



自動車産業におけるアディティブ・マニユファクチャリングのビジネス活用

製品開発のさまざまな段階で、アディティブ・マニユファクチャリングを導入する理由、方法、タイミングを理解するために役立つ実践的なヒントと戦略



目次

Introduction	3
自動車産業におけるアディティブ・マニファクチャリングの継続的成長	4
関連ウェビナー	4
サンプルを入手する	4
1: なぜ、そしてどこでアディティブ・マニファクチャリングは意味を持つのか	5
1.1 生き残るためのイノベーション	5
1.2 アディティブ・マニファクチャリングの導入効果	6
1.3 実例	7
2: アディティブ・マニファクチャリング・プロセスの選択	8
2.1 試作から量産へ：多用途性を重視する	8
2.3 アディティブ・マニファクチャリングソリューションの比較	9
2.4 評価の手順	11
3: アディティブ・マニファクチャリング・プロセスのための規格・仕様の策定	14
3.1 初期段階での工程監視および部品評価	14
3.2 仕様書の作成	15
4: アディティブ・マニファクチャリングの社内導入	16
5: 自動車産業におけるアディティブ・マニファクチャリングの未来	17
サンプルを入手しましょう	18

Introduction



自動車産業における アディティブ・ マニファクチャリ ングの継続的成長

自動車業界は、アディティブ・マニファクチャリングが試作用技術から量産ソリューションへと変貌を遂げたことにより、革命の真っ只中にあります。検証済みの3Dプリント材料と信頼性の高い製造プロセスのライブラリが充実してきたことで、業界のリーダーたちは現在、機能試作から、工具、治具、ウェアラブルパーツによる製造現場でのサポートまで、製品開発サイクル全体でアディティブ・マニファクチャリングを活用しています。自動車業界におけるアディティブの成長は否定できまないと同時に、その潜在能力はまだ十分に発揮されていません。

アディティブ技術を採用する自動車メーカーが増えるにつれ、この新たなフロンティアに参入する際に多くの疑問が生じます。私たちCarbonは、なぜ、どのように、そして、いつアディティブ・マニファクチャリングを製品開発に導入すべきなのかについて、利用できるリソースがほとんどないことに気づきました。しかし、もう心配はいりません。

このeBookでは、自動車業界のリーダーからの洞察とアディティブ・マニユファクチャリングの専門知識を組み合わせ、自動車アプリケーション開発でアディティブ・マニユファクチャリングを使用するタイミングと方法を理解するために役立つガイドを作成しました。以下のトピックもカバーしています。

- 自動車分野でアディティブを検討すべき理由
- アディティブが部品に適しているかを見極める方法
- 設計パラメータの拡張から市場投入までの期間短縮に至るまで、製品開発サイクル全体でアディティブを最大限に活用する方法
- アディティブでの製造プロセスの規格や仕様の策定方法
- And more!

関連ウェビナー

さらに、自動車業界のリーダーであるFord Motor社によるオンラインパネルも開催しました。Fordの研究・製品開発・製造部門を代表するリーダー、Ellen Lee氏、Manoj Patnala氏、Harold Sears氏を招き、Fordがどのようにアディティブ機能を組織化しているか、また、アディティブ・マニユファクチャリングの価値について実体験を交えて詳細を語っています。[こちらからご視聴いただけます。](#)

サンプルを入手する

クラス最高の材料を使用した3Dプリンタ製自動車部品にご興味のある方は、japan@carbon3d.com まで無料サンプル部品キットをご請求ください。

なぜ、そしてどこでアディティブ・マニユファクチャリングは意味を持つのか

1.1 生き残るための イノベーション

自動車産業は、製造業の中でも特にコスト競争が激しい分野のひとつです。製品開発プロセス全体の革新は、成功はおろか、生き残るためにも極めて重要です。

今、自動車産業はかつてないほどのプレッシャーにさらされています。昨今のプラットフォーム開発サイクルは、1980年代に比べて22%も早くなっており、自動車市場はより細分化されているため、より少量でのコスト回収が求められています。消費者は絶え間ないイノベーションと幅広い選択肢を期待し、規制当局は短期間で積極的なパワートレイン開発を要求しています。

このような競争の激しい環境において、アディティブ・マニユファクチャリングは極めて重要な機会を提供する技術となります。製品開発プロセスや製造現場でのコストを削減し、新製品の納期を早め、性能、差別化、多様性、そしてカスタマイズの需要に応えるより優れた製品を提供します。

1.2 アディティブ・ マニファクチャリング の導入効果

以下は、アディティブ・マニファクチャリングの導入により、当社の自動車関連顧客が得た主な成果です：

- 10,000点以下の少量生産をコスト効率よく実現
- 市場投入までの期間を短縮
- オンデマンド生産により、在庫スペースを不要に
- 部品統合によって組立コストを削減し、性能を向上
- 一貫した製造プロセスによる高品質な表面仕上げで後工程を省略
- 軽量化によって材料コストを削減
- 金型や機械加工では不可能な形状の実現により、革新的なデザインを可能に
- 製品のカスタマイズによって、より顧客中心の体験を提供

1.3 実例

以下は、アディティブ・マニュファクチャリングが自動車にもたらした価値の具体例です。いずれも、Carbon Digital Light Synthesis™ (Carbon DLS™)プロセスとエンジニアリンググレード材料を用いて3Dプリントされた部品です。

“

実績があることは、このプロセスが有効であるという自信をチームにもたらすうえで非常に重要です。こうした初期の成功体験が、新たな積層造形部品の用途を模索・開発する際の協業のあり方を築く助けとなっています。

Ellen Lee

Technical Leader of Additive Manufacturing Research, Ford



Ford Super Dutyトラック

Aptiv トレーラー牽引用コネクターキャップ

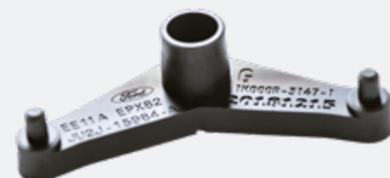
金型を使用しない製造アプローチにより、Aptivはサイクルタイムを50%短縮し、従来の成形プロセスと比較して市場投入までの期間を16週間短縮しました。



Lamborghini Sián FKP 37:

ダッシュボード中央およびサイドのエアイベント

Lamborghiniは、同一の積層造形プラットフォームを使用して、試作から量産までを迅速に移行することで、部品開発期間を12週間短縮しました。



Ford Focus

HVACレバーアームサービスパーツ

Fordは、生産終了後の部品について再ツーリングを不要とし、従来の手法では非効率なサービスパーツの製造を合理化。これにより在庫を削減し、顧客が必要な部品を迅速に入手できるようになりました。



Ford Raptor

ニッチ市場向け少量生産の意匠用プラグ

Fordは、高解像度と優れた表面仕上げ性能を活用し、特定市場向けのAクラス自動車部品を少量・直接造形方式でコスト効率よく生産しました。



Ford Mustang GT 500

電動パーキングブレーキ (EPB)ブラケット

3つの部品を1つに統合することで、組み立て工程の複雑さを大幅に軽減しました。[さらに詳しく](#)



Lamborghini Urus スーパーSUV

シボ加工付き燃料キャップ

Lamborghiniは、グリップ性能の向上を目的として、燃料キャップに独自の表面テクスチャを直接造形。後処理工程を削減することに成功しました。

アディティブ・マニファクチャリング・プロセスの選択

2.1 試作から量産へ： 多用途性を重視する

アディティブ・マニファクチャリングは、現在では試作工程において広く活用されていますが、近年の材料や造形プロセスの進化により、生産用途への応用も進んでいます。この技術の真の価値は、試作だけでなく量産にも対応できる点にあります。アディティブ・マニファクチャリング・プロセスを選定する際には、こうした試作から生産への移行が可能かどうかを検討することが重要です。

“

3Dプリンティング用の材料がますます高性能になることで、製品開発プロセスのさらに後工程においてもアディティブ・マニファクチャリングを活用できるようになっています。その結果、試作用の金型（プロトツーリング）を回避できる可能性が広がっています。試作金型の使用を遅らせたり、不要にできることは、すべての関係者にとって大きなメリットです。なぜなら、試作金型は製品を数点作って廃棄されるだけの“費用”に過ぎませんが、アディティブによる製造ツールは“企業の資産”として残るからです。

Harold Sears

Technical Leader Additive Manufacturing Technologies, Ford

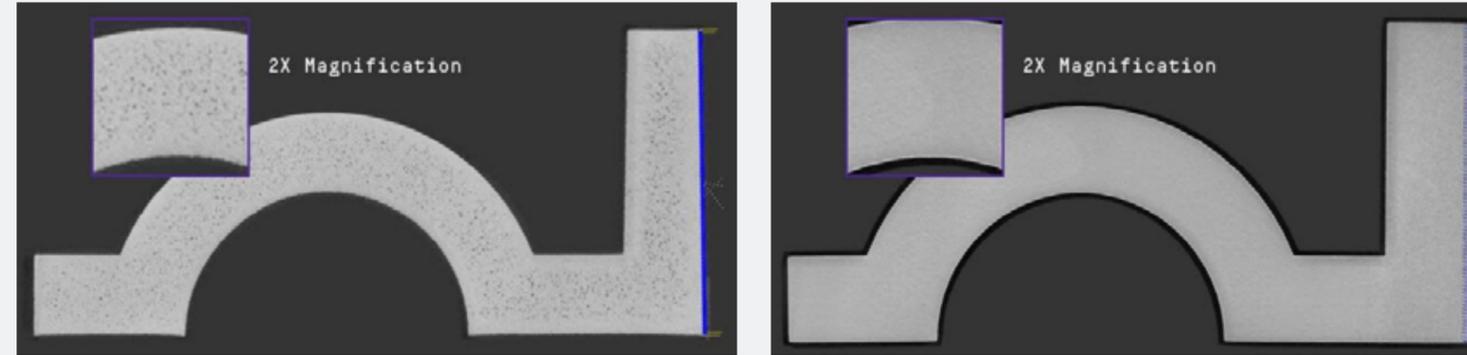
2.3 アディティブ・ マニファクチャリング ソリューションの比較

Carbon DLS™プロセスは、他のアディティブ・マニファクチャリング技術と比べても、機能試作と量産の両方に対応可能な、実用的かつ多用途な部品の製造に最も適したプロセスです。このプロセスは、表面仕上げの品質、造形スピード、そして対応可能な材料の多様性において、PA 11、PA 12、またはTPUなどに限定される粉末床溶融方式よりも優れた性能を発揮します。また、機械的特性やプリント速度、一貫性といった点でも、SLAやDLPといった従来のフォトポリマー技術を大きく上回ります。

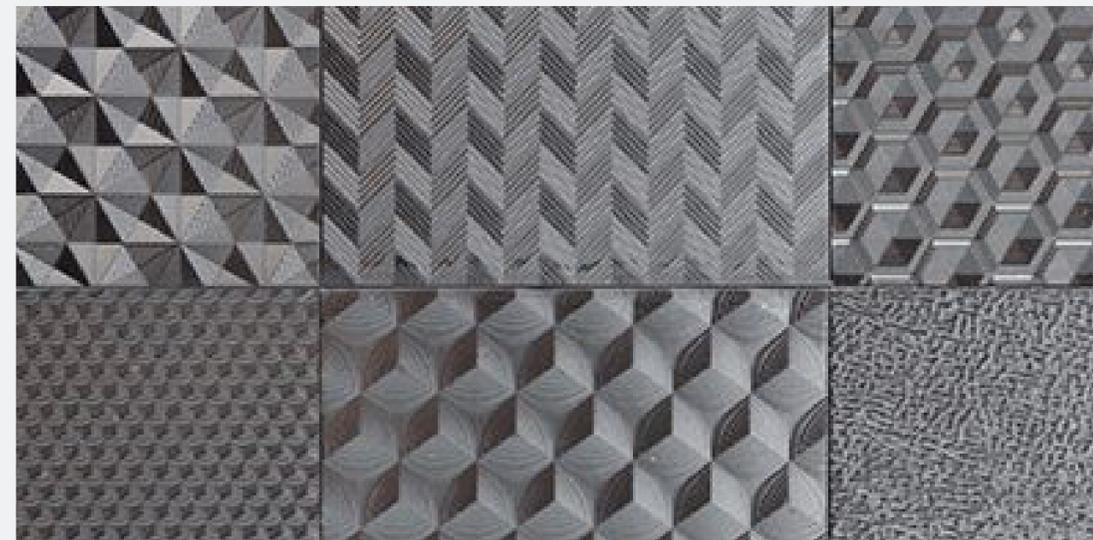
	Carbon Digital Light Synthesis™ (Carbon DLS™)	光造形・レーザー方式 (SLA)	材料押出方式 (FDM)	光造形・DLP方式 (DLP)	粉末床溶融方式 (SLS, MJF)
幅広い実用的・機能的部品に対応	✓		✓		✓
優れた機械的特性	✓				✓
高品質な表面仕上げ	✓	✓		✓	
高密度な造形	✓	✓		✓	
微細なディテール・高解像度の再現性	✓	✓		✓	
高い耐久性	✓		✓		✓
流体チャンネルの形成が可能	✓	✓		✓	

2.3 アディティブ・ マニファクチャリング ソリューションの比較

レーザービーム熱源方式やMulti-Jet Fusionのような粉末床融合方式では、多孔質の部品が生成されます（左）。一方、Carbon DLSのような樹脂ベースのプロセスでは、完全に高密度な部品を造形することが可能です（右）。



Carbon DLS™プロセスでは、多様な表面仕上げに対応できます。



2.4 評価の手順

以下の質問に答えることで、どのアディティブ・マニファクチャリング・プロセスが部品に適しているかを見極めることができます。

部品の用途は？

-
- 設計改良を目的とした試作品ですか？
 - 機能試作ですか？
 - 実際の製品に使用される最終部品ですか？

いくつ必要か？大きさは？

-
- 量産ですか？ 生産規模を拡大できますか？
 - 少量生産ですか？
 - オンデマンドやカスタム部品の一品生産ですか？
 - 量産への橋渡しとなる試作・中間生産ですか？

部品に何が求められるか？

—— **異方性？** 熱溶解積層方式などの一部の方式では、プリンタ内での造形方向によって強度が変わり、ある方向に弱くなる場合があります。一方、Carbon DLS™のような樹脂ベースのプロセスでは、部品の向きに関わらず全方向で同等の強度が得られます。

高密度？ FDM、レーザービーム熱源方式、Multi-Jet Fusionなどの熱溶解型3Dプリント方式では、微小な空隙を含む多孔質の部品が生成されることがあります。Carbon DLS のような樹脂ベースのプロセスでは、完全に緻密な部品を造形できます。

耐久性？ 最終用途部品や機能試作に適した、エンジニアリンググレードの材料ライブラリを備えたアディティブ・プロセスを利用しましょう。

流体適合性？ 水密性が求められる部品には、流体に適合する材料を使用できるフォトリソグラフィベースのプロセスが適しています。

微細形状の再現性？ 樹脂ベースのアディティブ・プロセスを使用すれば、優れたディテール解像度を実現できます。

十分な表面仕上げ？ すべての3Dプリント方式で後処理により表面仕上げを改善できますが、その分コストが大きく増加します。一方、Carbon DLSのように造形中から高品質な表面仕上げを実現できる技術であれば、時間とコストの両方を削減できます。

2.4 評価の手順



材料と設計は互いに補い合うものです。材料の強みを引き出し、それに見合った設計アプローチを選ぶことが求められます。

Manoj Patnala

Senior Core Engineer Additive Manufacturing, Ford



Carbon EPX 82は耐久性に優れ、さまざまな自動車用途に理想的な材料であることが実証されています。特にFordの厳格な性能基準をクリアしており、車内環境での耐候性、短期・長期の耐熱性、UV耐性、耐液性・耐薬品性、難燃性(ISO 3795)、および特定用途におけるフォギング特性(SAEJ1756)といった重要な要件にも対応しています。

	RESIN	ULTIMATE TENSILE STRENGTH	ELONGATION AT BREAK	TENSILE MODULUS	SHORE HARDNESS	IMPACT STRENGTH *	HEAT DEFLECTION TEMP**	COMPARABLE THERMOPLASTIC	BIOCOMPATIBILITY: CYTOTOXICITY
2 PART	CE 221	85 MPa	3%	3900 MPa	92D	15 J/m	230° C	Glass filled nylon	✓
	EPU 40	9 MPa	300%	N/A	68A	N/A	N/A	TPU	✓
	EPU 41	15 MPa	250%	N/A	73A	N/A	N/A	TPU	✓
	EPX 82	80 MPa	5%	2800 MPa	89D	45 J/m	130° C	20% glass-filled PBT	✓
	FPU 50	25 MPa	200%	700 MPa	71D	40 J/m	70° C	Polypropylene	✓
	MPU 100	35 MPa	15%	1300 MPa	81D	30 J/m	50° C	-	✓
	RPU 70	40 MPa	100%	1700 MPa	80D	15 J/m	60° C	ABS or PC ABS	✓
	RPU 130	35 MPa	>50%	920 MPa	100D	76 J/m	119° C	Nylon 6	-
	SIL 30	3.5 MPa	350%	N/A	35A	N/A	N/A	TPE	✓
1 PART	DPR 10	45 MPa	4%	1800 MPa	N/A	20 J/m	61° C	-	✓
	PR 25***	29 MPa	>15%	920 MPa	N/A	18 J/m	49° C	-	✓
	UMA 90	30 MPa	30%	1400 MPa	86D	30 J/m	45° C	-	✓

Carbonは、一般的な熱可塑性プラスチックに劣らない性能を備え、幅広い用途のニーズに応えられる多彩な材料を取り揃えています。

必要な材料の性能は何か？

-
- 満たすべき特定の公差や機械的特性はありますか？
- その部品が耐える必要のある特定の環境条件はありますか？

部品の性能要件を踏まえると、どの材料で対応できるか？

-
- その部品は過去に似た材料で作られた実績がありますか？
- 社内ルールや業界規格で、使用する材料が定められていますか？

2.4

評価の手順

ビジネス上の妥当性は？
従来の製造方法ではなく、アディティブを採用する方が理に
かなっているのでしょうか？



コスト削減？



耐久性の向上？



在庫を減らせる？

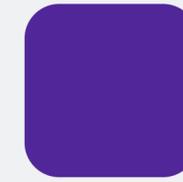


軽量化に繋がる？

評価プロセスを一通り行った後は、アディティブ・マニユファクチャリングによる部品と従来工法による部品とで、コスト面を必ず比較検証してください。

アディティブ・プロセスが適切かどうかを判断する際には、前述の「アディティブ・マニユファクチャリングの導入効果」（セクション1.2）を参照することが有効です。

アディティブ・マニファクチャリング・ プロセスのための 規格・仕様の策定



3.1 初期段階での工程監視 および部品評価

アディティブ・マニファクチャリングには、機械ごとの違いやプリンタ間の差、ロット間のばらつきなど、さまざまな変動要因が存在する可能性があります。しかし大きな利点のひとつは、試作と量産を同じプラットフォーム上で行えるため、工程の変動を早期に幅広く検証できる点です。製品開発サイクルの初期段階から部品評価を開始でき、従来の製造手法では多大な追加コストが必要となるような試験も実施可能になります。複数の機能バリエーションをテストすることで性能のばらつきを分析し、その発生要因を特定したうえで迅速な設計改良により最適化を進め、最終的には市場投入までの時間を短縮できます。

アディティブ・マニファクチャリングは最新のデジタル技術を活用した工程改善とも親和性が高く、部品単位から機械、さらにはプリンタ群全体までをネットワークで監視できるエンタープライズ向け3Dプリントシステムを導入すれば、特にカスタマイズ製品の開発において大きな効果を発揮します。

3.2 仕様書の作成

一方で、アディティブ・マニファクチャリングはまだ比較的新しい生産部品向けプロセスであるため、多くの企業や業界では3Dプリント部品に関する標準要件が確立されていません。

仕様書を作成する前に、「このプロセスは安定して再現可能か」「性能は一貫して得られるのか」を確認してください。性能のばらつきが部品の要件の範囲内に収まっているのであれば、PPAP（生産部品承認プロセス）を確立するためにプロセス仕様の作成を始めることができます。

仕様や公差の範囲内で安定した生産が可能になれば、最適化と承認のプロセスを通じて部品の改良を継続しつつ、生産をスムーズに拡大していくことができます。

アディティブ・ マニファクチャリングの 社内導入

アディティブ・マニファクチャリングの導入は、自動車業界全体にとってだけでなく、各チームにとっても一つの道のりです。以下に、自社でスムーズかつ迅速に導入を進めるためのヒントをご紹介します。



1. エンジニアや製品設計者が従来の設計上の制約を見直し、アディティブ・マニファクチャリングならではの自由度を積極的に活用できるよう支援する。

- 成功事例となった3Dプリント部品を共有し、アディティブ・マニファクチャリングの設計ガイドラインをリソースやリマインダーとして社内に展開する。
- 新しい設計の自由度を体験し、既存の枠にとらわれない創造的な設計を促すために、設計やアプリケーション探索のコンペを開催する。
- 外部の専門家の協力を得て導入を進める。Carbon Production Networkのような受託製造パートナーは、用途の特定、3Dプリント向けの設計開発、小規模から大規模までの量産経験が豊富にある。



2. 製品開発チームに対して、アディティブ・マニファクチャリングが解決に役立つ課題を理解させる。

- チーム間でアプリケーション探索のリソースを共有し、どのような用途でアディティブ・マニファクチャリングの利点を最大限に活かせるかを、より批判的に考えられるようにする。



3. アディティブが自社に対して「できること」と「できないこと」を明確にし、共通認識を持つ。

- アディティブ・マニファクチャリングは万能ではありません。事前に正直に伝え、できることとできないことの両方を同僚が理解できるようにしましょう。
- 3Dプリンティングは必ずしも抜本的な改革を必要としません。多くの成功事例では、従来の製造手法と組み合わせて活用されています。社内のアディティブ・マニファクチャリング・リソースを、治具、固定具、ブリッジツーリングなどの用途において、従来技術を補完するものとして位置付けてください。
- アディティブ・マニファクチャリングの現実的な現状の可能性と将来的な可能性について議論し、それをどのようにビジネス戦略に組み込むかを検討してください。

自動車産業における アディティブ・ マニファクチャリングの 未来

高性能なアディティブ材料の進化が進むにつれ、俊敏な自動車業界のリーダーは、競合との差別化につながる革新的な部品を生産する機会をさらに広げていくでしょう。自動車OEMは、より柔軟な生産ソリューションを得られるだけでなく、製品開発のタイムラインを大幅に短縮でき、結果として従来は数カ月を要した金型のリードタイムを解消し、市場投入までのスピードを加速させることが可能になります。さらに、オンデマンド機能が拡張されることで、大規模なカスタマイズも現実のものとなり、顧客中心の新たなビジネス機会が生まれていきます。

“

アディティブ技術を取り入れる企業こそが、自動車分野のリーダーとなるでしょう。

Manoj Patnala

Senior Core Engineer for Additive Manufacturing, Ford

“

Carbon DLSプロセスにより、当社のエンジニアは設計改良の時間を大幅に短縮し、より迅速に最終部品へ到達できるようになりました。これは、お客様にとってより高品質でコスト効率に優れた製品の提供につながるため、大きな期待を抱いています。

Ellen Lee

Technical Leader of Additive Manufacturing Research, Ford

“

[Carbon DLSプロセスを活用し、]私たちはサイクルタイムを50%短縮し、すべてのテストをクリアしたうえで、射出成形と同等のPPAPを実施することができました。

Jerry Rhinehart

Additive Manufacturing Technology Manager, Aptiv

“

私たちはエンジニアやデザイナーが、より優れた部品を生み出せる環境を整えたいと考えてきました。Carbon DLSプロセスの活用によって、それが現実のものとなりました。さらに、サプライチェーンを簡素化し、市場投入までのリードタイムを短縮することもできました。今後は、Lamborghini車の部品生産に積層造形技術を一層活用していきたいと考えています。Carbonと協力することで、最高の製品を生み出し、可能性の限界に挑戦するというビジョンを共有できるパートナーを得ることができました。

Stefan Gramse

Chief Procurement Officer, Automobili Lamborghini

“

Carbon DLSプロセスを活用することで、初期コンセプトからショーモデルに搭載する最終部品までを、わずか3週間で製作できました。数多くの設計改良を経て最適なデザインを導き出し、そのわずか3か月後には量産へ移行することができたのです。

Maurizio Reggiani

Chief Technical Officer, Automobili Lamborghini

サンプルを入手しましょう

本ガイドを通じて、次のプロジェクトにおける多用途な生産ソリューションとして、アディティブ・マニファクチャリングの可能性を検討いただくきっかけになれば幸いです。3Dプリントされた自動車部品やクラス最高の材料を実際に体験してみたい方は、ぜひ japan@carbon3d.com までご連絡ください。無料のサンプル部品キットをお送りいたします。

Carbon[®]

3D as It's Meant to Be