

図1. ビタミン B₆ ビタマーの構造式

ピリドキシン (PN, C₈H₁₁NO₃=169.2)

ピリドキサール (PL, C₈H₉NO₃=167.2)

ピリドキサミン (PM, C₈H₁₂N₂O₂=168.2)

ピリドキシン 5'-リン酸 (PNP, C₈H₁₂NO₆P=249.2)

ピリドキサール 5'-リン酸 (PLP, C₈H₁₀NO₆P=247.2)

ピリドキサミン 5'-リン酸 (PMP, C₈H₁₃N₂O₅P=248.2)

表1. 母乳中のビタミン B₆ 含量

	ビタミン B ₆ 含量 (mg/L)	備考
J Nutr 1989 ¹	0.109	5ヶ月-
五訂日本食品成分表	Trace	成熟乳
昭和女子大戸谷先生試料	n=25 → 0.245±0.074 (平均±SD)	成熟乳 ²
Am J Clin Nutr 1976 ³	0.13	成熟乳
Am J Clin Nutr 1986 ⁴	0.15-0.21	成熟乳
福岡先生資料 ⁵	0.073	21-89日 n=4243

¹ McCormick DB. J Nutr 1989;119:1818-9 Table 1 より逆算した。

² 栄養に対する興味は高く、バランスのとれた食事を摂取していることを前提とした2-5ヶ月乳児を母乳で育てているボランティアの日本人女性より得た母乳を使用した。食事組成は分かっていない(未発表データ)。

³ West KD, Kirksey A. Influence of vitamin B₆ intake on the content of the vitamin in human milk. Am J Clin Nutr 1976;29:961-9

⁴ Borschel MW, Kirksey A, Hanneman RE. Effects of vitamin B₆ intake on nutriture and growth of young infants. Am J Clin Nutr 1986;43:7-15

⁵ 平成15年度所要量策定検討委員会妊産婦ワーキンググループ福岡先生資料

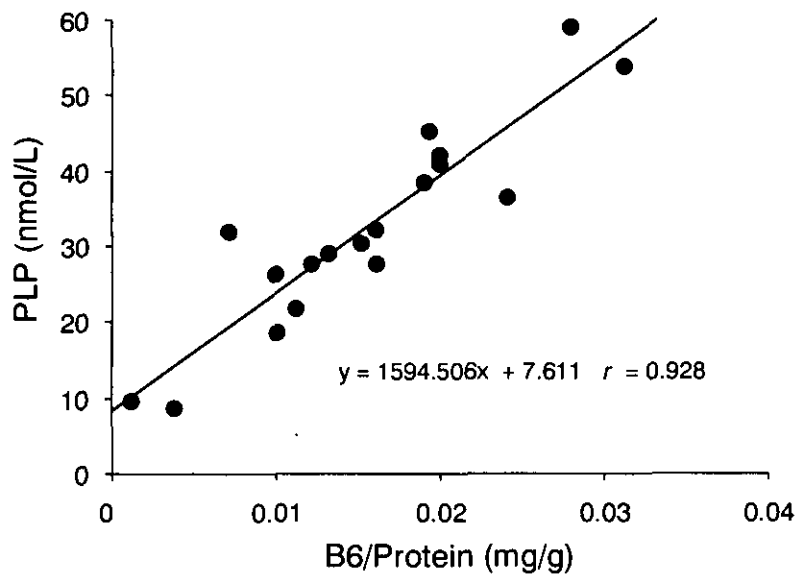


図2. タンパク質摂取量あたりのビタミン B₆ 摂取量と血漿中 PLP 濃度との相関

表 2-A ビタミン B₆ の DRI

性別	女性			
	EAR	RDA	AI	UL
年齢	mg/日	mg/日	mg/日	mg/kg 体重/日
0-(月)			0.10	1.55
6-(月)			0.30	1.55
1-2(歳)	0.38	0.46		1.55
3-5(歳)	0.50	0.60		1.55
6-7(歳)	0.58	0.70		1.55
8-9(歳)	0.76	0.91		1.55
10-11(歳)	0.97	1.15		1.55
12-14(歳)	1.07	1.19		1.55
15-17(歳)	1.17	1.40		1.55
18-29(歳)	1.17	1.40		1.55
30-49(歳)	1.17	1.40		1.55
50-69(歳)	1.17	1.40		1.55
70 以上(歳)	1.17	1.40		1.55
妊婦(付加量)		0.50		1.55
授乳婦(付加量)		0.60		1.55

表 2-B ビタミン B₆ の DRI

性別	男性			
	EAR	RDA	AI	UL
年齢	mg/日	mg/日	mg/日	mg/kg 体重/日
0-(月)			0.10	1.55
6-(月)			0.30	1.55
1-2(歳)	0.37	0.44		1.55
3-5(歳)	0.48	0.58		1.55
6-7(歳)	0.57	0.68		1.55
8-9(歳)	0.75	0.90		1.55
10-11(歳)	0.95	1.13		1.55
12-14(歳)	1.08	1.29		1.55
15-17(歳)	1.27	1.53		1.55
18-29(歳)	1.35	1.62		1.55
30-49(歳)	1.35	1.62		1.55
50-69(歳)	1.35	1.62		1.55
70 以上(歳)	1.35	1.62		1.55

【活用にあたっての注意】

1. 25mg/日のピリドキシン 10 日の摂取で血中の葉酸レベルが 27%低下したとの報告がある。むやみな多量摂取には注意を払うべきである。

IV. 食事摂取基準のための資料の研究報告書

4. ビタミン B₁₂

研究協力者 梅垣敬三 独立行政法人 国立健康・栄養研究所 室長

研究要旨

第7次改定作業において、使用した資料と数値策定において、検討した事項を整理した。

ビタミン B₁₂

(1) 基本事項

1) シアノコバラミン相当量として策定

ビタミン B₁₂は、コバルトを含有する化合物（コバミド）であり、アデノシルコバラミン、メチルコバラミン、ヒドロキシコバラミン、シアノコバラミン（CNB₁₂）がある。ビタミン B₁₂の食事摂取基準の数値は、五訂日本食品標準成分表¹⁾との整合性を重要視して、シアノコバラミン相当量（図1）で策定した。

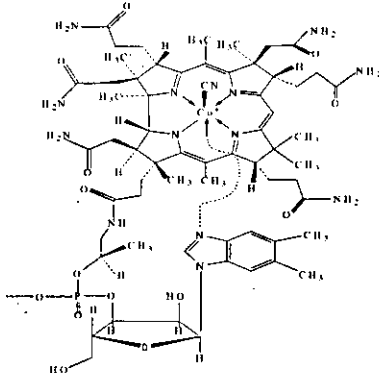


図1. シアノコバラミンの構造式
(C₆₃H₈₈CoN₁₄O₁₄P = 1355.37)

2) 消化・吸収

ビタミン B₁₂は動物性食品に含まれ、タンパク質と結合している。摂取後、胃酸や消化酵素の作用で遊離し、胃から分泌される内因子と結合して消化管から吸収される。高齢者などの胃酸分泌の低い者^{2, 3)}、消化管切除者では食品からの生体利用率が減少する。ビタミン B₁₂は胆汁を介して糞便へ排泄されるが、胆汁中に排泄されたビタミン B₁₂は腸肝循環により再吸収される⁴⁾。食事中のビタミン B₁₂の吸収率は健康な人では約 50%と評価されているが、大量投与（≥500μg）されたとき、その吸収率は顕著に減少する^{5, 6)}（図2参照）。

(2) 策定に使用した基本的な数値

1) 母乳中の含量

日本人の成熟乳の値として、0.2 μg/L を採用した⁷⁾。

2) EAR 算定のための科学的根拠

ビタミン B₁₂の必要量は信頼できるデータが唯一存在する「適正な血清学的状態を維持するために必要なビタミン B₁₂量を決定する方法」で算出した^{8, 9)}。すなわち、適正な血清ビタミン B₁₂濃度、ならびに悪性貧血患者へのビタミン B₁₂の投与実験のデータから、悪性貧血症患者の血清学的状態を適正に維持するために必要なビタミン B₁₂量を 1.5μg/日と推定した。悪性貧血患者は胆汁中に含まれる多量のビタミン B₁₂量を再吸収することができないため損失量（0.5μg/日）を差し引き、正常な腸管吸収能力を有する健康な成人における生体利用率（50%）の補正を行い、平均必要量 ERA を(1.5 - 0.5)/(50/100)=2μg と算定した。RDA は EAR×1.2 = 2.4μg とした。血清ビタミン B₁₂濃度は男性に比べて女性で高いことが報告されているが^{10, 11)}、その詳細は明確になっていないこともあり、今回の所要量の設定では男女差は考慮しなかった。

3) UL 算定のための科学的根拠

ビタミン B₁₂は胃から出される内因子 (IF) が飽和すれば、過剰に摂取しても吸収されない。また、非経口的に大量（1~5mg）のビタミン B₁₂を投与した条件においても過剰症は認められていない^{6, 12-14)}。このようにビタミン B₁₂の過剰摂取による有害作用を示す根拠は現時点ではないことから、UL は設定しなかった。

(3) 食事摂取基準

表1に食事摂取基準を示した。

1) 0~ (月)

母乳含量(0.2μg/L)×1日の授乳量 (0.78 L)

から算定した。

2) 6～(月)

乳児(0～)AI値(0.2μg/L)×(6～(月)の体重/0～(月)の体重)^{0.75}から計算した。

3) 1歳以上

成人のEAR=2.0μg, RDA=2.4μgを採用し、基本的にはこの値から対象年齢区分の体表面積の値の比較を示す式、(対象年齢区分の体重/科学的根拠のある年齢区分の体重)^{0.75}×(1+成長因子)を用いて策定した。

4) 高齢者

50歳以上の人は胃酸分泌の低い人が多く²⁾、³⁾、食品からの生体利用率(吸収率)が減少していると推測されるが、所要量を高めるといふ明確な根拠がないことから、成人と同じ値とした。

5) 妊婦・授乳婦

胎児へは、平均0.1～0.2μg/日のビタミンB₁₂が蓄積されていると推定されている^{15,16)}。そこで妊婦に対しては0.2μgを思春期と成人の女性の所要量に付加した。授乳婦は母乳として与えるビタミンB₁₂量を付加する必要があることから、乳児の所要量(0.2μg)を思春期と成人の所要量に付加した。

(4) その他

なし。

表1. 男女のビタミンB₁₂の食事摂取基準

性別	男女			
	EAR	RDA	AI	UL
年齢				
	μg/日	μg/日	μg/日	μg/日
0～(月)			0.2	—
6～(月)			0.2	—
1～2(歳)	0.7	0.8		—
3～5(歳)	0.8	0.9		—
6～7(歳)	1.1	1.3		—
8～9(歳)	1.3	1.5		—
10～11(歳)	1.4	1.6		—
12～14(歳)	1.7	2.1		—
15～17(歳)	1.9	2.3		—
18～29(歳)	2.0	2.4		—
30～49(歳)	2.0	2.4		—
50～69(歳)	2.0	2.4		—

70以上(歳)	2.0	2.4		—
妊婦(付加量)		0.2		—
授乳婦(付加量)		0.2		—

備考：

1. ULは策定できなかったが、過剰摂取しても胃から分泌される内因子が飽和するため吸収されない。
2. 高齢者などの胃酸の分泌が低下する者や胃酸抑制剤の服用者では吸収率が低下する。

文献

1. 科学技術庁資源調査会編(1996)五訂日本食品標準成分表。科学技術庁報告。
2. Krasinski, S.D., R.M. Russell, I.M. Samloff, R.A. Jacob, G.E. Dallal, R.B. McGandy, and S.C. Hartz, Fundic atrophic gastritis in an elderly population. Effect on hemoglobin and several serum nutritional indicators. *J Am Geriatr Soc*, 1986. **34**(11): p. 800-6.
3. Scarlett, J.D., H. Read, and K. O'Dea, Protein-bound cobalamin absorption declines in the elderly. *Am J Hematol*, 1992. **39**(2): p. 79-83.
4. el Kholty, S., J.L. Gueant, L. Bressler, M. Djalali, P. Boissel, P. Gerard, and J.P. Nicolas, Portal and biliary phases of enterohepatic circulation of corrinoids in humans. *Gastroenterology*, 1991. **101**(5): p. 1399-408.
5. Heyssel, R.M., R.C. Bozian, W.J. Darby, and M.C. Bell, Vitamin B₁₂ turnover in man. The assimilation of vitamin B₁₂ from natural foodstuff by man and estimates of minimal daily dietary requirements. *Am J Clin Nutr*, 1966. **18**(3): p. 176-84.
6. Boddy, K. and J.F. Adams, Excretion of cobalamins and coenzyme B₁₂ following massive parenteral doses. *Am J Clin Nutr*, 1968. **21**(6): p. 657-64.
7. 井戸田正, 菅原牧裕, 矢賀部隆史, 佐藤則文, 前田忠雄. 1996. 日本小児栄養消化器病学会雑誌, 10: 11-20.
8. 渡辺文雄. DRI資料集 ビタミンB₁₂作

成資料

9. Dietary Reference Intake(1998)
NATIONAL ACADEMY PRESS
Washington, D.C
10. Fernandes-Costa, F., S. van Tonder, and J. Metz, A sex difference in serum cobalamin and transcobalamin levels. *Am J Clin Nutr*, 1985. **41**(4): p. 784-6.
11. 渡辺文雄, 宮元恵美 (2003) 平成 14 年度総括・分担研究報告書 (厚生科学研究費補助金 21 世紀型医療開拓推進研究事業), 66-84.
12. Mangiarotti, G., C. Canavese, M. Salomone, A. Thea, A. Pacitti, M. Gaido, V. Calitri, D. Pelizza, W. Canavero, and A. Vercellone, Hypervitaminosis B12 in maintenance hemodialysis patients receiving massive supplementation of vitamin B12. *Int J Artif Organs*, 1986. **9**(6): p. 417-20.
13. 小川正, 朝野芳郎, 森下亘通, 穴戸亮.
(1989) 健常成人における非経口的メコバラミン (メチルコバラミン) 投与時の生体内動態—静注及び筋注による検討. *ビタミン学会誌*, 63, 123-131.
14. Kurabayashi, H., K. Kubota, E. Kawada, K. Tamura, J. Tamura, and T. Shirakura, Complete cure of urinary and faecal incontinence after intravenous vitamin B12 therapy in a patient with post-gastrectomy megaloblastic anaemia. *J Intern Med*, 1992. **231**(3):313-5.
15. Looria, A., A. Vaz-Pinto, P. Arroyo, C. Ramirez-Mateos, and L. Sanchez-Medal, Nutritional anemia. VI. Fetal hepatic storage of metabolites in the second half of pregnancy. *J Pediatr*, 1977. **91**:569-73.
16. Vaz Pinto, A., V. Torras, J.F. Sandoval, E. Dillman, C.R. Mátéos, and M.S. Cordova, Folic acid and vitamin B12 determination in fetal liver. *Am J Clin Nutr* **28**:1085-6.

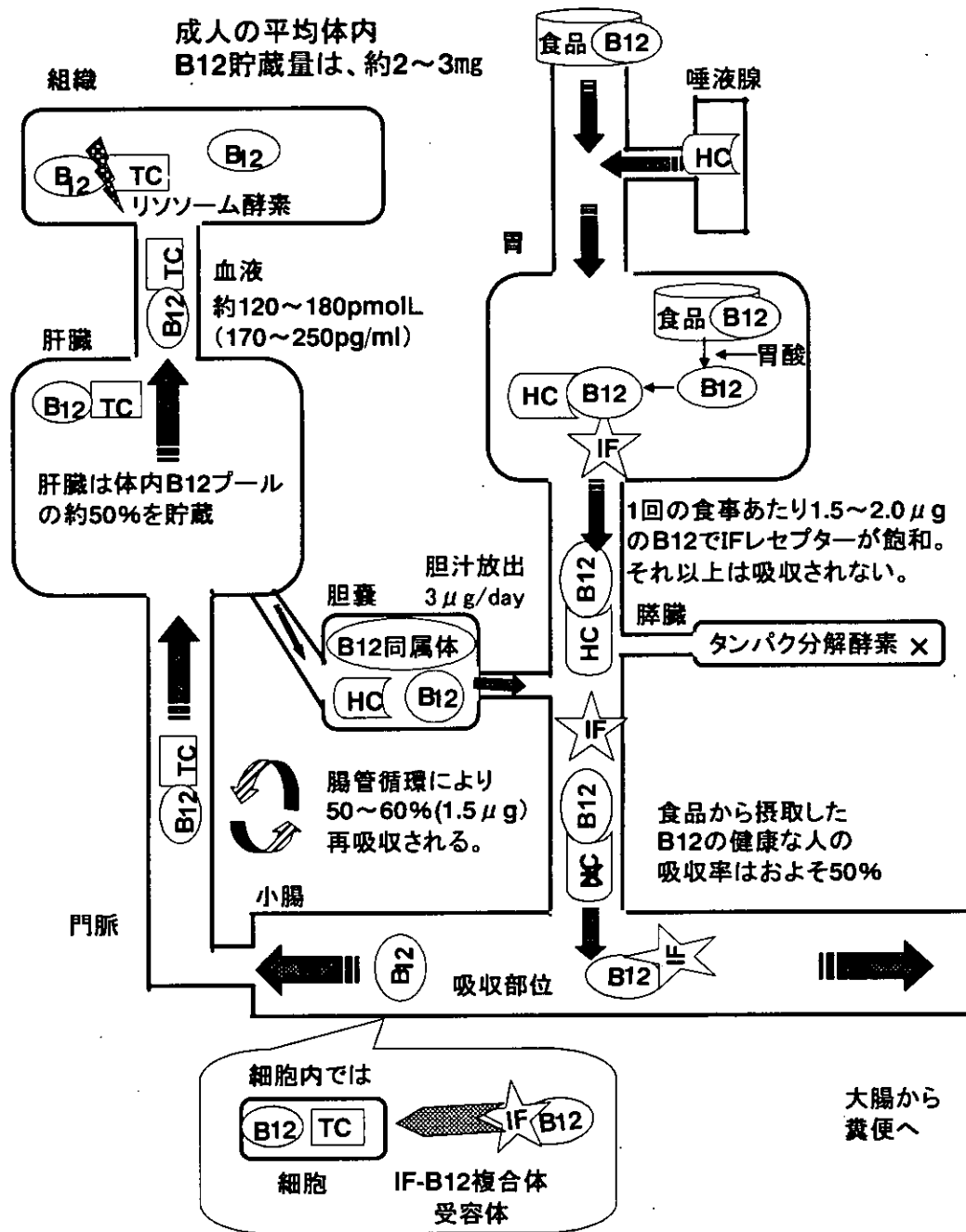


図2 ビタミン B₁₂ の吸収、代謝、排泄

IV. 食事摂取基準のための資料の研究報告書

5. ナイアシン

研究協力者 福渡 努 滋賀県立大学 助手

主任研究者 柴田克己 滋賀県立大学 教授

研究要旨

第7次改定作業において、使用した資料と数値策定において、検討した事項を整理した。

ナイアシン

(1) 基本事項

1) ニコチンアミド相当量として数値を策定
ナイアシン活性を有する主要な化合物は、ニコチンアミド、ニコチン酸、トリプトファンである (図 1)。ナイアシンの食事摂取基準の数値をニコチンアミド相当量として示し、ナイアシン当量 (niacin equivalent; NE) という単位で表した。トリプトファン-ニコチンアミド転換率を重量比 1/60 とし、ナイアシン当量は下記の式で求められる。

ナイアシン当量 (mg NE) = ニコチンアミド (mg) + ニコチン酸 (mg) + 1/60 トリプトファン (mg)

五訂日本食品成分表¹⁾に記載されている「ナイアシン」とは「ニコチンアミド+ニコチン酸」の量であり、トリプトファンから生合成されるナイアシンは含まれない。従って、食品中のナイアシン当量を求めるには、食品中のトリプトファン量 (重量) に 1/60 をかけた値を足さねばならない。

2) 消化・吸収

ナイアシンは生細胞内では主に補酵素型の NAD(P)として存在するが、食品として摂取するときには NAD(P)が分解され、動物性食品ではニコチンアミド、植物性食品ではニコチン酸として存在する。食品中に NAD(P)が残っていたとしても消化時にニコチンアミドに分解される。ニコチンアミド、ニコチン酸は小腸で受動拡散によって吸収される (図 2)。遊離のニコチンアミド、ニコチン酸の生物有効性はほぼ 100%である。穀物中のナイアシンの多くは難消化性の結合型ナイアシンとして存在するが²⁾、日本人が一般的

な食事をしていれば摂取ナイアシン当量に占める結合型ナイアシンの量は 10%以下であるため、生体利用率を考慮する必要はない。

3) 排泄

ニコチンアミドは肝臓で N¹-メチルニコチンアミド (MNA) を経て N¹-メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (2-Py) あるいは N¹-メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (4-Py) に異化代謝される (図 3)。ヒトでは、ニコチンアミドは MNA, 2-Py, 4-Py のいずれかとして尿へ排泄され、ニコチンアミドはほとんど排泄されない。ニコチン酸は全く排泄されない。健康人における尿中の総ニコチンアミド代謝産物量に占める割合は、MNA では約 30%、2-Py では約 60%、4-Py では約 10%となる³⁾。また、各代謝産物の比率は、2-Py : 4-Py = 8 : 1, (2-Py + 4-Py) : MNA = 2 : 1 である。ナイアシン栄養状態が良好であれば、摂取したナイアシン当量の 50~70%が尿へ排泄される⁴⁾。

動物実験では、過剰害で出るほどのナイアシンを摂取すると、尿にニコチン酸、ニコチヌル酸、ニコチンアミド N-オキシドが排泄される⁵⁾。

日本の女子大学生 8 名を対象とした実験では、食事中的ナイアシンの約 10~15%が糞便中に排泄された⁶⁾。一般的な日本人の食事では穀物由来のナイアシンは約 20%であり、穀物中のナイアシンはそのほとんどが結合型ナイアシンで 30%しか利用できないことを考えると、糞便に排泄されたナイアシンは穀物由来であると考えられる。

(2) 策定に使用した基本的な数値

1) トリプトファン-ニコチンアミド転換率

トリプトファン-ニコチンアミド転換率を求めた実験として代表的なものに Horwitt らの報告がある⁷⁾。Horwitt らは、基本食にトリプトファンを添加した食事を与え、トリプトファン添加による尿中ニコチンアミド代謝産物排泄量の増加を求めた。トリプトファンから生合成されたニコチンアミドの 57% が尿へ排泄されたとし、297 mg のトリプトファン摂取により 5.12 g のニコチンアミドが生合成された、すなわち 58 mg のトリプトファンは 1 mg のニコチンアミドに相当するとした (表 1)。

日本人を用いてトリプトファン-ニコチンアミド転換率を求めた実験として村田らの報告がある⁸⁾。村田らは、基本食へのニコチン酸添加による尿中ニコチンアミド代謝産物排泄量の増加、トリプトファン添加による排泄量の増加から、45 mg のトリプトファンが 1 mg のニコチンアミドに相当するとした (表 2)。

本「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」において、日本人女子学生を対象としてトリプトファン-ニコチンアミド転換率を求める実験を行った。ナイアシンを含まない精製食を 7 日間与え、トリプトファン摂取量および尿中ニコチンアミド代謝産物排泄量から、73 mg のトリプトファンが 1 mg のニコチンアミドに相当するとした (表 3)。

以上のヒトを用いてトリプトファン-ニコチンアミド転換率を求めた報告ではトリプトファン-ニコチンアミド転換率が重量比 1/60 前後であり、またこの値が第六次改定日本人の栄養所要量で採用されていることから、トリプトファン-ニコチンアミド転換率を重量比 1/60 とした。授乳期および離乳直後における転換率のデータはヒトでは見当たらないが、実験動物では離乳直後の転換率は著しく低く、成長に伴って転換率が增大することから⁹⁾、0-(月)の転換率を 0、6-(月)では 1/120 とした。妊娠によって転換率は増大することから^{10,11)}、妊娠中期の転換率を 1/40、妊娠後期では 1/30 とした。

2) 母乳中含量

井戸田らは全国 46 地区の授乳婦 2,434 名より集めた人乳 2,727 検体のうち、母子の健康、乳児の発育などの基準に合致した 2,279 検体を対象として、母乳中のナイアシン含量を測定し、分娩後 31-60 日では 0.23 mg/100 ml、61-120 日では 0.19 mg/100 ml という値を報告した¹²⁾ (表 4)。五訂日本食品成分表に

は成熟乳中のナイアシン含量として 0.2 mg/100 ml と記載されている¹³⁾。また、本「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」において測定した母乳中のナイアシン含量は、分娩後 21-89 日では 0.23 mg/100 ml (43 検体)、90-179 日では 0.21 mg/100 ml (35 検体) であった (表 5)。これらより、母乳中のナイアシン含量を 0.2 mg/100 ml とした。

3) EAR 算定のための科学的根拠

ヒトを用いたナイアシンの必要量に関する研究は 1950 年代にアメリカ合衆国で行われた。Goldsmith らは 31-54 歳の白人女性 3 名に 7.7 mg NE (ナイアシン 4.7 mg、トリプトファン 190 mg) となる低ナイアシン・低トリプトファン食を長期間与えたところ、50 日目以降でペラグラ症を発症した¹³⁾。この時点における尿への MNA 排泄量は 0.5-0.6 mg/day、尿への 2-Py 排泄量は検出限界以下であった (表 6)。一方、ニコチンアミド 0.67 mg を添加した食事 (8.5 mg NE) を与えた 36 歳白人女性、9.5 mg NE (ナイアシン 5.7 mg、トリプトファン 230 mg) の食事を与えた 25 歳白人女性にはペラグラ症の兆候は認められず、MNA 排泄量は 0.9-1.1 mg/day であった。その後、低ナイアシン食摂取と MNA 排泄量との関連に関する報告は Goldsmith ら¹⁴⁾、Horwitt ら¹⁵⁾、Jacob ら¹⁶⁾によって行われた。これらの報告より、ペラグラ発症の指標となる MNA 排泄量は 1 mg/day であると考えられている。これらの報告を基に摂取ナイアシン当量と MNA 排泄量との関係をプロットすると、両者は高い相関を示す (図 4)。この相関を基に N^1 -メチルニコチンアミド尿中排泄量が 1.0 mg/day となるナイアシン量摂取当量を求めると、4 つの報告の平均値は 4.8 mgNE/1,000 kcal である¹⁷⁾。この値を EAR とした。RDA は EAR に 1.2 をかけて 5.8 mg/1,000 kcal とした。

4) UL 算定のための科学的根拠

ニコチンアミドは 1 型糖尿病患者へ、ニコチン酸は高脂血症患者への治療薬として大量投与されており、大量投与と副作用に関する報告がある。主な報告を表 7、8 にまとめた。ニコチン酸、ニコチンアミドには消化管、肝臓に対する影響があり、ニコチンアミドの NOAEL は 1,500 mg、LOAEL は 3,000 mg、ニコチン酸の NOAEL は 500 mg、LOAEL は 1,000 mg である¹⁸⁾。この NOAEL は成人における大量摂取データを基に策定されたことから、成人の体重を 60 kg として、ニコチンアミドの UL を 25 mg/kg 体重/日、ニコチン

酸の UL を 8 mg/kg 体重/日とした。なお、ニコチン酸摂取による皮膚発赤作用は一過性のものであり、健康上悪影響をおよぼすものではないことから、UL を設定する対象とはしなかった。

(3) 食事摂取基準

ナイアシンの食事摂取基準を表 9 に示した。

1) 0~(月)

成乳中のナイアシン含量 2.0 mg/L および授乳量 0.78 L/day を用いて AI を算定した。この時期にはトリプトファンからニコチンアミドは供給されないものとし、摂取単位は mg/day とした。

2) 6~(月)

転換率は低いもののトリプトファンからニコチンアミドが供給されるであろうことを勘案し、0~(月)の AI を外挿した値 1.9 mg/day と、成人の RDA と 6~(月)のエネルギー所要量および体重から外挿した値 4.9 mg NE/day との平均値をこの時期の AI とした。

3) 1 歳以上

EAR として 4.8 mgNE/1,000 kcal, RDA として 5.8 mgNE/1,000 kcal とした。1 日あたりの値にするには、対象年齢区分のエネルギー食事摂取基準をかけて計算した。

4) 高齢者

70 歳以上についてナイアシン栄養は成人と変わらないというデータがあることから²⁷⁾、70 歳以上でも EAR を 4.8 mgNE/1,000 kcal, RDA を 5.8 mgNE/1,000 kcal とした。

5) 妊婦・授乳婦

妊婦・授乳婦ともにエネルギー需要の増加量に 5.8 mgNE/1,000 kcal をかけた値を付加量とした。

(4) その他

なし。

(5) 引用文献

1. 科学技術庁資源調査会編 (2000) 五訂日本食品標準成分表。
2. Carter EG, Carpenter KJ. The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *Am. J. Clin. Nutr.* (1982) **36**, 855-861.
3. Shibata K, Matsuo H. Correlation between niacin equivalent intake and urinary excretion of its metabolites, N¹-methylnicotinamide, N¹-methyl-2-pyridone-5-carboxamide, and N¹-methyl-4-pyridone-3-carboxamide, in humans consuming a self-selected food. *Am. J. Clin. Nutr.* (1989) **50**, 114-119.
4. 柴田克己, 松尾弘子. 女子学生にニコチンアミド投与後の血中 NAD, NADP 値並びにニコチンアミド異化代謝産物の尿中排泄量の変動. *ビタミン* (1990) **64**, 301-306.
5. Fukuwatari T, Wada H, Sasaki R, and Shibata K. Effects of excess nicotinamide administration on the urinary excretion of nicotinamide N-oxide and nicotinuric acid in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* (2004) **68**, 44-50.
6. 岡本秀己, 西牟田守, 児玉直子, 福渡努, 柴田克己. ヒトにおける汗および糞中へのナイアシン排泄量. *ビタミン* (2002) **76**, 461-468.
7. Horwitt MK, Harper AE, Henderson LM. Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalent. *Am. J. Clin. Nutr.* (1981) **34**, 423-427.
8. 村田希久, 本岡和美. ヒトにおけるトリプトファンのナイアシンへの変換量. *栄養と食糧* (1980) **33**, 399-406.
9. Shibata K. Effects of ethanol feeding and growth on the tryptophan-niacin metabolism in rats. *Agric. Biol. Chem.* (1990) **54**, 2953-2959.
10. Wertz A W, Lojkin ME, Bouchard BS, Derby MB. Tryptophan-niacin relationships in pregnancy. *J. Nutr.* (1958) **64**, 339-353.
11. 柴田克己 (2003) 厚生労働省科学研究費補助金 (効果的医療技術の確立推進臨床事業) 「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」平成 14 年度報告書。
12. 井戸田正, 菅原牧裕, 矢賀部隆史, 佐藤則文, 前田忠男. 最近の日本人乳組成に関する全国調査 (第十報) — 水溶性ビタミン含量について —. *日本小児栄養消化器病学会雑誌*, (1996) **10**, 11-20.
13. Goldsmith GA, Sarett HP, Register UD, Gibbens J. Studies on niacin requirement in man 1. Experimental pellagra in subjects on corn diets low in niacin and tryptophan. *J. Clin. Invest.* (1952) **31**, 533-542.
14. Goldsmith GA, Rosenthal HL, Bibbens J, Unglaub WG. Studies on niacin requirement in man. 2. Requirement on wheat and corn diets low in tryptophan. *J. Nutr.* (1955) **56**, 371-386.
15. Horwitt MK, Harvey CG, Rothwell WS, Cutler JL, Haffron D. Tryptophan-niacin relationships in man: Studies with diets deficient in riboflavin and niacin, together with observations on the excretion of

- nitrogen and niacin metabolites. *J. Nutr.* (1956) **60**, 1-43.
16. Jacob RA, Swendseid ME, McKee PW, Fu C, Clemens RC. Biochemical markers for assessment of niacin status in young men: Urinary and blood levels of niacin metabolites. *J. Nutr.* (1989) **119**, 591-598.
 17. Institute of Medicine (1998) Dietary Reference Intakes for Thiamine, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington, DC: National Academy Press.
 18. Hathcock JN (1997) Niacin (Nicotinic Acid and Nicotinamide). Washington, DC: Council for Responsible Nutrition.
 19. Vague P, Vialettes B, Lassmann-Vague V, Vallo JJ. Nicotinamide may extend remission phase in insulin-dependent diabetes. *Lancet* (1987) **1**, 619-620.
 20. Mendola G, Casamitjana R, Gomis R. Effect of nicotinamide therapy upon B-cell function in newly diagnosed type 1 (insulin-dependent) diabetic patients: *Diabetologia* (1989) **32**, 160-162.
 21. Chase HP, Butler-Simon N, Garg S, McDuffie M, Hoops SL, O'Brien D. A trial of nicotinamide in newly diagnosed patients with type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* (1990) **33**, 444-446.
 22. Pozzilli P, Visalli N, Signore A, Baroni MG, Buzzetti R, Cavallo MG, Boccuni ML, Fava D, Gragnoli C, Andreani D, Lucentini L, Matteoli MC, Crino A, Cicconetti CA, Teodonio C, Paci F, Amoretti R, Pisano L, Pennafina MG, Santopadre G, Marozzi G, Multari G, Suppa MA, Caqmpea L, De Mattia GC, Cassone Faldetta M, Marietti G, Perrone F, Greco AV, Ghirlanda G. Double blind trial of nicotinamide in recent-onset IDDM (the IMDIAB III study). *Diabetologia* (1995) **38**, 848-852.
 23. Lampeter EF, Klinghammer A, Scherbaum WA, Heinze E, Haastert B, Giani G, Kolb H. The Deutsche Nicotinamide Intervention Study: an attempt to prevent type 1 diabetes. DENIS Group. *Diabetes* (1998) **47**, 980-984.
 24. Coronary Drug Project Research Group. Clofibrate and niacin in coronary heart disease. *JAMA* (1975) **231**, 360-381.
 25. Knopp RH, Ginsberg J, Albers JJ, Hoff C, Ogilvie JT, Warnick GR, Burrows E, Retzlaff B, Poole M. Contrasting effects of unmodified and time-release forms of niacin on lipoproteins in hyperlipidemic subjects: clues to mechanism of action of niacin. *Metabolism* (1985) **34**, 642-650.
 26. Fraunfelder FW, Fraunfelder FT, Illingworth DR. Adverse ocular effects associated with niacin therapy. *Br J Ophthalmol* (1995) **79**, 54-56.
 27. 柴田克己, 真田宏夫, 湯山駿介, 鈴木健. ナイアシン代謝産物排泄量からみた高齢者におけるナイアシン栄養の評価. *ビタミン* (1994) **68**, 365-372.

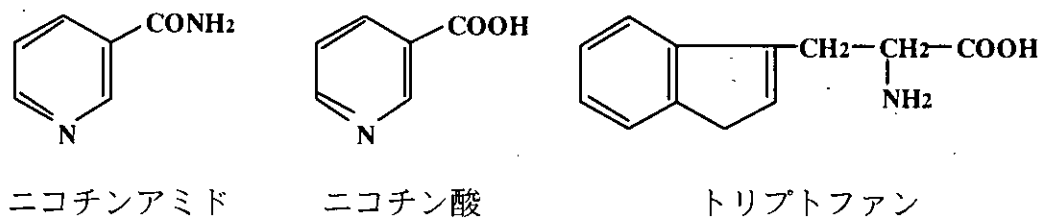


図 1. ニコチンアミド ($C_6H_6N_2O = 122.1$), ニコチン酸 ($C_6H_5NO_2 = 123.1$),
 トリプトファン ($C_{11}H_{12}N_2O_2 = 204.2$) の構造式

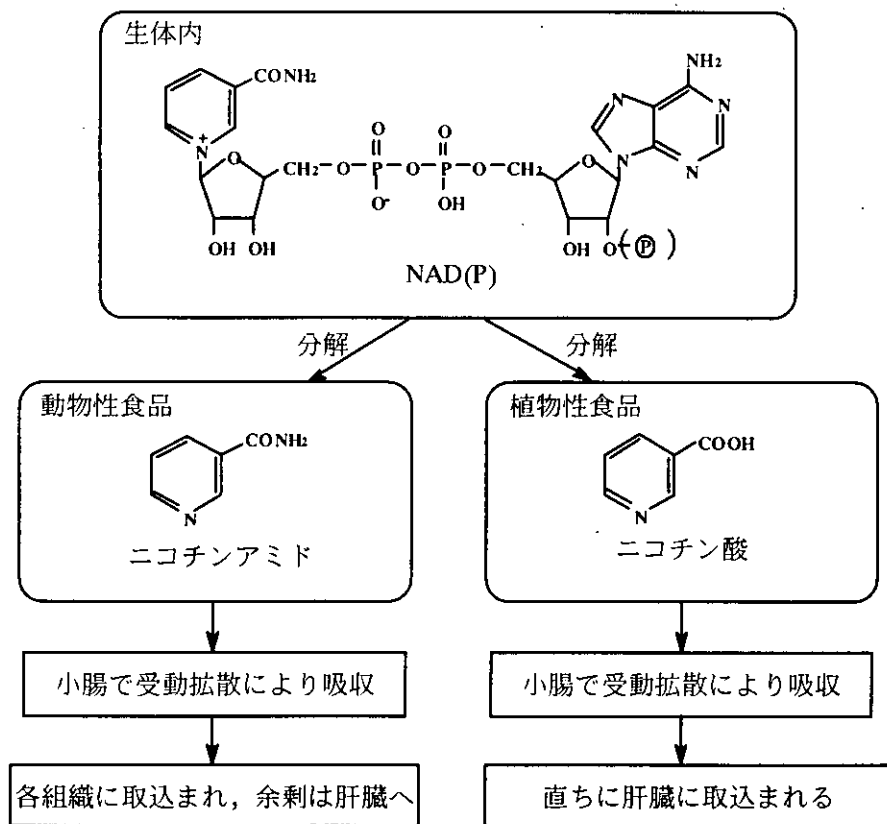


図 2. ナイアシンの吸収・消化

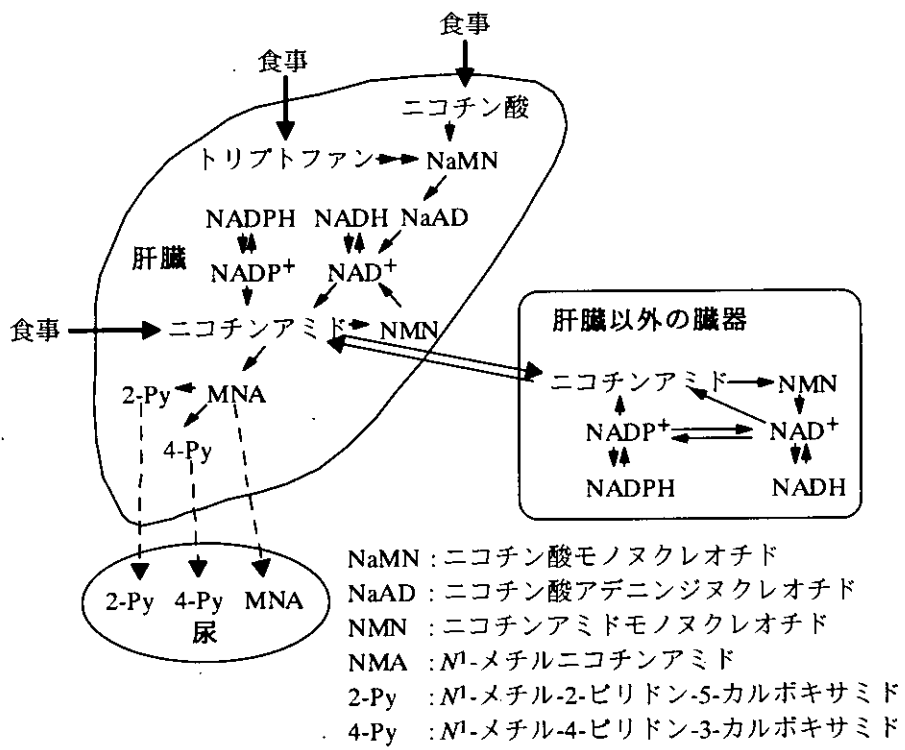


図 3. ニコチンアミド，ニコチン酸，トリプトファンの代謝

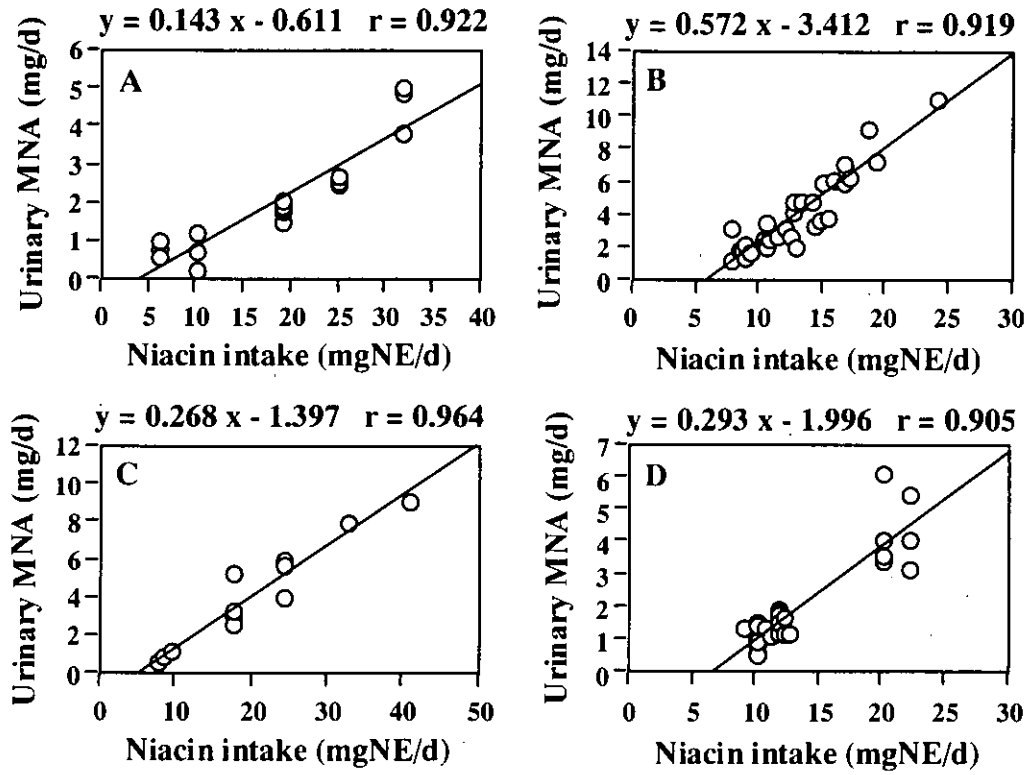


図4. ナイアシン摂取量と尿中MNA排泄量との関係. Goldsmithら¹³⁾(A), Goldsmithら¹⁴⁾(B), Horwittら¹⁵⁾(C), Jacobら¹⁶⁾(D)の報告を基に作成した.

表1 トリプトファン-ニコチンアミド転換率を求める実験⁷⁾

トリプトファン付加量 (mg)	297
ナイアシン代謝産物排泄量の増加 (μmol)	23.8
ナイアシン代謝産物排泄量の増加 (mg)	2.92
トリプトファン由来のニコチンアミド合成量 (mg)	5.12
mg トリプトファン / mg ナイアシン	58

表2 トリプトファン-ニコチンアミド転換率を求める実験⁸⁾

被験者	ニコチン酸1mg摂取 当たりのニコチンア ミド代謝産物排泄量 (μmol)	トリプトファン1mg摂 取当たりのニコチンア ミド代謝産物排泄量 (μmol)	ニコチン酸1mg に相当するトリ プトファン量 (mg)
2	5.38	0.308	17.5
		0.203	26.5
		0.268	20.1
3	2.89	0.082	35.0
		0.121	23.8
		0.045	64.4
4	3.86	0.067	58.0
		0.068	57.1
		0.071	54.5
5	3.95	0.102	38.7
		0.057	69.1
		0.055	72.5

表3 トリプトファン-ニコチンアミド転換率を求める実験

被験者	トリプトファン1mol摂取 当たりのニコチンアミド 代謝産物排泄量 (mmol)	ニコチンアミド1mg に相当するトリプト ファン量 (mg)
1	13.2	75.5
2	18.9	52.7
3	13.5	73.7
4	12.0	83.3
5	9.0	111.2
6	15.5	64.5
7	11.0	90.6
8	18.6	53.4
9	14.1	70.4
10	20.3	49.1
平均 \pm SD	14.6 \pm 3.7	72.5 \pm 19.2

表4 日本人の母乳中のナイアシン含量¹²⁾

	分娩後の日数 (日)							
	3-5	6-10	11-15	16-30	31-60	61-120	121-240	241-482
ナイアシン含量 (mg/100ml)	0.07	0.12	0.24	0.26	0.23	0.19	0.18	0.17

表5 母乳中のナイアシン含量の比較

	ナイアシン含量 (mg/100ml)	備考
井戸田ら ¹²⁾	0.23	31-60日乳
	0.19	61-120日乳
五訂食品成分表 ¹⁾	0.2	成熟乳
日本人の水溶性ビタミン必 要量に関する基礎的研究	0.23	21-89日乳
	0.21	90-179日乳

表6 Goldsmithらの実験における尿中のMNA排泄量¹³⁾

被験者	摂取ナイアシン 当量 (mgNE/day)	摂取期間 (day)	MNA排泄量 (mg/day)	ペラグラ症の有無
3	9.5	95	1.1	兆候見られず
4	7.9	81	0.6	50日目以降に発症
5	7.9	135	0.5	50日目以降に発症
6	7.9	114	0.5	50日目以降に発症
7	8.5	121	0.9	兆候見られず

表7 ニコチンアミド大量投与に関する報告

	被験者	投与量	投与期間	悪影響
Vague et al. ¹⁹⁾	1型糖尿病患者16名, 平均年齢22.1歳	3,000 mg/d	6ヶ月	なし
Mendola et al. ²⁰⁾	1型糖尿病患者20名, 平均年齢18.3歳	1,000 mg/d	45日	なし
Chase et al. ²¹⁾	1型糖尿病患者35名, 6~18歳	100 mg/age/d (最大1,500 mg/d)	12ヶ月	なし
Pozzilli et al. ²²⁾	1型糖尿病患者56名, 5~35歳	25 mg/kg/d	12ヶ月	なし
Lampeter et al. ²³⁾	1型糖尿病ハイリスク の小児55名	1,200 mg/m ² /d	平均2.1年 (最大3.8年)	なし

表8 ニコチン酸大量投与に関する報告

	被験者	投与量	投与期間	悪影響
Coronary Drug Project ²⁴⁾	冠状動脈性心臓疾患患者1119名	3,000 mg/d	5年	急性痛風性関節炎, 消化管, 尿路など
Knopp et al. ²⁵⁾	高脂血症患者71名	1,000 ~ 3,000 mg/d	6ヶ月	消化管, 皮膚
Fraunfelder et al. ²⁶⁾	高脂血症患者102名	3,000~ 8,000 mg/d	—	視力障害, 乾燥性角 膜炎, 黄斑浮腫

表9 ナイアシン食事摂取基準(案)

性別	男性				
	EAR	RDA	AI	UL	
				ニコチンアミド	ニコチン酸
年齢	mgNE/1000kcal	mgNE/1000kcal	mgNE	mg/kg 体重	mg/kg 体重
摂取単位(日)	mgNE/1000kcal	mgNE/1000kcal	mgNE	mg/kg 体重	mg/kg 体重
0～(月)	—	—	1.6	25	8
6～(月)	—	—	3.4	25	8
1～2(歳)	4.8	5.8	—	25	8
3～5(歳)	4.8	5.8	—	25	8
6～7(歳)	4.8	5.8	—	25	8
8～9(歳)	4.8	5.8	—	25	8
10～11(歳)	4.8	5.8	—	25	8
12～14(歳)	4.8	5.8	—	25	8
15～17(歳)	4.8	5.8	—	25	8
18～29(歳)	4.8	5.8	—	25	8
30～49(歳)	4.8	5.8	—	25	8
50～69(歳)	4.8	5.8	—	25	8
70以上(歳)	4.8	5.8	—	25	8
性別	女性				
年齢	EAR	RDA	AI	UL	
				ニコチンアミド	ニコチン酸
摂取単位(日)	mgNE/1000kcal	mgNE/1000kcal	mgNE	mg/kg 体重	mg/kg 体重
0～(月)	—	—	1.6	25	8
6～(月)	—	—	3.4	25	8
1～2(歳)	4.8	5.8	—	25	8
3～5(歳)	4.8	5.8	—	25	8
6～7(歳)	4.8	5.8	—	25	8
8～9(歳)	4.8	5.8	—	25	8
10～11(歳)	4.8	5.8	—	25	8
12～14(歳)	4.8	5.8	—	25	8
15～17(歳)	4.8	5.8	—	25	8
18～29(歳)	4.8	5.8	—	25	8
30～49(歳)	4.8	5.8	—	25	8
50～69(歳)	4.8	5.8	—	25	8
70以上(歳)	4.8	5.8	—	25	8
妊婦(付加量)	—	2.0	—	—	—
授乳婦(付加量)	—	3.5	—	—	—

【活用にあたっての注意】

- 0～(月)ではトリプトファンからのニコチンアミド供給はないものとして、摂取単位を mg とする。
- 6～(月)ではトリプトファン→ニコチンアミド転換率を 1/120(重量比)とする。
- 妊娠中期ではトリプトファン→ニコチンアミド転換率を 1/40(重量比)、妊娠後期では 1/30(重量比)とする。