

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|  |   |              |                      |                   |  |   |
|--|---|--------------|----------------------|-------------------|--|---|
| プラント名  | 発電プラント  |              |                      |                   |  |   |
| 分類   | ケース②  |              |                      |                   |  |   |
| 適用部位   | 主タービン低圧車室マンホール  |              |                      |                   |  |   |
| 製品種別   | ガスケット   |              |                      |                   |  |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                                | 非石綿マンホールガスケット   |              |                      |                   |  |   |
| 代替化の達成レベル  | レベルⅡ  |              |                      |                   |  |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                    | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断              | ユーザーの判断           | 備考(実績、試験結果、判断理由など)<br>当該部位の耐熱・耐圧・形状等を総合判断し、ユーザーとして性能検証が必要と考える。 |   |
|  | 物性値等  | 耐熱性          | 200~250℃             | ○                 |  | △   |
|  |   | 耐圧性          | 0.31MPa程度            | ○                 |  |   |
|  |   | 流体種別         | 蒸気                   | ○                 |  |   |
|  |   | 形状           | 例: 楕円419×318×6.4t mm | ○                 |  |   |
|  | その他(○○)   | -            | -                    |                   |  |   |
| 長期性能   | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年   | 8年           | △                    | △                 |  |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                    | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無         | 極めて低い             | 注1) 極めて低い  | 注1) 成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による曝露の可能性は極めて低いと考える。 |
|  | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分          | セラミックスは2b、ガラス繊維は3 | -  |   |
| (△、×について) 代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・マンホール中心に設けた1本のボルトによる締上げシールのため、適正な締付圧力を確保しにくい構造であり、これにより高温蒸気の漏洩が懸念されるため、性能検証が必要である。 |              |                      |                   |  |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                    | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。  |              |                      |                   |  |   |
| 上記の評価基準  | ・現在のアスベスト含有製品の交換周期は8年であり、同期間の実証検証を行う。   |              |                      |                   |  |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                   |   |              |                      |                   |  |   |

### 【備考】

○: 非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △: 非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×: 非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ: 代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ: 非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ: 代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|  |   |              |                                    |            |  |   |
|--|---|--------------|------------------------------------|------------|--|---|
| プラント名  | 発電プラント  |              |                                    |            |  |   |
| 分類   | ケース②  |              |                                    |            |  |   |
| 適用部位   | 蒸気タービncrossオーバーパ管アダプター第一内部車室間フランジ部  |              |                                    |            |  |   |
| 製品種別   | シートパッキン   |              |                                    |            |  |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                                | メタルジャケット型ガスケット  |              |                                    |            |  |   |
| 代替化の達成レベル  | レベルⅡ  |              |                                    |            |  |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                    | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断                            | ユーザの判断     | 備考(実績、試験結果、判断理由など)<br>当該部位の耐熱・耐圧・形状等を総合判断し、ユーザーとして性能検証が必要と考える。 |   |
|  | 物性値等  | 耐熱性          | 250~300℃                           | ○          |  | △   |
|  |   | 耐圧性          | 0.6MPa程度                           | ○          |  |   |
|  |   | 流体種別         | 蒸気                                 | ○          |  |   |
|  |   | 形状           | 例: R585 × R440 × 直線部 650 × 1.5t mm | ○          |  |   |
|  | その他(○○)   | -            | -                                  |            |  |   |
| 長期性能   | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年   | 8年           | △                                  | △          |  |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                    | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無                       | 極めて低い      | 注1) 極めて低い  | 注1) 成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による曝露の可能性は極めて低いと考える。 |
|  | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分                        | セラミックスは 2b | -  |   |
| (△、×について) 代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・パッキン形状が大口径のため、取扱い時に折り曲げ・ひび割れ等が発生する恐れがあり膨張黒鉛シートパッキンの採用が困難であること、また、楕円(トラック型)形状であるため渦巻きガスケットへの改造ができない(巻き込み力が弱いこと)ため形状を維持できない。)ことから、メタルジャケット型ガスケットが代替品となるが、シール性能(締付け力の確保など)の検証が必要であり、シール性能が確保できなければ高温蒸気の漏洩が懸念されるため、性能検証が必要である。 |              |                                    |            |  |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                    | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。  |              |                                    |            |  |   |
| 上記の評価基準  | ・現在のアスベスト含有製品の交換周期は8年であり、同期間の実証検証を行う。   |              |                                    |            |  |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                   |   |              |                                    |            |  |   |

### 【備考】

○: 非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △: 非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×: 非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ: 代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ: 非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ: 代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|  |  |              |                 |         |  |   |
|--|--|--------------|-----------------|---------|--|---|
| プラント名  | 発電プラント   |              |                 |         |  |   |
| 分類   | ケース②   |              |                 |         |  |   |
| 適用部位   | 蒸気タービン制御ブロック取付部  |              |                 |         |  |   |
| 製品種別   | シートパッキン  |              |                 |         |  |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                                | 膨張黒鉛シートパッキン      メーカーコメント: /NアスJ/Sで対応が可能   |              |                 |         |  |   |
| 代替化の達成レベル  | レベルⅡ   |              |                 |         |  |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                    | 項目   | 要求性能値        | メーカーの判断         | ユーザーの判断 | 備考(実績、試験結果、判断理由など)<br>当該部位の耐熱・耐圧・形状等を総合判断し、ユーザーとして性能検証が必要と考える。 |   |
|  | 物性値等   | 耐熱性          | 80℃             | ○       |  | △   |
|  |  | 耐圧性          | 1.7MPa          | ○       |  |   |
|  |  | 流体種別         | 油               | ○       |  |   |
|  |  | 形状           | 500×500mm程度の不定型 | ○       |  |   |
|  | その他(○○)  | -            | -               |         |  |   |
| 長期性能   | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年  | 8年           | △               | △       |  |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                    | 作業安全   | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無    | 極めて低い   | 注1) 極めて低い  | 注1) 成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による曝露の可能性は極めて低いと考える。 |
|  | 製品安全   | 有害性          | IARCの発がん性区分     | -       | -  |   |
| (△、×について) 代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・形状が複雑であることから、加工および取り扱い時に強度を必要とするが、従来の非アスベスト製品では対応できておらず、高圧油の漏洩が懸念される。したがって、新たに開発された製品の検証試験が必要である。 |              |                 |         |  |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                    | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。   |              |                 |         |  |   |
| 上記の評価基準  | ・現在のアスベスト含有製品の交換周期は8年であり、同期間の実証検証を行う。  |              |                 |         |  |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                   |  |              |                 |         |  |   |

### 【備考】

○: 非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △: 非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×: 非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ: 代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ: 非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ: 代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|  |  |              |                                |         |   |   |
|--|--|--------------|--------------------------------|---------|---|---|
| プラント名  | 発電プラント   |              |                                |         |   |   |
| 分類   | ケース②   |              |                                |         |   |   |
| 適用部位   | BFP-T排気管(車室取合部)フランジ部   |              |                                |         |   |   |
| 製品種別   | シートパッキン  |              |                                |         |   |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                                | 膨張黒鉛シートパッキン  |              |                                |         |   |   |
| 代替化の達成レベル  | レベルⅡ   |              |                                |         |   |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                    | 項目   | 要求性能値        | メーカーの判断                        | ユーザーの判断 | 備考(実績、試験結果、判断理由など)<br>当該部位の耐熱・耐圧・形状等を総合判断し、ユーザーとして性能検証が必要と考える。<br>注1) 繋ぎ品の評価が必要である。 |   |
|  | 物性値等   | 耐熱性          | 150℃程度                         | ○       |   | △   |
|  |  | 耐圧性          | -101kPa真空                      | ○       |   |   |
|  |  | 流体種別         | 空気(排気)                         | ○       |   |   |
|  |  | 形状           | 外寸3224×1600mm<br>内寸(3168×1400) | ○注1)    |   |   |
|  | その他(○○)  | -            | -                              | -       |   |   |
| 長期性能   | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年                                | 4年           | △                              | △       |   |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                    | 作業安全   | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無                   | 極めて低い   | 注1) 極めて低い   | 注1) 成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による暴露の可能性は極めて低いと考える。 |
|  | 製品安全   | 有害性          | IARCの発がん性区分                    | -       | -   |   |
| (△、×について) 代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・大寸法であり膨張黒鉛シートガスケットでは取り扱い性に問題があり、空気流入ユニット停止が懸念されることから検証試験が必要である。 |              |                                |         |   |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方針                                    | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。   |              |                                |         |   |   |
| 上記の評価基準  | ・現在のアスベスト含有製品の交換周期は4年であり、同期間の実証検証を行う。                            |              |                                |         |   |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                   |  |              |                                |         |   |   |

### 【備考】

○: 非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △: 非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×: 非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ: 代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ: 非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ: 代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|   |   |              |              |        |                    |  |
|---|---|--------------|--------------|--------|--------------------|--|
| プラント名   | 発電プラント  |              |              |        |                    |  |
| 分類  | ケース②  |              |              |        |                    |  |
| 適用部位  | LNG-BOG用レシプロ圧縮機シリンダーヘッド   |              |              |        |                    |  |
| 製品種別  | シートパッキン   |              |              |        |                    |  |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛シートパッキン   |              |              |        |                    |  |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅡ  |              |              |        |                    |  |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザの判断 | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |  |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 常温～-140℃     | ○      |                    | △  |
|   |   | 耐圧性          | 約0.85MPa     | ○      |                    |  |
|   |   | 流体種別         | LNG          | ○      |                    |  |
|   |   | 形状           | φ750程度       | ○      |                    |  |
|   | その他(○)  | -            | -            |        |                    |  |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年   | 1年           | ○            | △      |                    |  |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて低い  | 注1) 極めて低い          | 注1)成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による曝露の可能性は極めて低いと考える。 |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分  | -      | -                  |  |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・熱サイクルの繰り返しが多く、代替品のシール性能(復元力など)を確認する必要があり、シール性能が確保できなければLNG漏洩が懸念されるため、検証試験が必要である。 |              |              |        |                    |  |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。  |              |              |        |                    |  |
| 上記の評価基準   | ・現在のアスベスト含有製品の交換周期は1年であり、同期間の実証検証を行う。   |              |              |        |                    |  |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |   |              |              |        |                    |  |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(発電設備)

|   |   |              |                        |           |                    |   |
|---|---|--------------|------------------------|-----------|--------------------|---|
| プラント名   | 発電プラント  |              |                        |           |                    |   |
| 分類  | ケース③ 蒸気タービークロスオーバー管用パッキン  |              |                        |           |                    |   |
| 適用部位  | 配管/機器フランジ   |              |                        |           |                    |   |
| 製品種別  | シートパッキン   |              |                        |           |                    |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 現状では、代替化のためには、渦巻きガスケットへの変更が必要となる。   |              |                        |           |                    |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅢ(渦巻きガスケットへの変更にはフランジ面の加工・部品の変更等の設備改造が必要)   |              |                        |           |                    |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断                | ユーザーの判断   | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |   |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 約350~400℃              | ○         | △                  | 仮にメーカーが代替候補品を開発した場合でも当該部位の耐熱・耐圧・形状等を総合判断し、ユーザーとして性能検証が必要と考える。<br>注1)但し、厚さは4.5t mm |
|   |   | 耐圧性          | 約0.5~1.6MPa            | ○         |                    |   |
|   |   | 流体種別         | 蒸気                     | ○         |                    |   |
|   |   | 形状           | 例: φ1245×φ1000×1.6t mm | △注1)      |                    |   |
|   | その他(○○)   | -            | -                      |           |                    |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年   | 8年           | △                      | △         |                    |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無           | 極めて低い     | 注1) 極めて低い          | 注1)成型品であるため、脱着作業時における粉塵等による暴露の可能性は極めて低いと考える。                                      |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分            | セラミックスは2b | -                  |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | ・代替品となる膨張黒鉛シートパッキンはパッキン形状が大口径のため、取扱い時に折り曲げ・ひび割れ等が発生する恐れがあり採用が困難である。これを無理に採用すればシール性能が確保できず高温蒸気の漏洩に至る可能性が大きい。 |              |                        |           |                    |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | ・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。  |              |                        |           |                    |   |
| 上記の評価基準   | ・仮にメーカーが代替候補品を開発した場合は、現在の石綿含有製品の交換周期は8年であり、同期間の実証検証を行う。   |              |                        |           |                    |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  | 製造メーカーには設備改造を必要としない、代替品開発を期待する。   |              |                        |           |                    |   |

### 【備考】

○: 非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △: 非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×: 非アスベスト製品の性能が評価できない

レベルⅠ: 代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ: 非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ: 代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |   |              |              |         |                         |  |
|---|---|--------------|--------------|---------|-------------------------|--|
| プラント名   | 化学プラント  |              |              |         |                         |  |
| 分類  | 硝酸塩系薬液に使える材料①   |              |              |         |                         |  |
| 適用部位  | 配管／機器フランジ   |              |              |         |                         |  |
| 製品種別  | 渦巻きガスケット  |              |              |         |                         |  |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛＋マイカの複合渦巻きガスケット   |              |              |         |                         |  |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅡ  |              |              |         |                         |  |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザーの判断 | 備考(実績、試験結果、判断理由など)      |  |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 470℃         | ○       | △                       |  |
|   |   | 耐圧性          | 0.5MPa       | ○       | ○                       |  |
|   |   | 流体種別         | 硝酸塩          | ○       | △                       |  |
|   |   | 形状           | -            |         |                         |  |
|   | その他(○○)   | -            |              |         |                         |  |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)   | 4年           | △            | ×       | 4年間は耐久性がないとプラントには使用できない |  |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて小さい  | 無                       |  |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分  | —       | —                       |  |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を硝酸塩の流体で使用した実績はない。</li> <li>・ある会社の実験にては、5ヶ月で漏洩した。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> <li>・膨張黒鉛でシールされているのか、マイカでシールされているのかの判別ができない。</li> </ul> |              |              |         |                         |  |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験設備を設置して予備実験を行う。</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>  |              |              |         |                         |  |
| 上記の評価基準   | ・4年間、漏洩がないことを確認する。  |              |              |         |                         |  |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |   |              |              |         |                         |  |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |   |              |              |           |                         |   |
|---|---|--------------|--------------|-----------|-------------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント  |              |              |           |                         |   |
| 分類  | 硝酸塩系薬液に使える材料②   |              |              |           |                         |   |
| 適用部位  | 熱媒配管付属の弁  |              |              |           |                         |   |
| 製品種別  | バルブグランドシール  |              |              |           |                         |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせ  |              |              |           |                         |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅠ  |              |              |           |                         |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザーの判断   | 備考(実績、試験結果、判断理由など)      |   |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 470℃         | △         | ×                       |   |
|   |   | 耐圧性          | 0.5MPa       | ○         | ○                       |   |
|   |   | 流体種別         | 硝酸塩          | ×         | ×                       |   |
|   |   | 形状           | -            |           |                         |   |
|   | その他(○○)   | -            |              |           |                         |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)   | 4年           | ×            | ×         | 4年間は耐久性がないとプラントには使用できない |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて小さい    | 無                       | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分  | セラミックスは2b | -                       |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を高温で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品を硝酸塩の流体で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> <li>・膨張黒鉛でシールされているのか、マイカでシールされているのかの判別ができない。</li> </ul> |              |              |           |                         |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験での評価(浸漬試験による耐食性と組込みほぐれ評価:セラミック繊維)する。</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>   |              |              |           |                         |   |
| 上記の評価基準   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験で重量減量が無いこと、ほぐれが無いことを確認する。</li> <li>・実機テストで4年間、漏洩がないことを確認する。</li> </ul>  |              |              |           |                         |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |   |              |              |           |                         |   |

### 【備考】

- :非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある
- △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない
- ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

- レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要
- レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要
- レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。



各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |   |              |              |           |                        |   |
|---|---|--------------|--------------|-----------|------------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント  |              |              |           |                        |   |
| 分類  | 硝酸塩系薬液に使える材料③   |              |              |           |                        |   |
| 適用部位  | 熱媒移送ポンプ   |              |              |           |                        |   |
| 製品種別  | 回転軸シール  |              |              |           |                        |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせ  |              |              |           |                        |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅠ  |              |              |           |                        |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザーの判断   | 備考(実績、試験結果、判断理由など)     |   |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 470℃         | △         | ×                      |   |
|   |   | 耐圧性          | 0.5MPa       | ○         | ○                      |   |
|   |   | 流体種別         | 硝酸塩          | ×         | ×                      |   |
|   |   | 形状           | -            |           |                        |   |
|   |   | その他(○○)      | -            |           |                        |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)   | 2年           | ×            | ×         | 1年で交換するが、必要性能としては2年間必要 |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて小さい    | 無                      | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分  | セラミックスは2b | —                      |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を高温で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品を硝酸塩の流体で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> <li>・膨張黒鉛でシールされているのか、マイカでシールされているのかの判別ができない。</li> </ul> |              |              |           |                        |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験での評価(浸漬試験による耐食性と組込みほぐれ評価:セラミック繊維)する。</li> <li>・実験装置に組み込んで、テストする。(複合品の評価は未検討)</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>                                 |              |              |           |                        |   |
| 上記の評価基準   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験で重量減量が無いこと、ほぐれが無いことを確認する。</li> <li>・実機テストで2年間、漏洩がないことを確認する。</li> </ul>  |              |              |           |                        |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |   |              |              |           |                        |   |

【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |  |              |              |           |                    |   |
|---|--|--------------|--------------|-----------|--------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント   |              |              |           |                    |   |
| 分類  | 高温で長期使用できる材料④  |              |              |           |                    |   |
| 適用部位  | シリカ乾燥用機器・配管フランジ  |              |              |           |                    |   |
| 製品種別  | ジョイントシート   |              |              |           |                    |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | メーカーからの提案無し。<br>セラミックスクロス系ガスケットまたはメタルジャケットガスケット  |              |              |           |                    |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅡ   |              |              |           |                    |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目   | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザーの判断   | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |   |
|   | 物性値等   | 耐熱性          | 450℃         | ○         | △                  |   |
|   |  | 耐圧性          | 0.1MPa       | ○         | ○                  |   |
|   |  | 流体種別         | 塩化水素         | △         | △                  |   |
|   |  | 形状           | 角型           | △         |                    |   |
|   | その他(○○)  |              |              |           |                    |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)  | 1年           | △            | ×         |                    |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全   | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて小さい    | 無                  | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全   | 有害性          | IARCの発がん性区分  | セラミックスは2b | —                  |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカーからの提案はないが、海外メーカーでは「パーミキュライト」がある。</li> <li>・但し、塩化水素に使用した実績はない。</li> </ul> |              |              |           |                    |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | パーミキュライトの耐熱性、シール性を実験室レベルにて確認後、実プラントでの試験を行う。  |              |              |           |                    |   |
| 上記の評価基準   | 目視で1年以上漏れがなければ使用可能。  |              |              |           |                    |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  | 海外メーカーしかなく、供給上の不安がある。  |              |              |           |                    |   |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |   |              |              |        |                    |   |
|---|---|--------------|--------------|--------|--------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント  |              |              |        |                    |   |
| 分類  | 高温で長期使用できる材料⑤   |              |              |        |                    |   |
| 適用部位  | ナフサ分解炉配管フランジ  |              |              |        |                    |   |
| 製品種別  | 渦巻きガスケット  |              |              |        |                    |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛+マイカの複合渦巻きガスケット   |              |              |        |                    |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅡ  |              |              |        |                    |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目  | 要求性能値        | メーカーの判断      | ユーザの判断 | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |   |
|   | 物性値等  | 耐熱性          | 600℃         | ○      | △                  |   |
|   |   | 耐圧性          | 0.2MPa       | ○      | ○                  |   |
|   |   | 流体種別         | 蒸気、炭化水素      | ○      | ○                  |   |
|   |   | 形状           | —            |        |                    |   |
|   | その他(○○)   | —            |              |        |                    |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)   | 4年           | △            | ×      |                    |   |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全  | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無 | 極めて小さい | 無                  | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全  | 有害性          | IARCの発がん性区分  | マイカは3  | —                  |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を高温で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> <li>・膨張黒鉛でシールされているのか、マイカでシールされているのか判別できない</li> </ul> |              |              |        |                    |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験での評価(流体及び高温に対するフィラー材料耐食性評価、シール試験)する。</li> <li>・複合品の評価は未検討。</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>           |              |              |        |                    |   |
| 上記の評価基準   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験で重量減量が無いこと、漏洩が無いことを確認する。</li> <li>・実機テストで4年間、漏洩がないことを確認する。</li> </ul>   |              |              |        |                    |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |   |              |              |        |                    |   |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |  |              |  |           |                    |   |
|---|--|--------------|--|-----------|--------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント   |              |  |           |                    |   |
| 分類  | 高温で長期使用できる材料⑥  |              |  |           |                    |   |
| 適用部位  | 排ガス燃焼器付属の弁、ガスタービン用燃焼器付属の弁  |              |  |           |                    |   |
| 製品種別  | バルブグランドシール   |              |  |           |                    |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | 膨張黒鉛パッキンとセラムックス繊維の複合化  |              |  |           |                    |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅠ(ユーザの判断)、レベルⅡ(メーカーの判断)<br>※レベルⅡに近い   |              |  |           |                    |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目   | 要求性能値        | メーカーの判断                                | ユーザの判断    | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |   |
|   | 物性値等   | 耐熱性          | 600℃                                   | △         | ×                  |   |
|   |  | 耐圧性          | 0.6MPa                                 | ○         | ○                  |   |
|   |  | 流体種別         | 排ガス(CO <sub>2</sub> ,N <sub>2</sub> 等) | ○         | ○                  |   |
|   |  | 形状           | —                                      |           |                    |   |
| その他(○○)   | —  |              |  |           |                    |   |
| 長期性能  | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)  | 4年           | △                                      | ×         |                    |   |
| ガasket等製品の安全性の確認                                  | 作業安全   | 粉塵等による曝露の可能性 | 粉塵の生じる可能性の有無                           | 極めて小さい    | 無                  | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全   | 有害性          | IARCの発がん性区分                            | セラムックスは2b | —                  |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を高温で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> <li>・膨張黒鉛でシールされているのか、マイカでシールされているのかの判別ができない。</li> </ul> |              |  |           |                    |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験での評価(浸漬試験による耐食性と組込みほぐれ評価:セラムックス繊維)する。</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>                                   |              |  |           |                    |   |
| 上記の評価基準   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボ試験で重量減量が無いこと、ほぐれが無いことを確認する。</li> <li>・実機テストで4年間、漏洩がないことを確認する。</li> </ul>   |              |  |           |                    |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |  |              |  |           |                    |   |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。

## 各製品ごとのアスベスト代替化に向けた技術的課題(化学設備)

|   |  |                                   |                                     |           |                    |   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------|---|
| プラント名   | 化学プラント   |                                   |                                     |           |                    |   |
| 分類  | 高温で長期使用できる材料⑦  |                                   |                                     |           |                    |   |
| 適用部位  | 反応器触媒ネット   |                                   |                                     |           |                    |   |
| 製品種別  | 石綿リボン  |                                   |                                     |           |                    |   |
| 代替できる可能性のある非アスベスト製品                               | セラミックスファイバーテープ   |                                   |                                     |           |                    |   |
| 代替化の達成レベル   | レベルⅡ   |                                   |                                     |           |                    |   |
| 要求する性能と製品の対応可能性                                   | 項目   | 要求性能値                             | メーカーの判断                             | ユーザの判断    | 備考(実績、試験結果、判断理由など) |   |
|   | 物性値等   | 耐熱性                               | 900℃                                | △         | △                  |   |
|   |  | 耐圧性                               | 0.02MPa                             | ○         | ○                  |   |
|   |  | 流体種別                              | NH <sub>3</sub> ,空気,NO <sub>x</sub> | ○         | ○                  |   |
|   |  | 形状<br>その他(○○)                     | —<br>—                              |           |                    |   |
|   | 長期性能   | 供用期間(気密性、耐侵食性等の長期耐久性)<br>※1年または2年 | 1年                                  | △         | △                  | 触媒ネットの寿命が1年であるため、1年の供用期間は必要となる。               |
| ガスケット等製品の安全性の確認                                   | 作業安全   | 粉塵等による曝露の可能性                      | 粉塵の生じる可能性の有無                        | 極めて小さい    | 無                  | 実際の作業の場では、労働環境基準を守って作業を行っているため、粉塵等の曝露の可能性はない。 |
|   | 製品安全   | 有害性                               | IARCの発がん性区分                         | セラミックスは2b | —                  |   |
| (△、×について)代替化に向けた技術的課題<br>※長期性能については、具体的な性能を記載すること | <ul style="list-style-type: none"> <li>・非アスベスト製品を高温で使用した実績がない。</li> <li>・非アスベスト製品の長期的な気密性が評価できていない。</li> </ul> |                                   |                                     |           |                    |   |
| 技術的課題解決に向けた評価方策                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラボテストにて耐熱性試験</li> <li>・実プラントに非アスベスト製品を装着し実証する。</li> </ul>              |                                   |                                     |           |                    |   |
| 上記の評価基準   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐熱試験では、強度(引っ張り、圧縮)保持率を調査する</li> <li>・実試験では1年間、漏洩がないことを確認する。</li> </ul> |                                   |                                     |           |                    |   |
| その他(代替化の経済的困難性等)                                  |  |                                   |                                     |           |                    |   |

### 【備考】

○:非アスベスト製品に対応できる性能があり、かつ使用実績がある  
 △:非アスベスト製品に対応できる性能があるが、使用実績がない  
 ×:非アスベスト製品の性能が評価できていない

レベルⅠ:代替できる非アスベスト製品の開発が必要  
 レベルⅡ:非アスベスト製品の信頼性の評価が必要  
 レベルⅢ:代替化の経済性の向上が期待される

【注】「メーカーの判断」の欄については、メーカーにおいて記入する。