

No.153

July 10, 2012

Information

講 演

2012年1月24日(火)・第172回談話サロン(東京・弘済会館)

講師・演題

鈴木 浩、勝又一郎、伊藤裕子：「根本的エンジニアリング」

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

第 172 回談話サロン
「根本的エンジニアリング」



鈴木 浩講師



勝又一郎講師



伊藤裕子講師

目 次

講演 1. 「根本的エンジニアリングのご紹介」……………	3
根本的エンジニアリングの実装作業部会 部会長 鈴木 浩	
講演 2. 「あらたなエンジニアリングとしての根本的エンジニアリング」……………	17
勝又一郎（その場考学研究所）	
講演 3. 「イノベーション創生としての根本的エンジニアリング」……………	26
伊藤裕子（文部科学省科学技術政策研究所）	
質疑応答……………	41

講演 1.

「根本的エンジニアリングのご紹介」

根本的エンジニアリングの実装作業部会 部会長
鈴木 浩

(スライド1)今日は、お越しいただきましてありがとうございます。せっかくお越しいただいたので、ぜひ実りのある議論ができればと思ひまして、私が一番初めに、私どもの活動の中間報告をさせていただきます。その後、我々の作業部会の重要なメンバーであります勝又委員と伊藤委員から、活動の成果についてご報告させていただきますと思います。

気がついたんですが、今年は日本工学アカデミ

ー創立25周年ということで、この談話サロンが25周年を飾ることができれば非常にありがたいと思っておりますので、ぜひよろしくお願いします。

(スライド2)今日の私のほうの紹介の内容については、ここに書いたとおりでございます。

(スライド3)まず、「提言にいたった動機」というのをご紹介します。これはもともと日本工学アカデミーの、いま柘植綾夫先生が委員長をされていらっしゃいます政策委員会の中で、米国、ヨーロッパ、韓国のConverging Technologyというものを勉強してみようというところから始まりました。ところが実際にその調査をしてまいりますと、日本ではこういった考え方だけではなかなかうまくいかないのではないかとこのころにいたって、こういった調査を始めさせていただいたのでございます。

これが提言にいたった動機ということですが、これも、日本で科学技術基本計画というのが第1期から3期まで行われました。特に第3期では25

スライド1

日本工学アカデミー
第172回談話サロン
2012.1.24

根本的エンジニアリングのご紹介 活動の中間報告 日本工学アカデミー創立25周年記念

日本工学アカデミー
根本的エンジニアリングの実装作業部会
部会長 鈴木 浩 (GEエナジー)

スライド2

目次

- ・ 提言にいたった動機
- ・ メンバー
- ・ 根本的エンジニアリングの概念
- ・ これまでの検討状況
- ・ MECIスパイラル
- ・ 根本的エンジニアリングの場の創造
- ・ 今後のアクションプラン

スライド3

提言にいたった動機

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、(相澤益男議員による)
- ・ 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。

しかし、第1期から3期までの15年間で多くのイノベーションが生まれたか？もう一度、エンジニアリングの概念を見直してみよう。

兆円というお金をかけて、科学技術においていろいろな成果が出たというふうに言われております。これは相澤益男先生がお話しになったのを、私なりにまとめさせていただいたものです。例えばノーベル賞受賞者がたくさん出たとか、iPS細胞みたいな研究をやっているスーパースターが日本でも誕生しているとか、国を挙げて調査いたしました23の革新的技術が実際にでき上がってきているとか。こういったいわゆる科学技術の分野に対しては、非常に多くの成果が出たというご報告をいただいています。

そのとおりだと思うのですが、ではこの第1期から3期までの15年間に我が国初の大きなイノベーション、あるいは継続的なイノベーションがどれだけあったんだろうかというのを考えてみたときに、なかなか思い当たるものがないというのが現実ではないかということです。これから一生懸命イノベーションを起こしていくためにはどうしたらいいんだろうかというのを、先ほどのCTの調査をきっかけに検討させていただきました。その中で、我々は日本工学アカデミーということでエンジニアリングを中心に皆さんが集まっていられるので、もう一度そのエンジニアリングを見直すことによって、何かイノベーションというのを改めて大きな形で起こすことができないだろうかということで、エンジニアリングの概念を見直すところからこの作業部会をスタートさせていただきました。

(スライド4)作業部会のメンバーは今9名おります。

(スライド5)釈迦に説法になると思うのですけ

れども、イノベーションの定義というのをもう一度振り返ってみたいと思います。これはシュンペーターが言っていました創造的破壊の五つのパターンです。最近ではこれにいろいろなネーミングがついていまして、新製品の開発をプロダクト・イノベーションと言ったり、生産方法についてはプロセス・イノベーションと言ったり、マーケットについてはビジネス・イノベーションと言ったり、新たな資源の獲得についてはサプライチェーン・イノベーションというネーミングをつけている方もいらっしゃいます。あるいは組織の改革をオーガニゼーション・イノベーションと言っておりますけれども、こういったいろいろな形のイノベーションがあると。で、我々日本がどのイノベーションに向いているのかというのを考えながらイノベーションを起こしていく必要は、一つあるのではないかと思います。

(スライド6)これはR. K. Muellerさんというコンサルティングの方が書かれた本の中から持ってきたんですが、イノベーションには三つのタイ

スライド5

シュンペーターによるイノベーションの定義 1883-1950

1. 創造的活動による新製品の開発
2. 新生産方法の導入
3. 新マーケットの開拓
4. 新たな資源の獲得
5. 組織の改革

等により起業家(アントレプレナー)が、既存の価値を破壊して新しい価値を創造してゆくこと(創造的破壊)

スライド4

根本的エンジニアリングの実装 作業部会メンバー

- ・ 部会長: 鈴木 浩 (GEエナジー 技監)
- ・ 副部会長: 大来雄二 (金沢工業大学 客員教授)
- ・ 副部会長: 佐藤千恵 (ヒズテック 代表取締役、静岡大学客員教授)
- ・ 委員: 松見芳男 (伊藤忠 先端技術戦略研究所長)
- ・ 委員: 勝又一郎 (その場考学研究所 代表)
- ・ 委員: 永田字征 (国立科学博物館 主任調査員)
- ・ 委員: 伊藤裕子 (文部科学省 科学技術政策研究所 SciSIP室長)
- ・ 委員: 池田佳和 (大谷大学 教授)
- ・ 委員: 小松康俊 (渡辺製作所 製品開発部長)

スライド6

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

ブがあるということです。一つはブレイクスルー型、この本の中では欧米が非常に得意だと言っています。これまでもいろいろな大きなイノベーションを欧米を中心に起こしてきたというふうにこの本では主張されています。そのほかに、これは日本が得意だと言うんですが、「nuts and bolts」という改良型イノベーションというのも大事だとおっしゃっています。ただ、これから21世紀に入って大きなイノベーション、あるいは大事なイノベーションというのは、むしろコンプレックスシステムのマネジメントという形で出てくるというのが実はこのMuellerさんの主張です。

先ほどもイノベーションにはいろいろなタイプがあるということは申し上げたんですが、そういったものの組み合わせの中から我々の得意な、あるいはこれから必要とされるようなイノベーションを目指していく必要があるのではないかと考えています。

(スライド7)私は企業で仕事をしているので、いろいろな企業でイノベーションを実現するにはタイプがある、パターンがあるということを思いつきました。下にありますが、これも実はCompeting Valuesというコンサルタントの会社が出しているものをWebから持ってきたものですが、非常にわかりやすいので、ご紹介させていただきたいと思います。

これはイノベーションをやっているいろいろな企業の文化とかタイプをうまく分類しているのですけれども、横軸が、外部(external)志向で始まっているか、内部(internal)志向で始まって

いるか、縦軸が、その会社の目指しているビジネス、サービスといったものがflexibleなものなのか、あるいはある程度集中した対象に対してイノベーションを起こしているものかという、四つのエリアに分けたものです。

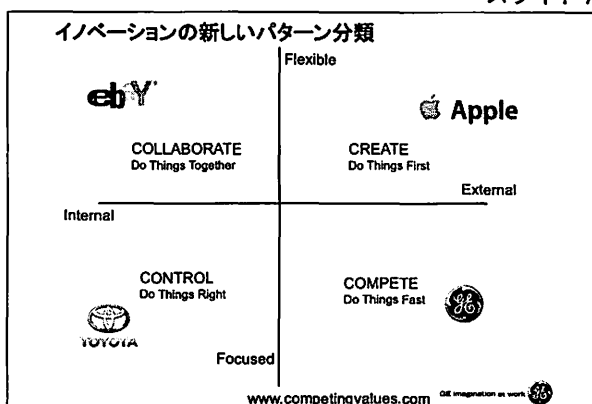
右の上は「create」、外向きで、しかも非常にflexibleに新しい分野に取り組むというところですね。この中ではAppleとかGoogleというのが挙げられています。英語で恐縮ですけども、createというのがキーワードです。それを実現するために「Do things first」、一番最初にビジネスをなささいということです。AppleとかGoogleという会社はこういったことを社是というか、文化としてイノベーションにずっと取り組んでいるという言い方をされています。

左側に行きますとinternal志向ですけども、左の上は「collaborate」です。自分の(会社の)技術とほかの会社の技術、あるいはここではeBayを挙げていますが、いろいろなデータベースとうまくリンクしながら、collaborateしながらイノベーションを起こしていく。日本の例ではNTTドコモさんが挙げられていまして、iモードもこの分野に入る。いわゆるcollaborate、いろいろな会社、企業同士、あるいはいろいろな技術同士をうまく組み合わせることによってイノベーションを起こしていくということです。大事な考え方というのは「Do things together」、一緒にやりましょうということを挙げられています。

左の下ですけども、internal志向で、しかもその製品を常にfocusしていくという例としてトヨタさんを挙げていると思います。トヨタさんの方向性というのは「control」ですね。内部統制と言うとちょっと言い過ぎかもしれませんが、controlを中心にしたイノベーションを起こしているという例です。ここでは「Do things right」、物事をきっちり正しくやっていくということが基本であると言っています。

右側の下は手前みそですけども、「compete」という分野です。外部志向で、しかしながらその製品を絞っていくということです。その例としてGEを挙げているんですけども、要するに常に競争によっていろいろな新しい製品に取り組んでい

スライド7



こうということで、これは「Do things fast」、物事を速くやることによって競争力をつけるということです。これが当たっているかどうかは、皆さんのご批判をいただきたいところですけども。

こういった形で、イノベーションにもいろいろなパターンがある。いろいろな企業や研究所によって、どういったイノベーションに取り組むべきかというのは、いろいろ変わってくるだろうということが、一つ言えるのではないかと思います。

では、こういったイノベーションを起こすのに、どういったエンジニアリングの考え方を適用したらいいんだろうかということをご紹介したいと思います。従来のエンジニアリングの定義、これは実はいろいろなところにありますけれども、一番ここで適切だろうと思われる定義を引っ張り出しました。

(スライド8)アメリカのNAE (National Academy of Engineering)の「The Engineer of 2020」というレポートがございますが、その中で出てきた文言を日本語に訳したものです。エンジニアリングというのは何か課題が与えられたときに、ある制約条件のもとでデザインをする。しかも、真ん中にありますけれども、好結果を出すようなデザインをすることだと言われています。ですから、ここから受け取られることは、課題が与えられたときに、それに対して最適な答えを持っていくようにデザインをすることがエンジニアリングだと考えられているということです。恐らく我が国でもエンジニアリングというのは、こういう形でとらえられていたんだろうと思うわけです。

スライド8

NAEによるエンジニアリングの定義

Engineer of 2020

エンジニアリングという言葉の最も洗練された説明は、「エンジニアリングとは制約条件下でのデザインである」というものである。

技術者はさまざまな素子、部品、部分システム、システムをデザインする。好結果を生むデザインを創造することは、技術、経済、事業、政治、社会、あるいは倫理といった面からのさまざまな制約条件を満足させることのできる結果を生むということである。

技術はエンジニアリングの成果である。科学が直接、技術的成果を生むことはまれである。それはエンジニアリングを単に科学の応用とみなすことが正しくないことと類似している。

では、こういった考え方を続けていくことによって日本でもイノベーションが起きるだろうかというところを、実はさっきのCTの研究会の作業分科会の中で検討させていただきました。結論を先に申し上げてしまうと、その中で出てきた考え方が、根本的エンジニアリングというものをつくっていく必要があるのではないかとことです。英語名についていろいろ議論があってもめたりしたのですが、現在は「Meta-Engineering」という言葉で表現してみようということで考えています。ここでは一般的な表現の仕方では根本的エンジニアリングの定義をさせていただいています。

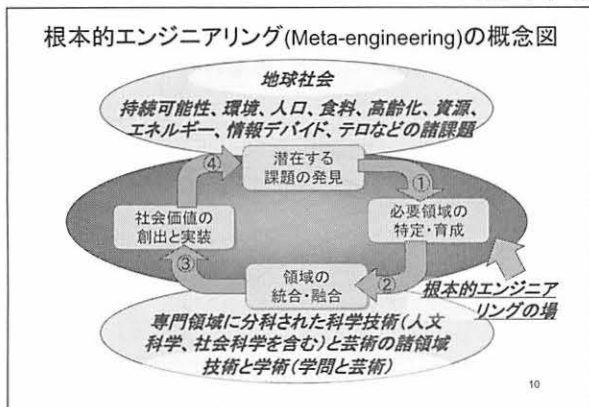
(スライド9)様々な顕在化した、あるいはまだ顕在化していない潜在的な課題を抱える地球社会、及び各分野が個々に、あるいは複合的に活動する科学・技術分野とを俯瞰的にとらえ、個々の科学・技術分野の追究・融合、あるいは社会価値の創出ばかりでなく、地球社会において解決すべき課題自身を発見していくというプロセスが一つ大事ではないか。それに対して、よりの確な社会価値の創造(社会価値創出)へとつながるプロセスをダイナミックに、そしてまたスパイラルにつながりながら創出していく、推進していくエンジニアリングの概念。これが必要ではないかというふうに至ったわけです。

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、そしてよりの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)これは非常にわかりにくい定義なので、我々、実はこの漫画(根本的エンジニアリングの概念図)を使っていつも皆さんにご紹介させていただいています。上のほうは、いろいろな



課題を抱える地球社会、下のほうに技術と学術といったものが既にあるというふうなイメージで描いています。例えばここにかかせていただいた、いろいろな見えている課題、あるいはまた将来出てくるであろうという課題があるでしょう。下のほうには、いろいろな知識によって創造された技術とか学術、あるいは芸術といったものがあるでしょう。

まず一番初めに、根本的エンジニアリングで大事にしたいところは、まだ見えていない課題です。潜在している課題、隠れている課題というものをまず見つけてきましょうということです。要するに想定外といったような形を生み出さないために、まずこの辺を根深くサーベイすることが必要でしょうということを考えました。

その次に、そういったまだ見えていない課題を解決するためのいろいろな分野ですね。科学技術だけではなくて、例えば規制の問題も含めて、あるいは芸術的な問題も含めて見つけていく必要があるでしょうということです。

その後、科学技術、あるいは芸術といった分野にアプローチして、必要なものをピックアップする。ところが、既存の科学技術や学術の中に適切なものがまだない場合には、既存のものをうまく融合する、あるいは新しい分野をつくり出すプロセスが必要になってくるのではないかと思います。

最後に、そういった見つけ出した科学技術、新しい課題との組み合わせをうまくマネージすることによって社会価値自身をつくっていくプロセスによって、この一つの課題を解決する。

解決することによってまた新しく見えてくる課題、これをうまく取り込みながらスパイラルにぐるぐる回していくというようなことが実現できれば、どんどんどんどんイノベーションが広がっていくのではないかとというのが、私どもの根本的エンジニアリングの仮説です。

で、その根本的エンジニアリングを実現するために、何かこういった全体のスパイラルのプロセスを総括するような「場」というものをつくっていく必要があるでしょうということで、今この辺の「根本的エンジニアリングの場」の議論というのも作業部会の中で進めているところです。

(スライド11)こういった根本的エンジニアリングをぐるぐる回すのに、どういったプロセスが必要か。トレイツ(traits)という言い方をしているんですけども、トレイツって日本語の訳が難しいんですが、筆さばきとか、何かうまくマネージするという、これ、GEが好きなものなので、私、使わせていただいたんですが。それには「Why」と「What」と「How」というプロセスを、きっちりと見つめながら進めていく必要があるだろうということをここで言わせていただいています。

根本的エンジニアリングのトレイツ

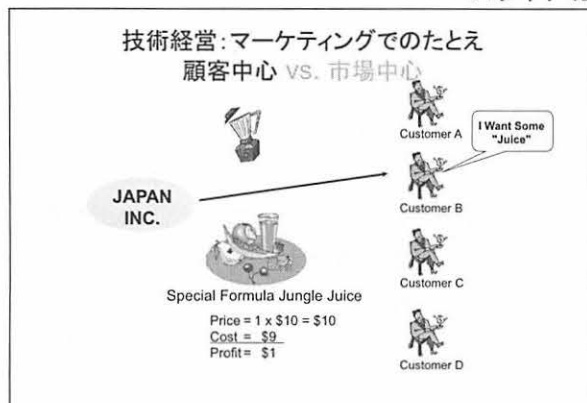
- Why
社会にとっての科学技術戦略の必要性、何を技術で解決すべきか
- What
多様な課題の上位概念としての共通的な且つ抽象化された技術課題は何なのか、そのためにどのような技術が必要なのか
- How
科学技術と課題を結びつけるプロセスの活動、如何に科学技術を用いて価値を創出するか

何でWhy、What、Howかということですが、我々は、先ほども申し上げたんですが、課題が与えられる、Whatが与えられたときに、それをいかに好結果を生むデザインをするか、Howですね。ここのところは非常にうまくいっているのではないかと。そうすると、先ほどのスパイラルを見つける、課題を見つけるプロセスで、では何が足りないんだろうかということ、やはり

Whyではないかということで、このWhyをうまくマネージすることによって、根本的エンジニアリングというのは実現してくるのではないかというふうに考えました。

(スライド12)これ、前回もお出しして、またジュースかというふうに皆さん思われるかもしれませんが、好きなたとえなので、もう一度繰り返させていただきます。Japan Inc.と書いているのは、別に日本という意味じゃないのですが。

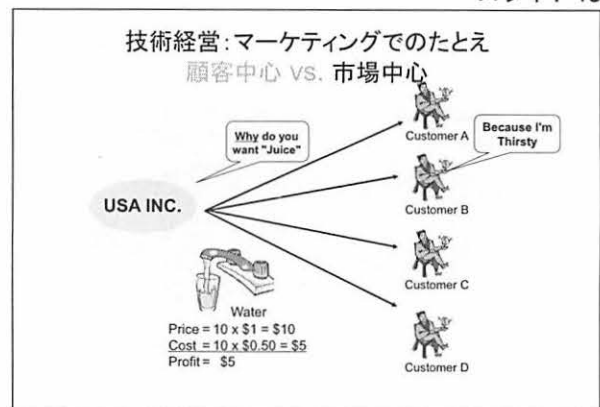
スライド12



ある人が、お客さんが何人かいて、お金を持っているんですが、お客さんのところに行きます。そうするとお客さんは「私はジュースが欲しい」と言うわけですね。そうすると、この会社は最先端のジューサーミキサーを買ってきて、しかもフレッシュなフルーツを準備してきて、おいしいジュースをつくって、このお客さんに持っていくわけです。で、お客さんは100%満足します。この会社は、ここに書いていますが、ジュース1杯10ドルで売れたとして、原価は、ジューサーミキサーの購入とか新鮮なフルーツの購入で9ドルかかると、利益が1ドルになるんです。10%の利益が得られます。しかも10ドルの売り上げがあるということで、非常にすばらしいビジネスが展開できたというふうになるわけです。

(スライド13)では一方、もう一つ別の考え方をしてみましょうということです。これはUSA Inc.と勝手に書いているんですが、お客さんのところに行きます。で、「私はジュースが欲しい」と言われますね。そうすると、「どうしてジュースが欲しいんですか」と聞くわけです。ジュースと

スライド13



いうのはWhatですから、その後ろにあるもの、Whyを聞くわけです。そうすると、「私はのどが渴いている」と仮にお客さんが言ったとしますと、ここでジュースを持ってくるのではなくて水を用意するわけです。しかも、のどの渴いているほかのお客さんにもこの水を売ることができるということです。

先ほどのビジネスで言いますと、水1杯1ドルでなかなか買ってくれませんが、まあでもミネラルウォーターだと1ドルぐらいですね。それが仮に10人のお客さんに売れたとすると、売り上げが10ドルで、先ほどのジュースの売り上げと一緒です。一方かかったコストというのは、水です。1杯50セントとして10人で5ドルです。そうすると、プロフィットが5ドルになるわけです。先ほどのケースよりもプロフィットが4ドル多いわけです。このプロフィットを次のイノベーションに、あるいは次のビジネスに展開していくことが可能になります。ですから、これは市場中心のモデルと勝手に名づけさせていただいたんですけれども、Whatの後ろにあるWhyを問うことによってビジネスが拡大していく、あるいは社会全体として、こういったものが広がっていくことができるのではないかと考えています。

(スライド14)ここから言えることは、いろいろなことを書いていますけれども、一つだけポイントをお話しさせていただきます。真ん中に書かせていただいたんですが、どうつくるかというのを考えるより、まず何をつくるか、なぜつくるかというところを真剣に考えていく必要があるのではないかと考えています。

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
 - ・ 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

Howによってうまく見つけ出していくということの方が大事ではないかと思います。日本は物づくりが得意だと言いますが、物づくりって物とつくりの組み合わせなんです。どういうものをつくるかというよりも、むしろどうつくるか、Howのほうに重きが置かれているような感じがしていますので、もう一度さかのぼって、なぜ(Why)、何を(What)、どのように(How)という形でトレイツをとらえていかないと、根本的エンジニアリングというのは実現しないのではないかと考えました。

(スライド15)ここまでは実は作業部会のスタートポイントです。その後どんなことをやったか、これまでの検討結果をご紹介します。2010年の2月に談話サロンを開かせていただきました。その後、2010年の10月にこの作業部会が発足いたしました。

作業部会では、三つの柱で今検討を進めています。一つは基礎的検討ということで、根本的エンジニアリングという考え方は正しいのかどうか

というところを調査しています。もう一つは、実際に根本的エンジニアリングを適用してみようということで、今、分野応用をいろいろサーベイしているところです。最後は教育ということで、工学教育の中に、根本的エンジニアリングというのをどのようにうまく普及していけばいいのかというあたりを考えておりまして、この三本柱で現在9人の委員で検討を進めています。

そういった中で教育との関係ということで、日本工学アカデミーの中の、長井寿先生がやっていらっしゃる工学の克復研究会というところと合同で討論会を開かせていただいたり、あるいは産総研さんの中でシンセシオロジーの研究をされていらっしゃるのです。そこの合同討論会などもさせていただきました。

実はこの成果を日産財団さんからご評価いただきまして補助金をいただくことになりました。この補助金によって活動が非常に活性化しているという状況です。

そのほか、昨年の7月にフロリダで開かれました国際会議IMETIでこの概念を発表させていただいて、幸いなことにセッションのベストペーパーアワードというのを頂戴したということで、国際的にもMeta-Engineeringというのをある程度広めるきっかけになったのではないかと思います。

それから、NPOを立ち上げることができました。NPO次世代エンジニアリング・イニシアチブという名前ですが、代表に大来委員になっていただきまして、この活動も現在進めています。

そのほかテキストを出版するというので、今日も後で勝又委員のほうからご紹介があると思いますけれども、根本的エンジニアリングに関するテキストを継続的に出版しています。

それから、教育の分野ですけれども、大学等で根本的エンジニアリング教育というのを試行させていただいています。これも後でちょっとご紹介したいと思います。

それから、今日、伊藤委員のほうからご紹介がありますけど、イノベーションと根本的エンジニアリングについてのWeb調査というのを実施い

これまでの検討結果

- ・ EAJ 談話サロン 2010.2
- ・ EAJ 作業部会発足 2010.10 (基礎的検討、分野応用、教育)
- ・ EAJ 工学の克復研究会との合同討論会
- ・ 産総研 シンセシオロジーとの合同討論会
- ・ 日産財団からの補助金
- ・ 国際会議IMETIでの論文発表
- ・ NPO次世代エンジニアリング・イニシアチブ創立
- ・ テキスト出版の継続
- ・ 大学他での根本的エンジニアリング教育の実施
- ・ イノベーションと根本的エンジニアリングWeb調査
- ・ Webサイト立ち上げ <http://meta-eng.seesaa.net/>
- ・ 韓国Convergence Technology現状調査

たしました。内容については後ほど報告させていただきますと思います。

それから、Webサイトを立ち上げております。
<http://meta-eng.seesaa.net/> というところにアクセスしていただきますと、私どものアクティビティを細かくごらんいただくことができます。

それから最後に、これは1週間ちょっと前ですが、韓国での Convergence Technology の(現状)調査を行ってまいりましたので、この辺も後で紹介したいと思います。

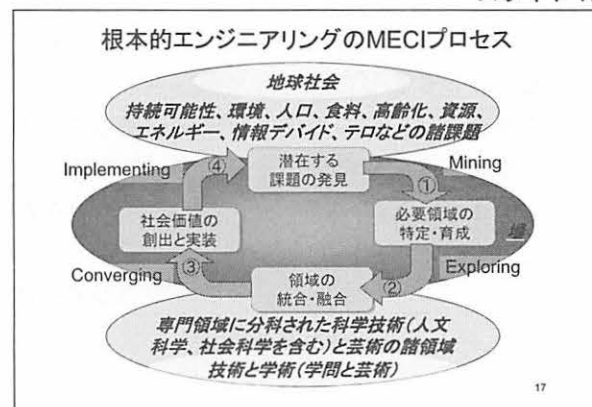
(スライド16)我々は、勝手におまえたちだけで活動しているのかというふうに思われがちなので、周りで似たような活動をしているところをずっと調査をしてまいりました。途中までは前のときにもご報告したんですが、下の二つが、最近、類似の検討をされている新しいチームです。JSTさんの中で、これは吉川(弘之)先生が中心になって、「社会的期待の発見研究の提言」というのをされています。この中では我々と同じようなスパイラルのモデルというのを想定されて、行動者と観察者がいかにうまく調和しながら基礎的研究、応用研究、実用化というのを実現できるかということをおっしゃっています。その中で大事なこととして、先生は社会的期待とおっしゃっているんですけど、見えていない期待をいかにうまく発見していくかと。この辺は我々の、課題の発掘というところになりに近いので、ぜひこの辺をまたご一緒に検討ができればいいなと思っております。

そのほか、東京大学の中では3.11以降、緊急工学ビジョン、緊急工学ビジョン・ワーキンググル

ープにより「震災後の工学は何をめざすのか」というのを出されています。この辺も課題をいかにうまくピックアップしていくかというところに焦点を当てていらっしゃると思いますので、一緒に活動をする一つのきっかけになればと思います。

(スライド17)ネーミングは大事だということで、我々は根本的エンジニアリングの四つのプロセスに名前をつけました。まず、潜在する課題を発見するところを「Mining」と名づけました。「○○ing」にしたのは、何か少しダイナミズムを感じさせるようにということで、Mineという言葉だとちょっと弱いのでMiningというふうにしました。それから、特定の分野を見つけていく、広げていくというところを「Exploring」という名前をつけました。そして、いろいろな科学技術、あるいは芸術をうまく組み合わせしていく、融合するところを、従来の米国や韓国なんかでやっている Converging というのをそのまま使わせていただくということで、このプロセスを「Converging」という名前にしました。実際にこれを使って課題を解決していく、社会に適用していく、価値を高めていく部分を Implementation と言うことから、「Implementing」という名前をつけさせていただきました。

スライド17



スライド16

根本的エンジニアリングに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」
- ・ 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) RISTEX「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/システムデザイン・マネジメント研究科、など
- ・ 横浜市「横浜版SBIR」
- ・ JST-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
- ・ 社会的期待の発見研究の提言(JST)
- ・ 東京大学大学院緊急工学ビジョンWG

(スライド18) Mining、Exploring、Converging、Implementingということで、頭をとってMECI(メキ)と呼ぼうということで、今このネーミングで根本的エンジニアリングの成り立ちをまとめているところです。MECIの定義については、ちょっと細かく書かれていますので、ここでは省略

MECIの定義

Mining:

地球社会が抱える様々な顕在化した、あるいは潜在的な課題やニーズを、問い直すことにより見出すプロセス

Exploring:

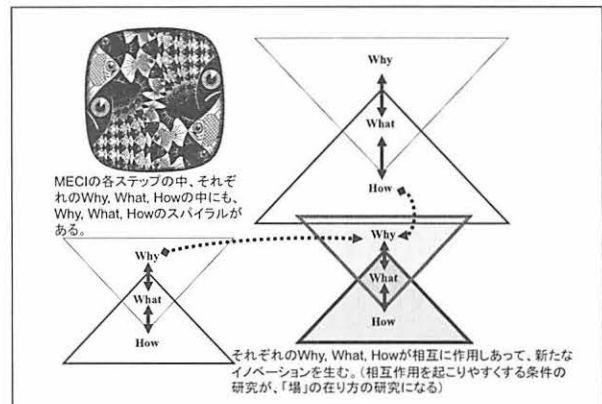
こうした課題を解決するために必要な科学・技術分野とを俯瞰的にとらえるあるいは創出するプロセス

Converging:

課題解決への必要性に応じ、多様な科学・技術分野等の融合や、新しいアプローチ法との組み合わせを進めるプロセス

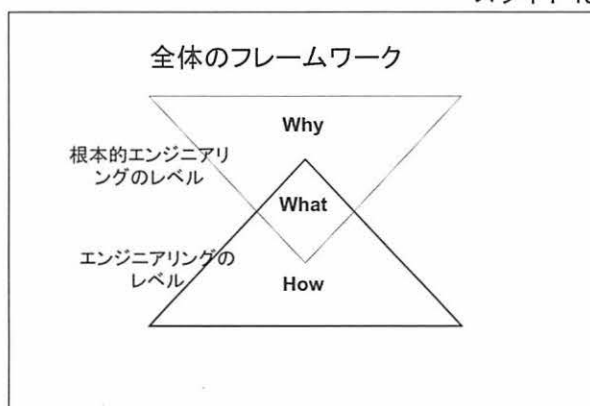
Implementing:

新たな科学・技術を社会に適用、実装しそれにより新たな社会価値を創出する。その過程で、次の潜在的な課題を探すプロセス



させていただきますけれども、こういったネーミングをつけることによってもう一度、根本的エンジニアリングというのを振り返ってみようということです。

(スライド19)先ほどのWhy、What、Howを根本的エンジニアリングにうまく結びつけていこうとすると、こんな漫画がかけるかなと思っています。従来のエンジニアリングは、ちょっと狭い定義かもしれませんが、Whatから始まってHowを導き出していくというプロセスだと考えると、逆三角形というイメージでかかせていただいたんですが、その上にWhyがあって、そこを見つめることによって根本的なエンジニアリングが実現するのではないかと。この二つのくさびをうまく組み合わせる形で、プロセスを進めることができるのかなと考えています。

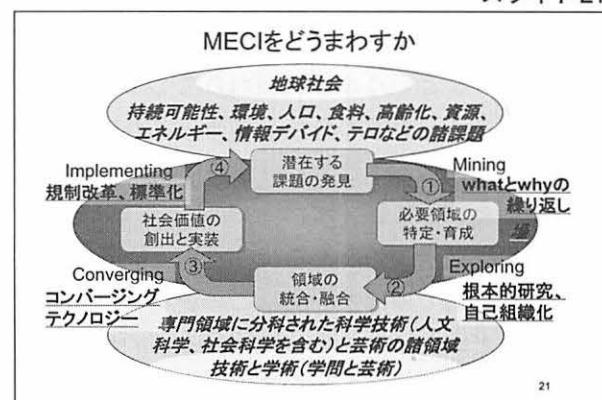


(スライド20)このプロセスは単に一つだけではなくて、WhyとWhatとHowが入れ子になっているというイメージです。これは私どもの佐藤委

員の発案ですけれども、こういった入れ子によって、どんどんどんどんスパイラルが広がっていくのではないかと思います。

左の絵は私が勝手に持ってきたのですが、エッシャーのだまし絵の中にある、入れ子になっている魚ですね。魚の一つ一つが黒と白のうろこになっていて、それを組み合わせて黒と白の魚がまたできてくるということです。WhyとHowとWhat、こういったものをぐるぐる組み合わせながらイノベーションのプロセス、あるいは根本的エンジニアリングのプロセスというのが進んでいくのではないかと思います。

(スライド21)「MECIをどうまわすか」というのが大事なポイントで、この辺からは実はまだまだ私どもの議論が未熟なところがありますので、ぜひこの辺のプロセスの進め方について皆さんのご意見をいただきたいと思います。例えばMiningのところでは大事なことは、WhatとWhyを繰り返していくプロセスかなと思います。Exploringのところでは大事なことは、根本的研究



というのはマーク・ステフィック (Mark Stefik) という人が「ブレイクスルー」という本の中で言っているのですが、ラジカルリサーチといって基礎研究、応用研究とまた違う形のラジカルな研究というのをこの先生は定義していますけれども、こういったものが大事だろう。あるいは制約を外していくという形の自己組織化、こういった考え方がここではうまく機能するのではないかと考えています。

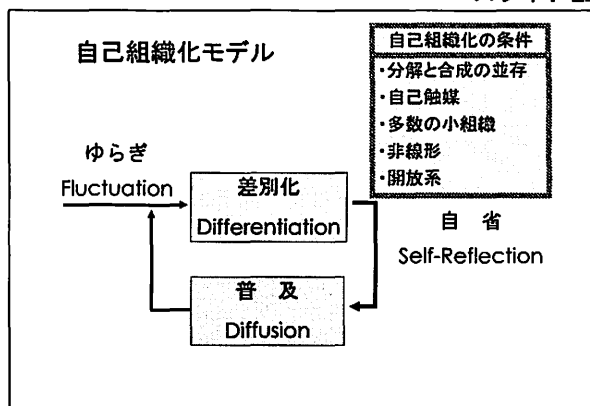
左のほうに行きましてConvergingのところは、いわゆるコンバージングテクノロジー。アメリカではNBIC (nano-bio-info-cogno) というのが大事だと言っているんですが、それにとらわれずにいろいろな科学、技術、学術といったものを組み合わせる社会価値の創出につなげていく。実際にインプリメント (Implementing) する段階で問題になってきます規制の問題とか、あるいは標準化といったものをうまく取り込みながらMECIのプロセスをぐるぐる回す、こういったことが実現する場をうまくつくっていかねばならないと思っています。

(スライド22、23)自己組織化の話はちょっと省略させていただきます。

(スライド24)このMECIを進めていくのに実はいろいろな障害があるだろうということで、ここでは一つの例にすぎないんですけども、ネガティブなキラ効果というのがいろいろなところにございます。例えばM (Mining)のプロセスを邪魔するというか、ストップさせるのにいろいろな方法があるということです。例えばある課題を与えられたときに、そんな課題はだれも望んでいないよとか、この一言でMiningのプロセスというのは簡単にとめられてしまうわけですね。あるいは見つけ出した課題(に対して)、こんなのは問題ではないよというふうに言われてしまう、想定外みたいなことを言われてしまう。これによってそのMiningのプロセスというのは簡単にとまってしまうということです。

ではExploringのところはどうかというと、オフィスから出てゆけと。実はこの資料は松見委員からいただいた「Myths of Innovation」から引っ張り出したので、ちょっと私流の訳なので正しい

スライド22



スライド23

自己組織化と制御の対比	
制御	自己組織化
目的性	無目的
要素中心	関係中心
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

訳かどうかわかりませんが、そういった形のキラ効果というのは、すぐ見つけることができる。

Convergingについてもそうですが、例えば幾つかの分野を融合しても、論文を出す学会がないとか、こういったところがなかなかうまく進んでいかない。

あるいはImplementingのほうも似たようなことが書かれていますけれども、論文にならないと

スライド24

根本的エンジニアリングの場の創造における ネガティブ、キラ効果	
I 主体が見当たらない 論文にならない 実際には動かない 誰も理解しない	M 名目のみで実質がない 誰も望んでいない これは問題ではない 問題だが誰も気にしない 問題で人が気がするがすでに解決している
O 分野横断的議論が弱い 論文を出す学会がない 審査できる先生がいない 自分の専門分野が消える	E 規制があって対応できない オフィスから出てゆけ 想定する必要がない

か、実際には動かないよとか、そういった一言によってこのプロセスも簡単にとめられてしまうということです。ですから、こういったものが障害にならないような場というのをうまくつくっていくことが必要ではないかと思います。

(スライド25、26)ここで、私どもが具体的に検討させていただいた例を幾つかご紹介しておきたいと思います。一つは、オンデマンドバスというものです。東京大学の大和裕幸先生が中心になってやっていらっしゃるんですけども。いわゆる普通の、ある人が、あるところからあるところまで行きたいといったときに、例えば電話をする、iPhoneで連絡する、コンピューターでお願いをするというような形でやる、単純な交通システムとしてのオンデマンドバスから、大和先生は、生活交通システムとしてのフルオンデマンド

バスというところに展開しようとされていていらっしゃいます。まだ完全にこの概念が実現されているところはありませんけれども、こういった形のイノベーションを試行して、オンデマンドバスというのを進めていらっしゃいます。

これを我々どもが勝手にMECIのプロセスに当てはめてみたんですけども、一番初めに、大和先生が柏キャンパスに移られたときに、非常に交通が不便だということで、オンデマンドバスがあったらいいなと。しかも、公共のバスは空気を運んでいるにすぎないと。この辺にシンプルな、と言うと申しわけないんですが、先生の言い方をすると、卒論レベルのテーマとしてオンデマンドバスというのを考えられたんです。

実際にこれを実用にして、柏からほかの地域に展開する。北杜市がその次の展開地域だったんですが。そうすると、いろいろ規制の問題が出てくるとか、地域性の問題が出てくるということで、この辺から次の課題、生活に結びつくオンデマンドというような形で課題を見つけて、先生の言い方をすると、修士論文的なテーマにだんだん上がってきたというふうにおっしゃっています。

最後、玉城町とかいろいろなところでの展開をしながら、例えば高齢化社会の問題とか、あるいは子供たちに新しい社会性を持たせるためにこういったオンデマンドバスを使うとか、だんだん博士論文的なというふうに先生は一言おっしゃ

スライド25

オンデマンドバスにおけるMECIサイクル

交通システム → 生活交通システムとしての

フルオンデマンドバス

M 柏キャンパスの不便さ解消、空気を運ぶバスの解決

E オンデマンドバス構想 <2005 卒論>

C 通信、GPS活用

I 柏から他地域への展開、北杜市への適用、規制問題

M 生活における移動問題の解決 <2007 修論>

E インターネット経由外部サービスとのリンク

C 協調フィルタリング採用

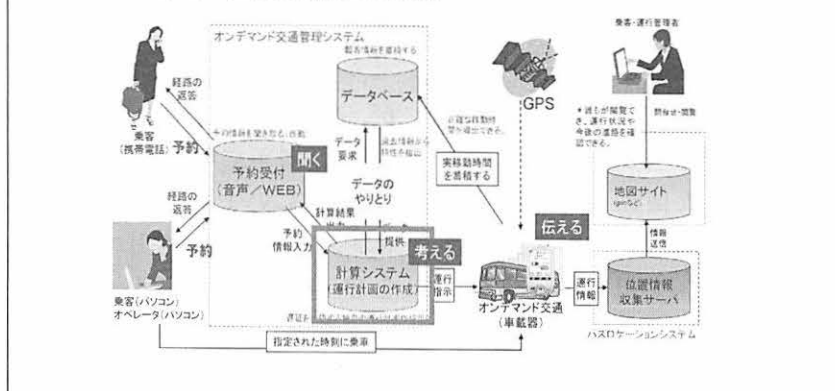
I スマホ活用、玉城町での元気バス <2011 博論>

スライド26

オンデマンドバス 東京大学大和裕幸教授

開発したオンデマンド交通システム

○ オペレータ不要の全体システムを設計



ったんですけれども、そういった形へだんだんスパイラルが上がっていくということで。これは勝手にMECIに当てはめてみたので、合っているかどうかかわからないんですけれども、一つの対象として検討させていただきました。

(スライド27)それからもう一つは、これは小松委員のほうでまとめているんですが、歴史から見たMECIスパイラルの例を挙げてみようということです。例えば、接合型トランジスタの発明をしたときに、ほかの研究所は、真空管をいかに効率よくするか、長もちさせるかというところをずっと深く研究していたんですが、ベル研はそうではなくて本当の課題というのをうまく見つけ出して、固体によってこういった機能を実現させようということを考えて、いわゆるトランジスタを開発されたのではないかという見方を我々はさせていただきました。

スライド27

歴史から見たMECIスパイラルの例

○接合型トランジスタの開発

Mining 真空管の使いやすさを追求するのではなく固体を用いた素子をあたった。

「潜在的課題の発見」、「必要分野・技術の特定と育成、分野・技術の融合」、「地球社会価値の創出と融合」という段階で、主体的に活動する人、グループが異なっているというのが重要なポイントである。

○青色LED開発

MECIの各プロセスの担い手は次々代わり、ドライビングフォースも異なっている。Knowledgeが一貫して担っていると考えると理解しやすい。

○ステレオ・ウォークマンの開発

井深、盛田氏がやろうと決めなければならなかった。これが、Miningプロセスである。Miningがイノベーションのキーである場合は特別な感性、条件が必要とされる。

2番目に挙げているのは、青色ダイオード(青色LED開発)です。これは日本でのイノベーションになりますけれども、MECIのプロセスをフォーミングしているのは何なんだろうかとこのことを考えてみたときに、ナレッジではないかと。知識というものがこのMECIスパイラルというのを展開して、青色ダイオードができたのではないかと。これも我々の勝手な仮説です。

あるいは日本のさっきの改良型イノベーションの典型として挙げられていますが、ウォークマンの開発ですね。こういったものは実は井深さんとか盛田さんの熱意(パッション)といったものが、このMECIのプロセスをぐるぐる回させたの

ではないかと。この辺の歴史の中から幾つか、先ほどの根本的エンジニアリングの場をつくるためのキーワードというのが何か引っ張り出せるのではないかとということで、こんな検討もさせていただいています。

(スライド28)それから、もう一つの大事な柱として教育ですけれども、根本的エンジニアリング教育を少し試行してみようと。試行する中から何か問題点、あるいは改良点というのが見つかるだろうということで検討しています。現在、講義用のノートをつくったり、あるいはパワーポイントを集めたり、あるいはテキストをつくったりという形で教材を準備させていただいています。その中で日本大学のビジネススクールでの教育とか、徳島大学での教育といったところで学生さんを対象に試行をさせていただきました。あるいは企業研修としては、先ほどご紹介した日産財団さんからの資金援助を得ているということもあって、日産自動車の先進技術開発センターで、ワークアウトという形で根本的エンジニアリングの実証というのを、若手研究者を集めていただいて行いました。

スライド28

根本的エンジニアリング教育実施

(1) 作成教材

「根本的エンジニアリング講義用ノート」(鈴木)
「エンジニアリング講義用PowerPoint集」(大来)
「その場考案で考える根本的エンジニアリング」(勝又)
「根本的エンジニアリング技術者の役割と資質」(勝又)

(2) 大学教育における試行

日本大学ビジネススクール(鈴木、社会人MOT、2回)
徳島大学(大来、学部4年、1回)

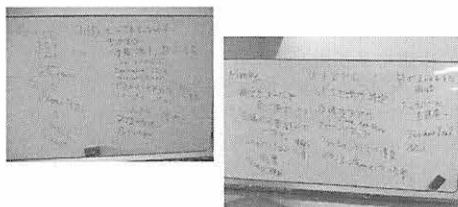
(3) 企業研修における試行

日産自動車先進技術開発センターにおいて、根本的エンジニアリングに関する講演と、MECIプロセスのワークアウト形式の研修を実施した。研修は若手研究者12名で課題発掘を行なった(鈴木、2011年11月)

(スライド29)これは大学でやった簡単な例ですが、潜在的課題を見つけるということをやってみよう。5年ぐらい前にさかのぼって、今あなたは5年前にいますよと。あなたはスティーブ・ジョブズになったつもりで、iPhoneみたいなものをどうやって生み出したか考えてみましょうということで、これは仮想実験ですけれども、MECIのサイクルを回してみようというようなこと

大学院での教育例

Steve Jobsになったつもりで、5年前に携帯電話の本当の課題を見つけて、MECIサイクルをまわしてみよう。



をやってみました。

(スライド30)これは日産さんの研究所でやらせていただいた例ですけれども、ワークアウトでWhyを何回も何回も繰り返していただくという形で、ここでは移動というものをテーマに、どういう課題があるのかというのを、潜在的なものを引っ張り出すという形で皆さんにご議論をしていただきました。非常におもしろい、ユニークな研究テーマが皆さんの中から出てまいりました。

(スライド31)最後になりますけれども、2週間前(ぐらい)に、これも日産財団さんのご支援によって韓国の調査に行きました。韓国には、4年前の日本工学アカデミーの東アジア・ラウンド・テーブル・ミーティング(East Asia Round Table Meeting)のときにも調査に行かれたことを覚えていますが、190億円をかけていろいろな

企業における実施例

12名をA、Bの2グループに分け、以下のプロセスで2時間45分で実施した。



- 1.ワークアウトの概要説明
- 2.「移動」とは何か
- 3.なぜそのような移動が必要なのか
- 4.実現のための研究テーマの列挙
- 5.研究テーマの重み付け
- 6.研究テーマの絞込み
- 7.研究テーマのスポンサーへの提案

「なぜ」を繰り返すことにより潜在的課題につながった。その結果で「移動手段の研究」の実施が採択された。

ところにCT (Convergence Technology) センターをつくりました。今回、そこを訪問してきたわけです。

AICTというのは、ソウル大学の持っているCTの研究所です。ここは大学院の教育と同時に、いろいろなConvergence Technologyの研究をやっています。もう既に設立して7年間で、非常にいろいろな成果が出ているというふうに聞いています。

真ん中はKAISTという、日本でいうと産総研さんと大学院を一緒にしたような組織ですけれども、ここでも研究と教育をうまくやっています。ここにありますのはOnline Electric Vehicle (オンライン電気自動車)という、走りながら充電するバスというのをつくっていらっしゃるんです。これを運転することによって電気自

韓国のConvergence Technology研究

視察期間、2012年1月12～13日

日産財団の支援による、

- AICT (Advanced Institute of Convergence Technology, Suwon)
 - Seoul National University とGyeonggi Provinceが共同で、2007年3月に設立
 - 研究所と大学院を持ち、産学連携も盛ん
- KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon)
 - 大学ではあるが、日本の産総研、物材研と工科大学を合わせたような巨大な研究教育機構。学生数は約1万人
 - Green Transportation大学院(例: オンライン電気自動車)、KAIST Institute of Information Technology Convergenceなどを視察
- NRF (National Research Foundation of Korea, Daejeon)
 - 来年度から産学連携強化プログラムを実施。そのための公募開始。
 - 2期にわたって展開してきたBrain Korea 21 (BK21)が2012年度で終了するので、後継プログラムの検討を開始



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。
- ・ 電力危機を新たなエネルギーイノベーション(かえる飛び)につなげる。
- ・ 人の移動の本質的課題を見つけ、イノベーションに結びつける。

調査、討議内容の報告

- ・ 勝又一郎委員
新たなエンジニアリングとしての
根本的エンジニアリング
- ・ 伊藤裕子委員
イノベーション創生としての
根本的エンジニアリング

動車の問題点とか、充電の問題点とか、人に対するEMCみたいな、そういったものを実際に実行しながら、新しい課題をどんどんどんどん見出すというようなことをされていらっしゃいます。

一番下は、NRF (National Research Foundation of Korea)。日本でいうとJSTさんとかNEDOさんといった財団のような組織ですけれども、ここでも今は融合研究といったConvergence Technologyにいろいろな研究費をつけているというお話を伺ってきました。

韓国はこの辺をスタートとして7年近くになるのですけれども、Convergence Technologyにかなりの予算がついていますし、いろいろな成果が上がっているということです。ただ、私どもの根本的エンジニアリング(Meta-Engineering)のお話をさせていただくと、やはり韓国も同じようなことをおっしゃっています。我々はこういった課題が与えられると、そのソリューションを提供するのは非常に得意だけれども、その潜在的な課題をどう見つけるかというのを今まであまり考えたことはなかったということです。KAISTとはこれからもいろいろ意見交換をしながら、根本的エンジニアリングの調査・研究を進めていきたいと思っています。

(スライド32)これからの課題ですが、今日、皆さんからいろいろご意見をいただいた後、また少し進め方を検討していきたいと思うんですけれども、この根本的エンジニアリングの考え方をうまく広めながら、皆さんから幅広くご意見をいただいて、修正しながら展開を図っていきたく思います。作業部会の期間は2年間ということで今年の10月までですの

で、今から急いで成果を上げて、また皆さんのほうに最終報告会を開ければありがたいと思っています。

下のほうに二つほど例を挙げさせていただいたんですけれども、今回の3.11に起因する電力危機、こういったものから何かかえる飛びのようなイノベーションというのは出てこないだろうかということを考えました。簡単な例ですが、例えば普通の白熱電球を省エネのために蛍光灯にしようということで、国はいろいろな法規制をつくりました。ところがここに来て何が起きたかということ、蛍光灯じゃなくてみんなLEDになっているわけですね。かえる飛びが起きているわけです。そういった形のイノベーションというのがこれから起きるのではないか。あるいはこれまで試行してまいりました人の移動というものをもう一度根本的に問い直してみても、人の移動というのは何が課題なのだろうかというあたりから、本当に電気自動車がいいのだろうかというようなあたりが次のイノベーションとして展開できればと。そこまで我々の力があるかどうかかわからないんですが、テーマとしてチャレンジしてみたいと思います。

(スライド33)今日、私のお話の後、実際に検討していただきました2人の委員の方から、ご報告いただきたいと思っています。お1人は勝又一郎委員で、従来のエンジニアリングとの関係ということでMeta-Engineeringを議論していただきます。その後、休憩を挟んで伊藤裕子委員のほうから、先ほどのWeb調査の結果ですけれども、「イノベーション創生としての根本的エンジニアリング」についてご紹介していただければと思います。

講演2.

「あらたなエンジニアリングとしての 根本的エンジニアリング」

勝又 一郎(その場考学研究所)

勝又と申します。

(スライド1)鈴木さんが立て板に水ですらすらすらと言われまして、私も専門のジェットエンジンでしたら、もう何千回とプレゼンをやっていますからすいすい行くのですが、根本的エンジニアリングというものは全くの部外者です。しかも、お断りしておかなければいけないことが二つあるのですが、一つは、会社に40年ずっとおりまして2年前に完全退職をして、その後このアカデミーに入れさせていただきました。ですから、根本的エンジニアリングに出会ったのは、部会ができる直前と言いますか、既に工学アカデミーから提言が出て談話サロンをやられた後からですので、今鈴木さんから言われたことは私にはちょっと初耳の部分もありました。鈴木さんが正統派の根本的エンジニアリングだとすると、私はちょっと異端とは言いたくないですけど分派的なところでございまして、話が少し違った方向に行くかもしれません。

もう一つ部会の中で感じたのですが、私は

40年間、ずっとジェットエンジンの世界で生きています。ジェットエンジンの設計技術者の世界というのは、世界的に見てもエンジニアは多分数百人しかなくて非常に狭い世界なのです。日本の中でも多分100人ぐらいしかいない。私は国際共同開発でGEとかプラット・アンド・ホイットニーとかロールスロイスとか、そういう連中とずっとやっていましたので、技術者としての考え方がどうも日本の中の技術者と違うのじゃあないかなというふうに、この2年間でかなり思いました。そんなことも含めて、今日これからお話ししたいと思います。

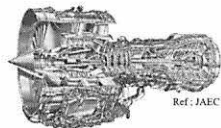
(スライド2)まず結論から言いますと、本日の副題に書きました、根本的エンジニアリングは優れた日本文化の文明化による持続的イノベーションになるであろう、ということです。これが、アリストテレス、ハイデッカー、トインビーらの歴史上の名著から根本的エンジニアリング的な発想でたどりついた結論という訳です。

(スライド3)この図は、今現在の根本的エンジ

スライド1

あらたなエンジニアリングとしての根本的エンジニアリング

副題: 根本的エンジニアリングの二つの方向



Ref: JAEC

2012. 1. 24
勝又一郎
その場考学研究所

日本工学アカデミー談話サロン
根本的エンジニアリングの実践 (KYP1Z701)

スライド2

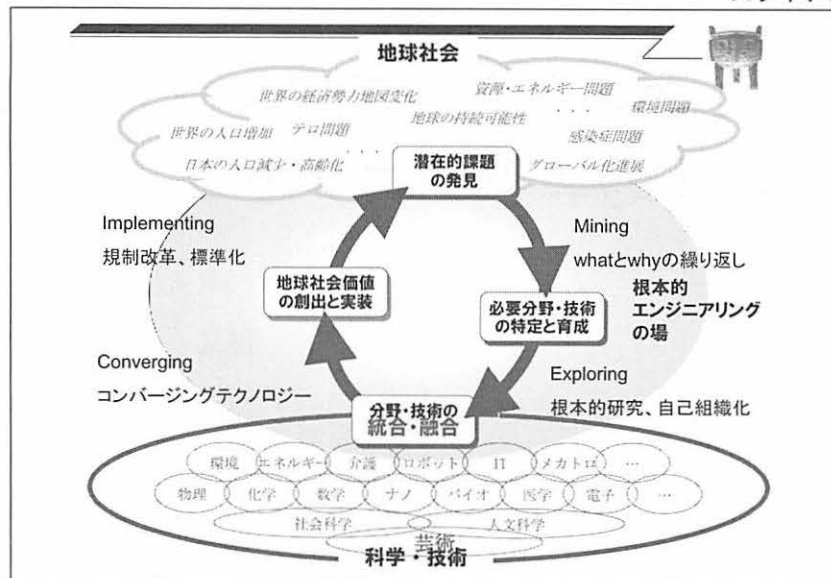
本日の話の終点:

「根本的エンジニアリングは、
優れた日本文化の文明化による
持続的イノベーションのエンジンになるであろう」

- ・アリストテレスの「形而上学」
- ・M. ハイデッカーの「技術への問い」
- ・A. トインビーの「歴史の研究」

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr. Katsumata

2



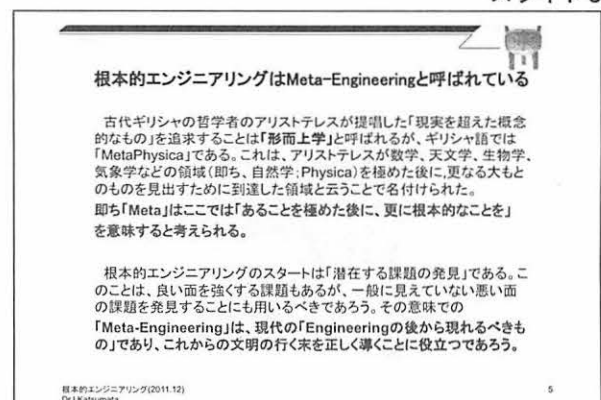
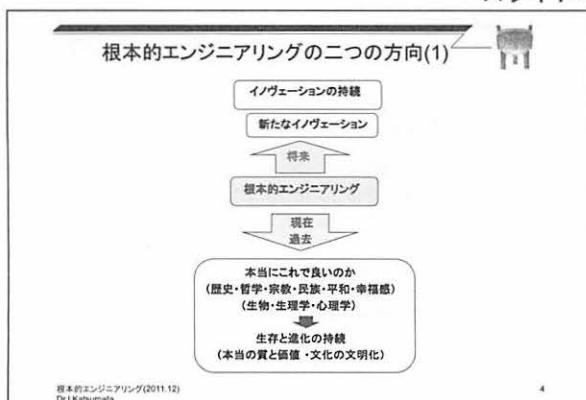
ニアリングにおける最も基本的な考え方ですが、私が注目しているのは、下にある分野・技術の統合の場で、その下にある、社会科学、人文科学、芸術といった部分です。これらの分野を統合してエンジニアリング思考で具体的に考えてゆくことが、根本的エンジニアリングの原点だと思います。

(スライド4)その意味で、根本的エンジニアリングには二つの異なる大きな流れがあるように思います。一つは、もっぱら将来に向かう流れで、新たなイノベーションとその持続性を求める方向です。鈴木さんの話は、その方向に関するものでした。私は、それとは逆方向の、現在と過去を深く見つめ直す方向で、本日の話を進めようと思います。

現代のさまざまなイノベーションを歴史と

か哲学とか、さらにはもう少し深く、生理学的とか生物としての人間というものの方、それから本当の質と価値を見出してゆこうというものです。単に新たなイノベーションを求めることだけではなく、同時に、それらをより正しい方向へ導きながら持続してゆくという考えが、今後の社会にとっては重要なことだと考えるからです。

(スライド5)根本的エンジニアリングは英語ではMeta-Engineeringと定義されました。私は、根本的エンジニアリングは、哲学に対する形而上学に相当するものと捉えようと思います。形而上学は、古代ギリシャの時代にアリストテレスが自然学、これはPhisicaと呼ばれ物理科学の原型なのですが、それを極めた後に、さらに奥底のものを追求するために始めたものと言われています。根本的エンジニアリングは、エンジニアリン



グをある程度極めたものが、従来よりも思考範囲を大幅に広げて、工学脳を用いてみようというものです。なぜそうすべきなのかは、ハイデッガーの「技術への問い」の著書の中で述べられている、すべてが技術化してしまうこの時代の根本にあるもの、その正体を見極めよう、ということなのです。

(スライド6)ハイデッガーは、第2次世界大戦時代にこのように言っています。「近い将来に、技術が全てを凌駕することになるであろう。何故なら、人間は常により良く生きることを望み、より少ない犠牲でより多くの利益を得ようとし続ける。これが実現できるのは、哲学や政治や宗教などではなく、技術である」です。現代は彼が喝破したとおりに進んでいると思います。

(スライド7)例えば、昨年の福島原発の事故に対して、原因の一つが原子力村というあまりに科学・技術の専門に集中し過ぎた結果だとの反省がありました。そして、専門分野を失敗学は言うに及ばず、歴史、自然史、文化、伝統、伝承、社会

慣習、心理学などの従来深くかかわらなかった分野をも追及する動きが始まったように思います。私は、このようなScheme作りのことを「Design on Liberal arts engineering」と呼ぶことにしています。Liberal artsとは、簡単に言えば大学の低学年で教えられるような教養学部の科目を想定すればよいのですが、歴史、法学、経済学、物理化学、国際関係論、心理学などです。従来は、このような科目は一般教養として専門科目を学ぶ準備段階のように認識をされていたように思われるのですが、数年前から米国の一部の大学では、専門の高等なEngineeringとLiberal arts engineeringを並列に考えて教育をすることが進められていると聞いています。私はここに根本的エンジニアリングと共通する意識を感じているわけです。

(スライド8)ここからが、本題です。今後のイノベーションは、当然限定された地域に当てはまるものではなく、広くどの国、どの民族にも当てはまるものでなくてはなりません。そこから、文化の文明化という言葉が出てくるわけです。

スライド6

ハイデッガーの「技術への問い」 すべてが技術化してしまうこの時代

1950年 ハイデルベルクの美術アカデミーでの講演

「すべてが技術化してしまうこの時代の根本にあるもの、その正体を見極めようというのがハイデッガーの思索の最大の課題なのである。」「近い将来に、技術が全てを凌駕することになるであろう。何故なら、人間は常により良く生きることを望み、より少ない犠牲でより多くの利益を得ようとし続ける。これが実現できるのは、哲学や政治や宗教などではなく、技術である。」

しかし、その問いに対してハイデッガーは「技術への問い」の中では、問題提起のみで一切の解答を与えていない。

もしも、根本的エンジニアリングがこれに答えることが出来れば、素晴らしいことではないか。

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.J.Kasumata

スライド8

根本的エンジニアリングは文化の文明化

根本的エンジニアリングの実践の第一歩はイノベーションに繋がるような「見えない課題の発見」であろう。

『アメリカ素描』司馬遼太郎、読売新聞社、昭和61年発行

司馬は、「ここで、定義を設けておきたい。文明は『たれもが参加できる普遍的なもの・合理的なもの・機能的なもの』をさすのに対し、文化はむしろ不合理なものであり、特定の集団(たとえば民族)においてのみ通用する特殊なもので、他に及ぼしがたい。つまり普遍的でない。」としている。(文明⇒イノベーションに置き換える)

明治の初期を文明開化と云うのが、正にあたっている。優れた、確たる江戸期の文化があって、そこに西欧の別の文化が流れ込んだ結果なのだ。一方で、室町文化、江戸文化などは、いかに内容が優れていても文明とは呼ばれない。

イノベーションの持続的発生は、従って優れた文化の文明化のプロセスの中で可能になるように思われる。幸いにして、日本には文明化が可能な優れた文化が沢山あるでないか。「見えない課題の発見」の入口が、そのあたりにあるのだろう。

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.J.Kasumata

スライド7

Design on Liberal arts engineering

従来のSchemeは、電力会社なり、METI(多くは過去のMITI)をはじめとする特定の政府機関ないしは研究所などで、ある時間と予算等の制約のもとで作成された。これらを広義のconstraintsとして、先ず外すことにする。地方の自治体や住民、NGOなどが、時間と予算等の制約なしで考える。また、専門分野も失敗学は言うに及ばず、歴史、自然史、文化、伝統、伝承、社会慣習、心理学などの従来深くかかわらなかった分野をも追及する。(福島の原発事故で思うこと)

私は、このようなScheme作りのことを「Design on Liberal arts engineering」と呼ぶことにする。Liberal artsとは、簡単に言えば大学の低学年で教えられるような教養学部の科目を想定すればよい。歴史、法学、経済学、物理化学、国際関係論、心理学などなど。従来は、このような科目は一般教養として専門科目を学ぶ準備段階のように認識をされていたように思われる

数年前から米国の一部の大学では、専門の高等なEngineeringとLiberal arts engineeringを並列に考えて教育をすることが進められている。

私はここに根本的エンジニアリングと共通する意識を感じている。

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.J.Kasumata

文化と文明の違いは、いろいろな説がありますが、ここでは司馬遼太郎さんの『アメリカ素描』の中の一節を採りたいと思います。司馬は、「ここで、定義を設けておきたい。文明は『たれもが参加できる普遍的なもの・合理的なもの・機能的なもの』をさすのに対し、文化はむしろ不合理なものであり、特定の集団(たとえば民族)においてのみ通用する特殊なもので、他に及ぼしがたい。つまり普遍的でない」としています。ここで、文化

を新発明、文明をイノベーションに置き換えることができるでしょう。

イノベーションの持続的発生は、したがって優れた文化の文明化のプロセスの中で可能になるように思われます。幸いにして、日本には文明化が可能な優れた文化が沢山あります。「見えない課題の発見」の入口が、そのあたりにあるのだと思います。

あとちょっと余計なことが書いてありますけど、いきなり文明というものができわけじゃなくて、すぐれた文化というのがあって、その文化にいろいろなほかの情報が入ってきて、それで何か文明というのできる。例えば古代エジプトの文明にしても、黄河文明にしても、あるいはここでは明治維新を書きましたけど、明治維新で文明開化というのは、江戸時代にもものすごくいい文化が発達したので、明治維新という新しい文明開化というか、世界でも文明と認められるものができた。こういったことなので、決して文化を否定するわけではなくて、すぐれた文化があってこそ世界的な文明に発展する、あるいは世界的イノベーションに発展するものがあるのだと。そこに注目しなくちゃいけないということです。

(スライド9)いろいろな観点がありまして、私もあちこちに考えが飛んでしまうのですけれども、ポピュリズムというのは今盛んに言われているのですね。政治とか経済はポピュリズムになっているのじゃあないか。特に政治の問題。さっき野田総理大臣が国会で所信表明演説をやっているのですね。最初の30分ぐらいちょっと聞いていたのですが、政治のポピュリズムというのは総

選挙で変えようと思えば変えられるわけですね。変えられるかどうか分かりませんが、そういう手段はあります。それから経済だって、日銀が政策をがらっと変えれば変わる。統制経済になるか自由経済になるかというのは日銀次第だなど。

じゃあ、技術のポピュリズムはどうやって防げるのかというと、これが根本的エンジニアリングという分野でないと多分防げない。40年ずっとジェットエンジンの設計とか開発とかを見ていまして、最後は経営のほうもすこしやったのですが、そういった技術の分野ですら、ポピュリズムが何となく感じられる。技術というのが何か危ない方向に向かっている。もう一度、先ほどのハイデッカーに戻りますが、専門技術ではなく、もっと人間として根本的なものにまで視野を広げてイノベーションを見つめ直すことが、今のエンジニアリングには必要なことだと思います。

(スライド10)文明ではなく日本文化ですね。文明にはなっていない日本文化的なイノベーションというのはどういうものなのかを考えてみました。

スライド10

日本文化的イノベーションの例

- ・ カーナビ文化
⇒ カーナビの普及と道路番号表示の遅れ
- ・ 品質管理 (Quality Control) 文化
⇒ 管理をするか、コントロールをするか

⇒ 日本発のイノベーションの鍵は優れた文化の文明化

⇒ 不合理なものを除き、普遍的なものに変えてゆくこと

根本的エンジニアリング (2011.12)
Dr. Katsumata

10

スライド9

もう一つの方向

技術もポピュリズム化している？

政治・経済のポピュリズムは、多くの人が指摘。

↓

政治は総選挙で変えられる。
経済は日銀の政策で変えられる。

↓

技術のポピュリズムは、
根本的エンジニアリングで変えられる。

根本的エンジニアリング (2011.12)
Dr. Katsumata

例えばカーナビというのは日本で非常に発達しています。最近ではアメリカとかイギリスでも出たようですが。私はイギリスで80年代90年代、盛んにレンタカーを借りて1人で運転していましたが、イギリスはどなど田舎に行っても、カーナビが欲しいと思ったことは一回もないですね。初めてスコットランドに1人で運転していても全く大丈夫でした。でかい地図帳が1冊あれば、すべての通りに番号がついていて、次のナ

ンバーのどっちに曲がればいいのかというのがわかれば、所番地もずっと順番についていますから全く迷うことがない。カーナビなんかあると、かえって余計で外の景色が見えなくなっちゃう。こういったことが起こるのですね。

日本の道路番号というのは、ここに国土交通省の方がおられるとまずいのですけれども、番号標示があるやらないやはっきりしないし、道路標識も番号じゃなくて固有名詞で書いてあるので外国人が来てもさっぱりわからずに、英語で書いてあっても運転ができない。カーナビがあればできるのですけれども、カーナビが便利になったからこそ、道路標示とか番号標示、あるいは地番の標示がさっぱり根本的に見直されない、こういう事態になっている。これは世界的に見ると非常に不合理で、普遍的でないわけですね。

それから品質管理。私はジェットエンジンの設計をずっとやっていまして、品質管理というのがあって、安全性とか信頼性とか非常にうるさいものですから。特にGEとかロールスロイスからいろんなことを習ったのですが、ご承知のように、品質管理というのは第2次世界大戦後アメリカから入ってきたものですが、もともとはQuality Control。これは英語では今でもそうですけど、Total Quality ManagementというのはTQMと言われてはいますが、要するに品質をコントロールすることなのです。

ところが日本的な品質管理文化というのは、管理のほうに重きを置いて絶対品質を求めてしまう。絶対的にいいものを作らなくちゃいけない、ちょっとでも悪いことは許されないからすぐ直さなきゃいけない。こういうことになってしまっただけで、どうもコントロールというところよりも、不合理なところへ行っているのではないかなと、私はずっとそういうふうに感じています。実際に業務の上でも何回かそういう経験があります。

日本発のイノベーションの鍵は優れた文化の文明化にあるのですけれども、こういったものから不合理なものを除いて普遍的なものに変えていく。これが見えない課題を見つけ出すという根本的エンジニアリングの一番基本のところに結びつくのですけれども、どこから見つけるかという

のは、日本の文化の中から見つけるのが一番いいのじゃないか。こういうふうに思っている次第です。

(スライド11)それから、デジタル化というのは別に日本の文化だけじゃなくて世界的に行われているわけですが、日本での私の経験で言いますと、自動車の速度計問題。これはデジタル表示のほうが分かり易くていいと言う方が多いようですが、今の自動車のダッシュボードはどうでしょうか。どうも高い車は両方、いわゆるアナログの時計の針とデジタル表示と両方ついているのですが、普通の車は大体皆デジタル表示だけになっちゃったわけですね。

スライド11

デジタル化というイノベーションの例

- ・ 自動車の速度計
⇒自動車のダッシュボード表示形態
⇒長い下り坂の後の自然渋滞
- ・ フロッピー・ディスク
⇒データは再生不能
- ・ レーザー・ディスク
⇒価値の低下、再生不能(近い将来)

目先の増(小さな利益)にこだわり過ぎている？
考える必要がなくなってゆく⇒考えることを放棄する

技術的エンジニアリング(2011.12)
Dr. T. Katsuramatsu

私は中央道をよく走っていきまして、中央道というのは長い急坂があって、長い上り坂と、いろいろあるのです。勘定してみたら過去20年間に500回ぐらい走っているのですけれども、従来はトールゲートで渋滞が起こったのですけれども、今はトールゲートではほとんど渋滞は起こらなくて、長い下り坂の後のだらだらした上り坂で渋滞が必ず起こるんですね。

それがどうも車の速度計がデジタルに変わってきた90年代から2000年にかけて、顕著に起こり始めてきているんじゃないかなと。アナログ表示だと、針がすーっと左のほうに寄ってくるとか、私の運転していた車は高速道路では95キロぐらいでちょうど12時位置になっていたんですね。それが倒れてくるとスピードが落ちてきて、こっちへ傾いてくるとスピードを上げ過ぎだと感覚的にわかっていたのですが、デジタル表示だ

と数字をにらめっこしてみないと、どれぐらいのスピードでスピードが落ちているかって分らないですね。気がつくと80キロぐらいで平気で走っている。制限速度が80だから丁度いいんですけども、周りの車は120キロで走っていますから、追突の危険性がかなりあるわけです。

ダッシュボードは速度計一個だからいいのですけども、例えばジェット機で、今はそんなことはないんですけど四つ回転計が並んでいたら、四つの回転がそれぞれどうなっているかというのは、デジタルでにらめっこしていたら多分緊急のときに間に合わない。やっぱりアナログで見ている、同じ方向に針がそろっているとか、どこかの針が動いたとか、要するにパターン認識ができるわけです。人間のパターン認識のスピードというのは、一個一個の左脳の認識よりもはるかに容量が大きくてスピードが速いですから、そういったところが無視されているなという感じがします。

それからフロッピー・ディスクとかレーザー・ディスク。70年から80年にかけて、会社でつくった資料はほとんど全部フロッピー・ディスクに入っていたのですが、全部読めなくなって、まるっきり使い物にならない。たしか2年ぐらい前に談話サロンの中でやっぱりこのようなことを話された方があって、1000年後には、20世紀と21世紀の歴史というのは全く残らなくなってしまうだろうという話をされていたと思います。

私はレーザー・ディスクが好きで、レーザー・ディスクをかなりいっぱい持っているんです。今ブックオフに行くと250円か100円で売っていますが、昔は8000円、9000円したわけですね。映画タイトルなんか昔の非常にいいものがあった、今でもハードが壊れずに何とか見られるのですが、ハードが壊れたらこれは全く見られなくなるだろうと。で、やっぱり再生不能になっていく。どうも目先の場にこだわり過ぎていて……。

それからもう一つは、デジタル化ということで考える必要がなくなってきた。例えばデジカメなんかは、コダックがつぶれましたけど、いかに自動のカメラになっていても、フィルムのときには、シャッターを切るときには、構図をどうしようとか、絞りをどうしようとか、焦点深度はどう

だとか、いろいろ考えたわけですが、デジカメだと全く考えなくてとにかくぱちぱち撮っちゃう。

それがいいというか悪いというか、いろいろ考え方があると思うのですけども、シャッターを切る瞬間にいろいろ考えなくなったことは確かだと思うのです。考える必要がなくなったのはいいことなのでしょうけれども、人間が考えることを放棄したら大変なことになるわけで、このままデジタルがどんどんどんどん進むと、一体どうなっちゃうのでしょうかということですね。そういったような考えです。

(スライド12)先ほど日本の品質文化ということをお話ししましたが、私が感じているのは、品質管理学会の方がおられたら申しわけないのですけど、高品質を求めるあまりに過剰品質になっている傾向が非常に強い。特にここのところ顕著になってきたかなと。ワールドマーケットに出ていくと、非常にそれが顕著にあらわれている。もちろんそれがコスト高の一因になっているでしょうし、本当にそれがユーザーの求める品質に一致しているかという、そうでないものがいろいろ出てきて、かえってユーザーが混乱しているものが出てきているのじゃないかなと。

スライド12

日本の品質文化の文明化

1. 課題

- ・ 高品質を求めるあまりに、過剰品質に？
- ・ コスト高の一因？
- ・ ユーザーが求める品質に一致している？

2. 専門外の見方

- ・ 中国語でQualityは「質量」⇒ 質の量、質と量
- ・ Quality Control ⇒ 品質管理？質をコントロールする
- ・ 年末商戦の店頭売り場で3500種類の品ぞろえ
- ・ 海外市場での問題（絶対品質 vs. Control）
（日本の新幹線、ハイビジョンテレビ、エアコンなど）

日本のエンジニアリング(2011.12)
Dr. J. Katsumata

12

専門外の見方であえて見たのですが、ほかの、要するに品質管理学以外のところから見ると、いろんなことがやっぱり見えてくる。例えば英語を中国語に訳す英中辞典を見ると、Qualityを引くと質量って書いてあるのですね。私は中国語を知らないのですけども、中国語ではQualityのことを質量、要するに質の量、あるいは質と量という

ことなのか。要するに、品という言葉は中国語の中には入っていないですね。

それから、Quality Controlは先ほど言いましたけど、これをある方が品質管理と訳しちゃったのですね。で、いつの間にかコントロールというほうがどこかへ行ってしまって、コントロールという概念がどんどんどんどん薄れて管理という方向に行っちゃっている。これが一つの問題じゃないかなと。だから、品質コントロールというほうに戻さないといけないのじゃあないかなというのを、私は勝手に主張しています。

これはちょっと古いんですけど、年末商戦の手帳売り場で3500種類の品ぞろえがあります、お客さんがいっぱいですとって、わざわざニュースに出ていましたけど、来年の手帳に3500種類も必要なのですかね。これが合理的とはとても思えないんですけど、そういう方向に日本の文化が行っちゃっているということです。

それから、海外市場でのいろんな問題。日本の新幹線がなかなか売れないというのは、いろいろあるんですけど、一つはやっぱり上等過ぎることじゃないかと思えます。もちろん事故が起らないとか、時刻が正しく運用できるとか、いろんなすぐれた面はあるんですけども、ほかの発展途上国から見ると、それは高品質過ぎる、そんな品質は要らないのだということがどうも多いようで、もっと安くて簡単なほうが扱いやすいということになっているのじゃあないかなと。私の解釈はそのようなものなのです。

ハイビジョン・テレビも、どこかの国でNHKがハイビジョン・テレビを売り込みに行って、うちでは一般用のテレビとしてはこんな高品質は要りませんというふうに断われたという話が、南米のどこかの国だったと思うんですけど出ていた。人工衛星から撮ったり、月から映像を送るというのは、それはハイビジョンが必要かもしれませんが、一般の家庭用でハイビジョンは本当に必要なのですかねという疑問です。

エアコンなんかも、日本のエアコンというのは東南アジアでさっぱり売れていない。最近どこかの会社が、機能を制限して非常に格安なものをつくって非常に売れるようなヒット商品を東南ア

ジアのどこかで出した。でも、例えばインドネシアに行くと、全く韓国製品にやられてしまって日本のエアコンはさっぱり売れない。どうもやっぱり品質がよすぎるのだということです。

そういうのが日本の品質文化で、これをやっぱり日本発の品質文明にしなくちゃいけない。日本の品質文明というのは、70年代80年代は非常にすぐれているというふうに世界に一たんは認められたのですが、その後クローズドの文化の中で発展してきてしまって、文明からまた文化に戻っちゃったのではないかな。だから、もう一度文明化しなくちゃいけないのではないかな。こういったことに根本的エンジニアリングは役に立つのかなと思います。

(スライド13) もう一つ、これはまた違う考え方で二つの方向があるのですが、自然科学の最先端で左脳をひたすら鍛えていくというやり方でイノベーションを出すという考え方があるのですが、私の考え方はむしろ全く逆で、日本人独特の工学脳——工学脳って私、勝手に名前をつけたのですが、要するに日本人の左脳と右脳は非常に特徴的なんですね。このことは医学界で、私の読んだ本では非常にはっきりと出ているのです。

スライド13

根本的エンジニアリングの二つの方向(2)

1. 自然科学の最先端 → 左脳をひたすら鍛える。
2. 日本人独特の工学脳 → 右脳も活用してゆく。

右脳の感性→左脳の展開→右脳の発想→左脳の解析⇒ 独特な創造
(優れた日本文化のおおもとにあるもの?)

- ・ 浮世絵の風景画
- ・ 自然音を左脳で聞く(角田理雄)
- ・ 「場」を考える

⇒ 日本人だけの独特な左右脳の働きと
スイッチング機能への理解と活用。

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr. Katsumata

13

これは勝手に私が書きましたけど、右脳の感性で何かを感じるわけですね。それを左脳ですぐ展開して、また右脳の発想に動いて、左脳で解析して、また独特の創造性につながっていく。これが日本の特徴的な文化のベースにあったのではないかなと。いろいろなものを考えると、何となくそういうふうな気がしてきたのです。

これは私がいろいろ本を読んで感じたことで
定説じゃないので聞き流していただきたいの
ですけど、例えば浮世絵の風景画。北斎とか
広重の独特な、一部分だけデフォルメして
いるけど非常に正確。北斎の何とか波裏
とかの波の形なんていうのは非常に工学的
ですけど、ああいった抽象画は実は西洋
にはないのですね。西洋の抽象画は全然
違って全体が抽象的になっちゃうわけ
ですね。

広重にしても北斎にしても、一部分だけ
デフォルメして抽象しているけど、あとの
ところは普通に描いている。これは多分、
右脳でぱっと見たときに、左脳でぱっと
ある部分を感じて、そこだけ抽象化して
いる。要するに、左と右の脳のスイッチ
ングが日本人は非常に独特だし、早い
という特徴があるらしいのです。

これが一番説得力があるのですが、日本
語をしゃべる人以外は、自然音を右脳で
聞いてしまうのですね。ですから、言葉
で表現できない。ところが、日本人は自
然の音、例えば虫の声とか波の音とかは
全部左脳で聞いちゃうのです。だから、
すぐにそれを擬音化できちゃう。「がちゃ
がちゃ」がクツワムシとか、そういうこ
とがすぐ出てくるのです。みんながそれ
で何となく納得してしまう。これを西洋
人にいくら説明しても納得できないの
ですね。そんなわけはないと。

これはたしか東京医科歯科大学の角田
先生という耳鼻咽喉科の先生が長年主張
されていて、今は大分外国でもいろんな
機器で証明されつつあるというのです
けども、日本人だけが論理的な思考をし
ているときに、自然音が入ってくると、
左脳がそれによって非常に阻害されて
しまうということが非常にはっきりして
いるわけです。

このことが日本文化のベースにあるの
ではないかと思うのですけども、それを
もう一回認識し直して、文学者ではな
くて、あるいは文化人ではなくて、工学
をやっている人たちがこのことを意識
して、根本的エンジニアリングという場
でいろんなことを考え直したら多分、文
化の文明化というのは成功するのでは
ないかなと。逆に言うと、根本的エン
지니어リングを持ち出して、工学者が
こういうことをやらないと、人文学者、
社会学者

に任せておいたのでは、文化の文明化
はなかなか起こらないのじゃあないか。
こんなようなことを考えています。

(スライド14、15、16)今日は数冊本
を持ってきました。こんなことを2年間
いろいろ考えながら書きました。こうい
うことを書きながら、これは多分にジェ
ットエンジンの技術者の話が入っている
のですけど、インターナショナルに物を
考えるには、こういうふうにしなきゃ
いけないと勝手

スライド14

根本的エンジニアリング・シリーズ 10	
その場考学で考える根本的エンジニアリング	
第1考 その場考学の始まり	9
第2考 その場考学はサイクル考学	21
第3考 その場考学の成長	40
第4考 設計に始まり、設計におわる	60
第5考 根本的エンジニアリングとの出会い	74
第6考 その場考学的思考による根本的エンジニアリングの事例	88
第7考 その場の時代へ	94
おわりに	97

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.1 Katsunuma 14

スライド15

根本的エンジニアリング・シリーズ 第11巻	
根本的エンジニアリング技術者の役割と資質	
第1章 根本的エンジニアリング、Meta-Engineeringとは、	26
第2章 社会価値を高めるには	53
第3章 個人としての資質	72
第4章 チームとしての資質	83
第5章 根本的エンジニアリング技術者を育てる	93
付録1: 根本的エンジニアリングとイノベーション	
付録2: 品質とバリエーションとロバストネス	
付録3: VE(価値工学)	
まとめ	
おわりに	

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.1 Katsunuma 15

スライド16

根本的エンジニアリング・シリーズ 第12巻	
根本的エンジニアリングで考える日本文化の文明化	
第1章 文化の文明化とはなにか	
第1節 根本的エンジニアリングの二つの方向	
第2節 根本的エンジニアリングと文化の文明化	
第3節 すべての日本文化の文明化と根本的エンジニアリング	
第4節 文化に対する根本的エンジニアリングの役割	
第5節 すべての日本文化の文明化	
第6節 もう一つの方向	
第7節 根本的エンジニアリングの価値	
第2章 日本文化の文明化という課題	
第1節 日本の品質文化について	
第2節 日本のハイブリッド文化について	
第3節 日本の省エネ文化について	
第3章 文明の衰退と根本的エンジニアリング	
第1節 ヴェネチアの衰退からの教訓	
第2節 現代デジタル文化は文明の衰退か	

まとめ
根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr.1 Katsunuma 16

「文明における科学」伊東俊太郎著、(1976)

この様にやや大胆に整理した後に、「知のエートス」については、次の表に纏めている。

	知のエートス	科学の担い手	科学の支持者
ギリシャ	meta-physics	哲学者	市民
インド	meta-religiosa	バラモン	バラモン層
中国	meta-ethica	士大夫	為政者
アラビア	meta-magica	ハーキム	王侯

聊か唐突だが、この様に加えてはどうだろうか。

これからの日本	meta-engineering
科学の担い手	根本的エンジニアリング者
科学の支持者	工学者と人文・社会学者

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr. I. Katsumata

17

Thank you



Photo: Boeing, GE

根本的エンジニアリング(2011.12)
Dr. I. Katsumata

18

に書いたものを出しました。

これはお配りしたもので、興味のある方はそれを持ち帰ってじっくりと読んでいただいて、いろんな意見をインターネットでいただければ幸いです。文化の文明化というところに行き着いてしまったわけでして、ここのところを私、根本的エンジニアリングという場の中で、ちょっとイノベーションから離れて、だけど最終的にはやっぱり自動的にイノベーションに行くと思うのですけども、ここのところをもうちょっとやってみようかなと。

実はこれは半年ぐらいかけてゆっくり書くつもりだったのですが、鈴木さんから今日の演題をいただいて急遽1カ月ぐらいでまとめたものですから、まだ支離滅裂なところがありまして、あと半年ぐらいかけてもう一回書き直そうかと思っているのですが、今日はとりあえず皆さんに発表したほうがいいと思ってお配りしました。中身はいいかげんですから、ぜひご意見をいただきたいと思います。

(スライド17)これは最後の最後ですが、伊東俊太郎さん。この方はアカデミーに入っていないでしょうね。入っていますか。私、存じ上げな

いのですけど、文明と科学という分野では大御所の先生の方でして、76年に『文明における科学』という本を書いたのですが、ここで知のエートスというのをまとめています。

私もこの辺は全然専門家じゃないので、書いただけで中身は全くわかっていないのですけど、たまたまこういう言葉がありました。meta-physics、meta-religiosa、meta-ethica、meta-magica。これが文明と科学で、ギリシャ文明、インド文明、中国文明、アラビア文明。そしてそれぞれの文明に対して科学の担い手はこういう人であって、科学の支持者はこういう人である、こういうことが書いてあったのです。細かいことが結構延々と書いてあるので省略しますが。

私はこれを読みながら、唐突ですけど考えてみました。知のエートスでこれからの日本はmeta-engineering、科学の担い手は根本的エンジニアリング者である、科学の支持者は工学者と人文・社会学者である。こういった定義がひょっとするとできるのではないかなというふうに考えた次第です。

以上でおしまいでございます。

(スライド18)

講演3.

「イノベーション創生としての 根本的エンジニアリング」

伊藤 裕子(文部科学省科学技術政策研究所)

(スライド2)イノベーションとは何かをここに示しました。

(スライド3)この上で「国」ということを考えますと、国の観点からはイノベーション政策を立てたいということになります。イノベーション政策をすることによって雇用創出と経済の発展が生じるということは、国が潤うということです。であるならば、どのような政策の立案をしなければいけないのかというところに来ると思います。

(スライド4)そうした場合、まず、自国の今のイノベーションの状況というのは一体どうなのかというのを調査するということが非常に重要です。イノベーションの現状を知らないと対策を立てられない。さらに調査結果を自分の国だけじゃなくほかの国と比べてみて、その中で強みや弱みを分析するというのが一番重要なことであって、きちんとした数量的、統計的なエビデンスに基づいた政策を立案していくということが今

スライド1

イノベーション創生としての 根本的エンジニアリング

2012年1月24日
第172回談話サロン
科学技術政策研究所
伊藤 裕子



スライド3

近年、各国等はイノベーション推進を強化

- ・ 2009年「米国イノベーション戦略」(米国)
- ・ 2009年ビジネス・企業・規制改革省とイノベーション・大学・技能省とを統合して、新しく**ビジネス・イノベーション・技能省**を創設(英国)
- ・ 2006年「ハイテク戦略」(ドイツ)
- ・ 2010年「EU新戦略」(欧州連合)
- ・ 2010年「OECDイノベーション戦略」(経済協力開発機構)
- ・ 2010年「新成長戦略」(日本)

いずれも、イノベーションを推進することで雇用や経済成長を促すことを目的としている



スライド2

イノベーションとは何か

- ・ 経済発展は人口増加や気候変動などの外的要因よりも、**イノベーションのような内的要因が主要な役割を果たす**。「経済発展の理論(1912)」シュンペータ

イノベーションの例:

- 創造的活動による新製品開発
- 新生産方法の導入
- 新マーケットの開拓
- 新たな資源(の供給源)の獲得
- 組織の改革

イノベーションは、経済発展を起こす



スライド4

効果的な施策を立案するには

- ・ イノベーションの現状を知ることが重要でありそのために**イノベーションの状況を調査**することが必要である
- ・ さらに、調査結果を各国のイノベーションの状況と比較して、**強みや弱みを分析**することが必要



後求められていくということです。

(スライド5)実はイノベーション調査というのはずっとやられていまして、特に一番有名なのは欧州です。欧州各国では93年から民間企業のイノベーションの実態を把握する調査をやってまいりました。ごく最近のは2009年ですけど、この2009年の結果というのが『企業におけるイノベーション』という題の(本で)、各国比較したものを発行しております。

日本はどうかといいますと、日本は2003年および2009年に全国イノベーション調査というのを実施しています。この調査の実施母体は私が所属しています科学技術政策研究所です。イノベーションの調査というのは、各国がそれぞれでんでんばらばらにやっていますと当然各国比較ができないものになってしまいます。そのため

に、イノベーション活動を測定する際のガイドライン、「オスロ・マニュアル」というものがありまして、それに準拠して、比較可能性が高いような形で調査が行われています。

まず根本的エンジニアリングとイノベーションをつなげていく前、あと私どもが行いましたイノベーション調査を紹介する前に、今の日本のイノベーションの状況は、OECDの『企業におけるイノベーション』というこの本の中でどうなっているのかというのを簡単にご紹介したいと思います。

(スライド6)まずこれです。これはイノベーションの状況の各国比較です。問いとしては、「過去3年間に、あなたの会社では以下のことを実現しましたか」。この「以下のこと」というのは、この図に関しては、「新製品あるいは新サービスの市場への投入」です。これはプロダクト・イノベーションと言っているものですけど、新製品あるいは新サービスの市場への投入をしましたか。「しました(イエス)」と答えた企業の数割合で載っています。

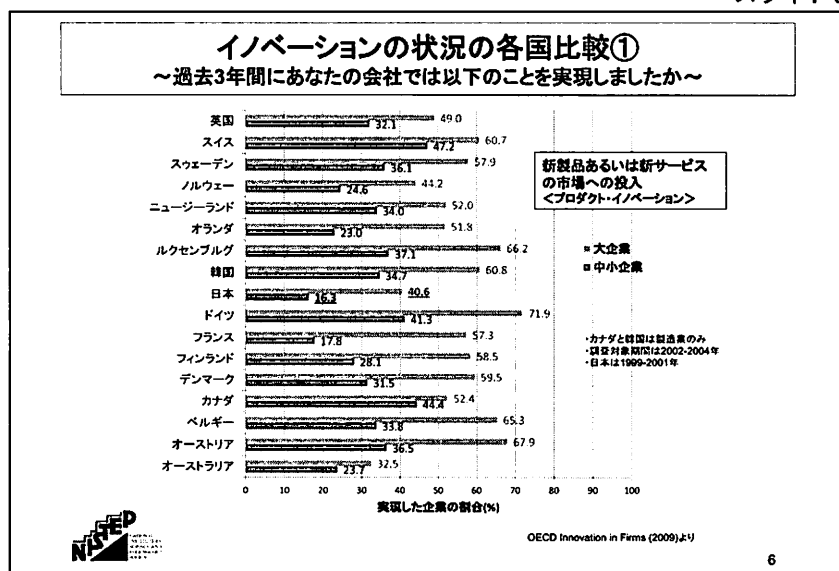
日本はどこにいるのでしょうかというと、ここです。ちょうど真ん中辺ですけども、薄い上のバーが大企業、下の濃いバーが中小企業です。これを見てみますと、英国とか、ほかのいろいろな国がありますが、韓国とかドイツとかいろいろ比べてみますと、日本は非常に低い。「過去3年間に

スライド5

イノベーション調査

- ・ 欧州各国では、1993年より、民間企業のイノベーション活動の実態を把握する調査(Community Innovation Survey)を実施
 - 1993, 1998, 2001, 2005, 2007, 2009年
- ・ イノベーション活動を測定する際のガイドラインである「オスロ・マニュアル」に準拠
- ・ 日本では、2003年および2009年に「全国イノベーション調査」を実施
- ・ OECDは2009年に「企業におけるイノベーション(Innovation in firms)」を刊行

スライド6



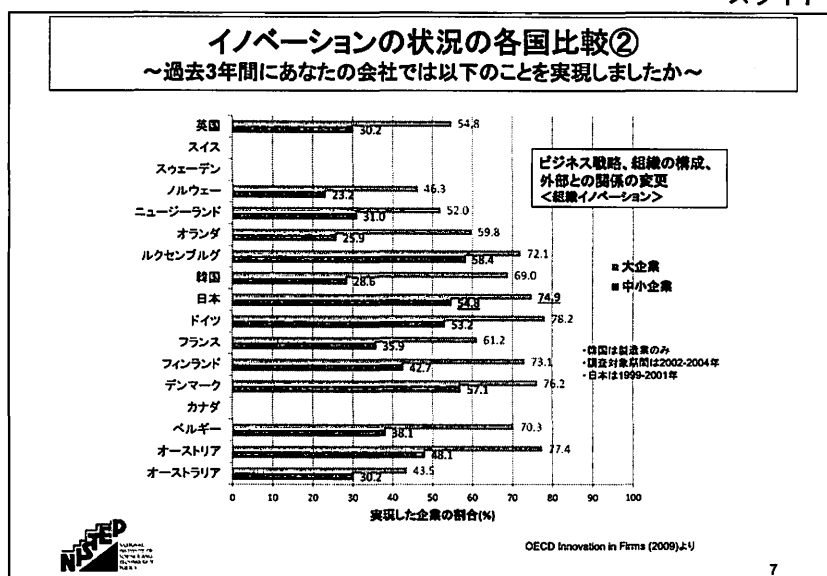
あなたの会社では新製品あるいは新サービスの市場への投入をしましたか」の問いに対して、イエスと答える中小企業、大企業は、各国に比べて非常に低いというのが一つの特徴です。特に中小企業に関しては、他の国の中小企業と比べても非常に低いという状況です。

(スライド7)次は、「過去3年間にあなたの会社ではビジネス戦略、組織の構成、外部との関係の変更、(これは組織イノベーションと言っているものですが、)これをしましたか」です。イエスと答えた企業の割合が載っています。ここが日本ですけど、ごらんのとおり、日本は割合が非常に

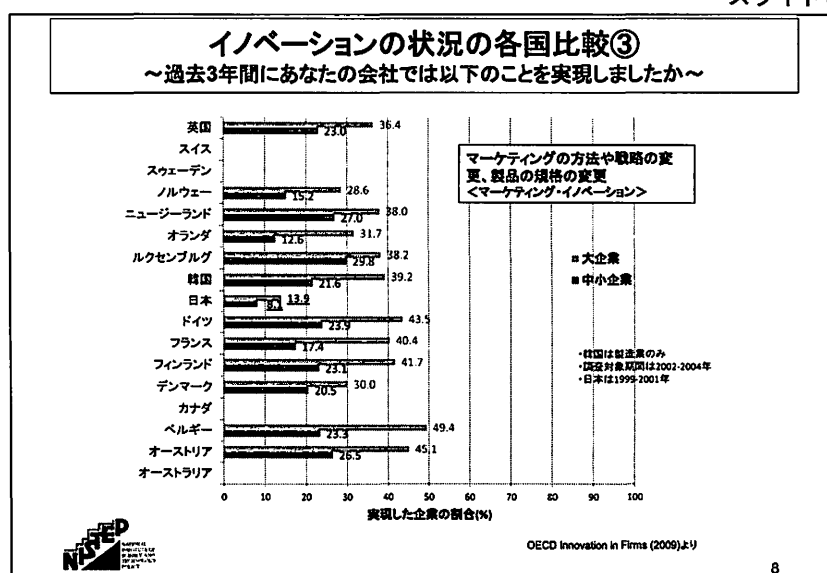
高いです。上の薄いのが大企業、下の濃いバーが中小企業ですけれども、大企業に至っては、回答した企業の74.9%が「ビジネス戦略、組織の構成、外部との関係の変更」という「組織イノベーション」を行ったと答えています。これは非常に高い割合で、ドイツは同じような形で高いですけど、英国に比べても、フランス等と比べても十分に高い。これは大企業においても中小企業においても割合が非常に高い。これがもう一つの特徴です。

(スライド8)今度は、「マーケティングの方法や戦略の変更、製品の規格の変更」という、いわゆる「マーケティング・イノベーション」と言われて

スライド7



スライド8



いるものです。これは日本はどうかというと、プロダクト・イノベーションのときよりもさらに割合が低い。これを3年間に行ったという企業の割合は、英国やその他韓国に比べても、上の薄いバーが大企業、下の濃いのが中小企業ですけど、どちらに関しても非常に少ない。

これが日本の企業のイノベーションの構造の現状ですけど、相当特徴があります。これは一体どういうことなのかを今後考えていかなければいけないと思われまます。

(スライド9)今のことを簡単にまとめました。イノベーション調査結果による日本企業の特徴としては、各国に比べて、日本は「新製品および新サービスの市場への投入」や「マーケティングの方法や戦略の変更、製品の規格の変更」を実現した企業の割合が低い。一方、「ビジネス戦略、組織の構成、外部との関係の変更」を実現した企業の割合は高い。いわゆる「改善」、トヨタの「カイゼン」が非常に有名になりましたけど、ああいうものは非常に高い。ですけれども、根本的なマーケティング、いわゆる売ることに関してのイノベーションについては非常に少ない。

スライド9

イノベーション調査結果による日本企業の特徴

- ・各国に比べて、日本は「新製品および新サービスの市場への投入」や「マーケティングの方法や戦略の変更、製品の規格の変更」を実現した企業の割合が低い
- ・一方、「ビジネス戦略、組織の構成、外部との関係の変更」を実現した企業の割合は高い

＜疑問＞エンジニア自身はイノベーションにどういう意識を持ち、どのように関わっているだろうか？

イノベーションの現場というのは、大もとのところをつくり出すのはエンジニアですので、「エンジニア自身はイノベーションにどういう意識を持ち、どのように関わっているだろうか？」という疑問がここに出てきます。その疑問をさらに検証するために、実は調査を行ったということです。

(スライド10)根本的エンジニアリングの活動の中でウェブアンケートの調査をすることができました。調査期間は10月20日から27日の8日間です。調査会社がモニターを保有してまして、全モニターのうち学生、専業主婦、無職を除いた92万5695名を対象にしています。

スライド10

エンジニアを対象としたウェブアンケート調査

＜調査方法＞

- ・2011年10月20日～10月27日(8日間)、調査会社(スパイア)に委託して実施
- ・調査会社が所有する調査モニターの内、学生・専業主婦・無職を除いた92万5,695名を対象
- ・ウェブアンケート「エンジニアの職場環境の調査」の案内をモニターに配信
- ・問1の「あなたは現在エンジニアですか」の質問に「エンジニアである」と回答した人のみ1,000件集計



10

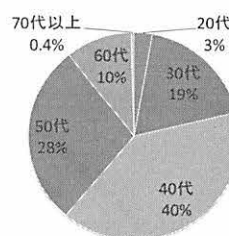
アンケートの題名としては「エンジニアの職場環境の調査」という案内をモニターに配信しまして、最初の問1に「あなたは現在エンジニアですか」という質問をしました。この質問に対して、「エンジニアである(イエス)」と回答した人のみ1000件を集計しています。1000件ですので統計的にもいいところと思います。

回答者の属性というのがこちらに出したグラフで、40代が多いですね。40代が主な回答者で40%、50代も28%あります。20代というのは非常に少ない。こういう年齢の構成になっています。

(スライド11)これは回答者の年齢割合です。回

スライド11

回答者の属性①(年齢)

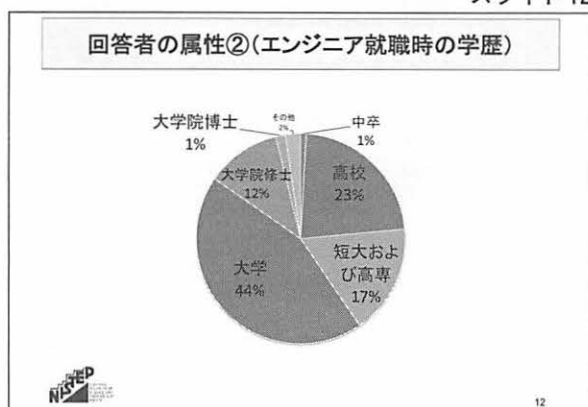


11

答者の属性はもっといろいろ聞いているのですけれど、今回三つだけ示しています。

(スライド12)エンジニアへの就職時の学歴を聞きました。回答者の44%は大卒であるということ、あと修士卒が12%、博士修了も1%、高校卒もありますし、短大・高専卒もある。非常に偏りがなく、今の日本のエンジニアとしてのほぼ妥当な構成を示しているのではないかと考えられます。

スライド12



(スライド13)属性の三つ目としてはエンジニア分類です。回答者は「エンジニアです」ということだったわけですが、ではどういうエンジニアですかということを聞いています。エンジニアの分類というのは、農林水産業・食品技術者、電気・電子技術者、機械・航空機・造船技術者、金属製

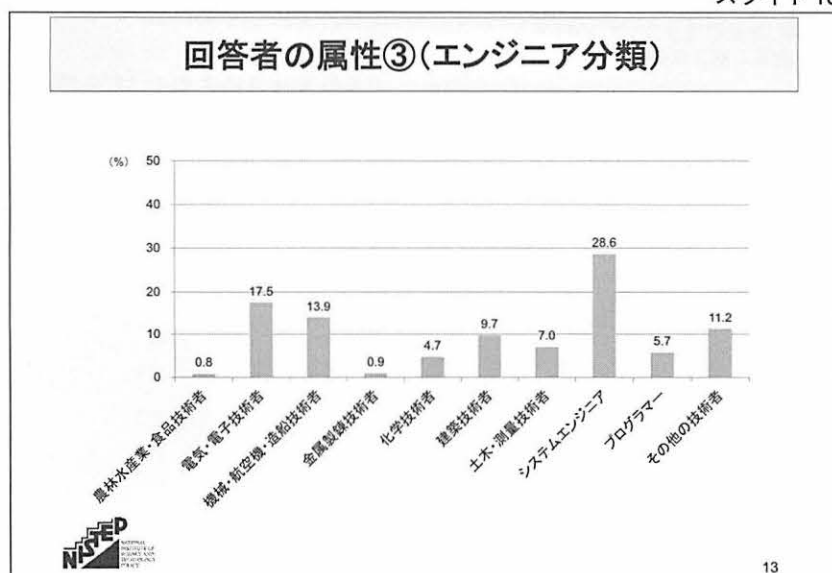
錬技術者、化学技術者、建築技術者、土木・測量技術者、システムエンジニア、プログラマー、その他の技術者という項目立てで聞いています。

これは平成17年度の国勢調査の職業分類の専門職の技術者の分類です。平成22年の国勢調査からは、技術者についての職業分類が少し変わりました。しかし、震災の影響により国勢調査のまとめがまだ発表されていません。そのため平成22年度の技術者の国勢調査上の職業分類の割合と、本調査に関して比較することができなかったため、このスライドでは旧国勢調査の職業分類で書いてあります。今回の調査では、システムエンジニアが非常に多いです。さらに電子技術者、機械技術者も多くなっています。

(スライド14)母集団である国勢調査とどうなのかというのがこちらですけど、上が今回の調査で、下が国勢調査です。これを見てみますと、ほぼ同じ割合です。特にこの一番多い部分がシステムエンジニアです。システムエンジニアの割合は、実は今回の調査の割合よりもパーセンテージとしてはさらにもっと多いということになります。

さらに電気・電子技術者ですが、これもほぼ同じ。そして機械。少し違うのは土木・測量技術者に関してのところ、今回やや少ない。ほぼ同じということで、日本の全体の状況を示せるのではないかと思います。

スライド13

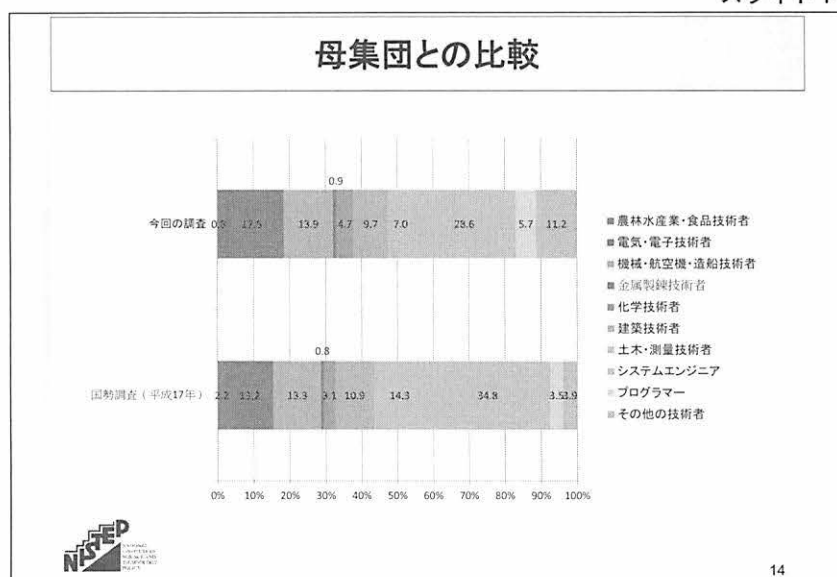


(スライド15)ここから本題です。結構たくさんの質問をしたので、今回ご説明できるのはほんの一部になってしまいます。まず「エンジニアのイノベーション活動の経験の有無」ということで、「現在の職場において、あなたは「新製品あるいは新サービスの市場への投入」に関わった経験がありますか」。つまり、市場化に関わった経験がありますかと聞きましたら、1000人のエンジニアの中で38%は「経験がある」と答えました。「経験がある」と答えただけの、さらに63%は開発の最初の段階から関わりましたということで、以降の質問に関しては、「経験がある、かつ開発の最初

の段階から関わった」63%の人について、さらに深掘りした調査をしています。

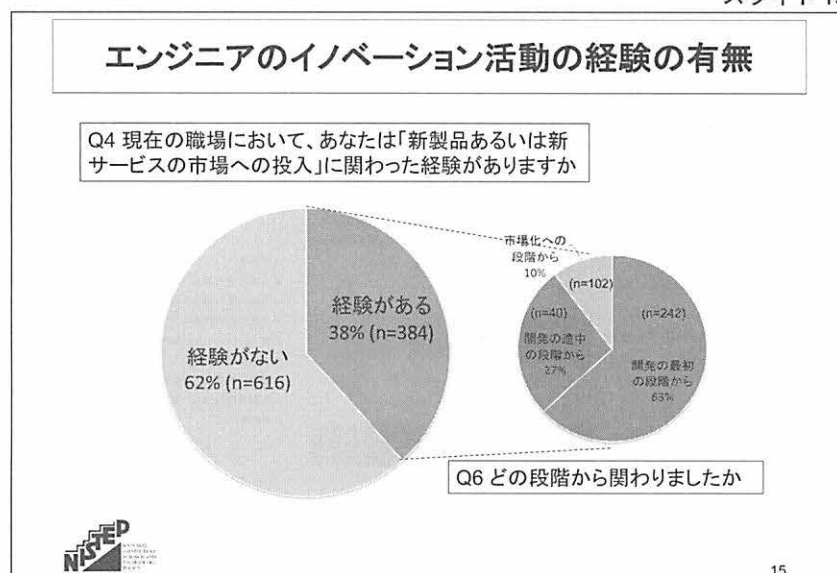
(スライド16)「開発の最初の段階から関わったエンジニア」に対して、「開発のターゲットは主にどのようなプロセスで選ばれましたか」ということを聞いています。64%が「トップダウン」で、「ボトムアップ」が34%ということが示されました。よく、「日本はトップダウン型であると言われるけれども、実は本当はトップダウンではない。強力なトップダウン、リーダーシップを起こさないと、日本のイノベーションというのはなかなかうまくいかないんじゃないか」と言われているので

スライド 14



14

スライド 15

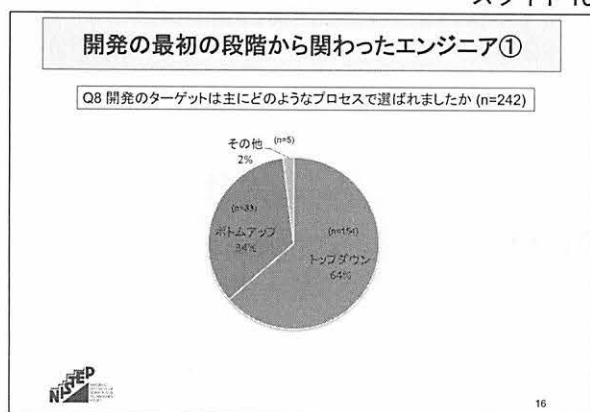


15

すけれども、実際のところは、現場ではやはり「トップダウン型」です。

これはアメリカとかほかの国と比べないとわからないですが、もしかしたら「非常にトップダウン型で、リーダーシップの強い」と言われているアメリカのほうが、やはり、「トップダウン」でターゲットを選んだ割合が日本の回答より多いかもしれません。

スライド 16



(スライド17)次に「開発のターゲットが選ばれたもっとも大きな理由は何でしたか」。これは技術者別に聞いています。人数が多かったシステムエンジニアと、機械・航空機・造船技術者、電気・電子技術者、この3タイプの技術者の回答をここに示してあります。

「開発のターゲットが選ばれた大きな理由は何

ですか」という質問の選択肢に示したのはこちらです。開発のターゲットとして選んだのは、まず「世界初」でしょうと。次は「日本の他社製品への対抗」ではないか。三つ目は「外国の他社製品への対抗」だと。次が「自社の他部門からの要請」。さらに「国など公共部門からの要請」、「大学からの要請」、「日本の他社からの要請」、「外国の他社からの要請」という選択肢にしました。

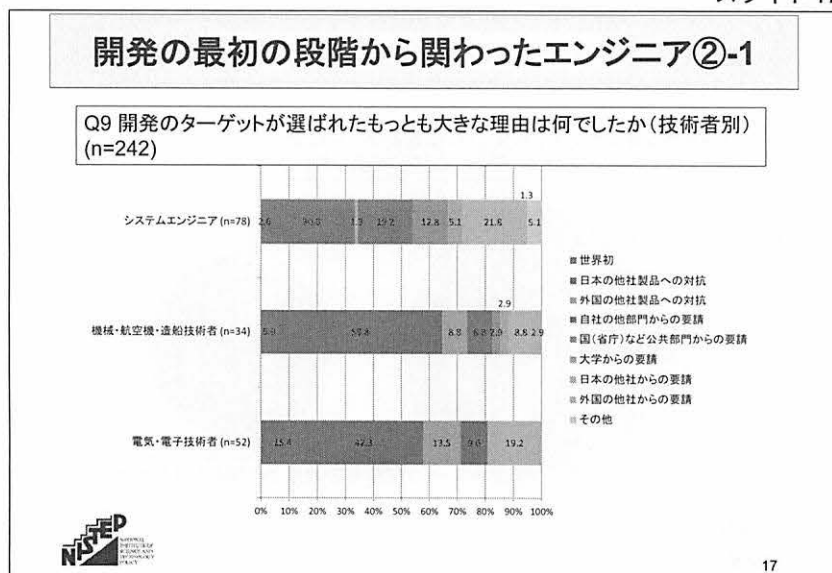
本当の世界的なイノベーションを目指すのであれば、開発のターゲットを選ぶ際に世界初になるぞと思ったから選んだという回答が期待されます。これを比べてみますと、電気・電子技術者では、世界初で選んだという回答の割合が、ほかと比べて比較的多いんですけど、システムエンジニアでは少ない。そういう特徴が見られました。

さらに機械・航空機・造船技術者では、「日本の他社製品への対抗」、つまり国内での戦いということ非常に重視しているということが示されました。

さらに電気・電子技術者では、「外国の他社製品への対抗」という割合が非常に高かったです。

システムエンジニアでは何が高いかといいますと、「自社の他部門からの要請」です。これも非常に納得がいくと思います。最近、ITで製品の規格を決めることや、コンピューターを製品中に内蔵しているのが非常に多いです。その場合に、

スライド 17



自社の他部門に対してのサポートを、システムエンジニアはしているということです。エンジニアによって目指すべきところも違いますし、いま日本の中で果たしている役割も違うということが見えてきます。

でも、これが日本だけの固有のものなのか、世界ではもしかしたらシステムエンジニアがやはり世界初を目指しているのかもしれないというところで、今はこういう状況ですけど、今後改良できる余地というのは非常にまだまだあるという結果であると思っています。

(スライド18)次に、同様の質問に対する回答を、回答者が所属している会社の規模別に分析してみました。比較しますと、「301人以上から1000人以下」、ここで線引きができます。中小企業と大企業というふうに分けられます。そうしますと本当にパターンがはっきりと分かれました。

いわゆる大企業では、「日本の他社製品への対抗」が圧倒的に多いです。そういう市場化のイノベーション活動をしていると考えられます。1000人を超える大企業では、「世界初」の回答割合が多いです。おもしろいことに、20人以下のいわゆるベンチャーを見ますと、「世界初」の割合が、その上の21人から100人以下の企業に比べると、大きいです。したがって、1000人を超える大企業、または20人以下の小規模会社では世界初を目指す気概がある、もしくはそういうイノベ

ーション活動をしているということがわかります。

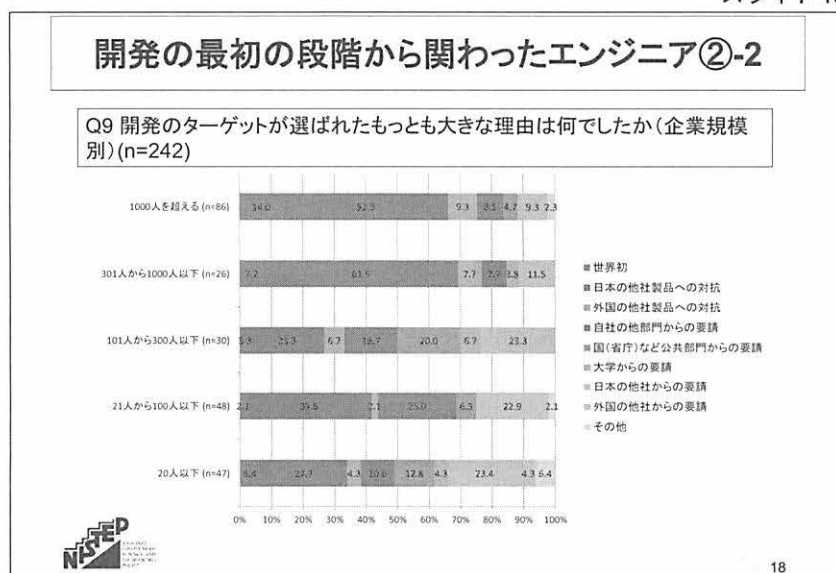
あと特徴的なのは、21人から100人以下の企業で、「自社の他部門からの要請」が多いということと、101人から300人以下の企業で「国などの公共部門からの要請」の割合が多いという特徴が見えます。つまり、日本の企業は企業規模ごとにイノベーションの特徴があり、これは例えば国が何かを支援するなり、何か方策を立てるなりといった場合ですけども、一律にはできないようだということがわかります。

少しおもしろいのは、20人以下の企業では、「外国の他社からの要請」に多少割合があることです。ほかの企業では、割合がほとんどないので、20人以下の企業は数は少ないですが、これら(ベンチャー)を育成していくことで、大企業と結びつくようなことが起こり、それによって日本に「世界初」が増えていくという、新しい明るい未来像が描けるのではないかと考えられます。

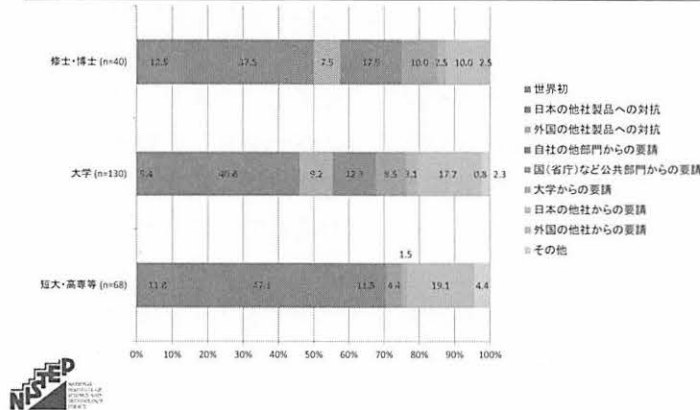
(スライド19)さらに今度は、同じ問いを学歴で分析してみました。一番上が修士・博士、次が大学、短大・高専等です。これもちょっと先ほど同様におもしろいです。「世界初」は、当然といえば当然ですけど、修士・博士卒の回答の割合が多い。大卒は、この三つで一番少なく、短大・高専等卒がまた多い。

修士・博士は非常に専門性があり、短大・高専

スライド18



開発の最初の段階から関わったエンジニア②-3

Q9 開発のターゲットが選ばれたもっとも大きな理由は何でしたか(学歴別)
(n=242)

19

等という人たちに関しても、高専等で技術教育は非常にしていますし、非常にいいのかもしれませんが、問題は真ん中です。

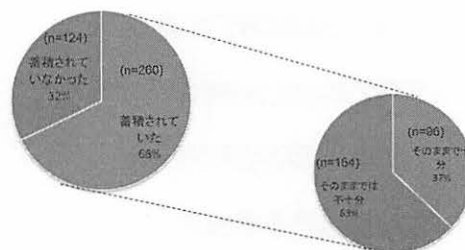
真ん中の大卒は非常に人数が多いにもかかわらず、「世界初」というイノベーション活動に関わっている割合が非常に少ない。その分、「日本の他社製品への対抗」が多く、「外国の他社製品への対抗」もありますが、この層をもうちょっと何とかできないのか。いわば「大卒」に対する可能性の部分が、ここに示されているのではないかと思います。

(スライド20)次の問いです。「イノベーション

活動に関わったエンジニア」について、開発をする場合に必要な技術や知識が組織内にあらかじめ蓄積されていたかということ聞いています。ここに示すように、68%が「蓄積されていきました」で、「全然蓄積されていなかった」が32%です。しかし、「蓄積されていた」という68%も、「蓄積されていた技術はそのままでは十分なレベルでしたか」という質問では、「そのままでは不十分」に63%の回答が示されています。

したがって、本当に「そのままでは十分」なのは、この4分の1ぐらいであり、実際は4分の3は、イノベーション活動に関わった場合、エンジニア

イノベーション活動に関わったエンジニア

Q14 開発において、必要な技術や知識が組織内に蓄積されて
いましたか(n=384)Q15 組織内の技術や知識は十分なレベルでしたか
(n=260)

20

は持っていたものをそのままやるのではなく、さらに付加的なことをしなければならない。つまり前の演者たちが言っていたMECIの根本的エンジニアリングの、どんどん課題を見つけていき、さらに膨らませていくということをしないと、イノベーションは起こらないという、実際の状況がここで示されていると思われます。

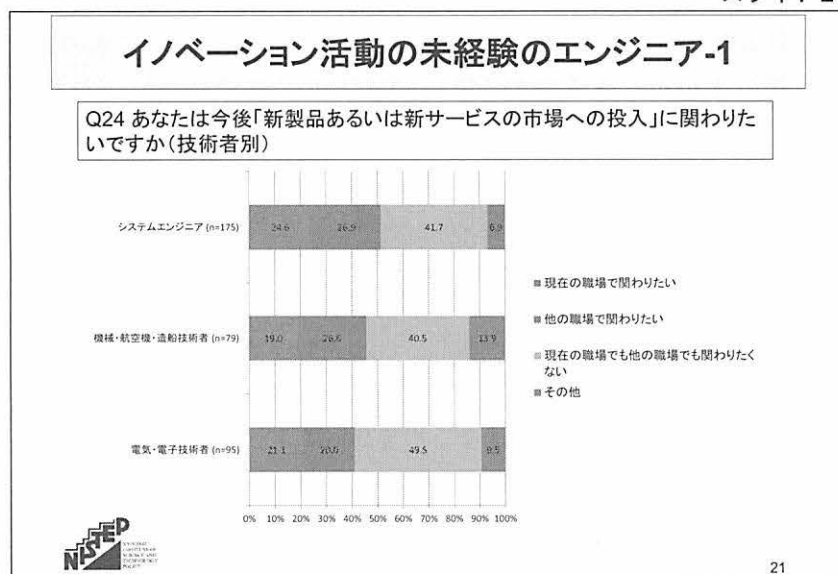
(スライド21)次に、最初の問いにおいて、「イノベーション活動は未経験だ」というエンジニアに対して質問をしています。「あなたは今後、新製品あるいは新サービスの市場への投入に関わりたいですか」と聞いています。これは技術者別

で示しています。

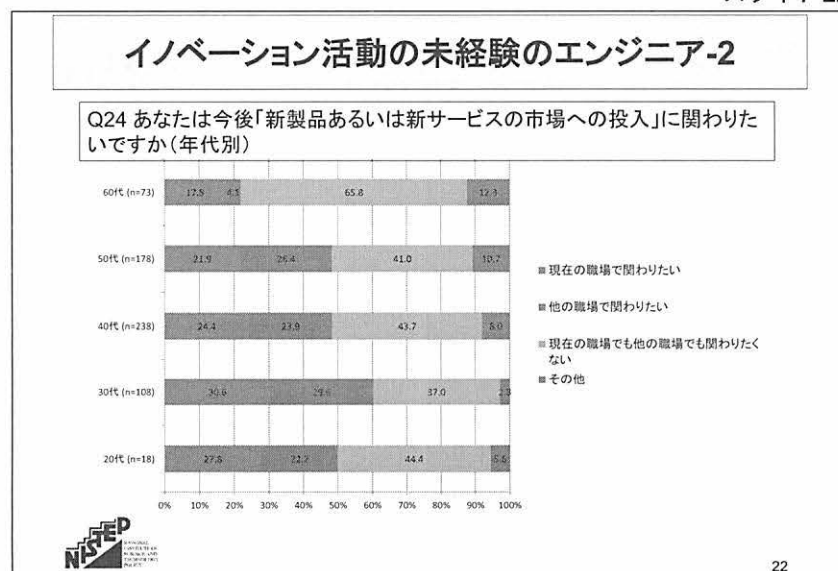
システムエンジニア、機械・航空機・造船技術者、電気・電子技術者において、「現在の職場で関わりたい」がこの部分(左)です。システムエンジニアは「現在の職場で関わりたい」の割合がやや多い。「他の職場で関わりたい」は大体二十数%です。「現在の職場でも他の職場でも関わらない」が一番多いですが、電気・電子技術者では、その割合がほかのエンジニアと比べると圧倒的に多い。

私はエンジニアではないので、エンジニアごとにどのような違いがあるのか、どのような問題を技術

スライド21



スライド22



者の方が抱えているのかよくわかりませんが、電気・電子技術者には、今、何らかの問題が存在しているのかもしれません。

(スライド22)同じ設問を、年代別に分けてみました。20代、30代、40代、50代、60代です。「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」が多く、60代になってしまいますと、もういいかという部分があるかと思いますが、それはともかく、割合が大きいです。それでも17.8%は「現在の職場で関わりたい」というふうに非常に意欲的な方たちはきちんといます。

まず若い人たちを見ていきます。20代は数が少ないですが、30代までは「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」の割合は少し低い。それは多分、夢が見られる年代なのかもしれません。ここにちょうど線引きがある様子です。40代になると、いきなり「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」という割合がほんと上がります。50代になるとまた少し下がるような感じですが、40代で何が起きているのかなと、不思議に思っているところです。

逆に言えば、非常に人数が多い30代のところをどうにかすると、ここにいた人たちが「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」ではなく、「現在の職場で関わりたい」という方向に行くのではないか。これはやはり教育か、エンジニアのイノベーションの場においての何らかのサ

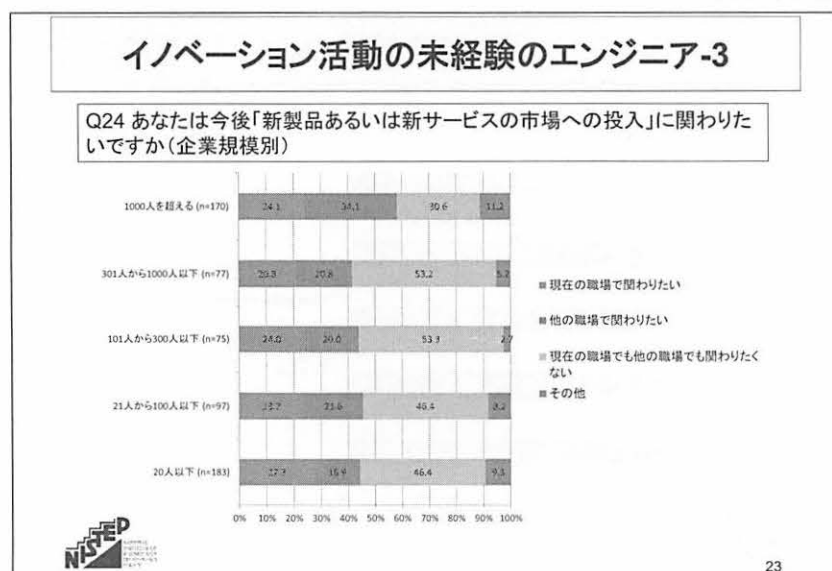
ポートをしてあげるのかということ、今後考えていかないといけないと思います。

(スライド23)こちらは、企業の規模別に分けてみました。これが1000人を超える大企業、これが301人から1000人以下で、この下のところが中小企業に当たります。1000人を超える大企業を見てみますと、「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」という割合が少ないです。恐らく大企業というのはイノベーション活動をやりやすい環境なのではないかと、これだけを見ると思います。ただ、問題が一つあります。

つまり「他の職場で関わりたい」ところが一番多い。これはやはり問題ではないかと思います。要するに、大企業の人と思う「他の職場で関わりたい」というのは、その他の大企業の職場に行ければいいですけども、行けなかった場合、多分さらに規模の小さい企業に行くのでしょうか。そうすると、「現在の職場でも他の職場でも関わりたくない」が増えるだけになってしまうように思えます。何かの問題が大企業の中にあるのだろうと推測されます。

20人以下のところではやはり結束がかたいのか、「現在の職場で関わりたい」という割合が一番高いです。ここは非常に期待できます。ですので、中間の規模の企業と、大企業を、何か変えていかないといけないのではないかと考えられます。

スライド23

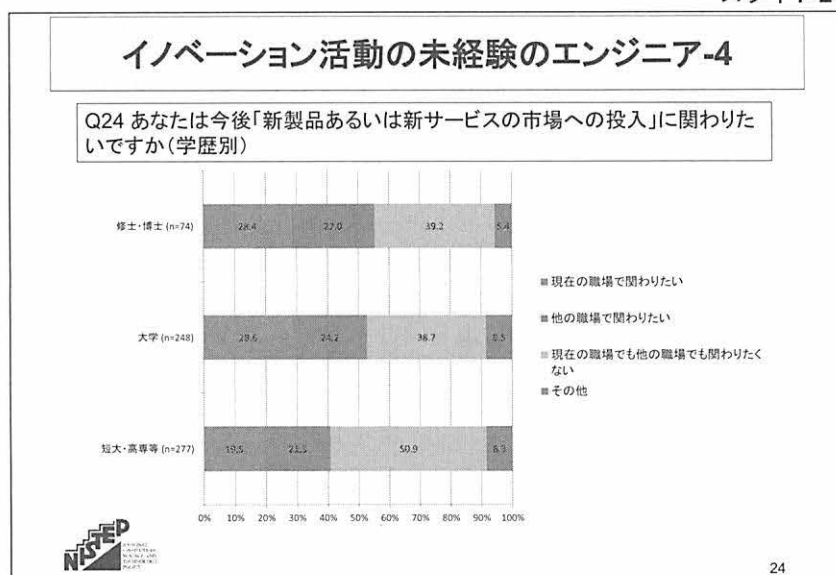


(スライド24)さらに学歴別で見ってみました。学歴別で見えますと、修士・博士や大卒では、「現在の職場に関わりたい」、「他の職場に関わりたい」が多く、短大・高専等では、「現在の職場でも他の職場でも関わりたい」の割合が大きくなっています。理由を問う自由記述がありますので見てみますと、短大・高専等卒の方たちはイノベーション活動自体に触れさせてもらっていない様子です。「もともと自分はそういう立場じゃない」と、自由記述で回答されている方も多かったです。いずれにしても、大卒をどうするかは、今後非常に問題になるのではないかと思います。

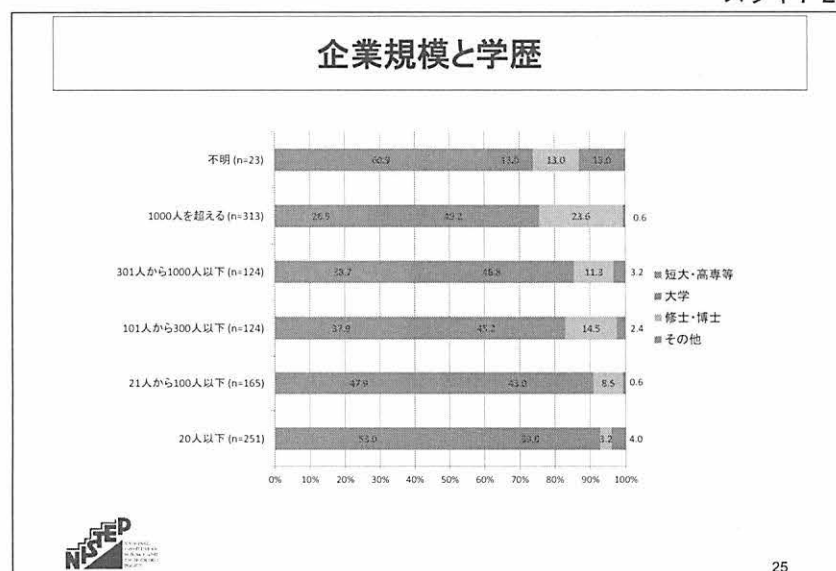
(スライド25)これは参考情報ですが、今回のアンケートのために集めた回答群は、恐らく日本の現状に近いのではないかと思いますので分析してみました。企業規模と学歴で今回の回答者を分析しました。(左から)短大・高専等卒業の人、大卒、修士・博士です。

これを見ますと、1000人を超える企業では、修士・博士や大卒の割合が大きく、企業規模が小さくなっていくに従ってその割合は小さくなっていきます。逆に短大・高専等卒の割合は、20人以下の企業では半分ぐらいになります。企業規模が大きくなればなるほどその割合は少なくな

スライド24



スライド25



っていく。しかし、先ほどお見せしましたように、20人以下のベンチャーと思われるような小規模の企業は非常に意欲的な様子もあります。つまり、高専等卒の人には、意識が違う人々が混在している可能性も非常にあるわけです。

企業規模別で見た場合に、どこが一番問題なのかといいますと、やっぱりこの大卒の部分です。一番多く占める大卒部分のところを今後どうにかしていかなければいけない。大卒の割合の人たちというのは、どの企業別にも一定の割合、しかも一番大きな集団として存在しています。つまり、大卒の人が変われば企業全体が変わっていきます。もしかすると、イノベーション活動も増えていくかもしれないということが、ここで期待できます。

(スライド26)次に、年代ごとの技術者の割合を、ここにお見せします。一番上から60代で、50代、40代、30代、20代になっています。ここを見ていただきたいのですが、三角形になっています。これはシステムエンジニアです。60代のシステムエンジニアはすごく少ない。50代からだんだん増えており、20代が多いという三角です。

実は逆三角もあります。60代が非常に多くて、若くなればなるほど少ない。これは何かというと、建築技術者です。システムエンジニアは、比較的最近のエンジニアなので、この三角形という

のはある程度理解できますが、それに押されているのか、建築技術者の逆三角というのはどうでしょう。建築技術者の教育がどういうふうに行われているのか、技術の継承がきちんとされているのか。私はこれを見て危機感を感じました。

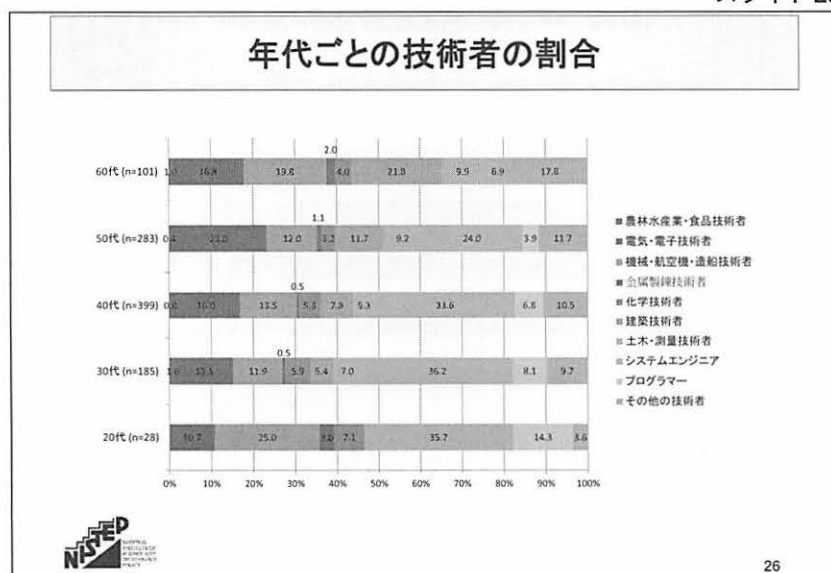
さらにもう一つ。こちらやや逆三角のように細っています。20代が少なくなっているのが電気・電子技術者です。電気・電子技術者に関しては、先ほども何か問題があるのでしょうかと私は問いかけをしましたが、何かあるようです。電気・電子技術者を、今後どう育てていくかを考えなければいけないと感じます。

逆に期待が持てそうなのは、機械・航空機・造船技術者です。機械・航空機に関しては、これは非常に不思議ですけれども、上が多く、下も多くという形で、40代、30代で比較的人気が一たん落ちたところが、また段々出てきたという状況を示しています。

技術者と年代を見ていきますと、別の側面が見えてきました。このように、イノベーション活動を存分に技術者ができるような環境にするのは、エンジニアという一くくりではなくて技術者のタイプごとにいろいろ分析していかないと、方策を見つけるのは難しいのではないかと思います。これがアンケート調査からわかりました。

(スライド27)調査によってわかったことを示します。まず、イノベーションを創出する「エンジ

スライド26



イノベーションを促進するためには

<調査により示されたこと>

- ・イノベーションを創出する「エンジニアリングの現場」は多様である
- ・一様な施策ではイノベーション促進につながらない
- ・エンジニアのイノベーションへの意欲が希薄になっているのではない

<対策案>

- それぞれの現場を調査して問題点を抽出する
- エンジニアの教育と再教育(学部および卒後教育)
- 若手のIT以外の技術者を養成



27

ニアリングの現場」というのは非常に多様ではないかということです。現場も多様ですし、その中で構成される技術者も非常に多様です。このことを認識しなければならない。したがって、一様な施策ではイノベーション促進にはつながらないという危機感を感じました。さらに、エンジニアのイノベーションの意欲というのが実は希薄になっているのではないかと感じております。

これらに対する施策案を三つ書きました。まず、実際にそれぞれの現場を見てみないとわからないということで、現場を調査して、潜在的な問題点を抽出しないとけないということ。

二つ目は、エンジニアの教育と再教育です。教育というのは学部ですね。大学において、エンジニアリングに関する学部を専攻する人たちに対して「イノベーションを担う人材になるための教

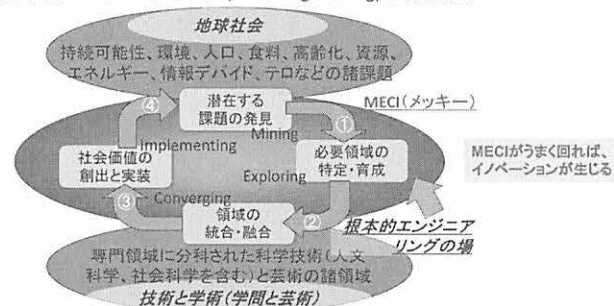
育」というのが必要なのではないかと。今まで、そういうことが圧倒的に抜けていたのではないかと。ということです。さらに、再教育としての卒後教育です。これは、イノベーション活動をやってみようと思った人が、実際にイノベーション活動を実施できるような、何らかのサポートやエンカレッジをするような再教育の場というのも必要であると。こういうことをしていかなないと、イノベーションを担う人材がどんどん先細りしてしまうのではないかと考えました。

三つ目は、若手の特にIT以外の技術者の養成です。システムエンジニアは非常に多いですが、それ以外の技術者を養成するような仕組みをつくらないと、今後日本の技術者の9割がシステムエンジニアで占められてしまうということにもなりかねないのではないのでしょうか。若者のIT志向、システムエンジニア志向というのは非常に高いので、別のエンジニアへ誘導するような対策は必要であると思っています。

(スライド28)最後のスライドです。根本的エンジニアリングとイノベーションの関係について少し述べたいと思います。イノベーションの活動も、MECIサイクルと同じではないか。イノベーション自体がMECIの①→②→③→④のように、「潜在する課題の発見」、「必要領域の特定・育成」、「領域の統合・融合」、「社会価値の創出と実装」を回っていくと思います。特にこの「社会価値

根本的エンジニアリングとイノベーション

根本的エンジニアリング(Meta-engineering)の概念図



© 2011 (社)日本工学会アカデミー 根本的エンジニアリング作業部会

御清聴ありがとうございました

本研究は公益法人日産財団の助成を受けて実施しています



28

の創出と実装」がイノベーションには非常に重要になると考えられます。つまり、④→①→②→③をぐるぐる回していくようなことを実行していないと、イノベーションは出てこないということになります。

さらに、イノベーションを回すための人材、人材の教育は非常に重要だと思います。これについ

ては詳細な調査をして問題点を抽出していかないと、エンジニアの現状に対して、どういうことをしたらいいのかという「解」が見えてこないと思います。

最後ですが、本研究は公益法人日産財団の助成を受けて実施しています。

以上です。ご清聴ありがとうございました。

質疑応答

司会(小松康俊) 以上で3件の講演をお聞きいただいたわけですが、ここで皆様方からいろいろご意見をいただきたいと思います。お手元に資料がございます。それをまたごらんになっていただければと思いますが、今回、根本的エンジニアリングというのをご紹介したわけで、まだなじみの薄い方もいらっしゃるかと思いますが、こういった活動に対するご意見、あるいは個々の話題に対するご質問なりご意見、それから自分はイノベーションというのはこう考えているんだとか、どういう意見でも結構ですけれども、挙手をしてご意見をいただければと思いますが、いかがでしょうか。

澤谷由里子 JSTの澤谷由里子と申します。今日はどうも大変貴重な講演をありがとうございました。最後のご講演について、調査票の設計と、あとは対象者の意識といった観点でご質問させていただきたいんですけれども。一つは、スライド8にありました、マーケティング・イノベーションが日本で足りない。そういったときに考えられますのは、それらを引っ張っていく人材はどうであらうか。企業で考えてみますと、戦略部門にいます戦略エンジニアといいますか、そういったものですか、あるいはマーケティング部門にいるような、データを分析し市場を発掘するマーケティング・エンジニア。そういったときに今回の調査票ですと、エンジニアといった定義、これは国税調査の定義によって非常に理工学に偏っているということがあると思うんですが、そのマーケティング部門とか戦略部門のエンジニアといったものが、まずはちょっと対象者でなかったのかなといったこと。

あともう一つは、今度は質問されるほうの意識ですけれども、多分、マーケティングにいたり戦略部門にいます人たちは自分がエンジニアだと思っていないので、またこういった調査をしたとしても、そこのニーズがうまく出てこない、現状が出てこないといったことがまずはあるのではないかと思います。

これはサービス・イノベーションの調査をしている場合にも同じようなことがありまして、サービス部門には理工学のような方がいないので、自分たちがイノベーションをやっているとも思わないといったことで、なかなか調査がしにくい分野であると思うんですけれども。それについて一つ、今回の調査ではその他の部分に入っていってしまうのかもしれないですけど、そのあたりを教えていただければと思います。

伊藤裕子講師 ご質問ありがとうございます。実はエンジニアといった場合に、非常に理工学系に偏るということは危惧してしまっていて、それをどうするかというふうに考えた場合に、調査の会社が持っているモニターの中では、最初の職業登録のところに技術者である、エンジニアであるというふうに登録した方というのはいるんですね。実はそれだけでも切り出すことができたんですけど、今回その切り出しをしませんでした。といいますのは、ほかの部門、例えば研究・調査に関して、またはマネジメントとかマーケティングとか経営とかいろいろあるんですが、その中でも自分自身がエンジニアだと思っている人というのは恐らく回答してくれるのではないかと思いますので、一番最初に申しましたとおりに、主婦やアルバイト、学生さんを除いたすべての九十何万人という形に投げました。

で、結果として見てみましたら、最初のモニターの登録のところに技術者というふうに示していなかった方が随分、回答者に入っているんです。今回、属性の分類について示さなかったんですけれども、経営部門であるとか、言ってみれば技術者よりも実は文系のほうじゃないかなと思われるような分野、マーケティング担当であるとか、その担当についても実は聞いているんですね。それを見てみますと、そういった今まで補足できなかったようなエンジニアの方たちの補足がどうもできているらしいので、ちょっとそのあたりでもう一度詳細に見てみたいと思います。ありがとうございます

ざいました。

柘植綾夫 柘植です。very beginningの問題とい
いますかクエスチョンで、私自身にも投げかけて
います。例えば、伊藤さんのこの前刷りの最後の
ページ(スライド28)ですね。「根本的エンジニア
リングとイノベーション」の絵を見て、論点は、
今工学というもの、エンジニアリングというもの
が社会的な責任において、やっぱり何とか変えな
いといけないと。それはエンジニアリングの教育
もそうだし、エンジニアリングを使った原子力発
電所の問題とかを含めると、エンジニアリングと
いうものがやっぱり何か間違っているぞと。

そして、二つの言葉が私の中にあるんです。一
つは、社会的な責任という面で、エンジニアリン
グの原点に戻ろうと。そうすると、このスライド
28の絵も、潜在する課題の発見も含めて、ある
いは学術に任せておくとどんどん細分化する一
番下のところ、技術なり学術をやはり統合すると
か、こういうものを含めて工学(エンジニアリン
グ)の原点に戻れという課題設定と同じではない
かと、この根本的エンジニアリングが。

で、この根本的エンジニアリングという言葉ま
で使わざるを得ない本質の問題に、我々はいま直
面しているのだろうか。あるいは、蒸気エンジ
ンを発明してきたときから始まっているエンジ
アリングというものの原点に戻ろうと、そういう
ことを追求すればいいんじゃないかというのを
私自身の中でずっと自問してしまして。どちらか
というとならエンジニアリングの原点に戻ろうと、教
育にも生かし、産業にも生かしていこうと。これ
じゃないかと私は思っているんですが、そのこと
を、ぜひ3人からご意見を伺いたいと思いま
す。

司会 じゃあ、鈴木さん。

鈴木 浩講師 おっしゃることも確かだと思
うんですけど。ただ、実はエンジニアリングの
定義をNAEから持ってきたというのものもあるか
もしれませんが、やはりどうしても制約条件
とか課題というのがフィックスされたところか
ら、エンジニアリングはスタートしているかなと
いう気はするんですね。ですからもう一度、グ
リーンフィールドというか、そういうところに立ち

返って課題を見つけないと。ただ昔に戻るだけだ
と、なかなか新しい発見というのが俯瞰的に出
てこないのではないかとという危惧を持っていま
して。

それでMetaという概念。今のエンジニアリン
グの、勝又さんは「後から」と、私は「上から」と
いっても言っているんですが、見るような形の、その
見方を変える、ポジションを変えて見るという意
味でMetaとか根本という言い方をしているん
ですけれども、もしかすると柘植先生も同じこと
をおっしゃっているのかもしれないですが、私は
ちょっとそんなイメージを持っています。

勝又一郎講師 勝又です。難しい質問なのです
けれど。私の標題ですが、「あらたなエンジニア
リングとしての根本的エンジニアリング」、これ、
実は私が考えたわけじゃなくて、鈴木さんが、
「おい、これで話せ」と言われて、そのままらっ
ちやったんです。柘植さんのおっしゃるのは多
分、今のエンジニアリングのディシプリンとい
うか、その範囲内でこういうふうに変えていこう
というか、原点に戻ろうというか、まとめ直そう
とか、そういうお話かなと伺ったのですが。私が
根本的エンジニアリングというふう考えたのは、
アリストテレスに戻るわけですが、いわば全く
新しいエンジニアリング、今までになかった
エンジニアリングというものを定義してしま
おうじゃないかと。今のままだをどうこうい
じくても多分どうにもならないと、余計、混
乱するだけじゃないかと。

で、今のままだは今のままだ、先ほども言
いましたけど、左脳をどんどんどんどん進化
させていくと。これによってやっぱり人類は
本当に進化するので、ほうっておくと言っ
てはちょっと言い過ぎですが、それはそれで
頑張ってもらおうじゃないか。で、いわゆる
(哲学に対する)形而上学に相当するもので、
(工学に対する)Meta-Engineeringとい
う、新しい概念のエンジニアリングを育て
ていこうと、定義していこうと。じゃあ、
それにはやっぱり学際とか連携ではなくて、
統合というところまで話を持っていかないと
できないのではないかなと。私は全く考えが
まとまっているわけじゃないです。今そういう
ところに

迷い込んでいるというところですよ。

司会 伊藤さんは、今のについて？

伊藤講師 私が考えていますのは、やっぱりエンジニアリングの根本というのは、原点は、つくることだと思うんです。今まではつくることというのは物づくりという、エンジニアリングというのは物をつくるということで規定されていたんですけど、これからは社会的価値をつくる、ソフトなものをつくる、心をつくる。何かをつくるということが多分すべてエンジニアリングという形にエンジニアリングが拡大していったって、でもやはり本質は何かをつくっていることだというふうに私は思っています。ですので、そういう意味でいうと根本なのか原点なのかかわからないですけども、そういうことを押さえていけば、エンジニアリングは大丈夫なんじゃないかなと思っていますけど。

司会 そのほか、富浦さん。

富浦 梓 柘植先生が言われた原点に戻るというのは、ある意味では理解できるんです。つまり技術というのは、人や社会に便益を与えるということで発展してきたわけですね。ところがそれが発展し過ぎた結果、人に脅威を与える。そういう意味では甚だ困ったことなので、原点に戻ろうと。やっぱり人や社会に便益を与えるという原点に戻る。そういう意味ではおっしゃるとおりだと思うんですよ。

ただね、ここで非常に重要な絵が、「潜在する課題の発見」というんですか。私は現場の経験から考えますと、課題が見つかったら、問題の8割は片づいたと。課題を見つけることって、ものすごい難しい。その課題というのは、アパレント・イシュー (apparent issue) であればだれでも知っているわけです。いわゆるニーズがあるというやつですよ。それはだれでもニーズを知っている。ここで言っているのはラテント (latent) なニーズですね。

実は私はもう一つ、ドーマント (dormant) なニーズという、つまり寝ている。言われても気がつかないで、あれっと思うのは寝ているやつだと思うんですが。ドーマント・ニーズを商業化している典型的な例は、コスメティック・インダストリー

ーだと思うんです。あれ、デパートに行ってごらん下さい。1階は全部、化粧品売り場でしょう。化粧品売り場には必ず売り子がいて、今年の流行の色はこんな口紅ですと、こう言うわけです。それを塗られてみると何か自分に合っているような気がして、ついつい買っちゃう。あれ、毎年毎年変えないと、コスメティック・インダストリーは倒産するんだそうですね。いや、本当に。

ですから去年の流行は、シャネルだろうと何だろうと1本1万円もしたような口紅が、来年になったら大きなたるに入っていますよ。どれでもより取り見取り1000円でいいと、500円でいいと。だから、あるものをつくって、人の欲望を無理やり揺り動かして起こしてしまうということを商売にしているのは、僕はコスメティック・インダストリーぐらいしかないと思うんです。

ところで僕は鉄屋なものですから、いろいろな需要家さんに、本当に欲しい鉄は何ですかということ一度アンケートしたことがある。そうしたら出てきてみてびっくりしたんですけど、強くてやわらかいとか、高温で強くて何とかだとか、要するにダイアバティック (diabatic) な、相反する特性を持ったものが一番欲しいと言われるんですよ。ところが、そんなものは考えつかない。つまり、技術屋には常識というのがあるんですね。そんなものはできんと、はなから思っているんですよ。だから、潜在する課題の発見というのは、この常識の壁を越えない限りは、僕は出てこないと思う。

そのためには何が必要かというのと、僕はやっぱり赤子のような……。明治の初年に100の質問をして、こういうものがあつたらいいなというのを載せた『萬朝報』という新聞ですか。現時点では、そのうちのもうほとんど、99%ぐらいができたというんでしょう。ああいうのを今やったらどんなニーズが出てくるんだろうと。僕は多分、出てこないんじゃないかと思うんだ。それは何かというと、無理やり起こさないと、揺り動かさないと、ラテント・ニーズというのは出てこないんじゃないかと思うんです。伺っていて、ここら辺に一つの工夫が要るんじゃないかなと思います。

要するに根本的エンジニアリングというの

は、このラテントな課題を見つけたら、8割は終わりですよ。あとのサイクルって勝手に回っていきますよ。それはもう企業におられた皆さんというのは、よくご承知だと思うわけだ。何か課題を出したら、おれもやりたいというのは、アリのごとく集まってくるでしょう。ところが、さっきのどなたかのお話にあったみたいに、トップダウンかボトムアップかという。長くなってすみませんけれども、あれ、誤解しちゃいけないんだけど、本当はボトムアップだけど、これをやるとトップが決めたからトップダウン、というのが実は多いんですよ。そこを見間違えないようにしないとイケない。

それと、国勢調査における技術者というのは、あれ、自己申告でしょう。そうしたら現場で機械を回している人でも、おれは技術者だと、作業者とは決して言わないんですよ。だから、「私は技術者だ」と言っている人の数は、日本は世界で一番多いと思いますよ。そこら辺を分類しないで技術者と一括して言われると、非常に抵抗感があります。だから、素材産業とか化学とか金属なんて、技術者の数はコンマ以下じゃないですか。そんなこと、あり得ないですよ。逆にそういう産業というのは、技術者というものに対する定義が非常にはっきりしている。そこら辺をちゃんと分類しないと、あれからどういうレッスンを引き出すかというのを、僕はお話を伺っていて、非常におもしろいとは思いつつも、一方ではこれから一体何が教訓としてわかるんだろうという疑問を感じました。

で、一声、新製品、新サービスって言うじゃないですか。どうして新技術ってないんですか。日本で新しい技術を生み出すことによって、便益をいっぱい生み出してきたわけでしょう。新製品って物ですよ。

それから、さっき澤谷さんが言っていたけど、アメリカと比較しても、日本ぐらいサービスが優れている国はないと思いますよ。例えば保険。保険の掛け金なんて、保険(会社)に直接払うやつと、保険のおばさんに払っているのは、1対1ですよ。あんなに生産性が低いサービス産業ってないですよ。そういうところにメスを入れて考えな

いと、あれからどんなレッスンを引き出すんだろうかと。つまり、あれでもサービスに割いた分と、製品に割いた分と、技術に割いた分を分けてごらんない。恐らく生産性が一番低くてみっともないのは、サービスだと。一番高いのは多分技術だと。そういう分類がないもんだから、お話を伺って非常に悩みましたね。これから一体何のレッスンを。

つまり柘植さんが言っていることは、我々は若い人にどういう教育をしたらいいのか。それがデザインできない。せっかくな統計なので、そこまでもうちょっと分類していただけるとありがたいと思います。随分長いこと失礼しました。

司会 永野先生、どうぞ。

永野 博 永野と申します。根本的エンジニアリングの課題、そこのところはわかったんですけど、アメリカの工学アカデミーの定義もお聞きしていて、やっぱり去年のような原子力の問題なんかを考えると、私も工学部卒業なんですが、制約条件を決めてやると。そここの制約条件の決め方がどうなんだということが今みんな問われているので、何かここでやっていただくことができないのかなと、一つ思いました。

二つ目は、このサイクルはJSTの研究開発戦略センターでやっているのと同じと共通のところがありますが、向こうは教育のことは全く触れていないというか、そういう視点はなくて、逆に課題というか新分野の提言みたいなものをしているので、何かそこら辺でコンプリメンタリー(complimentary)なところがひょっとしてできないかなと思いました。

それと、最後の伊藤さんのあれについてちょっと一つだけ。修士と博士と一緒にしているんですけども、何か最近見ていると、修士といっても学部とあまり変わらなくて、逆に博士をちゃんと活用できていないというのが日本の課題だとよく言われるので、もうこれはやってしまったのであれですが、そここのところがわかるとおもしろいかなと、ちょっと聞いていて思いました。

司会 発表者のほうから何かコメントはありますか。いいですか。ほかにどなたかコメントは……。じゃあ、お願いします。

齊藤了文 関西大学の齊藤といいます。初めて話を聞かせてもらっていて、すみません、まだあまりよくわかっていないところが二つあって、一つは、潜在する課題の発見というところの話で、先ほど質問されたところともかかわっているんですが。これは普通に言う、例えば要求工学とかそういう話とは、どういうところが違っているのか。話を広げていくパターンの話と、先ほどの質問みたいにコスメティックの話だったら、ちょっとまた違う方向に行くようなので、そこら辺のところを、一つ説明していただきたいと。

もう一つありまして、これも先ほど話としては出たやつで。エンジニアリングの定義で、制約条件のもとでのデザインとかいう話をされていたんですが、例えば「制約条件のもとでの」という話をきつくとりますと、個別的なものをつくるときに条件で、本当にこのところでちゃんと光が来るかどうかとかそういうことをやろうとしたら、多分、個別的なことで問題解決しないと仕方ない。そうすると、先ほどの話とちょっと結びつけると、勝又先生の話では、そのところをもっと普遍的なものにしないといけないとか言われていたんですが、その個別的な条件というところを強調すると、普遍的な話にどうやってつながっていくのがちょっと見えてこないの、そこら辺のところを少し教えていただきたいと思うんです。

鈴木講師 教えていただくようなものじゃないんですけども。先ほどの課題のお話ですが、いろいろな大きさがあると思います。先ほど私の話の中でイノベーションのパターンとかタイプということでご紹介したと思うんですが、何をイノベーションとして求めていくかによって、恐らく課題の幅も随分変わってくるだろうと思います。富浦先生のコスメティックも、一つの新しいビジネスのイノベーションというんですかね、そういったものとしては非常に大きなテーマにつながってくると思うんですが。例えば先ほどの永野さんの原子力の問題になると、またこれも一つ、社会のエネルギー問題とか環境問題とか人間の安全といったところまでかかわってくるので、非常に大きな課題になってくると思います。

我々は別にその課題の幅を決めるということをして今やっていないので、広い例から狭い例までいろいろ検討させていただいているというのが現状です。

勝又講師 非常に難しい質問ですけども。先ほどの生産の質問のときにも申し上げましたけど、全く新しいエンジニアリングをMeta-Engineeringとして定義してしまおうということです。ですから先ほども申し上げましたけど、個別の課題を解決するのは、それはいいんです。それは左脳でどんどんどんどんゆけばいい、それはもう人間の本性ですから、それはどんどんやっていきなさい。しかし、それだけだと、先ほどもお話がありましたけど、人類は危険な方向に行っちゃうかもしれない。その可能性が非常にでかい。

とにかく昔のイノベーションというのは、例えばラジオからテレビに移るのに多分20年ぐらいかかったんですね。ところが今は、iPadに行くのに半年もあればぱっと行ってしまふ。しかも全世界に一遍に行っちゃうと。非常に危険なわけですよ。ですから、それをほうっておいたら、それはもう個別のエンジニアリングにあるコンステレートの中に個別で発見するのは、それはそれではしょうがないと。ほうっておくというわけではないんですけど、それはそれに任せよう。

だけど、それとは別のもっと普遍的な広義な、文化とか文明にまで取り込んだようなMeta-Engineeringというものを別途並行で考えていかないと、とんでもないことになる。だから、私は全く別のものとしてとらえて両方とも必要だと、そういう主張をしているつもりです。

司会 じゃ、次の方。

久田安夫 久田といいます。鈴木さんの書いておられる今後のアクションプランについて、ちょっと私の意見を申し上げたいと思うんですが。私も大企業のトップマネジメントの経験はないんですが、数百人程度とか数十人程度の中小企業のトップの経験から私が感じていますのは、やっぱり経営者に意識を変えてもらわないといけないんじゃないか。だからアクションプランのときは、少なくとも中小企業的な規模の経営者にまず考え方を教えていただく。で、できれば大企業のト

ップの考え方もこういう方向に認識を持っていたかどうかというのが、これを進める上で大変重要なアクションプランの一つではないかと。こう思ったものですから、発言させていただきました。ご答弁は結構でございます。

司会 柘植先生、どうぞ。

柘植 全く別な課題設定で、ぜひ今後の活動の中に論点として残してほしいのは、今見ているのはスライド10（鈴木講師スライド）にあります、まさに根本的エンジニアリングの概念図です。課題は、「根本的エンジニアリングは学術になり得るか」、こういう命題にしたいと思います。説明しますと、我々、工学で生きてきた者自身も反省せねばならないのは、日本工学会も最初のディシプリンは6個か7個で集まって（いましたが）、今はメンバーが100の学会になっちゃったんですね。工学でも細分化しています。学術の世界はどちらかという、すべて要素還元的な方向です。分散化します。したがって、ここのくくっている下は「領域の統合・融合」、これは学術の世界のメカニズムに任せておくと、できないと思います。

そうすると、そのできないことをしようとしている潜在する課題の発見も含めて根本的エンジニアリングは、今の学術の世界の中では認められないだろうという仮説。したがって、これは自己矛盾なんですけれども、根本的エンジニアリングは学術の世界の中で生きていくのか、あるいはもう決別して社会と一緒に生きていけばいいんだと、学者なんかどうでもいいんだと、そういう話に行くのか、ここのところは大きな命題だと思います。これ、実は私自身の命題でもあるんですけど、ぜひ研究テーマにさせていただきたいと。

司会 鈴木さん、何か。いいですか。

鈴木講師 非常にいいサジェスチョンをいただきまして、ありがとうございます。我々は今、メンバー9人でやっているんですけども、実はだんだんテーマが広がってきて、ぜひそういった何か新しいアイデアをお持ちの方はメンバーに加わっていただいて、また少しスコープを広げたいと思っていますので、どなたかご推薦等いただければありがたいと思います。

冨浦 鈴木さん、応援演説をするわけじゃないけ

ど、コンバージェンス・テクノロジーというのは、ダイバージェンス・テクノロジーに対する反語として出てきたんでしょう。

鈴木講師 そうですね。

冨浦 だから、「それは学問にします」と返事をしないといかんですよ。いや、私はそう思いますよ。ええ、そう思いますよ。

それともう一つ、これは追加なんだけど、研究の進め方に二つのパターンがありまして、一つは非常に整然と計画を組んで着々と進めていくタイプと、もう一つは天啓のひらめきでぱっとやると。セレンディピティアス・イノベーション、もう一つはテレスティック・イノベーション、二つありますね。このお話、さっきのサイクルを見ると、あまりにもテレスティックだとセレンディピティアスが入る余地がない。それを考えておかないといけないんじゃないかという気がしてしょうがありませんね。というのは、本当の意味でのイノベーションというのは、僕はセレンディピティにあると思うんですよ。テレスティックというのはおもしろくないですよ。

で、現にスティーブ・ジョブズという人が言っていることは、うそか本当か僕は知らないけれども、iPhoneとかiPadというんですか、あんなものには新規な技術は何もないと。あれはサービス・イノベーションの勝利でしょう。エンジニアとして、そんなものが横行していいのかと（笑）。

司会 どうもありがとうございます。そのほか……。じゃあ時間も押していますので、最後になるかと思いますが。

大来雄二 大来です。

学問になるかならないかは、少なくとも個人的にはあまり意識していません。でも学問になるとしたら、アリストテレス的に言ったら、Meta-Engineeringというのは修辞学的なものになり得るかなという直感はしています。修辞学というのは人と人の間で何かを伝えるための方法論ですよ。Meta-Engineeringというのは、人と人にアクターを限らずに、自然とか人とか機械とか大学とか企業とか社会とかさまざまなアクターを想定して、それを場の上にのっけて、その間で対

話することによって新しいイノベーションを生み出していくような方法論にはなり得るかなと。そうなるとしたら、ちょっと違う学問になるかもしれないという気はしています。

司会 じゃあ最後、柘植先生、一言だけ。

柘植 私の発言の背景は、いいんです、我々工学は社会のために生きているわけですから、学術と呼ばれなくても社会の役に立っていればいいわけですが、問題は、この根本的エンジニアリングというのは基礎研究ですよ。この基礎研究を支える金は、例えばJSPSですよ、科研費。科研費の世界では、今日の話は支えられないんですよ。ですから、学術の世界に打って出るならば、科研費の世界で勝てる価値を我々は主張し、説得する能力を持たないといかんわけです。そこに入るか、もうそれは入らないんだと。ですから、今度は別なところのファンディングで我々はこの基礎研究をしていくのかと。ここのところの覚悟は要りますよということです。

冨浦 それはね……。

司会 最後に。

澤谷 今日、聞かせていただきまして、今、JSTで私はサービス科学というのをやっているんですけども、同じことなんです。根本的エンジニアリングとサービス科学がやろうとしていることは同じで、課題から問題を発見して、それをサービス・システムというふうに記述をして、そこを新しくデザインをしていきたいと。全く同じことをしていて、今年ぐらいからサービス学会というのをつくろうという動きが出てきていますし、あと科研費は平成25年からサービスの科研費ができます。

なので、Meta-Engineeringをされている方はぜひそこにも一緒に加わって、こういった波をつくっていったらと思いますので、ぜひ一緒にやっていきましょう。鈴木さん、よろしくお願いします。

司会 話は尽きないと思いますが、時間もだんだん押してきましたので、これで第172回の談話サロンを終了したいと思います。今日、講演した人と、それから貴重なディスカッションをしていただけた方に、最後、拍手で……（拍手）。どう

もありがとうございました。では、これで終了いたします。

——了——

2012年 7 月10日

編集発行

(社)日本工学アカデミー

〒108-0023 東京都港区芝浦 3 - 9 -14

芝浦工業大学 7 F

Tel : 03-5442-0481

Fax : 03-5442-0485

E-mail : academy@ej.or.jp

URL : <http://www.ej.or.jp/>