

栄養管理におけるパソコンの利用*1)

その2. 小学校給食用献立のアミノ酸スコアの検討*2)

三好康之 高下久美 片岡圭子 角川陽子 吉岡美幸*3)

食品タンパク質の栄養価は、それを構成している必須アミノ酸組成に依存している。このため、必須アミノ酸所要量について数多くの動物実験が行われ、食品に含まれるタンパク質のアミノ酸組成と得られた動物実験の種々データとを照合することにより、食品のタンパク質の栄養価を判定することが可能となった。¹⁾ 最初のアミノ酸評点パターンは、1957年にFAOから提案され、ついで1965年にFAO/WHOから、さらに1973年に同機関から改定版の評点パターンがアミノ酸スコアとして再提案され、学問的評価も定まってきた。²⁾ 1985年にはFAO/WHO/UNU(国連大学)の合同委員会から「エネルギーとタンパク質の所要量」³⁾が提案され、アミノ酸およびタンパク質の所要量やアミノ酸必要量パターンが改定された。

続いて、1986年科学技術庁から「改訂日本食品アミノ酸組成表」⁴⁾が発刊され、295種の食品について、標準的なアミノ酸組成が明らかにされた。これにより、日常献立に使用される食品について以前にもまして正確なアミノ酸スコアの計算が出来るようになった。

ところで、昭和61年国民栄養調査成績によると、⁵⁾日本人1人1日当りのタンパク質摂取量は総量で78.9gそのうち動物性タンパク質は40.1gとなり、日本人のタンパク質の栄養状態は平均的にみればかなりよい状態にあることが推察され、昭和50年頃学校給食用パンにアミノ酸のリジンを添加していたなども昔語りになった感がある。しかし必須アミノ酸類を豊富に含む動物性タンパク質資源を世界的視野でみると、その供給量は不安定なものであり、それが不足している地域は地球上に数多く存在している。このため、日常摂取する食事のタンパク質の栄養価について見直すことは有意義であると思われる。

この論文は、栄養士養成教育の一環として、日常食事に含まれるタンパク質の栄養価を検討するために、パソコンを用いてプログラムを作成し、昭和61年度に実施された小学校給

*1 : Studies on Nutritional Status of Diets with the Aid of Personal Computer

*2 : 2. Evaluation of Protein Quality in the Primary School Lunch on the Basis of Amino Acid Score

*3 : Y.Miyoshi, K.Takasita, K.Kataoka, Y.Kadokawa and M.Yoshioka
Paper 1 in this series : Nutritional Evaluation of Diets ; Hiroshima Bunkyo Syokumotueiyo Kenkyukai, NO5, P25(1987)

食1年分について、アミノ酸スコアを算出した結果を述べたものである。

アミノ酸スコア算出プログラムの作成

1) 使用機器および言語

昭和61年度導入のワープロ・パソコン兼用のOASYS 100R (16bit)を使用した。その構成はCPU(256 bite), カラーディスプレイ, 5インチディスクドライブ (1M bite × 2) 15インチドットプリンターを一式とした。OSはMS-DOS Ver 2.11, 言語はOBASIC (KOKUGO OFF)を使用した。

2) プログラムの設計とフローチャート

プログラム全体の構成は図1のように設計した。

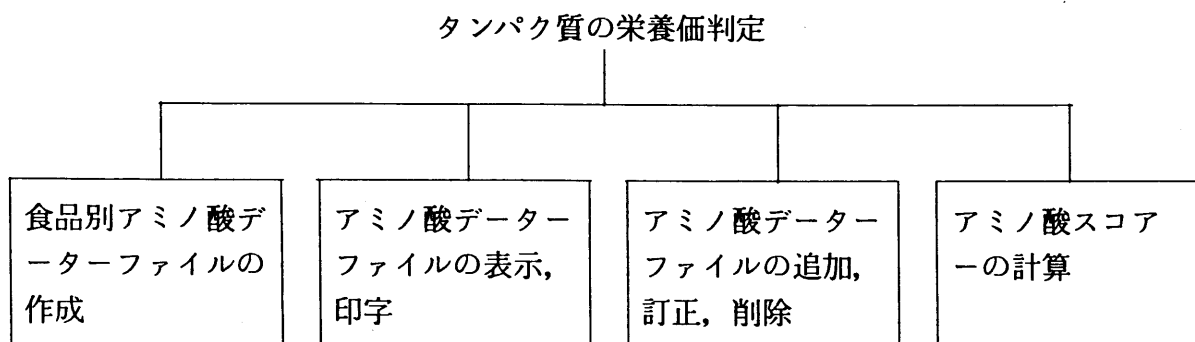


図1 タンパク質の栄養価判定プログラムの設計

すなわち、改訂日本食品アミノ酸組成表の第1表「食品可食部100g当たりのアミノ酸組成表」の値をランダムアミノ酸データファイルとしてフロッピーディスクに納め、食品番号と使用数量を入力すれば、アミノ酸データファイルから必要なデータを即座に読み出し、アミノ酸評点パターンと比較してアミノ酸スコアを算出する。

領域割当ては、1食品全データ当たり128 biteとし、通し食品番号(1~295), 四訂食品番号, 食品名(漢字使用), タンパク質, イソロイシン, ロイシン, リジン, メチオニン, シスチン, フェニールアラニン, チロシン, スレオニン, トリプトファン, バリンにそれぞれ順に2, 8, 25, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5 biteを割当てた。アミノ酸ファイルは、改訂日本食品アミノ酸組成表の第1表値をそのまま打ちこんで作成した。このデータ確認のため、データの表示及び印字は全データを対象とする場合と特定の食品のデータを対象とする場合に分けて操作することとした。ファイル編集プログラムには、食品のデータ値の追加, 訂正, 削除の機能を付加し、ファイル編集を容易にした。

つぎに、アミノ酸スコア算定プログラムのフローチャートを図2に示す。

一般に、アミノ酸スコアの算定に用いるアミノ酸評点パターンは各必須アミノ酸必要量をタンパク質必要量で除して求めたもので単位は (mg必須アミノ酸量 / gタンパク質) で示されている。しかし、一般に食品標準成分表のタンパク質量は食品中の窒素含量に食品ごとの窒素-タンパク質係数を乗じた値で示されている。また四訂日本食品標準成分表におけるタンパク質量をもとに算出されたアミノ酸組成表第1表のアミノ酸組成値 (mg / 可食部 100g当たりのタンパク質) もこの係数を用いている。このため、アミノ酸スコアの算定にこの表のアミノ酸組成値を用いると、換算係数が6.25以外の食品では本来の値が異なってくることとなる。⁴⁾ この点に注意して、アミノ酸スコアの算定では、アミノ酸組成表の第1表「食品可食部 100g当たりのタンパク質量」を表1に示す換算係数で除し、食品ごとの窒素量を求めて加え、総窒素量を算出した。別に食品ごとの必須アミノ酸量を加え、個々の必須アミノ酸総量を求め、先に求めた総窒素量で除し、1g窒素当たりの個々の必須アミノ酸総量を求めることとした。つぎに、1973年及び1985年提案のアミノ酸スコア計算のためのアミノ酸評点パターン値に6.25を乗じ、1位の数字を切り捨てて、表2に示すアミノ酸評点パターンとした。続いて、1g窒素当たりの必須アミノ酸総量をこの評点パターンで順次除して%表示し、その最低値 (いずれの必須アミノ酸も100を超えるものについては100) をアミノ酸スコア値として、その必須アミノ酸名とともに示した。

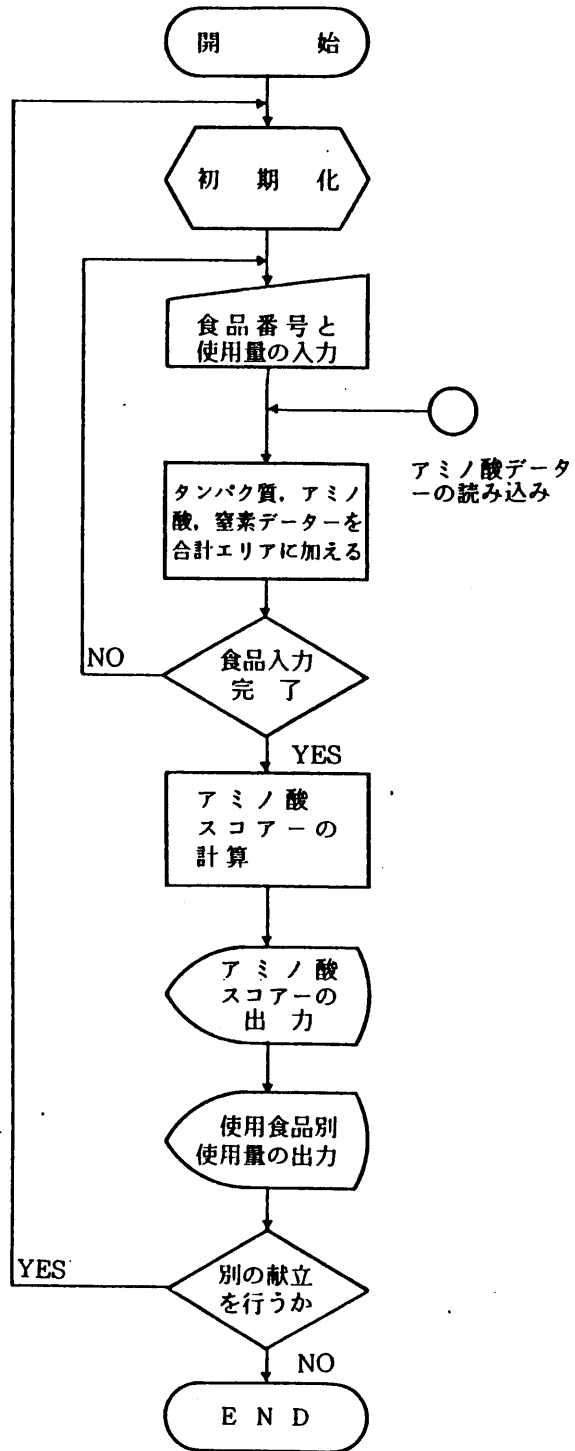


図2 アミノ酸スコア算出プログラムのフローチャート

表1 個別食品の窒素—たんぱく質換算係数

食 品 名	換算係数
小麦（玄穀），大麦，ライ麦	5.83
小麦（粉），うどん，マカロニ，スパゲッティ	5.70
米	5.95
そば	6.31
落花生	5.46
くり，くるみ，ごま，その他のナッツ類	5.30
アーモンド	5.18
ひまわりの種実	5.40
大豆，大豆製品	5.71
乳，乳製品	6.38

表2 アミノ酸スコア—算定用評点パターン

アミノ酸	1g窒素当たりの必須アミノ酸							
	1973年 (mg/gN)				1985年 (mg/gN)			
	乳 児	学 齡 期	成 人	一 般	乳 児	学 齡 前	学 齡 期	成 人
					(2~5歳)	(10~12歳)		
I l e	220	230	110	250	290	180	180	80
L e u	500	350	160	440	580	410	280	120
L y s	330	470	140	340	410	360	280	100
Met+Cys	180	210	150	220	260	160	140	110
Phe+Tyr	390	210	160	380	450	390	140	120
T h r	280	280	80	250	270	210	180	60
T r p	53	30	40	60	110	70	60	30
V a l	290	260	110	310	340	220	160	80
合 計	2240	2040	950	2250	2710	2000	1400	700

このプログラムを走らせ、予め調べておいた調査献立中の通し食品番号とその使用数量をキーボードより入力すると、当核食品のタンパク質量、窒素量およびそれぞれの必須アミノ酸量を計算し加算する。これを繰り返して、最後に0を入力すると、当核献立の総タンパク質量、総窒素量及びアミノ酸スコアを算出表示、印字する。ついで、使用食品名と使用量、窒素含量などを表示し、印字する。これを1食ないし1日分、1ヶ月分等の平均値を印字することができるようにした。

3) プログラミング

変数を決定した後、フローチャートに従ってプログラムを作成した。デバグの後、アミノ酸ファイルを作成し、データーのチェックを入念に行った。

このプログラムを走らせると、まずメニュー画面が示され、1.アミノ酸データーの作成
2.すべてのレコードの表示、3.特定のレコードの表示、4.データーの追加、5.データーの
訂正、6.データーの削除、7.アミノ酸バランス計算、0.終了 のいずれの仕事を選ぶか尋
ねてくるので、必要な項目の番号を選んで実行することが出来る。

図3に小学校給食1食分のアミノ酸スコアー算定例を示した。なお、プログラムは紙面
の都合で省略する。

整理番号62115

氏名 年齢 性別三好 康之 11 男子

調査 年 月 日63, 1, 25

提取 栄養量 の内訳

昼 食 の アミノ酸バランス

必須 アミノ酸	アミノ酸スコアー (FAO/WHO/UNU)					TOTAL アミノ酸(mg)
	試料 ('85学齢期) (mg/gN) FAO		試料 ('73一般用) FAO		試料	
イソロイシン	279	180	155	250	111	1236
ロイシン	500	280	179	440	114	2219
リジン	436	280	156	340	128	1936
メチオニン+シスチン (シスチン)	163 85	140 ...	177 ...	220 ...	113 ...	725 376
フェニルアラニン+チロシン (チロシン)	268 213	140 ...	344 ...	380 ...	113 ...	1190 945
スレオニン	243	180	135	250	97	1077
トリプトファン	73	60	121	60	121	322
バリン	336	160	210	310	108	1491

***蛋白質 合計 *** 27.9 (g)

摂取食品の内訳

番号	食品	数量(g)	チッソ量(mg)
216	生乳	206	0.94
33	精白米	83	0.95
193	豚(ロース・脂身なし)大型	30	0.93
160	しばえび(生)	15	0.33
156	いか(生)	10	0.24
260	白菜(結球葉・生)	40	0.07
250	たまねぎ(りん茎・生)	20	0.03
257	人参(根・生)	10	0.02
229	さやいんげん(生)	5	0.02
82	こいくちしょうゆ	6	0.07
143	わかさぎ(生)	27	0.72
259	ねぎ(根深ねぎ)	2	0.00
270	温州みかん(生果)	90	0.12

図3 アミノ酸スコアー計算実施例

4) 学校給食昼食献立におけるアミノ酸スコアの算出

ある小学校給食昭和61年度分全 182日分の実施献立について、このプログラムを用いて計算した。まずプログラムを走らせ、メニュー画面中の7.アミノ酸スコア計算を選び、画面に従って、整理番号、氏名、調査年月日、食事名などをキーボードより打ち込んだ後予め調べていた食品番号と使用数量をテンキーより順次入力し、最後に0を入力して1食分の入力を終了し、必要に応じて、その食事のアミノ酸スコア、使用食品のリストを印字した。こうして、1ヶ月毎の平均値も同時に求めた。

なお、小学校給食における必須アミノ酸摂取量についても同時に求めた。

結果と考察

1) OBASIC を使用してプログラムを組む時の注意点

MS-DOS を用いた機種と共通に扱えない変数名の制限があげられる。例えば、合計の変数名を TOTAL とすると、文法エラーとなる。このため、変数名リストを作成した後変数名の一部に予約語を含まないことを確認する必要がある。

2) 小学校給食のアミノ酸スコア

昭和41年に科学技術庁から公表された「日本食品アミノ酸組成表 (157食品)」⁶⁾ をもとに、マイコンのラムを利用したアミノ酸スコア算定プログラムを作成し利用してきたが、収載食品数が少ないため日常献立のアミノ酸スコアを算出するには無理を生じていた。今回の改訂では、295食品が収載されているので日常の献立では利用しやすくなってきた。反面、集団給食施設等の献立を調査する場合においては加工食品 (半調理食品等を含む) の使用割合の増加により、食材料の構成を正確に知ることは不可能に近く、標準的な材料構成として計算せざるをえない状態である。このため、アミノ酸スコアについても、日々の献立を検討すると共に、1ヶ月程度を単位として検討するのが適当と考えられる。表3に小学校給食全 182食について、アミノ酸スコアが 100以下となった時のアミノ酸スコア平均値とその制限アミノ酸を示した。ただし () 内数字は、アミノ酸スコア値が同一になった回数を示している。この表によると、1973年の評点パターンと比較すると、学令期 (10—12才) の場合には全食がアミノ酸スコア 100以下であることおよびその制限アミノ酸は Lys と Thr であることがわかった。一般的によく用いられている一般用パターンと比較すると 70.3% ($128 \div 180 = 70.3$) が 100以下であり、その制限アミノ酸の 99% が Thr であることがわかった。新たに提案された 1985年のパターンと比較すると学令前期 (2—5才) では 20.3% が 100以下で、その制限アミノ酸は Lys と Trp であることおよび学令期 (10—12才) ではわずか 0.6% が 100以下でその制限アミノ酸は Trp であるこ

とがわかった。

表3 小学校給食全182食中のアミノ酸スコア100以下食の平均値

制限アミノ酸	1973(FAO/WHO)の評点パターン(mg/gN)			1985(FAO/WHO/UNO)の評点パターン(mg/gN)		
	学 齡 期	成 人	一 般	学 齡 前	学 齡 期	成 人
I l e						
L e u						
L y s	81±5.8(n=89)	88±3.0(n=2)		94±5.5(n=14)		
Met+Cys		92(n=1)				
Phe+Tyr						
T h r	88±3.7(n=110)	94±3.4(n=124)				
T r p				93±8.0(n=12)	82 (n=1)	
V a l		92±0.5(n=2)				
	182(17)☆	0	128(1)☆	26	1	0

☆ (内数字はアミノ酸スコアが同一で制限アミノ酸が2コ該当した数

つぎに、やや長期的にタンパク質の栄養価を検討するため、一ヶ月毎の全食を平均して算出したアミノ酸スコア値を表4に示した。表3同様に、1973年のアミノ酸評点パターンと比較すると、学令期では全月85~88の値を示しその制限アミノ酸はLysまたはThrあるいは両方にまたがることわかった。一般用のそれと比較するとその値は95~99で、その制限アミノ酸は Thr であった。1985年提案のパターンでとの比較では、それらの値はすべての場合 100であった。

表4 小学校給食月別平均アミノ酸スコア

月	食数	1973(FAO/WHO)の評点パターン(mg/gN)			1985(FAO/WHO/UNO)の評点パターン(mg/gN)		
		学 齡 期 平均 値	成 人 平均 値	一 般 平均 値	学 齡 前 平均 値	学 齡 期 平均 値	成 人 平均 値
4	12	87(Thr)	100	98(Thr)	100	100	100
5	21	86(Lys)	100	96(Thr)	100	100	100
6	21	85(Lys Thr)	100	95(Thr)	100	100	100
7	10	86(Lys Thr)	100	97(Thr)	100	100	100
8	0	—	—	—	—	—	—
9	12	87(Thr)	100	98(Thr)	100	100	100
10	22	87(Thr)	100	97(Thr)	100	100	100
11	18	87(Thr)	100	98(Thr)	100	100	100
12	16	88(Thr)	100	99(Thr)	100	100	100
1	16	85(Thr)	100	95(Thr)	100	100	100
2	20	86(Lys Thr)	100	96(Thr)	100	100	100
3	14	86(Lys Thr)	100	96(Thr)	100	100	100

以上の結果を総合すると、1973年のパターンとの比較では、タンパク質の栄養価という面からみると、この食事は学令期を対象にして実施されたものであり、も少し工夫の余地があるものと思われる。しかし、1985年のパターンとの比較では、アミノ酸バランスのとれたすばらしい献立と判断できる。

1973年のパターンと1985年のこうした違いはどこから生ずるかを調査した結果、アミノ酸評点パターンの基準が変わり、例えば学令期のアミノ酸必要量について述べると、1973年の値は中川らの学童に対するアミノ酸必要量が採用されていたが、1985年の提案では米国NRCの数値が採用され、また、良質タンパク質の安全摂取量も前回の0.8 g/kgから、0.99 g/kgと高くなったため、アミノ酸必要量パターンは一様に低下した¹⁾等の理由によるものであった。1985年の提案パターンを用いると、例えば成人の場合ほとんどの食品あるいは献立のアミノ酸スコアは100となり、アミノ酸スコア計算の意義がなくなるのではないかと思われる。

なお、このデータは昼食のみのデータであり、朝食及び夕食の献立によっては、アミノ酸スコア値は変化するが、一般の小学校給食での平均値と考えたい。

3) タンパク質および必須アミノ酸の1食平均摂取量

タンパク質の小学校給食基準量⁷⁾は高学年(10—11才)の場合29 gとなっているが、小学校給食の場合は1年生から6年生までいるので25 g(8—9才)程度を集団給食要量として考えてみると、今回計算した182食のタンパク質平均値は24.8 gでよく一致することがわかった。個々の必須アミノ酸については、アミノ酸スコアという見地から検討して

表5 小学校給食1回当たりの月平均アミノ酸及びタンパク質摂取量

アミノ酸 実施月	Ile (mg)	Leu (mg)	Lys (mg)	Met (mg)	Cys (mg)	Phe (mg)	Tyr (mg)	Thr (mg)	Trp (mg)	Val (mg)	Protein (g)
4	1109	1976	1623	561	359	1113	817	946	293	1331	23.8
5	1106	1988	1583	561	371	1136	827	947	296	1346	24.0
6	1163	2068	1676	591	379	1170	864	984	306	1391	25.1
7	1083	1921	1575	553	355	1081	800	930	287	1294	23.4
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1174	2106	1755	607	369	1173	897	101	312	1403	25.4
10	1106	1983	1619	569	354	1111	832	951	293	1335	24.0
11	1161	2073	1728	601	373	1160	875	1002	308	1401	25.2
12	1187	2101	1768	612	379	1178	887	1023	312	1408	25.4
1	1079	1952	1592	564	367	1100	791	937	286	1296	24.0
2	1233	2187	1785	614	400	1242	898	1055	319	1472	26.8
3	1149	2067	1665	594	388	1167	854	986	306	1388	25.1
全食平均	1133±10	2034±17	1664±25	508±10	376±0	1147±7	850±6	973±14	301±2	1368±11	24.8±0.2

いるので余分な論議を必要としないが、小学校給食1食当りの1ヶ月および1年平均必須アミノ酸を参考値として表5に示した。

4) 情報処理演習におけるプログラムの利用

日常献立にみるアミノ酸スコアの改善例については文献⁴⁾に詳しく述べられているので省略するが、このプログラムを使用して情報処理演習の時間、学生に対し日常の食事について1973年提案のアミノ酸スコア-評点パターンを用いてアミノ酸スコアを算出させ、その意義と改善法を演習させた。学生の大多数は興味を持ってこの課題にとり組み、タンパク質の栄養価の一評価法についての理解を深め、今まで以上に日々の食事の献立に気を配るようになったと答えた。

要 約

- 1) 16ビットパソコンを用いてアミノ酸スコアプログラムを作成し、1986年度に実施された小学校給食1年分のタンパク質の栄養価について、1973年 (FAO/WHO), 1985年 (FAO/WHO/UNU) 提案のアミノ酸評点パターンを用いて検討した。
- 2) 毎食ごとのアミノ酸スコアをみると前者の学令期 (10-12才) 評定パターンとの比較では、給食 182食分 中全食が 100以下となり、その制限アミノ酸が Lys の時その値の平均は 81 ± 5.8 (89食), Thrの時その値は 88 ± 3.7 (110食) となったが、後者の同パターンとの比較では Trp の時82 (1食) となったのみであった。
- 3) 月別のアミノ酸スコアをみると前者の学令期評定パターンとの比較では各月85~87を示し (制限アミノ酸 Lys または Thr) たが、後者の同パターンとの比較では 100以下の月はなくなり、月単位で考えることも必要であろう。
- 4) 182食のタンパク質摂取量の平均値は 24.8 ± 0.2 g となり、これは学校給食基準量 25 g (8-9才) とよく一致する値であった。
- 5) このプログラムを栄養士養成教育の一環として実習したところ、個々の食事献立のアミノ酸スコア-改善例に強い関心を示し、タンパク質の栄養価判定の方法として位置づけていくことが出来た。
- 6) 栄養管理業務へのコンピューターの導入は目ざましいものがあり、在学中に情報処理教育の基礎を確立させる大切さを再認識した。

謝辞

この論文を書くにあたり、貴重な資料をお寄せ下さいました伊勢木純子様へ深く感謝致します。

SUMMARY

Evaluation of protein quality in the primary school lunches carried out in Hiroshima city from April 1986 to March 1987 was investigated on the basis of amino acid score in the school lunch calculated with aid of personal computer.

According to detailed comparison of the essential amino acids intake pattern for children of school age from 10 to 12 years old proposed by FAO/WHO in 1973 with those of the school lunches, all of the values of amino acid score of the school lunches were under 100 and the restricted amino acids were Lysine and Threonine, or Lysine, or Threonine. But in comparison of the pattern proposed by FAO/WHO/UNU in 1985 with those of the lunches, all of them were 100.

参考文献

- 1) 吉田昭：食品のアミノ酸組成と栄養，「食べる」，No.14 (1987) 味の素KK
- 2) Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee(1973)
- 3) Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Technical Report Series 724. World Health Organization on Genova(1985)
- 4) 科学技術庁資源調査会資源調査所編：改訂日本食品アミノ酸組成表 (1986) 大蔵省印刷局
- 5) 厚生省保健医療局 健康増進栄養課：昭和61年国民栄養調査成績の概要，栄養学雑誌 46, 45~53 (1988)
- 6) 科学技術庁資料調査会編：日本食品アミノ酸組成表 (1966) 第一出版
- 7) 厚生省公衆衛生局栄養課監修：「学校給食の食事内容の改善について」(昭和61年1月13日)，栄養関係法規類集(全) p994の76 新日本法規出版

(昭和63年9月6日受理)