

C&C賞 受賞講演

# 黎明期における計算機開発の教訓

相 磯 秀 夫

2008年11月19日

# 日本を先導した研究開発

## ～ 計算機開発と産業化の黎明期 ～

- 1936年：中島章・榛澤正男（日電）：スイッチング回路理論
- 1942年：大橋幹一（電試）：リレー回路理論
- 1949年：後藤以紀（電試）：論理数学理論
- 1952年：池田敏雄（富士通）：リレー式演算回路機構
- 1954年：後藤英一（東大）：パラメトロン素子の発明

.....

# 計算機の試作研究

- 1947年: 山下英男 (東大): リレー式画線統計機
- 1949年: 城憲三 (阪大): 真空管式演算回路
- 1952年: 駒宮安男 (電試): リレー計算機 ETL Mark
- 1954年: 池田敏雄 (富士通): リレー計算機 FACOM 100
- 1955年: 駒宮安男 (電試): リレー計算機 ETL Mark
- 1956年: 岡崎文次 (富士写真フィルム): 真空管計算機  
FUJIC
- 1956年: 高橋茂 (電試): トランジスタ計算機 ETL Mark
- 1957年: 高橋茂 (電試): トランジスタ計算機 ETL Mark
- 1957年: 室賀三郎 (電電公社): パラメトロン計算機  
MUSASHINO 1

- 1957年：日立：パラメトロン計算機 HIPAC MK 1
- 1958年：高橋秀俊(東大)：パラメトロン計算機 PC 1
- 1958年：日電：パラメトロン計算機 NEAC 1101
- 1958年：日電：トランジスタ計算機 NEAC 2201
- 1959年：日立：トランジスタ計算機 HITAC 301
- 1959年：穂坂衛(国鉄)：座席予約システム MARS 1
- 1959年：雨宮綾夫(東大)：真空管式計算機 TAC
- 1960年：東芝：トランジスタ計算機 TOSBAC 3100
- 1960年：三菱電機：トランジスタ計算機 MELCOM 1101
- 1961年：富士通：トランジスタ計算機 FACOM 222
- 1961年：沖電気：トランジスタ計算機 OKITAC 5090

.....

# 計算機産業の形成

## ～ 政府の施策 ～

- **電子計算機調査委員会の設置 (1955年)**  
国内8社による IBM 650 相当計算機の分担開発の試行・外国特許対策
- **電子工業振興臨時措置法 (電振法) の制定 (1957年)**  
技術導入の支持・IBM特許ライセンスの斡旋・外国計算機の輸入抑制
- **日本電子工業振興協会の発足 (1958年)**  
代表的な試作計算機を集めた計算センターの設置・プログラマ養成 (1969年)

- **技術指導**

電気試験所 ETL Mark を手本にしたトランジスタ計算機ならびに東大・電電公社電気通信研究所が推進したパラメトロン計算機の国内メーカーへの技術指導

- **日本電子計算機株式会社 (JECC) の設置 (1961年)**

国内7社の協力体制促進・レンタル業務開始

- **富士通・沖・日電による技術研究組合の発足 (1965年)**

トランジスタ計算機 FONTAC 開発

- **大型工業技術研究開発制度の推進 (1966年～2002年)**

大型高性能コンピュータの開発プロジェクトの支援:

超高性能電子計算機・パターン情報処理システム・第5世代  
コンピュータシステム・ソフトウェア生産工業化システム・  
超高速並列コンピュータ・相互利用互換計算機・リアルワールド  
ドコンピューティングなど

- **日本ソフトウェア株式会社の設立(1966年)**  
富士通・日立・日電の3社協力ソフトウェア開発会社
- **新製品系列開発補助金制度の制定(1971年)**  
企業統合(3グループ体制)・製品系列毎の開発分担  
の試行
- **超LSI技術研究組合の結成(1976年)**

.....

## Major National Projects for Information Technology in Japan

Title	Period	Budget (in Billion yen)
(1) Very High-Performance Computer Systems	1966–1971	10
(2) Pattern Information Proces- sing Systems (PIPS)	1971–1980	22
(3) VLSI Technology	1976–1979	30
(4) Basic Technology for Next Generation Computer Systems (Fourth Generation Computer Systems)	1979–1983	22
(5) Optical Measurement and Control Systems (Optoelectronics Application Systems)	1979–1985	16
(6) Basic Industrial Technology for the New Generation	1981–1990	100
(7) Very High-Speed Scientific Computing Systems (Supercomputers)	1981–1989	23
(8) Fifth Generation Computer Systems (FGCS)	1982–1991	100
(9) Robotics for Work in Extreme Conditions (JUPITER)	1983–1990	20
(10) Software Industrialized Generator and Maintenance Aids (SIGMA)	1985–1989	25
(11) Interoperable Database Systems	1985–1992	20

# 教育・研究の世代

## (1) 黎明期の計算機開発(1956年～1970年)

- ETL Mark   ・ETL Mark   ・ETL Mark
- ILLIAC
- 超高性能電子計算機(ETSS:電試時分割システム)

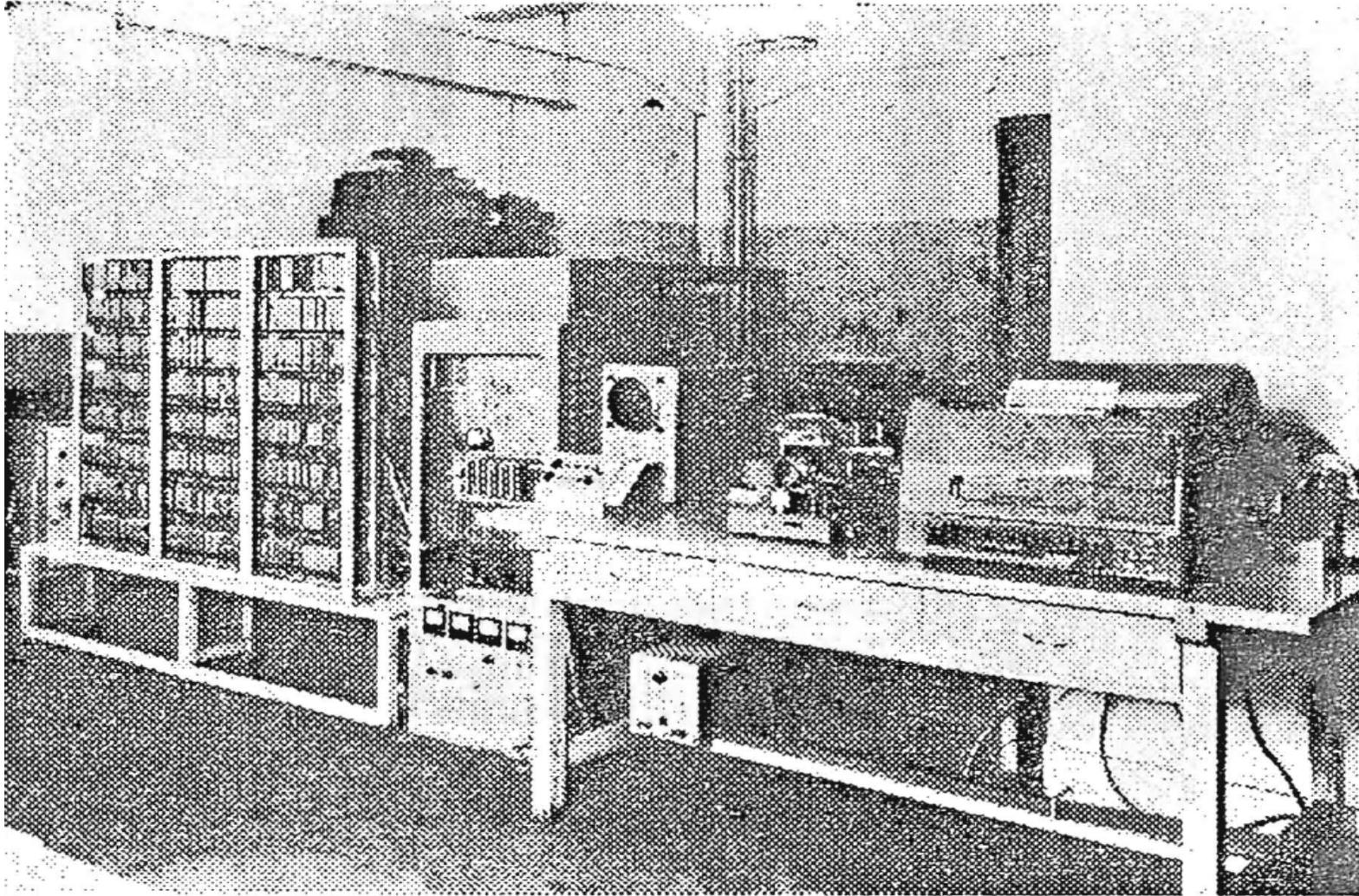
## (2) 計算機アーキテクチャの教育・研究(1971年～2000年)

- 問題適応型計算機: 信号処理・統計処理・連想処理・意味処理
- 並列処理: マルチプロセッサシステム・スーパーコンピュータ
- データベース専用計算機                   ● 高信頼システム
- シミュレータ: 連続系・離散系           ● ミニコンピュータ複合システム
- 計算機ネットワークシステム
- 新機能素子アーキテクチャ: 3次元VLSI・ニューラルネットワーク
- 次世代アーキテクチャ: 自動最適化機能・非ノイマン機能・  
推論機能・第5世代コンピュータ

### (3) 大学改革と情報系学問のニューフロンティア開拓 (1986年～)

- 学術・産業・社会・生活の変革に対応する大学改革に挑戦
- 特に、情報系学問が果たす役割を勘案し、情報と環境が重視される社会の構築と新しい文化の創造に貢献し、加えて豊かな人間のコミュニケーションを可能にする学問のフロンティアを開拓
- 慶大湘南藤沢キャンパスに、環境情報学部を創設(1990年)
- 東京工科大学に、メディア学部を創設(1999年)
- 全学生共通の情報リテラシー教育(PC必携)
- 限りなく情報に強い学生の育成
- 非情報系分野の学生のための情報教育
- 将来を見据えた最先端の情報環境の整備
- 各学部・学科・専攻における価値創造型ベンチャーマインドの育成

- **将来の検討課題(例):**
  - \* **多様な情報系人材の育成**
  - \* **複合(文・理・芸 融合)領域としてのメディア学の体系化**
  - \* **究極(夢)のメディア(テレパシー・透視・予言・易占・心霊・念力などの超能力メディア)の探求**
  - \* **アートサイエンスの体系化**
  - \* **社会基盤(インフラストラクチャ)の整備促進**

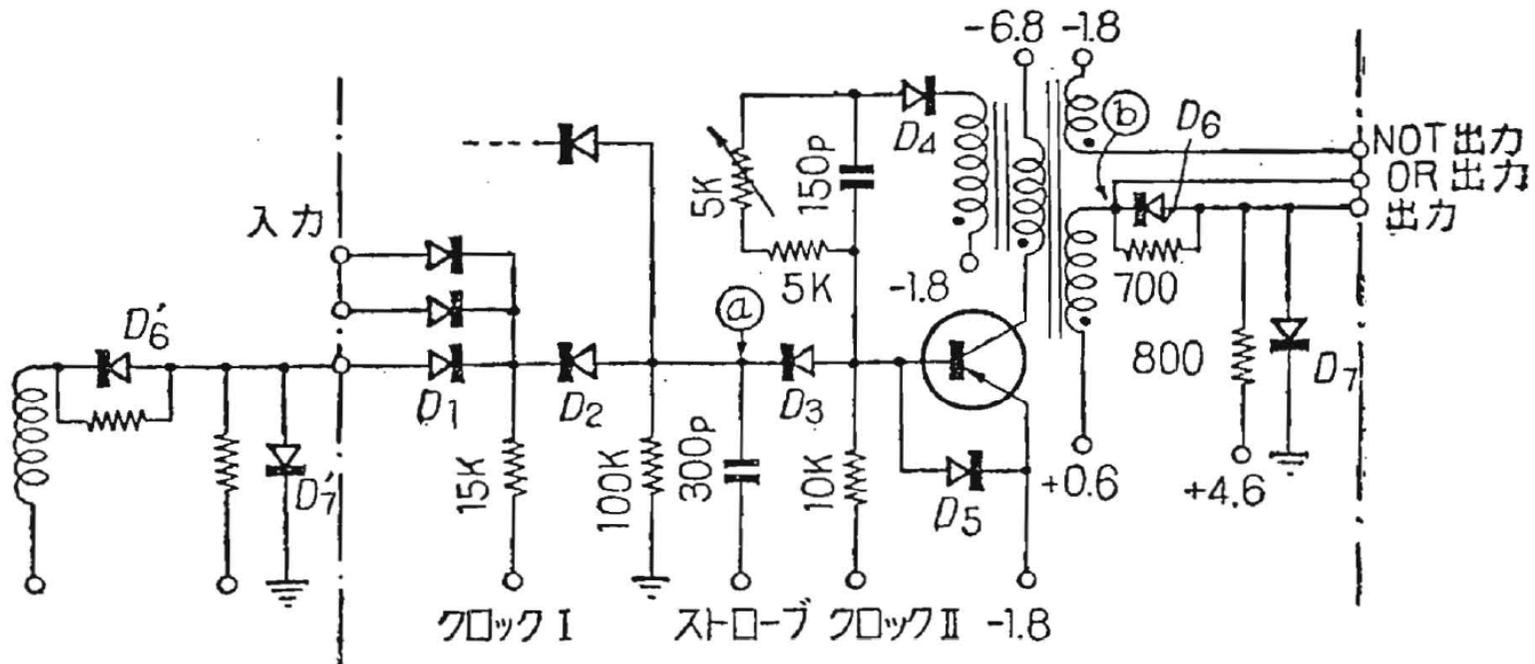


電試マーク の外観(ETL Mark )

# 電試マーク の概要

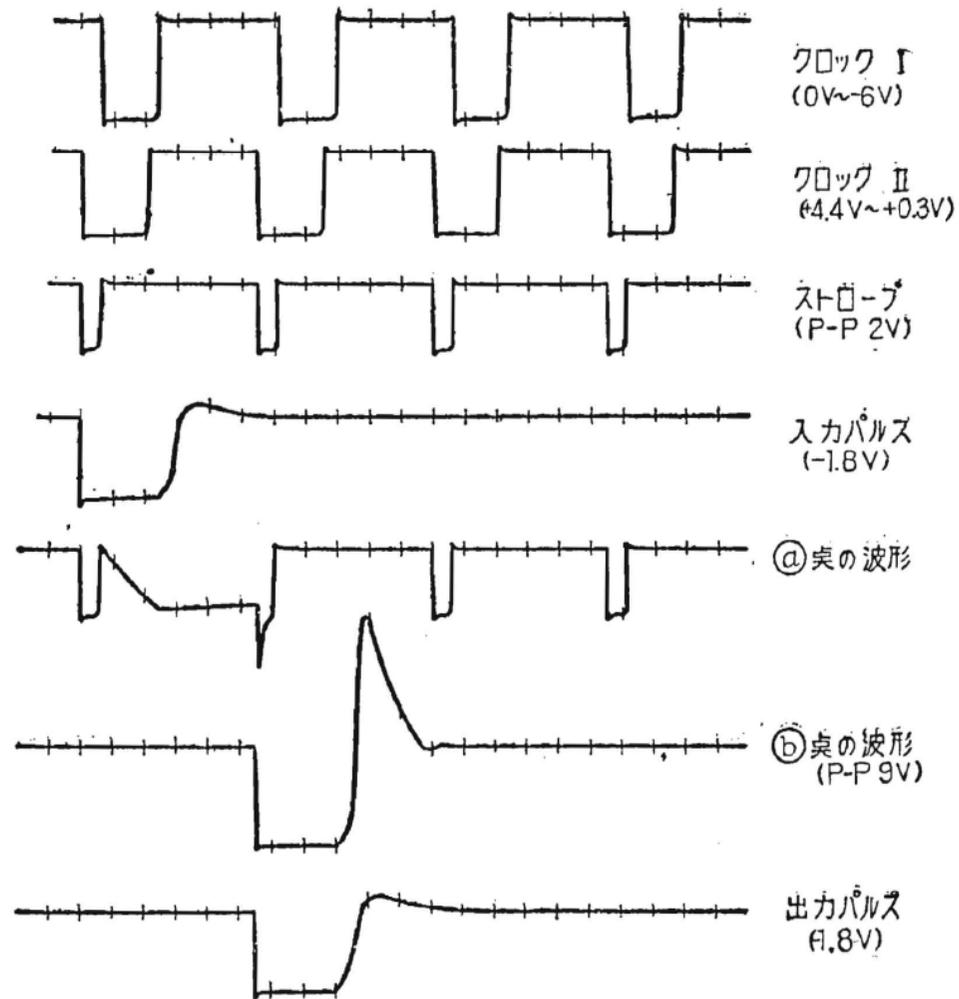
## Specification of ETL Mark

- (1) 方式一般  
同期方式 (クロックパルス周波数 180 kc/s)  
内部 10 進法, 並列ビット直列ディジット方式  
1 アドレス方式  
プログラム内蔵方式
- (2) 単語  
並列 4 ビット直列 6 桁  
1-2-4-8 コード
- (3) 数値語  
符号 1 桁, 絶対値 5 桁
- (4) 命令語  
操作部 2 桁, アドレス部 3 桁  
29 種類
- (5) 記憶装置  
高速磁気ドラム  
回転数 18,000 rpm, 平均呼出し時間 1.65 ms  
記憶容量 1000 語
- (6) 平均演算時間 (呼出し時間を含む)  
加減算 3.4 ms  
乗算 4.8 ms  
除算 6.4 ms  
比較 1.7 ms
- (7) 入出力装置  
機械式テープ・リーダー 10 字/秒  
光電式テープ・リーダー 200 字/秒  
プリンタ 8 字/秒  
高速テープ・パンチ 30 字/秒  
アナログ・デジタル変換器  
デジタル・サーボ機構
- (8) 主要部品  
接合形トランジスタ 470 本  
ゲルマニウム・ダイオード 4,600 本
- (9) 消費電力  
計算機本体 50 W  
記憶装置, 入出力装置 500 W
- (10) 床面積  
計算機本体 140cm(横)×120 cm(縦)×20 cm(奥行)



## 基本回路

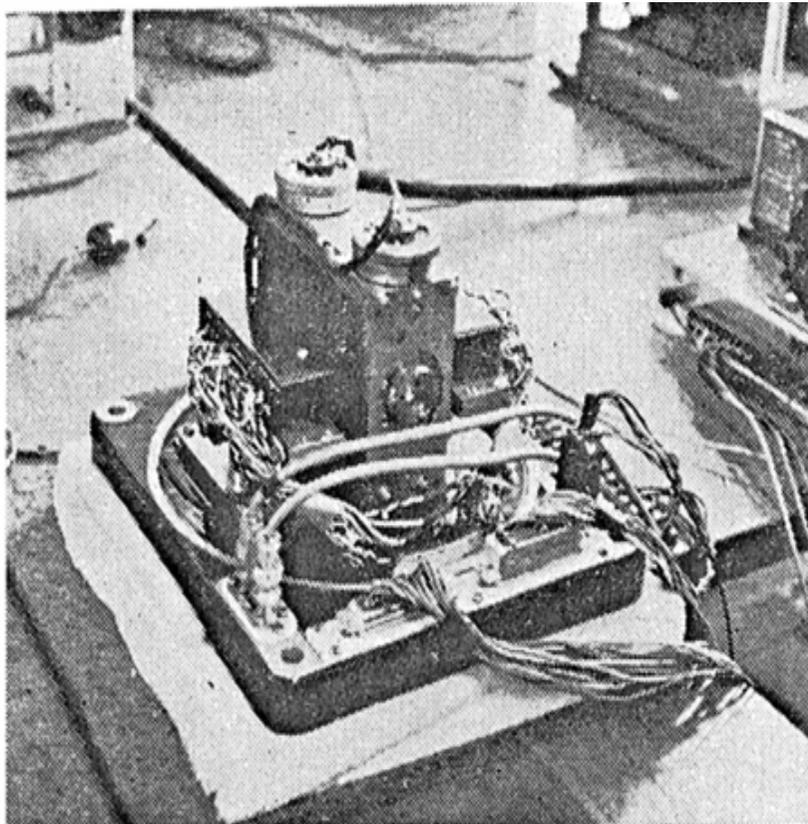
### Detailed Structure of Basic Circuits



**基本回路各部の波形(横軸1目盛 1 $\mu$ s)**  
**Waveforms of Pulse Regenerative Amplifier**

# 磁気ドラム記憶装置の概要

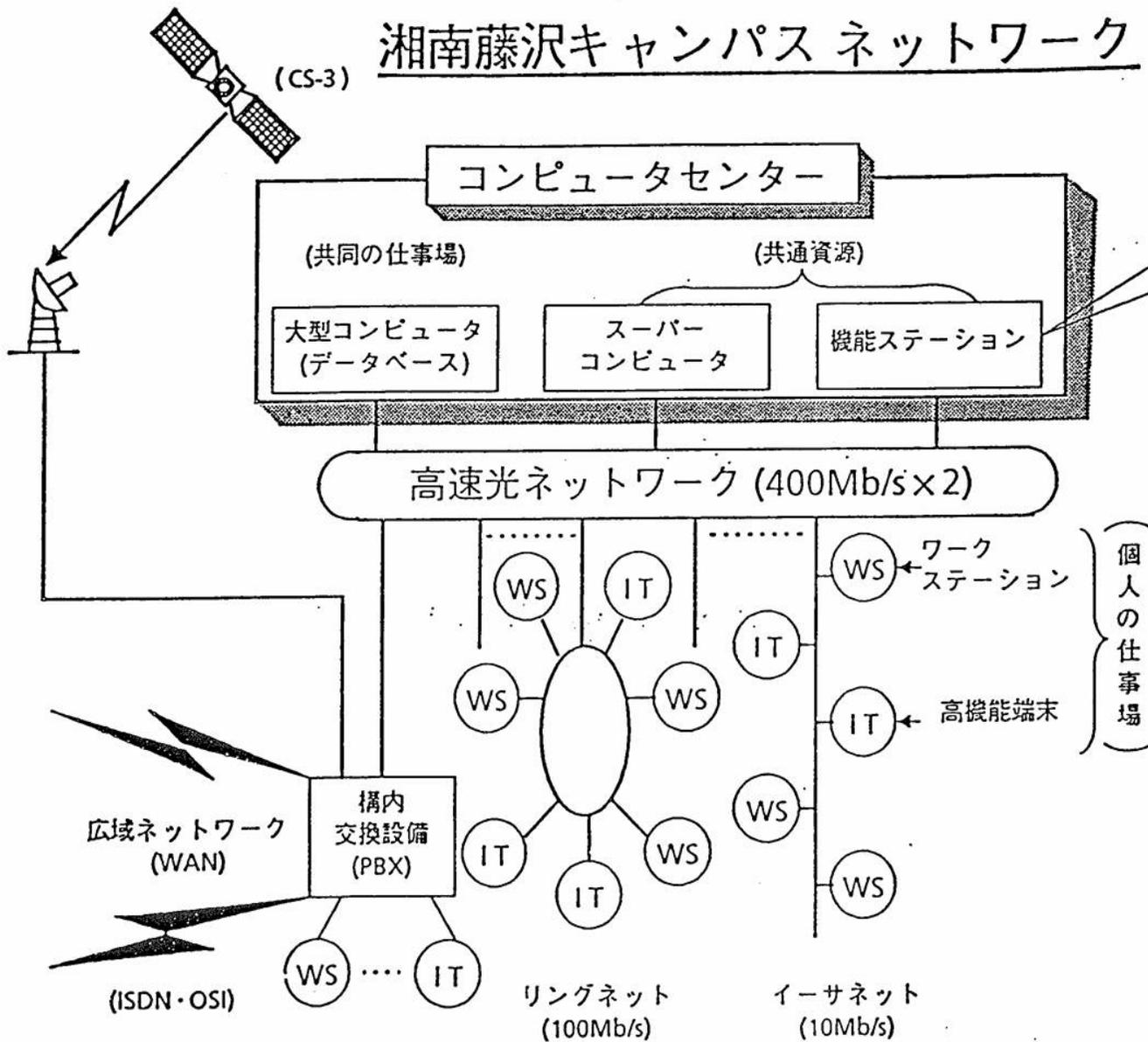
## Specification of Magnetic Drum Memory



磁気ドラム記憶装置の外観  
High Speed Magnetic Drum Memory

- |                   |   |
|-------------------|---|
| (1) ドラム           |   |
| 寸法                | 90 mm × 70 mm (φ)                       |
| 材質                | アルミニウムの表面に酸化鉄を 15 μ 塗布                  |
| 書込電流              | 約 10 AT                                 |
| (2) ヘッド           |   |
| 材質                | 50 μ のモリブデン・パーマロイを 20 枚積層、<br>間げき長 50 μ |
| 巻線                | 巻線回数 50, インダクタンス 40 μH                  |
| 出力電圧              | 10 mV ± 30%, クロストーク -20 dB 以下           |
| ヘッド数              | 情報用 40, クロックおよび同期用 2                    |
| (3) ヘッドとドラムとの間げき長 |   |
| 静止時               | 20 μ                                    |
| (4) 情報密度          |   |
| RZ 法              | 2.7 ビット/mm                              |
| 記憶容量              | 1,000 語 (24,000 ビット)                    |
| (5) 回転数           |   |
| 回転数               | 18,000 rpm                              |
| 平均呼出し時間           | 1.66 ms                                 |
| (6) 駆動電源          |   |
| 駆動電源              | 340 c/s 3 相発振器                          |
| 所要電力              | 起動時 90 W (5 分間)<br>定常時 40 W             |

# 湘南藤沢キャンパス ネットワーク



## 機能ステーション

- i) 電子メール (e-mail) ステーション
- ii) 電子会議 ステーション
- iii) 掲示 ステーション
- iv) 電子出版 (e-pub) ステーション
- v) 図書館 ステーション
- vi) 教育支援 ステーション (CAI・LL)
- vii) 統計処理 ステーション
- viii) 自然言語 ステーション
- ix) 設計支援 (CAD) ステーション
- x) グラフィックアート ステーション
- xi) ミュージック ステーション
- xii) マルチメディア ステーション
- xiii) 画像処理 ステーション
- xiv) パターン処理 ステーション
- xv) 秘書 ステーション
- xvi) 事務管理 ステーション
- xvii) POS (バーコード/ICカード) ステーション

# SFC Computer Network System

# 計算機の教育・研究を通して学んだこと

## 黎明期の計算機開発

- トランジスタ回路・パルス技術・計算機基礎の勉強
- 基礎理論の大切さ(学生時代の不勉強の反省)
- 経験不足(経験の蓄積)
- 諸外国の研究動向の調査・技術予測の手法
- 難問解決への挑戦の気概
- 計算機の豊かな将来性の予感
- 大規模研究におけるチームワークのあり方
- 記憶容量の不足
- プログラミング技術の重要性
- 入出力装置の開発
- 技術移転の有用性

## 計算機アーキテクチャの教育・研究

- 学生の個性尊重
- 問題発見・解決型能力の育成
- 異分野の知識と技術の融合
- 専門領域を越えた諸学問横断的な追求
- 産学官連携による共同研究の促進
- 大規模国家プロジェクト参加の意義
- 国際学会での研究成果発表と討論の効果
- 豊かな人間関係の構築

## 大学改革と情報系学問のニューフロンティア開拓

- 情報系学問の特異な性格
- 情報産業の変貌
- One-Click Globalization vs. Non-Globalization
- 多様な情報系人材の育成
- 大学における情報教育の限界
- 産学官連携による教育・研究
- イノベーションを起こす新しい情報・社会技術
- 諸学問横断的な教育・研究(感性・知識・知能・生理など人間の知的活動の機能解明)
- 人間形成のための総合的教養(Liberal Arts)教育