行列演算による統制勘定の締切手続き

簱　本　智　之

概要：本稿では，簿記の標準的な手続きに照らして，行列演算による簿記の可能性を探る。複式簿記公理（岡田2021）に準拠した仕訳を行列で表現することで，勘定締切手続きを行和を求める行列と列差額を求める行列の特殊な行列との積で行うことができることを示す。この特殊な行列は行列の構造，すなわち行と列の数，行の時間間隔，列の順序にのみ依存するので，唯一の行列となり，締切手続きの正確性を保証する。行列と表計算ソフトとの相性を考えると，行列積による勘定締切は汎用性がある。しかし，行列サイズの問題を置くとしても，会計帳簿を補助元帳まで含むとすると，実際単価計算の必要性が行列演算での簿記を成立させないという短所もあろう。また，行列による可視化を尊重する立場からは，被統制勘定も行列に含めることは可視化水準を下げてしまうという短所もある。

1　問題意識

本稿の構成は次のとおりである。まず，いかなる学科目においても初学者が円滑に学び続けることができるよう教授法の検討は常に行われなければならないところ，原価計算の学習では特有の問題がある点を指摘する。そうした問題意識の中，岡田氏による複式方程式公理の提唱に着目し，その内容を検討し，応用法として仕訳と転記過程を行列[1)][2)]に置き換えることを提案する。行列と

1）行列を簿記に導入する行列簿記は勘定の借方を列に，貸方を行にするものであり，仕訳の複式記入を簡略化するもの（礒本2018）であり，本稿では借方と貸方は列

その演算を通じた学習方法にはメリットもあるが，デメリットも存在し，今後，教授法の開発にあって残された課題をまとめる。

原価計算は，初級簿記を学習し終え，財務諸表論を学習し始めた頃，並列的に学習するものが多い。ところが，原価計算の学習教材は簿記と財務諸表の関係を理解していることを前提に執筆されていることが多く，ここが，初学者の円滑な学習を阻害しているところである。すなわち，原価計算特有の勘定処理が初級の簿記，多くの場合，商業簿記のことであるが，それらとは大きく異なる点が多い。勘定連絡図を示して，統制勘定間の関係を理解させることになっているが，勘定間の振替手続きに習熟していないため，勘定連絡図がなかなか理解できない。勘定連絡図で示す勘定は統制勘定であるが，そもそも統制勘定と被統制勘定の関係を理解している必要がある。しかし，売掛金と得意先元帳，買掛金と仕入先元帳の学習に時間を割かないためか，材料，部門，仕掛品，製品といった統制勘定と材料元帳，部門費集計表，部門費配賦表，原価元帳といった多数の補助元帳との関係がなかなか定着しないようである。そして，補助元帳を多用するため，学習者は仕訳に注意が向かなくなり，製品原価は計算できるが，仕掛品勘定の記入はできないといった学習者が多いのである。さらに，原価計算期末に原価計算を行うので，期中は費目別計算以外は勘定内容が不明であり，仕訳を行い勘定に転記しながら原価計算を進めていくという感覚は欠如しがちである。もっとも予定価格や原価標準を使う時は，期中でも一部は転記が可能となるが，これらの論点は実際価格や実際原価を学習した後に直面するので，一度，仕訳と転記の関係を見失った学習者が論点を追加されて，学習が促進されるわけではないことは容易に理解できよう。転記の関係で言えば，部門別計算のように，貸借に同額が転記され，次月繰越がなく実質的に消えてしまう勘定があるので勘定の理解が困難であることも教育者は見逃すべきでは

で表現する。

2）行列を使う原価計算として構造行列があるが，原価要素と給付を行列で構造化したものであり，原価計算による生産過程の可視化を目指すものであるため（小林 2021），本稿とは目的が異なる。

ない。原価計算を学習した後，管理会計に学習が進んだ際，資本コストに注目することになるが，本来機会原価なので，事後的にも会計記録としては見えにくい点も原価計算・管理会計が会計の一分野でありながら抱えている宿命的な困難である。

2　岡田氏による複式簿記公理の提唱

こうした教育現場で格闘しながら原価計算や管理会計を1996年から教授してきたが，2021年に岡田氏による複式簿記公理に出会った。公理の内容は次のとおりである。

t期中のj番目に起こった取引の仕訳記録は次の等式を満たす：

$$a_{ij}^{td} + l_{ij}^{td} + e_{ij}^{td} + r_{ij}^{td} + n_{ij}^{td} = a_{ij}^{tc} + l_{ij}^{tc} + e_{ij}^{tc} + r_{ij}^{tc} + n_{ij}^{tc}$$

ここで，

t：離散時間であり最小単位期間（例えば，月次）

j：t期中の取引順序

$a_{\mathrm{i}} \in A$：資産要素の集合Aに含まれる要素iの金額，非負整数

$l_{\mathrm{i}} \in L$：負債要素の集合Lに含まれる要素iの金額，非負整数

$e_{\mathrm{i}} \in E$：費用要素の集合Eに含まれる要素iの金額，非負整数

$r_{\mathrm{i}} \in A$：収益要素の集合Rに含まれる要素iの金額，非負整数

$n_{\mathrm{i}} \in A$：純資産要素の集合Nに含まれる要素iの金額，非負整数

d：借方

c：貸方。

この公理のもとで簿記の常識を定理として証明している。定義，公理，定理といった展開方法は数学基礎論に基づいたもので厳密性を担保している。岡田（2021）によると，4つの定理が証明とともに示され，補題としてIjiriの行列簿記に関する命題も証明されている。4つの定理は次のようなものである：

定理1：合計試算表の貸借一致

定理2：残高試算表の貸借一致

定理3：損益による精算表の貸借不一致

定理4：Ijiri-conditionにおける$\Delta Wealth^{t} = Income^{t}$の成立

定理1から3までは初級簿記の内容なので，ここでは説明は省く。定理4でのIjiri-conditionとは資本取引が期中になかったことを指すことだけを述べるだけで十分であろう。

3　複式簿記公理の応用

岡田氏の提唱が複式簿記の原理に関するものであると理解すれば，内容自体は難しいものではない。その特徴は次のように整理できる：

① 五大計算要素の並列による仕訳の原理。
② 貸借対照表等式とは異なる。
③ 期間公準を設けずに体系化。
④ 期間を会計制度として付け加える。
⑤ 損益振替，次期繰越は翌期の記録のために限定している。

貸借対照表等式による取引の分析は米国の教科書に多く見受けられたものであるが，我が国の教科書でも使われている。桜井（2022，27頁）では次のような取引分析が示され，期末の勘定残高と貸借対照表の関係を説明している。

	資産					=	負債		＋資本
取引	現金	＋売掛金	＋有価証券	＋商品	＋備品	=	買掛金	＋借入金	＋資本金
期首	300					=			300
①	−150				+150	=			
②	−100			+450		=	+350		
③ a		+375				=			+375
b				−250		=			−250
④	+125	−125				=			
⑤	−100		+100			=			
⑥	+200					=		+200	
⑦	−225					=	−225		
⑧	−20					=			−20
⑨	+5					=			+5
差額	35	+250	+100	+200	+150	=	125	+200	+410

さて，複式簿記公理も応用として，5大計算要素を借方と貸方で示しながら，期中の全取引順序からなる行列を考え，期首の残高以外は全て0（ゼロ）を入力してある行列に取引毎に仕訳を上書きする形で入力していくこととする。入力された行列を取引行列と呼ぶことにする。そして行列に関する演算を通じて，取引行列に対して勘定の合計や貸借差額，振替を行うことを考える。

行列の演算は数学的には，次の3つが定められている[3)]：

演算1：加法

同型の行列に対して，

A+B=B+A

A+(B+C)=(A+B)+C

交換則と結合則が成り立つ

演算2：乗法

$(m, n)\times(n, p)=(m, p)$ となる型の行列に対して

$A\times B=C$

結合則のみ成り立つ

3）本来，行列は線形代数として，線形の方程式を効率良く解くために使われれるが，本稿では方程式を考えるわけではなく，取引行列に対して特定の行列を乗じることで，合計，差額，振替を可視化するために使う。

演算３：スカラー倍
　実数を行列の全要素に乗じる

　取引行列は仕訳と転記の同一化を図ることができる。貸借対照表等式は負の整数も扱うが，非負の整数を扱う複式簿記公理に則るので仕訳の考え方と整合的であり，簿記の初学者にとって分かりやすい。また，取引行列に入力することは転記したことも意味するので，仕訳と転記のプロセスを簡略して理解することが可能であろう。期中取引と決算取引も取引行列は時間順に入力していくので，決算整理前と決算整理後で勘定にどのような違いが出てくるのかも一覧できる。決算整理で行う合計試算表や残高試算表の作成は取引行列に対して特定の行列を乗じることで計算できる。残高試算表を計算で表示した後，損益振替手続きを行うことになるが，この手続きも特定の行列を乗じることで計算できる。全ての勘定について残高を計算し，損益振替をすると，貸借対照表系統の勘定の次期繰越額が決定される。かくして次期の取引行列の準備が行われる。
　では，乗じる特定の行列はいかなるものであろうか。各勘定について時間順で累積していくと，期末の行は合計試算表を意味することとなる。
　行列の演算を図解するため，取引行列としてＭを考える。

$$\mathbb{M}=\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

　この行列Ｍについて時間順に累積するためには左から次の行列を乗じると良い。

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

　この行列は対角から下がすべて１である下三角行列である。乗法の結果は次のとおりである：

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} a & b & c \\ a+d & b+e & c+f \\ a+d+g & b+e+h & c+f+i \end{bmatrix}$$

　ついで，各勘定について時間順を保ったまま貸借差額を求めるためには，取

引行列の右から次の行列を乗じると良い。なお，取引行列Ｍの第１列から第３列の差を第１列とし，第３列は全て０（ゼロ）とする。

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

この行列は，単位行列で消去したい列を０にし，その分-1を移行している。乗法の結果は次のとおりである。

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} a-c & b & 0 \\ d-f & e & 0 \\ g-i & h & 0 \end{bmatrix}$$

なお，これら２つの演算を同時に行っても良い。ただし，行列の乗法では交換則が一般には成り立たないので，累積は左から，差額は右から乗じなければならないことには留意すべきである。

特殊な演算として取引行列の要約表示，すなわち，勘定科目を要約して列数を減らすことも可能である。例えば，取引行列を資産，負債，資本，費用，収益の５大計算要素に要約すると，取引を説明しながら財務諸表のイメージも掴みやすくなるであろう。

4　取引行列のメリット

メリットとしてまず, 取引行列自体は保存される点が挙げられる。すなわち，累積・貸借差額は取引行列に対する演算なので，別シートで計算できる。取引行列自体は上書きされることは無く保存されるのである。

また，取引行列の行と列の数および勘定科目を確定すると，累積と貸借差額で乗じる行列も確定する。期中での残高も計算できるわけである。

原価計算制度として予定価格を使うと仕入，製造，販売の連鎖を時系列的に可視化することができる。全部原価計算と直接原価計算の対比もより鮮明にすることができよう。

要約表示は柔軟に行うことが可能なので，要約表示（列数の削減）は期末だけではなく，期中でも可能であるし，資産の期中平均の意味が分かりやすくな

るのではなかろうか。また，整理後試算表と利益処分の仕訳だけに焦点を当てることも可能であり，資本コストの実現値も視覚化できよう。

5 デメリットと課題

① 補助元帳との統合

得意先元帳のような補助元帳では金額しか記入しないので，取引行列との統合はさほど困難ではない。売掛金XX商店のような統制勘定と補助元帳勘定を合成した勘定を採用すれば良い。

材料元帳，原価元帳のような補助元帳は数量×単価＝金額で記入される。この乗法をどのように取引行列へ組み込むかが課題となる。階層化して金額を取引行列で参照させる方法が考えられるが，取引行列との連携は注意深く行う必要が出てくる。

払出単価は平均法では期末にならないと判明しない。先入先出法であれば払出時に判明するが，残高で単価を区別したり，if関数を使うなど行列とは無関係な特殊処理が必要となる。ここに予定価格を用いるインセンティブがある。配賦基準量の把握も期末にならないと判明しない。この点に関連して，実務での会計ソフトの利用では，標準原価制度の採用が少なくないのではないか。

② 取引行列のサイズ

コンピュータが安価になったとは言え，行列のサイズは実務上問題である。職務分掌を厳格化して取引範囲を細分化しないと，入力と保全が実務上困難になる。製品数も行列サイズに影響する。パナソニックのレッツノートとタフブックはかつて60,000品番まであり，生産計画のコンピュータ化は最近になって実現した（大河原2022）という。関連して，次のような説明も原価計算システムの設計では忘れてはいけないことである。「筆者（尾畑先生）が，キャプランに「製品の収益性を判断するのには貢献利益法が適切ではないですか」と質問したところ，「テキストではせいぜい数種類の製品が前提とされているにす

ぎないが，実際にはたとえば１万種類など非常にたくさんの製品があるのが普通であり，そのような状況では，製品単位当たりの原価と売価を比較して採算を判断せざるをえないのだ」ということであった。一見非常にプリミティブにみえるが，製品単位当たりの製品原価が実務上は重要であることを気づかされたエピソードである。」（尾畑2020，33頁）

参考文献

礒本光広（2018）『行列簿記の現代的意義―歴史的経緯と構造の視点から―』創成社。

岡田幸彦（2021）「複式簿記構造（原理）の数学的再考―いくつかの基礎的な証明を添えて―」『日本簿記学会第36回関東部会・統一論題（報告要旨）』27-28頁。

尾畑裕（2020）「制度外製品原価計算論序説」『経営会計レビュー』第１巻第１号，30-44頁。

小林哲夫（2021）「経営意思決定と原価計算システムとのインターラクション」『経営会計レビュー』第２巻第１号，1-14頁。

桜井久勝（2022）『財務会計講義第23版』中央経済社。

ギルバート・ストラング（著）松崎公紀・新妻弘（訳）（2015）『ストラング：線形代数イントロダクション』近代科学社。