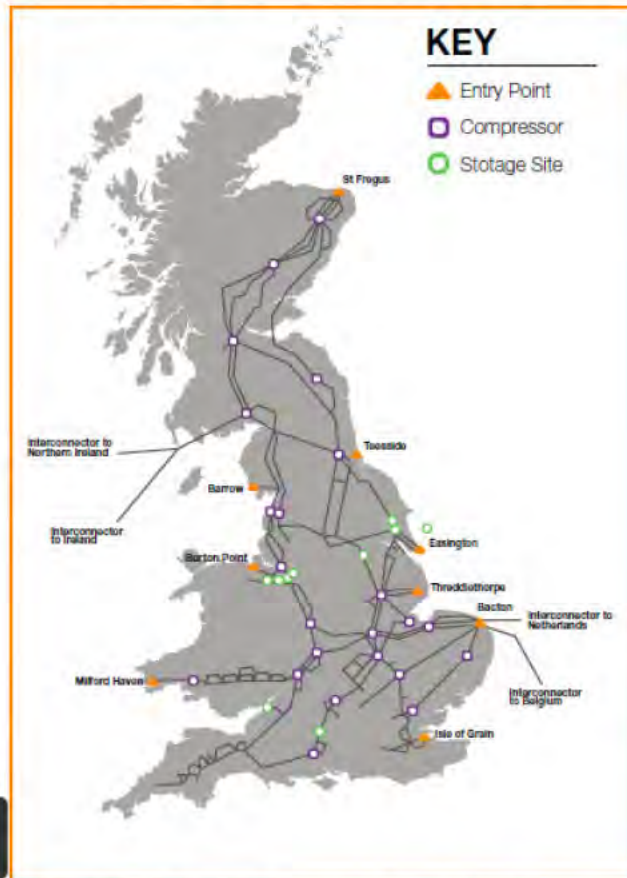


出所) National Grid提供資料

2. ガス導管の現状（英）

- イギリスでは、高圧導管事業者（TSO）としてNational Gridが、配給導管事業者（DSO）としてCadentやSGNなど4社が導管網を構築している。

イギリスの高圧導管網と注入点・貯蔵設備等



A map of the Gas National Transmission System (NTS)

出所) National Grid 提供資料

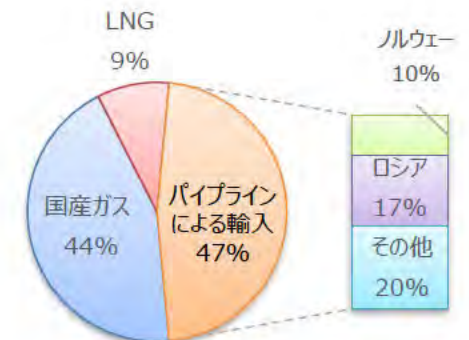
イギリスの配給導管事業者とエリア



出所)

<http://www.energynetworks.org/info/faqs/gas-distribution-map.html>より作成

イギリスのガスソース構成比率 (2017年)



天然ガス743億 m^3
(LNG換算6145万トン)

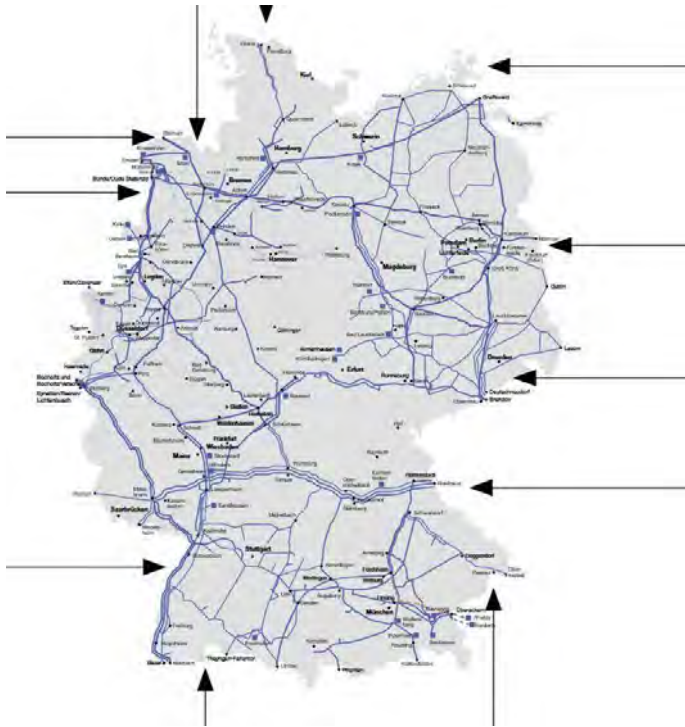
■ 国産ガス ■ LNG ■ ノルウェー
■ ロシア ■ その他

出所) British Gas

2. ガス導管の現状（独）

- ドイツでは高圧導管事業者（16社）と配給導管事業者（717社（含む10万顧客未満））が導管網を構築している。
- なお、ドイツでは、ロシアやノルウェー等からの高熱量（ハイカロリー）ガス導管とオランダからの低熱量（ローカロリー）ガス導管は別々に整備されているが、オランダの産出停止に伴い、低熱量導管のハイカロリー化に高い関心が置かれている。

ドイツの高圧導管網



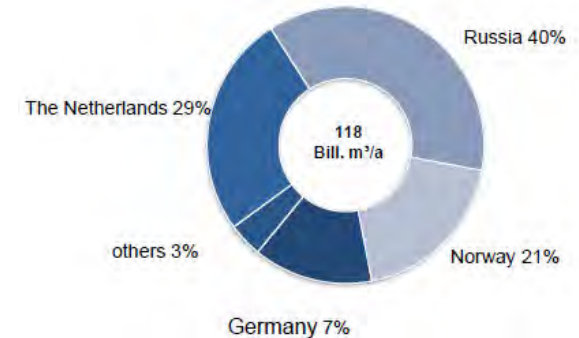
出所) BNetzA提供資料

ドイツの配給導管事業者とエリア



出所) BNetzA提供資料

ドイツのガスソース構成比率
(2015年)



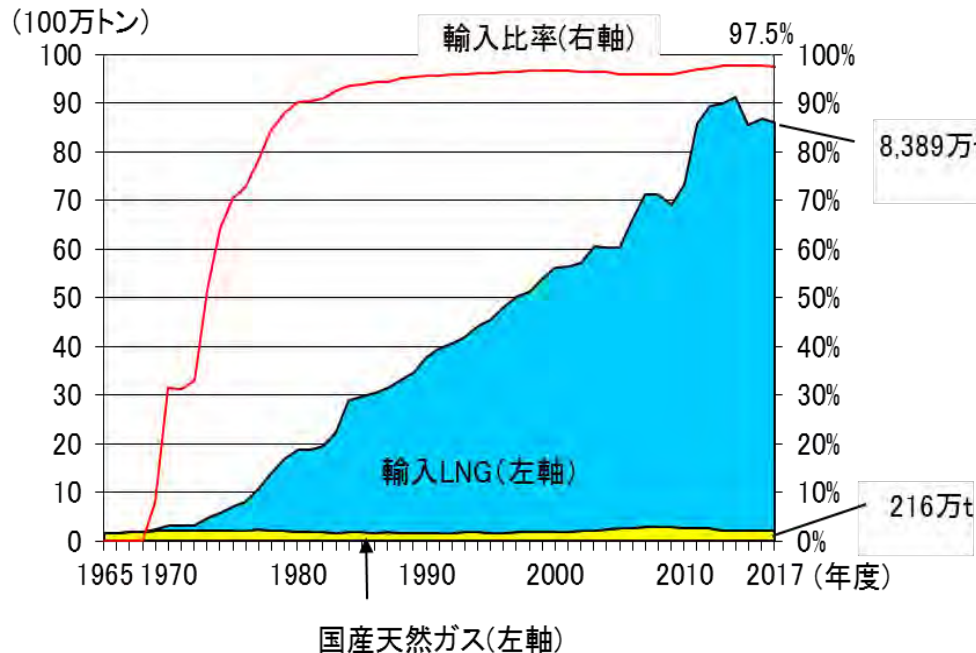
天然ガス1兆1800億 m^3
(LNG換算9760万トン)

出所) Open Grid Europe提供資料

<参考> 供給元の違い

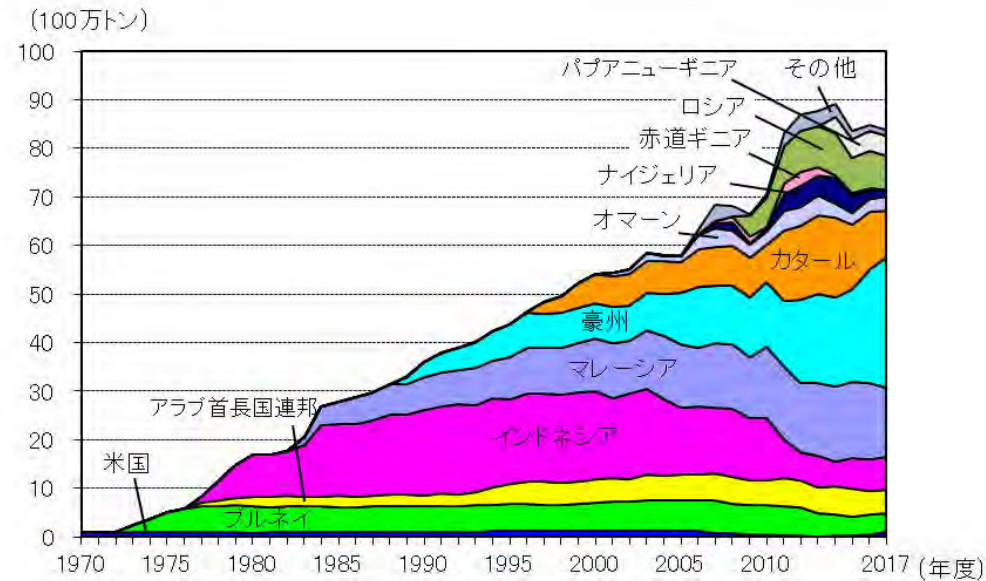
- 英独と比較して、日本はLNGへの依存度が高く、また、供給国が多様である。

天然ガスの国産、輸入別の供給量



出所) 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「電力調査統計月報」、財務省「日本貿易統計」、経済産業省「ガス事業統計月報」を基に作成

LNGの供給国別輸入量の推移

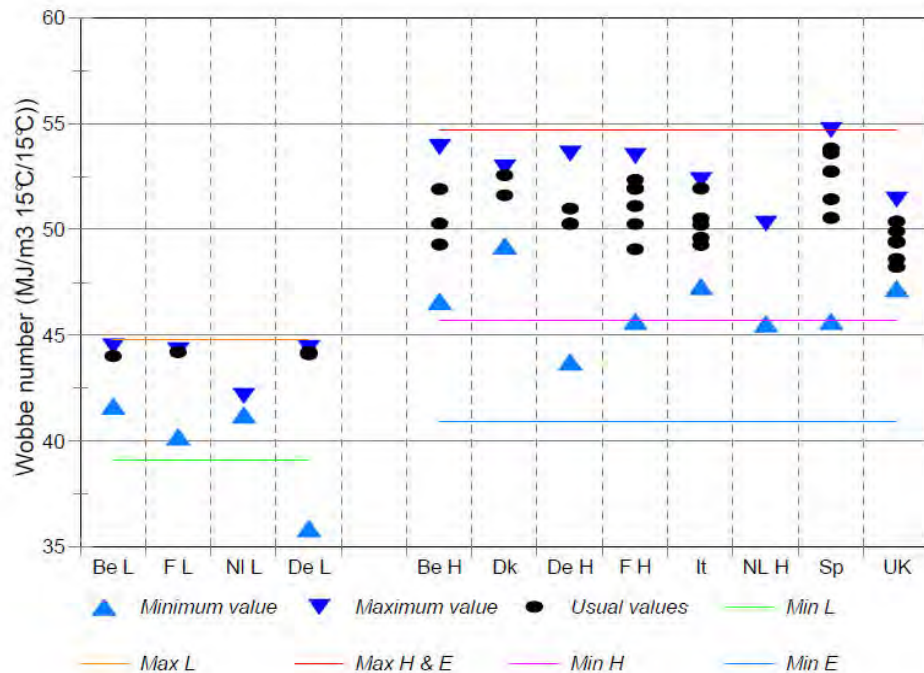


出所) 財務省「日本貿易統計」を基に作成

3. 熱量バンド制の基準と運用（入口は広く、出口は狭い品質変動幅で運用）

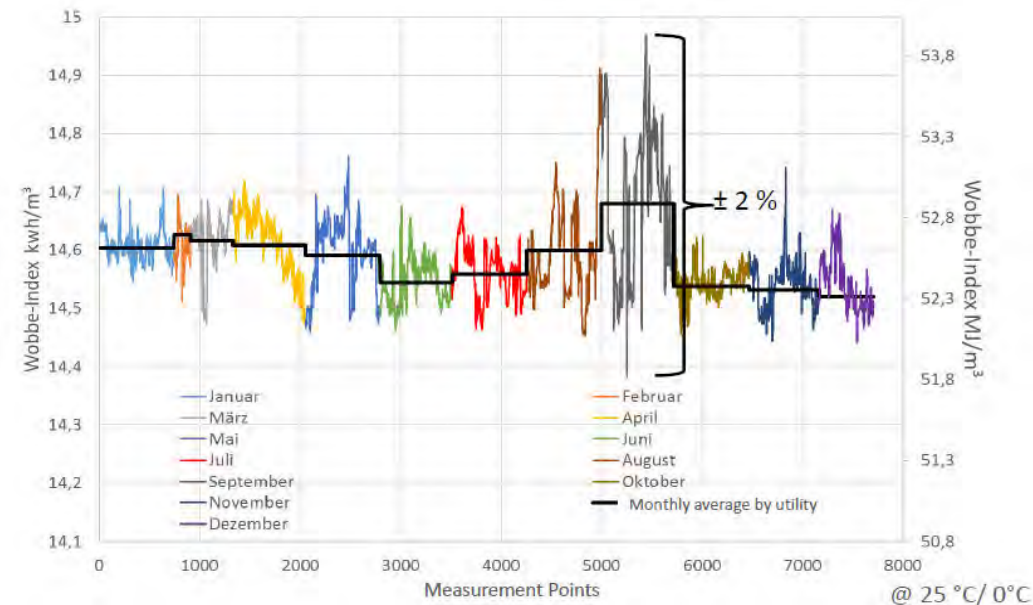
- 熱量幅は欧州標準で規定されており、TSO・DSOとも幅広いガスの流入を認めている。
- 運用実態としては、DSOレベルでのガス品質変動は比較的小さく、通常は±1%程度である。近年、±2%を超える品質変動が生じるようになってきている。

欧州各国での受入ガス熱量幅



出所) [Schweitzer, 2012, 54頁]

ドイツ・エッセンでのガス熱量変動



出所) GWI Essen 提供資料

4. 熱量変動の需要家への影響（独）

- ドイツでは、実機およびシミュレーションにより3年以上の歳月をかけてガス品質変動の影響調査を実施。
- 機器の安全性・効率性のみならず、各産業の製品品質への影響も調査。±2%以内の変動でも製品品質への影響が出ることが確認されている。また、工場作業者の労働環境にも影響を与えることが確認されている。

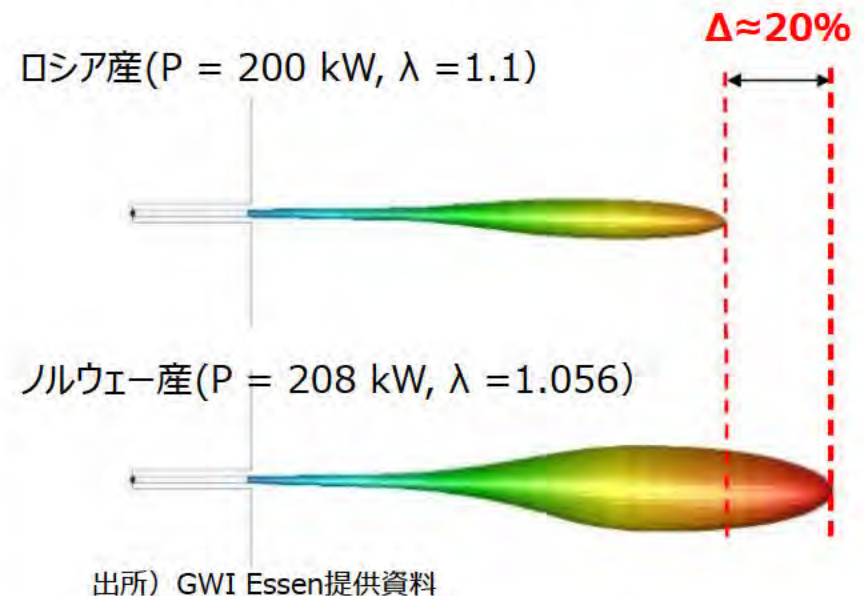
調査手法

- 産業界の要請によりガスに関する調査機関（DVGW※1、GWI※2、DBI※3）が連携して調査を実施
- ガス使用機器や設備の賦存状況について調査
- ガス使用機器・設備の設置、調整、維持管理の実施について情報収集
- ガス品質変動の状況と影響について情報収集
- TSOにおけるガス品質変動の現状について情報収集
- 各主体へのインタビュー、シミュレーション、実験等を実施

結果についてのGWIの担当者からのコメント

- 過去は非常に安定的な品質であり、需要家はそれに慣れている
- 問題は変動であり安定していれば問題ない
- 産業ユーザーが地元のガスに合わせる必要がある
- 大手は技術者がいるが中小企業にとって対応が難しい
- 浸炭目的の一部ユーザーは安定性を重視しLPGに切り替えている。
- 日本はエントリーポイントが限られるため、熱量調整が容易

ロシア産ガスからノルウェー産ガスへ切り替わることによるバーナーの炎の長さの変化



※1) DVGW : Deutscher Verein des Gas – und Wasserfaches e.V.

※2) GWI : DAS Energie-Institute in Essen

※3) DBI : DBI Gas und Umwelttechnik GmbH

<参考> 需要家影響の調査（独）

- ガス品質変動を「効率性」、「安全性」、「製品品質」の3つの視点で評価。その結果、±2%の変動でも効率性・製品品質に影響の可能性があるとされている。

産業	プロセス/応用	効率性				安全性（排出・熱過負荷）				品質				
		プロセスの調整値と比較したウォッパ指数または発熱量の変動												
		±2%	±4%	±5.5%	±7.5%	±2%	±4%	±5.5%	±7.5%	±2%	±4%	±5.5%	±7.5%	
熱 暖房	光放射ヒーター	○	○	▲	×	○	○	▲	×	○	○	▲	▲	
	赤外線放射ヒーター	○	○	▲	×	○	○	▲	×	○	○	▲	▲	
	エアヒーター	○	▲	×	×	○	▲	×	×	○	▲	▲	×	
	プロセス加熱	ボイラー/蒸気発生器	○	▲	▲	▲	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×
		直接および間接乾燥	○	▲	▲	▲	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×
発電	ガスタービン	拡散モード	○	○	▲	×	○	○	▲	×	○	▲	▲	×
		DLE モード	○	○	▲	×	○	×	×	×	○	▲	▲	×
	ガスエンジン	○	▲	×	×	○	×	×	×	○	▲	▲	×	
金属	余熱（金属）	○	○	○	▲	○	▲	▲	×	○	○	○	▲	
	熱化学的加熱処理	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	×	×	×	
	吸熱ガス製造	▲	×	×	×	○	○	○	▲	▲	×	×	×	
	亜鉛メッキ	○	▲	×	×	○	○	○	○	▲	×	×	×	
	溶融プロセス（非鉄金属）	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	▲	▲	▲	×	
セラミック	煅焼	○	○	○	▲	○	○	○	▲	○	○	○	▲	
	レンガ・タイル産業	○	○	▲	▲	○	▲	▲	×	▲	×	×	×	
	磁気	○	▲	▲	▲	○	▲	▲	×	▲	×	×	×	
ガラス	ガラス容器	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	
	板ガラス	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	▲	▲	▲	×	
	特殊目的ガラス	▲	×	×	×	○	▲	▲	×	▲	×	×	×	
	トンネル炉（連続過熱/冷却）	▲	▲	▲	×	○	▲	▲	×	▲	▲	▲	×	
化学	プラスチック	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	○	▲	▲	×	

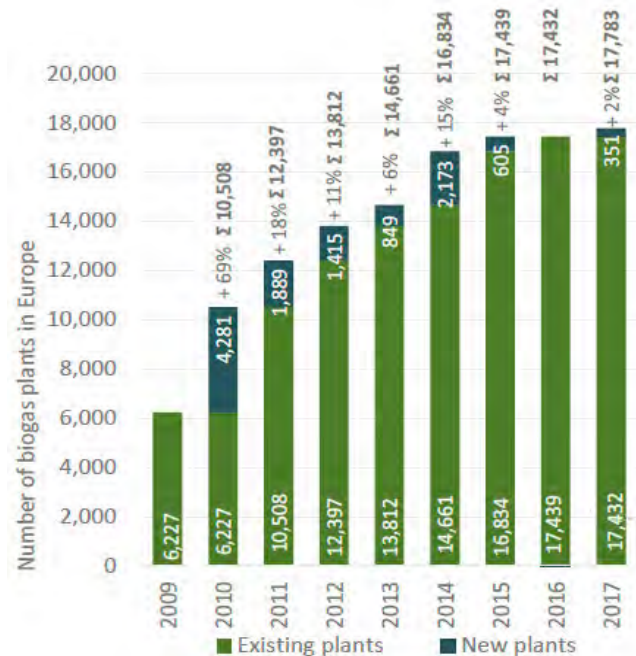
○：影響なし ▲：影響の可能性があり ×：影響あり

出所）GWI Essen提供資料

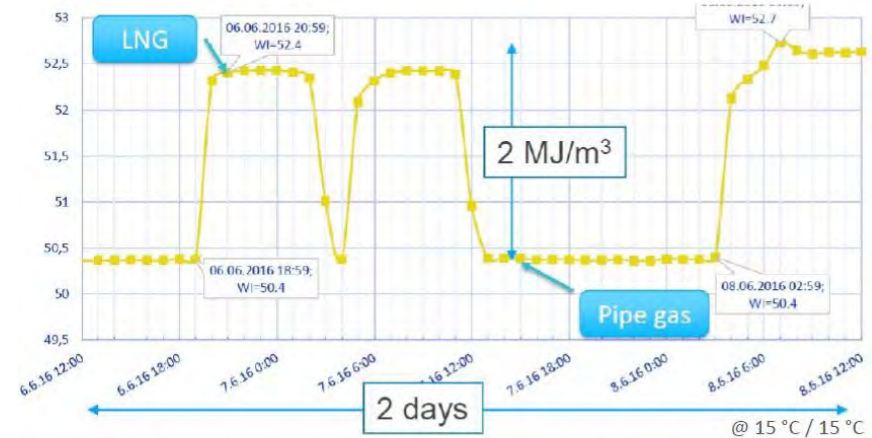
5. 今後想定される需要家への影響

- 「①将来的な水素のガス導管への注入、②酪農等から得られるバイオガスの注入、③LNG比率の増加」による熱量変動によって更に需要家影響が拡大するとされている。
- 欧州では、バイオガスプラントの設置が増加傾向にあり、イギリスでは②バイオガスについて、LPGを添加し熱量調整を行っている。
- ドイツでは③LNGについて、フランス基地（エントリーポイント）からドイツに至るLNG影響も研究しており、4%程度まで品質変動が拡大していることを確認。

欧州のバイオガスプラントの設置数推移



フランスにおけるガス品質変動



Source: Ourliac, M., „Deal with gas quality variations and melt glass with syngas from gasification“, IFRF/GWI TOTeM 44 “Gaseous Fuels in Industry and Power Generation: Challenges and Opportunities“, Essen, Germany, 2017

出所) GWI Essen提供資料

出所) https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/05/EBA_Statistical-Report-2018_AbrignedPublic_web.pdf

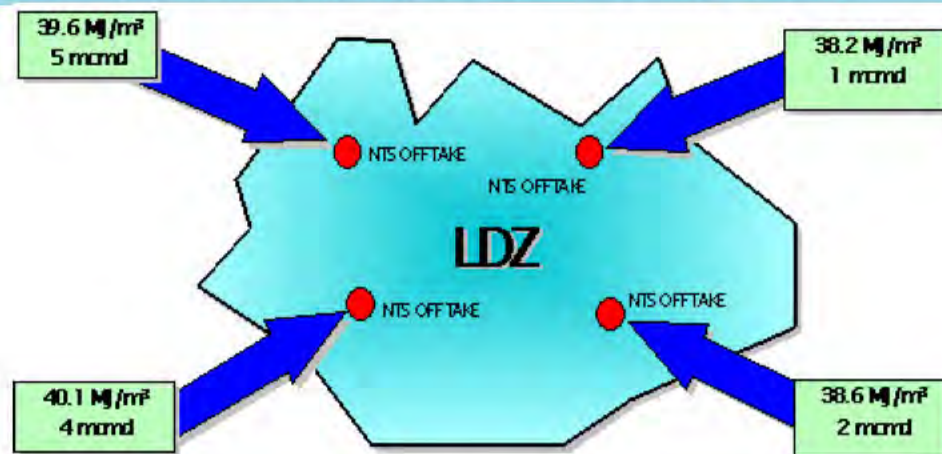
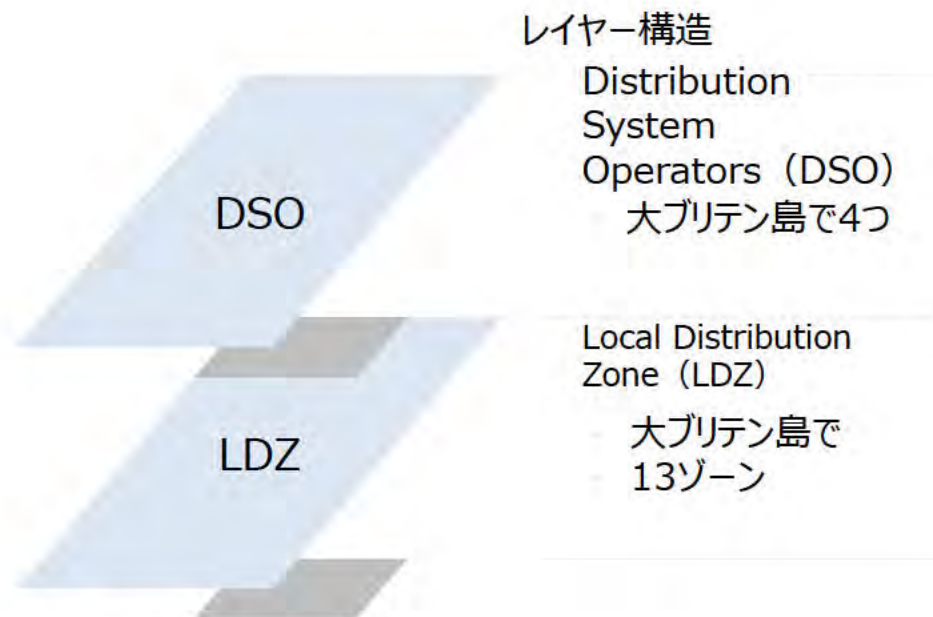
(参考)
欧州指令 (Directive 2009/28/EC、2018/2001/EU) で各国に対して再生可能エネルギーの導入目標を設定している。

この中でバイオガス、余剰再生可能エネルギーから製造した水素の活用が認められており、各国とも導入に取り組んでいる。

6. 需要家への課金と公平性の担保（英）①

- イギリスのDSOは、複数のLDZと呼ばれる配給ネットワークを運営しており（例：Cadentは4つのLDZを運営）、DSOの託送料金はLDZ単位で計算される。
- 託送料金は、LDZ単位で1種類であり、エントリーポイントの熱量の加重平均値を基に計算されている。
- 具体的には、計算方法としてFlow Weighted Average CV（加重平均熱量）が定められているが、この「加重平均熱量」と「エントリーポイントのうち最低熱量 + 1 MJ」を比較し、低い熱量を料金計算に用いることとされている（National Grid運用ルール）。
- このため、低熱量のバイオガスは、配給ネットワークへの注入の際に熱量調整が必要。

二層構造のイギリスのDSO



■ LDZ FLOW-WEIGHTED AVERAGE CV

$$= \frac{(39.6 \times 5) + (38.2 \times 2) + (38.6 \times 2) + (40.1 \times 4)}{(5 + 1 + 2 + 4)}$$

$$= 39.5 \text{ MJ/m}^3$$

■ エントリーポイントのうち最低熱量 + 1 MJ

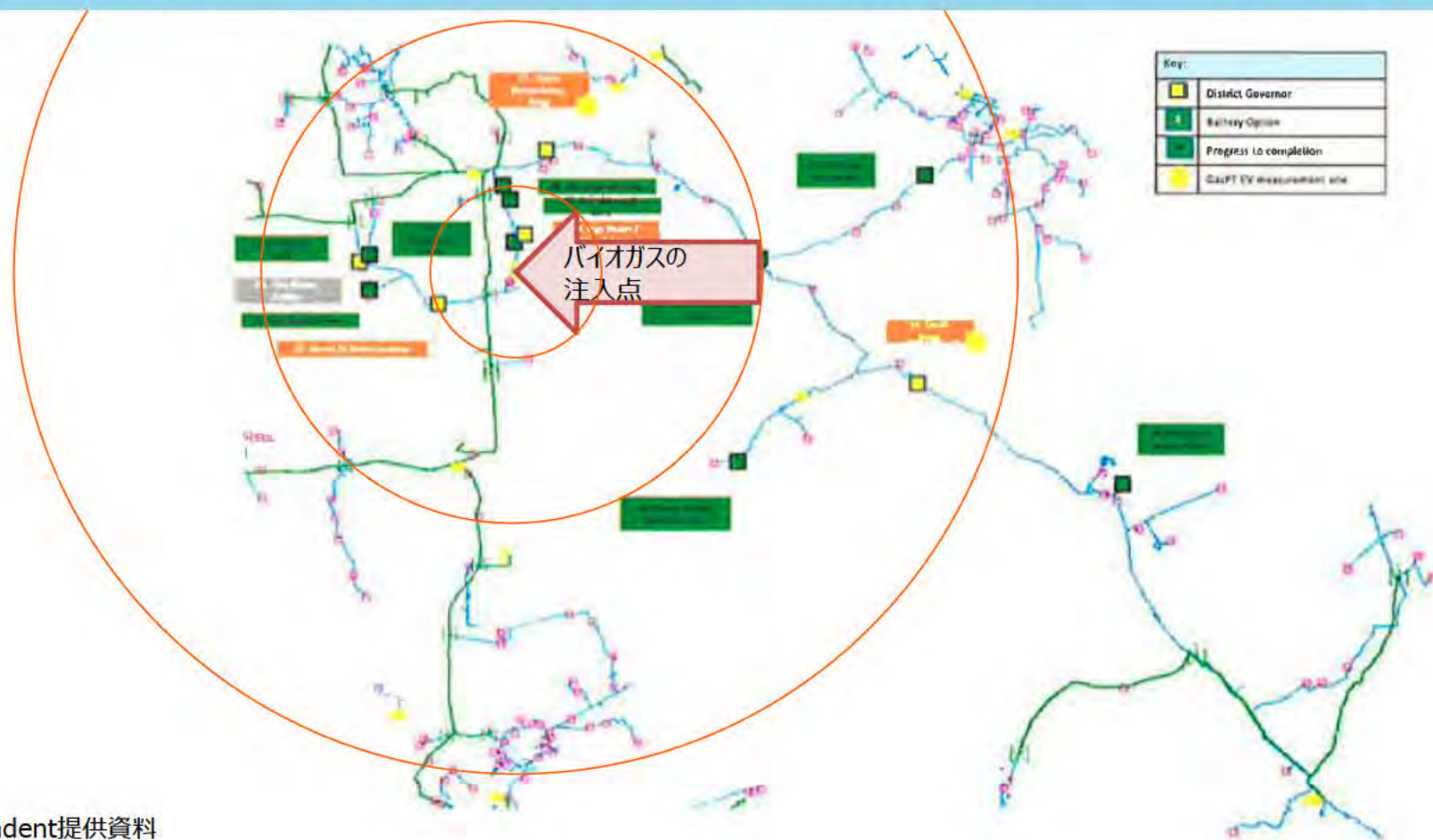
$$= 38.2 + 1$$

$$= 39.2 \text{ MJ/m}^3$$

⇒ 39.2 MJ/m³が料金計算に用いられる

6. 需要家の課金と公平性の担保（英）②

- イギリスでは、バイオガス注入ポイントの増加を見越し、課金をよりきめ細かく行うために、LDZを細分化するための研究開発が行われている※。
※検針回数が少ない（法律上は2年に1回、実際には半年～2年に1回程度）イギリスでは、実際の熱量と計算熱量の差が大きくなる可能性があるため、LDZの細分化を検討。
- 熱量計を注入点から同心円状に配置する必要があるが、設置コスト等の検討は未了。



7. まとめ（欧州と日本の違い）

- 欧州は、ガス田からつながる広域パイプライン網の形成、域内ガス田の産出減少、ロシア産ガスの供給途絶リスク対策（LNGの活用、西から東へのガス流）、統一市場の形成と活発なガス取引の促進等の流通環境のため、受け入れ地点である導管やLNG基地に熱量調整設備を有していない（一部、減熱設備や、バイオガス受入のLPG増熱設備を除く）。そのため、一部の需要家は熱量安定化のための対策が必要となっている。
- 日本の都市ガスの供給安定性はLNGの調達の多様性に依存しており、受け入れ地点であるLNG基地は既に熱量調整設備を備えているところが多い※である。日本は、熱量調整を行うことにより、多様なLNGの活用と安定した品質の都市ガス供給を両立させている。
※熱量調整設備を所有していない一部の新規参入者は熱量調整設備を所有する事業者へ熱量調整を委託

項目	欧州	日本
天然ガスの供給源の多様性	<ul style="list-style-type: none"> ● パイプライン調達が中心であり、ロシア・ノルウェー・オランダ・アルジェリア産など、供給源が限定的。 ● 一部、LNG輸入を増加させる動きもあり。 	<ul style="list-style-type: none"> ● LNGが中心であり、一部国産天然ガスがパイプラインにより供給されている。 ● 輸入LNGの熱量幅は大きく、39MJ～46MJ程度の差がある。
安定供給への取組み	<ul style="list-style-type: none"> ● 西側から拡大EU地域へガスを供給できるようにインフラ整備を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● LNGの輸入元の多様化。
需要家への供給熱量の安定化	<ul style="list-style-type: none"> ● エントリーポイントが多いが、地域ごとに供給元が限定されており、需要点でのガス品質は安定していた。 ● 近年、ガス供給元の変化やバイオガス等の出現で需要点でのガス品質変動が課題認識されるようになってきている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● エントリーポイントである多くのLNG基地で熱量調整設備を有しているため、需要家への供給熱量は安定している。