

TQC 情報処理システム（第二報） （ソフトウェアシステムの基本設計）

中 津 正 志*・道 正 滋**・蘇 武 栄 治**

Information Processing System for Total Quality Control (part 2)
(Basic Design for Software System)

Masashi NAKATSU, Shigeru MICHIMASA, Eiji SOBU

要 旨

実習実験や講義及び研究教育活動を情報処理の観点から総合的に管理する TQC 情報処理のソフトウェアシステムの基本設計を行った。システムの作成にあたりいくつかの設計方針と基本的機能を設定した。設計方針としては、ソフトの標準化、C 言語の使用、PAD の使用等を設定した。システムの機能としては、オンラインマニュアル機能、教育システムとしての機能、各種管理機能を持つように設計した。設計の結果、当初計画した設計方針や機能を満足するソフトウェアシステムを構築することができた。

Abstract

The author constructed the information processing system for TQC. The software system deals with machining science and its surroundings in the department of the mechanical engineering. On the occasion of building the system, the author decided on several plans and basic functions of its. Plans are to standardize the programs, to be able to use by beginners, to program with C-computer language, to design by PAD (Problem Analysis Diagram) and to set manuals for using program package. Basic functions are the faculty of the education system, managing machine tools and using the on-line-manual, etc.

As a result of design, the author built the system to satisfy the request of design plans and basic functions sufficiently.

1. は じ め に

アメリカにおいては、日本の製造業で成功した TQC (Total Quality Control) の考え方や技術を TQM (Total Quality Management) として教育の質の改善に応用発展させることを国がかりで進めているという¹⁾。日本においても文部省の大学・高専設置基準改訂や大学審議会答申を

待つまでもなく工学教育の質の改善、向上が大きな問題となってきている。日本機械学会誌の特集「21世紀へ向けての機械工学教育」や工業教育にもたくさんの分析提言がなされている^{2) 3)}。しかし教育の向上はトップダウンだけでは不十分で、それよりはむしろボトムアップが学生の教育に直接関係し大切と考える。筆者は1982年から TQC 手法を導入し主として実習教育の分野で管理改善活動を進めてきた^{4) 5) 6) 7)}。しかし最近の急激な機械工業における進歩発展や情報化は、本校においても同様であり、パソコン、CNC 旋盤、マシ

* 助教授 機械工学科

** 技 官 機械工学科

ニングセンター、ロボットの導入は関係分野の情報量を飛躍的に増大させた。教育の質の向上にはこれらの情報の総合的管理が不可欠となり、表記システムのハードウェアを構築し前報⁸⁾において報告した。本報ではソフトウェアシステムの構築を計画し設計したので報告する。

2. 設計方針

システムの設計にあたり次の方針を立てた。

- 1) 利用方法はメニュー選択方式とし、初心者やコンピュータに不慣れな人でも簡単に使えるようにする。複雑な処理をおこなうソフトにはマニュアルを用意する。
- 2) ソフトウェアの標準化をはかる。
- 3) システムの拡張や更新が簡単のようにプログラムの構造化を心がける。
- 4) 使用言語は、移植性、UNIX との対応のよさ、プログラムの構造化からC言語とする。
- 5) プログラムの設計には、全体が分かりやすくプログラムにあまり個人差のでない PAD⁹⁾ (Problem Analysis Diagram : 問題分析図) を使用する。
- 6) システムはネットワーク上で使用するのでそのメリットを活かすように工夫する。
- 7) 教育システムとしても使用することを前提に搭載するソフト、情報を吟味する。
- 8) 対象範囲が無制限に広がらないよう、筆者が担当する分野(設計製図、加工学、工作実習、品質管理、生産工学、実験、卒研、研究)に限定する。

3. 基本機能

次にあげる項目をシステムの基本的機能とする。

- 1) 情報の一元的管理による教育活動の TQC(総合的品質管理) 機能。
- 2) ネットワークを利用したオンラインマニュアル機能(ペーパーレス機能)。
- 3) ネットワーク、端末における情報の拡大提示装置(たとえば MIPP^{10) 11) 12)} など)、ワークステーションを組み合わせた教育システム機能。
- 4) 安全管理や文書管理など各種管理機能。
- 5) 情報検索や統計計算などの情報処理機能。

4. 基本設計

4.1 ソフトウェアの構造

設計方針、基本的機能を踏まえ、全体を14のモジュールにわけ、予備と終了を加えた16のメインメニューを用意した(図1参照)。各モジュールは内容によってさらにいくつかのサブモジュール(サブメニュー)に別れており、トリー構造をなしている。利用者はメニューを選ぶだけで目的の情報や処理結果が得られる。構造化されているのでシステムを管理する側も、情報や機能の追加、変更が容易である。

4.2 PAD

PAD は日本(日立製作所)で発案されたプログラム図面である。PAD の書き方は国際標準としても認められる運びとなっており、従来のフローチャートの欠点をクリアしたプログラム開発のための有力な机上設計法である。その特徴⁹⁾は

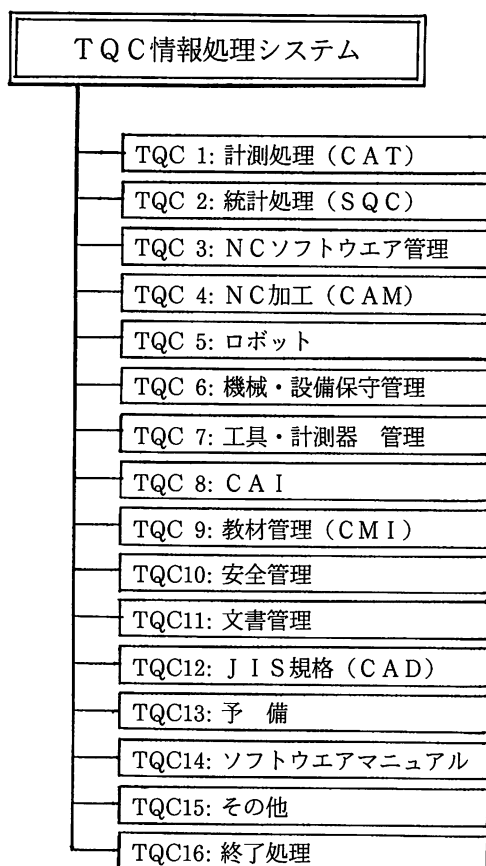


図1 ソフトウェア構成

①構造化プログラミングの考え方をプログラム図面に反映させ、ソフト開発、保守の各段階で使用できるように設計されている。②構造言語は連接、反復、選択の3つを基本要素にしたトリート構造でありそれらを適切に表現できる。③全体がわかりやすく心理的論理的な順序に従って自由にレイアウトすることが可能で、できたプログラムにあまり個人差がない。④プログラムの内容について説明、及び設計審査を行いやすい。⑤大きなプログラムに対してモジュールごとに別々に扱うことができる。⑥ミスやバグを発見しやすく訂正しやすい。⑦プログラムを再利用し、部品化、標準化することが容易になり保守が簡単である。

図2はシステムプログラムのPADである。全体構造がつかみやすく拡張しやすいことがわかる。図3はcase2統計処理モジュール内の望小特性のS/N比計算プログラムのPADである。また図4は図3の中の1つの関数(計算calc())のPADである。このように大きなプログラムでもモジュールごとに別々に扱うことができトリートを辿っていけば細目まで理解することができる。

4.3 標準化

PADによるプログラムの設計は1つの標準化であるが、多数のファイルを管理するため拡張子

のつけかたを決めた(表1)。UNIXと競合しないようにし、拡張子をみればファイルの分野や使用言語、テキストの内容、ソースファイルか中間ファイルかデータか、がわかるようにした。NC関係における業界の標準化は十分でない上に、本校の機械に新旧があるため、メディア、使用言語、

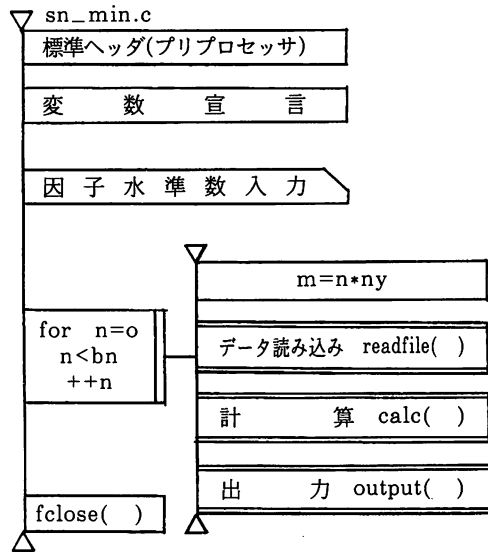


図3 S/N比プログラムのPAD

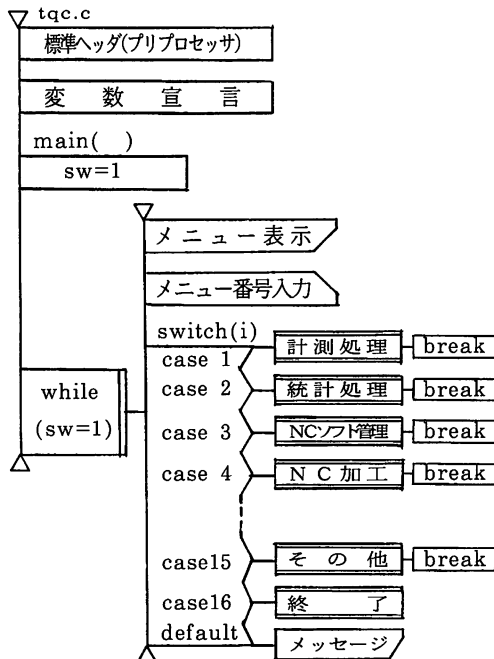


図2 システムプログラムのPAD

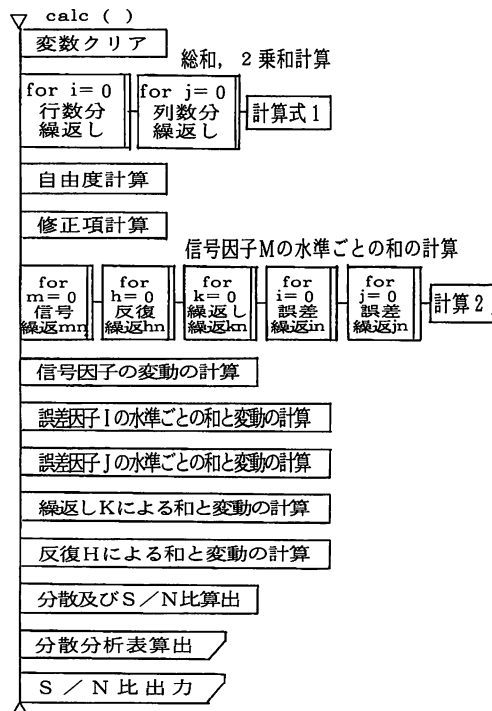


図4 計算calc()のPAD

コード，フォーマット形式が異なる。NC 機械ごとに拡張子をつけ管理しやすくした。

プログラムファイルには必ずヘッダをつけファイル名，作成者氏名，作成年月を記述した。また，リストの内容が分かるように処理の要所にコメントをつけた。

各モジュールの処理項目の中にファイル名と処理内容の一覧を出せるようにし，情報の追加更新するファイルの検索を容易にした。

特別な理由がないかぎり処理のための使用言語はC言語とし，入力要求を的確にではじめての人でも使えるよう対話型を心がけた。

テキストファイルにのいる情報は書式を統一し関係する他の人による加除をしやすくようにした。

4. 4 情報量

現在情報ファイルを移植中であるので途中経過であるがシステムに搭載した情報量を表2に示す。表中小項目数とはサブメニューの項目の数，ページ数は提示情報量を80字×40字（3200byte）1ページとし，ファイルのバイト数をこれで除した数（余りは切上げ）である。情報の提示は端末で受けるので実際のページ数（画面数）はこの2倍以上である。ファイル数に比してページ数が少ないのは，テキストファイルよりも計算処理用プログラムファイルが多いためである。

表1 拡張子一覧

拡張子	内 容
• mc	マシニングセンタープログラム
• cnc	CNC 旋盤プログラム
• nc	NC 旋盤プログラム
• mil	NC フライス盤プログラム
• rob	ロボットプログラム
• cld	CL データ(CRT 用)
• clx	CL データ(XY 用)
• ope	機械操作手引ファイル
• txt	テキストファイル
• man	ソフトマニュアル
• dat	データファイル
• c	C 言語ソースプログラム
• out	ロードモジュール
• f	FORTRAN ソースプログラム
• b	BASIC ソースプログラム
• a	アセンブラソースプログラム

1991年11月現在で小項目数96，ファイル数103，ページ数403となった。

5. モジュールの概要

1) 計測処理：ネットワークのメリットは，離れたところからデータを転送し，必要な処理をした後結果をその場で受け取ることにある。ここには計測データをコンピュータにとりこむための操作方法や処理ソフトを集めた。実習工場や実験室で，ディジタル式の歯厚マイクロや外形計測マイクロからのデータをディジタルマルチメータ（MUX-10）でRS232Cに変換しパソコンに取り込み，つぎに端末エミュレータにより教官室ワークステーションへ転送する。実験，卒業研究で計測するデータは数が多いので測定用紙への記載ミス，読み取りやキー入力ミスが発生しやすく，誤りの発見が難しい。現在は処理内容が限られているが，各種パッケージプログラムを開発し計測の自動化を進めたいと考えている。

2) 統計処理：市販されている汎用の統計処理アプリケーションは①価格が高い，②プログラムの拡張や変更が難しい，③汎用性はあるが，実験や研究，授業で使用する統計手法は限られており不
用な機能が多い，④処理内容や出力形式の変更が

表2 システムの情報量（1991年11月現在）

項番	項 目	小項目数	ファイル数	ページ数
1	計測処理	3	5	4
2	統計処理	4	4	0
3	NC ソフト管理	8	8	4
4	NC 加工	6	12	21
5	ロボット	3	5	6
6	機械・設備管理	6	3	8
7	工具・計測器管理	3	2	3
8	CAI	23	13	37
9	教材管理	2	2	2
10	安全管理	12	5	14
11	文書管理	14	30	287
12	JIS 規格	6	2	5
13	予備	—	—	—
14	ソフト手引	4	4	10
15	その他	2	8	2
16	終了処理	—	—	—
合 計		96	103	403

出来ない, などの理由で自作することとした。ここには一元配置, 二元配置, 望小特性の S/N 比のプログラムをいれている。パソコン上で働く, BASIC 言語によるプログラムがあるが言語統一の関係で現在は収録していない。

3) NC ソフトウェア管理: 実習, 実験, 卒業研究などで今までに多数 (100 本以上) の NC プログラムが作成されている。最近 CNC 旋盤やマシニングセンターが導入されたため NC 工作機械は 4 台となりプログラムの管理がきわめて重要になってきた。さらにプログラムのチェックのために CRT や XY プロッタへ出力するための中間ファイル (CL データ) も入れると種類, 数ともに非常に多く, 放置しておくとも数のプログラムがスクラップと化する。NC プログラムの廃棄は技術の廃棄につながり失うものが大きい。

4) NC 加工: 汎用の工作機械と異なり, NC 工作機械は操作が難しい。手動運転, MDI 運転, 自動運転があり, 初心者が加工作業するのは大変である。取扱説明書を工場に持込みページをめくって必要事項を探すのも大変であり, 利用者の多くが初心学生であることを考えると, マニュアルの利用頻度は高く, 改善が望まれていた。機械操作に必要な情報は限られており, それをネットワークを介して取り出せれば便利である。ここには NC 機械のオペレートに必要な情報や, 自作したアスキーコードと ISO コードの変換プログラムを入れている。

5) ロボット: 本校には卓上に置ける小型のハンドロボット (6 軸) 2 台と産業用ロボット (5 軸: 多関節) がある。各ロボットの操作法や制御プログラムを格納した。

6) 機械・設備保守管理: 本校に限らず高専の機械設備はどれも老朽化しており, 日常の保守点検や故障時の敏速や修理は教育に支障をきたさないために大切である。従って, 機械の仕様, 保守の要点, 過去の故障履歴は貴重な情報である。散逸しがちなこれらの情報を一部整理し載せた。これは実習や実験の説明時に利用できる上, 資料作成も容易になるなど二次的効果があった。

7) 工具・計測器管理: 切削工具は種類や型式が多く管理が大変である。工作実験室にある工具,

計測器について棚卸をおこない整理した。

8) CAI: CAI は一般にはパソコンベースで, 主として自学習を指している。市販されているソフトの多くはそのためのものである。筆者はコンピュータを教官の「教育活動の道具」として使用することを種々試みて^{13) 14)} きている。本システムを構築するにあたってネットワークを含めたコンピュータシステムを前提に学内各所 (実験室, 実習工場, 教室, 製図室) で情報を取り出し授業に利用することを想定した。システムを教育に使うメリット¹⁵⁾ は①必要な情報をリアルタイムで提示できる。②場所に限定されずに教育活動ができる。③教師が単元をつないで授業を進めるのでプログラムの完成度が高くなくてもよく, ソフトの開発が容易である。④適当な拡大表示装置を使うことによって多人数一斉教育が可能, ⑤学生の質問に応じてシミュレーションを繰り返したり, 情報の繰り返し提示が簡単, ⑥教育内容は筆者の教育範囲に限定する必要はなく, 広い教育科目の利用が可能, などである。

ここにはすでに作成済みの実習技能診断¹⁶⁾, 専門用語集を登録した。

9) 教材管理 (CMI): AV 機器や情報機器の発達, 本校に於ける「教育メディア開発センター¹⁷⁾」の発足によって, 学内での視聴覚機器の利用環境がよく整い, 教育に手軽に利用できるようになった。所有する教材も多数にのぼり管理する必要がでてきた。教材は個人的に使うのではなく, 必要ならいつでも誰でも使えなければ価値が半減する。何処にどのような教材が在るかという情報は公開されることが望ましい。ここには VTR 教材, OHP 教材, パソコン教材のリストを収録した。将来は SP 表分析など CMI にまで範囲を広げたいと考えている。

10) 安全管理: 最近の生活様式の変化で, 学生の実習作業における危険度は増すばかりで, 常識では考えられないような作業ミスによってケガをすることが多くなった。筆者は数年前から意識的に安全教育を実習教育の中に取り入れているが, まとまったテキストがないために話だけに終わっていた。本システムを構築するにあたって, いままでの安全に関するメモを集大成して掲載することにした。図 5 は安全管理モジュールのメニュー画面である。各部門ごとに作業上の細かい注意事項

```
#####
```

10. 安全管理	
1. 安全規則	2. 安全管理全般
3. NC加工作業の安全	4. ロボット操作の安全
5. 旋盤作業の安全	6. 機械仕上げ作業の安全
7. 手仕上げ作業の安全	8. 鍛造作業の安全
9. 溶接作業の安全	10. 塑性加工作業の安全
11. その他安全作業	12. 予備
13. 事故例	14. ファイル内容

```
#####
```

番号を入力して下さい。

図5 安全管理メニュー画面

や安全事項を網羅した(総計201項目)。事故例は、身近に安全を捕らえられるように、過去本校で起きた事故例や資料¹⁾からの例を収録した。

安全は知識ではなく身体で覚えなければならない。しかし、すべてを経験させることは出来ない。不足を補い、正しい安全知識を培う資料として利用する予定である。

11) 文書管理：TQC 活動の1つとして、早くから実習目標、実習課題、実習テキストの標準化を手掛け⁴⁾、文章化してきた。パソコンの導入によりフロッピーを媒体として改廃作業を行うようになり、テキストの編集がたやすくなった。しかしテキストの一元的管理や、臨機応変にテキスト内容を見るためにはネットワークにのせる必要がある。端末では図や挿絵は見ることができないので、それらを省いたテキスト部分を収録した。情報量は3学年分で287ページにのぼった。

12) JIS 規格：このモジュールは将来 CAD 教育や設計の授業に利用するために設けた。現在は機械工学に関係する JIS 規格番号と項目 (JIS B 機械, G 鉄鋼, H 非鉄金属, X 情報, Z 一般) をいれている。

13) 予備：システムの機能の拡張用

14) ソフトウェアマニュアル：コンピュータによる処理内容が広がるにつれ、ソフトの種類も多くなり、それだけ使い方も煩雑になり、つい失敗し思わぬところで大きな時間的ロスをする。ソフトのマニュアルを用意し、オンラインマニュアルとして利用出来るようにした。端末エミュレータの使い方、ネットワークの使い方などが引用できる。

15) その他：QC は PDCA (Plan-Do-Check-Action) の繰り返しである。教育においては特に自己評価の姿勢が大切である。Check の1つの形として、学年末に学生から無記名アンケートを取り、次年度の教育に役立ててきた。実習は関係する教官、技官も多いので、いつでも反省材料として役立てられるようにシステムに収録した。

5. おわりに

システムの設計方針に従って基本設計を行い、あらかじめ目標としていた基本機能を有する TQC 情報処理システムのソフトウェアを構築することが出来た。情報量とシステムの価値はゴンペルツ曲線になると予想される。現在は曲線の立ち上がり部分に位置している。情報量を増やすことで大きな効果が期待できる。またシステムの使い勝手をよくするアプリケーション (たとえばマウスを使えるようにする) やユーティリティを多数開発する必要がある。ネットワーク端末の増設も今後の課題である。

本システムを構築するにあたり、機械工学科 田中義勝教授、青山英樹助手、林忠夫技官、岩瀬谷正男技官、奥山徳宏技官の御協力があったことを記し感謝申し上げます。

最後に、本研究は文部省特定研究経費によるところが大きく、関係各位に感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 今井兼一郎：教育における品質管理、品質管理, Vol 42, No.11, P 45 (1991)
- 2) 大橋秀雄：90年代の機械工学教育, 工業教育, Vol 38, No 5, P 17 (1990)
- 3) 今井兼一郎：工学教育の問題意識, 日本機械学会誌, Vol 94, No.875, P 824 (1991)
- 4) 中津正志ほか：TQC 導入による実習教育方法の改善 (その1), 苫小牧高専紀要, 第20号, P 15, (1986)
- 5) 中津正志：TQC 導入による実習教育方法の改善 (その2), 苫小牧高専紀要, 第22号, P 41, (1987)
- 6) 中津正志ほか：TQC 導入による実習教育方法の改善 (その3), 苫小牧高専紀要, 第22号, P 11, (1991)

- 7) 中津正志ほか：TQC 導入による実習教育方法の改善(活動のまとめと今後の課題)，苫小牧高専紀要，第22号，P 49，(1991)
- 8) 中津正志：TQC 情報処理システム(第一報) 苫小牧高専紀要，第25号，P 9，(1989)
- 9) 河合敏雄著：PAD プログラミング，岩波書店
- 10) M.NAKATSU et al, A Consideration on MIPP from Viewpoint of Education Technology: Memoirs of the TOMAKOMAI TECHNICAL COLLEGE. No.21, P 27 (1986)
- 11) 中津正志ほか：MIPP による品質管理の授業，苫小牧高専紀要，第21号，P 17，(1986)
- 12) 中津正志ほか：パソコンとプロジェクトによる多人数教育システム(MIPP)，工業教育，第34巻第3号 P 40，(1986)
- 13) 中津正志：MIPP における教育工学的考察，日本教育工学会第6回大会講演論文集，P 131 (1990)
- 14) 中津正志ほか：多目的 LAN システム，情報処理教育研究発表会論文集，10号，P 15，(1990)
- 15) 中津正志：機械工学教育におけるキャンパス LAN の利用，日本機械学会北海道支部第32回講演会概要集，No.912-1，P 83 (1991)
- 16) 中津正志：実習技能診断(その1)，苫小牧高専紀要，第22号，P 33，(1987)
- 17) 中津正志ほか：苫小牧高専教育メディア開発センターの発足と研究活動，工業教育，第37巻，第3号，P 19 (1989)

参 考 資 料

- 1) ガス溶接作業の安全，労働安全衛生部安全課編，中央労働災害防止協会発行
- 2) 機械実習安全のこころえ，土井・岡野・稲本監修，市ヶ谷出版
- 3) 実習教育安全ノート，実習教育研究会，「一九会」出版部
- 5) 実習安全心得，函館工業高等専門学校機械工学科実習工場
- 6) 機械工作実習技能診断表，苫小牧高専機械工学科 QC サークル編，1984
- 7) 実習関係用語集，苫小牧高専機械工学科 QC サークル編，1984
- 8) 機械工作実習(Ⅰ)第2版，苫小牧高専機械工学科，1988.3
- 9) 機械工作実習(Ⅱ)第2版，苫小牧高専機械工学科，1988.3
- 10) 機械工作実習(Ⅲ)第2版，苫小牧高専機械工学科，1990.3

(平成3年11月30日受理)

