

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K17068

研究課題名(和文)高機能・接着ポリマーの合成とその応用による革新的根面う蝕治療用材料の開発

研究課題名(英文)Development of innovative highly performance dental cement for root caries

研究代表者

吉原 久美子 (Yoshihara, Kumiko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任研究員

研究者番号：90631581

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：グラスアイオノマーセメントはフッ素徐放性などの利点がある一方、機械的強度、歯質接着性は大きくなくまだ改善の余地がある。本研究では、新規高機能ポリマーの合成として、ポリビニルアルコールなどのポリマーにリン酸基、ホスホン酸基、カルボン酸基の置換量を変化させ付与したポリマーを合成し、そのポリマーの化学的・機械的性質を解析した。さらに、合成した新規ポリマーをグラスアイオノマーセメントに添加し、機械的性質、歯質接着性の向上させた新規根面う蝕材料の開発・実用化を検討した。新規ポリマーの添加により、歯質接着性、機械的性質を向上させることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

根面う蝕を持つ高齢者が増加している。コンポジットレジンでの修復が難しい場合にはグラスアイオノマーセメントが用いられるが、強度などが十分でなく新たな根面う蝕用材料が望まれている。新規ポリマーの添加により、歯質接着性、機械的性質を向上させることができた。本研究により、グラスアイオノマーセメントのポリマー成分の改良によって、機械的特性、接着性を向上させることができることが示唆された。根面う蝕用の治療材料として実用化できる可能性を持っている。

研究成果の概要(英文)：Recently, many elders has root caries, root caries lesions often are close to the gingival margin. It is often difficult for root caries to treat using general adhesive and composite resin treatment because of difficulty of moisture control. In this case, glass ionomer cements (GIC) are often used, however the mechanical property and adhesiveness on tooth of GIC are not sufficient. In this research, as a synthesis of a new high-performance polymer, we synthesized novel high-performance polymers such as polyvinyl alcohol with several functional groups. Then we applied these polymers for conventional GIC in order to improve mechanical properties and dentin adhesion. Some syntheses polymer could improve mechanical property and bond strength on dentin. This data revealed incorporating novel polymer into GIC liquid may useful.

研究分野：歯科材料学

キーワード：根面う蝕 グラスアイオノマーセメント 修復材料

1. 研究開始当初の背景

近年の活発な口腔保健啓発活動とフッ化物の応用および歯周治療の進展により、すべての年代の成人で残存歯数が増加している。一方で、加齢や歯周病によって歯肉が退縮し、露出した根面にできる根面う蝕が増加し、新たな問題となっている。根面う蝕は、う窩の広がりが大きくなりやすいこと、歯肉の出血や歯周ポケットからの滲出液や唾液に対して防湿が困難なことも多く、従来の接着材料での修復が難しいことがある。その場合には、フッ素徐放性と防湿困難な部位での接着も期待でき、光照射なしで硬化できるグラスアイオノマーセメントがしばしば使用されている。しかしながら、グラスアイオノマーセメントの機械的強度はあまり強くなく、歯質への接着強さも大きくないために、充填が脱落してしまうことが問題になっている。根面う蝕治療は在宅治療でも多く行うことからグラスアイオノマーのように光照射による硬化が不要な簡便で、十分な機械的強度、接着強さを持つ根面う蝕治療に適切な材料の開発が望まれている。

グラスアイオノマーセメントの改良は、粉成分を変えることにより再石灰化や抗菌性を持たせることは研究されているが、接着強さや機械的強度を向上させることはほとんど行われていない。一方で、コンポジットレジン修復用のボンディング材は機能性モノマーの種類やモノマーの配合を変えることで、機械的結合のみならず化学結合により接着性を向上させてきた。その方法をグラスアイオノマーセメントに応用し、グラスアイオノマーセメントの液成分を変えることで接着性、機械的強度の向上させる根面う蝕に適切な材料の開発ができないのかと考えた。

研究者はこれまで歯科接着材料に含まれる機能性モノマーと歯質との化学反応からの接着界面もしくは耐久性のメカニズムを、化学分析とナノレベルの界面観察を用い、原子レベルでの解明を進めてきた。そのなかで、反応基や、モノマー分子の長さによって、アパタイトとの反応性が異なることがわかった。さらに、モノマーが歯質アパタイトと反応してできるモノマーカルシウム塩の安定性が、接着界面への耐久性に影響を与えることもわかった。一方、さまざまなポリマー材料の歯科への応用を検討しているうちに、ある種のポリマーは、それ自体は難溶性だが、リン酸化、ホスホン化などを行うことにより水溶性に変化し、それがカルシウムと結合することにより、水に対して難溶化することがわかった。このことから、ポリマーの構造を最適化することでより機能の向上する歯科材料の開発につながると考えた。

2. 研究の目的

本研究課題では、革新的高機能ポリマーの合成により在宅治療でも使用可能な、簡便で、さらに十分な機械的強度、接着強さを具備した根面う蝕治療材料の開発、実用化を図ることを目的としている。具体的には、カルシウムや他の金属イオンと結合しやすいリン酸基、ホスホン酸基などを付与した新規のポリマーを合成する。開発材料がポリマーであること、重合基を付与させていないことから、本開発ポリマーをグラスアイオノマーセメントの液として使用することにした。その新規ポリマーを従来型のグラスアイオノマーセメントの液に添加することにより、機械的強度、歯質接着性を向上させたグラスアイオノマーセメントの開発、実用化を目指すことを目的とした。

3. 研究の方法

1) リン酸化、ホスホン酸化、カルボン酸化ポリマーの合成

ポリマー合成に関しては、種々のポリマーを用い、リン酸基などの置換基やその置換割合を変更させ合成した。合成したポリマーの基本性質は、核磁気共鳴 (NMR)、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR)、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法 (ICP-AES) などを用いて置換状態などの確認を行った。

2) 合成したポリマーの溶解性、カルシウムとの結合性の確認

グラスアイオノマーセメントの液に添加するには、ポリマーが水溶性であることが望ましく、かつカルシウムと架橋後には疎水性であるほうが耐久性に良いことから、ポリマーの溶解性、カルシウムとの結合性を測定した。ポリマーの分子量は GPC (ゲル浸透クロマトグラフィー) でまたカルシウムの架橋は ICP-AES, NMR などを用いて分析を行った。

3) グラスアイオノマーセメントへの添加

従来型グラスアイオノマーの液に添加し、歯質接着試験、曲げ試験を行う。添加するポリマーの種類、添加量を変え最適化を図った。また、耐久性の評価には 5 と 55 のサーマルサイクル負荷をかけて評価した。また、グラスアイオノマーセメントのアルミのシリケートガラスとの反応性も検討した。その検討には、固体 NMR もしくは FTIR での分析し、ガラスとポリマーの化学反応状態を検討する。この結果をポリマーの設計にフィードバックし、最適なポリマーの合成の検討を行った。

4) 歯質との接着界面の観察

新規ポリマー添加グラスアイオノマーの物性評価として、走査電子顕微鏡 (SEM)、透過電子顕

微鏡(TEM)での観察を行った。これにより、ガラスの反応相の状態、ガラスの分散状態などを確認した。また、歯質と新規ポリマー添加グラスアイオノマーセメントの接着界面の観察も同様にSEM, TEMを用いて行った。

4. 研究成果

1) リン酸化, ホスホン酸化, カルボン酸化ポリマーの合成

リン酸化ポリビニルアルコールの合成: ポリビニルアルコールをリン酸化し, リン酸化ポリビニルアルコールナトリウム(P-PVOH-Na)を得た。さらにナトリウムを除去することで, 酸性のリン酸化ポリビニルアルコール(P-PVOH)を得た。ポリビニルアルコールの分子量の違いや, リン酸化反応を制御することで, さまざまなリン酸化度のポリマーを得ることができた。

2) 合成したポリマーの溶解性, カルシウムとの結合性の確認

リン酸の結合状態を NMR で測定した。さらに ICP 発光分光分析装置 (Inductivity coupled plasma optical emission spectrometer ; ICP-OES) でリン酸の濃度を測定し, リン酸価率を計算した。合成条件を変えることでリン酸化率の異なるポリマーを合成したことを確認した。また, カルシウム水溶液と混和したものを FTIR で分析することでポリマーのリン酸基とカルシウムが結合していることを確認した。

3) グラスアイオノマーセメントへの添加

従来型グラスアイオノマーとして, フジ IXGP Extra(ジーシー社)を用いた。このフジ IX GP Extra の液に合成したポリマーを添加し, フジ IXGP Extra の粉と練和し, 歯質接着試験, 曲げ試験を行った。合成したポリマーは, それぞれ分子構造などの違いがあり, それぞれ添加する最適量が異なった。最適したもので再度評価したところリン酸化ポリビニルアルコール添加品はコントロールのフジ IX GP Extra よりも接着強さが優位に高い値が得られることが分かった。さらに, 機械的強度も, リン酸化ポリビニルアルコール添加品は, コントロールのフジ IX GP Extra よりも優位に高かった。さらに, 合成したポリマーの種類によっては練和後のセメントの硬化速度が速くなっているものもあり, これは, 合成したポリマーとアルミのシリケートガラスが反応していることを示唆している 1)。

4) 歯質との接着界面の観察

走査電子顕微鏡での象牙質/グラスアイオノマーセメント界面観察では, 合成したポリマーを添加したグラスアイオノマーセメントはいずれも界面で接着していることが観察された。

【考察および結論】

リン酸化ポリビニルアルコールを従来型グラスアイオノマーセメントの液部に添加することで, グラスアイオノマーセメントの機械的強度と歯質接着性を向上させることができた。リン酸基はアパタイトやジルコニアと結合することがわかっており, ポリマーを従来のグラスアイオノマーセメントで用いられているようにカルボン酸ではなくリン酸にすることで, 歯質接着性を向上させることができたと考えている²⁻⁴⁾。さらに, ポリビニルアルコールのリン酸基は, アルミノシリケートガラスとの反応による強い架橋構造を構築し, 強度の向上に寄与していることがわかった。

一方, ポリマーの添加量を増加させるとある量を超えては, 機械的強度が低下したり, セメントの硬化が速くなったりすることが分かった。このことから, 実用化の検討に当たってはポリマーの構造のみならず添加量の最適化が重要である。

<引用文献>

1. Ellis J, Anstice M, Wilson AD. The glass polyphosphonate cement: a novel glass-ionomer cement based on poly(vinyl phosphonic acid). Clin Mater. 1991;7(4):341-6.
2. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. J Dent Res. 2004 Jun;83(6):454-8.
3. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N, Fukegawa D, Hayakawa S, Mine A, Nakamura M, Minagi S, Osaka A, Suzuki K, Van Meerbeek B. Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction. Acta Biomater. 2010 Sep;6(9):3573-82.
4. Yoshihara K, Nagaoka N, Yoshida Y, Van Meerbeek B, Hayakawa S. Atomic level observation and structural analysis of phosphoric-acid ester interaction at dentin. Acta Biomater. 2019 Oct 1;97:544-556.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Pedano MS, Li X, Li S, Sun Z, Cokic SM, Putzeys E, Yoshihara K, Yoshida Y, Chen Z, Van Landuyt K, Van Meerbeek B.	4. 巻 34
2. 論文標題 Freshly-mixed and setting calcium-silicate cements stimulate human dental pulp cells.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 797-808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.dental.2018.02.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yoshihara K, Hayakawa S, Nagaoka N, Okihara T, Yoshida Y, Van Meerbeek B.	4. 巻 97
2. 論文標題 Etching Efficacy of Self-Etching Functional Monomers.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Dental Research	6. 最初と最後の頁 1010-1016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1177/0022034518763606.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Okihara T, Yoshida Y, Van Meerbeek B.	4. 巻 34
2. 論文標題 Chemical interaction of glycerol-phosphate dimethacrylate (GPDM) with hydroxyapatite and dentin.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 1072-1081
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.dental.2018.04.003.	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nagaoka N, Yoshihara K, Tamada Y, Yoshida Y, Van Meerbeek B.	4. 巻 38
2. 論文標題 Ultrastructure and bonding properties of tribochemical silica-coated zirconia.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 107-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.4012/dmj.2017-397.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Ahmed MH, De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Yoshihara K, Van Meerbeek B.	4. 巻 21
2. 論文標題 Do Universal Adhesives Benefit from an Extra Bonding Layer?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Adhesive Dentistry	6. 最初と最後の頁 117-132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.3290/j.jad.a42304.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Pedano Mariano Simon, Li Xin, Camargo Bernardo, Hauben Esther, De Vleeschauer St?phanie, Yoshihara Kumiko, Van Landuyt Kirsten, Yoshida Yasuhiro, Van Meerbeek Bart	4. 巻 36
2. 論文標題 Injectable phosphopullulan-functionalized calcium-silicate cement for pulp-tissue engineering: An in-vivo and ex-vivo study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 512-526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.dental.2020.01.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Nakamura Akiko, Hara Toru, Hayakawa Satoshi, Yoshida Yasuhito, Van Meerbeek Bart	4. 巻 10
2. 論文標題 Three-dimensional Observation and Analysis of Remineralization in Dentinal Caries Lesions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/s41598-020-61111-1.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M	4. 巻 22
2. 論文標題 From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Adhesive Dentistry	6. 最初と最後の頁 7-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.3290/j.jad.a43994	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ahmed MH, Yoshihara K, Mercelis B, Van Landuyt K, Peumans M, Van Meerbeek B	4. 巻 -
2. 論文標題 Quick bonding using a universal adhesive	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Clinical Oral Investigation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1007/s00784-019-03149-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuo Kenya, Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Makita Yoji, Obika Hideki, Okihara Takumi, Matsukawa Akihiro, Yoshida Yasuhiro, Van Meerbeek Bart	4. 巻 100
2. 論文標題 Rechargeable anti-microbial adhesive formulation containing cetylpyridinium chloride montmorillonite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Biomaterialia	6. 最初と最後の頁 388-397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1016/j.actbio.2019.09.045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Yoshida Yasuhiro, Van Meerbeek Bart, Hayakawa Satoshi.	4. 巻 97
2. 論文標題 Atomic Level Observation and Structural Analysis of Phosphoric-Acid Ester Interaction at Dentin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Biomaterialia	6. 最初と最後の頁 544-556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.actbio.2019.08.029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yao Chenmin, Ahmed Mohammed H., Yoshihara Kumiko, Mercelis Ben, Parise Gre Cristina, Van Landuyt Kirsten L., Huang Cui, Van Meerbeek Bart	4. 巻 35
2. 論文標題 Bonding to enamel using alternative Enamel Conditioner/etchants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 1415-1529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1016/j.dental.2019.07.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Pedano Mariano S., Li Xin, Jeanneau Charlotte, Ghosh Manosij, Yoshihara Kumiko, Van Landuyt Kirsten, About Imad, Van Meerbeek Bart	4. 巻 86
2. 論文標題 Survival of human dental pulp cells after 4-week culture in human tooth model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Dentistry	6. 最初と最後の頁 33-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1016/j.jdent.2019.05.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 プライマー接触硬化型レジンセメント重合のリアルタイム測定
3. 学会等名 第71回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 YOSHIHARA K, Hayakawa S, Nagaoka N, Yoshida Y, Van Meerbeek B.
2. 発表標題 Chemical interaction of a novel functional monomer with zirconia Bond durability of a novel fluoro-carbon functional monomer with zirconia.
3. 学会等名 IADR/PER General Session. London, UK. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 YOSHIHARA K, Hayakawa S, Nagaoka N, Yoshida Y, Van Meerbeek B.
2. 発表標題 Atomic level structural analysis of 10-MDP-Ca salts in adhesive-dentin interface.
3. 学会等名 IADR/PER General Session. London, UK. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 YOSHIHARA K, Nagaoka N, Hara T, Nakamura A, Yoshida Y, Van Meerbeek B.
2. 発表標題 Three-dimensional Observation And Mechanical Property Analysis Of Self-assembled Nano-layering.
3. 学会等名 IADR/PER General Session. London, UK. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木一臣、長岡紀幸、吉原久美子、松本卓也、吉田靖弘
2. 発表標題 ワンステップ接着システムにおける歯質界面の生成物と物性の関係
3. 学会等名 第72回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 化学重合型マルチプライマーの歯質接着界面の解析
3. 学会等名 第72回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、榎田洋二、山本裕也、吉田靖弘
2. 発表標題 新規抗菌材添加セメントのバイオフィルム形成抑制特性
3. 学会等名 平成30年度秋季大会日本歯科保存学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 モノマーカルシウム塩の層状構造の三次元観察と接着界面の弾性率評価
3. 学会等名 第37回日本接着歯学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 リン酸化ポリビニルアルコールのグラスアイオノマーセメントへの応用
3. 学会等名 第151回日本歯科保存学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 液体アクリルアミド系モノマー含有接着材の検討
3. 学会等名 第73回歯科理工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihara K, Nagaoka N, Ogawa T, Yoshida Y, Van Meerbeek B.
2. 発表標題 Effect of alkalic hydraulic calcium-silicate cement on the covering material
3. 学会等名 The 2019 IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihara K, Nagaoka N, Yoshida Y, Van Meerbeek B.
2. 発表標題 The silane-coupling effect of a silane-containing self-adhesive composite cement,
3. 学会等名 International Congress on Adhesive Dentistry ((国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 ユニバーサルボンディング材の 綴窩洞における象牙質接着強さ
3. 学会等名 第128回保存歯科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 新規シランカップリング剤添加型レジンセメントのシランカップリング
3. 学会等名 歯科補綴学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉原久美子、長岡紀幸、吉田靖弘
2. 発表標題 化学重合型マルチプライマーの歯質接着界面の解析
3. 学会等名 歯科理工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihara K, Nagaoka N, Maruo Y, Yoshida Y, Van Meerbeek B
2. 発表標題 Development of self-adhesive pulp-capping agents containing functional monomer
3. 学会等名 The 2020 IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshihara K
2. 発表標題 Bacterial related to Root Caries; What is the cause?
3. 学会等名 The 2020 IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考