

5) Casteneda C, Charnley JM, Evans WJ, et al. Elderly women accommodate to a low-protein diet with losses of body cell mass, muscle function, and immune response. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 30-9.

3. 小児におけるたんぱく質維持必要量 (窒素出納試験)

(1) 文献の抽出

小児におけるたんぱく質維持必要量について、PubMedにて、「“nitrogen balance” AND “protein requirement” AND (“children” OR “infant”) AND “humans” [MeSH Terms]」を検索式として検索し、合計146本の論文を得た。得られた論文のタイトルから小児におけるたんぱく質維持必要量の記載があると判断されるものを抽出し、抄録を確認し、内容を確認したところ、小児におけるたんぱく質維持必要量を検討したものは7論文であった。

検討対象となった7論文に記載された実験方法・結果をエビデンステーブルとして表3に示した。

(2) 検討対象となった5論文

1) Huang PC, Lin CP and Hsu JY. Protein requirements of normal infants at the age of about 1 year: maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. *J Nutr* 1980; 110: 1727-35.

2) Intengan CL, Roxas BV, Loyola A, et al. Protein requirements of Filipino children 20 to 29 months old consuming local diets. In: Protein-energy requirements of developing countries: Evaluation of new data. Torun B, Young VR, Rand WM, (eds). United Nations University, Tokyo. 1981: 172-81.

3) Torun B, Cabrera-Santiago MI and Viteri FE. Protein requirements of pre-school children: milk and soybean protein isolate. In: Protein-energy

requirements of developing countries: Evaluation of new data. Torun B, Young VR, Rand WM, (eds). United Nations University, Tokyo. 1981: 182-90.

4) Egana MJI, Fuentes A and Uauy R. Protein needs of Chilean pre-school children fed milk and soy protein isolate diets. In: Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international. Rand WM, Uauy R, Scrimshaw NS, (eds). United Nations University, Tokyo. 1984: 249-57.

5) Intengan CL. Protein requirements of Filipino children 20-29 months old consuming local diets. In: Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international. Torun B, Young VR, Rand WM, (eds). United Nations University, Tokyo. 1984: 258-64.

6) Gattas V, Barrera GA, Riumallo JS, et al. Protein-energy requirements of prepubertal school-age boys determined by using the nitrogen-balance response to a mixed-protein diet. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 1037-42.

7) Gattas V, Barrera GA, Riumallo JS, et al. Protein-energy requirements of boys 12-14y old determined by using the nitrogen balance response to a mixed protein diet. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 449-503.

4. 小児の体組成

(1) 文献の抽出

小児の体組成について、PubMedにて、「“body composition” AND (“children” OR “infant”) AND “humans” [MeSH Terms]」を検索式として検索し、合計4,477本の論文を得た。得られた論文のタイトルから小児の体組成の記載があると判断されるもの

を抽出し 32 本の論文を選択した。この 32 論文について、抄録を確認し、内容を確認したところ、小児の体組成を検討したものは 3 論文であった。

検討対象となった 3 論文に記載された実験方法・結果をエビデンステーブルとして表 4 に示した。

(2) 検討対象となった 3 論文

1) Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, et al. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982; 35, 1169-75.

2) Butte NF, Hopkinson, JM, et al. Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatr Res* 2000; 47, 578-85.

3) Ellis KJ, Shypailo RJ, Abrams SA, et al. The reference children and adolescent models of body composition. *Ann NY Acad Sci* 2000; 904: 374-82.

5. 妊娠による体たんぱく質蓄積量

(1) 文献の抽出

妊娠による体たんぱく質蓄積量について、PubMed にて、「(“nitrogen retention” OR “fat free mass” OR “body composition”) AND (“pregnant” OR “pregnancy”) AND “humans” [MeSH Terms]」を検索式として検索し、合計 901 本の論文を得た。得られた論文のタイトルから妊婦のたんぱく質蓄積量の記載があると判断されるものを抽出し 124 本の論文を選択した。この 124 論文について、抄録を確認し、内容を確認したところ、健常人を対象に妊婦のたんぱく質蓄積量を検討したものは 4 論文であった。

検討対象となった 4 論文に記載された実験方法・結果をエビデンステーブルとして表 5 に示した。

(2) 検討対象となった 4 論文

1) King JC, Calloway DH, Margen S. Nitrogen retention, total body 40 K and

weight gain in teenage pregnant girls. *J Nutr*. 1973 May;103(5):772-85. PMID: 4710089

2) Pipe NG, Smith T, Halliday D, Edmonds CJ, Williams C, Coltart TM. Changes in fat, fat-free mass and body water in human normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*. 1979 Dec;86(12):929-40. PMID: 118770

3) Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Resting metabolic rate and body composition of healthy Swedish women during pregnancy. *Am J Clin Nutr*. 1988 Jun;47(6):942-7. PMID: 3376909

4) Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Hopkinson JM, Smith EO. Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight. *Am J Obstet Gynecol*. 2003 Nov;189(5):1423-32. PMID: 14634581

6. たんぱく質必要量 (指標アミノ酸酸化法)

(1) 文献の抽出

指標アミノ酸酸化法を用いたたんぱく質必要量について、PubMed にて、「“protein requirement” AND “indicator amino acid”」を検索式として検索し、合計 7 本の論文を得た。得られた論文のタイトルからヒトのたんぱく質必要量の記載があると判断されるものを抽出し 6 本の論文を選択した。この 6 論文について、抄録を確認し、内容を確認したところ、健常人を対象にたんぱく質必要量を検討したものは 5 論文であった。

検討対象となった 5 論文に記載された実験方法・結果をエビデンステーブルとして表 6 に示した。

(2) 検討対象となった 5 論文

1) Tang M, McCabe GP, Elango R, Pencharz PB, Ball RO, Campbell WW. Assessment of protein requirement in octogenarian

women with use of the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr.* 2014 Apr;99(4):891-8. doi:

10.3945/ajcn.112.042325. Epub 2014 Jan 15. PMID: 24429540

2) Li M, Wang ZL, Gou LY, Li WD, Tian Y, Hu YC, Wang R, Piao JH, Yang XG, Zhang YH. Evaluation of the protein requirement in Chinese young adults using the indicator amino acid oxidation technique. *Biomed Environ Sci.* 2013 Aug;26(8):655-62. doi: 10.3967/0895-3988.2013.08.004. PMID: 23981551

3) Elango R, Humayun MA, Ball RO, Pencharz PB. Protein requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method. *Am J Clin Nutr.* 2011 Dec;94(6):1545-52. doi: 10.3945/ajcn.111.012815. Epub 2011 Nov 2. PMID: 22049165

4) Tian Y, Liu J, Zhang Y, Piao J, Gou L, Tian Y, Li M, Ji Y, Yang X. Examination of Chinese habitual dietary protein requirements of Chinese young female adults by indicator amino acid method. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2011;20(3):390-6. PMID: 21859657

5) Humayun MA, Elango R, Ball RO, Pencharz PB. Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr.* 2007 Oct;86(4):995-1002. PMID: 17921376

7. 不可欠アミノ酸必要量

(1) 文献の抽出

不可欠アミノ酸必要量について、PubMedにて、それぞれの不可欠アミノ酸名と“requirement”を検索語として検索し、合計3,011本の論文を得た。得られた論文の

タイトルからヒトの不可欠アミノ酸必要量の記載があると判断されるものを抽出し173本の論文を選択した。ここから重複するものを除き95本の論文を得た。このうち、2007年WHO/FAO/UMU合同レポート（以下、合同レポート）に記載されているものを除くと論文数は72本となった。この72論文について、抄録を確認し、内容を確認すべきもの42本を選択した。このうち原著論文22本について内容を確認したところ、健常人を対象に必須アミノ酸必要量を検討したものは11論文であった。

検討対象となった11論文に記載された実験方法・結果をエビデンステーブルとして表7に示した。

(2) 検討対象となった11論文

1. Mager DR, Wykes LJ, Ball RO, Pencharz PB. Branched-chain amino acid requirements in school-aged children determined by indicator amino acid oxidation (IAAO). *J Nutr.* 2003 Nov;133(11):3540-5. PMID=14608071

2. Elango R, Humayun MA, Ball RO, Pencharz PB. Lysine requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method. *Am J Clin Nutr.* 2007 Aug;86(2):360-5. PMID=17684206

3. Pillai RR, Elango R, Muthayya S, Ball RO, Kurpad AV, Pencharz PB. Lysine requirement of healthy, school-aged Indian children determined by the indicator amino acid oxidation technique. *J Nutr.* 2010 Jan;140(1):54-9. doi: 10.3945/jn.109.113357. Epub 2009 Nov 18. PMID=19923398

4. Huang L, Hogewind-Schoonenboom JE, de Groof F, Twisk JW, Voortman GJ, Dorst K, Schierbeek H, Boehm G, Huang Y, Chen C, van Goudoever JB. Lysine requirement of the enterally fed term infant in the

first month of life. Am J Clin Nutr. 2011 Dec;94(6):1496-503. doi: 10.3945/ajcn.111.024166. Epub 2011 Nov 2. PMID=22049162

5. Huang L, Hogewind-Schoonenboom JE, van Dongen MJ, de Groof F, Voortman GJ, Schierbeek H, Twisk JW, Vermes A, Chen C, Huang Y, van Goudoever JB. Methionine requirement of the enterally fed term infant in the first month of life in the presence of cysteine. Am J Clin Nutr. 2012 May;95(5):1048-54. doi: 10.3945/ajcn.111.028779. Epub 2012 Apr 4. PMID=22492372

6. Humayun MA, Turner JM, Elango R, Rafii M, Langos V, Ball RO, Pencharz PB. Minimum methionine requirement and cysteine sparing of methionine in healthy school-age children. Am J Clin Nutr. 2006 Nov;84(5):1080-5. PMID=17093160

7. Turner JM, Humayun MA, Elango R, Rafii M, Langos V, Ball RO, Pencharz PB. Total sulfur amino acid requirement of healthy school-age children as determined by indicator amino acid oxidation technique. Am J Clin Nutr. 2006 Mar;83(3):619-23. PMID=16522909

8. Hsu JW, Ball RO, Pencharz PB. Evidence that phenylalanine may not provide the full needs for aromatic amino acids in children. Pediatr Res. 2007 Mar;61(3):361-5. PMID=17314698

9. Hsu JW, Kriengsinyos W, Wykes LJ, Rafii M, Goonewardene LA, Ball RO, Pencharz PB. Leucine is not a good choice as an indicator amino acid for determining amino acid requirements in men. J Nutr. 2006 Apr;136(4):958-64. PMID=16549457

10. Hsu JW, Goonewardene LA, Rafii M,

Ball RO, Pencharz PB. Aromatic amino acid requirements in healthy men measured by indicator amino acid oxidation. Am J Clin Nutr. 2006 Jan;83(1):82-8. PMID=16400054

11. Kurpad AV, Regan MM, Raj TD, Rao VN, Gnanou J, Young VR. The daily phenylalanine requirement of healthy Indian adults. Am J Clin Nutr. 2006 Jun;83(6):1331-6. PMID=16762944

(3) 抽出された論文の検討

抽出された論文から得られた不可欠アミノ酸の必要量は以下のとおりであった。

a. リシン

対象	必要量 (mg/kg/day)	95%信頼区間 (mg/kg/day)	文献 番号
学童	35	上限 58	1
学童	33.5	上限 46.6	2
新生児	130	76.3-183.7	3

b. 芳香族アミノ酸 (Phe、Tyr)

対象	必要量 (mg/kg/day)	95%信頼区間 (mg/kg/day)	文献 番号
学童	28	—	4
成人	41.9	—	5
成人	48	—	6
成人	37 or 38	31-47	7

c. BCAA (leu, Ile, Val の総量として)

対象	必要量 (mg/kg/day)	95%信頼区間 (mg/kg/day)	文献 番号
学童	147.3	103.5-191.5	8

d. 含硫アミノ酸

アミノ酸	対象	必要量 (mg/kg/day)	95%信頼区間 (mg/kg/day)	文献 番号
Met	新生児	38	27-48	9

Met	学童	5.8	上限 7.3	10
Met + Cys	学童	12.9	—	11

11-14 歳児	22	44	29	95
15-18 歳児	21	42	28	91

(単位： mg/kg/day)

(4) 2007 年 WHO/FAO/UNU 合同レポートとの比較

合同レポートとの比較は以下の通りである。

a. リシン

合同レポートでは、乳児から思春期のリシン必要量を以下の通りとしている。

0-5 歳児	64 mg/kg/day
1-2 歳児	45 mg/kg/day
3-10 歳児	35 mg/kg/day
11-14 歳児	35 mg/kg/day
15-18 歳児	33 mg/kg/day

今回検討した学童（文献 1, 2）の必要量は合同レポートの必要量とほぼ一致している。一方、新生児は、130mg/kg/day (95%CI : 76.3-183.7) とより多くの量が必要な可能性を示唆している (3)。

b. 芳香族アミノ酸 (Phe, Tyr)

合同レポートでの成人の推奨量は 25 mg/kg/day (範囲 : 9.1 ~39.25) であり、乳児から思春期の必要量は以下の通りである。

3-10 歳児	30 mg/kg/day
11-14 歳児	30 mg/kg/day
15-18 歳児	28 mg/kg/day

今回検討した学童の必要量はおおむね合同レポートと一致している (文献 4)。一方、成人では、文献 7 は範囲内だが、文献 5, 6 はそれよりも大きな値であった。

c. BCAA (Ile, Leu, Val)

合同レポートでの学童の必要量は以下の通りである。

年齢	Ile	Leu	Val	合計
3-10 歳児	23	44	29	96

今回の文献 8 は、学童の必要量は、合同レポートの必要量よりも大きい可能性を示している。

d. 含硫アミノ酸

合同レポートでの乳児から思春期の含硫アミノ酸の必要量は、以下のとおりである。

0-5 歳児	31 mg/kg/day
1-2 歳児	22 mg/kg/day
3-10 歳児	18 mg/kg/day
11-14 歳児	17 mg/kg/day
15-18 歳児	16 mg/kg/day

今回検討した新生児（文献 9）の必要量は合同レポートの必要量とほぼ一致している。学童（文献 10, 11）については、必要量はより少ない可能性を報告していた。

D. 結論

最近、窒素出納に関する原著研究は全く報告がない。可欠アミノ酸必要量だけでなく、たんぱく質必要量についても、指標アミノ酸酸化法による研究成果が蓄積されつつある。今後、日本人のたんぱく質必要量についても、指標アミノ酸酸化法による研究を推進することが必要と考えられた。

E. 研究発表

- 論文発表
なし
- 学会発表
なし

F. 知的所有権の出願・登録状況

- 特許取得
なし
- 実用新案登録
なし
- その他
なし

表1 健康な成人における良質（動物性）たんぱく質のたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	窒素出納法により、メキシコ人の食事たんぱく質と牛乳たんぱく質の必要量を比較	メキシコ人の健康な若年成人男子（メキシコ食群 8名 平均21歳、牛乳たんぱく食群 3名 平均24歳）	調整期を含めて計71日間	クロスオーバー試験	0.3、0.4、0.5、0.6 g/kgの4レベルのたんぱく質摂取（各レベル2週間ずつ、初日は無たんぱく質食、最後3日間は約1g/kg）とし、8～11日目の摂取窒素、尿・糞中窒素排泄を測定した。	伝統的なメキシコ人の食事たんぱく質の必要量（窒素平衡維持量）が112 mg N/kgであったのに対して、良質たんぱく質である牛乳たんぱく質の平均必要量は105 mg N/kgであった。	推奨量（集団の97.5%の必要量をカバーする摂取量）は、牛乳たんぱく質 122 mg N/kg、メキシコ人の食事 136 mg N/kgであった。	Bourges H et al: Arch Latinoam Nutr 1982; 32: 630-49.
2	窒素出納法により、ルピナス豆たんぱく質と卵たんぱく質の質を比較	18～31歳の健康な若年成人男子9名（うちルピナス豆たんぱく質食群 8名、卵たんぱく質食群 6名）	各摂取レベル期11日間	ラテンスクエアデザイン	たんぱく質摂取レベルは、0.3、0.45、0.6 g/kgの3各レベルとした。各レベル期11日間のうち、初日は無たんぱく質食、続く6日間は適応期間とし、最後の4日間の窒素出納を観察した。	0.8、0.6、0.4 g/kgのルピナス豆たんぱく質摂取における窒素出納値は16.4、0.2、-15.1 mg N/kgであり、0.6、0.45、0.3 g/kgの卵たんぱく質摂取における窒素出納値は、それぞれ12.6、-3.6、-17.1 mg N/kgであった。	ルピナス豆たんぱく質の正味たんぱく質利用率（NPU）は、卵たんぱく質の77%であった。	Egana JI et al: J Nutr 1992; 122: 2341-7.
3	窒素出納法により、中国人日常混合食たんぱく質と卵たんぱく質の必要量を検討	20～29歳（平均24.2歳）の健康な中国人成人男子28名（うち卵たんぱく質群 21名）	各摂取レベル期12日間	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55 g/kgの3各レベルとした。各期の初日は低たんぱく質（0.1 g/kg）食とし、その後10日間実験食を摂取させ、最後の4日間の窒素出納を観察した。各期の間には通常の混合食（たんぱく質レベル 1.5 g/kg）を3～4日間摂取する回復期を設けた。	3レベルの卵たんぱく質食摂取実験で、回帰直線式から求めた窒素平衡維持量は98.2 mg N/kg（たんぱく質 0.61 g/kg）であった。	中国人の日常混合食の消化率は96.5%、卵たんぱく質の消化率は98%であり、日常混合食の利用効率は卵たんぱく質の73～77%であった。	Huang PC et al: J Nutr 1982; 112: 897-907.
4	窒素出納法により、過剰及び維持量エネルギー条件下における卵及び米たんぱく質の必要量を検討	20～27歳の健康な日本人男子学生28名（うち維持エネルギーレベル卵たんぱく質群 11名）	各摂取レベル期3週間、合計2年間超	クロスオーバー試験	実験食は、0.28から0.76 g/kgの低たんぱく質食とし、各たんぱく質レベルにおいて被験者を2群に分け、1群には維持エネルギー（約45 kcal/kg）、もう1群は過剰エネルギー（約57 kcal/kg）とした。	維持エネルギー条件下におけるたんぱく質必要量は卵たんぱく質で0.65 g/kg（NPU: 44）、米たんぱく質で0.87 g/kg（NPU: 33）であった。それに対して、過剰エネルギー条件下においては、卵たんぱく質0.46 g/kg（NPU: 63）、米たんぱく質0.58 g/kg（NPU: 50）であった。	食事たんぱく質の生体内利用は摂取エネルギーの影響を受け、過剰摂取エネルギー条件下では利用率が高まる。このように、食事タンパク質の生物価は一定ではない。	Inoue G et al: J Nutr 1973; 103: 1673-87.
5	窒素出納法により、大豆たんぱく質及び大豆・魚等量混合たんぱく質の栄養価を魚たんぱく質の栄養価と比較検討	19～28歳の健康な日本人男子大学生21名（うち魚たんぱく質群 8名、そのうち1名のデータはオミットしたため7名のデータ採用）	各摂取レベル期11日間（うち、最初の1日間は無たんぱく質食）	クロスオーバー試験	0.35、0.45、0.55、0.55 g/kgの4レベルの低たんぱく質食、約45 kcal/kgの維持エネルギー条件下で窒素出納試験を行った。	維持エネルギー条件下における窒素平衡維持量は、魚たんぱく質で87 mg/kg（NPU: 54）、大豆・魚等量混合たんぱく質で91 mg/kg（NPU: 51）であった。	魚たんぱく質、大豆・魚等量混合たんぱく質の窒素平衡維持量は以前の研究で求めた卵たんぱく質の値と同様であった。	Inoue G et al: Food and Nutrition Bulletin Suppl, No. 5, UNU, 1981: 77-87.

表1 健康な成人における良質（動物性）たんぱく質のたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）（続き）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
6	窒素出納法により日本人成人女性における卵たんぱく質の利用率と必要量を検討	健康な日本人女子学生 15名	各摂取レベル期 12日間	クロスオーバー試験	50、75、100 mg N/kg の3レベルの低たんぱく質食、平均 33 kcal/kg の維持エネルギー条件下で窒素出納試験を行った。	XをN摂取量(mg N/kg)、YをN出納値(mg N/kg)とすると、 $Y=0.256X-34.4$ という回帰直線式が得られ、見かけの窒素平衡維持量は134 mg/kgであった。この時、卵たんぱく質の正味たんぱく質利用率(NPU)は、33であった。	成人女性における良質たんぱく質必要量を推定することができた。	Kaneko K et al: J Nutr Sci Vitaminol 1985; 31: 43-52.
7	窒素出納法による卵たんぱく質と卵パターンアミノ酸混合の必要量の比較	19~30歳の健康な日本人男子学生 28名	アミノ酸混合食 2週間、卵たんぱく質食 1週間	並行群間比較試験	60 (n=5)、75 (n=10)、100 (n=8)、130 (n=5) mg N/kg の4レベルのアミノ酸混合食について、引き続き卵たんぱく質食について、それぞれ窒素出納試験を行った。	回帰直線式から求めた卵たんぱく質パターンアミノ酸混合食の窒素平衡維持量は110.1±50.2 mg N/kgであり、卵たんぱく質の88.4±40.6 mg N/kgとの差はなかった。	卵パターンアミノ酸混合食と卵たんぱく質の必要量には差がなかった。	Komatsu T et al: J Nutr Sci Vitaminol 1983; 29: 169-85.
8	分離大豆たんぱく質と牛乳たんぱく質の窒素出納の比較	18~23歳の健康な成人男子 22名(うち牛乳たんぱく質食群は6名)	各摂取レベル期 10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55 g/kgとした。各期10日間のうち、初日は無たんぱく質食とし、最後の5日間の窒素出納を観察した。	分離大豆たんぱく質(Supro-620及びSupro-710)群の窒素出納値は124及び146 mg N/kgであり、牛乳(ドライスキムミルク)群の窒素出納値144 mg N/kgと差はなかった。	分離大豆たんぱく質の窒素出納維持量は乳たんぱく質のそれに匹敵する。	Scrimshaw NS et al: J Nutr 1983; 113: 2492-7.
9	窒素出納法によるタイ人男性の卵たんぱく質必要量の検討	18~27歳(平均22.9歳)の健康なタイ人成人男子 13名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は3日間空ける(5名は計55日、8名は計41日)	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、5名は0.20、0.35、0.50 g/kg、8名は0.55、0.70、0.85 g/kg、とした。各期10日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	窒素平衡維持量は83.4~140.4 mg N/kgであり、平均値は123.6±17.1 mg N/kg(たんぱく質として0.77±0.11 g/kg)であった。	熱帯に属するタイ人の良質たんぱく質必要量が0.77 g/kgと求められた。	Tontisirin K: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 88-97.
10	窒素出納法による高齢男性の卵たんぱく質必要量の検討	68~74歳の健康な高齢男性 7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.57、0.70、0.85 g/kg、とした。各期11日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢男性においては、0.85 g/kgにおいても5名が正の窒素出納を示したが、窒素平衡維持のための卵たんぱく質摂取量は0.7から0.85 g/kgであると考えられる。	高齢者のたんぱく質摂取量はたんぱく質エネルギーとして12~14%必要であろう。	Uauy R et al: Am J Clin Nutr 1978; 31: 779-85.
	窒素出納法による高齢女性の卵たんぱく質必要量の検討	70~84歳の健康な高齢女性 7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.52、0.65、0.80 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢女性の窒素平衡維持量は卵たんぱく質として0.83 g/kgであった。		
11	分離大豆たんぱく質と牛肉たんぱく質の窒素出納の比較	19~22歳の健康な若年成人男子大学生 7名	各摂取レベル期10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55、0.65 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	若年成人男子における牛肉たんぱく質の窒素平衡維持量は116±21 mg N/kgであった。	分離大豆たんぱく質の窒素出納維持量は牛肉たんぱく質や乳たんぱく質のそれに匹敵する。	Wayler A et al: J Nutr 1983; 113: 2485-91.
	分離大豆たんぱく質と牛乳たんぱく質の窒素出納の比較	19~26歳の健康な若年成人男子大学生 7名	各摂取レベル期10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55、0.65 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	若年成人男子における牛乳たんぱく質(ドライスキムミルク)の窒素平衡維持量は103±35 mg N/kgであった。		

表1 健康な成人における良質（動物性）たんぱく質のたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	窒素出納法により、メキシコ人の食事たんぱく質と牛乳たんぱく質の必要量を比較	メキシコ人の健康な若年成人男子（メキシコ食群 8名 平均21歳、牛乳たんぱく食群 3名 平均24歳）	調整期を含めて計71日間	クロスオーバー試験	0.3、0.4、0.5、0.6 g/kg の4レベルのたんぱく質摂取（各レベル2週間ずつ、初日は無たんぱく質食、最後3日間は約1 g/kg）とし、8～11日目の摂取窒素、尿・糞中窒素排泄を測定した。	伝統的なメキシコ人の食事たんぱく質の必要量（窒素平衡維持量）が112 mg N/kg であったのに対して、良質たんぱく質である牛乳たんぱく質の平均必要量は105 mg N/kg であった。	推奨量（集団の97.5%の必要量をカバーする摂取量）は、牛乳たんぱく質 122 mg N/kg、メキシコ人の食事 136 mg N/kg であった。	Bourges H et al: Arch Latinoam Nutr 1982; 32: 630-49.
2	窒素出納法により、ルピナス豆たんぱく質と卵たんぱく質の質を比較	18～31歳の健康な若年成人男子9名（うちルピナス豆たんぱく質食群 8名、卵たんぱく質食群 6名）	各摂取レベル期11日間	ラテンスクエアデザイン	たんぱく質摂取レベルは、0.3、0.45、0.6 g/kg の3各レベルとした。各レベル期11日間のうち、初日は無たんぱく質食、続く6日間は適応期間とし、最後の4日間の窒素出納を観察した。	0.8、0.6、0.4 g/kg のルピナス豆たんぱく質摂取における窒素出納値は16.4、0.2、-15.1 mg N/kg であり、0.6、0.45、0.3 g/kg の卵たんぱく質摂取における窒素出納値は、それぞれ12.6、-3.6、-17.1 mg N/kg であった。	ルピナス豆たんぱく質の正味たんぱく質利用率（NPU）は、卵たんぱく質の77%であった。	Egana JI et al: J Nutr 1992; 122: 2341-7.
3	窒素出納法により、中国人日常混合食たんぱく質と卵たんぱく質の必要量を検討	20～29歳（平均24.2歳）の健康な中国人成人男子28名（うち卵たんぱく質群 21名）	各摂取レベル期12日間	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55 g/kg の3各レベルとした。各期の初日は低たんぱく質（0.1 g/kg）食とし、その後10日間実験食を摂取させ、最後の4日間の窒素出納を観察した。各期の間には通常の混合食（たんぱく質レベル 1.5 g/kg）を3～4日間摂取する回復期を設けた。	3レベルの卵たんぱく質食摂取実験で、帰帰直線式から求めた窒素平衡維持量は98.2 mg N/kg（たんぱく質 0.61 g/kg）であった。	中国人の日常混合食の消化率は96.5%、卵たんぱく質の消化率は98%であり、日常混合食の利用効率は卵たんぱく質の73～77%であった。	Huang PC et al: J Nutr 1982; 112: 897-907.
4	窒素出納法により、過剰及び維持量エネルギー条件下における卵及び米たんぱく質の必要量を検討	20～27歳の健康な日本人男子学生28名（うち維持エネルギーレベル卵たんぱく質群 11名）	各摂取レベル期3週間、合計2年間超	クロスオーバー試験	実験食は、0.28から0.76 g/kg の低たんぱく質食とし、各たんぱく質レベルにおいて被験者を2群に分け、1群には維持エネルギー（約45 kcal/kg）、もう1群は過剰エネルギー（約57 kcal/kg）とした。	維持エネルギー条件下におけるたんぱく質必要量は卵たんぱく質で0.65 g/kg（NPU: 44）、米たんぱく質で0.87 g/kg（NPU: 33）であった。それに対して、過剰エネルギー条件下においては、卵たんぱく質0.46 g/kg（NPU: 63）、米たんぱく質0.58 g/kg（NPU: 50）であった。	食事たんぱく質の生体内利用は摂取エネルギーの影響を受け、過剰摂取エネルギー条件下では利用率が高まる。このように、食事タンパク質の生物価は一定ではない。	Inoue G et al: J Nutr 1973; 103: 1673-87.
5	窒素出納法により、大豆たんぱく質及び大豆・魚等量混合たんぱく質の栄養価を魚たんぱく質の栄養価と比較検討	19～28歳の健康な日本人男子大学生21名（うち魚たんぱく質群 8名、そのうち1名のデータはオミットしたため7名のデータ採用）	各摂取レベル期11日間（うち、最初の1日間は無たんぱく質食）	クロスオーバー試験	0.35、0.45、0.55、0.55 g/kg の4レベルの低たんぱく質食、約45 kcal/kg の維持エネルギー条件下で窒素出納試験を行った。	維持エネルギー条件下における窒素平衡維持量は、魚たんぱく質で87 mg/kg（NPU: 54）、大豆・魚等量混合たんぱく質で91 mg/kg（NPU: 51）であった。	魚たんぱく質、大豆・魚等量混合たんぱく質の窒素平衡維持量は以前の研究で求めた卵たんぱく質の値と同様であった。	Inoue G et al: Food and Nutrition Bulletin Suppl, No. 5, UNU, 1981: 77-87.

表1 健康な成人における良質（動物性）たんぱく質のたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）（続き）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
6	窒素出納法により日本人成人女性における卵たんぱく質の利用率と必要量を検討	健康な日本人女子学生 15名	各摂取レベル期 12日間	クロスオーバー試験	50、75、100 mg N/kg の3レベルの低たんぱく質食、平均 33 kcal/kg の維持エネルギー条件下で窒素出納試験を行った。	XをN摂取量(mg N/kg)、YをN出納値(mg N/kg)とすると、 $Y=0.256X-34.4$ という回帰直線式が得られ、見かけの窒素平衡維持量は134 mg/kgであった。この時、卵たんぱく質の正味たんぱく質利用率(NPU)は、33であった。	成人女性における良質たんぱく質必要量を推定することができた。	Kaneko K et al: J Nutr Sci Vitaminol 1985; 31: 43-52.
7	窒素出納法による卵たんぱく質と卵パターンアミノ酸混合の必要量の比較	19~30歳の健康な日本人男子学生 28名	アミノ酸混合食 2週間、卵たんぱく質食 1週間	並行群間比較試験	60 (n=5)、75 (n=10)、100 (n=8)、130 (n=5) mg N/kg の4レベルのアミノ酸混合食について、引き続き卵たんぱく質食について、それぞれ窒素出納試験を行った。	回帰直線式から求めた卵たんぱく質パターンアミノ酸混合食の窒素平衡維持量は110.1±50.2 mg N/kgであり、卵たんぱく質の 88.4±40.6 mg N/kg との差はなかった。	卵パターンアミノ酸混合食と卵たんぱく質の必要量には差がなかった。	Komatsu T et al: J Nutr Sci Vitaminol 1983; 29: 169-85.
8	分離大豆たんぱく質と牛乳たんぱく質の窒素出納の比較	18~23歳の健康な成人男子 22名(うち牛乳たんぱく食群は6名)	各摂取レベル期 10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55 g/kgとした。各期10日間のうち、初日は無たんぱく質食とし、最後の5日間の窒素出納を観察した。	分離大豆たんぱく質(Supro-620及びSupro-710)群の窒素出納値は124及び146 mg N/kgであり、牛乳(ドライスキムミルク)群の窒素出納値144 mg N/kgと差はなかった。	分離大豆たんぱく質の窒素出納維持量は乳たんぱく質のそれに匹敵する。	Scrimshaw NS et al: J Nutr 1983; 113: 2492-7.
9	窒素出納法によるタイ人男性の卵たんぱく質必要量の検討	18~27歳(平均22.9歳)の健康なタイ人成人男子 13名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は3日間空ける(5名は計55日、8名は計41日)	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、5名は0.20、0.35、0.50 g/kg、8名は0.55、0.70、0.85 g/kg、とした。各期10日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	窒素平衡維持量は83.4~140.4 mg N/kgであり、平均値は123.6±17.1 mg N/kg(たんぱく質として0.77±0.11 g/kg)であった。	熱帯に属するタイ人の良質たんぱく質必要量が0.77 g/kgと求められた。	Tontisirin K: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 88-97.
10	窒素出納法による高齢男性の卵たんぱく質必要量の検討	68~74歳の健康な高齢男性 7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.57、0.70、0.85 g/kg、とした。各期11日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢男性においては、0.85 g/kgにおいても5名が正の窒素出納を示したが、窒素平衡維持のための卵たんぱく質摂取量は0.7から0.85 g/kgであると考えられる。	高齢者のたんぱく質摂取量はたんぱく質エネルギーとして12~14%必要であろう。	Lauy R et al: Am J Clin Nutr 1978; 31: 779-85.
	窒素出納法による高齢女性の卵たんぱく質必要量の検討	70~84歳の健康な高齢女性 7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.52、0.65、0.80 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢女性の窒素平衡維持量は卵たんぱく質として0.83 g/kgであった。		
11	分離大豆たんぱく質と牛肉たんぱく質の窒素出納の比較	19~22歳の健康な若年成人男子大学生 7名	各摂取レベル期10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55、0.65 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	若年成人男子における牛肉たんぱく質の窒素平衡維持量は116±21 mg N/kgであった。	分離大豆たんぱく質の窒素出納維持量は牛肉たんぱく質や乳たんぱく質のそれに匹敵する。	Wayler A et al: J Nutr 1983; 113: 2485-91.
	分離大豆たんぱく質と牛乳たんぱく質の窒素出納の比較	19~26歳の健康な若年成人男子大学生 7名	各摂取レベル期10日間とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.35、0.45、0.55、0.65 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	若年成人男子における牛乳たんぱく質(ドライスキムミルク)の窒素平衡維持量は103±35 mg N/kgであった。		

表1 健康な成人における良質（動物性）たんぱく質のたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）（続き）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
12	窒素出納法による卵たんぱく質とチリ人の日常混合食の必要量比較	20～31歳の低所得階級に属する成人男性8名	各摂取レベル期11日間とし、各期の間は3日間空ける	ラテンスクエアデザイン	日常混合食のたんぱく質摂取レベルは、0.40、0.55、0.70 g/kg、卵たんぱく質のたんぱく質摂取レベルは、0.30、0.45、0.60 g/kgとした。各期11日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	回帰直線式から求めた窒素平衡維持量は、卵たんぱく質が0.61 g/kgであったのに対し、チリ人の日常混合食のたんぱく質は0.78 g/kgであった。	卵タンパク質の推奨量は0.8 g/kg、チリ人の日常混合食のたんぱく質推奨量は1.0 g/kgと求められる。	Yanez E et al: Br J Nutr 1982; 47: 1-10.
13	窒素出納法による卵たんぱく質の必要量検討	平均年齢22歳の健康な若年成人男子大学生19名	各摂取レベル期15日間とし、各期の間は5日間空ける	クロスオーバー試験、順序はランダム	11名の被験者について、たんぱく質摂取レベル0.2、0.3、0.5 g/kgの実験を、8名の被験者について0.4 g/kgの実験を行った。各期15日間のうち、初日は無たんぱく質食とし、尿中窒素の計算には各期の最後の5日間のデータを用いた。汗その他によるN排泄量は5 mg/kgと見積もった。	回帰直線式から求めた卵たんぱく質の窒素平衡維持量は73 mg N/kg、95%信頼区間は60-94 mg N/kgであった。	摂取たんぱく質の質評価を行うためには、異なるたんぱく質摂取レベルで出納値を求める必要がある。	Young VR et al: J Nutr 1973; 103: 1164-74.
14	窒素出納法による牛肉たんぱく質と小麦たんぱく質の必要量の比較	18～24歳の健康な若年成人男子大学生16名（うち牛肉たんぱく食群8名（うち1名のデータはオミットしたため7名のデータ採用））	各摂取レベル期15日間とし、各期の間は4日間空ける	食事レベルはラテンスクエアデザインにて振り分け	牛肉の実験（n=8）においては、たんぱく質摂取レベルは0.2、0.3、0.4、0.5 g/kgとした。小麦たんぱく質の実験（n=8）においては、たんぱく質摂取レベルを0.3、0.4、0.5、0.65 g/kgとした。各期15日間のうち、初日は無たんぱく質食とし、糞中窒素及び尿中窒素の計算には、それぞれ各期の最後の10日間及び5日間のデータを用いた。	回帰直線式から求めた牛肉たんぱく質の窒素平衡維持量は83 mg N/kg、95%信頼区間は75-96 mg N/kgであった。小麦たんぱく質の窒素平衡維持量は126 mg N/kg、95%信頼区間は107-178 mg N/kgであった。	牛肉たんぱく質及び小麦たんぱく質の質を卵たんぱく質を基準にして計算すると、それぞれ78±12及び41±10と評価された。	Young VR et al: J Nutr 1975; 105: 534-42.
15	卵たんぱく質との比較からみた窒素出納法による分離大豆たんぱく質の質評価	平均年齢約20歳の健康な若年成人男子大学生41名（うち卵たんぱく質食群7名）	各摂取レベル期10日間とし、各期の間は3～5日間空ける	食事レベルはラテンスクエアデザインにて振り分け	分離大豆たんぱく質及び卵たんぱく質の比較（実験1）においては、卵たんぱく質群（n=8）の窒素摂取レベルは32、48、64、90 mg/kgとした。各期10日間のうち、初日は無たんぱく質食とし、窒素出納の計算には各期の最後の5日間のデータを用いた。糞・尿以外のその他の窒素損失は8 mg/kgとした。	卵たんぱく質及び分離大豆たんぱく質の窒素平衡維持量は98.6±43.6 mg/kg及び118.1±14.8 mg/kgであり、両者有意な差はなかった。分離大豆たんぱく質にメチオニンを添加しても明らかな効果はなかった。	分離大豆たんぱく質の窒素出納維持量は動物性たんぱく質のそれに匹敵し、成人においてはメチオニンは制限アミノ酸ではないと考えられる。	Young VR et al: Am J Clin Nutr 1984; 39: 16-24.

表2 高齢者におけるたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	窒素出納法による高齢男性の卵たんぱく質必要量の検討	68～74歳の健康な高齢男性7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.57、0.70、0.85 g/kg、とした。各期11日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢男性においては、0.85 g/kg においても5名が正の窒素出納を示したが、窒素平衡維持のための卵たんぱく質摂取量は0.7から0.85 g/kg であると考えられる。	高齢者のたんぱく質摂取量はたんぱく質エネルギーとして12～14%必要であろう。	Uauy R et al: Am J Clin Nutr 1978; 31: 779-85.
	窒素出納法による高齢女性の卵たんぱく質必要量の検討	70～84歳の健康な高齢女性7名	各摂取レベル期10日とし、各期の間は4日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.52、0.65、0.80 g/kg、とした。各期12日間のうち、初日は無たんぱく質食とした。	高齢女性の窒素平衡維持量は卵たんぱく質として0.83 g/kg であった。		
2	小麦・大豆・牛乳の混合たんぱく質を用いた若年者と高齢者の窒素出納の比較	23～29歳の若年男性受刑者8名、60～73歳のホーム（チリ、サンチアゴ）在住高齢男性7名	各摂取レベル期11日とし、各期の間は3日間空ける	クロスオーバー試験	たんぱく質摂取レベルは、0.4、0.8、1.6 g/kg、摂取エネルギーは40 kcal/kg とした。窒素出納試験は、各期最後の5日間について行った。	高齢者における窒素出納値は、0.4、0.8及び1.6 g/kg のたんぱく質摂取で、それぞれ-21.8 ± 8.8、-0.06 ± 8.8及び51.1 ± 19.3 mg N/kg であった。	たんぱく質必要量及び摂取たんぱく質の体内利用に若年者と高齢者の差は認められなかった。	Cheng AHR et al: Am J Clin Nutr 1978; 31: 12-22.
3	窒素出納による卵たんぱく質を用いた高齢者男女のたんぱく質推奨量の検討	高齢男性（平均年齢75歳）7名、高齢女性（平均年齢78歳）8名	30日間（10日毎に3期に分けた）		たんぱく質摂取レベルは、0.8 g/kg、摂取エネルギーは男性32 kcal/kg、女性29 kcal/kg とした。実験期は10日ごとの3期間とし、各期最後の5日間の窒素出納を観察した。	卵たんぱく質0.8 g/kg の摂取条件下では、高齢者男性7名中3名、女性8名中4名の窒素出納が負の値であった。	70歳以上の高齢者の多くにとって、卵たんぱく質0.8 g/kg は窒素平衡を保つのに十分なりょうであるとはいえない。	Gersovitz M et al: Am J Clin Nutr 1982; 35: 6-14.
4	窒素出納による牛乳・卵等混合たんぱく質摂取高齢者男女のたんぱく質必要量の検討	56～80歳の高齢者男女12名	各摂取レベル期11日	並行群間比較試験	たんぱく質摂取レベルは、0.8 g/kg (n=6) 及び1.6 g/kg (n=6) とした。各期最後の6日間の窒素出納を観察した。	窒素出納値は、0.8 g/kg のたんぱく質摂取群では負、1.6 g/kg 群では正であり、窒素平衡維持量は1.00 g/kg であった。	今回のデータ及びこれまでの窒素出納の報告から、高齢者のたんぱく質必要量は0.91 ± 0.043 g/kg と算定される。この値は若年者よりも高い。	Campbell WW et al: Am J Clin Nutr 1994; 60: 501-9.
5	牛乳たんぱく質を用いた高齢女性の窒素出納の検討	66～79歳の高齢女性12名	全9週間	並行群間比較試験	たんぱく質摂取レベルは、0.45 g/kg (n=6) 及び0.92 g/kg (n=6) とした。3週目（16日目から21日目の6日間）及び9週目（56日目から61日目の6日間）の窒素出納を観察した。	窒素出納値は、0.45 g/kg のたんぱく質摂取群では負であり、活性組織重量、免疫能及び筋肉機能の低下が認められた。0.92 g/kg 群では窒素平衡が維持された。	窒素平衡が維持できないような低たんぱく質食摂取条件では、高齢女性においては生体機能の低下も起こる。	Casteneda C et al: Am J Clin Nutr 1995; 62: 30-9.

表3 小児におけるたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	全卵あるいは牛乳を用いた1歳児における窒素平衡維持量及び不可避窒素損失量の検討	9～17月齢の健康な男児34名	1.3～2.0 g/kg たんぱく食を7～10日間、その後低たんぱく質食6日間(うち窒素出納期は4～6日目)	ランダムデザイン	窒素摂取レベル12～180 mg/kgの計61の窒素出納試験を行った。皮膚・髪・爪からの総経皮窒素損失量についても調べた。	全卵及び牛乳たんぱく質摂取において、それぞれの窒素平衡維持量は106及び103 mg N/kg、必要量の97.5%信頼区間は128及び142 mg N/kgであった。経皮窒素損失量は7.8±2.9 mg/kg/日であった。	小児における卵たんぱく質と牛乳たんぱく質の窒素平衡維持量はほぼ同様な値であった。	Huang PC et al.: J Nutr 1980; 110: 1727-35.
2	フィリピン人小児の日常食摂取におけるたんぱく質必要量算定	20～29月齢の福祉施設小児7名(うち5名はマイルドな低栄養)	6レベルたんぱく質摂取群(n=3)は57日、5レベル群(n=4)は47日	たんぱく質摂取量降順方式	米、魚、野菜、果物からなる日常食を用い、たんぱく質レベルを2.0、1.75、1.5、1、0.75 g/kgのように段階的に減少させ、各期最後の4日間の窒素出納を観察した。各期は7日間とし、間に3日間の自由摂取期を設けた。	フィリピン小児における日常食たんぱく質の必要量は0.70 g/kg、安全摂取レベルは1.0 g/kgと算定された。	本研究で得られた小児のたんぱく質必要量は、現行のFAO/WHOの値に比べて低い値であった。	Intengan CL et al.: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 172-81.
3	就学前小児における牛乳及び大豆たんぱく質を用いたたんぱく質必要量の算定	17～31月齢の男児10名(低栄養にて治療を受け、少なくとも本研究開始1か月前に完治)	牛乳、大豆たんぱく質について36日間ずつ(たんぱく質摂取量4レベル、各レベル9日間)	たんぱく質摂取量昇順方式(n=5)あるいは降順方式(n=5)	1.25、1.00、0.75、0.5 g/kgの牛乳あるいは大豆たんぱく質食摂取期間を各レベル9日間とし、各期最後の4日間の窒素出納を観察した。	成長のための窒素蓄積を含めた小児の窒素必要量は、牛乳たんぱく質98 mg/kg(たんぱく質として0.61 g/kg)、大豆たんぱく質120 mg/kg(たんぱく質として0.75 g/kg)であった。	本研究の牛乳で得られた小児のたんぱく質必要量は、現行のFAO/WHOの値に比べて33%低い値であった。	Torun B et al.: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 182-90.
4	就学前小児における牛乳及び大豆たんぱく質を用いたたんぱく質必要量の算定	34～62月齢の健康な小児7名	牛乳、大豆たんぱく質について32日間ずつ(たんぱく質摂取量4レベル、各レベル8日間)		1.5、1.25、1.0、0.75 g/kgの牛乳あるいは大豆たんぱく質食摂取期間を各レベル8日間とし、各期最後の4日間の窒素出納を観察した。	成長のための窒素蓄積24 mg/kgを含めた小児のたんぱく質必要量は、大豆たんぱく質0.99 g/kg)、牛乳たんぱく質0.71 g/kg)であった。	大豆たんぱく質の消化率は牛乳たんぱく質と同様であったが、大豆たんぱく質の利用率はたんぱく質に比べて低かった。	Egana MJI et al.: Food and Nutrition Bulletin, UNU, 1984: 249-57.

表3 小児におけるたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）（続き）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
5	フィリピン人小児の日常食摂取におけるたんぱく質必要量算定	20～29月齢の健康な男児5名（福祉施設居住）	4レベルたんぱく質摂取、各レベル7日間、計28日間	たんぱく質摂取量降順方式（n=2）あるいは昇順方式（n=3）	米、緑豆、野菜、果物からなる日常食を用い、4レベルの低たんぱく質食を摂取させ、各期最後の4日間の窒素出納を観察した。各期は7日間とし、間に3日間の自由摂取期を設けた。	フィリピン小児における米及び緑豆をベースとした日常食たんぱく質の必要量は1.00 g/kg、安全摂取レベルは1.39 g/kgと算定された。	本研究で得られた小児のたんぱく質必要量は、米・魚ベースの研究で得られた値0.7 g/kgと比べると、かなり高い。	Intengan CL et al: Food and Nutrition Bulletin, UNU. 1984: 258-64.
6	窒素出納法による思春期前の男子児童のたんぱく質必要量の検討	8～10歳の健康な男子児童8名	各摂取レベル期10日	クロスオーバー試験	96、128、160、192 mg N/kgの混合たんぱく質食、及び160 mg N/kgの牛乳・卵たんぱく質食で窒素出納試験を行った。	十分な体たんぱく質保留のために必要な混合たんぱく質摂取量は150 mg N/kgであり、対象者集団の97.5%をカバーするたんぱく質摂取量（推奨量）は1.2 g/kgと見積もられた。	現行の思春期前男子児童のたんぱく質推奨量は適切であると考えられる。	Gattas V et al: Am J Clin Nutr 1990; 52: 1037-42.
7	窒素出納法による12～14歳男子のたんぱく質必要量の検討	12～14歳の健康な男子8名	各摂取レベル期10日	クロスオーバー試験	72、104、136、168 mg N/kgの植物性混合たんぱく質食、及び160 mg N/kgの牛乳・卵たんぱく質食で窒素出納試験を行った。	十分な成長のために必要な混合たんぱく質摂取量は147 mg N/kgであり、対象者集団の97.5%をカバーするたんぱく質摂取量（推奨量）は1.15 g/kgと見積もられた。	対象集団に対するFAO/WHO/UNUのたんぱく質推奨量は適切であると考えられる。	Gattas V et al: Am J Clin Nutr 1992; 56: 499-503.
8	思春期前女子児童における汗中への窒素損失と窒素出納の検討	平均8歳7か月（8～9.5歳）の健康な女子児童15名	計34日間（調整期3日間、実験期は10日間2回+11日間1回）	ランダムオーダーのクロスオーバー試験	動物性・植物性からなる混合たんぱく質を用い、たんぱく質摂取量は34、57、88 g/日の3レベルとして、各実験期の最後の5日間に窒素出納試験を行った。汗中への窒素排泄量測定は実験期最後の2日間に実施した。	たんぱく質摂取量34、57、88 g/日における平均窒素出納値は、それぞれ0.04、0.55、1.42 g/日、汗中への窒素排泄量はそれぞれ201、263、319 mg/日であった。	思春期前の子どもの成長を保証するための最小窒素必要量は、NRC推奨量より多いことが考えられる。	Howat PM et al: Am J Clin Nutr 1975; 28: 879-82.
9	思春期前児童のたんぱく質利用と汗中への窒素損失の検討	平均8歳8か月（7～9歳）の健康な男子児童12名	計34日間（調整期3日間、実験期は10日間2回+11日間2回）	ランダムオーダーのクロスオーバー試験	たんぱく質摂取量は29、54、84 g/日の3レベルとして、各実験期の最後の5日間に窒素出納試験を行った。汗中への窒素排泄量測定は実験期最後の2日間に実施した。	たんぱく質摂取量29、54、84 g/日における平均窒素出納値は、それぞれ0.39、0.09、1.95 g/日、汗中への窒素排泄量はそれぞれ208、287、368 mg/日であった。	思春期前の子どもの汗中への窒素損失は基礎代謝1 kcal当たり0.5 mgと見積もられる。	Korslund MK et al: Am J Clin Nutr 1976; 29: 600-3.

表3 小児におけるたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）（続き）

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
10	摂取たんぱく質量と種類による就学前小児の経皮窒素損失量の検討	平均 18 か月 14 ~24 か月) の男児 4 名 (低栄養にて治療を受け、少なくとも本研究開始 2 か月前に完治)	たんぱく質とレベルの異なる食事期間合計 111 日間	たんぱく質摂取量降順方式	米・大豆・牛乳・卵の組み合わせによる 320、240、160、80 mgN/kg (たんぱく質 2~0.5 g/kg 相当) の食事を各 10 日間ずつ摂取し、各期最後の 6 日間の窒素出納を観察した。各 10 日間の髪と爪を回収した。	糞、尿及び経皮 (髪及び爪) 窒素損失量は、窒素摂取量に正相関した。経皮不可避窒素損失量は 4.7 ± 0.6 mg/kg、2 g/kg の卵たんぱく質食摂取ではその 2.5 倍に上昇した。	経皮窒素損失量は、糞中への窒素排泄と同様、たんぱく質源及びその摂取量の影響を受ける。	Viteri FE et al: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 164-8.
11	就学前小児の不可避窒素損失量と要因加算法によるたんぱく質必要量の検討	2 歳程度の男児 5 名 (低栄養にて治療を受け、少なくとも本研究開始 1 か月前に完治)	9 日 (n=4)、その 5 か月後 7 日 (n=5)		100 kcal/kg の無たんぱく質食投与 2 日目から 24 時間尿、48 時間糞を回収し、窒素排泄量を調べた。	無たんぱく質食時における小児の尿中及び糞中窒素排泄量は、それぞれ 34 ± 5 及び 20 ± 7 mg/kg であった。	不可避窒素損失量は無たんぱく質食期 9 日の最後の数日間の値として求めることができる。	Torun B et al: Food and Nutrition Bulletin Suppl No. 5, UNU, 1981: 159-63.

表4 小児の体組成

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	出生時から10歳までの体組成基準値の算出	1か月齢～10歳		データ検索と計算による指標の提示	身長と体重の50パーセントイル値はNCHS(米国国立健康統計センター)のデータを用い、体水分、カリウム、カルシウムは文献値を参照して算出した。	各年齢男女の体組成(たんぱく質、総水分、細胞外水分、細胞内水分、骨ミネラル、骨外ミネラル、炭水化物、カリウム量等)を算出した。	年齢に伴う体組成の変化についての基本データを示すことができた。	Fomon SJ et al: Am J Clin Nutr 1982; 35, 1169-75.
2	生後2年までの体組成の変化についての検討	76名の小児		プロスペクティブスタディ	体水分(重水素希釈)、カリウム(ホールボディカウンター)、骨ミネラル(DEXA)量を生後2年間にわたって追跡した。	除脂肪体重(FFM)は女兒に比べて男児で高かった。FFMのたんぱく質及びカリウム含量は年齢とともに増加し、水分は減少した。	本研究で示された体組成のデータは、小児科領域における正常な成長と栄養状態評価の基準として用いることができる。	Butte NF et al: Pediatr Res 2000; 47, 578-85.
3	小児及び青年の体組成基準値の算出	5～18歳の健康な子ども856名			ヨーロッパ系、アメリカ系、メキシコ系など異なる民族性の被験者について、体水分、カリウム、骨ミネラル量を測定した。	骨量、たんぱく質、脂質などの体組成は、これまでの報告と異なる結果が得られた。	本研究の結果は、性や民族差に関係した体組成についての情報を提供する。	43) Ellis KJ et al: Ann NY Acad Sci 2000; 904: 374-82.

表5 妊娠による体たんぱく質蓄積量と体重増加量

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	妊婦の窒素保留量、体内カリウム量、体重増加量の検討	15～17歳の初妊婦 10名	妊娠後期 12日間		妊娠後期に十分なたんぱく質摂取条件下で窒素出納試験を行って窒素保留量を算定した。同時に体カリウム量及び体重増加量を測定した。	カリウムの保留量は3.4 mEq/日であり、これは胎児組織のK:N比(2.15:1)を用いて算定すると1.6 g/日の窒素保留量に相当する。平均窒素保留量は2.4 g/日であった。	回帰直線の傾きから得られた摂取窒素の利用率は30%という低い値であった。	King JC et al: J Nutr 1973; 103: 772-85.
2	正常妊婦における体脂肪、除脂肪体重、体水分の変化	正常妊婦 27名	妊娠期3回、出産後1回		妊娠期及び分娩後に、体重、体水分、体カリウム、皮脂厚、脂肪細胞直径を測定した。	体脂肪は妊娠期に増加し、中期の終わりにピークに達した。体脂肪量は皮脂厚とよく相関したが、脂肪細胞の直径とは相関しなかった。	妊娠期の体組成変化の特徴と、その指標が示された。	Pipe NGJ et al: Br J Obstet Gynecol 1979; 86: 929-40.
3	妊婦の安静時代謝量と体組成についての検討	22人の健康な妊婦	妊娠前、妊娠16-18、30、36週、出産後5-10日、6か月		妊娠期及びその前後における体重、安静時代謝量、総体カリウム量、総体水分量、総体脂肪量を測定した。	安静時代謝量は妊娠期に増加した。安静時代謝量は体カリウム量と正相関した。	妊娠期における体脂肪量の増加は5.8 kgであり、その60%は16-18週に増加する。	Forsum E et al: Am J Clin Nutr 1988; 47: 942-7.
4	妊娠期の体重・体脂肪増加と出生時体重の関係についての検討	妊婦63名(うちBMI低者17名、標準34名、高者12名)	妊娠前、妊娠9、22、36週、出産後2、6、27週		妊娠期及びその前後においてホールボディカウンターで体組成分析を行った。	妊娠期の体重増加量は体水分、カリウム、たんぱく質、除脂肪体重と正相関した。体脂肪増加量は高BMI者で高かった。出生時体重は、体水分、カリウム、除脂肪体重の増加量に正相関した。	子どもの出生時体重と産後の母体の脂肪蓄積を適切にするためには、過剰ではない適切な妊娠期の体重増加が必要である。	Butte NE et al: Am J Obstet Gynecol 2003; 189: 1423-32.

表6 たんぱく質必要量 (指標アミノ酸酸化法)

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	指標アミノ酸酸化法による高齢女性のたんぱく質必要量の算定	80～87歳の白人女性6名	1レベル3日、7レベル、計21日間	計42試験	たんぱく質摂取レベルは、0.1、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8 g/kg、各レベル3日間ずつとし、各期の3日目に、 ¹³ Cラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	たんぱく質必要量は0.85 g/kgと算定された。この値は現行必要量の29%高い値であった。	本研究の結果は、現行の高齢女性の必要量は低く見積もられている可能性を示唆する。	Tang M et al: Am J Clin Nutr 2014; 99: :891-8.
2	指標アミノ酸酸化法による中国人成人のたんぱく質必要量の算定	健康な女性9名、男性10名	各被験者5レベル、各試験期の間は1週間以上空ける	計56試験	たんぱく質摂取レベルは、0.75、0.82、0.89、0.97、1.05 g/kg (通常の中国食として摂取)の5レベル。 ¹³ Cラベルロイシンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	健康な中国人女性のたんぱく質必要量は0.85 g/kg/day, 男性のたんぱく質必要量は0.88 g/kg/dayと算定された。	本研究は安定同位元素を用いて中国人成人のたんぱく質必要量を調べた研究であり、平均たんぱく質必要量及び集団の安全摂取レベル(95%CI)は、それぞれ0.87及び0.98 g/kgと算定された。	Li M et al: Biomed Environ Sci. 2013; 26: 655-62.
3	指標アミノ酸酸化法による学童のたんぱく質必要量の算定	6～11歳の健康な学童7名(男子5名、女子2名)	各被験者最低7レベル、各試験期の間は1週間以上空ける	計56試験	たんぱく質(PheとTyr以外は卵パターンアミノ酸混合として摂取)レベルは、0.1～2.56 g/kgの7レベルとした。各試験前2日間の食事を記録し、3日目に12時間絶食後、 ¹³ Cラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	平均たんぱく質必要量及び集団の安全摂取レベル(95%CI)は、それぞれ1.3及び1.55 g/kgと算定された。この値は、現行の平均必要量及び集団の摂取安全量(それぞれ0.76及び0.95 g/kg)に比べてかなり高い。	本研究は安定同位元素を用いて子どものたんぱく質必要量を調べた初めての研究であり、現行の値が低く見積もられていることを示唆している。	Elango R et al: Am J Clin Nutr 2011; :94: 1545-52.

表6 たんぱく質必要量 (指標アミノ酸酸化法) (続き)

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
4	指標アミノ酸酸化法による中国人若年女性における日常食たんぱく質必要量の算定	平均 21.6 歳の健康な中国人女性 20 名	6 たんぱく質摂取レベル、各摂取レベル期 7 日間	被験者を 2 群に分け、各群 3 レベルずつ 3 クールの試験。たんぱく質摂取レベル設定は降順方式	中国人日常食を用い、たんぱく質摂取レベルは、0.7、0.78、0.86、0.94、1.02、1.1 g/kg、各レベル期 7 日間の最終日に、 ¹³ C ラベルロイシンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	平均たんぱく質必要量及び集団の安全摂取レベルは、 ¹³ CO ₂ 排出量からはそれぞれ 0.91 及び 1.09 g/kg と算定され、ロイシン酸化率から求めるとそれぞれ 0.92 及び 1.10 g/kg となった。	本研究で求められた値は現行の中国人女性の基準値 (1.16 g/kg) よりも低い。女性の月経周期を考慮した調査も必要である。	Tian Y et al: Asia Pac J Clin Nutr 2011; ;20: 390-6.
5	指標アミノ酸酸化法による若年男性のたんぱく質必要量の算定	平均 26.8 歳の健康な成人男性 8 名	各レベル間は 1 週間以上空け、7 摂取レベルを 3 か月以内に終了	ランダムクロスオーバー試験	たんぱく質 (アミノ酸混合として摂取) レベルは、0.1、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8 g/kg、の 7 レベルとした。各試験前 2 日間の食事を記録し、3 日目に 12 時間絶食後、 ¹³ C ラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	今回のアミノ酸酸化法で求めた平均たんぱく質必要量及び集団の安全摂取レベル (推奨量) は、それぞれ 0.93 及び 1.2 g/kg と算定された。これらの値は、窒素出納法で求めた値 (それぞれ 0.91 及び 1.0 g/kg) と同様な値であった。	今回の値及び既に求められている窒素出納法の値から、現行の推奨量は低く見積もりすぎていることが示唆された。	Humayun MA et al: Am J Clin Nutr 2007; 86: :995-1002.

表7 不可欠アミノ酸必要量

文献番号	検索時の ID	不可欠アミノ酸	方法	指標アミノ酸	アミノ酸の投与経路	対象	対象 (n)	年齢	投与レベル	必要量
1	Phe_56	Lys	IAAO	Phe	経口	healthy school-age children	5	8.4±0.9	7	35mg/kg/d (95%CI の上限は 58)
2	Phe_31	Lys	IAAO	Phe	経口	healthy school-age children	6	8.4±0.8	7	33.5mg/kg/d (95%CI の上限は 46.6)
3	Phe_15	Lys	IAAO	Phe	経口	neonate	21	0	1人1条件	130mg/kg/d (95%CI: 76.3-183.7)
4	Phe_64	Phe (Tyr が ない場 合)	IAAO	Lys	経口	healthy school-age children	5	9.1±1.4	8	28 mg/kg/d (95%CI の上限は 17.2)
5	Phe_73	Phe (Tyr が ない場 合)	IAAO	Leu	経口	healthy man	5	30.4±5.4	7	41.9 mg/kg/d
6	Phe_78	Phe	IAAO	Lys	経口	healthy man	5	24.9±4.7y (26-37)	8	48 mg/kg/d (43.73 と 51.71 の平均)
7	Phe_71	Phe	IAAO (24-h Tracer-infusion)	Leu (iv)	経口	healthy well-nourished Indian	32	21.8±2.7	1人2段階 のみ	Leu 酸化 : 37 mg/kg/d (95%CI: 31-47) Leu バランス : 38 mg/kg/d (95%CI: 31-47)
8	Phe_103	BCAA	IAAO	Phe	経口	healthy school aged children	5	8.5±1.2y (6.8-10y)	7	147.3 mg/kg/d (95%CI 103.5-191.5)
9	Cys_11	Met (Cys が excess の場合)	IAAO	Phe	経口	neonate	33	13±6 d	1人1条件	38mg/kg/d (95%CI: 27-48)
10	Cys_117	Met (Cys が 充分にあ る場合)	IAAO	Phe	経口	healthy school-age children	6	9.4±2.3	7	5.8 mg/kg/d (95%CI の上限は 7.3)
11	Met_430	Total sulfur amino acids	IAAO	Phe	経口	healthy school age children	6	9.1±2.2	6	12.9 mg/kg/d

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
（総合）研究報告書

脂質（総脂肪、飽和脂肪酸、n-6 系脂肪酸、n-3 系脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、
トランス脂肪酸、コレステロール）

研究分担者 江崎 治(昭和女子大学)

研究要旨

2015 年版日本人の食事摂取基準策定のため、総脂肪（脂肪エネルギー比率）、飽和脂肪酸、n-6 系脂肪酸、n-3 系脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、コレステロール、及びトランス脂肪酸について、PubMed からキーワードを用いて最近 5 年間の論文を網羅的に検索した。更にそれらの論文のアブストラクトから食事摂取基準と関連する論文を選択し、本文を精読し、レビューを行った。

研究協力者

- ・山崎 聖美(国立健康・栄養研究所基礎栄養研究部 主要栄養素研究室)
- ・三浦 進司
(静岡県立大学食品栄養科学部栄養生命科学科 栄養化学研究室)
- ・佐藤 眞一(千葉県衛生研究所)

A. 研究目的

2015 年版日本人の食事摂取基準策定のため、総脂肪（脂肪エネルギー比率）、飽和脂肪酸、n-6 系脂肪酸、n-3 系脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、コレステロール、及びトランス脂肪酸の 7 項目について、PubMed からキーワードを用いて網羅的に最近 5 年間の論文を集め、更に食事摂取基準に関連する論文を選択し、レビューを行った。2010 年以前については、同様な方法で既にレビューが行われている。

B. 研究方法

ステップ 1

PubMed を用いて、それぞれの項目（脂肪酸などについて）で、以下の limitation、key word で検索を行った。それらのアブストラクトを読んで、レビュー対象となる論文を選択した(江崎が担当)。論文(PDF)の取り寄せは、DRI 事務局が行った。

1. 総脂肪（脂肪エネルギー比率）

limitation, 5 years (human を limitation に設定すると重要論文が選択されなかったため、この項目については limitation に human を設定しなかった。)

(Diet, Fat-Restricted [MESH] OR low-carbohydrate) AND (diets OR diet OR dietary OR intake OR consumption) AND (“systematic review” OR meta-analysis) OR (randomized controlled trial [PTYP] OR random [WORD]) OR ((cohort studies