

システムイノベーションセンターの人材育成の基本方針

SIC 人材育成協議会

2020年2月27日

1. 背景と理念

科学技術の各分野における進歩は加速している。先端的な科学技術の成果を社会がバランスよくしかも十分に享受するにはうまく作られたシステムが必要である。システムは科学技術と社会の接面である。システムイノベーションとは、「システムを構築、運用、進化させることによって新しい価値を生み出すこと」である[1]。システムイノベーションセンターの役割はシステムイノベーションを推進することであり、そのための人材を育成することはセンターの三つの主要な目的の一つである。本文書ではシステムイノベーションセンターにおける人材育成の理念を述べ、そのもとで人材育成のプログラムを作成する基本方針を明らかにする。

1. 1 IT 人材からシステム人材へ

人材育成に関して日本ほど議論の盛んな国はないと思われる。特に IT の分野ではすでに 1970 年代末から人材不足が憂慮され、時には危機感をもって語られてきた。情報処理推進機構 (IPA) ではこの状況を経時的に把握するために 10 年前から「IT 人材白書」を毎年出している。IT 人材の不足はすでに日本の科学技術の恒常的な課題となっている感がある。政府もその解消のために様々なプログラムを実施し、多額の国の予算が使われてきた。しかし一向にそれが改善されたという話は聞かない。例えば 2018 年の「ものづくり白書」でも、全体の 1/3 は IT 人材の育成に関連する記述で占められている。最近では IT 人材に加えて「デジタル人材」(あるいは「デジタル化人材」) の不足が叫ばれるようになった。2018 年の「ものづくり白書」でも、それが随所に強調されている。ただ、「デジタル人材」とはどのような人材であるかについて一応の説明はあるが、そこで要求される能力、知識、資質や、どのようにデジタル人材を養成するかについての具体的な指針は述べられていない。2019 年の「ものづくり白書」ではさらに必要な人材の表現が「スキル人材」というより漠然とした表現になっており、行政の方針も一貫していないようである。

これまで延々と続けられて来た IT 人材不足の議論は、人材の量的な側面が強調されすぎてきた感がある。対応する施策も、IT リテラシー、プログラマー養成、ソフトウェア教育の拡大など、「IT 人口の増加」を目指すものが多く見受けられる。我々は量的な側面と並んで質的な側面も充実させさせなければならないと考える。IT 人材のレベル低さが実は人材不足の根本的な問題であり、それが解決されないから IT 人材不足がいつまでも声高に叫ばれる事態となっている。

それでは「レベルの高い IT 人材」とは何か? これについては IPA が「IT スキル標準」

として7段階のランク付けを行っているが、それによると、最高のレベル7は次のように定義されている[2]。

「プロフェッショナルとしてスキルの専門分野が確立し、社内外において、テクノロジーやメソドロジ、ビジネスを創造し、リードするレベル。市場全体から見ても、先進的なサービスの開拓や市場化をリードした経験と実績を有しており、世界で通用するプレーヤとして認められる。」

この定義は技術のレベルよりもむしろ職階と経験のレベルに対応しているように思われる。このレベルのIT人材を育成するにはどうしたらよいか？という問いかけには答えが難しいであろう。スキルレベルの定式化はそのレベルに達するための教育の方法で裏打ちされている必要があると考える。

ITの用途としてその適用プロセスがもっとも整備されているのは企業の業務システムの構築である。そこではプロセスの上流から下流に向かって手順がある程度定型化されている。たとえば[3]によると、そのプロセスは

- ① システム企画
- ② 要件定義
- ③ 基本設計
- ④ 詳細設計・プログラム
- ⑤ テスト

となっている。上流に行くほどその仕事は困難で選択肢が多く高いレベルのスキルが必要とされ、下流に行くほどそのレベルは低いものとされている。これはシステムエンジニアの定説である。これらの仕事の内容が[3]では詳述されているが、それによれば①②はITとはほぼ無関係で、計算機の知識が必要とされる場面は少ない。③ではソフトウェアの部品購入、ユーザインターフェイスなどを除いてITに関する知識は必須ではない。ITが必要になるのは④以降で、その部分は業務システム構築でもレベルの低いスキルとみなされている。業務システム構築の上でもっとも重要となる上流工程を処理することのできる人材を育成することが最も重要であったにもかかわらずこれがうまく行っていないことがIPAのIT人材白書からも見て取れる。その原因は、そこでのスキルがITとはほとんど無関係のスキルだからである。にもかかわらずそれがIT人材育成の範疇に押し込められてきたことは大きな問題であったと言わざるを得ない。

そこでのスキルを養成することは「IT人材育成」という範疇を離れなければならない。業務フローに限らず、ITの用途はシステムを構築することにある。われわれは、IT人材とは別の人材育成の範疇を立てる必要があると考える。それは「システム人材」（システム化人材）である。2018年、2019年の「ものづくり白書」で必要とされたデジタル人材は「システム人材」と呼ぶべきである。「システム人材」については後に詳しく述べることとして、ここでは「すぐれたシステムを構成、運用、進化させることのできる人材」としておく。システムを構成・運用・進化させるにはITを使いこなすことが必要であることから、

IT人材とシステム化人材は重なり合う面があるが、システム人材にとってはITが目的ではなくシステム構築のためのツールであるという点で一線を画すべきである。繰り返しになるが、このことへの認識が薄く、ITという要素技術をピンポイントで取り出しそれを深耕する人材育成の旗を振ってきたことに、IT人材育成の一つの大きな落とし穴があったのではないかと思う。

IT化と世の中で言われていることの大部分はシステム化、すなわちシステムの構築・運用・進化である。にもかかわらずツールとしてのITを入り口として設定することは様々な問題を発生しかねない。ITの導入が自己目的となってしまうこと、IT導入以前の様々な課題(IT導入が必要であるかどうかも含めて)の十分な事前検討がおろそかになり、プロジェクトが途中で暗礁に乗り上げる危険を増すこと、などである。本センターが主導するシステム人材の育成は、上記の意味での日本のIT人材育成の歪を是正する役割を担うと考える。

1. 2 リカレント教育とシステム人材育成

リカレント教育は政府の「人生100年時代」「働き方改革」などとの関連で、再び脚光を浴びているテーマである。リカレント教育が大学教育と異なるのは、対象がすでに一つ以上の技術分野を習得し実社会での経験をもつ人が対象であるという点である。その場合、リカレント教育で与えられる新しい知識をこれまでの知識に単に足し算のような形で習得させるのはリカレント教育の本来の意味からは十分ではない。それよりも、すでに持っている経験知見を新しい視点からとらえ、新しい教育内容をこれまでの経験知識に統合し、人材の質を全体として向上させる教育が望ましい。システム化は本質的に知識の統合の上に成り立つ。システム化のための人材教育は本質的に知の統合を重視する教育であり、その意味ではリカレント教育の意義に寄り添うテーマと思われる。

システムを構築する場合には多くの分野の知識を統合することが必要である例を示そう。「医工連携」のシステムイノベーションの成果として挙げられる「手術支援ロボット」では、手術にかかわる様々な術式や必要な手技を標準化し、それをロボットのマニピュレーションと内視鏡の動きとして実現するためには両分野の協力と知識の統合が不可欠である。いわゆる「知の統合」が必要である。システム構築にはその規模が大きくなればなるほど深いレベルでの知の統合である。

縦割り社会の日本では残念ながら知の統合が不得手である。自分の担当の目標、成績、評価を全体の目標、成績、評価より重視する「部分最適化」の思想が根強い日本の産官学の世界では、システム化の重要性を認識することは少なく、部門、組織、領域を超えた協調と統合への意欲は海外に比べると圧倒的に弱い。この「縦割り文化」はある意味では職業人としての、あるいは専門家としてのプライドと仕事に対する責任感を保つ上ではプラスの面もあるが、部門、組織、専門を超えて協力することがシステム構築成否の生命線となることを考えると、「縦割り」は大きな障害となる。特に、システムイノベーションがイノベーションの主役として登場して以来、日本社会の縦割り志向はシステム構築の最大の障害として立

ち現れてきている。これを克服するには技術面での高度化だけでは不十分で、企業でリーダーシップを握り、企業での部分最適化をトップダウンで是正できる経営層のシステム化教育が必須であると考ええる。センターでの人材育成ではこの面にも十分配慮する。

この節の終わりに一つ強調しておきたいことがある。それは高度な技術者・研究者の分野偏在である。高度な技術者・研究者してとり合えず博士号を保持している技術者・研究者と定義しよう。我が国は、物理系（材料系を含む）、化学系、生物系（薬学系を含む）などの分野では企業に博士号所持者は十分存在する。機械系、電気系なども十分ではないがそれなりに存在する。ところが、システム系、ORなどの経営系、計算機科学などの情報系、統計などの数理系の博士号保持者は企業内では極端に少ない。たとえばGoogleなどのアメリカのIT企業は数多くのPh.D所持者を雇用し、第一線の研究を企業内で行わせているのと同様と、対照的である。現代を象徴するバズワードにVUCAという言葉がある（V=Volatility, U=Uncertainty, C=Complexity, A=Ambiguity）。現代を企業が生き延びていくために最も必要とされる分野でリーダーシップをとれる技術者、研究者が企業で不足していることが、日本の全般的な競争力劣化につながっていることは否定できない。産業界における知の蓄積が不足しているのである。SICにおける人材育成では博士を生み出すことは出来ないが、先端的なシステム科学技術をマスターし、企業のこの分野での研究開発のリーダーシップを取れる研究者・技術者を生み出すことを通して、企業に蓄積された知の総量を増加することを目指したい。

2. システムイノベーションの構造とシステム科学技術

科学技術の成果はシステムとして社会に接地する、というセンターの基本的な考え方を示したのが図1である[1]。システムイノベーションを達成するシステム層は「科学技術層」と「価値層」（社会層）の二つの全く異なる層とシームレスにつながる必要がある。

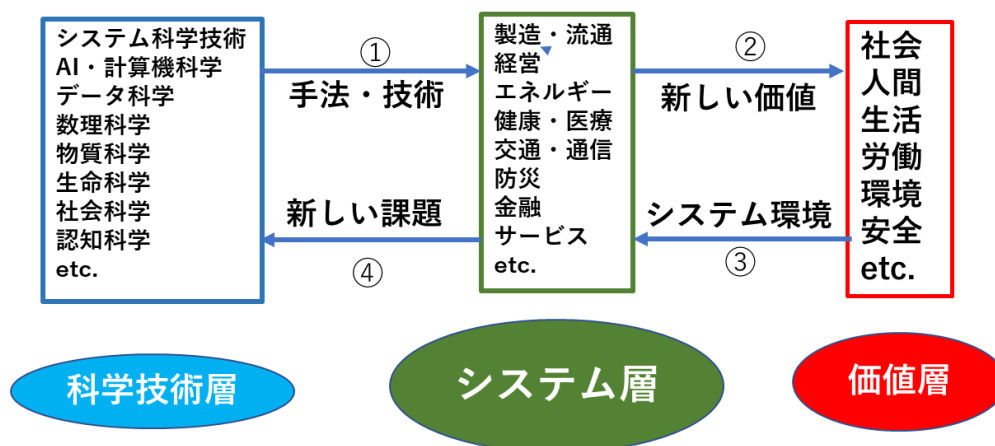


図1 システムイノベーションの構造

三つの層を結ぶ矢印は、層から層へ渡されるものを示している。具体的には以下のとおりである。

- ① 「科学技術層からシステム層へ」・・・システム構築に用いられる先端技術・手法・理論など、主としてシステムアーキテクチャの設計や要素の技術的な性能向上に用いられる。
- ② 「システム層から価値層へ」・・・システムが生み出す生活の質の向上・新しい価値の創出とそれを受け入れる市場の開拓、企業収益と生産性向上。
- ③ 「価値層からシステム層へ」・・・社会で人々が望んでいる価値を発掘し、それをシステム構築の課題につなげる。システム化を受け入れる環境の整備、例えば縦割り組織や風土の解消、境界領域の推進、規制の緩和、プラットフォームの整備などの課題を抽出し、それをシステムのスマート化につなげる。
- ④ 「システム層から科学技術層へ」・・・ミッシングリンクを含む新しい研究課題の発掘、提起。技術のシームレスな結合の必要性、

図1のループを強力に回すことがシステムイノベーションを実現する道であり、システム化人材とは、図1のループを効率的に回すことのできる人材である。言い換えれば、システム層に出入りする4つの矢印を豊かに膨らませることのできる人材である。システム構築、あるいはデジタル化を推進する技術者、経営者は図1の全体像を把握したうえで、自分が直面している問題、課題が図1のどこに位置しているかを認識することが望まれる。

3. 人材育成のプログラム

SICの人材育成では主として上記矢印の①と③を進める人材を育成する。

これまで次の経営層の教育は、システム層と価値層の接点を中心に教育する。②-③-②のループが理解できるような教育を行う。

担当者の教育は、システム層と科学技術層との接面を中心に教育する。①-④-①のループを回せるように教育を行う。

もっと具体的に教育との関連でいえば次のようになる。

- ① システム科学技術の講義、実習（最適化・モデリング1、モデリング2・学習・ネットワーク・状態推定と制御）
- ② システムの実装の例題演習 システムイノベーションの歴史、将来予測
- ③ 新しい市場の探索と育成、ビジネスモデルの探索、過去の成功失敗事例学習、縦割り社会の弊害認識、（産業技術大学院大学と共同でカリキュラム作成）
- ④ 必要な要素技術の提示と問題の発掘（教育として独立させることは困難かも知れない）

従ってシステム人材に要求される素養を列举すると

(A) システム思考を身につけ、自分のマインドセットの限界を意識し常に他者からの視点に身を置くことが出来る。

(B) システム科学技術の知識を幅広く持ち、それをシステム構築に有効に用いることが出来る。

(C) 人々のニーズの微妙な変化を敏感に察知し、新しい市場の可能性を発掘しそれを育てることが出来る。

(D) 分野の垣根を取り払い、所属組織の利害を離れ全体最適へのアプローチを優先する。

(E) システム統合のリテラシーを身につけ、必要なソフトウェアやアプリを自由に利用することが出来る。

(F) 科学技術全般の進歩を理解し、それが生活に及ぼすインパクトを評価することが出来る。

(G) 変動する社会の動きを捉え、未来技術とその社会受容に対する豊かな想像力を身につけている。

4. むすび

次の点についてはさらに議論を深める必要がある。人財育成協議会で今後検討していく課題として述べてむすびに変えたい。

- ループ全体を見渡せる「システム思考」涵養のための講習をどのように設計するか？
 - 普段よりも高い鳥瞰的な視点の獲得
 - 他者からの視点の獲得、自分のマインドセットからの解放
 - 新しいシステムとビジネスのアイデアに到達したとき、ほとんど必ず自社の他部門との利害に抵触する。それによる「社内調整」が日本の活力を奪ってきた。これにどう対抗する方法をセンターでは教育したい。
- 「知の統合」が成功した具体的な例の開示を行う講演会の開催
 - 手術ロボットなど「医工連携」には沢山ある。
 - 「アルファ碁」の成功は機械学習+探索+モンテカルロ法の統合による
- 受講生はすでに一つ以上の技術や経営の分野の知見がある。それぞれの受講生の持っているものを深めることにシステム思考を生かす、カスタムメイドのシステム化教育が必要ではないか。
 - 大学出身学部による類別（情報系か電機や機械系か、文系かなどによる類別）
 - 所属企業における経験（設計、製造、営業、管理、設備、企画などによる類別）
- 上記のカスタムメイドを発展させて、受講生からも学ぶことのできる双方向の教育システムを考える必要がある。そのため「システム塾」を実施する。
- 現代のシステム科学技術は、「数理」が主要な素養として全体的に浮かび上がっている。機械学習、データサイエンス、ネットワークなどはいずれもそのような分野の例である。従って、「システム数理」のような初心者向けの数理の講習会を開くことも考えられる。

参考文献

- [1] 木村 「システムイノベーションとは何か？（１）（２）」。システムイノベーションセンターニュースレター 1-1、1-2、2019年6月、7月、
<https://sysic.org>
- [2] 「ITスキル標準 V3,2011」 https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/download_V3_2011.html
- [3] 岡、三宅、 「本当に使える開発プロセス」日経 BP、2012