

■日本学術会議シンポジウム（市民公開講座）（SCJS）

日時：9月5日（金）17:40～19:10

会場：A会場（会議場1階 メインホール）

座長：塙 隆夫（阪大 院工、神戸大 院医）

松本 卓也（岡大 院医歯薬 生体材料）

「マテリアルとライフの融合サイエンス」

17:40～17:45

オープニングリマークス 樋田 京子（北大 院歯 血管生物）

17:45～17:50

SCJS-1 「オーバービュー」

塙 隆夫^{1,2}

（¹ 阪大 院工、² 神戸大 院医）

歯科医療には、歯周組織の再建・再生のために多くのマテリアルが使用される。これらのマテリアルはマテリアルサイエンスのみならず、ライフサイエンスに基づき研究開発する必要がある。マテリアルの生体適合性と生体機能性（組織形成能、抗菌性など）は、材料表面と生物相間の界面反応の結果として発現する。すなわち、マテリアルの性能を支配する生体適合性や

生体機能性は、マテリアル自体の表面と生体組織との物理化学・生化学反応によって支配される。本シンポジウムでは、これら一連の学術研究を「マテリアルとライフの融合サイエンス」と定義し、ライフサイエンスを歯科医療におけるマテリアル・医療機器の研究開発に役立てる方策について討論し、今後の学術研究戦略を展望する。

17:50～18:15

SCJS-2 「骨代謝に倣った新規生体材料開発」

松本 卓也¹

（¹ 岡大 院医歯薬 生体材料）

骨組織は時間的にも空間的にもダイナミックな生体組織である。細胞数や増殖、分化、タンパク質産生等々、細胞成長、機能変化はもちろんのこと、器質的には、骨形成、成長にともなう有機質産生、組織化、無機核形成と結晶成長、老化にともなう脱水、架橋形成、硬化、劣化、破壊、また、リモデリングにともなう無機／有機の分解と再形成、安定化、などの動的変化がある。さらに、この器質機能、物性の四次元的変化はナノ、マイクロ、マクロとサイズスケールを超えて観察した場合、多階層でのパターンニングが認められる。我々はこのような材料学的視点を硬組織発生、成長、老化に取り入れ、階層横断的に理解する取り組み

を進めている（Material-based Biology）。例えば、これまでに周囲堅さ変化にともなう骨基質形成促進や軟骨組織の分解、吸収促進などを発見し、そのメカニズムについての検討を進めている。一方で、骨組織が示す器質変化に着目し、その生命科学的変化を時間空間的にトレースすることで、新たな無機／有機材料のデザインにつながると考え、新たな材料開発を進めている（Biology-based Materials）。本シンポジウムではこれまでに我々が進めてきた骨形成、成長、老化を材料学的視点検討した研究と、それら研究に基づき開発した医療関連材料について、最新の知見も含めて議論させて頂きたい。

18:15 ~ 18:40

SCJS-3 「骨質再建のための材料表面 / 生物相界面反応理解とその人為的制御」

松垣 あいら¹、中野 貴由¹(¹ 阪大 院工 マテリアル生産科学)

骨組織中のコラーゲンとアパタイトは、骨部位に応じた異方性構造を示し、その配向化度合いは、疾患、再生、遺伝子変異といった多様な生理的・病理的要因にตอบสนองして変化する。骨配向性は従来の骨密度や他の骨質指標に加えて、材料学的視点からの重要な骨診断・評価指標と言える。近年では、非侵襲的な計測手法も確立されつつあり、骨配向性を活用した骨再建医療、疾患治療や創薬支援への応用が期待される。骨配向性は、*in vivo*応力、骨代謝回転、骨系細胞挙動に極めて敏感であり、分子・遺伝子レベルでの配向化機構やその制御因子の解明も進んできた。

骨組織に内在する配向化機構を誘導・活性化し、骨配向性の早期再建を実現するため、人工材料表面/生体組織（生物相）界面反応を活用した細胞機能制御に

取り組んでいる。たとえば材料表面への異方性微細構造の導入は、骨芽細胞の規則化配列をもたらし、アパタイトが優先配向化した再生骨を短期間で形成する。こうした細胞制御方法論の確立、さらにはその制御機序の解明は、骨配向性を積極的に促進し早期の骨再建を実現可能な歯科・整形外科領域での骨バイオマテリアルの基本概念確立へとつながった。加えて最近の発見により、金属積層造形法をはじめとする先端材料工学を活用することで、細胞分化運命の人為操作をも可能であり、骨再生医療における次世代の骨医療デバイス創製とさらなる高機能化が期待される。本講演では、材料工学の視点から骨質医療の実現に向けた最新の取り組みについて紹介する。

18:40 ~ 19:05

SCJS-4 「バイオミネラリゼーションに基づく歯質・歯周組織再生材料の構築」

大矢根 綾子¹(¹ 産総研 材料基盤研究部門)

ヒト歯質のバイオミネラルは主にアパタイトであり、アパタイトに対して過飽和な体液中で合成される（バイオミネラリゼーション）。体液と同様、アパタイトに対して過飽和なリン酸カルシウム水溶液（過飽和溶液）を用いることで、各種人工材料の表面にアパタイトを低温成膜することができる。この成膜技術は、体液環境に類似した温和な反応環境を特徴とし、析出するアパタイト薄膜は生体吸収性を示す。また、過飽和溶液に様々な機能性成分（タンパク質、核酸、抗菌剤など）を添加することで、これらの成分を複合化したアパタイトを成膜することもできる。演者らは、上記のバイオミネラリゼーションに基づく成膜技術を利用し、高機能な歯周組織再生材料を創製してきた。さ

らに近年、過飽和溶液中でのアパタイト析出反応をレーザー光で加速する技術を開発し、成膜時間の大幅な短縮にも成功した。本技術によれば、人工材料だけでなく歯面の標的域にも直接、機能性成分を複合化したアパタイトを迅速成膜できる。例えば、抗菌作用と歯質強化作用の期待されるフッ素を過飽和溶液に添加し、同溶液中で歯基材の表面にレーザー光を30秒～30分照射すると、照射面にフッ素置換アパタイトを成膜できる。析出膜は、エナメル質に類似したナノ構造をもち、抗菌性を発揮することから、歯面の保護・改質剤としての応用が期待される。本講演では、これらの技術に関する最近の成果を紹介する。

19:05 ~ 19:10

クロージングリマークス 石丸 直澄（科学大・院医歯 口腔病理）