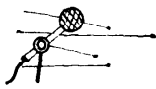


講演



日本と米国のコンピュータサイエンスについて†

David H. Brandin†† (編・訳) 平賀 譲†††

この報告は去る昭和59年11月8日に東京一ツ橋の日本教育会館で行われた David H. Brandin 氏の標題の講演の要約である。氏は現在 SRI 副社長で、ACM 前会長である。会長在任中に ACM と情報処理学会とのジョイント・メンバシップの締結に尽力された。その際、坂井会長から学会会員に講演をしていただくようお願いをしてあったが、第五世代コンピュータ国際会議参加のため来日された機会に実現したものである。講演の内容は米商務省の委嘱により行われた日本のコンピュータ科学の現状に関する調査部会の報告の紹介であり、最終報告はこの時点で執筆中であるが、内容はほとんどかわりはないとのことであった。ご多忙の中、学会のために時間をさかれ熱心に一時間半にわたる講演をいただき、紙上で厚くお礼を申し上げる次第である。

また、当日のコーディネータとして東京大学理学部の山田尚勇教授にお願いした。先生には詳細に通訳をしていただき、参加者にとって大変理解しやすい講演会であった。あわせて感謝の意を表したい。

なお、この日、Brandin 氏は情報処理学会の海外会員第一号として入会登録されたことを付け加えて、本講演の謝辞とする。 澤田正方 (事業担当理事)

1. 調査部会の構成

米商務省 (Dept. of Commerce) では日本の科学技術の現状を調査する目的で、“Japanese Technology Evaluation Program (JTECH)” と題した、4つの部会 (Panel) からなる調査プログラムを現在進行中である。4つの部会にはこれから紹介するコンピュータ科学に関するもののほかに、材料工学、マイクロエレクトロニクス、ロボット工学に関するものがある。

コンピュータ科学に関する部会は (講演者である) Brandin が座長を務め、以下の7人のメンバより

なる。

D. Brandin (SRI)
J. Bentley (Bell Labs.)
T. Gannon (DEC)
M. Harrison (Univ. of California, Berkeley)
J. Riganati (National Bureau of Standards)
F. Ris (IBM)
N. Sondheim (Univ. of Southern California)

このうち Brandin と Harrison は全米科学アカデミ (NAS: National Academy of Science) のマイクロエレクトロニクスに関する部会のメンバでもある。

調査はこの小人数による、限られた資源のもとでの断続的な活動として行われた。期間は1年余で、その間に6回の会合が開かれている。主たる資料となったのは日本の (英語・英訳) 論文100点余り、及び前記の NAS 部会が日本への調査旅行の際行ったインタビューである。

なお、本部会の報告は米政府の見解を代表するものではない。

2. 調査の方法

調査は日本のコンピュータ科学のさまざまな技術的側面を米国の現状と比較する方法により行った。すなわち、対象となる調査項目それぞれについて、日本の米国に対する相対的水準及びその将来の変化の方向が評価されている。

一つ注意しておかなければならないのは、技術的な比較においても、その背景となる資金面や社会的側面の違いに関する考慮が不可欠な点である。物価や賃金の水準や体系が違うため、1ドル=250円と簡単に考えることはできない。例えば日本では通産省のプロジェクトに参加する大学教授の給料は文部省から支払われるが、米国ではプロジェクトの担当機関がそれを支払っている。したがってプロジェクトの予算を単純に比較することはできない。

また日本では開発段階での会社間の協力が積極的に

† United States Department of Commerce Preliminary Findings on US and Japanese Computer Science

†† Stanford Research Institute

††† 図書館情報大学

行われてきているのに対し、米国ではそのような協調は法律により禁止されている。さらに、市場の違いからの影響もある。例えば日本では漢字処理機能が製品に不可欠なのに対し、米国ではその必要がなく、これがこの点における両者の技術水準の差につながっている。

このようにデータはあいまいであり、したがって比較は非常に困難である。調査はそのような認識の上に立って行われた。対象とした項目はメンバが調査したいと考え、かつ自身それに精通している分野に限られている。また比較の方法は主としてデルファイ法、すなわちメンバの合議による主観的な決定に基づいており、数値的手法による解析などは用いていない。したがって調査範囲と結果の信頼性は各メンバの知識に大きく依存している（ここで知識とは日本について得られた知見だけでなく、米国に関する知識も含んでいる）。

調査対象とした項目は次の4つに大きく分けられる。

- ソフトウェア
- 人工知能とマンマシンインタフェース
- コンピュータアーキテクチャ

表-1 キー

米国に対する相対的位置	変化の方向（日本が…）
< はるかに遅れている	↓ 急速に引離されつつある
- 遅れている	↘ 引離されつつある
○ 対等	→ 現状維持
+ 進んでいる	↗ 引離れつつある
> はるかに進んでいる	↑ 急速に引離れつつある

表-2 比較結果—総合

(a)	基礎研究	応用開発	製造技術
総合評価	< ↘	- →	○ ↗
(b)			
ソフトウェア	< ↓	- ↘	+ →
人工知能	< ↘	- →	- →
アーキテクチャ	< ↘	○ ↗	+ ↗
通信	< (ハード) ↘ (ソフト)	○ →	+ ↗

表-3 比較結果—細目

(a) ソフトウェア

ソフトウェア工学	< ↘	- ↗	> ↑
OS	< ↓	< ↓	+ →
アプリケーションソフトウェア	< ↓	- ↘	不明
言語	< ↓	- ↘	> →
データベースシステム	< ↓	< ↘	< ↓

(b) 人工知能とマンマシンインタフェース

日本語処理	○ →*1	> ↑	> ↑
音声認識	○ →	+ ↗	+ ↗
機械翻訳	○ →*2	○ ↑	- ↘
エキスパートシステム	< ↓	< ↓	< ↓
言語、ツール、プロセッサ	< ↘	- →	- →
自然言語理解	< ↓	< ↓	< ↓

*1: 文字処理一般の研究を含む。

*2: 自然言語処理の研究を含む。

(c) コンピュータ・アーキテクチャ

並列プロセッサ	< ↘	- ↑	*3
スーパーコンピュータ(ハード)	*3	○ ↗	- ↗
スーパーコンピュータ(ソフト)	< ↓	○ ↗	+ ↗
ワークステーション	*3	< ↓	< ↓
クローン	*3	+ ↗	> ↑

*3: 項として意味がない。

(d) 通信技術

ローカル・エリアネットワーク	< ↘	- →	○ →
ハードウェア	○ →	○ →	○ ↗
プロトコルとソフトウェア	< →	- →	< ↗
ファクシミリ、OA	< →	+ →	+ ↗

● 通 信

それぞれの細目は次章で説明する表-3 に示してある。ここに含まれていない項目には CAD/CAM, マイクロエレクトロニクス, グラフィックス, ロボット, パーソナルコンピュータ, 人工知能のうち視覚・画像理解などがある。これらの項目が取り上げられなかったのは, (1)時間的な制約, (2)その項目に関するメンバの知識の不足, (3)他の部会で扱われている, などの理由による。一方スーパーコンピュータは最初は別項目として扱われていたが, 後にアーキテクチャの中の一項目に変更された。

上からわかるように, ここでいう「コンピュータ科学」とは非常に限定された定義によるものである点には注意しておく必要がある。

比較は各項目ごとに, 基礎研究 (Basic Research), 応用開発 (Advanced Development), 及び製造技術 (Product Engineering) の3つの側面について行われた。ここで基礎研究とは主に理論面における基礎的な研究を, 応用開発とは製品化に向けてのプロトタイプ (試作版) の作成を指している。また製造技術とは実際に出荷される製品, 特にソフトウェアについては第三世代計算機向けのコードについての技術を指している。

3. 調 査 結 果

調査の結果は表-2, 3にまとめた通りである。各欄の上段には日本の米国に対する現在の相対的水準の評価が, 下段にはその変化の方向の評価が示されている。いずれも5段階にわたる定性的な評価で, それぞれに用いられているキーは表-1に説明されている。

表-2には総合評価及び4つの項目についての評価が, 表-3には各項目の細目の評価がまとめられている。

コンピュータ科学全般にわたる総合評価をみると(表-2(a)), まず基礎研究では日本は米国に大きく引き離されており, その差はますます広がつつある。応用開発ではやや遅れをとっているものの, 現状を維持している。また製造技術では現在は対等であり, 上とは逆にここでは日本が米国を引き離しつつある。(もっともこれらの差はかなり微妙で, 応用開発, 製造技術の評価は前回の部会で変更されたばかりである。)

これを大項目別にみたのが表-2(b)である(上の総合評価はこの加重和である)。簡単にみておくと, 日本はソフトウェアの基礎研究では今でも大幅に立遅れているが, 出荷される製品の信頼性は高く, 製品技術

での高い評価につながっている。人工知能の基礎研究では米国が日本を圧倒しており, 一方応用開発, 製造技術が相対的に高い評価になっているのは日本の漢字入力, 音声認識における実績に基づいている。アーキテクチャの基礎研究でも米国が日本を圧倒しているが(例えば非ノイマン型計算機の研究は米国の80余りの大学で行われている), これらは主としてペーパーワークであり, 一方日本ではプロトタイプ作りが重視されているため, 応用開発の評価は高くなっている。また製造技術における高い評価は主にクローン (IBM等のコピーマシン) を迅速に作り出す能力に対するものである。通信ではハードウェアについては日本が, ソフトウェアについては米国が優位に立っている。

各項の細目の評価は表-3に示した。これについては詳説することは避け, いくつかのコメントを述べるにとどめておく。

1) ソフトウェア (表-3(a))

● ソフトウェア工学の製造技術における高い評価は前述のように製品の高い信頼性からきている。

● OSの製品は第三世代機向けについてである。

● 言語の製造技術に関する評価はスーパーコンピュータの処理系に対するものである(アーキテクチャの項参照)。

● データベースの製品化の遅れは漢字処理の導入の遅れに因るものと考えられる。

2) 人工知能とマンマシンインタフェース (表-3(b))

● 日本語処理に関しては日本が圧倒的に優位にある。これは市場の要請が研究・開発の刺激となっている好例である。

● 機械翻訳でも似たような市場の状況がある。米国では15年前に一度挫折した経過があるが, 国防関係を中心とした過去の蓄積も大きい。

● 言語, 処理系に関しては, 米国におけるlispの研究は日本におけるprologの研究をはるかに凌駕している。しかし富士通等がlispマシンを開発してきており, これが開発・製造における現状維持の評価につながっている。

● エキスパートシステムに関しては米国の現状に対比しうる活動は見当たらない。米国ではこの分野に85社もが参入している(もっとも実用になりそうなのはそのうちの5社程度だろう)。

3) アーキテクチャ (表-3(c))

● 並列プロセッサは米国のペーパーマシンに対して

日本ではプロトタイプ作成が重視されており、応用開発の面では急速に追いつきつつある。

- 日本のスーパーコンピュータは Cray 社に比べると出荷台数は少ないが、これも追いつきつつある。
- スーパーコンピュータのソフトウェアに関しては日本が優位にあるというのがメンバーの一致した見解である。

- 米国の Lisp machine, Dandelion 等に相当するワークステーションの製品は日本には見当たらない。

4) 通信 (表-3(d))

- 通信においては他の大項目に比べて、日本は全体として高く評価されている。これは漢字などを扱うため高帯域通信の必要性が高いことの結果と考えられる。光計算、光ファイバ、INS などの研究・開発がこの評価の背景にある。

- しかしソフトウェア面ではやはり立遅れている。

4. 考察—研究の力点をどこにおくか

前項の結果からいえることは、日本は応用面、製造面に比べると基礎研究での立遅れが顕著な点である。この原因としては、以下に検討するような研究への投資に関する日米両国の社会的背景の違いが重要な意味をもつと考えられる。

一般に基礎研究の結果を製品化するまでにかかる費用は 図-1 のような曲線を描くとされている。すなわち、費用そのものは製品化に向けて急速に増加してゆくわけである。研究のどの段階に投資の力点をおくかは政策上の重要問題であり、その国における研究の性格を決定づける要因となる。

図-1(a)は米国における投資の分布を示している。米国における研究予算 (NSF: National Science Foundation, NIH: National Institute of Health などによるもの) のほとんどは基礎研究にあてられている。また国防総省 (Dept. of Defense) から基礎研究に注ぎ込まれる費用は、国防総省予算の中では小さな割合を占めるにすぎないが、金額としては NSF などを上回っている。国防総省が開発・製品化にかける費用は金額としては大きい、対象は兵器等の軍事目的に限られており、一般の市場への波及効果は二次的なものである。また基礎研究から製品化に至るまでの過程を一貫して監督するような政府機関も存在しない。

これに対し日本では図-1(b)に示すように、通産省はすべての研究予算を応用開発に投入している。また

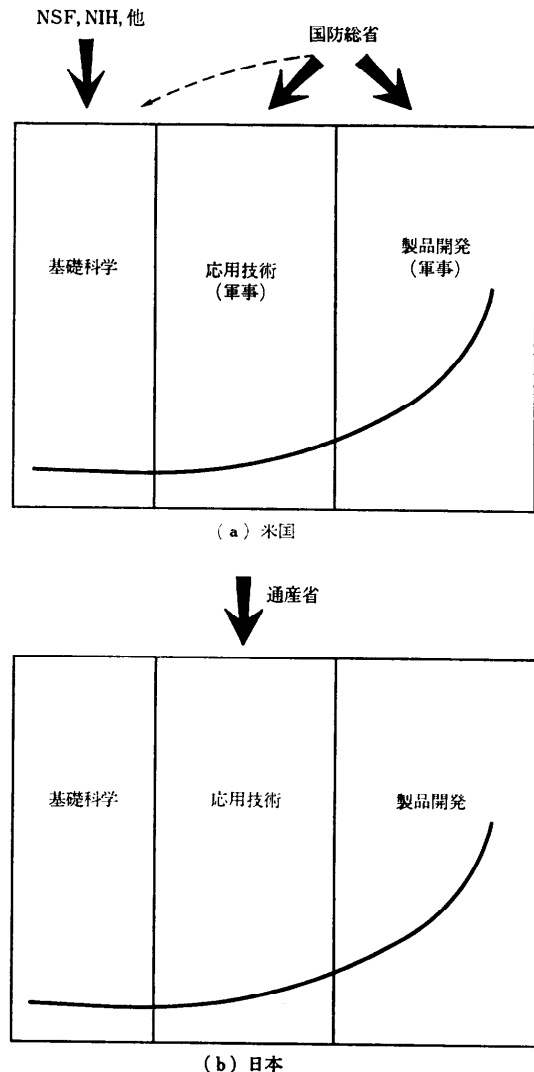


図-1 日米の研究投資傾向の比較
(出典: Berkeley Round-table of International Economics)

通産省が、あるいは日本社会が全体として、基礎研究におけるアイデアが製品として生かされることに常に配慮している。

日本の基礎研究の現状は、戦後一貫して行われてきたこのような工業政策の当然の帰結といえる。したがって日本（あるいは日本人）がそのような研究をする能力に欠けているという見解はあたっているとはいえない。これが本報告の結論である。

このような問題が米国で議論されるときよく提唱されるのが、米国は得意な基礎研究に専心し、製品化は日本に任せればよいという、一種の国際分業論であ

る。もちろんこれには重大な問題がある。基礎研究にかける費用は市場におけるシェアから生じるものであり、シェアがなくなれば枯渇してしまうからである。したがって米国、あるいはいかなる国もそれを放棄するわけにはいかない。

報告の残りは日本の技術を研究するよりよい方法について述べている。その中では同様の方法で米国の技

術も調査すべきであること、より多くの米国人が日本及び日本語をもっと勉強すべきことなどが勧告されている。特に NAS の調査旅行を通じて感じられたこととして、日本では米国でいわれているよりはるかに多くの（英語の）研究発表が行われていることを指摘しておく。