



Vol. 456 No. 7220
20 November 2008

「起源」を越えて—ダーウィン生誕 200 年：人と著書を祝う

BEYOND THE ORIGIN — DARWIN 200 Celebrating the man and the book

2009 年 2 月はチャールズ・ロバート・ダーウィンの生誕 200 周年に、そして 2009 年 11 月は彼の偉大な著書、『種の起原』の出版 150 周年にあたる。19 世紀および 20 世紀を通して、科学、政治、宗教、哲学、芸術へ及ぼした影響の大きさについて、ダーウィンに比肩する科学者はほかにいない。今週号では、ダーウィンの生涯や科学的業績、そして彼の残したものに關するニュースや研究・分析を特集している。ダーウィンは「眼」を、非常に複雑で、機能が不完全な構成要素が 1 つでもあれば働けなくなるようにみえるため、自然選択の概念が受け入れられるのを阻む材料の 1 つだと考えていた。しかし現在、眼は進化が生み出した「最高のもの」の 1 つであることがわかっている。そこで、眼に關する折り込みの写真特集と、ダーウィンが考えた「原始の眼」に關する新しい研究も掲載されている。生物学者は、進化した生体系を、精妙に調節された機械装置であって、1 つの要素に欠陥があれば機能しなくなるものだとみなす傾向がある。しかし、T Chouard が明らかにしているように、現実世界ではそんなことはない。

ダーウィン生誕 200 年特集 News Features pp.296, 300, 304, 310,
Editorial p.281 ほか参照

遺伝：マンモスのゲノミクス

Mammoth genomics

化石や永久凍土中に保存された組織から単離された古代 DNA は、ずっと人々の興味をそそってきた。細かく断片化していたり現代の微生物 DNA にまみれたりしてはいるものの、その塩基配列からは絶滅した生物のありさまを垣間見ることができる。今回、個人ゲノミクスという革命をもたらしたのと同じ大量並行合成 DNA 塩基配列決定法が、古代 DNA の領域にも変革をもたらした。今週号には、絶滅したマンモスのほぼ完全な核ゲノム塩基配列解読についての最初の報告が掲載されている。マンモスのゲノムをアフリカゾウと比較した結果、どちらのゲノムも意外なことに、塩基配列が完全に解読された有胎盤類のゲノムより少なくとも 40% は大きいことが明らかになった。最近の『米国科学アカデミー紀要』に 16 年間冷凍保存されたマウスからのクローン作製が報告されたことで、マンモスのクローン化も近いと伝えるニュースもちらほらみられる。H Nicholls は、その実現性がどのくらいあるのかという疑問に対し、現段階ではまだ空想の域を出ないと結論づけている。しかし、哺乳類のクローン作製にしても、ほんの 15 年前には同じように絵空事だと考えられていたのだから、辛抱強く見守るとしよう。

Letter p.387, N&V p.330,
News Feature p.310 参照

生理：アンモニアを取り除く

Getting rid of ammonia

血液型抗原 (RHCE と RHD) などの Rhesus (Rh) 因子と、微生物のアンモニウム輸送体の塩基配列とは遠い関係があることがわかっており、この意外な発見がヒントになって、Rh 因子には未知の生物機能があるのではないかと考えられていた。Biver たちは今回、マウスで腎臓の Rhcg 因子を欠失させると、アンモニウム (アンモニウムイオンとアンモニアの合計) の排出が阻害され、酸ストレスへの対応能力が低下したことを報告している。また、Rhcg は精巣上体液の恒常性維持にも必要で、機能しなくなると雄の生殖能力に明らかな悪影響がある。これまでは、集合管上皮を通過するアンモニア輸送は脂質相の拡散のみによって起こると考えられてきたが、今回の結果はこれを否定するもので、Rhcg が腎臓と雄の生殖器官の両方でアンモニウムの処理と pH 恒常性に関与していることが明らかになった。

Article p.339, N&V p.336 参照

気候：大西洋の海洋循環は温室効果ガスに影響を及ぼす

Atlantic oscillations

最終氷期をしばしば中断させた一連の急速な気候変動であるダンスガード・オシュガー気候振動の物理的な特徴は、大西洋の南北方向の鉛直循環の急激な変化を援用して説

明されてきた。こうした振動は、南極とグリーンランドの氷床コアに記録された CO₂ や N₂O といった温室効果ガスの変動と関連している。この温室効果ガスの変動は、海洋のさまざまな物理過程や生物学的過程、陸上生物圏内の多様な変化の原因であると考えられている。A Schmittner と E Galbraith は、氷期の気候と生物地球化学的サイクルを結合したモデルによるシミュレーションについて報告している。その結果はかなり単純なシナリオを示唆しており、大西洋の南北方向の鉛直循環の変化によってもたらされる全球海洋での栄養と溶存酸素の分布変化によって、観測された千年スケールの変動の大部分を説明できる可能性がある。

Letter p.373, N&V p.331 参照

細胞：成人の精巣幹細胞

Adult testis stem cells

成人精巣の細胞は正常な発生の間に分化能が制限されて、配偶子を作り出すようになるが、適切な条件下では多能性となる可能性があることを示す証拠が複数得られている。今回、その条件が明らかにされた。Conrad たちは、成人睾丸の未成熟なヒト生殖細胞から、ヒト胚性幹細胞とまったく同じように操作・分化が可能な細胞株を樹立した。この細胞から、インスリン分泌細胞、あるいは、筋系、骨系、神経系の細胞に似た細胞株を安定に分化させることができる。マウスの皮下にこの細胞を移植すると奇形種が形成されたことは、多能性のさらなる証拠であり、この細胞が再生医療に使える可能性を示している。

Article p.344 参照

宇宙：高エネルギー宇宙線

High-energy cosmic rays

ATIC (Advanced Thin Ionization Calorimeter) 宇宙線電子観測では、複数のヘリウム気球がいっせいに、15 日間にわたり南極上空高度 35km 以上に揚げられた。宇宙空間への入り口にまで達したこれらの気球により、300 ~ 800GeV の範囲のエネルギーをもつ銀河系宇宙線電子が過剰に存在することが見つかった。この結果は、高エネルギー電子の発生源が近傍にあることを示すものだ。その発生源は未発見の天体で、電子を高エネルギーに加速しているのかもしれないし、あるいは、これらの電子は「カルツァ・クライン」暗黒物質の対消滅によって生じている可能性もある。後者は、余剰次元のコンパクト化を伴う宇宙モデルによる一風変わった予測である。

Letter p.362, N&V p.329, Author page 参照



Vol. 456 No. 7221
27 November 2008

変革のエンジンをかける：プラグインカーは送電線網を作り出すことになるか

SPARKING A REVOLUTION: Can plug-in cars create the grid of the future?

手ごろな価格で手に入り、再充電可能なリチウムイオン電池は1990年代に登場し、最初にビデオカメラ、続いて電動工具、携帯電話、そしてもちろんラップトップコンピューターといった家電製品に大変革をもたらした。現在、次世代リチウムイオン電池が開発されつつあり、これは我々の生活様式にさらに大きな影響を与えることになるかもしれない。ガソリンを大量消費する現在の自動車は、「環境にやさしい」電力送電網から給電される電気自動車に取って代わられた場合を想像してみよう。また、有力なリチウムイオン電池が登場すれば、電力貯蔵網を張りめぐらすことで、風力発電や太陽光発電といった再生可能な電気エネルギー源への依存性を高める方向に向かうかもしれない。News Feature では、J Tollefson がリチウム電池技術の最新の発展と将来の展望について報告し、電気自動車が内燃機関を自動車史上の過去のものにしてしまう可能性とその時期について専門家に聞いている。

[News Feature p.436 参照](#)

タチンは、当初サンゴ様の海洋生物から単離されたマクロライド系ラクトン類であり、細胞毒性をはじめとする一連の生物活性を示し、抗がん療法や記憶力増強治療に使える可能性がある。 [Letter p.485, N&V p.451 参照](#)

進化：原始のカメはどのように甲羅を発達させたか

Turning turtle

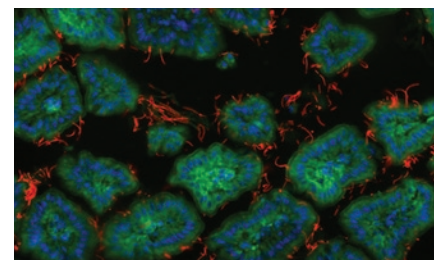
中国南西部の貴州省で三疊紀後期の海成層から2億2000万年前のカメの化石が良好な保存状態で発掘され、これによって、カメが独特の体制を獲得する過程の中間段階が明らかになった。カメ類には進化の移行型がほとんど見つかっていないため、この仲間の形態移行は爬虫類進化の謎の1つとなっている。発見された化石は、既知のものとしては最も原始的なカメである。その腹側の甲羅（腹甲）は完成した形をしており、背中側の甲羅（背甲）よりも先に進化を遂げていた。この新発見の化石では、背甲に椎板しかみられない。このことは、背甲が椎板の骨化と肋骨の拡幅を経て進化したことを示しており、その一連の経過は今日のカメの胚発生パターンに再現されている。

[Letter p.497, N&V p.450 参照](#)

免疫：ILFの維持

ILF preservation

孤立性リンパ濾胞（ILF）は小腸の内壁にみられる特殊なリンパ組織で、侵入病原体から宿主を守るのにかかわっている。ILFの構成とその形成に必要な因子についての研究から、マウスの小腸では、グラム陰性細菌のペプチドグリカンの存在が上皮細胞の自然免疫にかかわる受容体NOD1によって認識されると、ILF形成が誘導されることがわかった。ILFの形態は、少数のB細胞集団から十分に組織化されたリンパ小節まで、多岐にわたる。形成されたILFは、腸内細菌叢の構成を制御するようになる。哺乳類での組織形成が微生物によって誘導されるというこの珍しい例は、細菌と宿主との積極的な「対話」が、消化と腸内病原体からの防御を効率よく行うのにどのようにかわりうるのかを示している。 [Letter p.507 参照](#)



植物：ジベレリンの結合部位

Gibberellin binding sites

ジベレリンは重要な植物ホルモンで、複数の成長過程を調節している。ジベレリンがその受容体GID1に結合すると、ジベレリンシグナル伝達を負に調節しているDELLAファミリーの転写調節因子が認識されるようになる。今週号では2つのグループが、2種類の植物種由来のジベレリン受容体の結晶構造を報告している。村瀬浩司たちは、シロイヌナズナ由来のジベレリンがGID1およびDELLAタンパク質断片と結合してできた3元複合体の構造を決定した。島田麻子たちは、イネのGID1に結合したジベレリンを使って研究を行った。これらの構造から、オーキシンの場合とはまったく異なる受容体認識の仕組みが明らかになった。受容体構造を詳細に解明できれば、より有効性が高く、安価な農業用成長調節因子の設計に役立つ可能性がある。

[Article p.459, Letter p.520, N&V p.455 参照](#)

遺伝：1つの遺伝子から多数のタンパク質へ

More proteins than genes

ヒトゲノムが解読された際に遺伝子の数が予想より少なかったことがきっかけで、選択的スプライシングへの関心が再び高まった。選択的スプライシングとは、遺伝子1個から複数のタンパク質が作られる仕組みの1つである。Licatalosiたちは、生体組織でのRNA-タンパク質結合の相互作用の特性をゲノム規模で偏りなく調べる方法を開発し、哺乳動物の脳でその有効性を実証した。これによって、神経の選択的スプライシング制御因子Novaの結合部位の特性が明らかになり、さらに、この因子に選択的ポリアダニル化を制御するという思いがけない機能もあるらしいことがわかった。もう1つの研究では、WangたちがmRNAにディープシーケンシング法を用いて、ヒトのさまざまな組織とがんでの選択的スプライシングについて調べた。読み取った塩基配列をスプライシング接合部位にマッピングすることで、複数のエキソンをもつヒト遺伝子では、選択的スプライシングが本来的に広く共通して行われていることが明らかになった。また、選択的スプライシングが機構的にmRNAのポリアダニル化と結びついていることもわかった。

[Articles pp.464, 470, Author page 参照](#)

化学：原子を節約する

Economical with the atoms

有機合成で理想的な過程は、複雑な分子を最小限のステップ数で合成することである。また、反応物中に存在する原子のほとんどが最終的に生成物に取り込まれるようにして無駄遣いを制限するアトムエコノミーも重要である。B TrostとG Dongは、天然化合物プリオスタチン16を従来の方法の約半分のステップしか必要としない方法で合成し、これらの原則を効果的に実証してみせた。鍵となる反応は、2個のアルキン（炭素-炭素三重結合を含む炭化水素）から大きな環を形成するパラジウム触媒反応である。プリオス



Vol. 456 No. 7222
4 December 2008

腫瘍形成能：ヒトメラノーマ細胞が共通にもつ性質

TUMORIGENIC POTENTIAL: A common attribute of human melanoma cells

ヒト腫瘍中のがん幹細胞は、機能実験から、免疫不全マウスに移植した場合に腫瘍形成能と自己複製能を示す細胞として定義されてきた。従来多くの種類の腫瘍で、そうした細胞は比較的まれなものであることが示されている。このことから、腫瘍あるいは細胞集団全体ではなく、このようながん幹細胞を標的とする「がん幹細胞モデル」に基づいたいくつかの治療方法が考えられてきた。しかし、新たな研究により、少なくともヒトのメラノーマに関しては、がん幹細胞モデルが通用しない可能性が示唆された。腫瘍形成能はメラノーマ細胞に共通した特性であるらしい。この実験では、12名の患者から採取したメラノーマ細胞のおよそ4分の1が、異種移植実験によりマウスで腫瘍形成を起こしたことが明らかにされている。このことは、多様ながん細胞が腫瘍の進展を助長する能力をもっていることを示唆しており、少数の「がん幹細胞」を特異的に狙う治療に対して疑問を投げかけるものである。表紙は、メラノーマ細胞とそのような細胞から形成された腫瘍である。

Article p.593, N&V p.581, News p.553 参照

宇宙：ティコ・ブラーエが観測した超新星は Ia 型だった

Tycho's supernova is Ia

Ia 型超新星は、宇宙論での距離指標として用いられており、連星系をなす白色矮星が熱核爆発した結果として生まれる。超新星になる前の連星の性質と爆発の過程については、重要な疑問が解決されないうまま残っている。我々の近傍にこのような超新星があれば、その答えを見つけるのに役立つかもしれない。今回、その例が1つ見つかった。1572年にティコ・ブラーエが観測した超新星が発する光の「エコー」が最近見つかり、その可視光スペクトルが決定された。そして、この SN 1572 が実際に、宇宙論的に我々のすぐ近傍といえる天の川銀河にある Ia 型超新星だとする推測が確かめられた。このことは、436年前に起きた爆発と、現在みられるその超新星残骸の両方の観測結果と詳細に比較できるようになった爆発モデルに、厳しい制限を課すことになる。Letter p.617, N&V p.587 参照

気候：北極域でのメタン放出を再検討する

Arctic methane revisited

高緯度域における大気メタンの季節サイクルで晩秋にみられるメタンの急増、つまり「肩」は規則的に現れる特徴だが、その起源ははっきりとしていない。Mastepanov たちは今回、土壌凍結が始まる期間中、高緯度北極域でのメタンフラックスの測定結果について報告している。この凍結に至る期間の全放出量は、夏季の全期間に放出されるメ

タンの量にほぼ等しい。大気化学輸送モデルに観測された初冬の放出量の爆発的増加を取り込むことで、シミュレートされた季節サイクルと北緯 60 度以北の大気データの間の差が少なくなる。これらの結果は、ツンドラ地帯からの、凍結に至る過程でみられる、永久凍土層に関連したメタンの爆発的増加が、高緯度域でのメタン放出の季節分布のこれまでに認識されていなかった重要な構成要素である可能性を示唆している。

Letter p.628, Author page 参照

細胞：幹細胞の老化

The age of the stem cells

血液、上皮、および精子中の成体幹細胞群は、非対称分裂により自己複製する幹細胞1個と分化する細胞1個を生じることで、分化がより進んだ短命な細胞集団を維持している。この自己複製と分化のバランスが崩れると、過剰な増殖（および腫瘍形成）、あるいは幹細胞の枯渇（および組織の変性）につながる可能性がある。Cheng たちは、ショウジョウバエ (*Drosophila*) の雄の生殖細胞系列をモデルにして、組織の老化が幹細胞の非対称分裂に与える影響を調べた。本来、生殖細胞の中心体は、ニッチ内で正しい方向に配置され、幹細胞の非対称分裂が間違いなく起こるようになっている。しかし、加齢に伴い幹細胞中の配置に変化が起ると、細胞分裂が停止したり遅れたりして、それが精子形成能低下の一因となることが示された。

Article p.599, N&V p.583 参照

細胞：受精の最初の過程

Fertilization: the first step

哺乳類の受精の最初の過程は、卵を取り囲む膜（透明帯）中の外被タンパク質と精子間の認識であり、これによって、種特異性と卵に1個の精子のみが受け入れられるという規則がしっかり守られる。マウスの透明帯タンパク質 ZP3 は精子の主要な受容体であり、その最もよく保存されたドメインである ZP-N は、多様な生物学的機能をもつ多数の細胞外タンパク質にも存在する。今回、ZP3 の ZP-N ドメインの結晶構造が決定された。ZP-N は免疫グロブリンに似た折りたたみがされているが、免疫グロブリン様のほかのドメインとはあまり類似点がなく、このスーパーファミリーの新たなサブタイプとして区別される。ZP3 の ZP-N の構造は、哺乳類の受精を原子レベル分解能で解明する手がかりとなるとともに、生殖医学や、ZP-N をもつタンパク質が関与する非症候性難聴、または腎機能や血管異常などの病気にもかわりがある。

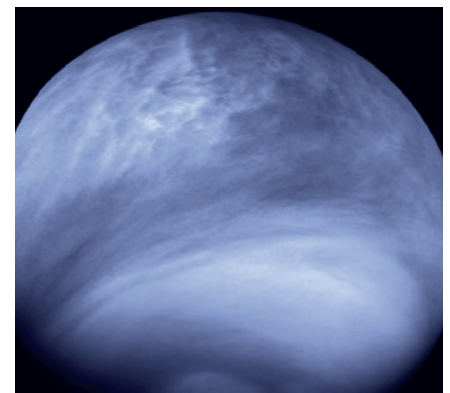
Letter p.653, N&V p.586 参照

宇宙：金星の雲を調べる

Clouds the issue on Venus

金星全体を覆っていて、以前は内部を見通すことができそうもなかった雲から、金星大気の詳細が徐々に明らかになってきた。ヴィーナス・エクスプレスが紫外線と赤外線の方で行った撮像結果から、雲頂の模様の紫外線による新たな画像が得られたのである。得られた画像は、硫酸雲中の対流混合が支配的な暗い低緯度領域の一部で、紫外線を吸収する未知の物質がこの対流混合により下層大気から運ばれてくる。ヴィーナス・エクスプレスが南半球で明らかにした雲頂の形態は、パイオニア・ヴィーナスやヴェネーラ 15 号が北半球でこれまで見つけていたものに似ており、両半球間に全球的な対称性があるようだ。

Letter p.620 参照





Vol. 456 No. 7223
11 December 2008

次は火星のどこへ?: フェニックス以後の活動計画

WHERE NEXT ON MARS?: Life after Phoenix

4億2000万ドルをかけたフェニックス計画は、宇宙探査計画の標準からすれば安上がりなほうであったにもかかわらず、火星での短い作業の間に華々しい成果をあげた。この計画は、NASAが1990年代に打ち出した「より速く、よりよく、より安く」という指針がどのような形で結実するかを示すことになったが、明らかな失敗も2つあった。マーズ・クライメイト・オービターは、1999年9月に火星の大気中で燃え尽き、マーズ・ポーラー・ランダーは、その数か月後に降下段階で失敗したのである。フェニックス・ランダーは今年5月25日、火星の北極付近への着陸に成功し、152火星日にわたる活動期間のうち149火星日で科学実験を行った後、火星の冬の到来とともに計画終了宣言が公式に発表された。フェニックス・ランダーはまた、氷を含む土壌サンプルを使って化学実験を行い、頭上の雲からの降雪を記録し、地面に集まる霜を撮影した。E Handは、すんでのところ生き延びた計画について語り、またフェニックス・ランダーが残した科学的遺産をまとめている。

News Feature p.690, Editorial p.675 参照

新しい方法を報告している。同じ出発物質から3級アルコールのどちらの鏡像体も合成することができ、このときの立体制御性は非常に良好である。この方法を使えば、さまざまな3級アルコールを高いエナンチオ選択性で合成できる。

Letter p.778, N&V p.711 参照

神経: 脳を配線する

Wiring the brain

発達中の脳では、多種類の神経細胞が生み出され、その1つ1つが特異的なシナプス結合を作る。個々の軸索と樹状突起は伸長して標的に到達し、そこで伸長を止めるが、結合し合うニューロンにシナプスでの結合パートナーを認識させる機構はよくわかっていない。Moreyたちは、ショウジョウバエの視覚系の一成分であるR7ニューロンで、遺伝子転写調節の促進因子と抑制因子の相互作用が、光感受性色素と軸索誘導分子の合成を協調させるようすを調べた。彼らは、R7の層特異性を調節する重要な段階が、R7と類縁のR8光受容器ニューロンが神経支配する別の層への投射にかかわるもう1つのプログラムの抑制であるという意外な発見をしている。M PetrovicとT Hummelは、やはりショウジョウバエ視覚系をモデルとして用いて、ニューロンがシナプスでの結合相手を見つけるのには、タイミングが非常に重要であることを示している。層特異的なシナプス結合の形成は、細胞に内在するタイミング機構によって調節されており、転写因子sequoiaをいつ、どのくらい長く発現するかによって、それぞれの軸索がN-カドヘリンを発現する別々の層で停止するようになる。

Letters pp.795, 800 参照

免疫: RNAiで宿主をかわす

Host evasion by RNAi

腸に寄生する原生動物であるランブル鞭毛虫は、抗原変異によって宿主の免疫系から逃れている。抗原変異とは、多数ある変異表面タンパク質(VSP)の中から一度に1つだけを発現させ、発現されるVSPを自発的に切り替える仕組みだが、その機序はまだわかっていない。Pruccaたちは今回、VSPの発現はランブル鞭毛虫のRNA干渉系によって制御されることを明らかにした。RNA干渉系の2つの因子であるDicerおよびRNA依存性RNAポリメラーゼのサイレンシングによって、複数のVSPの発現が誘導されて抗体に対する感受性が高まったことから、今回の成果は、ランブル鞭毛虫が原因で起こるジアルジア症のワクチン研究に役立つ可能性がある。

Article p.750 参照

細胞: 1個の細胞から前立腺を形成

Single cell seeds prostate

マウスでアンドロゲンの欠乏と補充を何度も繰り返してやると、前立腺も退縮と再生を交互に起こす。このことは、前立腺幹細胞が存在することを示唆している。幹細胞候補を識別するためのさまざまな細胞表面マーカーが報告されてきたが、こうしたマーカーは前立腺幹細胞に特異的なものではなかった。今回Leongたちは、サイトカイン受容体CD117(c-kit、幹細胞因子受容体ともよばれる)が、成体マウスの希少な前立腺幹細胞集団のマーカーであることを突き止めた。このマーカーをほかのものと一緒に用いて単離した細胞1個を生きたマウスに移植することで、機能をもった前立腺が再生されたのである。

Letter p.804, Author page 参照

宇宙: 水蒸気のあるホットジュピター

A hot and steamy 'Jupiter'

スピッツァー宇宙望遠鏡による一連の観測により、現時点では最も良質な太陽系外惑星のスペクトルが得られた。「ホットジュピター」HD 189733bのこれまで得られていたスペクトル中には、大気中に存在すると予想されていた水蒸気は見つかっていなかったが、今回の新データでは、中間赤外領域の放射スペクトルに水の強い吸収が存在することが明らかになった。今回の観測結果と従来の結果の違いから、予想された惑星全体規模の力学的な天候構造が、時間経過とともに放射スペクトルを変化させる可能性が指摘される。

Letter p.767, N&V p.714, Author page 参照

神経: 頭に血がのぼる

A rush of blood to the head

脳血流はニューロン活動と密接に連動しており、この関連はMRIなどの機能画像化技術の基盤となっている。グリア細胞、特にアストロサイトでのカルシウムシグナル伝達は、ニューロン活動と脳血流の局所的な変化を連動させることが知られているが、細動脈に対する作用の方向性、すなわち血管収縮と血管拡張のどちらをとるかを決める仕組みはよくわかっていない。新たな研究により、これらの2つの作用のバランスは脳の代謝に依存することが明らかになった。脳の組織の酸素化が低下して解糖が盛んになると、アストロサイトが引き起こす血管収縮は血管拡張へと切り替わる。この恒常的なバランスを操作することは、ある種の認知症や脳卒中後に起こる脳への血液供給減少を治療するのに使えるかもしれない。

Article p.745, N&V p.715 参照

化学: 3級アルコールを簡単に合成

Tertiary alcohols on tap

キラル分子には、互いに重ね合わせることでできない2つの鏡像体が存在する。細胞受容体が2つの鏡像体すなわちエナンチオマーを区別できるように、キラル分子は自然界に広くみられる。一部の種類のキラル分子はエナンチオ選択的に容易に合成できるが、4級立体中心を含む種類のキラル分子は依然として合成が非常に困難である。Stymiestたちは今回、2級アルコールの片方の鏡像体を3級アルコールに変換する