

日本工学教育協会 平成29年度工学教育講演会(東京都市大学世田谷キャンパス)

オーガナイズドセッション
〈社会実装を通じた科学技術イノベーション教育〉

社会実装教育が求められる背景を考える



2017年8月29日

浅野敬一
阪南大学 経済学部 教授
(前 東京工業高等専門学校 教授)

文部科学省大学間連携共同教育推進事業
KOSEN発“イノベーター・ジャパン”プロジェクト
(2012～16年度)

申請時の
スライド

高専の新たな教育プログラムを提案

「イノベーション＝社会変革」

を実現する可能性をもった

エンジニアの育成

技術革新だけでなく、
今までと違った新しい価値を創造し、
社会の望ましい変革に貢献できる
エンジニアの育成を目指します。

★ プロジェクトの背景

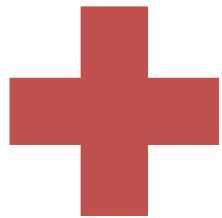
新たな基幹産業とそれを担うエンジニアの必要性

- 既存産業の海外展開だけでは限界
- 従来 of 延長や改善ではないイノベーションへ

高専制度の成熟化(50年(専攻科20年)を機会に抜本的な見直しも)

- 産業構造の変化に対応したエンジニア育成の必要性(大学との差別化・役割分担の必要性)
- プレゼンスの再構築(社会におけるプレゼンスの低さ、産業界は本当に応援団なのか?)

エンジニア
教育の
変わる要素



エンジニア
教育の
変わらない
要素



社会
実装
教育

エンジニア教育の 環境の変化

～イノベーションの誤解と
プロセスの変化～

イノベーション＝技術革新？

- 『経済白書』(1958年)の誤訳？
- シュンペーターは、生産要素の新たな結合により社会的インパクトのある変革を実現することを“イノベーション”【新結合、新機軸】と呼んだはずだが・・・

「日本の至る所で**イノベーション(技術革新)**を求める声がある・・・根本原理の一つは、「既存知と別の既存知の、新しい組み合わせ」にある。**イノベーションの父と呼ばれるジョセフ・シュンペーターが「New Combination(新結合)」として80年以上前に提唱したもので・・・**」

「イノベーションに何が必要か(上)」「知の探索」広げる働き方を企業越えたつながり、重要 入山章栄 早稲田大学准教授」『日本経済新聞』2016年12月29日 より

※話し手の意図を外れて、記者(校閲者)が勝手に(技術革新)に矮小化している。

※社会全体が安易な「科学技術万能主義(≡近視眼的成果主義)」になっている？

※発明や発見はイノベーションを実現する有力な「知」。しかし、それだけではイノベーションは起きない(ノーベル賞≠イノベーション)。

イノベーション・プロセスの再考

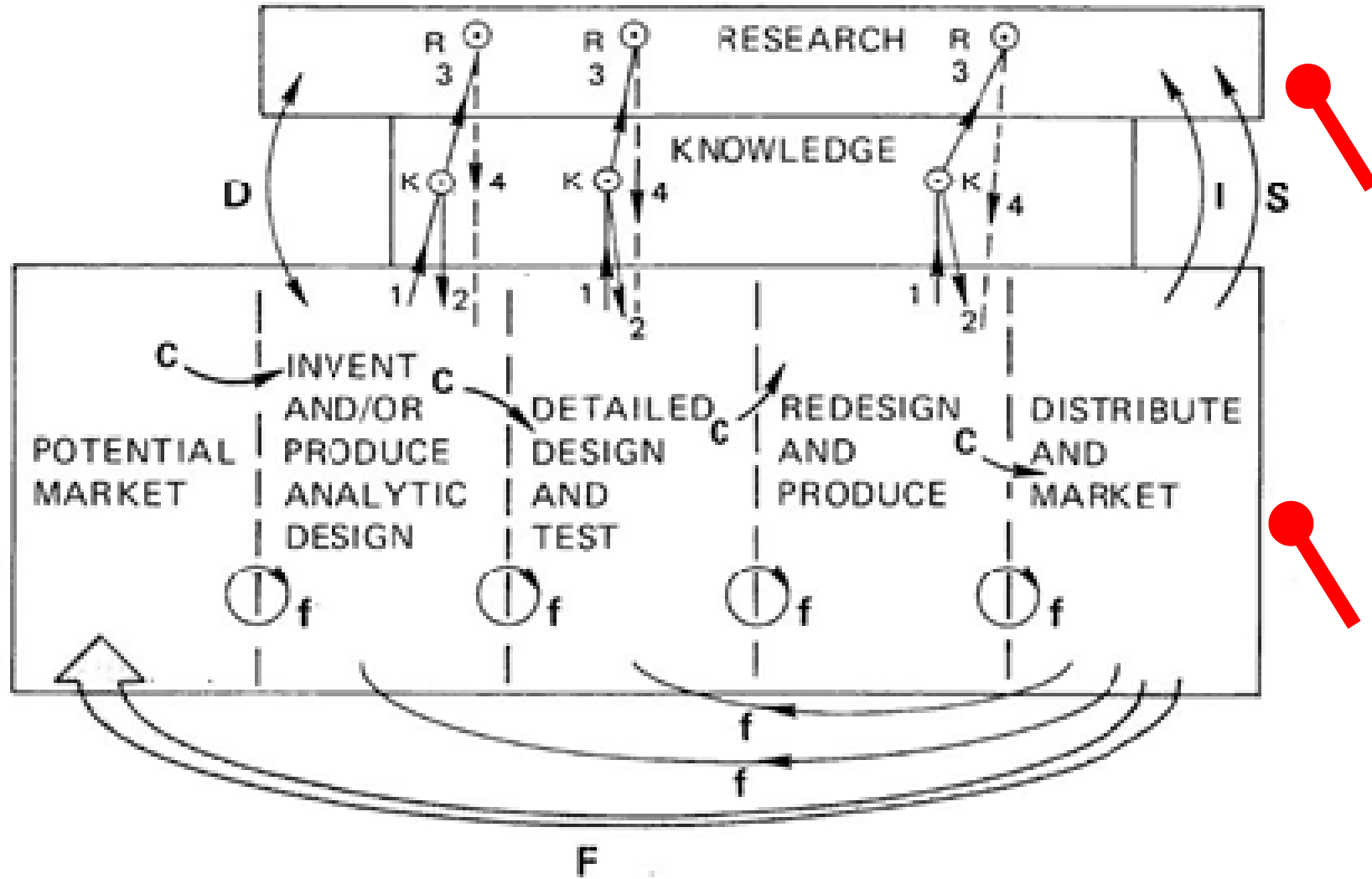


図1 Stephen J. Kline らの連鎖モデル

イノベーション・プロセスの留意点

- 出発点はさまざまである。
- 研究と“ルーズに”結びついている。
 - ✓ 科学はイノベーションの要素として重要。しかし、新たな科学的知見や基礎研究がイノベーションに結び付くとは限らない【別物】
 - ✓ 何が役に立つかはわからないので多様な研究活動と知的ストックが必要（「選択と集中」は難しい）
- とくに社会へ導入した後のフィードバックが大切である。
 - ✓ 社会に導入しないとわからない

イノベーション・プロセスの再考

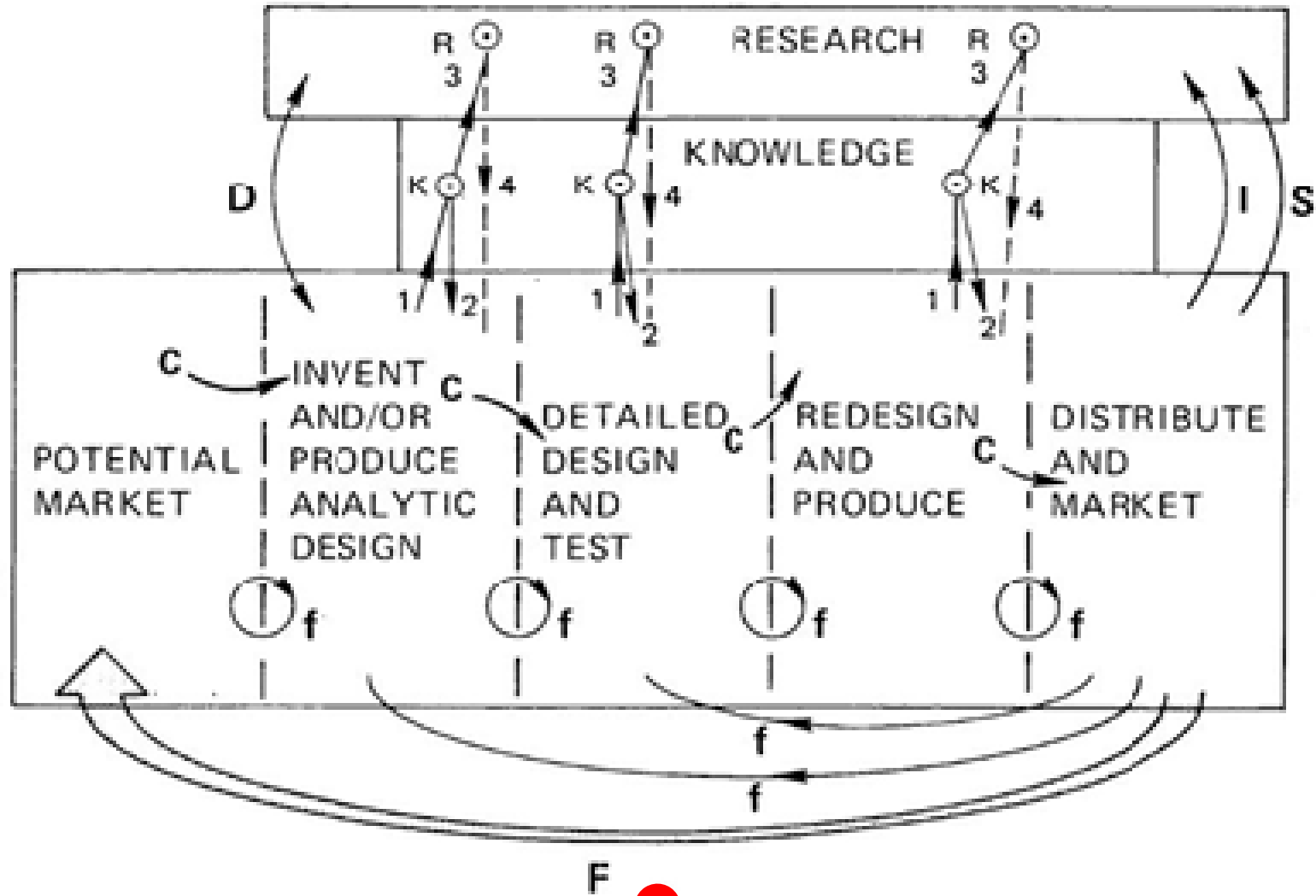


図1 Stephen J. Kline らの連鎖モデル

イノベーション・プロセスの留意点

- 出発点はさまざまである。
- 研究と“ルーズに”結びついている。
 - ✓ 科学技術はイノベーションの要素として重要。しかし、新たな科学的知見や基礎研究がイノベーションに結び付くとは限らない
 - ✓ 何が役に立つかはわからないので多様な研究活動と知的ストックが必要（「選択と集中」はありえない）
- とくに社会へ導入した後のフィードバックが大切である。
 - ✓ 社会に導入しないとわからない

エンジニア教育の 方向性

～イノベーション・
プロセスからの示唆～

エンジニア教育の方向性①

科学技術イノベーションの担い手としてのエンジニア

- ※ 自然科学を知的基盤とした問題解決で社会に貢献
- ※ エンジニアは“実践的で創造的”な専門職

エンジニアの知が他の知と「新たに結合」することで、イノベーションが生まれる可能性大



エンジニア教育は本質的にイノベーション教育

- ・エンジニアとしての中核能力の重要性(専門性)
- ・他の知を探求できる関心と能力(一定の多様性)

エンジニア教育の方向性②

フィードバック≡意味ある“失敗”

※ “失敗”を評価しているか？

※ 銀行（融資）とベンチャー・キャピタルの違い

イノベーションのプロセスは、予測不能で経験的

“innovation is essentially unpredictable and experimental”(Brown 2008)



学生のチャレンジ精神や主体性を涵養

**・意味ある失敗（プロセス）を評価する重要性
【自由・責任・寛容】**

【提案】社会実装教育

ステップ
1

現実の問題に向き合います。
社会の実際の問題に向き合い
その解決と新たな価値創造に向けた
議論を展開します。



ステップ
2

自分で作ります。
高専における学びを結集し、
自らプロトタイプを制作します。



ステップ
4

本物の評価を貰います。
実際に社会に導入して評価をいた
だきます。学生を育てるのは、社会
の大きな期待と厳しい声です。

ステップ
3

社会に導入します。
地域、家庭、各種施設等
制作したプロトタイプを実際に
社会に導入します。



エンジニア教育の 変わらぬ要素

～不易なものを
再考する～

戦前日本における二系統の エンジニア教育(天野1989年)

① アカデミックな方向

工部大学校(1886年(明治19年))

→後の各帝大工学部

② プラクティカルな方向

東京職工学校(1881年(明治14年))

→後の各高等工業学校

【疑問】プラクティカルではないエンジニア教育とは何？

エンジニアの役割は具体的な問題解決 (Henry Petroski, 2010)

“科学は「知る」が仕事、
エンジニアリングは「やる」が仕事だ”

※科学とエンジニアリングは両輪を
成す(階層関係ではない)はず。

イノベーション・プロセスにおける役割分担

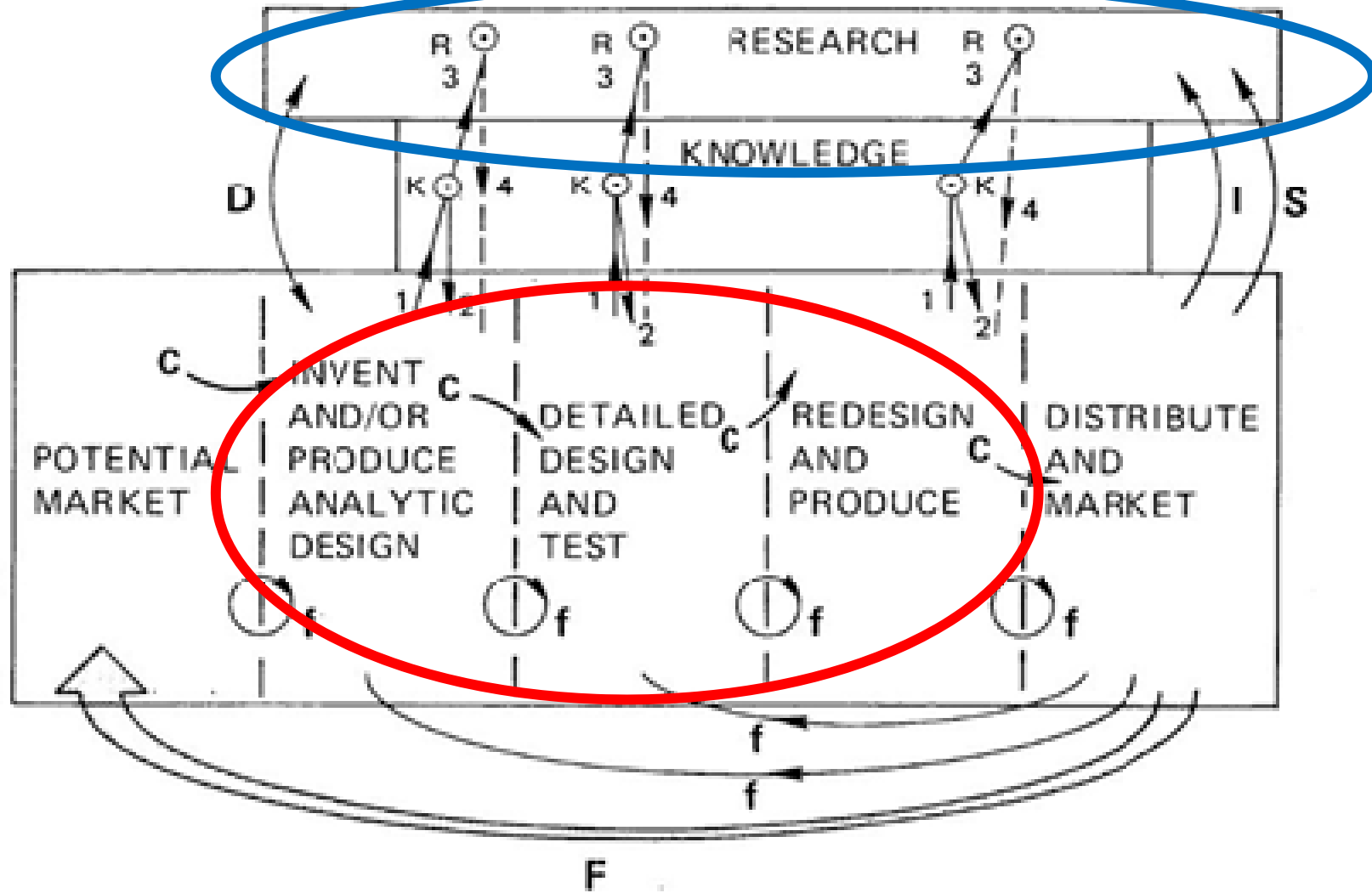


図1 Stephen J. Kline らの連鎖モデル

戦後産業界における 「中級技術者」論の問題点①

「経済界における企業の人的構成は通例ピラミッド型をなしており、戦前においては技術者は、初級技術者については工業学校卒、中級技術者については工業専門学校卒、上級技術者については大学卒をもって…中級技術者となるべき者が空白の状態になっている」

日本経営者団体連盟「専科大学制度に対する要望意見」(1959年12月4日付け文部事務次官あて陳情の一部)

戦後産業界における 「中級技術者」論の問題点②

- 戦前の学歴にもとづく単純区分
※学制改革で“大学”の範囲は変わった
- 戦前の高等工業卒者は「エンジニアらしいエンジニア」(エンジニアのなかの中級ではない)
「産業の発展、工業技術の高度化に応じて高等工業学校が拡充されて、上級技術者の養成が行われ・・・」(文部省『産業教育90年史』1974年)
- 新制大学工学部(多くは、旧制高等工業からの“昇格組”)が「生産」よりも「理」に偏る
※産業界自身が「理」と「生産」を階層関係で理解したことが一因では？

戦後産業界における 「中級技術者」論の問題点③

- 本来の問題は、「中級技術者」云々ではなく…
具体的な問題解決を担う「技術者らしい技術者」を新しい環境（産業構造、研究開発体制、学制の変化）において如何に教育するか
- 「中級技術者」は要らぬレッテルだったのでは？

エンジニア教育の中核 ～ディシプリンと実践～

エンジニアは、「やる」が仕事だ

- 「自然科学の知識を基盤に、自然の原理を人類の福利のために応用する専門職」
- 科学技術イノベーションの主要な担い手

“社会実装教育”が 求められる背景は？

- 「理」よりも「利」がエンジニアのはず
- (高専の目的を)「実践的・創造的エンジニア」と“二重表現”せざるを得ないこと自体が問題
- 社会実装のないエンジニアリングは存在する
のか？
- 「社会実装教育は自明で不要」になることが
目標では？

参考文献(一部)

- Brown, Helen[2008], *Knowledge and innovation: A comparative study of the USA, the UK, and Japan*, Routledge.
- Kline, Stephen J. and Nathan Rosenberg[1986], “An overview of innovation,” in Ralph Landau and Nathan Rosenberg eds. *The Positive Sum Strategy*, National Academy Press.
- Petroski, Henry[2010], *The essential engineer: Why science alone will not solve our global problems*, Knopf(『エンジニアリングの真髄』(安原和美訳)、筑摩書房、2014年)
- 浅野敬一[2014]「社会実装ロボット教育の提案と実践—社会とのつながりを中心に—」『産学官連携ジャーナル』vol.10, no.2。
- 浅野敬一[2017]「三重構造—中小企業政策の展開とベンチャー—」谷口明文・須藤功編『現代アメリカ経済史—問題大国の出現—』有斐閣。
- 天野郁夫[1989]『近代日本高等教育研究』玉川大学出版部。
- 沢井実[2012]『近代日本の研究開発体制』名古屋大学出版会。
- 文部省[1974]『産業教育90年史』。