

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19560604  
 研究課題名（和文） マイクロナノバブル技術による健康・福祉を基本とした温泉街振興システムの開発と評価  
 研究課題名（英文） Development and evaluation of a system to promote areas with hot springs that aims at improving health and welfare by micro-nano bubble technology

研究代表者  
 熊野 稔（KUMANO MINORU）  
 徳山工業高等専門学校・土木建築工学科・准教授  
 研究者番号：80153352

## 研究成果の概要：

1、マイクロバブル（以下 MB）を温泉に入れると人体の毛細血管の血流促進等の生理活性効果があり、また、MB 風呂における温泉入浴効果は、水道水 MB 風呂よりも優れており、総じて、MB の知覚神経刺激効果に加えて、温泉水が本来の効果をより引き出すことを実現していることが注目される。こうした 19 年度までの研究成果をもとに、20 年度は MB による温泉街振興モデルを温泉街復興に当てはめて活性化策を検討して提示した。

2、長門市依山温泉水・長野県阿智村昼神温泉水での MB 導入による血流促進が認められた。長野県昼神温泉の村営温泉施設に MB を取り付けており、現場で実験をした。サーモグラフィーを用いて MB 入りの温泉と MB 無しの温泉の保温効果や血流促進等を比較実験して計測し、MB（20 分）入浴により、通常の入浴（20 分）に比べて約 1 時間の持続した保温効果が被験者 2 名とも認められた。足のマッサージによる足裏の直接的な保温効果は少ないものの、マッサージ後の MB（10 分）入浴を併用することにより、持続した保温効果が認められた。MB 温泉の方が約 1 時間は保温効果があることを明らかにした。唾液アミラーゼによるストレス軽減効果は、個人差は判別できるものの MB の顕著な効果はデータ数値からではわからなかった。

3、山口県長門市依山温泉・長野県阿智村昼神温泉の客・地元関係者に対するアンケート・ヒアリング調査および温泉街の振興状況の分析を行い、その常連において、各種の身体的改善効果とともに、精神的にも積極的な改善効果が現われていることが明らかとなった。

4、MB の実験成果を活かし、全国の健康福祉を活用した温泉街の先進事例を調査して、人間ドッグ型、湯治型、健康づくり型、旅館デイサービス型、温泉病院療養型に類型してそのシステムに MB 装置を活用するフローチャート等を作成し、温泉街振興モデルを提示した。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：建築工学

科研費の分科・細目：建築環境・設備

キーワード：マイクロナノバブル、健康、福祉、温泉街振興システム

### 1. 研究開始当初の背景

マイクロバブル(以下MB)とは、極小さな気泡のことであり、その発生時における直径が $10\mu\text{m}$ ~数 $10\mu\text{m}$ の微細な気泡と定義される。ここで、「発生時」と述べているのは、MBのほとんどは、収縮・溶解・消滅過程をたどるためであり、MBは収縮して「マイクロナノバブル」へと変化する。これまで本技術は、広島カキ養殖業、北海道のホタテ養殖(2000年)、三重県英虞湾における真珠養殖(2001年)の再生に成功し、これらの成長と生理活性効果が注目されたが、温泉と人間への実験にも健康への相応の効果があり、またMB導入による温泉街の振興システムが期待された。MBの性質と機能性は、その発生方式に依存し、とくに「超高速旋回式」と白濁する「加圧溶解方式」では本質的な相違がある。負電位特性においては、超高速旋回式で高く、加圧溶解式では、かなり低いといえる。生理活性においては、超高速旋回式では活性を示すが、加圧溶解式では不活性を示すことで、両者に明確な相違がある。本研究は「超高速旋回式」を用いて行うものである。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、マイクロ・ナノバブル技術を利用して、健康福祉機器(風呂、リハビリ機器、医療機器など)を開発し、その成果をふまえて、地域振興としての温泉街のまちづくりに応用し、地域振興効果を実証し、「新しいマイクロ・ナノバブル技術による地域振興方策の学問」を確立することにある。具体的には、山口県の俵山温泉の再生や、長野県阿智村昼神温泉の振興を考慮して、2事例をモデルケースとして健康福祉機器等の開発と温泉への導入・活用により健康増進に役立て、利用客を増やすという21世紀の街づくり蘇生のあり方・方向性を検討する。

### 3. 研究の方法

俵山温泉、昼神温泉におけるMB導入による血流促進実験

昼神温泉におけるMB導入によるサーモグラフィ測定による保温効果実験

昼神温泉におけるMB導入による唾液アミラーゼの測定によるストレス評価実験

俵山温泉、昼神温泉におけるMB導入による入浴者の聞き取りアンケート調査;「俵山白猿の湯」・MB温泉入浴者聞き取りアンケート調査・18被験者。期間は2007年8月20

26日。「湯ったり~な昼神」利用者に対して期間は2007年11月23-25日で、有効回答数73名だった。

全国の健康・福祉にかかわる温泉街の動向調査・分析及びMB導入システムの構築

### MBによる血流促進実験

MBにおける水道水と昼神温泉水、さらにはバブリング水(温泉水と空気を混ぜ水素イオン濃度を下げたもの)の血流促進効果を比較した。血流計はレーザー血流計(オメガウェーブ社製)を使用した。実験前にまずヒーターで水を温め、実験中は右手のみを第三関節まで浸漬させた。実験環境として、室温は $25\pm 1$ 、湿度は $50\%\pm 1\%$ 、水量は4で行った。測定時間は22分で行った。まず2分間は空気中に放置し、浸水を開始する。それから3分経ったところでMBを発生させた。その後10分経過したらMBを停止させ、3分浸水し続け、その後3分間空気中で放置させ実験終了した。なお、血流実験における水温は、水道水(pH=7.5)で33、温泉水(pH=8.5)で33、温泉水(pH=9.7)で23であった。

MBによる保温効果実験 目的:MB入浴による保温持続効果を定量的に把握すること

計測項目

・サーモグラフィ(赤外線カメラ): Avio  
・血脈流計測システム: 岐阜聖徳学園大学教授伊藤氏協力

・血圧、脈拍数、体温、皮膚弾力・水分、アミラーゼ

被験者(2名): K氏(男性、50歳)、W氏(男性、50歳)

入浴と計測スケジュール

12/27(土)10:00-17:00

K・W氏: 入浴前 MB(20分) 露天 計測

12/28(日)10:00-20:00

W氏: 入浴前 非MB(20分) 計測

K氏: 入浴前 非MB(20分) 計測

足もみマッサージ(50分) 計測

(軽食) MB(10分) 計測

MB~非MBの差異、個人差などの比較検討

### 4. 研究成果

(1)昼神温泉水においてMBを供給した場合には、わずかにしか水素イオン濃度は減少しないが、MBの供給の場合が、その減少が急激であり、その比率は約12倍であった。

(2) 昼神温泉水は水素イオン濃度が高いことから、それにMBを与えると温度が20において、33の水道水におけるMB血流促進の効果よりも約3倍の血流促進が得られた。依山温泉においても血流促進が認められた。

(3) 昼神温泉におけるMB(20分)入浴により、通常の入浴(20分)に比べて約1時間の持続した保温効果が被験者2名とも認められた。また、マッサージによる足裏の直接的な保温効果は少ないものの、マッサージ後のMB(10分)入浴を併用することにより、持続した保温効果が認められた。(今後は、年齢、性差を含めた追加実験が必要である)

(4) 昼神温泉における唾液アミラーゼによるストレス軽減効果は、個人差は判別できるもののMBの顕著な効果はデータ数値からではわからなかった。

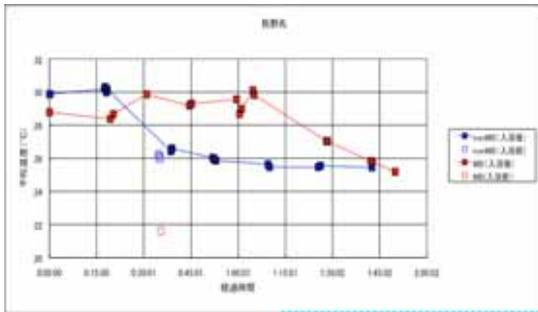


図1. MB入浴による保温持続効果

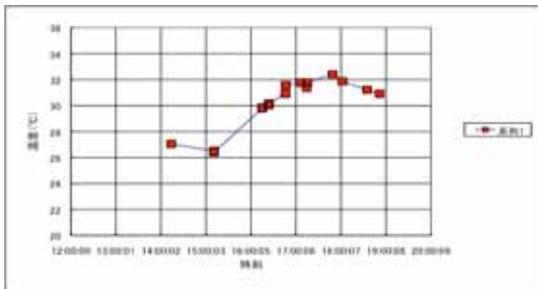


図2. 足マッサージ+MB10分入浴

(5) MB入浴者の聞き取りアンケート結果  
 依山温泉では18人中12人、67%は有益な効果を指摘。40代女性・3人、50代女性・3人、20代女性、50代男性、80代男性の被験者である。指摘が多いのが、「体がぼかぼかして暖かくなってすぐに冷えない」7である。次に「体が軽くなって楽になった」5。「他の温泉と比較してよりリラックスできた。」4「痛いところが和らいだ。」4「顔の色艶が出て皮膚に輝きがでてきた。」4「体が疲れにくくなった。」4「肌がしっとりしてきて化粧のノリがよくなってきた。」4「体が温かく、夜になっても冷えないようになった。」4「夜にトイレに行く回数が急減した。」4「夜ぐっすり眠れるようになった。」などが挙げられる。

昼神温泉の聞き取りアンケート調査でも、ほとんどが同様な指摘が得られており、MB入浴によって、痛みの改善、排尿の改善、循環器システムの改善など身体的な改善などの意見が指摘された。

(6) 温泉街の健康・福祉を基本としたMB導入システムについて以下5つの提案をした。

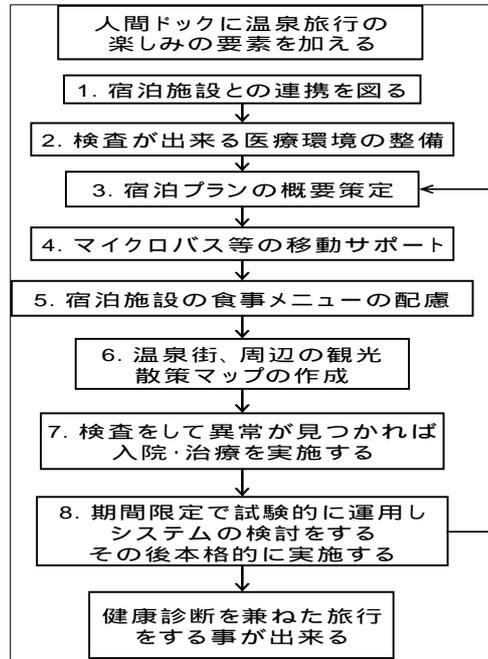


図3. 人間ドック型MB導入システム

温泉旅館に宿泊して人間ドックを受診するものである。宿泊温泉、温泉病院、病院治療器具等へのMB設置導入が期待される。

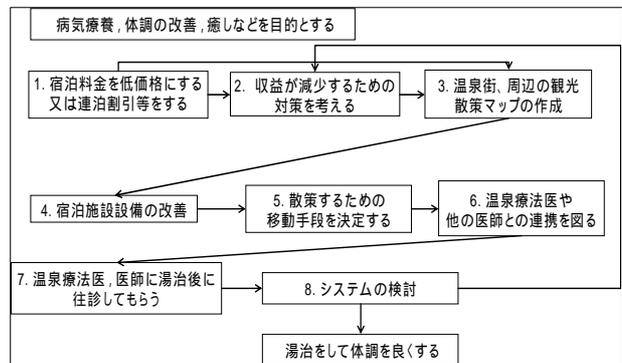
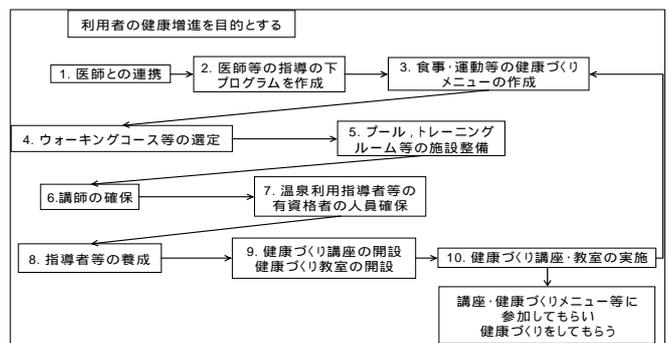
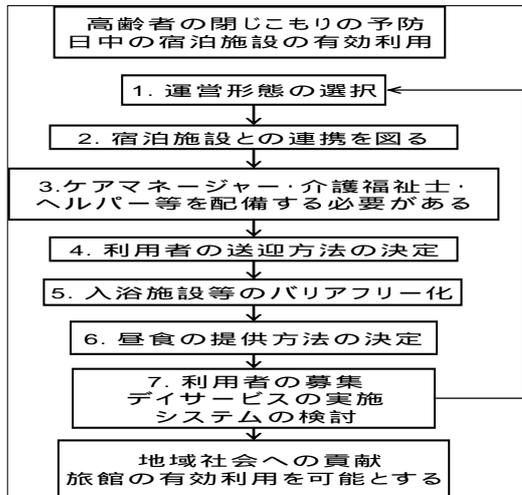


図4. 湯治型MB導入システム

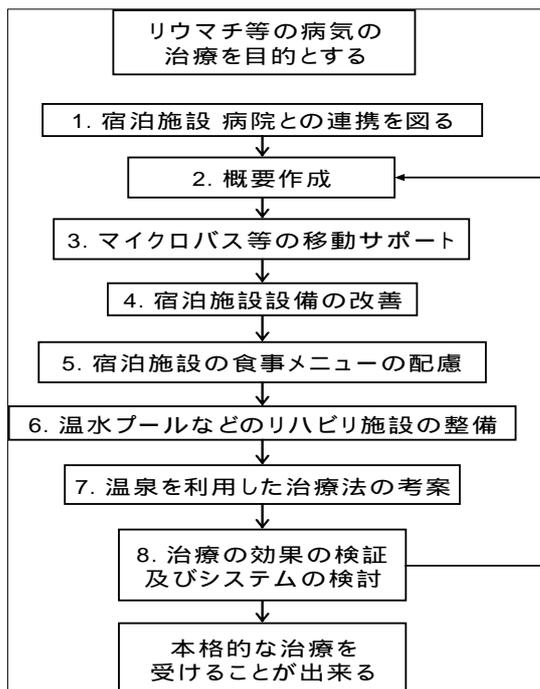
湯治客の宿泊温泉へのMB導入が期待される。



**図5．健康づくり型MB導入システム**  
日帰り温泉施設等の健康づくりプログラムに活用される。プール、入浴施設等へのMB導入が期待される。



**図6．温泉デイサービス型MB導入システム**  
温泉旅館に昼間の空き部屋を活用して高齢者福祉であるデイサービス事業を展開するものであり、入浴温泉へのMB導入が期待される。



**図7．温泉病院療養型MB導入システム**  
温泉旅館と温泉病院を結んでリウマチ、神経痛等の病気療養を行うシステムである。温泉病院、温水プール、リハビリ機器等へのMB導入が期待される。このように温泉街の温泉施設、旅館等に健康・福祉機能を活用して振興させる類型は全国調査により5類型考えられ、このシステムに適切なMBを導入して効果促進を図ることが提案できる。

今後の課題としては、MB導入温泉浴による骨密度測定調査などが求められる。

## 5．主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

熊野稔;「山口県依山温泉 産学連携の取り組みによる温泉街活性化」;地域づくり;通巻 213 号、2007

〔学会発表〕(計 6 件)

大成博文(徳山高専)・熊野稔(徳山高専)・大成博音(山口大):「マイクロバブルの知覚神経刺激と入浴効果」;日本温泉地域学会;2007年7月3日;山形市蔵王体育館

熊野稔(徳山高専);「温泉振興の街づくりとマイクロ・ナノバブル技術」;日本高専学会ブレイクスルー技術研究所主催;第3回マイクロ・ナノバブル技術基礎セミナー:2008年8月27日;阿智村観光センター

熊野稔(徳山高専) 大成博文、和田清(岐阜高専)「健康温泉地としての地域ブランドを目指して・・・昼神温泉」日本高専学会阿智村・マイクロバブルセミナー実行委員会2009年2月27日;阿智村コミュニティ館

大成博文(徳山高専);「マイクロ・ナノバブル技術の基礎(1)」日本高専学会ブレイクスルー技術研究所主催;第3回マイクロ・ナノバブル技術基礎セミナー:2008年8月26日、阿智村観光センター

大成博文(徳山高専);「マイクロ・ナノバブル技術の基礎(2)」日本高専学会ブレイクスルー技術研究所主催;第3回マイクロ・ナノバブル技術基礎セミナー:2008年8月26日、阿智村観光センター

大成博文(徳山高専);「マイクロ・ナノバブル技術の開発研究の目」;日本高専学会ブレイクスルー技術研究所主催;第3回マイクロ・ナノバブル技術基礎セミナー:2008年8月27日、阿智村観光センター

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

### 6. 研究組織

(1)研究代表者

熊野 稔(KUMANO MINORU)

徳山工業高等専門学校・土木建築工学科准教授

研究者番号: 80153352

(2)研究分担者

(3)連携研究者

大成 博文(OONARI HIROHUMI) 徳山工業高等専門学校・土木建築工学科教授

研究者番号: 30045041