

木材科学講座 4

木材の化学

川田俊成・伊藤和貴 編



WOOD SCIENCE SERIES



海青社

執筆者紹介

(50 音順。*印は編集者)

青 木 弾	名古屋大学大学院生命農学研究科 講師	(6 章 3, 4 節)
板 倉 修 司	近畿大学農学部 教授	(9 章 2 節)
市 浦 英 明	高知大学教育研究部自然科学系農学部 准教授	(10 章 1-4 節)
伊 藤 和 貴*	愛媛大学大学院連合農学研究科 教授	(12 章 2 節)
江 前 敏 晴	筑波大学生命環境系 教授	(11 章 1-5 節)
大 谷 慶 人	高知大学名誉教授	(15 章 1 節)
片 山 健 至	香川大学名誉教授	(7 章 1 節)
河 合 真 吾	静岡大学農学部 教授	(3 章 2 節, 8 章 1-5 節)
川 田 俊 成*	京都府立大学大学院生命環境科学研究科 教授	(5 章 1-3 節)
岸 本 崇 生	富山県立大学工学部 准教授	(14 章 1-4 節)
北 岡 卓 也	九州大学大学院農学研究院 教授	(13 章 3 節)
栗 本 康 司	秋田県立大学木材高度加工研究所 教授	(12 章 3 節)
小 藤 田 久 義	岩手大学農学部 教授	(7 章 2, 3 節)
近 藤 哲 男	九州大学大学院農学研究院 教授	(4 章 1-3 節)
鈴 木 利 貞	香川大学農学部 准教授	(7 章 5-8 節)
高 野 俊 幸	京都大学大学院農学研究科 教授	(6 章 1, 2 節)
高 畠 幸 司	琉球大学農学部 教授	(12 章 1 節)
寺 本 好 邦	京都大学大学院農学研究科 准教授	(13 章 1, 2 節)
半 智 史	東京農工大学大学院農学研究院 准教授	(1 章 1-4 節)
野 中 寛	三重大学大学院生物資源学研究科 教授	(2 章 1-3 節)
服 部 武 文	徳島大学大学院社会産業理工学研究部 教授	(9 章 1 節)
船 田 良	東京農工大学大学院農学研究院 教授	(1 章 1-4 節)
光 永 徹	岐阜大学応用生物科学部 教授	(15 章 2 節)
横 田 信 三	宇都宮大学農学部 教授	(8 章 1, 2 節)
米 田 夕 子	静岡大学農学部 准教授	(3 章 1 節, 7 章 4 節)
和 田 昌 久	京都大学大学院農学研究科 教授	(4 章 4 節)

序

本書は木材科学講座4「化学」(1993年2月15日初版第1刷)の全訂第2版である。初版「化学」は全国の16名の先生が執筆され、鮫島一彦先生(高知大)、城代進先生(島根大)が編者を務められた。

この間「木材の化学」に関する研究は着実に進歩を続け、多くの新しい知見が加えられた。また、大学組織が改編され、伝統的な「林産学」のくくりは発展的に薄れてきた。これらを考慮し、全編を新たに書き下ろすこととし、「改訂」ではなく「全訂」として書名も「化学」から「木材の化学」に一新した。

編集方針は初版を踏襲した。(1)「木材の化学」を学ぶ読者に必要な基礎的事項を網羅すること、(2)学術的な根拠にもとづいた内容を正しい学術用語・専門用語をもちいて明快に解説すること、を基本とした。これらに加えて、(3)図表、特に化学構造式をできるだけ多く示すことを心掛けた。また、(4)新たに各章の要点をまとめる章末問題を設けた。さらに、(5)索引・用語解説とは別に略号表を掲載した。学術用語・専門用語は一般的な化学の約束にしたがって統一したが、それぞれの分野で慣用されている用語についてはそれを尊重した。

執筆は、大学において関連講義を開講する現任教員(執筆当時)26名が分担した。2017年春に刊行準備をはじめ、同年7月20日に執筆依頼をおこなった。その後、刊行までに約4年の年月を費やした。根気強く推敲を重ねていただいた全執筆者に感謝申し上げます。また、出版社には随分なご無理を申し上げ、化学特有の書式を正確に活字にいただいた。長期間の編集にあたってお世話になった海青社の宮内久代表、田村由記子副代表、ならびに福井将人氏に深謝する。

本書が「木材の化学」を学ぶ読者にとって良き道標となり、専門的な探求へのきっかけになるなら執筆者冥利に尽きる。読者の中から次世代の「木材の化学」を担う人材が現れるなら望外の喜びである。

2021年2月 編者しるす

木材科学講座 4

木材の化学

目 次

本文中で☞印を付した用語については、巻末「索引・用語解説」に解説を掲載した。

序	1
第 1 章 木材の構造	7
第 1 節 草本植物と木本植物	7
第 2 節 針葉樹材と広葉樹材	9
第 3 節 形成層活動と細胞分化	11
第 4 節 細胞壁構造と細胞壁成分	13
第 2 章 木材成分分析	17
第 1 節 主成分と副成分	17
第 2 節 木材分析法	18
第 3 節 分析結果	23
第 3 章 木材化学の基礎	27
第 1 節 糖質の化学	27
第 2 節 芳香族化合物の化学	35
第 4 章 セルロース	39
第 1 節 単 離	39
第 2 節 化学構造	42
第 3 節 性 質	44
第 4 節 結晶構造	48
第 5 章 ヘミセルロース	53
第 1 節 単 離	53
第 2 節 化学構造	55
第 3 節 性 質	59
第 6 章 リグニン	61
第 1 節 単 離	61

第2節	化学構造.....	63
第3節	性 質.....	70
第4節	反 応 性.....	72
第7章	抽出成分.....	75
第1節	はじめに.....	75
第2節	脂肪族化合物.....	78
第3節	テルペン.....	82
第4節	糖 質.....	87
第5節	芳香族化合物.....	90
第6節	アルカロイド.....	97
第7節	そ の 他.....	100
第8節	無機成分.....	101
第8章	生合成.....	105
第1節	セルロースの生合成.....	105
第2節	ヘミセルロースの生合成.....	111
第3節	リグニンの生合成.....	116
第4節	抽出成分の生合成.....	121
第5節	糖代謝と樹木成分生合成の関係.....	127
第9章	生分解.....	129
第1節	木材腐朽菌による分解.....	129
第2節	シロアリによる分解.....	142
第10章	パルプ.....	149
第1節	原料・種類・用途.....	149
第2節	機械パルプ.....	151
第3節	化学パルプ.....	153
第4節	漂 白.....	156

第 11 章 紙	159
第 1 節 紙の歴史・伝播.....	159
第 2 節 製紙技術.....	160
第 3 節 紙の性質.....	165
第 4 節 和 紙.....	172
第 5 節 パルプ・紙の生産量.....	173
 第 12 章 特用林産物とその利用	175
第 1 節 き の こ.....	175
第 2 節 木材腐朽菌をもちいるバイオレメディエーション.....	181
第 3 節 炭.....	183
 第 13 章 セルロースの化学的利用	193
第 1 節 セルロース誘導体.....	193
第 2 節 セルロースの利用.....	201
第 3 節 セルロースナノファイバー.....	204
 第 14 章 リグニンの化学的利用	213
第 1 節 現 状.....	213
第 2 節 研究動向.....	217
 第 15 章 抽出成分の利用	221
第 1 節 樹木系精油の機能と新用途の可能性.....	221
第 2 節 抽出成分の生理活性.....	226
 略号表	233
 索引・用語解説	237

第1章 木材の構造

第1節 草本植物と木本植物

高等植物を分類する際に、草本植物とか木本植物という用語がよくもちいられる。木材(wood)は、後者の木本植物から生産される。木本植物は多年生植物であり、樹幹(stem)などの地上部の器官が冬などでも枯死せずに生き続ける。また木本植物は、木部組織や師部組織などの維管束(vascular bundle)が発達した維管束植物であり、維管束形成層(vascular cambium) (一般に形成層cambium とよばれる)の分裂活動により肥大成長(radial growth)をおこない、長年にも渡って茎や根(root)が半径方向に太る特徴をも¹⁾つ。

維管束植物には、シダ植物、裸子植物(gymnosperm)、被子植物(angiosperm)が含まれる。現生の裸子植物には、ソテツ類、イチヨウ類、針葉樹類、マオウ類が含まれ、いずれも肥大成長をおこなう。スギ(*Cryptomeria japonica*)、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)、アカマツ(*Pinus densiflora*)、トドマツ(*Abies sachalinensis*)などの針葉樹類は、世界に約500種が存在し裸子植物のほとんどを占め、カラマツ(*Larix kaempferi*)やメタセコイア(*Metasequoia glyptostroboides*)など一部の落葉性の樹種を除いて多くは常緑性である。針葉樹類の木材は針葉樹材(softwood)として重要な木質バイオマスである。イチヨウ類の木材の性質も針葉樹類と類似しているので、通常は針葉樹材に含まれる。一方、被子植物は、子葉が2枚ある双子葉類と子葉が1枚の単子葉類の2つのグループに大別される。双子葉類には、草本植物と木本植物の2種類が混在する。ミズナラ(*Quercus crispula*)、ヤチダモ(*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*)、ブナ(*Fagus crenata*)、クリ(*Castanea crenata*)など双子葉類の木本植物がつくる木材は広葉

このプレビューでは表示されないページがあります。

第2章 木材成分分析

第1節 主成分と副成分

1.1 主成分

木材を構成する成分は主成分と副成分に大別される。主成分はセルロース (cellulose) (第4章), ヘミセルロース (hemicellulose) (第5章), リグニン (lignin) (第6章) であり, 木材の主要三成分ともよばれる。セルロースは木材中の約 40～50% を占める。グルコース (glucose) が β -1,4-グリコシド結合をした長鎖状のホモポリマーで, 結晶 (crystalline) 領域と非結晶 (amorphous) 領域からなる。ヘミセルロースは木材中の約 20～30% を占め, 非セルロース系の非晶性の多糖類である。主鎖の構成糖は, キシロース (xylose) のみである場合 (キシラン xylan), マンノース (mannose) とグルコースの2種からなる場合 (グルコマンナン glucomannan) があり, 主鎖のヒドロキシ基 ($-\text{OH}$) の一部がアセチル化 ($-\text{OCOCH}_3$) されているもの, 側鎖としてアラビノース (arabinose), ガラクトース (galactose), ウロン酸 (uronic acid) などが結合しているものがある。リグニンは木材中の約 20～30% を占める芳香族系高分子である。芳香環にプロパン側鎖がついたモノマー単位であるモノリグノール (第6章第2節, 第8章第3節) (コニフェリルアルコール coniferyl alcohol やシナピルアルコール sinapyl alcohol) の脱水素重合 (dehydrogenative polymerization) により高分子化されるため, リグニンはフェニルプロパン (phenylpropane) 単位 (C_6-C_3 単位) からなる。

木材は, 形成層等の分裂組織や柔細胞など, 一部生きた細胞が存在するものの, 原形質を消失し細胞壁が厚くなった, いわゆる木化 (lignification) した木材細胞 (死細胞) でできている。セルロース, ヘミセルロース, リグニンは細胞壁

このプレビューでは表示されないページがあります。

第3章 木材化学の基礎

第1節 糖質の化学

1.1 はじめに

「糖」は甘いものを表す漢字である。ただし化学分野では、特定の化学構造をもつ物質のことを「糖」といい、「糖質」、「糖類」または「炭水化物」と同義である。同様に、“sugar”は甘味をもつ物質を表す単語として古くから使用されてきた。19世紀前半まで、糖の多くは“grape sugar(ぶどう糖)”や“cane sugar(甘蔗糖)”のように原料に由来する言葉で表されていた。糖を表現する英単語として、“sugar”のほかに“carbohydrate”や“saccharide”がよく使われる。“carbohydrate”は炭素水和物の意であるが、現在では、炭素、水素、酸素以外に窒素や硫黄などを含有する物質も含めた糖全般を意味するものとして使用されている。polysaccharide(多糖)のように、“saccharide”は特定の糖を表現するときに接頭辞とあわせてもちいられることが多い。

1838年、ペイアン(Payen, A.)が植物から繊維状物質を単離し“cellule”(フランス語の「細胞」)と“-ose”とを組みあわせ“cellulose”と名づけた。同1838年、デュマ(Dumas, J. B. A.)とペリゴ(Péligot, E. M.)がぶどう糖を“glucose”(ギリシャ語の「甘い」“γλυκό”に由来)と記した。これ以降、糖に分類される物質を命名する場合、接尾辞“-ose”がもちいられるようになった。

1.2 単糖・オリゴ糖・多糖

単糖は「分子内に多数のヒドロキシ基(-OH)を有するポリヒドロキシアルデヒド(polyhydroxyaldehyde)またはポリヒドロキシケトン(polyhydroxyketone)」と定義され、前者はアルドース(aldose)、後者はケトース(ketose)といわれる

このプレビューでは表示されないページがあります。

第4章 セルロース

第1節 単 離

木材の主要構成成分セルロース (cellulose) (本章で使うセルロースとはセルロース分子, あるいは総体を示す) は, 針葉樹では約 40 %, 広葉樹では約 50 % を占める。生合成直後に十数本の分子鎖が自己組織化¹⁾し, 幅 3~4 nm のマイクロフィブリル (microfibril) (微生物由来ではエレメンタリーフィブリル elementary fibril とよぶ) となる。さらに, このナノサイズのマイクロフィブリルが高次へと集合して繊維束を形成しながら, マイクロサイズのファイバーが形成される²⁾。

綿 (cotton), 麻 (hemp) などの木材以外の植物由来の, あるいは酢酸菌 (acetic acid bacteria) に代表される微生物由来のセルロースファイバーには, より高純度にセルロースが存在する。しかし, 地球上の存在量としては木材セルロースが最大であり, かつ, 再生産可能 (サステイナブル sustainable) であるので, 資源的価値はもっとも大きい。

木材繊維, 綿繊維, 靱皮繊維, 葉繊維などは, 主要成分であるセルロース, ヘミセルロース, リグニン, さらに微量の成分からなる。セルロースの分離・精製とは, 天然セルロース材料からセルロース以外の成分を除去して, 限りなく純粋に近いセルロース素材を得ることを意味する。

綿毛は種子 (seed) として採取され, 操綿機で綿毛 (リント lint) と綿実に分離される。綿実の地毛 (fuzz) はリンター (linter) とよばれるセルロース原料となる。綿セルロースファイバーの精製は, 試料を有機溶媒 (例えばトルエン) によるソックスレー抽出で脱脂した後, 窒素雰囲気下, 1 % 水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液中で 8 時間煮沸, 水洗, 乾燥しておこなわれる。このようにして注意深

このプレビューでは表示されないページがあります。

第5章 ヘミセルロース

第1節 単 離

1.1 はじめに

ヘミセルロース(hemicellulose)は木材のおおよそ20～30%を占める主成分のひとつである。ヘミセルロースという名称は「水では溶出しないが希アルカリ水溶液で溶出し、温希酸で容易に加水分解する植物多糖類」¹⁾に対し、1891年にシュルツェ(Schulze, E.)がもちいたのが最初とされる。当初、セルロースが生合成される途中の中間的な物質と考えられたため、ギリシャ語で“半分”を意味する“ヘミ(hemi(ήμι))”を“セルロース(cellulose)”に付して命名された。現在では、セルロース生合成中間体ではなく、セルロース生合成経路(第8章第2節)とは別の経路で生合成される多糖類であることがわかっている。

上述のように、ヘミセルロースとは特定の原料(木材)から特定の単離方法(希アルカリ水溶液溶出)によって得られる画分に対し与えられた総称である。伝統的に「水のみでも抽出される画分を除外したあとに、アルカリ性水溶液によって抽出される植物由来の多糖類」と理解されている。

木材では、キシラン(xylan)類(アラビノグルクロノキシラン arabino glucuronoxylan, グルクロノキシラン glucuronoxylan), マンナン(mannan)類(ガラクトグルコマンナン galactoglucomannan, グルコマンナン glucomannan)をさし、水溶性多糖であるキシログルカン(xyloglucan: XyG), デンプン(starch), ペクチン(pectin), 植物ガム(アラビノガラクトタン arabinogalactan)などを除外する。ヘミセルロース以外の木材多糖類については第7章第4節を参照されたい。

単離方法が同じであっても原料が異なれば得られる物質も異なる。木材以外

このプレビューでは表示されないページがあります。

第6章 リグニン

第1節 単 離

リグニン(lignin)は、多糖類(セルロース(第4章)、ヘミセルロース(第5章))とともに、植物の細胞壁を構成する主要成分であり、天然にもっとも豊富に存在する芳香族系高分子である。また、リグニンは、植物体中で、①物理的強度の付与、②維管束の形成、③生分解抵抗性の付与などの役割を果たしていると考えられている。

リグニンは、植物細胞壁中で多糖類とともに強固に複合材料を形成しているため、現在でも、化学構造の変性をまったく伴わないリグニンの単離は非常に困難である。そのため、天然状態のリグニンと単離したリグニンを区別する必要がある、おのおの、天然リグニン(プロトリグニン protolignin)と単離リグニン(isolated lignin)と称している。以下に代表的な単離リグニンを示す。

1.1 硫酸リグニン

リグニンの単離法として硫酸法(クラソン法 Klason method)がある。硫酸法の基本原理は、リグニン以外の成分を硫酸加水分解により可溶化させ、リグニンを残渣として残すものであり、この残渣リグニンを硫酸リグニン(Klason lignin)と称する。硫酸法では、「木粉を72%硫酸(20℃、4時間)処理、3%硫酸(100℃、4時間)処理、ろ過」の順でおこなうのが標準的な方法である。硫酸リグニンは、単離の過程で高濃度の酸処理を受けているため、その変性の程度は著しく、天然リグニンの研究用試料としての価値はほとんどないものの、木粉から定量的に(収率が100%近くで)得ることができる。そのため、単離法である硫酸法は、木材中のリグニンの直接的な定量法として常用されている。ま

このプレビューでは表示されないページがあります。

第7章 抽出成分

第1節 はじめに

1.1 定義と概要

木材主成分(セルロース, ヘミセルロース, リグニン)以外の成分は, 含有量が一般に5%以下であり, 副成分(minor components)とよばれる(第2章)。このうち, 風乾した試料木粉からエタノール・ベンゼンなどの中性有機溶媒または水で溶出する成分を抽出成分(wood extractives)と総称する。木材の化学においては, 抽出成分と副成分はほぼ同じ概念でもちいられることが多い。溶媒抽出されない天然ゴム(本章第3節)や灰分(本章第8節)などは狭義では抽出成分ではないが, 副成分の重要な化合物として本章で述べる。

抽出成分は含有量が少量であるからといって重要でない成分と誤解してはならない。主成分は全樹種に共通して存在しており, 針葉樹と広葉樹とで組成や化学構造にある程度の違いがある(第5章, 第6章)とはいえ, 樹種による色やにおいなどの性質の違いを説明できるわけではない。一方, 抽出成分の種類と組成は樹種によって多様であり, 「樹木の顔¹⁾」ともいえる。抽出成分は木材・樹木を化学・生化学的に特徴づける成分であり, 木材の色調, におい, 耐久性, 耐腐朽性・抗蟻性, 木材加工時の接着塗装障害や作業者の健康阻害, 楽器の音響特性などの木材の性質と利用に深くかかわる。製紙工程において, 副産物となる一方で, トラブルの原因物質になるものもある。また, 抽出成分は, 心材形成などの複雑な樹木の生理現象に深くかかわっている。さらに, 樹木のケモタキソノミー(化学分類学)上の指標成分として利用されるものも多い。

森林バイオマスを論じるとき, 単に木材だけでなく樹木各部位の抽出成分と

このプレビューでは表示されないページがあります。

略号表

略号	説明	ページ
ABTS	2,2'-アジノ-ビス(3-エチルベンゾチアゾリン-6-スルホン酸) (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))	138
Ac	アセチル (acetyl)	55, 56, 58
AGU	無水グルコース単位 (anhydrous glucose unit)	42, 135
AP	アルカリパルプ (alkaline pulp)	154, 155
L-Ara	L-アラビノース (L-arabinose)	24, 31, 55, 56, 59, 87, 89
BET	ブルナウアー-エメット-テラー (Brunauer, Emmett, Teller)	166
BiFC	蛍光タンパク質再構成法 (bimolecular fluorescence complementation)	108
BP	晒パルプ (bleached pulp)	150, 151
CAZy	糖質関連酵素のデータベース (Carbohydrate-Active enZymes Database)	130
CBH I	セロビオヒドロラーゼ (cellobiohydrolase (reducing end))	131-133
CBH II	セロビオヒドロラーゼ (cellobiohydrolase (non-reducing end))	131-133
CBMs	糖質結合モジュール (carbohydrate-binding modules)	130
CD	クロス方向 (cross direction)	168, 169
CDH	セロビオース脱水素酵素 (cellobiose dehydrogenase)	131, 132
CDR	二酸化炭素除去 (carbon dioxide removal)	191
Ces	セルロース合成酵素 (cellulose synthase)	106, 107, 108, 109
<i>ces</i>	セルロース合成酵素遺伝子	106
CHS	カルコンシンターゼ (chalcone synthase)	121, 122
CMC	カルボキシメチルセルロース (carboxymethyl cellulose)	133, 135, 197, 204
CNF	セルロースナノファイバー (cellulose nanofiber)	20, 199, 204
CoA	補酵素 A (coenzyme A)	90, 91, 113, 117, 119, 121-125, 127, 128, 140
CP	化学パルプ (chemical pulp)	150, 151, 153, 156,
CSC	セルロース合成酵素複合体 (cellulose synthase complex)	105, 108, 109
CSF	カナダ標準ろ水度法 (Canadian Standard Freeness)	161
CTMP	ケミサーモメカニカルパルプ (chemithermomechanical pulp)	152, 153
CyEC	シアノエチルセルロース (cyanoethyl cellulose)	197
DMAc	N,N-ジメチルアセトアミド (N,N-dimethylacetamide)	196, 197, 198, 199
DMAP	ジメチルアリル二リン酸 (dimethylalyl phosphite)	125, 126, 128
DMF	N,N-ジメチルホルムアミド (N,N-dimethylformamide)	45
DMSO	ジメチルスルホキシド (dimethyl sulfoxide)	45, 55, 196
DNA	デオキシリボ核酸 (deoxyribonucleic acid)	28, 76, 133, 135
DP	重合度 (degree of polymerization)	40-42, 46
DP	溶解用パルプ (dissolving pulp)	150, 151, 154
DS	置換度 (degree of substitution)	194, 195-200, 203

略 号	説 明	ページ
DyP	染料脱色ペルオキシダーゼ(dyedecolorizing peroxidases)	134, 137, 138
EC	酵素番号(enzyme commission number)	130, 131, 133, 135, 137
E4P	エリスロース 4-リン酸(erythrose 4-phosphate)	127, 128
ESR	電子スピン共鳴法(Electron Spin Resonance Spectrometry)	135
FID	水素炎イオン化型検出器(Flame Ionization Detector)	223
FPP	ファルネシル二リン酸(farnesyl diphosphate)	126
D-Fru	D-フルクトース(D-fructose)	31, 88
D-Gal	D-ガラクトース(D-galactose)	28, 31, 55, 59, 87-89, 115
D-GalA	D-ガラクトチュロン酸(D-galacturonic acid)	89
GAP	グリセルアルデヒド 3-リン酸(glyceraldehyde 3-phosphate)	127, 128
GC	ガスクロマトグラフィー(gas chromatography)	19, 223, 224
GC-MS	ガスクロマトグラフィー-質量分析法(gas chromatography-mass spectrometry)	223
GC-O	GC においかぎ分析(GC-olfactometry)	223
GDP	グアノシン二リン酸(guanosine diphosphate)	113, 114
GGPP	ゲラニルゲラニル二リン酸(geranylgeranyl diphosphate)	126
GH	糖質加水分解酵素(glycoside hydrolase)	107, 130, 144, 145
D-Glc	D-グルコース(D-glucose)	24, 31, 55-58, 87-89, 93
GLOX	グリオキシル酸(回路)(glyoxylate cycle)	139, 140
GP	碎木パルプ(groundwood pulp)	151-153
GPP	ゲラニル二リン酸(geranyl diphosphate)	126
GT	グリコシルトランスフェラーゼ(glycosyltransferase)	112
HBS	高沸点溶媒(high boiling solvent)	218
1-HBT	1-ヒドロキシベンゾトリアゾール(1-hydroxybenzotriazole)	139
HMF	ヒドロキシメチルフルフラール(hydroxymethylfurfural)	21
HPC	ヒドロキシプロピルセルロース(hydroxypropyl cellulose)	197, 202
HPLC	高速液体クロマトグラフィー(high performance liquid chromatography)	19
IC ₅₀	半数阻害濃度(half maximal (50%) inhibitory concentration)	229
ICL	イソクエン酸リアーゼ(isocitrate lyase)	139
IPP	イソペンテニル二リン酸(isopentenyl diphosphate)	83, 125, 126
ISO	国際標準化機構(International Organization for Standardization)	170
IUPAC	国際純正・応用化学連合(International Union of Pure and Applied Chemistry)	28, 31, 34, 188
JIS	日本産業規格(Japanese Industrial Standards)	20, 45, 47, 166,
KOR	膜結合型セルラーゼ(KORRIGAN)	109
KP	クラフトパルプ(kraft pulp)	152, 154, 155,
Lac	ラッカーゼ(laccase)	134, 137, 138, 182
LCC	リグニン-炭水化物複合体(lignin-carbohydrate complex)	70
LCST	下限臨界溶解温度(lower critical solution temperature)	203

略 号	説 明	ページ
LiP	リグニンペルオキシダーゼ(lignin peroxidase)	134, 137, 138, 182
LODP	レベルオフ重合度(levelling-off degree of polymerisation)	48
LP	広葉樹パルプ	149, 151
LPMO	溶解性多糖モノオキシゲナーゼ(lytic polysaccharide monooxygenase)	131, 132
D-Man	D-マンノース(D-mannose)	55
MC	メチルセルロース(methyl cellulose)	197, 202, 203
MD	マシン方向(machine direction)	167, 169
MDH	リンゴ酸デヒドロゲナーゼ(malate dehydrogenase)	140
MEP	メチルエリスリトールリン酸(methylerythritol phosphate)	77, 121, 125, 127
MIC	最小発育阻止濃度(minimum inhibitory concentration)	229
<i>Mn</i>	数平均分子量(number average molecular weight)	43
MnP	マンガンペルオキシダーゼ(manganese peroxidase)	134, 137, 138, 182
MP	機械パルプ(mechanical pulp)	150, 153, 154, 156
MS	リンゴ酸シンターゼ(malate synthase)	139
MS	モル置換度(molar substitution)	194
<i>Mw</i>	重量平均分子量(weight average molecular weight)	44
MWL	摩砕リグニン(milled wood lignin)	62, 71
NC	硝酸セルロース(nitrocellulose)	193, 201, 202
NMR	核磁気共鳴(nuclear magnetic resonance)	48, 135, 139, 194, 195
NP	針葉樹パルプ	149, 151
NTP	ヌクレオシド三リン酸(nucleoside triphosphate)	112
OD	光学濃度(optical density)	167
OPC	オリゴマブロアントシアニン(oligomeric proanthocyanidin)	228
PC	ペーパークロマトグラフィー(paper chromatography)	203
PDC	2-ピロン4,6-ジカルボン酸(2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid)	220
PEG	ポリエチレングリコール(polyethylene glycol)	218
PEP	ホスホエノールビルビン酸(phosphoenolpyruvic acid)	116, 127
PET	ポリエチレンテレフタレート(polyethylene terephthalate)	209, 210
PP	製紙用パルプ(paper pulp)	150, 151
RGP	リファイナー碎木パルプ(refiner groundwood pulp)	151, 152, 153
RH	相対湿度(relative humidity)	165,
L-Rha	L-ラムノース(L-rhamnose)	87
RMS	二乗平均平方根(root mean square)	167
SCP	セミケミカルパルプ(semichemical pulp)	150
SP	サルファイトパルプ(sulfite pulp)	152, 153, 154
SPM	走査型プローブ顕微鏡(scanning probe microscope)	167
STS	スチルベンシンターゼ(stilbene synthase)	121, 122
TAPPI	パルプ製紙業界技術協会(Technical Association of the Pulp and Paper Industry Inc)	45, 47
TC	ターミナルコンプレックス(terminal complex)	105, 106, 111
TCA	トリカルボン酸(回路)(tricarboxylic acid cycle)／クエン酸(回路)	128, 139, 140

略 号	説 明	ページ
TEMPO	2,2,6,6-テトラメチルピペジニル-1-オキシル (2,2,6,6-tetramethylpiperidine 1-oxy)	199, 207
TMP	サーモメカニカルパルプ(thermomechanical pulp)	151-153
UDP	ウリジン二リン酸 (uridine diphosphate)	105, 107, 109, 112-115
UP	未晒パルプ(unbleached pulp)	150, 151
VA	ベラトリルアルコール(veratryl alcohol)	137
VP	バーサタイルペルオキシダーゼ(versatile peroxidase)	134, 137, 138
XXT	キシロシルトランスフェラーゼ(xylosyltransferase)	113, 115
XyG	キシログルカン(xyloglucan)	53, 114, 115
D-Xyl	D-キシロース(D-xylose)	31, 55, 59, 87, 135

索引・用語解説

(50音順)

数字・記号

$^4\text{C}_1$ 43, 50
 4-O-5 65, 66, 119
 5-5 65, 66
 ^{13}C NMR 195 天然同位体存在比1.1%の炭素核 ^{13}C のNMR。 ^1H NMRより感度が低いので、測定に時間がかかる。一般に、 ^{13}C NMRスペクトルのピーク強度比から炭素数は見積もれない。 ^1H 核との相関を示す二次元スペクトル測定もよく行われる。
 α -エーテル型 70
 α -O-4 65, 66, 119, 154
 α -ガラクトシダーゼ 134, 135 $\Rightarrow$ α -galactosidase
 α -グルクロニダーゼ 134, 135 $\Rightarrow$ α -glucuronidase
 α -セルロース 18, 19, 22, 23, 24, 40, 46
 $(\alpha \cdot \beta)$ ピネン 83, 224 $\Rightarrow$ $(\alpha \cdot \beta)$ pinene
 α -ピロン 90
 β -1 65, 66, 121
 β -5 65, 66, 119
 β -オイデスマール 229
 β -O-4 65, 66, 73, 120, 136, 154, 155, 214, 218, 219
 β -カロテン 86
 β -キシロシダーゼ 134 $\Rightarrow$ β -xylosidase
 β -1,4-グリカン 54
 β -1,4-グリコシド結合 17, 42, 105, 193, 205
 β -1,4-グルカナーゼ 109
 β -1,4-グルカン 54, 58
 β -1,4-結合 55, 57, 89, 108
 β -シトステロール 85 $\Rightarrow$ β -sitosterol
 β -セルロース 18, 22, 40
 β -脱離 60
 β - β 65, 66, 119
 β - β' 間 124
 γ -エステル型 70
 γ -セルロース 18, 22, 40
cesA 遺伝子 106, 108
CesA 酵素 106, 107, 108, 109
C/N比 177, 179 有機物に含まれる炭素(C)含有率と窒素(N)含有率の比である。きのこの

成長には窒素源が必要であるが、窒素過多では阻害作用を示し、炭素源と窒素源のバランスが大切である。

δ -カジネン 84 $\Rightarrow$ δ -cadinene

DL表記 30

EC番号 130 $\Rightarrow$ enzyme commission number

GDP-D-グルコース 114

GDP-糖 113

GDP-L-フコース 114

GDP-D-マンノース 114

GLOX回路 139, 140 $\Rightarrow$ glyoxylate cycle

HPLC 19 日本語では「高速液体クロマトグラフィー」 $\Rightarrow$ High Performance Liquid Chromatography

IC₅₀ 229 ICはInhibitory Concentrationの意味で、阻害濃度のことである。50は50%を意味し、阻害率50%を示す時の阻害剤の濃度をIC₅₀と言う。この数字が低いほど阻害活性が高い阻害剤と言える。

IUPAC(命名法) 28, 31, 34, 188

JIS法 21 JIS=Japanese Industrial Standards(日本産業規格)で定められた方法。JIS P 8012(1976)「パルプ材のホロセルロース試験法」では、塩素ガス、モノエタノールアミンが使われている。本規格はJISからJAPAN TAPPI紙パルプ試験方法に移行。

MEP経路 77

MIC 229 $\Rightarrow$ Minimum Inhibitory Concentration
 ^1H -NMR 135, 194 NMR(核磁気共鳴)は、化合物の構成原子の置かれた環境やつながりがわかる測定法。水素核を対象とした溶液の ^1H NMRは最も汎用。数mg程度の試料を溶かした溶液で測定する。スペクトルのピークの積分比が ^1H の存在比となる。

RS表記法 31

S₁層 13, 14, 15, 161

S₂層 13, 14, 15, 144, 161

S₃層 13, 14, 15, 144

SO₂-アミン 196

TCA回路(tricarboxylic acid cycle) 139, 140

TEMPO(酸化)(2,2,6,6-tetramethylpiperidine

1-oxyl) 199, 207
 UDP-L-アラビノース 113
 UDP-D-ガラクトース 114
 UDP-D-キシロース 113, 114
 UDP-D-グルクロン酸 113
 UDP-グルコース (ウリジン二リン酸グルコース), UDP-D-グルコース 105, 107, 108, 114 ⇒
 uridine diphosphate glucose
 UDP-糖 113

A

abietane 84 ⇒ アビエタン型
 abietic acid 84 ⇒ アビエチン酸
 acetic acid bacteria/Acetobacteraceae 39, 105, 106, 210 ⇒ 酢酸菌
 acetyl: Ac 17, 41, 54, 55, 56, 113, 219 ⇒ アセチル, アセチル基, アセチル化
 acetylsterase 134 ⇒ アセチルエステラーゼ
 aesculetin 90 ⇒ エスクレチン
 agatharesinol 95 ⇒ アガサレジノール
 air permeance 166 ⇒ 透気度
 aldaric acid 29 ⇒ アルダル酸
 alditol 88 ⇒ アルジトール(類)
 aldonic acid 28 ⇒ アルドン酸
 aldose 27, 29, 30, 31, 87 ⇒ アルドース
 aliphatic compounds 18, 76, 77, 78 ⇒ 脂肪族化合物(類)
 alkaline pulp: AP 153, 154, 155, 215 ⇒ アルカリパルプ
 alkaloid 18, 76, 77, 97, 116, 223 ⇒ アルカロイド
 allose: All 32 ⇒ アロース
 amino sugar 29 ⇒ アミノ糖
 amorphous 17, 48, 59, 131 ⇒ 非(結)晶(領域), アモルファス
 amylopectin 89 ⇒ アミロペクチン
 amylose 89 ⇒ アミロース
 anhydrous glucose unit: AGU 42 ⇒ 無水グルコース単位
 anisole 36, 37 ⇒ アニソール
 anomer 32, 33, 108 ⇒ アノマー, アノマー中心, アノマー炭素
 anthocyanidin 93, 123 ⇒ アントシアニン(類)
 anthocyanin 93, 123 ⇒ アントシアニン
 arabinan 41, 59, 89 ⇒ アラバン, アラビナン
 α-L-arabinofuranosidase 134 ⇒ α-L-アラビノフラノシダーゼ
 arabino glucuronoxylan 53, 54, 55, 56, 111, 134 ⇒ アラビノグルクロノキシラン
 arabinogalactan 53, 89 ⇒ アラビノガラクトン
 arabinose: Ara 15, 17, 21, 22, 24, 31, 55, 59, 87, 89, 113 ⇒ アラビノース
 arabinoxylan 21 ⇒ アラビノキシラン
 aromatic compounds 18, 35, 76, 90, 182, 211, 223

⇒ 芳香族化合物

ash 18, 20, 23, 24, 25, 75, 101, 184, 185 ⇒ 灰分
 aurone 91, 123 ⇒ オーロン
 axial 34, 43 ⇒ アキシアル

B

beating/refining 161, 162, 163, 166, 170, 206 ⇒
 叩解
 benzaldehyde 35 ⇒ ベンズアルデヒド
 benzene 18, 35, 90 ⇒ ベンゼン
 benzyl radical 37, 136 ⇒ ベンジルラジカル
 berberine 77, 97 ⇒ ベルベリン
 betulin 85 ⇒ ベツリン
 bioremediation 181, 182 ⇒ バイオレメディエーション
 Björkman lignin 62 ⇒ ビョルクマンリグニン
 black liquor 63, 155, 214 ⇒ 黒液
 bleaching 150, 151, 155, 156, 157, 160, 198, 206 ⇒ 漂白
 brown-rot/brown-rotting fungi 25, 132, 140 ⇒
 褐色腐朽(菌)

C

δ-cadinene 84 ⇒ δ-カジネン
 cadoxen 45 ⇒ カドミウムエチレンジアミン溶液
 caffeine 99 ⇒ カフェイン
 callose 88 ⇒ カロース
 cambium 7, 8, 11, 17, 18, 25, 102, 113, 114, 177, 178 ⇒ 形成層(帯)
 campesterol 85 ⇒ カンベステロール
 camphor 83, 193, 223 ⇒ 樟脳
 canola oil 81 ⇒ なたね油
 carbohydrate/sugar 27 ⇒ 炭水化物
 carbohydrate/sugar 18, 20, 22, 27-34, 65, 76, 87-89, 92, 93, 96, 112, 113, 114, 127, 213, 229 ⇒ 糖, 糖質, 糖類
 carbohydrate-binding modules: CBMs 130 ⇒ 糖質結合モジュール
 carbon neutrality 217 ⇒ カーボンニュートラル
 carbonization 186 ⇒ 炭素化
 carnauba wax 82 ⇒ カルナバックス
 carotene 86 ⇒ カロテン(類)
 carotenoid 77, 86, 126 ⇒ カロテノイド
 catechin 93, 123, 228 ⇒ カテキン(類)
 catechol 74, 100, 156 ⇒ カテコール
 cell wall 8, 9, 13-16, 17, 25, 42, 43, 48, 54, 61, 70, 71, 89, 101, 105, 110, 111, 129, 132, 144, 161, 187, 206, 211 ⇒ 細胞壁
 cellobiohydrolase 131, 132, 133, 144 ⇒ セロビオヒドロラーゼ(CBH I, CBH II)
 cellobiose 42, 131, 132, 133 ⇒ セロビオース
 cellobiose dehydrogenase: CDH 132 ⇒ セロビオース脱水素酵素

cellophane 195, 213 ⇒ セロハン
 cellulase 130, 131, 143, 144, 207 ⇒ セルラーゼ
 celluloid 193, 201, 203 ⇒ セルロイド
 cellulose 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 25, 39-51, 53, 54, 55, 59, 61, 75, 88, 105-110, 111, 130, 131, 132, 139, 143, 144, 149, 150, 151, 153, 154, 161, 166, 185, 186, 193-211, 213, 214, 217, 219 ⇒ セルロース
 cellulose nanofiber : CNF 20, 199, 204-211 ⇒ セルロースナノファイバー
 cellulose synthase complex : CSC 14, 48, 105, 108, 109 ⇒ セルロース合成酵素複合体
 chair : C 33, 34, 43, 50
 chalcone 91, 92, 123 ⇒ カルコン(類)
 charcoalization 186, 187 ⇒ 木炭化
 chemical pulp : CP 150, 151, 153, 156 ⇒ 化学パルプ
 chemithermomechanical pulp : CTMP 151, 153 ⇒ ケミサーモメカニカルパルプ
 cineole 222 ⇒ 1,8-シネオール
 cocaine 97 ⇒ コカイン
 coconut oil 81 ⇒ ヤシ油
 condensed tannin 77, 93, 95, 123, 228 ⇒ 縮合型タンニン
 conformation 33, 34 ⇒ 立体配座
 coniferyl alcohol 17, 63, 64, 117, 118, 119, 120, 124 ⇒ コニフェリルアルコール
 constant weight 20 ⇒ 恒量
 cooking 59, 62, 153, 154, 155, 156, 213, 214, 218 ⇒ 蒸解, 蒸解液
 copper monooxygenase 131 ⇒ 銅モノオキシゲナーゼ
 cork 76, 100 ⇒ コルク(質)
o-coumaric acid 90 ⇒ *o*-クマル酸
 coumarin 77, 90 ⇒ クマリン(類)
p-coumaryl alcohol 63, 64, 118, 122, 124 ⇒ *p*-クマリルアルコール
 cross direction : CD 168, 169 ⇒ クロス方向
 crystalline 17, 48, 131 ⇒ 結晶(領域)
 cuprammonium 34, 45, 46, 195, 203 ⇒ 銅アンモニア
 cuticle 76, 101 ⇒ クチクラ(層)
 cutin 76, 77, 101 ⇒ クチン
 cyanidin 93 ⇒ シアニジン
 cyclitol 87, 88 ⇒ シクリトール
 cycloartane 85 ⇒ シクロアルタン系列
 cycloartenol 85 ⇒ シクロアルテノール
 cylinder paper machine 163 ⇒ 丸網抄紙機

D

dammarane 85 ⇒ ダンマラン系列
 defibrillation 160 ⇒ 離解
 degree of molecular weight dispersion 44 ⇒ 分

子量分散度
 degree of polymerization : DP 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 55, 56, 59, 60, 130, 132, 186 ⇒ 重合度
 degree of substitution : DS 194, 195, 196, 197, 198, 200, 203 ⇒ 置換度
 dehydrogenative polymerization 17, 63, 64, 65, 119 ⇒ 脱水素重合
 delphinidin 93 ⇒ デルフィニジン
 deoxy sugar 28, 89 ⇒ デオキシ糖
 diastereomer 32 ⇒ ジアステレオマー
 dimethyl sulfoxide : DMSO 45, 55 ⇒ ジメチルスルホキシド
 dilignol 64, 65, 121 ⇒ ジリグノール
 dissolving pulp : DP 40, 150, 151, 154, 213 ⇒ 溶解(用)パルプ
 distillation 21, 85, 188, 189, 222 ⇒ 蒸留
 diterpene 77, 83, 84, 125, 126 ⇒ ジテルペン
 dry end 162 ⇒ ドライエンド
 dye-decolorizing peroxidases : DyP 134, 137, 138 ⇒ 染料脱色ペルオキシダーゼ

E

Electron Spin Resonance Spectrometry : ESR 135 ⇒ 電子スピン共鳴法
 elementary fibril 39, 43 ⇒ エレメンタリーフィブリル
 eleostearic acid 81 ⇒ エレオステアリン酸
 ellagic acid 96 ⇒ エラグ酸
 ellagitannin 96 ⇒ エラジタンニン
 enantiomer 29, 30, 32 ⇒ エナンチオマー
 enzyme commission number 130 ⇒ EC 番号
 endo-1,4- β -xylanase 134, 135 ⇒ エンド(-1,4- β -)キシランナーゼ
 endoglucanase : EG 131, 133, 144 ⇒ エンドグルカナーゼ
 ephedrine 99 ⇒ エフェドリン
 epimer 32, 113 ⇒ エピマー
 equatorial 34, 43, 54 ⇒ エクアトリアル
 ergosterol 85 ⇒ エルゴステロール
 essential oil 21, 83, 85, 221-225, 229 ⇒ 精油
 etoposide 94 ⇒ エトポシド
 extraction 18, 20, 21, 53, 54, 55, 62, 157, 222 ⇒ 抽出

F

fatty acid 20, 77, 79, 80, 81, 82, 100, 101, 139 ⇒ 脂肪酸
 ferruginol 85 ⇒ フェルギノール
 fibrillation 150, 206, 207, 208, 219 ⇒ 解繊
 fibrillation 161, 206 ⇒ フィブリル化
 Fischer projection 29, 30, 32 ⇒ フィッシャー投影式
 five-membered ring 32 ⇒ 五員環

flavan-3-ol 95, 228 ⇒ フラバン-3-オール
 flavanone 92, 93 ⇒ フラバノール(類)
 flavone 92, 123, 226 ⇒ フラボン
 flavonoid 35, 77, 91, 92, 93, 116, 117, 121, 122, 123 ⇒ フラボノイド(類)
 flavonol 92, 93, 123 ⇒ フラボノール
 folding endurance 170 ⇒ 耐折強さ
 Fourdrinier machine 162 ⇒ 長網抄紙機(フォードリニアマシン)
 fruit sugar 30, 31 ⇒ 果糖
 fucose : Fuc 89 ⇒ フコース
 furanose 32, 34 ⇒ フラノース
 furfural 21, 59, 189, 213 ⇒ フルフラール

G

galactan 15, 18, 41, 89 ⇒ ガラクタン
 galactose : Gal 15, 17, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 55, 57, 58, 59, 87, 89, 114 ⇒ ガラクトース
 α -galactosidase 134, 135 ⇒ α -ガラクトシダーゼ
 gallic acid 77, 96, 132 ⇒ 没食子酸
 galocatechin 93 ⇒ ガロカテキン
 gallotannin 96 ⇒ ガロタンニン
 gas chromatography : GC 22, 223 ⇒ ガスクロマトグラフィー
 gas chromatography-mass spectrometry : GC-MS 223 ⇒ ガスクロマトグラフィー-質量分析法
 GC-Olfactometry : GC-O 223 ⇒ ガスクロマトグラフィー-オルファクトメトリー
 geranylgeraniol 84 ⇒ ゲラニルゲラニオール
 gloss 164 ⇒ 光沢度
 glucitol 88 ⇒ グルシトール
 glucosylmannan 14, 17, 23, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 114 ⇒ グルコマンナン
 glucose : Glu 17, 21, 22, 24, 31, 32, 34, 42, 43, 45, 48, 50, 51, 54, 55, 57, 58, 77, 87, 88, 89, 93, 96, 105, 107, 108, 114, 127, 131, 139, 143, 205, 207 ⇒ グルコース・グルコピラノース
 α -glucuronidase 134, 135 ⇒ α -グルクロニダーゼ
 glucuronoxylan 53, 54, 55, 56, 57, 111, 113, 134 ⇒ グルクロノキシラン
 glycan 28 ⇒ グリカン
 glycolipid 29 ⇒ 糖脂質
 glycoprotein 29, 132 ⇒ 糖タンパク質
 glycoside 20, 28, 90, 92, 93, 94, 229 ⇒ 配糖体
 glycoside 28 ⇒ グリコシド
 glycoside hydrolase family : GH family 130, 144 ⇒ 糖質加水分解酵素ファミリー
 glycosidic linkage 28, 50, 59, 60, 105, 131, 199 ⇒ グリコシド結合
 glycosyltransferase : GT 112 ⇒ グリコシルトランスフェラーゼ, 糖転移酵素
 glyoxylate cycle 139, 140 ⇒ GLOX回路
 grammage/basis weight 166, 170, 171 ⇒ 坪量

graphite 186 ⇒ 黒鉛
 groundwood pulp : GP 151, 152, 153 ⇒ 碎木パルプ
 guaiacyl 14, 15, 64, 65, 72, 73, 118, 135 ⇒ グアイアシル(G) (核)
 guanosine diphosphate : GDP 113 ⇒ グアノシン二リン酸
 gum 53, 88, 89 ⇒ 植物ガム
 gutta-percha 86 ⇒ グッタペルカ

H

Haworth projection 32, 33 ⇒ ハース投影式
 heartwood 8, 10, 23, 25, 75, 80, 85, 91, 95, 121, 142, 177, 226 ⇒ 心材(部)
 hemicellulose 14, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 39, 40, 53-60, 61, 70, 75, 88, 105, 111-115, 130, 134, 135, 139, 143, 145, 151, 154, 185, 206, 213, 214, 216, 219 ⇒ ヘミセルロース
 hemiterpene 83 ⇒ ヘミテルペン
 heptose 34 ⇒ ヘプトース
 heteropolysaccharide 28, 54, 55 ⇒ ヘテロ多糖(類)
 hexose 21, 31, 59 ⇒ ヘキソース
 high performance liquid chromatography 19 ⇒ HPLC
 hinokiresinol 95 ⇒ ヒノキレジノール
 hinokitiol 77, 83 ⇒ ヒノキチオール
¹H-NMR 135, 194
 holocellulose 19, 21, 22, 23, 24, 40, 41, 54, 55 ⇒ ホロセルロース
 homogalacturonan 89 ⇒ ホモガラクトチュロナン
 homopolysaccharide 28, 205 ⇒ ホモ多糖
 hydrogenation 80 ⇒ 水素添加反応

p-hydroxyphenyl 14, 15, 64, 65, 73, 118 ⇒ *p*-ヒドロキシフェニル(H) (核)
 hydroxymethylfurfural : HMF 21 ⇒ ヒドロキシメチルフルフラール

I

indole alkaloid 98 ⇒ インドールアルカロイド
 inorganic components 18, 20, 102 ⇒ 無機成分
 intermediate residue 42, 60, 193, 194, 195 ⇒ 中間残基
 ionic liquid 45, 196, 219 ⇒ イオン液体
 isocitrate lyase : ICL 139 ⇒ イソクエン酸リアーゼ
 isoflavone 92, 123 ⇒ イソフラボン(類)
 isolated lignin 61, 62, 63, 70, 71, 214, 215, 218 ⇒ 単離リグニン
 isopentenyl diphosphate : IPP 83, 125, 126 ⇒ イソペンテニル二リン酸
 isoprene unit 76, 82, 83, 124, 125 ⇒ イソプレン単位

isoprenoid 76, 77, 82, 121, 124, 125 ⇒ イソプレノイド(類)

J

Japan Industrial Standards: JIS 45, 47 ⇒ 日本産業規格

jojoba oil 82 ⇒ ホホバオイル

K

Kappa number 73 ⇒ カッパー価

kaurene 85 ⇒ カウレン

ketose 27, 34, 60 ⇒ ケトース

Klason lignin 22, 139 ⇒ 硫酸リグニン, クラソンリグニン

Klason method 61 ⇒ クラソン法

kraft lignin 62, 63, 71, 214, 215, 218 ⇒ クラフトリグニン

kraft pulp: KP 152, 154, 155, 157, 213, 214, 215, 216 ⇒ クラフトパルプ

L

laccase: Lac 100, 119, 124, 134, 137, 138, 145, 182 ⇒ ラッカーゼ

lanostane 85 ⇒ ラノスタン系

lanosterol 85 ⇒ ラノステロール

latex 86 ⇒ ラテックス

leveling-off degree of polymerization: LODP 48 ⇒ レベルオフ重合度

lignan 35, 77, 94, 116, 121, 124 ⇒ リグナン(類)

lignification 17 ⇒ 木化

lignin 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 35, 39, 40, 41, 46, 61-74, 75, 94, 111, 116-120, 119, 124, 130, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 150, 153, 154, 155, 156, 157, 182, 185, 198, 206, 211, 213-220 ⇒ リグニン

lignin peroxidase: LiP 134, 137, 138, 145, 182 ⇒ リグニンペルオキシダーゼ

limonene 83 ⇒ リモネン

linoleic acid 79, 80 ⇒ リノール酸

longifolene 84 ⇒ ロンギフォレン

lupane 85 ⇒ ルパン型

lutein 86 ⇒ ルテイン

lyocell 195 ⇒ リヨセル

lytic polysaccharide monooxygenase: LPMO 131 ⇒ 溶解性多糖モノオキシゲナーゼ

M

machine direction: MD 167, 169 ⇒ マシン方向
malate synthase: MS 139 ⇒ リンゴ酸シンターゼ

manganese peroxidase: MnP 134, 137, 138, 145, 182 ⇒ マンガンペルオキシダーゼ

mannan 18, 41, 53, 57, 58, 114 ⇒ マンナン

mannitol 88 ⇒ マンニトール

mannose: Man 15, 17, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 54, 55, 57, 58, 87, 88, 114 ⇒ マンノース

Mäule reaction 72 ⇒ モイレ呈色反応

mechanical pulp: MP 150, 151, 156 ⇒ 機械パルプ

methoxy 18, 73, 74, 139 ⇒ メトキシ基

methyl 56, 79, 113 ⇒ メチル基

mevalonate pathway 76, 77, 83, 121, 125, 127 ⇒ メバロン酸経路

mevalonate-independent pathway 77, 83 ⇒ 非メバロン酸経路

MIC 229 MIC は Minimum Inhibitory Concentration の略で、最小阻止濃度と言う。抗菌活性を表す濃度で、抗菌剤の濃度を段階的に調整した時に、菌の繁殖が見られなくなる最小の濃度のことである。

microfibril 13, 14, 39, 43, 48, 105, 109, 110, 131, 161, 204, 206, 207 ⇒ ミクロフィブリル

milled wood lignin: MWL 62, 71 ⇒ 摩砕リグニン

molar substitution: MS 194, 196, 197, 200 ⇒ モル置換度

mono-disperse 43 ⇒ 単分散

monolignol 17, 63, 64, 65, 66, 77, 111, 117, 118, 119 ⇒ モノリグノール

monosaccharide 19, 21, 27-34, 55, 56, 60, 87, 89 ⇒ 単糖(類)

monoterpene 77, 83, 125, 126, 223 ⇒ モノテルペン

morphine 98 ⇒ モルヒネ

mutarotation 33 ⇒ 変旋光

myrcene 83 ⇒ ミルセン

N

naringenin 92, 123 ⇒ ナリンゲニン

naringin 92 ⇒ ナリンギン

natural rubber, latex 75, 77, 86 ⇒ 天然ゴム

neolignan 77, 94 ⇒ ネオリグナン

nitrocellulose: NC 193, 197, 198, 201, 202 ⇒ ニトロセルロース, 硝酸セルロース

non-reducing end residue 42, 43, 48, 107, 108 ⇒ 非還元性末端(残基)

norlignan 94, 117, 121, 122, 124 ⇒ ノルリグナン
nucleoside triphosphate: NTP 113 ⇒ スクレオシド三リン酸

nucleotide sugar 112 ⇒ 糖スクレオチド

number average molecular weight: M_n 43, 44 ⇒ 数平均分子量

O

oil/fat 20, 21, 76, 77, 80, 81 ⇒ 油脂

oleic acid 79, 80, 81 ⇒ オレイン酸

oleoresin 85 ⇒ オレオレジン
 oligosaccharide 28, 88, 113, 132 ⇒ オリゴ糖(類)
 olive oil 81 ⇒ オリーブ油
 organosolv pulping 63 ⇒ オルガノソルブ(法・バルブ化)
 2,3-oxidosqualene 85 ⇒ 2,3-オキシドスクアレノ
 ozonolysis 72 ⇒ オゾン酸化

P

palm oil 81 ⇒ パーム油・パーム核油
 palmitic acid 79, 80, 81 ⇒ パルミチン酸
 paper pulp : PP 150, 151, 152, 172, 213 ⇒ 製紙用バルブ
 parenchyma cell 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 177 ⇒ 柔細胞
 pectin 53, 89 ⇒ ペクチン
 peeling reaction 60 ⇒ ピーリング反応
 pelargonidin 93, 123 ⇒ ペラルゴニン
 pentosan 18, 21, 23, 24, 25, 41 ⇒ ペントサン
 pentose 21, 59 ⇒ ペントース
 phenol 20, 35, 36, 74, 95, 100, 119, 156, 182, 189, 190, 218, 219, 220, 224 ⇒ フェノール(類)・フェノール性成分・フェノール(性)化合物
 phenoxide anion 36 ⇒ フェノキシドアニオン
 phenylpropane 17, 94 ⇒ フェニルプロパン単位
 phloem 7, 8, 11 ⇒ 師部
 phloroglucinol-HCl reaction 72 ⇒ フロログルシノール・塩酸反応
 phytoene 86 ⇒ フィトエン
 phytol 84 ⇒ フィトール
 phytosterol 85 ⇒ 植物ステロール
 pigment 21, 76, 93, 226 ⇒ 色素
 pimarane 85 ⇒ ビマラン型
 (α ・ β)-pinene 83, 224 ⇒ (α ・ β)-ピネン
 pinoresinol 94, 119, 124 ⇒ ビノレジノール
 pinosylvin 91 ⇒ ピノシルビン
 plicatic acid 94 ⇒ プリカチン酸
 podophyllotoxin 94 ⇒ ポドフィロトキシン
 poly-dispersed 43 ⇒ 多分散
 polysaccharide 15, 17, 21, 22, 27, 28, 40, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 70, 71, 88, 89, 105, 130, 144, 193 ⇒ 多糖(類)
 polyterpene 86 ⇒ ポリテルペン
 primary wall 12, 13, 58, 110, 114, 162 ⇒ 一次壁(P層)
 protein 18, 95, 108, 116, 228 ⇒ タンパク質
 protolignin 61, 70, 72, 214 ⇒ プロトリグニン
 pulp 20, 73, 149-157, 160, 161, 162, 166, 167, 173, 198, 205, 206, 208, 213, 214, 215, 217, 220, 221 ⇒ バルブ
 pulping 41, 62, 102, 160, 206, 215, 218 ⇒ バルブ化
 purine 99 ⇒ プリン

Purves lignin 62 ⇒ 過ヨウ素酸リグニン
 pyranose 32, 34 ⇒ ピラノース
 pyrogallol 74 ⇒ ピロガロール
 pyrophosphorylase 113 ⇒ ピロホスホリラーゼ

Q

quercetin 93 ⇒ ケルセチン
 quinine 98 ⇒ キニーネ

R

raffinose 88 ⇒ ラフィノース(ファミリー)
 ray 9, 10, 11 ⇒ 放射組織
 reducing end residue 42, 43, 48, 50, 60, 113, 132 ⇒ 還元性末端(残基)
 refiner groundwood pulp : RGP 151, 152, 153 ⇒ リファイナー碎木バルブ
 reserpine 77, 98 ⇒ レセルピン
 resin 10, 21, 76, 84, 178, 221 ⇒ 樹脂
 resin acid 20, 84 ⇒ 樹脂酸
 resveratrol 91 ⇒ レスベラトロール
 rhamnose : Rha 24, 87, 89, 93, 229 ⇒ ラムノース
 rosin 85, 161 ⇒ ロジン
 rutin 93 ⇒ ルチン

S

sapwood 8, 10, 25, 80, 87, 88, 102, 177, 226 ⇒ 辺材(部)
 secondary wall 12, 13-16, 65, 108, 113, 114 ⇒ 二次壁
 semichemical pulp : SCP 150 ⇒ セミケミカルバルブ
 sequirin C 95 ⇒ セクイリンC
 sesamin 94 ⇒ セサミン
 sesaminol 94 ⇒ セサミノール
 sesquiterpene 77, 83, 84, 125, 126, 223 ⇒ セスキテルペン
 sesterterpene 83 ⇒ セスタテルペン
 sialic acid 29 ⇒ シアル酸
 sinapyl alcohol 17, 64, 117, 118, 119 ⇒ シナビルアルコール
 β -sitosterol 85 ⇒ β -シトステロール
 six-membered ring 32, 43 ⇒ 六員環
 smoothness 164, 165, 166, 167 ⇒ 平滑(度・性)
 sorbitol 88 ⇒ ソルビトール
 soybean oil 81 ⇒ 大豆油
 squalene 85, 126 ⇒ スクアレノ
 starch 10, 53, 88, 89, 164 ⇒ デンプン
 steam distillation 21, 83, 222, 229 ⇒ 水蒸気蒸留
 stearic acid 79, 80 ⇒ ステアリン酸
 steroid 35, 77, 85, 125, 126 ⇒ ステロイド(類)
 stigmasterol 85 ⇒ スチグマステロール
 stilbene 77, 90 ⇒ スチルベン
 stilbenoid 90, 117, 121, 122, 226 ⇒ スチルベノイ

ド(類)

stock 160, 162, 163, 168, 172 ⇒ 紙料
 suberin 76, 100, 101 ⇒ スベリン
 sucrose 88 ⇒ ショ糖
 sugar acid 28 ⇒ 糖酸
 sugar alcohol 29, 87, 88 ⇒ 糖アルコール
 sulfate pulping 62 ⇒ サルフェート法
 sulfite pulp : SP 152, 153, 154, 213, 214, 215, 216, 219 ⇒ サルファイトバルブ
 sulfite pulping 62 ⇒ サルファイト法(亜硫酸法)
 sulfur vulcanization 86 ⇒ 加硫
 swelling 22, 40, 44, 45, 132, 133, 161, 169, 194, 196 ⇒ 膨潤
 syringaldehyde 73, 137, 138 ⇒ シリンガアルデヒド
 syringyl 14, 64, 65, 72, 73, 118, 124, 135 ⇒ シリンギル(S)(核)

T

tannin 20, 35, 76, 90, 95, 116, 178, 228 ⇒ タンニン
 TAPPI 45, 47 Technical Association of the Pulp and Paper Industryのこと。日本の同様な組織は、日本紙バルブ技術協会と呼ばれる。TAPPIは紙等の試験法の標準化も行っている。⇒ Technical Association of the Pulp and Paper Industry
 tearing resistance 170 ⇒ 引裂強さ
 Technical Association of the Pulp and Paper Industry 45, 47 ⇒ TAPPI
 terminal complex : TC 48, 105, 106 ⇒ ターミナルコンプレックス
 termite 142-147, 225 ⇒ シロアリ
 terpenes 18, 76, 82, 83, 86, 126, 222, 223 ⇒ テルペン
 terpenoid 35, 77, 82, 125 ⇒ テルペノイド(類)
 tetraterpene 83, 86 ⇒ テトラテルペン
 theobromine 99 ⇒ テオブロミン
 theophylline 99 ⇒ テオフィリン
 thermomechanical pulp : TMP 151, 152, 153 ⇒ サーマメカニカルバルブ
 thioacidolysis 73 ⇒ チオアシドリシス
 thiol 63 ⇒ チオール基
 thioglignin 63 ⇒ チオリグニン
 thujopsene 84 ⇒ ツヨブセン
 toluene 35, 39 ⇒ トルエン
 triacylglycerol 79, 80, 81 ⇒ トリアシルグリセロール
 triterpene 77, 83, 84, 125, 126 ⇒ トリテルペン
 tropolone 83 ⇒ トロポロン

U

umbelliferone 90 ⇒ ウンベリフェロン

uridine diphosphate glucose 105, 107, 108, 114 ⇒ UDP-グルコース(ウリジン二リン酸グルコース), UDP-D-グルコース
 uridine diphosphate : UDP 113 ⇒ ウリジン二リン酸
 uronic acid 17, 21, 29, 56, 59, 172 ⇒ ウロン酸
 urushiol 100 ⇒ ウルシオール

V

vanillin 73, 77, 138, 139, 214, 216, 217, 219, 220 ⇒ バニリン
 vascular bundle 7, 61 ⇒ 維管束
 versatile peroxidase : VP 134, 137, 138 ⇒ パーサタイルペルオキシダーゼ
 viscose 195 ⇒ ビスコース

W

wax 76, 77, 80, 81 ⇒ ワックス, (木)蠟
 wax ester 79, 80, 81, 82 ⇒ ワックスエステル
 weight average molecular weight : M_w 44 ⇒ 重量平均分子量
 wet end 162 ⇒ ウェットエンド
 white-rot/white-rotting fungi 25, 130, 132, 140, 219, 182 ⇒ 白色腐朽(菌)
 wood decay 102, 129-141, 146, 177 ⇒ (木材)腐朽(性)
 wood extractives 18, 71, 75-77, 90, 116, 121, 146, 177, 226, 227 ⇒ 抽出成分
 wood gas 185 ⇒ 木ガス
 wood-rotting fungi 95 ⇒ (木材)腐朽菌

X

xanthophyll 86 ⇒ キサントフィル類
 xylan 17, 21, 23, 28, 41, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 105, 113 ⇒ キシラン
 xyloglucan : XyG 15, 54, 58, 114 ⇒ キシログルカン
 xylose : Xyl 17, 21, 22, 23, 24, 28, 31, 54, 55, 58, 59, 87, 105, 113, 114, 135 ⇒ キシロース
 β -xylosidase 134 ⇒ β -キシロシダーゼ

あ 行

亜塩素酸(塩・塩法) 19, 21, 40, 41, 55 ⇒ HClO_2
 アガサレジノール 95 ⇒ agatharesinol
 アキシアル 34, 43 ⇒ axial
 アスペクト比 207, 208, 210 縦横比。繊維の場合、直径・幅に対する長さの比。セルロースナノファイバーでは、一般に直径が3~50 nmでアスペクト比は100以上となる。
 アセチル, アセチル基, アセチル化 17, 41, 54, 55, 56, 113, 219 ⇒ acetyl : Ac
 アセチル CoA 113, 125, 127
 アセチルエステラーゼ 134 ⇒ acetylsterase

アセチルキシランエステラーゼ 135
 アセテート 40, 197
 S-アデノシルメチオニン 113
 アニソール 36, 37 $\Rightarrow$ anisole
 アノマー, アノマー中心, アノマー炭素 32, 33,
 108 $\Rightarrow$ anomer
 アビエタン型 84 $\Rightarrow$ abietane
 アビエチン酸 84 $\Rightarrow$ abietic acid
 アミノ酸 77, 97, 99, 116, 130, 138, 226
 アミノ糖 29 $\Rightarrow$ amino sugar
 アミロース 89 $\Rightarrow$ amylose
 アミロペクチン 89 $\Rightarrow$ amylopectin
 SO₂-アミン 196
 アラバン, アラビナン 41, 59, 89 $\Rightarrow$ arabinan
 アラビノース 15, 17, 21, 22, 24, 31, 55, 59, 87, 89,
 113 $\Rightarrow$ arabinose : Ara
 UDP-L-アラビノース 113
 アラビノガラクトタン 53, 89 $\Rightarrow$ arabinogalactan
 アラビノキシラン 21 $\Rightarrow$ arabinoxylan
 アラビノグルクロノキシラン 53, 54, 55, 56, 111,
 134 $\Rightarrow$ arabino glucuronoxylan
 α -L-アラビノフラノシダーゼ 134 $\Rightarrow$ α -L-
 arabinofuranosidase
 亜硫酸(塩) 40, 153, 154, 215
 アルカリセルロース 196, 197, 199
 アルカリパルプ 153, 154, 155, 215 $\Rightarrow$ alkaline
 pulp : AP
 アルカリリグニン 71
 アルカロイド 18, 76, 77, 97, 116, 223 $\Rightarrow$ alkaloid
 アルコール 18, 35, 36, 77, 79, 80, 189, 190, 218,
 219
 アルコール・ベンゼン 18, 23, 24
 アルコールリグニン 71
 アルジトール(類) 88 $\Rightarrow$ alditol
 アルダル酸 29 $\Rightarrow$ aldaric acid
 アルデヒド, アルデヒド類, アルデヒド基 28,
 30, 43, 189, 190, 196, 199
 アルドース 27, 29, 30, 31, 87 $\Rightarrow$ aldose
 アルドン酸 28 $\Rightarrow$ aldonic acid
 α -エーテル型 70
 α -ガラクトシダーゼ 134, 135 $\Rightarrow$ α -galactosidase
 α -グルクロニダーゼ 134, 135 $\Rightarrow$ α -glucuronidase
 α -セルロース 18, 19, 22, 23, 24, 40, 46
 α -ピロン 90
 アロース 32 $\Rightarrow$ allose : All
 アロゲン酸 116
 アントシアニン(類) 93, 123 $\Rightarrow$ anthocyanidin
 アントシアニン 93, 123 $\Rightarrow$ anthocyanin

 イオン液体 45, 196, 219 $\Rightarrow$ ionic liquid
 異化 129, 139 生体内で物質を分解し, 発生し
 た化学エネルギーでATPを生合成する代謝反
 応。本章では, 木材腐朽菌が高分子多糖類を

分解し, 単糖類を図9-2の回路, 電子伝達系に
 より代謝し, エネルギーをATPとして保存す
 る事を指す。
 維管束 7, 61 $\Rightarrow$ vascular bundle
 いす形 33, 34, 43, 50 $\Rightarrow$ chair : C
 イソクエン酸リアーゼ 139 $\Rightarrow$ isocitrate lyase :
 ICL
 イソフラボノイド 92
 イソフラボン(類) 92, 123 $\Rightarrow$ isoflavone
 イソプレノイド(類) 76, 77, 82, 121, 124, 125 $\Rightarrow$
 isoprenoid
 イソプレレン単位 76, 82, 83, 124, 125 $\Rightarrow$ isoprene
 unit
 イソペンテニル二リン酸 83, 125, 126 $\Rightarrow$
 isopentenyl diphosphate : IPP
 板紙 162, 163, 173
 一次壁(P層) 12, 13, 58, 110, 114, 162 $\Rightarrow$ primary
 wall
 イリドイド 77
 インドールアルカロイド 98 $\Rightarrow$ indole alkaloid
 インドール骨格 98

 ウェットエンド 162 $\Rightarrow$ wet end
 ウリジニリン酸 113 $\Rightarrow$ uridine diphosphate :
 UDP
 ウルシオール 100 $\Rightarrow$ urushiol
 ウロン酸 17, 21, 29, 56, 59, 172 $\Rightarrow$ uronic acid
 ウンベリフェロン 90 $\Rightarrow$ umbelliferone

 エーテル(類・化・結合) 66, 73, 74, 134, 193, 196,
 197, 201, 202
 液体クロマトグラフィー 22 移動相が液体であ
 るクロマトグラフィー。物質が溶けた液体試料
 を注入し, カラムで分離し検出器で検出するこ
 とにより, 化合物の定性・定量を行う手法。
 エクアトリアル 34, 43, 54 $\Rightarrow$ equatorial
 エスクレチン 90 $\Rightarrow$ aesculetin
 エステル, エステル類, エステル基, エステル化
 74, 77, 80, 82, 96, 101, 112, 189, 193, 194, 197,
 198, 202
 エタノール・ベンゼン(混液) 21, 75
 エトポシド 94 $\Rightarrow$ etoposide
 エナンチオマー 29, 30, 32 $\Rightarrow$ enantiomer
 エピマー 32, 113 $\Rightarrow$ epimer
 エピメラゼ 114
 エフェドリン 99 $\Rightarrow$ ephedrine
 エラグ酸 96 $\Rightarrow$ ellagic acid
 エラジタンニン 96 $\Rightarrow$ ellagitannin
 エルゴステロール 85 $\Rightarrow$ ergosterol
 エレオステアリン酸 81 $\Rightarrow$ eleostearic acid
 エレメンタリーフィブリル 39, 43 $\Rightarrow$ elementary
 fibril
 塩化リチウム 196, 197, 198, 199 $\Rightarrow$ LiCl

塩素 18, 40, 157, 198

塩素・(モノ)エタノールアミン(法) 21, 40, 41

エンド(-1,4-b-)キシラナーゼ 134, 135 $\Rightarrow$ endo-1,4- β -xylosanase

エンド-1,4- β -マンナナーゼ 135

エンドキシラナーゼ 145

エンドグルカナナーゼ 131, 133, 144 $\Rightarrow$ endoglucanase : EG

β -オイデスモール 229

オーロン 91, 123 $\Rightarrow$ aurone

2,3-オキシドスクアレネ 85 $\Rightarrow$ 2,3-oxidosqualene
オゾン 157, 198

オゾン酸化 72 $\Rightarrow$ ozonolysis

オリブ油 81 $\Rightarrow$ olive oil

オリゴ糖(類) 28, 88, 113, 132 $\Rightarrow$ oligosaccharide

オリゴ糖 89

オルガノソルブパルプ化 218

オルガノソルブリグニン 63, 71, 218, 219

オルガノソルブ(法・パルプ化) 63 $\Rightarrow$ organosolv pulping

オルニチン 97

オレイン酸 79, 80, 81 $\Rightarrow$ oleic acid

オレオレジン 85 $\Rightarrow$ oleoresin

オレンジ油 221

か 行

カーボンナノファイバー 204, 210 炭素のみからなるナノファイバーの総称。狭義には、 sp^2 混成軌道網目構造を持つグラフェンシートが筒状になったナノチューブを指す。広義には、不定形炭素繊維を含む。高強度や電気的特性が注目されている。黒い。

カーボンニュートラル 217 植物は光合成により大気中の CO_2 を吸収し体内に固定している。植物由来のバイオ燃料や原材料を燃焼しても、排出される CO_2 はもともと大気中にあったもので、大気中の CO_2 の総量は増減しない。これをカーボンニュートラルという。 $\Rightarrow$ carbon neutrality

解繊 150, 206, 207, 208, 219 $\Rightarrow$ fibrillation

解糖系 139

解糖作用 127

カウレン 85 $\Rightarrow$ kaurene

カオリンクレー 162, 164

化学パルプ 150, 151, 153, 156 $\Rightarrow$ chemical pulp : CP

過酸化水素 132, 138, 182, 218

δ -カジネン 84 $\Rightarrow$ δ -cadinene

加水分解性タンニン 77, 96, 227

ガスクロマトグラフィー 22, 223 移動相が気体であるクロマトグラフィー。気体や気化室で気化できる液体試料を注入し、カラムで分離し

検出器で検出することにより、化合物の定性、定量を行う手法。 $\Rightarrow$ gas chromatography : GC
ガスクロマトグラフィー-オルファクトメトリー 223 $\Rightarrow$ GC-Olfactometry : GC-O

ガスクロマトグラフィー-質量分析法 223 $\Rightarrow$ gas chromatography-mass spectrometry : GC-MS

苛性化 155, 156

褐色腐朽(菌) 25, 132, 140 $\Rightarrow$ brown-rot/brown-rotting fungi

カップパー価 73 主としてパルプ中の残存リグニン量の定量法として利用される。過マンガン酸カリウム(K, kappa)によって酸化される化合物量と相関があり、必ずしもリグニンの絶対評価ではないことに留意する必要がある。 $\Rightarrow$ Kappa number

カテキン(類) 93, 123, 228 $\Rightarrow$ catechin

カテコール 74, 100, 156 別称: 1,2-ジヒドロキシベンゼン, ピロカテコール $\Rightarrow$ catechol



果糖 30, 31 $\Rightarrow$ fruit sugar

仮道管 7-16

カドミウムエチレンジアミン溶液 45 $\Rightarrow$ cadoxen

カフェイン 99 $\Rightarrow$ caffeine

カフェエー酸 117, 118

カフェオイルCoA 118, 119

紙 150, 151, 153, 159-173, 217, 221

紙パルプ 62

カユプテ油 222

過ヨウ素酸 199

過ヨウ素酸リグニン 62 $\Rightarrow$ Purves lignin

ガラクトン 15, 18, 41, 89 $\Rightarrow$ galactan

ガラクトチュロン酸 29, 89 $\Rightarrow$ GalA

ガラクトース 15, 17, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 55, 57, 58, 59, 87, 89, 114 $\Rightarrow$ galactose : Gal

UDP-D-ガラクトース 114

ガラクトグルコマンナン 53, 54, 56, 57, 59, 111, 135

ガラス転移点 71, 153, 209 ある高分子について、主鎖の運動が凍結されている状態をガラス状態と呼び、非晶性の主鎖が部分的な運動(ミクロブラウン運動)を起こすことができるようになる温度をガラス転移点と呼ぶ。

加硫 86 $\Rightarrow$ sulfur vulcanization

カルコン(類) 91, 92, 123 $\Rightarrow$ chalcone

カルテノイド 126

カルナバワックス 82 $\Rightarrow$ carnauba wax

カルバメート 198

カルボキシ 161

カルボキシメチルセルロース 133, 135, 197, 204

⇒ CMC
 カルボキシ基 20, 28, 41, 79, 80, 89, 154, 165, 186, 199, 207
 カルボニル基・カルボニル炭素 33, 41, 60, 79, 87, 186
 カレンダ 163, 164, 165, 166
 カロース 88 ⇒ callose
 ガロカテキン 93 ⇒ galocatechin
 ガロタンニン 96 ⇒ gallotannin
 カロテノイド 77, 86, 126 ⇒ carotenoid
 カロテン(類) 86 ⇒ carotene
 β -カロテン 86
 還元性末端(残基) 42, 43, 48, 50, 60, 113, 132 ⇒ reducing end residue
 環状構造 32, 33, 87
 含窒素化合物(類) 18, 76, 97
 カンペステロール 85 ⇒ campesterol
 γ -エステル型 70
 γ -セルロース 18, 22, 40
 機械パルプ 150, 151, 156 ⇒ mechanical pulp : MP
 気乾(風乾) 20, 75 試料が大気中におかれて、その含水率が大気中の湿度と平衡になっている状態。
 キサントゲン酸 197
 キサントフィル類 86 ⇒ xanthophyll
 キシラナーゼ 144, 145
 キシラン 17, 21, 23, 28, 41, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 105, 113 ⇒ xylan
 キシロース 17, 21, 22, 23, 24, 28, 31, 54, 55, 58, 59, 87, 105, 113, 114, 135 ⇒ xylose : Xyl
 UDP-D-キシロース 113, 114
 キシログルカン 15, 54, 58, 114 ⇒ xyloglucan : XyG
 キシロシルトランスフェラーゼ 113
 β -キシロシダーゼ 134 ⇒ β -xylosidase
 キニーネ 98 ⇒ quinine
 キノイド 156
 きこの 175-181, 182 肉眼で見える程度以上の大きなきの菌類の子実体。きのこは植物では生殖器官の花に相当する。きのこの大部分は担子菌に属するが、一部は子のう菌に属する。
 キノンメチド 119
 揮発性化合物 221, 222, 223
 揮発分 184, 185
 逆平行鎖 51
 キュブラ 195, 201, 202
 共重合 57, 200, 207, 224
 キリ油 81
 菌園 143 キノコシロアリの巣内につくられる菌の栽培基であり、未消化の草や落葉と糞を材料として、シロアリによって巣内に複数の菌

園がつくられる。シロアリは菌園上に生える菌糸の塊や、菌によって部分的に分解された菌園自体を餌として利用している。
 菌毯 143 比較的新しい菌園の表面に現れる直径2~3 mmの白色で毯状の構造体のことで、栄養素を豊富に含み、餌としてシロアリに摂食される。
 菌糸体 132, 177, 178, 179, 180 菌糸が集まった集合体。一種類の核で構成される一核菌糸体と二種類の核で構成される二核菌糸体がある。二核菌糸体は和合性のある一核菌糸体が接合して形成される。きのこ栽培用種菌の菌糸体は二核菌糸体である。
 菌床栽培 178
 グアイアコール 137, 189, 190
 グアイアシル(G)(核) 14, 15, 64, 65, 72, 73, 118, 135 ⇒ guaiacyl
 グアイオール 229
 グアノシン二リン酸 113 ⇒ guanosine diphosphate : GDP
 グアノシン二リン酸 113
 ケルセチン 93 ⇒ quercetin
 ケルセチン配糖体 228
 クチクラ(層) 76, 101 ⇒ cuticle
 クチン 76, 77, 101 ⇒ cutin
 グッタペルカ 86 ⇒ gutta-percha
 p -クマール酸 117, 118, 121
 p -クマリルアルコール 63, 64, 118, 122, 124 ⇒ p -coumaryl alcohol
 クマリン(類) 77, 90 ⇒ coumarin
 o -クマル酸 90 ⇒ o -coumaric acid
 p -クマロイルCoA 91, 118, 121, 122, 123, 124
 p -クマロイルシキミ酸 117, 118
 クラーソンリグニン 24, 61, 62
 クラーソン法 61 ⇒ Klason method
 グラフト 200
 クラフトパルプ 152, 154, 155, 157, 213, 214, 215, 216 ⇒ kraft pulp : KP
 クラフトリグニン 62, 63, 71, 214, 215, 218 ⇒ kraft lignin
 グラフト共重合 194
 グリカン 28 ⇒ glycan
 グリコシド 28 ⇒ glycoside
 グリコシド結合 28, 50, 59, 60, 105, 131, 199 ⇒ glycosidic linkage
 グリコシルトランスフェラーゼ、糖転移酵素 112 ⇒ glycosyltransferase : GT
 グリセリン 80
 グリセルアルデヒド 29, 30, 31
 グリセルアルデヒド3-リン酸 125
 グリセルアルデヒド3-リン酸(GAP) 127
 グリセロール 100, 101

グルカン 41, 89, 107, 109, 114, 229
 グルクロノキシラン 53, 54, 55, 56, 57, 111, 113,
 134 ⇒ glucuronoxylan
 グルクロン酸 113, 207
 UDP-D-グルクロン酸 113
 グルコース・グルコピラノース 17, 21, 22, 24, 31,
 32, 34, 42, 43, 45, 48, 50, 51, 54, 55, 57, 58, 77,
 87, 88, 89, 93, 96, 105, 107, 108, 114, 127, 131,
 139, 143, 205, 207 ⇒ glucose : Glu
 UDP-グルコース(ウリジン二リン酸グルコース), UDP-D-グルコース 105, 107, 108, 114 ⇒
 uridine diphosphate glucose
 グルコシダーゼ 131, 144
 グルコシルトランスフェラーゼ 106, 107
 グルコシル転移反応 107, 108
 グルコピラノース 193, 200
 グルコマンナン 14, 17, 23, 53, 54, 56, 57, 58, 59,
 114 ⇒ glucomannan
 グルシトール 88 ⇒ glucitol
 クロス-ビバン(Cross-Bevan)法 40
 クロス方向 168, 169 ⇒ cross direction : CD
 クロメン 91, 92, 186
 クロロフィル 84, 86

形成層(帯) 7, 8, 11, 17, 18, 25, 102, 113, 114, 177,
 178 ⇒ cambium
 ケイ皮酸 77, 116, 117, 118
 ケイ皮酸/モノリグノール経路 76, 77
 ケイ皮酸モノリグノール経路 116
 結晶(領域) 17, 48, 131 ⇒ crystalline
 結晶化(度) 15, 43, 46, 106, 205
 結晶多形 50
 結晶領域 22
 ケトース 27, 34, 60 ⇒ ketose
 ゲノム 132, 140 配偶子に含まれる全遺伝子(核相n)を指す。ゲノム解析の第一歩は、遺伝子(DNA)の全塩基配列を決定し、遺伝子の機能を予測したデータベースの作成である。ゲノム解析された木材腐朽菌のデータベースが充実しつつある。
 ケミサーモメカニカルパルプ 151, 153 ⇒ chemithermomechanical pulp : CTMP
 ケモタキソノミー 75 植物に含まれる化学成分(通常は二次代謝産物)によって植物を分類する学問。chemotaxonomy。
 ゲラニルゲラニオール 84 ⇒ geranylgeraniol
 ゲラニル二リン酸(GPP) 126
 原木栽培 177
 五員環 32 ⇒ five-membered ring
 叩解 161, 162, 163, 166, 170, 206 ⇒ beating/refining
 香氣成分 83, 221, 223, 229

工業リグニン 62, 214
 光沢度 164 ⇒ gloss
 広葉樹 24
 恒量 20 ある一定の重量のこと。木材分析においては、さらに乾燥操作を続けても重量が変化しない状態の重量。絶乾重量。⇒ constant weight
 コカイン 97 ⇒ cocaine
 黒液 63, 155, 214 ⇒ black liquor
 黒鉛 186 ⇒ graphite
 黒炭 183
 固体NMR 48 核磁気共鳴分光法のうち固体を測定する方法をいう。試料中の磁性核¹³Cを対象とし、双極子デカップリング(DD)法、交差分極(CP)法、マジック角回転(MAS)法を組み合わせたCP/MAS法による測定が一般的である。
 コニフェリルアルコール 17, 63, 64, 117, 118, 119, 120, 124 ⇒ coniferyl alcohol
 五倍子タンニン 96
 コリスミ酸 116
 コルク(質) 76, 100 ⇒ cork

さ 行

サーモメカニカルパルプ 151, 152, 153 ⇒ thermomechanical pulp : TMP
 再生セルロース 195, 199, 201, 203, 213
 細胞間層 14, 18, 25, 65, 111
 細胞壁 8, 9, 13-16, 17, 25, 42, 43, 48, 54, 61, 70, 71, 89, 101, 105, 110, 111, 129, 132, 144, 161, 187, 206, 211 ⇒ cell wall
 砕木パルプ 151, 152, 153 ⇒ groundwood pulp : GP
 酢酸菌 39, 105, 106, 210 ⇒ acetic acid bacteria/Acetobacteraceae
 酢酸セルロース 201
 (-)-酢酸ボルニル 230
 酢酸-マロン酸経路 76, 77
 サリシン 28
 サルファイトパルプ 152, 153, 154, 213, 214, 215, 216, 219 ⇒ sulfite pulp : SP
 サルファイトリグニン 213, 218
 サルファイト法(亜硫酸法) 62 ⇒ sulfite pulping
 サルフェート法 62 ⇒ sulfate pulping
 酸化還元電位 134, 135, 137, 138 標準酸化還元電位は、標準水素電極を基準とした異物質間の酸化還元(電子の授受)反応の電位差である。この数値が高い物質が酸化剤、低い方が還元剤となる。本章の「酸化還元電位」は、標準酸化還元電位を指す。
 酸可溶性リグニン 22
 酸不溶性リグニン 22
 C/N比 177, 179

GDP-D-グルコース 114
 GDP-糖 113
 GDP-L-フコース 114
 GDP-D-マンノース 114
 地合 151, 167
 次亜塩素酸(塩) 157, 198, 199
 ジアステレオマー 32 $\Rightarrow$ diastereomer
 ジアセテート 203
 シアニジン 93 $\Rightarrow$ cyanidin
 ジアリールヘプタノイド 117, 121, 122, 123
 ジアリールヘプタノイド 77
 次亜硫酸ナトリウム 156
 シアル酸 29 $\Rightarrow$ sialic acid
 紫外吸収法 21, 22 試料が紫外線を吸収する性質を利用して、その吸光度から濃度等を定量する方法。
 紫外線顕微鏡 14
 色素 21, 76, 93, 226 $\Rightarrow$ pigment
 色素体 86
 シキミ酸 116
 シキミ酸経路 76, 77, 116, 127
 シクリトール 87, 88 $\Rightarrow$ cyclitol
 シクロアルタン系列 85 $\Rightarrow$ cycloartane
 シクロアルテノール 85 $\Rightarrow$ cycloartenol
 ジケチド中間体 121, 122, 123
 子実体 175, 177, 178, 179, 180 菌糸体が配向性を持って組織化して器官となり、菌類の胞子を形成するための器官。栽培きのこは二核菌糸体の有性生殖器官である。ナメコ等のきのこでは、一核菌糸体由来の子実体を形成する。
 子実体原基 178, 180
 シダーウッド油 221
 ジテルペン 77, 83, 84, 125, 126 $\Rightarrow$ diterpene
 β -シトステロール 85 $\Rightarrow$ β -sitosterol
 シナビルアルコール 17, 64, 117, 118, 119 $\Rightarrow$ sinapyl alcohol
 1,8-シネオール 222 $\Rightarrow$ cineole
 ジヒドロフラボノール 92, 123
 指標成分 75 ケモタキソノミーおよび生薬の有効成分定量等の対象となるような、ある植物に含まれる特有の化学成分。
 師部 7, 8, 11 $\Rightarrow$ phloem
 ジベンゾジオキソシン 65
 ジベンゾジオキソシン構造 66, 120
 脂肪酸 20, 77, 79, 80, 81, 82, 100, 101, 139 $\Rightarrow$ fatty acid
 脂肪酸エステル 79, 80
 脂肪族アルコール 79
 脂肪族化合物(類) 18, 76, 77, 78 $\Rightarrow$ aliphatic compounds
 脂肪族炭化水素 78
 N,N'-ジメチルアセトアミド 196, 197, 198, 199 $\Rightarrow$ DMAc

ジメチルアリル二リン酸(DMAP) 125, 126
 ジメチルスルホキシド 45, 55 $\Rightarrow$ dimethyl sulfoxide : DMSO
 ジメチルスルホキシド 196 $\Rightarrow$ DMSO
 重合度 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 55, 56, 59, 60, 130, 132, 186 $\Rightarrow$ degree of polymerization : DP
 柔細胞 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 177 $\Rightarrow$ parenchyma cell
 柔組織 80, 178
 収炭率 185 木炭の収率。得られた炭化物の原料に対する質量割合。
 重量平均分子量 44 $\Rightarrow$ weight average molecular weight : M_w
 シュウ酸 139, 140
 種菌 175, 177, 178, 180
 縮合型タンニン 77, 93, 95, 123, 228 $\Rightarrow$ condensed tannin
 樹脂 10, 21, 76, 84, 178, 221 $\Rightarrow$ resin
 樹脂酸 20, 84 $\Rightarrow$ resin acid
 主成分 17, 18, 23, 43, 44, 53, 75, 88, 185
 蒸解 蒸解液 59, 62, 153, 154, 155, 156, 213, 214, 218 $\Rightarrow$ cooking
 硝酸 硝酸酸化 72, 193, 197, 198
 樟脳 83, 193, 223 $\Rightarrow$ camphor
 蒸留 21, 85, 188, 189, 222 $\Rightarrow$ distillation
 消和 156
 植物ガム 53, 88, 89 $\Rightarrow$ gum
 植物ステロール 85 $\Rightarrow$ phytosterol
 ショルガー法(Schorger法) 18
 ショ糖 88 $\Rightarrow$ sucrose
 ジリグノール 64, 65, 121 $\Rightarrow$ dilignol
 紙料 160, 162, 163, 168, 172 $\Rightarrow$ stock
 シリンガルデヒド 73, 137, 138 $\Rightarrow$ syringaldehyde
 シリンギル(S)(核) 14, 64, 65, 72, 73, 118, 124, 135 $\Rightarrow$ syringyl
 シロアリ 142-147, 225 $\Rightarrow$ termite
 人工リグニン 71
 心材(部) 8, 10, 23, 25, 75, 80, 85, 91, 95, 121, 142, 177, 226 $\Rightarrow$ heartwood
 浸漬 40, 196, 198
 人造絹糸(人絹) 201
 針葉樹 24
 水酸化ナトリウム 18, 20, 22, 39, 40, 43, 54, 153, 154, 155, 156, 186, 196, 197, 199 $\Rightarrow$ NaOH
 水酸化ナトリウム 196, 214
 水蒸気蒸留 21, 83, 222, 229 沸点が高く水への溶解度が低い物質を、水と蒸留することにより、水蒸気とともにその物質を留出させる蒸留方法。 $\Rightarrow$ steam distillation
 水素結合 20, 43, 50, 51, 106, 111, 169, 194, 200, 205, 206, 207

水素添加反応 80 $\Rightarrow$ hydrogenation
 数平均分子量 43, 44 $\Rightarrow$ number average molecular weight: M_n
 スクアレノ 85, 126 $\Rightarrow$ squalene
 スクリーニング 226 ある生理機能(活性)を持つ植物エキスを化合物を探る目的で、数多くの植物抽出物を簡易的な生理活性試験に供し、その中で活性を示す抽出物や化合物を選別する方法である。
 スチグマステロール 85 $\Rightarrow$ stigmasterol
 スチルベノイド(類) 90, 117, 121, 122, 226 $\Rightarrow$ stilbenoid
 スチルベン 77, 90 $\Rightarrow$ stilbene
 ステアリン酸 79, 80 $\Rightarrow$ stearic acid
 ステロイド(類) 35, 77, 85, 125, 126 $\Rightarrow$ steroid
 スベリン 76, 100, 101 $\Rightarrow$ suberin
 スルホ基 215, 216

製紙用パルプ 150, 151, 152, 172, 213 $\Rightarrow$ paper pulp: PP
 精油 21, 83, 85, 221-225, 229 $\Rightarrow$ essential oil
 精煉度 184, 185
 セカイリンC 95 $\Rightarrow$ sequirin C
 セサミノール 94 $\Rightarrow$ sesaminol
 セサミン 94 $\Rightarrow$ sesamin
 セスキテルペン 77, 83, 84, 125, 126, 223 $\Rightarrow$ sesquiterpene
 セスタテルペン 83 $\Rightarrow$ sesterterpene
 石灰化 155, 156
 絶乾 18, 20 試料の含水率がゼロである状態。
 セミケミカルパルプ 150 $\Rightarrow$ semichemical pulp: SCP
 ゼラチン層(G層) 15
 セルラーゼ 130, 131, 143, 144, 207 $\Rightarrow$ cellulase
 セルロイド 193, 201, 203 $\Rightarrow$ celluloid
 セルロース 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 25, 39-51, 53, 54, 55, 59, 61, 75, 88, 105-110, 111, 130, 131, 132, 139, 143, 144, 149, 150, 151, 153, 154, 161, 166, 185, 186, 193-211, 213, 214, 217, 219 $\Rightarrow$ cellulose
 (全)セルロース 18, 19
 セルロースI 43, 46, 48-51
 セルロースII 43, 46, 48-51
 セルロースナノファイバー 20, 199, 204-211 $\Rightarrow$ cellulose nanofiber: CNF
 セルロース合成酵素複合体 14, 48, 105, 108, 109 $\Rightarrow$ cellulose synthase complex: CSC
 セルロース誘導体 45, 47, 151, 193, 201, 204, 213
 セロウロン酸 199
 セロオリゴ糖 40, 131, 132
 セロハン 195, 213 $\Rightarrow$ cellophane
 セロビオース 42, 131, 132, 133 $\Rightarrow$ cellobiose
 セロビオース脱水素酵素 132 $\Rightarrow$ cellobiose

dehydrogenase: CDH
 セロビオヒドロラーゼ(CBH I, CBH II) 131, 132, 133, 144 $\Rightarrow$ cellobiohydrolase
 染料脱色ペルオキシダーゼ 134, 137, 138 $\Rightarrow$ dye-decolorizing peroxidases: DyP

ソーダパルプ 154
 ソックスレー抽出 39 還流循環型の抽出法で、容器の加熱し、溶媒を蒸発させ、最上部の冷却管での溶媒を凝結させて固体試料に滴下したのち、目的成分を少量溶かし、再び容器へと戻る。比較的少量の溶媒で効率よく抽出を行うことができる。
 ソルビトール 88 $\Rightarrow$ sorbitol
 ソルベントパルプ化 218
 損紙 162 製紙工程で紙切れが発生した際等に生じるくず紙。普通離解して再使用する。

た 行

ターミナルコンプレックス 48, 105, 106 $\Rightarrow$ terminal complex: TC
 耐蟻成分 146
 大豆油 81 $\Rightarrow$ soybean oil
 耐折強さ 170 $\Rightarrow$ folding endurance
 多価アルコール 87, 88, 96
 タキシフォリン 229
 多次元ガスクロマトグラフィー 224
 脱脂木粉 21, 22, 40 有機溶媒等で脂分を取り除いた木粉のこと。木材分析では、通常アルコール・ベンゼン抽出を行ったあとの木粉を指す。
 脱水素重合 17, 63, 64, 65, 119 $\Rightarrow$ dehydrogenative polymerization
 脱炭酸 21, 113, 122, 124
 多糖(類) 15, 17, 21, 22, 27, 28, 40, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 70, 71, 88, 89, 105, 130, 144, 193 $\Rightarrow$ polysaccharide
 多分散 43 $\Rightarrow$ poly-dispersed
 玉切り 177 立木を伐倒して葉枯らしをおこない、その後、1m前後の長さに切断して原木を調整すること。
 炭酸ナトリウム 153, 156
 炭水化物 27 $\Rightarrow$ carbohydrate/sugar
 炭水化物命名法 34
 炭素化 186 $\Rightarrow$ carbonization
 炭素質 186 炭素が互いに結合して六角網面を形成するような木炭化初期の構造。
 単糖(類) 19, 21, 27-34, 55, 56, 60, 87, 89 $\Rightarrow$ monosaccharide
 タニン 20, 35, 76, 90, 95, 116, 178, 228 $\Rightarrow$ tannin
 タンパク質 18, 95, 108, 116, 228 $\Rightarrow$ protein
 単分散 43 $\Rightarrow$ mono-disperse
 ダンマラン系列 85 $\Rightarrow$ dammarane

単離リグニン 61, 62, 63, 70, 71, 214, 215, 218 ⇒
isolated lignin

チオアシドリシス 73 ⇒ thioacidolysis

チオール基 63 ⇒ thiol

チオリグニン 63 ⇒ thiolignin

置換度 194, 195, 196, 197, 198, 200, 203 ⇒
degree of substitution: DS

チキソトロピー性 202, 209 チキソトロピーは、
一定のずり速度で見かけ粘度(液体の流れ難
さ)が時間とともに減少し、ずり応力を除くと
徐々に復元する現象(例: ペンキを刷毛で塗る
作業中は低粘度で塗りやすく、塗りつけた後
はタレなくなる)。

中間残基 42, 60, 193, 194, 195 ⇒ intermediate
residue

抽出 18, 20, 21, 53, 54, 55, 62, 157, 222 ⇒
extraction

抽出成分 18, 71, 75-77, 90, 116, 121, 146, 177,
226, 227 ⇒ wood extractives

抽出物 18, 20

超臨界 59, 219, 220

超臨界流体 222 臨界点以上の温度・圧力下にお
いた流体状物質のことで、抽出に用いる利点
として気体の拡散性と、液体の溶解性を合わ
せ持つ。

チロシン 97, 116, 226

ツバキ油 81

坪量 166, 170, 171 ⇒ grammage/basis weight

ツオブセン 84 ⇒ thujopsene

DL表記 30

デオキシ糖 28, 89 ⇒ deoxy sugar

テオフィリン 99 ⇒ theophylline

テオブロミン 99 ⇒ theobromine

テトラケチド中間体 122

テトラテルペン 83, 86 ⇒ tetraterpene

δ-カジネン 84 ⇒ δ-cadinene

デルフィニジン 93 ⇒ delphinidin

テルペノイド(類) 35, 77, 82, 125 ⇒ terpenoid

テルペン 18, 76, 82, 83, 86, 126, 222, 223 ⇒
terpenes

テレピン油 221, 223, 224

電子回折 48 透過型電子顕微鏡内で試料に電子
を入射して回折を生じさせる方法をいう。電
子の波長は短いので、エwald球の半径は大
きくなる。逆格子点の二次元分布を解析する
のに適する。

電子スピン共鳴法 135 不対電子の磁性的性質
に基づき、分子内ラジカルを検出する分析
法。不対電子が ^1H 、 ^{13}C 等と相互作用し観測
される、分裂したスペクトル(超微細構造)を

解釈することにより、不対電子の局在に関し
ても解明できる。⇒ Electron Spin Resonance
Spectrometry: ESR

天然ゴム 75, 77, 86 ⇒ natural rubber, latex

天然セルロース 39, 43, 48, 193, 199

天然リグニン 61, 62, 66, 215

デンプン 10, 53, 88, 89, 164 ⇒ starch

填料 161, 162, 170, 206

糖, 糖質, 糖類 18, 20, 22, 27-34, 65, 76, 87-89,
92, 93, 96, 112, 113, 114, 127, 213, 229 ⇒
carbohydrate/sugar

GDP-糖 113

UDP-糖 113

糖アルコール 29, 87, 88 ⇒ sugar alcohol

銅アンモニア 34, 45, 46, 195, 203 ⇒
cuprammonium

銅エチレンジアミン 45

等温線タイプ 188 材料を一定温度下におき圧力
と吸着量の変化を測定したグラフを吸着等温
線と呼ぶ。一般的に平衡圧力を飽和蒸気圧で
割った相対圧(0~1)を横軸にとる。吸着等温
線の種類では、I型はラングミュア型と呼ば
れ、吸着量は圧力の増加とともにある一定値
になる。ミクロ孔の存在を示す。II型はBET
型と呼ばれ多分子層を形成する物理吸着の等
温線である。細孔が存在しないか、またはマ
クロ孔の存在を示す。V型は吸着と脱着で吸着
量が異なるヒステリシスをもつ等温線であり
メソ孔の存在を示す。

透気度 166 ⇒ air permeance

糖酸 28 ⇒ sugar acid

糖脂質 29 ⇒ glycolipid

糖質加水分解酵素ファミリー 130, 144 ⇒
glycoside hydrolase family: GH family

糖質結合モジュール 130 高分子多糖加水分解
酵素において、酵素を高分子多糖に結合させ
るために使われる、特定のアミノ酸残基領域。
糖質結合モジュールが無くなると活性が減少
若しくは無くなる ⇒ carbohydrate-binding
modules: CBMs

糖タンパク質 29, 132 ⇒ glycoprotein

糖ヌクレオチド 112 ⇒ nucleotide sugar

銅モノオキシゲナーゼ 131 ⇒ copper
monooxygenase

ドーレ法(Dore法) 19

特用林産物 76, 81, 175, 182

ドライエンド 162 ⇒ dry end

トリアシルグリセロール 79, 80, 81 ⇒
triacylglycerol

トリテルペン 77, 83, 84, 125, 126 ⇒ triterpene

トリプトファン 98

トルエン 35, 39 ⇒ toluene

トロポロン 83 ⇒ tropolone

な 行

長網抄紙機(フォードリニアマシン) 162 ⇒
Fourdrinier machine

なたね油 81 ⇒ canola oil

ナリンギン 92 ⇒ naringin

ナリンゲニン 92, 123 ⇒ naringenin

ナリンゲニンカルコン 122, 123

軟化点 71 ある高分子材料について、ある圧力下での一定量以上の変形、すなわち軟らかさが認められた温度を軟化点と呼ぶ。結晶融点と異なり明確な定義は難しいが、成形加工性あるいは耐熱性の評価として工業的に重要である。

軟腐朽(菌) 130, 139

2回らせん 42, 50

SO₂-アミン 196

二酸化チタン 162

二次元NMR 139 化学構造解明の為、炭素—炭素、炭素—水素結合の繋がり、二面角等に関する情報が、相関ピークで示される、核磁気共鳴(NMR)分光法。一次元NMRを理解し、スペクトルチャートを解釈することが肝要である。

二次代謝(産)物 76, 122, 127, 222, 226

二次壁 12, 13-16, 65, 108, 113, 114 ⇒ secondary wall

ニトロセルロース、硝酸セルロース 193, 197, 198, 201, 202 ⇒ nitrocellulose: NC

ニトロベンゼン 73

日本産業規格 45, 47 ⇒ Japan Industrial Standards: JIS

二硫化炭素 195, 196 ⇒ CS₂

ヌクレオシド三リン酸 113 ⇒ nucleoside triphosphate: NTP

ヌクレオシド二リン酸 112

ぬれ 168 固体の表面に接触する気体の水などの液体に置き換えられて液体が接触している状態。

ネオフラボノイド 92

ネオリグナン 77, 94 ⇒ neolignan

熱分解 73, 184, 185, 209, 219

粘度法 45, 46 高分子溶液の固有粘度[η]を測定して、高分子物質の分子量、いわゆる粘度平均分子量を求める方法。実験的には、粘性率は細い毛細管(キャピラリー)から液体が流出する速度を求めることで決定される。

ノルリグナン 94, 117, 121, 122, 124 ⇒ norlignan

は 行

バーサタイルペルオキシダーゼ 134, 137, 138 ⇒ versatile peroxidase: VP

ハース投影式 32, 33 ⇒ Haworth projection

パーム油・パーム核油 81 ⇒ palm oil

バイオエタノール 62, 207, 213, 214, 217, 219 バイオマス(生物資源)を発酵、蒸留させて得られるエタノール。主として、内燃機関の燃料用のものをよぶ。

バイオレメディエーション 181, 182 ⇒ bioremediation

配糖体 20, 28, 90, 92, 93, 94, 229 ⇒ glycoside

灰分 18, 20, 23, 24, 25, 75, 101, 184, 185 ⇒ ash

葉枯らし 178 樹木を伐採後、樹枝葉をつけたまま樹葉からの蒸散により樹幹を乾燥させる方法。ナラ類では伐採後、葉枯らしをしないとチロースの形成により材中の水分が抜けにくくなり、形成層が生存して萌芽を形成する。

白液 155, 156

爆砕 196, 219 木質バイオマスなどの素材を微細化する処理。まず、圧力容器内で、高温高压の水蒸気により素材を軟化させる。系を急激に大気開放すると、高速噴出の衝撃と素材に浸透した水蒸気の体積膨張により、素材が粉砕される。

白色度 150, 151, 152, 153, 155, 157, 161, 162, 164, 170, 171

白色腐朽(菌) 25, 130, 132, 140, 219, 182 ⇒ white-rot/white-rotting fungi

白炭 183

バクテリア(が合成する)セルロース 46, 48, 109, 133, 210

バニリン 73, 77, 138, 139, 214, 216, 217, 219, 220 ⇒ vanillin

パラホルムアルデヒド 45

パルプ 20, 73, 149-157, 160, 161, 162, 166, 167, 173, 198, 205, 206, 208, 213, 214, 215, 217, 220, 221 ⇒ pulp

パルプ化 41, 62, 102, 160, 206, 215, 218 ⇒ pulping

パルプグラインダー 152

パルプ漂白 134

パルミチン酸 79, 80, 81 ⇒ palmitic acid

パルミトレイン酸 80

ピーリング反応 60 ⇒ peeling reaction

非還元性末端(残基) 42, 43, 48, 107, 108 ⇒ non-reducing end residue

引裂強さ 170 ⇒ tearing resistance

非局在化 35-37

非(結)晶(領域)、アモルファス 17, 48, 59, 131 ⇒ amorphous

比色法 21 試料の色を利用する,あるいは,試薬等を使って試料を発色させて,その可視光の吸光度から濃度等を定量する方法。

ビスコース 195 $\Rightarrow$ viscose

ビスコースレーヨン 46, 196

ビタミン 84, 85, 86

ヒドロキシ 87, 92, 96, 218

p-ヒドロキシフェニル(H)(核) 14, 15, 64, 65, 73, 118 $\Rightarrow$ *p*-hydroxyphenyl

p-ヒドロキシベンズアルデヒド 73, 138

1-ヒドロキシベンゾトリアゾール 138 $\Rightarrow$ 1-HBT

ヒドロキシメチル 50, 74

ヒドロキシメチルフルフラール 21 $\Rightarrow$ hydroxymethylfurfural: HMF

ヒドロキシメチル(基・化) 28, 30, 34

ヒドロキシ基 17, 27-34, 35, 42, 43, 45, 73, 79, 80, 90, 93, 101, 108, 113, 119, 134, 135, 138, 139, 154, 165, 193-200, 207

(α ・ β)-ピネン 83, 224 $\Rightarrow$ (α ・ β)-pinene

ヒノキチオール 77, 83 $\Rightarrow$ hinokitiol

ヒノキレジノール 95 $\Rightarrow$ hinokiresinol

ピノシルビン 91 $\Rightarrow$ pinosylvin

ピノレジノール 94, 119, 124 $\Rightarrow$ pinoresinol

ピマラン型 85 $\Rightarrow$ pimarane

ピマル酸 85

非メバロン酸経路 77, 83 $\Rightarrow$ mevalonate-independent pathway

白檀油 221

漂白 150, 151, 155, 156, 157, 160, 198, 206 $\Rightarrow$ bleaching

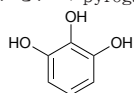
漂白クラフトパルプ 46

ビオルクマンリグニン 62 $\Rightarrow$ Björkman lignin

ピラノース 32, 34 $\Rightarrow$ pyranose

ビルビン酸 125

ピロガロール 74 別称: 1,2,3-トリヒドロキシベンゼン $\Rightarrow$ pyrogallol



ピロホスホリラーゼ 113 $\Rightarrow$ pyrophosphorylase

α -ピロン 90

フィッシャー投影式 29, 30, 32 $\Rightarrow$ Fischer projection

フィトエン 86 $\Rightarrow$ phytoene

フィトール 84 $\Rightarrow$ phytol

フィブリル 161

フィブリル化 161, 206 $\Rightarrow$ fibrillation

フェニルアラニン 99, 116

フェニルイソシアネート 198, 199

フェニルカルバメート 203

フェニルクマラン(型) 66, 119

フェニルグリコシド型 70

フェニルプロパノイド経路 116

フェニルプロパン単位 17, 94 $\Rightarrow$ phenylpropane

フェノール(類)・フェノール性成分・フェノール(性)化合物 20, 35, 36, 74, 95, 100, 119, 156, 182, 189, 190, 218, 219, 220, 224 $\Rightarrow$ phenol

フェノール性成分 23

フェノール性ヒドロキシ基 20, 63, 65, 73, 74, 139, 186

フェノキシドアニオン 36 $\Rightarrow$ phenoxide anion

フェノキシラジカル 37, 65, 74, 119, 120, 124, 135, 136, 137, 138

フェルギノール 85 $\Rightarrow$ ferruginol

フェルラ酸 100, 117, 118, 217

フェルロイル CoA 118, 119

(木材)腐朽(性) 102, 129-141, 146, 177 $\Rightarrow$ wood decay

(木材)腐朽(性) 177, 182 $\Rightarrow$ wood decay

(木材)腐朽菌 95 $\Rightarrow$ wood-rotting fungi

(木材)腐朽菌 129-141, 145, 146 $\Rightarrow$ wood-rotting fungi

副成分 17, 18, 75

フコース 89 $\Rightarrow$ fucose: Fuc

GDP-L-フコース 114

腐植 129 倒木を含む生物遺体が, 木材腐朽菌, 多くの生物により分解等を受け, 蓄積した残渣。腐植の芳香環, カルボキシ基はリグニンに由来する。森林土壌でカルボキシ基は, 樹木生育に必要な金属イオンを保持している。

不透明(性・度) 152, 153, 162, 164, 170, 171

ぶどう糖 27, 30

不飽和脂肪酸 79, 80, 138

フラノース 32, 34 $\Rightarrow$ furanose

フラバノール(類) 92, 93 $\Rightarrow$ flavanonol

フラバノン 92, 123

フラバン-3-オール 95, 228 $\Rightarrow$ flavan-3-ol

フラバン骨格 91

フラボシクロムタンパク質 132 補欠分子族としてフラビンとヘム両方を含む, 脱水素作用と電子伝達作用を示すタンパク質。本章ではセロビオース脱水素酵素の他に, グリオキシル酸脱水素酵素もフラボシクロムタンパク質である

フラボノイド(類) 35, 77, 91, 92, 93, 116, 117, 121, 122, 123 $\Rightarrow$ flavonoid

フラボノール 92, 93, 123 $\Rightarrow$ flavonol

フラボン 92, 123, 226 $\Rightarrow$ flavone

ブリカチン酸 94 $\Rightarrow$ plicatic acid

プリン 99 $\Rightarrow$ purine

フルクトース 31, 88 $\Rightarrow$ Fru

フルフラール 21, 59, 189, 213 $\Rightarrow$ furfural

ブレフェン酸 116

プロアントシアニジン 123, 228

プロシアニジン型タンニン 228
 プロトリグニン 61, 70, 72, 214 ⇒ protolignin
 プロビタミン 85, 86
 プロフィゼチニジン型縮合タンニン 229
 フロログルシノール-塩酸反応 72 ⇒
 phloroglucinol-HCl reaction
 分子量分散度 44 ⇒ degree of molecular weight
 dispersion
 平滑(度・性) 164, 165, 166, 167 ⇒ smoothness
 平行鎖 48, 50
 ヘイズ 209 曇り具合の指標。可視光を吸収しないセルロースナノファイバーであっても、光の内部散乱がわずかながら生じ、入射光の全てが透過することはない。ヘイズは、全光線透過率に対する拡散光成分の割合として表される。
 ベース 154, 215
 β-オイデスモール 229
 β-カロテン 86
 β-キシロシダーゼ 134 ⇒ β-xylosidase
 β-1,4-グリカン 54
 β-1,4-グリコシド結合 17, 42, 105, 193, 205
 β-1,4-グルカナーゼ 109
 β-1,4-グルカン 54, 58
 β-1,4-結合 55, 57, 89, 108
 β-シトステロール 85 ⇒ β-sitosterol
 β-セルロース 18, 22, 40
 β-脱離 60
 ペーパークロマトグラフィー 203 クロマトグラフィーは物質を分離・精製する手法。固定相を移動相が通過する過程で、物質の大きさ、電荷、吸着力、疎水性などの違いで分離する。PCには濾紙を使い、濾紙のセルロースに水素結合した水が固定相である。⇒ PC
 ヘキサース 21, 31, 59 ⇒ hexose
 ペクチン 53, 89 ⇒ pectin
 ベツリン 85 ⇒ betulin
 ヘテロ多糖(類) 28, 54, 55 ⇒ heteropolysaccharaide
 ヘプトース 34 ⇒ heptose
 ヘミアセタール 32, 33, 199
 ヘミセルロース 14, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 39, 40, 53-60, 61, 70, 75, 88, 105, 111-115, 130, 134, 135, 139, 143, 145, 151, 154, 185, 206, 213, 214, 216, 219 ⇒ hemicellulose
 ヘミテルペン 83 ⇒ hemiterpene
 ペラトリルアルコール 137 ⇒ VA
 ペラルゴニン 93, 123 ⇒ pelargonidin
 ベルオキシダーゼ 119, 134, 138
 ベルベリン 77, 97 ⇒ berberine
 辺材(部) 8, 10, 25, 80, 87, 88, 102, 177, 226 ⇒ sapwood

ベンジルラジカル 37, 136 ⇒ benzyl radical
 ベンズアルデヒド 35 ⇒ benzaldehyde
 ベンゼン 18, 35, 90 ⇒ benzene
 変旋光 33 ⇒ mutarotation
 ベンゾピレン 188
 ペントース 21, 59 ⇒ pentose
 ペントースリン酸経路 127, 139
 ペントサン 18, 21, 23, 24, 25, 41 ⇒ pentosan
 芳香族化合物 18, 35, 76, 90, 182, 211, 223 ⇒ aromatic compounds
 芳香族(系)高分子 17, 61, 71, 116
 放射組織 9, 10, 11 ⇒ ray
 膨潤 22, 40, 44, 45, 132, 133, 161, 169, 194, 196 ⇒ swelling
 飽和脂肪酸 79, 80
 ボールミル 46, 62 鉄、セラミックなどの球体(ボール)とサンプルを円筒容器に入れ、その容器を回転させることにより、サンプルを粉砕する装置。
 ホスホエノールピルビン酸(PEP) 116, 127
 ホダ木 177, 178, 181
 没食子酸 77, 96, 132 ⇒ gallic acid
 没食子タンニン 96
 ポドフィロトキシシン 94 ⇒ podophyllotoxin
 ホホバオイル 82 ⇒ jojoba oil
 ホモガラクトウロナン 89 ⇒ homogalacturonan
 ホモ多糖 28, 205 ⇒ homopolysaccharide
 ホヤセルロース 46, 48, 105
 ポリエチレングリコール 218 ⇒ PEG
 ポリケチド 77, 91
 ポリテルペン 86 ⇒ polyterpene
 ポリフェノール 94, 95, 226
 ホルムアルデヒド 74, 191
 ホロセルロース 19, 21, 22, 23, 24, 40, 41, 54, 55 ⇒ holocellulose

ま 行

マーセル化 50 天然セルロース繊維を高濃度アルカリ水溶液に浸漬した後に、水洗、乾燥させる膨潤処理方法であり、1884年J. Mercelによって原理が発見された。シルケット加工ともいう。繊維に絹様の光沢が付与され、染色性が向上する。
 摩砕リグニン 62, 71 ⇒ milled wood lignin : MWL
 マシン方向 167, 169 ⇒ machine direction : MD
 マタイレジノール 124
 マツヤニ・松脂 76, 85
 松脂 161
 丸網抄紙機 163 ⇒ cylinder paper machine
 マロニル CoA 90, 91, 121, 122
 マロン酸 137, 138

マンガンペルオキシダーゼ 134, 137, 138, 145,
182 $\Rightarrow$ manganese peroxidase : MnP
マンナン 18, 41, 53, 57, 58, 114 $\Rightarrow$ mannan
マンニトール 88 $\Rightarrow$ mannitol
マンノース 15, 17, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 54, 55,
57, 58, 87, 88, 114 $\Rightarrow$ mannose : Man
GDP-D-マンノース 114

マイクロフィブリル 13, 14, 39, 43, 48, 105, 109,
110, 131, 161, 204, 206, 207 $\Rightarrow$ microfibril
道しるべフェロモン 146
ミルセン 83 $\Rightarrow$ myrcene

無機成分 18, 20, 102 $\Rightarrow$ inorganic components
無水グルコース単位 42 $\Rightarrow$ anhydrous glucose
unit : AGU

4-O-メチルグルクロノキシラン 14
4-O-メチル-D-グルクロン酸 55
メチルセルロース 197, 202, 203 $\Rightarrow$ MC
メチルペンタサン 18
N-メチルモルホリン-N-オキシド 195
メチル基 56, 79, 113 $\Rightarrow$ methyl
メッシュ 20, 40 金網の網目の大きさを表す単位
であり, 1 インチ (25.4 mm) あたりの網目の数
を表す。
メディエーター 182
メトキシ基 18, 73, 74, 139 $\Rightarrow$ methoxy
メバロン酸 125
メバロン酸経路 76, 77, 83, 121, 125, 127 $\Rightarrow$
mevalonate pathway
メラニン 226
メラニン色素 145, 226
メリビオース 88

モイレ呈色反応 72 $\Rightarrow$ Mäule reaction
木ガス 185 $\Rightarrow$ wood gas
木酢液 188, 191
木タール 189
木炭 175, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191
木炭化 186, 187 $\Rightarrow$ charcoalization
木部 7-16, 71, 113, 114
木化 17 $\Rightarrow$ lignification
モノテルペン 77, 83, 125, 126, 223 $\Rightarrow$
monoterpene
モノリグノール 17, 63, 64, 65, 66, 77, 111, 117,
118, 119 $\Rightarrow$ monolignol
モル置換度 194, 196, 197, 200 $\Rightarrow$ molar
substitution : MS
モルヒネ 98 $\Rightarrow$ morphine

や 行

ヤシ油 81 $\Rightarrow$ coconut oil

ユーカリ油 221, 222
UDP-L-アラビノース 113
UDP-D-ガラクトース 114
UDP-D-キシロース 113, 114
UDP-D-グルクロン酸 113
UDP-グルコース (ウリジシンリン酸グルコー
ス), UDP-D-グルコース 105, 107, 108, 114 $\Rightarrow$
uridine diphosphate glucose
UDP-糖 113
油脂 20, 21, 76, 77, 80, 81 $\Rightarrow$ oil/fat

溶解性多糖モノオキシゲナーゼ 131 $\Rightarrow$ lytic
polysaccharide monooxygenase : LPMO
溶解 (用) パルプ 40, 150, 151, 154, 213 $\Rightarrow$
dissolving pulp : DP
溶媒抽出リグニン 71

ら 行

ラウリン酸 81
ラクトン・ラクトン化・ラクトン類 29, 90, 132,
199, 200
ラジカル 63, 64, 132
ラジカルカップリング 63, 65, 119, 124
ラッカーゼ 100, 119, 124, 134, 137, 138, 145, 182
 $\Rightarrow$ laccase : Lac
ラテックス 86 $\Rightarrow$ latex
ラノスタン系列 85 $\Rightarrow$ lanostane
ラノステロール 85 $\Rightarrow$ lanosterol
ラフィノース (ファミリー) 88 $\Rightarrow$ raffinose
ラムノース 24, 87, 89, 93, 229 $\Rightarrow$ rhamnose : Rha
ラムノガラクトチュロナン I, II 89

離解 160 $\Rightarrow$ defibration
リグナン (類) 35, 77, 94, 116, 121, 124 $\Rightarrow$ lignan
リグニン 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 35, 39,
40, 41, 46, 61-74, 75, 94, 111, 116-120, 119, 124,
130, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 144, 145,
150, 153, 154, 155, 156, 157, 182, 185, 198, 206,
211, 213-220 $\Rightarrow$ lignin
リグニンスルホン酸 154, 213, 214, 215, 216, 218
リグニン-炭水化物複合体 70
リグニン分解酵素 134, 136, 143, 182
リグニンペルオキシダーゼ 134, 137, 138, 145,
182 $\Rightarrow$ lignin peroxidase : LiP
リグノスルホン酸 (塩) 62
立体配座 33, 34 $\Rightarrow$ conformation
リノール酸 79, 80 $\Rightarrow$ linoleic acid
リファイナー碎木パルプ 151, 152, 153 $\Rightarrow$ refiner
groundwood pulp : RGP
リモネン 83 $\Rightarrow$ limonene
硫化水素イオン 155
硫化ナトリウム 156 $\Rightarrow$ Na₂S
硫化ナトリウム 154, 155, 214

硫酸 19, 45, 61, 197, 198, 219

硫酸アルミニウム 161

硫酸法 22, 61

硫酸リグニン, クラーソンリグニン 22, 139 ⇒
Klason lignin

緑液 155, 156

リヨセル 195 ⇒ lyocell

リンゴ酸シンターゼ 139 ⇒ malate synthase :
MS

ルチン 93 ⇒ rutin

ルテイン 86 ⇒ lutein

ルパン型 85 ⇒ lupane

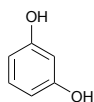
レーヨン 195, 201, 213

レジノール構造 66

レスペラトロール 91 ⇒ resveratrol

レセルピン 77, 98 ⇒ reserpine

レゾルシノール 227 別称 : 1,3-ジヒドロキシベ
ンゼン ⇒ resorcinol



裂断長 152

レドックスメディエーター 137, 138 酸化剤 A
(例 : 酵素) が物質 B を直接的に酸化できなく
ても, 物質 C の共存により, B の酸化が進行する
反応ある。A が C をまず酸化し C が B を酸化す
ると解析される場合, C をレドックスメディ
エーターと呼ぶ。

レベルオフ重合度 48 高等植物由来のセルロー
スを酸で加水分解すると少量 (2~3 %) の重量
減少率で 150~200 まで低下 (レベルオフ) した
重合度をいう。その後, 加水分解時間を長くし
ても重合度は一定で低下しない。⇒ Leveling-
off degree of polymerization : LODP

六員環 32, 43 ⇒ six-membered ring

ロジン 85, 161 ⇒ rosin

ロンギフォレン 84 ⇒ longifolene

ろ水度 161

わ 行

ワイズ法 (Wise 法) 21, 22

和紙 149, 172

ワックス, (木) 蠟 76, 77, 80, 81 ⇒ wax

ワックスエステル 79, 80, 81, 82 ⇒ wax ester

Wood Science Series 4 Wood Chemistry

edited by Toshinari KAWADA and Kazutaka ITOH

もくざいかくこうざ4

もくざいのかかく

木材科学講座4 木材の化学



本書web

発行日：2021年3月30日 初版第1刷

定 価：カバーに表示してあります

編 者：川 田 俊 成

伊 藤 和 貴

発行者：宮 内 久



海青社
Kaiseisha Press

〒520-0112 大津市日吉台2丁目16-4
Tel. (077) 577-2677 Fax (077) 577-2688
<https://www.kaiseisha-press.ne.jp>
郵便振替 01090-1-17991

© Toshinari KAWADA and Kazutaka ITOH, 2021.

ISBN978-4-86099-317-7 C3350 Printed in JAPAN. 印刷・製本：亜細亜印刷株式会社

乱丁落丁はお取り替えます。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。
本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することはたとえ個人や家庭内の利用
でも著作権法違反です。