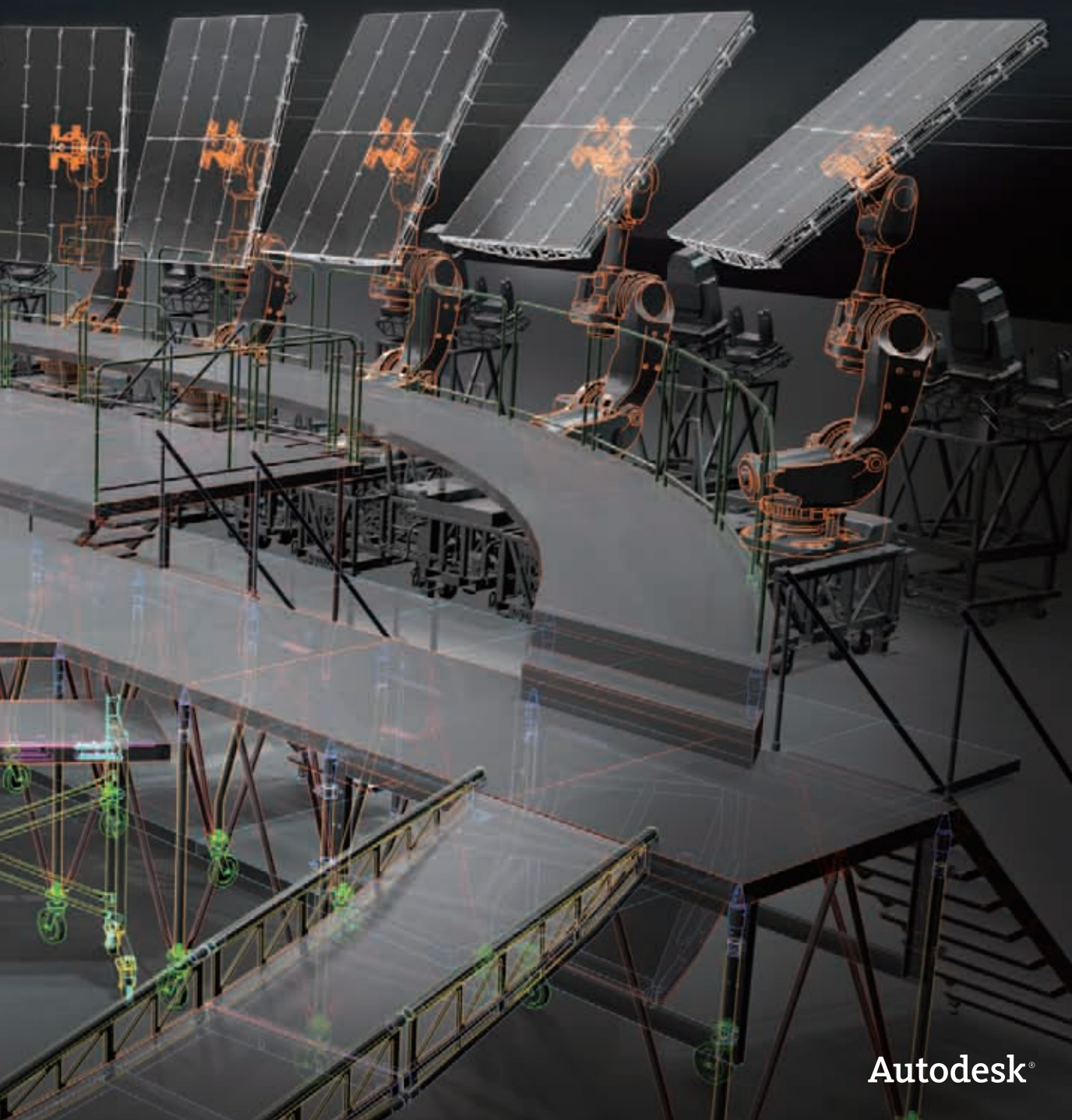
AutoCAD®
3Dハンドブック

AutoCADではじめる3Dプレゼンテーション

powered by Autodesk Design Suite



Autodesk®

AutoCAD® 3Dハンドブック

AutoCADではじめる3Dプレゼンテーション

powered by Autodesk Design Suite

目次

AutoCAD と Autodesk Design Suite 6

オートデスクの製品コンセプト 6

製造業 － デジタル プロトタイプ 6
建設業 － ビルディング インフォメーション モデル 6
メディア&エンターテイメント業 － デジタル エンターテイメント クリエーション 6

AutoCAD 3D を使う理由 7

Autodesk Design Suite の役割 8

Autodesk Design Suite 2012 のエディション 8
Autodesk Design Suite 2012 に含まれる製品概要 9
AutoCAD 2012 9
Autodesk Showcase 2012 9
Autodesk 3ds Max Design 2012 9
Autodesk SketchBook Designer 2012 9
Autodesk Mudbox 2012 9
Autodesk Alias Design 2012 9
Autodesk Design Suite 2012 のインストール 10
AutoCAD ユーザのための Autodesk Design Suite エントリ ポイント 10

AutoCAD で 3D をはじめましょう 11

AutoCAD の 3D 機能概要 11

3D 環境の操作 11
モデリング 12
プレゼンテーション 12
2D 図面作成の支援 12

AutoCAD で 3D を始めるまえの基礎知識 13

3D モデルはどこに保存されるのか ? 13
Autodesk Design Suite 内でのデータ交換 13
使用するハードウェアで注意すべきなのは? 13
プロセッサ（CPU）＋ Windows プラットフォーム 14
グラフィックス カード 15

3D 環境の操作 16

3D 環境のユーザ インタフェース 16

よく使うステータスバー ボタン 16
2 つのワークスペース 17

3D 環境で視点表示を変更する 17

ナビゲーション ツールにアクセスする 17
コマンドとマウス操作による視点変更 18
ViewCube を使った視点変更 18
SteeringWheels を使った視点変更 19
ShowMotion を使った視点の登録と呼び出し 21
ショットの登録 21
ショットの編集 22
ショットの呼び出し 23

3D 環境で表示表現を変更する 24

ビューの投影方法 24

パース投影とレンズ長 25
表示スタイルを使用する 26
アクティブな表示スタイルの切り替え 28
表示スタイルの作成と編集 29
透過性を使用する 30
モデリング 31

3 つの 3D オブジェクト 31

3D ソリッドの概要 31
メッシュの概要 34
サーフェスの概要 37

3D オブジェクトの作成と編集 39

3D オブジェクト操作ツール 39
[3D モデリング] ワークスペース 39
ダイナミック UCS 39
UCS アイコンのダイレクト操作 40
選択オブジェクトの表示/非表示 40
サブオブジェクト 41
サブオブジェクトの選択フィルタ 41
カリング 41
選択の循環 42
3D オブジェクト スナップ 42
透過性のオン/」オフ 42
ギズモ 43
3D オブジェクトの作成に使用する 2D オブジェクトの扱い 43
3D ソリッドの作成 44
押し出しソリッド 44
境界引き伸ばし 45
回転ソリッド 46
スイープ ソリッド 46
ロフト ソリッド 47
メッシュの作成 48
サーフェスの作成 49
平面サーフェス 49
ネットワーク サーフェス 50
押し出しサーフェス 50
回転、スイープ、ロフト サーフェス 51
ブレンド サーフェス 51
パッチ サーフェス 52
オフセット サーフェス 52
NURBS サーフェス 53
3D ソリッドの編集 53
サブオブジェクトの操作 53
ソリッドの切断 54
ソリッドへエッジを埋め込む 54
ソリッド エッジへのフィレットと面取り 54
ブール演算 55
ソリッドの分離 55
メッシュの編集 55
メッシュのスムーズ レベルの変更 56
メッシュのリファイン 56
メッシュ エッジに折り目を付ける 56
メッシュ面の合成 57
サーフェスの編集 57
サーフェスへの 2D オブジェクトの投影 58
サーフェス同士のトリム 58
サーフェス間のフィレット 60
制御点を使った NURBS サーフェスの編集 60

3D オブジェクトの相互変換 62
3D ソリッドの分解 62
メッシュの分解 63
サーフェスの分解 63
サーフェスとリージョンを 3D ソリッドに変換 63
サーフェスとリージョンをメッシュに変換 64
リージョンをサーフェスに変換 64
メッシュを 3D ソリッドに変換 64
メッシュをサーフェスに変換 65
3D ソリッドをメッシュに変換 65
サーフェスに囲まれた領域を 3D ソリッドに変換 66
3D ソリッドの干渉チェック 66
サーフェスの目視解析 67
ゼブラ解析 67
曲率解析 68
勾配解析 68

3D モデルの 2D 図面化 69

図面ビューを使った 2D 図面 69

ベース ビューの作成 69
投影 ビューの作成 71
ベース ビューと投影 ビューの編集 71
Inventor モデルの参照 72
ベース ビューと投影 ビューの更新 73

ビューポートを使った 2D 図面 74

レイアウト上でのビューポート作成 75
3D モデルをビューポートに表示 76
透過性を使用する 76
断面透過性との併用 77
3D モデルを 2D 化してビューポートに表示 78
外形投影図の作成 78
断面投影図の作成 78

3D データ流用と高度なモデリング 81

さまざまな 3D CAD データの読み込み 81

Inventor Fusion を使った編集 83

3D 自動調整配列複写 86

3D 自動調整配列複写の応用 87

ワイヤフレーム モデルの作成 90

ワイヤフレームの再利用 91

点群データの利用 93

プレゼンテーション 94

レンダリング 94

マテリアルの準備 95
マテリアルの適用 96
マテリアルの作成と編集 99
一般的なマテリアル 101

景観マテリアル 102
ByLayer のマテリアル 103
マテリアルの除去 104
マテリアル マッピングの調整 104
光源 105
照明単位 105
既定の照明 105
点光源 106
スポット ライト 106
遠隔光源 106
配光光源 107
光源の形状 108
光源の編集 109
日照 109
地理的位置の指定 109
日照と上空の設定 111
モデリング中の影の投影 113
レンダリング作業 114
レンダリング品質と画像作成 114
背景イメージの利用 115
暗がりの表現:ファイナル ギャザリング 116
暗がりの表現:グローバル イルミネーション 117
暗がりの表現:上空とイルミネーション 117
硬い影と柔らかい影 118
霧効果 120

アニメーション 121

パスの設定 121
アニメーションの作成と再生 122

3D プリント 124

Autodesk Design Suite との協調 125

Autodesk 3ds Max Design 125

Autodesk 3ds Max Design のユーザ インタフェース 126
AutoCAD 3D データの読み込み 127
オブジェクトの追加 127
オブジェクトの選択 128
ビューの投影方法と視点の変更 129
コマンドとマウス操作による視点変更 129
オブジェクトの移動と回転 130
カメラ視点へのビューの変更 131
選択オブジェクトの表示/非表示 131
対象オブジェクトが動くアニメーションの設定 132
オブジェクトが回転する指定 133
オブジェクトが移動する指定 134
オブジェクトがパスに沿って移動する指定 134
カメラ位置の変更 136
カーブエディタによるアニメーション制御 136
レンダリング 138
レンダリング設定 138
レンダリング 139
レンダリングへの照明分析効果の追加 141

Autodesk Showcase 142

Autodesk Showcase のユーザ インタフェース 144
AutoCAD 3D データの読み込み 144

ビューの投影方法と視点の変更 145
グラフィカル インタフェースのキーボード ショートカット 145
マウス操作による視点変更 146
選択オブジェクトの表示/非表示 146
バリエーションの追加 146
マテリアル ラインアップの作成 147
モデル ラインアップの作成 148
ポジション ラインアップの作成 151
環境の適用 153

主要 3 製品の連携 154

カスタム環境の作成 154
AutoCAD:カスタム環境用 3D モデルの作成 155
Autodesk 3ds Max Design:カスタム環境用 HDRI 画像の作成 155
Autodesk Showcase:カスタム環境の作成と利用 157
AutoCAD の強み 160

このドキュメントで紹介するモデリング概要や AutoCAD や Autodesk 3ds Max Design を使って作成したアニメーションは、http://www.autodesk.co.jp/autocad3d で公開しています。

このドキュメントは、日本語版の AutoCAD 2012 と一部 AutoCAD 2012 が含まれる Autodesk Design Suite Premium 2012 を前提に記述されています。このバージョン以外の AutoCAD では、紹介しているユーザ インタフェースなどが異っていたり、コマンドや機能が存在しない可能性もあります。

AutoCAD と Autodesk Design Suite

オートデスクを代表する AutoCAD は、2D 作図だけでなく、3D 機能を併せ持つ、設計対象や業種を問わない汎用 CAD ソフトウェアとして知られています。一方、オートデスクが提供する他のソフトウェアには、特定の用途や業種を絞って開発されてきた 3D 機能を持つ製品が数多く存在します。そのような製品には、オートデスクが提唱するコンセプトが存在することをご存じでしょうか?

オートデスクの製品コンセプト

オートデスクは、製造業、建設業、メディア エンターテイメント業に分けて、それぞれに 3D を扱う際の製品コンセプトを提唱しています。

製造業 ー デジタル プロトタイプ

デジタル プロトタイプ（Digital Prototyping、略称 **DP**）により、コンセプト デザイン、エンジニアリング、製造の各部門が、実際に形にする前に完成製品を仮想体験することができます。デジタル プロトタイプを使用すると、コンセプト デザインの段階から製造の全プロセスを通じて製品のデザイン、ビジュアライゼーション、およびシミュレーションを実施することができます。関係者間のコミュニケーション レベルが向上し、より革新的な製品を早期に市場に投入できます。Autodesk Inventor で作成したデジタル プロトタイプで製品設計の実際の性能をデジタルでビジュアライズおよびシミュレートで検証し、コストの高い試作品への依存を減らすことができます。

建設業 ー ビルディング インフォメーション モデル

ビルディング インフォメーション モデリング（Building Information Modeling、略称 **BIM**）とは、コンピュータ上に作成した 3 次元の建物のデジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加した建築物のデータベースを、建築の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うための考え方です。BIM を実現する Autodesk Revit を使って 3 次元モデルを作成し、設計から施工、維持管理に至るまで建築ライフサイクル全体でモデルに蓄積された情報を活用することで、建築ビジネスの業務を効率化することができます。

メディア&エンターテイメント業 ー デジタル エンターテイメント クリエーション

TV や映画、ビデオゲーム制作において、創造的な表現能力を最大限引き出し、かつ、生産効率を革新的に改善する統合されたデジタル生産環境やワークフローを提供するテクノロジと製品群、Autodesk Maya、Autodesk 3ds Max、Autodesk Softimage、それがデジタル エンターテイメント クリエーション(Digital Entertainment Creation、略称 **DEC**）です。

製品コンセプトには抽象的な表現も含まれますが、重要なのは、製品内で扱う 3D オブジェクトに、さまざまな意味を持つ属性や振る舞いを定義して再利用する点です。

線分や円のような基本的なオブジェクトを複数使って ドア や 窓 などを作図するのと、初めから ドア オブジェクト、窓 オブジェクトを用意して作図していく考え方では、作図や編集スピードの向上だけでなく、コスト算出のために積算・集計など、設計の後工程で発生する作業内容に大きな差が出てくることが容易に想像できるはずです。

AutoCAD 3D を使う理由

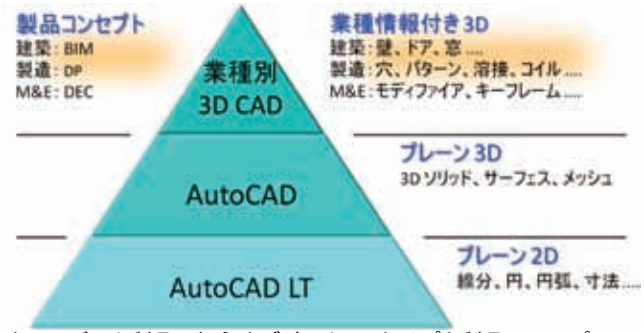
実際に製作・施工する前に 3D でコンセプトを検討する段階では、詳細な属性や振る舞いを頭に入れながら設計していくことが難しいことがあります。また、業種に精通する熟練した設計者でないと、規格部品やコストにまで意識が届かないかも知れません。

AutoCAD は汎用 CAD ソフトウェアであるため、特定の業種に絞った製品コンセプトを持ちません。そして、3D で表現するコンセプト モデル作成の場に「単純さ」をもたらします。

AutoCAD の 3D 機能で扱う 3D オブジェクトの種類は、3D ソリッド、サーフェス、メッシュの 3 タイプだけです。

この 3 タイプであらゆる業種のあらゆる形状を表現する能力を提供します。

属性や振る舞いを与える余地はありませんが、逆に、細かい部分にとらわれずにコンセプトを作成することができます。



<オートデスク製品で扱うオブジェクト タイプと製品コンセプト>

日頃、AutoCAD LT や AutoCAD を使った 2D 図面の作成業務をおこなっていて、新たに 3D によるコンセプト作成やプレゼンテーションを作成する考えをお持ちなら、同じ操作環境やコマンドをそのまま利用できる AutoCAD をお勧めします。

<自由で柔軟な 3D モデル作成には使い慣れた AutoCAD を>

Autodesk Design Suite の役割

最近では、CAD や CG の世界に限らず、映画やゲームといったコンテンツを扱うデジタル機器がよく話題になります。ニュースやドキュメンタリーでさえ、番組の中で 3D CG を使って説明や解説をする場面を目にするはずです。以前であれば 2D 平面に書かれた図で紹介された内容が、素早く正確な理解を提供するために、3D を使った内容に置き換わっています。このように、世間全般が 3D で表現されるコンテンツに慣れ、それが当たり前になりつつあります。

競争力をつけるうえで、CAD や CG を使った 3D プレゼンテーションにも、もう一歩踏み込んだ表現が必要とされる時代が到来しつつあります。設計の分野で 2D 図面がなくなることはありませんが、意匠の最終決定の場で 3D プレゼンテーションが重要な役割を持つことは否めない事実です。今後は、より高度で豊かな表現が求められるようになることも予想できます。Autodesk Design Suite は、そんな時代の要請にこたえる製品として登場しました。

Autodesk Design Suite は、AutoCAD を中核製品と位置付けています。つまり、AutoCAD や AutoCAD LT を使い慣れた方のための Suite 製品です。

Autodesk Design Suite 2012 のエディション

Autodesk Design Suite には、Standard、Premium、Ultimate の 3 つのエディションがあり、AutoCAD を中心に、ワークフローに合わせたオートデスク製品が数種類同梱提供されます。インストール メディアは、従来、複数枚で提供された DVD-ROM に代わって、USB 1 本に置き換えられています。

<インストール メディア>

Standard エディション	AutoCAD 2012 Autodesk SketchBook Designer 2012 Autodesk Showcase 2012 Autodesk® Mudbox 2012	
Premium エディション	AutoCAD 2012 Autodesk SketchBook Designer 2012 Autodesk Showcase 2012 Autodesk® Mudbox 2012 Autodesk 3ds Max Design 2012	
Ultimate エディション	AutoCAD 2012 Autodesk SketchBook Designer 2012 Autodesk Showcase 2012 Autodesk® Mudbox 2012 Autodesk 3ds Max Design 2012 Autodesk Alias Design 2012	

<Autodesk Design Suite エディションと含まれる製品>

Autodesk Design Suite 2012 に含まれる製品概要

Autodesk Design Suite 内の製品は、すべて Windows 対応版で構成され、32 ビット版と 64 ビット版の両者が提供されます。また、ライセンス形態は、スタンドアロン版とネットワーク版とにわかれます。

AutoCAD 2012

業界標準の設計・作図機能を備えた最新の AutoCAD は、周囲のあらゆるものをデザインし、かたちにできます。3D コンセプト デザイン、モデルの図面化、リアリティ キャプチャなど、AutoCAD を使用すれば、生産性を最大限に高め、プロジェクトを迅速に進めることができます。

Autodesk Showcase 2012

AutoCAD の設計データや 3ds Ma x Design のモデルイメージから、魅力的な画像、ムービー、インタラクティブなプレゼンテーションを簡単に作り上げ、デザインレビューや販促に利用できます。試作品の作成やレンダリングに長い時間を費やさずに、複数の設計案を評価し、フィードバックを加速できます。リアルな背景、ライティング、マテリアルによって、実際に製品を製造する前に、関係者や見込み顧客にアイデアを体験してもらうことができます。

Autodesk 3ds Max Design 2012

ボタン操作ひとつで実行可能なレンダリング機能、アニメーション、3D モデリング ツールを使用すれば、フォトリアルなビジュアライゼーションで、コンセプトを分かりやすく伝える説得力のあるプレゼンテーションが作成できます。また、デイライト（日照）分析ツールを使って太陽、空、人工照明をシミュレートし、分析することも可能です。実際に製作する前にデザインを具現化し、デザイン レビュー、マーケティング資料や地域への説明や広告などの広報活動に活用できます。

Autodesk SketchBook Designer 2012

AutoCAD からシームレスにペイントやスケッチを作成できます。ラスターとベクターを組み合わせたハイブリッド ワークフローを活用してデザインコンセプトを探究したり、画像を活用したわかりやすいコミュニケーションを実現できます。

Autodesk Mudbox 2012

世界に誇る 3D デジタル スカルプティング ツールセットのパワーを活かしてフォームやシェイプを開発できます。3D モデルに直接ペイントして、マテリアルやテクスチャの影響をテストすることもできます。Autodesk 3ds Max Design のモデルをさらに洗練させることができます。

Autodesk Alias Design 2012

Alias Design に搭載された総合的なコンセプトモデリング機能とサーフェス処理機能を使用して、品質の高いサーフェスを作成し、美しさと機能性を兼ね備えた設計をすばやく作成できます。Alias Design の柔軟なモデリング ツールは、世界的な自動車メーカーやコンシューマ製品メーカーでも利用されています。なお、この製品のみ英語版での提供になります。

Autodesk Design Suite には、この他にも AutoCAD 2012 に同梱される Autodesk Inventor Fusion 2012 と Autodesk Design Review 2012 が含まれています。Autodesk Design Review 2012 のみ、32 ビット版での提供になります。

Autodesk Design Suite 2012 のインストール

Autodesk Design Suite に含まれる各製品は、個別のインストーラでインストールのではなく、Autodesk Design Suite として一括インストールすることができます。また、スタンドアロン版のアクティベーション作業は Autodesk Design Suite で 1 回実行すれば、同梱されるすべての製品を実行することができるようになります。

<Autodesk Design Suite 2012 Premium エディションのインストール画面>

AutoCAD ユーザのための Autodesk Design Suite エントリ ポイント

Microsoft Office 製品のユーザなら、Word や Excel、PowerPoint など、Microsoft Office に含まれるすべての製品の機能を 100 パーセント使いこなしているのか、疑心暗鬼な状態かもしれません。これは Autodesk Design Suite でも同様です。

Autodesk Design Suite 内のすべての製品を個別に購入するよりも、Autodesk Design Suite 1 つを購入したほうがコスト パフォーマンスが優れているとわかっていても、いざ使い始めようとした際に、どこから始めたらいいか迷ってしまうのは当然です。

もし、あなたが AutoCAD や AutoCAD LT で 2D 図面を作成している方なら、操作感が同じ AutoCAD の 3D 機能から 3D プレゼンテーションをはじめてみてください。

そして、もし、あなたが既に AutoCAD の 3D を習得されているなら、AutoCAD で作成した 3D データを他の製品に流用する方法で、Autodesk Design Suite を使い始めることをお勧めします。データ交換には、使い慣れた DWG ファイルや FBX ファイルといったファイル形式を使うことができます。

AutoCAD を起点にするこの方法が、Autodesk Design Suite の効果を得る一番の早道となります。このドキュメントでは、AutoCAD の 3D 機能を紹介してから、Autodesk Design Suite の主要製品であり効果を理解しやすい **Autodesk 3ds Max Design** と **Autodesk Showcase** へ流用する効果を紹介していきます。

AutoCAD で 3D をはじめましょう

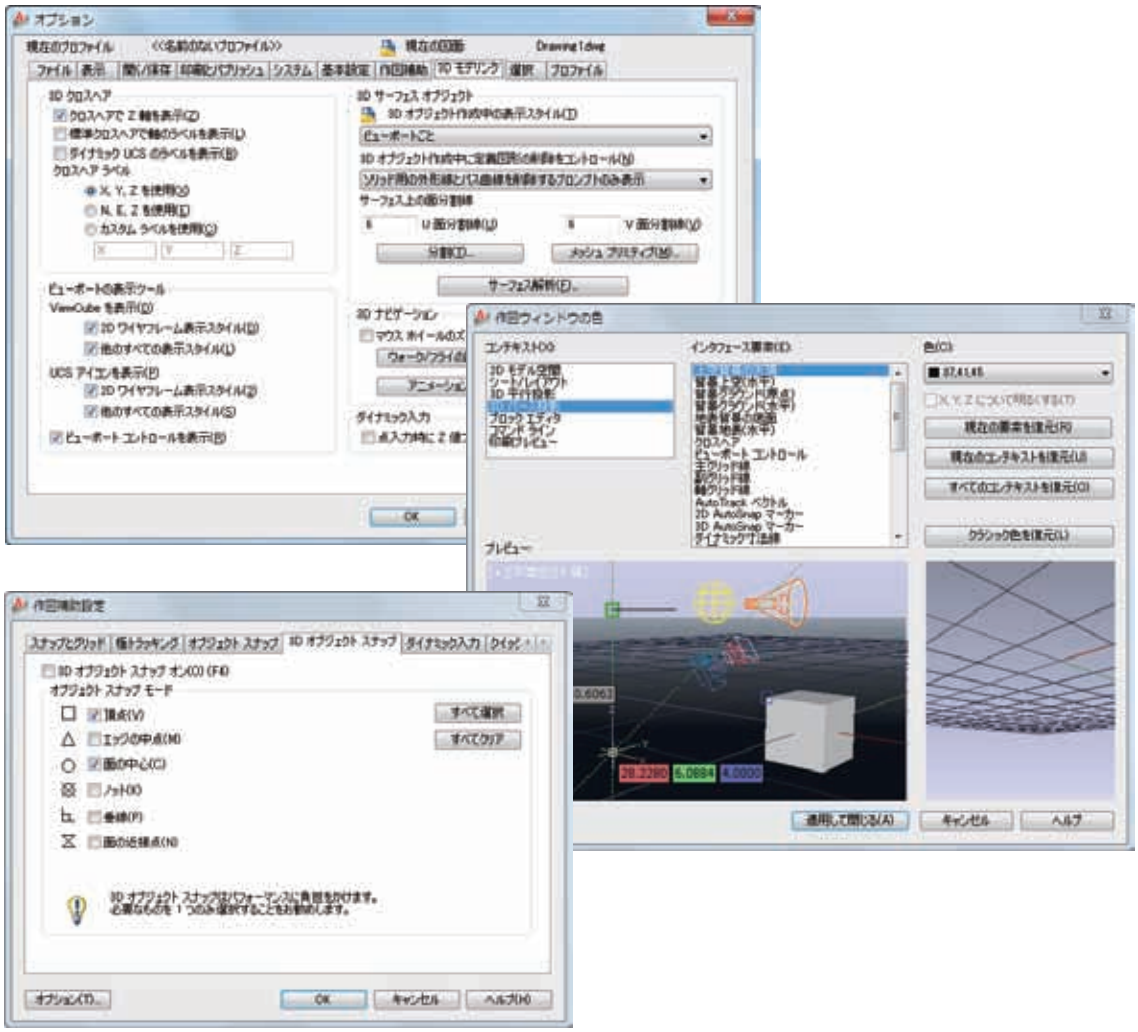
ここからは、Autodesk Design Suite の主要製品である AutoCAD の 3D 機能に焦点を絞って、最新の AutoCAD で何がどこまで出来るのか、機能全般を紹介していきます。2D 設計で使い慣れた AutoCAD で 3D の機能や効果を体験すれば、よりスムーズに Autodesk Design Suite が提供する強力なプレゼンテーション効果を引き出すこともできるはずです。

AutoCAD の 3D 機能概要

AutoCAD の 3D 機能を使って、デザイン決定やプレゼンテーションに必要な 3D モデルを作成することができます。この目的を達成するために、AutoCAD は次に挙げる 3D 機能を提供しています。

3D 環境の操作

AutoCAD は、3D のための統合環境を提供します。たとえば、3D オブジェクトの作成や編集に使うユーザ インタフェースにはじまり、3D に対応したパンやズーム、オービットなどの視点変更、また、3D オブジェクトの選択方法やオブジェクト スナップ、3D 空間の背景色の指定に至るまで、多種多様です。それらの多くは、設定を変更して既定の状態を使いやすくカスタマイズすることができます。

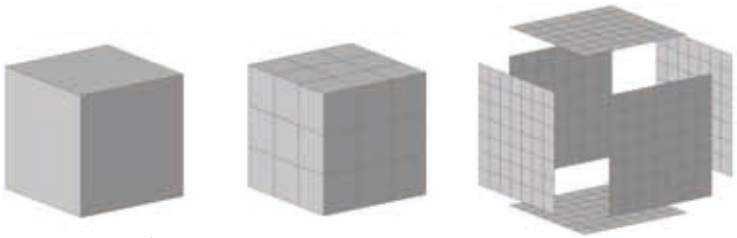


<AutoCAD の 3D 関連機能の設定ダイアログの例>

モデリング

2D の作図機能で描画したオブジェクトをもとに 3D オブジェクトを作成したり、四角柱や円錐など、**プリミティブ** と呼ばれる基本的な 3D 形状を組み合わせたりして、複雑な 3D モデルを作成することができます。このような過程を **モデリング** と呼びます。

AutoCAD で扱う 3D オブジェクトには、3D ソリッド、サーフェス、メッシュ の 3 タイプがあり、タイプに応じたモデリング方法が用意されています。作成したい形状に一番あったタイプを選択してモデリングできるだけでなく、途中で別のタイプのオブジェクトに変換する機能を持っているので、目的に応じて柔軟にモデリングを進めていくことができます。

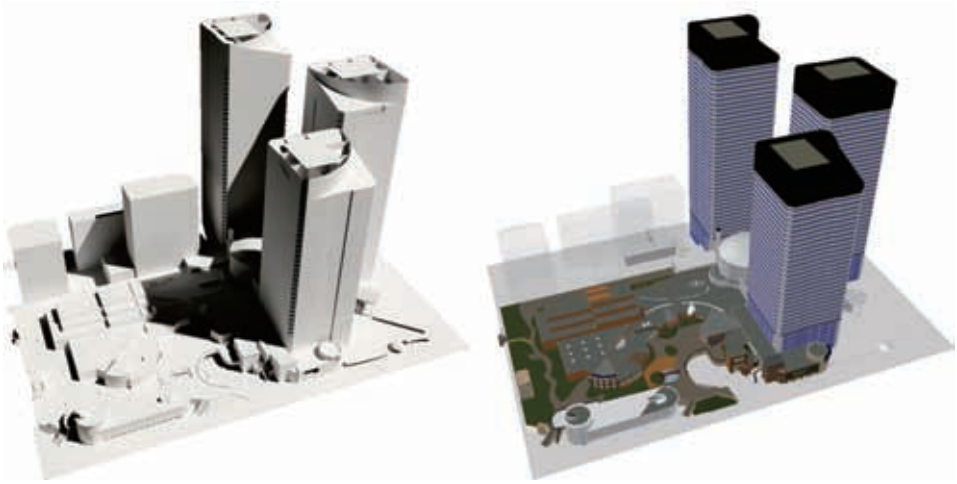


<3D ソリッド>　　<メッシュ>　　<サーフェス>

プレゼンテーション

作成した 3D モデルに **マテリアル** と呼ばれる素材感を与えて、写真のようなレンダリング画像を作成したり、特定のオブジェクトに沿って視点を移動させるアニメーション（動画）を作成したりすることができます。

レンダリング時には、緯度経度と日時を指定することで、3D モデルが置かれるさまざまな場所を想定して太陽光や影を反映させたり、配光データ付きの光源を配置して正確な明るさ表現をレンダリング画像やアニメーションに反映させたりすることが可能です。撮影したデジタル カメラの画像を使った独自のマテリアルも定義できるので、実世界を見るような視覚的シミュレーションが可能です。



2D 図面作成の支援

2D 図面だけでは表現し難い 3D モデルでも、3D モデルの外形線や断面を 2D 平面に投影させて、試作用の図面を作成していくことができます。3D でおおまかにデザイン決定したモデルを使って、引き続き AutoCAD の 2D 機能で詳細設計を行うことが可能です。

AutoCAD で 3D を始めるまえの基礎知識

AutoCAD の 2D 図面経験があれば、3D 環境の操作やモデリングにその知識を活かすことができます。ここでは、AutoCAD で 3D 操作を始めるまえに、基本的な疑問を解決しておきます。

3D モデルはどこに保存されるのか ？

3D 環境といっても、AutoCAD を使うことに変わりありません。3D オブジェクトを作成した場合でも、最終的に保存するファイルは 2D 図面同様、DWG ファイル、または、DXF ファイルになります。もちろん、一度保存したファイルを開いて再び編集することもできます。

3D オブジェクトは、2D 図面と同様にモデル空間に作成していきます。AutoCAD の特徴であるレイアウト（ペーパー空間）を使えば、2D オブジェクトと 3D オブジェクトを混在させて、異なる視点で表示するビューポートを設定することもできます。複数のビューポートをレイアウトに配置すれば、3D モデルを参照する 2D 図面として表現できるのです。

3D オブジェクトは サイズが大きくなりがちなので、DXF ファイルではなく、DWG ファイルで保存、管理するのが一般的です。

Autodesk Design Suite 内でのデータ交換

Autodesk Design Suite を導入して、AutoCAD で作成した 3D モデルを他の製品に渡す場合には、いくつかのファイル形式を選択することができます。この中で重要な形式が、DWG と FBX です。

DWG ファイル形式を使った正しいデータ交換には、オートデスク製品が扱うことができる **TrustedDWG** を使った運用をお勧めしています。TrustedDWG の詳細は、http://www.autodesk.co.jp/trusteddwg を参照してください。

また、オートデスク製品間では、メディア&エンターテイメント業向けの Autodesk 3ds Max、Autodesk Maya、Autodesk Mudbox などでは、従来から共有ファイル形式として FBX が利用されてきました。AutoCAD も AutoCAD 2011 から FBXEXPORT[FBX 書き出し] コマンドで FBX ファイルでの 3D データ書き出しをサポートしています。FBX ファイル形式の詳細は、http://www.autodesk.co.jp/fbx を参照してください。

使用するハードウェアで注意すべきなのは?

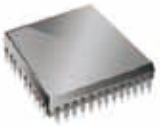
AutoCAD の Web ページ（http://www.autodesk.co.jp/autocad）では、32 ビットと 64 ビットの違いに加えて、2D のみの利用と 3D 利用時でサポートする動作環境の記述が分かれていて、3D モデリングのほうが、より多くのメモリや CPU パワーを必要とする点が説明されています。

AutoCAD や Autodesk Design Suite を使って 本格的に 3D モデリングやプレゼンテーションの作成を考慮している場合には、次の 2 つの点に留意することをお勧めします。やみくもに高価なハードウェアを揃えればいいというわけではありません。

1. プロセッサ（CPU）＋ Windows プラットフォーム
2. グラフィックス カード

2D 作図を中心に AutoCAD を利用する場合には、これらは特に意識する必要はありません。ただし、最新の AutoCAD バージョンや特定の Windows 上では、2D 作図環境でもグラフィックス カードを利用したハードウェア アクセラレーションが利用可能になる場合もあります。

プロセッサ（CPU）＋ Windows プラットフォーム



使用するハードウェア（コンピュータ）には、CPU と呼ばれる演算プロセッサが必ず搭載されています。CPU は、パーソナル コンピュータの発展とともに、16 ビット から 32 ビット、64 ビットの順に発展を続けていて、大きなビット数の CPU の処理能力がより高いとされています。

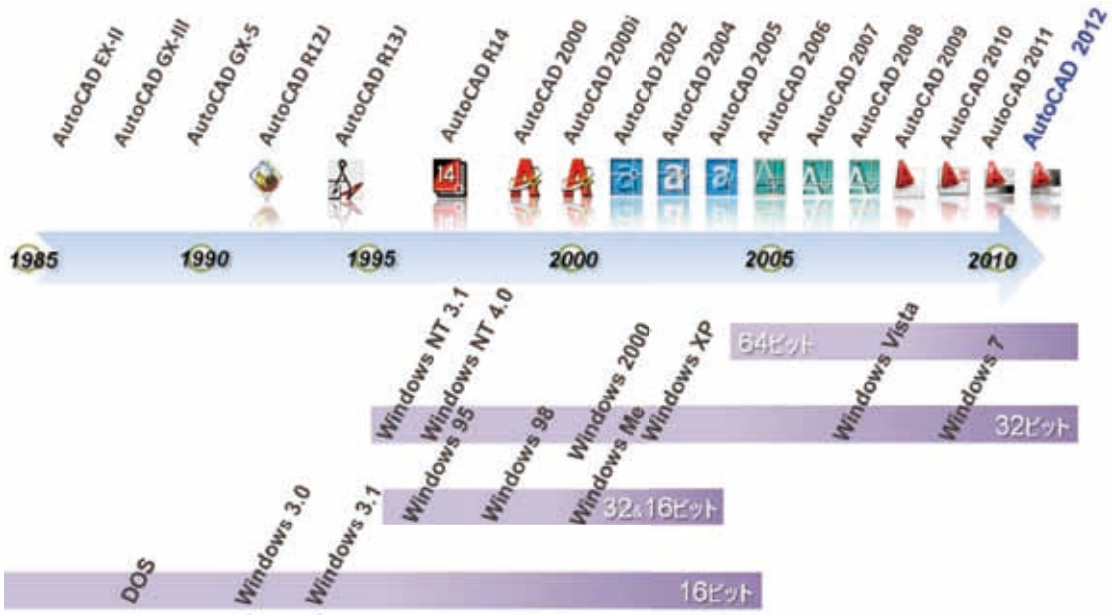
Windows オペレーティング システムを使ったコンピュータ上では、複数のソフトウェアを利用できます。実は、Windows 自身にもビット数の差が存在します。32 ビット CPU が主流だった頃には Windows も 32 ビット版でしたが、64 ビット CPU が登場したここ数年は、Windows に 64 ビット化が進んでいます。64 ビット版の Windows は、64 ビット CPU を搭載したハードウェアにしかインストールすることができません。

Windows 上にインストールして実行する各種ソフトウェア、つまり、AutoCAD にも、32 ビット版と 64 ビット版があります。重要なのは、32 ビット版 Windows と 64 ビット版 Windows では、ソフトウェアが利用可能なメモリ サイズに大きな違いがある点です。

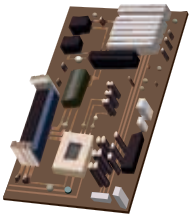
Windows のビット数	32 ビット版 Windows	64 ビット版 Windows
ソフトウェアが利用可能なメモリサイズ（ユーザモード）	**2 GB**（ギガバイト）	**8 TB**（テラバイト）

3D オブジェクトを多用する場合には、大きなサイズのメモリ空間で作業できるよう、64 ビット版の Windows 上で 64 ビット版の AutoCAD を利用することをお勧めします。

AutoCAD 2008 以降、AutoCAD のパッケージには 32 ビット版 と 64 ビット版が同梱されています。インストール時には、自動的に Windows のビット数に合わせた AutoCAD がインストールされます。32 ビット版 Windows には、64 ビット版の AutoCAD をインストールすることはできません。同様に、64 ビット版 Windows には、32 ビット版の AutoCAD をインストールすることはできません。



グラフィックス カード



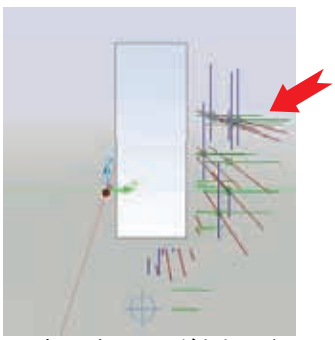
3D モデリングやプレゼンテーションでは、より複雑な形状して表示したり、オブジェクトに素材感を与えて、光源からの光とオブジェクトの影を投影したりするなど、高度なグラフィックス表現が重要になります。通常、このような処理には CPU やメモリへの負荷が大きくなりがちなので、グラフィックス表現専用のハードウェアを装備することが一般的です。このハードウェアは、コンピュータに後付けする基板として提供されることから、**グラフィックス カード** と呼ばれています。

AutoCAD や Autodesk Design Suite の各製品で 3D モデリングやプレゼンテーションをおこなう際にも、グラフィックス カードを搭載して運用することができます。特に、3D オブジェクトの操作などで、応答スピードが遅く感じる、表示がおかしい、などの不具合を感じる場合には、オートデスクがテストしたグラフィックス カードの導入で問題が解決される可能性があります。

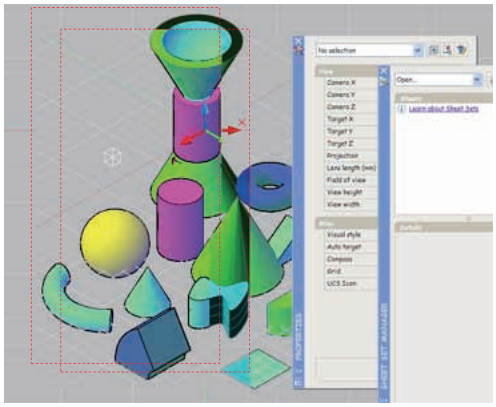
もちろん、グラフィックス カードの使用は任意です。ただし、もしグラフィックス カードの導入を検討しているなら、オートデスク認定グラフィックス カードの採用を強くお勧めします。オートデスクでは、AutoCAD の 3D 機能にあったパフォーマンスを持つグラフィックス カードを、認定ハードウェアとして公開しています。

Autodesk Design Suite に含まれる認定ハードウェア（グラフィックス カード）の一覧は、
http://www.autodesk.com/certified-hardware (英語) で検索、参照することができます。

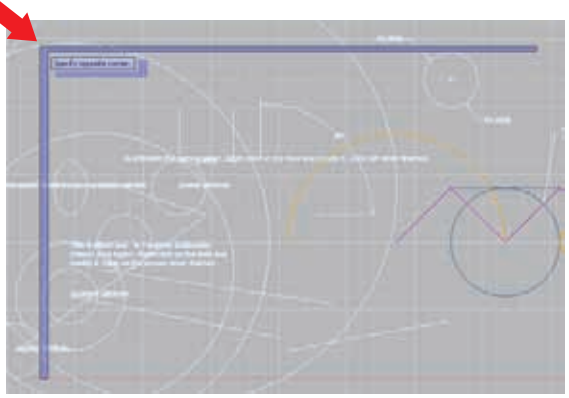
グラフィックス カードを導入していても、認定されたグラフィックス カード機種やドライバ バージョンを使っていないと、さまざまな不具合に遭遇する可能性があります。次に示す例は、グラフィックス関連の代表的な不具合の例です。



<マウス カーソルがちらつく>



<ウィンドウの移動後に背景が再描画されない>



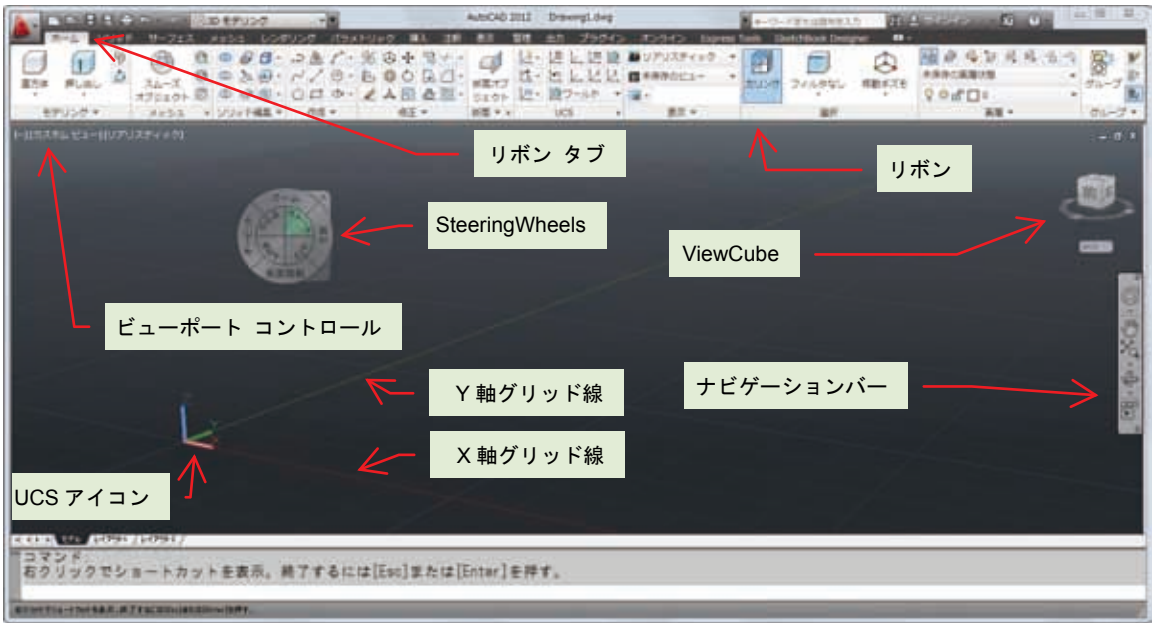
<窓選択時の塗り潰し表示が正しく表示されない>

3D 環境の操作

2D 作図と同様に、3D モデリングやプレゼンテーションでも、さまざまなユーザ インタフェースを利用します。また、モデリング時の 3D オブジェクトを把握し易くする表示表現や、オブジェクト スナップなど、3D オブジェクト固有の要素にアクセスするための設定項目を数多く持っています。

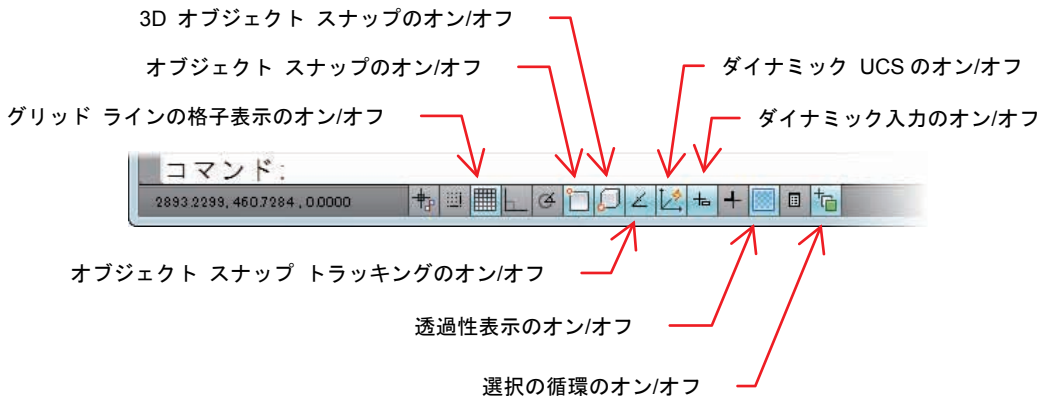
3D 環境のユーザ インタフェース

AutoCAD で 3D 機能を利用する際には、次のユーザ インタフェースを操作していくことになります。ここでは、まず、3D 操作でよく利用するユーザ インタフェースの名前と既定の表示位置を紹介しておきます。



よく使うステータスバー ボタン

ステータスバーには、2D 作図だけでなく、3D モデリングにも有効な設定切り替えボタンが配置されています。もちろん、操作中にオン/オフを切り替えながらモデリングしていくことができます。3D モデリングで便利な切り替えボタンには、次のようなものがあります。詳細は後で紹介します。



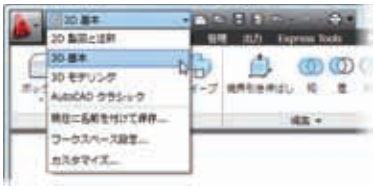
2 つのワークスペース

現在の AutoCAD は、3D オブジェクト作成や編集、プレゼンテーションなどの各種機能を、主にリボン インタフェースで提供します。更に、3D 初心者とエキスパート用に、2 つのワークスペースでリボン インタフェースの表示を切り替えられるようになっています。このドキュメントでは、ほぼすべての 3D コマンドが配置されている [3D モデリング] ワークスペースを使って機能を紹介します。

<[3D 基本] ワークスペース>

<[3D モデリング] ワークスペース>

ワークスペースの切り替えは、アプリケーション ボタンの右側にあるクイック アクセス ツールバーか、ステータスバー右下の ボタンからおこなうことができます。



<クイック アクセス ツールバー>

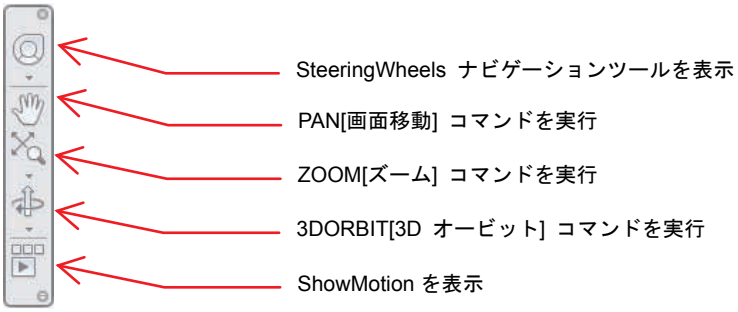
<ステータスバー>

3D 環境で視点表示を変更する

3D 空間では、視点をさまざまな位置に移動させて、画面上の表示を変えながら 3D オブジェクトを作成したり、編集したりしていきます。視点変更にはさまざまな方法がありますが、はじめに一連の操作を知っておくとスムーズな 3D モデリングが可能になります。

ナビゲーション ツールにアクセスする

AutoCAD を起動すると、画面の右側にナビゲーションバーと呼ばれるインタフェースが表示されます。ナビゲーションバーの各ボタンをクリックすると、視点を変更するための各種ツールやコマンドにアクセスできます。SteeringWheels と ShowMotion については後で紹介します。



コマンドとマウス操作による視点変更

3DPAN[3D 画面移動] コマンドで 3D 空間の視点を移動したり、3DORBIT[3D オービット] コマンドで 3D 空間への視点を回転したりすることができます。また、ZOOM[ズーム] コマンドでは、2D 環境と同じように表示の拡大と縮小をおこなうことができます。

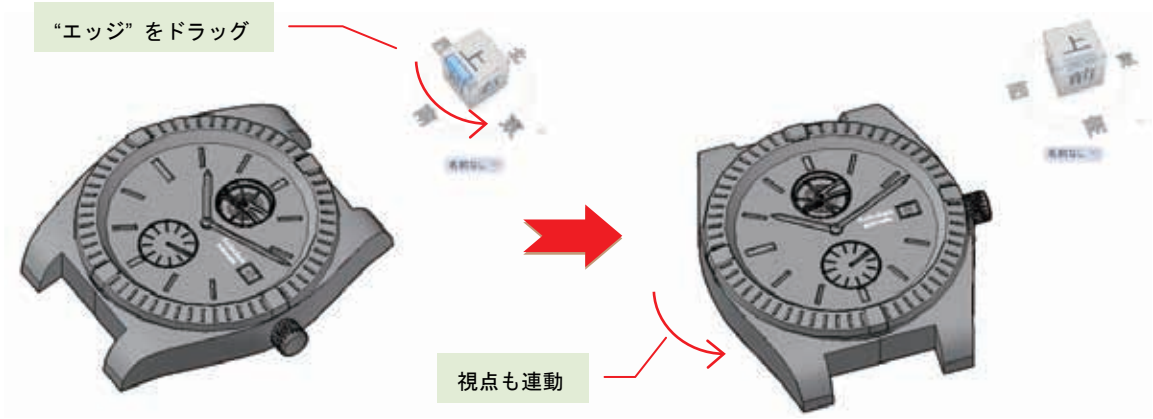
これらのコマンドと同等の機能は、マウス ホイールと組み合わせたキーボード ショートカットで呼び出が可能です。いちいちコマンドを起動せずに視点を変えられるので、とても便利です。

3D 画面移動	マウス ホイールを押しながらマウスを移動
3D ズーム	マウス ホイールをスクロールして拡大と縮小
3D オービット	[Shift] キーとマウス ホイールを押しながらマウスを移動

ViewCube を使った視点変更

既定では、AutoCAD の画面の右上に ViewCube と呼ばれるナビゲータが表示されます。ViewCube を利用すると、ViewCube 上に表示されている “上” や “下”、あるいは “右” や ”左”、”前” や “後” といった文字をクリックするだけで、上面や底面、正面や側面などの既定のビューを呼び出すことができます。

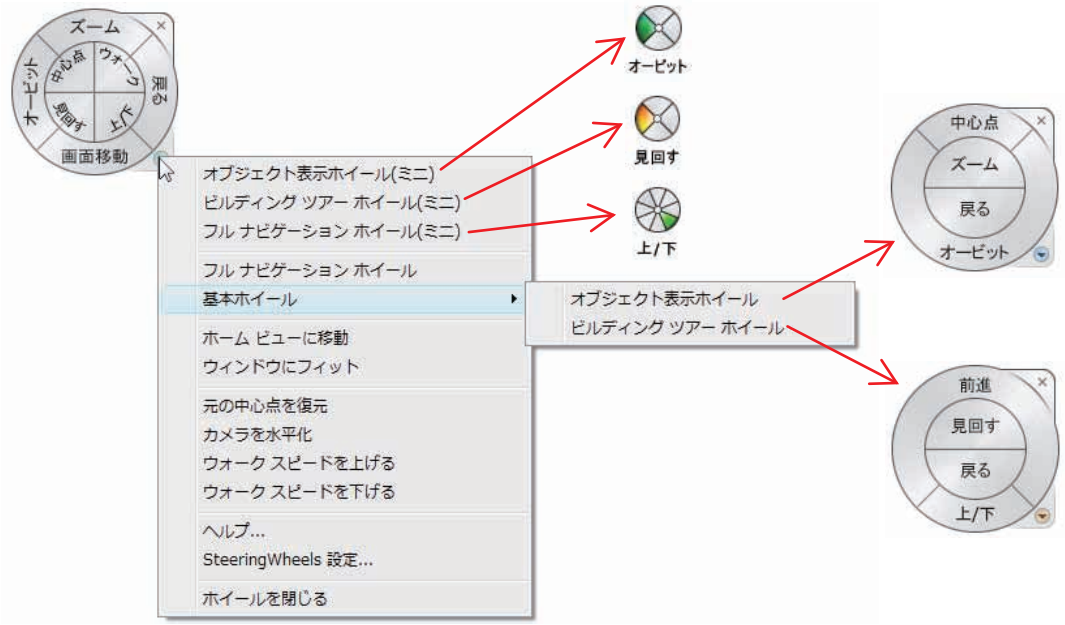
また、ViewCube の “エッジ”、”コーナー”、”面” のいずれかをマウスで選択したまま ViewCube 自身をドラッグさせると、視点を回転表示させることができます。ViewCube は、NAVVCUBE[ViewCube] コマンドで表示/非表示を切り替えることができます。



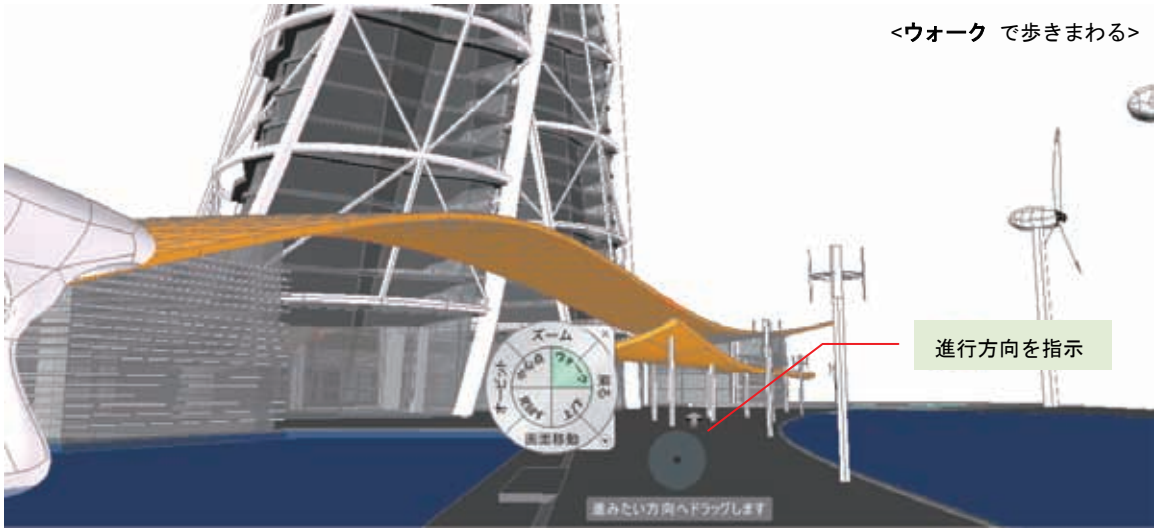
SteeringWheels を使った視点変更

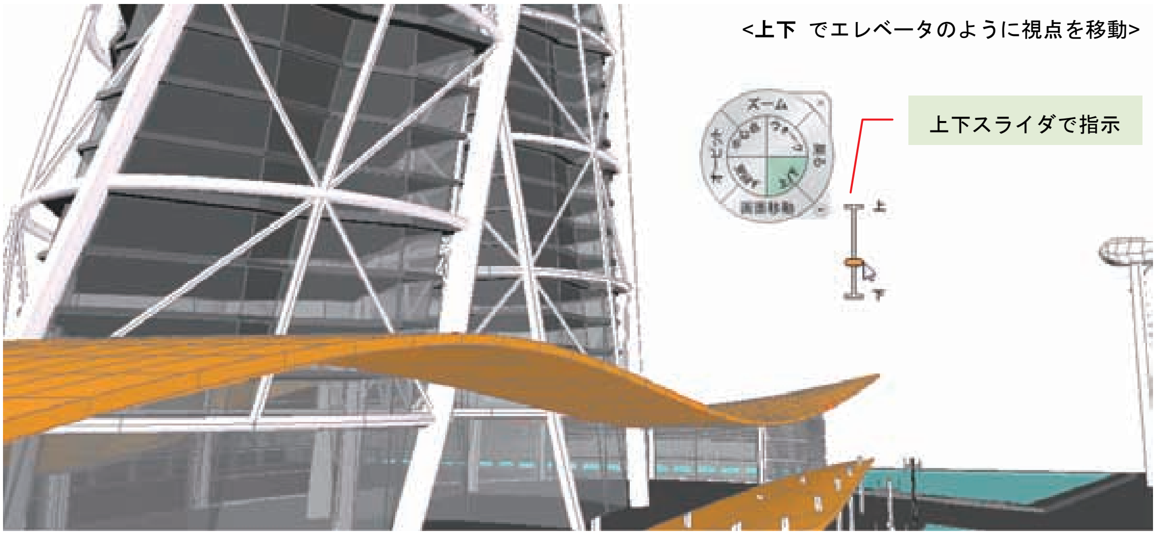
SteeringWheels は、マウスカーソル近くに表示されるナビゲータで、ズーム、3D オービット、画面移動、3D オービットの中心設定、見回す、上下移動、ウォークスルーの呼び出しボタンが配置されています。

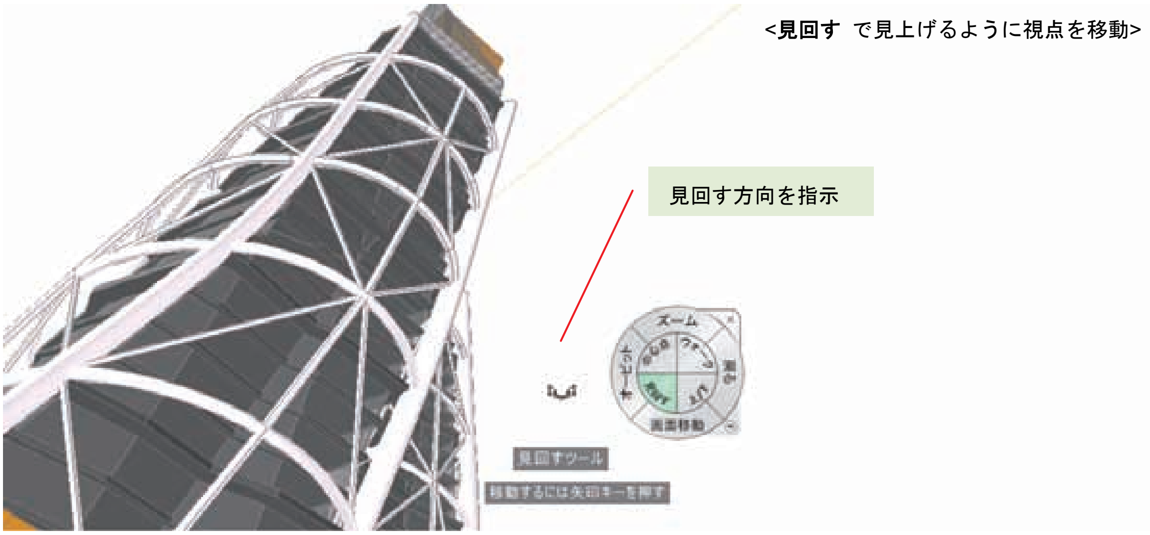
SteeringWheels のインタフェースは、用途に合わせて変更することができます。既定では「フル ナビゲーション ホイール」の状態で表示されますが、よりシンプルな基本ホイールに変更したり、画面の占有領域を小さくするミニ ホイールに表示を切り替えたりすることもできます。

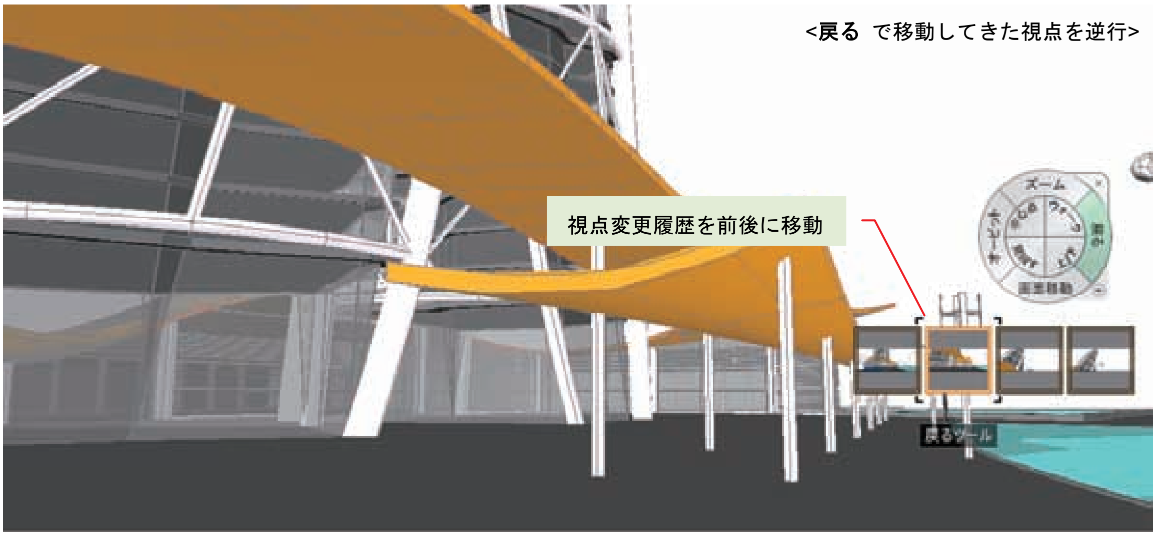


なかでもユニークなのが **ウォーク**、**見回す**、**上下** の機能です。作成した 3D オブジェクトの中を歩きまわったり、立ち止まって周囲を見回したり、エレベータのように上下移動するなど、さまざまな手法で視点を変えていくことができます。また、**戻る** で視点の移動遷移を遡ることもできます。




<上下 でエレベータのように視点を移動>
上下スライダで指示
ズーム
戻る
画面移動
上
下

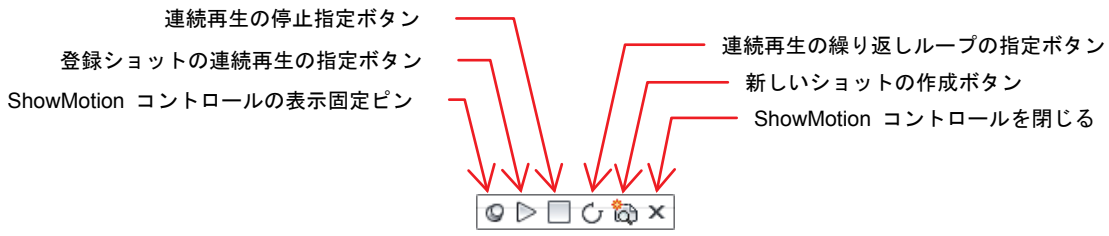

<見回す で見上げるように視点を移動>
見回す方向を指示
ズーム
画面移動
見回すツール
移動するには矢印キーを押す


<戻る で移動してきた視点を逆行>
視点変更履歴を前後に移動
ズーム
画面移動
戻るツール

ShowMotion を使った視点の登録と呼び出し

2D 図面で VIEW[ビュー管理] コマンドを使うと、特定の視点に名前を付けて登録したり、呼び出したりすることができます。3D オブジェクトを使った図面でも、3D の視点に名前を付けて登録したり、呼び出したりすることができます。

3D 環境には、VIEW コマンドの ビュー管理 機能を拡張して、アニメーション効果を使いながら特定の視点を表示する機能があります。この機能が ShowMotion です。ナビゲーションバーか、直接 NAVSMOTION[ShowMotion] コマンドを使って ShowMotion を起動すると、AutoCAD ウィンドウの下部に ShowMotion コントロールと呼ばれるユーザ インタフェースが表示されます。



ShowMotion で登録する視点は、ビューではなく **ショット** と呼び、**トランジッション** と言われるアニメーション効果のタイプを自由に設定することができます。

ショットの登録

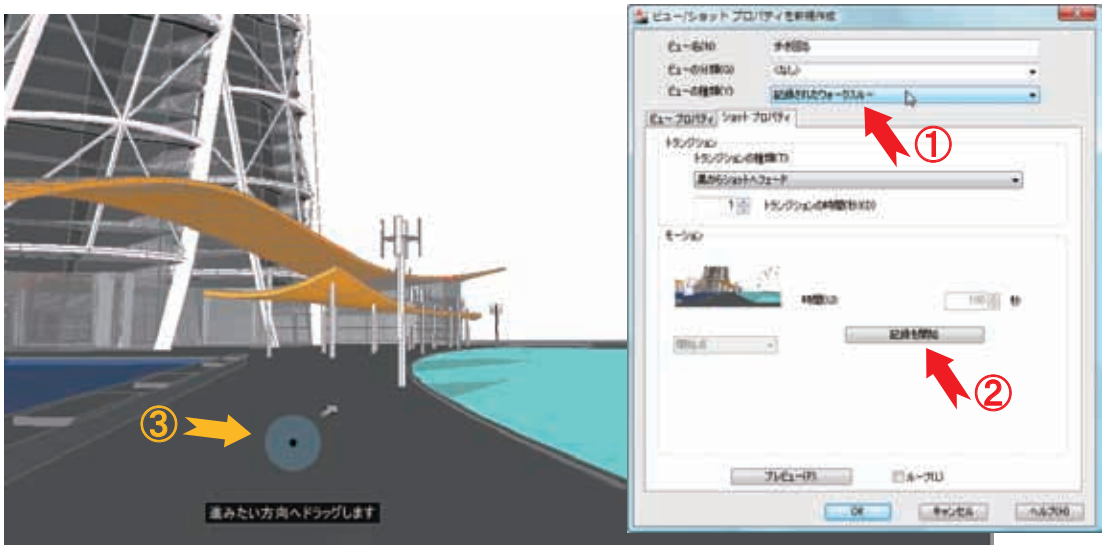
ショットの作成はいたって簡単です。モデル空間上で登録したい視点を画面に表示させたら、ShowMotion コントロール上の ボタンで NEWSHOT[ショットを作成] コマンドを実行して、ダイアログ ボックスにショット名（モデル空間のビュー名）とトランジッション タイプを指定します。この時、登録する視点をアニメーションの開始点とするか終了点とするか、また、アニメーション効果の持続時間や視点の振り角度など、トランジッションに合わせた指定が可能です。

<[ビュー/ショット プロパティ] ダイアログ>

拡大ズーム	画面を拡大しながら視点を表示
縮小ズーム	画面を縮小しながら視点を表示
左へトラック	画面の右手から左手へスクロールしながら視点を表示
右へトラック	画面の左手から右手へスクロールしながら視点を表示
上昇	画面の下手から上手へスクロースしながら視点を表
下降	画面の上手から下手へスクロースしながら視点を表示
見回す	視点側を回転させながら目標の視点を表示
オービト	対象オブジェクトを回転させながら目標の視点を表示

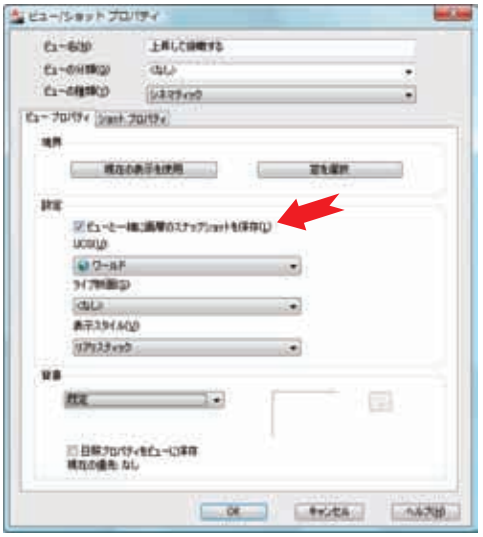
<トランジッション のタイプ>

ShowMotion は、ウォークスルーの視点遷移を登録/再生する機能も持っています。[ビュー/ショット プロパティを新規作成] ダイアログで [ビューの種類] を “記録されたウォークスルー” に指定したら、[記録を開始] ボタンをクリックします。後は進みたい方向をマウスで指定していくだけです。



既定では、ショットの登録時に画層状態や背景の情報も一緒に記憶されます。これらは、[ビュー/ショット プロパティを新規作成] ダイアログの [ビュー プロパティ] タブで、指定を変更することができます。

一部の画層を非表示、あるいは、フリーズしたままショットを記録した場合、そのショットを呼び出した時点で、ショット登録時の画層状態に置き換わってしまいます。直前の画層状態は維持されないので、一部の画層上のオブジェクトが消えてしまったり、突然現れたりするような結果になります。注意してください。

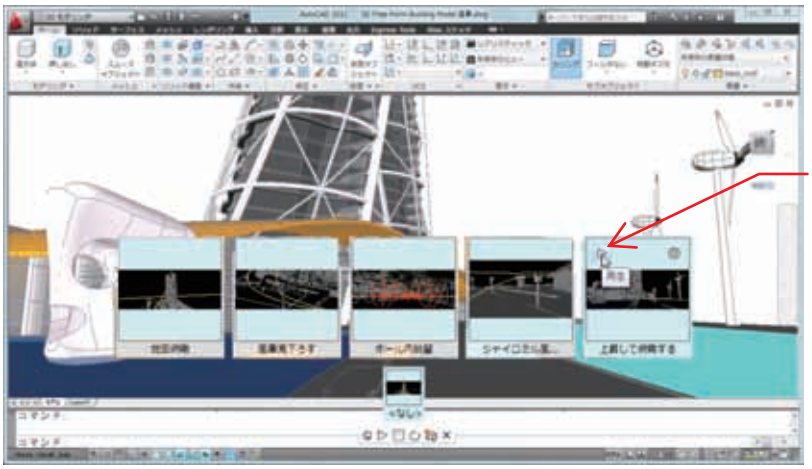


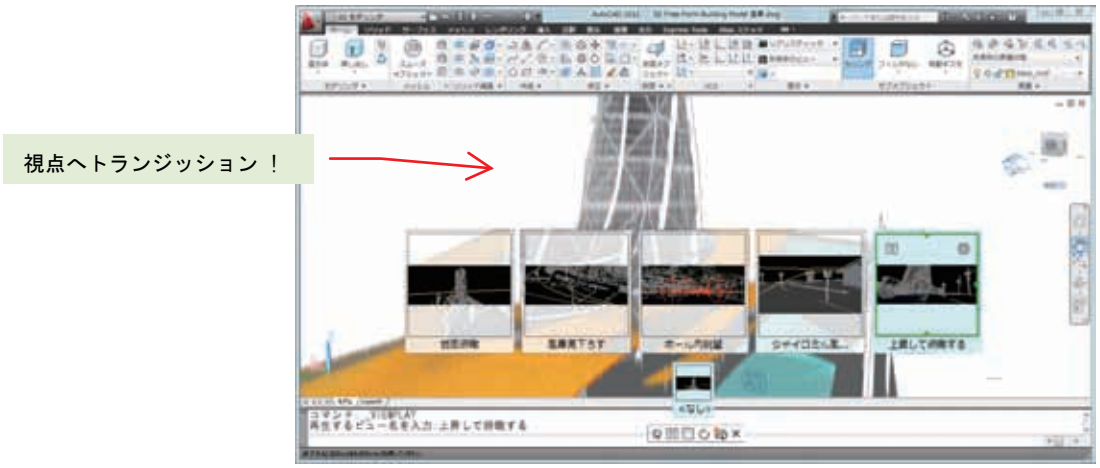
ショットの編集

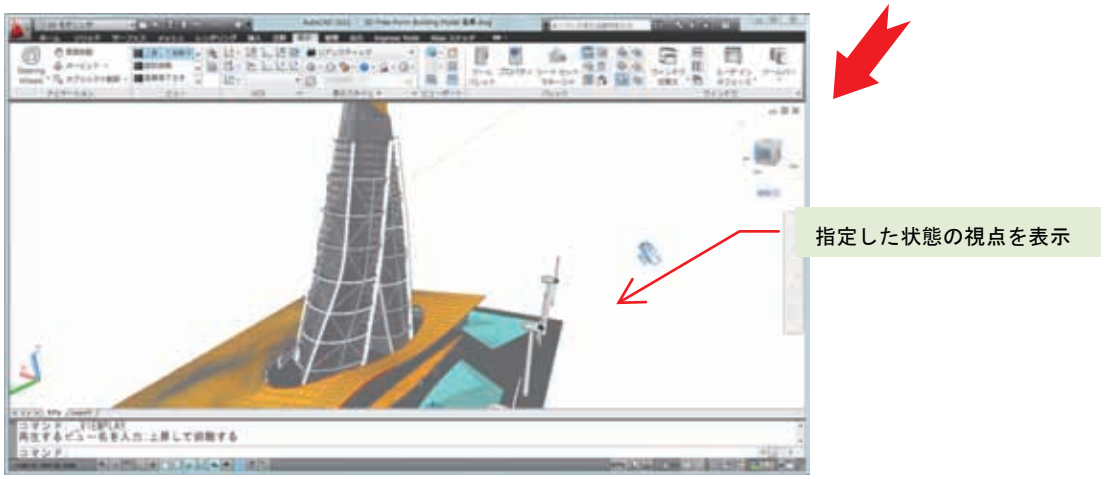
ShowMotion コントロールから、編集したいショットのプレビュー画像上でマウスの右ボタンをクリックして、ショートカット メニューから [プロパティ] を選択します。この操作で、[ビュー/ショット プロパティ] ダイアログが開くので、トランジッションの種類などを変更できます。

ショットの呼び出し

ShowMotion にショットが登録されると、プレビュー画像が表示されます。ショットの数が多くて画面に表示しきれない場合は、左右にスクロールすることで、呼び出したいショットを見つけることができます。呼び出したいショットを見つけたら、ショットのプレビュー画像の左上に表示されている再生ボタン ▷ をクリックすると、指定したトランジッションで周囲の状況を表示させながら目的の視点を呼び出すことができます。







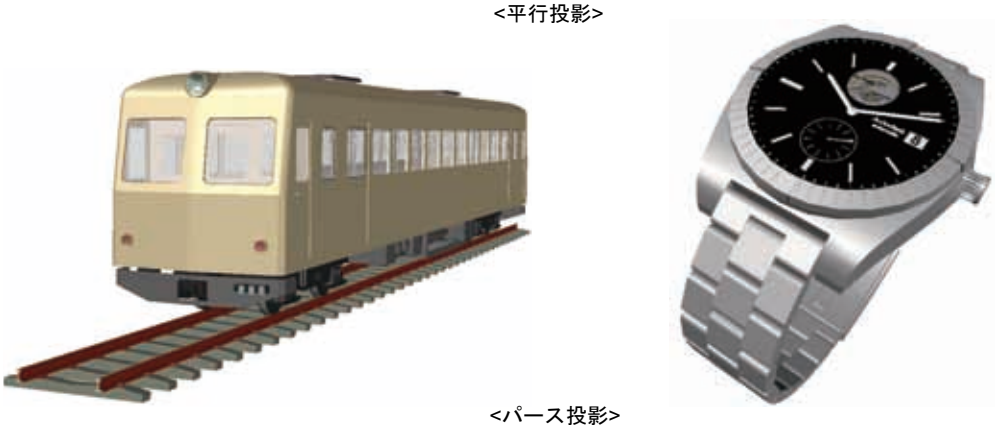
3D 環境で表示表現を変更する

プレゼンテーション目的で 3D オブジェクトを作成する際には、画面上でオブジェクトの素材感を確認する必要が出てくる場合があります。逆に、3D オブジェクトの形状が確定していないモデリング過程では、素材感の表現が邪魔になってしまうことがあります。AutoCAD は、画面に表示される 3D オブジェクトの表示表現を、作業中の状況に合わせて、いつでも自由に変更させることができます。

ビューの投影方法

3D オブジェクトは、**平行投影** と **パース投影（透視投影）** の 2 種類の投影方法で表示することができます。遠近感を出したい場合には、パース投影を利用すると、3D オブジェクトを立体的に表示させることができます。一方、モデリング時には平行投影で表示させたほうが、正確なオブジェクトの選択操作が可能になります。

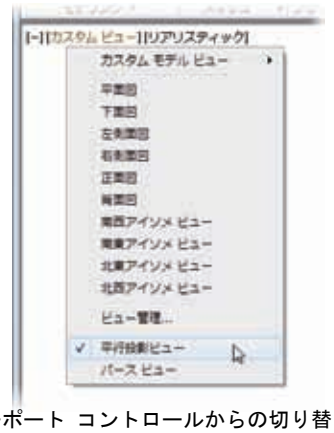
<平行投影>



<パース投影>

平行投影とパース投影の切り替えは、モデル空間の右上に表示されている ViewCube 上でのマウス右ボタン操作か、左上に表示されているビューポート コントロールでのマウス左ボタン操作切り替えることができます。

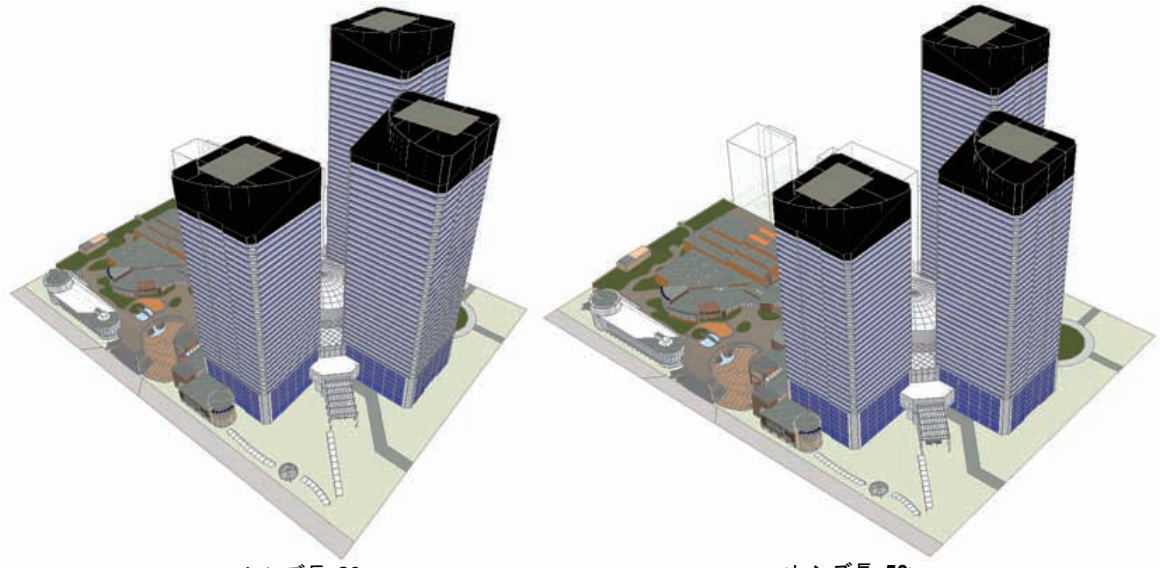
<ViewCube からの切り替え>



<ビューポート コントロールからの切り替え>

パース投影とレンズ長

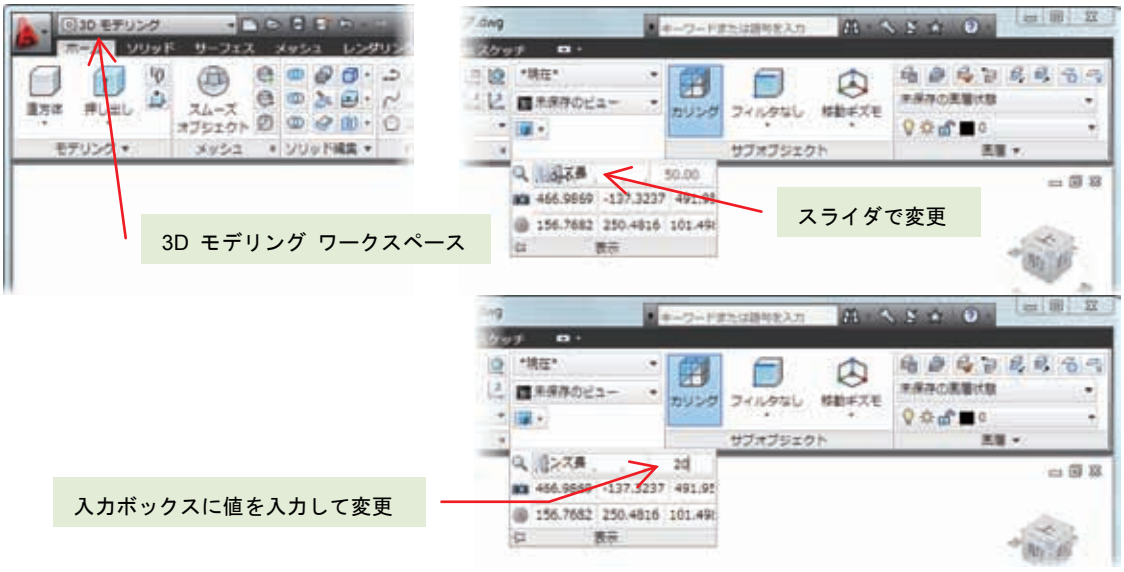
パース投影に設定されている環境では、レンズ長 を調整してズーム率と視野を変更することができます。レンズ長と視野は連動していて、レンズ長が大きいほど視野が狭くなります。レンズ長を小さくすると視野が広くなり、同時に奥行き感を与えることができます。



<レンズ長 20>　　<レンズ長 50>

奥行き感の違いを把握するため同じ倍率で示していますが、実際にはレンズ長 50 で指定したほうが拡大して表示されます。なお、acadiso3d.dwt、acad3d.dwt のレンズ長の既定値は 50 になっています。

レンズ長の変更は、[3D モデリング] ワークスペース選択時に、[ホーム] タブの [表示] リボンパネルからアクセスすることができます。変更はマウスでスライダをドラッグさせるか、スライダの右側の入力ボックスに、直接、値を入力します。



表示スタイルを使用する

画面に 3D オブジェクトを表示させる際には、表面の質感やエッジの表示方法などを変えて表示させることができます。最新の AutoCAD では、2D 作図で利用する **寸法スタイル** や **文字スタイル** と同じように、表示方法の組み合わせを **表示スタイル** で提供しています。

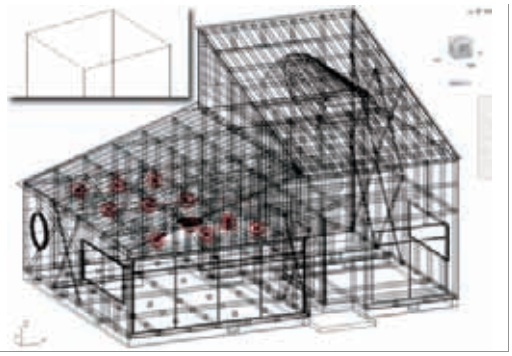
表示スタイルに指定できる表現方法には、エッジの表示/非表示、視線から見えない箇所の表示/非表示（陰線処理）、3D オブジェクト同士の交差エッジの表示/非表示、影の表示/非表示、手書き風エッジの表示/非表示などがあります。それぞれの項目には、複数の表現や方式が用意されています。AutoCAD は、よく利用すると思われる組み合わせに名前を付けて、既定の表示スタイルを用意しています。

既定の表示スタイルには、**2D ワイヤフレーム**、**コンセプト**、**陰線処理**、**リアリスティック**、**シェード**、**シェードとエッジ**、**グレー シェード**、**スケッチ**、**ワイヤフレーム**、**X 線** の 10 個のスタイルがあります。それぞれの特徴は、次のとおりです。

2D ワイヤフレーム

2D 図面編集時に使われる表示スタイルです。3D オブジェクトを表示する場合には、すべてのエッジが透過的に表示されます。

サポートされる投影方法は平行投影のみで、他の表示スタイルでの作業中にパース投影で表示していても、この表示スタイルに変更すると、強制的に平行投影に変更されます。

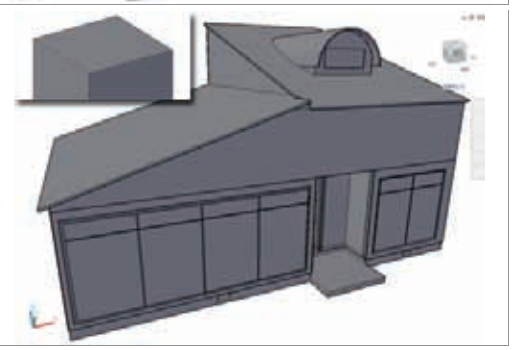


コンセプト

3D オブジェクトが持つ奥行き感をつかむために、オブジェクト表面に濃淡をついて着色して表示するスタイルです。

面の着色には、Gooch と呼ばれる寒暖色を使ったグラデーション塗り潰しが使用され、エッジも表示されます。

平行投影とパース投影の投影方法をサポートしているので、立体像を把握しやすくなります。

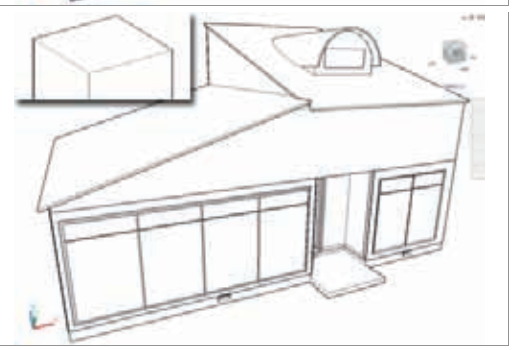


陰線処理

現在の視点から見て、陰に隠れるオブジェクトを非表示にして表現するスタイルです。

オブジェクト表面に塗り潰し効果はなく、すべてモノクロで表示されます。

このスタイルも、平行投影とパース投影の投影方法をサポートしています。



リアリスティック

3D オブジェクトの素材感を面に表示できるスタイルです。エッジも同時に表示されます。

プレゼンテーション画像を生成するレンダリング作業の前には、より現実感を表現するために 3D オブジェクトに **マテリアル** と呼ばれる素材感を割り当てます。マテリアルは大きく 色 と 模様 で構成されていて、この表示スタイルは両者を表現することができます。
平行投影とパース投影の投影方法をサポートします。

シェード

リアリスティック表示スタイルに似ていますが、表現できるのはマテリアルの色合いだけで、模様やエッジは表現しません。簡単な質感表現を見ながらモデリングする際に便利です。

このスタイルも、平行投影とパース投影の投影方法をサポートしています。

シェードとエッジ

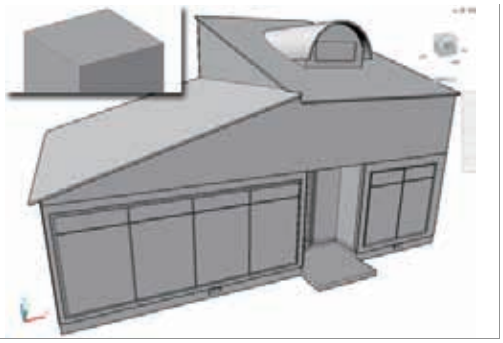
基本的にシェード表示スタイルと同じですが、このスタイルはエッジも表示します。

平行投影とパース投影の投影方法をサポートしています。

グレーシェード

3D オブジェクトが持つ奥行き感をつかむために、オブジェクト表面に濃淡をついて着色して表示するスタイルです。コンセプト表示スタイルと似ていますが、面の着色がグレー単色でおこなわれる点が異なります。

その他、面だけでなくエッジも一緒に表示される点と、平行投影とパース投影の投影方法をサポートしている点は、コンセプト表示スタイルと同じです。



スケッチ

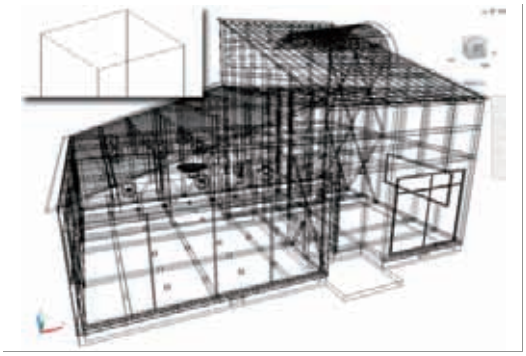
3D オブジェクトの表面をモノクロの塗り潰しで表現しながら、エッジを手書き風に表示します。

エッジは、陰線処理の上で **ジッター** と呼ばれる重ね書き表現と、**延長（オーバーハング）** と呼ばれる端点箇所の撥ね表現で構成されます。

平行投影とパース投影の投影方法をサポートしています。

ワイヤフレーム

2D ワイヤフレームと同じように 3D オブジェクトのすべてのエッジを透過的に表示しますが、平行投影だけでなく、パース投影の投影方法もサポートしています。



X 線

リアリスティック表示スタイルと似たスタイルで、3D オブジェクト表面の素材感を表示するスタイルです。エッジも同時に表示されます。

リアリスティック表示スタイルと異なるのは、オブジェクトが半透明に表示される点です（不透明度 50 %）。

平行投影とパース投影の投影方法をサポートしているので、内部構造を透過的に表現しながら、奥行き感を出したい時に便利ですが、モデリングには不向きです。

アクティブな表示スタイルの切り替え

表示している 3D オブジェクトは、現在アクティブな表示スタイルを使って表示されます。アクティブな表示スタイルの変更は、[3D モデリング] ワークスペースの [ホーム] タブにある [表示] リボンパネルからおこないます。ドロップダウン リストを選択すると、表示スタイルのプレビュー画像が表示されるので、切り替えたいスタイル上をマウスでクリックするだけです。

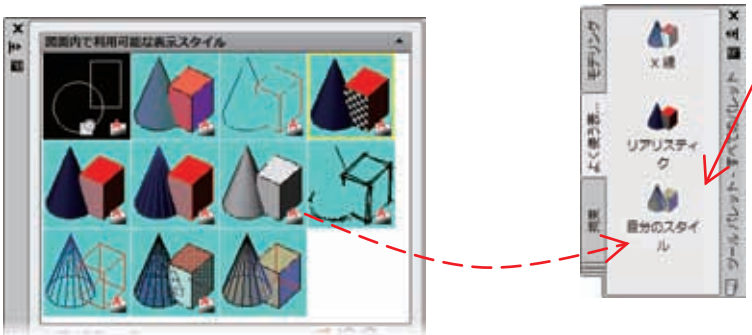
表示スタイルの切り替えは、モデル空間左上のビューポート コントロールからも変更することもできます。この方法では、表示中のリボンタブに関係なく、いつでもスタイルを切り替えることができます。

表示スタイルの作成と編集

既定で提供されている表示スタイルのほかに、独自の表示スタイルを登録することができます。

VISUALSTYLES[表示スタイル管理] コマンドを直接入力するか、[表示] リボンパネルから表示スタイル名のドロップダウン リスト下部の [表示スタイル管理 ...] を選択すると、[表示スタイル管理] パレットが表示されます。このパレットから ボタンをクリックすると、新しい表示スタイルが作成されます。あとは各種の設定値を指定して、希望する表示スタイルを作成できます。

モデリング時には、表示スタイルをいつでも切り替えることができます。



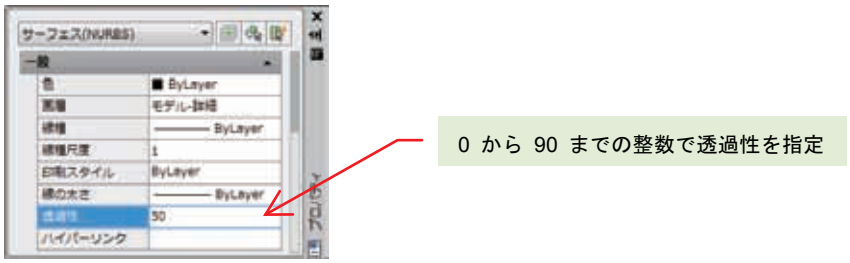
[表示スタイル管理] パレットからツールパレットへ表示スタイルをドラッグして、ツールパレットから切り替えをおこなえます

寸法スタイルなどの他のスタイルと同様に、自分で登録した不要な表示スタイルは、[表示スタイル管理] パレットや PURGE[名前削除] コマンドで削除することができます。使わない表示スタイルは削除したほうが得策です。ただし、既定の表示スタイルは削除できません。

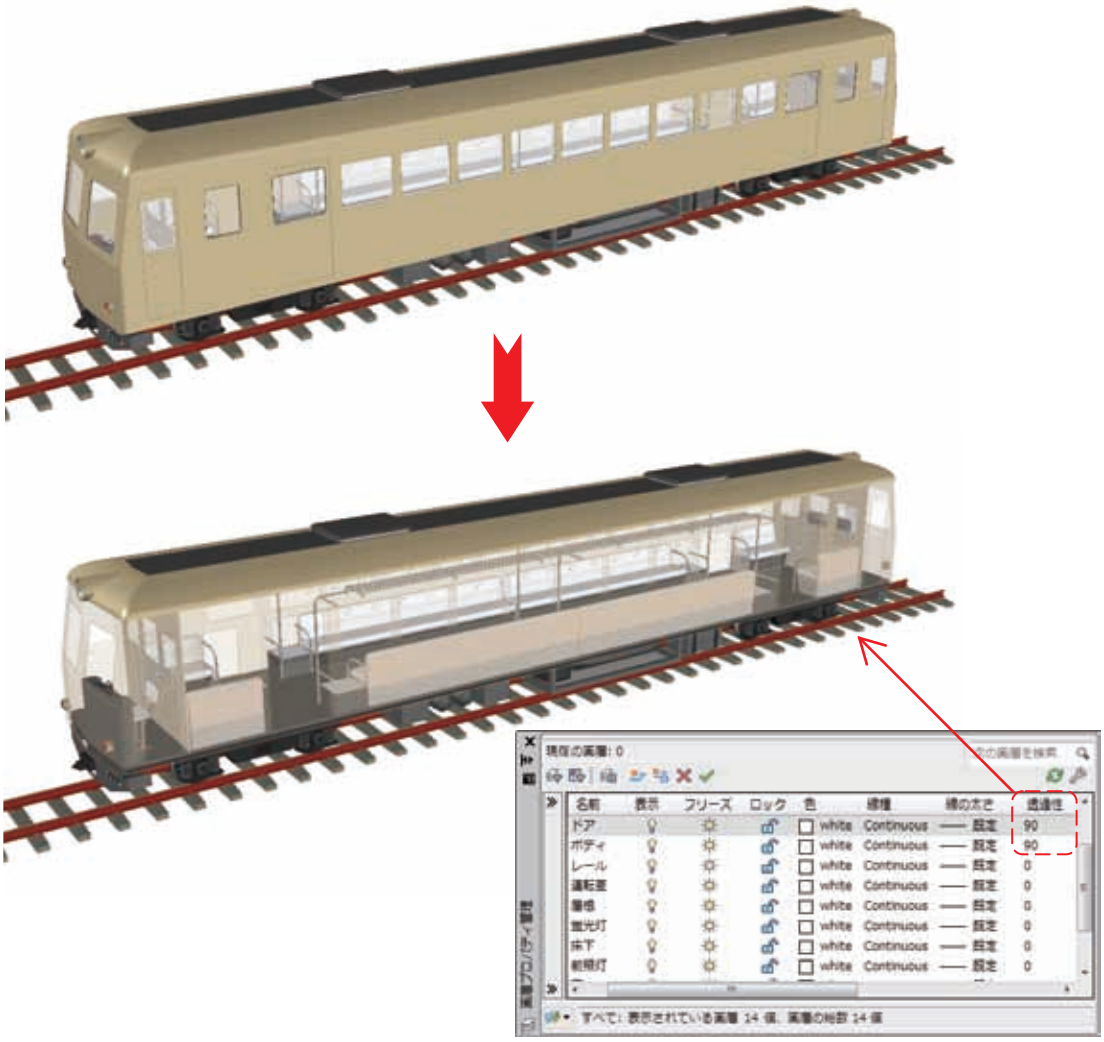
透過性を使用する

2D オブジェクトや 3D オブジェクトに直接透過性を与えて、半透明な状態でオブジェクトを表現することができます。特に、3D オブジェクトでは、外観を半透明に設定して、内部構造を見せるような効果的な表現が可能です。

透過性の設定は、オブジェクト選択時に [プロパティ] パレットの [透過性] プロパティで設定することができます。指定できる値は、透明度なしの 0 から ほとんど透明になる 90 までの整数値です。



オブジェクト単位とは別に、画層単位で ByLayer の透過性を設定することもできます。画層単位の透過性設定は、[画層プロパティ管理] パレットを利用します。



<透過性設定前（上）と画層単位の透過性設定後（下）の 3D モデル>

モデリング

AutoCAD で扱う 3D オブジェクトは、3D ソリッド、サーフェス、メッシュ の 3 タイプだけです。この 3 つのオブジェクトは、編集操作でさまざまな **かたち** に変化させていくことができます。オブジェクト同士を結合させたり、重なった領域を取り出したりしながら、より複雑な形状を作りだすことが可能です。

3 タイプの 3D オブジェクトには、それぞれ特徴があります。造り出したい形状に一番適しているタイプでモデリングすることが、3D モデル完成への近道です。

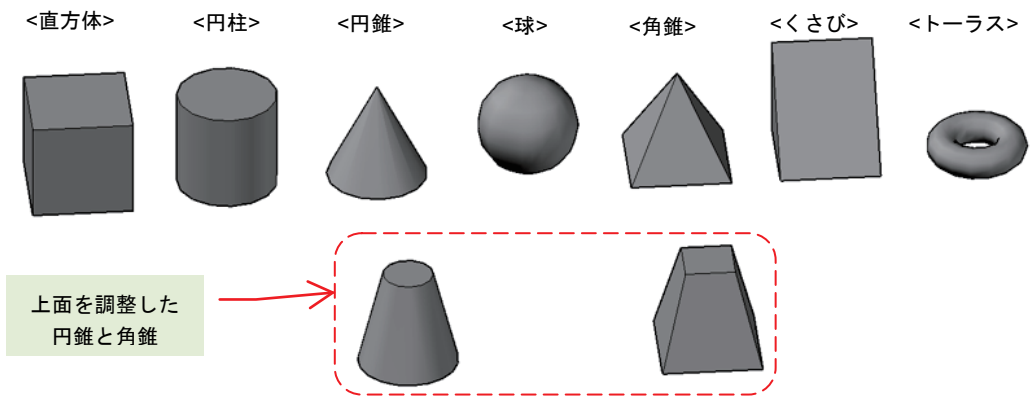
3 つの 3D オブジェクト

ここでは、3D ソリッド、サーフェス、メッシュのタイプ別に、基本的な作成方法と編集方法を中心に、それぞれの特徴を紹介していきます。

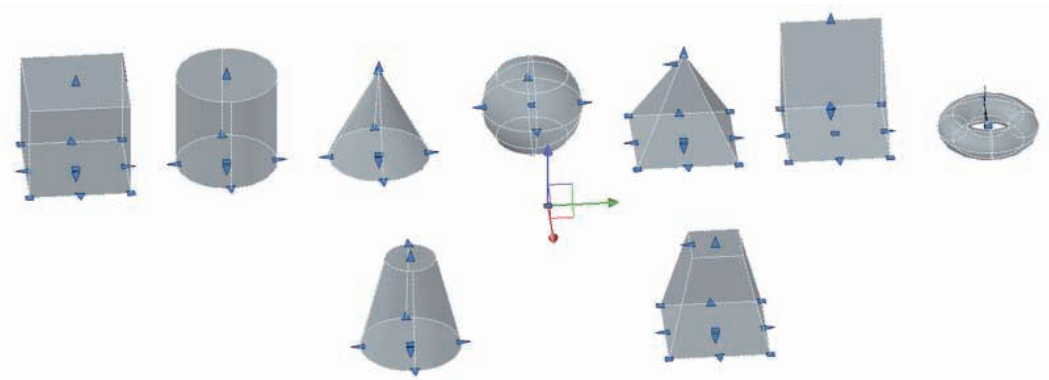
3D ソリッドの概要

3D ソリッドは、体積や質量、重心などの情報を持つ、中身の詰まった **かたまり** として認識されます。

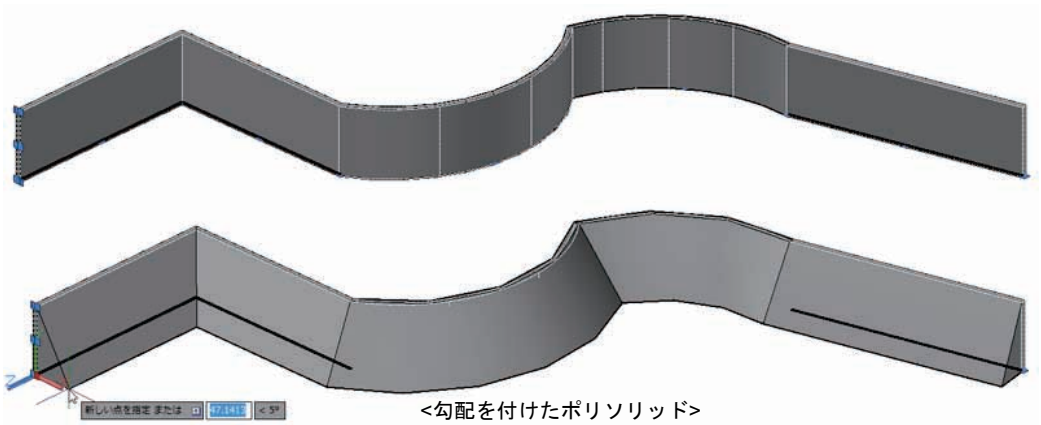
3D ソリッド オブジェクトの作成は、**プリミティブ** と呼ばれる基本形状をもとに作成して、あとから変形させていくのが基本です。プリミティブな 3D ソリッドには、次のように、直方体、円柱、円錐、球、四角錐、くさび、トーラス（円環体）の形状があり、それぞれを作成するためのコマンドが用意されています。なお、円錐と角錐は、上面のサイズを調整することで、台形状にすることができます。



2D オブジェクトと同様に、プリミティブな 3D ソリッドはグリップ操作で 高さや長さ、幅などの大きさを変更することができます。また、[プロパティ] パレットに表示される項目からの変更も可能です。

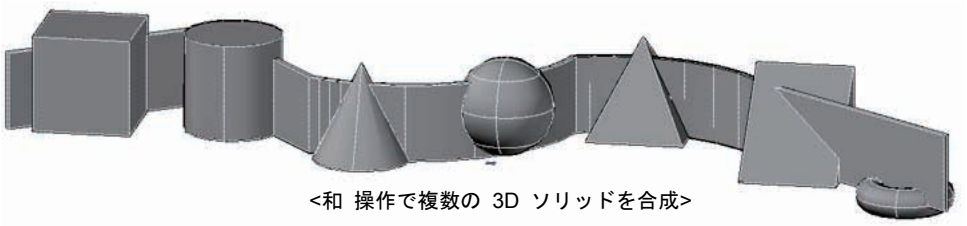


プリミティブな 3D ソリッドの作成と別に、ポリラインのように複数のセグメントで構成された 3D ソリッド（ポリソリッド）を作成することもできます。セグメントには直線と円弧の補間方法を選択できるほか、グリップ操作で勾配を与えられるので、壁のような構造や縁取りのような成形に便利です。



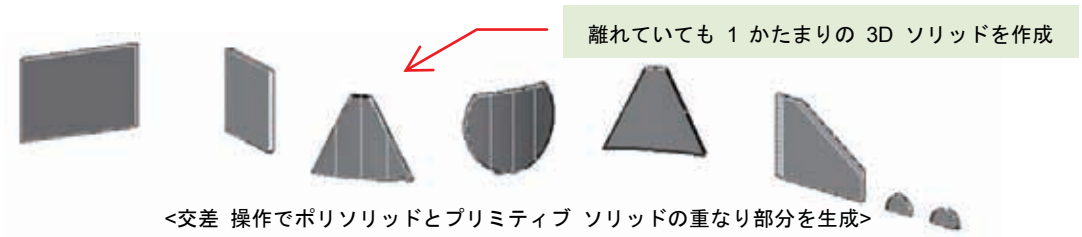
<勾配を付けたポリソリッド>

3D ソリッドの大きな特徴は、異なる複数の 3D ソリッド同士を合成したり、重なった部分を差し引いたりする **ブール演算** が可能な点です。ブール演算の種類には **和**、**差**、**交差** があり、より複雑な形状を作成していくことができます。



<和 操作で複数の 3D ソリッドを合成>

<差 操作でポリソリッドからプリミティブ ソリッドを差し引く>

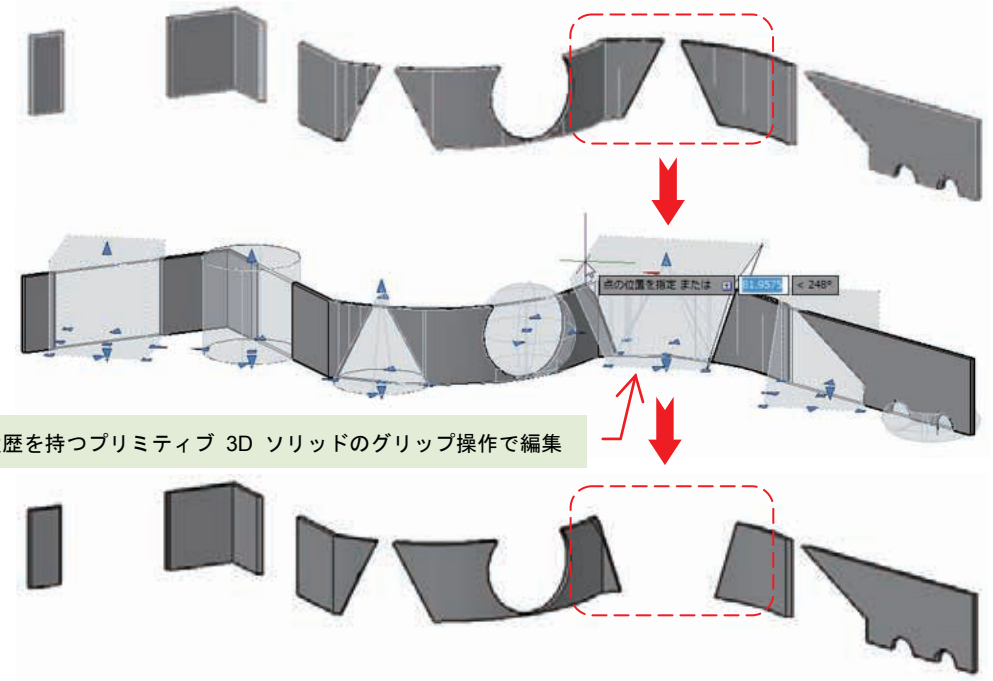


<交差 操作でポリソリッドとプリミティブ ソリッドの重なり部分を生成>

プリミティブな 3D ソリッドのブール演算後には、選択時にグリップが表示されなくなります。同様に、[プロパティ] パレットにも、高さなどの項目が表示されなくなります。プリミティブな 3D ソリッドは、このように編集過程で操作レベルが変化していきます。

体積や質量などの 3D ソリッド固有の情報は、よく利用する [プロパティ] パレットには表示されません。代わりに、MASSPROP[マスプロパティ] コマンドで表示するようになっています。

3D ソリッドのもう 1 つの特徴に、**ソリッド履歴** があります。ソリッド履歴は、ブール演算で作られた複雑な 3D ソリッドが、どのように作成されてきたかを記録しています。このため、ソリッド履歴を持つ 3D ソリッドは、ブール演算で **消費** された別の 3D ソリッドを仮想的に表示して、プリミティブ時のグリップ編集などをおこなうことができます。



履歴を持つプリミティブ 3D ソリッドのグリップ操作で編集

3D ソリッドの履歴は、オブジェクト毎に履歴を記録するか否かを指定することができます。

履歴として記録される 3D ソリッドの外形は、3D ソリッド選択時に [プロパティ] パレットに現れる [履歴を表示] 項目で表示状態を指定できます。

履歴の 3D ソリッドの外形からグリップを表示させるには、

（[Ctrl] キーを押しながらマウスの左ボタンをクリック）の操作で外形を選択します。

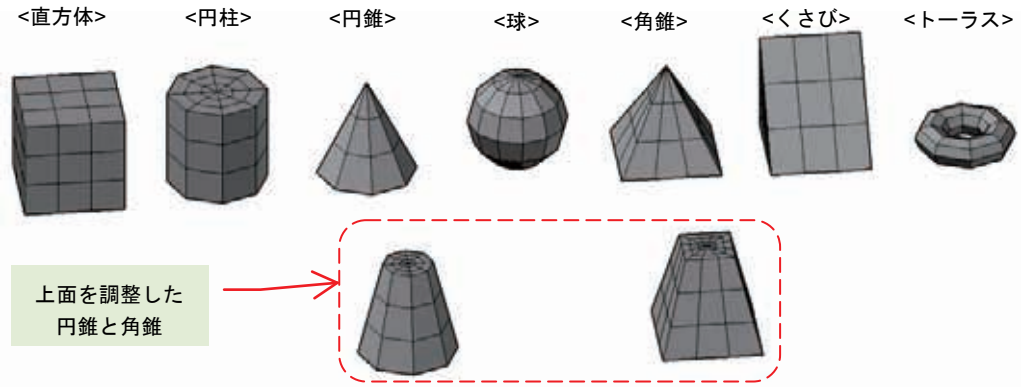
[履歴] 項目を “レコード” から “なし” に変更するか、BREP[境界表示] コマンドで指定すると、3D ソリッドの履歴は削除されてしまいます。この操作で履歴を使った編集はできなくなってしまいます。

AutoCAD 2006 以前のバージョンで作成された 3D ソリッドや、DXF ファイルなどで別の CAD ソフトウェアからインポートした 3D ソリッドには、編集履歴は記録されていません。このため、履歴による編集操作はできません。

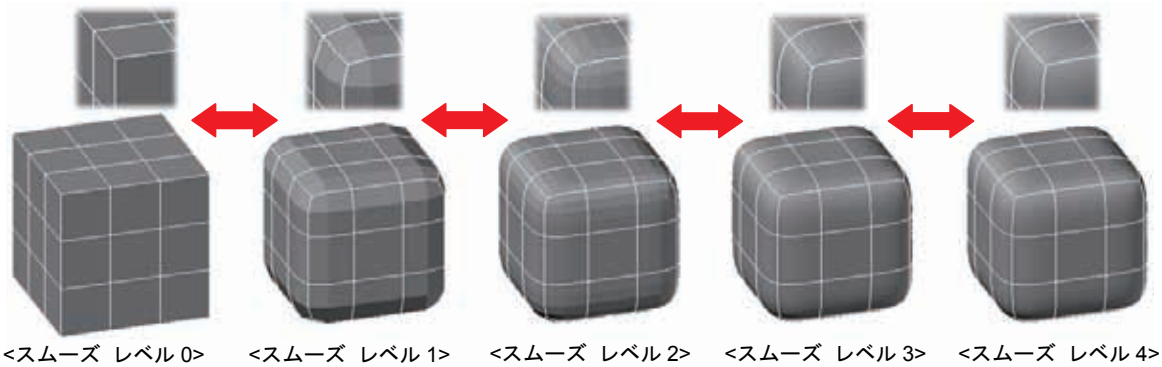
メッシュの概要

メッシュは、外見上、3D ソリッドに似た **かたまり** として表現されますが、**頂点**、**エッジ**、**面**で構成されている点が異なります。また、体積や質量、重心などのマスプロパティも持っていません。

メッシュの作成は、3D ソリッドのように、プリミティブと呼ばれる基本形状をもとに作成します。プリミティブ メッシュには、次のように、メッシュ直方体、メッシュ円柱、メッシュ円錐、メッシュ球、メッシュ四角錐、メッシュくさび、メッシュトーラス（円環体）の形状があり、それぞれを作成するためのコマンドが用意されています。円錐と角錐は、上面のサイズを調整することで、台形状にすることができます。



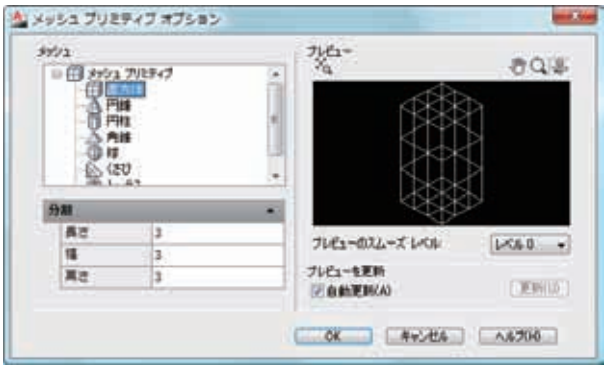
メッシュがユニークなのは、**スムーズ レベル** を変更して、滑らかさを自由に変化させることができる点です。スムーズ レベルを変化させても、頂点、エッジ、面などの構成要素の数は変化しない点が重要です。次の図は、左からスムーズ レベルを変化させた直方体メッシュの状態です（部分拡大含む）。エッジに囲まれた格子状の面の数は変化していません。また、面の中のなめらかさも変化していることがわかります。



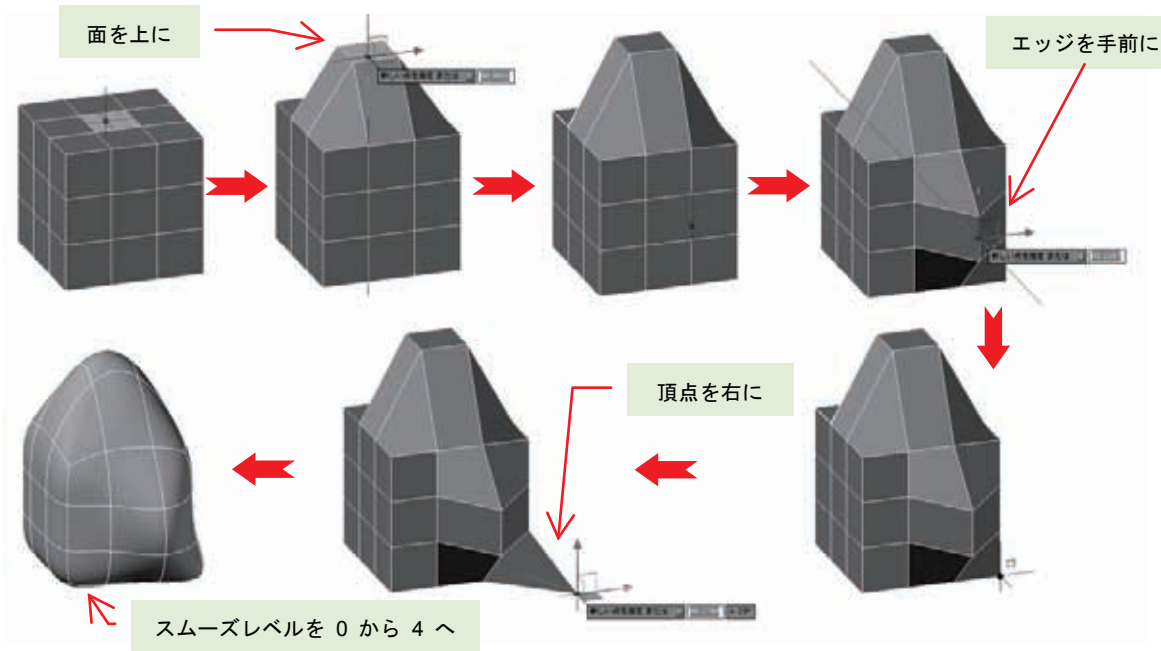
画面上は スムーズ レベル 4 で十分な滑らかさを表現することができます。スムーズ レベルは 0 から 4 へ、3 から 1 へなど、いつでも自由に設定したいレベルに変化させることができます。

スムーズ レベルの最大値は、SMOOTHMESHMAXLEV システム変数で変更することができます。既定値は 4 です。この値を最大値の 255 に設定することで、スムーズ レベルを 255 まで上げることができますが、保持する頂点、エッジ、面の数が多くなるだけであまりお勧めできません。特に明確な理由がない限り、この値を大きく設定することは避けてください。図面サイズが肥大化や操作スピードに影響が出る場合があります。

プリミティブ メッシュ作成時の面の分割数とスムーズ レベルは、事前に既定値によって指定されています。MESHPRIMITIVEOPTIONS[メッシュ プリミティブ オプション] コマンドで、プリミティブごとの既定値を変更することも可能です。



メッシュは プリミティブ 3D ソリッドのようなグリップ操作をサポートしませんが、頂点、エッジ、面 を個別に選択して、左右上下に自由に移動させることで、粘土のように形状を変化させていくことができます。事前に断面形状を用意することなく、感覚的にモデリングしていくことができます。

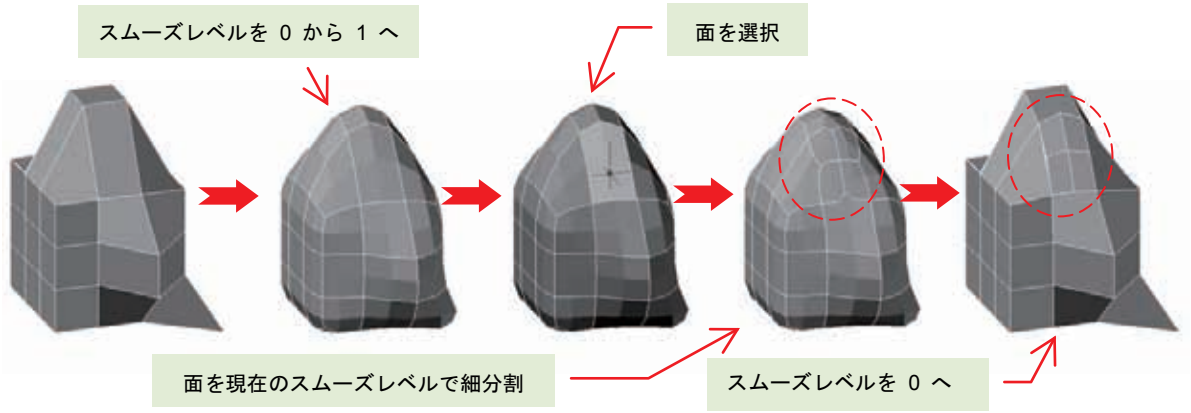


<メッシュの構成要素を使ったモデリングの例>

メッシュのモデリング時に使用するスムーズレベルは、0 である必要はありません。最終的に得たい滑らかさでモデリングすることもできます。

ただし、あまりに高い値のスムーズレベルでのモデリングは、操作に遅延を感じてしまうかもしれません。最終形状に近い滑らかさで、かつ、低めのスムーズ レベルでモデリングしていくことをお勧めします。

モデリングがある程度進んだ時点では、特定の面だけ分割数を増加させて細かい形状を成形したり、特定のエッジだけ鋭角な状態を維持させたりしたい場合があります。AutoCAD のメッシュでは、メッシュ全体や、指定した面だけに対して、このような要求を満たす機能が実装されています。



<面を現在のスムーズ レベルで リファイン（分割）>

<面を囲むエッジに折り目をつける>

現在のスムーズ レベルで面を分割することを、**メッシュ リファイン** と呼んでいます。メッシュ リファインを実行すると、分割された面の周囲にあり、エッジを共有する面も影響を受けて形状が若干変化してしまいます。もし、メッシュ リファインによって期待しない形状になってしまった場合は、UNDO[元に戻す] コマンドで操作を取り消してください。手動操作でメッシュを結合することもできますが、メッシュ リファイン前の形状に完全に一致させることはできません。

一方、折り目を付けたエッジからは、折り目を除去して滑らかな形状に戻すことができます。

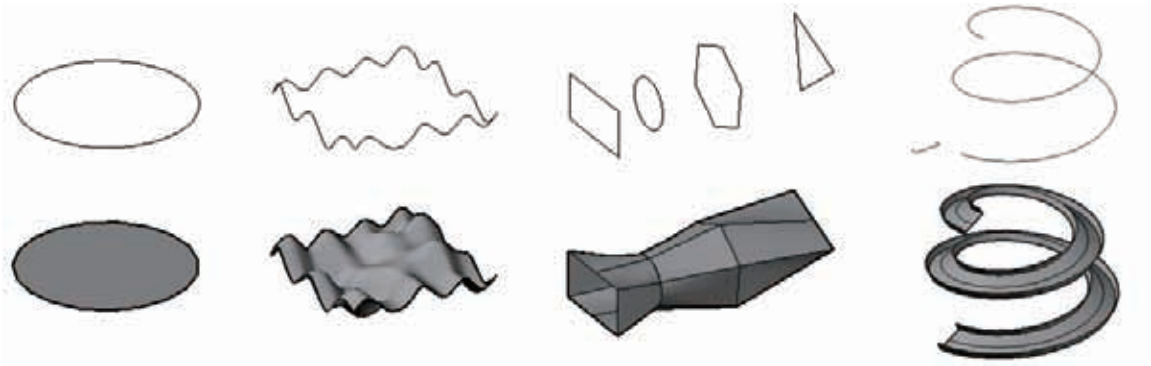
メッシュは、3D ソリッドのようなブール演算をサポートしていません。ただし、メッシュを 3D ソリッドに変換することはできるので、いったん、3D ソリッドに変換してブール演算をおこなうことができます。

逆に、3D ソリッドをメッシュに変換することもできますが、メッシュ → 3D ソリッド → メッシュの順で変換すると、最終的なメッシュは当初の形状と異なる形状、分割面を持つことがあります。

サーフェスの概要

サーフェスは、厚みのない紙のようなオブジェクトで、平らな平面や、凹凸のある曲面を表現することができます。オブジェクト情報として、体積や質量、重心などのマスプロパティは持っていません。

サーフェスは、ここまで紹介してきた 3D ソリッドやメッシュと異なり、プリミティブ形状を持ちません。このため、サーフェス形状の素材となる断面や経路（パス）を、事前に 2D オブジェクトとして作図しておく必要があります。



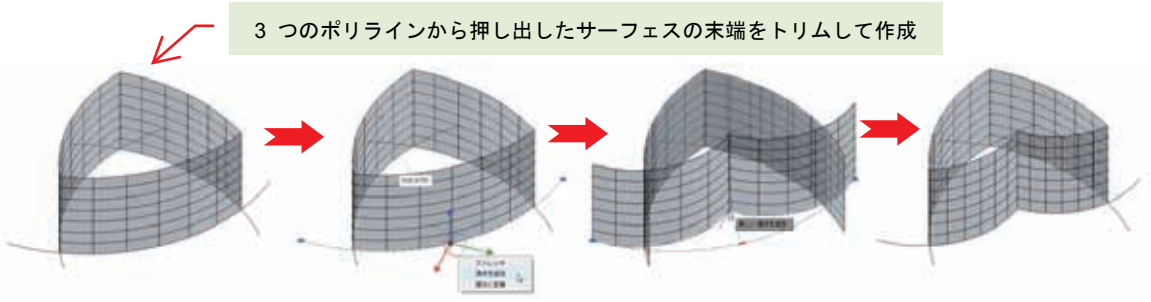
<断面や経路となる 2D オブジェクト（上）と作成されたサーフェス（下）>

AutoCAD のサーフェスには、内部的な構造の違いによって、**プロシージャ サーフェス** と **NURBS サーフェス**の 2 種類のサーフェスがあります。一般的には、NURBS サーフェスよりプロシージャ サーフェスのほうが軽量なので、2D オブジェクトからプロシージャ サーフェスを作成後に、必要に応じて NURBS サーフェスに変換します。2D オブジェクトから直接 NURBS サーフェスを作成することもできますが、データ量が増えてしまう傾向が強いので、この方法はあまり利用しません。

プロシージャ サーフェスも NURBS サーフェスも同じ形状を表現することができますが、編集方法が異なります。

プロシージャ サーフェスでは、サーフェス自身に **自動調整** 情報を持たせることができます。**自動調整** 情報を記録したサーフェスは、サーフェスの作成時に参照した 2D オブジェクトや他のサーフェスのエッジを記憶していて、それらの形状変更に自動的に追従してサーフェスの形状を更新します。

次のサーフェスは、円弧補間を使った 3 つのポリラインから作成されたサーフェスに対して、手前のポリラインの中央に新しく頂点を追加する作業遷移を示しています。手前のサーフェスは、自動調整によってポリラインを参照しているため、頂点の追加に追従してサーフェスの形状も更新されていきます。



<X 線 表示スタイルで見たサーフェス自動調整>

プロシージャ サーフェスが自動調整を持つかどうかは、サーフェス作成時の設定で変わります。サーフェス作成前に SURFACEASSOCIATIVITY システム変数を 1 にして作成したプロシージャ サーフェスは、すべて自動調整 情報を保持することになります。

SURFACEASSOCIATIVITY システム変数は、[3D モデリング] ワークスペースの [サーフェス] タブにある [作成] パネルで オン(1) と オフ(0) を切り替えることができます。

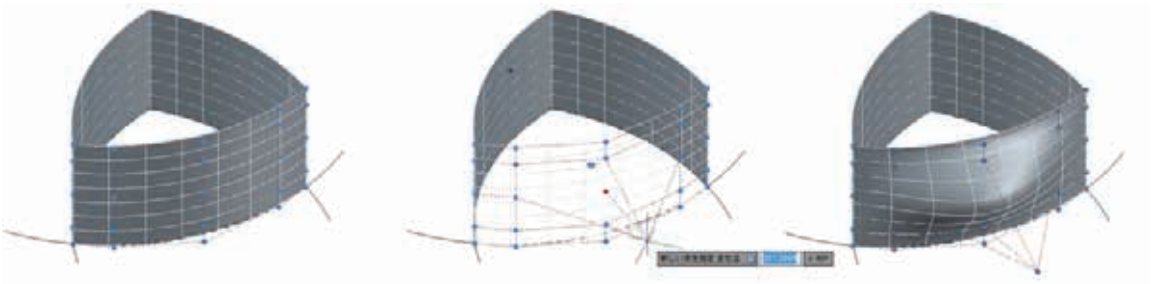
自動調整 を持つサーフェスから、自動調整 情報を除去することもできます。

サーフェス選択時に [プロパティ] パレットに現れる [自動調整を保持] 項目が表示されるので、この値を “はい” から “除去” に変更することで、自動調整 情報を除去することができます。また、3D ソリッドのソリッド履歴の除去を同じように、BREP[境界表示] コマンドでもサーフェスの自動調整 情報を除去することができます。

いったん、自動調整 情報を除去したサーフェスには、作成時の自動調整 情報を再び持たせることはできません。

NURBS サーフェスは、自動調整 情報を持ちませんが、その代わり、制御点による形状変更が可能です。プロシージャ サーフェスを NURBS サーフェスに変換するには、CONVTONURBS[NURBS 変換] コマンドを使用します。変換後の NURBS サーフェスは、既定で編集用の制御点を表示しません。制御点を表示させるには、続いて、CVSHOW[制御点表示] コマンドを呼び出します。

制御点が表示されたら、制御点にマウス カーソルを合わせて、メッシュ の頂点編集のように頂点を移動させて、NURBS サーフェスの形状変化させていくことができます。



<制御点による NURBS サーフェスの編集>

NURBS サーフェスの制御点の数は、CVREBUILD[制御点再生成] コマンドを使って NURBS サーフェス変換後に再生成することができます。制御点の数は、U 方向（縦方向）と V 方向（横方向）で指定しますが、あまり数を大きくすると操作に遅延が発生することがあります。

3D オブジェクトの作成と編集

3D オブジェクト操作ツール

3D オブジェクトの作成や編集方法を紹介する前に、3D オブジェクトを操作するために利用するユーザ インタフェースやツール、設定について紹介してきます。

[3D モデリング] ワークスペース

2D オブジェクトの作図のように、3 タイプの 3D オブジェクトの作成や編集にも、コマンドを使用して操作をおこないます。AutoCAD に組み込まれている既定のワークスペースに、[3D モデリング] ワークスペースがあります。

ワークスペースとは、リボンやツールバー、ツールパレットなどの表示状態に名前を付けて記憶させて、使用時に呼び出す機能です。[3D モデリング] ワークスペースには、機能別に [ソリッド]、[サーフェス]、[メッシュ] のリボン タブが用意されていて、3D オブジェクトのタイプによって適宜切り替えてコマンドを呼び出すことができます。

<[ソリッド] リボンタブ>

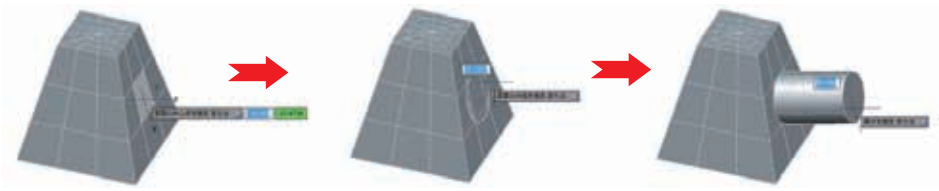
<[サーフェス] リボンタブ>

<[メッシュ] リボンタブ>

ダイナミック UCS

3D オブジェクトを作成する場合、別の 3D オブジェクトの傾いた面上に 2D オブジェクトを作図したり、別の 3D オブジェクトを隣接して作成したりする場合があります。

AutoCAD には、マウスカーソルを、3D ソリッドやメッシュ オブジェクトを構成する平面上に移動させるだけで、自動的に面にあわせたユーザ座標系を設定する **ダイナミック UCS** 機能があります。直感的な操作で、傾いた面上に作図することができます。なお、曲面を持つ構成面ではダイナミック UCS は無効です。ダイナミック UCS のオン/オフは、ステータスバー上の ボタンからおこないます。

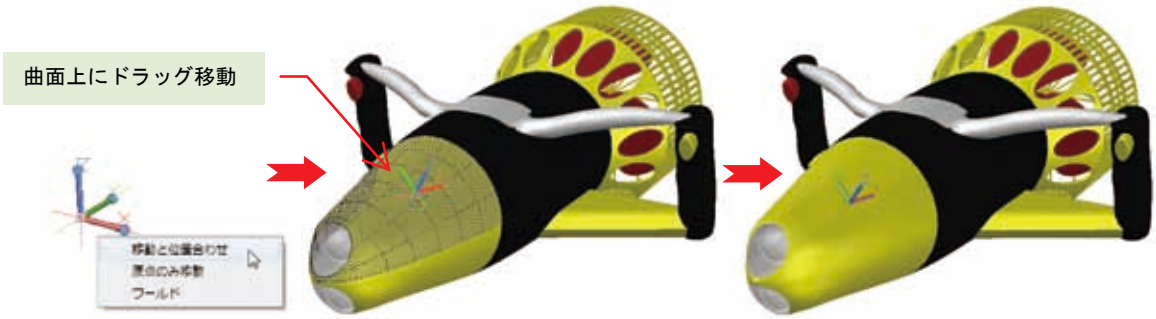


<ダイナミック UCS でメッシュ面上に円柱ソリッドを作成>

UCS アイコンのダイレクト操作

UCS アイコンを直接選択するとグリップを表示します。原点グリップにマウスを置くとメニューが表示されるので、”移動と位置合わせ” を指定することで、UCS アイコンを移動、回転させてユーザ座標系を設定できます。移動時に 3D オブジェクト上にマウスをドラッグすれば、オブジェクトに沿ったユーザ座標系の設定が可能です。

平面状の構成面にしか座標系を設定できないダイナミック UCS とは異なり、自由曲面上の任意の位置に UCS アイコンを移動させてユーザ座標系を設定できるので、サーフェスやメッシュを多用したモデリング時に便利です。



選択オブジェクトの表示/非表示

モデリング中の 3D モデルが徐々に複雑な形状になってくると、編集対象の周囲にあるオブジェクトが邪魔になることがあります。オブジェクト作図を画層別に分けて、画層のオン/オフ、あるいは、フリーズ/フリーズ解除でオブジェクトを画面から非表示にすることができますが、少々面倒です。

このような場面では、HIDEOBJECTS[オブジェクト非表示] コマンドと UNISOLATEOBJECTS[オブジェクト選択表示終了] コマンドを組み合わせて使い、画層に関係なくオブジェクトを非表示にしたり、再表示したりすることができます。また、ISOLATEOBJECTS[オブジェクト選択表示] コマンドを使えば、選択したオブジェクト以外を画面から一時的に非表示にすることもできます。これらのコマンドは、オブジェクト選択時の右クリックメニューやステータスバーからアクセスすることが出来ます。

サブオブジェクト

メッシュに代表される構成要素に、頂点、エッジ、面があります。これらは、3D オブジェクトの要素を **サブオブジェクト** を呼びます。メッシュだけでなく、3D ソリッドやサーフェスも構成要素としてサブオブジェクトを持っています。3D オブジェクトのタイプにもよりますが、サブオブジェクトを選択して移動させることで形状を変化させることもできます。

<頂点の選択>

<エッジの選択>

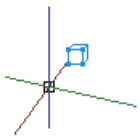
<面の選択>

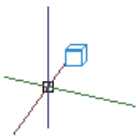
サブオブジェクトの選択フィルタ

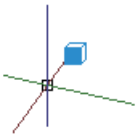
AutoCAD 2007 以降のバージョンでは、サブオブジェクトを選択する際に（[Ctrl] キーを押しながらマウスの左ボタンをクリック） で選択できました。ただ、この方法だと、頂点を選択しようとしてエッジを選択してまったり、正確なサブオブジェクトの選択が難しい場面がありました。

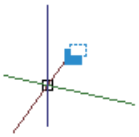
AutoCAD 2010 以降、**サブオブジェクト選択フィルタ** が登場して、マウスの左ボタン クリック操作だけで正確なサブオブジェクトの選択が可能になりました。選択操作の前にフィルタを指定すれば、選択したいサブオブジェクトだけを指定選択できます。ソリッド履歴を持つ 3D ソリッドに対しては、履歴だけを選択するフィルタを設定することができます。

サブオブジェクト選択フィルタの指定時には、AutoCAD のクロスヘア カーソルの右上にフィルタ種別が表示されます。特定の選択フィルタが設定されている状態では、3D オブジェクト自身の選択を含め、他のサブオブジェクトの選択はできないので注意が必要です。


<頂点フィルタ設定時>

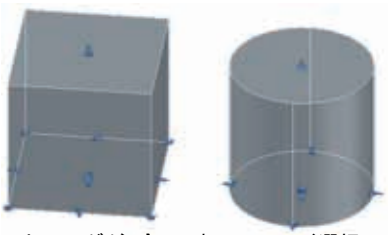

<エッジフィルタ設定時>

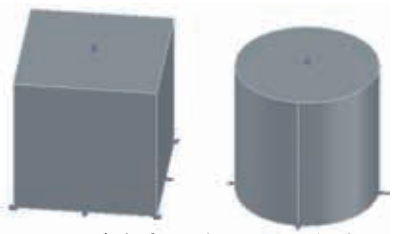

<面フィルタ設定時>


<ソリッド履歴フィルタ設定時>

カリング

3D オブジェクトを選択する際に、視線から隠れた位置にあるサブオブジェクトを表示するかどうか指定することができます。状況によっては、隠れた位置のエッジが操作の邪魔になることがあります。このような場面では、**カリング** をオンに指定すると、隠れたエッジを表示しなくなります。


<カリングが **オフ** 時のソリッド選択>


<カリングが **オン** 時のソリッド選択>

選択の循環

AutoCAD 画面の左下に配置されているステータス バーの一番右に、[選択の循環] ボタンが用意されています。このボタンは、複雑で込み入った図面から、希望するオブジェクトを選択候補ウィンドウで確実に選択指定する機能を提供します。

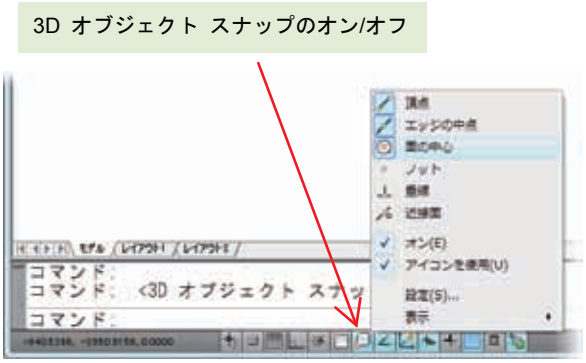
たとえば、同じ場所に作図された円と円弧、また、円を参照して押し出されたサーフェスとスイープ サーフェスから、円弧だけを選択することができるようなります。

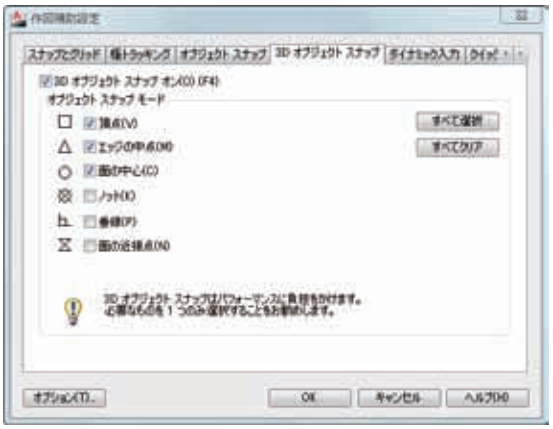
また、選択の循環は、サブ オブジェクトであるエッジも循環的に選択することも可能なので、3D モデリング時にはとても便利です。

3D オブジェクト スナップ

3D オブジェクト スナップを使うと、3D オブジェクト固有のジオメトリにスナップさせて、確実に座標を得ることができます。通常のオブジェクト スナップとの併用も可能です。また、**カリング** と一緒に利用すると効果的です。

スナップの内容は、ステータスバー ボタン上で右ボタンクリックを利用するか、 [作図補助設定]ダイアログでおこなうことができます。





透過性のオン/オフ

オブジェクトや画層に設定した透過性は、ステータスバー ボタンの切り替えで、表示を有効にしたり無効にしたりすることができます。

ギズモ

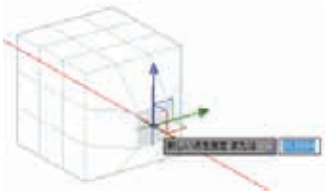
ギズモは、3D オブジェクトの移動や回転、拡大縮小などの編集操作で頻繁に使用する操作ツールです。3DMOVE[3D 移動] 、3DROTATE[3D 回転] 、3DSCALE[3D 尺度変更] の各コマンド実行時に表示されます。ギズモには、機能に合わせて 3 つのタイプが用意されています。

<移動ギズモ>

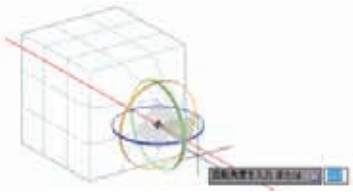
<回転ギズモ>

<尺度変更ギズモ>

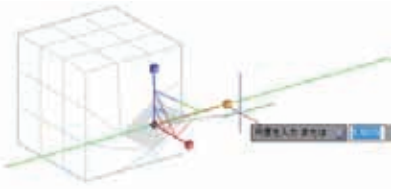
3D オブジェクトを選択した際や、サブオブジェクトを選択した際にも表示されます。特にメッシュの編集では、ギズモを使った操作を多用して形状を成形していきます。



<メッシュ面を移動>



<メッシュ面を回転>



<メッシュ面を尺度変更>

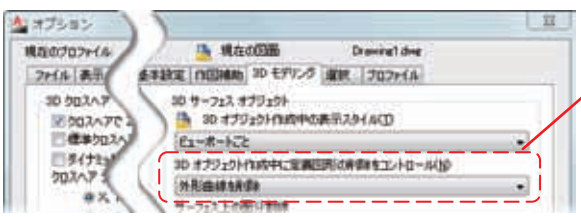
オブジェクト選択時に表示されるの既定のギズモは、[サブオブジェクト] リボンパネルで指定することができます。オブジェクト操作中に期待しないギズモが表示された場合でも、コマンドを中断することなく、リボンパネルからギズモを変更可能です。

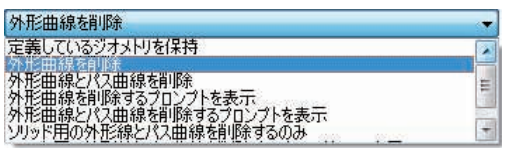
既定のギズモの設定は、DEFAULTGIZMO システム変数に保持されます。

3D オブジェクトの作成に使用する 2D オブジェクトの扱い

2D オブジェクトを参照して 3D ソリッドやサーフェスを作成すると、参照した 2D オブジェクトは、**消費** されて消えてしまいます。後の操作で 2D オブジェクトを再利用したい場合には、既定の設定を変更することで、2D オブジェクトを 消費 から保護できます。

この設定は、OPTONS[オプション] コマンドで表示される [オプション] ダイアログでおこないます。[3D モデリング] タブの中で、ロフトやスイープで指定された外形線を削除するかどうか指定することができます。この指定は、システム変数 DELOBJ に反映されます。

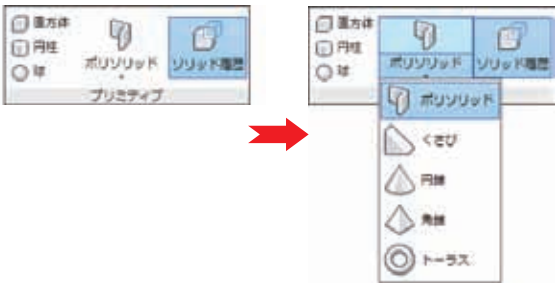




3D ソリッドの作成

プリミティブ形状の作成は、[プリミティブ] リボンパネルに配置されるコマンドでおこないます。

直方体	BOX コマンド
くさび	WEDGE コマンド
円錐	CONE コマンド
球	SPHERE コマンド
円柱	CYLINDER コマンド
角錘	PYRAMID コマンド
トーラス	TORUS コマンド
ポリソリッド	POLYSOLID コマンド



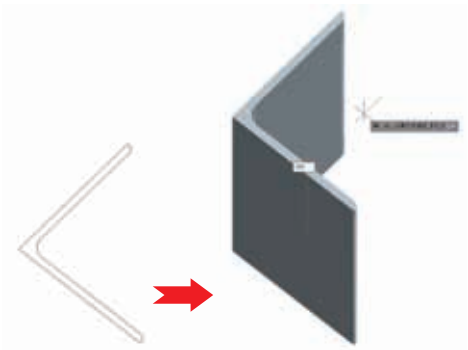
<[ソリッド] タブの [プリミティブ] リボンパネル>

3D ソリッドは、ポリソリッドを含むプリミティブ形状からの作成に加えて、2D オブジェクトを使って作成することができます。これらのコマンドは、[ソリッド] リボンパネルに配置されています。

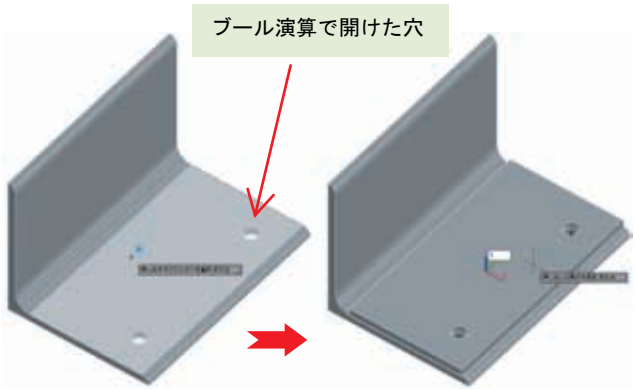
<[ソリッド] タブの [ソリッド] リボンパネル>

押し出しソリッド

EXTRUDE[押し出し] コマンドを使うと、閉じた領域を持つ 2D オブジェクトや、他の 3D ソリッドのサブオブジェクトを押し出すことで、新しい 3D ソリッドを作成することができます。円弧のように閉領域を持たない 2D オブジェクトを押し出した場合は、3D ソリッドではなく、強制的にサーフェスが作成されます。



<ポリラインを押し出して L 字鋼を作成>



<L 字鋼の面を押し出して補強板を作成>

押し出しソリッドは [高さ] や [テーパー角度] プロパティを持つので、作成後にグリップ操作や [プロパティ] パレットを使って、高さや側面の勾配角度を変更することができます。

境界引き伸ばし

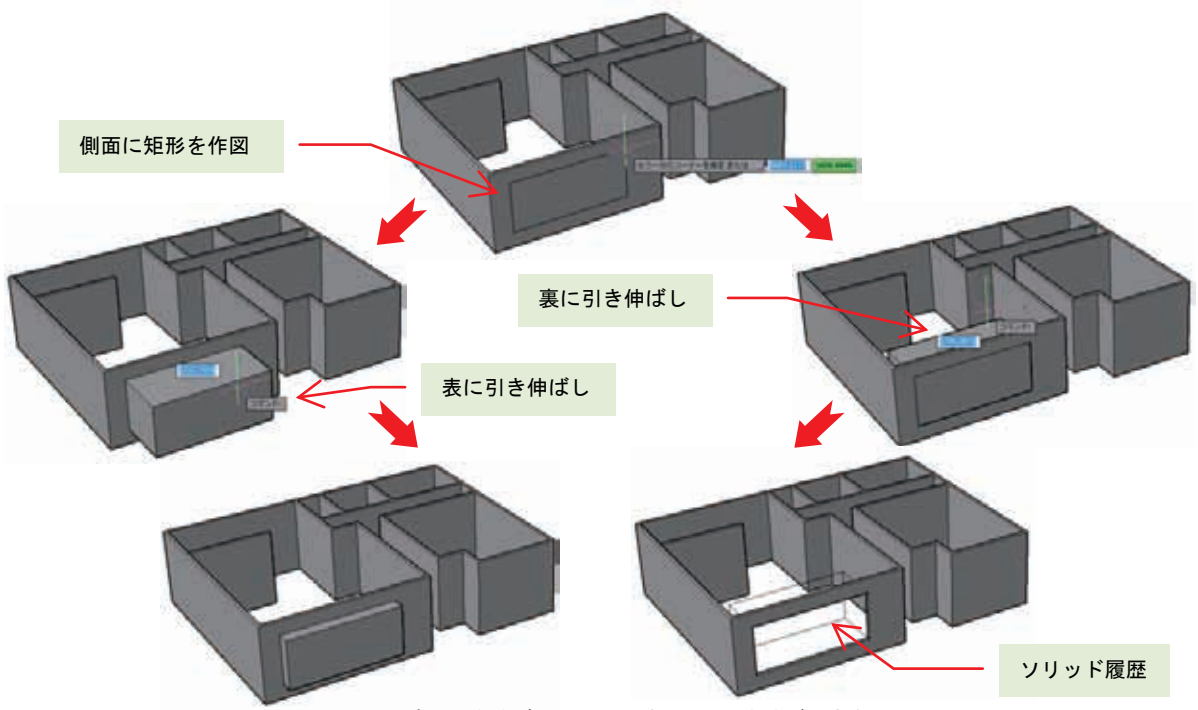
押し出しソリッドは、閉領域を持つ 2D オブジェクトを自分で選択して 3D ソリッドを作成しますが、PRESSPULL[境界引き伸ばし] コマンドを使うと、マウスカーソルの位置にある閉じた領域を自動的に検出して押し出すことができます。建築用途の 2D 図面から 3D ソリッドを簡単に作成することができます。

<壁の閉領域を認識させて引き伸ばしで押し出しソリッドを作成>

PRESSPULL[境界引き伸ばし] コマンドのユニークさは、閉領域を面の表方向に押し出しを成形するほかに、裏方向に押し出して穴をあけられる点です。

3D ソリッドの面上に閉領域を持つ 2D オブジェクトを作図して、面の表方向に境界を引き伸ばした場合、引き伸ばされた 3D ソリッドは、元の 3D ソリッドと一体化した 3D ソリッドとして成形されます。

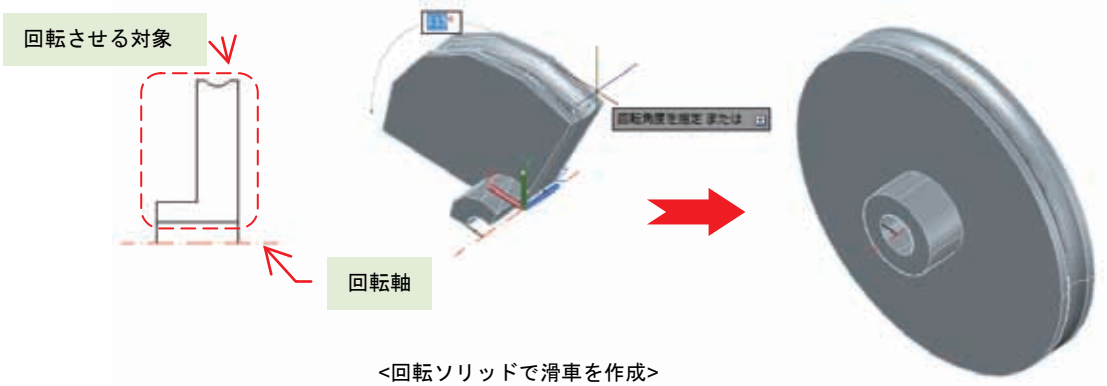
逆に、閉領域の境界を裏方向に引き伸ばした場合、ブール演算の 差 操作で、領域を差し引いたのと同じ結果になります。元の 3D ソリッドのソリッド履歴が有効な場合は、差し引かれたソリッドを使った編集も可能です。



< PRESSPULL[境界引き伸ばし] コマンドによる引き伸ばし方向の違い>

回転ソリッド

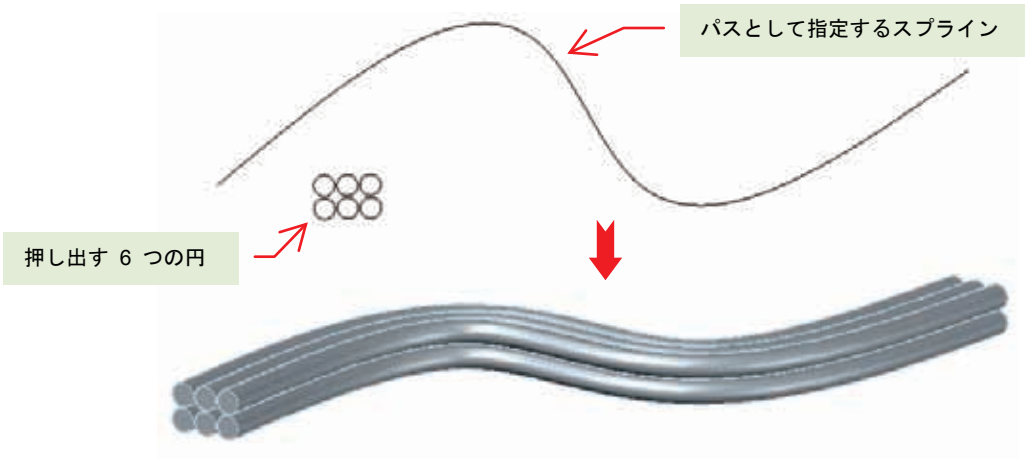
REVOLVE[回転ソリッド] コマンドは、一筆書き状の閉領域を持つ 2D オブジェクトを、指定した回転軸を中心に回転させて、3D ソリッドを作成します。作成中にはマウスの動きに合わせてリアルタイムにプレビューが表示されるほか、数値指定で回転角度を指定できるので、正確な作成が可能です。回転ソリッドの作成後にも、[プロパティ] パレットで回転角度を変更することができます。なお、閉領域を持たない 2D オブジェクトを回転させた場合は、強制的に回転サーフェスが作成されます。



<回転ソリッドで滑車を作成>

スイープ ソリッド

SWEEP[スイープ] コマンドで作成します。閉領域を持つ 2D オブジェクトを、別の 2D オブジェクトで指定する **パス（経路）**に沿わせて押し出す 3D ソリッドです。押し出す 2D オブジェクトとパスは 3D 空間上で交差している必要はありません。極端な曲率を持つパスによっては、正しくスイープできない場合もあります。閉領域を持たない 2D オブジェクトを押し出した場合は、強制的にスイープ サーフェスが作成されます。

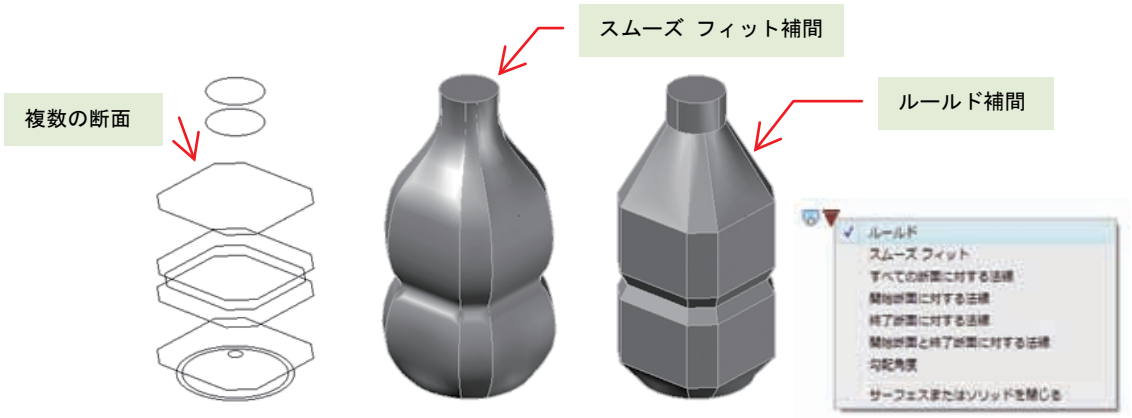


<6 つの円をスイープさせてスイープ ソリッドを作成>

作成後のスイープは、形状が崩れない限り、パスの形状変更にある程度追従して形状変更できます。

ロフト ソリッド

LOFT[ロフト] コマンドは、断面となる複数の 2D オブジェクトの選択順に、断面間を補間する 3D ソリッドを作成します。補間方法には、**ルールド** と **スムーズ フィット** の 2 種類のほか、断面箇所での勾配角度を指定することもできます。ルールド と スムーズ フィットなどの指定は、作成後のグリップ操作や、[プロパティ] パレットからおこなうこともできます。



<10 個の断面を指定してボトル状のロフトソリッドを作成>

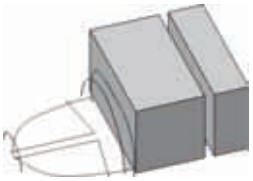
ロフト ソリッドの作成時には、断面となる 2D オブジェクトだけではなく、**パス** か **ガイド** となる 2D オブジェクトも同時に指定することができます。断面とパス、ガイドとなる 2D オブジェクトは、交差した状態で配置されている必要があります。

<パスを指定しない場合と指定した場合の違い>

<ガイドを指定しない場合と指定した場合の違い>

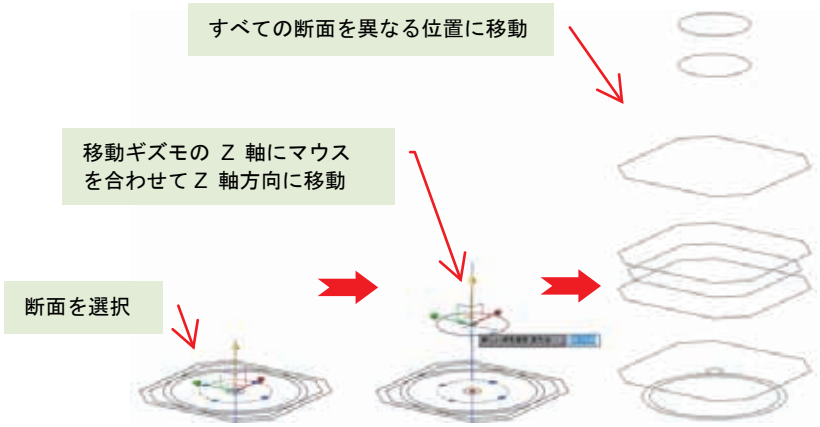
XY 平面ではなく、断面やパスに使用する傾きを持つ 2D オブジェクトを作図する場合には、主に 2 通りの簡単な方法が考えられます。

1 つはダミーの 3D ソリッドを作成して、ダイナミック UCS を利用して作図する方法です。この場合、傾きをもった平面にも 2D オブジェクトを容易に作図することができます。



もう 1 つは、XY 平面上に作図した 2D オブジェクトを、移動ギズモで高さ方向に移動させる方法です。2D 選択で移動ギズモが表示されると、マウス カーソルを X 軸、Y 軸、Z 軸と XY 平面、XZ 平面、YZ 平面 のいずれかに重ね合わせることで、移動方向を、軸線上、あるは平面上に制限することができます。

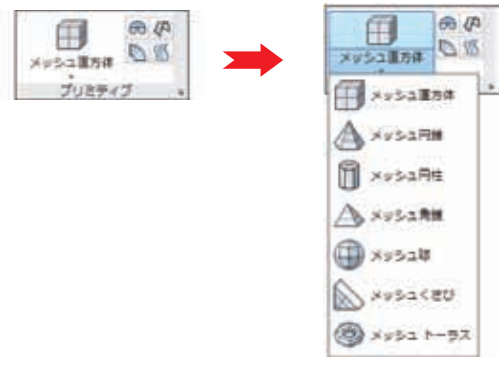
この方法では、回転ギズモや尺度変更ギズモを利用することもできます。ダイナミック入力をつかった数値入力もできるので、現在の位置から正確な移動や回転を実行して、適切な位置に 2D オブジェクトを配置することができます。



メッシュの作成

メッシュ プリミティブ形状の作成は、[プリミティブ] リボンパネルに配置される MESH[メッシュ作成] コマンドでおこないます。作成形状の決定は、次のコマンド オプションを指定します。

メッシュ直方体	BOX オプション
メッシュ円錐	CONE オプション
メッシュ円柱	CYLINDER オプション
メッシュ角錐	PYRAMID オプション
メッシュ球	SPHERE オプション
メッシュくさび	WEDGE オプション
メッシュ トーラス	TORUS オプション



<[メッシュ] タブの [プリミティブ] リボンパネル>

AutoCAD R12 で登場した、古いポリゴン メッシュを作成する REVSURF[回転サーフェス]、EDGESURF[エッジ サーフェス]、RULESURF[ルールド サーフェス]、TABSURF[タビュレート サーフェス] のコマンドも利用することができます。これらのコマンドは、ポリゴンメッシュを使って疑似的なメッシュ状のサーフェスを作成するものでした。現在の AutoCAD では、スムーズ レベルを持つ新しいタイプの メッシュを作成することができるように改良されています。

これらのコマンドは、2D オブジェクトを断面やパスとして使用するコマンドです。自由にスムーズ レベルを変更できる新しいメッシュとは性格が異なり、どちらかというと現在の **サーフェス** に近い目的を持つメッシュです。

推奨はしませんが、4 つのいずれかのコマンドで、昔のタイプのポリゴン メッシュを作成したい場合には、MESHTYPE システム変数を 0 に設定してください。この値が 1 の場合のみ（既定値）、新しいタイプのメッシュを作成するようになっています。

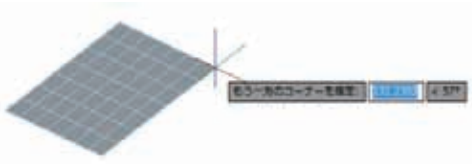
サーフェスの作成

3D ソリッドやメッシュと違って、サーフェスの作成には外形や断面、パスとなる 2D オブジェクトや他の 3D オブジェクトのエッジが必要です。これらを利用することで、はじめてサーフェスの作成が可能になります。

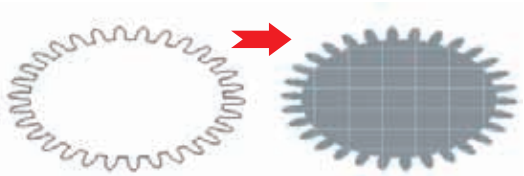
サーフェスの作成に関係するコマンドは、[サーフェス] リボンタブの [作成] リボンパネルに配置されています。

平面サーフェス

PLANESURF[平面サーフェス] コマンドを使うと、対角点指定によって矩形状の平面サーフェスを作成することができます。また、閉じた領域を持つ 2D オブジェクトを選択して、その領域をサーフェス化することもできます。ダイナミック UCS を使えば、垂直や傾きのある面上にもサーフェスを作成できます。



<対角点指示での平面サーフェス作成>

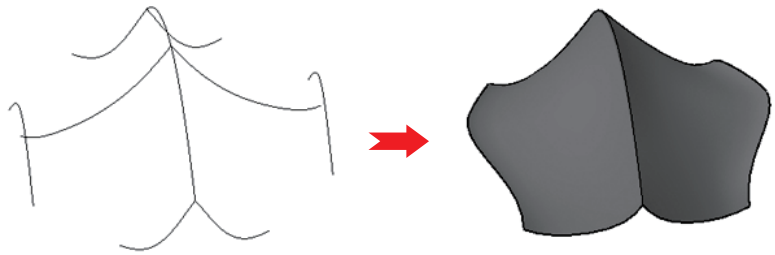


<閉領域を持つ 2D オブジェクト選択での平面サーフェス作成>

2D オブジェクトを選択して平面サーフェスを作成する場合には、オブジェクトが平面上に作図されている必要があります。別の言い方をするなら、UCS に対して Z 座標値が同じ値を持つ必要があります。ポリラインなど、頂点を複数持つオブジェクト特に注意が必要です。

ネットワーク サーフェス

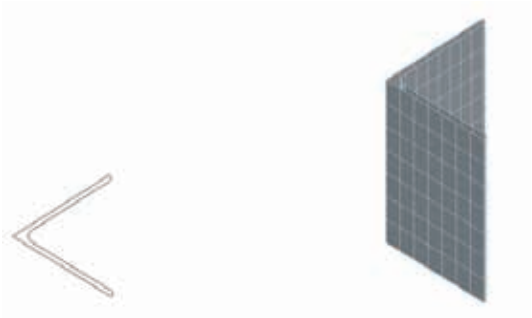
交差する複数の断面間を滑らかに補間するサーフェスで、SURFNETWORK[ネットワーク サーフェス] コマンドで作成します。複数の断面を指定する点は、ロフト ソリッドやロフト サーフェスと似ていますが、異なる方向の断面を指定できる点が異なります。断面の配置方向は、それぞれ、**U 方向** と **V 方向** という言葉で表現されます。



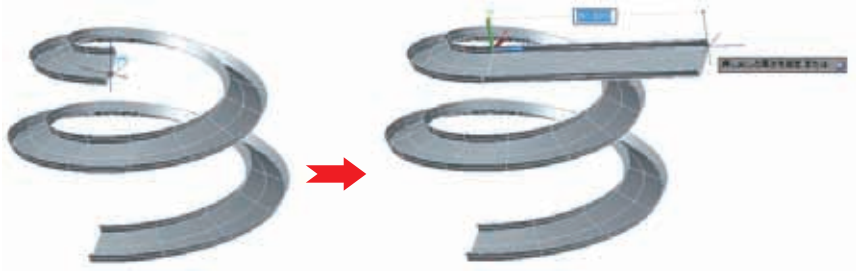
<U 方向と V 方向の断面各 3 つを使ったネットワークサーフェス>

押し出しサーフェス

押し出しソリッドの作成で使用する EXTRUDE[押し出し] コマンドは、2D オブジェクトを押し出してサーフェスも作成することができます。押し出されたサーフェスは、高さと勾配角度を変更できます。閉じた領域を持つ 2D オブジェクトを押し出す場合でも、MO コマンド オプションで押し出しタイプをサーフェスに変更することも可能です。目的に応じて、3D ソリッドかサーフェスの作成を使い分けることができます。閉領域を持たない 2D オブジェクトの場合や、閉領域を持っていても 2D オブジェクトがばらばらに分解されている場合には、サーフェスが作成されます。



3D オブジェクトのエッジを押し出して、押し出しサーフェスを作成することもできます。エッジの選択には、サブオブジェクトの選択フィルタを用います。押し出されるサーフェスには自動調整機能が適用されるので、もとのサーフェスの形状変化に追従させることができます。なお、サーフェスのエッジは、SURFEXTEND[延長サーフェス] コマンドで延長も可能です。

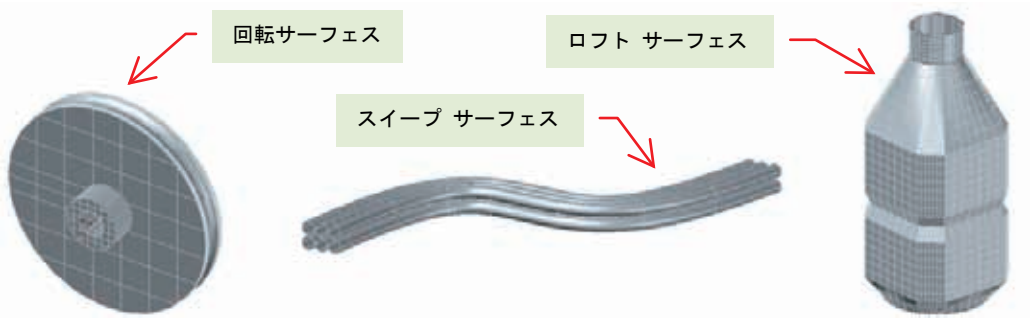


<サーフェス エッジを押し出し>

回転、スイープ、ロフト サーフェス

断面を回転させて作成する回転ソリッド、断面をパスに沿って押し出すスイープ押し出しソリッド、複数の断面を順番に指定して補間させるロフト ソリッドと同じように、サーフェスを作成することが可能です。

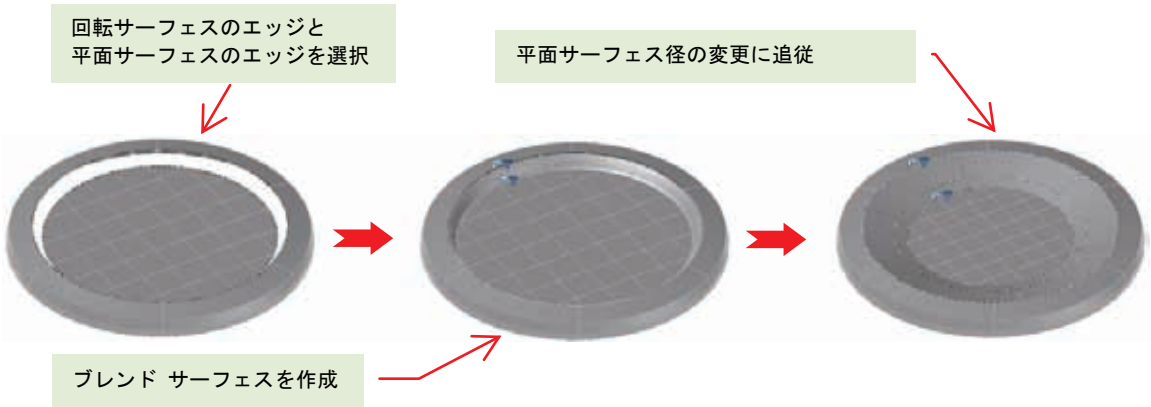
使用するコマンドも 3D ソリッド作成時と同じです。REVOLVE[回転ソリッド] コマンド、SWEEP[スイープ] コマンド、LOFT[ロフト] コマンドを使います。 各種サーフェスの作成コマンドには、MO コマンド オプションでサーフェス作成が適用されます。



<厚みのないサーフェスとして作成された各種サーフェス>

ブレンド サーフェス

ブレンド サーフェスは、サーフェス エッジ間を補間して作成するサーフェスで、SURFBLEND[ブレンド サーフェス] コマンドで作成します。作成されたブレンド サーフェスには自動調整機能が適用されるので、どちらか一方のサーフェス形状が変更されると、自動的に追従して補間範囲を調整してくれます。



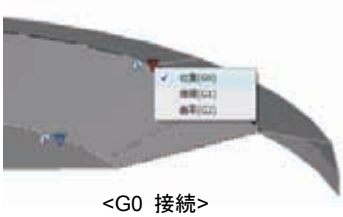
ブレンド サーフェスには、選択したエッジを持つサーフェスとの接続性を指定することができます。接続性のタイプには、次の 3 つがあります。

G0（位置）： 接続するサーフェスとの位置で結合のみを維持して曲率と接線方向を無視。

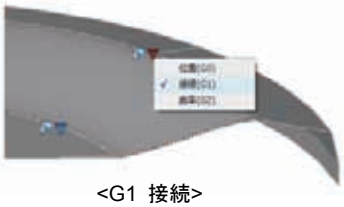
G1（接線）： 接続するサーフェスとの位置で接線方向を継承して滑らかに結合。

G2（曲率）： 接続するサーフェスとの位置で曲率（既定値 0.5）と接線方向を継承して滑らかに結合。

ブレンド サーフェスの接続性は、接続する 2 つのサーフェス毎に、個別に接続性を指定することができます。指定方法は、ブレンド サーフェス選択時に表示されるグリップからか、[プロパティ] パレットの 2 通りです。



<G0 接続>

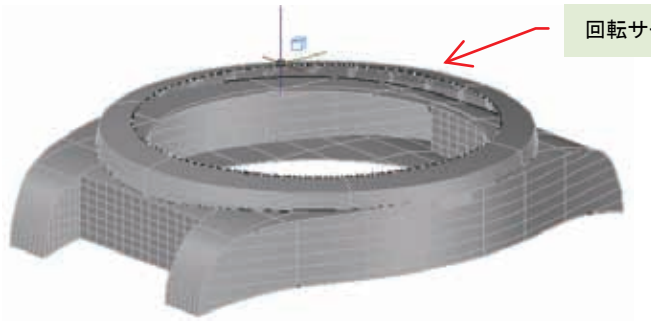


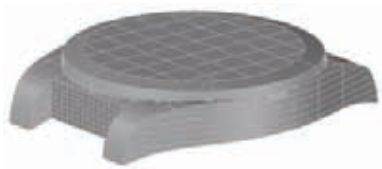
<G1 接続>

<G2 曲率>

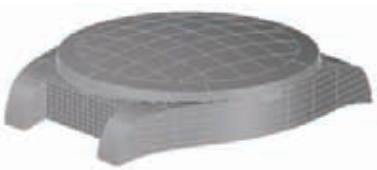
パッチ サーフェス

SURFPATCH[パッチ サーフェス] コマンドを使うと、サーフェスの開口エッジを使ってサーフェスにふたをすることができます。作成されたパッチ サーフェスも、ブレンド サーフェスと同様に接続性を指定することができます。

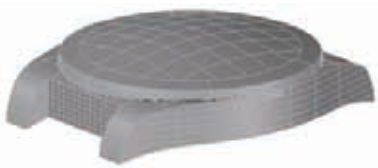




<G0 接続>



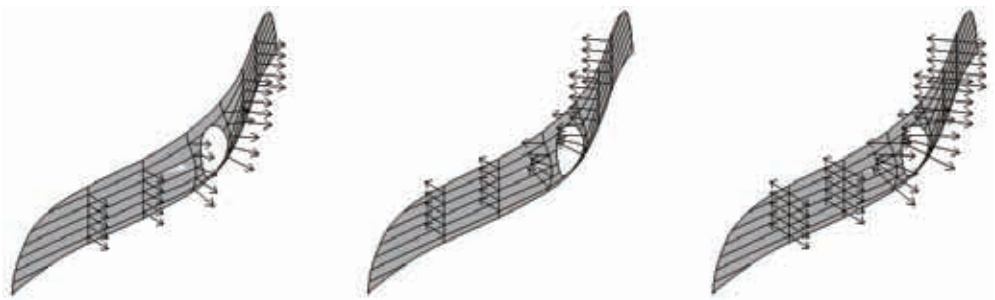
<G1 接続>



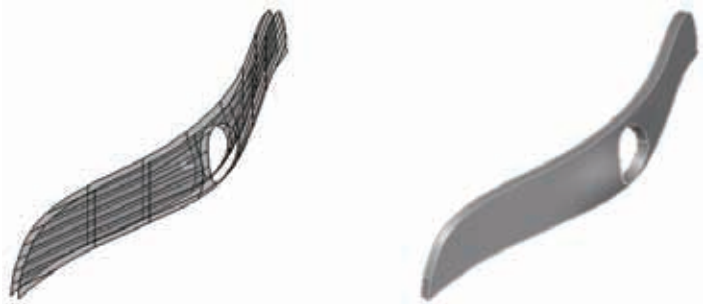
<G2 曲率>

オフセット サーフェス

指定した距離で 2D オブジェクトをオフセットするように、SURFOFFSET[オフセット サーフェス] コマンドでサーフェスをオフセットすることができます。オフセット方向は矢印記号で表示され、F コマンド オプションで方向を反転したり、B オプションで両方向を指定したりすることができます。



オフセットしたサーフェスは、別のサーフェスとして作成されます。また、S オプションを指定すると、元のサーフェスからオフセット距離を持つ 3D ソリッドを作成します。



<オフセットされたサーフェス>　　<オフセットで作成されたソリッド>

NURBS サーフェス

ここまで紹介したコマンドでは、プロシージャ サーフェスを作成することを前提としています。CONVTONURBS[NURBS 変換] コマンドを使うと、プロシージャ サーフェスを NURBS サーフェスに変換することができます。多くの制御点によって形状をコントロールする NURBS サーフェスは、データ量が多くなる傾向があるので、高さや勾配角度などを調整しておおまかな形状を整えてから NURBS サーフェス化することをお勧めします。

作成時から NURBS サーフェスを作成することもできます。SURFACEMODELINGMODE システム変数を既定値の 0 から 1 に変更すると、同じサーフェス作成コマンドを使って、プロシージャ サーフェスではなく NURBS サーフェスを作成することができます。この切り替えは、[サーフェス] リボンタブの [作成] リボンパネルから指定することができます。

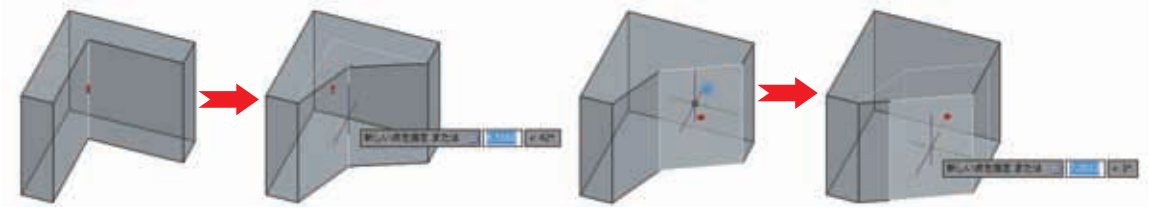
3D ソリッドの編集

3D ソリッドの編集コマンドは、[ソリッド] リボンタブの [ソリッド編集] リボンパネルに配置されています。ここでは、編集時に知っておくと便利なコマンドを紹介します。

< [ソリッド編集] リボンパネル>

サブオブジェクトの操作

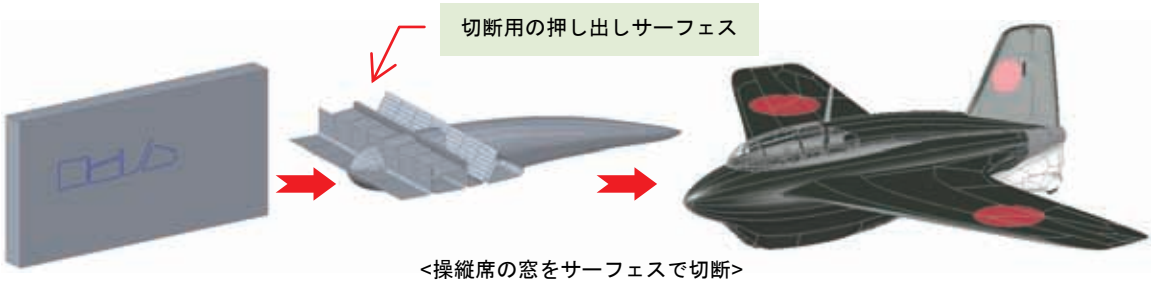
3D ソリッドでも、サブオブジェクトによる形状変更が可能です。メッシュのサブオブジェクト編集ほど自由度は高くありませんが、少しだけ頂点やエッジ、面 を移動させたい場合には便利です。ただし、この操作はソリッド履歴として記録されませんので、注意してください。



< 3D ソリッドのエッジを移動>　　< 3D ソリッドの面を移動>

ソリッドの切断

SLICE[切断] コマンドを使うと、サーフェスを使って 3D ソリッドを切断することができます。

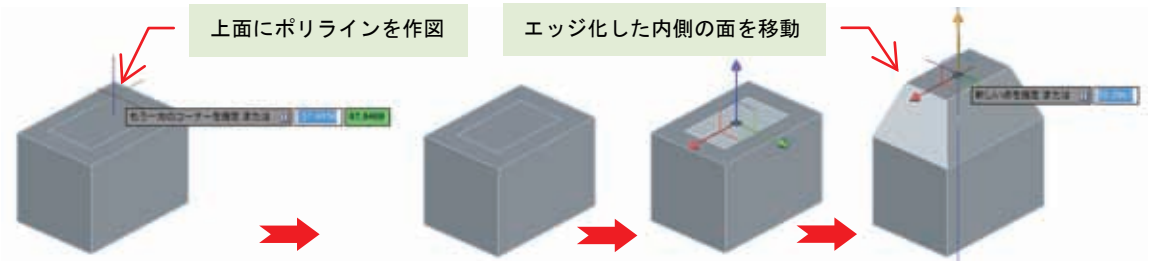


<操縦席の窓をサーフェスで切断>

ソリッドへエッジを埋め込む

IMPRINT[インプリント] コマンドを使うと、3D ソリッドの構成要素である平面に、ダイナミック UCS を使用して作図した 2D オブジェクトを埋め込むことができます。

埋め込まれた 2D オブジェクトは、3D ソリッドのエッジになるので、サブオブジェクト操作によって 3D ソリッドの形状を変更することができるようになります。

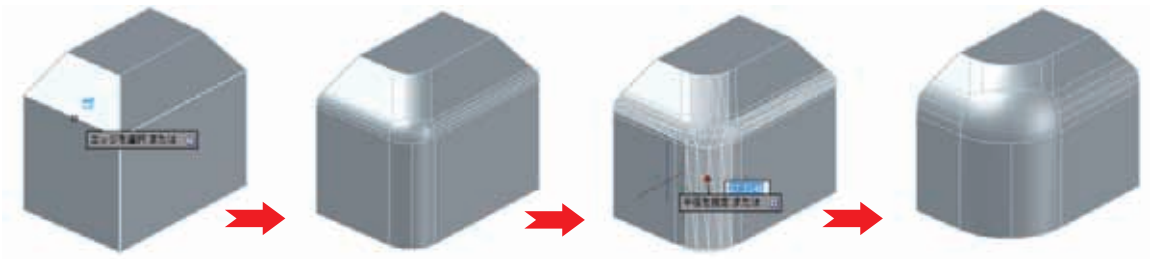


<ポリラインの矩形をインプリントして内側の面を移動>

ソリッド エッジへのフィレットと面取り

FILLETEDGE[フィレット エッジ] コマンドや CHAMFEREDGE[面取りエッジ] コマンドを使うと、3D ソリッドのエッジにフィレット（丸め）と面取りを与えることができます。

対象となる 3D ソリッドのソリッド履歴が有効なら、作成後のフィレットと面取りはサブオブジェクト選択で 面 として認識されるので、[プロパティ] パレットの大きさを変更することができます。また、マウス カーソルの動きに合わせてダイナミックにプレビューしながら、フィレット半径や面取りサイズを変更することもできます。



<エッジにフィレットを与えてからマウスでフィレット半径を変更>

ブール演算

3D ソリッド同士の結合や差分をおこなうブール演算は、[ソリッド] リボンタブの [ブール演算] リボンパネルに使用するコマンドが配置されています。コマンドは次のとおりです。

UNION コマンド（和）	選択したソリッド群を合成して 1 つに結合する
SUBTRACT コマンド（差）	指定したソリッドから、交差する選択ソリッドを差し引く
INTERSECT コマンド（交差）	指定したソリッド群の交差する部分だけを取り出す

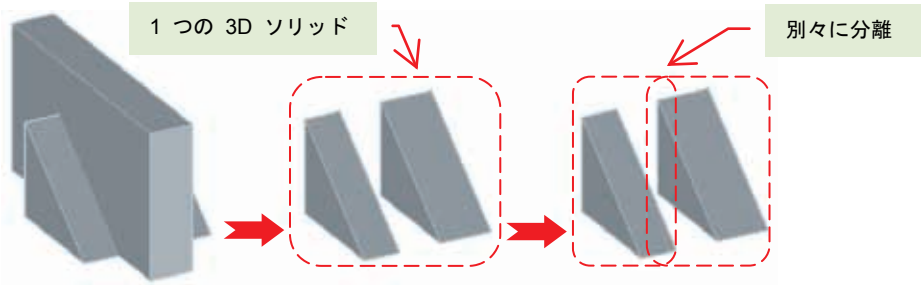
<[ブール演算] リボンパネル>

ブール演算は 3D ソリッド同士を対象にしています。メッシュを選択した場合には、いったん 3D ソリッドへの変換を求められます。また、サーフェス同士のブール演算をおこなうこともできますが、この場合、自動調整機能は失われます。

ソリッドの分離

ブール演算で 3D ソリッドから別の 3D ソリッドの 差 操作をおこなうと、1 つの 3D ソリッドが離れた位置に分断されて配置されるケースがあります。このケースでは、位置は離れていても、データ構造としては 1 つのままになります。

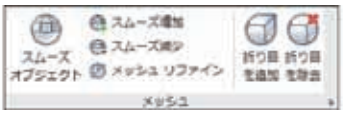
SOLIDEDIT[ソリッド編集] コマンドの P コマンド オプションを使うと、離れた位置にある 1 つの 3D ソリッドを分離して、別々の 3D ソリッドにすることができます。見た目にはなにも変わりませんが、データ構造も分離されるので、別々の 3D ソリッドして操作できるようになります。



<くさび ソリッドから直方体ソリッドを差操作した後に分離>

メッシュの編集

メッシュ編集コマンドは、[メッシュ] リボンパネル、[メッシュ編集] リボンパネルに配置されています。



<[メッシュ] リボンパネル>

<[メッシュ編集] リボンパネル>

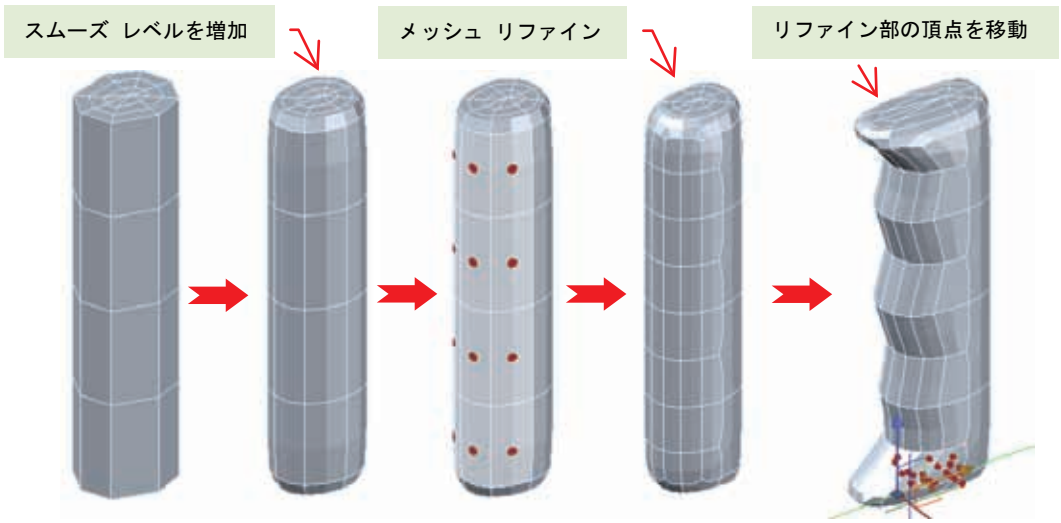
メッシュのスムーズ レベルの変更

メッシュのスムーズ レベルは、[プロパティ] パレットで直接、数値指定で変更できるほか、MESHSMOOTHMORE[メッシュ スムーズ増加] コマンドと MESHSMOOTHLESS[メッシュ スムーズ減少] コマンドで、1 レベルずつ増加させたり、減少させたりすることができます。

このコマンドで 3D ソリッドやサーフェスを選択すると、メッシュに変換させるかの確認メッセージが表示されます。このタイミングでメッシュへ変換することも可能です。

メッシュのリファイン

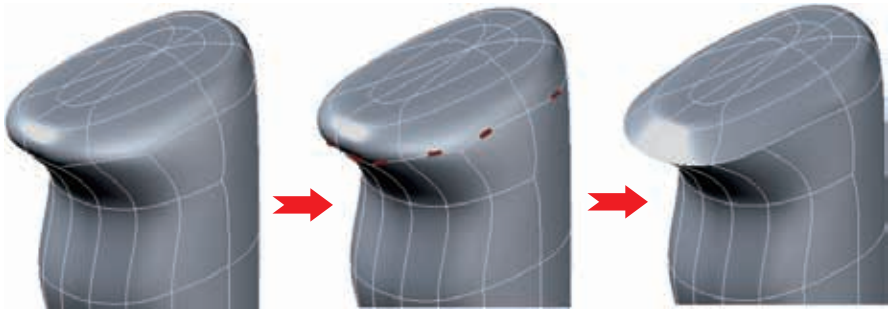
特定の面だけ分割数を増加させて、細かい形状を成形したい場合があります。MESHREFINE[メッシュ リファイン] コマンドを使うと、メッシュ全体か、指定した面だけを、現在のスムーズ レベルで細分割することができます。



<グリップの指の部分の面を選択してメッシュ リファインで細かく成形>

メッシュ エッジに折り目を付ける

スムーズ レベルの増加は、メッシュ全体を滑らかな丸みを帯びた形状に変形させます。ただ、意匠上どうしても鋭角な箇所を設けたいケースも存在します。そのような場面では、MESHCREASE[メッシュ折り目作成] コマンドでエッジに鋭角な折り目を付けることができます。また、MESHUNCREASE[メッシュ折り目解除] コマンドを使うと、折り目を除去して滑らかな状態に戻すこともできます。

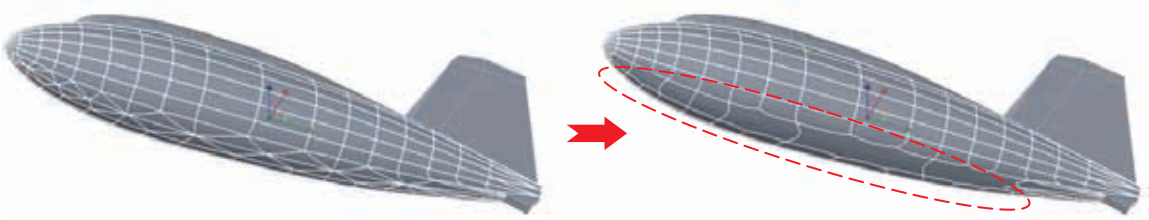


<グリップ上部のエッジに折り目を付ける>

メッシュ面の合成

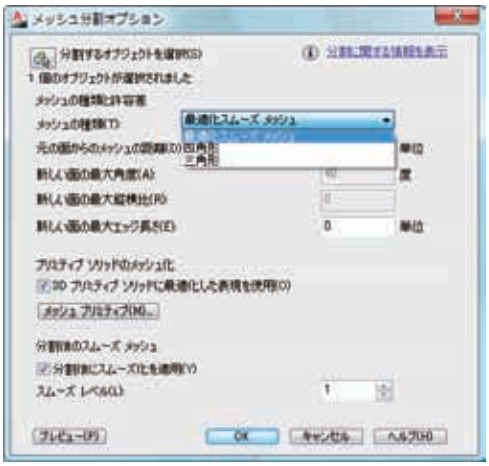
プリミティブ メッシュで作成される面は、通常、四角形で表現されます。設定を変えれば三角形で表現することもできますが、既定では最適化処理が適用されるため、四角形や三角形が混在して生成されるケースもあります。特に、3D ソリッドを変換してメッシュ化した場合には、この傾向が強く現れることがあります。

MESHMERGE[メッシュ合成] コマンドを使うと、無駄なメッシュ面を 1 つにまとめていくことができます。ただし、メッシュ面の合成によってメッシュ全体の形状が影響を受けることもあるので、合成処理は慎重にすすめたほうが無難です。



<三角形のメッシュ面を合成>

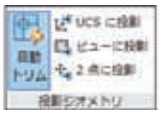
メッシュ面の形状は、MESHOPTIONS[メッシュ分割オプション] コマンドで表示される [メッシュ分割オプション] ダイアログで指定することができます。



サーフェスの編集

サーフェス編集コマンドは、[サーフェス] リボンタブ内の、[編集] リボンパネル、[投影ジオメトリ] リボンパネルに配置されています。また、NURBS サーフェスの編集に使用するコマンドは、[制御点] リボンパネルに配置されています。

< [編集] リボンパネル>



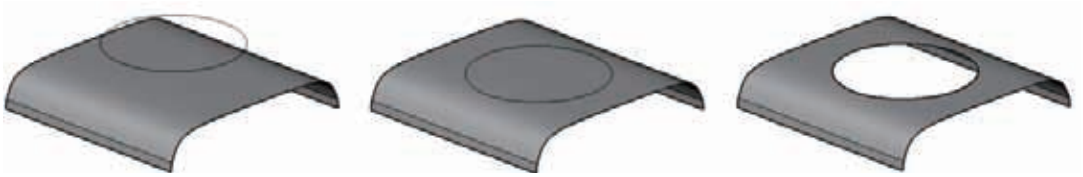
< [投影ジオメトリ] リボンパネル>

< [制御点] リボンパネル>

サーフェスへの 2D オブジェクトの投影

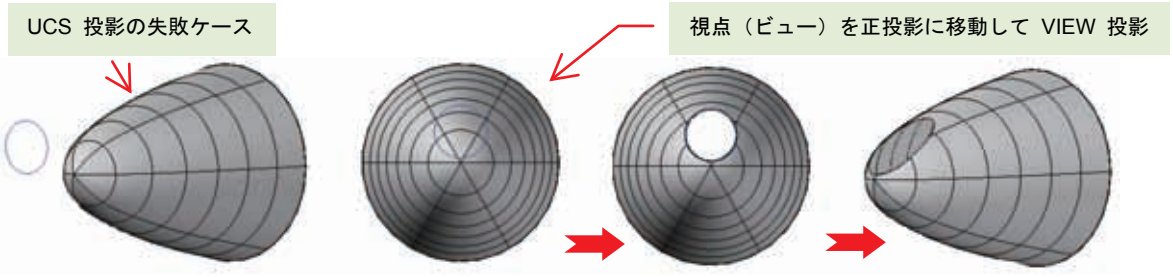
PROJECTGEOMETRY[ジオメトリ投影] コマンドを利用すると、平面上に作図されている 2D オブジェクトを、**UCS 投影** で任意のサーフェスに投影できます（UCS コマンド オプション）。投影された 2D オブジェクトは、サーフェス形状によってスプラインなどの 2D オブジェクトに変換されます。

また、投影する 2D オブジェクトが閉領域を持っていて、ジオメトリ投影の際に自動トリムが有効になっていると（SURFACEAUTOTRIM システム変数が 1 に設定）、投影されたサーフェスの閉領域がトリムされて穴を開けることができます。



<平面上の円と投影対象のサーフェス>　<サーフェスに投影されたスプライン>　<投影でトリムされたサーフェス>

投影対象のサーフェスに細かい皺があって、場所によってサーフェス自身の交差（**自己交差**）が起こっていると、投影に失敗します。同様に曲率の高いサーフェスでも、投影に失敗することがあります。このような場合、PROJECTGEOMETRY[ジオメトリ投影] コマンドの別の投影方法である **ビュー投影**（VIEW コマンド オプション）を使うと、投影やトリムが実行できる可能性があります。

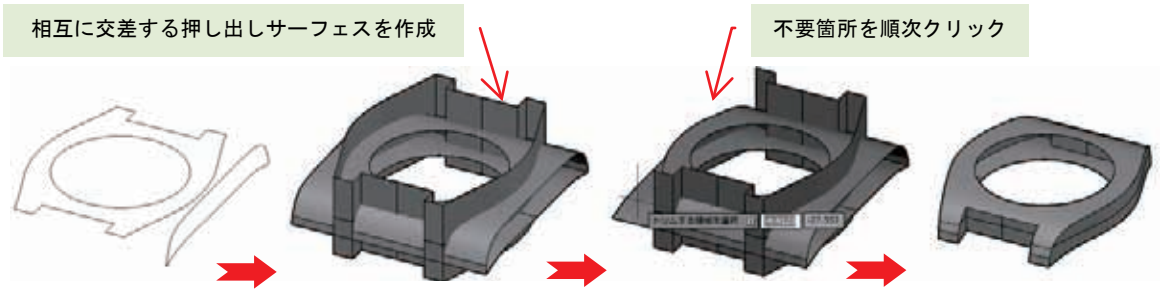


<投影方法による結果の違い>

サーフェス同士のトリム

2D オブジェクトの TRIM[トリム] コマンドと同じように、SURFTRIM[トリム サーフェス] コマンドを使うと交差するサーフェス同士をトリムできます。押し出しサーフェスで外観を作成していく場合には、とても便利です。

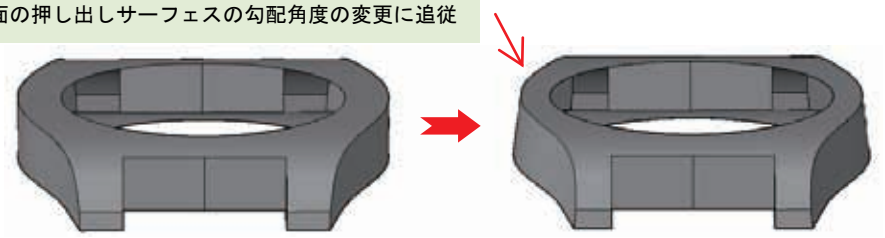
サーフェス トリムは、トリム境界となるサーフェスを複数選択した後で、トリム対象のサーフェスを選択します。あとはトリムしたい不要な箇所をマウスの左ボタンでクリックしていくと、その部分のサーフェスがトリムされていきます。



<サーフェス トリムで腕時計ボディを成形>

サーフェス トリムは自動調整機能によって記憶されるので、隣接するサーフェスの勾配角度が変更された際や、サーフェス フィレットで作成したフィレット サーフェスが削除された場合にも、自動的に延長やトリムが再実行されます。

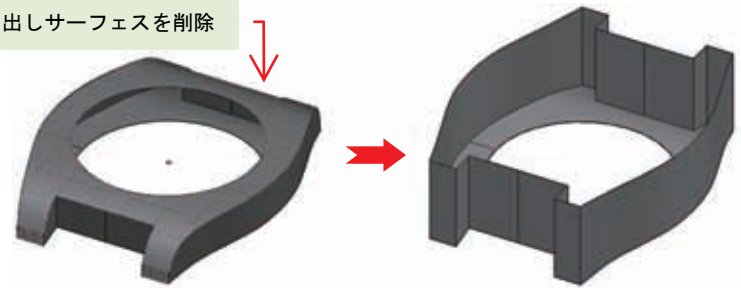
側面の押し出しサーフェスの勾配角度の変更に追従



<サーフェス トリムの自動調整>

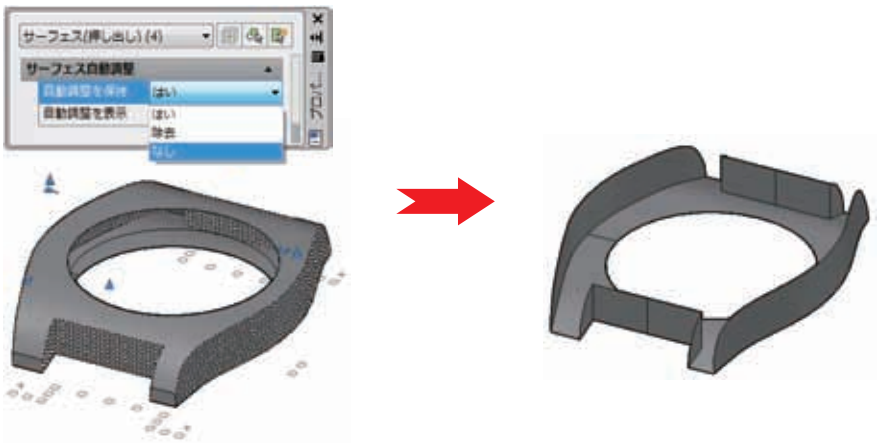
自動調整を使ってトリム成形されたサーフェスは、参照するサーフェスを削除されてしまうと、トリム機能を失なって元の状態に戻ってしまいます。

上面の押し出しサーフェスを削除



<上面のサーフェスを削除してトリムが失われる>

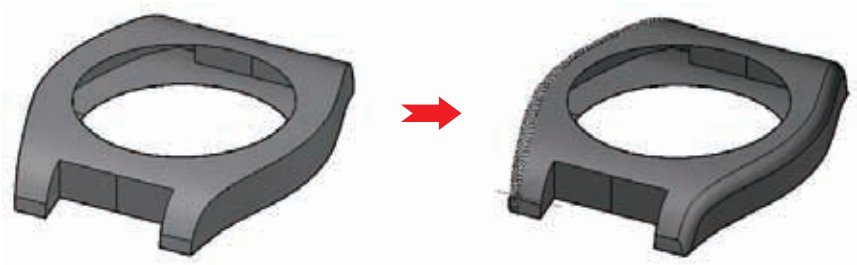
自動調整が有効なサーフェスを削除する場合には、[プロパティ] パレットを使って、関連するサーフェスの [自動調整を保持] プロパティを ”はい” から “除去”、あるいは “なし” に変更してください。”除去” を選択した場合は、自動調整の記録が完全に削除されます。”なし” の場合には、自動調整の記録は残りますが、今後の操作でこのサーフェスに関連付けはおこなわれなくなります。



<[自動調整を保持] を “なし” にして上面サーフェスを削除>

サーフェス間のフィレット

SURFFILLET[サーフェス フィレット] コマンドで、交差するサーフェス間にフィレット サーフェスを作成できます。自動調整が有効なら、サーフェスの R サイズを [プロパティ] パレットとグリップからダイナミックに変更することができます。

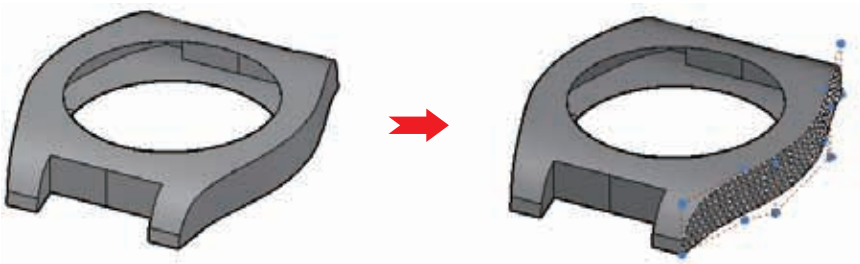


<サーフェス間に作成したフィレット サーフェス>

制御点を使った NURBS サーフェスの編集

サーフェスの作成時に SURFACEMODELINGMODE システム変数を 1 にしてサーフェスをしていなければ、作成されたサーフェスはプロシージャ サーフェスになっています。プロシージャ サーフェスに対して NURBS サーフェスの制御点編集をおこなうためには、まず、NURBS サーフェスに変換する必要があります。この変換は、CONVTONURBS[NURBS 変換] コマンドでおこないます。

変換された NURBS サーフェスには、見た目上の変化は起こりません。実際の編集には制御点を表示させる必要があります。制御点を表示させるには、CVSHOW[制御点表示] コマンドを使って NURBS サーフェスを指定します。逆に制御点を非表示にするには、CVHIDE[制御点非表示] コマンドを使います。

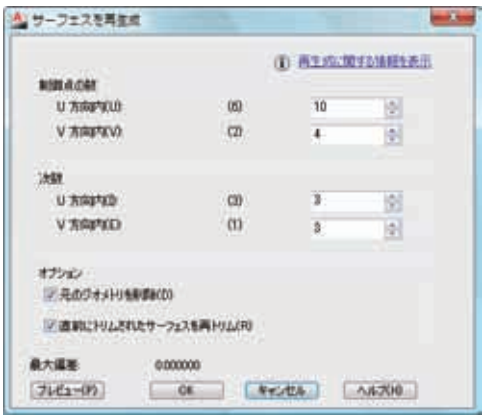


<NURBS サーフェスを選択して制御点を表示>

NURBS サーフェスの編集は、この制御点によっておこないます。メッシュの頂点を使った編集と同じように、制御点を移動させることで NURBS サーフェス全体の形状を変化させていきます。

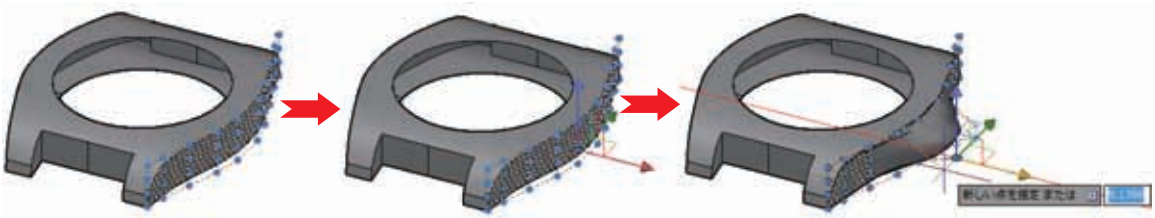
ふくらみを持たせたい位置に適切な制御点がない場合には、CVREBUILD[制御点再生成] コマンドで制御点の数を増減させることができます。

あまりに多く制御点を増やしてしまうと、操作に遅延が発生する可能性があるので、調整は慎重におこなってください。



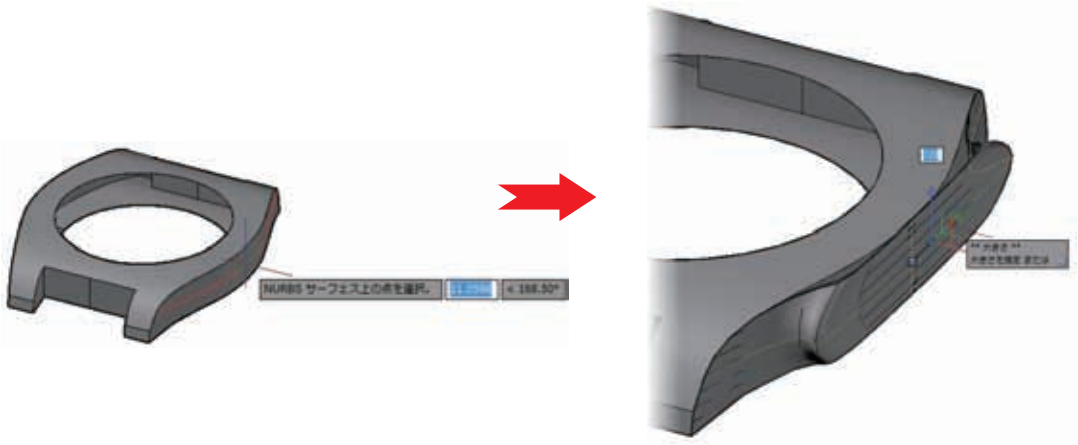
適切な数の制御点を表示させることができたら、マウスカーソルを制御点上に移動させてギズモを表示させます。このとき、制御点にマウス カーソルが吸着されていきます。制御点上にギズモが表示されるまで、数秒待ってください。NURBS サーフェス選択時に表示されるギズモは、NURBS サーフェス全体に作用してしまうので、こちらは無視してください。

制御点の複数同時選択の可能です。1 つの制御点をクリックしてから、[Shift] キーを押しながらマウスの左ボタンで制御点を順番に選択したり、[Ctrl] キーを押しながら窓選択したりすることができます。



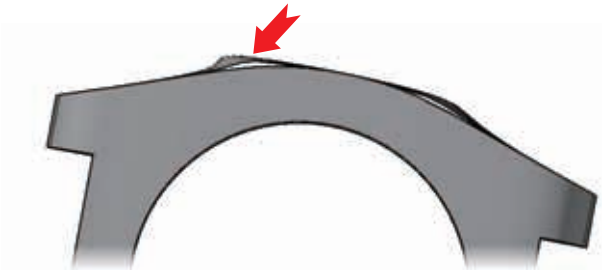
<4 つの制御点を選択して移動ギズモで移動させて膨らみを形成>

もう少し簡単に NURBS サーフェスの編集をおこなうこともできます。3DEDITBAR[制御点編集バー] コマンドを実行して NURBS サーフェス上の任意を指定すると、円、三角形、正方形の 3 つのグリップが表示されます。ギズモ操作に加えて、それぞれのグリップ操作で接線方向や尺度を変更することができます。



<制御点編集バーを使った NURBS サーフェスの編集>

NURBS サーフェスでは自動調整機能は常に無効です。 このため、自動調整が有効なプロシージャ サーフェスを NURBS サーフェスに変換した段階で、周囲のサーフェスとの関連性は失われてしまいます。サーフェス トリムを施したあとでの NURBS サーフェスへの変換には注意が必要です。また、NURBS サーフェスを制御点によって編集すると、隣接するサーフェスとの間に小さな隙間ができる可能性があります。

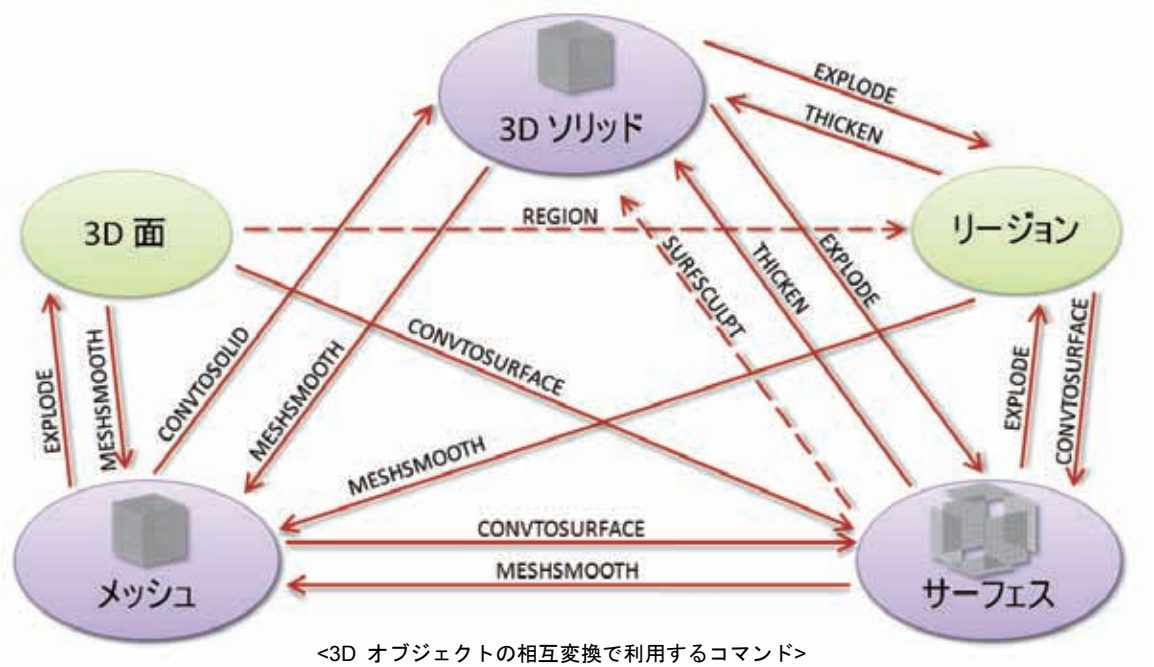


<NURBS サーフェス編集後の隙間>

3D オブジェクトの相互変換

3D ソリッドやメッシュ、サーフェスは、さまざまな方法で相互に変換することができます。メッシュを使ったモデリングで、ある程度の形状を整えてから、3D ソリッドに変換してブール演算で細部を成形したり、サーフェス モデリングで成形した形状を 3D ソリッド化して断面図を取得したりすることが可能です。

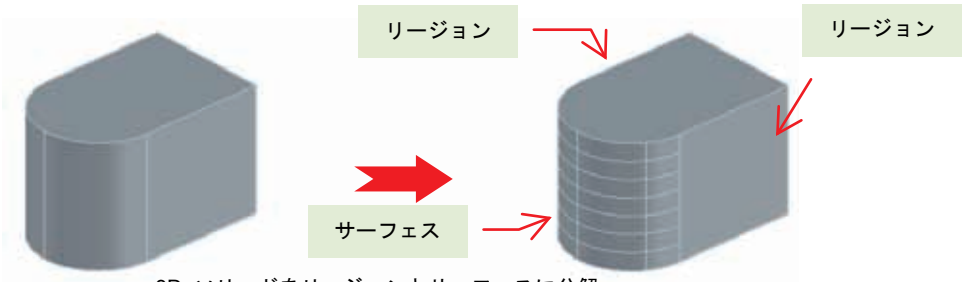
変換コマンドとは別に、3D オブジェクトを EXPLODE[分解] コマンドを使って、構成要素オブジェクトに分解することができます。この方法も、3D オブジェクトの変換です。次の図は、相互変換で利用することができるコマンドです。



<3D オブジェクトの相互変換で利用するコマンド>

3D ソリッドの分解

3D ソリッドを分解すると、周囲の外形が自動的に分割されて、曲面部分がサーフェスに、平面部分が **リージョン** に、それぞれ変換されます。

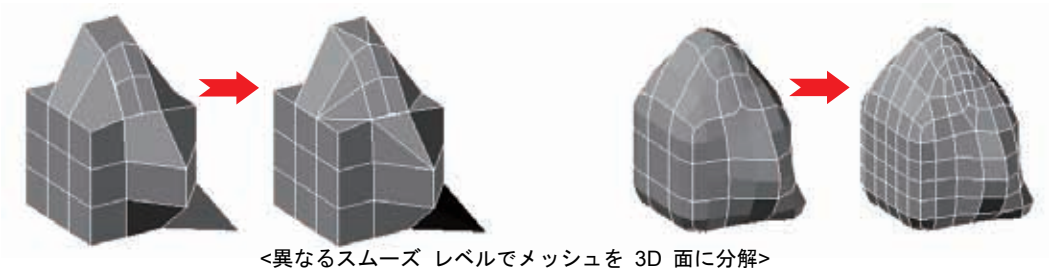


<3D ソリッドをリージョンとサーフェスに分解>

リージョンは、厚みを持たない 3D ソリッドのようなもので見た目はサーフェスに似ていますが、面積や図心といったマスプロパティ情報を持っています。マスプロパティ情報は、MASSPROP[マスプロパティ] コマンドで表示させることができます。また、同じ平面上のリージョン同士であればブール演算も可能です。リージョンを更に分解すると、外形をかたち作る線分、円弧、スプラインなどに分解されます。

メッシュの分解

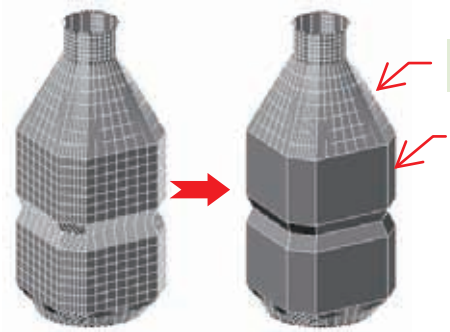
メッシュを分解すると、現在のスムーズレベルにあわせて、すべての面がばらばらの **3D 面** に分解されます。3D 面は、3DFACE[3D 面]で作成可能な平面です。スムーズレベル 2 以上で分解してしまうと、非常にたくさんの 3D 面が作成されてしまい、応答スピードの遅延など操作性に支障をきたすことがあります。また、滑らかなメッシュでも小さな 3D 面に分解されるので、近似形状にしかなり得ません。歪みのない平坦な 3D 面は、REGION[リージョン] コマンドでリージョンに変換できます。



<異なるスムーズ レベルでメッシュを 3D 面に分解>

サーフェスの分解

サーフェスは基本的に分解することはできません。ロフト サーフェスやスイープ サーフェスなど、複数の断面形状で構成されているサーフェスは、個別にリージョン（平面箇所）や更に小さいサーフェス（曲面箇所）に分解できることもあります。これ以上分解できない **基本サーフェス** と呼ばれるサーフェスを分解すると、外形線が線分、円弧、スプラインに分解されます。



<ロフトをリージョンと基本サーフェスに分解>

<基本サーフェスをスプラインに分解>

サーフェスとリージョンを 3D ソリッドに変換

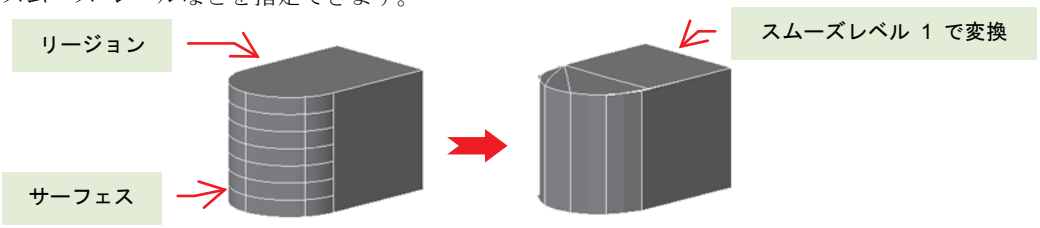
サーフェスとリージョンは厚みないオブジェクトですが、THICKEN[厚さ設定] コマンドで厚みを与えると、3D ソリッドに変換することができます。

厚みは数値で入力しますが、プラスの値を入力するとサーフェスの表方向（法線方向）の押し出された 3D ソリッドになります。マイナスの値を入力すると、サーフェスの裏方向に 3D ソリッドが作成されます。曲面を持つサーフェスの場合には、指定した厚みで自己交差が発生すると、3D ソリッドは生成されません。

<サーフェスに厚みを与える>

サーフェスとリージョンをメッシュに変換

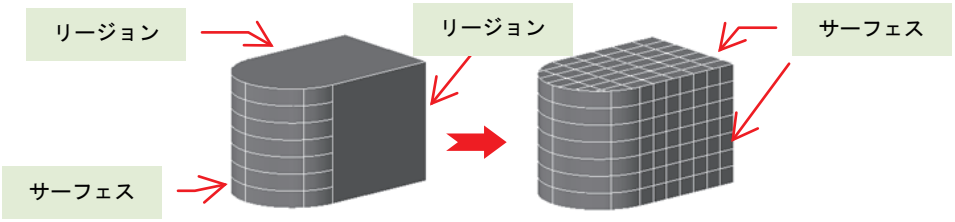
MESHSMOOTH[スムーズ オブジェクト変換] コマンドでサーフェスやリージョンを選択すると、メッシュに変換することができます。MESHOPTIONS[メッシュ分割オプション] コマンドでは、変換時の既定のスムーズ レベルなどを指定できます。



<サーフェスとリージョンをメッシュに変換>

リージョンをサーフェスに変換

CONVTOSURFACE[サーフェスに変換] コマンドで、リージョンを基本サーフェスに変換できます。

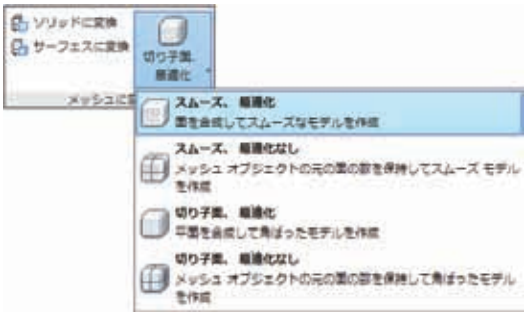


<リージョンをサーフェスに変換>

メッシュを 3D ソリッドに変換

メッシュ モデリングのあとでも、自己交差のないメッシュは、CONVTOSOLID[ソリッドに変換] コマンドで 3D ソリッドに変換できます。変換時には、SMOOTHMESHCONVERT システム変数の値によって、4 つの最適化レベルを事前に指定することができます。

この変更は、[メッシュ] リボン タブにある [メッシュに変換] リボン パネルから簡単にアクセスできます。



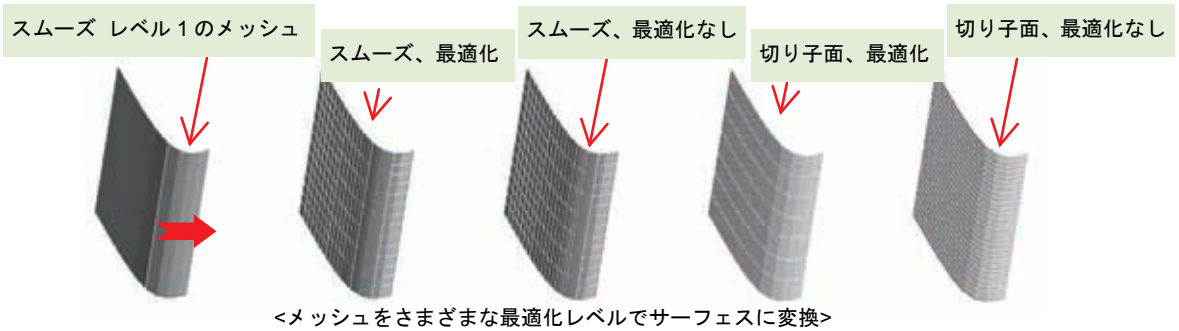
<[メッシュに変換] リボンパネル>

最適化レベルの指定は、おおきく スムーズ変換 と 切り子面変換 に分かれていています。スムーズ変換は、現在のスムーズレベルに関係なく、メッシュに滑らかさを与えて 3D ソリッド化します。また、切り子面変換は、現在のスムーズ レベルの状態で 3D ソリッド化します。

<メッシュをさまざまな最適化レベルで 3D ソリッドに変換>

メッシュをサーフェスに変換

メッシュから 3D ソリッドへ変換する最適化オプションを使って、メッシュをサーフェスに変換することができます。使用するコマンドは、CONVTOSURFACE[サーフェスに変換] コマンドです。自己交差があるメッシュは変換に失敗することがあります。



<メッシュをさまざまな最適化レベルでサーフェスに変換>

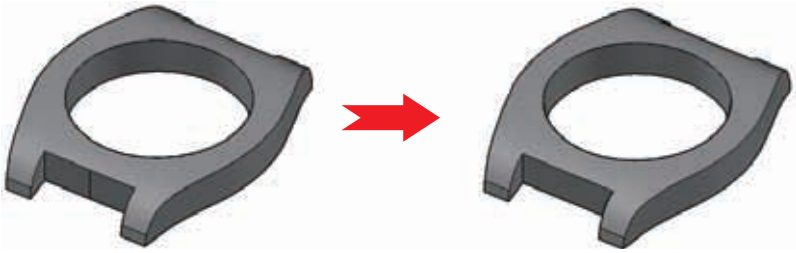
3D ソリッドをメッシュに変換

サーフェスやリージョンをメッシュに変換するために使用した MESHSMOOTH[スムーズ オブジェクト変換] コマンドは、3D ソリッドのメッシュ変換をおこなうこともできます。ただし、滑らかな形状を持つ 3D ソリッドのメッシュへの変換では、3D ソリッド時の滑らかさがスムーズレベル 0 の基準となるため、MESHOPTIONS[メッシュ分割オプション] コマンドで [メッシュの種類] を "四角形"、"三角形" にして変換すると、メッシュの分割数が多くなりすぎる傾向があります。また、"最適化スムーズメッシュ" を選択して変換しても、期待しない形状になることもあるので注意してください。

<3D ソリッドからのメッシュ変換で構成要素が増加してしまう例>

サーフェスに囲まれた領域を 3D ソリッドに変換

サーフェスによって囲まれた領域に隙間がなく、かつ、隣接するサーフェスの連続性が G0 （位置）の場合なら、SURFSCULPT[サーフェス スカルプ] コマンドを使って領域を 3D ソリッド化することができます。



<サーフェスに囲まれた領域を 3D ソリッド化>

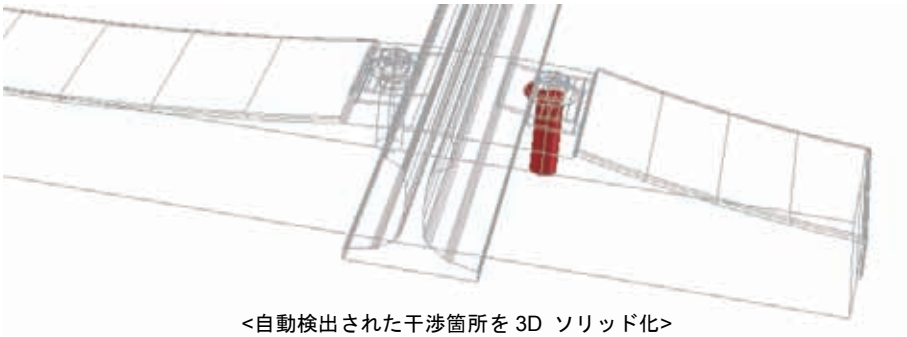
3D ソリッドの干渉チェック

モデリング中には、3D ソリッド同士が近接して接触してしまうケースがあります。設計上干渉が許されない場合には、干渉チェック機能を使って、事前に 3D ソリッド同士の干渉を確認できます。

一見して干渉していないように見えていても、干渉チェックで明確に接触を防止することができます。特にパース投影で作業していると、遠近感から干渉が判別しにくい場合もあります。

干渉チェックには、INTERFERE[干渉] コマンドを利用します。このコマンドでは、干渉部分を自動的に拡大して表示するだけでなく、干渉部分を新たな 3D ソリッドとして作成する機能も提供します。

<[干渉チェック] ダイアログ>



<自動検出された干渉箇所を 3D ソリッド化>

サーフェスの目視解析

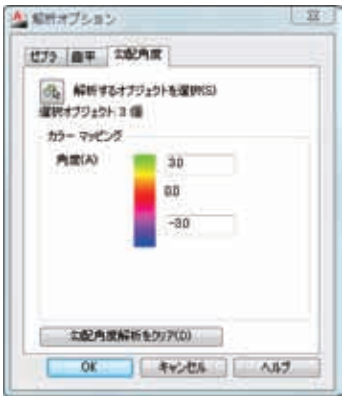
サーフェス モデリングを進めていく過程では、デザイン上、サーフェス間の接続性が重要になる場合があります。サーフェス解析ツールを使用すると、目視でサーフェスの接続状態を確認したり、アンダーカットになるマイナス勾配の箇所を確認したりすることができます。この解析ツールは、3D ソリッドに対しても有効です。なお、解析表示は、3D 表示スタイルでのみ表示されます。

ここで紹介する 3 つのコマンドは、[サーフェス] リボンタブの [解析] リボンパネルに配置されています。 ANALYSISOPTIONS[解析オプション] コマンドで表示される [解析オプション] ダイアログは、解析方法別に設定値をまとめて管理しています。解析表示の解除は、このダイアログのボタンでおこないます。

<[解析] リボンパネル>

<[ゼブラ] タブ>

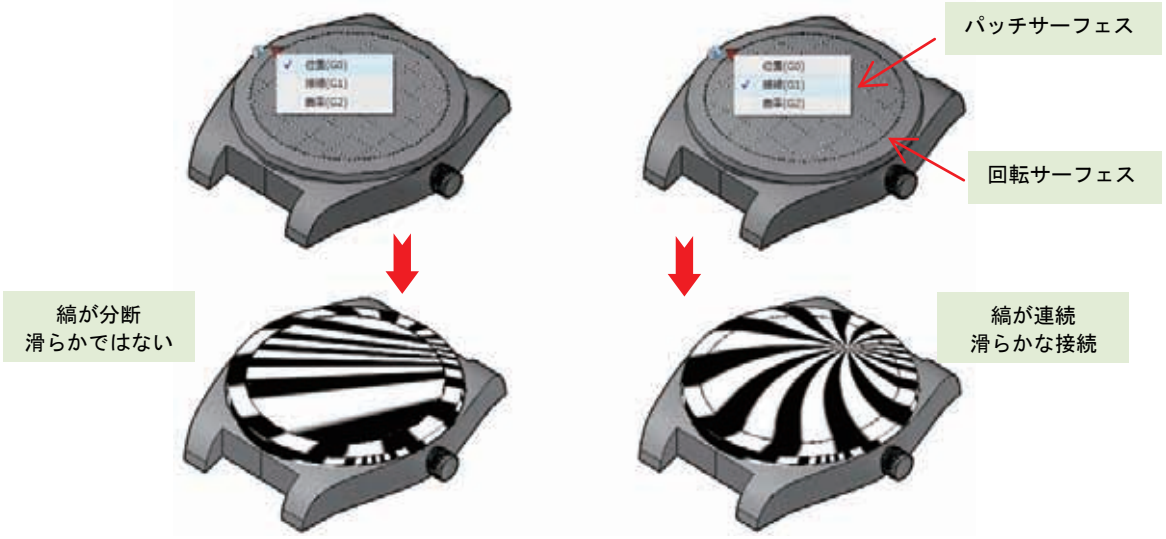
<[曲率] タブ>



<[勾配角度] タブ>

ゼブラ解析

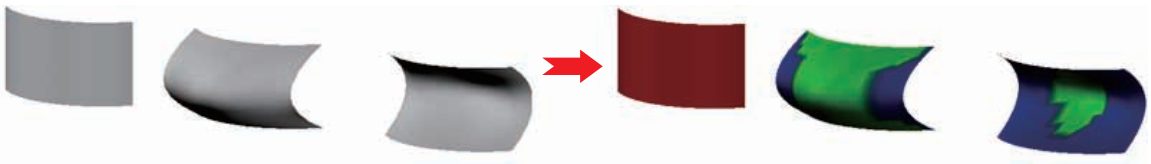
ANALYSISZEBRA[ゼブラ解析] コマンドで指定したサーフェスに、縞模様をマッピングして接続性を目視で確認します。次の図では、サーフェスでモデリングした回転サーフェスとパッチサーフェスの接続性を、ゼブラ解析で表示したものです。縞模様の流れで滑らかな接続かどうか判断できます。



<ゼブラ解析による G0（位置）と G1（接線）の差>

曲率解析

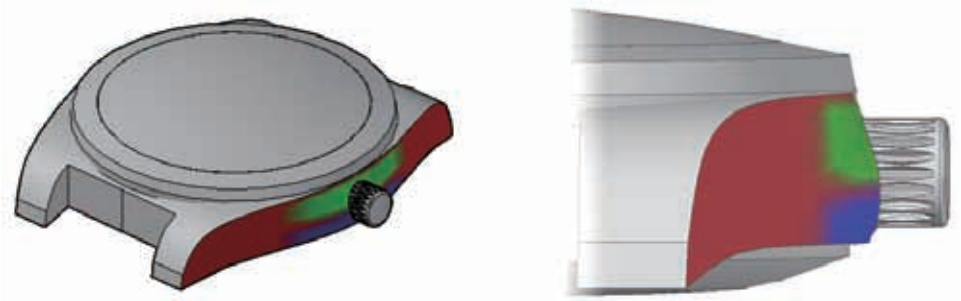
ANALYSISCURVATURE[曲率解析] コマンドでは、ガウスと呼ばれる値を使ってサーフェスの曲率をグラデーションで表現します。ガウス値は、プラス値が盛り上がった凸状、0 がいずれかの方向に平坦、マイナス値が凹状で、[解析オプション] ダイアログの [曲率] タブで指定した数値の色合いで表示されます。

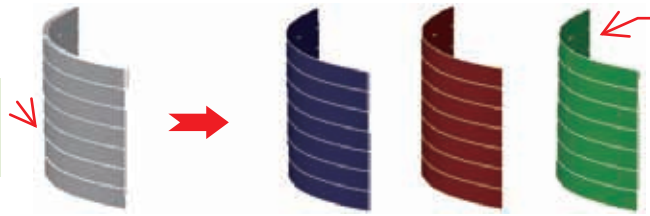


<さまざまな形状による曲率解析による表現>

勾配解析

ANALYSISDRAFT[勾配解析] コマンドでは、一般的に金型の設計において、モデルと型の抜き勾配によって十分な隙間があるかを調べるために利用されます。





<NURBS サーフェスの勾配解析による表現>

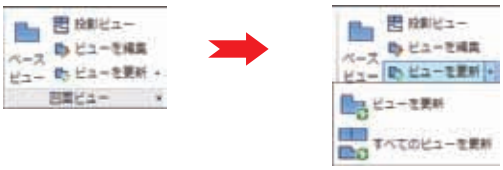
3D モデルの 2D 図面化

3D ソリッド、メッシュ、サーフェスで作成した 3D モデルを無駄にすることなく、プレゼンテーション用や試作検討用などの目的で 2D 図面を作成することができます。AutoCAD では、3D モデルを 2D 図面として表現するために、数種類の方法を提供しています。いずれの場合でも、モデル空間内の 3D モデルの情報をそのまま投影しているので、3D モデルの形状変更が自動的に 2D 図面に反映させて、常に間違いのない最新版の 2D 図面を得ることができます。

図面ビューを使った 2D 図面

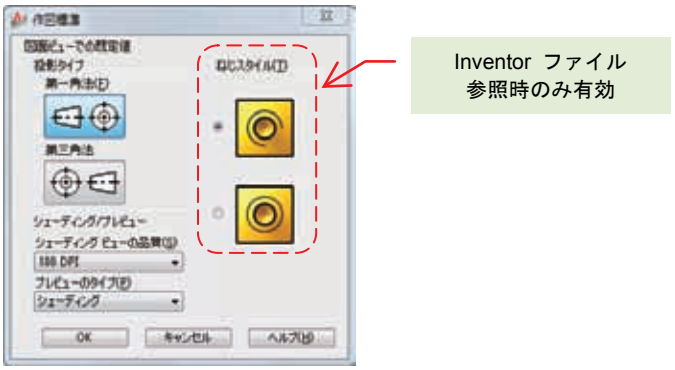
AutoCAD 2012 で新しく導入された 2D 図面の作成方法です。従来のレイアウト ビューポートを使った方法とは異なり、**図面ビュー** と呼ばれるオブジェクトを使って 3D モデルを投影図として 2D 図面化します。事前にレイアウト上にビューポートを作成しておく必要はありません。配置した投影ビューには、もちろん、同じレイアウト上で寸法などの注釈を追記することもできます。

利用可能なコマンドは、[図面ビュー] リボンパネルに配置されています。



<[図面ビュー] リボンパネル>

投影方法は、あらかじめ VIEWSTD[ビュー標準設定] コマンドで指定しておきます。[作図標準] ダイアログでは、投影方法の他に [ねじスタイル] の設定項目がありますが、この設定は Inventor ファイルから投影図を作成した場合にのみ有効です。Inventor からの投影図作成については、後で紹介します。



<VIEWSTD[ビュー標準設定] コマンドで表示される[作図標準] ダイアログ>

ベース ビューの作成

モデル空間に 3D ソリッドやサーフェスで構成された 3D オブジェクトが含まれている状態で、レイアウト上から VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドを実行すると、ベースビューと呼ばれる投影図をレイアウトに配置することができます。この際には、メッシュ オブジェクトは投影対象にならないので、事前に 3D ソリッドかサーフェスに変換しておく必要があります。

VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドの実行中には、作成するベースビューの投影方向、投影スタイル、配置尺度などを指定するコンテキスト リボン タブが表示されます。 これらの設定は、ベースビューの配置後にも変更することができます。

<VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドの実行中のコンテキスト リボン タブ>

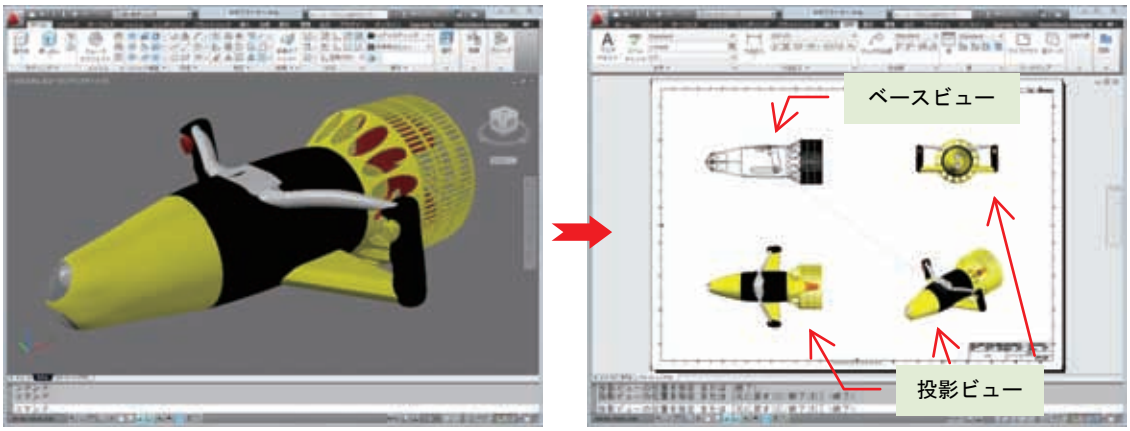
配置した尺度がコンテキスト リボン タブの [外観] リボン パネルに存在しない場合は、SCALELISTEDIT[尺度リスト編集] コマンドで [図面尺度を編集]ダイアログを表示させて、任意尺度を追加することができます。

<[図面尺度を編集]ダイアログでの尺度追加と反映されたベース ビュー挿入時の尺度>

投影 ビューの作成

VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドでベースビューを配置した直後には、そのまま投影ビューを配置することができます。また、一旦、VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドを終了した後でもVIEWPROJ[投影ビュー作成] コマンドを実行して、投影ビューの配置を開始することもできます。

投影ビューの作成時にはベースビューに設定されている投影スタイル、配置尺度などが継承されるので、投影ビュー作成の前に必ずベースビューが配置されている必要があります。配置では、ベースビューの周囲で配置点を指示するだけで、ベースビューからの角度を検出して投影方向が決定されます。

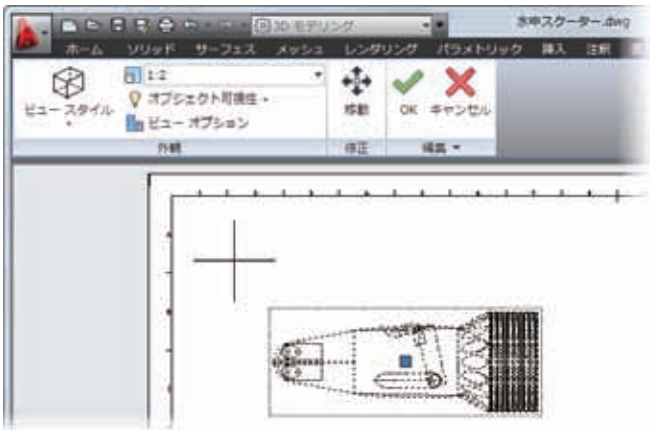


<モデル空間の 3D モデル（左）と配置中の投影ビュー（右）>

ベースビューや投影ビューを配置すると、陰線部分などを区別するために "隠線処理"、"可視"、"狭い隠線"、"狭い可視" という名前の画層が自動的に作成されます。この画層の作成を無効にすることはできません。

ベース ビューと投影 ビューの編集

ベースビューや投影ビューの配置後に配置位置や尺度などを変更したい場合には、そのビューをダブルクリックするか、VIEWEDIT[ビュー編集] コマンドでビューを選択して、編集用のコンテキスト リボン タブを表示させてください。コンテキスト リボン タブに表示された各種の値を修正して、[編集] リボン パネルの [OK] ボタンをクリックすると、各ビューに変更が反映されます。

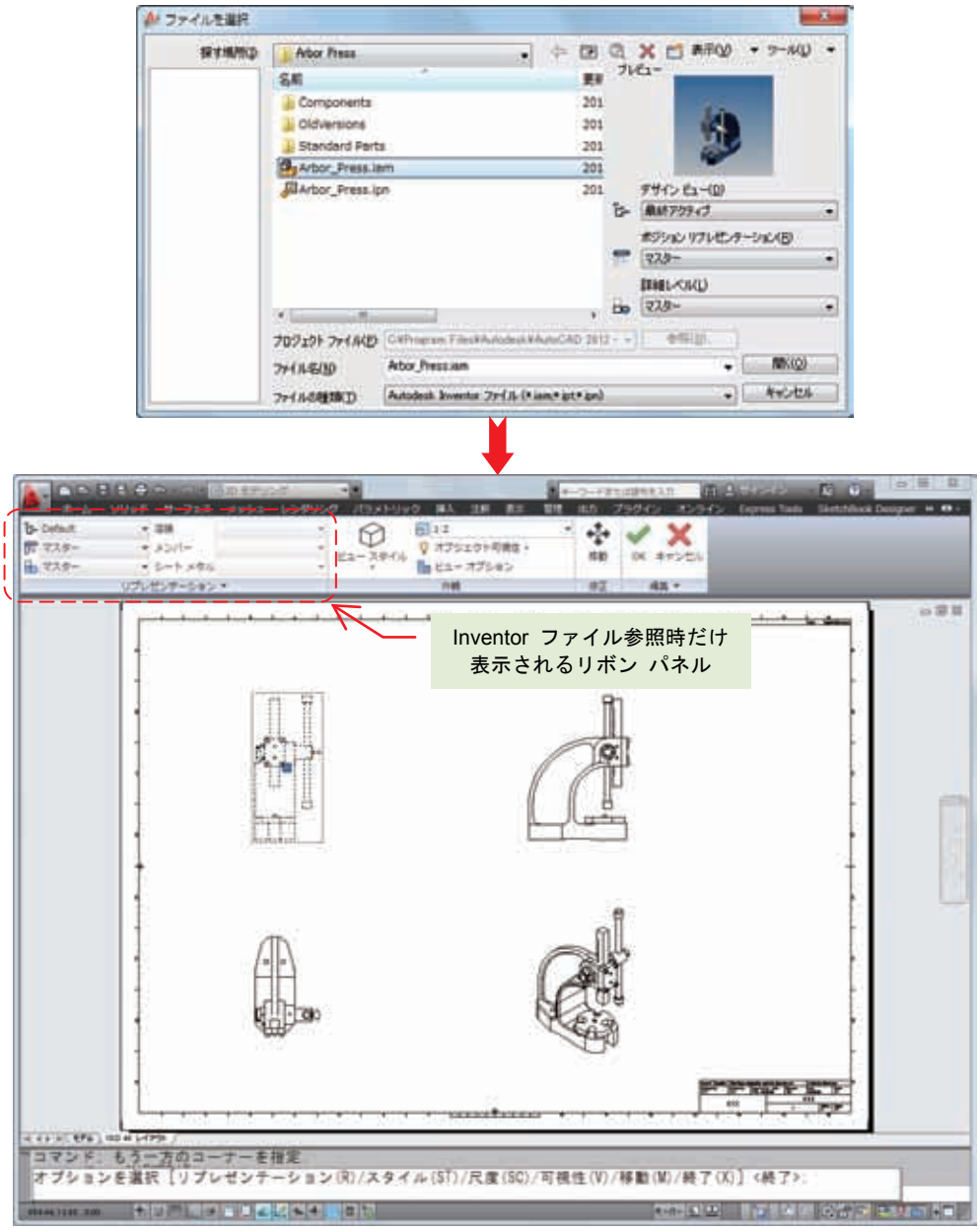


<ベースビューをダブルクリックして編集中のコンテキスト リボン タブ>

Inventor モデルの参照

モデル空間に 3D ソリッドやサーフェスが全く存在しない状態で VIEWBASE[ベース ビュー作成] コマンドを実行すると、AutoCAD は Inventor ファイルを参照してベースビューを作成しようとします。つまり、AutoCAD で作成した 3D モデルだけではなく、Inventor で作成した 3D モデルを AutoCAD で直接参照して 2D 図面化することができます。

このとき、Inventor で作成した パーツ ファイル（*.ipt）、アセンブリ ファイル（*.iam）、プレゼンテーション ファイル（*.ipn）を指定することが可能です。ベースビューと投影ビューの配置操作や変更操作は、AutoCAD の 3D モデルの 2D 図面化と同様です。



<Inventor アセンブリを参照して作成したビュー>

ベース ビューと投影 ビューの更新

モデル空間の 3D モデルを変更した後で、その 3D モデルを参照したベースビューや投影ビューが配置されたレイアウトに表示を切り替えると、AutoCAD ウィンドウ右下のステータスバーに変更を通知するバルーンが表示されます。

<モデル空間の 3D モデルの変更を通知>

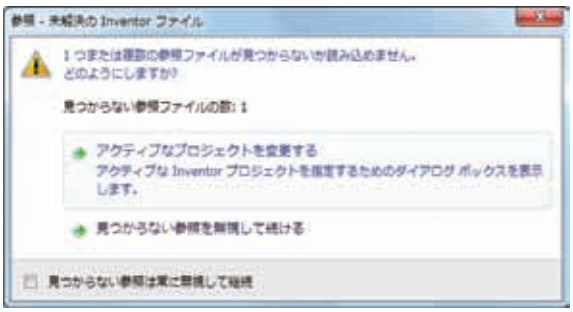
通知バルーンには、配置したビューの内容を更新する青いリンク文字が表示されるので、クリックしてすべての投影ビューを一度に更新できます。ビュー内容の更新は、VIEWUPDATE[ビュー更新] コマンドを使って手動で実行することもできます。

レイアウトに配置したベースビューや投影ビューに自動調整寸法を作図していた場合、自動調整機能が正しく機能しない場合があります。そのような場合には、再度寸法参照点を指定する必要があります。

ベースビューや投影ビューの参照元になっている 3D モデルを削除した場合は、ベースビューや投影ビューは自動的に削除されないので注意してください。赤く四角い枠だけが表示されたままになるので、この枠は手動で削除してください。

<参照先の 3D モデルが削除されたビュー>

Inventor ファイルからビューを参照していて、対象ファイルが見つからない場合には、参照を解決するよう Inventor のプロジェクト ファイルを指定するように求められます。

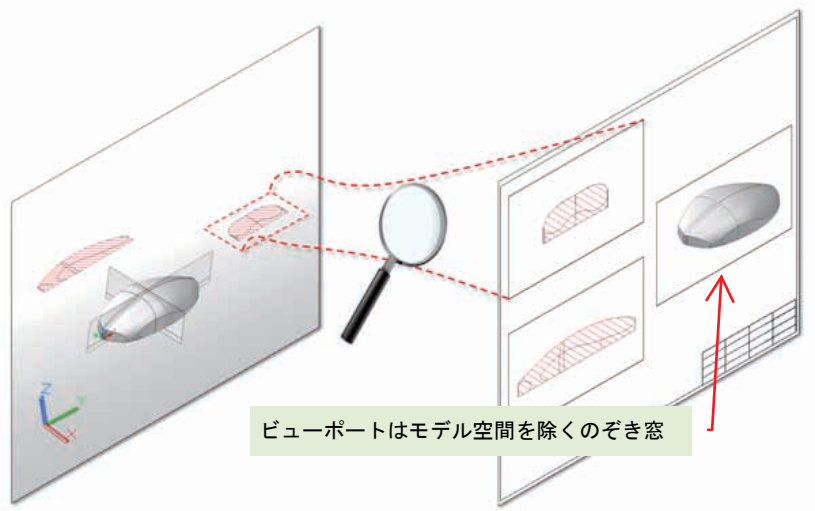


<参照先の Inventor ファイルが見つからない場合>

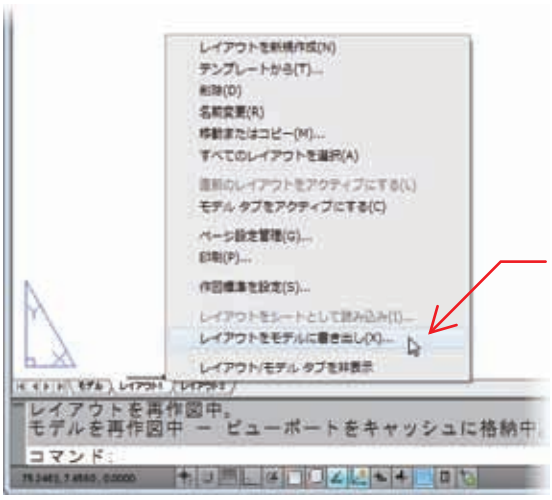
ビューポートを使った 2D 図面

AutoCAD には、3D オブジェクトをモデリングするモデル空間とは別に、レイアウト（ペーパー空間）が用意されています。このレイアウト（ペーパー空間）上に、モデル空間を表示する複数のビューポートを配置すると、より柔軟に 2D 図面を作成することができます。

ビューポートを使うと、モデル空間の状態をさまざまな視点で表示することができるので、3D モデルそのものを直接あらゆる角度で表示したり、3D モデルから作成した 2D 投影図を表示したりして、2D 図面を構成することができます。この方法では、**図面ビュー** オブジェクトを使った方法では表現できない断面図の作成など、2D 図面の作成を支援する機能を利用することができます。



AutoCAD では紙の印刷イメージをレイアウト（ペーパー空間）で用意します。ただ、レイアウトを持たない他の CAD ソフトウェアとデータ交換することを考慮して、意図的にモデル空間だけを利用する運用も見受けられます。そのような運用には、レイアウト上のオブジェクトを、新規図面のモデル空間に転写する EXPORTLAYOUT[レイアウト-モデル変換] コマンドをお勧めします。ビューポートで投影図化したモデル空間図形を表示していれば、オブジェクトの表示状態をそのままモデル空間に転写できます。メッシュを除く 3D オブジェクトは、3D のまま転写されるので注意が必要です。メッシュは転写の対象外です。



EXPORTLAYOUT[レイアウト-モデル変換] コマンドはレイアウトを表示している時にだけ実行可能なコマンドです

<レイアウト タブ上で EXPORTLAYOUT[レイアウト-モデル変換] コマンドを呼び出し>

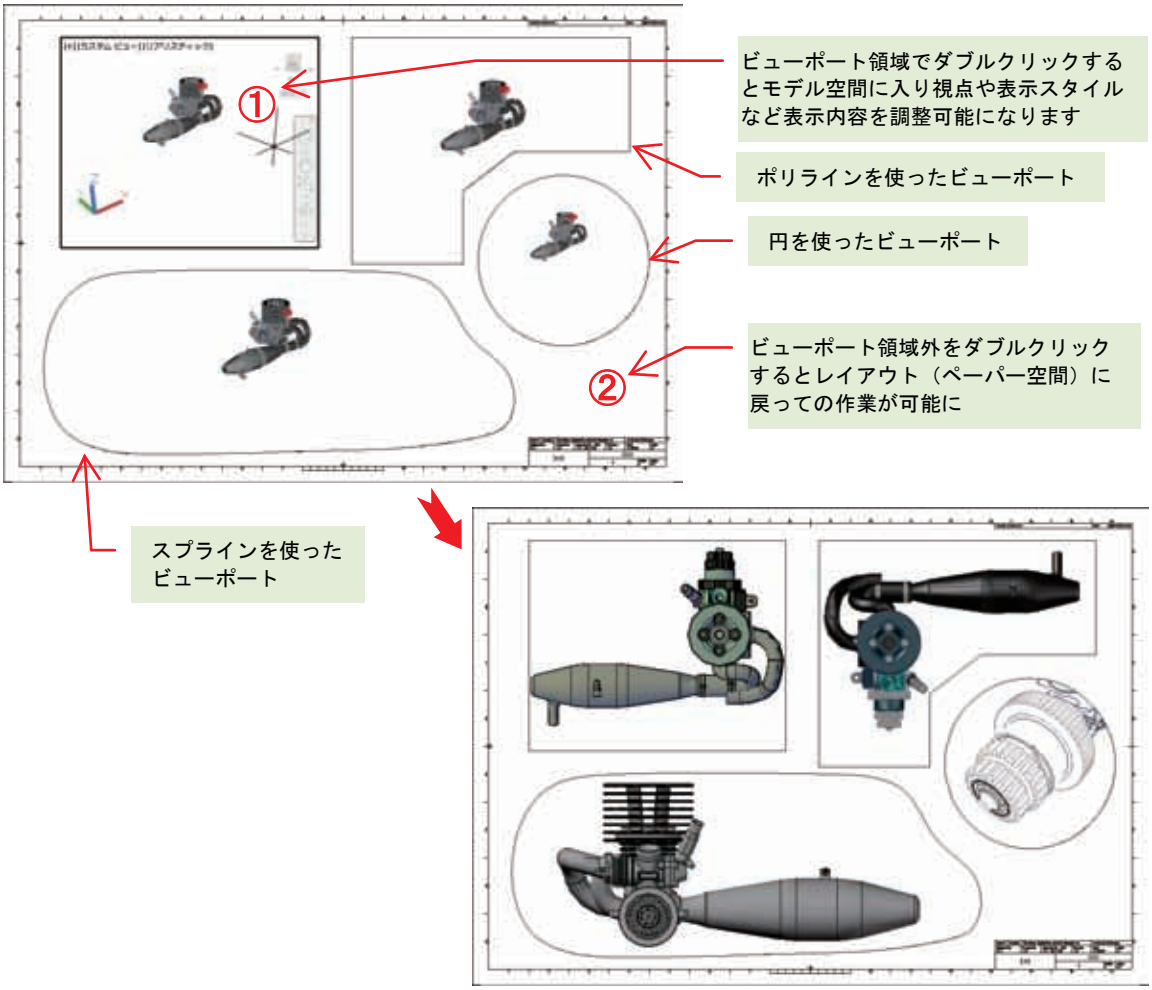
レイアウト上でのビューポート作成

レイアウト上にビューポートを作成するには、通常、VPORTS[ビューポート管理] コマンドを利用します。また、旧バージョンで用意されていた MVIEW[浮動ビューポート管理] コマンドでも同じ操作を実現できます。ビューポートの形状は、矩形形状や多角形形状だけでなく、レイアウト上にあらかじめ作図した円やスプラインなどの曲線を使ったビューポートを作成することができます。

ビューポートの作成で利用するコマンドは、[ビューポート] リボンパネルに配置されています。

<[ビューポート] リボンパネル>

ビューポート作成直後には、モデル空間上の状態がすべてのビューポート内に同じように表示されるはずです。ビューポート内の表示内容を変更するには、それぞれのビューポート領域をダブルクリックして、レイアウト上でモデル空間に入ります。



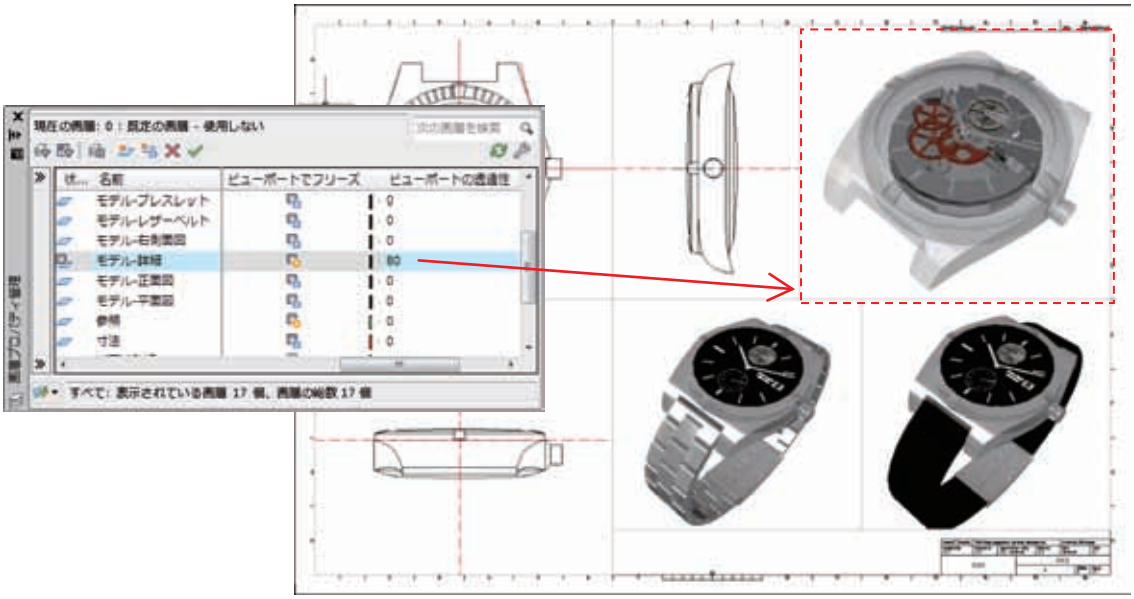
<ビューポートの調整手順と調整後のレイアウト>

3D モデルをビューポートに表示

モデル空間上の 3D ソリッドを、そのままビューポート内に表示する方法です。レイアウトに配置したビューポートをダブルクリックしてモデル空間に入り（MSPACE[モデル空間] コマンド）、通常の視点変更操作で表示したい箇所に位置合わせしてレイアウトに戻れば（PSPACE[ペーパー空間]）、そのまま 2D 図面として利用することができます。ここでは、単に ビューポートに 3D モデルを表示するだけではなく、表示効果を与える機能を紹介します。

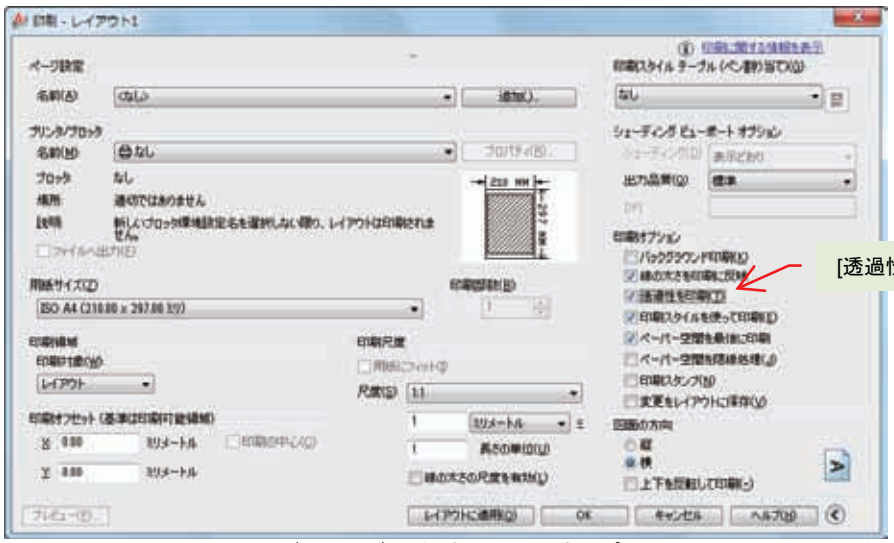
透過性を使用する

[画層プロパティ管理] パレットでは、ByLayer の透過性とは別にビューポート毎に透過性を指定することができます。これによって、レイアウト上のビューポート毎に異なった図面表現が可能になります。



<ビューポート毎に画層のフリーズと透過性を指定したレイアウト>

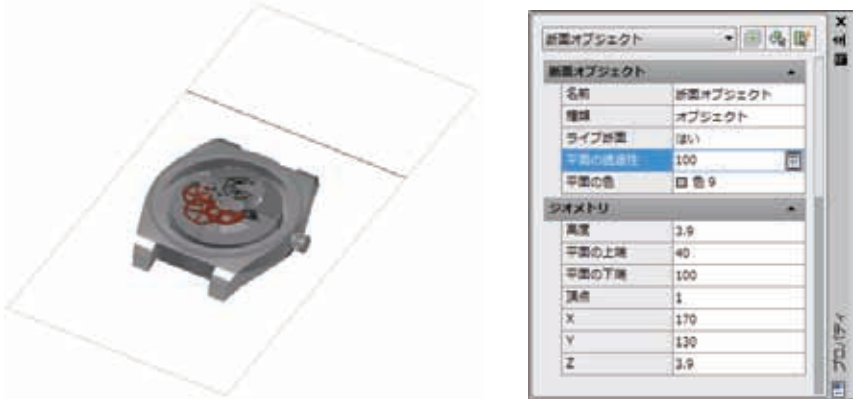
透過性の状態は、印刷時に指定することで、透過性を維持したまま印刷することもできます。



<[印刷] ダイアログと透過性の印刷設定オプション>

断面透過性との併用

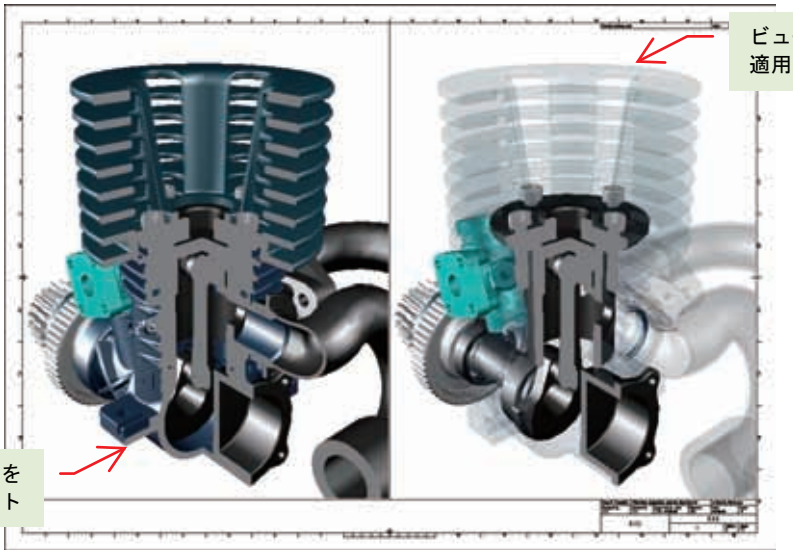
SECTIONPLANE[断面オブジェクト] コマンドで作成される断面オブジェクトも、[プロパティ] パレットで色や透過性を変更したり、位置を微調整したりすることができます。断面オブジェクトの [平面の透過性] 項目に指定できるのは、0 から 100 までの値です。100 を設定すると完全に透明になるので、ライブ断面を有効にすると断面オブジェクトを意識せずに 3D 断面を表示させることが可能です。



<透過性を 100 に設定した断面オブジェクトのプロパティ>

<位置を微調整して得られたライブ断面>

断面オブジェクト自身を特定の画層を設定して、その画層の表示をオフにすることで、画面上から断面オブジェクトの表示を完全に消すこともできます。ビューポート毎に画層の透過性を使用すると、より効果的なプレゼンテーション図面に仕上げられます。



<断面オブジェクトと透過性を使ったビューポート>

3D モデルを 2D 化してビューポートに表示

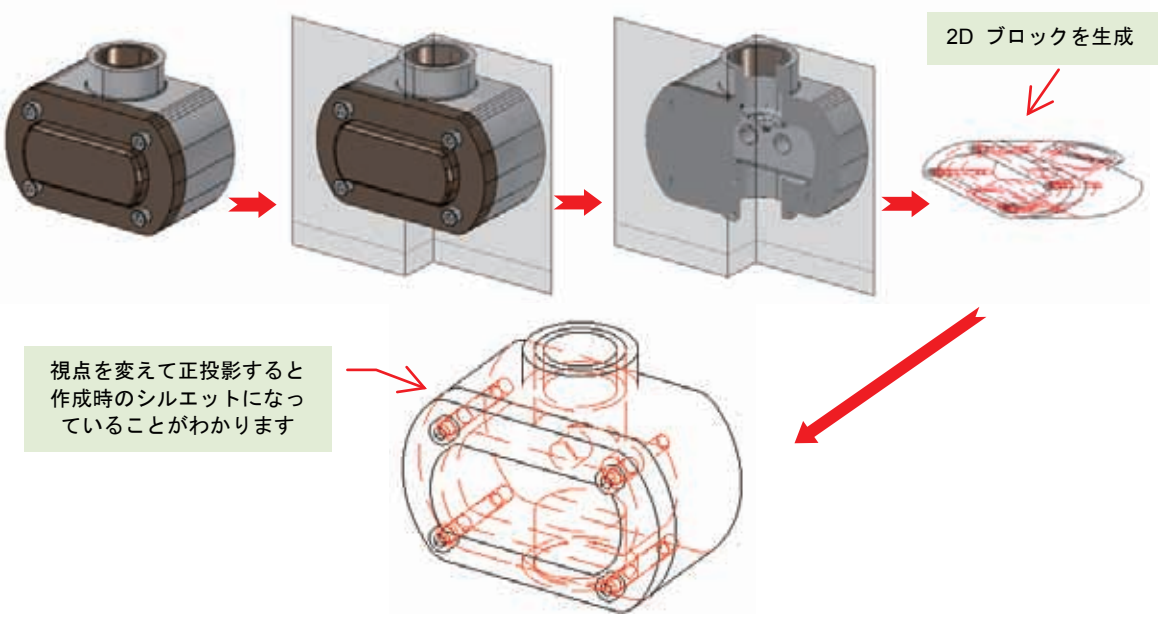
モデル空間上の 3D ソリッドを直接ビューポート内に表示するのではなく、3D ソリッドから 2D 投影した断面形状や外形をモデル空間の XY 平面に作成して、その形状をレイアウト上のビューポートに表示する方法があります。ここでは、外形投影図と断面投影図の作成方法を紹介します。

利用可能なコマンドは、[断面] リボンパネルに配置されています。

<[断面] リボンパネル>

外形投影図の作成

FLATSHOT[フラットショット] コマンドを使うと、現在の視点で見た 3D モデルのシルエットを、平面に投影した 2D のブロックとして配置できます。作成されたブロックを XY 平面の上面からの視点で見れば、ちょうど等角図視点で見た 3D オブジェクトと同じ“見た目”を得ることができます。

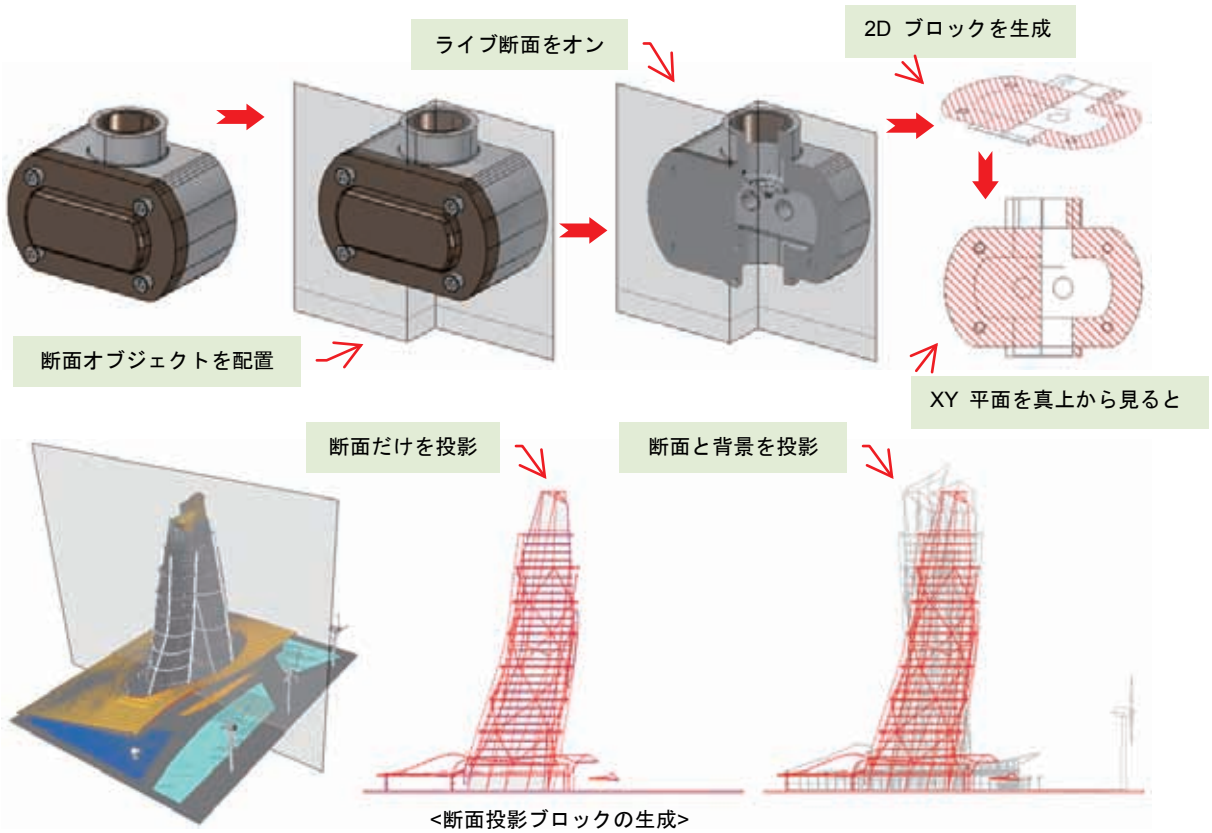


<外形投影ブロックの生成>

断面投影図の作成

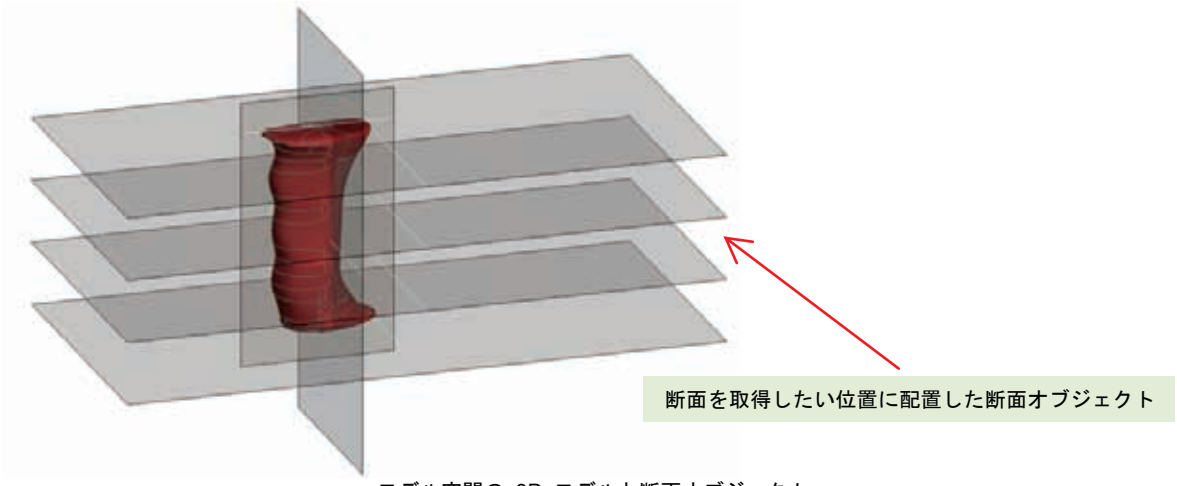
SECTIONPLANE[断面オブジェクト] コマンドを利用すると、3D モデルに任意の箇所に断面オブジェクトを配置して、3D で断面形状を目視確認したり、断面投影図を 2D のブロックとして配置したりすることができます。

断面投影図を作成する際には、切断部分に配置するハッチング パターン、線種や表示色、背景や陰線の非表示指定など、断面図の詳細を指定することが可能です。また、指定する断面オブジェクトは単なる平面ではなく、折り曲げをつけて指定できるので機械図面にも有効です。

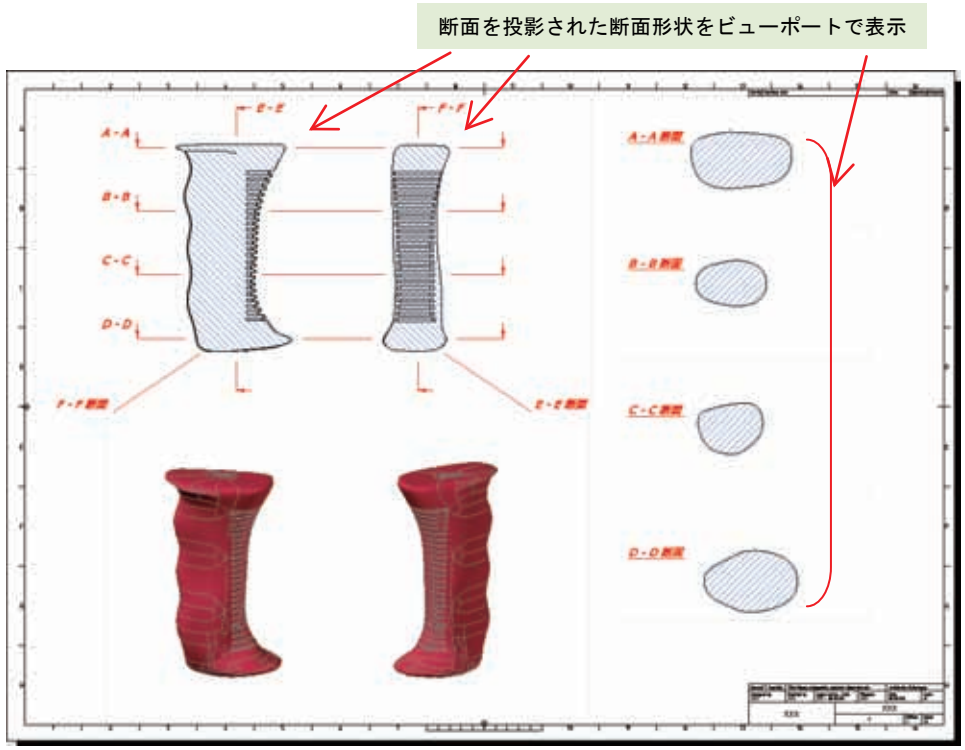


<断面投影ブロックの生成>

断面オブジェクトは複数設定することができるので、ユーザ座標系の変更も組み合わせ使用すると 3D モデルについて、複数の断面投影図を作成することができます。配置した断面オブジェクトをレイアウト上のビューポートで表示することで、2D 図面を仕上げることができます。



<モデル空間の 3D モデルと断面オブジェクト>

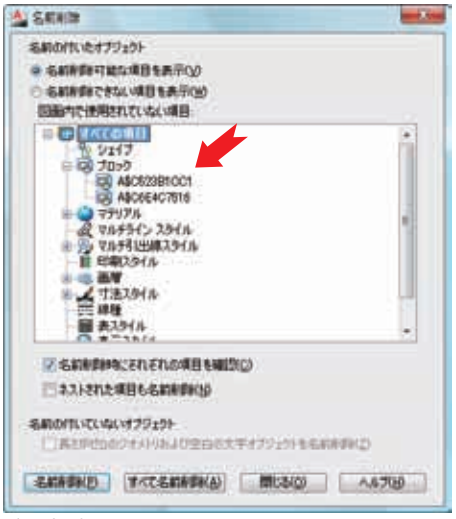


<レイアウト（ペーパー空間）>

断面投影図や外形投影図として生成されたブロックには、AutoCAD が自動的に登録したブロックが使用されます（通称「名前のないブロック」）。このブロックを分解したり削除したりすると、配置されるブロック参照は画面から除去されますが、ブロック定義は図面に残り続けます。

利用しないブロック定義が増えていくと、図面ファイルのサイズが大きくなるなどの問題が発生します。断面位置を少しずつ移動させて断面投影図を何度も生成しなおしていくと、気がつかないうちに不要なブロック定義が増加する一因になります。このような場面では、PURGE[名前削除]コマンドを使って、不要なブロック定義を削除してください。

SECTIONPLANE[断面オブジェクト] コマンドと FLATSHOT[フラットショット] コマンドで作成したブロック定義や一般の不要なブロック定義を削除します



<不要なブロック定義の削除>

3D データ流用と高度なモデリング

ここまで紹介してきた他にも、AutoCAD の 3D 機能には多様なものがあります。作成した 3D モデルからパスやガイドとなる外形形状を取り出して別のモデリングに応用したり、2D パラメトリック（幾何拘束、寸法拘束）を併用してサイズ変更可能なモデルを構築したりすることもできます。

他社 CAD のデータ ファイルから直接 3D モデルを変換して読み込むだけでなく、新たに同梱された Inventor Fusion を使って部分的に **フィーチャ編集** することも可能です。

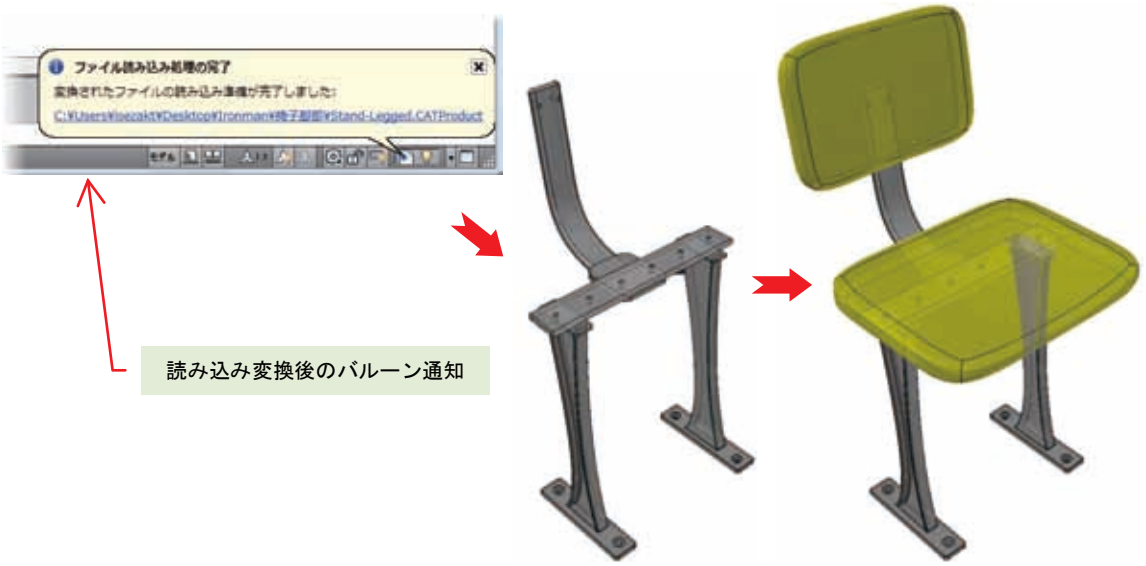
さまざまな 3D CAD データの読み込み

AutoCAD の IMPORT[読み込み] コマンドを利用すると、オートデスク製品以外の 3D CAD ソフトウェアで作成した 3D データ ファイルを読み込んで、3D モデルをモデル空間に挿入することができます。読み込み可能なファイルの種類は次のとおりです。

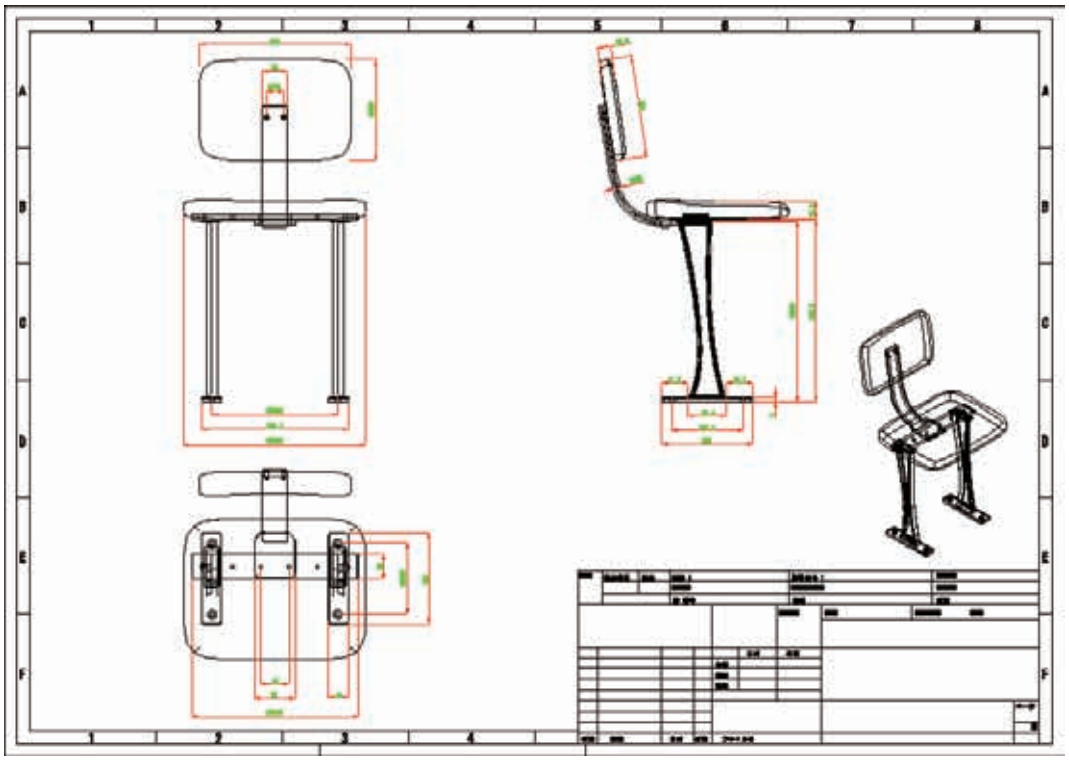
3D Studio (*.3ds)	3D Studio ファイル
ACIS (*.sat)	ACIS ソリッド オブジェクト ファイル
CATIA V4 (*.model; *.session; *.exp; *.dlv3)	CATIA® V4 モデル、セッション、エクスポート ファイル
CATIA V5 (*.CATPart; *.CATProduct)	CATIA® V5 パーツおよびアセンブリ ファイル
FBX ファイル(*.fbx)	Autodesk® FBX ファイル
IGES (*.igs; *.iges)	IGES ファイル
JT (*.jt)	JT ファイル
メタファイル (*.wmf)	Microsoft Windows® メタファイル
MicroStation DGN (*.dgn)	MicroStation DGN ファイル
Parasolid binary (*.x_b)	Parasolid バイナリ ファイル
Parasolid text (*.x_t)	Parasolid テキスト ファイル
Pro/ENGINEER (*.prt*; *.asm*)	Pro/ENGINEER® パーツおよびアセンブリ ファイル
Pro/ENGINEER Granite (*.g)	Pro/ENGINEER によって生成された Granite ファイル
Pro/ENGINEER Neutral (*.neu)	Pro/ENGINEER によって生成された Granite ニュートラル ファイル
Rhino (*.3dm)	Rhinoceros® モデル ファイル
SolidWorks (*.prt; *.sldprt; *.asm; *.sldasm)	SolidWorks® パーツおよびアセンブリ ファイル
STEP (*.ste; *.stp; *.step)	STEP ファイル

読み込むデータ ファイルの種類にもよりますが、変換されてモデル空間に配置される 3D モデルは、原点付近にブロック参照として挿入されます。適宜、EXPLODE[分解] コマンドで分解することで、要素となっている 3D ソリッドやサーフェスを取り出すことができます。ただし、これらのオブジェクトには履歴情報がない状態なので、グリップ操作や [プロパティ] パレットを使った編集ができません。この場面では、3D ソリッドやサーフェスに分解できた時点で、後述する Inventor Fusion を使って、他社 CAD データを直接フィーチャ編集することができるようになります。

モデル空間に読み込んだ 3D モデルは、AutoCAD で作成した 3D モデルと同じように、レイアウト（ペーパー空間）で 2D 図面化することができます。また、必要に応じて、AutoCAD で 3D オブジェクトを追加するなどして、3D モデルを流用設計で利用することも可能です。



<読み込んだ CATIA データ（中）と追加した AutoCAD で座面・背面（右）>



<流用した CATIA データから図面ビューを使って作成したレイアウト>

Inventor Fusion を使った編集

AutoCAD 2012 の単体パッケージや Autodesk Design Suite には、Autodesk Inventor Fusion 2012 と呼ばれる **フィーチャ ベース モデラ** と、Autodesk Inventor Fusion plug-in for AutoCAD 2012 という AutoCAD 用のアドオン モジュールが同梱されています。

Autodesk Inventor Fusion 2012 は AutoCAD 2012 に付随する位置づけの製品なので、製品単体でのアクティベーションは必要ありません。

AutoCAD 2012 がインストールされた環境に、Inventor Fusion と Inventor Fusion plug-in for AutoCAD をインストールすると、AutoCAD と Inventor Fusion を自動連携させた 3D モデリングが可能になります。なお、Autodesk Inventor とは異なり、Inventor Fusion で作成した 3D モデルは DWG ファイルでしか保存することができません。

<AutoCAD 2012 のインストール画面>

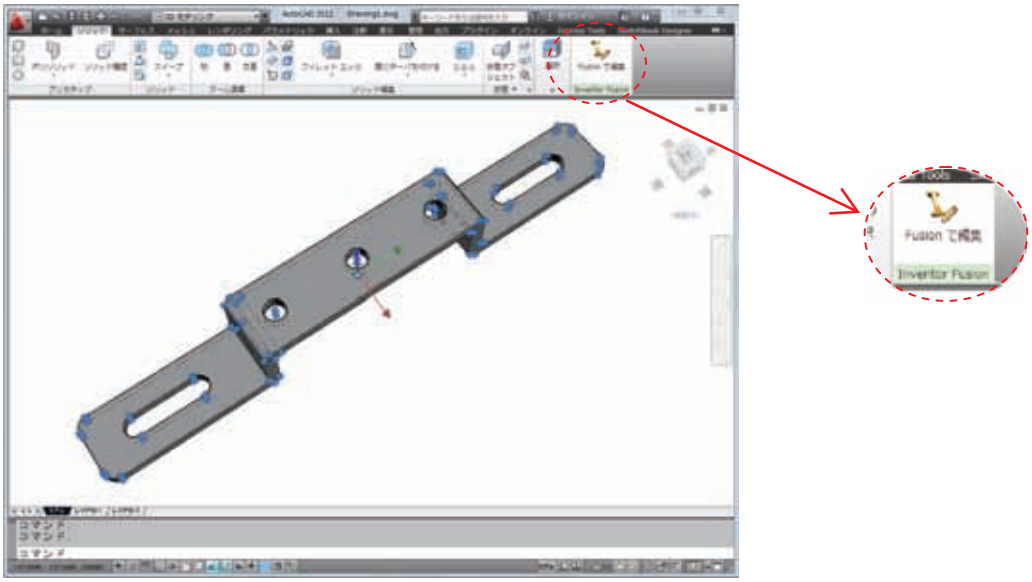
<読み込んだ治具モデル>

たとえば、他社 CAD の 3D データを AutoCAD に読み込んで、3D ソリッドに分解したと仮定します。

この 3D モデルは治具で、AutoCAD 上でこの治具を流用しながら新たにコンセプト モデルを作成する、といった場面を想定します。また、治具自体のサイズや穴の数を変更しなければならなくなったとします。もちろん、AutoCAD ではブール演算を繰り返して作成した 3D ソリッドのサイズを変えることはできませんし、「穴の数を減らす」といった 3D オブジェクトに意味を持たせた編集は出来ません。

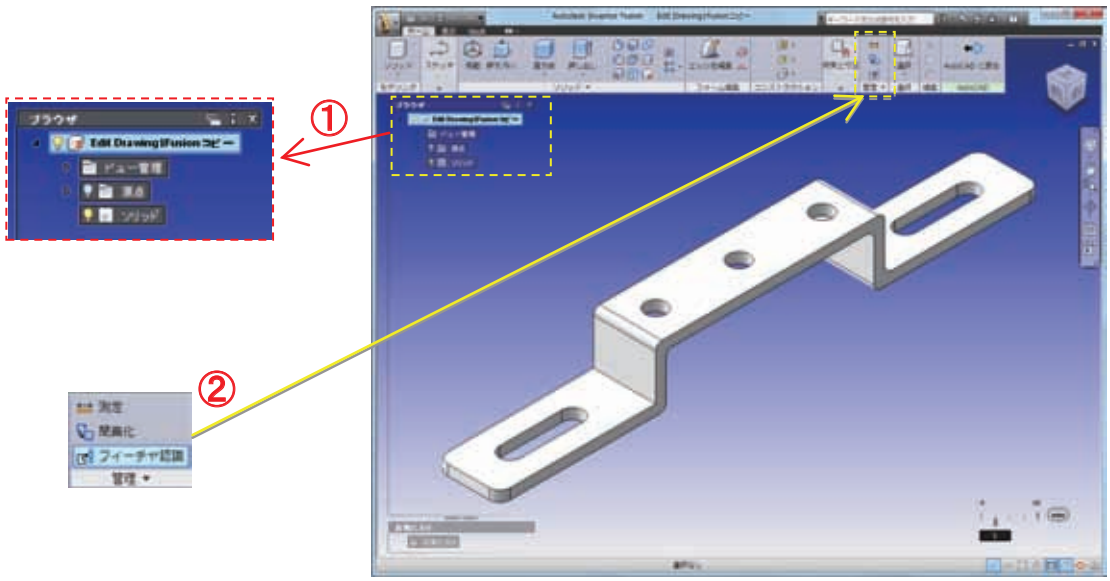
もし、編集対象が 3D ソリッドやサーフェスであれば、ここで Inventor Fusion にモデリングを手渡して編集することで、期待した結果を得ることができます。

AutoCAD 上で 3D ソリッドかサーフェスを選択すると、[Inventor Fusion] と書かれたコンテキスト リボン パネルが表示されます。



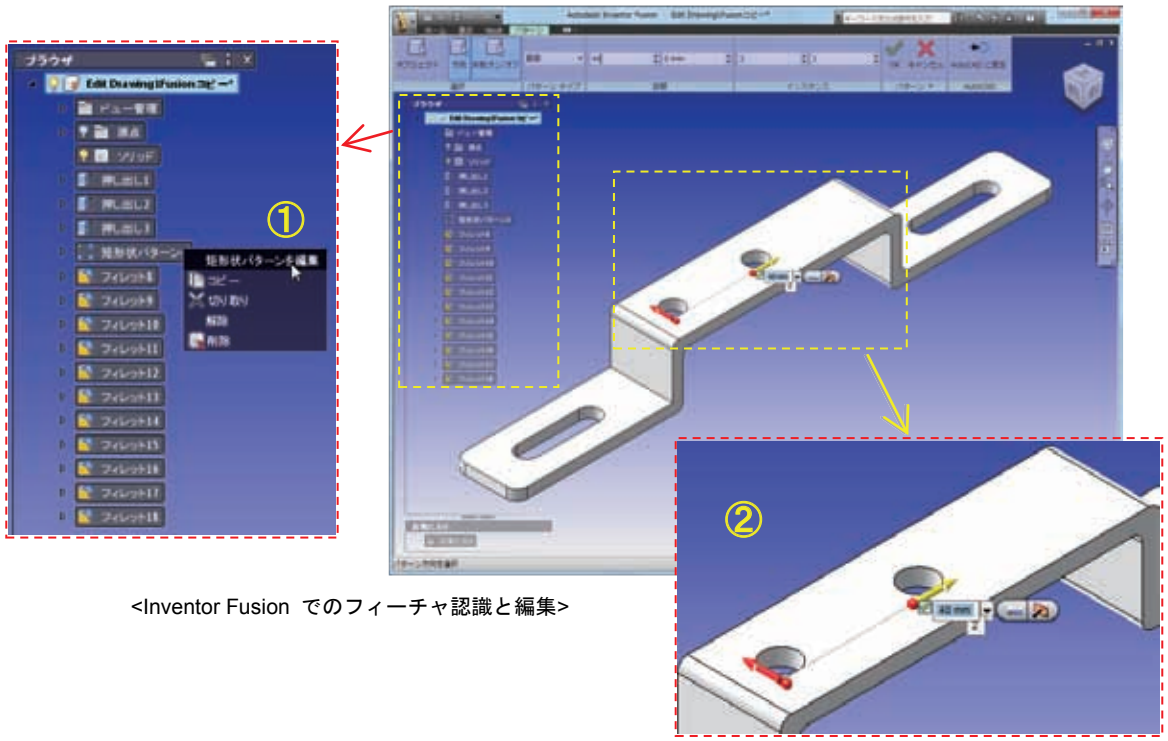
<3D ソリッド、サーフェス選択時に表示される [Inventor Fusion] リボン パネル>

この状態で [Fusion で編集] ボタンをクリックすると、Inventor Fusion が自動的に起動して、選択された 3D オブジェクトが Inventor Fusion の画面に表示されます。ここで、画面左側の [ブラウザ] を確認すると、Inventor Fusion が認識しているオブジェクトの状態を把握することができます。



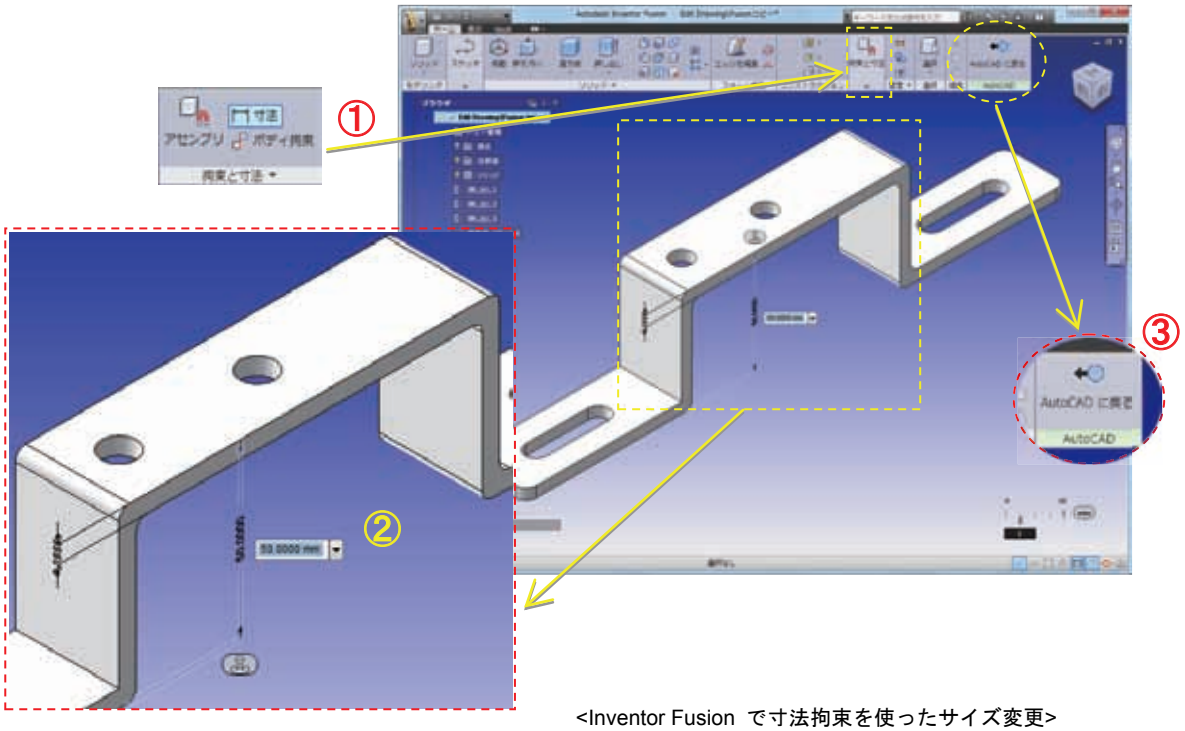
<3D ソリッド、サーフェス選択時に表示される [Inventor Fusion] リボン パネル>

この段階では、Inventor Fusion は **ソリッド** との認識しかしていません。次に、[管理] リボン タブから [フィーチャ認識] ボタンをクリックするで、**フィーチャ** と呼ばれる意味を持つオブジェクト情報を認識するようになります。 この操作で冶具内の **押し出し フィーチャ**、**フィレット フィーチャ**に加えて、AutoCAD の配列複写にあたる **矩形状パターン フィーチャ** を認識させることができます。認識させたフィーチャは直接編集できるので、数値指定で穴の数や配置間隔などの意味主体で変更できるようになります。



<Inventor Fusion でのフィーチャ認識と編集>

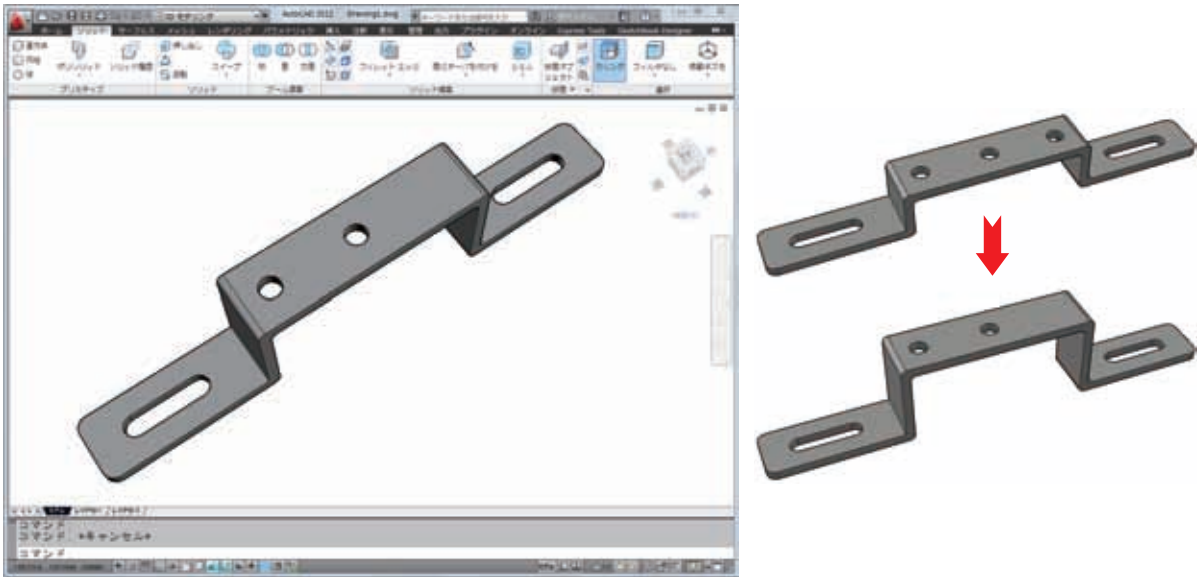
フィーチャ認識させた 3D オブジェクトに寸法拘束を適用すると、フィーチャの寸法値も認識できるようになります。エッジを指定しながら治具の高さと板厚を指定する寸法拘束を指定すれば、既に成形済みのソリッドに履歴を持たせて、数値指定でサイズを変更することができます。



<Inventor Fusion で寸法拘束を使ったサイズ変更>

Inventor Fusion 上での編集が完了したら、[AutoCAD] リボン パネルにある [AutoCAD に戻る] ボタンをクリックします。Inventor Fusion が自動的に終了して、最小化されていた AutoCAD が画面に復帰すると同時に、変更された治具を元のモデル空間上に表示します。

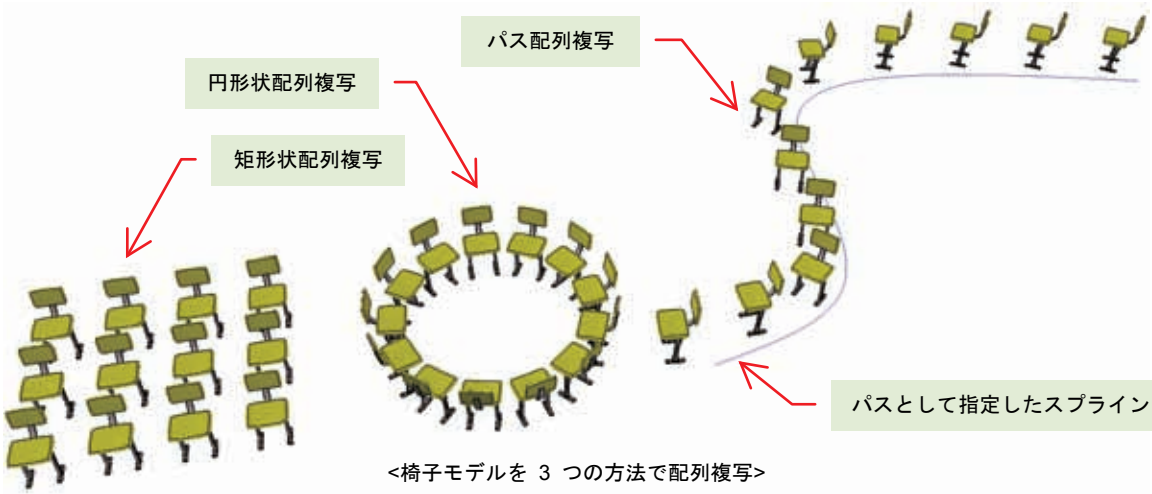
このように、ダイナミックに AutoCAD と Inventor Fusion を連携させることができます。AutoCAD の 3D 編集機能にはない編集機能を使って、インテリジェントな 3D 編集を体験することもできます。



<穴数とサイズが変わった治具>

3D 自動調整配列複写

AutoCAD 2012 では、ARRAY[配列複写] コマンドが拡張されて、矩形状配列複写、円形状配列複写に加え、指定したパスに沿って配列複写するパス配列複写が追加されています。すべての配列複写機能には自動調整機能が付加されるようになるので、配列複写した後でも複写数や間隔を数値指定やグリップ操作で変更することができます。パス配列複写の場合には、パスとして指定したオブジェクトの形状変更にも追従して再配置できるので、道路線形に沿った照明機器や樹木の配置など、さまざまな応用を考えることができます。



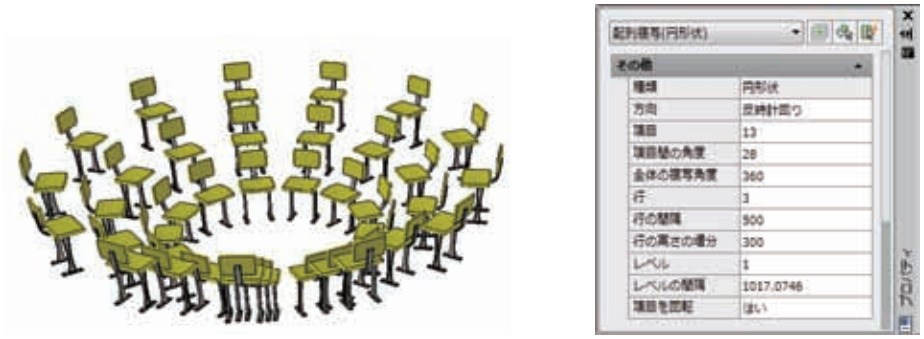
<椅子モデルを 3 つの方法で配列複写>

配列複写のオプション別の起動コマンドは、[修正] リボン パネルに配置されています。

<[修正] リボンパネル>

3D モデリングで重要なのは、すべての配列複写機能で 3D オブジェクトを配列複写できる点です。矩形状配列複写や円形状配列複写では、XY 平面方向への複写展開だけでなく Z 方向への複写も可能です。

配列複写で指定する項目には、Z 方向の複写数を表す [レベル] と Z 方向のレベル間隔を示す [レベルの間隔] が用意されています。また、XY 平面上の複写行数を示す [行] と行間隔を示す [行の間隔] に加え、[行の高さの増分] を指定して Z 方向に段差の付いた配列複写をおこなうことができます。

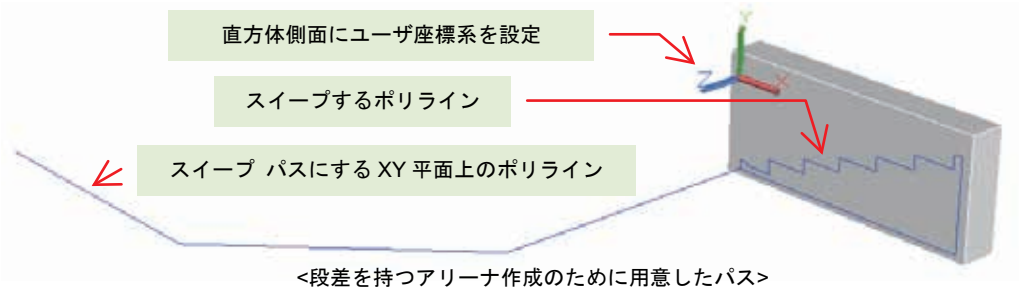


<行の各種設定で段差上に配置した円形状配列複写>

3D 自動調整配列複写の応用

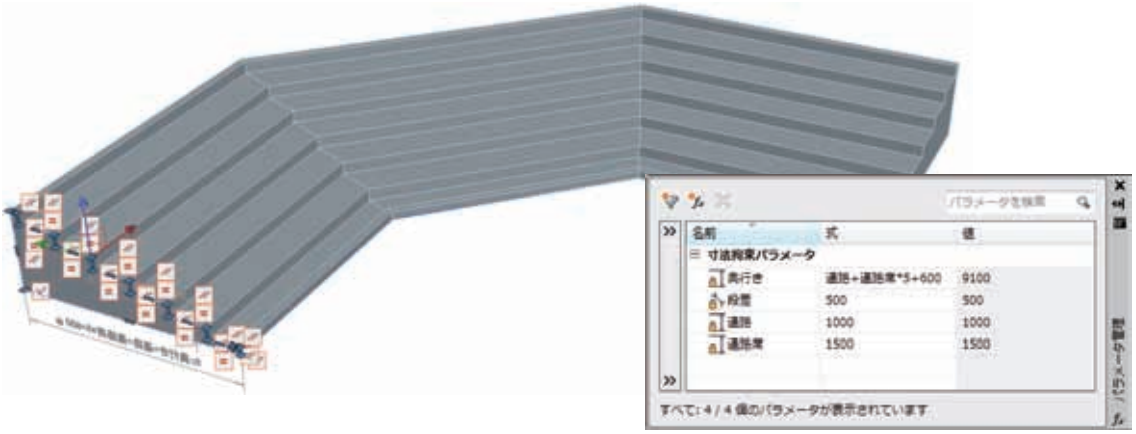
ARRAY[配列複写] コマンドで指定する各種間隔や高さの値には、AutoCAD の パラメトリック式を代入することができます。AutoCAD の 2D パラメトリック機能は、通常、XY 平面上の 2D オブジェクトにしか適用できませんが、ユーザ座標系を組み合わせて使用すると、他平面上の 2D オブジェクトにも幾何拘束と寸法拘束を適用できるようになります。その結果、より柔軟に 3D オブジェクトの大きさや配列複写位置を変更しながら、コンセプト モデルの作成に応用することができます。

たとえば、直方体の側面に UCS アイコンのダイレクト操作でユーザ座標系を設定して、段差状の形状をポリラインで作図します。一方、XY 平面には、段差をスイープ サーフェス化するためのパスとして、同じくポリラインを作図します。



<段差を持つアリーナ作成のために用意したパス>

ユーザ座標系が設定されて XY 平面上に作図された段差のポリラインには、2D パラメトリック機能を使って、幾何拘束と寸法拘束を適用することができます。同時に、この段差形状を自動調整付きのスイープ サーフェスとしてスイープすると、設定した寸法拘束の値変更に応じて、段差形状が変化し、次いで、段差形状をスイープさせたスイープ サーフェス自体の形状変化を連動させることができます。



<パラメトリック設定された形状から作成した自動調整スイープ サーフェス>

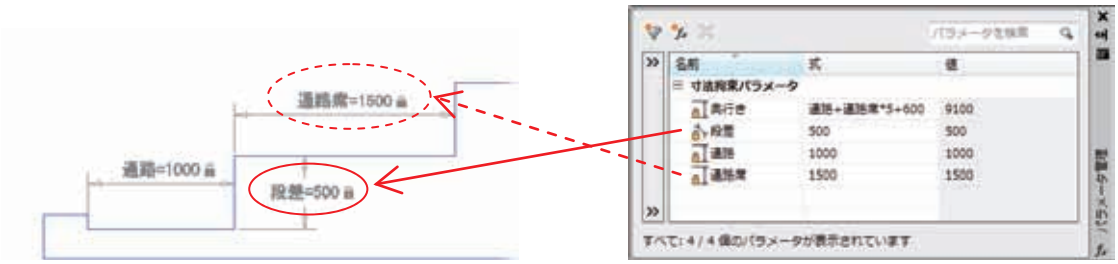
続いて、椅子モデルをパスに沿って配列複写しながら、高さ方向に段差を付けて展開します。ここで利用するのは、自動調整パス配列複写とスイープ サーフェスのパスとして使用したポリラインです。

ポリライン開始点に近い位置に椅子オブジェクトを配置して、ARRAY[配列複写] コマンドを実行します。コマンド オプションの入力内容は次のとおりです。

コマンド: _ARRAYPATH
オブジェクトを選択: 認識された数: 1
オブジェクトを選択:
種類 = パス　自動調整 = はい
パス曲線を選択:
パスに沿った項目の数を入力 または [方向(O)/式(E)] <方向>: 60
パス上に配置する項目間の距離を指定 または [ディバイダ(D)/合計(T)/式(E)] <パスに沿って等間隔にディバイダ(D)>:
[Enter]を押して受け入れ、または [自動調整(AS)/基点(B)/項目数(I)/行数(R)/レベル数(L)/項目を位置合わせ(A)/Z
方向(Z)/終了(X)] <終了>: R
行数を入力 または [式(E)] <1>: 6
行間の距離を指定 または [合計(T)/式(E)] <564.9311>: E
式を入力<564.9311>: 通路席
行間の高さの増分値を指定 または [式(E)] <0>: E
式を入力<0>: 段差
[Enter]を押して受け入れ、または [自動調整(AS)/基点(B)/項目数(I)/行数(R)/レベル数(L)/項目を位置合わせ(A)/Z
方向(Z)/終了(X)] <終了>:
定義オブジェクトを削除しますか? [はい(Y)/いいえ(N)] <いいえ>:

<ARRAYPATH[パス配列複写] コマンドの入力時のパラメータ指定>

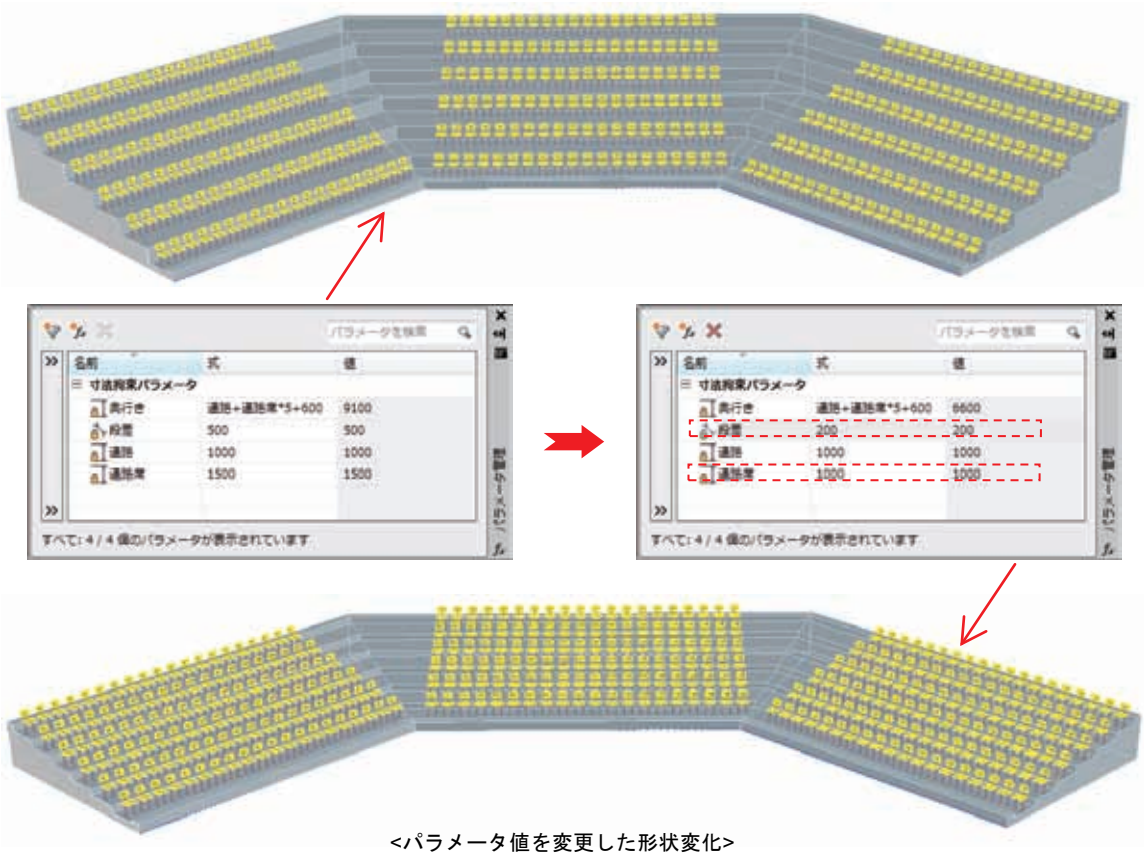
黄色い箇所を見ると、[行の間隔] と [行の高さの増分] の値の指定時に、寸法拘束を指定していることがわかります。ここで指定している“通路席”と“段差”は、スイープされた形状に適用したパラメータ名です。



配列複写されたオブジェクト群は、1 つの配列複写オブジェクトとして維持されるので、[プロパティ] パレットやコンテキスト リボン タブなどを使って、配置間隔などを後から修正することができます。更に、配列複写された個々のオブジェクトは、[Ctrl] キーを押しながら個別に選択して、位置を移動させたり、削除したりすることもできます。

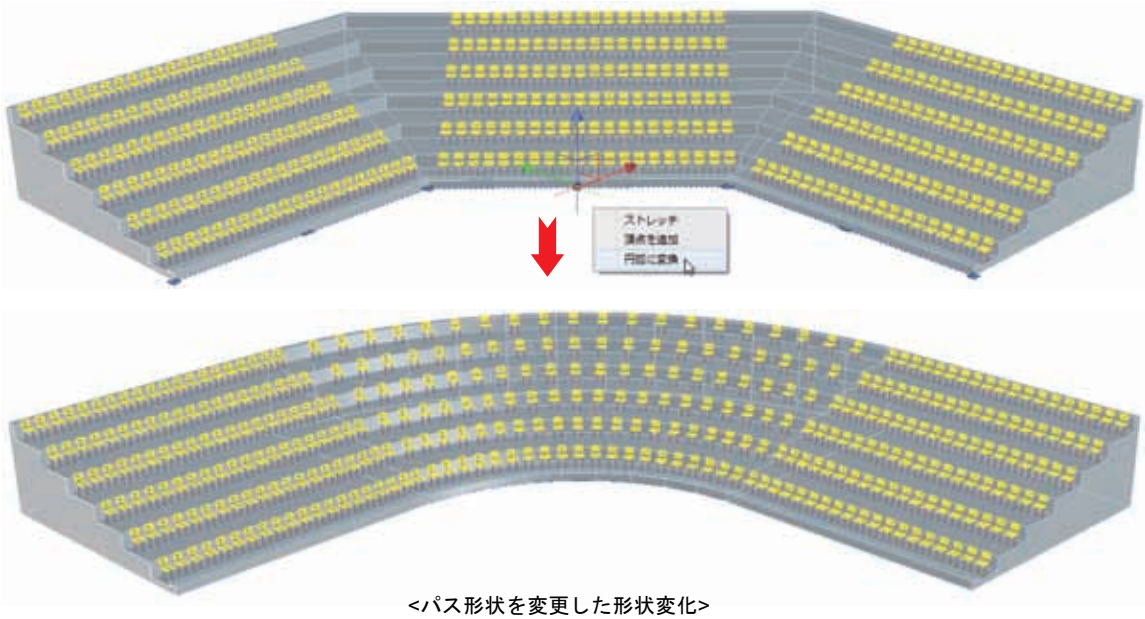
配列複写オブジェクトは、EXPLODE[分解] コマンドで個別のオブジェクトに分解することができますが、分解後は配列複写の各種指定値やパラメータを使った編集はできなくなります。配列複写オブジェクトの状態を維持し続ける限り、要素を個別に移動したり、削除したりできます。また、それらはリセット操作で配列複写された直後の状態に復帰させることができます。

この状態では、“通路席” と “段差” のパラメータ値名を変更するだけで、すべては連動して変化する結果を得ることができます。



<パラメータ値を変更した形状変化>

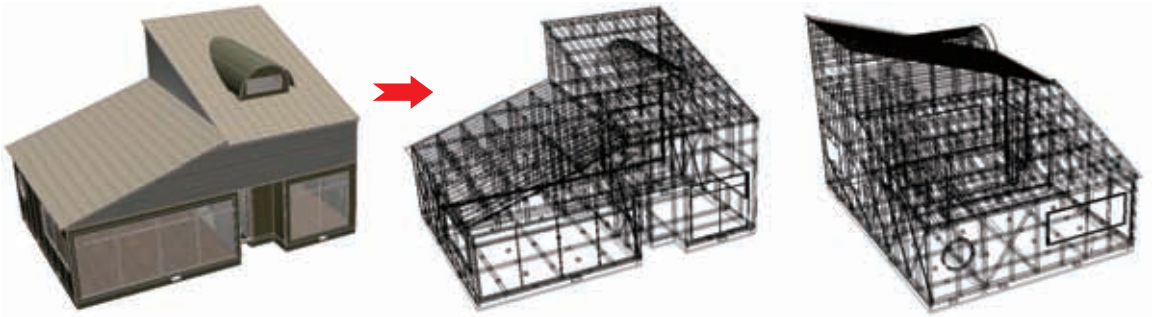
また、パスとなっているポリラインのセグメントを線分から円弧に変更した場合でも、自動調整機能によって、スイープ サーフェスの形状とパス配列複写の配置を自動追従させることができます。個別に編集するよりも数倍高い生産性で、コンセプト モデルの評価を実施できます。



<パス形状を変更した形状変化>

ワイヤフレーム モデルの作成

XEDGES[エッジ抽出] コマンドは、3D ソリッド、メッシュ、サーフェスの外形のシルエットを 3D 空間上に作成します。作成されるのは XY 平面に投影されたブロックはなく、3D 空間に配置された一般的な線分や円、円弧、スプラインといった 2D オブジェクトです。このため、3D 空間のさまざまな方向からワイヤフレーム モデルを参照することができます。



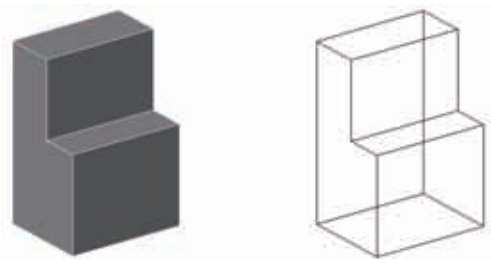
<エッジを抽出してワイヤフレームを作成>

曲面を多用する 3D ソリッドやサーフェスからエッジを抽出する場合には、シルエットの曲線のみしか生成されないので、目的にそぐわない可能性もあります。3D ソリッドのシルエットを制御する ISOLINES システム変数の値は、残念ながらエッジ抽出には連動しません。

<曲面を持つ 3D オブジェクトからのエッジ抽出>

ワイヤフレームの再利用

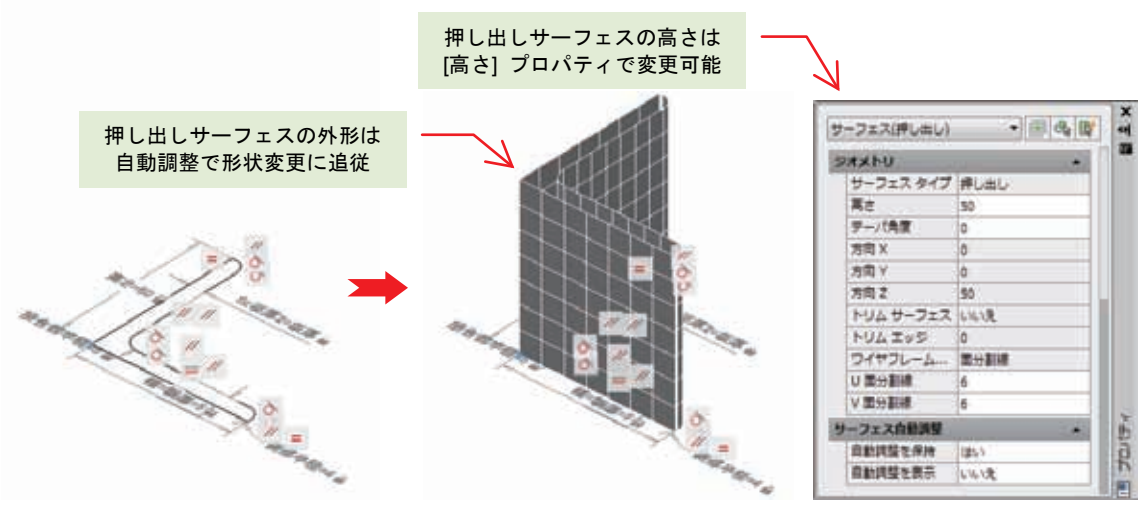
抽出されたワイヤフレームは、断面やパスとして、別の 3D ソリッドやサーフェス生成時に参照することも可能です。



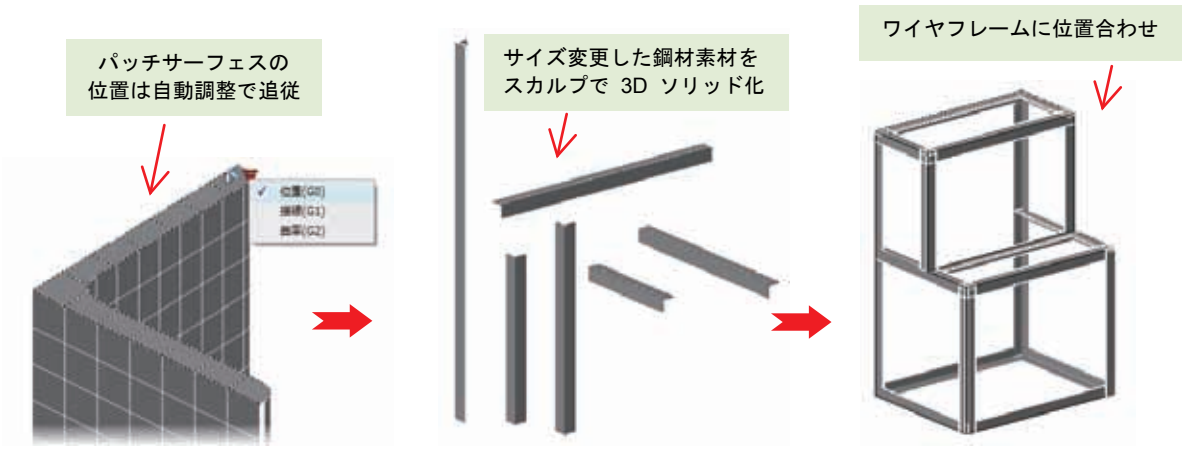
<例：エッジを抽出してフレーム外形を取得>

AutoCAD では、2D パラメトリック機能を使った 2D オブジェクトを作成して押し出すことで、自動調整を有効にした押し出しサーフェスとともに、疑似的なパラメトリック環境を構築できます。
サーフェスの上面と下面をパッチ サーフェスでふたをすれば、スカルプ機能でサーフェスに囲まれた領域を 3D ソリッド化も可能です。モデリングで使用する部材を正確なサイズで量産できるので、モデリング作業の低減につながります。

<例：部材を 2D 作図して拘束>

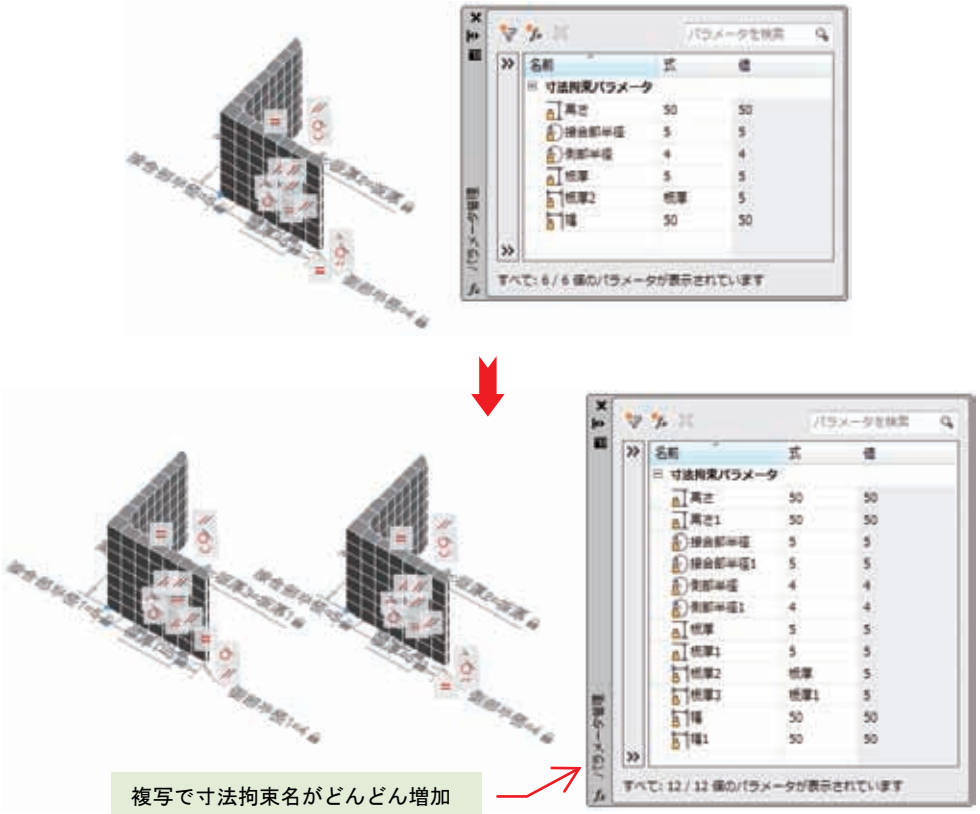


<例：自動調整を使った押し出しサーフェスを作成>



<例：パッチサーフェスで鋼材を囲んでスカルプで 3D ソリッド化>

ダイナミック ブロック化した 2D オブジェクトから、サーフェスを押し出すことはできません。また、2D オブジェクトと寸法拘束を同じ図面の中で複写すると、複写された寸法拘束の名前は自動的に重複のない別名に変更されてしまいます。寸法拘束を与えた外形線の度重なる複写は、管理が面倒になる可能性がありお勧めしません。



AutoCAD は、完全な 3D パラメトリック機能を持っていません。ここで紹介した幾何拘束と寸法拘束を使った 2D パラメトリック機能とサーフェスの自動調整機能の併用は、あくまで類似した 3D ソリッドを作成させるための限定的な使用方法と考えてください。

点群データの利用

[挿入] リボン タブの [点群] リボン パネルを利用すると、レーザー測量機や計測器が計測した点群データを参照して、AutoCAD 上に表示することができます。

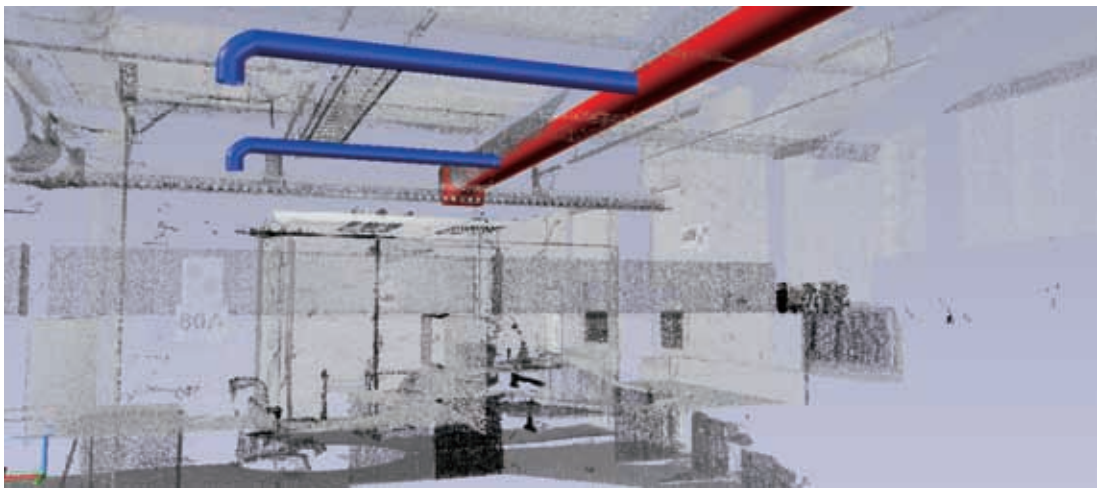
<[メッシュ編集] リボンパネル>

AutoCAD で点群データを扱うには、計測された FLS、FWS、LAS、XYB のいずれかのファイル形式を、最初にインデックス化する必要があります。インデックス化には、POINTCLOUDINDEX[点群インデックス作成] コマンドを使用します。

インデックス化されたファイルは、選択によって ISD または PCG ファイルのいずれかに変換されます。点群がインデックス化されたら、POINTCLOUDATTACH[点群アタッチ] コマンドで AutoCAD に読み込みます。点群は、[点群] リボンパネルの [密度] スライダで、表示密度をコントロールすることができます。

<[点群をアタッチ] ダイアログと表示された点群>

点群は非常に細かい測点で構成されていますが、オブジェクト スナップ（O スナップ）を使ってトレースしながらの作図が可能です。施工済みの施設を計測して点群化し、新しい設備を 3D 設計するような利用ができます。この方法を使えば、設備のメンテナンスや都市計画などにも流用できるはずです。

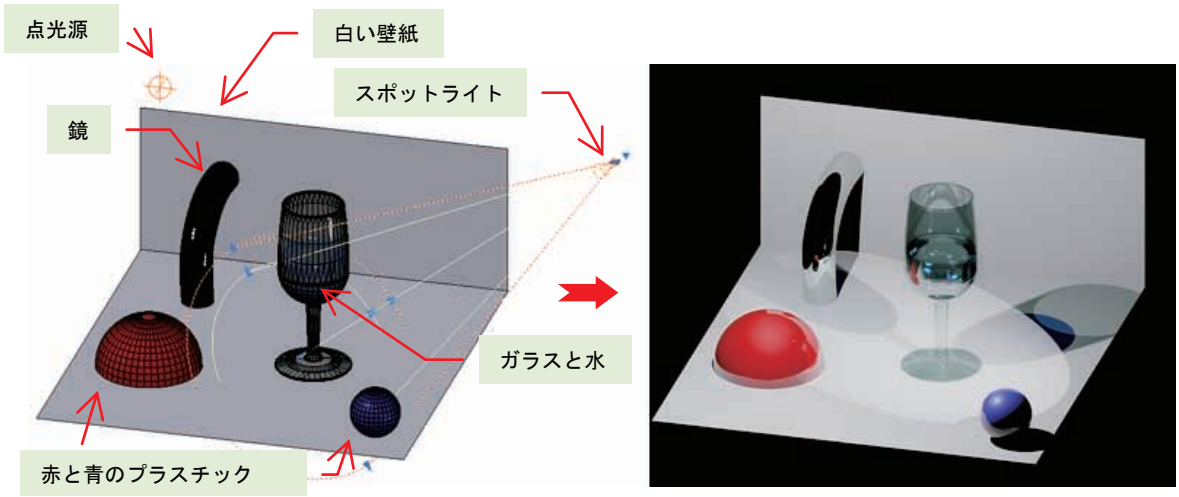


< 点群を利用した配管設備のモデリング>

プレゼンテーション

AutoCAD の 3D 機能を使って作成した 3D モデルは、さまざまな種類のプレゼンテーションに利用することができます。一般的なプレゼンテーションの最終目標には、**レンダリング** 画像の作成が挙げられます。

レンダリングとは、3D モデルに素材感を与えて、指定した光源や日照のもとに、写真のような画像を作成する作業、あるいは、機能を指す言葉です。レンダリング画像は、視点から見た 3D オブジェクトの位置、反射率、透過性、などを計算して、実物のよう画像になります。AutoCAD では、レンダリング品質のアニメーション（動画）も作成することができます。



<素材感を与えた 3D モデル（左）と作成されたレンダリング画像>

これ以外のプレゼンテーションには、モデリングした 3D モデルの 3D プリンタへ出力や、レイアウトのビューポート別に、異なる表示スタイルを使って表現させたプレゼンテーション図面の作成、などがあります。

ここでは、レンダリングに必要な準備作業と効果について紹介していきます。

レンダリング

レンダリングには、事前の準備が必要です。3D ソリッド、サーフェス、メッシュで目的の 3D モデルを作成したら、マテリアルと呼ばれる素材感を適用していきます。また、室内、屋外かの違いによって、光源や日照を配置・指定していきます。特に、屋外の日照設定では、モデルの地球上の位置と日時によって、太陽の位置と影を計算します。主に利用するのは、[3D モデリング] ワークスペースの [レンダリング] リボンタブです。

<[レンダリング] リボンタブ>

マテリアルの準備

マテリアル は、レンダリング時にオブジェクトの素材感、あるいは、質感を与える重要なアイテムで、さまざまな設定値の組み合わせで成り立っています。種類によっては、画像ファイルを参照するマテリアルもあります。非常にたくさんの組み合わせがあるため、複数のオートデスク製品で共有可能なマテリアル ライブラリを用意して、すぐに利用できるマテリアル群を提供しています。

マテリアル ライブラリは、AutoCAD 2012 のインストール時に AutoCAD と一緒に自動インストールされる **Autodesk Material Library 2012** と **Autodesk Material Library Base Resolution Image Library 2012**、より精度の高いレンダリングを望む際にオプション インストールする **Autodesk Material Library Medium Resolution Image Library 2012** にわかれています。

Autodesk Material Library 2012 は、32 ビット環境と 64 ビット環境で、それぞれ次のフォルダにインストールされます。

32 **ビット環境**：C:¥Program Files¥Common Files¥Autodesk Shared¥Materials
64 **ビット環境**：C:¥Program Files (x86) ¥Common Files¥Autodesk Shared¥Materials

また、Base Resolution Image Library は 256　256 レベル、Medium Resolution Image Library は、512　512 レベルと 1024　1024 レベルのマテリアル用テクスチャ画像を、それぞれ上記フォルダ直下の次のフォルダにインストールします。

256　256 **レベル**：¥ Textures ¥1
512　512 **レベル**：¥ Textures ¥2
1024　1024 **レベル**：¥ Textures ¥3

Medium Resolution Image Library は、AutoCAD 2012 のインストール後にダウロードしてインストールすることができます。AutoCAD 2012 単体製品のインストール メディアには含まれないので注意が必要です。

Medium Resolution Image Library をインストールするには、AutoCAD 内から RENDER[レンダリング] コマンド、または RENDERCROP[レンダリング クロップ] コマンドを呼び出してください。Medium Resolution Image Library のダウンロードを促すダイアログ ボックスが表示されます。

Autodesk Material Library 2012 は、AutoCAD 2012 を含む他の 2012 シリーズのオートデスク製品共通に利用できます。個別にアンインストールできますが、2012 シリーズのオートデスク製品がインストールされている状態ではアンインストールはしないでください。

マテリアルの適用

AutoCAD では、マテリアルは **マテリアル ブラウザ** によって管理されています。マテリアル ブラウザ上には、Autodesk Material Library 2012 によって提供される **Autodesk ライブラリ** の個々のマテリアルが、カテゴリ別にプレビュー表示されます。

マテリアルの適用前には、表示スタイルを **リアリスティック** に変更してください。3D オブジェクトへのマテリアルの適用方法は、大きく 2 つあります。最も直観的なのは、マテリアルの **ドラッグ＆ドロップ** です。マテリアル ブラウザから適用したいマテリアルをマウスの左ボタンを押しながらドラッグして、オブジェクト上でドロップします。

<マテリアルをドラッグ＆ドロップで適用>

もう 1 つの方法は、マテリアルを適用するオブジェクトを先に選択してから、マテリアル ブラウザのマテリアル プレビューをクリックする方法です。また、マテリアル プレビュー上で右クリックして表示させたメニューから適用することもできます。入り組んだ箇所でのマテリアル適用では、この方法のほうが確実にマテリアルを適用できます。また、3ds Max や Showcase といった他のオートデスク製品では、この方法が一般的です。

<右クリック メニューからマテリアルを適用>

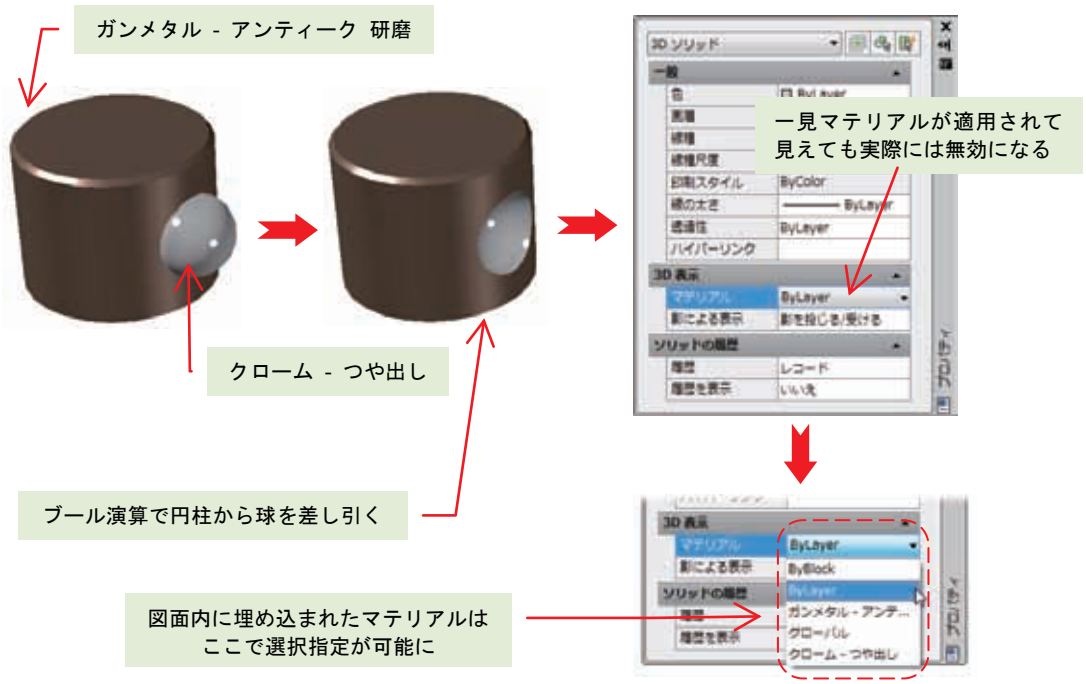
良く利用するマテリアルは、マテリアル ブラウザからドラッグ＆ドロップや右クリックメニューの [追加先] サブメニューから、ツールパレットに登録することもできます。ツールパレットからオブジェクトへのマテリアルの適用も、ドラッグ＆ドロップか右クリック メニューなどでおこないます。

マテリアルの適用は、3D ソリッド、メッシュ、サーフェスといったオブジェクト単位でだけでなく、面のサブオブジェクト単位でも可能です。

サブオブジェクトの選択フィルタを “面” に設定して、オブジェクトを選択して右クリックメニューから適用をおこなうか、[Ctrl] キーを押しながら面のサブオブジェクトにドラッグ＆ドロップすると、面 別にマテリアルを適用することができます。

<面のサブオブジェクト別に適用したマテリアル>

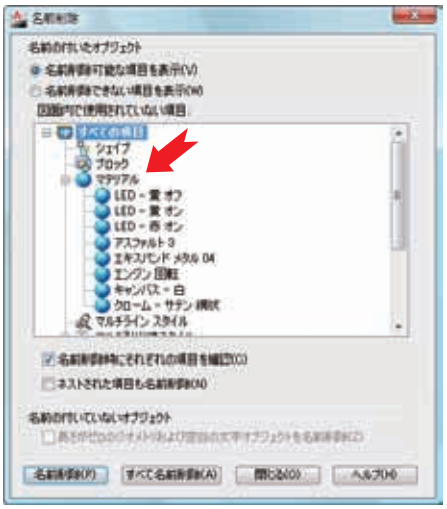
一度、図面内の 3D オブジェクトに適用したマテリアルは、図面内に埋め込まれた状態になります。図面内に埋め込まれたマテリアルは、[プロパティ] パレットからオブジェクトへの指定や変更ができるようになります。特に、マテリアルを適用後にブール演算で編集をおこなうと、マテリアルの適用が無効になるため、再指定の際に便利です。また、ここで適用されたマテリアルを ByLayer に除去することもできます。



<ブール演算で無効になるマテリアル適用と [プロパティ] パレットからの再指定>

図面に埋め込まれたマテリアルは、実際に 3D オブジェクトに適用されているか否かにかかわらず、図面内に残り続けます。利用しないマテリアルが増えていくと、意識せずに図面ファイルのサイズが大きくなってしまいます。不要なマテリアルは、マテリアル ブラウザか PURGE[名前削除] コマンドを使って図面から削除してください。

<マテリアル ブラウザで不要マテリアルを削除>



<[名前削除] で不要マテリアルを削除>

マテリアルの作成と編集

Autodesk Material Library 2012 が提供するマテリアルとは別に、独自のマテリアルを作成することができます。マテリアル ブラウザ左上の [マテリアルを作成] をクリックすると、素材感にあわせたテンプレートが表示されます。表示されるテンプレートと、テンプレート毎の既定のプレビュー イメージは、次のとおりです。

<テンプレート毎の既定のプレビュー イメージ>

<マテリアル作成時のテンプレート>

マテリアルの作成には、各種パラメータの設定が必要です。マテリアル ブラウザ上に表示されるマテリアルのプレビュー画像は、このパラメータの設定内容を反映するように作られています。

選択したマテリアルのテンプレートによって、設定項目として指定可能なマップ カテゴリに違いが出てきます。作成するマテリアルの特性がテンプレートにないような場合は、一般 テンプレートを指定してマテリアルを作成することをお勧めします。テンプレートのマップ カテゴリは、次の項目です。

一般	マテリアルの基本情報です。画像ファイルを使用する場合には、ここで指定します。また、光沢やメタル系の場合、ハイライトの有無なども指定できます。
反射率	直接光の反射率と、他のオブジェクトからの反射光の反射率を指定します。
透過	マテリアルの透過性を指定します。100%で完全な透明、0%で完全な不透明なマテリアルになります。また、屈折率を、空気、水、アルコール、クォーツ、ガラス、ひし形からのタイプ選択もできます。
カットアウト	テクスチャとして指定した画像の明暗の領域によって、不透明部分と透明部分の箇所を指定します。テンプレートとして指定可能なのは、チェッカー、グラデーション、大理石、ノイズ、しみ、タイル、波、木のパターンと、画像ファイルです。ちょうど、網戸の網部分を表現するようなマテリアルを作成できます。
自己照明	光源や日照に関係なく、マテリアル自体が発光するように指定できます。ただし、マテリアルの自己照明によって生まれた光は、他のオブジェクトには影響を与えません。
バンプ	マテリアルに凸凹感を与えます。ざらついたアスファルトや壁紙のように、レンダリング時により立体感を与えることができます。

<マテリアル内のマップ カテゴリ>

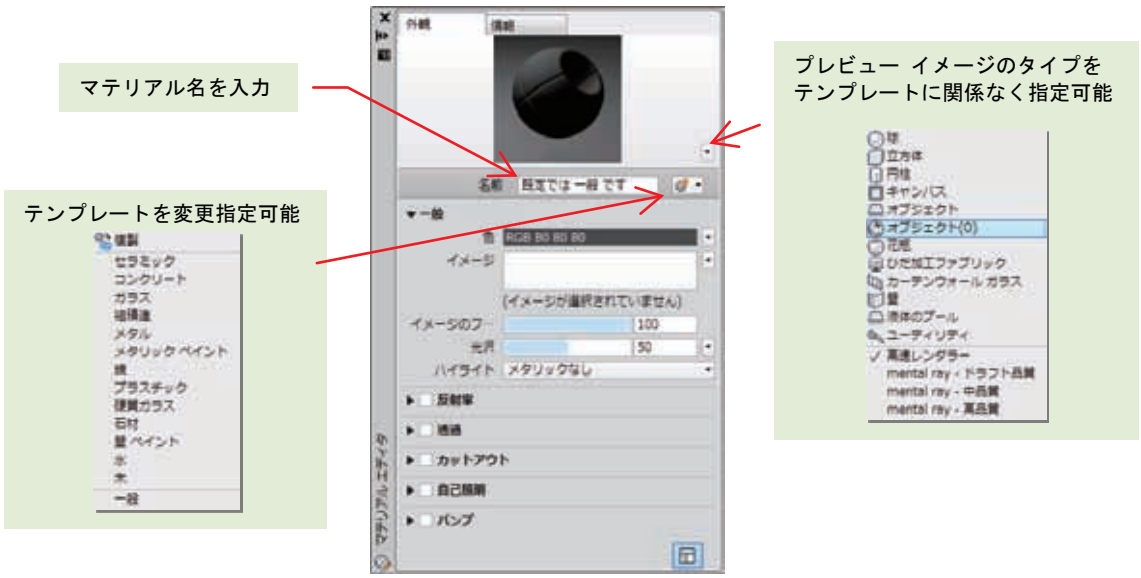
テンプレート毎に指定可能なカテゴリは次のとおりです。一般以外、テンプレート固有のマップ カテゴリ名になっていますが、テンプレート名と同じマップ カテゴリ名は、そのテンプレートでの 一般 カテゴリと考えることができます。

セラミック	セラミック、仕上げバンプ、レリーフ パターン
コンクリート	コンクリート、仕上げバンプ、ウェザリング
ガラス	ガラス
組積造	組積造、 レリーフパターン
メタル	メタル、レリーフ パターン、カットアウト
メタリック ペイント	メタリック ペイント、斑点、パール、表面コーティング
鏡	鏡
プラスチック	プラスチック、仕上げバンプ、レリーフ パターン
硬質ガラス	硬質ガラス、レリーフ パターン
石材	石材、仕上げバンプ、レリーフ パターン
壁 ペイント	壁 ペイント
水	水
一般	一般、反射率、透過、カットアウト、自己照明、バンプ

<マテリアル テンプレート別の設定カテゴリ>

マテリアル テンプレートの指定と同時に、詳細設定をおこなうための マテリアル エディタ が表示されます。マテリアル エディタは、マテリアル ブラウザ上でプレビュー イメージをダブルクリックするか、マテリアル ブラウザ右下の ボタンをクリックして、マテリアルの編集も可能です。

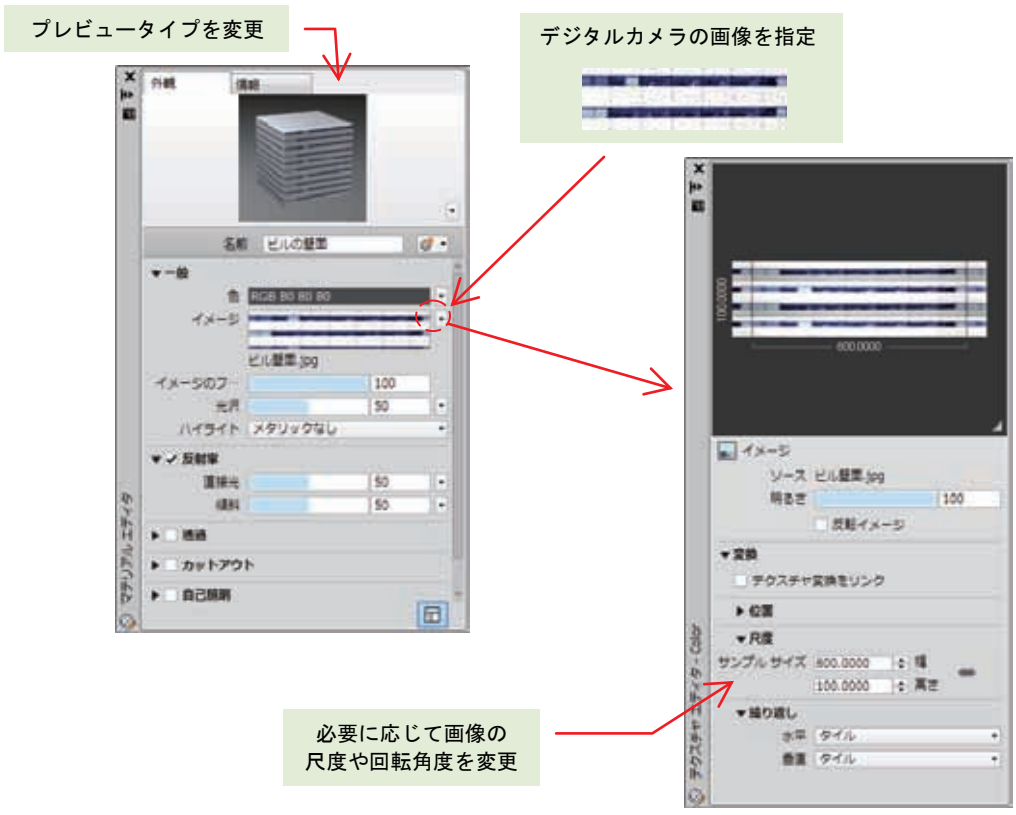
カテゴリ名左の ▶ をクリックすると、設定項目が展開されます。カテゴリを利用するには、☐ をクリックして ☑ の状態にしてください。このパレットには [外観] タブと [情報] タブがあり、カテゴリ別の設定のほかに、マテリアル名やプレビュー画像、また、テンプレートを指定することができます。[情報] タブの説明とキーワードは、マテリアル ブラウザからの検索に利用されます。



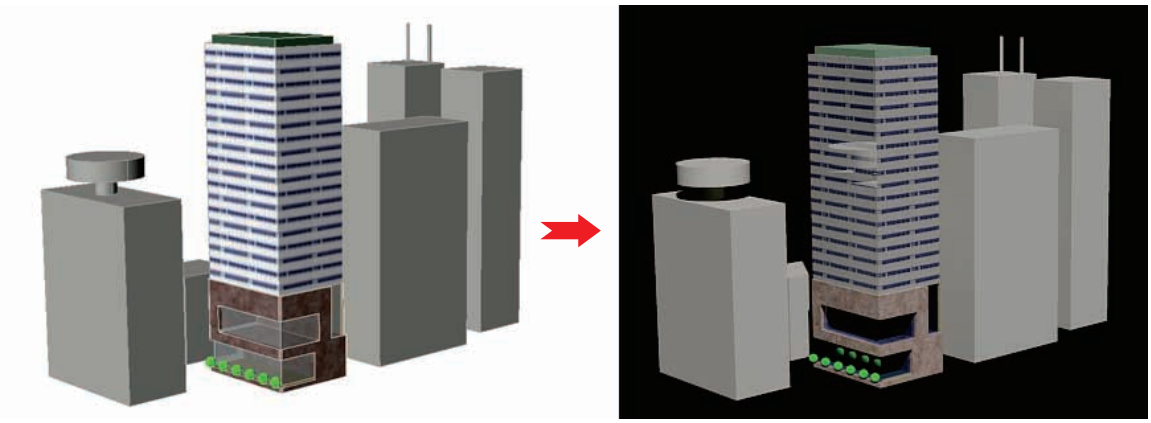
<マテリアル エディタの [外観] タブ>

一般的なマテリアル

デジタルカメラで撮った画像をマテリアルに取り込んで、3D オブジェクトに適用することができます。



<一般 テンプレートで作成するビル外壁マテリアル>

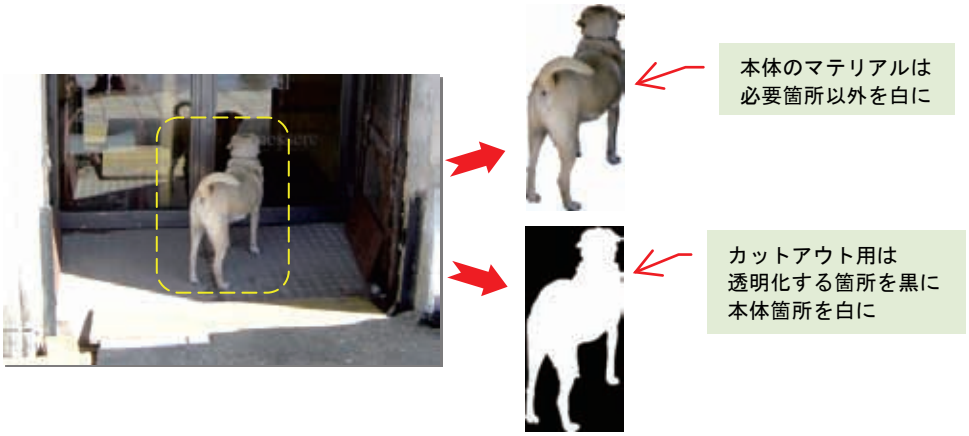


<ビルの壁面 マテリアルを適用したモデルとレンダリング結果>

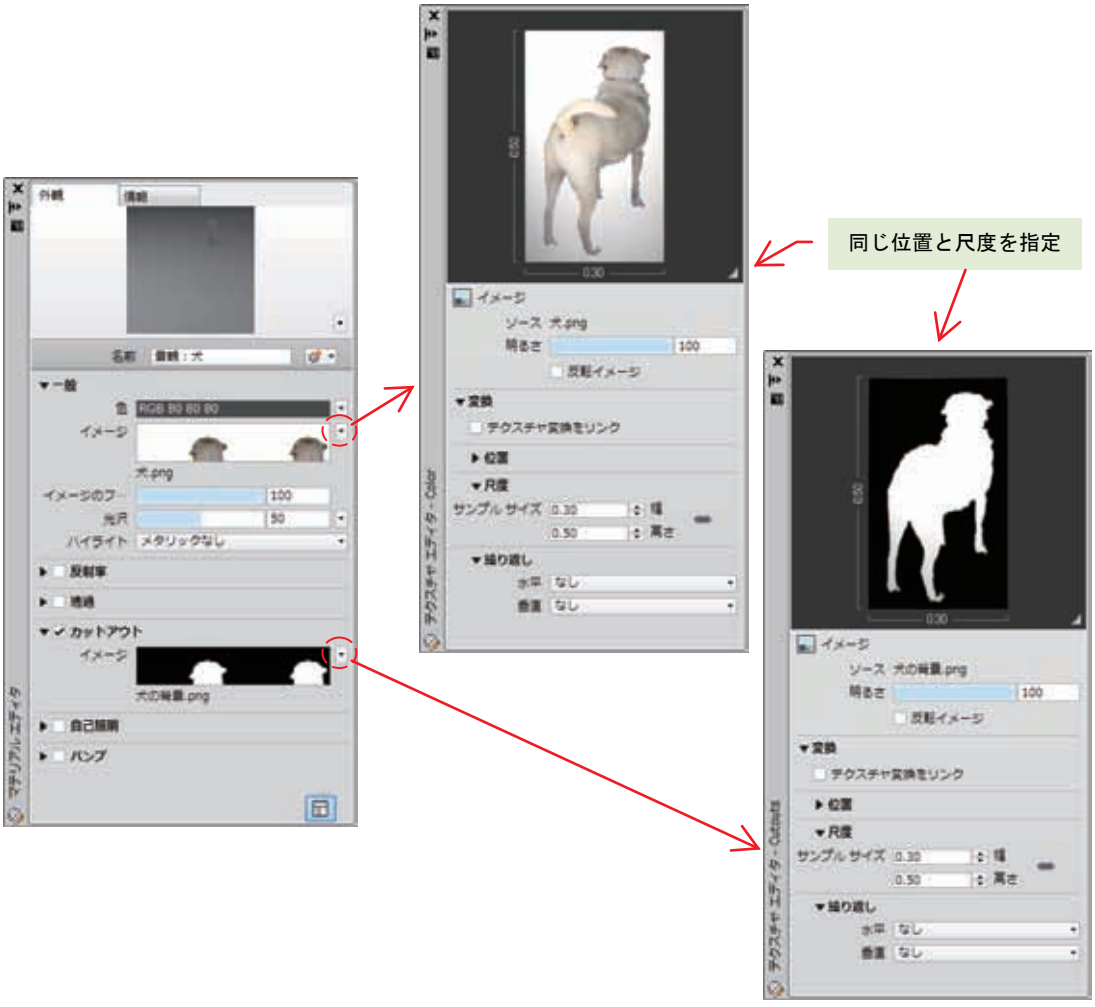
マテリアルの透過性は、3D オブジェクトや画層が持つ ByLayer の透過性設定とは異なります。モデリング中のオブジェクトを半透明に表示できても、レンダリング時にも半透明になるとは限りません。レンダリング時に半透明なオブジェクトを表現するためには、透過性が有効なマテリアルを適用しなければなりません。

景観マテリアル

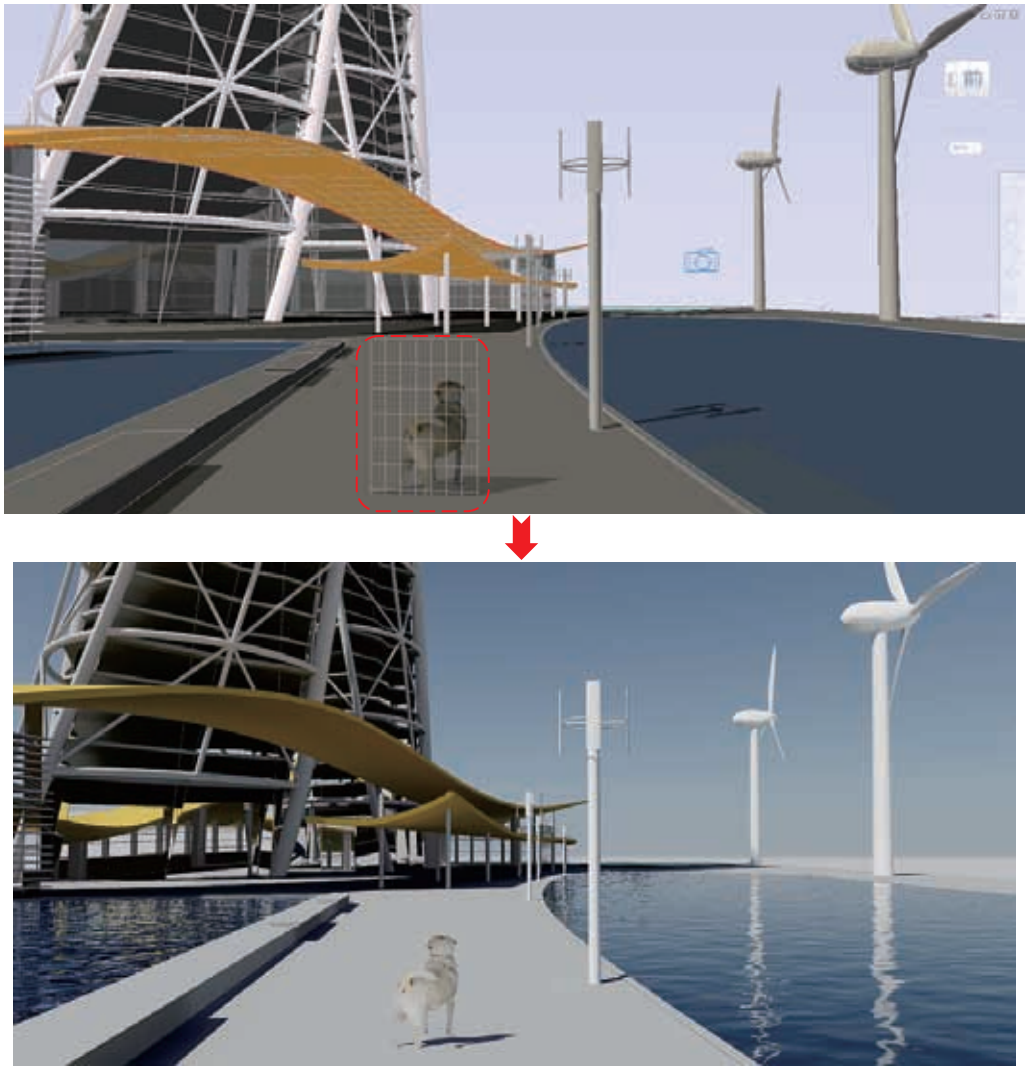
デジタルカメラで撮った画像でも、透過的な部分を用いて景観としてマテリアル化することもできます。人や動物、 街路樹や自動車などのマテリアルを作成して垂直な平面に適用すれば、 効果的な景観オブジェクトがレンダリングされます。



<デジタルカメラの画像から 2 タイプの画像を加工>



<カットアウトを用いた景観マテリアルの作成>



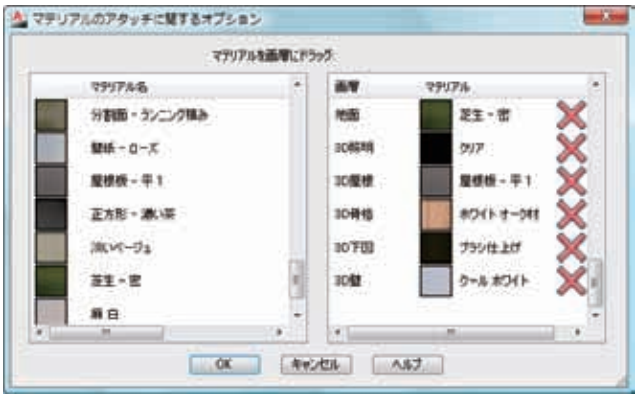
<平面サーフェスに適用したマテリアル（上）とレンダリング結果（下）>

ByLayer のマテリアル

マテリアルは、オブジェクトに適用するだけでなく、画層単位で適用することができます。3D オブジェクトが特定の画層にモデリングされていて、個々のオブジェクトのマテリアルが ByLayer に設定されていれば、画層に設定されているマテリアルが自動的に参照されます。

ByLayer マテリアルの画層への適用と確認は、MATERIALATTACH[マテリアル アタッチ] コマンドで表示される [マテリアルのアタッチに関するオプション] ダイアログでおこないます。

適用したいマテリアル名をダイアログの左側から右側の画層名の上にドラッグ＆ドロップするだけで、ByLayer のマテリアルが設定されます。マテリアルの適用解除は、 をクリックしておこないます。



<[マテリアルのアタッチに関するオプション] ダイアログ>

マテリアルの除去

オブジェクトの適用したマテリアルは、MATERIALASSIGN[マテリアル割り当て] コマンドで除去することができます。

MATERIALASSIGN[マテリアル割り当て] コマンドは、[レンダリング] リボンタブの [マテリアル] リボンパネルを展開すると表示されます。

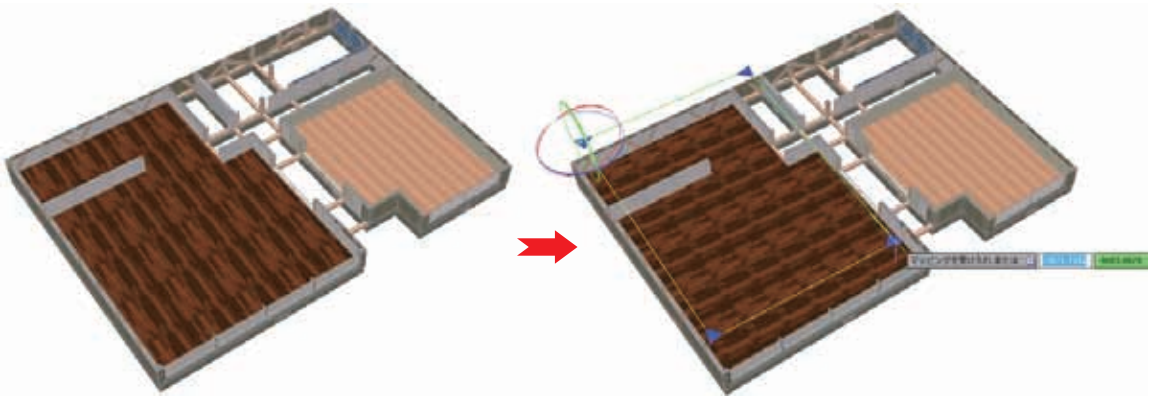
<[マテリアル] リボンパネル>

マテリアル マッピングの調整

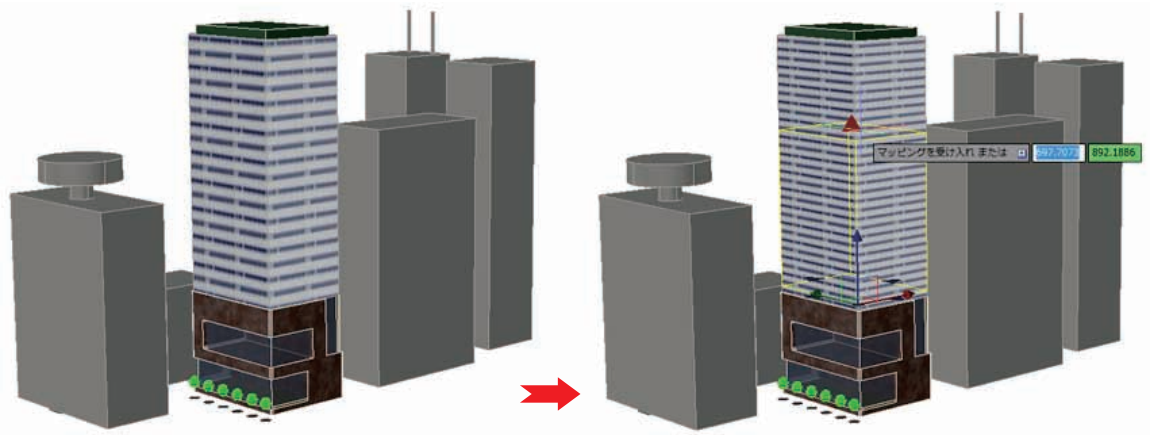
オブジェクトに適用したマテリアルは、MATERIALMAP[マテリアル マップ] コマンドでマッピングの状態、つまり、マテリアルの配置位置や大きさ、回転などを調整することができます。ちょうと、2D 図面のハッチング パターンで原点や回転角度などを調整する作業と似ています。

マッピングには、オブジェクトの形状に合わせて、**平面マッピング**、**ボックス マッピング**、**球状マッピング**、**円柱状マッピング** の 4 種類が用意されています。

いずれも、[マテリアル] リボンパネルの [マテリアル マッピング] リストからアクセスすることができます。



<平面マッピングでマテリアル角度と尺度を調整>



<ボックス マッピングでマテリアル位置と尺度を調整>

光源

光の反射や屈折はレンダリングの際に重要な役割をはたします。ここでは、AutoCAD で作成することができる **点光源**、**スポットライト**、**遠隔光源**、**配光光源**について特性を説明していきます。配光光源は **フォトメトリック光源** とも呼ばれていて、照明器具の実測値を記録した配光データファイルをもとに、物理的に忠実な照明効果をレンダリング画像に反映することができます。

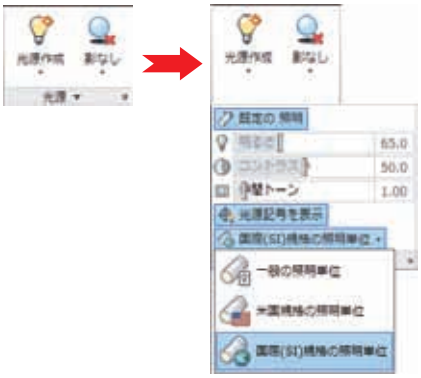
図面内に配置された光源は、**グリフ** と呼ばれる光源記号で表現されます。グリフは、オブジェクトとして移動したり、回転させたりすることができます。レンダリング画像には、配置された光源からの光や影、反射などが反映されますが、光源自体の発光は反映されません。なお、使用する単位設定や投影方法によっては、利用できないタイプの光源もあります。

照明単位

光源を作成してレンダリング画像に正確に反映させるには、照明の単位を設定する必要があります。特に、適切な照明な単位が使われていないと、正しい明るさが反映されません。

照明の単位設定は、システム変数 LIGHTINGUNITS に格納されていて、UNITS[単位設定] コマンドで表示される [単位管理] ダイアログや、[光源] リボンパネルから変更することができます。

<[単位管理] ダイアログ>



<[光源] リボンパネル>

指定可能な照明単位には、**一般単位**、**米国単位**、**国際(SI)単位** があります。一般単位は、AutoCAD 2007 以前の照明表現で利用されていた照明単位で、互換性の維持のために残されています。

米国単位 と 国際（SI）単位 の差は、米国単位の照度の値がルクスではなくフートカンデラで表現される点のみで、機能的には同等です。なお、米国単位 か 国際（SI）単位 の単位設定をした場合のみ、フォトメトリック光源（配光光源）を利用することができます。日本では、新規にモデリングして光源を与えるような場面では、国際（SI）単位を使うことが普通です。

既定の照明

光源のない新規図面では、”真っ暗” な状態を避けるために、既定の照明が任意の 2 か所から 3D モデルを照らすようになっています。光源を作成したり、日照をオンにしたりすると、既定の照明は自動的にオフになります。正確な光源をレンダリングに反映させるためには、オフにしなければなりません。

点光源

POINTLIGHT[点光源] コマンドで配置位置を指定して作成します。この光源は、全範囲に届く均一な光を発します。オブジェクトに写りこむ位置に意図的に配置して、光の反射を演出したレンダリング画像を作る場合にも利用されます。点光源には、TARGETPOINT[指向性点光源] コマンドで作成する指向性を持つタイプもあります。

点光源は、どの照明単位でも利用することができますが、照明単位が米国単位 と 国際（SI）単位のフォトメトリック環境でのみ、[プロパティ] パレットから [フォトメトリック] の設定項目を指定できるようになります。

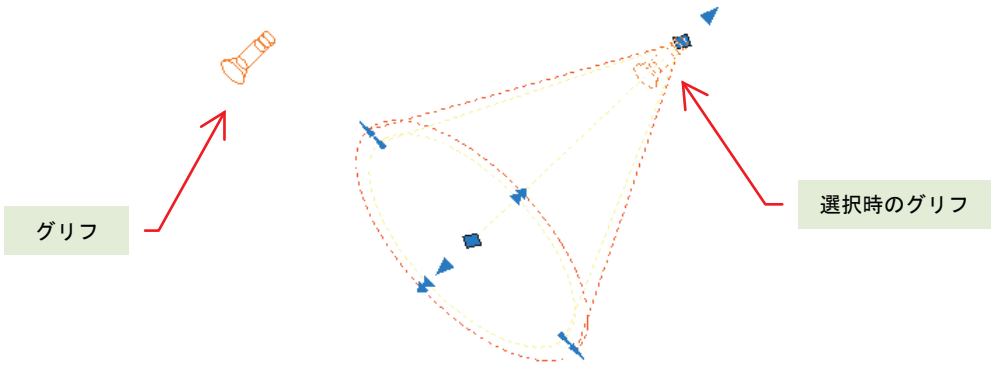
図面内では、次のグリフで表現されます。

スポット ライト

SPOTLIGHT[スポットライト] コマンドで配置する、指向性を持った光源です。配置位置とターゲット位置を指定して作成します。この光源は、配置位置からターゲットへ向けて円錐状に光を照らします。

点光源と同様に、どの照明単位でも利用することができますが、照明単位が米国単位 と 国際（SI）単位のフォトメトリック環境でのみ、[プロパティ] パレットから [フォトメトリック] の設定項目を指定できるようになります。

図面内では、次のグリフで表現されます。また、グリフを選択することで、ターゲット位置や円錐の大きさなどもグリップで編集することができます。

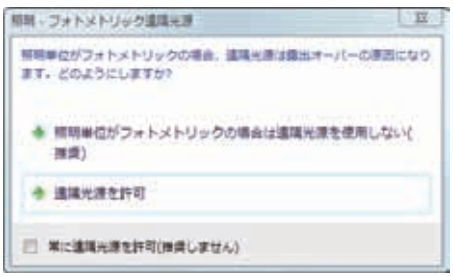


遠隔光源

DISTANTLIGHT[遠隔光源] コマンドで作成する、一般単位の環境でのみ利用可能な光源です。

照明単位が米国単位 と 国際（SI）単位のフォトメトリック環境で配置する際には、警告メッセージが表示されます。

配置した場合でも、グリフは表示されません。遠方から均一にオブジェクトを照らす光源で、特性は既定の光源と似ていますが、特に明確な理由で一般単位を利用していな限り、使うことはありません。



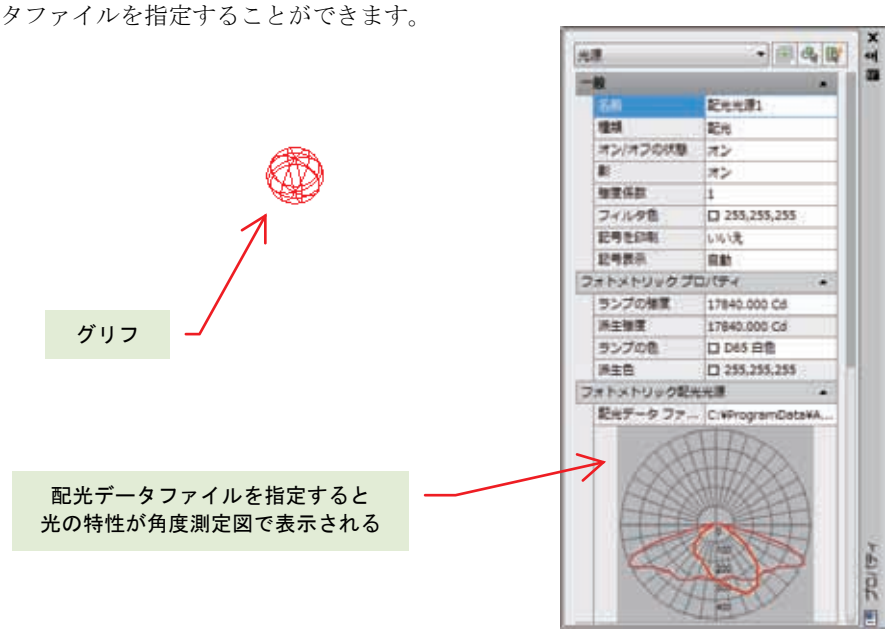
<遠隔光源配置での警告メッセージ>

配光光源

WEBLIGHT[配光光源] コマンドで配置位置とターゲットを指定して作成する、指向性を持った光源です。米国単位 と 国際（SI）単位のときにしか利用することができません。光の拡散は、プロパティに指定可能な配光データファイル（.ies ファイル）に依存して決定されます。また、レンダリング時には、この配光データファイルの値が反映されることになります。

配光データファイルは、照明器具メーカーの Web サイトなどからダウンロード提供されている場合があります。実際に販売されている照明器具を 3D モデルに配置できるので、プレゼンテーションにより現実味を与えることができます。

図面内では、次のグリフで表現されます。また、グリフを選択することで、[プロパティ] パレットから配光データファイルを指定することができます。



AutoCAD は、配光データファイルを探しだすための検索パスを持っています。図面内に配光データファイルを指定された配光光源が含まれると、図面を開く際に、このパスを検索して配光データファイルを読み込みます。配光データファイルが見つからないと、レンダリングに適切な結果を反映することができなくなります。検索パスは、[オプション] ダイアログで複数設定することができます。

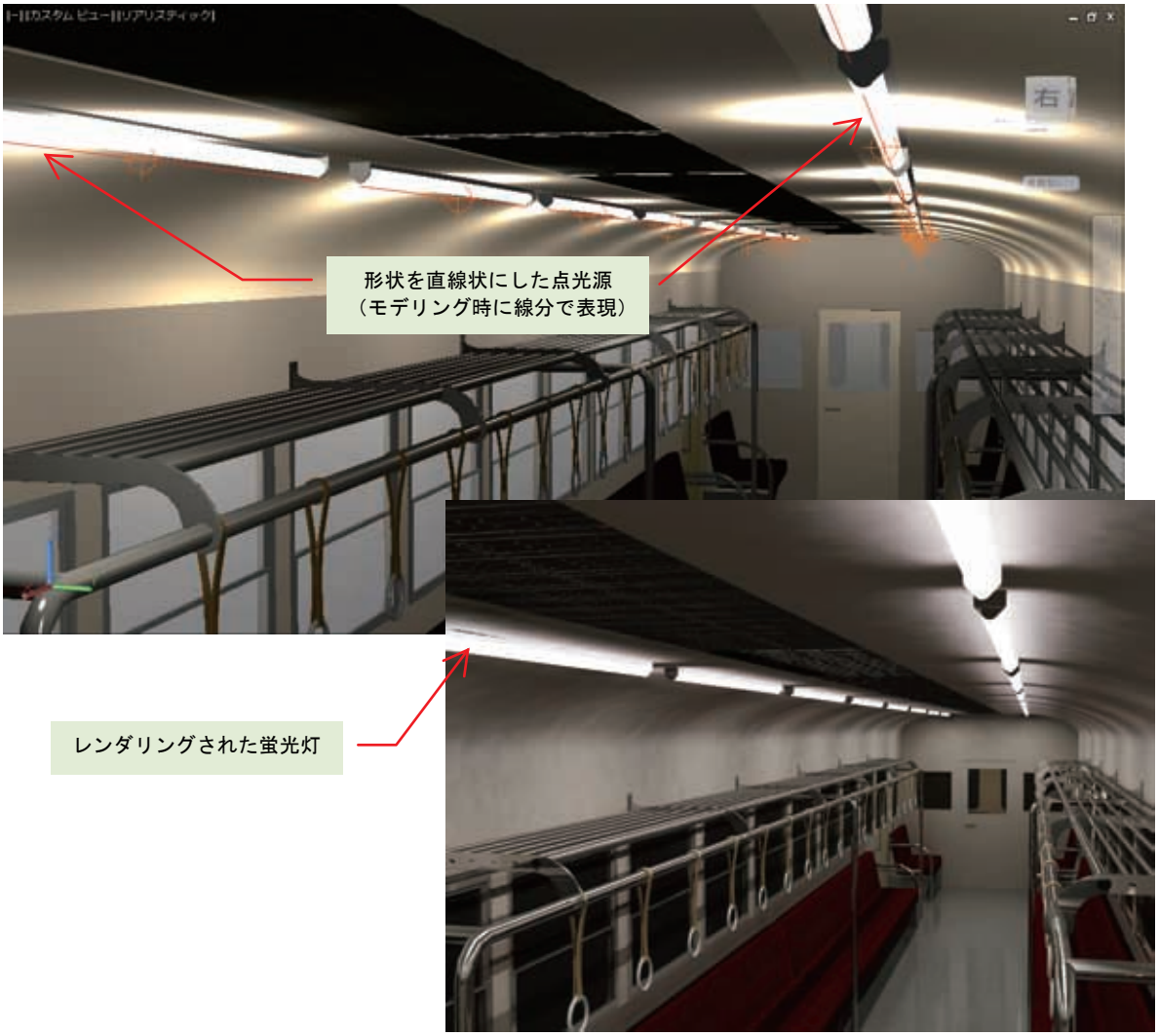
<[オプション] ダイアログの [ファイル] タブ>

光源の形状

蛍光灯などの照明器具では、多様な光源形状が存在する場合があります。AutoCAD には、点光源、スポットライト、配光光源といった光源種別の他に、光源の形状を指定するオプションがあります。指定可能な光源種別は、点光源、スポットライト、配光光源 の 3 種類で、光源形状は、それぞれの光源を選択中に[プロパティ] パレットから [レンダリングされた影の詳細] の [種類] を、“ソフト(サンプリング)” に設定した場合にのみ指定することができます。

指定可能な形状とサイズ（長さや半径など）は、光源の種類によって異なります。

点光源	直線状、四角形、円盤状、円柱状、球状
スポットライト	四角形、円盤状
配光光源	直線状、四角形、円盤状、円柱状、球状



<ソフト（サンプリング）を使った蛍光灯とレンダリング結果>

光源の編集

配置された照明は、LIGHTLIST[光源一覧] コマンドを使って一覧表示させることができます。

個々の光源の内容を詳細に変更するには、[光源一覧] パレットで編集したい光源名をダブル クリックして、[プロパティ] パレットでおこないます。

<[モデルの光源] パレット>

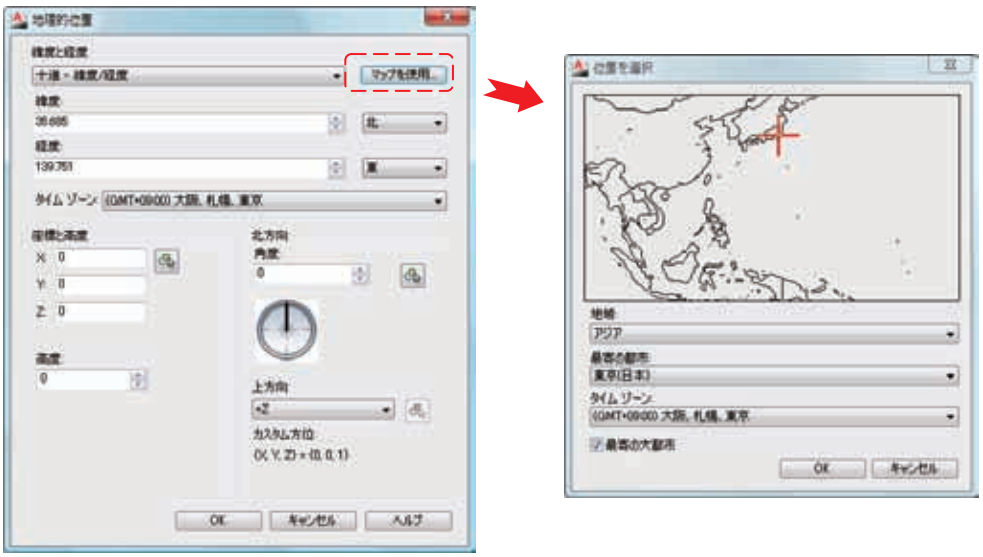
日照

日照は、地理的位置と日時に基づいた太陽の位置を割り出して、3D モデルに太陽光を当てる役割を持ちます。地理的位置は、緯度と経度か大都市名で設定して、かつ、図面内にモデリングした 3D モデルの北方向を指定することで、正確に割り出すことができます。

日照の設定が完了すれば、太陽光にともなった影を 3D モデルやレンダリング画像に反映させることもできるようになります。また、地理的位置の指定後にパース投影をしていれば、上空の表現を図面に与えることができます。これによって。太陽光による日輪と背景となる空を、レンダリング画面に反映させることも可能になります。

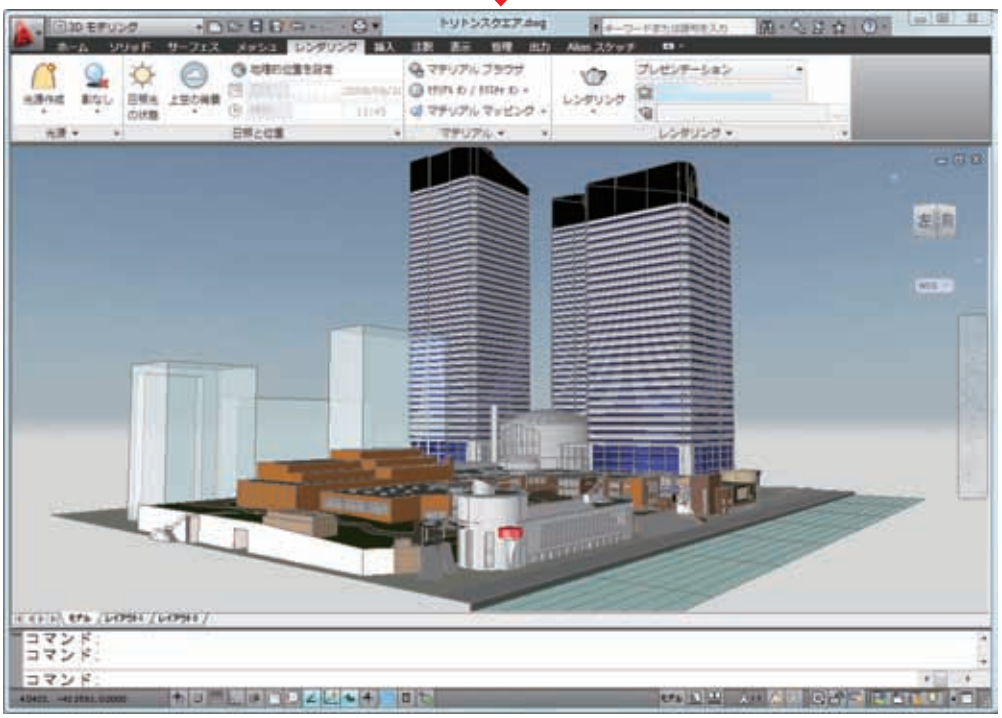
地理的位置の指定

GEOGRAPHICLOCATION[地理的位置] コマンドを使うと、3 つの方法で図面に地理的情報を設定することができます。1 つめは、[地理的位置] ダイアログを使って、直接、緯度と経度を入力するか、近隣の都市名を元に緯度経度を指定する方法です。



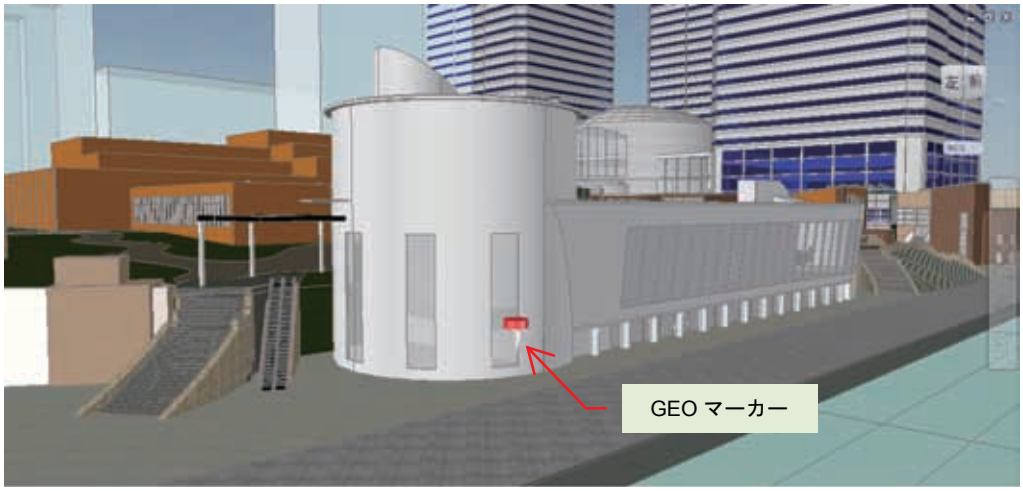
<[地理的位置] ダイアログと位置指定>

2 つめは、Google Earth 上に表示した画面の位置から、緯度経度を自動的に取得して設定する方法です。AutoCAD と一緒に Google Earth を起動して特定の場所を表示させたら、GEOGRAPHICLOCATION[地理的位置] コマンド を使ってその位置を自動的に設定できます。建築施工現場がある路地まで表示できるので、具体的なプレゼンに用いる 3D モデルではとても重宝します。



3 つめの方法は、Google Earth から出力した位置情報ファイル（.kml、.kmz）を読み込んで地理的情報を指定する方法で、こちらも有用です。Google Earth は、http://earth.google.com/ からダウンロードすることができます。

いずれかの方法で地理的情報の設定が完了すると、**GEO マーカー** と呼ばれる記号が図面に表示されます。GEO マーカーは、常に一定のサイズで表示されますが、通常のオブジェクトのように選択して編集することはできません。



この状態で、ステータス バーの座標表示を切り替えると、通常表示されるモデル空間上のワールド座標系の座標表示から、マウスカーソルの位置に沿った緯度と経度の値を表示させることができるようになります。

<ステータスバーの座標表示の切り替え>

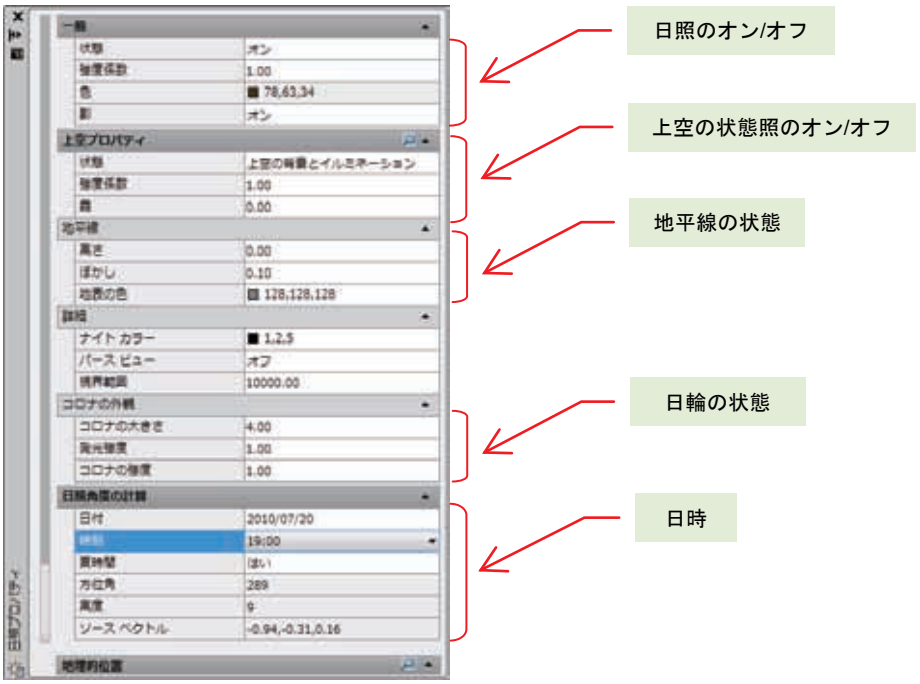
日照と上空の設定

2D 表示スタイル（2D ワイヤフレーム）以外の表示スタイルを使っていて、かつ、照明単位に米国単位 か 国際 (SI) 単位を指定していて、さらにパース投影をした状態でのみ、日照の状態をオンにして、上空の背景を指定することができます。

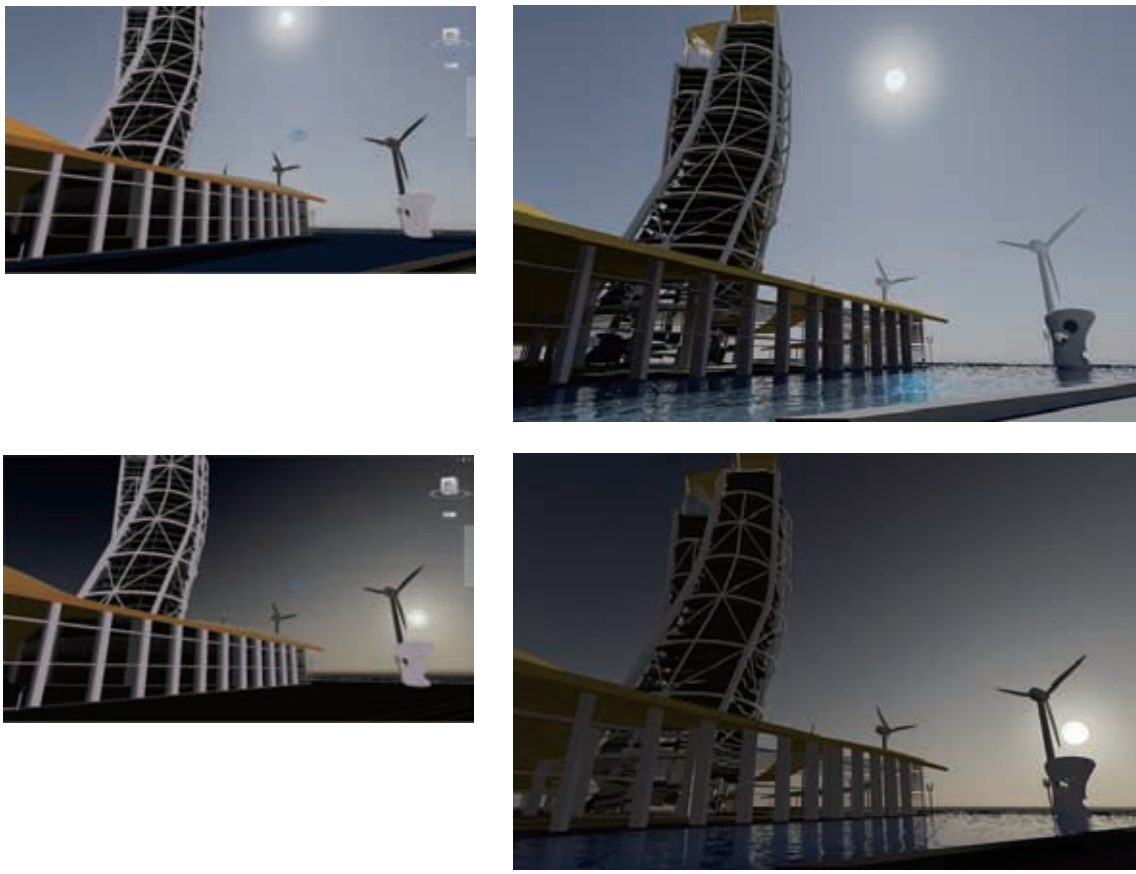
地理的位置が正しく設定できていれば、日時を指定することで、上空に正確な位置に日輪を表示させることができます。明け方や夕刻に時間を設定すれば、朝焼けや夕焼けの中でモデリングできるばかりでなく、レンダリング画像にも反映させることができます。日照と上空の指定は、[日照と位置] リボンパネルでおこいます。

<[日照と位置] リボンパネル>

日照と上空の設定は、SUNPROPERTIES[日照プロパティ] コマンドを使って [日照プロパティ] パレットを表示すると、より詳細な設定をおこなうことができます。



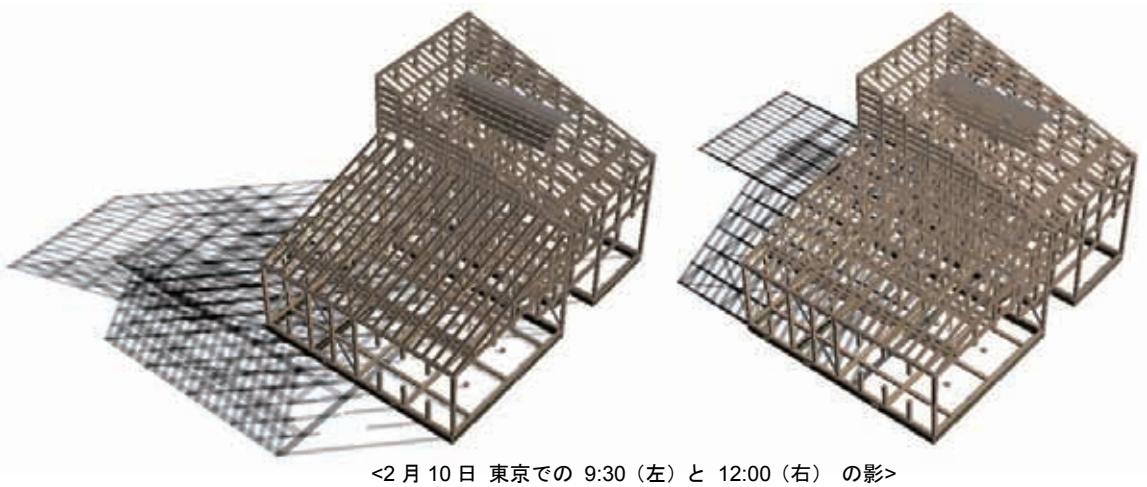
<[日照プロパティ] パレット>



<モデリング中の異なる時間設定下の上空/日照（左）とレンダリング結果（右）>

モデリング中の影の投影

2D 表示スタイル（2D ワイヤフレーム）以外の表示スタイルを使っていて、かつ、照明単位に米国単位 か 国際（SI）単位を指定していると、日照をオンにして 3D モデル上に影を投影することができます。日付 と 時刻 のスライダをマウスでドラッグすると、3D オブジェクトに投影される影が変化していきます。地理的情報が正しく設定されていれば、この影は実際の影とほぼ同等と考えられます。



<2 月 10 日 東京での 9:30（左）と 12:00（右） の影>

リアルタイムな影の表示には、グラフィックスカードを使ったハードウェア アクセラレーションが必要になります。ハードウェア アクセラレーションは、AutoCAD のインストール時に使用しているハードウェアによって、AutoCAD が自動的に有効にしたり、無効にしたりして設定しています。3DCONFIG[3D 表示環境設定] コマンドで手動調整して有効にすることができますが、AutoCAD の基準に満たない可能性があるので、十分なパフォーマンスで影を投影できない場合もあります。そのような場合は、認定グラフィックスカードの利用も考慮してください。

レンダリング作業

AutoCAD は、高品質なレンダリングを提供できる mental ray® レンダリング エンジンを搭載していて、写真のようなレンダリング画像を作成することができます。

マテリアル適用と光源作成、地理的情報と日照の設定が完了すれば、プレゼンテーション用のレンダリング画像作成の準備が整ったことになります。レンダリング作業自体はボタンをクリックするだけなので簡単です。ただし、レンダリング中の影の投影方法や、霧効果や明るさ、コントラストなど、調整すべき設定は非常にたくさんあります。ここでは、代表的なもののみ紹介します。

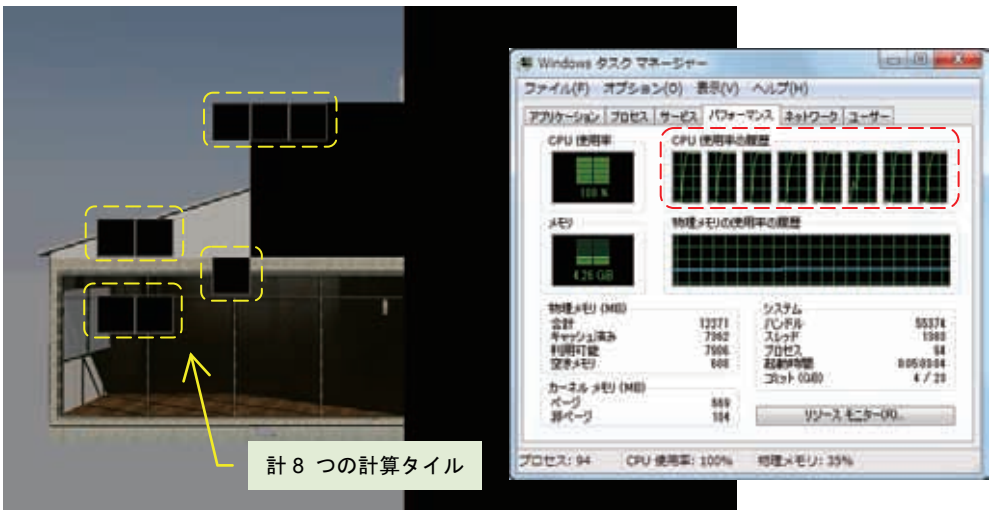
レンダリング品質と画像作成

レンダリング作業を開始するには、[レンダリング] リボン パネルから **ドラフト、低、中、高、プレゼンテーション** のレンダリング品質を選択して、[レンダリング] ボタンをクリックします。

<[レンダリング] リボンパネル>

レンダリング画像の作成には計算が必要なため、高品質なほど画像の完成までに時間がかかります。また、ガラスや水などの屈折率や反射率の高いマテリアルを多用したり、たくさんの光源を利用したりしている場合には、レンダリング時間が長くなる傾向があります。短時間で満足な画像を得るには、低めの品質で視点やマテリアルを調整してから、品質を上げて本番の画像を仕上げるようにします。

レンダリングには、マルチコアを搭載したコンピュータが有効です。レンダリング時に表示されるタイルの数は、使用中のコンピュータが持つ CPU の演算ユニットの数（通称 **コア**）の数を表しています。つまり、コアの数が多ければ、レンダリング時間が短くて済みます。コアの数は、コンピュータのプロパティで確認するか、タスクマネージャの [パフォーマンス] タブで CPU 使用率のグラフの数を見ると確認することができます。

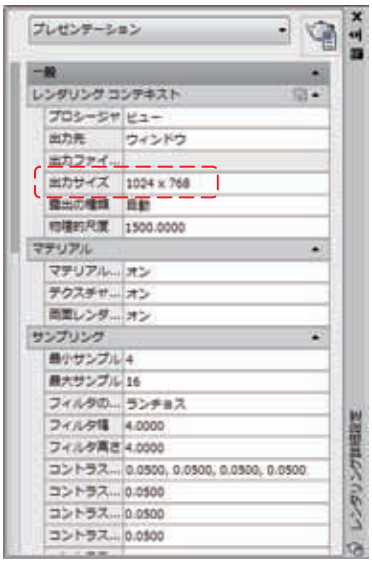


<8 コア（クアッド コア　　2 CPU）のコンピュータを使ったレンダリング>

レンダリングされた結果は、レンダリング ウィンドウに表示させたり、AutoCAD の画面上でレンダリングしたい矩形領域を指定して、AutoCAD の画面上に直接レンダリングさせたりすることができます。ファイルに保存することができるのは、レンダリング ウィンドウに表示させた場合のみです。矩形領域を使う方法は、部分的な確認のために利用するのがお勧めです。

レンダリング ウィンドウから保存できるファイル形式は、.bmp、.pcx、.tga、.tif、.jpg、.png です。作成する画像の解像度は、[レンダリング] リボンタブを展開して指定するか、[レンダリング詳細設定] パレットから指定することができます。

<展開した [レンダリング] リボンパネル>



<[レンダリング詳細設定] パレット>

レンダリングでは、現在の視点をそのままが画像化していきます。パース投影で表示している場合には、視点のレンズ長と視野が反映されるので、あらかじめ視点を調整しておくといいでしょう。

背景イメージの利用

3D モデルをレンダリングする際に上空の背景が有効になっていれば、地理的情報と日時に合わせた空と日輪をレンダリング画像に反映させることができます。ただし、この空には雲がないのでリアリティを追及する場合には物足りないかも知れません。このようなときには、デジタル カメラで撮影した画像を、レンダリングの背景として利用することができます。背景イメージの指定は、VIEW[ビュー管理] コマンドでビューを作成してから設定します。

<[ビュー管理] ダイアログ>

<背景画像を使ったレンダリング画像>

暗がりの表現:ファイナル ギャザリング

部屋の中など、日照が入り込まない閉じた状態で、配光光源を利用したレンダリング画像を作成すると、光の届かない部分が不自然に暗くなってしまうことがあります。

このような場面では、[レンダリングの詳細設定] パレットから **ファイナルギャザリング** を使用すると、計算される光線の量を増加させて、不自然に暗くなる部分を自然な明るさに保つことができます。

ただし、ファイナル ギャザリングはレンダリング時間を増加させることにもつながるため、必要に応じて使用することをお勧めします。

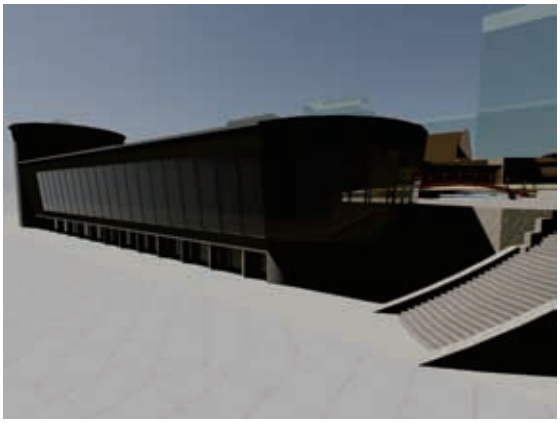
<ファイナルギャザリングなし>

<ファイナルギャザリングあり>

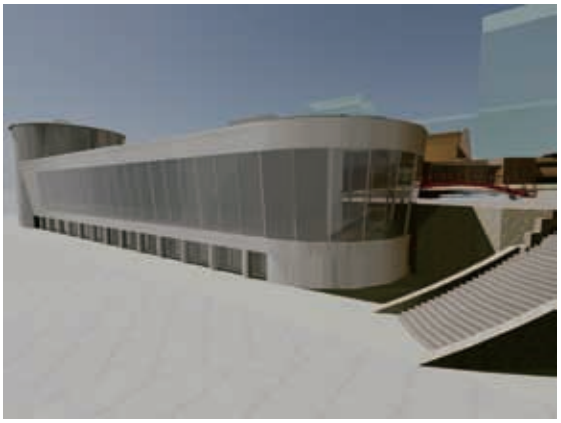
暗がりの表現:グローバル イルミネーション

グローバル イルミネーション も、暗い部分を明るくレンダリングさせるための手法です。AutoCAD の既定値をそのまま利用する場合は、ファイナル ギャザリングよりも高速で処理することができます。ただし、グローバル イルミネーションを利用すると、暗い部分だけではなく、明るい部分もさらに明るく処理されがちなので、全体に白っぽいレンダリング画像になってしまう場合があります。

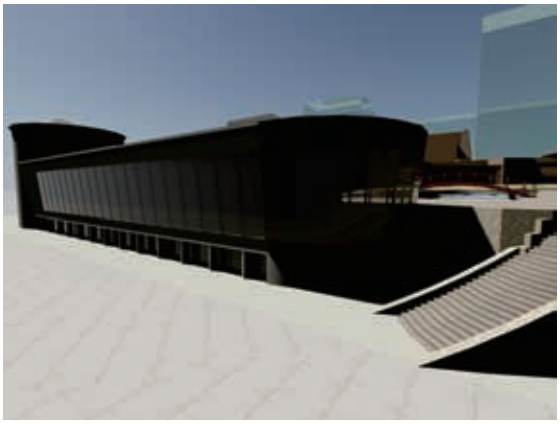
白っぽくなってしまう現象を抑えるために、RENDEREXPOSURE[レンダリング露出調整] コマンドを使ってコントラストを高めに設定するなど、露出を調整することができます。コントラストの調整のほかに、明るさの調整も可能です。グローバル イルミネーションと露出調整の併用は、フォトメトリック環境で効果的で、屋外の影を含むシーンに有効です。



<グローバル イルミネーションなし、コントラスト 50>



<グローバル イルミネーションあり、コントラスト 50>



<グローバル イルミネーションなし、コントラスト 70>

<グローバル イルミネーションあり、コントラスト 70>

暗がりの表現:上空とイルミネーション

空の背景を表示させるために、上空の背景 か 上空の背景とイルミネーション のいずれかを選択しますが、この 2 つの違いにはレンダリング時に計算される光線の量があります。上空の背景とイルミネーション を指定した場合のみ、ファイナル ギャザリングの既定の設定によって (”自動” 値)、レンダリング時にファイナル ギャザリングが使われて、影の部分が明るく処理されます。

<[上空の背景] を使ったレンダリング画像>

<[上空の背景とイルミネーション] を使ったレンダリング画像>

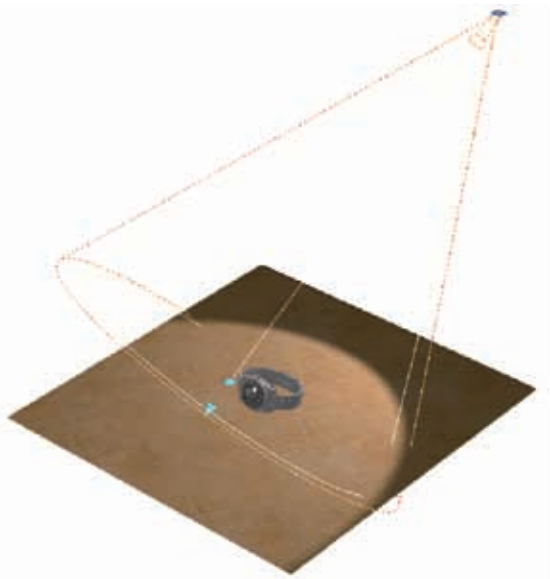
硬い影と柔らかい影

レンダリング時にも、配置した光源や日照からの影を投影することができます。設定によっては、影を投影させずにレンダリングをさせることもできます。影を投影する場合では、硬い影を投影するか、柔らかい影を投影するかの選択肢があります。

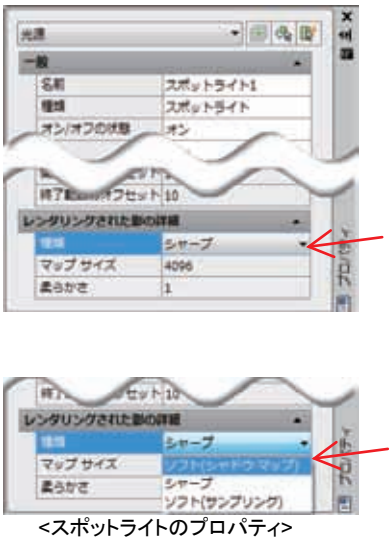
投影される影の柔らかさは、光源の設定と、レンダリング品質毎に設定可能なレンダリング詳細設定の両方を変更して対応します。光源側の設定は、屋外の場合は [日照プロパティ] パレットで、屋内の場合は、[プロパティ] パレットに表示される光源のプロパティで設定します。レンダリング詳細設定は、[レンダリング詳細設定] パレットでおこないます。

AutoCAD で柔らかい影を作成するには、**シャドウマップ** の指定をおこなう必要があります。

屋内に配置した光源を利用する場合、既定ではシャドウマップの設定は無効になっています。このため、レンダリングした結果を見ると、はっきりとした輪郭を持つ硬い影が投影されます。ここでは、スポットライトに照らされた腕時計をレンダリングする例を紹介します。



既定の設定では、スポットライトのプロパティは、”シャープ” になっています。この値は、”ソフト(シャドウマップ) に切り替えることができます。

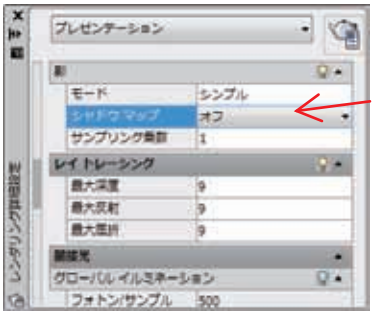


<スポットライトのプロパティ>

また、**プレゼンテーション** 品質でレンダリングすることを仮定して、[レンダリング詳細設定] パレットでプロパティを確認します。

既定の [マップ サイズ] の設定は、”オフ” で、柔らかい影を演出する際には、”オン” に変更する必要があります。

この組み合わせを変更することで、次のレンダリング画像のように、硬い影と柔らかい影を使い分けることが可能です。



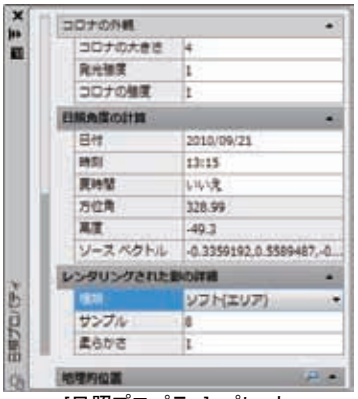
<[レンダリング詳細設定] パレット>

<影の種類 シャープ、シャドウマップ オフ>

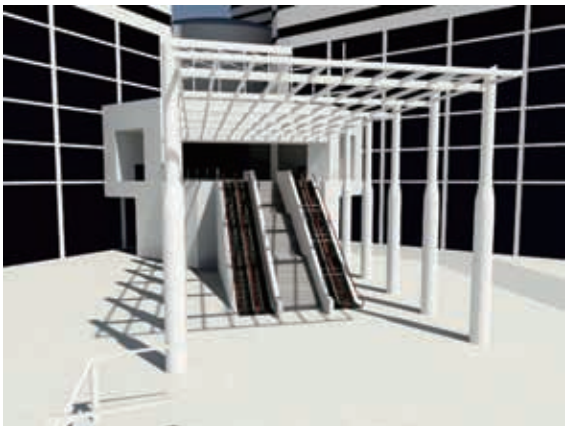
<影の種類 ソフト(シャドウマップ)、シャドウマップ オン>

日照から投影される影は、照明単位の設定が関係してきます。既定の 国際（SI）単位、あるいは、米国単位 に設定している場合は、[日照プロパティ] の影の種類は、“ソフト(エリア)” になっていて、レンダリング詳細設定の設定にかかわらず、常に柔らかい影を投影します。

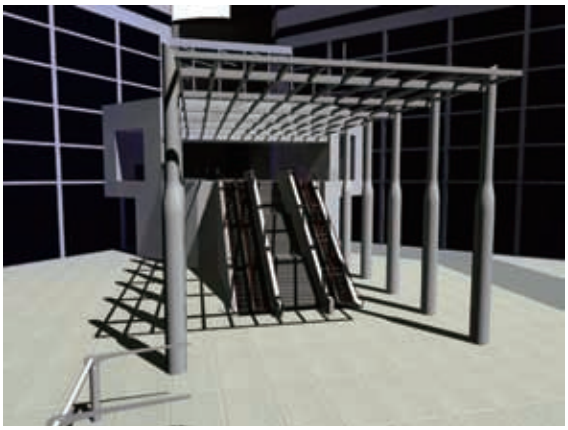
レアケースなはずですが、照明単位を 一般単位 に変更した場合のみ、硬い影を投影するために、影の種類に “シャープ” を指定できるようになります。この設定を利用すれば、屋外でも硬い影を投影したレンダリング画像を得ることができます。ただし、次のレンダリング例のように、周囲の明るさや上空の背景など、一般単位の環境下では明るさに対する調整などが必要になることがあります。



<[日照プロパティ] パレット>



<国際(SI) 単位環境での柔らかい影>



<一般単位環境での硬い影>

図面に配置されている照明の [種類] が “シャープ” に設定されていると、シャドウマップを有効にしても投影される影はソフトにはなりません。シャドウマップでソフトな影を得るには、“ソフト(シャドウマップ)” な光源設定を持つ照明が必要です。

逆に、図面に配置されている複数の照明すべての [種類] が “ソフト(シャドウマップ)” に設定されていて、シャドウマップを有効にしてレンダリングすると、画像全体が暗くなってしまうことがあります。これは、[柔らかさ] の値が大きな値に設定されると顕著に現れます。

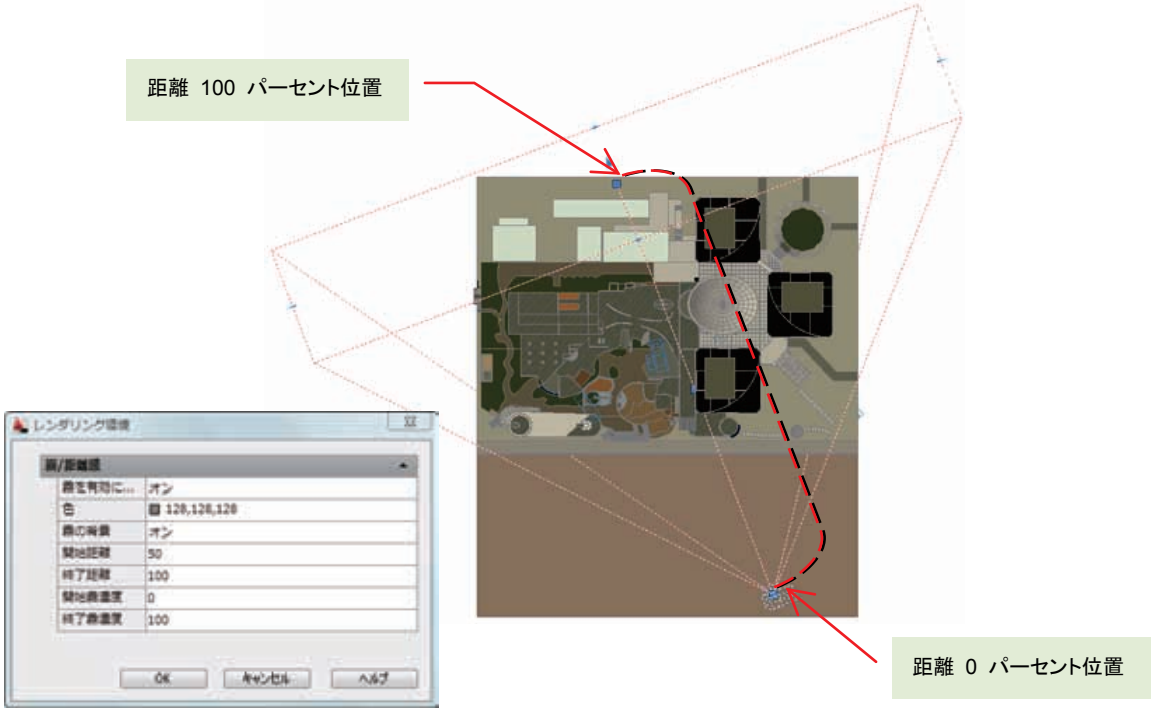
原因は、すべての光源が柔らかい光を拡散させているためです。レンダリングにおける柔らかさの反映とは、影をぼかす意味で照明の届く範囲全体に黒いシミを配置していくことです。照明の数が多く、そのすべてが柔らかい影を持っている状態で、シャドウマップを有効にしてしまうと、この現象に遭遇しがちです。レンダリング時の処理時間も大幅に遅くなってしまいます。

霧効果

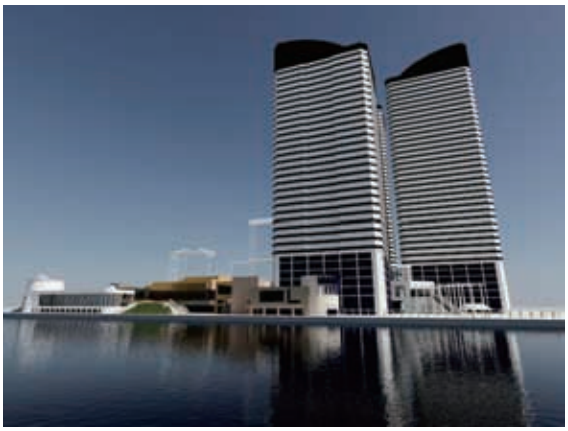
実際の風景では、遠くにあるモデルや背景に霞がかかって、ぼんやり見えることがあります。レンダリング時にも、霧 を設定することで、この効果を利用することができます。たとえば、部屋の内部からの視点で、窓の外にある背景をぼんやりした状態でレンダリングすることができます。

霧の設定は、[出力] リボン パネルから RENDERENVIRONMENT[レンダリング環境] コマンドを使っておこないます。

霧を有効にする際に指定するために理解すべきなのは、霧の開始距離と終了距離をパーセント値で設定する点です。必要なのは、現在の視点位置(カメラの位置) からのカメラの有効範囲です(ここでは奥行きがどこまで設定されているか)。CAMERADISPLAY システム変数が 1 に設定されていると、登録した視点の位置にカメラ記号が表示されます。ここが 0 パーセントの開始位置になります。



<[レンダリング環境] ダイアログと影の位置(パーセント)>



<霧効果なし>

<霧効果あり>

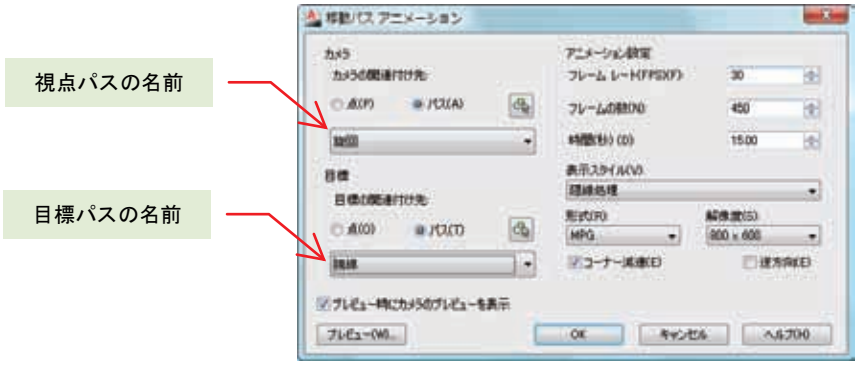
奥行きのある空間では、霧が徐々に黒で塗り潰されていきます。このため、全体に暗いレンダリング画像になりがちです。RENDEREXPOSURE[レンダリング露出調整] コマンドを使って、明るさやコントラストを調整することも必要になるかも知れません。

アニメーション

図面に登録された表示スタイル表現かレンダリング品質の表現を使って、アニメーション（動画） ファイルを作成することができます。いずれの場合でも、1 秒間に 30 コマ（既定）の画像を作成して、連続した動画としてコマをつなぎあわせることになるので、作成には時間がかかります。ただし、1 枚のレンダリング画像を見せるのと違って、視点（カメラ）の位置を移動させることができるので、その効果は絶大です。アニメーションは、ANIPATH[アニメーション パス] コマンドで表示される [移動パス アンメーション] ダイアログを使って指定していきます。

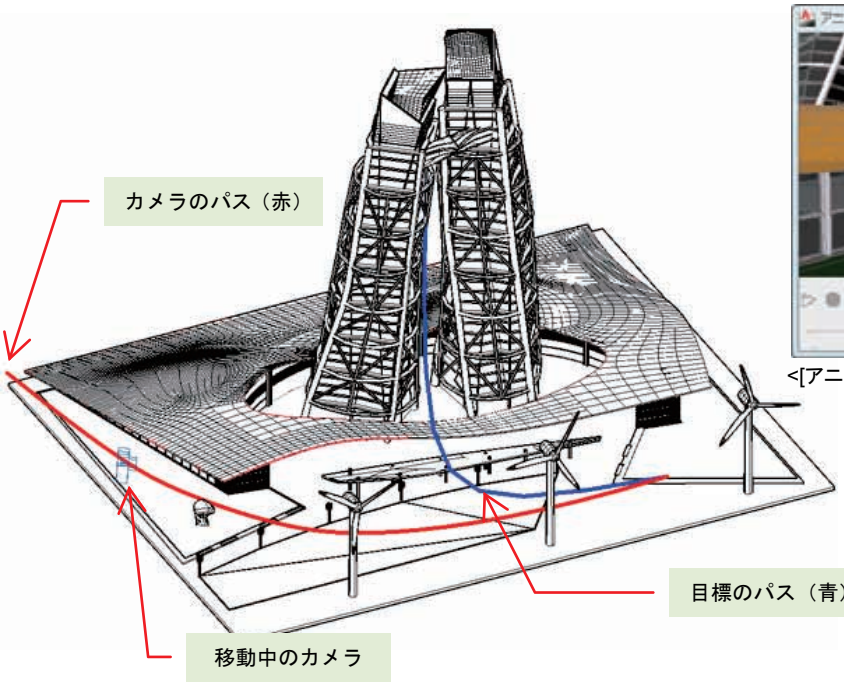
パスの設定

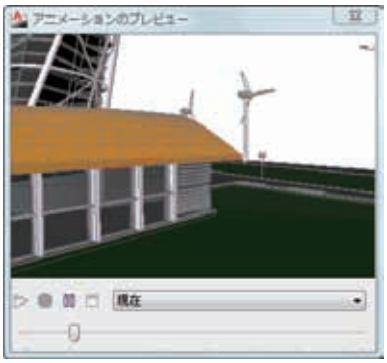
効果的なアニメーションを作成するためには、どのように視点を移動させながらアニメーションを記録していくか、その移動経路となる **パス** を作成する作業が重要です。パスとして指定可能なオブジェクトは、線分、円弧、楕円弧、円、ポリライン、3D ポリライン、スプライン のいずれかです。移動する視点（カメラ）のパスと、視線（目標）のパスを指定することができます。パスの指定時には、任意に名前を付けて登録することができます。パスを使用せずに、1 点を見つめるような指定にすることも可能です。



<[移動パス アニメーション] ダイアログ>

パスを指定すると、実際の視点をプレビューしてアニメーションに記録される動きを確認することができます。プレビュー中には、[アニメーションのプレビュー] ダイアログで実際の視点を表示するほか、モデル内に移動中のカメラ記号が表示されます。





<[アニメーションのプレビュー] ダイアログ>

AutoCAD のアニメーション機能は、静止した時間の中を視点が移動する状態を記録します。時間経過に沿ってオブジェクトが移動させたりする、タイムラインの機能はありません。このため、視線や目標物を動きながら捉えることはできますが、モデリングした 3D オブジェクトが移動したり、回転したりする状態を記録することはできません。

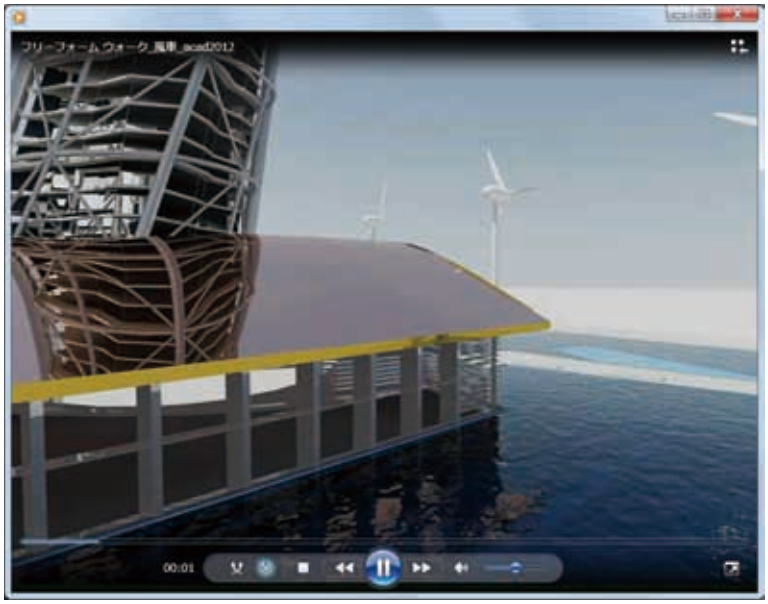
もし、視点となるカメラの位置と目標の両方を固定位置にしてしまうと、まったく動きのない静止画のようなアニメーションを作ることになってしまいます。これを防ぐために、視点となるカメラの位置と目標の両方を“点”で指定できないようになっています。

アニメーションの作成と再生

パスの作成と指定が完了すれば、アニメーションのファイル形式と、解像度、再生時間を指定して [OK] ボタンをクリックすればアニメーションの作成が開始されます。指定可能なアニメーション形式は、.avi、.mov（QuickTime）、.mpg（MPEG）、.wmv（Windows Media Video） のいずれかです。.mov は、Apple QuickTime Player がインストールされていないと選択できません。

指定した表示スタイルやレンダリング品質によって、アニメーション完成までの時間はまちまちです。表示スタイルのいずれかを指定した場合は、数分で作成が完了することもありますが、ファイナルギャザリングやグローバルイルミネーションなどを使ったプレゼンテーション品質で作成した場合には、数十時間必要になる場合もあります。

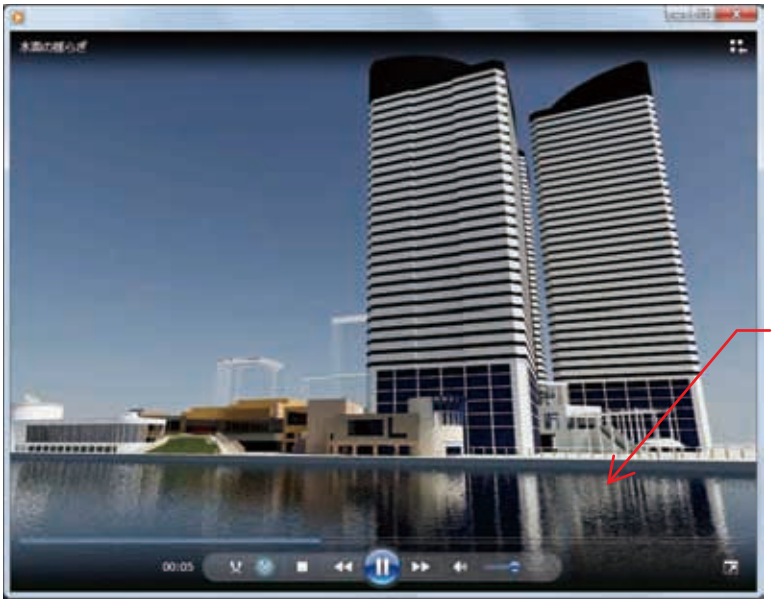
作成が完了すれば、あとは動画プレーヤーで再生するだけです。



<Windows Media Player を使ったアニメーション の再生>

AutoCAD 2012 が採用しているオートデスク製品共通の Autodesk Material Library 2012 では、液体マテリアルを適用した大規模な 3D モデルを遠方から俯瞰するようなレンダリング品質のアニメーションを作成すると、水面の揺らぎ効果を得ることができます。

ただし、この効果は水面に近づいた状態では再現できません。本来、 AutoCAD にはタイムラインがないので、時間経過に沿った水面の揺らぎ効果を制御することはできません。

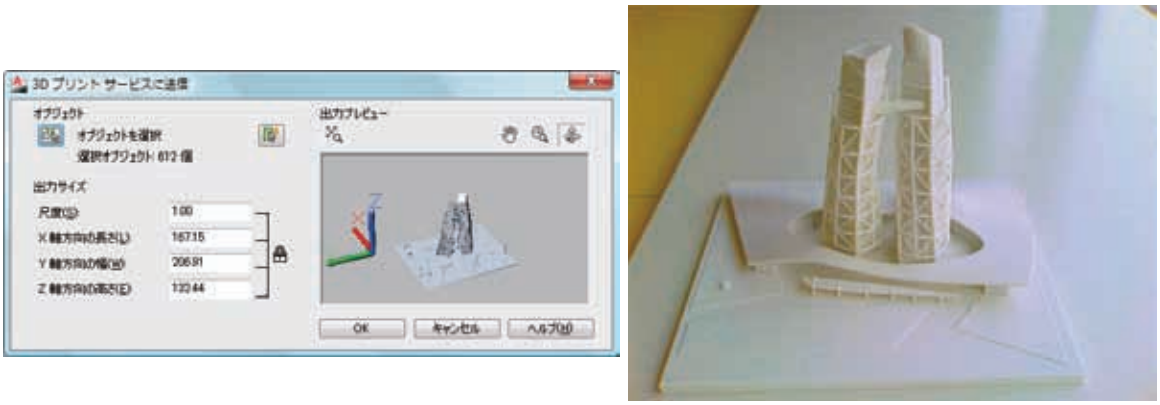


AutoCAD で作成したアニメーション サンプルは、http://www.autodesk.co.jp/autocad3d で公開しています。

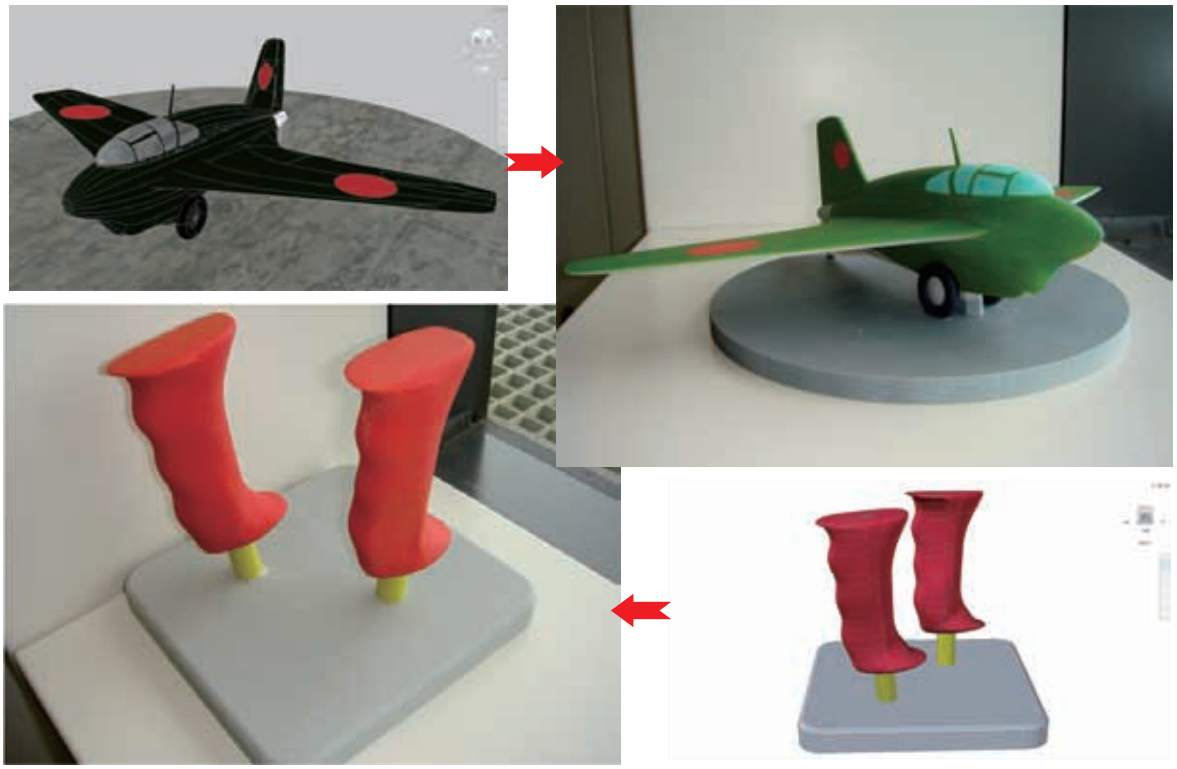
3D プリント

AutoCAD で 3D モデルを作成したら、.stl ファイルを作成して 3D プリンタで出力造形することができます。3D プリンタが手元にない場合は、3D 出力を代行するサービスを提供している企業も存在しています。石膏や樹脂を使った試作品として、すばやく手にとって評価することができます。

.stl ファイルへの出力には、3DPRINT[3D プリント] コマンドを使って 3D オブジェクトを選択するだけで作成できます。出力するモデルには独立して直立できるように、支持となるオブジェクトを追加する必要がある場合もあります。詳細は、www.autodesk.co.jp/autocad3dprinting を参照してみてください。



<[3D プリント サービスに送信] ダイアログと出力されたモデル>



このモデルは、Z コーポレーション（http://www.zcorp.com/jp）の協力のもと、出力したものです。

Autodesk Design Suite との協調

AutoCAD で作成した 3D モデルを Autodesk Design Suite に含まれる製品に流用することで、更に効果的なプレゼンテーションや表現を与えることができます。

ここでは、Autodesk Design Suite 内のすべての製品を紹介するのではなく、AutoCAD ユーザの視点に立って、主要製品である Autodesk 3ds Max Design と Autodesk Showcase を使ってどのような活用方法があるのか紹介していきます。

Autodesk Design Suite に含まれる複数の製品のうち、AutoCAD 以外に Autodesk 3ds Max Design と Autodesk Showcase に焦点を当てるのは、Microsoft Office 製品の Word、Excel、PowerPoint のような位置づけに相当する主要製品であるためです。もちろん、すべての製品を 100 パーセント使いこなせるに越したことはありませんが、まずは、取り掛かりのきっかけとして参照してください。

<エントリポイントとして位置づけが似ている製品>

Autodesk 3ds Max Design

Autodesk 3ds Max Design でも 3D モデリングをおこなうことができますが、使い慣れた AutoCAD で 3D モデルを作成して Autodesk 3ds Max Design に持ち込むほうが、習得が簡単で短時間に効果を得ることができます。Autodesk 3ds Max Design では、タイムラインを持ったアニメーションを作成することができるようになります。時間軸に沿って対象物を動かしたり、太陽光の位置や強さもアニメーション内に盛り込んだりできるので、AutoCAD では実現できない効果を演出することができます。

Autodesk 3ds Max Design 固有の機能として、照明分析があります。照明分析とは、レンダリング画像やアニメーションの中に、照度を数値で表示して物理的な明るさを表現する機能です。指定した緯度経度と日時で部屋の中の明るさを事前に知ることができるので、建設業ではとても有用です。

オートデスクは、Autodesk 3ds Max Design の姉妹製品にあたる Autodesk 3ds Max という製品を販売していますが、Autodesk Design Suite に含まれる Autodesk 3ds Max Design との違いは、照明分析機能の有無とソフトウェア開発キットの有無、AutoCAD Civil 3D データとダイナミックにのリンクする Civil View の機能のみです。その他の機能は共通して両製品で利用することができます。

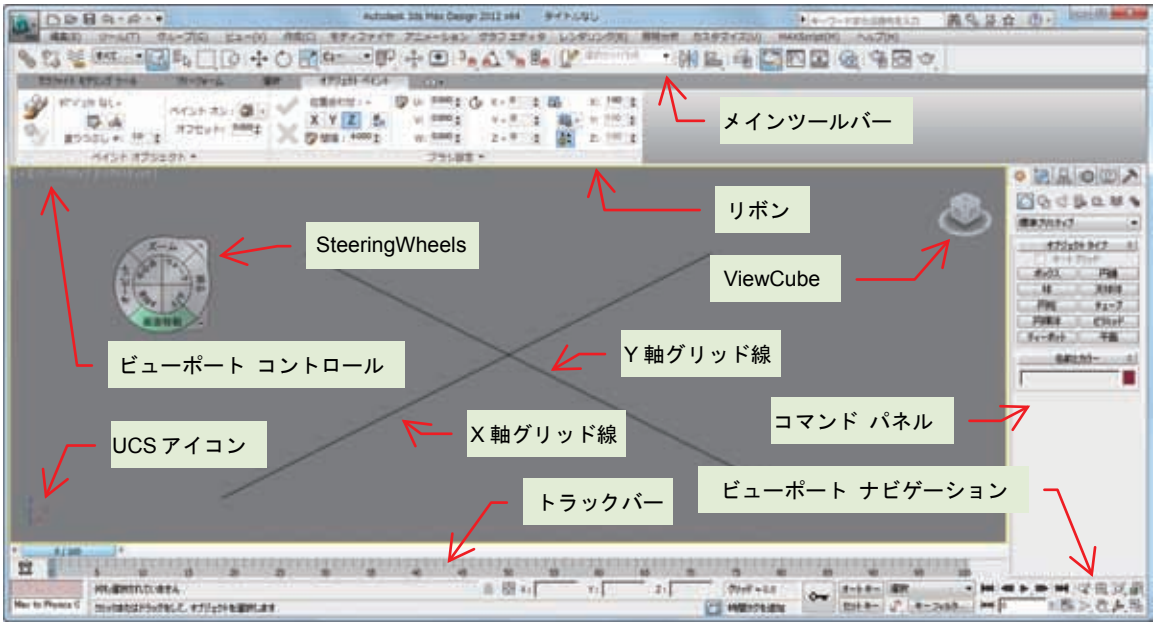
製品	3ds Max の機能	ソフトウェア開発キット	Exposure 照明分析	Civil View
3ds Max	○	○	×	×
3ds Max Design	○	×	○	○

<Autodesk 3ds Max と 3ds Max Design の違い>

Autodesk 3ds Max Design のユーザ インタフェース

近年の他のオートデスク製品のユーザ インタフェースと同じく、Autodesk 3ds Max Design のユーザ インタフェースも似た構成をしています。AutoCAD と大きく異なるのは、コマンドライン ウィンドウがない代わりに、画面の右側に **コマンド パネル** と呼ばれるドッキング形式のウィンドウがある点です。また、時間経過と現在の時間の位置を示す **トラック バー** が画面下部に表示されます。

AutoCAD では、ほとんどのコマンドがリボンに配置されていますが、Autodesk 3ds Max Design では一部のコマンドしかリボンを使いません。主に利用するのは、AutoCAD にも古くからある プルダウンメニューとメイン ツールバー、そして コマンド パネルです。

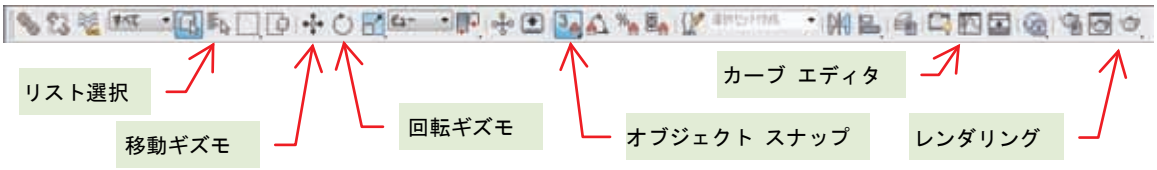


<Autodesk 3ds Max Design のユーザ インタフェース>

コマンド パネルには、作成や編集などの機能別にタブが用意されています。 AutoCAD ユーザが Autodesk 3ds Max Design に 3D モデルを読み込んで流用する際に、よく利用するタブには次のタブがあります。

<AutoCAD ユーザが最初に利用するはずのコマンド パネル>

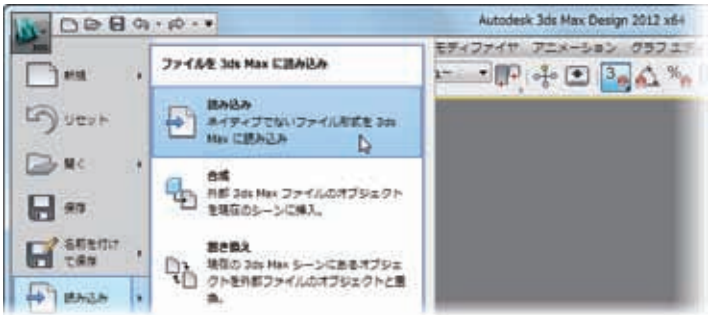
同様に、オブジェクト選択や移動や回転ギズモの呼び出し、オブジェクト スナップ、レンダリング設定やレンダリング操作など、メイン ツールバーにもよく利用するコマンドが割り当てられています。



<AutoCAD ユーザが最初に利用するはずのメイン ツールバー ボタン>

AutoCAD 3D データの読み込み

AutoCAD で作成した 3D モデルは、通常、 DWG ファイル形式で保存されます。また、FBXEXPORT[FBX 書き出し] コマンドを使用して、FBX ファイル形式で 3D モデルを保存することもできます。Autodesk 3ds Max Design は、自身のネイティブなファイル保存形式である MAX ファイル形式以外のファイルを、**読み込み** コマンドで読み込むことができます。DWG ファイルや FBX ファイルもこのコマンドで読み込みます。Autodesk Material Library で付加したマテリアル情報は、そのまま取り込むことができます。



<アプリケーション ボタン メニューからの 読み込み コマンドへのアクセス>

オブジェクトの追加

AutoCAD から読み込めるのは、3D オブジェクトだけでなく 2D オブジェクトも同様です。読み込み時の指定にもよりますが、この方法でカメラの移動パスに使用するポリラインなどのオブジェクトを取り込むことができます。同じように、AutoCAD 側の光源や日照の情報も読み込むことができます。

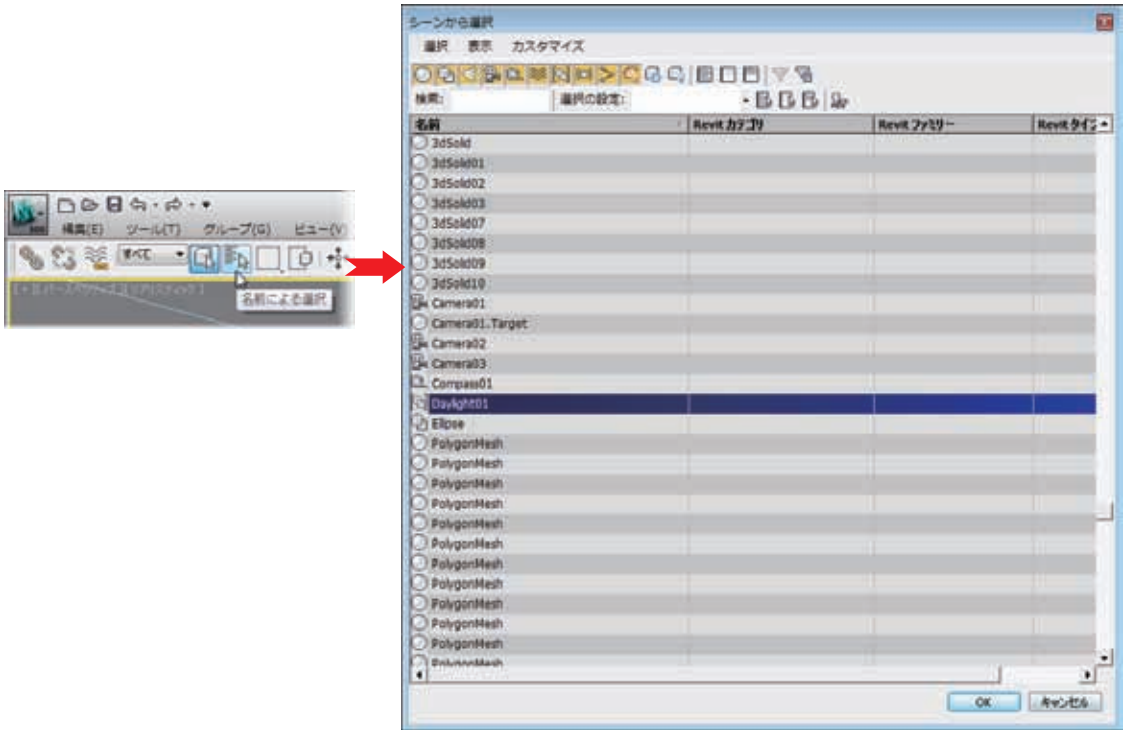
一方、Autodesk 3ds Max Design 側でパスとなるオブジェクトや、 カメラ、 光源、 日照（デイライト）を追加したい場合があるかもしれません。オブジェクトの作成には、コマンド パネルの [作成] タブを使います。オブジェクトのタイプによってインタフェースを切り替えます。

<[作成] タブでのオブジェクト タイプ別インタフェース>

オブジェクトの選択

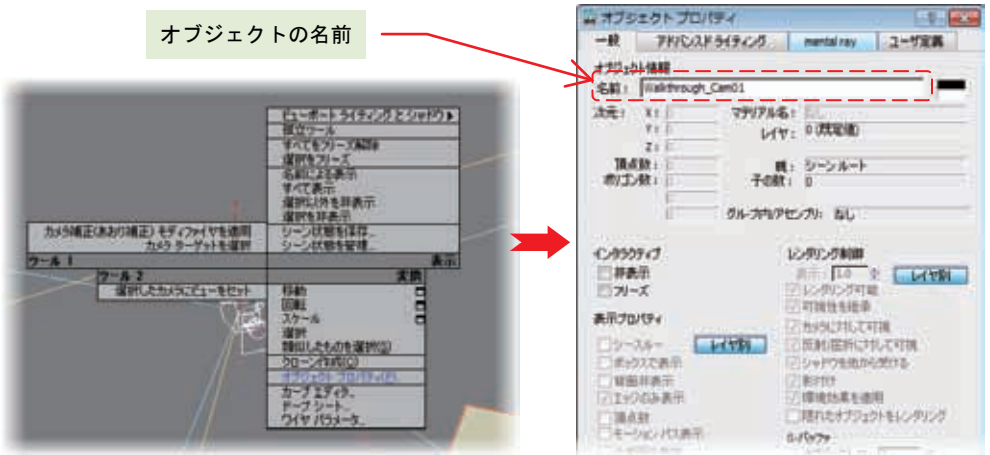
AutoCAD と同様に、オブジェクトはマウスの左ボタンでクリックして選択します。オブジェクトが入り組んでいて、目的のオブジェクトを選択し難い場面では、オブジェクトの名前から特定のオブジェクトを選択することができます。AutoCAD から読み込んだデータでは、オブジェクトの名前がブランクになっているケースもありますが、Autodesk 3ds Max Design 側で追加したカメラや日照（デイライト）は、この方法で選択して設定値を変更します。

名前による選択 コマンドは、メイン ツールバーに配置されています。[シーンから選択] ダイアログが表示されたら、オブジェクトの名前を一覧から探して選択後に [OK] ボタンを押すか、名前をダブルクリックして選択します。



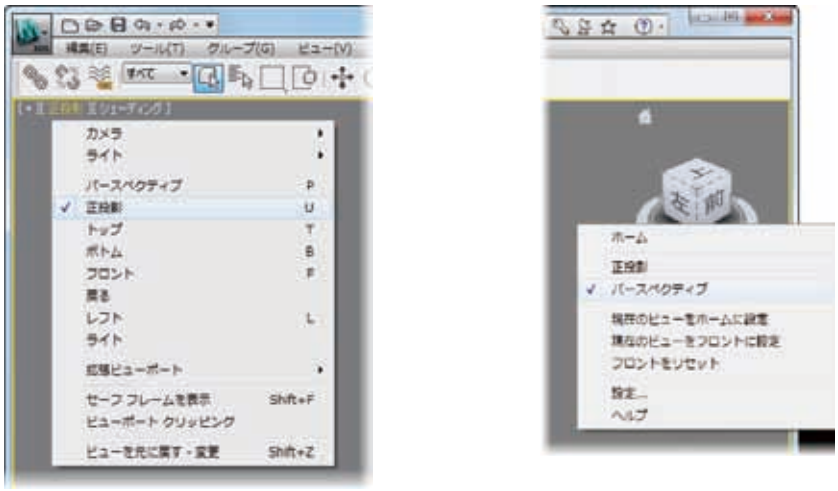
<名前による選択 コマンドと [シーンから選択] ダイアログ>

オブジェクトの名前は、マウスでオブジェクトを選択後にマウス右ボタン クリックメニューからで表示される [オブジェクト プロパティ] ダイアログで変更することができます。



ビューの投影方法と視点の変更

AutoCAD と呼称が異なっていますが、Autodesk 3ds Max Design でもビューの投影方法を変更することができます。それぞれ、**正投影**（平行投影）と **パースペクティブ**（パース投影）と呼ばれています。平行投影とパース投影は、ビューポート コントロールや ViewCube から切り替えることができます。



<ビューポート コントロール（左）と ViewCube(右）からの切り替え>

コマンドとマウス操作による視点変更

ズームやパン、オービットなどの基本的な視点変更の操作は、画面右下の ビューポート ナビゲーションにコマンドが割り当てられています。ビューポート ナビゲーションは、**正投影**（平行投影）と **パースペクティブ**（パース投影）の状態によって変化します。

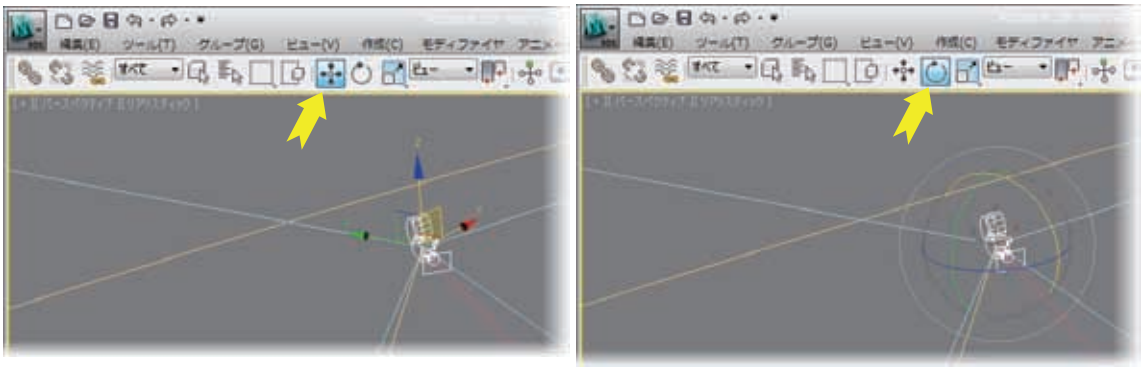
<正投影時（左）とパースペクティブ時（右）のビューポート ナビゲーション>

これらのコマンドと同等の機能は、マウス ホイールと組み合わせたキーボード ショートカットで呼び出が可能です。いちいちコマンドを起動せずに視点を変えられるので、とても便利です。

3D 画面移動	マウス ホイールを押しながらマウスを移動
3D ズーム	マウス ホイールをスクロールして拡大と縮小
3D オービット	[Alt] キーとマウス ホイールを押しながらマウスを移動

オブジェクトの移動と回転

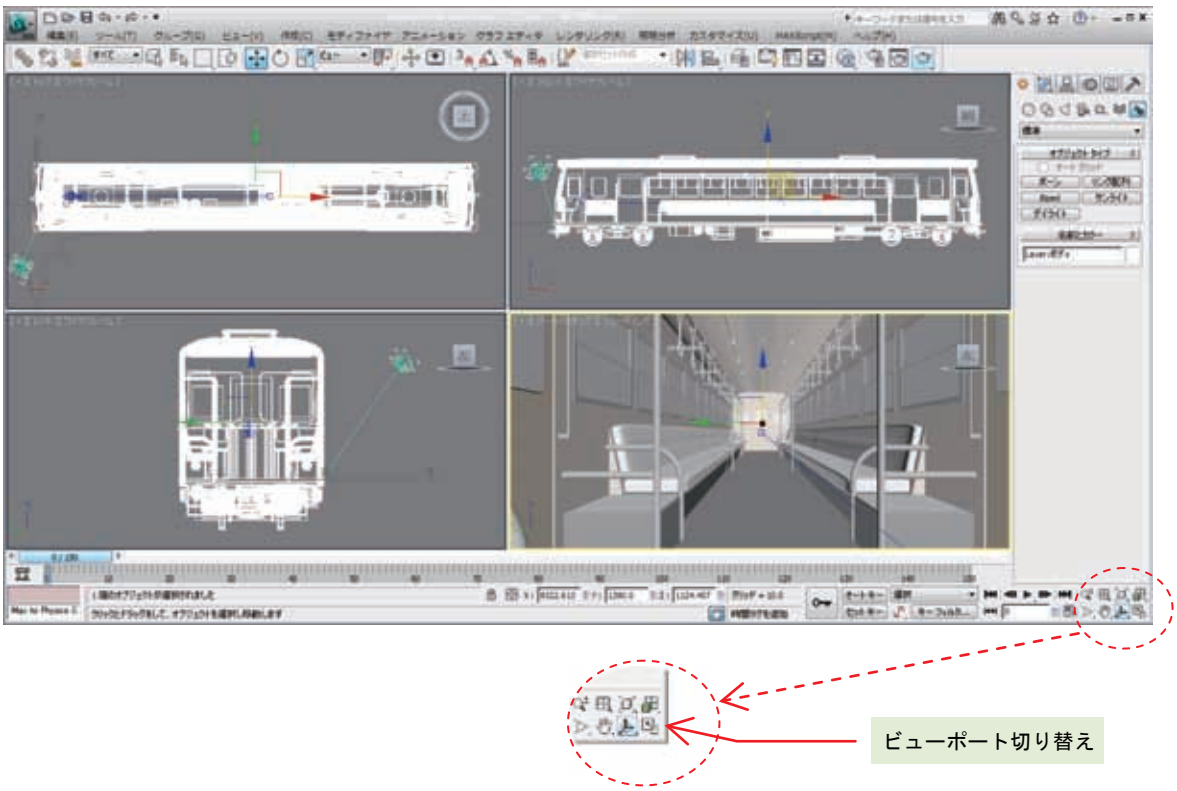
カメラなどのオブジェクト位置は、AutoCAD と同じように移動ギズモと回転ギズモで編集します。移動ギズモと回転ギズモは、メイン ツールバーに配置されています。



<移動ギズモ(左)と回転ギズモ>

視点によって位置合わせが難しい場合には、分割ビューポートを使って視点別に位置合わせをおこなうこともできます。Autodesk 3ds Max Design 画面右下の ビューポート ナビゲーションの ボタンをクリックすると、単一ビューポートと視点を変えた 4 分割ビューポート表示を交互に切り替えることができます。

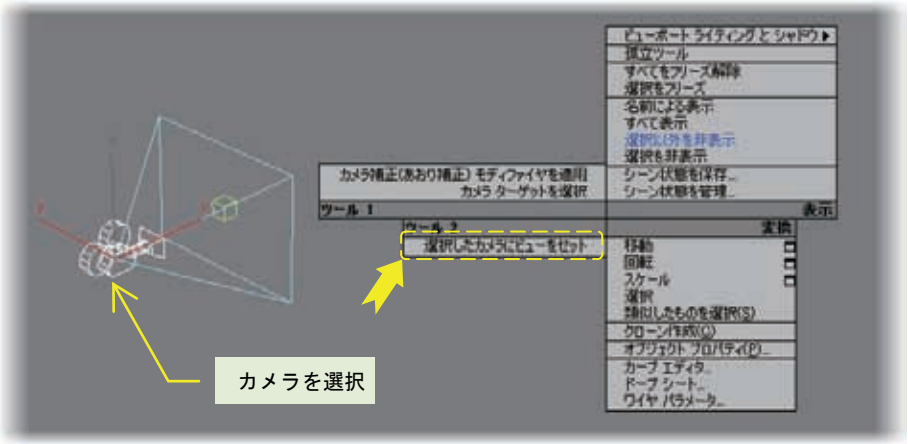
4 分割ビューポートの状態では、ビューポート毎に、同じオブジェクトを異なる視点から移動したり、回転したりすることができます。もう一度、 ボタンをクリックすれば、アクティブなビューポートを最大化できます。この操作は、[Alt] キー＋[W] キーのキーボード ショートカットでも可能です。



<4 分割ビューポートとビューポート最大化切り替え ボタン>

カメラ視点へのビューの変更

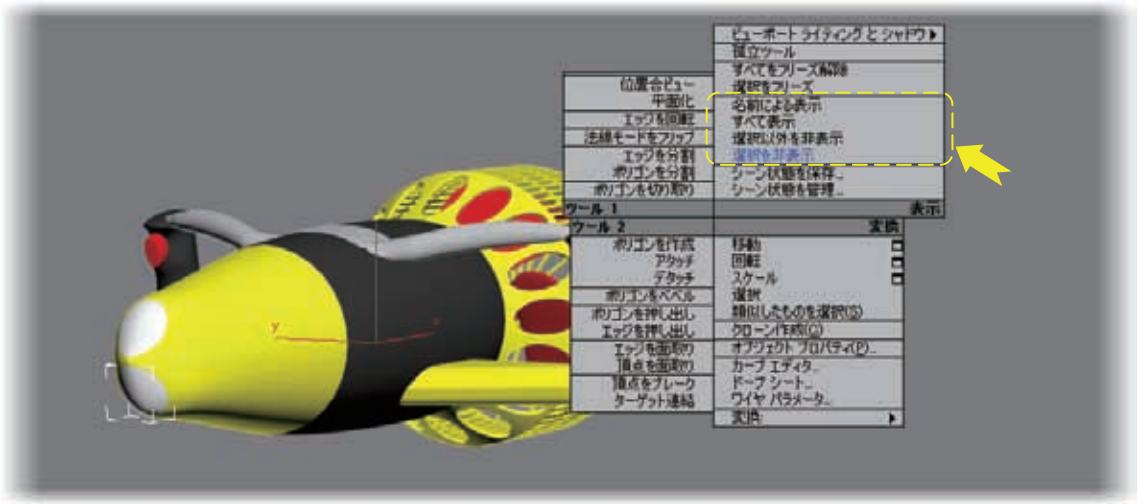
設定したカメラの視点でレンダリングやアニメーションを作成したい時には、カメラを選択してマウスの右ボタンメニューから、カメラ視点を呼び出すことができます。この方法でカメラ視点にビューを合わせないと、ビューに表示された視点でレンダリング画像やアニメーションが作成されてしまいます。



選択オブジェクトの表示/非表示

AutoCAD と同じように、Autodesk 3ds Max Design でもオブジェクト選択時にマウスの右ボタン メニューを使って、一時的に邪魔になるオブジェクトを非表示にすることができます。

選択したオブジェクト以外を画面から一時的に非表示にすることもできます。 [すべてを表示] を選択することで、すべてのオブジェクトを表示状態に戻すことができます。



対象オブジェクトが動くアニメーションの設定

Autodesk 3ds Max Design では時間軸に沿ったオブジェクトの動きを、アニメーションに組み込むことができます。この指定は、ある時間経過時点のオブジェクト位置を記録することでおこないます。AutoCAD から読み込んだ 3D モデルがあれば、すぐに作業にとりかかることが可能です。

ここでは、オブジェクトの回転、移動、パスに沿った移動について、基本的な内容を紹介していきます。Autodesk 3ds Max Design の詳細を知らなくても、すぐに動きのあるアニメーションを作成可能できます。

最も簡単に時間軸を制御するには、Autodesk 3ds Max Design ウィンドウ下部にある [オート キー] と **トラックバー**、**タイムスライダ** の機能を使います。

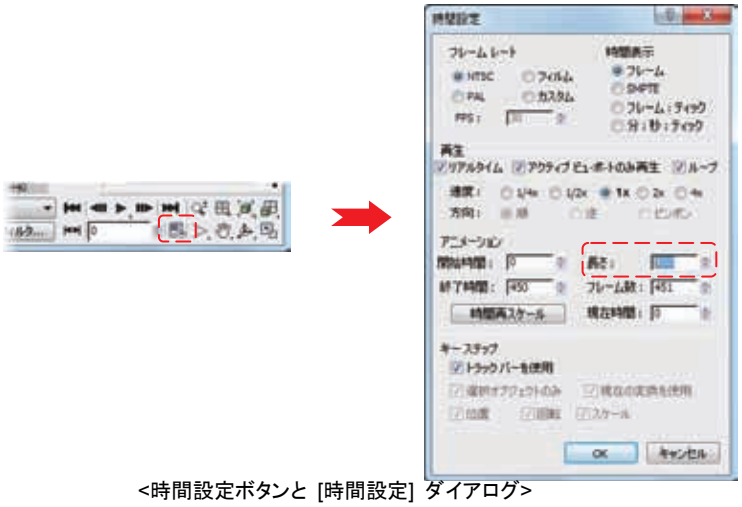
<トラックバーと [オート キー] ボタン>

オブジェクトの動きを記録するには、[オート キー] ボタンをクリックしてから、タイムスライダを左右に動かして記録する時間経過位置を決定し、対象オブジェクトを移動、回転させていきます。記録中の [オート キー] ボタンとタイム スライダ領域は、濃い赤色に反転します。

記録が完了したら、もう一度 [オート キー] ボタンをクリックするだけです。指定した位置間の動きは 3ds Max Design が自動的に補間するようになります。設定した動きを確認するには、**アニメーションを再生**（ ）ボタンを使用します。

トラックバーの時間経過は、**フレーム** によって管理されています。通常のアニメーションでは 1 秒間 30 フレームで構成されているので、1 秒後のオブジェクトの位置を記録させるには、タイムスライダを 30 の位置に動かしてから、移動ギズモや回転ギズモでオブジェクトを動かして記録します。

既定では、トラックバーの最大時間が 100 フレームに設定されているので、約 3 秒少しのアニメーションしか記録できません。もし、15 秒のアニメーションを記録したいなら、フレーム数を 450 に拡張する必要があります。フレーム数の増減設定は、ビューポート ナビゲーションの左側にある ボタンから [時間設定] ダイアログを表示させておこないます。

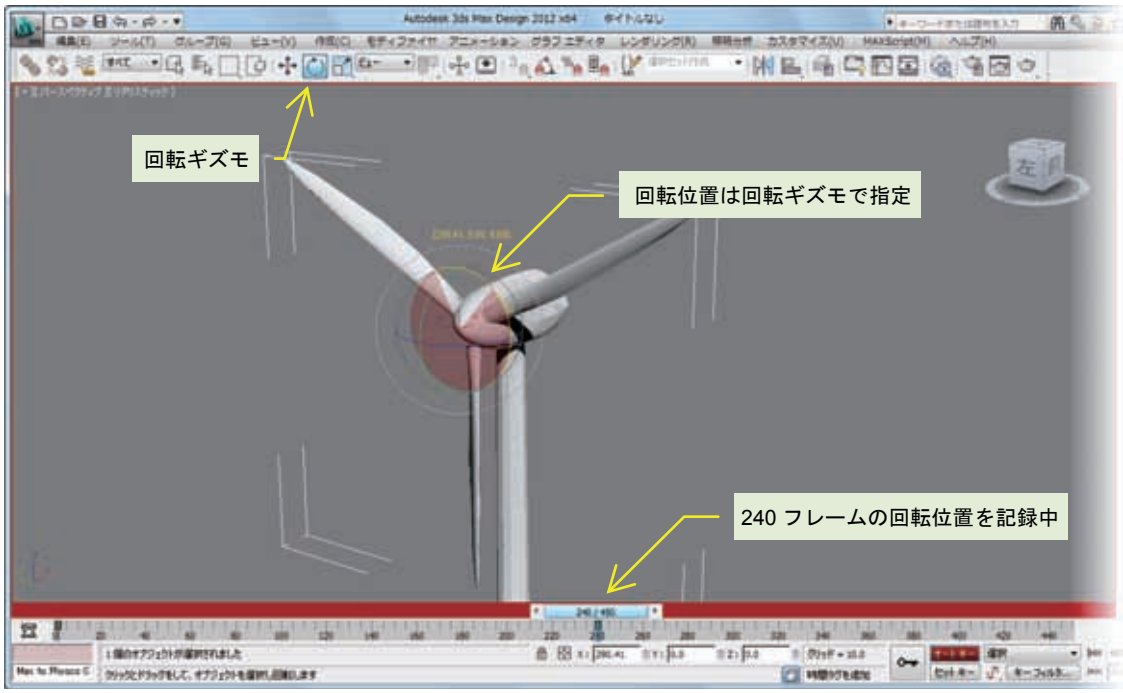


<時間設定ボタンと [時間設定] ダイアログ>

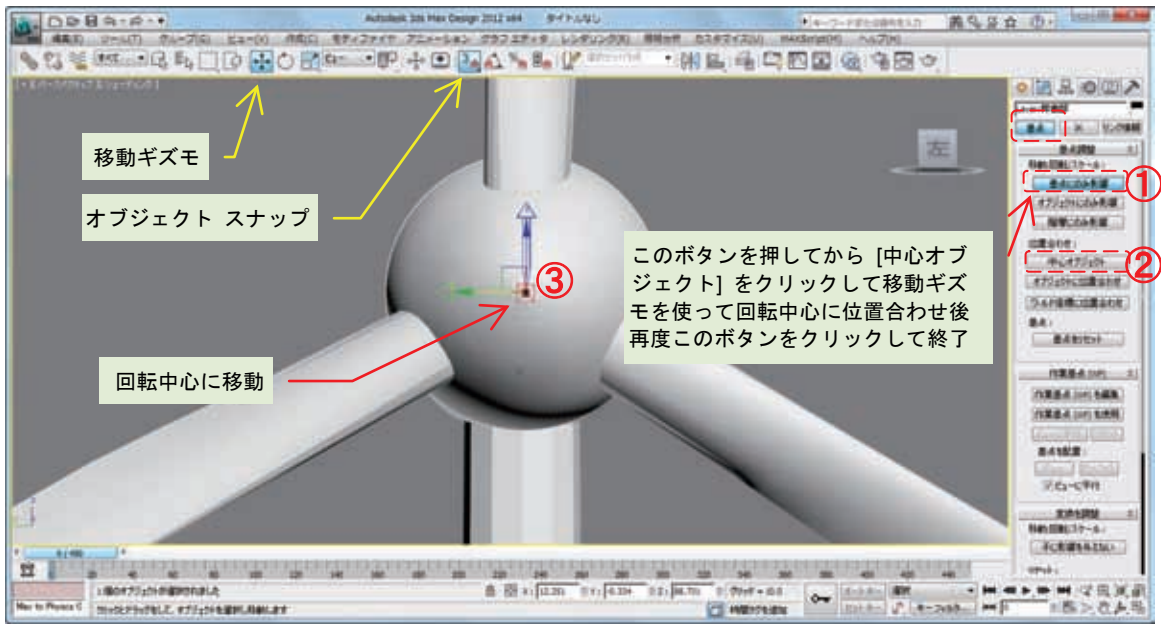
オブジェクトが回転する指定

AutoCAD から読み込んだ風車モデルのブレード（羽）を回転させるアニメーションの作成を仮定します。まず、メインツールバーから ボタンをクリックして、ブレード全体を選択します。

タイムスライダで記録する時間上の位置を決めてから、オブジェクトを回転させます。このとき、[オート キー] が押された状態なら、タイムスライダを動かして複数時の回転位置を記録できます。



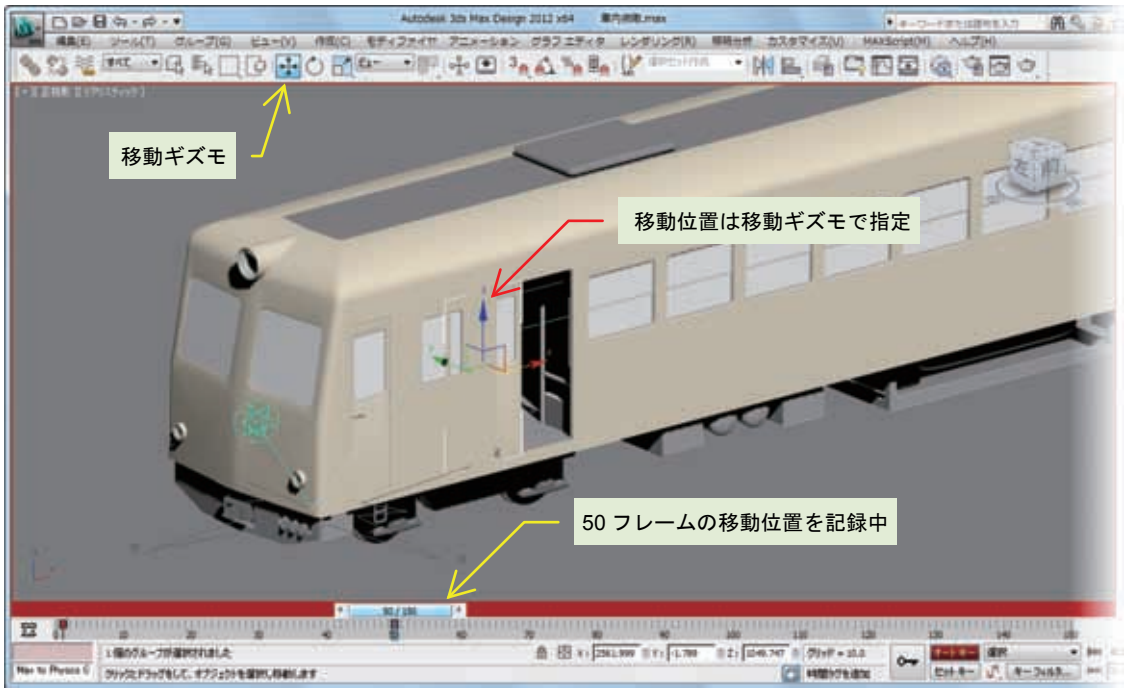
もし、回転中心が期待した位置からずれている場合には、コマンド パネルの [階層] タブを使って、基点の中心位置を移動ギズモで事前に移動させておく必要があります。中心位置の位置決めには、オブジェクト スナップをオンにしておこなうことをお勧めします。



オブジェクトが移動する指定

AutoCAD から読み込んだ気動車モデルで、ドアをスライドさせて開くアニメーションの作成を仮定します。まず、メインツールバーから ボタンをクリックして、ドア全体を選択します。

タイムスライダで記録する時間上の位置を決めてから、オブジェクトを移動させます。このとき、[オート キー] が押された状態なら、タイムスライダを動かして複数時の移動位置を記録できます。



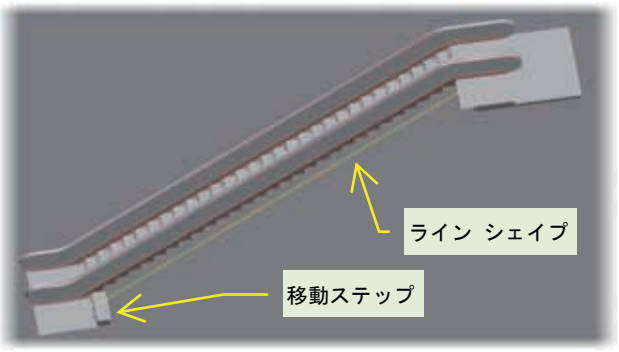
オブジェクトがパスに沿って移動する指定

AutoCAD から読み込んだエスカレータ モデルのステップを、パスに沿って移動させるアニメーションの作成を仮定します。ここでは、コンセプト モデルのプレゼンテーションという目的で、厳密な蹴上高さや踏み面の寸法に基づいた移動ピッチなどは考えず、もっとも単純な方法を紹介します。

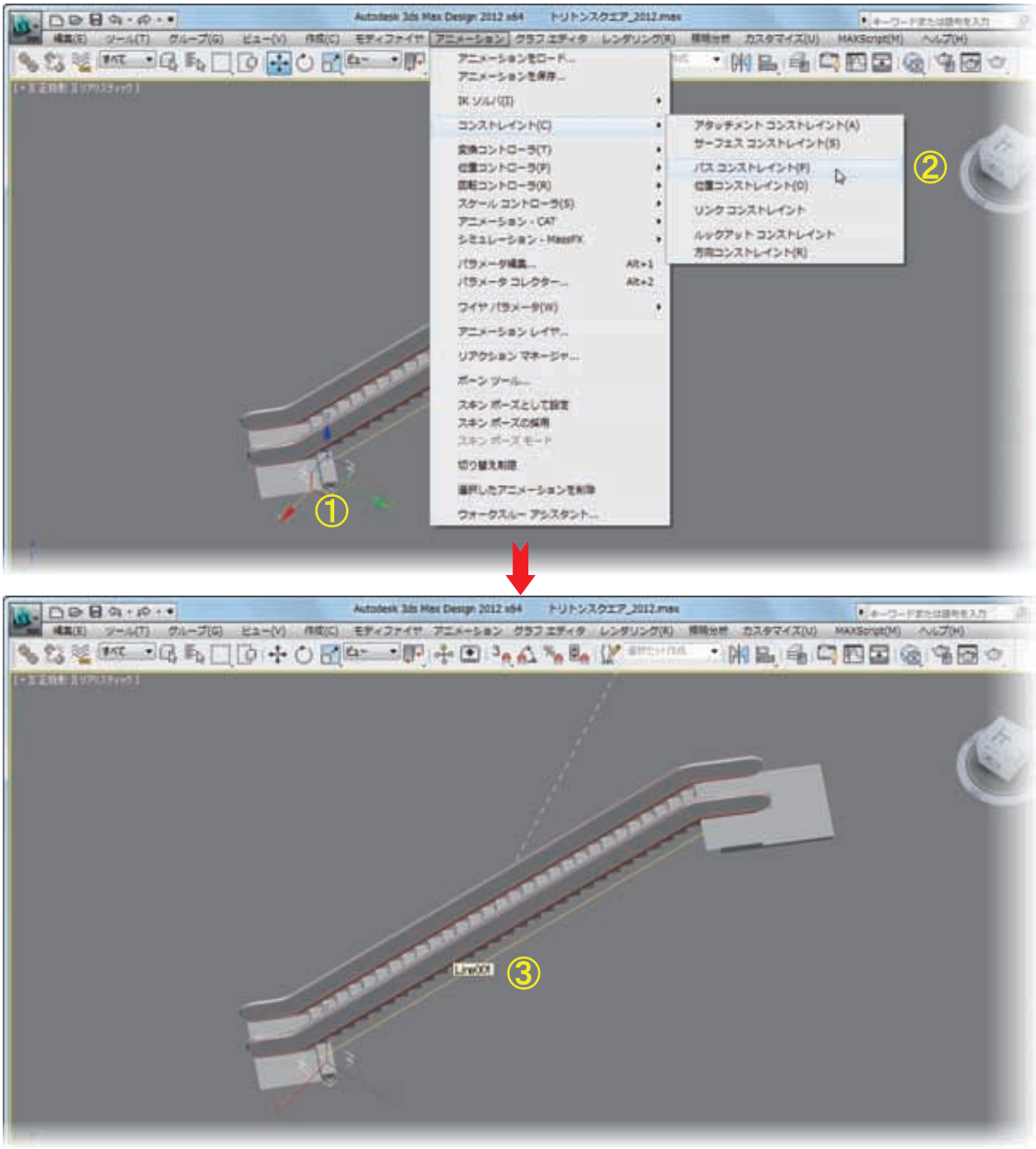
まず、必要に応じて、エスカレータ ステップの 1 段を沿わせるパスとなるオブジェクトを作図します。このパスは AutoCAD から読み込んだオブジェクトでも、Autodesk 3ds Max Design 側で追加した単純なライン シェイプでもかまいません。

ライン シェイプの追加には、コマンドパネルの [作成] タブからアクセスします。

必要に応じて、メイン ツールバーからオブジェクト スナップをオンにして、移動の中心経路となるべき箇所に、ラインを作図してください。



次にプルダウン メニューを利用して、エスカレータ ステップをパスに拘束します。ステップとなるオブジェクトを選択したら、[アニメーション] メニュー >> [コンストレイント] >> [パス コンストレイント] の順でメニューを選択して、ライン シェイプを指示します。

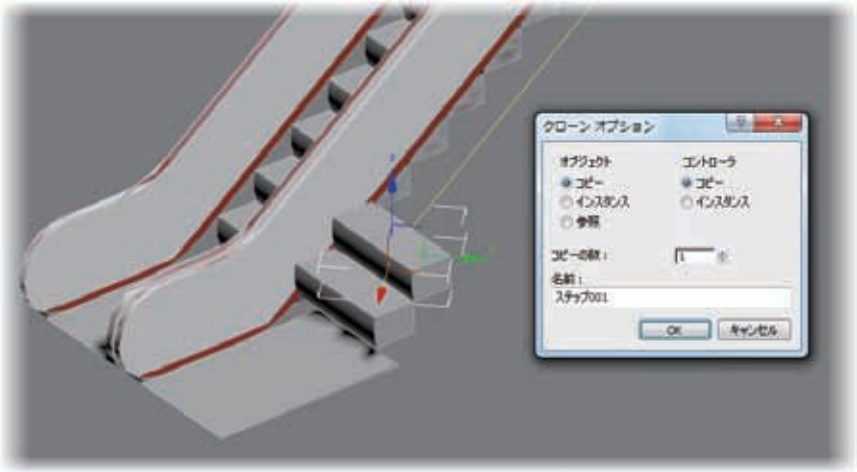


この状態で、再生ボタンをクリックすると、指定したエスカレータ ステップが時間経過とともに上昇、あるいは、下降するはずです。

上昇と下降の差は、ライン シェイプの 始点 → 終点 の方向に沿って変化します。この方向は、パス コンストレイントを設定した後でも変更することができます。始点、終点の入れ替えは、ライン シェイプを選択後にコマンド パネルの [修正] タブで頂点を指定しておこないます。

<[修正] タブでラインの頂点を編集>

あとは、パス コンストレイントを設定したエスカレータ ステップを、[Shift] キーを押しながらドラッグしてコピーしていくだけです。コピーされたステップも同じパスに拘束されているので、ライン シェイプに沿った移動しかできません。コピーと任意位置合わせを繰り返せば、エスカレータの動きをアニメーション化することができます。



<パス コンストレイントを設定したステップのコピー>

カメラ位置の変更

カメラを 1 つのオブジェクトとして移動させたり、回転させたりすると、視点が変化するアニメーションを記録できます。もちろん、カメラ位置の記録でも、トラックバー と タイムスライダ、 [オートキー] ボタンとともに、移動ギズモや回転ギズモを利用します。

もし、パスとなるオブジェクトがあれば、パスに沿ってカメラを移動させることもできます。カメラをパスに関連付ける方法には、コマンド パネルの [モーション] タブからおこなう方法もありますが、パス コンストレイントを利用する方法が最も簡単です。

カーブエディタによるアニメーション制御

Autodesk 3ds Max Design では、アニメーション中のオブジェクトの位置など遷移状態を、**カーブ エディタ** と呼ばれる画面で管理したり、コントロールしたりすることができます。

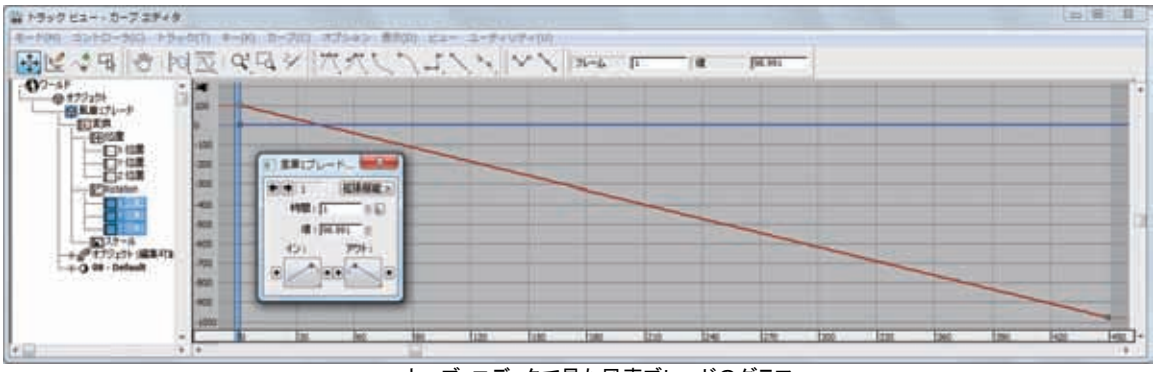
カーブ エディタは、オブジェクトを選択した状態で、メイン ツールバーから呼び出して表示させることができます。

<メイン ツールバー>

カーブ エディタは、横軸に時間、縦軸に位置の情報を持つ方眼紙状の格子を表示します。オブジェクトにタイムラインに沿った移動や回転が記録されていると、その様子を線グラフとして表示します。

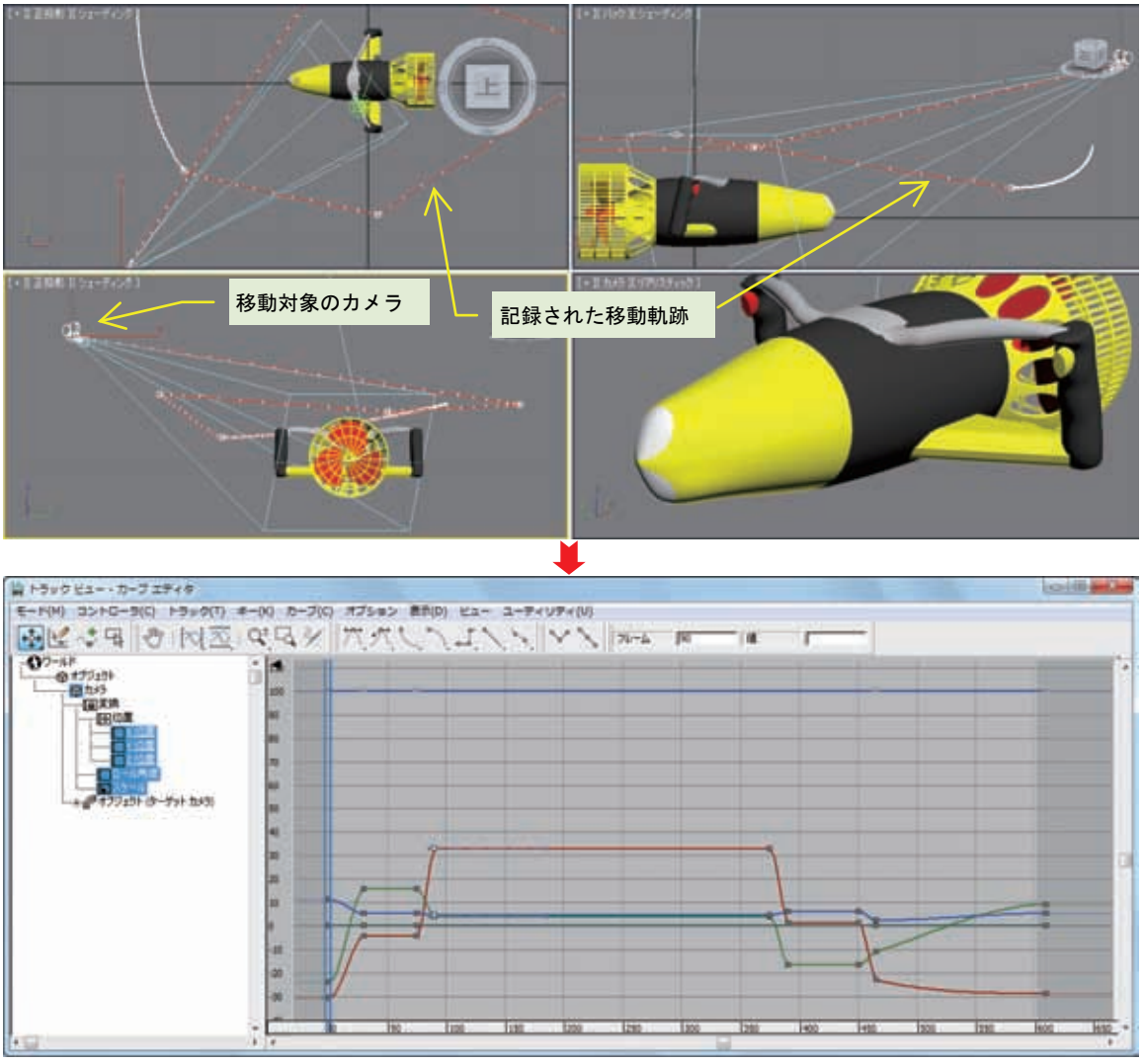
[オート キー] とタイムスライダで設定した位置には、グラフの頂点が表示されます。頂点上でマウスの右ボタンをクリックすると、ダイアログボックスを使って時間軸上の位置と、物理的な位置を数値で修正することができるようになります。

先の例で紹介した風車のブレードをカーブ エディタを表示すうと、一定速度で時間経過に沿って角度が変化していく様子を確認することができます。



<カーブ エディタで見た風車ブレードのグラフ>

位置を移動させながら変化させるカメラ オブジェクトをカーブ エディタで表示させると、時間経過と位置の関係を把握することができます。

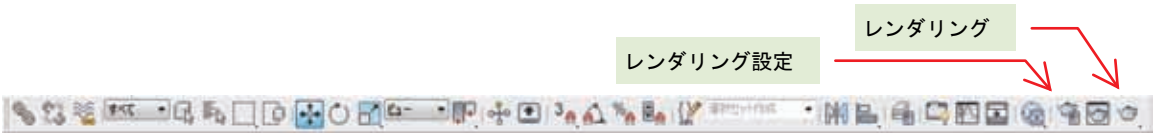


<カーブ エディタで見たカメラのグラフ>

レンダリング

アニメーションの設定ができたら、レンダリング画像やアニメーションを作成します。Autodesk 3ds Max Design でも、静止画としてのレンダリング画像とアニメーションを作成できますが、AutoCAD と異なり 1 つのダイアログで各種設定をおこないます。

レンダリング設定 と **レンダリング** コマンドは、メイン ツールバーから呼び出します。



<メイン ツールバー>

レンダリング設定

レンダリング設定 コマンドを呼び出すと、[レンダリング設定] ダイアログを表示します。

最初に利用するのは、[共通設定] タブです。まず、ダイアログ上部の [時間出力] で単一の静止画像としてレンダリング画像を得るか、フレーム範囲でアニメーションを作成するかを指定します。

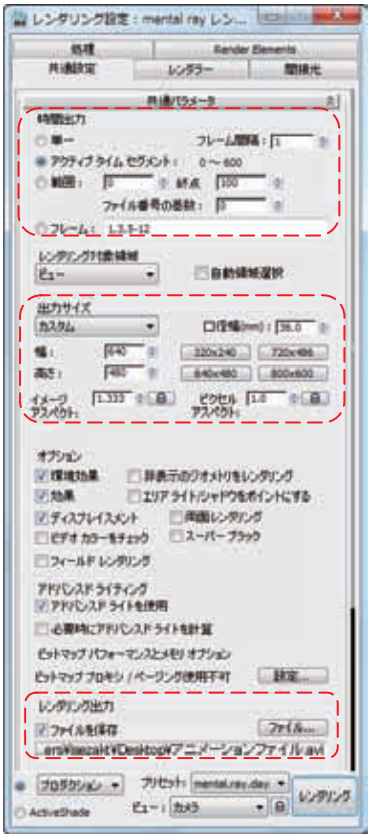
[出力サイズ] では、出力する画像やアニメーションの解像度を指定します。

[レンダリング出力] では、レンダリング画像の保存ファイル名、あるいは、アニメーションの動画ファイル名、出力ファイル形式を指定します。

[時間出力] を [アクティブ タイム セグメント] や [範囲] で指定してアニメーションを作成する場合には、必ず [レンダリング出力] で出力するファイル名を指定するようにしてください。

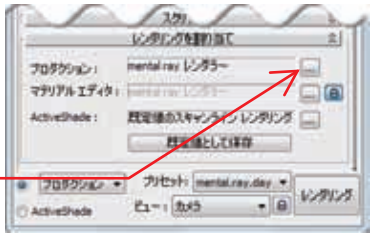
ファイル名とファイル形式の指定は、[ファイルを保存] チェックボックスにチェックを入れて [ファイル...] ボタンからおこないます。ここでファイル名を指定しないと、フレーム毎のレンダリング結果がファイルとして保存されません。

Autodesk 3ds Max Design では、既定値では、mental ray レンダリング エンジンを使ったレンダリングをおこないます。出力品質は、ダイアログ下部の [プリセット] の項で指定することができます。



<[レンダリング設定] ダイアログ>

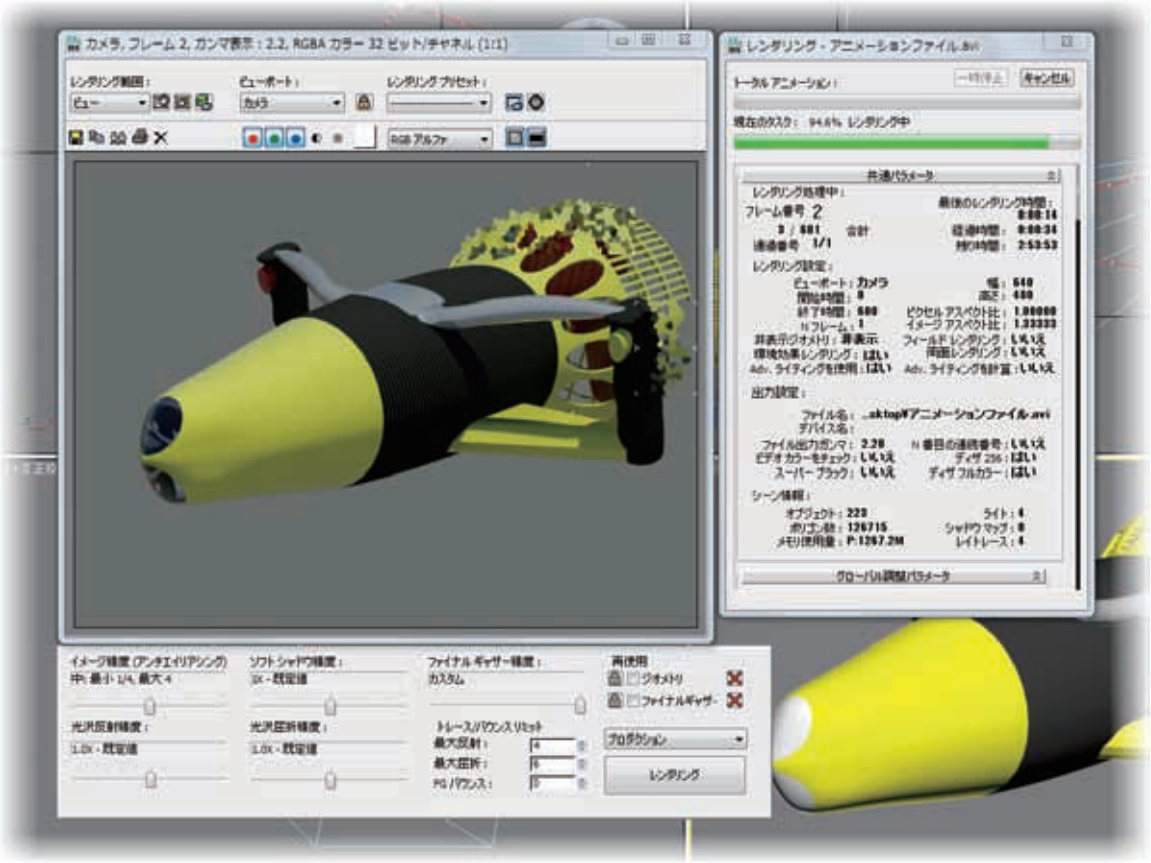
ダイアログのスクロールバーを下部に移動させると、[レンダリングを割り当て] 項を表示することができます。この設定では、既定値の mental ray レンダリング エンジン以外のレンダラーを指定できます。レンダラー変更後のレンダラー別の設定は、[レンダラー] タブでおこないます。



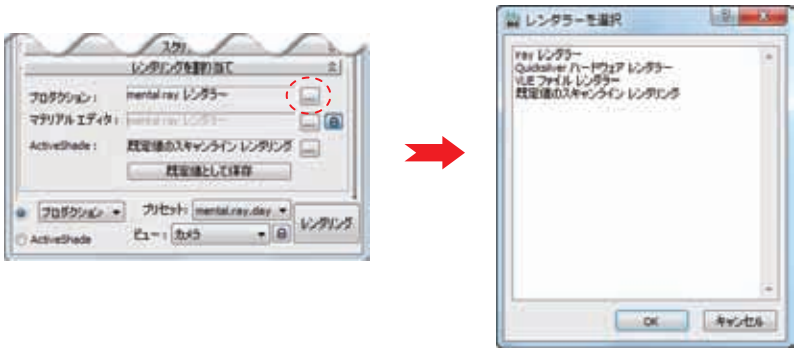
レンダリング

レンダリング作業の開始は、いたって簡単です。[レンダリング設定] ダイアログ右下の [レンダリング] ボタンか、メイン ツールバーの **レンダリング** コマンドをクリックするだけです。レンダリング中にはフレーム毎のレンダリング画像が画面に表示され、AutoCAD と比較して高速にレンダリング計算をおこないます。

レンダリングを中止した場合には、表示されている [レンダリング] ダイアログの [キャンセル] ボタンをクリックするか、[ESC] キーを押してください。



レンダラーの指定によって、異なる結果を静止画像とアニメーションとで得ることができます。目的に応じてレンダラーを変更することで、AutoCAD では表現できないプレゼンテーション効果を生むことができるはずです。



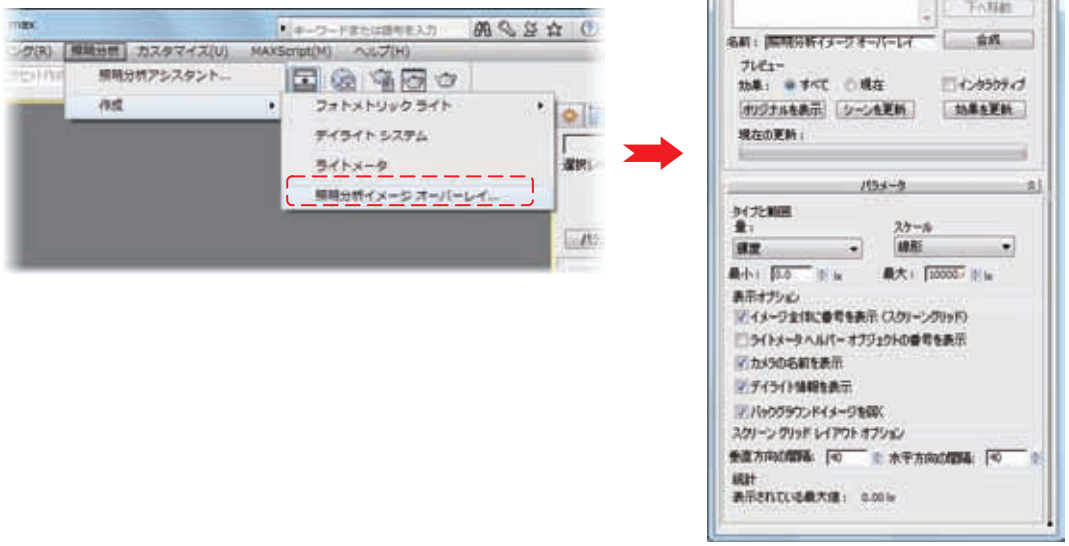
<[レンダリング設定] ダイアログからのレンダラー変更>

Quicksilver レンダラーを選択して、”テクニカル” スタイルを使ったアニメーションでは、マニュアル冊子などでは理解しにくい操作手順や作業手順などを分かり易く説明するテクニカル アニメーションを表現することも可能です。

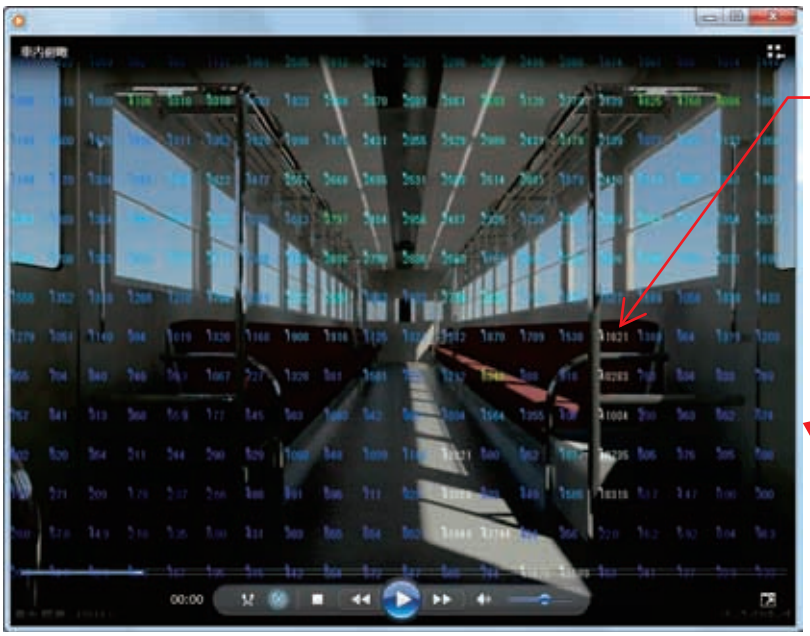
レンダリングといっても、写真のようなフォトリアルな画像ばかりではありません。このように、Autodesk 3ds Max Design を使って、さまざまな表現を試すことができます。

レンダリングへの照明分析効果の追加

レンダリング作業の前に照明分析設定の効果を設定するだけで、レンダリングされる静止画像やアニメーション中に、照度を表す文字情報を表示させることができます。[照明分析] メニューから、[作成] >> [照明分イメージ オーバーレイ...] を選択してください。



[セット キー] を押した状態でデイライトを選択して、コマンド パネルの[修正] タブから日照（デイライト）の時間を変化させて、アニメーションの初めと終わりの異なる時刻を記録するだけで、太陽の動きを反映しながら、照度を表示するレンダリング アニメーションの作成が可能になります。



<気動車内の照明分析アニメーション>

Autodesk Showcase

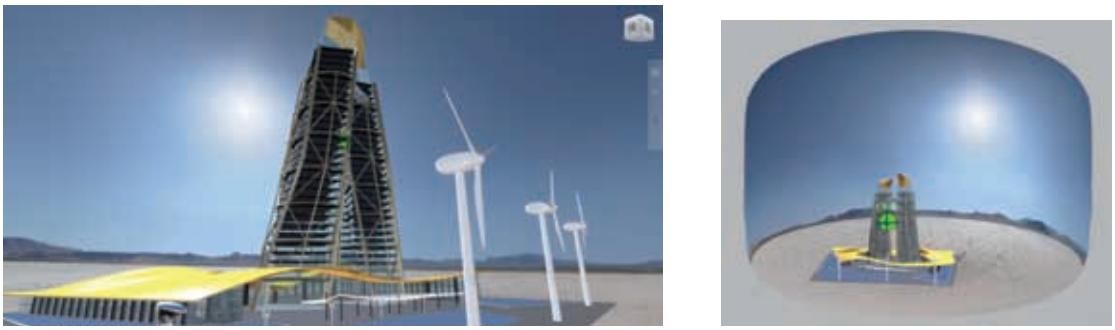
Autodesk Showcase は、その名前のとおり、作成した 3D モデルのさまざまなバリエーションを、画面上で比較検討をおこなったり、デザインレビューやプレゼンテーションをおこなうための製品です。AutoCAD や Autodesk 3ds Max Design とは異なり、レンダリング画像を得るための計算処理がなく、プレゼンテーションの対象とする 3D モデルを、フォトリアルな表示品質でリアルタイムに参照することができます。

Autodesk Showcase には、2D オブジェクトを作図したり、3D モデリングをしたりする機能はありません。他の製品で作成した 3D モデルを読み込んで、異なる色合いのマテリアルを適用した複数のバリエーションの設定を対話的に表示したり、時間軸に沿った視点の表示遷移を見せたりすることができます。

<リアルタイム レンダリングで表示された腕時計（左）とバリエーション選択インタフェース（右）>

常にフォトリアルな表示をおこなえるので、[レンダリング] ボタンをクリックする必要がなく、写真を撮るように、いつでも気に行った視点を画像ファイルとして保存することができます。同じようにシーンと呼ばれる名前のついた視点間の動きや、可動部品など動きをアニメーション動画として保存することも可能です。

更に、プレゼンテーションの対象とする 3D モデルの周囲 360 度には、背景として **環境** と呼ばれる画像を表示する機能があります。環境画像は光源情報も持つので、画面中の 3D モデルにリアルな写り込みを表現できます。環境を利用すると、その場にいるような感覚でプレゼンテーションすることが可能です。

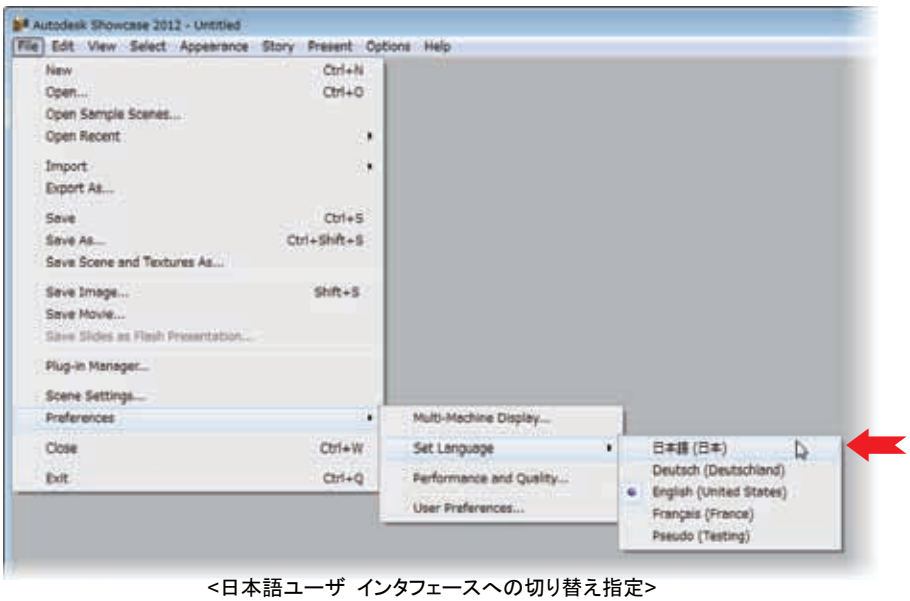


<環境を使って表示したコンセプト モデル（左）と 円筒にマッピングされた環境画像の実態（右）>

Autodesk Showcase は、ショールームのような場所でお客様に製品を提案、検討していただくためのプレゼンテーション ツールとして非常に絶大な効果を発揮します。

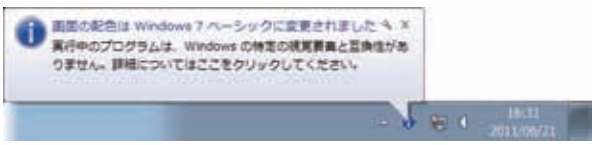
日本語版 Autodesk Design Suite 2012 から Autodesk Showcase 2012 をインストールして起動すると、英語表示のユーザ インタフェースで起動します。これは、英語版の Autodesk Showcase が同梱されているためではありません。注意してください。Autodesk Showcase 2012 のみ、起動後に手動で日本語表示に変更する必要があります。

ユーザ インタフェースを日本語表示に切り替えるためには、[File] メニューから [Prefereces] >> [Set Launguage] を順に選択して、[日本語（日本）] をクリックしてください。その後、Autodesk Showcase の再起動を求められますので、それに従ってください。再起動後にユーザ インタフェースが日本語で表示されます。



<日本語ユーザ インタフェースへの切り替え指定>

ウィンドウのタイトルバーなどを半透明する効果 “Aero” を **オン** にしている Windows 7 上で Autodesk Showcase 2012 を実行する場合、次のようなメッセージが表示されて Aero 機能が自動的に **オフ** になることがあります。



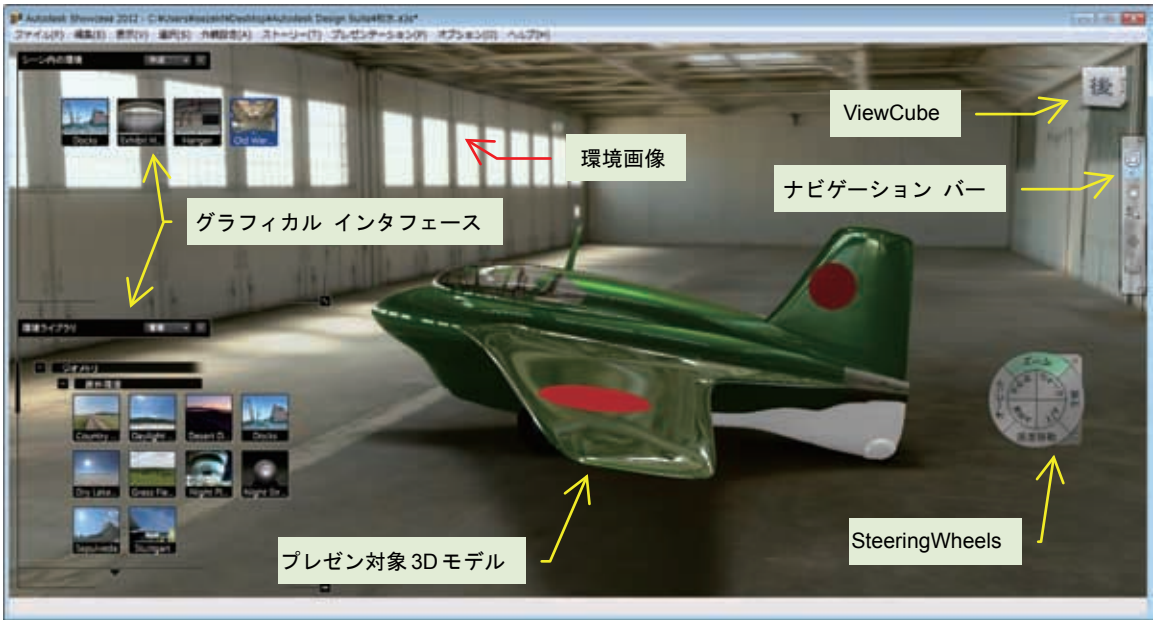
Autodesk Showcase 2012 は、Windows システムの表示機能を担当する **DirectX** を使ってグラフィックス表示をおこないます。DirectX 9 を利用中の一部の Windows 7 の環境では、メモリ消費が増大する傾向があることが知られています。Autodesk Showcase 2012 では、これをあらかじめ押さえて、Autodesk Showcase 2012 を安全に実行するために、Aero 機能を **オフ** にする処理を組み込んでいます。Autodesk Showcase を終了すると、Aero 機能は自動的に **オン** の状態に戻ります。

旧バージョンの Autodesk Showcase では、グラフィックス表示に OpenGL テクノロジを利用していました。

Autodesk Showcase のユーザ インタフェース

Autodesk Showcase は、画面全体をプレゼンテーションに有効活用する目的で、リボン インタフェース採用を見送っています。その代わりに、特徴的なグラフィカル インタフェースを備えています。

視点変更などの基本操作には、オートデスク製品共通の ViewCube や SteeringWheels を利用できるので、AutoCAD で作成した 3D モデルを読み込めば、すぐにリアル タイム プレゼンテーションの世界を体感することができます。



<Autodesk Showcase のユーザ インタフェース>

AutoCAD 3D データの読み込み

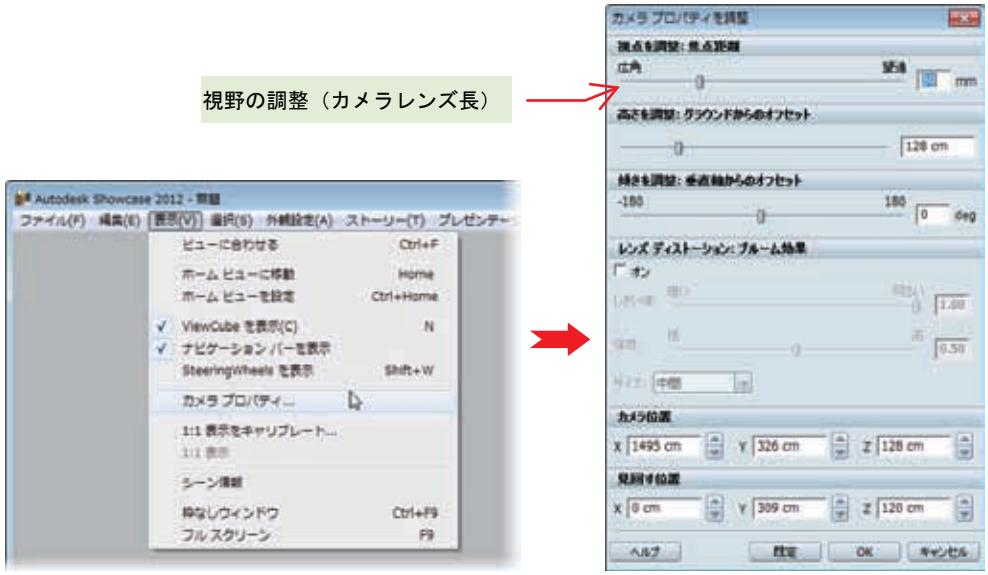
AutoCAD で作成した 3D モデルは、DWG ファイル形式か FBX ファイル形式経由で、Autodesk Showcase に読み込むことができます。AutoCAD 側で Autodesk Material Library を使って適用したマテリアル情報も、そのまま取り込めます。

実際の読み込みには、新規シーンの作成直後に表示される [シーンを開く/作成] ダイアログの [新しいシーン] タブを利用します。この他に、[ファイル] メニューにある [読み込み] も利用できます。

<[シーンを開く/作成] ダイアログ>

ビューの投影方法と視点の変更

実世界を表現するために、Autodesk Showcase の投影方法はすべてパース投影です。パース投影の視野の調整は、 [表示] メニューの [カメラ プロパティ] でおこないます。



<パース投影のカメラ プロパティ変更>

グラフィカル インタフェースのキーボード ショートカット

Autodesk Showcase では、グラフィカル インタフェースをキーボード ショートカットで表示したり、非表示にしたりするのが一般的です。この操作によって、プレゼンテーション中に、最大限、3D モデルを中心に表示して、インタフェースが視野を妨げないようにする効果があります。

グラフィカル インタフェースのオン/オフ	キーボード ショートカット
マテリアル	M
環境	E
ライト	L
バリエーション	A
ショット	T
ストーリーボード	U
動作	B
トランスフォーム ハンドルでの移動/回転	H
オーガナイザ	O
断面	X

マウス操作による視点変更

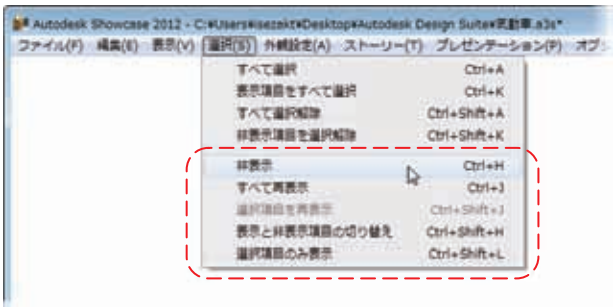
マウス操作による視点変更は Autodesk Showcase 固有のキー操作でも可能ですが、AutoCAD と同じ次の操作方法でも実現できます。

3D 画面移動	マウス ホイールを押しながらマウスを移動
3D ズーム	マウス ホイールをスクロールして拡大と縮小
3D オービット	[Shift] キーとマウス ホイールを押しながらマウスを移動

選択オブジェクトの表示/非表示

Autodesk Showcase でも、選択オブジェクトを一時的に非表示にしたり、選択オブジェクト以外を非表示にしたりすることができます。オブジェクトの表示と非表示の指定は、マウスの右ボタン メニューからではなく、[選択] メニューからおこないます。

バリエーションを設定する際には、この機能をよく利用します。



バリエーションの追加

AutoCAD から読み込んだ 3D モデルに、色やタイプなどのバリエーションを与えることができます。

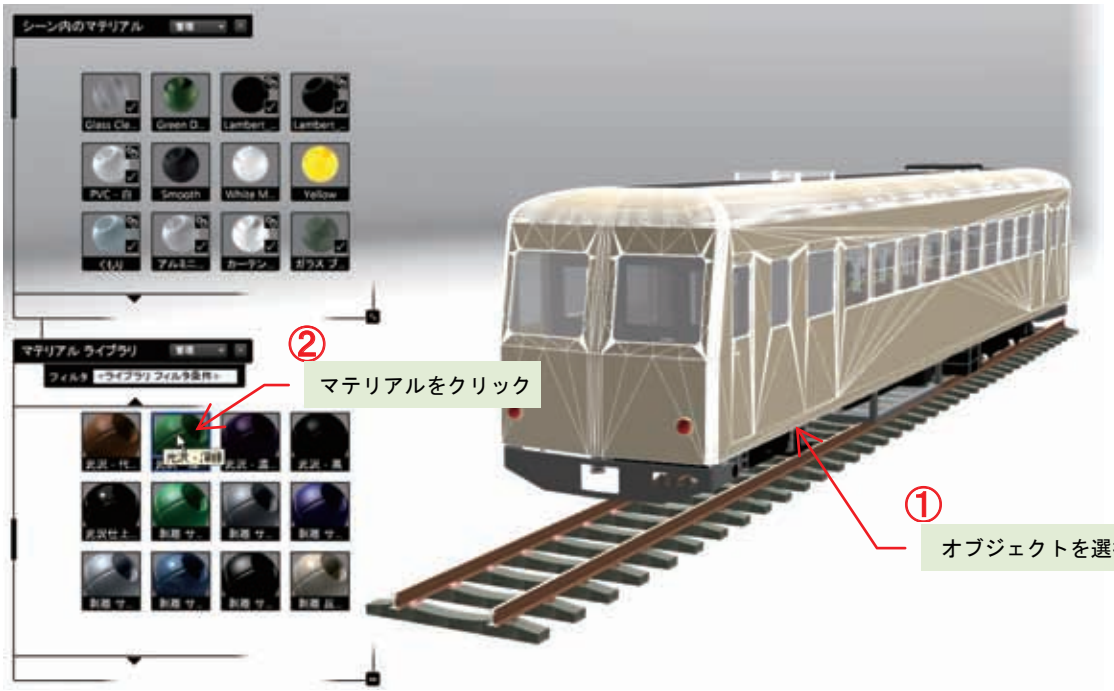
バリエーションを設定すると、マウス ワンクリックで異なるバリエーションの表示切り替えて、プレゼンテーションの場で仕様の比較検討をおこなえます。Autodesk Showcase で扱うことが可能なバリエーションには、3 つのタイプがあります。

1 つめは、異なるマテリアルを管理する **マテリアル ラインアップ** です。2 つめは、全く異なる形状を管理する **モデル ラインアップ**、3 つめは、ドアや窓など、読み込んだ 3D モデルに含まれる、一部のオブジェクトの移動後や回転後の状態を見せる **ポジション ラインアップ** です。

マテリアル ラインアップの作成

読み込んだ 3D モデルに異なるマテリアルを適用しながら、複数のマテリアル バリエーションを登録してきます。キーボード ショートカット **M** を入力して、マテリアル インタフェースを表示します。

マテリアル インタフェースが表示されたら、マテリアル ライブラリなどから、適用したいマテリアルを探します。Autodesk Showcase のマテリアル適用は、適用したいオブジェクトをマウスの左ボタンクリックで選択してから、マテリアル インタフェースのマテリアルをクリックする手順でおこないます。



マテリアルを適用したら、キーボード ショートカット **A** を押して、バリエーション インタフェースを表示させます。この時、マテリアル適用直後でオブジェクトが選択された状態のままなら、マテリアル ラインアップ下の [次のバリエーションを追加] をクリックして新しいバリエーションを追加します。

この作業を繰り返すことで、複数のバリエーションを登録できます。必要に応じて、バリエーションの名前を右クリックメニューから変更できます。

[次のバリエーションを追加] をクリックする前に、オブジェクトの選択状態を解除した場合には、追加したマテリアル バリエーションと 3D モデルが関連付けされません。

この状態でマテリアル バリエーションを追加してしまった場合には、マテリアルを適用したオブジェクトを選択し直してから、バリエーション サムネイル画像上でマウスの右ボタンをクリックして、メニューから [選択項目の追加先] を指定してください。この操作で関連付けが完了して、バリエーションの表示切り替えが可能になります。

モデル ラインアップの作成

読み込んだ 3D モデルの形状タイプの違いを、モデル ラインアップとして登録できます。登録には、マテリアル バリエーションの登録と同じように、キーボード ショートカット **A** から表示する、バリエーション インタフェースを使用します。

モデル ラインアップ登録のためには、あらかじめ AutoCAD 側でモデル毎の形状をモデリングしておく必要があります。同じ位置に異なる形状を表示させることになるので、AutoCAD 側で画層を分けてモデリングしておくのが普通です。

<Autodesk Showcase で実現した腕時計ベルトのモデル ラインアップ >

<AutoCAD でのモデリング時の状態>

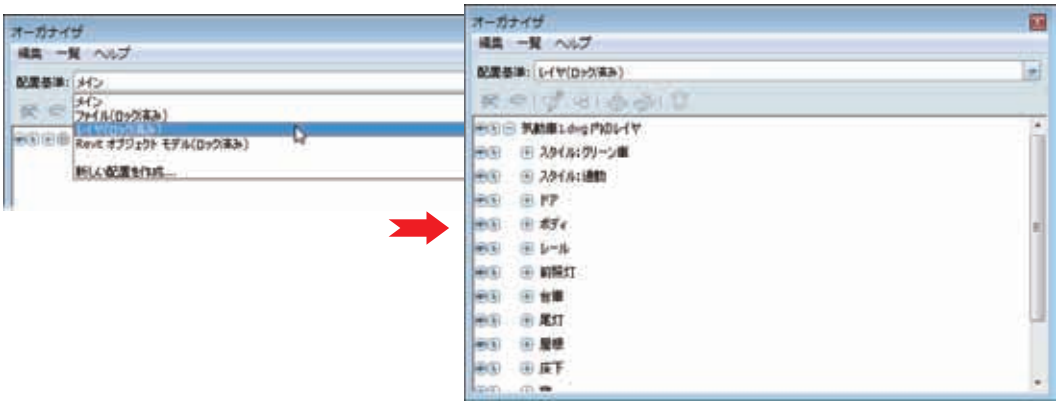
ここでは、複数の形状バリエーションが AutoCAD 側で画層別に作成されていると仮定して、気動車の客室内装をモデル バリエーションとして登録していきます。

AutoCAD から 3D モデルを読み込んだ直後には、”スタイル：通勤” 画層、”スタイル：グリーン車” 画層に分けてモデリングされた形状が重なって表示されるはずです。

<重なって表示される画層別のモデル バリエーション候補>

次に、AutoCAD で設定した画層を使って、画層に含まれるオブジェクトを選択しながらモデル バリエーションに加えていきます。

キーボード ショートカット **O** を押して [オーガナイザ] ダイアログを表示したら、[配置基準] リストから [レイヤ(ロック済み)] を選択してください。 [*読み込んだファイル名* 内のレイヤ] 左の ⊞ をクリックしてファイルに含まれる画層一覧を展開します。

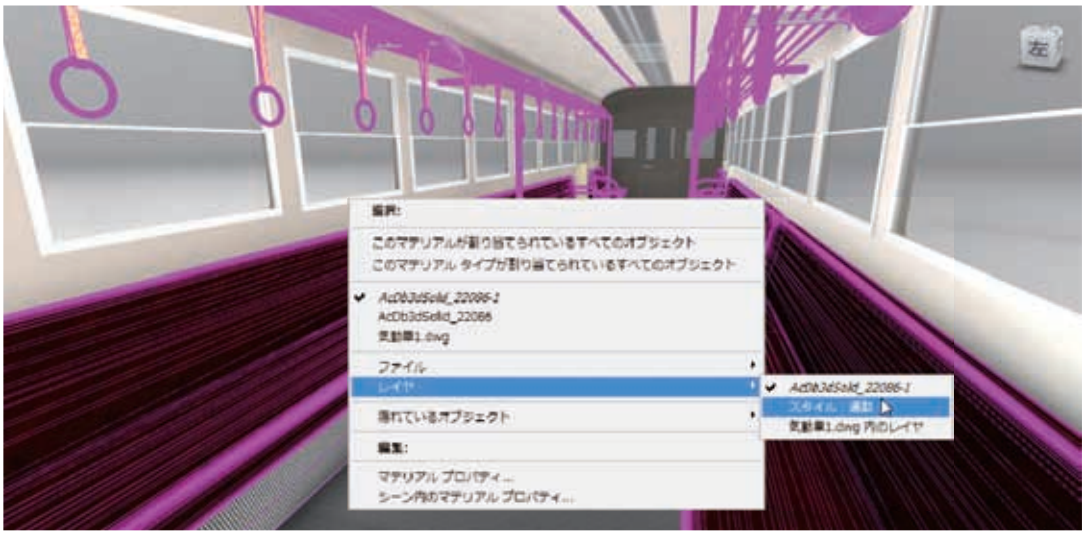


<[オーガナイザ] ダイアログと表示制御>

画層名の左にある 👁 をクリックすると、表示が ☐ に変わって、クリックした画層に含まれるオブジェクトの表示状態を切り替えることができます。

”スタイル：通勤” 画層に含まれるオブジェクトをバリエーション化するには、重なって表示されているもう一方の画層 ”スタイル：グリーン車” を非表示にする必要があります。”スタイル：グリーン車” を ☐ にして非表示にします。

”スタイル：グリーン車” 画層に含まれるオブジェクトが非表示になったら、”スタイル：通勤” 画層に含まれるオブジェクトを 1 つ選択して、マウスの右ボタン メニューを呼び出します。 [レイヤ] メニューから ”スタイル：通勤” に含まれるすべてのオブジェクトを選択することができます。



”スタイル：通勤” 画層に含まれるオブジェクトをバリエーション登録します。キーボード ショートカット **A** でバリエーション インタフェースを表示して、選択状態を保ったまま、モデル ラインアップ下の [次のバリエーションを追加] をクリックします。ここでも、必要に応じて、追加したバリエーションの名前をバリエーション アイコン上の右ボタン メニューから変更することができます。

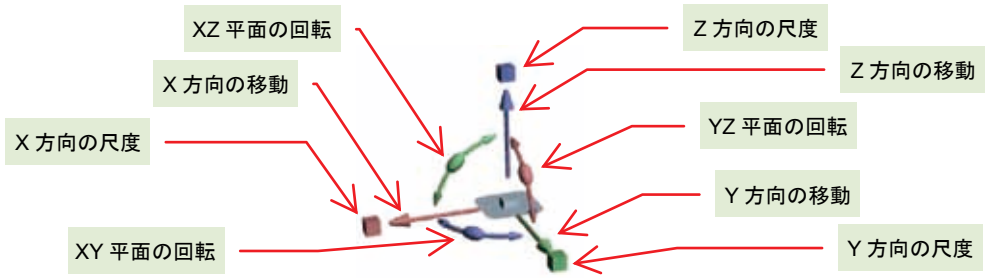
ここまでの手順で、今度は ”スタイル：通勤” 画層 を非表示に、”スタイル：グリーン車” 画素を表示状態にしてバリエーションを登録することで、もう一方のモデル バリエーションを登録できます。登録したバリエーションのサムネイル アイコンをクリックするだけで、2 つのバリエーションを切り替えることができるようになります。

<[通勤車]（左上）と [グリーン車]（右下）のモデル バリエーション>

ポジション ラインアップの作成

ポジション ラインアップは、3D オブジェクトの位置を登録して表示するバリエーションです。自動車のドアやタイヤの向きなど、回転や平行移動で表現できる範囲の状態を登録することができます。登録時には、3D オブジェクトの移動後の位置を保持するポジション バリエーションだけでなく、オリジナルの位置も登録しておくのが一般的です。

Autodesk Showcase で 3D オブジェクトの位置を変えるには、キーボード ショートカット **H** で表示させることができる **トランスフォーム ハンドル** を使用します。AutoCAD や Autodesk 3ds Max Design の移動ギズモや回転ギズモと違って、トランスフォーム ハンドルは、移動、回転、尺度変更を 1 つのギズモでおこないます。



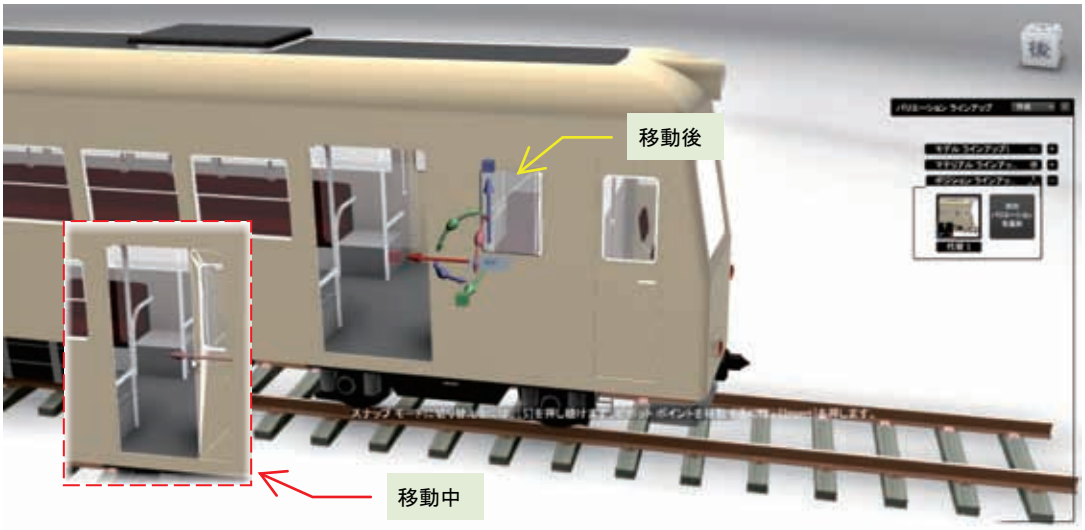
<トランスフォーム ハンドル>

ここでは、気動車のドアについて、オリジナル位置である閉じた状態と、平行移動させて開いた状態とを用意します。まず、3D オブジェクトの位置を移動して変える前に、オリジナルの位置をポジション バリエーションに登録します。

最初に移動させたいドアのオブジェクトを選択します。ドアを構成する 3D オブジェクトが複数ある場合には、[Shift] キーを押しながらオブジェクトを選択します。選択完了後にキーボード ショートカット **A** でバリエーション インタフェースを表示させます。

選択状態を保ったまま、ポジション ラインアップ下の [次のバリエーションを追加] をクリックして新しいバリエーションを追加します。また、必要に応じて、追加したバリエーションの名前をバリエーション アイコン上の右ボタン メニューから変更します。

続いて、キーボード ショートカット **H** でトランスフォーム ハンドルを表示させて、マウスを移動方向の軸に合わせることで、移動を一方向に固定して選択したドアの構成オブジェクトを移動させます。



ここでも、移動後のオブジェクト選択状態を保ったまま、ポジション ラインアップ下の [次のバリエーションを追加] をクリックして新しいバリエーションを追加します。これで、移動前と移動後の位置が異なるポジション バリエーションに登録されます。

<[ドア(閉)](左上)と [ドア(開)](右下)のポジション バリエーション>

環境の適用

キーボード ショートカット **E** で環境インタフェースを表示させて、Autodesk Showcase にあらかじめ組み込まれている環境ライブラリから、プレゼンテーション対象の 3D モデルを引き立たせる環境を背後に表示させることができます。

環境は、HDRI と呼ばれる高露出効果のある画像形式を利用していて、周囲 360 度の視点変化に同期して周囲の状況を表示します。光源情報も含んでいるため、3D モデルに反射する背景も Autodesk Showcase の中でリアルタイムに表示させることができます。同じ 3D モデルであっても、環境を変えるだけで異なる雰囲気のプレゼンテーションになります。

環境の使用中でも、各種バリエーションを変更しながらプレゼンテーションすることが可能です。リアルな表示状態を維持したまま、3D モデルの色や形、位置を変えて比較検討をおこなうことができます。

Autodesk Showcase 2012 には、環境ライブラリに写真や CG を使った環境を約 30 個用意しています。環境ライブラリには [ジオメトリ] と呼ばれるタイプと [スケール独立] と呼ばれるタイプがあります。前者は、プレゼンテーション対象の 3D モデルのズームによる拡大縮小、回転の視点操作に連動して、背景の環境画像も大きくなったり小さくなったりします。後者は、回転の視点変更には追従しますが、ズームには連動しません。環境画像と 3D モデルの相対的な大きさと位置を目視調整して、静止画像をファイル保存する目的で利用します。

3D モデルと環境の大きさが合わない場合には、[ファイル] メニューから [シーン設定] を選択して、[シーン設定] ダイアログで環境画像がマッピングされた円柱や半円球のサイズを変更することができます。

主要 3 製品の連携

ここまで、AutoCAD で作成した 3D モデルを流用して、AutoCAD ユーザの目線で、初めて Autodesk 3ds Max Design と Autodesk Showcase を使う想定で、キッカケとなる利用方法を説明してきました。

更に効率的なリンク機能や製品固有の高度な機能を利用することもできますが、そういった機能の習得は、もう少し各種製品に慣れてからでも遅くはありません。ここでは、最後に AutoCAD、Autodesk 3ds Max Design、Autodesk Showcase をうまく使いまわす運用方法を紹介します。この方法を把握すれば、Autodesk Design Suite の効果を実感できると思います。

カスタム環境の作成

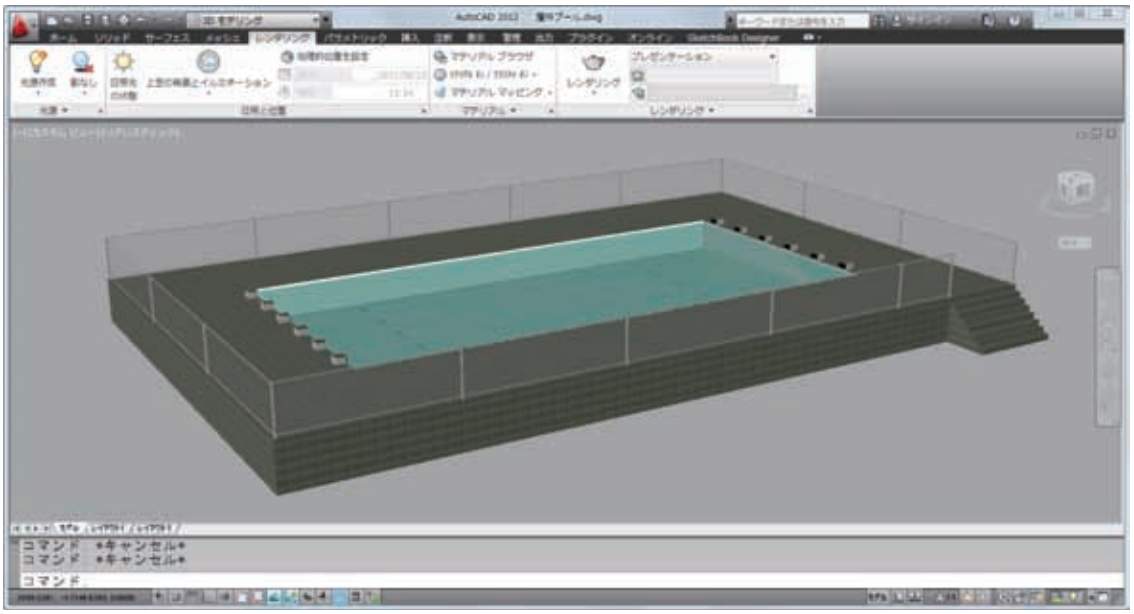
対話的でリアルタイムなプレゼンテーションが可能な Autodesk Showcase では、**環境** と呼ばれる 360 度の背景視野を実現する機能がありました。環境ライブラリには、プレゼンテーション対象の 3D モデルの大きさに合わせて、屋外や屋内の環境、小型製品用などの環境が最初から組み込まれています。

ただし、プレゼンテーション対象の 3D モデルと環境ライブラリの環境が、必ずしも適切に一致しない場合も考えられます。環境となる背景画像は、HDRI（High Dynamic Range Image）形式で用意された写真画像を用いています。この HDRI を写真画像として独自に用意するには、特殊なカメラ機材などが必要ですし、適切な撮影場所の確保、そして、それに見合った費用の準備が必要です。

そこで、AutoCAD と Autodesk 3ds Max Design を利用します。使い慣れた AutoCAD の 3D 機能を使って、屋内外と問わず、プレゼンテーション対象の 3D モデルに合った周囲の 3D 形状をモデリングします。その 3D モデルを Autodesk 3ds Max Design に読み込んで、周囲 360 度を俯瞰する HDRI をレンダリングします。最後に、Autodesk Showcase でカスタム環境を作成する際に、Autodesk 3ds Max Design で作成した HDRI 形式のレンダリング画像を利用するのです。

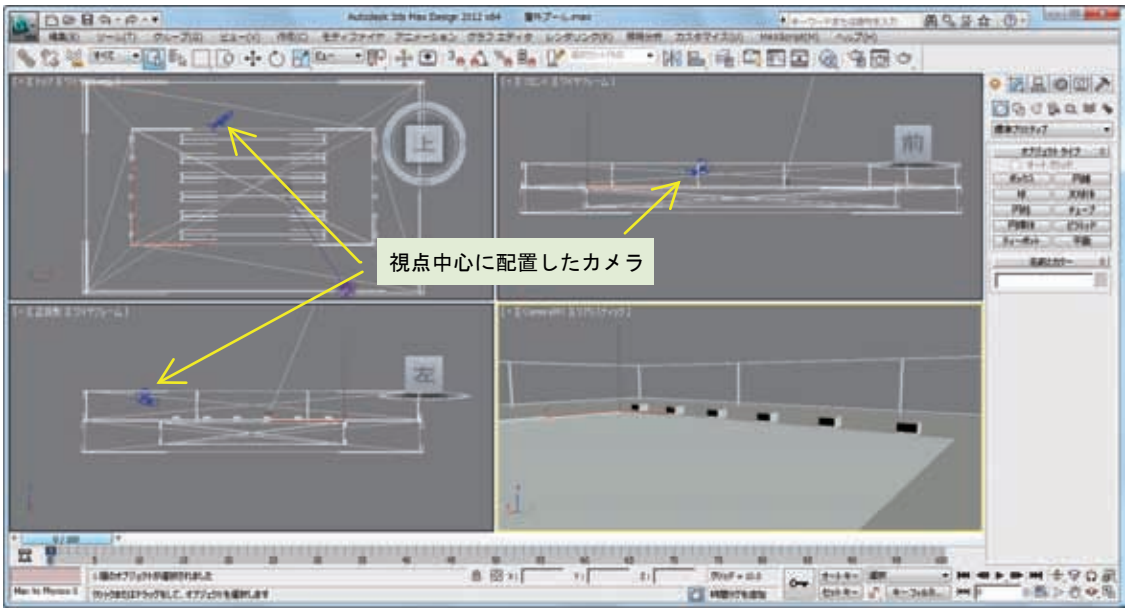
AutoCAD:カスタム環境用 3D モデルの作成

たとえば、コンセプト モデルとして作成した水中スクーターを Autodesk Showcase でプレゼンテーションすると仮定します。残念ながら既定の環境には適切なものがないので、AutoCAD で屋外プールをモデリング後、Autodesk Material Library を使ってマテリアルを適用して DWG ファイルか FBX ファイルで保存します。

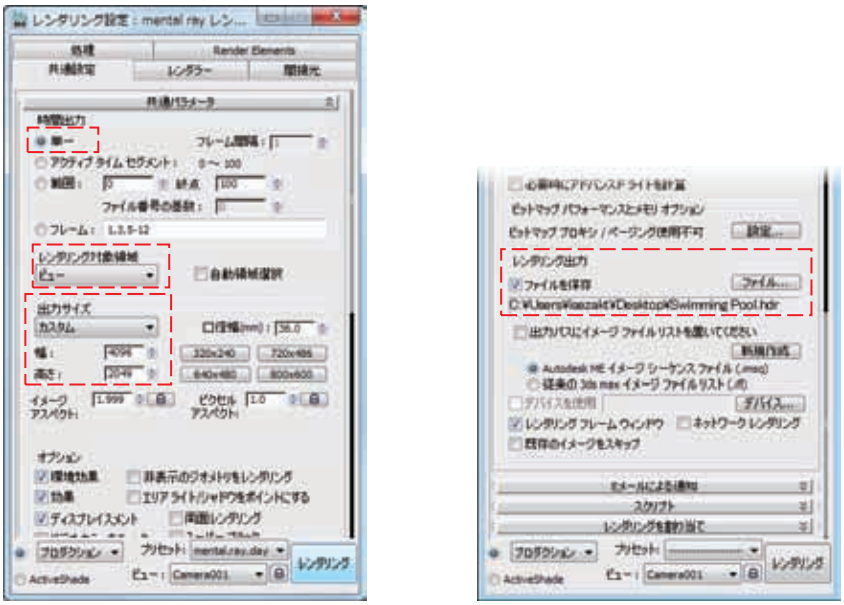


Autodesk 3ds Max Design:カスタム環境用 HDRI の作成

AutoCAD で作成した屋外プール モデルを読み込んで、HDRI を作成します。まず、視点中心としたい場所に Autodesk 3ds Max Design でカメラを作成します。

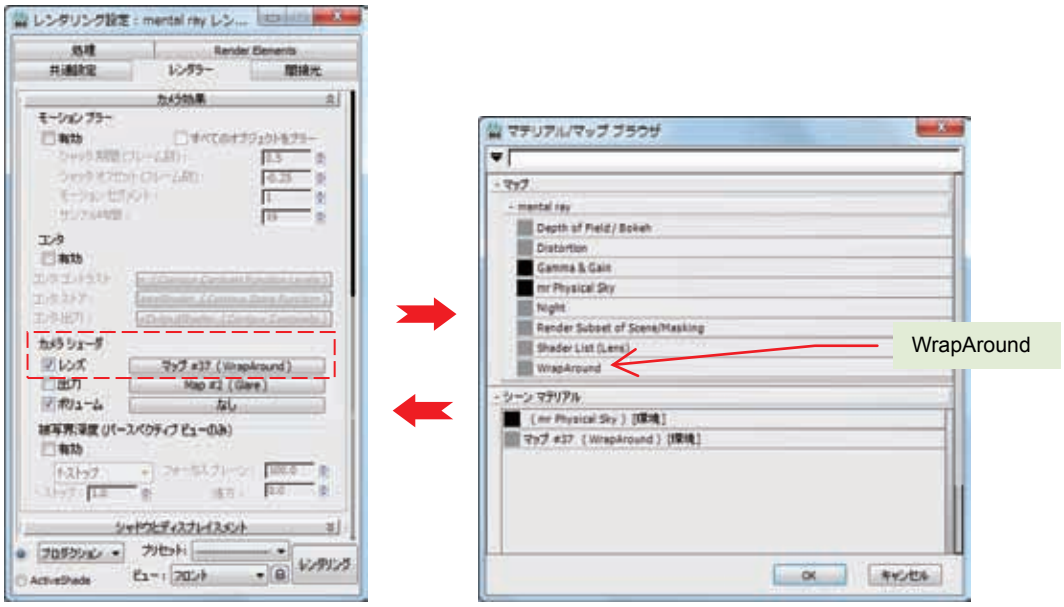


次に HDRI レンダリングのためのレンダリング設定を施します。[レンダリング設定] ダイアログの [共通設定] タブで解像度と出力ファイル名を指定します。Autodesk Showcase のカスタム環境に利用する HDRI の解像度は **4096×2048** とし、HDRI の出力ファイル名には日本語は使わないでください。また、出力するファイル形式には、[ラディアンス イメージ ファイル（HDRI）(*.hdr,*.pic)] を選んでください。カメラの視点を俯瞰中心とするため、レンダリング時には、指定したカメラのビューをレンダリング対象領域としてください。



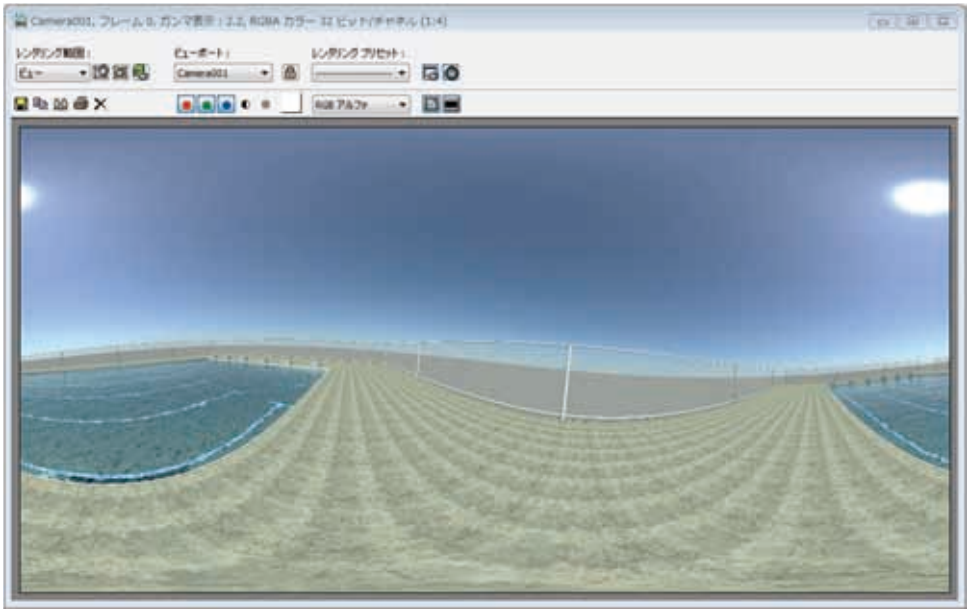
<[レンダリング設定] ダイアログの [共通設定] タブ>

続いて、[レンダラー] タブで、周囲 360 度俯瞰するカメラの設定を追加します。ダイアログ下部の [カメラシェーダ] の [レンズ] にチェックして、右隣のボタンをクリックして **WrapAround** マップを設定してください。



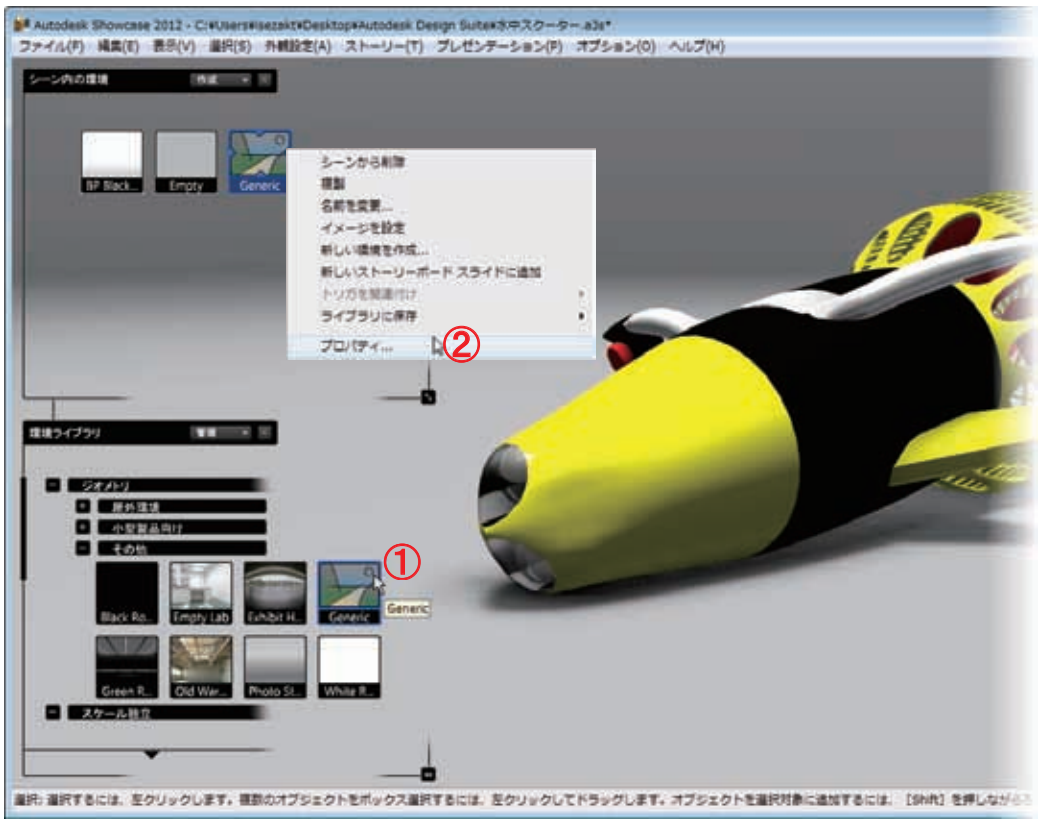
<[レンダリング設定] ダイアログの [レンダラー] タブ（左）と [マテリアル/マップ ブラウザ] ダイアログ（右）>

レンダリングを実行すると、次のような HDRI 形式のレンダリング画像ファイルが生成されます。



Autodesk Showcase:カスタム環境の作成と利用

Autodesk Showcase でカスタム環境を作成します。プレゼンテーション対象の水中スクーター モデルを読み込んだら、キーボード ショートカット **E** で 環境インタフェースを表示させます。次に、環境ライブラリの中から [Generic] を見つけてクリックして、現在のシーンに追加します。



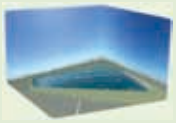
現在のシーンに追加された [Generic] 環境上でマウス右ボタン メニューを表示させて、[プロパティ] をクリックすると、[環境プロパティ] ダイアログを表示します。[環境プロパティ] ダイアログでは、ダイアログ上部にある ボタンをクリックして、Autodesk 3ds Max Design で作成した HDRI ファイルを指定してから、[環境を再作成] ボタンをクリックします。

ここで、HalfDome(半円球)、PackSoftEdge(円筒)、PackHardEdge(円筒)、Rectangle(直方体) の中から環境画像のマッピング形状を指定できます。

HalfDome(半円球)

PackSoftEdge(円筒)

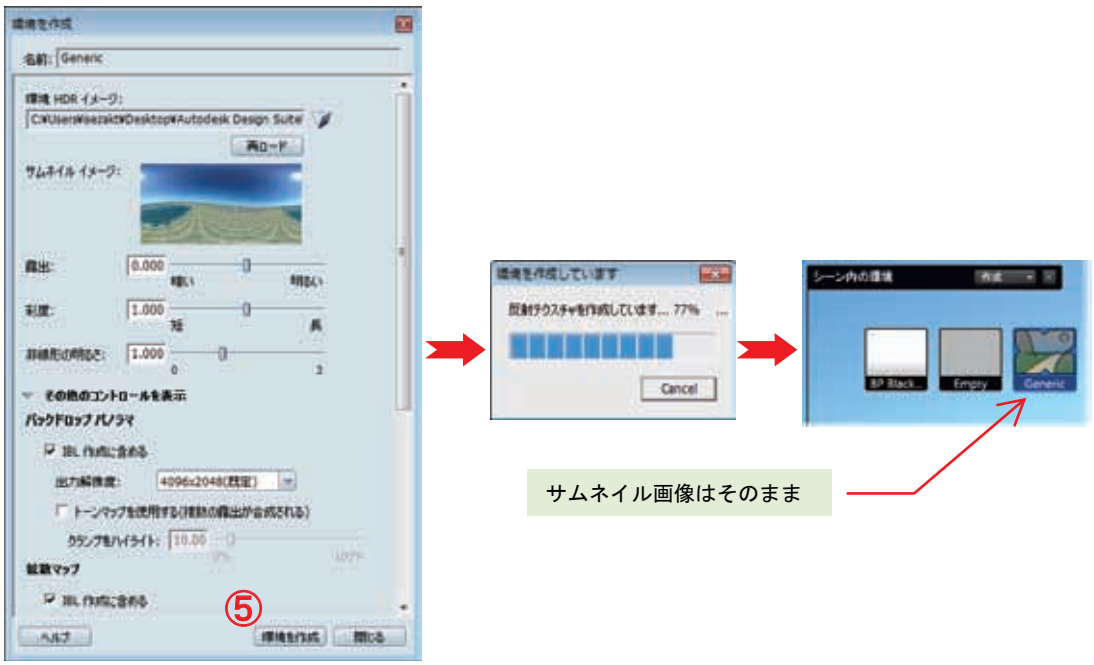
PackHardEdge(円筒)



Rectangle(直方体)

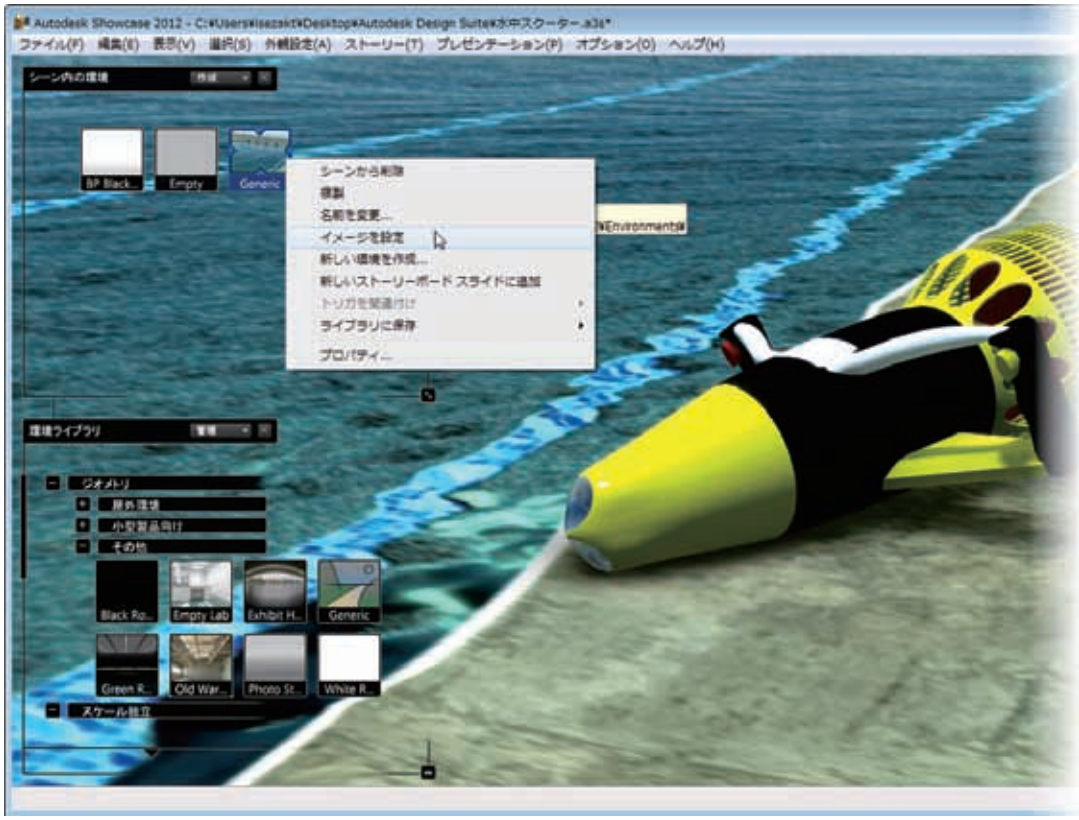
<[環境プロパティ] ダイアログ>

[環境を作成] ダイアログが表示されたら、ダイアログ下部の [環境を作成] ボタンをクリックすると環境の作成がはじまり、作成後自動的に背景に環境画像が表示されます。この時、追加した Generic 環境のサムネイル画像（プレビュー画像）は、既定値のままになっていることに注意してください。

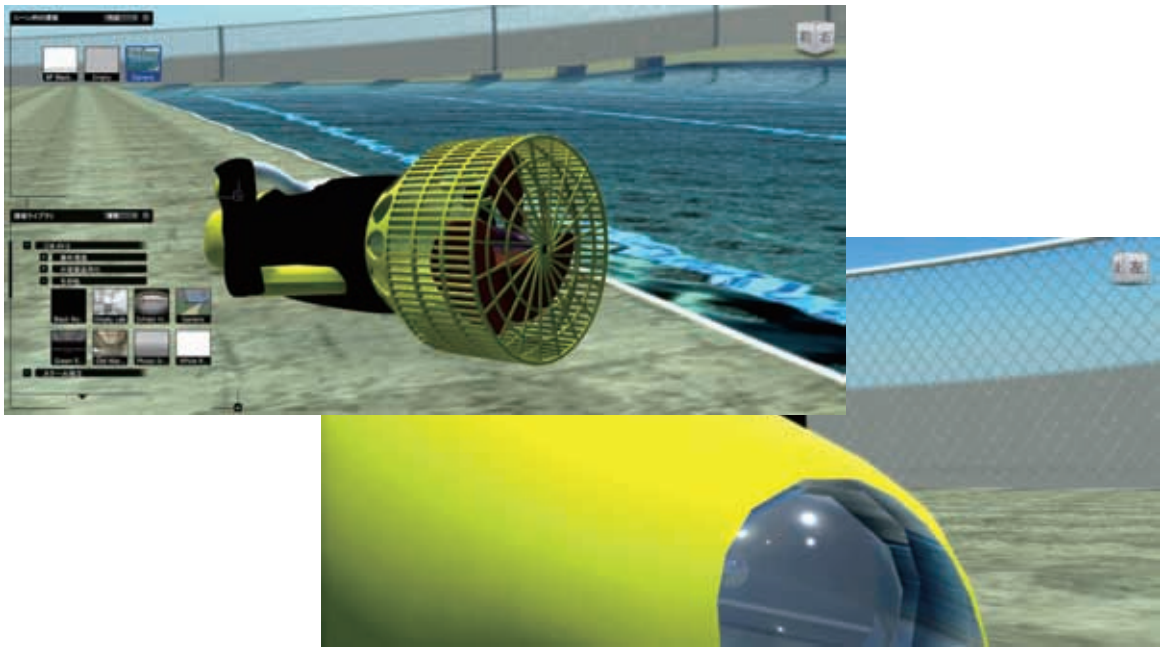


<[環境を作成] ダイアログ>

作成されたカスタム環境に適切なサムネイル画像を追加するには、マウス右ボタンメニューから、[イメージを設定] をクリックしてください。現在のビューでサムネイル画像が登録されます。また、同様にカスタム環境の名前もこのメニューから変更することができます。

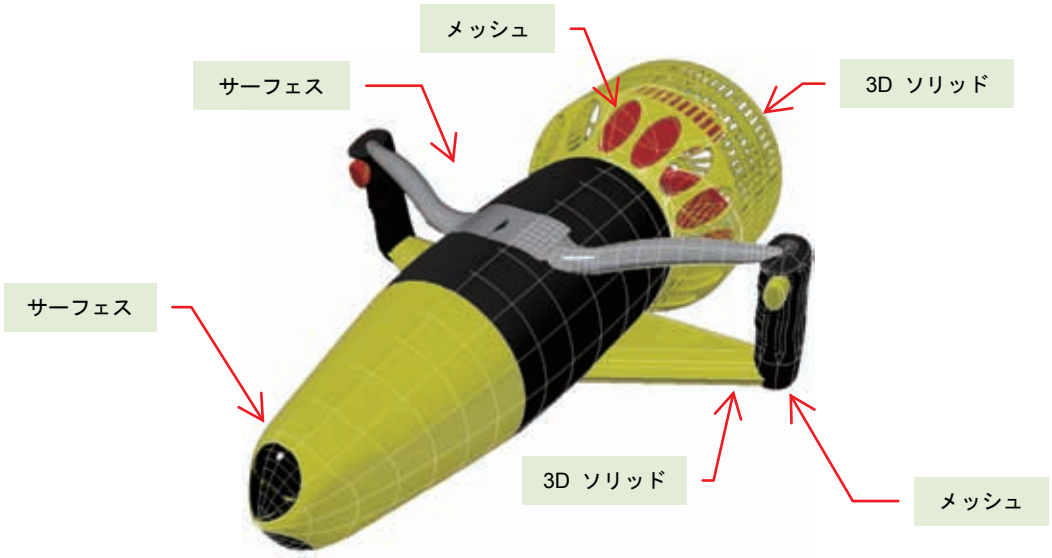


マッピング形状によって端部でゆがみが発生しますが、このカスタム環境を使って 360 度どの視点からでも 3D モデルを参照することができるようになります。周囲のモデルも 3D データとして読み込む必要がないので、データそのものを軽くすることができます。



AutoCAD の強み

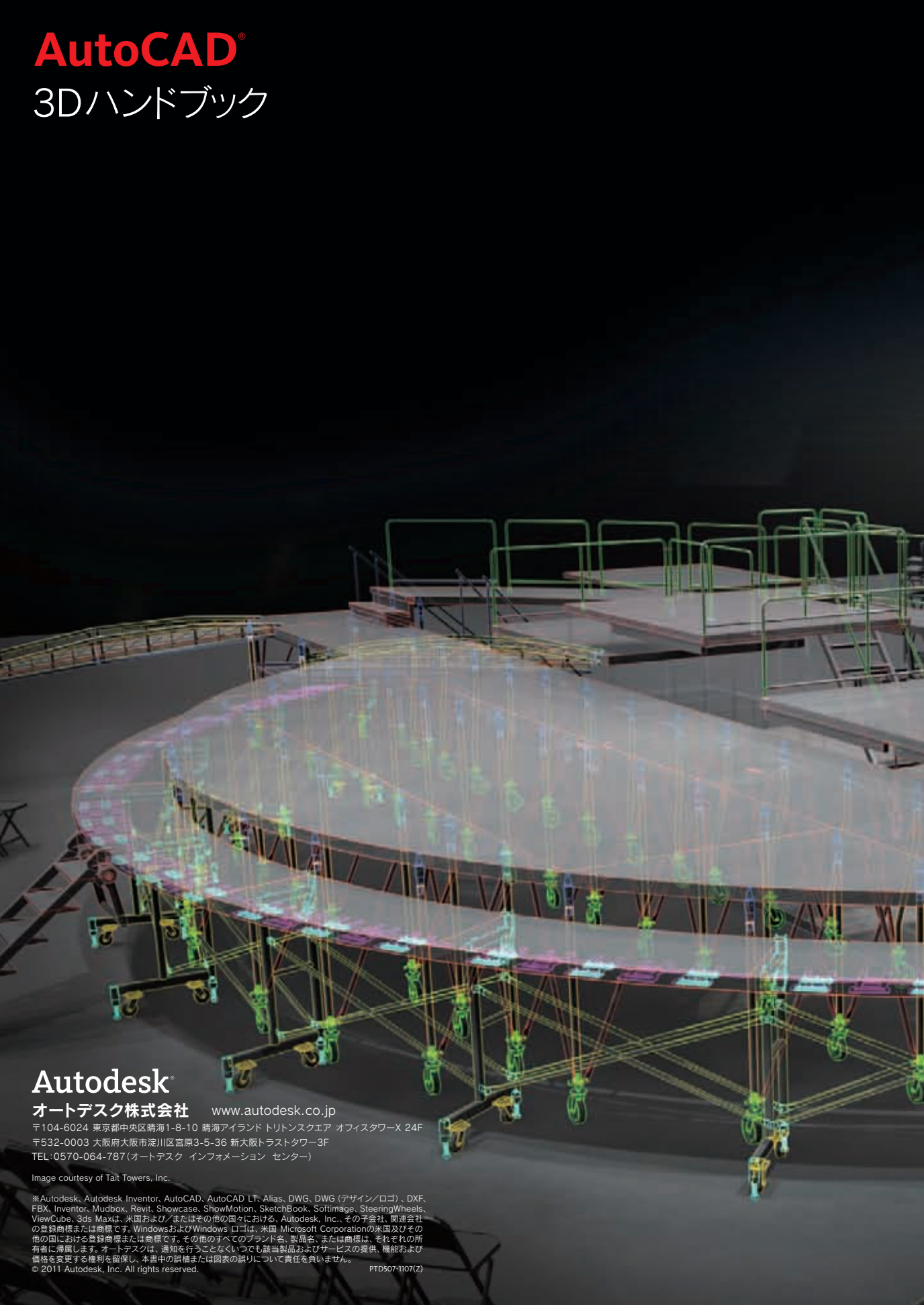
繰り返しになりますが、AutoCAD で扱う 3D オブジェクトは、3D ソリッド、メッシュ、サーフェスのシンプルな 3 タイプだけです。3D でモデリングする際には、それぞれの特性を活かして、オブジェクト タイプを自由に使い分けることができます。



AutoCAD や AutoCAD LT で 2D 作図に慣れ親しんだ方なら、その延長線上にある操作性で 3D モデリングをすることができるので、ハードルはさらに低くなるはずです。AutoCAD は数あるオートデスク製品の 1 つです。仮に AutoCAD だけでは実現できないことがあっても、さまざまファイル形式で Autodesk Design Suite や他の製品と協調したり、補い合ったりすることが可能です。

ぜひ、AutoCAD で 3D をはじめてみてください。

AutoCAD®
3Dハンドブック



Autodesk®

オートデスク株式会社　www.autodesk.co.jp

〒104-6024 東京都中央区晴海1-8-10 晴海アイランド トリトンスクエア オフィスタワーX 24F

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー3F

TEL:0570-064-787（オートデスク インフォメーション センター）

Image courtesy of Tait Towers, Inc.

※Autodesk、Autodesk Inventor、AutoCAD、AutoCAD LT、Alias、DWG、DWG（デザイン／ロゴ）、DXF、FBX、Inventor、Mudbox、Revit、Showcase、ShowMotion、SketchBook、Softimage、SteeringWheels、ViewCube、3ds Maxは、米国および／またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。WindowsおよびWindows ロゴは、米国 Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

© 2011 Autodesk, Inc. All rights reserved.

PTD507-1107(Z)