



東京工業大学 大岡山本館

02

## AESセンターについて思うこと

稲毛真一 福岡大学 工学部 教授

04

## 開催報告

研究推進委員会、地域プロジェクト推進会議

05

**提言：関東経済産業局・地方自治体・AESセンターの更なる連携を目指して**  
内野善之 AESセンター 研究コーディネーター／センター長補佐

06

## 共同研究講座報告

三菱商事共同研究講座：電気自動車の高度利用～Vehicle-Grid-Integration(VGI)に向けて～  
ENEOS共同研究講座：持続可能な社会を目指した新技術の研究開発

08

## 2019年度の活動

開催予定、スケジュール



東京工業大学 科学技術創成研究院  
先進エネルギー国際研究センター  
Advanced Energy Systems for Sustainability

# AESセンターについて思うこと

福岡大学 工学部 機械工学科  
教授

## 稲毛 真一



**プロフィール**  
稲毛 真一 (いなげ しんいち)

1986年：日立製作所入社、一貫してエネルギー関連の業務に従事  
2000年：博士号取得(東京大学)  
2001年：スタンフォード大で「品質工学」習得  
2008年：IEAに出向、電力貯蔵のロードマップ作成に従事  
2015年：東工大 AESセンター 特任教授 (日立製作所 共同研究講座) を兼任、都市のエネルギー最適化ツール、広域でのPV出力予測技術開発に従事  
2019年：福岡大学 工学部機械工学科 教授

本年3月末で、東工大AESセンターの特任教授を退任するに当たり、今回巻頭言を書かせて頂く榮譽を得ました。最初は、色々な方にヒヤリングをし、データも交えた堅い内容にしようと思いましたが、どうも地に足がつかないので、無理をしない事に致しました。その中で、自身の経験を元にAESセンターの役割についてお話ししたいと思います。

### ▶ エネルギートランジションにおけるAESの役割

私は、日立製作所において、原子力～石炭火力～ガスタービンなどの一貫してエネルギー重電畑を歩んで参りました。その中で、再生可能エネルギーや都市のエネルギーに係わり始めたのは、2008-2009年にパリに拠点のあるIEA(国際エネルギー機関)へ出向してからです。それまで、主に石油の備蓄やエネルギー統計を主たるミッションとしていたIEAは、日本人初の田中伸男事務局長になられてから地球温暖化対策に大きく舵を切りました。その際に、実際の機器、システムを担当しているメーカー無しでは話が進まないだろうという事で、IEA初のメーカーからの出向受入れとして、日立から私がお世話になることになりました。

今でこそ、再生可能エネルギーとその対策としての電力貯蔵の必要性を疑う者はいませんが、当時(高々10年前ですが)は、再生可能エネルギーをどう普及促進していくかの政策は国、地域により、考えに大きな隔たりがありました。日本では当時から再エネには、特に変動吸収のための電力貯蔵の議論が盛んでした。他方、欧州、特に欧州風力協会では、欧州は電力系統が国を跨いで広域連系されており、また、幅広い地域で再エネを分散配置すれば、互いに変動をキャンセルし合う均し効果で変動は無くなり、電力貯蔵など不要であると言う主張が強くなりました。その中で、私に課せられた役目は、2050年ま

でに世界全体でどれだけの電力貯蔵量が必要かを数値的に評価するものでした。両極端な意見がある中でも、経産省、エネ庁、また、日立はもとより、欧州のABBや色々なメーカーの協力を得る事で、世界各地域での再エネ普及シナリオを境界条件として、2010年～2050年までの電力貯蔵の導入量と導入シナリオを完成させる事ができました。

結論は、欧州風力協会の述べる通り、広域連系、均し効果を考慮しても、一定必要である(ただし、180GW@2050年：原発180基分!)と言う結果でした。レポートは、経産省、米国DOE、EPRI及び欧州委員会の審査承認を経て、リリースされる事になりました。ところが、やはり欧州風力協会からは、「こんなレポートは認められない!」と横槍が入りました。同協会は、IEA内でも一定の影響があり、それを無視できなくなりました。そこで、彼らの意見も取り入れ、それを元に再計算、彼らにも開発したコードをシェアし、彼ら自身にも確認計算を依頼しました。その結果、彼らも渋々ながら認める事になりました。最近、ドイツの技術者と話をしましたが、今はドイツだけでも80GWの電力貯蔵が議論されているとの事で、隔世の感があります。

昨年のAESシンポジウムでは、エネルギー・トランジションがメインのテーマでした。地球温暖化対策は共通のキーワードではありますが、やはり地域において意見の相違、或いはイニシアチブを取らんが為の食い違いが生じます。そのギャップを埋めるには、やはり理論や数値に裏付けされた議論が不可欠である事は言うまでもありません。同時に、それらは産官学で行われて、ブロードな議論が不可欠です。これこそ、AESセンターが求めて来たものであり、日本の政策のみならず、世界に発信をし続ける役目を今後とも担って頂きたいと切望します。

IEAからの帰任後は、そこで得たネットワークを活用し、再エネ、蓄電池やスマート・グリッドの製品を担いで、海外を回る仕事に就きました。40ヶ国程を訪問し、カナダやロシアで-35℃に凍え、ドバイでは40℃で焼かれるような暮らしを随分経験させて頂きました。それぞれの訪問先のニーズや条件を調べると、再エネ、蓄電池やスマート・グリッドと一括りにする事はできず、どうしても地域にあったカスタマイズが不可欠です。他方、メーカーとしては、なるだけ標準化、モジュール化したい思いがあります。そのためには、気象条件や都市の特性、エネルギー事情、文化、さらには人々の暮らしをいくつかのパターンに分け、そのタイプ別に再エネ、蓄電池やスマート・グリッドの参照モデルを作る事が重要です。そのニーズに応えるために、AESセンターと共同研究を開始し、エネルギーの需要と供給、さらにそれを連携するインフラネットワークを同時に解き、各地域に最適な解を求める総合インフラシミュレーターの開発に着手しました。そのシミュレーションツールは、浜松市様はじめ、色々な都市に適用しつつあり、将来のエネルギービジョンの作成に貢献できつつあります。上記の世界全体のタイプ別の参照モデルを作成するという段階には至っておりませんが、それは是非、今後AESの中で活用頂き、世界に発信して頂ければと願っております。

### ▶部分と全体

エネルギーの話題からは少し逸れますが、最近心配するもう一つの事案は日本の「ものづくり」です。それに当たって、年初にテレビで下町ロケットの特別編を見る機会がありました。技術者から見ても比較的正確にものづくりの現場を描いており、自分の経験と重ね、共感する部分が多々ありました。下町ロケットの物語は中堅のメーカーである佃製作所を舞台に展開されます。パートナーである帝国重工とタッグを組んで、新世代の農業の核である無人運転トラクターの内、基幹パーツであるトランスミッションの開発を手がけています。一度は首尾良くまとまったと思いきや、ギヤ部分の寿命不足に気がつき、ただちに改良に取り組みます。技術者一丸となり、徹夜も厭わず、挑戦し続ける姿は、自身のトラブル対策時と重なります。しかし、性能未達で、悩む開発リーダー陣の周りでは、疲れ切った技術者の死屍累々。

その中で、若手が「ギヤのせいではないのでは・・・？」とボソッと一言つぶやきます。その瞬間、リーダーに閃きが起こり、「今なんて言った？」「そうか、シャフトか！」と解決のキーを見つけます。不具合はギヤに出ていたが、その原因がシャフトである事を発

見した訳です。

その結果、予想を遙かに上回るトランスミッションの性能を実現するに至ります。かなり、昭和的な光景ではありますが、自身の経験でも類似の事がたくさんありました。

考えると、我々の周りにある製品は全てシステムであり、単独の機械で成立するものではありません。学問は機械を作るには必須ですが、システムの実現には「学問+ $\alpha$ 」が必要です。通常、+ $\alpha$ こそ、メーカーのノウハウであり、その存在意義を決定付けるものです。製品をシステムとして捉え、全体として最適化していく手法は、「品質工学」と呼ばれますが、エネルギーにもその考えが必要と考えています。エネルギー全体で、「木を見て森を見ず」、「機械を見て、システムを見ず」になってはいけない筈です。その全体感を見渡す事こそ、AESセンターに課せられた使命であると思いますし、産官学からなる組織故に出来る事と思います。本年で10年目に突入するAESセンターの目指すゴールであると信じて、疑いません。

### ▶終わりに

最後に、日立製作所と言えば、Inspire the Nextですが、社内向けには色々なコピーが存在します。その中で、私の心に残っているのは、「夢を形に、感動を社会に！」と「変化に追われるか、変化を自ら産み出すか？」の二つです。東工大、AESセンターには是非、この二つを牽引して頂けるように切に願っております。

## ◆開催報告

### 第10回地域プロジェクト推進会議 第44回研究推進委員会

日時：2019年2月15日（金）

場所：東京工業大学蔵前会館くらまえホール

参加：103名

基調講演で柏木孝夫AESセンター長は、第5次エネルギー基本計画策定後の動向について講演した。昨年9月の北海道胆振東部地震によるブラックアウト等により、日本でもエネルギー分野での強靱化が大きな潮流であることを感じているという。電力系統は上位系から下位系を切り離し、既存のシステムをスマートグリッドにして広義な意味のブロックチェーンを行い、数レイヤーに分けて強靱化に向けた取り組みを行うべきだとした。

また、特別講演では経済産業省資源エネルギー庁の曳野潔課長が、電力インフラの強靱化（レジリエンス）について講演した。北海道地震での送電網の状況を検証し、ネットワークの増強、供給力の対応を確保する仕組みを検討することを示した。

続いて東京工業大学・工学院の七原俊也教授が、再エネ（太陽光・風力）大量導入時で、安定供給のためインバーターの設計見直し等、根本的対策を行う必要があると提案した。

休憩後、地域プロジェクト推進会議は、関係省庁からの講演から始まった。関東経済産業局の福島伸一郎部長は、2014年度から支援しているスマートコミュニティ実装へのこれまでの事例と、それを通じた中で見えた課題を挙げ、今後は自治体や関係省庁と連携し、地域特性を踏まえた「身の丈に合った」事業化（地域エネルギー事業）を展開したいと話した。

次に、環境省の大川正人課長補佐は、2018年度第2次補正予算と2019年度予算案事業（地域循環共生圏づくりプラットフォーム事業、自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業など）を紹介した。

省庁の講演後、自治体のプレゼンテーションが3件行われた。

① 札幌市の樫山和哉係長は、昨年9月の地震と大規模停電を経験しエネルギーへの取り組み、ルールづくり、熱供給の必要性等を感じたという。市民や企業への理解を求めながら、価値観を変化させたいとした。

② 北九州市の齋村隆一課長は、工業地帯を活かした、エコタウン事業の展開について講演。環境政策に力を入

れるほか、地域エネルギー会社（北九州パワー）や再エネ集積地区（響灘地区）、水素タウンなどを紹介した。

③ 静岡県長泉町について、（一財）自然エネルギー公益利用協議会の岡本欣訓専務理事と（一財）自然エネルギー推進機構の山下裕子理事は、小水力発電所による地域創生を紹介。民間が出資し、収益は農家や町内会に還元。災害時に地域で電気を使えるよう給電ステーションを設置したという。

その後、各省庁（関東経済産業局、環境省）からもコメントをいただいた。福島部長と大川課長補佐は、3自治体の地域エネルギーへの取り組みを称えた。

最後に柏木センター長は、災害が多かった昨年を振り返り、強靱化政策とエネルギー政策の融合を考えていくべきだと締めた。



柏木孝夫氏



曳野潔氏



七原俊也氏



福島伸一郎氏



大川正人氏



樫山和哉氏



齋村隆一氏



岡本欣訓氏



山下裕子氏



基調講演

## ◆提言

### 関東経済産業局・地方自治体・AESセンターの更なる連携を目指して

AESセンター 内野善之（研究コーディネーター／センター長補佐）

#### 1. スマートコミュニティ等自治体プロジェクト実現へのこれまでの活動経緯

AESセンターの目的である「先進エネルギーシステムの実証研究プロジェクトの創生・推進」に向けて、これまで自治体プロジェクト支援を行ってきた。平成28年度には、総務省・経済産業省・国土交通省・環境省・林野庁等と連携し、自治体のスマートコミュニティ構想実現に協力するため、「地域プロジェクト推進会議」を設置して、これまでに約40以上の自治体・関係機関にプレゼンテーションして頂き、ポスターセッションによる具体的な意見交換等も実施してきた。

このような活動を通じて、会員企業と自治体のマッチングや自治体が主催する委員会や協議会への教職員派遣を行い、構想の充実や補助事業への参加を促してきた。中でも、浜松市のスマートプロジェクトに関しては、平成29年度は、「浜松市シビックコア地区における分散型エネルギーの面的利用の事業化可能性調査（経済産業省）」、平成30年度は一步進めて、「浜松版スマートシティとシュタットベルケ構築プロジェクト（総務省）」を産官学連携にて取りまとめ、平成31年度以降、事業化段階へと舵を取る予定となっている。

こうした状況を踏まえて、関東経済産業局と意見交換を重ねた結果、平成31年度以降の更なる連携について、現状考えていることを以下に紹介する。

#### 2. 自治体プロジェクト実現への課題と提言

意見交換を深めるなかで、最初に、共通認識として以下の課題等が明らかになった。

- ・スマートコミュニティの事例は、大きな自治体が企業と連携して進めるものが多く、小さな自治体では敷居が高いと受け止められている印象。さらに、自治体内に検討する人材（担当課）が存在しないケースが多い。
- ・事業化可能性調査を実施しても単発で終わってしまい、設備導入まで進まないケースが多い。また補助金の採択を受けるために新規性を重視した結果、フルスペックのエネルギーシステムで検討が進んでしまい、肝心のエネルギー需要を考慮しない過大な内容になってしまうケースも多い。
- ・結局のところエネルギーシステムのコストが見合わ

ない。そのため、地元を中心とした事業体組成が厳しいということが明らかになるだけであった。

- ・こうした状況では、自治体内での調整が難しくなる。特に、財務当局に理解が得られず予算化ができない。
- ・小さな自治体では、独自にスマートコミュニティの検討が進んでいるところも多いが、始めの一步の踏み出し方が分からず、産官学連携でのプロジェクト構築の道が開けていないケースもみられる。

次に、このような課題認識等を打破するためには、「プロジェクト・コンセプトの大転換」が必要であり、スマートコミュニティの構築によって地域の付加価値の増大・吸収・循環といった仕組みが構築されることが不可欠であると同時に、スマートコミュニティの構築は、地域開発（場所によっては再開発）事業としての性質を帯びているため、「長い歳月の間に徐々に付加価値を上げていき、最終的にはすべての費用に適正な利潤を加えて回収する事業」として認識する」といった方向性を確認し、候補となる自治体の掘り起こしを行うことになった。

#### 3. 関東経済産業局・地方自治体・AESセンターの連携について

今年に入ってからは、個別の自治体へのヒアリングを開始したところである。まだ途中段階ではあるが、今後、関東経済産業局とAESセンターが連携して自治体を応援するプロジェクトとしては、「まちづくり事業が企画段階（または、基本構想段階）に入ったが、エネルギーインフラの導入まで検討が進んでいない地区や、構想は策定したが、次のステップアップで悩んでいる自治体や地元市民が多くいる場所」にターゲットを絞って、2～3の自治体との連携が図れるよう活動していく予定である。

ラフなスケジュールは、以下のように考えている。

- 1) 自治体の発掘：3～4月
- 2) 自治体を含めた三者連携の活動計画・役割分担協議：5月～6月
- 3) プロジェクト実現への活動開始：7月
- 4) 第1次事業化計画の策定：R2年3月

AES会員の皆様には、こうした状況の自治体情報がございましたら、AESセンターまでご一報頂きたくお願い致します。

# ◆三菱商事共同研究講座

## 電気自動車の高度利用～Vehicle-Grid-Integration (VGI) に向けて～

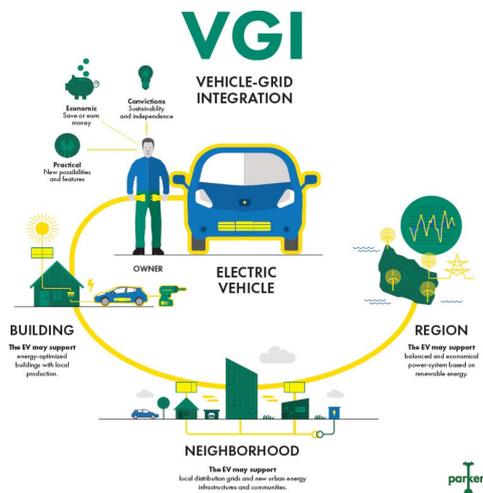
AESセンター アズイッツ ムハンマド（特任准教授（2019年4月より東京大学 生産技術研究所 准教授））、小田拓也（特任教授）、三菱商事（株）地球環境・インフラ事業グループ環境事業本部環境R&D事業部

再生可能エネルギーは不安定で、飛躍的な導入拡大に伴い、電力系統へ大きく影響を与える恐れがある。そのため、再生可能エネルギーを最大限に取り入れるには、バッファとなるシステムの導入が不可欠である。蓄電池・水素などを利用してエネルギーを貯蔵し、再生可能エネルギーの発電量の過不足を補い系統の平準化を行う。

将来に大きく普及する電気自動車（EV）は移動手段だけでなく、IoTを基にしたアグリゲーションシステムによって電力系統需給調整（アンシラリーサービス）を担う大規模発電及び蓄電池として利用することができる。

### 1. Parkerプロジェクト

デンマークは再生可能エネルギーの導入量が非常に高く、現状では約50%の電力量が風力によって生産されている。しかしながら、電力の平準化のための調整電源及び電力貯蔵が限られている。デンマーク国内のEVによるアンシラリーサービスの導入を検討・加速するため、今まで複数の研究・実証プロジェクトが行われており、その中で今回紹介するParkerプロジェクトは世界的で最も代表的なプロジェクトの1つである。本プロジェクトはデンマークの送電事業者であるEnerginet.dkのForskELプログラムとして採択され、主要メンバーとして、デンマーク工科大学、Nuvve、Insero、三菱商事、三菱自動車、日産、PSA、Enel、Frederiksberg Forsyningも参加している。



Parkerプロジェクト概念図

本プロジェクトには3つの大きな目的が設定され、それぞれ：①グリッドアプリケーション（理論・実証による各種アンシラリーサービスの検証およびビジネスケースの評価）、②グリッド及び車両の標準化（グリッド・EV・充電器等に必要とする特定の機能の識別・標準化）、③技術の再現性及びスケーラビリティ（様々な地理・技術等での応用拡大の検討）。

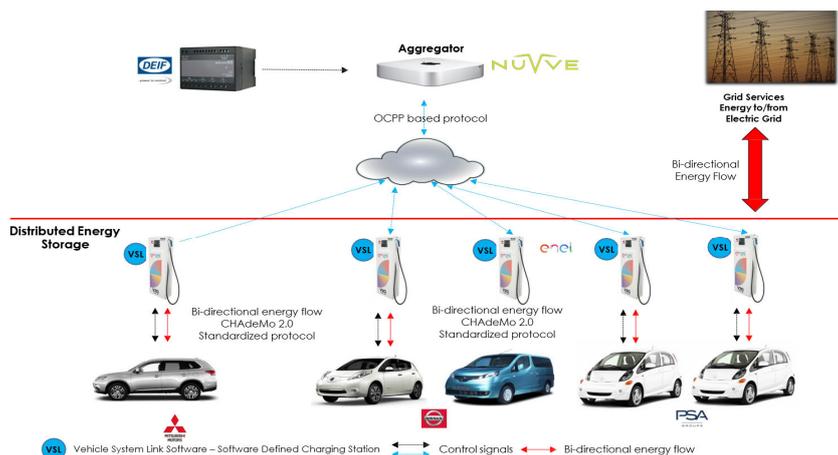
### 2. アンシラリーサービスの実証

アンシラリーサービスでは 周波数調整、無効電力を含む電圧調整、グリッドの混雑管理などがあげられる。2017～2018年には周波数調整につき周波数変動が大きいデンマーク東部の電力系統DK2で実証し、主に周波数範囲±100mHzを持つFCR（Frequency Containment Reserve=周波数調整予備力）が行われた。

アグリゲーターが前日までに周波数調整のマーケットに充放電可能な容量を告げる必要がある（オークション方式）。当日に、認められた電力容量に合わせて、アグリゲーターが各EVへの充放電指令を出し、充電器を經由して系統との電力のやり取りが行われる。他の周波数調整に使用可能な電源と比較するために、システムの応答性の試験確認を行った。

実証試験から、すべてのEVが周波数の変動に合わせた充放電指令に対して短時間に応答することができた（約4～6秒）。また、追従の正確さ（accuracy）についてはバッテリー容量が大きいEVの方が正確に応答することができた。EVを利用することで、従来型の周波数調整装置と比較し、非常に速い応答の周波数調整が得られた。

DK2の一次周波数調整は対称的であるため、up-regulation(EVからの放電)とdown-regulation(EVへの充電)の両方のサービスに同じサービス対価が得られる。本実証から、平均年間収益は約1,800EUR/carと想定される。周波数調整などのアンシラリーサービスに参加することで、EVユーザー及びアグリゲーターへの経済メリットが出ており、新たなビジネススキームが図られる。



実証プロジェクトの基本構成

# ◆ENEOS共同研究講座

## 持続可能な社会を目指した新技術の研究開発

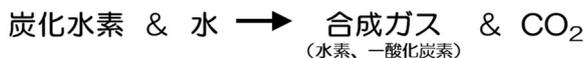
AESセンター 真崎仁詩（特任教授）、松本隆也（特任教授）

持続可能な社会を目指していくためには、非化石エネルギーの導入に加え、化石資源から発生するCO<sub>2</sub>を変換する技術、燃料・化学品製造の低炭素化技術など、多岐にわたる方策を組み合わせることが現実的である。ENEOS共同研究講座では東京工業大学内の研究室と協力し、低炭素社会に向けた多様な研究開発を行っている。それらの中で、エネルギー物質変換のための共通基盤である触媒技術を用いた検討結果を紹介する。

### 1. CO<sub>2</sub>とメタンから液体燃料や化学品の原料となる合成ガスを得るための触媒開発

メタノールおよび様々な炭化水素の原料となる合成ガス（水素と一酸化炭素）は、現在軽質炭化水素を原料とした水蒸気改質技術により製造されており、その製造過程でCO<sub>2</sub>が排出される。これに対し、CO<sub>2</sub>とメタンを原料として合成ガスを得るメタンドライリフォーミング技術（図1）は、CO<sub>2</sub>利用の可能性を秘めた一つの選択肢であることから近年注目されている。この技術の確立に向けた触媒の開発を目指している。

#### 【水蒸気改質技術（既存製造法）】



#### 【ドライリフォーミング技術】

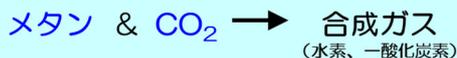


図1 合成ガス製造技術

メタンドライリフォーミング触媒において、Ni, Rh, PtといったVIII族遷移金属類が良好な活性を示すことが知られているが、熱力学的に高い反応温度が求められることから金属粒子のシンタリング（凝集）や、特にNi触媒ではコーキングによる触媒劣化が深刻な課題となっている。供給量およびコストの観点から工業的にはNiが好ましく、実用化に向けシンタリングとコーキング抑制を可能とするNi触媒の開発が求められている。

活性金属の微粒子担持状態を高温下でも維持すべく、Birdcage型ゼオライト触媒（ゼオライト結晶中に2~3nm程度の金属超微粒子を内包させた触媒）を中心に検討した結果、通常のNi担持ゼオライト触媒と比較しシンタリングを大幅に抑制し（図2）、コーキングを約1/50以下に抑制した触媒の開発に成功した。

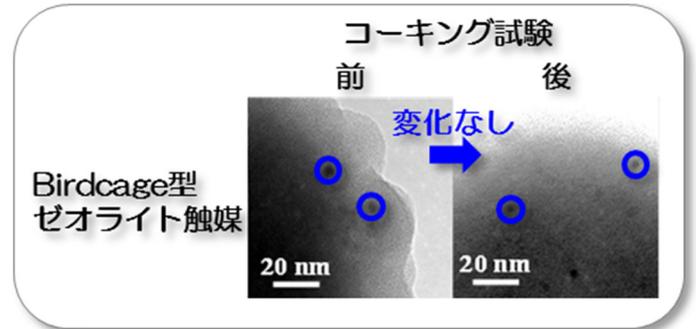
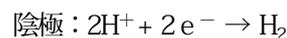
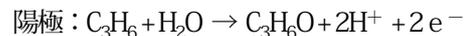


図2 Niシンタリング抑制の確認(TEM測定)

### 2. 化学品製造の低炭素化に向けた電気化学反応の開発

通常の化学品製造プロセスに対し、再生可能エネルギー由来のグリーン電力を用いることで原料を化学品へ直接変換する環境に優しいプロセスの開発が期待される。その一つとして、プロピレンからの電気化学的なプロピレンオキシド合成法の検討を進めている。

PEM型（固体高分子型）電解セル（図3）を用い、プロピレンと水からのプロピレンオキシド生成反応の検討を行った。各電極上での反応式は以下の通りである。



陽極におけるPt触媒の状態としてPt(II)種を選択的に作り出すことで、既存Pt電極触媒に対し副反応（アセトン生成）の大幅な抑制に成功した。

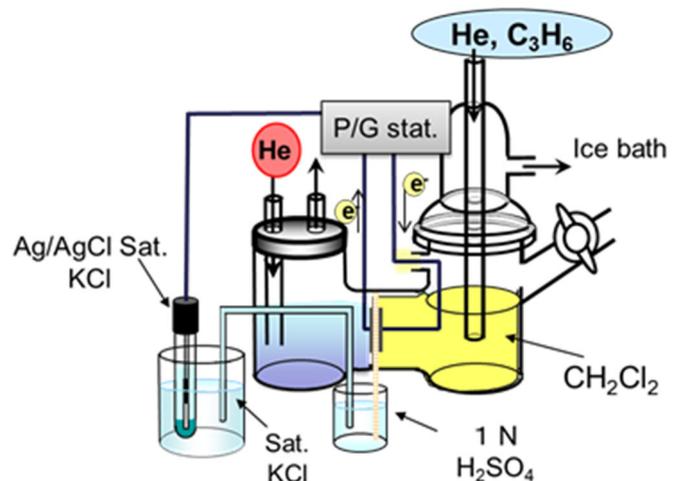


図3 PEM型電解セル

本共同研究講座では、今後も低炭素化に関する各種研究開発を継続する。

## ◆2019年度の活動

### 開催予定

- 5月17日（金）に、第11回地域プロジェクト推進会議・第45回AES研究推進委員会を大岡山キャンパス・くらまえホールで開催します。（会員限定）
- 本年度第1回研修会は、6月27日（木）に中部地区先端エネルギー施設（みなとアクルス、トヨタ自動車元町工場）の視察を計画しております。詳細が決まりましたら、ご連絡申し上げます。（会員限定）

### スケジュール

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
シンポジウム							●					
研究推進委員会*		17日				●					●	
地域プロジェクト推進会議*		17日				●					●	
研修会*			27日					●				
イブニングセミナー*	随時開催											

※：会員限定      ●：計画中

発行：東京工業大学 科学技術創成研究院  
先進エネルギー国際研究センター（AESセンター）

〒152-8550東京都目黒区大岡山2-12-1 Post No. I6-25  
Tel: 03-5734-3429 e-mail: aescenter@ssr.titech.ac.jp  
ホームページ：http://aes.ssr.titech.ac.jp/  
発行日 2019年4月1日

 東京工業大学 科学技術創成研究院  
先進エネルギー国際研究センター  
Advanced Energy Systems for Sustainability

本ニュースレターは、AESセンターの活動を学内外に幅広くご紹介し、関係各位との連携を深めるために、年4回発行しております。AESセンターの行事などの最新情報（Topics）をメールでお届けします。ご希望の方は、ホームページよりご登録ください。