

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

Y. Imai, T. Miki, T. Ishikawa, T. Aoki and T. Yamaguchi, Deposition of micrometer particles in pulmonary airways during inhalation and breathholding, *Journal of Biomechanics*, 45(10), 1809-1815, 2012

J.-J. Christophe, T. Ishikawa, Y. Imai, K. Takase, M. Thiriet and T. Yamaguchi, Hemodynamics in the pulmonary artery of a patient with pneumothorax, *Medical Engineering & Physics*, 34(6), 725-732, 2012

T. Miki, X. Wang, T. Aoki, Y. Imai, T. Ishikawa, K. Takase and T. Yamaguchi, Patient-specific modelling of pulmonary airflow using GPU cluster for the application in medical practice, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 15(7), 771-778, 2012

D. Alizadehrad, Y. Imai, K. Nakaaki, T. Ishikawa and T. Yamaguchi, Quantification of red blood cell deformation at high-hematocrit blood flow in microvessels, *Journal of Biomechanics*, 45(15), 2684-2689, 2012

H. Ueno, T. Ishikawa, K. H. Bui, K. Gonda, T. Ishikawa and T. Yamaguchi, Mouse respiratory cilia with the asymmetric axonemal structure on sparsely distributed ciliary cells can generate overall directional flow, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 8(7), 1081-1087, 2012

T. Omori, T. Ishikawa, D. Barthes-Biesel, A.-V. Salsac, Y. Imai and T. Yamaguchi, Tension of red blood cell membrane in simple shear flow, *Physical Review E*, 86(5), 56321-1-9, 2012

H. Kamada, Y. Imai, M. Nakamura, T. Ishikawa and T. Yamaguchi, Computational analysis on the mechanical interaction between a thrombus and red blood cells: Possible causes of membrane damage of red blood cells at microvessels, *Medical Engineering & Physics*, 34(10), 1411-1420, 2012

T. Tanaka, T. Ishikawa, K. Numayama-Tsuruta, Y. Imai, H. Ueno, N. Matsuki and T. Yamaguchi, Separation of cancer cells from a red blood cell suspension using inertial force, *Lab on a Chip*, 12(21), 4336-4343, 2012

T. Omori, T. Ishikawa, Y. Imai and T. Yamaguchi, Membrane tension of red blood cells pairwise interacting in simple shear flow, *Journal of Biomechanics*, 46(3), 548-553, 2013

### 2. 著書

T. Fukui, K. H. Parker and T. Yamaguchi, Pulse wave propagation in large blood vessels based on fluid-solid interaction methods (460-471), R. Lima, T. Ishikawa, Y. Imai and T. Yamaguchi, Blood flow behavior in microchannels: past, current and future trends (513-547), R. Lima, R. J. Joseyphus, T. Ishikawa, Y. Imai and T. Yamaguchi, Micro-flow visualization of magnetic nanoparticles for biomedical applications (600-612), Y. Feng, S. Wada and T. Yamaguchi, A computational study on the possibility of the initialization and development of intracranial aneurysms considering biofluid and biosolid mechanics (613-633), *Single and Two-Phase Flows on Chemical and Biomedical Engineering*, 2012

### 3. 学会発表

D. Alizadehrad, Y. Imai, T. Ishikawa and T. Yamaguchi, A numerical study on the RBC deformation in high-hematocrit conditions in microvessels, 10th International Symposium on Biomechanics and Biomedical Engineering 2012, 2012.4.11, Berlin, Germany

T. Ishikawa, N. Yoshida, H. Ueno, M. Wiedeman, Y. Imai and T. Yamaguchi, Energy efficiency in collective motions of swimming bacteria, 2012 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Beijing, China

H. Ueno, T. Ishikawa, K. H. Bui, K. Gonda, T. Ishikawa and T. Yamaguchi, Analysis of ciliary motion and the axonemal structure in the mouse respiratory cilia, ASME 2012 Bioengineering Conference, 2012.6.23 Puerto Rico

T. Yamaguchi, Y. Imai and T. Ishikawa, Particle based simulation of microcirculation using a parallel computation, 14th International Congress of Biomechanics, 2012.7.6, Istanbul, Turkey

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 福田 寛（東北大学加齢医学研究所機能画像医学研究分野・教授）

研究要旨：大規模脳 MRI 画像データベースを用いて脳の発達と加齢に関する画像解析を行った。その結果、脳灰白質容積は加齢とともに減少するが、減少速度に男女差があることを明らかにした。また、脳局所の各領域を情報伝達 node と仮定し、グラフ理論を適用してヒト脳の巨視的ネットワークの解析を行った。その結果、脳の small world の特性は若年者、中年者、高齢者で異なることを明らかにした。この研究の過程で数理的な知識のある工学者に医学知識を与え、医学者には数理的解析法の理解させることができた。

A. 研究目的

医学研究者と工学者が互いの専門領域を十分に発揮した上で、融合を計る研究環境、教育環境を醸成することにより、最終的には、医学が理解できる工学者、工学・数学が理解できる医学研究者を共育成することをめざす。

B. 研究方法

工学部、理学部出身の研究者（外国人 2 名）と脳科学の研究を行っている医学研究者数名が、同一建物内に居住する研究チームを構成し、物理的にも心理的にも至近距離にいる環境を作る。この中で、脳 MRI 画像の数理的解析を行ってヒト脳の発達と加齢に関する研究を行う学際的研究者を育成する。

C. 研究結果

(ア) まず研究分担者がこのチームで行う研究の概要とめざす所を構成員に伝えて目標の明確化と必要とさ

れる知識を示した。

(イ) 工学者 2 名に脳科学の教科書を与え自習させた後、研究分担者および研究サブリーダーの医学研究者が要点の解説を行った。また、ヒト脳画像を扱った脳科学の論文を読ませることにより、この分野で何がわかってい、何がわかっていないか、解説を行った。

(ウ) 工学者 1 名が、グラフ理論を用いたネットワーク解析について、医学者が理解できるよう数度にわたって解説を行った。当初は医学者にとって理解困難であったが、何がわかりにくいのか研究分担者が分析し、わかりやすい説明方法を工学者に指示することにより、次第に状況は改善した。

(エ) 多数の MRI 画像データからグラフ理論を用いて、ヒト脳の巨視的ネットワーク構造を明らかにする研究をこのチームで進めた。興味深い結果を得て、論文化することができた。

(オ) 問題点：専門の異なる相手が何を

理解できないのお互いに理解できないことが問題である。これを乗り越えるには、両方の分野を理解している学際的研究者の仲介が必要である。

#### D. 考察

理解度は深いとは言えないが、工学者が医学を理解し、医学者が工学・数学を理解できる集団の醸成にある程度成功したと考える。

#### E. 結論

この分野は **computational brain science** と呼称されつつあるが、これを我が国で初めて行うことのできるチームができたと考える。

#### F. 健康危険情報

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Taki Y, Hashizume H, Sassa Y, Takeuchi H, Asano M, Asano K, Kotozaki Y, Nouchi R, Wu K, Fukuda H, Kawashima R. Correlation among body height, intelligence, and brain gray matter volume in healthy children. *NeuroImage*, 59(2):1023-1027, 2012.

Taki Y, Hashizume H, Thyreau B, Sassa Y, Takeuchi H, Wu K, Kotozaki Y, Nouchi R, Asano M, Asano K, Fukuda H, Kawashima R. Sleep duration during weekdays affects hippocampal gray matter volume in healthy children. *NeuroImage*, 60:471-475, 2012.

roImage, 60:471-475, 2012.

Wu K, Taki Y, Sato K, Kinomura S, Goto R, Okada K, Kawashima R, He Y, Evans AC, Fukuda H. Age-related changes in topological organization of structural brain networks in healthy individuals. *Human Brain Mapping*, 33:552-568, 2012.

##### 2. 著書

Fukuda H, Taki Y, Wu K, et al. Development and aging of the human brain studied with brain Magnetic resonance image. In: *Nano-Biomedical Engineering 2012*, Proceedings of the Tohoku University Global Centre of Excellence Programme, Yamaguchi T ed, Imperial College Press:179-190, 2012.

Wu K, Fukuda H. Graph theoretical analysis of human structural brain networks. In: *Nano-Biomedical Engineering 2012*, Proceedings of the Tohoku University Global Centre of Excellence Programme, Imperial College Press:324-330, 2012.

##### 3. 学会発表

#### H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得 なし

2. 実用新案登録 なし

3. その他 なし

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 佐藤 正明（東北大学大学院医工学研究科生体力学分野・教授）

研究要旨：医工連携の実現に向けて、医師および医工学技術者が大動脈瘤破裂危険度の高信頼性予測を目指し、ヒト胸大動脈瘤とブタ胸大動脈の破裂試験を基に、PBL セミナーの課題を構築した。実験データから、大動脈瘤試料では低圧で組織が降伏し、降伏開始点の圧力は破裂圧力と有意に相関すると共に一心周期中の径変化から予測できることから破裂予測の指標として使用できる可能性が示唆された。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。本分担研究では、医師と協働して大動脈瘤破裂予測指標の探索をめざす。

B. 研究方法

PBL セミナーのテーマを構築した。ヒト胸大動脈瘤およびブタ胸大動脈の両群を対象として、破裂試験を実施し、実験結果を基に破裂指標として活用できるかどうかを検討した。

C. 研究結果

(ア) 実験試料

東北大学病院で胸大動脈瘤患者 23 名より瘤部から試料を採取し、そのうち試験可能なサイズであった 12 名のから 15 試料を使用した。対照群として、ブタ胸大動脈から採取したものを正常血管試料として用いた。

(イ) 破裂試験

採取した試料を中央部に直径 15 mm の円孔を設けた 2 枚の金属板で挟

み、圧力を負荷するバルジ試験を実施し、変形状態は正面と側方の 2 方向からビデオ撮影して解析した。

(ウ) 大動脈壁の剛性

破裂予測のための 1 つのパラメータとして組織の剛性に着目し、解析を行ったところ、両群の試料とも加圧に伴い剛性が増加したが、降伏現象に違いが見られた。

D. 考察

実験で得られた大動脈壁の降伏現象から、降伏開始点の圧力は、破裂圧力と有意に相関していること、一心周期中の径変化から予測できる可能性があることが分かり、かつ破裂予測の指標として活用できる可能性が示唆された。

E. 結論

大動脈瘤破裂をテーマとし、破裂予測指標の探索に関する PBL 課題を構築した。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) S. Deguchi, T. S. Matsui and M. Sato: Simultaneous contraction and buckling of stress fibers in individual cells. *J Cell Biochem* **113**, 824–832, 2012.

2) S. Sugita, T. Matsumoto, T. Ohashi, K. Kumagai, H. Akimoto, K. Tabayashi and M. Sato: Evaluation of rupture properties of thoracic aortic aneurysms in a pressure-imposed test for rupture risk estimation. *Cardiovasc Eng Tech* **3**(1), 41-51, 2012.

3) W-J. Huang, N. Sakamoto, R. Miyazawa and M. Sato: Role of paxillin in the early phase of orientation of the vascular endothelial cells exposed to cyclic stretching. *Biochem Biophys Res Comm* **418**(4), 708-713, 2012.

4) 杉田修啓, 松本健郎, 大橋俊朗, 熊谷紀一郎, 秋元弘治, 田林暁一, 佐藤正明: 胸部大動脈瘤の拍動特性から破裂圧力が推定できるか? *脈管学* **52**, 277-283, 2012.

5) T. Anno, N. Sakamoto and M. Sato: Role of nesprin-1 in nuclear deformation in endothelial cells under static and uniaxial stretching conditions. *Biochem Biophys Res Comm* **424**, 94-99, 2012.

6) L. Yuan, N. Sakamoto, G-B. Song and M. Sato: Migration of human mesenchymal stem cells under low shear stress mediated by MAPK signaling. *Stem Cell Develop* **21**(13), 2520-2530, 2012.

7) M. Sato, S. Kawamoto, M. Watanabe, N. Sakamoto, M. Sato, Y. Tabata and Y. Saiki: Medial regeneration using a biodegradable felt as a scaffold preserves integrity and compliance of a canine dissected aorta. *Circulation* **126**, S102-109, 2012.

8) S. Deguchi, T. S. Matsui, D. Komatsu and M. Sato: Contraction of stress fibers extracted from smooth muscle cells: Effects of changing the ionic strength and temperature. *J Biomech Sci Tech* **7**(4), 388-398, 2012.

## 2. 著書

1) D. Yoshino and M. Sato: Chap. 8 Design and evaluation of self-expanding stents suitable for diverse clinical manifestation based on mechanical engineering. in "Mechanical

Engineering" ed. by M. Gokcek, e-Book, InTech, pp. 181-208, 2012.

2) T. Ohashi and M. Sato: Chapter 22: Endothelial cell responses to fluid shear stress: From Methodology to Applications, in "Single and Two-Phase Flows on Chemical and Biomedical Engineering", Bentham Science Publishers, Editors: R. Dias, A. A. Martins, R. Lima, T. M. Mata, pp.579-599, 2012.

## 3. 学会発表

1) 杉田修啓, 松本健郎, 大橋俊朗, 熊谷紀一郎, 秋元弘治, 田林暁一, 佐藤正明: 大動力瘤壁の力学特性と引張強さの関連-破裂を予測する指標の構築を目指して-. 日本機械学会東海支部第 61 期総会・講演会, 2012.

2) S. Sugita, T. Matsumoto, T. Ohashi, K. Kumagai, H. Akimoto, K. Tabayashi, and M. Sato: Biomechanical evaluation of mechanical properties of thoracic aortic aneurysms toward rupture risk estimation. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Beijing, 2012.

3) M. Sato: Dynamic Response of endothelial cell and the cytoskeleton to Fluid shear stress. Annual Symposium on Biomedical Engineering and Technology, Taiwan Society of Biomedical Engineering, Taiwan, 2012.

4) 佐藤正明: 細胞の力覚機構解明のためのメカノバイオロジー. 日本機械学会年次大会, 金沢, 2012.

5) S. Deguchi, T.S. Matsui, R. Kaunas, M. Sato: Role of stress fibers in cellular tensional homeostasis. 2nd BMES-SPRBM Conference on Cellular and Molecular Bioengineering, 2012.

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許

特許出願番号 特願2012-109957

出願日 平成24年5月11日

出願人 国立大学法人 東北大学

発明者: 出口真次、松井翼、佐藤正明

発明の名称 パターニング装置およびパターニング方法

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 梅村晋一郎

（東北大学大学院医工学研究科波動応用ナノ医工学分野・教授）

研究要旨：医工学者が、医師グループとチームを組み、課題解決型テーマについて活動を行った。強力集束超音波（HIFU）による TRAP (twin reversed arterial perfusion) sequence の非観血的子宮内治療を課題とした。超音波強度  $4.6\text{kW/cm}^2$  にて無心体児の体内臍帯血管流入部位の血流遮断に成功した。この活動を通じて、医療現場における課題をどのように捉えて工学技術を応用展開し、解決に結びつけていくかについて理解を深めることができた。

#### A. 研究目的

医工学者が、医工学に造詣の深い医師グループや医療技術者／エンジニアとチームを組み、課題解決型テーマについて協働して作業／討論する。この活動を通じ、目標とした課題そのものを解決するに留まらず、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解する。

#### B. 研究方法

昭和大学医学部産婦人科岡井研究室と協働して、TRAP (twin reversed arterial perfusion) sequence の非観血的子宮内治療をテーマとして選び、梅村研究室にて開発した焦点距離  $6\text{cm}$  の超音波イメージングプローブ組み込み型強力集束超音波（HIFU）トランスデューサを用いて、無心体内血流を超音波イメージングガイド下の HIFU 照射によって加熱凝固して遮断する。動物実験による検討結果を踏まえて臨床応用を行う。

#### C. 研究結果

妊娠 13 週に倫理委員会承認のもと患者の同意を得た後、無心体児の体内臍帯血管流入部位の超音波ガイド下 HIFU 照射による血流遮断を試みた。超音波周波数  $1.7\text{MHz}$ 、超音波強度  $2.3\text{kW/cm}^2$  にて 1 回 10 秒間の照射を行なったが、超音波観察により血流の減弱をみとめたものの完全な遮断には至らなかった。そこで、妊娠 17 週に超音波強度  $4.6\text{kW/cm}^2$  にて照射したところ血流の遮断に成功した。子宮収縮や破水などの合併症はなかった。妊娠 37 週に PIH および羊水過少が認められたため入院、遅発性一過性徐脈が認められたため帝王切開となった。 $1,903\text{g}$  男児、胎盤および臍帯には病理的に HIFU の影響と思われる所見は認められなかった。

#### D. 考察

血流遮断には、通常、軟部組織を加熱凝固するのに用いられる強度の数倍の超音波強度が必要であることがわかった。また、本例のような先端的医療の研究には、担当臨床医の機器に対する深い医工学的理解に基づく判

断が重要であるとともに、患者と担当臨床医との間の深い信頼関係が必須であることを実感した。

#### E. 結論

TRAPsequence の非観血的子宮内治療を課題とし、医工学者が、医師グループとチームを組み、HIFU 照射によって無心体児の体内臍帯血管流入部位の血流遮断に成功した。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

T. Moriyama, S. Yoshizawa and S. Umemura "Thermal Simulation of Cavitation-Enhanced Ultrasonic Heating Verified with Tissue-Mimicking Gel," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 51, no. 7, pp. 07GF27, 2012.

R. Matsuzawa, T. Shishitani, S. Yoshizawa and S. Umemura "Monitoring of Lesion Induced by High-Intensity Focused Ultrasound Using Correlation Method Based on Block Matching," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 51, no. 7, pp. 07GF26, 2012.

Y. Shimazaki, S. Harigane, S. Yoshizawa and S. Umemura "Three-Dimensional Quantitative Optical Measurement of Asymmetrically Focused Ultrasound Pressure Field," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 51, no. 7, pp. 07GF25, 2012.

K. Otsu, S. Yoshizawa and S. Umemura "Therapeutic Array Transducer Element Using Coresonance between Hemispherical Piezoceramic Shell and Water Sphere: Effect of Load Masses of Support and Electric Contact," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 51, no. 7, pp. 07GF24, 2012.

K. Takada, J. Okada, K. Nakamura, S. Yoshizawa and S. Umemura "High Voltage Staircase Drive Circuit for Triggered High-Intensity Focused Ultrasound Treatment," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 51, no. 7, pp. 07GF23, 2012.

J. Shimizu, T. Fukuda, T. Abe, M. Ogihara, J. Kubota, A. Sasaki, T. Azuma, K. Sasaki, K. Shimizu, T. Oisih, S. Umemura and H. Furuhashi "ULTRASOUND SAFETY WITH MID-FREQUENCY TRANSCRANIAL SONOTHROMBOLYSIS: PRELIMINARY STUDY ON NORMAL MACACA MONKEY BRAIN," *Ultrasound in Medicine & Biology*, vol. 38, no. 6, pp. 1040-1050, 2012.

K. Ichizuka, J. Hasegawa, M. Nakamura, R. Matsuoka, A. Sekizawa, T. Okai, and S. Umemura "High-intensity focused ultrasound treatment for twin reversed arterial perfusion sequence," *Ultrasound Obstet Gynecol*, vol. 40, pp. 476-478, 2012.

##### 2. 著書

なし

##### 3. 学会発表

梅村晋一郎「集束超音波治療の高効率化」第8回東北大学 REDEEM シンポジウム 2012年9月  
他 29件

#### H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 高橋 明  
(東北大学大学院医工学研究科血管再建医工学研究分野・教授)

研究要旨：

脳動脈瘤の CFD 解析を例に、医療側が工学研究者に何を求めているかを理解するために、PBL セミナーのテーマを構築した。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。

体现象としての以上のプロセスがどのように病的プロセスに発展するかの全体像は明らかになっていない。しかし、コンピューターシミュレーションを用いることにより、その中の科学的分析を適用できる部分について、解析を進めることができる。その手法を確立する重要性を理解する。

B. 研究方法

PBL セミナーのテーマを構築した。

E. 結論

脳動脈瘤の CFD をテーマに PBL セミナーのテーマを構築した。

C. 研究結果

脳動脈瘤の CFD を例にして、実際の臨床症例における思考プロセスを理解するため、三次元 DSA のデータを用いて、流体力学的な解析を行う。この作業を通じて、実際の臨床では、どのような解法が求められているかを理解できるようにする。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

Local hemodynamics at the rupture point of cerebral aneurysms determined by computational fluid dynamics analysis. Omodaka S, Sugiyama S, Inoue T, Funamoto K, Fujimura M, Shimizu H, Hayase T, Takahashi A, Tominaga T. Cerebrovasc Dis.34(2),121-129,2012

D. 考察

脳動脈瘤の発生、成長、破裂、治療に関わる血行力学的諸因子の解析ははじまったばかりであり、生

Influence of surface model extrac-



tion parameter on computational fluid dynamics modeling of cerebral aneurysms. Omodaka S, Inoue T, Funamoto K, Sugiyama S, Shimizu H, Hayase T, Takahashi A, Tominaga T. J Biomech, 45(14), 2355-2361, 2012

Antiplatelet therapy for prevention of thrombotic complications associated with coil embolization of unruptured cerebral aneurysms. Matsumoto Y, Kondo R, Matsumori Y, Shimizu H, Takahashi A, Tominaga T. Drugs RD, 12(1), 1-7, 2012

Hemodynamic Analysis of Growing Intracranial Aneurysms Arising from a Posterior Inferior Cerebral Artery. Sugiyama S, Meng H, Funamoto K, Inoue T, Fujimura M, Nakayama T, Omodaka S, Shimizu H, Takahashi A, Tominaga T. World Neurosurg, 78(5), 462-468, 2012

## 2. 著書

## 3. 学会発表

定位放射線治療をおこなった胸髄膜内動静脈奇形症例、新妻邦泰ほか、第48回日本脳神経外科学会東北地方会、2012年9月01日、仙台市

脊髄梗塞とくも膜下出血を来した多発性脊髄動脈瘤の一例、佐藤健一ほか、第26回東北脳神経血管内治療研究会、2012年9月01日、仙台市

術中の判断によりクリッピング術から塞栓術に変更した脳動脈瘤症例の検討、鈴木一郎ほか、第35回東北脳神経血管障害研究会、2012年12月01日、仙台市

脳卒中血管内治療、高橋明、第47回日本成人病（生活習慣病）学会、2013年1月12-13日、東京

Database of Intracranial Aneurysms Using Patient-Specific Geometries and Inlet Conditions. Takahashi A, 8<sup>th</sup> European Solid Mechanics Conference, 09-13JUL, 2012, Graz, Austria.

A database approach for improving and development of a strategy for risk management of intracranial aneurysms. Takahashi A, Intra Cranial Stent Meeting2012, 08-10OCT, 2012, Madison, USA.

## H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許取得

### 2. 実用新案登録

### 3. その他

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践  
「致死的不整脈早期検出アルゴリズムの開発」

研究分担者 吉澤 誠（東北大学サイバーサイエンスセンター・教授）

研究要旨：医工連携の実現に向けて、医療機器、特に植え込み型除細動器（ICD）の開発に必要な基本的知識および応用技術を習得させるため、致死的不整脈を検出するための従来の様々なアルゴリズムについて学習するとともに、不整脈早期検出のための新しいアルゴリズムを開発するための知識と経験を相互に供出して協力する体制を築くための教育方法を検討した。

#### A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解することを目的とする。特に植え込み型除細動器（ICD）における致死的不整脈を検出するためのアルゴリズムの開発に必要な基本的知識および応用技術を習得させるための教育方法について検討する。

#### B. 研究方法

PBL セミナーのテーマを構築した。特に、ICD における致死的不整脈を検出するための従来の様々なアルゴリズムについて学習するとともに、早期検出のための新しいアルゴリズムを開発するための知識と経験を相互に供出して協力する体制を築くための教育方法を検討した。

#### C. 研究結果

本研究では、まず、主として心拍間隔情報に基づく従来の致死的不整脈検出アルゴリズムについて、その基本

原理と応用事例を種々検討した。その結果に基づき、心室細動（VF）の不検出や ICD の誤作動となる誤分類を減らすための時系列解析方法を提案した。提案したモデルを用いた方法では、特に上室性不整脈のようなデータ数の少ない心調律の検出精度の向上が認められた。さらに、時系列解析を適用することで、VF 不検出を 0 にすることができ、偽陽性率を低下させることが確認された。

#### D. 考察

提案したアルゴリズムについて、大幅な検出性能の向上が認められるが、論理的な複雑性から計算量の増加が問題となる可能性がある。そのため、ICD への実装を行う際には、計算量を抑える工夫を行って有効性を検証する必要がある。

#### E. 結論

本研究では、ICD における致死的不整脈を検出するための従来の様々なアルゴリズムについて学習するとともに、早期検出のための新しいアルゴリズムを開発するための知識と経験を相互に供出して協力する体制を築

くための教育方法を検討した。その結果、検出精度を従来法より向上させるためのアルゴリズムの構築手法の要点および方向性を提示することが可能となった。

## F. 健康危険情報

(該当なし)

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 阿部 誠, 吉澤 誠, テルマ ケイコ スガイ, 本間 経康, 杉田 典大, 清水 一夫, 後藤 萌, 稲垣 正司, 杉町 勝, 砂川 賢二: 植込み型除細動器への実装を考慮した致死性不整脈検出アルゴリズムの改良, 電気学会論文誌C, Vol.132, No.12, pp. 1943-1948 (December 2012)
  - 2) Makoto YOSHIZAWA, Tomoyuki YAMBE, Norihiro SUGITA, Satoshi KONNO, Makoto ABE, Noriyasu HOMMA, Futoshi TAKEI, Katsuhiko YOKOTA, Yoshifumi SAIJO, Shin-ichi NITTA: Application of a Telemedical Tool in an Isolated Island and a Disaster Area of the Great East Japan Earthquake, IEICE TRANSACTIONS on Communications, Volume E95-B No.10, pp.3067-3073 (2012)
- ### 2. 著書
- 1) Makoto Yoshizawa, Norihiro Sugita, Tomoyuki Yambe, Satoshi Konno, Telma Keiko Sugai, Makoto Abe, Noriyasu Homma, Shin-ichi Nitta: Methods for Estimating a Cross-Correlation Index of the Baroreflex System by Using a Plethysmogram, Takami Yamaguchi, MD PhD (Eds.), Nano-Biomedical Engineering 2012, Imperial College Press, London, pp.566-576 (2012)
  - 2) Makoto Abe, Telma Keiko Sugai,

Makoto Yoshizawa, Kazuo Shimizu, Moe Goto, Masashi Inagaki, Masaru Sugimachi, Kenji Sunagawa : Detection of Life-Threatening Arrhythmias Using Multiple regression Model, Takami Yamaguchi, MD PhD (Eds.), Nano-Biomedical Engineering 2012, Imperial College Press, London, pp.577-586 (2012)

### 3. 学会発表

- 1) Yoshizawa M, Sugita N, Abe M, Homma N, Konno S, Yambe T, Nitta S: Evaluation of autonomic nervous function for elderly people using electrocardiogram and plethysmogram, Proceedings of SICE Annual Conference, pp.1665-1668 (Aug 2012)

## H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許取得

- 1) 発明者: 木下広幸, 吉澤誠, 石橋純一, 清水一夫, 発明名称: 不整脈信号検出装置および除細動装置 (特許第5028579号), 登録日: 2012年7月6日
  - 2) 発明者: 吉澤誠, 阿部誠, 杉田典大, ケンジ・バウ, 山中篤, 発明名称: 生体状況評価装置および生体評価信号算出方法 (特許第5161671号), 登録日: 2012年12月21日
  - 3) 発明者: 山本佳奈子, 吉澤誠, 清水一夫, 小林正敏, 発明名称: 心臓状態解析装置および除細動装置 (特許第5181149号), 登録日: 2012年1月25日
- ### 2. 実用新案登録 (該当なし)
- ### 3. その他 (該当なし)

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 早瀬 敏幸

（東北大学流体科学研究所流体融合研究センター超実時間医療工学研究分野・教授）

研究要旨：血管内の血流動態を正確かつ詳細に把握・評価することを目的に、血流の超音波計測と数値解析を一体化した超音波計測融合シミュレーションにより血管内の速度場および圧力場を再現する方法について検討を行った。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。

B. 研究方法

PBL セミナーのテーマを構築した。

C. 研究結果

血流の超音波計測融合シミュレーションは、超音波計測により得られるドプラ速度に対する誤差を仮想的な体積力として数値シミュレーションにフィードバックしながら計算を行うことにより、血流場をコンピュータ上に再現する手法である。これまでの研究により、超音波計測融合シミュレーションは血管内の血流の速度場を精度良く再現することが明らかになったが、圧力場の再現精度については必ずしも良好とは言えなかった。

本研究では、超音波計測融合シミュレーションにより圧力場を再現する

ことについて検討を行った。まず、理論解析によりドプラ速度場の計測結果に基づくフィードバックが圧力場に与える影響について調べた。その結果、フィードバック信号の発散の値がゼロでない場合に、速度場の計算精度は改善しても圧力場にはフィードバック信号による影響が現れた。そこで、フィードバックによる圧力場への影響を補正して正しい圧力を推定する方法を提案した。

理論解析結果の妥当性を検証するため、ヒトの胸部大動脈瘤内の3次元定常流の再現を対象にした数値実験を行った。その結果、フィードバックゲインが大きい範囲で、圧力の再現精度が通常のシミュレーションよりも悪化した。一方、理論解析において提案した手法によりフィードバック信号の圧力への影響を適切に補正することにより、圧力場の誤差が減少し、計算精度が改善した。

D. 考察

超音波計測融合シミュレーションにおけるフィードバック信号は、速度場の再現精度を改善する一方、圧力場の再現精度を悪化させる可能性がある

ることが明らかとなった。これは、フィードバック信号の発散の値がゼロではない場合、基礎方程式を介して圧力場が変化することが原因である。この圧力場への影響はフィードバック信号を基に推定することが可能であり、適切に補正することにより、圧力場についても良好に再現することが可能になる。このように、圧力場の補正を行う血流の超音波計測融合シミュレーションにより、血流場とそれに起因して血管壁に作用する力（血行力学）を把握することができ、動脈硬化や狭窄、動脈瘤などの循環器系疾患の新しい診断法の確立につながることを期待される。

## E. 結論

超音波計測融合シミュレーションによる血流動態の再現をテーマとした PBL 課題を構築した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Funamoto K, and Hayase T. Reproduction of pressure field in ultrasonic-measurement-integrated simulation of blood flow. *Int. J. Numer. Meth. Biomed. Engng.*, 2012. DOI: 10.1002/cnm.2522.

### 2. 学会発表

- 1) 門脇弘子, 船本健一, 早瀬敏幸,

曾根周作, 小笠原正文, 地挽隆夫, 橋本浩, 見山広二, 2 次元超音波計測融合シミュレーションによる頸動脈分岐部の非定常血流量推定, *超音波医学*, Vol. 39, Supplement, (2012), S338.

- 2) 門脇弘子, 船本健一, 早瀬敏幸, 曾根周作, 小笠原正文, 地挽隆夫, 橋本浩, 見山広二, 2 次元超音波計測融合シミュレーションによる頸動脈分岐部の血流解析, *日本機械学会第 23 回バイオフィロンティア講演会講演論文集*, No.12-47, (2012), 5-6.

- 3) 門脇弘子, 船本健一, 早瀬敏幸, 曾根周作, 小笠原正文, 地挽隆夫, 橋本浩, 見山広二, 劉磊, 超音波計測融合シミュレーションによる血液粘度の推定, *日本機械学会第 25 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集*, No. 12-48, (2013), 249-250.

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

### 2. 特許出願

- 1) 「超音波診断装置および血流量推定プログラム」, 早瀬敏幸, 船本健一, 門脇弘子, 特願 2012-116544 (2012 年 5 月 22 日)

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 谷内 一彦（東北大学大学院医学研究科機能薬理学分野・教授）

研究要旨：神経変性疾患は多くは成人以降に徐々に発症、進行し、病理学的には神経の特定の系に神経細胞や線維の変性脱落を生じる疾患の総称であり、アルツハイマー病、パーキンソン病、ハンチントン病、筋萎縮性側索硬化症、多系統萎縮症などがある。これらの神経変性疾患の原因として、遺伝子の産物である特定のタンパク質が何らかの構造異常を生じ、主として  $\beta$  シート構造をとる凝集物を形成し、その過程で、新たな異常機能を獲得し、神経細胞死やシナプス機能障害を招くと考えられている。コンフォメーション病（ミスフォールディング病）とも言われる所以である。アルツハイマー病の罹患率は日本国内で100万人を超えており、医工学領域での重要な研究対象でもある。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。特に最近増加しているアルツハイマー病の分子イメージングの最近の進歩を理解して、医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業に資することを目的とする。

B. 研究方法

最新の研究成果を基に PBL セミナーのテーマを構築した。

C. 研究結果

(ア)症例：65歳男性。50歳を過ぎてからは毎年、健康診断を欠かさず受診し、健康面での大きな問題はなかった。62歳の時、「昨日読んだ本をどこまで読んだのか、よく思い出せない」との症状があった。

その1年後、地図が読めない、さらにその3ヵ月後、毎日通っている道がわからないとの異常に家族が気づく。

(イ) 診断のプロセス：認知機能試験、MRI検査を行い、DSM-IV分類によるAlzheimer型痴呆の診断基準に基づいてアルツハイマー病と診断する。DSM-IVは American Psychiatric Association: Diagnostid and statistical manual of mental disorders, 4th ed (DSM-IV). American Psychiatric Associationが定めた診断基準のこと。

(ウ) 確定診断およびその根拠：死後に剖検を行い脳病理検査を行う。神経病理学的特徴としては、老人斑（アミロイドA $\beta$ 蛋白が蓄積）、神経原線維変化（タウ蛋白）、神経細胞脱落などがある。最近はPETにより異常たんぱく質であるアミロイド・タウ・ $\alpha$ シヌクレインを非侵襲的に検出する分子イメ

ンを非侵襲的に検出する分子イメージングがそれに代わりつつある。原因は不明で、ほとんどが孤発性(遺伝性がない)であるが、稀に家族性アルツハイマー病ではAPP遺伝子やプレセニリン1遺伝子、プレセニリン2遺伝子の異常などが認められる。危険因子として、加齢、遺伝、高血圧・糖尿病・高脂血症、生活習慣などがある。

(エ) 治療：認知機能の障害を改善する薬物としてアセチルコリンエステラーゼ阻害薬とグルタミン酸拮抗薬があるが、対症療法であり根本治療法の開発や生活習慣による予防が期待されている。魚介類は、n-3系脂肪酸(DHAやEPA)や野菜やワインに含まれているポリフェノールや抗酸化ビタミンが予防的働くことが知られている。

(オ) 問題点：髄液検査、PETによるアミロイドイメージングが確定診断に必要であるが、日本では健康保険で認められていない。しかし米国ではFDAがアミロイドイメージングによる診断を承認している。

#### D. 考察

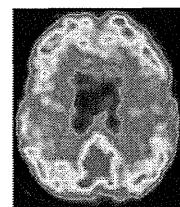
根本治療薬や予防薬はまだないが、早期診断による早期介入が重要。また進行した症例では介護が必要で、介護ケアにおける医工学領域研究の貢献が期待されている。

#### E. 結論

認知症(アルツハイマー病)をテーマとした医工学関連のPBL課題を構築した。我々は早期・確定診断用PET分子プローブとしてアミロイドAβ、タウ、αシヌクレイン、TDP-43を特異的に認識する分子プローブをスク

リーニングして、基礎的開発試験と臨床試験を行っている(図)

#### 老人斑 Senile plaque [<sup>11</sup>C]PiB



#### 神経原線維変化 Neurofibrillary tangles THK-5117

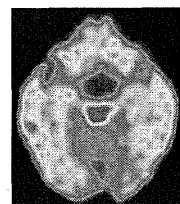


図. 分子イメージングによるアルツハイマー病の超早期診断法の確立

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 論文発表

1. Furumoto S, Okamura N, Furukawa K, Tashiro M, Ishikawa Y, Sugi K, Tomita N, Waragai M, Harada R, Tago T, Iwata R, Yanai K, Arai H, Kudo Y. A 18F-labeled BF-227 derivative as a potential radioligand for imaging dense amyloid plaques by positron emission tomography. *Mol Imaging Biol.* 2013 in press
2. Harada R, Okamura N, Furumoto S, Tago T, Maruyama M, Higuchi M, Yoshikawa T, Arai H, Iwata R, Kudo Y, Yanai K. Comparison of the binding characteristics of [18F]THK-523 and other amyloid imaging tracers to Alzheimer's disease pathology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2013;40(1):125-132.
3. Hiraoka K, Okamura N, Funaki Y, Hayashi A, Tashiro M, Hisanaga K, Fujii T, Takeda A, Yanai K, Iwata R, Mori E. Cholinergic deficit and response to donepezil therapy in Parkinson's disease with dementia. *Eur Neurol.* 2012;68(3):137-43.

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得：無
2. 実用新案登録：無
3. その他：無

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 福島浩平  
(東北大学大学院医工学研究科消化管再建医工学分野・教授)

研究要旨：潰瘍性大腸炎をテーマとした PBL 課題を構築した。医療現場では疾患の根治に加え、治癒後の生活の質の向上にも十分目を向ける必要がある。かかる観点から、機能障害の改善に向けて、このようなテーマを PBL に加えることにより工学技術の応用をはかっていく必要がある。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。

B. 研究方法

PBL セミナーのテーマを構築した。

C. 研究結果

ケーススタディをもとに、医師側から工学的技術を応用する視点としてどう考えるかをシミュレーションした。

(ア) 症例：22 才男性。仕事が多忙になるとともに、水様性下痢を認め一部で粘血便を認めたため近医受診。

(イ) 診断のプロセス：想定される病態の候補や絞り込みのための情報収集（鑑別診断：病歴、問診、検査）をどのように行うか、非侵襲的な手法

を如何に開発するかを議論する。

(ウ) 確定診断およびその根拠（情報収集の結果）：本ケースは潰瘍性大腸炎の症例を想定した。内視鏡検査所見などのように、主観的要素を排除しえない検査について、客観性を担保し診断技術のばらつきを如何に少なくするかなどにつき議論する。

(エ) 治療：外科的手法として、肛門温存大腸全摘術が選択されるが、術後の臓器欠損に伴う機能障害について考え、その改善に工学的技術の応用をはかる。

(オ) 問題点：工学技術者は医療現場の問題点をまったくといってよいほど認識しておらず、発想の基盤が欠如している。それを如何に補っていくかが重要である。

D. 考察

消化管大量切除術後には、その切除部位や量によって様々な機能障害が



出現することはあまり認識されていない。医療現場では疾患の根治に加え、治癒後の生活の質の向上にも十分目を向ける必要がある。かかる観点から、機能障害の改善に向けて、このようなテーマを PBL に加えることにより工学技術の応用をはかっていく必要がある。

#### E. 結論

潰瘍性大腸炎をテーマとした PBL 課題を構築した。

#### E. 健康危険情報

特になし

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

M Hinata, A Kohyama, H Ogawa, S Haneda, K Watanabe, H Suzuki, C Shibata, Y Funayama, K Takahashi, I Sasaki, K Fukushima  
A Shift from Colon-to Ileum-Predominant Bacteria in Ileal-Pouch Feces Following Total Proctocolectomy. Dig Dis Sci 57 : 2965-2974, 2013

福島浩平, 羽根田祥, 渡辺和宏 消化管術後の便通異常 medicina 49; 295-297, 2012

##### 2. 著書

##### 3. 学会発表

渡辺和宏, 佐々木巖, 福島浩平, 舟山裕士, 杉田昭, 二見喜太郎, 池内浩基, 根津理一郎, 水島恒和, 亀岡信悟, 楠正人, 吉岡和彦, 畠山勝義, 藤井久男, 渡邊聡明, 渡邊昌彦, 渡辺守 炎症性腸疾患に対する外科治療の現況と展望 クロウン病の手術症例における

腸管不全（短腸症候群）の実態 多施設共同研究 第 112 回日本外科学会 幕張 4/12/2012

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

##### 1. 特許取得

##### 2. 実用新案登録

##### 3. その他

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 鎌倉 慎治

（東北大学大学院医工学研究科骨再生医工学分野・教授）

研究要旨：口腔腫瘍をテーマとした PBL 課題を構築し、臨床における診査・検査等のプロセスを経た後に確定診断に到る道筋や、それに対応した治療法の選択や現状の問題点について解説した。併せて手術療法後の機能回復に果たす医療機器（生体材料）の意義について詳述した。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。

B. 研究方法

口腔腫瘍を想定した症例のPBLセミナーのテーマを構築した。

C. 研究結果

(ア) 症例：45 才男性。3ヶ月前に右下顎小臼歯部に無痛性の腫脹を自覚し、その後、増大傾向にあるため近医歯科を受診。

(イ) 鑑別診断へのプロセス：病歴、問診、口腔内診査、X線学的、血液学的検査、生検。

(ウ) 確定診断およびその根拠

(エ) 治療法：手術療法（摘出手術、再建手術、自己組織、生体材料の選択）、薬物療法、放射線療法。

(オ) 問題点：手術療法後の機能回

復のために医療機器（生体材料）の応用が必要になることがある。

D. 考察

口腔内には良性、悪性を含め様々な腫瘍が発生するが、それらに対して診査・検査を通して迅速に鑑別診断を行い、適切な治療が選択されることが肝要である。治療に際しては病態の特性上、手術療法を選択することも多く、その際は、機能回復のために組織移植や医療機器（生体材料）の応用も必要となる。従って、病態の理解に加えて医療機器の特性を充分理解することが望まれる。

E. 結論

口腔腫瘍をテーマとした PBL 課題を構築した。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

Miura K, Matsui K, Kawai T, Kato Y, Matsui A, Suzuki O, Kamakura S, Echigo S. Octacalcium phosphate (OCP) collagen composites with titanium mesh facilitate alveolar augmentation in canine mandibular bone defects. *Int J Oral Max-*

*illofac Surg* 41:1161-1169, 2012

Tanuma Y, Matsui K, Kawai T, Matsui A, Suzuki O, Kamakura S, Echigo S. Comparison of bone regeneration between octacalcium phosphate (OCP)/collagen composite and  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP) in canine calvarial defect. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 115: 9-17, 2013

Matsui A, Matsui K, Handa T, Tanuma Y, Miura K, Kato Y, Kawai T, Suzuki O, Kamakura S, Echigo S. The regenerated bone quality by implantation of octacalcium phosphate collagen composites (OCP/Col) in a canine alveolar cleft model. *Cleft Palate Craniofac J*: in press, 2013

## 2. 著書

### 3. 学会発表

Matsui A, Matsui K, Handa T, Tanuma Y, Miura K, Kato Y, Kawai T, Suzuki O, Kamakura S, Echigo S. The architecture of regenerated bone by octacalcium phosphate and collagen composites (OCP/Col) in an alveolar bone defect model. 9th World Biomaterials Congress (June 1 ~ 5, 2012 : Chengdu, China)

Suzuki O, Anada T, Honda Y, Handa T, Yamazaki H, Kato Y, Kamakura S, Echigo S. Crystal growth of octacalcium phosphate with gelatin molecule and bone regenerative property of the composite. 9th World Biomaterials Congress (June 1 ~ 5, 2012 : Chengdu, China)

鎌倉慎治, 枝松 洋, 松井桂子, 高橋正敏, 越後成志, 高橋 哲, 仲井正昭, 新家 光雄. 成犬下顎骨モデルにおける  $\beta$  型 Ti-29Nb-13Ta-4. 6Zr 合金の骨結合能と骨親和性. 東北大学金属材料研究所ワークショップ、日本バイオマテリアル学会東北地域講演会」(平成24年9月3~4日: 仙台)

Miura K, Matsui K, Kawai T, Kato Y, Matsui A, Suzuki O, Kamakura S, Echigo S. Alveolar augmentation by octacalcium phosphate collagen composites with titanium mesh in canine mandibular bone defects. 3rd TERMIS World Congress 2012 (Sep. 5~8, 2012 : Wien)

川井 忠、鎌倉慎治、田沼裕志、神田直典、枝松 洋、小林司史、松井桂子、越後成志、高橋 哲. リン酸オクタカルシウム・コラーゲン複合体

(OCP/Col) の臨床学的検討. 第57回(社)日本口腔外科学会総会(平成24年10月19~21日: 横浜)

Kamakura S. Challenges for clinical application of new bone regenerative material. The 3rd International Symposium on Advanced Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-3) (Nov. 5 ~ 8, 2012 : Toyohashi, Japan)

川井 忠、鎌倉慎治、松井桂子、田沼裕志、小林司史、枝松洋、神田直典、越後成志、鈴木 治、高橋 哲. リン酸オクタカルシウム・コラーゲン複合体の臨床応用. 日本バイオマテリアル学会シンポジウム2012(平成24年11月26日~27日: 仙台)

H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む)

#### 1. 特許取得

特許第5046511号(2012年7月27日登録)「硬組織代替性担体材料」(鎌倉慎治、鈴木 治、佐々木和夫; 東北大学、日本ハム株式会社)

#### 2. 実用新案登録

#### 3. その他

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）  
分担研究報告書

医工連携のための医療・工学技術者 Co-education 事業の構築と実践

研究分担者 川瀬哲明

（東北大学大学院医工学研究科聴覚再建医工学研究分野・教授）

研究要旨：医工連携の実現に向けて、特に医工学技術者が診断から治療に至るプロセスの理解、学習する目的で、特に難聴症例を提示し、診断から治療への思考プロセスを課題解決型セミナーにおいて学習する。診断・技術の現状の理解し、臨床応用されている技術の必要十分条件を理解するとともに、現状における問題点を考察し、あらたな診断・治療機器のニーズを考察した。

A. 研究目的

医師および医療技術者とエンジニアが実習および課題解決型(PBL)セミナーにおいて協働して作業、討論を行うことにより、それぞれの立場で医療現場における課題をどのように考えて解決に結びつけていくかを相互に理解すること。

B. 研究方法

医工学技術者が診断から治療に至るプロセスの理解、学習する目的で PBL セミナーのテーマ（難聴症例の提示）を構築した。

C. 研究結果

(ア) 症例：45 才男性。10 年前から次第に進行する両側の難聴を主訴に受診した。これまで、補聴器を使用していたが、最近、難聴が急速に進行し、補聴器を調整しても聞き取りが困難なことがある。

(イ) 診断のプロセス：難聴の診断では、その程度、原因診断が必要となる。現在、臨床現場で使用されている聴力検査、画像検査装置などの原理を理解し、結果をもとに診断を進めるプロセ

スを学んだ。

(ウ) 確定診断およびその根拠：画像検査（CT, MRI）、純音聴力検査、ティンパノメトリー検査、語音聴力検査、聴性脳幹反応検査、アブミ骨筋反射などの結果から、中耳伝音系には異常がない内耳性難聴であること、難聴の程度は高度で補聴効果には限界があるレベルであることを考察した。

(エ) 治療：最近急速に難聴が進行したとのことで、まず、ステロイド剤などによる難聴改善治療を行うが、聴力の改善が認められない場合は、人工内耳の適応も考慮する。

(オ) 症例考察：症例を通し、現在の診断・治療の限界を考察し、問題点とその解決方法を議論した。

D. 考察

難聴の診断・治療には、多くの工学技術が利用されており、工学技術の臨床応用を理解するのに有用であると考えられた。

E. 結論

難聴症例をテーマとした PBL 課題