

Nomura Research Institute

平成28年度 文部科学省「理工系プロフェッショナル教育推進委託事業」
「工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査研究」に関するシンポジウム


「第4次産業革命を支える欧米の科学技術政策 と理工系大学のイノベーション」

～ “研究vs.教育”、“産学連携の閉塞”を打破する
オープンイノベーションの戦略マップの重要性～

2017.03.03

藤野 直明 (n-fujino@nri.co.jp)

主席研究員
株式会社 野村総合研究所
Nomura Research Institute



<藤野直明 略歴>

- 1) 早稲田大学 理工学部 物理学科 卒業
- 2) 東京大学 大学院 工学系研究科 先端学際工学専攻博士課程修了
- 3) 株式会社 野村総合研究所 86年入社
 - 政策研究(シンクタンク)部門(鎌倉研究本部)入社
 - 省庁(経済産業省、国土交通省を中心)の調査研究に従事
- 4) ハーバード大学 行政大学院 ケネディスクール サマースクール参加
- 5) スタンフォード大学 グローバルサプライチェーンマネジメントフォーラムメンバ
 - 97年～2007年:この間、ほぼ2ヶ月に一回研究会に参加
- 6) ペンシルバニア大学 ビジネススクール 財務管理講座参加
(財団法人 野村マネジメントスクール主催)
- 7) 同ビジネススクール フランクリンアレン著『金融は人類に何をもたらしたのか』監訳
- 8) 第4次産業革命関連
 - ① 経済産業省 糟谷製造産業局長 研究会(2時間×20回主催)
 - ② 文部科学省 講演
 - ③ 横断型基幹科学学会連合協議会「第4次産業革命とシステム研究会」メンバ
 - ④ 日本学術会議 177委員会 講師
 - ⑤ ドイツTU9 東京フォーラム参加
 - ⑥ カールスルーエ大学/エスリンゲン大学/BW州政府他訪問

1. 日本の理工系大学を取り巻く環境変化

- 予算削減 ?
 - ・ 理由は
 - ・ 学生数の減少?
 - ・ 企業からの評価? : 卒業生の評価? : 共同研究?
 - ・ 社会からの評価は? : 政策提案? : ノーベル賞?
- 民間企業からの評価
 - ・ 「海外の大学の方が連携しやすい」(?)
- 産業政策 ドイツ科学技術アカデミーとの比較
 - ・ 「第4次産業革命への提言」

2. 日本の今をどう捉えるか

～マスメディアに左右されないために～

- メディアでよく指摘される日本の“優れた点”
 - ・ ノーベル賞級の人材を多数輩出している
 - ・ 競争力のある輸出型製造産業の人材育成にはこれまで成功してきた。
 - ・ キャッチアップ型等、目標が明確な場合は強い。
 - ・ 顧客から提示された図面での生産では高い競争優位を有する。
 - ・ 特に、素材研究は強い。多数の科学技術者が活躍している。
 - ・ 素材は研究成果も注目されている。特に最近では外国企業にも注目されている。
 - ・ 中小製造産業の生産技術、匠の技等は高い水準にある。大企業でもいわゆる“製造現場”などの現場力は高く評価されている。

3. 残念な現実

- 日本は「GDP世界第3位」の経済大国である
 - 1人あたりGDPは先進国最下位(世界第27位)
 - 日本は「輸出額世界第4位」の輸出大国である
 - 1人あたり輸出額は世界第44位
 - 日本は「製造業生産額世界第2位」のものづくり大国である
 - 1人あたり製造業生産額はG7平均以下
 - 日本は「研究開発費世界第3位」の科学技術大国である
 - 1人あたり研究開発費は世界第10位
 - 日本は「ノーベル賞受賞者数世界第7位」の文化大国である
 - 1人あたりノーベル賞受賞者数は世界第39位
- (東洋経済:アトキンス氏のエッセイより)

4. メディア空間の常識は正しいのか？

- ハーバード大ビジネススクール(HBS)のケーススタディ
 - ・ 「新幹線東京駅 7分間の奇跡」
 - ・ HBSは、一体何を教えているのか。
- 製造業国際競争力が日本の理工系教育の評価と直結するか
 - ① 80年代日米貿易摩擦は日本の優れた技術力の証明か？
 - ② 自動車OEM北米支社副社長の指摘
 - ③ 自動車Tear1 技術系幹部の指摘
 - 『博士では無く、高卒、高専卒が競争力の要』？
 - ④ 未だに80年代の勝ちパターンで行動する日本企業
 - ⑤ 『技術戦略と一体化した戦略発想に乏しい』
 - 弱点は“システム”発想、デザイン思考
 - 「ビジネスモデル、システム、制度、ファイナンス」 (=システム)

5. コンサルタンの経験から

- 大規模システム産業は、伝統的に弱い。
- マーケティングが弱い。技術マーケティング戦略が弱い。
- 製品やビジネスが複雑になってきたため、研究開発部門の目標設定が難しくなってきた。
- 民間部門研究者でも関心は要素技術が中心で、事業化領域への関心が薄い方は多い。
- 国際標準に疎い。そもそも関心も薄い。
- オープンイノベーションは苦手。相互に関心が低い。
- 博士課程の学生への評価が上がらない

『博士課程に在学中の学生が、産業界における研究に直接関与する機会が少ない。』（イノベーション創出に向けた研究開発法人の機能強化に関する提言）
経団連 2014年7月15日

5. コンサルタンの経験から

- 民間研究開発部門においても事業化への連携の弱さ
 - ・ 『技術で勝る企業が経営で負ける理由』
 - ・ 『オープンイノベーションの遅れ』
 - ・ 『リスクマネーの投入の遅れ』
- 日本カーボンのケースをどう考えるか。
- パソコンカンパニーの副社長の談
「技術では勝っていたが、事業として負けたのはSCM力だった」
- ビジネススクールの機能不足
「なぜか技術戦略やPOM(Production & Operations Management)は教えない日本のビジネススクール」



「マネジメント層のエリート教育は果たして成功しているのか」

6. 問題をどう定義すべきか

- 日本の「イノベーションを加速するために
- 研究・教育・社会実装(技術移転)についての
- ダイナミックな関係をマネジメントする仕組みを
科学技術政策として設計・構築し、
- 理工系大学の位置づけと役割を明確にすること」

7. 欧米での科学技術研究のマネジメントモデル の模索と進化の動向

- ① 米国 ERC
- ② ドイツ フラウンフォーファーモデル
- ③ 英国 カタパルト・プログラム
- ④ フランス カルノー機関

8. 米国、ドイツの科学技術研究マネジメントの方法 ～要素技術・モジュール・システムの戦略マップ～

① ドイツ

- ・第4次産業革命でのオープンイノベーションの推進、
- ・統合型(メカ・エレ・ソフト他)理工系教育研究の推進

② 米国

- ・ERCにみる大学教育、研究、社会実装の三位一体の取り組み



- 21世紀型科学技術政策と理工系教育の整合性が課題
- 垂直モデル(基礎、応用、実装)から**コンカレントモデルへの転換(要素技術、モジュール技術、技術移転)**
- ERCの**3階層の「科学技術イノベーションの戦略マップ」のアイデア**が成功の鍵と考えられる。

米国ERCについて (Engineering Research Center)

出所)JST 木村英紀教授(東大名誉教授:早稲田大学理工学術院トヨタ連携センター:ジョルジオパッツア賞(制御工学))の分析の抜粋

ERC発足の背景

- 1980年代のアメリカの低迷
 - 教育の崩壊: *Nation at Risk* の発表
 - 産業競争力の劣化: 日本の制圧
- 1990年代のアメリカ産業の劇的な復活
 - コアコンピタンスの育成、リエンジニアリング
- 大学はERCを自らのコアコンピタンス(強い技術分野)を社会に売り込む手段として用いた
 - 学生の創出は大学固有のコアコンピタンス
 - ⇒ 教育を社会実装の中に取り込む戦略

ERC構想の経緯

- 1983年にNSFからNAE (National Academy of Engineering)にセンター構想の諮問
- NAEの回答(Guidelines for Engineering Research Centers)
 - To conduct **cross-disciplinary research** that would lead to the greater effectiveness and **world competitiveness of US industrial companies,**
 - AND
 - To improve the education of engineers** at all levels, and thereby increase the number of students **who can contribute innovatively to US industry and productivity.**

「研究」「人材育成」「社会実装」 の三位一体の推進

○ 三つの柱の限界を設定

- ① 「人材育成」 → ノーベル賞を目指した英才教育はしない。
- ② 企業の研究開発を指導できる優秀な研究者の創出が目的
- ③ 「社会実装」については Pre-competitive の段階にとどめる。
- ④ 「研究」については制約なし

The three pillars of the ERC Program are **research, education, and technology transfer**. However, **it is clear that the first (research) is a *sine qua non***, in that there are no educational or technological advantages to be gained from research if it is not outstanding.
(*ERC Best Practices Manual* より)

ERCの大きな実績

- NSFによる「研究」「人材育成」「社会実装」を三位一体で推進する大学拠点創造事業
 - 1985年スタート以来64拠点(一部、重複を含む)に資金援助
 - 10年間のNSF資金援助終了後も独立して活動を継続している graduated center は38
- 高い実績
 - 特許出願公示 **1489**件、特許**663**件、ライセンス**2117**件、ベンチャー会社**159**社、出身学生**11500**人以上 (NSFホームページ2012年)
 - (cf : 東大の特許総数は出願公示872、特許223、2006年)
- 大学工学系センターの **Federal Flagship Scheme**

各ERCの概要(報告書に掲載)

ERCとしての活動が現在進行中(Currently Funded)
ERCとしての規定の期間を満了し(Graduated)、その後も大学、企業等の支援により後継のセンター等が活動中(Self-sustaining)
ERCとしての規定の期間を満了し(Graduated)、現在は解散
ERCとしての規定の期間を満了せず(Terminated)、途中で中止

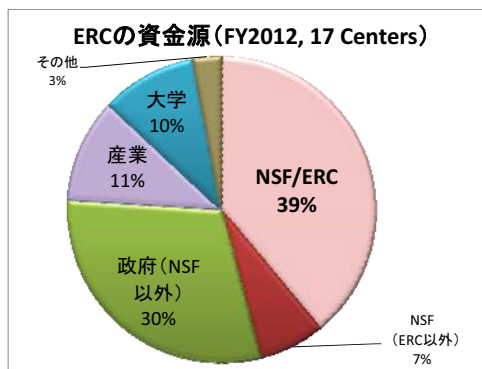
Advanced Manufacturing
Biotechnology and Health Care
Energy, Sustainability, and Infrastructure
Microelectronics, Sensing, and Information Technology

番号	開始年	終了年	センター名(略称名)およびURL	大学、研究所など(拠点大学を最初に記載)	製品・プロセスの成功例やスタートアップなど(赤字は高インパクトな成果としてNSF-ERCのHPに掲載されているもの)	種類
1	1985	1994	Systems Research Center ↓ Institute for Systems Research (ISR) http://www.isr.umd.edu/	Univ. of Maryland Harvard Univ.	・ Satellite-based internet access	
2	1985	1994	Bioprocess Engineering Research Center ↓ Biotechnology Process Engineering Center (BPEC) http://web.mit.edu/bpec/	Massachusetts Inst. of Tech.	・ Advances made in mammalian cell bioprocess technology and protein therapeutics ・ BPEC graduates are leaders in biotech industry ・ Perceptive biosystems	
3	1985	1994	ERC for Intelligent Manufacturing Systems	Purdue Univ.		
4	1985	1996	Center for Telecommunications Research (CTR)	Columbia Univ.	・ Leadership in digital video (MPEG-2, AVC/H.264) ・ Analog circuit design (SWITCAP, SWITCAP2)	
5	1985	1990	Center for Robotic Systems in Microelectronics (CRSM)	Univ. of California at Santa Barbara		
6	1985	不明	Center for Composites Manufacturing Science and Engineering	Univ. of Delaware Rutgers Univ.		
7	1986	1997	Engineering Design Research Center (EDRC) ↓ Institute for Complex Engineered Systems (ICES) http://www.ices.cmu.edu/	Carnegie Mellon Univ.	・ Saving money for the traveling salesman	
8	1986	1997	Engineering Research Center for Net Shape Manufacturing (ERC/NSM) http://www.ercnsm.org/	Ohio State Univ.		
9	1986	1997	Advanced Combustion Engineering Research Center (ACERC) http://www.acerc.byu.edu/	Brigham Young Univ. Univ. of Utah	・ Computational fluid dynamics (CFD) ・ Combustion resources (combustionresources.com) ・ Reaction engineering international (reaction-eng.com)	

(以下省略)

ERC採択は他の資金の導入をもたらす

- ERCの資金源は、他省庁、産業界及び大学等、多岐にわたる
- NSFによる支援は、全体の4割程度(NSF/ERCが徐々にフェイドアウトするのが理想)

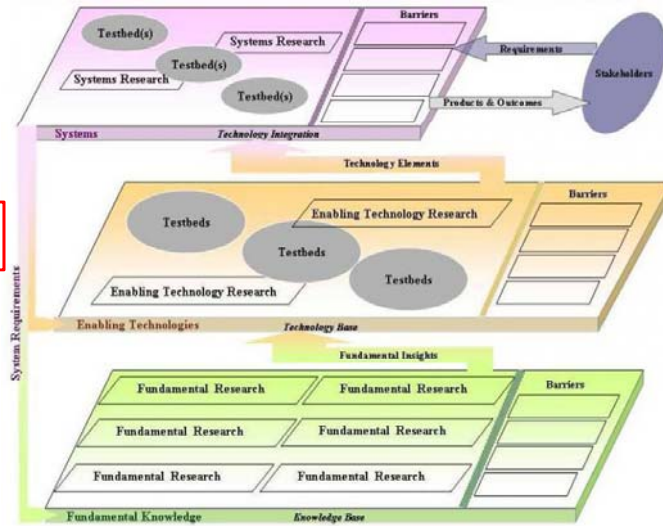


研究戦略は三層(戦略)マップに凝縮

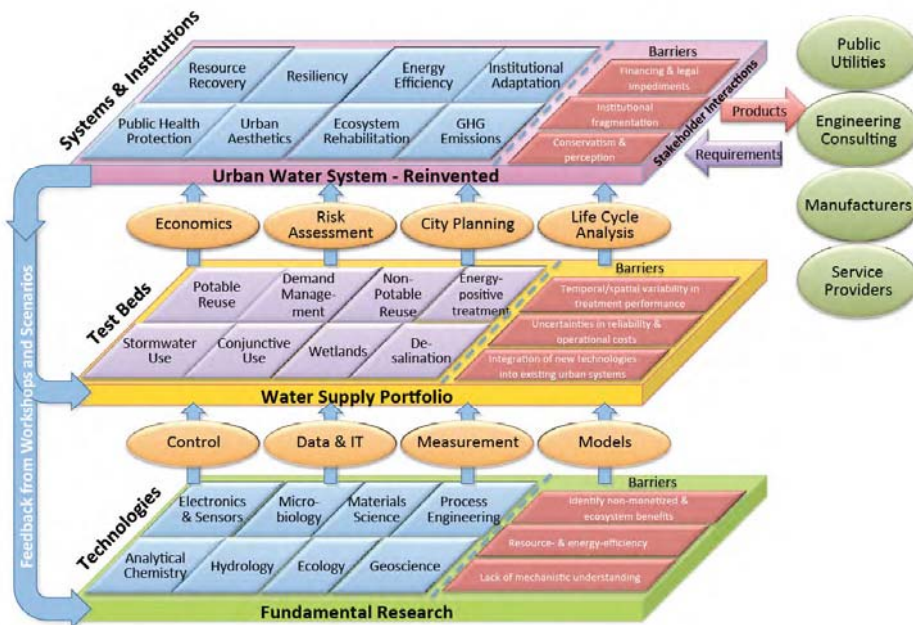
システム構築

システム実現
アーキテクチャ

要素技術



ReNUWIt Three-Plane Diagram



三層図の戦略的意味

- 研究開発のリニアモデルからのほぼ完全な脱却。

システム構築には不適の理由で基礎研究を打ち切ったテーマ例がかなり見られる。

- 技術移転はシステムの形をとることでスムーズに進むことの確信。

最上位はシステムレベルの研究であり、そこでのTestbed はすべてシステムである。

- 「Thrust」(研究開発の方向性)と「Testbed」(成果のショーケース)で研究活動を大別

What と同時に、How によるテーマのブレイクダウン

学生の感想(現地ヒアリングより)

- 自分の研究の意味が理解できる。
(3層図は学生にも徹底して理解させる。)
- 多くの教授たちと対話ができる。
- 多くの学生と知り合いになれる。
- 企業の技術者と接点が出来て世界が広がった。

人材育成戦略

- 大学院生を正規の研究員としてERCが雇用
- 学部学生の積極的な参入
- 学生が高校や中学に出向いてoutreach 活動
- 企業人による学生へのMentorを制度として設置

○学生をlab.の狭い空間から開放、企業との接点を通して研究を広い社会的な文脈で把握。

ERC卒業生を採用した企業の良い反応

- Teamwork skills;
- Experience resolving implementation issues;
- Focus on directing research toward a commercially feasible product;
- **Ability to contribute beyond the narrow range of expertise** typically held by a new Ph.D hire;
- Understanding or awareness of **both business and technical issues.**

(SRI Int. によるアンケート結果)

技術移転戦略

- 多対多の産学連携であることを考慮して、対象はPrecompetitive（前競争的）領域に限定。
 - 企業は会員として会費を払って参画（会費はERCによって千差万別、会社規模によっても違う、最低1万ドル）。
 - 企業は学生へのMentorを提供。
 - 企業はtestbedの使用権、文献アクセス権をもつ。
- 各ERCはIndustrial Advisory Board (IAB)をもつ。
 - 少なくとも年に2回の会合。
 - NSFレベルでもIABが設置され活動している。

ERCの示唆(1)

プロジェクト研究の戦略性の高さ

- **日本では、目的(テーマ)と人を選ぶことがプロジェクトの議論のほとんどを占める。**
 - テーマのサブテーマへの分解がプロジェクトの設計と考えられている。公募の場合は採択テーマの選択。
 - Howについては研究者任せ。
 - 依然としてリニアモデルが支配的。
 - 基礎(要素)研究の集積に終わる。

現在実施中のCRESTの35テーマ中21のタイトルが「**基盤(新)技術の創成(創生)**」である。基盤技術とは何か？新技術とは何か？

ERCの示唆(2)

異分野交流の深化

- ERCは多様性(Diversity)を強調。分野の多様性、組織の多様性、国籍・人種・性別の多様性は評価の重要な尺度である。
 - グループ全体の多様性だけでなく、
 - 要素テーマを担当する小グループの構成にも多様性は貫徹されている。

ERCの示唆(3)

人材育成と社会実装との結合

- 大学院生を正規の研究員として位置づける。
 - 大学院生にプロジェクトの理念とその社会的意義を理解させる。
 - 大学院生をLaborとして扱わない。
 - 大学院生と共同研究相手の企業との接触を深める。
 - 実装にかかわる試行錯誤、ノウハウ、思いがけない発見などを尊重する。
- 学生には企業では味わえない豊かで自由なキャンパスライフを保証する。

ERCの示唆(4)

NSFの指導力の貫徹

- 各ERCに対するNSFの理念的な統制力は極めて強い。
- 3層図をERCのメンバーに徹底させ、強力な組織ツール、交流ツールとして有効利用。
 - 教育の重視と成果の追跡(Directorate for Education and Human Resources と二人三脚)。
 - 公正な評価と建設的な批判に努力を惜しまない。