

Implant-assisted Removable Partial Denture に焦点を当てた 部分欠損歯列の治療オプションの考察

安部友佳

Consideration of current treatment options for partially edentulous arch
with a focus on implant-assisted removable partial dentures

Yuka Abe, DDS, PhD

抄 録

部分欠損歯列の治療オプションとしては、従来型の部分床義歯、固定性インプラント補綴装置、短縮歯列 (SDA)、そして Implant-assisted Removable Partial Denture (IARPD) などが挙げられる。欠損部顎堤にインプラントを埋入して支台とする IARPD では、義歯の動きが抑制されて安定性が向上し、義歯形態の単純化、審美性の向上という点で従来型より優れる。また、固定性インプラントの比較においても、外科的侵襲性、経済的コスト、組織形態回復の自由度、メンテナンスの簡便性などの点で優れる。しかし、現時点では IARPD 治療の標準的なプロトコルは確立しておらず、エビデンスも充実しているとはいえない。本稿では、この IARPD について、特徴や文献的考察、臨床におけるポイントなど、多角的な視点から情報を整理してお伝えしたい。

キーワード

IARPD, パーシャルデンチャー, Fulcrum line, 臨床的アウトカム, 患者立脚型アウトカム

ABSTRACT

There are some treatment options available for people with partially edentulous arch; conventional removable partial dentures, implant-supported fixed prostheses, shortened dental arch, and implant-assisted removable dentures (IARPDs). IARPDs, the strategic addition of implants beneath the denture base, may be a more appropriate option in certain circumstances, although the reliability of combining natural teeth and dental implants in one removable prosthesis is controversial. Various factors can affect treatment planning, such as aesthetic or functional demands, treatment costs, oral hygiene, extent of ridge resorption, condition of remaining teeth, interocclusal space, and general medical condition. In general, IARPDs can demonstrate great advantages over conventional removable partial dentures in the denture stability, comfort due to simplified shape of denture base, and aesthetics related to metal clasps. Additionally, IARPDs can be more favorable than implant-supported fixed prostheses in regard to the minimally invasive surgical procedure, reducing economic cost, aesthetic restoration of facial collapse, and ease of maintenance. However, there is no standardized protocol of IARPD treatment so far because of the lack of clinical evidence. The purpose of this article is to organize current clinical information of IARPD treatment in a logical manner, as it relates to clinical features, literature-based consideration, and clinical tips with the view to a better prognosis and a greater patient satisfaction.

Key words:

Implant-supported dental prosthesis, Removable partial denture, Overdenture, Treatment outcome, Denture design

I. はじめに

2007 年に超高齢社会へ突入したわが国では、部分欠損歯列に対する補綴治療は増加の一途を辿っており、高齢者の QOL 向上において、部分床義歯 (以下 RPD: removable partial denture) およびインプラントによる補綴治療の果たす役割は依然大きい。

全部床義歯に関しては、2002 年の McGill Consensus Statement において、下顎無歯顎者に対してはアタッチメントシステムを有する two-implant overdenture (2-IOD) が第一選択となり得ることが多くの医学的根拠により支持されると論じられている¹⁾。インプラントを支台とすることにより、義歯の動揺・離脱が劇的に改善され、口腔機能や快適性の向上、栄養状態の改善が見込まれるようになるというものである。

同様に、RPD においても、欠損部顎堤に少数のインプラントを埋入して支台とする implant-assisted removable partial denture (IARPD) による治療が報告されている。要素としてインプラントが組み込まれることで、IOD 同様の効果に加えて残存歯の保全も期待できる可能性がある。しかし、本治療法の大筋のコンセンサスは得られているものの、標準的なプロトコールは未だ確立されていない²⁾。

本稿では、現時点で参照可能な研究成果を基に、IARPD の特徴を整理し、部分欠損歯列の治療オプションを再考するとともに、IARPD 治療を実際に行う際の臨床的検討事項についても言及していきたい。

II. IARPD の名称

部分欠損歯列の顎堤に少数のインプラントを埋入し RPD の支持や維持として利用する治療法は、早くは 1990 年代から紹介されているが、未だその名称は定まっていない。McCracken's Removable Partial Denture では第 12 版 (2010 年) においてこのコンセプトが紹介され、のちに第 13 版 (2015 年) で implant-supported prosthesis と表現されている³⁾。Stewart's Clinical Removable Partial Prosthodontics 第 4 版 (2008 年) では、インプラントのみに支持や維持を求めるのではなく、従来型の RPD と同様、残存歯や顎堤にも支持を求めつつもインプラントを補助的に機能させることから、implant-assisted removable partial denture という表現が推奨されている⁴⁾。さらに、2017 年に改訂された GPT-9 (the

Glossary of Prosthodontic Terms, ninth edition) では、removable partial overdenture と表現されている⁵⁾。便宜的に本稿では IARPD という名称を用いるが、今後、国際的な呼称の統一が望まれる。

III. 部分床義歯とインプラントの併用法

RPD とインプラントの併用法を整理すると、①固定性インプラント補綴装置装着者の欠損が拡大し、既存のインプラントを RPD に活用するケース、② RPD の安定化を目的に戦略的にインプラントを活用するケースがある。①では、患者の口腔環境の悪化や全身状態の変化、あるいは加齢に伴う必然的な対応であり、既存の固定式上部構造を可撤式オーバーデンチャー形態に変更する対応や、上部構造をそのままクラスプ義歯の支台歯として利用する対応が取られる。これに対し②は、従来型 RPD での対応が困難な遊離端欠損やすれ違い咬合などのいわゆる RPD 難症例に適用されることが多く、クラスプ義歯の義歯床下にオーバーデンチャー形態でインプラントを用いて IARPD とする方法⁶⁾、テレスコープ義歯のようなアタッチメント義歯の一部にインプラントを組み込んで IARPD とする方法⁷⁾、クラスプ義歯の支台歯として固定性インプラントを利用する方法⁸⁾ など、さまざまな併用法が報告されている。但し、現時点で、これらの全ての方法の使い分けを示唆するエビデンスは存在しない。最も一般的で、参照可能な研究成果が一定数存在するのは、下顎遊離端欠損の遠心部に埋入したインプラントを義歯床下の支持あるいは維持として用いる IARPD であり、Keltjens らにより 1993 年に初めて下顎両側遊離端欠損症例に対する適用が紹介されている⁹⁾。ここではこのような適用を中心に話を進めていく。

IV. IARPD の特徴

IARPD を用いた治療 (図 1) では、欠損部の被圧変位性を有する粘膜支持を、動揺のほとんどないインプラント支持に置換することで、遊離端欠損を中間欠損化 (もしくは広域な中間欠損を分割することで欠損距離を短縮化) することにでき、その結果三次元的な義歯の動きを抑制できることが特徴である。この動きの抑制に伴って支台歯の負担は軽減され、顎堤吸収の進行を遅らせることができる。インプラントにアタッチメントを装着すれば維持を増強することも可能であり、その位置によっては従来型 RPD で必須であったクラスプを除去することも可能となり、審美性が向上



図1 IARPD を用いて治療を行った症例

前歯部のサベイドクラウンを併用し、さらに前歯部の審美性に配慮した IARPD の症例 (a-a''), 左右的な義歯の安定不良とクラスプによる審美不良に対して IARPD を適用した症例 (b-b''), 下顎両側遊離端欠損に IARPD を適用し義歯の安定化を図った症例 (c-c'').

する。維持の増強により義歯床による辺縁封鎖が必要最小限で済むため、コンパクトな義歯床外形とすることもできる。また、可撤性のためハイジーンアクセスが良好で、軟組織の形態回復も容易であり、修理も比較的簡便に行え、生体追従性に優れる。インプラント体の埋入本数は必要最小限とするため、侵襲性や治療コストは最小限に留めることができる。強度に問題がなければ使用中の義歯を IARPD として転用することも可能である (表 1)。

V. IARPD の文献的考察

1. 臨床的アウトカム

1) インプラントの予後

IARPD に用いられたインプラントの生存率については、10 年生存率を 91.7% と報告した研究がある¹⁰⁾。喪失は治療後 5~10 年の間に生じていた。また、8 年生存率 96.9%、成功率 93.8% と報告した研究では、オッセオインテグレーション獲得の失敗例と、治療後 2 年での顕著な骨吸収例を認めている¹¹⁾。3~16 年予後の追跡では累積生存率が 91.7% であり¹²⁾、2012 年のシステムティックレビューでは、下顎遊離端欠損症例での 3 年生存率は 99.0% とされている¹³⁾。単独歯の固定性インプラントにおけるインプラント体の 5 年生存率が 97% 程度、10 年生存率が 95% 程度との報告を鑑みると¹⁴⁾、IARPD のインプラント生存率は固定性のものと大きく乖離する程ではない。

表 1 IARPD の利点と欠点

従来型の部分床義歯との比較	
利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> 機能時の義歯の動きが抑制されて安定性が向上する クラスプ除去により審美性が改善される 義歯床外形がコンパクトになり違和感が軽減する 支台歯および残存顎堤の負担が軽減される 	<ul style="list-style-type: none"> 外科的侵襲がある 経済的負担が増える 義歯の製作過程が複雑化する 治療期間が延長する
固定性インプラント補綴装置との比較	
利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> 外科的侵襲性と経済的負担を軽減できる 組織の形態回復が容易で自由度が高い ハイジーンアクセスが良好 修理が容易で生体追従性がある インプラント埋入位置の自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 可撤性義歯全般と同様 (義歯の動きがある、咀嚼能力が劣る、自浄性が低い等)



図2 IARPD におけるスクリーウの破損

上顎に IARPD を適用したすれ違い咬合の症例。2 か所の磁性アタッチメントのうち、前方のスクリーウのみに緩みが頻発し、スクリーウの破損を生じた。高径の低いアタッチメントに置換すると緩みは消失した。

インプラント周囲の垂直的骨吸収 (marginal bone loss) は、平均 $0.9 \pm 1.0 \text{ mm}$ ¹²⁾、平均 $0.64 \pm 0.6 \text{ mm}$ ¹⁵⁾ という報告の他、支持のみ与えた場合 $0.33 \sim 0.44 \text{ mm}$ 、維持を付与した場合 $0.88 \sim 0.93 \text{ mm}$ との報告¹⁶⁾ もある。固定性より可撤性の方が骨吸収量は多いという考えが支持されている¹⁷⁾。また、IARPD のインプラントに起こり得るトラブルとしては、オッセオインテグレーション獲得の失敗やインプラント周囲炎、インプラント周囲粘膜炎以外にも、スクリーウの緩みや破損、アバットメント上面の磨耗などが挙げられる¹⁰⁾。適正に締結されたスクリーウでも、過大な応力の繰り返し負荷により緩むことがあり、破損を招く場合があるため注意を要する (図 2)。

2) 残存歯の予後

IARPD において残存歯列に設定された支台歯について、10 年予後での生存率は 79.2% で、従来型 RPD の 75% とほとんど差がないとする報告がある^{6,10)}。従来型 RPD では支台歯のう蝕や歯肉の炎症がそれぞれ 1/3 程度に認められるが¹⁸⁾、IARPD の支台歯に生じたトラブルについての詳細な報告は乏しい。

3) 義歯の予後

IARPD の義歯そのものの生存率について、100% という高い生存率を示す報告¹¹⁾ が多くある一方で、下顎遊離端欠損症例の 3~16 年予後では生存率 73.9% を報告した研究があり¹²⁾、13.0% に 5.5~7 年での義歯再製作、8.7% に全部床義歯形態への移行、4.3% に機能的不満による使用中止を認めたと報告している。

IARPD の義歯のトラブルとしては、クラスプや連結子の破損、経時的な顎堤吸収に伴う粘膜面の適合不良、人工歯の磨耗などが挙げられ、これは従来型 RPD と同様である¹⁰⁾。従来型 RPD では、5 年生存率 96.4%、10 年生存率 89.8% とする報告¹⁸⁾、25 年生存率 65% とする報告¹⁹⁾ などまちまちであるが、IARPD の方が従来型 RPD よりもやや高い生存率を示すように見受けられる。

4) 治療効果に関する客観的評価

IARPD の方が従来型 RPD よりも、混合能力値²⁰⁾、咀嚼回数や嚥下にかかる時間²¹⁾、咬合力や咬合接触面積²²⁾ で優れるが、粉碎能力に関連する嚥下閾値試験値には差がない²¹⁾ とする報告がある。顎運動測定に基づく咀嚼サイクルの時間は、IARPD が優れるとするものもあれば²³⁾、差を認めないとするものもある²²⁾。さらに IARPD と固定性インプラントの比較では、咀嚼サイクルの時間に差がないとする報告²³⁾ がある一方、嚥下閾値試験値や咀嚼回数は固定性インプラントが優れるとする報告もある²⁴⁾。これらの結果をまとめると、従来型 RPD より IARPD の方が良好な咀嚼機能を発揮し得るが、固定性インプラントには一歩劣ると考えられる。

2. 患者立脚的アウトカム

患者立脚型アウトカムとしては、OHIP (Oral Health Impact Profile) による口腔関連 QoL の評価、SF-36 による健康関連 QoL の評価、VAS (Visual Analog Scale) や任意の整数評価尺度 (NRS) による治療に対する満足度の評価などが挙げられる。OHIP-49 を用いて治療前後を比較した研究では、総じて治療後のアタッチメントを付与した IARPD 装着時において有意な改善を認めており、治療前との差は 30～65 ポイント程度、インプラントに支持のみ付与した状態との差はおおよそ 10～20 ポイント程度で²⁵⁻²⁸⁾、咀嚼・発音などの機能や審美性での改善が目立つ。VAS や NRS による評価でも IARPD 治療後にスコアが向上する^{21,22)}。一方、SF-36 には変化が認められない²⁸⁾。

3. 経済的アウトカム

IARPD 治療を ICER (増分費用対効果) で評価したオランダの研究によると、IARPD 治療のコストは従来型 RPD 治療の約 2.5 倍であったという²⁶⁾。当然ながらわが国における医療コストとは異なるため解釈には注意を要するが、この研究では OHIP-49 スコアを 1 ポイント改善するために患者が €80 以上を支払う意思がある場合に IARPD を適用可能であると結論

づけられている。

VI. 部分欠損歯列の治療オプションにおける IARPD の位置付け

部分欠損歯列、中でも遊離端欠損における治療オプションとしては、従来型 RPD、固定性インプラント、短縮歯列 (SDA: shortened dental arch)、IARPD の 4 つが考えられる。全部床義歯装着者が下顎 IOD を選択する理由は、経済的コストが最多で 8 割以上に上り、次いで利用可能な骨量、主訴が維持力のみであること、骨造成回避の希望、審美性、顎間関係、全身疾患の順であると報告されている²⁹⁾。この結果は IARPD の選択においてもほぼ同様であると考えられる。IARPD を検討するにあたって求められる患者要件としては、①治療コストの抑制、②可撤性義歯が許容できること、③外科的侵襲性について (骨造成の回避の希望はあるが) インプラントの埋入が許容できること、④従来型 RPD または SDA での咀嚼機能や審美性などに不満があり改善希望があることなどが挙げられる。一方、術者の臨床判断として、①従来型の RPD では義歯の動きの制御が期待できないこと、②組織の形態回復が可撤性義歯を用いる方が有効であること、③残存歯の保存に有利であること、④全身的・局所的評価としてインプラント埋入外科治療が適用可能であることが挙げられる³⁰⁾。これらに合致するケースでは、IARPD が補綴治療の選択肢となり得る。

VII. IARPD 治療における臨床的検討事項

IARPD 治療において臨床的に検討すべき事項として、インプラントポジション、義歯設計、適用するアタッチメント選択がある。

インプラントポジションに関わる第一の要素は、既存の骨量、すなわち解剖学的形態である。IARPD では IOD と同様で骨造成を積極的に行うことは一般的に少ない³⁰⁾。応力分布の *in vitro* のデータによると長くて径の大きいインプラント体を用いるのが望ましいが³¹⁾、顎堤吸収の顕著な下顎遊離端欠損患者では、埋入方向と下顎管からの安全域を考慮した時点で位置が制限されることも少なくない (図 3)。

インプラントの歯列内配置を比較的自由に設定可能な症例では、義歯の動揺を最小化できるポジションに配置する。まず残存歯のレスト設定が可能な位置を検討するとフルクラムラインが導かれる。このフルクラムラインを回転軸として義歯が動揺するため、そこから最も離れた位置にインプラント支持があると義歯の

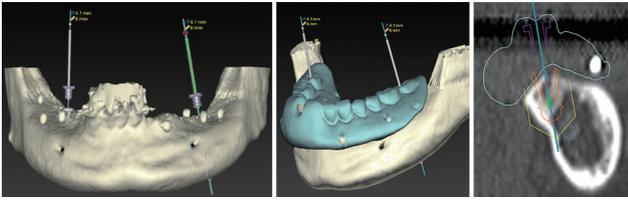


図3 CT画像に基づく埋入シミュレーション

顎堤吸収の顕著な下顎両側遊離端欠損患者における埋入シミュレーション。埋入角度と下顎管からの安全域を考慮した時点で埋入位置が制限されることも少なくない。

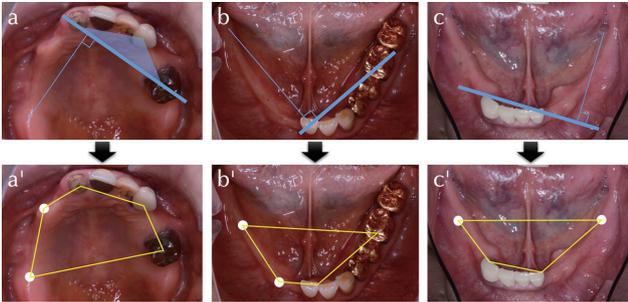


図4 義歯の Fulcrum Line とインプラント配置

残存歯での Fulcrum Line をもとに、インプラント支持を加えた場合に囲まれる面積が広がるようにインプラントを配置する (a, b, c)。ここから、クラスプ除去による審美性の向上を図る場合には支台歯の近傍に追加の配置を検討したり (a', b'), 下顎遊離端欠損では力学的観点から第一大臼歯部への配置を検討する (b', c')。

動きが抑制される。つまり、インプラントを含めて支持が得られる位置で囲まれる面積が大きい程、義歯はより安定する (図4)³²⁾。フルクラムラインの考えに基づく遊離端欠損では欠損部顎堤の最遠心に配置した方が有利に思えるが、*in vitro*での生体力学的研究によると、下顎遊離端欠損における近遠心的な配置については、歪みのバランスを考慮すると、小白歯部・第二大臼歯部と比較して、第一大臼歯部へ配置した方が最も変位量が少なく、インプラント周囲骨、金属フレームワーク、インプラント体への応力が軽減することの報告があることから³³⁻³⁵⁾、下顎遊離端欠損に限っては最遠心よりやや前方に配置した方が有利であろう。また同時に、インプラントを最後方支台歯の近位に配置した方が支台歯の応力負荷が軽減されることも示されており、支台歯の状態によっては支台歯の近傍への配置を検討する。残存歯が少ない症例では、将来の欠損の拡大に備え、容易にIODに移行可能かどうかも勘案する。

ここで、外観に触れる位置の義歯のクラスプを除去する必要があるかどうか、患者の審美性の改善の希望を確認する。患者がクラスプの除去を望む場合は支台

表2 各種アタッチメントの特徴

種類	維持力	角度許容性	必要な垂直距離	特徴や適応症
バーアタッチメント	強い	あり	13-14mm	<ul style="list-style-type: none"> 連結可能な2本以上のインプラント 高コスト 基底面の清掃が困難
ボールアタッチメント	強い 1.1-1.7 kgf	~15°程度	7-10mm	<ul style="list-style-type: none"> 経時的な摩擦がある 緩圧作用の強いものもある
ロケーター®	強い 0.5-2.3 kgf	~20°	5-9mm	<ul style="list-style-type: none"> リプレースメントメールの経時的劣化に対し、交換が必要 レジリエンスがある
磁性アタッチメント	弱い 0.55-0.75kgf	ややあり	3-9mm	<ul style="list-style-type: none"> 側方力への抵抗性が低く、着脱が容易 MRIでのアーチファクト 維持力の減衰がなく維持コストが不要

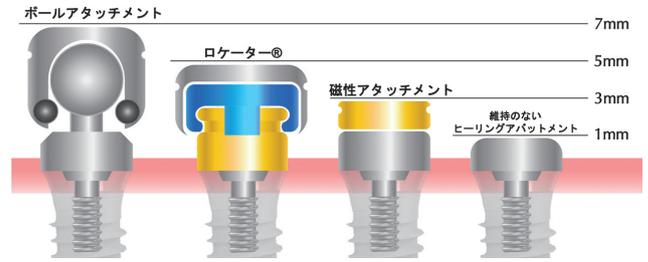


図5 スタッドアタッチメントに必要なとされる垂直距離の目安

歯の近傍にインプラントによる維持を設定するが、この配置によって義歯の不安定化が懸念されるのであれば、同一欠損領域に2本のインプラント埋入を検討する。なお、このような場合でも直接支台歯の口蓋側・舌側に対して支持・把持を設定することは可能である。この時点でインプラントの歯列内配置は概ね定まると思われるが、考慮すべき事項として対合歯列との対向関係が挙げられる。対合歯列から受ける咬合力の影響を加味し、これに抵抗できるような配置とすることは重要である。

インプラントの支持・把持・維持作用によって、直接支台装置をより単純化して清掃性の高い形態とすること、義歯床の大きさをコンパクトにすることが可能となる³⁶⁾。必要に応じて適切な支持・把持を残存歯に求めることは義歯の動揺の抑制に寄与する。インプラントが加わった場合であっても、義歯の動揺の最小化、衛生的配慮、義歯の破損の防止という設計原則に基づくこと、審美性、生体追従性という観点からは、従来型RPDにおける概念と同様である。

アタッチメントの選択については、バーアタッチメント、もしくはボールアタッチメント・ロケーター®・磁性アタッチメントのようなスタッドアタッチメントがIARPDに用いられる (表2)。維持を必要としないケースではヒーリングアバットメントにより支持のみを付与する場合もある。一般に既製のスタッドアタッチメントが頻用され、文献的にはボールアタッチメントやロケーター®を用いたケースが散見されるが、現

時点では適用すべきアタッチメントについて明確な結論はない。また IARPD では、粘膜とインプラントとの被圧変位量の違いや対合歯列から受ける咬合力により、アタッチメント設置部位が破折の起点となりやすい。破損を回避するためには、アタッチメントを圍繞する補強構造に加え、アタッチメントの高径とレジンの厚みを考慮した補綴空隙が確保される必要がある(図 5)。IARPD では IOD と異なり、支台歯による着脱方向の誘導が存在するため、アタッチメントの角度許容性に関してはこれを考慮する必要がある。

VIII. まとめ

部分欠損歯列、特に遊離端欠損における治療オプションとしては、従来型 RPD、固定性インプラント、SDA、そして IARPD の 4 つが考えられるが、固定性インプラントに対し IARPD は Plan B であると見る向きもある。しかし、従来型 RPD や SDA と比較して IARPD の優位性は明らかとなりつつあり、超高齢社会を迎えた本邦では利点も多い。現時点で明確なプロトコルは確立されていないものの、従来型 RPD では義歯の動きの制御が困難であった遊離端欠損やすれ違い咬合に対し、慎重な治療計画のもと提供される IARPD には大いなる期待を寄せる。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反関係のある企業はありません。

文 献

- 1) Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Gerodontology* 2002; 19: 3-4.
- 2) Zancopé K, Abrão GM, Karam FK, Neves FD. Placement of a distal implant to convert a mandibular removable Kennedy class I to an implant-supported partial removable Class III dental prosthesis: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2015; 113: 528-533. e3.
- 3) Carr AB, Brown DT. *McCracken's Removable Partial Prosthodontics*. 13th ed. Mosby; 2015.
- 4) Phoenix RD, Cagna DR, DeFreest CF. *Stewart's Clinical Removable Partial Prosthodontics*. 4th ed. Quintessence Publishing Co.; 2008.
- 5) *The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition*. *J Prosthet Dent* 2017; 117: e1-105.
- 6) Bassetti R, Bassetti M, Kuttenger J. Implant-assisted removable partial denture prostheses: a critical review of selected literature. *Int J Prosthodont* 2018; 31: 287-302.
- 7) Lian M, Zhao K, Feng Y, Yao Q. Prognosis of combining remaining teeth and implants in double-crown-retained removable dental prostheses: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018; 33: 281-297.
- 8) Bae E-B, Kim S-J, Choi J-W, Jeon Y-C, Jeong C-M, Yun M-J et al. A clinical retrospective study of distal extension removable partial denture with implant surveyed bridge or stud type attachment. *Biomed Res Int* 2017; 2017: 7140870.
- 9) Keltjens HM, Kayser AF, Hertel R, Battistuzzi PG. Distal extension removable partial dentures supported by implants and residual teeth: considerations and case reports. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 208-213.
- 10) Payne AGT, Tawse-Smith A, Wismeijer D, De Silva RK, Ma S. Multicentre prospective evaluation of implant-assisted mandibular removable partial dentures: surgical and prosthodontic outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 116-125.
- 11) Bortolini S, Natali A, Franchi M, Coggiola A, Consolo U. Implant-retained removable partial dentures: an 8-year retrospective study. *J Prosthodont* 2011; 20: 168-172.
- 12) Jensen C, Meijer HJA, Raghoobar GM, Kerdijk W, Cune MS. Implant-supported removable partial dentures in the mandible: a 3-16 year retrospective study. *J Prosthodont Res* 2017; 61: 98-105.
- 13) de Freitas RFCPCP, de Carvalho Dias K, da Fonte Porto Carreiro A, Barbosa GASS, Ferreira MAF. Mandibular implant-supported removable partial denture with distal extension: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2012; 39: 791-798.
- 14) Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 Suppl 6: 2-21.
- 15) Mijiritsky E, Lorean A, Mazor Z, Levin L. Implant tooth-supported removable partial denture with at least 15-year long-term follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: 917-922.
- 16) Mitrani R, Brudvik JS, Phillips KM. Posterior implants for distal extension removable prostheses: a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23: 353-359.
- 17) Tandlich M, Ekstein J, Reisman P, Shapira L. Removable prostheses may enhance marginal bone loss around dental implants: a long-term retrospective analysis. *J Periodontol* 2007; 78: 2253-2259.
- 18) Behr M, Zeman F, Passauer T, Koller M, Hahnel S, Buegers R et al. Clinical performance of cast clasp-retained removable partial dentures: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 138-144.

- 19) Bergman B, Hugoson A, Olsson CO. A 25 year longitudinal study of patients treated with removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 595-599.
- 20) Jensen C, Speksnijder CM, Raghoobar GM, Kerdijk W, Meijer HJA, Cune MS. Implant-supported mandibular removable partial dentures: functional, clinical and radiographical parameters in relation to implant position. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017; 19: 432-439.
- 21) Wolfart S, Wolf K, Brunzel S, Wolfart M, Caliebe A, Kern M. Implant placement under existing removable dental prostheses and its effect on masticatory performance. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 2447-2455.
- 22) Ohkubo C, Kobayashi M, Suzuki Y, Hosoi T. Effect of implant support on distal-extension removable partial dentures: in vivo assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23: 1095-1101.
- 23) Gonçalves TMS V, Campos CH, Rodrigues Garcia RCM. Mastication and jaw motion of partially edentulous patients are affected by different implant-based prostheses. *J Oral Rehabil* 2014; 41: 507-514.
- 24) Gonçalves TMSV, Campos CH, Garcia RCMR. Effects of implant-based prostheses on mastication, nutritional intake, and oral health-related quality of life in partially edentulous patients: a paired clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015; 30: 391-396.
- 25) Gates WD, Cooper LF, Sanders AE, Reside GJ, De Kok IJ. The effect of implant-supported removable partial dentures on oral health quality of life. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 207-213.
- 26) Jensen C, Ross J, Feenstra TL, Raghoobar GM, Speksnijder C, Meijer HJA et al. Cost-effectiveness of implant-supported mandibular removable partial dentures. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 594-601.
- 27) Campos CH, Gonçalves TMSV, Rodrigues RCMR. Implant-supported removable partial denture improves the quality of life of patients with extreme tooth loss. *Braz Dent J* 2015; 26: 463-467.
- 28) Jensen C, Raghoobar GM, Kerdijk W, Meijer HJA, Cune MS. Implant-supported mandibular removable partial dentures; patient-based outcome measures in relation to implant position. *J Dent* 2016; 55: 92-98.
- 29) Kronstrom M, Carlsson GE. An international survey among prosthodontists of the use of mandibular implant-supported dental prostheses. *J Prosthodont* 2019; 28: e622-626.
- 30) Chikunov I, Doan P, Vahidi F. Implant-retained partial overdenture with resilient attachments. *J Prosthodont* 2008; 17: 141-148.
- 31) Verri FR, Pellizzer EP, Rocha EP, Pereira JA. Influence of length and diameter of implants associated with distal extension removable partial dentures. *Implant Dent* 2007; 16: 270-280.
- 32) Müller F. Implants and partial-denture design. In: Müller F, Barter S, editors. *ITI treatment guide: implant therapy in geriatric patient*. Volume 9, Quintessence Publishing, Co.; 2016, p105-114.
- 33) Ortiz-Puigpelat O, Lázaro-Abdulkarim A, de Medrano-Reñé JM, Gargallo-Albiol J, Cabratosa-Termes J, Hernández-Alfaro F. Influence of implant position in implant-assisted removable partial denture: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthodont* 2019; 28: e675-681.
- 34) Xiao W, Li Z, Shen S, Chen S, Wang Y, Wang J. Theoretical role of adjunctive implant positional support in stress distribution of distal-extension mandibular removable partial dentures. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 579-581.
- 35) Memari Y, Geramy A, Fayaz A, Rezvani Habib Abadi S, Mansouri Y. Influence of implant position on stress distribution in implant-assisted distal extension removable partial dentures: a 3D finite element analysis. *J Dent (Tehran)* 2014; 11: 523-530.
- 36) Grossmann Y, Nissan J, Levin L. Clinical effectiveness of implant-supported removable partial dentures: a review of the literature and retrospective case evaluation. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 1941-1946.

著者連絡先：安部 友佳

〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1

昭和大学歯学部歯科補綴学講座

Tel: 03-3787-1151

Fax: 03-3784-7603

E-mail: abeyuka@dent.showa-u.ac.jp