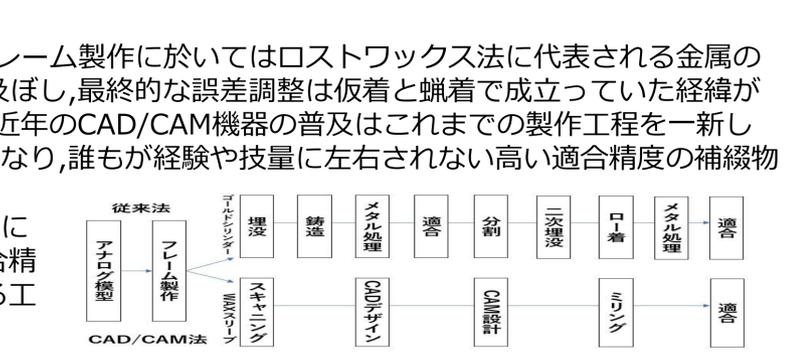


演題番号 (事務局で用意)	日本顎咬合学会 COI 開示 光宗 浩 演題発表に関連し、開示すべきCOI関係にある企業などはありません。	CAD/CAM機器を利用したインプラント上部構造の製作 株式会社シケン 光宗 浩
-------------------------	--	---

1.はじめに (緒言・目的)

CAD/CAM機器が普及する以前のインプラントブリッジのフレーム製作に於いてはロストワックス法に代表される金属の凝固収縮等、各工程での材料置換が適合精度に大きく影響を及ぼし、最終的な誤差調整は仮着と蝟着で成立っていた経緯がある。それには個人の経験と卓越した技量が必要とされたが、近年のCAD/CAM機器の普及はこれまでの製作工程を一新した事で材料置換に纏わる誤差を最小限にとどめる事が可能となり、誰もが経験や技量に左右されない高い適合精度の補綴物が得られるようになった。

右図は従来法とのワークフローの対比であるが、CAD/CAM法に於いても僅かな誤差は生じており、以前とは異なる要因が適合精度に関与していると推測され、デジタルワークフローに於ける工程と適合精度の関係を調べる。



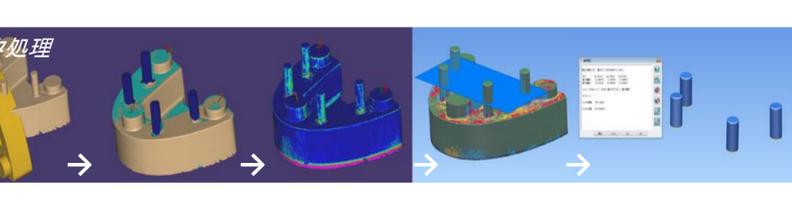
2.方法 デジタルワークフローの各項目 (スキャン〜CAD〜CAM〜加工) で適合に及ぼす影響を検証する。

CAD/CAM法に於いては歯肉下にあるインプラント嵌合部の位置情報を取得する為にスキャンフラッグ又はスキャンボディを装着してデータ取得、CADソフト内でインプラントライブラリーを介して位置座標として取り込むこととなり、スキャナーの精度が埋入位置に影響を及ぼすと考えられ、各項目で検証を行った。

ノーベルバイオケア社マルチユニットレギュラーサイズにて交差角度5°以内の模型① (straight) と交差角度15°以上の模型② (Angle) でスキャン結果の比較を行った。

3.検証 ①各社スキャナー間差異

模型①②をスキャナー5機種でスキャンして得られたデータをCAD内で最大値で位置合わせした後、同一作業平面でスキャンフラッグ以外を削除して、各スキャンデータの面積と体積を求めた。



		scanner1	scanner2	scanner3	scanner4	scanner5	AVE	標準誤差値
面積mm ²	Straight	613.77	621.93	617.13	616.46	625.32	618.92	4.63
	Angle	640.25	648.19	644.84	646.89	654.72	646.98	5.27
体積mm ³	Straight	569.78	583.88	576.49	575.55	586.94	578.53	6.87
	Angle	600.93	612.63	607.37	610.59	619.89	610.28	6.96

この場合、スキャンフラッグの真値は算出できないので標準誤差値にて比較した結果、各社スキャナーの差異は予想以上に大きく、平均値に対して**0.8%~1.2%**の誤差が生じ、面積と体積共に交差角度が大きい方が値が高いという結果になった。

検証 ②同一スキャナーでの誤差

模型①②をスキャナー2機種 (リングゲージ有、無) で各4回スキャンして得られたデータを基に検証その1と同様なデータ処理後、各データの面積と体積を標準誤差値で比較した。同一スキャナーに於いてもスキャン毎でデータの差異が生じる結果となり、標準誤差値は交差角度に対して正比例を示し、リングゲージを有した機器で交差角度が小さい時の標準誤差値が最も小さく、データ統合時にリングゲージ有した機器が精度的に優位であると考えられる。

		First	Second	Third	Fourth	AVE	標準誤差値	
ScannerA (ゲージ有)	面積mm ²	Straight	601.94	601.65	601.73	601.82	601.79	0.13
		Angle	646.76	646.88	646.19	646.01	646.46	0.43
	体積mm ³	Straight	556.05	555.58	555.62	555.75	555.75	0.22
		Angle	607.46	607.57	606.93	606.64	607.15	0.44
ScannerB (ゲージ無)	面積mm ²	Straight	617.91	617.61	618.14	616.97	617.66	0.51
		Angle	572.24	571.22	571.63	571.08	571.55	0.52
	体積mm ³	Straight	579.26	578.79	579.53	577.81	578.85	0.76
		Angle	521.68	520.27	520.91	519.87	520.68	0.79

検証 ③CADデータによるCAMソフトでの座標値の影響

Scanner A で得られた最も差があるデータ計4種 (StraightはFirst : Second, AngleはSecond : Fourth) を用いて便宜上、部位は ・ としてCADソフトにてインプラントブリッジのデザインを行う。スキャンフラッグデータにライブラリーを介する事でプラットフォームの位置をCADに取り込み、簡易的なバー形態にアクセスホールを形成した。



Straight 2種, Angle 2種のCADデータ計4種をCAMソフトに移行、 を基準とした時の各部位の挿入角度をCAMソフトで計算してスキャンデータの誤差がCAMソフトに与える影響を検証した。黄色い部分が角度誤差があった項目で模型②AngleのデータでX軸, Y軸を中心に挿入角度の差が表れ、CADデータは嵌合部座標に影響する事が分かった。

		Straight First : Second				Angle Second : Fourth						
Straight	First	X軸周りの角度	1.2°	0.2°	0.0°	0.8°	Second	X軸周りの角度	26.0°	8.2°	0.0°	4.2°
		Y軸周りの角度	0.2°	0.8°	0.0°	0.4°		Second	Y軸周りの角度	0.4°	9.9°	0.0°
	Second	Z軸に対する角度	1.2°	0.8°	0.0°	0.9°	Fourth	Z軸に対する角度	26.0°	12.8°	0.0°	11.7°
		X軸周りの角度	1.2°	0.1°	0.0°	0.8°		Fourth	X軸周りの角度	25.9°	8.9°	0.0°
		Y軸周りの角度	0.2°	0.8°	0.0°	0.4°		Y軸周りの角度	2.4°	9.4°	0.0°	11.2°
		Z軸に対する角度	1.3°	0.8°	0.0°	0.9°		Z軸に対する角度	26.0°	12.8°	0.0°	11.7°

検証 ④ミリング及び、適合検証 (ワンスクリューテスト)

検証③のstraightとAngleのCADデータをインプラントブリッジ用加工テンプレートを用いて加工プログラム (NCデータ) を作成、シミュレーションソフトで動作確認後、超精密5軸加工機にてチタン合金ディスクをミリング、完成物を模型にセットして のみを15Ncmでスクリュー締結して他部位の適合を確認した。



Straightの適合状態



Angleの適合状態

検証 ⑤加工テンプレート調整及び、ワンスクリューテスト

検証③で示したAngleの位置情報誤差値が影響している可能性があり、加工テンプレートの調整で適合の改善を図った。X方向, Y方向での補正值として嵌合部内面のミリング条件 (切削域の30μ拡大) の変更を行い、再ミリングした結果では全部位でパッシブフィットが得られ、マイクロギャップは改善された。



4.考察および展望

CAD/CAMの進化は飛躍的な精度向上を果たしたが、インプラント補綴ではより高い精度を追求する必要がある。特にスキャン工程はインプラントの位置関係に大きく影響する。検証では埋入角度, 埋入深度等の差が大きい程、誤差が発生する可能性が高いという結果になった。スキャン〜CAD工程では最大限に精度確保してCAMテンプレート内にてカスタム調整する事で多くの症例に対応する事が可能であったが、総じて最大の結果を得るには機器やシステムの特性を理解すると共にベストな状態を維持する事が大切であると言える。今後、歯科技工におけるデジタルワークフローでは歯科技工知識は基よりCAMソフトウェア, 数値制御工作機器, 工具等の加工全般の基礎知識向上も必要と思われる。