

## 《温故知新プロジェクト》

# カロリーアンサーによる弁当の栄養価調査 (第1報)

色川木綿子\*<sup>1</sup> 工藤美奈子\*<sup>2</sup> 城田直子\*<sup>3</sup> 峯木眞知子\*<sup>1,2</sup>

## Evaluation of Nutritional Value of Delivery Meals by Calorie Answer (1)

Yuko IROKAWA, Minako KUDO, Naoko SHIROTA, and Machiko MINEKI

### 1. はじめに

日本は昭和45年に高齢化社会に突入し、その35年後には超高齢社会となり<sup>1)</sup>、世界から見ても驚異的な速さで高齢化が進んでいる。こうした高齢化に伴い、高齢者を取り巻く暮らし方や環境も変化してきている。世帯構造をみると、65歳以上の者がいる世帯では、単独世帯、夫婦のみの世帯、親と未婚の子のみの世帯が増加しており、なかでも単独世帯の増加率は高く、約3割<sup>2)</sup>を占めている。また、65歳以上の高齢者人口は昭和25年から一貫して増加しており、平均寿命も延伸<sup>3)</sup>している。こうした高齢化の進展に対応するものとして、国は地域包括ケアシステムを構築し推進している。このシステムの下、できるだけ在宅で生活の継続を目指すには、適切な栄養管理を可能とする食環境の整備が重要<sup>4)</sup>となる。その役割の一助を担う配食事業は、高齢者だけでなく、共働きや子育て世代にも利用され、食品宅配市場は堅調に伸びを示している。しかし、国立健康・栄養研究所(現:医薬基盤・健康・栄養研究所)の調査<sup>5)</sup>では、配食利用者のうち食事療法が必要な者の割合は27.8%いるが、管理栄養士等が配置されていない配食事業者では栄養計算等を行わずに治療食を提供している例もあり、配食サービスにおける対応は十分に行われていないのが現状である。厚生労働省は平成29年3月に「地域高齢者等の健康支援を推進する配食事業の栄養管理に関するガイドライン」<sup>6)</sup>を作成し、配食事業における栄養管理のあり方を示しているが、普及に向けてはまだ課題が多いと言える。

配食サービスの食事内容や実施方法については事例報告<sup>7,8)</sup>が見られるが、実際に配食されている食事の栄養価について検討・報告している事例はない。そこで、宅配弁当が利用者にとって適正な栄養価の弁当であるかを把握することを目的とした。

高齢者のみならず、病院等に通院している患者が配食サービスを利用していることなども想定して、本研究で

は、配食弁当の中でも糖尿病食に関するエネルギーコントロールの食事を対象とした。それらの栄養価を計算し、確認後、簡便に栄養量が測れるカロリーアンサー(以下、CAとする)で計測し、その結果を比較した。CAは測定対象に近赤外線を照射し、吸光度の変化によって成分を算出する方法である。栄養量の計測は、1試料約5分程度で計測できる。しかし、CA測定では、エネルギーについては正確に測れるが、たんぱく質や脂質は誤差が大きいこと<sup>9)</sup>が報告されている。

そこで、本報ではCAの今後の利用のために測定モードの使用法について、さらに社会福祉法人による配食弁当の栄養価についての検討をした。

### 2. 方法

#### 1) モデル献立を使用したCA測定の栄養量評価

##### (1) 献立作成

日本人の食事摂取基準2015年版および高齢者を対象とした施設献立を参考にして、1食500kcal設定の献立を3種(肉献立1種、魚献立2種)作成した。実際に作成した献立を図1に示した。調理前に各重量を計量し、調理後の重量も測定した。

##### (2) 成分分析(以下、分析値)

一般財団法人日本食品分析センターに汁物を抜いた試料を依頼し、たんぱく質(ケルダール法)、脂質(酸分解法)、灰分(直接灰化法)、水分(常圧加熱乾燥法)、ナトリウム(原子吸光光度法)の分析を行った。炭水化物は食品表示基準(平成27年内閣府令第10号)による計算式:  $100 - (\text{水分} + \text{たんぱく質} + \text{脂質} + \text{灰分})$  の値とした。エネルギー量はアトウォーター係数を使用して算出し、これらを分析値とした。

##### (3) 栄養価計算(以下、計算値)

調理前に計量した各重量から、エクセル栄養君 Ver. 8(建帛社、東京)で計算した。

\*<sup>1</sup> 東京家政大学 (Tokyo Kasei University)

\*<sup>2</sup> 東京家政大学大学院 (Graduate School of Tokyo Kasei University)

\*<sup>3</sup> 東京家政学院大学 (Tokyo Kasei Gakuin University)




		
<p>肉献立 ごはん／鶏の照り焼き／ソテー／ 甘酢和え／味噌汁</p> <p>エネルギー：522kcal たんぱく質：19.6g 脂質：14.6g 炭水化物：73.9g 食塩：3.8g</p>	<p>魚献立① ごはん／鯖の味噌煮／ もやしのナムル／味噌汁</p> <p>エネルギー：516kcal たんぱく質：22.7g 脂質：14.8g 炭水化物：67.7g 食塩：2.5g</p>	<p>魚献立② ごはん／鮭のムニエル／ かぼちゃとりんごの煮物／ たくあん</p> <p>エネルギー：512kcal たんぱく質：20.1g 脂質：8.5g 炭水化物：87.2g 食塩：1.1g</p>

図1 献立および栄養量

(4) CA 測定 (以下、測定値)

カロリーアンサー ((株)ジョイ・ワールド・パシフィック、青森) を使用して 100 g あたりのエネルギー量を測定した。測定は、料理ごとに計量後、フードプロセッサー (tk441 テスコム電気(株)、東京) を用いて、ブレンダー処理を行い、全体を均質化した。その試料を 20 g 採取し、測定用セルに充填した。測定条件は反射方式、測定モードは表 1 に示した。

測定箇所は、1つのセルごとに 90度回転し、3箇所測定した。塩分測定用試料は、ブレンダー処理後の試料 10 g を乳鉢ですりつぶし、蒸留水 90 ml を加え、不織布でろ過して調整した。測定は付属の塩分計を用いて、インピーダンス法で測定した。

CA 測定用の試料として 3食分用意した。測定は、主食・主菜・副菜をそれぞれ専用モードにて測定したもの (以下、主食+主菜+副菜試料とする)、すべての料理を混ぜて測定したもの (以下、MIX 試料とする) で行った。

(5) 栄養量の評価

栄養成分表示の妥当性は公定法による分析により確認されるため<sup>10)</sup>、分析値を基準として計算値、測定値 (MIX 試料および主食+主菜+副菜試料) を比較した。なお、CA 測定において汁物は測定条件が異なるため、今回は汁物を除いた献立で検討した。食塩相当量は、カリウム・マグネシウム量を調整した値を使用した。また、黒色食品の影響を検討するため、同献立の「のり入り」の測定も行い、等分散の検定後、独立サンプルの検定または Welch の検定を行った。統計解析は spss statistics21 (IBM、東京) を用いた。

表 1 測定モード

料理	測定モード	測定方式
ご飯	穀類	反射
鶏の照り焼き	肉類	
鯖の味噌煮	魚介類	
鮭のムニエル		
ソテー・和え物	野菜類	
煮物・漬物		
MIX 試料	調理加工食品類	
味噌汁	味噌汁・スープ	透過

2) 施設の配食弁当について

社会福祉法人施設が提供している配食弁当の栄養価分析を行った。

(1) 試料

都内にある社会福祉法人 4施設で提供されている配食弁当 (エネルギー調整食) を試料とした。施設の概要と食数を表 2 に示した。1食あたり 3個の弁当を測定に用いた。各施設からは献立表の提供を受けた。

(2) 栄養価計算

弁当の献立内容を把握し、料理ごとの重量を測定した。その重量をもとに、エクセル栄養君 Ver. 8 (建帛社、東京) を用いて計算した。

(3) CA 測定

献立試料を測定したときと同様に行った。試料はブレンダー処理をした後、冷凍保存し、測定は後日行った。測定条件は反射方式、測定モードは、主食は穀類、副食は調理加工食品類で測定した。主食と副食を混ぜた試料 (以下、

表2 都内社会福祉法人4施設における配食弁当の概要

	A 施設	B 施設	C 施設	D 施設
試料とした配食数	昼食 5食（5日分）	昼食 5食（5日分） 夕食 5食（5日分）	昼食 5食（5日分）	昼食 5食（5日分） 夕食 5食（5日分）
設定エネルギー	600 kcal	500 kcal（昼） 450 kcal（夕）	500 kcal	450 kcal（昼） 500 kcal（夕）
対象者	65歳以上の地域在住者 （市の補助対象者は独居 又は高齢者世帯）	在宅支援地域センターの 担当区域内	65歳以上のS町包括センター 地域内在住者	区内在住者
対象食	昼食・夕食	昼食・夕食	昼食（市委託事業）・ 夕食（施設独自事業）	朝食・昼食・夕食
提供食種	常食、かゆ食、減塩食、 エネルギー調整食	常食、エネルギー調整食 （ニーズに応じて他食種 対応可）	昼食は常食、かゆ食、減塩食、 エネルギー調整食、刻み食。 夕食は常食のみ	朝食は常食のみ 昼食・夕食は常食、減塩食、 エネルギー調整食、腎臓病 食、刻み食、ミキサー食
費用	昼食500円（自費700円） 夕食500円（自費700円）	昼食600円 夕食480円	昼食411円（自費800円） 夕食650円（持ち帰り600円）	朝食240円（自費540円） 昼食618円（自費918円） 夕食726円（自費1026円） 療養食加算+100円
提供栄養価	エネルギー	エネルギー	エネルギー、たんぱく質、脂 質、塩分	エネルギー、たんぱく質、脂 質、塩分

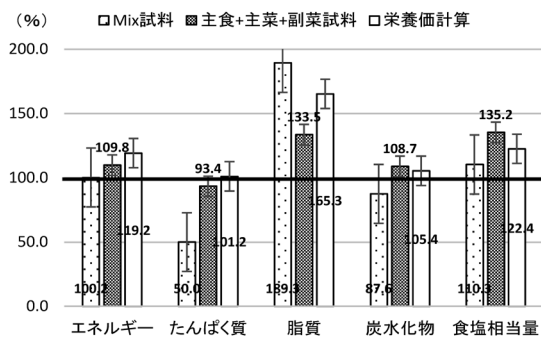


図2 分析値を100とした時の測定値・計算値の評価（肉献立）

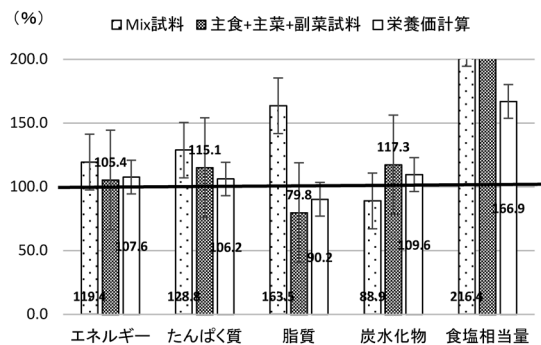


図3 分析値を100とした時の測定値・計算値の評価（魚献立①）

MIX 試料）は調理加工食品類で測定した。

#### （4）栄養量の評価

4施設の献立を昼食と夕食に分け、それぞれ計算・測定された値は、施設献立表の栄養価を基準として許容差（献立栄養価÷計算・測定値×100-100）を求め、比較をした。

### 3. 結果および考察

#### 1) モデル献立の栄養量評価

作成した献立の栄養量を分析値、測定値、計算値で比較した結果を図2～4に示した。測定値、計算値ともに、エネルギー、炭水化物量については、実際の献立との一致度が高かった。3献立とも、分析値との差が少ないのは、測定値の主食+主菜+副菜試料と計算値であった。測定値で

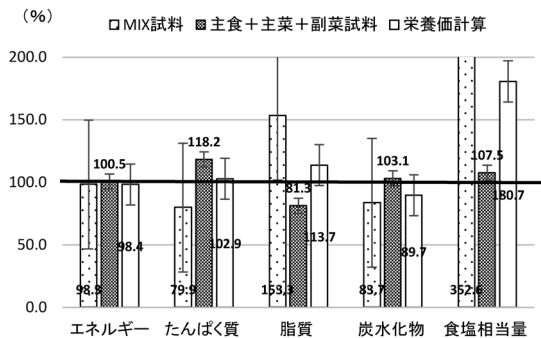


図4 分析値を100とした時の測定値・計算値の評価（魚献立②）

は、脂質の誤差が大きく、工藤らの報告<sup>9)</sup>と同様の結果となった。しかし、たんぱく質については、測定値の主食+主菜+副菜試料では分析値の±20%以内であり、栄養成分表示などを行う場合に十分活用できる範囲であった。

表3 黒色食品の測定

(M±SD)

	エネルギー (kcal)	<i>p</i>	たんぱく質 (g)	<i>p</i>	脂質 (g)	<i>p</i>	炭水化物 (g)	<i>p</i>	食塩相当量 (g)	<i>p</i>	水分 (g)	<i>p</i>
のり無	474±73	0.642	17.4±9.4	0.207	20.9±5.0	0.271	54.0±5.2	0.005*	2.3±1.1	0.665	159.5±6.4	0.708
のり有	463±68		13.4±9.0		19.2±4.1		59.1±5.0		2.4±0.8		160.3±6.4	

MIX 試料では、たんぱく質、脂質、食塩相当量に誤差が大きかった。

## 2) CA 測定の課題

CA 測定は水分の多い料理を過大評価する<sup>11)</sup>ため、魚献立において誤差が出やすい傾向にある。CA では、1100～2200 nm の近赤外線を使用し測定している<sup>12)</sup>が、水の近赤外吸収スペクトルが観測される波長のため、水の影響を受けやすい。そのため、今回は魚献立を2種作成し、1つは水分が出にくいムニエル(魚献立②)にした。その結果、魚献立②は主食+主菜+副菜試料において、すべての項目が分析値の±20%以内であった(図4)。1献立における結果であるが、水分含量が少ない料理の方がより正確な測定結果を得られると推測された。また、CA は近赤外線分光技術を応用しているが、本来、各食品に適した検量線を用いてカロリーや栄養成分を測定する方法<sup>13)</sup>である。食品の成分は多様にあるため、多数の検量線が必要になるが、CA では、類似の食品をまとめて、1つの測定モードにし、測定が可能になっている。そのため、それぞれを専用モードで測定した主食+主菜+副菜試料の方が、MIX 試料よりも誤差が少なく、精度があがると考えられた。

また、食塩相当量は、CA ではカリウムやマグネシウムなどを多く含む食品を測定すると、実際の塩分濃度よりも高めに結果が表示される<sup>14)</sup>。そのため、今回はカリウムとマグネシウム量を調整した値を使用し、評価を行ったが、分析値との誤差が大きかった。ナトリウム以外のミネラルをどのように調整するかは指標がなく、今回も栄養価計算したカリウムとマグネシウム量を引くことで調整を図ったが、測定値をより正確に利用するためにも、今後、ミネラルの調整方法を検討する必要がある。食塩相当量は、計算値もすべての献立において分析値より高い値(122.4～180.7%)であった。

CA は難消化性糖質を使用した食品や黒色の食品の測定は精度が落ちることも説明書に記載されている<sup>12)</sup>ため、黒色食品である、「のり」を使用し、その影響を検討した。炭水化物( $p=0.005$ )で有意差がみられた(表3)。しかし、工藤ら<sup>9)</sup>が行った測定ではエネルギーとナトリウムに有意差がみられたため、更なる検討が必要となるが、CA 測定では、測定する表面が黒色でなければ測定は可能<sup>15)</sup>なため、ブレンダー処理の方法などにより結果が左右

されると考えられた。

## 3) 施設の配食弁当について(表2)

試料とした配食弁当は、昼食20食分、夕食10食分である。配食の費用は、昼食は約500～1,000円、夕食も480～1,000円と幅が広い。これは、区や市の補助があるか、特別食の加算がつくかなどにより、金額に差がみられた。自治体による高齢者への食事サービスの実施は委託が多く(96.5%)、委託先の法人形態は社会福祉法人が64.8%と高い<sup>16)</sup>。今回の施設でも行政からの補助がつくことで、安く栄養量が計算されている食事を提供していた。夕食は、提供していただいた2施設のみの比較になるが、金額に多少差があり、献立内容にも違いがみられた。設定エネルギー量は昼食450～600 kcal、夕食450～500 kcalであった。昼食のエネルギー量に差がみられるのは、昼間はデイサービスなどを利用する方への食事と同様にするため、量が少し多いなど、施設の食事支援の仕方により、配食弁当の内容が変化していた。

## 4) 配食弁当の栄養量評価

昼食、夕食ともに、測定値のエネルギー、脂質(主食+副食試料のみ)、炭水化物、水分については許容値の範囲内(±20%)であった(図5、図6)。たんぱく質(94.0、68.2%)、食塩相当量(-48.8、-51.9%)は差が大きく、脂質はMIX 試料のみ範囲外であった。計算値は、3個の弁当をそれぞれ料理ごとに計量し、その重量で栄養価計算したものであるが、計算値はすべての項目が施設献立表の栄養価の±10%以内であった。

測定値は、食塩相当量が多く測定されていたが、配食弁当においては、カリウムやマグネシウムなどナトリウム以外のミネラルの調整を行わなかったため、それが一因と考えられる。たんぱく質の測定値は、モデル献立の栄養量の時と違い、測定モードに関わらず、低めに測定された。配食弁当は、主菜と副菜を一緒にして副食として測定したため、そこに測定誤差が生じているのではないかと推測された。また、弁当を引き取った当日の測定が難しかったため、試料を冷凍保存したが、解凍時のドリップなども測定誤差に影響していると考えられた。

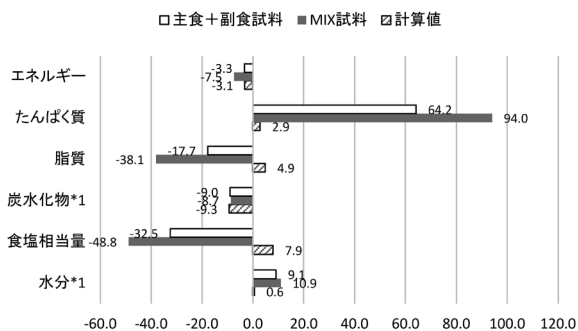


図5 施設献立（栄養価）との許容差 昼食 (n = 20)  
\*1 施設献立表に栄養量の記載がなかったため、15食で検討

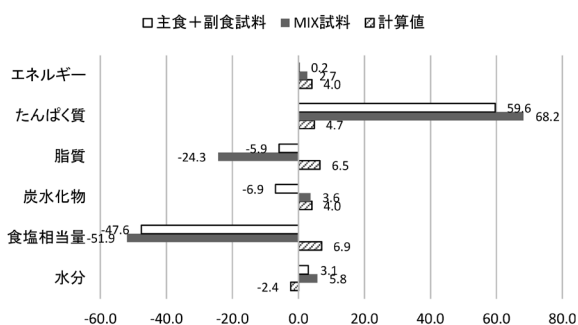


図6 施設献立（栄養価）との許容差 夕食 (n = 10)

#### 4. まとめ

- 1) モデル献立および施設の配食弁当を利用して、CA測定における栄養量の評価を行った。
- 2) CAは簡便に測定できるという点で利便性が高いが、MIX試料では、たんぱく質、脂質、食塩相当量で誤差がみられた。
- 3) 料理ごと（主食、主菜、副菜）に専用の測定モードを用いることで、精度があがると考えられた。
- 4) 食塩相当量についてはナトリウム以外のミネラルも一緒に測定してしまうため、カリウムなどの調整が必要であり、今後、ミネラルの調整方法を検討する必要がある。
- 5) 今後、検討すべき課題もあるが、簡便に測れるCAは栄養価評価への活用が期待できると考える。

配食弁当に関しては、民間事業者における宅配弁当についての栄養価分析も行う予定であり、現在も測定データを解析中である。なお、この内容の一部は第13回日本給食経営管理学会（平成29年11月）に発表した。

#### 謝辞

本研究の実施にあたり、ご援助いただきました東京家政大学生生活科学研究所に厚く御礼を申し上げます。

また、配食弁当および献立表を提供していただきました社会福祉法人施設に深謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 総務省統計局：統計からみた我が国の高齢者（65歳以上）—「敬老の日」にちなんで—2017.09.17, <http://www.stat.go.jp/data/topics/-topi1030.htm>
- 2) 厚生労働省：平成28年国民生活基礎調査の概況, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html>
- 3) 厚生労働省：平成28年簡易生命表, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life16/dl/life16-02.pdf>
- 4) 厚生労働省：地域高齢者等の健康支援を推進する配食事業の栄養管理の在り方検討会報告書, <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000158814.html>
- 5) 独立行政法人国立健康・栄養研究所：平成24年の老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進事業, <http://www0.nih.gov.jp/eiken/assets/images/rojin-24houkoku.pdf>
- 6) 厚生労働省：地域高齢者等の健康支援を推進する配食事業の栄養管理に関するガイドライン, [http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/guideline\\_3.pdf](http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/guideline_3.pdf)
- 7) 精須海圭子, 阿曾沼樹, 下村久美子, 本田 藍, 中村 修, 秋永優子：高齢者配食サービスの実態に関する自治体担当者への聞き取り調査結果, 日本家政学会誌 Vol. 66 No. 12, 615-622 (2015).
- 8) 新宅賀洋, 下口愛未, 春木 敏：地域在住女性高齢者を対象とする食事サービスの現状と課題, 栄養学雑誌 Vol. 72 No. 5, 251-261 (2014).
- 9) 工藤美奈子, 峯木真知子：近赤外線分光分析法によるコンビニエンスストア市販弁当の栄養価の評価, 東京家政大学研究紀要第57集 (2), 1-10 (2017).
- 10) 消費者庁食品表示企画課：食品表示法に基づく栄養成分表示のためのガイドライン, [http://www.caa.go.jp/policies/policy/food\\_labeling/information/pamphlets/pdf/syoku\\_hyou\\_all.pdf](http://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/information/pamphlets/pdf/syoku_hyou_all.pdf)
- 11) 高田和子, 別所京子, 三浦克之, 沢 隆裕, 小田桐英夫：近赤外線分光法による料理のエネルギー評価, 日本栄養・食料学会誌, 第62巻, 第2号, 75-83 (2009).
- 12) (株)ジョイ・ワールド・ファシフィック：カロリーアンサーCA-HM ユーザーズマニュアル, p. 12, 23.
- 13) 花松憲光, 三浦克之, 岡山 透, 花松 学, 山端真弓：近赤外線分光法による食品のカロリー測定方法及び測定装置の開発, レーザー研究第39巻, 第4号, 243-249 (2011).
- 14) (株)ジョイ・ワールド・ファシフィック：カロリーアンサーCA-SL ユーザーズマニュアル.
- 15) 坂本 修：カロリーアンサーにおける「黒いもの」の測定検証, 第3回近赤外線栄養成分測定研究会資料, <http://nirs-nms.org/wp-content/uploads/2015/07/00416619948a05b4ba554882d14750e5.pdf>
- 16) 三菱UFJリサーチ & コンサルティング：平成25年度農林水産省委託調査 高齢者向け食品・食事提供サービス等実態調査事業報告書, <http://www.maff.go.jp/j/shokusan/eat/pdf/houkoku.pdf>