
令和 2 年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業

熱量バンド制への移行に向けた検討に 関する調査

2021 年 3 月 31 日

株式会社 野村総合研究所

目次

図表一覧	iii
図一覧	iii
表一覧	iv
1. はじめに	1
1.1. 背景	1
1.2. 目的	1
2. 諸外国における熱量バンド制に関する実態調査	2
2.1. 調査方法	2
2.2. 韓国	2
2.2.1. 熱量計・流量計の設置コスト	2
2.2.2. 熱量計・流量計の維持管理コスト	2
2.2.3. 熱量計・計量に関する法規制や規格	3
2.2.4. 標準熱量制から熱量バンド制への移行スケジュール	6
2.2.5. 標準熱量制から熱量バンド制へ移行時の周知方法	7
2.2.6. 機器対策コスト・維持管理コスト	8
2.2.7. オンサイト熱量調整設備の設置・維持管理コスト	8
2.2.8. 製造・供給設備のコスト	8
2.2.9. 料金システムの新設・改修コスト	9
2.2.10. 熱量変更対応に要する人件費	9
2.2.11. 託送制度（同時同量）について	9
2.2.12. 料金制度	10
2.3. イギリス	11
2.3.1. 熱量・流量計と規制・検査	11
2.3.2. 熱量計・流量計のコスト	11
2.3.3. 熱量計・流量計の維持管理費用	12
2.3.4. 料金変更の場合の周知方法	12
2.3.5. 料金システム	13
3. 熱量バンド制への移行による燃焼機器の影響等調査	14
3.1. 調査内容及び検討体制について	14
3.1.1. 調査内容及び調査項目について	14
3.1.2. 検討体制	15
3.2. 熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合の燃焼機器の影響調査	16
3.2.1. ガスエンジン（出力:200kW～9000kW）	16

3.2.2.	工業炉（一般工業炉）	20
3.2.3.	工業炉（雰囲気ガス発生装置）	22
3.2.4.	工業炉（自動車部品）【参考】	25
3.2.5.	工業炉（ガラスびん）	28
3.2.6.	工業炉（板硝子）	32
3.2.7.	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））	34
3.2.8.	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））	37
3.2.9.	吸収冷温水機	40
3.2.10.	ガスヒートポンプ	43
3.2.11.	業務用燃焼機器	46
3.2.12.	家庭用燃焼機器	50
3.2.13.	家庭用燃料電池（エネファーム）	54
3.2.14.	天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）	57
4.	熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合の対策コスト試算等調査	61
4.1.	試算の考え方	61
4.2.	機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト	63
4.2.1.	熱量バンド制：43～45MJ/m ³	63
4.2.2.	熱量バンド制：44～46MJ/m ³	65
4.2.3.	標準熱量引き下げ：44MJ/m ³	67
4.2.4.	標準熱量引き下げ：43MJ/m ³	69
4.2.5.	標準熱量引き下げ：42MJ/m ³	71
4.2.6.	標準熱量引き下げ：40MJ/m ³	73
4.3.	機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コストの集計値	75
4.4.	必要コスト	81

図表一覧

図一覧

図 1	韓国の熱量測定や熱量測定機器に関する法規制	3
図 2	韓国の熱量バンド制の移行スケジュール	6
図 3	韓国の熱量バンド制への移行時の周知方法	7
図 4	韓国のガス設備調整の費用負担方法	8
図 5	韓国の熱量バンド制での料金制度と標準熱量制からの変更	10
図 6	韓国の標準熱量制から熱量バンド制への料金算定単価の単位変更	10

表一覧

表 1	韓国「都市ガス事業法」第 21 条	3
表 2	実務委員会の検討メンバー	15
表 3	ガスエンジンの熱量バンド制に移行した場合の影響	16
表 4	ガスエンジンの標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	18
表 5	一般工業炉の熱量バンド制に移行した場合の影響	20
表 6	一般工業炉の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	21
表 7	雰囲気ガス発生装置の熱量バンド制に移行した場合の影響	22
表 8	雰囲気ガス発生装置の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	23
表 9	工業炉（自動車部品）の熱量バンド制に移行した場合の影響	25
表 10	工業炉（自動車部品）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	26
表 11	工業炉（ガラスびん）の熱量バンド制に移行した場合の影響	28
表 12	工業炉（ガラスびん）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	30
表 13	工業炉（板硝子）の熱量バンド制に移行した場合の影響	32
表 14	工業炉（板硝子）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	33
表 15	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））の熱量バンド制に移行した場合の影響	34
表 16	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	35
表 17	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））の熱量バンド制に移行した場合の影響	37
表 18	工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	38
表 19	吸収冷温水機の熱量バンド制に移行した場合の影響	40
表 20	吸収冷温水機の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	42
表 21	ガスヒートポンプの熱量バンド制に移行した場合の影響	43
表 22	ガスヒートポンプの標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	44
表 23	業務用燃焼機器の熱量バンド制に移行した場合の影響 ^{※1}	46
表 24	業務用燃焼機器の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	49
表 25	家庭用燃焼機器の熱量バンド制に移行した場合の影響	50
表 26	家庭用燃焼機器の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	53
表 27	家庭用燃料電池（エネファーム）の熱量バンド制に移行した場合の影響	54
表 28	家庭用燃料電池（エネファーム）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響	55

表 29	天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）の熱量バンド制に移行した場合の影響.....	57
表 30	天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響.....	58
表 31	機器対策コスト試算結果詳細（熱量バンド制：43～45MJ/m ³ ）.....	63
表 32	機器対策コスト試算結果詳細（熱量バンド制：44～46MJ/m ³ ）.....	65
表 33	機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：44MJ/m ³ ）.....	67
表 34	機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：43MJ/m ³ ）.....	69
表 35	機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：42MJ/m ³ ）.....	71
表 36	機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：40MJ/m ³ ）.....	73
表 38	44～46 MJ/m ³ の熱量バンドに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	75
表 39	43～45MJ/m ³ の熱量バンドに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	76
表 40	44MJ/m ³ への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	77
表 41	43MJ/m ³ への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	78
表 42	42MJ/m ³ への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	79
表 43	40MJ/m ³ への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト.....	80
表 44	標準熱量引き下げに関する必要コスト.....	81
表 45	熱量バンド制に関する必要コスト.....	82

1. はじめに

1.1. 背景

我が国の都市ガスは、ガスの供給条件として単位体積当たりの熱量の標準値（毎月の算術平均値の最低値）を定め、熱量の変動を制限する「標準熱量制」によりガスを供給している。この標準熱量制により一定の熱量のガスが供給されることで、燃焼機器の安全性や効率性、公平な課金といった需要家メリットを確保し、ガス利用の普及・高度化が進められてきた。

しかし、我が国に輸入されるLNGは産地毎に熱量が異なっており、標準熱量制によりガスの熱量を一定のものにするためには、都市ガスを製造する工程において、熱量調整設備でLNGにLPGを添加するなどして熱量を調整することが必要であり、当該設備を保有していない事業者は、当該事業者自らが熱量調整設備を整備するか、設備を保有している他の事業者にガスの製造を委託することになるなど、ガス小売事業への参入障壁であるとの声も聞かれる。

これに対し、欧州や韓国などの諸外国では、一定の範囲（バンド）内の熱量であれば都市ガスを供給することができる「熱量バンド制」が導入されており、我が国でもガス小売事業における競争促進の観点から、熱量バンド制への移行について検討を進めることとされている（規制改革実施計画（平成30年6月15日閣議決定）※）。

（※）規制改革実施計画（平成30年6月15日閣議決定）

現行の標準熱量制から熱量バンド制への移行について、諸外国における都市ガスの供給状況等を踏まえて検討し、結論を得る。その際、LPG・LNGの市況、熱量調整に関する燃焼機器及び導管等の供給設備への影響とこれらの対策コスト試算等に関する調査を行い、移行に向けて検討を要する論点の中間整理を行った上で、課金方法や費用負担等に関する制度設計の検討を行う（直ちに検討開始、平成31年度までに調査・論点整理の上、平成32年度（令和2年度）結論を目指す。）

1.2. 目的

本委託調査では、今年度中の結論に向け、総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会電力・ガス基本政策小委員会ガス事業制度検討ワーキンググループ（以下「ガス事業制度検討WG」という。）における議論を踏まえ、熱量バンド制への移行による効果及び担保すべき要素に必要なコスト等について調査することとする。

2. 諸外国における熱量バンド制に関する実態調査

熱量バンド制への移行に必要なコスト試算や具体的な制度設計の検討を進めるため、熱量計・流量計の設置及び維持管理コスト、熱量測定や計量に係る法規制、課金方法、標準熱量制から熱量バンド制への移行時のスケジュール・周知方法・費用負担の考え方等について調査を行った。

2.1. 調査方法

熱量計・流量計の設置及び維持管理コスト、熱量測定や計量に係る法規制、課金方法、標準熱量制から熱量バンド制への移行時のスケジュール・周知方法・費用負担の考え方等について情報収集するため、韓国及びイギリスの輸送ネットワーク事業者にメール、電話インタビューを実施した。

2.2. 韓国

2.2.1. 熱量計・流量計の設置コスト

熱量計・流量計の単価について、機器はカスタマイズ型と量産(汎用)型2つに区分されており、量産型の熱量計は1台当たり約0.8~1.5億ウォン、流量計は1台当たり約3~5億ウォン(温度センサー付きの場合)となっている。韓国では測定の正確性を高めるため、ほとんどの熱量計と流量計をカスタマイズ型で設置(主にEMERSONの機器を採用)している。なお、カスタマイズ型はスペックによって異なるが、量産型より約1.2倍程度高い。

機器本体の購入コストの他、土地購入や通信設備の設置等のその他コストについて、土地費用(安全対策用敷地):約2000坪(6611.57m²)で計10億ウォン、建設費用:計5億ウォン、センサーおよびシステムの費用:計3億ウォンの計18億ウォン/箇所が資本投資としてかかっていた。

2.2.2. 熱量計・流量計の維持管理コスト

熱量計・流量計の維持管理コストは、年間約6億ウォン/台かかっている。内訳は、人件費が約5億ウォン(5人3交代で、一人当たり人件費が1億ウォンの仮定)、システム運用費用が約6~7000万ウォンとなっている。韓国では、計107箇所の卸供給地点に全部で119台の熱量計が設置されていることを踏まえると、維持管理コストは計約714億ウォンと推計される。

また、熱量計・流量計の更新期間は決められていないが、機器のメーカーから10年間保証(10年間は故障や更新がないことを意味しており、周期的試験を通じて管理)を得ている。

さらに、供給能力は、圧力によって異なるが、凡そ、1500~2000 N m³/h程度の容量設計になっている。

2.2.3. 熱量計・計量に関する法規制や規格

熱量測定に関する法規制は、都市ガス事業法¹⁾において、測定方法や熱量計の較正周期、方法などが規定されている。

熱量測定に関わる法規制

都市ガス事業法
第21条ガス熱量の測定
一般ガス事業者は熱量・圧力及び燃焼性を次のように測定すべきである
1) 熱量測定においては、毎日午前6時半から午前9時まで、午後5時から午後7時までの間に1日2回毎にガスホルダーから動力資源部長官が定めた方法で測定すること 2) 圧力においては、ガスホルダー又は整圧器から動力資源部長官が定めた自己圧力計を用いて測定すること 3) 燃焼性においては毎日午前6時半から午前9時まで、午後5時から午後7時までの間に1日2回毎にガスホルダーから燃焼速度及びウオッパ指数につき、動力資源部長官が定めた方法で測定すること
- 熱量の測定結果は熱量測定記録表の書式、圧力の測定結果は自己様式、燃焼性の測定結果は燃焼性測定記録表に記録すること - 測定記録は1年間保存すること

熱量測定機器に関わる法規制



出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図 1 韓国の熱量測定や熱量測定機器に関する法規制

表 1 韓国「都市ガス事業法」第 21 条

Article 21 (Ensuring Appropriateness in Measurement of Amount of Gas Supply)

- (1) Any general urban gas business entity shall take measures to ensure appropriateness in measuring the amount of gas supply as prescribed by Presidential Decree, such as applying a correction factor, to correct measurement errors in the amount of gas supply that may occur due to difference, etc. in the temperature and pressure when urban gas is supplied. <Amended by Act No. 9533, Mar. 25, 2009>
- (2) The Minister of Trade, Industry and Energy or Mayors/Do Governors may give support to a

¹ https://elaw.klri.re.kr/kor_service/lawView.do?hseq=49145&lang=ENG

ny general urban gas business entity that intends to ensure appropriateness in measuring the amount of gas supply under paragraph (1), as prescribed by Presidential Decree. *<Amended by Act No. 8852, Feb. 29, 2008; Act No. 11690, Mar. 23, 2013>*

(3) Where the Mayors/Do Governors deem it necessary for ensuring appropriateness in measuring the amount of gas supply, they may require general gas business entities to submit a report on the measures taken under paragraph (1), or require affiliated public officials to enter the relevant offices to inspect books, documents, facilities and other articles. In such cases, public officials entering the offices for inspection shall carry a certificate indicating their authority and produce it to related parties.

(4) Where the Mayors/Do Governors intend to conduct an inspection under paragraph (3), they shall notify related parties of an inspection plan including the time, reasons, details, etc. of the inspection by no later than seven days before such inspection: Provided, That this shall not apply where it is necessary to conduct an inspection urgently or giving a prior notice can defeat the purpose of an inspection due to the destruction of evidence.

(5) Where the Mayors/Do Governors acknowledge the need for improvement after having accepted a report or having conducted an inspection under paragraph (3), they may issue a correction order to the relevant general urban gas business entity.

(6) Necessary matters for submitting reports, conducting inspections, notification of inspection plans, and methods of, and procedures for issuing correction orders under paragraphs (3) through (5) shall be prescribed by Presidential Decree.

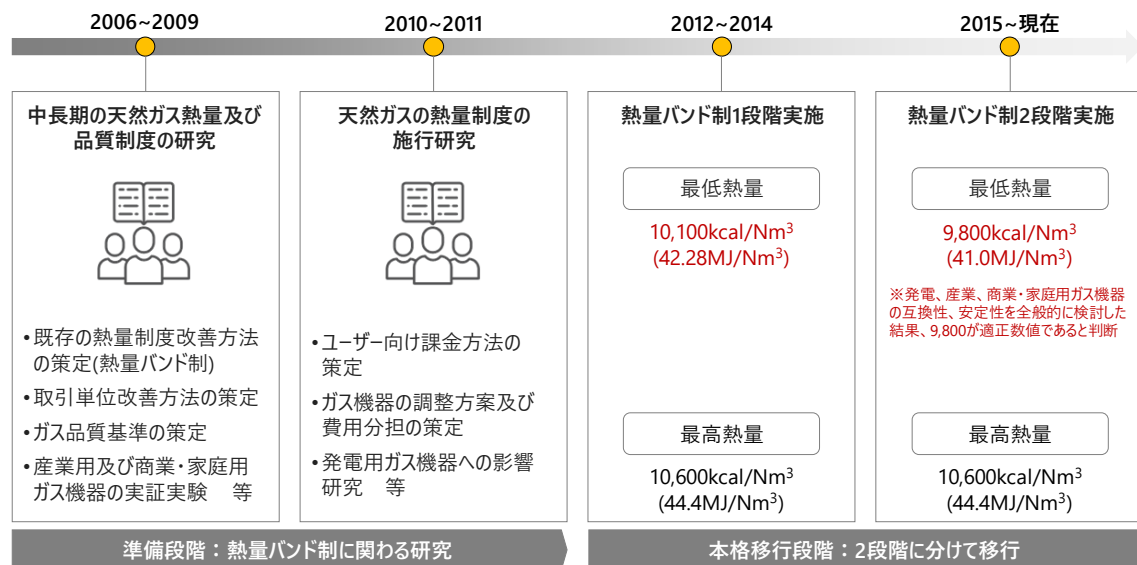
また、熱量計は、JUNKERS²タイプを多く採用しており、規格は、国際標準規格を採用している。

また、日本においては、計量法に適合する流量計を設置するため、計量器の前後に十分な長さの直線配管を設ける必要があり、これに対応するための用地確保や配管の再設計・再施工等が必要となるが、韓国の場合、KOGASによる独占供給体制であるため、流量計の設置に関する制約条件は特に無かった。

² JUNKERS（ユンケルス）タイプとは燃焼室内でガスバーナーによって試料ガスを燃焼し、そのとき発生した熱を燃焼室周囲に流れる流水に伝えてその流量と水の入口、出口温度の差、試料ガス量から熱量を測定する方式である。なお、2021年3月時点で、日本では同形式の熱量計は既に製造されていない。

2.2.4. 標準熱量制から熱量バンド制への移行スケジュール

2006~2011 年(約 5 年間)まで、熱量バンド制に関わる研究を行った。熱量バンド制の導入は、2 段階に分けて実施され、2 段階目は 2015 年度から実施した。研究期間を含めて本格的導入にかかった期間は約 10 年であった。



出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図 2 韓国の熱量バンド制の移行スケジュール

2.2.5. 標準熱量制から熱量バンド制へ移行時の周知方法

消費者向け周知方法として、市民団体などを招聘し公聴会を催し、制度変更を世間に共有した。公聴会は熱量バンド制の導入の1年前から約3回程度開催した。また、インターネットを通じて公聴会で批判された部分を解説することで、理解の深化を図った。これを繰り返しながら消費者への制度変更につき理解を深め、その後には、TV、ラジオ、新聞などを活用して熱量バンド制の導入日程などを公表した。また、産業向け周知方法として、ガス設備事業者に向けて運転指針の全国巡回教育を、自治体向けの周知方法として、制度変更の内容等について移行までに3回程度の教育を実施した。

これらの周知にかかった費用は計2億ウォン程度である。内訳は、公聴会 計6000万ウォン、メディア広告(新聞, TV, ラジオ)計1億ウォン、その他の広告計4000万ウォンとなっている。

また、複数の事業者がいる他国とは異なり、KOGASが独占している韓国では消費者保護法律に関わる問題は生じていない。



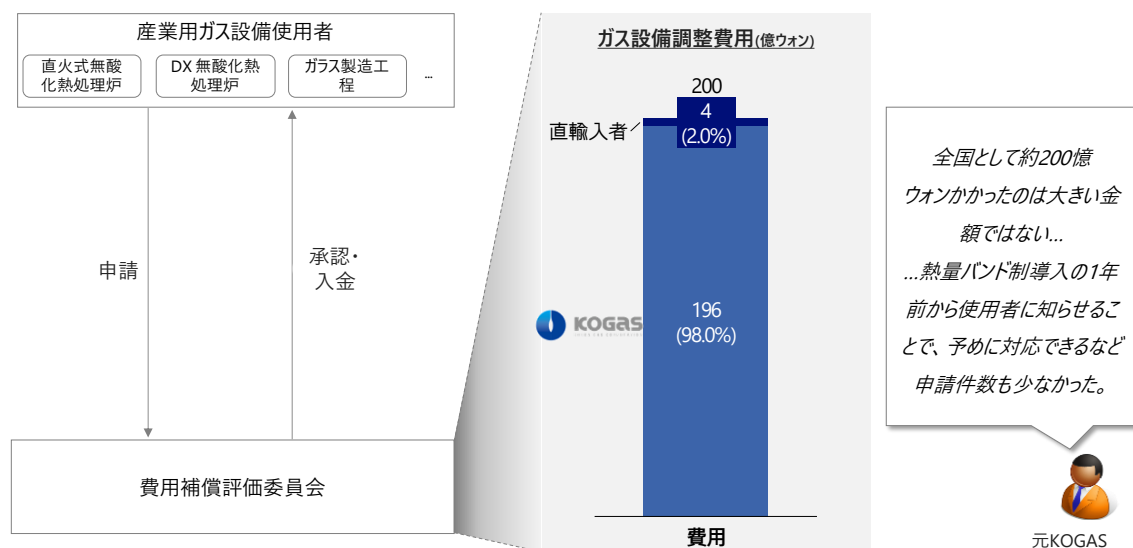
出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図 3 韓国の熱量バンド制への移行時の周知方法

2.2.6. 機器対策コスト・維持管理コスト

熱量バンド制導入に伴い、チューニングや調整が必要な設備に対しては、直輸入者、都市ガス事業者、発電事業者、設備専門家などで構成された費用補償評価委員会から承認された設備に限って補償が行われた。費用補償評価委員会が補償を承認した設備は、熱量変動が品質に影響を与える直火式無酸化熱処理炉、DX 無酸化熱処理炉、ガラス製造工程などであり、独自に設備管理が難しい中小企業が申請した。

約1年前から使用者へ事前に知らせることで、需要家側も対応を取り、費用補償は計200億ウォン程度で収まっている。



出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図4 韓国のガス設備調整の費用負担方法

2.2.7. オンサイト熱量調整設備の設置・維持管理コスト

韓国では、熱量バンド制の導入に伴い、オンサイトで熱量を調整することになった事例は無いとされている。これは、熱量変動の影響が大きいといわれているガラス産業でも同様であり、±2%の変動が生じて目立った問題は生じていないとされている。

2.2.8. 製造・供給設備のコスト

熱量バンド制の導入に当たり製造設備・供給設備の改造、更新に伴い発生した費用は、KOGAS が全額負担している。これは、韓国において KOGAS が唯一の LNG 輸入・ガス供給者であるためである。

2.2.9. 料金システムの新設・改修コスト

熱量バンド制導入に伴う料金システムの新設・改修コストについて、費用負担者は 100% KOGAS になっている。

体積課金から熱量課金になることで、既存のシステムの活用およびアップデートが必要になっており、計 500 億ウォン程度のシステム更新費が発生したとされている。

2.2.10. 熱量変更対応に要する人件費

熱量変更対応に必要な人員は、LNG 基地と高圧導管網の運用上の対応のために、LNG ソーシング人員が 3~4 名、熱量範囲に合わせるポートフォリオ・マネージャーが 3~4 名であり、合計で約 10 名が熱量バンド制で必要になった人員である。人件費総額は 10 億ウォン程度である。この金額に、追加設備費（燃焼機器対応に必要な人員等に係る費用）は含まれていない。

2.2.11. 託送制度（同時同量）について

託送依頼者同士の総熱量ベースでの過不足精算の仕組みは基本的に存在していない。現在、KOGAS は熱量変動幅を±2%で運用しており、過不足を発生させないように運用している。仮に過不足精算の仕組みは構築すると、逆に都市ガスの料金を上昇させられるおそれがあったためである。このように、熱量バンド制が導入されても比較的安定した熱量変動で運用されているため、早期に熱量バンド制を実現できたと考えられている。

2.2.12. 料金制度

韓国の料金算定（課金）の体系は＝熱量単価 x 使用量 x 使用熱量に基づいて算定されており（図 5）、使用熱量は月間加重平均単位の熱量で計算することになっている（図 6）。

韓国では基本料金＋使用料金で算定されており、2 部料金制度になっている。基本料金は設備費用や検針費用など維持管理費用が含まれている。

	As-Was(標準熱量制)	As-Is(熱量バンド制)
料金算定式	熱量単価(ウォン/Nm³) x 使用量 (Nm³)	熱量単価(ウォン/MJ) x 使用量 (Nm³) x 使用熱量(MJ/Nm³)
料金単価 (ウォン/Nm³)	平均料金 例 775.28 (100%) = 原料費 例 673.65 (86.89%) + 卸売平均供給費用 例 53.00 (6.84%) + 小売平均供給費用 例 48.63 (6.27%)	平均料金 例 17.81 (100%) = 原料費 例 15.47 (86.89%) + 卸売平均供給費用 例 1.22 (6.84%) + 小売平均供給費用 例 1.12 (6.27%)
使用量 (Nm³)	消費者の計量器で測定 (例:100Nm³)	消費者の計量器で測定 (例:100Nm³)
使用熱量 (MJ/Nm³)	N/A	KOGASの卸売供給地点でガス分析機器を用いてリアルタイムで熱量測定 (都市ガス事業者別、月間加重平均単位熱量)
都市ガス料金計算 (例)	775.28 (ウォン/Nm³) x 100(Nm³) = 77,528ウォン	17.81 (ウォン/Nm³) x 100(Nm³) x 43.54 (MJ/Nm³) = 77,528ウォン

出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図 5 韓国の熱量バンド制での料金制度と標準熱量制からの変更

	As-Was(標準熱量制)	As-Is(熱量バンド制)
原料費単価	導入LNG熱量単価を体積当たりの単価に換算 (ウォン/Nm³)	導入LNG熱量単価 (ウォン/MJ)
卸売供給費単価	供給ガスの熱量単価を体積単価に換算 (ウォン/Nm³)	供給ガスの熱量当たりの単価 (ウォン/MJ)
小売供給費単価	供給ガスの熱量単価を体積単価に換算 (ウォン/Nm³)	供給ガスの熱量当たりの単価 (ウォン/MJ)

出所) KOGAS へのインタビューより Nomura Research Institute Seoul 作成

図 6 韓国の標準熱量制から熱量バンド制への料金算定単価の単位変更

2.3. イギリス

2.3.1. 熱量・流量計と規制・検査

イングランド、スコットランド、ウェールズでは、熱量・流量測定や計算は、The Gas (Calculation of Thermal Energy) Regulations 1996³に従っている。この測定・計算は C6 までの炭化水素までを対象としており、以前は体積のみを対象とした流量測定であった。現在、National Grid は輸送のみ担当しているため、発熱量と相対密度の計算を可能にする C6 +測定を提供する責任しか有していない。熱量計としてガスクロマトグラフィを使用している。

TSO と DSO の間の課金・請求は、輸送網から配給網にガスが送出された時点で計測される。National Grid は、すべての DSO に代わって、エネルギーと流量の熱量値を収集し、イングランド、スコットランド、ウェールズの各請求ゾーンの平均発熱量を計算する。このプロセスは、フロー加重平均発熱量計算として知られている。ただし、この計算について、DSO に戻そうとしている。

熱量計と流量計のタイプと構成は OFGEM によって事前承認されている必要がある。例えば、測定前にガスが混合するのに十分な長さを可能にするために、パイプラインの直径の 20 倍にするなどである。また、OFGEM は、TSO が規定通りに熱量計と流量計を運用しているか定期的に検査を行っている。ただし、この費用は National Grid が負担している。

一方で、DSO は OFGEM に対して、熱量・流量の測定精度を緩め、将来的に熱量・流量の推計が可能になるような提案が行われている (Supporting Information to the Request for Relaxation of the Maximum Permissible Error (MPE) of Ofgem Regulated Calorific Value Determination Devices (CVDD)⁴)。

熱量・流量の予測機器の 1 つである GasPT⁵は Ofgem の承認要件を満たしているが、National Grid は現時点で、導入予定はないとのことである。コストは 4 分の 1 になる可能性があるが、ガス輸送システムの他の規制要件と照会した場合に信頼性に問題があったためである。

2.3.2. 熱量計・流量計のコスト

熱量計・流量計の単価は、4 万～5 万ポンドである。一方で、GasPT は 1 万～1.5 万ポンドである。

³ <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/1996/439/contents/made>

⁴ <https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/107519>

⁵ <https://orbitalgas.com/gaspt/>

2.3.3. 熱量計・流量計の維持管理費用

熱量計は、専門業者による年 2 回のオーバーホールメンテナンスが必要であり、£8,000/回かかる。

オーバーホールメンテナンス以外に、水素キャリアガスの使用による熱伝導度検出器 (TPD) の障害が生じた場合、検出器の交換が必要になる。この場合、15,000 ポンド程度の費用が掛かる。この故障を防ぐために、今後、キャリアガスを水素からヘリウムに変更することを検討している。また、熱量計・流量計の設置場所の電源設備が老朽化しており、電源故障によって分析装置の内部ボードや電源ユニットの故障が生じる場合がある。さらに、分析装置の製造過程で、液体、またはモノエチレングリコールによる汚染が残っていた場合、修理を行う必要があり、1 万～2 万ポンド/回の修理費用が掛かる。これらを踏まえ、システム障害対応費用として 3 年ごとに 4000 ポンドの予算を計上している。

熱量計の耐用年数は概ね 2 年程度とされている。

熱量計・流量計の調達について、機器サプライヤーからの直接調達ではなく、システムインテグレータからのシステム供給を受けている。National Grid のエンジニアが異常時に初期対応を行うが、システムインテグレータにも 24 時間 365 日のメンテナンスサポートを依頼している。ただし、サポート契約エンジニアがいる場所は限られているため、地理的な制約を受ける場合がある。なお、LNG 基地からガス導管網へのエントリポイントでは硫黄、酸素、H₂O 露点、炭化水素露点なども測定している。

2.3.4. 料金変更の場合の周知方法

2.3.4.1. 周知期間

荷送人の輸送料金を変更する前に、少なくとも 2 か月前に通知する必要がある。また、5 か月前までに表示料金を通知することもできる。

2.3.4.2. 周知方法

National Grid のウェブサイトでは、規制当局に通知を電子メールで送信し、荷送人やその他の市場参加者に通知を電子メールで送信している。周知する内容は、託送料金 (容量料金)、および、主に商品料金に関連する情報である。オークションの予約価格は年 1 回設定され、他のすべての料金は、1 年に複数回変更される可能性があり、通常は 10 月 1 日と 4 月 1 日の年 2 回行われる。今後、さらに頻繁に変更される可能性がある。

ただし、この料金変更手続きは、通常の事業活動であり、特に、追加的に費用が掛かるものではない。この手続きは、Uniform Network Code (our contract with shippers) Sections

B and Y に規定されている。

2.3.5. 料金システム

2.3.5.1. バランシング

Calorific Value Shrinkage（発熱量切り捨て）というルールがあり、1 MJ / m³ に満たない端数は顧客に請求されない。この請求できていない熱量について費用は NationalGrid と荷送人の間で分担される。

2.3.5.2. Tariff system

荷送人が National Grid の送電システムの使用に対して支払う料金を設定し、DSO はネットワークに対して同じことを行う。熱量の測定については、上述と同様である。

3. 熱量バンド制への移行による燃焼機器の影響等調査

3.1. 調査内容及び検討体制について

3.1.1. 調査内容及び調査項目について

熱量バンド制に移行し、現在供給されている熱量とは異なる熱量のガスが供給された場合及び熱量の異なるガスが変動しながら供給された場合に、燃焼機器への安全面・性能面等の影響が大きいと考えられる主な燃焼機器について、影響調査及び対応策の検討、対応策に係るコスト試算等を実施した。

影響等調査の対象とする熱量は、平成30年度及び令和元年度に実施した「熱量バンド制への移行による燃焼機器の影響等調査」（以下、「先行調査」という。）で評価を実施していない、熱量バンド幅 $44\sim 46\text{MJ}/\text{m}^3$ 及び標準熱量引き下げ ($44\text{MJ}/\text{m}^3 \cdot 43\text{MJ}/\text{m}^3 \cdot 42\text{MJ}/\text{m}^3 \cdot 41\text{MJ}/\text{m}^3 \cdot 40\text{MJ}/\text{m}^3$) とする。また令和元年度に評価を実施した、熱量バンド幅 $43\sim 45\text{MJ}/\text{m}^3$ についても精査を行った。

影響等調査の対象とする燃焼機器は、先行調査の対象機器に加え、熱量バンド制に移行した場合に影響が大きいと考えられるガラス炉等も対象とし、調査対象機器への影響調査を以下のとおり実施した。

① メーカー等へのヒアリング調査

先行調査を踏まえ、調査対象機器について、機器のメーカー等に対して燃焼確認及び対応策の必要性、具体的な対応策等についてのヒアリング調査を行った。

② 対応策に係るコスト試算

$44\sim 46\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $43\sim 45\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $44\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $43\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $42\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $40\text{MJ}/\text{m}^3$ について、移行コストの試算を行った（結果は「4. 熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合の対策コスト試算等調査」参照）。

③ 熱量バンド制への移行の検討のための留意事項等

実務検討会での検討やヒアリング調査結果等を踏まえ、熱量バンド制への移行の検討に当たっての留意事項等（対応策を実施するために必要な期間（事前準備期間や実施期間）等）について整理した。

3.1.2. 検討体制

調査対象機器、調査内容、ガス消費機器への対応策の検討等を行うため、学識経験者、既存ガス事業者、新規参入事業者、各種業界団体から構成する実務検討会を設置し、上記の事項の評価を 2020 年 11 月 19 日に実施した。

実務検討会のメンバー構成は、次のとおりである。

表 2 実務委員会の検討メンバー

実務検討会		
委員長	植田 利久	帝京大学
委員	石原 浩二	一般社団法人日本金属熱処理工業会
委員	金井 弘	一般社団法人日本冷凍空調工業会(パナソニック株式会社)
委員	金谷 仁	日本電気硝子株式会社
委員	近藤 三郎	一般社団法人日本厨房工業会(株式会社コメットカトウ)
委員	里見 知英	燃料電池実用化推進協議会
委員	清水 明	一般社団法人日本陸用内燃機関協会(JFE エンジニアリング株式会社)
委員	高橋 良治	一般社団法人日本工業炉協会
委員	長尾 祥浩	板硝子協会(AGC 株式会社)
委員	長沢 圭介	一般社団法人日本ガス協会
委員	新田 浩章	一般社団法人日本ガス石油機器工業会(株式会社パロマ)
委員	原 裕一	一般社団法人日本自動車工業会(いすゞ自動車株式会社)
委員	藤川 有心	東京電力エナジーパートナー株式会社
委員	牧野 良之	日本ガラスびん協会(東洋ガラス株式会社)
委員	山下 満里子	一般社団法人日本自動車部品工業会(日本発条株式会社)
委員	山本 和則	一般社団法人日本冷凍空調工業会(川重冷熱工業株式会社)

3.2. 熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合の燃焼機器の影響調査

3.2.1. ガスエンジン（出力:200kW～9000kW）

3.2.1.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

ガスエンジン[出力:200kW～9000kW]について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 4 に記載する。

表 3 ガスエンジンの熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質		

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性がある ■ : 影響あり

ガスエンジンについては、過去に 42～45MJ/m³のバンド幅で熱量変動による影響について実機検証をしたことがあり、ガス発熱量の変動速度が 0.003～0.020MJ/m³・秒より早い変動となると空燃比の制御が追い付かず、機器に影響が出ることが確認されている。また、変動時間が 3 時間以上の長周期の変動においても、機器の空燃比制御範囲を超えると影響が発生する。

《安全性》

変動速度が 0.003～0.020MJ/m³・秒より早い熱量変動が発生すると下記の影響が出る。

- 熱量上昇時：空燃比制御が追い付かず、空燃比がリッチ側にずれノッキング等異常燃焼発生の可能性がある。その結果、燃焼室、エンジン損傷など事故発生のリスクがある。
- 熱量低下時：空燃比制御が追い付かず、空燃比がリーン側にずれ、不安定燃焼、失火の可能性がある。また、ガス供給速度が追い付かず、機関停止する可能性がある。

変動時間が 3 時間以上の長周期の変動にあつては下記の影響が出る。

- 熱量上昇時：長期ノッキング域に近い状態でのエンジン運転のため、余裕代が減少し、経年的燃焼室汚れ等のノック要因にて事故発生のリスクがあ

る。

ノッキングが発生すると、筒内圧が許容値以上に上昇、同時に共鳴現象が起き、エンジンの中の燃焼温度が上昇・異常振動が起これば部品の損傷が起こる。また燃焼温度・圧力が上昇するためピストンが溶損し、シリンダーライナーと固着して連接棒が折れ、エンジンの架構から飛び出し、人身事故になった事例もある。

○熱量低下時：起動時の空燃比のずれにより起動不能となる可能性がある。

また、これは熱量上昇時においても発生の可能性はある。

《性能及び製品品質》

変動速度が $0.003 \sim 0.020 \text{ MJ/m}^3 \cdot \text{秒}$ より早い熱量変動が発生すると下記の影響が出る。

○熱量上昇時：窒素酸化物（ NO_x ）値上昇により、環境規制（大気汚染防止法、各自治体条例・指導

要綱）、メーカー保証を上回る可能性がある。またノッキング発生により出力維持が出来なくなる可能性がある。

○熱量低下時：効率（燃料消費率）が低下し、ガス供給量が追いつかなくなり出力低下が起きる。さらに燃焼不安定による未燃ガス排出が増加し、公害規制（臭気等）違反となる可能性がある。

変動時間が3時間以上の場合においても、エンジン調整は想定されるガス熱量の中央値を基準に実施するが、ベストチューニングよりずれるため、運転自体は維持可能であっても保証性能範囲（効率、 NO_x などの排ガス性状、出力等）を逸脱する可能性がある。またノッキングリスクや、失火等でエンジン・設備損傷のリスクが大きくなる。さらに、起動不良等、エンジンの運転が不能となる可能性がある。

《その他》

- ①熱量バンド幅の中で瞬時に最下限から最上限まで変化する場合は、対応不可。
- ②ガス燃料の MN を 65 以上にする規制が必要である。
- ③熱調設備を付設する場合、客先の敷地に於ける緑地法や消防法の制約の有無については、個別調査が必要（別途費用が発生）であり、対応不可能の場合もあり得る。
- ④熱量変動サイト（LNG サテライト等）への設置実績はあるが、通常の都市ガス仕様と比較し、熱量幅に対応できるよう出力・効率等の性能を下げ対応しており、都市ガス用ガスエンジンとは仕様が異なる。

3.2.1.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

ガスエンジン[出力:200kW～9000kW]について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 4 に記載する。

表 4 ガスエンジンの標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質					

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

《安全性》

安全性への影響はないと考えられる。

《性能及び製品品質》

一般的に熱量が低い方が、燃焼が緩慢となるため効率は低くなる。熱量が低下した分、必要ガス量が増加するため、ガス供給弁の開弁期間が長期化する。すると、吸気弁が開いている間にガスをシリンダ内に供給することができず、吸気ポートに残留した一部のガスが次のサイクルのバルブオーバーラップ⁶期間に排気側へ流出することになり、未燃排出ガス（THC）が増加し、その分だけ効率が低下する可能性がある。

43MJ/m³ 以下への標準熱量の引き下げは、空燃比の設定を事前に調整する事により、目標値に追従させる事が可能だが、熱量の低いガスが供給されることになるので、効率が低下する場合がある。

特に熱量が 41MJ/m³以下になると、エンジンの調整条件がベストチューニングから大

⁶ バルブオーバーラップ：ガスエンジン、ディーゼルエンジンなどのレシプロエンジンは、燃焼ガスを排気するため排気弁を開く。その排気弁を閉じた後、給気弁を開き、給気もしくは混合気をシリンダに送り込むが、排気をより確実に行うため、排気弁の閉時期の少し前から給気弁を開き、排気を追い出す。この排気弁と給気弁が同時に開いている時期のこと。但し、予混合気を給気弁より投入する型式のエンジンでは、予混合気が排気と共に一部流れるため、あえてオーバーラップを設けない場合もある。

きく外れ、空燃比の調整範囲の逸脱、燃料機器の容量不足による、出力・効率保証値などの製品品質を担保する契約値の逸脱により、信頼性低下やペナルティなどの影響が発生する可能性がある。

3.2.2. 工業炉（一般工業炉）

3.2.2.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

一般工業炉について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 5 に記載する。

表 5 一般工業炉の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性がある ■ : 影響あり

※1 : 該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

燃焼調整のための条件が変化するため、理論空気量が増加し、燃焼不良による一酸化炭素（CO）の発生・失火の可能性が有る。炉の構造によっては、煙道や工場内に滞留した CO によって予期せぬ事故が発生する可能性がある。

《性能及び製品品質》

燃焼調整のための条件が変化するため、燃焼不安定、温度未到達、温度不均一などにより、所定の条件が得られないことによる製品不良、または失火、着火不良等に伴う工程遅れとなる可能性がある。大気汚染防止法（NO_x）の規制値を遵守できなくなる可能性がある。

《その他》

熱量バンド制に移行した場合、一般的には安全側で（熱量が最大のところで）空気比を設定する必要があるため、省エネ性能が落ちる。エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下、省エネ法）における特定事業者の中長期的エネルギー原単位削減目標が年平均 1% であることと相反することとなる懸念がある。

3.2.2.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

一般工業炉について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 6 に記載する。

表 6 一般工業炉の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質※1					

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

※1 : 該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

標準熱量を引き下げた場合、燃焼調整のための条件が変化するため、理論空気量が増加し、燃焼不良による失火の可能性はある。

《性能及び製品品質》

燃焼調整のための条件が変化するため、燃焼不安定、温度未到達、温度不均一などにより、所定の条件が得られないことによる製品不良、または失火、着火不良等に伴う工程遅れとなる可能性がある。大気汚染防止法（NOx）の規制値を遵守できなくなる可能性がある。また単位体積当たりの熱量が低いほど、ガス流量が確保できずガス配管の改造が必要になる可能性は完全に払拭できない。

《その他》

供給される燃料の単位体積当たりの熱量が低下すると空気比が増大するため、燃焼調整せず放置した場合、省エネ性能が低下する。

3.2.3. 工業炉（雰囲気ガス発生装置）

3.2.3.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

雰囲気ガス発生装置について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 7 に記載する。

表 7 雰囲気ガス発生装置の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

燃焼調整のための条件が変化するため、理論空気量が変化し、燃焼不良による CO の発生・失火の可能性がある。炉の構造によっては、煙道や工場内に滞留した CO によって予期せぬ事故が発生する可能性がある。

《性能及び製品品質》

燃焼調整のための条件が変化するため、燃焼不安定、温度未到達、温度不均一などにより、所定の条件が得られないことによる製品不良、または失火、着火不良等に伴う工程遅れとなる可能性がある。大気汚染防止法（NO_x）の規制値を遵守できなくなる可能性がある。

量産品に関しては品質の担保が確保できないため、設備導入後、再度承認を受ける必要性が生じる可能性が高い。

《その他》

熱量バンド制に移行した場合、一般的には安全側で（熱量が最大のところで）空気比を設定する必要があるため、省エネ性能が落ちる。省エネ法における特定事業者の中長期的エネルギー原単位削減目標が年平均 1%であることと相反することとなる懸念がある。

現状では、オンサイト熱量調整設備等を設置することで熱量変化に伴う対応は可能と考

えるが、その設備を設置したことによる品質の保証を担保することができないのが最も大きな問題である。金属熱処理は外観からは品質を確認することができない処理を施す産業であるため、信用信頼が取引継続の基本となっており、それが品質保証の担保になっている。

しかし、受注メーカーはより品質の維持を図るため、試作を行った炉以外での処理を認められない場合も多々あり、炉に何らかの付属装置を装備する等、使用する燃料等の品質が異なるなどの処置を取った場合、品質に関する担保がなくなることになる。よって、熱量変化に伴う設備に対する費用の他に、品質保証の担保にかかる費用が掛かることを認識する必要がある。また、処理条件によっては承認を得るまでに1年以上の期間を要するものもあるため、装備変更に要する期間に承認期間を加えた期間の補償が望まれる。

オンサイト熱調設備の導入やLPガスへの転換という選択肢は、施設設置場所の制限、ガス補給に伴う経費増大、消防法に関する問題等があり検討は困難である。また、オンサイト熱調設備で含有炭素量の管制はできないため、別の調整設備が必要となる。いずれの対策を取ったとしても、炉の改修等に要する時間とその後の製品品質を安定させる（顧客の承認を得る）ために要する時間が最大で1年半程度を要することを考慮すると、技術的には対応可能でも、事業としては対応の可否を考えるまでもなく補償範囲が広すぎて現実性がない。

3.2.3.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

雰囲気ガス発生装置について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表8に記載する。

表 8 雰囲気ガス発生装置の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質※1					

■：影響なし ■：影響の可能性があり ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

燃焼調整のための条件が変化するため、理論空気量が変化し、燃焼不良による CO の発生・失火の可能性がある。炉の構造によっては、煙道や工場内に滞留した CO によって予期せぬ事故が発生する可能性がある。熱量の引き下げが大きくなるほど、リスクが高まる可能性が高く、上記の影響は更に高まると予想される。

《性能及び製品品質》

燃焼調整のための条件が変化するため、燃焼不安定、温度未到達、温度不均一などによる、製品不良、または失火、着火不良等に伴う工程遅れとなる可能性がある。大気汚染防止法 (NOx) の規制値を遵守できなくなる可能性がある。

浸炭に必要な炭素量を確保するため、必要炭素量に見合った雰囲気ガス発生装置の容量を増やす必要がある。また成分変化に伴う露点変化により、水分や浸炭阻害ガスが発生する可能性があり、注意が必要である。浸炭阻害ガスは、雰囲気ガスとエンリッチガス⁷の熱分解でも発生し、製品品質（硬度等）に影響する。ガス成分の変化により粒かい酸化が促進され、浸炭不良を招く可能性もある。浸炭は金属の化学反応であるため、供給ガスの組成は同等でもガス中の炭素量が変化する場合、ガス成分の変化が浸炭に与える影響は机上研究と合わせて実地に検証する必要がある。量産品に関しては品質の担保が確保できないため、設備導入後、再度承認を受ける必要性が生じる可能性が高い。また、これらは熱量の引き下げが大きいほど影響は大きくなる。

《その他》

基本的な問題点は熱量バンド制と同様であるが、供給されるガス組成により化学変化の机上研究、実地の検証等を踏まえ、対応の可否及び現設備で対応困難な場合はその対策を検討する必要がある。供給ガス組成はこれまでと同等であっても、熱量が低下することから含有炭素量は変化することが予想されるため、影響度を策定し、それに対応する設備を導入する必要がある。現段階で課題の有無を含め不明点が多い。別途、実地の検証が必要であり、特に $41\text{MJ}/\text{m}^3$ 以下への変更は、過去の経験則が適用できる保証がない。これらの検証作業を含め製品品質が担保されるまでの間、サプライチェーンに与える影響は極めて大きいと考える。供給されるガスの熱量が下がると、熱処理の作業工程では必然的に燃焼時間を延長することになる。燃焼時間が延長されることで作業途中のロスも増加することを考慮すると、机上計算より長く燃焼行程を設定する可能性が高くなる。そのため、 $45\text{MJ}/\text{m}^3$ で処理している製品と同等の製品を低熱量のガスで処理をすると、排出二酸化炭素量は増大する恐れがある。

⁷ エンリッチガス：浸炭性雰囲気のカarbonポテンシャルを増加させるために添加する炭化水素などのガス

3.2.4. 工業炉（自動車部品）【参考】

3.2.3 で述べた雰囲気ガス発生装置と重複する内容もあるが、産業界へ与える影響が大きい産業のため、調査を行った結果を参考として以下に示す。

3.2.4.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

自動車部品について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを記載する。

表 9 工業炉（自動車部品）の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■：影響なし ■：影響の可能性がある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

影響はないものと考えられる。

《性能及び製品品質》

炉の規模や種類によっては、空気比の調整で対応可能だが、メタン、エタン、プロパンの量が変わるので、ガス中の炭素量が変化することになる。そのため変成炉及び加熱炉の雰囲気変動し、製品に影響が出る可能性がある。また、雰囲気変動により安定に時間が掛かり、生産性が低下する可能性がある。

3.2.4.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

自動車部品について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 10 に記載する。

表 10 工業炉（自動車部品）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質 ^{※1}					

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

42MJ/m³までの熱量引き下げは影響がないものと考えられるが、41MJ/m³以下になると、プロパンやブタン成分が減少し、メタン成分が増えることになる。メタン成分は RX ガス⁸生成時の熱分解反応速度が遅いため、現状と同等の CP 値⁹を確保するために、RX ガス量を増加させる場合、未分解が生じ煤の発生が起こる。煤の除去はバーンアウトを行う必要があるが、この作業頻度が増えると、触媒やレトルトの寿命が短くなり、また交換する作業が増えることで、危険作業の頻度が増える。周辺配管、冷却装置、耐火煉瓦などの劣化も想定され、安定操業のためのメンテナンス作業も増加する。

《性能及び製品品質》

メタン成分が減少すると RX ガスやエンリッチガス中の炭素成分が減少するため、熱処理に必要な CP 値にならない可能性がある。加熱炉で今までと同じ CP 値にするためには、RX ガスを増やす又はエンリッチガスを増やす必要があり、熱分解に必要な反応時間を増やすには、変成炉を大きくする必要がある。

またガス発熱量の低下により、所定の温度に達するまでの時間が長くなると不良が発生するため、ガス配管、ガバナ及び電磁弁等の容量を増やし、温度制御で対応している炉の制御方法を見直す必要がある。ガスブースターの使用については、ガスの比重の変化により

⁸ RX ガス：吸熱型変成ガス

⁹ CP 値：カーボンポテンシャル

41MJ/m³以下の熱量になると、昇圧機構部で異常が発生し、金属製品の焼入れ炉の効率的な昇温に影響を及ぼす可能性がある。

熱量に対する対応は対策が可能だと考えられるが、ガスの成分の広がり幅が不明なことから必要となる熱処理雰囲気を維持することが可能かどうかは、実施に試験をして確認する必要がある。

《その他》

供給されるガスの熱量が下がると、製造工程では必然的に燃焼時間を延長することになる。燃焼時間が延長されることで作業途中のロスも増加することを考慮すると、机上計算より長く燃焼時間を設定する必要がある。そのため排出二酸化炭素量は増大し、環境にはマイナスの影響がある。

3.2.5. 工業炉（ガラスびん）

3.2.5.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

ガラスびんについて、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 11 に記載する。

表 11 工業炉（ガラスびん）の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

ガス組成が一定との前提にて、燃焼量に対する空気比を維持する機能の設備を設置しているため、ガス組成が変動しても空気比を自動で変える事は出来ない。計算上 43MJ/m³時に O₂ 0.5%ぐらいで燃焼させている状態で 45MJ/m³への熱量変動が起こると、残存 O₂%はマイナスとなり黒煙発生、着火不良や CO が発生することとなる。熱量が増加する変動が起こった場合にも CO が発生する危険がある。ON-OFF 制御の装置は、熱量変動により制御回数が多くなり、安定着火が確保できない可能性がある。溶解炉の温度が上限付近で運用している場合、急激な温度の上昇により溶損の危険が懸念される。

熱量バンド制にあっても、仮に丸 1 日掛けて徐々に変化するような状態（8 時間で 0.67 MJ/m³の変化）であれば対応できる可能性があるが、先行調査（ヨーロッパの事例や株式会社野村総合研究所のレポートのシミュレーション結果）から、変化速度制御することは現実的ではないと判断され、熱量バンド制への対応は困難であるといえる。

《性能及び製品品質》

溶解炉がガス専焼の場合、熱量が低下するとクラッキング性能及び火炎輝度が落ち、ガラスへの熱伝達率が低下する。このことは、ガラス溶解原単位の悪化、つまり、生産性低下を意味する。操作量としての熱量投入に対する結果系の温度変化にはタイムラグが有り、熱量

変動による温度変化から、温度未到達や温度不均一などの様々な性能面の問題が発生し、都度の調整が必要となる。しかし、変動速度が早くなると温度制御が困難となり、最大燃焼にて生産を行っている場合は生産不可能となる。

各社事情は異なるが、熱量変化がガラス温度に影響し、生産に大きな影響を与えることとして次の四つの事象がある。一つ目は、ゴブ（ガラスの塊）の重量変化である。溶解したガラスは自重で穴から落下する仕組みであることから、ガラスの粘度が変わるとガラス量が変わることになる。二つ目は製品の肉周りや形状への影響である。三つ目は、ガラスびんの口焼き工程で、ガラスの表面張力を利用して丸く仕上げる手法があるが、不十分だと角がでたままとなり、製品の安全性に大きな影響を与える。口焼きは、火炎の状態を目視で調整して実施していることから、フィードバックする方法が現在のところなく、熱量の安定性が重要である。四つ目は、酸化還元度の変化による、色調と泡への影響である。色調は遷移金属の酸化還元状態の微妙な変化により、泡はガラスの酸化還元状態の変化で各種溶存ガスの溶解度が変化する事により、製品不良を起こす。製品状態の確認は、抜き取り検査で実施しており、熱量バンド制で起こるような短い時間での熱量の変化は捉えることができず、対応ができない。

《その他》

ガラスびんの製造にはガス発熱量の安定性が必要であるため、オンサイト熱調設備の設置や LP ガスへの転換も選択肢として考えられるが、工場設置法との関係により設置場所の確保ができない場合や、場所の確保ができたとしても、コスト・人員・操業の安定性などの問題から現実的な選択肢とはならない。

また、ガラスの生産には空調機（吸収冷温水機・GHP）・ボイラ・ガスエンジンコージェネレーションシステム等の安定運転が不可欠であり、今回はそれらの影響を考慮していない。熱量バンド制に移行した場合のこれらの機器への影響度を総合的に判断する必要がある。

3.2.5.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

ガラスびんについて、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 12 に記載する。

表 12 工業炉（ガラスびん）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質※1					

■：影響なし ■：影響の可能性ある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

どの熱量にあっても、標準熱量制においては安全性には問題がない可能性が高い。しかし、熱量の引き下げが作業中に起こると、バックファイヤーや失火などが起こる可能性が高い。

ガラスの溶解炉やフォアハース¹⁰の作業は、15年に1回程度の設備修繕時以外に火を落とすことはなく、その場合、設備の冷温・昇温だけでもそれぞれ1週間程度の時間を要することから、熱量引き下げに専従対応が可能な年末年始の休暇時などのタイミングで実施されるのが望ましい。熱量が下がるほど影響を受ける可能性が高くなるため、どの製造工程においても空燃比の適正化等の調整が必要となるが、どの程度の影響度になるのかは、実際に試験をしてみないと分からない。ガス事業制度WGにおいては、経済性から熱量の引き下げを一度で実施する議論がおこなわれていたが、影響度不明のため段階的な引き下げが望まれる。

《性能及び製品品質》

原料ガスに占めるメタンの割合が増え、プロパン等の炭化水素の割合が減少すると、ガス専焼の場合はクラッキングが起こりにくくなり、火炎輝度が下がる。単位ガス量で考えると、熱量が低下する以上にガラスへの熱伝達量が低下するため、蓄熱室の温度が上昇し、燃焼量の上限が制限される可能性もある。これより、泡によるガラス品質の低下が起こるため、品質を維持するためには最大溶解量を制限せざるを得ない状況が予想される。

メタンとプロパンのみの燃焼ガスと仮定すると、45MJ/m³の場合プロパンに相当する量が

¹⁰ フォアハース：ガラスびんの製造において、熔融ガラスの温度調整を行うプロセスのこと。

8.5%程度に対し、今回引き下げで提案された熱量の中央値である $42\text{MJ}/\text{m}^3$ で、約 3.6%まで減少する。クラッキングの主要因がプロパンだとすると影響は大きいものと想定できる。ただし、操業可能なレベルで収まるかは机上の計算では判定ができず、実際製造で使用する規模の炉を用いて試験をしてみないと分からない。このことから、段階的な熱量引き下げを実施しながら調整を図る必要がある。いずれにしてもクラッキング性能を上げるためのバーナ開発が必要となるものと思われる。

《その他》

熱量バンド制同様、ガラスの生産に欠かせない、空調機（吸収冷温水機・GHP）・ボイラ・ガスエンジンコージェネレーションシステム等の影響を含めていない。

標準熱量制を維持するとはいえ、熱量引き下げによる影響を確認するための試験実施は不可能に近いことから、影響度を正確に計ることができない。そのため熱量の引き下げを実施する場合においても、一度にではなく、段階的な引き下げが行われないと操業不能な事業者が発生することとなる。

3.2.6. 工業炉（板硝子）

3.2.6.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

板硝子について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 13 に記載する。

表 13 工業炉（板硝子）の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■：影響なし ■：影響の可能性がある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

熱量が増減した場合、燃焼空気（O₂）が過不足する。また、残存 O₂%の変化により、COが発生する可能性がある。

《性能及び製品品質》

燃焼状態（理論空熱比）が変化するために、瞬時に熱量が変動した場合は、温度制御が困難となる。変動幅は他国での経験・実績並みであるが、瞬時の変動は経験があまりない。温度の変動、燃焼状態の変動により、欠点（色調・泡）が増加する。熔融ガラスが連続的に流れていく工程のため、厚み、平坦性に影響する。

《その他》

他国で熱量バンド制の経験があるが、発熱量の変動速度を始めとした条件が異なることや、日本国内で求められる製品品質が他国と比較して極めて高いことから、必ずしも国内で安定して製造できるとは限らない。

3.2.6.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

板硝子について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 14 に記載する。

表 14 工業炉（板硝子）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質※1					

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

安全性への影響はないものと考えられる。

《性能及び製品品質》

ガラス溶解窯の生産能力は燃費性能が影響することが分かっている。熱量が低下すると燃費性能が悪化し、生産能力が低下する可能性がある。

3.2.7. 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））

3.2.7.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー）について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 15 に記載する。

表 15 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質※1		

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

熔融炉は流量制御を行っているため、炉内温度、炉内圧力の急激な変動が起こる可能性がある。熱量調整設備のついていない徐冷炉・ローラーハースキルン（RHK）等は燃焼不良による CO の発生、バーナや炉内の損傷、煤の発生による設備異常が起こる可能性がある。

《性能及び製品品質》

硝子の安定した生産には熱量の安定化が不可欠であり、熱量の変動により色調や泡の発生等による品質への影響が予測されるが、実際にどの程度影響が発生するかは不明である。

《その他》

熱量の安定性を維持するために、オンサイト熱調設備の設置や LP ガスへの転換も選択肢として考えられるが、工場設置法との関係により設置場所の確保ができない場合や、場所の確保ができたとしても、コスト・人員・操業の安定性などの問題から現実的な選択肢とはなり得ない。また、熱量バンド制に移行した場合、エネルギー指定管理工場で定められた燃焼機器の基準空気比を遵守できない可能性や大気汚染防止法違反の可能性がある。

生産には空調機（吸収冷温水機・GHP）・ボイラ・ガスエンジンコージェネレーションシ

システム等の安定運転が不可欠であるが、その影響度が不明であることから、今回はそれらの影響を考慮できていない。ガスエンジンコージェネレーションシステムが停止すると、契約電力を超過する可能性が高い等、品質面含めて多大な影響が出るため、熱量バンド制への移行については、これらの機器への影響度を総合的に判断する必要がある。

3.2.7.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー）について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 16 に記載する。

表 16 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（大手メーカー））の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質※1					

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

安全性への影響はないものと考えられる。

《性能及び製品品質》

供給熱量の引き下げが 5%未満の 44MJ/m³ 及び 43MJ/m³ については、熱量引き下げ時の調整と検証で対応が可能と考えられるが、7%を超える 42MJ/m³ 以下になると、硝子繊維化の工程等では熱量の不足などの影響がでる。影響度は工程での検証ができないため正確に計ることができないが、バーナ火炎フレームが製品製造時に調整出来ていれば、その後熱量ばらつきが一定のため影響は微小と考える。

《その他》

空調機（吸収冷温水機・GHP）・ボイラ・ガスエンジンコージェネレーションシステム等の安定運転が不可欠である。その影響度は不明であり、現在の都市ガスの供給熱量に調整されているそれらの機器は、熱量が下がるほど効率悪化と燃焼系異常による停止が予想され

るが、今回はそれらの影響を考慮できておらず、正確な評価ができていない。供給されるガスの熱量が下がると、製造工程では必然的に燃焼時間を延長することになる。燃焼時間が延長されることで作業途中のロスも増加することを考慮すると、机上計算より多くのガスを燃焼させる必要がある。

3.2.8. 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））

3.2.8.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー）について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 17 に記載する。

表 17 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質 ^{※1}		

■：影響なし ■：影響の可能性がある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

熱量調整設備がないため、燃焼不良により CO の発生、バーナや炉内の損傷、煤の発生による設備異常が発生する。また、熱量が変動すると燃焼の ON-OFF 制御が多くなり、安定着火が確保できない可能性や、溶解炉の温度が上限付近で運用している場合、急激な温度の上昇により溶損の危険が懸念される。

《性能及び製品品質》

熱量が低下すると、燃焼不足により温度未到達、温度不均一などが発生し、都度の調整が必要となる。また、ガラス熔融量が減るため、生産性の低下や、生産自体出来ないことが発生する。燃焼雰囲気中の酸素濃度の変化や炉の温度が低下により、原料の溶解性が低下し、泡発生・色調の不良が起きる。熱量の急な変動により炉の耐火温度を超えた場合、溶損した耐火物がガラスに練りこまれ、生産ができなくなる。

《その他》

中小メーカーでは、ほぼ全ての機器が手動の制御となっており、熱量の変動に対処するこ

とができない。また、多種多様な製品を製造しているため、製造管理も一律での対応は難しく、熱量バンド制移行に対応するための追加設備又は改修内容が不明である。例え対応可能な方法が見つかった場合にも、対応設備導入のスペース確保や追加投資の問題が課題となる。

3.2.8.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー）について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 18 に記載する。

表 18 工業炉（電気硝子・硝子繊維・その他硝子製品（中小メーカー））の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性				不明	不明
性能					
製品品質※1					

■：影響なし ■：影響の可能性はある ■：影響あり 不明：影響度不明

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

安全性への影響はないものと考えられるが、供給される熱量が約 1 割下がると、予想を超える影響が発生する可能性もあり、厳密には、実証実験が必要である。

《性能及び製品品質》

熱量が低下すると、燃焼不足による温度未到達、温度不均一などが発生し、都度の調整が必要となる。溶融量が減るため、生産性の低下や、生産自体出来ないことが発生する。特に、41MJ/m³以下の熱量になると溶融ができない可能性がある。また、燃焼雰囲気中の酸素濃度の変化や炉の温度の低下により、原料の溶解性が低下し、泡発生・色調の不良が発生する。供給される熱量が低下するほど影響は大きくなるが、どの程度の影響度になるのかは、実際に試験をしてみないと分からない。

《その他》

中小メーカーでは、ほぼ全ての機器が手動の制御により多種多様な製品を製造しているため、製造管理も一律での対応は難しく、熱量の引き下げに対応するための追加設備又は改修内容が不明である。しかし、いずれの熱量においても所定の温度を確保するため溶解炉の改修は必要であり、場合によっては、所定の温度を確保するため設備の全面的な更新が必要となる可能性も考えられる。供給される熱量が約1割下がると、予想を超える影響が発生する可能性もあり、厳密には実証実験が必要である。

なお、ガラスの溶解炉はその寿命（10～15年）前に火を落とすとその後再使用ができないため、標準熱量を引下げの場合は溶解炉の寿命が考慮されることが望まれる。

3.2.9. 吸収冷温水機

3.2.9.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

吸収冷温水機について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 19 に記載する。

表 19 吸収冷温水機の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質		

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

《安全性》

吸収冷温水機は、あらかじめ決められた供給ガスの仕様に対して最適な燃焼状態となるように、納入先毎に燃焼機器を調整して機器の運転を行っているため、熱量が変動した場合の影響が大きい。供給ガスの熱量が変動すると 空燃比が変わり、その結果異常燃焼による CO 発生、NO_x の上昇、振動燃焼、不着火、失火、異音発生などの問題が起きる可能性がある。

《性能及び製品品質》

初期設定値から熱量が減少した場合、冷温水機への入熱量過少により、一時的に冷房、暖房能力不足が生じる可能性がある。補助金などにおいて、IPLV¹¹など部分負荷特性が要件にある場合は、現地評価にてデータが取得できないなどの不都合が発生する。初期設定値から熱量が増加した場合、冷温水機への入熱量過多により、高温再生器温度・圧力が上昇し、異常停止に至る可能性がある。初期の燃焼調整を熱量変動レンジ中央で実施した場合、特に熱量がレンジ中央値から下がる場合でレンジ下限に近くなるほど影響が大きくなる。

排出される NO_x の上昇により、法令で定められた基準値や東京都の低 NO_x・低 CO₂ 小規模燃焼機器の認定における窒素酸化物 (NO_x) に係る認定基準値 (以下、「東京都低 NO_x

¹¹ IPLV : 負荷の異なる 4 点の COP (運転効率) から期間成績係数を定義した簡易的指標

認定基準」という。) をオーバーする可能性がある。

熱量バンド制に移行した場合、安定した条件下での機器の性能確認ができなくなるため、国等による環境物品等の調査の推進等に関する法律（グリーン購入法）の判断基準値に対する評価ができず、国土交通省の公共建築工事標準仕様書に対する（一社）公共建築協会の建築材料・設備機材等品質性能評価への影響が懸念される。設置先で異常停止が発生することが懸念され、冷温水の安定供給ができず、利用側で室温やプロセス温度に影響を及ぼす。補償を求められることも想定しなくてはならない。

《その他》

熱量の安定化にはオンサイト熱量調整設備の導入が検討されるが、多くの場合、熱源機はビルの機械室や屋上に設置されており、その周辺には熱量調整設備を設置できるスペースはなく、現実的には各現場への熱量調整設備の設置は不可能である。LP ガスへの熱量転換も同様である。

熱量バンド制対応のバーナ開発、燃焼調整方法の確立には約 10 年を要するとの検討結果となっているため、制度移行前に開発に着手できるように、然るべきタイミングで補助金等の制度が望まれる。

熱量バンド制に移行した場合、熱量の変化により能力に変動が生じることとなり、機器性能は担保ができなくなるが、CO の発生や振動燃焼が発生しない範囲の調整は可能であると考えられる。発熱量によって最大インプットを規制する制御の開発が可能となれば、機器の性能保証も見込まれるようになるが、開発のハードルは高く実質困難である。更に、ガス、油切替専焼バーナに使用されている予混合パイロットバーナや撤退メーカー機は調整での対応はできないため、オンサイト熱量調整設備が必要になる。

3.2.9.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

吸収冷温水機について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 20 に記載する。

表 20 吸収冷温水機の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質					

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

《安全性》

熱量引き下げのタイミングで燃焼調整を実施することで、安全性の確保は可能である。

《性能及び製品品質》

熱量引き下げのタイミングで燃焼調整を実施することで、性能及び品質の確保は可能である。なお、ガス供給圧力が低圧の場合、所定のガス熱量入力確保できずガス配管の改造が必要になる場合がある。高ターンダウンバーナ¹²の場合は燃料成分によっては低燃焼で燃焼範囲が確保できない可能性、元混合方式の面燃焼バーナの場合はターンダウン比が小さくなる可能性がある。またこれらの影響により、NO_x 値が規定値をオーバーするため、別途改造等の対応が必要になる可能性がある。

¹² 高ターンダウンバーナ：バーナ 1 本当たりの定格燃料流量と制御可能な最小燃料流量の比が大きいバーナのこと。

3.2.10. ガスヒートポンプ

3.2.10.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

ガスヒートポンプ（GHP）について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 21 に記載する。

表 21 ガスヒートポンプの熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質		

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性がある ■ : 影響あり

《安全性》

2MJ/m³の瞬時変化に対するエンジン挙動には知見がなく、何らかの不安全事象もありえるため、実機での検証が必要となる。

《性能及び製品品質》

燃料供給に対する空気過剰率が上昇し、運転中に負荷バランスが崩れ回転を維持できなくなりエンジnstール¹³の恐れがある。また、エンジンの燃焼温度の変化により、エミッションが増大し、NO_x が環境省のガイドライン値(100ppm)を超えることも想定され、東京都低 NO_x 認定基準を上回る可能性がある。

熱量が緩慢な変化をした場合でも熱量が低くなると、燃料および空気の混合気の供給が足らなくなる可能性があり、最大空調能力が達成されない可能性がある。

《その他》

JIS B 8627（ガスヒートポンプ冷暖房機）の性能試験時の試験ガスの規定から外れる（試験ガス規定 43.5～46.5MJ/m³）ため、試験ができない場合がある。常用的に、熱量が変化す

¹³ エンジンストール：意図せずしてエンジンの動きが止まってしまうこと。エンジンが動作し続けるためには一定以上の回転数を維持する必要があるが、その回転数を下回り動作が出来なくなること。

る状態では安定した運転が出来ず、JIS に準拠した試験を実施できない可能性がある。

熱量バンド制への移行にあっては、熱量の変化スピード（熱量変化/時間）を明確にする必要がある。対応機器の開発には専用のガス供給装置が必要であり、所定の熱量および最大熱量変動が可能な装置提供を前提としている。また、必要燃料供給容量は 10m³/H 程度となる。

3.2.10.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

ガスヒートポンプ（GHP）について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 22 に記載する。

表 22 ガスヒートポンプの標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質					

■：影響なし ■：影響の可能性があり ■：影響あり

《安全性》

安全性への影響はないものと考えられる。

《性能及び製品品質》

44MJ/m³への引き下げについては影響ないものと考えられるが、43MJ/m³の場合は、燃料供給に対する空気過剰率が上昇し、運転中に負荷バランスが崩れ回転を維持できなくなるエンジンストールの恐れがある。また、エンジンの燃焼温度の変化により、エミッションが増大し、NOx が環境省のガイドライン値(100ppm)を超えることも想定され、東京都低 NOx 認定基準を上回る可能性がある。42MJ/m³への引き下げについては、これらの影響が発生することが過去に確認されているため、それ以下の熱量についても同等以上の影響が発生することが想定される。

《その他》

熱量変動移行前に $45\text{MJ}/\text{m}^3$ のガスに $40\text{MJ}/\text{m}^3$ 対応の機器対策をする場合が想定されるが、この状況は検証をしたことがないため、対策の再設計及び妥当性確認が必要となる。

3.2.11. 業務用燃焼機器

3.2.11.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

業務用燃焼機器について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 23 に記載する。

表 23 業務用燃焼機器の熱量バンド制に移行した場合の影響※1

	安全性		性能		製品品質※2	
	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
連続炊飯装置						
立体炊飯器						
蒸し器						
大型焼物器						
スチームコンベクション オーブン						
フライヤ						
レンジ						
小型焼物器						
麺ゆで器						

■：影響なし ■：影響の可能性がある ■：影響あり

※1：JIS S 2103（家庭用ガス調理機器）等の規格に準拠するよう開発されている機器に限る。

また、経年劣化による影響は考慮していない。

家庭用の基準である JIS S 2103（家庭用ガス調理機器）等の規格に準拠するよう開発されている機器であれば、安全面への影響が出にくいと考えられるが、業務用の機器は特別仕様の機器も多く存在し、それらの機種が標準発熱量（45MJ/m³）での開発となっている場合は影響がでる可能性がある。また、性能面では、熱量変動の影響により加熱時間の過不足が

発生するため、調理時間をタイマーで設定する機器については影響が出る。

《安全性》

家庭用の基準である JIS S 2103（家庭用ガス調理機器）等の規格に準拠するよう開発されておらず、かつ、標準熱量（45MJ/m³）での仕様となっていると、熱量の変動により CO の発生や不着火など燃焼不良が発生する。使用環境によっては、ダンパー閉塞などによる一次空気不足で火が伸びている状態で、熱量が増加する側に変動すると、炎が大きくなり、着衣着火や排気筒より炎があふれ出て壁を加熱する可能性がある。

《性能及び製品品質》

熱量変動が起こると、燃焼時にガスと空気の混合比が変わるため、昇温等の能力と着火、火移り性能等に影響がでる可能性がある。熱量一定の条件で時間をコントロールすることで調理の仕上がりを決めている機器については、表面の焼き色、仕上がりに影響がでる可能性がある。製品不良となった場合、食品ロスによる損失が発生する。

調理時間の変化・調理の仕上がりのばらつきが発生する。ユーザーがその日の食材の気温、食材の状況を見ながら感覚で火力を調整している場合があり、製品品質についてはユーザーの感覚による要素が大きい。

3.2.11.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

業務用燃焼機器について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 24 に記載する。

《安全性》

家庭用の基準である JIS S 2103（家庭用ガス調理機器）等の規格に準拠するよう開発されておらず、かつ、標準熱量（45MJ/m³）での仕様となっていると、熱量の変動により CO の発生や不着火など燃焼不良が発生する。使用環境によっては、ダンパー閉塞などによる一次空気不足で火が伸びている状態で、ガス発熱量が増加する側に変動すると、炎が大きくなり、着衣着火や排気筒より炎があふれ出て壁を加熱する可能性がある。

《性能及び製品品質》

熱量変動が起こると、燃焼時にガスと空気の混合比が変わるため、昇温等の能力と着火、火移り性能等に影響がでる可能性がある。熱量一定の条件で時間をコントロールすることで調理の仕上がりを決めている機器については、表面の焼き色、仕上がりに影響がでる可能

性がある。製品不良となった場合、食品ロスによる損失が発生する。

調理時間の変化・調理の仕上がりのばらつきが発生する。ユーザーがその日の食材の気温、食材の状況を見ながら感覚で火力を調整している場合があり、製品品質についてはユーザーの感覚による要素が大きい。

表 24 業務用燃焼機器の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	安全性					性能					製品品質※2				
	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
連続炊飯装置															
立体炊飯器															
蒸し器															
大型焼物器															
スチームコンベクション オープン															
フライヤ															
レンジ															
小型焼物器															
麺ゆで器															

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

※1 : JIS S 2103（家庭用ガス調理機器）等の規格に準拠するよう開発されている機器に限る。また、経年劣化による影響は考慮していない。

※2 : 該当機器を用いて製造されるものの品質

3.2.12. 家庭用燃焼機器

3.2.12.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

家庭用燃焼機器について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 25 に記載する。

表 25 家庭用燃焼機器の熱量バンド制に移行した場合の影響

	安全性		性能		製品品質※1	
	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
温水機器						
調理機器 (こんろ)						
調理機器 (炊飯器・ガスオーブン)						
暖房機器						
乾燥機						

■：影響なし ■：影響の可能性がある ■：影響あり

※1：該当機器を用いて製造されるものの品質

《安全性》

現在、国内で製造されている全ての家庭用ガス燃焼機器は、「JIS S 2093（家庭用ガス燃焼機器の試験方法） 5.試験ガス」に規定されている、37.05MJ/m³、39.14MJ/m³、49.15MJ/m³の試験ガスを用いて、第三者認証機関により安全性が確認されている。本年度調査で検討されている熱量の幅の範囲であれば、熱量に変動がない条件において、安全面に問題ないことが予想される。

《性能及び製品品質》

性能及び製品品質への影響はないものと考えられる。

ただし、熱量以外にもガス機器が受ける要因（供給ガスの成分、比重、MCP が変化すると WI が変化する）があるため、この範囲についても管理が必要と考える。

温水機器については、ユーザーがシャワーを浴びている場合等で $43\text{MJ}/\text{m}^3 \leftrightarrow 45\text{MJ}/\text{m}^3$ の変動が急速かつ頻繁に起こると不快を感じる懸念がある。熱量変動時の使用感（温調変化、加熱速度、湯はり時間、臭気（THC））は、ユーザーの感覚によりとらえ方は異なるため、対策の要/不要の判断が難しい。仮に 1 % のユーザーが要対策と感じた場合でも、普及台数が多いため対象は数十万台となる。クレームの対応の手間等ガス事業者や機器メーカーの負担となる。

3.2.12.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

家庭用燃焼機器について、安全性・性能・製品品質（該当機器を用いて製造されるものの品質）に分類し、評価したものを表 26 に記載する。

《安全性》

現在、国内で製造されている全ての家庭用ガス燃焼機器は、「JIS S 2093（家庭用ガス燃焼機器の試験方法） 5.試験ガス」に規定されている、 $37.05\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $39.14\text{MJ}/\text{m}^3$ 、 $49.15\text{MJ}/\text{m}^3$ の試験ガスを用いて、第三者認証機関により安全性が確認されている。本年度調査で検討されている熱量であれば、熱量に変動がない条件において、安全面に問題ないことが予想される。

《性能及び製品品質》

熱量 $44\sim 46\text{MJ}/\text{m}^3$ を基本に設定しているため、 $43\text{MJ}/\text{m}^3$ 以下の発熱量になると影響がでる。

先行調査で実機検証されているが、一部の温水機器で、一度 13A 判定を行ってしまうと 13A 固定設定となり、熱量変更後の相当ガスである 12A への自動変更が行えず、未燃臭並びに排ガス中の CO 濃度が高くなる。また温度制御のある機器では、同じ温度を出湯するために流量が減る場合がある。温度制御の無い温水機器は、熱量が下がった分同じ水量で温度が下がることがわかっている。熱量を $45\text{MJ}/\text{m}^3$ から $40\text{MJ}/\text{m}^3$ に下げた場合、能力が 24 号の機器の場合 21 号程度まで下がることになり、使用者の使い勝手が悪くなる可能性がある。また、現行の能力基準に対して低熱量となった場合は、第三者認証機関の認証等の基準値から外れるため制度設計が必要となる。

タイマー調理やオート機能付きコンロは、発熱量が下がると、加熱対象物が使用用途に必要な熱量を得るまでの時間が長くなるため、焼き色がつかなくなる、生焼けになるなど加熱不足や、炊飯やオープン調理に要する時間等が長くなる可能性がある。また、低熱量に設定を合わせた機器が $45\text{MJ}/\text{m}^3$ の地域で使われると、点火不良や調理油過熱防止装置のオーバーシュートによる途中消火などが発生する可能性がある

暖房機器は、機器の立ち上がりや室温を上げるのに時間がかかり寒さを感じる可能性がある。乾燥機は、乾燥に要する時間がかかり、乾ききらない等の不便を感じる可能性がある。

家庭用機器の熱量引き下げによる影響は、ユーザーの感覚によるものが大きいですが、ユーザー数が多いため、クレーム等が発生すると影響力が大きく、対応の手間等ガス事業者や機器メーカーの負担となる。

機器の対応として、熱量に合わせた定数変更等基板の変更が必要であるが、地域毎に熱量が異なるケースなどには対応できないため、熱量変更と機器改造を同時に且つ一斉に行う必要がある。しかし、既販品についての改造は全国一斉に変更することは実質不可能であるという問題がある。

調査では熱量の変化についてのみ検討されているが、それ以外にもガス機器が受ける要因（供給ガスの成分、比重、MCP が変化すると WI が変化する）があるため、この範囲についても管理が必要であると考えられる。

表 26 家庭用燃焼機器の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	安全性					性能					製品品質※1				
	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
温水機器															
調理機器 (こんろ)															
調理機器 (炊飯器・ガスオーブン)															
暖房機器															
乾燥機															

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性がある ■ : 影響あり

※1 : 該当機器を用いて製造されるものの品質

3.2.13. 家庭用燃料電池（エネファーム）

3.2.13.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

家庭用燃料電池（エネファーム）について、安全性・性能・製品品質に分類し評価したものを表 27 に記載する。

表 27 家庭用燃料電池（エネファーム）の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性	■	■
性能	■	■
製品品質	■	■

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性がある ■ : 影響あり

《安全性》

技術基準に従い、安全を担保するための制御機能を装備している。複数のチェック機能を有しており、運転バランスが崩れる等の不安全な状態を検知して停止する設計となっているため、安全性に影響はない。但し、不安全な状態になる前に機器保護機能により運転停止が自動停止してしまうため、安全性確保と引き換えに本来の機能が発揮できずユーザーに不利益が発生することになる。

《性能及び製品品質》

熱量や組成の急激な変化により、投入熱量と機器出力のバランスが変わり最適な制御点から外れた運転状態となり、改質部での燃料転化率の低下等による発電効率の低下や出力抑制の制御がかかる可能性がある。燃焼部で燃料と空気の混合比が適正範囲を外れたり、システムの熱バランスが崩れて運転制御範囲を外れ、機器保全の観点から運転停止の制御がかかる可能性が高い。これらの事象はユーザーの意図しないところで起き、不利益を発生させることになる。また、急激な熱量や組成の変化により、セルスタックに供給される水素量が設計値より不足または過剰となり、電極触媒や電極材料の劣化を加速させ、機器の寿命を低下させる可能性が高い。

3.2.13.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

家庭用燃料電池（エネファーム）について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 28 に記載する。

表 28 家庭用燃料電池（エネファーム）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性	■	■	■	■	■
性能	■	■	■	■	■
製品品質	■	■	■	■	■

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性ある ■ : 影響あり

《安全性》

技術基準に従い、安全を担保するための制御機能を装備している。複数のチェック機能を有しており、運転バランスが崩れる等の不安全な状態を検知して停止する設計となっているため、安全性に影響はない。但し、不安全な状態になる前に機器保護機能により運転停止が自動停止してしまうため、本来の機能が発揮できずユーザーに不利益が発生することになる。

《性能及び製品品質》

熱量の低下や組成の変化により、投入熱量と機器出力のバランスが変わり最適な制御点から外れた運転状態となり、改質部での燃料転化率の低下等による発電効率の低下や、出力抑制の制御がかかる可能性がある。燃焼部での燃料と空気の混合比が適正範囲を外れたり、システムの熱バランスが崩れて運転制御範囲を外れ、機器保全の観点から運転停止の制御がかかる可能性が高い。また、熱量の低下や組成の変化により、セルスタックに供給される水素量が設計値より不足すると、電極触媒や電極材料の劣化を加速させ、機器の寿命を低下させる可能性が高い。発電量の引き下げが機器の使用中被行われると、ユーザーに不利益が発生させることになる。

3.2.13.3. その他留意事項

①補助金関連

補助金への影響については、性能が低下することによる補助金対象からの除外や、耐久性が低下することによるお客様への保証、および処分制限期間内での撤去となった場合は補助金の返納が発生する可能性がある。これまでに設置された家庭用燃料電池については、ほとんどが家庭用燃料電池システム導入支援事業補助金等の対象となっているため、その影響は大きい。

②熱量の変動以外の都市ガス組成の変動による影響

都市ガスを改質して水素を製造しているため、熱量の変動のみならず炭化水素の構成比の変化による単位燃料あたりに取り出せる水素の量の変動や、窒素・酸素・二酸化炭素・水素・水蒸気等の混合ガス比が大きく変動する場合はシステムの安定運転が維持できなくなり、機器の故障につながる可能性があるため、熱量バンド制に移行する場合は、都市ガスの組成の範囲も明確にする必要がある。

また、熱量の安定化のためにオンサイト熱調設備の導入が挙げられるが、各家庭にそのような設備を設置することは現実的に不可能であり、熱量バンド制への対応は機器での対応となる。また、設置場所での個別の改造・確認試験は実施困難であるため、全てリプレースで実施する必要がある。

3.2.14. 天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）

3.2.14.1. 熱量バンド制に移行した場合の影響

天然ガス自動車について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 29 に記載する。

表 29 天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）の熱量バンド制に移行した場合の影響

	44～46 MJ/m ³	43～45 MJ/m ³
安全性		
性能		
製品品質		

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性があり ■ : 影響あり

熱量バンド制に移行し、供給される燃料の熱量が変動すると、それに伴う燃料性状の変化により、ウォッベ指数（以下、WI）やアンチノック性も変動し、エンジン性能に影響を及ぼす事が考えられる。

熱量バンド制を採用している各国の天然ガス自動車は、熱量変動を前提としたエンジン制御を行い、使用する燃料に応じた学習を行って対応するようにしているが、日本向けの天然ガス自動車は、標準熱量 45MJ の都市ガス及び道路運送車両の保安基準（以下、TRIAS）で定める試験燃料規格の熱量（43.6～46.1MJ/m³）を前提として開発されているため、燃料の熱量がこの範囲を超えると制御見直しが必要となる可能性がある。また、既に市場で使用されている車両についての対応も検討しなければならない（「不具合発生」、「期待以下の性能となることでお客様からのクレーム」などの可能性がある）。熱量引き下げならびに熱量バンド制移行に当たっては、これら懸念事項に対する技術的な裏付けが必要であり、方針決定後、実機試験も含む技術的検証が必要となる。

《安全性》

安全性への影響はないと考えられる。

《性能及び製品品質》

熱量バンド幅が 43～45MJ/m³の場合は、現在定められた試験燃料の熱量範囲を超過するため、性能及び製品品質保証の範囲外となり、エンジンの出力性能、燃費、排出ガス性能に問題が出る可能性がある。保証外の燃料での運転については試験を行った事がなく、性能影響を確認する事が必要と考える。また、制御が追従出来るかの確認が必要である。

これまでの想定されていた熱量範囲内である、熱量バンド幅が 44～46MJ/m³の場合であっても、充填切替わり時に幅の上限と下限の様な大きな差が生じた場合、一時的なエンジン噴射量不足に陥り、回転息つき現象が発生する可能性が考えられる。燃料性状の変化については、一定範囲内であれば学習制御により対応出来るようになっているが、性状変化は頻繁に起きる事ではないとの想定であるため、頻繁に発生する状況に対応できるかの検証が必要となる。

3.2.14.2. 標準熱量制における標準熱量引き下げの影響

天然ガス自動車について、安全性・性能・製品品質に分類し、評価したものを表 30 に記載する。

現在の都市ガスの供給条件と同様の標準熱量制においては、充填切替わり時に熱量バンド制のような熱量の差が生じないため、影響は少なくなるが、標準熱量低下における影響の確認と検証は必要となる。排出ガス・燃費・出力への影響確認は事実上エンジン開発の性能検証全メニューを行う事であり、多くの投入リソースを要することが予測される。

尚、本調査結果における性能・品質面の影響は 45MJ/m³の発熱量の燃料ガスで設計された現在の車両に対するものであり、当初から低発熱量の燃料ガスで設計された車両では解決可能なものも多い（燃料熱量減少から燃費悪化だけは解決困難）。諸外国では低熱量に適合した天然ガス自動車は既に存在している。

表 30 天然ガス自動車（トラック・バス、二輪車を含む）の標準熱量制における標準熱量の引き下げによる影響

	44 MJ/m ³	43 MJ/m ³	42 MJ/m ³	41 MJ/m ³	40 MJ/m ³
安全性					
性能					
製品品質					

■ : 影響なし ■ : 影響の可能性はある ■ : 影響あり

《安全性》

44MJ/m³～42MJ/m³の範囲では、海外の仕向け先における運転実績からも安全性への影響はないと考えられる。しかし、41MJ/m³以下になると現在定められた試験燃料の熱量範囲を大きく超過するため、性能ならびに品質保証の範囲外となる他、出力低下・一時的なエンジンの息つきなどを生じる可能性があり、道路走行中に思わぬ問題を生じる可能性がある。

《性能及び製品品質》

44MJ/m³への熱量引き下げは、熱量低下のため燃料消費率に対するパフォーマンスが低下する。

また 43MJ/m³及び 42MJ/m³への熱量引き下げは、現在定められている試験燃料の熱量範囲を超過するため、性能ならびに品質保証の範囲外となり、使用されている車両についてはエンジンの出力性能、燃費及び排出ガス性能に問題が出る可能性がある。これまで定義されていた燃料熱量範囲外の燃料での運転については試験を行った事がなく、性能影響を確認する事が必要である。国内向け車両においては、これまで定義されている燃料熱量範囲を超過するため、制御が追従出来るかの確認が必要となる。ただしこれらの確認は、新規開発車両については新たな燃料熱量にて開発を行えばよく、既に海外向けの車両では実績もあり問題はない。

41MJ/m³以下になると、同一出力を得るための燃料消費量が約 10%以上増加するため、運転者が体感できる出力低下を生じる可能性が高く、燃料消費率に対するパフォーマンスは確実に低下する。充填 1 回当たりの航続距離が低下することになり、その差が現在の熱量比 10%以上に相当するため、これらはユーザーからのクレーム指摘の可能性はある。41MJ/m³の発熱量は現在の 12A 規格の都市ガスに近いが、過去に 12A ガスを使用したユーザーからの指摘を受けた事例がある。また、現在定められている試験燃料の熱量範囲を超過するため、品質保証の範囲外となっており、エンジンの出力性能、燃費に加え、排出ガス性能に影響が出る可能性がある。保証範囲（都市ガス 13A 相当の試験燃料規格）外の燃料での運転については試験を行った事がなく、各種性能影響を確認する事が必要である。特に、排出ガス性能は車検検査項目でもあり、逸脱する場合は道路運送車両法により継続使用が認められないため注意が必要である。

3.2.14.3. その他留意事項

① WWFC（World Wide Fuel Charter）：国際燃料推奨規格との整合

日米欧自動車工業会は自動車燃料の推奨規格（WWFC：World Wide Fuel Charter）を策定しており、メタンガス燃料規格も、2019 年 10 月 28 日に発行されたところである。該当する国の排出ガス規制、燃費規制に応じて推奨される燃料性状がカテゴリー分けされ

ており、日本はカテゴリー4Bである。熱量バンド制で燃料性状が変わった場合、以下の懸念に対し検討を行い規格適合性をあらためて議論する事が必要となる。

熱量は総発熱量ではなく、WI で規定しており、 $46\text{MJ}/\text{m}^3$ が下限値である。WI はエンジン性能、燃費、航続距離等に影響するため、重要なスペックである。

WI が高すぎるとノッキングなどの弊害が起きるが、アンチノック性と相関のある MN (Methane Number) が規定されているため、WI は上限値を定めていない。日本向けの天然ガス車はノッキングを避けたエンジン諸元となっているため、高性能、良燃費、長い航続距離を得るために高い WI が望ましい。WWFCにおいて WI の下限値が $46\text{MJ}/\text{m}^3$ となっているのは、世界中で天然ガス自動車が普及している国のガス燃料規格を調べた結果、ほとんどの国が「 $46\text{MJ}/\text{m}^3$ 以上」を満たしていたためである。

② 車両型式届出制度

国土交通省が定める自動車の型式認証試験において、試験用燃料ガスは都市ガス基準を内包するよう熱量範囲を $43.6\sim 46.1\text{MJ}/\text{m}^3$ とするよう TRIAS で定められている。熱量バンドが $43\sim 45\text{MJ}/\text{m}^3$ となる場合、現在の試験燃料規格の範囲を外れる為、TRIAS の見直しは必須である。また、供給燃料熱量のバラつき次第では他のケースでも対応が必要となる可能性がある。

③ 燃料価格について

天然ガス自動車用の CNG 燃料は体積当たりの価格で販売されているが、熱量バンド制採用の場合、供給熱量の差異により不公平となると思われる。熱量変動が運行経費の差となって問題視されないよう、熱量バンド制採用の場合、熱量当たり価格に切り替える事が要望される。

4. 熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合の対策コスト試算等調査

4.1. 試算の考え方

3. で影響調査に協力いただいた工業会に対策コストの試算を依頼し、その結果を対策コストとして集計した。集計の際には以下に留意している。

- 熱量バンド制へ移行又は標準熱量を引き下げた場合に追加的にかかるコスト（開発検証費、機器の入替又は改造に伴う費用等）のみを計上した。
- 10年後、20年後、30年後に熱量制度が変更される（熱量バンド制へ移行又は標準熱量の引き下げ）と想定し、その時点で、市場で使われている機器で、変更後の熱量制度に対応していない機器について、改造可能なものは改造として計上し、改造が不可能なものについてはその時点での機器入替と仮定して試算している。
- 熱量制度変更前であっても、熱量制度変更後に対応した機器が開発された後は、新規・入替とも熱量制度変更に対応可能な機器が市場に投入されるという前提で試算を行った。
- 大規模な改造や機器の入替は必要なく、燃焼調整での対応が想定される機器について、熱量制度変更と同時に調整を行うのではなく、一定期間、従来スペックで利用しつつ、熱量制度変更後に実施される定期メンテナンス（熱量制度変更に関係なく通常行われている機器メンテナンス）にあわせて調整を行うことにより、当該調整のみのための個別対応が不要となると考えられる場合は追加コストを計上していない。
- 機器の入替又は改造による対応が不可である機器は、オンサイト熱量調整設備の設置可否に関わらず、LPGによるオンサイト熱量調整設備を導入する前提で試算した。
- 各工業会から提出いただいたコストについて、工業会に内容確認をする過程で修正をした場合がある。
- 特に標準熱量引き下げについては、第15回及び第16回ガス事業制度検討WGを踏まえ追加的にコスト試算することとなったため、各工業会に短期間で、過去の知見に基づいた試算をお願いしている。このため、今後の検討で数値が変化する可能性があることに留意する必要がある。
- また、「影響が不明であり十分な対応策が検討されている状態ではなく、試算は困難」といったような回答があった機器については、コストを計上していない。コストを計上していない機器についても、機器への影響がなく対応策が不要というわけではなく、実際に熱量制度を変更する場合は、事前の实地検証や（必要に応じて）調整が必要となるため、これらにかかるコストは発生する可能性があることにも留意する必

要がある。

以上を基に、試算を行った。

4.2. 機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

4.2.1. 熱量バンド制：43～45MJ/m³

表 31 機器対策コスト試算結果詳細（熱量バンド制：43～45MJ/m³）

分類		費目	対策コスト (億円)		
			10 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	7	7	7
[出力:200～9000 k W]		機器更新費	205 (38)	306 (38)	306 (38)
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置 (浸炭用)	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	—	—	—
		オンサイト熱調導入 費	96	96	96
	ガラス炉	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	0.8	0.8	0.8
		オンサイト熱調導入 費	8	8	8
	空調機	吸収冷温水機	開発検証費	99	99
機器更新費			16 (0.5)	414 (14)	575 (19)
オンサイト熱調導入 費			12,634	3,294	107
GHP		開発検証費	10	10	10
		機器更新費	421	729	729
		オンサイト熱調導入 費	68,547	—	—
業務用燃 焼機器	レンジ	開発検証費	0.5	0.5	0.2
		機器更新費	0.6 (0.002)	0.8 (0.004)	0.9 (0.004)
	立体炊飯器	開発検証費	0.8	0.8	0.4
		機器更新費	4 (0.01)	5 (0.02)	5 (0.03)
	連続炊飯装置	開発検証費	1	1	0.8
		機器更新費	60	53	52
	麺ゆで器	開発検証費	0.7	0.7	0.4
		機器更新費	7 (0.03)	9 (0.04)	10 (0.05)

分類	費目	対策コスト（億円）		
		10 年	20 年	30 年
スチームコンベクションオープン	開発検証費	4	4	2
		11 (0.02)	5 (0.03)	6 (0.03)
	機器更新費	0.7	0.7	0.2
		11 (0.002)	1 (0.004)	1 (0.004)
	大型焼物器	3	3	2
		0.7 (0.002)	0.8 (0.004)	0.9 (0.005)
	小型焼物器	3	3	2
		1 (0.005)	2 (0.008)	2 (0.009)
	フライヤー	2	2	2
		0.1 (0.0003)	0.1 (0.0005)	0.1 (0.0005)
家庭用燃焼機器	ガスコンロ	—	—	—
		—	—	—
	ガス温水機器	—	—	—
		—	—	—
	暖房機	—	—	—
		—	—	—
	衣類乾燥機	—	—	—
		—	—	—
燃料電池	家庭用・業務・産業用	10	10	10
		4,500	—	—
天然ガス自動車	開発検証費	2	1	1
	機器更新費	7	0	0
合計		86,759	5,152	2,123

注：（）内は維持管理コスト/年

注：移行までの期間を 10 年とした場合、機器入替や改造での対応が終了しないケースがあるが、未対応機器についてはオンサイト熱量調整設備導入費に計上（吸収冷温水機・GHP）。

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

注：燃料電池（45 万台）は、開発検証期間 5 年、10 年サイクルで買替、15 年で全て対応済みの機器に入れ替わるものとして試算。

4.2.2. 熱量バンド制：44～46MJ/m³

表 32 機器対策コスト試算結果詳細（熱量バンド制：44～46MJ/m³）

分類		費目	対策コスト（億円）		
			10 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	7	7	7
[出力:200～9000 kW]		機器更新費	205 (38)	306 (38)	306 (38)
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置 (浸炭用)	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	—	—	—
		オンサイト熱調導入費	96	96	96
	ガラス炉	開発検証費	—	—	—
		機器更新費	0.8	0.8	0.8
		オンサイト熱調導入費	8	8	8
空調機	吸収冷温水機	開発検証費	99	99	99
		機器更新費	16 (0.5)	414 (14)	575 (19)
		オンサイト熱調導入費	12,634	3,294	107
	GHP	開発検証費	10	10	10
		機器更新費	421	729	729
		オンサイト熱調導入費	68,547	—	—
業務用 燃焼機 器	レンジ	開発検証費	0.5	0.5	0.2
		機器更新費	0.6 (0.002)	0.8 (0.004)	0.9 (0.004)
	立体炊飯器	開発検証費	0.8	0.8	0.4
		機器更新費	4 (0.01)	5 (0.02)	5 (0.03)
	連続炊飯装置	開発検証費	1	1	0.8
		機器更新費	67	54	52
	麺ゆで器	開発検証費	0.7	0.7	0.4
		機器更新費	7 (0.03)	9 (0.04)	10 (0.05)
	スチームコンベクションオーブン	開発検証費	4	4	2
		機器更新費	11 (0.02)	5 (0.03)	6 (0.03)
	大型焼物器	開発検証費	0.7	0.7	0.2

分類		費目	対策コスト（億円）		
			10 年	20 年	30 年
		機器更新費	11 (0.002)	1 (0.004)	1 (0.004)
	小型焼物器	開発検証費	3	3	2
		機器更新費	0.7 (0.002)	0.8 (0.004)	0.9 (0.005)
	フライヤー	開発検証費	3	3	2
		機器更新費	1 (0.005)	2 (0.008)	2 (0.009)
	蒸し器	開発検証費	2	2	2
		機器更新費	0.1 (0.0003)	0.1 (0.0005)	0.1 (0.0005)
	家庭用 燃焼機 器	ガスこんろ	開発検証費	—	—
機器更新費			—	—	—
ガス温水機器		開発検証費	—	—	—
		機器更新費	—	—	—
暖房機		開発検証費	—	—	—
		機器更新費	—	—	—
衣類乾燥機		開発検証費	—	—	—
		機器更新費	—	—	—
燃料電 池	家庭用・業務・産業用	開発検証費	6	6	6
		機器更新費	4,500	—	—
天然ガス自動車		開発検証費	2	1	1
		機器更新費	7	0	0
合計			86,762	5,149	2,119

注：（）内は維持管理コスト/年

注：移行までの期間を 10 年とした場合、機器入替や改造での対応が終了しないケースがあるが、未対応機器についてはオンサイト熱量調整設備導入費に計上（吸収冷温水機・GHP）。

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

注：燃料電池（45 万台）は、開発検証期間 5 年、10 年サイクルで買替、15 年で全て対応済みの機器に入れ替わるものとして試算。

4.2.3. 標準熱量引き下げ：44MJ/m³

表 33 機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：44MJ/m³）

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.2
[出力:200～9000 kW]		機器更新費	5	5	5	5
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	86	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置(浸炭用)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	ガラス炉	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
空調機	吸収冷温水機	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	5	5	5	5
	GHP	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
業務用 燃 焼 機 器	レンジ	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	立体炊飯器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	連続炊飯装置	開発検証費	0.6	0.6	0.6	0.5
		機器更新費	—	—	—	—
	麺ゆで器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.02	0.001	—
	スチームコンベクションオーブン	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	大型焼物器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	小型焼物器	開発検証費	0.5	0.5	0.5	0.4
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	フライヤー	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.02	0.003	0.0002	—

分類		費目	対策コスト（億円）				
			10 年	15 年	20 年	30 年	
家庭用 燃焼機 器	蒸し器	開発検証費	0.4	0.4	0.4	0.3	
		機器更新費	0.001	0.0002	—	—	
	ガスこんろ	開発検証費	—	—	—	—	
		機器更新費	—	—	—	—	
	ガス温水機器	開発検証費	—	—	—	—	
		機器更新費	—	—	—	—	
	暖房機	開発検証費	—	—	—	—	
		機器更新費	—	—	—	—	
	衣類乾燥機	開発検証費	—	—	—	—	
		機器更新費	—	—	—	—	
	燃料電 池	家庭用・業務・産業用	開発検証費	5	5	5	5
			機器更新費	4,500	—	—	—
	天然ガス自動車		開発検証費	—	—	—	—
			機器更新費	—	—	—	—
合計			4,605	104	104	103	

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

4.2.4. 標準熱量引き下げ：43MJ/m³

表 34 機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：43MJ/m³）

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.7
[出力:200～9000 kW]		機器更新費	9	9	9	9
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	86	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置(浸炭用)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	ガラス炉	開発検証費	24	24	24	24
		機器更新費	—	—	—	—
空調機	吸収冷温水機	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	13	13	13	13
	GHP	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	12	12	12	12
業務用 燃 焼 機 器	レンジ	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	立体炊飯器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	連続炊飯装置	開発検証費	0.6	0.6	0.6	0.5
		機器更新費	59	56	53	52
	麺ゆで器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.02	0.001	—
	スチームコンベクションオーブン	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	大型焼物器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	小型焼物器	開発検証費	0.5	0.5	0.5	0.4
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	フライヤー	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.02	0.003	0.0002	—

分類		費目	対策コスト（億円）				
			10 年	15 年	20 年	30 年	
家庭用 燃焼機 器	蒸し器	開発検証費	0.4	0.4	0.4	0.3	
		機器更新費	0.001	0.0002	—	—	
	ガスこんろ	開発検証費	—		—	—	
		機器更新費	—		—	—	
	ガス温水機器	開発検証費	—		—	—	
		機器更新費	—		—	—	
	暖房機	開発検証費	—		—	—	
		機器更新費	—		—	—	
	衣類乾燥機	開発検証費	—		—	—	
		機器更新費	—		—	—	
	燃料電 池	家庭用・業務・産業用	開発検証費	10	10	10	10
			機器更新費	4,500	—	—	—
	天然ガス自動車		開発検証費	2	1	1	1
			機器更新費	7	—	—	—
合計			4,727	216	212	210	

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

4.2.5. 標準熱量引き下げ：42MJ/m³

表 35 機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：42MJ/m³）

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.7
[出力:200～9000 kW]		機器更新費	9	9	9	9
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	86	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置(浸炭用)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	ガラス炉	開発検証費	24	24	24	24
		機器更新費	—	—	—	—
空調機	吸収冷温水機	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	14	14	14	14
	GHP	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	12	12	12	12
業務用 燃 焼 機 器	レンジ	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	立体炊飯器	開発検証費	0.8	0.8	0.8	0.4
		機器更新費	4	3	5	5
	連続炊飯装置	開発検証費	0.6	0.6	0.6	0.5
		機器更新費	59	56	53	52
	麺ゆで器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.02	0.001	—
	スチームコンベクションオーブン	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	大型焼物器	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.2
		機器更新費	11	1	1	1
	小型焼物器	開発検証費	0.5	0.5	0.5	0.4
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	フライヤー	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.02	0.003	0.0002	—

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
	蒸し器	開発検証費	2	2	2	2
		機器更新費	0.1	0.1	0.1	0.1
家庭用 燃焼機 器	ガスこんろ	開発検証費	—		—	—
		機器更新費	—		—	—
	ガス温水機器	開発検証費	—		—	—
		機器更新費	—		—	—
	暖房機	開発検証費	—		—	—
		機器更新費	—		—	—
	衣類乾燥機	開発検証費	—		—	—
		機器更新費	—		—	—
燃料電 池	家庭用・業務・産業用	開発検証費	10	10	10	10
		機器更新費	4,500	—	—	—
天然ガス自動車		開発検証費	2		1	1
		機器更新費	7		—	—
合計			4,746	224	222	219

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

4.2.6. 標準熱量引き下げ：40MJ/m³

表 36 機器対策コスト試算結果詳細（標準熱量引き下げ：40MJ/m³）

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
ガスエンジン		開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.7
[出力:200～9000 kW]		機器更新費	15	15	15	15
工業炉	工業炉(一般)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	86	86	86	86
	雰囲気ガス発生装置(浸炭用)	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	ガラス炉	開発検証費	27	27	27	27
		機器更新費	—	—	—	—
空調機	吸収冷温水機	開発検証費	1	1	1	1
		機器更新費	39	39	39	39
	GHP	開発検証費	1	1	1	1
		機器更新費	12	12	12	12
業務用 燃 焼 機 器	レンジ	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	立体炊飯器	開発検証費	0.8	0.8	0.8	0.4
		機器更新費	4	3	5	5
	連続炊飯装置	開発検証費	0.6	0.6	0.6	0.5
		機器更新費	59	56	53	52
	麺ゆで器	開発検証費	0.2	0.2	0.2	0.1
		機器更新費	0.1	0.02	0.001	—
	スチームコンベクションオーブン	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.1	0.01	0.001	—
	大型焼物器	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.2
		機器更新費	11	1	1	1
	小型焼物器	開発検証費	0.5	0.5	0.5	0.4
		機器更新費	0.01	0.001	0.0001	—
	フライヤー	開発検証費	0.7	0.7	0.7	0.3
		機器更新費	0.02	0.003	0.0002	—

分類		費目	対策コスト（億円）			
			10 年	15 年	20 年	30 年
	蒸し器	開発検証費	2	2	2	2
		機器更新費	0.1	0.1	0.1	0.1
家庭用 燃焼機 器	ガスこんろ	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	ガス温水機器	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	暖房機	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
	衣類乾燥機	開発検証費	—	—	—	—
		機器更新費	—	—	—	—
燃料電 池	家庭用・業務・産業用	開発検証費	10	10	10	10
		機器更新費	4,500	—	—	—
天然ガス自動車		開発検証費	2	1	1	1
		機器更新費	7	—	—	—
合計			4,782	261	258	255

注：四捨五入により各機器の合計値と合計欄の値は一致しない。

4.3. 機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コストの集計値

44~46MJ/m³の熱量バンド制の導入を想定した場合の初期コストを示したものが表 37 である。10 年後に熱量バンド制を導入した場合は機器更新費で 5,338 億円、LPG 熱量調整設備に 8 兆 1 千億円かかることが予測されている。一方で、開発検証費も含めて、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は 5,149 億円、30 年後に導入する場合は 2,119 億円程度かかることが予測されている。

表 37 44~46 MJ/m³の熱量バンドに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

		(単位：億円)			
		対応策	10年	20年	30年
熱量バンド制 44~46MJ/m ³	機器入替または改造 による対応	①開発検証費	140	139	132
		②機器更新費 (機器入替or改造)	5,338	1,612	1,776
	オンサイト熱量調整 設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	81,284	3,398	211
合計			86,762	5,149	2,119

(参考) 維持管理コスト (年間) 試算結果

(単位：億円)

	10年	20年	30年
維持管理費 (年)	38	52	57

※1：国内で使用している全てのガス機器を網羅して計上しているわけではない。

※2：機器更新費のうち機器入替にかかるコストは、既存機器との差分のみを計上している。

※3：オンサイト熱量調整設備導入費は、複数社に概算見積りを依頼し、その最低価格にて算定したもの。

また、オンサイト熱量調整設備は設備の維持管理コストや LPG 添加コストが必要になるが、今回の試算には含まれていない。

※4：「対応不可（敷地等の問題によりオンサイト熱量調整設備の導入が困難な場合等）」と回答があった機器についても、オンサイト熱量調整設備を導入する前提で試算している。

※5：燃料電池（45 万台）は、開発検証期間 5 年、10 年サイクルで買替、15 年で全て対応済みの機器に入れ替わるものとして試算。

※6：撤退したメーカーの機器は改造での対応が困難なため、オンサイト熱量調整設備導入費に計上（吸収冷温水機）。

※7：各工業界からの回答があった対策コストに幅がある場合は、最も低いコストを計上している。

※8：移行までの期間を 10 年とした場合、機器入替や改造での対応が終了しない場合がケースがあるが、未対応機器についてはオンサイト熱量調整設備導入費に計上。

※9：業務用厨房機器は、熱量フィードバック装置（熱量情報を機器に伝える通信装置）が開発されることを前提に、機器更新での対応としている。当該装置が開発不可の場合は、オンサイト熱量調整設備の導入による対応が想定される。

43~45MJ/m³の熱量バンド制の導入を想定した場合の初期コストを示したものが表 38 である。10 年後に熱量バンド制を導入した場合は機器更新費で 5,331 億円、LPG 熱量調整設備に 8 兆 1 千億円かかることが予測されている。一方で、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は、開発検証費も含めて 5,152 億円、30 年後に導入する場合は 2,123 億円程度かかることが予測されている。熱量バンドの幅は異なるが、44~46MJ/m³とコストはほぼ同じになっている。

表 38 43~45MJ/m³の熱量バンドに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

(単位：億円)

	対応策		10年	20年	30年
熱量バンド制 43~45MJ/m ³	機器入替または改造 による対応	①開発検証費	144	143	136
		②機器更新費 (機器入替or改造)	5,331	1,612	1,776
	オンサイト熱量調整 設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	81,284	3,398	211
合計			86,759	5,152	2,123

(参考) 維持管理コスト (年間) 試算結果

(単位：億円)

	10年	20年	30年
維持管理費 (年)	38	52	57

- ※1：国内で使用している全てのガス機器を網羅して計上しているわけではない。
- ※2：機器更新費のうち機器入替にかかるコストは、既存機器との差分のみを計上している。
- ※3：オンサイト熱量調整設備導入費は、複数社に概算見積りを依頼し、その最低価格にて算定したもの。
また、オンサイト熱量調整設備は設備の維持管理コストや LPG 添加コストが必要になるが、今回の試算には含まれていない。
- ※4：「対応不可（敷地等の問題によりオンサイト熱量調整設備の導入が困難な場合等）」と回答があった機器についても、オンサイト熱量調整設備を導入する前提で試算している。
- ※5：燃料電池（45 万台）は、開発検証期間 5 年、10 年サイクルで買替、15 年で全て対応済みの機器に入れ替わるものとして試算。
- ※6：撤退したメーカーの機器は改造での対応が困難なため、オンサイト熱量調整設備導入費に計上（吸収冷温水機）。
- ※7：各工業界からの回答があった対策コストに幅がある場合は、最も低いコストを計上している。
- ※8：移行までの期間を 10 年とした場合、機器入替や改造での対応が終了しないケースがあるが、未対応機器についてはオンサイト熱量調整設備導入費に計上。
- ※9：業務用厨房機器は、熱量フィードバック装置（熱量情報を機器に伝える通信装置）が開発されることを前提に、機器更新での対応としている。当該装置が開発不可の場合は、オンサイト熱量調整設備の導入による対応が想定される。

44MJ/m³への標準熱量引き下げを想定した場合の初期コストを示したものが表 39 である。10 年後に標準熱量を引き下げた場合は、機器更新費で 4,596 億円かかることが予測されている。一方で、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は、開発検証費も含めて 104 億円、30 年後に導入する場合も 103 億円程度かかることが予測されている。

表 39 44MJ/m³への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

(単位：億円)

	対応策		10年	15年	20年	30年
標準熱量 引き下げ (44MJ/m ³)	機器入替または改造 による対応	①開発検証費	9	9	9	7
		②機器更新費 (機器入替or改造)	4,596	95	95	95
	オンサイト熱量調整 設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	0	0	0	0
合計			4,605	104	104	103

43MJ/m³への標準熱量引き下げを想定した場合の初期コストを示したものが表 40 である。10 年後に標準熱量を引き下げた場合は、機器更新費で 4,687 億円かかることが予測されている。一方で、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は、開発検証費も含めて 212 億円、30 年後に導入する場合も 210 億円程度かかることが予測されている。

表 40 43MJ/m³への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

(単位：億円)

	対応策		10年	15年	20年	30年
標準熱量 引き下げ (43MJ/m ³)	機器入替または改造による対応	①開発検証費	40	39	39	38
		②機器更新費 (機器入替or改造)	4,687	176	173	172
	オンサイト熱量調整設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	0	0	0	0
合計			4,727	216	212	210

- ※1：国内で使用している全てのガス機器を網羅して計上しているわけではない。
- ※2：標準熱量引き下げは、「現行のガス供給と同じ程度の熱量変化（ほぼ一定）の場合」を前提に試算。
- ※3：機器更新費のうち機器入替にかかるコストは、既存機器との差分のみを計上している。
- ※4：各工業会からの回答があった対策コストに幅がある場合は、最も低いコストを計上している。
- ※5：影響が強く懸念される一部の機器（雰囲気ガス発生装置及びガラス炉等）については、「影響が不明であり十分な対応策が検討されている状態ではなく、試算は困難」との回答があったため、上記試算にはコストを計上していない。なお、コストを計上していない機器についても、機器への影響が懸念されていないわけではなく、実際に熱量引き下げを実施する場合は、事前の実地検証や（必要に応じて）調整が必要となるため、これらにかかるコストは発生すると想定される（引き下げ幅が大きくなるほど機器への影響の可能性が高くなるため、より大規模な検証が必要となる。）。また、検証のために機器の稼働を一時的に停止する必要や、数年に1度の機器点検時のみしか稼働停止が困難な場合がある。
- ※6：家庭用燃焼機器については、安全上問題なく、使用することは可能であるため、上記試算にはコストを計上していないが、熱量引き下げに伴い、オート機能付きコンロでの加熱不足等、ユーザーの使用感（品質）が変わる可能性があり、これらの対策を行う場合、コストが発生すると想定される。
- ※7：特に熱量変動による影響が強く懸念される機器（雰囲気ガス発生装置やガラス炉等）については、熱量引き下げ実施日に懸念される熱量変動への対応策が別途必要となる可能性がある。

42MJ/m³への標準熱量引き下げを想定した場合の初期コストを示したものが表 41 である。10 年後に標準熱量を引き下げた場合は、機器更新費で 4,703 億円かかることが予測されている。一方で、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は、開発検証費も含めて 222 億円、30 年後に導入する場合も 219 億円程度かかることが予測されている。

表 41 42MJ/m³への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

(単位：億円)

	対応策		10年	15年	20年	30年
標準熱量 引き下げ (42MJ/m ³)	機器入替または改 造による対応	①開発検証費	43	42	42	39
		②機器更新費 (機器入替or改造)	4,703	182	180	180
	オンサイト熱量調整 設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	0	0	0	0
合計			4,746	224	222	219

※1：国内で使用している全てのガス機器を網羅して計上しているわけではない。

※2：標準熱量引き下げは、「現行のガス供給と同じ程度の熱量変化（ほぼ一定）の場合」を前提に試算。

※3：機器更新費のうち機器入替にかかるコストは、既存機器との差分のみを計上している。

※4：各工業会からの回答があった対策コストに幅がある場合は、最も低いコストを計上している。

※5：影響が強く懸念される一部の機器（雰囲気ガス発生装置及びガラス炉等）については、「影響が不明であり十分な対応策が検討されている状態ではなく、試算は困難」との回答があったため、上記試算にはコストを計上していない。なお、コストを計上していない機器についても、機器への影響が懸念されていないわけではなく、実際に熱量引き下げを実施する場合は、事前の実地検証や（必要に応じて）調整が必要となるため、これらにかかるコストは発生すると想定される（引き下げ幅が大きくなるほど機器への影響の可能性が高くなるため、より大規模な検証が必要となる。）。また、検証のために機器の稼働を一時的に停止する必要や、数年に1度の機器点検時のみしか稼働停止が困難な場合がある。

※6：家庭用燃焼機器については、安全上問題なく、使用することは可能であるため、上記試算にはコストを計上していないが、熱量引き下げに伴い、オート機能付きコンロでの加熱不足や、ガス種判別機能付き温水器での排ガスの臭気変化等、ユーザーの使用感（品質）が変わる可能性があり、これらの対策を行う場合、コストが発生すると想定される。（家庭用燃焼機器の対策コストを計上した場合、10年：9,723 億円、20年 5,199 億円、30年：5,197 億円）

※7：特に熱量変動による影響が強く懸念される機器（雰囲気ガス発生装置やガラス炉等）については、熱量引き下げ実施日に懸念される熱量変動への対応策が別途必要となる可能性がある。

40MJ/m³への標準熱量引き下げを想定した場合の初期コストを示したものが表 42 である。10 年後に標準熱量を引き下げた場合は、機器更新費で 4,734 億円かかることが予測されている。一方で、20 年後に熱量バンド制を導入する場合は、開発検証費も含めて 258 億円、30 年後に導入する場合も 255 億円程度かかることが予測されている。

表 42 40MJ/m³への標準熱量引き下げに関する機器対策コスト・オンサイト熱量調整設備導入コスト

(単位：億円)

	対応策		10年	15年	20年	30年
標準熱量 引き下げ (40MJ/m ³)	機器入替または改造による対応	①開発検証費	48	47	47	45
		②機器更新費 (機器入替or改造)	4,734	213	211	211
	オンサイト熱量調整設備による対応	③オンサイト熱量調整設備導入費	0	0	0	0
合計			4,782	261	258	255

※1：国内で使用している全てのガス機器を網羅して計上しているわけではない。

※2：標準熱量引き下げは、「現行のガス供給と同じ程度の熱量変化（ほぼ一定）の場合」を前提に試算。

※3：機器更新費のうち機器入替にかかるコストは、既存機器との差分のみを計上している。

※4：各工業会からの回答があった対策コストに幅がある場合は、最も低いコストを計上している。

※5：40MJ/m³については試算不能との回答であったが、42MJ/m³のコスト試算を行っている機器については、42MJ/m³と同額を計上している。

※6：影響が強く懸念される一部の機器（零囲気ガス発生装置及びガラス炉等）については、「影響が不明であり十分な対応策が検討されている状態ではなく、試算は困難」との回答があったため、上記試算にはコストを計上していない。なお、コストを計上していない機器についても、機器への影響が懸念されていないわけではなく、実際に熱量引き下げを実施する場合は、事前の実地検証や（必要に応じて）調整が必要となるため、これらにかかるコストは発生すると想定される（引き下げ幅が大きくなるほど機器への影響の可能性が高くなるため、より大規模な検証が必要となる。）。また、検証のために機器の稼働を一時的に停止する必要や、数年に1度の機器点検時のみしか稼働停止が困難な場合がある。

※7：家庭用燃焼機器については、安全上問題なく、使用することは可能であるため、上記試算にはコストを計上していないが、熱量引き下げに伴い、オート機能付きコンロでの加熱不足や、ガス種判別機能付き温水器での排ガスの臭気変化、暖房の立ち上がりに係る時間や乾燥にかかる時間が長くなる等、ユーザーの使用感（品質）が変わる可能性があり、これらの対策を行う場合、コストが発生すると想定される。（家庭用燃焼機器の対策コストを計上した場合、10年：10,627 億円、20年 6,103 億円、30年：6,100 億円）

※8：特に熱量変動による影響が強く懸念される機器（零囲気ガス発生装置やガラス炉等）については、熱量引き下げ実施日に懸念される熱量変動への対応策が別途必要となる可能性がある。

4.4. 必要コスト

機器対策コスト、ガス事業者側のコスト（製造設備・導管設備・料金システムコスト・熱量計・流量計設置コスト・周知コスト）を合算した評価結果が表 43、表 44 である。

表 43 によると、標準熱量引き下げの場合でも移行までの期間が 10 年の場合は 5,000 億円前後の移行コストがかかる。また、移行期間が 15 年以上の場合、現行の 45MJ/m³から引き下げ幅が大きいほど必要コストが大きいことがわかる。

表 43 標準熱量引き下げに関する必要コスト

(単位：億円)

			機器対策 コスト	製造設備・導管設備・ 料金システムの新設・改 修コスト	熱量計 ・流量計 設置コスト	周知コスト	合計
移行 までの 10 年	標準 熱量	4 4 MJ/m ³	4,605	67	0	39	4,711
		4 3 MJ/m ³	4,727	179	0	39	4,946
		4 2 MJ/m ³	4,746	212	0	39	4,996
		4 0 MJ/m ³	4,782	375	0	39	5,196
移行 までの 15 年	標準 熱量	4 4 MJ/m ³	104	67	0	39	211
		4 3 MJ/m ³	216	179	0	39	434
		4 2 MJ/m ³	224	212	0	39	475
		4 0 MJ/m ³	261	375	0	39	675
移行 までの 20 年	標準 熱量	4 4 MJ/m ³	104	67	0	39	211
		4 3 MJ/m ³	212	179	0	39	431
		4 2 MJ/m ³	222	212	0	39	472
		4 0 MJ/m ³	258	375	0	39	672
移行 までの 30 年	標準 熱量	4 4 MJ/m ³	103	67	0	39	209
		4 3 MJ/m ³	210	179	0	39	428
		4 2 MJ/m ³	219	212	0	39	470
		4 0 MJ/m ³	255	375	0	39	669

※四捨五入により各項目の合計値と合計欄の値は一致しない。

※標準熱量引き下げの場合、減熱設備の導入が必要になる可能性があるが、導入費用は計上していない。

※上記コストは、初期コストのみ。

表 44 によると、熱量バンド制では、標準熱量引き下げに比べて機器対策コストが高いだけでなく、熱量計・流量計のコストも 971 億円追加的にかかるとみられる。また、製造設備・導管設備・料金システムの改修コストもかかる。機器対策コスト以外のコストは移行時期が変わっても同様にかかるため、44~46MJ/m³や 43~45MJ/m³の熱量バンドでは 20 年後に移行する場合でも 7,400 億円前後の移行コストが、30 年後に移行する場合でも 4,400 億円前後の移行コストがかかると予測されている。

表 44 熱量バンド制に関する必要コスト

(単位：億円)

			移行前					移行後					
			初期コスト					効果 (年)	維持管理コスト (年)				合計 (年)
			機器対策 コスト	製造設備・ 導管設備・ 料金システ ムの新設・ 改修コスト	熱量計 ・流量計 設置コスト	周知コスト	合計		機器コスト	減熱材 (窒素) 添加コスト	熱量計 ・流量計 設置コスト	製造設備・ 導管設備・ 料金システ ムの新設・ 改修コスト	
移行 までの 期間 10 年	熱 量 標 準	引き下げ 4.4 MJ/m ³	4,605	67	0	39	4,711	▲17	0	0.027	0	9	▲8
	熱 量 バ ン ド 制	4.4～4.6 MJ/m ³	86,762	1,117	971	112	88,962	▲17	38	0	42	166	229
		4.3～4.5 MJ/m ³	86,759	1,229	971	112	89,071	▲42	38	0.0013	42	177	215
移行 までの 期間 20 年	熱 量 標 準	引き下げ 4.4 MJ/m ³	104	67	0	39	211	▲17	0	0.027	0	9	▲8
	熱 量 バ ン ド 制	4.4～4.6 MJ/m ³	5,149	1,117	971	112	7,349	▲17	52	0	42	166	243
		4.3～4.5 MJ/m ³	5,152	1,229	971	112	7,464	▲42	52	0.0013	42	177	229
移行 までの 期間 30 年	熱 量 標 準	引き下げ 4.4 MJ/m ³	103	67	0	39	209	▲17	0	0.027	0	9	▲8
	熱 量 バ ン ド 制	4.4～4.6 MJ/m ³	2,119	1,117	971	112	4,319	▲17	57	0	42	166	248
		4.3～4.5 MJ/m ³	2,123	1,229	971	112	4,435	▲42	57	0.0013	42	177	234

※四捨五入により各項目の合計値と合計欄の値は一致しない。

※標準熱量引き下げや熱量バンド制の場合、減熱設備の導入が必要になる可能性があるが、導入費用は計上していない。

※上記コストは、初期コストのみ。