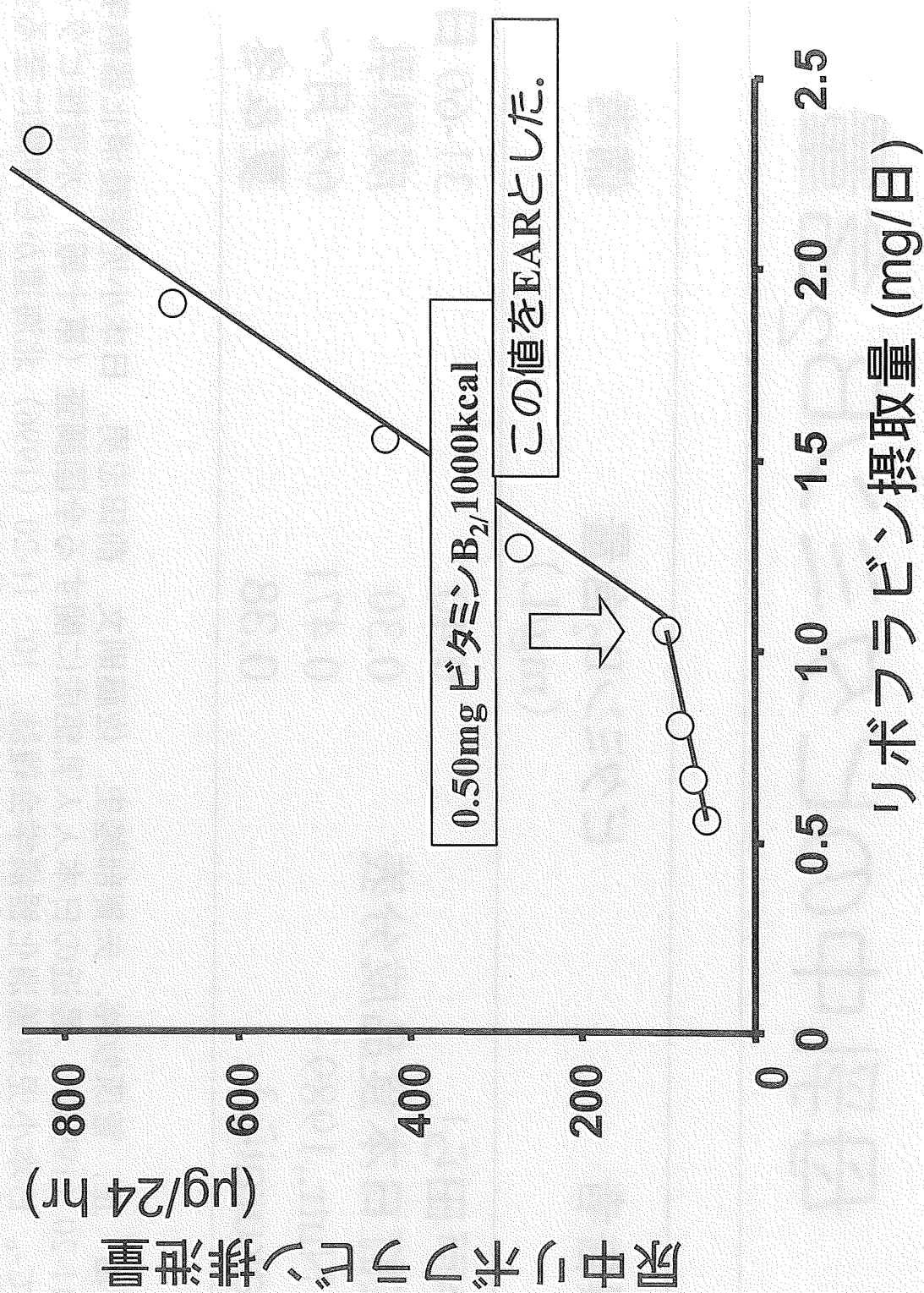


リボフラビン摂取量と尿中排泄量との関係



母乳中のビタミンB₂含量

備考

ビタミンB₂含量
(mg/L)

井戸田ら ¹	0.40	31-60 日
五訂日本食品成分表	0.30	成熟乳
J. Nutr., 1989 ²	0.471	6ヶ月～
Sakuraiら ³	0.38	夏&冬

¹井戸田 正, 菅原牧裕, 矢賀部隆史, 佐藤則文, 前田忠男, 日本小児栄養消化器病学会雑誌, 10: 11-20 (1996). 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, 10: 11-20 (1996) 北海道から沖縄に至る全国46地区に在住する年齢17~41歳の授乳婦2,727献体の人乳を得た。一定の基準を満たした2,279検体を対象として分析した。

²McCormick, D.B., J. Nutr., 119: 1818-1819 (1989). Table 1より

³ Sakurai T et al, J Nutr Sci Vitaminol, 51: 239-247 (2005). Table 2より

6～11月の目安量 (V. B₂)

表. 年齢区分体位基準値

年齢	身長 (cm)		体重 (kg)	
	男	女	男	女
0～5(月)	62.2	61.0	6.6	6.1
6～11(月)	71.5	69.9	8.8	8.2
1～2	85.0	84.0	11.7	11.0
3～5	103.4	103.2	16.2	16.2
6～7	120.0	118.6	22.0	22.0
8～9	130.0	130.2	27.5	27.2
10～11	142.9	141.4	35.5	34.5
12～14	159.6	155.0	48.0	46.0
15～17	170.0	157.0	58.4	50.6
18～29	171.4	158.0	63.0	50.6
30～49	170.5	158.0	68.5	53.0
50～69	165.7	153.0	65.0	53.6
70以上	161.0	147.5	59.7	49.0

V. B ₂	男	女
母乳中の濃度	0.40	0.40
0～5月の目安量	0.31	0.31
成人の推奨量(／1000kcal)	0.60	0.60
成人の推奨量(／日)	1.59	1.23
乳児からの外挿値	0.38	0.39
成人からの外挿値	0.47	0.41
平均	0.43	0.40
6～11月の目安量	0.42	

1. 男について、乳児からの外挿値と成人からの外挿値を求め、平均値を算出した
2. 女について、乳児からの外挿値と成人からの外挿値を求め、平均値を算出した
3. 1と2の値の平均値を6～11月の目安量とした

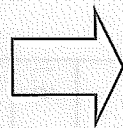
成人・小児の推定平均必要量・推奨量

ビタミンB₂の推定平均必要量(EAR) = 0.50 mg/1000kcal

ビタミンB₂の推奨量(RDA) = EAR × 1.2 = 0.60 mg/1000kcal

1日当たりの推奨量

= RDA × 対象年齢階級のエネルギー必要量



(相対生体利用率は考慮しない)

男性18～29歳(生活強度Ⅱ)の1日当たりの推奨量

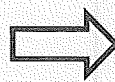
0.60 (mg/1000kcal) × 2650 (kcal/日) = 1.6 (mg/日)

妊婦の付加量

- 要因加算法から算定するデータはない。



代謝特性に基づいて算定
ビタミンB₂はエネルギー要求量に応じて増大する



妊婦のエネルギー付加量(PAL II)と非妊婦のEARの
0.50 mg/1000 kcalから、ビタミンB₂の付加量(EAR)を算定。

妊婦のエネルギー付加量(PAL II)と非妊婦のRDAの
0.60 mg/1000 kcalから、ビタミンB₂の付加量(RDA)を算定。

授乳婦の付加量

(哺乳量×ビタミンB₂濃度) から算定

ビタミンB₂濃度=0.40 mg/L
哺乳量=0.78L

$$0.40 \times 0.78 = 0.31 \text{ mg}$$

EAR=平滑化して0.3 mg

$$\text{RDA} = \text{EAR} \times 1.2$$

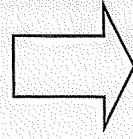
耐容上限量

リボフラビンの特性

- ・リボフラビンは、水に溶けにくい。
- ・吸収率は摂取量の増加に伴い顕著に低下する。
- ・過剰量が吸収されても余剰分は速やかに尿中に灰セルされる。
- ・単回のリボフラビン投与による吸収最大量は、約27 mgと報告されている。

影響がないという報告

- ・偏頭痛患者に400 mg/日のリボフラビンを3ヶ月間投与しても影響がない。
- ・健常者に11.6 mgのリボフラビンを単回静脈投与しても副作用はない。



耐容上限量は設定しないこととした

平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）

日本人の食事摂取基準を改定するためのエビデンスの構築に関する研究

—微量栄養素と多量栄養素摂取量のバランスの解明—

平成 19 年度～21 年度 総合研究報告書

主任研究者 柴田克己

I. 総合研究報告

5. 日本人の食事摂取基準の理解を手助けするための資料

—ナイアシン—

主任研究者 柴田 克己 滋賀県立大学 教授

研究要旨

「日本人の食事摂取基準 2010 年版」の水溶性ビタミンの食事摂取基準作成のワーキンググループ長を勤めた。ここでは、ナイアシンの食事摂取基準に使用した資料の概説を図としてまとめた。

ナイアシンの食事摂取基準策定 に用いた根拠

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、ニコチン酸、ニコチンアミド、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)という単位で策定した。

トリプトファン-ニコチンアミド転換率を重量比で1/60とした。ナイアシン当量は下記の式から求められる。
 ナイアシン当量 (mgNE) = ニコチンアミド (mg) + ニコチン酸 (mg) + 1/60トリプトファン (mg)

五訂増補日本食品標準成分表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成されるナイアシンは含まれない。したがって、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(たんぱく質量の約1%である)に1/60をかけた値を足さねばならない。
 五訂増補日本食品標準成分表¹⁾に記載されているたんぱく質量(g)を6で割った数値がトリプトファン由来のナイアシン量(mg)となる。

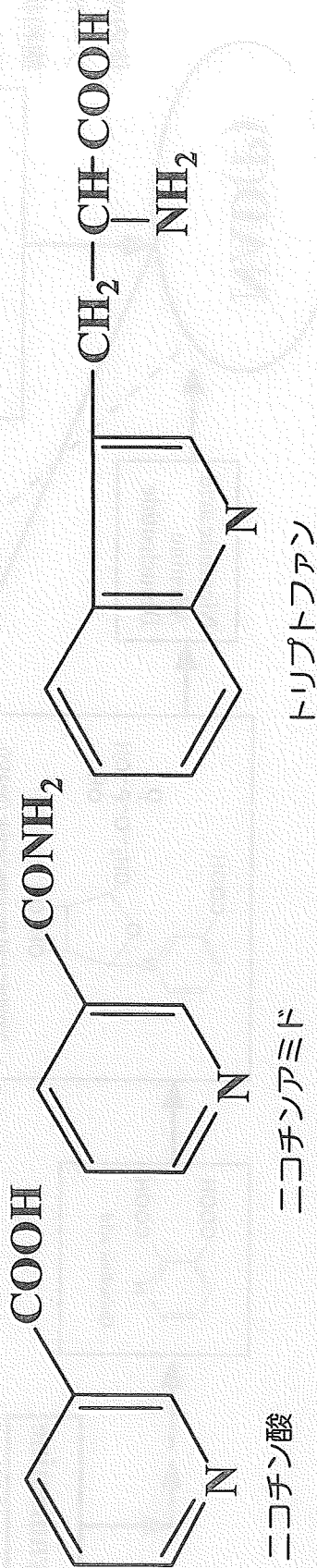
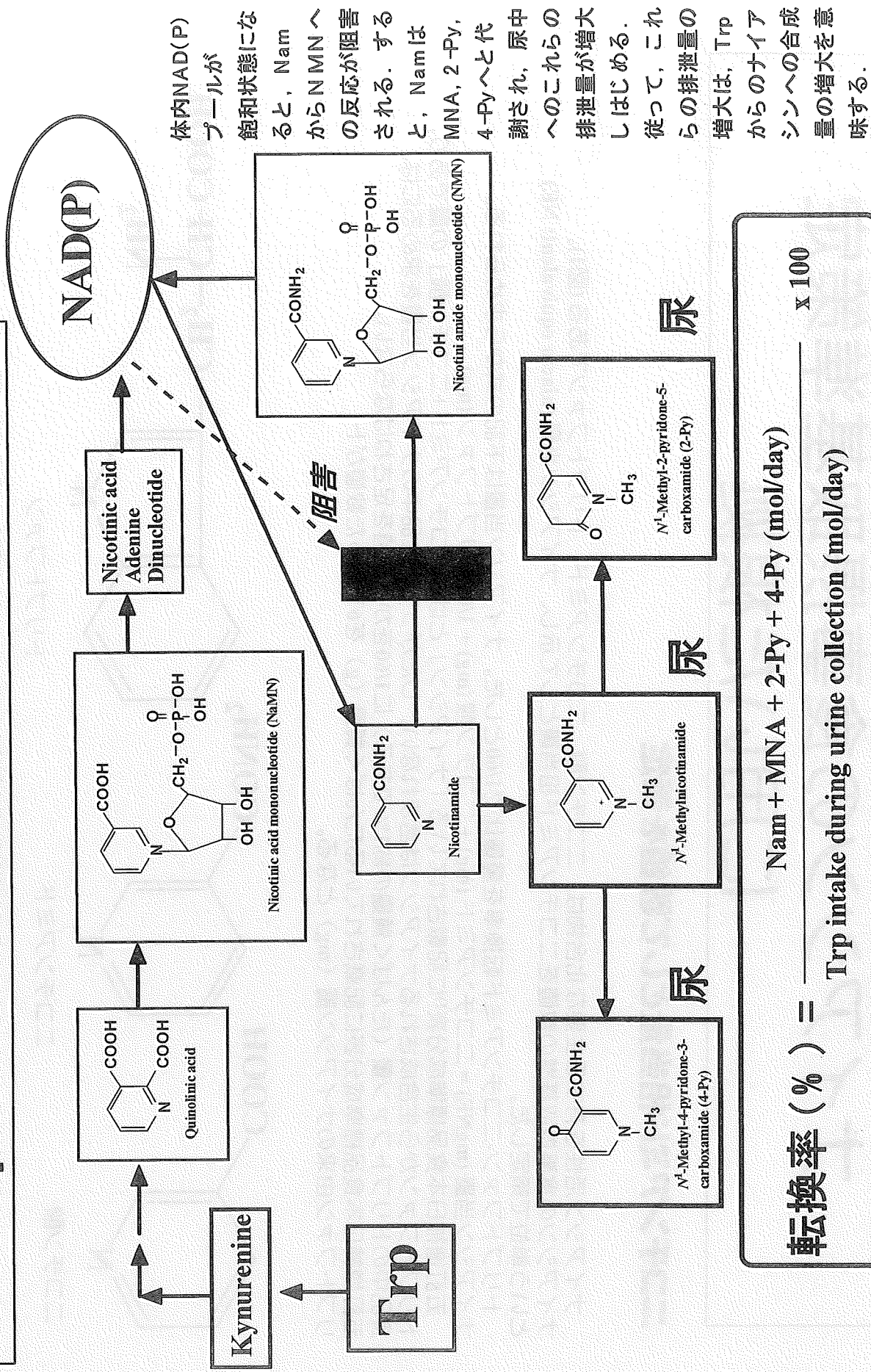


図1. ニコチン酸(C₆H₅NO₂, 分子量=123.1)、ニコチンアミド(C₆H₆N₂O, 分子量=122.1)、トリプトファン(C₁₁H₁₂N₂O₂, 分子量=204.2)の構造式

Trp - Nia 転換率の求め方



$$\text{転換率 (\%)} = \frac{\text{Nam} + \text{MNA} + 2\text{-Py} + 4\text{-Py (mol/day)}}{\text{Trp intake during urine collection (mol/day)}} \times 100$$

トリプトファン-ナイアシン転換率

- ヒトにおいても、肝臓でトリプトファンから NAD^+ を経
てニコチンアミドが合成される。その転換率は重量比で
1/60程度である¹⁾。Fukuwatari²⁾も日本人女性を被検者
として調べたが、概ねこの数値を支持するデータを報告
している。60mgのトリプトファンから1mgのニコ
チンアミドが体内で合成されているものとした。
- ナイアシン当量(mg) = ニコチン酸 (mg) + ニコチンア
ミド (mg) + 1/60トリプトファン(mg)である。簡便法と
して、ナイアシン当量(mg) = ニコチン酸 (mg) + ニコ
チンアミド (mg) + 1/6たんぱく質(g)の式を用いて計算
してもよい。理由は食品たんぱく質のトリプトファン含
量が重量比で1%程度であるからである。

1. Horwitt MK, Harper AE, Henderson LM. Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalent. Am J Clin Nutr. 1981; 34: 423-7.

2. Fukuwatari T, Ohta M, Kimura N, et al. Conversion ratio of tryptophan to niacin in Japanese women fed on a purified diet conforming to the Japanese Dietary Reference Intakes. J Nutr Sci Vitaminol 2004;50:385-91.

相対利用率の検討結果 1

相対利用率の検討結果 1	
平均値±SD (%)	
ビタミン	めしを主食(1日の食事) 2005年版採用値
B1	67±20
B2	64±16
B6	73±5
ナイアシン	67±19
パントテン酸	69±11
葉酸	—
ビオチン	—
C	—
	75
	50

福渡努, 柴田克己. 遊離型ビタミンに対する食事の中のB群ビタミンの相対利用率. 日本家政学会誌, 59, 403-410 (2008).

相対利用率の検討結果 2

ビタミン	平均値±SD (%)	
	食パンを主食(1日の食事)	2005年版採用値
B1	51±17	
B2	47±14	
B6	90±12	75
ナイアシン	61±14	
パントテン酸	68±10	
葉酸	49±21	50
ビオチン	83±21	
C	95±18	

福渡努, 柴田克己. パンを主食とした食事に含まれる水溶性ビタミンの遊離型ビタミンに対する相対利用率.
日本家政学会誌, 印刷中

ナイアシンの必要量の算定方法

• 背景

尿中へのナイアシンの排泄形態は、チアミンとリボフラビンと異なり、主要な摂取形態であるニコチンアミドではなく、異化代謝産物である N^1 -メチルニコチンアミド (MNA)、 N^1 -メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (2-Py) と N^1 -メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (4-Py) である。これらの異化代謝産物の中で最も多いのは2-Pyであるが、市販品がないことから、MNAの排泄量から平均必要量が求められている。

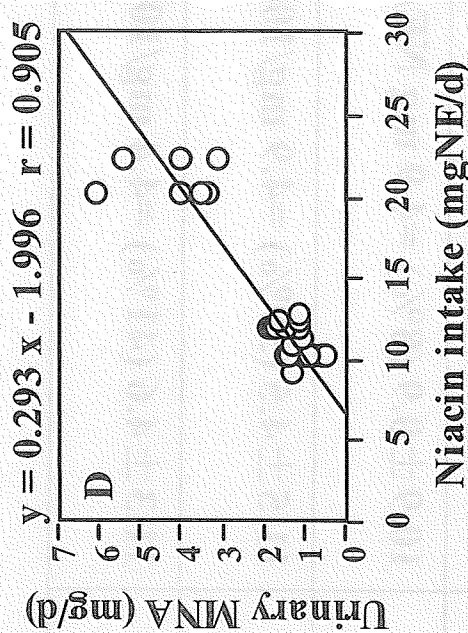
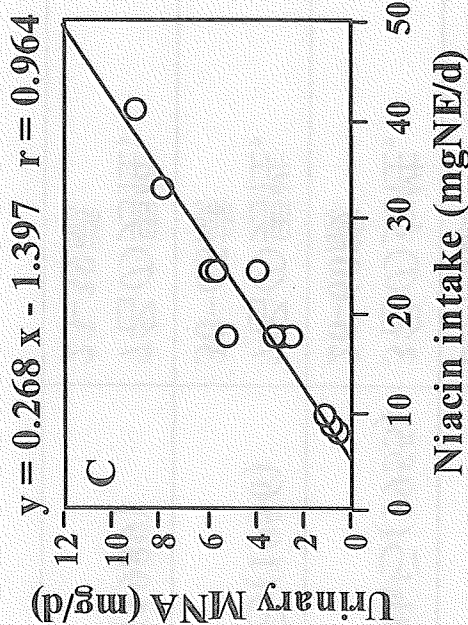
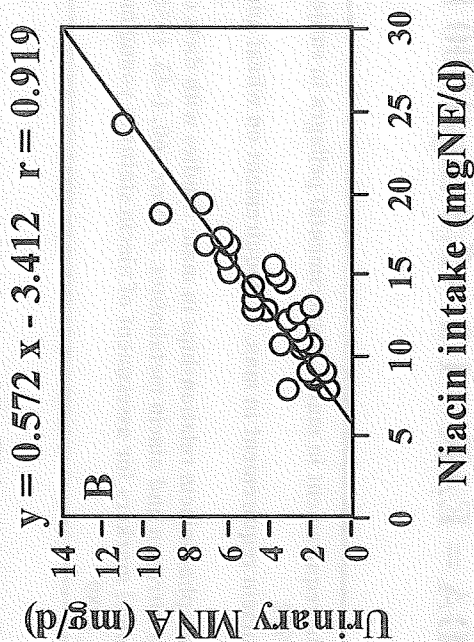
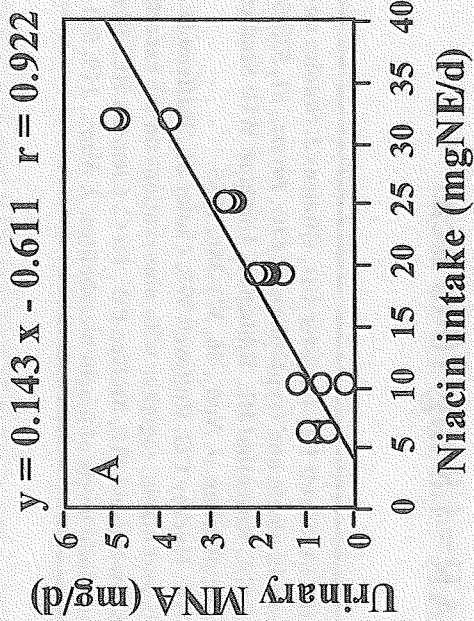
- **尿中のMNAの値から推定平均必要量を策定**

ナイアシン欠乏であるペラグラ発症の指標となるMNAの尿中排泄量は1.0 mg/日である。これらの報告の再解析より、MNA尿中排泄量が1 mg/日となるナイアシソ当量(NE)は、4.8 mg NE/1000 kcalである。この値を推定平均必要量とした。推奨量は推定平均必要量×1.2としたので、5.8 mg NE/1000 kcalとなる。1日当たりの値にするには、対象年齢区分の推定エネルギー必要量を掛けて計算すればよい。

Goldsmithらの実験における尿中のMNA排泄量

摂取量	Days 2-13	Days 14-25	Days 26-41	
Trp, 180mg Niacin, 4.7 mg NE, 7.9 mg 3.85mg/1000kcal	1.8 mg (13.1 μ mol)	1.6 mg (11.7 μ mol)	0.9 mg (6.6 μ mol) 皮膚炎, 下痢, 舌炎	
摂取量	Day 2-13	Day 14-25	Day26-41	Day42-61
Trp, 230mg Niacin, 5.7 mg NE, 9.5 mg 4.75mg/1000kcal	1.9 mg (13.9 μ mol)	1.5 mg (10.9 μ mol)	1.4 mg (10.2 μ mol)	1.3 mg (9.5 μ mol)
				Day62-95
				1.1 mg (8.0 μ mol)

Goldsmith GA, Sarett HP, Register UD, Gibbens J. Studies on niacin requirement in man. I. Experimental pellagra in subjects on corn diets low in niacin and tryptophan. J. Clin. Invest., 31, 533-542, 1952.



ナイアシン摂取量と尿中MNA排泄量との関係

- † 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.*, 31, 533-542, 1952
- ‡ 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.*, 56, 371-386, 1955
- ‡ 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.*, 60, 1-43, 1956
- † 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.*, 119, 591-598, 1989

MNA排泄量が1mg/dとなるナイアシン当量摂取量

文献	被験者	MNA排泄量が1 mg/dとなるNE摂取量
Goldsmithら(1952)	5名の女性, 25-54歳	12.6 ± 3.0 (23%) = 6.8 mg NE/1000 kcal
Goldsmithら(1955)	3名の女性, 26-60歳	10.9 ± 0.9 (8%) = 4.9 mg NE/1000 kcal
Horwittら(1956)	7名の男性, 30-65歳	11.5 ± 4.5 (39%) = 4.9 mg/1000 kcal
Jacobら(1989)	7名の男性, 23-39歳	11.3 ± 4.6 (41%) = 4.4 mg/1000 kcal

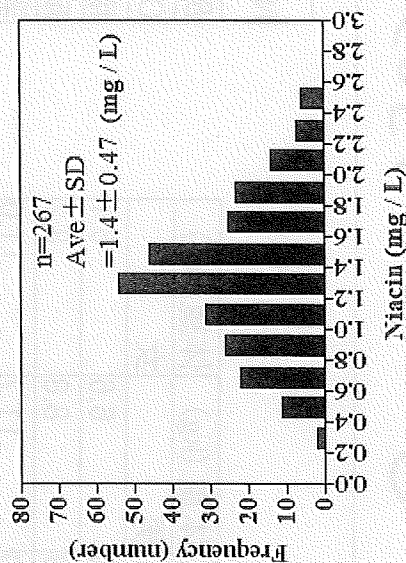
EAR=4.8 mg/1000 kcal

RDA = EAR × 1.2 = 5.8 mg/1000 kcal

†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.*, 31, 533-542, 1952
 †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.*, 56, 371-386, 1955
 †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.*, 60, 1-43, 1956
 †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.*, 119, 591-598, 1989

母乳中のナイアシン含量

発表年	第一著者名	被験者の人種	試料数	成熟乳のナイアシン含量 (mg/L)
1996	井戸田正	日本人	2279	2.0
2004	渡邊敏明	日本人	78	2.22 ± 0.65
2008	柴田克己	日本人	267	1.4 ± 0.47



1.井戸田正, 菅原牧裕, 矢賀部隆史, 他. 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.

2.渡邊敏明, 谷口歩美, 福井徹, 他. 日本人女性の母乳中ピオチン, パントテン酸およびナイアシンの含量. ビタミン. 2004; 78: 399-407.

3.柴田克己, 遠藤美佳, 廣瀬潤子, 他. 日本人の母乳中(1~5か月)の水溶性ビタミン含量の分布(資料)日本栄養食糧学会誌. 印刷中.

6～11月の目安量

表. 年齢区分体位基準値

年齢	身長 (cm)		体重 (kg)	
	男	女	男	女
0～5(月)	62.2	61.0	6.6	6.1
6～11(月)	71.5	69.9	8.8	8.2
1～2	85.0	84.0	11.7	11.0
3～5	103.4	103.2	16.2	16.2
6～7	120.0	118.6	22.0	22.0
8～9	130.0	130.2	27.5	27.2
10～11	142.9	141.4	35.5	34.5
12～14	159.6	155.0	48.0	46.0
15～17	170.0	157.0	58.4	50.6
18～29	171.4	158.0	63.0	50.6
30～49	170.5	158.0	68.5	53.0
50～69	165.7	153.0	65.0	53.6
70以上	161.0	147.5	59.7	49.0

Niacin	男	女
母乳中の濃度	2.0	2.0
0～5月の目安量	1.6	1.6
成人の推奨量(/1000kcal)	5.8	5.8
成人の推奨量(/日)	15.4	11.9
乳児からの外挿値	1.9	1.9
成人からの外挿値	4.6	3.9
平均	3.3	2.9
6～11月の目安量	3.1	

1. 男について、乳児からの外挿値と成人からの外挿値を求め、平均値を算出した
2. 女について、乳児からの外挿値と成人からの外挿値を求め、平均値を算出した
3. 1と2の値の平均値を6～11月の目安量とした