

情報科学研究施設と情報科学科

後 藤 英 一 (情報科学)

学部長をはじめとする理学部の皆様の御尽力により昨年4月に情報科学科が設立され、昭和52年4月には学部学生が本郷に進学してくる予定である。ここではまず学科の前身である情報科学研究施設についてのべてみたい。

その設立から学科への改組に伴う発展的解消に至る経過は次の表に示す通りである。

東京大学理学部情報科学研究施設年表

昭和45年4月1日	東京大学理学部附属情報科学研究施設 設立 (文京区本郷7丁目3番1号 理学部1号館) 情報基礎理論部門 新設	11月1日	野崎昭弘 助教授 東京大学教養学部基礎科学科 助教授より配置換
6月1日	高橋秀俊 教授 施設長に就任(兼任) (理学部物性論第三講座担当教授)	昭和47年6月1日	山田尚勇 教授 ペンシルバニア大学電気工学部 計算機情報科学準教授より就任
8月1日	後藤英一 教授 理学部物理学教室助教授より昇任	9月1日	野下浩平 助手 日本電信電話公社 電気通信研究所より就任
8月16日	国井利泰 助教授 東京大学大型計算機センター助教授より配置換 大保信夫 助手 新規採用 (理学系研究科化学専門課程博士課程中退)	9月29日	建物新管にもない理学部1号館より 文京区弥生2丁目11番16号に移転 (東京大学大型計算機センター地階~3階) (理学部附属情報科学研究施設4階)
9月1日	半田勇 技官 東京大学大型計算機センター技官より配置換	昭和48年8月1日	野下浩平 助手 電気通信大学計算機科学科 講師に昇任
10月20日	川合慧 助手 新規採用 (理学系研究科物理学専門課程博士課程中退)	10月1日	仲野憲一 技官 東京大学大型計算機センター 技官より配置換
昭和46年4月1日	数理言語学部門 新設	昭和49年4月1日	三好和憲 助手 新規採用 (理学系研究科物理学専門課程 博士課程修了)
		7月1日	疋田輝雄 助手 新規採用 (理学系研究科数学専門課程博 士課程中退)
		昭和50年4月1日	停年退官 高橋秀俊 教授 慶応義塾大学工学部教授に就任 野崎昭弘 助教授 山梨大学工学部教授に昇任 退職 半田勇 技官 日本IBM株式会社へ就職

理学部附属情報科学研究施設を情報科学科に改組し、研究施設の2部門は下記の2講座に転換。

情報基礎理論講座、数理言語学講座。なお、昭和51年度には計算機実験学講座、昭和52年度には情報検索基礎論講座の開設が予定されている。

情報科学研究施設で行なわれた研究の概要は次の通りである。

情報科学研究施設(1970~75年)の主な研究分野

A. 基礎理論

- a) 数値解析…解析関数の数値積分における誤差の振舞、積分公式の性質
- b) 記号および数式処理…非数値的情報処理の理論
- c) セル構造オートマトンの理論…生物系、集積回路、並列計算装置などに現われるセル構造の理論的取扱い
- d) 自然言語用数理言語の理論…自然言語の記述、解析、生成に適した数理言語の研究
- e) 組合せアルゴリズムの定量的評価
- f) プログラムの理論…プログラムの正しさ、同等性を機械的に検証する可能性を探る
- g) 同期式及び非同期式電子回路設計の基礎理論

B. 計算機のハードウェア、ソフトウェアおよびシステムの研究

- a) カセットファイル…情報記録方式、タイミング同期回路の改良、エラー回復のソフトウェア作成
 - b) 超高精度ブラウン管…二重偏向方式による1万分の1の高精度ブラウン管の開発
 - c) 数式処理用のソフトウェアシステム
 - d) ソフトウェアの自動、半自動作成
 - e) アルゴリズム記述言語の設計
 - f) 小規模計算機システムの中核的管理プログラムの研究
 - g) 自然言語による情報検索システムの開発
- #### C. グラフィックス・システムに関する研究
- a) カラーグラフィックスシステムの研究…中間調の表現、面領域の色付け
 - b) カラーグラフィックスによる対話型ファッションデザインシステム

- c) 計算機による色つき周期的図形の会話的生成
- d) 宇宙進化シミュレーションのグラフィックス表示
- e) 構造化データの高効率処理方式と対話型図形処理

D. 情報科学の応用研究

- a) マルチスペクトラル・マイクロセンサー出力の自動処理
- b) 電子ビーム走査系の収差論定式化と自動設計
- c) パターン情報処理…多次元図形の視覚化
- d) 自然言語の構文解析の数学モデル
- e) 計算機による音楽の解析、創造

なお設備としては中小7基の計算機をはじめ、自作のカラーグラフィックス装置、顕微分光装置などを使用した。なお、発表論文、著作と学会報告の表題の一覧表も印刷されている。(必要な方は情報科学科事務室に連絡されたい。)

上記の研究分野は1970-75年のものであり、情報科学科における研究テーマは、教室成員の増員と時代の流れにともなって当然発展的に変化して行くであろう。また国際的な協力研究を本格的に発足させることなどは非常に重要と考えられる。

情報科学科における研究の現状の紹介は、必要ならばそれぞれの研究者自身に書いてもらうのがよいと思うので、ここでは例として著者の「多項式の計算機による記号的乗算に伴う計算量」について簡単にのべてみたい。

$$A = \sum_{i=1}^m a_i x^{e_i}$$

$$B = \sum_{j=1}^n b_j x^{f_j}$$

(簡単のため a_i と b_j は整数、 e_i と f_j は非負整数とする。)

という多項式AとBの乗算を筆算で行なう場合、係数に関する乗算と加算及び指数の加算に伴う算術操作の計算量は $O(mn)$ である。このように最近の計算量の理論では、比例係数は無視してデータの量などを示すパラメーター(上例では m と n)への依存性の関数形だけを問題にする。これには、具体的な個々の計算機の差異(加算時間と乗算時間の比等)

に依存しない結果が得られるという特徴がある。しかし比例係数を無視しているため、実速度（本当の計算速度）を論ずるには、更にもう一段階、実計算時間の解析が必要となる。本題に戻り、

$$A = 3x^2 + 4x + 1$$

$$B = 7x^3 + 8x^4 + 9x^5$$

のように指数が密に並んでいる場合にはあまり問題ないが、

$$A = 3x^{21} + 4x^{30} + x^{61}$$

$$B = 7x^{32} + 8x^{41} + 9x^{53}$$

のように指数の分布が粗な場合には問題がある。すなわち2項の積から生ずる項

$$a_i b_j x^{ei+fj}$$

で指数 $ei+fj$ が同一の項がすでにあったかどうかを調べる手間の方が多くなってしまいます。それまでにあった項を一列に並べておいて、それを端から見るような方法を使ったプログラムでは計算量は $O(m^2n)$ ($m \leq n$ とする) になる。

$ei+fj$ の大きさの順に項を分類することによって最悪の場合でも計算量は

$$O(mn \log_2 m),$$

密指数の場合には

$$O(m \cdot n)$$

になるという方法に関する論文がごく最近出版された。これに対して著者は Hash 符号法を利用するというごく簡単な発想から、これがどの場合にも、 $O(m \cdot n)$ にできること、また多変数の場合にも、各項が高々 k 変数を含むとき

$$O(mn(k+1))$$

にできることを見出し、それに関する論文を投稿したところである。世界は広いから同様な方法はすでに誰かが気付いているかも知れない。しかしいざれにしてもこの方法を実際に計算機による数式の記

号的処理用のプログラム・システムに組込んで、数式処理の実速度の向上を図りたいと考えている。

上記の例は研究結果の紹介ではなくむしろ情報科学における問題意識と研究の方法に関して、御参考までに具体例を示したものとお考えいただきたい。

情報科学科の学部学生のカリキュラムの設定は極めて重要な問題である。因みに世界でも超一流という定評のあるスタンフォード大学の計算機科学博士課程 (Ph.D) の資格試験 (Qualifying Examination) では6時間の筆記テストでハードウェア、ソフトウェア、アルゴリズム、論理学、人工知能と数値解析全般という6分野についての基礎知識の有無を調べる。さらにプログラミングの試験を5日間の期限で行う。このためには与えられた問題を解折し、うまい解法を考え出し、それを正しいプログラムに書き表わす総合力が必要である。しかも正しいプログラムではあっても、アルゴリズムが悪いと途中の計算の“組合せ数”が大きくなり過ぎて許された計算時間以内で答が出ないような意地の悪い問題もよくあるという。ここでスタンフォード大学のカリキュラムをそのまま移入するのがよいというつもりは毛頭ないが、少なくともこの種の問題を出されても負けないような基礎教育を学部のカリキュラムとしては考える必要がある。問題は何を教えるかよりはむしろ何は必修としては教えないでよいかを見極める点にあると思われる。

その時点で最も盛に研究されている情報科学のテーマに必要な知識を学部の必修科目で教えたのでは学生が自分の研究を始める時には殆んど役に立たず新しい分野への適応能力にも欠けるということにもなりかねない。講義名などのカリキュラムの大綱はすでに決っているが、学生が本郷に進学してくるまでの1年弱の期間内に新しい教室のスタッフも交えてカリキュラムの内容の細目をしっかり固めておきたいと考えている次第であり理学部の皆様にもこれについて御助力いただけることを願っている。