

# パーソナルコンピュータを用いた温泉分析書の 自動発行システムについて

中西 成子, 日野 隆信, 小室芳洵

## Development of Printout System of Official Analytical Reports of Mineral Spring Water using Personal Computer

Shigeko NAKANISHI, Takanobu HINO and Yoshinobu KOMURO

### I はじめに

著者らは、千葉県衛生研究所創設当時から日常検査業務としてあった水質試験の結果書をもとに「千葉県地下水水質資料集」を1983年に発刊したが、この中でパーソナルコンピュータ（以後パソコンとする）によるデータの管理・集計を始めて試みた<sup>1)</sup>。その後パソコンの性能の向上、簡便なアプリケーション・ソフトウェアの開発が進み、現在当所では水道水の水質試験結果書はパソコンにより自動発行されており、そのデータはデータベースとして管理・保存されている<sup>2)</sup>。

鉱泉水の水質試験結果書である温泉分析書（以後分析書とする）の発行は、水質測定の結果をそのまま記載するのではなく、煩雑な計算、分類、泉質の判定といった作業を経て、鉱泉分析法指針<sup>3)</sup>に細かく規定された書式に従ってなされ、これらの作業には、細心の注意と多くの時間が費やされてきた。また鉱泉水の水質データは、主として飲用上の安全性や生活用水としての利便性を調べる水道水の水質試験とは異なり、地下水の基本的な水質組成を明らかにするので、地下水の水質データとして貴重である。鉱泉水データのファイル化と分析書の自動作成を同時に可能とする自動発行システムを構築した。

### II システム構成

#### 1. ハードウェア

- 1) パーソナルコンピュータ: 日本電気製PC-9801 RA
- 2) ディスプレイ: 日本電気製N5913L
- 3) ハードディスク: ティアック製DS-9840N(40MB)
- 4) プリンタ: 日本電気製PC-PR201V, キヤノン製LBP-B406

#### 2. ソフトウェア

- 1) オペレーティングシステム: 日本電気製「MS-DOS Ver. 3.3C」
- 2) リレーショナル・データベース: 管理工学研究所製「桐 Ver. 3.02」
- 3) BASIC: 神津システム設計事務所製「BASIC/98 Fast Ver. 3.1」
- 4) ワードプロセッサ: 管理工学研究所製「新松 Ver. 1.03」

### III システム設計

温泉分析書の自動発行システムを設計するにあたり、考慮したのは次の点である。

- 1) 鉱泉水の測定および調査データの入力は1度だけで済ませる。
- 2) 入力データはファイル化し、今後過去のデータも加え、「千葉県鉱泉水水質データベース」とする。
- 3) 「千葉県地下水水質資料集」<sup>4)</sup>をもとに構築中の「地下水水質データベース」と容易にデータ交換ができる。
- 4) パソコンの操作に習熟していなくても、使用ソフトウェアの基礎的な知識があれば使用できる。
- 5) 分析書の発行で最も注意を要する泉質の判定、適応症および禁忌症の選択もパソコンで行なう。
- 6) 発行分析書の印刷の質を落とさない。

以上の条件をひとつのソフトウェアで全部満たすことが出来なかったため、市販のリレーショナル・データベースとワードプロセッサ、およびBASIC言語で著者らが作成したプログラムを用い、本システムを構築した。いずれのソフトウェアもMS-DOS上で作動し、「松茸V2」を日本語の共通入力とすることが出来るので、MS-DOSのバッチファイルで、各ソフトウェアが順次自動的に一連の処理を行なうようにした。

本システムの入力、処理および出力の関係を図1のシ

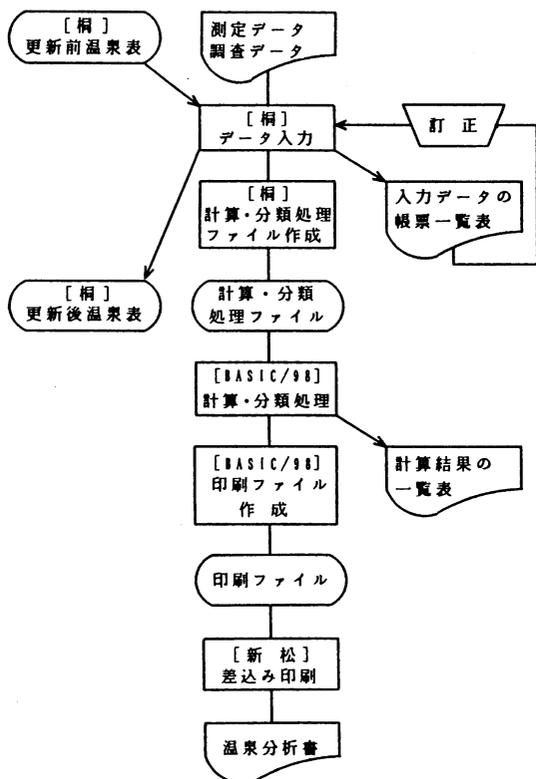


図1 温泉分析書発行システムのフローチャート

システムフローチャートに示した。図1の概要は、

- 1) パソコンを立ち上げ、メインメニューから「温泉分析書の発行」を選ぶ。
- 2) リレーショナル・データベースの自動実行プログラムがスタートし、温泉表ファイルをオープンする。
- 3) 鉱泉の水質測定データと調査データを入力する。入力データの確認のためにデータをプリンターに出力。これ以後の操作は分析書の発行まで自動的に処理される。
- 4) 分析書作成のために必要なデータを、計算・分類処理用テキストファイルとして出力する。リレーショナル・データベースを終了する。
- 5) BASICプログラムがスタートし、計算・分類処理用ファイルをオープンし、データを取り出した後、溶存成分等の計算処理ならびに泉質の分類処理を実行する。計算結果をプリンターに出力。
- 6) 印刷用テキストファイルを作成し出力する。BASICプログラムを終了する。
- 7) ワードプロセッサがスタートし、印刷用ファイルをオープンし、データを取り出し差込み印刷により分析書が発行される。
- 8) メインメニューに戻る。

#### IV リレーショナル・データベースの構築

##### 1. 温泉表ファイルの定義

1) 項目名：全部で88項目あり、その内訳はレコード番号、分析書の通し番号、4種類の地図コード番号、申請者住所、名前、機関代表者名、湧出地、現地試験者、調査年、月、日、泉温、気温、湧出状況、湧出量、現地での外観、臭味、気泡の有無、現地pH、ラドン、試験室試験者、試験室での外観、臭味、気泡の有無、経過時間、密度、試験室pH、蒸発残留物、溶存成分37項目、分析終了年、月、日、分析書発行年、月、日、その他深度、地質など井戸に関する情報13項目である。

2) データ型：MS-DOSテキストファイルとしての出力を考えて、すべて文字列型である。

3) 値条件：入力を簡略化するための項目ごとの条件設定である。数値のみを入力する項目はすべて字種を半角に限定する。試験者名、湧出状況、気泡の有無等は選択文字列を予め表定義に入力して、番号のみの選択で文字列が入力できる。

4) 表示幅、表示位置、項目初期値：表示幅および表示位置は、視覚的に入力しやすいように設定した。項目初期値は未定義表示文字列である\*\*\*が自動的に入力されるので、欠測データはすべて\*\*\*で表される。

##### 2. 入力データの帳票印刷

キーボードから入力した88項目ものデータの確認を、ディスプレイ上や全項目が横一列に表示される一覧表形式の印刷で行なうのは非常にやりづらい。そこで1レコード（各検水）ごとに帳票形式で1枚ずつ印刷し、データの確認を行なう。帳票の体裁は、帳票定義ファイルとして事前に定義しておく。

##### 3. データベースのプログラミング言語による自動実行プログラム

本データベースには、プログラミング言語により一連の操作手順を記述しておき、これを実行することの出来る機能がある。能率的に作業が進められるように、自動実行プログラムを作成した。その実行手順は次のとおりである。

- 1) 温泉表がオープンされる。
- 2) 表の終端レコードにデータをキーボードから入力する。
- 3) 終了キーを押してから、入力データの帳票印刷をするかどうかを選択。レコード番号を指定することにより印刷が行なわれる。
- 4) 入力データの訂正が必要かどうかの確認。必要なら2)へ戻る。

- 5) 分析書の通し番号をキーボードから入力後、該当のレコードを選択し、分析書作成に必要な70項目のデータで計算・分類処理用ファイルを作成する。
- 6) 終了。

V データの計算および鉱泉の分類処理のための BASICプログラム

1. BASIC起動時の環境設定

- 1) ファイルのレコードサイズ: 2048バイト
- 2) ワーク領域サイズ: 150キロバイト
- 3) 利用者プログラム領域サイズ: 45キロバイト

2. 処理の概要

プログラムの概略を図2のフローチャートに示した。

1) 作成プログラムが自動的にスタートし、分析書の通し番号の入力状態となる。

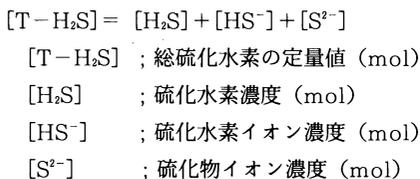
2) 通し番号を入力すると計算・分類処理用ファイルがオープンし、データが取り出される。計算処理をするデータは、文字列型から数値型に変換される。

3) 取り出したデータの確認および以後の計算の経過確認をプリンター出力で行なうかどうかを選択する。

4) 計算処理が次の手順で行なわれる。

① 37項目の溶存成分中、強電解質については各イオンをそのまま溶存化学種とし、弱電解質についてはpHと解離定数から各溶存化学種を決定する。決定した溶存化学種毎に鉱泉1kg中の成分量(mg)を算出する。

化学種の計算例; 硫化水素, 硫化水素イオンおよび硫化物イオン濃度の算出



$$[H_2S] = \frac{[H^+]^2 [T-H_2S]}{[H^+]^2 + [H^+] k_1 + k_1 k_2}$$

$$[HS^-] = \frac{[H^+] k_1 [T-H_2S]}{[H^+]^2 + [H^+] k_1 + k_1 k_2}$$

$$[S^{2-}] = \frac{k_1 k_2 [T-H_2S]}{[H^+]^2 + [H^+] k_1 + k_1 k_2}$$

- k<sub>1</sub> ; 硫化水素の第一解離定数
- k<sub>2</sub> ; 硫化水素の第二解離定数
- [H<sup>+</sup>] ; 水素イオン濃度 (mol)

② 溶存化学種が陽イオン, 陰イオンであるものについては化学当量 (mval) と, 化学当量の合計に対する各化学当量のパーセント (mval%) を, その他につ

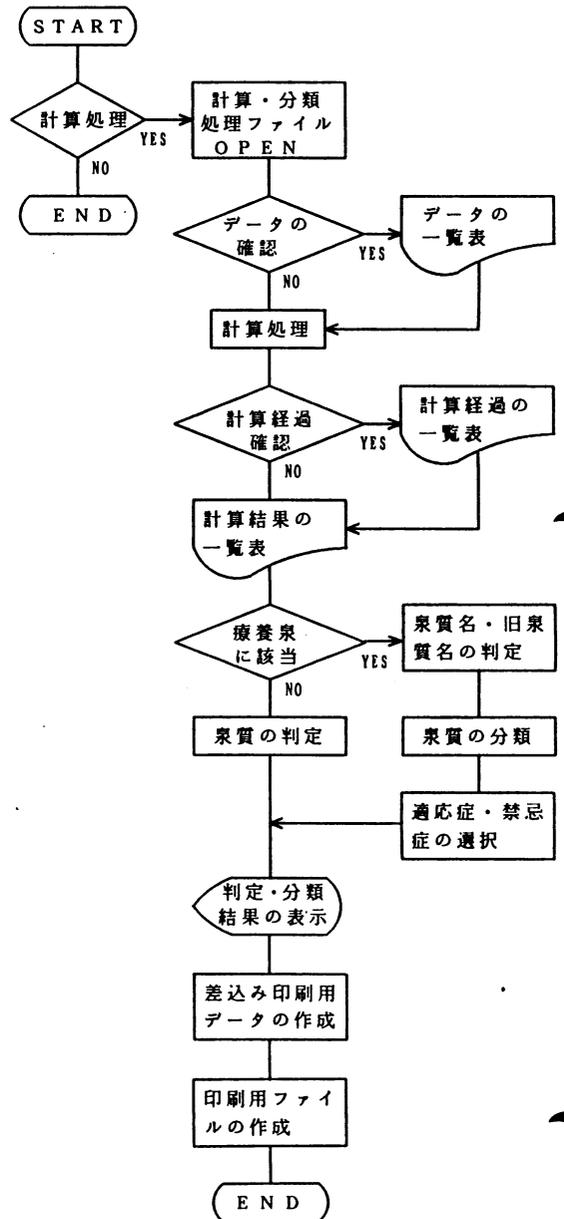


図2 BASICプログラムのフローチャート

いてはモル当量 (mmol) とモル当量パーセント (mmol%) を算出する。

③ 鉱泉1kg中に0.1mg以上含まれる成分は陽イオン表, 陰イオン表, 非解離成分表, 溶存ガス成分表の四表に分けて記載しなくてはならず, 各記載数値についても実数桁, 小数点以下の表示桁まで細かく規定されている。また0.1mg未満の成分は微量成分として別に記載しなくてはならない。このため成分の分類, 四捨五入, 各表の合計量, 溶存物質総量の算出等を行なう。

④ 計算処理結果がプリンターに出力される。

5) 鉱泉の分類が次の手順で行なわれる。

① 鉱泉分析法指針(改訂)<sup>3)</sup>に基づいて療養泉に該当するかどうかを判定する。療養泉であれば泉質の分類を行ない泉質名と、旧指針に基づく旧泉質名を決める。

② 療養泉を泉温、液性、滲透圧により分類し分類名を決める。

③ 療養泉に該当しなかった検水が、温泉法第2条別表により定められた鉱泉の定義(常水と区別する限界値)<sup>4)</sup>に該当する鉱泉であるかどうかを判定する。

④ 療養泉については、その泉質から浴用の適応症と禁忌症を昭和57年5月25日付け環自施第227号に基づいて選択する<sup>5)</sup>。

⑤ 泉質名、分類名、旧泉質名、浴用の適応症と禁忌症がディスプレイ上に表示される。オペレータは4)

④で出力した計算結果を参照して、泉質の判定を確認する。計算結果と泉質の判定に誤りや矛盾点がある場合は、プログラムの実行を終了し、測定データを検討する。

6) 印刷用テキストファイルの作成

「新松」による差込み印刷用のデータファイルは、1データ毎に、差込み位置を指定する番号、コロン(:)、データ、改行コードの順でなくてはならない。そこで文字列型データはそのまま、数値型データは文字列型への変換、桁揃え、空白ストリングの付加等の処理を行なった後、番号、コロン、改行コードを付け、印刷用データとする。「新松」の1文書ファイル中に指定できる位置番号は1から99までであるが、温泉分析書の原表に差込み印刷されるデータは160以上あり、さらに「BASIC/98」で一度に出力出来るファイルの最大レコードサイズは2048バイトなので、差込み印刷用データはふたつのテ

キストファイルとして順次出力する。

7) 終了。

## VI おわりに

温泉分析書の自動発行例を表1に示したが、下線を引いた部分が、印刷用テキストファイルから取り出され差込み印刷されたデータである。本システムの開発により、従来、非常に煩雑で数日を要する作業であった分析書の作成が、数十分間程度で終わる容易なものとなった。

また、分析書は文書綴りに保存されているが、その他の測定データ、調査データ、地質データなどについては、保存、整理も十分できないため、ほとんど活用されることもなく散逸しかねない。今後過去のデータを加え、県内鉱泉の水質データベースを構築し、地下水の水質を把握していきたい。

## 文献

- 1) 千葉県衛生研究所：千葉県地下水水質資料集，1983.
- 2) 日野隆信(1990)：パーソナルコンピュータによる水道水質検査結果書の発行とファイル化の試み(Ⅱ)ーデータベースとワープロの市販プログラムによるシステムの構築ー，千葉衛研報告，14号，58-61.
- 3) 環境庁自然保護局：鉱泉分析法指針(改訂)，温泉工学会，1978.
- 4) 環境庁自然保護局監修：温泉必携，日本温泉協会，1990.

表1 温泉分析書の発行例  
(注: 下線付き部分が差込み印刷データ)

第999号 (999-1)

### 温泉分析書

(配布分析試験による分析成績)

1. 申請者: 住所 千葉県千葉市仁戸名町666-2  
氏名 蘆 研 松 子

2. 湧出地: 千葉県千葉市仁戸名町666-2

3. 湧出地における調査および試験成績

(1) 調査および試験者: 千葉県衛生研究所 中西成子  
(2) 調査および試験年月日: 平成3年9月18日  
(3) 泉温: 29.7℃ (泉温 28.0℃)  
(4) 湧出量: 3.47 L/min (動力湧水)  
(5) 知覚的試験: 淡黄色微濁液で無臭、強い塩味がある。  
(6) pH値: 7.6 (ガラス電極法)  
(7) ラド: 2.0 × 10<sup>-11</sup> Bq/l-単位/kg 未測

4. 試験室における試験成績

(1) 試験者: 千葉県衛生研究所 日野隆彦  
(2) 分析終了の年月日: 平成3年9月18日  
(3) 知覚的試験: 淡黄色微濁液で、強い塩味がある。  
(採水後2.4時間)  
(4) 密度: 1.0208 (20℃)  
(5) pH値: 7.69 (ガラス電極法)  
(6) 蒸発残留物: 35.02 g/kg (110℃)

5. 試料1kg中の成分: 分量および組成

(1) 陽イオン

成分	ミリグラム (mg)	ミリバール (mval)	ミリバール% (mval%)
リチウムイオン(Li <sup>+</sup> )	0.3	0.05	0.01
ナトリウムイオン(Na <sup>+</sup> )	1082.0	470.4	86.91
カリウムイオン(K <sup>+</sup> )	350.7	8.97	1.66
アンモニウムイオン(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	269.4	14.93	2.76
マグネシウムイオン(Mg <sup>2+</sup> )	402.6	33.13	6.12
カルシウムイオン(Ca <sup>2+</sup> )	270.4	13.49	2.49
ストロンチウムイオン(Sr <sup>2+</sup> )	5.9	0.13	0.02
バリウムイオン(Ba <sup>2+</sup> )	2.5	0.04	0.01
アルミニウムイオン(Al <sup>3+</sup> )	***	***	***
マンガンイオン(Mn <sup>2+</sup> )	***	***	***
鉄(II)イオン(Fe <sup>2+</sup> )	2.6	0.09	0.02
陽イオン計	1212.0	541.2	100

(2) 陰イオン

成分	ミリグラム (mg)	ミリバール (mval)	ミリバール% (mval%)
フッ素イオン(F <sup>-</sup> )	0.3	0.02	0.00
塩素イオン(Cl <sup>-</sup> )	1947.0	549.0	96.95
臭素イオン(Br <sup>-</sup> )	141.1	1.77	0.31
ヨウ素イオン(I <sup>-</sup> )	108.7	0.86	0.15
水酸イオン(OH <sup>-</sup> )	***	***	***
硫化水素イオン(HS <sup>-</sup> )	***	***	***
チオ硫酸イオン(S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	***	***	***
硫酸イオン(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	***	***	***
リン酸水素イオン(HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	***	***	***
炭酸水素イオン(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	892.4	14.63	2.58
炭酸イオン(CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	***	***	***
硝酸イオン(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	***	***	***
陰イオン計	2061.0	566.3	100

(999-2)

(3) 遊離成分

非分解成分

成分	ミリグラム (mg)	ミリモル (mmol)
メタケイ酸 (H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> )	0.8	0.01
メタホウ酸 (HBO <sub>3</sub> )	14.9	0.34
腐植質	3.7	***
非分解成分計	19.4	0.36

溶解物質(ガス性のものを除く): 32.75 g/kg

溶解ガス成分

成分	ミリグラム (mg)	ミリモル (mmol)
遊離二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	4.6	1.06
硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	***	***
溶解ガス成分計	4.6	1.06

成分総計: 32.80 g/kg

(4) その他の微量成分

アルミニウムイオン: 検出せず    銻: 検出せず  
マンガンイオン: 0.07 μg/kg    銅イオン: 検出せず  
硫化水素: 検出せず    硫黄イオン: 検出せず  
リン酸イオン: 検出せず    亜硝酸イオン: 検出せず  
硝酸イオン: 検出せず

5. 泉質

ナトリウム-塩化物強塩泉 [弱アルカリ性高濃性低温泉]  
(旧泉質名: 含臭素・ヨウ素-強塩泉)

7. 適応症および禁忌症

浴用の適応症:

神経痛、筋内痛、関節痛、五十肩、運動麻痺、関節のこわばり、うちろ、くじき、慢性消化器病、痔疾、冷え症、病後回復期、疲労回復、健康増進、まじみず、慢性皮膚病、やけど、虚弱児童、慢性婦人病

浴用の禁忌症:

急性疾患(特に熱のある場合)、活動性の結核、慢性肺病、重い心臓病、呼吸不全、腎不全、出血性疾患、高度の貧血、その他一般に病勢進行中の疾患、妊娠中(特に初産と末産)

平成3年9月20日  
千葉県千葉市仁戸名町666番地の2  
千葉県衛生研究所 所長 田中 寛