



Title	歯科補綴学のおよび外科学的因子がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響ー多変量解析を用いた評価ー
Author(s)	井上, 将樹
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72232
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

歯科補綴学のおよび外科学的因子が
インプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響
ー多変量解析を用いた評価ー

大阪大学大学院歯学研究科 口腔科学専攻
顎口腔機能再建学講座 クラウンブリッジ補綴学分野

井上 将樹

緒言

インプラント補綴が長期に安定し機能するためには、インプラント周囲組織の健康を維持することが重要である。インプラント周囲組織の健康状態へ影響を及ぼすと考えられる因子としては、口腔外に由来する全身的因子と口腔内に由来する局所的因子に分類できる。全身的因子としては、喫煙習慣、糖尿病および服薬などが報告されている[1]–[3]。また局所的因子としては、細菌学的、歯科補綴学のおよび外科学的な因子が挙げられる[4]。

この中で、全身的因子に関しては、喫煙者は非喫煙者と比較してインプラント周囲骨吸収が有意に多いと報告されている[5]–[7]。糖尿病に関しては、糖尿病に罹患しているか否かではインプラント治療の成功率は変わらないが、インプラント周囲骨吸収については、糖尿病に罹患していない患者は罹患している患者に比べて有意に少ないと報告されている[3][8]。服薬に関しては、ビスフォスフォネート製剤、ステロイドおよび癌に対する化学療法剤は、インプラント治療の失敗に繋がるリスク因子であると報告されている[9]。

一方、現在インプラント周囲組織の健康状態に影響を及ぼす局所的なリスク因子として高いエビデンスが得られているものに、不良な口腔衛生状態、定期的なメンテナンスの欠如、歯周病の既往といった、細菌学的な因子がある

[10]–[12].

さらに、局所的因子である歯科補綴学的因子としては、連結様式、上部構造固定様式、アバットメントの材質、クラウン - インプラント比、咬合関係、余剰セメントの有無、マージンの設定位置および上部構造の適合性などが報告されている[13]–[16]. 連結様式に関して、コニカルコネクションを有するインプラントは、周囲骨吸収の抑制に対して有効であると報告されているが[17], 上部構造固定様式やアバットメントの材質など他の歯科補綴学的因子を包括的に考慮して検討した報告はほとんどみられない. 上部構造固定様式に関して、セメント固定はスクリュー固定と比較して骨吸収が少ないとする報告[18]がある一方で、排膿や骨吸収などの生物学的合併症が多いとする報告もあり、統一した見解が得られていない[19][20]. アバットメントの材質に関しては、異なる材質によるインプラント周囲軟組織への影響の違いは現状では明らかでないとされている[21]. 以上のように、歯科補綴学的因子のインプラント周囲組織への影響は個々に報告されているが、それらを包括的に評価した報告はみられない.

外科学的因子としては、インプラント体の近遠心または頬舌側的位置、インプラント体軸角度、埋入深度などのインプラント体埋入位置や、骨造成の有無などが挙げられる[22] [23]. 中でもインプラント体の近遠心および頬舌側的な

配置不良は、インプラント周囲炎のリスクとなる可能性があることが報告されているが[23]、インプラント体の埋入位置の違いによるインプラント周囲組織の健康状態への影響を定量的に評価した報告はほとんどみられない。

以上のようにインプラント周囲組織の健康状態に影響を及ぼすとされる因子は、全身적および局所的に様々なものが存在している。本研究では、インプラント治療を行う中で術者による選択や調整が可能な歯科補綴学的因子である連結様式、上部構造固定様式、アバットメントの材質、および同じく術者による選択や調整が可能な外科学的因子であるインプラント体の埋入位置がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響を包括的に検討し、インプラント周囲組織の健康状態に有益な歯科補綴学的、外科学的条件を明らかにすることとした。

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科・歯学部及び歯学部附属病院倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号 H25-E32, H29-E44）。

材料と方法

実験1：インプラント上部構造の補綴設計がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

1. 対象

大阪大学歯学部附属病院口腔補綴科にてインプラント治療を行い、2013年5月1日から2018年8月31日までに定期検診のため来院した患者を対象とした。

包含基準は、①上部構造が固定性であること、②上部構造装着後1年以上が経過していること、③骨造成を行っていないこと、とした。除外基準は、糖尿病に罹患していることとした。包含基準を満たした被検者は217名（男性142名、女性75名、平均年齢±標準偏差：61.1歳±12.1歳、以下同様）で、インプラント体604本（Nobel Biocare社、Kloten, Switzerland）が対象となった。

除外基準により10名が除外され、最終的に両基準を満たした被検者207名（男性135名、女性72名、平均年齢60.8歳±12.3歳）、インプラント体592本を対象とした。臨床データの測定は、歯科医師2名と歯科衛生士3名の計5名で行った。

2. 臨床パラメータの測定

第6回European Workshop On Periodontology[10]において、インプラント周囲組織の健康状態の臨床的な評価項目として、プラークの蓄積量、プロービング時の出血の有無、プロービング深さ、骨吸収の4つのパラメータが推奨されている。本研究ではプラークの蓄積量、プロービング時の出血の有無、骨吸収の3つの臨床パラメータを選択した。

① modified Plaque Index (mPI)

プラークがインプラント周囲粘膜に接触すると炎症反応を起こすことが報告されている[24]ことから、Mombelliら[25]の基準に従ってインプラント周囲のプラークの蓄積量を評価した（表1）。測定の信頼性に関しては、研究に先立って対象となった被検者の最初の10名に対して測定者2名で測定を行い、測定者間で測定値に違いがあった場合、お互いの見解が一致するまでディスカッションを行うことで信頼性の向上を図った。これは、測定者の変更があるごとに行った。

② modified Bleeding Index (mBI)

プロービング時の出血はインプラント体支持組織の喪失の予測因子となるこ

とから、Mombelliら[25]の基準に従ってプロービング時の出血の程度を測定し、インプラント周囲軟組織の炎症の程度を評価した（表2）。測定の信頼性に関しては、対象となった被検者の最初の10名に対して測定者2名で測定を行い測定者間で測定値に違いがあった場合、お互いの見解が一致するまでディスカッションを行うことで信頼性の向上を図った。0.2 Nの弱い力でのプロービングは、インプラント周囲組織へ不可逆的な損傷を与えないことが報告されている[26]。そこで、プロービング深さの測定にはコンタクトプローブ（日本歯研工業，東京，日本）を使用した。コンタクトプローブは0.2 Nの圧力がかかるとプローブのコンタクトポイントが接触するため、適正なプロービング圧を視覚化することが可能である（図1）。

③ Bone Level (BL)

デンタルX線写真より、インプラント体の骨吸収を測定した。まずインプラント体の近心側と遠心側の骨吸収量を測定し、平均値を求めた。続いて、実際のインプラント体の長径とデンタルX線写真上でのインプラント体の長径の比率から、BLの値を算出した[27]（図2）。

はじめに、対象となった604本のインプラント体から無作為に10本のインプラント体を選択し、級内相関係数（Interclass Correlation Coefficient: ICC）

を用いて信頼性の確認を行った。測定者1名で各インプラント体につき3回測定を行い、測定の間隔を1週間として検者内信頼性を検討した。結果は、 $ICC(1, 1) = 0.95$, $ICC(1, 3) = 0.98$ であった。また、測定者2名で各インプラント体につき1回測定を行い、検者間信頼性を検討した。結果は、 $ICC(2, 1) = 0.98$ であった。検者内・検者間信頼性はともに0.9以上となり、高い信頼性が得られた。統計処理には、ソフトウェアとしてSPSS Statistics ver.23（日本IBM, 東京, 日本）を用いた。

3. 統計解析

目的変数は、mPI, mBI, BLの3つの臨床パラメータとした。説明変数は、患者背景を示す因子である年齢、性別、口腔衛生状態、喫煙習慣の4因子と、インプラント体の背景を示す因子であるインプラント部位（上顎 / 下顎、前歯 / 臼歯）、歯周病の既往の有無、上部構造装着期間の4因子、歯科補綴学的因子である連結様式（テーパージョイント / バットジョイント）、上部構造固定様式（セメント固定 / スクリュー固定）およびアバットメントの材質（チタン / ジルコニア / 金合金）の3因子の計11因子とした。口腔衛生状態に関しては、臨床パラメータを測定した日に、測定者が被検者の残存歯の歯頸部歯面に付着した歯垢を歯垢染色剤で染色し、O'learyのPlaque Control Record (PCR) を

測定した．喫煙習慣に関しては，臨床パラメータを測定した日に，測定者が被検者に対して問診を行い，習慣的に喫煙を行っているか否かで，被検者を喫煙者と非喫煙者に分類した．歯周病の既往に関しては，診療録より歯周病が原因で抜歯となった部位にインプラント体が埋入されたものを歯周病の既往があるものとした．連結様式に関しては様々な分類があるが，本研究においてはプラットフォームスイッチングを有するインターナル・テーパージョイント型を「テーパージョイント」に，プラットフォームスイッチングとテーパー型の嵌合を有さないインターナルまたはエクスターナル・バットジョイント型を「バットジョイント」に分類した．

統計処理には，ソフトウェアとしてSPSS Statistics ver.23（日本IBM，東京，日本）を使用し，一般化推定方程式を用いて解析を行った．有意水準は5%とした．

実験2：インプラント体の埋入位置がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

1. 対象

大阪大学歯学部附属病院口腔補綴科にてインプラント治療を行い，2013年5

月1日から2018年8月31日までに定期検診のため来院した患者を対象とした。

包含基準は、①上部構造が固定性であること、②上部構造装着後1年以上が経過していること、③骨造成を行っていないこと、④上部構造装着後にコーンビームCT（以下CBCT）撮影を行っていること、とした。除外基準は、糖尿病に罹患していることとした。包含基準を満たした被検者は126名（男性42名、女性84名、平均年齢61.5歳±11.4歳）で、インプラント体288本（Nobel Biocare, Kloten, Switzerland）が対象となった。除外基準により6名が除外され、最終的に両基準を満たした被検者120名（男性37名、女性83名、平均年齢61.1歳±11.7歳）、インプラント体277本を本研究の対象とした。臨床データの測定は、歯科医師2名と歯科衛生士3名の計5名で行った。

2. 臨床パラメータの測定

実験1と同様に、mPI, mBI, BL を臨床パラメータとして測定した。

インプラント周囲炎の外科学的因子であるインプラント体の近遠心および頬舌的な埋入位置は、歯冠形態、歯列、咬合平面または骨形態などによって決定される。歯冠形態や歯列は患者個々で大きく違い、明確な基準を設定して評価することができないため、測定基準を統一することは困難である。本研究では、インプラント体とアバットメントの接合部から上部構造へ引いた接線と、

インプラント長軸がなす角度をエマージェンスアングルとして、インプラント体の埋入方向や埋入深度、上部構造との位置関係などを含めたインプラント体の埋入位置の評価とした[28]。エマージェンスアングルは、各インプラント体に対して近心、遠心、頬側、舌側の4方向で測定を行った（図3）。

エマージェンスアングルの頬舌側方向の測定はCBCT画像上ではアーチファクトが強く、正確な上部構造形態を描出することができない。そこで研究用模型を光学スキャナーで形状計測して得られたSTLデータと、CBCT撮影で得られたDICOMデータを重ね合わせることができるSurfaceScan

（coDiagnostiX, Dental Wings, Montreal, Canada）を用いた（図4）。近遠心方向の測定ではCBCT画像よりアーチファクトが少ないデンタルX線写真より測定を行った。

はじめに、対象となった277本のインプラント体から無作為に10本のインプラント体を選択し、級内相関係数（Interclass Correlation Coefficient: ICC）を用いて信頼性の確認を行った。測定者1名で各インプラント体につき3回測定を行い、測定の間隔を1週間として検者内信頼性を検討した。結果は、 $ICC(1, 1) = 0.97$, $ICC(1, 3) = 0.98$ であった。また、測定者2名で各インプラント体につき1回測定を行い、検者間信頼性を検討した。結果は、 $ICC(2, 1) = 0.94$ であった。検者内・検者間信頼性はともに0.9以上となり、高い信頼性が得られ

た．統計処理には，ソフトウェアとしてSPSS Statistics ver.23（日本IBM社，東京，日本）を用いた．

3. 三次元形状計測装置，CBCT撮影装置

研究用模型は，AadvastスキャンD850（ジーシー，東京，日本）を用いて形状計測を行い，STLデータを取得した．CBCT撮影は，Alphard3030（朝日レントゲン工業，京都，日本）にて撮影を行い，上部構造装着後または定期検診時に撮影されているデータを使用した．

4. 統計解析

目的変数は，実験1と同じくmPI，mBI，BLの3つの臨床パラメータとした．説明変数は，患者背景を示す因子である年齢，性別，口腔衛生状態，喫煙習慣の4因子と，インプラント体の背景を示す因子であるインプラント部位（上顎 / 下顎），歯周病の既往の有無，上部構造装着期間，連結様式（テーパージョイント / バットジョイント）の4因子および外科学的因子であるエマージェンスアングルの計9因子とした．口腔衛生状態，喫煙習慣，歯周病の既往に関しては，実験1と同様に記録した．インプラント部位に関しては，前歯と臼歯では形態が大きく異なり，エマージェンスアングルの測定を定量化できな

いため、実験2においては臼歯のみを対象とした。

統計処理は、ソフトウェアとしてSPSS Statistics ver.23（日本IBM，東京，日本）およびR version3.5.1[29]を使用し，一般化推定方程式を用いて解析を行った。有意水準は5%とした。エマージェンスアングルに関しては，角度が30° 付近で結果が変わることが予想されるため[28]，非線形性を考慮した解析を行い，Huber-White法を利用してデータ間の対応を補正した。

結果

実験1：インプラント上部構造の補綴設計がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

患者とインプラント体の背景を表3に示す.

対象患者の口腔衛生状態は、PCRが平均30.7%±18.9%で、喫煙習慣は非喫煙者が190名、喫煙者が17名であった.

対象インプラント体の背景は、歯周病の既往があるものが121本、ないものが471本であった. インプラント部位は上顎が222本、下顎が370本、前歯が57本、臼歯が535本であった. 上部構造装着後の平均経過期間は、52.8か月±36.3か月（最短12か月、最長146か月）であった. 歯科補綴学的因子である連結様式は、テーパージョイントが81本、バットジョイントが511本であった. 上部構造固定様式は、スクリュー固定が170本、セメント固定が422本であった. アバットメントの材質は、チタンが303本、ジルコニアが152本、金合金が137本であった.

多変量解析を用いて交絡因子を補正した結果を表4・6に示す. mPIは、連結様式ではテーパージョイントがバットジョイントよりも有意に小さかった. ま

た，アバットメントの材質ではジルコニア，チタン，金合金の順で有意に小さかった．上部構造固定様式はmPIと関連がなかった．mBIは，連結様式，上部構造固定様式，アバットメントの材質の違いと関連がなかった．BLは，連結様式ではテーパージョイントはバットジョイントよりも有意に小さかったが，上部構造固定様式，アバットメントの材質の違いとは関連がなかった．

実験2：インプラント体の埋入位置がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

患者とインプラント体の背景を表7に示す．

対象患者の口腔衛生状態は，PCRが平均 $30.5\% \pm 19.0\%$ ，喫煙習慣は非喫煙者が114名，喫煙者が6名であった．

対象インプラント体の背景は，歯周病の既往があるものが38本，ないものが239本であった．上部構造の装着後の経過期間は，平均46.7か月（最短12か月，最長146か月）であった．インプラント部位は上顎が99本，下顎が178本であった．連結様式はテーパージョイントが55本，バットジョイントが222本であった．外科学的因子であるエマージェンスアングルは，近心が平均 $26.9^\circ \pm 10.5^\circ$ ，遠心が平均 $26.7^\circ \pm 11.8^\circ$ ，頬側が平均 $29.7^\circ \pm 11.8^\circ$ ，舌（口蓋）側が平均 $29.0^\circ \pm 11.9^\circ$ であった．

一般化推定方程式の解析結果を表8-10に示す。また、エマージェンスアングルに関しては非線形性を考慮した解析を行った。本研究では近遠心および頬舌側の各方向のエマージェンスアングルを平均して評価を行うこととした（図8-10）。

mPIとエマージェンスアングルとの関係は統計学的に有意であり（ $P < 0.001$ ），mPIはエマージェンスアングルが20-40°付近で大きくなった。

mBIとエマージェンスアングルとの間に統計学的に有意な関連は認められなかったが（ $P = 0.234$ ），mBIはエマージェンスアングルが20-40°付近で小さくなる傾向にあった。

BLとエマージェンスアングルとの間にも統計学的に有意な関連は認められなかったが（ $P = 0.072$ ），BLはエマージェンスアングルが20-40°付近で小さくなる傾向にあった。

考察

インプラント補綴が長期に安定し機能するためには、インプラント周囲組織の健康を維持することが重要である。しかしながら、インプラント周囲炎が生じ、重篤化するとインプラント喪失の原因となることもよく知られている。

Canulloらは、インプラント周囲炎の局所的誘発因子としてプラークの蓄積や歯周病の既往に関する「細菌学的因子」に加え、上部構造の補綴設計、咬合状態あるいは残存セメントといった「歯科補綴学的因子」および近遠心・頬舌側的な埋入位置や骨造成の有無などに関する「外科学的因子」という3つの因子に分けられると報告している[4]。American Academy of PeriodontologyおよびEuropean Federation of Periodontologyの2017 World WorkShopにおいてSchwarzらは、重度の歯周病の既往を有する患者、プラークコントロールの不良な患者および定期的なメンテナンスができていない患者はインプラント周囲炎の発症リスクが高いとする強いエビデンスがあると報告している[30]。このように細菌学的因子に関してはコンセンサスを得られつつあるが、歯科補綴学的因子と外科学的因子に関しては統一した意見はみられないのが現状である。

歯科補綴学的因子である連結様式に関しては、テーパージョイントを有するインプラントはそうでないものと成功率および生存率に変わりはない[31]とする報告がある一方で、テーパージョイントを有するインプラントは有さないものよりインプラント周囲骨吸収が少ないという報告もみられる[32]–[34]。上部構造固定様式について、Weberら[35]やKotsakisら[36]は、インプラントの成功率と生存率はスクリュー固定とセメント固定で有意な差を認めなかったとしているが、Ragauskaiteら[37]は、セメント固定はスクリュー固定よりインプラント周囲軟組織の炎症やインプラント周囲骨吸収などの生物学的合併症が多いと報告している。生体力学的な因子としてアバットメントの材質が報告されているが[38]、その違いがインプラント周囲軟組織の健康状態に及ぼす影響は現状では明らかとなっていない[21]。このようにインプラントの補綴設計に関する意見には様々なものが存在し、かつそれらを包括的に調査した研究はみられない。そこで本研究では、術者による選択、調整が可能であるインプラント補綴設計の違いによるインプラント周囲組織の健康状態への影響を包括的に評価するため、まず実験1において連結様式、上部構造固定様式およびアバットメントの材質を含めた補綴設計を評価した。

外科学的因子であるインプラント体の埋入位置を評価している報告は、Katafuchiらが、エマージェンスアングルが 30° を超えるとインプラント周囲炎

のリスク因子となることを報告している以外にみられない[28]. この報告では歯冠形態が大きく異なる前歯と臼歯を併せて解析しており, 30° というカットオフ値を用いている. 本研究では実験2において, 歯冠形態を可及的に統一するため臼歯部のみに限定し, また非線形性を考慮することでエマージェンスアングルを連続値として扱い, インプラント体の適切な埋入位置を明らかにすることを試みた.

臨床パラメータに関して, 第6回European Workshop On Periodontologyでは, インプラント周囲組織の健康状態の評価項目として, プラークの蓄積量, プロービング時の出血の有無, プロービング深さ, 骨吸収の4つのパラメータが推奨されている[10]. 特に最新の報告は, プロービング深さについて, 深化することとインプラント周囲炎には関連があるとしている[12]. 本研究は横断的評価であり, プロービング深さの増加の有無に関しては判断できないため, プラークの蓄積量, プロービング時の出血の有無, 骨吸収の3つのパラメータの測定を行った. 骨吸収に関して, 本研究は横断での評価であるため, 経時的な骨吸収量を測定することができない. そのためデンタルX線写真撮影時に, インプラント体のプラットフォームから周囲骨までの吸収量をBone Level (BL) として計測することで, 骨吸収の評価項目とした.

本来は, 実験1のインプラントの補綴設計と, 実験2のインプラント体の埋入

位置を，同一の解析で一度に評価することで，歯科補綴学的因子と外科学的因子を包括的に評価するのが望ましいと考えられる．しかし，実験2では，上部構造装着後にCBCT撮影を行っている必要があるため，調査症例数が限定され，統計学的な検出力が低下することが予想された．そのため実験1と実験2でそれぞれ歯科補綴学的因子および外科学的因子を別々に解析することとした．

実験1：インプラント上部構造の補綴設計がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

1. 連結様式（テーパージョイントおよびバットジョイント）

mPIとBLについては，テーパージョイントがバットジョイントに比べて有意に小さかった．テーパージョイントの有するプラットフォームスイッチングによって，インプラント周囲骨まで炎症が波及しにくく，周囲骨吸収の抑制につながったと考える[39][40]．また，荷重時の微小漏洩が小さいため，テーパージョイントはバットジョイントよりプラークの蓄積や周囲骨吸収が少ないとした研究結果[41]を支持している．以上のように本研究の結果は，テーパージョイントがインプラント周囲骨量の維持に有用であるという過去の報告[42]と一致した．

2. 上部構造固定様式（セメント固定およびスクリュー固定）

上部構造固定様式の違いは、mPI、mBIおよびBLと有意な関連を示さなかった。セメント固定はアバットメントと上部構造体の間にセメント層が介在することで、上部構造の装着に際しアバットメントおよびインプラント体に応力が加わりにくい[35][36]という利点がある一方で、残留セメントによるインプラント周囲骨吸収や周囲軟組織の炎症のリスクがあることが指摘されている[45]。また、スクリュー固定は残留セメントによる歯肉の炎症や周囲骨吸収のリスクは存在しないが、咬合面にアクセスホールが存在することにより、咬合面の咬合接触点のバランスが不良となることがあるため、側方への咬合力の負荷が増大する可能性がある[46]。このようにそれぞれに利点、欠点の存在が指摘されているが、いずれもインプラント周囲骨吸収や周囲軟組織炎症を決定づけるものではないため、有意な差がみられなかったものと考えられる。

3. アバットメントの材質（ジルコニア、チタンおよび金合金）

mPIは、ジルコニア、チタン、金合金の順に有意に小さかった。ジルコニアは研磨性、表面粗さ、および表面自由エネルギーの観点からチタンや金合金よりプラークの付着が少ないことが知られている[47]–[49]。チタンも金合金と比

較してプラークの付着が少ないと報告されていることから、これらの過去の報告に照らして、本研究の結果は妥当であると考えられる。

実験2：インプラント体の埋入位置がインプラント周囲組織の健康状態に及ぼす影響の評価

エマージェンスアングルとmPIは統計学的に有意に関連しており ($P<0.001$)，エマージェンスアングルが20-40°付近において，mPIは大きな傾向にあった．0-20°または40°以上の角度に比べて20-40°の角度における上部構造の材質は，実験1でプラークの蓄積が生じやすい結果となった金合金の割合が高く，またプラークの蓄積が少ないジルコニアの割合が低かったことが影響したものと考えられる．

エマージェンスアングルとmBIとの関連は，統計学的に有意ではなかったが ($P=0.234$)，エマージェンスアングルが20-40°付近において，mBIは小さな傾向にあった．過去の報告においてはエマージェンスアングルが30°を超えるとインプラント周囲炎のリスクが上昇するとされており[28]，本研究と大きくは矛盾しない．

エマージェンスアングルとBLとの関連も統計学的に有意ではなかったが

($P=0.072$) , mBIと同様にエマージェンスアングルが $20-40^{\circ}$ 付近において、小さくなる傾向にあった。エマージェンスアングルとmBIおよびBLの関連を示す非線形解析結果はきわめて類似していたことから、 $20-40^{\circ}$ 付近が歯肉の炎症や骨吸収が比較的少なくなる可能性を示しており、インプラント周囲組織の健康状態に有益なエマージェンスアングルである可能性が示唆されたものと考えられる。

実験1, 2において、mPIとmBIまたはmPIとBLの間に明確な関係はみられなかった。天然歯においてプラーク由来の歯周炎は、プラークが蓄積することで歯肉の炎症を惹起し、歯槽骨の吸収が生じると考えられている。しかし実験1では、プラークの蓄積と有意な関連を認めた連結様式とアバットメントの材質は、歯肉の炎症とは有意な関連を認めなかった。実験2ではエマージェンスアングルが $20-40^{\circ}$ において、mPIは大きくなる傾向にあったが、mBIとBLは小さくなる傾向にあった。この結果は、一見するとお互いに相反する結果のように思われる。しかしながら、近年の報告においても、インプラントにおいてはプロービングによる出血と骨吸収の関係またはプラークの蓄積と骨吸収の関係は希薄であるとの指摘がなされている[50]。それだけでなく骨吸収は生体の免疫学的反応や有害な生体力学的状況によるもので、感染によるものはほとん

どないとの報告もあり[51]，本研究の結果と矛盾しないと考えられる．インプラントは天然歯のように，プラークが蓄積することで歯肉の炎症を惹起し，骨吸収が生じるといった一連の病態の進行過程をたどらない可能性が示唆される．

結論

本研究において、歯科補綴学的因子および外科学的因子であるインプラント上部構造の補綴設計およびインプラント体の埋入位置と、プラークの蓄積量、プロービング時の出血の有無および骨吸収との関係について多変量解析を用いて包括的に評価した結果、

1. 歯科補綴学的因子のうち、連結様式に関しては、テーパージョイントはバットジョイントよりもmPIおよびBLが有意に小さかったが、mBIに関連はなかった。上部構造固定様式は、mPI、mBI、BLと関連がなかった。

アバットメントの材質は、mBIおよびBLとの関連はなかったが、mPIはジルコニア、チタン、金合金の順で有意に小さかった。

2. 外科学的因子については、エマージェンスアングルとmPIの関連は有意であり、エマージェンスアングルが20-40°付近において、mPIは大きくなった。エマージェンスアングルとmBIおよびBLの関連は有意ではなかったが、エマージェンスアングルが20-40°付近において、どちらも小さくなる傾向にあった。

以上より、歯科補綴学的には、テーパージョイントのコネクションを有すること、外科学的には、臼歯においてはエマージェンスアングルが20-40°となるようなインプラント体の埋入位置とすることが、インプラント周囲組織の健康

により有益である可能性が示された.

謝辞

稿を終えるにあたり，本研究の機会を与えていただき，御指導と御高配を賜りました大阪大学大学院歯学研究科歯科補綴学第一教室の矢谷博文教授に対し，深甚なる謝意を表します．

また，本研究の遂行にあたり，終始御懇篤なる御指導御鞭撻を賜りました大阪大学大学院歯学研究科歯科補綴学第一教室の中野環助教，小野真司医員，下元拓哉医員に心より感謝申し上げます．

統計解析におきましては，御懇篤なる御指導を賜りました大阪市立大学医学研究科医療統計学講座の新谷歩教授，加葉田大志朗先生に謝意を表します．

最後に，本研究を行うに際し，多大なる御協力と御助言を頂いた大阪大学大学院歯学研究科歯科補綴学第一教室の教室員各位に厚く御礼申し上げます．

文献

- [1] A. Turri, P. Rossetti, L. Canullo, M. Grusovin, and C. Dahlin, “Prevalence of peri-implantitis in medically compromised patients and smokers: A systematic review,” *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 31, no. 1, pp. 111–118, 2016.
- [2] D. M. Daubert, B. F. Weinstein, S. Bordin, B. G. Leroux, and T. F. Flemmig, “Prevalence and predictive factors for peri-implant disease and implant failure: A cross-sectional analysis,” *J. Periodontol.*, vol. 86, no. 3, pp. 337–347, 2015.
- [3] B. R. Chrcanovic, T. Albrektsson, and A. Wennerberg, “Diabetes and oral implant failure: A systematic review,” *J. Dent. Res.*, vol. 93, no. 9, pp. 859–867, 2014.
- [4] L. Canullo, M. Tallarico, S. Radovanovic, B. Delibasic, U. Covani, and M. Rakic, “Distinguishing predictive profiles for patient-based risk assessment and diagnostics of plaque induced, surgically and prosthetically triggered peri-implantitis,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 27, no. 10, pp. 1243–1250, 2016.

- [5] F. Javed, S. V. Kellesarian, T. Abduljabbar, A. T. Abduljabbar, Z. Akram, F. Vohra, I. Rahman, and G. E. Romanos, "Influence of involuntary cigarette smoke inhalation on osseointegration: a systematic review and meta-analysis of preclinical studies," *Int J Oral Maxillofac Implants*, vol. 47, no. 6. pp. 764–772, 2018.
- [6] B. R. Chrcanovic, T. Albrektsson, and A. Wennerberg, "Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis," *J. Dent.*, vol. 43, no. 5. pp. 487–498, 2015.
- [7] D. Twito and P. Sade, "The effect of cigarette smoking habits on the outcome of dental implant treatment," *Peer J*, vol. 2, no. e546, pp. 1–15, 2014.
- [8] V. Moraschini, E. S. P. Barboza, and G. A. Peixoto, "The impact of diabetes on dental implant failure: a systematic review and meta-analysis," *Int J Oral Maxillofac Implants.*, vol. 45, no. 10. pp. 1237–1245, 2016.
- [9] N. R. de-Freitas, L. B. Lima, M. B. De-Moura, C. do C. F. Veloso-Guedes, P. C. Simamoto-Júnior, and D. De-Magalhães, "Bisphosphonate treatment and dental implants: A systematic

- review,” *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, vol. 21, no. 5. pp. e644–e651, 2016.
- [10] J. Lindhe and J. Meyle, “Peri-implant diseases: Consensus report of the sixth european workshop on periodontology,” *J Clin Periodontol*, vol. 35, no. 8, pp. 282–285, 2008.
- [11] S. Schou, P. Holmstrup, H.V. Worthington, and M. Esposito, “Outcome of implant therapy in patients with previous tooth loss due to periodontitis,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 17, no. SUPPL. 2, pp. 104–123, 2006.
- [12] T. Berglundh, G. Armitage, and M. G. Araujo, “Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions,” *J. Clin. Periodontol.*, vol. 45, pp. 286–291, 2018.
- [13] M. L. De Brandão, M. V. Vettore, and G. M. Vidigal Júnior, “Peri-implant bone loss in cement- and screw-retained prostheses: Systematic review and meta-analysis,” *J. Clin. Periodontol.*, vol. 40, no. 3, pp. 287–295, 2013.

- [14] R. Vázquez Álvarez, M. Pérez Sayáns, P. Gayoso Diz, and A. García García, “Factors affecting peri-implant bone loss: A post-five-year retrospective study,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 26, no. 9, pp. 1006–1014, 2015.
- [15] K. J. Lee, Y. G. Kim, J. W. Park, J. M. Lee, and J. Y. Suh, “Influence of crown-to-implant ratio on periimplant marginal bone loss in the posterior region: a five-year retrospective study,” *J Periodont Implant Sci*, vol. 42, pp. 231–236, 2012.
- [16] R. A. Urdaneta, J. Leary, K. M. Panetta, and S. K. Chuang, “The effect of opposing structures, natural teeth vs. implants on crestal bone levels surrounding single-tooth implants,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 25, no. 2, pp. e179–e188, 2014.
- [17] R. Caricasulo, L. Malchiodi, P. Ghensi, G. Fantozzi, and A. Cucchi, “The influence of implant-abutment connection to peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis,” *Clin Implant Dent Relat Res.*, vol. 20, no. 4, pp. 653–664, 2018.
- [18] C. A. A. Lemos, V. E. de Souza Batista, D. A. de F. Almeida, J. F. Santiago Júnior, F. R. Verri, and E. P. Pellizzer, “Evaluation of

- cement-retained versus screw-retained implant-supported restorations for marginal bone loss,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 4, pp. 419–427, 2015.
- [19] J. G. Wittneben, C. Millen, and U. Bragger, “Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions—A systematic review,” *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 29, no. Suppl., pp. 84–98, 2014.
- [20] I. Sailer, S. Mühlemann, M. Zwahlen, C. H. F. Hämmerle, and D. Schneider, “Cemented and screw-retained implant reconstructions: A systematic review of the survival and complication rates,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 23, no. SUPPL.6, pp. 163–201, 2012.
- [21] S. Bishti, J. R. Strub, and W. Att, “Effect of the implant–abutment interface on peri-implant tissues: A systematic review,” *Acta Odontol. Scand.*, vol. 72, no. 1, pp. 13–25, 2014.
- [22] L. Canullo, M. Tallarico, S. Radovanovic, B. Delibasic, U. Covani, and M. Rakic, “Distinguishing predictive profiles for patient-based risk assessment and diagnostics of plaque induced, surgically and prosthetically triggered peri-implantitis,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 27, no. 10, pp. 1243–1250, 2016.

- [23] D. Buser, W. Martin, and U. C. Belser, "Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations.," *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 19, no. Suppl., pp. 43–61, 2004.
- [24] R. Pontoriero, M. P. Tonelli, G. Carnavale, A. Mombelli, S. R. Nyman, and N. P. Lang, "Experimentally induced periimplant mucositis. A clinical study in humans.," *Clin Oral Impl Res*, vol. 5, no. 4, pp. 254–259, 1994.
- [25] A. Mombelli, M. A. C. Van Oosten, E. Schiirch, and N. P. Lang, "The microbiota associated with successfuorfaaiing osseointegrated titanium impiants," *Oral Microbiol. Immunol.*, vol. 2, no. 4, pp. 145–151, 1987.
- [26] N. P. Lang, A. C. Wetzel, H. Stich, and C. R.G., "Histologic probe penetration in healthy and inflamed peri-implant tissues," *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 191–201, 1994.
- [27] B. S. Kim, Y. K. Kim, P. Y. Yun, Y. J. Yi, H. J. Lee, S. G. Kim, and J. S. Son, "Evaluation of peri-implant tissue response according to the presence of keratinized mucosa," *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral*

- Radiol Endod.*, vol. 107, no. 3, pp. e24–e28, 2009.
- [28] M. Katafuchi, B. F. Weinstein, B. G. Leroux, Y. W. Chen, and D. M. Daubert, “Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: A cross-sectional radiographic analysis,” *J. Clin. Periodontol.*, vol. 45, no. 2, pp. 225–232, 2018.
- [29] R Core Team, “R: A language and environment for statistical computing.” R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018.
- [30] F. Schwarz, J. Derks, A. Monje, and H. L. Wang, “Peri-implantitis,” *J. Clin. Periodontol.*, vol. 89, no. Suppl. 1, pp. S246–S266, 2018.
- [31] C. M. Schmitt, G. Nogueira-Filho, H. C. Tenenbaum, J. Y. Lai, C. Brito, H. Döring, and J. Nonhoff, “Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: A systematic review,” *J. Biomed. Mater. Res. - Part A*, vol. 102, no. 2, pp. 552–574, 2014.
- [32] R. Crespi, P. Capparè, and E. Gherlone, “Radiographic evaluation of marginal bone levels around platform-switched and non-platform-switched implants used in an immediate loading protocol,” *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 24, no. 5, pp. 920–926, 2009.

- [33] F. Pieri, N. N. Aldini, C. Marchetti, and G. Corinaldesi, "Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants: a randomized controlled clinical trial.," *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 26, no. 1, pp. 169–178, 2010.
- [34] H. Bilhan, O. Kutay, S. Arat, A. Cekici, and M. C. Cehreli, "Astra Tech, Branemark, and ITI implants in the rehabilitation of partial edentulism: Two-year results," *Implant Dent.*, vol. 19, no. 5, pp. 437–446, 2010.
- [35] H. Weber, C. Sukotjo, and D. M. D. C. Sukotjo, "Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient?," *Int J Oral Maxillofac Implant.*, vol. 22, no. 1, pp. 140–172, 2007.
- [36] G. A. Kotsakis, L. Zhang, P. Gaillard, M. Raedel, M. H. Walter, and I. K. Konstantinidis, "Investigation of the association between cement retention and prevalent peri-implant diseases: A cross-sectional study," *J. Periodontol.*, vol. 87, no. 9, pp. 998–999, 2016.
- [37] A. Ragauskaitė, G. Žekonis, J. Žilinskas, A. Gleiznys, E. Ivanauskienė,

- and D. Gleiznys, “The comparison of cement- and screw-retained crowns from technical and biological points of view,” *Stomatol. Balt. Dent. Maxillofac. J.*, vol. 19, no. 2, pp. 44–50, 2017.
- [38] M. Welander, I. Abrahamsson, and T. Berglundh, “The mucosal barrier at implant abutments of different materials,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 19, no. 7, pp. 635–641, 2008.
- [39] B. R. Chrcanovic, T. Albrektsson, and A. Wennerberg, “Platform switch and dental implants: A meta-analysis,” *J. Dent.*, vol. 43, no. 6, pp. 629–646, 2015.
- [40] G. Telleman, G. M. Raghoobar, A. Vissink, and H. J. A. Meijer, “Impact of platform switching on peri-implant bone remodeling around short implants in the posterior region, 1-year results from a split-mouth clinical trial,” *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, vol. 16, no. 1, pp. 70–80, 2014.
- [41] V. Pedrazzi and R. F. Ribeiro, “Leakage of saliva through the implant-abutment interface: In vitro evaluation of three different implant connections under unloaded and loaded conditions,” *Int J Oral Maxillofac Implant.*, vol. 27, no. 3, pp. 551–560, 2012.

- [42] M. Glibert, S. Vervaeke, H. De Bruyn, and P. O. Östman, “Clinical and radiographic comparison between platform-shifted and nonplatform-shifted implant: A one-year prospective study,” *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, vol. 18, no. 1, pp. 129–137, 2016.
- [43] R. Pietrabissa, L. Gionso, V. Quaglini, E. Martino, and M. Simion, “An in vitro study on compensation of mismatch of screw versus cement-retained implant supported fixed prostheses.,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 11, no. 5, pp. 448–457, 2000.
- [44] D. L. Guichet, A. A. Caputo, H. Choi, and J. A. Sorensen, “Passivity of fit and marginal opening in fixed partial denture designs,” *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 15, no. 2, pp. 239–246, 2000.
- [45] N. Staubli, C. Walter, J. C. Schmidt, R. Weiger, and N. U. Zitzmann, “Excess cement and the risk of peri-implant disease – a systematic review,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 28, no. 10, pp. 1278–1290, 2017.
- [46] R. Shadid and N. Sadaqa, “A comparison between screw- and cement-retained implant prostheses. A literature review,” *J. Oral Implantol.*, vol. 38, no. 3, pp. 298–307, 2012.
- [47] S. Roehling, M. Astasov-Frauenhoffer, I. Hauser-Gerspach, O.

- Braissant, H. Woelfler, T. Waltimo, H. Kniha, and M. Gahlert, “In vitro biofilm formation on titanium and zirconia implant surfaces,” *J. Periodontol.*, vol. 88, no. 3, pp. 298–307, 2017.
- [48] L. Rimondini, L. Cerroni, A. Carrassi, and P. Torricelli, “Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study,” *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 17, no. 6, pp. 793–798, 2002.
- [49] U. Salihoglu, D. Boynuegri, D. Engin, A. N. Duman, and P. Gokalp, “Bacterial adhesion and colonization differences between zirconium oxide and titanium alloys: An in vivo human study,” *Int J Oral Maxillofac Implant.*, vol. 26, no. 1, pp. 101–107, 2010.
- [50] M. Dierens, S. Vandeweghe, J. Kisch, G. R. Persson, J. Cosyn, and H. De Bruyn, “Long-term follow-up of turned single implants placed in periodontally healthy patients after 16 to 22 years: Microbiologic outcome,” *J. Periodontol.*, vol. 84, no. 7, pp. 880–894, 2013.
- [51] T. Albrektsson and B. Chrcanovic, “Initial and long-term crestal bone responses to modern dental implants,” *Periodontol. 2000*, vol. 73, no. 7, pp. 41–50, 2017.

図表

表1 mPIの基準

Score 0	プラークの付着が認められない
Score 1	プローブを沿わした時のみプラークの付着を認める
Score 2	視診でプラークの付着を認める
Score 3	多量のプラークの付着を認める

表2 mBIの基準

Score 0	プロービング時に出血が認められない
Score 1	点状の出血が認められる
Score 2	線状の出血が認められる
Score 3	多量の出血が認められる

表3 患者背景とインプラント体背景（実験1）

A：患者背景

年齢（歳）	
平均±SD	60.8±12.3
性別（名）	
男性	135
女性	72
口腔衛生状態（PCR）（%）	
平均±SD	30.7±18.9
喫煙習慣（名）	
非喫煙者	190
喫煙者	17

B：インプラント体背景

歯周病の既往（本）	
なし	471
あり	121
インプラント部位（本）	
上顎	222
下顎	370
前歯	57
臼歯	535
上部構造装着期間（月）	
平均±SD	52.8±36.3
連結様式（本）	
テーパージョイント	81
バットジョイント	511
上部構造固定様式（本）	
スクリーン固定	170
セメント固定	422
アバットメントの材質（本）	
チタン	303
ジルコニア	152
合金	137

表4 mPIに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験1）

		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.010	1.028	1.007-1.050
性別	男性	0.003	2.153	1.296-3.579
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		<0.001	1.040	1.025-1.056
喫煙習慣	喫煙者	0.480	1.360	0.579-3.191
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	0.466	0.784	0.407-1.510
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.477	0.849	0.540-1.334
	下顎		1	
	前歯	0.500	1.252	0.652-2.404
	臼歯		1	
上部構造装着期間		0.857	0.999	0.991-1.007
連結様式	テーパージョイント	0.046	0.450	0.205-0.987
	バットジョイント		1	
上部構造固定様式	セメント固定	0.417	1.299	0.690-2.447
	スクリュー固定		1	
アバットメントの材質	チタン	0.020	0.476	0.254-0.890
	ジルコニア	<0.001	0.155	0.062-0.386
	金合金		1	

表5 mBIに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験1）

		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.804	1.003	0.982-1.023
性別	男性	0.692	1.094	0.702-1.704
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		0.008	1.015	1.004-1.026
喫煙習慣	喫煙者	0.830	1.096	0.475-2.533
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	<0.001	0.353	0.209-0.596
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.018	1.599	1.086-2.356
	下顎		1	
	前歯	0.005	2.176	1.260-3.757
	臼歯		1	
上部構造装着期間		0.140	1.005	0.998-1.012
連結様式	テーパージョイント	0.157	0.640	0.345-1.187
	バットジョイント		1	
上部構造固定様式	セメント固定	0.151	1.456	0.871-2.434
	スクリュー固定		1	
アバットメントの材質	チタン	0.943	0.977	0.521-1.834
	ジルコニア	0.152	0.621	0.324-1.191
	金合金		1	

表6 BLに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験1）

		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.615	1.004	0.988-1.020
性別	男性	0.604	0.886	0.559-1.403
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		0.186	1.009	0.996-1.022
喫煙習慣	喫煙者	0.741	1.152	0.497-2.671
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	0.900	1.036	0.597-1.797
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.934	0.985	0.680-1.426
	下顎		1	
	前歯	0.008	2.558	1.274-5.134
	臼歯		1	
上部構造装着期間		0.005	1.009	1.003-1.016
連結様式	テーパージョイント	<0.001	0.292	0.153-0.556
	バットジョイント		1	
上部構造固定様式	セメント固定	0.061	0.637	0.397-1.021
	スクリュー固定		1	
アバットメントの材質	チタン	0.612	1.166	0.645-2.107
	ジルコニア	0.928	1.030	0.540-1.964
	金合金		1	

表7 患者背景とインプラント体背景（実験2）

A：患者背景

年齢（歳）	
平均±SD	61.1±11.7
性別（名）	
男性	37
女性	83
口腔衛生状態（PCR）（%）	
平均±SD	30.5±19.0
喫煙習慣（名）	
非喫煙者	114
喫煙者	6

B：インプラント体背景

歯周病の既往（本）	
なし	239
あり	38
インプラント部位（本）	
上顎	99
下顎	178
上部構造装着期間（月）	
平均±SD	46.7±34.5
連結様式（本）	
テーパージョイント	55
バットジョイント	222
エマージェンスアングル（°）	
平均±SD	
近心	26.9±10.5
遠心	26.7±11.8
頬側	29.7±11.7
舌（口蓋）側	29.0±11.8

表8 mPIに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験2）

		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.299	1.014	0.988-1.042
性別	男性	0.256	0.670	0.336-1.337
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		0.453	1.008	0.987-1.030
喫煙習慣	喫煙者	0.106	0.314	0.077-1.281
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	0.337	1.729	0.565-5.286
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.274	0.724	0.406-1.291
	下顎		1	
上部構造装着期間		0.143	1.008	0.997-1.018
連結様式	テーパージョイント	0.014	0.372	0.169-0.819
	バットジョイント		1	

表9 mBIに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験2）

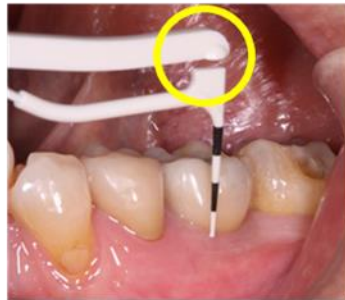
		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.171	0.981	0.954-1.008
性別	男性	0.389	0.781	0.445-1.371
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		0.799	0.998	0.982-1.014
喫煙習慣	喫煙者	0.314	0.523	0.148-1.849
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	0.002	0.271	0.117-0.632
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.314	1.329	0.763-2.316
	下顎		1	
上部構造装着期間		0.070	1.008	0.999-1.016
連結様式	テーパージョイント	0.117	0.561	0.272-1.156
	バットジョイント		1	

表10 BLに関連する因子の一般化推定方程式による解析結果（実験2）

		<i>P</i> 値	オッズ比	95%信頼区間
年齢		0.194	1.016	0.992-1.040
性別	男性	0.420	0.760	0.391-1.479
	女性		1	
口腔衛生状態（PCR）		0.528	1.006	0.988-1.023
喫煙習慣	喫煙者	0.068	3.536	0.910-13.742
	非喫煙者		1	
歯周病の既往	なし	0.083	0.434	0.169-1.115
	あり		1	
インプラント部位	上顎	0.312	1.328	0.767-2.300
	下顎		1	
上部構造装着期間		0.032	1.010	1.001-1.020
連結様式	テーパージョイント	<0.001	0.213	0.090-0.505
	バットジョイント		1	



A



B



C

図1 mBIの測定方法

A: コンタクトプローブ

B: プロービング前

C: プロービング時

コンタクトプローブは、プロービング時の圧力が0.2Nになると
コンタクトポイント部（図中 ○ 部）が接触する。

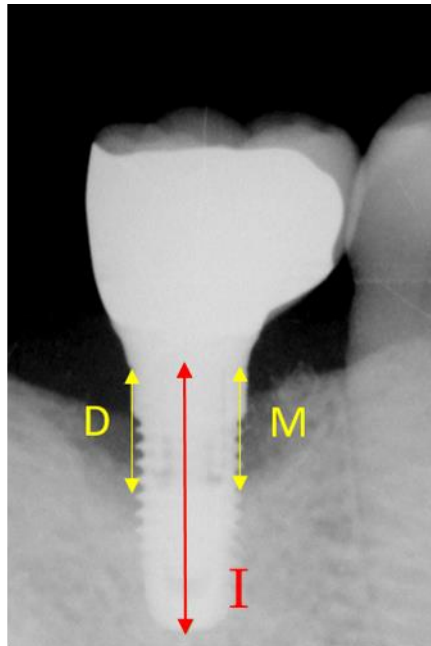


図2 BLの測定方法

- M：インプラント体近心の骨吸収量
- D：インプラント体遠心の骨吸収量
- I：X線上におけるインプラント体の長さ

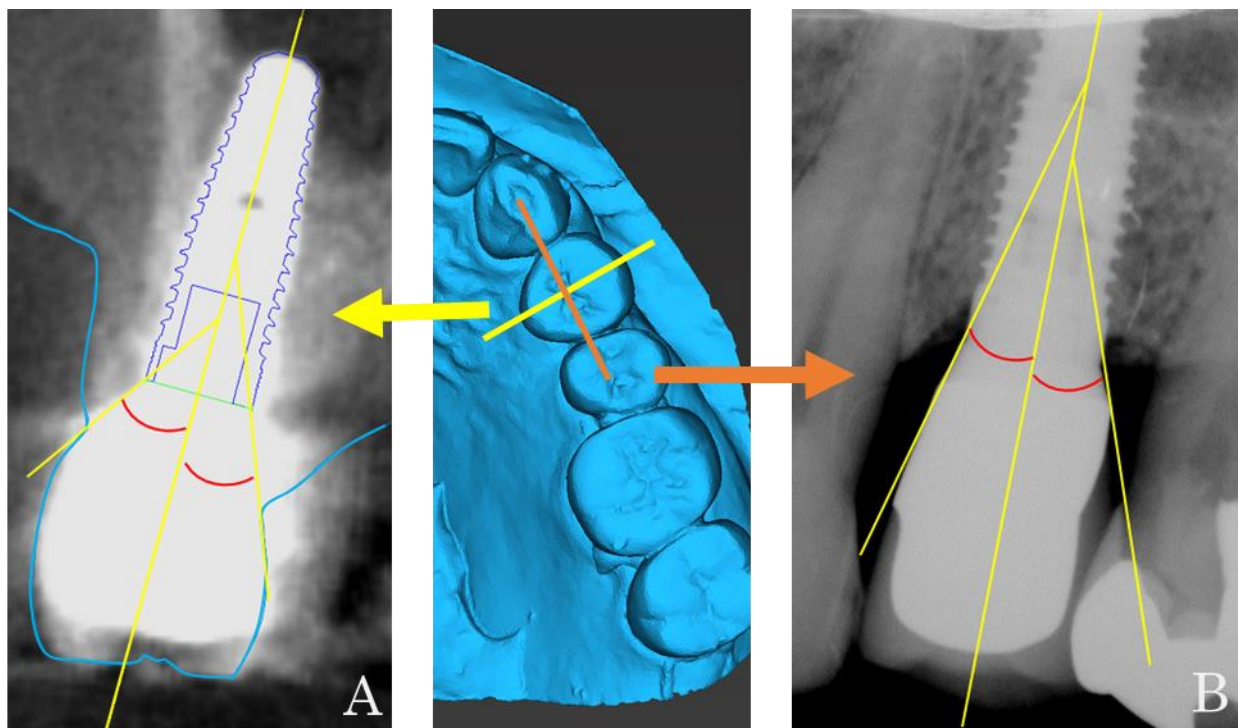


図3 エマージェンスアングルの測定

A：頬側および舌（口蓋）側の測定（CBCT画像より）

B：近心および遠心の測定（デンタルX線写真より）

測定は、インプラント体とアバットメントの接合部から上部構造へ引いた接線と、インプラント長軸がなす角度をエマージェンスアングルとして評価を行う。

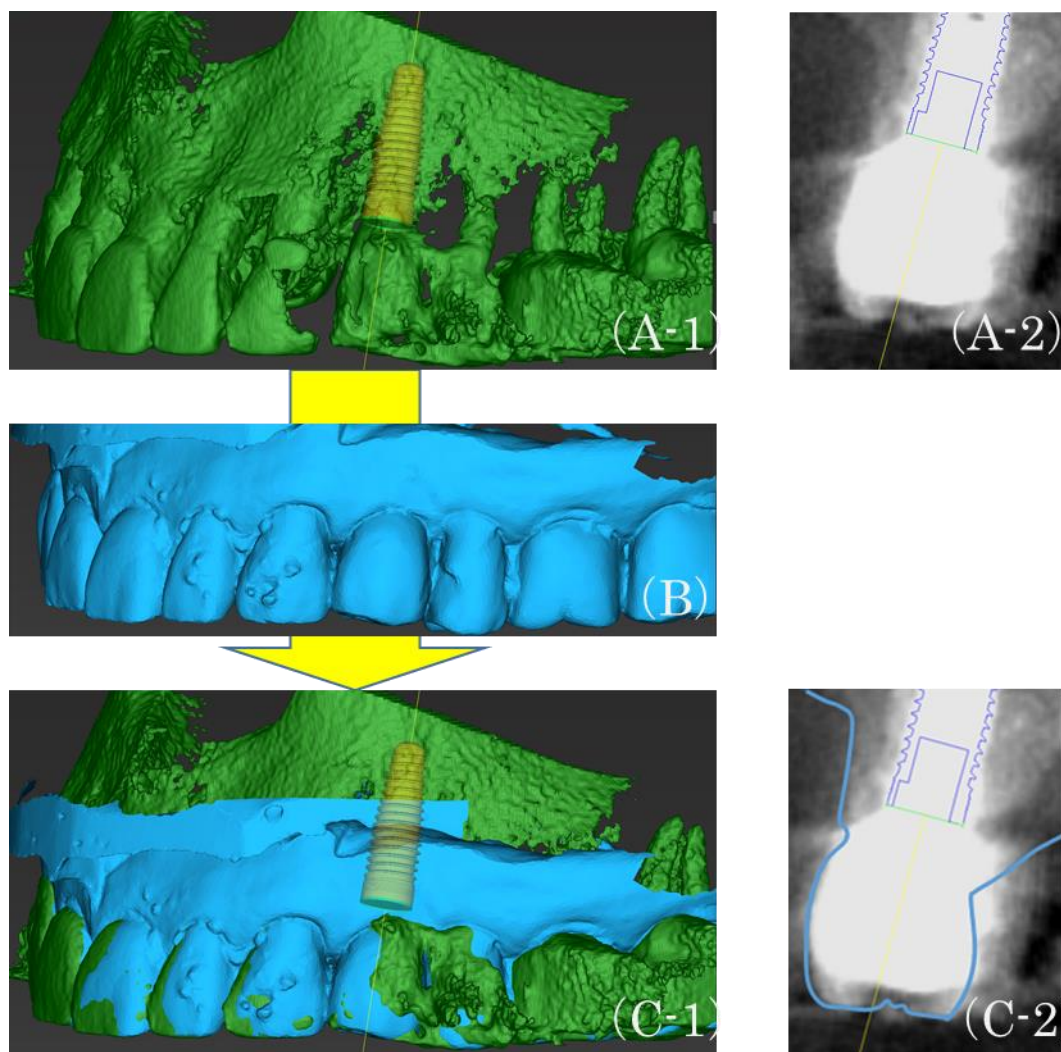


図4 CBCT画像とSTLデータの重ね合わせ

A-1：測定前のCBCT画像

A-2：クロスセクショナル断面

B：模型のSTLデータ画像

C-1：CBCT画像とSTLデータ画像を重ね合わせた画像

C-2：重ね合わせたクロスセクショナル断面

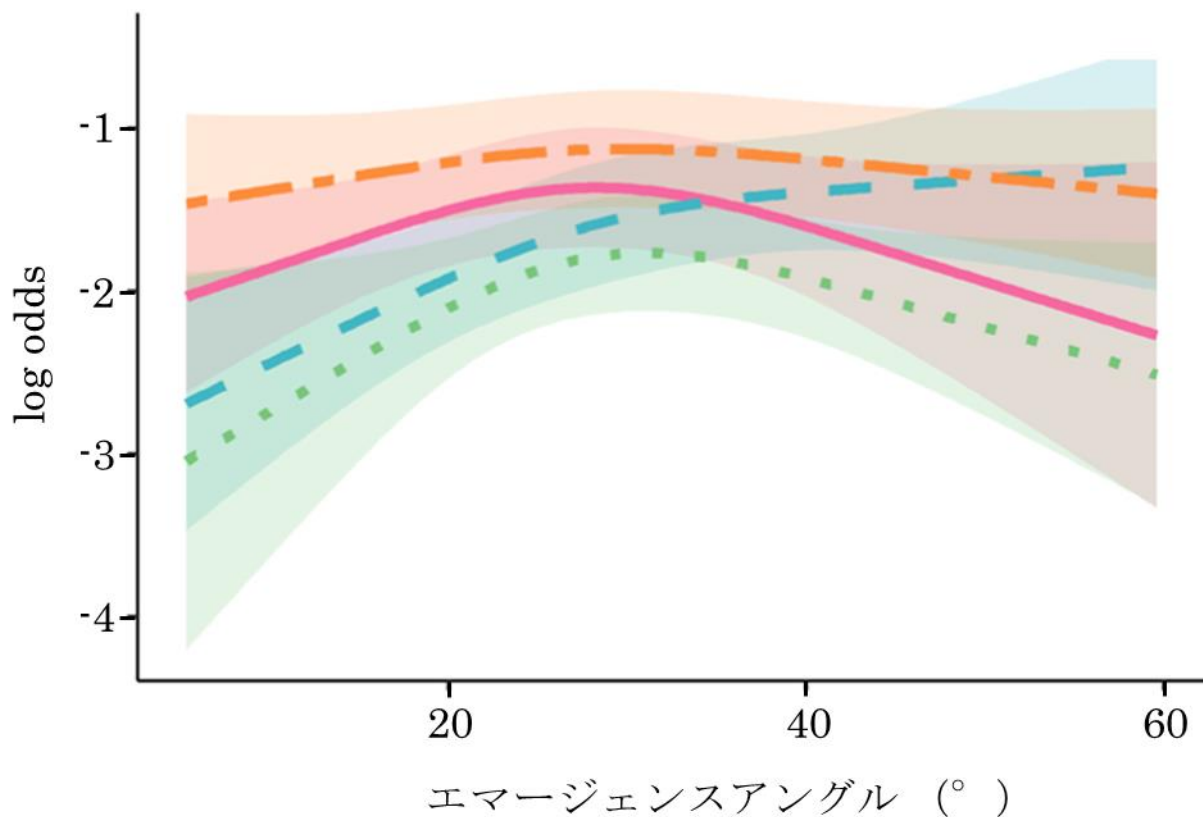


図5 エマージェンスアングルとmPI

$P = 0.053$

— : 近心, — : 遠心, ... : 頬側, - . - : 舌側

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はmPIのlog oddsを表し, 各色により近心, 遠心, 頬側, 舌側を分類している.

網かけの部分95%信頼区間を示す.

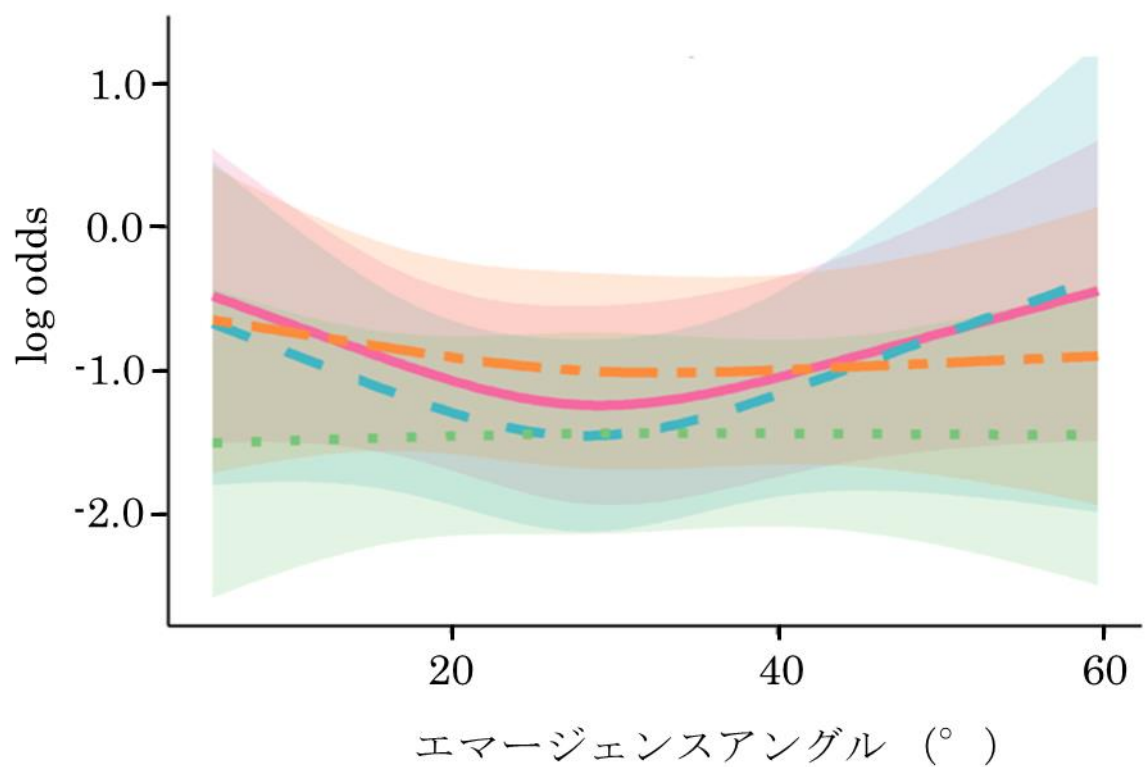


図6 エマージェンスアングルとmBI

$P = 0.815$

— — — : 近心, — : 遠心, : 頬側, - . - : 舌側

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はmBIのlog oddsを表し, 各色により近心, 遠心, 頬側, 舌側を分類している.

網かけの部分は95%信頼区間を示す.

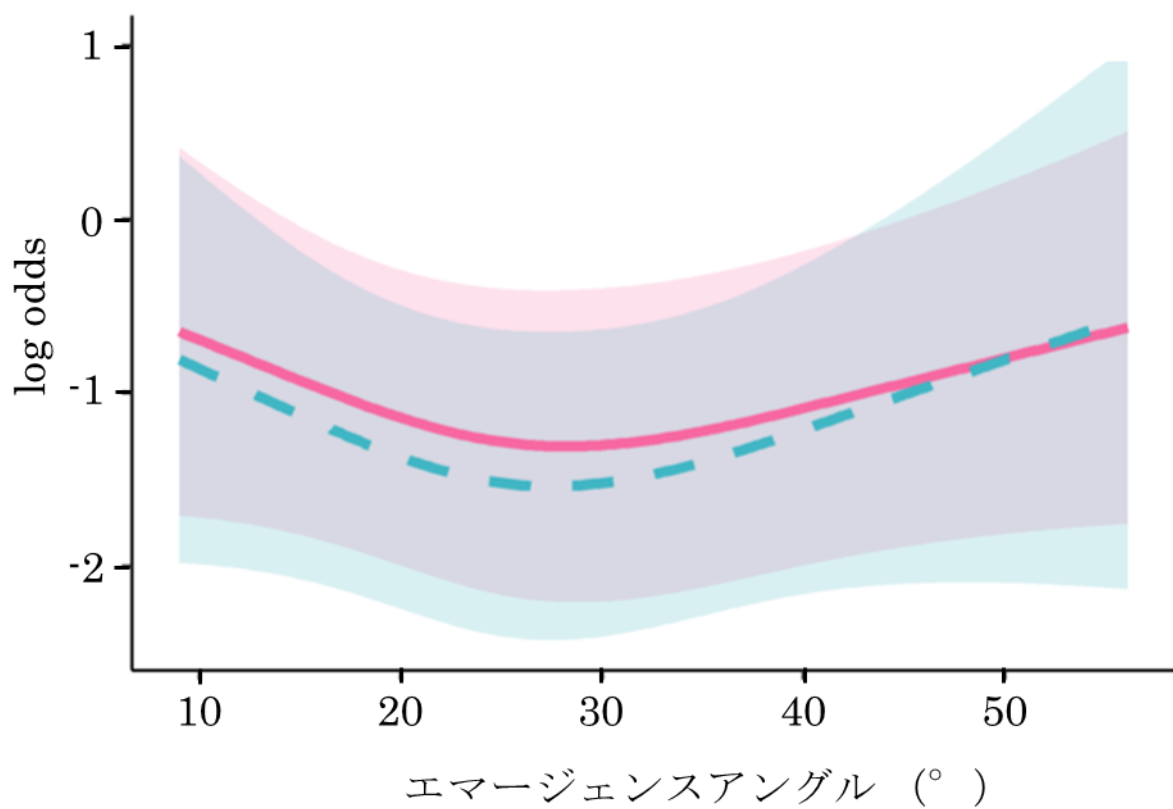


図7 エマージェンスアングルとBL

$P = 0.943$

— — — : 近心, — : 遠心

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はBLのlog oddsを表し, 各色により近心, 遠心を分類している.
網かけの部分は95%信頼区間を示す.

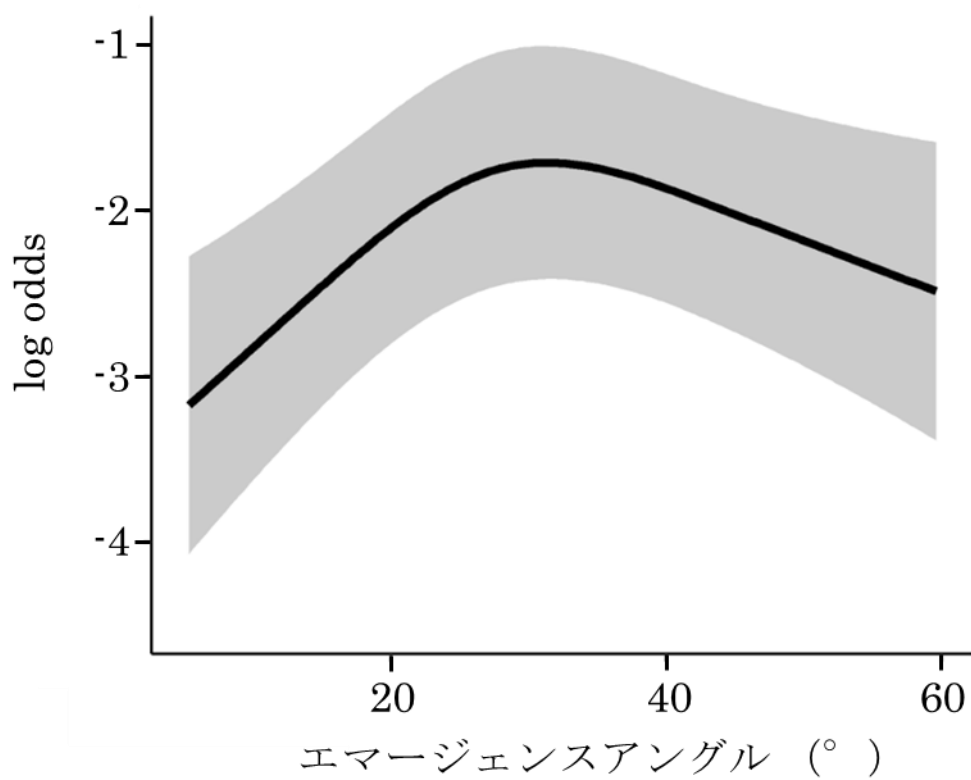


図8 エマージェンスアングルとmPI

$P < 0.001$

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はmPIのlog oddsを表し,
網かけの部分95%信頼区間を示す.

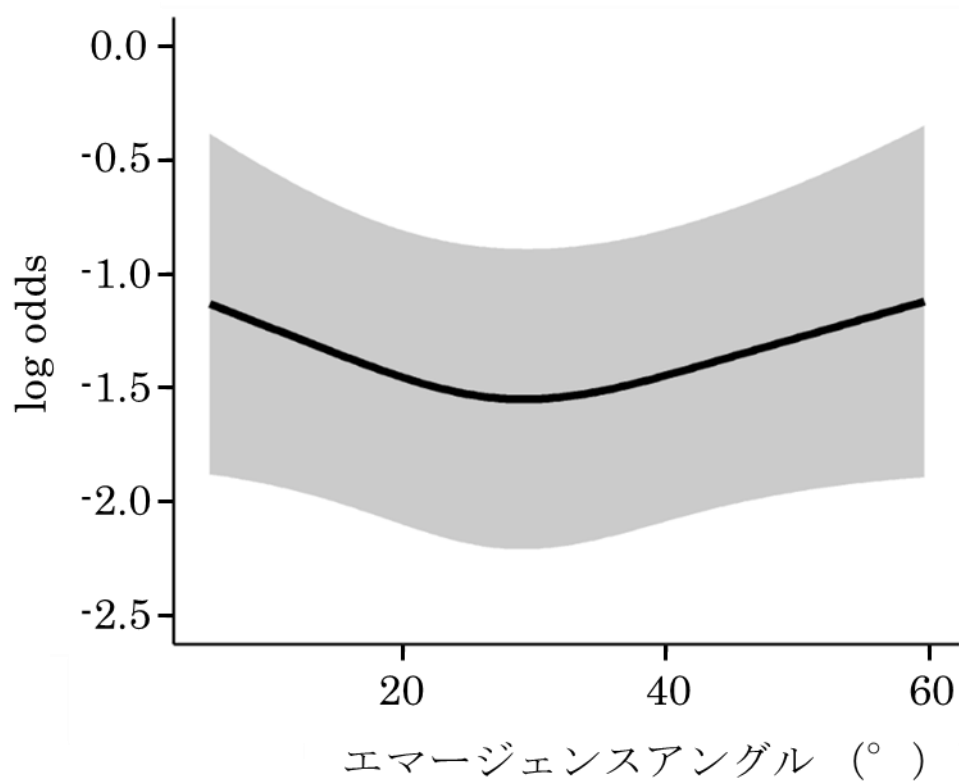


図9 エマージェンスアングルとmBI

$$P = 0.234$$

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はmBIのlog oddsを表し,
網かけの部分95%信頼区間を示す.

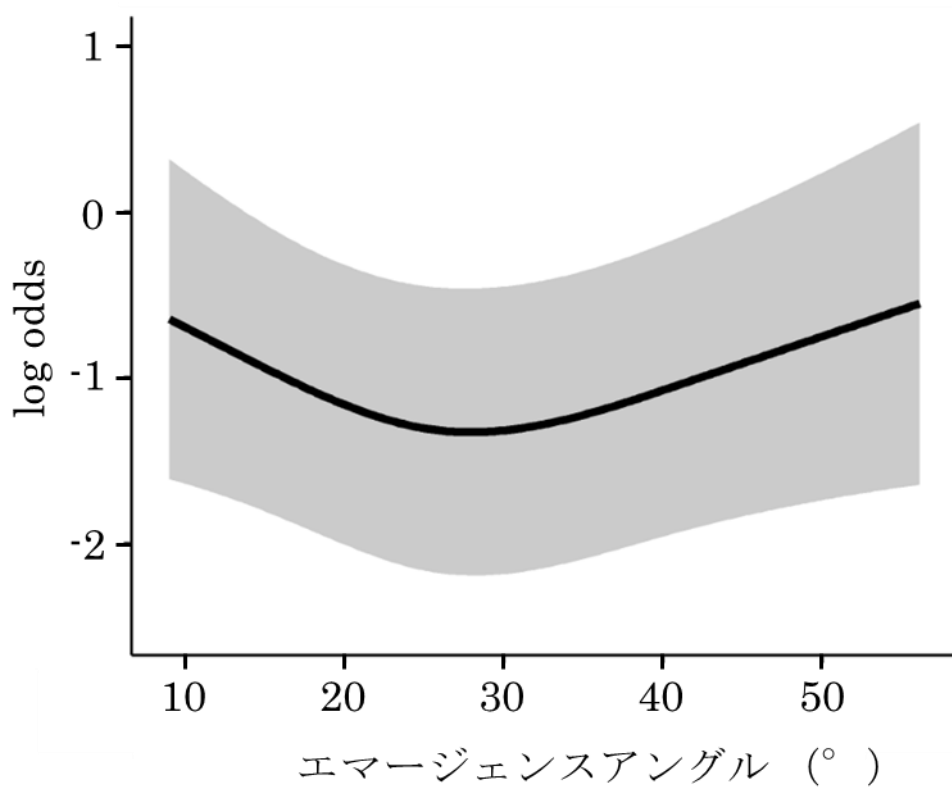


図10 エマージェンスアングルとBL

$$P = 0.072$$

横軸はエマージェンスアングル (°) , 縦軸はBLのlog oddsを表し,
網かけの部分は95%信頼区間を示す.