

一橋大学・RIETI 資源エネルギー政策サロン第 4 回

世界新連発

日本の最先端太陽電池研究と水素社会への展開

2015 年 1 月 7 日

安藤：新年おめでとうございます。おかげさまで、一橋大学・RIETI の資源エネルギー政策サロン第 4 回目を迎えることができます。今日は、中野義昭先生から、高効率太陽電池、さらに水素社会、太陽電池を活用して二酸化炭素をメタンに変える逆サイクルという凄い話をいただきます。

中野先生に初めてお目にかかりましたのは 2007 年のことです。資源エネルギー庁の上田長官が当時は省エネルギー・新エネルギー部長をされていて、翌年に洞爺湖サミットを控え、太陽電池でしっかりとした政策をつくって欲しいというご指示をいただきました。普通のシリコン太陽電池では色々な限界が見えていましたし、コスト競争になることが予想されていました。今では世界中に太陽電池が広がっていますが、同時に制約も見えてきています。

そうした中で、日本が真に目指すべきは、技術力・研究開発力を活かして、第 3 世代と呼ばれる高効率の素晴らしい太陽電池をつくっていくべきと考えました。実は、筑波大学准教授の岡田先生がチャレンジしていました。筑波大学のままでは政策支援にも難しい点があり、東大先端研に澤昭裕先生がおいでしたので、ご相談に上がりました。東大先端研に最先端の太陽電池研究拠点を作りませんかということです。その最初の時に、中野先生にご同席いただきました。それまでは東大の中でのクリーンテックの研究は必ずしも多くはなかったのですが、直ちにご賛同いただきました。そして、トウダイイチ、これは東京大学で一番というだけでなく、当世代で世界トップの研究者でいらっしゃる中野先生が真剣にお取り組みになると、いきなり「世界新」を連発されるという凄い状況になっています。

今日は、最先端サイエンスの部分を皆様にも触れていただきたいと思うのですが、込み入った専門的な部分では、「うん、大筋はこういうものか」と思って聞いていただければと思います。今日は、太陽電池のみならず、色々な話が出てまいります。そして、最後には斬新な大構想までご紹介いただきます。実は昨年、中野先生、岡田先生の世界新のお祝いを兼ねて、上田長官との懇親の機会がありました。そのときに、この凄い構想のさわりの部分を伺ったのですが、もう少し詳しく伺うにしても、私 1 人で伺ってはもったいないと思いました。せっかくなので、この資源エネルギー政策サロンで、ぜひ皆さんと一緒にシェアさせていただこうという気持ちで今日を迎えました。

中野先生、今日の会場には、理系の最先端をよく分かっている方や、政策も

含めて文系の最先端をよく分かっている方など、色々な方がお出でです。聞き手が幅広いので、少し端折りつつ、大筋のお話をいただければと思います。よろしくお願ひします。

中野義昭教授（東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻、先端科学技術研究センター兼務）：安藤先生、過分なご紹介をありがとうございます。東京大学の中野と申します。これから 50 分ぐらいお話に付き合っただけだと大変ありがたく存じます。

ご紹介いただきましたように、私自身ももとは電子工学で、特に光を出す方の素子、レーザーとか発光ダイオードとかをやっていたのですが、今のお話にありましたように 2000 年代の半ばに、光を出す方ではなく受ける方を、もう少しやったらどうかと薦めていただきました。

我々が、自分達の持っている技術を活かして、自分達のやり方で太陽電池に取り組むとどうなるかを始めて今日に至っています。その過程で、皆さんはよくご存知だったと思うのですが、それまで私自身は知らなかった自然エネルギーの問題点がどんどん明らかになってきて、今日では、フィードインタリフで導入量がどんどん増えて電力系統に入りきらないという問題も起きています。そういう自然エネルギーの問題を、どう解決していくべきかを考える中で、後半にお話しする「畜エネ」まで一緒に研究していかなければならないという状況になってきました。

後で追加したので配布資料にはありませんが、いきなり結論のスライドを用意しました。資料には色々細かいことが書いてあるので、みなさんは、おそらくわかりにくいと思われるでしょう。そこで、今日言いたいことは、要はこれだということを、まず冒頭に申し上げ、その理由を、この後で細かい裏付けを示していきます。詳細部分があまりに細かくてご興味なければ、私としては、このサマリーだけを理解していただければ嬉しい限りです。

自然エネルギーは非常に頼りなく思えるのですが、量的にはまったく問題ありません。仮に全人類が自然エネルギーだけに頼ったとしても、困ってしまうことはまったくありません。とてつもない量があるので、量としては信頼できるということは、皆さんもよくご存知だと思います。現時点での一番大きな問題点は、化石エネルギーに比べるとコストが高いことです。ですから化石エネルギーを使っています。なぜ、自然エネルギーはコストが高いのかというと、莫大な量はあるけれども薄まっているので、人類が使うのに足る濃度まで集めて濃縮するのに、お金がかかるわけです。それに比べ、初めから濃縮され地下に埋まっている化石エネルギーは、掘れば、ほとんどタダで使えるということで、今の高コスト対低コストの戦いになっています。しかし、再生可能エネル

ギーは、これからお話しするように、仕事量1ジュール当たりの値段を下げる余地がまだまだたくさんあります。技術が向上すれば、どんどんコストを下げられるので、まさに「技術」の見せどころです。そういう下がる方向に対して、化石エネルギーはそうではありません。今日では原油は大変安くなっていて、これはおそらくシェール革命潰しのためにやっているわけで、化石エネルギーコストは、どのみち今後上がります。枯渇傾向なので上がる側面もありますが、地球温暖化で二酸化炭素の放出問題が許容できなくなると、コストに反映されて跳ね返ってきます。化石エネルギーコストは、有限であることと、二酸化炭素を排出することで、いずれ上がってくる。あちらが上がるのに対して、こちらは下がる傾向にあるので、いずれはクロスします。クロスすれば問題なく自然エネルギーが入っていくわけですが、今はまだクロスしていないので、どうやって研究だけでなくビジネスを進めるかということになります。

自然エネルギーは、コストが大きな問題ですが、もう一つ、時間的・空間的に偏在していることが、コストと同じぐらい、あるいはより大きな問題になっています。要は、1日のうちでも昼と夜で製造量が違いますし、地球上でA国とB国では全然製造量が違います。時間的な不安定性、空間的な偏在性のために、電力系統に接続するには限度があります。今のフィードインタリフで増えすぎたメガソーラーの電力を収容できないのは、時間的に変動するために、そのまま繋ぐと電力系統が不安定になるので嫌われるわけです。空間的な偏在については、結局、人のあまり住んでいないところに自然エネルギーがたくさんあるのに、そこには電力系統がないので、繋げないという問題です。そこでもやはり系統接続に限度があるということです。この問題を解決することが、低コスト化と同時に非常に大きな課題となります。

今日、お話ししようとしているのは、より大々的に自然エネルギーを導入するには、オフグリッド利用が本命ということです。私がこの10年ぐらい研究している中で、確信するに至りました。オフグリッドで使うというのは、「畜エネ」をして、時間的・空間的なシフトをするということです。昼間に蓄えて夜使い、赤道直下でとって日本で使うというように、時間・空間のシフトが可能になると、自然エネルギーは強力なエネルギーになってきます。

では、畜エネ媒体をどうするかです。今はすぐバッテリーを考えるのですが、短時間で小規模の畜エネにはいいですが、今からお話しするような、とても大規模なエネルギー、要は人類のエネルギーを全部賄うような話になったときには、バッテリーは非常に使いにくく、コスト的に合わないことになります。その場合にはソーラーを燃料に転換してやると、長時間・大規模に自然エネルギーを使えるようになります。蓄積して使うわけです。我々だけではなくて昨今、色々なところで言われていますが、自然エネルギーから水素をつくる。これが、

今日の一つの主題になります。あるいは、自然エネルギーからLNGをつくる。これは、安藤先生の先ほどのご紹介の最後で言っていた、水素にCO₂を添加することで天然ガスになる、というのが少なくとも当面のソリューションです。

重要なメッセージは、水素は、燃料電池車が発売され機運が高まっていますが、おそらくインフラ整備が遅れるので、本格導入は2030年だろうと言われていています。それを少しでも早めようということで、トヨタの特許開放のニュースがありました。

私がこれからお話しするのは、インフラ整備が進む前に、今から水素を大々的に使える可能性がある。それから、ソーラーLNGにすると、今動いている天然ガス火力発電所が明日からソーラーLNGに転換して、まったく同じ火力発電所が「グリーン発電所」に変わります。そうすると、一気に全部の化石燃料を置き換えるわけにはいかないですが、今のインフラ、我々が使っている火力発電所を何も変えることなく、知らず知らずにどんどん再生可能エネルギーの割合が増えていって、いつの間にか3割が再生可能エネルギー、5割が再生可能エネルギー、7割が再生可能エネルギーということになっていって、脱化石燃料をインフラを変えずに行うことができます。我々の暮らしを何も変えなくてもできるのです。そういうお話をしようと思います。

二酸化炭素は、今は悪者ですが、いずれエネルギーキャリアとして循環再利用されるようになって、悪者ではなく資源であるという時代が遅かれ早かれ来るとというのが最後のメッセージです。結論を先に言ってしまいましたが、それを裏付けるデータと私が思うものを今日は何枚か持ってきました。

釈迦に説法でよくご存知と思いますが、昨今、政策のおかげで大変な量の太陽電池が入ってきています。メガソーラーが認定され、本当に発電を始めると、とんでもなく増えてきます。そして、電力系統に吸収できないことが昨今の一番大きな問題になっているわけです。これでわかることは、日本みたいに自然エネルギーにそれほど恵まれていない国でも、九州や北海道では、実は電力系統の容量を上回る太陽光発電や風力発電ができるわけです。東京では少し難しいですが、グリッドに入れようとするとう使えないということになります。

ここから、太陽電池の効率が今どれくらいで、今後どうなるのかというお話をします。皆さんが一番よく知っている屋根などに載っているシリコン太陽電池の効率は、現状でではトップデータがおおよそ25%です。太陽エネルギーの4分の1しか電気に変換できません。

図には、色々な種類の太陽電池の効率と年代をプロットしてあります。時代とともに効率は上がっていきます。しかし、シリコン太陽電池は、あるところ

から頭打ちになっています。原理的な天井があるからです。どうしても横ばいになるのは避けられないのです。それでも現状 25%まで来ているのは大変立派なことです。

それに対して、効率的にとっても大きい 40%、44%というものや、また、傾きが大きく飽和せずに時代とともにドンドン向上している特異な系列もあります。これらが今から私がお話ししようとしている超高効率太陽電池の系列です。46%が世界記録です。太陽光のエネルギーの 46%を電気に変えられるわけで、ほぼ半分を変えられるというものです。理論効率は更にずっと上の方にあります。飽和することなく効率が向上するのは、原理的に理論限界がずっと上にあるので、技術開発をすればするほど効率を上げられる、つまり、やればやるほど伸びる素質を持っているわけです。

この系列は、実は、単位面積当たりの値段がとても高いのが欠点です。太陽電池として見たら、効率が高ければ高いだけいいのですが、倍の効率なら倍の値段ということでは済まなくて、倍の効率が出ても値段は 10 倍、100 倍となりますので、それだったら嫌だ、使いたくないということになるわけです。

この系列の太陽電池を主に使ってきたのは人工衛星です。宇宙に行くと、唯一のエネルギー源が太陽光になります。地球も唯一のエネルギー源は太陽ですが、それと同じことで、それよりももっと激しく太陽に依存しないといけないのが宇宙空間です。宇宙空間で人工衛星を動かすエネルギーを得ているのは、この系列の太陽電池で、それは値段よりも効率が重視されるというものです。宇宙用や軍事用は、ご想像の通りアメリカ、ヨーロッパが強いわけで、日本はなかなかこの競争の中には入れていなかったのですが、我々は、安藤先生に薦められて研究開発を始めて、この競争の中に参入しました。我々だけではなく、シャープと一緒に協力してくれたのです。その結果として、我々の成果は、グラフにシャープと書いてありますが、日本の貢献が開発競争のグラフに書き込まれるようになったというか、そこに乗りこんだということです。今の世界最高効率の太陽電池の競争は、アメリカ勢は NREL（国立再生可能エネルギー研究所）とボーイングの連合軍、ドイツ勢はフラウンホーファー研究所、それとシャープに代表される我々日本勢の研究開発プロジェクトが、何カ月かごとに記録を塗り替えている状況です。

この図は、シャープが 1 番だったときで 44.4%、これが安藤先生に仰っていただいた世界記録連発の一つです。三接合型では未だトップですが、その後、四接合型がドイツから出てきて、今 46%という現時点で世界最高効率になっています。

それを人工衛星用ではなく、どうやって地上で使うかということですが、高いのならば、なるべく使う面積を節約したいということで、ちょうど虫眼鏡の

焦点にセルを置きます。すると、ごくちっぽけなケシ粒みたいな太陽電池で、かなりの面積の光を全部電気に変換するようにすると電池を節約できます。プラスチックやガラスという光学部品がほぼ全体を占めていて、太陽電池自体はこの中でほとんど見えない小さなケシ粒みたいに埋め込まれて、材料を節約して、その結果、安くできるようにします。ただし、こういう虫眼鏡で集光する方式では、常に太陽の方を向いていなければなりません。太陽が動くと、焦点がずれてまったく光が当たらなくなるので、発電量がゼロになります。欠点はヒマワリのように太陽を追尾しなければならないことです。もう一つの欠点は、曇って太陽が見えないときには、レンズを使って一点に集めようと思っても集まりません。ぼやっとした光は、ぼやっとしか集まらないので、そういう散乱光のときには発電量が非常に落ちるのがデメリットです。

そのため、このタイプは、よく晴れているカリフォルニアや、日本なら宮崎とか、そういう青空が多いところに置く必要があります。集光型は Concentrator Photovoltaics の略で CPV と呼ばれますが、今は導入量が少なく、1ワットあたりの単価も高い状況です。導入量が増えると大量生産やラーニングカーブ、どんどん技術が、特に製造技術が進んでくるので、どんどんコストが下がる。CPVでも同じです。同じことをプロジェクションで将来予測すると、今の時点のシリコン型の1ワットあたりの値段よりも、同じだけ導入されれば、ずっと安くできる可能性があります。たくさん作れば安くなるという非常にラフなあてずっぽうですが、それで十分コスト的に安くなるだろうということです。現時点ではまだ高い。シリコンがこの破線なのに対して、CPVは高いのです。発電コストでプロットしてみると、キロワットアワー当たりの値段は高く、日本で使うには高いのです。カリフォルニアやアリゾナみたいに、真っ青な空が一日中あるところでは、今でもCPVの方がシリコンよりも安くなります。横軸のDNIとは、直達光の量を表しています。太陽がよく見えるか見えないかです。太陽がよく見えるところでは、今でもCPVの方がシリコン型よりも低コストになります。変換効率の高さも一要因です。

今、我々が取り組んでいるのは、まずCPVの効率自体を向上することです。46%と申し上げましたが、これを50%にする。あるいは55%にする。効率向上によって、オレンジから青になり、製造技術でコスト低減をすると黄色になり、こうなってくると、どんな地域、曇りがちな日本で使っても、晴れがちなアリゾナ砂漠やサハラ砂漠で使っても、シリコンの太陽電池よりも安くできる可能性があります。

図は、効率が向上すると、どのようにコストが全体で下がっていくかのブレイクダウンですが、あまり細かいこととお話する時間はないので、飛ばします。

CPV型太陽光発電システムは、45%とか50%という高効率セルを使うので、安くできます。あとは光学系が非常に重要になります。シリコン太陽電池のように、置いて、置きっぱなしで、あとは発電してねというよりは、もう少しすり合わせ技術を必要とします。ヒマワリのように追尾する技術や、光学系の精度を高めることが必要です。その辺が日本は得意です。よその国ではそう簡単には工業化できない。卑近な例では、デジタルカメラがそうですが、色々な技術が集合して、すり合わせをして初めて動き出すのです。その結果として1キロワットアワー当たりの発電効率が安くなるという仕組みですので、日本にとって非常に有利な仕組みのはずなのです。しかし、日本の中には誤解があって、CPVは日本には適さない太陽電池システムだから、日本ではビジネスにはしないというのです。だったら外国で売れば良いと思うのですが、今は、まだポピュラーになっていません。

実は、集光は、値段を下げるためだけではなく、効率を上げるためにも非常に有効です。この話は今日の時間ではカバーしきれませんので、スライドだけ少しご覧いただいて、ご質問があれば、後ほど聞いていただければと思います。レンズで絞り込むことによって、太陽電池に大量の光が入ってきます。大量の光が入ってくることが結果的にセルの変換効率を非常に上げるのです。35%ぐらいだったものを45%ぐらいまで上げる。チップを節約するだけでなく効率が上がるという一石二鳥があることを、なかなか皆さんに理解していただけないのですが、その理由を、幾つかのスライドに書きました。図は、1倍では何もしていないパネルですが、10倍集光、100倍集光、1000倍集光にすると、34%のものが、43%、44%まで上がるということを実測したもので、シャープに測定してもらいました。

ではなぜシリコンは30%が頭打ちなのに、この高効率太陽電池は40%だの50%だのが狙えるのか、ということです。一言でいうと、太陽光には紫外線、可視光線、赤外線と色々なエネルギー成分が含まれますが、シリコン太陽電池では、その一部しか有効に変換できません。例えていうなら、紫外線はあまり変換できないし、赤外線も変換できない。ですから、その部分をロスしてしまうのが、シリコン太陽電池の効率が30%に留まる原理的理由です。40%だの50%だのという高効率太陽電池は、例えば、三段積みにして、紫外線に相当する大きなエネルギーの光子（フォトン）は、まず先にとってしまう。中くらいのエネルギーの可視光線は一段目で吸い取られずに通り抜けて、二段目で拾ってやる。赤外光は二段目でも吸い取られずに通り抜けてしまう。そこで最後に赤外線を捕まえて電気にしてやろうということです。三段積、これは別に三段でなくて四段でも五段でもよいのですが、たくさんの太陽電池を一つの電池中に積層することで、太陽光の全部を吸い取ることができる。それでも、現状は46%

ですが、今後まだまだ効率は上がっていきます。

図は、三段積み構造をシャープが作っている例です。太陽光中のエネルギーの一番高い紫外線から青の領域に相当するところがトップセル、次に真ん中のセル、一番低いエネルギーの赤外線はゲルマニウムのセルが吸う構造を縦積みで作ります。この三接合セルは理論効率が 51%で、我々が今の世界トップデータ 44.4%なので、まだ 6%向上できる余地があります。とにかく 50%まで上げていくことを色々なやり方を駆使して、先ほど安藤先生にご紹介いただいたプロジェクトの中で取り組んでいます。どんなことをやって 50%に近づこうとしているかは大変細かな話になるので、今日はもうお話しする時間ありませんが、材料を変える、あるいは量子井戸と呼ばれる人工的な半導体構造を合成していくことで、世の中に存在しない光応答をする材料を合成しながらつくっていく取組をしています。また、少し別の手法として中間バンドセルがあります。安藤先生の冒頭のご紹介の中で、当時筑波大の岡田准教授が取り組んでいた量子ドット太陽電池が、中間バンドセルです。この方法では、縦積みの数を増やさなくても、幾つもの異なるエネルギーのフォトンを吸えるので、こういうセルも開発しています。量子ドット太陽電池の変換効率は、今は 26.5%ですが、50%を越える変換効率が可能との理論予測があり、ドンドン変換効率が向上しています。中間バンド型太陽電池も世界記録を更新し続けています。

ただし、我々だけが世界記録を更新しているのかというと、多接合のセルに関しては強力なライバルがアメリカ、ドイツにいます。現時点での多接合太陽電池の世界記録、あるいは全太陽電池の世界記録が 46%です。ドイツのフラウンホーファー研究所を核にした独仏連合のもので、508 倍集光の四接合です。我々も大変苦勞していますが、四接合を作るのは縦積みが非常に難しく、実は、二接合と二接合を作って、間を機械的に張り合わせる離れ業で作っています。

今後、集光型太陽電池を更に低コスト化するには色々な方法があります。これが LED の真逆であることに注目すべきです。LED では小さなチップから出た光を照明用に広い光として使うのに対して、その逆で、広い光を集めて小さなチップに導きます。まさに LED のような構造を作って、並べる方法が非常に合っています。そして、LED のような低コストの実装を提供しつつ、元々の材料自体が高価なので基板のリサイクルや、結晶層のみ剥離し薄層にして材料を節約するといった手法で、低コスト化を図ることができます。現状の太陽電池の最高変換効率は 46%ですが、今後まだまだ上がっていきます。技術が進めば、まだまだ上がる余地がたくさんあります。効率向上や材料使用量低減で、コストはどんどん下がります。効率が 2 倍になれば、発電コストは約半分になるのです。そして、発電コストもどんどん下がります。これが一番言いたいことで、冒頭に申し上げた再生可能エネルギーは現時点では高コストだけれども、

まだまだ下がるといことです。2、3%下がるという話ではなくて、半分、3分の1、10分1と下がるのです。そのための技術ポートフォリオは揃っています。

そこで、話の後半に入りますが、太陽からの電気は、これからどんどん低コストで作ることができるようになってきます。しかし、系統線に繋ぐには不安定な入力嫌われますので、グリッドに繋ぐ方法のままでは、せっかく高効率太陽電池が大規模・大容量に実現できても活かすことができません。自然エネルギー・再生可能エネルギーが活かされない状況を抜本的に解消するのが「畜エネ」です。

一つは、「ローカルな畜エネ」で、昼間に作った電気の余剰分を蓄えて夜に使う。あるいは曇った日に使う。そういうローカルな畜エネです。今の技術ではバッテリーが思い浮かびますが、これに類するものです。もう一つは、「長距離輸送」で、空間的制約からの解放です。ローカルな定置型貯蔵では、大容量で低コストにするという課題があります。長距離輸送では、低コスト化はもちろんのこと、できるだけエネルギー密度の高い形態、つまり、そうした材料や燃料にしたいという課題があります。爆発しては困りますので安定性も重要です。これができるようになると、世界中でエネルギーのグローバルなやり取りができるようになります。

冒頭のメッセージで申し上げましたが、ローカルな定置型畜エネには水素が最適ということ。太陽光の資源量は、グローバルにみて、赤道付近の方が赤道から離れたところよりも当然多いわけ。2倍、3倍ぐらいの開きがあるので、現時点で既に仕事量1ジュール当たりの製造コストが2倍、3倍も違ってきます。再生エネルギーは日本で採算が合わなくとも、別の場所、例えば太陽光が3倍強い場所では既にコストは3分の1で採算に合うわけ。その意味で、東京のエネルギーを求める際に、日本国内で調達すべきか、それとも最初から太陽光がもの凄く届くところ、太陽光が相対的に安いところから運ぶべきかは、そのときの技術とコストで決まってくるのです。

そこで、水素の話です。水素は、定置型貯蔵に適すると申し上げました。高効率太陽電池で水を電気分解すると、とても簡単に、とても高効率に水素ができます。そうすると、この後お話ししますが、燃料電池を使えば電気にすぐに戻せます。

太陽電池は高効率に大電力を出すけれども変動があるというものを、水素を挟むことで、バッファとして平準化してくれます。各家庭レベルで、昼も夜も使えるし、夏も冬も使えるし、曇った日も雨の日も使えるようにできます。例えば、燃料電池車と同じぐらいのコストでできると、電力会社から電気を買わなくてもほとんど済みますし、逆に、売電できます。

水素蓄エネ技術の位置付けですが、現在は、バッテリーがあります。なぜバッテリーがあるのに水素にわざわざ変えるのかですが、少量の蓄電又は蓄エネルギーでは確かにバッテリーの方がコストは安いのです。しかし、例えば、3日分蓄える場合には、1日分の3倍のバッテリーが要るので、直線的にどんどんコストが増えていくという問題があります。水素の場合には、初期設備は結構かかるのですが、1回設備を入れると、大容量になっても、どんどん蓄えていくことができます。したがって、ある水準以上は水素、ある水準以下はバッテリーというのが経済的になります。

皆さんは、太陽光から水素へのエネルギー変換は少ししかできないと思っておられるかもしれませんが、実は、我々の高効率集光型太陽電池を使って水を電気分解すると、現状で、太陽光のエネルギーの15%を水素に変えて蓄えることができます。今実用化されているシリコン太陽電池の効率が、特に薄膜型などでは10%とか12%ぐらいに留まることを考えると、太陽光の15%のエネルギーが水素のかたちで手に入るのは非常に素晴らしいことです。

光触媒で水素をつくる手法は色々なところで研究されていますが、効率が数%、2%とか3%ぐらいですから、まだまだ大変です。しかし、15%蓄えられれば、もう十分にエネルギー源として考えられます。効率は更に上げられます。15%で留まらずに、将来的には25%とか30%を水素として溜めることができます。

光触媒的水素発生ではない高効率の水素発生手法をグラフ化すると12%とか18%が並びます。我々が15%で世界新とは言えないですが、世界記録の18%に近い、15%を今、出しています。宮崎で試験したのですが、お話ししてきた多接合型太陽電池を使ってヒマワリみたいにお日様を追っかけていきます。それに、理科の実験キットで手に入るようなポリマー電解セルを買ってきて直付けします。動画を二つ見ていただきます。まず、光触媒で水素を作る場合です。我々は窒化ガリウムの光触媒も扱っています。光が当たって、もわもわと出てくるのが水素で、こちら側には酸素が出てきますが、よく見えません。大変さやかな感じですが、これに対して、高効率太陽電池にポリマー電解セルを組み合わせると、光が当たると、どんどん溜まっていく様子をご覧いただけます。非常に速い速度で水素が出てきますし、酸素も出てきます。従来光触媒では、酸素と水素が混ざって出てくるので分離する必要があり、かつ、変換効率もせいぜい1~2%というのに比べると、初めから水素と酸素が分離されていて、水素製造効率も15%、20%になりますから、「夢の水素源」ではなくて、直ぐにでも現実のものとして使えます。実は、色々な高効率化のノウハウがあります。もちろん電解セル自体の性能も上げていく必要はありますが、現状の実験では15%ぐらいですが、きちんと色々な最適化を行うと、非常に簡単に22%まで到達

達します。太陽エネルギーから水素エネルギーへの変換が、このぐらい簡単な現在ある装置でできるようになります。

製造コストを試算すると、日照の良いところでは1kgで2ドルぐらいです。これは太陽電池から全部合わせてのコストです。燃料電池自動車用の水素は、1kgで1000円ぐらい、つまり約10ドルで販売を始めようとしています。おそらく、水素そのものの製造コストは小さくとも、輸送や圧縮のためのコストが大きいので、約10ドルになっています。しかし、高効率太陽電池を使って自前で水素を作ってその場で使うことにして、輸送をしないのならば、1kg当たり2ドルが狙えるわけです。さらに今後は、光合成に学んで、低過電圧型の電極を電解セルに適応していくと、電気から水素への変換効率が上がってきます。すると、水素をバッファにした定置型蓄エネは、数100万円ぐらいのシステムとして家庭にも使えるし、そのままスケールアップして大規模産業用にも使えます。その場合には、おそらくアルカリ電解など大規模に電解できる方が良いでしょう。

現状でも、この自立型・自給自足型の自然エネルギー蓄積利用システムは、人口が低密度の地域、燃料輸送コストのかかる地域、例えば、離島などでは、現状でも地域の置かれた条件によってコストメリットが合うでしょうし、何より今すぐ構築可能です。すべての要素技術はあるのですが、実際に、システム全体を動かしているところはないということです。

水素ステーションがこれから構築されていく際に、中間ぐらいのところこうした自立型水素ステーションのシステムがあるのではないかと考えています。水素を運ぶインフラがなくても自前で水素を製造できるわけで、言うならば、九州などメガソーラーが余剰電力を出しているならば、それをみんな水素にしてしまうことで、水素ステーションができます。メガソーラーに水素ステーションがくっつくモデルも十分あり得ます。

最後は、長距離を運ぶ方法です。水素を長距離運ぶのはなかなか難しいのですが、非常に簡単に太陽光から天然ガスを作ることができます。正確に言うと、太陽光からつくった水素から天然ガスを作ることができます。高濃度の二酸化炭素も必要で、仮に大量の水素と高濃度の二酸化炭素がある場所があれば、簡単にメタンが作れます。今の変換効率で、水素の75%をメタン化できます。いったんメタンにすれば、湧いてくるメタンと一緒にLNG化して、既存のロジスティックスと一緒に乗せて、そのまま日本に運んでくることができ、そのまま火力発電に使えます。すると、輸入したLNGの内の何%かは「再生可能LNG」となるわけで、つまり、化石燃料を使う既存発電所の何%かが「グリーン発電」となります。使うのは同じLNGとしても、3%がグリーンということから始めて、30%がグリーン、50%がグリーンということにできます。燃や

したら二酸化炭素が出るので、何故グリーンと言えるかということ、実は、LNGプラントでは二酸化炭素が随伴ガスとして空気中に大量に放出されているのです。こうした二酸化炭素を全部、太陽光発電による水素で固定化して、メタンに転換していくと、地球全体で見て二酸化炭素の放出量は減っていきます。そのまま地球上に出すのか、メタンに変えて化石燃料使用量を減らすのかということで、化石燃料を減らした分だけ二酸化炭素の放出は減っていますので、発電所で燃やせば二酸化炭素が出るとしても、地球全体では二酸化炭素放出量は減っているのです。それでカーボンプレジットを誰が手にするのかは、これから考えないといけません。地球全体で見て自然エネルギー利用が増え、二酸化炭素の放出量が減るといことは、この方向は人類にとって正しい方向だということになります。

日本の場合には、こういう二酸化炭素は外国の天然ガス田で手に入るわけですが、日本国内で得ようとするなら、石炭火力発電所では大量に二酸化炭素を出しますので、それを使えば、メタンに変えることができます。

この「ソーラー天然ガス」は、現状では二酸化炭素は高濃度のものの片道利用のみなので、既に空気中に放出されて薄まった二酸化炭素を回収・再利用することができないため、その意味では、まだつなぎの技術です。しかし、直ぐに実現して直ぐに再生可能エネルギーの使用割合を増やすことができます。今ある火力発電所がどんどんグリーン化していきますので、まず社会実装していくことが最優先だと思います。今後の技術開発課題としては、低濃度の二酸化炭素の濃縮、つまり空気中の二酸化炭素を効率よく回収して、水素と結合して再利用するには、低濃度の二酸化炭素を効率よく還元する反応器が必要であり、そのための新技術が求められます。これができるようになると、メタンから、燃焼でも燃料電池でもいいですが、エネルギーを取り出して、出てきた二酸化炭素を再生可能エネルギーでチャージしメタンに戻して、再度エネルギーを使って、更にチャージするというやり方で、二酸化炭素が再生可能なエネルギーキャリアになる。すると、もはや二酸化炭素は悪者ではなく、大変有用なエネルギー資源になるわけです。

こうした低濃度の二酸化炭素を効率よく還元してメタン化する反応器には、どういうものがあるかということですが、昔は水電解は非常にシンプルな装置でしたが、今では改良して高効率化が進んでいます。二酸化炭素の還元装置は今のところは、このようなシンプルなものです。しかし、こうしたアイデアを活用すると、次世代型の電気化学反応器ができて非常に高効率に還元できるようになっていきます。それには、これも植物がやっていることが非常に参考になるのですが、その辺の説明は省略します。

まとめのスライドは、冒頭のものと同じです。今後、「畜エネ」の技術を鍵に

して、再生可能エネルギーを大規模かつ大きな割合で導入していく可能性があるというお話をさせていただきました。ご清聴ありがとうございました。

安藤 ありがとうございます。今日は、中野先生に、量子力学の言葉を使っ
ては駄目です、さらにフィルファクター、ボルツマン、カルノーといった言葉
も駄目ですよとお願いしていましたので、本当は世界最先端の研究者として、
立て板に水で色々とお話しになりたいことがあった中で、それらを削ぎ落とし
ながらお話しいただきました。これから会場のご質問・ご意見も受けつけたい
と思いますが、まずは、少し肩慣らしに私がいくつか伺って準備運動をしたい
と思います。

最初はお話しの概要ですが、今日は中野先生のお話しの中で、三段重ねの菱
餅のような太陽電池で、青色の光と、黄色の光と、赤い光をとるのだと。これ
が多接合型の基本原理ですね。さらに、中間バンドというと、会場の方にはお
分かりになりにくいかもしれませんが、中間バンドは、要は光が当たって電子が飛び出すとき
に、元々は電位差が高いところを、少し中間に踏み台を置いてあげることで、
エネルギーの弱い赤い光をきちんととれるようにしていく。そうすると光の中
の成分をいっぱいにとって効率を高める。こういうお話でしたね。更に凄いのは
「S 2 H」、ソーラー・ハイドロジェンでした。電極にそのまま高効率太陽電池
を付けてしまう絵もありましたが、光を当てて高効率で水素を取り出す。あの
ワーンと水素が出てくる映像を見るともの凄いです。私は資料を昨日いただい
て驚いたのですが、太陽光から水素をつくる技術はまだまだ先でしょうと思っ
ていたら、あんなふうに「現実」が起きているということです。さらに改良の
余地がいっぱいあるということですね。本当に驚きました。

さて、中野先生は今、色々な方々と連携なさっていますね。年末に 2 年間途
絶えていた中国との省エネ環境フォーラムを再開しました。実は、これが私の
本業です。ノーベル賞の天野先生に来ていただいて参加者も大変喜びました。
中国の方も取り囲んでサイン攻めだったのですが、天野先生ご本人も、中国と
の環境協力は大事だし、講演してよかったと感激してお帰りいただきましたが、
天野先生とも一緒にお仕事なさっていると伺っています。

中野教授 はい。先ほど、お見せした多接合太陽電池の開発の中で、青の光を
とるのに、要は青の LED 材料である窒化ガリウムが大変に良い素質を持つて
いるのです。もっと言うと、天野先生は青の LED でノーベル賞をとられました
が、そういう光を出す素晴らしい材料が窒化ガリウムなのですが、逆回しで、
青の光を吸い取るのも現状で既に得意で、そこを天野先生に私のプロジェクト
の中で一緒に取り組んでいただいています。

この材料の将来的な素晴らしさはこれに留まらず、窒化ガリウムにインジウムを入れていくと、一連の材料が一つの方法でシンプルに多接合太陽電池ができます。そういう可能性があるということで、天野先生にプロジェクトの中で未来を担っていただいています。

安藤 この絵はわかりやすいですね。光の粒の大きさをエネルギーを表していて、エネルギーの大きな光も小さな光も全部吸い尽くしてしまう、それが高効率になるというお話だと思います。中野先生のお話の中で、光を電気にする太陽電池と、電気を光にするLEDとはご縁が本当に近いという点がありました。我々はテレビなどで天野先生のお人柄を感じますが、研究の場面でもああいう感じの方ですか。

中野教授 ええ。。。非常にソフトで。。。

安藤 あっ、ちょっと考えておられますので、この辺でやめておきますね。余計なことを聞いていると皆さんの質問の時間がなくなってしまいますので。

国際研究ネットワークも相当広げておいでですね。ライバルと戦いつつも、一方で、フランス、スペイン、ドイツ、アメリカなどと組んでおられたり、それから産業界の方とも連携されておられますね。お名前を出してもいいと思うのですが、駒場キャンパスの中には、JX のラボができて、ENEOS ラボと仰ってましたが、そういったところも含め、国際的あるいは産学とのネットワークづくりを中野先生はどうお考えでしょうか。

中野教授 実際、我々のプロジェクトも本当に産業界とのコラボなしにはまったくあり得ないですし、大学自身にできることは少ないのですね。事業にはしないですし、本当の意味でコストを追求しないですし。しかし、大学がバインダーとして働き得るということが、プロジェクトに取り組んでよくわかりました。

それから、やはり新しいアイデア、ぜんぜん違う発想をぽっと持ってくるには、大学の環境は非常に優れています。そういう意味でアカデミアとインダストリーのコラボレーションが、この分野で非常に良く働く実例をいくつも見てきました。ENEOS ラボもその1つですが、そういうやり方は、とても有効なので今後も続けて、更に強化していきます。天野先生も、今日の新聞によれば、パワーデバイスの産学連携センターをつくられるようですが、それは大変に有効なのではないかと思います。そのときにオフロードマップの技術をどう拾えるかが、おそらく一番重要なのかなと思います。

安藤 そうですね。一見遠いところにある技術を上手く拾ってくるという動き

も大事ですね。

私からはこれで最後にしますが、中野先生の人生を少し変えさせてしまったところがあるのかなと反省している部分もあるのですが、先生の研究室の方々には、昔は、当然、電子デバイスの研究者が多かったわけですが、今では、かなりの方が、クリーンテック、太陽光発電を研究されていると聞いているのですが、どれぐらいですか。

中野教授 今は半々です。

安藤 半々ですか。素晴らしいですね。優秀な方々が取り組んでいる訳ですね。

中野教授 光を出す方が半分、光を受ける方が半分です。

安藤 なるほど、そういうことですか。先生の研究室で博士や修士をとって、社会に出る、あるいは研究を進めるということですね。

中野教授 はい。

安藤 こういう部分で最先端の研究がどんどん進んでいくわけですね。何を隠そう、実は、このクリーンテックの最先端サイエンスにおける人財育成という点も、私が政策として狙っていたところで、まさに現実になってきていると思います。今日、会場には、このプロジェクトを育ててくれた渡邊課長もおいでになっています。

さて皆さん、ぜひご質問・ご意見がありましたら、手を挙げて仰ってください。少し肩慣らしもしましたし、せっかくの機会ですから如何でしょうか。

はい、どうぞ。遠い場合には、私自身がマイクを持っていくことになっています。

Aさん 色々な成果が出て、産業化するところで、一番ネックとなるのは特許、知的財産だと思います。大学や各企業が色々な特許を出して、それは大変有効だとは思いますが、こうした社会システムのようなものになると、ギョッとまとめるベクトルがないと成り立たないのではないかと思います。中野先生は、知的財産の扱い、成果としての知的財産の活用、あるいはそういう仕組みを持っていらっしゃるのか教えていただきたいと思います。

中野教授 私が答えるのが一番難しいところですが、プロジェクトの中では共有になっていて、他の人達に使わせないようにはしないということです。基本的には、それぞれのメンバーが特許を持っています。私自身のプロジェクトの中では、今のところ良い悪いということが、あまり顕在化していなくて、おそらくそれは、まだビジネスになっていないということかもしれません。今のところ、知財の問題でプロジェクトが頓挫しかかったということが、私自身にはないものですから、そこにどれだけ危険性が潜んでいるのか、私自身は答えられない経験がありません。安藤先生如何ですか。

安藤 はい。いきなり振られてしまいました。ご指摘の点は、もの凄く大事だと思います。一方で、知財の細かな専門的な話を、例えば、特許法を中野先生に読んでいただくとすると、これは駄目です。研究効率が下がります。ですから、そういうことができるプロフェッショナルを上手くチームに組み込んでいくことが大事だと思っています。実は、今日の会場にも、そういうプロフェッショナルをお招きしております。後で少し中野先生と雑談していただくということも考えています。

また、今日の中野先生のお話の中にあつた、トヨタの燃料電池特許の全公開、これは本当に驚きました。前回の第3回サロンでお話くださったトヨタの小島さんが、実は、会場においでですので、少しご意見をいただきたいところではあるのですが、いきなりでは失礼になりますので、控えておきたいと思いません。

ああいうふうにオープンにして仲間をつくっていくのも一つの戦略ですし、あるいは標準化をどのように戦略に組み込むのか、更にその標準化の中に必須特許をいくつか持って、それこそインテルのように上手く技術の流れをコントロールしていくのか。この辺は、研究そのものよりも、どうビジネス化していくかという領域だと思いますので、中野先生のお答えの補足になればと思います。

さて、他にいかがでしょうか。

Bさん 中野先生のエネルギーキャリアの実用化シナリオについて非常に興味があります。内閣府がファンディングしているプロジェクトに興味を持っていますが、いきなり二酸化炭素をエネルギーキャリアにする手前で、例えば、産総研も取り組んでいる水素エネルギーをどう化学品にするかという研究が色々あると思うのですが、エネルギーキャリアの実用化シナリオについて、コメントをいただきたいと思えます。

中野教授 今日は、水素に二酸化炭素を添加してメタンとして運ぶという話だけをしました。ご紹介できなかつたものでは、水素のエネルギーキャリアとしての水素化合物やアンモニアにして運ぶなど、色々あるかと思えます。それは全部どうやって最後、使うかによっていると思えます。メチルシクロヘキサンやアンモニアは、重量・体積当たりのエネルギー密度で大変立派な水素キャリアだと思います。これらが今後まさに取り組まれている研究開発の成果として、実用化されてくるだろうと思っています。

今日、なぜメタンのことをお話したかということ、メタンは研究開発の必要があまりありません。直ぐにできるエネルギーキャリアです。キャリアというよりも、メタンは天然ガスであり、そのまま燃やせますから、既存のガス火力

発電所で使えるという意味で、わかりやすい例としてお話ししました。

水素キャリアは、メチルシクロヘキサンにしてもアンモニアにしても、少し余分なインフラが必要になります。それから、メチルシクロヘキサンでは、水素をくっつける手間と剥がす手間があって、我々の見たところでは、まだ少し無駄が多い気がします。やはり余分なインフラが必要になるという気がするので、その問題を解決していくのに、まだ5年、10年かかるかと思うと、せっかく燃料電池車が発売されたモメンタム、今みんな、水素に明るい未来を抱いているモメンタムがあるのに、「いや、これが使われるのはまだ先だ」と言うと、しぼんでしまうのが怖い感じがします。そういう意味でも、なるべく今できることをまずとにかく実行して、それで、そのうち水素を長距離運べるようになるという、そういう順番なのかなと思っています。将来的には次のエネルギーキャリアにバトンタッチと資料にも書きましたが、今研究開発されているエネルギーキャリアがどんどん出てくるだろうと思いますし、そうすると多様なエネルギーキャリアで、天然ガスにして運ぶだけではなくて、水素のまま運ぶこともできるようになります。

そういう多様化が進んでくると、もう本格的に水素社会というか再生可能エネルギー社会、グリーンな社会になっていくのだろうなと思うのです。今日の例は、明日でもできるものとしてご紹介しました。

安藤 先ほどのメチルシクロヘキサンは、トルエンに水素分子を3つくっつける話で、千代田化工建設の岡田博士が画期的な触媒をつくって、それを実行に移そうと、まさに動いておられます。一方、中野先生のお話で、水素と高濃度二酸化炭素だったら簡単にメタンができるという点で、何か日本にも良い触媒があるように伺ったのですが、この辺りはお話しいただくことは可能ですか。秘密に触れるようでしたら控えていただいて構いません。

中野教授 いいえ。ぜんぜん秘密ではなくて、このメタン化触媒は、日本でもう25年ぐらい歴史があります。元東北大学の橋本先生と旧アタカ大機（現日立造船）の方々が取り組まれています。彼らに言わせると20年前は誰も見向きもしない笑われた技術だったといます。それが脈々と開発が行われて、現状では非常に良い性能の、つまり変換効率が非常に高い触媒を日本で持っています。我々が作ったわけではないのですが、それが今、使える状況にあります。

安藤 CCSで二酸化炭素を地中に埋めるにしても、日本の近くは地層が軟弱なので、なかなかそうはいきにくいですね。しかも、突然噴出したり、大地震を誘発したらどうするのだなんて話もないわけではないのですが、それをむしろメタンに変えてしまうというのは一つの行き方ですね。水素のチェーンができてくると、そういう話が本当に現実の現実になるということでしょうか。さて、他にいかがですか。

Cさん 中野先生のお話しは、直ぐに実用化できるということでお伺いしたいのですが、例えば、水素 1 k g 作るために必要なソーラーの面積などを試算されていると思うのですが、どのぐらいの面積があれば、水素 1 トンが作れるのでしょうか。

中野教授 小さな装置でも時間をかければ 1 トンはつくれますが。。

Cさん 現状で結構です。

中野教授 設備の大小というよりは、面積×時間で水素ができる量は決まります。例えば、オーストラリアの一つの天然ガス田から出てくる随伴の二酸化炭素を全量メタン化するのに必要なインプットはギガワットのソーラーが必要です。ギガワットというと普通のシリコンの太陽電池ならば、それこそ数 k m × 数 k m みたいになるので、できるだけ高効率の太陽電池が欲しいところです。高効率版ならば、だいたい、2 k m 四方とかが必要になると思います。この面積でソーラーができるには、土地がだっ広くて、砂漠みたいなところでしょうか。

Cさん オーストラリアとすれば、砂漠中に 2 k m 四方で可能だというようなイメージでしょうか。

中野教授 オーストラリアの油田・天然ガス田を上から見ますと何もないので、そこに 2 k m 四方で作ることはあり得るでしょう。

Cさん 日本だとその倍とかというイメージでしょうか。

中野教授 日本で仮に、それぐらい大規模な油田があったとして、そこで…。

Cさん 油田でなくてもいいのですが、今、例えば、二酸化炭素を濃縮して作ってもいいし、水素をそのまま燃料にもできますので、同じような効率を考えると、やはり倍というイメージでしょうか。

中野教授 日本でやろうとするとですか。

Cさん 日本でやろうとするとです。

中野教授 例えば、日本の石炭火力発電所から出てくる二酸化炭素を全部メタン化しようとする、やはりギガというオーダーの太陽電池が必要になります。日本の石炭火力発電所の周囲に、1 k m、2 k m の空き地があるのかというと、そう簡単ではないと思います。日本の場合には、太陽光発電にこだわらず、近くに風力があれば風力発電でもいいですし、あるいは、出てくる二酸化炭素を全部メタン化しようとする、やはりギガというオーダーの太陽電池が必要になります。仮に 30% でもメタン化できれば、その分罪滅ぼしができます。出てくる二酸化炭素の全量をメタン化しようとする、メガソーラーでは済まなくて、ギガソーラーになるということです。

安藤 その辺りは、日本は土地の制約の問題があるわけですし、実際にどこに

持って行って処理していくのかとか、色々なことをトータルで考えないと駄目だと思うのです。そういう意味で、中野先生がお示しになった絵にある世界の中で太陽光がよく当たるサンベルトで行ったら日本のコストの3分の1ぐらいで現実になってしまうねというお話と、そこには土地もいっぱいあるわけです。しかし、電力系統はない。そのグリッド制約を乗り越える一つの道が水素キャリアであり、二酸化炭素をエネルギーキャリアに使っていくというコンセプトではないかと思うのです。詳しくは、個別にお話しただければと思います。

他に如何でしょうか。皆さん、松の内で少しお疲れですか。それでは、Dさん、政策サイドからコメントをいただけますか。まったく打ち合わせしてないものですから、すみません。突然の振りでビックリなされたかもしれませんがよろしくお願ひします。

Dさん 質問というより情報提供になるかもしれませんが、ちょうど平成25年度に経済産業省の方でエネルギーキャリアというプロジェクトを立ち上げさせていただきました。東大の生産研や先端研の先生にお世話になっていまして、要は、水素をどういうエネルギーキャリアに変えて運ぶあるいは貯蔵するのが一番安いのかといった研究をしようということで実は始まったのです。始めて間もなく、そもそも再生可能なエネルギーの余った電気を蓄電にするのがいいのか、水素にするのがいいのかということも考えないといけないとか段々と構想が大きくなって行って、10年後、20年後のエネルギー供給について、どこでエネルギーを作って、どうやって使うのかを、もう1回考えようということになってきました。しかし、これは非常に難しく、要は、技術進歩を予測しながら考えないといけないのです。10年後、20年後にどういう技術が出てくるかを予測しながら、どういうシナリオが良いかを考えないといけないので非常に難しいのです。ですから、どうやって研究したらいいのかと、ずっと悩んでいます。それが先ほど産総研のお名前が出ていましたが、シナリオ作成をお願いしたり、中野先生にも少しお願ひをしていると思うのですが、そういう取組をしています。そうこうしているうちに、内閣府でもエネルギーキャリアの問題を扱うということで、去年からスタートして、文科省、経産省、国交省、総務省、消防庁に入らせていただいて検討しています。本当はもっと早くから取り組まないといけない問題だったのかもしれないのですが、ようやく最近そういうことを考え始めて取り組んでいます。ただし、非常に難しいです。ですから、どうやって色々な人の叡智を集めていったらいいのかを常に悩みながら取り組んでいます。会場の皆様方の中にもご関係の方がいらっしゃると思いますし、色々なアイデアをお持ちの方がいらっしゃると思いますので、ぜひアイ

ディアをいただければと思っています。

安藤 突然お願いしてすみません。ありがとうございます。エネルギーの問題は、やはり一つだけで何かを解決しようというのは無理ですね。そういう意味ではベストミックスという古くて新しい議論があるわけです。そうした中で、大事なのはオプションを持つことで、色々な可能性が出てきたねというかたちとなる。そのオプションを更に耕していくのは、技術であり、研究開発である。そこが最先端のサイエンスと産業と社会とが繋がっていく。この部分が、おそらくもの凄く大事になっているのではないかと感じます。

このサロンは、お話を聞くだけではなくて、双方向で議論することを目指しているものですから、黙っていると当てられることもあります。最後のご質問で、今まで遠慮していたという方がおいででしたら、如何でしょうか。皆さん、質問したようなお顔はなさっているのですが、よろしいでしょうか。

それでは、中野先生の目標とされる部分、これから5年後のところ、10年後のところ、どんなふうにお考えですか。まとめを含めて、お話しいただければと思います。

中野教授 一番の要はやはり太陽電池のところですね。コスト計算をしてみると、どこが一番お金がかかっているかというところ、ここに一番お金がかかります。周辺技術ももちろん大変重要で、やるべきことはいくらでもあります。当分は、この入口の太陽電池が、コストの主要部分を占めるというのが、だいたい明らかになっています。高効率化で、コストをどこまで下げられるか、世の中に明るいメッセージを出していきたいと思います。最近の太陽電池の話題は、ともすると暗い話ばかりになってしまいます。もう入れ過ぎだとか、中国に負けているとか、暗い話ばかりですね。そうではなくて、やはり、これは一番肝心要で、日本が実は得意で、今は不得意だとギブアップしそうになっていますが、一番得意で、かつ、進歩すると一番世界に貢献する。そういう気持ちで50%を越えようということですね。渡邊さんに、ご指導いただいて、ここまで来ましたので、50%は絶対に目の黒いうちにやりたいなと思っています。

安藤 力強いお言葉をいただきまして、ありがとうございました。私が目標値なんて言ったら失礼になるので、敢えて言わなかったのですが、ご本人からお話がありました。天野先生が中国で仰っていて面白いなと思っていたのが、LEDの分野で実は今、誰が世界で貢献しているのかといたら中国なのですね。中国で最も安く大量に生産して、世界中に輸出している。こういう構造なのですが、最初の基礎研究があって、そして実用化されて、それが世界に広がっていく。こういう新しいシステム、大きな構想も一つずつの基礎研究から始まっ

て、それが大輪の花を咲かせていく。これが大事なのではないかと、そんなふうに思います。

皆様から質問の手が挙がらなかったのも、勝手にまとめておりますが、第4回サロン、新年早々でございましたが、この辺でお開きとさせていただきたいと思っております。第5回は、さてどうなりますか。本業で、明日から韓国に飛びマイナス7度、9度の世界から、そのままインドに飛んだりするものですから。今度は20度、30度。そんなこんなで急遽飛び回ることが多く、なかなか日取りを決めにくいのですが、可能な限りまた面白い話題を拾っていきたいと思っております。その節には、どうぞお越しいただければと思っております。

中野先生に大きな拍手をお願いいたします。これでお開きとさせていただきます。ご来場ありがとうございました。

(了)