

2010.1.20

1058

# NEDO 海外レポート

## I. テーマ特集 ライフサイエンス・バイオテクノロジー特集

- |                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1. 微生物の働きを利用したバイオマスからのモノづくりの研究開発動向 | 1  |
| 2. 生物組織から作製されるバイオマテリアルの研究開発動向      | 7  |
| 3. ナノ粒子が医学画像に大きな前進をもたらす(米国)        | 16 |
| 4. 幹細胞研究の最新状況                      | 18 |
| 5. 遺伝子発現を抑制する新しいタンパク質(EU)          | 31 |
| 6. より効率的な医薬品の開発方法に関する研究提案の募集(EU)   | 34 |

## II. 個別特集

- |  |    |
|--|----|
| DOE「Save Energy Now State Partnerships」年次レポート(第2回) | 38 |
|--|----|

## III. 一般記事

### エネルギー

- |  |    |
|--|----|
| CO <sub>2</sub> 回収・貯留に官民合わせて30億ドルを投資(米国) | 57 |
| DOEが最新研究プロジェクトに1億ドル拠出(米国)                | 60 |
| エネルギー省長官が送電網強化を表明(米国)                    | 63 |

URL : <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/>

《本誌の一層の充実のため、掲載ご希望のテーマ、ご意見、ご要望など下記宛お寄せ下さい。》

NEDO 総務企画部 E-mail : [g-nkr@nedo.go.jp](mailto:g-nkr@nedo.go.jp) Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5204

NEDOは、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

【ライフサイエンス】 再生可能ポリマー 食品添加物 バイオマス モノづくり

## 微生物の働きを利用したバイオマスからのモノづくりの研究開発動向

本稿では、表題に関して、米国ストラテジック・ビジネス・インサイト社(SBI: Strategic Business Insights, Inc.)のレポートを編集・翻訳して紹介する。

### はじめに

微生物が有機製品に広く使用できることは知られている。しかし、タンパク質治療などの多くの成果は、正確な条件で比較的小規模に行う組織培養を必要とする。化学物質は、それほど厳しくない条件でも生成可能であり、廃棄バイオマス（例えば、セルロース系廃棄物やコーンシロップなど）を成長培地として利用する。エタノールやブタノールのようなバイオ燃料は、非常に広範な研究分野となっているが、その他の多くの化学製品も、同様な方法で製造される。遺伝子工学に加え、最近では合成生物学が、遺伝子組み換えや組織への代謝経路を可能にしており、これは特殊なバイオマス廃棄物への耐性を上げるのみならず、その組織とは異質な化合物の生成を可能にするものである。乳酸のような化合物は、再生可能ポリマーの生産に使用でき、フマル酸やコハク酸などは、医薬品の製造に利用できる。バイオマス由来の化合物は化石燃料を必要としないため、より環境にやさしい。微生物を利用したバイオマス処理方法について、ここ1年間の研究・開発動向を、以下に示す。

### 再生可能ポリマー

- SUNY-College of Environmental Science and Forestry (Syracuse, New York)の科学者らは、バイオディーゼル産業の副産物であるグリセロールを利用し、細菌がこれを低コスト炭素源として使用して高付加価値な生分解性ポリヒドロキシアルカノアート(PHA: polylactic acid)を生成できるようにした。たとえば、バークホルデリア・セパシア菌 ATCC 17759 は、グリセロール濃度 3~9% (容積%) でポリ-3-ヒドロキシ酪(PHB)を合成した。この発酵は、PHB 生成量 200L (リットル) にまで規模が拡大し、乾燥バイオマスと PHB の収率はそれぞれリッターあたり 23.6 g/L、7.4 g/L となった<sup>注1</sup>。
- 韓国科学技術院(Korea Advanced Institute of Industrial Science and Technology, KAIST)と同国の化学企業 LG Chem で構成される科学者らのチームは、化石燃料系化学物質を使用することなく、生物工学により、汎用プラスチック用品用途向けのポリマーを生成することに成功した。この科学者チームは、自然資源や再生可能資源からプラスチックを生産する鍵をにぎるバイオベースのポリマーであるポリ乳酸

<sup>注1</sup> <http://www3.interscience.wiley.com/journal/123196118/abstract>

(PLA)の研究に焦点を絞った。これまで PLA は、発酵と、化学重合プロセスの 2 段階により生成され、これはいずれも複雑で高価であった。しかし今では、この研究チームが、代謝経路を遺伝子工学で改変した大腸菌株を使用して、直接発酵によりポリ乳酸や共重合体を生成する一段階のプロセスを開発した。再生可能 PLA 製品や乳酸含有共重合体が、より安価で商業的にも実現可能なものとなったとしている<sup>注2</sup>。

- Universidad Nacional Autonoma de Mexico (Cuernavaca, Mexico)の研究者らは、枯草菌を使用して、グルコースやセロビオースからのホモ乳酸発酵を実現した。生分解性プラスチックは、乳酸から作られたポリマーであるポリ乳酸から作ることができる。この化合物は、微生物を使用することで、基質となる再生可能資源から生成することができる。枯草菌は、米国食品医薬品局(FDA)が GRAS 微生物 (一般的に安全と見なされている)と認めるグラム陽性のバクテリアである。枯草菌は、環境に存在する単糖類よりも複雑な炭素源を利用するために、プロテアーゼ、セルラーゼ、シラナーゼ、アミラーゼなどの様々な種類の酵素を生成、分泌する。従って、枯草菌は、化学製品を製造するために、リグノセルロース系バイオマスに含まれる炭水化物ポリマーの加水分解に使用できる可能性がある。農産工業廃棄物のセルロース片を酵素加水分解すると、セロビオースと少量のグルコースが生じる。枯草菌は、好気条件下で、基質としてセロビオースを使用して増殖する<sup>注3</sup>。
- アイオワ州立大学(Iowa State University/ Ames, IA)の科学者らは、ガス化バイオマスの合成ガス発酵によるポリヒドロキシアルカン酸と水素の製造について、その実現可能性の評価を行った。検討したバイオリファイナリー<sup>注4</sup>は、スイッチグラスを原料とし、熱化学的方法で合成ガス(主に水素と一酸化炭素から構成されるガス状混合物)に変換した。合成ガスを、ロドスピリウム・ルブラム(紅色非硫黄細菌)を使用して発酵させ、PHA、濃縮水素が製造される。バイオリファイナリーの一日あたりの総生産量は、PHA 12Mg<sup>注5</sup> と水素ガス 50 Mg と推測される。バイオリファイナリーの設立資金は 5,500 万ドル、年間運営コストは 670 万ドルと見積もられている。水素の想定市場価値が\$2.00/kg の場合、PHA 製造コストは\$1.65/kg となる<sup>注6</sup>。
- ワシントン州立大学(Washington State University/ Pullman, WA)の科学者らは、廃棄処分されるジャガイモやグルコースで培養したペレット化した糸状菌、リゾプス・オリゼを使用して、乳酸とキチンの同時生産を実証した。乳酸とキチンの同時生産方法は、原料に農業廃棄物を利用し、ペレット化したリゾプス・オリゼ発酵を使用する 3 段階プロセスにより、真菌性乳酸製造の効率、収益およびコスト面の改善を行う<sup>注7</sup>。

注2 <http://dx.doi.org/10.1002/bit.22547> and <http://dx.doi.org/10.1002/bit.22548>

注3 <http://www.microbialcellfactories.com/content/8/1/23>

注4 植物を燃料に転換する工場。生物精製所と訳されることもある。

注5 メガグラム。1Mg=1,000,000g=1,000kg

注6 <http://www.springerlink.com/content/582353467wx2218n/>

注7 <http://www3.interscience.wiley.com/journal/121452801/abstract>

- University of Patras (Greece)の科学者らは、複合バイオ水素・バイオポリマー生産に、オリーブオイルの絞りかす排水を利用した研究を行っている。水素と揮発性脂肪酸 (VFA: volatile fatty acids)が、嫌気性発酵を介して生産され、次に酸性廃液は、好気性生分解性ポリマーの生産の基質として利用された。実測された PHA 収率は、乾燥バイオマス重量の 8.94%であった<sup>注8</sup>。

## 食品添加物

- Universite de Lome (Togo)の科学者らは、パイナップルの皮を処理して酢を製造する研究を行っている。酢は、アルコール発酵、酢酸発酵の2種類の連続発酵により生産される。アルコール発酵は、30°Cの環境でサッカロマイセス・セレビシエを使用し、酢酸発酵は、酢酸菌というバクテリアを使用するが、これらはいずれも、パイナップルジュース中に自然発生する<sup>注9</sup>。
- Kasetsart University (Bangkok, Thailand)の研究者らは、遺伝子組換え大腸菌を使用してグリセロールから L - フェニルアラニンを生成した。L - フェニルアラニンは通常、グルコースまたはスクロースを炭素源として使用する発酵により生成される。大腸菌を使用した L - フェニルアラニンの量産にグリセロールを利用すると、スクロースベースやグルコースベースでの発酵に比べ、生産コストを大幅に低減できる可能性がある<sup>注10</sup>。
- King Mongkut's University of Technology (Bangkok, Thailand)の科学者らは、ムコールルキシー(Mucor rouxii)と農業副産物を使用して、 $\gamma$ -リノレン酸(GLA)を生成した。この真菌細胞が、米ぬかや大豆粉末上で良く成長する。GLA は米ぬか発酵により収率高く生成される。最大の収率として、30°Cにて 5 日間の培養により、発酵バイオマス 1kg あたり 6g の GLA が計測された。低コスト GLA 生成プロセスが実現され、GLA 含有の発酵製品は食品添加物として利用できる<sup>注11</sup>。
- US Department of Agriculture laboratory (Philadelphia, Wyndmoor)の研究者らは、発酵エタノール燃料生産の高付加価値な副産物として、トウモロコシ繊維からのアスタキサンチン生産について評価を行った。赤色酵母 (イースト) の 5 つの菌株が、トウモロコシ繊維由来の糖類を使用したアスタキサンチン生産用にテストされた。テストされた糖は、グルコース、キシロース、アラビノースである。5 つの菌株はすべて、上記の糖 3 種をアスタキサンチン生成に利用することができた。このうち、アラビノースを使用した場合に、アスタキサンチン収率が最も高くなることがわかった。また、

<sup>注8</sup> <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.001>

<sup>注9</sup> <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2009.859.865>

<sup>注10</sup> <http://www.springerlink.com/content/3v27351u62u67122/>

<sup>注11</sup> <http://www3.interscience.wiley.com/journal/122386131/abstract>

高濃度グルコースは、他の2つの糖の利用を抑制することも観測された。使用した糖1g当たりのアスタキサンチン収率は0.82 mgであった<sup>注12</sup>。

- Virginia Polytechnic Institute and State University (US,VA, Blacksburg)の研究者らは、バイオディーゼル由来の粗グリセロール上にピシウム・イレギュラレ真菌を培養して、エイコサペンタエン酸(EPA: eicosapentaenoic acid)を生成する研究を行っている。粗グリセロールは、バイオディーゼル産業の主要な副産物であり、粗グリセロールから微生物発酵により高付加価値な製品を生産することで、この副産物を大量に活用できる。この結果は、EPA 強化食品や強化飼料を製造できる菌類バイオマスの生成に、粗グリセロールが使用できることを示している<sup>注13</sup>。
- Universidade Federal do Ceara(Brazil)の研究者らは、カシューアップルジュース(cashew apple juice)を基質に使用し、マンニトールを生成する研究を行っている。工業的発酵の基質に余剰農産物を利用することは生産コストを減らし、これらの産物が廃棄された場合に環境に与える悪影響を減らす上でも興味深い代替案となった。カシューアップルジュースの糖質は、グルコースとフルクトースである。スクロースの添加により、マンニトール収率(85%)に有利に働くが、生産性は落ちる。最も良い結果が出たのは、カシューアップルジュースのみを基質として適用した場合で、還元糖が合計で50g/L(内、フルクトースが28g/L)にて、収率18g/Lのマンニトール、この際、67%のフルクトースがマンニトールに変換されており、生産性は一時間当たり1.8g/Lであった<sup>注14</sup>。

## その他の化合物

- Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brazil)の研究者らは、人毛を使用して、枯草菌 AMR のケラチン分解活性の評価を行っている。彼らの研究により、枯草菌 AMR が、ケラチナーゼとゼラチナーゼの活性および人毛ケラチンペプチドとともにセリンペプチターゼを生成し、人毛を加水分解できることがわかった。この研究データより、毛髪加水分解酵素で得られるペプチドは、将来、製薬や化粧品向けの用途に有用であると推察される<sup>注15</sup>。
- 神戸大学の研究者らは、 $\alpha$ -アミラーゼとリジンデカルボキシラーゼを共発現(coexpress)するコリネバクテリウム・グルタミン酸(*Corynebacterium glutamicum*)を使用して、可溶性でんぷんからカダベリンを生成した。このカダベリンの発酵は、ピリドキサル-5'-リン酸を使用せず、唯一の炭素源として可溶性でんぷん50g/Lを使用した。AmyA と CadA を共発現するグルタミン酸生産菌は、可溶性でんぷんか

<sup>注12</sup> <http://www.springerlink.com/content/g507444x251ht800/>

<sup>注13</sup> <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf803922w>

<sup>注14</sup> <http://www.springerlink.com/content/q48h652t7j167811/>

<sup>注15</sup> <http://www3.interscience.wiley.com/journal/122654445/abstract>

らカダベリンを生成した。コリネバクテリウム・グルタミン酸は、バイオマス資源からカダベリンを生成する上で、大きな潜在可能性がある<sup>注16</sup>。

- Jiangnan University (China) の研究者らは、アクチノバチルス・サクシノゲネスを使用して、藁の加水分解物からコハク酸を生成した。研究結果によると、藁加水分解物に含まれるグルコースとキシロースの両方がコハク酸生成に利用され、コハク酸の嫌気性発酵では、稲わらや麦わらよりも、トウモロコシ藁の加水分解物の方が、良い結果が得られることがわかった。しかしながら、とうもろこし藁の加水分解物(CSH: corn straw hydrolysate)による糖の一次濃縮の際に、その数値は 60g/L を超え、細胞増殖とコハク酸生成は抑制された。回分発酵では、5L の攪拌型バイオリアクター内のトウモロコシ藁の加水分解において、初期糖質濃度 58g/L で 48 時間培養後に、コハク酸濃度 45.5g/L、収率 80.7% という結果が得られた。一方、流加回分発酵では、コハク酸の濃度は、発酵 44 時間後に、1 時間あたり 1.21g/L の収率で 53.2g/L という結果が得られた<sup>注17</sup>。

編集： NEDO (担当： 総務企画部 久我健二郎)

翻訳： NEDO (担当： 総務企画部 原田玲子 )

出典： Strategic Business Insights Explorer Program

本記事関連の NEDO 成果報告書

本記事で扱っているテーマに関連した最近の NEDO 成果報告書を以下に示します。成果報告書を閲覧する場合は、NEDO ホームページから利用登録をしてから管理番号欄に管理番号を入力し、検索してください。

<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

- 1) 平成 17 年度成果報告書 平成 17 年度第 2 回採択産業技術研究助成事業 05A18712c  
バイオマスを原料とするバイオポリエステル微生物生産の効率化と高度制御 平成 17 年度中間  
管理番号 100009115
- 2) 平成 18 年度成果報告書 平成 17 年度第 2 回採択産業技術研究助成事業 05A18712c  
バイオマスを原料とするバイオポリエステル微生物生産の効率化と高度制御 平成 18 年度中間  
管理番号 100011382

<sup>注16</sup> <http://www.springerlink.com/content/qp1080656t31570k/>

<sup>注17</sup> <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.043>

- 3) 平成17年度～平成19年度成果報告書 平成17年度第2回採択産業技術研究助成事業  
05A18712c バイオマスを原料とするバイオポリエステル微生物生産の効率化と高度  
制御 平成19年度最終  
管理番号 100013638
  
- 4) 平成19年度成果報告書 新エネルギー技術研究開発 新エネルギーベンチャー技術革  
新事業(バイオマス) バイオマス超高温・超高速微生物処理の技術開発  
管理番号 100013059

【ライフサイエンス特集】 **バイオマテリアル** **足場材料** **細胞組織工学** **スマート材料**

## 生物組織から作製されるバイオマテリアルの研究開発動向

(人工物質と複合させて作製する場合を含む)

本稿では、表題に関して、米国ストラテジック・ビジネス・インサイト社(SBI: Strategic Business Insights, Inc.)のレポートを編集・翻訳して紹介する。

### 1. はじめに

生物細胞組織から作製されたバイオマテリアル<sup>注1</sup>と、これと人工材料を組み合わせた材料は、広範囲の医学的応用と研究の対象である。主な分野は、組織工学によって作製された足場材料<sup>注2</sup>であり、コラーゲン、セルロース、エラスチン、ペプチド等の合成材料や自然材料も含まれる。バイオマテリアルの研究にはまた、再生医療や幹細胞研究も関連する。以上が主だったものであるが、生物細胞組織由来バイオマテリアルは細胞培養における皮膚の成長、創傷治癒、火傷治癒、歯の再生、軟骨質の組織や骨の再生も含まれる。

このレポートでは、広義の細胞組織足場材料、再生医療に焦点を当てる。この分野における研究開発が極めて重要であるためである。

生物組織由来バイオマテリアルの研究開発活動の広がりを示すため、Google Scholarにおいて2000年1月～2009年12月9日に発表された研究論文の表題・要約に関して、以下のキーワードを検索した。

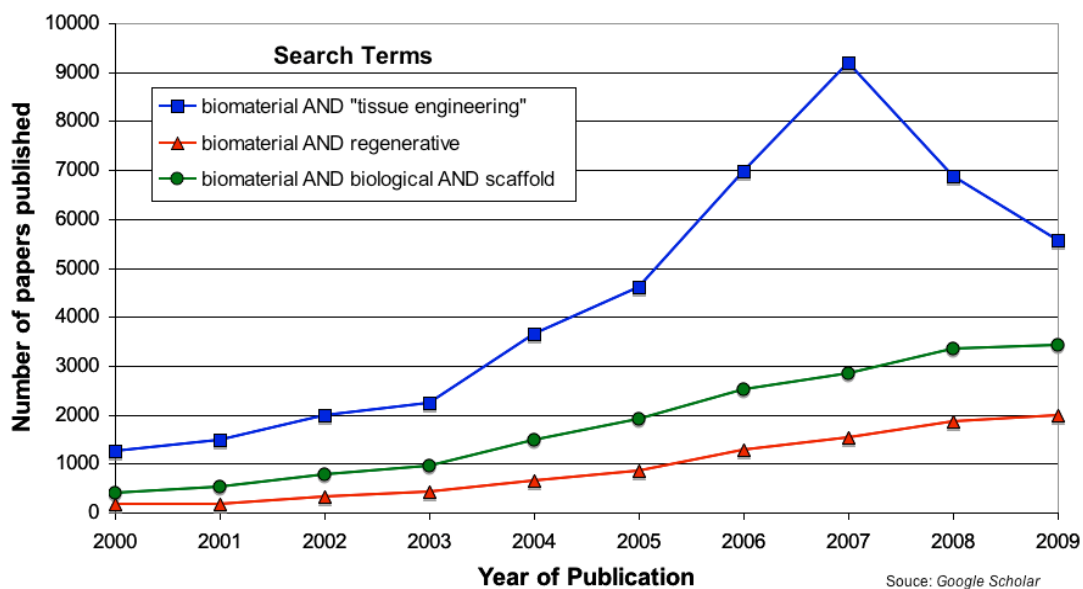
- ・バイオマテリアル AND 細胞組織工学 (biomaterial AND “tissue engineering”)
- ・バイオマテリアル AND 再生 (biomaterial AND regenerative)
- ・バイオマテリアル AND 生物 AND 足場材料 (biomaterial AND biological AND scaffold)

検索結果を図1に示す(特許は除く。後述を参照)。

これを見るとわかるように、多数の論文が発表されていることは、この分野における研究開発の広がりを示すものである。全体的な傾向として、2000年～2009年の間に件数が増加している。2008年～2009年におけるキーワード(biomaterial AND “tissue engineering”)を含む論文刊行数の減少は、景気の減速と研究開発への資金不足によるものと思われる。

<sup>注1</sup> 医療において、ヒトの生体に移植することを目的とした素材のこと。例として、以下に示すものは、バイオマテリアルから作製されている。(例) 人工関節、歯科のインプラント、人工骨、人工血管

<sup>注2</sup> 足場材料(scaffold)：組織欠損部位で細胞が自分自身の細胞外マトリックス(細胞外気質)を作れるようになるまで、供給する必要がある人工の細胞外マトリックスのこと。



2009年のデータ値は、2009年12月10日現在

図1: バイオマテリアルに関する出版状況 (2000年1月1日~2009年12月)

## 2. 更なる調査

生物組織から作製されるバイオマテリアルの分野における現在の動向を明らかにするため、さらに二次調査手法を用いて調査を行った。この調査では、最近の特許申請状況、研究論文発行状況、そして無料で入手可能な企業情報を参照し、研究開発、商業化動向を検索した。以下に二次調査方法を示す。

- ・ Explorer and Scan : 米国ストラテジック・ビジネス・インサイト社(SBI: Strategic Business Insights)のエクスプローラとスキャン・プログラム (Explorer and Scan programs)<sup>注3</sup>情報の要約を検索した。
- ・ 研究出版物 : Google Scholar を用い、過去5年間における研究論文や承認された特許を明らかにした。
- ・ 特許活動 : esp@cenet を用い、過去5年間の特許を調査した。

<sup>注3</sup>非公開 (有料) データベース

### 3. SBI Explorer and Scan プログラム

「SBI 調査プログラム」では、生物組織から作製されるバイオマテリアルの開発を調査対象とした。Scan による 2009 年の調査では、以下の関連エントリーが検索された。

- ウェイク・フォレスト再生医療研究所（ノースカロライナ、米国）の Anthony Atala 氏によると、交換が必要な臓器から細胞の「スープ」を作り、そのスープを臓器の形通り足場材料に塗りつけ、新しい臓器（例：膀胱）を約 6 週間で培養する。Atala 博士の研究は、人間の患者の体内で機能していない、もしくは損傷を受けている臓器や細胞組織の置換に関わるものである。現時点での臓器・組織工学研究は、血管、心臓弁、骨、筋肉、腎臓、肝臓を含む 22 種にのぼる。研究ではこの技法によって既に耳、動脈、心臓弁、指、足指を作製し、アメリカ食品医薬品局（FDA）の承認審査段階になっている。初期段階において患者自身の細胞組織を用いることにより、後の拒絶反応を予防出来る<sup>注4</sup>。
- スタンフォード大学では、患者自身の脂肪細胞から iPS 細胞を誘導し、2007 年後半に京都大学の山中伸弥教授が開発した皮膚細胞からの iPS 細胞への誘導技術を、一歩前進させた。iPS 細胞は、実質的には幹細胞と同様のものであり、どのような細胞組織にも分化可能である。脂肪細胞は皮膚細胞よりも量が豊富だけでなく、異種細胞への分化がより容易であると報告されている。スタンフォード大学では既に神経細胞、筋細胞、腸上皮細胞(lining of the gut cell)を作製している。iPS 細胞に関する問題の一つは、癌化しやすいという点にあり、山中教授は、皮膚細胞から誘導された iPS 細胞から活性遺伝子を 1 種取り除くことで、癌化の問題を軽減させた。スタンフォード大学、あるいはその他の研究者は、脂肪細胞に関してもこの問題を解決しなくてはならない<sup>注5</sup>。
- マサチューセッツ工科大学（ケンブリッジ、マサチューセッツ）は、心臓組織の損傷部分を代替するために、先端的な生分解性の足場上で生きた心臓細胞を培養し、パッチを作製した<sup>注6</sup>。
- ガーバン医学研究所（シドニー、オーストラリア）は、マウスの免疫システムを調整し、免疫抑制剤を用いない組織片移植を可能とした<sup>注7</sup>。

<sup>注4</sup><http://www.startribune.com/lifestyle/health/76322897.html?elr=KArksUUUoDEy3LGDiO7aiU>

<sup>注5</sup> <http://med.stanford.edu/ism/2009/september/fat-cells.html>

<sup>注6</sup> Biomaterials Viewpoints, June 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-06.shtml>

<sup>注7</sup> Biomaterials Viewpoints, June 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-06.shtml>

- 2008年11月、医学雑誌・ランセットは世界初の、細胞組織から作製された気管の移植を報告した<sup>注8</sup>。2009年1月に報告された研究では、人工皮膚の作製に成体骨髄幹細胞が有用であるとした。解放軍第四軍医大学（西安、中国）は、豚皮膚の火傷を治癒させた。豚の皮膚は解剖学的にヒトの皮膚に類似しており、細胞組織から作製した皮膚と骨髄幹細胞を複合させている<sup>注9</sup>。2009年2月、カリフォルニア大学（サンディエゴ、カリフォルニア）は、間充織幹細胞（患者自身の骨髄より採取）を薄い酸化チタン製ナノチューブ上に置くことにより、骨の成長を加速する技法を発表した。骨修復手術への応用を視野に入れている<sup>注10</sup>。
- キングス・カレッジ・ロンドン（イギリス）とノッティンガム大学（ノッティンガム、イギリス）では、生分解性のポリマー粒子の足場を開発し、神経幹細胞を播種して培養し、脳卒中により損傷した脳細胞組織内の空隙を埋めるために利用した<sup>注11</sup>。
- 歯のエナメル質の生成をコントロールする遺伝子の存在が明らかになった。これにより、歯幹細胞を用いてエナメル質を作製することが可能となった<sup>注12</sup>。

次に、興味深いバイオマテリアル製品の開発状況を記す。

生物組織由来のバイオマテリアルは、心臓修復への応用が重要視されており、研究開発が進められている。2009年における研究事例は以下の通りである。

- ネゲブ・ベン・グリオン大学（ビア・シェバ、イスラエル）は、心臓発作により損傷した心臓の修復のため、腹部細胞組織から心臓パッチを作製した。生体工学心臓パッチにおける近年の進展は、心筋梗塞（MI）後の心筋再生に新たな治療法を提供する。網（腹膜の一部）への異種移植により、成熟脈管構造を用いた心臓パッチ工学の新戦略を提供するものとしている<sup>注13</sup>。
- オタワ大学とオタワ心臓研究所にて、損傷した心臓を治癒するための優れた足場材料が開発された。この「高性能足場材料」はオタワ大学、オタワ心臓研究所の Erik

<sup>注8</sup> Biomaterials Viewpoints, March 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-03.shtml>

<sup>注9</sup> Biomaterials Viewpoints, March 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-03.shtml>

<sup>注10</sup> Biomaterials Viewpoints, March 2009)

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-03.shtml>

<sup>注11</sup> Biomaterials Viewpoints, March 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-03.shtml>

<sup>注12</sup> Biomaterials Viewpoints, July 2009

<http://www.strategicbusinessinsights.com/explorer/BM/BM-2009-07.shtml>

<sup>注13</sup> <http://www.pnas.org/content/106/35/14990.abstract?sid=10981b18-f387-404f-b7c7-6e18a0c007e1>

Suurnen 氏、および同僚達によって開発されたものである。この高性能足場材料は、タンパク質を含有し、損傷組織に前駆細胞が付着し、十分な期間生存して治癒を促進する。これらの細胞はホーミング信号(homing signal)を放って他の細胞が治癒プロセスに加わるよう呼び集め、また化学信号(chemical signal)を放って、血管を生成し治癒機能を果たすよう細胞に伝達する<sup>注14</sup>。

- ボストンでの研究では、心筋細胞を巧みに扱い、細胞周期に再投入(reentering the cell cycle)した。これにより、心臓発作後、分化した成体細胞が分裂し、健康な心臓組織を再生することが可能になった。この研究はマウスを使って行われた。心臓は自己治癒能力を持たない臓器であると長く考えられてきたが、この研究は培養心筋細胞内の多様な分子が持つ、細胞分裂を促す能力を試すものである<sup>注15</sup>。
- 心筋のみの心臓パッチの作製には、非末梢部分に酸素と栄養素を供給することが困難なため、現時点では大きさに限界がある。心臓血管生物学 UW センターと幹細胞・再生医療 UW 研究所では、心筋細胞の混成に他種の細胞を添加することにより、この課題の解決にあたっている<sup>注16</sup>。

心臓適用以外の研究に関しては以下の通りである。

- サンディエゴに本社を構える Organovo 社 (サンディエゴ) と Invetech 社 (メルボルン、オーストラリア) は、バイオプリンター<sup>注17</sup>を用いて成形足場(shaped scaffold)に個別細胞を印刷している。細胞は培養され、目的の形の構造体へと成長する。詳しい情報は企業のホームページから入手可能である<sup>注18</sup>。
- テルアビブ大学の Meital Zilberman 教授は、水溶性繊維から作られた生物学的に活性な足場を開発した。損失、損傷した骨・細胞組織 (ヒト) の交換に有用である<sup>注19</sup>。
- フランスの研究施設 INSERM の Christine Baldeschi 博士は、幹細胞から代用皮膚シートを作製した。重度の火傷患者への一時的適用が可能になった<sup>注20</sup>。

<sup>注14</sup> <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090112110056.htm>

<http://www.fasebj.org/cgi/content/abstract/23/5/1447>

<sup>注15</sup> [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6WSN-4WV09S7-B&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=26974405c9bfd829d385d4e6e2690138](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WSN-4WV09S7-B&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=26974405c9bfd829d385d4e6e2690138)

<sup>注16</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19805339>

<sup>注17</sup> バイオプリンター：皮膚、軟骨、骨といった様々な生体材料の設計や製造を含め、様々な印刷技術がライフサイエンスのアプリケーションで利用されている。

<sup>注18</sup> <http://www.organovo.com/>あるいは [www.invetech.com](http://www.invetech.com)

<sup>注19</sup> <http://isreal21c.org/health/growing-back-a-lost-limb>

<sup>注20</sup> <http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2809%2961496-3/abstract>

#### 4. 論文検索

Google Scholar を用い、出版された研究論文のうち、表題（タイトル）あるいは要約（アブストラクト）にいくつかのキーワードを含むものを検索した。図 2 に示すように、この分野は非常に幅広く、何千もの関連する研究論文が存在する。そのため、生物組織から作製されるバイオマテリアルの動向、将来的な方向性を理解するため、特定の研究開発における進展状況に的をしぼることとする（特許については、次節を参照）。

キーワードとヒット数の総計は、以下の通りである。

- ・ バイオマテリアル AND 足場 AND 細胞組織 AND スマート材料：83 件  
(biomaterial AND scaffold AND tissue AND smart material\*)
- ・ バイオマテリアル AND 足場 AND 細胞組織 AND 幹細胞：6,123 件  
(biomaterial AND scaffold AND tissue AND stem cell\*)
- ・ バイオマテリアル AND 足場 AND 細胞組織 AND ナノ：7,131 件  
(biomaterial AND scaffold AND tissue AND nano\*)

図 2 を見るとスマート材料を取り扱った研究論文の数は少なく、また一定しているが、幹細胞とナノテクノロジー産業の影響が増大していることが、見て取れる。この分野ではかなりの数の研究が進行中である。このレポートにおいては、直近の研究活動に焦点を当てる。表 1 に、様々な研究機関による 2009 年の代表的な 5 つの論文を示す。

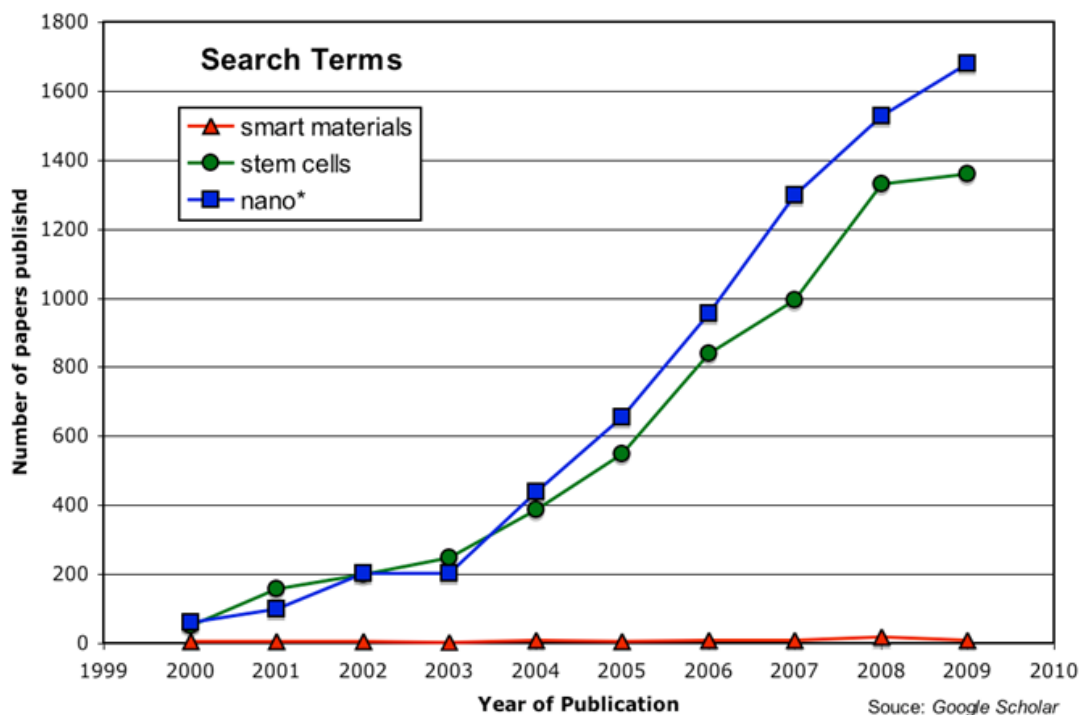


図 2：バイオマテリアル開発に関する論文数（2000 年 1 月 1 日～2009 年 12 月）

表 1:生物組織から作製されるバイオマテリアルに関する研究論文

大学／研究機関	表題
サンパウロ大学（サンパウロ、ブラジル）	遠心力を用いて、マクロ多孔性・生分解性・CaP/PLGA 足場に、骨芽細胞を播種
タフツ大学（米国）	骨軟骨再生医療への幹細胞／足場を利用した細胞組織工学的アプローチ
チューリッヒ工科大学（スイス）	エレクトロスピアン(electrospun)絹フィブロイン組織作製足場の最適化方法
清華大学（中国）	キトサン微小球を含む多孔質ナノ HA／コラーゲン／PLLA 足場
ミシガン大学（米国）	幹細胞の骨形成分化における三次元ナノ繊維足場の影響

## 5. 特許活動

esp@cenet を用い、過去 5 年間に依頼された特許を調査した。具体的には、表題（タイトル）、要約（アブストラクト）に含まれるキーワードを検索した。調査に用いたキーワードとヒットした特許の件数の総計は以下の通りである。

- ・バイオマテリアル AND 足場 AND 細胞組織：14 ヒット  
(biomaterial AND scaffold AND tissue)
- ・バイオマテリアル AND 足場 AND 再生：2 ヒット  
(biomaterial AND scaffold AND regenerat\*)
- ・バイオマテリアル AND 細胞組織 AND 再生：32 ヒット  
(biomaterial AND tissue AND regenerat\*)

表 2 に、過去 2 年間における、様々な研究機関による代表的な 5 つの特許を示す。

表 2: 最近の代表的な特許

企業／研究機関	表題
科学技術研究局（シンガポール）	組織工学用足場としての三次元再構成細胞外マトリックス <sup>注21</sup>
第四軍医大学（中国）	細胞組織工学皮膚とその準備方法 <sup>注22</sup>
タフツ大学（米国）	バイオマテリアル足場の作製方法 <sup>注23</sup>
浙江大学（中国）	移植型の人工肝臓 <sup>注24</sup>
不明（特許取得者は George R. Dodge 博士・米国）	軟骨様材料の生成 <sup>注25</sup>

## 6. まとめ

- 生物組織から作製されるバイオマテリアルの分野は広範かつ多様である。このレポートでは、これらのバイオマテリアルの利用に関する考察に焦点を当てた。
- 幹細胞とナノ加工材料は、今後の生物組織から作製されるバイオマテリアル分野への影響をますます高めていくものと思われる。
  - ◆ 米国内での幹細胞研究に関する法規制の緩和や大手製薬企業からの関心・投資の増加により、幹細胞研究は加速するものと思われる。例えば
    - ・ Pfizer 社再生医療投資<sup>注26</sup>
    - ・ GlaxoSmithKline 社幹細胞投資<sup>注27</sup>
  - ◆ 人体移植用バイオマテリアルへのナノテクノロジーの影響は、安全性の観点からは限定される可能性が高い。
- 心臓のパッチと修復用足場は、広範な研究開発領域である。この分野における世界的な研究活動の原動力となっているのは、ドナー心臓の供給が需要を遙かに超えているという事実である。しかし将来的には、心臓パッチや患者自身の組織や細胞を用いて心臓を修復することにより、埋め込み型の人工心臓を代替することが目標とされている。
- 骨の修復・置換もまた、生物組織から作製されるバイオマテリアルが広く適用される分野である。

<sup>注21</sup> Patent US 2009035855 (2009)

<sup>注22</sup> Patent CN 101143231 (2008)

<sup>注23</sup> Patent US2008280360 (2008)

<sup>注24</sup> Patent CN101428154 (2008)

<sup>注25</sup> Patent US2009148876 (2009)

<sup>注26</sup> <http://www.pfizer-regenerativemedicine.com/locations/index.php>

<sup>注27</sup> [http://www.gsk.com/media/pressreleases/2008/2008\\_pressrelease\\_10089.htm](http://www.gsk.com/media/pressreleases/2008/2008_pressrelease_10089.htm)

- 生物組織から作製されるバイオマテリアルの研究開発は世界的に行われており、特定の地域への偏りは見られない。
- 次世代の足場は、細孔やチャネル（イオンチャネル、ナトリウムチャネル、カルシウムチャネル等）構造も有する三次元立体のものとなると思われる。細胞付着のための表面積が大きく、より大きな移植組織の生成が可能であり、より高機能な、薬剤溶出性の足場、内因性自己修復メカニズムを誘発する新たな方法、これらがやがて解明／実現されるものと思われる。

編集： NEDO（担当： 総務企画部 久我健二郎）

翻訳： NEDO（担当： 総務企画部 草野裕子）

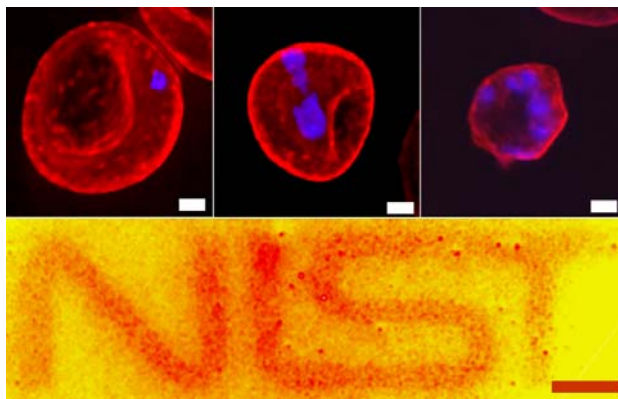
出典：

Strategic Business Insights Explorer Program

## 【ライフサイエンス特集】 医学画像 量子ドット

## ナノ粒子が医学画像に大きな前進をもたらす（米国）

生体細胞内のプロセスの観察は複雑ゆえ、重要な変化を見落としやすい。特に長期にわたる展開や高空間分解能撮像を必要とする場合は難しい。しかし新たな研究成果<sup>註1</sup>により、数時間もしくは数日間にも及ぶ細胞内の活動を精査することが可能となり、今まで謎とされてきた分子レベルの事象が解き明かされる可能性が高まってきた。



（上画像）人間の赤血球：量子ドットが膜タンパク質を標的とし、標識化。タンパク質のクラスターリングが観察出来る。紫部分はマラリア原虫の細胞核を示し、マラリア進行が進むと共に紫部分も増加する。（下画像）量子ドットの薄いフィルム上にフォトリソグラフィ（光食刻法）技術により、クラスター化したドットがより強い光ルミネッセンスを発する特性を用い NIST ロゴを表した。白棒：1  $\mu\text{m}$  赤棒：10  $\mu\text{m}$ 。Credit : H.Kang/NIST and F.

米国立標準技術研究所(NIST)と国立アレルギー感染症研究所(NIAID)による合同研究チームは、ナノ粒子を用いて生物細胞の内側に

光を当て、細胞内の極めてゆっくりとしたプロセスを明らかにする手法を発見した。ナノ粒子は細胞の何千倍も小さく、様々な用途がある。ナノ粒子の一種である量子ドットは、光があたると発光する。有機材料でこのような半導体粒子の表面を覆うことにより、研究対象とする細胞内の特定のタンパク質に引きつけられるようにすることが出来るのだ。

「量子ドットは、細胞内部に光を当てる際に利用してきた多くの有機色素や蛍光タンパク質に比べ、耐久性に優れている」と NIST チームを率いた生物物理学者 Jeeseong Hwang 氏は述べる。「電子顕微鏡法などの多くの高分解能技術は、細胞プロセスの一部を静止した状態でしか見ることが出来ないが、量子ドットには細胞プロセスにおける変化を観察することが出来るという利点がある。これにより、今後はタンパク質のダイナミックな動きに関する細胞プロセスを解明することが可能となった」。

彼らの最近の研究は、他の画像法と比較して量子ドットの性質を明らかにすることに重点を置いた。一例では、細胞内膜のネットワーク構造の一部を成す人間の赤血球内のタンパク質を標的とした量子ドットを使用。健康な細胞内でこれらのタンパク質が塊（クラスター）になると、ネットワークが機械的柔軟性を細胞に与え、毛細血管等の狭小空間を通り

<sup>註1</sup>H. Kang, F. Tokumasu, M. Clarke, Z. Zhou, J. Tang, T. Nguyen, and J. Hwang. "Probing dynamic fluorescence properties of single and clustered quantum dots towards quantitative biomedical imaging of cells" WIREs Nanomedicine and nanobiotechnology. Early view online at <http://wires.wiley.com/WileyCDA/WiresIssue/wisld-WNAN.html?pageType=early>

抜けられるようになる。しかしながら細胞がマラリア原虫に感染すると、ネットワークタンパク質の構造が変化を見せる。

「クラスタリングのメカニズムはまだ十分に理解されていないため、このドットを用いた研究を行うことにした」と NIAID 所属の生物物理学者 Fuyuki Tokumasu 氏は述べる。「クラスタリングを視覚化する技術を確立すれば、いくつかの異なる発達段階を経るマラリア感染の過程を明らかにすることが出来るかもしれない」。

研究チームの取り組みにより、膜タンパク質が塊状になると、それに付着した量子ドットも塊となり、より明るく発光することが分かり、タンパク質のクラスタリング過程が観察可能となった。更には、量子ドットが他のナノ材料に付着すると、ドットの光学的性質はそれぞれ特有の変化を見せることが分かった。また、量子ドットの光学的性質は、ナノレベルでの環境変化により変容し、細胞内の生化学環境を量子ドットを用いて明らかに出来る可能性が浮上した。

「毒性その他の特性に関して懸念は残る」としたものの「全体としてはダイナミックな細胞プロセスを研究するにあたって量子ドットは有効なツールであることを我々の研究は示している」と Hwang 氏は述べている。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 草野 裕子）

出典：

“Small Nanoparticles Bring Big Improvement to Medical Imaging”

[http://www.nist.gov/public\\_affairs/techbeat/tb2009\\_1117.htm#imaging](http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2009_1117.htm#imaging)

Used with Permission from NIST

【ライフサイエンス特集】 **ES細胞** **iPS細胞** **足場材料** **バイオプリンティング**

## 幹細胞研究の最新状況

本稿では、表題に関して、米国ストラテジック・ビジネス・インサイト社(SBI: Strategic Business Insights, Inc.)のレポートを編集・翻訳して紹介する。

### 幹細胞

2009年3月、オバマ米大統領はES細胞研究を解禁した。ブッシュ前大統領が2001年に、当時既に存在した60株のヒト胚(はい)性幹細胞(ES細胞)<sup>注1</sup>の利用以外の研究に関し、米国立衛生研究所による研究助成を禁止しており、大きな政策の転換を果たしたことになる。ES細胞研究者にとり朗報であることに間違いはない。一方、倫理的対立の少ない人工多能性幹細胞(iPS細胞)に関する研究は既に早いペースで進展を見せている。現在進行中の研究は以下の通りである。

### 胚性幹細胞(ES細胞)

- 2009年2月、カリフォルニア大学(ロサンゼルス校)は、ヒトES細胞から運動ニューロンを作製する最適化プロトコルを開発し、SOD1遺伝子の正常型、あるいは遺伝性・家族性・筋萎縮性側索硬化症(ALS)を引き起こすSOD1遺伝子の突然変異型が発現した。正常型SOD-1を表現する細胞は運動神経細胞の顕著な特徴を示した。一方、突然変異型SOD-1を表現する神経細胞は、ALS特有の異常性を示し、正常な細胞と比較すると、細胞投影(面積)や寿命の減少が欠陥として認められた。このヒト細胞由来のALSモデルは、疾患の研究や新しい治療法の試験に新たな手法をもたらすこととなった。ALSの進行を遅らせる薬剤は1種しか承認されておらず、薬品開発のための動物実験でも成果は乏しいため、今回の研究成果は非常に有益である。さらに、ALS以外の遺伝子に係る神経変性疾病にもヒト細胞由来のモデルの研究は利するところが多いであろう<sup>注2</sup>。
- 2009年2月、バース大学およびリーズ大学は、幹細胞の他の細胞型<sup>注3</sup>への変化を止める化学物質を発見したと発表した。これにより、新しい治療法の開発がより容易になった。実験室で培養したES細胞にこの化学物質を加えることにより、ES細胞は他の細胞型に変化することなく増殖させることができた。この大発見により、新しい薬物療法開発の際に必要な細胞を大量に生産することが可能となった<sup>注4</sup>。

<sup>注1</sup> 胚性幹細胞(ES細胞)(embryonic stem cell): 多分化能を有したヒト胚由来の未成熟細胞であり、ヒトの身体の組織型全てを形成することができる。自己再生する。

<sup>注2</sup> <http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/ucla-stem-cells-scientists-make-82872.aspx>

<sup>注3</sup> 細胞型: 細胞の個別の形態的/機能的種類のこと。一つの細胞型から別のものへと細胞が変わる時は、細胞分化する。

<sup>注4</sup> <http://www.bath.ac.uk/news/archive/2009/2/3/stem-cells.html>

- 2009年5月、カリフォルニア大学サンタバーバラ校にて、ヒトES細胞の機能解明に関する意義深い発見があった。腫瘍の成長は腫瘍幹細胞によって引き起こされ、今回の機能解明はガン研究にとって明るい見通しをもたらしている。また、他の病気やケガの治療にも役立つと見られている。この研究により、多分化能をコントロールする要素が発見された。新しい研究はmicroRNA（遺伝子発現を抑制する機能を持つ一本鎖RNA）が3つの重要な要素の働きを抑制することを示している。このmicroRNAは、miR-145として知られている<sup>注5</sup>。
- 2009年8月、ホワイトヘッド研究所は、Zinc Finger Nuclease(ZFN)と呼ばれるタンパク質を用いて、効率的かつ正確に遺伝子組み換えや、ヒトES細胞及びiPS細胞のゲノムへの遺伝子導入を行う新しい技術を開発した。  
ES細胞とiPS細胞の遺伝子を置換する手法として、HockemeyerとSoldnerは新しい技術を採用した。この技術では、ヒトES細胞とiPS細胞からそれぞれ一つの遺伝子を取り出し、二つのZFNと置換遺伝子をES細胞とiPS細胞に入れることにより、置換するものである。各ZFNは細胞のDNA内の特別なシーケンスを認識し、このサイトの両方のDNA鎖を切断する。細胞のDNA修復機構は、DNA鎖が切断されたことを認識して、置換遺伝子を用いて修復を試み、もともとの遺伝子の変更が行われる。この方法は非常に効率的であるとともに、ゲノムのほとんどどのような遺伝子も正確に交換するように調整できる<sup>注6</sup>。
- 2009年10月、マサチューセツ工科大学（ケンブリッジ）の研究者達は、新しく生成される細胞組織に余剰な血管を集中させることにより、治癒能力を増大することができる遺伝子を含む幹細胞が作製可能であると明らかにした。同じ技法を用い、遺伝子の様々な機能の効率性向上が、幹細胞への遺伝子添加により可能となるはずである。科学者達は、ヒト骨髄幹細胞を、生分解性のナノ粒子にさらした。このナノ粒子は、血管内皮成長因子(VEGF)に向けてヒト遺伝子を運ぶものであり、これが血管を損傷部位に引き寄せる<sup>注7</sup>。
- 2009年11月、ベルギーのブリュッセル自由大学は、幹細胞を様々な種類の肺細胞に分化させるには、気管内の細胞が置かれた環境を模倣することで十分であると報告した。成長因子のみでは不十分な場合に、このような自然の技法を用いて、分化組織を生成することが可能となった。科学者達は、多孔質膜の上にヒト幹細胞を広げた。細胞は下部からは栄養素、上部からは液体を吸収して生育し、増殖が促進された。成長液体から二つの化学物質を除外することにより、分化が促進された<sup>注8</sup>。

<sup>注5</sup> <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2009.02.038>

<sup>注6</sup> <http://dx.doi.org/10.1038/nbt.1562>

<sup>注7</sup> <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0905432106>

<sup>注8</sup> <http://respiratory-research.com/content/10/1/105>

- 2009年11月、パリの「幹細胞治療と単一遺伝子疾患研究所 (I-STEM Institute : Institute for Stem cell Therapy and Exploration of Monogenic Diseases)」は、ヒト幹細胞から完全な表皮を再生させることに成功した。目標は、細胞の無限の資源である幹細胞による治療法を、いつの日か第三度熱傷や皮膚の遺伝性疾患に苦しむ患者のため、代替療法として提案できるようになることである<sup>注9</sup>。

### 人工多能性幹細胞 (iPS 細胞)

細胞の再プログラミング技術の初めての開発例は、マウスとヒト皮膚細胞の染色体に4種類の遺伝子をレトロウィルスを用いて導入する方法である。しかし、この手法は癌リスクを引き起こす可能性がある。レトロウィルスは通常、癌を抑制する遺伝子に入り、それを分裂させるだけでなく、再プログラミングに用いられた遺伝子そのものが腫瘍を引き起こすこともある。2008年、ボストンのマサチューセッツ総合病院の研究チームが、細胞内で短期間しか生存せず、通常は染色体内部に入り込まないアデノウィルス中に再プログラミング細胞を導入する技法を試みたが、大変非効率であった。2009年、再プログラミング技法は様々な進化を遂げた。以下はその例である。

- 2009年3月、イギリスのエジンバラ大学とマウント・サイナイ病院サミュエル・ルネフェルド研究所 (トロント、カナダ) の研究チームは、DNAの転位因子を用い iPS 細胞を作製した。ゲノムから転位因子が飛び出すが、ゲノムに再度入る確率は40%しかない。研究者達は iPS 細胞を捉えて因子を再活性化することにより、転位因子を染色体から飛び出させ、再び入ることに失敗した細胞を選別することに成功した。これにより、危険な再プログラミング遺伝子を持たない染色体を得ることができた<sup>注10</sup>。
- 2009年4月、スクリpps研究所 (ラ・ホーヤ、カリフォルニア州) の研究では、反応過程から遺伝子を完全に取り除いた。再プログラミングを行うのはタンパク質であり、タンパク質を作り出す遺伝子ではない。そこで研究者たちは、単に標的細胞に十分なタンパク質を入れれば良いと考えた。各タンパク質をポリアルギニン (11のアミノ酸アルギニンが連結したもの) に付着させた。この分子は、付着させたタンパク質とともに、容易に細胞膜を透過することが出来る。現時点では、遺伝子とレトロウィルスを用いた遺伝子再プログラミング技法と比べると効率性では劣るものの、アデノウィルス技法よりは優れている<sup>注11</sup>。
- 2009年6月、上海の中国科学院の生物化学細胞生物学研究所は、豚の細胞を iPS 細胞へと誘導することに成功した。iPS 細胞は、胚幹細胞と同様に体内の全ての細胞に

<sup>注9</sup> [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61496-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61496-3)

<sup>注10</sup> <http://www.research-innovation.ed.ac.uk/records/opportunities/InducedPluripotentStemCells.asp>

<sup>注11</sup> <http://www.scripps.edu/news/press/042309.html>

分化することが可能である。有蹄動物の体細胞を用いて成功したのは、世界初である。科学者達は、転写因子を用いて、豚の耳と骨髄から採取された細胞を再プログラムし、iPS 細胞を作製することに成功した。豚は構造・機能面においてヒトと大変類似性が高く、臓器も概してヒトのそれに近い<sup>注12</sup>。

- 2009年8月、マックス・プランク分子・生体臨床医学研究所（ミュンスター、ドイツ）の研究チームは、より少ない因子を用いて幹細胞の多分化能を得ることに成功した。4つの必須の因子の内、3つはヒトの神経幹細胞には発現しており（皮膚細胞にはなし）、OCT4 という因子1つのみが必要だった。神経組織の細胞は皮膚細胞と比べ再プログラミングがはるかに容易であり突然変異しにくいのが、神経幹細胞のサンプル採取では歯髄から細胞を抽出するため、皮膚細胞よりかなり困難である<sup>注13</sup>。
- 2009年10月、スクリpps研究所の研究チームは、胚細胞を用いることなく、ヒト成体組織から幹細胞を作製する効率を劇的に向上させた。この研究は、幹細胞を活用した医薬品開発にあたっての実践的課題の解決に向け、大きな前進となった。新技法は、薬の特性を持つ3種の化学薬品を用い、ヒト成体細胞を幹細胞に誘導する従来の技法よりも200倍効率性に優れ、速度も2倍である<sup>注14</sup>。
- 2009年10月、ハーバード幹細胞研究所（ケンブリッジ・マサチューセッツ）は、疾病患者の治療にも使用できるような、安全性の高い人工多能性幹細胞（iPS 細胞）の生産に向け大きく進展した。成体皮膚細胞を胚状へと再プログラミングする際に用いられる4つの遺伝子の内のうちの2つ（Sox2、cMyc）の代わりとなる RepSox と呼ばれる化学物質を用いた<sup>注15</sup>。
- 2009年10月、ネブラスカ医療センターは、ただ単にサンプル細胞が培養されている微環境(microenvironment)の影響を通して、体細胞を iPS 細胞に再プログラミングした。この研究結果が得られるまでは、再プログラムして多分化能を得るために、遺伝物質が体細胞に導入され、これにより、すべての3胚系統細胞の生成が可能となっていた。今回の研究では、研究用のラットから、目の角膜を再生するための前駆細胞を採取している。幹細胞に類似するよう再プログラミングした結果、神経細胞、心筋細胞、肝細胞、細胞型を置換または回復させるための必要な特性が得られた。これらの細胞は、パーキンソン病、心臓疾患、肝臓疾患患者において異常が認められるものである<sup>注16</sup>。

<sup>注12</sup> [http://www.oxfordjournals.org/our\\_journals/jmcb/mjp003.pdf](http://www.oxfordjournals.org/our_journals/jmcb/mjp003.pdf)

<sup>注13</sup> <http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7264/full/nature08436.html>

<sup>注14</sup> <http://www.scripps.edu/news/press/101909.html>

<sup>注15</sup> <http://www.nature.com/stemcells/2009/0910/091015/full/stemcells.2009.130.html>

<sup>注16</sup> [http://app1.unmc.edu/publicaffairs/todaysite/sitefiles/today\\_full.cfm?match=6246](http://app1.unmc.edu/publicaffairs/todaysite/sitefiles/today_full.cfm?match=6246)

人工多能性幹細胞の他の研究は以下の通りである。

- 2009年6月、ジョンズ・ホプキンス医科大学はヒト iPS 細胞のゲノムを編集することに成功し、患者毎に特化した幹細胞治療の開発の将来に向けて活路を開いた。この研究により、ヒト幹細胞の遺伝子標的法と編集の効率が 200 倍以上に向上した<sup>注17</sup>。
- 2009年7月、カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)の研究者により、幹細胞と幹様細胞に再プログラミングされた皮膚細胞には固有の分子差が存在することが分かり、二つの細胞型は互いに明らかな差異を持つことが初めて示された。幹細胞と再プログラムされた細胞（すなわち iPS 細胞）には、重複しつつも明確に異なる遺伝子発現特性があることがこの研究により証明された。特性が異なることは、細胞株がどこで、どのような方法で、あるいはどの種から生成されたかに関わらず、明らかであった<sup>注18</sup>。
- 2009年7月、メイヨー・クリニックの研究により、iPS 細胞が心臓病の治療に有効であることが明らかにされた。iPS 細胞は成体細胞から転換された幹細胞である。この研究では、心臓発作などによって引き起こされる傷跡を治癒する繊維芽細胞を再プログラミングし、梗塞による心臓障害を治癒する幹細胞に転換した<sup>注19</sup>。
- 2009年8月、ケンブリッジ大学のウェルカム・トラスト・センター幹細胞研究所の研究により、幹細胞特有の特性である体内の全ての細胞（肝細胞から皮膚細胞に至るまで）への分化を可能にしている複雑なプロセスの最終過程が突き止められた。研究者達は、Nanog タンパク質がどのように細胞に多分化能を与えるかを研究した。Nanog は 2003 年に多分化能の鍵となる要因であることが特定されたが、現時点まで正確な生物学的役割は不明のままであった。この研究により、この独特なタンパク質 Nanog は、非常に強力な特性である多分化能を細胞に与えるための多段階プロセスの最後のスイッチを押す役割を果たしており、Nanog 無しでは胚は進化不可能で、成体細胞の再プログラミングは失敗することが明らかにされた<sup>注20</sup>。
- 2009年8月、北京の中国科学院の研究者が、マウスの皮膚細胞から作られた初の生きたマウスについて報告した。科学者達はまず、マウスの皮膚細胞から iPS 細胞を作った。次にその細胞をマウスの胚に注入し、それぞれ 4 セットの染色体を含む「キメラ」胚を作り、この胚をメスのマウスに着床させ、27 匹のキメラマウスが誕生した。殆どの個体に生殖力があつた<sup>注21</sup>。

<sup>注17</sup> [http://www.hopkinsmedicine.org/Press\\_releases/2009/06\\_18\\_09.html](http://www.hopkinsmedicine.org/Press_releases/2009/06_18_09.html)

<sup>注18</sup> <http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/ucla-scientists-find-molecular-95214.aspx>

<sup>注19</sup> <http://www.mayoclinic.org/news2009-rst/5353.html>

<sup>注20</sup> <http://www.wellcome.ac.uk/News/2009/News/WTX056296.htm>

<sup>注21</sup> <http://dx.doi.org/10.1038/nature08267>

- 2009年9月、スタンフォード大学医学部は脂肪吸引術によって除去されたヒトの脂肪に万能細胞が含まれており、これは、研究に用いられることの多い皮膚細胞よりもiPS細胞に速く、容易に誘導することが出来ると発表した<sup>注22</sup>。

### 足場材料<sup>注23</sup>とバイオプリンティング<sup>注24</sup>

足場材料の開発により、細胞生物学において、複雑な三次元の細胞組織・臓器を再生させることが可能となる。バイオプリンティングにより、細胞生物学構造もしくは臓器さえも作ることが可能になる。以下は、足場材料とバイオプリンティング技術における最近の進展である。

- 2008年11月、臓器提供者と患者本人の細胞から作製された気管組織の世界初の臓器移植者が公表された。この女性患者の骨髄から採取された幹細胞は、臓器提供者から採取された気管の切片（セクション）を生息・成長させることに使用され、その後、2009年6月に女性の体に移植された<sup>注25</sup>。
- Organovo社（サンディエゴ・カリフォルニア）は、血管のような非常に基礎的な細胞組織の作製が可能なバイオプリンターの研究用試作品を開発した。2010年～2011年にはこの装置の商業版の完成が期待される。現時点では簡単な細胞構造のみに限られているが、臓器・細胞組織作製に関心を持つ様々な研究機関への提供を予定している<sup>注26</sup>。

以下の表は、再生医療関連の企業、取り組み内容、製品開発の状況に関し、得られた情報を示したものである。これを見てもわかるが、臨床試験は時間を要するものであるため、多くの企業において顕著な進歩は認められない。

---

<sup>注22</sup> <http://med.stanford.edu/ism/2009/september/fat-cells.html>

<sup>注23</sup> 足場材料（scaffold）：組織欠損部位で細胞が自分自身の細胞外マトリックス（細胞外気質）を作れるようになるまで、供給する必要がある人工の細胞外マトリックスのこと。

<sup>注24</sup> バイオプリンティング：皮膚、軟骨、骨といった様々な生体材料の設計や製造を含め、様々な印刷技術がライフサイエンスのアプリケーションで利用されている。

<sup>注25</sup> [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61598-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61598-6)

<sup>注26</sup> [http://www.businesswire.com/portal/site/home/permalink/?ndmViewId=news\\_view&newsId=20091201005480&newsLang=en](http://www.businesswire.com/portal/site/home/permalink/?ndmViewId=news_view&newsId=20091201005480&newsLang=en)

表 1 再生医療の開発に取り組んでいる企業の状況

(1) 非幹細胞

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月時点	2009年12月時点
<u>Bioheart Inc.</u>	米国 フロリダ州 サンライズ	損傷した心臓組織の 前駆細胞再生	臨床試験 フェイズⅡ/Ⅲ	2009年末に驚異 的な試験結果が 期待される
<u>Intercytex</u>	英国 ケンブリッジ	繊維芽細胞を播種し たゲルによる皮膚再 生製品	臨床試験 ステージⅢ	
<u>Tengion Inc.</u>	米国 ノースカロラ イナ州ウィン ストンセイレ ム	膀胱成長のための前 駆細胞	臨床試験 フェイズⅡ	
<u>Vesta Therapeutics</u>	米国 ノースカロラ イナ州ダーハ ム	肝臓再生に用いる肝 臓前駆細胞の低温保 存	臨床試験 フェイズⅠ/Ⅱ	

(2) 成体幹細胞

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月時点	2009年12月時点
<u>Aastrom Biosciences</u>	米国 ミシガン州ア ンアーバー	骨、心臓、神経、血管 の再生のための成体 幹細胞と前駆細胞	血管と骨： 臨床試験ステ ージⅡ 心臓と神経： 前臨床試験	心臓再生： 臨床試験ステ ージⅠ/Ⅱ
<u>Advanced Cell Technology</u>	米国 カリフォルニ ア州ロスアン ゼルス	心臓、網膜、血液、循 環器の疾患を治療す るための成体幹細胞	心臓病： 臨床試験ステ ージⅡ	
<u>Aldagen</u>	米国 ノースカロラ イナ州ダーハ ム	成体幹細胞および前 駆細胞を用いた、損傷 心臓、血管組織の再生	ALD-101 臨床試 験フェイズⅢ	ALD-301 臨 床試験フェイズ Ⅰ/Ⅱ終了
<u>Angel BioTechnology</u>	英国 スコットラン ド・エディンバ ラ	臨床試験に用いる成 体幹細胞の作製に対 するライセンス取得	臨床試験のため に、細胞株をライ センス供与可能	
<u>BioE</u>	米国 ミネソタ州セ ントポール	研究用の成体幹細胞 を提供	初めて臍帯幹細胞 株を市販	
<u>Brainstorm Cell Therapeutics</u>	イスラエル ペタック・ティ クバ	神経変性の治療のため の成体幹細胞	臨床試験 フェイズⅠ/Ⅱ	

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月時点	2009年12月時点
Cardio3 Biosciences	ベルギー モンサンギベール	疾患心臓に移植前に、 in vitro <sup>注27</sup> で自己由来成体幹細胞 (autologous adult stem cells)を心臓形成細胞に導く		
<u>Cellerant</u>	米国 カリフォルニア州サンカルロス	癌や鎌状赤血球貧血の治療のための成体幹細胞	癌治療： 臨床試験ステージII	
<u>Cytori Therapeutics</u>	米国 カリフォルニア州サンディエゴ	心臓や血管の疾患のための成体幹細胞	臨床試験 フェイズI	
DaVinci Biosciences	米国 カリフォルニア州コスタメサ	脊髄損傷や筋萎縮性側索硬化症などの神経変性疾患の治療		
International StemCell Corp	米国 カリフォルニア州オーシャンサイド	受精胚を必要とせず、非ヒト細胞への露出を最小限に抑えた、幹細胞誘導プロセスの開発		
<u>Gamida</u>	イスラエル エルサレム	癌、血液、血管疾患の治療のための成体幹細胞	白血病、リンパ腫用のStemEx®： 臨床試験フェイズIII	
Histogen	米国 カリフォルニア州サンディエゴ	髪・スキンケア目的の繊維芽細胞培養		
Medistem	米国 アリゾナ州チャンドラー	炎症性・変性疾患治療目的の成体幹細胞抽出・操作技術の開発・商業化		
<u>Mesoblast Ltd</u>	オーストラリア メルボルン	骨の再生のための成体幹細胞	同種異形間葉前駆細胞： 臨床試験フェイズII	
Neuralstem Inc	米国 メリーランド州ロックヴィル	中枢神経系幹細胞の細胞組織からの分離、試験管内培養、成熟ヒト神経細胞・神経膠への分化		
Odontis	英国 ロンドン	交換歯の成長のための成体幹細胞の使用	前臨床研究	

注27 in vitro：試験管内。実験条件が、人為的にコントロールされた環境であるという意味。

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月時点	2009年12月時点
<u>Osiris</u>	米国 メリーランド 州ボルチモア	クローン病、移植片対 宿主拒絶反応の治療、 心臓再生、軟骨再生の ための成体幹細胞	心臓組織の修復： フェーズII	クローン病及び GvHD フェー ズIIIの結果は期 待はずれ
<u>Pluristem</u>	イスラエル ハイファ	骨髄再生に用いる成 体幹細胞の生成	前臨床	
<u>ReNeuron</u>	英国 ギルドフォード	脳卒中、糖尿病、網膜 疾患のための成体幹 細胞治療	前臨床研究、脳梗 塞治療のフェイズ I / II 試験の患者 登録準備完了	
<u>Stem Cells Inc.</u>	米国 カリフォルニ ア州パロアル ト	成体幹細胞を使用し た神経再生	臨床試験 フェイズ I / II	ペリツェウス・ メルツバッハー 病における HuCNS-SC 細 胞フェーズ I 臨 床試験
<u>Stem Cell Therapeutics Corp.</u>	カナダ カルガリ	神経成体幹細胞を使 用した脳卒中患者の 神経再生	前臨床研究	NTx®-265 フェ ーズ I / II 臨床 試験
<u>Stempeutics</u>	インド バンガローレ	心臓疾患、脊髄損傷の 治療、血管再生のため の成体幹細胞	3つの製品が、臨 床試験フェイズ I / II	8つの製品が、 臨床試験ステー ジ I / II
<u>TheraVita</u>	タイ バンコク	心臓および血管組織 の再生のための成体 幹細胞	心臓組織再生のた めの製品を商品化	

(3) 胚性幹細胞

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月	2009年12月
<u>Cellartis AB</u>	スウェーデン ゴーテボルグ	ヒト胚性幹細胞株の世界 最大の開発者。様々な疾 病の治療用に30以上を開 発。	臨床研究の協力 者へ幹細胞株の 提供	
<u>ES Cells International</u>	シンガポール ヘリオス	糖尿病と心臓疾患の治療 のための胚性幹細胞の開 発	前臨床研究	

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月	2009年12月
<u>Geron</u>	米国 カリフォルニア州メンロパーク	様々な疾病の胚性幹細胞による治療	2008年に臨床試験フェイズI	GRNOPC1 (急性期脊椎損傷の治療候補薬)の臨床試験が動物実験の嚢胞形成により休止。 2009年11月にFDA(食品医薬品局)より再開許可
<u>MedCell Bioscience Ltd</u> (以前の企業名は Novathera)	英国 ケンブリッジ	胚性および成体幹細胞技術と生体材料(インペリアルカレッジから独立)	組織再生、幹細胞作製、肝臓細胞再生のための TheraGlass 生体材料(臨床試験用)	
<u>Novocell</u>	米国 カリフォルニア州サンディエゴ	糖尿病治療のための胚性幹細胞開発	2010年に臨床試験ステージI	
<u>Reliance Life Sciences</u>	インド ムンバイ	糖尿病、心臓、血管、神経疾患の治療のための胚性および成体幹細胞	前臨床研究	

(4) iPS細胞

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月	2009年12月
Fate Therapeutics	米国 カリフォルニア州ラフォーヤ	iPS細胞を用いた、成体幹細胞の成長を促進する薬品の研究	情報なし(N/A)	2009年初頭に、初の治療候補薬の臨床試験開始(造血幹細胞)
<u>iPierian</u>	米国 カリフォルニア州サンフランシスコ	標的: 心臓血管、神経変性、代謝性疾患	情報なし(N/A)	
Cellular Dynamics	米国 ウィスコンシン州マディソン	薬剤スクリーニングのために、心臓細胞を心臓、免疫、腎臓その他の細胞のコロニーへ	情報なし(N/A)	心毒性スクリーニングサービスの提供

## (5) 足場材料とバイオプリンティング

企業名	所在地	取組内容	状況	
			2008年11月	2009年12月
<u>BioMD Ltd</u>	オーストラリア パース	心臓弁治療のためのプロセス（細胞再成長の促進、拒絶反応低減）の開発	心臓細胞パッチ：ヒト臨床試験フェイズII（2008年4月開始）	
<u>CellSeed Inc.</u>	日本 東京	前駆細胞や幹細胞から、角膜や心臓組織を再生するためのUpCell培養システムの作製	前臨床研究段階	
<u>Envisiontec</u>	ドイツ グラドベック	組織工学的な足場材料や細胞を3次元作製するための、BioPlotterと呼ばれるCADシステムの開発	研究開発に使用するための技術を提供	
<u>Organovo</u>	米国 カリフォルニア州 サンディエゴ	全ての細胞組織・細胞型に応用可能な3次元印刷技術の開発		
<u>RegenTec</u>	英国 ノッティンガム	骨再生のための注入可能な様々な足場材料の作製	前臨床研究	
<u>Reinnervate</u>	英国 ダーラム	足場材料の作製（三次元細胞成長、細胞成長を制御する成長因子、細胞成長追跡用のバイオマーカーのための）	足場材料の商業生産のための協力企業を探している	
<u>Renovo</u>	英国 マンチェスター	手術後の痕跡を低減する成長因子の開発	4種の皮膚若返り製品：臨床試験フェイズII/III	
<u>Sciperio Inc</u>	米国 オクラホマ州 オクラホマシティー	再生医療およびカスタム組織システムのエンジニアリングのための生体内・外デポジションツール (deposition tool) の作製	研究開発中	
<u>Stem Cell Sciences UK Ltd</u>	英国 ロンドン	成体及び胚性肝細胞株作製のためのプロセスと媒体(media)の開発	幹細胞成長のための様々な媒体(media)製品を販売中。 治療は、前臨床研究段階。	
<u>Tengion</u>	米国 ペンシルバニア州 キングオブブラシャ			
<u>Therics</u>	米国 オハイオ州 アクロン	代用骨製品作製のための3次元印刷技術（特許取得済み）を保有	FDA が承認し販売可能	

編集： NEDO（担当： 総務企画部 久我健二郎）

翻訳： NEDO（担当： 総務企画部 草野裕子）

出典： Strategic Business Insights Explorer Program

本記事関連の NEDO 成果報告書

本記事で扱っているテーマに関連した最近の NEDO 成果報告書を以下に示します。

成果報告書を閲覧する場合は、NEDO ホームページから利用登録をしてから管理番号欄に管理番号を入力し、検索してください。

<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

- 1) 平成 15 年度成果報告書 体性幹細胞を用いた血管の再生と微小血管造影による臨床評価 03A04005a 平成 15 年度採択産業技術研究助成事業 平成 15 年度 1 年目  
管理番号 100004598
- 2) 平成 15 年度～平成 17 年度成果報告書 平成 15 年度採択産業技術研究助成事業  
03A04005a 体性幹細胞を用いた血管の再生と微小血管造影による臨床評価 平成 17  
年度最終  
管理番号 100008791
- 3) 平成 16 年度成果報告書 平成 16 年度第 1 回採択産業技術研究助成事業 04A04009  
光活性化型リガンドによるマイクロパターン幹細胞培養技術の確立による設計可能な  
人工組織素子の開発 平成 16 年度 1 年目  
管理番号 100006148
- 4) 平成 16 年度～平成 18 年度成果報告書 平成 16 年度第 1 回採択産業技術研究助成事業  
04A04009a 光活性化型リガンドによるマイクロパターン幹細胞培養技術の確立によ  
る設計可能な人工組織素子の開発 平成 18 年度最終  
管理番号 100011116
- 5) 平成 17 年度成果報告書 平成 16 年度採択産業技術研究助成事業 04A04009 光活性  
化型リガンドによるマイクロパターン幹細胞培養技術の確立による設計可能な人工組  
織素子の開発 平成 17 年度中間  
管理番号 100008515

- 6) 平成 19 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 糖鎖プロファイリングによる幹細胞群の品質管理、安全評価システムの研究開発  
管理番号 100012012
- 7) 平成 19 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究 3  
管理番号 100011634
- 8) 平成 19 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究 4  
管理番号 100011631
- 9) 平成 19 年度～平成 20 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 糖鎖プロファイリングによる幹細胞群の品質管理、安全評価システムの研究開発  
管理番号 100014157
- 10) 平成 19 年度～平成 20 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 「糖鎖プロファイリングによる幹細胞群の品質管理、安全評価システムの研究開発」  
管理番号 20090000000101
- 11) 平成 20 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究 間葉系幹細胞による再生医療早期実用化 心血管の再生に適した間葉系細胞の選択  
管理番号 100014101
- 12) 平成 20 年度成果報告書 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究 間葉系幹細胞による再生医療早期実用化間葉系幹細胞の細胞分化判別式検証  
管理番号 100014105

【ライフサイエンス】 遺伝子発現 タンパク質

## 遺伝子発現を抑制する新しいタンパク質(EU)

### ゲノム制御に関わる新しいタンパク質

国際研究チームはこのほど、BAHD1 という新しいタンパク質を特定した。この物質は、染色体構造を変えることができ、遺伝子発現<sup>注1</sup>の抑制に関わる。この研究は、遺伝子がどのように制御されているのか我々の理解を助けるものであり、ジャーナル誌「全米科学アカデミー紀要(PNAS: Proceedings of the National Academy of Science)」で発表された。

この研究は、8年間にわたり EU が資金提供する ERA-NET<sup>注2</sup> プロジェクト PathoGenoMics (ゲノム配列決定とヒト病原性微生物の機能的ゲノム学の全欧州に跨る協力および連携)の一環であり、第6次フレームワークプログラム(FP6: Sixth Framework Programme)のもと、2012年まで3百万ユーロで運営される。

この研究は、フランスのパリに拠点を持つパスツール研究所(Pasteur Institute)、フランス国立科学研究センター(CNRS: French National Center for Scientific Research)、フランス国立農学研究所(INRA: French National Institute for Agricultural Research)、ドイツ・ユーリッヒ研究所(German research institute Forschungszentrum Jülich)など、パートナー15機関が共同して実施した。

腫瘍細胞の成長は、細胞内の遺伝子の変異、それゆえ化学物質による結果である。これら発癌過程のひとつは、胚成長の研究によって発見されている。細胞は、組織や器官を健康に保つために入れ替えが行われなければならない。

遺伝子発現は、遺伝子とその固有の遺伝子コードを表す方法である。すべての細胞は、同一の遺伝子セットを持っているが、それぞれの細胞型は通常、その細胞の機能に直接関係する遺伝子のみを使用できる。場合によっては、このシステムが正しく機能せず、遺伝子の病理的変異が発現されることがあり、これが遺伝子疾患や癌をひき起こす可能性がある。

人体、花、木、動物など、どのような生物の場合でも細胞はすべて、同一の遺伝子情報セットを持っているが、これはさまざまな方法で発現される。たとえば、人間の皮膚、髪、歯はすべて、さまざまな細胞組織から作られているが、これらの器官を作るためにコーディング情報を提供した遺伝子は、同じ仕事をする。同一の遺伝子コーディングから、その

注1 遺伝子の情報が細胞における構造及び機能に変換されること。

注2 欧州研究領域ネットワーク (European Research Area NETwork)。EU加盟国やフレームワークプログラム関連諸国において「国レベルと地域レベルで実施されている研究活動をネットワーク化し、双方の研究プログラムを公開することによって、国と地域レベルの研究の連携・調整を強化する」ことを目的とした制度。

ようなさまざまな器官を作ることができる理由は、それぞれの細胞型が、小さな遺伝子セット、つまり、それぞれ固有の遺伝子のみを活性化するためである。

細胞は、クロマチン(染色質)と呼ばれる物質の構造を制御することで、どの遺伝子を活性化するかを選ぶ。このクロマチンとは、プロテイン鎖と、人の染色体を構成する DNA から構成される遺伝物質である。クロマチン鎖は、強固な「クランプ」で配列でき、これにより遺伝子を抑制する。あるいは、より緩い状態にまとめたりすることができ、こうすることで遺伝子が活性化される。このため、クロマチンの構造を制御している因子を特定することは、必要不可欠である。たとえば、もしその構造が変われば、神経疾患、癌、発達障害をひき起こす可能性があるのである。

この研究チームによる BAHD1 の発見は、細胞内にこの物質が存在すると、主に胚の成長中に活性化する遺伝子 IGF2 を抑制するので、正しい方向への第一歩となる。胚の成長に関わる IGF2 やその他の細胞は、健康な人体では通常、不活性な状態にあるが、多くの癌の場合にこれらは活性化され、細胞を増殖し、これにより腫瘍が形成される可能性がある。

「この BAHD1 複合体の発見は、人体細胞内の遺伝子がどのように制御されているのかを理解するのに役立つものだ。それらの知識が、不適切に活性化された遺伝子を再抑制することを狙った新しい癌の治療法や、新しい予後マーカーに役立つようになるかもしれない。」と、PathoGenoMics プロジェクトの調整役であるドイツ・ユーリッヒ研究所の Marion Karrasch-Bott 博士は述べた。

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典："Novel protein implicated in genetic control"

[http://ec.europa.eu/research/headlines/news/article\\_09\\_11\\_20\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/headlines/news/article_09_11_20_en.html)

本記事関連の NEDO 成果報告書

本記事で扱っているテーマに関連した最近の NEDO 成果報告書を以下に示します。成果報告書を閲覧する場合は、NEDO ホームページから利用登録をしてから管理番号欄に管理番号を入力し、検索してください。

<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

- 1) 平成 17 年度成果報告書 国際共同研究助成事業 2005IS175 遺伝子・タンパク質ネットワーク・グラフィカル表現の国際標準化 平成 17 年度 1 年目  
管理番号 100008955

- 2) 平成 18 年度成果報告書 国際共同研究助成事業 2005IS175 遺伝子・タンパク質ネットワーク・グラフィカル表現の国際標準化 平成 18 年度 2 年目 (英文)  
管理番号 100011481
  
- 3) 平成 17 年度～平成 19 年度成果報告書 モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発 細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術 タンパク質導入法ならびに定量リン酸化プロテオーム解析による細胞モニタリング技術の研究開発  
管理番号 100012429

【ライフサイエンス特集】**医薬品**

## より効率的な医薬品の開発方法に関する研究提案の募集 (EU)

### 募集の目的

2009年11月27日、革新的医薬品イニシアティブ (IMI) <sup>注1</sup>は正式に第2期プロジェクト公募を発表した。欧州委員会 (EC) と欧州製薬団体連合会 (EFPIA) による官民パートナーシップの IMI は、9つの特定テーマに関する研究提案の提出を呼びかけている。公募の目的は、癌や炎症性疾患の新薬研究開発を促進することにある。また、プロジェクトへの資金提供を行い、製薬業界と科学界のデータ交換を増大させ、知識の明確化と共有化を図る。今回の第2期公募には、欧州委員会が7,680万ユーロを拠出、EFPIAの会員企業からは最低でも同額相当の現物拠出<sup>注2</sup>が行われる。

IMI 事務局長 Michel Goldman 博士は「今回の第2期公募は、製薬開発において我々に必要なイノベーション (革新) を支援するために重要であり、医薬品開発におけるボトルネックを解消することになるだろう」と述べた。

ヤネズ・ポトチュニク欧州委員会委員 (科学・研究担当) は補足する。「2004年、我々は医薬品研究におけるボトルネックを解消し、欧州を生物医学研究の第一線に押し上げることを決意した。これこそが、IMI の果たすべき役割なのだ。IMI は、知の三角形<sup>注3</sup>の中心に位置し、公と民の連携を強化し、競争力がある持続可能な方法により、我々が直面している大きな課題に取り組む助けとなっている。また、欧州委員会と製薬業界による新しい連携には、実行力が伴っていることも分かる」。

Bayer Healthcare 社の CEO であり EFPIA 会長を務める Arthur J. Higgins 氏は、次のように述べる。「IMI は、欧州が生物薬剤における革新の最前線に立とうとする明確な意思表示である。このイニシアティブによって新発見を促進するために、普通は競争関係にある製薬企業が団結し、学会関係者とも連携することに成功した。」

2009年11月16日、IMI を創設した二つの組織、欧州委員会と EFPIA から財政・運営的に独立し、IMI は自立した組織になった。新事務局長 Michel Goldman 氏率いる新チームが IMI 事務局 (本部：ブリュッセル) を切り盛りし、第2期プロジェクト公募の資金拠出の責任を担う。

<sup>注1</sup> 「革新的製薬イニシアティブ (Innovative Medicine Initiative : IMI)」は、欧州委員会と製薬業界の官民連携プログラムであり、共同技術開発イニシアティブ (Joint Technology Initiative : JTI) の一つとして2007年に創設された。予算は2008年から2013年までの累計で20億ユーロ (欧州委員会10億ユーロ、産業界10億ユーロ)。

<sup>注2</sup> 研究開発スタッフ、研究開発設備など、資金以外の提供。

<sup>注3</sup> 研究を通じた知の創出、教育を通じた知の普及、イノベーションを通じた知の実用化。

今回の9つのテーマの内、3つは知識の明確化と共有化に関するものである。これは、有効な医薬品開発の将来的な進展を左右する鍵となる分野である。特に、業界のデータ標準の向上と、新薬の薬効・安全性に関して、研究機関・規制当局による正確な評価を目指す。また医薬品開発促進のための、より容易な情報共有も目標の一つである。

その他の6トピックは、癌、炎症性・感染性疾患治療薬の薬効向上を目指す。例えば、あるトピックは癌腫瘍の組成と治療薬への反応に焦点を当てる。その他のトピックは感染症のより正確、安価、迅速な診断を目指すものである。

今回の公募トピックは9月に公開され、研究グループも十分な応募準備を進め、興味の高まりが見られた。2009年11月17日、中小企業その他を含む420人以上の研究チーム代表者がIMI Open Information Day 出席のためブリュッセルに集い、直接、応募情報を入手した。

## 詳細情報

提案募集の応募締め切りは2010年2月8日である。結果は2010年夏に発表される。

## 背景

2007年に発足したIMIは、欧州委員会とEFPIAに代表される欧州の製薬業界の官民連携組織である。IMIは生物薬剤の革新において欧州が最前線に立ち、より効率的な発見と患者のためのより良い医薬品の開発支援を目指す。

2008～2017年期のIMIの総予算は20億ユーロ（欧州委員会から10億、製薬業界から10億ユーロ）。

IMIによる第1期プロジェクト公募は2008年4月に発表された。134の提案が提出され、うち15の提案が選定され2億4,600万ユーロが供与された。

IMIと第2期公募に関するより詳細な情報は[www.imi.europa.eu](http://www.imi.europa.eu)を参照。また、IP/09/1310<sup>注4</sup>、IP/09/802<sup>注5</sup>、及びIP/08/662<sup>注6</sup>も参照。

---

<sup>注4</sup><http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1310&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

<sup>注5</sup><http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/802&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

<sup>注6</sup><http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/662&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

## IMI 第2期プロジェクト公募のトピックリスト

1. 画像バイオマーカー（生体指標）による抗ガン剤開発
2. 薬効向上のための標的評価(target validation)の新手法
3. 分子バイオマーカー：癌治療開発の促進と患者ケアの改善
4. 細菌診断の迅速なポイント・オブ・ケア診断テスト<sup>注7</sup>の検証・開発による臨床試験・臨床診療の簡易化
5. 異常適応免疫機構(aberrant adaptive immunity mechanism)の理解
6. 慢性免疫介在疾患のトランスレーショナル<sup>注8</sup>研究：動物モデルからヒトへ
7. 医薬品／疾患のモデル化：ライブラリーと枠組み
8. 開かれた薬理学スペース
9. 電子カルテ

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 草野 裕子）

出典：

“Innovative Medicines Initiative (IMI): the Commission and the pharmaceutical industry launch second call for research proposal towards more efficient drug development methods”

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1833&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

本記事関連の NEDO 成果報告書

本記事で扱っているテーマに関連した最近の NEDO 成果報告書を以下に示します。

成果報告書を閲覧する場合は、NEDO ホームページから利用登録をしてから管理番号欄に管理番号を入力し、検索してください。

<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

- 1) 平成 16 年度成果報告書 平成 13 年度採択産業技術研究助成事業 01A45009a 肝不全治療、細胞性医薬品の開発に向けた可逆性不死化ヒト肝臓細胞からなるバイオ人工肝臓の作成 平成 16 年度 4 年目  
管理番号 100005658

<sup>注7</sup> POCT の定義は広範にわたり、診療・看護現場で医療スタッフが実施する簡易検査ならびに患者自身が在宅で実施 (Home Testing) する自己検査 (Self Testing) が包含される。

<sup>注8</sup> トランスレーション（翻訳）とは、医学や薬学の基礎的な研究成果を臨床に応用することを目的にチームで行う研究。新薬の開発においては基礎研究ののち、前臨床試験、第 I ～ III 相試験、承認審査といった多くのトランスレーションの過程があり、多くの人々が係わる。一言で言えば、基礎研究成果と医療実施の間にある過程。

- 2) 平成13年度～平成17年度成果報告書 平成13年度採択産業技術研究助成事業  
01A45009a 肝不全治療、細胞性医薬品の開発に向けた可逆性不死化ヒト肝臓細胞か  
らなるバイオ人工肝臓の作成 平成17年度最終  
管理番号 100007603

【個別特集】 **省エネ技術**

DOE 「Save Energy Now State Partnership」 年次レポート (2/3)

[内容]
エグゼクティブ・サマリー
序論
A. 米国の産業
B. 産業技術開発プログラム
C. 提携による開発とその展開 (以上 前号掲載)
<b>「Save Energy Now」州と公益事業体との連携</b>
<b>A. 連携の概説：目標と課題</b>
<b>B. 成果</b>
<b>B.1. 連携関係の構築</b>
<b>B.2. 新たな支援材料</b>
<b>B.3. 新規助成対象プロジェクト (以上 本号掲載)</b>
(以下は次号に掲載予定)
手法、出版物と可能なリソース(資金・人材)
A. 「Save Energy Now」プログラムの政策手段と出版物
B. 関連する IPT のリソース
参加の方法と連絡先
A. 参加の方法
B. 詳細情報の取得場所
C. 2009 会計年度のニュース・情報
D. 連絡先

**「Save Energy Now」州と公益事業体との連携**

産業技術プログラム (Industry Technologies Program: ITP) は、その戦略的連携に依拠して、米国内の全ての規模の企業に対する効率的なツール、リソース<sup>注1</sup>、サービスの提供を支援する。州と公共事業体が連携することにより、ITP は産業部門のエネルギー強度<sup>注2</sup>を 10 年で 25%削減する Save Energy Now の目標 (「25 in 10」と称している) に向け前進している。ITP は、州のエネルギー関係機関、消費者あるいは投資家が所有する公益事業体<sup>注3</sup>、あらゆる規模の産業プラントとの協力を重点を置いて連携を実施する。

<sup>注1</sup> 任務を達成するのに必要な、人的・物的資源や手段を含む概念を意味する。  
<sup>注2</sup> GDP 単位当たり、あるいは生産量1 単位当たりのエネルギー消費量のこと。  
<sup>注3</sup> utility の訳語で、電気、ガス、水道などの公共設備、公益事業のこと。

ITPは、パートナー（提携先）に対するツールやリソースの提供に取り組むことにより「Save Energy Now State and Utility Partnerships (Save Energy Now 州と公益事業体との連携)」プログラムを構築しつつある。ITPは、プロジェクトに対する助成、情報提供や支援、イベント、MOU (memorandum of understanding : 覚書)、トレーニングを通じてこの戦略を実行してきた。

**州レベルプロジェクトへの助成：** トレーニング、出版物やツール、情報の提供に加えて、ITPは州のパートナーに対して産業の効率化プロジェクトを実施するための財政的支援を始めた。ITPは2008会計年度 (FY2008) に、19の州で産業エネルギー評価のために96の州レベルの助成対象プロジェクトを公募し、助成を行った。選出されたプロジェクトの結果はITPのウェブサイトで閲覧できる。FY2009には、ITPはSave Energy Nowのリソースを利用して産業部門におけるエネルギー強度を2.5%削減することに貢献する産業エネルギー効率プログラムの開発、普及のために、公募により12の州に資金を提供した。ITPは、米国再生再投資法 (American Recovery and Reinvestment Act: ARRA) により利用可能になった資金を通じて、追加的に11の州と5つの州レベル地域プロジェクトを支援した。

**情報提供と支援：** ITPの主要なツールやリソースをさらに普及し、利害関係者に重要な連携機会を周知させるために、ITPは一連の新支援ツールを開発した。これには、Save Energy Now State Partnerships ウェブサイト<sup>注4</sup>およびUtilities Partnership ウェブサイト<sup>注5</sup>という2つの新たなウェブサイトの開設が含まれる。これらのサイトは、有益なリソースとして、また州および公益事業体に対する連絡窓口として機能していたが、2009年5月にITPのサイトに統合された。State Partnerships ウェブサイトには、State Activities (州の活動) ページがあり、産業統計および経済統計、トレーニングの機会、連絡先に関する情報が州別に掲載されている。また同ウェブサイトには、State Incentives and Resource Database (州レベルの奨励制度とリソースに関するデータベース) も含まれる。このデータベースには、公益事業体、州および非営利団体によるエネルギー奨励制度、ツール、リソースが収集されており、州別、奨励制度の種類別、支援拠出者別、またはエネルギーの種類別で検索することができる。このデータベースは、1年に2回更新される。Utilities Partnership ウェブサイトは、投資家所有の公益事業体、地方自治体所有の公益事業体、電力協同組合が産業界の顧客に提供することができるツールとリソースを掲載している。このサイトでは、ケーススタディ、評価に関する情報、ガスおよび電力供給者のためのリソースを閲覧できる。

ITP は、産業界が ITP の支援によりエネルギー効率を促進できるよう、公益事業体を利用できる全ての機会についての情報を掲載した新パンフレットを作成した。さらに、ITP はパートナーに、ITP が開発したティップシート (tip sheet、情報誌) やファクトシート

<sup>注4</sup> Save Energy Now State Partnerships Web site ([www.eere.energy.gov/industry/states](http://www.eere.energy.gov/industry/states))

<sup>注5</sup> Utilities Partnership Web site ([www.eere.energy.gov/industry/utilities](http://www.eere.energy.gov/industry/utilities))

とブランド提携できるようにしている。ブランド提携することにより、ITPのパートナーは、自ら開発する必要のない無料のリソースを顧客や利害関係者に提供できるのである。

**イベント**：2008年から、ITPは米国の各地域で産業効率の利害関係者（産業界、州のエネルギー関係機関、公益事業体、非営利団体）と連携し始めた。2008年6月、ITPは成功裏にこのイニシアティブを立ち上げ、オークリッジ国立研究所で南東部産業エネルギー効率サミットを開催した。サミットには、産業界、公益事業体、州および地域団体から75名以上の参加があり、エネルギー省（Department of Energy: DOE）エネルギー効率および再生可能エネルギー局（Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: EERE）のアンドリュー・カーズナー次官補も参加した。同年9月、ITPは東南部の利害関係者とともに、同地域の産業効率に向けた協働の工程を示した行動計画の策定に取り組んだ。このイベントの成功を受け、ITPは2009年2月に北西地域で地域サミットを開催した。さらに最近では、ITPは中西部産業効率に関する情報交換会（Midwest Industrial Efficiency Exchange）を開催した（参加者や結果の詳細については、後述の「成果」の項目を参照されたい）。

**MOU**：プログラムは、ITPとの正式な提携を模索する州や公益事業体向けに、連邦、州および公益事業体の目標や、共同スポンサーへの合意の意志を提示する手段としてMOUを提供した。

- ・ ウィスコンシン州とのMOU：ITPは2007年10月に、ウィスコンシン州内の産業エネルギー効率の向上を援助する目的で、評価、トレーニング、支援を実施する覚書に署名した。
- ・ NWFPAとのMOU：ITPは2009年2月に、10年で25%のエネルギー強度の削減に協力して取り組むために、北西食品加工業協会（Northwest Food Processors Association: NWFPA）とのMOUに署名した。北西部産業エネルギー効率サミットで、NWFPA、DOE、パシフィック・ノースウェスト国立研究所、アイダホ国立研究所、DOEボネビル湖電力管理局（Bonneville Power Administration: BPA）がMOUに署名した。

**トレーニングの利用**：ITPは、州や公益事業体のパートナーに対して産業効率トレーニングを実施するよう奨励している。ITPによって認定された専門家は、各地に出張して、州、公益事業体および産業界とのトレーニングセッションを援助し、特定のソフトウェアツール、ベストプラクティス、実施例の普及に当たることができる。

Save Energy Now リソースが地域へ移転することにより、確実により多くの産業が評価とトレーニングを受け、より多くのプロジェクトが実施され、リソースの認知度が上がり、費用分担型支援が増加し、エネルギーの使用量と温室効果ガスの排出が減少し、競争力が向上し、雇用をより多く創出するとみられる。

## A. 連携の概説：目標と課題

州、公益事業体および産業界は、効率化の実施に当たりいくつかの厄介な課題に直面している。最新の Platts/Capgemini 調査<sup>注6</sup>によれば、公益事業体の経営陣にとって、産業の規制と環境問題が今日の最大の懸念材料である。公選された役職員も一般人も次第に環境問題に関心を示すようになり、また炭素排出削減規制が急速に実現しそうな状況下で、エネルギー効率の向上が公益事業体の優先事項に浮上した。エネルギー効率の向上により、発電が環境に与える影響を軽減し、新しい立法や規制による義務が事業に不利に働く機会を減らすことができる。化石燃料の価格や供給が不安定であることの影響軽減は言うに及ばない。したがって、公益事業体にとっては省エネ措置の実施に必要な情報やリソースを持つ顧客へのアクセスが課題となる。Save Energy Now State and Utility Partnerships プログラムは、発電業者と顧客のエネルギー効率向上を支援し、これにより操業コストを下げ、経済的、環境的な立場を改善する。エネルギー効率の向上により企業が恩恵を受けるだけでなく、公益事業体も卸売り、送電/配電にかかるコストを低減させ、また、重要な得意先を自らの供給地域にとどめておくことができるのである。

州のエネルギー関係機関にとって増大しつつある主要な懸念は、産業効率を実施するための技術的、財政的リソースが自らの州で利用できるか否かである。ITP は、50 州それぞれにリソースを提供することにより、すべての州と緊密に連携することを期待している。地域的な産業効率サミットは、こうした連携を構築、維持するための重要な足がかりを与えた。しかし、それぞれのサミットが成功するか否かは、どの程度の数の企業、団体が参加するかによる。たとえば今日のような経済環境にあっては州には制約があるため、連携を構築し、リソースを獲得する機会であるイベントや会議に参加するのも困難である。したがって、ITP は、直接対面してまでの支援を必要としない多数の州内の利害関係者に対してアクセスすることが可能な、州レベルの加盟機関とより多くの提携関係を築くことを目指す。ITP はまた、産業界のあらゆる利害関係者が提携に参加することで確実に恩恵を受けられるよう、オンラインプログラムの提供を増やしている。



Save Energy Now State and Utility Partnerships の第一の目的は、産業界のエネルギー

<sup>注6</sup> Platts/Capgemini. “Platts/Capgemini study indicates utility executives are divided on near-term impact of Obama Administration’s energy plan.”

( <http://www.capgemini.com/resources/news/platts-capgemini-study-indicates-utility-executives-are-divided-on-nearterm-impact-of-obama-administration-energy-plan/> ) Accessed on September 22, 2009.

一強度と、これに伴う温室効果ガスの排出を削減することである。ITP は、プログラムの範囲を拡大して「25 in 10」という目標を達成し、ITP のリソースを普及させるのに役立つ特定の支援や提携の目的を概説した。ITP の目的は、産業界のエネルギー効率がもたらす利益や機会に対する認知度を拡大し、より多くの企業に対して技術情報、ツール、経済的、環境的に持続可能な方法を提供することにある。Save Energy Now State and Utility Partnerships プログラムのような連携や支援活動は、主要なリソースあるいは州政府間パートナーとして ITP を構築し、国内全域の州と公益事業体に ITP の知識とサービスを伝授する機会となる。

**ITP の戦略的目標（複数年プログラム計画 2008）**

- ・協力的な R&D（研究開発）およびエネルギー管理に関するベストプラクティスの導入を通じた、エネルギー効率の分野での全国的なリーダーシップの養成
- ・産業界全体での証明済みのエネルギー管理方法および先端技術の使用の推進
- ・州、公益事業体、企業、金融業界、他のグループとの戦略的連携関係を通じた、エネルギー効率の分野に対する全国規模での投資の促進

**Save Energy Now State and Utility Partnerships の任務**

- ・地区、州および地域のウェブサイトやリソースへのアクセスの提供
- ・技術支援、産業部門ごとのガイドブック、エネルギー効率証書を提供し、ITP のプログラムの範囲を拡大するための Save Energy Now のリソースの活用
- ・エネルギー効率技術の導入を促進する連携関係の特定

**FY 2008 の連携関係の目標\***

- ・19 の州レベル評価のための助成の公募と資金提供
- ・全米州エネルギー協会（National Association of State Energy）関係者との連携関係の確立
- ・南東部産業エネルギー効率サミットとの地域連携イニシアティブの着手
- ・3 つの州との覚書の策定と署名
- ・リソース評価に関するオンラインツールの開発
- ・公益事業体行動計画の発表
- ・公益事業体に関する論文の発表
- ・ブランド提携した tip sheet（情報誌）の提供

\*参照：Glatt, Sandy. Peer Review Presentation, October 28, 2008. “ITP State and Utility Partnerships.”

**FY 2009 の連携関係の目標\***

- ・州および公益事業体の新ウェブサイトの開設
- ・State Activities ページの更新
- ・ITP の State Incentives and Resources Database の充実と更新
- ・北西部産業エネルギー効率サミットの共同開催
- ・州レベルの Save Energy Now 公募を実施するための 16 の州に対する資金供与
- ・公益事業体への関与の拡大
- ・公益事業体のケーススタディの作成
- ・公益事業体の産業ハンドブックの作成

\*参照 : Glatt, Sandy. Peer Review Presentation, October 28, 2008. "ITP State and Utility Partnerships."

**FY 2010 の連携関係の目標\***

- ・北西部産業エネルギー効率情報交換の促進
- ・地域リソースガイドブックの作成
- ・州レベルのリソースファクトシートの作成
- ・リソース分析のための「エネルギー効率」の実施
- ・Save Energy Now リーダーの誓約の収集 (50 件)
- ・Save Energy Now 同盟への新規加盟 (25 社)
- ・State and Utility Partnership FY 2010 年次報告書の準備
- ・Save Energy Now プロジェクトから過去に助成を受けた 23 の州および 5 つの地域に関する成果報告
- ・State Activities ウェブサイトの更新
- ・ITP のウェブサイト上での「産業の顧客に対する支援方法」に関するポータルサイトの開設
- ・State Incentives and Resources Database の更新
- ・6 回シリーズの公益事業体ウェビナー (オンラインセミナー) の開催

\*参照 : Glatt, Sandy. Peer Review Presentation, October 28, 2008. "ITP State and Utility Partnerships."

Save Energy Now State and Utility Partnerships は、FY2008 および FY2009 の全ての目標を達成した。ITP は、プログラム用の予算と応募のあった提案の範囲に鑑み、FY2009 の目標に掲げられた助成対象の州の数を 16 から 12 に変更した。しかし ARRA 基金を通

じて、ITP は 11 州に対して追加的助成を行うことができた。これにより、当初の目的を超える助成となった。Save Energy Now State Partnership の成果に関する詳細は、後述の「成果」の項を参照されたい。

## **B. 成果**

2007 年の開始以来、Save Energy Now State Partnership の活動は、アメリカの製造業のエネルギー効率向上に関していくつか素晴らしい成果を挙げた。以下で、州と公益事業体の連携により達成された成果の一部を示す。これには、新たな連携関係の構築、新たなツールやリソースの開発、新たなプロジェクト助成の着手が含まれる。

### **B.1. 連携関係の構築**

#### **B.1.1. ウィスコンシン州との MOU**

ウィスコンシン州は、ITP との MOU に署名することにより州内の産業界のエネルギー効率向上を約束した米国初の州である。2007 年 10 月 3 日に署名された覚書は、産業施設でエネルギー効率のよい事例や技術をより多く取り入れるという、同州の誓約を示すものである。ウィスコンシン州はまた、ITP 技術の認知度、実証、導入および採用を推進するとみられる。

#### **B.1.2. 南東部産業エネルギー効率サミット**

2008 年 6 月、ITP は、エネルギー効率の支援に対して関心とリソースのある、地域の製造業者、連邦、州および地域組織の間の協働作業を初めて組織した。この南東部サミットは、2008 年 6 月 5 日にテネシー州オークリッジにあるオークリッジ国立研究所で開催された。同地域から広範な産業の利害を代表する 75 名以上の参加者を得て、サミットは成功裏に終了した。参加者は、南東部の産業効率や経済的競争力の将来に強い関心を持つ企業、州、公益事業体の代表者であった。サミットは、どのように南東部の産業のエネルギー効率を促進させるかについてのダイアログ（対話）を開始する機能を果たした。サミットでは、ITP は Next Steps パネル（次のステップ委員会）を支援し、最終的には南東部産業エネルギー効率同盟（Southeast Industrial Energy Efficiency Coalition）の構築と、サミットの報告書作成のための枠組みを設定した。

参加した州：アラバマ州、フロリダ州、ジョージア州、ケンタッキー州、ミシシッピ州、ノースカロライナ州、サウスカロライナ州、テネシー州、テキサス州

#### **B.1.3. 北西部産業エネルギー効率サミット**

2009 年 2 月 17 日に、100 名を超す地域産業の利害関係者がオレゴン州ポートランドで開催された北西部産業エネルギー効率サミットに集結した。この参加者の中には、林産物産業、食品製造産業、石油・ガス会社の代表だけでなく、州のエネルギー関係機関の職員や地域の非営利団体のメンバーが含まれていた。このイベントで特記すべきことは、

NWFPA（北西食品加工業協会）、DOE ボネビル湖電力管理局（Bonneville Power Administration: BPA）、アイダホ国立研究所、パシフィック・ノースウェスト国立研究所およびDOEの間で交わされたMOUの署名である。同MOUは、署名の当事者がエネルギー強度を10年で25%削減するために、自発的に協力して取り組むことを誓約している。サミットの後、NWFPAのメンバーは北西部エネルギー効率同盟（Northwest Energy Efficiency Alliance）と連携して、産業ごとのエネルギーの基準値の策定と、エネルギー効率を向上させるために取るべきステップの作成に持続的に取り組んでいる。

参加した州：アイダホ州、モンタナ州、オレゴン州、ワシントン州

#### B.1.4. 中西部産業エネルギー効率に関する情報交換会

このイベントは、2009年9月9～10日にミシガン州デトロイトで開催された。主催者は、ITPとミシガン州のジェニファー・M・グランホルム州知事である。同イベントは、製造業者に、連邦、地域、州、公益事業体、非営利団体、非政府系団体といった財政的、技術的リソースの供給者と話し合う場を提供し、産業界のエネルギー効率プロジェクトの実施を促進した。会場での参加は300名以上であったが、ウェビナー<sup>注7</sup>でも50名以上が参加した。グランホルム州知事は、ミシガンへの訪問を正式に歓迎し、Energy Champion and Energy Saver賞の授与を行った。イベントのハイライトは、エネルギー強度を10年で25%削減することを誓約した11の企業による「Save Energy Nowリーダーの誓約」の署名である。イベントは、製造業者にとって自分たちが利用できる財政的、技術的支援にどのようなものがあるかを学び、特定の団体と一対一で会って、自らのエネルギー効率プロジェクトの具体的な実施に当たり、こうしたリソースをどのように活用できるかについての詳細を知る機会となった。交換会は、リソースを持つ側が、地域産業界のエネルギー強度を軽減し、関連する炭素の排出削減を支援する貴重な場を提供した。

参加した州：イリノイ州、インディアナ州、アイオワ州、カンザス州、ミシガン州、ミネソタ州、ミズーリ州、ネブラスカ州、ノースダコタ州、オハイオ州、サウスダコタ州、ウィスコンシン州、

## B.2. 新たな支援材料

今日、インターネットは広範な市民へ情報を届けるのに最も有力な媒体である。ITPはこの点を認識し、ここ数年自らのウェブサイトの改善、拡大にリソースを投入してきた。最近、ITPはSave Energy Now State and Utility Partnershipsプログラム専用のウェブページを開設した。

### B.2.1. 連携の新しいウェブサイト<sup>注8</sup>

これらのウェブサイトは Save Energy Now State and Utility Partnerships プログラム

<sup>注7</sup> ウェブ上で行われるセミナーのことで、web と seminar を併せた造語（Webinar）。

<sup>注8</sup> ①State Partnerships Web site: <http://www1.eere.energy.gov/industry/states>

②Utilities Partnerships Web site: <http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities>

用に設計され、各州のエネルギーに関する最新の統計を掲載している。その中には、①ITPと州エネルギー関係機関の窓口情報、②州、公益事業体、産業顧客のために特に開発された産業効率化ツールおよびリソース、③州レベルのプロジェクトに対する資金提供とプロジェクトの選考結果、④効率化の実施を支援するための利用可能な奨励制度に関する検索可能なデータベースが含まれる。このサイトは2009年5月14日に使用できるようになったが、州や公益事業体が利用できる最新情報とリソースについて毎月更新される。

### B.2.2. 州レベルの奨励制度とリソースに関するデータベースの更新

州レベルの奨励制度とリソースに関するデータベース（State Incentives and Resource Database）は、利用可能なあらゆる財政的、技術的奨励プログラムを掲載した包括的な州別のデータベースである。こうしたプログラムは、エネルギー効率の向上を支援するために、商業分野、産業分野の企業向けに提供されている。このデータベースは、州、支援の種類、エネルギーの種類、組織の種類、プログラム名で検索することができる。また、新規のプログラムの追加、古い情報の削除、リンクの更新が確実に行われるよう、年に2回更新される。2009年8月現在、データベースには2,759のエントリーがある。

### B.2.3. Save Energy Now State Projectファクトシート

ITPは、2009会計年度の12の助成対象プロジェクトのそれぞれにつき、内容を要約したファクトシートを作成した。このファクトシートは、どのようにITPが連邦のリソースを利用して州のエネルギー効率を促進しているかについて情報を共有し、プロジェクトの実施とベストプラクティスの開発に州がどのように資金を使用しているかを示すことを目的に、State Partnershipsウェブサイトに掲載される。

### B.2.4. 州のリソースファクトシート

ITPは、産業界のエネルギー効率のために各州で利用できるリソースに関するファクトシート（51州分<sup>註9</sup>）を作成した。これには、州エネルギー関係機関、地方、公益事業体、非営利団体からのプロジェクト実施のための技術的、財政的リソースが含まれる。

### B.2.5. ブランド提携

2008年にITPは、ITPの印刷物（tip sheetを含む）の多くについてブランド提携のオプションを提供し始めた。tip sheetは、パートナーのロゴのみを追加できるテンプレート方式になっている。米国公共電力協会（American Public Power Association: APPA）およびサザン・カリフォルニアガス社は、ブランド提携に踏み切った。APPAは、加盟している全ての公益事業体に対して、ブランド提携用のテンプレートを提供している。

詳細は、ITP Cobranding Optionsの項（次号）を参照されたい。

<sup>註9</sup> 50州およびコロンビア特別区（首都ワシントン）。

### B.2.6. 産業界と協働する公益事業体：行動計画

ITPと公益事業体の利害関係者は、2008年2月にUtilities Working with Industry（産業界と協働する公益事業体）ワークショップに集結し、ITPと公益事業体が取り組むべき協調行動を特定した。ワークショップでは、助成機会、ケーススタディ、トレーニング、評価、計測および検証が重要な活動であることを確認した。産業界と連携する公益事業体のための勧告、課題や機会は、その後の「Utilities Working with Industry：行動計画」で確認された。この行動計画は、Utility Partnershipsウェブサイトで閲覧できる。

### B.2.7. 産業リソースに関する中西部電子書籍

このハンドブックは、産業界と連邦、地域、州、非政府のレベルで利用可能な各種の財政的、技術的リソースとを結びつけるものである。同ハンドブックでは、産業界がエネルギー効率を向上させるために利用できる各種リソースについて、簡潔に概説されている。また、ユーザーにとって使いやすい構成になっており、読者がリソースのカテゴリーごとに検索できるよう索引がつけられている。さらに、中西部にある各州の産業界のプロフィールや、産業部門がエネルギー効率を改善し、炭素排出を軽減するのを支援するさまざまなイニシアティブが要約されている。将来的には、他の地域に関するハンドブックも作成される予定である。

### B.2.8. ウェビナー

ITPは2008年8月に、APPAおよび西部地域電力局(Western Area Power Authority)と協力して、エネルギー効率の向上がどのように公益事業体の競争力維持に貢献するかについて焦点を当てた、初のウェビナーを成功裏に開催した。その後、ウェビナーおよびITPのツール、評価、産業界のエネルギー効率に関するウェビナー用トレーニングが実施されている。ITPはまた、自らのパートナーに対して、特定の顧客/利害関係者に向けたウェビナーを開催する機会を提供している。

### B.2.9. ケーススタディ

FY2009に、ITPは公益事業体の3つのケーススタディについて発表した。これらのケーススタディは、エネルギー効率改善のための事業や、パートナー（ITPや地域の公益事業体）との協力により利用可能な奨励制度の事例を紹介している。

- a) Alliant Techsystems社、Rocky Mountain Power社およびITPの事例<sup>注10</sup>（ユタ州）
- b) Owens Corning社およびSilicon Valley Power社の事例<sup>注11</sup>（カリフォルニア州）
- c) Southern California Gas社、カリフォルニア州エネルギー委員会（California Energy Commission）およびITPの事例<sup>注12</sup>（カリフォルニア州）

<sup>注10</sup> [http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/atk\\_case\\_study.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/atk_case_study.pdf)

<sup>注11</sup> [http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/owens\\_corning\\_case\\_study.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/owens_corning_case_study.pdf)

<sup>注12</sup> [http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/gas\\_company\\_case\\_study.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/utilities/pdfs/gas_company_case_study.pdf)

### B.2.10. 公益事業体の活動に関するパンフレット

ITPは公益事業体の活動に関する3種類のパンフレットを作成した。これらは、ITPと連携するに当たっての標準的な情報を開示したりするために、関連のあるイベントや製造拠点で配布するのみならず、公益事業体のパートナーに直接提供することができる。ITPが内容を検討し、パンフレットを作成する。これは、Utilities Partnershipウェブサイトから入手できる。

### B.2.11. 産業界エネルギー効率ハンドブック

FY2009に、ITPはAPPAに資金を供与して、全62ページの「産業界エネルギー効率ハンドブック」を作成した。これは産業界にとって、また産業界を支援する公益事業体にとってのリソースである。なぜなら、ここには自らの施設内で実行できる実用的かつ低コストの省エネのヒントが掲載されており、これを実施することで光熱費を削減し、競争力を高めることができるからである。このハンドブックはAPPAを通じて入手できる。

### B.2.12. 公益事業体に関する論文

ITPは、産業界のエネルギー効率を向上させる公益事業体について調査し、2008年5月のPublic Power誌に「大規模産業のためのエネルギー監査 (Energy Audits for Large Industries)」というタイトルで論文を発表した。この論文は、エネルギー評価、およびJ.M. Huber社とNucor Steel社<sup>注13</sup>が公益事業体とともに取り組んだ効率化の成功例に関する情報が掲載されている。



## B.3. 新規助成対象プロジェクト

Save Energy Now State and Utility Partnershipsプログラムの非常に重要な要素は、州が運営する産業界エネルギー効率のためのプロジェクトやプログラムに対する財政支援である。ITPは、州に対して直接公募を行う。エネルギー評価を実施し、産業界のエネルギー効率を他の技術的、財政的支援メカニズムを通じて向上させることにより効率プログラムを州が作成できるように支援することが目的である。さらに、2009年米国再生再投資法は、ITPに対して追加的な資金を割り当てたことから、連携活動を

<sup>注13</sup> J.M. Huber社：クレイ（粉末粘土）の製造メーカー、Nucor Steel社：アメリカ最大のリサイクル業者。

支援するためにこの資金が利用されるとみられる。

### 助成対象になったプロジェクト

州	プロジェクト	内容
カリフォルニア	産業界の工場生産性を向上させるためのカリフォルニア連携	このプロジェクトは、トレーニング、工場の評価、プロジェクトの実証、新技術の普及、エネルギー管理認証パイロット活動を実施する。プロジェクトチームは、100万トン以上のCO <sub>2</sub> 排出削減を伴う20兆Btu <sup>注14</sup> の省エネを3年かけて達成するという目標を設定した。
コロラド	コロラド州産業的課題および認証プログラム	このプロジェクトは、地元企業が自発的に省エネ目標を設定するのを奨励し、産業界でのエネルギー管理ベストプラクティスに関する円卓会議を組織し、エネルギー評価を実施し、公益事業体の需要サイド管理プログラムに参加する企業を支援し、トレーニングを提供し、参加企業の認証、広報を実施し、米国標準協会(American National Standards Institute: ANSI)のプロトコル(取り決め)を遵守するよう誘導する。
ジョージア	南東部産業エネルギー同盟	複数の州によるこの取り組みは、産業査定センター(Industrial Assessment Center: IAC)、製造技術普及計画(Manufacturing Extension Partnership)および大学の公開講座サービスと提携して、地元企業へのトレーニング、工場評価、工場認証プログラム、支援の実施、技術の実証を行う。
イリノイ	中西部州 Save Energy Now Partnership プログラム	同上

<sup>注14</sup> British thermal unit (1 pound の水の温度を 1° F 上昇させるに要する熱量 ; 1 Btu=約 0.251996 kilo-calorie)

<p>インディアナ</p>	<p>Save Energy Now インディアナ</p>	<p>このプロジェクトは、インディアナ州全域の産業施設に対するエネルギー評価、トレーニング、プロジェクト実施支援を提供する。このプロジェクトはまた、インディアナ州の企業にエネルギー効率に対する認識を惹起させ、持続可能な事業を創設し、技術の実証と商業化への取り組みを調整することを目的とするパデュー大学のプログラムの一部でもある。</p>
<p>マサチューセッツ</p>	<p>Save Energy Now : 州、地域、地区での実施</p>	<p>このプロジェクトは、8~14%の省エネという目標が設定されたエネルギーおよびコジェネ施設評価のプログラムを通じて、ニューイングランドに散在するおよそ2万の製造工場を支援する。このプロジェクトはまた、エネルギー評価、ITPのソフトウェアツールトレーニング、技術支援、パイロットプラント認証プログラムに関する情報を提供する。</p>
<p>ミシガン</p>	<p>DOE の Save Energy Now プログラムのミシガン州内各地域での実施</p>	<p>このプロジェクトにより、包括的な省エネプログラムを実施するミシガン産業エネルギーセンターを設立する。このセンターは、産業界のエネルギー管理者の教育と認証、エネルギー評価、技術実施支援を行う。</p>
<p>ニューヨーク</p>	<p>ニューヨーク産業連携ネットワーク</p>	<p>このプロジェクトは、奨励プログラムを導入する。これにより、産業団体が大規模製造業者にニューヨーク州エネルギー研究開発公社 (New York State Energy Research and Development Authority) プログラムへの参加を促すようになる。このプロジェクトはまた、大規模製造業者が省エネプロジェクトを実施できるようトレーニングと技術支援を行う産業連携ネットワーク (Industrial Partnership Network) を確立する。</p>

サウスカロライナ	Save Energy Now サウスカロライナ	このプロジェクトは、地元の製造業者に ITP のソフトウェアツールトレーニング、ツール、エネルギー評価、技術リソースを提供する。
テキサス	Save Energy Now へのテキサス州製造会社の参加支援	このプロジェクトは、大企業から零細企業までのあらゆる製造業者のニーズに応じた各種のプログラムを開発する。トレーニング、エネルギー評価、プロジェクト支援、パイロットプラント認証プログラムを支援する。
ワシントン	北西部 Save Energy Now: 産業効率イニシアティブ	このプロジェクトは、ワシントン州およびオレゴン州の産業が、負担なし、または低コスト、あるいは出資金付きの効率化措置を特定するのを支援する。チームは、エネルギー評価やトレーニングを行い、地域のリソースを活用して、エネルギー効率プロジェクトを実施する。

米国再生再投資法による資金拠出を通じて、ITP は同じ公募の下で追加的に 11 の州レベルのプロジェクトに助成することができた。追加的に助成対象になったプロジェクトは以下の通り。

州	プロジェクト	内容
アラバマ	アラバマ州における産業エネルギー強度の軽減	このプロジェクトは、学界、公益事業体、エネルギーサービス提供者と州との提携を確立し、評価、トレーニング、実施サービスを提供することにより製造業界を支援する。同プロジェクトは、中小企業および大企業とともに年間最低 2.5% のエネルギー強度軽減と、エネルギー管理能力の向上に取り組むことを目指している。
アイダホ	アイダホ Save Energy Now : 未来の産業	このプロジェクトは、効率プロジェクトの実施における社内のエネルギーエンジニアリングの専門知識や支援の有効性を実証することを目指す。州のエネルギー

州	プロジェクト	内容
		<p>関係機関は、J.R.Simplot 社[冷凍ポテト等の加工会社]における <b>Save Energy Now</b> 評価が特定されたプロジェクトの実施の増加に取り組み、コジェネ設備での調査を行い、ボイジー州立大学における産業エネルギーエンジニアリングのカリキュラムを制度化し、データ追跡システムを開発して実施した効率プロジェクトの影響に関して報告する計画である。</p>
ケンタッキー	産業エネルギー効率のためのケンタッキープログラム	<p>ケンタッキー公害予防センターは、ワークショップトレーニングや技術実証を提供し、プロジェクト実施リソースを特定し、施設による目標達成を認証することにより、ケンタッキー州の製造設備での自律的省エネプログラムの構築に取り組む計画である。このプロジェクトは、3年のプロジェクト期間内で 1,600 億 Btu を節約すると推定している。</p>
ルイジアナ	ルイジアナ <b>Save Energy Now</b> イニシアティブ	<p>このプロジェクトは、地元の産業査定センターで提供される評価（負担なし）の数の増加と、エネルギー管理計画策定時の顧客支援を目指している。同プロジェクトはまた、<b>Save Energy Now</b> ワorkshopを通じて利害関係者に対する追加的なリソースを無料でもたらすとみられる。</p>
メリーランド	メリーランド州産業界のための <b>Save Energy Now</b>	<p>このプロジェクトは、地元企業に <b>Save Energy Now</b> ツール、トレーニングおよびエネルギー評価へのアクセスを提供する州レベルの <b>Save Energy Now</b> プログラムを創設する。さらに、このプロジェクトは、2,000GWh と推定される州内のコジェネの活用に取り組む。</p>
ミネソタ	ミネソタ州における産業エネルギー効率プログラムの実施	<p>このプロジェクトは、トレーニング、エネルギー評価、技術の実証/パイロット、技術支援を調整、組織、実施する。エネルギーを大量に使用する 7 つの製造部門</p>

州	プロジェクト	内容
		<p>(化学物質製造、エタノール生産、食品加工、金属成型、金属製造、製紙、鉱業)が特定された。プログラムは、多段階のリスク軽減方法として「技術伝播・普及」モデルを利用して、革新的な技術の採用を加速する。このモデルは、技術の実施率を 30%から 50%に増加することが証明されている。</p>
ミシシッピ	南東部における産業エネルギー強度の軽減	<p>このプロジェクトは、南東部にある 9 つの州の間に提携関係を形成し、トレーニングコースを提供し、エネルギー評価を実施し、プロジェクト実施支援を提供する。この複数の州による協力により、同地域の産業エネルギー強度を年間で 40 兆 7,200 億 Btu 軽減するとみられる。</p>
ニュージャージー	ニュージャージー産業エネルギープログラム	<p>このプロジェクトは、産業査定センター方式のエネルギー評価と、州ごとの成果に関するデータベースの開発に焦点を当てる。また、評価のフォローアップ、技術支援、設計作業、潜在的なプロジェクト向けの基準に関するプロトコルを策定する。さらに、契約者と顧客との間の連絡窓口として機能する。</p>
オハイオ	産業エネルギー効率のためのオハイセンター	<p>このプロジェクトの第一の目標は、産業エネルギー効率のためのオハイセンターを開設することにある。このセンターでは、州レベルのプログラムと連邦レベルのプログラムを産業界の参加企業にとってシームレス（継ぎ目のない）なプログラムになるように統合し、<b>Save Energy Now</b> から得られた成果とサービスを提供する予定である。重点項目は、①トレーニング、評価、実施の支援、技術の実証と開発、②オハイオに拠点を構える、<b>DOE</b> 認定のベストプラクティス・トレーナーおよび資格のある専門家集団の育成である。</p>

州	プロジェクト	内容
ペンシルバニア	Save Energy Now! ペンシルバニア	このプロジェクトは、製造業に対する技術支援を通じてエネルギー効率の推進を目指している。州全域が対象となる包括的かつ積極的な産業エネルギー効率 (Energy Efficiency: E2) プログラムがあり、エネルギー効率向上策から恩恵を受け、この方策への取り組みを確約する製造業者を特定する。このプログラムは製造業者に支援を与え、自覚を促し、査察や E2 の評価、実施、フォローアップを行う。さらに、プログラムは E2 の製品と技術の商業化を支援し、DOE の E2 トレーニングのために地元のトレーニングセンターを提供し、米国標準協会の工場認証パイロットを導入する。
ウィスコンシン	ウィスコンシン Save Energy Now プログラム	このプロジェクトは、14 の Save Energy Now トレーニングイベントおよび支援活動、ならびに 45 の省エネ評価を実施することにより、州内の企業を支援する。また、プロジェクト実施後のフォローアップ支援を提供し、実証とケーススタディを通じて新興技術を促進し、最大 5 つの米国標準協会パイロット[プロジェクト]を提供する計画である。このプロジェクトは、年間およそ 16 兆 Btu の省エネを目標に設定している。

### B.3.1 . FY 2009の公募—Save Energy Now: 州、地域、および地区向け

産業効率プログラムの開発、評価の実施、あるいはITPの他の目標達成の支援を模索する州に対して資金援助することを目的に、2008年7月にもう一つの州レベルの公募が提示された。ITPは33の州から35の提案書を受理した。当初12の提案（合計900万ドル）が採用されたが、その後、3年間で1,570万ドルに上る費用分担型助成も追加採用された。

助成されるプロジェクトは、下記のテーマ領域のいずれかに取り組むプログラムを提供する。

- ・エネルギー強度を年間2.5%削減することを目標にした、地域、州、地区レベルでの産業エネルギー効率プログラムの開発と導入

- ・マーケティングおよび支援戦略についての明確な定義の作成
- ・地域/地方レベルでのITPトレーニングの導入
- ・工場におけるエネルギー評価の実施
- ・技術を実証するための製造業界との連携
- ・新興技術の商業化に向けた戦略、ITPが支援すべき技術の選考プロセスの確立

### B.3.2. 地域連携に対する助成

米国再生再投資法による資金提供の下で、States and Utility Partnershipsを通じて、地域の産業エネルギー効率リソースを確立するために、地域グループに対して5つの州レベル助成を行った。これらは総計250万ドルの助成で、これに事業者負担分が30万ドル追加される。

参加した州：ジョージア州、イリノイ州、マサチューセッツ州、ワシントン州、ウェストバージニア州

ITPと50州のそれぞれが、米国再生再投資法で拠出された資金をどのように産業界のエネルギー効率向上のために支出しているかについての詳細は、ウェブサイト<sup>注15</sup>を参照されたい。

### B.3.3. FY 2008の公募—State Partnerships が産業界のエネルギー効率とSave Energy Nowを推進

ITPは2007年11月に、産業エネルギー評価を実施する州のために95万ドルに上る公募を行った。2009年11月までに地元の産業施設で96のエネルギー評価を実施するために、19の州が選ばれた。

選ばれた州：アラバマ州、アーカンソー州、カリフォルニア州、ジョージア州、アイダホ州、イリノイ州、インディアナ州、マサチューセッツ州、ネブラスカ州、ノースカロライナ州、オハイオ州、オレゴン州、ペンシルバニア州、サウスカロライナ州、テキサス州、ワシントン州、ウェストバージニア州、ウィスコンシン州

これらの評価は、5.8兆Btuのエネルギーを節約し、3,900億トンの炭素排出を削減できると見積もっている。すでに評価を受けた2つの工場は、全てのエネルギー源を合わせて0.1兆(1,000億)Btuのエネルギー(90万ドル以上の省エネに匹敵)を節約したと報告した。この省エネは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)7,000トンの排出削減(1,309台の車を道路上から排除するのに相当)に匹敵する。

<sup>注15</sup> [www.eere.energy.gov/industry/states/state\\_solicitations.html](http://www.eere.energy.gov/industry/states/state_solicitations.html) または  
[http://apps1.eere.energy.gov/state\\_energy\\_program/](http://apps1.eere.energy.gov/state_energy_program/)

編集 NEDO (担当 総務企画部 清水太郎)

翻訳 NEDO (担当 総務企画部 吉野晴美)

出典 : Save Energy Now State and Utility Partnerships FY2009 Annual Report、pp.9-20  
([http://www1.eere.energy.gov/industry/states/pdfs/state\\_utility\\_partnerships\\_fy2009\\_annualreport3.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/states/pdfs/state_utility_partnerships_fy2009_annualreport3.pdf))

【環境・エネルギー】 CO<sub>2</sub>回収・貯留CO<sub>2</sub>回収・貯留に官民合わせて 30 億ドルを投資 (米国)

## 新しい商業規模の CCS 技術を DOE が支援

米国エネルギー省のステイブン・チュー長官は 2009 年 12 月 4 日、3 つの新しいプロジェクトを選抜したことを発表した。官民の投資総額 31 億 8,000 万ドルにおよぶもので、商業規模の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)回収・貯留(CCS: Carbon Capture and Storage)を伴う先進的炭技術開発の加速を目的としている。チュー長官のこの発表はウエストバージニア州のジョー・マンシン知事、ジェイ・ロックフェラー上院議員およびアメリカン・エレクトリック会社のマイク・モリス社長との電話会議に関して行われたものである。これらのプロジェクトは、米国にクリーンで信頼性があり、かつ入手可能な価格の電力を保証するための商業開発を援助するものである。米国再生・再投資法からの資金を含む DOE からの 9 億 7,900 万ドルの投資に、DOE のクリーンコール電力イニシアティブ第 3 ラウンドの民間資本負担分 22 億ドル以上が加わる。

「科学技術の力を使うことによって、我々は CO<sub>2</sub> の排出を減らし、新しいクリーンエネルギーの雇用を創出することができる。この投資は、CCS 技術を 8~10 年で広く実現可能な展開ができるところまで進めると我々の約束の一部である。

「我々の歴史を通して、ウエストバージニアはエネルギーのリーダーであったし、我々は国家の力の成長を支援してきた」とジョー・マンシン知事は語った。「ウエストバージニアは、我々の自然資源をよりクリーンに、またより効率的に使用する方法を見いだしているのだから、こうしたリーダーシップをずっととり続けて行く。クリーンコール (石炭) という解決法は、可能であり達成できるものであり、このプロジェクトのすべての支援者にとって明らかなことである。このプロジェクトは、この州をそしてこの国を前に進めるために極めて重要なことである。

「私はこの重要なファンディングを発表することに感激している。なぜならばこれはウエストバージニアの将来の経済の繁栄を保証するものだからである」とロックフェラー上院議員は語る。「石炭はこれまでずっとウエストバージニア魂の大きな部分であったしこれからも常にそうであろう。我々が新しい技術に投資して、その技術をより良く、よりクリーンなものにするとき、我々は未来に対する支配力を確保することになる。それが鍵である。この種の技術開発は、石炭産業の現在の不確実なトレンドを反転させ、石炭へのさらなる投資を刺激するものである。この資金はウエストバージニアの経済にとって決定的に重要な手付け金であり、始まりに過ぎない。」

「CCS に対するこれらの連邦からの景気刺激のための資金は、ウエストバージニアの石炭が今後何年にも渡って我々の家庭や事業所に熱や照明を与え続けることを保証するであろう。クリーンコールは環境に優しく競争力のある 21 世紀の燃料である」とロバート・C・バード上院議員はつけ加えている。

今回発表されたプロジェクトは、排出された CO<sub>2</sub> を回収し、貯留あるいは有益な用途に向ける石炭ベースの先進的な技術を実証する。以下の実証技術が選ばれている。

- CO<sub>2</sub> を 90% の効率で回収するという目標に向けて進歩させる技術
- 電力コスト増を、ガス化システムでは 10% 以下に、燃焼と酸素燃焼システムでは 35% 以下にするという回収・貯留の目標に向けて進歩させる技術
- クリーンコール電力イニシアティブで要求されている、排出された CO<sub>2</sub> を年間最低 30 万トン以上を回収し、貯留あるいは有益な用途に向ける技術

クリーン石炭発電イニシアティブのラウンド 3 (CCPI Round III) は低炭素排出の石炭技術が商業使用が可能となるまでにかかる時間を減らす目的で 2005 年に設立された。今回の助成は CCPI Round III の下での第 2 回目のもので、2 つのプロジェクトはこのイニシアティブの下で既に 2009 年 7 月に DOE からの助成金 4 億 800 万ドルを受け取っている。

今回選ばれたプロジェクトは以下のとおりである。

**・アメリカン・エレクトリック・パワー社(オハイオ州、コロンバス)**

**プロジェクト名: マウンテンア二酸化炭素回収・貯蔵実証**

アメリカン・エレクトリック・パワー社(American Electric Power : AEP)は冷却アンモニアプロセスの設計、建設および運転を行う。ウエストバージニア州ニューヘブン近郊にあるアパラチアンパワー社(Appalachian Power Company : APCo)の既存のマウンテンア発電所(1,300MW)で、235MW 分の燃焼排気ガス中の CO<sub>2</sub> (年間 150 万トン) の少なくとも 90% を効果的に回収することが期待されている。回収された CO<sub>2</sub> は処理・圧縮され、回収設備の近くにある注入場所にパイプラインで運ばれる。装置が運転されている間、AEP は回収された CO<sub>2</sub> の全量を、地表から約 1.5 マイル下にある 2 つの別々の含塩層に永久に貯留する計画である。プロジェクトチームを構成するのは AEP、APCo、Schlumberger Carbon Services 社、バテル記念研究所(Battelle Memorial Institute)、CONSOL Energy 社、Alstom 社であり、地質学の専門家によるアドバイザーチームが加わる。(DOE 負担分 3 億 3,400 万ドル。プロジェクト期間 10 年)

**・サザン・カンパニー・サービス社(アラバマ州、バーミンガム)**

**プロジェクト名: サザン・カンパニー炭素回収・貯留実証**

サザン・カンパニー・サービス社(Southern Company Services : SCS)は、既存の石炭火力発電所である、アラバマ州モビールの北にあるアラバマパワー社のバリー発電

所に、160MW分の燃焼排気ガスからCO<sub>2</sub>を回収するプラントを取り付ける計画である。回収されたCO<sub>2</sub>は圧縮されてパイプラインを通じて輸送され、年間最大100万トンのCO<sub>2</sub>が深部含塩層に貯留される。同社はまた、石油回収を増加させるという有益な用途を探し、CO<sub>2</sub>を活用する可能性を調査する。SCSに加えての他にプロジェクトチームに加わるのは米国三菱重工、Schlumberger Carbon Services社、Advanced Resources International社、Geological Survey of Alabama、EPRI（電力研究所）、スタンフォード大学、アラバマ大学、AJWグループ、アラバマ大学バーミングハム校である。（DOE負担分2億9,500万ドル。プロジェクト期間11年）

・サミット・テキサス・クリーンエネルギー社(ワシントン州ベインブリッジ島)

**プロジェクト名:テキサス・クリーンエネルギープロジェクト**

サミット・テキサス・クリーンエネルギー社は、シーメンス社のガス化発電技術に二酸化炭素回収技術を統合して、テキサス州ミッドランド・オデッサ近郊に建設予定の400MWの発電所で、CO<sub>2</sub>の90%（年間270万トン）を効率良く回収する予定である。回収されたCO<sub>2</sub>は処理・圧縮され、テキサス州西部のパーミアン盆地の油田にパイプラインで運ばれ、石油回収増加のために使用される。テキサス大学にある経済地質学研究所（The Bureau of Economic Geology: BEG）が最新鋭のCO<sub>2</sub>貯留プロジェクトの法令遵守の監視、プログラムの検証および評価を設計し、保証する。（DOE負担分3億5,000万ドル。プロジェクト期間8年）

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 清水太郎）

出典：<http://www.energy.gov/news2009/8356.htm>

【エネルギー】 バイオ燃料 CO<sub>2</sub>回収 電気自動車用バッテリー

## DOE が最新研究プロジェクトに 1 億ドル拠出 (米国)

2009 年 12 月 7 日、米国エネルギー省のステイブン・チュー長官は、エネルギー先端研究局(ARPA-E: Advanced Research Projects Agency-Energy)が行っている最先端のエネルギー研究プロジェクトへ 2 度目の資金拠出を行うと発表した。チュー長官は、この日行われた米商務省のゲイリー・ロック長官とのイベントで、米国再生・再投資法資金から 1 億ドルを拠出し、これにより、グリーンテクノロジー改革の促進、米国の競争力の向上、雇用創出が可能になると発表した。今回の発表は、デンマークのコペンハーゲンで予定されている COP15(コペンハーゲン国連気候変動会議)に先がけたものである。

「エネルギー先端研究局(ARPA-E)への 2 度目の資金拠出をここに発表する。これは、炭素汚染の低減に役立つと同時に何千人もの雇用を新たに創出し、クリーンエネルギー技術における次の産業革命へと導く我々のコミットメントを示すためである。この提案公募は、変革をもたらす可能性のある、3 つの最先端テクノロジー分野に焦点を絞っている」とチュー長官は述べた。

2009 年始めに発表されたエネルギー先端研究局からの最初の提案公募は、競争率が非常に高く、結果的に、エネルギー貯留、バイオ燃料、炭素回収、再生可能電力、ビル省エネ、自動車、その他の分野における変革型イノベーションを目的とした 37 のプロジェクトに資金を拠出することとなった。政府当局からの 2 度目の資金拠出を意味する今回の発表は、具体的には、バイオ燃料、炭素回収、電気自動車用バッテリーに代表される 3 つのテクノロジー分野に焦点を絞っている。

今回の資金拠出にあたり、焦点を絞る分野は次のとおり。

1. **エレクトロフューエル(Electrofuels)** エネルギー先端研究局は、石油やバイオマスを使用しない液体輸送燃料を作る新しい方法を模索している。すなわち、微生物を用いた化学的および電気的エネルギーの活用による二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の液体燃料への変換である。我々の石油への依存度を減らし、炭素排出を減らすため、セルロース系バイオ燃料の先端的な多数の製造方法開発が現在進められている。現在開発中の製造方法の大部分はバイオマスや廃棄物の変換であるが、このほか、太陽光や CO<sub>2</sub> から直接液体輸送燃料を製造するといった取り組みもあり、典型的なものでは、光合成を利用した方法がある。この議題の狙いは、現在開発中の技術を凌ぐ可能性をもつ、液体燃料の製造に関するまったく新しいパラダイムを開発することである。光合成経路については見込みがあるが、全体的な効率性は低いままである。エネルギー先端研究局は、CO<sub>2</sub> を効率的に液体輸送燃料に変換するため、代謝工学および合成生物学の手法を利用す

ることで、これらの課題を克服できる革新的な提案を求めている。具体的には、エネルギーを抽出する能力のある生物の開発を探求している。つまり、水素、地球に豊富に存在する還元された金属イオン、頑強かつ低コストですぐ利用できる有機活性種から、あるいは、電流から直接エネルギーを抽出する。理論的に言えば、そのような試みにより、現在の光合成バイオマスから液体燃料を生成する手法よりも10倍は効率的にできる可能性がある。

2. **最新炭素回収技術のための革新的素材および工程** 石炭火力発電所は現在、米国内の電力の約50%を発電している。石炭は安価で豊富な資源であるが、エネルギー資源として継続して石炭に依存することは、地球温暖化の観点から、深刻な結果を招く可能性がある。この分野の目的は、石炭火力発電所からのCO<sub>2</sub>を回収するテクノロジーを大変革するというハイリスク・ハイリターンな研究活動に投資し、これにより大気中へのCO<sub>2</sub>の放出を防ぐことである。エネルギー先端研究局は、炭素回収の分野で現在DOEが行っている活動(化石エネルギー局と米国立エネルギー技術研究所が主導)の補完を図っており、これは、有望なアイデアを、ベーシックな研究段階から大々的に実証、そして最終的には商業化に向けて加速していくことにより進められる。

関心が持たれている分野は次のとおり。1) 優れた熱力学特性を持つシステムを可能にする低コスト触媒(これは反応速度が遅いため、現在は実用化されていない)、2) 排ガスに含まれる腐食性汚染物質が原因の劣化に耐え得る頑強な素材、3) エネルギー損失とこれに対応して増加する炭素回収に必要な電力コストを劇的に低減する最新の回収工程

3. **輸送用電気エネルギー貯蔵用の蓄電池** この分野では、エネルギー先端研究局は、プラグイン・ハイブリッド車および電気自動車(EV)の長時間走行に対応する次世代の超高エネルギー密度で低コストなバッテリー技術の開発を図っている。高エネルギーかつ低価格な電池の開発は、EV車を広く普及する際に乗り越えるべき壁となっており、もしこれが実現すれば、米国の石油確保、温室効果ガス排出、経済成長に計り知れない影響を与えることになる。このプログラムの意欲的目標は、その大部分が、DOEと米国大手自動車メーカー間の官民協力組織である米国自動車電池協会が示したEV車用電池に関する積極的長期目標に基づいている。もしこれが達成されれば、このプログラムの下で開発された新しいバッテリー技術により、軽量電気自動車に対して必要な走行距離、性能、製品寿命、コストが提供され、石油から国内で発電された米国電力網への輸送エネルギーのシフトがもたらされるであろう。エネルギー先端研究局の目的は、これから出現するEV車の市場でリーダーシップをとれるハイリスク・ハイリターンな研究活動に出資することである。

公募に対するコンセプトペーパー(概要)の提出については、DOEのコア技術資金提供公募

(Funding Opportunity Announcements)<sup>注1</sup>のサイトを、また、詳細情報、および過去に発表された資金拠出については、ARPA-E<sup>注2</sup>のサイトで参照できる。

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典：

“<http://www.energy.gov/news2009/8359.htm>”

---

<sup>注1</sup> <https://arpa-e-foa.energy.gov/Default.aspx>

<sup>注2</sup> <http://arpa-e.energy.gov/>

【エネルギー】**系統連系****エネルギー省長官が送電網強化を表明（米国）**

2009年12月18日、米国エネルギー省(DOE)のステイブン・チュー長官は、米国の3大送電網の送電計画支援のため、アメリカ再生再投資法により拠出される6,000万ドルの助成金授与の選考内容を公表した。6件の助成金授与(後述)により、米国の東部系統、西部系統、テキサス系統の3大送電系統で共同実施される長期的分析や計画を推進し、これにより、州、公益電気事業者、送電系統運用業者などが、将来増大が見込まれるエネルギー需要、再生可能エネルギー源、スマートグリッドテクノロジーに対し、準備を整える。これは、3大送電系統それぞれを、協動的、総合的に見る初めての試みを意味する。

チュー長官はまた、米国連邦エネルギー規制委員会(FERC: Federal Energy Regulatory Commission)の委員長 Jon Wellinohoff 氏とともに、送電系統レベルの計画の対策について調整を行うため、DOE と FERC の間でとり交わす覚書<sup>注1</sup>に署名したことを発表した。DOE は、国内送電網の稼働を支援するハードウェア/ソフトウェア技術の研究およびその実証など、電力関連の研究開発を主導していく。また、FERC は、米国の電力信頼性基準について監視を続け、規制を強化し、すべての送電計画がオープンに、透明性を持って、公平なやり方で行われるようにする。

「この国をクリーンエネルギー未来に導くために、国家の送電インフラのキャパシティ分析を行い、この重要な産業の将来の成長をプランニングすることが極めて重要である。今日公表した構想は、産業界、政府、第三者機関といった幅広い機関の間での共同計画の取り組みを支援するものであり、これによって、我々は信頼性が高く、効率的で、安全な電力システムを稼働させるために米国が必要としている送電網を、効果的に計画、構築、強化できるようになるだろう」と、チュー長官は述べた。

「この合意によって FERC と DOE は、送電系統規模にまたがる計画を進めるという重要な次のステップに向けて、送電業者が構築した地域計画基盤を利用できるようになる。これらの計画で、送電システムの効率性が改善され、再生可能エネルギーやスマートグリッドテクノロジーのような新しいリソースを確実に統一できるものと見込まれる。我々 FERC 側は、DOE、州当局の同僚たち、また、この重要な対策の利害関係者すべてと仕事ができることを楽しみにしている」と、FERC 委員長 Jon Wellinohoff 氏は述べた。

米国本土の送電インフラは、東部系統、西部系統、テキサス系統の3つの「送電系統」(系統マップ参照<sup>注2</sup>)に分かれており、東部系統、西部系統の一部は、カナダやメキシコにも

<sup>注1</sup> <http://www.energy.gov/news2009/documents2009/FINALDOE-FERCMOU.pdf>

<sup>注2</sup> <http://www.energy.gov/news2009/documents2009/FINALInterconnectionsMap.jpg>

伸びている。各送電系統内では、消費者に電力を供給するために必要な新しい電力供給源の追加や送電開発について注意深く調整を行い、コストや環境への影響を制限して、グリッド（系統）の信頼性を維持する必要がある。

今回発表された助成金が支援するこの送電計画により、オープンで透明な、共同プロセスが推進され、これには、産業界、連邦政府、州当局、地方自治体、大学、非政府組織からの参加者が関わることとなる。また、カナダやメキシコの産業界、行政機関とも協力して、ひとつの送電系統内の州当局間で、地方の電力供給ニーズを満たす最善の方法について話し合いが持たれる。

上記プランニングの結果として、助成金獲得者はそれぞれ、2011年に長期的リソース（電源）と送電計画の研究を行う。この仕事で得られた知識や見通しにより、その後数年間の政策や規制が決定され、また、近代的でCO<sub>2</sub>を抑えた電力システムを開発するために、電気産業プランナー、州当局などに重要な情報が提供されることになる。

同日公表された助成金は、送電プランナー向けと、州当局向けの2つのトピック分野に分けられる。1つめのトピック分野の助成金は、代替電力供給とこれに関連する送電要件のオプションを企画するために、ひとつの送電系統範囲内の利害関係組織と送電プランナーが行う仕事に対して提供される。また、2つめの分野の助成金は、電力系統の優先順位調整、計画を進めるために、州当局または政府機関グループに提供される。

助成金授与が決定した機関は次のとおり。

#### 東部系統 (Eastern Interconnection)

- Eastern Interconnection Planning Collaborative<sup>注3</sup> - 1,600 万ドル
- Eastern Interconnection States' Planning Council<sup>注4</sup> - 1,400 万ドル

#### 西部系統 (Western Interconnection)

- Western Electricity Coordinating Council<sup>注5</sup> - 1,450 万ドル
- Western Governors' Association<sup>注6</sup> - 1,200 万ドル

#### テキサス系統 (Texas Interconnection)

---

<sup>注3</sup> <http://eipconline.com/>

<sup>注4</sup> [http://www.opsi.us/meetings/2009/Session\\_1\\_McKinney.pdf](http://www.opsi.us/meetings/2009/Session_1_McKinney.pdf)

<sup>注5</sup> <http://www.wecc.biz/Pages/Default.aspx>

<sup>注6</sup> <http://www.westgov.org/>

- Electric Reliability Council of Texas (ERCOT)<sup>注7</sup> – 2,500 万ドル
- Electric Reliability Council of Texas (ERCOT) – テキサス州当局との共同事業に対し 100 万ドル

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：“Secretary Chu Announces Efforts to Strengthen U.S. Electric Transmission Networks”

<http://www.energy.gov/news2009/8408.htm>

---

<sup>注7</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_Reliability\\_Council\\_of\\_Texas](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_Reliability_Council_of_Texas)（ウィキペディア情報）