JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	Successful Engineer育成に関する研究2 : 成果分類と育成の要因分析(MOT教育の質的検討)
Author(s)	加藤，みどり; 寺本，義也; 神田，良; 高井，透; ベントン，キャロライン; 内田，亨
Citation	年次学術大会講演要旨集，18: 304-307
Issue Date	2003-11-07
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/6885
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

2A16

Successful Engineer育成に関する研究2
～成果分類と育成の要因分析

○加藤みどり（東経大経営学），寺本義也（早大アジア太平洋研），
神田　良（明治学院大経済学），高井　透（日大商学），
キャロライン・ベントン（ウェールズ大），内田　亨（早大）

1　はじめに

前報に引き続き、本稿は実際に成果を挙げているエンジニアの能力育成に影響を及ぼす要因を明らかにするとともに、優秀なエンジニアおよびMOT人材育成のための理論を仮説的に導き出そうとするものである。本稿では、アンケート調査よりエンジニアの成果として3つを抽出し、それぞれの上位グループ、下位グループに分ける要因について統計的に解析する。また、その結果とインタビュー調査から得られた優秀なエンジニア育成のための条件を比較分析し、今後のエンジニアおよびMOT人材育成における課題を提示する。本稿においては、いわゆる基礎研究に関わる研究者も含め、企業におけるR&D活動に主体的に従事している研究者・技術者をエンジニアと総称している。

2　アンケート回答者のプロフィール

本アンケート調査の有効回答者は816名であった。その平均年齢は44.55才であり、内訳は20代5.7%、30代23.9%、40代38.6%、50代28.1%であった。

入社前の最終学歴は、高校15.5%、高専5.7%、学部56.5%、修士21.0%、博士1.4%であった。

回答者のエンジニアとしてのアイデンティティは、基礎研究4.0%、応用研究11.1%、開発45.5%、生産技術39.4%であった。この生産技術の中には、品質保証、品質管理などは含まれていない。

本アンケートの回答者は、従来の調査に比べ、日本の製造業におけるエンジニア全体の母集団と相当程度近いものといえよう。

表 1　成果に関する因子と各設問の相関係数

内容	成果に関する因子		
	昇進	成果	製品
アイデンティティ（基礎研究ー生産技術）	.046	.278**	.220**
国内留学	.240**	.292**	.108
国家研究プロジェクト参加	.114	.225*	.058
学会での発表	.000	.235**	.041
学会でのインフォーマルな議論	-.002	.217**	.071*
R&D成果を正しく反映した人事の実施状況	.229**	.072*	.108*
透明な人事評価基準の実施状況	.208**	.109*	.070
潜在能力も考慮した評価の実施状況	.207**	.102*	.050
市場での成果に直結する R&D に対する評価の実施状況	.102*	.147*	.209**
大幅な権限委譲や抜擢経験の有無	.390**	.235**	.258**
大きな自由裁量付与経験の有無	.247**	.209**	.242**
技術的難易度が高いテーマ付与経験の有無	.218**	.291**	.256**
徹底的に勉強する機会付与経験の有無	.115*	.250**	.115*
大幅な権限委譲や抜擢経験への評価	.236**	.195**	.241**
技術的難易度が高いテーマ付与への評価	.173**	.231**	.171*
学術的価値の高い研究	.072*	.212**	-.003
豊富な国際経験	.069	.220**	.057

3　エンジニアの成果の分類

前報で提示したアンケート調査において因子分析を行ったところ、エンジニアの成果は社内での昇進、非常に優れた技術成果、製品の成功、の3種類に分類された。それぞれの Spearman の順位相関係数は昇進－技術 0.338、技術－製品 0.444、製品－昇進 0.333 であり、いずれも 1%で有意であった。

4　成果の決定要因

4.1　Spearmanの順位相関係数の分析

成果に関する3つの因子と、アンケート票の各設問との間でのSpearmanの順位相関係数を求めた。表1には相関係数が0.2以上のもののみを抜粋して記載した。表中*は5%で有意、**は1%で有意であることを示す。因子と各設問はそれぞれ5段階の順位カテゴリカルデータであるため、例えば左表において相関係数が0.2未満であっても、2×2クロス表のカイ2乗検

定では1%で有意とみなされるほど本解析は厳しいものとなっている。

なお、成果に関する因子と、その他の因子の間でも同様の分析を行ったが、後述するロジスティック回帰分析の結果と重複するため割愛する。

4.2 成果上位グループと下位グループを分ける要因

成果に関する因子得点毎に上位から下位に並べ替え、因子得点を基準に上位から順に200-250名、同じく下位から順に200-250名を抽出し、それぞれ上位グループ、下位グループとした。各成果ごとに、前報表1における因子を説明変数に取り、各成果の上位グループ、下位グループを分ける要因を明らかにするために、SASのlogisticプロシジャを使用して試験的にロジスティック回帰分析を行った。

3種類の成果すべてにおいて、上位グループと下位グループに統計的に有意な差が認められた。モデルの適合度は技術・製品に関するものが非常に高く、昇進成果のモデル適合度は前2者に比べかなり低い。

紙面の都合上、説明変数のうち統計的に高度に有意であるものの係数を表2に示した。すなわち、係数が記入された因子はそれぞれの成果に関して上位グループと下位グループを分ける項目であり、係数が大きいほどその影響力は強くなる。

表 2 ロジスティック回帰分析による説明変数

独立変数	従属変数			解釈
因子名	昇進	技術	製品	
年齢	0.04	0.05	0.05	年齢はいずれの成果ともほとんど関係ない
学歴	-0.32	0.55	0.50	技術、製品の成果上位者ほど高学歴である。一方昇進と学歴は弱い負の相関がある。
属性		-0.53	-0.54	技術、製品の成果上位者ほど川上（研究）をアイデンティティとしている。特に技術的成果上位者にその傾向が強い。
学会		0.68		技術成果上位者ほど学会での活動を重視する
競合他社			0.61	製品成果上位者ほど競合他社の動向を重視する
展示会	-0.51	0.61		技術成果上位者ほど展示会での情報を重視するが、昇進成果上位者はむしろ軽視する傾向にある
（評価の）実施状況	0.84	0.89		昇進・技術成果上位者ほど公正かつ透明な評価が行われていると認識している。製品成果上位者にはこの傾向は見られない。製品成果上位者は正当に評価されていると考えていない？
支援体制		-1.10		技術成果上位者ほど研究設備やスタッフを重視していない。
上司のフォロー	0.58		1.44	昇進・製品成果上位者は上司によってフォローされた経験を持つ。特に製品成果上位者にその傾向が強い。技術成果上位者にはこの傾向は見られない。
高いハードル	1.81	1.62	2.00	すべての成果上位者ほど難易度の高い業務課題を与えられた経験を持つ傾向にある。特に製品成果上位者ほどその傾向が強い。
適切な指導	1.00	1.45	1.60	すべての成果上位者ほど個人の適正を考慮した業務課題を与えられた経験を持つ傾向にある。
高いハードル2	0.57	0.55		技術成果上位者ほど難易度の高い課題や権限委譲を評価している。
活性化		0.95	0.58	技術成果上位者ほど多様なエンジニアとの交流や活発な議論を評価している。
基本的要素		-1.21	-0.70	技術成果上位者ほど明確な役割分担や過去の知見へのアクセス環境を重視していない。
リーダーシップ		0.68		技術成果上位者ほどリーダーシップの能力を重視している。

5 インタビュー調査とアンケート調査の比較分析

5.1 インタビュー調査で抽出されたエンジニア育成の要因

インタビュー調査は3業種5社30余名の、各企業において実際に成果を挙げたと認められているエンジニアに対して行われた。被インタビュー者の年齢、専門、成果などはさまざまであったが、自己の能力育成に役立った経験などを聞いたところ、相当程度共通した回答も見られた。以下、その特徴的な要因を記す。

(1)　非常に難易度の高い業務課題の付与

入社4-5年目などかなり若い時期に技術的、あるいはコスト・納期などについて非常に難易度の高い課題を与えられた回答者が多かった。回答者の大部分は、この課題を相当苦労して克服している。完全に失敗に終わった者も複数いたが、いずれもそこから学習したものは非常に大きかったと答えている。また、現在こうした課題を与える立場のエンジニアからは、かなり高い可能性で失敗する課題を意図的に部下に与え、一方で失敗時のフォローの準備をするのが上司の役目であるという意見もあった。

(2)　特定の技術領域について徹底的あるいはゼロから勉強する機会の付与

入社直後あるいは2-3年目でこのような機会を与えられた回答者が比較的多かった。この機会に得た技術知識は、その後のエンジニア・コンピテンスの技術的側面の源泉になったそうである。この機会を与えられたエンジニアは、その後技術的に非常に高い成果を挙げている。彼らの多くはMOTの能力を育成する別の機会を与えられている。

(3)　周囲と調整せざるを得ない業務課題の付与

プロジェクトリーダーなどとして早期抜擢される、海外出向や留学など形態はさまざまであるが、いずれも多様で異質な他部門、他者との関与が業務上必要な課題が成長に役立ったとする。この要因を挙げた回答者の中には、もともと調整作業が得意である、または苦にならないと自覚している者もおり、一方で自己の調整能力に懸念を抱いていたが、課題を遂行することにより克服したと考えている者もいる。

(4)　広い視野を持たざるを得ない業務課題の付与

(3)と重複する部分があるが、具体的には戦略的ジョブローテーションである。回答者は、異なった技術分野を結びつける能力、総合的な技術観が育成されたと考えている。

(5)　市場への意識

これはほぼすべてのエンジニアから回答を得た要因である。入社以来基礎研究のみに従事する回答者もいたが、社会的貢献を含め、市場で「使われる」技術を常に念頭に置いているそうである。頻繁に販売の場、使用の場を自ら観察するエンジニアも多数であった。

(6)　上司・先輩の指導、メンター的役割

この要因を挙げ、上司・先輩に非常に感謝する回答者もいたが、取り上げない回答者も多かった。両者の成果には大きな差があるわけではなく、上司からの比較的丁寧な指導はあった方がいいが、能力を伸ばす決定要因というわけではないようである。ただし、この要因が有効でないとした回答者はいなかった。

5.2 比較分析

インタビュー調査とアンケート解析との間で強い一致が見られたのは上司からの機会付与であり、具体的には非常に難易度の高い業務課題、R&Dに関する大きな自由裁量度、周囲と調整せざるを得ない業務課題である。これらは3種類の成果といずれも相関を持ち、エンジニアとしての能力を総合的に伸ばす有効な要因であるといえる。特に周囲と調整せざるを得ない業務課題は昇進とかなり高い相関を持ち、マネジメント能力の養成に相当程度有効であることが明らかになった。

一方で両調査が一致しない項目もあり、例えば難易度の高い課題でもコストや納期が非常に厳しいR&Dテーマと成果の間には有意な相関はない。さらに、こうした経験がエンジニアの能力育成に有効かどうかの評価と成果との間で、有意な相関を確認できたのは技術的成果においてのみであった。他にも技術成果との相関は持つが、他の成果と有意な相関を持たない項目は多い。すなわち、マネジメントの要素を内包する項目での不一致が多く確認された。また、製品開発において大きな成果を挙げたインタビュー回答者も能力育成に有効だとした豊富な国際経験は、表1に示すように技術成果とのみ相関を持つ。こうした要因は先行研究でもその有効性が指摘されているが、一般に多数のエンジニアに与えられる機会ではなく、アンケート回答者においても経験者が非常に少ない。そのためか、成果との間に有意な相関を見出せなかった、すなわち仮説の検証に至らなかった類似の項目は複数あった。しかし、n数が少ないため統計的な信頼性はやや劣るものの、非常に優れた成果を挙げた回答者や体験者はこうした項目の有効性を高く評価する傾向にあった。

全体を通して、成果と育成要因の因果関係には十分な注意を払う必要がある。上述したような経験があったから成果を挙げたという考えは一部正しいであろうが、その一方で、上司から機会を与えられる段階で既に選抜されている様子が統

計的にも伺えるからである。あるいは、部下に成長の機会を与えられる上司は限定されているとも考えられる。さらに、機会を与えられた回答者はそれを成長に役立ったと評価し、与えられなかった回答者は役立たないと評価する傾向にある。すなわち、能力がないと若い時点で判断された人、または成長機会を与えない・与えることのできない上司を持った部下は、潜在能力があったとしても成長の機会に恵まれにくく、結果として成果を挙げることができない可能性がある。いずれの場合も、機会を与えられたから成長したという単純な因果関係だけでなく、その背景をも含めて考察すべきである。

6　エンジニア人材育成の課題

MOT人材育成には早期選抜と個別教育が必要であると一般に言われるが、少なくともインタビュー調査の範囲内では、MOT教育は相当程度機能していると言えそうである。早期に個々の能力や適性に合わせた技術課題を与え、同時に技術的なアイデンティティが基礎研究であろうと生産管理であろうと、それに応じたマネジメント能力が身につくように仕向けている。これに加え、全員のレベルをある程度まで向上させるような社内教育システムも確実に存在するであろう。これは具体的な教育プログラムとして明示される場合もあり、組織文化として定着しているが形式上は存在しない場合もある。

しかしながら、アンケート調査からはこうした実態は必ずしも見えてこない。すなわち、インタビュー調査とアンケート解析の比較検討、および回帰モデルの適合度の差を考慮し、インタビュー対象企業がエンジニア教育について相対的に先進的な取り組みを行っているとするならば、わが国製造業における技術的な教育は全体的にかなりの完成度に達しているが、マネジメントの能力育成に関してはばらつきが非常に大きく、企業によっては個別教育すら機能していない状態ではないだろうか。マネジメント能力の育成に関心はあるものの、技術とマネジメントの能力を兼ね備えた人材より、適性に応じて技術や経営に専業的な人材の育成を優先している状況が伺える。さらには、製品における成果を挙げた回答者がさほど評価されていない可能性も示唆されている。製品開発には多くのエンジニアが関与するため正確な成果の帰属は確かに困難であるが、利益より製品開発を優先すると評されることもあるわが国製造業にとってはやや意外な結果である。業種によってもその重要性は異なるが一般に製品や関連技術が複雑化する傾向においては、「重量級プロダクトマネジャー」[1]への評価は大きな課題となろう。

一方、先進的とされる企業においても、技術的能力の育成に関しては、ごく少数の非常に「尖った」技術人材をどう育てるか、あるいは現行のシステムの中でいかにつぶさないかという問題に直面している。マネジメント能力については、個別に対応し一部は成果を挙げているものの、および教育システムとしての取り組み、全体的なレベルアップについては今後の課題となっている。

以下に、現時点での優れたエンジニア・MOT人材育成の課題と考えられる点を述べる。

(1) 選抜教育か幅広い機会か

従来よりある議論だが、全般的な議論よりもいくつかのケースに分けて検討すべきであろう。エンジニア教育は、全体のレベルアップ→突出した技術人材・マネジメント人材の不足→選抜教育、およびMOT人材教育の必要性という流れを大筋でたどってきた。MOT人材は個別教育で実際に育っているが、現在これを増やす必要に迫られているため、現実的には早期に幅広い機会を与えるシステマティックな教育制度と、将来のトップMOTを育てる選抜教育の双方が必要になる。

(2) 上司のレベルアップ

エンジニア人材育成には上司の資質や育成能力が決定的に重要であることが明らかになったが、前述したように、これに依存してしまうと例えば晩成タイプのエンジニアは非常に不利を強いられることになる。特に優れたMOT人材についての育成論が定まっていない現時点では、部下を育成する立場の者の教育が最優先事項であるかもしれない。最近のカンパニー制や事業子会社化の普及などに伴い即戦力MOT人材が不足しており、こうした面からも要求があると考えられる。

[参考文献]

[1]藤本・クラーク，製品開発力，ダイヤモンド社，1993.

[2]A. Agresti，カテゴリカルデータ解析入門，サイエンティスト社，2003.

[3]丹後・山岡・高木，ロジスティック回帰分析　－SASを利用した統計解析の実際－，朝倉書店，1996.