

HOUDINI FOUNDATIONS

ワイングラスの粉碎

このレッスンでは、ワイングラスを粉碎した後、時間を操作して液体(ワイン)を空中に保持します。このエフェクトでは、グラスの粉碎に RBD シミュレーション、ワインに流体シミュレーションを使用します。ダイナミクスネットワークをセットアップする方法と、シミュレーションを出力する方法を学習できます。ビジュアルエフェクトショットでは、さまざまな種類のダイナミクスソルバを組み合わせ使用します。Houdini のダイナミクスネットワークは、多様なソルバを使い、それらによって1つのまとまった結果を得られるように設計されています。

また、Retime ノードを使用して、爆発が最大のときにシミュレーションの速度を落としてから、時間を逆戻りさせて始点に戻します。次にシミュレーションを Solaris/LOPS に移動し、ライトとカメラをセットアップした後、Karma レンダラを使用してショットをレンダリングします。

レッスンの目標

弾丸がワイングラスに当たってグラスが割れ、液体が飛び散る様子をシミュレートします。

学習内容

- ワイングラス、弾丸、液体のジオメトリをモデリングする方法
- ブーリアンを使用してガラスジオメトリを事前に破壊する方法
- グラスを粉碎する弾丸のリジッドボディシミュレーションを実行する方法
- 液体が飛び散る FLIP 流体シミュレーションを実行する方法
- シミュレーションをリタイムし、速度を落としてから、逆行させる方法
- Solaris/LOPS で使用するために、結果を USD としてエクスポートする方法
- Solaris/LOPS でライトとマテリアルをセットアップする方法
- Karma を使用して最終ショットをレンダリングする方法

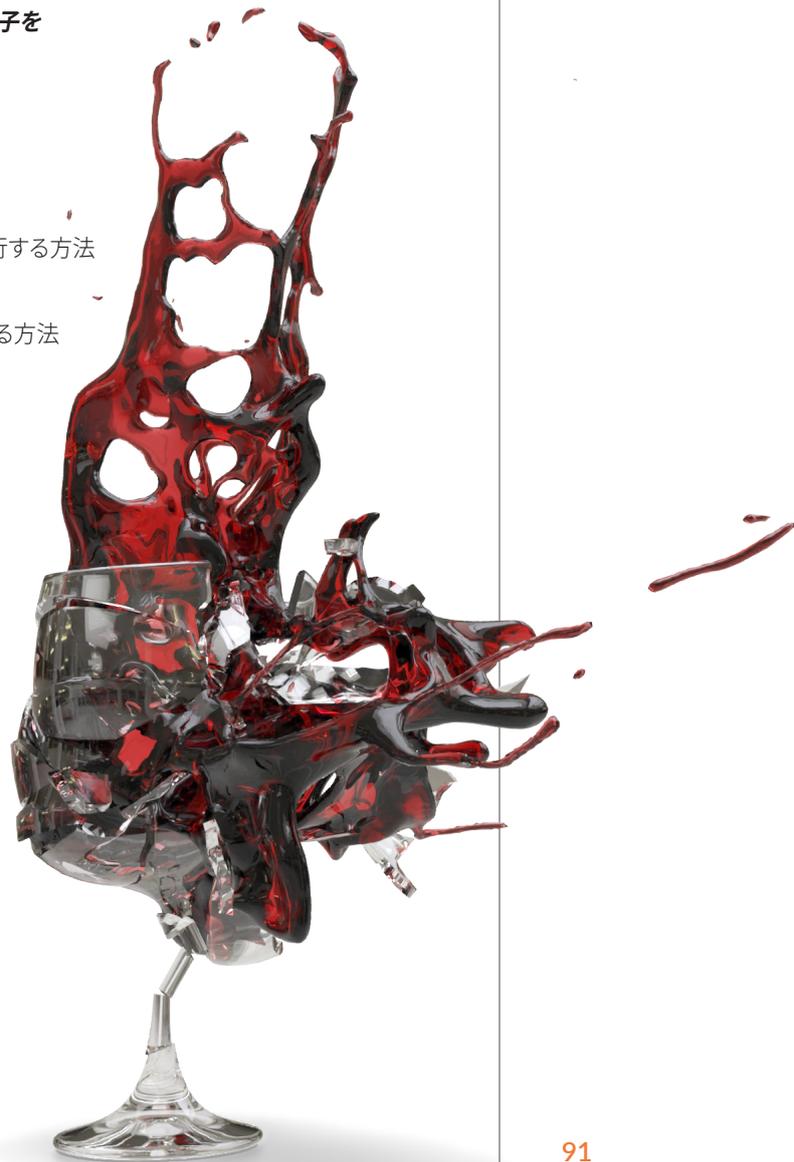
使用する機能とソフトウェア

Houdini 19.5+ の機能を前提として、書かれています。

このレッスンの手順は、以下の Houdini 製品で実行可能です。

Houdini Core	×
Houdini FX	✓
Houdini Indie	✓
Houdini Apprentice	✓
Houdini Education	✓

ドキュメントバージョン 2 | 2022 年 9 月
© SideFX Software



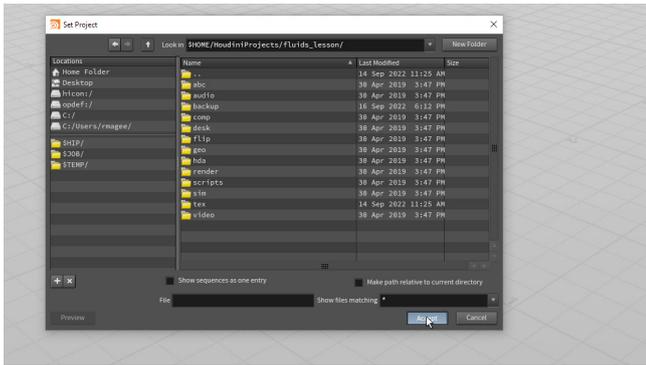
パート1

ワイングラスのモデリング

まず、ポリゴンカーブを描画して回転させ、ワイングラスを作ります。Creasing (折り目) を使用してエッジを鋭くしたら、細分化して粉碎用にジオメトリの密度をあげます。その後、ワイングラスからジオメトリを抽出し、液体のシミュレーションに使用する形状を作成します。

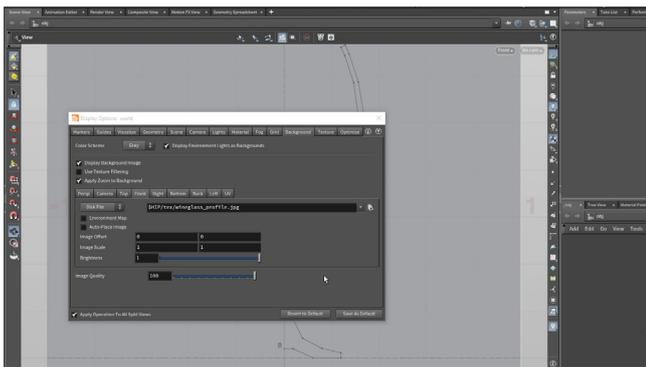
プロジェクトファイル

SideFX.com の流体チュートリアル のページ (このドキュメントを入手した場所です) から、**fluids_lesson_start** ディレクトリをダウンロードします。名前を **fluids_lesson** に変更し、**Houdini Projects** ディレクトリに配置してください。



01 **File > Set Project** を選択します。**fluids_lesson** ディレクトリに移動し(上記の説明を参照)、**Accept** を押します。これにより、このショットに関連するすべてのファイルがこのプロジェクトディレクトリとそのサブフォルダに集められます。

File > Save As... を選択します。新しい **fluids_lesson** ディレクトリが表示されているはずですが、ファイル名を **wineglass_01.hip** に設定し、**Accept** をクリックして保存します。これで、**Tex** フォルダのリファレンス画像にアクセスできるようになります。

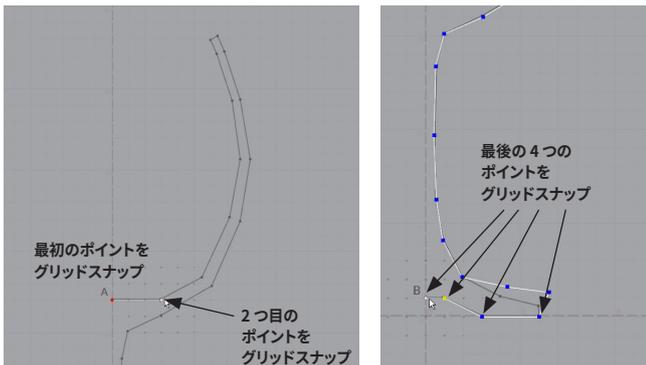


02 Scene View で、**V** を押して Radial メニューを表示し、**Viewport Layout > Four Views** を選択します。カーソルを **Front** パネルの上に移動して、**スペースバー + B** を押して拡大します。

マウスがビューポート上にある状態で **D** を押します。**Background** タブをクリックし、**Front** タブで、ファイルピッカーを使用して **\$HIP**、それから **tex>wineglass_profile.jpg** に移動します。次のように設定します。

- **Auto-Place Image** が **オフ** であることを確認する
- **Image Offset** を **0, 3** にする
- **Image Scale** を **5, 5** にする

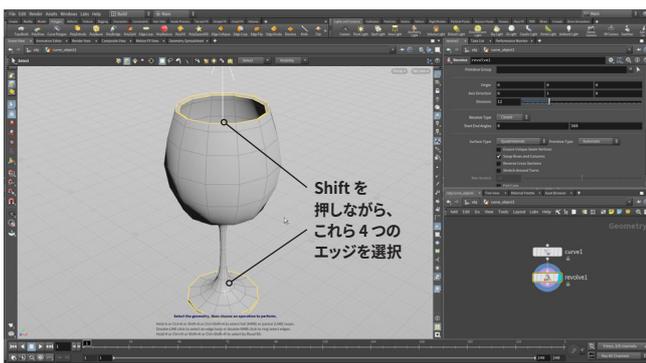
これで、ビューをパンおよびドリーすると、背景も一緒に動きます。



03 **Polygon** シェルフで、**Curve Polygon** ツールをクリックします。これにより、**Primitive Type** が **Polygon** に設定された **Curve** ノードが作成されます。**X** を押して **Grid** を選択し、グリッドスナップングを有効にして、**ポイント A** をクリックします。次に、同じようにグリッドポイントの上にある2つ目のポイントをクリックします。**グリッドスナップングをオフ** にして、画像のトレースを続けます。

グラスのプレート部分(土台)の最後の4つのポイントでは、ずれないように **グリッドスナップングをオン** に戻します。ポイント B で終了したら、**Enter** を押してカーブを完了します。**グリッドスナップングをオフ** にします。

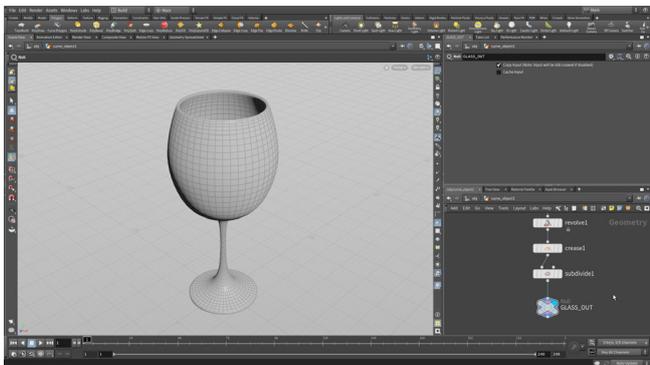
オペレーションコントロールツールバーの **Edit モード** ボタンをクリックすると、ずれたポイントを移動できます。



04 **スペースバー + B** を押して、4ビューのレイアウトに戻ります。次に、マウスをパースビューの上に移動し、再度 **スペースバー + B** を押して拡大します。これで、カーブが3Dで表示されるようになりました。

S を押して **Select** ツールにしたなら、**N** を押してカーブ上のすべてのプリミティブを選択します。**C** を押して、**Model > Curves > Revolve** を選択します。これで、ワイングラスのモデルになります。

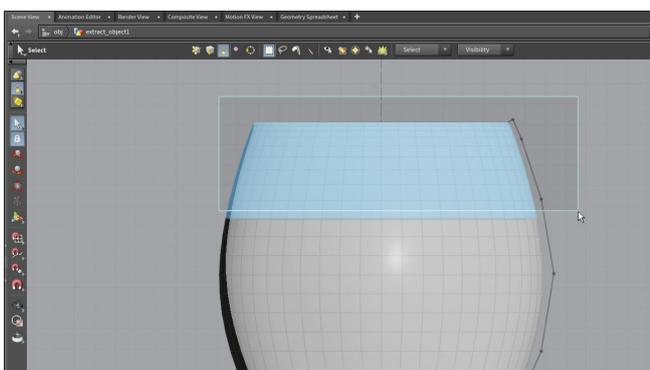
3 を押してエッジの選択に移り、カップの最上部(リム)のエッジを **ダブルクリック** します。**Shift** を押して、上から2番目のエッジとプレート(土台)の2本のエッジを **ダブルクリック** します。**Tab > Crease** を押して、**Crease** を **0.75** に設定します。



05 4 を押して、プリミティブ選択に切り替え、N を押してすべてを選択します。次に **Tab > Subdivide** を押しします。Depth を 2 に設定します。

これにより、モデルが細分化されます (折り目が付けられたエッジは他の領域よりもシャープになるようセットアップされています)。**Crease Weight** を高くするとエッジは尖ります。このグラスでは、ソフトな見た目の方がうまく機能します。

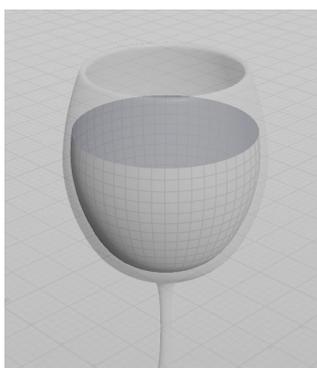
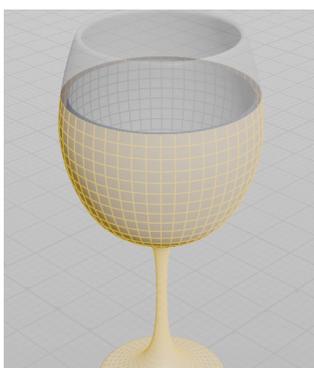
ネットワークエディタで、チェーンの終端に **Null** ノードを追加して、その **Display** フラグを設定します。このノードの名前を **GLASS_OUT** に変更します。オブジェクトレベルに戻り、オブジェクトの名前を **wine_glass** に変更します。



06 **wine_glass** ノードを選択した状態で、N を押してすべてのプリミティブを選択します。次に、**Modify** シェルフに移動して、**Extract** ツールをクリックします。これにより、ワイングラスジオメトリの **objectmerge** が作成されるので、それを新しいオブジェクトに配置します。

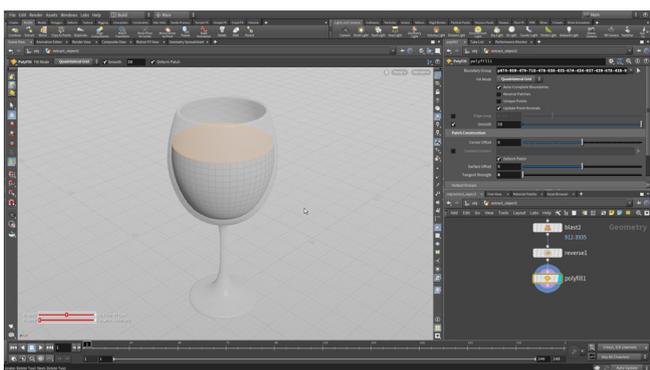
Front ビューから、ワイングラスの上部の面を選択して、**Delete** を押します。すると、ネットワークに面を削除する **Blast** ノードが追加されます。

注: オリジナルのワイングラスのゴースト (半透明) 表示バージョンが見えるのは、Scene View が **Ghost Other Objects** に設定されているからです。この設定は、作業状況の前後関係を確認できるので便利です。



07 ここでパースビューに戻って、カップの下部をダブルクリックし、**Delete** を押します。これにより、2 つ目の Blast ノードが追加されます。これで、液体にしたい内側の面が残ります。ワインジオメトリの面は、外側が暗く見えます。これは、そちら側がプリミティブの後面側ということです。

N を押してすべてのプリミティブを選択します。Tab > Reverse を押して法線を外向きに反転させます。これで、各プリミティブの暗い側が形状の内側になります。

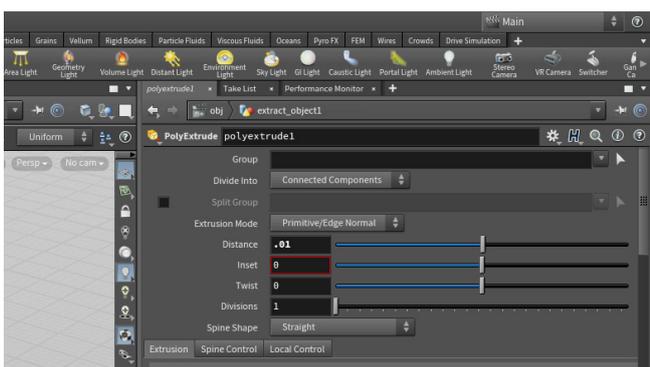


08 3 を押してエッジの選択に変更したら、形状のエッジをダブルクリックして、開いたエッジを選択します。Tab を押して **polyfill** と入力します。Polyfill がハイライトされたら、Enter を押します。

次のように設定します。

- **Fill Mode** を **Quadrilateral Grid** にする
- **Tangent Strength** を **0** にする

これで閉じた形状が作成され、レッスンの後半で使用する FLIP 流体のソースになります。



09 4 を押して、プリミティブ選択に切り替え、N を押してすべてのプリミティブを選択します。C を押して、**Model > Polygons > PolyExtrude** を選択します。Distance を 0.01 に設定してワイングラスとのオーバーラップを作成すると、液体を適切にレンダリングできます。

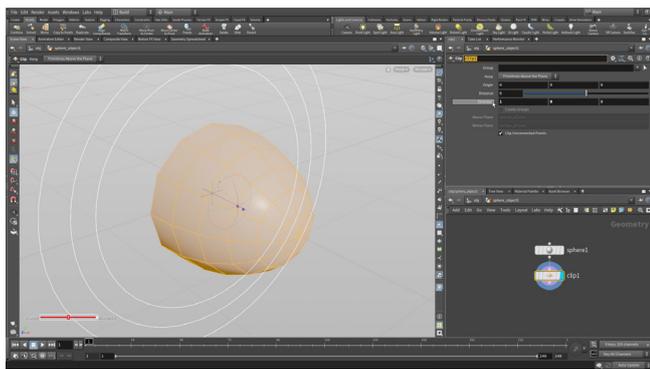
ネットワークエディタで、チェーンの終端に **Null** ノードを追加して、その **Display** フラグを設定します。このノードの名前を **FLUID_OUT** に変更します。

オブジェクトレベルに上がり、このオブジェクトの名前を **wine** に変更します。

パート2

弾丸のモデリング

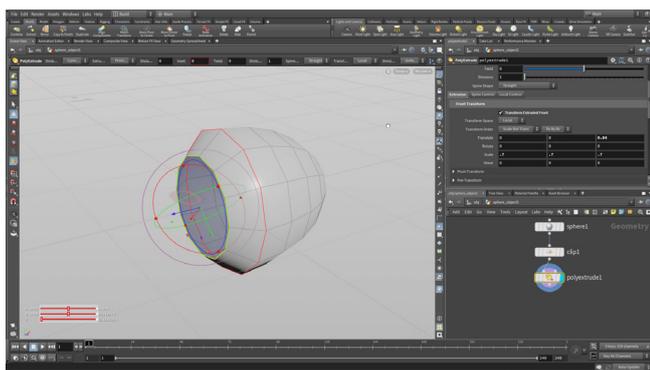
弾丸のジオメトリを作成するためには、プリミティブの球から始め、それを半分にスライスします。次に、開口部を PolyExtrude で押し出したら、PolyFill で四角形トポロジを使用して形状を閉じます。その後、細分化して最終的な形状を定義します。このオブジェクトは非常に素早く移動するため、多くのディテールは必要ありません。



01 オブジェクトレベルに移動し、ネットワークビューで、wine および wine_glass オブジェクトの **Display フラグ** をオフにします。Scene View で、**C** を押して、**Create > Geometry > Sphere** を選択します。**Enter** を押して原点に配置したら、中に入れて次のように設定します。

- **Orientation** を **X Axis** にする
- **Radius** を **0.2, 0.125, 0.125** にする
- **Columns** を **12** にする

Scene View で **Tab > Clip** を押したら、**N** を押してすべてのプリミティブを選択し、**Enter** を押して、**Direction** を **1, 0, 0** に設定します。

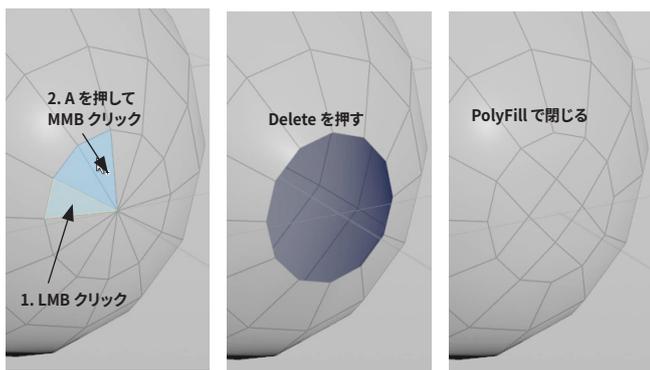


02 **Select** ツールをクリックしたら、**3** を押してエッジ選択を有効にし、球の開口部を **ダブルクリック** します。**C** を押して、**Model > Polygons > PolyExtrude** を選択します。

Extrusion タブで、次のように設定します。

- **Transform Extruded Front** を **オン** にする
- **Translate Z** を **0.04** にする
- **Scale** を **0.7, 0.7, 0.7** にする

これにより少しジオメトリが追加されます。この後、弾丸の前面の三角形を削除して、形状を閉じます。



03 タンブルして、**S** を押して **Select** ツールにし、**4** を押して **面/プリミティブ** 選択にします。弾丸の先端で三角形の1つを選択したら、**A** キーを押しながら2つの三角形を **MMB クリック** して、三角形の面をすべて選択します。**Delete** キーを押して、それらを削除します。これにより、ネットワークに **Blast** ノードが追加されます。

ネットワークビューで、**Tab > PolyFill** を押して、**blast** の後にそのノードを追加します。**Fill Mode** を **Quadrilateral Grid**、**Corner Offset** を **1** に設定し、**Display フラグ** をオンにします。これにより、弾丸の両開口部が適切な四角形トポロジで閉じられます。



04 最後に **Subdivide** ノードを追加して、**Depth** を **2** にして、**Display フラグ** を設定します。

ネットワークエディタで、チェーンの終端に **Null** ノードを追加して、その **Display フラグ** を設定します。このノードの名前を **BULLET_OUT** に変更します。

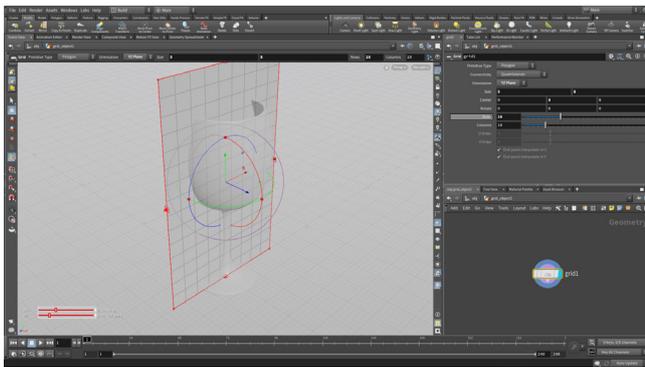
オブジェクトレベルに戻り、このオブジェクトの名前を **bullet** に変更します。**wine_glass** の **Display フラグ** をオンにします。弾丸を **X** 軸で **-20**、**Y** 軸で **5**、移動させます。**Front** 正射投影ビューに戻り、ワイングラスとの衝突ポイントが意図した通りかどうかを確認するとよいでしょう。

作業内容を **保存** します。

パート 3

ワイングラスの破碎

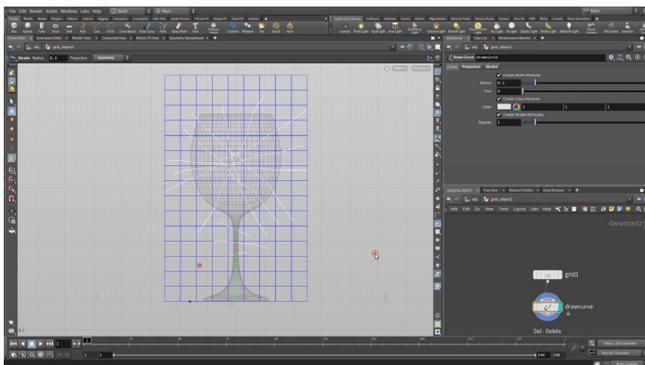
ワイングラスのひび割れを定義するために、Draw Curve ツールを使用して自然に見える線を作成し、それらを出してジオメトリのシートにします。次に、Mountain ツールを使用してサーフェスにノイズを加えます。その後、この混沌とした見た目の形状をワイングラスオブジェクトに結合し、シートを使用してグラスを粉砕するブーリアン演算をセットアップします。



01 Scene View でオブジェクトレベルに移動し、**C** を押して、**Create > Geometry > Grid** を選択します。**Enter** を押して原点に配置したら、**I** で中に入って次のように設定します。

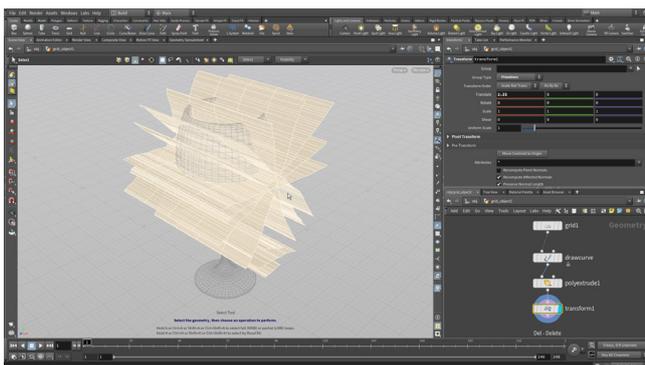
- **Orientation** を YZ Plane にする
- **Center Y** を 4 にする
- **Size X** を 5 にする
- **Size Y** を 8 にする
- **Rows** を 16 にする

これにより、ワイングラスの形状に一致する、**Draw Curve** ツールのための描画サーフェスが作成されます。



02 **Right** ビューに移動し、**V** を押して **Shading > Wireframe** を選択し、ワイヤーフレームモードにします。グリッドとワイングラスの背後に弾丸が見えます。**N** を押してグリッド全体を選択し、**Create** シェルフの **Draw Curve** ツールをクリックします。

ワイングラスの上に、弾丸がガラスに当たる場所で交わるカーブを何本も描画します。グラスのステム (脚) も粉々になる予定なので、ステムを横切るカーブも追加します。不要なカーブを描いてしまったら、いつでも **Ctrl + Z** を押して取り消せます。

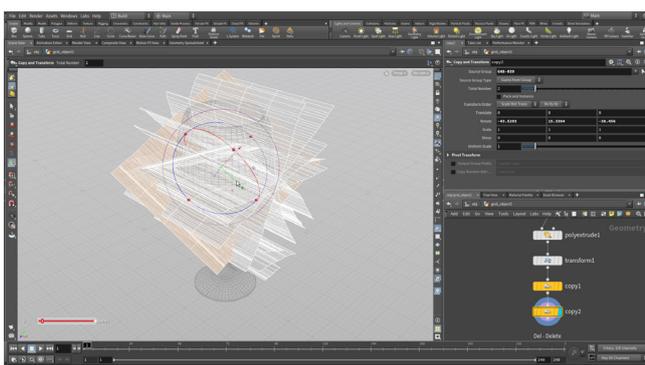


03 **Select** ツールに移動し、**N** を押してすべてのカーブを選択します。次に、**C** を押して、**Model > Polygons > PolyExtrude** を選択します。**Divisions** を 4 に設定します。

Extrusion タブで、次のように設定します。

- **Transform Extruded Front** をオンにする
- **Transform Space** を Global にする
- **Translate X** を -4.5 にする

次に、別の箇所をクリックしてからすべてのジオメトリを選択し、**Tab > Transform** を押します。**Translate X** を 2.25 に設定して、このジオメトリを原点周辺の中央に配置します。



04 **S** を押して **Select** ツールを表示し、**4** を押してプリミティブ選択に切り替えます。シートの1つをダブルクリックして、シート全体を選択します。**Tab > Duplicate** を押して、コピーを作成します。**回転 (R)** ハンドルを使用して、複製したシートの向きを変更し、他のシートとほぼ直交させます。カップのみを切断し、ステムは避けるようにします。これにより、カップが別の方向に割れ、よりリアルなガラスの破片を作成できます。

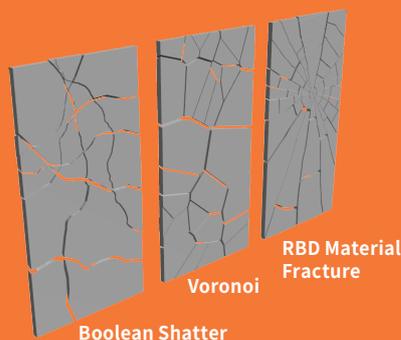
別のシートでも繰り返し、異なる角度で切断する別のサーフェスを作成します。



BOOLEAN SHATTER

Boolean ノードは、ほとんどの場合、**加算、交差、減算**といった従来のブーリアンを作成するのに使用されます。これらは閉じた形状にはうまく機能しますが、**Shatter** オプションを使用すればシートでジオメトリをスライスできます。

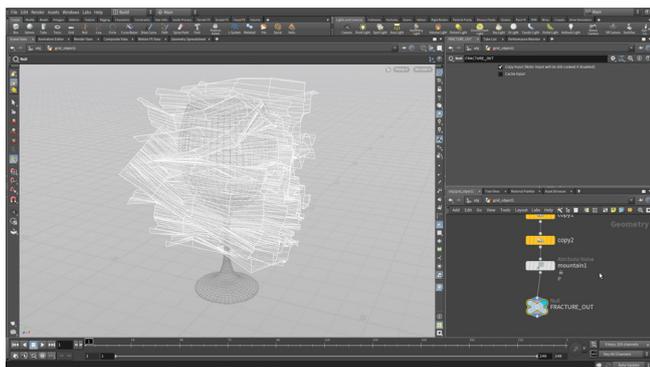
Houdini には **Voronoi Shatter** ツールもあり、使用することができますが、割れたガラスに必要なギザギザなルックにはなりません。また、ガラスのような粉碎を作成できる **RBD Material Fracture** ノードもありますが、これらは平坦なサーフェスでの使用に最適な機能なので、このワイングラスのレッスンでは使用していません。



Boolean Shatter

Voronoi

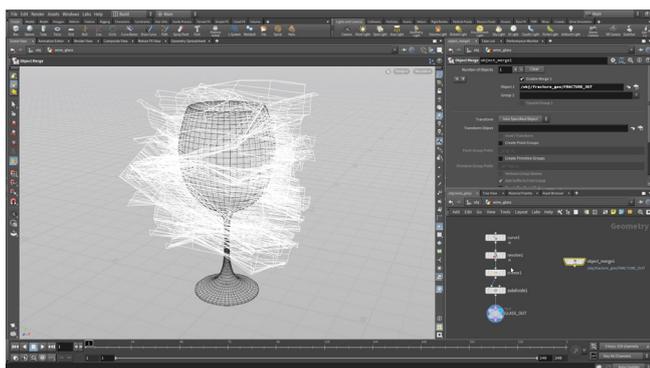
RBD Material Fracture



05 すべてのジオメトリを選択し、**Tab > Mountain** を押して、さまざまなシートのポイントにノイズを追加します。**Amplitude** を **0.75** に設定します。ガラスの破碎がより面白いものになります。

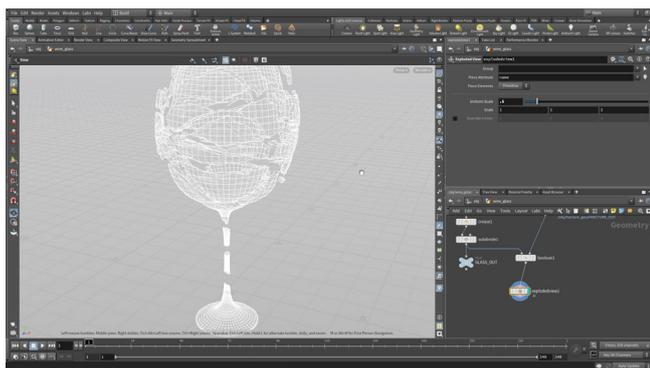
ネットワークビューで、**Null** ノードをチェーンの終端に追加し、その名前を **FRACTURE_OUT** に変更します。このノードに **Display フラグ** を設定します。

オブジェクトレベルに移動し、このノードの名前を **fracture_geo** に変更し、**Display フラグ** をオフにして非表示にします。



06 **wine_glass** オブジェクトの中に入ります。ネットワークビューで、**Tab > Object Merge** を選択し、ノードを配置します。**Object 1** の横にあるノードセクタをクリックし、**fracture_geo > FRACTURE_OUT** に移動して、このノードを選択します。**Transform** が **Into Specified Object** に設定されていることを確認してください。

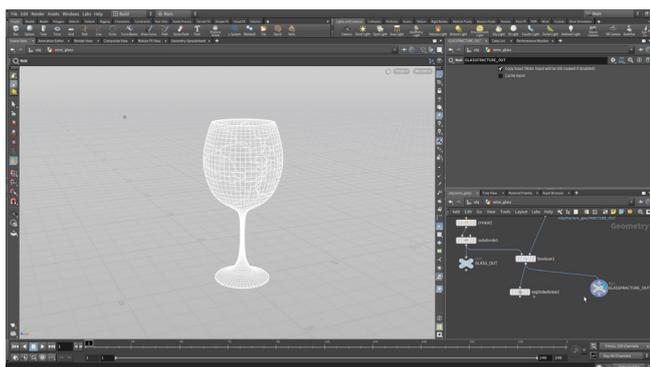
これにより、ノイズを含むシートがワイングラスジオメトリネットワークに追加され、ガラスを Boolean で Shatter できるようになりました。



07 ネットワークビューで **Tab > Boolean** を選択し、クリックして新しいノードを配置します。**Subdivide** ノード (**GLASS_OUT** ではありません) を 1 つ目の入力に接続し、**object_merge** を 2 つ目に接続します。その **Display フラグ** を設定したら、次のように設定します。

- **Set B: Treat As** を **Surface** にする
- **Operation** を **Shatter (Pieces of A)** にする

破碎を確認するため、**Exploded View** ノードをチェーンの終端に追加します。破碎の様子を変更したい場合は、**fracture_geo** オブジェクトに戻ってシートを編集します。編集内容は、プロシージャルに更新されます。



08 ネットワークビューで、**exploded_view** ノードをバイパスする **Null** ノードを追加し、その名前を **GLASSFRACTURE_OUT** に変更します。このノードに **Display フラグ** を設定します。

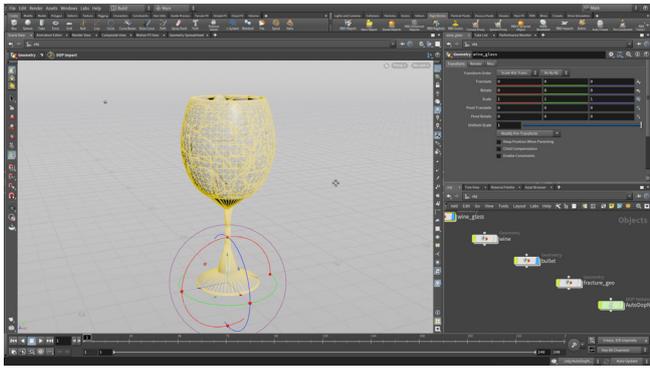
これで、このネットワークに 2 つの出力ノードができました。GLASS_OUT で元の形状のワイングラスが出力され、GLASSFRACTURE_OUT で破碎したガラスが出力されます。これら両方を流れに沿って使用し、ショットを完成させます。

作業内容を**保存**します。

パート 4

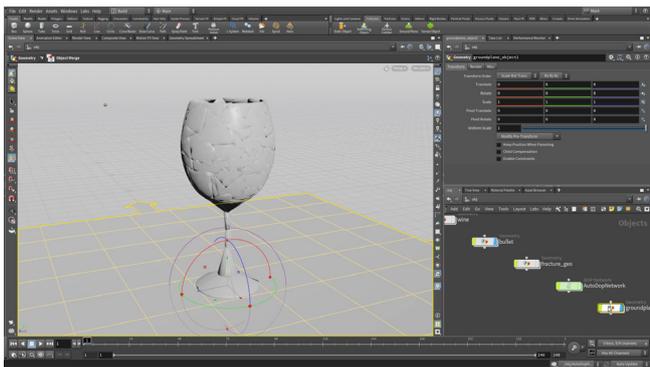
RBD シミュレーションのセットアップ

シェルツールを使用してリジッドボディシミュレーションを作成します。これにより、ジオメトリ、フォース、ソルバノードをまとめた DOP (Dynamic Operator) ネットワークが追加されます。ワイングラスのジオメトリネットワークには、シミュレーション用のジオメトリ準備のためのノードが追加されます。Convex Proxy を使用して、Bullet RBD ソルバが不規則なガラス破片を処理できるようにします。



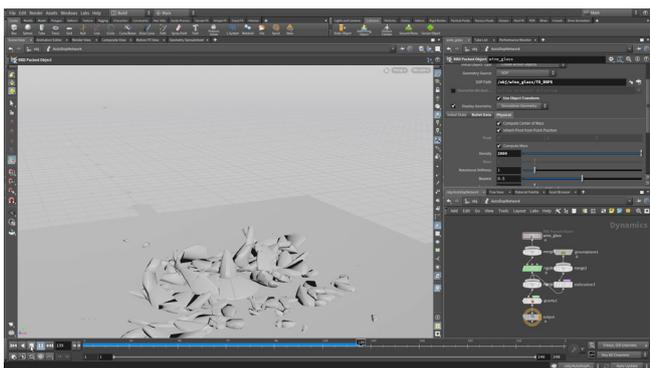
01 オブジェクトレベルで *wine_glass* オブジェクトを選択し、**Rigid Bodies** シェルフの **RBD Convex Proxy** ツールをクリックします。これにより、**AutoDopNetwork** という初期ダイナミクスネットワークがセットアップされます。**V** を押して **Shading > Smooth Wire Shaded** を選択します。

このツールを使用し、複雑な衝突の作成に使用できる凸形状にワイングラスのパーツを分解します。ソースジオメトリよりも粗く表示されますが、シミュレーションの後で、クリーンなトポロジを確認できます。



02 **Collisions** タブに移動し、**Ground Plane** シェルフツールをクリックします。これにより、衝突するジオメトリ用に無限の地面が作成されます。

groundplane_object の **Display** フラグを **オフ** にして、Scene View に表示されないようにします。それでもシミュレーションでは引き続き衝突するサーフェスとして機能します。



03 **AutoDopNetwork** に入ります。*wine_glass* ノードを選択し、**Physical** タブで **Density** をガラスのおおよその密度である **2000** に設定します。

プレイヤーで **Play** を押し、どうなるかを確認します。ガラスが地面に落下します。現時点では、破片に作用する力は重力しかありません。

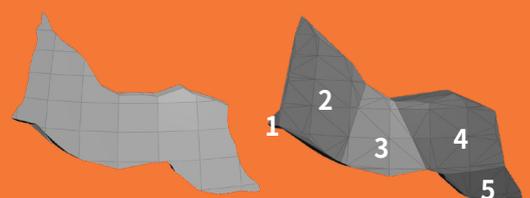
衝撃まで破片を接着しておく **Glue ネットワーク** をセットアップしてもかまいませんが、弾丸は非常に高速なため、パーツの接着は不要です。



CONVEX DECOMPOSITION

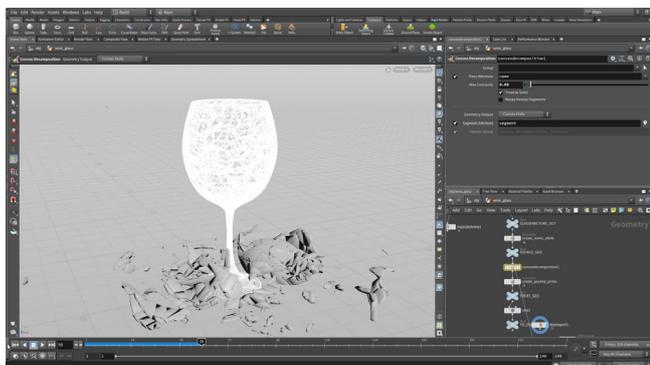
RBD シミュレーションでは、高速シミュレーションを維持するために、Houdini は凸形状を好む Bullet ソルバを使用します。**Convex Decomposition** では、凹型の形状をつなげた凸型の形状に分解できます。その後、これらは Bullet ソルバによって 1 つの合成ピースとしてシミュレートされます。

ワイングラスの破片の形状はさまざまなので、Convex Decomposition によってすべての破片が正確に衝突するようにします。



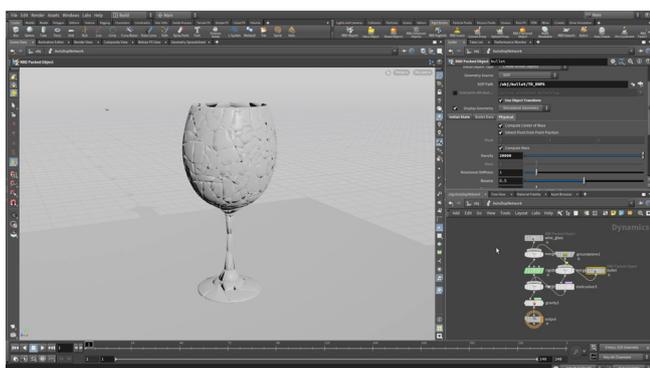
元のジオメトリ

Convex Decomposition



04 オブジェクトレベルが上がって **wine_glass** オブジェクトに入ります。たくさんノードを追加してプロキシジオメトリを作成しており、このチェーンは現在表示されている **dopimport** ノードで終わります。**convexdecomposition** ノードで、**Max Concavity** を **0.05** に変更して衝突ジオメトリを調整します。

Play を押してシミュレーションを確認します。

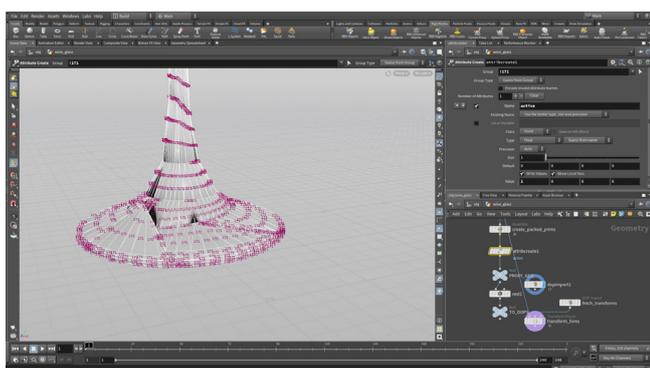


05 オブジェクトレベルが上がって **bullet** オブジェクトを選択し、**Rigid Bodies** シェルフの **RBD Objects** ツールをクリックします。弾丸からパックされた RBD オブジェクトが作成され、ダイナミクスネットワークに追加されます。

AutoDopNetwork に移動し、**bullet** ノードを選択します。

- **Initial State** タブで、**Velocity** を **400, 0, 0** にする
- **Physical** タブで、**Density** を **20000** にする

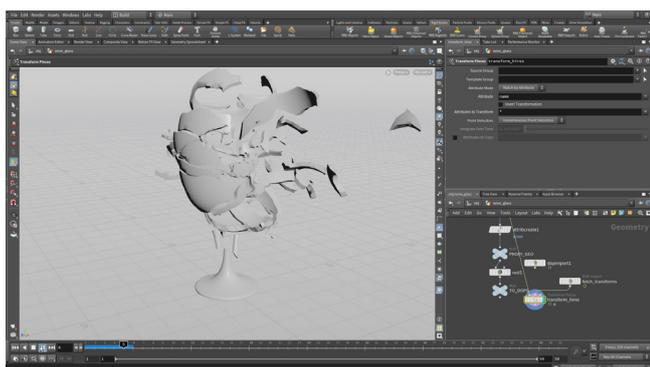
これは鉛の密度で、弾丸に適しているはずですが。



06 シミュレートする前に、グラスのプレートが地面に固定されたままになるようにします。**wine_glass** オブジェクトに移動して、ディスプレイバーで **プリミティブ** 番号をオンにします。ここではプレートのバックプリミティブは **171** ですが、皆さんのものはおそらく違っているでしょう。

Attribute Create ノードを **create_packed_primitive** と **proxy_geo** ノードの間に作成します。次のように設定します。

- **Group** を **!171** (または皆さんのプレートの番号) にする
- **Name** を **active** にする
- **Value** を **1, 0, 0, 0** にする



07 次に、**transform_hires** ノードの **Display フラグ** をオンにして、**Global Animation Options** を開き、**End** を **50** に設定します。

シミュレーションを **再生** します。ソースジオメトリがプロキシに合わせてアニメートされているのが分かりますが、衝突はそれほどドラマチックではありません。



08 ソルバでの弾丸シミュレーションでは、デフォルトの **サブステップ** は **10** です。これは、弾丸のスピードの衝突を解決するのに十分ではありません。オブジェクトレベルに上がり、**AutoDopNet** ノードで **Substeps** を **5** に設定します。これによりシミュレーション時間が長くなりますが、正確さが増すうえに、たいしてはシミュレーションがよりアクティブになります。

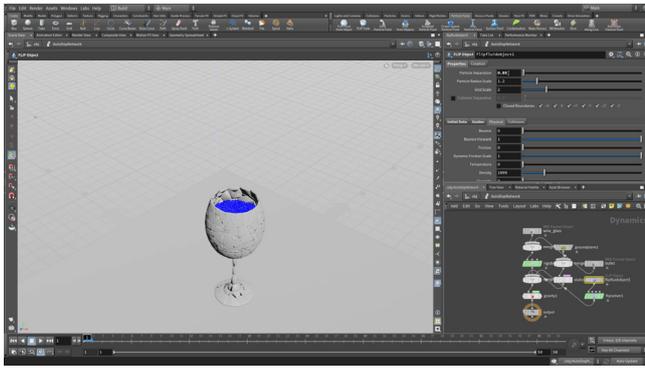
シミュレーションをもう一度 **再生** して、衝突の様子が改善されていることを確認します。何か変更したい場合は、戻って設定を調整します。戻って一部の亀裂の位置を変更してもかまいません。

作業内容を **保存** します。

パート 5

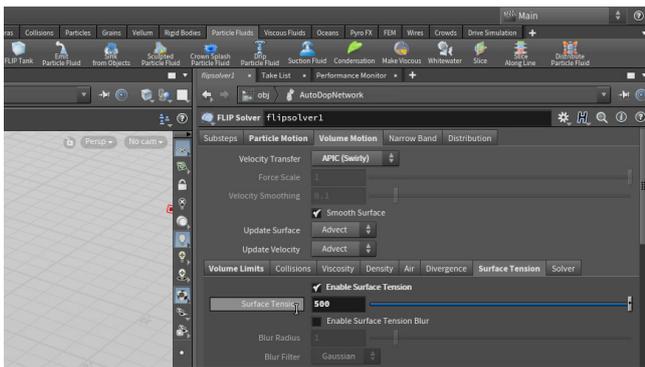
シミュレーションへ流体を追加

弾丸によるガラスの粉砕ができたので、ワインオブジェクトを流体に変換し、シミュレーションの一部として統合します。つまり、RBD と流体シミュレーションを同一 DOP ネットワークにまとめ、1つのシステムとして動作するようにします。最初は、流体はパーティクルで表現されますが、サーフェス化して流体を視覚化できます。



01 フレーム 1 に進みます。ネットワークビューで **wine** オブジェクトを選択し、**Particle Fluid** シェルフの **FLIP Fluid from Object** ツールをクリックします。

すると、流体が流体パーティクル群になります。**AutoDopNet** で、**flipfluidobject** ノードを選択し、**Particle Separation** を **0.05** に設定します。これによりパーティクルが増え、シミュレーションにディテールが加わります。



02 **flipsolver1** ノードを選択して **Particle Motion** タブをクリックし、**Behavior** で次のように設定します。

- **Add ID Attribute** をオンにする

Reseeding で次のように設定します。

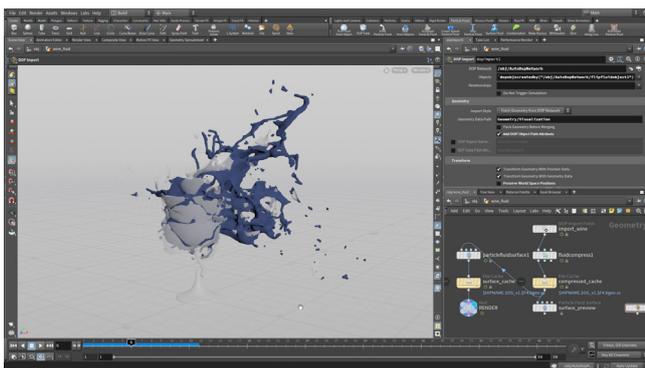
- **Reseed Particles** をオフにする

Volume Motion で次のように設定します。

- **Velocity Transfer** を (**APIC**) **Swirly** にする

Surface Tension で次のように設定します。

- **Enable Surface Tension** をオンにする
- **Surface Tension** を **500** にする



03 **Play** を押してシミュレーションを実行します。追加のサブステップのため時間は少し長くかかりますが、より正確な結果が得られます。**フレーム 10** を過ぎたら、**Escape** を押してシミュレーションを止めます。**フレーム 10** に移動して、ここまでの流体をプレビューします。

これをサーフェスとして表示するには、オブジェクトレベルに上がって **wine_fluid** オブジェクトに移動します。**Render Null** ノードに **Display フラグ** を設定すると、サーフェス化された流体を確認できます。これはクックするのに長い時間がかかりますが、サーフェスがどのように見えるかをフレーム毎に確認することができます。



Display フラグとレンダーフラグ

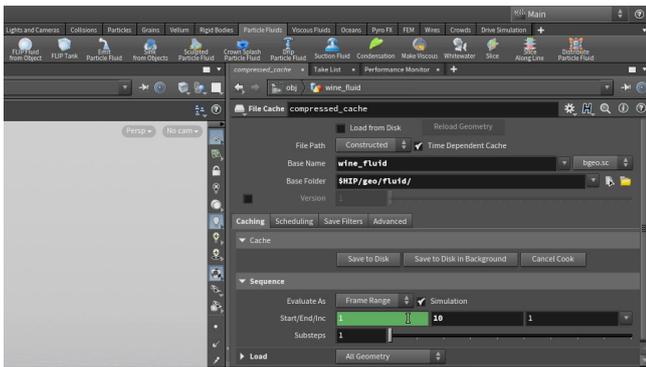
wine_fluid ジオメトリネットワークが最初に作成されたとき、**Display フラグ** はパーティクルを表示する **dopimport** ノードにあります。このセットアップにより、ビューポートでのパフォーマンスが高速になり、レンダリングした場合は最終的なサーフェスを確認できます。このレッスンでは、サーフェスをキャッシュ化するため、ノードはレンダリングに使用されません。



パート 6

シミュレーションのキャッシュ化とリタイム

このショットでは、10 フレームのシミュレーションを計算します。これをディスクに保存したら、Retime ノードで、流体が減速してから時間が逆戻りする長いショットに伸ばします。リタイムされた流体パーティクルがサーフェス化され、レンダリングのための最終ショットを定義する 50 フレームのシーケンスとして出力されます。その後、ワイングラスと弾丸も流体に合わせてリタイムします。

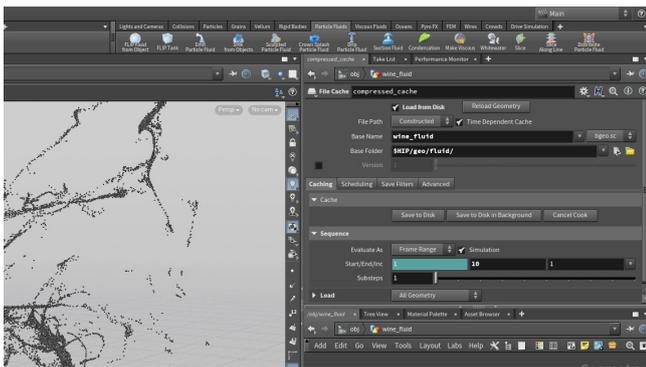


01 オブジェクトレベルで、シェルツールで作成した **wine_fluid_interior** ノードを削除します。**wine_fluid** オブジェクトに入って、**import_wine_compressedcache** ノード、**particlefluidsurface** ノードを除くすべてのノードを削除します。

compressed_cache で次のように設定します。

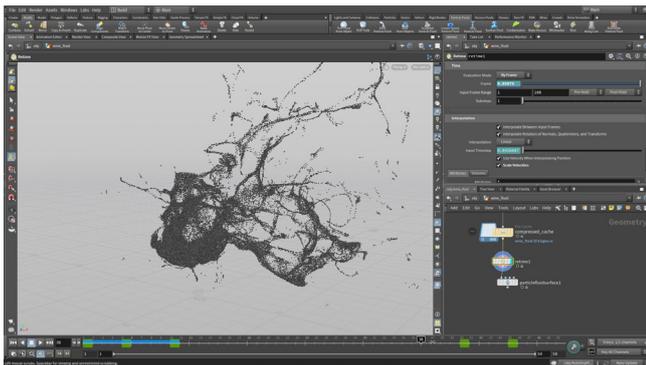
- **Base Name** を **wine_fluid** にする
- **Base Folder** を **\$HIP/geo/fluid/** にする
- **Version** チェックボックスを**オフ**にする
- **End** を **10** にする(最初に **RMB クリック > Delete Channels**)

Save to Disk を押します。



02 完了したら、ジオメトリレベルのまま、Scene View の右上にある **Visibility** メニューから、**Hide Other Objects** を選択します。

Load from Disk を**オン**に設定して、ジオメトリシーケンスを**スクラブ**します。10 フレームのみ再生します。これからシーケンスをリタイムし、50 フレーム以上に伸ばしてエフェクトを減速します。

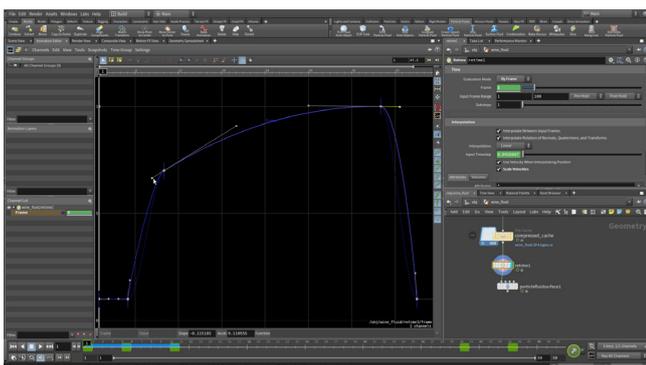


03 **compressed_cache** ノードの後に **Retime** ノードを追加して、**Display フラグ**を設定します。次のように設定します。

- **Evaluation Mode** を **By Frame** にする
- **Scale Velocities** オプションを**オン**にする

Frame フィールドで **RMB クリック**し、**Delete channels** を選択します。

- **フレーム 1**: **Frame** を **1** に設定し、**Alt クリック**してキーフレームを設定
- **フレーム 5**: **Frame** を **1** に設定してキーフレームを設定
- **フレーム 10**: **Frame** を **7** に設定してキーフレームを設定
- **フレーム 40**: **Frame** を **10** に設定してキーフレームを設定
- **フレーム 45**: **Frame** を **1** に設定してキーフレームを設定



04 **Animation Editor** ペインをクリックして、作成したアニメーションカーブを確認します。グラフ上で **H** を押してビューをホームし、**RMB クリック**しながら**ドラッグ**して少しズームアウトします。

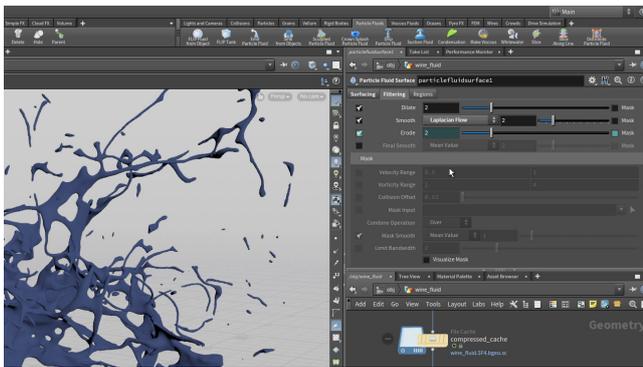
カーブハンドルを**クリックアンドドラッグ**し、この図と同じような形状にします。カーブの接線を分割する必要がある場合は、キーを選択し、**T** を押して接線を統一します。次に、それぞれの端を個別に選択してドラッグします。ここでの目標は、液体が素早く飛び出した後、ゆっくりになって短時間止まり、その後スピードアップして元の形状に素早く戻るようにすることです。



リタイム

ワイングラスの粉碎で一番白い部分は、最初の 10 秒間です。シミュレーションのこの部分を強調するため、10 フレームの流体パーティクルを保存してから、**Retime** ノードを使用してシーケンスを伸ばします。時間を逆戻りさせて元のワイングラスに戻す、一種の「バレットタイム」効果を作成します。

これを流体に設定したら、ポイントをサーフェス化して、長いシーケンスを保存します。同じ Retime ノードは、粉碎するグラスと弾丸にコピーアンドペーストして使用できます。

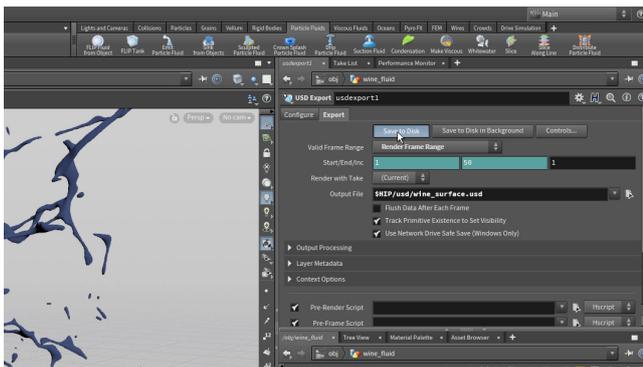


05 **Retime** ノードが **particlefluidsurface** ノードに接続されていることを確認し、**Display** フラグを設定します。これにより、リタイムをベースとした最終的な流体が得られます。**particlefluidsurface** ノードを選択して次のように設定します。

- **Method** を **Average Position** にする
- **Union Compressed Fluid Surface** を **オフ** にする

Filtering タブで次のように設定します。

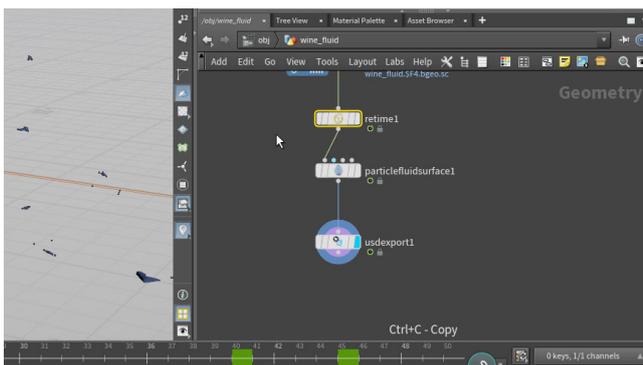
- **Dilate** を **オン** にし、**2** にする
- **Smooth** を **オン** にし、**Laplacian Flow** にする



06 チェーンの終端に **USD Export** ノードを追加します。それを **wine_surface** という名前に変更します。次のように設定します。

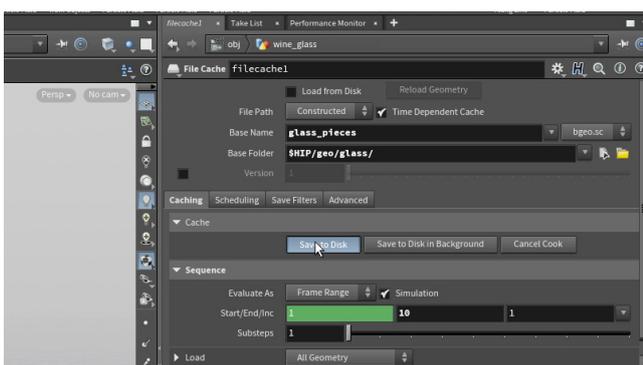
- **Valid Frame Range** を **Render Frame Range** にする
- **Output File** を **\$HIP/USD/wine_surface.usd** にする

Save to Disk を押します。



07 **Retime** ノードを選択し、**Ctrl + C** を押してコピーします。別のネットワークでこれをペーストして、砕けるワイングラスをリタイムします。これにより、両方のネットワークでキーフレームが一致します。

作業内容を **保存** します。



08 フレーム 1 に行き、**wine_glass** ネットワークに移動します。**transform_hires** ノードの下に、**File Cache** ノードを配置して接続し、次のように設定します。

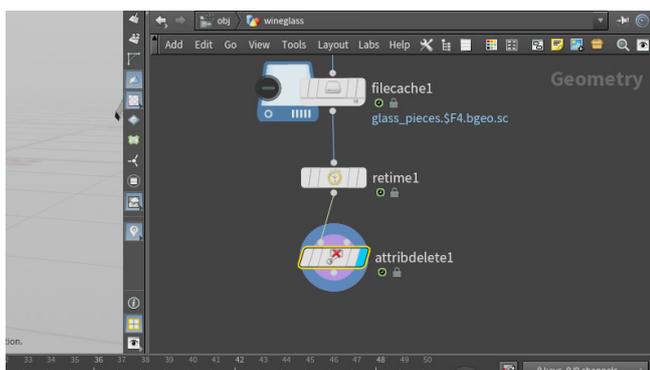
- **Base Name** を **glass_pieces** にする
- **Base Folder** を **\$HIP/geo/** にする
- **Version** チェックボックスを **オフ** にする
- **End** を **10** にする (最初に **RMB クリック > Delete Channels**)

Save to Disk を押します。**Load from Disk** を **オン** に設定したら、フレーム 1 から 10 までを **スクラブ** して、正確に見えることを確認します。



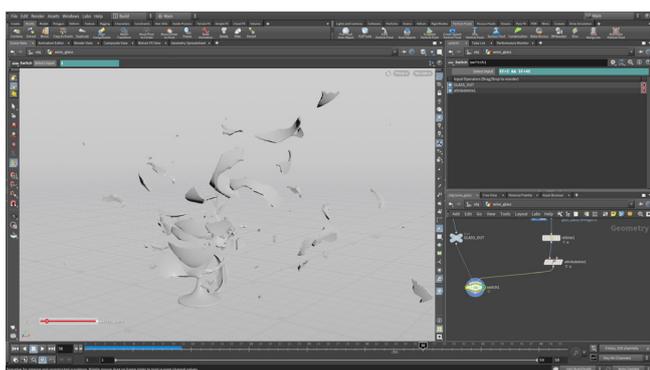
USD と SOLARIS

このプロジェクトのルックデベロップメント工程をサポートするため、**流体**、**ワイングラス**、**弾丸**を USD にキャッシュ化します。こうすることで、シミュレーションの再計算を気にすることなく、レンダリングに集中できるようになります。ここではシミュレーションと同じシーンファイルにキャッシュを表示しますが、新しいシーンファイルにキャッシュをインポートしてもかまいません。こうするとショットのライティングとレンダリングに集中できますが、シミュレーションに戻って微調整するのが大変になります。



09 **Ctrl + V** を押し **Retime** ノードをペーストし、それを **filecache** ノードの後に配置して **Display** フラグを設定します。これで流体とグラスでタイミングが一致しました。タイムラインをスクラブして、破片のタイミングを確認します。

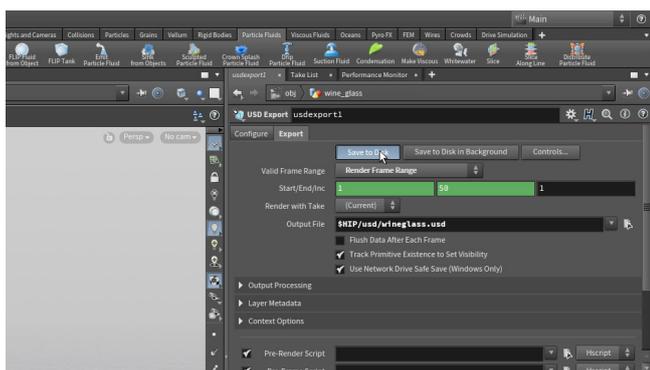
Retime ノードの後に、**Attribute Delete** を追加します。 **Primitive Attributes** の横にある矢印から、**name** を選択して、ジオメトリからこのアトリビュートを削除します。



10 **Switch** ノードをネットワークに追加します。 **GLASS_OUT**、それから **attribdelete** ノードをそれに接続します。

Select Input を **\$F>5 && \$F<45** に設定します。タイムラインでスクラブして、その動作を確認します。このエクプレッションは、フレーム 5 でひび割れないグラスから割れたグラスに切り替わり、フレーム 45 で元に戻るようにするものです。

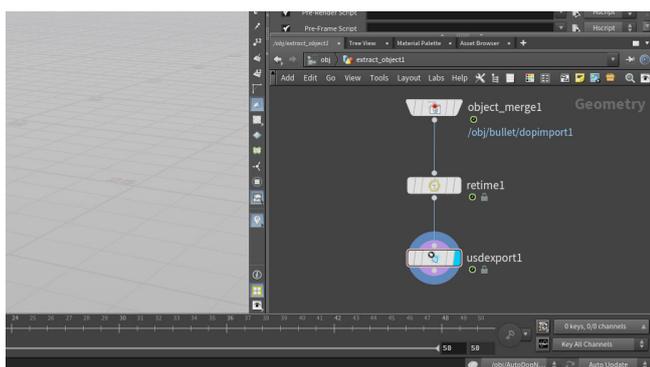
これらの形状をまとめて、ワイングラスの USD ファイルで、衝撃の前後はグラスが割れていないようにします。



11 チェーンの終端に **USD Export** ノードを追加します。次のように設定します。

- Valid Frame Range を **Render Frame Range** にする
- Output File を **\$HIP/usd/wineglass.usd** にする

Save to Disk を押します。



12 フレーム 1 に移動し、**bullet** オブジェクトを選択します。 **Modify** メニューから **Extract** を選択します。これにより、ジオメトリの世界空間位置を取得できます。 **extract_object** の中に入り、 **retime** ノードを **object_merge** ノードの下にペーストして、それらを接続します。

チェーンの終端に **USD Export** ノードを追加します。それを **bullet** という名前に変更します。次のように設定します。

- Valid Frame Range を **Render Frame Range** にする
- Output File を **\$HIP/usd/bullet.usd** にする

Save to Disk を押します。

パート7

ショットの設定とレンダリング

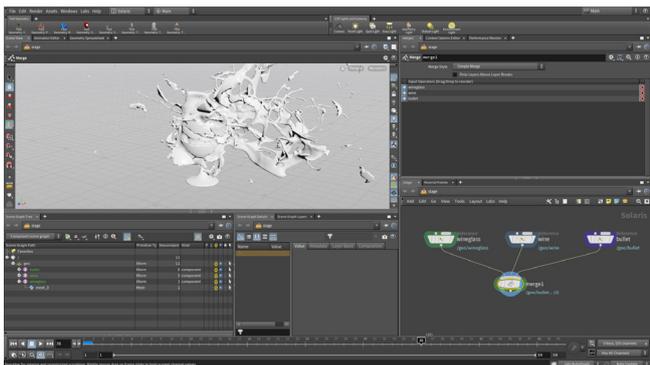
ショットのレンダリングには、USD ファイルを Solaris ステージで参照し、背景を追加します。Solaris は Houdini のコンテキストで、LOP ノードを使用して USD シーングラフを定義します。次に、カメラを配置し、環境ライトを追加します。その後、ビューポートで Karma レンダラを実行し、ショットのプレビューレンダリングを行います。



01 デスクトップを **Solaris** に変更します。パスバーで **Stage** を選択します。

ネットワークビューで **Tab > Reference** を選択してからクリックし、**Reference** ノードを追加します。**Reference File** の横にある **File Chooser** をクリックして、**wineglass.usd** ファイルを指定します。ノードの名前を **wineglass** に変更します。**Primitive Path** を **/geo/\$OS** に設定し、ノード名を使用して、**geo** というグループに配置されるようにします。

Scene View で、ビューをホームにする **スペースバー + H** のような表示ツールを使用して、ワイングラスがよく見えるようにします。

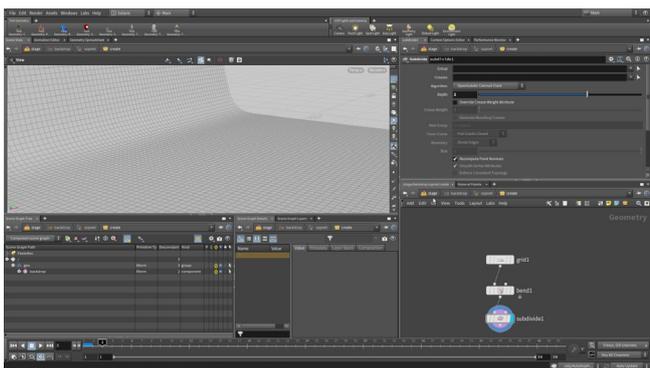


02 このノードを **Alt** ドラッグして複製し、さらにもう1つ複製します。1つ目のコピーで、**File Chooser** をクリックして **wine_surface.usd** ファイルを指定します。ノードの名前を **wine** に変更します。

2つ目のコピーでも同じことを行い、**bullet.usd** ファイルを指定します。ノードの名前を **bullet** に変更します。

ネットワークに **Merge** ノードを追加して、3つすべての参照ノードをそれに接続します。**Display フラグ**を設定したら、スクラブして結果を確認します。

シーングラフには、**geo** エントリの下に3つの参照 USD ファイルが表示されているはずですが。



03 ネットワークビューで、**Tab** を押して **Grid** と入力します。クリックしてノードを配置したら、名前を **backdrop** に変更して、**Merge** ノードに接続します。**Import Path Prefix** を **/geo/\$OS** に設定します。**backdrop** ノードを **ダブルクリック**して、ジオメトリレベルに入ります。

Grid ノードを選択し、**Size** を **200, 200**、**Rows** および **Columns** を **20** に設定します。**Grid** ノードの出力を **RMB** クリックして、**Bend** と入力します。クリックして **Bend** ノードを配置したら、**Display フラグ**を設定します。**Bend** を **75**、**Capture Origin** を **-40, 0, 0**、**Capture Direction** を **-1, 0, 0**、そして **Capture Length** を **20** に設定します。**Grid** ノードの出力を **RMB** クリックして、**Subdivide** と入力します。**Display フラグ**を設定し、**Depth** を **2** に設定します。



シミュレーションのキャッシュ化

このプロジェクトのルック開発工程をサポートするため、流体、ワイングラス、弾丸をジオメトリ (USD) シーケンスにキャッシュ化しました。こうすることで、シミュレーションの再計算を気にすることなく、レンダリングに集中できるようになります。

大量のハードディスク容量を消費する VFX ショットでは、こうしたワークフローが一般的です。たくさんのパーティクルを含む巨大なシミュレーションを送る際は、この点に注意するようにしてください。さまざまな中間段階を保管できる場所を確保することが重要です。

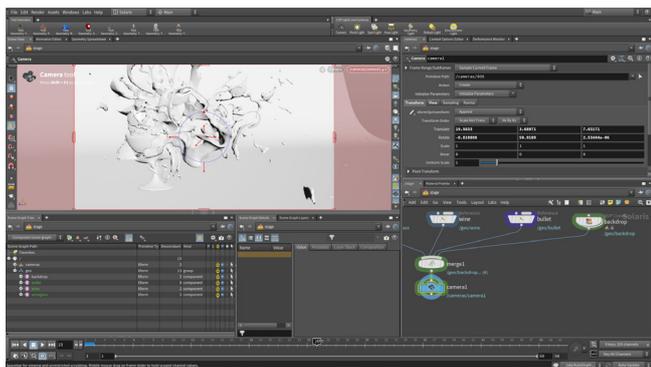
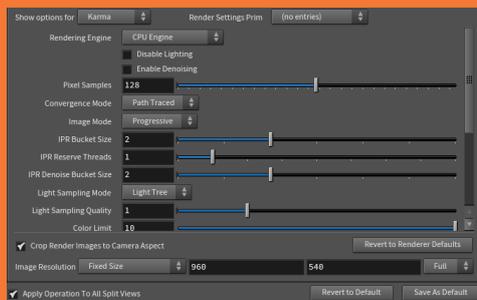




ビューポートレンダリング

Houdini のレンダラである Karma を使用して、シーケンスをレンダリングします。はじめは、Display Options の設定でレンダリングを実行します。Display Options を表示するには、Scene View で **D** を押します。デノイザをオンにしたり、Pixel Samples や Image Resolution の設定が可能です。

その後、**Karma LOP** をセットアップすれば、最終出力はそのノードのレンダリング設定で実行されます。



04 表示ツールを使用して、正面から **wineglass** が見えるようにします。**LOP Lights and Camera** シェルフで、**Camera** ツールを **Ctrl** クリックします。ネットワークに Camera ノードが加わり、カメラ越しにビューポートを見られるようになります。

Lock Camera/Light to View ボタンを押し、ビュー変更に応じてカメラの位置が更新されるようにします。ビューポートで**タンブル**、**パン**、**ドリー**してカメラを再配置し、ワイングラスが左側にきて、しぶきは右側に飛ぶようにします。タイムラインをスクラブし、シーケンス全体でカメラが機能していることを確認します。



05 **LOP Lights and Camera** シェルフで、**Camera** ツールを **Ctrl** クリックします。**Domelight** ノードをチェーンの終端に追加します。

Domelight ノードを選択し、**Base Properties** タブで **Texture** の横にある **File Chooser** ボタンをクリックします。サイドバーで **\$HFS/houdini/pic/hdri** リストをクリックして、**HDRIHaven_skyliit_garage_2k.rat** ファイルを選択します。**Accept** をクリックします。

Display Options バーで、**High Quality Lighting with Shadows** ボタンをクリックします。



06 **Persp** メニューで **Karma** を選択し、ビューポートで Karma を使ってレンダリングします。タイムラインで異なるフレームに移動すると、ビューポートが素早く更新されます。

Karma は USD を使用するよう設計されているので、LOP コンテキストのすべてが USD シーングラフに変換されます。Houdini のこの部分からのみ Karma レンダラを使用できます。

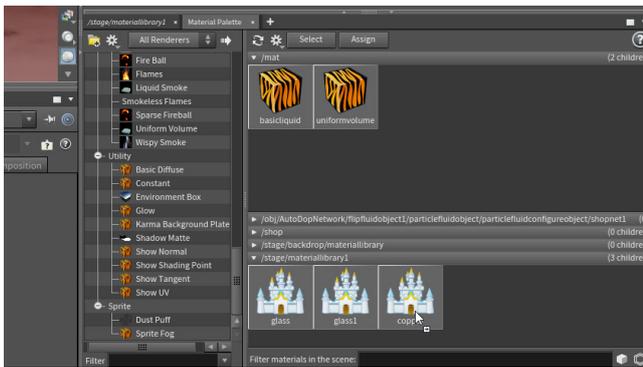


07 レンダリング時によりクリーンな画像を得るには、Nvidia グラフィックカードがあり、最新のドライバをインストールしている場合は **Denoiser** をオンにします。Denoiser は、**Display Options** でオンにできます。

パート 8

マテリアルの割り当てとシーケンスのレンダリング

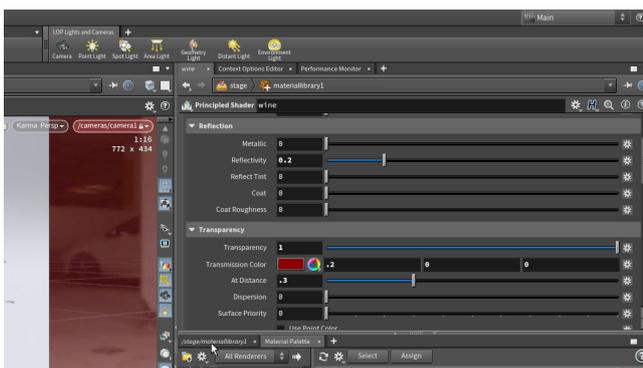
最後に、ワイングラス、ワイン、弾丸にマテリアルを追加します。これらのマテリアルは USD シーングラフの一部となり、LOP ノードでジオメトリに割り当てられます。次に、Karma LOP で、Nvidia Optix Denoiser を含むレンダリングの設定を行い、レンダリング後、シーケンスを MPlay にロードし、結果を確認します。



01 ネットワークビューで **Tab > Material Library** を押します。それをチェーンの終端に接続し、**Display フラグ**を設定します。

Material Palette ペインに移動します。/stage/materiallibrary の横にある矢印をクリックし、このエリアを開きます。パレットの左側のマテリアルギャラリーをスクロールして、ワイングラスとワイン用に **Glass** マテリアルを 2 つ **materiallibrary** 作業エリアにドラッグします。

次に **Copper** マテリアルを見つけ、**materiallibrary** 作業エリアにドラッグします。これは弾丸に使用します。



02 2 つ目の **Glass** マテリアルを選択し、名前を **wine** に変更します。

ワインの IOR である **Inside IOR** を **1.3443** に設定します。次に、**Reflectivity** を **0.2** に設定し、環境の反射率を下げます。

Transmission Color を **0.2, 0, 0** に設定して、赤みがかったワインの色に変更します。それから **At Distance** を **0.3** に設定します。



03 ステージレベルに戻ります。Material Library の後に **Assign Material** ノードを追加します。

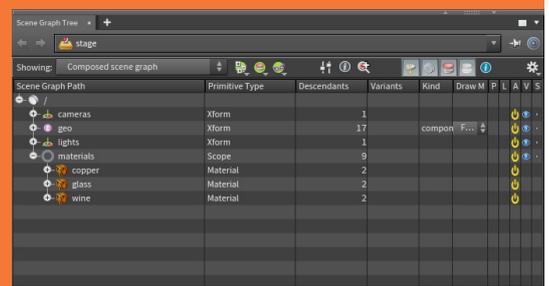
シーングラフから **wineglass** を **Primitives** フィールドにドラッグしたら、**Material Path** の横にある矢印をクリックして、このプリミティブ用に **glass** マテリアルを選択します。

次にチェックボックスの横にある **+(プラス)** 記号を 2 回クリックして、2 つの新しいエントリを追加します。同じ方法で **wine** マテリアルを **wine** プリミティブに割り当て、**copper** マテリアルを **bullet** プリミティブに割り当てます。



シーングラフ

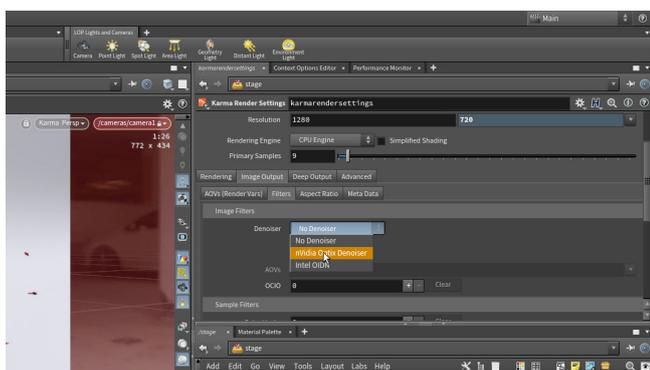
ジオメトリやライトと同じように、LOP ノードを使用して追加したマテリアルはシーングラフに追加されます。Material Library LOP を使用したとき、Material Path Prefix のデフォルト設定は /materials/ ですが、それはグラフでのマテリアルの位置でもあります。編成を変えることも可能ですが、これがデフォルトです。このマテリアルパスは、マテリアルをジオメトリに配置するために **Assign Materials LOP** で使用したパスです。





04 ネットワークビューで、**Tab > Karma** を押し、**Karma Render Settings** と **USD Render ROP** ノードを追加します。それらをチェーンの終端に接続します。**karmarendersettings** ノードを選択して、**Image Output > Filters** タブで **Denoiser** を **nvidia Optix Denoiser** に設定してデノイザをオンに戻します。

usdrender_rop ノードを選択します。**Valid Frame Range** を **Render Frame Range** に設定し、**Output Picture** を **\$HIP/render/wineglass_-\$F4.exr** に設定します。名前の **\$F** は、レンダリングにフレーム番号を付加するのに必要で、**4** はフレーム番号のパディングです。



05 ビューポートの Denoiser はこのノードからの出力に影響しないので、明示的に選択します。**karmarendersettings** ノードを選択して、**Image Output > Filters** タブで **Denoiser** を **nvidia Optix Denoiser** に設定してデノイザをオンに戻します。

nVidia Optix Denoiser がビューポートで使用されるものと一致します。**Intel OIDN** デノイザもありますが、ディスクにレンダリングする場合のみ利用可能です。

作業内容を**保存**します。**usdrender_rop** ノードを選択して、**Render to Disk** をクリックします。



06 完了したら、**Render > Mplay > Load Disk Files** を選択し、レンダリングした画像を開いて最終的なシーケンスを確認します。

後で別の **Karma** ノードを分岐させて、解像度とレンダリング設定を上げて最終的なレンダリングを行います。**Convergence Mode** に戻って **Variance** に設定し、**サンプル数**を上げ、**デノイザ**をオフにします。最初は低解像度でテストレンダリングを行い、すべてが希望通りになっていることを確認するようにしてください。

まとめ

Bullet RBD と FLIP 流体ソルバを使用して、ワイングラスを粉砕する VFX ショットを完成させました。Retime ノードを使用して、速度を落としてから時間を逆戻りさせ、ワイングラスが最初と同じ位置に戻るようにしました。そして結果を USD ファイルにキャッシュ化しました。

その後、Solaris/LOPS コンテキストを使ってショットを設定し、ライトを追加しました。マテリアルを作成してプリミティブに割り当て、ショットに適切な外観を得ることができました。

このプロジェクトでは、Houdini のダイナミクスノードとネットワークを使用してさまざまな種類のエフェクトを統合したり、ジオメトリノードを使用してシミュレーションのセットアップと出力を行う方法を紹介しています。

VFX ショットの作成に使用されるノードとネットワークを理解できれば、Houdini をさらに深く探求し、独自のエフェクトを作成してください。

楽しむことが一番です！

