

20000898

厚生科学研究費補助金

健康科学総合 研究事業

栄養所要量策定のための基礎代謝量基準値作成に関する研究

平成 12 年度 総括・分担研究報告書
(3 年計画の 1 年目)

主任研究者 澤 宏紀

平成 13 年 (2001 年) 4 月

目次

I. 総括研究報告

栄養所要量策定のための基礎代謝量基準値作成に関する研究	1
-----------------------------	---

II. 分担研究報告

日本人の栄養所要量に用いられている基礎代謝量（資料）の評価	6
-------------------------------	---

基礎代謝及び安静時代謝の測定条件の検討	20
---------------------	----

閉経後中高年女性の基礎代謝に関する研究	27
---------------------	----

携帯式を用いた安静時エネルギー消費量の測定に関する研究	31
-----------------------------	----

早朝仰臥安静時の消費エネルギー測定	42
-------------------	----

基礎代謝量およびエネルギー消費量に影響する食物摂取に関する基礎的研究	49
------------------------------------	----

諸外国におけるヒューマンカロリメータ運用に関する情報収集と日本の現状について	51
--	----

ヒューマンカロリメータの調節と管理	54
-------------------	----

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）
総括研究報告書

栄養所要量策定のための基礎代謝量基準値作成に関する研究

主任研究者 澤 宏紀 国立健康・栄養研究所 所長

研究要旨

生活習慣病の中でも糖尿病や肥満は、その他の生活習慣病の危険因子にもなることから、その発生予防対策が急がれている。わが国において、国民栄養調査や栄養所要量は健康づくり、特に肥満や糖尿病等の生活習慣病予防や治療において必須のものとなっている。しかし、1日の総エネルギー消費量の60%~70%を占める安静時代謝量（基礎代謝量を含む）については、正確な測定に基づいた最近のデータがほとんどないのが現状である。本研究では、平成11年度本研究所に設置されたヒューマン・カロリメータ、およびダグラスバッグ法と質量分析式の呼気ガス分析装置を用い、年齢、性別の基礎代謝量と安静時代謝量を測定し、基礎データ蓄積を図ることを目的とした。

今年度は、基礎代謝量測定値の再検討、測定条件の検討、簡易測定法の検討、一定のエネルギー摂取条件での体重変動からみた所要量推計値との差の検討、エネルギー代謝亢進をもたらす食物摂取条件の基礎的検討結果の一部をまとめた。さらに、エネルギー所要量策定の国際的ゴールドスタンダードとして活用されているヒューマン・カロリメータのわが国での本格的実用化に向けて、既設の海外施設における研究者との意見交換および国際研究会に参加し、有益な情報を得た。

分担研究者

吉武 裕（鹿屋体育大学 体育学部 生涯スポーツ学講座 教授）	人・健康栄養部 老人機能生理研究室室長）
西牟田 守（国立健康・栄養研究所 健康増進部 疲労生理研究室室長）	杉山みち子（国立健康・栄養研究所 成人健康・栄養部 成人病予防研究室室長）
樋口 満（国立健康・栄養研究所 健康増進部 健康指標研究室室長）	松村康弘（国立健康・栄養研究所 成人健康・栄養部 疫学調査研究室室長）
廣田 晃一（国立健康・栄養研究所 母子健康・栄養部 発育期健康・栄養研究室室長）	瀧本秀美（国立健康・栄養研究所 母子健康・栄養部 主任研究官）
池本 真二（国立健康・栄養研究所 臨床栄養部 代謝異常研究室室長）	石川和子（国立健康・栄養研究所 健康増進部 主任研究官）
岡 純（国立健康・栄養研究所 老	

研究目的

生活習慣病の中でも糖尿病や肥満は、その他の生活習慣病の危険因子にもなることから、その発生予防対策が急がれている。わが国においては、栄養調査（国民栄養調査）が実施されており、それを基に栄養所要量が策定されている。この国民栄養調査や栄養所要量は健康づくり、特に肥満や糖尿病等の生活習慣病予防や治療において必須のものとなっている。しかし、1日の総エネルギー消費量の60%～70%を占める安静時代謝量（基礎代謝量を含む）については、最近の正確な測定に基づいたデータがほとんどないのが現状である。

わが国の保健施設、特に肥満や糖尿病の予防や治療は生活習慣病対策において重要な部分を占めているにもかかわらず、栄養所要量の根幹をなす一般人の基礎代謝量および安静時代謝量は明らかでないことから、肥満や糖尿病の治療において支障を来している。

本研究において、肥満や糖尿病などの生活習慣病予防対策を推進する上で基礎となるデータを得ることができる。これらの基礎データは、健康科学センター、保健センター等における生活習慣改善指導に必要な情報提供に資するのみならず、次の栄養所要量策定に必要な基礎的資料の提供が期待できる。

研究結果と今後の見通し

平成12年度から14年度の3年間で、年齢、性別に基礎代謝量及び安静時代

研究方法

本研究では、平成12年度から14年度の3年間で、年齢、性別に基礎代謝量及び安静時代謝量を測定し、栄養所要量策定のための基礎データ蓄積を図ることを目的とする。これらの測定には、平成11年度本研究所に設置されたヒューマンカロリメータ（世界的に最も信頼性の高い測定装置であり、しかも日本では本研究所だけに設置されている。）、オーソドックスな測定法であるが、信頼性の高いダグラスバッグ法、また、呼気中の酸素濃度と二酸化炭素濃度の測定は精度の高い質量分析方式総合呼気ガス分析装置を用いる。

本研究の特色・独創的なことは、①ダグラスバッグ法と併用して human respiratory chamber を用いて基礎代謝量と安静時代謝量を測定すること、および②年齢、性別に多数の被験者を対象とすることから、栄養所要量策定に必要なデータの蓄積が可能となることである。

（倫理面への配慮）

本研究は国立健康・栄養研究所「人間を対象とする生物医学的研究に関する倫理委員会」の許可を得て実施するものである。

初回調査時に対象者（被験者）に対しては、研究や測定の意義及びこれらに伴う危険性などについての十分な説明の上、インフォームドコンセントがとられている。

謝量をダグラスバッグ法およびヒューマンカロリメータを用いて測定し、栄養所要量策定のための基礎データ蓄積を目的として研究を開始した。今年度は、3年計画の1年目であるので、

文献検索による基礎代謝量および安静時代謝量測定条件の再検討および実際の測定を開始した。その結果は以下のように要約することができる。

I. 基礎代謝量および安静時代謝量の測定条件の検討

1) 文献検索による検討：今後の基礎代謝量基準値作成に関する方向性を検討する意味で、昭和44年の日本人のエネルギー所要量算定に用いられた基礎代謝量の資料について再検討した。1951-1966年の日本のエネルギー代謝研究は、綿密な計画のもとに多数の測定を行った。このような資料のどの部分を今後改めて研究していくべきかを検討する際、現在まで約50年間の日本人の身体的特徴・変化として、①活動量の低下、②筋肉量の低下（体脂肪量の増加）、それによるエネルギー代謝の低下を考慮する必要がある。過去の基礎代謝量は実際よりも10%ほど高く見積もられていた可能性も考えられる。

2) 基礎代謝量および安静時代謝量の測定：次のような測定条件を基本とし、基礎代謝量および安静時代謝量の測定を行った。

①基礎代謝量測定：被験者は国立健康・栄養研究所の被験者室に一泊し、翌朝12時間絶食後のエネルギー消費量を30分間測定する。

②安静時代謝量測定：安静時代謝量は基礎代謝量測定後、椅座位安静時のエネルギー消費量を30分間測定する。

③環境条件：ダグラスバッグ法とヒューマンカロリーメータのいずれにおいても、室温が約25℃に調節された条件下で行う。

2) - 1 基礎代謝、安静時代謝の測定条件を検討するために7人の男子大学生に、前泊から安静を続けた条件、30分の歩行後、歩行と電車による60分の移動後の3条件で消費エネルギーを測定し、ダグラスバッグ法とキャノピー法による測定の比較を行った結果、以下の結果が得られた。

前泊後30分に近い値を得るためには、30分間の歩行では30分以上の横臥安静が必要であり、歩行と電車による約60分の移動では約2時間の横臥安静が必要であると推測された。ダグラスバッグ法とキャノピー法の比較では、キャノピー法では再現性がダグラスバッグ法に比べて高かったが、測定値はダグラスバッグ法に比べ有意に低く、使用にあたってはさらにシステム及びソフトに改善を加える必要があると思われた。

2) - 2 閉経後の中老年女性の基礎代謝を日常の身体活動レベルや身体組成との関連、および若年女性との対比で検討した。その結果、ウォーキングを低頻度で行っているグループと高頻度で行っている中老年女性のBMI、体脂肪率には差がなく、基礎代謝(kcal/day、kcal/kg BW/day、kcal/kg LBM/day)にも差はみられなかった。また、水泳を習慣的に行っているがBMIが高い中老年女性の基礎代謝もウォーキンググループと差がみられなかった。さらに、とくに運動習慣のない若年女性と比べて、閉経後中老年女性の基礎代謝量(kcal/day、kcal/kg BW/day)はやや低かったが、LBM当たりの基礎代謝量(kcal/kg LBM/day)には差がみられなかった。

2) - 3 携帯用簡易熱量計についてキ

キャノピー法、ベンチマーク法と比較し、既存の検証成果に今回のダグラスバック法での成果も含めて、以下の事項が明らかになった。①安静時には15分間以上が必要であった。②測定値には、午前・午後あるいは姿勢の仰臥位・座位の影響はみられず、測定時間は3分間必要であった。また、2回連続測定が可能な場合には、1回目よりも2回目の値がより適正な値であった。③高齢者、若年者集団におけるREEの平均値は、携帯式とダグラスバック法、キャノピー式、ベンチマーク式のいずれの機器における平均値とも差異が観察されなかった。④個人内誤差は、高齢者では携帯式C.V.10~12%、若年者9.8%であり、ダグラスバック法11.4%よりも低い傾向にあった。⑤若年者では携帯式での個人間誤差は10~15%と小さかったが、入院高齢者では個人間誤差21.2~34.8%と大きく、ダグラスバック法、キャノピー式などの個人間誤差よりも2~7%大きい傾向にあった。⑥棄却限界として±10%の誤差を許容すれば、換気量VE3.0l/min未満であった。

従来の6498名の携帯式によるREE実測値の棄却は換気量2.8l/min未満で実施されていたので、再度、3.0l/min未満を用いて棄却し、男性1523名(有効率79.0%)、女性3924名(有効率85.9%)、計5447名について、性別、年齢区分別平均値、標準偏差を算出することができた。以上の結果から、携帯用簡易熱量計は、一定の測定条件、許容限界のもとで、集団や個人のエネルギー補給量の算出に活用できることが明らかになった。また、新しい棄却条件のもとで算出された性別・年齢区分別日本人の安静時エネルギー消費量の平均値、標準偏差は健康の維持・増進、ならびに生活習慣病

の予防のために寄与するものである。

2)-4 大学生女子12名を対象にエネルギー摂取量一日平均1900kcalの食事条件下に異なる方法で消費エネルギーを算出した。基礎代謝測定の場合に仰臥位安静時に測定した各被験者の消費エネルギーを基礎代謝量とし、生活時間調査法により、第五次改定日本人の栄養所要量の方法で求めた消費エネルギーは一日当たり約1900kcalであった。これを第六次改定日本人の栄養所要量の方法で計算した結果は一日当たり約1600kcalとなった。また、加速度計(ライフコーダ)で求めた消費エネルギーは一日当たり約1800kcalとなった。各被験者の体重減少と初期体重との相関係数は $r=0.351$ 、消費エネルギーとの相関はそれぞれ0.239、0.272、0.265であった。

2)-5 肥満を予防する作用が知られている食事成分(共役リノール酸)をマウスに摂取させ、実験動物用メタボリックチャンバーを用いてエネルギー消費量を測定した。共役リノール酸をマウスに摂取させると脂肪組織でのエネルギー消費を高めると同時に、アポトーシスを誘導する事で脂肪細胞を減少させている事が明らかとなった

II 海外施設におけるヒューマン・カロリーメータ研究者との意見交換および国際研究会

マーストリヒト大学で開催された、ヒューマン・カロリーメータに関する専門的国際会議に分担研究者が参加し、基礎代謝基準値作成に重要な基礎代謝の測定法に関して極めて効率的

に情報交換ができた。また、ローマ・カトリック大学医学部とデンマーク王立獣医・農業大学では、カロリーメータを用いた研究経験が豊富にあり、今後の研究計画や共同研究を含めた論議・情報交換を行った。これらの経験と情報は、今後のわが国における測定データの信頼性、精度の向上につながることを期待できる。

研究発表

学会発表

1) Yoshitake, Y., Oka, J., Hirota, K., Tsuboyama-Kasaoka, N., Takimoto, H., Ishikawa, K., Ikemoto, S., Sugiyama, M., Matsumura, Y., Nishimuta, M., Higuchi, M., Sawa, H., Respiratory Chamber for Measuring Human Energy Expenditure in Japan: Symposium on energy regulation research, Nov. 3, 2000, Maastricht, The Netherlands

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）
分担研究報告書

日本人の栄養所要量に用いられている基礎代謝量（資料）の評価

分担研究者 池本 真二 国立健康・栄養研究所 臨床栄養部
研究協力者 山本 茂、小松 龍史
徳島大学医学部栄養学科実践栄養学講座

研究要旨：本年度は、今後の基礎代謝量基準値作成に関する方向性を検討する意味で、昭和 44 年の日本人のエネルギー所要量算定に用いられた基礎代謝量の資料について再検討した。1951-1966 年の日本のエネルギー代謝研究は、綿密な計画のもとに多数の測定を行った。このような資料のどの部分を今後改めて研究していくべきかを検討する際、現在まで約 50 年間の日本人の身体的特徴・変化として、①活動量の低下、②筋肉量の低下（体脂肪量の増加）、それによるエネルギー代謝の低下を考慮する必要がある。過去の基礎代謝量は実際よりも 10%ほど高く見積もられていた可能性も考えられる。今後の研究では、膨大な研究から得られた過去の基礎代謝値についてさらなる検討、二重標識水など新しい方法で得られた結果と合わせてエネルギー代謝の新しい資料を作成することが必要である。

I. はじめに

日本人のエネルギー所要量は、基礎代謝量に基づいて算定されている。その基礎代謝量は、主に昭和 26-40 年（1951-1966）に得られたもので、昭和 44 年以来わが国の栄養所要量の算定に利用されてきた(1)。基礎代謝量が日常生活の活動強度やその他の因子で変化することを考えると、今日の日本人の基礎代謝量が 40 年前とは異なっており、新しい研究が必要であると考えすることは当然であろう。このことはまた国民の健康問題として肥満が最重要課題になっている現在、特に

強調されてよいであろう。

一方、私達はわが国の基礎代謝資料がどのようなものであるかについてあまり知らない。そのため、研究の方法論に問題がある、例数が少ないなど漠然とした批判がある。さらに「生命維持のための覚醒・安静時における最小エネルギー代謝量」と定義される基礎代謝量は、食後 12 時間以上経過した早朝空腹時の覚醒直後といった 1 日のうち、ほんの短時間にのみありえる非日常的状态でのエネルギー代謝であること、被験者を研究室に泊めて測定することが研究を困難にしている

ことなどから安静時代謝量に変えるべきとの声もある。このような漠然とした批判の妥当性を確認するためにも、またこれからエネルギー代謝の研究を進めていくうえにおいても、過去の基礎代謝量がどのような研究に基づいて得られたかを知ることは大切

であると思う。それ故、本年度は、今後の基礎代謝量基準値作成に関する方向性を検討する意味で、昭和 44 年の日本人のエネルギー所要量算定に用いられた基礎代謝量の資料について再検討した。

II. わが国の基礎代謝研究

1951-1966 年のわが国の代表的な基礎代謝研究を表 1 に示した(2-51)。これらは昭和 44 年発表の日本人のエネルギー所要量で利用された発表論文の大部分にあたる。研究は主に長崎

大学、徳島大学、および昭和医科大学で行われた。測定例数は、表に示した 5000 余を含めて合計 6500 例を超える。わが国の基礎代謝がこれほど多くの研究に基づいていることに驚かされる。

表 1. エネルギー代謝量に関する資料一覧 (1952-1966)

報告年代	対象特性	性別	年齢	人数(名)	測定状態*	報告者(文献番号)	備考
(長崎大学)							
1952	小中学生	男女	11 14 歳	71	記載なし	中村：長崎大学 (2)	農村部の中学生。男 42 名、女 29 名。春夏秋冬測定。歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。女子は生理後 1 週間以内。
1954	製鋼所従業員	男	21 40 歳	62	早朝空腹時 安静時代謝	藤本ら：長崎大学 (3)	製鋼所従業員。職業別。7, 8, 9 月。夏場の代謝測定。歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1956	小学生	男女	4 6 年生	216	早朝空腹時 安静時代謝	北村：長崎大学 (4)	小学校児童。4,5,6,10,11,12 月、起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1956	中学生	男	12 14 歳	270	早朝空腹時 安静時代謝	一瀬：長崎大学 (5)	中学生。春秋。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。活動強度 3 段階、肥瘦度 3 段階。
1956	中学生	女	12 14 歳	182	早朝空腹時 安静時代謝	沖洲：長崎大学 (6)	中学生。10,11 月。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。活動強度 3 段階、肥瘦度 3 段階。生理のある者は生理後 1 週間以内。
1956	青年期者	男	18 21 歳	125	早朝空腹時 安静時代謝	山本：長崎大学 (7)	各種職業。4,5,6,7,9,10,11 月。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。職業別の比較。肥瘦度との関係。
1956	青年期者	女	18 21 歳	135	早朝空腹時 安静時代謝	古川：長崎大学 (8)	各種職業。4,5,6,7,9,10,11 月。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。職業別の比較。肥瘦度との関係。生理後 1 週間以内。
1958	乳幼児	男女	生後 1 ヶ月 2 年 4 ヶ月	59 延べ 292 回	基礎代謝？ 早朝空腹時 安静時代謝？	富田：長崎大学 (9)	乳幼児収容所の人工栄養児 59 名のうち可能な者を毎月測定。延べ 292 の測定値。早朝ウトウトした状態で兜マスクにより呼気採取。収容所にて測定。
1958	高校生	男	15 17 歳	103	早朝空腹時 安静時代謝	巽：長崎大学 (10)	高校生。6,7,10,11 月。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。活動強度 3 段階、肥瘦度 3 段階。
1958	高校生	女	15 17 歳	114	早朝空腹時 安静時代謝	巽：長崎大学 (11)	高校生。6,7,10,11 月。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。活動強度 3 段階、肥瘦度 3 段階。生理後 1 週間以内。
1959	中学生	女	2 年生	18 延べ 216 回	早朝空腹時 安静時代謝	川越：長崎大学 (12)	中学生。毎月 12 ヶ月間。初潮の影響観察。歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。生理後 1 週間以内。

1960	乳児	男女	生後12ヶ月まで	209	安静時代謝	米子：長崎大学(13)	一般家庭の健康乳児、男102名(母乳栄養78名、混合栄養24名)、女107名(母乳栄養84名、混合栄養23名)、春、秋、午前中のウトウトした状態で睡眠に入る直前を選び、また口や手先をわずかに動かす程度で兜マスクにより呼気採取。保健所あるいは産院で測定。
1960	幼児	男女	1歳6ヶ月 2歳6ヶ月	110	早朝空腹時 安静時代謝	富田ら：長崎大学(14)	炭坑住宅の幼児。男67名、女43名、5,6,10,11,12月早朝のウトウトしている状態で兜マスクで呼気採取。覚醒後、自宅より実験室に移動。
1960	幼児	男女	2歳7ヶ月 4歳6ヶ月	273	早朝空腹時 安静時代謝	重川：長崎大学(15)	炭坑住宅地の幼児、男145名、女128名、早朝空腹覚醒時に兜マスクで呼気採取。理想的な条件に近づくまで複数回数実施。覚醒後、自宅より実験室に移動。
1960	小児	男	4-6歳	205	早朝空腹時 安静時代謝	富田：長崎大学(16)	炭坑地区の就学前小児。6,7,9,10,11月、起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1960	小児	女	4-6歳	226	早朝空腹時 安静時代謝	吉田：長崎大学(17)	幼稚園児童。春、秋。起床後歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1960	幼児	男女	2-4歳	45 延べ 585 回	早朝空腹時 安静時代謝	近藤：長崎大学(18)	養護施設。幼児。毎月13ヶ月間季節変動調べ。早朝のウトウトしている状態で兜マスクにより呼気採取。覚醒後、自宅より実験室に移動。
1962	高校生	女	2年生	18 延べ 182 回	早朝空腹時 安静時代謝	重城：長崎大学(19)	高校生。毎月13ヶ月間季節変動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ法。生理後1週間以内。
1962	高齢者	男女	60歳以上	19 延べ 247 回	早朝空腹時 安静時代謝	絆石：長崎大学(20)	養老院入寮者、男9名、女12名。毎月13ヶ月間季節変動調べ。タクシーにて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1963	小学生	男	1年生	17 延べ 238 回	早朝空腹時 安静時代謝	山崎：長崎大学(21)	小学校。幼児。毎月14ヶ月間季節変動調べ。覚醒後、自宅より実験室に移動。ダグラスバッグ法。活動強度3段階。
1963	小学生	女	1年生	18 延べ 252 回	早朝空腹時 安静時代謝	黒田：長崎大学(22)	小学校。幼児。毎月14ヶ月間季節変動調べ。覚醒後、自宅より実験室に移動。ダグラスバッグ法。活動強。
1963	中学生	男	1年生	18 延べ 182 回	早朝空腹時 安静時代謝	浜口：長崎大学(23)	中学生。毎月14ヶ月間季節変動調べ。覚醒後、自宅より実験室に移動。ダグラスバッグ法。

1963	成人	女	20 歳代	21 延べ 252 回	早朝空腹時 安静時代謝	中林：長崎 大学 (24)	各種職業。活動強度別 3 群。毎月 12 ヶ月間 季節変動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラス バッグ法。生理後 1 週間以内。
1963	成人	女	30 39 歳	100 延べ 130 回	早朝空腹時 安静時代謝	富永：長崎 大学 (25)	炭坑地区在住の主婦。毎月 13 ヶ月間季節変 動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラスバッグ 法。生理後 1 週間以内。
1963	高校生	男	1 年生	22 286 回	早朝空腹時 安静時代謝	吉田：長崎 大学 (26)	高校生。毎月 13 ヶ月間季節変動調べ。歩行 にて実験室へ。ダグラスバッグ法。
1963	成人	男	20 歳代	18 延べ 182 回	早朝空腹時 安静時代謝	竹村：長崎 大学 (27)	各種職業。活動強度別 3 群。毎月 13 ヶ月間 季節変動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラス バッグ法。
1964	成人	男	30 39 歳	25 延べ 325 回	早朝空腹時 安静時代謝	隅部：長崎 大学 (28)	炭坑従業員。活動強度別 3 群。毎月 13 ヶ月 間季節変動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラ スバッグ法。
1965	中年者	男	40 歳代	23 延べ 345 回	早朝空腹時 安静時代謝	吉国：長崎 大学 (29)	炭坑従業員。活動強度別 3 群。毎月 15 ヶ月 間季節変動調べ。歩行にて実験室へ。ダグラ スバッグ法。
(徳島大学)							
1951	健康高 校生	男	17 歳	100	基礎代謝？	上田：徳島 大学 (30)	高校生。9 月。記載はないが被験者は前夜か ら研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッ グ法にて呼気採取。
1952	健康中 学生	男	14 歳	100	基礎代謝？	上田：徳島 大学 (31)	中学生。6 月。記載はないが被験者は前夜か ら研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッ グ法にて呼気採取。
1952	高校生	男	17 歳	100	記載なし	上田：徳島 大学 (32)	高校生。9 月。運動部 61 名、非運動部 39 名。ダグラスバッグ法。
1953	中学生	女	13 歳	97	基礎代謝	村田栄：徳 島大学(33)	中学生。9 月。初潮有り 30 名、なし 67 名。 記載はないが被験者は前夜から研究室に宿 泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気 採取。生理日との関係記載なし。
1953	健康高 校生	女	17 歳	120	基礎代謝？	村田：徳島 大学 (34)	高校生、看護学生、看護婦、紡績工。7 月。 記載はないが被験者は前夜から研究室に宿 泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気 採取。生理日との関係記載なし。
1953	健康高 校生	女	18 歳	93	基礎代謝？	村田：徳島 大学 (35)	高校生、看護学生、紡績工。7 月。記載はな いが被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。 覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理 日との関係記載なし。

1953	健康中 学生	女	13 歳	81	基礎代謝?	村田：徳島 大学 (36)	中学生。記載はないが被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1956	健康中 学生	女	14 歳	66	基礎代謝?	村田ら：徳島 大学(37)	中学生。11 月。記載はないが被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1956	中高校 生	女	15 歳	60	基礎代謝?	村田榮ら： 徳島大学 (38)	中高校生。10 月。記載はないが被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1957	乳児	男女	2,3 月	68	食後の安静時 代謝	藤川：徳島 大学(39)	乳児。11,12 月。少量の食物摂取の昼間睡眠中。兜マスクにて呼気採集。
1957	乳児	男女	4-7 月	65	食後の安静時 代謝	藤川：徳島 大学(40)	乳児。11,12 月。少量の食物摂取の昼間睡眠中。兜マスクにて呼気採集。
1958	成人	男	25 歳	43	基礎代謝	板東：徳島 大学 (41)	学生、俸給生活者。4, 5, 6 月。被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。
1959	健康乳 児	男女	第 2 7 ヶ 月児	28 0	食後の安静時 代謝	藤本：徳島 大学 (42)	乳児,男 133 名、女 147 名。少量の食物摂取の昼間睡眠中。兜マスクにて呼気採集。
1960	健康新 生児	男	2, 3 日児	99	食後の安静時 代謝	細川：徳島 大学 (43)	新生児。哺乳後熟睡した 1 時間経過後、兜マスクにて呼気採集。
1966	成人	女	25 歳	52	基礎代謝	浦松：徳島 大学 (44)	俸給生活者、主婦。8 月。被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1966	成人	女	26 歳	23	基礎代謝?	浦松：徳島 大学 (45)	事務員、看護婦、主婦。8 月。記載はないが被験者は前夜から研究室に宿泊と推定。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
(昭和医科大学)							
1952	小中高 生	男女	8-18 歳	157	基礎代謝	指田：昭和 医科大学 (46)	小中高生。夏。前夜から研究室に宿泊。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1955	大学運 動選手	男	記載なし	120	基礎代謝	河谷：昭和 医科大学 (47)	学生ラグビー選手。9, 10 月。前夜から研究室に宿泊。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。

1955	大学運動選手	男女	記載なし	63	基礎代謝	鎌田：昭和医科大学(48)	学生スポーツ選手。夏、秋。前夜から研究室に宿泊。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。
1955	幼児	男女	2-6歳	47	基礎代謝および空腹時安静時代謝	池田：昭和医科大学(49)	幼児。7、8月。睡眠中、覚醒後の時間的变化。小児用小型マスクで呼気採取。
1956	小中高生	男女	7-18歳	120	基礎代謝	伊原：昭和医科大学(50)	農村地域の小中高生。夏。前夜から研究室に宿泊。覚醒後ダグラスバッグ法にて呼気採取。生理日との関係記載なし。
1957	乳幼児	男女	1日-3歳	75	基礎代謝	浅川：昭和医科大学(51)	乳児院および産院の乳幼児。夏。ビニール袋をかぶせて呼気採取。

1. 厳密な測定

わが国のエネルギー代謝測定の方法は、昭和28年に編成された長崎大学医学部公衆衛生学講座の藤本薫喜教授を代表者とする「日本人発育期の基礎代謝研究班」に詳しく書かれている(52)。それらの重要な点を以下に抜粋した。

- ①原則として室温は18-25度とする。
- ②実験当朝自宅より実験室までの歩行を許す代りに到着後ベッドに仰臥して30分以上休息させる。
- ③女子被験者にあつては月経時の実験を避け経後1週間以内に行う。
- ④体温は華氏体温計(1分計)にて10分間口腔舌下で測る。
- ⑤身長、体重、胸囲、上腕囲を測定する。
- ⑥採気直後の血圧を測る。
- ⑦脈拍数および呼吸数を測って基礎代謝状態に落ち着いたかどうかをたしかめる。特に脈拍数が一定に落ち着くまでは採気を控える。
- ⑧原則として総R.Q.が0.75以上0.99以下の場合を採る。この範囲外であったときは同一被験者について再び実験を行い同様の結果を得たらその成績をとり、上記の範囲にあつ

たら初回の成績は捨てる。

また、実験前日の注意として以下のことが取り決められている。

- ①起床は午後9時までとし翌朝迎えがくる迄は(出迎え時間はおおむね午後5時半から6時までの間)できるだけ床上で安静にしておること。
- ②夕食は魚肉等のたんぱく質はあまり多量にとらないでおそくとも午後5-6時頃までにすまずこと。
- ③やむを得ない用便の他は起座その他の挙動をできるだけ避ける。洗面も実験がすんでから実験室で行うようにする。
- ④実験終了後は帰宅しないで実験室から直ちに登校してもらうことになるから学用品等は今夜のうちに準備する。
- ⑤朝食は実験室に「パン」と「ミルク」を用意してあるから実験前夜夕食後は飲食物を一切摂取しないこと。
- ⑥実験は安静状態でわずか10分ぐらいの間の呼気と尿をとるだけであるから不安な気持ちをもたないこと(あらかじめマスク呼吸を練習させておいた)。
- ⑦実験室においては、ベッドの上に仰臥して安静を保つこと。

呼吸および尿採集にあたっては細心の注意が払われている。すなわち、ストップウォッチ、体温計、寒暖計、気圧計などは基準のものと比較してその誤差を明瞭にする。マスクの漏洩テストとして煙草の煙を口中に含み、マスクを装着した後、軽く吹いてみて、煙が漏出するものは修理する。マスク

2. 注意深い被験者の選択

被験者の選択にも細心の注意が払われている。説明をわかりやすくするために女子中学生の研究を例にあげ

を装着したまま水中に顔面を入れ呼吸圧をかけて気泡漏洩の有無を見る。バッグをよく絞りそのまま1両日放置し、空気がバッグ中にしないか漏洩試験する。また空気を入れたバッグを水中にひたして圧を加え気泡がでるかどうかを見る。

る。表2は、活動度別、肥瘦度別にみた最小必要人数である。中学1,2,3年の3学年だと27通りで、各区分に最低10人ずつが必要とされている。

表2. 区分別被験者の最小人数

	12歳			13歳			14歳		
	活発	中等度	非活発	活発	中等度	非活発	活発	中等度	非活発
肥瘦度									
小	10	10	10	10	10	10	10	10	10
中	10	10	10	10	10	10	10	10	10
大	10	10	10	10	10	10	10	10	10

被験者を選ぶにあたっては、日本人の安静時代謝量を得るために長崎市内の学生が適切な母集団であるかどうかを先ず調べている。その方法は、先ず全学生2773名の氏名、住所、学年、年齢、身長、体重、胸囲、肥瘦係数、活動性、生活程度、その他を調べている。次に体位に関してこのような結果が全国を対象とした結果と統計的比較（母集団の正規性をピアソンのカイ2乗で検定の後、有意差検定）を行っている。

活動性は、学校の体育教師に依頼して、日常動作の活発度によって活発、中等および非活発の3段階に分けている。各年齢集団によって人数が1:3:1になるように区分している。

肥瘦係数は以下のような計算で求

めている。

$$\text{肥瘦係数} = 3 \sqrt{W/L} \times 1000$$

ここで、Wは体重(kg)、Lは身長(cm)

肥瘦係数が大きいほど肥満ということになる。表2の母集団の肥瘦係数の平均値は23.0、標準偏差は0.6であったとする。中等度は $23.0 \pm 0.6/3$ の範囲(22.8-23.2)、大は $23.0 + 2 \times 0.6 = 24.2$ 以上、小は $23.0 - 2 \times 0.6 = 21.8$ 以下の者としている。しかしこのような規定で選ぶと、大、小のものは母集団が1000のときに23人しかおらず、他の要因をさらに追加して被験者を選択すると1500人もの母集団を要することになる。このようなことから、上記の規定で被験者を10人以上確保することが困難なときは大を23.0+

$1.5 \times 0.6 = 23.9$ 以上、小を $23.0 - 1.5 \times 0.6 = 22.1$ 以下としている。

月経、二次性徴の有無を十分に考慮し、月経時には実験を避け経後1週間

Ⅲ. 日本人の基礎代謝値は安静時代謝値が中心

表1で興味深いことは、日本人の基礎代謝資料の中心となっている長崎大学の資料は空腹時の安静時代謝であることである。すでに上で述べたとおり昭和28年に編成された長崎大学医学部公衆衛生学講座藤本教授を代表者とする「日本人発育期の基礎代謝研究班」において協定された実験条件は以下のことが明記されている(52)。

- ①実験当朝自宅より実験室までの歩行を許す代りに到着後ベットに仰臥して30分以上休息させる。
- ②起床は午後9時までとし翌朝迎えが

$$1 \text{ 日のエネルギー消費量} = 0.9B_m \cdot t_s + 1.2B_m \cdot t_r + B_m \sum RMR \cdot t_r$$

ここで B_m : 1分間あたりの基礎代謝量、 t_s : 1日の睡眠時間(分)、 t_r : 1日の覚醒時間(分)、 t_w : 各種生活行動におけるそれぞれの労作時間(分)、 RMR (=Relative Metabolic Rate): (活動時のエネルギー消費量—安静時代謝量)/基礎代謝量

式の中で $1.2B_m$ が意味することは、覚醒時には安静時代謝量(食事性産熱量を含まない、すなわち早朝空腹時の安静時代謝量と同じ)が基礎代謝の10%増、食事誘発性産熱量(特異動的作用量)が基礎代謝の10%増で、両者を併せて基礎代謝の20%増という

Ⅳ. 諸外国でもあいまいな基礎代謝と安静時代謝の区別

基礎代謝と安静時代謝の区別は外国でも曖昧である。米国が安静時代謝

以内に行うこととしている。また何らかの疾患、特に代謝性の疾患を持つ者は除いている。

くる迄は(出迎え時間はおおむね午後5時半から6時までの間)できるだけ床上で安静にしておくこと。

そうすると、我々がこれまで基礎代謝値と考えてきたものは、実は空腹時の安静時代謝値が中心であるということになる。それでは基礎代謝値と空腹時の安静時代謝値は同じと考えたのかということそうではない。空腹時の安静時代謝値は基礎代謝値より10%ほど高いと考えられていた。例えば、昭和44年の日本人のエネルギー消費量は以下のように算定された(1)。

ことである。すなわち空腹時の安静時代謝値は基礎代謝値の10%増である。この理解が正しいとすると上式で得られる1日のエネルギー消費量は実際よりも10%高いことになる。この計算方法は今日でも使われている。

量(REE: Resting Energy Expenditure)と称しているもの(53)は、1985年に国連機関(FAO/WHO/UNU)が基礎代謝(54,

55) とまったく同じ算定式で求めたものである。すなわち用語を変えただけである。その理由は、米国では基礎代謝と空腹時安静時代謝の差は 10%以内であり、現実の利用において同義語として扱ってもよいと考えているからであろう。

歴史的にみても、安静時代謝と基礎代謝との区別は曖昧である。そのことについては柏崎 (56) の説明が興味深い。彼によれば、基礎代謝の測定が盛んに行われた 1910 年頃、ドイツでも一般的に基礎代謝と称されているものは最も低い代謝ではなく standard metabolism と呼ぶべきものであると Krogh によって提案され、またエネルギー代謝で有名な Benedict は、食後 12 時間以上経過し食物の消化吸収が完了した状態である安静時代謝であることから当初は post-absorptive metabolism (吸収後代謝) と呼んだ。それにも関わらず何

故、安静時代謝を基礎代謝と呼んだかについては、すでに基礎代謝という言葉が一般化していたために用語の混乱をさけるために使用されたのではないかと述べている。柏崎によると 1910 年代の Benedict の基礎代謝測定条件は以下のようなものである。

- ① 被験者は測定場所である研究所に午前 8 時ごろにくること。
- ② その際、被験者は前日の夕食から 12 時間以上経過しており、いわゆる post absorptive な状態であること。
- ③ 研究所に到着後、最初の測定まで被験者は約 30 分安静にしていること。

このように、諸外国においては安静時代謝量を基礎代謝量としたり、あるいは逆に基礎代謝量と呼ばれてきたものが突然、安静時代謝量とすりかえられている。

V. 基礎代謝量の精度

欧米諸国ではエネルギー所要量の算定において基礎代謝量と安静時代謝量は 10% 程度の差しかないのでは、実用上これらを区別する必要はないとの姿勢である。わが国でもこのような考えに従って平成 12 年度に発表された第 6 次改定日本人の栄養所要量では、基礎代謝量、安静時代謝量、睡眠時代謝量は同じとされた (57)。ここで明確にしておかねばならないことは、今後日本人のエネルギー所要量の策定においては、基礎代謝量、安静時代謝量、睡眠時代謝量を同じとみなす程度の厳密さしか求めていかないのかということである。もしそうであるならば、過去の基礎代謝値が活動強度の非常に低い現代人にあわなくな

っているので新しい測定値が必要であるといった問題点の指摘は意味のないものになるであろう。何故なら活動強度の非常に高い人と低い人の基礎代謝量の差は 10% に達しないからである (1)。

また、基礎代謝値の 10% 程度の差を小さいとみるかどうかは、現実の日本人のエネルギー消費量からの判断も必要である。第 6 次改定エネルギー所要量を見ると 10% の差は決して無視できるものではないように思える。同所要量は活動強度別に 4 段階に分けられた。最も軽い活動を行う人々の所要量は、基礎代謝量のわずか 1.3 倍 (130%) とされた。そうしなければ現在人の低いエネルギー摂取量にあてはまらないからである。一方、上述

したごとく食後の安静状態でのエネルギー消費量は基礎代謝の 1.2 倍 (120%) 程度である。活動に費やすエネルギーは両者の差であるから、それは基礎代謝のわずか 10% に過ぎないことになる。このような活動量の低い状況において基礎代謝量、睡眠時代謝量および安静時代謝量の 10% の誤差を無視するかどうかはしっかりと

VI. おわりに

以上に見てきたように 1951-1966 年の日本のエネルギー代謝研究は、綿密な計画のもとに多数の測定を行ったものであり、その精力的な仕事は賞賛せずにはおられない。このような資料のどの部分を今後改めて研究していくべきであろうか。過去と現在の違いは、現代人では活動量の低下によって筋肉量の低下が起これ (これは同時に体脂肪量の増加を意味する)、その結果エネルギー代謝が低下したことであろう。それならば、過去の資料を現代人に合わせて下方修正すればよいのではないだろうか。すなわち、従来の基礎代謝値をどれだけ低下させるかの研究でよいことになる。すでに過去の資料で活動強度によって基礎代謝が異なることは明らかにされている。昭和 44 年のエネルギー所要量は活動強度別に軽い、普通、やや重くおよび重い の 4 段階に分けられていた (1)。これに応じて基礎代謝量も、普通の活動を 100% とすると、軽い 98%、やや重い 102%、重い 104% と活動強度の段階ごとに 2% の加減が行われて

考えておかねばならないことであろう。

さらに、わが国に基礎代謝に関する研究が少なく、また基礎代謝の測定方法に問題があるので安静時代謝量を用いるべきであるという非難があるが、前述したようにわが国の基礎代謝の多数は安静時代謝であることを認識する必要がある。

いた。

平成 12 年度改定のエネルギー所要量における普通の活動量は、過去のものよりも一段低く設定された。すなわち、現在の標準的な日本人の基礎代謝は過去の人たちの標準よりも 1 段階、すなわち 2% 低下させることでよいかもしれない。さらにこれまで基礎代謝値とされたものの大部分が実は空腹時の安静時代謝値であったとすると、過去の基礎代謝量は実際よりも 10% ほど高く見積もられていた可能性も考えられる。このような二つの因子を加えると、現在の一般的な人の基礎代謝値は従来の一般値より 10% 程度の低下が必要ではないかと思われる。今後の研究では、膨大な研究から得られた過去の基礎代謝値を実際にどれだけ引き下げるかを明らかにすることが必要と考えられる。そして、次年度以降の研究課題として、二重標識水など新しい方法で得られた結果と合わせてエネルギー代謝の新しい資料を作成していくことを考えている。

文献

- 1) 厚生省公衆衛生局栄養課監修：昭和 44 年改定日本人の栄養所要量と解説、(1969) 第一出版株式会社、東京
- 2) 中村 正：発育期児童の熱量要求量の研究、長崎医学学会雑誌、27、759 - 768 昭和 27 年 (1952)
- 3) 藤本香喜、中村正、古川大典、山本千二：三菱長崎製鋼所における従業員の夏期基礎代謝及び労作代謝について、長崎総合衛生学会雑誌、3、252 - 258 昭和 29 年 (1954)
- 4) 北村生勝：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 小学高学年篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、5、19 - 35 昭和 31 年 (1956)
- 5) 一瀬忠行：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 中学高男子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、5、196 - 219 昭和 31 年 (1956)
- 6) 沖洲吉博：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 中学高女子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、5、169 - 195 昭和 31 年 (1956)
- 7) 山本千二：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 青年期男子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、5、100 - 118 昭和 31 年 (1956)
- 8) 古川大典：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 中学高女子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、5、80 - 99 昭和 31 年 (1956)
- 9) 富田正雄：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 乳幼児—人工栄養児篇長崎総合公衆衛生学会雑誌、7、251 - 261 昭和 33 年 (1958)
- 10) 巽 高郎：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 高等学校生徒男子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、7、262 - 277 昭和 33 年 (1958)
- 11) 巽 高郎：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 高等学校生徒女子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、7、278 - 290 昭和 33 年 (1958)
- 12) 川越武信：初潮の到潮にともなう基礎代謝の推進、長崎総合衛生学会雑誌、8、209 - 245 昭和 34 年 (1959)
- 13) 米子永義：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 母乳栄養及び混合児栄養児篇長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、531 - 546 昭和 35 年 (1960)
- 14) 富田英典、重川嗣郎、射場政人、米子永義、重城範嘉：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 幼児—1才6ヵ月?2才ヵ月一篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、521 - 530 昭和 35 年 (1960)
- 15) 重川嗣郎：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 幼児—2才7ヶ月?4才6ヶ月篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、473?483 昭和 35 年 (1960)
- 16) 富田英明：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 就学前小児—男子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、185?198 昭和 35 年 (1960)
- 17) 吉田正豊：発育期日本人の基礎代謝に関する研究 4?6才女児篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、1-8 昭和 35 年 (1960)
- 18) 近藤義昭：日本人幼児の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、9、49-77 昭和 35 年 (1960)
- 19) 重城範嘉：日本人高校生女子の基礎代謝の季節変動 長崎総合

- 公衆衛生学会雑誌、11、1-13 昭和 37 年 (1962)
- 20) 銚石武一郎：日本人老人 (60 才以上) の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、11、1-12 昭和 37 年 (1962)
- 21) 山崎洋二：日本人発育期児童の基礎代謝の季節変動 小学低学年男子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、14-25 昭和 38 年 (1963)
- 22) 黒田昌樹：日本人発育期児童の基礎代謝の季節変動 小学低学年女子篇、長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、1-13 昭和 38 年 (1963)
- 23) 浜口美博：日本人中学生の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、39-55 昭和 38 年 (1963)
- 24) 中林勝秀：日本人女子 (20 才台) の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、11、13-24 昭和 38 年 (1963)
- 25) 富永賢一郎：日本人女子 (30 才台) の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、1-12 昭和 38 年 (1963)
- 26) 吉田博利：日本人高校生男子の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、26-38 昭和 38 年 (1963)
- 27) 竹村勝公：日本人男子 (20 才台) の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、12、26-51 昭和 38 年 (1963)
- 28) 隈部平昭：炭礦労働者の労作別より見た基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、13、23-39 昭和 39 年 (1964)
- 29) 吉国重正：日本人男子 (40 才台) の基礎代謝の季節変動 長崎総合公衆衛生学会雑誌、40、413-438 昭和 40 年 (1965)
- 30) 上田豊晴：日本人の基礎新陳代謝の研究 青年男子の基礎代謝について、四国医学会雑誌、2、281-288 昭和 26 年 (1951)
- 31) 上田豊晴：日本人の基礎新陳代謝の研究 高等学校運動選手の基礎代謝について、四国医学会雑誌、3、23-27 昭和 27 年 (1952)
- 32) 上田豊晴：日本人の基礎新陳代謝の研究 14 才男子の基礎新陳代謝について 青年男子の基礎代謝について、四国医学学会雑誌、3、248-252 昭和 27 年 (1953)
- 33) 村田 栄：初潮の到来と基礎新陳代謝の変動について、四国医学会雑誌、4、266-270 昭和 28 年 (1953)
- 34) 村田 栄：日本人の基礎新陳代謝の研究 青年女子 17 才の基礎代謝について、四国医学学会雑誌、4、60-67 昭和 28 年 (1953)
- 35) 村田 栄：日本人の基礎新陳代謝の研究 青年女子 18 才の基礎代謝について、四国医学学会雑誌、4、68-72 昭和 28 年 (1953)
- 36) 村田 栄：日本人の基礎新陳代謝の研究 13 才の基礎代謝について、四国医学学会雑誌、4、262-265 昭和 28 年 (1953)
- 37) 村田 栄、大黒芳太郎：日本人の基礎新陳代謝の研究 14 才の基礎代謝について、医学と生物学 38、82-84、昭和 28 年 (1953)
- 38) 村田 栄、大黒芳太郎、前田弘：日本人の基礎新陳代謝の研究 15 才の基礎代謝について、医学と生物学、38、161-163、昭和 31 年 (1956)
- 39) 藤川秀雄：日本人の基礎新陳代謝の研究 生後第 2 及び第 3 ケ