

ビッグデータアナリティクスを活用した オイル&ガス向けソリューション

Ravigopal Vennelakanti

Anshuman Sahu

Umeshwar Dayal

オイル&ガス産業においては、従来とは採掘手法が異なるシェールガスなどの分野で一大転換となる技術革新が進められており、世界経済に変化をもたらすことが見込まれる。オイル&ガス産業は、水平傾斜掘削や水圧破碎などの技術発展によって成長に拍車がかかっている。その一方で、オイル&ガス産業の事業者は困難なビジネス課題に直面している。シェールの地下地質は、適正な特性評価の実施という点で課題をもたらすものである。事業者は、現場でのすべての作業を通じ、地積からの生産高を最大限まで高めることを望んでいる。シェール上流作業のモデル化に際しては、従来のアプローチでは不十分であることがすでに実証されている。ここで、ビッグデータ技術を駆

使して従来の手法を拡充することにより、シェールオイルおよびシェールガスの作業工程を全体として深く把握し、事業者の直面する課題に対処することが可能になる。日立は、顧客が抱えるこの課題をVOC（顧客の声）調査を通じて把握し、優先順位に沿って要件への対応を進めている。顧客協創によってソリューションを構築し、さらには、顧客を中心としてソリューションライフサイクルを共同で発展させる際に、支えとなるのが日立のオイル&ガスアナリティクス技術である。日立は、数多くの上流工程から得られるデータを統合し、アナリティクスの対象として確立することにより、状況に即した多種多彩なビューを顧客に提供している。

1. はじめに

オイル&ガス産業は、工程の流れに沿って、上流工程、中流工程、下流工程に大別できる。上流工程は、実施される順に、探鉱、掘削、仕上げ、生産という段階で構成される。シェールオイルとシェールガスの上流工程では、水平傾斜掘削に水圧破碎技術による仕上げを組み合わせるなどの高度化の結果として、より多くの資源を回収できる可能性が高まっている。しかし、高度化に伴って上流工程の複雑さも増大している。シェールの地下地質は、前述の工程における適正な特性評価の実施という点において課題がある。事業者は、現場でのすべての作業を通じ、地積からの生産高を最大限まで高めることを望んでいる。これらの資産から適切な戦略を導き出すうえで有用となるのが、実収量の急激な低下に影響を及ぼしている要素を把握することである。約30%にも上る総コスト増大を招いているのは、非生産時間、特に掘削である。つまり、事業者は、事業施設およびトップサイド施設の計画策定に際して難しい決断を強いられている¹⁾。

日立は、顧客が抱えるこうした課題をVOC（Voice of Customer）調査を通じて把握するとともに、顧客と共同でソリューションを構築し、ソリューションライフサイクルを発展させる取り組みを、オイル&ガスアナリティクスソリューションの開発においてすでに実践している。顧客は、日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションを利用することにより、オイル&ガス資産のライフサイクルを通じて収集される各種のデータソースからデータを取り込み、交差依存の関係にあるこれらのデータセットから意義深い知見を獲得できる。また、ユーザーが独自に仮説を立て、豊富なデータセットコンテキストを用いてその仮説を評価することも可能である。

本稿では、このソリューションの構築に向けた日立の取り組みについて詳述する。日立は、数多くの上流工程から得られるデータを統合し、アナリティクスの対象として確立しており、顧客は状況に即した多種多彩なビューを得られる。現在日立が開発を進めているアジャイルなプラットフォームは、さまざまなソースから得られる多様な形式の

データを迅速に統合し、そのデータを基盤としてアナリティクスソリューションを実現する。このソリューションは、SaaS (Software as a Service) を含む複数の形態で顧客端末に展開することが計画されている。最終的に、アナリティクスのユースケースは顧客から寄せられる意見に基づいて微調整される。

2. オイル&ガス産業における データ指向ソリューションの情勢

日立の北米社会イノベーション協創センターの1部門であるビッグデータラボは、OT (Operation Technology) とIT (Information Technology) の技術が交差する領域において、最新鋭のプロジェクトに携わってきた。日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションは、オイル&ガス産業において中核となるプロジェクトであり、顧客と共同でのイノベーションを旨とする社会イノベーション協創センターの理念に、名実ともに従ったものである。このソリューションは、顧客とともに取り組む4段階のステップで構成されており、課題は工程の最初期に洗い出される(図1参照)。初期ソリューションのプロトタイプの構築、試験運用、検証を行い、多くの顧客に対応すべくソリューションの規模を調整し、最終的に商用ソリューションとしてロールアウトする。その最初のステップとして、日立は、オイル&ガス産業において事業を展開する顧客の要件および課題を体系的に把握するため、VOC調査を実施した。調査の対象となったのは58社であり、株式時価総額が大規模、中規模、小規模の企業、株式非公開企業、さらにはサービスプロバイダにおいて、事業運営上の意思決定に携わる総計22名を対象に、現在の実践内容について聞き取り調査を実施した。多岐にわたる企業から情報を得られたこと

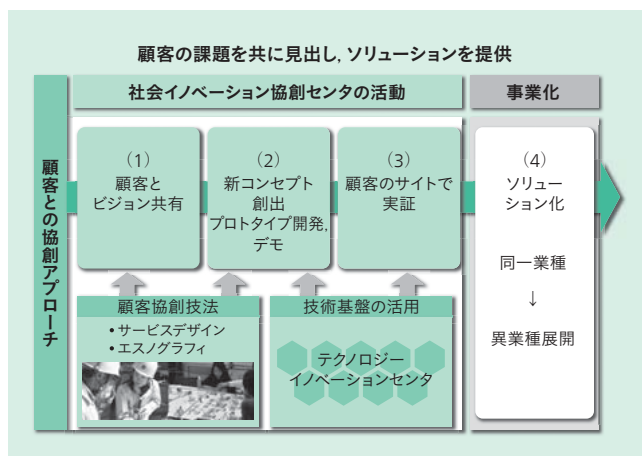


図1 顧客協創における社会イノベーション協創センターの方法論

(1) 産業のランドスケープの開発、(2) コンピテンシーとコアIP (Intellectual Property) の開発、(3) 顧客のPoC (Proof of Concept) を通じた概念の検証、(4) スケールアップおよびスケールアウトの要件に対応する技術の事業化という4段階のステップで構成される。

で、オイル&ガス産業の事業者に対する日立の見方が的を外していないことが確認された。事業者は、従来、個々の工程を対象としてデータを捉えてきており、結果として、複数の工程にわたる交差依存性に対処するための総体的なデータ分析の点で課題に直面している。日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションは、多様なコンテキストから取得される多数のデータへの対応能力、豊富に用意された対象領域重視の属性、優れたアナリティクスツール、利用しやすい視覚化機能を兼ね備えており、そのような課題に対処して、顧客が認める付加価値を提供できる。

3. オイル&ガスアナリティクスソリューションの 対象範囲の決定および開発

3.1 デジタル油田と遠隔運用センター

デジタル油田という新たな取り組みがオイル&ガス産業に登場して以来、計測用のツールおよび計測に関わるプロセスの両方に加え、一連の上流工程全体にわたってデータの取得を包括するデジタル油田は、オイル&ガスバリューチェーンのあらゆる領域から捕捉されるデータを一層状況に即したものとし、取得の頻度を高め、リアルタイムもしくはほぼリアルタイムでの分析によって、これらのデータセット間における交差依存性の発見を実現するものとして期待されている。したがって、資産の管理責任者は、設計に関する決定および工程運用効率の向上を含め、広範なトピックをより深く理解し、これらに対処するとともに、掘削戦略を策定し、油層、坑井力学、トップサイド施設の計画策定および運用成績を最適化することが可能になる。この展開の枠組みを図2に示す。デジタル油田構想を

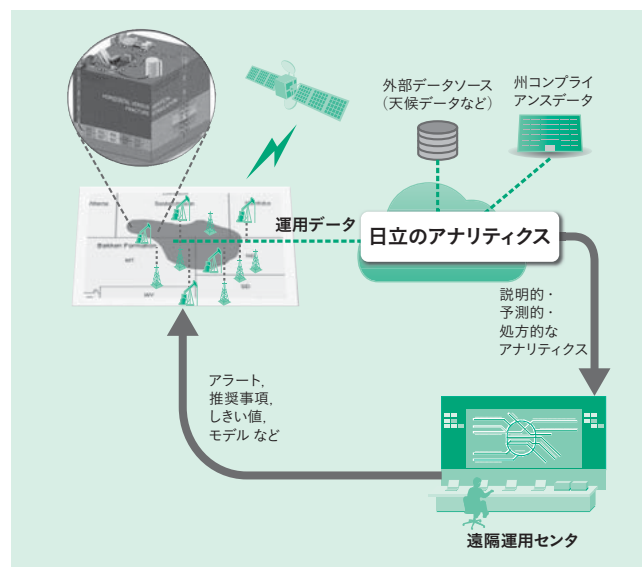


図2 オイル&ガスアナリティクスソリューションの展開の枠組み

デジタル油田構想をビッグデータアナリティクスと組み合わせることにより、油田における採取の最大化に関する課題に対処し、非生産時間を大幅に短縮する。

ビッグデータアナリティクスと組み合わせることにより、油田における採収の最大化に関する課題に対処し、非生産時間を大幅に短縮し、一体的な運用とワークフローを通じてバリューチェーンの統合を実現できる。デジタル油田のワークフローは、ビジネスプロセスの運用および管理を、高度な情報技術や機能横断型のチームが実践するエンジニアリング手法と組み合わせたものである。デジタル油田ソリューションをビッグデータソリューションによって拡充することは、デジタル油田ソリューションに秘められた潜在能力のすべてを引き出すうえで効果的である。新世代のビッグデータアナリティクス技術は、対象領域の専門家、工程の管理責任者、データサイエンティスト、ITシステムユーザーの間に存在する隔たりを埋めるものとして有望な存在となる。

3.2 オイル&ガスアナリティクスソリューションのアーキテクチャ

日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションは、設計と実装という観点において、独創的かつ先端的なものである。顧客の直面する課題に対処するため、同ソリューションのフレームワークではアナリティクス対応アプリケーションが念頭に置かれている。このフレームワークは、サービス指向アーキテクチャの原理に基づいて開発されており、次の4つの主要サービスで構成される（図3参照）。

(1) 複数形式（フラットファイル、データベース、ストリーミング、非構造化坑井ログ）のデータを取り込み、データレイクに保存する機能を備えたデータ取得オペレータ



図3 | オイル&ガスアナリティクスソリューションの基準アーキテクチャ

日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションのフレームワークは、サービス指向アーキテクチャの原理に基づいて開発されており、アナリティクス対応のオイル&ガスアプリケーションの迅速な開発が可能である。

(2) データの一貫性および整合性を確認し、複雑な変換をデータセットに適用するデータ変換オペレータ

(3) 関連する特性をデータから抽出する特性エクストラクタ

(4) 独自の仮説を立てるためのアナリティクスオペレータ

このアーキテクチャは、BTO（Build to Order：注文生産方式）とサブスクリプションベースのビジネスモデルをいずれもサポートする、統合型のサービス指向インタフェースを特長としている。

オイル&ガスアナリティクスソリューションの中核システムでは、前述の主要サービスに複雑なアナリティクスおよびマシンラーニングの技術がシームレスに統合されている。この機能により、オイル&ガス資産のライフサイクル全体にわたってデータを取り込み、あらゆる観点から資産およびその工程モデルを捉えることが可能になる。

このシステムを利用することで、ユーザーはデータセット間に存在する交差依存性を発見できる。知見は、システムによって自動的に獲得することも、ユーザーが探査分析を通じて獲得することも可能である。アプリケーションの例としては、新規の坑井の挙動を既存の坑井からラーニングするといったものが挙げられる。オイル&ガスアナリティクスソリューションにおける意図ベースの探査分析は、ユーザー定義の仮説を管理・実行する機能を実現することで提供されており、ユーザーは複雑な仮説を構築しつつ、その場で結果を視覚化できる。これを目的として、オイル&ガスアナリティクスソリューションには、ユーザーが選択するための対象領域レベルの機能が数多く用意されている。それぞれの機能を利用することで、説明ビュー、予測ビュー、処方ビューを表示できる。また、構造化データセットおよび非構造化データセットを対象として検索機能を利用することも可能である。ユーザーは、着目する坑井について、特定の挙動を定義し、その挙動を空間や時間を基準として監視できる。このシステムでは、さまざまな坑井の挙動について、生産実績の限界を計算して比較対照する機能が実現されている。

本稼働環境において、オイル&ガスアナリティクスソリューションをコア/エッジモデルを用いて展開することが可能となっており、システム全般にわたるラーニングをコアで実行し、ラーニング結果をエッジへとプッシュすることで、現地の坑井をより細密かつ迅速に監視できる。このシステムは、スタンドアロンのカスタマイズ環境およびセキュアなSaaS方式の両方で提供される。



図4 | オイル&ガスアナリティクスソリューションの生産特性評価アプリケーション

ダッシュボードは遠隔運用センターソリューションの中核となるアプリケーション機能を示す。事業者は、ビッグデータアナリティクス技術に応用することによって強化される情報と予測を通じて、資産を監視し、運用効率を高めることができる。

3.3 デジタル油田ソリューションの 生産特性評価アプリケーション

オイル&ガスアナリティクスソリューションが備える能力の実証を目的として、日立は、米国ノースダコタ州の3万か所を超える坑井から得られるデータを分析するための生産特性評価アプリケーションを開発した。遠隔運用センターで用いられる数多くのアプリケーション機能向けのダッシュボードとして開発されたデジタルウォールを図4に示す。オイル&ガス産業の事業者は、採油、採ガス、ガスフレアリング、含水率をはじめとする複数のKPI (Key Performance Indicator) を通じて資産を監視できる。これらのKPIは、デジジョンキューブを通じ、空間および時間を基準として算出される。このようなKPIの将来動向は、統計的予測技術を用いて導出される。坑井の生産プロファイルに関するさらに進んだ特性評価は、坑井ライフサイクルの個々の段階で得られる複数の特性を用いて実施される。これらの特性には、岩石物性の明細、パーフォレーション長、坑井軌道方向、掘削後の坑口の密度、総水量、仕上げ後の化学組成が含まれる。内在する地下地質が備える特性は、構造化されていない手書きのファイルから抽出され、回帰法を用いて生産挙動との相関関係が分析される²⁾。パーフォレーションの合計長および仕上げ時に用いられる水量には、スピアマンの順位相関手順に基づく統計上有意な相関関係が存在している。これらすべての特性にわたって挙動が類似する坑井は、複合的な類似性マトリク

スを用いて特定される。

坑井の空間特性評価は、ガウス混合モデルを用いて坑口をクラスタ化することで計算され、高密度の区域が特定される。近隣の挙動は、坑井間の距離について、坑口間の距離のみならず、パーフォレーション段階を含めて軌道全体の間の距離も計算する「干渉」の概念を用いて分析される。これらの距離が坑井の初期生産挙動に及ぼす影響が分析の対象となる。

4. おわりに

日立のオイル&ガスアナリティクスソリューションは、多数の工程からデータを取り込み、説明的、予測的、処方的なアナリティクスで構成される網羅的なスイートを顧客に提供する能力を備えている点で、他に類を見ないものと位置づけられる。同ソリューションの堅牢(ろう)なアーキテクチャは、スケーラブルなソリューションの安全な展開を可能にするものとなっている。日立のビッグデータラボは、パートナー企業および事業部門との緊密な連携を通じて、オイル&ガスアナリティクスソリューションの開発を推進するとともに、多数の顧客とソリューションの拡張に取り組んでいる。

参考文献

- 1) U. Dayal, et al.: Expanding Global Big Data Solutions with Innovative Analytics, Hitachi Hyoron, 96, 4, 260-265 (2014.4)
- 2) B. Tong, et al.: Production Estimation for Shale Wells with Sentiment Based Features from Geology Reports, accepted for presentation at 2015 ICDM SENTIRE workshop

執筆者紹介



Ravigopal Vennelakanti

Hitachi America, Ltd. Bigdata Research Lab. 所属

現在, Sr. Director & Strategistとして, シェールオイル・シェールガスの生産特性評価におけるビッグデータ活用ソリューションの開発に従事



Anshuman Sahu

Hitachi America, Ltd. Bigdata Research Lab. 所属

現在, Research Scientistとして, シェールオイル・シェールガスを対象とした顧客重視のスケーラブルなアナリティクスに従事



Umeshwar Dayal

Hitachi America, Ltd. Bigdata Research Lab. 所属

現在, VP Big Data Lab & Sr Fellowとして, データ管理・アナリティクスの調査研究および技術開発に従事