

第7回 アナログとデジタル

早稲田大学 理工学総合研究センター 客員研究員 深町 一彦
ふか まち かず ひこ

機械式計算機

デジタル演算といえば、^{そろばん}算盤が元祖ですが、ここでは昔の機械式計算機の写真を図1にお見せします。タイガー計算機といって、手回しで10進加算です。全体が歯車機構の塊です。算盤が加減算に威力を発揮するのに対し、これは乗除算が主目的でした。前面のレバーで数値をセットして、右手のハンドルを回すと1回加算されます。各桁数ごとに数値回数だけハンドルを回しては、桁をずらせて加算を繰り返して掛け算をします。全桁数の歯車が回転するのですから、ガチャガチャとにぎやかな音がしました。割り算は、逆に回して引き算を繰り返し、引きすぎるとチンとベルが鳴るので、1回元に戻すとまたチンとなり、一桁ずらしてまた引き算を繰り返すという業物です。昭和25年頃、三鷹にある東京天文台に行ったときには、大部屋いっぱいの人がわき目も振らずに、あちらでガチャガチャチン、こちらでチンといった風景

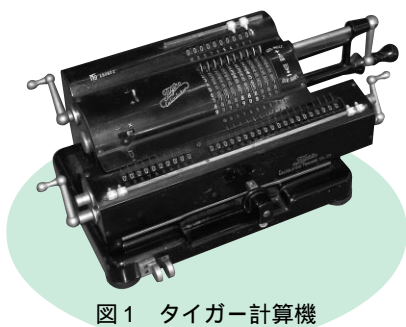


図1 タイガー計算機

でした。これで天体の軌道を計算していたのだろーと思いません。大学の卒業論文も、数値計算はこれで計算したものです。その名にちなんでトラの尻尾を回すと言っていました。この操作を電動化したものもありました。大変高価で便利な機械でした。昭和30年頃のオリフィスやコントロールバルブのサイジングは、この機械式計算機で計算されていました。

対数目盛りの威力

アナログ演算の代表は計算尺です。昔は中学で使い方を習いました。目盛りが対数目盛りになっているので、中尺をスライドさせて長さを足し引きすれば、乗除算になります。万年筆くらいの長さの小型の計算尺をいつも胸のポケットに入れていた^{きざ}気障な技術者もいました。長さが短いので読み取りの分解能が低く、暗算で概算してもあまり変わりはありませんでした。

写真(図2)は、10インチ尺といって、工学部学生の必需品でした。電気技術用と機械技術用とあって、上下の目盛りが^{だけ}ずれているのが電気技術用で、中尺をスライドさせなくても、カーソ



図2 計算尺

ルを上を目盛りに当てて下を目盛りを読むと、^を乗じた値が読めます。機械技術用は上下の目盛りが $\sqrt{10}$ ずれていました。さらに対数目盛りのそのまた対数目盛り、 $\log \log$ というのまで^{べきすう}あって、熱力学の計算のときには、^{べきすう}冪数が、1.37乗などという難解な計算があるので、なくてはならないものでした。

同じ計算尺でも図3は計装技術者用で、オリフィスの計算用とコントロールバルブのサイジング用の専用計算尺です。メーカーが展示会などで訪問者に差し上げたりしたものでした。バルブサイジングはこれで充分でしたが、オリフィス計算は、オリフィスで計測可能かどうかの確認程度にしか使えませんでした。

こうした計算は、やがて電卓にとって代われ、オリフィス計算やバルブサイジングなどは、プログラムされたパソコン上で行われるようになりました。結構なことですが、電卓がないと暗算ができ

ない人が増えてきました。また、やたらに桁数の多い数値を平然と提出してくる人も増えました。ミクロンはおろか、分子を寸断するような機械加工の寸法を持つてくる奴もいます。



図3 計装用計算尺

アナログコンピュータ

動特性のシミュレーションもアナログ計算機でシミュレートしました。真空管アンプの直流増幅ブロックを組み合わせて、積分、微分回路をピンとジャックで組み合わせ、時間軸を調整してシミュレートする装置です。

私の知っている事例で、無駄時間の多いフィードバック制御系を解析するために、テープレコーダを利用して無駄時間要素を作って、アナログ計算機に接続しようとした例があります。大きなデスク上に取り付けられた書き込みヘッドと読み出しヘッドの間のテープ・トラックを、プーリを使って何重にも折りたたんで時間を稼ぎ、無駄時間をシミュレートしようとしたものでした。製品としては成功しましたが、プロセスの無駄時間というやつは、机上で作る無駄時間のように一定していなくて、その変動まではモデル化して組み込

むことはできず、系の解析は成功しませんでした。無駄時間を含む系の制御手法として、スミスの無駄時間補償制御が発表されたのは1959年だそうですが、プロセス制御で一般に余り使われていない原因は、こうした無駄時間の変動の取り込みの問題ではなかったかと思えます。

デジタル情報

ほら法螺話ではいくらでも大きなことが言えるように、言語化された数値情報は、いくらでもダイナミックレンジを大きくすることができます。CDの録音は、昔の33回転レコード(昭和30年頃までは78回転が主流でした)に比べて、ダイナミックレンジを大きく録音することができるようになりました。一方で、サンプリング周期の2倍以上の周波数はカットされます。今でも、33回転レコードのほうが高周波域まで再現できるから好きだと耳の良さを誇る通人もいます。確かにアナログ録音には人為的な周波数限界はありません。可聴周波の限界を超えてだんだん聞き取り難くなることと、ノイズの中に埋没してゆくことで、高周波領域は自然消滅してゆきます。それでも、ここに微妙な高音域が入って



図4 78回転用蓄音器(ぜんまい巻き)

いるのだと思いながら耳を澄ませば、音質は違って聞こえるのかもしれませんが。我々の聴覚には、カクテルパーティー効果というものがあって、ざわざわしているカクテルパーティーの中でも、聞きたいと思っている人の言葉は遠くからでも通常のS/N比の限界以上に認識できるのだそうです。そういえば、私も面倒な仕事の話に比べると、悪口や褒め言葉はどんな雑音の中でもよく聞こえるようです。

デジタル革命

今昔物語でアナログとデジタルを取り上げれば、アナログが昔、デジタルは今と定形化しそうですが、量の表現としてのアナログとデジタルは、幾何と代数のように、非常に昔から共存していました。実世界と接触し、事象の隅々まで目を凝らして観察するのは、人のアナログ的感性かもしれません。人は、それを言語化して、言語をツールに論理を構成します。

今日、デジタル革命といっているのは、量の表現としてのデジタルではなく、対象をデジタル記号化することによって、論理と記憶を何重にも交錯させて、論理的な思考を機械化したコンピュータの可能性と、その爆発的な普及のことを指しています。

著者紹介

深町 一彦

早稲田大学

理工学総合研究センター

客員研究員

(連絡先: 東京都新宿区大久保3-4-1

TEL: 03-5286-3091

E-mail: k-fukamachi@kurenai.waseda.jp)

お客様訪問記

北海道当麻町の水道設備監視に採用された、 エム・システム技研のチャートレス記録計と遠隔監視システム



(株)エム・システム技研 システム技術部 西谷内 一礼
にしやうち かずのり

北海道^{とうまち}上川郡当麻町は、旭川市から北東15kmに位置し、大雪山連邦を望み、豊かな森林と肥沃な大地に恵まれています。農業が盛んで、米の出荷は6年連続北海道一、また、でんすけすいかの名産地としても知られています。冬の間は昼夜を通して氷点下になる日も多く、その寒さゆえに雪質は最高で、

手で固めることができないパウダースノーを体感できる町です。

今回は、この当麻町役場の建設水道課を訪問し、建設水道課 課長 補佐 内海 敬裕 様、また、システム設計を担当された晴和テクネット (株) 高田 泰慎 様から、過日ご採用いただいたエム・システム技研のチャートレス記録計とテレメータ

を使った遠隔監視システムについてお話を伺いました。

[西谷内] 本システムご導入の経緯についてお教えてください。

[内海] 当麻町では、町内への安定した水道供給を実現するため、古くからテレメータを利用した遠隔監視システムを採用し、万一のトラブル発生時にもできるだけ迅速

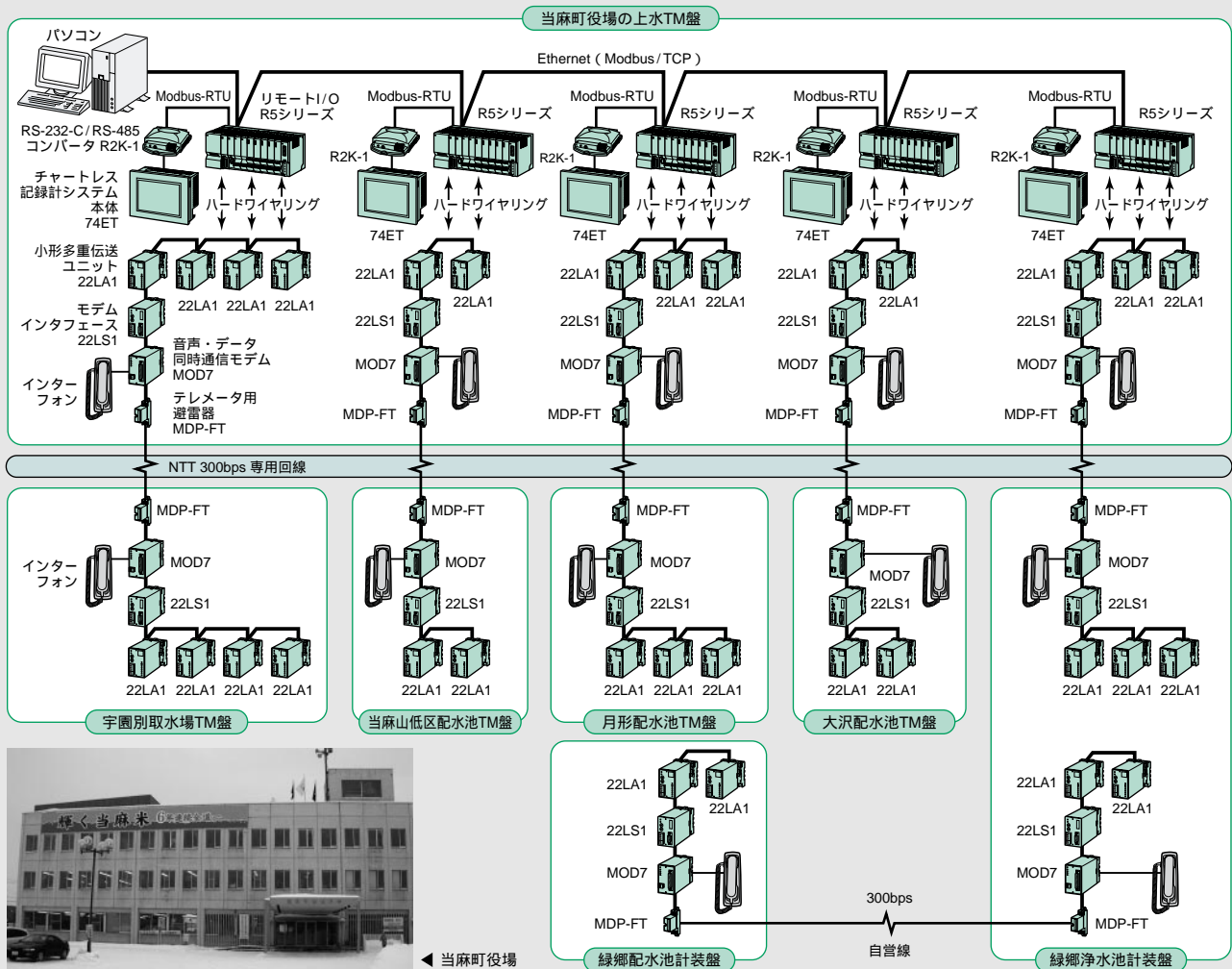


図1 当麻町水道設備の集中監視システム

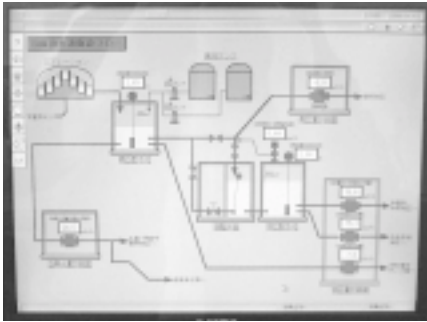


図2 監視画面

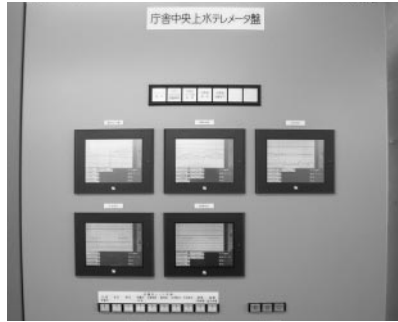


図3 テレメータ盤



当麻町役場
建設水道課
課長補佐
内海 敬裕 様



晴和テクネット(株)
専務取締役
高田 泰慎 様

速で的確に対応できるように設備を整えてきました。水道設備は、前回の全面更新が1983年であり、そろそろ更新すべき時期になっていました。まず、大手メーカーから見積りを取りましたが、財政事情の厳しい中で導入できるような金額ではありませんでした。そこで、『エムエスツデー』で目にしたお客様訪問記を参考にして、エム・システム技研製品を使ったシステムで見積りを取ったところ、大手メーカーと同等のシステムが前記見積りの半分くらいの金額で実現できることがわかり、このシステムを採用することにしました。

[西谷内] 遠隔監視システムの内容についてお教えてください。

[高田] NTT専用回線および自営線を利用したテレメータと“MSデータロガー”による遠隔監視システムから構成されています。NTTの専用回線と自営線については、既存の回線をそのまま利用しました。テレメータには“ジャストフィットテレメータ”(小形多重伝送ユニット(形式:22LA))を選定し、今回使用したモデムは音声・データ同時通信モデム(形式:MOD7)であるため、役場庁舎と遠隔地の現場との間はNTT専用回線および自営線を利用して、常時音声通話も可能になっています。

役場庁舎にはパソコンを設置し、全体の監視用に“MSデータロガー”を導入しました。“MSデータロガー”の監視画面では、各現場ごとの現在の状況表示、町全体の水道管網図、トレンド表示、そして帳票の自動作成ができるようになっています(図2)。また、データロガーのバックアップも兼ねて、チャートレス記録計本体(形式:74ET)もテレメータ盤の表面に設置しました(図3)。

“ジャストフィットテレメータ”からの信号の受け渡しには、リモートI/O R5シリーズを設置しました。R5シリーズはコンパクトなうえに、プロトコルが違う2種類の通信カードを装着できるため、1系統はMSデータロガー用にEthernet通信カード、もう1系統はチャートレス記録計本体用にModbus通信カードを装着しています。したがって、I/Oカードの枚数を必要最小限にすることができ、コストダウンと省スペース化が実現しました。

[西谷内] 実際にご採用いただいていたかがですか。

[内海] 今までは、メータなどを取り付けた監視盤と、テレメータ盤の4面の盤が役場庁舎内に設置されていましたが、監視盤で見ていた現場の状況をデスク上のパソコン画面でモニタできるようにした

ことと、エム・システムの製品が今までの製品に比べてコンパクトだったため、テレメータ盤一式として1面の盤にすべて納めることができました。それに伴って、役場庁舎内の大幅な省スペース化も実現できました。またMSデータロガーの監視画面で、全体の状況やトレンド表示などを画面切り替えだけで見られるようになり、大変便利になりました。そして何よりも気に入っている点は、記録計のメンテナンス作業がなくなったことです。今まで、チャート式記録計を使用していたときは、毎日どこかの記録計でインク切れ、紙切れ、モータの故障などが発生し、日々メンテナンスに追われていました。当然、記録用の消耗品にも結構な費用を投じていました。しかし今回は、チャートレス記録計本体を採用してからは、苦勞していた記録計のメンテナンスがまったくなくなり、大変楽になりました。

[西谷内] お忙しいところ、お話を聞かせていただきありがとうございました。

本システムについての照会先：
晴和テクネット(株)
専務取締役 高田 泰慎 様
〒078-8274
北海道旭川市工業団地4条2丁目
2番6号
TEL. 0166-36-4700
FAX. 0166-36-4737
E-mail: ya-takada@seiwa-technet.co.jp