No.142
March 15, 2010

EAJ Information

講　　演

2010年２月18日（木）・第160回談話サロン（東京・弘済会館）

講師・演題

鈴木　浩、大来雄二、松見芳男、佐藤千恵：

根本的エンジニアリングの提唱
政策委員会Converging Technology タスクフォース（TF-4）成果報告会

社団法人
日本工学アカデミー
THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

日本工学アカデミーの使命

社団法人日本工学アカデミーは、広く学界、産業界及び国の機関等において、工学及び科学技術並びにこれらと密接に関連する分野に関し、顕著な貢献をなし、広範な識見を有する指導的人材によって構成されており、工学及び科学技術全般の進歩及びこれらと社会との関係の維持向上を図るため、下記の諸活動を通じて、我が国ひいては世界の発展に資することを目的とする。

記

1）国内外の工学・科学技術政策、教育等に関する調査研究、提言活動を積極的に行う。

2）国内外における学際・業際的及び新技術領域の活動を推進することに資する調査研究等の諸活動を積極的に行う。

3）国内外の工学、科学技術の健全な進歩発展に寄与するための教育活動、及び一般に対する普及、啓発活動を推進する。

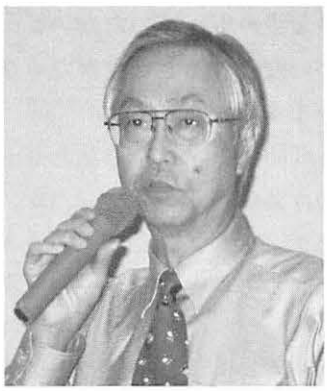
4）上記の諸活動を効果的に実施するため、国内外の諸団体、特に海外の工学アカデミーとの連携を強化し、共同事業等を推進する。

5）上記の一環として国際工学アカデミー連合の主要メンバーの一員として、特に近隣諸国における工学アカデミーの設立に対して、良きアドバイザーとしての責務を果たす。

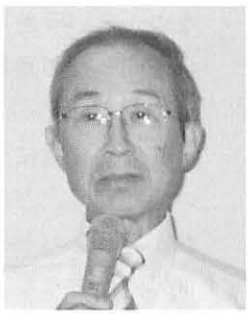
2000年7月19日理事会

根本的エンジニアリングの提唱

政策委員会Converging Technologiesタスクフォース(TF-4)成果報告会



鈴木　浩 幹事
GEエナジー技監



大来　雄二 委員
金沢工業大学科学技術
応用倫理研究所客員教授

松見　芳男 委員
伊藤忠先端技術戦略
研究所長

佐藤　千恵 委員
(有)ビズテック
代表取締役社長

○司　会(山田専務理事)　それでは皆様大変お待たせいたしました。これから日本工学アカデミーの第160回談話サロンを開会いたします。

今日は、「根本的エンジニアリングの提唱」と題しまして、日本工学アカデミーの政策委員会におけるタスクフォースTF-4の幹事を務めていただきました、鈴木浩会員からお話をいただき、その後、タスクフォースの3名の委員から補足説明を伺い、それを受けて、会場の皆様からの活発な質疑、ご意見等を頂戴したいと存じます。

それでは、鈴木幹事の話に入る前に、政策委員会の委員長でいらっしゃいます、柘植先生から一言お願いいたします。

○柘植政策委員長　政策委員会の委員長を務めております、柘植でございます。

今日の談話サロン160回を始めるに当たりまして、政策委員会におきます今までの活動と、今日の「根本的エンジニアリングの提唱」という談話サロンのトピックスとの関連についてちょっとご報告して、後ほどの議論の参考にしたいと思います。

政策委員会は、ここ2年間ほどいかに日本のイノベーション創出能力を強化するか、それに工学として我々が果たすべきことは何かと、こういう視点で議論をしてまいりました。その中で新しいキーワードとして、コンバージング・テクノロジーという新しい工学の概念が、アメリカあるいは欧州を中心に起こっていることに辿り着きました。これは、アメリカの場合ですと、後ほど鈴木幹事からも出ますが、コンバージング・テクノロジーの構成要素としては、通称NBICといいまして、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、インフォメーションテクノロジー、それから、Cはコグニティブ・サイエンス、認知科学と言っていいんでしょうか、この4つのテクノロジーが絡みあって新しいイノベーションを起こしていくという潮流がアメリカでも起こり、欧州のほうでも起こってきているということをタスクフォースの中でも勉強いたしました。

さらにそれが実は、この鈴木幹事がタスクフォースをつくりまして、ドリルした結果が今日の成果報告でございます。欧米版のNBICに囚われることなく、やはり我々の新しい工学のホライズンとでも言いますか、パラダイムとでも言いますか、

これにタスクフォースは「根本的エンジニアリング」という名前をつけたわけでございます。

政策委員会としては、報告書をまとめました。そしてさらにそれを有効に使うために、今日、会員の諸先輩の皆様方の前に報告して、ぜひとも議論していただきたいと、そしてそれを基礎にして、今後のさらなる根本的エンジニアリングの掘り下げに供していきたいと、こういう政策委員会の位置づけで、今日の談話サロンを開かせていただいたのでございます。ぜひとも、今後の活動に供するような、貴重なご示唆、アドバイス、ご意見をいただきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。(拍手)

○司　会　柘植委員長有難うございました。

大変申し遅れましたが、私は専務理事をいたしております山田でございます。このあと最初に鈴木幹事にお話しいただきますが、その後タスクフォースのメンバー3人から補足説明をしていただき、それから質疑応答に移ります。ここから先の進行は、全て鈴木幹事にお任せいたします。どうぞよろしくお願いします。

○鈴木幹事　GEエナジーの鈴木でございます。日ごろ諸先輩方にいろいろお世話になっておりますが、今日は大胆な提案をさせていただきます。これは談話サロンです。講演会ではありませんので、発表を1時間に控えさせていただきます。そのあと、1時間、ぜひ会場の皆さんから忌憚ないご批判とかあるいは励ましの言葉、あるいは具体的にこんなことをやったらどうかという、サジェッションをいただければ今日の会は大成功だというふうに思っています。

今、柘植委員長のほうから、プロセスについてお話がありましたけれども、いろいろ根本的という名前に至るまでの経緯とか、その辺も少しご紹介させていただきながら、この作業会の中でどういう議論が行われたのか、それで我々の思いは何なのかというあたりを汲み取っていただいて、ぜひ前向きなご意見をいただけるとありがたいなというふうに思っています。

初めに提言に至る経緯のあたりをお話しさせていただいて、どういうメンバーで議論したか、それからコンバージング・テクノロジーというのは世界的にどうなっているのかというサーベイをいたしました。

スライド1

日本工学アカデミー
談話サロン　2010.2.18

根本的エンジニアリングの提唱

日本工学アカデミー
政策委員会
CT作業会
幹事　鈴木　浩

スライド2

目次

- 提言にいたる経緯
- メンバー
- コンバージングテクノロジー(CTs)の状況
- 提言にいたる動機
- 根本的エンジニアリング
- 今後のアクションプラン
- 補足説明

そのあと、根本的エンジニアリングがスタートするわけですが、提言に至る動機のあたりをもう一度発掘してみました。根本的エンジニアリングを我々がどういうふうに考えているかということと、これをこれから日本工学アカデミーとして啓発していくのはいいんですけれど、どういうアクションプランがあり得るかというあたりを私のほうからお話しさせていただきます。そのあと、3名のコアメンバーのほうから補足説明と書いてあるんですが、ご説明をお願いしようと思っております。

1つ最初にお断りしておきたいんですが、4人の意見が全く揃っているというわけではありませんが、思いは揃っていると思います。その辺少し、ベクトルが違うなと思われるかもしれませんが、

ご容赦いただいて、これからこういったベクトルをどうやって揃えていったらいいかというあたりを、後半の1時間で皆さんでご議論いただきたいというふうに思っています。

これらの提言に至る経緯ですが、始まったのが2008年の7月ということで、ほとんど毎月この作業会を開きました。ここには書いてありませんが、この間に政策委員会の柘植委員長のもとで、政策委員会もふた月から3カ月に1回ありまして、その場でもいろいろ激論がございましたので、会合は非常に数多くやらせていただきました。ですから毎月1回は飲んでいたというふうにご理解いただければいいと思います。

スライド3

提言にいたる経緯

第1回(2008年7月29日)　調査　欧米のCT　科学技術政策研究所　伊藤裕子氏
第2回(2008年9月16日)　調査　知の融合　東京大学　松本洋一郎教授
第3回(2008年11月10日)　調査　JSTの考え方　JST　丹羽邦彦氏
第4回(2008年11月27日)　調査　欧州での動き　同志社大　山口栄一教授
第5回(2009年1月7日)　調査　EA-RTMでの討議内容　JST　福田佳也乃氏
第6回 (2009年2月3日)　調査　第3期科学技術基本計画での実現範囲
第7回 (2009年3月10日)　調査　学術会議「日本の展望委員会」他、報告書
第8回 (2009年4月2日)　調査　類似アプローチについて
第9回 (2009年5月22日)　提言書検討
第10回(2009年6月9日)　提言書検討 (**事例追加**)
第11回(2009年7月21日)　提言書検討
第12回(2009年8月12日)　提言書検討
第13回(2009年10月6日)　提言書査読プロセス
2009年11月提言書発表

初めは少し調査からやろうということで、今日お見えいただいている科学技術政策研究所の伊藤さんから、海外におけるCTが今どうなっているのかというお話を最初に聞かせていただきました。そのあと、ここに書いてありますような先生方からいろいろヒアリングをさせていただいたり、あるいは学術会議の資料ですとか、第3期の科学技術基本計画の勉強なんかもさせていただきました。

後半は実際に提言書についていろんな議論をさせていただいたというのが全体のプロセスです。これは実は提言という形でまとめさせていただいたんですけれども、政策委員会の中、これは理事会でもそういうふうにされているんですが、査読委員というのをおいて、その方に査読をしていただいた結果で提言するというプロセスを取らせていただいております。我々の提言書についても、産官学、3名の方に査読をしていただいた結果を提言書として出させていただいているというのが経緯でございます。

これがメンバーですけれど、多くの方に、会員の方、非会員の方、いろいろご参加いただいて、かなりいろいろ激論を戦わせていただきました。その中で今日は、大来委員、松見委員、佐藤委員に後ほど補足説明ということで、追加のご説明、あるいは事例のご紹介というものをお願いしてございます。

スライド4

メンバー(敬称略)

- 幹事:鈴木　浩（日本工学アカデミー、GEエナジー　技監)
- 委員:有信睦弘（日本工学アカデミー、(株)東芝顧問)
- 委員:大来雄二（日本工学アカデミー、金沢工業大学客員教授)
- 委員:佐藤千恵（日本工学アカデミー、ビズテック代表取締役、静岡大学客員教授)
- 委員:松見芳男(日本工学アカデミー、伊藤忠先端技術戦略研究所長)
- 委員:吉田眞　(日本工学アカデミー、東京大学教授)
- 委員:酒井善則(東京工業大学教授)
- 委員:永田宇征（科学技術博物館主任調査員)
- 委員:山口栄一(同志社大学大学院ビジネス研究科教授)

まず、CT、コンバージング・テクノロジーですが、柘植委員長のほうからもお話がありましたけれども、アメリカではNBICという形で科学技術をうまく織り交ぜながら、テクノロジーとしてこれをコンバージしていく。伊藤さんのお話を私がきちんと理解しているとすれば、コンバージと

スライド5

これまでのCTに関する海外調査内容

1．米国　1970年ころよりCT(converging technology) という用語は登場していたが、2002年ころより、NSFを中心に、NBICと称する4つの技術をそれぞれ結び合わせた技術を指すようになってきている。今後必要な技術を76課題取り上げ、それらを分析する中で、この4つの技術の組み合わせに焦点を絞っている。さらに、2005年の報告書では、こうした技術の枠を超えた、メタレベルの技術が必要であると述べている。
2．欧州　NESTプロジェクトの中で、トップダウンとボトムアップのアプローチを通じて、CTの必要性を訴えている。ただし、欧州では、個々の技術分野は特定せず、種々の技術の融合によるCTを追求している。
3．日本　CTという呼称はとっていないが、東大における知の融合、JSTにおける課題対応科学の融合といった視点で類似の分析を行っている。
4．韓国　2004年ころより、CT(convergence technology) に注目し、Swonに、ソウル大学を中心に研究センター(Advanced Institution of Convergence Technology)を立ち上げている。これには、１９０億円の費用を投じている。まだ緒についたところであるが、研究、教育の両面で対応を開始している。

いう言葉は、融合する、融合するのだけれど、もとのものはそのまま残しておくということで、どうもアメリカ人はコンバージングと言っているんではないかというコンセプトです。それからもう一つ、これも伊藤さんに教えていただいたんですけれども、技術をただ融合するというだけではなくて、その上にメタの考え方が入っているのではないかということで、この辺も1回目のヒアリングで我々が得るところが非常に大きかったというのが現状でございます。

そのあと、ヨーロッパにおけるいろいろな動きですとか、この辺も調査させていただきました。それから一番下に書いてあるんですけれども、韓国で非常に大胆なプロジェクトが進んでおりまして、コンバージング・テクノロジーを研究所としてつくりました。advanced institutionと、韓国はコンバージェンスと言っているんですけれど、コンバージェンス・テクノロジーというセンターをスオンにつくって、これはもともとサムスンの研究所がおかれているところですけれど、ソウルナショナル大学とか、その辺と一緒に非常に大きなシステム、組織をつくってそこで人材育成とか研究を進めているというのを聞いております。

ただ、韓国の動きはかなりアメリカに近いということで、このNBICに関わるような研究所を集めてその中でいかにコンバージできるかというあたりが、韓国でのCTの動きだったというふうに我々は理解しております。

以上が勉強会を中心に進めたんですが、いろいろ議論をする中で何で最近イノベーションが起きてこないのだろうかというあたり、その辺を徹底的に議論いたしました。その中で出てきたのが、このWhyとWhatとHowです。これをもう一度見直してみようということです。

日本は例えばものづくりが強いと言います。ところがその場合に、よく一般的に言われているのは、「もの」ではなくて「つくり方」がうまいということです。つくり方というのはあくまでもHowだということです。Howの前に何をつくったらいいのかというあたりを1回やっぱりきっちり見ていく必要があるだろうと、それをWhatというふうに考えたらどうか。ところがその後ろにもっと大事なものがあるのではないかというのが、今回の根本的というところに至った大きなきっかけになっています。それをWhyということでまとめさせていただきました。

まず、日本にとって科学技術戦略がなぜ必要なのか、どういう問題があるのかというのをもう一度きっちり見直していくことからスタートする必要があるのではないか。それをもとにして何をやったらいいか、日本として何を一体やったらいいのか、日本工学アカデミーとして何をやったらいいのかというあたりを議論いたしました。

最後にそれを実現するためにどうしたらいいのか、というこの3つのプロセスをいろんなフェーズで実は見直してみたというのがこの我々、十数回に渡る研究会、作業会の主な中心になっていたわけです。

ここで、また別の資料で説明させていただきます。このミューラーさんは、アーサー・D・リト

スライド6

提言にいたる動機

- Why
  日本社会にとっての科学技術戦略の必要性、何を技術で解決すべきか
- What
  多様な課題の上位概念としての共通的な且つ抽象化された技術課題は何なのか、そのためにどのような技術が必要なのか
- How
  科学技術と課題を結びつけるプロセスの活動、如何に科学技術を用いて価値を創出するか

スライド7

イノベーションの3つのタイプ

- *Type 1: Breakthrough (ブレイクスルー)*
- *Type 2: Nuts and Bolts (改良型)*
- *Type 3: Complex System Management (複雑系のマネジメント)*

by R. K. Mueller

ルのコンサルタントの方ですが、この方がイノベーションには3つのタイプがあるというので、これは非常にわかりやすいので使わせていただきます。まずブレイクスルーです。今まで全くなかったような新しいものがポンと出てくる。今までのやり方を全く変えてしまうというブレイクスルー型のイノベーションです。真ん中は英語ではNuts and Boltsと言っているんですけれど、改良型のイノベーションですね。一番最後は、これから新しく登場してくるだろうということで、コンプレックスシステムのマネジメントということで、要するに複雑系のマネジメントによるイノベーション。これからはこの21世紀に3つのイノベーションが進んでいくだろうというふうにこの方はおっしゃっています。

この本の中では日本はこのNuts and Bolts、改良型のイノベーションが非常に得意であるということで、幾つかの例を挙げられています。例えばあるテーマを与えられるとそれを改善して非常にすばらしいものをつくっていく、それが社会に広がっていく、それが日本の非常に強みであるというふうにおっしゃっています。ただ、残念ながら日本はブレイクスルー型、あるいは複雑系のマネジメントに関するイノベーションが欧米に比べて遅れているのではないかということが、この方の本の中に書かれているわけです。我々も実は、この辺のブレイクスルー型あるいは複雑系のマネジメントをどのようにイノベーションに結びつけられるのかというのが、これからの大きな課題なのではないかということで、問題をスタートしています。

これは昨年の総会のときに相澤議員が基調講演されたのを私なりにまとめさせていただいたものですけれども、第3期科学技術基本計画の成果ということでお話しになりました。金額は別にしましてもかなりいろんな成果が出ているというふうにおっしゃっています。ノーベル賞の受賞者が出て、あるいは山中先生のようなスーパースターが誕生したとか、あるいはいろいろな仕組みができてきた、いろんな技術が目に見えてきたとおっしゃっている。ここから先は私が勝手に思っていることなので当たっているかどうかわからないのですが、最近の日本のサッカーの代表の試合を見ていると非常にいらいらするのです。なぜかというとボールのポゼッションは大体55%です。ほとんどの時間は日本のチームがボールを持っているのです。ボール支配率が高い。中盤は非常にきれいなパスワークが進んでいる。非常に技術はうまいわけです。ボールは相手に奪われない。ところがシュートに結びつかない、点が取れない。非常にいらいらしてきます。どうもそれは私の勝手な結びつけなので、正しいかわからないんですが、どうも科学技術でもそうなのではないか。第3期までの科学技術で特許もいっぱい出ました、論文もいっぱい出ましたし、スーパースターも出た、ノーベル賞も出た。でも本当にブレイクスルー型のイノベーションが日本で連続して生じているんだろうかというあたりを、はたと考えてしまいました。

では、どうしたらいいのかということで、我々の中で誕生してきたのが、根本的エンジニアリン

スライド8

第3期科学技術基本計画の成果

第3期科学技術基本計画では、6つの目標が掲げられ、5年間で25兆円が費やされた。

その成果として、
- ノーベル賞受賞者が多数出た
- スーパースターが誕生した
- 23の革新的技術が成長した
- 国家基幹技術が同定された
- 世界トップ拠点が形成された
- 多様なシステムの改革が進展した。

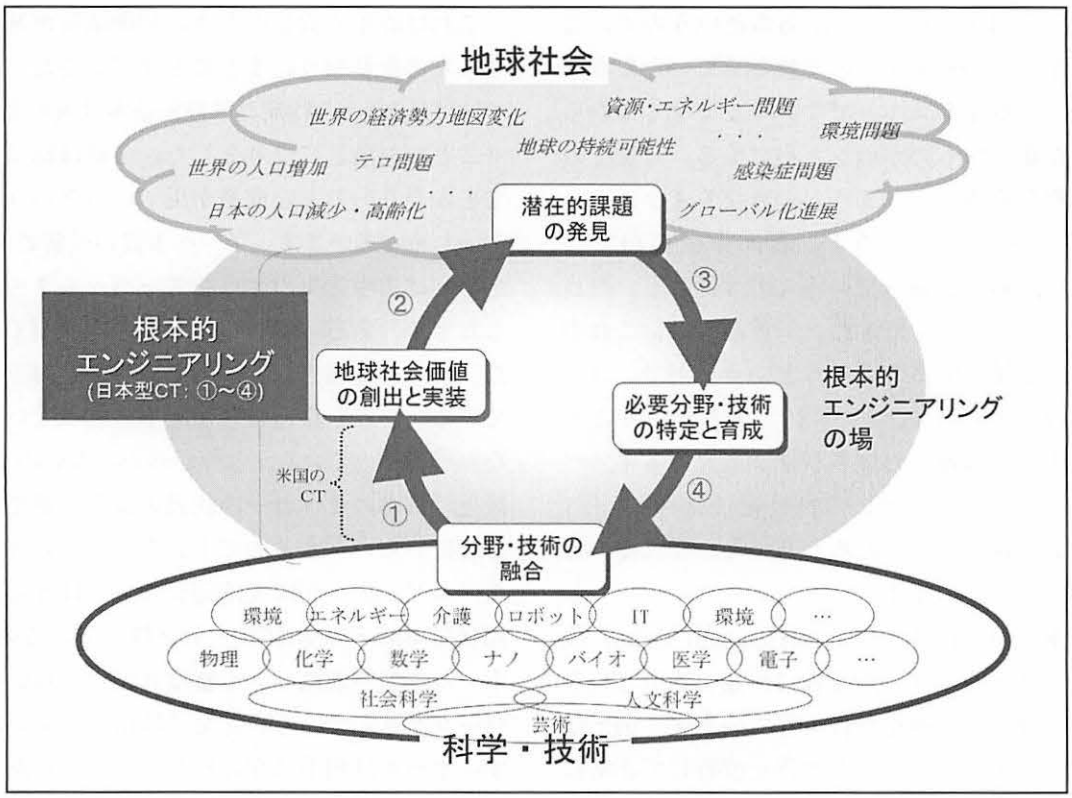
相澤益男議員による

スライド9

根本的エンジニアリング(meta-engineering)の定義

様々な顕在化した、或いは潜在的な課題を抱える地球社会、及び各分野が個々にあるいは複合的に活動する科学・技術分野とを俯瞰的にとらえ、個々の科学・技術分野の追究・融合、あるいは社会価値の創出ばかりでなく、地球社会において解決すべき課題の発見、そしてより的確な次の社会価値創出へとつながるプロセスを、動的且つスパイラルに推進していくエンジニアリングの概念

スライド10



グというものです。英語ではメタ・エンジニアリング(meta-engineering)という名前をつけました。メタというのはなかなかわかりにくいんですけれども、ここからの話はこれをベースにお話をさせていただきたいというふうに思います。

本当はスライド10、皆さんにお配りした図を見ていただくのが一番わかりやすいと思うんですが、言葉で書くとこのようなことかなということです。

まず、課題があるということです。地球あるいは社会に課題がある。ただし顕在化した課題だけを追っていていいのかということです。むしろ、ここに書いてあるように潜在的な課題、これをうまく見つけてきて、それをテーマにして、課題を見つけるのと同時に、今ある科学・技術、これからは科学と技術の間に点を打てということなので、これには点が入っています。提言書には点は入っていなかったのですが。それを両方を地球社会における課題、潜在的な課題あるいは科学・技術、それをうまく融合して機能させる、この両方を俯瞰的にとらえることが必要だろうということがスタートになっています。

で、その間をうまく結びつけて、課題を発見して、技術・科学を集めて社会技術、社会の価値をつくっていく、それをまたフィードバックしてインプリメントして実装して、また次の課題に挑戦していく、こういうサイクリックなあるいはダイナミックな動き、これをもう一度考えてみようということで、根本的エンジニアリングという名前をつけさせていただきました。

ここでエンジニアリングにこだわったのは、先ほど来出ていますテクノロジーに対してです。コンバージング・テクノロジーという言葉がありましたけれども、テクノロジーだけではイノベーションが起きないのではないかという思いがあって、エンジニアリングという言葉をもう一度使わせていただきました。これを図にしたのが、この図です。どちらが上でどちらが下かという議論があったのですが、仮に上のほうに地球社会があります。ここに、書かせていただいたのは、今までの第3期科学技術基本計画の中にも出てきた言葉です。見えている課題です。課題をやっておかなければいけない、見えている課題。日本人は見えている課題を解くのは非常に得意です。後でも大

来委員のところから幾つかのデータが出ると思うんですが、例えばスマートフォンを考えてみましょう。日本の携帯電話は非常に機能もいっぱいあるし、使い勝手がいい。でも、海外で売れません。今は、スマートフォンになっている。あれは全く今までの携帯電話の概念を覆すものですけれども、携帯電話として使っているわけです。本当に誰がどういうものを必要とするのかというあたりをもう一度見ていかないと、そういったものは出てこないのではないか。要するに見えない課題、これはどうやるんだというと答えはまだないんですが、見えない課題、潜在的な課題をまず見つけていくというところからプロセスを始める必要があるんじゃないかということに思い至ったわけです。

で、その課題を解決するためには、どういう技術分野、科学分野が必要になってくるのか、この辺をまず決めて、それで実際に今ある、あるいはこれからつくっていかなければいけない科学・技術の分野ですね。ここにアクセスしてこういったものをコンバージする。だからアメリカで言っているコンバージング・テクノロジーというのは、メタの部分を除くとここのところではないかというふうに思いました。

これを実際にインプリメントして実装をしていく、これによってその社会的価値を生み出していくということですね。技術というのは蓄積しているだけでは何の意味もなくて、これを使って価値を生み出さない限り、技術の存在意義というのはないというふうに思うんですけれども、こういったプロセスをぐるぐる回していく、ダイナミックに回していくところが、これからのイノベーションに結びつくのではないかというふうに考えたわけです。

この辺、皆さんからいろんなコメントとかご批判をいただきたいと思うんですが、そのときにアメリカはここのところの、ヨーロッパもそうですけれども、コンバージングのところに非常にこれから力を入れようとしています。ここから先は少しうがった見方ですが、アメリカではいろいろ最近新しいイノベーションが登場しています。その例がクラウドコンピューティングだと思います。日本はスーパーコンピューティングをもう一度復活させようということでやっています。アメリカもスーパーコンピューティングをやっていますが、クラウドコンピューティングのようなアイディアがぽんと出てくる。それによっていろいろなビジネスが今、出てきています。そういったところが、どうもこの辺のうまい潜在的課題を見つけているのではないか、アメリカもこの辺がある程度できてきたので、今まで日本が強かったけれど、アメリカが弱かった、この辺に力を入れるということで、NBICのようなものを持ってきたんじゃないかと、これは勝手な仮説なので、あっているかどうかわかりませんけれど、そういうふうに考えました。

この図(スライド10)が、上のほうに社会があって、下のほうに科学・技術があって、その間を何か結んでいるということで、工学の「工」にも近いということで、そういう意味でもエンジニアリングという定義は正しいのかなというふうに勝手に思っています。

ただ、上と下を単にスタティックにつなぐのではなくて、この間をぐるぐるダイナミックに回転させるような仕組みが必要だろうと考えて、これを我々は根本的エンジニアリングの場というふうに定義しました。こういった場をどうやって育成していくかということですね。この辺が大きな課題になるかなというふうに思っています。

ここに番号が①②③④とふってありますけれども、別にこれは順番に意味があるわけではないんですけれども、サイクリックにいろいろなところ

スライド11

新しいエンジニアリングの名前候補

- ホロニック・エンジニアリング（ギリシャ語の「全体」を意味するホロンから）
- 総合エンジニアリング、包括的エンジニアリング、高次元エンジニアリング（技術そのものに留まらず、技術発展の構造を背景に織り込んでいる）
- 生態学的エンジニアリング(技術発展の生態を考慮したと言う意味)
- 根源指向エンジニアリング、未来志向エンジニアリング、循環型エンジニアリング(いわゆる循環型社会の循環ではなく、ニーズとシーズが循環する、と言う意味で)
- 課題対応型エンジニアリング
- ニーズ・シーズ整合型エンジニアリング
- ミッションオリエンテッドエンジニアリング(課題対応型エンジニアリング)
- トランスフォーマティヴエンジニアリング(統合型エンジニアリング)
- 日本型CT
- コンヴァージングテクノロジーエンジニアリング(統合型エンジニアリング)
- 最先端エンジニアリング
- ラディカルエンジニアリング

→ 根本的エンジニアリング(meta-engineering)

から、このダイナミズムが動いていくということが肝要ではないかなというふうに思っています。

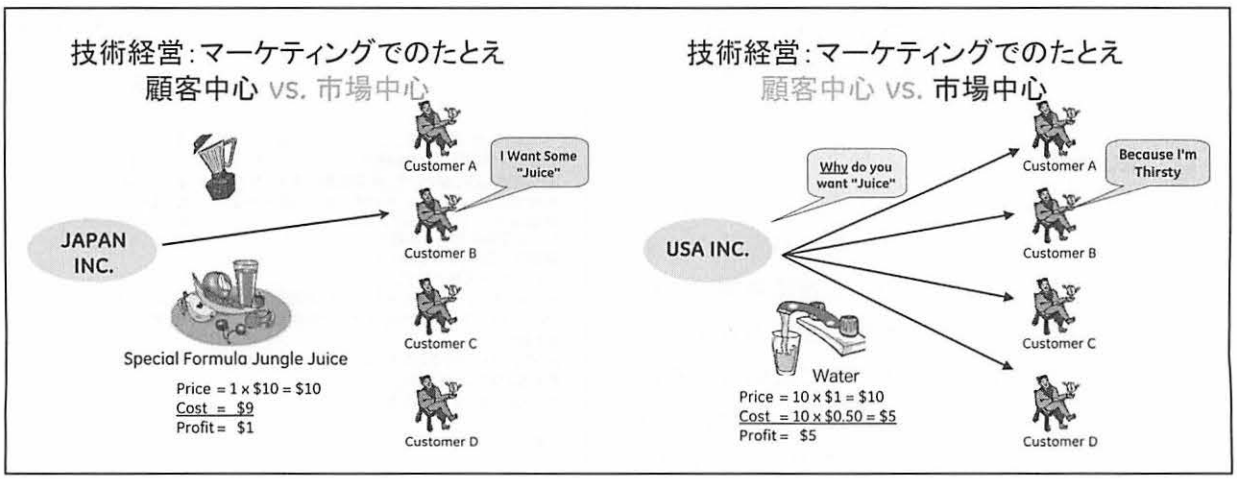
こういった概念は大分我々の中でも煮詰まってきたのですが、これをどういう名前にしようかということでかなりもめました。ここにいろいろ書かせていただいたのは、今まで出てきたアイディアをまとめてみたわけですが、例えばホロニック・エンジニアリングとか、こういった名前とか、あるいは生態学的エンジニアリング、根源指向エンジニアリングといろんな名前が出てきました。政策委員会の中でもいろいろ皆さんからご意見を頂戴して、もめたんですけれど、最終的に今は根本的エンジニアリングという名前にして、meta-engineeringという英文名にしようと決めました。

この言葉を選んだ理由の1つに、エンジニアリングというのは、もともとはいろいろな定義がありましたが、そこに戻ることが必要だとそういった考え方もあると思うのですが、我々はそこをもう一歩突き抜けて、単に制約条件を与えられたときに、その中で最適な答えを得るというエンジニアリングではなくて、もっとその枠を超えた、開放形のエンジニアリングというものを志向してみたいということで、こういったメタとか根本的という名前をつけさせていただいたというのが、名前決定に至るプロセスでございます。

さてここで、これは作業部会の中で出てきた意見ではなく、私の勝手な例えをご紹介します。例えというのは、使い方によってはうまくいくときと失敗するときがあるので、これは成功した例かどうかわからないのですが、マーケティングを考えたときに、日本とアメリカの比較です。これは実はGEの中でつくった資料なので英語なのですが、日本の会社はお金を持っているお客さんのところにいきます。お客さんに何がほしいですかと聞くわけです。そうすると、たまたまカスタマーBのところに行くと、私はジュースがほしいですと言う。そうすると日本の会社はどうするか、日本人全体もそうですが、非常に最先端のジューサーを買ってくる。最先端技術、しかもフレッシュなフルーツを準備する、これでジュースをつくってお客さんに持っていくわけです。お客さんはこれに100%満足します。special formula jungle juiceとこれは当社の外人がつけた名前ですが、コストが結構高くなります。9ドルかかる。最先端の技術と最先端の材料です。売値はおいしいので10ドルで買ってくれるわけです。お客さんが10ドルで、一杯買ってくれる。そうすると、売上げ10ドルで利益1ドルですね。どうもこれが日本のやり方ではないかと、マーケティングに限らず、例えば課題があったときにも、何を解決したらいいかというところからHowがスタートしているというふうに考えたわけです。

一方、アメリカの会社だったらどうなるかという、これも勝手な例えで、あっているかどうかわかりませんが、お客さんのところに行きます。お客さんはジュースがほしいよと言うわけです。そうすると、なぜジュースがほしいんですかと聞くわけです、Whyと聞くわけです。そうするとお

スライド12・13



客さんは何というかというと、のどが渇いているんだとおっしゃるわけですね。そうすると、アメリカの会社はどうするかというと、工場に帰ってきて、水をコップに入れて持っていくわけです。最先端でも何でもありません、水ですから。これを持っていくと、のどの渇いたお客さんはみんな買ってくれるわけですね。大勢買ってくれる、そうすると水は安いので、コストは50セントです、売値は1ドル。10人の人がのど渇いているとすると、セールス10ドルです。先ほどの日本の会社と同じセールスです。でもコストが5ドルですから利益が5ドルということで、利益率50%というすばらしいビジネスが成り立つんですが、この例えを先ほどの課題解決に向けて考えたときに、何が必要なのかということを考えるときに、どうつくるかということを考える前に、何が必要なのかを考える。何が必要かの前に何で必要なのかということを考える。そこまでさかのぼったプロセスがないと、こういった本来の解決するイノベーションに結びつかないのではないかということを想定しているというのが、1つの説明の仕方です。

これは別に、タスクフォースのメンバーが全員で合意した答えではないので、私1人の思いなのですけれども、このようなことを考えました。

スライド14

イノベーションの実現に向けて

- ウィキッドな問題
  - 分析からは解が得られない。
  - 顧客の経験の共創
- マネジメント・イノベーション
  - テーラー、デミング、マックスウェーバーからの脱却
  - どう作るか、から、何を作るか、なぜ作るか
- デマンド・アーティキュレーション
  - 分解と合成
- ソリューションへ
  - ジュース(ウォンツ)はプロダクト、
  - 水(ニーズ、デマンド)はソリューション

こういった今の仮説から生じている話なのですが、こうやってイノベーションを実現するためには、先ほどのマーケティングの話から類似して考えたのですけれども、現在いろんな問題が、いろんな課題が既にウィキッドになっている、なかなか答えが見つからない状態になっている。そういった状態の中では、単にその物事を分析する、今ある課題を分析する、ジュースをどうやってつくったらいいか、どうやったらおいしくなるかという分析からは答えは出てこないじゃないかというふうに考えたわけです。

マーケティングの例ですけれども、お客さんの経験をうまく共創することによって、のどが渇いているのか、甘いものが飲みたいのか、本当にジュースが飲みたいのかというところを経験を共創することによって、この場合ビジネスの話ですけれども、マーケットに結びつけていく、課題解決の場合にはイノベーションに結びつけていくということができるのではないかと思います。

そのためには、マネジメントの仕方を変えるということです。これ、1行目は余計なことを書いてあるので無視しますが、どうつくるかよりも何をつくるか、なぜつくるか。ここまで立ち返って、要するに根本に戻ってエンジニアリングというのをスタートさせたらどうかというのが、この例の示しているところかと思います。

そのためには、このデマンド・アーティキュレーションというのは、児玉文雄先生が使っていらっしゃる用語なんですが、分解と合成の両方のプロセスがいるというふうにおっしゃっています。単に分析的に物事を細かく割って考えていくのではなくて、そういったものをうまくHowを用いる前に、WhatあるいはWhyに結びつけて合成していくというプロセスが必要ではないかということです。

これは最後、余計なことですが、お客さんがジュースがほしいと言ったときには、ジュースはwants(ウォンツ)です。I want. wantsに対してジュースを持っていくと、ジュースはただのプロダクトに過ぎません。だけど実際に本当にほしいのは、ニーズ、あるいはデマンドというのは、水なんですね。水かどうかはわかりません。のどが渇いているのですから、のどを潤すものですね。これは、ソリューションになるのではないかということですね。

我々は、今これからイノベーションを日本のいろんな課題に対するソリューションとして、どう

構築していったらいいかというあたりをぜひ考えていきたいというふうに思っています。

スライド15

最近のイノベーションの研究成果

Innovation – The Missing Dimension

by R. K. Lester & M. J. Piore

Harvard University Press 2004

イノベーションの創出には次の二つのプロセスが同時に存在する。

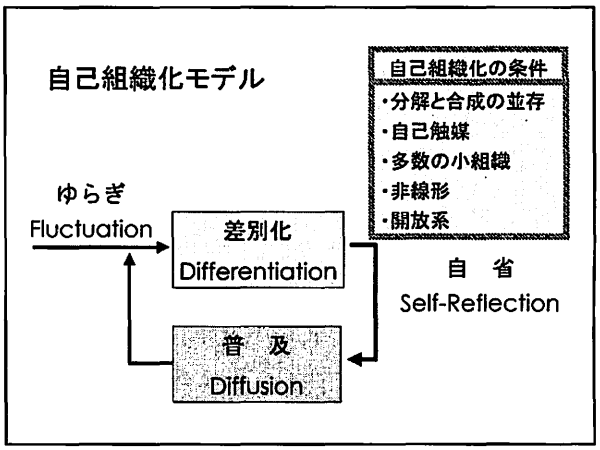
例：先端技術と破壊的技術、光(粒子と波)等

○分析的プロセス
客観的基準に照らして破壊的かを決める
○解釈的プロセス
課題との会話に引き込んで広い範囲について解釈する。

これも本のご紹介になりますが、日本工学アカデミーの依田先生が訳された本で、『Innovation-The Missing Dimension』、英文の本ですけれども、この中で1つおもしろい提言がございます。これからのイノベーションの創出には2つのプロセスが同時に存在しないといけないということですね。1つは分析的なプロセスです。アナリシスによってイノベーションを起こす、従来こちらが中心だったとこの本で言っています。もう一方は解釈的プロセス、これがMissing Dimensionということで、今まで余りなかった。イノベーションを起こすためにいろいろなことを解釈していく、お客様あるいは課題、そういったものと向き合って、ここでは対話とも会話ともいう言い方をしていますけれども、そういう形でイノベーションをつくっていく、この2つのプロセスがないと、これからのイノベーションが起きないということを言っています。その例として、この2人は光というものをあげているんですね。光というのは粒子としての性格もあるし、波としての性格もあります。要するに分析的な部分と解釈的な部分、これは無理やり2つを結びつけて、定義されていらっしゃるんですが、そういった2つの両方が同時に2面として存在していれば、こういったイノベーションが起きてきますと言っています。

自己組織は皆さんご存じだと思うんですが、あるシステムの中にゆらぎがあったときに、そのゆらぎを差別化して大きくしていく。現在のシステム全体との間の関係を見て、Self-Reflectionというふうに定義をしておりますが、これをまた普及していく、ゆらぎをうまく普及していくということです。ここが、制御と違うのは、ポジティブなフィードバッグになっているということです。ぐるぐる回る開放形と言っていますけれども、こういったいろんな分析と合成の並存とか、こういった形によって自己組織化ということは成り立っているのですけれども、従来の制御的な考えよりもむしろこういう自己組織化の考え方をうまく活用することによって、先ほどの解釈的なプロセス、あるいは根本的なエンジニアリングというものが実現するのではないかということで、これはこれからの課題だと思うのですけれども、考えております。

スライド16



スライド17

解釈的プロセスと自己組織化

制御	自己組織化
目的的	無目的
要素中心	関係中心 ホリスティック、ホロニック
外部観察者	内部観察者
階層的	創発的
収束的	開放的
視点の固定	視点の多様化
単純化	複雑化
線形	非線形
無矛盾	矛盾
客観	主観
物理学	量子力学、情報学

ここでは、制御と自己組織化のいろんな対比を

させていただいていますけれども、この辺も我々のこれからの方向性を考えるときに、1つの貴重な材料になるのではないかなというふうに思っています。

これもまた、本の紹介が続いて恐縮ですけれども、非常におもしろい本です。『ブレイクスルー』という本で、マーク・ステフィックとバーバラ・ステフィックのご夫婦で書かれた本ですが、マーク・ステフィックというのは、パロアルトにあります、PARCですね。パロアルトリサーチセンターの研究室長さんなのですが、電子商取引の仕組みを考えられた人です。その方が書いた本、『ブレイクスルー』です。

スライド18

イノベーションがどういうふうに起きてきたかというあたりです。まさにこのイノベーター自身がいろいろな人にヒアリングしてどういうバックグラウンドでそのイノベーションが起きてきたのか、イノベーターがどういうふうに考えてイノベーションを起こしたのかというのを、いわゆるオーラルヒストリーと言いますが、話を聞きながらまとめている本です。

何が言いたいかというと、彼は非常に分析的にイノベーションがどのように起きたかと考えているのです。バーバラさんというのは、これは奥さんですが、トランスパーソナル心理学者です。人間の心の中に入って何でだ何でだということをしつこく聞いていくわけです。1度彼女にお目にかかったのですが、質問が厳しくて英語もあったんですが、だんだん疲れてくるほど、何でだ何でだと聞いてくるわけです。彼女はそれを解釈しようとする。あなたは何でこういったイノベーションを考えようとしたのか、その辺まで、トランスパーソナルというのはそういうことを言うようですが、要するに分析的な部分と解釈的な部分が非常にうまくリンクしてこの本ができている。それによって、ブレイクスルー型のイノベーションというのは、どういうふうにしたら起きるのか、それからこの本の中で言っているのは、PARCというのは昔、XEROXの研究所でした。XEROX PARCだったのですが、なぜXEROXでイノベーションが起きなかったというところまで、実はこの本が書いていまして、非常に我々にとって勉強になったということです。これは、参考としてご紹介させていただきました。

スライド19

根本的エンジニアリングと関連した現在の活動事例

- 内閣府
  「イノベーション戦略に係る知の融合調査」(H18年度)
- 東京大学工学系研究科
  先端学際工学専攻
- 科学技術振興機構(JST)
  社会技術研究開発事業「研究開発成果実装支援プログラム」
- 東京大学工学系研究科／システム創成学専攻、
- 慶應義塾大学／ｼｽﾃﾑﾃﾞｻﾞｲﾝ･ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ研究科、など
- 横浜市「横浜版SBIR」
- 社会技術研究開発センター(RISTEX)研究開発プログラム
  「科学技術と社会の相互作用」
- 東北大学工学研究科／技術社会システム専攻
  など

先ほどの経緯のところにストーリーとして戻させていただきますけれども、こういった根本的エンジニアリングに近い考え方というのは実はいろんなところでありました。それを実はこう幾つかサーベイしてみんなで勉強したんですけれども、いろいろな大学とかあるいはJSTさん、あるいは地方によっては、地方でこういうイノベーションを起こすのはどうしたらいいかというあたりで、かなりいろいろなところでいろんな検討がされていました。ただ、残念ながらというかラッキーだったというか、根本的エンジニアリングという名前を使っていたところはなかったので、日本工学アカデミーとしてはこれをしばらくの間使わせていただきたいなというふうに思っています。

これ、もう一度先ほどの図(スライド10)をレビューさせていただきます。根本的エンジニアリング、要するに潜在的な課題を、社会の中から地球の中からまず発見するということです。そこから、必要な科学・技術の分野を見つけて、それをコンバージして社会に実装していく、これによって価値を生んでいこう、イノベーションを起こしていこうということを今回提言させていただいたということです。

ここから先はまだ固まっていないのですが、根本的エンジニアリングを実現するために、我々としてどういうことができるだろうかということを、我々の中でも議論させていただきました。

まず、基本的なスタンスとしては、先ほど来申し上げておりますように、こういったプロセス、あるいは根本的エンジニアリングを発生させるような場をうまくつくっていきたいということです。そのためには社会的基盤とか人材育成とか、そういったノウハウの基盤整備、こういったものをつくっていかなければいけないということに思い至ったわけです。

スライド20

根本的エンジニアリング実現に向けた アクションプラン

基本的スタンス

- 根本的エンジニアリング概念の研究・整備を進め、社会課題と研究・技術とを結びつけるプロセスをより効果的に駆動できる場の確立を目指す
- 社会基盤整備、人材(人財)育成、及びその技術(ノウハウ)基盤整備の3つの活動を複合的に進める

アクションプラン

- EAJ会員を中心とする大学、研究所の教育・研究グループや事業活動への応用を図る賛助会員と、個別の意見交換を積極的に行う。EAJ自身として、概念の深化、方法論の具体化、活動の場の創出を行ってゆく。
- 第4期科学技術基本計画では、根本的エンジニアリングの実現に向けて、現在欠けている点に注力し、社会価値を高め潜在課題を見いだす活動の推進を基本方針に取り入れてもらう

まずこれは、勝手な決意表明で、柘植委員長のご判断をいただかないと、考えていただかないといけないのですが、アカデミーとしてこの根本的エンジニアリングの考え方をぜひいろんなところに広めていきたい、今日はその第一歩だと理解しているんですが、例えば関係企業の方とか、その辺にも我々自身赴いてご理解いただいて、ぜひそういった活動にご協力いただくというようなことを1番目として考えていきたいというふうに思っています。

それから2番目は、もう今既に第4期の科学技術基本計画が大分進んでいると伺っているんですが、その中に少しでもそういった考え方を取り入れていただいて、科学・技術だけではイノベーションが起きないんだと、先ほどの日本のサッカーのチームと一緒なんですけれども、真ん中でボールを回してばかりできれいに見えても、点が入らないと意味がないということを例えがいいかどうかわかりませんけれども、ぜひプロモートしていきたいと思っています。

スライド21

提言後の反応

- 日本工学アカデミー
  工学克復研究会との合同討論会
- 産業技術総合研究所
  シンセシオロジーとの合同討論会
- スタンフォード大学
  E. Feigenbaum教授からの意見
- PARC研究室長
  M. Stefikからの意見

実は、提言を出させていただいた後、幾つかの反応がありました。一番最初に反応いただいたのは、日本工学アカデミーの中に、工学の克復研究会というのがあります。長井さんが主査をされてらっしゃるんですが、今日は残念ながら東北地区の会があるということで、会長以下皆さん向こうに行かれているんで、議論の場がなかったんですが、これを近々させていただこうと思っています。そのほか、産総研さんからメールを頂戴いたしました。この提言を拝見して、「非常に我々の活動に近いところがある」とおっしゃっていただきました。シンセシオロジーという、統合的、構成的なアプローチとおっしゃっておりますが、そういったものとうまく融合することができるのではないかという励ましのお言葉を頂戴して、これも近々合同の討論会を開くことにしています。

それから我々の提言書のエグゼクティブ・サマ

リーのところを英語にしたのをいろんなところに送らせていただきました。これに対するレスポンスがきたんですが、スタンフォード大学のFeigenbaum教授、これはNAE、アメリカの工学アカデミーの会員でもいらっしゃいますけれども、非常に心強いご支援をいただきました。こういったダイナミックに課題と技術をつないでいく考え方は非常にこれからのイノベーションにつながっていくのではないかというコメントを頂戴しました。

それから、先ほどの「ブレイクスルー」の著者ですけれども、マーク・ステフィックさんからもアイディアとしてはおもしろいけれどもこれを具体化するのは難しいぞと、我々のアクションプランの中にも、WhatとWhyとHowをきっちり詰めていかないと、こういった概念は概念倒れになってしまうというようなコメントを頂戴しています。

この辺について今日はぜひ皆さんから励ましのお言葉を頂戴できればということで、こういった提言をさせていただいております。

私のお話は以上にさせていただきまして、ちょうど決まった時間になりましたので、この後、3人の委員の方から話を追加でお願いできればと思っています。

スライド22

補足説明

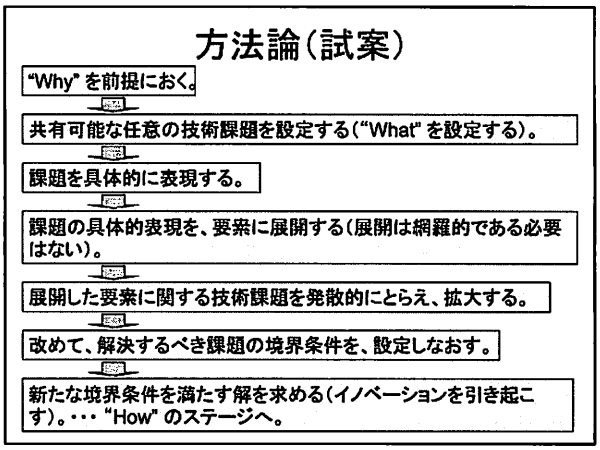
- Why　大来雄二会員
  根本的エンジニアリングの実践方法
- What　松見芳男会員
  海外の動向のご紹介
- How　佐藤千恵会員
  「根本的エンジニアリング」との概念に
  これから如何に取り組むか

最初に、WhatとWhyとHowって私が勝手に書いたので、皆さんがどういう話をされるかわからないんですが、まず大来会員のほうから「根本的エンジニアリングの実践方法」それから松見委員のほうから海外、とくに日米の動きのご紹介をいただきまして、最後に佐藤委員のほうから、こういった概念にこれからどのように取り組むかというHowに近いお話をさせていただければと思っております。

それでは、大来委員のほうにバトンタッチしたいと思います。

○**大来委員**　根本的エンジニアリングについて、具体例を出してみたらどうかというチャレンジを、政策委員会からいただきました。まだ概念レベルの検討をしている段階での厳しいチャレンジですが、ちょっと無理をしてやってみます。

スライド23



図に示します方法論は私が勝手につくったもので、チームの合意はいただいておりませんが、方法論を提示して、このようなステップを具体的に適用してみて、何かできるかどうかやってみればいいだろうと考えました。まず、Whyを前提におく、そして図のような手順を踏んで考えてみます。最後には、Howのステージに進んでいきます。日本はHowは得意だといわれますけれども、個人的にはそうともいえないのではないか、非常に重要なHowの部分で、日本ではうまくいっていない部分があるのではないかというふうに思っています。それを含めて、これから具体例をお話しします。

まず、最初の3つのステップです。提言書にも書いてあることですけれど、「人類の生存と地球環境の維持のために、科学・技術をもっと活用していかなければいけない」。これをWhyのところ

に置いておこうと、このタスクフォースでは考えております。そして具体例はいろいろあろうかと思いますが、エネルギー問題を考えてみます。先のWhyを受けて、「エネルギー問題は、人類の生存と地球環境の維持のために、避けて通れない課題である」とします。そして、「エネルギー消費に占める電力エネルギーの割合は高く、また継続的に高まっている」と考えます。課題のより具体的な表現として、次のようにします。「電力エネルギーの発生と消費、そしてその間をつなぐグリッドの関係が、劇的に変わりつつある」、あるいはもっとポジティブに、「劇的に変えることにより、Whatの解決策の一つを提供できる可能性がある」。

一般には、このグリッドという部分がどうして役に立つのかというのが、日本の中では余り理解されてこなかったように思います。電気を起こして使う間に、仕事をすごくしている部分があるのですけれど。

4番目と5番目の2つのステップですけれども、今の流行りのスマートグリッドを考えます。こういう流行り言葉を出すと、私の無知がばれてしまって心配な面はあるんですけれども、出してみます。まず、スマートグリッドというのを定義しておかないとまずいかなと思って、鈴木さんはその権威ですから、聞きました。そうしますと、定義は100とおり以上あるというのです。そうならば、改めて定義しなくてもよいかということで、スマートグリッドに関して “What” は、「大規模化することにより、効率と信頼度を高めてきた従来型電力システムと、消費者が電力供給者にもなる、小規模電力システムの両立」としました。

次にこのWhatに対して、関係する要素を具体的に例示します。ここでは太陽光とか風力発電設備、自動車のバッテリ、多様な家電機器を含む「グリーン・ホーム」、それからちょっと話を拡散させて、都市インフラと書きました。

ここで、話をコンバージしない(収斂させない)でダイバージする(発散させる)というのが、このエンジニアリングの特徴かなというふうに思いますけれども、例えば電気を配ると使うということに関しては、交流と直流、それから配りやすい電圧と使いやすい電圧、あるいは使いやすい電気の形状という問題があります。それからもう一つ大事なのは、電気は基本的に貯められないということで今まできていましたけれども、貯められるとするのが、このスマートグリッドの中の一つのコアテクノロジーです。それで、小さく貯めるか、大きく貯めるかという話ですけれど、アメリカのDOEなんかは大規模ストレージを言っているようです。本当か、それでよいのだろうかと個人的には思いますが。

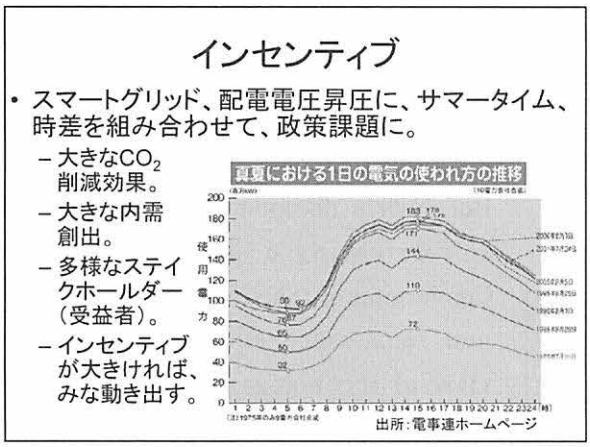
電気の地産地消と大規模電力系統の両立の課題もあります。さらに、互換性あるいは標準化、それから保守、そしで廃棄の問題があります。これらは非常に重要です。標準化は日本は弱いと言われていますけれども、ともかく間違いなく重要です。分散する技術について考えるときには、標準化、保守と廃棄というのは非常に重要な問題になると思います。

そういうふうに話を発散させておいて、改めて解決するべき課題の境界条件を考えます。これは技術的に言いますと、技術開発あるいは研究するときのスペック、仕様になっていきますけれど、その境界条件を設定し直すということです。そして、設定し直した境界条件を満たす解を求める、すなわちイノベーションを引き起こすということになります。

境界条件の再設定の例を、たくさん書いてしまいましたけれども、本当に電圧100Vで、しかも交流がいいのか。家庭で電気を使うときには最終的には直流の格好で使っているものが多いではないか。基本的に不安定なもの(例えば太陽光発電とか風力発電)を大量に入れたらどうなるのか。自動車用のバッテリは、電気自動車用は非常に性能がよくないといけないそうですけれど、蓄電装置として系統にぶら下げておけばよいときには、別に性能がよくなくたってよい。劣化して電気自動車用としては使えなくなったら、どんどん蓄電(専用)側に移して、自動車のバッテリ自体は常に新しいものと取り替えていけばよいではないかとか、また自動車自体もいろいろあります。自家用乗用車と公共用の自動車、例えばバス。その両方の蓄電装置は、本来技術的に同一である必然性は

ないわけで、そう話を考えると今度は路線バスと路面電車というのはどういうふうにあるべきか、いま話がせっかくコンバージしようとするときにまたダイバージさせていますけれども、都市インフラの最適化というふうに問題をダイバージさせていけば、また新たなおもしろい技術課題が山のように出てきます。

スライド24



さて、最後のHowのステージにゆくのですけれど、私がたいへん弱いなと思っている点を中心にお話しします。それはインセンティブの話です。インセンティブがあってこそ、いろんな技術開発とか産業とか起きてきます。スマートグリッドですから、電気の使われ方、日負荷曲線を見てみます。電力が24時間の間にどういうふうに日本の中で使われているか、夜はあまり使わないわけですよね。また、昼休みには、日本人はこまめですから、工場の電気、事務所の電気を消しますから、急激に負荷が落ちるわけです。この負荷のピーク負荷のでこぼこに応じるために、たくさんの電力設備をもって、日本は世界一停電しない高い供給信頼度の国になっているわけです。これを変えてよければ、いろいろなことができると思います。

さきに、スマートグリッドの話を申し上げましたけれども、取り組むのであればスマートグリッドと配電電圧昇圧とサマータイムと、それから日本の東地域と西地域の間に時差を設けるということを一緒にして、もし政策課題にできたとしたら、この日負荷曲線のカーブは、相当劇的に変わります。へこむし、なめらかになります。例えば240V配電になれば、温水洗浄便座のお世話になっている方はたくさんいらっしゃると思うんですけれど、洗浄水を予熱しておく必要がなくなります。予熱電力需要は0でいいということで、大きな炭酸ガス削減効果につながります。いろいろな設備を国内で使っていくことになり、内需が発生します。今、飽和している国内マーケットが新たに増加方向にいきます。多様なステークホルダー、ここではステークホルダーは利害関係者と訳さずに、受益者と書きましたが、得する人がたくさん出ます。インセンティブ、Howをうまくもっていくことによって、いろいろな産業とか、利益が生み出されていくのではないかと思います。

最後ですけれど、アメリカの工学アカデミーは、エンジニアリングについてA most elegant description is that engineering is about design under constraint.ということを言っています。それに引っかけて言うならば、Meta-engineering is about design of constraint(or innovation)by open-ended and diversifying thinking.というふうに、言えるのではないか。私はタスクフォースの中でそのように提案をしたのですけれど、だれも支持してくれません。お一人の委員の方からは厳しい意見が飛んできまして、デザインというのはそもそも意味があいまいな英語である。エンジニアリングというのもあいまいだ。それを一緒に使うと多様性が二乗されて何が何だかわからなくなってしまう、メタ・エンジニアリングのポイント、それが行動を伴っているべきとの点でしょう。あなたの言っている英語には行動がない、というふうに批判をされました。

以上が私の発表です。

○松見委員　伊藤忠商事の松見でございます。私のプレゼンテーションは文字が少し多いものですから、ハードコピーを皆様方にお届けしてございます。

全く失礼ですが座りながらやらせていただきます。

鈴木さんからお話がありました、メタ・エンジニアリングの提唱というのは、もともとコンバージング・テクノロジー(CT)の議論からスタートいたしまして、私のほうからはCTとも絡む海外

スライド25

1. A Framework for a Critical Reflection about the NBIC-scenario

米国Georgia Tech、Dr. Jan Schmidt (May 2007)

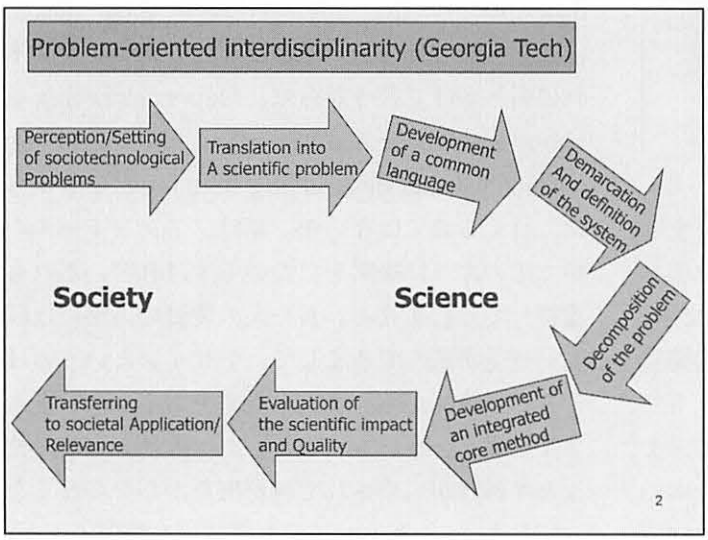
The traditional tool kit of engineering methods will be of limited utility in some of the most important areas of technological convergence.

Some partisans for independence of biology, psychology, and the social sciences have argued against 'reductionism', asserting that their field is autonomous. But such a discipline-centric outlook is self-defeating.

Converging of the sciences can initiate a new renaissance, embodying a holistic view of technology based on unified understanding of the world from the nanoscale.

Widening-the-Circles-of-Convergence-initiative 1

スライド26



スライド27

2. The Nature of Technology

Dr. Brian Arthur, Professor of Stanford University, Researcher at PARC, Recipient of Schumpeter Prize in Economics, Recipient of Lagrange Prize in Complexity Science (2009)

Evolution of technology by combination, or combinatorial evolution of technology:
(1) novel technologies arise by combination of existing technologies, (2) existing technologies beget further technologies.

I am proposing the change in vision from seeing technologies as stand-alone objects each with a fixed purpose to seeing technologies as objects that can be formed into endless new combinations, endless combinations that can be configured and re-configured for different purposes as conditions demand. We are shifting from technologies that produced fixed physical outputs to technologies whose main character is that they can be combined and configured endlessly for fresh purposes.

3

の見方を一、二件まずご紹介させて頂きたく思います。

これはアメリカのコンバージング・テクノロジー、すなわちNBICに関するおさらいになりますが、Georgia TechのDr. Jan Schmidtが2007年、「A Framework for a Critical Reflection about the NBIC-scenario」という論文の中で次のような指摘を行っております。

Some partisans for independence of biology, psychology and the social sciences have argued against 'reductionism', asserting that their field is autonomous. But such a discipline-centric outlook is self-defeating.と言っておりますし、Converging of the sciences can initiate a new renaissance, embodying a holistic view of technology based on unified understanding of the world from the nanoscale.というふうなことでDr. Schmidtは科学技術の融合、収斂の重要性を他の方々と同様に論じております。

さらにDr. Schmidtは、Problem-oriented interdisciplinarityということを論じておりまして、Perception/setting of sociotechnological problemsから始まりましてDemarcation and definition of the systemさらにDecomposition of the problemそしてDevelopment of an integrated core methodから、最後はもちろんTransferring to societal application/relevanceへと進む訳でございますが、これも他の欧米、あるいは韓国の専門家たちと同様に課題解決型の科学・技術の融合の重要性ということを指摘しております。

次はその、2009年、昨年暮れに出版された「The Nature of Technology」という著書におきまして、Stanford大学のDr. Brian Arthurが次のような指摘をしております。

I am proposing the change in vision

スライド28

The economy emerges from its technologies. It constantly creates itself out of its technologies and decides which new technologies will enter it. Notice the circular causality at work here. Technology creates the structure of the economy, and the economy mediates the creation of novel technology. In the longer reaches of time do we see continual creation and re-creation of the economy through technology-creating-the economy-creating-technology.

Every solution in the form of a new technology creates some new challenge, some new problems.

In the economy, solutions lead to problems, and problems lead to solutions, and this dance between solution and problem is unlikely to change at any time in the future.

Technology constantly explores into the unknown, constantly creates further solutions and further needs, and along with this, perpetual novelty.

4

スライド29

EAJ ——→Japanese new approach toward solution of problems of economy/society: Meta Engineering, embodying a circular causality between economy/society and technology through dynamic and continual cycle among economy/society, science and combined/converging technologies.

3. 日米のコントラスト

	量	質	運動量
日本	「賢い日本人」で戦う。 →1.2億人 （女性を活かせないと、 実質は0.6億人）	平均レベルが高い タコツボ的 問題解決型 他人と同じ道	少 （拠点死守型）
米国	「賢い人間」を世界中から 集める。 →ポテンシャルは60億人 （日本の100倍）	トップ層のレベルが高い 俯瞰的 問題発見型 他人と違う道	大 （領地開拓型）

5

スライド30

① 日本：知財面でのサイエンスリンケッジの浅さや、サイエンスとテクノロジーの連携の薄さと言う問題もある。
米国：サイエンスとテクノロジーの相互乗り入れが進んでいる（加えて、米国は伝統的に競争力の差を実感した際には、技術論や経営論として根源まで突き詰めて対処する傾向があり、問題解決にトップレベルのサイエンティストや経済学者等が具体論から取り組むという強みがある）。理論と知の体系化というバックボーン面で強い。

② 日本：個別の部品や材料や加工技術といった「要素」に圧倒的な強みを有する。
米国：全体のシステム構成や、個々の要素は世界中から集めながら、それらを最も競争力と収益力の高い形に「くくり直して」独自の付加価値を付けることに長けている。

③ 日本：「確立された製品ストラクチャー」の中で、個別「要素」を一つ一つ磨き上げて全体の競争力を高める、というアプローチを比較的得意とする。
米国：「世の中にそれまで無かった製品・サービスのストラクチャー」を自ら創り、自分の設定したルールで競争を行う、といった面で強い。

④ 日本人：「タコツボを深く深く掘る」のは得意。比較的クローズされた世界でじっくりとコラボレーションする傾向にある。
米国人：必ず全体を俯瞰して、「異なるタコ同士をうまく組み合わせる」術を知っている。ネットワークをどんどんオープンに広げていくことによって知を発展させる傾向がある。

日本： Meta Engineeringにより部材超えを！
全体的/俯瞰的対応を！

6

from seeing technologies as stand-alone objects each with a fixed purpose to seeing technologies as objects that can be formed into endless new combinations, endless combinations that can be configured and re-configured for different purposes as conditions demand. We are shifting from technologies that produced fixed physical outputs to technologies whose main character is that they can be combined and configured endlessly for fresh purposes.

即ち、テクノロジーは新たな目的のために無限に結合され、形づくられているというふうに論じております。

また、彼は、The economy emerges from its technologies. It constantly creates itself out of its technologies and decides which new technologies will enter it. Notice the circular causality at work here. Technology creates the structure of the economy, and the economy mediates the creation of novel technology. In the longer reaches of time do we see continual creation and re-creation of the economy through technology-creating-the economy-creating-technology.

更には、In the economy, solutions lead to problems, and problems lead to solutions, and this dance between solution and problem is unlikely to change at any time in the future.

Technology constantly explores into the unknown, constantly creates further solutions and further needs, and along with this, perpetual novelty.

ということで、技術は絶えず見えない課題をも見いだし、解決法をつくり、さらにニーズをつくり出すことによって、絶え間なく新たな技術をつくっていくということを指摘しておりまして、実は今

日の我々のタスクフォースと非常によく似た考え方を示しております。

今日は、時間の制約がございまして、ここにある日米のコントラストの説明などは割愛させて頂きまして、早速ながら私のまとめに入りたいと思いますが、日米のコントラストはお時間が許せばご照覧頂きたいと思います。

今、申し上げました米国でのコンバージング・テクノロジーに対する見方も勘案致しまして、私としましては、本日のテーマにつきまして以下のようなまとめをしたいと思います。

コンバージング・テクノロジーとは、ミッション・オリエンテッド、課題解決型の収斂技術と欧米でも言われております。しかし、課題を解決して新しい社会的、経済的価値を創造するためには、即ちイノベーションを起こしていくためには、工学が極めて重要な役割を果たさねばいけないと考えます。コンバージング・テクノロジーの研究開発が進む中、現実的に実装、社会還元、社会貢献に結びつけるという、最も重要な役割を果たすのは工学であると思います。しかし、同時に細分化されている工学の壁を克服することも必要でございます。このような状況下で、メタ・エンジニアリングという、全体的、俯瞰的な捉え方のもとで、課題発見から科学/CT経由で課題解決へ、そしてまた課題発見から科学/CT経由、課題解決へと、繰り返し繰り返し、連続的なサイクル、サーキュレーションを実現していくことを日本として提唱して、まずは日本自身のイノベーションを実現していくべきと考えるものであります。

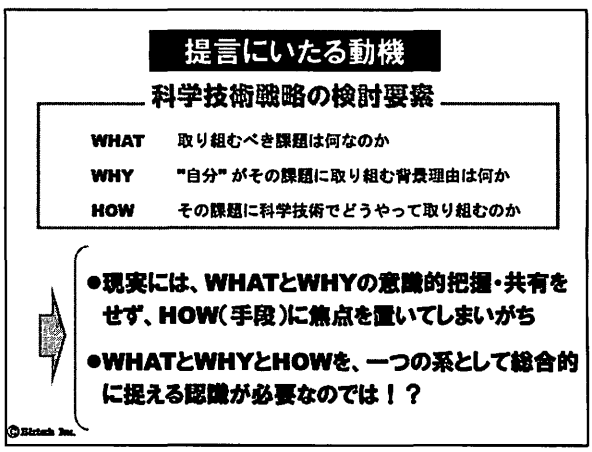
このようなメタ・エンジニアリングの考えとアプローチを日本に浸透させていくことによりまして、例えば産業分野におきましては、部材の強みからシステム的、全体的な取り組みへと脱皮致しまして、日本の産業の国際競争力を強化し、また地球規模的課題に対しましても、スタンドアローンの取り組みによる国際貢献から、全体的、俯瞰的構想の提案と実現による国際貢献へと向かうことが重要であると思います。そうすることによりまして、日本の国力を強化していくとともに、地球規模的課題解決における、国際貢献度を高め、また、世界における日本の地位を向上させるということが可能になっていくのではないかと考えております。

以上、簡単でございますが私のプレゼンテーションとさせていただきます。ありがとうございました。

○**佐藤委員**　はじめまして、ビズテックの佐藤と申します。私は技術の事業化を核として、企業を対象としたビジネスコンサルティングから、自治体、あるいは大学の施策やプログラム開発のお手伝いなどをしてきています。今日はその経験に基づいて、根本的エンジニアリングの具体的な部分を少しお話しいたします。

さて、タスクフォースの中で今日の私の担当は"How"の説明という事に先程の鈴木さんのお話でもなっておりましたが、根本的エンジニアリングの概念に「今後如何に取り組むか」について、経験に基づいていろいろな具体的なイメージ羅列をしてみます。そのイメージに基づいて皆様からいろいろご意見をいただければ、今日の目的は達成できるのかと思っております。よろしくお願いします。

スライド31



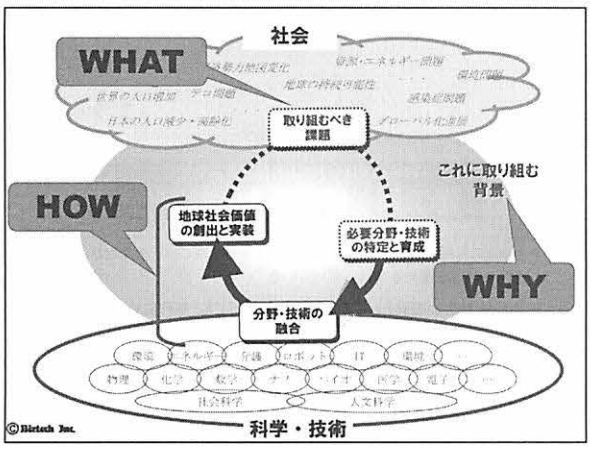
最初のこのスライドでは、既に鈴木さんからお話しいただいた「根本的エンジニアリングの提言にいたる動機」を改めて確認の意味も含めて示しています。

つまり、提言にいたる動機の背景には、科学技術戦略、つまり「科学技術をいかに私たちの社会やあるいはビジネスに生かしていくのか、使っていくのか」を考える場合は、Why、What、How

の3つの視点で押さえるのがいいのではないか、という理解があります。ところが、現実には、ここで言うWhatとWhyを意識的に把握する、あるいは共有していくことがあまりなされてなく、Howに焦点をおいてしまいがちではないかという問題があるわけです。この「Howに焦点をおく」というイメージは、先程松見さんからいただいたタコつぼという表現が非常にフィットするかと思います。また、先日の事業仕分けの際に「世界第一位でなければいけないんですか」という質問にちゃんと答えられなかった省庁側、という話題がありましたが、これも、スーパーコンピュータについて、「如何に」つくるか、レベルアップするか、使うか、といった"How"の部分ばかりを日頃考えていて、何を目的に今スーパーコンピュータに予算をつけてもらっているのかの"What"、日本はどうして今その目的に取り組まなければいけないのかの"Why"を余り意識していないからこそ、ですよね。これらをもっと意識していれば、あの質問もそんなに怖い質問ではなかったんだろうに、と思うわけです。

このような現状理解に立つと、ではこの、What、Why、Howというものを1つの系として総合的にとらえる認識が必要ではないかとの課題意識が出てきます。そして、これを動機として、今回の根本的エンジニアリングの提言に至っています。

スライド32



先ほど鈴木さんからも、今後のアクションプランを考える上では「現在欠けているところをどうするか」といった具体的検討も必要だとのお話が出ました。私が見てきている中でも、今お話ししましたように、WhatもWhyも何となくの認識しかなされてなく、またこのスライドのサイクルの上で見た場合に、上半分の部分がやはり何となく足りないのではないかと思われます。先ほどダンスを踊るというような表現を松見さんがなさっていましたが、ソリューションとプロブレムの間にあたるこの上半分の部分です。地球社会の価値というソリューションを得てさらに次の課題へ、あるいは課題を見出し、それを如何に具体的な技術の特定に至るといったこのあたりがやはり何となく足りないんじゃないか、というのが現状の認識です。

スライド33

取り組みの方向性

- ✓ **WhatとWhyを明示し共有する意識の啓発**
- ✓ **What-Why-Howの体系的な理解（既存活動を基盤として）**
- ✓ **What-Why-How全体を一つの系として「動かす」能力の理解**
- ✓ **イノベーションに向けて「動かす」ための、社会基盤、技術（ノウハウ）基盤、人材基盤の整備**

ではここでどのような取り組みを考えるべきか、です。ここに、アカデミックに検証してもいないものですが、私が思うところを幾つかリストアップしてみました。アカデミックじゃないがゆえに、1点大きな点が落ちていたりいたしますが、簡単にご説明します。

まずは、WhatとHowを明確にしていないという現状に対して、それを明確にする意識を啓発する、あるいはその明確にするやり方を考えるといったような取り組みが必要になります。さらに、最初の鈴木さんのご発表にもありましたように、既にこの根本的エンジニアリングに重なってきているような活動が色々と出てきている中で、それら全体を体系的に理解し直すという、その取り組みも必要になるかと思います。

ここに、一点追加いたします。WhatやHowであったり、あるいは見えない潜在的な課題であったりを見えるようにする事は、日本にとっては非常に苦手なものであったりいたします。見えないものを何となく共有していたりするからですね。これは欧米とは状況が異なりがちな点ですが、こういった能力ややり方を見出す方向性も追求することも求められるのではないでしょうか。

またスライドに戻って、スライド上での3点目になりますが、このWhat-Why-Howという全体を1つの系として考えたとして、ではこの3つの要素を把握した上でそれらを「1つの系として」動かしていく事が必要になります。となると、誰かがドライブをかけないと動かない。じゃこのWhat-Why-Howの系を動かす能力って何？との取り組みも求められることになります。

さらに、今まで挙げてきたような取り組みを展開していくための社会基盤、技術基盤、人材基盤の整備がなされるべきですが、これはある意味、今までのポイントよりも上の政策的段階で話が進むのかとも思われます。

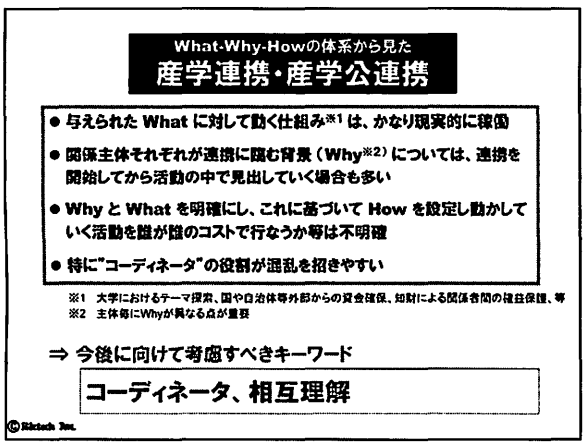
では、今日は事例担当ということですので、次に今お話ししてきたポイントの幾つかを、簡単に私の経験の中での事例からお話ししてみます。

産学連携や産学公連携、場合によっては産学官連携とも言いますが、このテーマは既に10年ほど動いてきております。これを今の根本的エンジニアリングのWhat-Why-Howのサイクルの中で見てみます。

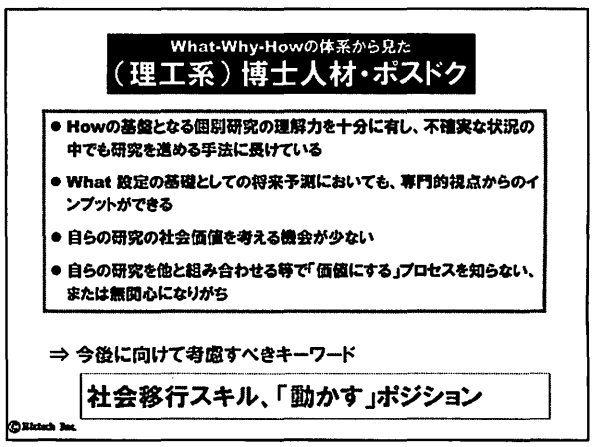
まず、与えられたWhatに対して産学連携・産学公連携の体制で動く仕組みについては、資金助成の面でも大学側の体制についても、かなりできてきています。しかし、実はWhyというものは関係主体毎に違うものなんですね。例えばマウスでもいいんですが、マウス開発のテーマで産学公連携をする場合でも、大学にとって、研究者にとって、あるいは関与する企業にとってマウスの開発に参入する理由も、あるいは地方自治体にとってそこに資金助成を行なう理由も、それぞれ違う。ところが、この多様なお互いのWhyを確認することは実は今、余り意識的になされていません。何しろ、自分にとってのWhyすら曖昧なのですから。結局は、連携を進めながら何となくお互いに見ていて、一年ぐらい経って突然「そうか、そうだったのか！」と気づいたりするのが現状だと思われます。このように考えてみると、産学連携も今この根本的エンジニアリングのサイクルの上に乗ってはいるものの、まだ中途半端なところもある状況です。特に——これは私の勝手な意見ですが——コーディネータの役割というのが、実は大変あいまいなまま、産学連携や産学公連携で動いているのが多く、このあたりの役割の曖昧さが混乱を招いている。と考えると、根本的エンジニアリングが実際に今後展開していくために現在の産学連携から学ぶものは、コーディネータや相互理解というキーワードで表されると思います。

同じように、最近話題になっている博士人材をどうするか、ポスドクをどうするか、という問題を根本的エンジニアリングの中で見てみます。

スライド34



スライド35



博士人材やポスドクの持つ能力を根本的エンジニアリングのWhat-Why-Howのサイクルの上で見てみますと、最初の二点に挙げたように、活躍していただけるところがいろいろあります。

ただ、残念ながら博士人材やポスドクの方たちは、社会価値の中で自分の研究を考えるという機会が少ないんじゃないか、あるいは社会価値にするプロセスを知らないんじゃないか、という点が問題になります。

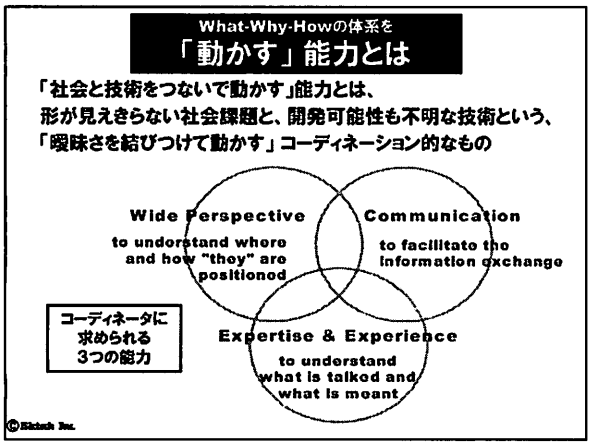
このような問題に対して、イギリスでは現在、Transferable Skillsという教育が非常に積極的に行われています。私はここでは勝手に「社会移行スキル」と訳していますが、博士人材やポスドクのような有期の研究スタッフに対して、研究を社会につなげるための能力を強化するトレーニングを提供し、あるいは博士人材、ポスドクがアカデミックなキャリア以外にも能力活用の可能性が大いにあることを示すためのトレーニングとなっています。このあたりは今後是非積極的に検討したい点となっています。

また、こういったトレーニングがなされずとも、元々の博士人材やポスドクの方達の能力は、根本的エンジニアリングのサイクルにドライブをかけて動かすポジションも十分取りえるものとも言えますが、では、社会におけるそういったポジションとは一体何なのか、といった点もまた考慮すべきキーワードになります。

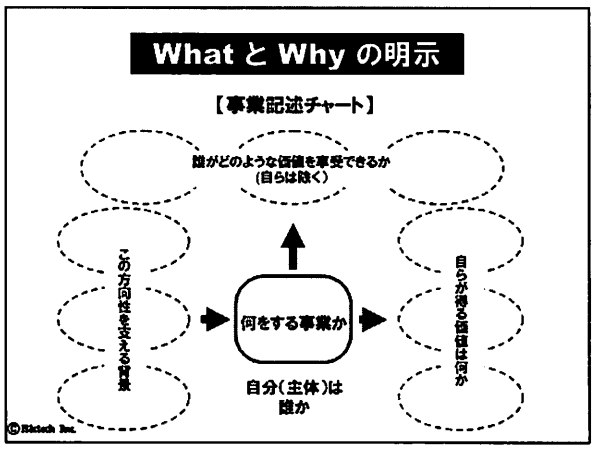
また、「動かす能力」と先ほどから表現していますが、この「社会と技術をつないで動かす能力」というものは、曖昧です。これについては、鈴木さんの話にもあった「Missing Dimension」という本の中にも解釈的プロセスと出ていますが、そのあいまいなものをとりあえず文脈で解釈しながら動かしていく、言ってみればコーディネーション的な能力が含まれているのではないかと考えています。

この図は、産学連携システム確立を目指す途上国の国家機関や大学の先生たちに向けて私が行っている「産学連携コーディネーションとは」という教育の資料から取ってきたものです。つまり、コーディネータにはこういった「広い視野」や「コミュニケーション能力」「専門的能力」といった組み合わせが求められるのですが、根本的エンジニアリングを動かす能力としてこういった能力も教えていくことも必要なのではないか、育てていくことではないでしょうか。

スライド36



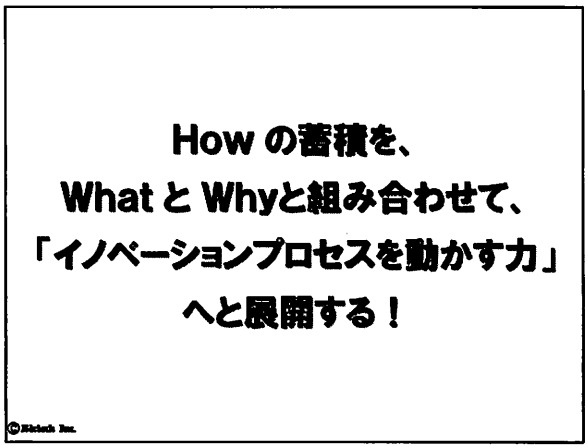
スライド37



また、WhatとWhyを明示していない、という課題にはこんな対応もあるかと思っています。これも私の自分で使っている資料から持ってきているのですが、いろいろビジネス展開を教えておりますと、皆、自分が何をしようとしているか、ビジネスで何をしようとしているか、等をハッキリさせていない、との問題点にぶつかります。そこで、そもそも作ろうとしているビジネスプランの主体である自分は誰なのか、企業なのか自治体なのかそれとも個人なのか、このビジネスの方向を支える背景、これがある意味Whyですがそれは何なのか、What、何をしようとしているのか、さらに先ほどインセンティブというお話が出まし

たが、誰がその価値をどのように享受しようとしているのか、さらに言えば自分がその事業をやって得る価値は何なのか、といった点をはっきりさせるために、このスライドにあるマスを全部埋めていらっしゃいという課題を出しています。これが非常にうまくいきます。1年ほど使っているんですが、こんなにうまく話がまとまるかというぐらいうまくいっています。たまたまこれは私の身の回りでうまくいっているだけなんですが、こういったようなツールも使いながらWhatとWhyの明示をするという環境を育てていくといいのかなとも思います。

スライド38



以上、私は現実の次の一歩に向けての事例を示してきました。

お話ししてきているように、根本的エンジニアリングに関してのHowは既にかなり蓄積されてきています。ある意味Howばっかりやって来ている状況です。であるならば、Howを沢山蓄積してきている事を日本の強みと考えて、そこにWhatとWhyを組み合わせて、イノベーションプロセスを動かす力へと展開する、これが根本的エンジニアリングの提唱している1つの方向かなと思っております。以上です。

○**鈴木幹事**　補足説明ありがとうございました。以上で、若干1時間を超えてしまいましたが、我々が考えていること、思いの丈を皆さんに聞いていただきました。

ここから、皆さんからいろいろご批判とかご意見をいただきたいということで、50分ほど時間がありますので、ぜひいろんなご意見、観念的過ぎるとか、こんなもの役に立たないとか、何でも結構ですのでご意見いただければというふうに思います。

できるだけ多くの方からご意見を承りたいと思いますし、お一人ずつ我々のほうから何か回答するのは難しいこともありますので、何か関連のご質問を幾つかまとめさせていただいて、それで少し議論を進めていきたいというふうに思っています。

はじめにどなたでも結構ですけれど何か。

よろしくお願いします。マイクがいきますので、あと、速記を取っておりますので恐縮ですけれど、お名前とご所属がございましたら。

○**山　下**　東亜ディーケーケーの山下です。

議論の前にまずちょっと理解のために質問をしたいと思いますがよろしゅうございましょうか、手短にやります。

私はちょうど1,000人ぐらいのメーカーのトップをやっています。今日なぜこの話を聞きに来たのかというと、昔々、ITバブルがはじけた後、リエンジニアリングという言葉が非常にはやりました。これは、今から振り返ってみれば、いかに会社を建て直すか、いかにうまく首を切るかというようなやり方だったように思いますが、今回根本的なエンジニアリングという話で、私のにおいとしては、何かこれはもうけの種がありそうじゃないかということで、今日参ったわけでございます。

そこで申し上げたいのは、会社のトップをやっていて感じるのは、やっぱり人が動かない、なかなか。特に新しいことに対して動かない、私ども外資系なんですけれども、それでも動かない。タコつぼ的なのです。

それで、今日は松見先生に伺いたいんですが、まず我々の理解を企業サイドの糧にするためにご説明をいただきたいんですが、例えば伊藤忠商事さんでは、この方法、つまり根本的エンジニアリングを経営にどのように生かそうというふうに思っておられるのか、事例を挙げていただければ、非常に我々としては理解できるのではないかと、よろしくお願いします。

○**鈴木幹事**　もし、ご関連のご質問がありましたら同じような質問を大来会員にとかありますか。

川上さんお願いします。

○**川　上**　日立の川上です。関連というか相手が同じなので、松見さんの一番最後のところに部材を超えてと、部材が強くて商売していて何が悪いんだとお聞きしたい。

○**鈴木幹事**　ありがとうございます。ほかに関連のご質問ございますか。よろしいでしょうか。

では、松見さんのほうから回答をぜひお願いしたい。

○**松見委員**　どうもご質問ありがとうございました。

まず、2つ目のご質問から。部材超え、部材も日本が誇る部材でございまして、悪いはずもなければ、引き続き今後とも部材で強く生きていくことは不可欠だと思います。プラスいつまでも部材に強いメーカーさんだけに頼っていたのでは、日本のGDPは増えていかないし、ますます中国、インド、韓国等々との競争がありますので、部材は部材、しかし、それをもっと超えるものを。結局、水プロジェクトにしましても、スマートグリッドプロジェクトにしても同じことですが、日本は全体的なシステムプロジェクト、システムマネジメントの面でどうやって欧米に勝っていくかということを考えながら！という意味で、申し上げたものでございまして、決して日本が誇る部材を妙にさげすむものではないということはご理解頂きたいと思います。

それから最初のご質問ですが、まだまだメタ・エンジニアリングは、今日初めて皆さんとこうやってご議論致しておりますので、総合商社では伊藤忠でもメタ・エンジニアリングは聞いたことがございません。今のステージではまだまだ採用されておりませんが、基本的には同じことだと私は個人的には思っておりまして、簡単に申し上げますと、総合商社というのは、三菱だろうと伊藤忠であろうと3万種類の商品を扱っております。しかしそれを縦割りと言いまして、繊維だ機械だ、あるいは金属、エネルギーだの分野ごとに分けて、営業が頑張ってビジネスをやっているのですが、それだけでは全く総合性が発揮できませんで、今日の議論でいう、全体的ホリスティック、あるいは俯瞰的な考えと捉え方とビジネスの創り方をやるために、実は横断的な組織も作っております。縦割り制と、横割りのマトリックス、しかもそれが地域的にも絡んでまいりますので、やはりトップはグローバルベースで、俯瞰的、全体的なことを把握して、かつ、個別のビジネスプラスそれをまとめたビジネスをどうやって創っていくかということに努力致しておりますので、メタ・エンジニアリングという言葉は使っていないものの、今日我々4名から先ほどご説明した考え方というのは、ビジネスでは極めて重要だというふうに思っております。具体的なお答えになっていないかも知れませんが、以上私からのコメントです。有難うございました。

○**山　下**　有難うございました。

○**鈴木幹事**　今の川上さんからのご質問で部材の話が出ていたんですが、私の話の中でご紹介したのは、お客さんがジュースがほしいと言うと、日本の企業は非常においしいものをそろえてジュースをつくって持っていくわけです。お客さんは100%満足されます。GEだったらどうするか、さっきご紹介した水を持っていく、それも水道の水を持っていくんです。で、それは日本の場合は水道の水は非常にクォリティが高いということもあるんですが、その中の議論で、これはちょっと余計な話ですが、ヨーロッパの企業だったらどうするかという話になりまして、水道の水にジュースのもとを入れて持っていくんじゃないかという話があって、この辺は先ほどの部材と直接関係あるかわかりませんけれども、どういう材料を使ってどういうところに持っていくかということです。トヨタさんがもし今日ここにいらしたら恐縮なんですけれども、アメリカでつくった部品を使うようになられたときにいろいろ問題が出てくる。日本のように非常にクォリティの高い部材を使っているうちは、システムは非常にうまくいっているんだけれども、一部にクォリティの少し違うものが入ってきたときの、トータルとしてのシステムがどのように最適化されているかという辺りはやはり、これから我々自身も考えていかなければいけない問題かなというふうに勝手に思っています。

ほかに何かご質問、コメント等ございますか。

○川　崎　大変興味深い話を聞かせていただいて有難うございます。若干コメントさせていただきます。

1つは、先だって川端文部科学大臣が有識者の方と第4次基本計画をおつくりになるため意見交換をずっとやられているのですが、そのときのレジュメにおっしゃっているのが、今ご報告のあった、根本的エンジニアリング、いわゆる俯瞰的技術の統合の重要性を言っておられて、これは確か、最近発行された科学新聞に出ていたかと思いました。

2番目、これは質問ですけれど、提案の中にもうたわれているんですが、教育の問題ですが、中学とか小学校あるいは高校はどうか知りませんが、そのあたりまでの今のサイエンス・スーパーハイスクールとか何かの提案を見ていますと、非常に俯瞰的に問題をとらえた研究発表が多いわけです。高校の場合、2年までで何かやっておられるようですけれど。むしろ日本の場合には大学に入ると逆に言うと専門特化が激しくなっていく。先ほど3つの能力と表現されましたけれども、工学的、専門的なほうはいいとしましても、周りの社会との関係であるとか、コミュニケーションとかいったような、そういった意味の工学のよって立つべきグランドとしての素養をどこで培うかというのは、どこのプロセスでも抜けてしまっているんではないか。そうなるとやはり安住する道は、自分の専門の道だということになりますから、ドクターになるとそのドクターの専門以外では、全く関心がないという、非常に変わった人種が育つのではないかという危惧をもっています。したがって「根本的エンジニアリング」につい、まず大学の教育をどう変えるのかというところから本来取り組まないといけないことではないかなというふうに思っていますが、これからどういうふうにアクションを進めていくかについて、お知恵があればお教えいただければ幸いと思います。ありがとうございました。

○**鈴木幹事**　有難うございました。今、教育のご質問等ございましたけれども、皆さんほかに何か教育関係で、こんな根本的エンジニアリングをどうやって教育していくつもりだとかございましたら……よろしくお願いします。

○**宅　間**　会員の宅間でございます。今日は、根本的エンジニアリングという新しい名前を伺いました。確かにあそこで出ているのは、我々は実は原子力をやっているんですけれども、原子力の中でも全く同じような問題を抱えておりまして、こういうふうに解決していかなければならないかなということを改めて感じたわけです。そこですごく大事だと思うのは、今の人材育成の中で大事なのは、やっぱり分析にしても総合にしても、豊かな感性がなければこれはできるわけがないんです。分析能力だけあったって、何もつかまない。縦割りの組織の中で、縦割りの組織から出てきたもの、これを俯瞰的に見たってその俯瞰的を総合できるだけの心の中の感性というか、頭の中の感性というか、それがないと総合できない、俯瞰ができない。ですから、まさに大学に入ってからますますそういうその、俯瞰的な能力ができるような、豊かな感性を持ってもらいたいと、僕らは原子力の学生たちによく言っています。今、川崎先生がおっしゃったように、逆なんですね。ますます専門特化して、その専門能力で頭の中の理性だけが勝っちゃうと、そういう人間ではこれから本当に社会と対話できない、それから技術の中でもそのエンジニアリングというものを社会に役立てるというような、その発想性が浮かんでこない。そのような気がいたしておりますので、ぜひこの中の1つの人材育成の中に感性の豊かさを備えるということを入れていただきたいなと思っております。以上でございます。

○**鈴木幹事**　有難うございました。それでは、メンバーのほうから。

○**大来委員**　大学の教育ですが、最初に鈴木さんからのご報告の中にありましたように、EAJの中に工学の克復という研究グループがあります。明治以来の日本の工学教育を洗い直して、今後のあるべき教育を提言しようという検討をしています。根本的エンジニアリングのチームはそこと3月に交流会を予定しています。根本的エンジニアリング側から検討したことを紹介して、工学の克復側からの反応をいただくということで、両方で

プラスの成果を出していけたらいいなというふうに思っております。そのうちに克復側も何かこういった、まだ考えはまとまっていないわけですけれども、ある程度まとまった段階で、例えばこういう談話サロンのような格好でお話をさせていただけたらよいのではないかと思います。

もう一つつけ加えさせていただきたいのは、鈴木さんのハンドアウトの下に絵があり、スパイラルで回る形が描いてあり、その背景に「場」が描いてあります。この場というものを、私は非常に重要だと思っています。口下手で自分の研究をうまく事業化するためのプレゼンテーションをできない大学院生を、演劇に例えて俳優のアクターの1だとしたらば、さらにアクターの2、アクターの3がいて、舞台の上に一緒に乗って、多少下手でも、演劇する。それが場です。舞台があれば、演劇を演ずることができるんです。彼は力をつける。ところがそういう場をどうやって用意できるかというのが、鈴木さんのプレゼンにもあったけれど、非常に重要な課題で、根本的エンジニアリングの中ではその場の創出ということもよく考えていきたいなと思っております。

佐藤さんにかわります。

○佐藤委員　ご質問の最初の方にいただきました、専門性はあってもコミュニケーション能力ですとか、そういったようなところが不足とのご指摘は、本当にそのとおりだなと思っています。でもまた一方で実際に多分皆様の中にもドクターを持ってビジネスに入られてご成功していらっしゃる方も何人もいらっしゃると思います。私も身の回りで、ドクターを持って学術ではない世界に来て、地域のレベルで何かを動かそうとしているような人たちを見ていますが、やはりどうしても最初のうちは、専門性に頼り過ぎてしまう。「専門性があるからすごいだろうって思っているみたいだけど何がすごいの？」って言ってあげたくなるようなところがある。そこを気づいてもらう教育というかを大学で提供してくれたら、もっと能力を発揮してもらえるのではないかと思います。専門性を持っているというのは非常にレベルの高いことで、それにコーディネータに求められる残り2つの能力をつけていったら、もう怖いものなしじゃないかと思うわけです。また、残り2つを足すとどういう道が開けるのか、という点も問題になります。大体アカデミックな道というのも、今、ドクターコースにいらっしゃる方たち全員がそのまま大学や産総研などに入れて入るわけがないですから、では、専門性をベースにして、残り2つも足した上で、大学や産総研でないところに行って、どれだけ動かす楽しさを味わえるのか、といったようなことも教育できないかということで、実は今の話も、多少私の知っているところで動いております、日本の中でも。こういった動きをぜひもっと強めていけたらなというのが、私のような現場のほうの人間としては期待するところだと思っております。

あと、分析したものを俯瞰できないというのは、これももちろん本当に小学校のころからもっと楽しくものを見ることを教えられたらいいんだろうなと思ったりもしますが、やはり大学でも最近例えば、私早稲田の出身なんですけれども、出身母体である建築学科というところが、今、創造理工学部という中に含まれているんですね。この創造理工学部で、学部生向けなんですが、創造理工リテラシーという科目があります。それは、「社会問題に自分たちがどう思うかを考える」というのが総論なんですが、この時に、多様な分野の大学の先生たちが、その社会問題に関係する専門的な話を多数提供していく科目なんだそうです。私も参加したことはないのですが、そういったようなものを見ていると、そういったようなものを1つでも2つでも経験すると、多分またこれから、感性、自分が楽しいと思うこと、自分がうれしいこと、自分があったら嫌だと思うこと、自分の持っている専門性で解決するという技術者、エンジニアが育っていくのかなというふうに思っております。雑駁なお話ですが。

○鈴木幹事　ありがとうございました。メンバーからの回答は手短にというのを忘れてしまって、皆さんからできるだけコメントを頂戴したいと思っております。先ほどの感性の話、宅間さんのほうからもありましたけれども、公文式のテレビのコマーシャルはおもしろい。日本の小学校の足し算というのは、2＋3＝何かと聞くわけですね。

イギリスの方式というのは、何とか＋何とか＝5と、この間に自分で数字を適当に入れなさいってわけですよね。そうすると、小学校低学年の間は当然自然数しか習っていませんけれど、だんだん中学になってくると分数が出てきたり、あるいは小数が出てくるということで、同じ問題の与え方、課題の与え方でも全く違った方向から見ることができる。要するに足し算というのは、何なのかというのをやっぱりもう一度Whyから考える必要があるかなと、これは個人的な意見ですけれど思っております。

専務理事からの厳しいご質問が……

○山　田　いや、質問じゃなくて、先ほど宅間さんから感性が大事だという話がありましたが、たまたま私は幼児教育に関係したことがございます。会員でもいらっしゃる日立の小泉先生が、脳科学の権威ですけれども、その方から教わったことを受け売りでお話をしようと思います。感性というのは、大脳の中でも古皮質で形成されるもので、それは幼いときにしか教育できないものである。科学や工学の知識はもう少し新しい皮質、新皮質の中で形成されるので、それは成長してからでも教育できる。しかし感性というものは小さいときにきちんと教え込まないと、本当の意味で身に付かないものだということを教わりました。そういう意味でいきますと、今の話も本当に感性を育てるということは、大学教育、高等教育ではなくて、むしろ初等・中等教育、あるいは幼児教育までさかのぼる必要があります。私はソニーの出身なんですが、創業者の井深は、「3歳では遅すぎる」と幼児教育の重要性を説いていました。このサイクルをきちんと回すようなのは、やはり感性がベースになっている。その感性というのは、本当に幼いときにきちんと身につけることが大事ではないかということを感じております。そのためにどうすればいいかという、Howの問題は別ですけれども、一言コメントさせていただきます。

○鈴木幹事　ありがとうございました。ほかに、古川さんお願いします。

○古　川　日立製作所の古川と申します。本日初めて参加させていただきました。議論にありますようなイノベーティブなテクノロジーが日本から出ないと、いうことは極めて悩ましい話でございまして、日本の今後の経済の成長を考えても、絶対に克服しなければいけない問題だと思っています。

かつて、日本が得意としているものづくりに関しては韓国、中国に追い抜かれているという感じがいたしますし、それからこのようなビジネスつくりといいますかアーキテクチャー的なものは、やっぱりアメリカ、ヨーロッパに追いつかないということで、その狭間の中で日本はどうするんだと、いう感じが強くするわけでございます。そういう意味でこういうイノベーティブな手法というものを産官学、また幅広い形で議論されているということは大変有益で敬意を表する次第でございます。ただ、根本的エンジニアリングの根本がまだよくわかっていないので、質問させていただきたい。先ほどのお話では10数回も打合せをされて、議論して飲まれたということで、随分議論が深まったのではないかと思うのですが、例えば、20年前の極めてイノベーティブなテクノロジーであるインターネット、それから10年ぐらい前からアップルが考えていたiPod、iTunes、それからもっと近いもので言うと、例がいいかどうかわかりませんけれど、今話題のキャメロン監督の「アバター」とかの三次元映画のような極めてイノベーティブなものは、欧米から出てきたわけですが、もしこの「根本的エンジニアリング」の概念が20年前から日本にあったとしたら日本で発想できたかどうかを検証してみれば、この手法そのものの検証になるのではないかということを思いながら聞かせていただいた次第でございます。多分飲みながらそういうお話が出たのではないかと思いますが、ぜひその辺をお聞かせいただきたいと思います。

○鈴木幹事　ありがとうございました。根本という定義について、ほかに皆さんから何かございますか。

勝又さんお願いします。

○勝　又　IHIの勝又と申します。全く初めての参加です。

今のお話ですが、鈴木さんのこの図です。はじめ根本的エンジニアリングとお聞きしたときに

は、むしろ一般的な工学ではなくて、この下のほうに書いてある、社会科学とか人文科学、この辺に焦点を当てるのかなと思っていました。今日、図で見せていただくと一番後ろのほうにつけ足して書いてありますね。私は、どうも潜在的課題の発見というのは、ここに書いてあるいわゆるエンジニアリングの分野からではなく、社会科学、人文科学のほうからむしろ出てくるのではないか。それから今のお話で、インターネットだとかクラウドコンピューティングみたいなものが外国から出てきて、日本ではどうして出ないかというのは、これは私は民族性の違いだと思うんですよ。だから、そういった意味でのイノベーションというのは、欧米の一神教の国にまかせて、やっぱり多神教で歴史が長くて神様を信じているような国民性のあるところは、もっと社会科学、人文科学のところを、何というか自然をそのまま見るというんですか、分析しないで、あるいは最近だったら、宗教の問題だとか文化の問題だとか、民族の問題だとか、そういうことがものすごく大きな問題になるわけですね。イノベーションがそういうことにどういう影響を現すかというのは、多分日本人が一番得意じゃないかと思うんですね、歴史的に見て。そういうところはどうなっているのかなというのを知りたいなと、ちょっと関連して加えていただけると宜しいのではないかと思うのです。

○鈴木幹事　ありがとうございます。

冨浦さんお願いします。

○冨　浦　今のお話は非常に興味があるところです。多くの方が東アジアの文明の特性はシンクレティズムだと言っています。シンクレティズムとは、異なる原理・主義・主張を合成するという意味なのでおっしゃるような方向を探るのは、東アジア人である日本が向かう1つの方向を示唆していると思いますね。

それから、鈴木さんが言われた3つの課題の中で、一番難しいのは、やはり複雑系のマネジメントです。これをどうするかということを考えなきゃいけないのですが、それより前に鈴木さんが盛んに主張しておられる潜在的ニーズ、眠っているニーズと言いたいのですが、需要家の眠っているニーズを醒ますことが非常に重要だと思います。私の経験からすると、需要家は眠っているニーズに気がつかずしばしば間違った情報を発信する。ですから需要家がこんなものが欲しいと言った時に、それをそのまま信用してはいけない。必ずそこで需要家のニーズを分析しないといけない。多くの企業はそうやっていますから、メタ・エンジニアリングを広げる過程で同意を得ることはできると思います。ただ、説明を少し分かりやすくしないといけない。今までも、提案され、もてはやされたけれど、今どうなっているのか分からないものがいっぱいありますね。ジェネリック・テクノロジー、リエンジニアリング、モードⅡの科学、第2の基礎研究、最近では科学技術を科学・技術に言い換えるという。このような提案が出てきてしばらくすると死ぬことが多い。なぜ死ぬかというと、その提案を裏打ちする理屈と現実がついていないからです。幸いメタ・エンジニアリングは、メタ・サイエンスという考えが先にありますから、これと上手く組み合わせると死なない可能性がある。もう一つの現実の方ですが、上がってなんぼの世界ですから、上がれそうもない抽象論を幾ら言ったって受け入れてもらえない。そこのところがきっちりと分かりやすくなるように議論を収斂させることでしょうね。我々はバックアップしますよ。皆さんは議論が収斂しないと言っていますが、だまって聞いていると、皆さんの言っていることは、用語が違うだけで同じことを言っているように聞こえます。だから私は安心しています。もうちょっと頑張ってください。

○鈴木幹事　温かいお言葉ありがとうございました。

先ほどの古川さんのところの質問に私のほうからお答えしたいと思うんですが、根本的というのは非常に難しくて、最初私が思ったのは、根本的って英語で引くとラディカルです。でも日本語でラディカルというと、イメージがみんな違います。さっきの、「ブレイクスルー」でマーク・ステフィックが言っているのは、ラディカル・リサーチというのがこれから必要だと言っております。基礎研究でも応用研究でもなくて、ラディカル・リサーチ。これは何かというと、彼のラディカル、要するに根本的というふうに我々は訳したんです

けれども、基礎研究というのはある課題、何か問題があったとき、それをずっとやっていこうとする、こういう答えをもっと明確にして、何か障害にぶつかっても常にその問題に答えるように時間かけてもやっていく、とにかくその問題の答えを見つけていくのが基礎研究だというふうに言っております。

で、応用研究、実用化研究というのは、何か製品をつくろうとしてやっていて、何か障害にぶつかる、よその会社がある特許を持っている、あるいは技術的に例えばマテリアルが非常に希少なものであるというと、そこで代替品を見つけるというわけですね。その問題を解決しないでほかの方法、避けて通っていく、これが応用研究だと。彼の言っているラディカル・リサーチというのは、これからはぶつかって問題が出たら今度はその問題をずっと追いかけていくということなんですね。こういうことによって、全く新しいブレイクスルーが生まれるというのは、これは彼の本の中のラディカル、根本的という定義なんですけれど。ただ、我々これでは、メタという考え方を取らせていただきました。これのきっかけになったのは、伊藤さんのせいなんですけれども、少し上から見よう、俯瞰的に見ようということがあって、ラディカルというのはやっぱり同じ平面の上でガチガチぶつかって、根本的に深めていくという、これはちょっと私のイメージなんですけれども、もうちょっとメタって上から見ていくという意味で、英語ではメタという言葉にさせていただきました。

それから、勝又さんのご意見は非常におもしろくて、民族性の問題、これは我々全然思いつきませんでした。この辺と、先ほどの社会科学が下のほうにちょこっと入っていると、最近、下に芸術というものも勝手に私が入れたんですけれど、その辺も本当に下に入っていていいのかどうか、やっぱりこのサイクルを回す中に、もしかするとその辺を考えて入れないといけないのかなということで、非常にありがたいなと思っております。

それから、冨浦さんからは非常に温かいお言葉と、厳しいお言葉を頂戴しておりますので、ぜひこの辺から少し収束するような形で、我々は皆さんからまたご意見を頂戴して、今日もこの辺また、EAJのニュースとかレポートの中でもまとめさせていただきますけれど、また、個別にぜひいろいろなところでディスカッションを続けていきたいと思いますので、これまだ結論ではありません。皆さんのほうで、こういうところで少し話をしてくれ、議論をさせてくれというお申出をぜひお願いしたいというふうに思っております。

大来さん、先に一言だけ回答から。

○大来委員　古川さんのご指摘ですけれども、私の発表(スマートグリッド)に則して言えば、欧米と同じフィールドで取り組んでいたら恐らく勝てないのではないか。でも、私、鈴木さんからの助言もあったのですが、時差と配電電圧昇圧とサマータイムというものを組み合わせて、スマートグリッドの技術開発をしたらば、日本は彼らよりはるかに上のレベルの技術開発ができて、標準化の問題に注意さえすればですね、それらは世界に適用される技術に必ずなると、私は思います。そういう取り組みができるかどうかだと思います。

○柘植政策委員長　いい先輩たちのご意見を伺いたいと思います。最初に言いましたけれども、このタスクフォースを鈴木さんたちにやっていただいた、ことの起こりは日本のイノベーション創出能力、しかもそれがサステイナブル、持続可能なイノベーション創出能力をいかに高めるか、こういうところから出てきたわけです。その結論は、一言で言うと、教育とそれから研究、すなわち科学技術政策と、イノベーション政策を三位一体で進める司令塔を作らなきゃならない。今もう、みんなばらばらに幾つもやっていると、そういう話だったんですが、ぜひともご意見を伺いたいのは、今日この部屋の我々は、いろんな批判はありながらも、同じ価値観を共有していると思うんです。3つの中でどれでもいいですから、先輩たちからサジェッションいただきたいのは、今の教育と研究と、イノベーション政策を一緒にする中で、すぐこの部屋の外に出ると叩かれるのは、これは科学技術政策とイノベーション政策なんですけれど、それをなぜ公的資金を投入しないといけないのか、産業の競争原理に任せておけばいいじゃないかと、この議論に耐えうるための何か武器がほ

しい。

もう一つは、工学教育の復刻——復刻という言葉を使うともともとこの根本的エンジニアリングというのは、工学教育の原点に戻ればいいんだという意味があるのかなと思うんですけれど、要は、工学教育に対してどういうふうに反映したら、この根本的エンジニアリングの教え方、考え方、感性ですか、やはり大学教育を即やらなきゃいけないと思うんですね。もちろん小学校教育も感性はやらなきゃいけないですけど、大学、高等教育でどういうふうにこの工学教育に今日の議論を教育の現場に反映していったらいいのかと。もう一つ大事な話は、この外に出るとすぐ起こることは、学術の世界の中で今日の議論をどう価値を主張するんですか貴方達はと言われるんですよ。私もJSPSなんかと議論しますと、ほかの科研費に対して、こちらのほうは絶対お金をかけるべきだと言っても、学術的な論理からするとまだ、どうしても私自身は未熟なんです。ですから、そうなってくると負けてしまって、どうしても要素還元的なほうの科研費のほうにウエイトが高い。

教育と研究とイノベーション政策、幸い川端大臣は、俯瞰的なエンジニアリングと口で言いましたけれども、あれは実際にファンディングの現場にいくと、どれだけ残りうるかという問題に我々はすぐ直面するわけです。何かその面で、本当にワンポイントでもヒントでもいいですから、先輩方からアイディアをいただきたいと思います。

○鈴木幹事　いかがでしょうか、今の委員長からのご質問、あるいは、先ほどの根本的エンジニアリングのことにからめても結構ですけれど、もう少しコメントいただければ。

お願いいたします。

○渥　美　東大名誉教授の渥美です。私は、医学部出身で、約20年前に、オーストリアのウィーンの郊外にあるIIASA(国際応用システム研究所)で、世界の資源が枯渇するのを予測して、資源の有効配分のシミュレーションモデルの作成に参加しました。資源としては、水、食料、エネルギーおよび人材の4つです。その際に、マクロに全体を考えるコンセプト(哲学)がないと、ソフトウェアを組み立てることができないということを経験しました。

当時、林雄二郎、牧野昇、唐津一、黒川紀章、岸田純之介などと、未来学会を発足させる活動に参加することがありましたが、その際に、牧野昇氏が、T型人間、すなわち横に広い専門分野をもち、尚且つ、縦に全く別の専門性をもった人間が、今後重要になると述べていましたが、本日は、まさに、このT型人間を思い出しました。現代の科学は、細分化し、専門化しすぎて、専門家といえども、個々の専門がどのようになっており、どのように進歩しているかを理解できなくなっています。学際的な、俯瞰的な視点をもたないと理解できないのです。

私は、現在、西洋医学と東洋医学とを結ぶ統合医療を進めていますが、両方の体系は全く異なって、融合は至難の業です。このためには、両体系の歴史、人間の価値観、社会の背景などを理解しないと展開しないのです。

本日、議論になったコンバージョンも、恐らく同じ疑問に当面しているのではないか、根本的に異なるものの融合には、根底にある歴史や価値観などまで、討議する必要があるのではないかと思います。

○鈴木幹事　有難うございました。

今のホリスティックな考え方は非常に私もおもしろいと思います。先ほど来何度もホリズムというのを出させていただいたんですが、このエンジニアリングをホリスティック・エンジニアリングという名前も出ました。これも私がよく使う例えなんですが、日本人って漢字で一切れって書きますよね、ワンピース。西洋だとこれはワンピースなんですけれども、日本人はこれ「いっさい」と読むんですね。すべてだということで、日本では一切れとすべてが一緒なんだという、頭の中にみんなそういう観念を持っているんじゃないかということで、この辺がまたうまく活用できるとおもしろいなと勝手に思っています。

あと、思いつきで恐縮ですけれど、先ほど科学と技術の間に・を入れるということで、昔、竹内啓先生がおもしろいことをおっしゃっていて、夫婦は夫妻、夫と妻と書きますよね。夫・妻と書くと、夫がいて妻がいてということですよね。で、

夫／妻って書くと、亭主関白の家族だというイメージだと。夫と妻と続けて書くと夫妻になる、全く意味が違う、カップルになる。そういうふうに言葉というのは点でつなぐのかスラッシュでつなぐのか全くなしでつなぐのか、それによって意味は変わってくるとおっしゃっていました。さっき、冨浦さんからポツを入れると長続きしないというお話がありましたけれども、やっぱり夫と妻の間に・を入れちゃいけないなと思いました。

○大来委員　科学・技術ですけれど、science and technologyを日本語に移したものは科学・技術でしょう。ナカ点がないのは日本固有のもので、そこに新しい可能性はあると思います。

○森　渥美先生がお話しになったので、私も、一緒に学術会議で議論した頃を思い出してお話しします。40年前からこういうことが随分研究されていたんですけれども、日本の社会はそれを動かさないんです。松見先生の資料に書かれてあることですが、日米のコントラストのところに、日本人はタコつぼ的であって、米国は俯瞰的であるというのを、日本を俯瞰的にもっていくのか、タコつぼ的にイノベーションするのかということを決断しないといけない。私は大来先生がやっていらっしゃる工学の克復研究会では、なるべく日本人のDNAに合ったような開発をしなさいということをこの間提言させていただきました。本当は俯瞰的なほうに日本の社会をもっていったほうがいいなと思っているんですけれど、非常に難しいなと思います。

先ほどインターネットのお話がありましたけれども、あれはARPAが軍の研究で、西と東のコンピューターを繋ぐのに金を出したので、どうなるかわからないことに金を出していたわけです。何年か経ってみたら、こういうふうに使えるなということが後から出てきているんです。それから、クラウドコンピューティングとスマートグリッドとiPhone、僕はiPhoneは非常に興味があって、やれよというふうに言っていたんですけれど、結局NTTが契約できなかったのです。そういうことを新しい概念でやるのでしたら、俯瞰的であって他人と違う道があり、問題発見型と松見先生が書いておられる方向にもっていくか、日本人の今までと同じようにタコつぼ的でやるかということです。

長くなって申し訳ないんですけれど、ポスドクというのは私が発案して、もう何十年もやっていてうまくいかないのはなぜかというと、日本の企業が終身雇用で、年功序列であるからなんです。それがあったらポスドクなんていうのは、本人は損しますから、そんなところに行く人はいないんです。ポスドク1万人というのも、私が発案して提案したんですけれども、全然就職できない。この間NHKのテレビを見ていたら、唯一企業に行っているのは、(株)アルバックのところに1人行っているだけだと、あとは全部企業以外のところで働いているわけです。そういう日本の社会を変えられるかどうか、あるいは日本の社会を変えなくても、工学とか技術だけは米国的にするかということの決断をしないと、アブ蜂取らずに泣いちゃうんじゃないかと、ちょっと40年前の話を申し上げて申し訳ございません。

○鈴木幹事　どうぞ、お願いいたします。

○杉　山　横河出身の杉山と申します。ちょっと話題がずれるかもしれませんけれど、学会と企業との関係が昔と比べて非常に希薄になっているのではないかと思います。例えば学会誌の厚さをくらべますと、今から20年前の学会誌、電気学会でも何でもいいのですが、広告欄が半分くらいありまして、後の半分は一般の論文とかでしたが、今は殆ど広告を出す大きな企業がなくなっています。これは企業からは学会と付き合ってもあまりメリットがないということになっているように思えます。今日の話題のドクターの件もこれに関連しているのですが、ドクターを取得した人が企業に入ってくるのは非常に少ないし、企業で論文博士を取得した人もいずれ転職してしまうようになり、企業との関係は薄くなっています。また論文の内容も昔は大学の先生だけの論文が6～7割あって、あとは大学あるいは公立の研究所と企業の共同研究の発表があったのですが、現在では殆どが大学の先生方だけの論文になっています。これは論文発表してゆけば、その実績でドクターになれるという手段に学会誌が使われていないでしょうか。アメリカの場合、MITやスタンフォード

大学と企業との共同研究は非常に盛んで、政府もあまりやかましく言わないし、大学教授のまま企業顧問をしている方も何人かいらっしゃるほどです。ということで、共同研究はその基礎を広げるために大事なことと思いますのでその辺を織り込んでいただきたいと思います。

○鈴木幹事　有難うございました。

ほかに関連して、今の教育とか、タコつぼでいくのかというあたり、皆さんからコメントいただけるとありがたいのですが。

お願いいたします。

○向　殿　明治大学の向殿と言います。

1つの例として、安全学を紹介します。今、私は安全のほうを一生懸命やっていて、これはまさしく複雑な体系です。いろいろな安全の分野というのが何百もある。それらを安全学として体系化しようと思ったとき、こういう発想しかできないのです。結局、何の名のもとにというWhyをまず考えて、その下に幾つかHowやWhatを集めて分けるわけです。そうすると、各分野の専門家はいるけれど、実は全体がわかっている人は意外に少ないのです。トップダウンがわかっていて、かつボトムアップがわかるという人でなければ、実は安全はできないのです。

そうしますと、全体を俯瞰的に見て、何の名のもとに、すなわちWhyと考えたとき、価値観が入ってくるのです。なぜやるか。そうすると、社会科学、人間科学等、全部絡んできて、そこまでちゃんとわかった人でないと、包括してものを見られないのです。しかし、全体だけ見ていると評論家になってしまいますから、一方で、自分の専門分野を持たねばいけない。特に安全は、物理的、科学的、数理的根拠をしっかりと持っていないと実現できない。そうなると自分の分野をちゃんと持って1本筋が通って、工学の工の文字のように天(真理)と地(人間)をちゃんとつながないといけない。しかも、全体を地球のごとく全部丸く考えられるという、そういう教育をしないかぎり、本当の安全の専門家は育たないだろうというふうに思っています。

私は、先ほどの牧野先生のT型人間に対して、Φ型人間と言っているのですが、全体が地球のように丸くて、その真ん中に専門として1本筋が通っていて、それで全体を見る。そういう見方が出来る人材教育していかないと、なかなかこういう分野はやっていけないのではないかと思っています。そのときは、価値観が入ってくるので、どうしても文化だとか社会だとかの視点が必須です。Howとして、どうやって守るかといったときに確かに技術で守るけれども、実は制度、仕組み、ルールでも守る。これらはあきらかに社会科学の問題なのですね。それから、人間の特性だとか、それを含めた人間学を入れざるを得ない。そういう広い人文、社会、自然を含んだ形で、全部を包括的に理解した上で、自分はこういうことをやっているということを言えるような、そういう人間をつくる必要がある。こういう見方が安全学を実際やってみて、必要であると思っています。少しでもヒントになればと思いますので、紹介をさせて頂きました。

○鈴木幹事　有難うございました。非常に貴重なテーマを出していただきました。

柘植委員長はΣ型人材といわれており、いろいろなネーミングがあるんだと思うんですけれども、多分恐らく同じことを皆さん志向されていると思います。今、教育のほうに少しお話がきていますけれども、先ほど来の民族性の話ですとか、それについてももし皆さんからご意見いただければありがたいなと思います。

時間ですか、もう。

残念なんですが、この議論をもっと続けたいと思ったんですが、会場の都合もあるようで、専務理事のほうからバツマークが出ました。

今日は本当にありがとうございました。皆さんから非常にご支援していただくコメントもございましたし、もうちょっとしっかりしろというのもございました。先ほど来申し上げましたように、これはまだプリミティブなまだまだ生まれたばかりの赤ん坊ですので、ぜひ日本工学アカデミーとしても、皆さんのご支援をいただいて、これを成長させていきたい、実際に上がってなんぼという話がありましたけれども、そういうところまで、イノベーションにつながるところまでもっていければ我々もありがたいと思っています。ぜひ、そ

の辺また日本工学アカデミーのほうにコメントをいただく、あるいは私のほうにメールでこういうところでもう一回議論したいというようなことをご提案いただければありがたいと思います。

それでは最後に、専務理事のほうからご挨拶をお願いしてクロージングしたいと思います。

○司　会　まだまだ議論が盛り上がるところですが、予定の時間がまいりましたので、大変残念ながらこの辺で打ち切らせていただきたいと思います。

先ほど鈴木幹事からお話がありましたたように、今日の会合は実はこの議論のスタートでございまして、これからもっともっとこの議論を深め、広めていきたいと考えております。

最初にも話がありましたが、もし例えば賛助企業、あるいはその他の企業の方でも、会社の中でもっとこれを議論したいというお話がございましたら、声をかけていただけましたら、いつでもメンバーが喜んで参上しますという話でございますので、何かございましたらぜひ鈴木幹事のほうにお声をかけていただければと存じます。

また、もちろん会社のみではなくていろんな研究所、あるいは大学等々でも同じように、もっとこの議論を深めていって、それこそ最後にちゃんと上がれるようにしたいと思いますので、よろしくお願い申し上げます。

最後にそれでは、鈴木幹事はじめお話しいただいた皆様に盛大な拍手をおおくりしたいと思います。(拍手)

ありがとうございました。それでは、これをもちまして本日の会議をおしまいにいたします。

本日はどうもありがとうございました。(拍手)

※ 本談話サロンで発表した内容は下記の政策委員会提言にまとめられ、すでに関係各方面に発信されています。全文を(社)日本工学アカデミーのホームページに掲載していますので、ぜひご高覧の上ご意見をお寄せいただければ幸いです。

「我が国が重視すべき科学技術のあり方に関する提言～根本的エンジニアリングの提唱～」
2009年11月26日
http://www.eaj.or.jp/proposal/teigen20091126_konponteki_engineering.pdf

政策委員会Converging Technologiesタスクフォース(TF-4)メンバー(提言掲載順)

幹事：	鈴木　浩	(日本工学アカデミー政策委員会AGM、GEエナジー技監)
委員：	有信睦弘	(日本工学アカデミー政策委員、(株)東芝顧問
	大来雄二	(日本工学アカデミー政策委員、金沢工業大学客員教授)
	松見芳男	(日本工学アカデミー政策委員、伊藤忠先端技術戦略研究所長)
	吉田　眞	(日本工学アカデミー会員、東京大学教授)
	酒井善則	(東京工業大学教授)
	佐藤千恵	(日本工学アカデミー会員、(有)ビズテック代表取締役社長)
	永田宇征	(科学技術博物館主任調査員)
	山口栄一	(同志社大学大学院ビジネス研究科教授)

2010年 3 月15日

編集発行

(社)日本工学アカデミー

〒108-0014　東京都港区芝 5 −26−20
建築会館 4 F
Tel：03−5442−0481
Fax：03−5442−0485
E-mail：academy@eaj.or.jp
URL：http://www.eaj.or.jp/