東北大学歯学部

CAD/CAM教育システムが次代の歯科医療を切り拓く東北大学歯学部の挑戦

東北大学歯学部では、全国に先駆け2016年度から
CAD/CAMを用いた補綴治療を体系的に学ばせる実習を構築し、
良好な教育効果を実感しているという。
これからの歯科医療に不可欠なデジタルデンティストリー。
その教育システムの確立に情熱を注ぐ先生方にお話を伺った。

20台のパソコンで学生全員がCAD/CAM冠を設計

東北大学歯学部のCAD/CAM合同講義室には、ノートパソコン20台がずらりと並んでいる。いずれのパソコンにもCADソフトがインストールされていて、学生は支台歯形成の実習で各自が形成した支台歯を用いて、CAD/CAM冠の設計を行う。前面はガラス張りになっており、隣接する技工室で、設計したデータをもとにミリングマシンがCAD/CAMブロックを切削加工していく様子を見ることができる。東北大学歯学部の学生たちはこの実習を通じて、支台歯形成からCAD/CAM冠の設計・切削加工に至るまで、CAD/CAMを用いた補綴治療の一連の工程を学べる。こうした教育システムを取り入れている教育機関は非常にめずらしい。

東北大学大学院
歯学研究科長・歯学部長
佐々木 啓一 先生

この教育システムの導入を主導したのが歯学部長の佐々木啓一教授。

「デジタルを活用して技工物を作るのはもはや当たり前となり、その教育も必要となりました。ただし、機器をただ導入したというだけでは、なかなか教育にはなりません。一連の実習をすべての学生が行うことができるシステムが必要だったのです」と、佐々木教授はコンセプトを語る。

システム構築のパートナーとして選んだのが、ジーシーだった。

「ジーシーには、材料からスキャナ、ミリングマシンに至るまで、全部あったというのが大きいですね」と佐々木教授が言うように、システムに必要なCAD/CAM器材を一括してまかなえることが、選定の決め手となった。

加えて佐々木教授は、「複数のノートパソコンをネットワークで繋いで、一人一人がそれぞれにスキャンデータの取得や設計、ミリングマシンへのデータの送信ができるようにして、実際のデジタルデータの流れがわかるようにしたい」といった提案もしており、ジーシーがその要望に応え、他に類を見ないCAD/CAMを用いた補綴治療の教育システムが誕生した。

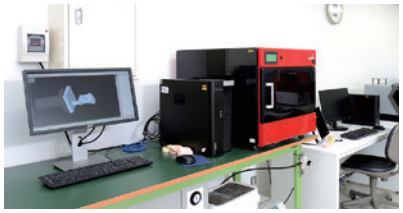
CAD/CAMは歯科医師として学んでおくべき知識

CAD/CAMによる治療は、新しい技術であることは間違いないが、2014年には小臼歯、2017年には下顎第一大臼歯においてCAD/CAM冠治療が条件付きで保険適用となっているなど、今や高頻度に行われている治療と言っても過言ではない。それにもかかわらず、歯学部での教育は確立途上にある。

歯科医師を目指す学生がCAD/CAMによる治療を学ぶ意義について、佐々木教授にお聞きした。

「どんなに優れた新しい治療法でも、臨床で応用するためには、歯科医師の技術と理解が必要不可欠です。たと

CAD/CAMの設計が行えるノートパソコンが並び、奥に技工室が併設された、東北大学歯学部のCAD/CAM合同講義室。部屋を隔てる壁が全面ガラス張りなのは佐々木教授の発案で、「機器が見えることで、学生により臨場感を持って実習に取り組んでもらえる」という考えが込められている。



技工室にはミリングマシンのAadva Mill LW-Iなど、一連のCAD/CAM機器がそろえられた。

え歯科技工士が技工物を製作するとしても、発注するときには歯科医師が技工指示書を書きます。適切な技工物を作り上げるためには、CAD/CAMのワークフローを含めた実態を絶対に知っておかなければならないのです」

文部科学省が2017年に改訂した「歯学教育モデル・コア・カリキュラム」にも「CAD/CAMを用いたクラウン製作法を説明できる」ことが学修目標に明記されている。それほどまでに重要な事項であるCAD/CAMに関する教育が、座学や臨床の見学だけでは不十分ではないかという視点から、東北大学歯学部では、実習を伴う授業を行う方向に舵を切った。

ワークフローを一貫して習得 体系的な理解を深める

クラウン・ブリッジの授業担当者である江草宏教授の発案のもと、2016年にCAD/CAM冠の実習授業が始まった。

この授業は、歯学部の4年生を対象に行われる。学生たちがまず行うのは支台歯形成。使用するダイヤモンドポイントの順序や支台歯への当て方などを重要視して指導し、加えて形成後の支台歯をスケッチさせ、自己フィードバックの機会を設けているという。続いて印象採得を行い作業用模型を製作。その模型をデンタルスキャナでスキャンしデータ化した後は、CADソフトでCAD/CAM冠の設計、ミリングマシンで切削加工、という流れである。一貫した実習を通して、学生はこれらの工程を主体的に習得できる。

この教育システムにおいて、学生の指導にあたる江草教授に、授業で一番何を学んでほしいかお聞きした。

「この授業で一番大切なのは、ワークフローの理解から症例に適した補綴材料をどのように選ぶかを学ぶことだと思います」

江草教授はこの考えに基づき、形成実習の際にCAD/CAM冠用の支台歯と金属冠用の支台歯を同一の模型上で形成させ、デジタルのCAD/CAM冠とアナログの金属冠を同時並行で製作させるというカリキュラムを組んでいる。マテリアルごとのメリット・デメリットを学生たちに理解してもらうためである。実際に授業を進めていくと、江草教授が想像していた以上の効果が浮き彫りになったという。

デジタルデンティストリーにおける 支台歯形成と教育のあり方

CAD/CAM冠の治療が普及する

東北大学病院 副病院長
東北大学大学院歯学研究科
分子・再生歯科補綴学分野 教授
江草 宏 先生

〈 東北大学歯学部版CAD/CAM冠支台歯形成採点用ルーブリック ver.Ⅳ 〉

	臨床的に問題がなく、優れた形成		修正を加えれば臨床的に受け入れられる形成		多くの問題があり臨床的に受け入れられない形成		
項目＼点数	5点		3点		1点		（点数）
咬合面の削除量（mm）	コアとの距離 1.5～2.0mm #340 1本完全に入る		コアとの距離 0.5～1.5mm、2.0～3.0mm		コアとの距離 3.0mm以上 または0.5mm未満		
	B咬頭 高 L咬頭		B咬頭 高 L咬頭		B咬頭 高 L咬頭		3～15
テーパー（度）	片面 6～10° （両面 12～20°）		片面10～20° または0～5°、逆1面		逆テーパー2面 または片面20° 以上		
	BL MD		BL MD		BL MD		2～10
辺縁の連続性	連続したマージン		1mm以内のステップ		1mm以上のステップ		1, 3, 5
辺縁の形態（ラウンデッドショルダー）	ショルダー幅 1.0～1.3mm （#106RD先端径参考）		ショルダー幅 1.0mm以下		ショルダー幅 1.3mm以上または0mm または J-shape		1, 3, 5
辺縁の位置	歯肉縁と同じ高さ 縁下0.5mmを許容する		歯肉縁上または 縁下0.5～1.0mm （解剖学的歯頸線を越えない）		歯肉縁下1.0mm以上 （解剖学的歯頸線を越える）		1, 3, 5
形成面の性状	咬合面からみて 軸面に凹凸や切削痕が少ない		深さ0.5mm以下 （#102R半分以下）の痕跡		深さ0.5mm以上 （#102R半分以上）の痕跡		1, 3, 5
鋭角部の仕上げ	鋭角なし		仕上げ不足の鋭角あり		ミリングバー先端径 1.0mm以下の 鋭角・点角あり		1, 3, 5
					計		満点50

東北大学歯学部では奥山弥生助教らが開発した評価フォームを用いて、支台歯形成を客観的かつ定量的に採点している。学生は明確な数値を目標にして支台歯形成に取り組むことができ、形成技能の修得度を確実に高められているという。（勝田悠介他，日本補綴歯科学会雑誌，2018より転載）

デジタルデンティストリーの進歩に合わせて、このほど新たに口腔内スキャナもCAD/CAM冠の実習に導入された。

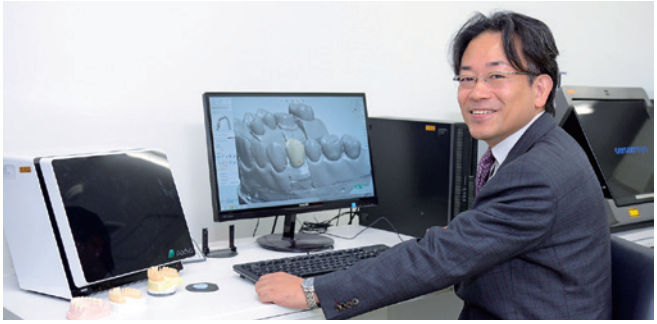
につれ、臨床においてCAD/CAM冠の脱離という問題も顕在化するようになった。その原因を、江草教授はこう分析する。

「脱離は、材質の問題に加えて、支台歯の形態に起因するところが大きいと思います。デジタルは高精度のものを作り出す技術ではなく、均質なものを作る技術だという認識が必要で、削り出されるCAD/CAM冠の形に則った支台歯形成ができなくてはなりません。そのような中でこのカリキュラムでは、マテリアルごとにどのような支台歯形成が求められるかといった組み立て方を学べます」

さらに江草教授は、支台歯の形成技術を磨くうえでもこのCAD/CAMを用いた実習の教育効果が高いと考えている。金属冠をアナログで製作する実習では、自分がどれだけ支台歯を削ったのかを見る術がなかった。対してCAD/CAMでは、データとして支台歯の形成量が数値で分かる。具体的には、咬合面の削除量、テーパー度合い、マージン幅などあらゆる数値がつまびらかになるのである。授業では東北大学歯学部版CAD/CAM冠支台歯形成採点用ルーブリックを用いて、支台歯形態を客観的な基準で評価しているという。

「学生はデジタルで数値が見えているのに、いつまでも教員側が感覚的に上手、下手と評価しているわけにはいかない。デジタルを軸に、教育現場も評価の基準をそろえる必要があると考えました」と江草教授。今後、さらに評価基準を画一化するためにAIを用いた評価システムの研究も行っているそうだ。

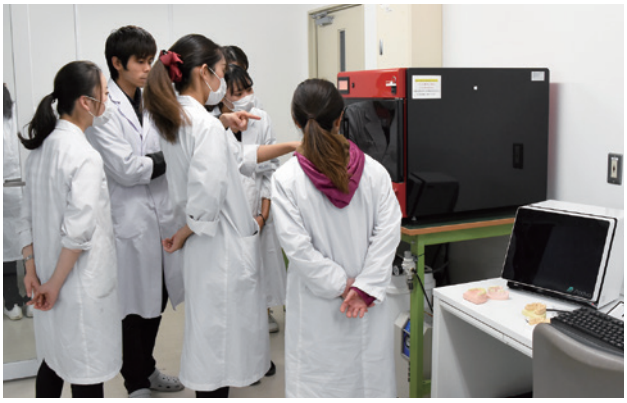
学生が自分の作成した支台歯を客観的に把握し、教員がそれを的確に評価することで、学生の支台歯形成技術が高まったと江草教授は実感している。また、この効果についても感覚的に実感するだけではなく、エビデンスとして教育効果を示す必要があると考え、江草教授はあらゆる観点での評価データを集めて分析している。いずれにしても、CAD/CAMを用いた実習が歯科医師として重要な支台歯の形成技術を向上させる効果があるのではないか、という考



江草教授は「CAD/CAMの実習を始めたことで、教える側にも実に多くの気づきがあった」と語る。

口腔内スキャナを体験させる授業風景。指導者（写真左：勝田悠介特任助手）の手解きのもと、学生はリアルタイムで生成されるスキャンデータを注視しながら、操作の勘所をつかんでいく。

CAD/CAM冠の設計実習。ソフトの使い方のレクチャーを受けつつ、学生たちはそれぞれに設計に臨む。



自分が設計したデータが、実際に削り出されていく様子を観察する。こうした体験がCAD/CAMワークフローの体系的な理解につながっていく。

とても意欲的に、かつ楽しそうに、CAD/CAMへの知見を深めていく学生たちの姿が見てとれた。

察は非常に興味深い。

CAD/CAM実習の教育システムを全国へ

全国に先駆けてCAD/CAMの教育システムを構築した東北大学歯学部。受講した学生を対象に行った授業評価のアンケート調査の結果、多くの学生がCAD/CAMを用いた補綴治療に興味を抱いたという結果が示されたという。取材を通しても、学生たちが意欲的に取り組んでいる様子を多く目にすることができた。

佐々木教授に、今後の展望をお聞きした。

「私が危惧しているのは、歯科の先端技術がどんどん進んでいっても、教育がそれに追いついていけないことなのです。たとえば今後、3Dプリンタを使った義歯の製作が当たり前になることなども考えられますが、そういった変化の中においても、我々にはデジタルデンティストリーに対する教育システムとして作り上げた土台がすでにあり、これをアップデートしていくのは比較的容易なのではないかと考えています。これからも、時代の変化にしっかり教育を追いつかせられるよう、努力していきたいと思います」

この言葉のとおり、2019年度にはCAD/CAM実習に口腔内スキャナを体験させる内容が加えられた。臨床の動向を見据えた教育の進化がうかがえる。

東北大学歯学部がいち早くこの教育システムを構築できた背景には、器材を歯学部附属歯科技工士学校と共用できていること、受講する学生が40人強と少数だったことなどにより、費用が抑えられたことが挙げられる。新たなシステムの構築には費用面が課題となるが、技術の進歩により機器の価格は抑えられる傾向にあり、今後他大学でも同様のCAD/CAM実習が実現していくのかもしれない。

東北大学歯学部が先行して得た貴重なノウハウを各大学と連携して、次代を担う歯科医師たちの背中を押し、これからの歯科医療の発展に繋がることを願う。