

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年9月16日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2010/104034 A1

- (51) 国際特許分類:
C07C 67/08 (2006.01) C07F 7/18 (2006.01)
C07C 69/24 (2006.01) C07B 53/00 (2006.01)
C07C 69/612 (2006.01) C07B 57/00 (2006.01)
C07C 69/76 (2006.01) C07B 61/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053789
- (22) 国際出願日: 2010年3月8日(08.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-059850 2009年3月12日(12.03.2009) JP
特願 2009-244060 2009年10月23日(23.10.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 学校法人東京理科大学(TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE EDUCATIONAL FOUNDATION ADMINISTRATIVE ORGANIZATION) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 椎名 勇 (SHIINA, Isamu) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP). 中田 健也 (NAKATA, Kenya) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之 (SHOBAYASHI, Masayuki); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1丁目25番8号 タカセビル本館 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING OPTICALLY ACTIVE 2-HYDROXY ESTER AND NOVEL INTERMEDIATE COMPOUND

(54) 発明の名称: 光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法及び新規中間体化合物

(57) Abstract: Disclosed is a method for producing an optically active 2-hydroxy ester, comprising selectively esterifying one enantiomer of a racemic 2-hydroxy ester in a solvent containing a catalyst such as tetramisole or benzotetramisole, and a carboxylic acid anhydride, or a carboxylic acid anhydride and a carboxylic acid. In particular, in the case where the solvent contains a carboxylic acid anhydride, but does not contain a carboxylic acid, as the carboxylic acid anhydride, a carboxylic acid anhydride containing a tertiary or quaternary carbon atom in the α -position is used. On the other hand, in the case where the solvent contains a carboxylic acid anhydride and a carboxylic acid, as the carboxylic acid, a carboxylic acid containing a tertiary or quaternary carbon atom in the α -position is used.

(57) 要約: 本発明に係る光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法では、テトラミソール、ベンゾテトラミソール等の触媒と、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸を含む溶媒中で、ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する。特に、上記溶媒中にカルボン酸無水物が含まれカルボン酸が含まれない場合、カルボン酸無水物としては α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であるカルボン酸の無水物を用いる。一方、上記溶媒中にカルボン酸無水物及びカルボン酸が含まれる場合、カルボン酸としては α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であるものを用いる。

WO 2010/104034 A1

明 細 書

発明の名称：

光学活性 2-ヒドロキシエステルの製造方法及び新規中間体化合物

技術分野

[0001] 本発明は、光学活性 2-ヒドロキシエステルの製造方法及び新規中間体化合物に関し、より詳細には、ラセミの 2-ヒドロキシエステルを基質として速度論的光学分割を行うことにより光学活性 2-ヒドロキシエステルを製造する方法、及びそのような方法によって製造し得る新規中間体化合物に関する。

背景技術

[0002] 光学活性 2-ヒドロキシエステルは、医薬品、農薬、香料、食品添加剤、化成品、光学材料等として幅広く利用し得る有用な有機分子の 1 つである。したがって、これらの化合物を迅速かつ簡便に供給する不斉合成法の開発は、非常に重要な研究課題である。

[0003] これまでのところ、光学活性 2-ヒドロキシエステルを簡便に製造する方法は殆ど報告されていない。類似の技術としては、非特許文献 1 において、ラセミの 2-ヒドロキシエステルから光学活性 2-ヒドロキシカルボン酸を製造する方法が報告されている。この非特許文献 1 では、ラセミの 2-ヒドロキシ-2-フェニル酢酸メチルエステルのエステル部分を酵素で加水分解することにより光学活性 2-ヒドロキシ-2-フェニル酢酸を製造する方法等が開示されている。

[0004] しかしながら、非特許文献 1 の製造方法における基質は 2 位にフェニル基が結合しているものに限定されており、基質一般性が低いという課題があった。また、この製造方法は光学活性 2-ヒドロキシエステルを直接に製造するものではなく、光学活性 2-ヒドロキシエステルの製造に利用するには簡便さに欠けるものであった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2008/140074号

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Adv. Synth. Catal., 2001, 343, p. 547-558

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、ラセミの2-ヒドロキシエステルを基質として速度論的光学分割を行うことにより光学活性2-ヒドロキシエステルを得ることができれば、非常に有用であると考えられる。唯一の先行例として、特許文献1の実施例10には、不斉触媒であるベンゾテトラミソールと、p-メトキシ安息香酸無水物と、3-フェニルプロピオン酸とを含む溶媒中で、ラセミのベンジル 2-ヒドロキシプロパノエートのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化することにより、光学活性ベンジル 2-ヒドロキシプロパノエートが得られることが示されている。

[0008] しかしながら、この特許文献1の製造方法は反応速度比sが1.2と低いものである。ラセミの2-ヒドロキシエステルを基質とした速度論的光学分割により、エナンチオ過剰率99%の光学活性2-ヒドロキシエステルを40%以上の収率で得ようとする場合、理論上、反応速度比sとしては2.5以上が必要とされる。このため、反応速度比sとして2.5を超える、高効率な製造方法が望まれていた。

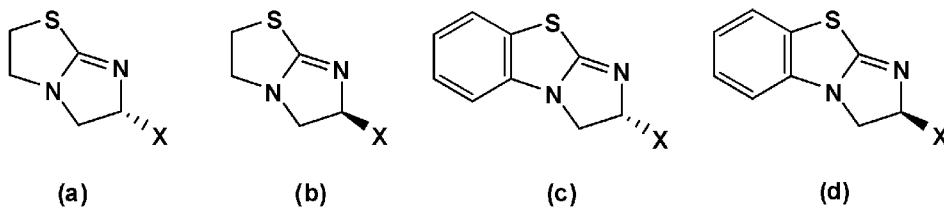
[0009] 本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたものであり、ラセミの2-ヒドロキシエステルを基質として速度論的光学分割を行うことにより、光学活性2-ヒドロキシエステルを高効率に製造する方法を提供することを目的とする。また、本発明は、そのような方法によって製造し得る新規中間体化合物を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。その結果、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸とを含む溶媒中で、ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する際に、特定のカルボン酸無水物又はカルボン酸を用いることで上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。より具体的には、本発明は以下のとおりである。

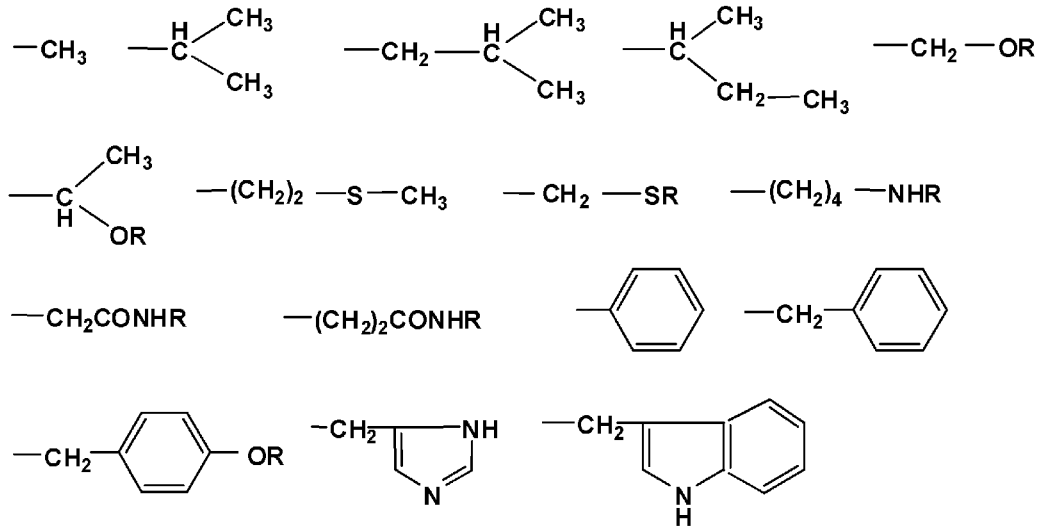
[0011] [1] 下記式(a)～(d)のいずれかで表される触媒と、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸とを含む溶媒中で、ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法であって、上記溶媒中にカルボン酸無水物が含まれカルボン酸が含まれない場合、該カルボン酸無水物は α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であるカルボン酸の無水物であり、上記溶媒中にカルボン酸無水物及びカルボン酸が含まれる場合、該カルボン酸は α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であることを特徴とする光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[化1]



(式(a)～(d)中、Xは下記の置換基

[化2]



のいずれかを示し、Rは保護基を示す。)

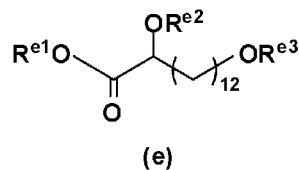
[0012] [2] 上記カルボン酸無水物としてジフェニル酢酸無水物を含む溶媒中で、上記ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する上記[1]記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[0013] [3] 上記カルボン酸無水物としてピバル酸無水物を含み、上記カルボン酸としてジフェニル酢酸を含む溶媒中で、上記ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する上記[1]記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[0014] [4] 上記溶媒が鎖状エーテル系溶媒である上記[1]から[3]のいずれか1項記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[0015] [5] 下記式(e)で表される中間体化合物。

[化3]



(式(e)中、 R^{e1} は一価の有機基を示し、 R^{e2} は水素原子又はヒドロキシ基の保護基を示し、 R^{e3} は保護基を示す。)

発明の効果

[0016] 本発明によれば、ラセミの2-ヒドロキシエステルを基質として速度論的
光学分割を行うことにより、光学活性2-ヒドロキシエステルを高効率に製
造することができる。また、そのような方法によって製造し得る新規中間体
化合物を提供することができる。

発明を実施するための形態

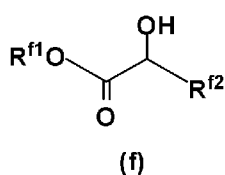
[0017] <<光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法>>

本発明に係る光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法は、特定の触媒
と、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸とを含む溶媒
中で、ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択
的にエステル化するものである。このようにして一方のエナンチオマーを選
択的にエステル化することにより、エステル化されなかった他方のエナンチ
オマーとして、光学活性2-ヒドロキシエステルを得ることができる。

[0018] [ラセミの2-ヒドロキシエステル]

本発明の製造方法で用いられるラセミの2-ヒドロキシエステルは、下記
式 (f) で表される。

[0019] [化4]



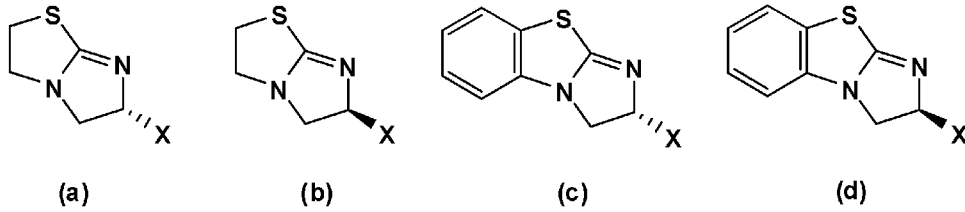
[0020] 上記式 (f) 中、R^{f1}、R^{f2}はそれぞれ独立に一価の有機基を示す。一価
の有機基としては、特に限定されず、任意のものを用いることができる。具
体的には、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、シクロアルケニ
ル基、アルキニル基、アリール基、ヘテロアリール基、アリールアルキル基
等が挙げられる。

[0021] [触媒]

本発明の製造方法で用いられる触媒は、下記式 (a) ~ (d) のいずれか

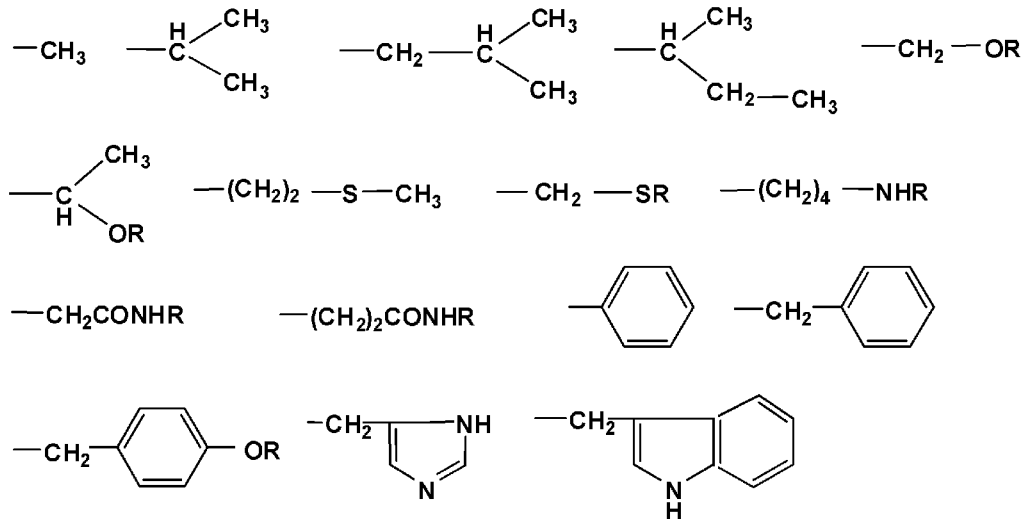
で表される。

[0022] [化5]



[0023] 上記式 (a) ~ (d) 中、Xは下記の置換基のいずれかを示す。Rはアルキル基、アシル基、シリル基等の保護基である。

[0024] [化6]



[0025] 上記式 (a) ~ (d) で表される触媒のうち、上記式 (a)、(b) で表され、Xがフェニル基である触媒は、それぞれ (+) -テトラミソール、(-) -テトラミソールと称される。また、上記式 (c)、(d) で表され、Xがフェニル基である触媒は、それぞれ (+) -ベンゾテトラミソール、(-) -ベンゾテトラミソールと称される。これらの触媒は、市販品として入手することもでき、Xで示される置換基を側鎖として有するアミノ酸を用いて合成することもできる。

[0026] [カルボン酸無水物]

後述するカルボン酸を併用しない場合、本発明の製造方法で用いられるカルボン酸無水物はアシル化剤として作用する。この場合のカルボン酸無水物

としては、 α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であるカルボン酸の無水物が用いられる。具体的には、イソ酪酸、ピバル酸、シクロヘキサンカルボン酸、ジフェニル酢酸、ジナフチル酢酸等の無水物が挙げられる。

一方、後述するカルボン酸を併用する場合、本発明の製造方法で用いられるカルボン酸無水物は脱水縮合剤として作用する。この場合のカルボン酸無水物としては、特に限定されるものではないが、安息香酸、フェニル基にアルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アルコキシアルキル基等の電子供与性基が結合した安息香酸、又は α 位が3級炭素原子若しくは4級炭素原子である多置換カルボン酸から得られるものが好ましく、安息香酸、炭素数1~3のアルキル基又はアルコキシ基が結合した1~3置換の安息香酸、ジフェニル酢酸、ピバル酸、1-フェニル-1-シクロペンタンカルボン酸、2-メチル-2-フェニルプロピオン酸、又は2, 2-ジフェニルプロピオン酸から得られるものがより好ましい。

これらの中でも、後述するカルボン酸を併用しない場合にはジフェニル酢酸無水物が特に好ましく、カルボン酸を併用する場合にはピバル酸無水物が特に好ましい。これらのカルボン酸無水物を用いることにより、目的とする光学活性2-ヒドロキシエステルを高い収率かつ高い反応速度比 s で得ることができる。

[0027] [カルボン酸]

本発明の製造方法で用いられるカルボン酸は、 α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子である。このようなカルボン酸としては、イソ酪酸、ピバル酸、シクロヘキサンカルボン酸、ジフェニル酢酸、ジナフチル酢酸等が挙げられる。これらの中でも、高いエナンチオ過剰率 e 及び高い反応速度比 s を実現する観点から、ジフェニル酢酸が特に好ましい。

[0028] [溶媒]

本発明の製造方法で用いられる溶媒としては、ジクロロメタン、クロロホルム等のハロゲン化アルキル類；ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、*tert*-ブチルメチルエーテル、シクロペンチルメチルエーテル等の

鎖状エーテル類；テトラヒドロフラン等の環状エーテル類；トルエン、クロロベンゼン、トリフルオロメチルベンゼン（ベンゾトリフルオライド）、ベンゼン等の芳香族化合物類；N，N-ジメチルホルムアミド、N-メチルホルムアミド等のアミド類；等が挙げられる。これらの中でも、高い収率及び高い反応速度比 s を実現する観点から、鎖状エーテル系溶媒が特に好ましい。

[0029] [反応条件等]

光学活性2-ヒドロキシエステルの製造は、溶媒中に、ラセミの2-ヒドロキシエステルと、触媒と、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸とを添加することによって行われる。さらに、反応進行に伴って生成するカルボン酸無水物由来の酸を中和するため、反応系内に塩基を添加することが好ましい。この塩基としては、求核性を有さない有機塩基（トリメチルアミン、トリエチルアミン、ジイソプロピルエチルアミン）が好ましい。

溶媒中への添加順序は任意であるが、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸を含有する溶媒中に、塩基、触媒、ラセミの2-ヒドロキシエステルを順次加えることが好ましい。

[0030] それぞれの添加量は、特に限定されるものではないが、ラセミの2-ヒドロキシエステル1当量に対して、カルボン酸無水物0.5～1.2当量、カルボン酸0.5～0.75当量、塩基1.0～2.4当量、触媒1～10モル%が用いられる。

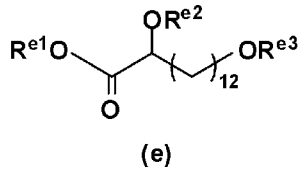
反応温度は-23～30℃が好ましく、反応時間は10分間～48時間が好ましい。

[0031] このようにして反応させた後は、一般的な単離精製法を用いて光学活性2-ヒドロキシエステルを単離すればよい。具体的には、ジクロロメタン、ジエチルエーテル等の有機溶媒で目的物を分液抽出し、有機層を濃縮した後にクロマトグラフィー等で精製することにより、光学活性2-ヒドロキシエステルとジエステルとをそれぞれ別個に単離することができる。

[0032] <<新規中間体化合物>>

本発明に係る中間体化合物は、下記式 (e) で表される。

[0033] [化7]



[0034] 上記式 (e) 中、R^{e1}は一価の有機基を示し、R^{e2}は水素原子又はヒドロキシ基の保護基を示し、R^{e3}はシリル基、ベンジル基、アシル基、アセタール基等の保護基を示す。R^{e1}における一価の有機基としては、特に限定されず、上記R^{e1}で例示したもの等を用いることができる。また、R^{e2}における保護基としては、アルキル基、アセチル基、シリル基等が挙げられる。また、R^{e3}におけるシリル基としては、トリメチルシリル (TMS) 基、トリエチルシリル (TES) 基、*t*-ブチルジメチルシリル (TBS) 基、トリイソプロピルシリル (TIPS) 基、*tert*-ブチルジフェニルシリル (TBDPS) 基等が挙げられる。

[0035] この中間体化合物は、例えば、昆虫忌避剤である2-ヒドロキシ-2,4-オキソオクタコサノリドを製造する際に有用である。2-ヒドロキシ-2,4-オキソオクタコサノリドの製造方法の一例については、試験例7で後述する。

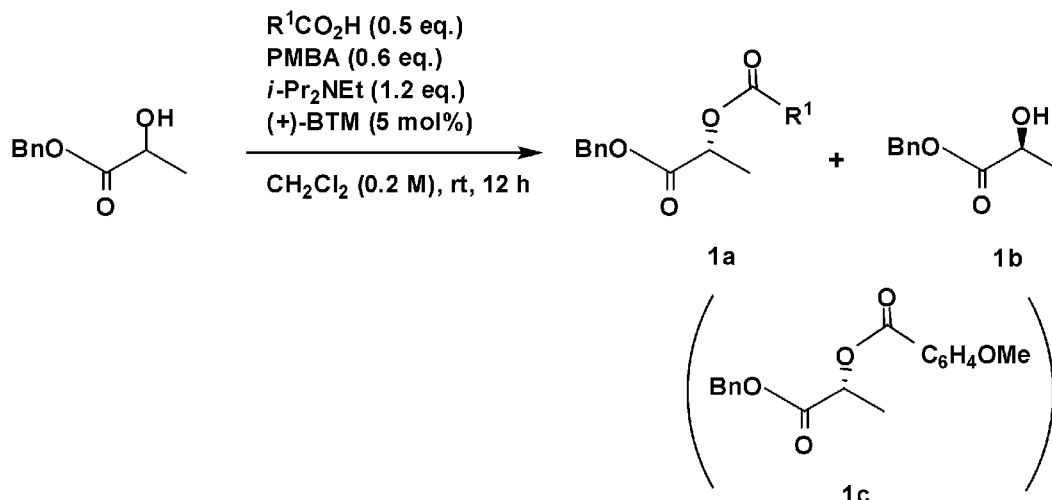
実施例

[0036] 以下、本発明の実施例を説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0037] [試験例1：各種カルボン酸を用いた光学活性2-ヒドロキシエステルの製造]

[0038]

[化8]



[0039] 上記反応式に示すように、0.6当量のp-メトキシ安息香酸無水物（PMBA）及び0.5当量のカルボン酸を含むジクロロメタン（0.2M）に対し、1.2当量のジイソプロピルエチルアミン、5モル%の（+）-ベンゾテトラミソール（BTM）、及び1当量のラセミのベンジルラクテートを含むジクロロメタン溶液を室温で順番に加え、反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで3～5回抽出した。なお、エントリー6, 7についてはジクロロメタンを用いて水層を抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝3／1）で分取することにより、対応するジエステル及び未反応の光学活性ベンジルラクテートを得た。結果を表1に示す。

[0040] なお、エナンチオ過剰率 ee はキラルカラムによるHPLC分析法により決定した。また、反応速度比 s は、Kaganらの方法（Top. Stereochem., 1988, 18, p. 249-330）に従い、 $s = [\ln(1-C)(1-\text{生成物の} ee)] / [\ln(1-C)(1+\text{生成物の} ee)]$ として算出した。

[0041]

[表1]

No.	R ¹	1aの収率[%] ^[a]	1a / 1c ^[b]	1bの収率[%] ^[a]	ee(1a ; 1b) [%]	s
1	Ph(CH ₂) ₂	33	86 / 14	54	80 ; 42	14
2	p-TolCH ₂	35	86 / 14	42	85 ; 46	20
3	i-Pr	50	95 / 5	47	85 ; 78	29
4	c-Hex	38	87 / 13	34	88 ; 56	27
5	Ph ₂ CH	35	80 / 20	48	95 ; 62	70
6	(α -Np) ₂ CH	8	84 / 16	86	94 ; 6	35
7	(β -Np) ₂ CH	31	89 / 11	52	95 ; 51	63

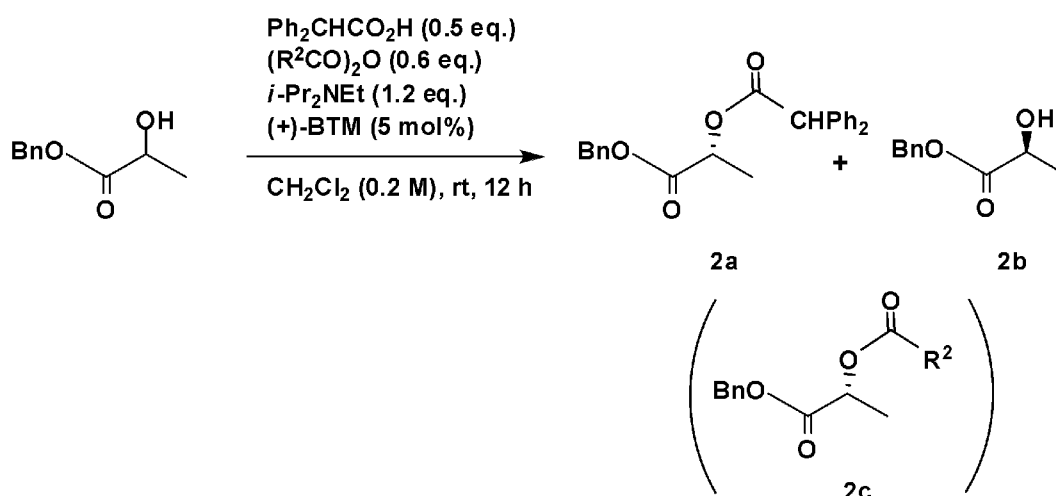
[a] 単離収率

[b] ¹H NMRによって決定

[0042] 表1から分かるように、R¹がPh(CH₂)₂又はp-TolCH₂であるカルボン酸のように、 α 位が2級炭素原子であるカルボン酸を用いた場合には、反応速度比sがいずれも20以下であり、満足できる値ではなかった（エントリー1, 2）。一方、 α 位を3級炭素原子として嵩高くしたカルボン酸を用いた場合には、反応速度比sが27以上と高く、高効率に光学活性ベンジルラクテートを得ることができた。（エントリー3~7）。特に、カルボン酸としてジフェニル酢酸を用いた場合には、収率、エナンチオ過剰率e、反応速度比sがいずれも非常に高いものであった（エントリー5）。

[0043] [試験例2：各種カルボン酸無水物を用いた光学活性2-ヒドロキシエステルの製造]

[0044] [化9]



[0045] 上記反応式に示すように、0.6当量のカルボン酸無水物及び0.5当量

のジフェニル酢酸を含むジクロロメタン（0.2 M）に対し、1.2当量のジイソプロピルエチルアミン、5モル%の（+）-ベンゾテトラミソール（BTM）、及び1当量のラセミのベンジルラクテートを含むジクロロメタン溶液を室温で順番に加え、反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで3～5回抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝3／1）で分取することにより、対応するジエステル及び未反応の光学活性ベンジルラクテートを得た。結果を表2に示す。

[0046] [表2]

No.	R ²	2aの収率[%] ^[a]	2a / 2c ^[b]	2bの収率[%] ^[a]	cc(2a ; 2b) [%]	s
8	Ph	46	87 / 13	43	92 ; 84	64
9	4-MeOC ₆ H ₄	35	80 / 20	48	95 ; 62	70
10	t-Bu	44	98 / 2	55	94 ; 68	62
11	PhMe ₂ C	27	98 / 2	43	95 ; 75	92
12	Ph ₂ MeC	37	>99 / <1	44	96 ; 62	87
13	Ph ₃ C	11	>99 / <1	75	97 ; 12	72
14 ^[c]	t-Bu	44	98 / 2	55	97 ; 82	146

[a] 単離収率

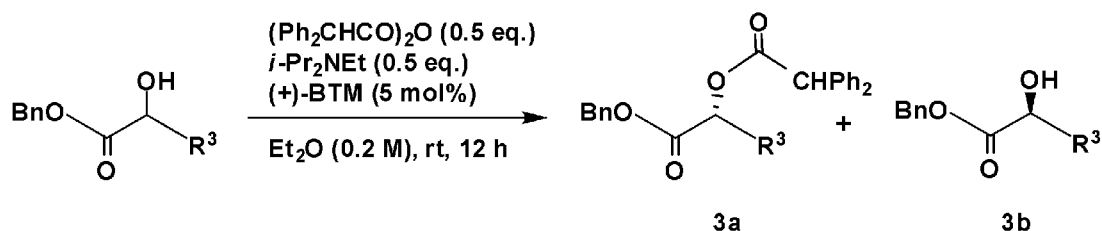
[b] ¹H NMRによって決定

[c] ジクロロメタンの代わりにジエチルエーテルを使用

[0047] 表2から分かるように、カルボン酸としてジフェニル酢酸を用いた試験例2では、いずれのカルボン酸無水物を用いた場合にも反応速度比sが62以上と非常に高いものであった（エントリー8～14）。また、ピバル酸無水物のような嵩高いカルボン酸無水物を用いた場合には副生成物（化合物2c）が少なく（エントリー10～14）、特にピバル酸無水物を用いた場合には収率も高かった（エントリー10, 14）。また、ジクロロメタンの代わりにジエチルエーテルを用いた場合には、反応速度比sが顕著に高いものであった（エントリー14）。

[0048] [試験例3：各種ラセミの2-ヒドロキシエステルを用いた光学活性2-ヒドロキシエステルの製造（1）]

[0049] [化10]



[0050] 上記反応式に示すように、0.5当量のジフェニル酢酸無水物を含むジエチルエーテル（0.2M）に対し、0.5当量のジイソプロピルエチルアミン、5モル%の（+）-ベンゾテトラミソール（BTM）、及び1当量のラセミの2-ヒドロキシエステルを含むジエチルエーテル溶液を室温で順番に加え、反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで3～5回抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝3／1）で分取することにより、対応するジエステル及び未反応の光学活性2-ヒドロキシエステルを得た。結果を表3に示す。

また、0.5当量のジフェニル酢酸無水物を含むジエチルエーテルの代わりに0.6当量のピバル酸無水物及び0.5当量のジフェニル酢酸を含むジエチルエーテルを用いた他は上記と同様にしてジエステル及び未反応の光学活性2-ヒドロキシエステルを得た。この場合の結果を表3中に括弧書きで示す。

[0051]

[表3]

No.	R ³	収率[%] ^[a] 3a ; 3b	ee[%] 3a ; 3b	s
15	Me	51 ; 49 (44 ; 55)	97 ; 74 (97 ; 82)	140 (146)
16	Et	48 ; 49 (46 ; 43)	96 ; 86 (95 ; 94)	152 (126)
17	n-Pr	45 ; 55 (50 ; 48)	97 ; 81 (95 ; 97)	149 (171)
18	i-Pr	40 ; 60 (46 ; 50)	92 ; 66 (92 ; 73)	46 (53)
19	n-Bu	45 ; 55 (47 ; 51)	96 ; 86 (96 ; 88)	125 (128)
20	i-Bu	46 ; 52 (45 ; 55)	97 ; 87 (94 ; 97)	167 (140)
21	c-Hex	38 ; 53 (43 ; 53)	91 ; 63 (91 ; 75)	42 (47)
22	(CH ₂) ₂ Ph	47 ; 53 (48 ; 47)	96 ; 86 (96 ; 95)	140 (202)
23	CH ₂ OTBS	46 ; 54 (47 ; 50)	94 ; 79 (93 ; 87)	77 (80)
24	(CH ₂) ₂ OTBS	51 ; 49 (45 ; 52)	93 ; 99 (96 ; 87)	167 (146)
25	(CH ₂) ₃ OTBS	50 ; 43 (45 ; 59)	95 ; 97 (97 ; 90)	177 (186)
26	(CH ₂) ₁₂ OTBS	49 ; 49 (48 ; 48)	95 ; 91 (96 ; 91)	119 (155)

[a] 単離収率

[0052] 表3から分かるように、いずれの2-ヒドロキシエステルを用いた場合にも、エナンチオ過剰率 ee 及び反応速度比 s が顕著に高いものであった（エントリー15～26）。また、R³の末端にシリル基が結合している場合にも、高いエナンチオ過剰率 ee 及び高い反応速度比 s を実現することができた（エントリー23～26）。

[0053] 以下、表3における光学活性ヒドロキシエステル及びジエステルの製造方法及び物性値を示す。

[0054] （エントリー17）

ジフェニル酢酸無水物（45.2 mg, 0.111 mmol）を含むジエチルエーテル（0.5 mL）に対し、ジイソプロピルエチルアミン（19.

4 μ L, 0.111 mmol), (+)-ベンゾテトラミソール (2.8 mg, 0.0111 mmol), 及びラセミのベンジル 2-ヒドロキシペンタノエート (46.3 mg, 0.221 mmol) を含むジエチルエーテル溶液 (0.6 mL) を室温で順番に加え、反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで5回抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル = 3/1) で分取することにより、対応するジエステル (40.3 mg, 45%, 97% ee) 及び未反応の光学活性ベンジル 2-ヒドロキシペンタノエート (25.4 mg, 55%, 84% ee) を無色油状の液体として得た ($s = 149$)。

[0055] <ベンジル (S)-2-ヒドロキシペンタノエート>

HPLC (CHIRALPAK AS-H, *i*-PrOH/hexane = 1/9, flow rate = 0.5 mL/min) : $t_R = 15.0$ min (98.6%), $t_R = 19.8$ min (1.4%);

IR (neat) : 3479, 1737, 1456, 1136, 751, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.41–7.32 (m, 5H, Ph), 5.21 (s, 2H, Bn), 4.23 (ddd, $J = 7.1, 5.0, 4.9$ Hz, 1H, 2-H), 2.76 (d, $J = 5.0$ Hz, 1H, OH), 1.82–1.73 (m, 1H, 3-H), 1.70–1.60 (m, 1H, 3-H), 1.53–1.34 (m, 2H, 4-H), 0.92 (t, $J = 7.5$ Hz, 3H, 5-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 174.8, 135.2, 128.63, 128.55, 128.4, 75.0, 67.3, 32.1, 18.8, 15.8;

HR MS : calcd for $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_3\text{Na}$ ($\text{M} + \text{Na}^+$) 231

. 0992, found 231.0980.

[0056] <ベンジル (R) -2- (ジフェニルアセチロキシ) ペンタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane = 1/9, flow rate = 0.5 mL/min) : t_R = 15.7 min (2.4%), t_R = 21.3 min (97.6%);

IR (neat) : 1742, 1496, 1454, 747, 697 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.29–7.13 (m, 15H, Ph), 5.09 (d, J = 12.0 Hz, 1H, Bn), 5.05 (d, J = 12.0 Hz, 1H, Bn), 5.04 (s, 1H, 2'-H), 5.02 (dd, J = 7.0, 6.0 Hz, 1H, 2-H), 1.73–1.67 (m, 2H, 3-H), 1.21 (tq, J = 7.5, 7.5 Hz, 2H, 4-H), 0.75 (t, J = 7.5 Hz, 3H, 5-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 172.1, 170.0, 138.35, 138.26, 135.3, 128.71, 128.71, 128.57, 128.55, 128.4, 128.3, 128.2, 127.3, 127.2, 72.8, 66.9, 56.8, 33.0, 18.3, 13.4;

HR MS: calcd for $\text{C}_{26}\text{H}_{26}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M} + \text{Na}^+$) 425.1723, found 475.1703.

[0057] (エントリー15)

<ベンジル (S) -ラクテート>

HPLC (CHIRALCEL OD-H, *i*-PrOH/hexane = 1/50, flow rate = 1.0 mL/min) : t_R = 25.8 min (91.2%), t_R = 28.9 min (8.8%);

IR (neat) : 3457, 1738, 1498, 1456, 1045, 752, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.42–7.31 (m, 5H, Ph), 5.22 (s, 2H, Bn), 4.33 (dq, J = 5.4, 6.9 Hz, 1

H, 2-H), 2.81 (d, $J=5.4$ Hz, 1H, OH), 1.44 (d, $J=6.9$ Hz, 3H, 3-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 175.5, 135.2, 128.6, 128.5, 128.2, 67.2, 66.8, 20.3;

HR MS: calcd for $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 203.0679, found 203.0673.

[0058] <ベンジル (R)-2-(ジフェニルアセチロキシ)プロパノエート>

HPLC (CHIRALCEL OJ-H, $i\text{-PrOH}/\text{hexane}=2/3$, flow rate=0.75 mL/min): $t_R=40.2$ min (1.7%), $t_R=59.8$ min (98.3%);

IR (neat): 1496, 1454, 747, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.41–7.20 (m, 15H, Ph), 5.19 (q, $J=7.2$ Hz, 1H, 2-H); 5.18 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn); 5.13 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn); 5.11 (s, 1H, 2'-H), 1.49 (d, $J=7.2$ Hz, 3H, 3-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 171.9, 170.4, 138.3, 138.2, 135.2, 128.70, 128.66, 128.58, 128.56, 128.48, 128.3, 128.1, 127.3, 127.2, 69.3, 67.0, 56.6, 16.8;

HR MS: calcd for $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 397.1410, found 397.1427.

[0059] (エントリー-16)

<ベンジル (S)-2-ヒドロキシブタノエート>

HPLC (CHIRALPAK AS-H, $i\text{-PrOH}/\text{hexane}=1/9$, flow rate=0.5 mL/min): $t_R=15.6$ min (96.7%), $t_R=19.7$ min (3.3%);

IR (neat): 3477, 1737, 1498, 1456, 1061,

752, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.40–7.32 (m, 5H, Ph), 5.24 (d, $J=12.3\text{ Hz}$, 1H, Bn), 5.20 (d, $J=12.3\text{ Hz}$, 1H, Bn), 4.20 (ddd, $J=11.3, 7.3, 4.0\text{ Hz}$, 1H, 2-H), 2.83 (d, $J=5.5\text{ Hz}$, 1H, OH), 1.86 (ddq, $J=14.5, 4.0, 7.0\text{ Hz}$, 1H, 3-H), 1.70 (ddq, $J=14.5, 7.3, 7.5\text{ Hz}$, 1H, 3-H), 0.95 (dd, $J=7.5, 7.0\text{ Hz}$, 3H, 4-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 175.0, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 71.4, 67.2, 27.4, 8.8;

HR MS: calcd for $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 217.0835, found 217.0825.

[0060] <ベンジル (R)-2-(ジフェニルアセチロキシ)ブタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5 mL/min) : $t_{\text{R}}=17.4\text{ min}$ (2.7%), $t_{\text{R}}=20.9\text{ min}$ (97.3%);

IR (neat) : 1736, 1496, 1454, 746, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.29–7.13 (m, 15H, Ph), 5.09 (d, $J=12.0\text{ Hz}$, 1H, Bn), 5.05 (d, $J=12.0\text{ Hz}$, 1H, Bn), 5.05 (s, 1H, 2'-H), 4.97 (dd, $J=7.5, 5.0\text{ Hz}$, 1H, 2-H), 1.85–1.71 (m, 2H, 3-H), 0.77 (t, $J=7.5\text{ Hz}$, 3H, 4-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 172.1, 169.8, 138.36, 138.27, 135.26, 128.71, 128.71, 128.57, 128.55, 128.4, 128.3, 128.2, 127.3, 127.2, 74.0, 66.9, 56.8, 24.5, 9.4;

HR MS: calcd for $\text{C}_{25}\text{H}_{24}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 411

. 1567, found 411. 1559.

[0061] (エントリー18)

<ベンジル (S) -2-ヒドロキシ-3-メチルブタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AS-H, i-PrOH/hexane = 1/9, flow rate = 0.5 mL/min) : t_R = 11.7 min (86.3%), t_R = 17.0 min (13.7%);

IR (neat) : 3508, 1735, 1498, 1456, 1030, 751, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.41–7.34 (m, 5H, Ph), 5.24 (d, J = 12.3 Hz, 1H, Bn), 5.20 (d, J = 12.3 Hz, 1H, Bn), 4.09 (dd, J = 6.3, 3.5 Hz, 1H, 2-H), 2.71 (d, J = 6.3 Hz, 1H, OH), 2.10 (dq, J = 3.5, 7.0, 7.0 Hz, 1H, 3-H), 1.01 (d, J = 7.0 Hz, 3H, 4-H), 0.83 (d, J = 7.0 Hz, 3H, 4-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 175.3, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 70.3, 67.2, 36.4, 18.0, 13.7;

HR MS : calcd for $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_3\text{Na}$ ($\text{M} + \text{Na}^+$) 231.0992, found 231.0985.

[0062] <ベンジル (S) -2-(ジフェニルアセチロキシ) -3-メチルブタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, i-PrOH/hexane = 1/9, flow rate = 0.5 mL/min) : t_R = 16.9 min (4.0%), t_R = 21.8 min (96.0%);

IR (neat) : 1739, 1496, 1454, 745, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.29–7.12 (m, 15H, Ph),

5.09 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.06 (s, 1H, 2'-H), 5.05 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 4.85 (d, $J=4.5$ Hz, 1H, 2-H), 2.11 (dq, $J=4.5, 7.0, 6.8$ Hz, 1H, 3-H), 0.76 (d, $J=7.0$ Hz, 3H, 4-H), 0.75 (d, $J=6.8$ Hz, 3H, 4-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 172.1, 169.3, 138.4, 138.3, 135.3, 128.8, 128.7, 128.6, 128.5, 128.4, 128.33, 128.29, 127.26, 127.16, 77.4, 66.9, 56.9, 30.2, 18.6, 17.0;

HR MS: calcd for $\text{C}_{26}\text{H}_{26}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 425.1723, found 425.1732.

[0063] (エントリー19)

<ベンジル (S)-2-ヒドロキシヘキサノエート>

HPLC (CHIRALCEL AS-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5 mL/min): $t_R=12.9$ min (93.8%), $t_R=16.5$ min (6.2%);

IR (neat): 3478, 1738, 1498, 1456, 1137, 751, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.42-7.32 (m, 5H, Ph), 5.23 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.20 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 4.27-4.18 (m, 1H, 2-H), 2.87 (d, $J=5.5$ Hz, 1H, OH), 1.87-1.74 (m, 1H, 3-H), 1.72-1.60 (m, 1H, 3-H), 1.48-1.25 (m, 4H, 4-H, 5-H), 0.88 (t, $J=7.0$ Hz, 3H, 6-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 175.2, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 70.5, 67.2, 34.0, 26.7, 22.3, 13.8;

HR MS: calcd for $C_{13}H_{18}O_3Na$ ($M+Na^+$) 245.1148, found 245.1155.

[0064] <ベンジル (R) -2-(ジフェニルアセチロキシ) ヘキサノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/50, flow rate=1.0mL/min): $t_R=19.7$ min (2.2%), $t_R=30.1$ min (97.8%);

IR (neat): 1739, 1496, 1455, 736, 699 cm^{-1} ;

1H NMR ($CDCl_3$): δ 7.32-7.16 (m, 15H, Ph), 5.12 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.08 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.07 (s, 1H, 2'-H), 5.04 (dd, $J=7.0, 6.0$ Hz, 1H, 2-H), 1.82-1.73 (m, 2H, 3-H), 1.23-1.10 (m, 4H, 4-H, 5-H), 0.78-0.71 (m, 3H, 6-H);

^{13}C NMR ($CDCl_3$): δ 172.1, 170.0, 138.3, 138.2, 135.3, 128.71, 128.71, 128.6, 128.5, 128.4, 128.3, 128.2, 127.3, 127.2, 72.9, 66.9, 56.8, 30.7, 27.0, 22.0, 13.7;

HR MS: calcd for $C_{27}H_{28}O_4Na$ ($M+Na^+$) 439.1880, found 439.1886.

[0065] (エントリー-20)

<ベンジル (S) -2-ヒドロキシ-4-メチルペンタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AS-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5mL/min): $t_R=12.6$ min (98.3%), $t_R=18.0$ min (1.7%);

IR (neat): 3474, 1737, 1498, 1456, 1090, 749, 698 cm^{-1} ;

1H NMR ($CDCl_3$): δ 7.33-7.24 (m, 5H, Ph), 5

. 14 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.11 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 4.17 (ddd, $J=8.5, 5.5, 5.0$ Hz, 1H, 2-H), 2.64 (d, $J=5.5$ Hz, 1H, OH), 1.87–1.75 (m, 1H, 4-H), 1.55–1.46 (m, 2H, 3-H), 0.86 (d, $J=7.0$ Hz, 3H, 5-H), 0.85 (d, $J=7.0$ Hz, 3H, 5-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 175.7, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 69.1, 67.2, 43.4, 24.4, 23.2, 21.5;

HR MS: calcd for $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_3\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 245.1148, found 245.1156.

[0066] <ベンジル (R) -2-(ジフェニルアセチロキシ) -4-メチルペンタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, $i\text{-PrOH}/\text{hexane}=1/9$, flow rate=0.5 mL/min): $t_R=14.2$ min (2.8%), $t_R=25.2$ min (97.2%);

IR (neat): 1739, 1496, 1454, 739, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.29–7.13 (m, 15H, Ph), 5.10–5.00 (m, 4H, 2-H, 2'-H, Bn), 1.69 (ddd, $J=14.0, 9.8, 4.5$ Hz, 1H, 3-H), 1.58–1.41 (m, 3H, 3-H, 4-H), 0.75 (d, $J=7.0$ Hz, 3H, 5-H), 0.71 (d, $J=6.5$ Hz, 3H, 5-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 172.1, 170.3, 138.3, 138.2, 135.2, 128.71, 128.69, 128.57, 128.54, 128.4, 128.3, 128.2, 127.3, 127.2, 71.7, 67.0, 56.8, 39.5, 24.5, 22.8, 21.3;

HR MS: calcd for $C_{27}H_{28}O_4Na$ ($M+Na^+$) 439.1880, found 439.1879.

[0067] (エントリー21)

<ベンジル (S) -2-シクロヘキシル-2-ヒドロキシアセテート>

HPLC (CHIRALCEL AS-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5mL/min): $t_R=13.6$ min (87.5%), $t_R=20.3$ min (12.5%);

IR (neat): 3504, 1735, 1498, 1452, 1114, 750, 697 cm^{-1} ;

1H NMR ($CDCl_3$): δ 7.41-7.32 (m, 5H, Ph), 5.24 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.21 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 4.06 (d, $J=3.5$ Hz, 1H, 2-H), 2.69 (br s, 1H, OH), 1.81-1.57 (m, 5H, *c*-Hex), 1.43-1.03 (m, 6H, *c*-Hex);

^{13}C NMR ($CDCl_3$): δ 174.7, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 74.8, 67.2, 42.0, 29.0, 26.23, 26.18, 25.94, 25.89;

HR MS: calcd for $C_{15}H_{20}O_3Na$ ($M+Na^+$) 271.1305, found 271.1306.

[0068] <ベンジル (R) -2-シクロヘキシル-2-(ジフェニルアセチロキシ)アセテート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5mL/min): $t_R=18.6$ min (4.6%), $t_R=34.6$ min (95.4%);

IR (neat): 1741, 1496, 1453, 747, 697 cm^{-1} ;

1H NMR ($CDCl_3$): δ 7.27-7.13 (m, 15H, Ph), 5.09 (d, $J=12.5$ Hz, 1H, Bn), 5.06 (d, $J=12$

. 5 Hz, 1H, Bn), 5.05 (s, 1H, 2'-H), 4.84 (d, J=5.0 Hz, 1H, 2-H), 1.85-1.74 (m, 1H, c-Hex), 1.63-1.37 (m, 6H, c-Hex), 1.10-0.80 (m, 4H, c-Hex);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 172.1, 169.3, 138.4, 138.3, 135.3, 128.78, 128.76, 128.54, 128.51, 128.4, 128.3, 128.2, 127.3, 127.1, 77.1, 66.8, 56.9, 39.5, 28.8, 27.3, 25.9, 25.8, 25.7;

HR MS: calcd for $\text{C}_{29}\text{H}_{30}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 465.2036, found 465.2031.

[0069] (エントリー22)

<ベンジル (S)-2-ヒドロキシ-4-フェニルブタノエート>

Mp: 58.9-59.6°C (hexane);

HPLC (CHIRALCEL OD-H, i-PrOH/hexane=1/4, flow rate=0.5 mL/min): t_R =13.9 min (97.3%), t_R =19.1 min (2.7%);

IR (KBr): 3429, 1728, 1496, 1451, 1105, 752, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.32-7.23 (m, 5H, Ph), 7.22-7.16 (m, 2H, Ph), 7.13-7.05 (m, 3H, Ph), 5.11 (d, J=12.0 Hz, 1H, Bn), 5.08 (d, J=12.0 Hz, 1H, Bn), 4.16 (ddd, J=7.5, 5.5, 4.0 Hz, 1H, 2-H), 2.78 (d, J=5.5 Hz, 1H, OH), 2.72-2.56 (m, 2H, 4-H), 2.10-2.00 (m, 1H, 3-H), 1.93-1.83 (m, 1H, 3-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 175.0, 141.1, 135.1, 128.7, 128.6, 128.5, 128.39, 128.38, 126.

0, 69.7, 67.4, 35.9, 30.9;

HR MS: calcd for $C_{17}H_{18}O_3Na$ ($M+Na^+$) 293.1148, found 293.1158.

[0070] <ベンジル (R) -2-(ジフェニルアセチロキシ) -4-フェニルブタノエート>

Mp: 75.3-76.0°C (hexane);

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/9, flow rate=0.5mL/min): $t_R=22.0$ min (1.8%), $t_R=23.3$ min (97.2%);

IR (KBr): 1734, 1496, 1455, 735, 697 cm^{-1} ;

1H NMR ($CDCl_3$): δ 7.36-7.09 (m, 18H, Ph), 6.93-6.88 (m, 2H, Ph), 5.12 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.11 (s, 1H, 2'-H), 5.07 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.01 (dd, $J=7.0, 6.0$ Hz, 1H, 2-H), 2.54-2.42 (m, 2H, 4-H), 2.12-2.05 (m, 2H, 3-H);

^{13}C NMR ($CDCl_3$): δ 171.9, 169.7, 140.1, 138.3, 138.2, 135.2, 128.77, 128.77, 128.66, 128.58, 128.48, 128.44, 128.41, 128.38, 128.3, 127.4, 127.3, 126.2, 72.1, 67.1, 56.8, 32.6, 31.0;

HR MS: calcd for $C_{31}H_{28}O_4Na$ ($M+Na^+$) 487.1880, found 487.1903.

[0071] (エントリー-23)

<ベンジル (S) -3-(tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-ヒドロキシプロパノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/50, flow rate=1.0mL/min): $t_R=9.6$ min

(6.3%), $t_R=10.4$ min (93.7%);

IR (neat): 3506, 1748, 1462, 1123, 735, 697 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.39–7.31 (m, 5H, Ph), 5.22 (s, 2H, Bn), 4.26 (dt, $J=8.5, 3.0$ Hz, 1H, 2-H), 3.96 (dd, $J=10.3, 3.0$ Hz, 1H, 3-H), 3.87 (dd, $J=10.3, 3.0$ Hz, 1H, 3-H), 3.07 (d, $J=8.5$ Hz, 1H, OH), 0.86 (s, 9H, TBS), 0.04 (s, 3H, TBS), 0.02 (s, 3H, TBS);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 172.6, 135.3, 128.6, 128.4, 128.3, 72.0, 67.2, 65.0, 25.7, 18.2, -5.5, -5.6;

HR MS: calcd for $\text{C}_{16}\text{H}_{26}\text{O}_4\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 333.1493, found 333.1504.

[0072] <ベンジル (R)-3-(tert-ブチルジメチルシロキシ)-2-(ジフェニルアセチロキシ)プロパノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/50, flow rate=1.0 mL/min): $t_R=11.2$ min (96.5%), $t_R=19.8$ min (3.5%);

IR (neat): 1743, 1496, 1455, 746, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.36–7.20 (m, 15H, Ph), 5.23 (dd, $J=5.0, 3.0$ Hz, 1H, 2-H), 5.18 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.14 (d, $J=12.0$ Hz, 1H, Bn), 5.13 (s, 1H, 2'-H), 4.03 (dd, $J=11.5, 5.0$ Hz, 1H, 3-H), 3.91 (dd, $J=11.5, 3.0$ Hz, 1H, 3-H), 0.80 (s, 9H, TBS), -0.05 (s, 3H, TBS), -0.06 (s, 3H, TBS);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 172. 0, 167. 8, 138. 3, 138. 1, 135. 2, 128. 8, 128. 7, 128. 6, 128. 53, 128. 46, 128. 3, 128. 2, 127. 3, 127. 2, 74. 4, 67. 1, 62. 6, 56. 8, 25. 6, 18. 1, -5. 58, -5. 58 ;

HR MS : calcd for $\text{C}_{30}\text{H}_{36}\text{O}_5\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 527. 2224, found 527. 2245.

[0073] (エントリー-24)

<ベンジル (S) -4-(tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-ヒドロキシブタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/50, flow rate=1. 0mL/min) : t_R =10. 0min (6. 3%), t_R =11. 9min (93. 7%) ;

IR (neat) : 3489, 1733, 1471, 1111, 735, 697 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7. 39-7. 31 (m, 5H, Ph), 5. 23 (d, $J=12. 3\text{Hz}$, 1H, Bn), 5. 19 (d, $J=12. 3\text{Hz}$, 1H, Bn), 4. 40 (ddd, $J=7. 6, 5. 5, 4. 0\text{Hz}$, 1H, 2-H), 3. 84-3. 76 (m, 2H, 4-H), 3. 31 (d, $J=5. 5\text{Hz}$, 1H, OH), 2. 07 (dddd, $J=14. 2, 7. 0, 5. 5, 4. 0\text{Hz}$, 1H, 3-H), 1. 89 (dddd, $J=14. 2, 7. 6, 6. 0, 5. 0\text{Hz}$, 1H, 3-H), 0. 89 (s, 9H, TBS), 0. 05 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 174. 7, 135. 4, 128. 6, 128. 4, 128. 3, 69. 0, 67. 0, 59. 9, 36. 2, 25. 9, 18. 2, -5. 5, -5. 6 ;

HR MS : calcd for $\text{C}_{17}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 347. 1649, found 347. 1634.

[0074] <ベンジル (R) -4-(tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-(ジフェニルアセチロキシ) ブタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, i-PrOH/hexane=1/50, flow rate=1.0mL/min) : $t_R=9.8$ min (98.1%), $t_R=11.8$ min (1.9%) ;

IR (neat) : 1740, 1497, 1455, 747, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.46-7.31 (m, 15H, Ph), 5.36 (dd, $J=9.0, 4.0$ Hz, 1H, 2-H), 5.28 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.23 (d, $J=12.3$ Hz, 1H, Bn), 5.21 (s, 1H, 2'-H), 3.67 (ddd, $J=10.3, 6.0, 4.5$ Hz, 1H, 4-H), 3.60 (ddd, $J=10.3, 8.0, 5.0$ Hz, 1H, 4-H), 2.18 (dddd, $J=14.1, 8.0, 6.0, 4.0$ Hz, 1H, 3-H), 2.08 (dddd, $J=14.1, 9.0, 5.0, 4.5$ Hz, 1H, 3-H), 0.93 (s, 9H, TBS), 0.05 (s, 3H, TBS), 0.03 (s, 3H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 171.8, 170.1, 138.4, 138.2, 135.3, 128.74, 128.71, 128.6, 128.5, 128.4, 128.3, 128.1, 127.3, 127.2, 69.8, 66.9, 58.2, 56.8, 34.0, 25.8, 18.2, -5.5, -5.6 ;

HR MS : calcd for $\text{C}_{31}\text{H}_{38}\text{O}_5\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 541.2381, found 541.2391.

[0075] (エントリー-25)

<ベンジル (S) -5-(tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-ヒドロキシペンタノエート>

HPLC (CHIRALPAK AS-H, i-PrOH/hexane=

1/100, flow rate=1.0 mL/min) : $t_R=10.9$ min (95.4%), $t_R=17.0$ min (4.6%) ;

IR (neat) : 3470, 1732, 1471, 1102, 776, 697 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.39–7.12 (m, 5H, Ph), 5.22 (d, $J=12.5$ Hz, 1H, Bn), 5.19 (d, $J=12.5$ Hz, 1H, Bn), 4.26 (dd, $J=7.5, 4.0$ Hz, 1H, 2-H), 3.67–3.59 (m, 2H, 5-H), 1.96–1.88 (m, 1H, 3-H), 1.80–1.55 (m, 4H, 3-H, 4-H, OH), 0.88 (s, 9H, TBS), 0.04 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 174.9, 135.3, 128.6, 128.5, 128.2, 70.4, 67.1, 62.8, 31.4, 28.2, 25.9, 18.3, -5.41 ;

HR MS : calcd for $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_4\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 361.1806, found 361.1822.

[0076] <ベンジル (R) -5-(tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-(ジフェニルアセチロキシ) ペンタノエート>

HPLC (CHIRALPAK IC, $i\text{-PrOH}/\text{hexane}=1/50$, flow rate=1.0 mL/min) : $t_R=8.4$ min (1.7%), $t_R=9.5$ min (98.3%) ;

IR (neat) : 1741, 1496, 1455, 836, 698 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.35–7.20 (m, 15H, Ph), 5.16 (d, $J=12.5$ Hz, 1H, Bn), 5.14 (d, $J=12.5$ Hz, 1H, Bn), 5.11 (s, 1H, 2'-H), 5.11 (dd, $J=8.5, 5.0$ Hz, 1H, 2-H), 3.51 (dd, $J=6.0, 6.0$ Hz, 2H, 5-H), 1.97–1.81 (m, 2H, 3-H), 1.50–1.41 (m, 2H, 4-H), 0.85 (s, 9H, TB

S), -0.02 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 172.0, 170.0, 138.3, 138.2, 135.2, 128.7, 128.7, 128.6, 128.5, 128.4, 128.3, 128.1, 127.3, 127.2, 72.8, 66.9, 62.0, 56.8, 28.0, 27.7, 25.9, 18.2, -5.40 ;

HR MS : calcd for $\text{C}_{32}\text{H}_{40}\text{O}_5\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 555.2537, found 555.2559.

[0077] (エントリー26)

<ベンジル (S) -14- (tert-ブチルジメチルシロキシ) -2-ヒドロキシテトラデカノエート>

HPLC (CHIRALPAK IC, $i\text{-PrOH}/\text{hexane}=1/50$, flow rate=0.5mL/min) : $t_R=20.7\text{min}$ (4.6%), $t_R=22.9\text{min}$ (95.4%) ;

IR (neat) : 3472, 1736, 1462, 775, 697 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.39-7.34 (m, 5H, Ph), 5.23 (d, $J=12.0\text{Hz}$, 1H, Bn), 5.19 (d, $J=12.0\text{Hz}$, 1H, Bn), 4.22 (dd, $J=7.0, 4.5\text{Hz}$, 1H, 2-H), 3.60 (t, $J=6.5\text{Hz}$, 2H, 14-H), 2.75 (br s, 1H, OH), 1.83-1.75 (m, 1H, 3-H), 1.69-1.60 (m, 1H, 3-H), 1.54-1.20 (m, 20H, 4-H, 5-H, 6-H, 7-H, 8-H, 9-H, 10-H, 11-H, 12-H, 13-H), 0.90 (s, 9H, TBS), 0.05 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 175.3, 135.2, 128.6, 128.5, 128.3, 70.5, 67.2, 63.3, 34.40, 34.38, 32.9, 29.62, 29.58, 29.56, 29.50, 29

. 4, 29. 3, 26. 0, 25. 8, 24. 6, 18. 4, -5. 27 ;

HR MS : calcd for $C_{27}H_{48}O_4SiNa$ ($M+Na^+$) 487. 3214, found 487. 3230.

[0078] <ベンジル (R) -14- (tert-ブチルジメチルシロキシ) -2- (ジフェニルアセチロキシ) テトラデカノエート>

HPLC (CHIRALPAK AD-H, i-PrOH/hexane = 1/100, flow rate = 1. 0 mL/min) : t_R = 11. 2 min (98. 0%), t_R = 16. 4 min (2. 0%) ;

IR (neat) : 1742, 1496, 1455, 836, 698 cm^{-1} ;

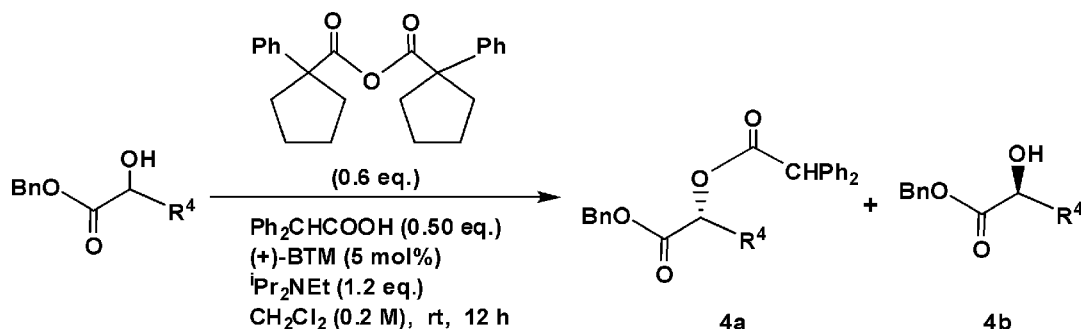
1H NMR ($CDCl_3$) : δ 7. 24-7. 10 (m, 15H, Ph), 5. 05 (d, $J=12. 3$ Hz, 1H, Bn), 5. 01 (d, $J=12. 3$ Hz, 1H, Bn), 5. 00 (s, 1H, 2'-H), 4. 97 (dd, $J=7. 0, 6. 0$ Hz, 1H, 2-H), 3. 49 (t, $J=6. 5$ Hz, 2H, 14-H), 1. 71 (ddt, $J=15. 5, 7. 0, 10. 0$ Hz, 1H, 3-H), 1. 69 (ddt, $J=15. 5, 6. 0, 9. 0$ Hz, 1H, 3-H), 1. 40 (tt, $J=7. 0, 7. 0$ Hz, 2H, 13-H), 1. 24-0. 90 (m, 18H, 4-H, 5-H, 6-H, 7-H, 8-H, 9-H, 10-H, 11-H, 12-H), 0. 79 (s, 9H, TBS), -0. 06 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR ($CDCl_3$) : δ 172. 1, 170. 0, 138. 3, 138. 2, 135. 3, 128. 71, 128. 70, 128. 6, 128. 5, 128. 4, 128. 3, 128. 2, 127. 3, 127. 2, 72. 9, 66. 9, 63. 3, 56. 8, 32. 9, 31. 0, 29. 62, 29. 56, 29. 55, 29. 43, 29. 39, 29. 26, 28. 9, 26. 0, 25. 8, 24. 9, 18. 4, -5. 27 ;

HR MS : calcd for $C_{41}H_{58}O_5SiNa$ ($M+Na^+$) 681. 3946, found 681. 3965.

[0079] [試験例 4 : 各種ラセミの 2-ヒドロキシエステルを用いた光学活性 2-ヒドロキシエステルの製造 (2)]

[0080] [化11]



[0081] 上記反応式に示すように、0.50当量のジフェニル酢酸及び0.60当量の1-フェニル-1-シクロペンタンカルボン酸無水物を含むジクロロメタン溶液に対して、1.2当量のジイソプロピルエチルアミン、5モル%の(+)-ベンゾテトラミソール((+)-BTM)、及びラセミ体の2-ヒドロキシエステルを室温で順次加えた。そして、反応混合液を室温で12時間反応させることにより、対応する光学活性なエステル及び未反応の2-ヒドロキシエステルを得た。結果を表4に示す。

[0082] [表4]

No.	R ⁴	収率[%] ^[a]	ee[%]	s
		4a ; 4b	4a ; 4b	
27	Me	33 ; 58	97 ; 50	107
28	Et	31 ; 49	94 ; 52	58

[a] 単離収率

[0083] 表4から分かるように、ジフェニル酢酸無水物の代わりに1-フェニル-1-シクロペンタンカルボン酸無水物とジフェニル酢酸とを併用した場合にも、エナンチオ過剰率 ee 及び反応速度比 s が顕著に高いものであった (エントリー 27, 28)。

[0084] 以下、表4における光学活性ヒドロキシエステル及びジエステルの製造方法及び物性値を示す。

[0085] (エントリー 27)

1-フェニル-1-シクロペンタンカルボン酸無水物 (48.3 mg, 0

133 mmol) 及びジフェニル酢酸 (23.6 mg, 0.111 mmol) を含むジクロロメタン溶液に対し、ジイソプロピルエチルアミン (46.4 μ L, 0.266 mmol) を室温で加えた。反応混合液を10分間攪拌した後、(+)-ベンゾテトラミソール (2.8 mg, 0.0111 mmol) 及びラセミのベンジルラクテート (35.7 μ L, 0.222 mmol) を室温で加えた。反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和重曹水を室温で加えて反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで5回抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=3/1) を用いて分取し、高極性区画を再度シリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ベンゼン/酢酸エチル=9/1) を用いて分取することにより、対応するジエステル (23.0 mg, 58%, 50% ee) 及び未反応の光学活性ベンジルラクテートを得た。また、低極性区画もシリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/ジエチルエーテル=5/1) を用いて分取することにより、対応するジエステル (7.6 mg, 33%, 97% ee) 及び未反応の光学活性ベンジルラクテートを得た。

[0086] <ベンジル (S)-ラクテート>

$[\alpha]_{D^{28}} = -10.0$ (c 1.10, acetone);
HPLC (CHIRALPAK OD-H, i-PrOH/hexane = 1/50, flow rate = 1.0 mL/min): $t_R = 16.7$ min (75.2%), $t_R = 18.7$ min (24.8%);
 1H NMR (CDCl₃): δ 7.42–7.31 (m, 5H, Ph), 5.22 (s, 2H, Bn), 4.33 (ddd, J = 13.4, 6.9, 5.4 Hz, 1H, 2-H), 2.81 (d, J = 5.4 Hz, 1H, OH), 1.44 (d, J = 6.9 Hz, 3H, 3-H).

[0087] <ベンジル (R)-2-(2,2-ジフェニルアセチロキシ)プロパノエ

[表5]

No.	R ⁵	R ⁶	収率 [%] ^{a)}	ee [%]	s
			5a ; 5b	5a ; 5b	
29	Et	n-Pr	47 ; 47	97 ; 89	217
30	Me	Me	47 ; 23	97 ; 68	119

[a] 単離収率

[0092] 表5から分かるように、ベンジルエステルでない場合にも、エナンチオ過剰率 *ee* 及び反応速度比 *s* が顕著に高いものであった（エントリー29, 30）。

[0093] 以下、表5における光学活性ヒドロキシエステル及びジエステルの物性値を示す。

[0094] (エントリー29)

<エチル (S) -2-ヒドロキシペンタノエート>

¹H NMR (CDCl₃) : δ 4.19 (dq, J=14.0, 7.0 Hz, 1H, EtO), 4.18 (dq, J=14.0, 7.5 Hz, 1H, EtO), 2.96 (br d, J=3.5 Hz, 1H, OH), 1.75-1.65 (m, 1H, 3-H), 1.62-1.52 (m, 1H, 3-H), 1.48-1.30 (m, 2H, 4-H), 1.24 (dd, J=7.5, 7.0 Hz, 3H, EtO), 0.89 (t, J=7.3 Hz, 3H, 5-H) ;

¹³C NMR (CDCl₃) : δ 175.3, 70.2, 61.4, 36.4, 17.9, 14.1, 13.6.

[0095] <エチル (R) -2-(ジフェニルアセチロキシ)ペンタノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, i-PrOH/hexane = 1/50, flow rate = 1.0 mL/min) : t_R = 15.0 min (1.4%), t_R = 17.5 min (98.6%) ;

IR (neat) : 1745, 1496, 1454, 745, 701 cm⁻¹ ;

¹H NMR (CDCl₃) : δ 7.33-7.17 (m, 10H, Ph), 5.08 (s, 1H, 2'-H), 4.98 (dd, J=7.0, 6.0 Hz,

z, 1H, 2-H), 4.12 (dq, J=14.0, 7.5 Hz, 3H, EtO), 4.11 (dq, J=14.0, 7.0 Hz, 3H, EtO), 1.78-1.71 (m, 2H, 3-H), 1.32-1.28 (m, 2H, 4-H), 1.16 (dd, J=7.5, 7.0 Hz, 3H, EtO), 0.81 (t, J=7.5 Hz, 3H, 5-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 172.1, 170.1, 138.4, 138.3, 128.7, 128.6, 128.4, 127.3, 127.2, 120.4, 72.9, 61.2, 56.8, 33.0, 18.3, 14.0, 13.5;

HR MS: calcd for $\text{C}_{21}\text{H}_{24}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 363.1567, found 363.1569.

[0096] (エントリー30)

<メチル (S) -ラクテート>

^1H NMR (CDCl_3): δ 4.24 (q, J=7.0 Hz, 1H, 2-H), 3.72 (s, 3H, MeO), 3.16 (br s, 1H, OH), 1.36 (d, J=7.0 Hz, 3H, 3-H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 176.0, 66.6, 52.3, 20.2

[0097] <メチル (R) -2-(ジフェニルアセチロキシ) プロパノエート>

HPLC (CHIRALCEL AD-H, *i*-PrOH/hexane=1/50, flow rate=0.75 mL/min): t_R =16.4 min (98.3%), t_R =19.7 min (1.7%);

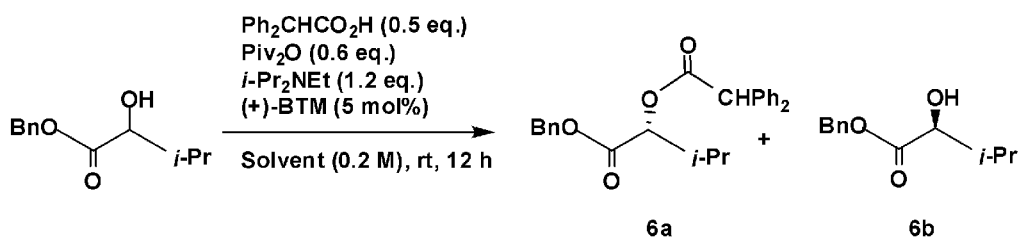
IR (neat): 1744, 1496, 1454, 748, 699 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.28-7.20 (m, 8H, Ph), 7.19-7.13 (m, 2H, Ph), 5.07 (q, J=7.0 Hz, 1H, 2-H), 5.03 (s, 1H, 2'-H), 3.60 (s, 3H, MeO), 1.37 (d, J=7.0 Hz, 3H, 3-H);

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 171.9, 170.9, 138.3, 138.2, 128.7, 128.63, 128.55, 128.4, 127.3, 127.2, 69.2, 56.6, 52.2, 16.8 ;
 HR MS : calcd for $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 321.1097, found 321.1091.

[0098] [試験例6：各種溶媒を用いた光学活性2-ヒドロキシエステルの製造]

[0099] [化13]



[0100] 上記反応式に示すように、0.6当量のピバル酸無水物及び0.5当量のジフェニル酢酸を含む溶媒(0.2M)に対し、1.2当量のジイソプロピルエチルアミン、5モル%の(+)-ベンゾテトラミソール(BTM)、及び1当量のラセミのベンジル 2-ヒドロキシ-3-メチルブタノエートを含む溶媒を室温で順番に加え、反応混合液を室温で12時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で反応を停止した。有機層を分取した後、水層をジエチルエーテルで3~5回抽出した。有機層を混合した後、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶液を濾過した後に減圧濃縮し、得られた混合物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー(展開溶媒：ヘキサン/酢酸エチル=3/1)で分取することにより、対応するジエステル及び未反応の光学活性ベンジル 2-ヒドロキシ-3-メチルブタノエートを得た。結果を表6に示す。

[0101]

[表6]

No.	溶媒	収率 [%] ^[a]	ee [%]	s
		6a ; 6b	6a ; 6b	
31	Et ₂ O	46 ; 50	92 ; 73	53
32	i-Pr ₂ O	44 ; 54	92 ; 77	57
33	MTBE ^[b]	40 ; 54	93 ; 69	52
34	CPME ^[c]	36 ; 58	93 ; 53	50
35	THF ^[d]	38 ; 61	90 ; 57	33
36	DMF ^[e]	10 ; 82	92 ; 22	28

[a] 単離収率

[b] メチル tert-ブチルエーテル

[c] シクロペンチルメチルエーテル

[d] テトラヒドロフラン

[e] N, N-ジメチルホルムアミド

[0102] 表6から分かるように、いずれの溶媒を用いた場合にもエナンチオ過剰率 ee 及び反応速度比 s が良好であり（エントリー31～36）、特に鎖状エーテル系溶媒を用いた場合には反応速度比 s が50以上と高いものであった（エントリー31～34）。

[0103] [試験例7：光学活性ヒドロキシエステルを用いた昆虫忌避剤の製造]

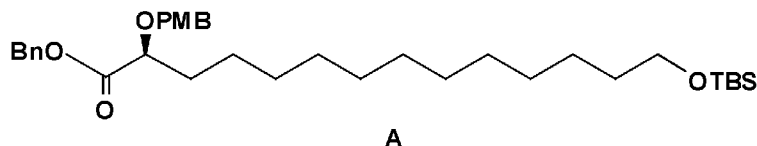
上記試験例3のエントリー26で得られたベンジル (S)-14-(tert-ブチルジメチルシロキシ)-2-ヒドロキシテトラデカノエートは、例えば、昆虫忌避剤である2-ヒドロキシ-24-オキソオクタコサノリドを製造する際の間体化合物として有用である。そこで、その製造方法の一例を以下に示す。

[0104] (工程1)

ベンジル (S)-14-(tert-ブチルジメチルシロキシ)-2-ヒドロキシテトラデカノエート (46.5 mg, 0.100 mmol) の塩化メチレン (0.5 mL) 溶液に4-メトキシベンジル 2,2,2-トリクロロアセトイミダート (62.2 mg, 0.220 mmol) の塩化メチレン (0.5 mL) 溶液及び (±)-カンファースルホン酸 (2.3 mg, 0.010 mmol) を加え、室温で16時間攪拌した。反応系をヘキサンで希釈し、セライト濾過、減圧濃縮して粗成生物を得た。得られた粗生成物

を薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：ベンゼン）によって精製して、下記式で表される化合物A（19.5mg, 33%）を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0105] [化14]



[0106] IR (neat) : 1749, 1613, 1514, 835, 775 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.39–7.31 (m, 5H, Ph), 7.23 (dt, $J=8.5, 2.5\text{ Hz}$, 2H, PMP), 6.85 (dt, $J=8.5, 2.5\text{ Hz}$, 2H, PMP), 5.21 (d, $J=12.3\text{ Hz}$, 1H, Bn), 5.16 (d, $J=12.3\text{ Hz}$, 1H, Bn), 4.61 (d, $J=11.3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.33 (d, $J=11.3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 3.94 (dd, $J=7.0, 6.5\text{ Hz}$, 1H, 2-H), 3.80 (s, 3H, OMe), 3.60 (t, $J=6.8\text{ Hz}$, 2H, 14-H), 1.77–1.69 (m, 2H, 3-H), 1.51 (tt, $J=7.0, 7.0\text{ Hz}$, 2H, 13-H), 1.42–1.17 (m, 18H, 4-H, 5-H, 6-H, 7-H, 8-H, 9-H, 10-H, 11-H, 12-H), 0.90 (s, 9H, TBS), 0.05 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 173.0, 159.3, 135.7, 129.7, 129.63, 129.56, 128.32, 128.30, 113.7, 77.7, 71.9, 66.4, 63.3, 55.2, 33.0, 32.9, 29.65, 29.60, 29.60, 29.54, 29.46, 29.42, 29.2, 26.0, 25.8, 25.2, 18.4, -5.26 ;

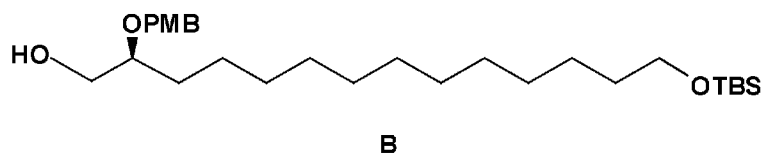
HR MS : calcd for $\text{C}_{35}\text{H}_{56}\text{O}_5\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 6

07. 3789, found 607. 3789.

[0107] (工程2)

上記化合物A (19. 5 mg, 33. 3 μmol) の塩化メチレン (0. 67 mL) 溶液を0°Cに冷却し、水素化ジイソブチルアルミニウム (1. 0 M ヘキサン溶液, 0. 10 mL, 0. 100 mmol) を加え、5分間攪拌した。反応系に飽和酒石酸ナトリウムカリウム水溶液を加え反応を停止し、塩化メチレンを加えて分液し、水層より塩化メチレンで3度抽出した。濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物を薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=3/1) によって精製して、下記式で表される化合物B (12. 9 mg, 81%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0108] [化15]



[0109] IR (neat) : 3438, 1613, 1514, 1100, 836, 775 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7. 27 (dt, $J=8. 5, 2. 0\text{ Hz}$, 2H, PMP), 6. 88 (dt, $J=8. 5, 2. 0\text{ Hz}$, 2H, PMP), 4. 56 (d, $J=11. 3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4. 46 (d, $J=11. 3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 3. 80 (s, 3H, OMe), 3. 69–3. 65 (m, 1H, 2-H), 3. 60 (t, $J=6. 5\text{ Hz}$, 2H, 14H), 3. 53–3. 46 (m, 2H, 1-H), 1. 65–1. 43 (m, 4H, 3-H, 13-H), 1. 37–1. 24 (m, 19H, 4-H, 5-H, 6-H, 7-H, 8-H, 9-H, 10-H, 11-H, 12-H, OH), 0. 89 (s, 9H, TBS), 0. 05 (s, 6H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 159. 3, 130. 6, 129. 4, 11

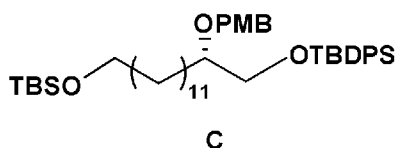
3. 9, 79. 5, 71. 2, 64. 3, 63. 3, 55. 3, 32. 9,
30. 8, 29. 8, 29. 63, 29. 62, 29. 60, 29. 60,
29. 56, 29. 4, 26. 0, 25. 8, 25. 4, 18. 4, -5.
26 ;

HR MS : calcd for $C_{28}H_{52}O_4SiNa$ (M+Na+) 5
03. 3527, found 503. 3503.

[0110] (工程3)

上記化合物B (14. 3mg, 0. 030mmol) のN, N-ジメチルホルムアミド (0. 15mL) 溶液にイミダゾール (8. 1mg, 0. 119mmol) を加え、反応系を0°Cに冷却してtert-ブチルジフェニルクロロシラン (15. 3 μ L) を加え、反応系を室温に昇温して15分間攪拌した。反応系に飽和塩化アンモニウム水溶液を加え反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで3度抽出した。濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物を薄層クロマトグラフィー (展開溶媒 : ヘキサン/酢酸エチル=5/1) によって精製して、下記式で表される化合物C (19. 0mg, 89%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0111] [化16]



[0112] $[\alpha]_D^{23} = -14. 5$ (c 0. 800, benzene) ;

IR (neat) : 3071, 2928, 2855 cm^{-1} ;

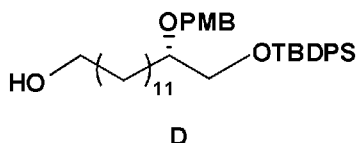
1H NMR ($CDCl_3$) : δ 7. 70-7. 67 (m, 4H, TBDPS), 7. 45-7. 34 (m, 6H, TBDPS), 7. 23 (d, $J=8. 9$ Hz, 2H, PMP), 6. 85 (d, $J=8. 9$ Hz, 2H, PMP), 4. 60 (d, $J=11. 3$ Hz, 1H, PMB), 4. 44 (d, $J=11. 1$ Hz, 1H, PMB), 3. 80 (s, 3H, OMe), 3. 7

3 (dd, $J=10.5, 5.7$ Hz, 1H, 1-H), 3.65–3.53 (m, 1H, 1-H), 3.60 (t, $J=4.1$ Hz, 2H, 14-H), 3.50–3.42 (m, 1H, 2-H), 1.56–1.48 (m, 5H), 1.39–1.12 (m, 17H), 1.06 (s, TBDPS, 9H), 0.90 (s, 9H, TBS), 0.05 (s, 6H, TBS); ^{13}C NMR (CDCl_3): δ 160.9 (PMP), 135.6, 133.7, 131.0, 129.6, 129.3, 127.6, 113.7, 79.5, 71.8, 66.0, 63.4, 55.3, 32.9, 31.7, 29.6, 29.5, 26.8, 26.0, 25.8, 25.3, 19.5, 18.4, -5.3; HR MS (FAB): calcd for $\text{C}_{44}\text{H}_{70}\text{O}_4\text{Si}_2$ ($\text{M}+\text{H}^+$) 718.4813, found 718.4709.

[0113] (工程4)

上記化合物C (6.07 g, 8.44 mmol) のテトラヒドロフラン (168 mL) 溶液を 0°C に冷却し、塩酸 (1.0 M, 42.2 mL, 42.2 mmol) を加え、反応系を室温に昇温して7時間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=3/1) によって精製して、下記式で表される化合物D (4.88 g, 96%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0114] [化17]



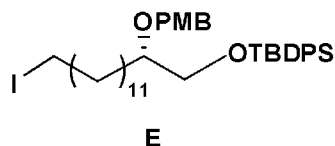
[0115] $[\alpha]_{\text{D}}^{23} = -16.5$ (c 1.00, benzene);

IR (neat) : 3374 cm^{-1} ;
 ^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.72–7.64 (m, 4H, TBDPS), 7.40–7.32 (m, 6H, TBDPS), 7.26–7.17 (m, 2H, PMP), 6.87–6.81 (m, 2H, PMP), 4.60 (d, $J=11.3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.44 (d, $J=11.1\text{ Hz}$, 1H, PMB), 3.80 (s, 3H, OMe), 3.73 (dd, $J=10.5, 5.9\text{ Hz}$, 1H, 1-H), 3.68–3.60 (m, 3H, 1-H, 14-H), 3.53–3.43 (m, 1H, 2-H), 1.66–1.18 (m, 23H), 1.11 (s, 9H, TBDPS) ;
 ^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 160.9, 135.6, 133.7, 131.0, 129.6, 129.3, 127.6, 113.7, 79.5, 71.8, 66.0, 63.1, 55.3, 32.8, 31.7, 29.7, 29.6, 29.4, 26.8, 25.7, 25.4, 19.4 ;
HR MS (FAB) : calcd for $\text{C}_{38}\text{H}_{56}\text{O}_4\text{Si}$ ($\text{M}+\text{H}^+$)
604.3948, found 604.3848.

[0116] (工程5)

上記化合物D (3.34 g, 5.53 mmol) のベンゼン (27.5 mL) 溶液を 0°C に冷却し、イミダゾール (941 mg, 13.8 mmol) 及びトリフェニルホスフィン (3.63 g, 13.8 mmol) を加えた後、さらにヨウ素 (2.82 g, 11.1 mmol) を加え、反応系を室温に昇温して30分間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和亜硫酸ナトリウム水溶液を加えて反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : ヘキサン/酢酸エチル=20/1) によって精製して、下記式で表される化合物E (3.59 g, 91%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0117] [化18]

[0118] $[\alpha]_{D^{21}} = -6.61$ (c 0.947, benzene) ;IR (neat) : 3070, 3048, 2998, 2927, 2854 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.71–7.63 (m, 4H, TBDPS), 7.46–7.33 (m, 6H, TBDPS), 7.26–7.23 (m, 2H, PMP), 6.88–6.84 (m, 2H, PMP), 4.61 (d, $J=11.3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.44 (d, $J=11.1\text{ Hz}$, 1H, PMB), 3.80 (s, 3H, OMe), 3.73 (dd, $J=10.5, 5.9\text{ Hz}$, 1H, 1-H), 3.63 (dd, $J=10.5, 4.6\text{ Hz}$, 1H, 1-H), 3.53–3.43 (m, 1H, 2-H), 3.19 (t, $J=7.0\text{ Hz}$, 2H, 14-H), 1.82 (d, t, $J=14.3, 7.0\text{ Hz}$, 2H), 1.60–1.18 (m, 20H), 1.07 (s, 9H, TBS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 160.9, 135.6, 133.6, 131.2, 129.6, 129.3, 127.6, 113.6, 79.4, 71.8, 66.4, 55.3, 33.6, 31.6, 30.5, 29.7, 29.6, 29.4, 28.5, 26.8, 25.4, 19.2, 7.4 ;

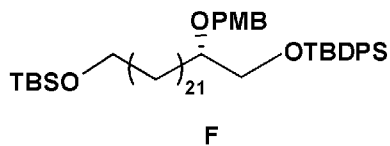
HR MS (FAB) : calcd for $\text{C}_{38}\text{H}_{55}\text{O}_3\text{Si}$ ($\text{M}+\text{H}^+$) 714.2965, found 714.2864.

[0119] (工程6)

予め減圧下加熱して乾燥したヨウ化銅 (285mg, 1.50mmol) に2, 2'-ビピリジル (235mg, 1.50mmol) のテトラヒドロフラン (1.1mL) 溶液を加えた。さらに、上記化合物E (3.57g, 5.00mmol) のテトラヒドロフラン (10.0mL) 溶液を加え、反

反応系を -17°C に冷却して15分間攪拌した。続いて、別途調製したグリニヤール試薬(0.555M テトラヒドロフラン溶液, 18.4 mL, 10.2 mmol)を加え、反応系を室温まで昇温し1時間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和塩化アンモニウム水溶液を加えて反応を停止し、ジエチルエーテルを加えた後、セライトを用いて不溶物を濾過した。分液し水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層と合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:ヘキサン/酢酸エチル=40/1)によって精製して、下記式で表される化合物F(4.10 g, 96%)を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0120] [化19]



[0121] $[\alpha]_{\text{D}}^{21} = -12.1$ (c 1.01, benzene);

IR (neat): 3071, 3049, 2999, 2926, 2854 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 7.72–7.65 (m, 4H, TBDPS), 7.46–7.35 (m, 6H, TBDPS), 7.26–7.23 (m, 2H, PMP), 6.88–6.84 (m, 2H, PMP), 4.61 (d, $J=11.3$ Hz, 1H, PMB), 4.45 (d, $J=11.3$ Hz, 1H, PMB), 3.81 (s, 3H, OMe), 3.74 (dd, $J=10.5, 5.9$ Hz, 1H, 1-H), 3.63 (dd, $J=10.5, 4.6$ Hz, 1H, 1-H), 3.61 (t, $J=6.8$ Hz, 2H, 2,4-H), 3.54–3.43 (m, 1H, 2-H), 1.63–1.49 (m, 4H), 1.37–1.19 (m, 38H), 1.08 (s, 9H, TBDPS), 0.91 (s, 9H, TBS), 0.06 (s, 6H, TB

S) ;

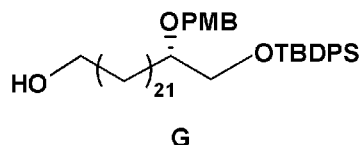
^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 159. 0, 135. 6, 133. 6, 131. 2, 129. 6, 129. 3, 127. 6, 113. 6, 79. 4, 71. 8, 66. 3, 63. 3, 55. 2, 32. 8, 31. 6, 29. 7, 29. 6, 29. 4, 26. 8, 26. 0, 25. 8, 25. 4, 19. 2, 18. 4, -5. 3 ;

HR MS (ESI TOF) : calcd for $\text{C}_{54}\text{H}_{90}\text{O}_4\text{Si}_2\text{Na}$
a ($\text{M}+\text{Na}^+$) 881. 6270, found 881. 6249.

[0122] (工程7)

上記化合物F (1. 65 g, 1. 92 mmol) のテトラヒドロフラン (96 mL) 溶液を 0°C に冷却し、塩酸 (1. 0M, 9. 6 mL, 9. 56 mmol) を加え、反応系を室温に昇温して2. 5時間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : ベンゼン/酢酸エチル/メタノール=30/1/1) によって精製して、下記式で表される化合物G (1. 34 g, 94%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0123] [化20]



[0124] $[\alpha]_{\text{D}}^{27} = -9. 90$ (c 1. 03, benzene) ;

IR (neat) : 3357 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7. 75-7. 72 (m, 4H) , 7. 51-7. 35 (m, 6H) , 7. 29-7. 26 (m, 2H) , 6. 90-6. 87 (m, 2H) , 4. 64 (d, $J=11. 3\text{ Hz}$, 1H) , 4. 48

(d, $J=11.3$ Hz, 1H), 3.82 (s, 3H), 3.81–3.61 (m, 2H, 1–H), 3.65 (t, $J=6.6$ Hz, 2H, 24–H), 3.56–3.46 (m, 1H, 2–H), 1.65–1.18 (m, 42H), 1.11 (s, 9H);

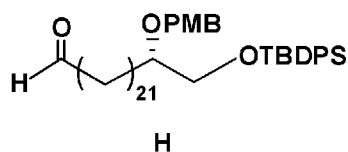
^{13}C NMR (CDCl_3): δ 159.0, 135.6, 133.6, 131.1, 129.6, 129.3, 127.6, 113.6, 79.4, 71.7, 66.3, 63.0, 55.2, 32.7, 31.6, 29.7, 29.6, 29.4, 26.8, 25.7, 25.3, 19.2;

HR MS (ESI TOF): calcd for $\text{C}_{48}\text{H}_{76}\text{O}_4\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 767.5405, found 767.5406.

[0125] (工程8)

上記化合物G (3.08 g, 4.13 mmol) の塩化メチレン (41.2 mL) 溶液にピリジニウムクロクロメイト (1.34 g, 6.20 mmol) を加え、11時間攪拌した。反応系にジエチルエーテルを加えて希釈し、重力濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=10/1) によって精製して、下記式で表される化合物H (2.52 g, 82%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0126] [化21]



[0127] $[\alpha]_{\text{D}}^{22} = -14.3$ (c 1.03, benzene);

IR (neat): 1727 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3): δ 9.76 (s, 1H, CHO), 7.70–7.67 (m, 4H, TBDPS), 7.45–7.34 (m, 6H, TBDPS), 7.23 (d, $J=8.7$ Hz, 2H, PMP), 6.85 (d, $J=9.0$ Hz, 2H, PMP), 4.60 (d, $J=11.4$ Hz, 1

H, PMB), 4.44 (d, $J=11.4$ Hz, 1H), 3.80 (s, 3H, PMB), 3.73 (dd, $J=11.9, 5.9$ Hz, 1H, 1-H), 3.62 (dd, $J=10.8, 4.8$ Hz, 1H, 1-H), 3.50–3.44 (m, 1H, 2-H), 2.42 (t, d, $J=7.4, 1.8$ Hz, 2H, 23-H), 1.65–1.44 (m, 4H, 3-H, 22-H), 1.35–1.18 (m, 38H, 4-H to 21-H), 1.06 (s, 9H, TBDPS);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 203.0, 159.0, 135.6, 133.6, 131.2, 129.6, 129.3, 127.6, 113.6, 79.4, 71.7, 66.4, 55.2, 43.9, 31.6, 29.70, 29.63, 29.59, 29.41, 29.34, 29.14, 26.8, 25.4, 22.1, 19.2;

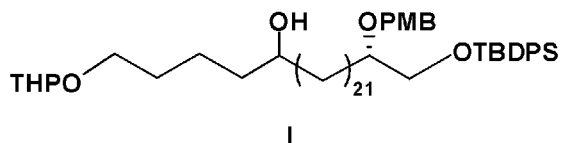
HR MS (ESI TOF): calcd for $\text{C}_{48}\text{H}_{74}\text{O}_4\text{SiNa}$ ($\text{M}+\text{Na}^+$) 765.5249, found 765.5270.

[0128] (工程9)

上記化合物H (2.52 g, 3.40 mmol) のテトラヒドロフラン (7.6 mL) 溶液を 0°C に冷却し、別途調製したグリニャール試薬 (0.686 M, 9.9 mL, 6.81 mmol) を加えて2時間攪拌した。反応系に飽和塩化アンモニウム水溶液を加えて反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=5/1) によって精製して、下記式で表される化合物I (2.70 g, 88%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0129]

[化22]

[0130] IR (neat) : 3448 cm⁻¹ ;

¹H NMR (CDCl₃) : δ 7.78–7.64 (m, 4H, TBDPS), 7.47–7.33 (m, 6H, TBDPS), 7.28–7.20 (m, 2H, PMP), 6.89–6.81 (m, 2H, PMP), 4.61 (d, J=11.1 Hz, 1H, PMB), 4.59 (s, 1H, THP), 4.45 (d, J=11.1 Hz, 1H, PMB), 3.93–3.36 (m, 8H, 1-H, 2-H, 24-H, 28-H, THP), 3.80 (s, 3H, OMe), 1.89–1.15 (m, 54H) ;

¹³C NMR (CDCl₃) : δ 159.0, 135.6, 133.6, 131.2, 129.6, 129.3, 127.6, 113.6, 98.9, 79.4, 71.7, 67.5, 66.4, 64.3, 62.3, 55.2, 37.5, 37.1, 31.6, 30.7, 29.7, 29.6, 26.8, 25.6, 25.3, 22.3, 19.6, 19.2 ;

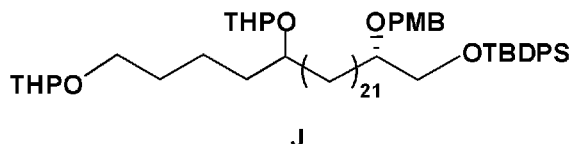
HR MS (ESI TOF) : calcd for C₅₇H₉₂O₆SiNa (M+Na⁺) 923.6555, found 923.6554.

[0131] (工程10)

上記化合物 I (1.38 g, 1.53 mmol) の塩化メチレン (5 mL) 溶液を 0°C に冷却し、ジヒドロピラン (0.2 mL, 2.19 mmol) 及び p-トルエンスルホン酸一水和物 (32.7 mg, 0.190 mmol) を加え、反応系を室温に昇温して 2 時間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、塩化メチレンを加えて分液し、水層より塩化メチレンで 2 度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィ

—（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝１５／１）によって精製して、下記式で表される化合物Ｊ（１．３０ｇ，８６％）を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0132] [化23]



[0133] IR (neat) : 3070, 3044, 2924, 2853 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.71–7.67 (m, 4H, TBDPS), 7.47–7.35 (m, 6H, TBDPS), 7.26–7.17 (m, 2H, PMP), 6.88–6.80 (m, 2H, PMP), 4.60 (d, $J=11.1\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.58 (s, 1H, THP), 4.44 (d, $J=11.3\text{ Hz}$, 1H, PMB), 3.92–3.32 (m, 8H, 1-H, 2-H, 24-H, 28-H, THP), 3.80 (s, 3H, OMe), 1.88–1.11 (m, 54H), 1.07 (s, 9H, TBDPS) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 158.9, 135.6, 133.6, 131.1, 129.6, 129.3, 127.6, 113.6, 100.5, 95.4, 79.4, 71.8, 67.5, 66.4, 62.7, 62.2, 62.1, 55.3, 35.0, 34.8, 30.8, 30.7, 29.9, 29.5, 26.8, 25.5, 25.0, 22.3, 20.0, 19.7, 19.6 ;

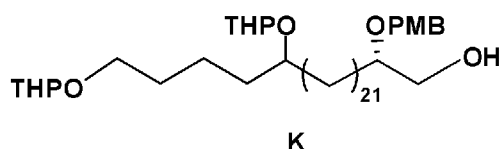
HR MS (ESI TOF) : calcd for $\text{C}_{62}\text{H}_{100}\text{O}_7\text{SiNa}$ a ($\text{M}+\text{Na}^+$) 1007.7131, found 1007.7123 .

[0134] (工程11)

上記化合物Ｊ（６５４．６ｍｇ，０．６６４ｍｍｏｌ）のテトラヒドロフラン（７．２ｍＬ）溶液を 0°C に冷却し、テトラブチルアンモニウムフルオ

リド (1.0 M テトラヒドロフラン溶液, 2.0 mL, 2.0 mmol) を加えた。反応系に酢酸 (0.12 mL, 2.10 mmol) を添加して室温まで昇温し、22.5 時間攪拌した。反応系を 0°C に冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、酢酸エチルを加えて分液し、水層より酢酸エチルで 2 度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル = 3/1) によって精製して、下記式で表される化合物 K (474 mg, 96%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0135] [化24]



[0136] IR (neat) : 3466 cm⁻¹ ;

¹H NMR (CDCl₃) : δ 7.27 (d, J=8.4 Hz, 2H, PM P), 6.91–6.86 (m, 2H, PMP), 4.67–4.62 (m, 1H, THP), 4.60–4.55 (m, 1H, THP), 4.56 (d, J=11.3 Hz, 1H, PMB), 4.46 (d, J=11.1 Hz, 1H, PMB), 3.95–3.34 (m, 10H, 1-H, 2-H, 24-H, 28-H, THP), 3.81 (s, 3H, OMe), 1.86–1.38 (m, 20H, 3-H, 23-H, 25-H, 27-H, THP), 1.38–1.16 (m, 40H) ;

¹³C NMR (CDCl₃) : δ 159.2, 130.6, 129.3, 113.8, 98.8, 97.6, 79.4, 71.1, 67.5, 64.3, 62.7, 62.3, 62.2, 55.3, 35.0, 34.8, 30.8, 30.7, 29.9, 29.5, 25.5, 25.0, 22.3, 20.0, 19.6 ;

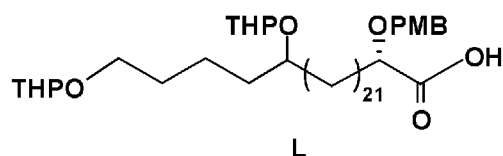
HR MS (ESI TOF) : calcd for $C_{46}H_{82}O_7Na$ (M + Na⁺) 769.5953, found 769.5953.

[0137] (工程12)

上記化合物K (588.1mg, 0.787mmol) のアセトニトリル (3.9mL) 溶液に2,2,6,6-テトラメチルピペリジン 1-オキシル (18.0mg, 0.115mmol) 及び緩衝溶液 (2.95mL) を加えた。反応系を外温35℃まで昇温し、亜塩素酸ナトリウム水溶液 (2.0M, 1.58mL, 3.15mmol) 及び次亜塩素酸ナトリウム水溶液 (5% NaOCl 0.1mL / 水 1.89mL, 0.4mL, 31.5μmol) を加え、反応系内が弱酸性であることをpH試験紙で確認し、8.5時間攪拌した。反応系を室温まで昇温し、水 (5.9mL) を添加した後、0℃まで冷却し、6%亜硫酸ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、ジエチルエーテルを加えて分液し、水層よりジエチルエーテルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して下記式で表される化合物Lの粗生成物 (599mg, quant.) を得た。得られた粗生成物の精製は行わずに次の工程に用いた。

なお、得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : トリクロロメタン / メタノール = 10 / 1) によって精製して、化合物Lを白色固体として得た後、NMRによる解析を行った。物性値は以下のとおりである。

[0138] [化25]



[0139] IR (neat) : 3446, 1700 cm^{-1} ;

¹H NMR (CDCl₃) : δ 7.27 (d, J = 8.7 Hz, 2H, PMP), 6.89 (d, J = 8.7 Hz, 2H, PMP), 4.58 (s, 2

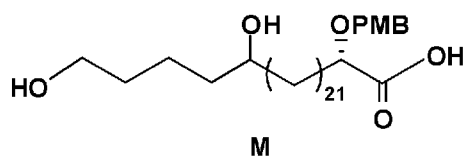
H, THP), 4.55 (d, $J=11.3$ Hz, 1H, PMB), 4.47 (d, $J=11.1$ Hz, 1H, PMB), 3.93–3.34 (m, 8H, 2-H, 24-H, 28-H, THP), 3.80 (s, 3H, OMe), 1.95–1.16 (m, 60H);

HR MS (ESI TOF): calcd for $C_{46}H_{80}O_8Na$ (M + Na⁺) 783.5745, found 783.5739.

[0140] (工程13)

上記化合物L (599mg, 0.787mmol) のテトラヒドロフラン (40mL) 溶液を0°Cに冷却し、塩酸 (1.0M, 4.0mL, 4.0mmol) を加え、反応系を室温に昇温して71時間攪拌した。反応系を0°Cに冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、酢酸エチルを加えて分液し、水層より酢酸エチルで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ジクロロメタン/メタノール=20/1) によって精製して、下記式で表される化合物M (262mg, 56%, 2工程) を白色固体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0141] [化26]



[0142] Mp: 62–63°C;

IR (neat): 3416, 1716 cm^{-1} ;

¹H NMR (CDCl₃): δ 7.29–7.26 (m, 2H, PMP), 6.92–6.87 (m, 2H, PMP), 4.60 (d, $J=11.4$ Hz, 1H, PMB), 4.46 (d, $J=11.4$ Hz, 1H, PMB), 3.98 (t, $J=5.9$ Hz, 1H, 2-H), 3.81 (s, 3H, OMe), 3.67 (t, $J=6.3$ Hz, 2H, 28-H), 3.61 (m

, 1H, 24-H), 1.82-1.72 (m, 2H), 1.61-1.25 (m, 48H);

^{13}C NMR (CDCl_3): δ 174.7, 159.3, 129.8, 129.0, 113.9, 72.3, 72.0, 70.0, 62.8, 55.3, 37.5, 36.9, 32.5, 32.3, 29.6, 29.4, 29.2, 25.6, 24.8, 21.8;

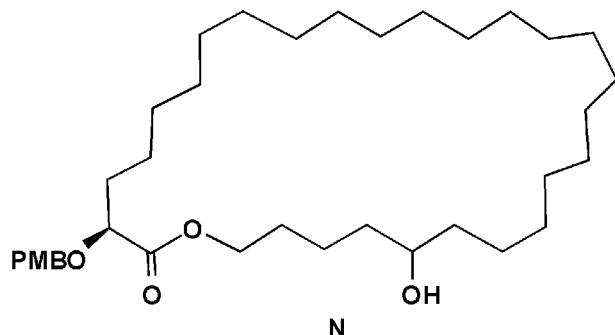
HR MS (ESI TOF): calcd for $\text{C}_{36}\text{H}_{64}\text{O}_6\text{Na}$ (M + Na⁺) 615.4595, found 615.4597.

[0143] (工程14)

2-メチル-6-ニトロ安息香酸無水物 (24.8 mg, 72.0 μmol) の塩化メチレン (9.6 mL) 溶液に4-ジメチルアミノピリジン N-オキシド (1.7 mg, 12.3 μmol) 及びトリエチルアミン (0.02 mL, 0.161 mmol) を加え、外温50°Cで加熱還流し、シリンジポンプを使用して、その反応系内にセコ酸M (31.8 mg, 53.6 μmol) のテトラヒドロフラン (16.3 mL) 溶液を12時間かけて滴下した。滴下終了後、テトラヒドロフラン (1.0 mL) 溶液を用いて洗い込みを行い、50°Cで1時間攪拌した。反応系を0°Cに冷却して飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え反応を停止し、塩化メチレンを加えて分液し、水層より塩化メチレンで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、濾過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル=3/1) によって精製して、下記式で表される化合物 N (23.6 mg, 77%) を無色油状の液体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0144]

[化27]



[0145] IR (neat) : 3446, 1636 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.28 (d, $J=8.5\text{ Hz}$, 2H, PMP), 6.88 (d, $J=8.5\text{ Hz}$, 2H, PMP), 4.63 (d, $J=11.0\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.34 (d, $J=11.0\text{ Hz}$, 1H, PMB), 4.22–4.18 (m, 1H, 28-H), 4.16–4.09 (m, 1H, 28-H), 3.90 (t, $J=6.5\text{ Hz}$, 1H, 2-H), 3.80 (s, 3H, OMe), 3.66–3.55 (m, 1H, 24-H), 1.76–1.26 (m, 48H) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 174.0, 159.3, 131.9, 129.7, 113.7, 77.4, 71.8, 71.6, 64.7, 55.3, 37.3, 36.8, 33.0, 29.35, 29.25, 29.17, 29.10, 29.03, 28.90, 28.86, 28.75, 28.66, 28.61, 28.56, 25.4, 25.3, 25.0, 22.1 ;

HR MS (ESI TOF) : calcd for $\text{C}_{36}\text{H}_{62}\text{O}_5\text{Na}$ ($\text{M} + \text{Na}^+$) 597.4489, found 597.4489.

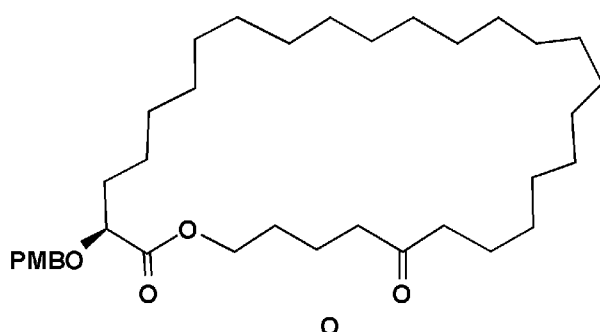
[0146] (工程15)

予め減圧下で加熱して乾燥したモレキュラーシーブス 4 \AA (62.7mg) に上記化合物N (60.1mg, 0.105mmol) の塩化メチレン (1.0mL) 溶液を加えた。N-メチルモルホリンN-オキシド (36.7mg, 0.314mmol) を加え、反応系を 0°C に冷却して過ルテニウム酸テトラプロピルアンモニウム (7.4mg, 20.9 μmol) を加え、

4. 5時間攪拌した。反応終了後、シリカゲルを用いて濾過（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝3／1）を行い、減圧濃縮して下記式で表される化合物Oの粗生成物（59.9mg, quant.）を得た。得られた粗生成物の精製は行わずに次の工程で用いた。

なお、得られた粗生成物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル＝3／1）によって精製して、化合物Oを白色固体として得た後、NMRによる解析を行った。物性値は以下のとおりである。

[0147] [化28]



[0148] $[\alpha]_D^{22} = -34.4$ (c 0.753, benzene) ;

IR (neat) : 1737, 1712 cm^{-1} ;

^1H NMR (CDCl_3) : δ 7.30–7.26 (m, 2H, PMP), 6.90–6.84 (m, 2H, PMP), 4.62 (d, $J=11.1$ Hz, 1H, PMB), 4.33 (d, $J=11.3$ Hz, 1H, PMB), 4.20–4.07 (m, 2H, 28-H), 3.89 (t, $J=6.5$ Hz, 1H, 2-H), 3.80 (s, 3H, OMe), 2.45 (t, $J=7.0$ Hz, 2H, 25-H), 2.38 (t, $J=7.4$ Hz, 2H, 23-H), 1.78–1.50 (m, 10H), 1.45–1.18 (m, 34H) ;

^{13}C NMR (CDCl_3) : δ 210.8, 173.0, 159.3, 132.7, 129.7, 113.3, 71.9, 64.4, 55.3, 42.8, 42.0, 33.0, 29.32, 29.23, 29.18, 29.09, 28.98, 28.78, 28.72, 28.64, 28.59, 28

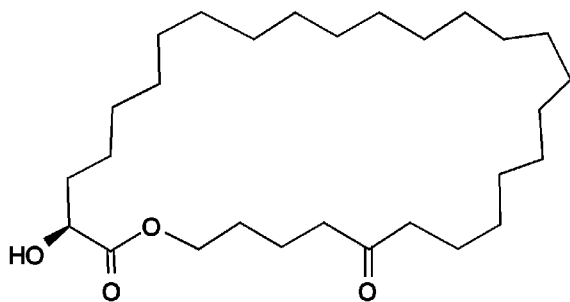
. 2, 25. 2, 23. 8, 20. 3 ;

HR MS (ESI TOF) : calcd for $C_{36}H_{60}O_5Na$ (M + Na⁺) 595. 4333, found 595. 4333.

[0149] (工程16)

上記化合物O (59. 9 mg, 0. 105 mmol) の塩化メチレン (2. 0 mL) 溶液に水 (0. 2 mL) を添加し、0°Cに冷却した。2, 3-ジクロロ-5, 6-ジシアノ-1, 4-ベンゾキノン (28. 5 mg, 0. 126 mmol) を加え、反応系を室温に昇温して38. 5時間攪拌した。反応系を0°Cに冷却して緩衝溶液を加え反応を停止し、塩化メチレンを加えて分液し、水層より塩化メチレンで2度抽出した。有機層を合わせ、水及び飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、減過、減圧濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒 : ベンゼン/ジエチルエーテル=3/1) によって精製して、下記式で表される目的の2-ヒドロキシ-24-オキソオクタコサノリド (40. 8 mg, 86%, 2工程) を白色固体として得た。物性値は以下のとおりである。

[0150] [化29]



2-Hydroxy-24-oxooctacosanolide

[0151] M_p : 67-68°C ;

$[\alpha]_D^{21} = -9. 6$ (c 0. 96, benzene) ;

IR (neat) : 3445, 1739, 1713 cm^{-1} ;

¹H NMR (CDCl₃) : δ 4. 28-4. 24 (m, 1H, 28-H), 4. 18-4. 16 (m, 1H, 2-H), 4. 13-4. 09 (m, 1

H, 28-H), 2.45 (t, J=7.0 Hz, 2H, 25-H), 2.40 (t, J=7.5 Hz, 2H, 23-H), 1.81-1.75 (m, 2H, 3-H), 1.69-1.63 (m, 2H, 27-H), 1.67-1.61 (m, 2H, 26-H), 1.61-1.56 (m, 2H, 22-H), 1.56-1.45 (m, 2H, 4-H), 1.45-1.17 (m, 34H, 5-H to 21-H);

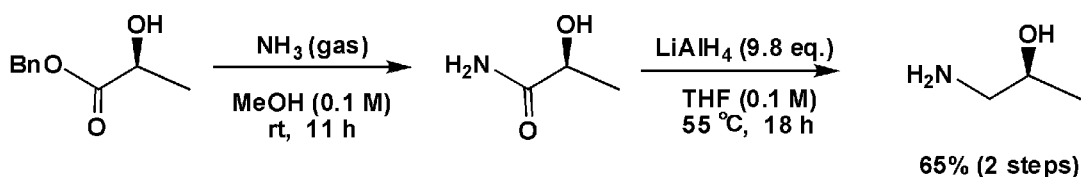
^{13}C NMR (CDCl_3): δ 210.7, 175.6, 70.4, 65.4, 42.8, 42.0, 34.4, 29.40, 29.29, 29.27, 29.20, 29.12, 28.98, 28.92, 28.89, 28.81, 28.74, 28.72, 28.67, 28.60, 28.58, 28.50, 28.1, 24.7, 23.7, 20.2;

HR MS (ESI TOF): calcd for $\text{C}_{28}\text{H}_{52}\text{O}_4\text{Na}$ ($\text{M} + \text{Na}^+$) 475.3758, found 475.3758.

[0152] [試験例 8: 光学活性ヒドロキシエステルを用いた光学活性アミノアルコールの製造の製造]

本発明の製造方法で得られた光学活性ヒドロキシエステルは、光学活性アミノアルコールを製造する際にも有用である。光学活性アミノアルコールの製造方法の一例を以下に示す。

[0153] [化30]



[0154] 上記反応式に示すように、ベンジル (S)-ラクテートエステル (45.2 mg, 0.251 mmol) のメタノール (2.50 mL) 溶液に対して、アンモニアガスを 0°C で 70 分間通じた。反応混合物を室温で 11 時間攪拌後、濃縮することにより、対応するアミドの粗生成物を得た。

引き続き、得られた粗生成物のアミドのテトラヒドロフラン (2.50 mL)

L) 溶液に対して水素化アルミニウムリチウム (92.6 mg, 2.47 mmol) を 0°C で加えた。反応混合物を室温で 10 分間攪拌し、55°C に昇温して 18 時間攪拌した後、0°C で水 (200 μL) を加えて反応を停止した。反応混合物をセライト濾過し、減圧濃縮後、シリカゲル薄層クロマトグラフィー (展開溶媒: アンモニア水抽出によりアンモニアを飽和させたクロロホルム/メタノール=50/1) を用いて分取することにより、対応する光学活性アミノアルコール (14.5 mg, 65%) を得た。物性値は以下のとおりである。

[0155] $[\alpha]_{D^{22}} = +44.4$ (c 1.0, methanol) ;

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) : δ 3.65–2.55 (m, 1H), 3.80–2.40 (br m, 3H), 2.65 (dd, $J=12.7, 2.7$ Hz, 1H), 2.44 (dd, $J=12.7, 8.1$ Hz, 1H), 1.06 (d, $J=6.3$ Hz, 3H) .

請求の範囲

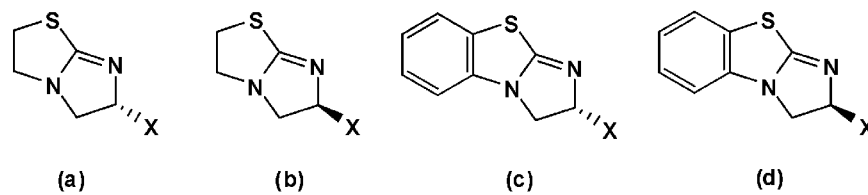
[請求項1]

下記式 (a) ~ (d) のいずれかで表される触媒と、カルボン酸無水物、又はカルボン酸無水物及びカルボン酸とを含む溶媒中で、ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法であって、

前記溶媒中にカルボン酸無水物が含まれカルボン酸が含まれない場合、該カルボン酸無水物は α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であるカルボン酸の無水物であり、

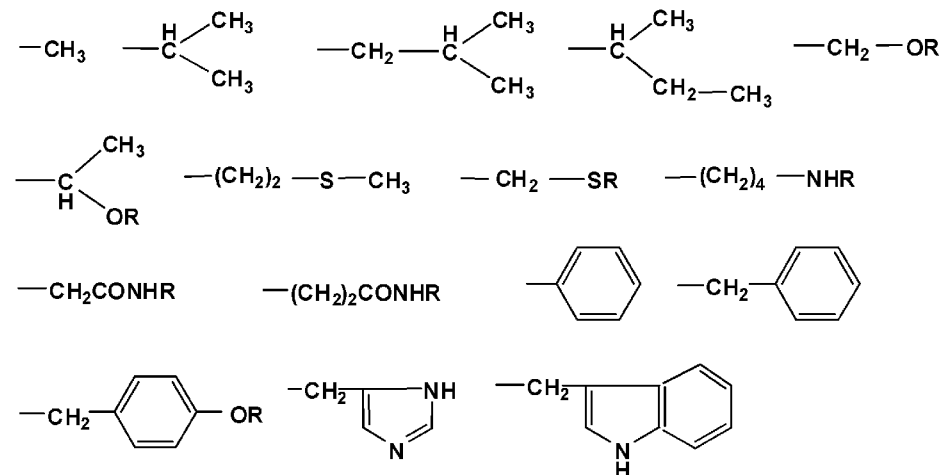
前記溶媒中にカルボン酸無水物及びカルボン酸が含まれる場合、該カルボン酸は α 位が3級炭素原子又は4級炭素原子であることを特徴とする光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[化1]



(式 (a) ~ (d) 中、Xは下記の置換基

[化2]



のいずれかを示し、Rは保護基を示す。)

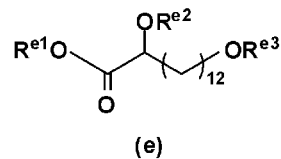
[請求項2] 前記カルボン酸無水物としてジフェニル酢酸無水物を含む溶媒中で、前記ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する請求項1記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[請求項3] 前記カルボン酸無水物としてピバル酸無水物を含み、前記カルボン酸としてジフェニル酢酸を含む溶媒中で、前記ラセミの2-ヒドロキシエステルのうち一方のエナンチオマーを選択的にエステル化する請求項1記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[請求項4] 前記溶媒が鎖状エーテル系溶媒である請求項1から3のいずれか1項記載の光学活性2-ヒドロキシエステルの製造方法。

[請求項5] 下記式(e)で表される中間体化合物。

[化3]



(式(e)中、R^{e1}は一価の有機基を示し、R^{e2}は水素原子又はヒドロキシ基の保護基を示し、R^{e3}は保護基を示す。)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07C67/08(2006.01)i, C07C69/24(2006.01)i, C07C69/612(2006.01)i, C07C69/76(2006.01)i, C07F7/18(2006.01)i, C07B53/00(2006.01)n, C07B57/00(2006.01)n, C07B61/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07C67/08, C07C69/24, C07C69/612, C07C69/76, C07F7/18, C07B53/00, C07B57/00, C07B61/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAPLUS (STN), REGISTRY (STN), CASREACT (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Tetrahedron Letters, 2008, 49(10), p.1601-1604	5
P, A	WO 2009/113428 A1 (Tokyo University of Science), 17 September 2009 (17.09.2009), claims; examples (Family: none)	1-4
A	WO 2008/140074 A1 (Tokyo University of Science), 20 November 2008 (20.11.2008), claims; examples (Family: none)	1-4
A	Tetrahedron Letters, 2007, 48(47), p.8314-8317	1-4
A	Organic Letters, 2006, Vol.8, No.7, p.1351-1354	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 March, 2010 (23.03.10)

Date of mailing of the international search report
06 April, 2010 (06.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053789

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Organic Letters, 2006, Vol.8, No.21, p.4859-4861	1-4
A	Organic Letters, 2006, Vol.8, No.21, p.4955-4958	1-4
A	Heterocycles, 2009, Vol.77, No.2, p.801-810	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07C67/08(2006.01)i, C07C69/24(2006.01)i, C07C69/612(2006.01)i, C07C69/76(2006.01)i, C07F7/18(2006.01)i, C07B53/00(2006.01)n, C07B57/00(2006.01)n, C07B61/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07C67/08, C07C69/24, C07C69/612, C07C69/76, C07F7/18, C07B53/00, C07B57/00, C07B61/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAplus(STN), REGISTRY(STN), CASREACT(STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	Tetrahedron Letters, 2008, 49(10), p.1601-1604	5
P, A	WO 2009/113428 A1 (学校法人東京理科大学) 2009.09.17, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2008/140074 A1 (学校法人東京理科大学) 2008.11.20, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-4
A	Tetrahedron Letters, 2007, 48(47), p.8314-8317	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.03.2010

国際調査報告の発送日

06.04.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

福島 芳隆

4H

3778

電話番号 03-3581-1101 内線 3443

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Organic Letters, 2006, Vol. 8, No. 7, p. 1351-1354	1-4
A	Organic Letters, 2006, Vol. 8, No. 21, p. 4859-4861	1-4
A	Organic Letters, 2006, Vol. 8, No. 21, p. 4955-4958	1-4
A	Heterocycles, 2009, Vol. 77, No. 2, p. 801-810	1-4