

# ハイエンド～ローエンドまで、「Enlighten」による 効率的リアルタイムグローバルイルミネーション

GTMF 2023 OSAKA/TOKYO

シリコンスタジオ株式会社  
技術統括部 技術第2部  
吉野 潤



# アジェンダ

- Enlighten 製品紹介
- Enlighten 4 最新アップデート情報
- 既存ソリューションとの比較
- 質疑応答



# 製品紹介



# Enlightenとは？

- リアルタイムグローバルイルミネーションを提供するミドルウェア
  - ゲーム中に変化する光源・マテリアルに対して適切な間接光
- マルチプラットフォーム
  - 各コンソールに加えモバイルもサポート
- 様々な開発環境に適合
  - 自社エンジン向けのSDK版
  - UnrealEngine4/5向けのUnreal版

GIについて



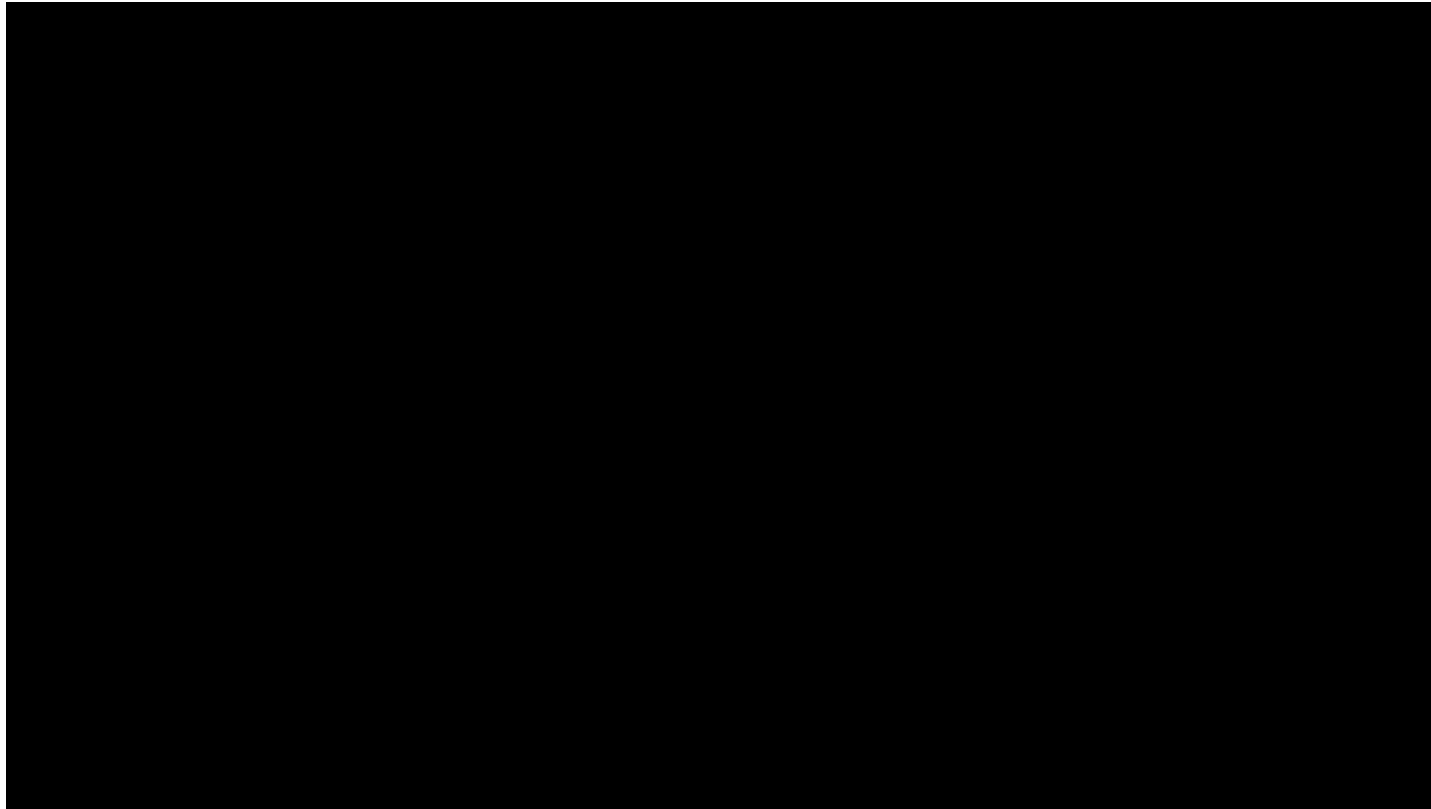
GIなし（直接光のみ）



GIあり（直接光＋間接光）



# リアルタイム更新





# シームレスな時間・天候の変化

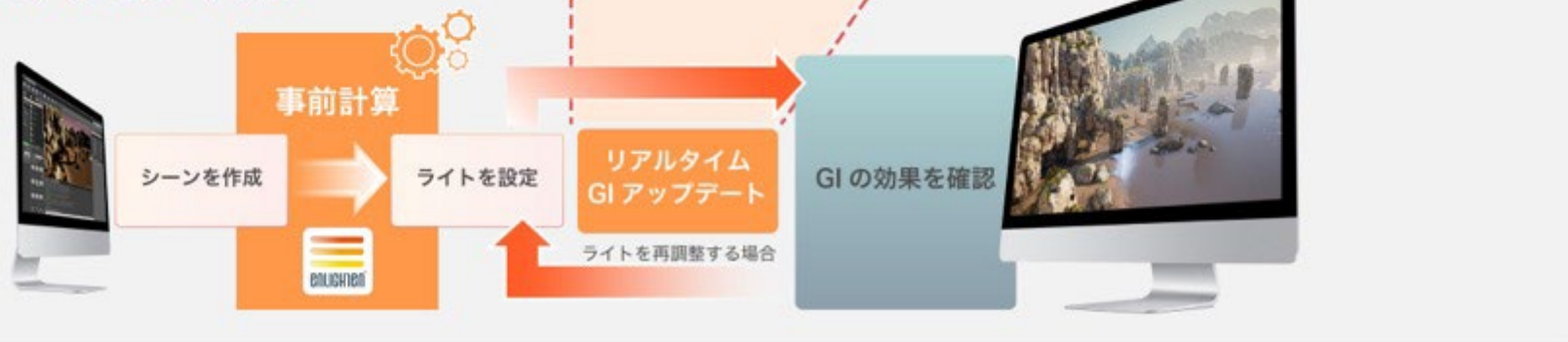


# ライト調整の高速なイテレーション

従来のライティングワークフロー



Enlightenの  
ライティングワークフロー



作業効率アップ  
コスト削減

# チュートリアル動画（日本語字幕あり）

- <https://www.youtube.com/watch?v=ogfSBzNMICA&list=PL0TdM5CJHCzC2vWeI2gTUqRlvaML6a-jW>





# アップデート情報



# | Enlighten 4 の新機能

- SDK/Unreal :
  - プロブライティングシステムの刷新
  - 高品質なキューブマップ
- Unreal :
  - Mobile Deferred Renderer
  - スカイライトリアルタイムキャプチャ
  - リアルタイムレイトレーシングとの組み合わせ
  - Unreal Engine 5 のサポート
  - ...

# 新プローブシステム

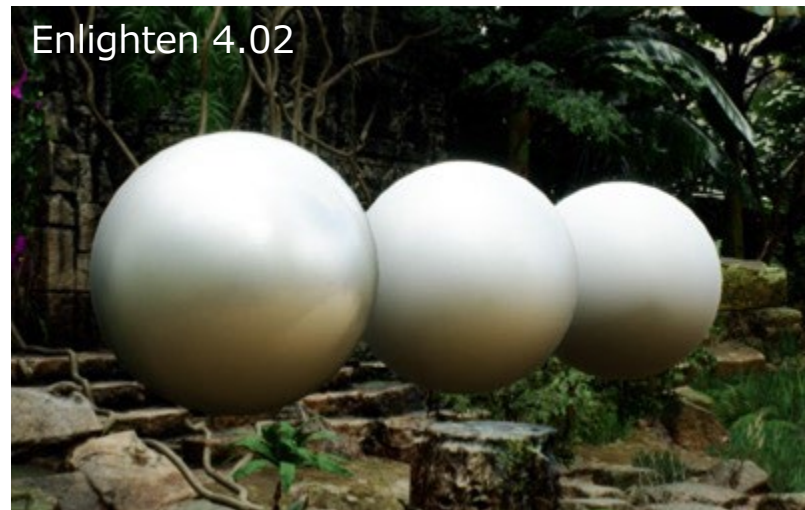
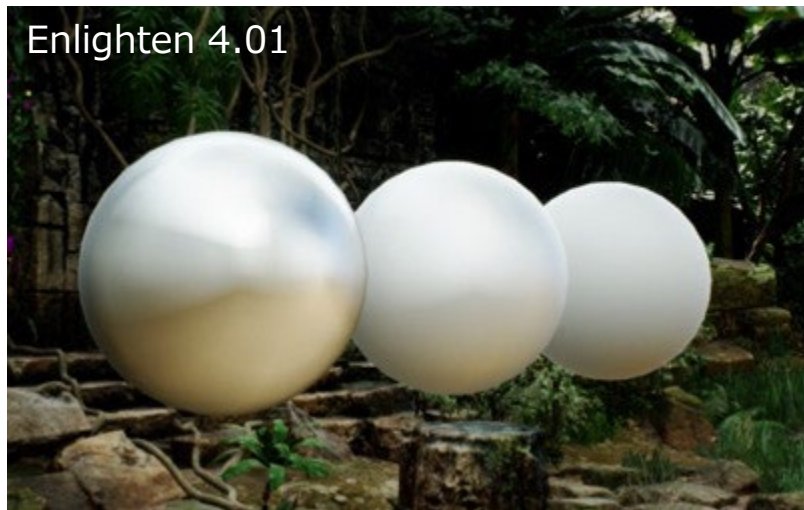


# 広大なワールドにも対応

- シーン密度に応じた適切な解像度のプローブ配置（～1/256）
- ライトリークの軽減
- 地形に沿ってプローブを自動生成
- データ形式の最適化によるメモリ効率の改善



- GGXフィルタリングオプションにより、スペキュラのハイライトや明るさがより高精度に
- ランタイムの処理負荷の上昇はわずか (x1.5)



※左から roughness=0.4,0.6,0.8



# Mobile Deferred Renderer

- iOS Metal / Android Vulkan

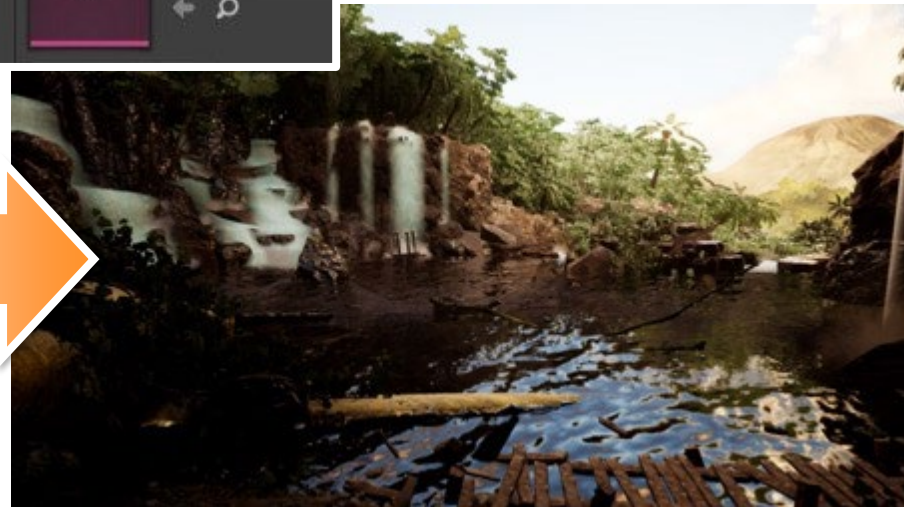
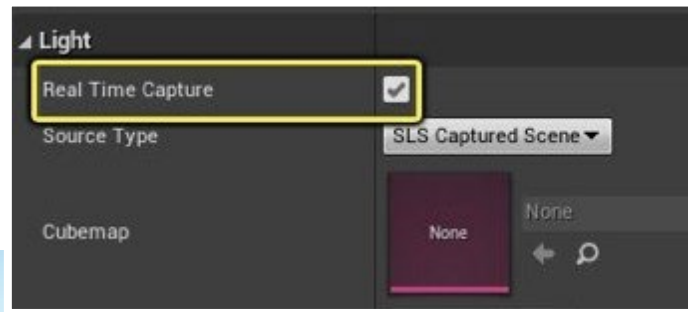


- 本日展示にて実機デモを公開中

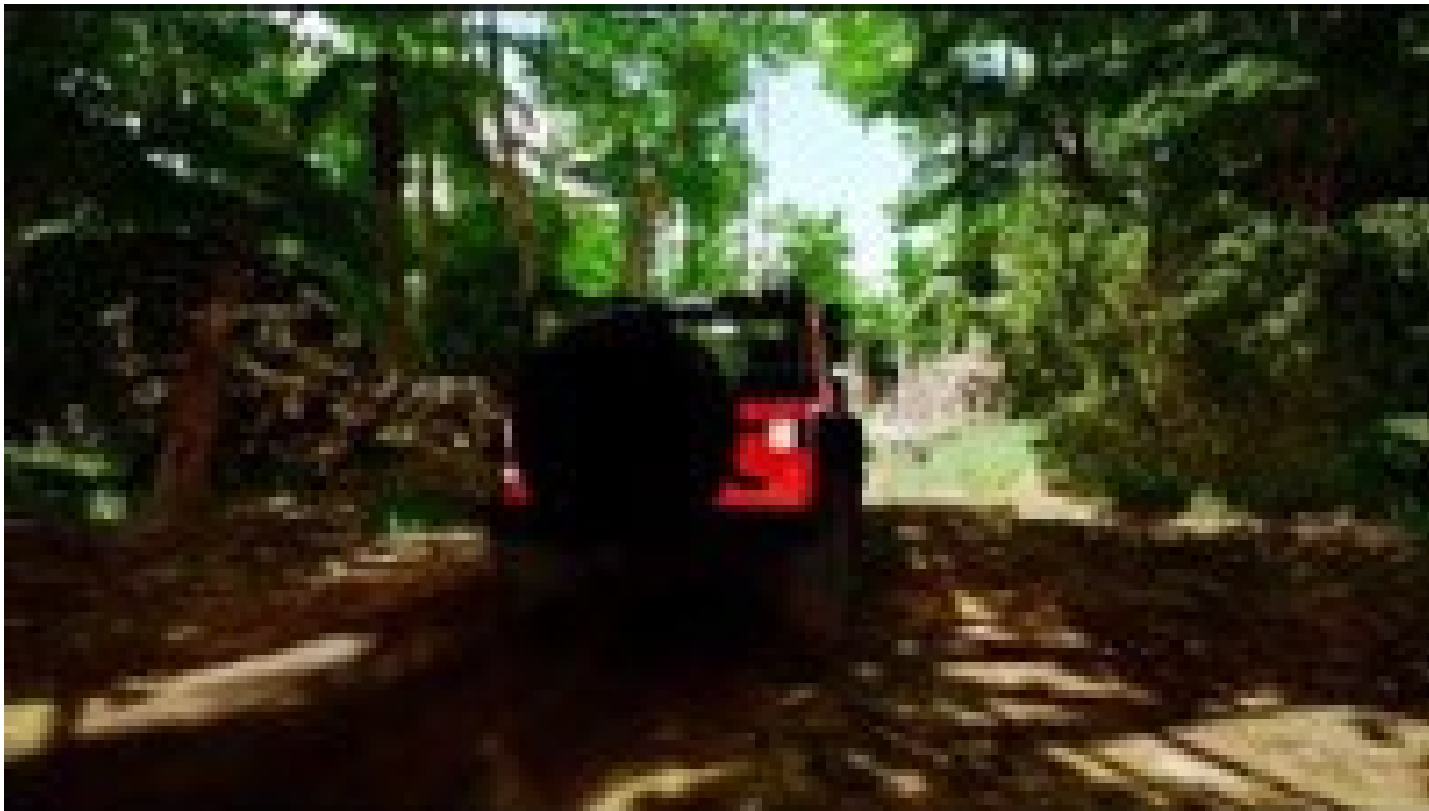
## スカイライトリアルタイムキャプ



# スカイライトリアルタイムキャプチャ



## 移動物体からのバウンス

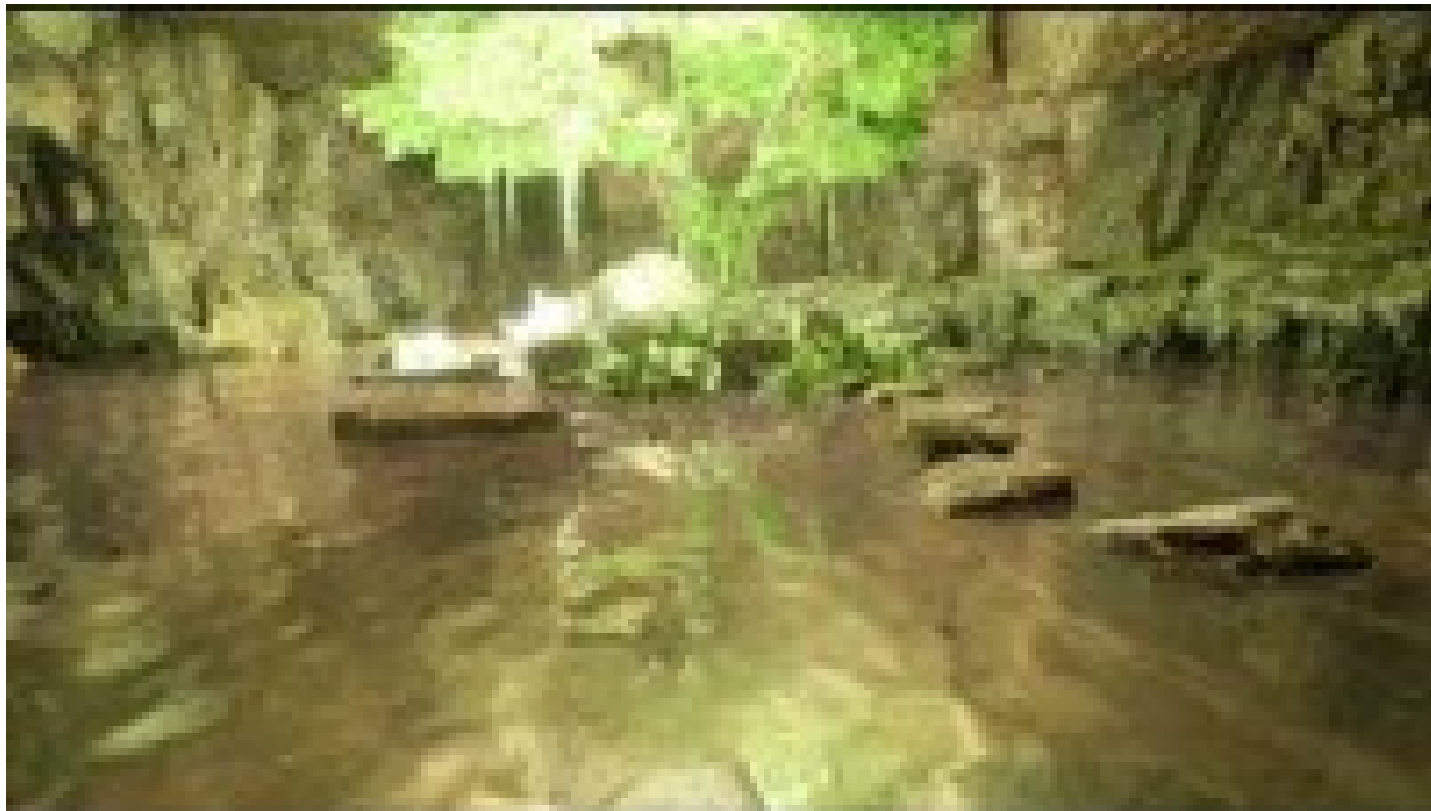


# |Ray Tracing Final Gather with Enlighten



- Final Gatherのファーストバウンス + Enlightenの無限バウンス  
⇒移動物体や小さな物体を捕捉                      ⇒低コスト・高品質

## レイトレによる反射へのGI



# Ray Tracing Reflection with Enlighten



- レイトレーシングリフレクションにEnlightenのGIを追加
- よりリアルなリフレクションに
- Enlighten Cubemapも活用して品質とパフォーマンスを両立

## Visibilityのリアルタイム更新





# Unreal Engine 5

- Enlighten 4.01 からサポート開始
- World Partition など一部機能は制約あり
- 今後UE5向けの最適化も予定

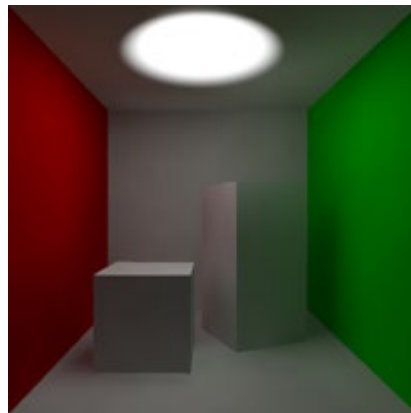
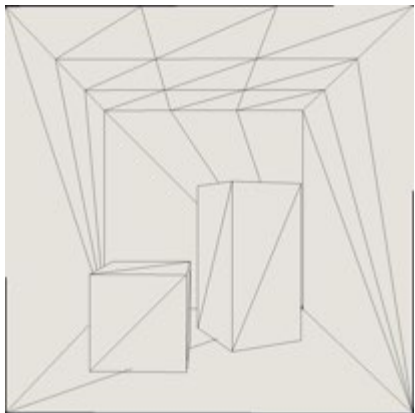




# 他GIとの比較



- ラジオシティ法によるGI

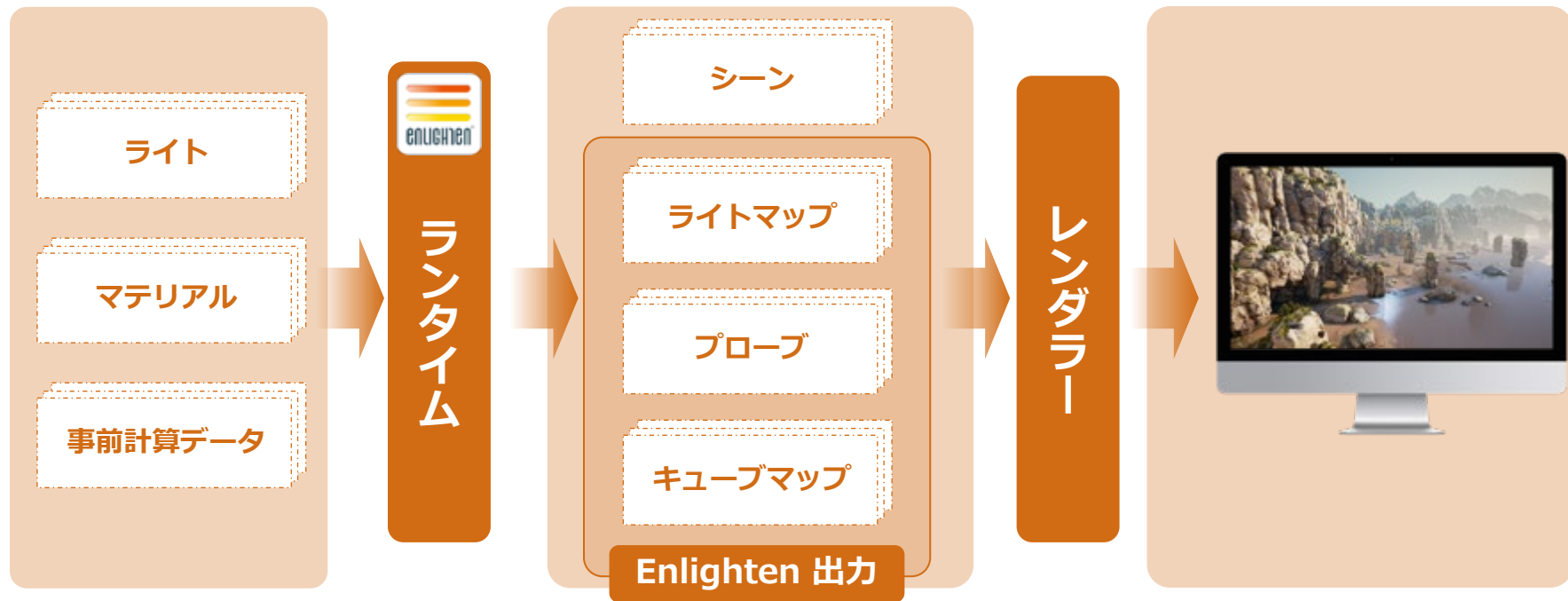


- 静的なジオメトリ情報を事前に解析 (Precompute)
- 最終的な光の伝搬をリアルタイムにCPUで計算 (Runtime)

# Enlightenのワークフロー



# Runtimeの流れ



# 他ソリューションとの比較

	Enlighten	Bake	Realtime Ray Tracing
動的ライティング	ライト・マテリアルは変更可能	未対応	ほぼ全ての操作に対応
事前計算が再度必要なケース	GIに寄与するジオメトリの編集時	ほぼ全てのオブジェクト編集時	特になし
ランタイム負荷	CPUで非同期処理 GPUはBakeとほぼ同等	GPU負荷が最小限	GPUの負荷大
対応プラットフォーム	ハイエンドからローエンドまで	ハイエンドからローエンドまで	ハイエンドのみ

Enlightenは品質と実行速度を兼ね備えた汎用的なソリューション

- 弊社のデモシーンで比較
  - 屋内・屋外を含む4カットでキャプチャ
  - 光源は平行光源+リアルタイムスカイライトキャプチャ
- 使用バージョン：
  - Enlighten: UE5.1 + Enlighten 4.02
  - Lumen (Software Ray Tracing): UE5.2
- 実行環境：
  - Intel(R) Xeon(R) W-2245 CPU @ 3.90GHz
  - Nvidia RTX 3070

# シーン1：洞窟内部

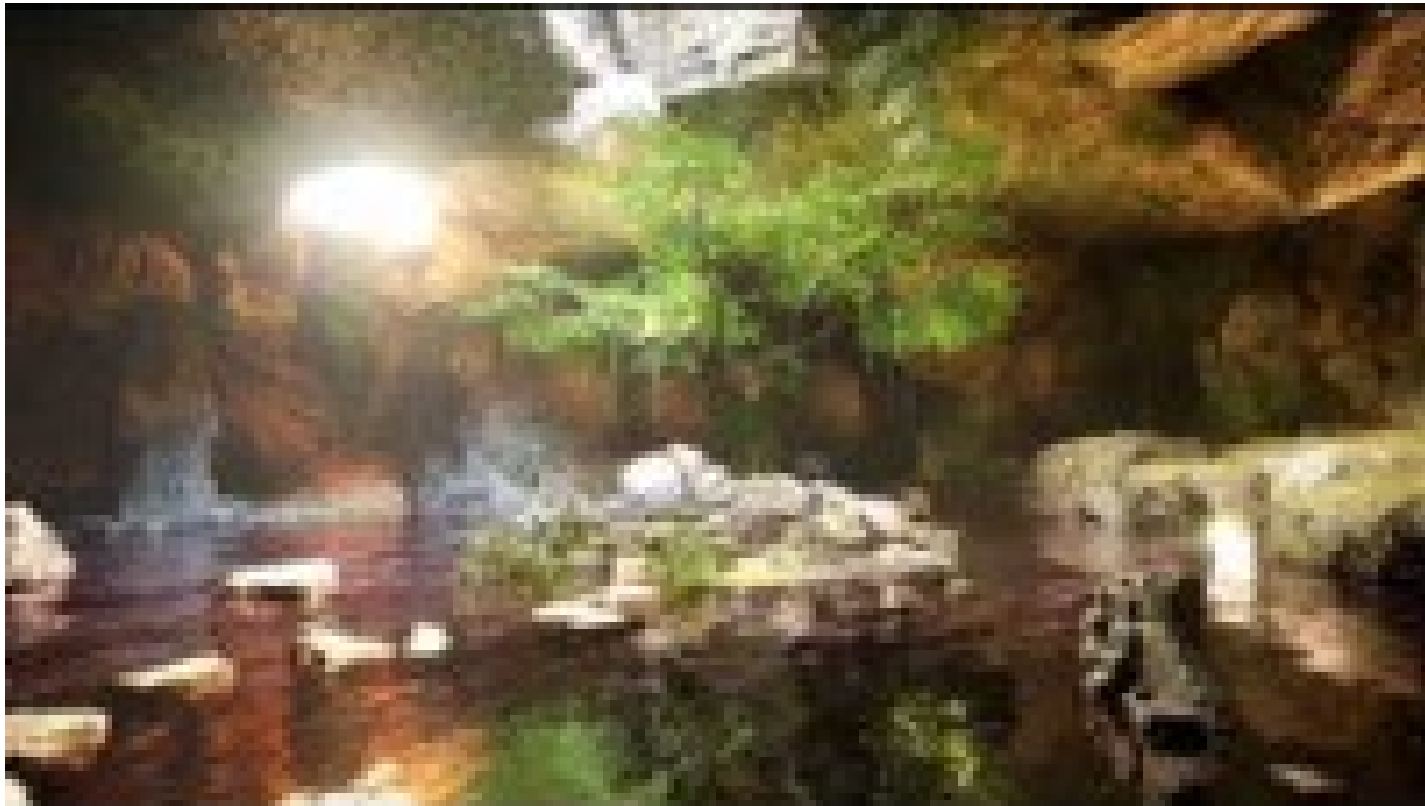




## 洞窟内部 - Enlighten



## 洞窟内部 - Lumen



# シーン1：洞窟深部



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン1：洞窟内部



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン1：洞窟深部



Enlighten

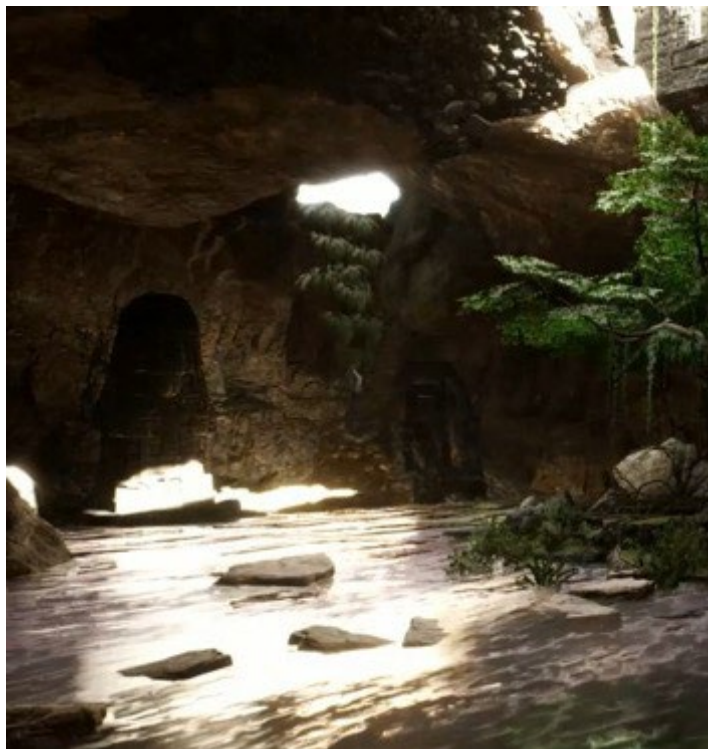


Lumen



Path Tracing

# シーン1：洞窟内部

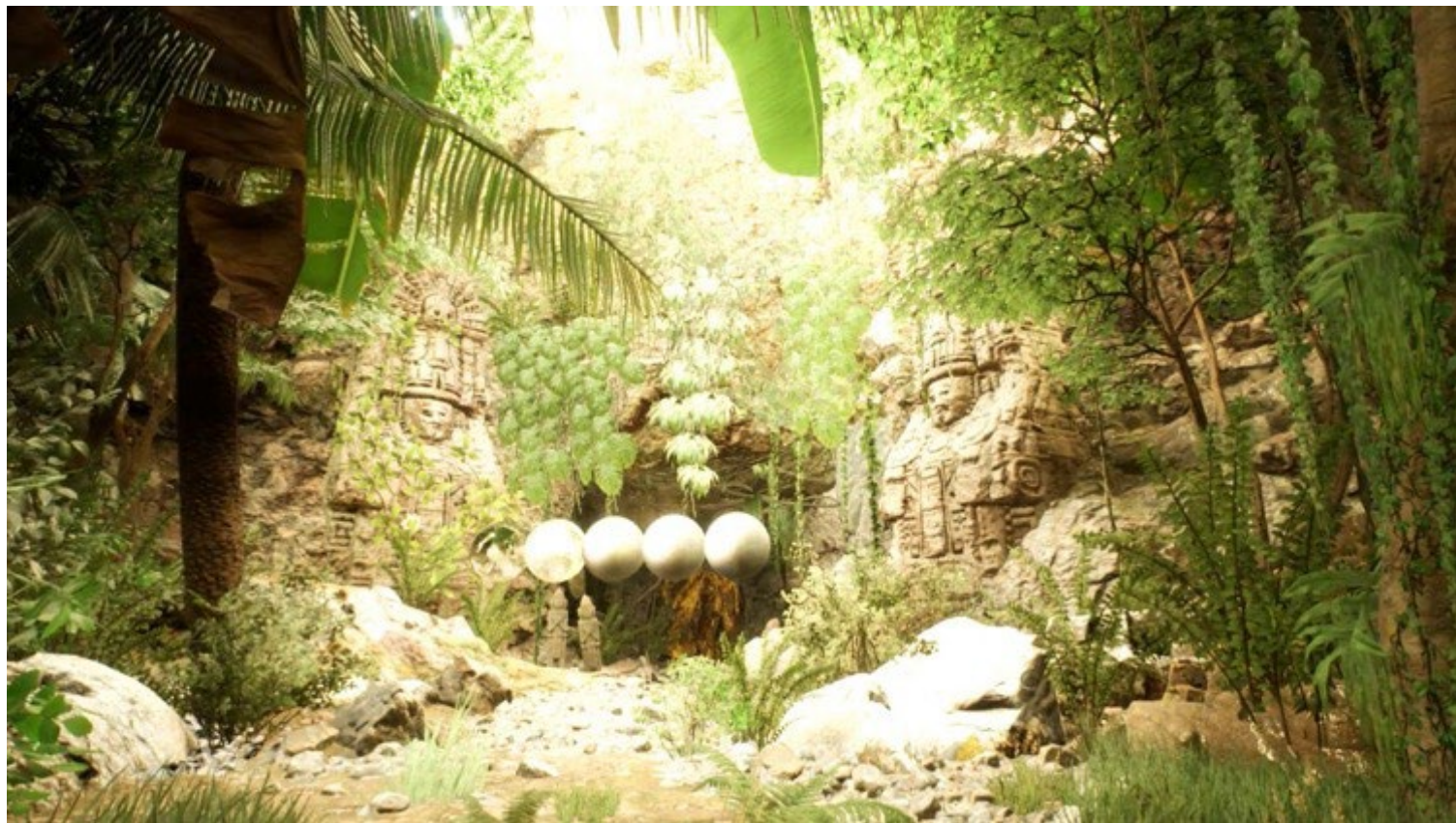


Enlighten



Lumen

# シーン2：洞窟入口

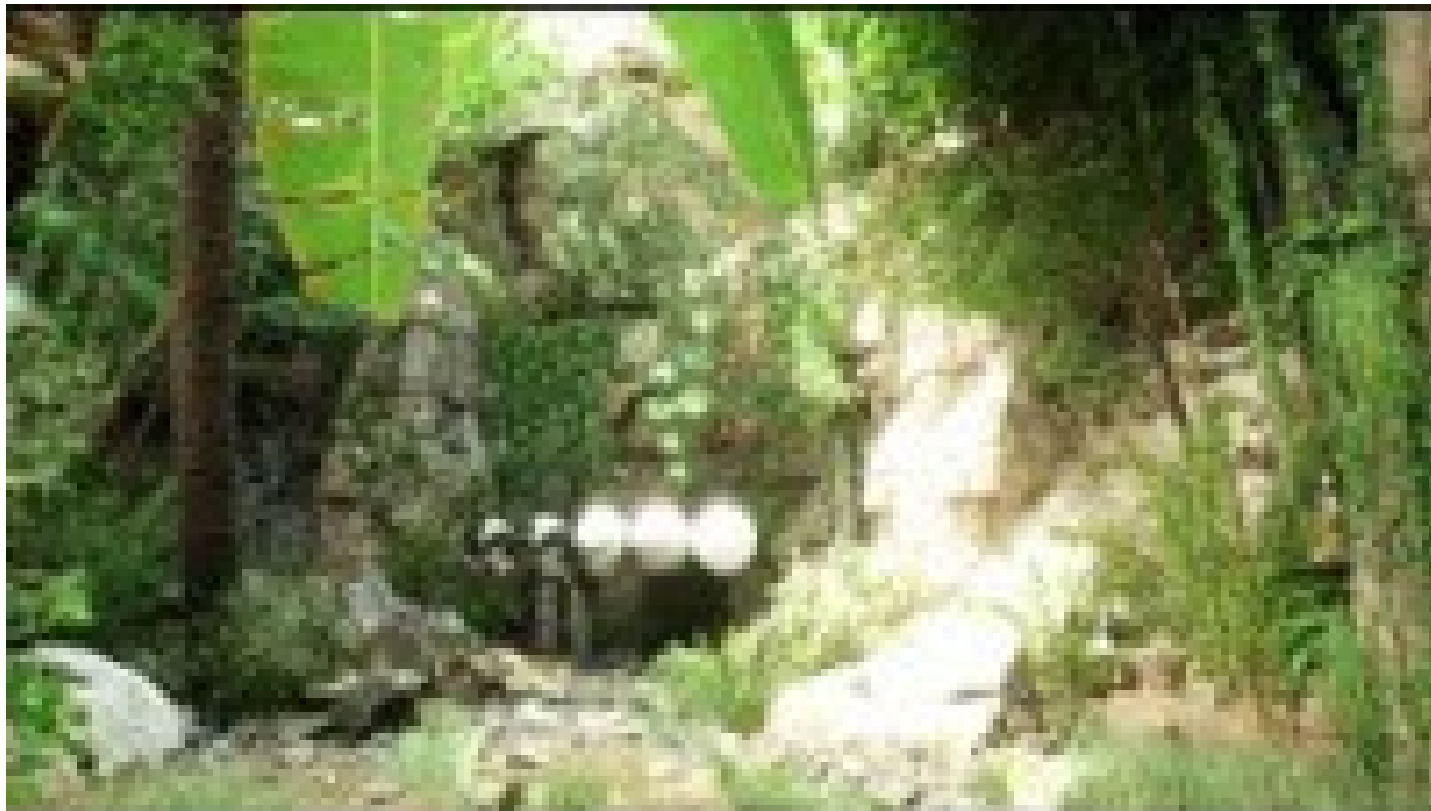


## 洞窟入口 - Enlighten





## 洞窟入口 - Lumen



# シーン2：洞窟入口



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン2：洞窟入口



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン2：洞窟入口



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン3 : 水辺



## 水辺 - Enlighten



## 水辺 - Lumen



# シーン3 : 水辺



Enlighten



Lumen



Path Tracing



# シーン4：森林



# 森林 - Enlighten



# 森林 - Lumen



# シーン4 : 森林



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン4 : 森林



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン4 : 森林



Enlighten



Lumen



Path Tracing

# シーン4 : 森林



Enlighten



Lumen



Path Tracing

- Enlighten
  - ライトの動きに対して非常にスムーズに追従
  - 屋外シーンではリファレンスに近い結果
  - 屋内シーンでも破綻のない自然な間接光
- Lumen
  - 様々な環境下でリファレンスに近い結果
  - 細かなIndirect Shadowが正確に表現されている
  - ライトリークが少ない
  - 低照度ではノイズが目立つ

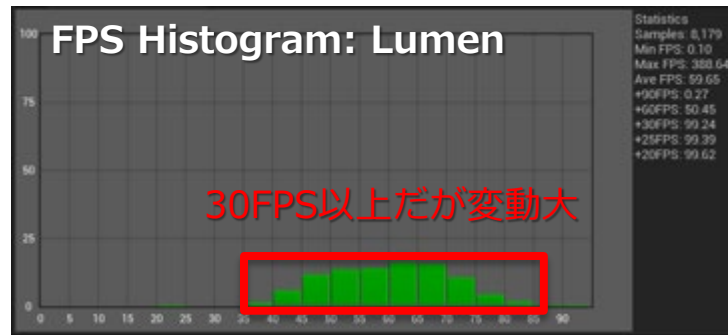


※ Enlighten単体のGPU負荷の計測が困難なため、フレーム全体で比較

実行環境：

Intel(R) Xeon(R) W-2245 CPU @ 3.90GHz  
Nvidia RTX 3070

- Enlighten
  - 平均 8ms 程度
  - どのシーンでも安定していた
- Lumen
  - 平均 16~17ms 程度
  - シーン依存で振れ幅大 (11ms~30ms)
  - 特に場面転換時にパフォーマンス低下



	ハイエンドPC	ローエンドPC	次世代 コンソール (PS5/XSX)	コンソール (PS4/XB1/ Switch)	モバイル (Android/iOS)
Enlighten	○	○	○	○	○
Lumen	○	×	○	×	×

Enlightenは幅広いプラットフォームで動的なGIを提供可能

- Enlighten
  - シーンの構築後Precomputeが必要 ⇒ 所要時間はシーン依存
  - Precompute済みなら即座にGIが反映
  - パフォーマンスのためにある程度チューニングが必要
- Lumen
  - 前処理が実行されるのはメッシュのインポート時のみ
  - シーンにメッシュを配置するとすぐにGIが反映される
  - 最終的には最適化のためにメッシュカードの調整があるケースも？

- Enlighten
  - 屋外の品質は安定して高いが、屋内ではチューニングが必要な場合も
  - ランタイムは低負荷、様々なプラットフォームに適合
  - 品質とパフォーマンスの両立には丁寧な設定が必要
- Lumen
  - 屋内外問わず高い品質だが、暗いシーンなど一部制約あり
  - 簡単に高品質な絵が出せるが、パフォーマンスには注意
  - サポートされるプラットフォームは限定的
  - シーン構築時に即座にGIが得られる点は強い



jun.yoshino@siliconstudio.co.jp  
<https://www.siliconstudio.co.jp/enlighten>



Ideas × Art × Technology

技術力・表現力・発想力を兼ね備えたCGソリューションプロバイダー