

## 食品由来のアクリルアミド摂取量の推定に関する研究



河原 純子 (かわはら じゅんこ)

国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター 客員研究員

1997年3月 徳島大学総合科学部卒業  
2005年3月 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻  
博士課程単位取得退学  
2005年4月 国立環境研究所 化学物質リスク評価研究センター アシスタント  
2005年9月 環境学博士 (東京大学大学院)  
2006年4月 国立環境研究所 化学物質リスク研究センター ポスドク研究員  
2011年1月 国立環境研究所 環境リスク研究センター 任期付研究員  
2015年8月 国立環境研究所 環境リスク研究センター 主任研究員  
2017年6月 国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター 退職  
(現在 客員研究員として勤務)

### <研究成果概要>

本研究は日本人の食事由来のアクリルアミドの摂取量の推定法を確立することを目標とした。

**課題1:** 統計的手法を用いて日本人における食品由来のアクリルアミド (以下「AA」という。) の長期平均摂取量の分布を推定した。食品中AA濃度には農林水産省の調査結果等、課題2において得られた測定結果および国内の文献情報等を、食品摂取量には平成24年国民健康・栄養調査情報を用いた。モンテカルロシミュレーションの結果、日本人のAAの長期平均摂取量は147-154 ng/kg bw/day、95パーセンタイル値は 226-261 ng/kg bw/dayと推定された。飲料、高温加熱調理したじゃがいも及び野菜類がAA摂取量に寄与すると推定された。国内の長期食事調査情報から得た4食品群の摂取頻度の分布をもとに、ブートストラップ様のリサンプリング法を用い、各食品群の仮想的な生涯食品摂取頻度の個人分布を予測した結果、コーヒー、緑茶・ウーロン茶では、食品摂取頻度の個人差がAA摂取量の推計値に及ぼす影響が相対的に大きいことが示唆された。

**課題2:** 課題1に資する情報収集のため、家庭における食品の加熱方法と加熱調理食品に含まれるAA濃度を調査した。質問票回答者257名において、カレー、肉じゃが、およびシチューを作る際、じゃがいもを、下処理として炒める (以下「下炒め」という。) 者の割合は63 %、玉ねぎを下炒めする者の割合は82 %であった。回答者の一部に、カレー、シチュー、肉じゃがのいずれかを作る際のじゃがいも・たまねぎの下炒め調理を再現してもらい、これを試料として収集し、AAの濃度を測定した。下炒めじゃがいも53点のAA濃度は、平均値11 ng/g、中央値5.0 ng/g、最小値2.5 ng/g、最大値120 ng/gであった。下炒め玉ねぎ58点のAA濃度は、平均値36 ng/g、中央値14 ng/g、最小値2.0 ng/g、最大値420 ng/gであった。

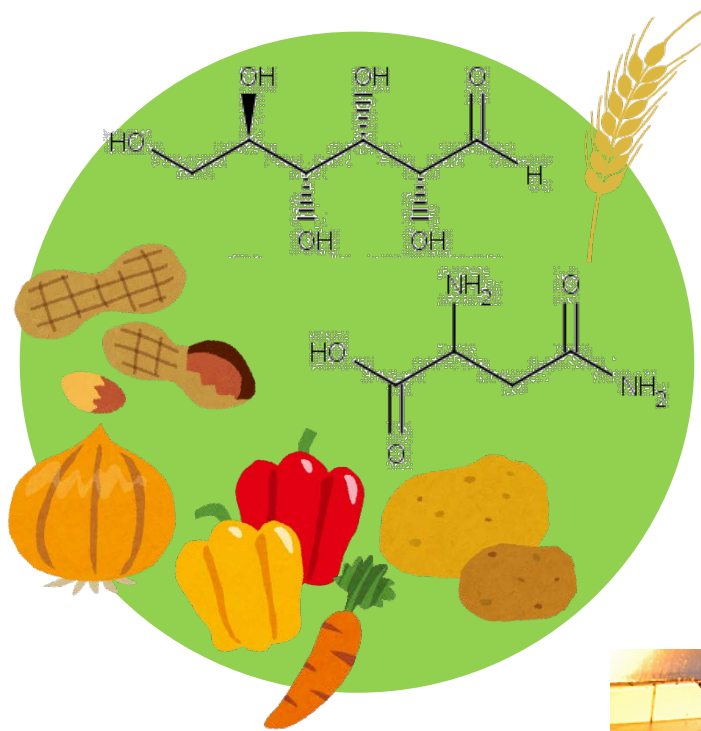
**課題3:** 2015年10月から2016年11月にかけて、神奈川県と茨城県、およびその近隣に住む成人119名を対象に、1日の陰膳と食事記録を収集した。陰膳試料は均質化し、LC-MS/MSを用いて試料中のAA含有量を測定した。陰膳110試料の測定の結果、対象集団のAAばく露量の中央値は144 ng/kg-bw/day、平均値は222 ng/kg-bw/dayと推定された。統計解析の結果、コーヒーや高温調理した芋や野菜類の摂取の有無によってAA摂取量が有意に異なることが示された。

食品健康影響評価技術研究  
自ら評価や新たな危害要因に対応する調査・研究  
課題番号1507

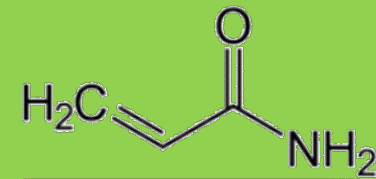
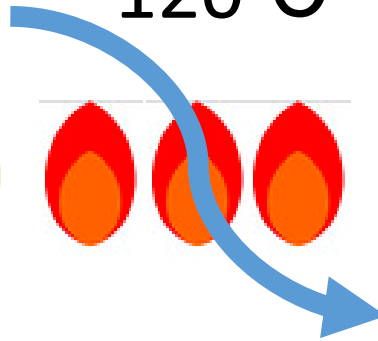
# 食品由来のアクリルアミド摂取量 の推定に関する研究

課題代表者  
国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター  
河原 純子

# 食品の加熱とアクリルアミド



120°C



アクリルアミド  
発がん性  
神経毒性



# 食品の加熱調理温度

分類		熱媒体	温度℃
外部加熱	湿式加熱	ゆでる	水 100
		煮る	水 100
		蒸す	水 最高100 食品により80-90℃
		炊く	水 100
加熱法	乾式加熱	焼く 直火	空気 200-300
		間接	金属板等 200-300
	オーブン	空気、金属板等 130-280	
	炒める	油、金属板等 150-200	
	揚げる	油 130-190食品により120℃+	

(川端・畑明 2013 調理学より引用)

煎り	落花生 : 150-180 °C, 麦茶 150-250°C, コーヒー豆 180-270°C
----	---

# 食品に含まれるアクリルアミド

推定対象	AA濃度平均 (ng/g)	最小~最大値 (ng/g)	調査年度
フライドポテト	270	40~1100	H24-26
ポテトスナック	570	<30~2100	H24-26
ビスケット類	170	<20~560	H24-26
米菓	79	10 ~ 540	H26
コーヒー豆	220	59 ~ 340	H26
煎り麦	250	34 ~ 590	H26

農林水産省HPより引用

# 食品中に含まれるアクリルアミド(続)

推定対象	AA濃度平均 (ng/g)	試験試料の調理条件 (加熱時間/切り方)
もやし	752	・炒め2分、7分/丸ごと、ひげ根の除去せず
れんこん	455	・炒め6分/1-2mm薄切り(水さらし有、無)
にんにく	173	・炒め7分/厚さ1-2mm程度
ごぼう	80	・炒め7分/ささがき
根深ねぎ	43	・炒め6分/斜め薄切り(長さ4cm、厚さ5mm)
にら	30	・炒め3分/長さ約4cm
にんじん	16	・炒め10分/2mm半月切り
じゃがいも	463	・炒め10分/5mm半月切り(室温or冷蔵保存)

(農林水産省調査結果/内閣府 食品安全委員会2016)

# 先行研究におけるアクリルアミドのリスク評価

$$\text{MOE} = \frac{\text{動物実験で10\%がんが増える摂取量(BMDL}_{10}\text{)}}{\text{人の食品からの摂取量(体重1 kgあたり)}}$$

地域	影響	Reference point ( $\mu\text{g/kg-bw/d}$ )	MOE	
			平均	高曝露
カナダ 2012	神経組織形態変化 ラット	200 (NOAEL)	1274-328	651-144
	ハーダー腺腫 マウス	180 (BMDL <sub>10</sub> )	1146-296	586-119
オランダ 2014	坐骨神経軸索膜陥入 ラット	200 (NOAEL)	667-333	222-143
	乳腺線維腺腫 マウス	300 (BMDL <sub>10</sub> )	1000-500	333-214
EU EFSA 2015	坐骨神経軸索変形 ラット	430 (NOAEL)	1075-226	717-126
	ハーダー腺腫/腺癌 マウス	170 (BMDL <sub>10</sub> )	425-89	283-50

日本における食品由来のアクリルアミドによるリスクは？

# 食品由来のアクリルアミド摂取量の推定に関する研究 研究項目

## ◆食品からのアクリルアミド摂取量の統計的推定に関する研究

国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター  
河原純子、今泉圭隆、黒田圭介、鈴木規之、青木康展

## ◆家庭調理における炒めじゃがいもおよびたまねぎのアクリルアミド濃度の調査

日本獣医生命科学大学 応用生命科学部 吉田 充

## ◆陰膳試料を用いたアクリルアミド摂取量の推定

相模女子大学 栄養科学部 安達 修一

国立環境研究所 河原純子、中島大介、柴田康行



# 課題① 食品由来のアクリルアミドの長期平均 摂取量の推定

## アクリルアミドの長期平均摂取量 $x_i$

$$x_j = \sum_{i=1}^N \left( Conc_{ij} \times Port_{ij} \times \frac{\overline{Fq}_i}{T} \right)$$

$i$  : 推定対象食品または食品群

$N$  : 食品（群）の総数

$Conc_{ij}$  : 食品 $i$ 中の有害物質濃度 [mg/g]

$Port_{ij}$  : 食品 $i$ の一日摂取量 [g/kg体重/day]

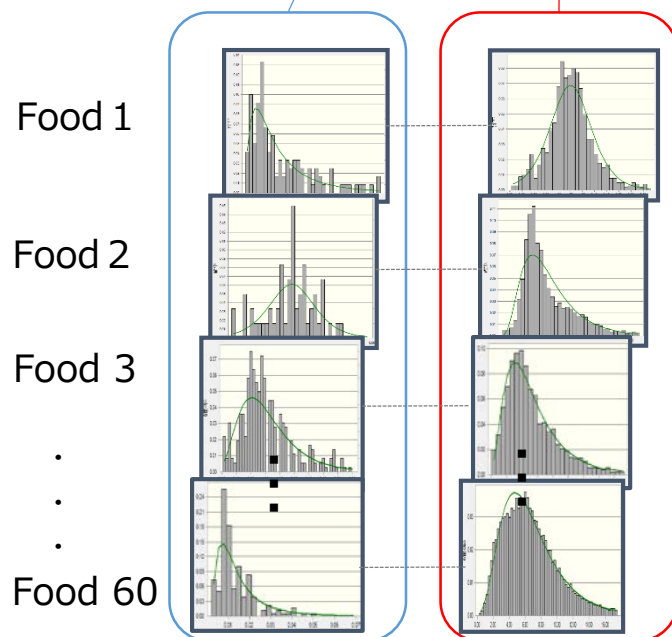
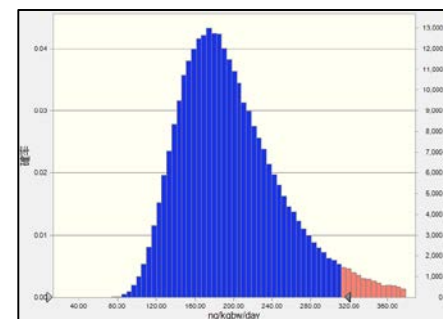
$\overline{Fq}_i$  : 期間 $T$ における食品 $i$ の摂取イベント数 [day]

$T$  : 推定対象期間 [day]

# アクリルアミドの長期平均摂取量の分布推定

長期平均アクリルアミド摂取量

$$x_j = \sum_{i=1}^N \left( \textcircled{1} \text{Conc}_{ij} \times \textcircled{2} \text{Port}_{ij} \times \frac{\textcircled{3} Fq_i}{T} \right) \longrightarrow$$



## ①食品中AA濃度

農林水産省、厚生労働省調査ほか  
国内文献値より分布を推定

## ②食品摂取量

国民健康・栄養調査（1日）の  
24,293名の食事・体重データから分布を推定

## ③長期における食品摂取割合（固定値）

国民健康・栄養調査（1日）から推計した  
摂取者割合を長期における摂取割合として  
代用

# アクリルアミド摂取量の推定対象食品群

<b>穀類</b>	炊飯米、シリアル類、インスタント麺、フランスパン・ロールパン、菓子パン類 麦こがし、食パン（トースト）、食パン（トーストしない）、フライ衣
<b>芋類</b>	じゃがいも（素揚げ）、じゃがいも（炒め）、じゃがいも（下炒め*）
<b>砂糖</b>	含みつ糖、和三盆
<b>豆</b>	フライビーンズ（空豆）、きな粉
<b>種実</b>	ごま、落花生、アーモンド、ピスタチオ
<b>野菜</b>	アスパラガス、キャベツ、玉ねぎ、さやえんどう、さやいんげん なす、ピーマン、かぼちゃ、もやし、ブロッコリー（以上は揚げ・炒め）、玉ねぎ（下炒め*）
<b>果実</b>	乾燥果実
<b>菓子</b>	ポテトチップス、成型ポテトチップス、コーンチップス、米菓、小麦系菓子類、かりんとう、どらやき、まんじゅう（黒糖）、芋けんぴ、飴、ポーロ
<b>嗜好飲料</b>	ほうじ茶、麦茶、麦茶（ボトル）、コーヒー飲料、インスタントコーヒー（粉） コーヒー豆、ココア（粉）、緑茶、ウーロン茶、紅茶（浸出液）
<b>調味料</b>	カレー粉、ハヤシ粉、ビーフシチュー粉、クリームシチュー粉、みそ、しょうゆ

\*下炒め：下処理として炒める加熱方法

# アクリルアミド摂取量の推定対象食品群

穀類	炊飯米、シリアル類、インスタント麺、フランスパン・ロールパン、菓子パン類 麦こがし、食パン（トースト）、食パン（トーストしない）、フライ衣
芋類	じゃがいも（素揚げ）、じゃがいも（炒め）、じゃがいも（下炒め*）
砂糖	含みつ糖、和三盆
豆	フライビーンズ（空豆）、きな粉
種実	ごま、落花生、アーモンド、ピスタチオ
野菜	アスパラガス、キャベツ、玉ねぎ、さやえんどう、さやいんげん なす、ピーマン、かぼちゃ、もやし、ブロッコリー（以上は揚げ・炒め）、玉ねぎ（下炒め*）
果実	乾燥果実
菓子	ポテトチップス、成型ポテトチップス、コーンチップス、米菓、小麦系菓子類、かりんとう、どらやき、まんじゅう（黒糖）、芋けんぴ、飴、ポーロ
嗜好飲料	ほうじ茶、麦茶、麦茶（ボトル）、コーヒー飲料、インスタントコーヒー（粉） コーヒー豆、ココア（粉）、緑茶、ウーロン茶、紅茶（浸出液）
調味料	カレー粉、ハヤシ粉、ビーフシチュー粉、クリームシチュー粉、みそ、しょうゆ

\*下炒め: 下処理として炒める加熱方法

# 課題② 家庭調理における炒めじゃがいも およびたまねぎのアクリルアミド濃度の調査

- あなたの家庭では、カレー、シチュー、肉じゃがを作る際、じゃがいもや玉ねぎを煮込む前に炒めますか？
  - ◆対象；国内の大学の学生、研究生、大学教職員とその家族・知人
  - ◆調査方法；質問票による  
実施期間；H27年9～11月。質問票配布数：約500／回答者数：256

## ■ 結果

調理方法	(問1)カレー		(問2)シチュー		(問3)肉じゃが		合 計	
	じゃがいも	玉ねぎ	じゃがいも	玉ねぎ	じゃがいも	玉ねぎ	じゃがいも	玉ねぎ
炒める	160	208	144	184	136	143	440	535
炒めない	77	24	87	39	93	52	257	115
入れない	12	2	5	0		0	17	2
調理しない	5	5	17	17	21	21	43	43
不明	2	17	3	16	6	40	11	73
合計	256	256	256	256	256	256	768	768

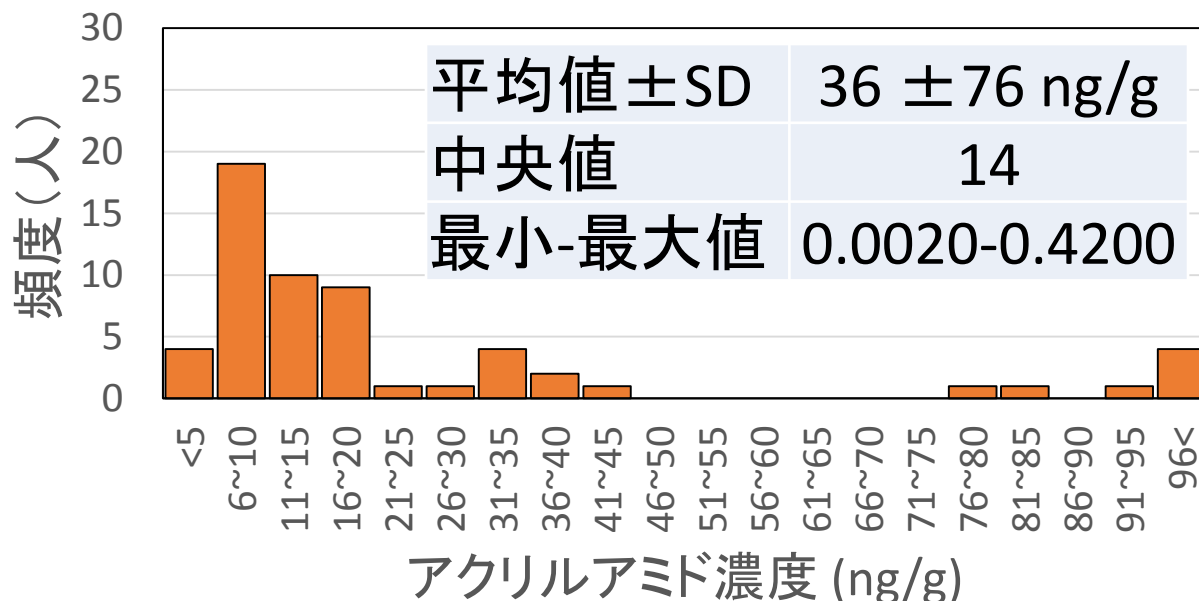
炒める者の割合；じゃがいも63%、たまねぎ82%

# 課題② 炒めたじゃがいも・たまねぎ中の アクリルアミド濃度の測定結果

- じゃがいも  
(検出数53/60)



- たまねぎ  
(検出数58/60)



じゃがいも中アクリルアミドの検出限界 (LOD: <0.005) 以下はLOD/2 = 0.0025として算出  
 たまねぎ中アクリルアミド検出限界 (LOD: <0.004) 以下はLOD/2 = 0.002として算出

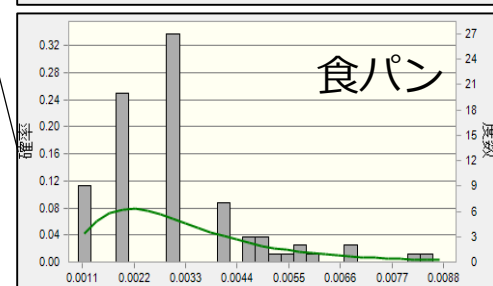
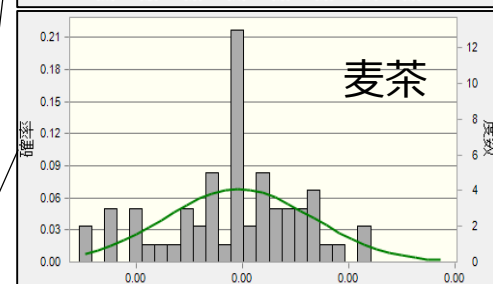
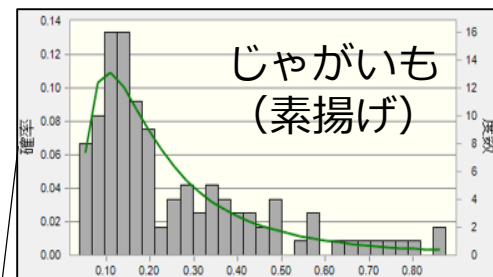
# 食品中アクリルアミド濃度分布の仮定

濃度データ数	アクリルアミド検出率	濃度の仮定	食品グループ数
30以上	80% <	分布推定	21グループ
30以上	10% ≤, <80%	固定値 (平均値)	32グループ
30未満	40% <		

不検出データ = 検出限界値 × 1/2 とする。

## ▶ 食品中AA濃度推定結果 (一部抜粋)

食品グループ名	N	分布	平均, 標準偏差
シリアル類	30	対数正規	0.12, 0.47
ロールインパン・フランスパン等	180	対数正規	0.02, 0.01
じゃがいも (素揚げ)	120	対数正規	0.28, 0.27
もやし・アスパラガス・ピーマン (素揚げ・炒め)	60	対数正規	0.10, 0.08
かぼちゃ・キャベツ・さやいんげん・なす・ブロッコリー (素揚げ・炒め)	108	対数正規	0.02, 0.02
たまねぎ (下炒め)	58	対数正規	0.03, 0.05
ポテトチップス	94	対数正規	0.69, 1.9
成形ポテトスナック	229	対数正規	1.2, 0.81
小麦系菓子類	398	対数正規	0.18, 0.21
インスタントコーヒー (粉末)	60	正規分布	0.67, 0.11
レギュラーコーヒー (浸出液)	60	正規分布	0.02, 0.04
麦茶 (浸出液)	60	正規分布	0.002, 0.001



# 食事調査情報の利用

## 加熱調理食品（煮物・揚げ物・炒め物等）の摂取量の推定

RYORIMEI	SHOKUHIN	SHOKUHINMEI
めし	1088	めし
糸ひき納豆	4046	糸ひき納豆
糸ひき納豆	17029	ストレートめんつゆ
味噌汁	10281	あさり
味噌汁	17045	淡色辛みそ
鶏手羽中焼き	11218	鶏手羽
鶏手羽中焼き	17012	食塩
鶏手羽中焼き	17063	黒こしょう
野菜炒め	6061	キャベツ
野菜炒め	6153	玉ねぎ
野菜炒め	6289	ブラックマッペもやし
野菜炒め	14002	ごま油
野菜炒め	17007	濃口しょうゆ
野菜炒め	17012	食塩
野菜炒め	17063	黒こしょう

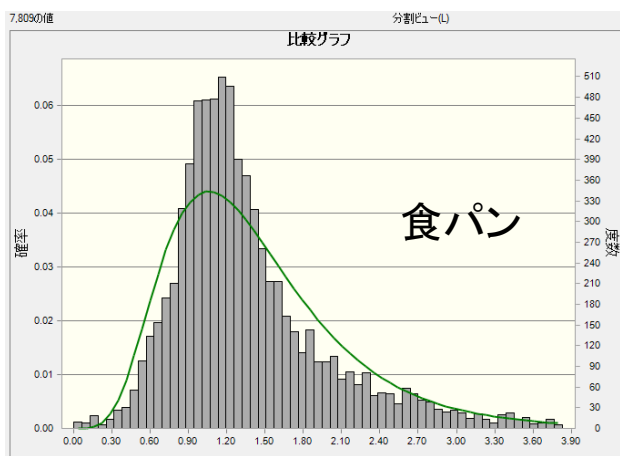
料理名と食品名の組合せから加熱方法を推定



# 食品摂取量の分布の仮定

- 食品摂取量の仮定

食品群名	摂取量の仮定
麦こがし, 和三盆糖, フライ ビーンズ, ボーロ, ピスタチオ	固定値 (平均値)
上記を除く55群	分布推定 (対数正規)



1日の食品摂取量 (g/kg/day) の分布の推定結果例

# モンテカルロシミュレーションによる アクリルアミド摂取量の分布推定 計算条件

- ✓モンテカルロ試行回数：200,000回
- ✓乱数サンプリング法：ラテンハイパーキューブ法
- ✓食品摂取量は食品グループ間で独立と仮定
- ✓食品中AA濃度と食品摂取量は独立と仮定
- ✓食品中AA濃度・食品摂取量分布の上限・下限の仮定

仮定	食品中AA濃度	各食品群の摂取量・対象食品の総摂取量
1	下限；0 上限；なし	下限：0 上限：なし、総摂取量上限は設定しない
2	下限；0 上限； <b>実測最大値</b>	下限： <b>実測最小値</b> 上限： <b>実測最大値</b> 、総摂取量 120g/kg/日

(シミュレーションにはCrystal Ball ver.11を使用。)

# 推定長期平均アクリルアミド摂取量(仮定1)

推定対象食品グループ	中央値 ng/kg-bw/day	95パーセンタイル値 ng/kg-bw/day	AA濃度の仮定
レギュラーコーヒー(浸出液)	11	29	分布
インスタントコーヒー(粉末)	9.0	29	分布
じゃがいも(炒め)	7.0	24	固定値
もやし(素揚げ・炒め)	4.9	28	分布
成形ポテトスナック	4.8	25	分布
小麦系菓子類	4.5	37	分布
たまねぎ(下炒め)	4.3	38	分布
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	4.3	13	固定値
じゃがいも(素揚げ)	3.9	28	分布
たまねぎ(素揚げ・炒め)	3.7	17	分布
ポテトチップス	3.7	55	分布
ピーマン(素揚げ・炒め)	3.5	22	分布
ルウ(カレーほか)	3.5	19	分布
炊飯米	3.5	8	固定値
米菓類	2.2	20	分布
キャベツ(素揚げ・炒め)	2.0	11	分布
<b>総摂取量</b>	<b>154</b>	<b>261</b>	

# 推定長期平均アクリルアミド摂取量(仮定2)

推定対象食品グループ名	中央値 ng/kg-bw/day	95パーセンタイル値 ng/kg-bw/day	AA濃度の仮定
レギュラーコーヒー(浸出液)	11	29	分布
インスタントコーヒー(粉末)	9.0	29	分布
じゃがいも(炒め)	7.0	23	固定値
もやし(素揚げ・炒め)	4.9	26	分布
成形ポテトスナック	4.8	24	分布
小麦系菓子類	4.5	37	分布
たまねぎ(下炒め)	4.3	36	分布
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	4.3	12	固定値
じゃがいも(素揚げ)	3.9	24	分布
たまねぎ(素揚げ・炒め)	3.7	17	分布
ルウ	3.5	18	分布
炊飯米	3.5	8.0	固定値
ピーマン(素揚げ・炒め)	3.5	21	分布
ポテトチップス	3.2	30	分布
米菓類	2.2	19	分布
キャベツ(素揚げ・炒め)	2.0	11	分布
<b>総摂取量</b>	<b>147</b>	<b>226</b>	

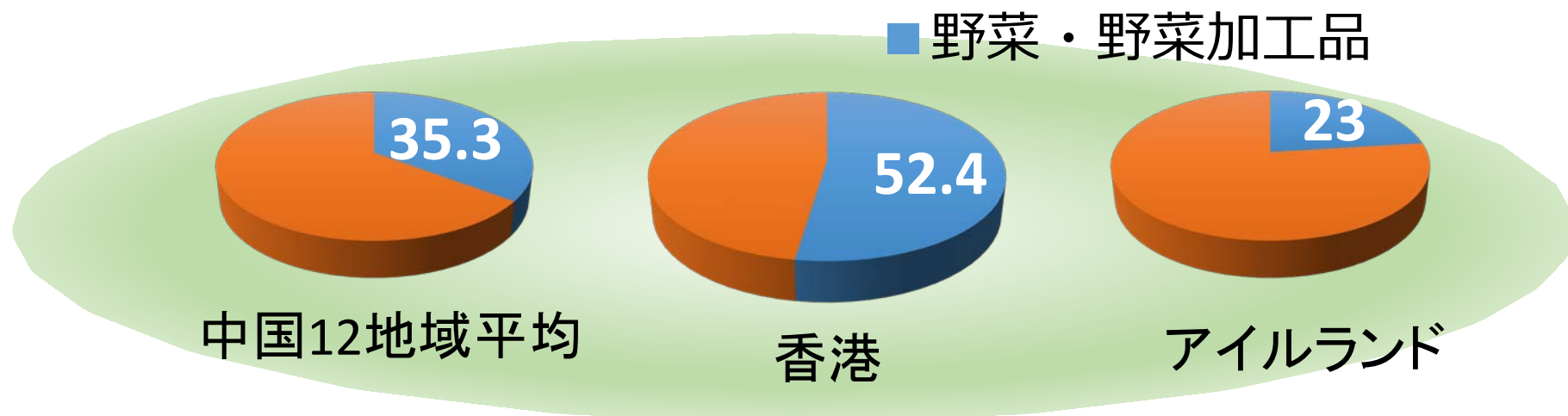
# アクリルアミド摂取量に寄与する食品群

## ◆ 統計的手法（間接法）による推定

オランダ 2014 (chips, coffee, crisps)  
フランス 2012 (French fries, coffee, biscuits)  
ポーランド 2010 (bread, chips・French fries, coffee)  
カナダ 2012 (French fries, snack chips, coffee)

## ◆ マーケットバスケット法による推定

成人のアクリルアミド摂取量に対する野菜類の寄与率(%)



(Gaoら2016,Wongら2014, FSA Ireland 2016)

# 推定における不確実性

- **長期の食品摂取割合の妥当性**

横断調査で得られた食品摂取割合を代用。

- **食品中アクリルアミド濃度の仮定**

対象食品群数は60 ⇒実際のAA摂取量を過小評価している可能性がある。  
平均値の採用 ⇒実際のAA曝露量の分布よりも狭く推定している可能性。

- **高温加熱の芋・野菜のAA濃度や摂取量の妥当性**

野菜中のアクリルアミド濃度分布は限られた実験値に基づく仮定。  
調理（揚げ・炒めなど）別の摂取量や摂取割合は不確か。

嗜好や家庭における様々な加熱調理の実態を反映できているか？



# 課題③ 陰膳法を用いたアクリルアミド摂取量の推定

## 調査対象者

神奈川,茨城,および近隣地域在住の  
成人119人 (女性72人, 男性 47人)

平均体重:  $58 \pm 12$  kg (37 ~ 113 kg)  
女性; 52 kg(37 ~ 78 kg)  
男性; 67 kg(47 ~ 113 kg)

## 調査期間

2015年10月~2016年11月

## 収集試料

24時間陰膳 (朝・昼・夕・間食・飲料)  
食事記録

(国環研医学倫理審査承認 1-2016-002)



# 食事記録票(1)

	料理名	材 料	加熱調理 時間	盛り付けた 量(g/mL)	食べ残し量 (骨や皮を含 む)	記入しないで ください
朝食	チーズトースト	食パン	オーブントースター2分	67 g		
		マヨネーズ		20 g		
		スライスチーズ		18 g		
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト		75 g		
		黒砂糖		5 g		
		きなこ		5 g		
	カフェオレ	普通牛乳	電子レンジ600w1分	150mL		
インスタントコーヒー		2 g				
昼食	あさりとニラ焼きそば	にんじん	炒めIH中火10分	56 g (5個)	殻33 g 残り	
		あさり殻付き				
		もやし				
		中華蒸し麺				
		ニラ				
		塩				
		こしょう				
		オイスターソース				
		酢				
	たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこやき	電子レンジ800w4分	240 g (8個)		

朝食の写真例





# 食事記録票(2)

	料理名	材 料	調理前重量(g)	加熱調理時間	出来上がり総重量(g)	盛り付けた量(g)	食べ残し量(骨や皮を含む)	記入しないでください	
朝食	チーズトースト	食パン	70	オーブントースター2分		105			
		マヨネーズ	20						
		スライスチーズ	20						
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト	75				75		
		黒砂糖	5						
		きなこ	5						
	カフェオレ	普通牛乳	150	電子レンジ600w1分			150		
インスタントコーヒー		2							
昼食	あさりとニラ焼きそば	にんじん(皮なし)	100			56 (5個)	殻33g 残り		
		あさり殻付き	150						
	炒めIH中火10分	もやし	200			885	295		
		中華蒸し麺	450						
		ニラ	70						
		塩							
		こしょう							
		オイスターソース							
		酢							
		たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこやき						



日本食品標準成分表コードを用いて分類、分類ごとに食品の加熱情報を整理、菓子類や嗜好飲料、いも・野菜類について1日の摂取量を計算。

# 陰膳試料の前処理法

陰膳の秤量（飲水を除く）



試料均質化



ホモジナイザー（シャフト：NS-20, NS-26GX/20P）  
マイカ・テクニカル社）  
均質化後試料は-20℃にて冷凍保存



# アクリルアミドの測定

## ◆測定機器

LC-MS/MS API-2000 [AP SCIEX]

## ◆分離用カラム

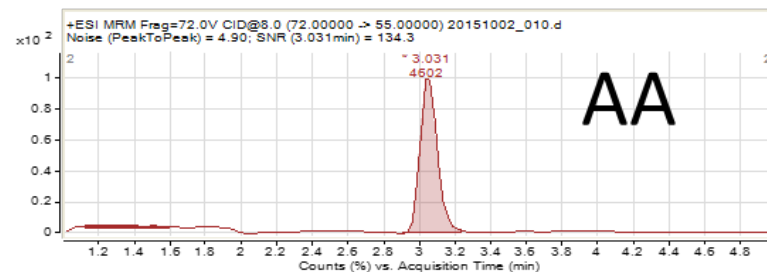
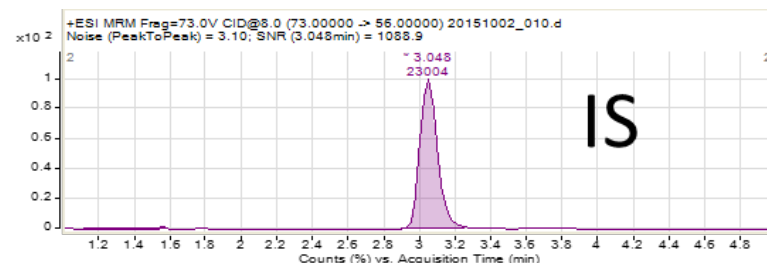
Inert Sustain AQ-C18 HP (GL Sci.)

## ◆移動相

0.01%酢酸, 0.5%MeOH水溶液  
40 °C, 流速 : 0.2 mL/min

## ◆定性

SRMにてAA標準物質および  
同位体標識標準物質の  
[M+H]<sup>+</sup>イオン  
(m/z 72>55, 75>58)を検出



アクリルアミドのクロマトグラム例

# アクリルアミドの定量法, 妥当性試験

## ◆ アクリルアミド-陰膳 添加回収試験結果 (各試験 N=3)

添加量	試料ID	回収率 (%)	RSD (%)
5 ng	A	103	4.0
	B	113	6.1
25 ng	A	114	6.6
	B	117	3.1
100 ng	A	115	1.7
	B	117	3.2

## ◆ 妥当性試験

2017年2月 FAPAS Food Chemistry Proficiency Test

試料: ポテトチップス (T3071), 33 Labo が参加

Assigned value: **346  $\mu\text{g}/\text{kg}$**

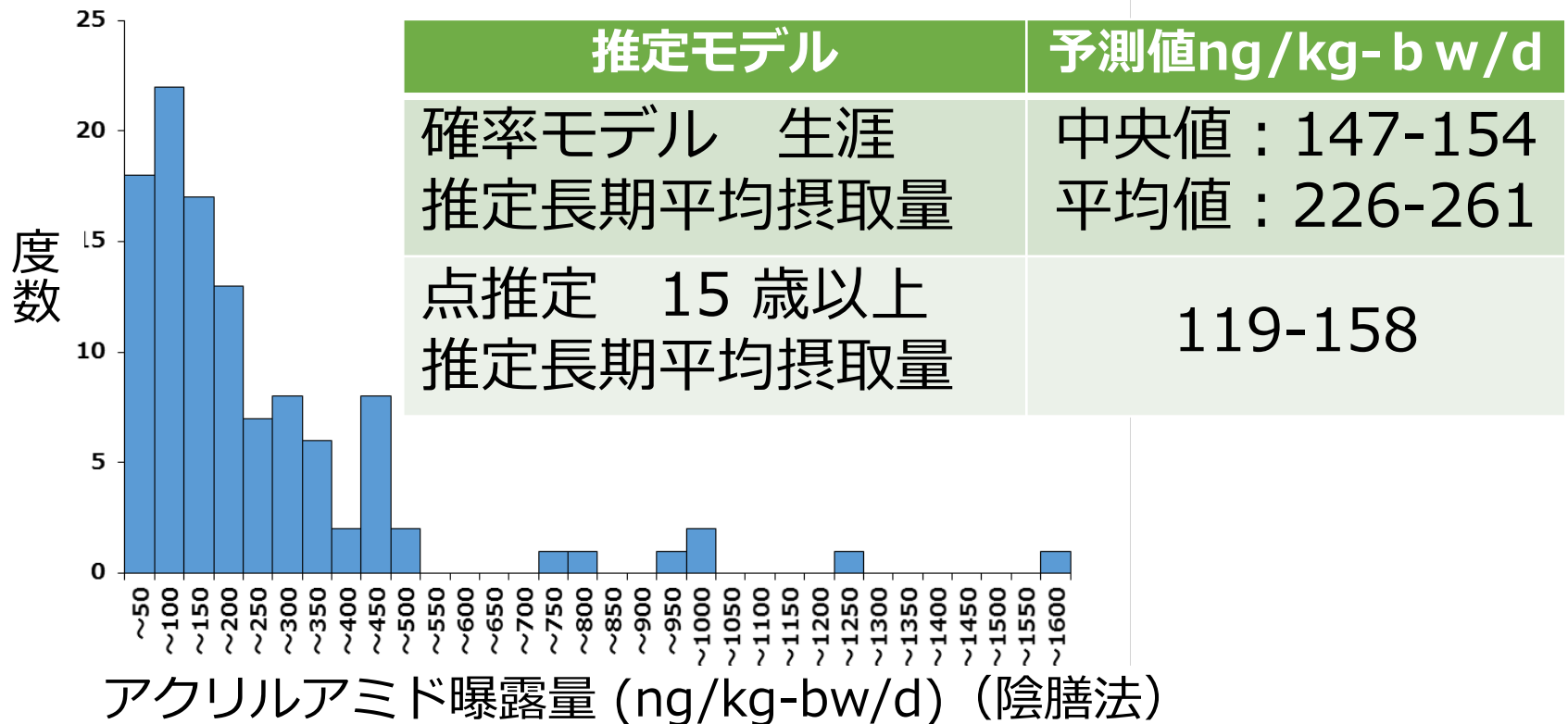
当研究室の報告値: **369  $\mu\text{g}/\text{kg}$**     Z-score : 0.4

(FAPAS Food Chemistry Proficiency Test Report 3071)

# アクリルアミド摂取量の推定結果(陰膳法)

摂取食品重量平均：女性 2,038 g (飲水を含め2,273 g)  
 男性 2,772 g (飲水を含め3,120 g)

**アクリルアミド摂取量 中央値：144 ng/kg-bw/d (N=110)**  
 平均値：222 ng/kg-bw/day (8 - 1582 ng/kg-bw/d)



# 先行研究における推定摂取量

事例	年齢 yr.	摂取量 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$		引用元
		中央値	95th	
本研究	20+	0.14	-	-
スイス <sup>a</sup>	16-57	0.28	-	Swiss FOPH 2002
オランダ <sup>a</sup>	18-74	0.45	-	Konings 2010
中国 <sup>b</sup>	18-45	0.32	0.49	Gao 2016
香港 <sup>b</sup>	20-84	0.21	0.54	Wong 2014
オランダ	16-69	0.3	0.9	Garaets 2014
カナダ	19+	0.15-0.28*	0.30 - 0.74	Health Canada 2012
フランス	18-79	0.43	1.0	Sirot 2012

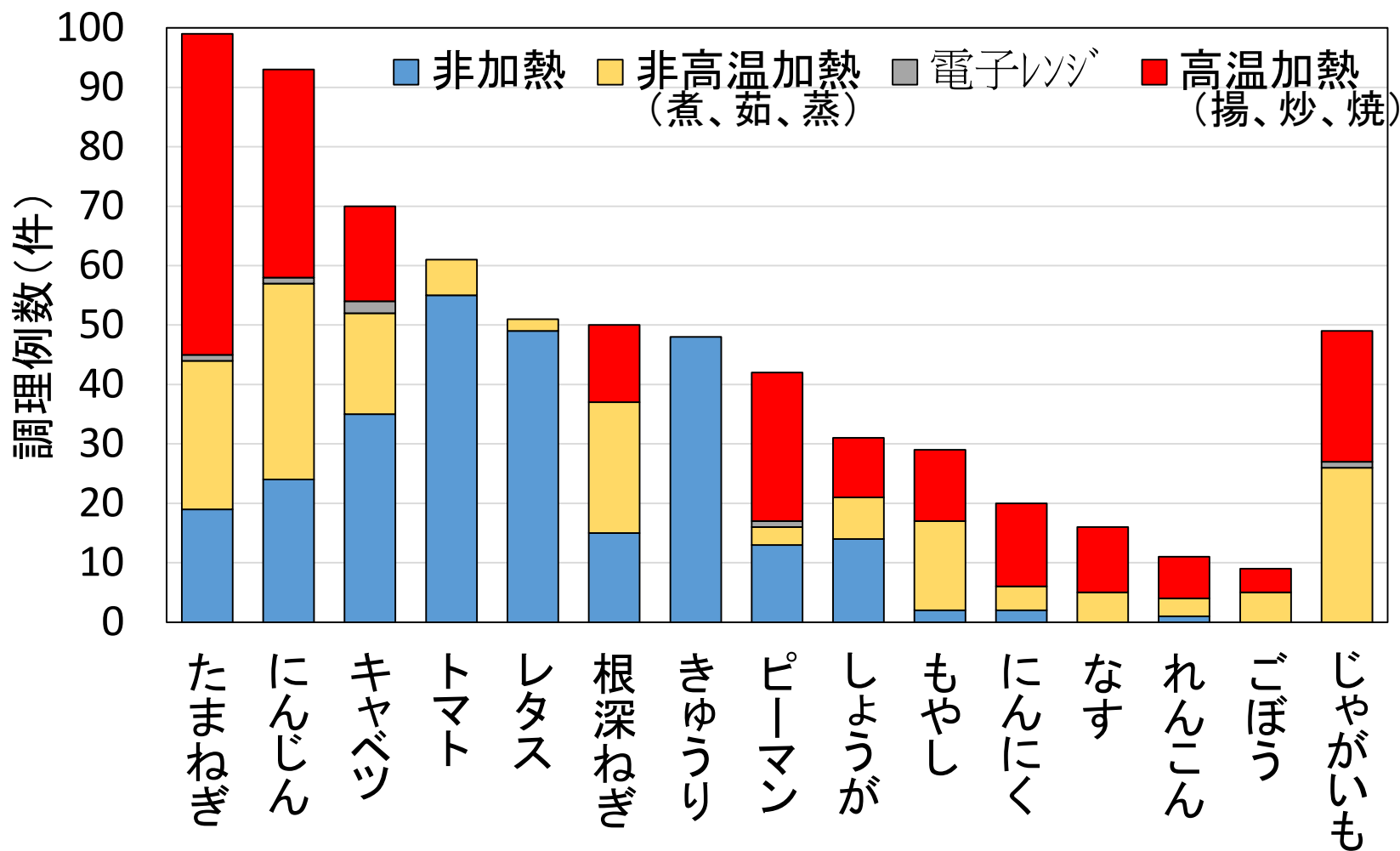
a:陰膳法による推定。調査はいずれも2002年。

b:トータルダイエツスタディー(マーケットバスケット法)による。

\*平均値

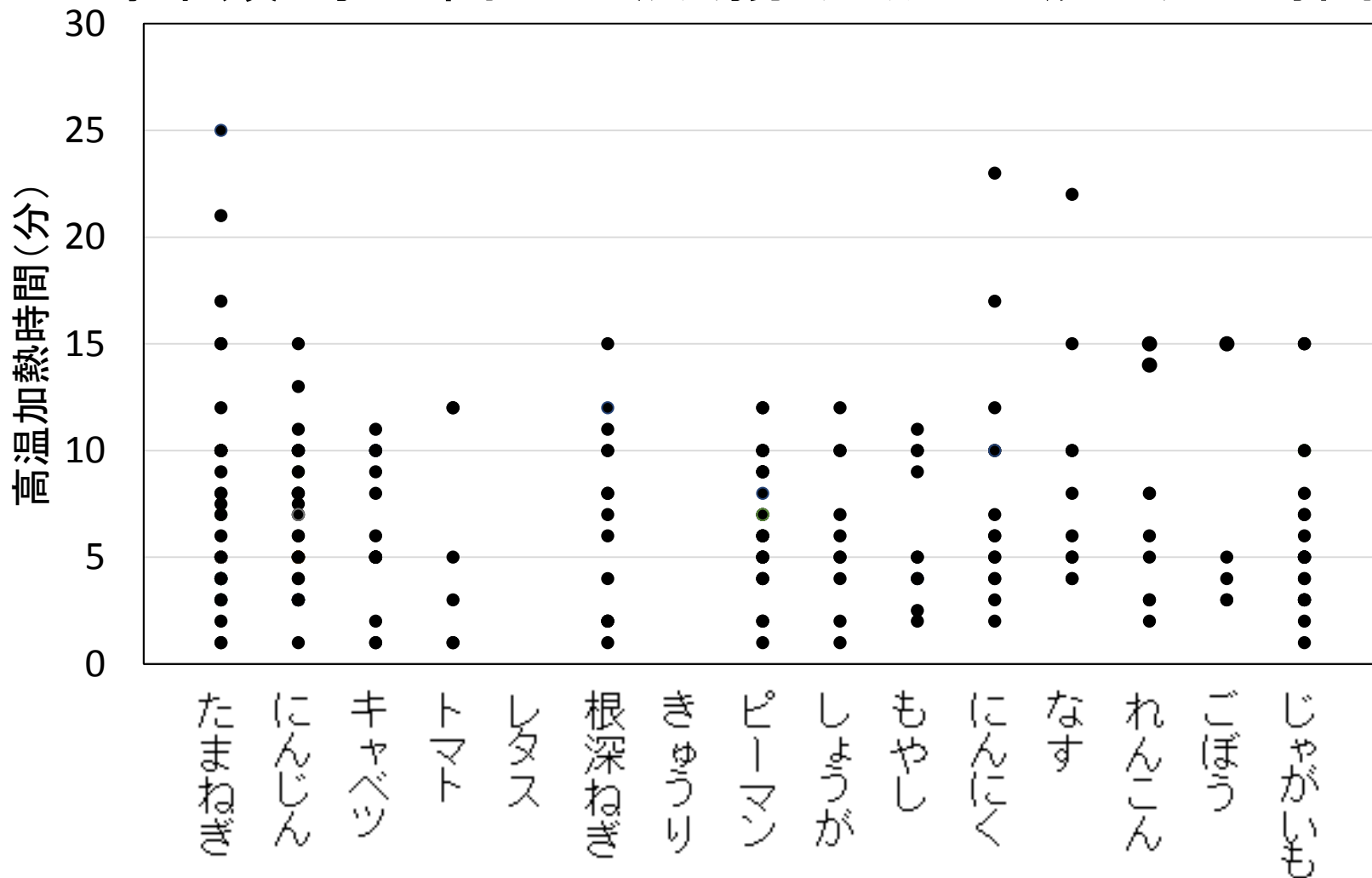
# 食事記録の解析結果 —野菜類の加熱方法—

## 野菜類・じゃが芋の調理例数(加熱調理方法別)



# 食事記録の解析結果 — 野菜類の加熱時間 —

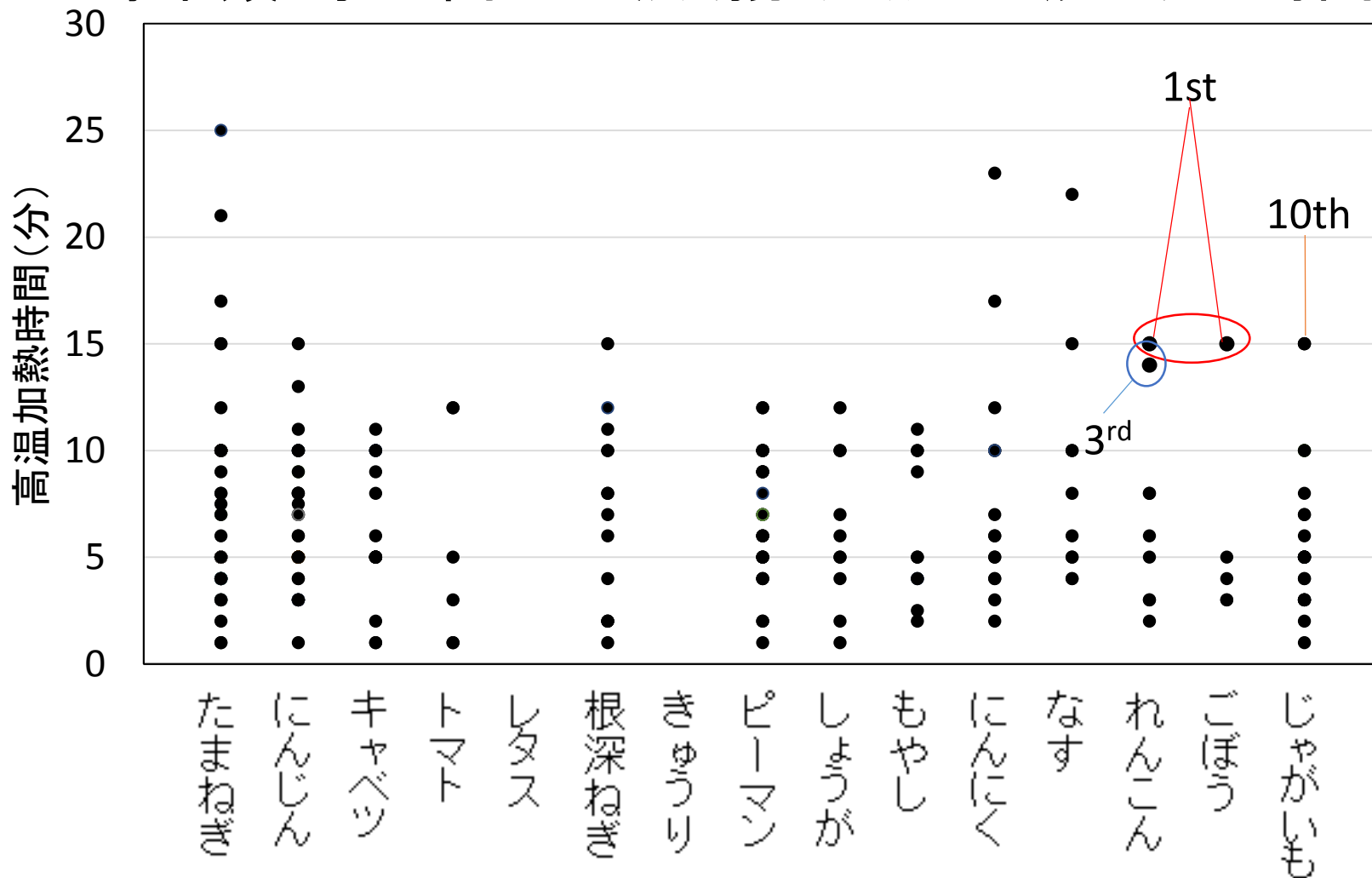
## 野菜類・芋の高温加熱(揚げ・炒め・焼き)の時間





# 食事記録の解析結果 —野菜類の加熱時間—

## 野菜類・芋の高温加熱(揚げ・炒め・焼き)の時間



# 食事記録の解析結果 —食品摂取量—

- 高温加熱野菜・じゃがいもの摂取量（解析対象73人）  
摂取者平均（調理前重量換算）  
119±83 g（摂取者 48人, 最小-最大：12-342 g/日）
- 菓子類・嗜好飲料類の摂取者数および摂取量  
（解析対象者数 115人）

食品	摂取者数	摂取者平均±SD(g)	最小-最大(g)
菓子類	70	53±63	1-331
コーヒー	59	333±187	99-1260
緑茶	45	447±402	106-2400
麦茶	36	292±183	100-1000

# アクリルアミド曝露量の要因解析

## 重回帰分析

- ◆解析対象：食材重量記録者77人（黒糖含むパン摂取者を除く）
- ◆従属変数：アクリルアミド曝露量 (ng/day)
- ◆説明変数：菓子摂取量( $x_1$ ), 茶類摂取量( $x_2$ ), コーヒー摂取量( $x_3$ ),  
高温加熱芋・野菜類摂取量 ( $x_4$ ) (ng/day)
- ◆変数選択法：ステップワイズ法 (F=2)

## 結果

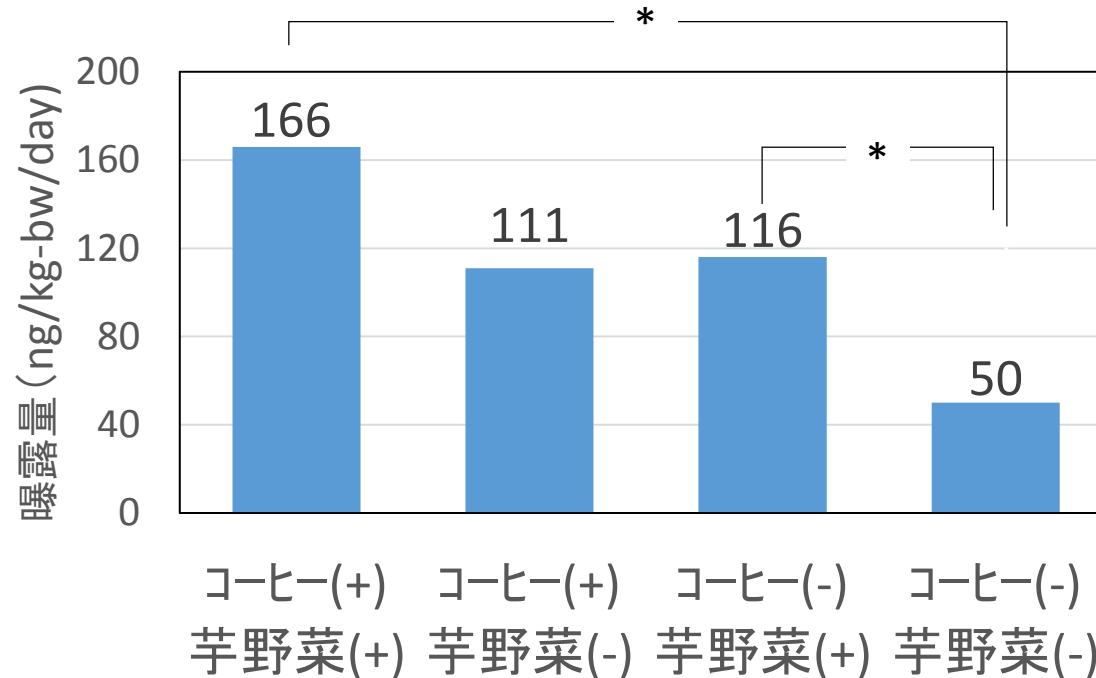
$$Y = 16.1 \times x_3 + 26.9 \times x_4 + 7216 \quad (p=0.01)$$

回帰式

変数名	自由度調整済み決定係数 $R^2 = 0.094$		t	有意確率
	偏回帰係数	標準偏回帰係数		
コーヒー摂取量	16.162	6.309	2.562	0.012
高温加熱芋・野菜摂取量	20.927	15.125	1.780	0.079
定数	$7.216 \times 10^3$	$1.988 \times 10^3$	3.629	0.001

# アクリルアミド曝露量の要因解析

## コーヒーとじゃが芋・高温野菜の摂取の有無による曝露量の比較



Steel-Dwassの方法  
による多重比較  
\*p<0.01で有意

対象群各対の検定統計量

	第1群	第2群	第3群	第4群
第1群	-	1.452	1.372	4.102*
第2群	-		0.832	1.246
第3群	-			3.299*

# まとめ

- 統計手法によるアクリルアミドの長期平均摂取量の分布を推定するとともに、陰膳に基づく成人の1日摂取量を得た。
- モデルによる成人の推定アクリルアミド摂取量は、24時間陰膳に基づく推定摂取量に近い値であった。
- 長期平均のアクリルアミド摂取量には、飲料および高温加熱したじゃがいも芋・野菜類の摂取がより大きく寄与する可能性が示された。

# 陰膳調査メンバー

## 高度技能専門員

鄭 雅史 (国環研 [当時])

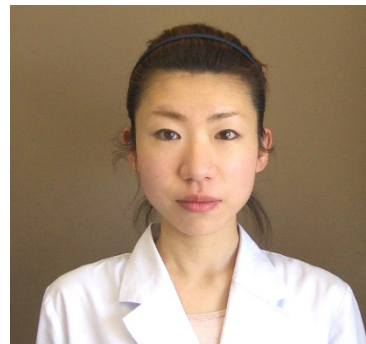
## 管理栄養士

照井 美穂 (国環研 [当時])

中本 由紀子 (国環研 [当時])

篠原 暁子 (早稲田大)

宇山 香 (相模女子大)



# 謝辞

## ■ ご指導、助言を頂いた方々

- 山田友紀子 先生
- 農業・食品産業技術総合研究機構 水上裕造 先生
- 国立健康栄養研究所 瀧本 秀美 先生
- 国立保健医療科学院 浅見 真理 先生
- 京都大学環境安全保健機構 川村 孝 先生
- 国立医薬品食品衛生研究所 広瀬 明彦 先生
- 食品安全委員会事務局の皆様