

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

小 平 裕

1. はじめに
2. モデルの定式化
3. ベンチマーク均衡データセット
4. GAMS 入力ファイル
5. 結果のまとめ

1. はじめに

本稿の目的は、数理計画法解法プログラム GAMS を利用した応用一般均衡分析の練習として、中間投入のあるモデル age 2 を構築することである。これは、前稿（小平 (2002)）の基本モデル age 1 の拡張にあたる。

基本モデル age 1 から本稿のモデル age 2 への唯一の変更点は、生産過程に中間投入を取り入れることであり、それを除けば本稿のモデルは基本モデルと全く同一である。すなわち、以下のような経済が想定される。2 種類の商品（CA と CB）と 2 種類の生産要素（労働 L と資本 K）があり、経済主体として 2 つの企業（FA と FB）と 2 つの家計（HA と HB）が存在する。企業は生産要素と商品の中間投入を使い商品を生産して、財市場に供給する。生産に必要な生産要素は要素市場において家計から、商品の中間投入は財市場において企業から購入される。企業は、自分の生産技術を制約として、収入と生産費用の差として定義される利潤が最大になるように生産計画を立案する（すなわち、要素需要、中間需要、商品供給を計画する）。家計は財市場において企業から商品を需要し消費する。家計は、要素市場における要素（労働と資本）供給から獲得する所得を制約として、消費の

効用が最大になるように商品需要を計画する。何れの経済主体も価格受容者として行動する。また、モデルをオペレーショナルなものとするために、家計の効用関数および企業の生産関数は Cobb-Douglas 型の関数形で与えられるものと仮定する。

2. モデルの定式化

本稿でも、応用一般均衡分析を行うのに GAMS を使用することを考慮して、前稿に引き続き、変数の添え字を表すのに集合を利用する。こうすることによって、GAMS の集合命令 SETS を用いることができ、GAMS のプログラミングが容易になる。このモデルでも、変数の添え字を表すのに以下の集合を使用する。

$a \in A = \{FA, FB\}$	企業 = {企業 FA, 企業 FB}
$c \in C = \{CA, CB\}$	商品 = {商品 CA, 商品 CB}
$f \in F = \{K, L\}$	生産要素 = {資本 K, 労働 L}
$h \in H = \{HA, HB\}$	家計 = {家計 HA, 家計 HB}

また、GAMS は大文字、小文字を区別しないが、内生変数を表すには大文字を使い、パラメーター（固定値あるいは外生的な値をもつ変数を含む）を表すには小文字を使う、また数量を表す変数あるいはパラメーターは 1 文字目を Q あるいは q で始める、商品価格を表す場合には P あるいは p で始める、要素価格を表す場合には W あるいは w で始めるという前稿の約束を、本稿でも引き続き維持することにする。パラメーターは次の通りである。

cpi = 消費者価格指数 CPI

$cwts_c$ = 消費者価格指数 CPI における商品 c の加重

ica_{ca} = 企業 a の産出 1 単位当たりの商品 c の中間投入量

qfs_f = 要素 f の供給量

$shry_{hf}$ = 要素 f の総要素所得のうち家計 h への分配率

α_{hc} = 家計 h の効用関数における商品 c の係数 (商品 c への支出割合)

β_{fa} = 企業 a の生産関数における要素 f の係数 (要素 f への分配率)

λ_a = 企業 a の生産関数の規模係数 (効率性パラメーター)

θ_{ac} = 企業 a の活動水準 1 単位当たりの商品 c の産出量

モデルの方程式体系は次により与えられる。

(i) 生産および商品ブロック

Cobb-Douglas 型の生産技術を想定するので、企業 a の生産関数は

$$(1) \quad QA_a = \lambda_a \prod_{f \in F} QF_{fa}^{\beta_{fa}} \quad a \in A$$

と表される。ただし、 QA_a は企業 a の産出量、 QF_{fa} は要素 f の投入量である。Cobb-Douglas 型生産関数の場合には、生産要素 f への要素報酬支払額 $WF_f QF_{fa}$ は生産額 $PA_a QA_a$ の一定割合 β_{fa} となることから、生産要素 f の要素 (逆) 需要関数は

$$(2) \quad WF_f = \frac{\beta_{fa} PA_a QA_a}{QF_{fa}} \quad f \in F, a \in A$$

により与えられる。ただし、 WF_f は要素 f の要素価格 (資本ならば賃貸率、労働ならば賃金率) である。(1) と (2) の 2 式は基本モデルと同じである。

本稿で新たに付け加えられた特徴である生産における中間投入については、固定係数 (Leontief 技術) を想定する。中間投入の固定係数を ica_{ca} とすると、商品 c に対する企業 a の中間需要 $QINT_{ca}$ は、

$$(3) \quad QINT_{ca} = ica_{ca} QA_a \quad c \in C, a \in A$$

により与えられる。

企業 a の価格 PA_a は当該企業の産出 1 単位当たりの価値に等しいから、

$$(4) \quad PA_a = \sum_{c \in C} \theta_{ac} P_c \quad a \in A$$

により与えられる。次に、企業 a の付加価値価格 PVA_a は企業価格 PA_a から中間投入額を差し引いたものになる。ここで、産出 1 単位当たりの中間投入額は $\sum_{c \in C} P_c ica_{ca}$ に等しいから、企業の付加価値価格は

$$(5) \quad PVA_a = PA_a - \sum_{c \in C} P_c ica_{ca} \quad a \in A$$

により与えられる。

商品 c の市場生産量は、両企業の商品 c の生産量 $\theta_{ac}QA_a$ の和となる。

$$(6) \quad Q_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac}QA_a \quad c \in C$$

基本モデルとの比較をまとめると、中間投入を導入したことにより、式 (3) および (5) が新たに追加されたことになる。

(ii) 制度ブロック

このブロックは家計行動を説明しているので、モデル拡張による影響を受けない。具体的には、家計 h が要素 f から受け取る要素所得 YH_{hf} は、総要素供給 $\sum_{a \in A} QF_{fa}$ に対する総要素所得 $WF_f \sum_{a \in A} QF_{fa}$ の一定割合 $shry_{hf}$ として与えられるから、

$$(7) \quad YF_{hf} = shry_{hf}WF_f \sum_{a \in A} QF_{fa} \quad h \in H, f \in F$$

と表される。家計 h の総所得 YH_h は、資本からの要素所得 YF_{hK} と労働からの要素所得 YF_{hL} の和として与えられるから、

$$(8) \quad YH_h = \sum_{f \in F} YF_{hf} \quad h \in H$$

と表される。効用関数が⁸ Cobb-Douglas 型の場合には、家計 h の商品 c に対する支払額 $P_c QH_{ch}$ は所得 YH_h の一定割合 α_{hc} になるから、需要 QH_{ch} は、

$$(9) \quad QH_{ch} = \frac{\alpha_{hc} YH_h}{P_c} \quad c \in C, h \in H$$

により与えられる。

以上のように、このブロックの方程式は基本モデルと変わらない。

(iii) 体系制約ブロック

ここでは、中間投入を導入したことの影響は、財市場にのみ表れる。

要素市場のバランス条件は、基本モデルと同様に

$$(10) \quad \sum_{a \in A} QF_{fa} = qfs_f \quad f \in F$$

により与えられる。

財市場の供給側には変更はない。モデル拡張による影響は需要側に表れ、基本モデルにあった家計による最終需要に加えて、企業による中間需要が新たに追加される。財市場のバランス条件は

$$(11) \quad Q_c = \sum_{h \in H} QH_{ch} + \sum_{a \in A} QINT_{ca} \quad c \in C$$

と書き換えられる。

最後に、価格正規化方程式は基本モデルと同じである。

$$(12) \quad \sum_{c \in C} c wts_c P_c = cpi$$

3. ベンチマーク均衡データセット

ベンチマーク均衡として、次のような社会勘定行列（表1）で与えられる数値例¹⁾を考えよう。同時に、仮設均衡として、資本ストックが10パーセント増加した場合を想定する。

応用一般均衡分析の慣習に倣って、ベンチマーク均衡における全ての財

1) この数値例は、Lofgren (1999) による。

表 1 ベンチマーク均衡の社会勘定行列

	企業		商品		資本 労働		家計		合計
	FA	FB	CA	CB	K	L	HA	HB	
企業	FA		225						225
	FB		250						250
商品	CA	60 40					50 75		225
	CB	40 60					100 50		250
資本 労働	K	63 95							158
	L	62 55							117
家計	HA				90 60				150
	HB				68 57				125
合計	225	250	225	250	158	117	150	125	

(商品と生産要素)の価格は1に等しいものとする。したがって、社会勘定行列に示されている数値は各財の取引額(需要額と供給額)や所得であるが、ベンチマーク均衡では全ての価格は1とされるので、これらは数量(商品と生産要素の需要量、供給量)に等しくなる。ただし、式(4)、(5)から明らかかなように、商品 c の価格 P_c と企業 a の付加価値価格 PVA_a が同時に1になることはありえない。ここでは、商品価格 P_c のベンチマーク均衡値を1とし、これを基準として社会勘定行列に示される産出1単位当たりの中間投入額 $\sum_{c \in C} P_c \cdot ica_{ca}$ を考慮して企業の付加価値価格 PVA_a を算出する。

社会勘定行列(表1)の(例えば)企業FAの行を横に読み進むと、企業FAはベンチマーク均衡では商品CAを125(金額)生産していることが分かる。次に商品CAの行を横に読み進むと、企業FAが中間需要としてこの商品を60、企業FBが40、また家計HAが最終需要として50、家計HBが75(何れも金額)購入していることも分かる。生産要素の労働Lの行を横に読み進むと、労働は企業FAから62、企業FBから55の要素所得を得ていることが分かる。次に、例えば企業FAの列を下方に読

むと、企業 FA は中間需要としての商品 CA に 60、商品 CB に 40 購入し、また資本 L に要素所得 63、労働 L に要素所得 62 を支払っていることが分かる。

以上をまとめると、企業 FA はベンチマーク均衡では、資本 K を 63 単位（＝資本の要素所得 $63 \div$ 要素価格 1）、労働 L を 62 単位（＝労働の要素所得 $62 \div$ 要素価格 1）雇用し、また中間投入として商品 CA を 60 単位（＝商品 CA の中間需要額 $60 \div$ 商品価格 1）、商品 CB を 40 単位（＝商品 CB の中間需要額 $40 \div$ 商品価格 1）を使用して、商品 CA を 225 単位（＝生産額 $225 \div$ 商品価格 1）生産しており、これらは中間投入として企業 FA へ 60 単位（＝取引額 $60 \div$ 商品価格 1）、企業 FB へ 40 単位（＝取引額 $40 \div$ 商品価格 1）、最終需要として家計 HA へ 50 単位（＝取引額 $50 \div$ 商品価格 1）、家計 HB へ 75 単位（＝取引額 $75 \div$ 商品価格 1）配分されていることが明らかになる。

次に、家計 HA の行を横に読み進むと、この家計は労働所得 60 と資本所得 90（何れも金額）を得ていることが分かる。また、家計 HA の列を下方に読むと、家計 HA は商品 CA に 50、商品 CB に 100（何れも金額）支出していることが分かる。以上をまとめると、家計 HA は初期賦存量として労働 L を 60 単位（＝労働の要素所得 $60 \div$ 要素価格 1）、資本 K を 90 単位（＝資本の要素所得 $90 \div$ 要素価格 1）保有しており、これらを供給して総額 150 の所得を得ており、最終需要として商品 CA を 50 単位（＝商品 CA の需要額 $50 \div$ 商品価格 1）と商品 CB を 100 単位（＝商品 CB の需要額 $100 \div$ 商品価格 1）を購入していることが読みとれる。

4. GAMS 入力ファイル

上で検討した一般均衡体系について、数理計画法解法プログラム GAMS を使って、一般均衡を求めて（再現テスト）、続いて資本ストックが 10 パーセント増加した場合の仮設均衡も求めてみよう。2 節で検討したモデルと、3 節で準備したベンチマーク均衡データセットに基づく一般均衡体系

を GAMS コードで表したファイルが、表 2 である。表の左側の数字は説明のために付けた行番号であり、GAMS 入力には無関係である。基本モデルと異なる箇所については、行番号に*（アスタリスク）を付けた。

入力ファイルでは、モデル名 (1 行)、添え字の集合 (12-43 行)、パラメーター (46-60 行)、変数 (62-77 行) を宣言した後、79 行以下において方程式の宣言と定義を行う。生産および商品ブロックの生産関数 (1)、要素 (逆) 需要関数 (2)、(3) の中間需要 $QINT_{ca}$ 、(4) の企業価格 PA_a 、(5) の付加価値価格 PVA_a 、(6) の市場生産量 Q_c はそれぞれ 104 行、106 行、110 行、112 行、114 行で定義される。

制度ブロックの (7) の家計 h の要素所得 YF_{hf} の定義は 119 行で、(8) の総所得 YH_h の定義は 121 行で、(9) の商品需要 QH_{ch} の定義は 123 行で与えられている。最後に、体系制約ブロックの要素市場バランス条件 (10) と財市場バランス条件 (11) はそれぞれ 128 行と 130-131 行で定義され、価格正規化方程式 (12) は 133 行で定義される。

モデル宣言 (136-141 行) の後、初期値としてベンチマーク均衡の社会勘定行列が 143-156 行にわたって与えられ、入力チェックが行われる (159-166 行)。つづいて、171-177 行において初期パラメーターが宣言される。価格 (財価格、企業価格、要素価格) については、1 という初期値が代入される (182-184 行)。その他の初期パラメーターの値は、185-212 行においてカラブレイションにより算出される。変数にも初期値を代入し (215-228 行)、パラメーターと変数の初期値 (ベンチマーク均衡の均衡値) を示す (231-239 行)。

ここでは、1 つの LOOP 文の中で再現テストと基本ストックが 10% 増加した場合のシミュレーションを行う。246-279 行はそのための準備であり、282-314 行が、計算を行う LOOP 文である (286 行に SOLVE 令がある)。316-321 行は、求めた解に基づく社会勘定行列の整合性を確認する。最後に、325-330 行は結果を報告させるための表示命令 DISPLAY である。

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

表 2 モデル Aage 2 の入力ファイル

```

*1 $TITLE AGE2
2 $OFFUPPER
*3 *$ONSYMXREF
4
5 *INTRODUCTION=====
6 $ONTEXT
7
8 AGE2 = Extended Model with Intermediate Demand
9
10 $OFFTEXT
11
12 *SETS=====
13
14 SETS
15
16 AC global set (SAM accounts and other items)
17 /FA firm fa
18 FB firm fb
19 CA commodity ca
20 CB commodity cb
21 K capital
22 L labor
23 HA household ha
24 HB household hb
25 TOTAL total account in SAM /
26
27 ACNT(AC) all elements in AC except total
28
29 A(AC) firms
30 /FA, FB/
31
32 C(AC) commodities
33 /CA, CB/
34
35 F(AC) factors
36 /K, L/
37
38 H(AC) households
39 /HA, HB/
40
41
42 ALIAS(AC,ACP); ALIAS(C,CP); ALIAS(F,FP);
43 ACNT(AC) = YES; ACNT('TOTAL') = NO; ALIAS(ACNT,ACNTP);
44
45
46 *PARAMETERS=====
47
48 PARAMETERS

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

49
50 cpi          consumer price index
51 cwts(C)     weight of commodity c in the CPI
*52 ica(C,A)   firm a's intermediate input of commodity c
53 qfs(F)      supply of factor f
54 shry(H,F)   household h's share in factor f's income
55
56 alpha(C,H)  commodity c's share in household h's spending
57 beta(F,A)   household h's share in firm a's value-added
58 lambda(A)   scale parameter for firm a's production
59 theta(A,C)  commodity c's output per unit of production by firm a
60 ;
61
62 *VARIABLES=====
63
64 VARIABLES
65
66 P(C)        price of commodity c
67 PA(A)       price of firm a
*68 PVA(A)    value-added (or net) price for firm a
69 Q(C)        output level for commodity c
70 QA(A)       production level of firm a
71 QF(F,A)     firm a's demand of factor f
72 QH(C,H)     household h's demand of commodity c
*73 QINT(C,A) firm a's intermediate demand of commodity c
74 WF(F)       price of factor f
75 YF(H,F)     household h's income from factor f
76 YH(H)       income of household h
77 ;
78
79 *EQUATIONS=====
80
81 EQUATIONS
82
83 *PRODUCTION AND COMMODITY BLOCK+++++++
84 PRODFN(A)   firm a's production function
85 FACDEM(F,A) firm a's demand for factor f
*86 INTDEM(C,A) firm a's intermediate demand for commodity c
87 OUTPUTFN(C) output of commodity c
88 PADEF(A)    price for firm a
*89 PVADEF(A)  value-added price for firm a
90
91 *INSTITUTION BLOCK+++++++
92 FACTRNS(H,F) transfer from factor f to household h
93 HHDINC(H)   income of household h
94 HHDEM(C,H)  household h's demand of commodity c
95
96 *SYSTEM CONSTRAINT BLOCK+++++++
97 FACTEQ(F)   market balance for factor f
98 COMEQ(C)    market balance for commodity c

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

99  PNORM           price normalization
100 ;
101
102 *PRODUCTION AND COMMODITY BLOCK+++++++
103
104 PRODFN(A)..     QA(A) =E= lambda(A)*PROD(F, QF(F,A)**beta(F,A));
105
106 *106 FACDEM(F,A)..  WF(F) =E= beta(F,A)*PVA(A)*QA(A) / QF(F,A);
107
108 *108 INTDEM(C,A)..  QINT(C,A) =E= ica(C,A)*QA(A);
109
110 OUTPUTFN(C)..   Q(C) =E= SUM(A, theta(A,C)*QA(A));
111
112 PADEF(A)..      PA(A) =E= SUM(C, theta(A,C)*P(C));
113
114 *114 PVADEF(A)..   PVA(A) =E= PA(A) - SUM(C, P(C)*ica(C,A));
115
116
117 *INSTITUTION BLOCK+++++
118
119 FACTTRNS(H,F).. YF(H,F) =E= shry(H,F)*WF(F)*SUM(A, QF(F,A));
120
121 HHDINC(H)..     YH(H) =E= SUM(F, YF(H,F));
122
123 HHDEM(C,H)..   QH(C,H) =E= alpha(C,H)*YH(H)/P(C);
124
125
126 *SYSTEM CONSTRAINT BLOCK+++++
127
128 FACTEQ(F)..     SUM(A, QF(F,A)) =E= qfs(F);
129
130 *130 COMEQ('CA')..  Q('CA') =E=
131                   SUM(H, QH('CA',H)) + SUM(A, QINT('CA',A));
132
133 PNORM..         SUM(C, cwts(C)*P(C)) =E= cpi;
134
135
136 *MODEL=====
137
138 MODEL
139 AGE2 Extended Model with Intermediate Demand
140 /ALL/
141 ;
142
143 *SOCIAL ACCOUNTING MATRIX=====
144
145 TABLE SAM(AC,ACP) social accounting matrix
146
147         FA  FB  CA  CB  K  L  HA  HB
148 FA
225

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

149 FB                250
150 CA      63   40                50   75
151 CB      40   60                100  50
152 K       63   95
153 L       62   55
154 HA                90   60
155 HB                68   57
156 ;
157
158
159 PARAMETER
160   tdiff(AC)  column minus row total for account ac;
161 *This parameter is used to check that the above SAM is balanced.
162   SAM('TOTAL',ACNTP) = SUM(ACNT, SAM(ACNT,ACNTP));
163   SAM(ACNT,'TOTAL') = SUM(ACNTP, SAM(ACNT,ACNTP));
164   tdiff(ACNT)      = SAM('TOTAL',ACNT) - SAM(ACNT,'TOTAL');
165
166 DISPLAY SAM, tdiff;
167
168
169 *ASSIGNMENTS FOR PARAMETERS AND VARIABLES=====
170
171 PARAMETERS
172 *The following parameters are used to define initial values of
173 *model variables.
174   P0(C), PA0(A), PVA0(A),
175   Q0(C), QA0(A), QF0(F,A), QH0(C,H), QINT0(C,A),
176   WF0(F), YF0(H,P), YH0(H)
177 ;
178
179
180 *PRODUCTION AND COMMODITY BLOCK+++++++
181
182   P0(C)      = 1;
183   PA0(A)     = 1;
184   WF0(F)     = 1;
185 *PVA0(A)     = SUM(F, SAM(F,A)) / (SAM(A,'TOTAL')/PA0(A));
186
187   Q0(C)      = SAM('TOTAL',C)/P0(C);
188   QA0(A)     = SAM('TOTAL',A)/PA0(A);
189   QF0(F,A)   = SAM(F,A)/WF0(F);
190 *QINT0(C,A) = SAM(C,A)/P0(C);
191
192   ica(C,A)   = (SAM(C,A)/P0(C)) / QA0(A);
193   beta(F,A) = SAM(F,A) / SUM(FP, SAM(FP,A));
194   lambda(A) = QA0(A) / PROD(F, QF0(F,A)**beta(F,A));
195   theta(A,C) = (SAM(A,C)/P0(C)) / QA0(A);
196
197
198 *INSTITUTION BLOCK+++++++

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

199
200 QH0(C,H) = SAM(C,H)/P0(C);
201 YF0(H,F) = SAM(H,F);
202 YH0(H)    = SAM('TOTAL',H);
203
204 shry(H,F) = SAM(H,F)/SAM('TOTAL',F);
205 alpha(C,H) = SAM(C,H)/SUM(CP, SAM(CP,H));
206
207
208 *SYSTEM CONSTRAINT BLOCK+++++++
209
210 cwts(C) = SUM(H, SAM(C,H)) / SUM((CP,H), SAM(CP,H));
211 cpi     = SUM(C, cwts(C)*P0(C));
212 qfs(F)  = SAM(F,'TOTAL')/WF0(F);
213
214
215 *INITIALIZING ALL VARIABLES+++++++
216
217 P.L(C)   = P0(C);
218 PA.L(A)  = PA0(A);
*219 PVA.L(A) = PVA0(A);
220 Q.L(C)   = Q0(C);
221 QA.L(A)  = QA0(A);
222 QF.L(F,A) = QF0(F,A);
223 QH.L(C,H) = QH0(C,H);
*224 QINT.L(C,A) = QINT0(C,A);
225 YF.L(H,F) = YF0(H,F);
226 WF.L(F)   = WF0(F);
227 YH.L(H)   = YH0(H);
228 ;
229
230
231 *DISPLAY+++++++
232
233 DISPLAY
*234 cpi, cwts, ica, qfs, shry,
235 alpha, beta, lambda, theta,
*236 P.L, PA.L, PVA.L,
*237 Q.L, QA.L, QF.L, QH.L, QINT.L,
238 WF.L, YF.L, YH.L
239 ;
240
241
242 *REPORT SETUP AND BASE REPORT=====
243
244 *SET AND PARAMETERS FOR REPORTS+++++++
245
246 SET
247 SIM simulations
248 /BASE base simulation

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

249      HYPO  10 per cent increase in capital stock/
250
251
252  PARAMETERS
253
254  QFSKSIM(SIM)  capital supply for simulation (experiment parameter)
255  *Parameter is used to change the value for the capital stock
256  *parameter before solving the model for simulation sim
257
258  QFSREP(F,SIM)  supply of factor f for simulation sim (value used)
259  PREP(C,SIM)    demand price for commodity c
260  PAREP(A,SIM)   price of firm a
*261  PVAREP(A,SIM)  value-added price for firm a
262  QREP(C,SIM)    output level for commodity c
263  QAREP(A,SIM)   production level of firm a
264  QFREP(F,A,SIM) firm a's demand of factor f
265  QHREP(C,H,SIM) household h's demand of commodity c
*266  QINTREP(C,A,SIM) firm a's intermediate input of commodity c
267  WFREP(F,SIM)   price of factor f
268  YFREP(H,F,SIM) household h's income from factor f
269  YHREP(H,SIM)   income of household h
270  SAMREP(SIM,AC,ACP) SAM computed from model solution
271  SAMCHK(AC,SIM) column minus row total for account ac in SAM ;
272
273
274  QFSKSIM('BASE') = qfs('K');
275
276  *10 per cent increase in capital stock
277  QFSKSIM('HYPO') = 1.1*qfs('K');
278
279  DISPLAY QFSKSIM;
280
281
282  LOOP(SIM,
283
284      qfs('K') = QFSKSIM(SIM);
285
286  SOLVE AGE2 USING MCP;
287
288  QFSREP(F,SIM) = qfs(F);
289
290  PREP(C,SIM)    = P.L(C);
*291  PAREP(A,SIM)   = PA.L(A);
292  PVAREP(A,SIM)  = PVA.L(A);
293  QREP(C,SIM)    = Q.L(C);
294  QAREP(A,SIM)   = QA.L(A);
295  QFREP(F,A,SIM) = QF.L(F,A);
*296  QHREP(C,H,SIM) = QH.L(C,H);
297  QINTREP(C,A,SIM) = QINT.L(C,A);
298  WFREP(F,SIM)   = WF.L(F);

```

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

```

299  YFREP(H,F,SIM) = YF.L(H,F);
300  YHREP(H,SIM)   = YH.L(H);
301
302  *SAM items
303  *Factor payments
304  SAMREP(SIM,F,A) = WF.L(F)*QF.L(F,A);
305  *Payments from commodities
306  SAMREP(SIM,A,C) = P.L(C)*theta(A,C)*QA.L(A);
*307  *Payments from factors
*308  SAMREP(SIM,H,F) = YF.L(H,F);
309  *Household demands
310  SAMREP(SIM,C,H) = P.L(C)*QH.L(C,H);
311  *Intermediate demands
312  SAMREP(SIM,C,A) = P.L(C)*ica(C,A)*QA.L(A);
313
314  );
315
316  *Computing totals for SAMREP
317  SAMREP(SIM,'TOTAL',ACNTP) = SUM(ACNT, SAMREP(SIM,ACNT,ACNTP));
318  SAMREP(SIM,ACNT,'TOTAL') = SUM(ACNTP, SAMREP(SIM,ACNT,ACNTP));
319
320  *Check that SAMREP is balanced
321  SAMCHK(ACNT,SIM) = SAMREP(SIM,'TOTAL',ACNT) - SAMREP(SIM,ACNT,'TOTAL')
322
323  OPTION QFREP:3:1:1, QHREP:3:1:1, YFREP:3:1:1, SAMREP:3:1:1;
324
325  DISPLAY
326  QFSREP, PREP, PAREP, PVAREP,
327  QREP, QAREP, QFREP, QHREP, QINTREP,
328  WFREP, YFREP, YHREP
329  SAMREP, SAMCHK
330

```

5. 結果のまとめ

数理計画法解法プログラム GAMS で前節の入力ファイルをコンパイルし実行すると、計算結果が出力ファイルに出力される。出力ファイルは大変長いのでここには掲載しないが、注意すべき箇所について出力ファイルの見方を説明しよう。

出力ファイルの最初の部分は、エコープリントと呼ばれる入力ファイルのオウム返しの出力である。エコープリントが終わると、GAMS の処理結果が記されている。最初に注目する箇所は、ベンチマーク均衡の入力チェック（入力ファイル 159-166 行）の処理結果である。ここでは、データ入力为社会勘定行列の形でなされているが、社会勘定行列の列和と行和は等しいという性質に注目して、列和と行和の差 `tdiff` を定義し、これらが全て 0 になるかどうかで、正しく入力されたかどうかを判定しようとしている。幸い、出力ファイルには「全て 0」という結果があり、正しく入力されていることが分かる。

次に注目する箇所は、入力ファイルの 231-239 行で表示させた価格以外のパラメーターのカラブレイション結果である（表 3 参照）。ここには変数の初期値（ベンチマーク均衡値）も出力されているが、これらの値は後で示されている再現テストの変数値と一致することが確認される。

続いて、入力ファイルの LOOP 文（282-314 行）の SOLVE 命令（286 行）に対する状況報告が出力されている。ここでは、SOLVER STATUS（解法プログラムの状態）が NORMAL COMPLETION（正常終了）となっており、MODEL STATUS（モデルの状態）が OPTIMAL（最適解を見付けて終了）となっていることを確認することが重要である。

LOOP 文の 1 巡目 BASE（ベンチマーク均衡）は、パラメーターにベンチマーク値を与えた場合の均衡値の計算、すなわち再現テストである。表 4 にまとめた出力ファイルの結果を見ると、再現テストに合格しているこ

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

表 3 カラブレイトされたパラメーター値

cpi	消費者価格指数 CPI 1.000
cwts(C) CA CB	消費者価格指数 CPI における商品 c の加重 0.455 0.545
ica(C,A) (CA, FA) (CB, FA) (CA, FB) (CB, FB)	企業 a の産出 1 単位当たりの商品 c の中間投入量 0.267 0.178 0.160 0.240
pfs(F) K L	要素 f の供給量 158.000 117.000
shry(H,F) (CA, FA) (CB, FA) (CA, FB) (CB, FB)	要素 f の総要素所得のうち家計 h への分配率 0.570 0.430 0.513 0.487
alpha(H, C) (HA, CA) (HA, CB) (HB, CA) (HB, CB)	家計 h の効用関数における商品 c の係数 (商品 c への支出割合) 0.333 0.667 0.600 0.400
beta(F, A) (K, FA) (L, FA) (K, FB) (L, FB)	企業 a の生産関数における要素 f の係数 (企業 a の付加価値に占める要素 f の割合) 0.504 0.496 0.367 0.633
lambda(A) FA FB	企業 a の生産関数の規模係数 3.600 3.216
theta(A,C) (FA, CA) (FA, CB) (FB, CA) (FB, CB)	企業 a の活動水準 1 単位当たりの商品 c の産出量 1.000 0.000 0.000 1.000

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

表 4 均衡の比較

	ベンチ マーク均衡	仮設均衡
商品価格 P		
商品 CA	1.000	1.004
CB	1.000	0.996
企業価格 PA		
企業 FA	1.000	1.004
FB	1.000	0.996
企業付加価値価格 PVA		
企業 FA	0.556	0.559
FB	0.600	0.597
産出量 Q		
商品 CA	225.000	237.024
CB	250.000	264.663
活動水準 QA		
企業 FA	225.000	237.024
FB	250.000	264.663
要素需要 QA		
企業 FA 資本 K	63.000	69.613
労働 L	62.000	62.219
企業 FB 資本 K	95.000	104.187
労働 L	55.000	54.781
家計需要 QH		
家計 HA 商品 CA	50.000	52.587
CB	100.000	106.002
家計 HB 商品 CA	75.000	78.884
CB	50.000	53.004
中間需要 QINT		
企業 FA 商品 CA	60.000	63.206
CB	40.000	42.138
企業 FB 商品 CA	40.000	42.346
CB	60.000	63.519
要素価格 WF		
資本 K	1.000	0.960
労働 L	1.000	1.057
家計要素所得 YF		
家計 HA 資本 K	90.000	95.024
労働 L	60.000	63.412
家計 HB 資本 K	68.000	71.796
労働 L	57.000	60.241
家計所得 YH		
家計 HA	150.000	158.436
家計 HB	125.000	132.037

GAMS による応用一般均衡分析：中間投入のあるモデル

表5 ベンチマーク均衡の社会勘定行列

	企業		商品		資本	労働	家計		合計
	FA	FB	CA	CB	K	L	HA	HB	
企業	FA		238.039						238.039
	FB		263.719						263.719
商品	CA	63.477	42.528				52.812	79.222	238.039
	CB	41.987	63.292				105.624	52.812	263.718
資本	K	66.818	100.002						166.820
	L	65.757	57.896						123.653
家計	HA				95.024	63.412			158.436
	HB				71.796	60.241			132.037
合計	238.039	263.718	238.039	263.719	166.820	123.653	158.436	132.037	

列和と

行和の差 0.000 -0.001 0.000 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000

とが分かり、モデルの定式化に成功したと判断される。2 巡目 HYPO（仮設均衡）は、資本ストックが10%増加した場合の均衡（仮設均衡）の計算である。表5には、仮設均衡の社会勘定行列をまとめた。社会勘定行列の数値は数量を示すものではなく、取引金額すなわち価格×数量であることに注意して欲しい。

参 考 文 献

小平裕 (2002) 「GAMS による応用一般均衡分析：基本モデル」『経済研究』194号, 2002年3月。

Brooke, A., Kendrick, D., and Meeraus, A., (1988), *GAMS: A User's Guide Release 2.25*, Boyd and Fraser.

Lofgren, H., (1999), *Exercises in General Equilibrium Modeling using GAMS*, International Food Policy Research Institute.