

学術フロンティア発足シンポジウム

日本女子体育大学体育学部附属基礎体力研究所開所15周年記念シンポジウム
—学術フロンティア推進事業「運動時の循環調節研究」の学術拠点形成を目指して—

日 時：2004年10月23日（土）

基調講演：運動時の循環調節

—基礎体力研究所15年の成果と学術フロンティア「運動時の循環調節」共同研究プロジェクトの発足について—

加賀谷淳子（研究代表者；日本女子体育大学学長）

研究発表：学術フロンティア推進事業；運動時における循環調節機構の統合的解明

—スポーツによる健康・体力づくりプログラムの構築に向けて—

「運動時の腹部内臓の血流動態」 定本 朋子

「Effects of muscle exercise on prefrontal cortex oxygenation monitored by
near infrared spectroscopy」 Valentina Quaresima

「Technical developments of near-infrared devices for studying oxygenation
and hemodynamics in brain cortex and skeletal muscle」 Marco Ferrari

「運動時の腹部内臓の血流動態」 齊藤 満

「運動単位の動員状態からみた運動特性」 加茂 美冬

「運動時の心拍出量の変化と各種血管への血流分配」 清水 静代

「心臓血管系患者の血流プロファイル」 長田 卓也

特別講演：Future perspectives in the study of circulatory regulation during exercise

Richard L. Hughson (University of Waterloo, Canada)

<第 15 回基礎体力研究所研究フォーラム>

基調講演

運動時の循環調節
基礎体力研究所 15 年の成果と
学術フロンティア「運動時の循環調節」
共同研究プロジェクトの発足

日本女子体育大学 加賀谷淳子

1. はじめに

日本女子体育大学体育学部附属基礎体力研究所が設置（1989年11月）されて以来15年が経過した。設立の趣旨と研究所への期待（宇土，前田，山川，1991）を踏まえて、「体力の基礎的研究，体力の維持・増進並びに競技力の向上に関する施策や方法を開発すること」を具体的目的として，4つの研究プロジェクトを掲げ，学内外の研究者と共同研究を進めてきた。研究所のコンセプトは「デパートメントストアではなく，専門店」を目指すことであった。また，「研究の成果を実践現場へ，実践現場で得た課題を実験室へ」をキーワードとし，基礎的研究によってヒトの身体運動のメカニズムを解明すること（プロジェクト1）と，そこで得たエビデンスを基に最終的にはスポーツや健康の実践現場の課題解決に貢献することであった。実践的課題のプロジェクトには，「子どもの身体特性に関する研究」（プロジェクト2），「中高年者のための運動処方に関する研究」（プロジェクト3）及び「女子競技選手の身体特性に関する研究」（プロジェクト4）がある。

開所5年間（1989-1994年）は，研究所の“体力”すなわち“研究能力”を高めるために努力し，その後の5年間（1995-2000年）は本研究所の独自性に特化した研究成果を上げることに全力を注いだ（図1）。この間の研究成果概要は開所10周年にあたって報告されている（加賀谷，2000）。その段階において，運動時の

循環調節について基盤となる研究を10年間行ったことにより，研究所としての“体力”が応用的研究を実施できるレベルに向上したと感じられた。そこで，今後は応用的・実践的研究も推進する必要があることが報告されている。

それから今日までの5年間（2001-2004年）は，それまでの研究成果を生かして，実践的研究を強化し，同時に学内競技選手のサポートにエネルギーを注いだ（紀要参照）。そして，あらたな5年のステップを踏み出そうとしていた2004年度に，文部科学省私立大学教育研究高度化推進事業学術フロンティア推進事業に本研究所のプロジェクトが採択された。

本稿では，開所15周年を迎えた基礎体力研究所の最近5年間の研究活動と今後5年間に取り組む予定の学術フロンティア共同研究プロジェクトについて報告する。

2. 実践的研究の促進

1) 高齢者の生活機能維持に必要な身体運動に関する共同研究—科学技術振興調整費による高齢者プロジェクトへの参加—

21世紀の高齢社会において，身体活動の実施が高齢者の健康や生活機能維持に如何に効果的かについて確かな科学的根拠を示し，さらに実践できる提案をするという本プロジェクトは1999年から2004年まで，21世紀の幕開けを挟んで6年間続けられた。これは，筑波大学（代表：村上和雄元筑波大TARAセンター長）が

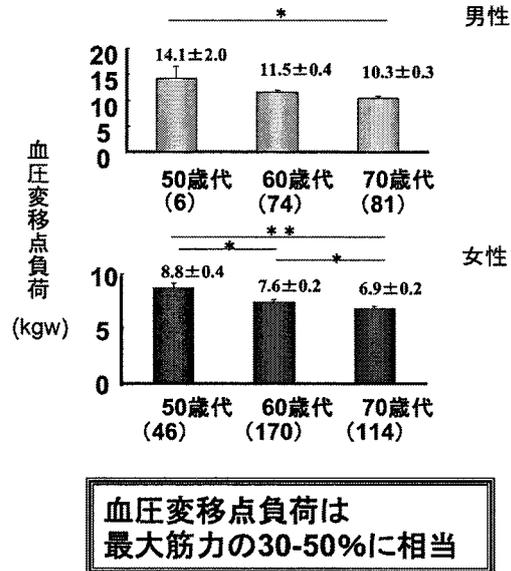
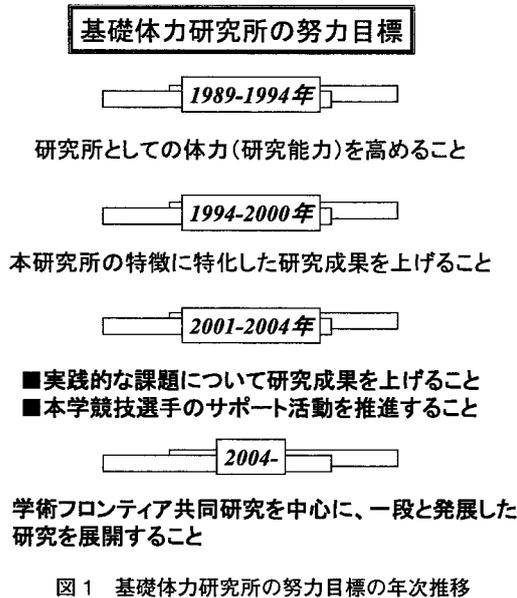


図2 高齢者の上肢作業能の加齢変化 (加賀谷ら, 2003)

中心となり、多数の大学や研究機関が共同で取り組んだ大型研究であった。茨城県大洋村や埼玉県小鹿野町をフィールドとし、科技厅の振興調整費の補助を受けて行われた本プロジェクトは、後に、学術の枠内に留まらず、行政への政策提案や一般国民の運動にも大きな影響を与える成果をあげた。このプロジェクトにおいて、本研究所の研究チームが担当した課題「高齢者の上肢ワークキャパシティ」について研究成果をあげ得たことは研究所にとってエポックメイキングとなった。

本研究チームは、上肢運動時の血圧が急上昇する負荷の加齢変化を調べた。対象者(50-90歳の男女)は6年間で1,223名に達した。その結果、それが加齢と共に低下すること(図2)、高い負荷での血圧上昇度は高齢者では大きいことが明らかになった。得られたデータに基づき血圧変移点負荷の性年齢別基準値を作成することができた。また、血圧変移点負荷の低下は、高齢者が低強度の規則的な身体活動を継続すると、抑制できることが明らかになった。これらの結果は、上肢の作業能は高齢者でも低下しないというこれまでの知見に反するものであり、

精神活動と直結する上肢の運動の重要性と高齢期における上肢運動の意義を示すものであった。

加齢による血圧変移点負荷が低下する背景には、血管の器質的変化が上げられる。本研究チームは上腕動脈、総頸動脈の血管径や血流速度および総頸動脈の内中膜複合体の加齢変化についても貴重なデータ(図3)を取得し、動脈硬化に関与する血管の器質的・機能的変化は身体運動の実施によって抑制できることを示すことができた。また、研究所兼任研究員であった赤羽多美子先生のアイデアから、高齢者向けの上肢運動プログラムの提供も行った(加賀谷, 2003)。

2) 高齢者の運動に関する地域や産業との連携

大洋村をフィールドとした研究は、大学近隣の人々にも注目されることとなり、三鷹市老人クラブ連合との共同事業が始まった。三鷹市における大規模な高齢者の健康増進講座へ、運動を科学する専門家の立場で協力して欲しいとの要請を受けたのは2002年のはじめであった。

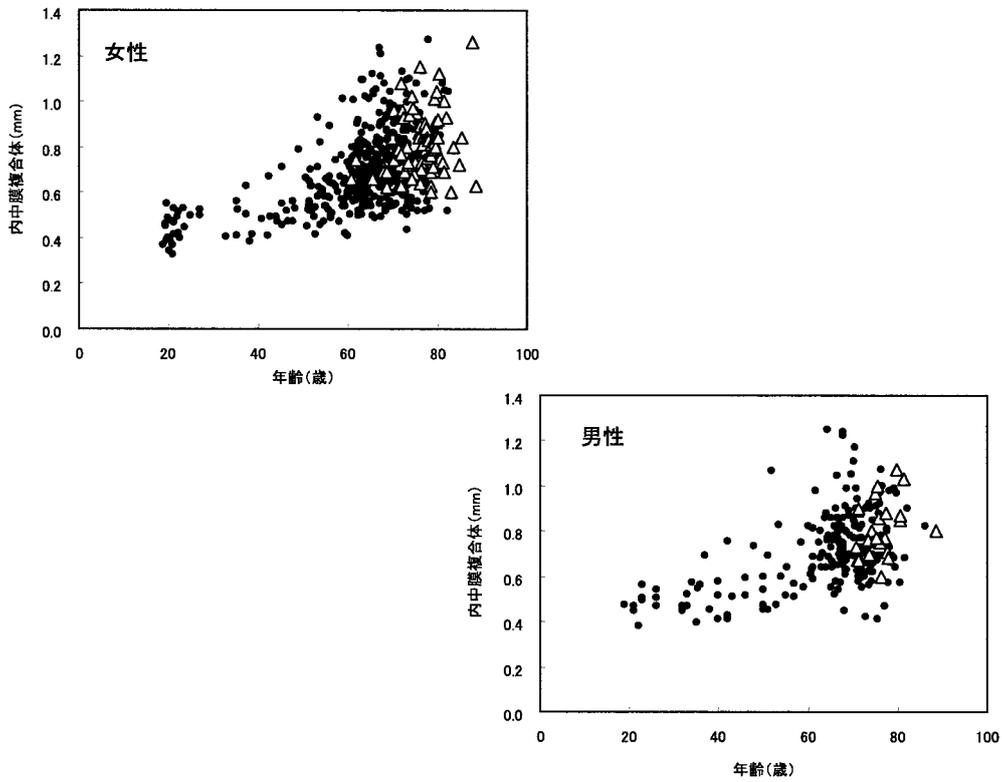


図3 総頸動脈の内中膜複合体にみられる加齢変化 (清水ら)

そこで、「身体虚弱者・高齢者の運動懇談会」を学内に立ち上げ、この問題に関心を持つ教職員と研究所のスタッフが、1日100-200名の高齢者（後期高齢者を含む）に日常生活行動能力や健康度チェックを実施するという大変な仕事を始めることになった（図4）。本事業は老人クラブ連合（会長花岡氏）の担当者が体協や体育指導員と一緒に運営し、事前に医師によるヘルスチェックを受けて、救急救命士、看護師が見守る中で、細心の注意を払って測定が行われてきた。データは分析後、一人一人にフィードバックされて、生活に役立つようなアドバイスがなされている。三鷹市老人クラブ連合のこの事業に対して、健康増進施策を推進する三鷹市（清原市長）の関心が高く、本学が三鷹ネットワーク大学の立ち上げ準備当初からかかわるきっかけとなった。

さらに、この仕事は、烏山周辺に住む中年の



図4 三鷹市での高齢者健康増進事業実施風景
(測定について説明を受ける参加者たち)

スポーツ愛好者（科学研究費補助）や印刷会社で働く社員の健康度チェック等 5 の仕事（総務庁補助）にも広がり、学内の先生方と共同して地域や産業の健康増進の一端に貢献できたと

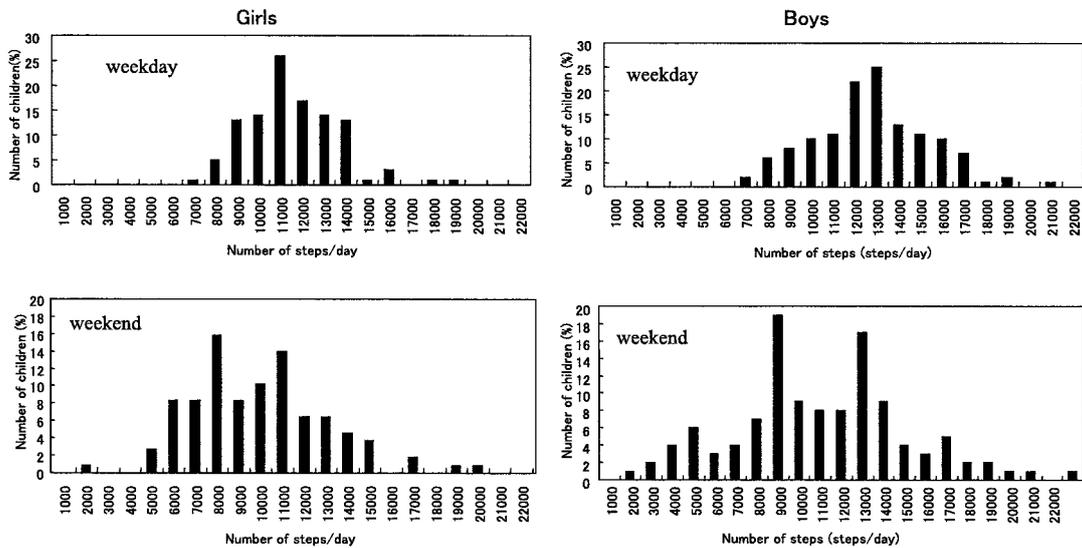


図5 幼児の歩数の分布（加賀谷ら）
平日(上)と休日(下)の分布を女兒(左)と男児(右)で比較した。

思う。図3には、このようにして得られたデータも含まれている。研究所がこのようなプロジェクトの中で、中核的役割を果たすことができるようになったことは、研究所創設当時の前田充明理事長の「研究所は学内の先生方の研究拠点となるよう」との希望にも沿うものであった（前田，1991）。

3) 子どもの健康と運動に関する共同研究

本研究所は開所当初から「子どもの遊びや日常的な身体活動」には関心をもって研究してきたが、研究が加速したのは厚生科学研究による共同研究（班長；村田光範 東京女子医科大学教授，当時）であった。本研究所が担当したのは、「子どもの身体活動量を測る」ということであり、観察法（タイムスタディ等）、生理学的測定法（心拍数，酸素摂取量等）、物理学的測定法（加速度，歩数等）について、幼児を含む子どもに適切な装置や方法の検討を行った。それぞれ長短あって、絶対的な方法はなく、目的にあわせて選ぶこと，できれば複数の方法を併用することが望ましいこととの結論であった。本研究所では，身体活動量の減少に伴う子どもの体力低下を阻止するために，子どもの身

体活動量の目標値を設定することを目的としてきた。現段階では，図5のような歩数による結果を踏まえて，下記のような提案を行った（加賀谷ら，2003）。今後，生活環境，ライフスタイルの異なる子どもたちについて多数のデータ収集を行い，子どもの身体活動量の目標値を明確に示すことが必要である。

活動的な生活を目指した子どもの運動量の目標値（試案）
 幼児から小学生 歩数 12000-14000 歩/日
 中学生 歩数 14000 歩/日以上

一方，新体力テストの作成（文部科学省；研究代表者青木純一郎；順天堂大学教授）や子どもの体力低下予防に関する研究の推進（科研費；研究代表小林寛道；東京大学教授）プロジェクトにおいても，本研究所は，子どもの最大酸素摂取量や末梢血流，血管研究から貢献した（加賀谷ら，2003）。

しかし，子どもの身体活動の問題は，年々重要になっており，国をあげて取り組むべき課題であるとの認識が高まっている。今後も研究所が継続して取り組む課題である。

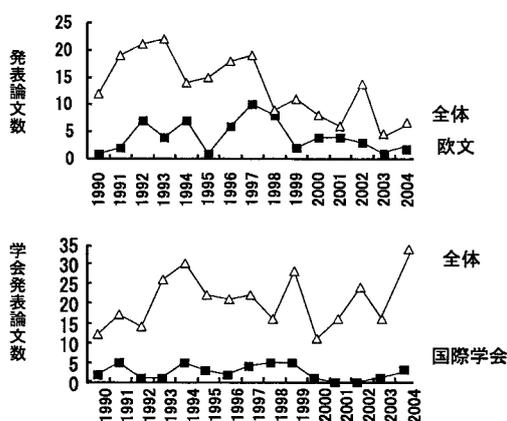


図6 研究成果の年次推移
発表論文数と学会発表数.

4) 本学競技選手の体力科学的サポート

本学に研究所を設立した目的のひとつに、本学競技選手の競技力向上に役立つ「科学的サポートを行う」ことがあった。当初、研究所スタッフとこの問題に関心をもって兼任研究員となった教員がその都度、努力してきたが、人的制約の中で、目標としたサポートは困難であった。幸い、学園・大学の理解が得られ、1999年11月から、技術職員（嘱託）が1名採用され、2000年から指定強化部の体力科学的サポートが開始された。これまで、バスケットボール部、新体操部、バレエ部、陸上競技部等がそれぞれ独自の体力測定を要請し、選手強化を第一優先に考えた事業が展開されている。現在では定期的に体力測定を実施している運動部もあり、監督・コーチの側からは如何に研究所を利用するか、研究所スタッフからは如何に役立つデータを出すかについて智恵を出し合っている。国立スポーツ科学センターがオリンピック選手の活躍に科学の力を発揮したように、本学においても、本研究所の機能を発揮して、本学選手の競技力が飛躍的に向上する日がくることを願っている。

5) 研究所 15 年間の研究成果の推移

研究成果を論文数だけで評価することはできないが、それでも研究活動の一面を評価するも

のであることに異論はないと思う。そこで研究所発の研究成果を発表論文数で、研究活動の活発度を学会発表数から検討した（図6）。兼任研究員、客員研究員を含む研究所スタッフの数は年によって異なるが、ここでは総数で示した。

ここ5年間の学会発表数（全体）をみると、変動しながらもそれ以前と同レベルを保っている。それに対して、国際学会発表数、欧文・和文の論文発表数はいずれも漸減した。すなわち、この数年間の研究活動は、データ収集から学会発表までは以前通りであったものの、残念ながら、論文としての成果発表については満足できるレベルにはなかったことが示されている。その理由はいろいろあろうが、ひとつは、研究所の研究責任者である担当教員が短期間に3人も交代したことであり、筆者もその責任を感じている。もうひとつの理由は、長期間にわたるフィールドワーク（高齢者；6年、幼児・子ども；8年）を実施したことである。発表論文数の減少は必ずしも研究所スタッフの研究活動の低下によるものではなく開所10年を一区切りとして、この5年間はフィールドワークにエネルギーを注いだことが大きな原因であったろう。多くのスタッフを擁する研究所であれば、実験室研究とフィールドワークを併行することが可能であるが、本研究所のように極めて小さな規模の研究グループでは非常に困難な状況であった。本研究所では、兼任の研究所長の元に、兼任教員1名、専任助手1名、新たに増員された技術職員1名、兼任事務員1名が日常的な研究所活動の担い手である（学内の兼任研究員や学外からの客員研究員はそれぞれの研究を実施している）。したがって、大規模なフィールドワークの実施とデータ整理、データのフィードバック、研究報告書の作成等にスタッフ全員が多大な時間を費やした。この時期、研究所研究室に所属した大学院生および学部生の献身的な活動がなければ、この数年の研究活動は成り立たなかったと思う。共同研究に参加して得たものは極めて大きかったが、一方、論

文作成にける時間が激減したのも事実である。研究の現場担当者として、結果(学術論文)が不満足であることに自責の念にかられつつ、そこに透けて見える研究所若手スタッフの日夜の努力がいかに大きかったかを、感謝を込めてここに報告しておきたい。

しかし、このような状況の中で、研究所若手研究者が学会賞を受賞したことは、研究の質を保証された感があって喜びは大きかった。受賞論文と受賞者を下記に記す。

清水静代(受賞時:助手), 本間幸子, 加賀谷淳子: 2002年度日本体力医学会賞

片側および両側掌握運動に対する心拍出量と活動体肢血流量の応答. 体力科学 50 (5) : 633-642, 2001.

木村有里(受賞時:技術職員): 2002年度東京体育学会賞

主動筋および拮抗筋の筋形状と筋酸素動態の変化が急速反復肘運動の持続に及ぼす影響.

木村有里, 村岡慈歩, 加賀谷淳子, 日本体育学会東京支部第30回記念大会. 東京, 2003. 3.

加賀谷淳子: 平成14年度 財団法人中富健康科学振興財団「健康科学振興賞」

日本体育学会推薦

大森美美子(受賞時:技術職員): 2005年, 第8回アジアスポーツ医学会優秀論文賞

Blood flow after contraction of short duration reaches its peak by 3rd cardiac cycle.

Ohmori, F., Shimizu, S., Hamaoka, T., and Kagaya, A. Tokyo, 2005. 5

3. 学術フロンティア推進事業の立ち上げ—さらなる飛躍を目指して—

本学は、「確かな専門性と豊かな教養を持つ人材」養成を目的としているが、確かな専門性を保証するひとつとして、「科学的理解」を重視してきた。本研究所は、そのための学内拠点となることが開所当時の設置者の考えであった(前田, 1991, 山川, 1991)。開所10年の歴史を経過し、より一層の発展を目指すには、施設

設備はもとより人材確保の上でも、限界になっていた。そこで、私立大学学術研究高度化推進事業(学術フロンティア)へ申請することとなった。本事業は「優れた研究実績を上げ、将来の研究発展が期待される卓越した研究組織を<学術フロンティア拠点>に選定し、内外の研究機関との共同研究に必要な研究施設、研究装置・設備の整備に対し、重点的かつ総合的な支援を行う」として文部科学省が平成9年度に創設したものである。本学は、基礎体力研究所を中心に、国内3大学、国外1大学の研究者と協力してプロジェクト申請を行い、「運動時における循環調節機構の統合的解明—スポーツによる健康・体力づくりプログラムの構築に向けて—」というテーマの研究プロジェクトが採択された。プロジェクト申請時(2004年)の研究者は以下の8名であった。

加賀谷淳子(研究代表者)

(日本女子体育大学・学長・教授)

定本 朋子(日本女子体育大学・教授)

加茂 美冬(日本女子体育大学・講師)

斉藤 満(豊田工業大学・教授)

清水 静代(日本女子体育大学助手)

長田 卓也(東京医科大学・助手)

Marco Ferrari

(University of L'Aquila, Italy)

Valentina Quaresima

(University of L'Aquila, Italy)

2005年には学術フロンティア支援スタッフとしてポストクの岩館雅子に加わり、さらに清水の慶應義塾大学への転出による後任助手佐藤耕平も参加して10名の研究者によって研究が進められている。

本研究プロジェクトを文部科学省私立大学教育研究高度化推進事業学術フロンティアに申請し、採択された背景と基盤は図7に示す通りである。第一は、21世紀には個性輝く大学が求められており、本学も21世紀に輝く体育大学を目指して「科学的根拠に基づく運動指導の

<学術フロンティア研究プロジェクト>
運動時の循環調節機構の統合的解明
—スポーツによる健康・体力づくりプログラムの構築にむけて—

構想の背景と基盤

- 21世紀に輝く体育大学を目指す本学の方針と学園の支援
- 基礎体力研究所15年の成果
- 運動時の循環メカニズムを解明しようとする研究者たちの取り組み
科研費企画調査、「運動と循環」研究会

図7 学術フロンティア立ち上げの背景と基盤

できる人材養成」を重要視していることである。その大学の方針とそれに対する学園の支援の姿勢が、本プロジェクトが生まれる強力な基盤であった。一方、本プロジェクトが生まれた研究基盤は、基礎体力研究所を中心とした本学における研究成果の蓄積であった。さらに、運動時の循環メカニズムを解明しようとする国内・国外の研究者達の取組がある。国内においては、「運動と循環」研究会の継続的な活動やそこから発展した科学研究費企画調査による問題分析があった。

本研究所は、極めて小さな研究組織である。そこで、スタート当初から焦点を絞った研究をする「専門店」を目指してきた。専門店の内容は、運動の持続的遂行に重要であり、かつヒトの命に直結する「運動時の循環動態」に焦点を絞った研究であった。研究所の基礎的研究のプロジェクト「運動に対する身体の適応機序に関する生理学的研究」はこれに相当する。このプロジェクトでは、運動時の酸素供給系と消費系の運動への適合の仕組みを、心臓からの血液拍出と末梢血流、骨格筋間あるいは他の組織・臓器との血流分配、組織での酸素供給-利用のバランス、骨格筋の形状特性と筋内循環等について研究を進められた。そして、循環系に関与する複雑な要因を総合的に観察し、それらを統合して仕組みを考える研究の重要性が指摘された。また、科学研究費の補助を得て実施したこの分野の研究者たちとの企画調査においても同

様の指摘がなされ、共同研究推進の重要性が強調された。今回、文部科学省学術フロンティア推進事業への構想が採択されたことにより、日本女子体育大学基礎体力研究所を学術拠点として整備し、循環関係に特化した先進的な研究を、一段を進める共同研究プロジェクトが発足することとなった。ここにあらためて関係各位に謝意を表する次第である。

本研究プロジェクトのゴールは、科学的 evidence を蓄積し、安全で効果的な運動のあり方を循環系指標から提案し、健康・体力の維持増進のための運動プログラムの開発に役立てることである。その前提となるのは、運動によって平衡を破られた循環システムをどのようにして調整するかを明らかにすることである。推進事業に採択されたことの責任を自覚し、学術的成果とその社会への還元を目指して、プロジェクト研究をすすめたい。

4. おわりに

15年の節目において、研究所の牽引者となる兼任教員は、スポーツ医学の赤間高雄助教授(当時)に変わり、さらに今日は、運動生理学の定本朋子教授へとバトンが渡された。また、研究所設立にあたって検討会委員として尽力された高橋和之教授が現所長である。研究所は今、新しい研究リーダーを中心に若手研究者が活躍しており、研究所のさらなる飛躍の予感で満ちている。

開所以来15年間、研究所の活動をサポートして下さった学校法人二階堂学園と日本女子体育大学に謝意を表す。また、研究所の発展にご尽力下さった歴代所長はじめ、学生・院生を含む研究所関係者やご支援下さった学内外の皆様へ感謝申し上げ、今後も学術フロンティア共同研究を推進する本研究所に対してご理解とご支援をお願いする次第である。

<第 15 回基礎体力研究所研究フォーラム>

特別講演

Future perspectives in the study of circulatory regulation during exercise



Professor, University of Waterloo **Richard L. Hughson**

Abstract

The matching of blood flow to the metabolic demand of skeletal muscle during physical activity is accomplished by the complex interplay of multiple feed forward and feedback mechanisms that are often redundant and compensatory. Therefore, the metabolite-induced vasodilation is modified by neural, hormonal (endocrine, paracrine and autocrine), local and physical factors. Ultrasound Doppler and imaging technologies have allowed researchers to explore the dynamic characteristics of blood flow regulation under conditions of dynamic and static muscle activity as well as in response to release from circulatory occlusion. At the onset of moderate intensity rhythmic contractions blood flow increases with two distinct phases. The first phase has been attributed in large part to the actions of the muscle pump with some vasodilation contributing to the increased flow. This first phase can be considered as primarily feed forward regulation from the perspective of delivery of oxygen to muscles that will soon have an elevated demand for aerobic energy supply. During the second phase blood flow adapts to meet the energy demand and there is normally a strong linear relationship between absolute blood flow and muscle oxygen consumption. This second phase of blood flow increase is regarded as being primarily under control of feedback regulation and research has examined the relationships between the change in blood flow and various vasodilator metabolites. In contrast to the concept of feedback regulation by local metabolites, recent research has shown that vasoactive compounds such as nitric oxide and prostaglandins play independent and additive roles in establishing blood flow during exercise that might be feedback or feed forward. However, additional studies are required to determine if these compounds actually have a role in establishing blood flow during exercise or if they simply permit blood flow to meet the metabolic demands. The link between blood flow and metabolism at the onset of exercise can be explored under conditions that manipulate flow such as acute elevation of mean arterial blood pressure by changes in body position or activation of the muscle chemoreflex response. It has been demonstrated that each of these models can modify muscle blood flow and cause changes in the rate of increase in muscle oxygen uptake. Blood vessel function is currently being explored during the reactive hyperemia that

follows a period of muscle ischemia. Evidence suggests that nitric oxide released in response to elevated shear stress stimulation of the endothelial cells has an important role in flow-mediated dilation. Further, factors such as chronic hypertension or elevated blood lipids might impair the response due to changes in the oxidant-antioxidant balance that alters the bioavailability of nitric oxide from the endothelial cell. However, experiments from our laboratory found contradictory results. We found that acute hyperlipidemia did not alter the flow-mediated dilation response in young and older subjects, and that acute elevations in sympathetic nerve activity achieved by muscle chemoreflex activation, lower body negative pressure, cold pressor test and mental arithmetic did not have consistent effects. Thus, future research is required to determine what links exist between sympathetic activation or elevated blood lipids and endothelium-mediated dilation of conduit and resistance arteries and arterioles.

日本女子体育大学体育学部附属基礎体力研究所開所15周年記念シンポジウム「学術フロンティア推進事業—『運動時の循環調節研究』の学術拠点を目指して—」において、運動時の呼吸循環調節研究の第一人者である Hughson 教授（カナダのウォータールー大学）に特別講演をしていただいた。講演前に頂いた英文抄録は上記のとおりである。以下に、当日の講演内容をまとめた。

講演に先立ち、座長である加賀谷淳子先生から、Hughson 博士が運動時の酸素動態 (O_2 Kinetics) 研究の専門家であり、また酸素の立ち上がりの決定に血流が深く関係することから、運動時の呼吸循環調節について研究成果を次々に公表されていること、Hughson 博士の研究グループからは優れた研究者が輩出されていることなどの紹介があった。また博士自身がランナーであり、かつて福岡国際マラソンで10位に入るといった経歴を持っておられること、そして指導した学生も国際マラソン等で好成績をおさめている、といった側面も紹介された。

Hughson 教授は、交感神経活動による血流調節の重要性と活動筋の筋量の影響について報告した齊藤先生（豊田工業大学）と加賀谷先生の共著論文（Acta Physiol Scand, 1992）に触発されたことなどを話された後、次のような内容の講演をされた。

I. 運動開始時の酸素供給を決める血流調節について

一定負荷に対する酸素摂取量は指数関数的応答を示して定常状態にいたるが、その立ち上がりが運動パフォーマンスに深く関係していること、さらに酸素摂取量の立ち上がりはエネルギー代謝および呼吸循環調節機能といった身体諸機能を反映する指標であることから、運動生理学の課題として非常に重要であるといった主旨の話がまずされた。続いて O_2 の立ち上がりを決める主要因が活動筋の血流であることから、筋血流の調節の検討が次に重要になることを話された。この血流調節の重要性を説明するために、酸素摂取量と筋血流量のレスポンスタイムが1対1で対応するという実験結果をスライドで示された。

続いて、筋血流が運動時にどのように調節されるのか、という話題に移り、①プロスタグランディンと一酸化窒素による調節、②動脈血圧の影響、③運動に伴う代謝物質に関わる因子による調節、といったトピックスを紹介された。

最初に、プロスタグランディン (PG) や一酸化窒素 (NO) の調節についての話があった。現在、PG と NO が運動時の血流増大の説明因子であるという見解と逆に説明因子ではないという見解があるが、Hughson 教授のグループでは、「PG と NO が各々単独では運動時血流