編集・発行／NPO 法人 日本コーディネート研究開発機構　**協力**／一般財団法人 脳神経疾患研究所 附属 総合南東北病院
健康で長生きするためのメディカルインフォメーション
2023. 7
Vol.114
MEDICAL PRESS
SOUTHERN CROSS
サザンクロス



Robotic arm surgery support system

人工膝関節

総合南東北病院 人工膝関節センター ロボティックアーム手術支援システム「Mako（メイコー）」を導入



総合南東北病院 人工膝関節センター　センター長　上杉 和秀 先生

総合南東北病院 人工膝関節センターでは「ロボティックアーム」という最先端技術を用いた人工関節置換術を行っています。

総合南東北病院では、ロボティックアームを使った手術支援システム「Mako（メイコー）」を導入し、人工膝関節全置換術を行っています。

ロボティックアームとは、「人の手の代わりに作業を行う機械の腕（アーム）」のことで、術中に医師が操作して動かし、傷んでいる骨を削ったり、人工関節（インプラント）の正確な設置をサポートします。

ロボティックアームは、ぶれることがなく、ナビゲーションシステムとあわせて使用することで治療計画通りの安全かつ正確な手術を可能にします。

人工膝関節置換術に使用するとナビゲーションで計画した通りに手術器具を移動させることができ、人工関節の固定も正確な角度で設置可能です。

このロボティックアームは、治療計画にない動き、つまり、削る必要のない部位にさしかかったり、インプラント設置の位置がずれると停止する仕組みになっています。



手術計画 3D モニター
緑色のエリアが事前に計画した削られる部分です。医師が計画通り削ると色が白に変わります。

ロボティックアームを使用した人工膝関節全置換術

□ 術前計画

手術前に治療計画を立てます。CT 検査を行い、患者さんの骨格の情報をコンピュータに入力し、人工関節のサイズや設置する位置、骨を切除する位置や量などを決定します。

□ 術中調整

手術中は、膝関節の変形（O脚やX脚など）を矯正し、関節が安定する適切な人工関節の位置をリアルタイムにコンピュータ画面で確認し、調整します。

□ ロボティックアームによる手術支援

医師はロボティックアームを持ち、その先端に取り付けられた器具をナビゲーションに従って操作し骨を切除します。このとき、治療計画から外れた角度や深さで骨を切除しようとすると、自動的にロックがかかり動きを制御します。
これにより、治療計画通りの安全かつ正確なインプラントの設置を可能にし、より侵襲の少ない手術を実現します。



傷んだ状態の膝関節　▶　人工膝関節（インプラント）　▶　人工膝関節置換術後



ロボティックアーム
（Mako）

- この治療は、人工膝関節全置換術の新しい手法です。
- この治療は、保険診療で受けることができます。
- 人工膝関節全置換術は、他の手術と同様に、手術にともなう諸問題（麻酔によるもの、感染、深部静脈血栓症など）があります。

【特集】総合南東北病院 人工膝関節センター センター長 上杉 和秀 先生に聞く

人工膝関節置換術におけるロボティクス手術とは

急速に高齢化が進み、膝痛を抱える患者さんも全国的に増えています。一人暮らしのご高齢の方も急増する中、生涯に渡って自立し歩き続けるためには、膝関節の適切な治療が不可欠となります。膝のスペシャリスト、総合南東北病院 人工膝関節センター センター長の上杉和秀（うえすぎ・かずひで）先生に、ロボティックアームを用いた最新の人工関節置換術についてお話を伺いました。

人工膝関節置換術について

――総合南東北病院の人工膝関節センターについてご紹介ください。

２０１３年に当院に赴任し、外傷を含めた整形外科疾患全般の手術を行っていましたが、２０１５年に当院に外傷センターが設立されて以後、膝関節手術に特化した診療体制が可能となり、これまでに１０００例を超える人工関節手術を行ってきました。

２０２０年10月には新たに「人工膝関節センター」を開設し、ナビゲーションシステムを導入、２０２２年10月からは、最新のロボティクス手術を導入し、膝痛や膝関節の動きを改善する人工関節手術に取り組んでいます。

人工膝関節センターに導入した「Mako（メイコー）」という最新の手術支援システムは、ロボティックアームが精密な手術を支援し、治療計画通りに正確な手術を進めることを可能にします。

――人工膝関節置換術とはどのような手術でしょうか。

人工膝関節置換術とは、関節の傷んでいる骨を取りのぞき、人工の関節（インプラント）に置き換える手術です。

半月板手術や骨切り術などで対応できないほど膝関節の変形が進んでしまった場合、人工膝関節置換術の適応となります。

人工膝関節にもいろいろな手術のパターンがあります。たとえば、靱帯を残すのか、靱帯を全部なくしてしまって人工関節にするのか。その人にとって一番最適な手術を受けてもらえるよう、年齢や生活環境を考えて治療や手術方法を選択します。理想はオーダーメイドの考え方ですね。

膝関節が高度に変形してしまった患者さんにとって、人工膝関節置換術は非常に有効な治療法です。当院で人工膝関節置換術を受けた患者さんの90％は65歳以上の高齢者です。また、そのうち37％が80歳以上の患者さんです。高齢であっても、２～３週間ほどの入院で「歩く力」を取り戻せることが人工膝関節置換術の最大の利点です。

また、膝痛を抱える患者さんにとって、「いつ手術をしたらいいのか？」は悩みどころです。手術はあくまでも最終手段です。薬や注射が効かないときにはＭＲＩなどで精密検査を行い、手術以外の方法で治療できないかを考えます。60歳未満であれば、膝関節の修復（半月板縫合術や靱帯再建術など）をすることで、仕事やスポーツに復帰させたいと考えています。人工膝関節は、15年から20年で入れ替え手術のリスクが生じてしまいますから、高齢者がよい適応となります。人工膝関節置換術は、どんなに変形している膝でも治療可能です。しかしながら筋力を回復させることはできません。歩ける力が残っているうちに手術をすることが最も重要です。１００メートル連続して歩けなくなったら、手術を決心したほうが良いかもしれません。

最先端ロボティクス手術

――「Mako（メイコー）」という最新の手術支援システムによって、どのような手術が可能になるのでしょうか。

「Mako」という手術支援システムは、ロボティックアーム、カメラスタンド、ガイダンスモジュールで構成されています。

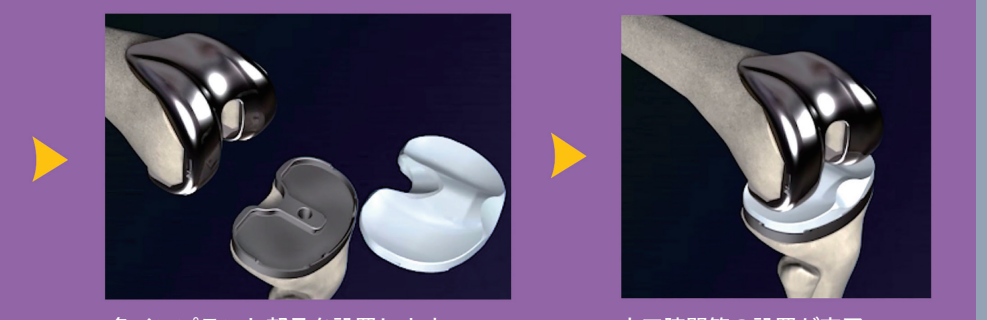
手術ではカメラスタンドに映し出された画像を見ながら、医師がロボティックアームを操作して手術します。ロボットが自動的に手術をするわけではありません。骨を何ミリ切るかなどの設定は医師が導き出し、そのうえで、ロボティックアームが正確な手術を支援するのです。

手術にあたっては、事前にＣＴで股関節から脚の先まで撮影します。それをコンピュータに取り込んで、膝関節の３Ｄ解析を行い、手術計画プログラムを立てます。その際に、患者さんに適したインプラントや、骨を切除する位置、量などを決めます。

手術時にはＣＴ検査の情報と実際の骨の形を合わせ、骨を切除する位置を確認します。ここで威力を発揮するのが手術用ナビゲーションシステムです。これによって骨や手術器具の精度の高い位置情報が得られ、切る角度などの最適な数値を求めることができるわけです。

ところが、実際に骨を切る際には、どうしても人の手による誤差が生じてしまいます。そこで、当センターでは、精密に骨を切ることができる最新のロボティックアームを備えた手術支援システム「Mako」を導入して手術を行っています。







当センターでは、靱帯を残しつつ曲がる膝を両立させる手術を目指しています。

人工膝関節と手術の歴史

――人工膝関節を入れると膝が曲がらないというイメージがありますが。

初期の人工膝関節（インプラント）はヒンジタイプと呼ばれるもので、90度曲がればいいほうでしたから、人工関節を入れると膝が曲がらないというイメージがありました。しかし、人工膝関節は、骨との固定性、材料の耐久性、可動域（曲げ伸ばしの角度）などが改良され、現在では自由に回旋しながら曲がるタイプのものになっています。

手術の方法も、より小さい皮膚切開から、筋肉をなるべく傷つけないでインプラントを埋め込む低侵襲手術へと改良が進められています。

当センターでは、手術前に比べて約10％以上膝の動きが改善します。90度曲がる膝なら100度まで、110度なら120度くらい曲がるようになっています。捻れも真っ直ぐになります。

――人工膝関節を入れるときには靱帯を切ってしまうのでしょうか。

膝関節には4本の靱帯があり、そのうち前十字靱帯と後十字靱帯の2本の靱帯を切ることで人工膝関節置換術を行う、という手法が1971年に開発されました。以来、この手法が基盤となり様々な改良がなされてきました。

靱帯を切らない手術方法も開発されましたが、残した靱帯が突っ張ってしまい、膝が曲がりにくくなる症例が生じてしまいました。

50年以上経過した現在でも、2本の靱帯を切る手法が最も一般的な手術方法となっています。

しかし、膝を安定させる意味でも靱帯はできるだけ残したいわけであり、靱帯を残しつつ曲がる膝を両立できる方法が求められます。

膝が曲がるか曲がらないかというのは、実は骨を正確に切れるかどうか、ということにも原因があります。どんなに優秀な医師でも、手ぶれなどによる誤差やバラつきが出てしまうからです。

精密な手術が可能な「Mako」システムを用いることによって、術者はあらかじめプログラミングしていたとおりに正確に骨を切ることができ、安全に靱帯を残すことができるようになりました。

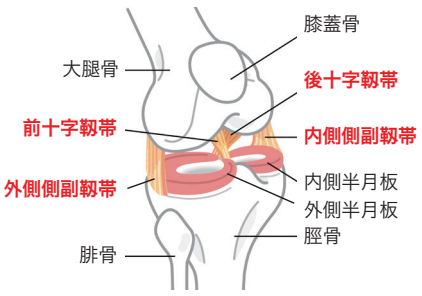
当センターでは、患者さんの靱帯は極力温存して手術することを心がけています。4本のうち3本を残すことによって、自分の膝に近い感覚があります。

いずれにせよ、術後はしっかりとリハビリに取り組み、膝を使って頂くことが大事になります。当センターでは、専門のスタッフが患者さんのリハビリをサポートしています。



ロボティックアームを用いた手術シミュレーション

膝関節の構造



――これまでの手術データも活用して、患者さんにとって最適な骨の切り方が実現できるということですが。

当センターでは、これまでに行ってきた手術のデータを数値として蓄積してきました。

手術支援システム「Mako」を用いると、そうした長年のデータを最大限に活用しながら、術前に得られた患者さんの情報に沿って、ベストの数値を導きだすことができます。しかも、その数値を割り当てた骨の切り方を正確にロボティックアームによって再現することが可能になります。

実に0・1度単位で角度を設定することができるのです。

● ロボティックアームを用いた人工関節／手術までの流れ

初診日

外来で診察を受け、膝関節の状態を評価します。保存療法（内服薬、注射）や半月板手術、骨切り術などで効果が望めないと判断された場合に人工関節手術をすすめます。

術前検査（手術３～５週間前）

採血、X 線写真、心電図、呼吸機能検査を行い、手術が可能な全身状態か判断します。
膝関節の CT 検査を行い、手術の計画を立てます。
※膝関節の３Ｄ解析と手術計画プログラムに３週間必要です。

麻酔科受診

麻酔科の先生と顔合わせをして頂きます。また、歯科口腔外科を受診して頂き、口腔ケアを行ってもらいます。（入院１～２日前）

入院手術

大きな持病のない患者さんは、手術前日の入院となります。糖尿病など術前にコントロールが必要な持病をお持ちの方は、手術３～７日前の入院となります。

● ロボティックアームを用いた人工膝関節／手術当日

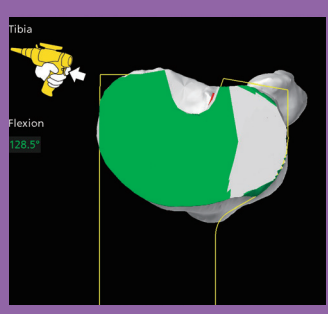
①手術は全身麻酔で行います。手術時間は１～２時間ですが、移動や麻酔の時間も含めると、帰室まで２～３時間程度かかります。
②術後の痛み止めは手術中の膝関節周囲カクテル注射を中心に、注射と座薬を使用します。
③食事は手術翌日から可能となります。

● リハビリテーション／手術後２～３週間で自宅退院

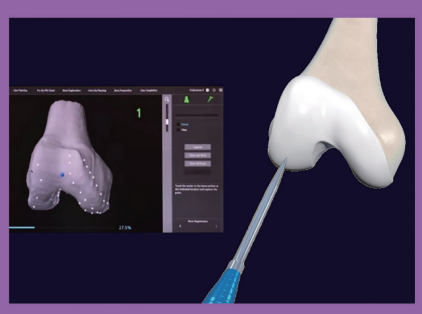
○退院後／希望者は通院リハビリ継続、または、お近くの病院でのリハビリ
○術後１ヵ月、３ヵ月、半年、１年で膝関節機能のチェック（当院通院）

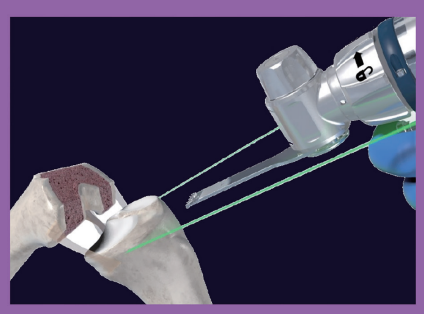
□ ロボティックアームを用いた人工膝関節置換術

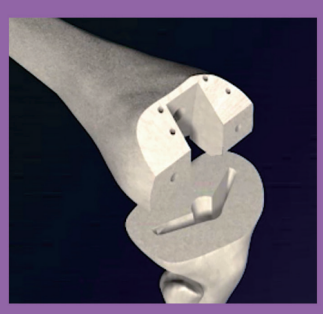
膝関節の傷んでいる骨を取りのぞき、人工の関節（インプラント）に置き換える手術です。



手術計画 3D モニター / 緑色のエリアが計画した削られる部分


CT 検査の情報と実際の骨を照合して骨を削る位置を確認します


ロボティックアームを用いて骨の表面を削ります


膝蓋骨（膝のお皿）も手術する場合があります

総合南東北病院　人工膝関節センター



総合南東北病院 人工膝関節センター
センター長　**上杉 和秀**

【略歴】
2003 年　福島県立医科大学卒業
　　福島県立医科大学整形外科学講座入局
2008 年　福島県立医科大学大学院入学
2009 年　坂下厚生病院勤務
2011 年　白河厚生病院勤務
2012 年　福島県立医科大学大学院卒業
　　坂下厚生病院勤務
2013 年　総合南東北病院勤務

【資格】
● 日本整形外科学会整形外科専門医
● 福島県立医科大学 博士研究員

【所属学会】
日本整形外科学会／日本人工関節学会／
日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会

［ 人工膝関節の利点 ］

①膝痛が改善します

手術後は歩行時の膝痛が改善します。ほぼすべての患者さんが 2 ～ 3 週間ほどの入院で歩行可能となり退院されます。退院後は畑仕事やゴルフなどの軽い運動が可能となります。

②膝が真っすぐになります

手術により、膝関節を中心とした荷重軸が真っすぐになります。そのため、体重をかけたときに膝がぐらつかず、安定してしっかり立つことができます。

③膝関節の動きが改善します

手術後のリハビリにより、当院で手術をした患者さんは手術前より、膝関節可動域（曲げ伸ばしの角度）が平均で 10％改善します。

■従来の手術術式に比べ、格段に正確・精密な手術が可能となりました。内服薬や注射療法などで膝の痛みが改善しないときは、下肢の筋力が低下してしまう前にぜひ外来を受診し、相談頂きたいと思います。

■より多くの患者さんが最新の人工膝関節置換術によって、生活の質（クオリティ・オブ・ライフ）を向上できるよう、スタッフ一同努めてまいります。

［ 診療予約について ］

●**診療情報提供書（紹介状）**をお持ちの方は**病診連携室**まで
病診連携室:直通　**0120-60-5533** 月 ~ 土 8:30-17:00（日祝除く）

外来予約専用　**0120-14-5420**

人工膝関節センター（南東北医療クリニック）
・**住所**　福島県郡山市八山田七丁目 161
・**診療時間**　人工膝関節センター　火曜・水曜・金曜 9：00 ～ 9：30
・**休診日**　日曜、祝日、年末年始（12/31-1/3）

センター直



ラジオ健康セミナーのお知らせ

ON AIR

総合南東北病院では、ふくしま FM の協力で毎月第 1 金曜　午前 11 時から「ラジオ健康セミナー」を放送しています。
これまでのバックナンバーはホームページからも聴講できます。ぜひお聞きください。
https://www.minamitohoku.or.jp/visit/healthlist.html　（広報担当　☎ 024-934-5708）

南東北グループ PET 事業部

一般財団法人 脳神経疾患研究所 附属 総合南東北病院 PET 事業本部
〒963-8563 福島県郡山市八山田 7 丁目 161　**0120-373-107**　fax.024-934-5409（担当：佐々木・渡辺）

福島支部［県北担当］**（財）南東北福島病院 内**
〒960-2102 福島県福島市荒井北三丁目 1-13　tel.024-593-5896　fax.024-593-1115

八戸支部　（医）謙昌会 美保野病院 内
〒031-0833 青森県八戸市大字大久保字大山 31-2　tel.0178-25-0111　fax.0178-25-0115（担当：工藤）

社会医療法人 将道会 総合南東北病院 南東北岩沼 PET 高度診断治療センター
〒989-2483 宮城県岩沼市里の杜一丁目 2-5　**0120-373-468**　fax.0223-23-3150（担当：佐伯）

医療法人社団 三成会　新百合ヶ丘総合病院 健診センター
〒 215-0026 神奈川県川崎市麻生区古沢都古 255　**0120-700-098**　fax.044-322-0359

医療法人財団 健貢会　総合東京病院　健診担当
〒 165-0022 東京都中野区江古田 3-15-2　tel.03-3387-5462　fax.03-3387-2611



PET がん検査

PET-CT や MRI など各種検査を組み合わせた PET がんドック（PET 検診）は、体に検査の負担をかけず、より精度の高いがん検査を実現しています。

南東北がん陽子線治療センター

ホームページでは陽子線治療のメカニズムから適応症例、治療の実際などを分かりやすく解説しています。



南東北がん陽子線治療センター　検索

http://www.cancer-center.jp





レストラン Bonjour ボンジュール

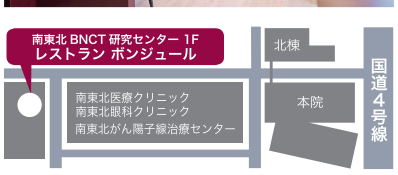


心と体を満たしてくれる　ちょっと贅沢な時間

営業時間　● ランチ　／ 11：00 ~ 15：00　ラストオーダー 14：30（日祝は休み）
　　● ディナー ／ 17：00 ~ 20：00　ラストオーダー 19：30（年中無休）
※ 宴会等による貸切休業の場合がございますのでご了承ください

〒 963-8052 郡山市八山田七丁目 10 番地 南東北 BNCT 研究センター 1F　TEL 024-953-6521





※写真はイメージです。

フレンチ＆イタリアンレストラン　ボンジュール　エル・マール　姉妹店