

根本的エンジニアリング：

基礎研究と人の移動対象の実用化研究

Meta-engineering: Basic Research and Implementation

大来 雄二

金沢工業大学科学技術応用倫理研究所 客員教授

Yuji Okita

Visiting Professor, Applied Ethics Center for Engineering and Science

Kanazawa Institute of Technology

概要

エンジニアリングとは、与えられた課題があるとき、さまざまな制約条件のもとで最適な解を求める行為である。それに対して、「根本的エンジニアリング(Meta Engineering)」は、制約条件そのものを所与のものとはみなさず、何(what)やどうやって(how)を解決する以前に、なぜ(why)解決に努力するのかを重視する新しいエンジニアリング手法である。

この手法を広く一般的課題に適用できるようにするため、研究チーム¹を編成し、基礎的な研究と実用化研究を行った。基礎的な研究では、技術者の意識調査と、過去の日本の技術革新を担ってきた技術者にその革新事例を根本的エンジニアリングの手法により分析する研究を行った。実用化研究では、今後大きな社会変革につながり得る事例として、オンデマンド交通システムを対象にして、その着想、試行から、実用化までのプロセスを分析し、さらに実地調査により今後の発展の可能性を分析した。また、根本的エンジニアリングの今後の発展のために、取り組んでゆくべき数々の課題を明確化した。

Abstract

It is well understood that “engineering is design under constraint.” “Meta-engineering” that the author and collaborative researchers propose is different from the engineering approach of today. “Meta-engineering” is to promote radical innovation going down to the root of a superficial problem.

This report describes the various efforts to produce substantial progress on this research and development initiative. These efforts include consciousness survey of engineers, analysis of past Japanese noteworthy innovation by the methodology of meta-engineering and on-demand transportation system.

¹ チームメンバー：池田佳和、伊藤裕子、大来雄二、勝又一郎、小松康俊、佐藤千恵、鈴木浩、永田宇征、松見芳男（あいうえお順）

1. 研究目的

1980年代を頂点とするわが国の産業技術の興隆は、バブル崩壊後の10～15年には特筆できるものも少なく、世界の中での地盤沈下が急速に進んでいる。何をすればよいか、先進国を見ることによってわかっていた時代には発展したが、先進国集団に入って、それを自ら考えなければならなくなった時、地盤沈下が進み始めたといってもよいのではないか。「坂の上の雲」という目標を見失った結果だともいえよう。

残念なことに、インターネット、Google（情報検索エンジン）、スマートフォン、スマートグリッドなど、続々と現れる新概念、新技術、新商品は、外国発が多い。

世界第3位のGDP大国であるわが国が、若者にとって夢と希望を持つことのできない国に、転落していったよいはずはない。産業・技術が再び輝きを取り戻すことが必要であり、それを実現するためには、工学技術は何をなすべきか自体を解き明かしていくことができる、新しい方法論の研究開発が必要である。

本研究の目的は、概念レベルにある根本的エンジニアリングの構想を、研究、実装（事業）の二つの切り口で具体的に掘り下げ、適用実績を成果物として、日本を含む国際社会に提供していくことにある。

2. 研究経過

申請者らは2008 - 9年に、(社)日本工学アカデミー内の小グループで、イノベーションを継続的に生み出す仕組みとしてのConverging Technologies (CTs)の

調査をおこなった。その結果として、諸外国が取り組んでいるCTsではなく、それを含むメタ概念である「根本的エンジニアリング(英語表記はMeta-engineering)」が、我が国には必要であるとの提言⁽¹⁾をおこなった。

その概念を図に示す。核心は、スパイラル状に展開される4つの局面からなるプロセス(MECIプロセス)と、スパイラル展開を有効に機能させるための「場」にある。

従来エンジニアリングは、所与の制約条件を満たす最適な解を見出すこと、と位置付けられがちであった。エンジニアリングをより発展的に、地球社会と学問等の専門領域の両方を、俯瞰するものとしてとらえたいと考えた。場とMECIプロセスにより、継続的に潜在課題を顕在化し、新たな社会価値を創出すること、それが根本的エンジニアリングである。

基礎研究として次のテーマを掲げて取り組んだ。

- a) 代表的な技術革新の経緯に関わる資料調査
- b) 代表的な技術革新を担った研究者・経営者へのインタビュー調査（国内）
- c) エンジニアリングの「場」に関わる技術者の意識調査（Web調査）

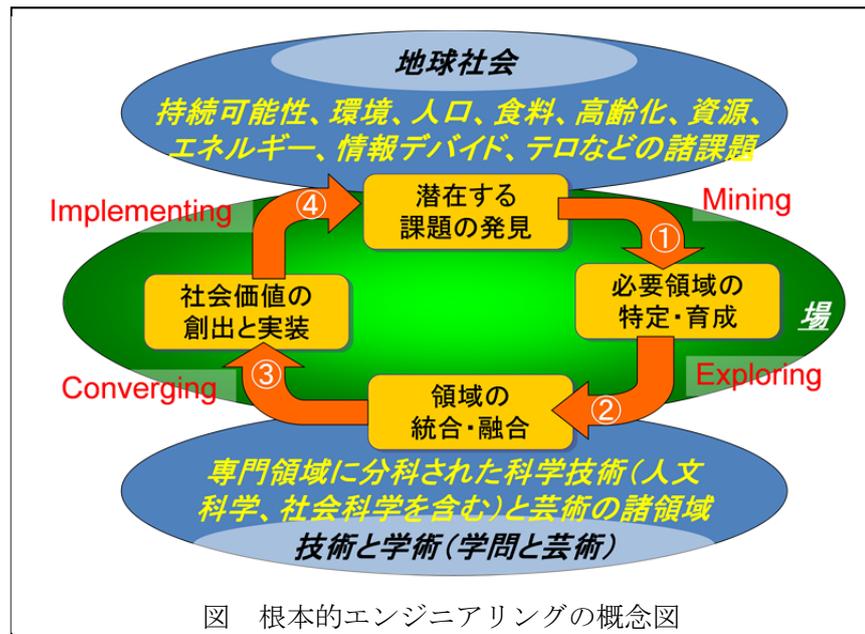


図 根本的エンジニアリングの概念図

実用化研究としては、人の移動に着目し、今後大きな社会変革につながり得る事例として、オンデマンド交通システムを対象とした。関連する研究者がどのようにしてその着想を得て、試行段階に進んでいったか。そして、実用化に至るまでのプロセスで、解決してきた課題は何であったかを分析した。さらに実地調査（山梨県北杜市、三重県玉城町）により上述の分析を裏付けるとともに、今後の発展の可能性を分析した。

研究活動は、日本工学アカデミー内に設置された作業部会（部会長：鈴木浩日本経済大学教授、当時はGE エナジー技監）を中核にして、推進した。前述の活動項目「b)代表的な技術革新を担った研究者・経営者へのインタビュー調査（国内）」については、国立科学博物館産業技術資料情報センターの協力をいただいた。

3. 研究成果

〈3.1〉 海外論文発表 2010年度まで（日産財団による助成より前）の根本的エンジニアリングを、その研究の萌芽期とするとして、このたびの研究助成開始後にまず実施したのは、萌芽期の研究成果をまとめ、米国の学会で発表することであった。幸いにして、発表論文^②は、Session's Best Paper Award の受賞という高い評価を受けた。

〈3.2〉 日本の技術革新 日本の戦後期には、新技術が次々と事業化され、高い経済成長が実現された。すなわち、次々と技術革新が出現した。その技術革新を第一線で担ってきた技術者にインタビュー調査（グループ討論方式）を行い、さらに技術者自身に過去の事例を、MECI プロセスにより記述いただく基礎調査を実施した。そのテーマは次の通りである。

- * 高古紙配合新聞用紙製造技術
- * 中嶋卓のスイッチング議論
- * 国鉄座席予約システム MARS

- * 富士フィルムの写ルンです
- * 第4の感色層技術
- * 二重構造粒子技術の開発
- * アミノ酸製造技術（味の素）
- * 低燃費タイヤ/スタッドレスタイヤの開発
- * サーマルインクジェットプリンター（BJ）の開発
- * 非水銀触媒法によるアントラキノン系色素中間体の製造
- * 非繊維用色素の開発

これらの資料を研究素材として、場とMECI プロセスについての知見を、今後深化する予定である。

〈3.3〉 技術者のイノベーション認識 技術者のイノベーションに対する認識を、Web 調査の手法を用いて、調査した。

イノベーション活動の実態を把握する試みは、過去に日本や欧州で何回か実施されている。またイノベーション活動を測定する際のガイドラインとして、国際的に認知された「オスロ・マニュアル」がある。今回実施した Web 調査は、これらの先行的な知見を踏まえ、日本国内の企業技術者を対象に行った（調査協力者数：1,000）。

調査結果は、次の諸点を浮き彫りにしている。

- * 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。（例：業種により、イノベーションに対する認識はかなり相違する。）
- * 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懸念がある。（例：企業規模に着目すると、大企業や小企業は中規模企業に比べて相対的に意欲が高い。）

これらの結果は、次の取り組みステップとして、それぞれの現場を調査して問題点を抽出する必要性や、エンジニアの教育と再教育（学部及び卒業後教育）の必要性等を示唆していると考えられる。

〈3.4〉 海外調査 海外諸国のイノベーションに関連する状況把握のため、韓国調査を2012年1月に、米国調査を2012年3月に、チームメンバーで分担して行った。

韓国の AICT (Advanced Institute of Convergence Technology, Suwon) は Seoul National University と Gyeonggi Province が共同で、2007年3月に設立した。KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon) では、Green Transportation 大学院と KAIST Institute of Information Technology Convergenceなどを視察した。また、NRF (National Research Foundation of Korea, Daejeon) で、研究投資と人材育成政策を調査した。韓国の技術革新と産業振興への積極的取り組みは、印象的であった。

米国は、イリノイ工科大学、KDDI 研究所 (米国)、Plug+PlayTech.com、Ericsson、PARC (Palo Alto Research Center)、UC Irvine の教育、研究機関の状況を、イノベーションやビジネス・インキュベーションについて調査した。実利的な米国の姿が浮き彫りになった。

〈3.5〉 オンデマントパス オンデマントパスの研究開発過程の調査結果は、研究と社会実践がスパイラル的に進展している姿、社会側 (事業側) の取り組み方で成果が大きく変わる実態、社会制度 (規制) の重要さ等が明確になった。結果を整理して、2012年度に公表予定である⁽³⁾。

〈3.6〉 場 根本的エンジニアリングの場のあり方について、文献調査、青色発光ダイオード技術やソニー社の技術開発等の事例を基に研究を進めた。

場のあり方は多様なものであろうとの認識を元に、実践形態として NPO 法人次世代エンジニアリング・イニシアチブの設立 (2011年6月)、Web ページの開設 (2011年8月)⁽⁴⁾、日本経済大学内にメタエンジニアリング研究所の創設 (2012年4月) などを実現した。論文の発表も予定している⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

4. 今後の課題と発展

前章で述べたように、2011年度は公益財団法人日産財団の助成を受けたことにより、根本的エンジニアリング研究の急速な立ち上げが可能になった。それにより、多くの課題が明らかになった。これらに継続的に取り組むことにより、一兩年のうちにさらに大きな成果を上げられると考える。

主な課題として、次が挙げられよう。

- * 論文発表を含む海外や国内の関心層との継続的な意見交換
- * 我が国の過去の技術革新事例の根本的エンジニアリング手法による分析の深化と、未来に向けてのスパイラルアップ
- * MECI スパイラルと場の概念の深化
- * 新設した研究所、NPO 法人を通しての、ステークホルダー・エンゲージメント

5. 発表論文リスト等

- (1) 提言「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～」(社)日本工学アカデミー政策委員会、2009年11月26日 以下の URL にある。
http://www.eaj.or.jp/proposal/teigen20091126_konponteki_engineering.pdf
- (2) “Innovation Promoted by Meta-Engineering -Mining- Exploring- Converging- Implementing Process -” by Hiroshi Suzuki & Yuji Okita, 4th International Multi- Conference on Engineering and Technological Innovation (IMETI2011), 2011.7, Orlando, USA
- (3) 大来雄二、坪内孝太、鈴木浩、大和裕幸「根本的エンジニアリングの視点で見たオンデマントパスの実用化」、電気学会 ITS 研究会、2012.6 (予定)
- (4) 当初開設した Web ページの実践を踏まえて改良し、今は以下の URL で情報公開している。
<http://nextgenerationengineering.org/>
- (5) 鈴木浩、大来雄二、勝又一郎「イノベーション創出のための根本的エンジニアリングの場の研究」、日本機械学会年次大会、2012.9 (予定)
- (6) 勝又一郎、鈴木浩「根本的エンジニアリングで向かう二つの方向」、日本機械学会年次大会、2012.9 (予定)