

平成30年度 四日市コンビナート先進化検討会  
報告書

平成31年3月

四日市コンビナート先進化検討会

## 目次

要約	3
1 石油化学産業について	6
1. 1 我が国石油化学産業に影響を与える内外の構造変化	6
1. 2 差異化とグローバル展開の推進	9
1. 3 石油化学の国内拠点のコスト競争力向上	10
1. 4 地球環境負荷の軽減	11
2. 四日市コンビナートの先進化検討	14
2. 1 四日市コンビナートのポテンシャル	14
2. 2 四日市コンビナートの課題	15
2. 3 四日市コンビナート先進化検討会	17
2. 4 四日市コンビナート先進化に向けた目指すべき目標	17
3. 中長期的な対応に向けた企業間連携	19
3. 1 製品、原料、用役等の融通	19
3. 2 教育訓練	20
(1) 教育施設の情報共有化	20
(2) 化学・プロセス産業人材育成事業の継続実施	20
(3) プラント運転・保安IoT人材育成講座（仮称）の開設	20
4. 規制合理化に関連する施策立案	22
4. 1 新方式活用スマート化	22
(1) ドローン等新技術等の活用	22
(2) I o T等新技術の活用（非防爆機器の活用）	22
(3) 官庁申請スマート化	22
4. 2 環境規制スマート化	23
4. 3 産廃処理スマート化	24
5. 今年度のまとめと今後の課題	25
【委員名簿】	27
【開催実績】	28
【企業間連携関連部会 委員名簿】	29
【企業間連携関連部会 開催実績】	30
【規制合理化関連部会 委員名簿】	31
【規制合理化関連部会 開催実績】	32
【別紙】「四日市コンビナートの先進化」に向けてのアンケート結果からの取り纏め	33



## 要約

四日市コンビナートは、エネルギー・素材の安定供給および地域の振興・産業の発展のため、環境との調和を図りながら発展してきた。一方、人口減少による燃料油の需要減や、地球環境問題におけるCO<sub>2</sub>排出抑制、次世代自動車の普及、シェールガスの産出増など、今後、石油化学産業ではこれらの環境変化への対応も重要であり、四日市市では四日市コンビナートの先進化を図る目的で、「四日市コンビナート先進化検討会（座長：国立大学法人 三重大学 大学院 工学研究科 建築学専攻 浦山益郎教授）」を設置した。

報告書の構成、各章のつながり、各章の検討内容を以下に紹介する。

- 1章では、石油化学産業の現状についてまとめた。
- 2章では、四日市コンビナート先進化の背景と目標についてまとめた。
- 3章では、四日市コンビナート先進化に向けての「企業間連携」についてまとめた。
- 4章では、四日市コンビナート先進化に向けての「規制合理化」についてまとめた。
- 5章では、2つの部会の取組を示し、検討会の成果と今後の課題についてまとめた。

1章では、まず石油化学産業の現状についてまとめた。

我が国の石油化学産業を取り巻く環境変化には、

- (1) 北米のシェール革命による影響
- (2) 中東の化学産業への投資拡大による影響
- (3) 中国の石炭化学による影響及び中国の化学製品需要の減退
- (4) 我が国製造業の国内需要による影響

が考えられ、国内外の構造変化が進み、国際競争力が激化する見通しである。また地球環境負荷の削減、すなわち地球温暖化対策として、CO<sub>2</sub>総排出量の削減も今後大きく求められていくことになる。これらの環境変化により、近い将来に起こりえる対策を考えなければならない。これらを克服するためには、差異化とグローバル展開の推進、石油化学の国内拠点のコスト競争力向上が考えられる。

2章では、四日市コンビナート先進化の背景と目標についてまとめた。四日市コンビナートのポテンシャルとして、輸送用機械を始め、産業が集積している国内有数のエリアである中部地域に存在し、四日市市は平成28年実績工業統計調査では全国の都市の中で第13位と日本を代表する工業都市の一つである。また、四日市コンビナートの企業では、四日市工場（事業所）のマザー工場の位置づけや、製造設備の増設、新工場建設等も進められている。

一方で、製造業の国際競争は一段と激化していて課題も多く存在している。また四日市コンビナートは、建設後、約50年以上経っているところもあり、老朽化が進んでいる。さらに、ベテラン従

業員等の引退により、技術の伝承や安全・安心を確保するためには、I o T / A I 等の新たな技術を活用したプラント保全や保安の確保が必要である。

四日市コンビナートが持続し、競争力を保っていくためには、操業環境の先進化が必須であり、次の4項目の基本目標を達成することで、四日市コンビナートの先進化を構築する。

**【基本目標】**

- (1) 国際競争力の強化
- (2) 新規技術の活用による安心・安全の確保
- (3) 有能な技能者を育成する教育
- (4) 地域環境負荷の軽減

**【取組の方向】**

- (1) 中長期的な対応に向けた企業間連携の取組
- (2) 規制合理化に関する施策立案の取組
- (3) 安全確保のための新技術導入への取組

3章では、四日市コンビナート先進化に欠かせない「企業間連携」について、部会で活動した内容をまとめた。具体的には、検討会に参画する企業が直面している課題の解決に繋がるように、いろいろな方向性を模索した。連携に関するより具体的な案件としては、「製品、原料、用役等の融通」及び「教育訓練」の2項目を協議した。

4章では、四日市コンビナート先進化に向けての「規制合理化」について、部会で活動した内容をまとめた。規制の明文化されていない部分を明確化し、共有化するだけでなく、必要に応じて規制の合理的代替案の提示も視野に、「規制スマート化」と称して取り組んだ。

「規制スマート化」に関する具体的な案件としては、「新方式スマート化」、「環境規制スマート化」及び「産廃処理スマート化」の3項目を協議した。

より具体的には、最近のI o T / A I 等の革新的な技術を結集し、ドローン等を始め、タブレットやウェアラブルカメラ、バイタルセンサー等の新技術の導入及び円滑な利用を目指し、更には官庁申請のスマート化等の実現に向けて取り組んだ。

5章では、本検討会の取組と成果、および今後の課題についてまとめた。

四日市コンビナートの先進化を具体的に協議するために、各企業が直面する課題を取り上げ、「企業間連携関連部会」と「規制合理化関連部会」の2つの部会を立ちあげて取り組んだ取組と成果を示した。

その成果として、以下の三点が挙げられる。

まず一つ目に、企業の垣根を越えて、四日市コンビナートに位置する企業が参画するプラットフォームを設けたことにより、企業間の障壁が少なくなり、連携や規制合理化に関連する協議がしや

すくなくなったこと。

二つ目に「企業間連携関連部会」では、特に教育訓練に関する種々の情報を共有し、部会として「IoT人材育成講座」を招致するなど、今後の四日市コンビナート人材育成の方向性を明確にしたこと。また製品、原料、用役等の融通に関しても一部の企業間で協議が進められているところである。

三つ目に「規制合理化関連部会」では、協議により決定した案件をスケジュールに従って、規制案件を管轄している官公庁との交渉に個々に取り組んでおり、来年度以後も引き続き取り組むこととした。

四日市の特色としては、全国のコンビナートの中でも古いコンビナートの一つであることから、老朽化している設備が多く存在していることが挙げられる。そのため、最新のIoT/AI技術等を活用して低コストで安全性を高めることや操業環境の先進化が必須である。競争力を強化するコンビナートを構築するために、継続的に検討を進め、議論をしていく。

以下、各章の内容を記載する。

# 1 石油化学産業について

## 1. 1 我が国石油化学産業に影響を与える内外の構造変化

我が国の石油産業を取り巻く環境変化には「需要と供給」の観点から、次のものが考えられ、国内外の構造変化が進み、国際競争力が激化する見通しである。

### (1) 北米のシェール革命による影響

エタクラッカーのエチレン製造コストは、中東のエタクラッカーに次ぐコスト競争力を獲得したが、北米の内需の大幅な伸びは見込めないため、競争力を有する北米のポリエチレンなど汎用誘導品が中国などに流入することが想定される。

### (2) 中東の化学産業への投資拡大による影響

中東は安価な随伴ガス由来の化学製品のコスト競争力により市場シェアを獲得するが、内需拡大による原油輸出依存度の低下が課題であり、国家の政策として化学製品を大量生産し国内産業の強化を指向している。その結果、中東における化学産業への投資拡大が継続され、安い原材料によるコスト競争力をもった化学製品が大量に生産される可能性がある。

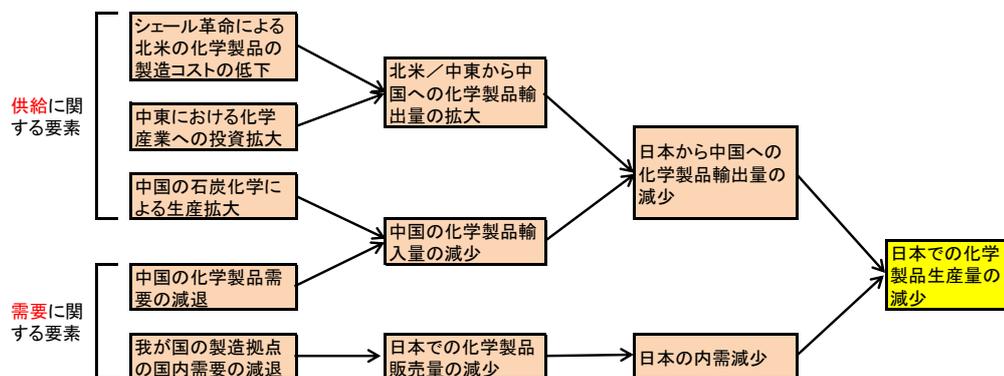
### (3) 中国の石炭化学による影響及び中国の化学製品需要の減退

内陸部の豊富な石炭を利用し、エチレン、プロピレン等を製造するプラントを新設し中国国内の需要に占める中国産のエチレン、プロピレン等の比率は高まる傾向にある。また、中国の国内需要は伸びているが、一方、今後、中国のGDP成長率が鈍化するとの見通しもあり、その場合、中国の需要に影響を与え減退する懸念がある。

### (4) 我が国製造業の国内需要による影響

石油化学製品の国内需要は、主要な誘導品の最終製品の国内生産に大きく左右される。最終製品の生産拠点の海外移転が進んだことにより、少子高齢化の影響で耐久消費財の保有数量も低下することが予想されることから、石油化学製品の国内の需要は中長期的には減少することが予想されている。

\*経済産業省 日本の「稼ぐ力」創出研究会における資料「石油化学産業について」  
日本での化学製品生産量の減少に変動を与える要素



一方、四日市を始めとする我が国のコンビナートは、石油精製、石油化学、ファインケミカル等の誘導品、エネルギー供給等の産業により成り立っているが、建設後、約50年以上が経過しているプラントや施設も多くある。

また、石油精製からのガソリンや石油化学および誘導体製品等の需要減少の懸念、及び省資源・省エネルギー・環境対策による原料や燃料の多様化、製品の付加価値の向上を目指した研究開発や生産の効率化、さらに技術伝承や安全・安心の確保も求められている。

更に、後にも述べるように地球環境負荷の削減、すなわち地球温暖化対策としてCO<sub>2</sub>の総排出量を削減する必要がある。

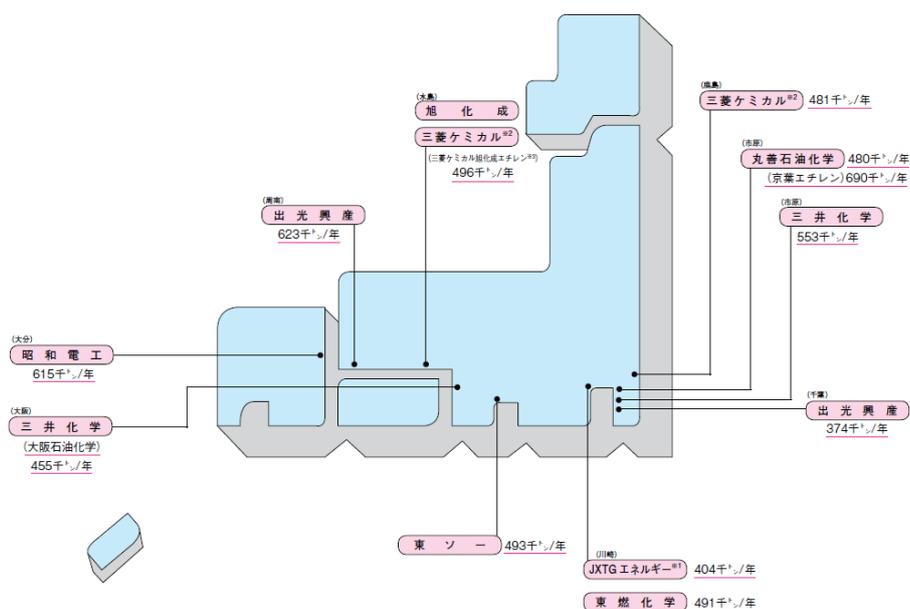
COP21で採択された「パリ協定」で盛り込まれた世界共通の長期目標として「2℃目標」を達成するためには、現在、世界全体で年間にCO<sub>2</sub>換算で約500億トン排出されている温室効果ガスを2050年までに約240億トンに抑えることが必要と言われているが、CO<sub>2</sub>発生源の約3割を占めるといわれる、石油化学産業を含む製造業においても何らかの対策を取り続けることが求められている。

これらの内外の環境変化を踏まえ、石油化学産業の現状を示す。

#### \*1) 石油化学工業協会資料 (2018年5月作成)

- (1) 石油化学工業は、化学産業の最上流に位置し、自動車、衣料、日用雑貨、最新の電子機器などに幅広く原料を供給する産業である。
- (2) 国内のエチレンプラントは高経年化が進行している。
  - ・1995年の建設が最新であり、大半が40年を超えて稼働を継続。
  - ・国内設備過剰に対して、2010年以降、3基のエチレンプラントを停止。従って、生産能力は760万トン(15プラント)から680万トン(12プラント)に低下している。

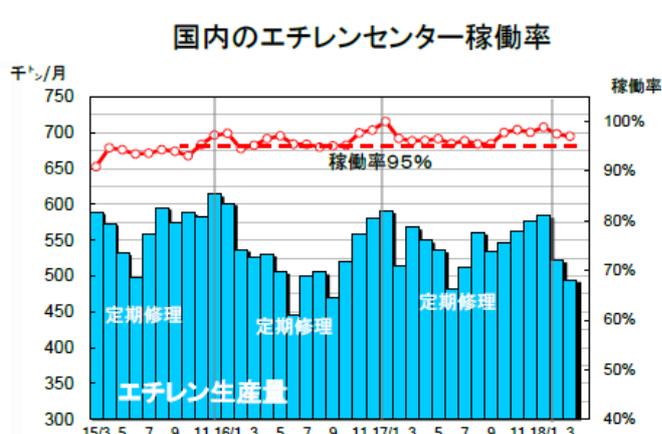
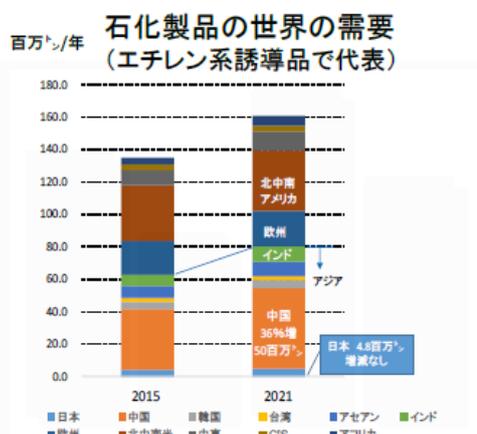
図：国内エチレンプラント \*1)



- (3) 世界需要の確実な拡大・伸長と堅調な国内需要
  - ・エチレン系誘導品は世界全体で年平均3%の伸び、アジア域内で4%の伸びを予測
  - ・旺盛なアジア需要、堅調な国内需要に牽引され、稼働率95%超が継続
- (4) 運転員の急速な世代交代の進展と人材育成
- (5) 定期修理問題
  - ・人手不足で、コンビナートの定修時期が重なるとメンテ会社の要員、機材調達が困難。

図：石化製品の世界の需要 \*1)

図：国内のエチレンセンター稼働率 \*1)



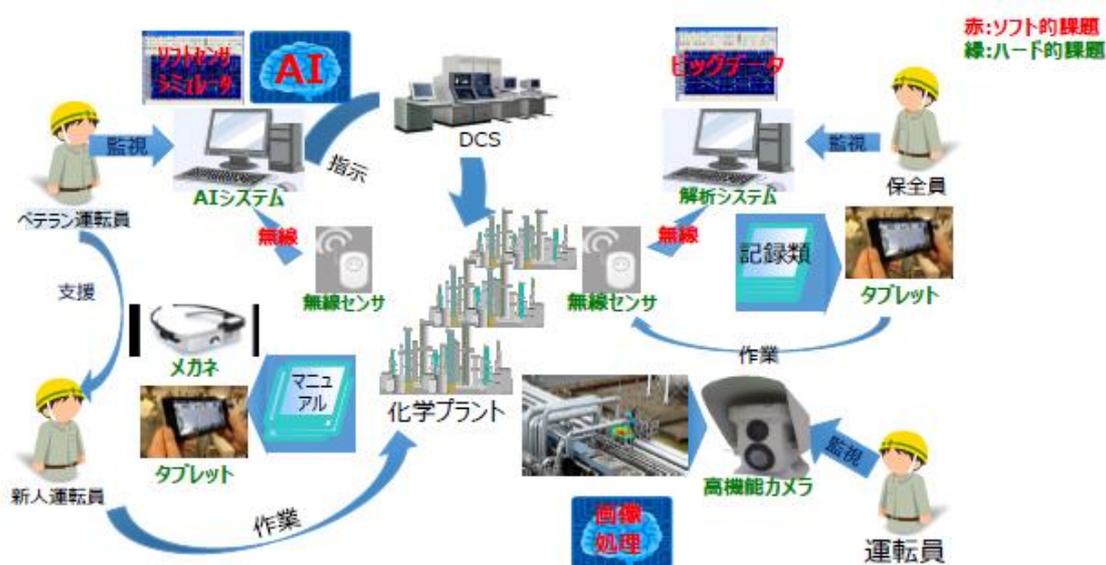
上記の石油化学産業の現状を踏まえて、日本のコンビナートが目指す方向を示す。

- (1) 国際競争力の維持・向上
  - ① コンビナート内の連携を強化し、高生産性工場群の実現
- (2) 高い保安力で安定供給の維持・確保
  - ① 最新の技術を活用した運転、設備管理による安定・高稼働の連続運転
  - ② 継続的な化学工学・プロセス技術・保安教育、IoT教育
  - ③ 定期修理での確実な設備検査、新たな技術の導入

また、プラント保安の観点からは、次に示すコンビナートのスマート化への取り組み、すなわち保安力と競争力の向上が求められる。

- (1) 最新のIoT技術を活用した運転管理、設備管理の推進
- (2) 人材育成における産・学・官連携による推進
- (3) 定修問題への対応

図：IoT技術を活用したプラント運転イメージ \*1)



これらの課題及び影響を克服するためには、差異化やグローバル展開の推進、および汎用石化の国内拠点におけるコスト競争力の向上が考えられる。

## 1. 2 差異化とグローバル展開の推進

### \*経済産業省 日本の「稼ぐ力」創出研究会における資料「石油化学産業について」

中東や北米など、原料調達面で強みのある立地が国際競争力を決めるうえで重要である。また、国際競争力を有する分野では、グローバル展開と差異化を推進し、国内のエチレンセンターの高稼働率の維持などにより、競争力向上につなげる必要がある。

国内の需要が縮小していく中で我が国の石油化学産業が成長を続けるためには、グローバル展開を強化し、海外の成長市場の需要を確保することが重要になる。このためには、企業が技術面と価格面の両面から国際競争力を高める必要がある。

我が国の石油化学産業では、次に示す海外展開戦略がある。

- (1) 資金力を活かして中東や北米の安価な原料を押さえる。
- (2) 自社の独自の生産技術を活かして現地の原料メーカーと連携してグローバル市場を獲得する。
- (3) 独自の生産技術や製法によりグローバル市場を押さえる。
- (4) 石油精製企業と石油化学企業が連携して市場シェアを高める。
- (5) ユーザーとの摺り合わせを行なう力、サポート力等の営業力でグローバル市場を獲得する。

また、我が国の石油化学産業の強みの源泉であるコア技術の漏えいを防止する観点から、誘導品の強化が重要である。

(1) 競争力のある高付加価値な誘導品の更なる強化

直鎖状低密度ポリエチレン等の特殊性の高い誘導品や、ポスト・シェール革命を見据えたC4・C5、BTX(\*)の誘導品、さらにラミネートフィルムや吸水性樹脂などの競争力のある誘導品事業の強化が重要になる。そのためには、国内において、研究開発投資等の一層の強化、生産技術・製法プロセスの更なる強化、グローバル市場のニーズを迅速に捉えて事業展開できるための生産体制の構築が必要である。

このため、企業実証特例制度やグレーゾーン解消制度等を活用して、イノベーションを阻害するような制度や規制の合理化を検討すべきである。

(\*)ベンゼン[B]・トルエン[T]・キシレン[X]

(2) 汎用誘導品の集約の強化

内需が縮小する国内では、汎用誘導品事業の基盤強化を図るため、再編集約が進められてきた。しかしながら、それぞれの汎用誘導品の生産能力がほとんど減少していないため、稼働率は低く留まっている。今後の汎用誘導品の輸入拡大を想定すれば、「資本の壁」も乗り越えた、さらなる再編集約が必要になる。

このため、事業再編にも活用可能な税制等により設備集約を促進するとともに、規模の最適化は省エネルギーに資することより、地球温暖化対策の観点からの支援強化の検討を進めることが必要である。

### 1. 3 石油化学の国内拠点のコスト競争力向上

#### **\*経済産業省 石油化学産業の市場構造に関する調査報告資料より**

課題は、原料の差がない台湾、韓国、中国のナフサクラッカーに対するコスト面での競争優位をどう確保するかであり、これを克服するための対応として、次に示すことが考えられる。

- (1) 過剰設備の解消やクラッカー1基当たりの規模拡大等のエチレンセンターの規模を最適化する。
- (2) 副生留分やエネルギーの融通、港湾やタンクの共有化等の石油精製との連携を強化すること若しくは統合運営をする。
- (3) 市況に応じて化学製品を生産できる体制や、ナフサ、LPG、灯油等の幅広い原料に対応できる体制を確保する柔軟性を確保する。
- (4) 電力や上記の融通、設備メンテナンス部門の共有化等の用役若しくは共通部門の共有化に取り組む。
- (5) 保安に関する規制の緩和等の制度及び規制を合理化する。

- (6) 人材のミスマッチの解消や熟練人材の能力の汎用化等の人材を有効活用すること及び安定操業を確保する。
- (7) 費用負担等の利害調整を迅速かつ有効に行うためのガイドラインの整備の集約統合時の手続きの迅速性及び透明性を確保する。
- (8) 行政や企業が参加する既存の協議会等を活用しつつ、設備の集約統合、インフラの共有など連携の取組の検討等の地域と連携する。

#### 1. 4 地球環境負荷の軽減

CO<sub>2</sub>の総排出量削減に向けて、2016年11月に発効した「パリ協定」を日本でも締結済みであり、国をあげて「地球温暖化対策計画(内閣官房・環境省・経産省)」「エネルギー革新戦略(経産省)」「エネルギー・環境イノベーション戦略(内閣府)」などにより対策を進めている。

電力業界では、エネルギーは経済活動等に必要不可欠であり、CO<sub>2</sub>排出の少ないエネルギーの供給、エネルギー消費効率の向上に取り組んできている。火力発電の熱効率向上、あわせてCO<sub>2</sub>の回収や貯留する技術開発、及び発電過程でCO<sub>2</sub>を排出しない再生可能エネルギーを推進している。

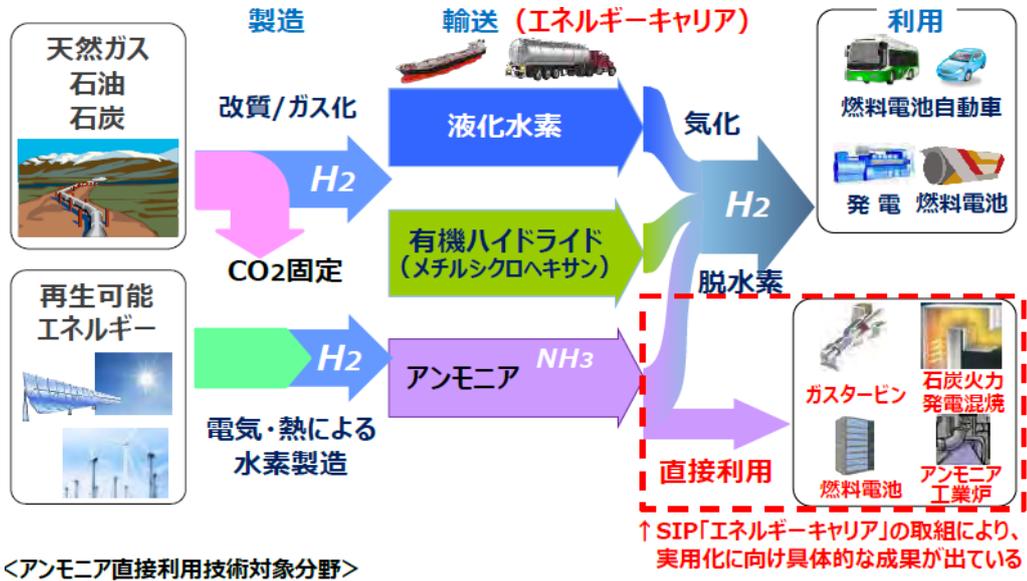
石油化学産業は、国内産業部門のCO<sub>2</sub>排出量の約15%を占める産業であり、環境負荷の軽減に積極的に取り組んできている。さらなる環境負荷の軽減のために、新規設備の設置や設備改造、および排出していた熱量の回収等を推進している。

また、水素社会構築に向けた産業の変化では、太陽光や風力などの再生可能エネルギー利用に係わる技術革新が進んでおり、その発電コストが低下してきている。並行して、エネルギーキャリアの技術開発も進んでおり、将来的には、大規模で安定かつ輸送可能なエネルギー源としてCO<sub>2</sub>フリーエネルギーの調達が始まる可能性がある。そこで、本検討会では内閣府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第1期「エネルギーキャリア」について、継続調査を行なった。

##### **\*2) 2018年5月25日 内閣府・記者向け勉強会資料「SIP(エネルギーキャリア)の取組み」**

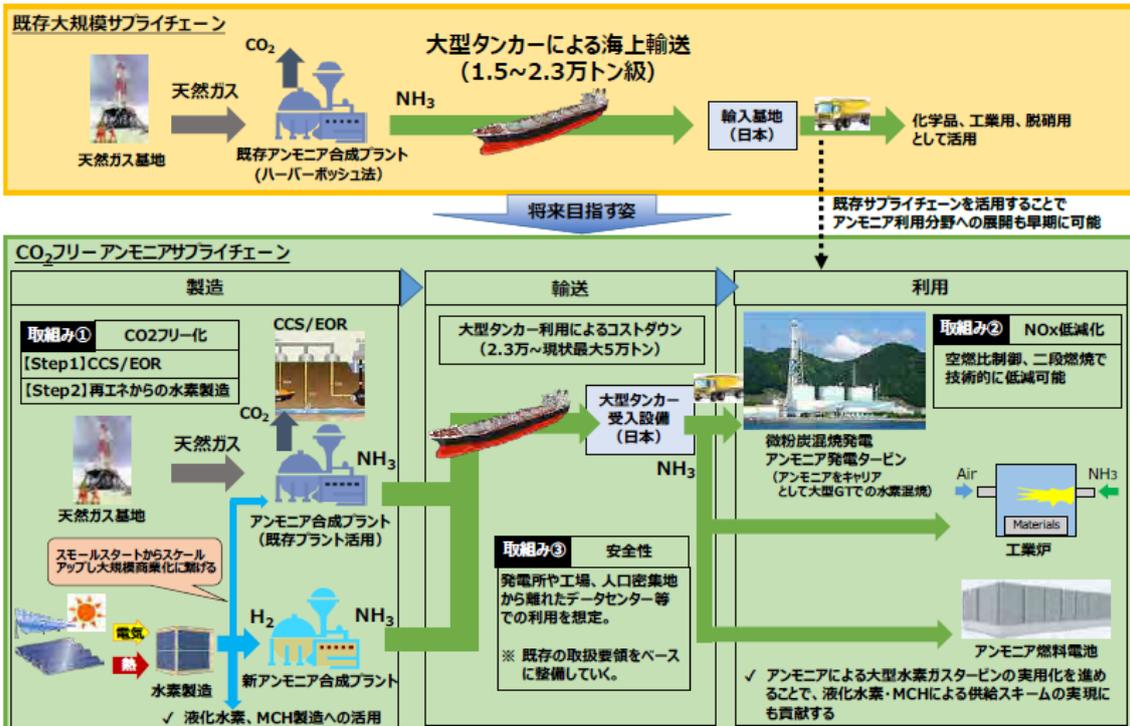
その中で、顕著な成果が得られたアンモニア関連技術としては、アンモニア合成、アンモニア燃料電池、アンモニアの混焼や直接燃焼、CO<sub>2</sub>フリー水素利用のアンモニア製造・貯蔵・輸送関連技術の開発、海外からのアンモニア供給・利用に向けた情報収集が挙げられる。特にアンモニアの直接利用技術は日本が世界をリードしており、「CO<sub>2</sub>フリーアンモニアのサプライチェーン」は既存技術により実現可能な段階にきている。

図：SIPエネルギーキャリアの概要 \*2)



図：アンモニアバリューチェーンの現状と将来展望 \*2)

■ アンモニアを大量供給するためのサプライチェーンは既に確立している



今後の展開としては、CO<sub>2</sub>フリー水素利用のアンモニア合成システム開発、アンモニアのガスタービン発電や石炭混焼発電などの直接利用によるCO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減に向け、残

った課題のコストとCO<sub>2</sub>をそもそも発生させない作り方と調達を検討が必要である。

また、低炭素社会に向けてのCO<sub>2</sub>フリーアンモニア利用のバリューチェーンの構築と社会実装を目的として2017年に立ち上げられた「グリーンアンモニアコンソーシアム（GAC）」の活動を期待する。このGACは当初、国内の28機関が参画していたが、S I P第1期の終了により2019年度からは一般社団法人化して活動を開始する予定である。現時点で国内の50機関以上が参画予定であり、四日市市も参画予定である。

2030年、また2050年を見据えた地球温暖化対策は人類として避けて通れないものであり、各戦略やエネルギー基本計画等の取り進め状況、GACのような動きや経緯を見守っていく必要がある。

## 2. 四日市コンビナートの先進化検討

### 2. 1 四日市コンビナートのポテンシャル

四日市コンビナートが立地する中部地域は、一大消費地である名古屋圏を中心として、自動車、航空機、半導体、電子部品などの産業が集積している国内有数のエリアである。

伊勢湾沿いには、素材、基礎化学品、中間化学品、最終化学品等の生産拠点が立地している。三重県北部にある四日市コンビナートでは、石油精製、石油化学産業が生産する燃料、基礎化学品をパイプで供給している企業群が事業を展開している。四日市市は、製造品出荷額等は2兆5,735億円（平成28年実績工業統計調査）で全国の都市の中で第13位と、日本を代表する工業都市の一つである。産業の中心は製造業であり、とりわけ、四日市コンビナートに代表される石油化学工業、自動車を始めとする輸送機械工業、半導体・液晶などの電子部品・デバイス工業といった業種が、その強みを発揮している。

図：四日市市、四日市コンビナートの位置とアクセス



四日市市提供資料

2018年度には新名神高速道路の新四日市JCTから亀山JCTの区間が開通し、先の2024年度には東海環状自動車道西回りが開通する。さらに2027年度にはリニア中央新幹線の品川から名古屋の区間が開業に向けて整備されていることなどにより、四日市市においては交通利便性がさらに強化され、人・モノの流動性が飛躍的に向上する。

四日市コンビナートの石油精製、石油化学産業は、これまでエネルギー及び素材の安定供給を担い、原料、燃料の多様化、省資源、省エネルギー、環境対策を進め、地域の豊かさと発展に貢献してきた。

また、国内・三重県ともに総人口が減少局面に入り、需要の減少が懸念されている。また、アジア系メーカーの台頭などを背景に、製造業の国際競争は一段と激化している。国内の設備や人員は、より付加価値の高い製品や、多品種少ロット品の生産、研究・開発へとシフトしてきている。

このような状況下、四日市コンビナート立地企業においても、JSR(株)の四日市工場及び第一工業製薬(株)の霞工場の国際生産拠点のマザー工場への位置づけ、東ソー(株)の四日市事業所の製造設備の増設と石化・ポリマー製品の研究開発拠点としての強化、味の素(株)の東海事業所の新工場建設及びKHネオケム(株)の四日市工場の製造設備新設等の動きがある。

また、業界の再編に関して、三菱ケミカル(株)の3企業間統合（平成30年4月）及び昭和シェル石油(株)と出光興産(株)の統合があり、それによる新たな事業展開の可能性もある。

さらに、エネルギー供給構造高度化法に基づく製油所間連携等による設備最適化等の事業再編が進展してきている。四日市コンビナートにおいても、昭和シェル石油(株)とコスモ石油(株)は四日市地区での事業提携を開始し、競争力強化を図ることで合意、昭和四日市石油(株)からコスモ石油(株)への石油製品供給等の動きがある。

臨海部のコンビナートとは異なるが、内陸部でも設備投資が取り進められている。東芝メモリ(株)は四日市工場をフラッシュメモリーのマザー工場に位置づけて、開発・生産するための継続的な設備投資を実施する。その他、CKD(株)と太陽化学(株)も製造工場の新設を取り進めている。

## 2. 2 四日市コンビナートの課題

今後は、内外環境の変化に対してコンビナートも変化していかなければ、生き残ることは難しい。また、種々の課題の解決を図るためには、コンビナート全体の視点に立った企画推進が必要である。また、石油精製や石油化学、ファインケミカル等の誘導品、エネルギー供給等の産業により成り立っている四日市コンビナートは、建設後、約50年が経過しているプラントや施設が多くある。さらに、ベテラン従業員等の引退により、技術の伝承や安全・安心を確保するためには、IoT/AI等の新たな技術を活用したプラント保全や保安の確保が必要である。

表：コンビナートのスマート化による競争力強化

石油化学工業協会資料（2018年5月作成）に基づき作成

課題	保安力と競争力の向上に向けた取り組み状況
最新のIoT技術を活用した 運転管理、設備管理推進	☆IoTを活用した運転監視、設備保全 ・METI「 <b>プラントデータ活用等促進会議</b> 」の設置 ・保温材下腐食モデルの開発
人材育成における産・学・官 連携による推進	☆化学工学/プロセス技術/保安境域/IoT教育 ・将来のプラント運転のためには、 <b>化学的知識を基礎</b> とした <b>IoTなどの新技術の知識</b> を有している人材育成が最重要 ⇒「産業安全塾」の運営
定修問題への対応	☆定修時期調整、新たなセンサー導入 ①時期の分散化⇒生産調整を伴う⇒公取との調整要 ② <b>柔軟な行政対応</b> による支援 ・許認可の24時間/365日 <b>Web受付</b> 、法定検査の休日受付 ・法廷の運転期間の柔軟な運用 ③技術面での対応強化： <b>防爆規制の柔軟な運用</b> 、海外の技術標準・規格などの準用 ④コンビナート立地域内での石化各社、工事会社の人材育成

コンビナートの現状に甘えることなく、地域の豊かさと発展に貢献するために、企業の枠を超えて地域の知恵やIoT/AI等の革新的な技術を結集し、コンビナートの先進化を計画的に推進することが必要である。

表：AI/IoT関係の動向：石油化学コンビナート関連会社の例(1)

各社のホームページ公開資料に基づき作成

	JSR 2018/11/20	三菱ケミカルHD 2018/10/10	旭化成 2018/8	昭和電工 2018/12/11
AI/IoT戦略	<b>Connected Industry</b> 実現	先端技術による <b>社会への利益</b> の最大化に貢献	持続的な成長に向けた <b>基盤づくり、事業高度化</b>	<b>基盤強化</b> R&D,OCにおける予測 <b>精度の向上</b>
活用事例	・人間の感覚に関するデータを収集/分析、熟練工の技術を再現できるソリューション	・工場操業 ・設備保全と基幹系システム ・クラウドサービス	・生産性向上 ・予防保全 ・事業モデル変革(開発加速・高付加価値事業創出)	・石油化学プラント予兆診断 [ARTiMo]Iフレンプラントでの運用
業務・技術提供パートナー その他情報	・NTT ・アクセンチュア 3社で次世代コンビナートのスマート化に向けた実証PJを開始 2017/9 [@千葉工場]	・三菱ケミカルエンジニアリング/三菱ケミカルシステムで業務提携 2017/4 ・社内にDX推進部署あり	・旭化成エレクトロニクス ・社内のIT統括部/IoT推進部/MI推進部等でDXを推進	・日立製作所ソリューション [Lumada]解析エンジンを実装

表：AI/IoT関係の動向：石油化学コンビナート関連会社の例(2)

各社のホームページ公開資料に基づき作成

	Exxonmobil	Texmark Chem	BASF
AI/IoT戦略	<b>デジタル変革：</b> データ一元化による <b>リアルタイムでの連携</b>	高度な <b>IIoT機能</b> を備えた最先端の精製所	<b>Industry 4.0 - Initiative</b> ・デジタルエコシステム
活用事例	・次世代生産システム(自動制御) ・運転自動化 ・プラント最適化	・従業員の安全性確保の自動化 ・設備状態の監視 ・予測メンテナンス	・工業設備資産に関する <b>リアルタイム情報ネットワーク</b> の構築
業務・技術提供パートナーその他情報	Lockheed Martin (DCS化はHoneywell)	Hewlett Packard Enterprise/Aruba	SAP SE/ Honeywell Experion技術

## 2. 3 四日市コンビナート先進化検討会

今後、四日市コンビナートが地域全体で企業の枠を超え、これらの課題に取り組むため、四日市コンビナート先進化検討会を設立した。

前述の石油化学産業を取り巻く背景や課題を踏まえ、企業が直面する課題を抽出するために、検討会での議論の前に、次に示す6項目でのアンケート調査を実施した。

- (1) 今後の事業展開について
- (2) 設備投資に関する課題について
- (3) 燃料・原料の多様化、安定化について
- (4) コンビナート内の企業間連携について
- (5) 事業所間競争の比較優位性について
- (6) 希望する検討項目について

アンケート結果からの課題を取りまとめたものを別紙に示すが、課題を取りまとめると、「企業間連携」と「規制の合理化」の2テーマに集約された。

そこで、「企業間連携関連部会」と「規制合理化関連部会」を設立し、四日市コンビナートの先進化に向けての議論を深化させることになった。

## 2. 4 四日市コンビナート先進化に向けた目指すべき目標

四日市コンビナートが持続していくために操業環境を先進化し、本取組みを他地区のコンビナートにも拡げ、最終的には国内全体のコンビナートの競争力を強化するコンビナートを構築することを四日市コンビナートの先進化として、次に示す具体的な基本目標を掲げた。これらを実現するために四日市コンビナート先進化検討会にて取り組んだ。検討会には、企

業間連携関連部会及び規制合理化関連部会の2つの部会を設け、これらを具体的に取り組んだ。

基本目標は次の4項目である。

(1) 国際競争力の強化

- ・石油化学と石油精製との連携・統合運営の取組
- ・需要及び原料に対する柔軟性の確保
- ・用役や共通インフラ・部門の共有化等への取組

(2) 新規技術の活用による安心・安全の確保

- ・IoT、ビッグデータ等新規技術を用いたプラントの保守・点検の導入
- ・地域の中での操業に対する情報共有と交流

(3) 有能な技能者を育成する教育

- ・地域内での横断的な人材育成の仕組みの構築の推進
- ・新技術を活用できる人材の育成

(4) 地域環境負荷の軽減

- ・CO<sub>2</sub>フリーエネルギーを用いた既存設備の活用可能性等

### 3. 中長期的な対応に向けた企業間連携

四日市コンビナート先進化検討会「企業間連携関連部会」にて、以下について取組んだ。

企業間連携というと、パイプラインの繋がりのような連携もあれば、ノウハウの共有や、設備などの共同利用など、いろいろな形がある。

過去の事例、他の事例も踏まえつつ、エチレンクラッカー周りの需給変化、近年の設備廃棄等、また石油精製などの「エネルギー供給構造高度化法」への対応など、各事業所の生産構造変化も視野において、この先進化検討会で改めて企業間連携や融通等について検討を行なった。その結果、「(1) 製品、原料、用役等の融通について」、「(2) 教育訓練について」の2テーマについて検討を行うこととした。

#### 3. 1 製品、原料、用役等の融通

将来を見据えて、大型共同ユーティリティの建設を行なうまでの結論には至らなかったが、アンケート結果から、既存の製品、原料、用役等から余剰のものについて、具体的な連携の検討を行なった。

##### (1) 製品、原料、余剰品の融通についての実施内容

検討項目	進捗状況	今後の対応
トルエン、キシレン	関係企業間にて調整中	関係企業間で引き続き調整
水素	関係企業間にて調整中	関係企業間で引き続き調整
炭酸ガス	関係企業間にて調整中	関係企業間で引き続き調整
スチーム	予備ボイラの老朽化という課題を持つ企業が他社との連携による効率化を検討中	引き続き検討
原油精製	石油精製2社による一部委託を実施済み	引き続き連携持続
石油分解残渣	受け手の企業が現状では無い	要望あればその都度対応
SS-C4, S-C9	過去にも検討した結果と同様、折り合い付かず	本年度をもって検討終了
苛性ソーダ	社内事業で活用の可能性が出たため、取下げ	本年度をもって検討終了

また、個社と個社の連携により実現したことも大事だが、それよりも今回の先進化検討会というプラットフォームをきっかけに、企業間での障壁がなくなり、連携に関連する協議がしやすくなったことが大きな成果である。

##### 【今後の課題】

大型ユーティリティの共同設備投資や共同利用等の検討までには至らなかった。今後の競争力強化に向けて必要が出てきた際は、協議検討を進める必要がある。

### 3. 2 教育訓練

教育訓練についての実施内容としては、

- (1) 教育施設の情報共有化
- (2) 化学・プロセス産業人材育成事業の継続実施
- (3) プラント運転・保安IoT人材育成講座（仮称）の開設

を行ない、具体的な進捗状況と今後の対応を下表に纏めた。

	検討項目	進捗状況	今後の対応
(1)	教育施設の情報共有化	防災協（四日市コンビナート地域防災協議会）から情報を入手 ・防災協が実施する教育訓練の情報共有 ・各社が保有する教育訓練SH説の情報を一覧化 ・中部電力による危険疑似体験セミナーなどの情報提供 ・上記の情報を活用する目的／方法について整理し、共通化する	
(2)	化学・プロセス産業人材育成事業の継続実施	四日市市の委託事業「高度部材イノベーションセンター（AMIC）による人材育成事業」の情報提供、意見交換を実施	来年度以降も継続実施
(3)	プラント運転・保安IoT人材育成講座（仮称）の開設	部会としてIoT人材育成講座を招致	平成31年度に三重県において、講座を実施の見込み

参考(2) 受講講座は次に示す2コースで、選択受講をする。

Aコース「化学工学理論や化学工業に関わる法規則などの座学講座」

(11日間、1万円/人)

Bコース「三菱ケミカル(株)及びJ S R(株)の教育訓練施設を利用した運転体験学習」

(7日間、1万円/人)

### 参考(3) 実証講座の開催

日程：2019年2月19日（火）、20日（水）の2日間（両日 10：00～17：00）

受講料：無料（但し、今回の実証講座のみ）

場所：四日市市総合会館

受講者数：52名（22社から）

対象者：生産、保安業務に従事し、IoTを用いた課題解決に興味を持つ者

講師：合同会社コンサルンス 代表者 高安氏 ほか

講義内容：プラント運転・保安におけるIoTについて、総合演習を含む

### 【今後の課題】

教育施設の情報共有化では、新たな教育施設を設置する際への具体的な活用、教育施設一覧の継続的な更新や情報共有の方法を整理する必要がある。

化学・プロセス産業人材育成業の継続実施では、引き続き、企業が求める講座内容や効果的な育成方法について、検討しながら事業を継続していく。

プラント運転・保安IoT人材育成講座の開設では、平成30年に実施した実証講座の参加者アンケート等をもとに、来年度に本講座を開催するため、引き続き市内での開催に向けて関係機関と調整する。

その他として、VRを使った教育として、共同実施できる企業間での連携に取り組むこととしたが、ハードやソフトをどのようにするかが今後の課題である。

#### 4. 規制合理化に関連する施策立案

四日市コンビナート先進化検討会「規制合理化関連部会」にて以下について取組んだ。

本部会では、規制の合理的理由を明確にし、共有化し、非合理的部分をなくすことを「スマート化」とし、取組んだ。企業がIoT/AI等の新技術を活用するにあたり、規制の中でルール化や導入を円滑にし、それらの活かし方を共有することによって、四日市コンビナートとしてメリットを出すことを目標にして取組んだ。

規制スマート化を目指すにあたって、過去の事例について情報共有した。

##### 4. 1 新方式活用スマート化

検討項目は下記の3点である。

- (1) ドローン等新技術等の活用
- (2) IoT等新技術の活用（非防爆機器の活用）
- (3) 官庁申請スマート化

具体的な確認事項と進捗状況は以下の通りである。

	検討項目	確認事項	進捗状況
(1)	ドローン等新技術等の活用 ・希望する企業と消防本部において、施設上空で画像撮影のために必要なものを明確化し、ルール化 ・実際に飛行させて撮影した画像を解析し、効果を検証 ・新しい消防機材(消火ロボット等)の活用、テスト実施	・各企業での飛行実績と予定。 ・四日市市消防本部の検討状況。 ・課題の整理	・2事業所で飛行実績、1事業所で飛行予定。いずれも危険物エリア外。 ・四日市市消防本部で購入済み。四日市コンビナート内の事業所を想定し、飛行場所検討中。 課題： ・第2種危険場所を想定した危険物エリアでの飛行のための安全担保 ・航空法等の認可取得後の取り進め
(2)	IoT等新技術の活用（非防爆機器の活用） ・非防爆タブレットの利用 ・ウェアラブルカメラの導入 ・バイタルセンサーの利用	・四日市市消防本部の検討状況。 特に、平成30年8月2日の消防庁通達「給油取扱所における非防爆機器の使用に関する見解」に基づく状況 ・課題の整理	・四日市市消防本部は各事業所の自主判断により、安全性が確保できる場合に限り、携帯型電子機器の使用を認可。 課題：可搬型非防爆機器の使用について、使用可能なモバイル機器の仕様・範囲、異常時の検知方法や処理基準をどのように定めるか。

(3)	<p>官庁申請スマート化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・申請料業務の効率化</li> <li>・簡易申請のペーパーレス化</li> <li>・申請書類の内容見直し、書類量の軽減化</li> <li>・認定事業所のメリット拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各社の現在の状況と要望内容</li> <li>・課題の整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・申請料のキャッシュレス化は、システム導入は、現状難しいが、納入通知書を活用した手数料の納入を活用することにより、申請費用のキャッシュレスと業務削減を行うことができた。</li> <li>・現状では、ペーパーレスへの対応は難しい。</li> <li>・認定事業所のメリット拡大は、現状は難しい。</li> </ul> <p>課題：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・申請料のキャッシュレス化、電子申請によるペーパーレス化については、消防本部だけでは、対応が難しいので、市役所全体でシステム変更する際に、考慮していく。</li> <li>・認定事業所のメリット拡大については、堺市の事例を検討していく。</li> </ul>
-----	--	--	---

#### 4. 2 環境規制スマート化

「四日市コンビナート先進化検討に向けて」のアンケート結果から抽出した規制合理化の環境規制スマート化の案件として、土壌汚染対策法、工場立地法、及び公害防止協定の3項目を課題として設定した。

土壌汚染対策法の具体的なものは、土壌・地下水汚染に関する規制を含む土壌汚染対策法に関わる規制の合理化として、三重県条例の300㎡の根拠と有効性の確認、及び土壌汚染対策法改正に併せて同条例の900㎡への統一を検討することにより、スマート化を図ることとした。

工場立地法については、平成30年9月の市議会で工場立地法の緩和の一般質問があり、環境施設面積率は平成15年に既存工場に関して下げているので、敷地外緑地面積率の検討を行うと答弁が行われている。先週の市議会でも上述の進捗に関する質問があり、敷地外緑地制度を検討していると答弁が行われている。

そこで、敷地外緑地面積率及び地域準則による緑地面積率及び環境施設面積率の緩和について、検討を行うこととした。

公害防止協定のスマート化として、明文化されていない部分を公害防止協定書に係る運用細則に充実することで、企業と行政の考え方に齟齬が無いよう取り組んだ。現在、環対協で項目を整理している。

#### 4. 3 産廃処理スマート化

「四日市コンビナート先進化検討に向けて」のアンケート結果から抽出した規制合理化の産廃処理スマート化の項目として、各社情報の収集、三重県四日市環境室との協議（視察情報共有化の諸条件対応検討を含む）、及び各種団体との情報共有化についての具体策検討の3項目を課題とした。

各社情報の収集として、本検討会に参加した15社以上の企業より、各社が行なっている産廃の現地視察について、視察施設数や延べ日数等の情報収集を行なった。

その情報に基づき、三重県四日市環境室との協議として、具体的には現地視察情報の共有化の必要性や可能性について協議するために、視察情報共有化の諸条件対応を検討することとした。また、作成された素案を元に実現に向けた協議を三重県と複数回行うこと、実現に向けた着手方法を確認することとした。

各種団体と情報共有化の具体策検討としては、各種団体で視察情報の共有化のルール作成であり、三重県が納得する各種団体とも同じルールを制定することとした。

## 5. 今年度のまとめと今後の課題

四日市コンビナート先進化検討に向けて、臨海部コンビナート（第一、第二、第三コンビナート）の企業から委員を委託して検討会を設立した。委員を委託した企業に対して、あらかじめコンビナート先進化に向けてのアンケート調査を実施し、先進化を具体的に協議するために、「企業間連携関連部会」と「規制合理化関連部会」の2つの部会を設立した。

結論の一つとして、これらの部会のようなプラットフォームにより、企業間での障壁がなくなり、連携や規制合理化に関連する協議がし易くなったことが本検討会の大きな成果の一つとして挙げられる。

「企業間連携関連部会」において、企業間連携は相対での個社間の方がスムーズに進む場合もあるが、部会としては、『参加企業が集まって検討テーマを出し合ってみることに意味があるのではないか。』という意見が多数を占めた。議論を行なうことでいくつかの案件が出され、そこから何か生み出されるのであれば共有化して取り組むことが望ましいが、案件によっては個社間の協議になる場合もあることを共通の認識とした。

「企業間連携関連部会」としては、取り組む案件を一つのまとまりとなって取り進める形として、機会を見て関係者との打ち合わせを進めることとした。特に教育訓練に関しては種々の情報を共有し、部会として「IoT人材育成講座」を招致するなど、有能な技能者を育成する教育に向けて、今後の四日市コンビナート人材育成の方向性を明確にしたことは成果の一つである。また、製品、半製品、原料等の融通に関しても、一部の企業間で協議が進められているところである。

「規制合理化関連部会」での成果の一つとして、協議により決定した案件をスケジュールに従って、規制案件を管轄している官公庁である国、三重県、四日市市との交渉に個々に取り組んでおり、来年度以後も引き続き取り組むこととした。

四日市の特色としては、全国のコンビナートの中でも古いコンビナートであることから、老朽化している設備が多く存在していることが挙げられる。そのため、最新のIoT/AI技術等を活用して、低コストで安全性を高めることや操業環境の先進化が必須である。

なお、今後の官庁交渉に先駆けて、1月に経済産業省の関係先を訪問し、情報交換を行うとともにアドバイスを受けた。

- ① 経済産業政策局 産業創造課 産業創造課 新規事業創造推進室
- ② 商務情報政策局 産業保安グループ 高圧ガス保安室
- ③ 資源エネルギー庁 資源・燃料部 保安課 石油精製備蓄課
- ④ 製造産業局 素材産業課

今後も競争力を強化するコンビナートを構築するために、次年度以降も検討中の課題に継続的に取り組み、また新たな課題についても対応していく。

## 四日市コンビナート先進化検討会

### 【委員名簿】

〔委員〕

(敬称略)

氏名	所属団体及び役職
浦山 益郎*	国立大学法人三重大学 大学院工学研究科建築学専攻 教授
竹内 淳一	味の素株式会社 東海事業所 次長
山本 真生	石原産業株式会社四日市工場 設備管理部 設備グループマネジャー
諸岡 喜仁	KHネオケム株式会社四日市工場 工場統括室 生産管理グループ マネジャー
中島 元	コスモ石油株式会社四日市製油所 製造担当副所長
橋本 宏司	J S R株式会社四日市工場 保安防災部長
竹田 正俊	昭和四日市石油株式会社四日市製油所 管理部長
倉田 勤	中部電力株式会社四日市火力発電所 副所長
藤原 淳	第一工業製薬四日市事業所 統括課長
二宮 滋	D I C株式会社四日市工場 総務グループマネジャー
塩川 豊	東ソー株式会社四日市事業所 事業所調質 生産・技術管理グループリーダー
藤森 誠司	東邦ガス株式会社四日市工場 副工場長
山寺 豊彦	日本アエロジル株式会社四日市工場 副工場長
関口 修司	三菱ガス化学株式会社四日市工場 管理部長
早田 匡孝	三菱ケミカル株式会社四日市事業所 企画管理部 戦略企画グループマネジャー
赤司 貢	三菱マテリアル株式会社四日市工場 設備管理部長

\*・・・座長

**〔関係行政機関等〕**

所属団体
経済産業省 中部経済産業局
三重県 雇用経済部
四日市市 副市長、環境部、消防本部、商工農水部

**四日市コンビナート先進化検討会****【開催実績】**

	開催日	場所
第1回	平成30年8月1日（水）	四日市市三浜文化会館 会議室B
第2回	平成30年12月26日（水）	四日市市役所6階 本部員会議室
第3回	平成31年3月8日（金）	四日市市三浜文化会館 会議室B

## 四日市コンビナート先進化検討会

### 【企業間連携関連部会 委員名簿】

#### 〔委 員〕

(敬称略)

氏 名	所属団体及び役職
山本 真生	石原産業株式会社四日市工場 設備管理部 設備グループマネージャー
諸岡 喜仁	KHネオケム株式会社四日市工場 工場統括室 生産グループマネージャー
中島 元*	コスモ石油株式会社四日市製油所 製造担当副所長
秦 恵美	J S R株式会社四日市工場 事務部総務チームリーダー
竹田 正俊	昭和四日市石油株式会社四日市製油所 管理部長
沖 俊博	中部電力株式会社 発電カンパニー 火力発電事業部 エンジニアリングサービスセンター 技術サービスグループ長
二宮 滋	D I C株式会社四日市工場 総務グループマネージャー
塩川 豊	東ソー株式会社四日市事業所 事業所調室 生産・技術管理グループリーダー
藤森 誠司	東邦ガス株式会社四日市工場 副工場長
山寺 豊彦	日本アエロジル株式会社四日市工場 副工場長
関口 修司	三菱ガス化学株式会社四日市工場 管理部長
赤司 貢	三菱マテリアル株式会社四日市工場 設備管理部長
藤井 隆史	経済産業省中部経済産業局 燃料課 課長補佐
中村 誠	三重県雇用経済部ものづくり・イノベーション課 主幹
浅井 祥義	三重県雇用経済部ものづくり・イノベーション課 主任

\*・・・部会長

## 四日市コンビナート先進化検討会

### 【企業間連携関連部会 開催実績】

	開催日	場所
第1回	平成30年10月2日（火）	四日市市役所7階 部長会議室
第2回	平成30年10月26日（金）	四日市市三浜文化会館3階 展示室B
第3回	平成30年11月21日（水）	四日市市三浜文化会館2階 会議室C
第4回	平成30年12月13日（木）	四日市市三浜文化会館2階 会議室C
第5回	平成31年2月6日（水）	四日市市三浜文化会館2階 会議室C

## 四日市コンビナート先進化検討会

### 【規制合理化関連部会 委員名簿】

〔委 員〕

(敬称略)

氏 名	所属団体及び役職
竹内 淳一	味の素株式会社 東海事業所 次長
山本 真生	石原産業株式会社四日市工場 設備管理部 設備グループマネージャー
青木 健一	KHネオケム株式会社四日市工場 環境保安部長
中井 伸哉	コスモ石油株式会社四日市製油所 安全環境課長
橋本 宏司*	J S R株式会社四日市工場 保安防災部長
倉田 勤	中部電力株式会社四日市火力発電所 副所長
藤原 淳	第一工業製薬株式会社四日市事業所 総括課長
大平 章示	東ソー株式会社四日市事業所 環境保安・品質保証部長
藤森 誠司	東邦ガス株式会社四日市工場 副工場長
早田 匡孝	三菱ケミカル株式会社四日市事業所 企画管理部 戦略企画グループマネージャー
赤司 貢	三菱マテリアル株式会社四日市工場 設備管理部長
嶋田 明彦	経済産業省中部経済産業局 燃料課長
川本 英司	三重県 雇用経済部 企業誘致推進課 事業環境班長

\*・・・部会長

## 四日市コンビナート先進化検討会

### 【規制合理化関連部会 開催実績】

	開催日	場所
第1回	平成30年9月14日（金）	四日市市役所6階 本部員会議室
第2回	平成30年9月28日（金）	四日市三浜文化会館3階 展示室B
第3回	平成30年10月19日（金）	四日市三浜文化会館2階 会議室C
第4回	平成30年11月9日（金）	四日市三浜文化会館3階 会議室H
第5回	平成30年12月14日（金）	四日市三浜文化会館2階 会議室C
第6回	平成31年2月25日（月）	四日市三浜文化会館2階 会議室C

【別紙】「四日市コンビナートの先進化」に向けてのアンケート結果からの取り纏め

企業間連携関連	規制合理化関連
各企業の課題より	各企業の課題より
<ul style="list-style-type: none"> <li>○人材確保</li> <li>○新規設備投資</li> <li>○働き方改革、事務の効率化</li> <li>○交通基盤</li> <li>○自然災害                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユーティリティコストの軽減</li> <li>・用地不足</li> <li>・届出・申請等の迅速化・スマート化</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○新規設備投資</li> <li>○新技術（IoT、AI、ドローン等）の導入</li> <li>○安全・安心な操業                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種環境保全関係法による規制 (水質規制、土壌汚染対策法)</li> <li>・各種保安関係法による規制 (石炭法、消防法、高圧ガス保安法)</li> <li>・工場立地法の立地規制</li> </ul> </li> </ul>
各企業の希望する検討項目より	各企業の希望する検討項目より
<ul style="list-style-type: none"> <li>・余剰ユーティリティの相互活用、コスト削減</li> <li>・BCP連携</li> <li>・技術交流会、他社工場見学会</li> <li>・渋滞対策</li> <li>・中長期的にコンビナートが取組む方向性、先進化の要件検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遊休地活用に向けた各種規制</li> <li>・申請のスマート化</li> <li>・プラントでの非防爆機器の使用緩和</li> <li>・工業用水の枠配分</li> </ul>
四日市の優れている点	四日市の劣っている点
<p>地理的優位性、ユーザーへの距離</p> <p>港湾を保持</p> <p>工業高校生の採用、地元人材の採用ネットワーク</p> <p>企業間の原料融通設備の利便性</p> <p>行政の産業振興への取組、近隣企業トップとの定期的な会合</p>	<p>交通渋滞</p> <p>規制の複雑さ、環境規制値</p> <p>労働人口の確保、人件費、ジョブローテーション不可</p> <p>自然災害（津波、地震対策）</p> <p>市街地に近接</p> <p>コンビナート共同火力発電所なし</p> <p>再生可能エネルギーを活用したCO<sub>2</sub>削減への取組なし</p>