

## 2000年における情報技術者の 需給予測について

大里有生\* 御牧 義\*\* 乾 侑\*  
\* 長岡技術科学大学 計画・経営系  
\*\* 電気通信大学 電子情報学科

2000年における我が国の情報技術者に対する需要予測モデル策定上の方向づけについて述べる。第一に、ソフトウェア技術者の需要予測に対する通産省方式を検討し、西暦年を決定因子としたソフトウェア需要のGDP比率を予測する方式には無理があることを示す。また、ソフトウェア技術者の生産性を支配的因子とした予測方式は、生産性向上の将来動向が不確実であるために問題がある。つぎに、ソフトウェア技術者数の需要予測に当たっては、GNPのような加的因子を決定変数とした線形回帰型モデルでもある程度は予測可能であることを指摘する。最後に、本プロジェクトが対象としている情報技術者の場合にもGNPを決定因子とした線形回帰型モデルが適用可能であることを示唆する。

### AN INTERIM REPORT ON PREDICTING THE DEMAND AND SUPPLY OF INFORMATION SCIENTISTS IN JAPAN FOR THE YEAR 2000

Ario Ohsato\* Tadashi Mimaki\*\* Susumu Inui\*  
\* Nagaoka University of Technology  
1603-1, Kami-Tomioka, Nagaoka, Niigata, 940-21, Japan  
\*\* The University of Electro-Communications  
1-5-1, Chofugaoka, Chofu, Tokyo, 182, Japan

A guide-line to model the demand prediction of information scientists in Japan for the year 2000 is discussed. First, the conventional method of the Ministry of International Trade and Industry to predict the future demand of software technicians is examined thoroughly, and several points are picked up. Second, it is pointed out that the demand prediction of software technicians by means of the linear regression with respect to GNP is rather effective. Finally, it is suggested that this model is also applicable as a method of predicting the future demand of information scientists, subject of this study.

## 1 はじめに

我が国の社会・産業における情報化の傾向は、特にこの10年急激に進展してきた。これは、1970年代以降のハードウェアの急速確実な進歩と共に、ソフトウェアや各種コンピュータ応用を対象とした広範な情報システム技術が着実に進歩してきたことによる。今後ますます、経済・社会全体に高度な情報化の波が及ぶものと予想される。こうした情報化の急速な進展に伴い、ハードウェア・ソフトウェア・システム技術を含む情報技術に対する人材の養成確保が緊急の課題となっている。しかし、こうした人材の養成確保に際しては、ややもすると人材数の深刻な不足という量的な面が強調されがちであるが、それ以上に重要なのは情報技術者の質でありそれを基本的に支える我が国の大学等における情報処理教育のあり方である。特に、人材の養成確保を需要予測－供給政策のサイクルでとらえた場合には、供給政策が単に需要予測のつじつまを合わせるための量的操作だけに終わっているのでは不十分である。供給予測は、大学等の定員枠の増減をベースにした操作となるので、そのことによる情報処理教育条件の劣悪化とそれに伴う人材質の低下が問題となる。したがって、情報技術者の需給予測に当たっては、教育条件と供給策との関係を考慮した上で、量的な需給予測モデルを構築する必要がある。

こうした状況にかんがみ、われわれは昭和63年度と平成元年度の文部省科学研究費補助金により、「2000年における情報技術者の需給予測」の研究に着手した。本研究は、乾 侑(長岡技術科学大学)を代表者として他に研究分担者9名と専門協力者2名の合計12名から成るプロジェクトであり、2年間をメドに需給予測モデルの検討を行うことを目的としている。

本プロジェクトの研究計画の概要を以下に示す。

1年目(昭和63年度)：各機関による従来の需給予測方式を調査・検討し問題点を抽出すると共に、需給予測モデル策定上のガイドラインを定める。

2年目(平成元年度)：文部省による「情報技術者の養成確保について」の報告[1]を継承し、2000年における産業構造との関連で情報技術者の需要予測モデルを具体化し、また供給予測としては従来の「積み上げ型モデル」を補い「計画型モデル」の可能性をさぐる。

本報告は、1年目に行われた研究のうち情報技術者の需要予測モデルに話を絞ってまとめた中間報告である[2]。また、本プロジェクトに関連した研究概要報告については、他に乾[3]と御牧[4]による報告が公表されている。本報告では、『現状を放置すると2000年には97万人のソフトウェア技術者の需給ギャップが生じる』という予測を出して大きな反響を呼んだ通産省の産業構造審議会情報産業部会の提言「2000年のソフトウェア人材」[5]（以下産構審提言）における需要予測モデルを対象とした調査・検討結果を示し、いくつかの問題点を指摘する。これらの問題点を解消する上で必要とする需要予測モデル策定上のガイドラインと需要予測モデル案の方向づけを示す。

## 2 産構審の「2000年のソフトウェア人材」における需要予測モデルの検討

以下では、産構審提言における需要予測モデルを『産構審・需要予測モデル』と略記する。

### 2.1 産構審・需要予測モデルの基本的な特徴

産構審・需要予測モデルにおいて採用されている予測手順のフローの概略を付録に示した。その基本的な特徴は、全産業ソフトウェア需要(A円)とソフトウェア技術者一人当りの生産性(B円)を予測し、 $A/B$ によってソフトウェア技術者の需要人数を予測する方式である。予測手順は、基本的に、以下に示す3段階からなる。

- Stage 1: 1985年時点のソフトウェア技術者数の推定、1985年時点のソフトウェア（以下、SE）とプログラマ（以下、PR）の人数比率の推定、SE・PR比率（SE/PR=0.628）一定を基本。
- Stage 2: 7種産業別ソフトウェア需要のGDP比率(%)の予測値に基づいて全産業ソフトウェア需要(円)を予測。ただし、GDPとは国内総生産（Gross Domestic Product）を指す。
- Step 1: 1984年までの産業別ソフトウェア需要のGDP比率の推定（産業別コンピュータ実働金額の比率に基づいて1984年までの全産業ソフトウェア需要を配分）。
- Step 2: 漸近乗積型モデル（最小2乗推定）による1984年までの産業別ソフトウェア需要GDP比率変化の近似、
- $$Y = A + B \cdot X^C$$
- ただし、Y: 産業別ソフトウェア需要のGDP比率、  
X=T-1970、Tは西暦、A、B、Cは推定されるべき定数。
- Step 3: 漸近乗積型モデルによる1985～2000年までの産業別ソフトウェア需要GDP比率の予測。
- Step 4: 産業別ソフトウェア需要GDP比率の予測値と産業別GDP構成比の予測値との積和による全産業ソフトウェア需要GDP比率の予測。
- Step 5: GDP予測値（年平均上昇率6%による）と全産業ソフトウェア需要GDP比率の予測値との積による全産業ソフトウェア需要（円）の予測。
- Stage 3: SE、PRの1人当り生産性(円)の予測値に基づいた2000年時点のソフトウェア技術者数の算出。

$$\frac{\text{2000年時点のソフトウェア技術者数}}{\text{2000年時点のソフトウェア技術者1人当りの生産性}} = \frac{\text{2000年時点の全産業ソフトウェア需要}}{\text{2000年時点のソフトウェア技術者1人当りの生産性}}$$

以上の産構審・需要予測方式において、ソフトウェア技術者数の予測に関する最も支配的な変数（決定因子）は次に示す三つとなっている。

- 支配的な変数: ① 1985年時点のソフトウェア技術者数  
② 産業別ソフトウェア需要のGDP比率  
③ ソフトウェア技術者一人当りの生産性

## 2. 2 産構審・需要予測モデルの問題点

### (1) ソフトウェア技術者数の推定について

産構審・需要予測モデルでは、1985年時点のソフトウェア技術者数が当該予測手順の初期条件となっており、この値の大小が予測結果に大きな影響を及ぼす。たとえば、1985年時点における一人当りの生産性および全産業ソフトウェア需要の推定値は、ソフトウェア技術者数に支配的に左右される。したがって、その推定に当たっては慎重を期して対処すべきであるが、産構審・需要予測モデルでは、「情報処理実態調査」と「電子計算機納入取調査」に現われたデータのみに基づいて以下のように簡単に推定している。

$$\text{ソフトウェア技術者数} = (x/y) \cdot z \quad (1)$$

ただし、xは「情報処理実態調査」に現われたソフトウェア技術者数、

yは「情報処理実態調査」に現われたコンピュータ台数、

zは「電子計算機納入下取調査」に現われたコンピュータ台数。

しかし、問題は、上式のような簡単な推定式にあるというよりも、むしろ、予測すべきソフトウェア技術者の定義にあると考えられる。すなわち、上式に基づく限りは、上記調査が対象とするソフトウェア技術者の定義に支配され、それに依拠することになる。それで良いのだろうか、という問題である。

したがって、2000時点におけるソフトウェア人材の予測に当たっては、予測すべきソフトウェア技術者の定義を明確化し、そのカテゴリでの技術者数の推定を行なうべきでと考えられる。本来ならば、そのための新たな人材調査あるいは既存調査データに対する別角度からの分析によるデータ抽出がなされてしかるべきであろう。

## (2) 産業別ソフトウェア需要のGDP比率

産構審・需要予測モデルで用いられている産業別ソフトウェア需要のGDP比率  $r_{s_i}$  ( $i=1, 2, \dots, 7$ ) とは、7種個別産業のGDP構成成分  $p_i$  ( $i=1, 2, \dots, 7$ ) における当該個別産業ソフトウェア需要  $s_i$  ( $i=1, 2, \dots, 7$ ) の比率を意味しており、次式で表わされる。

$$GDP = p_1 + p_2 + \dots + p_7 \quad (2)$$

$$p_i = s_i + e_i \quad (i=1, 2, \dots, 7) \quad (3)$$

$$r_{s_i} = s_i / p_i \quad (i=1, 2, \dots, 7) \quad (4)$$

$$r_{p_i} = p_i / GDP \quad (i=1, 2, \dots, 7) \quad (5)$$

ただし、 $e_i$ は個別産業のGDP構成成分のうち、ソフトウェア需要以外の生産額、 $r_{p_i}$ は個別産業生産額のGDP構成比を表わしている。ただし、7種産業とは、農林・水産( $i=1$ )、鉱業・建設業( $i=2$ )、製造業( $i=3$ )、卸・小売業( $i=4$ )、金融・保険・不動産( $i=5$ )、運輸・通信・電気・ガス( $i=6$ )、サービス業・公務( $i=7$ )を指す。

産構審・需要予測モデルでは、この産業別ソフトウェア需要GDP比率の予測値  $r_{s_i}^*$  によって、次のように全産業ソフトウェア需要GDP比率  $r_{s^*}$  および全産業ソフトウェア需要  $s^*$  を予測している。

$$r_{s^*} = \sum_{i=1}^7 r_{s_i}^* \times r_{p_i}^+ = \sum_{i=1}^7 (s_i / p_i)^* \times (p_i / GDP)^+ = \sum_{i=1}^7 s_i^* / GDP^+ \quad (6)$$

$$s^* = GDP^+ \times r_{s^*} = \sum_{i=1}^7 s_i^* \quad (7)$$

ただし、 $r_{p_i}^+$ 、 $GDP^+$ の値は、経企庁「技術革新と雇用」における2000年時点の予測値を流用している。この予測方式では、(6)式の変形において必ずしも  $p_i^* = p_i^+$  とならない点の問題となる。また、産構審・需要予測モデルでは、産業別ソフトウェア需要のGDP比率の予測値  $r_{s_i}^*$  がきわめて重要な決定因子となっている。その  $r_{s_i}$  の予測式として、つぎに示す西暦年を変数とした漸近乗積型モデルを採用している。

$$r_{s_i} = A + B \cdot X^c \quad (8)$$

ただし、 $X$  = 西暦年 - 1970。

上式において、 $A$ は定数であるので、変化分のみに着目し

$$r s_i = B \cdot X^C \quad (9)$$

として、このモデルの妥当性を検討してみる。

すなわち、もし  $r s_i = B \cdot X^C$  とすると、両辺の対数をとれば

$$\log(r s_i) = \log B + C \cdot \log X \quad (10)$$

となるので、 $\log(r s_i)$  の値と  $\log X$  の値とは線形関係になるはずである。そこで、1978年から1984年までのデータを両対数表にプロットすると、図1(a)に示すように、線形的にはならない。ただし、図中には全産業ソフトウェア需要のGDP比率がプロットしてあるが、個別産業ソフトウェア需要GDP比率もほぼ同様の变化傾向を示している。また、同図(b)には、片対数表によるグラフを示す。これは、 $\log(r s_i)$  が  $X$  に関して線形的か、すなわち、次式の指数型モデルが妥当かを眺めるための図である。

$$r s_i = B \cdot C^X \quad (11)$$

すなわち、 $\log(r s_i) = \log B + (\log C) \cdot X$

しかし、同図(a)と同様に、図(b)も線形的にはならない。

一方、図2に、1977年～1985年（9年間）における主要データのトレンドを示した。図中のグラフEは全産業ソフトウェア需要のGDP比率の変化を示しているが、一様な変化ではなく、西暦に対して線形的に増加しているとはいえない。したがって、以上の検討から、西暦を決定因子とした場合には、乗積型、指数型、線形型のどれも予測モデルとしては不十分と考えられる。すなわち、西暦を決定因子としてソフトウェア需要GDP比率を予測する方式には無理があると考えるのが妥当である。

また、他の決定因子を探すにしても、ソフトウェア需要GDP比率は情報産業市場動向に相当に左右される傾向をもつと考えられるので、ソフトウェア技術者数需要予測モデルの支配的因子としてソフトウェア需要GDP比率を選ぶ方式は避けた方が妥当である。

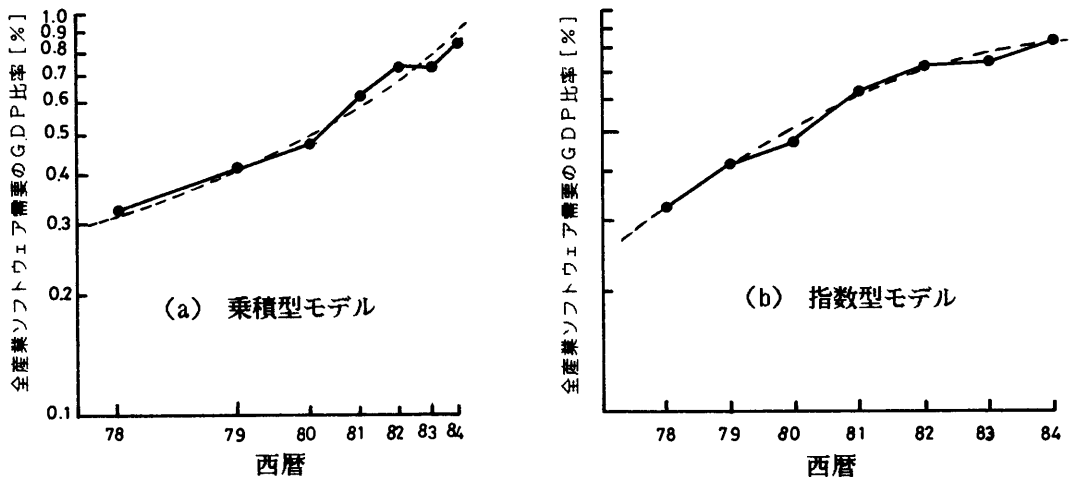


図1：全産業ソフトウェア需要GDP比率と西暦年

### (3) ソフトウェア技術者の一人当たり生産性について

図2のグラフBはソフトウェア技術者一人当たり生産性のトレンドを示している。図2から判明するように、一人当たりの生産性の変化も一様ではなく、全産業ソフトウェア需要の場合と同様に、

その将来予測は不確実であると推察される。したがって、ソフトウェア技術者数需要予測の支配的な決定因子として生産性を選択する考え方には消極的であるべきと思われる。

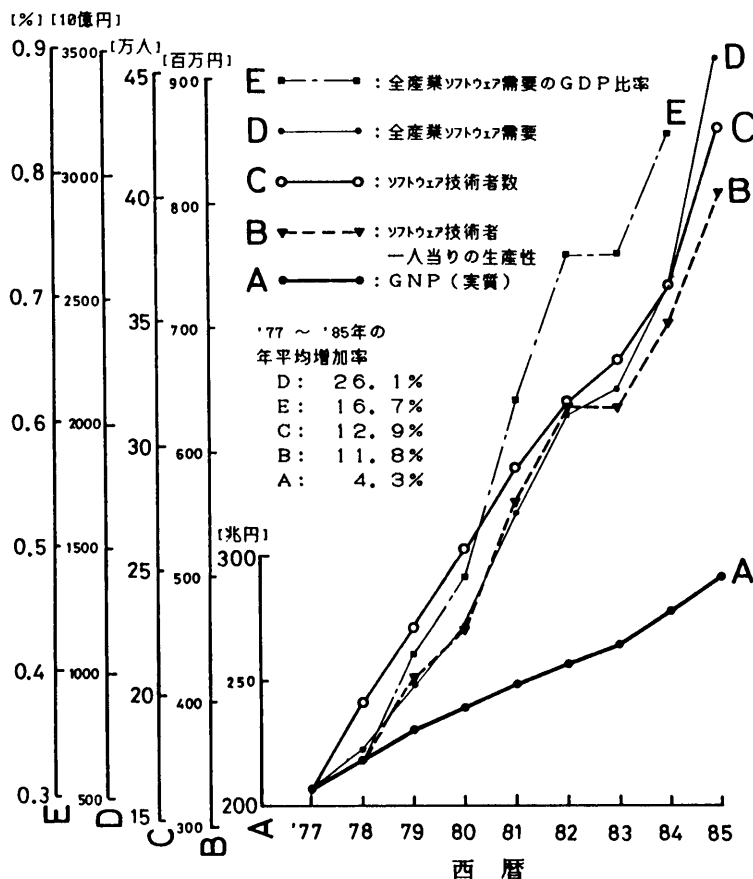


図2：1977年～1985年（9年間）における主要データのトレンド

### 3 需要予測モデル策定上のガイドライン

図2のグラフCに示すように、ソフトウェア技術者数の増加傾向は西暦年に対して比較的一様であり、また、GNP(国民総生産)変化(図2のグラフA)にも一様性がみられる。そこで、ソフトウェア技術者数  $n_s$  に対する決定因子としてGNPを考え、これに基づく予測を考察する。

次に示す乗積型、指数型、線形型の3モデルを考える。

$$\text{乗積型: } n_s = B \cdot (\text{GNP})^c \quad (12)$$

$$\text{指数型: } n_s = B \cdot C^{\text{GNP}} \quad (13)$$

$$\text{線形型: } n_s = A + B \cdot \text{GNP} \quad (14)$$

図3に、1977年～1985年の実績データをプロットした結果を示す。図(a)は乗積型、(b)は指数型、(c)は線形型である。図(a)、(b)が示すように、両者とも線形的な変化を示していない。一方、図(c)はほぼ線形的である。したがって、ソフトウェア技術者数の予測に当たっては、GNPのような産業動向のマクロ的な特徴を反映した因子による(線形)回帰型モデル

でもある程度は予測できる可能性が高い。ただし、この場合には、2000年時点におけるGNPの予測値を定める必要があるが、図2に示すように、GNPの変化はほぼ一様である。したがって、年平均増加率を4%~6%の範囲で想定すれば十分であると考えられる。

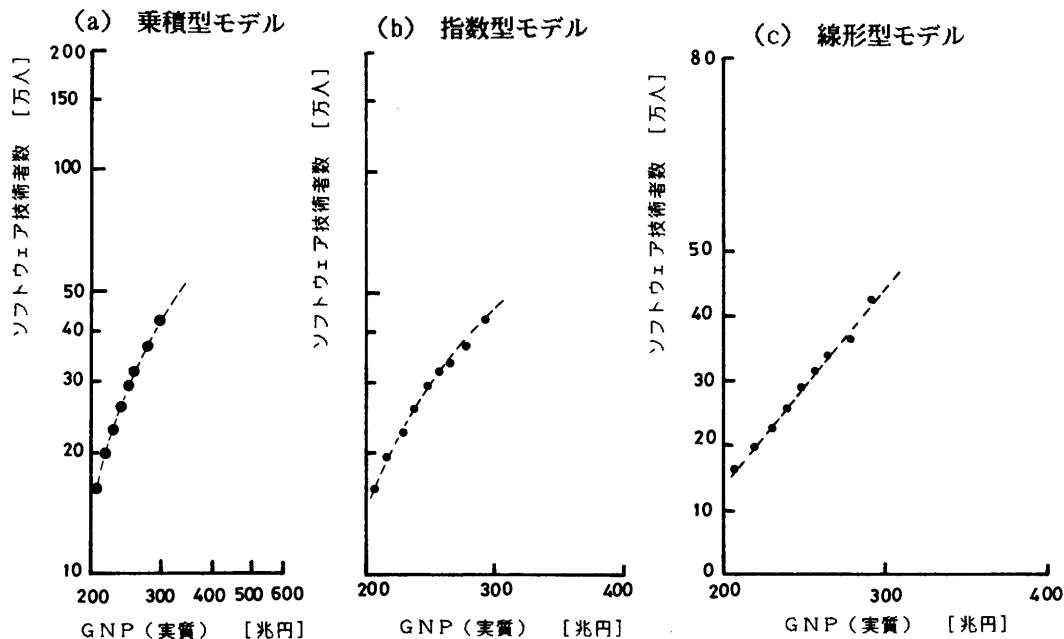


図3：ソフトウェア技術者数とGNP (実質)

#### 4 おわりに

本報告では、情報技術者の需要予測モデルに対する検討結果だけに限定して報告したが、供給モデルについても機会があれば本研究会の場を借りて報告したい。また、本年度すでに進めている新しい需給予測モデルの可能性についても成果がまとまり次第順次公表の予定である。

#### 参考文献

- [1]教育改革実施本部情報化専門部会：情報技術者の養成確保について(中間まとめ)(1988)。
- [2]昭和63年度科学研究費補助金・総合研究(A)研究班(代表者 乾 侑/長岡技科大, 御牧 義・本多中二・福田 豊/電通大, 矢野真和・小林信一/東工大, 杉本富利/東洋大, 小林正和・清水武明・大里有生/長岡技科大, 飯沼光夫/千葉商大, 平田純一/立命館大)：2000年における情報技術者の需給予測に関する予備的研究(1989)。
- [3]乾 侑：2000年における情報技術者の需給予測, 大学と学生(文部省高等教育局学生課編), 第285号, 29/37 (1989)。
- [4]御牧 義：「大学等における情報処理教育の改善のための調査研究」-昭和63年度の報告書から-, 大学と学生(文部省高等教育局学生課編), 第285号, 19/28 (1989)。
- [5]通商産業省機械情報産業局・編：2000年のソフトウェア人材 -高度情報化社会を担う人材育成について, コンピュータ・エージ社 (1987)。

付録 産構審「2000年のソフトウェア人材」における需要予測手順のフロー（概略）  
 情報源：S1 情報処理実態調査，S2 コンピュータ納入下取調査，S3 特定サービス産業実態調査，  
 S4 「技術革新と雇用」（経企庁），S5 賃金構造基本統計調査，  
 S6 「西暦2000年の労働と余暇」（余暇開発センター），S7 デルファイ調査メンバー

