

日本発汗学会20年のあゆみと将来展望
—自らの手掌部発汗研究のあゆみと照らし合わせて—

大橋俊夫

発汗学 Vol.20 No.1 別刷(2013)

日本発汗学会

日本発汗学会20年のあゆみと将来展望 —自らの手掌部発汗研究のあゆみと照らし合わせて—

大橋俊夫

信州大学医学部器官制御生理学

1. はじめに

日本の発汗学の歩みは久野寧先生に始まり^{1),2)}、高木健太郎先生、和田正男先生ら錚々たる先達が歴史に残る業績³⁾を上げられたのは周知のとおりです。その伝統は小川徳雄先生、永坂鉄夫先生、小坂光男先生、齋藤博先生などに引き継がれ、世界の発汗学をリードしてきたと言っても過言ではないと思います。

私は、恩師 東健彦先生、長野高専名誉教授 坂口正雄先生とともに、スウェーデンで開発された高感度湿度センサーを用いて、常温の実験室や病室、入院患者さんのベッドサイドで、手掌部の発汗量を連続的にしかも高感度で簡便に測定できる局所発汗量連続記録装置を開発しました^{4)~7)}。その装置は株式会社スズケンのご協力を得て、医用機器 (Kenz-Perspiro OSS-100) として研究、臨床の現場で利用できるようになりました。同時にその信頼性を確認するために、昭和63年から平成4年までの5年にわたって、当時、日本自律神経学会の理事長であられた宇尾野公義先生を委員長に、医工学者、生理学者、臨床の各専門の先生方とともにクローズの「精神性発汗現象に関する研究会」を開催し、慎重に検討を重ねてきました。その成果は、株式会社ライフメディコムより平成5年に出版された「精神性発汗現象—測定法と臨床的应用—」に結実しました⁸⁾。引き続き、医工学、基礎医学および臨床の各領域における「発汗学」の研究発展を目指し、最終的には病態の解明、治療の開発へと社会に貢献すべく、平成5年8月「第1回日本発汗研究会」(理事長 宇尾野公義先生)を開催することになりました。これが日本発汗学会の誕生のいきさつです⁹⁾。

本項では、これまで20年間の日本発汗学会の歩みと、私どもの手掌部発汗の研究を通し

て考えた発汗学研究の展望と課題ならびに今後の本学会の役割と意義について私見を述べてみたいと思います。

2. 日本発汗学会設立の経緯

a. 英国ベルファストクイーンズ大学における精神発汗学研究に接して

先に述べた通り、世界的視点から見ても、久野寧先生から始まった日本の発汗学の歩みはそのまま世界の発汗学の歩みそのものといっても過言ではないと思います。私は恩師 東健彦先生のもとで微小循環学ことに細動脈の血管平滑筋の研究やリンパ平滑筋の研究などを中心に循環生理学を専攻しておりましたので、研究初期において発汗学については全くの門外漢という状態でありました。縁あって1979年から1981年にヒト生理学のメッカであり、生理学の巨匠、バンクロフト教授によって創設された英国ベルファストクイーンズ大学医学部に勤務する機会を得ました。そのときの主任教授がロディ教授で、米国のヒト生理学研究のメッカであるメイヨー・クリニックのシェパード教授とは互いにバンクロフト先生の兄弟弟子にあたる関係の先生でありました。ロディ教授はヒトを対象として末梢・微小循環の研究について世界を先導して教室を主宰しておりました。その一端は講師のアレン先生が率いるヒトを対象とした発汗学の研究グループ¹⁰⁾であり、そこで初めてヒトの手掌部における精神性発汗現象の研究の現場に遭遇し、循環生理学と発汗学との連携という新しい研究領域を肌で感じた経験をしました。帰国後、信州大学医学部生理学教室において、長野高専からの内地研究員であった坂口正雄先生と出会い、イメージセンサーを用いた微小血管径連続記録装置などの医療機器の開発を行っておりました¹¹⁾。その折、

スウェーデンのバイスラー社で開発された高感度のヒト用湿度センサーに出会い、東先生、坂口先生とともにヒトの手掌部の発汗量を連続的に記録する装置をベルファストでの研究を頭の隅に置きながら開発しました。その成果を日本生理学会の環境部門で発表させていただくと、当時の発汗学のリーダーであった先生方からはかなり手厳しいご意見や問題点を指摘され、一時は開発をあきらめるような場面にまでいたることもありました。ところが、縁あって当教室の先輩にあたる名古屋市立大学の大原孝吉先生¹²⁾の発汗学研究の視点からの、暖かくしかも意欲をかきたてていただくようなご支援やご協力を得て、機器開発にまで辿り着きました。結果的には昭和61年に特許を取得し¹³⁾、平成3年には医用器具として厚生省からの認可を頂戴し¹⁴⁾、機器はほぼ完成品に近い状態にまで到達することができました。その間、当時日本自律神経学会の理事長である宇尾野公義先生ほか、信州大学の臨床各科の先生方にご利用いただき、加えて株式会社スズケンから物心両面のご支援をいただきながら、セミクローズドの精神性発汗現象に関する研究会を立ち上げることが出来ました。健康福祉領域から皮膚科、神経内科、精神神経科、麻酔科、糖尿病内科などの多方面の分野で臨床応用がこの装置によって可能になることをお教えいただき、この機器の医用機器としての可能性についてかなりの自信を持つことができるようになりました。同時に当時日本ME学会のリーダーの1人であった東京医科歯科大学の戸川達男先生などから医療機器としての精度を上げるためのご支援をいただき、ほぼ完成品としての医用機

器を平成3年にスズケンから「Kenzo-Perspiro OSS-100」として販売することができました。その成果を著書にまとめたものが図1のライフメディコム出版からの「精神性発汗現象—測定法と臨床的応用—」⁸⁾であり、平成5年に宇尾野先生とご一緒に創刊することができました。すでに恩師の東先生はお亡くなりになっておられ、先生へのご報告も含めて熱い思いの序を書かせていただきました。

b. 日本発汗研究会の設立と日本発汗学会への発展

このようなセミクローズドの精神性発汗現象に関する研究会の活動をふまえ、宇尾野先生、東北大学の後藤由夫先生など、多くの先生のご協力を得て、平成5年盛夏の8月に東京の砂防会館で第1回の発汗研究会を設立、開催することができました。同時に、この時点で本装置は小型で使用方法が簡便、手掌や足底の発汗現象ならば通常の臨床の外来やベッドサイドでも測定できる医用機器として、ほぼ万人の認めるところになっていました。発汗研究会という主旨から8月の暑い盛りでの学会期日を設定したものの、当日は珍しく大規模の台風が東京の都心を襲い、地下鉄の出口はまさに滝のような流れの中で水をかき分け会場に辿り着いたことを今でもまざまざと思い出します。そうした悪環境だったにもかかわらず多くの先生方にお集まりいただき、第1回の研究会を無事に終えることができたのは、感慨深い思い出です。

それから昨年奈良で開かれた第20回日本発汗学会総会までの主な変遷を図2にまとめて

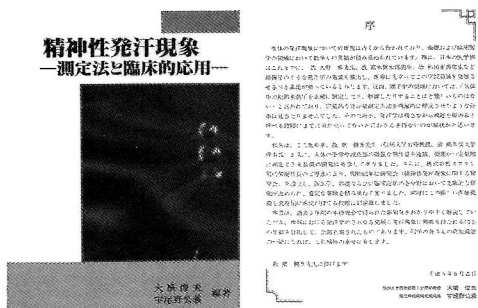


図1 「精神性発汗現象—測定法と臨床的応用—」
ライフメディコム出版

日本発汗研究会の設立・日本発汗学会への発展

- 1993年(平成5年) 第1回日本発汗研究会
(東京:宇尾野公義 会頭)
初代理事長:宇尾野公義先生
- 1998年(平成10年) 第6回日本発汗学会に改名
(松本:大橋俊夫 会頭)
- 2000年7月(平成12年) 株式会社SKINOS設立(中村正市社長)
医学領域第1例目の国立大学研究成果活用
兼業取締役に大橋俊夫が就任
- 2002年(平成14年) 第10回日本発汗学会総会
(米子:河合康明 会頭)
2代目理事長に大橋俊夫が就任
- 2012年(平成24年) 第20回日本発汗学会総会
(奈良:森本恵子 会頭)

図2 日本発汗研究会・日本発汗学会の主な変遷

みました。平成10年8月松本で私が会頭をお引き受けした段階で、研究会も多岐にわたるご発表と会員数も順調に増えてきたことを基に日本発汗学会に改名することが認められ、ここで真の意味の日本発汗学会が設立されることになりました。設立にご協力いただいた宇尾野先生はじめ多くの先生の他に、我が国の発汗学の重鎮である小川徳雄先生、永坂鉄夫先生、小坂光男先生など、久野門弟の先生にも理事として本学会にご参加いただき、名実ともに日本を代表する発汗学の学術的会議を創出することができました。あわせて同じ頃、当初から物心両面にわたってご支援いただいていたスズケンの鈴木信次社長の急逝もあり、スズケンの医療器事業部長としてご支援いただいていた中村正市さんを中心に株式会社スキノス（SKINOS）（皮膚を対象とする医療器メーカーで、特許取得者の大橋と坂口の頭文字を付記したもの）を設立しました。私も国立大学に認可され始めた研究成果活用事業の取締役として株式会社スキノスの発展に協力させていただくことにしました。この私の事例が当時医学領域の教授によるベンチャー企業立ち上げの第一例として文科省からも多くのご期待をいただき、図3に示すように、文科省のイノベーション創出の技術移転の典型事例として広く国内に知らしめられることにもなりました。こうした裏付けに基づいて平成15年からはJST（科学技術振興機構）からのたつての依頼で、本邦の大学発ベンチャー事業のライフサイエンス部門のプログラマー・オフィサーに就任させていただきました。そこで我が国の大学で行われている医学、薬学あるいはそれを取り巻く健康

福祉機器や創業の実用化を支援する委員会の責任者として、申請書類の審査から評価、実用化へのアドバイスに至るまで支援をさせていただきました。その経験から、米国に比べて日本のイノベーション研究の問題点は、高度な医科学研究者とその研究成果の事業化をする経営者との間を取り持つ、高い見識をもったコーディネーターの不足が両国間の結果の差を生んでいるものと痛く認識している昨今でもあります。

平成14年、鳥取大学の河合康明教授を会頭として米子で開催された第10回日本発汗学会総会で、永くお世話いただいた宇尾野先生から理事長をバトンタッチさせていただきました。10回という節目の数字であったことが今でも頭の中に強く残っています。そうした背景もあり、このたび第20回日本発汗学会総会で3代目の理事長に河合康明教授が就任することを理事会総会でお認めいただいたのも、日本発汗学会の今後のあり方を何か暗示しているように思えてなりません。

3. 手掌部発汗現象の生理学的特性

a. 温熱性発汗現象との相違点

今まで述べてきたように、私は局所発汗量連続記録装置の開発と手掌部の発汗現象の解明という研究と、微小循環・リンパ循環・間質学という循環生理学の研究との2足の草鞋を履きながら、現在まで生理学的ならびに医用工学的な研究を進めてきました。本装置をあえて手掌部発汗に応用したいと考えた理由の一つが、患者さんの発汗現象が検査室の温度設定などをせずに簡単に評価できるという事実強く依存しています。すなわち、今まで得られた生理学的な基礎知識をいかに臨床医学に連結させ、最終的に患者さんの為に役に立つ医科学研究ができるかという視点が、私が今まで手掌部発汗現象の研究を続けてこられたモチベーションの一つにもなっています。

図4は久野先生からの教科書から引用させてもらったものですが、手掌足底の精神性発汗もそれ以外の体表面から発汗する温熱性発汗もいずれもその汗腺はエクリン腺であり、体毛とは異なった場所にその導管の出口を持っているのが特徴です。その点、離出分泌腺



図3 文部科学省イノベーション創出へ向けた技術移転事例集より

汗腺の構造

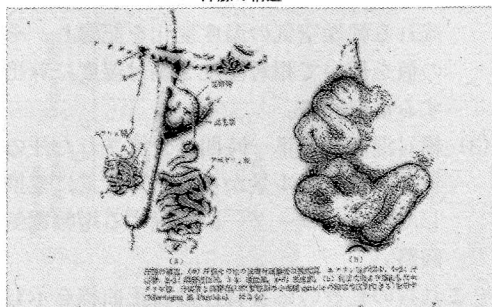


図4 汗腺の構造 (文献1) 2) より引用)

といわれるアポクリン腺とは明らかに一線を画する漏出分泌腺である点がエクリン腺の特徴であることをまず明記しておきます。同時に現在では、皮膚などからエクリン腺そのものを分離し、培養細胞などとして活用し、研究することも出来る段階になってきています。私共は次に、そのエクリン腺導管の開口部と皮膚紋理との関係を検索してみました。その結果、手掌や足底の精神性発汗を担う無毛部のエクリン腺の出口は皮膚紋理の間、すなわち皮膚紋理間の皮膚の小丘（盛り上がり）の頂上に開口していることを見出しました¹⁵⁾。それに対して、温熱性発汗を担う有毛部に存在するエクリン腺の開口部は、皮膚紋理の谷間に開口しているのが特徴であることも知りました (図5)。この開口部の違いはいったいどういう生理学的な意味付けと対応しているのかというのが極めて興味深い次の問題であります。手掌部ならび手背部の組織図を久野先生の教科書から引用させていただきますと、精神性発汗を担う皮膚では、角化層が極めて厚いのに対し、温熱性発汗が主体の手背部の角化層は極めて薄いのが特徴であります (図6)。後¹⁵⁾ に示しますが、手掌部に発汗さ

エクリン腺開口部と皮膚紋理との関係

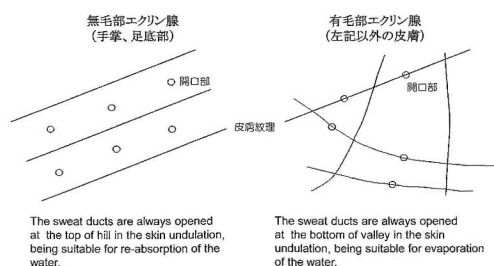


図5 エクリン腺開口部と皮膚紋理との関係

れた汗は瞬時にこの角化層に吸収されていることを知りました。手掌、あるいは足底部の発汗は、角化層に迅速に水分を取り入れ、角化層の硬さを自ら調節しているのではないかと想定される実験結果を得ています。すなわち、その表面にある圧受容器や触覚や圧覚の感受性を高めるために寄与しているのではないかと想定されます。事実、手掌部発汗が減少する膠原病の一つであるシェーグレン症候群の患者さんでは、手掌部の皮膚が疲弊化し、薄くなり、物のタッチングの感覚が低下することが知られています。反対に健康な人では手掌部には湿疹性の皮膚疾患はほとんど認められないというのも特徴であり、この手掌部の機能維持に手掌部の発汗が強く関係しているものと思われます。ただし、食器洗いのために洗剤などを多用している主婦が手掌部にも湿疹を生じてくるのは、界面活性剤により角化層の脂質成分が壊されることが起因の一つであり、この場合にも手掌部の発汗が抑制されてくることも興味ある所見であります。同時に大変興味ある事実は、久野先生の教科書¹⁾ から同じように引用させていただいた図7のように、この精神性発汗を担っている部位の手掌足底、一部の人に精神性発汗現象が見られる前額部の頭髪の生え際の皮膚には体面積あたりの能動汗腺数が他部位の皮膚に比べて明らかに多く、瞬時に多量の発汗が手掌・足底に認められるのは、この能動汗腺数の数に関係しているものと思われます。

手掌ならびに手背の組織像

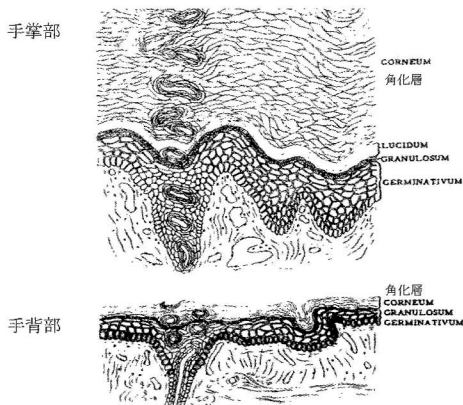


図6 手掌並びに手背の組織像 (文献1) 2) より引用)

生体各部位の能動汗腺数

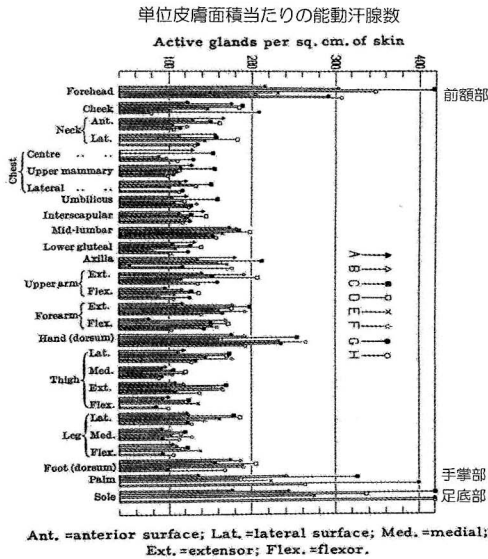


図7 ヒト皮膚各部位の能動汗腺数
(文献1) 2) より引用)

b. 我々が開発した手掌部発汗量連続記録装置の概略

我々が開発した局所発汗量連続記録装置の電気回路図を示したのが図8です。基本的な回路特性は次の3つにまとめることができます^{4)~7)}。

- (1) 皮膚表面に装着したカプセル内に分泌された発汗をシリカゲルで乾燥させた空気中に取り込み、それを皮膚接着面の上に用意した上室に誘導し、そこで高感度の湿度センサーで相対的湿度を記録する電気回路。

温度変化補正型の局所発汗量連続記録装置の電気回路

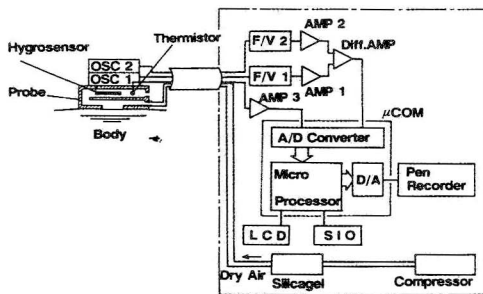


Figure 2. Block diagram of a ventilated capsule and signal processing circuit for compensation of changes in ambient temperature of the perfused air in the new home-made ratemeter using the capacitive humidity sensor. (From Sakaguchi *et al* (1993) with permission.)

図8 温度変化補正型の局所発汗量連続記録装置の電気回路図 (文献5) より引用)

- (2) 上室に同時に設置した温度計から上室を流れる乾燥空気の温度変化を記録し、その値を用いて相対湿度を絶対湿度に算出する電気回路。

- (3) 絶対湿度量 (単一時間に分泌された汗の量) をデジタル量からアナログ量に変換してペンレコーダーに記録する増幅電気回路。

これらの装置の応答特性と校正曲線を示したものが図9です。

上段Aが乾燥空気を流入あるいは遮断することによって得られた装置のステップ応答特性の典型例を示したものです。皮膚に装着したカプセルの小型化とも相まって極めて早いステップ応答を示します。下段は水分を含ませたる紙を用いた人工皮膚モデルによって得られたこの装置の校正曲線です。極めて正確な校正曲線が測定温度20~40度の範囲で認められるのも本装置の特徴の一つです。本装置と従来汎用されてきた換気カプセル法でヒトの手掌部発汗量を連続記録した典型例を比較したものが図10です。深呼吸を3回あるいは1500からの7の連続引き算を負荷する暗算の結果からわかるように、従来の換気カプセル法に比して、本装置による測定では発汗波の波形がより正確に記録できるということが明らかです。

応答特性と校正曲線

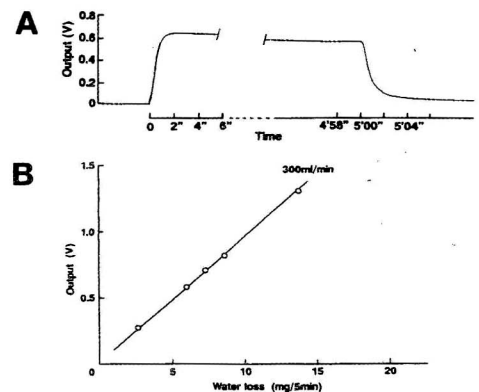


Figure 4. A: a representative recording of step responses of the ratemeter to starting and stopping of the humidified air (300 ml min^{-1}) perfused through the skin model. B: a linear relationship between electrical output of the ratemeter and amount of water loss from the skin model over 5 min (300 ml min^{-1} ; a calibration curve). (From Sakaguchi *et al* (1988, 1990, 1993) with permission.)

図9 局所発汗量連続記録装置のステップ応答特性と校正曲線 (文献5) より引用)

換気カプセル法(a)と本装置(b)による手掌部発汗量の記録

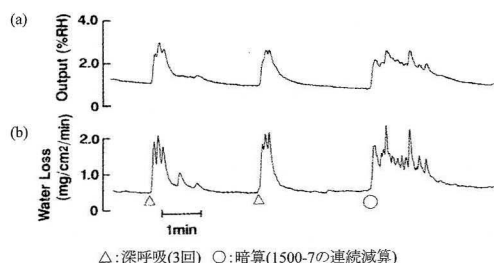


図10 換気カプセル法 (a) と本装置 (b) による手掌部発汗量の記録 (文献5) より引用)

c. 手掌部発汗量と手掌部発汗現象の同時記録装置の開発

私共は次に、この手掌部発汗量連続記録装置と簡易型の皮膚用マイクロスコープを組み合わせて手掌部局所の発汗現象とその発汗量を連続的に記録する装置を作製しました(図11)^{15),16)}。図から分かるようにこの新しい装置は、手持ちの皮膚マイクロスコープのプロブの側孔に乾燥空気を導入し、その局所の水分変化量を局所発汗量連続記録装置で測定しながら皮膚表面からの発汗現象を同時に撮像するシステムです。この装置を用いて手掌部発汗現象の典型例を撮像したものが図12です。ヒトの拇指表面の状態を撮影しています。エクリン腺からの導管開口部が皮膚紋理の頂上に規則正しく並んでいるのが観察できます。反対側の手掌を最大握力で10秒間握ると、観察している導管の出口から汗の分泌が観察され、1秒足らずで導管出口全体を覆うような発汗が認められます(図12のB, C)。

簡易型発汗量ならびに発汗現象同時記録装置

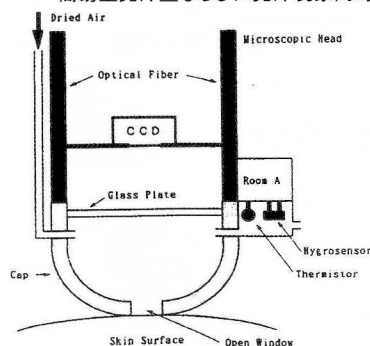


Figure 5. A schematic diagram of a handy microscopic probe for both observation of sweat drops secreted from eccrine glands in human skin and measurement of the skin perspiration with the new ratemeter. (From Kamei *et al* (1997a) with permission.)

図11 皮膚局所発汗量ならびに発汗現象同時記録装置

手掌部のエクリン腺導管出口より分泌した汗は1秒以内に導管出口周囲の角化層に吸収されることが観察できました。このようにして観察した能動汗腺の発汗現象数と局所発汗量連続記録装置で記録した発汗量を同時記録したものが図13です。すなわち、局所発汗量連続記録装置で得られた手掌部発汗量はその局所に存在する能動汗腺からの発汗現象数によく一致することが判明しました。

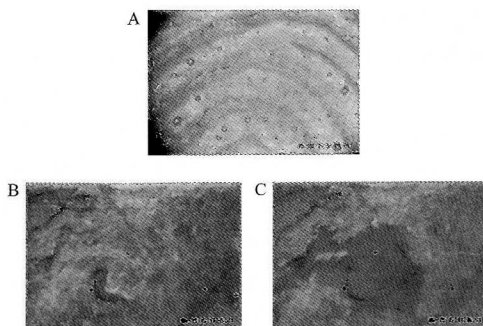


図12 対側の最大握力の把持刺激によるヒト拇指表面の発汗現象記録の典型例 (A:刺激開始直後, B:3秒後, C:4秒後) (文献15) 16) より引用)

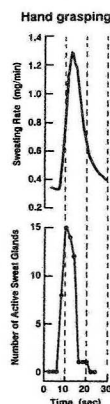


Figure 9. A representative correlation between the number of sweat drops secreted from eccrine glands in the human palm (lower panel, number of active sweat glands) and amount of active sweating in the same palm recorded by using the home-made ratemeter (upper panel, sweating rate). The stimulation of hand grasping was used to produce the above responses in a male subject aged 23. (From Kamei *et al* (1997a) with permission.)

図13 対側の最大握力の把持刺激による手掌部発汗量 (上段) と能動発汗現象を示した能動汗腺数 (下段) との同時記録 (文献15) 16) より引用)

d. ヒトの手掌部発汗現象におけるかまえ反応と順応現象

図14^{17),18)}に示すように、ヒトの手掌部発汗量を厳密に観察してみると、被験者に暗算の負荷を説明している段階から既に手掌部発汗

が起り始めていることが観察できます。すなわち、精神性発汗と呼ばれる現象を評価する際に、このかまえ反応を十分に考慮してそのデータ処理をしなければいけないことが判ります。さらに手掌部発汗現象をヒトで引き起こす適性刺激として最大握力による把持刺激、ゆっくりとした深呼吸運動刺激、さらに暗算負荷刺激を用いてこのかまえ反応と繰り返し刺激による発汗反応の漸減現象（順応現象）の特性を検討した実験結果が図15^{17), 18)}です。上段に示すようにかまえ反応はいずれの刺激においても最初の負荷実験において極めて著しく、繰り返して説明すると2度目以降ではその反応は著明減少するのが特徴です。それに対して手掌部局所の発汗量は手掌の把持刺激や深呼吸という運動刺激では順応現象はほとんど認められず、1分間隔で繰り返し負荷刺激を行ってもほぼ同じ程度の発汗量を得られることが確認できます。それに対して精神的負荷刺激にあたる暗算刺激においては、極めて顕著な順応現象が認められ、負荷

を繰り返すたびに発汗量が低下することが確認できました。

e. 本装置を用いたヒト手掌部発汗現象の中核機構の解析

千葉大学名誉教授の本間三郎先生のグループでは、本装置を用いて、ヒトの手掌部発汗量の中核機構を先生方の開発された脳波のモーメント解析法と皮膚交感神経の神経活動記録を併用することによって解析を行いました¹⁹⁾。その結果の典型例が図16です。被験者に複雑な計算を含む暗算負荷を加えた時の交感神経活動と手掌部の局所発汗量を記録したものがパネルAです。交感神経活動を定量化した記録波形（パネルAの中段）から分かるように、精神的な暗算負荷が加わると皮膚の交感神経活動興奮が発生し、それから2～3秒遅れて手掌部の発汗現象が出現してくる事が確認できました。パネルBはやや複雑な問題を質問した時の皮膚交感神経活動波形と手掌部発汗量を示したものです。こうした精神的負荷刺激においても暗算負荷と同じように皮膚交感神経活動から遅れること2～3秒後に、手掌部の発汗が著明に出現してくる事が判ります。パネルCはパネルAと同じように暗算負荷刺激を加えた時の皮膚交感神経活動波形、その定量化データ、手掌部発汗量ならびにF₃ならびにF₄領域の脳波活動の平均加算した波形を示しています。これから分かるように、暗算刺激を開始して約4秒くらいで皮膚交感神経活動がピークに達し、その交感

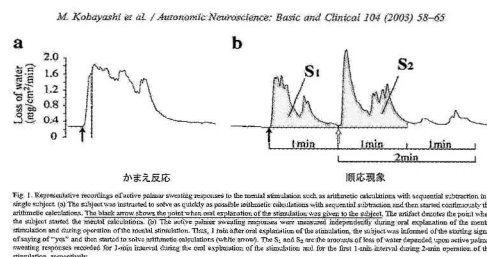


図14 ヒトの手掌部発汗現象におけるかまえ反応と順応現象（文献17）18）より引用）

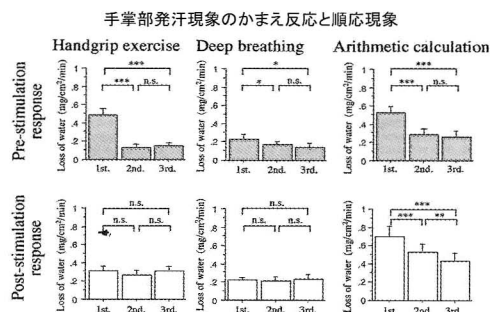


図15 手掌部発汗現象のかまえ反応と順応現象の定量化結果

最大握力の把持刺激（Handgrip exercise）、ゆっくりとした深呼吸運動刺激（Deep breathing）、暗算刺激（Arithmetic calculation）（文献17）より引用）

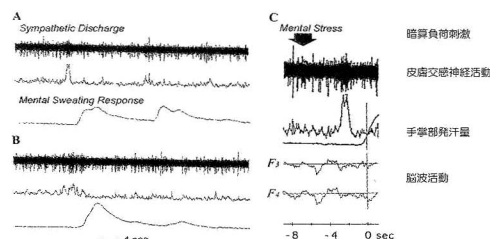


図16 暗算あるいは難しい問題想起時のヒト交感神経活動、その定量化曲線、手掌部局所発汗量記録、並びにF₃、F₄の脳波活動の典型例（文献19）より引用）

神経活動から約2秒程度遅れて手掌部発汗が出現することを再確認することが出来ました。さらに皮膚交感神経活動のピークの約2～3秒前にF₃F₄領域で著しい脳波活動が生じていることも記録から明らかになりました。こうした刺激実験を3名の被験者で行い、脳波モーメント解析により、どの領域で脳波活動が変動すると手掌部発汗につながるのかをまとめたものが図17¹⁹⁾です。これらの脳波モーメントの解析結果と同一被験者のMRIイメージ画像を重ね合わせたものが図18¹⁹⁾に示

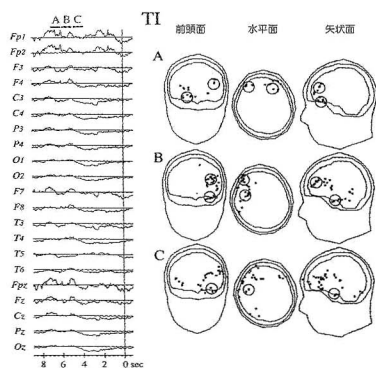


Fig. 2. Left: averaged EEG recorded with 21 surface electrodes in a subject (TI). The averaged potentials during the period indicated by the time bars A, B and C were analyzed to estimate source locations with SSBEEG-DT. Right: the estimated locations are plotted on the frontal, horizontal and sagittal planes according to the analyzed periods A, B and C.

図17 暗算負荷刺激による発汗現象発現前10秒間の脳波活動の典型例（左側）と、発汗現象発現前A、B、C時間における脳波モーメント活動の解析データ（文献19）より引用）

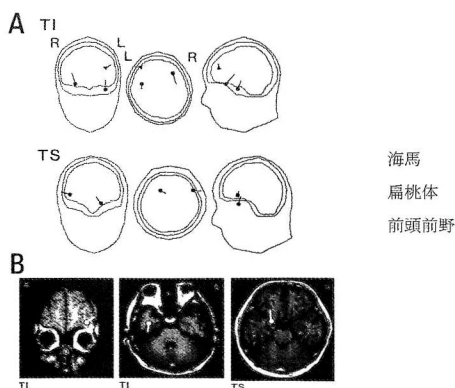


Fig. 3. (A) Mean dipole locations and vector moments calculated from dipoles inside the circles shown in Fig. 2 (TI) and those of TS. Frontal, horizontal and sagittal sections of each subject are shown. See text for details. (B) Superimposition of the dipole locations on the respective MRI images. In TI, the dipole location indicated by the triangle in (A) corresponds to the left inferior frontal gyrus, and that indicated by the circle in (A), the lateral part of the left hippocampus. In TS, the dipole location indicated by the circle in (A) corresponds to the medial part of the left amygdala.

図18 暗算刺激によって誘起した脳波モーメント解析データ (A) とそれぞれの被験者 (TI・TS) のMRI画像と脳波モーメント解析データと重複表示図 (B) (文献19) より引用)

してあります。これから分かるように2人の被験者とも扁桃体ならびに海馬付近で脳波モーメント変化が著明に誘起していることが明らかとなりました。さらに一部の被験者では前頭前野の興奮も脳波モーメント解析が関与していることが判りました。

事実、千葉大学の朝比奈正人先生²⁰⁾らのグループもこの手掌部発汗連続記録装置を用いて亜急性の辺縁系脳炎による扁桃体障害によって特異的に手掌部の発汗現象と皮膚の交感神経活動が抑制されることを確認しています。さらに治療によって脳炎症状が改善されると扁桃体領域のMRI所見も手掌部の発汗量も炎症前の状態に復してくることも確認されました。

4. 日本発汗学会の将来展望

今まで述べてきたような事実より、私共の開発した手掌部発汗量連続記録装置は臨床の外来や入院した患者さんのベッドサイドで非観血的に測定できるという臨床検査機器としての価値を有していることが今までの日本発汗学会の様々な研究成果から明らかになってきています。さらにその中枢機構の解析結果から扁桃体、海馬などの大脳辺縁系機能検査の一部としても活用できることが示唆されています。また交感神経の機能検査の一つとしても極めて有用な検査装置として用いることの出来る可能性も示されてきています。このような事実を踏まえて、図19で示すように、日本発汗学会が今後さらに発展し、多くの研究者を導き入れるためには、まず本装置の更なる改良と角化層の水分含有量評価などのできる新製品との組み合わせで皮膚科学や化粧品学領域へのさらなる発展普及を図ることが

日本発汗学会の将来展望

①機器の改良・新製品（例えば角化層の水分含量評価、角化層の免疫機能の評価、組織間隙水分量の評価など；資生堂 傅田光洋氏）を計り、研究領域の拡大を図る。

②発汗測定の臨床検査的意義を確立し、保険収載を図り、研究者の増員を誘導する。

③健康科学（特に熱中症やスポーツ科学）における研究の高度化を図り、発汗学、水分科学の重要性についての啓蒙活動を図り、学問認知度を高める努力をする。

図19 日本発汗学会の将来展望（私見）

重要であると思われます。また、精神科、神経内科、心療内科、皮膚科、麻酔科、整形外科などの領域で臨床検査機器としての意義を確立し、保険収載を図ることにより、多くの臨床研究者の本学会への参加を促すことを図るべきであると考えます。さらに健康科学領域におけるより定量的で精度の高い研究を推進することによって、発汗学や水分科学の重要性を確立する事が、発汗学の学問認知度を広く一般の方々にも拡大することができ、更なる学会活動の発展につながるものと考えています。具体的には図20で示しているような研究が、今までの発汗研究会や発汗学会のあゆみの中から可能性として極めて重要な研究領域であると考えられます。ご参考にしていただければ幸いです。

具体的には...

- A. 医用工学研究者の参入を促進する
- B. 法医学領域研究への応用を図る
- C. 自律神経機能検査としての立ち位置を決め、研究精度を推進する
- D. 神経内科学領域の研究を推進する
- E. 心理学、心の健康、精神神経科、心療内科領域の研究を促進する
- F. 多汗・無汗症の診断マニュアルを確立し、診療報酬を獲得するプロジェクトを推進する
- G. 覚醒時の評価特性を用いて麻酔蘇生学領域の研究を推し進める
- H. 耳鳴り患者さんの治療評価の成果を用いて耳鼻咽喉学領域の研究を推し進める
- I. 糖尿病性末梢神経障害評価の成果を踏まえて糖尿病学領域の研究を推し進める
- J. 汗の内容物を評価する技術を確立し、腎臓病学、中毒学等の学問領域の研究を推し進める
- K. 栄養科学、健康科学領域の研究に利用し、その研究精度を高めるよう努力する
- L. スポーツ科学、体力医学領域の研究に利用し、その研究精度を高めるよう努力する
- M. 衣服科学等、家政科学領域の研究に利用し、その研究精度を高めるよう努力する
- N. 発汗学それ自身の基礎研究をさらに推進し、その研究精度を高めるよう努力する

図20 学会活性化の具体的私案

5. おわりに

今回、愛弟子の森本恵子 奈良女子大学教授のもとで第20回の日本発汗学会総会を開催することができたのは極めて感慨深いものであり、今後の発汗学の発展を誓い、気持ちをさらに新たにしたところであります。思えば発汗学にはまったく門外漢の一循環生理学者がここまでこられたのは、偏に恩師 東健彦先生、共同研究者の坂口正雄先生ならびに今日まで暖かくご支援いただいた初代理事長宇尾野公義先生などの人との出会いがなければ成し得なかったものであります。と同時に、株式会社スズケン、株式会社西澤電機計器製作所さんなどのご支援なくしても成し得なかったものであります。こうした先生方やご支援をいただいた企業の皆様にこの場を借りて

厚く御礼申し上げたいと存じます。ありがとうございました。

今後、河合康明理事長のもとで本学会の更なる発展を期待し、筆を置きたいと思います。

文 献

- 1) Kuno Y: The physiology of human perspiration, Churchill, London, 1934
- 2) Kuno Y: Human Perspiration, Charles C. Thomas, Springfield, 1956
- 3) 温熱生理学, 中山昭雄編, 理工学社, 東京, 1981
- 4) Ohhashi T, Sakaguchi M, Tsuda T: Human perspiration measurement (Review). *Physiol Meas*, 19, 449-461, 1998
- 5) Ohhashi T, Kawai Y: Sweat gland control. *Encyclopedia of neuroscience*, 19, 3911-3914, Springer, Heidelberg, 2009
- 6) 坂口正雄, 大橋俊夫, 東健彦: 湿度センサを用いた局所発汗量連続測定装置. *電子通信学会論文誌*, J68-C-6, 511-512, 1985
- 7) 坂口正雄, 森健治, 横地裕 その他: 精神性発汗連続装置の開発. *医用電子と生体工学*, 26, 213-217, 1988
- 8) 精神性発汗現象—測定法と臨床的応用—, 大橋俊夫, 宇尾野公義 編, ライフメディコム, 名古屋, 1993
- 9) 宇尾野公義: 「発汗学」の創刊にあたり. *発汗学*, 1, 1, 1994
- 10) Allen JA, Armstrong JE, Roddie TC: The regional distribution of emotional sweating in man. *J Physiol (Lond)*, 235, 749-759, 1973
- 11) Sakaguchi M, Ohhashi T, Azuma T: A photoelectric diameter gauge utilizing the image sensor. *Pflugers Arch*, 378, 263-268, 1979
- 12) Ohara K, Ono T: Regional relationship of water vapor pressure on human body surface. *J Appl Physiol*, 18, 1019-1022, 1963
- 13) 坂口正雄, 大橋俊夫, 森健治: 特許第1662743号 局所発汗量連続記録装置. 1986
- 14) 局所発汗量連続記録装置 医療用具承認番号 21000BZZ00360000, 1991
- 15) Kamei T, Naitoh K, Nakashima K et al: Instrumentation for concurrent, dynamic monitoring of active sweat glands and perspiration volume. *Instrum Sci Tech* 25, 39-53, 1997
- 16) Kamei T, Naitoh K, Nakashima K et al:

- Instrumentation of a handy microscopic probe for concurrent observation and measurement of active sweat secretion, and its applications. *J Pharm Biomed Anal*, 15, 1563-1569, 1997
- 17) Kobayashi M, Tomioka N, Ushiyama Y et al: Arithmetic calculation, deep inspiration or handgrip exercise-mediated pre-operational active palmar sweating responses in humans. *Auton Neuro Basic Clin*, 104, 58-65, 2003
 - 18) Tomioka N, Kobayashi M, Ushiyama Y et al: Effects of exercise intensity, posture, pressure on the back and ambient temperature on palmar sweating responses due to handgrip exercises in humans. *Auton Neuro Basic Clin*, 118, 125-134, 2005
 - 19) Homma S, Matsunami K, Han XY et al: Hippocampus in relation to mental sweating response evoked by memory recall and mental calculation: a human electroencephalography study with dipole tracing. *Neurosci Lett*, 305, 1-4, 2001
 - 20) Asahina M, Suzuki A, Mori M et al: Emotional sweating response in a patient with bilateral amygdala damage. *Int J Psychophysiol*, 47, 87-93, 2003