



未来のエネルギー社会のビジョン検討 ワークショップ参加報告

本田 孝祐

題記ワークショップ (WS) は、2017年8月28、29日ならびに9月14日の3日間、国立研究開発法人科学技術振興機構・研究開発戦略センター (JST・CRDS)、環境・エネルギーユニットの主催により開催された。その名が示すとおり、本WSは未来の社会でエネルギーの供受給がいかなる形をとっているのか、そこではどのような科学技術や研究開発が求められるのかを議論するための場として設けられたものである。今回が2度目の開催 (第1回は2016年秋に開催) であり、参加者は、JSTから依頼のあった学協会より推薦を受けた産 (企業など)・学 (大学など) の30~40代の若手研究者・技術者が中心である。第1回がエネルギー分野に比較的深い関連がある学会からの参加者が主であったのに対し、2回目となった今回は、生物工学会を含め、より幅広い学術分野から参加者が募られた (本会以外の参加学会としては、電気学会、日本機械学会、日本エネルギー学会、電子情報通信学会、計測自動制御学会、化学工学会、電気化学会、土木学会、日本交通学会、自動車技術会、エネルギー経済研究所)。また、自然科学系の分野だけでなく、人文・社会系の研究者が参加したことも第1回にはなかった特徴であった。生物工学会からは、トヨタ自動車の大西 徹氏と筆者がそれぞれ産、学からの被推薦者としてWS参加の機会を得た。

ご存じの方も多くあろうが、JST・CRDSはわが国の科学技術政策に関する調査、分析、提案を行う組織であり、CRDSからの提案は、JSTの戦略的創造事業 (CREST、さきがけプログラムなど) の課題立案にも活用される。学会からの推薦を受けて参加する以上は、多少なりとも生物工学分野への利益誘導を、との「下心」も秘めつつWSに臨んだものの、いざ始まってみれば、本WSが直近でのプロジェクト立案を目的としたものではなく、もっと先の未来、具体的には2050年 (およびそれ以降) までに起こり得る社会変化について議論するためのものであることに気づくのに時間はかからなかった (したがって、筆者を生物工学会からの参加者としてご推薦いただいた先生方の中に同様の「下心」をお持ちの方がおられたとすれば、その目的はまったく果たされていないことをお詫びしたい)。

WSでの議論の詳細なレポートは、後日JST・CRDSのホームページ上 (<http://www.jst.go.jp/crds/report/>

[report05/index.html](http://www.jst.go.jp/crds/report05/index.html)) にて公開予定であることから、本稿では本WSで議論を進めるために用いられた方法論を中心に紹介させていただきたい。

未来の社会像を洞察するために本WSで用いられた手法の一つが、ホライズンスキニング法である。参加者には、WS開催に先立ち、スキニングマテリアルと呼ばれる資料が配布された。スキニングマテリアルは、ここ最近の話題のうち、社会の行く末に今後ひょっとすると大きな影響をもたらすかもしれないと思われるものをそれぞれA4用紙1枚ずつに要約した資料であり、今回は200のマテリアルが準備された。マテリアルの内容は、エネルギー供受給に直接関連するものだけでなく、人工知能 (AI) やバーチャルリアリティ、少子高齢化、安全保障に関するものなど多岐にわたり、合成生物学や再生医療など生物工学分野に関わりの深い話題も散見された。また、マテリアルに取り上げられる話題は、必ずしも真偽のほどが定かなものだけにとどまらない。週刊誌上で見られるような「眉ツバ」ものの話題もあえて取り上げることで、洞察の行方に幅を持たせることもホライズンスキニング法のねらいの一つである。参加者は200のマテリアルをざっと眺め、自身が何となく気になった話題をいくつかピックアップする。次にピックアップされた複数の話題を俯瞰し、これらが共通して暗示すると感じられる「未来の社会像」を、タイトルと要約を付した1枚のアイデアシートにまとめあげる。たとえば、筆者の場合、電気自動車やドローンの高機能化に関する話題、また、ゴキブリなどの害虫が殺虫剤耐性を獲得しつつあるといった話題から、未来の社会では昆虫を模倣した陸空両用モビリティが開発されるのではないかとというアイデアを提案した。このようにして、参加者はそれぞれ3~5枚程度のアイデアシートを準備し、ワークショップに臨んだ。

ワークショップ初日は、議論に先立ち、2題の話題提供が行われた。1題目の三菱商事・平竹雅人氏からの講演では、エネルギー政策から安全保障に至る多様な話題が提供された。同氏が講演の中で繰り返し述べられたのは、企業や国家といった大きな集団の行動戦略を練るうえでも、個人の意思決定がきわめて重要な役割を果たすという点であった。平竹氏はこれを「遊魚動緑荷 (ゆうぎょ、りょっかをうごかす。一尾の魚の動きでも、池の

水面の蓮の葉が大きく動かされる様子)」という坂本龍馬の言葉を引用して強調された。

二人目の話題提供者は、ホライズンスキャニング法を含めた未来洞察の手法研究の国内第一人者であり、今回のWSの監修も務められた一橋大学の鷺田祐一教授であった。鷺田教授からは、ホライズンスキャニング法の説明とともに、同法が目指すものは未来の「予測 (forecast)」ではなく、「洞察 (foresight)」にあること、ならびに両者の違いが述べられた。

話題提供の後、参加者らは5つのグループに別れ、グループワークに取り組んだ。グループワークでは、各自が事前に準備したアイデアシートの内容を説明しあい、それらの共通点の抽出と情報の補足を行った。この作業を通じて、2050年（もしくはそれ以降）までに起こり得る社会変化のシナリオを、5～6つ程度のアイデアに集約した。これらのアイデアは引き続き行われた全体討議にて各グループより発表された。テレワークやカーシェアリングの普及、AIにより高度に自動化された社会像など比較的想像に及びやすいと感じられるものから、「宇宙空間への移住」や「人気の職業No. 1が新興宗教の教祖様になる」などといった大胆なアイデアまでさまざまな意見が飛び出した。発表グループ以外の参加者は、各グループのアイデアに対する感想をアンケート形式で回答する。アンケートの設問は、「紹介されたアイデアが、楽観的なものであるか、悲観的であるか」「比較的近い将来に起こり得るものか、ずっと先の話になるのか」「そのような社会変化は、産学官民のいずれが主体となってもたらされるのか」などといった項目からなる。WS初日の作業はここまでとなり、以降、各グループから提案されたアイデアは主催者側による分析に供された。この分析では、上述のアンケート結果をもとにしたコレスポネンシ分析に基づくクラスタリングが行われた。また、各クラスターに含まれたアイデア群が共通して暗示する社会像が考察され、その結果、6つの「社会変化の仮説」が提示された。これらの社会変化仮説には、豊かさの追求の深化やエネルギー供受給の自立分散化といった未来社会の明るい側面を描くもの、あるいは逆に、国・地域間に新たな軋轢の火種が生まれるのではないかと悲観的なものが含まれた。

WSの2日目以降は、こうして得られた社会変化仮説に対して、それらを実現に導く（悲観的な仮説に対してはそれを回避する）ために必要となる技術や開発テーマについての議論に費やされた。議論の材料として、上記の社会変化仮説のほか、JST・CRDSがあらかじめ準備した6つの「未来 이슈」が参加者に与えられた。未来 이슈はエネルギー供受給に関連する個別の分野（エネルギー生産や交通・運搬、社会・経済システムなど）ごとに2050年までに生じうる変化や課題をまとめたも

のである。6つの未来 이슈と6つの社会変化仮説からなる6×6のマトリックスが作成され、参加者は各マトリックスに描かれた未来社会の課題を解決しうる技術・開発テーマを考察・立案する。このテーマ立案作業は、WS第3日目までの宿題として参加者に与えられた。

約2週間の後、最終日となる第3日目のWSが実施された。宿題として課されていた各自の立案テーマは、再度のグループディスカッションによってブラッシュアップされ、全体討議にて発表された。3日間に及んだWSの最後の作業はこの全体討議での発表となり、参加者は各自で立案したテーマ案の説明と質疑応答に臨んだ。幅広い分野の参加者からなるWSだけに、多数のユニークなテーマ案が挙げられるとともに、質疑応答の時間では多角的なコメントが多く飛び出し、全体討議は大いに盛り上がった。

以上の通り、本WSは、エネルギーの供受給を切り口として2050年の社会のあり方を大きく俯瞰するものであった。ホライズンスキャニングをはじめとする未来洞察の考え方は、社会全体に関するものから個人の生活に密着したものまで対象となる問題の規模の大小を問わずに適用可能なものである。身の回りに散らばったさまざまな事象から未来を洞察するという方法論は、スティーブ・ジョブズ氏が後年に述べた「You have to trust that the dots will somehow connect in your future」という言葉を想起させた。また、他学会からの参加者に聞くとこころでは、彼/彼女らの所属学会のいくつかでは、本WSと同様に2050年ごろの未来を想定し、自分たちの分野が社会に対していかなる貢献を果たしていくべきか、といった議論がシンポジウムや学会誌上で行われているとのことである。日頃、目先の問題ばかりに捕らわれっぱなしのわが身を反省するとともに、われわれも2050年の生物工学の在り方について、考えるべきときに差し掛かっているのではないだろうか？と、感じさせるWSであった。



全体討議での質疑応答の風景

去る9月11日（月）～14日（木）に、早稲田大学で開催された第69回日本生物工学会大会における国際交流関連行事を中心に今年度の国際交流活動について報告する。

■**生物工学アジア若手賞** 本年度は第14回目となり、台湾のJohn Chi-Wei Lan（Department of Chemical Engineering and Materials Science, Yuan Ze University）博士とマレーシアのTau Chuan Ling（Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya）博士に授与された。受賞対象となった研究題目は、「Aerobic utilization of crude glycerol by recombinant *Escherichia coli* for simultaneous production of poly 3-hydroxybutyrate and bioethanol（組換え型大腸菌を用いた粗グリセロールの好氣的利用：ポリ3-ヒドロキシ酪酸とバイオエタノールの同時生産）」と「Recovery of biotechnological products using aqueous two phase systems（水性二相系を利用したバイオテクノロジー生産物の回収）」で、受賞講演は大会2日目の午後に行われた。

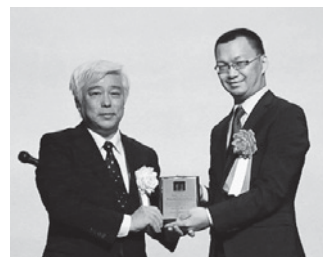
Lan博士は学部・修士課程は台湾のNational Taipei Institute of Technologyで学び、1996年から英国のBirmingham大学にて博士課程に進学、2000年に博士の学位を授与された。その後、2000–2004年の間は台湾のAcademia Sinicaで博士研究員として、2004年には山口大学工学部応用化学科、その後、2007年まではIndustrial Technology Research Institute of Taiwanで研究フェローとして研究に従事した。2007年には台湾のYuan Ze大学のAssistant Professor、2013年からは同大学のAssociate Professor（現職）となった。この間、バイオエネルギーや生物化学工学の分野を中心に幅広く研究を展開し、目覚ましい研究成果をあげている。

Ling博士は、1998年までマレーシアのPertanian大学（学部）、Putra大学（修士）で学び、その後、英国のBirmingham大学にて博士課程に進学し、2002年に博士の学位を授与された。その後、マレーシアのPutra大学で、Lecturer（–2006）、Senior Lecturer（–2008）、Associate Professor（–2011）として教育研究に従事した。2011年からMalaya大学の教授（現職）となった。この間、Ling博士は活発な国際交流を進め、台湾のYuan Ze大学、中国の厦門大学、スウェーデンのLund大学、日本の神戸大学に滞在している。Ling博士はダウンストリームプロセスの開発、特に水性二相系を用いたタンパク質・ペプチドの分離・精製技術開発に関して優れた研究成果をあげている。

両氏の今後の研究における益々のご発展を期待したい。

■**生物工学アジア若手研究奨励賞(The DaSilva Award)** 第6回目の本年度はインドネシアのFithriyah Sjatha (Universitas Indonesia) 博士に授与された。受賞対象となった研究題目は、「Production of resuscitation-promoting factor B of *Mycobacterium tuberculosis* using various expression systems and their immunogenetical study for vaccine platform（多様な発現系を用いた*Mycobacterium tuberculosis*由来蘇生促進因子Bの生産と結核ワクチン開発を目指した免疫遺伝学的研究）」であった。Fithriyah Sjatha博士は2001–2005年の間、インドネシアのDiponegoro大学（学部）、2006–2008年の間Universitas Indonesia（修士）で学び、2010年に神戸大学医学研究科において博士課程に進学し、2014年に博士の学位を授与された。その後、Universitas Indonesiaに戻り、研究拠点形成事業の中で我が国の研究者と活発に研究交流を継続しながら Deng ウイルスや結核菌に対するワクチン開発を目指した研究に従事している。同氏の今後の研究における益々のご発展を期待したい。

■**韓国生物工学会（Korean Society for Biotechnology and Bioengineering, KSBB）との人物交流** 4月5日～7日にHICO（慶州）で開催されたKSBB春季大会に、昨年度の学会賞受賞者である本多裕之先生（功績賞・名大）、松浦友亮先生（斎藤賞・阪大）、河原正浩先生（照井賞・東大）が参加し、講演を行った。第69回日本生物工学会大会では、KSBBからの4題の招待講演が、大会2日目の二つのシンポジウムの中で行われた。招待講演者は、Dong-Myung



Dr. John Chi-Wei Lan



Prof. Tau Chuan Ling