

*focus* 2017  
No.64  
**NEDO**

エネルギー・環境・産業技術の今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

特集1

世界のエネルギーシステムを変える  
**スマートコミュニティ  
プロジェクト**

特集2

**NEDOの知財マネジメント**

未来技術への提言  
為末 大さん

# Directing the Future

## 未来技術への提言

### マインドセットを 引き起こすテクノロジー

為末 大さん

スポーツとテクノロジーの関係が強くなったのは、メディアがきっかけだったのではないかと思います。テレビというテクノロジーが生まれないと、スポーツは今のような産業になっていません。そして、テクノロジーは良い面悪い面含め、スポーツにさまざまな影響を与えてきましたが、テクノロジーの進化に伴いさらに新しい関係をもたらすのではないかと考えています。例えば、選手の身体に付けられたセンサーにより、自分が着ているTシャツと選手の心拍数が同期するなど、観ること以外の観戦体験がもっと広がる可能性があります。また、アスリートに付きものの怪我について、実はなぜ怪我をするのかよく分かっていないのが現状です。そこで、将来は選手が着ている服から筋硬度変化や睡眠時のデータを読み取り、トラブルの可能性を予測。それによって選手寿命が長くなり、結果としてパフォーマンスを高めることができるようになるかもしれません。その領域のテクノロジーはスポーツ界から待たれていることだと感じています。

他にもブロックチェーンの技術がしっかりしてくると、チケットの領域でも大きなイノベーションが起きるのではと思っています。もちろん、道具やウェアといったスポーツギアにも、テクノロジーの進化が影響しています。近年、パラリンピックも注目を集めており、オリンピックに出ることを夢見る選手が出てきました。こうした中、議論になるのが、人間の成長か、道具の成長か、という点です。それは両方であり、オリンピックとパラリンピックは別の競技として行った方がいいと考えています。ただ一度、世の中はパラリンピアンがオリンピックに勝つシーンを見た方がいいのではないかと考えています。テクノロジーのおかげで、障がいと健常の境界がいかにシームレスで隔たりのないものになったか。今まで当然だと思い込んできた人間の「マインドセット」が変わるとき、社会がどう変化するのか、そこに意味があるのだと思います。

このように、テクノロジーは意識のパラダイムシフトを可能にします。不可能と思っていたことや、できないと思っていたことが可能になることで、人の「マインドセット」に変化を起こすことが、テクノロジーの大きな意義なのではないでしょうか。



ためすえ だい

1978年広島県生まれ。スプリント種目の世界大会で日本人として初のメダル獲得者。3度のオリンピックに出場。男子400メートルハードルの日本記録保持者（2017年3月現在）。現在は、スポーツに関する事業を請け負う株式会社侍を経営している。主な著作に『走る哲学』（扶桑社新書）、『諦める力』（プレジデント社）など。

# Contents

02 未来技術への提言  
為末 大さん



## 04 特集1

### 世界のエネルギーシステムを変える スマートコミュニティ プロジェクト



06 KEY WORD 1  
太陽光発電 (PV)の導入



08 KEY WORD 2  
分散リソースアグリゲーション

10 KEY WORD 3  
アジアのエネルギー市場の拡大

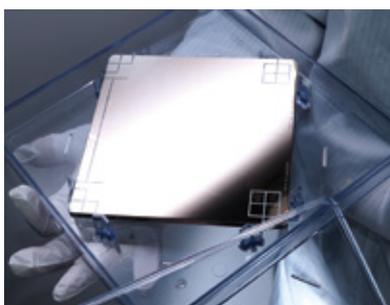
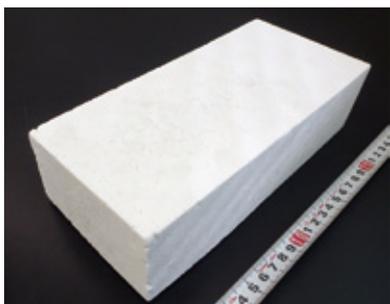
## 12 特集2

### NEDOの 知財マネジメント

16 よくわかる! ニュースリリース解説  
高温下で使用可能な  
ファイバーレス高強度高断熱性材料を開発

18 プロジェクトのその後を追う!  
実用化ドキュメント  
プレイバックヒストリー  
Vol.4 超先端電子技術開発促進事業

20 NEDO Information  
NEDOが実施・出展するイベントのご案内



focus<sup>2017</sup>  
No.64  
NEDO

エネルギー・環境・産業技術の  
今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の広報誌「Focus NEDO」は、NEDOが推進するエネルギー・環境・産業技術に関するさまざまな事業や技術開発、NEDOの活動について、ご紹介します。

特集

1

# 世界のエネルギーシステムを変える スマートコミュニティ プロジェクト

再生可能エネルギーの普及や社会全体のスマート化を目指す「スマートコミュニティ」。その実現に必要なシステムや技術を実証するプロジェクトを、NEDOは国内外で実施しています。スマートコミュニティをめぐる現状とNEDOの取り組みを紹介します。

オフィス



工場

## 電力需給構造の転換を見据えたNEDOの実証事業

2020年に向けて電力の完全自由化が進む日本では、太陽光のような分散型再生可能エネルギーの大量導入により、電力の需要と供給の関係は大きな転換が訪れようとしています。2000年代に自由化が進展した北米や欧州等では、再生可能エネルギーの推進政策だった固定価格買取制度（フィードインタリフやネットメータリングによる電力会社の再生可能エネルギーの買い取り義務）が終焉を迎え、新しいビジネスモデルが模索され始めています。

このような状況の中、NEDOでは世界のさまざまな事業環境の下、大量の再生可能エネルギーの導入を見据えた電力の需要・供給モデルを技術面あるいはビジネス面から実証しています。これらの技術やビジネスモデルは、日本でも将来展開可能であると考えています。

30年にわたりこの分野の動向を見続けてきたNEDOスマートコミュニティ部の諸住哲統括研究員は「大規模に発電して一方的に需要家へ電力を供給する従来の電力システムは、世界的に崩れ始めています。代わりに、分散型電源を皆でシェアして使

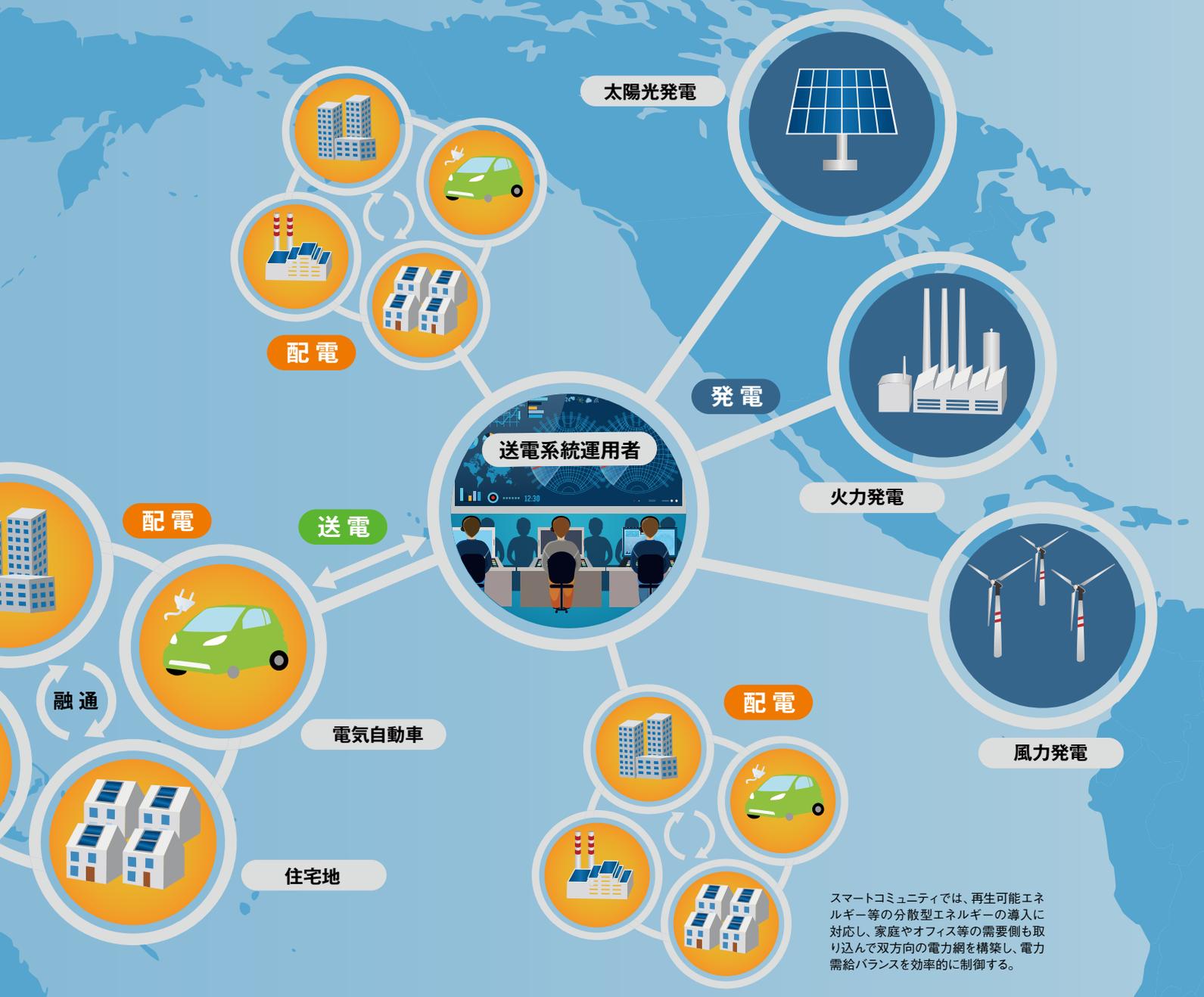
うという考え方が系統\*の末端から広がってきています。そうした新しい状況に適合する技術の実証をNEDOは進めています。日本の技術を海外の環境下で普及させる、そのような経験を通してこの分野のイノベーションの必要性を日本企業にも理解してもらい、海外での成果を日本国内にもフィードバックすることが狙いです」と語ります。

NEDOの実証プロジェクトは世界各地で行われています。先進国においては、電力自由化が日本よりも先行している地域でのビジネスモデルを模索し、国際電気標準会議基準（IEC）等の国際標準への適合等の海外技術との互換性を証明し、また新興国においては日本の技術が浸透しやすいような制度改革を促しながら、実証に取り組む日本企業を募り、各地でプロジェクトを実施しています。

\*系統：発電、送電、変電、配電、といった電力の生産から消費者に至るまでのすべてを含む電力システム。

## ビジネスモデルの変化に海外実証で迅速に対応

実証プロジェクトを続ける中で、課題も浮かび上がってきます。それは、ビジネスモデルの時代変化に追従することです。



「タクシー業界では米国発の相乗りサービスが世界的に流行していますが、電力分野でも需要側の人同士が余剰電力を直接的に融通し合うようなシステムが築かれつつあります。これはいろいろな事業分野で世界的に起こりつつある変化です。日本も後れをとってはなりません」（諸住統括研究員）

NEDOは、常に世界の競合技術ビジネスの動向に目を光らせ、時にその情勢変化に照らし合わせて、常時プロジェクトの遂行を更新するように心掛けています。

### 先を見据えて、世界の潮流を知る

現地での実証事業の体制については、実証期間中のみならず、実証終了後のメンテナンス体制まで視野に入れ、現地企業とのアライアンスを構築することが重要です。“スマートコミュニティ”という言葉が使われ始めた2010年前後と今とでは、スマートコミュニティに関する海外事業展開の考え方が変わってきています。スマートコミュニティ実証開始当初は、日本の技術を集約したオール日本の技術のパッケージ輸出の方向性を模索していました。しかし、現地の公共インフラの改善を図るとい

ソリューションビジネスの色彩が本来のビジネス形態であることを強く認識される中、どの現地企業を取り込んでどのように事業展開するかという“現地企業とのアライアンス”の問題がクローズアップされています。このような企業とのお見合いもまた、NEDO実証の重要な機能です。

以上の論点を踏まえながら、これからの新しいエネルギーシステムを考える際に欠かせない「太陽光発電（PV）」「分散リソースアグリゲーション」という技術要素と、「アジア」という成長市場の三つのキーワードを中心に、スマートコミュニティの現状と課題、そしてその「先」までも見据えたNEDOの取り組みを紹介します。



諸住 哲  
NEDOスマートコミュニティ部  
統括研究員、プロジェクトマネージャー

KEY  
WORD 1

太陽光発電 (PV) の導入

国内外で普及が進むPV  
課題解決に取り組むNEDO

コストの低下が進む太陽光発電 (PV) の普及が、固定価格買取制度の導入により加速しています。

PVをはじめとする再生可能エネルギーの大量導入に対応すべく、NEDOは先進的なプロジェクトを多面的に実施しています。

世界でも日本でもPVの普及が加速

世界では風力発電の導入が先行しており、2015年には累積導入量が432GWに達しています。さらに、近年、PVの価格が継続的に下降してきており、2013年時点で世界的に1ドル/Wを切る価格になってきていることから、PVの普及がこの前後から本格的に始まりました。世界のPVの導入量は、右図のように2010年以降、急激に拡大しており、2015年には累積導入量が219GWに達しています。今後は、投資のしやすいPVの導入量が風力発電の導入量を上回ると推定されています。

日本国内でも、2012年7月に開始された固定価格買取制度の効果等により、ここ5年ほどで急速にPVが普及し、2016年8月末の設備容量は3579万kWとなっています。

PVの大量導入に向けた課題を多面的な技術で解決

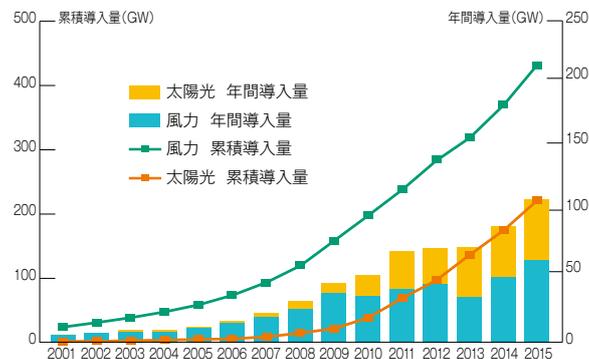
2015年7月に経済産業省が示した2030年のエネルギーミックスにおける電源構成の割合はPVが7%、風力発電が1.7%程度となっており、今後も再生可能エネルギーの導入を進めていくものと理解されます。

一方で、PVや風力発電の出力は天候等の自然環境により発電量が増減するため、大量に導入された場合、電力系統全体の需給バランスの確保が困難になり、システムの安定性が維持できなくなる課題があります。このため特にPV導入が進む九州地域では、2016年のゴールデンウィークに揚水発電\*を最大限に活用し、PVの出力抑制を回避しました。さらにPVの設置量が増える2017年には、PVの出力抑制が春や秋の中間季や休日になると予想されています。また、この地域では、配電系統から送電系統に向かうPVの余剰による逆流を送る送配電線の容量も限界にきており、新たな系統対策も必要な状況になっています。

これらの課題に対し、NEDOは、変動電源の発電予測や制御技術、定置用大規模蓄電システム、電気自動車 (EV) を用いた需給バランス制御等の多面的な技術開発や実証を行ってきました。

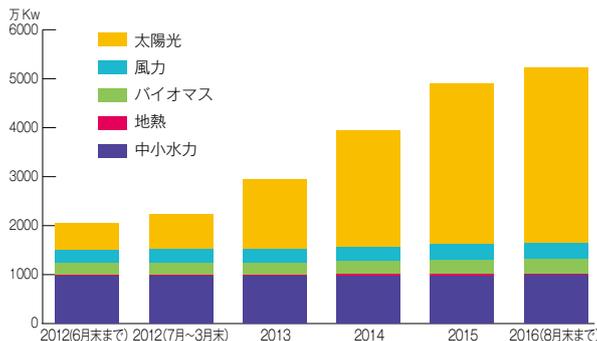
\*揚水発電：発電所を挟んで上下に貯水池を設け、一般的には深夜の余剰電力で下の池の水を上池へ汲上げておき、昼間の電力需要ピーク時に上の池から下の池に放水して発電する。

■世界の再生可能エネルギー発電容量と年間導入量の推移



出典：GWEC, Global Wind Report Annual Market Update 2015及びIRENAデータベースより作成

■日本の再生可能エネルギー発電設備の導入量の推移



出典：経済産業省「再生可能エネルギー導入促進関連制度改革小委員会」配布資料より

風力発電の系統安定化でも日本の制御技術を活用  
～ポーランド実証～

風力発電もPVと同様、天候に出力が左右されるため、電力系統の安定化が課題となっています。そこでEU加盟国として、再生可能エネルギーを増加させていくという方針の下、特に風力発電の導入が進んでいるポーランドで、風力をはじめとする再生可能エネルギーの導入拡大を後押ししつつ、電力系統の安定運用を実現する技術の実証を行っています。「SPS (Special Protection Scheme)」と呼ばれる日本独自の系統安定化技術と蓄電技術を使い、送配電設備の投資抑制をしながら再生可能エネルギーの接続可能量を増やし、送電線事故時の過負荷対策を行うスマートグリッド実証事業を2017年3月に開始しました。

## 対策 1

### 出力変動に対応する技術の開発 予測・制御・運用技術の高度化

#### 電力系統出力変動対応プロジェクト

天候により出力が変動する電源に関して、予測技術の開発や予測を用いたエネルギー貯蔵設備を制御する技術の高度化等を行っています。また、これらの技術を活用した需給シミュレーションシステムを開発し、新島の電力系統での実証を行います。さらに、再生可能エネルギーの受入可能量拡大のため設置が義務化された遠隔出力制御システムの開発やシステムの標準化を行っています。これらの取り組みにより、出力が不安定な変動電源から、出力を予測・制御・運用することが可能な変動電源に改善することにより、再生可能エネルギーの連系拡大に貢献することを目指しています。



大原太陽光発電所



阿土山風力発電所

## 対策 2

### 定置用大規模蓄電システムの開発 低コスト、長寿命、安全な大規模蓄電システム

#### 大規模蓄電システム技術開発プロジェクト

PVをはじめとする再生可能エネルギーの大量導入を促進するため、系統安定化対策の一つとして、電圧および周波数の変動抑制や余剰電力貯蔵に対応した大規模蓄電システムが期待されています。

NEDOは、より低コストかつ長寿命で安全性の高い蓄電システムの実現に向け、鉛蓄電池とリチウムイオンキャパシタ(LIC)を組み合わせた大規模ハイブリッド型蓄電システムや、リチウムイオン電池を搭載した可搬式蓄電池システム等、複数のテーマで蓄電システムの開発を実施しました。さらに、これらの蓄電システムを国内外の実電力系統で実証することで、系統安定化に対する有効性を確認しました。



鉛蓄電池-LIC ハイブリッド型蓄電システム(伊豆大島)



リチウムイオン電池を搭載した可搬式蓄電池システム(スペイン)

## 対策 3

### EVを使って需給バランスを制御 電気自動車と連携した安定的な電力供給システム

#### EVを活用したハワイでのスマートグリッド実証

米ハワイ州では、風力発電や太陽光発電などの導入が進んでいますが、島は独立した電力系統のため、再生可能エネルギーの変動影響を強く受けます。そこで、EVの蓄電機能を活用し、デマンドレスポンスやバーチャルパワープラントをはじめとする、再生可能エネルギーの大量導入に伴う電力システムの安定化に貢献する実証プロジェクトを実施しました。

プロジェクトには200世帯以上のEV利用者が参加し、再生可能エネルギーを最大限利用したり、電力システムの安定化に貢献したりするプログラムを通じて、EV利用者の利便性を損ねることなく、再生可能エネルギーとEVが共生する社会のモデルを世界に発信することを目指しました。



EV急速充電ステーション



多くの人で賑わうモールでも実証

KEY  
WORD 2

## 分散リソースアグリゲーション

電力自由化と再エネ導入増大に向け  
世界各地で新しいビジネスが登場

PVやEVなどの分散エネルギーを集約して効率よく利用する「分散リソースアグリゲーション」への注目が高まっています。現状や課題を3プロジェクトの担当者に聞きました。



写真左から

萬木 慶子  
NEDOスマートコミュニティ部  
主幹、プロジェクトマネージャー

高田 和幸  
NEDOスマートコミュニティ部  
主幹、プロジェクトマネージャー

杉本 麻里亜  
NEDOスマートコミュニティ部  
主任

電力インフラの新しいビジネスを見据え  
世界各地域の特性に合ったプロジェクトが進行中

——現在世界では、中小規模の再生可能エネルギー発電設備を集約し、電力会社との仲介役としてその制御を担う「アグリゲーター」と呼ばれる事業者が電力卸売市場に参入しています。それにより、送り手と受け手が協調し合う形での電力供給が容易になります。こうした新たなビジネスモデルに関して、NEDOは世界各地で実証試験を行っています。特に電力需要家の役割が大きいハワイ、イギリス、カナダでの実証試験について教えてください。



ヒートポンプが設置された住宅外観 (英国・マンチェスター)  
Wigan & Leigh Homes 管理物件 Daikin Airconditioning UK Limited, (2016年11月)

**高田** ハワイ州では、2045年までに再エネによる電力供給100%を目指した計画があります。そこで、「ハワイ州マウイ島におけるスマートグリッド実証事業」では、EV利用を組み合わせた電力供給の安定化を実証しました。(P.07も参照)。電力系統が独立しているマウイ島では、再エネの大量導入に伴って、周波数が不安定になるなど、電力系統の問題が生じるため、それを解決しようとしています。EVは蓄電池の役割も果たし得るので、一歩進めて多くの台数で充放電すれば発電所のように利用することもできます。電力消費がピークになる夕方、貯めておいた電気を電力系統に入れたいり各家庭で使ったりすれば、電力不足を防ぐことができます。

**萬木** イギリスでは暖房にガスや灯油を使ってきた歴史がありますが、温室効果ガスの排出量の多さが問題でした。そこで、燃焼式と比べて温室効果ガスが従来の半分に削減できる、空気から熱を取り出すヒートポンプ技術が注目され、第4次炭素削減計画の中で2030年までにヒートポンプ680万台の普及を目標とした計画が定められました。一方NEDOでは、小口ユーザーの電力をアグリゲートして「デマンド・レスポンス」ができないかというアイデアがありました。それにイギリス政府やマンチェスター市\*が関心を持ったこともあり、同市が管理するエリア内550戸の家庭でヒートポンプを使い、ピーク時の電力消費を抑えるため、消費者に電力の使用を控えるよう要請するデマンド・レスポンスの実証、「英国・マンチェスターにおけるスマートコミュニティ実証事業」を実施するに至りました。

\*大マンチェスター広域市



写真右：住民も参加して開催された運転開始式(カナダ・オシャワ)  
写真下：太陽光パネルが設置された住宅の屋根(カナダ・オシャワ)



**杉本** カナダでは、頻繁に発生する停電に対し、PVと蓄電池を各家庭に導入することで自立性を高めると共に、電力需要量のピークシフト制御を電力会社が行う実証を行っています。また、電力会社がこれらのシステムを保有し、各家庭の屋根を借りて設置するビジネスモデルの検証も行います。電力会社は売電による収入を、需要家は屋根貸し料金を電力会社から得ることができる、Win-Winのビジネスモデルです。

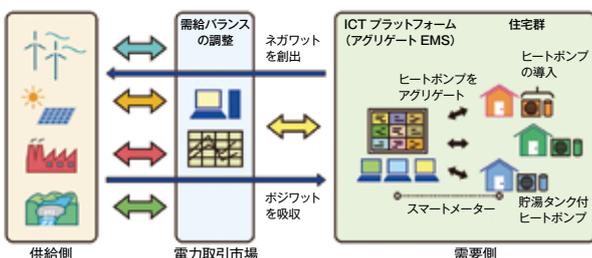
### 小口需要家がキー。住民一人一人に理解してもらうことが重要

—各国で、電力事情に課題があるということですが、実用化に向けて、どんなことが大切だとわかってきましたか？

**高田** 住民の高い意識や理解が大切だと実感しました。ハワイでは原油価格の変動がそのまま電気料金に反映されるので、住民も企業も電気代に敏感です。こうしたことから再エネ利用への意識が高いのだと思います。プロジェクト期間中は、再エネの有効活用のあり方を説明する機会が多くありました。説明を聞いた子どもが、家に帰ってから親に「どうしてうちにはEVがないの?」と聞くそうです。そうした連鎖もあって、EV利用協力は予想以上に早く目標人数に達しました。

**萬木** マンチェスター市では、住民の協力を得るのに苦労しました。市内の自治区の各住宅会社を含む事業関係者が家々を1戸ずつ訪問し、暖房をヒートポンプに替えることのメリットを説明して回りました。しかし、「今のままで十分」と受け入れてもらえないケースが多く、ヒートポンプやデマンド・レスポンスを理解してもらうのに時間も労力もかかりました。利用開始後も、長期間家を空ける際にインターネットのコネクターを外し、そのままの状態でいたためデータが得られなかったということも。生活スタイルは一定でないので、それぞれの住民の事情に寄り

実証システム (イギリス)



添うことの大切さを実感しました。

**杉本** 私は、国による規格の違いを把握しておくことの重要性を実感しました。例えば、電気的な事故に対する保護規格が、カナダと日本で異なっていたことにより、対応に時間を要したことがありました。日本では常識と思われがちな仕様でも、海外では通用しないこともあるのだと、体得しました。

### 今後、電力市場の活性化を見据える日本で世界での実証結果を生かす

—実証結果を日本への導入に生かす場合、予想される課題と今後の展望について聞かせてください。

**高田** パワーコンディショナー、PV、蓄電池、EVなどがつながることで、これらの分散したリソースを集約して効率的に使う、「分散リソースアグリゲーション」が実現しやすくなります。しかし、メーカーごとに動作保証の確認を行わないと作動を担保できないのが現状です。例えば、購入済みのパワーコンディショナーと今までとは異なるメーカーのEVを購入しても、すぐに機器と機器をつなげられるような状況をつくらなければ、消費者の利益になりません。規格の統一などを含め、事業環境の整備が、日本や世界でビジネスを展開する上で重要なポイントだと思います。

**萬木** 日本でも、今後需要側の自家発電の他、需要抑制により確保した電力を市場取引する「ネガワット取引」がなされていくと思います。電力の送り手が容量をどう確保するか、また確保できなかったときのペナルティをどうするかといった課題が出てくるでしょう。デマンド・レスポンスやネガワット取引を担う一般の方々に、これらの制度や利点を理解していただき、参加してもらうことも大きな課題です。

**杉本** カナダと日本では気候や電気料金に差がありますが、カナダで行った実証データを日本に当てはめてシミュレーションすることができます。複数のモデルを立てて検討することで、日本で普及させることを可能にする最適なモデルを見つけることができます。

**萬木** 日本ではまだ分散リソースアグリゲーションに関する制度は検討段階と言えます。今後も、NEDOのプロジェクトで課題解決を積み重ね、日本での新たなビジネスの確立に貢献していければと思います。

KEY  
WORD 3

アジアのエネルギー市場の拡大

NEDOプロジェクトから見る  
アジアのエネルギー事情

人口が急増している東南アジアや南アジアは、エネルギー需要も急拡大している地域です。NEDOは、このような新興市場であるアジア各国でのビジネスモデル構築につながるプロジェクトを実施しています。その取り組みや展望などを紹介します。

**インド/パニパット市**

- ▶事業内容：供給信頼度の向上、配電ロスの低減、運用ノウハウの提供
- ▶実施期間：2015年度～2018年度（約4年間）
- ▶委託先：富士電機、住友電気（スマートグリッド）THEパワーグリッドソリューション（キャパシティビルディング）

**マレーシア/プトラジャヤ市**

- ▶事業内容：主要路線において1階建てと2階建てのEVバスを走行、超急速充電システムの設置・実証、搭載電池の品質・充電状態・バス運行状況のモニタリングシステムを構築・実証
- ▶実施期間：2015年度～2019年度（約5年間）
- ▶委託先：東芝（電池、モニタリングシステムなど）、ビューズ（EVバス車両）、ハセテック（超急速充電器）、オリエンタルコンサルタンツグローバル（経済性評価等）

**インドネシア/ジャワ島**

- ▶事業内容：供給電力の高品質化、電力需要の抑制および省エネルギー化の実現、基盤インフラの構築
- ▶実施期間：2012年度～2017年度（約6年間）
- ▶委託先：住友商事、三菱電機、富士電機、NTTコミュニケーションズ、住商機電貿易

スマート化は将来的な課題  
欧米にない特有の事情も

東南アジアや南アジアでは経済成長に伴い電力需要は拡大しているものの、電力供給が需要に対してまだ十分とは言えない状況です。また、頻繁な停電や盗電等の配電ロスのレベルが高く、急成長する都市部では交通渋滞等による大気汚染等も起きています。このような国々で継続的な経済成長を果たす上ではクリーンな電力の安定供給は重要な課題です。

そこでNEDOは、スマートコミュニティ関連のシステムや技

術を比較的導入しやすい計画都市や工業地区等を中心に、その地域特有の課題に対していち早く解決に着手すべく、実証プロジェクトを実施しています。アジアの場合、電力事業の多くは国営企業により行われており、時として中央政府と地方政府の二重構造なども見られ、関連する官公庁が多いなど、事業を行う上での調整に時間がかかる傾向があります。プロジェクトの実現には、技術力だけでなく交渉力も求められることから、NEDOは対行政機関の窓口としての役割も担いつつプロジェクトを推進しています。



## マレーシア

### 世界に先駆け大型の1階建て・2階建てEVバスシステム実証を実施

マレーシアの首都クアラルンプールの南に位置するプトラジャヤ市は、「グリーンシティ」を掲げる計画都市。政府機関が集中する行政新首都としての開発も進んでいます。同市の都市交通システムの効率向上によるスマート化を目指して、NEDOは同市と2015年7月に基本協定を締結し、超急速充電システムや最先端の蓄電池を搭載した大型（全長12m）のEVバスの実証事業を実施してきました。2016年6月には、一階建てバス以上の輸送能力がある大型の2階建てEVバスシステムの実証を世界に先駆けて実施することを同市との基本協定に盛り込みました。

2階建てバスは、道路占有面積・運転手あたりの輸送能力が高いため、マレーシアをはじめASEAN等の人口過密地域で導入が進んでいます。しかし、蓄電池でバスを駆動させようとすると、車両重量が道路の重量制約上限値に達してしまうことから、EV化は困難とされてきました。そこで本事業では、適切な容量の蓄電池を搭載したEVバスと超急速充電器を組み合わせ、10分間の充電で約30km走行可能なシステムとすることで、上記重量の課題を解決しつつディーゼルバス並みの運行が可能であることを実証します。

日本の技術を活用し、IoTを用いた同市の都市交通システムの効率向上・スマート化を図ると共に、本都市交通パッケージをASEAN全域に広めることを目指しています。



## インドネシア

### 工業団地のスマート化・エコ化を実証

インドネシアでは、首都ジャカルタから東に50kmほどに位置するカラワン市のスルヤチプタ工業団地で、スマートコミュニティ実証事業を実施しています。高い経済成長が続く同国では、エネルギー需要の伸びが著しく、経済と環境を両立した「持続可能な社会」を構築するために、高度なエネルギー利用が喫緊の課題となっています。中でもエネルギー消費量の

約1/3を占める産業分野が多く集積する工業団地では、エネルギー消費の伸びが著しいため、日本のスマートコミュニティ技術を導入し、スマートでエコな工業団地の実現性を実証します。

そこで、入居する約130社の半数を日系企業が占めている当地で、配電自動化や無停電電源装置（UPS）や電圧安定化装置による供給電力の高品質化、デマンドサイドマネジメントと工場エネルギー管理システム（FEMS）の連携による電力需要の抑制および省エネルギー化、また通信などの基盤インフラの構築等の実証を行っています。同国政府は再生可能エネルギーの導入率を2025年までに23%にする目標を掲げるなど、省エネの促進議論が高まっており、NEDOと同国のエネルギー・鉱物資源省が合意形成をし、プロジェクト委託先の実施企業とインドネシア国営電力会社が実施上の協力関係を構築しています。



## インド

### 技術提供と能力構築の両面で協力

インドの首都ニューデリーの北90kmほどに位置するハリヤナ州パニパット市では、電力需給をICTで効率的に制御する送電網であるスマートグリッド関連技術と、日本の配電システムの運用ノウハウを、インドの配電会社に提供するプロジェクトを実施しています。本プロジェクトは、インド電力省が主導する14の「スマートグリッド・パイロット・プロジェクト」の一つでもあります。

インドでは、盗電や停電が頻発しており、また配電時に電気が失われる配電ロスも日本の7倍以上と多い状況にあります。こうした特有の課題に対して、技術と教育の両面で解決に向けた実証に取り組んでいます。NEDOと同国の財務省経済局、電力省、そしてハリヤナ州の電力局が合意形成し、委託先の実施企業が当地の配電公社に対してノウハウを提供する事業スキームとなっています。

インドの配電網のスマート化に貢献すると共に、日本の優れたスマートグリッド関連技術の有効性を示し、日本技術の普及と日本企業によるインド国内での事業展開の足掛かりとなることを目指しています。

## スマートコミュニティビジネスの今とこれからを知る スマートコミュニティサミット 2017

NEDOとスマートコミュニティ・アライアンス（JSCA）の主催により、「スマートコミュニティサミット2017」を開催します。サミットでは、欧米日の電力システムの最新状況を基調講演で紹介すると共に、「PV普及への対応～日本が志向する再エネ対策の特徴」「エネルギー新ビジネス～分散リソースアグリゲーションに代表される新ビジネスの在り方」「新興市場における電力ビジネスモデルの展望～アジア諸国参入への課題と対応」という三つのセッションにおいて、国内外の有識者による講演やパネルディスカッションを行います。

[http://www.nedo.go.jp/events/AT52\\_100026.html](http://www.nedo.go.jp/events/AT52_100026.html)

2017年6月8日（木）～9日（金）  
東京ビッグサイト（東京国際展示場）



# NEDOの Management of Intellectual Property 知財マネジメント

NEDOでは、技術開発プロジェクト（NEDOプロジェクト）の実施効果の最大化を目指したマネジメントの一環として、知的財産（知財）に関する戦略的な取り組みの支援と強化を進めています。NEDO（技術戦略研究センター標準化・知財ユニット）の知財マネジメントに対する考え方と、具体的な活動内容を紹介します。



貞光 大樹  
NEDO技術戦略研究センター（TSC）  
標準化・知財ユニット主査

## 「日本版バイ・ドール制度」とは

NEDOプロジェクトには、委託事業と助成事業の二つの事業形態があります。そのうち委託事業について、産業技術力強化法第19条に基づく、いわゆる「日本版バイ・ドール制度」を適用しており、一定の条件の下、その成果である知的財産権を生み出した民間企業や大学などに帰属するものとしています。もともと、米国のバイ・ドール法（米国改正特許法）において、1970年代後半に経済的な国際競争力が低下した米国が事業化の促進を目的に制定した法律で、「政府資金による研究開発によって生み出された特許権等に関しては、それを生み出した民間企業や大学に帰属させる」ことを可能にしたものです。

日本でも長年にわたり、政府の委託資金による研究開発から生まれた特許権等は、国が所有することになっていました。しかし、1990年代に入り、日本の産業競争力の強化が大きな課題となる中、米国のバイ・ドール法を参考に日本版バイ・ドール制度を含む法案が可決され、1999年10月から施行されました。これを受け、NEDOプロジェクトでも日本版バイ・ドール制度を適用しています。

## NEDOプロジェクトの 実施効果の最大化を目指す

NEDOプロジェクトには、産学官のさまざまな事業者が参加しており、それぞれの立場によって知財に対する考え方が大きく異なります。そのため、技術戦略研究センター標準化・知財ユニットは、知財をめぐる事業者同士の意見の相違や対立が生じないように、NEDOプロジェクトやその後の活用を円滑に推進する観点から知財マネジメントのサポートを行っています。

「NEDOは自ら技術開発を行い知財を生み出すわけではありませんが、NEDOプロジェクト全体を見渡し、進むべき方向性を冷静に見定めることが可能です。そこで、標準化・知財ユニットでは、常にNEDOプロジェクトの実施効果の最大化を念頭に置いて、知財に関するマネジメントを推進しています」（同ユニット貞光大樹主査）。そのため、標準化・知財ユニットでは、プロジェクト発足の数カ月前から、プロジェクト推進部と一緒に、より最適で効果的な知的財産権の取り扱い方について検討し、支援を行っています。

「NEDOプロジェクトの目的は、特許を多数出願することではありません。高い技術開発の目標を達成し、将来的にプロジェクトの成果を事業化に結び付けていく上で、オープン・クローズド戦略を含め十分検討しながらプロジェクトを進めていただくことが重要です。そのため、プロジェクト推進部と相談しながら、プロジェクトマネジメントをサポートしています」（同ユニット中原麻希主査）。

### 日米におけるバイ・ドール制定の経緯



#### 米国バイ・ドール法

1970年代後半、米国経済の国際競争力低下を背景に、民主党と共和党の超党派議員が提唱。

1980年、政府資金による研究開発から生じた特許権等を受託企業等に帰属させることを骨子としたバイ・ドール法（改正特許法）が成立。

大学における特許取得や企業の技術開発が加速。新たなベンチャー企業の創出など、米国経済の競争力を取り戻す。



#### 日本版バイ・ドール制度

1999年、総理大臣主催の産業競争力会議において民間側から「国有特許の民間開放」の提言が相次ぎ、産業競争力強化対策として米国バイ・ドール法を参考にした措置を決定。

政府委託資金による研究開発から派生した特許権等を、一定の条件の下、受託企業等から譲り受けられないことを可能とする制度（日本版バイ・ドール制度）を含む「産業活力再生特別措置法」施行（1999年10月1日）。

日本版バイ・ドール制度を恒久的な制度とするため「産業技術力強化法」に移管（2007年8月6日施行）。

# 知財マネジメントの基本方針

## 「NEDO知財方針」の2本柱は「知財合意書」と「知財運営委員会」の整備

NEDOの知財マネジメントは、さまざまな事業者による技術開発を、スムーズに実現するためのベースという位置付けです。そのため、NEDOではプロジェクトを円滑に進めていくために、公募時に「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針（以下「NEDO知財方針」）」を提示しています。

NEDO知財方針は、2010年12月に第1版を策定し、2013年より本格的にNEDOプロジェクトに適用し運用してきました。その後、2015年に経済産業省が「委託研究開発における知的財産マネジメントに関する運用ガイドライン」を策定したことを受けて、現在、NEDO知財方針第4版（2015年9月改訂）を適用しています。

NEDO知財方針は、主に2本の柱があります。1点目は、NEDOプロジェクトの参加者同士で、知財の取り扱いに関する合意書「知財合意書」を策定することです。知財合意書では、秘密保持や、プロジェクトで得られた成果の帰属、成果の実施許諾等の観点についてのルールを定めます。

2点目は、知財マネジメントの実施体制として「知財運営委員会」を整備することです。知財運営委員会の役割は、プロジェクトにおける知財の取り扱いについて審議決定を行うことです。

このように、NEDO知財方針第4版をベースとして各種ル

ルを定めていくことが原則ですが、プロジェクトの位置付けなどを踏まえ、プロジェクトの実施効果を高めることを意図して、そのプロジェクトにより適した知財方針を策定する場合があります。それぞれの技術、出口に向けた知財戦略をより効果的に実施できる体制づくりとして、NEDOは知見を蓄積し、最適な知財マネジメントを進めています。

### ■ NEDO 知財方針策定の流れ



### ■ 知財方針の適用パターン

Case A	Case B	Case C
<p>原則、拠点となっている参加者 X に成果を一元化すること等による体制強化を図ることを基本としてプロジェクト参加者全員が当該成果を利用する研究や知財創出を可能とし、プロジェクト成果の強化や各参加者の実用化につなげる。</p>	<p>研究テーマ内の参加者間だけでなく、他の研究テーマの参加者に対してもプロジェクト成果の実施許諾を行うことを原則とすることで、研究テーマ内の成果をプロジェクト全体で活用することを可能とし、プロジェクト全体での成果の最大化を図る。</p>	<p>プロジェクトが先導研究段階であり、将来的に現行プロジェクトの成果が後継プロジェクトで必要となることが想定されるため、後継プロジェクトの参加者に対して成果の実施許諾を行うことを原則とする。</p>

※a~fは、プロジェクト参加者

# 調査・マッチングを通して 一体的な出口戦略をサポート

NEDOではNEDOプロジェクトにおける知財マネジメントの支援と強化以外にも、知財に関するさまざまな取り組みを行っています。主なものが「特許の利活用状況等調査（バイ・ドール調査）」と「特許マッチング」です。

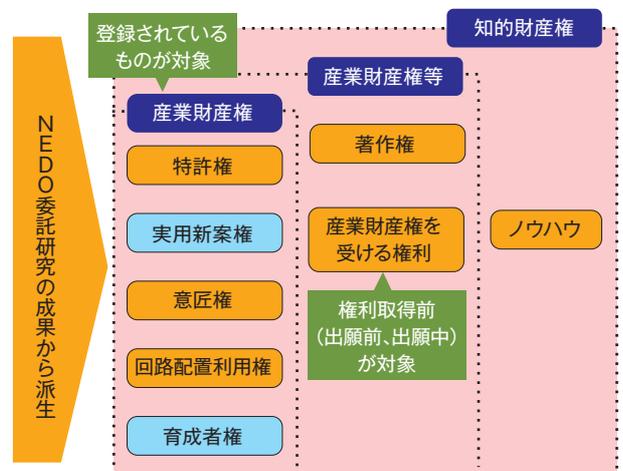
## 委託事業で生じる知的財産権

委託事業で生じる知的財産権には、特許権等の産業財産権、著作権、ノウハウ等が含まれます。12ページで紹介したとおり、日本版バイ・ドール制度に基づき、原則として、一定の条件の下、NEDOプロジェクトに参加した事業者による知的財産権を帰属させています。その際、知的財産権の出願時・登録時・移転時・利用時にはNEDOへの報告を義務付けています。

「事業者からの当該報告は、従来は書面手続のみでしたが、2015年10月からは、事務負担を軽減し業務効率化を図るため、WEBシステムを用いて上記四つの通知等を行うことが可能となっています。NEDOウェブサイト以案内ページ<sup>※1</sup>を用意していますので、ぜひご利用ください」（資産管理部窪進主幹）。

※1 知的財産権に関する通知及び届出のWebシステムを用いた提出について  
[http://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/chizai\\_tsuuchi.html](http://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/chizai_tsuuchi.html)

## 知的財産権と産業財産権の関係



## 特許の状況を把握する「バイ・ドール調査」

### 約2万件におよぶ特許の利活用状況等をアンケート調査

標準化・知財ユニットと資産管理部が連携して実施しているのが、「特許の利活用状況等調査（以下「バイ・ドール調査」）」です。バイ・ドール調査は、日本版バイ・ドール制度の適用以降、NEDOプロジェクトに成果として生じた約2万件におよぶ特許の利活用状況を把握することを目的に実施しています。

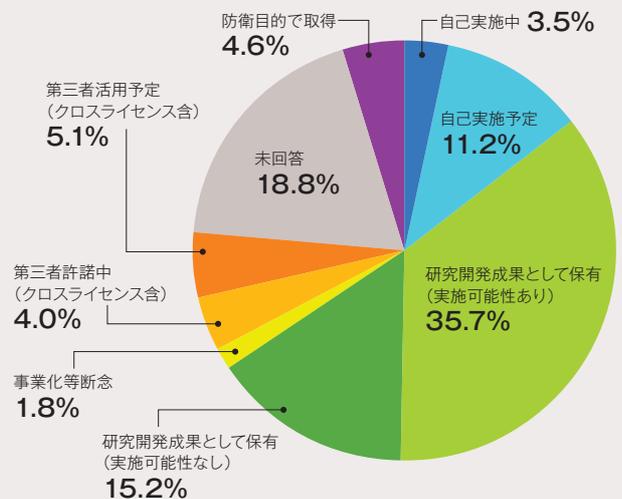
NEDOに対して行うべき手続（出願時や登録時の報告等）についてアナウンスを行うと共に、当該手続に際し特に留意が必要な点を周知することで、事業者による手続面での不備等を減少するように努めています。

また、バイ・ドール調査では、出願係属中または登録済みである特許を対象に、自己実施状況に応じた観点、他者による活用状況に応じた観点、他者の進出を防ぐ観点等からの実態等について把握すべく、これまで年に1回の頻度で調査を実施しており、その結果についてNEDOウェブサイト<sup>※2</sup>を通じて公開しています（右グラフ）。

※2 バイ・ドール適用研究開発成果の活用状況

[http://www.nedo.go.jp/jyuhoukoukai/shisankanri\\_chitekizaisan.html](http://www.nedo.go.jp/jyuhoukoukai/shisankanri_chitekizaisan.html)

## 特許の利活用状況等調査（バイ・ドール調査）の結果



平成28年10月1日時点で出願係属中・登録済である特許13,391件に対し、出願人・権利者である16,949者に対して調査を実施。（総回答数18,639件（未回答・複数回答を含む））

# 成果を橋渡しする「特許マッチング」

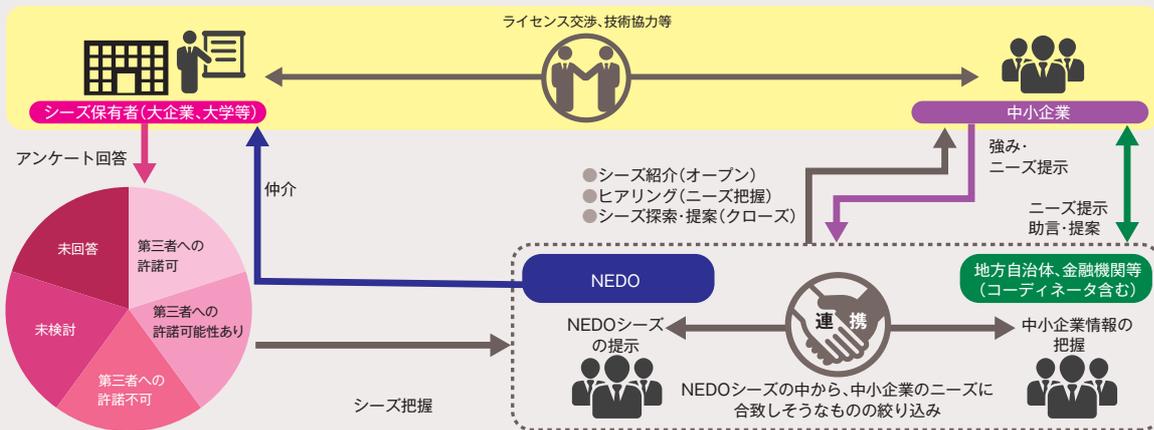
## 全国各地の知財交流会に参加しNEDOの技術シーズを紹介

NEDOが2015年から新たに取り組んでいる事業が「特許マッチング」です。権利保有者の了解の下、標準化・知財ユニットのメンバーが各自治体等と連携して、NEDOプロジェクトで生み出された特許について、中堅・中小企業の方へ紹介するというものです。

知財交流会の場で多数の中堅・中小企業の方々へ紹介を行うだけでなく、個別相談も実施しており、各企業の強みやニーズを伺い、内容に応じたシーズを探索・提案することも行っています。

川崎市とNEDOの間では、特許マッチングのさらなる推進等を柱とする「次世代産業推進に関する協定」を2016年6月に正式に締結しました。

「2015年度には8回、2016年度には5回。川崎市をはじめとして、青森県青森市、静岡県浜松市、長野県岡谷市、福岡県北九州市等、多くの自治体の知財交流会に参加させていただきました。事前に自治体の方々から地元のニーズ等を伺い、それぞれの地域の特徴に合わせて、紹介するように心掛けています」(貞光主査)。



### 自治体インタビュー！ 川崎市×NEDO

## 知財マッチング支援で、地域経済の活性化へ

川崎市経済労働局企画課  
オープンイノベーション推進担当  
担当課長  
木村 佳司 氏

——川崎市が知財マッチング支援に取り組むはじめてきっかけを教えてください。

川崎市は「ものづくりの街」として、中小企業が集積しています。その中でも、下請けとして加工・組立業務を行ってきた企業が、自社製品や新しい分野に挑戦するなど、新たなビジネス展開を目指す企業もあり、川崎市としてお手伝いできることはないかと考え、2007年度から知財マッチング支援を開始しました。

——具体的にどのようなマッチングを行っているのでしょうか。

例えば、大企業ではビジネス規模に見合わず眠っている特許等の知財でも、中小企業では活用できる場合があります。大企業や研究機関等と市内中小企業とのコラボレーションが非常に重要と考えています。その橋渡しを行うためには、それぞれの立場を理解し、ニーズを把握するなど、きめ細かい対応が必要です。中小企業の強みを生かす支援ができればと思っています。

——NEDOは川崎市をはじめ、自治体主催の知財交流会等にお声掛けいただいておりますが、NEDOにはどのような役割を期待されますでしょうか。

NEDOが持つ幅広い技術分野の情報や大企業とのネットワーク等を、ぜひ地域経済活性のためにも役立たせていただきたいと思っています。川崎市の取り組みは「川崎モデル」として、現在、他の自治体からも注目いただいています。一助ではありますが、NEDOと一緒に本取り組みを通じて、ぜひ川崎市だけではなく、全国の地域経済活性化を後押しできればと思います。



知財マッチング交流会の様子。



川崎市木村氏(右)とNEDO貞光主査(左)。

# よくわかる！ ニュースリリース

## 解

## 説

専門用語や技術用語、難しい技術などが  
出てくるニュースリリースを、  
もっと簡単にポイントだけ絞って  
お届けするコーナー。  
NEDOの最先端技術の成果や取り組みを  
分かりやすく解説します。

### 用語解説

#### 未利用熱エネルギーの 革新的活用技術研究開発

さまざまな環境下における未利用熱エネルギーの再利用に注目し、広域に分散した熱を有効利用する技術の基盤となる熱マネジメント技術として、熱を逃さない技術（断熱）、熱をためる技術（蓄熱）、熱を電気に変換する技術（熱電変換）等の技術開発を一体的に行うNEDOプロジェクト。

#### ゲル化凍結法

大量の水分を保水できる高分子ゲルに微量のセラミックス粉末を分散させ、これを凍結することでゲル内に細孔源となる水が形成され、水結晶を取り除いて焼成しセラミックス多孔体を作製する手法。

#### RCF

（リフラクトリーセラミックファイバー）

アルミナとシリカを主成分とした人造鉱物繊維の総称が「セラミックファイバー」。なかでも、アルミナ含有量が40～60%で非晶質（ガラス質）のものはRCF（リフラクトリーセラミックファイバー）と呼ばれ、吸引による発がん性の可能性があるとして、2015年11月に特定化学物質障害予防規則の特別管理物質に指定され、使用に制限を受けるようになった。

### News Release

13th of February 2017

Fiberless Thermal Insulator with High Strength and Low Thermal Conductivity Capable of Use at High Temperature Developed

- Energy Consumption Reduced by Approximately 38% through the Combination of Low Thermal Conductivity and High Strength -

## News Release

高温下で使用可能なファイバーレス高強度高断熱性材料を開発  
—低熱伝導率と高強度を両立、消費電力量を約38%削減—

### 〈概要〉

現在、運輸・産業・民生の分野において、一次エネルギーの半分以上が利用されずに排熱になっています。このような背景の下、NEDOは利用されることなく環境中に排出されている膨大な量の未利用熱に着目し、その「削減 (Reduce) ・回収 (Recycle) ・利用 (Reuse) 」を可能にする要素技術の革新と、システムの確立を目指した「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」を2015年度から実施しています。

窯業、土石分野等において800℃以上の高温で使用される産業／工業炉の操業中に投入される熱エネルギーのうち、製品加熱に用いられるエネルギーは30%程度であり、残りは使用されないまま廃棄されています。中でも1,500℃以上の高温で焼成されるセラミックスの焼成工程においては、製品の焼成に使用される熱量はわずか数%であり、残りの熱量は道具材や炉材への蓄熱や排熱ガスとして廃棄されています。特に炉材への蓄熱や炉壁からの放熱等の断熱材料に起因する廃棄熱量は全体の約45%を占めており、このような使用されずに廃棄される熱、いわゆる未利用熱を削減するために、高温で使用可能な高強度・高断熱性材料の開発が望まれています。このような中、NEDOのプロジェクトにおいて、産業技術総合研究所構造材料研究部門が保有するセラミック多孔体作製技術であるゲル化凍結法を用いて、トレードオフの関係にある高強度と低熱伝導率を両立した高強度高断熱性材料の開発に取り組んでいます。

今回、本プロジェクトにおいて、未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 (TherMAT) の組合員である美濃窯業株式会社は、産業技術総合研究所と共同で、**最高使用温度1,450℃、圧縮強度11.0MPa、熱伝導率0.25W/m・Kの特性を有した、RCFを含まないファイバーレス断熱材作製技術の開発に成功し、従来から工業炉用耐火断熱材として用いられてきた耐火断熱れんがと同程度の強度を維持したまま熱伝導率を低減することを実現しました。**開発した断熱材料は従来の耐火断熱れんがと同程度の強度を持つことから、産業／工業炉の内張り材料として最内層に適用することが可能となります。その結果、放熱による廃棄熱量を削減できるだけでなく、炉材の施工重量を低減できることにより蓄熱による廃棄熱量を大幅に削減することができます。開発した技術をもとに作製した断熱材を小型電気炉に施工し使用電力量を測定したところ、従来の耐火断熱れんがを施工した場合と比べ消費電力量を約38%削減できることがわかりました。

2017年2月13日 ニュースリリース

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100717.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100717.html)

## 注目技術

# 省エネルギーをさらに加速する 未利用熱エネルギーの削減

未利用熱エネルギーを経済的に削減・回収・利用し、社会全体のエネルギー効率をさらに向上させることで、新省エネルギー技術の中核とした新たな産業創成を目指します。

### ここがポイント!

- ✓ 高温での使用が可能で、高い強度を持ちつつ熱伝導率を低く抑えた、高強度高断熱性材料を開発
- ✓ 従来の耐火断熱レンガを施工した場合と比べ、消費電力量を約38%削減!
- ✓ 特別管理物質として使用が制限されているRCF(リフラクトリーセラミックファイバー)を含まない
- ✓ 熱伝導率 $0.25\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以下で圧縮強度 $10\text{MPa}$ 以上の特性を持ち、 $1450^\circ\text{C}$ まで使用可能なため、従来の耐火断熱レンガと同じように、産業/工業炉の内張り材料として適用可能

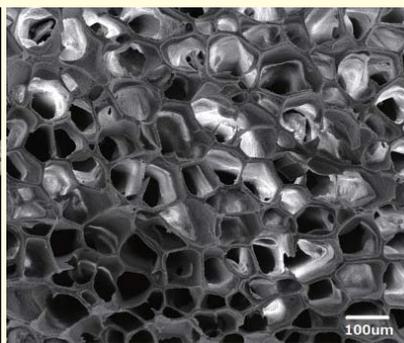
### ◆ 解説

#### 「高強度」と「低熱伝導率」の両方を実現した断熱材料

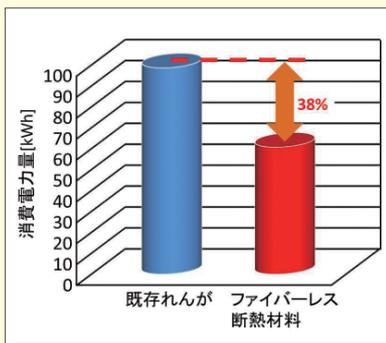
セラミックスや耐火物等を製造する窯業・土石分野等では、 $800^\circ\text{C}$ 以上の高温で使用される産業/工業炉が使用されます。中でも $1500^\circ\text{C}$ 以上の高温で焼成されるセラミックスの焼成工程においては、製品の焼成に使用される熱量はわずか数パーセントであり、多くは排熱等として大気中に放出されています。このため、不要な熱量を生み出すための電力が無駄になることから、廃熱を極力出さない炉が求められていましたが、高温な中でも使用可能な炉に使われる断

熱材料では、「高強度」と「低熱伝導率」の両立は難しいとされてきました。

しかし、今回、開発された断熱材料は、放熱による廃棄熱量を削減できるだけでなく、炉材の施工重量を低減することにより、蓄熱による廃棄熱量を大幅に削減することができます。小型電気炉に施工し使用電力量を測定したところ、従来の耐火断熱レンガを施工した場合と比べ、消費電力量を約38%削減できることが分かりました。



今回開発したファイバーレス高強度高断熱性材料の外観(左)と電子顕微鏡画像(右)



開発品の電力量削減効果検証実験結果

### ◆ 今後の展望

#### 革新的な技術開発を通して、さらなる省エネルギー化を推進

本技術の開発に成功した美濃窯業と産業技術総合研究所は、今回開発した断熱材料のさらなる性能向上(目標値:最高使用温度 $1500^\circ\text{C}$ 以上、熱伝導率 $0.2\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、圧縮強度 $20\text{MPa}$ )と量産化技術の開発を行い、未利用熱の有効

活用技術の実現を目指します。NEDOは引き続き、各種熱マネジメント部材の革新的な技術開発を通して、産業分野、輸送機器、住宅環境等のさらなる省エネルギー化を進めていきます。

# 実用化 ドキュメント

プロジェクトの  
その後を追う！  
プレイバック  
ヒストリー

NEDOプロジェクトの成果は、企業の製造工程や私たちの手に届く最終製品のなかで生かされています。本シリーズは、高く、困難な壁を乗り越え実用化を達成した開発秘話とその後を追った、「実用化ドキュメント」の過去の記事を要約して掲載していきます。

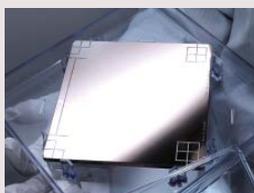
## Vol.4

超先端電子技術開発促進事業

### 世界で圧倒的なシェアを誇る 電子ビームマスク描画装置

「超先端電子技術開発促進事業」とは

プロジェクトが始まった1995年度当時、高度情報社会を支える情報通信機器の高性能化が求められ、半導体集積回路（LSI）のさらなる微細化が不可欠でした。しかし、LSIの微細化、高集積化に合わせて、マスク作成の高精細化を果すためには技術的な困難が多いことから、NEDOプロジェクトとして2001年度まで取り組み、半導体製造プロセスの中でもコア（核心）技術と言える「リソグラフィ技術」の高度化を支援しました。



フォトマスク  
(写真は描画位置校正用のマスク)

LSIの高密度化、微細化に備えて、より微細な回路を描画できる「電子ビームマスク描画装置」の研究開発を行ったのが、「超先端電子技術開発促進事業」プロジェクトです。株式会社ニューフレアテクノロジー（当時、株式会社東芝、東芝機械株式会社）は、本プロジェクトでの成果を皮切りに、超微細加工が可能になり、現在では90%以上の世界シェアを獲得するに至っています。こうした成果が、高機能かつ、小型・軽量な情報通信機器を支えています。

#### デジタル機器を支える超微細回路を 大量生産するためのフォトマスク

スマートフォンやタブレットPC等、デジタル情報通信機器の普及を支えるのが、かつてないほど高密度化、微細化が進んだ半導体集積回路（Large-Scale Integration: LSI）です。これは、抵抗、コンデンサ、ダイオード、トランジスタ等の電子部品が多数、シリコン等の半導体基板上に集積した電子回路のことで、回路の太さはすでに、nm（ナノメートル=10億分の1m）の領域に入っています。そうした超微細な回路の大量生産を可能にするのが、半導体集積回路の「ネガフィルム」にあたる「フォトマスク」です（図1）。

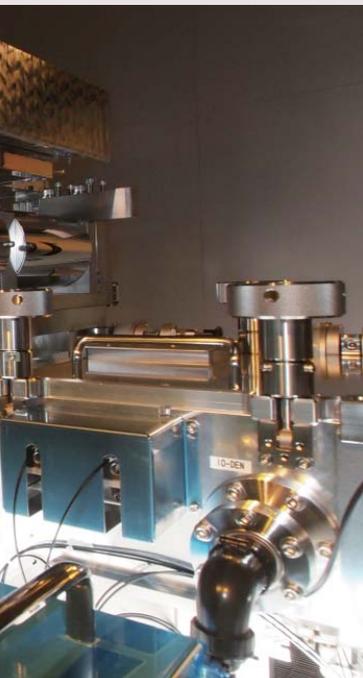
LSIを高性能化するには回路の集積密度を上げる必要があります。そのために、同じ大きさのチップに、より細かい回路を書き込む技術が求められます。1990

年代には米国イーテック・システムズ社が、世界に先駆けて、電子ビームによる細密なマスク描画装置を実用化し、一時90%以上のシェアを独占する状況でしたが、同社の装置でも次の世代の微細化は高いハードルでした。半導体微細化の困難さを打破するため、日本でも早急にコストパフォーマンスに優れ、高精度で短時間に高精細なマスクパターンを描画する、次世代の「電子ビームマスク描画装置」の開発を目指し、1995年度からNEDOの「超先端電子技術開発促進事業」プロジェクトがスタートしました。

#### 次世代「電子ビームマスク描画装置」開発に 立ちはだかる課題

プロジェクトに参画した東芝と東芝機械（分社化により、現・ニューフレアテクノロジー）は、1970年代から、より微細な回路を描画できる技術開発に取り組んでいました。もともと回路を書き込む技術には、シリコンウエハに直接回路を描く方法「直接描画」がありますが、回路パターン原版を用いる「フォトマスク」でシリコンウエハ上に露光・転写することで、LSIの大量生産が実現しています。そして、LSIの微細化、高集積化が進む中、フォトマスクの回路パターンを描画する電子ビームを高加速にすることで、より細密な描画が可能とされていましたが、照射した電子ビームがマスクのガラスなどで散乱、反射する後方散乱によ

電子ビームマスク描画装置「EBM」  
本体の外観



り、設計通りの線幅パターンが転写できなくなる「近接効果」という現象を克服する必要がありました。

高精度でシャープなパターン形成ができる電子ビームには、少なくとも50kVの加速電圧が必要です。しかし、50kVで照射すると、後方散乱によって影響を受けるレジストの範囲は周囲約30 $\mu$ mにも及びてしまいます。回路パターンが密である箇所では、それだけ多くの後方散乱を受けることになり、線幅が太くなってしまいます。このように、近接する部分が影響するので、「近接効果」と呼ばれています(図2)。

電子の前方散乱を小さくして解像度よく微細パターンを描画するために、高加速電子を使うには、増加する後方散乱による「近接効果」への対応が必要となります。50kV加速電子の近接効果による寸法変動は、最大で約200nmに及び、目標のLSI設計寸法180nm(マスク上で720nm)のマスク製造には致命的です。

この他にも、LSI微細化のためのマスク描画装置には、高精度化と高速化のために解決すべき課題が多く、NEDOプロジェクトが対象としていた技術は多岐にわたりました。

### さらに高精度で微細な回路の描写のため「近接効果」を克服

この現象を解決すべく、「近接効果」補正に取り組んだ同社マーケティンググループ参事の阿部隆幸さんは、もともと自社で長年、この研究をしていました。「直接描画装置」で、電子ビームの照射量を実時間制御するための新たなアルゴリズムを開発し、コンピューター上のシミュレーションで精度が検証されたことから、本プロジェクトではこの研究成果を

図1  
フォトマスク作成の原理

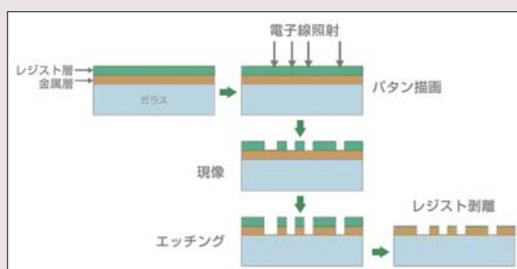
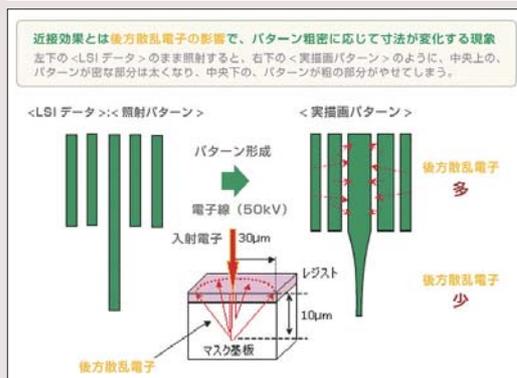


図2  
近接効果とは



電子ビームマスク描画装置の開発にも適用。試行錯誤の末、照射時間で制御される照射量を高速かつ高精度に算出する新たな計算式を完成し、その結果、50kVという高加速電圧の電子ビームを用いても、近接効果を補正しないときの寸法変動約200nmを2nm以下に抑えることが可能となりました。

さらに、マスク上の一部の領域を描画している間に、その後に描画する他の一部の領域の補正計算が行えるように設計。加えて、電気回路で計算結果を高速かつ大量に処理できるように考えました。その結果、ほぼリアルタイムで照射量の補正を計算しながら素早く描画する装置を実現し、高速・高精度のマスク描画装置を実用化することに成功しました。

### 世界シェアほぼ100%に。情報通信社会に欠かせない存在へ

その他にも、NEDOプロジェクトを含む多様な新技術の継続的開発の成果により、競合機との性能差を大きくし、現在の世界シェアほぼ100%という結果につながっています。また、同社の微細マスク加工技術があるからこそ、スマートフォンやタブレットなどの驚くべき小型・軽量化、高機能化が可能になったとも言えます。その上、これらの小型通信機器の普及の裏には、高速大容量のサーバコンピューターの整備増強も不可欠であり、ほとんど全てのサーバコンピューターは、同社のLSIを搭載しています。

同社描画装置技術部の服部芳明さんは「当社初の商用化ということでプレッシャーも大きかったです。しかし、努力のかいあって、今や世界一のシェアを実現することができ、大変満足しています」と語ります。

1998年に180nm設計寸法LSI対応の電子ビームマスク描画装置開発に成功したのを皮切りに、年々微細化するLSI製造に対応するため、現在販売中の最新機種では、電流密度1200A/cm<sup>2</sup>、3段対物偏向、レジストヒーティング補正を実現し、7nmテクノロジーノードLSI対応となっています。新技術の寿命が短い半導体関連機器の中にあって、同社の微細マスク加工技術は10年以上にわたって世界最先端を維持続けています。現在も次世代機の研究開発が進行中であり、今後も同社の電子ビームマスク描画装置は、情報通信機器の発展を支えていくことでしょう。

本記事は、過去に取材を行った「実用化ドキュメント」に最新情報を加えて、コンパクトに紹介しています。元となるストーリーには、さらに多くの開発エピソードが紹介されていますので、ぜひウェブサイトをご覧ください。

「実用化ドキュメント」では、プロジェクトに携わった企業等の開発者にインタビューを行い、ウェブサイトで紹介。これまでに86件の記事を公開しています。

## NEDOのイベントスケジュール CALENDAR

2017年

1月  
9日 2017年日印エネルギーフォーラム・カンファレンス  
27日 平成28年度 NEDOベンチャービジネスマッチング会（東京）

2月  
3日 平成28年度 NEDOベンチャービジネスマッチング会（大阪）

8日 第10回 新産業技術促進検討会（照明イノベーションシンポジウム）

9～10日 第8回 日独エネルギー・環境フォーラム

10日 平成28年度 TSC Foresightセミナー（第3回）

15～17日 nano tech 2017 InterAqua 2017  
16～17日 川崎国際環境技術展 2017

3月  
20～24日 ドイツ国際情報通信技術見本市（CeBIT 2017）

4月  
20～22日 バリアフリー2017

5月

6月  
8～9日 スマートコミュニティサミット2017

7月  
5～7日 第12回 再生可能エネルギー世界展示会  
10～13日 INNOPROM2017

8月

9月

注目のイベントをピックアップ

## FEATURED EVENT

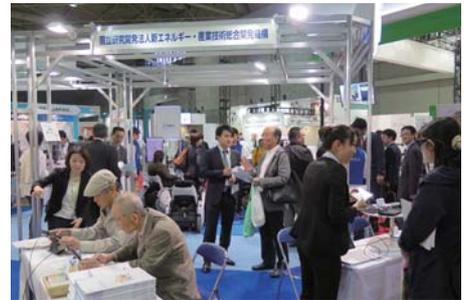
第23回 高齢者・障がい者の快適な生活を提案する総合福祉展

### バリアフリー2017

2017年4月20日（木）～22日（土）  
インテックス大阪

NEDOは2017年4月20日（木）から22日（土）に、インテックス大阪で開催される「バリアフリー2017」に出展します。

NEDOは長年福祉用具の実用化を支援するために「課題解決型福祉用具実用化開発支援事業」を行っています。本展示会ではその開発成果のうち、片麻痺者のための短下肢装置、おむつ密封パックシステム、より重度な方の移乗補助装置、難聴者・高齢者向けコミュニケーションアプリ、就労支援型の6輪電動車椅子、マイクロバブルの血流促進を活用した入浴装置の6点を展示します。会場では実際に製品に触れて使用方法等を体験できます。ぜひ、ご来場をお待ちしています。



昨年度出展した「バリアフリー2016」のNEDOブースの様子

出展内容のご案内、アクセス等の詳細情報はこちらから

[http://www.nedo.go.jp/events/SR\\_100020.html](http://www.nedo.go.jp/events/SR_100020.html)

次世代の電力ビジネスモデルをグローバルに考える

### スマートコミュニティサミット2017

2017年6月8日（木）～9日（金）  
東京ビッグサイト（東京国際展示場）

NEDOは2017年6月8日（木）と9日（金）に、東京ビッグサイトでスマートコミュニティ・アライアンス（JSCA）と共に、「スマートコミュニティサミット2017」を開催します。

本サミットではNEDOが国内外で実施しているスマートコミュニティ事業を通じて得られた知見を基に、「PV普及への対応～日本が志向する再エネ対策の特徴」「エネルギー新ビジネス～分散リソースアグリゲーションに代表される新ビジネスの在り方」「新興市場における電力ビジネスモデルの展望～アジア諸国参入への課題と対応」という三つのセッションにおいて、国内外の有識者による講演を行います。ぜひ、お越しください。



昨年度実施した「スマートコミュニティサミット2016」の様子

サミット内容のご案内、アクセス等の詳細情報はこちらから

[http://www.nedo.go.jp/events/AT52\\_100026.html](http://www.nedo.go.jp/events/AT52_100026.html)