

FBX地獄

0) まだ見ぬ地獄がそこにはある

- FBXは地獄といわれている。その地獄の案内図である。
- **FBXはインデックス空間・座標系・参照モデルが“複数”混在**するため、素直に読むと破綻する。
- **Importerで正規化**（頂点/ボーン/アニメ/素材の各レイヤを、自分のランタイムに合わせて再マップ）しないと地獄行き。
- FBXSDKは強力だが、**LayerElementの Mapping/Reference、Axis/Unit 変換、Transformのピボット系、Skin/BlendShapeの解釈**を間違えると沼に落ちる。

1) メッシュ／頂点地獄

症状

- 「**頂点インデックスが合わない**」「法線やUVが面ごとにバラバラ」「トライアングル化で壊れる」。
- スキンウェイトを頂点に当てると崩れる。

原因

- FBXSDKでの**頂点概念の違い**：
 - **Control Point**（論理頂点＝位置配列）
 - **Polygon Vertex**（フェイス頂点＝コーナー＝面内の頂点）
 - LayerElementは **Mapping**（`eByControlPoint` / `eByPolygonVertex` …）と **Reference**（`eDirect` / `eIndexToDirect`）を持つ。ここを誤ると属性（Normal/UV/Color/Material）を別インデックス空間で読んでしまう。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- **FbxLayerElement** の `GetMappingMode()` と `GetReferenceMode()` を必ず確認し、
 - `eByControlPoint` は CP インデックスで、
 - `eByPolygonVertex` は **面頂点（コーナー）** で引く。
 - `eIndexToDirect` の場合は **IndexArray → DirectArray** の二段引き。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- FBXSDKのサンプル「Meshes」を見て、**Control Point とポリゴン頂点の違い**と初期化/トライアングル化の流れを把握する。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

2) ボーン／スキン地獄

症状

- 「**ウェイトが合わない**」「ボーンの行列が違う」「BindPoseと計算結果がズレる」「DualQuaternion/Linearで結果が違う」。

原因

- **Skinは Control Point 基準**で、**Cluster（ボーン）ごとにCPインデックス+ウェイト**で定義される。
- Skinningタイプは `Rigid/Linear/DualQuaternion/Blend` があり、計算方法が異なる。
- **Bind Pose（FbxPose）** は「スキン拘束時の**グローバル行列**のスナップショット」であり、使い方を誤ると**逆行列／オフセット**の計算が狂う。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- ウェイト適用は **CP単位で集計**した後、**ランタイム頂点**へ再投影する（コーナー分裂を理解）。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- `FbxSkin::GetSkinningType()` を見て、**自前スキニングのアルゴリズム**を分岐。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- BindPose（FbxPose）の仕様（**グローバル行列が基本**）を確認し、**ボーンオフセット行列**の導出（Bind姿勢の逆）と、**階層評価の順序**を厳守。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

3) トランスフォーム（TRS+ピボット+プリ/ポスト回転）地獄

症状

- 「ローカル/グローバルが合わない」「回転順序で破綻」「スケール継承で単位変換が壊れる」「ジオメトリ変換が二重適用」。

原因

- FBXノードにはLclTranslation/Rotation/Scalingに加え、GeometricTranslation/Rotation/Scaling（ジオメトリオフセット）、PreRotation/PostRotation、Pivot/Offsetなどが存在。
- 継承タイプ（eInheritRrSs/eInheritRSrs/eInheritRrs）により親のスケールの伝播が変わり、ユニット変換で事故る。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- EvaluateGlobalTransform / EvaluateLocalTransform（またはFbxAnimEvaluator）でSDKの評価結果を信頼して取り出す。自前合成は検証用に限定。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- ピボットやプリ/ポスト回転はノードプロパティから取るより、Evaluatorに任せるのが安全。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

4) 座標系／単位変換地獄

症状

- 「Z-up/Y-upで向きが変」「スケールがおかしい」「メッシュ頂点は変わってないのに配置が崩れる」。

原因

- FBXSDKのデフォルトは右手系・Y-up。Axis/Unit変換はノードのプリローテーション/スケール&アニメに作用し、頂点値は変えない。
- Rrs継承ノードに対する単位変換は特に危険。オプション指定が必要。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- FbxAxisSystem::ConvertScene() と FbxSystemUnit::ConvertScene() をロード直後に一度だけ行い、オプション（mConvertRrsNodes など）を適切に設定。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- 変換はアニメとノード行列にのみ影響し、メッシュ頂点値は変わらないことを前提に、その後の全評価を統一座標系で行う。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

5) アニメーション評価・リサンプリング地獄

症状

- 「時間軸（fps）がズレる」「補間が崩れる」「複数レイヤの結果が違う」「Take/Stackの切り替えで値が変」。

原因

- FBXSDKのアニメ構造は Stack → Layer → CurveNode → Curve の多段。評価はFbxAnimEvaluatorが担当。
- FBXファイルバージョン間で**タイムベース（例：7700のミリ秒定義変更）**が異なり、旧SDKだとタイミングがズレることがある。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[coohom.com\]](http://coohom.com), [\[zenn.dev\]](http://zenn.dev)

対処

- Evaluatorでの時刻評価（EvaluateGlobalTransform(time)）を一貫使用。レイヤ合成の仕様を理解する。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- 必要に応じてFbxAnimCurveFilterResampleで等間隔フレームにリサンプルし、ランタイム側の更新ステップと一致させる。[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- SDK/FBX版数の互換性に注意（必要なら古いFBXエクスポート版ヘダウングレード）。[\[daz3d.com\]](http://daz3d.com)

6) マテリアル／テクスチャ／レイヤード地獄

症状

- 「PBRが消える」「レイヤードテクスチャが反映されない」「テクスチャパスが死ぬ」「UVセットの選択が合わない」。

原因

- FBXSDKの標準はPhong/Lambertベース。DCCのPBRはベイクしてテクスチャへ落とす必要。
- **FbxLayeredTexture** や複数UVセットは接続関係（Materialのプロパティにテクスチャ接続）とUVマッピングの指定を正しくたどる必要がある。 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- DCC側でPBRをベイク（Metal/Rough等のテクスチャ） → FBXで**Embed Media**か、外部参照の相対パス統一。 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- テクスチャは **Material**プロパティ（Diffuse等）に **Connect**、UVは**LayerElementUV**のMapping/Refを確認。 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

7) ブレンドシェイプ（モーフ）地獄

症状

- 「モーフが反映されない」「中間ターゲット（in-between）が崩れる」「複数ターゲットの重み進行がおかしい」。

原因

- **BlendShape** → **BlendShapeChannel** → **Shape** の三層構造。
- **Channel**ごとに複数ターゲット／**FullDeformPercent**（進行率）を持つため、単純な**1ターゲット**想定だと破綻。 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

対処

- **Channel**単位で **DeformPercent** を評価し、**ターゲット配列と進行率**を踏まえてメッシュ差分を合成。 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

8) ファイルフォーマット／互換性地獄

症状

- 「ASCII/Binaryどっち?」「新しいFBXが古いツールで読めない」「埋め込みメディアが消える」。

原因

- **FBX**はプロプライエタリ、かつバージョン差が大きい。ASCII/Binaryで挙動違い、古いSDKやツールでバージョン**非互換**が発生。 [\[en.wikipedia.org\]](http://en.wikipedia.org)

対処

- **ターゲット（ゲームエンジン／ツール）のSDK版**に合わせて**FBXバージョン**を選択（必要なら2014/2016/2020系へダウンロード）。 [\[daz3d.com\]](http://daz3d.com)
- 開発時は**ASCII**で可視化・デバッグ、配布は**Binary**（軽量・高速）を推奨。 [\[gamedev.st...change.com\]](http://gamedev.st...change.com)

9) FBXSDK“運用”地獄（設計・APIの落とし穴）

症状

- 「オブジェクト寿命管理でメモリリーク」「スレッドセーフと誤解」「シーン評価と自前行列が不一致」。

原因 & 対処

- **FbxManager** をアプリで唯一作成し、破棄時に配下オブジェクトも破棄されることを理解（寿命管理）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **Evaluator**に統一して時刻評価を行う（自前行列との二重系は避ける）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- SDKサンプル群で「Instances / Transformations / Layers」など、典型的なパターンを一度通す。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)

10) 実務向け標準フロー（痛みを最小化するための“正規化”）

1. シーン読み込直後に **Axis/Unit** を目標系へ統一（Y/Z-up、cm/m など）。オプションで Rrs回避。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
2. **メッシュ正規化**
 - ControlPoint / PolygonVertex / LayerElement の **Mapping/Reference** を解決して、ランタイム頂点へ集約。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
3. **スキン正規化**
 - ClusterのCPインデックス+ウェイトを取り込み、ランタイム頂点へ再投影。SkinningTypeでアルゴリズム分岐。BindPoseはグローバル行列として扱う。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
4. **アニメ正規化**
 - Stack/Layer/Curveを `FbxAnimEvaluator` で評価。必要なら **等間隔リサンプリング**。FBX版数差（タイム定義）に注意。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[zenn.dev\]](http://zenn.dev)
5. **マテリアル/テクスチャ正規化**
 - PBRはDCC側でバイクしてテクスチャ接続。複数UVやレイヤードは接続を忠実に追跡。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
6. **ブレンドシェイプ正規化**
 - Channel単位で `DeformPercent` 評価、ターゲットと進行率を解釈して差分合成。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
7. **出力**
 - ランタイムでは自前の密なインデックス・配列レイアウトに落とす。FBXは中間／オーサリング専用。
[\[gamedev.st...change.com\]](http://gamedev.st...change.com)

11) “FBX地獄”チェックリスト（導入時に潰しておく）

- LayerElement** の Mapping / Reference を網羅テスト（Normal/UV/Color/Material）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- Axis/Unit** の **ConvertScene** を必ず一度だけ。Rrsノードは除外（オプション）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- Evaluator** 統一使用（自前TRS合成は検証用途のみ）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- SkinningType** と **BindPose** の仕様確認。CP基準→ランタイム頂点へ再投影。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- アニメのリサンプリング**有無（ゲーム側のフレームに合わせる）。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- PBR**はバイクしてテクスチャに。レイヤード/UV接続の追跡。
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- FBXバージョン**選択（ターゲットのSDK/インポータ互換性に合わせる）。
[\[daz3d.com\]](http://daz3d.com)

12) 参考リンク（実務で頻繁に見る“ドキュメントの核心”）

- **LayerElement (Mapping/Reference)** : FbxLayerElement クラス仕様、実装サンプル（Normals/UV/Layered）
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **メッシュのCP/ポリゴン頂点** : FbxMesh / Meshesガイド [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **Axis/Unit変換** : Scene Axis and Unit Conversion、FbxAxisSystem / FbxSystemUnit 仕様とオプション
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **Transform評価** : Transformation data、Evaluator (FbxAnimEvaluator) [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **Skin/Cluster/BindPose** : FbxSkin / FbxCluster / FbxPose 仕様 [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **BlendShape** : FbxBlendShape / BlendShapeChannel 仕様（in-between対応） [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **PBR/テクスチャ** : Materials/Textures ガイド、LayeredTexture、PBRバイク→FBXエクスポート例（3ds Max）
[\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **アニメ構造とリサンプル** : Animation data structures、Evaluator、Resample フィルタ [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com), [\[help.autodesk.com\]](http://help.autodesk.com)
- **FBX版数・互換性** : 実務上のバージョン選択の議論（フォーラム）、FBXの背景（Wikipedia） [\[daz3d.com\]](http://daz3d.com),

さいごに

「FBXは中間形式」と割り切り、Importerで“密な配列&自前の一貫した座標・時間・マテリアル表現”に落とすのが最も安全です。

🕒Revision #1

★Created 8 January 2026 02:11:21 by youe2

✎Updated 12 June 2026 21:03:14 by youe2