# 第5回日本 Glycemic Index 研究会

**Japanese Association for the Study of Glycemic Index**

**（JASGI）**　　略称：日本GI研究会

# 記　録

# 目　次

# 巻　頭　言

第５回の日本 Glycemic Index 研究会は、2006 年 7 月 16 日に例年どおり
慈恵医大を会場として約２００名の参加を得て行われました。

節目の５回ということで、世界的にもっとも活発に Glycemic Index の啓蒙・普及に努めておられる Jennie Brand-Miller 教授を Sydney 大学からお迎えしました。　昨年は日豪友好協力基本条約調印３０周年という記念の年でもありました。抄録にもありますように、low GI diet の効果を科学的にそして明快に解説して下さいました。　また、懇親会の席では世界中で Glycemic Index に絞ってこれだけの多数の参加者で研究会を定期的に開いているのは、日本だけでしょうとのお言葉も頂きました。　もちろん今までも細谷憲政先生、杉山みち子先生らの米飯に関するＧＩのお仕事も充分ご存知でしたが、今後も日本とオーストラリアとの情報交換の機会を持ち続けられればと話しておられました。

佐藤眞治先生からは機能性食品について、糖質吸収率とＧＩとの関係から詳細に検討された成績をお示し頂き、今後の食事療法の上で大変有用なお話をお聞かせ下さいました。

近年関心の高まっているメタボリックシンドローム危険因子について、ＧＩ、ＧＬとの関係から日本と欧米の比較を中心に佐々木敏先生よりお話し頂き、白米中心のわが国での独自の研究が一層発展することへの期待を述べられました。

２００８年度から始まる特定健診、それに基づく特定保健指導においては、
食後の高血糖、それに続く高インスリン血症をいかに抑制するかに主眼をおく必要があることは、自明の理であります。　Glycemic Index を正しく理解し、
どのように応用するかを、これに関与する医師、保健師、管理栄養士に広く認識して頂くよう、本研究会は一層の奮闘が期待されているように思われます。
一段のご協力をお願い申し上げます。

２００７年3月２４日

日本 Glycemic Index 研究会世話人代表
立川中央病院附属健康クリニック院長
田　中　照　二

## (5－1) 機能性食品とGlycemic Index
## ＝Glycemic Indexと糖質吸収率との関係＝

佐藤　眞治　（新潟薬科大学　応用生命科学部）

「グライセミックインデクッス（ＧＩ）とは、５０ｇのブドウ糖を基準物質として、これを摂取した後の血糖値を２時間まで追跡し、得られた血糖曲線下面積を１００として、それぞれの食品で何％を示すかという数値である。」これは、第1回日本Glycemic Index研究会抄録集の巻頭言（田中照二先生）にも記載されていることであり、ＧＩ研究会に参加されている諸先生も良く御存知のことである。では、“ＧＩが１００の食品の場合、食品中の糖質が１００％吸収されて、血糖値が上昇するのでしょうか？”、また“ＧＩが５０の食品の場合、５０％が吸収されて、５０％が吸収を免れて大腸にまで到達すると考えて良いのでしょうか？”、更に“血糖値の上昇に伴ってインスリンが分泌されますが、そのインスリンはどの程度血糖値（ＧＩ）を下げるのでしょうか？”、この素朴な疑問を明らかにするために、食品摂取後の血糖値と血中インスリン濃度の変動を観察し、物質収支に基づいた定量的な解析を行った。

<u>ラットを用いたグルコース静脈内定速注入実験と経口投与実験</u>

実験日前日に右頸静脈と大腿部静脈にカニューレを施したWistar系雄性ラットを用いた。血糖値の上昇とインスリン分泌量との定量的な関係を明らかにするために、消化管由来のインスリン分泌刺激ホルモン（インクレチン：GIP, GLP）の影響を最小限に抑えたグルコース静脈内定速注入実験（25, 50, 100, 150 g/60kg/20min）を行った。また、同量のトレーランＧ（耐糖能試験溶液）を経口投与し、経時的に血糖値及び血漿中インスリン濃度の測定を行った。

Table 1. Glycemic index (GI) and Insulinemic Index (II) of Trelan G in Rats (Glucose Infusion = 100)

| | $AUC_{GLU}$ [(mg/dl)hr] | | | $AUC_{INS}$ [(μU/ml)hr] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dose | Infusion | Trelan G | GI | Infusion | Trelan G | II |
| 25g/60kg | 24.5±1.9 | 33.3±5.8 | 135.9 | 12.5±4.4 | 10.1±1.4 | 81.3 |
| 50g/60kg | 51.7±3.6 | 44.9±1.6 | 86.9 | 21.6±2.2 | 24.2±2.8 | 111.6 |
| 100g/60kg | 89.3±4.2 | 44.4±9.0 | 49.7 | 24.3±6.0 | 49.1±6.9 | 202.1 |
| 150g/60kg | 117.6±6.5 | 53.9±3.7 | 45.9 | 33.7±2.8 | 63.4±7.5 | 188.2 |

その結果（Table 1)、グルコースを静脈内に直接注入した場合、血糖曲線下面積（$AUC_{GLU}$）は投与量の増加に従って上昇するが、トレーランＧを経口投与した場合、投与量を増加しても$AUC_{GLU}$は上昇しないことが明らかとなった。そこで、静脈内注入実験で得られた$AUC_{GLU}$を１００として、各々の投与量におけるトレーランＧの見掛けのＧＩ

を計算した。その結果、投与量の増加に従って、見掛けのＧＩが減少することが明らかとなった。更に、低投与量（25g/60kg）の場合、見掛けのＧＩは１３６であり、１００を超えることが明らかとなった。

グルコース静脈内定速注入実験は、グルコースを直接脈管内に注入しているため、吸収過程が存在せず、得られる $AUC_{GLU}$ はグルコースが１００％吸収された値である。従って、低投与量（25g/60kg）で得られたＧＩ＝１３６は、投与量以上に血糖値が上昇したことを示しており、薬物などの生体内に存在しない物質では起こり得ない結果である。しかし、グルコースは生体内に豊富に存在する内因性の物質で、種々の生体調節系で一定になるように調節されている。従って、低投与量で得られたＧＩ＝１３６は、糖新生の亢進やインスリン分泌抑制によって説明できる可能性がある。そこで、Insulinemic Index (II)について検討を行った結果、ＩＩ＝８１であることが明らかとなった。この結果は、“低投与量のトレーランGを経口投与した場合、グルコース定速静脈内注入よりもインスリンの分泌が抑制され、ＧＩが１００を超えた”ことを示している。実際、インクレチンの１つであるGLPは、“血糖値が低い時にはインスリン分泌を刺激しない”という特徴を持っていることが明らかにされている。

一方、高投与量（100g/60kg, 150g/60kg）のトレーランGを経口投与した場合、ＧＩ＝５０であることが判明した。このＧＩ＝５０は、“５０％の糖質が吸収されて、残りの５０％が小腸での吸収を免れて大腸にまで達する”あるいは“１００％近く（?）吸収されるがインスリンが大量に分泌されて結果的にＧＩが５０になる”など、少なくても二通りの可能性が考えられる。そこで、ＩＩについて検討を行った結果、ＩＩ＝２００であることが明らかとなった。この結果は、“１００％近く吸収されるがインスリンが大量に分泌されて結果的にＧＩが５０なった”ことを示している。つまり、トレーランＧを経口投与した場合、投与量を３倍に増加（50g/kg, 100g/60kg, 150g/60kg）しても $AUC_{GLU}$ がほとんど上昇しない（45, 44, 54 (mg/dl)hr）のは、“糖質の吸収が抑制されて生ずる結果ではなく、消化管由来のインスリン分泌刺激ホルモン（インクレチン：GIP, GLP）の分泌が促進されることによって生ずる”と結論付けられる。この結果は、インクレチンの作用として非常に有名な現象である。

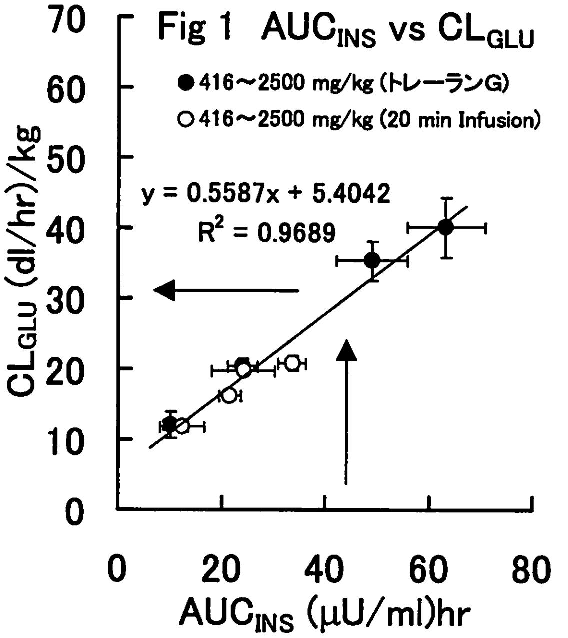
食品のＧＩはブドウ糖５０ｇを摂取した後の $AUC_{GLU}$ を１００として決定されている。本検討で得られたトレーランG（50g/60kg）のグルコース静脈内注入実験に対するＧＩは８７であった。一方、ＩＩは１１２であり、１００を超えることが明らかとなった。従って、このＧＩ＝８７は、“トレーランGに含まれる糖質の８７％が吸収されたこと”を示している訳でなく、“インスリンの分泌によって結果的に８７になった”と考えたほうが良いことを示している。食品のＧＩは基準食品と試験食品を共に経口摂取した場合の $AUC_{GLU}$ の値を用いて算出される値であるため、インスリン分泌の変動によって劇的に変動する可能性がある。従って、ＧＩあるいはＧＬを用いた食事療法の指導を行う場合、各食品のＧＩやＧＬだけでなくＩＩについても細心の注意を払う必要

があると考えられる。

<u>血漿中インスリン濃度下面積（$AUC_{INS}$）とグルコースクリアランス（$CL_{GLU}$）</u>

食品の摂取によってインクレチンが分泌され、その刺激によって放出されたインスリンが上昇した血糖値を下げる。これは、インスリンによって血中グルコースの消失が促進されることを示している。そこで、グルコース静脈内定速注入実験とトレーランＧ経口投与実験で得られた血糖値のデータからグルコース処理能力を表すグルコースクリアランス（$CL_{GLU}$）を算出し、血漿中インスリン濃度下面積（$AUC_{INS}$）との関係について検討を行った。

$CL_{GLU}$ は、血液中のグルコースがどのくらいの速さで消失するか（処理されるか）を表すパラメータであり、"その値が大きい程、血液中からのグルコースの消失速度が速い" ことを示す。この $CL_{GLU}$ は、分布容積（V; dl）と消失速度（K; $hr^{-1}$）から算出（$CL_{GLU}=V \cdot K$）することが可能であり、（$dl \cdot hr^{-1}$）の単位を持つパラメータである。また、投与量（DOSE; mg）と血糖曲線下面積（$AUC_{GLU}$; (mg/dl)hr）を用いても算出（$CL_{GLU}=F \cdot DOSE/AUC_{GLU}$、F：吸収率）することが可能である。そこで、血糖値のデータを用いて $CL_{GLU}$ 算出し、$AUC_{INS}$ との関係について検討を行った（Fig 1）。その結果、$AUC_{INS}$ と $CL_{GLU}$ に良好な相関関係が存在することが明らかとなった。これらの関係は、"対象食品（機能性食品）の $AUC_{INS}$ が分かれば、トレーランＧを投与した場合に相当する"真の $CL_{GLU}$"の推定が可能となり（Fig 1 矢印）、更に、得られた $CL_{GLU}$ より、真の糖質吸収率（F）が次式（$F=CL_{GLU} \cdot AUC_{GLU}/DOSE$）で算出され可能である" ことを示している。




<u>機能性食品のＧＩと糖質吸収率</u>

そこで、上記の手法を用いて、低ＧＩクッキーなどの機能性食品について、ＧＩと糖質吸収率との関係について検討を行った。その結果、対象食品（機能性食品）の糖質吸収率はインスリン動態に強く依存していることが明らかとなった。ＧＩ及びＧＬは、血糖値の変動を維持管理するための非常に重要なツールであり、メタボリック症候群を予防ための食事療法を構築する上で非常に有用な情報である。今後、ＩＩと糖質吸収率との関連性が明らかにされれば、より精密な食事療法を構築することが可能になると考えられる。

# (5-2)GI、GL とメタボリックシンドローム危険因子との関係
# ：日本と欧米の比較を中心にして

Association between GI and GL, and metabolic risk factors with special reference to the comparison of Japanese and Western studies

佐々木　敏　（ささき　さとし）、村上　健太郎（むらかみ　けんたろう）
独立行政法人国立健康・栄養研究所　栄養疫学プログラム

１．はじめに

メタボリックシンドロームという疾患概念が最近大きな関心を呼んでいる。その定義は必ずしも統一されていないが、高血圧、高中性脂肪、低 HDL コレステロール、高腹囲長、高空腹時血糖が一般にその診断要素であり、危険因子である。その結果、発症しうる疾患は、糖尿病（２型糖尿病）、心筋梗塞、脳卒中である。そこで、これら３疾患と glycemic index (GI)・glycemic load (GL)との関連について、一次予防の見地から興味深いと思われる最近の疫学研究を取り上げ、簡単な整理を試みたい。なお、これら３疾患はいずれも肥満が危険因子のひとつであるが、ここで紹介する研究では肥満の影響を統計学的に調整した上で、GI・GL と対象疾患との関連を検討し、報告している。したがって、肥満を介する経路以外の GI・GL の影響を検討したものである。

また、GI・GL がメタボリックシンドロームの構成要素（高血圧、高中性脂肪、低 HDL コレステロール、高腹囲長、高空腹時血糖）とどのように関連しているのかについても、疫学研究の結果をみてみたい。

２．糖尿病

GI・GL が糖尿病の発症に関連するであろうことは容易に想像がつく。発表者が調べた範囲では、GL との関連については７つ（図１）、GI との関連については６つの報告が存在する。GL と糖尿病発症との関連は、２つの研究で有意な正の関連が見出されており、他の２つの研究でも正の関連が認められたが、有意ではなかった。残りの３つの研究では関連がないとされた。なお、他にもう１報存在したが、これら７報との比較が可能な形で結果が記述されていななかったため、今回は除外した。

３．心筋梗塞

GI・GL と心筋梗塞の発症を検討したコホート研究は、発表者が調べた範囲では２つであった（図２）。GI との関連を検討したオランダの研究では有意な関連は認められなかったが、アメリカの研究では、GI・GL ともに、有意な正の関連を認めている。特に、GL では、最低摂取群に比べた最高摂取群（５分位）の相対危険はおよそ 2.0 倍と高値であった。後述するように、GL は低 HDL コレステロール血症に関連するという報告が多い。したがって、GL と心筋梗塞発症率の正の関連は低 HDL コレステロール血症を介している可能性があり、今後のさらなる研究成果が期待されるところである。

## ４．脳卒中

GI・GL と脳卒中の発症を検討したコホート研究は、発表者が調べた範囲では１つだけであった（図３）。脳卒中、脳梗塞、全脳卒中、いずれとも GI または GL とのあいだに有意な関連は認められなかった。ただし、GL との関連は有意ではないものの、弱い正の関連が認められており、さらなる研究が必要であると思われる。なお、脳卒中の重要な危険因子は高血圧であるが、GI・GL が血圧に影響を及ぼすという報告はないようである。

## ５．糖尿病に関連する食事因子

上記の３疾患の中で、GI・GL との関連がもっとも考えやすく、かつ、数多くの研究が存在するのは糖尿病であった。最近のある総説は、食事因子と糖尿病発症との関連を表１のようにまとめている。確実（convincing）な因子はエネルギー摂取量とエネルギー消費量のアンバランスによるものばかりであり、栄養素は取りあげられていない。高い可能性（probable）で、食物繊維と飽和脂肪酸があげられている。GI・GL はまだ可能性あり（possible）のレベルに留まっており、一般応用の前に、精力的な研究の必要性を示唆していると読むべきであろう。総脂質（わが国の臨床や予防の現場ではもっとも強調されているようであるが）もこのレベルに留まっている。

## ６．摂取食品の GI・GL への寄与率

さて、GI・GL はどのような摂取食品によって決定されているのであろうか。その寄与率をアメリカ人と日本人で比較したものが図４である。アメリカ人の GI がさまざまな食品の影響を少しずつ受けているのに対して、日本人では、その 59%が白米に由来、菓子類が 11%で続いている。このように、たとえ数値が同じであったとしても、由来する食品がアメリカ人と日本人で大きく異なっている。このことは、GI・GL の健康影響を検討したり、解釈したりする際、注意すべきことである。つまり、アメリカ人の結果をそのまま日本人に当てはめて良いか否かの確証がないことを GI への寄与食品のちがいは示している。

## ７．日本人における GI・GL のメタボリックシンドローム危険因子への影響

日本人を対象として、GI・GL がメタボリックシンドローム危険因子（中性脂肪、HDL コレステロール、肥満度[Body mass index：BMI]、空腹時血糖、ヘモグロビン A1c）に与える影響を検討した横断研究を図５（GI について）と図６（GL について）に示す。GI によって集団を５分割し、もっとも GI が低かった集団の各指標の平均値に比べた相対的な平均値を示してある。中性脂肪の増加がもっとも顕著であり、空腹時血糖、ヘモグロビン A1c も GI の増加とともに増加し、BMI でもその傾向が認められた。これらの傾向はすべて有意であった。GL で同様の検討した結果、中性脂肪と空腹時血糖で顕著な増加が観察され、逆に、HDL コレステロールは顕著な減少が認められた。これらの傾向はすべて有意であった。これらの結果は、いままで欧米人を対象として行われた研究結果とほぼ一致しており、このことは、GI・GL への摂取食品の寄与の相違は結果に影響を与えないことを示しており、食品のちがいではなく、GI・GL そのものがメタボリックシンドローム危険因子に影響を与えていることを強く示唆している。

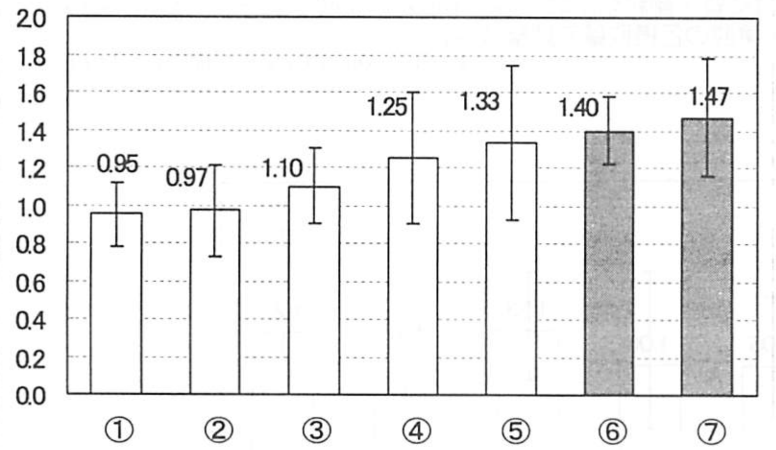
８．まとめ

現時点では、GI・GL を循環器疾患（心筋梗塞・脳卒中）の一次予防に用いることには疑問が多いが、糖尿病には期待できるのではないかと考えられる。しかし、まだ事実不十分というべきであろう。特に、GI・GL と各疾患の発症率とのあいだに有意な関連を示した研究が、アメリカの一部の研究グループによるものに限られていることも、結果を解釈する上で注意すべきであろう。

残念ながら、わが国からは、欧米の研究に匹敵するレベルのコホート研究はまだ報告されていない。しかし、日本における横断研究は、GI・GL がメタボリックシンドローム危険因子に関与していることを示している。これは、日本人においても、GI・GL が糖尿病や循環器疾患（心筋梗塞・脳卒中）の発症に関与している可能性を強く示唆するものであり、わが国における研究が急務である。

その前提になるのは、日常的に摂取している食品の GI・GL を可能な限り正確に把握する手法を開発することであり、この種の基礎研究なしには、ここであげた疑問に科学的に答えることは不可能であろう。

参考文献　（図表中に示した）




1.Meyer et al. Am J Clin Nutr 2000; 71: 921-30.
2.Stevens et al. Diabetes Care 2002; 25: 1715-21.
3.(same above)
4.Salemeron et al. Diabetes Care 1997; 20: 545-50.
5.Schulze et al. Am J Clin Nutr 2004; 80: 348-56.
6.Salmeron et al. JAMA 1997; 277: 472-7.
7.Hu et al. N Engl J Med 2001; 345: 790-7.

図１　GLと糖尿病発症率との関連
コホート研究のまとめ（最低群に比べた最高群の相対危険）

①（IOWA）5群。女性。35988人。追跡6年間。FFQ。年齢、エネルギー摂取量、BMI、W-H比、教育歴、喫煙習慣、アルコール摂取量、身体活動、食物繊維摂取量で調整済み。

②白人、③黒人（ARIC）5群。45-64歳男女。12251人。追跡9年間。FFQ。年齢、BMI、性、地域、教育歴、喫煙習慣、身体活動、食物繊維摂取量で調整済み。

④（HPFS)40-75歳男性42759人、追跡6年間。⑤（NHS）24-44歳女性91249人、追跡8年間。（NHS）40-65歳女性65173人、追跡6年間。⑥（NHS）30-55歳女性84941人追跡16年間、⑦（NHS）40-65歳女性65173人、追跡6年間　5群。FFQ。年齢、BMI、喫煙習慣、身体活動量、糖尿病家族歴、アルコール摂取量、穀類由来食物繊維摂取量、エネルギー摂取量で調整済み。⑥ではさらに閉経の有無、ホルモン療法の有無、P/S比、ﾄﾗﾝｽ脂肪酸摂取量で調整済み。

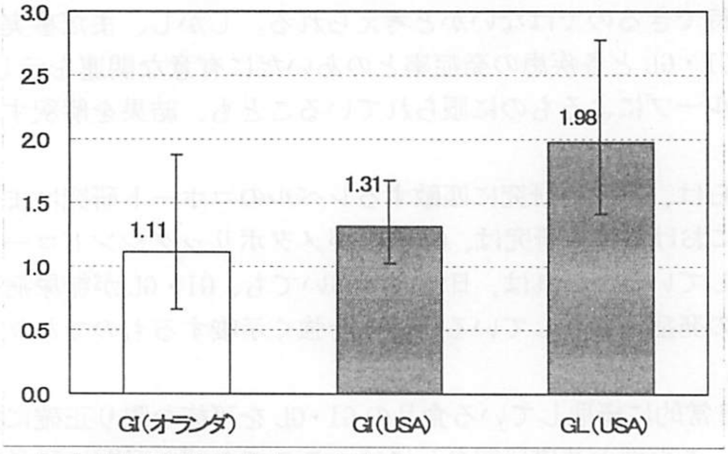



図２　GLと心筋梗塞発症率との関連
コホート研究のまとめ（最低群に比べた最高群の相対危険）

（オランダ）3群。64-84歳男性。646人。追跡7年間。食事歴法。年齢、BMI、身体活動量、喫煙習慣、食事療法の有無、エネルギー・飽和脂肪酸・多価不飽和脂肪酸・炭水化物・アルコールの各摂取量で調整済み。

Van Dam et al. Eur J Clin Nutr 2000; 54: 726-31.

（アメリカ）5群。38-63歳女性。75521人。追跡10年間。FFQ。年齢、BMI、喫煙習慣、アルコール摂取量、60歳までの心筋梗塞家族歴、高血圧・高脂血症・糖尿病の既往、閉経の有無・閉経後のホルモン利用、アスピリン利用、マルチビタミン剤利用、ビタミンEサプリメント利用、身体活動量、エネルギー・たんぱく質・飽和脂肪酸・多価不飽和脂肪酸・トランス酸脂肪酸・食物繊維・食事由来ビタミンE・葉酸の各摂取量で調整済み。

Liu et al. Am J Clin Nutr 2000; 71: 1455-61.

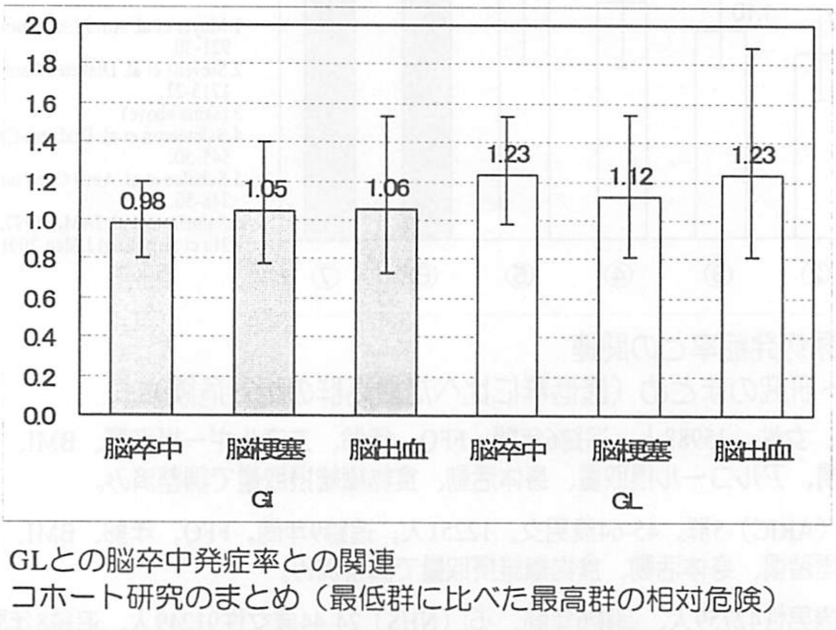



図３　GLとの脳卒中発症率との関連
コホート研究のまとめ（最低群に比べた最高群の相対危険）

78779人のアメリカ人女性看護師。追跡期間＝18年間。
年齢、BMI、喫煙習慣、アルコール摂取量、心筋梗塞家族歴、高血圧・高脂血症・糖尿病の既往、閉経の有無、閉経後のホルモン利用、アスピリン利用、マルチビタミン剤利用、ビタミンEサプリメント利用、身体活動量、エネルギー摂取量、穀類食物繊維摂取量で調整済み。

Oh et al. Am J Epidemiol 2005; 161: 161-9.

表１　生活・環境要因と２型糖尿病の関（世界のヒト研究のまとめ）
（ただし、欧米諸国以外への適用は困難）

| | 予防的 | 関連なし | 促進的 |
|---|---|---|---|
| 確実 (convincing) | 過体重者・肥満者の自発的体重減少、運動 | --- | 過体重、肥満、腹部肥満、運動不足、妊娠糖尿病 |
| 高い可能性 (probable) | 非でんぷん性多糖類（≒食物繊維） | --- | 飽和脂肪酸、子宮内発育遅滞 |
| 可能性あり (possible) | 低グリセミック・インデックス食品、完全な母乳栄養 | --- | 総脂質、トランス型脂肪酸 |
| 不十分 (insufficient) | ビタミンE、クロム、マグネシウム、軽度な飲酒 | --- | 過度な飲酒 |

Steyn et al. Public Health Nutr 2004; 7(1A): 147-65.

佐々木敏. EBNと栄養疫学. 同文書院, 2005　から改変、引用

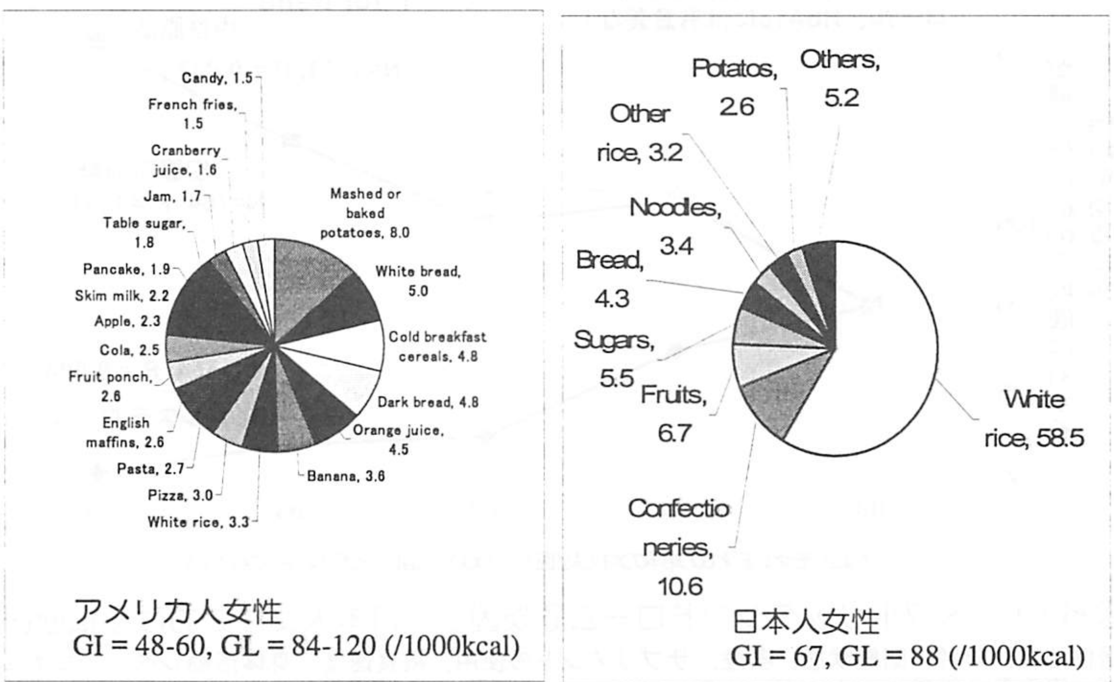



**図４　グライセミック・インデックス（GI）への食品寄与率　(%)**

Murakami et al. Am J Clin Nutr 2006; 83: 1161-9.

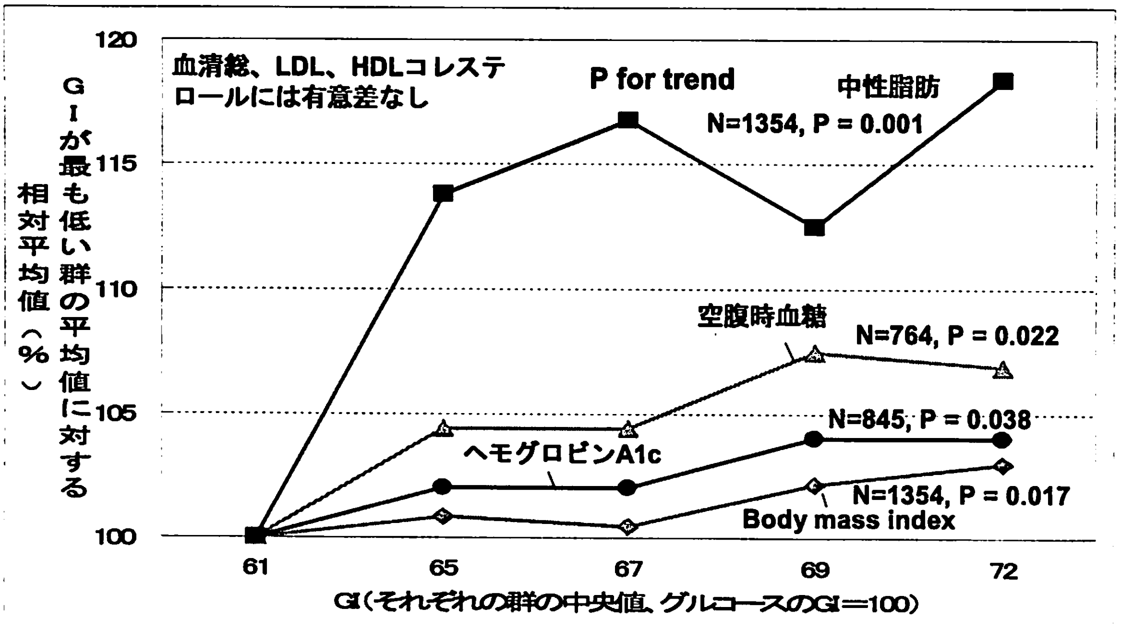



**図5 GIとメタボリックシンドローム危険因子：日本人女性における横断研究**

居住地域、年齢、閉経状態、喫煙、サプリメントの使用、摂食速度、身体活動レベル、エネルギー摂取量、脂質のエネルギー比率、アルコール摂取、食物繊維摂取量で調整済み。Body mass index以外は、Body mass index、20歳時のBody mass indexでさらに調整。

Murakami et al. Am J Clin Nutr 2006; 83: 1161-9.

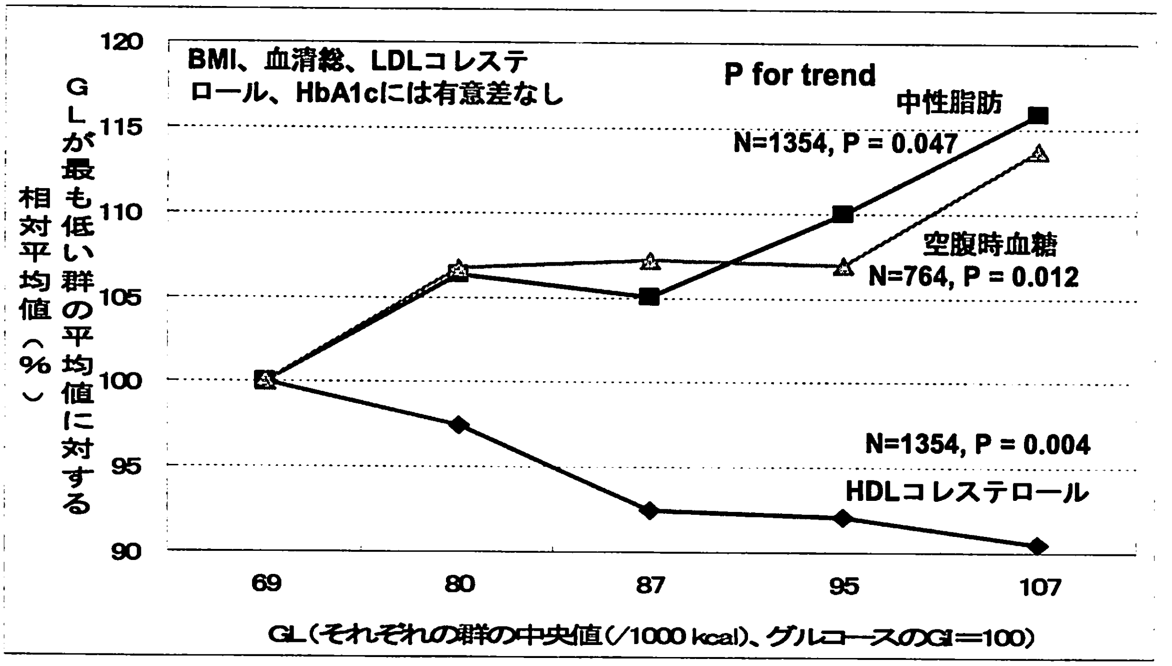



**図6 GLとメタボリックシンドローム危険因子：日本人女性における横断研究**

居住地域、年齢、閉経状態、喫煙、サプリメントの使用、摂食速度、身体活動レベル、エネルギー摂取量、脂質のエネルギー比率、アルコール摂取、食物繊維摂取量、Body mass index、20歳時のBody mass indexで調整済み。

Murakami et al. Am J Clin Nutr 2006; 83: 1161-9.

## (5−3)Glycemic indexを用いた栄養教育プログラムの開発とその有効性に関する研究：2型糖尿病および境界型の血糖コントロールのために

天野　由紀　（日本学術振興会特別研究員PD、東京大学大学院医学系研究科）
杉山みち子　（神奈川県立保健福祉大学栄養学科）
李　廷秀　（東京大学大学院医学系研究科）
川久保　清　（共立女子大学栄養学科）

### 1. はじめに

糖尿病の治療において食事療法が重要であることは広く認識されているものの、血糖コントロールへの効果を比較した場合に、どのような手法が最も優れているかは明確ではない。食後の血糖上昇には、炭水化物の量のみならず、質も影響することが近年明らかにされており、血糖コントロールにおけるGlycemic index（以下GI）の有効性に関するエビデンスが集積されてきている。しかしながら、GIに関する先行研究のほとんどは、欧米型食生活に基づいた検証である。食習慣や食文化が欧米とは異なるわが国において、GIを栄養教育に取り入れるためには、低GI食を実際の食習慣に取り入れられるか、教育手法として活用可能かという有用性の問題、さらには血糖コントロールへの有効性を明らかにする必要がある。そこで、我が国の食習慣を考慮したGI教育手法を開発し、その有用性および血糖コントロールへの有効性を明らかにすることを目的とし、3か月間のランダム化比較試験によってこれを検証した。

### 2. 日本人における食事のGlycemic indexの検討

天野らは、日本人を対象とした観察研究を行い、食事のGIは循環器疾患危険因子と関連することを報告した。また、食事のGIには主食の種類、特に米類の摂取量が最も大きく影響し、食事のGIが低い群は米類の摂取量が低く、脂肪摂取量が高く、炭水化物摂取量が低いことを明らかにした。したがって、欧米の先行研究と同様に主食を低GI食品に変えるのみでは、食後の血糖上昇を抑える効果は期待できるものの、脂質を過剰摂取する恐れがあるという点で、循環器疾患のリスクとなりうることが考えられた。

以上の点を踏まえると、食習慣や食文化が欧米とは異なるわが国において、GIを栄養教育で活用するには、日本人に適用できるGI教育法を検討する必要がある。日本人の食事の特徴として、諸外国に比べて炭水化物からのエネルギー摂取割合が高いこと、主食が米飯であることが挙げられる。炭水化物は食後の血糖上昇に最も関連する栄養素であるため、炭水化物の摂り方に注意を置くことは、血糖コントロールの改善に有効と考えられる。一方、主食である米飯は、パスタ、麺類、精製度の低いパン類など、小麦製品と比較してGIが高い食品である。しかし、主食の種類によって副食のバランスが異なることも一つの特徴であり、飽和脂肪酸あるいは油脂類の過剰摂取を抑制するとい

う点では、主食を米飯に据えることが好ましいと考えられる。したがって、米飯を主食にしたまま低 GI 食が実践可能であるか、検討する必要がある。米飯は GI が高い食品であるが、酢、乳製品などとの同時摂取によって、食後の血糖上昇が抑制されることが報告されている。つまり、主食に米飯を摂取しても、食品の組合せを考慮することによって、低 GI 食が実践できると考えられた。

### 3. Glycemic index を用いた栄養教育プログラムの開発

本研究においては、低 GI 食品を米飯基準の GI が 70 以下の食品、高 GI 食品を米飯基準の GI が 85 以上の食品と設定した上で、「1 日の糖質摂取量のうち、45%以上を低 GI 食品から摂取すること」を GI 教育の目標とした。これは、本研究者らが行った前述の研究データに基づいて設定した。また、食事の GI の最大の決定要因は主食である米飯であったため、本教育プログラムでは特に主食の摂り方に焦点を当て、毎食主食に低 GI 食品を選択すること、高 GI 食品を主食とする場合には、酢、乳製品など、食後の血糖上昇を抑制する効果のある食品を同時に摂取することを最優先の目標とした。低 GI 食の実践方法については、本研究者らが作成した食品の GI 一覧表および先行研究の GI を取り入れた栄養教育手法などを参考とし、日本人の食習慣および三大栄養素を考慮しつつ低 GI 食が実践できる教材を作成した。

### 4. Glycemic index を用いた栄養教育が 2 型糖尿病および境界型の血糖コントロールに及ぼす影響：ランダム化比較試験による検討

地域在住の 2 型糖尿病および境界型を対象とした 3 か月間のランダム化比較試験を実施し、GI を用いた栄養教育の有効性を検討した。本研究の仮説は、GI を用いた栄養教育は、エネルギー等の制限を行う通常の栄養教育と比較して、2 型糖尿病および境界型における血糖コントロールを改善することとした。

対象者は非薬物療法下にある 2 型糖尿病および境界型とし、神奈川県横須賀市のボランティア団体等を通じて募集した。初回の採血当日に、日本糖尿病学会のガイドラインに基づいた集団栄養教育を実施し、その後採血および問診票の結果から、通常のエネルギー等の制限を行う通常教育群、あるいは通常教育に GI を用いた栄養教育を組み合わせた GI 教育群に無作為割付を行った。3 か月間の介入期間中、各群に 4 回の個人栄養教育（2 週間目、1、2、3 か月目）、3 日間の食事記録の回収（ベースライン、1、2、3 か月目）、採血及び身体計測（ベースライン、2、3 か月目）を行った（図 1）。

対象者の基準を満たしていた 40 名のうち、1 名（対照群）が脱落し、残りの 39 名（男性 17 名、女性 22 名）が 3 か月間の介入を終了した（脱落率 2.5 %）。$HbA_{1c}$ における介入によるエフェクトサイズは、-0.25（95%信頼区間：-0.50,-0.004）であり、通常教育群と比較して GI 教育群において有意に改善した。食事評価指標は、エネルギー摂取量、一価不飽和脂肪酸(E%)、コレステロール摂取量は両群で有意に減少し、食物繊維摂取量は両群

で有意に増加した。一方、GI に関連する指標は、低 GI 食品による糖質摂取割合および、高 GI 食品を主食として食べた場合に血糖上昇を抑制する効果のある食品と組み合わせた

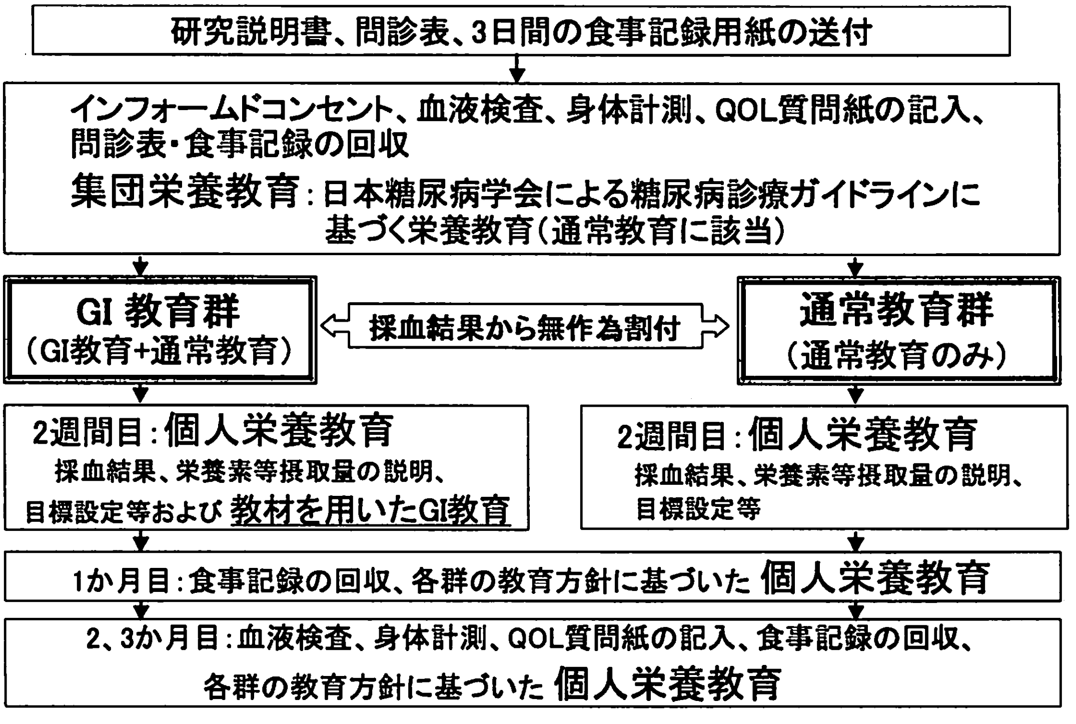



図１　教育の流れ

割合が、通常教育群と比較して GI 教育群で有意に増加した。

## 5. 結論

食後の血糖上昇を抑えることを目的とした GI を用いた栄養教育を、通常の栄養教育と組み合わせることにより、通常教育と比較して血糖コントロールが有意に改善した。さらに、GI を用いた栄養教育へのアドヒアランスは良好であった。したがって、GI を用いた栄養教育は、比較的軽度の 2 型糖尿病および境界型における血糖コントロールの改善に有効であり、栄養教育としての有用性が示された。

## 参考文献


Amano Y, Sugiyama M, Lee, JS, Kawakubo K, Mori K, Tang AC, Akabayashi A. Glycemic index-based nutrition education improves blood glucose control in Japanese adults: a randomized controlled trial. Diabetes Care, in press.

Sugiyama M, Amano Y, Wakaki Y, Tang AC, Glycemic response of Japanese foods, Foods Food ingredients J. Jpn. 2006; 211: 526-35.

Amano Y, Kawakubo K, Lee JS, Tang AC, Sugiyama M, Mori K. Correlation between dietary glycemic index and cardiovascular disease risk factors among Japanese women. Eur J Clin Nutr 2004; 58:1472-8.

Sugiyama M, Tang AC, Wakaki Y, Koyama W. Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. Eur J Clin Nutr 2003; 57:743-52.

## (5－4)糖尿病教育入院におけるGI食摂取結果

江畠　慎市　　(東京慈恵会医科大学附属青戸病院 栄養部)
林　　進　　(東京慈恵会医科大学附属青戸病院　栄養部)
柳井　一男　　(東京慈恵会医科大学附属病院 栄養部)
海老澤　高憲　　(〃　青戸病院　糖尿病・代謝・内分泌内科)
蔵田　英明　　(〃　〃　糖尿病・代謝・内分泌内科)

当院は東京都葛飾区にあり、区東北部医療圏の中核的な役割を担いながら、かかりつけ医や近隣の医療機関との連携を密にした地域完結型医療を目指している。

糖尿病患者の教育入院は、平成12年8月より開始されている。この教育入院システムは、2週間のクリニカルパスで構成され、毎回2～3名の患者が入院している。各スタッフはクリパスに添って役割が決められており、医師を始め、看護師・薬剤師・栄養士がチームを組むことにより、治療効果が出ている。

このたび栄養部で提供している食事に、Glycemic　Index（以下GI）の手法を取り入れ、負荷試験を始めたので報告する。

【方法】

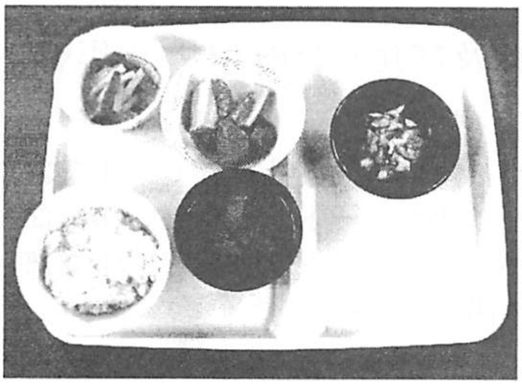
本年1月より糖尿病教育入院患者を対象として、入院9日目の朝食に基準食（糖尿病食）、12日目の朝食に検査食（以下　低GI食）を提供し負荷試験を実施した。負荷試験には、糖尿病食（1・2・3・4度）の指示量に合わせ、エネルギー量を調整した基準食と低GI食を作成した。採血時間は、摂取開始前（AM7：30）、摂取開始より60分（9：00）、120分（10：00）、210分（11：30）の計4回、指先より採血し、小型血糖測定器（グルコカード）で計測した。患者には測定終了まで安静を基本とした。

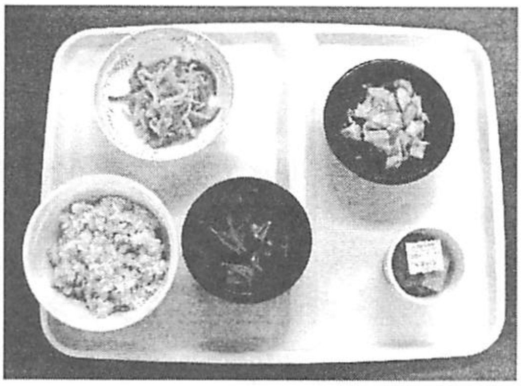
【負荷試験内容】

基準食は、白米ごはん、白菜の味噌汁、高野豆腐の煮物、金平大根、塩もみ（3度、1600 kcal食では､エネルギー512kcal、たんぱく質18.2g、脂質9.2g、炭水化物86.6g、食物繊維は4.1g）とし、

低GI食は、麦ごはん、エノキとわかめの味噌汁、納豆、切干大根煮、酢の物（エネルギー524kcal、たんぱく質18.4g、脂質10.1g、炭水化物91.4g、食物繊維は11.1g）とした。双方とも、炭水化物から食物繊維を引いた糖質量を同量に調節した。

基準食　　　　　　　　　　　　　　低 GI 食



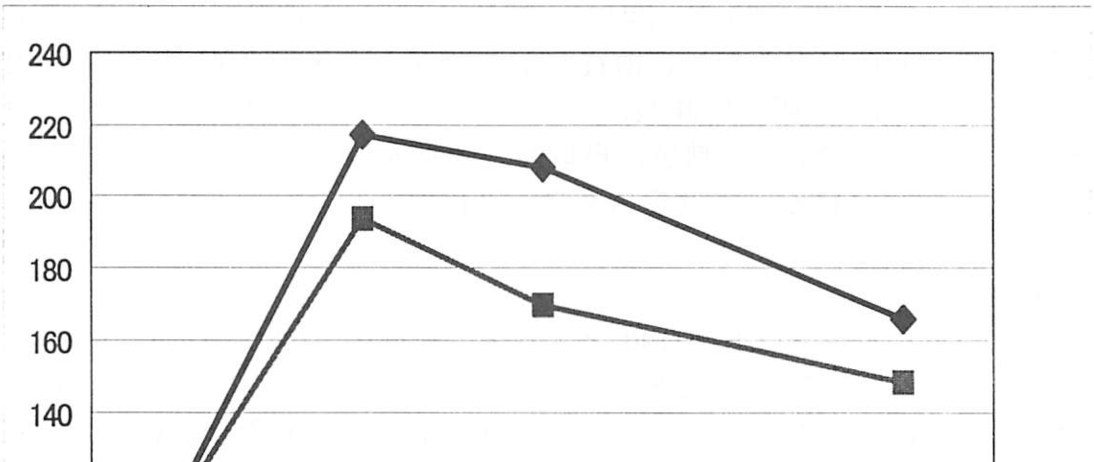


【結果】

1 月より 5 月までに該当する 25 名に負荷試験を実施し、その中より薬剤変更の無い 16 名に対し、朝食開始より 3 時間 30 分までの血糖値を比較した。（グラフ 1）

基準食では、摂取開始から 60 分後が一番高値を示し、その後少し下がったものの 120 分を経過しても高値を維持し、それから穏やかに下がっていった。低 GI 食では、60 分後が一番高値であったがそれから下がり始め、基準食の血糖曲線より低くなった。

グラフ 1




以上のことから糖尿病食を基本とし、食物繊維の多い食品や酢の料理を加えた低 GI 食は、糖尿病患者においても食後高血糖の改善に有効である傾向が見られた。当院の研究はまだ始まったばかりである。今後データーを蓄積していき、さらに検証していきたい。

## (5−5) グアーガム酵素分解物を添加した

## 米飯及び食パンのGIへの影響

余川　文夫(太陽化学(株)バイオニュートリッション事業部)
石原　則幸(太陽化学(株)バイオニュートリッション事業部)
青井　暢之(太陽化学(株)バイオニュートリッション事業部)
レカ・ラジュ・ジュネジャ(太陽化学(株)　〃　)

【目的】

グライセミックインデックス（GI）は、食後の血糖変化の曲線下面積を数字に置き換えたもので、糖尿病や肥満予防、スポーツ選手のエネルギー補給のために食品を選択する上で関心が持たれている。

日本人の食生活としては、主食に米飯や食パンを摂取することが多いが、これらは、GI値が高めの食品となっている。本研究では、食後の血糖値上昇を抑制する効果があるグアーガム酵素分解物（PHGG）をGIが高めの米飯や食パンに添加した場合のGIに対する影響を検討したので報告する。

【方法】

健常な男女11名（35〜60歳、BMI20〜25ｋｇ/$m^2$）を被験者とし、GI測定試験を実施した。対照食としては、糖質50ｇに調製した米飯と食パン、試験食としては、PHGG添加（太陽化学㈱製、サンファイバー　添加量3ｇ）米飯と食パンについて行った。なお、血糖値は摂取前、摂取後30、60、90および120分後に測定した。測定が終るまではデスクワーク程度とした。

【結果】

被験者のグルコースのGIを100とすると、米飯のGIは、87.5±7.8、PHGG添加米飯のGIは、67.5±6.0であった。また、食パンのGIは、93.3±8.9、PHGG添加食パンのGIは、63.4±3.9であった。以上より、PHGGを食品に添加摂取させることでGIが有意に低下することが確認された。

【結語】

PHGGをGIが高めの米飯と食パンに添加することで、有意に血糖値上昇抑制効果があることが確認された。PHGGは、無味無臭の水溶性食物繊維であり、さまざまな食品に添加することが可能である。

今後は、清涼飲料水、和洋菓子等の他の食品でのGIに対する影響を検証していきたい。

# (5－6)低食物繊維と高食物繊維の食事工夫による Glycemic Index (GI) の比較検討

越坂部　佳苗、金龍　ともえ、鈴木　雅美子、松永　美津子
聖徳大学人文学部生活文化学科食栄専攻
伊藤　麻美　聖徳大学人文学部生活文化学科管理栄養専攻
白石　弘美　東京慈恵会医科大学附属病院栄養部
久保　宏隆　聖徳大学人文学部生活文化学科教授
田中　照二　立川中央病院附属健康クリニック

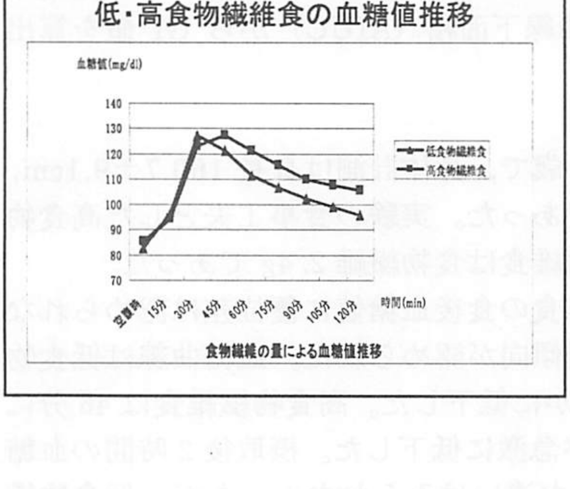
【目的】食物繊維は食後の血糖上昇を抑制することや，コレステロールの低下作用が報告されている。本邦での GI 研究の報告は食物繊維の添加量がまちまちで，日常での食事の応用には適していなかった。この研究では食物繊維の量が違う食品を被験者が摂取して血糖値を測定し，食事献立による血糖化指数：グリセミック・インデックス（GI）から，生活習慣予防に役立つ食事中の低食物繊維食と高食物繊維食の GI 値を検討する。

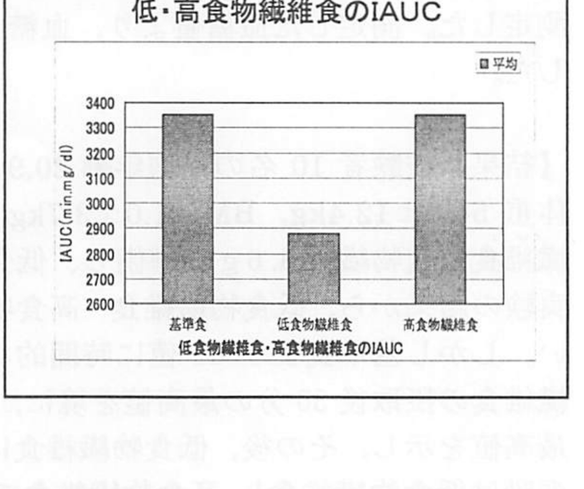
【方法】身体計測後，セルロースを中心とした低食物繊維食 2.4 g と，高食物繊維食 8.6 g で繊維量を調整した試験食を作成した。学内 GI 研究の募集により，説明と同意書を得られた被験者 10 名。自己採血・自己測定を当校実習室での実験研究とした。実験の内容は基準食として白米飯 147g（糖質 50g 相当量）包装米飯と白湯 150ml。試験食の摂取時間は 15 分で済ませ，測定機器は簡易血糖自己測定器グルテストエースを使用。試験食開始から 15，30，45，60，90，120 分の血糖値を測定した。測定した血糖値より，血糖上昇曲線下面積（AIUC）から GI 値を算出した。

【結果】被験者 10 名の平均年齢 20.9±0.3 歳で，身体計測は身長 160.7±9.1cm，体重 54.3±12.4kg，BMI21.0±3.7kg/m$^2$ であった。実験の食事工夫とした高食物繊維食は食物繊維 8.6 g で準備し、低食物繊維食は食物繊維 2.4g であった。
実験の結果から，低食物繊維食・高食物繊維食の食後血糖値に優位差は認められない。しかし基準食より GI 値に時間的な遅延傾向が認められた。血糖曲線は低食物繊維食の摂取後 30 分の最高値を境に，穏やかに低下した。高食物繊維食は 45 分に最高値を示し，その後，低食物繊維食に比べ急激に低下した。摂取後 2 時間の血糖変動は低食物繊維食と，高食物繊維食で大きな違いはみられなかったが，低食物繊維食では基準食に比較して血糖値に若干の遅延傾向を認めた。IAUC については低食物繊維食と，高食物繊維食において摂取後に有意差は認められなかった。GI 値は低食物繊維食で 96.1　，高食物繊維食において 83.1 と若干の低下を認めた。

【考察】セルロース中心とした不溶性繊維量の違いによる検討であり，このことから不溶性繊維の量によるGI低下への影響は少ないと考えられる。
日本人の食事摂取基準で推奨される，成人1日の食物繊維 20〜25g 以上に該当する1食当たり 7.8g 食物繊維を高食物繊維食とした。そして国民栄養調査[9]から若い世代の平均摂取量とされる1日 10〜12g を参考に，低食物繊維食と設定した。摂取後2時間の血糖変動は，低食物繊維食と高食物繊維食で大きな違いはみられなかったが，低食物繊維食では基準食に比較して，血糖値に若干の遅延傾向を認めた。IAUCについてはと高食物繊維食において，摂取後に有意差は認められなかった。低食物繊維食と高食物繊維食では，セルロース中心とした不溶性繊維量の違いによる検討であり，不溶性繊維の量によるGI低下への影響は少ないと考えられる。この結果から不溶性食物繊維による腸管運動と吸収とインスリン分泌量への影響が考えられるが，今後そのメカニズムの解明が求められる。

【結語】本研究では繊維量の違いによる，GIの低下は必ずしも期待したとおりではなかった。低食物繊維食と高食物繊維食では，セルロース中心とした不溶性繊維量の違いによる検討であり，このことから不溶性繊維の量によるGI低下への影響は少ないと考えられる。



# (5－7)不溶性食物繊維と水溶性食物繊維の食事工夫による Glycemic Index (GI) の比較検討

鶴岡　あかね、横山　純子、今井　友香子、吉田　留美
聖徳大学人文学部生活文化学科管理栄養専攻
杉山　亜美　　聖徳大学人文学部生活文化学科食栄専攻
白石　弘美　　東京慈恵会医科大学附属病院栄養部
久保　宏隆　　聖徳大学人文学部生活文化学科教授
田中　照二　　立川中央病院附属健康クリニック

【研究目的】食後血糖値の測定により食事の調理法・食品の組み合わせ・食品の種類によって食後血糖値の低下や高脂血症の改善効果が期待されます。

本研究では食品本来の食物繊維のみを使用して、食献立の工夫により食物繊維の総量の違いや不溶性・水溶性繊維量の違う献立を作成し、食事中の食物繊維量と種類の差が血糖化指数：グラセミック・インデックス（GI）にどのような影響を与えるかについて検討を行う。

【方法】基準食は白米飯 147g（糖質 50g 相当量）の包装米飯・白湯 150ml とした。日本人の食物繊維一日摂取量比率から，総繊維量は変わらないが，水溶性繊維食（S 食）として水溶性・不溶性がそれぞれ 1：2.7 と，水溶性食物繊維の比率を多くし，不溶性食物繊維食（I 食）で水溶性・不溶性がそれぞれ 1：5.1 と，不溶性食物繊維の摂取比率が多くなるよう食事工夫した。本学研究の募集により自己採血・自己測定を当校実習室での実験研究とする。被験者は女子学生 10 名で身体計測から年齢・体重・身長・BMI など身体計測後に食後血糖値を測定した。摂取時間は 5～15 分で済ませ，測定機器は簡易血糖自己測定器グルテストエースを使用。試験食開始から 15，30，45，60，90，120 分の血糖値を測定した。

【結果】実験の食事工夫として水溶性繊維食（Ｓ食）は 402kcal，たんぱく質 12.8g，炭水化物 77.1ｇ，食物繊維 7.1g で，不溶性食物繊維食（Ｉ食）は 399kcal，たんぱく質 13.9g，炭水化物 77.7ｇ，食物繊維 7.3ｇ食事内容であった。

Ｓ食とＩ食の実験結果より，2 試験食ともに 30～45 分の間で最も高い血糖値を示し，ピーク時の時間的な差はそれほど大きくなかった。ピーク時血糖値を比較するとＩ食 136.4±14.7 mg/dl，Ｓ食で 122.0±24.9 mg/dl という結果が得られ，明らかにＳ食で血糖値は低値を示した。さらに食後 90 分以後の血糖値では，Ｓ食とＩ食ほぼ同様の下降を認めた。そのことからＩ食の血糖値はＳ食よりも急激に上昇し，急激に下降するといえる。

また、Ｓ食とＩ食の IAUC 比較で有意差はなかったが、明らかにＳ食のほうが低値を示した。GI 値はＳ食で 61.0、Ｉ食では 95.0 と明らかに低値を示し、基準食と比較してもより低値であり、水溶性繊維は GI 値の低下に強く関与することが明らかになった。

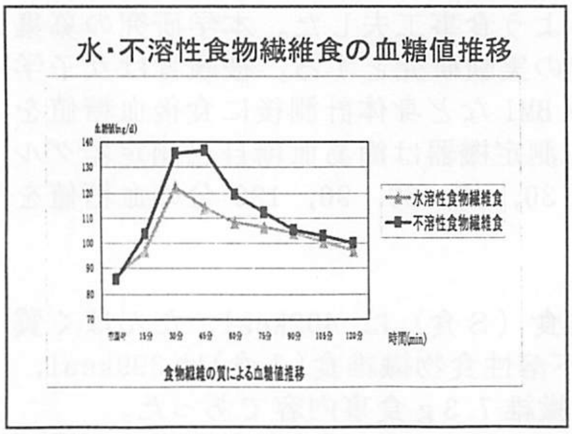
【考察】このことから，日本人の食物繊維一日摂取量比率から総繊維量は変わらないが，S食として水溶性・不溶性がそれぞれ1：2.7と水溶性食物繊維の比率を多くし，I食で水溶性・不溶性がそれぞれ1：5.1と不溶性食物繊維の摂取比率が多くなるよう，食事工夫した試験食による本研究から，水溶性食物繊維の割合を多くすることが血糖値やIAUCを低下させる可能性が示唆された。しかし実験から水溶性食，不溶性食の食後血糖値に優位差は認められなかった。

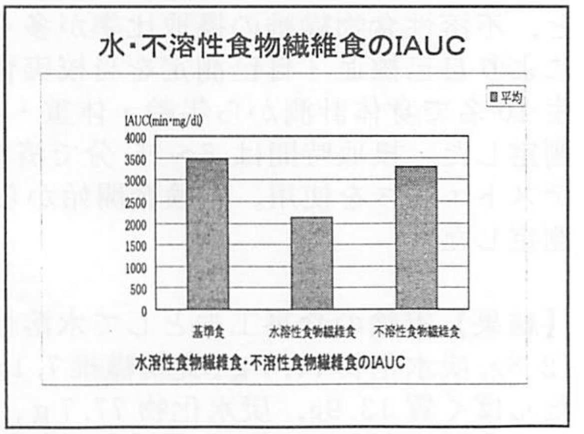
これら水溶性食物繊維にはブドウ糖の吸収をゆるやかにする働きがあり，血糖値の上昇を緩やかするとされている。本研究からも水溶性食物繊維を多く摂取することは，GI値を低下させることが明らかとなり，今までの繊維を多く摂取する食事が低GI食となると多く発表されている。これは単なる繊維の量ではなく，繊維の質すなわち水溶性繊維が大きく関与していると言え，高水溶性繊維の食事が低GI食であることが示唆された。

我々がおこなった食事工夫による繊維の量と質の検討から、水溶性繊維を中心とした高物繊維食が有用であることがメタボリックシンドロームの発症の予防につながると言える。さらに高繊維食は“カサ”（食事量）も多く，噛む回数も増えるので満腹感もあり，腹持ちが良いことが実感された。

【結語】

主食などの１単品の炭水化物食品を摂取よりも，野菜や豆類を組み合わせた食事を工夫することが低GI食につながることが本研究で実感された。食物繊維の量と質の検討から，水溶性繊維を中心とした高食物繊維食が有用である。




(5−8)マルチトール使用甘納豆摂取後の血糖値に及ぼす影響

表１

表1　栄養成分値（100gあたり）

| 項目 | | 単位 | 試験品 | 対照品 |
|---|---|---|---|---|
| 熱量 | | (kcal) | 214 | 319 |
| 水分 | | (%) | 19.5 | 20.5 |
| たんぱく質 | | (%) | 6.8 | 6.6 |
| 脂質 | | (%) | 0.5 | 0.6 |
| 炭水化物 | | (%) | 72.7 | 71.8 |
| 内訳 | ソルビトール | (%) | 1.1 | − |
| | マルチトール | (%) | 48.5 | − |
| | マルトトリイトール | (%) | 4.9 | − |
| | マルトテトライトール | (%) | 1.1 | − |
| | ショ糖 | (%) | 0.09 | 42.7 |
| | その他 | (%) | 16.8 | 29.1 |

## （5－8） マルチトール使用甘納豆摂取後の血糖値に及ぼす影響

宮井俊治（株式会社H＋Bライフサイエンス　商品開発部）

【目的】

難消化性甘味糖質であるマルチトール（別名：還元麦芽糖）は砂糖代替甘味料として和菓子、洋菓子をはじめ様々な加工食品に使用されている。また特別用途食品の低カロリー甘味料として、糖尿病を主体とした生活習慣病に関連する病院や保健施設での使用実績も長く、安心して利用できる低カロリー甘味糖質として広く認知され評価を得ています。

肥満者や糖尿病者は、糖分やエネルギー摂取制限による食事療法の中で、治療のため甘味を制限され味気のない食生活を強いられることから、低エネルギーの間食（デザートやお菓子）の開発を望む声は多く、それゆえに、低エネルギーの甘味料の開発も格段の進歩を遂げ既に成熟期に至っている。しかし、糖質単品としての報告例は数多くあるものの、いわゆるお菓子として製品化されたものでの研究は意外に少ない。

甘納豆は、羊羹などと並ぶ代表的な和菓子であるが、原料に用いた金時豆（いんげん豆など）には食物繊維やたんぱく質が多く含まれる一方、脂質はほとんど含まれず、栄養成分をバランスよく含む、健康維持やダイエットに適した食品であると言えます。

本試験では、健常成人男性にマルチトールを使用した甘納豆及び砂糖使用の対照品を摂取させた場合の血糖上昇及び血中インスリン濃度に及ぼす影響について検討した。

【対象及び方法】

本試験は、社内ボランティア試験実施規程に基づいて被験者を募集し、同意の得られた健常成人男性6名（平均年齢38.5±7.5歳）を対象として実施した。

試験品にはマルチトールシラップ及び結晶（商品名：マビット、㈱林原商事）を使用して調製した甘納豆を、対照品には砂糖を使用したものを用いた。試験に用いた甘納豆の栄養成分を表1に示した。（表1は20ページに掲載）

試験の前日は、試験の条件を合わせるために激しい運動と飲酒を禁じ、午後9時までに夕食を食べた後は、水以外の飲食を控えさせた。試験当日、被験者には各試料を炭水化物量として約21g（甘納豆として約30g）摂取させ、摂取前、摂取後30, 60, 90, 120及び180分後に6回腕より採血し、血糖値及び血清インスリン濃度（IRI）を測定した。

【結果】図1に血糖値の変化、図2に血清インスリン濃度の変化を示した。摂取後の血糖値は、対照品では摂取前89.0 mg/dlから摂取後ピーク値30分で105.7 mg/dl、一方試験品では摂取前91.8 mg/dlから摂取後ピーク値30分で99.7 mg/dlと血糖値の上昇は緩やかで、対照品に比べ有意に低値を示した（$p<0.05$）。血清インスリン濃度は、対照品では摂取前3.1 μIU/mlからピーク値30分で7.7 μUI/ml、60分で6.0 μIU/mlであった。一方、試験品では摂取前2.5 μUI/mlからピーク値30分で5.6 μUI/ml、60分で4.1 μIU/mlと対照品に比べていずれも有意に低値を示した（$p<0.05$）。以上のことから、試験品は対照品に比較して血糖上昇を抑え、インスリン分泌の負担を軽減することが明らかとなった。なお、マルチトールの最大無作用量は男女ともに0.3g/kg体重であり、体重60kgの男性で18gである。本試験で摂取したマルチトール含量は14.6gであり、さらに金時豆には食物繊維が多く含まれていることから下痢を起こすことが懸念されたが、試験中に下痢等の副次作用は認められなかった。

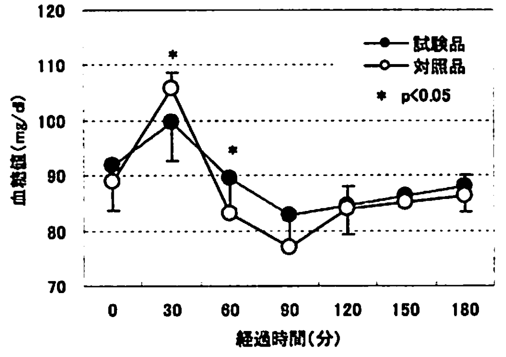



図1 甘納豆摂取による血糖の変化

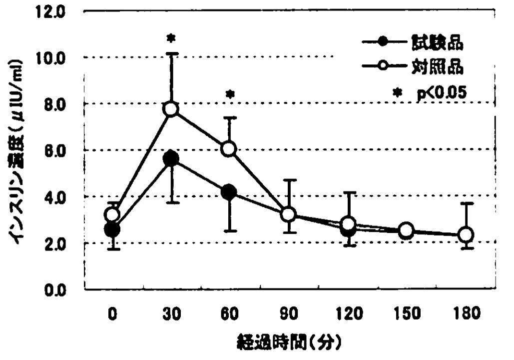



図2 甘納豆摂取によるインスリン濃度の変化

【考察】

血糖値については、空腹時血糖値（摂取前）よりも摂取後に低下する傾向が見られたが、対照品に比べて試験品の方が血糖上昇も低く、インスリン分泌刺激が少ないことが確認されたことから、マルチトール使用の甘納豆は糖尿病や肥満症の患者向けの間食（お菓子）として適していることが示唆された。

# (5−9)食事中糖質成分の in vitro の消化性と

# 血糖上昇効果の関連性に関する研究

吉本　あかり(京都栄養医療専門学校)
木村　祐子　(京都栄養医療専門学校)
田代　操　　(武庫川女子大学　生活環境学部　食物栄養学科)

【目的】近年、ダイエットに関する情報が蔓延しており、低インシュリンダイエットもそのひとつである。GI 値の低いものを選ぶことは糖尿病の改善やダイエットに効果があると考えられている。

そこで、実際に GI 値の異なる食品が与える影響を調べるために、食事中の GI 値の異なる糖質を in vitro での糖質の消化性と人の体内での血糖値の上昇傾向の 2 つの点から GI 値の異なる食品が与える影響を検討することを目的とした。

【方法】　GI 値の高い食パン(91)と低いライ麦パン(58)を主食とした食事(食パン or ライ麦パンとスクランブルエッグ、サラダ、りんご、牛乳)と各単品(食パン or ライ麦パン)をサンプルとして、in vitro でのパンクレアチン（酵素）による糖質成分の消化性を見るため、それぞれの食事サンプルをホモジナイズし、酵素を作用させた後ジニトロサリチル酸法により還元糖量を測定した。また、健康成人女性 5 名を被験者としサンプル食を摂食させ、血糖値測定器（デキスターZⅡ）を用いて、0 分、30 分、60 分、90 分、120 分の計 5 回血糖値を測定した。

【結果】糖質の消化性実験では、4 種類の実験サンプルをホモジナイズし、試験管内で膵酵素のパンクレアチンを作用させた。パンクレアチンはプロテアーゼ、α-アミラーゼ、リパーゼ、トリプシン、キモトリプシン、カルボキシラーゼ、リボヌクレア-ゼなどを含み、糖質、たんぱく質および脂質を分泌する能力をもつものである。

パンクレアチンを作用させた後、ジニトロサリチル酸法でサンプル中の還元糖量を測定した。還元糖量が増加していることは、サンプル中の糖質の消化が進んでいることを表している。

4 種類のサンプルにおける還元糖量の経時的変化を図 1 に示した。　還元糖量の増加傾向は、食パン食事とライ麦パン食事の比較では差は見られず、また食パン単品とライ麦パン単品の比較でも差は見られなかった。しかし、食事と単品を比較すると、食事は単品より緩やかな増加傾向が見られ、糖質の消化が緩やかに進行したと考えられた。

血糖値測定では、耐糖能が正常な平均年齢 21.4 才の女性 5 名を被験者とした。12 時間絶食後、1 日 1 種類、各サンプルを摂取し、血糖値測定器（デキスターZⅡ）を用いて食後 0 分、30 分、60 分、90 分、120 分の計 5 回血糖値を測定した。

5 名の平均値を用いて、4 種類のサンプル摂取後の血糖値の経時的変化を図 2 に示した。30 分における血糖値の上昇傾向は食パン食事とライ麦パン食事の比較では、有意差は見られず、また食パン単品とライ麦パン単品の比較でも有意差は見られなかった。

一方、食パン食事と食パン単品の血糖値の経時的変化を比較したところ、両者とも 30

分で上昇し 120 分で同程度の値まで低下した。30 分における血糖値上昇傾向は、食事は単品よりも緩やかであった。ライ麦パン食事とライ麦パン単品についても同様の傾向が見られた。これより、食事と単品を比較すると食事は血糖値の上昇傾向が緩やかであるのに対して、単品では急激な上昇がみられることがわかった。

食事の場合は、単品だけを食べるよりも食事時間が長くなることや野菜などの食物繊維の影響で咀嚼回数が増えることで食べ物が消化され、血液中に糖として取り込まれるのに必要な時間が長くなり、血糖上昇傾向も緩やかになるのではないかということも食事で血糖上昇傾向が緩やかになる一つの要因として考えられた。

さらに血糖値の経時的変化には個人差が見られた。被験者 A の場合はライ麦パン食事摂取後の血糖値上昇傾向が他と比べて明らかに緩やかであり、GI 値の異なる食品が血糖値の変化に影響を与えていると考えられる。一方被験者 B は、ライ麦パン食事より食パン食事摂取後の血糖値上昇傾向が緩やかであり、またライ麦パン単品摂取後では特に急激な上昇が見られた。したがって GI 値の異なる食品が血糖値の変化に影響を与えていないと考えられる。

【結論】今回の 2 つの実験から、糖質の消化性・血糖値上昇に及ぼす影響については、食パンとライ麦パンの GI 値の違いが与える影響はあまり見られず、食事と単品を比較すると食事は単品より、還元糖量の増加傾向や血糖値の上昇傾向が緩やかであるという結果が得られた。この結果より、還元糖量の増加が緩やかなものほど、血糖値の上昇傾向も緩やかであり糖質の消化性と血糖値上昇には関連性があることが推察された。

したがって、ただ単に GI 値の低い食品を選んで摂取することよりも、食事全体のバランスに目を向け、主食・主菜・副菜を組み合わせて糖質の消化時間を延長することが血糖値の急激な上昇の抑制に効果的であるということが示唆された。

また、自分たちを被験者として実験を行ったことで、人を対象とする場合には個人差があることが明確になった。このことから、食事療法を行うにあたっては個人差のあることを念頭におき柔軟に対応していく必要があると考えられる。

図１

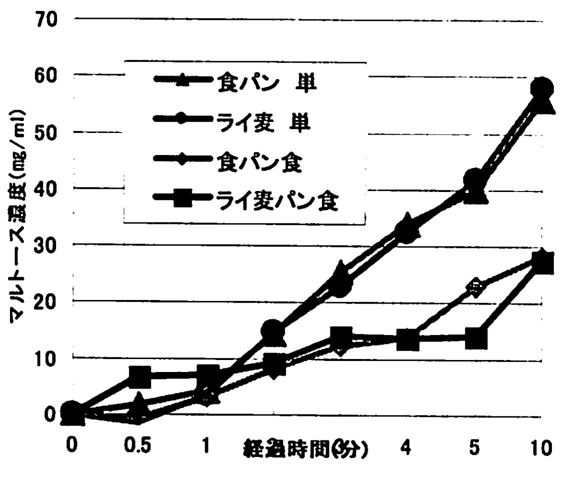
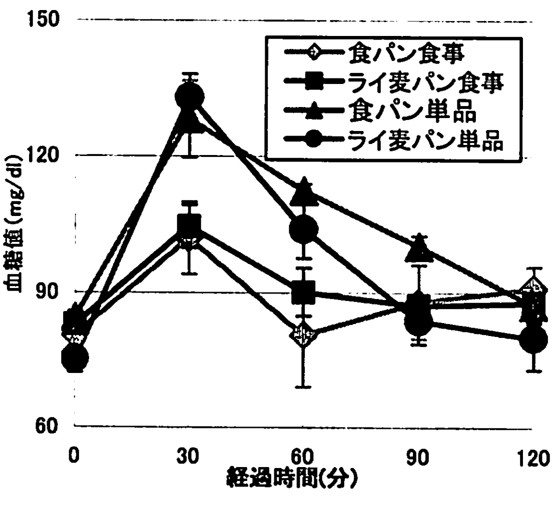



図２



## (5－10)健常女子学生における

## 食事中の食物繊維含有量の違いによる血糖曲線への影響

恩田　理恵　(聖徳大学人文学部人間栄養学科)

【目的】これまでの GI の研究は、欧米型の食生活を中心として単品の食品における研究がすすめられてきた。しかし、様々な食品を組合せ、かつ主食、主菜、副菜という料理の組合せからなる日本型の食生活への GI の研究は少なく、肥満や糖尿病の栄養・食事療法への活用が確立されていない。一方、食後の血糖値の上昇を抑制する因子として様々な食品があげられているが、なかでも食物繊維は、健常者、糖尿病患者ともに糖質の吸収を穏やかにし食後の血糖上昇を抑制することが知られている。そこで、本実験では、食物繊維の血糖値の上昇抑制効果が食事としての形態で摂取した際に、重量および食物繊維の種類が健常者の血糖曲線にどのような影響を与えるかを検討することを目的とした。

【方法】 被験者　被験者は健常女子学生 11 名とした（年齢 23±6 歳、BMI19.4±0.8kg/m²、体脂肪率 23.0±2.1%）。実験食　実験食は、糖尿病食事療養のための食品交換表の 1600kcal を参照し、1 食の内容を表１　3 単位、表２　0.5 単位、表３　1 単位、表５　0.5 単位、調味料 0.5 単位を基本とし、通常の食品のみの使用で食物繊維量を 4.0ｇ、13.0ｇに調整した食事を普通食Ａ、Ｂとした。さらに水溶性食物繊維としてパインファイバー30（松谷科学工業㈱）を使用し食物繊維量を 4.0ｇ、13.0g に調整したパインファイバー食Ａ、Ｂを作成した（Table 1）。実験実施　試験前日は、被験者には 21 時までに夕食を摂取してもらい、飲酒や運動は禁止した。実験日当日は実験前に体重、体脂肪を測定し体調等を確認し、前日の食事時間、食事内容等を記録した。空腹時の血糖値を測定後、実験食を摂取させ、15 分、30 分、45 分、60 分、90 分、120 分の計 7 回の血糖値を測定した（メディセーフリーダーGR-101（テルモ

Table 1 実験食の献立と栄養価

| 実験食 | | 普通食A | 普通食B | パインファイバー食A | パインファイバー食B |
|---|---|---|---|---|---|
| 献立 | | ご飯<br>みそ汁<br>(じゃが芋)<br>厚焼き玉子<br>煮物(野菜)<br>バナナ | ご飯(米+麦)<br>みそ汁<br>(かぼちゃ)<br>厚焼き玉子<br>煮物(ひじき)<br>キウイフルーツ | ご飯<br>みそ汁<br>(じゃが芋)<br>鮭の蒸し焼き<br>野菜炒め<br>オレンジ | ご飯<br>みそ汁(じゃが芋)<br>+パインファイバー<br>鮭の蒸し焼き<br>野菜炒め<br>オレンジ |
| 食品交換表 | 表1 | 3.0 | 3.2 | 3.0 | 3.0 |
| | 表2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | 表3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | 表5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| | 表6 | 0.3 | 0.8 | 0.5 | 0.5 |
| | 調味料 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 0.3 |
| 水溶性D.F.(g) | | 0.9 | 6.4 | 1.0 | 1.0+9.0 |
| 不溶性D.F.(g) | | 3.5 | 6.9 | 3.3 | 3.3 |
| 食物繊維(g) | | 4.3 | 13.5 | 4.3 | 13.3 |

㈱）を使用)。各実験は、日本GI研究会のプロトコールに準じ、1食につき各被験者2回以上の測定を行った。

【結果】　普通食Aと普通食Bの比較では、食事摂取後15分、30分，45分の血糖の上昇幅が普通食Bでは、普通食Aより有意に低値を示した。また、普通食Aと比較し普通食BのIAUCは有意に低値を示した(Figure 1)。パインファイバー食A、Bの比較では摂取後30分の血糖上昇幅は、有意差は認められなかったもののパインファイバー食Bで低値傾向にあった。2種類のパインファイバー食のIAUCには有意な差が認められなかった。

【考察】エネルギー量をほぼ同値にし、食物繊維量を調整した普通食Aと普通食Bの比較では、食物繊維量が多い普通食Bにて食後15分から45分までの血糖値の上昇が有意に低値を示したことにより通常の食品による食物繊維量の増加によって血糖値の上昇抑制に効果があることが示唆された。一方、一般的に食物の消化管移動速度を低下させ、グルコースの吸収速度を低下させるといわれる水溶性食物繊維をパインファイバーにより調整したパインファイバー食Bでは、血糖上昇幅は食後30分で低値傾向がみられたが、IAUCに有意な差が認められなかった。血糖の上昇には様々な因子が関連するが、摂取する食物繊維の量だけでなく水溶性および不溶性食物繊維量のバランスの影響や、栄養機能性食品の使用ではその有効量についても検討が必要なのではないかと考えられた。

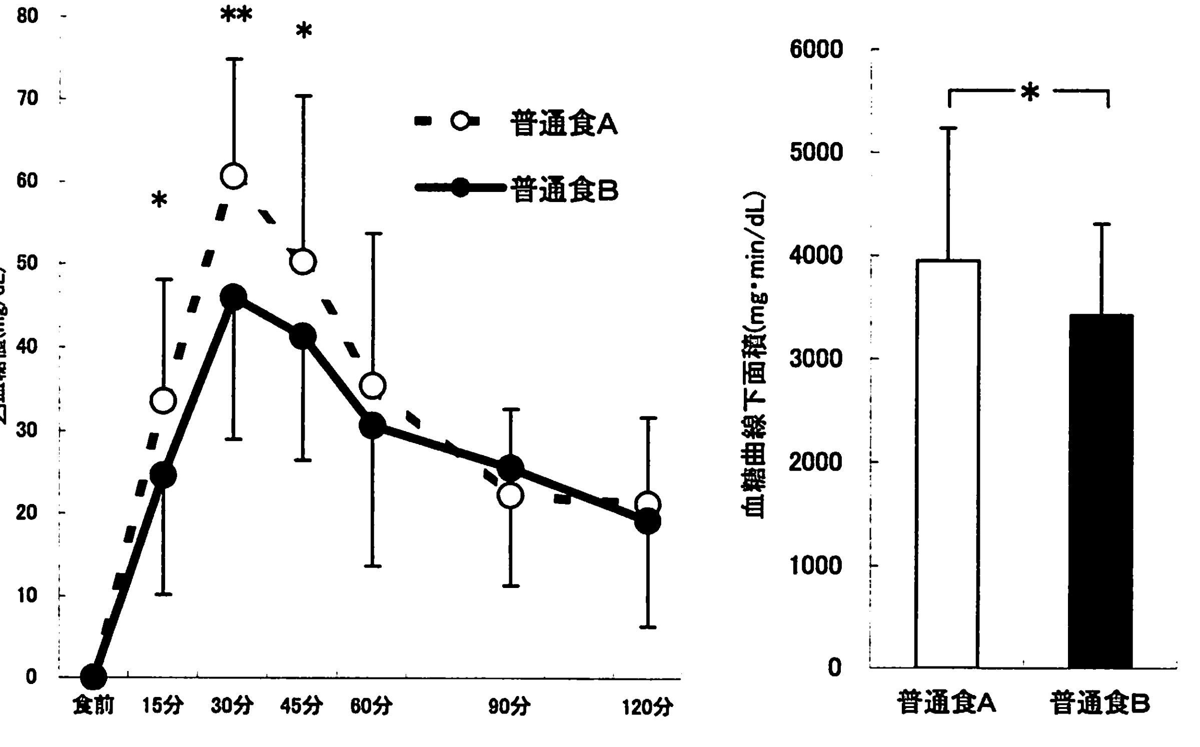



Figure　1　普通食A、Bの血糖曲線と血糖曲線下面積
平均±標準偏差　＊＊P<0.01　＊P<0.05

# (5 − 11) The low GI diet: another fad or the best science-based diet ever

*Professor Jennie Brand-Miller*

Human Nutrition Unit, School of Molecular and Microbial Biosciences, The University of Sydney, Australia

While low-fat, high-carbohydrate diets were successful in the research setting, they failed as a public health strategy. Higher carbohydrate intake, particularly of high glycemic index (GI) carbohydrate, has gone hand in hand with dramatic increases in obesity, type 2 diabetes, pre-diabetes and the metabolic syndrome (1-3). Postprandial hyperglycaemia, insulin resistance and impairments in insulin secretory function are now common, even in the young, making the current context greatly different to that which existed 20 years ago (4, 5). Identifying simple, cost-effective dietary strategies for prevention and management is a matter of urgency, yet controversial. The quantity and quality of carbohydrate are at the centre of the debate.

The weight loss 'landscape' is changing rapidly too. Intervention studies are showing that reducing the proportion of energy derived from carbohydrate (6, 7) or reducing the GI of the carbohydrate (8, 9) improves either the rate of weight loss or cardiovascular risk factors, including total and LDL-cholesterol (10) and insulin sensitivity (11). The proposed mechanisms include higher satiety (12), higher metabolic rate (13) and reduced postprandial glycemia and/or insulinemia (14).

While diets with a lower glycemic load can be achieved by various strategies (eg lowering the GI of the carbohydrate or reducing carbohydrate intake at the expense of higher protein or fat intake), the metabolic and physiological consequences are NOT the same (9). Reducing the GI of the carbohydrate without changing the macronutrient ratio, is arguably the optimal strategy because it is simple ('that for that') and often matched with higher intake of wholegrains (with coincident micronutrients), greater food volume and higher satiety - factors which minimize the chance of weight re-gain. Moreover, changing the quality of carbohydrate rather than the quantity avoids the risk of insulin resistance and passive over-consumption that can accompany high mono-unsaturated fat diets. And unlike high protein diets, low GI diets are ethnically and culturally sensitive and easily adopted by vegetarians and low-income groups.

Most importantly, low GI diets appear to 'press the right buttons' ie fire the imagination and motivate individuals, young and old, to adopt a diet that happens to be a healthy one. Avoiding the 'sugar-highs, sugar-lows', feeling 'fuller for longer' or providing 'slow-release energy' for improved physical and mental performance, are concepts that have intrinsic appeal to many people. The media has played an important role in popularising the GI and handled the science and practicalities of low GI diets responsibly. It may not be an exaggeration to say that for the first time in modern history, a popular diet and a healthy diet have intersected. As health professionals and members of the food industry, we have an unparalleled opportunity to use 'the latest fad' to improve the health of a nation.

**References**

1. Gross L, Li L, Ford E, Liu S. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: a ecologic assessment. Am J Clin Nutr 2004;79:774-9.

2. Liu S, Willett W, Manson J, Hu F, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. Am J Clin Nutr 2003;78:920-7.

3. A McKeown NM, %A Meigs JB, %A Liu S, %A Saltzman E, %A Wilson PWF, %A Jacques PF. Carbohydrate Nutrition, Insulin Resistance, and the Prevalence of the Metabolic Syndrome in the Framingham Offspring Cohort. Diabetes Care 2004;27:538-46.

4. Dunstan D, Zimmet P, Welborn T, et al. The rising prevalence of diabetes and impaired glucose tolerance. Diab Care 2002;25:829-34.

5. Alberti G, Zimmet P, Shaw J, Bloomgarden Z, Kaufman F, Silink M. Type 2 diabetes in the young: the evolving epidemic. Diabetes Care 2004;27:1798-811.

6. Yancy W, Olsen M, Guyton J, Bakst R, Westman E. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia. Ann Intern Med 2004;140:769-77.

7. Stern L, Iqbal N, Seshadri P, et al. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomised trial. Ann Intern Med 2004;140:778-85.

8. Ebbeling C, Leidig M, Sinclair K, Hangen J, Ludwig D. A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity. Arch Pediatr Adoles Med 2003;157:773-9.

9. McMillan J, Atkinson F, O'Neill K, et al. Glycemic index, glycemic load and weight loss: a comparison of 4 diets of varying glycemic load: University of Sydney; 2005.

10. Sloth B, Krog-Mikkelsen I, Flint A, et al. No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. Am J Clin Nutr 2004;80:337-47.

11. Rizkalla S, Taghrid L, Laromiguiere M, et al. Improved plasma glucose control, whole-body glucose utilization, and lipid profile on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic men: a randomized controlled trial. Diab Care 2004;27:1866-72.

12. Warren J, Henry J, Simonite V. Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. Pediatrics 2003;112:414-9.

13. Pereira M, Swain J, Goldfine A, Rifai N, Ludwig D. Effects of a low–glycemic load diet on resting energy expenditure and heart disease risk factors during weight loss. JAMA 2004;292:2482 - 90.

14. Brynes A, Edwards M, Ghatei M, et al. A randomised four-intervention crossover study investigating the effect of carbohydrates on daytime profiles of insulin, glucose, non-esterified fatty acids and triacylglycerols in middle-aged men. Br J Nutr 2003;89:207-18.

# 第7回日本Glycemic Index研究会　一般演題募集要項

1．申込方法及び申込期限

申し込みはEメールまたは郵送のみとします、平成20年4月12日（土）午後5時までに必着として下さい。

2．申込演題の送付先　　Eメール：s_hayashi@jikei.ac.jp

郵送先：125－8506　東京都葛飾区青戸6－41－2

東京慈恵会医科大学附属青戸病院　栄養部　林　進迄

3．送付内容

Eメールの場合は、下記の演題申込フォームに添って入力し送信下さい。郵便による郵送については、演題申込フォームに添って入力したFDと、印刷したものを合わせて送付下さい。

演題申込フォーム

第7回日本Glycemic Index研究会　御中　　平成　年　月　日

1.発表者の氏名（全角日本語）→大川　武

2.発表者の氏名のふりがな（全角ひらがな）→おおかわ　たけし

3.発表者の所属住所の郵便番号（半角英数字）→125－8506

4.発表者の所属住所→東京都葛飾区青戸6－41－2

5.発表者の所属名（全角）→東京慈恵会医科大学附属病院 栄養部

6.発表者の所属電話番号（半角英数字）→03－3603－2111

7.発表者の所属FAX番号（半角英数字）→03－3601－9600

R1-1.連名者の氏名（全角日本語）→柳井　一男

R1-2.連名者の氏名のふりがな（全角ひらがな）→やない　かずお

R1-3.連名者の所属名（全角）→東京慈恵会医科大学附属病院 栄養部

R2-1.連名者の氏名（全角日本語）→濱　裕宣

R2-2.連名者の氏名のふりがな（全角ひらがな）→はま　ひろのぶ

R2-3.連名者の所属名（全角）→東京慈恵会医科大学附属青戸病院 栄養部

（以下のnは連名者最大数）

Rn-1.連名者の氏名（全角日本語）→○○　○○○

Rn-2.連名者の氏名のふりがな（全角ひらがな）→○○　○○○

Rn-3.連名者の所属名（全角）→○○○○○○○○○○○

8.演題名（全角で50文字以内）→食品の組み合わせにおける血糖上昇（GI）の違い

9.抄録（全角で1400文字以内とする。英数字や英数文字は半角にし、50文字×28行を目安にしてください。）

抄録は［目的］、糖尿病を始めとする生活習慣病を予防・・

［方法］、今回10名を被験者にして糖質・・

［結果］、同じ量の糖質を摂取しても、食品により血糖値の上昇率が違う・・

［結論］、等を入れてください。

## ＧＩ研究のための統一プロトコール（統一手法）

ＧＩ評価表はJenkinsとWoleverらにより国際的標準化が行なわれ、この手法に準拠し日本では杉山・若木らが先行で研究された。本研究会では、この杉山・若木らの手法を統一プロトコールとすることが第1回日本ＧＩ研究会（2002年7月開催）で合意され、今後当分の間本研究会のＧＩ共同研究に参画する場合には、このプロトコールの追従のもとで行なうことが推奨された。以下はＧＩ研究のための統一手法である。

### １．被験者

1グループ10名、20～50歳、ＢＭＩが30以下、過去1年間の検査で耐糖能異常がないこと。
降圧剤など薬剤の服用がないこと。
事前にヘルシンキ宣言に則ったインフォームドコンセントを行ない、了承を得ていること。
前日の検査より1日以上経過していること、生理期間中は未実施とする。

### ２．検査前日

過激な運動を控える、午後8時以降は食事を摂らない。
暴飲暴食・多量の飲酒・夜更かしを避ける。
検査前日・検査前・検査中に体調が悪くなった場合は、検査を延期または中止する。

### ３．検査当日

朝食を摂らない。
午前7～9時に実施（開始）する。
摂取前に指をアルコールで消毒し、よく乾かし空腹時の血糖（1回目）を測定（どの指でも可）する。空腹時血糖が70から110以内であれば測定可能。
基準食及び検査食の摂取時間は5～10分で行ない、一口30回程度噛む事。
測定中は喫煙を避け、静かな立ち仕事や座位の仕事程度にする。
摂取開始（食べ始めて）から15分（2回目）・30分（3回目）・45分（4回目）・60分（5回目）・90分（6回目）・120分（7回目）の血糖を測定する。

### ４．基準食

包装米飯（ｻﾄｳのご飯、新潟産コシヒカリ100%、147ｇ）を2回行い、血糖上昇下面積の差が25%以内であれば可能、平均し基準値とする。25%以上の場合、3回行いその中より25%以内の値を平均し基準値とする。
摂取時の水分は、白湯または水150cc程度とする。
摂取後は検査終了まで絶飲食とする。

### ５．検査食

炭水化物（食物繊維を含まない）を50ｇに合わせ、主に主食となる食品、単品であれば、スパゲッティ、日本そば、うどん、餅、粥、パン等。混合食であれば、豆ご飯、赤飯、炊込みご飯、カレーライス、寿司めし、オムライス、チャーハン、カツ丼、天丼、牛丼、シリアル＋牛乳等。その他、糖質含量の多い食品として、果物類、菓子類、嗜好品、缶詰製品等、検査食は各研究グループに任せる。

6．検査機器

簡易採血機で自己採血を行い、自己血糖測定器（三和化学、ｸﾞﾙﾃｽﾄｴｰｽ等）で測定する。

ＧＩの求め方（図 1・2)

**図1**

**GIは、分母に基準食（ブドウ等や米飯）のIAUC、分子に検査食のIAUCで比べる**

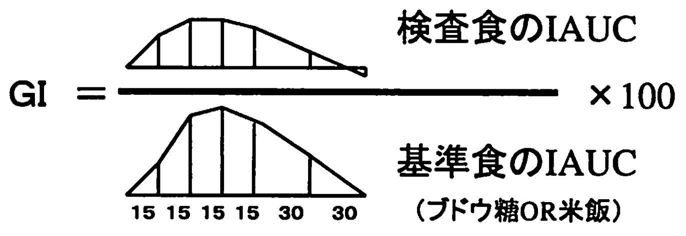
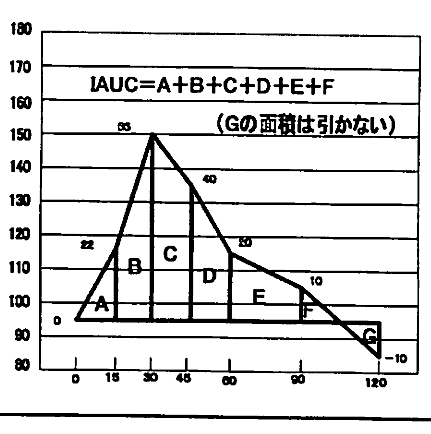



**図2　血糖上昇曲線下面積(IAUC)の求め方**

**空腹時血糖95(0)、15分値117(22)、30分値150(55)、45分値135(40)、60分値115(20) 90分値105(10)、120分値85(－10)の場合、空腹時血糖を0とし、各ブロック毎に面積を計算し合算する**




**計算式**

A＝　22　×　15　÷　2　＝　165

B＝　(22+55)×　15　÷　2　＝　577.5

C＝　(55+40)×　15　÷　2　＝　712.5

D＝　(40+20)×　15　÷　2　＝　450

E＝　(20+10)×　30　÷　2　＝　450

F＝　10　×　15　÷　2　＝　75

合計＝ 2430

Gはマイナスとなったため、引かない

終わりに

日本ＧＩ研究会は、毎年7月に東京慈恵会医科大学（東京都港区）で開催されているが、本研究会の主旨に賛同し、沢山の方が同じ手法で研究され、その成果を本研究会で発表していただくことを希望したい。

# 日本 Glycemic Index 研究会会則

（名称）
第１条　本会は日本Glycemic Index研究会（略称：日本ＧＩ研究会）と称し、英文ではJapanese Association for the Study of Glycemic Index（JASGI）を用いる。

（目的）
第２条　本会はわが国において入手可能な食材、食品、食事について、Glycemic Index の観点からの研究の推進をはかり、その成果を広く啓蒙することにより、わが国における国民の健康増進に寄与することを目的とする。

（事業）
第３条　本会は前条の目的を達成するために次の事業を行う。
（１）　学術集会等の開催
（２）　その他、当研究会の目的を達成するために必要な事業

（会員）
第４条　本会の会員は次の通りとする。
（１）正会員　本会の目的に賛同し、研究集会に参加し、規定の参加費を納入した個人
（２）その他、本会が認めた者

（役員）
第５条　本会には次の役員をおく。
幹事　５名以上１０名以内〔うち代表幹事１名、常務幹事（若干名）〕
年次学術集会長　１名
監事　２名

（役員の選出）
第６条　幹事（代表幹事、常務幹事を含む）は、幹事会が正会員の中から推薦し、総会で選任する。
２　幹事は互選で代表幹事を定める。
３　常務幹事は会長が幹事の中から推薦し、総会で選任する。
４　年次学術集会長は幹事会が正会員の中から推薦し、総会で選任する。
５　監事は幹事会において正会員の中から推薦し、総会で選任する。

（役員の任期）
第７条　役員の任期は２年とし、再任を妨げない。　ただし、年次学術集会長の任期は１年とし、再任は認めない。

（会計）
第８条　本会の運営は参加費その他の収入をもって充てる。
２　本会の会計および事業年度は毎年４月１日にはじまり、翌年３月３１日に終わる。

（会則）
第９条　本会則を変更するときは、幹事会の議を経て、総会の承認を得るものとする。

（事務局）
第１０条　本会の事務局は当分の間、東京慈恵会医科大学附属病院栄養部内に置く。

（付則）
１．本会則は平成１４年７月２０日より施行する。
２．本会の会費は次の通りとする。
研究会における参加費をもって会費とする。

改定　平成17年7月17日

# 第5回 日本GI研究会 協力企業・病院一覧

株式会社 三和化学研究所
日本エヌエスシー株式会社
田辺製薬株式会社
立川中央病院
新生食品株式会社
東京中央食品株式会社
アークレイ株式会社
ノバルティス ファーマ株式会社
アボット　ジャパン株式会社
旭化成ファーマ株式会社
日研化学株式会社
ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
株式会社 メディカルメイト
テルモ株式会社
株式会社 ブルボン
キッセイ薬品工業株式会社

*第5回日本Glycemic Index研究会 記録集*

2007年3月31日 発行

編　者　日本Glycemic Index研究会
発行者　田中　照二
事務局　東京慈恵会医科大学附属病院　栄養部
105-8471　東京都港区西新橋3-19-18
Tel. 03-3433-1111 (内) 5350　Fax 03-5400-1389
印刷所　*株式会社 鈴鹿システックス*
105−0003
東京都港区西新橋3−24−1　Tel 03(5777)6717