

組込み技術者育成へ初等中等教育からの改善

株式会社オプテック 代表取締役会長
 一般社団法人スキルマネジメント協会 理事長
 東海大学名誉教授 大原 茂之

IoTで世界をリードする成否は組込み技術者の存在が大きいが、少子化で労働者人口不足が加速している。その対策は人材の質向上となるが、実は初等中等学校時代に刷り込まれた知識が質向上の阻害要因となっている。本稿ではIoT時代の組込み技術者育成に向けた初等中等教育からの見直しとETSSの活用について述べる。

1 はじめに

IoT、AI、ロボットなどの活用による第4次産業革命が進行する中で、組込みソフトウェア開発力はその成否を左右するコア技術であると言って良い。組込みソフトウェア技術を発展させ、イノベーションを起こしていくことが日本の競争力を高める必須の条件である。こうしたことを継続的に実践していくためには組込みソフトウェア技術者の量と質を高めていくことと、人材を育成及び活用する環境についてマネジメントしていく必要がある。

しかし、こうした人材の量と質の面それぞれについて見直すべき問題が存在し、環境について検討すべき問題が存在する。とくに、人材の量的側面の壁は少子高齢化の問題であり、経済面での足枷にもなっている。もう一つの人材の質的側面においては、初等中等教育時点からの教育内容の問題がある。この問題は根が深く、理工学系の大学生や社会人になっててもこの問題の影響が残っている。初等中等教育を改善し組込みソフトウェア技術者の質的向上を進める取り組みについて、一般社団法人スキルマネジメント協会の活動の紹介を含めて提言する。

2 人材の量と質を高める上での少子高齢化の問題

日本の技術力を世界トップへもっていかうとするとときに、大きな壁となるのが少子高齢化の問題である。図1に少子高齢化の年次推移を示す^{1) 2)}。1950年～2014年までが実際の人口推移で、2015年以降は推計である。この図から以下のことが理解できよう。

口推移で、2015年以降は推計である。この図から以下のことが理解できよう。

- ① ほぼ20年前に65歳以上の人口が14歳以下の人口を上回り少子高齢化の時代に突入し、その後は両者の差は広がる一方である。
- ② GDPを押し上げる労働者人口も20年前から減少が止まらない状態になっている。
- ③ 一方で、14歳以下と65歳以上を加えた非労働者人口は増加の一途である。
- ④ 2060年にはほぼ労働者一人で非労働者一人を支えることになる。2060年は来る東京オリンピックの年から40年後である。
- ⑤ グラフには含まれていないが、18歳人口も減少の一途をたどり、2018年から急激に減少を始めるのである。13年後の2031年には大学への進学者数は約17万人減となり、100校以上の大学が経営危機に陥ると予想されている。このことは、大学関係者の間では2018年問題として認識されているが、2022年以降は企業も新卒者獲得の氷河期に突入することになる。

少子高齢化という人口動態の問題を劇的に解決することは極めて困難である。総人口に関しては、国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口データベースを参考にする、2005年に1億3千万人弱であった日本の総人口は、出生率2.5の場合で2050年に1億1千万人弱となり、出生率1.29の場合には2050年に9千万人弱まで減少する。

人口の量的問題の解決に関しては政策的な戦略に属するものであり、技術者育成の観点からは質的向上策を講じることになる。ただし、この解決に向けては初等中等教育の段階まで戻って取り組む必要がある³⁾。

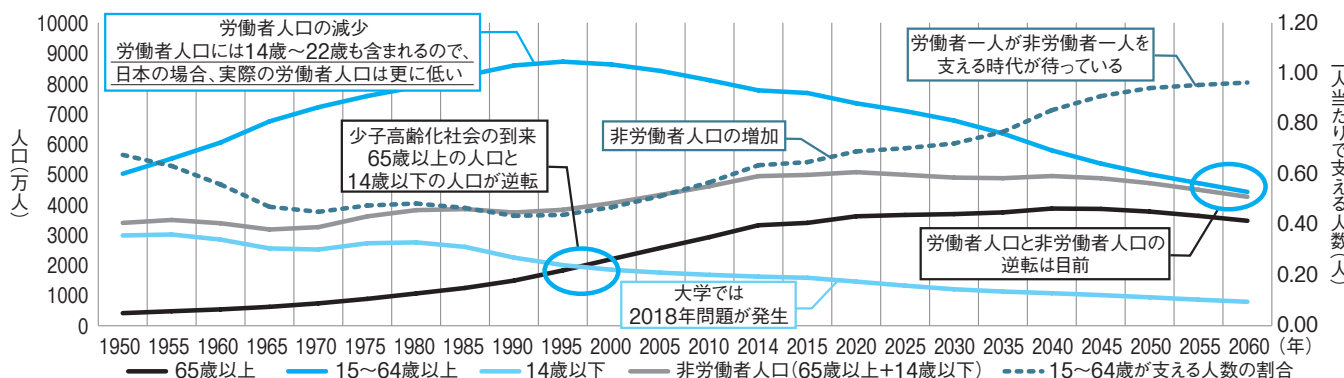


図1 加速する少子高齢化

3 組込み技術者育成の ボディーブローとなる初等中等教育の 問題点

組込み技術者が対象とする専門技術領域は、システム設計、コンピュータアーキテクチャ、ソフトウェア、ネットワーク、電気、機械などであり、基礎技術領域は物理、化学、生物などの理工学系の領域となる。組込み技術者を育成するには理工学系の基礎中の基礎としての数の扱い、演算、関数、電気などの知識が正しく修得されていることが前提となる。しかし、電気系や情報系の学生で2進数における1の補数や2の補数を正しく理解している人数は極めて少ない³⁾。その原因は初等中等学校時代の教育内容が不十分な状態で終わっていることにある。このことは、組込み技術者の育成だけではなく、広く人材育成にかかわるものである。先端的な人材育成を考える前に、まずはこの問題を明らかにする。

3.1 論理的思考を阻害する引き算の内容

学生から社会人まで恐らくは大半の人達が勘違いし、矛盾に気づいていない引き算の問題がある。

例えば、42-17の引き算は、次のように進めるであろう。

- ① 2から7は引けないので、10の位の4から10を借り、4を3に修正する。
- ② 借りてきた10から7を引いて3を得る。
- ③ この3と2を足して1の位の答え5を得る。
- ④ 10の位では3から1を引いて2を得て、最終的な引き算の答え25を得る。

この手順は小学校の教科書に出ているものであり、すべての人の頭の中に刷り込まれているであろう。この引き算の手順は常識となり、その矛盾に気づけないのである。矛盾点は以下の通りである。

- ① 矛盾1：1の位に10を持ってきている。
1の位には0から9までしか入らないことを知っていながらこのような手続きを踏んでいる。論理的には、9と1に分解して持ってくる必要がある。
- ② 矛盾2：上記の矛盾1に目をつぶったとしても、借りてきた10から7を引いている。
2が小さくて7を引けなかったので10を借りてきても、10の1の位は0であり、0から7を引くことはできない。それにもかかわらず、10から7を引くという強引な押し付けを行っていることになる。これでは論理的思考力の育成はできない。正しくは、借りてきた10から7を引こうとしても、10の0から7は引けないので、再び10を借りてくることになり、これを永久に繰り返すことになる。この計算を終わらせるためにはどうしたら良いのかを考えさせるのである。そうすることで、暗黙のうちにアルゴリズムの概念を教えることになる。

小学校の段階から導入されるプログラミング教育で狙う論理的な思考力や問題解決力の育成を成功させるためには、

解き方は暗記するものではなく、考え、直観し、創造していくものだという意識づけを暗黙の内にしていくことである。学生が、1の補数、2の補数の習得を暗記に頼っているのは、小学校での論理を無視した解き方の暗記という刷り込みが影響している可能性が高い。こうした個々の事例は大人になった後でも修正できるものの、人材育成の観点からは論理性と直観力を鍛える芽を摘んでしまっている可能性がある。組込み技術者に限らず人材育成を成功させるには、こうした長期的視点からも見直していく必要がある。

3.2 組込み技術者育成を阻害するその他の要因

組込み技術者を育成する上での阻害要因は引き算以外にも存在する。以下の知識は初等中等教育の段階で出てくるものであるが、定義が曖昧のため正しく理解されていない例である。

- (1) 関数の定義： $y=f(x)$ において、どれが関数であるかを指摘できない。
- (2) 電気：「電圧が大きくなると電流は増加する」という命題の矛盾を指摘できず、電圧と電流は互いに独立であるという関係も説明できない。
- (3) 回路記号：電圧源の記号を電池、ショートを導線だと錯覚している。

こうした状況は組込み技術者を育成する上で大きなブレーキになると言わざるを得ない。小学校からの刷り込みによって、思考する前に解法としての手続きを暗記し、その手続きを実行できるように勉強するほうが試験の点数が良くなるという習慣ができてきている可能性がある。手続きの暗記とその作業効率を高める習慣は、解法や事例がないと何もできない状態に陥ることになる。モデリングやモデルベースの技術を習得する場合でも、ツールを使えばモデルベースを理解できたという錯覚に陥ってしまう。ツールや事例に頼ることは過去の枠に囚われていることになる。発想力、矛盾や問題の発見力、問題解決力、システムの構想力、イノベーションの創造力などを持ち、知的労働生産性を高める人材を育てるには、こうした初等中等教育からの見直しをする必要がある。

SMA(スキルマネジメント協会)では、初等中等教育を含めて組織の中で人材育成と活用の弊害となっている習慣、常識あるいは文化などの環境の問題を発見することと、それによる環境を改善していく研究に取り組んでいるところである。

4 新技術による イノベーション創造への考え方

IoTやAIによるイノベーションが進行中であるが、これらの技術をこれまでのものづくりのアウトプット指向という文化の枠組みで捉えると時代に取り残される危険がある。IoTやAIは図2に示すような利用者側でのアウトカム指向の文化になると考えるべきである。

- 開発・製造がこれまでのものづくりのフェーズであり、エッジ(物理的な製品)をアウトプットしている。エッジとはセンサ、アクチュエータあるいはカメラなどの製品である。
- これらのエッジはフォグ化(ソフトウェアでパッキング)されてサイバー空間の要素となる。サイバー空間と実空間の間で様々な接続が自由に行えるようになる。ただし、実空間の要素のすべてがサイバー空間につながるわけではない。
- この接続された集合体を活用して利用者は利用者自身が描く夢若しくはアウトカムを実現するようにシステムを構想できるようになる。
- この利用者が望むアウトカムを実現するプロセス(技術)を提供するサービスがIoTの利用価値を高める。

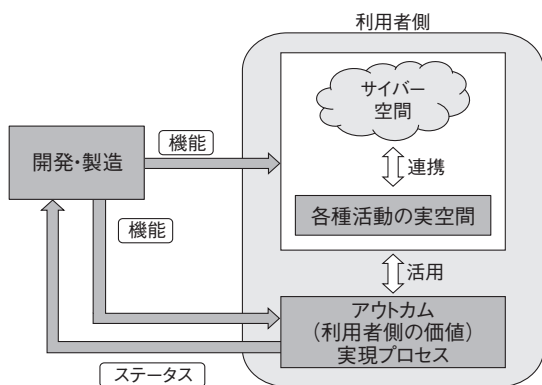


図2 IoTとアウトカムの実現プロセス

このようにIoTにおいてはアウトカム指向でシステムを考えていくべきであるが、IoTを活用するにはエッジ、エッジフォグを設計若しくは活用でき、物理空間のシステムを構築し、更にサイバー空間と連携させる技術やスキルは組込み技術者の得意分野でもある。従って、これから

の組込み技術者はアウトカムと要求仕様を設計できるようになっていく必要がある。

5 組込み技術者育成と活用のための環境について

ここでは、IoTに関してSMAが取り組んでいる人材育成と環境の関係について述べる。

5.1 ETSSの改良版

ETSS (組込みスキル標準)の分かりにくい構造を改良した構造を図3及び図4に示す。

ETSSはフレームが標準であり、記入する内容は各社各組織において定義することが基本である。ただし、その内容を定義する場合、IPAが提供するiCDを活用すると効率良く作業を進めることができる。以下、ETSSのフレームについて説明する。

- 技術/知識のシートは階層化して記入する構造である。技術/知識の分野数は任意であり図では3分野までを示している。
- 分野を詳細化する粒度についても任意であり、図では第3階層までを示している。
- スキルレベルを記入するスキルレベルシートはほとんどの場合、レベル1からレベル3までを使うことになる。
- レベル4は新たな技術/知識の創造が期待できる場合にチェックする場合と、実際に新たな技術/知識を創造した場合はETSSのシートそのものを修正する場合がある。

5.2 スキルレベルの定義

スキルレベルの定義を図4に示す。

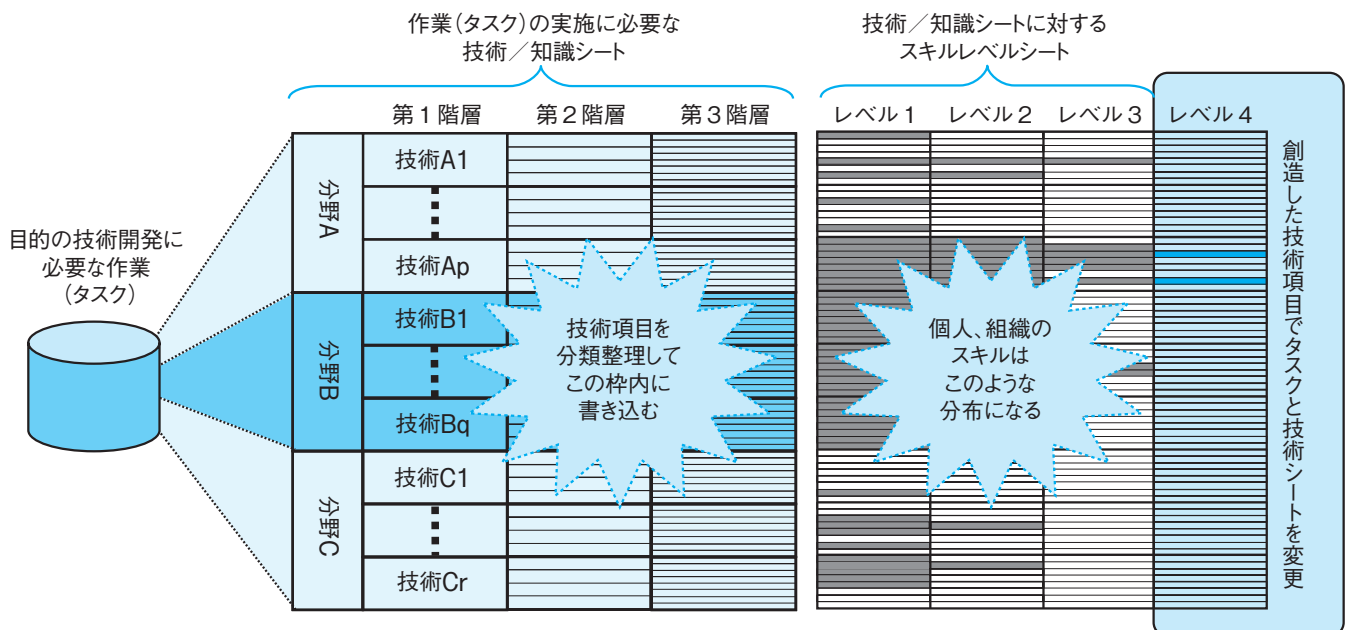


図3 ETSS(組込みスキル標準)のフレームワーク

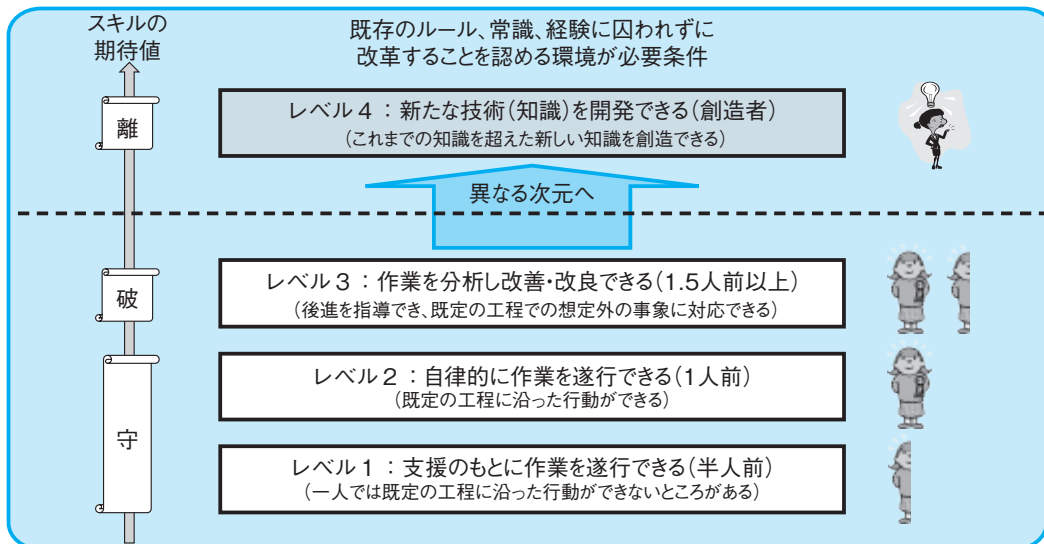


図4 スキルの期待値と育成・活用の環境

ETSSのスキルレベルは期待値であり、過去の実績による評価ではない。ETSSのスキルレベルの思想は、日本の伝統的な人材育成指標である守破離に基づいている。守破離のゴールはイノベーションを起こせる人材を育成することである。教えた師を超えて、その流派を超える新しい流派を打ち立てる可能性を持つ弟子を育成することが師のミッションである。このミッションを達成するために徹底的に洗練した所作の型を生み出すのである。この守破離の思想を実践するには、誰もが離というクリエイティブな方向を理解し、互いに切磋琢磨できる環境が必要条件となる。伝統的な守破離の観点からすると、最初に述べた初等中等教育という守の段階の内容を正しい型に修正していく必要がある。

5.3 IoTへ向けたETSSの応用

ここではSMAで研究を進めているIoT技術者を育成するための技術／知識シートの作成方法について紹介する。

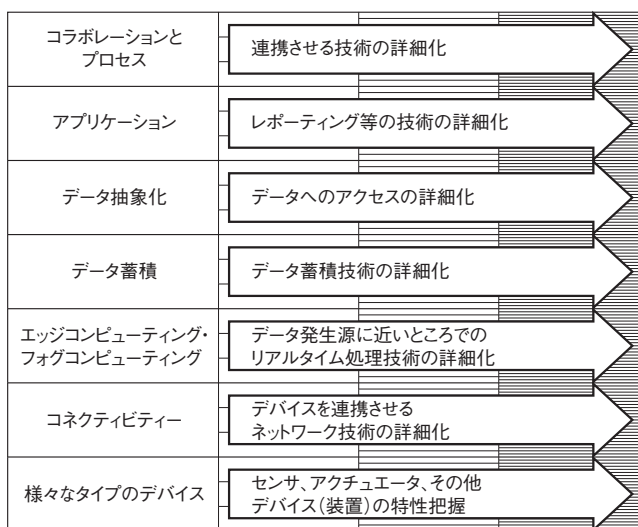


図5 シスコの7階層モデルを参考にしたIoT向け技術／知識シートの構造

図5はIoTに関するシスコの7階層モデルをETSSにマッピングした場合の例である。7階層がそのまま7つの技術／知識の分野として記入してある。この技術／知識項目に対応できる人材を育成するには、図に示すようにデバイス、ネットワーク、エッジコンピューティング、データ蓄積などの技術を更に詳細化していくことになる。IoTの各技術分野の詳細については、JASA(組込みシステム技術協会)とも連携して研究を進めており、近いうちに技術項目の詳細を明らかにできると考えている。

6 おわりに

本稿ではIoTやAIを推進する主役とも言える組込み技術者の育成を中心に検討を行った。人材育成を行うには、少子高齢化という大きな壁があり人材の質を飛躍的に高めることが必須の条件であること、長期的には初等中等教育から見直す必要があること、そして人材の育成と活用のためには、日本の文化を通して個々人の中に無意識に刷り込まれている「改善改良を通してイノベーションを起こしていく」という、伝統的な守破離に倣うことが重要であることを述べた。更にIoTやAIの活用はこれまでのものづくりのようなアウトプット指向ではなく、ユーザ主体のアウトカム指向で取り組むべきであることについて述べた。最後に、SMAで取り組んでいるETSS活用によるIoTの定義などについて紹介した。

参考文献

- 1) [総務省平成27年版] 総務省統計局 人口の推移と将来人口 <http://www.stat.go.jp/data/nihon/02.htm>
- 2) 「内閣府」推計統計人口でみる50年後の日本 http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/s1_1_1_02.html
- 3) [J.of JSEE] 大原茂之：工学教育 第64巻 第3号、工学教育推進に向けた基礎教育改善への提言、公益社団法人日本工学教育協会、PP.30-36、2016