

【第43回学術総会特別講演】

HBOTに係わる学会としての今後の方向性： 高圧医学の基礎研究から展開された臨床応用の一例： アクア・ナノの魅力

眞野 喜洋

日本高気圧環境・潜水医学会 代表理事

1966年に日本胸部外科学会内に高気圧酸素治療に関する研究会が発足し、1970年にそれが発展的に日本高気圧環境医学会となり2006年に今日の本学会に名称変更して42年間の時を経過して第43回学術総会を迎えることとなった。米国の学会であるUHMSの母胎が誕生したのが1967年であるからほぼ同時期に誕生したことになる。

治療としての高気圧療法は1830年代に欧州、特にパリを中心に圧気浴 (Compressed air bath) として大流行をみたが、EBMが無いことから19世紀後半には見る影もないほど信用を失墜してしまった¹⁾。この圧気浴はちょうど、その再現とも言える「高圧酸素カプセル」(いわゆるベッカム・カプセル)療法のことであり、この普及は現在我が国内でも約4,000台を数えるほど急成長しており、WADA (World Anti-Doping Association) がスポーツ選手に対して酸素ドーピングの恐れを懸念してその使用の自粛勧告を発するまでに至ってしまい、「HBOTは危険」との誤った印象が世間に流布されてしまった。まさに歴史は繰り返されるのであろうか。しかし、この事態に対応する我々学会としての態度は、

またしてもこの深刻な事態からの脱却を強いられてしまうと捉えるのではなく、我々はこの逆風を逆手にとって世間で注目されているHBOのより正しい理解を問うことで更に幅広いHBOの普及に務めるべきチャンス到来と位置づけるべきではなかろうか。

このような19世紀後半から廃れてしまったHBOが今日、ようやく陽の目をみたのは1960年のBoeremaによる“Life without blood”の概念である²⁾。

これからも問われる学会に課された課題は“EBMに基づいたHBO”の一言に尽きると言えよう。

その上で学会の方針としては表1に示される様な3本柱の確立であろう。したがって表2に示される現在の保険制度の不備を改正しなければならない。現在国内に存在するHBOの治療用装置は表3のように全国681医療機関に計853台存在すると調査されているが、その中の第1種装置を有する医療機関の3分の1以上は現在殆ど稼働していないと聞く。つまり、非救急適応疾患に対する保険点数が極端に低すぎて稼働させたくとも採算の取れないことが実情とも言える。従ってある程度採算が取れてもっと積極的にHBOを利用し

表1. 学会としてとるべき将来の方向性

<p>三位一体の学会：3本柱の確立 HBO治療に伴う保険点数の請求は学会の認定した</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 専門医 ② 技師が常勤しており、かつ、高気圧酸素治療安全協会会員として ③ 登録されている医療施設であることを原則とする。(この三位一体の原則を満たさぬ場合には正規の保険請求が保証されない事象が生じるとしても学会は関与できない)。 <p>このような請求を次年後以降の厚労省への要求項目に加えることで、専門性の高い診療が保証されていて、かつ安全管理が維持されている医療施設のみを保護し、不当な請求を認めない体制を確立し、堅持する。</p>

表2. 保険適応疾患の選定

<p>各適応疾患に係わる専門医からなる委員会を構成し、予想される適応疾患を列挙し、学会員を問わずその疾患専門医を網羅して疾患別にHBO適応の有効性について討議して戴き、早急に結論を出す。それと平行して以下の項目について学会としての医療技術評価について統一見解を示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 救急・非救急の撤廃または対応の変更 2. 適応疾患診断名の整合性と適応拡大 3. 1種・2種装置による点数の統一化または算定の改善 4. 2時間を超えるHBO治療における時間加算点数の導入 5. 包括請求制度または加算点の導入(混合診療との絡み)

たくなるような環境造りが必要であり、その為にも高気圧治療施設の徹底した管理と安全が保証できるような意識の昂揚が求められる。したがってHBOに係る全ての医師は研修に努め、施設操作する技士への教育指導を徹底し、確実に安全な治療施設の操作とメンテナンスを任せられる専門技師育成に励まなければならぬ。また病院管理責任者もその施設が安全協会に参画し、協会から常にHBOにかかわる医療情報、法律、安全基準の最新内容が得られるように心がけると共に、常勤の技師を養成することが重要であり、この意味からも安全協会ならびに技士部会の占める役割は大きい。病院管理責任者ないし高気圧医療施設管理責任者が率先して施設の保守管理に務め、高い安全意識と知識を有していなければ、係わる専門医師の努力だけでは安心して治療に専念できないばかりか、質の高いHBOを患者治療に提供することはできない。したがって現行の過渡期にあつては、医療施設に専門技師がまだ在職していない場合には、高気圧医療施設管理責任者自身が資格を有する専門技師に非常勤であっても応援していただくように図る事は必要不可欠と言えよう。とにかく徹底した安全管理の基で患者が安心してHBOを受診できる体制を築くことが診療報酬改正を進めるための我々の基本的モラルでは無かるか。

現在、教育委員会、安全対策委員会、医療情報委員会、保険適応疾患選定委員会、学術委員会などが相互に情報を交換し合いながらHBOに係わる疾患の整理ならびに診療報酬保険点数の改正にむけて取り組んでいる。

学会は2009年4月には認定専門医制度がスタート

するのでこれらの条件を整備した上で2010年4月からの診療報酬に係わる保険点数の改正に向けて全力投球することになる。その為にも会員諸兄がEBMの高い論文を学会誌に掲載することを切望する。会員のEBM造りの努力なくして保険点数改正は至難の業であり、業績の蓄積こそが我々の将来を決定する唯一無二の死活問題解決策と言えよう。

本学会が設立されて40有余年が経過し、来年度よりは学会も社団法人としての社会認知を受けて高気圧酸素治療が有用な治療行為であることがようやく社会的にも評価されるようになったが、会員や関係各位にはまだ十分にご自身の診療行動を生かし切ってはおられない節が散見されるのは何故であろうか。

他の手段では経験出来ない高気圧の世界、高気圧酸素の世界からは人類にとってまだまだ解決されていない未知なる果実が数多く眠っているのではないかと予測される。その中の一つとして私個人のつたない経験の中から発想されたnano scienceとしてのnano technologyについて簡述してみたい。若い学徒の参考になれば望外の喜びである。

基礎研究から生まれた nano technology： アクア・ナノの魅力

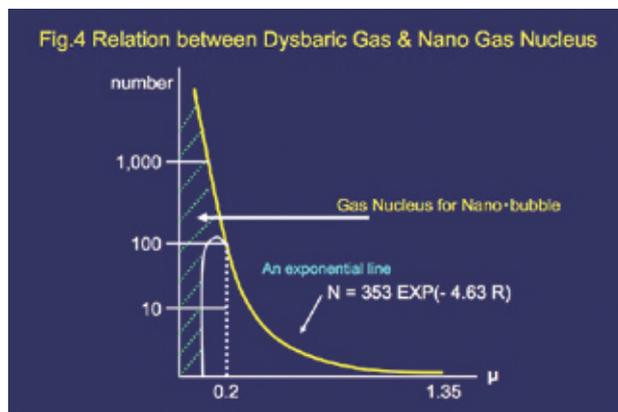
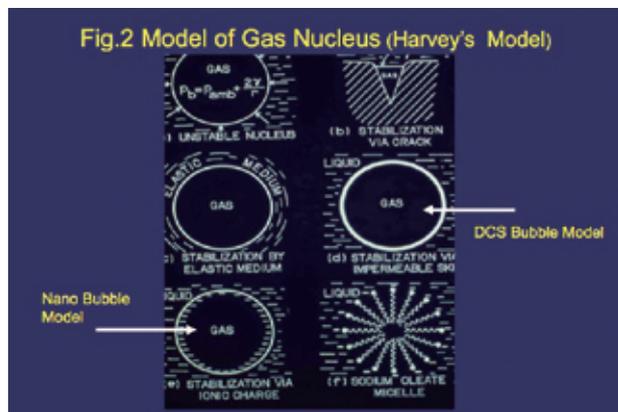
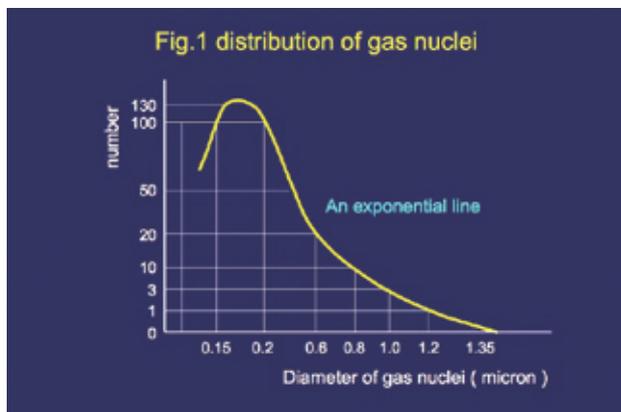
1966年3月、東京医科歯科大学構内に科学技術庁(現文部科学省)から1台の高気圧実験装置が寄贈された。この高圧室が私個人の人生を変えたとも言える。静岡県沼津市の河口で育った私は現在では禁止されているが、子供の頃から手鉈による「突きん棒」遊びに興じており、浜辺で鯛(コチ)や鰾(ヒラメ)、ぶ鯛などを突いていた。今はダイバーのメッカともなっている大瀬には道路が無くて陸からは行けず、実家が網元だったためによく漁師のチャカ(漁船)で運んで貰って兄らと共に魚突きに夢中だった。東京医科歯科大学に進学して学生だった私は伊豆七島の神津島、新島、三宅島や八丈島などを巡回しながら漁業ダイバーの健康診断を毎年行うのに参画するようになり、神津島漁組が導入したばかりのSCUBAを借りて漁場であるオンパセで水中鉈によるスピア・フィッシングを初めて体験して、呆れかえる程大物がたくさん採れて、素潜りでの「突きん棒」との違いを痛感し、潜水にはまってしまった。

表3. 都道府県別施設ならびに設置台数

	施設数	1種	2種	計	協会加入数	%
1.北海道	95	147	3	150	17	17.9
2.鹿児島	68	78	2	80	30	44.1
3.福岡	41	47	5	52	12	29.3
4.東京	38	39	4	43	9	23.7
5.埼玉	34	44	1	45	5	14.7
6.神奈川(25.26)、 7.愛知(23.26)、 8.大分(21.26)、千葉(21.26)、10.茨城、長崎					30/128 /台数	25.0
42.秋田	2	2	0	2	0	
43.石川	2	2	0	2	0	
44.滋賀	1	2	0	1	1	
46.三重、奈良	0	0	0	0	0	
計	681	801	52	853	170	19.9

1967年にこの新設された高気圧実験装置による日本初の2日間の飽和潜水実験を体験し、その後、数回の100mまでの飽和居住実験体験の後、1970年にこの研究は新設された海洋科学技術センター(JaMSTeC)へ引き継がれ、後のSeatopiaやSeadragon実験研究に展開された。この間、漁業ダイバーやケイソン作業者の減圧症治療を同タンクを利用して行うようになり、あわせて気泡形成実験を始めた。つまり、気泡に関する研究は飽和居住実験と共に、私のスタートとも言える研究テーマであった。1976~1977年にハワイ大学医学部生理学教室で気泡形成実験に没頭していた頃の疑問は気泡を造る原因核の大きさ(直径)は0.1~1.35ミクロン(μ)でその存在個数は0.2 μ 以上ではその分散は指数関数に乗っているが0.1 μ 以下の気泡核(ガス核)は存在しないことであった(Fig. 1)。何故存在しないのであろうか? この疑問について共同研究者だったDave Yount教授やEd. Beckman教授らからは「無いものは無いのだから考えても仕方がない」と一笑に伏されてしまった。帰国した後も何故かこのことは

頭から離れず1940年代に提示されているHarveyのモデル(Fig. 2)のどれかが気泡を造らないガス核として存在する可能性を確かめようとして試みたが見つからなかった。そんな折に私の処へ国内留学生として産業総合研究所から来ていた高橋正好さんが教室員に加わり、気泡形成実験を行うために1年ほど通ってその後、関連研究で学位を取得したが、2003年の秋に彼から連絡が入り、面白い装置があるので見に行きましよう誘われて、宮城県東松山市にあるレオ研究所の千葉金男さんを訪ねた。そしてついに彼が気泡にならないガス核を作製するプラントを完成した事を知った。彼はmicro bubbleに依って汚泥水の洗浄装置を発明、製作する研究をしており、たまたま造った新しい機種が通常とは異なる洗浄装置であって、このプラントで作製された水がいわゆるナノ・バブル水(アクア・ナノ)であり、海水魚と淡水魚が同居できる代物であった。2004年10月に東京医科歯科大学でNew UJNR(Diving Physiology, Technology& Aerospace Medicine) Panelを開催するに当たり、学内にこの水槽を持ち込んで鯛



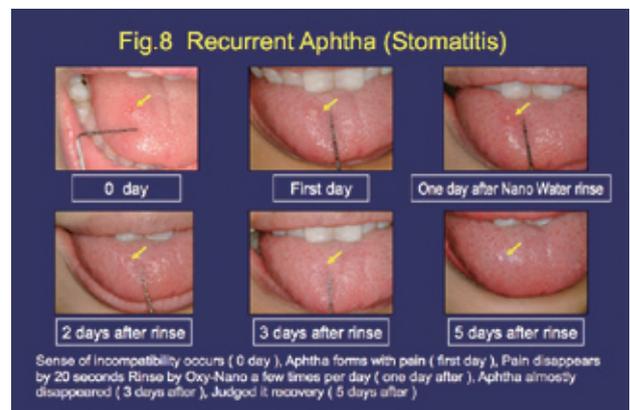
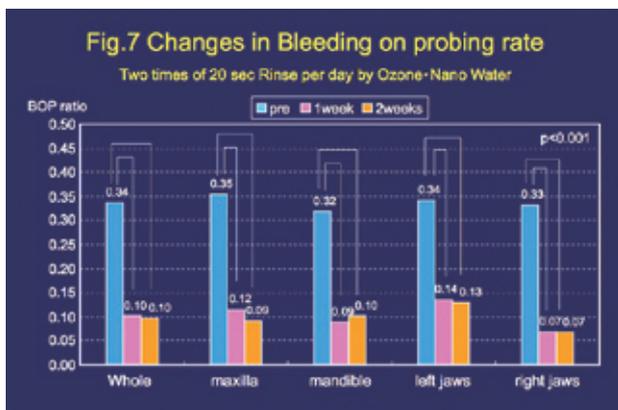
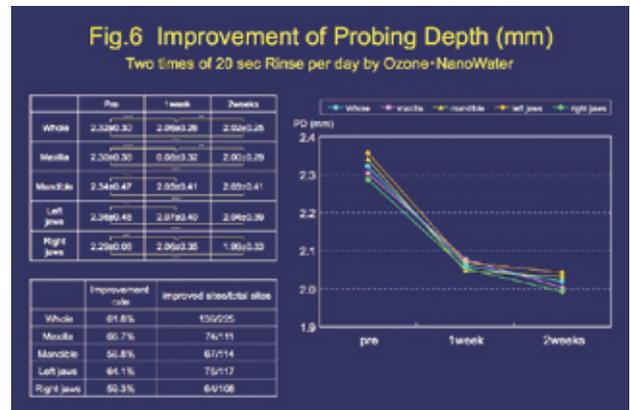
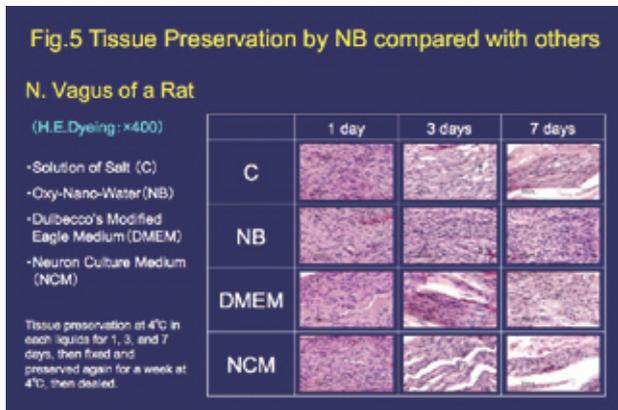
と鯉とを同居させる実験 (Fig. 3)を経て、2005年の愛知万博では日本館にこの巨大水槽を設置して海水魚と淡水魚が2月末から9月まで同居している様子が一般に展示され好評を博した。通常、料亭などで生け簀に入れて飼っている河豚や鮮魚は1ヶ月以内に処分しないと痩せこけてしまうがナノ水の中では食欲旺盛で肥えてゆくばかりか、鯉ヘルペスのような皮膚病がすっかり癒えてしまうことを知り、これは医療に利用出来るのではないかと考えた。つまり、Fig. 4の斜線部に示される 0.2μ (200nano)以下のガス核を有するアクア・ナノの発見であり、そのアクア・ナノが持つ効力には組織の保存 (Fig. 5), 修復 (Fig. 6, 7), 再生 (Fig. 7, 8)などの様々な力価や殺菌能 (Fig. 9, 10)が認められる。

組織保存能の例としては、既に市販されている仙台の笹蒲鉾では、一切の食品添加物を使用しないで、酸素ナノ液のみを製造工程で魚肉のすり身に少量混入させることですり身の筋原繊維が破壊されず保存され、製造時の味覚が維持されているばかりか、2週間の日持ち試験においても耐熱芽胞菌も含めて細菌

増殖は認められず安全安心で新鮮な保存蒲鉾が出荷されている。Fig. 5はラットの迷走神経を切断し、図示されるように4通りの方法で7日間保存したところナノ液 (NB) が最も細胞核が堅持され保存能力は組織保存液よりも強力であった。このアクア・ナノで保存薬品を製作すればより長期保存が可能になることも考えられ、臓器移植分野で役に立つ時が来るものと予測される。

組織修復力を調べる目的で歯周病への効果を調べたところ、朝夕2回のオゾン・アクア・ナノによる20秒間のうがいでは1週間後には歯牙の部位に関係なく満遍なくポケットが有意に浅くなるばかりか (Fig. 6), 出血も著しく改善することが知れた (Fig. 7)³⁾。組織再生力を調べる目的で口内炎の発症時に酸素ナノ液で1日2回のうがいをさせた処、1~2回で疼痛が消失、潰瘍性病変は2~3日で消失し、修復が促進していた (Fig. 8)。

殺菌能を見るために90%オゾン・アクア・ナノを使用したところ、ブドウ球菌ならびに多種薬剤耐性菌群共にほぼ完全に殺菌できた (Fig. 9, 10)。大腸菌、腸球



菌、緑膿菌属等も多種薬剤耐性菌群を含めて同様の結果であった。

アクア・ナノはその種類と混合比率等の組み合わせや摂取または負荷方法によって目的とする医療効果の期待内容に相違を生じるが、基本的には生体の有するhomeostasis効力を高め、生物学的な正常平衡を維持するように働き、高血圧、高血糖、高コレステロール等の性状を正常閾値内へfeedbackするように機能していると当方のモニター試験結果から想定された。

Fig. 11, 12は扁平上皮癌modelのHela cellsを用いて行った実験であるが、Fig. 11からは培養液のみ、ならびに生食水で処理したものは24時間培養で数%の減衰であったが、0%酸素アクア・ナノでは逆に数%の増生が認められた。しかし、1%酸素アクア・ナノでは70%の減衰で、かつ残存細胞の殆どが傷害されていた(Fig. 12)。オゾン・アクア・ナノは混合比率が4分の1と少なかったためか、30%の減衰であった (Fig. 11)。このような結果をどのように判断されるかは各位にまかせるが、今後どのような癌腫に対してどのようにナノ液を利用したら良いかはその作用機序を含めて更なる検討が必要である。

アクア・ナノの生体への影響について現在知りうる範囲の極く一部の試験結果を例示したが、何れにしても長年高気圧と取り組んだ結果として、減圧症の基本機序である気泡形成研究のベースが人の健康、病態の予防、改善、治療へと波及しうる可能性を見出す端緒が生まれた。学会が発展するためにはこのような基礎研究は有用であろう。

この成果について多くの会員が利用、応用していた

できれば幸甚である。

自身のつたない研究面から基礎研究のおもしろさとその重要性について話題提供したが、臨床面からの切り口として開発したスポーツ外傷に対するHBOTなどについては別の機会に譲りたい⁴⁾。しかし、HBOの世界は新しい臨床応用の場として非常に広い裾野を有していると容易に推定できる。しかし、奇異とも思える研究開発のみからの発想ではなく、そのバック・ボーンには安全に裏打ちされた確実な管理面での配慮が要求される⁵⁾。安全で確実な手技に基づくHBOTの適応疾患を是非開発して戴きたい。これからの若いHBO関連医師や技師の諸兄にはそれを発見して実用化出来る可能性を持っておられるし、自主研修としてその努力をすることは権利であると共にこれからのHBOに取り組む者の義務でもあろう。諸兄の一層の活躍を期待したい。

参考文献

- 1) 浦山博, 岩喬: 高気圧酸素治療の歴史. 最新医学 1986; 41 (2) : 209-224.
- 2) Boerema I, et al.: Life without blood. J. Cardiovasc Surg 1960; 1: 133-146.
- 3) Kamiyama K, et al.: Effects of nano-bubble water on periodontal disease. Jpn J. Hyperbaric and undersea medicine 2008; 43 (2) : 53-60.
- 4) 眞野喜洋: 高気圧酸素治療の新しい適応疾患. Clinical Engineering 2005; 16 (2) : 162-167.
- 5) 眞野喜洋: 安全な高気圧酸素治療を目指して. Clinical Engineering 2005; 16 (2) : 113-119.

