日本実験力学会 2018 年度年次講演会併催事業

「医工シンポジウム」

（平成 30 年度医療機器設計開発人材養成講座）

抄録集

開催日時

２０１８年８月２７日（月）9:30～16:20

２０１８年８月２８日（火）9:30～11:40

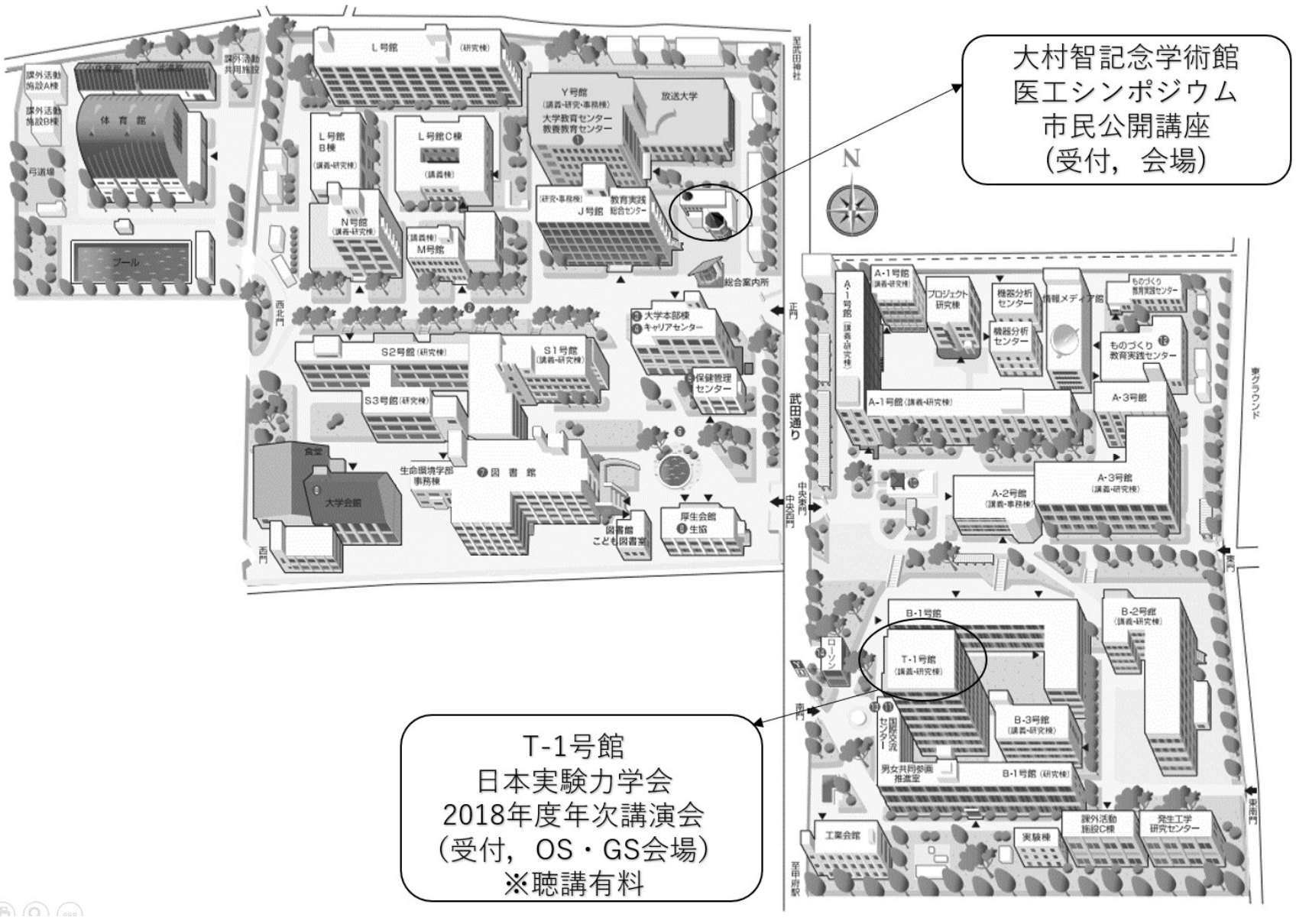
開催場所

山梨大学大村智記念学術館２Ｆ多目的ホール

日本実験力学会

山梨大学

山梨大学甲府キャンパス見取り図



スケジュール

8 月 27 日（月）

9:30～10:00　教育講演 1「医工連携と医療機器開発」
田村敦史（山梨大学融合研究臨床応用推進センター特任教授）

10:10～11:10　シンポジウム 1
座長　三井広（山梨大学医学部皮膚科学講座　講師）
「医工学、力学研究者に向けた褥瘡の基礎知識
－山梨大学附属病院での取り組み－」

講演 1-1　「医療関連機器圧迫創傷について」
金丸明美（山梨大学医学部附属病院看護部管理室・医療チームセンター）

講演 1-2　「手術看護の現状と課題」
櫻本かおり（山梨大学医学部附属病院手術部）

講演 1-3　「山梨大学医学部附属病院での褥瘡対策の取り組み」
三井広（山梨大学医学部皮膚科　講師）

11:20～11:50　教育講演 2「高齢者の力学的侵襲による皮膚障害」
磯貝 善蔵（国立長寿医療研究センター皮膚科　部長）

12:00～12:30　教育講演 3「医工学、力学研究者にお伝えしたい放射線治療のお話」
大西 洋（山梨大学医学部放射線医学　教授）

13:20～13:50　教育講演 4「ロボット支援泌尿器内視鏡下手術の現況と将来」
吉良 聡（山梨大学医学部泌尿器科学講座　講師）

14:00～15:00　シンポジウム 2
座長　上木 耕一郎（山梨大学医学部歯科口腔外科学　教授）
「歯科口腔外科領域の診断と治療における工学的アプローチの有用性」

講演 2-1　「工学と歯科口腔外科の関連-産学共同研究を経験して-」
諸井明徳（山梨大学歯科口腔外科　）

講演 2-2　「顎関節の力学モデルと接触圧解析」
竹内則雄（法政大学デザイン工学部システムデザイン学科　教授）

講演 2-3　「接触圧解析を含む術前支援フレームワークのための前処理自動化手法」
鍵山善之（山梨大学大学院総合研究部　准教授）

15:20～16:20　市民公開講座　「我が国の医療機器の開発と規制
-我が国発の革新的医療機器創生を目指して-」

8 月 28 日（火）

9:30～10:00　教育講演 5「歩行リハビリテーション用アシストロボットの開発動向
—膝関節アシストロボットの事例—」

寺田 英嗣（山梨大学工学部情報メカトロニクス工学科　教授）

10:00～10:30　教育講演 6「循環器領域における医療用デバイス～冠動脈ステント～」

尾畑 純栄（山梨大学医学部内科学第２（循環器病学）　准教授）

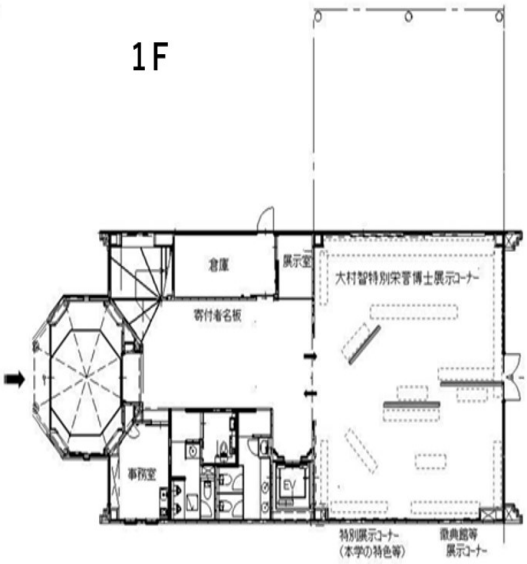
10：40～11:10　教育講演 7「医工学から見た脊椎外科手術の実際」

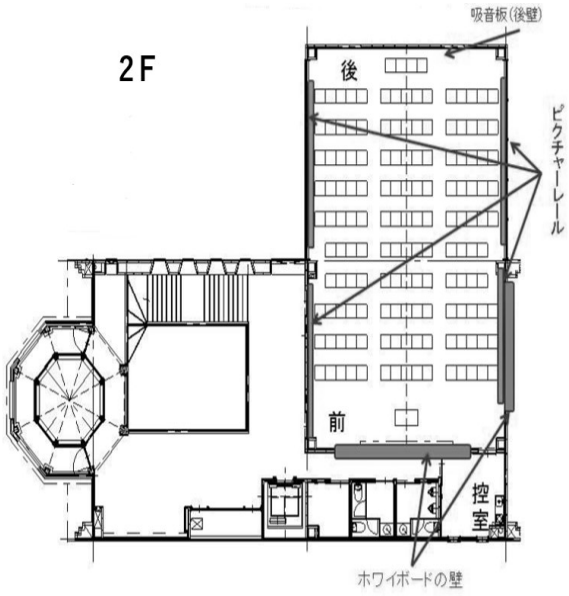
江幡 重人（山梨大学医学部整形外科学　准教授）

11:10～11：40　教育講演 8「医工連携による外傷軽減化」

原田 敦（国立長寿医療研究センター整形外科　医師）

医工学シンポジウム・市民公開講座会場見取り図
（大村智記念学術館）





教育講演 1

医工連携と医療機器開発

山梨大学融合研究臨床応用推進センター　田村　敦史

医工連携によって医療機器の開発を促進しようとするアプローチの必要性が叫ばれて久しい。確かに日本には自動車産業や電気・機械関連産業において実績を残してきたものづくりに秀でた企業が多く、医療産業においてもこの伝統を活かし、新たな医療機器の開発が期待されている。しかしながら、医療の現場においては必ずしも優れた新製品が直ぐに幅広く使用されるわけではなく、有効性・安全性が確実な実績のある機器が好まれる傾向があることも否定できない。また、医療機器を販売する際には、医療費の仕組みを理解しておかないと、思うように売り上げが伸びないとも言われている。更には、医療機器は医薬品医療機器法（略称）で規制されており、販売前にクリアすべき課題も多く、参入障壁の一つと考えられている。本教育講演では、これらの医療機器を取り巻く環境を理解するため、医工連携の重要性と医療機器の規制の基本的な考え方を説明する。

シンポジウム 1

講演 1-1

医療関連機器圧迫創傷について

山梨大学医学部附属病院看護部管理室・医療チームセンター　金丸明美

医療関連機器圧迫創傷（medical device-related pressure ulcer:MDRPU）とは、医療関連機器による圧迫で生じる皮膚ないし下床の組織損傷であり、厳密には従来の褥瘡すなわち自重関連褥瘡と区別されるが、ともに圧迫創傷であり広い意味では褥瘡の範疇に属する。医療機器には、診断、治療、予防等で使用されるあらゆる機械器具を含む。MDRPU は患者が医療行為に必要とされる機器を装着する際に、皮膚が不適切な局所的外力を受けて発生する。発生頻度が高い医療機器には、深部静脈血栓症予防弾性ストッキング、非侵襲的陽圧換気療法マスク、手術用体位固定用具等がある。予防のためには①発生要因のアセスメント、②医療機器の正しいサイズ選択とフィッテイング、③外力低減ケアやスキンケアが重要である。今回、山梨大学医学部附属病院における手術用体位固定用具に対する予防策を紹介しつつ、これらを概説する。

講演 1-2

手術看護の現状と課題

山梨大学医学部附属病院　手術部　櫻本　かおり

山梨大学医学部附属病院手術部は、平成 28 年に新棟に移転し 13 部屋の手術室で年間 6400 件以上の手術を実施している。一般的な手術から、血管撮影や MRI 等と手術を組み合わせたハイブリット手術まで幅広く行っている。高齢化に伴い、より高度な医療ニーズは高まっており手術件数は増加が見込まれている。

手術は、手技や患者の疾患により仰臥位だけでなく、側臥位・腹臥位とさまざまな体位で行われる。腹臥位で行われる手術の 1 つに脊椎固定術があり、医療機器関連圧迫創傷（MDRPU）の発生リスクが高い。顔面の MDRPU 発生に対し、工学部（伊藤教室）と共同研究を行い「ズレ力・ズレ方向」を明らかにし MDRPU の予防に繋げている。

また、今年 4 月よりロボット支援下手術 12 術式が保険適応となった。前立腺全摘術・直腸切除術・子宮全摘術の手術体位は頭低位 15°～30°を保持する為、体圧分散マットや体位固定具・皮膚保護剤などを使用し、工夫しながら MDRPU の予防について取り組んでいる。

講演 1-3

山梨大学医学部附属病院での褥瘡対策の取り組み

山梨大学医学部皮膚科　三井広

褥瘡とは、一定の部位に、一定以上の外力が加わり続けることにより、局所皮膚の血流が途絶え、阻血性の壊死が生じて発症する皮膚潰瘍である。ここでいう外力とは圧迫による①圧縮応力、皮膚のズレにより生じる②引っ張り応力と③剪断応力からなり、これらが複雑に関与しあって褥瘡は発生する。すなわち褥瘡の治療と予防のためには、局所の圧力の正しい評価と管理が必要である。山梨大学医学部附属病院では医師、看護師、作業療法士、管理栄養士、薬剤師からなる褥瘡対策チームを編成し、院内褥瘡の管理を行っている。当院での取り組みを紹介しつつ、褥瘡の発生、治療、予防について、特に力学的観点からの解説を試みる。

教育講演 2

高齢者の力学的侵襲による皮膚障害

国立長寿医療研究センター皮膚科　磯貝善蔵

皮膚は生体をくまなく包み、環境に接する巨大臓器であるため、様々な外的侵襲を受ける。中でも、褥瘡（床ずれ）、糖尿病性皮膚潰瘍、挫創（スキンテア）などは、皮膚への力学的な侵襲によって発症する疾患群であり、高齢者医療の中で頻度が高い。これらの疾患の発症には、力学的な侵襲の程度・性質とともに、受け止める皮膚側の物理学的特性も重要であり、両者の関係性が重要である。実際に力学的侵襲の多くは、患者がもつ固有の疾患や状態、また介護状況に依存しているため包括的医療が必要である。いっぽう、皮膚側の物理学的特性は、細胞外マトリックスから成る結合組織の変化に立脚している。そこで我々は１）臨床的観点からの皮膚・創傷の物理学的特性の評価２）皮膚・創傷での結合組織の生化学的、病理学的解析３）皮膚科学に立脚した創傷の観察という 3 つの要素を有機的に体系化することによって、力学的侵襲による皮膚障害の診療に還元している。

教育講演 3

医工学、力学研究者にお伝えしたい
放射線治療のお話

山梨大学放射線医学　大西　洋

日本人の２人に１人ががんにかかり、その半分に放射線治療の適応があります。よって、日本人の 4 人に 1 人が放射線治療を受ける可能性があります。更に日本では世界でも類を見ない超高齢化社会（五人に一人が 75 歳以上）が予測され、必然的に低侵襲な治療のニーズがより高まります。放射線治療は、加速した高エネルギー電子を金属ターゲットにあてて発生した X 線ががん細胞の DNA を破壊することで成り立っています。さらに、定位放射線治療、強度変調放射線治療、粒子線治療といった、腫瘍部分だけに放射線を集中させる技術が近年急速に進歩し、放射線治療は新しい展開をみせています。本講演では、放射線治療の基本的原理と最近の進歩をお伝えし、医工学・力学研究者の皆さんと新しい開発テーマについて議論できれば幸いです。

教育講演 4

ロボット支援泌尿器内視鏡下手術の現況と将来

山梨大学医学部泌尿器科学講座　吉良 聡

泌尿器科領域では、2012 年度に前立腺癌に対するロボット支援前立腺全摘除術、2016 年度に腎癌に対するロボット支援腎部分切除術、そして 2018 年度には胃・食道・直腸・肺・子宮体癌におけるロボット支援胸腔鏡下・腹腔鏡下手術において保険適応が広がり、その中には膀胱癌に対する膀胱全摘除術も含まれている。ロボット支援手術は、非常に低侵襲で出血量が少ないこと、更には通常人の手で直接鉗子操作をして行う胸腔鏡・腹腔鏡手術と比較すると断然操作がし易く、良好な視野の３D（立体）画像を見ながら行え、メリットが多いと考えられている。しかしながら、ロボットを購入・維持・消耗品等に高額な費用がかかること、触覚がなく全て視覚に頼らざるを得ないこと等克服すべき課題は存在する。本講演では、ロボット支援泌尿器内視鏡下手術を中心に現況と将来への展望に関して考察したい。

シンポジウム 2

講演 2-1

工学と歯科口腔外科の関連~産学共同研究を経験して~

山梨大学歯科口腔外科　諸井明徳

歯科口腔外科は一般的な歯科治療と口腔内の様々な病態への治療を行っている診療科である。口腔内は咬合などの運動が行われており、歯科材料の分野において力学的評価が必須である。一方、口腔外科では、顎骨形成術または再建に用いられるプレートで機械的な評価が行われている。われわれもプレートの表面改質において産学協同研究を経験しておりその概要と知見について述べさせてもらう。

unsintered hydroxyapatite/poly-L-lactic acid （uHA/PLLA）は吸収性のプレートとして臨床で使用されている。しかし、表面が疎水性を示すため、骨治癒過程おける uHA/PLLA の骨伝導性を発揮できていないと考えた。そのため、Ultra violet（UV）処理により表面に親水性を付与する研究を行った。UV 処理により uHA/PLLA 表面は親水性を獲得し、骨治癒促進を示唆する所見を認めた。この共同研究を経験して共同研究では異分野での意見交換が可能となることから今後も様々な分野の方と研究を行っていくことが期待される。

講演 2-2

顎関節の力学モデルと接触圧解析

法政大学デザイン工学部　竹内則雄

顎関節は、下顎骨と側頭骨の間にある関節で、様々な筋力の働きによって咀嚼運動などの複雑な動きが生じる。顎関節部における接触圧を求めるためには、この下顎骨と側頭骨を不連続体としてモデル化すると同時に、これらの間にある関節円板と呼ばれる骨より柔らかい繊維組織の影響も考慮する必要がある。これらの物性を考慮して顎関節部をモデル化できれば精密な計算も可能であるが、生体の物理的属性を求めるのは容易ではない。

そこで、本研究では、定性的な顎関節部の接触圧状態を把握するため、顎関節部にける力の平衡状態を元に、剛体を仮定した接触圧解析のための力学モデルを提案する。はじめに、レントゲン写真に基づくモデルとして側面と正面の写真を用いた 2 次元のモデル化について述べるとともに、これらのモデル化の可能性と限界についても触れる。さらに、より実際の接触圧状況を把握するため、CT データを用いた 3 次元のモデル化についても言及する。

講演 2-3

接触圧解析を含む術前支援フレームワークのための前処理自動化手法

山梨大学大学院総合研究部　鍵山　善之

現在、歯科口腔外科における下顎枝矢状分割術では、手術の際に顎関節の接触圧解析を行う試みがされている。これをより多くの症例に対して実施するには、解析に必要となる患者の下顎骨形状を CT 画像からの抽出し、三次元モデルを再構成することが必要となる。この内、対象骨領域のみを抽出する作業は、CT 画像から他の骨や組織を取り除く対話的作業が欠かせず、専門医にとって大きな負担となっている。

そこで、我々は、CT 画像から下顎骨モデルを再構成する前処理を自動化し、接触圧解析を容易に実施できるようにするための術前支援フレームワークの開発を目的として研究している。前処理自動化では、予め対話的に抽出した正解下顎骨モデルを学習データとして統計解析をすることにより得られる統計形状モデルを用い、試作モジュールの構築を行っており、その手法や試行実験結果を紹介する。また，深層学習技術による自動化の取り組みについても述べる。

教育講演 5

歩行リハビリテーション用アシストロボットの開発動向
—膝関節アシストロボットの事例—

山梨大学工学部　寺田英嗣

近年の急速な高齢化に伴い、変形性膝関節症等の関節疾患患者が急増している。この疾患は疼痛や歩容の悪化を引き起こすことから、これらを改善するため人工関節置換手術が多数実施されるようになってきている。この手術では歩行リハビリテーションが必須であり、リハビリテーション補助に特化した膝関節アシストロボットが求められるようになってきた。このため屈曲すると回転中心が後方へスライドするロールバックと呼ばれる運動を起こす膝関節に追従するように、非円形歯車と溝カムにより構成される膝関節補助機構を有する膝関節アシストロボットを構築した。また本ロボットは患者の動きをそのままアシストすることではなく、歩容を本来の状態へ改善することを目的としており、最大膝屈曲角度やストライド幅、歩行速度、踵部高さの増大といったことを誘導する制御アルゴリズムを用いている。試作機では全人工膝置換手術後患者に対して有効性を検証している。

教育講演 6

循環器領域における医療用デバイス～冠動脈ステント～

山梨大学医学部内科学講座第二教室（循環器内科）　尾畑　純栄

循環器病の治療では、植込型補助人工心臓やペースメーカなどをはじめとした非常に多くの医療機器が用いられているが、今回は虚血性心疾患の治療デバイスであるステントについて述べる。

冠動脈の動脈硬化性狭窄・閉塞病変に対する経皮的冠動脈形成術（バルーン拡張術）は 1970 年代後半に始まり、90 年代に入ると拡張された血管内腔を保持する金属ステントが登場した。当初のステントはステンレススチール製でストラットが厚く硬かったため、血管追従性や通過性に難があった。デザインや材質の改良によりこれらの問題は克服されたが、ステント再狭窄が唯一の残された問題となった。しかし 2000 年代に入ると、ステント表面にコーティングしたポリマーに再狭窄抑制の薬剤を搭載した薬剤溶出性ステント（DES）が開発され、再狭窄は著しく減少した。薬剤やポリマーの改良により、今では第 3 世代 DES へと成熟し、更なる臨床成績の向上に寄与している。

教育講演 7

医工学から見た脊椎外科手術の実際

山梨大学医学部整形外科　江幡重人

近年脊椎外科領域の進歩は目覚ましい。その理由としてインプラントなどの内固定材、ナビゲーションシステムなどの周辺機器、内視鏡などの手術機器などの進歩があげられる。内固定材はサイズダウンする一方で強度が増した製品が開発され、脊柱変形手術などで大きな矯正力や固定力を発揮している。ナビゲーションシステムも性能が向上し、簡便に操作可能でより精度の高い手術が可能になり、安全性の向上と手術侵襲の軽減に大きく貢献している。このような機器の登場により脊椎手術の適応疾患が増える一方で、従来の手術は内視鏡などの手術機器の開発により低侵襲な手術が可能になっている。また従来のインプラント手術は固定術が中心であったが、今後可動性をもったインプラントも登場しつつある。今回の講演では医工学に関連する機器を用いた脊椎手術における現状とこれからの方向性について述べさせていただく予定である。

教育講演 8

医工連携による外傷軽減化

国立研究開発法人国立長寿医療研究センター　原田敦、根本哲也

超高齢社会の進行に伴って、認知症と転倒は増加の一途にあり、その勢いは今後も続くと考えられる。なかでも転倒によって生じる骨折は身体的自立を喪失させるため、その負の影響は深刻で、骨折が起こるか否かの差違は大きい。残念ながら、転倒の要因は実に多様なため、どれだけ転倒予防策を講じてもその発生をゼロにするのは困難である。従って、転倒による外傷軽減化を開発する意義は、これからもいっそう高まると想定される。そのような開発において、医工連携は欠くべからざるものである。講演では、医工連携による転倒による大腿骨近位部骨折のリスク低減策で、複数の診療ガイドラインにも掲載されたヒッププロテクターについて述べる。

日本実験力学会 2018 年度年次講演会事務局
〒400-8511　山梨県甲府市武田４－３－１１
山梨大学工学部機械工学科安全医工学研究室
電話/FAX：055-220-8418

山梨大学融合研究臨床応用推進センター
〒409-3898　山梨県中央市下河東１１１０
医療機器設計開発人材養成講座　担当
電話/FAX：055-273-1266