

CSG-IMS/OS9による 量関係式表現変換システムの構築 (1) — 電磁気量辞書システムの構築 —

谷 岡 守* 河 合 雅 弘*

(平成3年8月22日受付)

Construction of the System of transforming the Relationship among
the Physical Quantities by the CSG-IMS/OS9 (1)
— Construction of the Dictionary System of the
Quantities in the Electromagnetism —

Mamoru TANIOKA and Masahiro KAWAI

(Received August 22, 1991)

In order to construct the Quantity Equation Transformation System, the CSG-IMS Data-Base System (Canada)/OS9 (USA) is used. This system has the interpreter and the useful language for the development of knowledge-base and is oriented to the Computer Aided Software Engineering. By this software, the Dictionary System of the physical Quantity in the Electromagnetism, based on the PRPQ method (the method of Processing the Relationship among the Physical Quantities) is constructed. And the structure and the function of this system, the relations between Units and the frame of the various electromagnetic theories are discussed in this paper.

1. はじめに

この十年来、量関係式処理法 (PRPQ法)¹⁾の検討と改良との繰り返し中で、PRPQ法の適用可能範囲も広がり、各分野における古典理論から量子力学の基本的部分まで、PRPQ法が適用出来る様になった²⁾⁻⁵⁾。

このPRPQ法の概要をFig. 1に示した¹⁾。

次の段階は、この処理法のプログラム化、対象理論系の知識ベース化が問題となる。

著者らの研究室では、初めは、富士通社製のFM-8、及び同FM-11に、Microware System社 (米国) およびMotolola社 (米国) 製のOS-9 (8bit) を、最近では、シャープ社製のX68000に、OS-9/X68000 (16bit) を搭載したシステムで上記問題の検討を行ってきたが、検討の結果、Clearbrook Software Group社 (カナダ) 製のCSG-IMS Data Base Systemが、PRPQ法知識ベ

ース構築のための試験的検討に最適と判断したので、このシステムを購入し、これを、まず、各種電磁気学理論の枠組み検討用の知識ベース構築に使用した。

CSG-IMSシステムは、いわゆるCASE (Computer Aided Software Engineering) 的な機能、すなわち、データベースの定義後に、IMS言語によるデータ入出力プログラムのソース・プログラムを自動的に作成する機能を持ち、このソース・プログラムをIMS言語で自由に書き換える事が出来る。また、IMS言語は、データベース処理の命令群と、殆どBASICと同じ機能を備えた命令群とからなり、インタープリターで、この言語で書かれたプログラムの中間言語にコンパイルされたものが実行される。この点が、新しい知識ベース・システムの開発研究・構築に適している点である。本報告では、PRPQ法による諸電磁気学理論の統一的枠組み全体を考え、これを包括しうる知識ベース・システムの構築を前提とした電磁気量辞書システムを作成したので、このシステムと関連した事項を報告する。

* 情報工学科

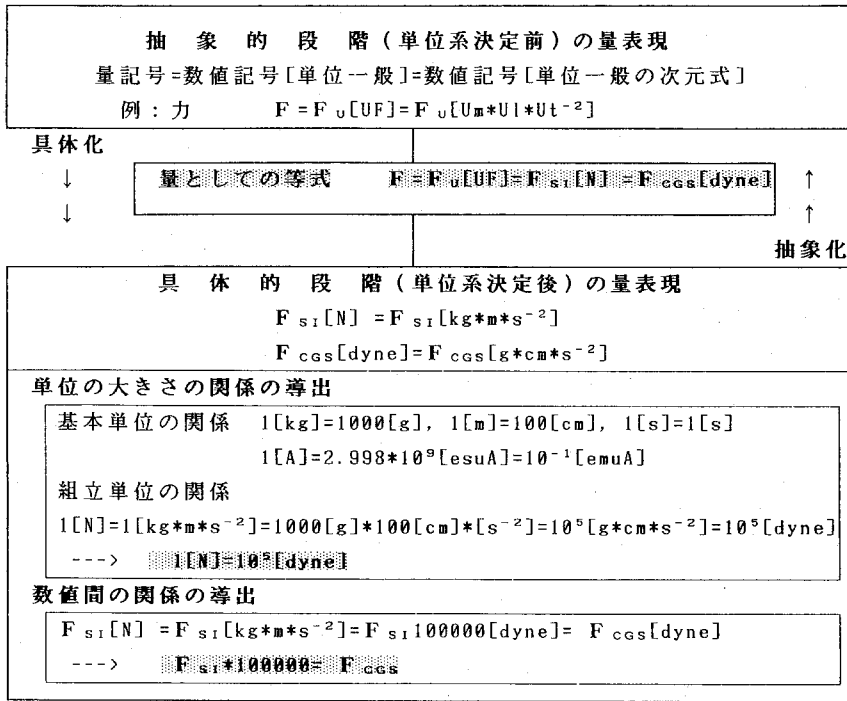


Fig. 1 量関係式処理法 (PRPQ法) の概要

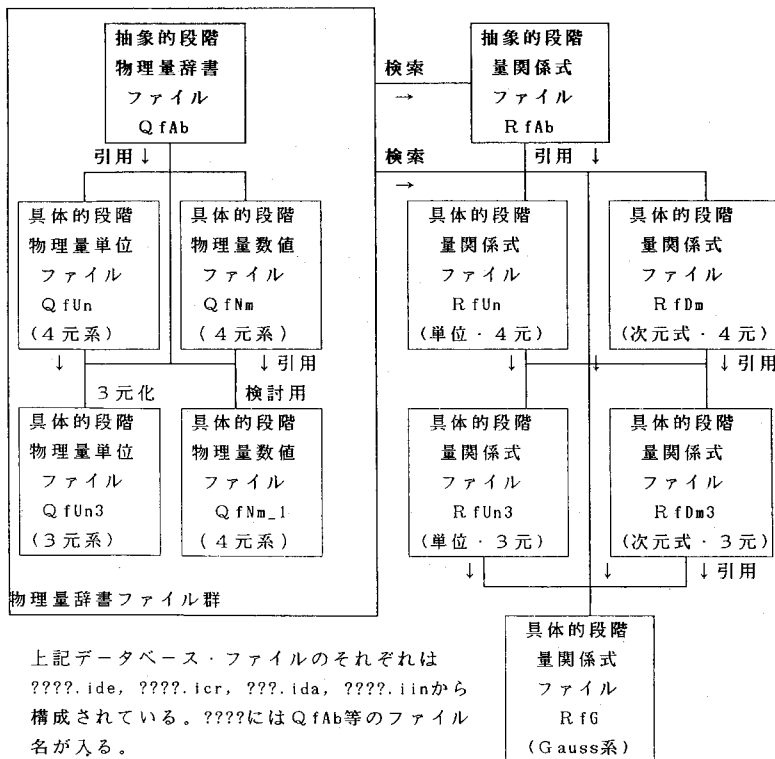


Fig. 2 電磁気学での量関係式表現変換システムの概要

2. 諸電磁気学理論の枠組みと法則等表現変換システムの概要

電磁気学諸理論, すなわち, SI単位系を用いたE-H対応有理化系理論(4元系), E-B対応有理化系理論(4元系), 及びCGS静電単位系, CGS電磁単位系, CGSガウス単位系を使用したE-H対応非有理化系理論(3元系)及びE-B対応非有理化系理論(3元系)を, PRPQ法により一つの枠組みの中に納める点については著者らの論文¹⁾⁻²⁾を参照されたい。著者らは, これら諸理論を一つの枠組みに納めるために, まず, すべて体系を, 質量, 長さ, 時間, 電流を基本量とする4元系として捉え, 新たに4元化CGS

S静電単位系(基本単位を, g, cm, s, esuAとする)4元化CGS電磁単位系(基本単位を, g, cm, s, emuAとする)を導入し, 各量の単位を, SIの単位名称の前に, 接頭語esu又はemuを付ける方式で表している。これらの新しい単位は従来の3元系の単位との橋渡しの役割を持つものである。

一方, PRPQ法知識ベースでは, フィールド名として, 単位系決定前(Fig. 1参照, 抽象的段階)の表現形式, 即ち, 量記号表示, 単位一般と形式的数値とを使用した表示, 単位一般の単位系を用いた単位の次元式等¹⁾を使用する。この段階の物理量辞書ファイルを, QfAbファイル(Abstract Quantity File)と呼んでいる。このファイルは, 著者らが特にオリジナリティを主張する部分であり, 具体的な物理量単位ファイルQfUn(4元系), 及びQfUn3(3元系)は, プログラム内の単位の大きさリストとQfAbの単位一般の次

元式とから自動的に作成される。また、QfAb, QfUn (又はQfUn3)から数値関係ファイルQfNm, QfNm_1ファイルが自動的に作成される。本報告では、電磁気学に関する物理量辞書システムを中心に報告するが、次の段階は、まだ試作的なものであるが、この物理量辞書システムを検索しながら、抽象的段階の量関係式(法則等)を入力するもので、式が入力された所で各項の次元計算を自動的に行ない、法則の次元解析上での正当性のチェックを行なっている。この段階の量関係式表現ファイルをRfAbファイルと呼んでいる。また、具体的段階での量関係式表現に、数値と単位の次元式を使用したものを、RfDmファイル、数値と単位そのものを使用したものを、RfUnファイルと呼んでいる。原則的には、具体的段階の量関係式表現ファイルは、それまでに作成された各種ファイル及びプログラム内のデータリストを用いて自動的に作成される。

Fig. 2には、CSG-IMS/OS9システムによる電磁気学法則等表現変換システムの概要を示した。

3. CSG-IMSデータベース・システムでの各種ファイル

Table 1 CSG-IMSシステムのプログラム群

| プログラム名 | 機能(例:QfAbファイル) |
|---------------------------|----------------------------|
| ims (IMSメインメニュー・プログラム) | 機能の選択(IMS中間言語プログラム) |
| imsF (画面・フォーム・エディタ) | et_QfAb.isc, et_QfAb.imo作成 |
| imsR (レポート・フォーム・エディタ) | rp_QfAb.ire, rp_QfAb.imo作成 |
| tx (テキスト・エディタ) | 各種ファイル作成 |
| create(データベース・クリエータ) | QfAb.ide, QfAb.icr作成 |
| imsD (データベース・クリエータ・コンパイル) | QfAb.ida, QfAb.iin作成 |
| imsC (IMSコンパイル) | et_QfAb.iex(IMS中間言語)作成 |
| imsI (IMSインタープリタ) | IMS中間言語プログラムを解釈実行 |

CSG-IMSデータベース・システムでは、一つのデータベース、例えば、QfAbについて、データベース定義ファイルQfAb.ide、及びデータベース定義副ファイルQfAb.icr、データ・ファイルQfAb.ida、インデックス・ファイルQfAb.iinが作成され、このデータベースへの入力と関連しては、入力画面フォーマット・ファイル(接尾語が.isc)、入力のためのソース・プログラム(接尾語が.imo)及びコンパイルされた入力プログラム(接尾語が.iex)が作成される。また、データベースの出力と関連しては、出力フォーマット・ファイル(接尾語が.ire)、出力ソース・プログラム(接尾語が.imo)及びコンパイルされた出力プログラム(接尾語が.iex)が作成される。これら各種ファイルの作成の仕方については、CSG-IMSデータベース・システムの取り扱い説明書等^{6)~9)}を参照されたい。

CSG-IMSシステムは、前述の様にかなりCASEの手法を取り入れたシステムで、データベースの定義、入

力画面の定義、出力フォーマットの定義は、使用者が行なうが、他は殆どシステムが行ない、ファイルを自動的に作成するので、通常データベースの使い方から外れた部分だけを使用者がプログラムに追加する様になっている。この最後の点が、著者らの研究に特に適合したシステムと考えられた点である。Table 1には、CSG-IMSシステムで使用されているプログラム群を示した。

4. 各種電磁気学諸理論と関連した物理量辞書システムの構成

Fig. 2には、まだ、次回報告予定の試作的段階である部分も含むシステム全体の概観を示したが、これからシステム全体の検討を繰り返しながら、最初の物理量辞書が完成したことが判ると思う。本報告では、この物理量辞書システムの部分を詳しく述べる。Fig. 2に示した様に、この部分は、単位系決定以前の、即ち著者らが抽象的段階と呼んでいる段階でのデータベース・ファイルQfAb.と、具体的段階での物理量辞書ファイル群とからなり、更に、この具体的段階のファイル群は、4元系での物理量単

位辞書ファイルQfUn、3元系物理量単位辞書ファイルQfUn3、4元系及び3元系で共通に利用される物理量数値辞書ファイルQfNm、従来の単位換算表の検討に使用する物理量数値ファイルQfNm_1から構成されている。

上記データベース・ファ

イルは、それぞれ、????.ide,????.icr,????.ida,????.iinの4つのファイルから構成されている。????には、QfAb等のファイル名が入る。

この各種ファイルのフィールド内でのデータ記述では、四則演算については、Basicの演算子*,/,+,-を使用し、べき乗には^を用い、次元式フィールド中でも使用している。ただし、見易い様に、単位フィールドの中では上付文字で指数(べき乗)を入力している。

4.1 単位系決定以前の物理量辞書ファイル QfAb

Table 2に、このデータベース・ファイルのフィールド及びキー・フィールドを示した。

ここで、Q番(Quantity Number)、量名(Quantity Name)、C番(Classfy Number)及びU番(Universal Constant Number)は、他の具体的データベース・ファイル作成の際、検索・引用されるもので、キー・フィールドとした。

著者らの報告²⁾において述べたように、PRPQ法の

Table. 2 QfAbにおけるフィールド及びキーの定義

| インデックス | 型 | 長さ(Byte) | インデックス | 型 | 長さ(Byte) |
|--------|----|----------|--------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |
| C番 | 整数 | 2 | U番 | 整数 | 2 |

| フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) | フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) |
|--------|-----|----------|--------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |
| C番 | 整数 | 2 | U番 | 整数 | 2 |
| 量記号1 | 文字列 | 20 | 量記号2 | 文字列 | 26 |
| 量記号3 | 文字列 | 26 | 量記号4 | 文字列 | 34 |
| 表示1 | 文字列 | 28 | 表示2 | 文字列 | 36 |
| 表示3 | 文字列 | 40 | 表示4 | 文字列 | 42 |
| 単位1 | 文字列 | 8 | 単位2 | 文字列 | 8 |
| | | | 単位2A | 文字列 | 8 |
| 次元式1 | 文字列 | 24 | 次元式2 | 文字列 | 23 |
| | | | 次元式2A | 文字列 | 23 |

Table. 3 QfAbファイルの内容 (一部分)

| Q | 量名 | C | U | 量記号=表現 | 単位一般=次元式 |
|-----|-----------|---|---|---|--|
| 4 | 電流 | 1 | 0 | $I = I_U[U I]$ | $[U I] = [U I^{-1}]$ |
| 9 | 位置ベクトル | 0 | 0 | $r = r_U[U r]$ | $[U r] = [U I^{-1}]$ |
| 11 | 力 | 0 | 0 | $\nabla = \nabla_U[U \nabla]$ | $[U \nabla] = [U I^{-1}]$ |
| 21 | 面積ベクトル | 0 | 0 | $S = S_U[U S]$ | $[U S] = [U I^{-2}]$ |
| 28 | 力 | 0 | 0 | $F = F_U[U F]$ | $[U F] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2}]$ |
| 29 | エネルギー | 0 | 0 | $E = E_U[U E]$ | $[U E] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-2}]$ |
| 100 | 電荷 | 1 | 0 | $Q = Q_U[U Q]$ | $[U Q] = [U t^{-1} * U I^{-1}]$ |
| 103 | 電荷密度 | 1 | 0 | $\rho = \rho_U[U \rho]$ | $[U \rho] = [U I^{-3} * U t^{-1} * U I^{-1}]$ |
| 106 | 電場の強さ | 1 | 0 | $E = E_U[U E]$ | $[U E] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-3} * U I^{-1}]$ |
| 107 | 電束密度 | 3 | 0 | $\langle D^R \rangle = \langle D^I / 4\pi \rangle = \langle D^R_U[U D] \rangle = \langle D^I_U[U D] / 4\pi \rangle$ | $[U D] = [U I^{-2} * U t^{-1} * U I^{-1}]$ |
| 109 | 電位差 | 1 | 0 | $V = V_U[U V]$ | $[U V] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-3} * U I^{-1}]$ |
| 110 | 誘電率 | 3 | 0 | $\langle \epsilon^R \rangle = \langle \epsilon^I / 4\pi \rangle = \langle \epsilon^R_U[U \epsilon] \rangle = \langle \epsilon^I_U[U \epsilon] / 4\pi \rangle$ | $[U \epsilon] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-3} * U t^{-4} * U I^{-2}]$ |
| 112 | 電気抵抗 | 1 | 0 | $R = R_U[U R]$ | $[U R] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-3} * U I^{-2}]$ |
| 115 | 静電容量 | 1 | 0 | $C = C_U[U C]$ | $[U C] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-4} * U I^{-2}]$ |
| 118 | 磁束密度 | 2 | 0 | $B = B_U[U B]$ | $[U B] = [U m^{-1} * U t^{-2} * U I^{-1}]$ |
| 119 | 磁束 | 2 | 0 | $\Phi = \Phi_U[U \Phi]$ | $[U \Phi] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-2} * U I^{-1}]$ |
| 120 | 自己インダクタンス | 1 | 0 | $L = L_U[U L]$ | $[U L] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |
| 122 | 磁場の強さ | 4 | 0 | $\langle H^R \rangle = \langle H^I / 4\pi \rangle = \langle H^R_U[U H] \rangle = \langle H^I_U[U H] / 4\pi \rangle$ | $[U H] = [U I^{-1} * U I^{-1}]$ |
| 123 | 透磁率 | 4 | 0 | $\langle \mu^R \rangle = \langle \mu^I / 4\pi \rangle = \langle \mu^R_U[U \mu] \rangle = \langle \mu^I_U[U \mu] / 4\pi \rangle$ | $[U \mu] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |
| 150 | 磁荷 | 5 | 0 | $\langle Q_m^{HR} \rangle = \langle Q_m^{HI} * 4\pi \rangle = \langle Q_m^{BR} * \mu r * \mu^R \rangle = \langle Q_m^{BR} * \mu r * \mu^I * 4\pi \rangle$ $= \langle Q_m^{HR_U}[U Q_m^H] \rangle = \langle Q_m^{HI_U}[U Q_m^H] * 4\pi \rangle$ $= \langle Q_m^{BR_U}[U Q_m^B] * \mu r * \mu^R \rangle = \langle Q_m^{BR_U}[U Q_m^B] * \mu r * \mu^I * 4\pi \rangle$ | $[U Q_m^H] = [U m^{-1} * U I^{-2} * U t^{-2} * U I^{-1}]$ $[U Q_m^B] * [U \mu] = [U I^{-1} * U I^{-1}] * [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |
| 153 | 磁化率 | 5 | 0 | $\langle \chi_m^{HR} \rangle = \langle \chi_m^{HI} * (4\pi)^2 \rangle = \langle \chi_m^{BR} * \mu^R \rangle = \langle \chi_m^{BR} * \mu^I * (4\pi)^2 \rangle$ $= \langle \chi_m^{HR_U}[U \chi_m^H] \rangle = \langle \chi_m^{HI_U}[U \chi_m^H] * (4\pi)^2 \rangle$ $= \langle \chi_m^{BR_U}[U \chi_m^B] * \mu^R \rangle = \langle \chi_m^{BR_U}[U \chi_m^B] * \mu^I * (4\pi)^2 \rangle$ | $[U \chi_m^H] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ $[U \chi_m^B] * [U \mu] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |
| 200 | 真空誘電率 | 3 | 2 | $\langle \epsilon^R \rangle = \langle \epsilon^I / 4\pi \rangle = \langle \epsilon^R_U[U \epsilon] \rangle = \langle \epsilon^I_U[U \epsilon] / 4\pi \rangle$ | $[U \epsilon] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-3} * U t^{-4} * U I^{-2}]$ |
| 201 | 比誘電率 | 0 | 1 | $\langle \epsilon r \rangle = \langle \epsilon r_U[n] \rangle$ | $[n] = []$ |
| 202 | 真空透磁率 | 4 | 2 | $\langle \mu^R \rangle = \langle \mu^I * 4\pi \rangle = \langle \mu^R_U[U \mu] \rangle = \langle \mu^I_U[U \mu] * 4\pi \rangle$ | $[U \mu] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |
| 203 | 比透磁率 | 0 | 1 | $\langle \mu r \rangle = \langle \mu r_U[n] \rangle$ | $[n] = []$ |
| 205 | 光速 | 0 | 2 | $C = C_U[U C]$ | $[U C] = [U I^{-1} * U t^{-1}]$ |
| 206 | 誘電率A | 3 | 0 | $\langle \epsilon r * \epsilon^R \rangle = \langle \epsilon r * \epsilon^I / 4\pi \rangle = \langle \epsilon r * \epsilon^R_U[U \epsilon] \rangle = \langle \epsilon r * \epsilon^I_U[U \epsilon] / 4\pi \rangle$ | $[U \epsilon] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-3} * U t^{-4} * U I^{-2}]$ |
| 207 | 透磁率A | 4 | 0 | $\langle \mu r * \mu^R \rangle = \langle \mu r * \mu^I * 4\pi \rangle = \langle \mu r * \mu^R_U[U \mu] \rangle = \langle \mu r * \mu^I_U[U \mu] * 4\pi \rangle$ | $[U \mu] = [U m^{-1} * U I^{-1} * U t^{-2} * U I^{-2}]$ |

立場では、電磁気学における諸理論は、基本量を質量、長さ、時間、電流とした4元系の体系として取り扱われる。本報告においては、E-H対応有理系理論(HR系)、E-H対応非有理系理論(HI系)、E-B対応有理系理論(BR系)、E-B対応非有理系理論(BI系)の4つの体系を取り扱う。

QfAbファイルには、一つの量について、上記4体系のそれぞれに、量記号表現Q及び単位一般¹⁾を用いた数値・単位表現Q_U[UQ]を入力するためのフィールドを準備

し、量記号表現については、フィールド名を、量記号1、量記号2、量記号3、量記号4とし、HR系、HI系、BR系、BI系に対応させている。また、抽象的段階¹⁾の数値・単位表現については、フィールド名を、表現1、表現2、表現3、表現4とし、同じく、HR系、HI系、BR系、BI系に対応させる。ところで、電磁気学で使用される物理量は、上記4表現すべてが異なる訳でなく、力学量の場合、すべてが同じ表現であり、電磁気学の場合でも、1表現で済む場合、有理化と非有理化の2表現のいる場合、及び4表現がすべて異なる場合がある。表現の区別が必要な時には、量記号等に上付文字として、H、B、R、I、HR、HI、BR、BI等を付け区別している。また、具体的段階でGaussの理論体系を導出する際、各量が電気量か磁気量かの判断があるので、前記C番のフィールドを設けた。ここでは、C番が、0の時、力学量、1の時、1表現電気量、2の時、1表現磁気量、3の時、2表現電気量、4の時、2表現磁気量、5の時、4表現磁気量とした。C番を利用すれば、QfAbファイルを入力する際、1表

現であれば、HR系のフィールドのみ、2表現であれば、HR系とHI系のフィールドに、4表現の場合はすべてのフィールドに入力し、入力の無駄を除く事が出来る。また、U番は、0の時、変量、1の時、変数、2の時、定量、3の時、定数とし、具体的段階での普遍定数(定量)が扱える様にした。

QfAbファイルには、抽象的段階での数値・単位表示に使用される単位一般についてフィールドを準備してあり、単位1には、HR系及びHI系の単位一般を、単位2には、BR系、及びBI系の第1量の単位一般を、単位2Aには、BR系及びBI系の第2量の単位一般を入力する。また、これら単位一般についての、単位一般の単位系を用いた次元式¹⁾のフィールドを、次元式1、次元式2、次元式2Aとした。

著者らのPRPQ法の基本的概念は、量としての相等性であり、このQfAbファイルでは、4つの量記号1~4フィールド及び4つの表現1~4フィールドの内容は、すべて、量として等しく、大きさ及び量の次元もそれぞれ等しいものを入力する。この種の関係は、後で述べる具体的段階での各種ファイルの対応したフィールドの内容とも量として等しいとして量表現のフィールドを取り扱う (Fig. 1参照)。

一方、一つの量の単位一般と単位一般の次元式¹⁾については、有理化系と非有理化系との違いは無く、同じものを使用出来るが、E-H対応とE-B対応とでは、同じ量名でも、即ち、H系のものとB系での第一量とでは次元が異なる。ただし、単位1フィールドの内容(H系)は、単位2フィールドの内容(B系での第一量)に単位2Aの内容(B系での第二量)を掛けたものに等しく、次元式1フィールドの内容(B系での第一量)も次元式2フィールドの内容(B系での第一量)に次元式2Aフィールドの内容(B系での第二量)を掛けたものに等しいと言う関係がある。

Table 3には、抽象的段階QfAbでの電磁気学に関する物理量辞書の内容の一部を示した。

これらのデータは、CSG-IMSシステムによって自動的作成されたet-QfAb.isc(入力画面フォーマット)、et-QfAb.imo(入力ソース・プログラム)及びet-QfAb.iex(CSG-IMS中間言語で書かれ、imsIで実行される)等により入力されたものである。試作的段階でこのファイルは、十数回書き直されたが、この書き直しのために、ofm-

QfAb.imo(Over-File-Modifier)を自作し、一度入力したものをファイルごと一括移し変えている。

4.2 具体的段階の物理量単位(4元)ファイルQfUn

Table 4に、このデータベース・ファイルのフィールド及びキー・フィールドを示した。

ここで、Q番(Quantity Number)、量名(Quantity Name)は、データベース・ファイルQfAbを検索・引用するために用いるもので、キー・フィールドとした。

このファイルには、抽象的段階でのE-H対応及びE-B対応に対する単位一般の次元式から具体的段階での、即ちS I系、4元化CGesu系及び4元化CGSemu系での単位

Table 4 QfUnにおけるフィールド及びキーの定義

| インデックス | 型 | 長さ(Byte) | インデックス | 型 | 長さ(Byte) |
|--------|----|----------|--------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 14 |

| フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) | フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) |
|---------|-----|----------|---------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 14 |
| 量記号1 | 文字列 | 20 | 単次元HSI | 文字列 | 25 |
| 単次元Hs | 文字列 | 25 | 単計算Hs | 実数 | 8 |
| 単次元Hm | 文字列 | 25 | 電次元Hm | 整数 | 2 |
| 単計算Hm | 実数 | 8 | 単次元BSI | 文字列 | 25 |
| 単次元BsSI | 文字列 | 25 | 単計算BSI | 実数 | 8 |
| 単計算BsSI | 実数 | 8 | 単計算BSII | 実数 | 8 |
| 単次元Bs | 文字列 | 25 | 単次元Bss | 文字列 | 25 |
| 単計算Bs | 実数 | 8 | 単計算Bss | 実数 | 8 |
| 単計算BsI | 実数 | 8 | 単次元Bm | 文字列 | 25 |
| 電次元Bm | 整数 | 2 | 単次元Bsm | 文字列 | 25 |
| 電次元Bsm | 整数 | 2 | 単計算Bm | 実数 | 8 |
| 単計算Bsm | 実数 | 8 | 単計算BmI | 実数 | 8 |
| 単位HSI | 文字列 | 12 | 単位Hesu | 文字列 | 12 |
| 単位Hemu | 文字列 | 12 | 単位BSI | 文字列 | 12 |
| 単位BsSI | 文字列 | 12 | 単位Besu | 文字列 | 12 |
| 単位Bsesu | 文字列 | 12 | 単位Bemu | 文字列 | 12 |
| 単位Bsemu | 文字列 | 12 | | | |

の次元式を作成し、内容をフィールド単次元HSI等 (Table 4の単次元フィールド)に納め、更に、E-H対応S I系を基準とした他の体系の単位の大きさ(数値)を計算し、内容をフィールド単計算Hs等 (Table 4の単計算フィールド)に納めている。また、E-B対応については、2つの量が使用される場合もあり、第2量のある場合、単位の次元式は、フィールド単次元BsBSI等に、単位の大きさは、フィールド単計算BsBSI等に、第1量と第2量の数値の

Table 5 単位変換用リスト

| | | | |
|---|------------------|----------------|-------------------|
| 基本量の次元チェックに使用される文字 TEXT FU(7) OF 1,0C(20) OF 4 (配列定義) | | | |
| FU(1)="m" | FU(2)="l" | FU(3)="t" | FU(4)="r" |
| FU(5)="T" | FU(6)="n" | FU(7)="L" | |
| 0C(1)="s" | 0C(2)="h" | 0C(3)="/" | 0C(4)="^" |
| 0C(5)="[" | 0C(6)="]" | | |
| 基本量の単位記号 TEXT UNIT(7,3) OF 20 (配列定義) | | | |
| UNIT(1,1)="kg" | UNIT(2,1)="m" | UNIT(3,1)="s" | UNIT(4,1)="A" |
| UNIT(5,1)="K" | UNIT(6,1)="mol" | UNIT(7,1)="Cd" | (以上 S I) |
| UNIT(1,2)="g" | UNIT(2,2)="cm" | UNIT(3,2)="s" | UNIT(4,2)="esuA" |
| UNIT(5,2)="K" | UNIT(6,2)="mol" | UNIT(7,2)="Cd" | (以上 4元化CGSesu) |
| UNIT(1,3)="g" | UNIT(2,3)="cm" | UNIT(3,3)="s" | UNIT(4,3)="emuA" |
| UNIT(5,3)="K" | UNIT(6,3)="mol" | UNIT(7,3)="Cd" | (以上 4元化CGSemu) |
| S Iを基準とした基本量単位の大きさ換算表 REAL MUL(7,3) (配列定義) | | | |
| MUL(1,1)=1.0: | MUL(2,1)=1.0: | MUL(3,1)=1.0: | MUL(4,1)=1.0 |
| MUL(5,1)=1.0: | MUL(6,1)=1.0: | MUL(7,1)=1.0 | (S I) |
| MUL(1,2)=1.0E+3: | MUL(2,2)=1.0E+2: | MUL(3,2)=1.0: | MUL(4,2)=2.998E+9 |
| MUL(5,2)=1.0: | MUL(6,2)=1.0: | MUL(7,2)=1.0 | (4元化CGSesu) |
| MUL(1,3)=1.0E+3: | MUL(2,3)=1.0E+2: | MUL(3,3)=1.0: | MUL(4,3)=1.0E-1 |
| MUL(5,3)=1.0: | MUL(6,3)=1.0: | MUL(7,3)=1.0 | (4元化CGSemu) |

積を、フィールド単計算BSIT等に納めている。以上の部分は、自動的に作成、書き込み、表示を行なうが、フィールド単位HSI等 (Table 4の単位フィールド) には、作成されたデータを見ながら、入力するものである。その他、Gauss系理論を検討する際に、電流の次元が必要となるため、QfAbファイルから各種データを引用する時このデータも探し、フィールド電次元Hm等に納めている。

各レコードには、すべて4元系での単位表示を示したが、CGS系の単位は、中間段階として著者らが導入しているものである。下記の各種フィールド名でその内容を表すとすれば、

- 1 *単次元HSI
 - =単計算Hs*単次元Hs
 - =単計算Hm*単次元Hm
 - =単計算BSI*単次元BSI
 - *単計算BsSI*単次元BsSI
 - =単計算Bs*単次元Bs
 - *単計算Bss*単次元Bss
 - =単計算Bm*単次元Bm
 - *単計算Bsm*単次元Bsm
-),1)

が成立する。また、下記の関係

- 単位HSI =単次元HSI
 - 単位Hesu =単次元Hs
 - 単位Hemu =単次元Hm
 - 単位BSI =単次元BSI
 - 単位BsSI =単次元BsSI
 - 単位Besu =単次元Bs
 - 単位Besu =単次元Bss
 - 単位Bemu =単次元Bm
 - 単位BsEMU =単次元Bsm
-),2)

も成立する。

このファイルQfUnは、QfAbファイルと、両ファイルのQ番を用いてリンクされ同じQ番のレコードの次元式1, 次元式2及び次元式2Aの各フィールドの内容を参照し、この内容と入力プログラム内の変換用リスト (Table 5) とを用いて作成された内容を納めるフィールドと、このファイルで

あらたに入力する内容を納めるフィールドとの2種類のフィールドから構成されている。

このQfUnデータベース・ファイルを作成するのに、システムの作成した入力プログラムに前述の機能を追加し、1レコード毎ファイルを入力する et-QfUn.imoと、著者らの自作によるファイル毎更新するプログラム ofm-QfUn.imoを使用している。この ofm-QfUn.imoは、著者らが自作したプログラムの代表的なものであるため付録Aに示してある。作成されたQfUnより求めたE-H対応及びE-B対応に対する4元化単位の大きさ関係のリストをTable 6及びTable 7に示した。ここでは、数値を見易い様に加工し、表のスペースの関係で電磁単位系表現を先に示している。

4.3 具体的段階の物理量数値ファイルQfNm

Table 8に、このデータベース・ファイルのフィールド及びキー・フィールドを示した。前節のQfUnと同じ理由で、Q番 (Quantity Number), 量名 (Quantity Name) をキー・フィールドとした。

このデータベース・ファイルでは、各種電磁気理論での物理量数値部分を取り出し、E-H対応有理化系 (HR系) の量 Q^{HR} をSIの単位で測った場合の数値 Q^{HR}_{SI} を基準に取り、これと数値上等しいものを各フィールドに納めた。各フィールド名でその内容を表せば、数値的に、次の関係が成立する。

$$HRSI = Hesu = Hemu = BRSI = Blesu = Blemu \quad ,3)$$

上記式のフィールド中には、HR, HI, BR, BIの各系の量を、SI, 4元化CGSesu単位系, 4元化CGSemu単位系の単位で測った数値、 Q^{HR}_{SI} , Q^{HI}_{CGSesu} , Q^{HI}_{CGSemu} , Q^{BR}_{SI} , Q^{BI}_{CGSemu} 及び Q^{BI}_{CGSemu} が用いられている。この種の数値

Table. 6 E-H対応4元系に対する単位の大きさ関係 (一部分)

| Q 量名 | SI, CGSesu 及び CGSemu |
|---------------|---|
| 4 電流 I[A] | $1[A]=1[A]=10^{-1}[emuA]=10^{-1}[emuA]=2.998*10^9[esuA]=2.998*10^9[esuA]$ |
| 11 長さ l[m] | $1[m]=1[m]=10^{-2}[cm]=10^{-2}[cm]$ |
| 21 面積 2 トル | $1[m^2]=1[m^2]=10^4[cm^2]=10^4[cm^2]$ |
| 28 力 | $1[N]=1[kg^1m^1s^{-2}]=10^5[dyn]=10^5[g^1cm^1s^{-2}]$ |
| 29 仕事 2 | $1[J]=1[kg^1m^2s^{-2}]=10^7[erg]=10^7[g^1cm^2s^{-2}]$ |
| 100 電荷 | $1[C]=1[s^1A^1]=10^{-1}[emuC]=10^{-1}[s^1emuA^1]$ $=2.998*10^9[esuC]=2.998*10^9[s^1esuA^1]$ |
| 103 電荷密度 | $1[C/m^3]=1[m^{-3}s^1A^1]=10^{-7}[emuC/cm^3]=10^{-7}[cm^{-3}s^1emuA^1]$ $=2998[esuC/cm^3]=2998[cm^{-3}s^1esuA^1]$ |
| 106 電場の強さ | $1[V/m]=1[kg^1m^1s^{-3}A^{-1}]$ $=10^9[emuV/cm]=10^9[g^1cm^1s^{-3}emuA^{-1}]$ $=3.3356*10^{-5}[esuV/cm]=3.3356*10^{-5}[g^1cm^1s^{-3}esuA^{-1}]$ |
| 107 電束密度 | $1[C/m^2]=1[m^{-2}s^1A^1]=10^{-9}[emuC/cm^2]=10^{-9}[cm^{-2}s^1emuA^1]$ $=2.998*10^9[esuC/cm^2]=2.998*10^9[cm^{-2}s^1esuA^1]$ |
| 108 電束 | $1[C]=1[s^1A^1]=10^{-1}[emuC]=10^{-1}[s^1emuA^1]$ $=2.998*10^9[esuC]=2.998*10^9[s^1esuA^1]$ |
| 109 電位差 | $1[V]=1[kg^1m^2s^{-3}A^{-1}]=10^9[emuV]=10^9[g^1cm^2s^{-3}emuA^{-1}]$ $=3.3356*10^{-3}[esuV]=3.3356*10^{-3}[g^1cm^2s^{-3}esuA^{-1}]$ |

記号の上付文字は理論の区別の必要がない場合は省略される。また、下付文字もCGS静電単位系、CGS電磁単位系の区別の必要がない場合、 Q_{CGS} の様に表している。

数値HRSI等及び記号HRSI等のフィールドは、U番=1の変数、U番=2の定数、U番=3の定数の時、使用するフィールドであり、このファイルで定数等を入力している。例えば、真空中の光速C(定数、U番=2)について、

$$C = C_{SI} [m/s] = C_{CGS} [cm/s]$$

$$C_{SI} = 2.998 \times 10^8,$$

$$C_{CGS} = 2.998 \times 10^{10} \quad , 4)$$

が成立するが、数値HRSIと数値BRSIに

| | |
|-------------|--|
| 110 誘電率 | $1[F/m]=1[kg^{-1}m^{-3}s^4A^2]$ $=10^{-11}[emuF/cm]=10^{-11}[g^{-1}cm^{-3}s^4emuA^2]$ $=8.988 \times 10^9 [esuF/cm]=8.988 \times 10^9 [g^{-1}cm^{-3}s^4esuA^2]$ |
| 112 電気抵抗 | $1[\Omega]=1[kg^1m^2s^{-3}A^{-2}]=10^9[emu\Omega]=10^9[g^1cm^2s^{-3}emuA^{-2}]$ $=1.11259 \times 10^{-12} [esu\Omega]=1.11259 \times 10^{-12} [g^1cm^2s^{-3}esuA^{-2}]$ |
| 115 静電容量 | $1[F]=1[kg^{-1}m^{-2}s^4A^2]=10^{-9}[emuF]=10^{-9}[g^{-1}cm^{-2}s^4emuA^2]$ $=8.988 \times 10^{11} [esuF]=8.988 \times 10^{11} [g^{-1}cm^{-2}s^4esuA^2]$ |
| 118 磁束密度 | $1[T]=1[kg^1s^{-2}A^{-1}]=10^4[emuT]=10^4[g^1s^{-2}emuA^{-1}]$ $=3.3356 \times 10^{-7} [esuT]=3.3356 \times 10^{-7} [g^1s^{-2}esuA^{-1}]$ |
| 119 磁束 | $1[Wb]=1[kg^1m^2s^{-2}A^{-1}]=10^8[emuWb]=10^8[g^1cm^2s^{-2}emuA^{-1}]$ $=3.3356 \times 10^{-3} [esuWb]=3.3356 \times 10^{-3} [g^1cm^2s^{-2}esuA^{-1}]$ |
| 120 インダクタンス | $1[H]=1[kg^1m^2s^{-2}A^{-2}]=10^9[emuH]=10^9[g^1cm^2s^{-2}emuA^{-2}]$ $=1.11259 \times 10^{-12} [esuH]=1.11259 \times 10^{-12} [g^1cm^2s^{-2}esuA^{-2}]$ |
| 122 磁場の強さ | $1[A/m]=1[m^{-1}A^1]=10^{-3}[emuA/cm]=10^{-3}[cm^{-1}emuA^1]$ $=2.998 \times 10^7 [esuA/cm]=2.998 \times 10^7 [cm^{-1}esuA^1]$ |
| 123 透磁率 | $1[H/m]=1[kg^1m^1s^{-2}A^{-2}]=10^7[emuH/cm]=10^7[g^1cm^1s^{-2}emuA^{-2}]$ $=1.11259 \times 10^{-14} [esuH/cm]=1.11259 \times 10^{-14} [g^1cm^1s^{-2}esuA^{-2}]$ |
| 124 磁位 | $1[A]=1[A^1]=0.1[emuA]=0.1[emuA^1]$ $=2.998 \times 10^9 [esuA]=2.998 \times 10^9 [esuA^1]$ |
| 150 磁荷 | $1[Wb]=1[kg^1m^2s^{-2}A^{-1}]=10^8[emuWb]=10^8[g^1cm^2s^{-2}emuA^{-1}]$ $=3.3356 \times 10^{-3} [esuWb]=3.3356 \times 10^{-3} [g^1cm^2s^{-2}esuA^{-1}]$ |
| 153 磁化率 | $1[H/m]=1[kg^1m^1s^{-2}A^{-2}]=10^7[emuH/cm]=10^7[g^1cm^1s^{-2}emuA^{-2}]$ $=1.11259 \times 10^{-14} [esuH/cm]=1.11259 \times 10^{-14} [g^1cm^1s^{-2}esuA^{-2}]$ |
| 201 比誘電率 | $1[n]=1[n]=1[n]=1[n]$ |
| 203 比透磁率 | $1[n]=1[n]=1[n]=1[n]$ |
| 205 光速 | $1[m/s]=1[m^1s^{-1}]=10^2[cm/s]=10^2[cm^1s^{-1}]$ |

Table.7 E-B対応4元系に対する単位の大さき関係 (一部)

| Q 量名 | SI, CGSesu及びCGSemu |
|-------------|--|
| 118 磁束密度 | $1[T]=1[kg^1s^{-2}A^{-1}]=10^4[emuT]=3.3356 \times 10^{-7} [esuT]$ |
| 119 磁束 | $1[Wb]=1[kg^1m^2s^{-2}A^{-1}]=10^8[emuWb]=3.3356 \times 10^{-3} [esuWb]$ |
| 120 インダクタンス | $1[H]=1[kg^1m^2s^{-2}A^{-2}]=10^9[emuH]=1.11259 \times 10^{-12} [esuH]$ |
| 122 磁場の強さ | $1[A/m]=1[m^{-1}A^1]=2.998 \times 10^7 [esuA/cm]=10^{-3} [emuA/cm]$ |
| 123 透磁率 | $1[H/m]=1[kg^1m^1s^{-2}A^{-2}]=10^7[emuH/cm]=1.11259 \times 10^{-14} [esuH/cm]$ |
| 124 磁位 | $1[A]=1[A^1]=2.998 \times 10^9 [esuA]=10^{-1} [emuA]$ |
| 150 磁荷 | $1[A^*] \cdot 1[H/m]=1[m^1s^{-2}A^1] \cdot 1[kg^1m^1s^{-2}A^{-2}]$ ($[Wb]$) $=3.3356 \times 10^{-3} [esuA^*cm] \cdot [esuH/cm]$ ($[esuWb]$) $=10^8 [emuA^*cm] \cdot [emuH/cm]$ ($[emuWb]$) |
| 153 磁化率 | $1[n^*] \cdot 1[H/m]=1[n^*] \cdot 1[kg^1m^1s^{-2}A^{-2}]$ ($[H/m]$) $=1.11259 \times 10^{-14} [n^*] \cdot [esuH/cm]$ ($[esuH/cm]$) $=10^7 [n^*] \cdot [emuH/cm]$ ($[emuH/cm]$) |

E-B対応の単位

E-H対応の単位

Table.8 QfNmにおけるフィールド及びキーの定義

| インデックス | 型 | 長さ | インデックス | 型 | 長さ |
|--------|----|----|--------|-----|----|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |

| フィールド名 | 型 | 長さ | フィールド名 | 型 | 長さ |
|--------|-----|----|---------|-----|----|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |
| 一般HR | 文字列 | 32 | | | |
| HRSI | 文字列 | 26 | HISI | 文字列 | 26 |
| HResu | 文字列 | 46 | Hlesu | 文字列 | 46 |
| HRemu | 文字列 | 39 | Hlemu | 文字列 | 39 |
| BRSI | 文字列 | 39 | BISI | 文字列 | 39 |
| BResu | 文字列 | 64 | Blesu | 文字列 | 64 |
| BRemu | 文字列 | 64 | Blemu | 文字列 | 64 |
| 数値HRSI | 実数 | 8 | 数値HISI | 実数 | 8 |
| 数値HRsu | 実数 | 8 | 数値Hlesu | 実数 | 8 |
| 数値HRmu | 実数 | 8 | 数値Hlemu | 実数 | 8 |
| 数値BRSI | 実数 | 8 | 数値BISI | 実数 | 8 |
| 数値BRsu | 実数 | 8 | 数値Blesu | 実数 | 8 |
| 数値BRmu | 実数 | 8 | 数値Blemu | 実数 | 8 |
| 記号HRSI | 文字列 | 20 | 記号HISI | 文字列 | 20 |
| 記号HRsu | 文字列 | 20 | 記号Hlesu | 文字列 | 20 |
| 記号HRmu | 文字列 | 20 | 記号Hlemu | 文字列 | 20 |
| 記号BRSI | 文字列 | 25 | 記号BISI | 文字列 | 25 |
| 記号BRsu | 文字列 | 30 | 記号Blesu | 文字列 | 30 |
| 記号BRmu | 文字列 | 30 | 記号Blemu | 文字列 | 30 |

は、 2.998×10^8 を、記号HRSIと記号BRSIには C_{SI} を納め、同様に、数値Hlesu,数値Hlemu,数値Blesu及び数値Blemuには、 2.998×10^{10} を、記号Hlesu, …記号Blemuには、 C_{CGS} を納めている。また、U番=0の変数の場合は、数値フィールドには0を、記号フィールドには"を、U番=1の変数(理論体系の違いによらない変数)の場合は、数値フィールドには0を、記号フィールドには変数名を納めている。これらは、量関係式の検討の際用いられるフィールドである。また、このデータベース・ファイルQfNmを作成するには、通常の仕方ですシステムにQfNm.ide, QfNm.icr, QfNm.ida, QfNm.iin, et-QfNm.isc, et-

Table. 9 数値記号変換用リスト

| | |
|---|--------|
| TEXT SC(8) OF 6 | (配列定義) |
| SC(1)="u":SC(2)="s _i ":SC(3)="cgsesu":SC(4)="cgsemu" | |
| SC(5)="s _i ":SC(6)="cgs":SC(7)=SC(6) | |

位一般の次元式から導かれ、単位の大きさも次元も確定されることである。それぞれの単位の関係が確定すると、4)式の関係から数値記号の関係が確定する。即ち、抽象的段階のQfAbファイルから、具体的段階での物理量単位ファイルQfUn及び物理量数値ファイルQfNmが導かれることになる。

Table. 10 数値記号間の関係 (一部分)

| Q 量名 | 数値記号間の関係 |
|-------------|---|
| 4 電流 | $I_{SI} = I_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-10}) = I_{CGSEMU} * (10)$ |
| 11 電圧 | $V_{SI} = V_{CGS} * (10^2)$ 21 面積 ² クトル $S_{SI} = S_{CGS} * (10^{-4})$ |
| 28 力 | $F_{SI} = F_{CGS} * (10^{-5})$ 29 1初 ¹ "- $E_{SI} = E_{CGS} * (10^{-7})$ |
| 100 電荷 | $Q_{SI} = Q_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-10}) = Q_{CGSEMU} * (10)$ |
| 103 電荷密度 | $\rho_{SI} = \rho_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-4}) = \rho_{CGSEMU} * (10^7)$ |
| 106 電場の強さ | $E_{SI} = E_{CGSESU} * (2.998 * 10^4) = E_{CGSEMU} * (10^{-6})$ |
| 107 電束密度 | $\{D^R_{SI}\} = \{D^I_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-5}) / 4\pi\} = \{D^I_{CGSEMU} * (10^5) / 4\pi\}$ |
| 108 電束 | $\{V^R_{SI}\} = \{V^I_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-10}) / 4\pi\} = \{V^I_{CGSEMU} * (10) / 4\pi\}$ |
| 109 電位差 | $V_{SI} = V_{CGSESU} * (2.998 * 10^2) = V_{CGSEMU} * (10^{-8})$ |
| 110 誘電率 | $\{\epsilon^R_{SI}\} = \{\epsilon^I_{CGSESU} * (1.11259 * 10^{-10}) / 4\pi\} = \{\epsilon^I_{CGSEMU} * (10^{11}) / 4\pi\}$ |
| 112 電気抵抗 | $R_{SI} = R_{CGSESU} * (8.988 * 10^{11}) = R_{CGSEMU} * (10^{-9})$ |
| 115 静電容量 | $C_{SI} = C_{CGSESU} * (1.112594 * 10^{-12}) = C_{CGSEMU} * (10^9)$ |
| 118 磁束密度 | $B_{SI} = B_{CGSESU} * (2.998 * 10^6) = B_{CGSEMU} * (10^{-4})$ |
| 119 磁束 | $\Phi_{SI} = \Phi_{CGSESU} * (2.998 * 10^2) = \Phi_{CGSEMU} * (10^{-8})$ |
| 120 インダクタンス | $L_{SI} = L_{CGSESU} * (8.988 * 10^{11}) = L_{CGSEMU} * (10^{-9})$ |
| 122 磁場の強さ | $\{H^R_{SI}\} = \{H^I_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-8}) / 4\pi\} = \{H^I_{CGSEMU} * (10^3) / 4\pi\}$ |
| 123 透磁率 | $\{\mu^R_{SI}\} = \{\mu^I_{CGSESU} * (8.988 * 10^{13}) * 4\pi\} = \{\mu^I_{CGSEMU} * (10^{-7}) * 4\pi\}$ |
| 124 磁位 | $\{\phi^R_{SI}\} = \{\phi^I_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-10}) / 4\pi\} = \{\phi^I_{CGSEMU} * (10) / 4\pi\}$ |
| 150 磁荷 | $\{Q^m_{HR_{SI}}\} = \{Q^m_{HI_{CGSESU}} * (2.998 * 10^2) * 4\pi\} = \{Q^m_{HI_{CGSEMU}} * (10^{-8}) * 4\pi\}$ $= \{Q^m_{SI} * \mu r * \mu^R_{SI}\}$ $= \{Q^m_{CGSESU} * (3.3356 * 10^{-12}) * \mu r * \mu^I_{CGSESU} * (8.988 * 10^{13}) * 4\pi\}$ $= \{Q^m_{CGSEMU} * (10^{-1}) * \mu r * \mu^I_{CGSEMU} * (10^{-7}) * 4\pi\}$ |
| 153 磁化率 | $\{\chi^m_{HR_{SI}}\} = \{\chi^m_{HI_{CGSESU}} * (8.988 * 10^{13}) * (4\pi)^2\}$ $= \{\chi^m_{HI_{CGSEMU}} * (10^{-7}) * (4\pi)^2\} = \{\chi^m_{BR_{SI}} * \mu^R_{SI}\}$ $= \{\chi^m_{BI_{CGSESU}} * (1) * \mu^I_{CGSESU} * (8.988 * 10^{13}) * (4\pi)^2\}$ $= \{\chi^m_{BI_{CGSEMU}} * (1) * \mu^I_{CGSEMU} * (10^{-7}) * (4\pi)^2\}$ |
| 201 比誘電率 | $\{\epsilon r\} = \{\epsilon r\}$ |
| 203 比透磁率 | $\{\mu r\} = \{\mu r\}$ |
| 205 光速 | $C_{SI} = C_{CGS} * (10^{-2})$ |

QfNm.imo を作らせ、et-QfNm.imoに次の様な変更を加える。即ち、Q番を用いて、QfAb, QUn及びQfNmをリンクし、Table 9に示した数値記号変換用リストとQfAbの表示1(〜4)フィールド並びにQfUnの単計算フィールドを使用した数値記号変換プログラムを追加する。また、同じ機能を持ち、ファイル毎更新するプログラムofm-QfNm.imoを自作し、使用している。Table 10には、データベース・ファイルQfNmから作成した各種理論及び各種単位系での数値記号間の関係(一部分)を示した。

以上が4元化理論系の取り扱いの詳細であるが、著者らのPRPQ法での基本的な考え方は、量としての相等性の確認であり、一つの物理量Qについて、

$$Q = Q_U [UQ] = Q_{SI} [U_{SI}] = Q_{CGS} [UQ_{CGS}] \quad , 5)$$

(抽象的段階) = (具体的段階)

が成立すること、並びに各量の具体的単位がその量の単

4. 4 具体的段階での物理量単位(3元) ファイルQfUn3

Table 11にデータベース・ファイルQfUn3のフィールド及びキー・フィールドの定義を示した。

前述の各データベース・ファイルの場合と同様に、Q番及び量名をキーとした。

このファイルの入力の際、QfUnの単次元フィールドを参照しながら、単位の次元式中の[esuA], [emuA]を、

$$\left. \begin{aligned} [esuA] &= [g^0.5 * cm^1.5 * s^{-2}] \\ [emuA] &= [g^0.5 * cm^0.5 * s^{-1}] \end{aligned} \right\} , 6)$$

で置き換え、3元系での単位の次元式を計算し¹⁾、結果を、Table 11のフィールド、即ち、単次元3Hs, 単次元3Hm, 単次元3Bs, 単次元3Bss, 単次元3Bm及び単次元3Bsmに納め、一方、Gaussの理論の検討のために、

$$[emuA] = [esuA] * C_{CGS}^{-1} \quad , 7)$$

を使用して、4元化CGS電磁単位系の単位を4元化静電単位系の単位に変換した後、6)式により3元化したものを、単次元3HmG、単次元3BmG及び単次元3BsmGに納めている。

またTable 11のフィールド単位?には、3元系での各種単位を文献¹⁰⁾で調べ、入力した。

データベース・ファイルQfUn3を作成するために、システムが作成したものに上記機能を追加したet_QfUn3.imoと、ファイル毎更新するための、著者ら自作したプログラムofm-QfUn3.imoが使用されている。

Table 12に非有理化系での3元化単位と単位の次元式を示した。

このデータベースでは、3元化CGS静電単位系([]_s)、3元化CGS電磁単位系([]_m)での単位の次元式が示されているが、6)式による3元化の操作から、2つのある意味では独立した

体系が導かれるため、2つのCGS単位系の次元式を混在させ、次元演算を行なうことは無意味である。即ち、どちらかの体系に変換して1つの、例えば3元化静電単位系の世界の中で次元演算を行なう。Gaussの理論体系の検討の際には、この立場で単位の次元演算を行なっている。また、Table 12の3元化系の次元は文献¹³⁾のものに一致している。著者らは、4元系での量表示の世界が、本質的に古典電磁気学の理論の表現に適合した世界と捉え、6)式により形式的に3元系の2つの独立な世界を作りだしたことになる

Table.11 QfUn3におけるフィールド及びキーの定義

| インデックス | 型 | 長さ(Byte) | インデックス | 型 | 長さ(Byte) |
|--------|----|----------|--------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 14 |

| フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) | フィールド名 | 型 | 長さ(Byte) |
|----------|-----|----------|----------|-----|----------|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 14 |
| 単次元3Hs | 文字列 | 25 | 単次元3Im | 文字列 | 25 |
| 単次元3HmG | 文字列 | 30 | 単次元3Bs | 文字列 | 25 |
| 単次元3Bss | 文字列 | 25 | 単次元3Bm | 文字列 | 25 |
| 単次元3BmG | 文字列 | 30 | 単次元3Bsm | 文字列 | 25 |
| 単次元3BsmG | 文字列 | 30 | | | |
| 単位Hesu3D | 文字列 | 12 | 単位Hemu3D | 文字列 | 12 |
| 単位Besu3D | 文字列 | 20 | 単位Besu3D | 文字列 | 12 |
| 単位Bsmu3D | 文字列 | 12 | 単位Bemu3D | 文字列 | 12 |
| 単位Bsmu3G | 文字列 | 20 | 単位Bsmu3D | 文字列 | 12 |
| 単位Bsmu3G | 文字列 | 20 | | | |

が、単位の大きさについてはTable 6、Table 7に示された関係がTable 12でも維持され、4元系の立場で検討される。即ち、6)式及び7)式で3元化表示に変換されても、単位の大きさは変化せず、単に次元表現が変わったと言う立場を取る。数値記号の関係については、4元系及び3元系の両方に、Table 10に示された関係が使用出来るとしている。

Table.12 非有理化系での3元化単位と単位の次元式 (一部分)

| | | | |
|------------|--|---|---------------------------|
| 4 電流 | $[CGSes_u]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-2}]_s$ | $[CGSem_u]=[g^0.5*cm^0.5*s^{-1}]_m$ | |
| 11 力 | $[cm^{-1}]=[cm^{-1}]$ | 20 面積 | $[cm^2]=[cm^2]$ |
| 28 力 | $[dyn]=[g^1*cm^1*s^{-2}]$ | 29 仕事 | $[erg]=[g^1*cm^2*s^{-2}]$ |
| 100 電荷 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-1}]_s$ | $[CGEemu]=[g^0.5*cm^0.5]_m$ | |
| 103 電荷密度 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^{-1.5}*s^{-1}]_s$ | $[CGSemu]=[g^0.5*cm^{-2.5}]_m$ | |
| 106 電場の強さ | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^{-0.5}*s^{-1}]_s$ | $[CGSemu]=[g^0.5*cm^0.5*s^{-2}]_m$ | |
| 107 電束密度 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^{-0.5}*s^{-1}]_s$ | $[CGSemu]=[g^0.5*cm^{-1.5}]_m$ | |
| 108 電束 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-1}]_s$ | $[CGSemu]=[g^0.5*cm^0.5]_m$ | |
| 109 電位差 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^0.5*s^{-1}]_s$ | $[CGSemu]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-2}]_m$ | |
| 110 誘電率 | $[Dn]=[]_s$ | $[s^2/cm^2]=[cm^{-2}*s^2]_m$ | |
| 112 電気抵抗 | $[s/cm]=[cm^{-1}*s^1]_s$ | $[cm/s]=[cm^1*s^{-1}]_m$ | |
| 115 静電容量 | $[cm]=[cm^1]_s$ | $[s^2/cm]=[cm^{-1}*s^2]_m$ | |
| 118 磁束密度 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^{-1.5}]_s$ | | |
| | $[G]=[g^0.5*cm^{-0.5}*s^{-1}]_m$ | $[CGSemu]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^{-1.5}]_m$ | |
| 119 磁束 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^0.5]_s$ | | |
| | $[Mx]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-1}]_m$ | $[CGSemu]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^0.5]_m$ | |
| 120 インタックス | $[s^2/cm]=[cm^{-1}*s^2]_s$ | | |
| | $[cm]=[cm^1]_m$ | $[s^2/cm]*C_{CGS}^{-2}=[cm^{-1}*s^2]_m$ | |
| 122 磁場の強さ | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^0.5*s^{-2}]_s$ | | |
| | $[Oe]=[g^0.5*cm^{-0.5}*s^{-1}]_m$ | $[CGSemu]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^0.5*s^{-2}]_m$ | |
| 123 透磁率 | $[s^2/cm^2]=[cm^{-2}*s^2]_s$ | | |
| | $[Dn]=[]_m$ | $[s^2/cm^2]*C_{CGS}^{-2}=[cm^{-2}*s^2]_m$ | |
| 124 磁位 | $[CGSesu]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-2}]_s$ | | |
| | $[Gilbert]=[g^0.5*cm^0.5*s^{-1}]_m$ | $[CGSemu]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^1.5*s^{-2}]_m$ | |
| 150 磁荷 | $[CGSesu^H]=[g^0.5*cm^0.5]_s$ | | |
| | $[CGSemu^H]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-1}]_m$ | $[CGSemu]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^0.5]_m$ | |
| | $[CGSesu^H]*[s^2/cm^2]=[g^0.5*cm^2.5*s^{-2}]_s$ | $[cm^{-2}*s^2]_m$ | |
| | $[CGSemu^H]*[Dn]=[g^0.5*cm^1.5*s^{-1}]_m$ | $[]_m$ | |
| | $[CGSesu^H]*[s^2/cm^2]*C_{CGS}^{-1}=[g^0.5*cm^2.5*s^{-2}]_s$ | $[cm^{-2}*s^2]_m$ | |
| 153 磁化率 | $[s^2/cm^2]=[cm^{-2}*s^2]_s$ | | |
| | $[Dn]=[]_m$ | $[s^2/cm^2]*C_{CGS}^{-2}=[cm^{-2}*s^2]_m$ | |
| | $[n]*[s^2/cm^2]=[]_s$ | $[]_m$ | |
| | $[n]*[Dn]=[]_m$ | $[n]*[s^2/cm^2]*C_{CGS}^{-2}=[]_m$ | |
| 201 比誘電率 | $[n]=[]$ | 203 比透磁率 | $[n]=[]$ |
| 205 光速 | $[cm/s]=[cm^1*s^{-1}]$ | | |

Gauss単位系表示の際使用、[]_s:CGS静電単位系次元式、[]_m:CGS電磁単位系次元式

4. 5 具体的段階の物理量数値ファイルQfNm-1

Table. 13 QfNm-1におけるフィールド及びキーの定義

| インデックス | 型 | 長さ | インデックス | 型 | 長さ |
|--------|-----|----|--------|-----|----|
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |
| フィールド名 | 型 | 長さ | フィールド名 | 型 | 長さ |
| Q番 | 整数 | 2 | 量名 | 文字列 | 16 |
| 一般HR | 文字列 | 22 | | | |
| HRSI | 文字列 | 30 | HISI | 文字列 | 40 |
| HResu | 文字列 | 56 | Hlesu | 文字列 | 56 |
| HRemu | 文字列 | 56 | Hlemu | 文字列 | 56 |
| BRSI | 文字列 | 32 | BISI | 文字列 | 42 |
| BResu | 文字列 | 57 | Blesu | 文字列 | 57 |
| BRemu | 文字列 | 57 | Blemu | 文字列 | 57 |

Table. 14 QfNm-1の内容 (一部分)

| Q | 量名 | 数値記号間関係 | Q | 量名 | 数値記号間関係 |
|-----|-----------|--|----|--------|--|
| 1 | 質量 | $m_{CGS} = 10^3 * m_{SI}$ | 2 | 長さ | $l_{CGS} = 10^2 * l_{SI}$ |
| 3 | 時間 | $t_{CGS} = 1 * t_{SI}$ | | | |
| 4 | 電流 | $I_{CGSesu} = 2.998 * 10^9 * I_{SI}, I_{CGSemu} = 10^{-1} * I_{SI}$ | | | |
| 8 | 位置 | $r_{CGSesu} = 10^2 * r_{SI}$ | 9 | 位置ベクトル | $r_{CGS} = 10^2 * r_{SI}$ |
| 10 | 位置SAベクトル | $s_{CGS} = 10^2 * s_{SI}$ | 11 | ポテンシャル | $\nabla_{CGS} = 10^{-2} * \nabla_{SI}$ |
| 20 | 面積 | $S_{CGS} = 10^4 * S_{SI}$ | 21 | 面積ベクトル | $S_{CGS} = 10^4 * S_{SI}$ |
| 22 | 体積 | $V_{CGS} = 10^6 * V_{SI}$ | 23 | 密度 | $d_{CGS} = 10^{-3} * d_{SI}$ |
| 24 | 速度 | $v_{CGS} = 10^2 * v_{SI}$ | 25 | 加速度 | $a_{CGS} = 10^2 * a_{SI}$ |
| 26 | 運動量 | $m_{CGS} = 10^3 * m_{SI}$ | 27 | 角運動量 | $L_{CGS} = 10^7 * L_{SI}$ |
| 28 | 力 | $F_{CGS} = 10^5 * F_{SI}$ | 29 | トルク | $E_{CGS} = 10^7 * E_{SI}$ |
| 30 | 電力 | $P_{CGS} = 10^7 * P_{SI}$ | | | |
| 100 | 電荷 | $Q_{CGSesu} = 2.998 * 10^9 * Q_{SI}, Q_{CGSemu} = 10^{-1} * Q_{SI}$ | | | |
| 103 | 電荷密度 | $\rho_{CGSesu} = 2.998 * 10^3 * \rho_{SI}, \rho_{CGSemu} = 10^{-7} * \rho_{SI}$ | | | |
| 104 | 真電荷密度 | $\rho^T_{CGSesu} = 2.998 * 10^3 * \rho^T_{SI}, \rho^T_{CGSemu} = 10^{-7} * \rho^T_{SI}$ | | | |
| 106 | 電場の強さ | $E_{CGSesu} = 3.33556 * 10^{-5} * E_{SI}, E_{CGSemu} = 10^6 * E_{SI}$ | | | |
| 107 | 電束密度 | $D^I_{CGSesu}/4\pi = 2.998 * 10^5 * D^R_{SI}, D^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-5} * D^R_{SI}$ | | | |
| 108 | 電束 | $\Psi^I_{CGSesu}/4\pi = 2.998 * 10^9 * \Psi^R_{SI}, \Psi^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-1} * \Psi^R_{SI}$ | | | |
| 109 | 電位差 | $V_{CGSesu} = 3.3356 * 10^{-3} * V_{SI}, V_{CGSemu} = 10^8 * V_{SI}$ | | | |
| 110 | 誘電率 | $\epsilon^I_{CGSesu}/4\pi = 8.9880 * 10^9 * \epsilon^R_{SI}, \epsilon^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-11} * \epsilon^R_{SI}$ | | | |
| 111 | 電流密度 | $J_{CGSesu} = 2.998 * 10^5 * J_{SI}, J_{CGSemu} = 10^{-9} * J_{SI}$ | | | |
| 112 | 電気抵抗 | $R_{CGSesu} = 1.1126 * 10^{-12} * R_{SI}, R_{CGSemu} = 10^9 * R_{SI}$ | | | |
| 113 | 抵抗率 | $\rho_{CGSesu} = 1.1126 * 10^{-10} * \rho_{SI}, \rho_{CGSemu} = 10^{11} * \rho_{SI}$ | | | |
| 114 | 導電率 | $\kappa_{CGSesu} = 8.988 * 10^9 * \kappa_{SI}, \kappa_{CGSemu} = 10^{-11} * \kappa_{SI}$ | | | |
| 115 | 静電容量 | $C_{CGSesu} = 8.988 * 10^{11} * C_{SI}, C_{CGSemu} = 10^{-9} * C_{SI}$ | | | |
| 116 | 誘電分極 | $P_{CGSesu} = 2.998 * 10^5 * P_{SI}, P_{CGSemu} = 10^{-5} * P_{SI}$ | | | |
| 117 | 電気感受率 | $\chi_{CGSesu} = 8.988 * 10^9 * \chi_{SI}, \chi_{CGSemu} = 10^{-11} * \chi_{SI}$ | | | |
| 118 | 磁束密度 | $B_{CGSesu} = 3.3356 * 10^{-7} * B_{SI}, B_{CGSemu} = 10^4 * B_{SI}$ | | | |
| 119 | 磁束 | $\Phi_{CGSesu} = 3.3356 * 10^{-3} * \Phi_{SI}, \Phi_{CGSemu} = 10^8 * \Phi_{SI}$ | | | |
| 120 | 自己インダクタンス | $L_{CGSesu} = 1.1126 * 10^{-12} * L_{SI}, L_{CGSemu} = 10^9 * L_{SI}$ | | | |
| 121 | 相互インダクタンス | $M_{CGSesu} = 1.1126 * 10^{-12} * M_{SI}, M_{CGSemu} = 10^9 * M_{SI}$ | | | |
| 122 | 磁場の強さ | $H^I_{CGSesu}/4\pi = 2.998 * 10^7 * H^R_{SI}, H^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-3} * H^R_{SI}$ | | | |
| 123 | 透磁率 | $\mu^I_{CGSesu}/4\pi = 1.1126 * 10^{-14} * \mu^R_{SI}, \mu^I_{CGSemu}/4\pi = 10^7 * \mu^R_{SI}$ | | | |
| 124 | 磁位 | $\phi^I_{CGSesu}/4\pi = 2.998 * 10^9 * \phi^R_{SI}, \phi^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-1} * \phi^R_{SI}$ | | | |
| 125 | 磁気抵抗 | $R^I_{CGSesu}/4\pi = 8.988 * 10^{11} * R^R_{SI}, R^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{-9} * R^R_{SI}$ | | | |
| 150 | 磁荷 | $Q^{mHI}_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-3} * Q^{mHR}_{SI}, Q^{mHI}_{CGSemu}/4\pi = 10^8 * Q^{mHR}_{SI}$ $Q^{mBI}_{SI} * \mu^R * \mu^R_{SI} = Q^{mHR}_{SI}, Q^{mBI}_{CGSesu} * \mu^R * \mu^I_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-3} * Q^{mHR}_{SI}$ $Q^{mBI}_{CGSemu} * \mu^R * \mu^I_{CGSemu}/4\pi = 10^8 * Q^{mHR}_{SI}$ | | | |
| 151 | 磁気モーメント | $m^{mHI}_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-1} * m^{mHR}_{SI}, m^{mHI}_{CGSemu}/4\pi = 10^{10} * m^{mHR}_{SI}$ $m^{mBI}_{SI} * \mu^R * \mu^R_{SI} = m^{mHR}_{SI}, m^{mBI}_{CGSesu} * \mu^R * \mu^I_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-1} * m^{mHR}_{SI}$ $m^{mBI}_{CGSemu} * \mu^R * \mu^I_{CGSemu}/4\pi = 10^{10} * m^{mHR}_{SI}$ | | | |
| 152 | 磁化 | $M^{mHI}_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-7} * M^{mHR}_{SI}, M^{mHI}_{CGSemu}/4\pi = 10^4 * M^{mHR}_{SI}$ $M^{mBI}_{SI} * \mu^R_{SI} = M^{mHR}_{SI}, M^{mBI}_{CGSesu} * \mu^I_{CGSesu}/4\pi = 3.3356 * 10^{-7} * M^{mHR}_{SI}$ $M^{mBI}_{CGSemu} * \mu^I_{CGSemu}/4\pi = 10^4 * M^{mHR}_{SI}$ | | | |

従来の電磁気学諸体系での単位の換算表¹¹⁾との比較検討のために、QfNmファイルを使用して吟味することも出来ないことはないが、この種の検討のために、QfNmファイルでの関係での変数と関数との関係をいれかえたものを作成し、QfNm-1データベース・ファイルとした。そのフィールド及びキーの定義をTable 13に示した。このファイルを作成するためのプログラムを、QfNmファイルの場合と同様な手続きで作成し、et-QfNm-1.imo 及び ofm-QfNm-1.imoと呼んでいる。

また、それぞれの量についての各種理論体系で使用されている数値記号間の関係をTable 14に示した。

5. 考察

『はじめに』の項でも述べた様に、著者らの量関係式処理法 (PRPQ法)¹⁾⁵⁾での考え方が、CSG-IMSデータベース・システムを用いた知識ベース的な量関係式表現変換システムの構築方針となり、その基礎的段階での物理量辞書システムの構造が、前項までに詳しく述べた様に、一応完成された状態となった。この種のシステムは、関連した辞書の内容が豊かになって、はじめて有効なシステムとなるもので、これからの物理量の入力次第と言える。

| | | |
|-----|-------|--|
| 153 | 磁化率 | $\chi m^{H1}_{CGSesu} * (4\pi)^2 = 1.1126 * 10^{-14} * \chi m^{HR}_{SI}$, $\chi m^{H1}_{CGSemu} * (4\pi)^2 = 10^7 * \chi m^{HR}_{SI}$ $\chi m^{BR}_{SI} * \mu r^{\circ}_{SI} = \chi m^{HR}_{SI}$, $\chi m^{B1}_{CGSesu} * \mu^{10}_{CGSesu} * (4\pi)^2 = 1.1126 * 10^{-14} * \chi m^{HR}_{SI}$ $\chi m^{B1}_{CGSemu} * \mu^{10}_{CGSemu} * (4\pi)^2 = 10^7 * \chi m^{HR}_{SI}$ |
| 154 | 磁荷密度 | $\rho m^{H1}_{CGSesu} * 4\pi = 3.3356 * 10^{-9} * \rho m^{HR}_{SI}$, $\rho m^{H1}_{CGSemu} * 4\pi = 10^2 * \rho m^{HR}_{SI}$ $\rho m^{B1}_{SI} * \mu r * \mu r^{\circ}_{SI} = \rho m^{HR}_{SI}$, $\rho m^{B1}_{CGSesu} * \mu r * \mu^{10}_{CGSesu} * 4\pi = 3.3356 * 10^{-9} * \rho m^{HR}_{SI}$ $\rho m^{B1}_{CGSemu} * \mu r * \mu^{10}_{CGSemu} * 4\pi = 10^2 * \rho m^{HR}_{SI}$ |
| 200 | 真空誘電率 | $\epsilon^{10}_{CGSesu} / 4\pi = 8.988 * 10^9 * \epsilon^{R0}_{SI}$, $\epsilon^{10}_{CGSemu} / 4\pi = 10^{-11} * \epsilon^{R0}_{SI}$ |
| 201 | 比誘電率 | ϵr |
| 202 | 真空透磁率 | $\mu^{10}_{CGSesu} * 4\pi = 1.1126 * 10^{-14} * \mu^{R0}_{SI}$, $\mu^{10}_{CGSemu} * 4\pi = 10^7 * \mu^{R0}_{SI}$ |
| 203 | 比透磁率 | μr 204 4π 4π 205 光速度 $C_{CGS} = 10^2 * C_{SI}$ |
| 206 | 誘電率 A | $\epsilon r * \epsilon^{10}_{CGSesu} / 4\pi = 8.988 * 10^9 * \epsilon r * \epsilon^{R0}_{SI}$, $\epsilon r * \epsilon^{10}_{CGSemu} / 4\pi = 10^{-11} * \epsilon r * \epsilon^{R0}_{SI}$ |
| 207 | 透磁率 A | $\mu r * \mu^{10}_{CGSesu} * 4\pi = 1.1126 * 10^{-14} * \mu r * \mu^{R0}_{SI}$, $\mu r * \mu^{10}_{CGSemu} * 4\pi = 10^7 * \mu r * \mu^{R0}_{SI}$ |

Table 15 従来のMKS単位とCGS単位の比較表¹¹⁾

| 量 | MKS単位 | CGS電磁単位 | CGS静電単位 |
|---------|--------------------|---|---|
| (力学的量) | | | |
| 力 | 1 N (ニュートン) | =10 ⁵ dyn (ダイン) | |
| エネルギー | 1 J (ジュール) | =10 ⁷ erg (エルグ) | |
| 電力 | 1 W (ワット) | =10 ⁷ erg/s | |
| (電気的量) | | | |
| 電位 | 1 V (ボルト) | =10 ⁸ emu | =1/(3 x 10 ²) esu |
| 電界の強さ | 1 V/m | =10 ⁶ emu | =1/(3 x 10 ⁴) esu |
| 電流 | 1 A (アンペア) | =10 ⁻¹ emu | =3 x 10 ⁹ esu |
| 電流密度 | 1 A/m ² | =10 ⁻⁵ emu | =3 x 10 ⁵ esu |
| 抵抗 | 1 Ω (オーム) | =10 ⁹ emu | =1/(9 x 10 ¹¹) esu |
| 抵抗率 | 1 Ω・m | =10 ¹¹ emu | =1/(9 x 10 ⁹) esu |
| 導電率 | 1 S/m | =10 ⁻¹¹ emu | =9 x 10 ⁹ esu |
| 電荷 | 1 C (クーロン) | =10 ⁻¹ emu | =3 x 10 ⁹ esu |
| 誘電束 | 1 C | =4π/10 emu | =4π x 3 x 10 ⁹ esu |
| 電束密度 | 1 C/m ² | =4π/10 ⁹ emu | =4π x 3 x 10 ⁹ esu |
| 静電容量 | 1 F (ファラド) | =10 ⁻⁹ emu | =9 x 10 ¹¹ esu |
| 誘電率 | 1 F/m | =4π/10 ¹¹ emu | =4π x 9 x 10 ⁹ esu |
| (磁氣的量) | | | |
| 磁位 | 1 A | =4π/10 (ギルバート) | =12π x 10 ⁹ esu |
| 磁界の強さ | 1 A/m | =4π/10 ³ (インテグランド) | =12π x 10 ⁷ esu |
| 磁束 | 1 Wb (ウェーバ) | =10 ⁸ (マクスウェル) | =1/(3 x 10 ²) esu |
| 磁束密度 | 1 T | =10 ⁴ (ガウス) | =1/(3 x 10 ⁶) esu |
| 磁荷 | 1 Wb | =10 ⁸ /4π emu | =1/(4π x 3 x 10 ²) esu |
| 磁化の強さ | 1 T | =10 ⁴ /4π emu | =1/(4π x 3 x 10 ⁶) esu |
| インダクタンス | 1 H | =10 ⁹ emu | =1/(9 x 10 ¹¹) esu |
| 磁気抵抗 | 1 A/Wb | =4π/10 ⁹ emu | =4π x 9 x 10 ¹¹ esu |
| 透磁率 | 1 H/m | =10 ⁷ /4π emu | =1/(4π x 9 x 10 ¹³) esu |
| 磁化率 | 1 H/m | =10 ⁷ /(4π) ² emu | =1/(16π ² x 9 x 10 ¹³) emu |

5. 1 電磁気学諸理論での各量の諸単位

この電磁気学に関する物理量辞書システムの構成は、著者らの報告^{1),2)}で述べた概念を具体化したもので、各物理量の単位一般、単位一般の単位系を用いた単位の次元式概念が、単位系決定前の段階(抽象的段階)でQfAbファイルに用いられ、これが、具体的段階のQfUnファイルで各種単位系の単位を導く基礎となっている。この際、4元化単位の大きさ関係、単位の次元式も、システムが自動的

計算し、フィールドに納める様にプログラム化している。さらにQfUn3ファイルの作成の際には、QfUnファイルの非有理化系について、4元化単位を、6)式を用いて3元化したのが、その単位の大きさには変化がない。即ち、数値関係は、Table 10 及び Table 14の内容が3元化系にも使用出来ることになる。

著者らの、QfUnで自動的に作られた単位換算表Table 6及びTable 7は、現在、電磁気学の教科書¹¹⁾、科学大辞典¹²⁾で使用されているものと4πが分母か分子に入るだけ異なる量がある。

この問題が著者らの研究の切っ掛けとなった訳で、各量について各種電磁気理論での等量のをQfAbファイルでの1~4の量記号フィールド、表示フィールドに、量として等しい内容を納め、これと自動的に導いた

単位換算表とから数値関係換算表Table 10及びTable 14を自動的に求めた。前述の様に、これらは3元系でも使用され、現在使用されている単位換算表の内容^{11),12)}は、この数値換算表での、下付文字S Iのついている数値記号を1とした時の下付文字CGSesu等の数値記号の値に一致する。参考のために教科書の単位換算表¹¹⁾をTable 15に引用した。

5. 2 電磁気学諸理論の枠組み

この電磁気学についての量関係式表現変換システムの概要をFig. 1に示したが、これは、本報告で詳しく述べた電磁気学辞書システムの部分と、まだ試作的段階ではあるが十分な機能を持ち、次の報告で述べる予定の量関係式表現変換システムの部分とから構成される。電磁気学諸理論の枠組みについては、次報で詳しく述べるが、後者のシステムにより、抽象的段階でのRfAbファイルから具体的段階の諸量関係式、即ち、E-H対応及びE-B対応での有理化系諸量関係式(SI使用)、同じく非有理化系諸量関係式(CGS静電単位, CGS電磁単位, 及びCGS-Gauss単位使用)が自動的に導かれ、一応、電磁気学諸理論の枠組みが完成したと考えている。

6. おわりに

これまで、著者らが提案する量関係式処理法(PRPQ法)の、各種分野への適用の問題を中心に報告してきたが¹⁾⁻⁵⁾、本報告では、初めて、PRPQ法の適用した内容、即ち、ここでは電磁気学の諸理論の法則等を、知識ベース化し、これについて詳細に検討し、その構築の仕方及び結果を報告した。

この種の知識ベースの構築は、この構築それ自体、論文を書くのと同じく、試みと失敗の繰り返しの中で、即ち、再構築の繰り返しの中で完成して行くものである。さらに、観点を変えた知識ベースの再構築が必要となるかもしれない。一方、この知識ベースに納められる内容が豊かになる程、有効で、より高度なシステムと変質するものである。

本報告の内容は、この種の研究の第一歩である。

文 献

- 1) 谷岡 守・河合雅弘：津山工業高等専門学校紀要、第25号(1987),11
- 2) 谷岡 守・河合雅弘：津山工業高等専門学校紀要、第24号(1986),77
- 3) 谷岡 守 : 津山工業高等専門学校紀要、第23号(1985),87
- 4) 谷岡 守・河合雅弘：津山工業高等専門学校紀要、第27号(1989),47
- 5) 谷岡 守・河合雅弘：津山工業高等専門学校紀要、第28号(1990),55
- 6) (株) 星光電子：CSG-IMS日本語リレーショナル・データベース 導入編 (1989)
- 7) (株) 星光電子：CSG-IMS日本語リレーショナル・データベース 操作編 (1989)
- 8) (株) 星光電子：CSG-IMS日本語リレーショナル・データベース 入門応用編(1989)
- 9) (株) 星光電子：CSG-IMS日本語リレーショナル・データベース 文法編 (1989)
- 10) 玉虫文一等編集：岩波 理化学辞典 第3版(1971), p.1489, 岩波書店
- 11) 電気学会：基礎電磁気学(1989), オーム社,p.251
- 12) 国際科学振興財団：科学大辞典(1985),丸善
- 13) 高橋勲ら：基礎物理学概説下(1989),共立出版, p.94

付録A QfUnファイル更新用プログラム

ofm-QfUn.imo

旧ファイルQfUn.ida, QfUn.iin, を/H3/DBq-rf99-Testに置き、作業用ディレクトリにet-QfUn.isc, QfUn.ide, QfUn.icr, 及びデータベース定義直後のQfUn.ida, QfUn.iinを置いて、ofm-QfUn.imoをコンパイルして得られたofm-QfUn.iexを起動する。

```

MODULE ofm_QfUn.ix
NOTE Update_DBprpq_Q_Concrete_Unit_Expression V.1.1
NOTE (C) COPYRIGHT 1991_6_9, By Mamoru TANIOKA and
Masahiro KAWAI
NOTE QfUn:Concrete Unit FILE V.1.1
NOTE (C) COPYRIGHT 1991_6_9, By Mamoru TANIOKA and
Masahiro KAWAI
NOTE
LOCATE 22,1
PRINT "(C) ofm_QfUn.imo, 1991/6/10, COPYRIGHT By
M.TANIOKA and M.KAWAI"
LOCATE 23,1:SHELL "date"
INTEGER FQAQnum(100),i,j,t
OPEN 'QfAb': FIND LAST: t=RECORD: FIND FIRST
FOR i=1 TO t
  FQAQnum(i)=QfAb.Q番: LOCATE 24,1
  PRINT "QfAb.Q番(read)";FQAQnum(i): FIND NEXT
NEXT i
CLOSE ALL
OPEN 'QfUn': FIND FIRST
FOR i=1 TO t
  QfUn.Q番=FQAQnum(i): LOCATE 24,21
  PRINT "QfUn.Q番(insert)";QfUn.Q番: INSERT
  FIND NEXT
NEXT i
NOTE Variables
  TEXT DTEST70 OF 70: TEXT DTEST6 OF 6
TEXT DTEST100 OF 100
TEXT DCA(7,3) OF 6: TEXT DCC(7,6,3) OF 6
TEXT DCC1(7,6,3) OF 20
REAL DCAI(7,3):REAL DCCI(7,6,3): REAL DCR(7,6,3)
REAL DCCII(7,6,3),ii,IJ,IK,IL,IM,IN,IO,IP,IQ,IQ1
REAL RTEST, RTEST1, RTEST2
NOTE Notation of generalized Unit
  TEXT FU(7) OF 1 :FU(1)="m":FU(2)="l":FU(3)="t"
FU(4)="r":FU(5)="T":FU(6)="n":FU(7)="L"
NOTE UNIT_Tables
  TEXT UNIT(7,3) OF 20
UNIT(1,1)="kg":UNIT(2,1)="m":UNIT(3,1)="s"
UNIT(4,1)="A": UNIT(5,1)="K":UNIT(6,1)="mol"
UNIT(7,1)="Cd"
UNIT(1,2)="g":UNIT(2,2)="cm":UNIT(3,2)="s"
UNIT(4,2)="esuA":UNIT(5,2)="K":UNIT(6,2)="mol"
UNIT(7,2)="Cd"
UNIT(1,3)="g":UNIT(2,3)="cm":UNIT(3,3)="s"
UNIT(4,3)="emuA":UNIT(5,3)="K":UNIT(6,3)="mol"
UNIT(7,3)="Cd"
NOTE QC_Characters
  TEXT OC(20) OF 4
OC(1)="=":OC(2)="*":OC(3)="/" :OC(4)="^"
OC(5)="[":OC(6)="]"
NOTE MUL_Tables
  REAL MUL(7,3)
MUL(1,1)=1.0:MUL(2,1)=1.0:MUL(3,1)=1.0:MUL(4,1)=1.0
MUL(5,1)=1.0:MUL(6,1)=1.0:MUL(7,1)=1.0

```

```

MUL(1,2)=1.0E+3:MUL(2,2)=1.0E+2:MUL(3,2)=1.0
MUL(4,2)=2.998E+9:MUL(5,2)=1.0:MUL(6,2)=1.0
MUL(7,2)=1.0
MUL(1,3)=1.0E+3:MUL(2,3)=1.0E+2:MUL(3,3)=1.0
MUL(4,3)=1.0E-1:MUL(5,3)=1.0:MUL(6,3)=1.0
MUL(7,3)=1.0
NOTE
  OPEN 'QfAb': OPEN 'h3/DBq_rf98_Test/QfUn' AS AAA
LINK QfAb KEY Q番 TO QfUn QfUn.Q番
LINK AAA KEY Q番 TO QfUn QfUn.Q番
FIND QfUn KEY Q番 FIRST
FOR i=1 TO t
  GOSUB QfileAInput:GOSUB QfileUInput
  LOCATE 24,44: PRINT "QfUn.Q番(update)";QfUn.Q番
  UPDATE:GOSUB DimClear:FIND NEXT
NEXT i:CLOSE ALL:LOCATE 23,44:SHELL "date":END
NOTE QfileInput
  LABEL QfileAInput
QfUn.量名=QfAb.量名:QfUn.量記号1=QfAb.量記号1
IF QfAb.Q番<999 THEN
  IK=1: DTEST70=QfAb.次元式1: GOSUB JIGEN
  IF QfAb.C番=5 THEN
    IK=2: DTEST70=QfAb.次元式2 : GOSUB JIGEN
    IK=3: DTEST70=QfAb.次元式2A: GOSUB JIGEN
  ELSE
    IK=2: DTEST70=QfAb.次元式1 : GOSUB JIGEN
  ENDIF
ENDIF
IK=1:IJ=1:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元HSI =DTEST70
IK=1:IJ=2:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Hs =DTEST70
IK=1:IJ=3:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Hm =DTEST70
IK=2:IJ=1:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元BSI =DTEST70
IK=3:IJ=1:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元BsSI=DTEST70
IK=2:IJ=2:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Bs =DTEST70
IK=3:IJ=2:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Bss=DTEST70
IK=2:IJ=3:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Bm =DTEST70
IK=3:IJ=3:GOSUB UNITinsert:QfUn.単次元Bsm=DTEST70
IJ=2:IK=1:IM=2:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Hs =RTEST
IJ=3:IK=1:IM=3:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Hm =RTEST
IJ=1:IK=2:IM=1:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算BSI =RTEST
IJ=1:IK=3:IM=1:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算BsSI=RTEST
  QfUn.単計算BSIT=QfUn.単計算BSI*QfUn.単計算BsSI
IJ=2:IK=2:IM=2:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Bs =RTEST
IJ=2:IK=3:IM=2:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Bss =RTEST
  QfUn.単計算BsT =QfUn.単計算Bs *QfUn.単計算Bss
IJ=3:IK=2:IM=3:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Bm =RTEST
IJ=3:IK=3:IM=3:GOSUB CalcUnit:QfUn.単計算Bsm =RTEST
  QfUn.単計算BmT =QfUn.単計算Bm *QfUn.単計算Bsm
RETURN
NOTE JIGEN
  LABEL JIGEN
IN=LENGTH(DTEST70):DTEST70=MID$(DTEST70,2,IN-2)+"**"
FOR II=1 TO 7
  IF DTEST70<>"*" THEN
    IN=LENGTH(DTEST70):IL=SUBSTR("****",DTEST70)

```

```

DTEST6=MID$(DTEST70,2,IL-2)
FOR IJ=1 TO 7
  IF LEFT$(DTEST6,1)=FU(IJ) THEN
    DCA(IJ,IK)=DTEST6
    IF LENGTH(DTEST6)=1 THEN
      DCAI(IJ,IK)=1
    ELSE
      IQ=LENGTH(DTEST6)
      DCAI(IJ,IK)=REAL(MID$(DTEST6,3,IQ-2))
    ENDIF
  ENDIF
NEXT IJ
DTEST70=MID$(DTEST70,IL+1,IN-IL)
ENDIF
NEXT II
RETURN
NOTE UNITinsert
  LABEL UNITinsert
FOR II=1 TO 7
  IF DCAI(II,IK) <> 0.0 THEN
    DCC1(II,IJ,IK)=UNIT(II,IJ)
    DCC(II,IJ,IK) =UNIT(II,IJ)
    DCCII(II,IJ,IK)=DCAI(II,IK)
    DCCI(II,IJ,IK) =DCAI(II,IK)
  ENDIF
NEXT II
IF DCC1(4,2,IK) <> "" THEN
  DCC1(1,2,IK)="g"
  DCCII(1,2,IK)=DCCII(1,2,IK)+0.5*DCCII(4,2,IK)
  DCC1(2,2,IK)="cm"
  DCCII(2,2,IK)=DCCII(2,2,IK)+1.5*DCCII(4,2,IK)
  DCC1(3,2,IK)="s"
  DCCII(3,2,IK)=DCCII(3,2,IK)-2.0*DCCII(4,2,IK)
  DCC1(4,2,IK)="" :DCCII(4,2,IK)=0.0
ENDIF
IF DCC1(4,3,IK) <> "" THEN
  DCC1(1,3,IK)="g"
  DCCII(1,3,IK)=DCCII(1,3,IK)+0.5*DCCII(4,3,IK)
  DCC1(2,3,IK)="cm"
  DCCII(2,3,IK)=DCCII(2,3,IK)+0.5*DCCII(4,3,IK)
  DCC1(3,3,IK)="s"
  DCCII(3,3,IK)=DCCII(3,3,IK)-1.0*DCCII(4,3,IK)
  DCC1(4,3,IK)="" :DCCII(4,3,IK)=0.0
ENDIF:DTEST70="" :DTEST100=""
FOR II=1 TO 7
  IF DCCI(II,IJ,IK) <> 0.0 THEN
    DTEST70=DTEST70+DCC(II,IJ,IK) + ""
    +TEXT(DCCI(II,IJ,IK)) + ""
  ENDIF
  IF DCCII(II,IJ,IK) <> 0.0 THEN
    DTEST100=DTEST100+DCC1(II,IJ,IK) + ""
    +TEXT(DCCII(II,IJ,IK)) + ""
  ENDIF
NEXT II
IF DTEST70 <> "" THEN
  IQ =LENGTH(DTEST70)
  DTEST70 = "["+LEFT$(DTEST70, IQ-1) + "]"
ENDIF
IF DTEST100 <> "" THEN
  IQ1=LENGTH(DTEST100)
  DTEST100="["+LEFT$(DTEST100,IQ1-1) + "]"
ENDIF
RETURN
NOTE CalcUnit
  LABEL CalcUnit
RTEST=1.0
FOR II=1 TO 7
  IF DCCI(II,IJ,IK) <> 0 THEN
    IF DCCI(II,IJ,IK) > 0 THEN
      IQ=DCCI(II,IJ,IK)
      FOR IL=1 TO IQ
        RTEST=RTEST*MUL(II,IM)
      NEXT IL
    ELSE
      IQ=-DCCI(II,IJ,IK)
      FOR IL=1 TO IQ
        RTEST=RTEST/MUL(II,IM)
      NEXT IL
    ENDIF
  ENDIF
NEXT II
RETURN
NOTE DimClear
  LABEL DimClear
FOR II=1 TO 7
  FOR IK=1 TO 3
    DCA(II,IK)="" : DCAI(II,IK)=0.0
    NOTE DCAI(II,IK)="" : DCAII(II,IK)=0.0
    FOR IJ=1 TO 6
      DCC(II,IJ,IK)="" :DCCI(II,IJ,IK)=0.0
      DCC1(II,IJ,IK)="" :DCCII(II,IJ,IK)=0.0
    NEXT IJ
  NEXT IK
NEXT II
RETURN
NOTE QfileUInput
  LABEL QfileUInput
QfUn. 単位HSI = AAA. 単位HSI
QfUn. 単位Hesu = AAA. 単位Hesu
QfUn. 単位Hemu = AAA. 単位Hemu
QfUn. 単位BSI = AAA. 単位BSI
QfUn. 単位BsSI = AAA. 単位BsSI
QfUn. 単位Besu = AAA. 単位Besu
QfUn. 単位Bsesu = AAA. 単位Bsesu
QfUn. 単位Bemu = AAA. 単位Bemu
QfUn. 単位Bsemu = AAA. 単位Bsemu
QfUn. 電次元Hm = AAA. 電次元Hm
QfUn. 電次元Bm = AAA. 電次元Bm
QfUn. 電次元Bsm = AAA. 電次元Bsm
RETURN

```