

健康保険組合連合会大阪連合会

健康教室

2025年2月~3月 オンデマンド配信

最新の予防歯科トピックス

大阪大学大学院歯学研究科

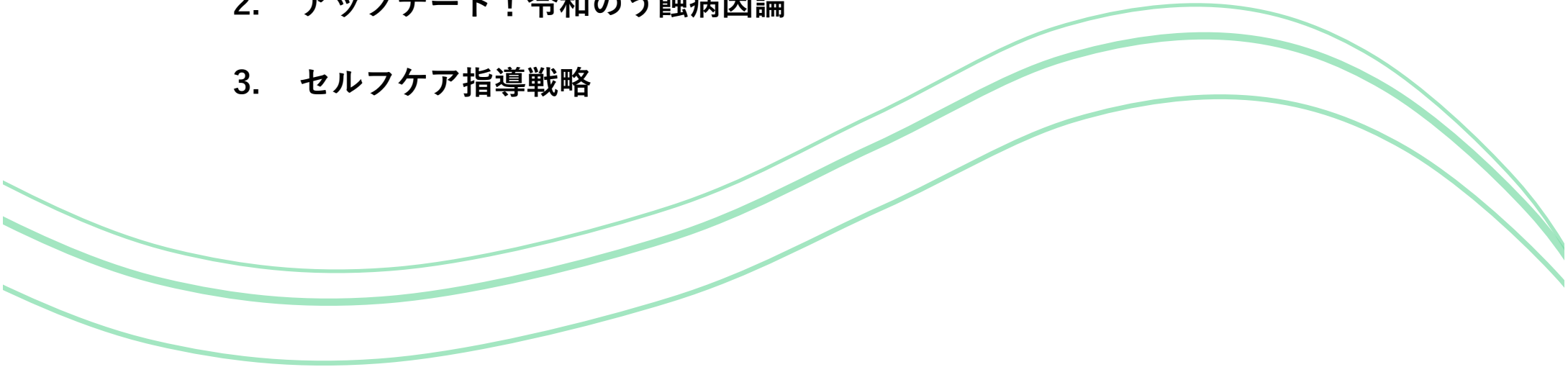
予防歯科学講座

久保庭 雅恵

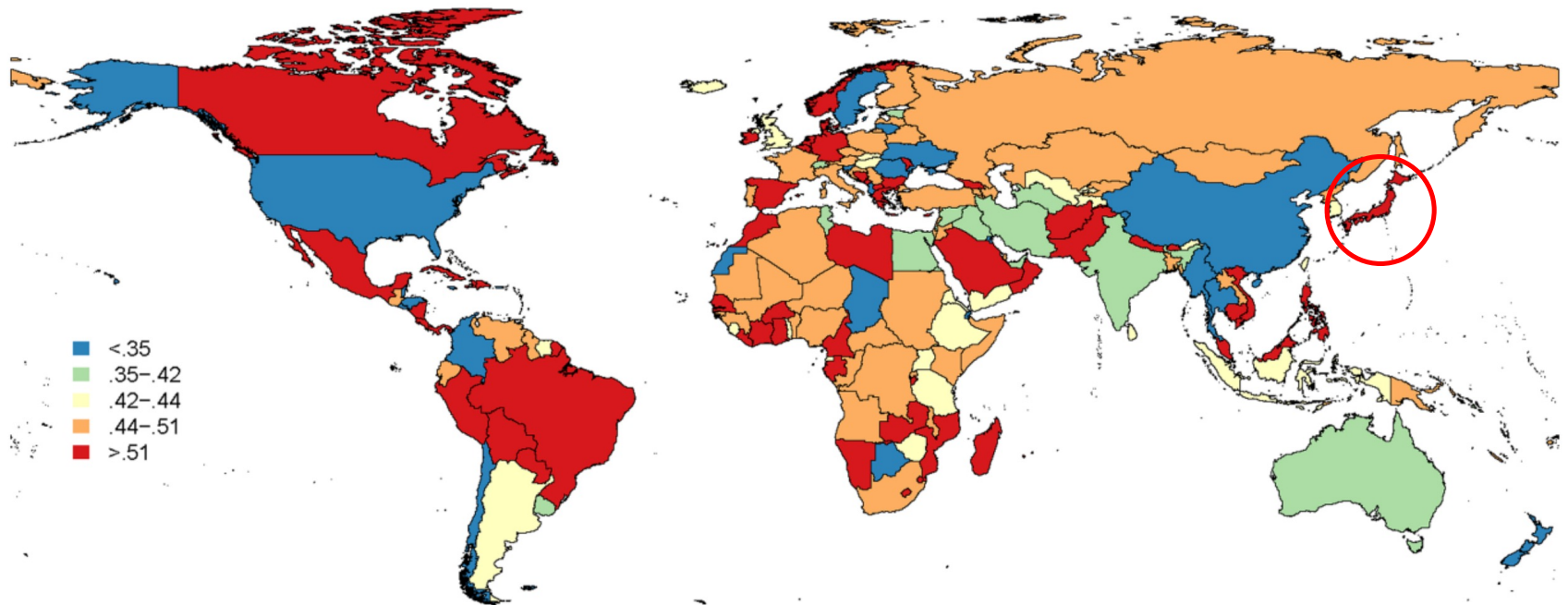




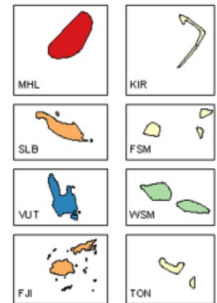
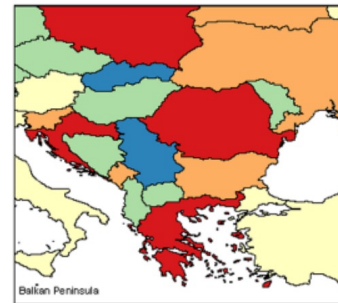
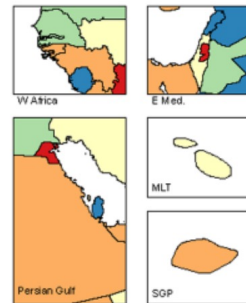
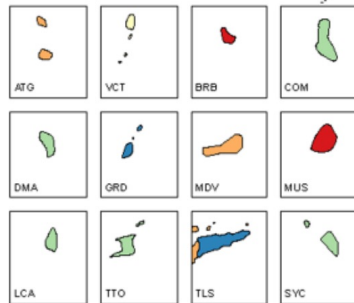
Contents

1. 本当のところはどうなのか？世界と日本のう蝕事情
 2. アップデート！令和のう蝕病因論
 3. セルフケア指導戦略
- 

永久歯う蝕の有病率

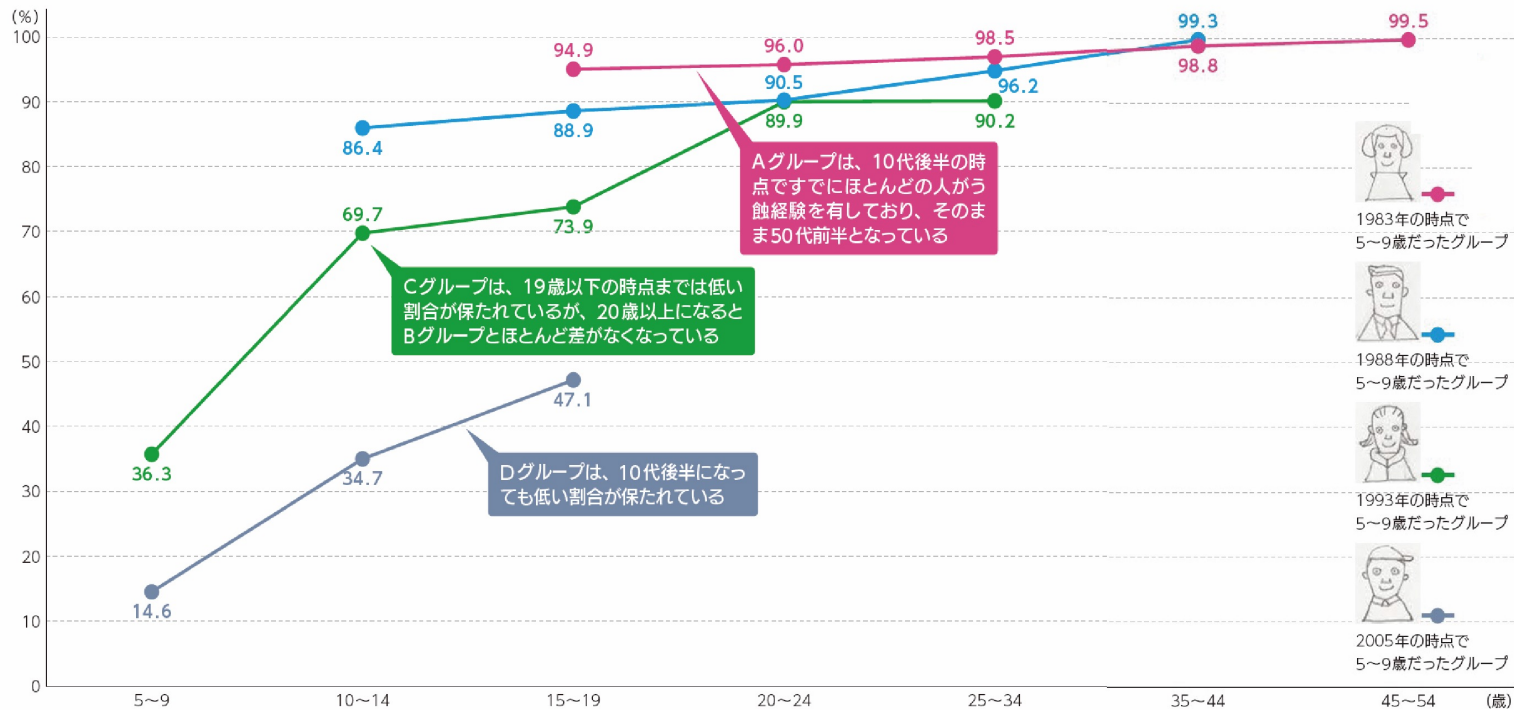


- <.35
- .35-42
- .42-44
- .44-51
- >.51



う歯を持つ者の割合の年次推移(永久歯、5歳以上)。
1993年、1999年、2005年、2011年、2016年の調査
結果をもとに、各グループを想定して傾向を示した。

日本人のう蝕は本当に減ったのか?



う蝕を持つ者の割合の年次推移 (歯科疾患実態調査より)

天野、久保庭著“歯科衛生士のためのカリオロジーダイジェスト”(2023, クインテッセンス出版)より引用改変

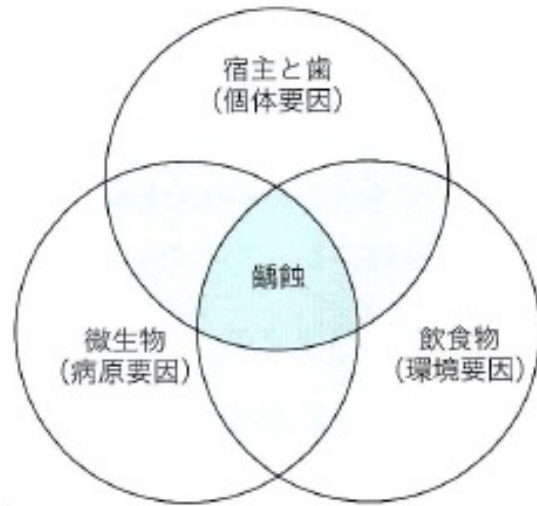


天野、久保庭著“歯科衛生士のためのカリオロジーダイジェスト”(2023, クインテッセンス出版)より引用改変

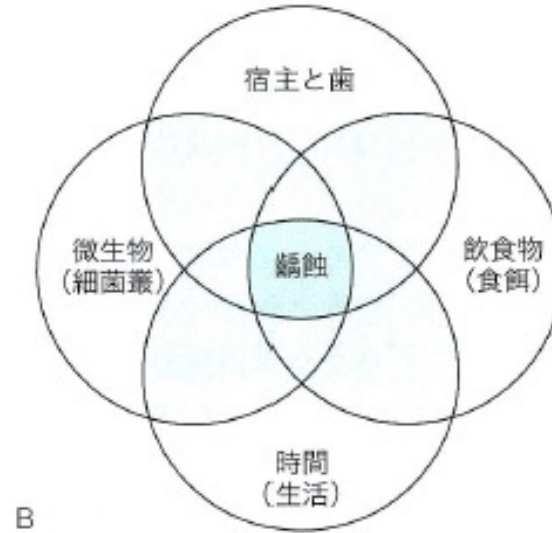
アップデート！令和のう蝕病因論

昭和の常識！

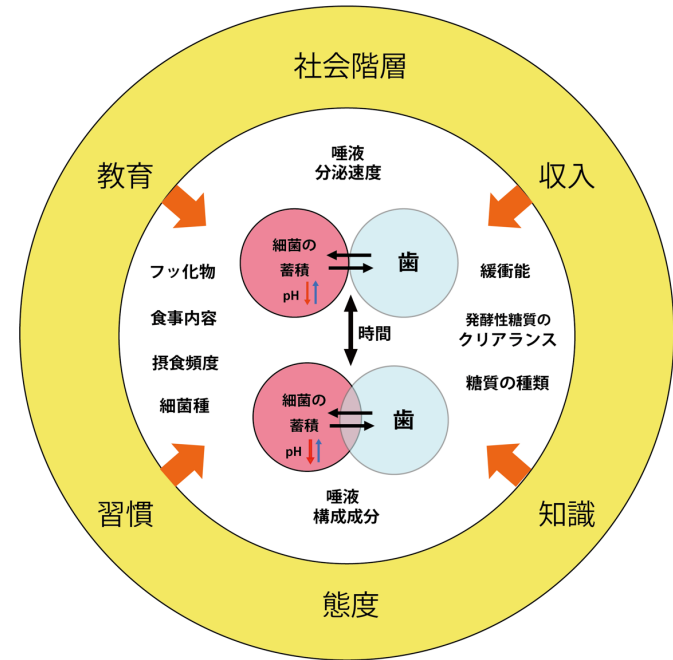
令和の常識！



A
Keysの輪



B
Newbrunの輪



Fejerskovの輪

う蝕関連因子

細菌要因

- ・細菌種
- ・細菌量

食物要因

- ・発酵性糖質の種類と量

時間要因

- ・飲食の時間と頻度
- ・ブラッシング時期

唾液要因

- ・殺菌作用
- ・再石灰化作用
- ・緩衝作用
- ・浄化作用

清掃要因

- ・ブラッシング技術
- ・ブラッシング時間
- ・清掃補助具

フッ化物応用

- ・セルフケア: 低濃度フッ化物
フッ化物含有歯磨剤
フッ化物洗口
- ・プロフェッショナルケア:
高濃度フッ化物
フッ化物歯面塗布

社会経済的要因

- ・社会階層
- ・教育
- ・収入
- ・習慣
- ・知識
- ・態度

むし歯と関連する因子

食物要因

発酵性糖質の種類と量

お砂糖以外にも、ブドウ糖、果糖、調理後のデンプンも含まれます。

う蝕誘発成分

(昭和の常識と令和の常識)

昭和

- ショ糖 (砂糖)

令和

- 発酵性糖質
ショ糖、ブドウ糖、果糖、
調理デンプン

調理でんぷん：熱と水分を加えて調理したでんぷん

糖分入りの飲み物

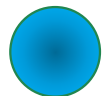
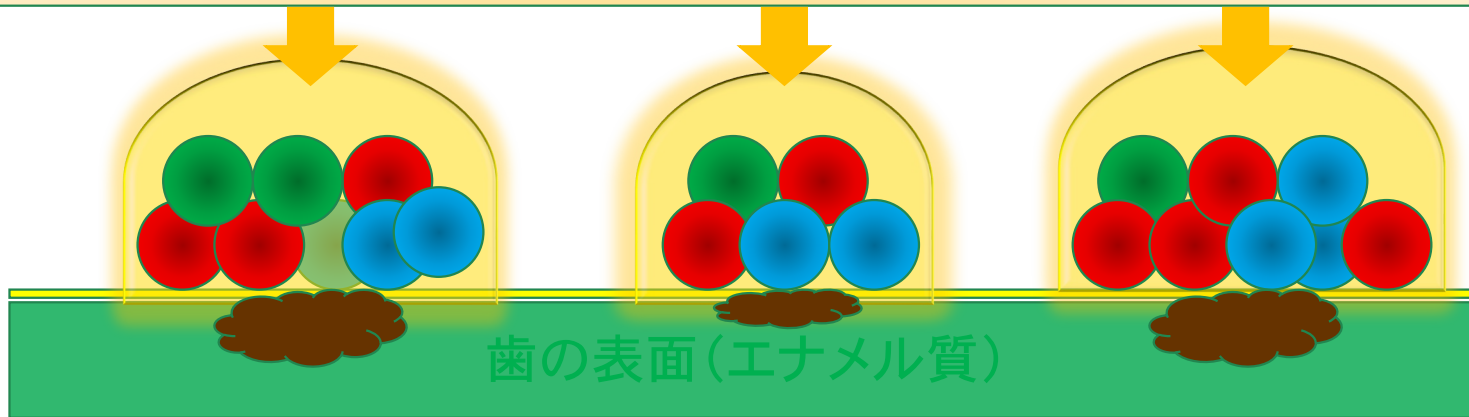
くだもの

あまからい煮物

むし歯菌が酸をつくる材料になるもの

甘いお菓子

ごはん・パン・パスタなどが分解されて生じる麦芽糖



善玉菌

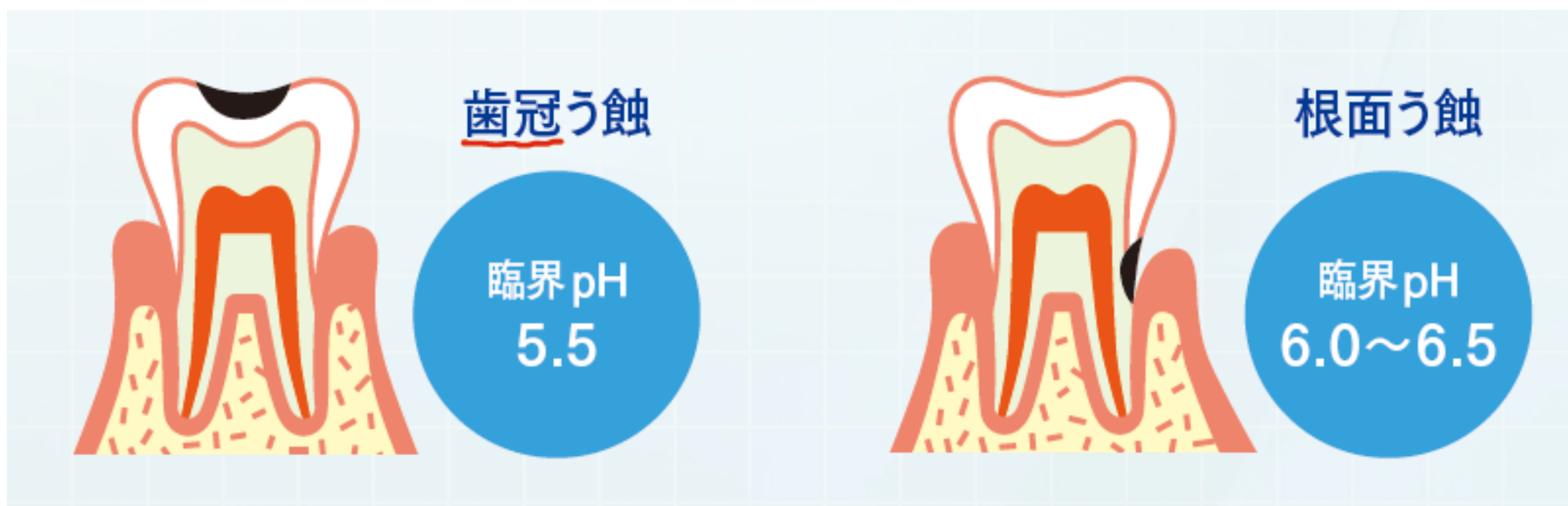


むし歯菌



酸性の歯垢

歯が溶け始めるpH（酸性度）を**臨界pH**といいます。



根の表面にはエナメル質がありません→象牙質がむき出しになっています。

それが、歯冠と根っこの表面の臨界pHが異なる原因です。

むし歯と歯垢の酸性度（pH）の関係

最低pH
4.0前後

通常時pH
6.9前後

活動性

非活動性

歯垢のpHが少し酸性に傾いただけでも
象牙質（根っこの表面の成分）は溶けはじめます

臨界pH

エナメル質：5.5
象牙質：6.1

脱灰傾向

酸で歯が溶かされ
ミネラルが
唾液中に逃げる

再石灰化傾向

唾液中に溶け出した
ミネラルが
歯にもどって修復する

糖質

むし歯と関連する因子

細菌要因

歯垢のなかの菌の種類

ミュータンス菌以外にも、
乳酸菌やビフィズス菌など
ヨーグルトに入っている菌も
含まれます。

歯垢のなかの菌の量

健康な歯



エナメル質に
できるむし歯



根っこにできる
むし歯

高齢者に多発！



むし歯菌の種類が少しちがいます

むし歯の原因菌

(昭和の常識と令和の常識)

昭和

- ミュータンス菌
- 乳酸菌

令和

- ミュータンス菌
 - 乳酸菌
 - **ビフィズス菌**
 - ***Scardovia wiggisiae***
 - ***Actinomyces***
 - ***Veillonella***
 - ***Propionibacterium***
 - ***Atopobium***
-

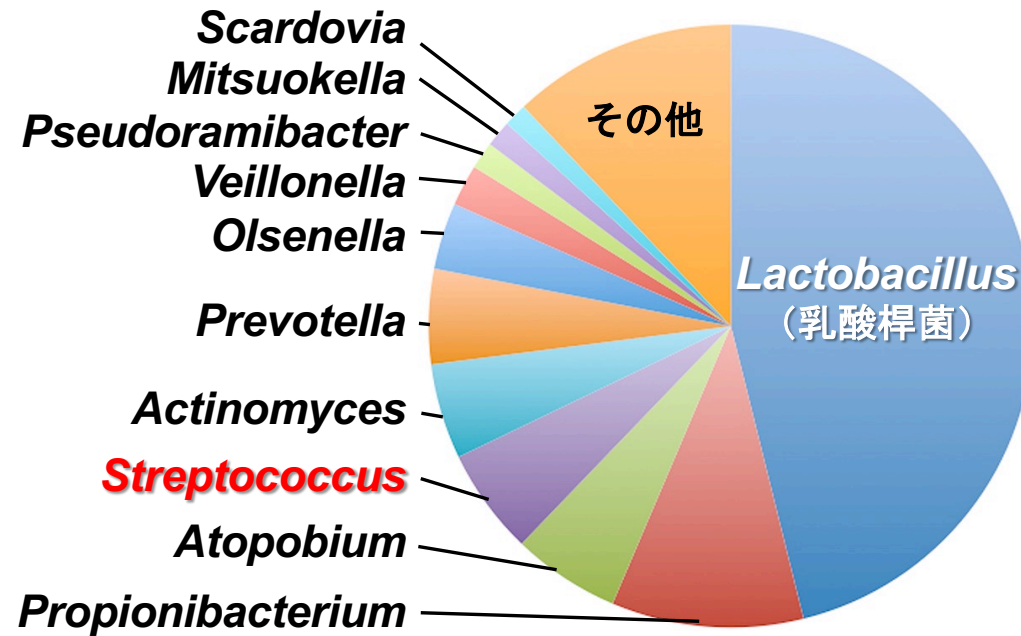


図1 日本人の象牙質う蝕から検出された細菌種の菌量比率 (Obata et al. PLoS One, 2014: doi: 10.1371/journal.pone.0103712. eCollection 2014.)

日本人32名(4~76歳)からう蝕象牙質を採取し、象牙質内の細菌叢を包括的に解析した平均値。その結果、*Lactobacillus*(乳酸桿菌)の細菌量が圧倒的であり、*Streptococcus*(連鎖球菌)の菌量は限定的であった。ヒトのう蝕病原菌はミュータンス連鎖球菌であると長い間考えられてきたが、この結果は、う蝕は複数の菌種からなるう蝕関連細菌叢が作ることを示している

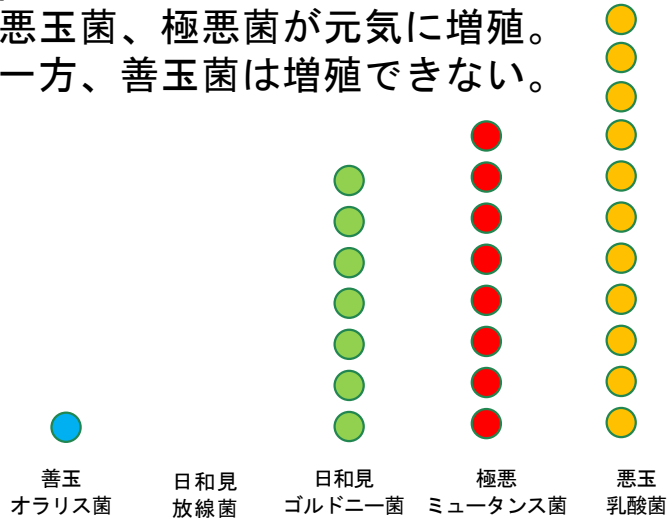
う蝕原性プラークの ディスバイオーシス

発酵性糖質が引き金

- ① 酸産生菌が、発酵性糖質を代謝し有機酸を放出
- ② プラークが酸性になる(ディスバイオーシスへの第一歩)
- ③ 酸性に強い酸産生菌が増加
- ④ 酸性に弱いアルカリ(アンモニア)産生菌が減少
- ⑤ プラークがもっと酸性に傾く

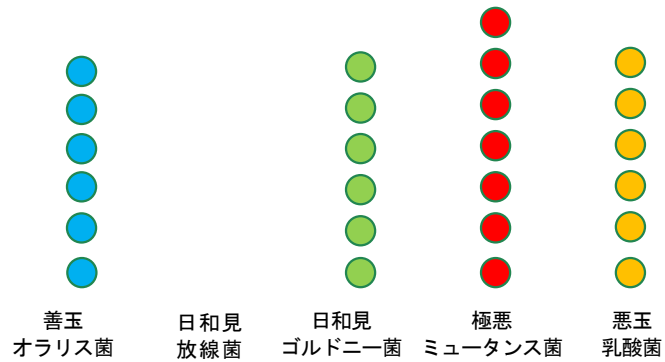
pH4.5

悪玉菌、極悪菌が元気に増殖。
一方、善玉菌は増殖できない。



pH5.0

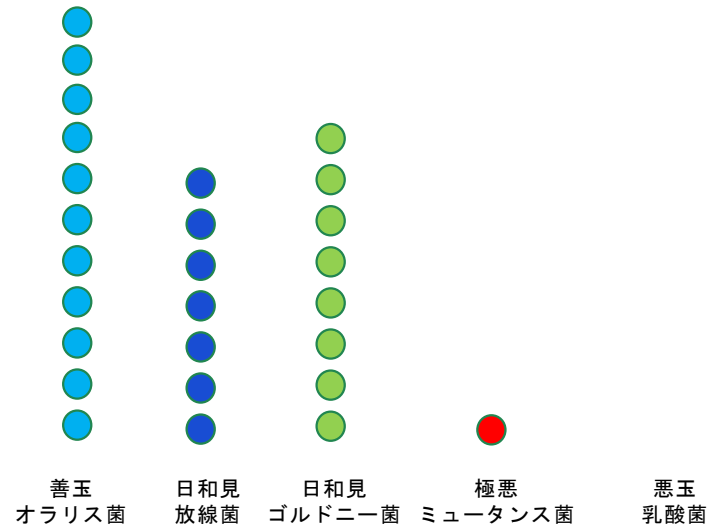
善玉菌、日和見菌、悪玉菌、極悪菌
皆そこそこ増殖できる。(放線菌以外)



各菌の増殖至適 pH の違い

pH7.0

善玉菌、日和見菌が元気！
一方、悪玉菌、極悪菌はほとんど
増えない



天野、久保庭著“歯科衛生士のためのカリオロジーダイジェスト”
(2023, クインテッセンス出版)より引用

象牙細管に侵入する細菌は少数精鋭

0099-2399/95/2111-0546\$03.00/0
Journal of Endodontics
Copyright © 1995 by The American Association of Endodontists

Printed in U.S.A.
Vol. 21, No. 11, November 1995

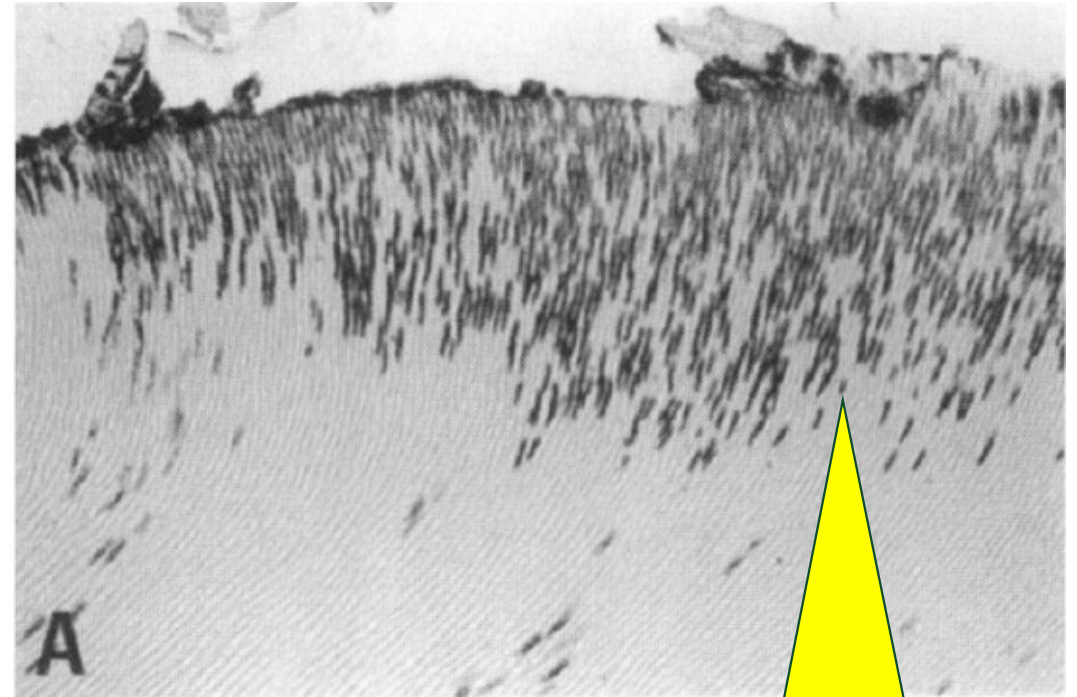
Microbial Induction of Dentinal Caries in Human Teeth In Vitro

Shigetaka Nagaoka, DDS, PhD, Hong-Jih Liu, DDS, PhD, Katashi Minemoto, DDS, and Masataka Kawagoe, DDS, PhD

INVASION OF DENTINAL TUBULES BY ORAL BACTERIA

R.M. Love¹
H.F. Jenkinson²

¹Department of Stomatology, University of Otago School of Dentistry, PO Box 647, Dunedin, New Zealand; *corresponding author, robert.love@dent.otago.ac.nz; ²Department of Oral and Dental Science, University of Bristol Dental School, Bristol BS1 2LJ, United Kingdom



酸をつくる能力が高い菌のなかには
象牙質にもぐりこんで
すみつく菌がいます。
(例：乳酸菌、ミュータンス菌)

象牙質にもぐりこんでいる
菌（黒いポチポチ）が
糖質を代謝して
酸をどんどん放出

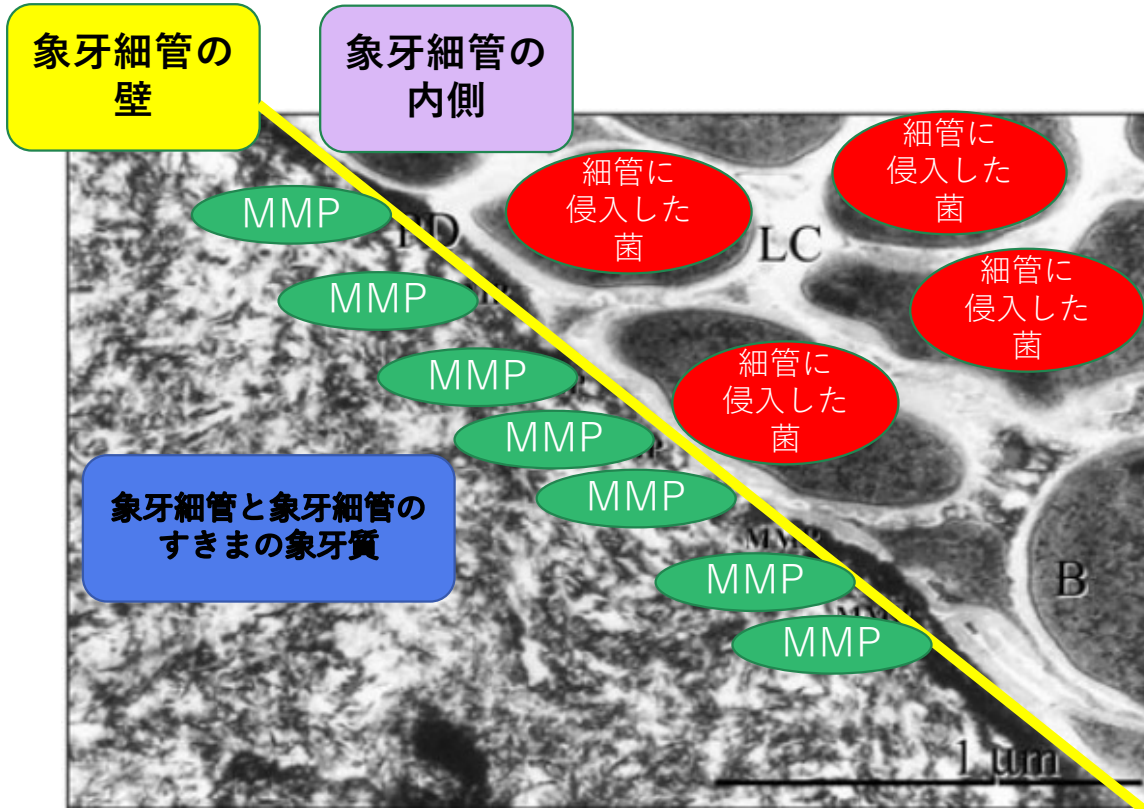
The Role of Matrix Metalloproteinases (MMPs) in Human Caries

C. Chemsirvalli^{1,2*}, F. Fuyou², M. Goldberg¹, and S. Manolis²

¹Department of Endodontics, University of California, Los Angeles, CA, USA and ²Department of Chemistry, University of California, Los Angeles, CA, USA

INTRODUCTION
The development of caries treatment, dentistry has started to shift from the single operation of the silver-filled tooth to treatment and restoration of the tooth. Identification of early caries lesions and treatment with non-surgical methods, such as remineralization, requires a better understanding of the disease process. Caries is defined as an infectious and irreversible disease resulting from complex factors within the oral cavity. Caries is a disease that is progressive, common, and preventable. (Black, 1999, Gotlib and Griffin, 2000)

J Oral Res 8(1):22-32, 2006



有機質を分解する酵素は象牙細管の内壁に沿ってもともと存在する



細菌が産生する酸で活性化する

MMP：象牙質の有機物（コラーゲン）を分解するタンパク質分解酵素。酸性環境で活性化する

根面う蝕の形成機序

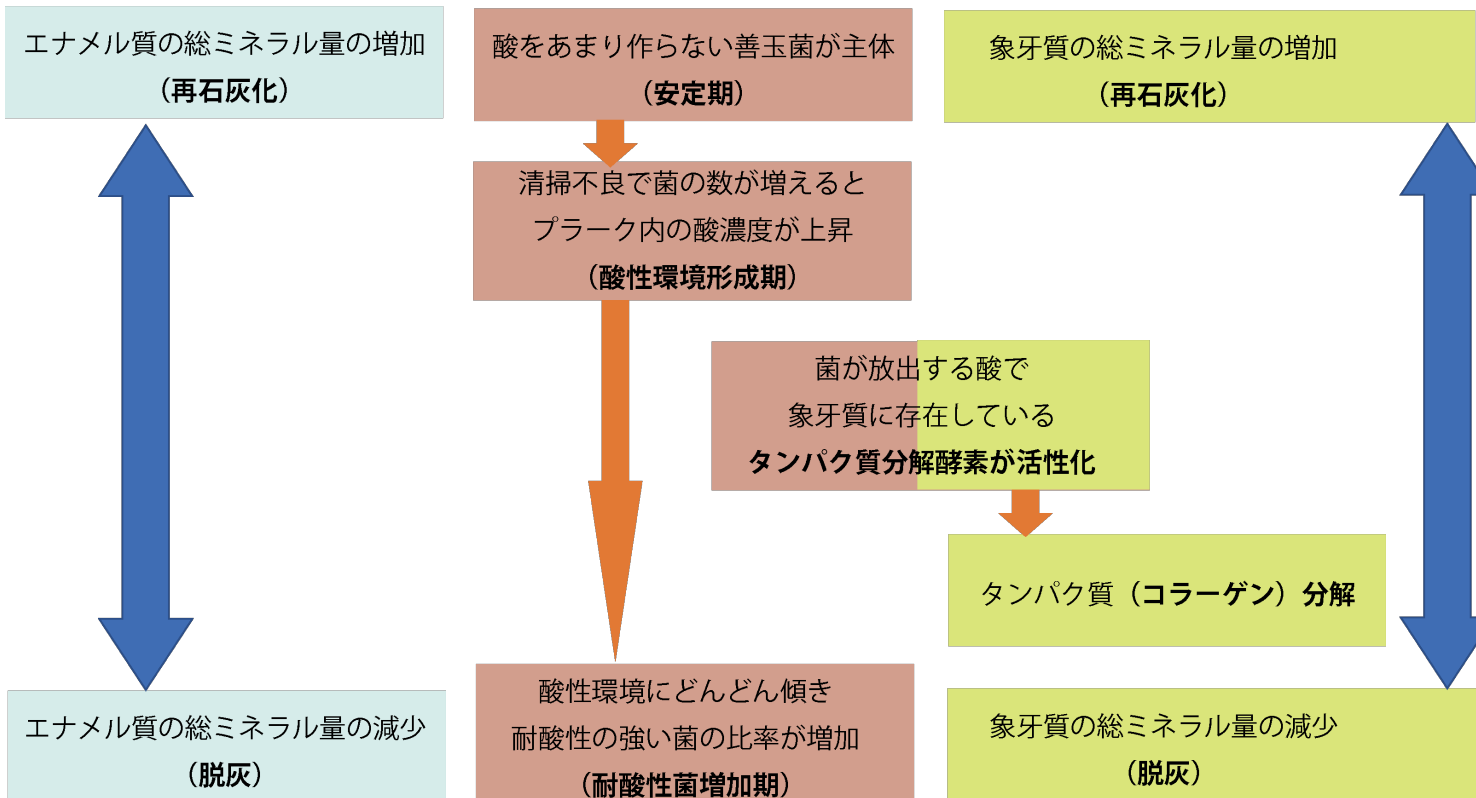
象牙質の崩壊はどのように進むのか？

- ①根面表層の細菌が酸を産生
- ②酸が根面／象牙質を構成する無機質部分からミネラルを放出させる（脱灰の進行）
- ③根面／象牙質の有機質（マトリックス）が露出
- ④酸が**象牙質および唾液中のタンパク質分解酵素（MMP：マトリックスメタロプロテアーゼ）の活性化を誘導**
- ⑤根面／象牙質の有機質（マトリックス）の分解開始

エナメル質

プラーク

象牙質



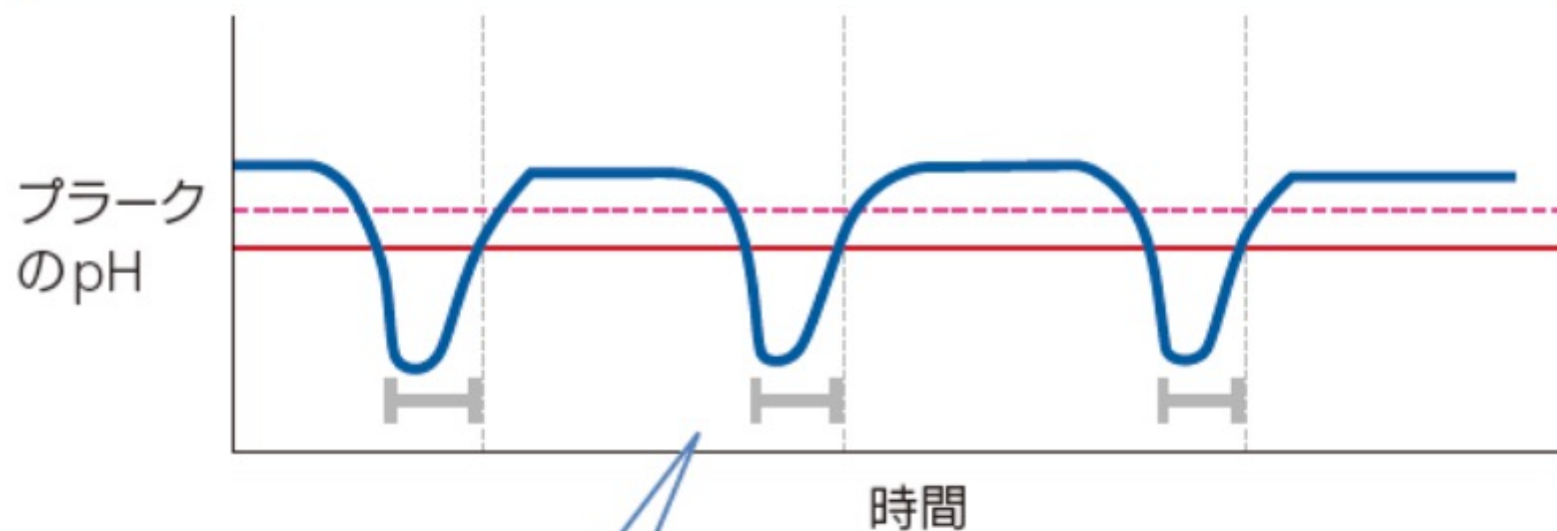
むし歯と関連する因子

時間要因

飲食の時間と頻度

ブラッシングのタイミング

唾液量普通で間食をしない人

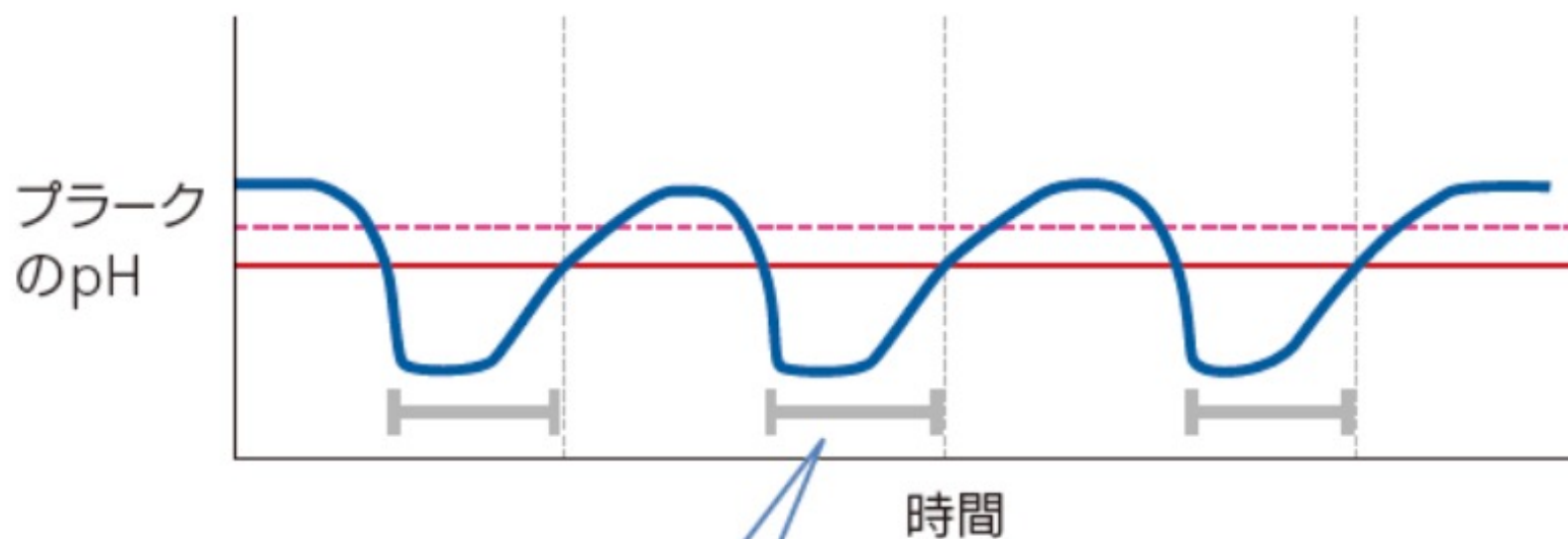


食後、酸性に傾いたプラークのpHが元に戻るのに30～60分程度かかる。

----- 象牙質臨界pH(6.0～6.5)

— エナメル質臨界pH(5.5)

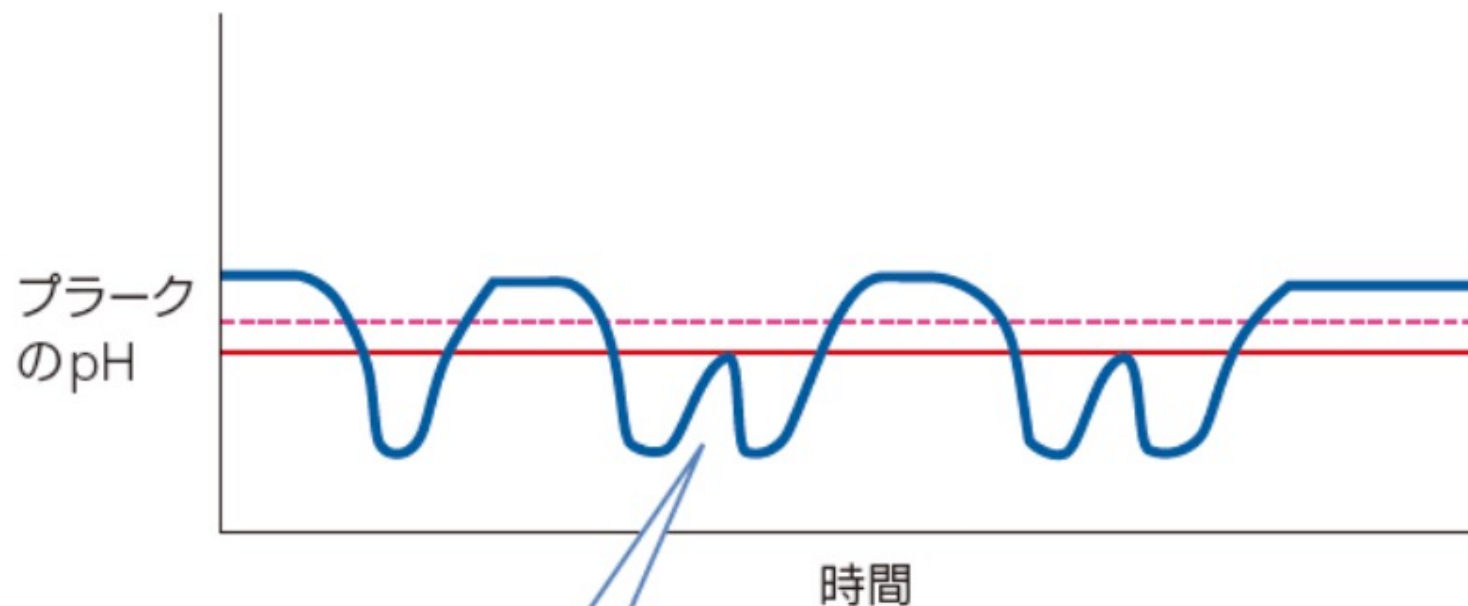
唾液量が少ない人（間食なし）



食後、酸性に傾いたプラークのpHが回復するのに時間がかかる。

- 象牙質臨界pH(6.0~6.5)
- エナメル質臨界pH(5.5)

間食を頻繁にする人 (唾液量普通)



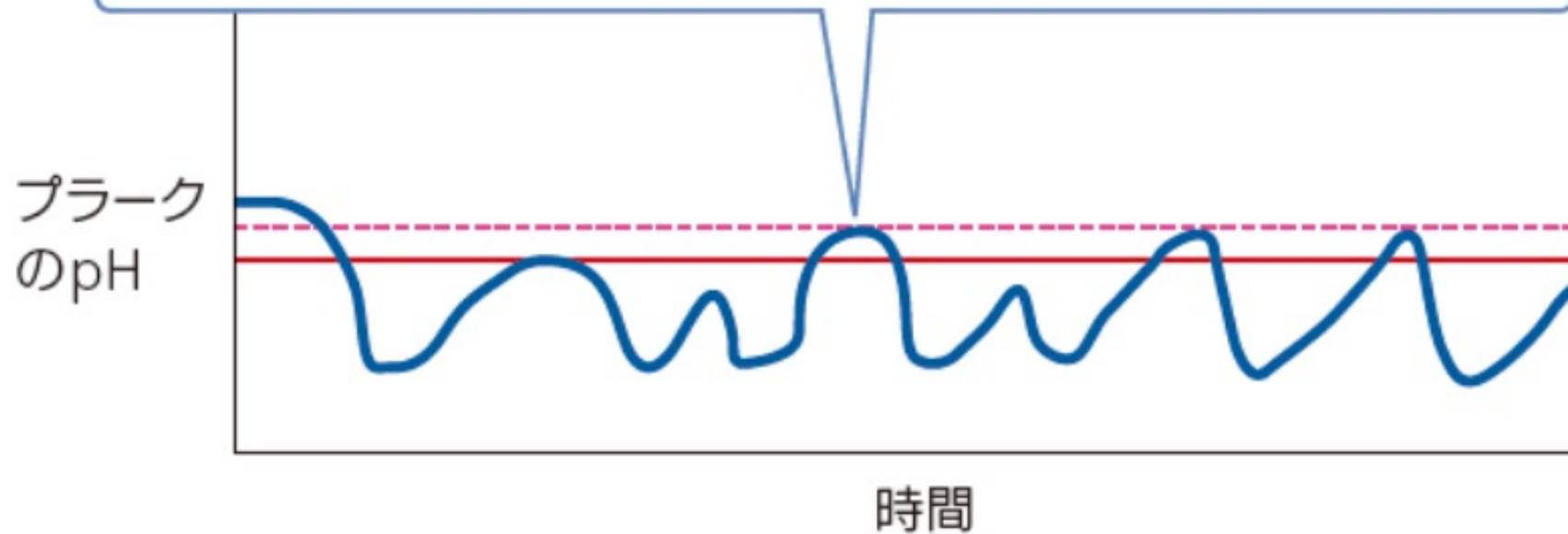
食後、酸性に傾いたプラークのpHが回復する前に間食→またpHが酸性に傾く、の繰り返し!

----- 象牙質臨界pH(6.0~6.5)

————— エナメル質臨界pH(5.5)

唾液量が少なく、かつ間食を頻繁にする人

日中ほとんどの時間でプラークのpHが酸性に傾いたまま!



----- 象牙質臨界pH(6.0~6.5)

————— エナメル質臨界pH(5.5)

むし歯と関連する因子

唾液要因

殺菌作用（菌を抑制する作用）

再石灰化作用（とけた歯を修復する作用）

緩衝作用（酸を中和する作用）

浄化作用（お口の中を洗い清める作用）

むし歯と関連する因子

清掃要因

ブラッシング技術

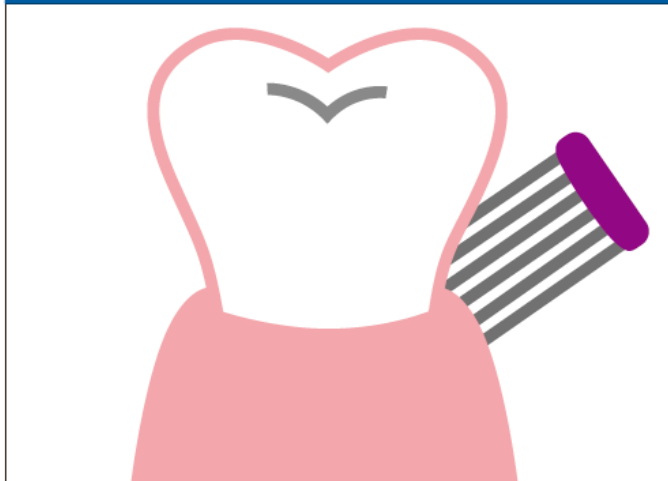
どれだけ上手に
悪玉菌の数を減らせるか

ブラッシング時間

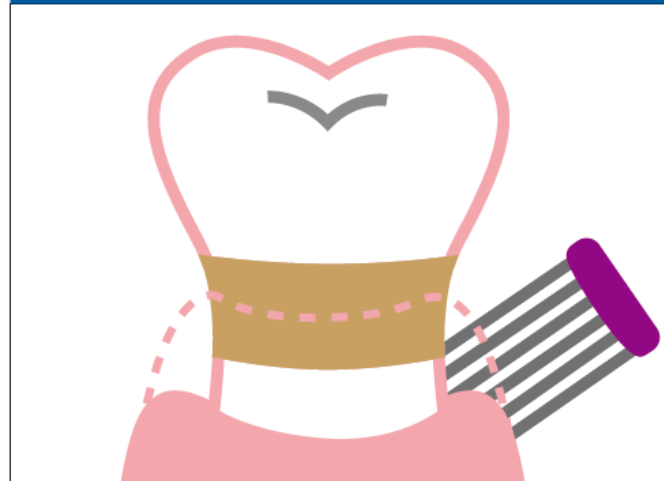
磨きにくい
歯と歯のすきまや
歯のつけ根をねらうには
必須アイテム

バス法だけでは限界がある

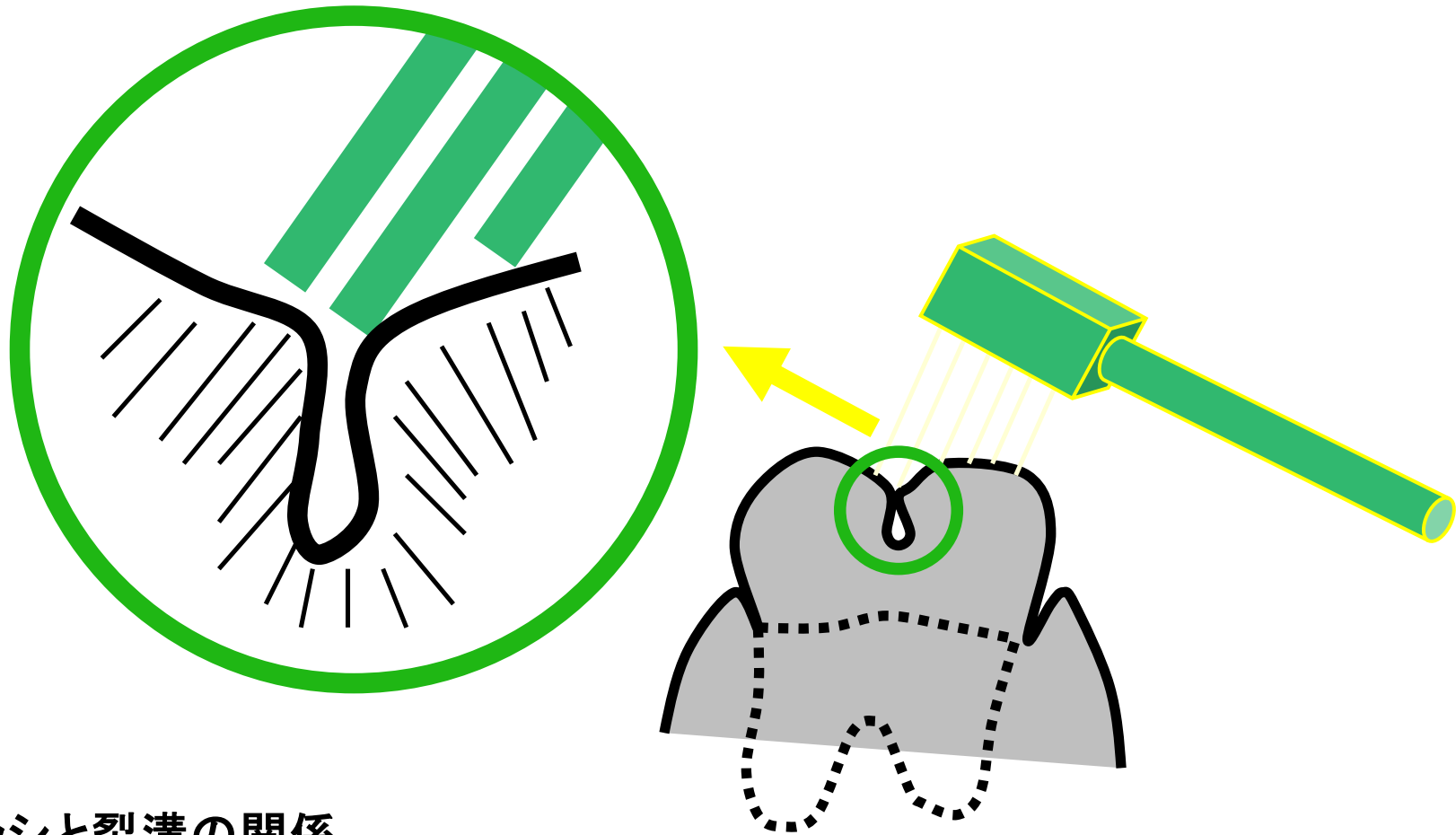
歯肉退縮のない歯



歯肉退縮が顕著な歯



歯頸部のプラークは落とせているが、露出根面に成熟プラークが残存し、根面う蝕のリスクが高くなる。



歯ブラシと裂溝の関係

エナメル質の裂孔部の開口部は歯ブラシの毛先の太さより狭いので、ブラッシングによる歯垢除去成功効果はない

むし歯と関連する因子

フッ化物応用

セルフケア：低濃度フッ化物

フッ化物の入った歯磨剤

フッ化物の入った洗口液

プロケア：高濃度フッ化物

歯科医院でのフッ化物歯面塗布





フッ化物利用法の
アップデート

4 学会合同のフッ化物配合歯磨剤の 推奨される利用方法

2023年1月1日

一般社団法人 日本口腔衛生学会
公益社団法人 日本小児歯科学会
特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
一般社団法人 日本老年歯科医学会

4 学会合同のフッ化物配合歯磨剤の推奨される利用方法（2023 年 1 月）
 （日本口腔衛生学会・日本小児歯科学会・日本歯科保存学会・日本老年歯科医学会）

年齢	使用量 (写真は約 2 cm の歯ブラシ ²⁾)	フッ化物濃度	使用方法
歯が生えてから 2 歳	米粒程度 (1~2mm 程度) 	1000 ppmF (日本の製品を踏まえ 900~ 1000 ppmF)	<ul style="list-style-type: none"> ・就寝前を含めて 1 日 2 回の歯みがきを行う。 ・1000 ppmF の歯磨剤をごく少量使用する。歯みがきの後にティッシュなどで歯磨剤を軽く拭き取ってもよい。 ・歯磨剤は子どもの手が届かない所に保管する。 ・歯みがきについて専門家のアドバイスを受ける。
3~5 歳	グリーンピース程度 (5 mm 程度) 	1000 ppmF (日本の製品を踏まえ 900~ 1000 ppmF)	<ul style="list-style-type: none"> ・就寝前を含めて 1 日 2 回の歯みがきを行う。 ・歯みがきの後は、歯磨剤を軽くはき出す。うがいをする場合は少量の水で 1 回のみとする。 ・子どもが歯ブラシに適切な量をつけられない場合は保護者が歯磨剤を出す。
6 歳~ 成人・高齢者	歯ブラシ全体 (1.5cm~ 2 cm 程度) 	1500 ppmF (日本の製品を踏まえ 1400~ 1500 ppmF)	<ul style="list-style-type: none"> ・就寝前を含めて 1 日 2 回の歯みがきを行う。 ・歯みがきの後は、歯磨剤を軽くはき出す。うがいをする場合は少量の水で 1 回のみとする。 ・チタン製歯科材料が使用されていても、歯がある場合はフッ化物配合歯磨剤を使用する。

小学生～高校生どのくらいの濃度のフッ化物入り歯磨剤を勧めればいい？

幼若永久歯へのフッ化物濃度別う蝕抑制効果

非含有 < 1000～1250 ppm < 1450～1500 ppm
1700～2200 ppm
2400～2800 ppm

ブラッシングの
技術指導
だけではダメ！

小学生～高校生には1450～1500ppmのフッ化物含有歯磨剤を使う様に指導しよう！



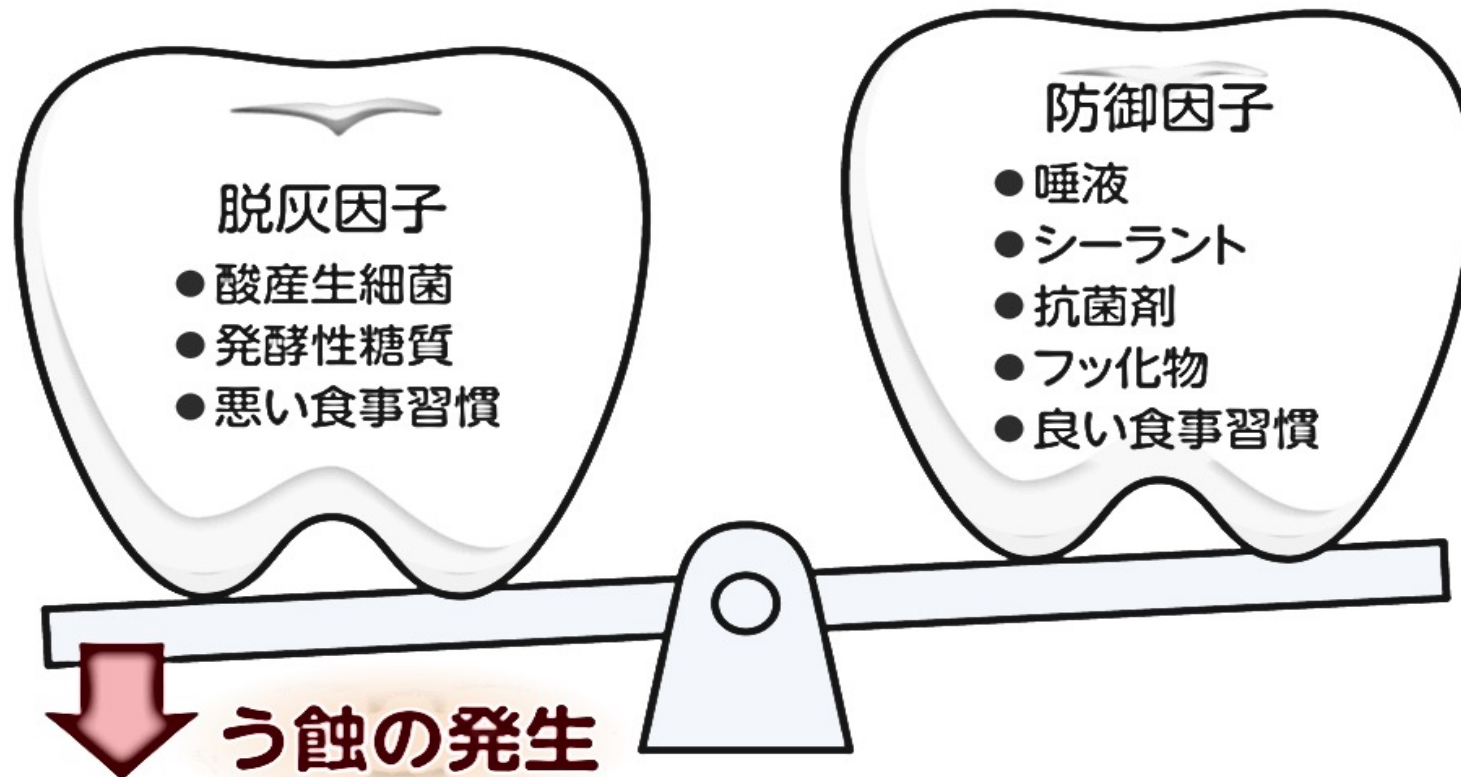
むし歯と関連する因子

社会経済的要因

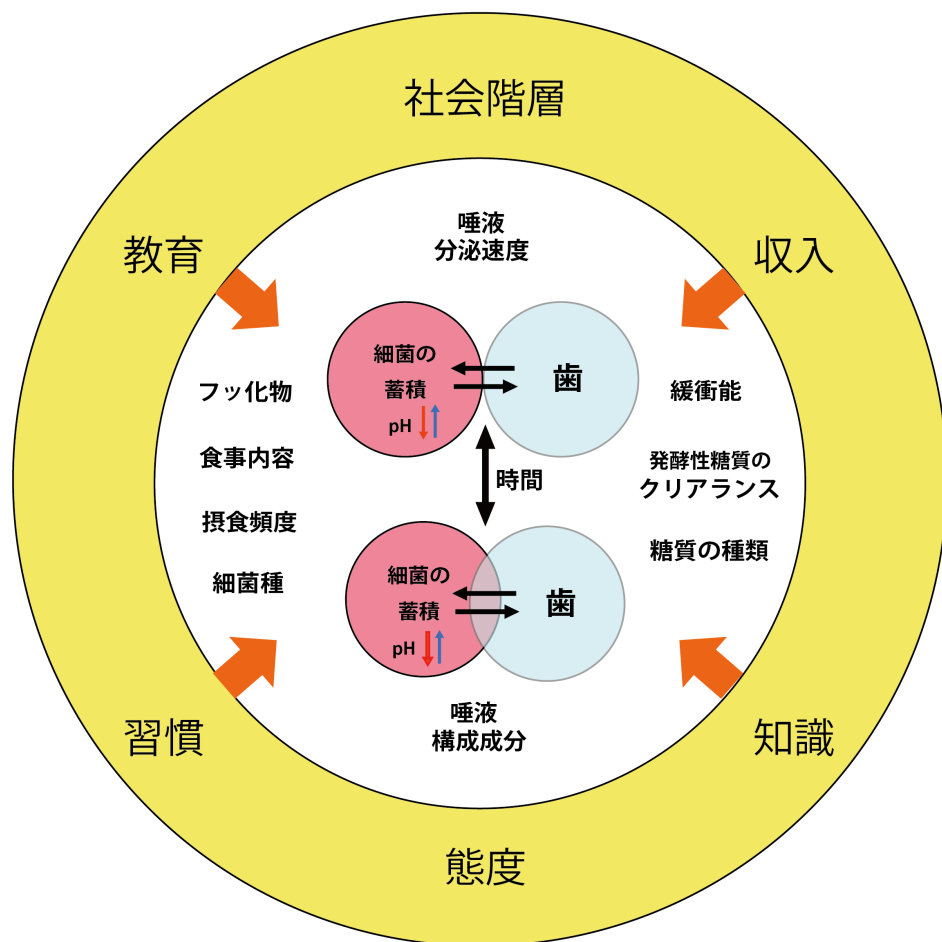
教育、収入、習慣
知識、態度、環境、etc

被災後の避難所などでは
十分なお口のお手入れが
困難

むし歯を引き起こす バランスの崩壊



フェジエルスコフの輪



+ α 根っこのむし歯のリスク因子

- ①加齢
- ②歯肉退縮 (多数の露出根面)
- ③口腔乾燥
- ④喫煙
- ⑤既に存在するむし歯
- ⑥親しい友人がいない
(ソーシャルキャピタルの欠如)

セルフケア指導戦略

①健康的な食生活を指導する
(主としてKeyesの輪の「食餌」「環境」要因に対応)

歯面に長時間発酵性糖質が滞留するような食品(飴、チョコレートなど)の摂取制限により、悪玉菌が酸を産生するための材料を手に入れにくくする。それにより、プラークの酸性度が臨界pHを下回る時間帯を短縮する。

セルフケア指導戦略

②フッ化物含有歯磨剤／洗口液を使用する
(主としてKeyesの輪の「宿主」要因に対応)

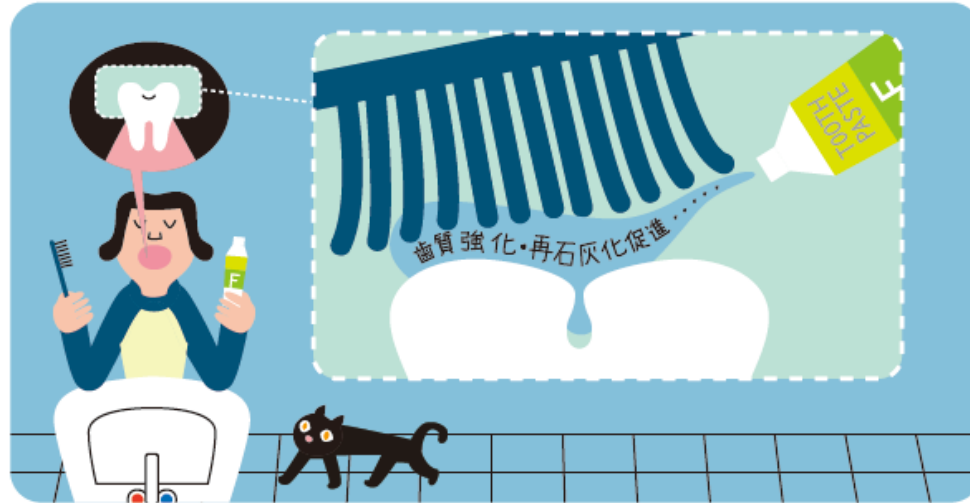
歯質の耐酸性を強化する。再石灰化を促進する。悪玉菌が解糖系(発酵性糖質から酸を作り出す経路)で使う酵素の活性を阻害する

1450 ppmF 配合歯磨剤



* 根面う蝕の予防が必要な成人、高齢者には
1450ppmF のフッ素含有歯磨剤が
根面に長時間滞留するタイプの歯磨剤を
えらんでいただく。



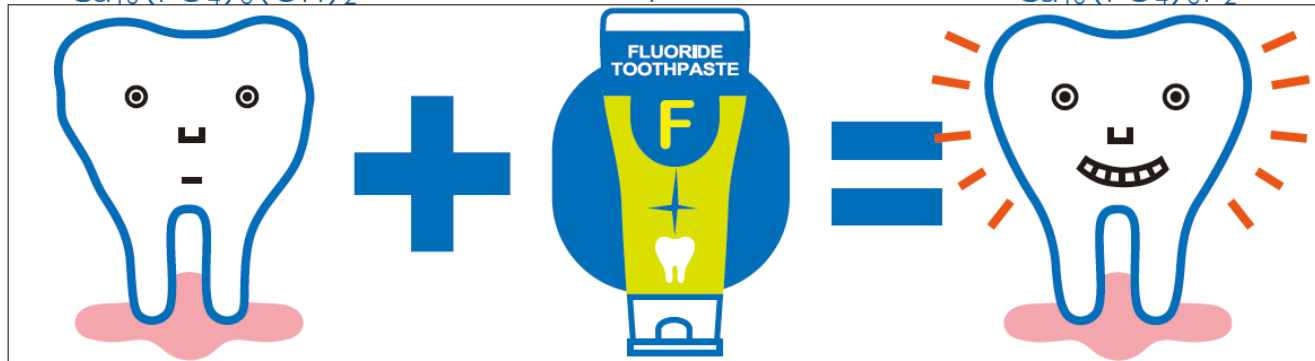


フッ化物によって酸に溶けにくい歯質となる

ハイドロキシアパタイト
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

フッ化物イオン
 F^-

フルオロアパタイト
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$



* 歯磨剤に加え、フッ素入りの洗口液でのうがいや
歯科医院での高濃度フッ素の塗布をくみ合わせる。

セルフケア指導戦略

③頻繁なブラッシングを実施する
(主としてKeyesの輪の「細菌」要因に対応)

プラーク細菌数を減少させる、食餌由来の発酵性糖質を除去する、悪玉菌が増えかけたプラークを善玉菌主体の状態に戻す

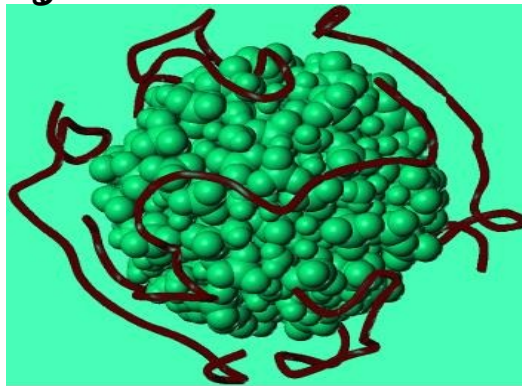
セルフケア指導戦略

④フッ化物+ α で再石灰化をさらに促進する

フッ化物に加えて、フルオロアパタイト形成の材料となるカルシウムイオン、リン酸イオンを歯面に供給する

CPP-ACP複合体と応用方法

CPP-ACPは失われたミネラルを補充し、エナメル質の回復を助ける



CPP-ACPは、カゼインホスホペプチド（ CPP: 図中の赤色のリボン）が非晶質のリン酸カルシウム（ ACP: 図中の緑色の球）の周りを取り囲む構造をした複合体である。CPPは、歯の表面に結合し、且つACPを安定化させる。

fTCP



※2. fTCP はフッ素の有効性を阻害しない有機物を配合したβ-TCPです。TCP(tricalcium phosphate)とは、リン酸三カルシウムの略称です。

セルフケア指導戦略

⑤口腔内のpHをコントロールし脱灰を予防する

唾液分泌障害によって口腔内のpH緩衝能を失ったケースでは、食後長時間、脱灰を起こす酸性に傾いたままになってしまう。そのため、プラークのpHを素早く中性に戻す洗口剤を利用する

唾液の緩衝作用（酸中和作用）をおぎなう

唾液分泌障害の方は、食後すぐに
酸中和効果のあるうがい薬で一度うがいしておく



セルフケア指導戦略

⑥咀嚼刺激によって唾液分泌を促進する

無糖ガム(特定保健用食品)の咀嚼によって、唾液分泌を促進し、
自浄作用を亢進する

咀嚼刺激によって唾液分泌を促進する

う蝕予防に言及した表示内容が認められている特保ガム

製品名	申請者	関与する成分	1日摂取目安量
ポスカ 〈クリアミント〉	江崎グリコ株式会社	リン酸化オリゴ糖カルシウム (POs-Ca)	1回に2粒を20分噛み、1日3回を目安にお召し上がりください。
キシリトールガム 〈ライムミント〉	株式会社ロッテ	<ul style="list-style-type: none">●キシリトール●マルチトール●リン酸-水素カルシウム●フクロノリ油出物 (フノラン)	1回に2粒を5分噛み、1日7回を目安にお召し上がりください。
リカルデント さわやかミントプラス	日本クラフトフーズ株式会社	CPP-ACP (乳たんぱく分解物)	2粒を同時に、1日4回、1回あたり20分間を目安にお召し上がりください。
お茶から生まれた フツガム 〈グレープ〉	株式会社明治	緑茶フツ素	1回に2粒を20分噛み、1日2回を目安にお召し上がりください。

POs-Caの形をとると、エナメル質の深層までカルシウムイオン、フッ化物イオンが浸透する



Archives of Oral Biology

Volume 101, May 2019, Pages 135-141

Phosphoryl oligosaccharides of calcium enhance mineral availability and fluorapatite formation

Tomoko Tanaka ^{a, b}  , Takatsugu Kobayashi ^a, Yusuke Tamenori ^c, Akito Sakanaka ^a, Takashi Kuriki ^b, Atsuo Amano ^a  

Abstract

Objectives

Phosphoryl oligosaccharides of calcium (POs-Ca) are a highly soluble calcium source and can keep the solubility of calcium and fluoride ions. The aim of this study was to investigate the effect of calcium (from POs-Ca) and fluoride ions penetrate into subsurface enamel lesions *in vitro*.

セルフケア指導戦略

⑦象牙細管を封鎖し根面う蝕を予防する

開口状態の象牙細管に蓋をするタイプの知覚過敏用歯磨剤を用い、象牙細管内への酸産生菌の侵入を阻止する

いろいろあるブラッシングの目的

- むし菌悪玉菌の比率が高まった歯垢の破壊と初期化
 - 口の中に残っている糖質（砂糖、ブドウ糖、果糖）の濃度を下げる
 - フッ化物配合歯磨剤による歯の質の強化
 - フッ化物配合歯磨剤によってとけた歯を元にもどす反応を促進
- 注：穴が開いてしまったら元には戻りません
- フッ化物配合歯磨剤による菌のエネルギー産生阻害 + 酸産生阻害

Thank you for your kind attention

