

平成 28 年 4 月 5 日作成

「加熱時に生じるアクリルアミド」評価書に関する情報 (Q&A)

- Q1 なぜ食品安全委員会では「加熱時に生じるアクリルアミド」の安全性について評価したのですか？
- Q2 アクリルアミドは健康へどのような影響があるのですか？アクリルアミドを摂取しても大丈夫ですか？
- Q3 私たちは、どのような食品からアクリルアミドを摂っていますか？どうすればアクリルアミドの摂取量を減らすことができますか？
- Q4 天ぷらやフライには、アクリルアミドが多く含まれていますか？
- Q5 子どもへの健康影響はありますか？
- Q6 次世代に影響はしないのですか？
- Q7 なぜ TDI ではなく、MOE で評価したのですか？
- Q8 食品中のアクリルアミドに対する規制はありますか？
- Q9 海外はどのような評価結果ですか？

《基礎情報の解説》

- Q10 アクリルアミドとはどんな物質ですか？
- Q11 BMDL₁₀ とは何ですか？
- Q12 MOE とは何ですか？

Q1 なぜ食品安全委員会では「加熱時に生じるアクリルアミド」の安全性について評価したのですか？

食品安全委員会は、食品の安全性を確保するため、科学的見地から、食品に含まれる可能性のある様々な物質や微生物などの危害要因を摂取することが人の健康に与える影響についてのリスク評価（食品健康影響評価）を行っています。

食品安全委員会が行うリスク評価には、新たな食品添加物や農薬を登録する場合などに厚生労働省、農林水産省等のリスク管理機関からの要請により行う評価のほか、リスク評価の対象案件を自ら選定して行う評価（自ら評価）があります。

「加熱時に生じるアクリルアミド」については、食品安全委員会企画専門調査会で審議された結果、「国民にとって、食品からアクリルアミドを摂取する機会があると考えられること等から、現在は健康被害が生じてはいないものの、今後被害が生じるおそれがないとまでは言えない」ため、自ら評価の候補案件とすべきとされました。その後、国民の皆様から意見・情報の募集を経て、第376回食品安全委員会（平成23年3月31日開催）において評価を行うことが決定されました。

Q2 アクリルアミドは健康へどのような影響があるのですか？アクリルアミドを摂取しても大丈夫ですか？

アクリルアミドのリスク評価は、動物実験の結果、ヒトを対象とした研究の成果、アクリルアミドの摂取に関するデータなどを用いて行われました。

ラットやマウスなどの実験動物を用いた試験において、発がん性以外の影響については、神経毒性や雄の生殖毒性などの影響がみられました。発がん性については、マウスやラットで発がん頻度の有意な増加がみられました。また、遺伝毒性については多くの試験で陽性だったことから、アクリルアミドは、遺伝子（DNA）を傷つけて細胞をがん化させる可能性がある、遺伝毒性を有する発がん物質（遺伝毒性発がん物質）であると判断しました。

日本人における食品からのアクリルアミドの推定平均摂取量と、動物実験の結果から求めた $BMDL_{10}$ ¹⁾ の値から MOE ²⁾ を算出すると、発がん以外の影響の MOE は、1,792～2,792 となり、約 2,000 程度でした。また、発がん影響の MOE は、708～1,948 となり、約 1,000 程度でした。

算出した MOE の値から、日本人における食事由来のアクリルアミド摂取による影響は、

- ① 発がん以外のリスクについては、一定のばく露マージンが確保されていることから、極めてリスクは低いと判断しました。
- ② 発がんのリスクについては、
 - ア ヒトを対象とした研究において、職業性ばく露などの高ばく露集団も含め、アクリルアミド摂取量とがんの発生率との関連に一貫した傾向はみられていません。
 - イ ヒトにおける健康影響は明確ではありませんが、動物実験の結果から求めた $BMDL_{10}$ と日本人のアクリルアミドの推定摂取量から算出したばく露マージンが十分ではありませんでした。

以上のことから、公衆衛生上の観点から懸念がないとは言えないと判断しました。

このため、ALARA（As Low As Reasonably Achievable）の原則に則り、できる限りアクリルアミド摂取量の低減に努める必要があります。

- 1) $BMDL_{10}$ ：動物実験でがんなどの影響を摂取しない場合と比べて 10%増やす摂取量（通常体重 1 kg 当たり・1 日当たりで表す）
- 2) $MOE = BMDL_{10} /$ ヒトの食品からの体重 1 kg 当たり・1 日の摂取量
一般に、遺伝毒性発がん性については MOE が概ね 10,000 未満、がん以外の毒性については MOE が概ね 100 未満であると、低減対策を実施する必要性が高いとされています。

Q3 私たちは、どのような食品からアクリルアミドを摂っていますか？どうすればアクリルアミドの摂取量を減らすことができますか？

今回の評価では、平成 24 年国民健康・栄養調査における食品摂取量データや平成 16～26 年度の農林水産省の調査による食品中のアクリルアミド濃度データなどを用いて日本人のアクリルアミドの摂取量を推定しました。その結果、平均的な推定摂取量は約 $0.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日であり、海外と比較して同程度又は低い値でした。また、その内訳をみると、高温調理した野菜、飲料、スナック菓子等の菓子類などからアクリルアミドを摂取していることが分かりました。(図 1、図 2、表 1 参照)

農林水産省は、食品中のアクリルアミドを低減する方法について、食品事業者向けの指針や家庭で消費者ができることを公表しています。例えば、炒め調理や揚げ調理をするときは食材を焦がしすぎないようにすること、いも類や野菜類は加熱前に水にさらすこと、じゃがいもは常温で保存することなどが効果的であるとされています。

また、農林水産省の調査によると、既に低減策を講じている食品事業者もあり、ポテトチップスとフライドポテトのアクリルアミド濃度を平成 18～19 年度と平成 25 年度で比較したところ、平成 25 年度の方が 4 割以上(中央値及び平均値)減っていることがわかっています。

(http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/acryl_amide/)

なお、図 1 のとおり、日本人のアクリルアミドの推定摂取量のうち約半分強は、高温調理した野菜からの摂取となっていますが、野菜には、人体に必要なビタミンやミネラルなどの栄養成分が含まれています。また、野菜の摂取にはがんの予防に効果があることが数多くのヒトでの研究で明らかになっています。さらに、加熱調理は、食材に付着している有害な微生物を殺す役割もあります。

アクリルアミドは栄養を含む多くの食品に幅広く含まれているため、アクリルアミドの摂取をゼロにすることはできません。そのため、アクリルアミドの摂取量を少なくするには、食べ物の品目ではなく調理法に配慮し、野菜を過度に加熱して食べないように気を付けて、特定の食品に偏らない食生活を送ることが大切です。

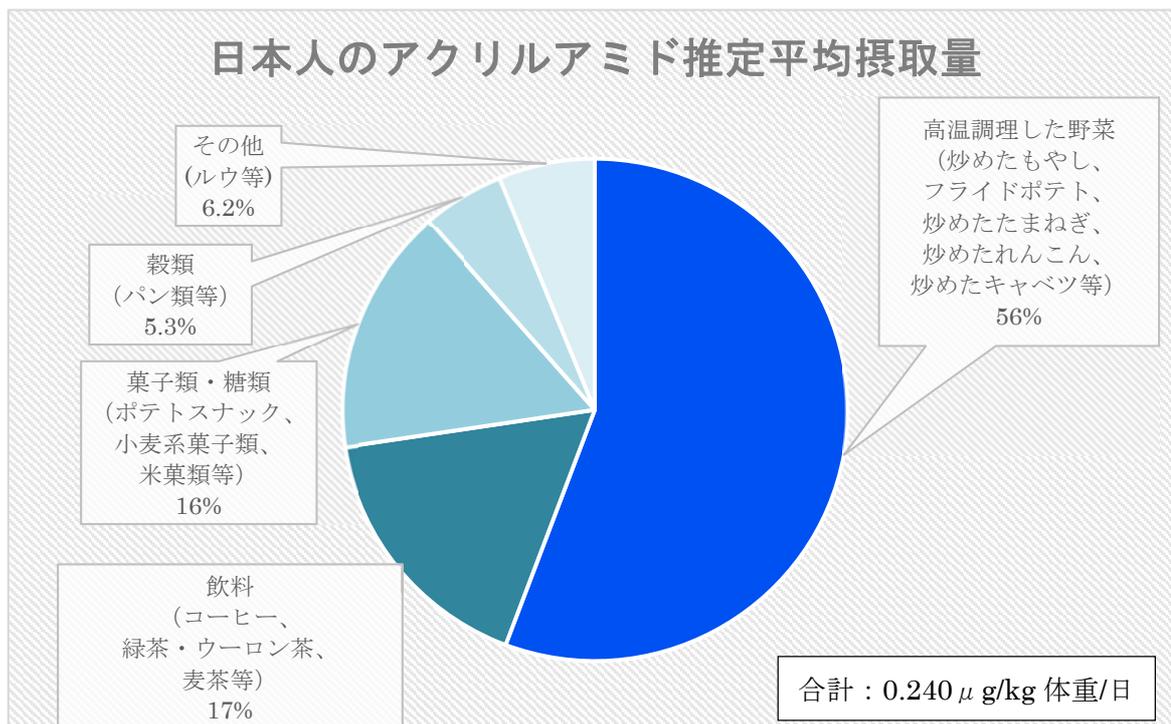


図1 日本人のアクリルアミド推定平均摂取量

アクリルアミド推定平均摂取量 (μ g/kg 体重/日)	
日本(2015年)	0.240
香港(2013年)	0.21
EU(2015年)	0.4~1.9
カナダ(2012年)	0.157~0.609
オーストラリア・ニュージーランド [*] (2014年)	1~4
国際機関(JECFA)(2011年)	1

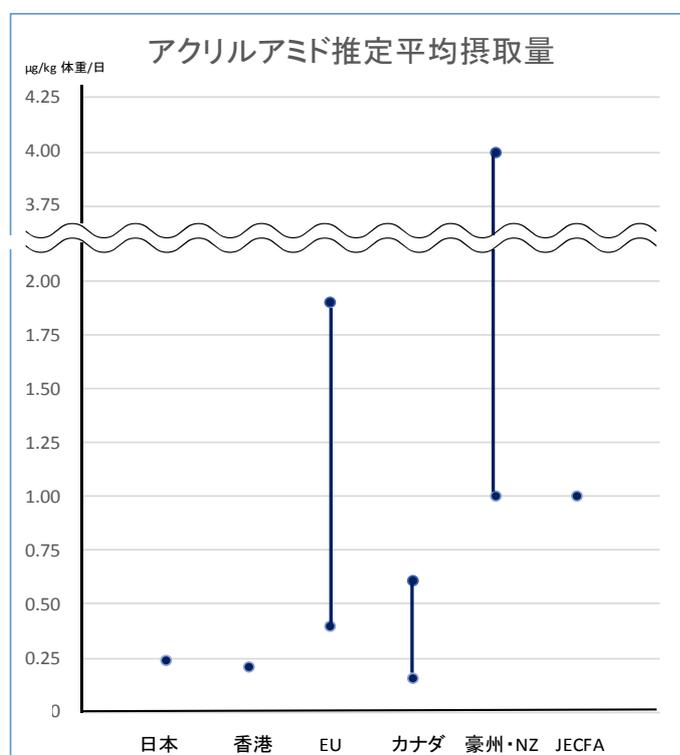


図2 国内外のアクリルアミド推定平均摂取量

表1 日本人のアクリルアミド推定平均摂取量(食品別)

円グラフ用のグループ	AA摂取量推定対象食品グループ名	摂取者数	全体の平均摂取量 g/kg-bw/day	AA濃度 (平均値) ng/g	AA摂取量 (平均値) ng/kg-bw/day	グループごとのAA摂取量 (割合)	
野菜 (素揚げ・炒め)	もやし	もやし(素揚げ・炒め)	2,385	0.088	752	66	66
	じゃがいも	じゃがいも(炒め)	507	0.028	463	13	22
		じゃがいも(素揚げ)	497	0.028	269	7.5	
		じゃがいも(下炒め)	2,502	0.15	11	1.7	
	たまねぎ	たまねぎ(下炒め)	3,914	0.18	37	6.7	12
		たまねぎ(素揚げ・炒め)	7,432	0.21	25	5.3	
	れんこん	れんこん(素揚げ・炒め)	848	0.0231	455	11	11
	キャベツ	キャベツ(素揚げ・炒め)	3,739	0.18	50	9.0	9.0
	ピーマン	ピーマン(素揚げ・炒め)	3,929	0.068	43	2.9	2.9
	ごぼう	ごぼう(素揚げ・炒め)	1,684	0.0344	80	2.8	2.8
	にんじん	にんじん(素揚げ・炒め)	9,691	0.1443	16	2.3	2.3
	根深ねぎ	根深ねぎ(素揚げ・炒め)	1,979	0.0221	43	1.0	1.0
	アスパラガス	アスパラガス(素揚げ・炒め)	92	0.0020	400	0.80	0.80
	なす	なす(素揚げ・炒め)	1,067	0.056	12	0.67	0.67
	かぼちゃ	かぼちゃ(素揚げ・炒め)	370	0.017	34	0.58	0.58
	さやいんげん	さやいんげん(素揚げ・炒め)	417	0.0079	63	0.50	0.50
	にんにく	にんにく(素揚げ・炒め)	2,332	0.0031	173	0.50	0.50
	ブロッコリー	ブロッコリー(素揚げ・炒め)	842	0.020	20	0.40	0.40
さやえんどう	さやえんどう(素揚げ・炒め)	188	0.00093	393	0.37	0.37	
にら	にら(素揚げ・炒め)	738	0.0114	30	0.30	0.30	
飲料	コーヒー	レギュラーコーヒー(浸出液)	4,203	0.78	16	12	26
		インスタントコーヒー(粉末)	7,159	0.018	668	12	
		コーヒー飲料	1,198	0.22	9.1	2.0	
	緑茶・ウーロン茶	緑茶・ウーロン茶(浸出液)	12,497	4.40	1.2	5.3	5.3
	麦茶	麦茶(浸出液)	3,593	1.3	2.0	2.6	5.1
		麦茶(PET)	955	0.36	7	2.5	
	ほうじ茶	ほうじ茶(浸出液)	1,329	0.41	7.6	3.1	3.1
	ココア	ココア(粉末)	679	0.0065	123	0.80	0.80
紅茶	紅茶(浸出液)	1,880	0.39	0.29	0.11	0.11	
菓子類・糖類	ポテトスナック	ポテトチップス	568	0.020	471	9.4	17
		成形ポテトスナック	171	0.0066	1187	7.8	
	小麦系菓子類	小麦系菓子類	2,273	0.058	174	10	10
	米菓類	米菓類	2,284	0.052	99	5.1	5.1
	かりんとう	かりんとう(含みつ糖使用)	141	0.0033	731	2.4	2.4
	コーンスナック	コーンスナック	312	0.0097	142	1.4	1.4
	含みつ糖	含みつ糖(和三盆糖除く)	364	0.0025	387	0.97	0.98
		和三盆糖	14	0.000066	85	0.0056	
	まんじゅう	まんじゅう(含みつ糖使用)	100	0.0042	194	0.81	0.81
	芋けんぴ	芋けんぴ	67	0.0021	166	0.35	0.35
飴	飴(含みつ糖使用)	27	0.00024	1046	0.25	0.25	
ポーロ	ポーロ	29	0.0011	20	0.022	0.022	
穀類	パン類	ロールパン等(トーストしない、含みつ糖不使用)	2,152	0.13	13	1.7	6.1
		ロールパン等(トーストしない、含みつ糖使用)	239	0.014	91	1.3	
		食パン(トースト、含みつ糖不使用)	5,459	0.33	3.3	1.1	
		ロールインパン・フランスパン等	1,117	0.062	16	1.0	
		菓子パン類	1,247	0.089	6.2	0.55	
		食パン(トーストしない、含みつ糖不使用)	2,340	0.14	3.4	0.48	
	イングリッシュマフィン・ナン	124	0.0083	3.3	0.027		
炊飯米	炊飯米	23,605	6.6	0.59	3.9	3.9	
インスタント麺	インスタント麺	1,019	0.065	26	1.7	1.7	
シリアル類	シリアル類	270	0.011	93	1.0	1.0	
その他	ルウ	ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	2,847	0.060	101	6.1	6.2
		クリームシチュールウ	786	0.017	8.0	0.14	
	フライころも	フライころも	5,916	0.12	24	2.9	2.9
	炒りごま	炒りごま	5,843	0.015	152	2.3	2.3
	アーモンド	アーモンド	373	0.0029	324	0.94	0.94
	米みそ	米みそ	14,671	0.19	3.0	0.57	0.57
	豆みそ	豆みそ	362	0.0035	9.0	0.032	0.032
	乾燥果実	乾燥果実	685	0.011	47	0.52	0.52
	しょうゆ	しょうゆ	21,001	0.26	1.9	0.49	0.49
	落花生	落花生	496	0.0060	75	0.45	0.45
	きな粉	きな粉	656	0.0039	75	0.29	0.29
	カレー粉	カレー粉	418	0.00033	423	0.14	0.14
	フライビーンズ	フライビーンズ	19	0.00049	120	0.059	0.059
	麦こがし	麦こがし	8	0.000040	236	0.0094	0.0094
	ピスタチオ	ピスタチオ	15	0.00011	34	0.0037	0.0037
推定AA総摂取量 (ng/kg-bw/day)					240		

Q4 天ぷらやフライには、アクリルアミドが多く含まれていますか？

フライのころもからのアクリルアミド摂取量は $0.0029 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日と推定しました。これは、日本人のアクリルアミド推定平均摂取量 $0.240 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日の約 1% でした。また、天ぷらのころもについては、2002 年の国立医薬品食品衛生研究所の分析結果においてはフライのころもよりもアクリルアミド濃度が低く、アクリルアミド摂取量の推定には入れませんでした。

食品中のアクリルアミドの多くは、焼いたり揚げたりする調理の最終工程で水分が減少し、表面の温度が上がることで生成されます。天ぷらやフライの具の部分は、水分が残っている限りアクリルアミドはほとんど生成しないと考えます。

Q5 子どもへの健康影響はありますか？

アクリルアミドは発がん物質と考えられるため、短期間のばく露のみならず、長期にわたるばく露も考える必要があります。そのため、アクリルアミドのリスク評価においては、子ども、成人を含めた日本人全体における生涯にわたる平均的なアクリルアミド摂取量を推定し、その推定値を用いて評価を行いました。

このため、子どもについても、評価結果が変わるものではありません。

Q6 次世代に影響はしないのですか？

アクリルアミドは、遺伝子（DNA）を傷つけて細胞をがん化させる可能性がある「遺伝毒性を有する発がん物質（遺伝毒性発がん物質）」であると判断しました。「遺伝毒性」とは、遺伝子を傷つける毒性を意味しており、次世代に遺伝する毒性を意味するものではありません。

実験動物を用いた生殖・発生毒性試験では、多くの試験で催奇形性³⁾は認められていません。ヒトにおいては、出生児の体重減少等がみられたという報告がありましたが、アクリルアミドとの因果関係は明確ではありませんでした。また、生殖・発生毒性を含む発がん以外の影響については、動物実験から求めた BMDL₁₀ と日本人の食品からのアクリルアミドの推定摂取量から算出した MOE の値に基づき、一定のばく露マージンが確保されていることから極めてリスクは低いと判断しています。

以上から、妊婦の方も妊婦以外の方とリスクが変わるものではありません。

なお、海外の評価機関においても、催奇形性があるとはされていません。（JECFA 2011、EFSA 2015）

3) 催奇形性：妊娠中の母体にある物質を投与したときに、胎児に対して形態的、機能的な悪影響が生じる毒性のこと。

Q7 なぜ TDI ではなく、MOE で評価したのですか？

耐容一日摂取量（TDI）を設定するには、無毒性量（NOAEL）など閾値（ある物質が一定量までは毒性を示さないが、その量を超えると毒性を示す値）を定めることが必要です。しかしながら、アクリルアミドについては、一般的に閾値がないとされる遺伝毒性を有する発がん物質であると考えられました。そこで、TDI を示す方法ではなく、ばく露レベルとの幅を示すことができる MOE を用いることが適切であると判断しました。

Q8 食品中のアクリルアミドに対する規制はありますか？

日本では食品中及び水道水中のアクリルアミドの基準値はありませんが、農林水産省では、食品中のアクリルアミドを低減する方法に関する食品事業者向けの指針などを公表し、食品事業者はそれらを参考に低減対策に取り組んでいます。今回の評価においても、アクリルアミドに規制値を設けるより生産者から消費者にいたるフードチェーン全体にわたって低減対策に取り組むことが重要と考えています。

欧州連合（EU）では、食品中のアクリルアミド濃度のモニタリング調査結果に基づき、品目ごとの指標値を示しています。EUは加盟国に対して指標値を超える製品があった場合、その製造及び加工方法について調査するよう勧告しています。

飲料水中のアクリルアミドについては、世界保健機関（WHO）が飲料水1リットル当たりアクリルアミド0.5 µg（0.5 ppb）というガイドラインレベルを推奨しています。EUでは、飲料水のアクリルアミド基準値は飲料水1リットル当たりアクリルアミド0.1 µg（0.1 ppb）です。

Q9 海外はどのような評価結果ですか？

1. FAO/WHO 合同食品添加物専門家会合（JECFA）は 2010 年の第 72 回会合において、アクリルアミドの推定 1 日摂取量を、平均的摂取者で 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日、高摂取者で 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日としています。非発がん毒性は神経の形態学的変化による NOAEL 0.2 mg/kg 体重/日とし、発がん性については、ラットで BMDL₁₀ 0.31 mg/kg 体重/日、マウスで BMDL₁₀ 0.18 mg/kg 体重/日としています。これらに基づき、JECFA は、神経学的な影響については、平均的な摂取量では有害影響はないと考えられるが (MOE: 50~200)、発がん性については、健康に対する懸念を示すとしています (MOE: 45~310)。
2. 欧州食品安全機関（EFSA）は 2015 年に公表された科学的意見書において、アクリルアミドの推定 1 日摂取量を平均値で 0.4~1.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日と推定しています。非発がん影響については末梢神経（坐骨神経）軸索変性の BMDL₁₀ 0.43 mg/kg 体重/日を、発がん影響については雄マウスの BMDL₁₀ 0.17 mg/kg 体重/日を MOE 評価のための基準点としています。神経影響の MOE は平均的ばく露で 1,075~226、また、発がん影響の MOE は平均的ばく露で 425~89 と算出しています。EFSA は、現行レベルにおける食事由来のアクリルアミドばく露量は、非発がん影響に関する懸念はないが、発がん影響には、全ての MOE が 10,000 より低いことから懸念があることを示していると結論づけました。
3. なお、アクリルアミドの発がん性に関して、国際がん研究機関（IARC）は 1994 年にヒトへの証拠は不十分であるが動物試験においては十分な証拠があることから、アクリルアミドをグループ 2A（ヒトに対しておそらく発がん性がある：Probably carcinogenic to humans）に分類しています。

Q10 アクリルアミドとはどんな物質ですか？

アクリルアミドは、紙の強度を増したり、土木工事の土壌改良剤、接着剤、ダムやトンネル建設の充填剤などの目的で使用されるポリアクリルアミドの原料となる物質です。

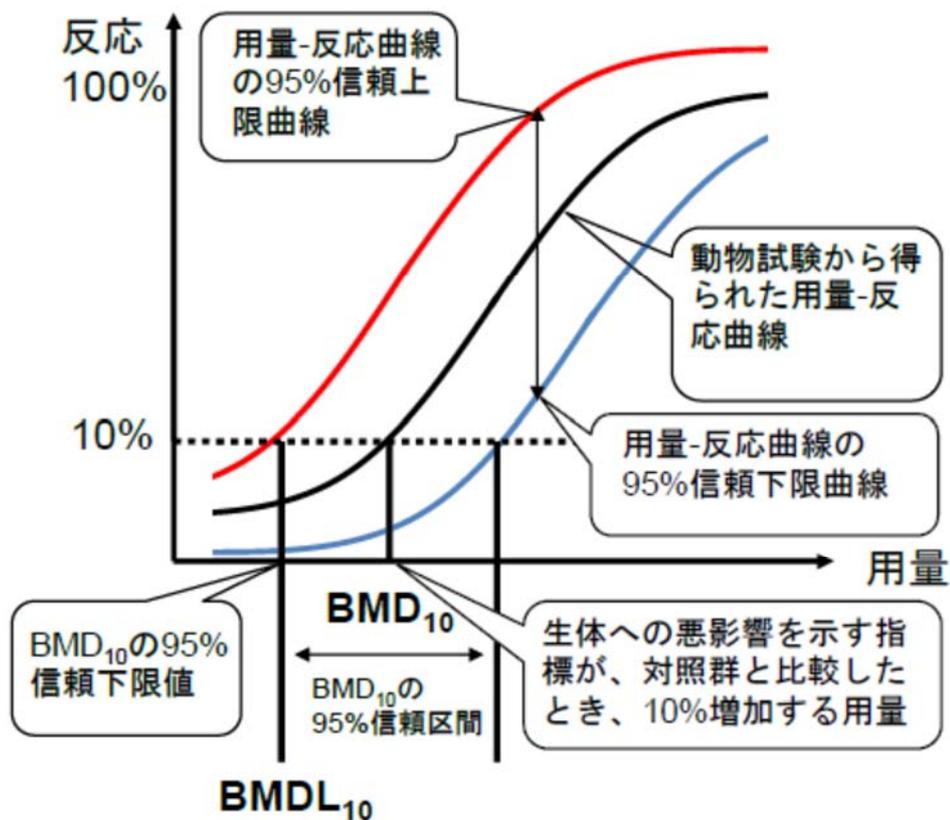
2000年頃、スウェーデンで、ポリアクリルアミドを使った建設工事の従事者のアクリルアミドばく露量を調査した際、比較対照のために調査した建設工事に従事していない人たちからアクリルアミドが検出されました。詳しく調べた結果、じゃがいものように炭水化物を多く含む食材を高温加熱した食品にアクリルアミドが生成されることが確認されました。これを契機に、食品安全にかかわる新たな問題として、世界の関心を集めるようになりました。

その後、世界各国で研究が進み、炭水化物を多く含む食品を高温（120℃以上）で加熱調理することにより、食品中のアミノ酸の一種であるアスパラギンがブドウ糖、果糖などの還元糖と反応してアクリルアミドに変化することが分かりました。

Q11 BMDL₁₀ とは何ですか？

ベンチマークドーズ（BMD：Benchmark Dose）法は、遺伝毒性及び発がん性を有する物質について、MOEの算出のための基準点として採用することが推奨されています（EFSA 2009）。

動物実験から得られる「用量-反応レベル」のグラフ（下図参照）において、有意な影響があるとされる反応レベル（BMR：Benchmark Response、通常、発生毒性では5%、一般毒性では10%）をもたらす用量をBMDとといいます。この値について統計学的に求められる95%信頼区間の下限値を、BMDL（Benchmark Dose Lower Confidence Limit）と呼びます。BMRを10%とした場合のBMDLはBMDL₁₀と表されます。BMDLは無毒性量（NOAEL）に相当するとされています。



出典：農林水産省「食品中のアクリルアミドを低減するための指針」（2013年11月）

Q12 MOE とは何ですか？

MOE とは、Margin of Exposure の略称で、日本語では、ばく露マージン（ばく露幅）と言われるものです。MOE は、毒性試験等で得られた無毒性量（NOAEL）、最小毒性量（LOAEL）、BMDL（Benchmark Dose Lower Confidence Limit）等のハザードの毒性に関する評価値を、実際のヒトのばく露量（摂取量）あるいは推定摂取量で割ることにより求められます。リスク管理の優先付けを行う手段として用いられることがあります。一般に、遺伝毒性発がん性の場合には概ね 10,000 未満、それ以外の場合（例：神経毒性）は概ね 100 未満であると、低減対策を実施する必要性が高いと解釈されています。

米国Carcinogenic Potency Projectにおいて公表されている食品のMOEの一覧(抜粋)

MOE	食品(成分)	ヒト摂取量
1	2: コンフリー-ペプシン錠(コンフリー(植物)の根)	2.7 g [38.6mg/kg/日]
10	3: アルコール飲料(エタノール)	22.8 ml [326mg/kg/日]
10	90: コーヒー(コーヒー酸)	20.8 mg [0.297mg/kg/日]
100		
1,000	900: 総食品中のアクリルアミド	28 µg [0.0004mg/kg/日]
1,000	1,000: 総食品中のアフラトキシン	18 ng [0.000000257mg/kg/日]
4,000	4,000: シナモン(クマリン) ^(注)	65.0 µg [0.000929mg/kg/日]
8,000	8,000: 香辛料(エストラゴール)	54.0 µg [0.000771mg/kg/日]
10,000	10,000: ナツメグ・バジル(メチルオイゲノール)	9.7 µg [0.000139mg/kg/日]
10,000	10,000: ペーコン(ジエチルニトロソアミン)	57.0 ng [0.000000814mg/kg/日]
100,000	30,000: マスタード(アリルイソチアシアネート)	17.4 µg [0.000249mg/kg/日]

出典: 米国Carcinogenic Potency Project

MOE(暴露マージン)は、平均的なヒトの食品の摂取量が、発がん性に関する動物試験(げっ歯類)において10%腫瘍を発生させる量の何分の1か(どれくらい離れているか)を表している。

(注)シナモンの原料植物は、セイロンシナモンとカシア(中国シナモン)の2種類があり、クマリンは、カシアに多く含まれる成分。

(注)表中のヒト摂取量は、1日当たりの摂取量を表した値。また、[]内は、ヒトの体重70kgで割った、体重1kg・1日当たりの摂取量を表した値。