

# インテリジェンスにおける新技術の利用とその要件整理 — 米国の GEOINT を中心として —

## 第2部：新技術の利用

日本大学大学院危機管理学研究科 研究生 /  
一般社団法人 日本宇宙安全保障研究所 主任研究員

葛岡 成樹

### はじめに

前回の第1部「必要な新技術」では、国家安全保障用インテリジェンス（NS-INT）および軍事インテリジェンス（MIL-INT）それぞれについて、現在米国で必要とされている新技術を明らかにした。その結果、NS-INT については高分解能光学衛星だけではなく SAR、RF、熱赤外、ハイパースペクトルといった多種類の衛星搭載センサが必要となることが分かった。またこれらの多種・大量の衛星データを利用するにあたり人工知能（AI）の利用が必須となっている。一方 MIL-INT では、UAV から得られる画像データのリアルタイム解析が中心的な役割を担っており、リアルタイム AI によるターゲット抽出と位置特定が求められる技術である。

今回の第2部「新技術の利用」では、これらの必要とされる技術をインテリジェンス業務の各局面でどのように利用するのかについて検討を進める。

### 新技術の利用とその要件

前稿において米国で、GEOINT に必要とされる技術が大きく分けて AI と観測衛星であることを明らかにし、それぞれを細分化した。これら AI と観測衛星がインテリジェンスプロセスのどのフェーズでどのような利用を期待されているのか、また、その期待に応えるために必要な要件をインテリジェンス理論に基づいて検

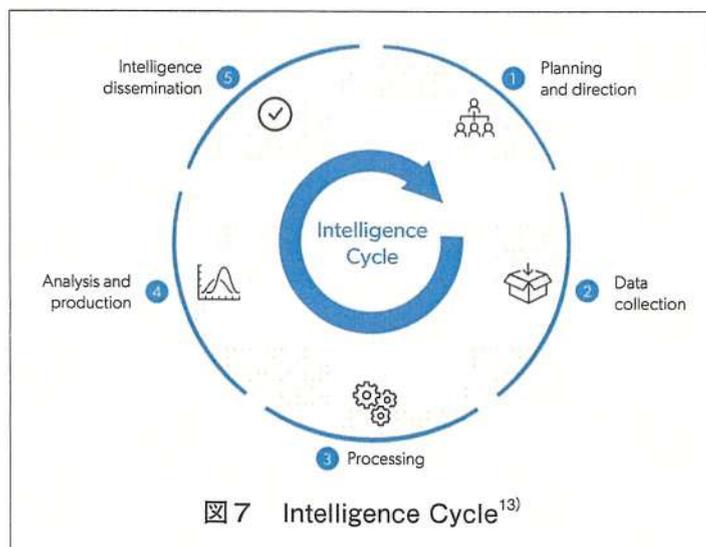


図7 Intelligence Cycle<sup>13)</sup>

討する。インテリジェンスプロセスにおける技術の適用を検討するため、インテリジェンスサイクル（図7）をもとに、その各フェーズでの技術が使われるのかを文献および筆者の知見により分析した。

#### (1) 計画と指揮（Planning and direction）

このフェーズでは、AI を活用して情報収集の優先順位を設定し戦略的に計画を立案することが求められる。

広い意味では、過去のデータや現在の脅威情報を分析することでリスクの高い領域を特定し、リソースの最適配分を図ることが可能である。AI ではシナリオ分析や予測モデリングを通じてインテリジェンスサイクル全体の計画を立案できる。また狭い意味で GEOINT においては、観測対象の位置や特性、優先度などから利用可能な複数の観測衛星が制約条件を考慮しつつその観測対象をいつ観測できるかというシ

ミュレーションを実施し、どの観測衛星を使ってデータ収集を図るかを決める。この観測衛星運用計画作成業務において、AIを利用することは既に行われている。

衛星運用会社のBlackSky社は、Spectraというプラットフォームを開発した。これはニュース、ソーシャルメディアの投稿、その他の情報源から、トピックに関連するイベントを地理情報とともに監視し、必要に応じて自社あるいはパートナーが運用する衛星のうち、どの衛星をいつどこに向けて観測すればよいのかAIを使って計画している。例えば災害やテロ情報、病気の流行、軍の配備状況などに関連するあらゆる情報を収集し、その中から衛星で観測して意味のある事象、例えば海上輸送の混乱状況をモニタするために船舶を観測することを決め、自動的に観測衛星に観測指示を出す<sup>14)</sup>。また元々の観測対象の指定や優先度・緊急度を指定する際、自然言語を用いてオペレータが指示し、AIと会話しながらどの観測衛星を使うかという自然言語インタフェースを用いた衛星運用計画の作成も試みられている<sup>15)</sup>。

**[要求条件]**

このフェーズにおけるAIの必要機能は以下のとおりである。

- 自然言語で要求条件、優先度/緊急性などを指定する機能
- SNSやニュースなど関連情報を収集し、衛星で観測して意味のある事象を抽出する機能
- データ収集シナリオを複数提案し、複数シナリオを比較する機能（予測モデルを内包）
- オペレータと協調しつつ、最適なデータ収集シナリオを選定する機能

**(2) データ収集 (Data collection)**

このフェーズにおけるAIは、(1)計画と指揮、また(3)データ処理のフェーズと重なる。すなわち観測衛星自体が智能化され、限定された計画

と指揮、また処理を衛星上で自動的に実施する。例えば、ある観測対象を高分解能光学衛星で観測するとき、衛星上でAI技術を使ってターゲットを抽出し、そのターゲット特性（位置情報など）だけを地上に送信することにより衛星地上間のデータ伝送量を削減することが行われている。欧州宇宙機関が2020年に打上げた衛星Φ-sat-1はハイパースペクトルカメラを搭載している。このセンサだと撮像した画像の大半は雲のために地上が見えない。Φ-sat-1は撮影した画像の中から雲をAIにより自動抽出し、雲のない画像だけを地上に送信する<sup>16)</sup>。

このフェーズでは、衛星技術、特に搭載センサ技術が目的に応じて求められる。以下このフェーズに必要な技術を衛星の搭載センサ技術の中から明らかにする。衛星技術の詳細および要件を検討するにあたり、図8にActivity Based Intelligence理論で良く使われる場所と行動/特性についての図を示す。

まず「Monitor」の象限におけるデータ収集では、場所もターゲットの行動/特性も既知である。この場合は高分解能光学センサやSARを用いて継続的に観測すればよい。その頻度は把握したいターゲットの行動/特性の内容に依存する。例えば建屋の建設状況をモニタする場合は、一週間に一度観測すればよい。もっと緊

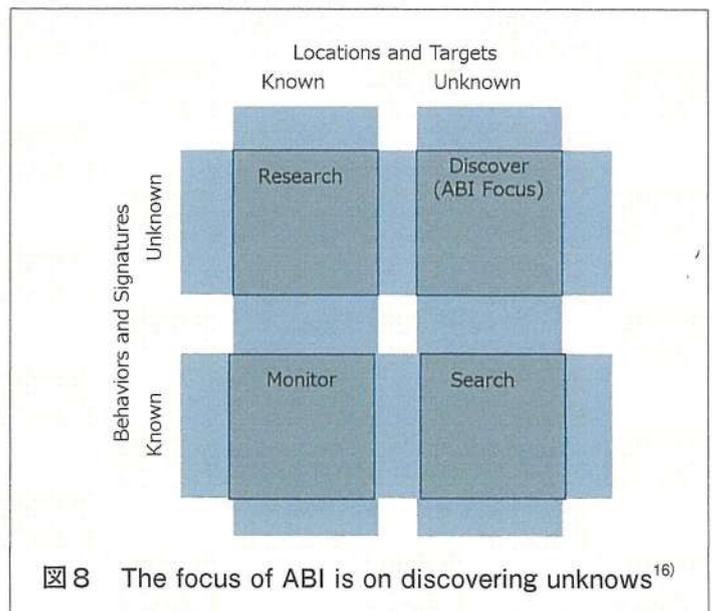


図8 The focus of ABI is on discovering unknowns<sup>16)</sup>

迫したターゲットとして、例えばミサイル基地の発射準備状況をモニタしたい場合は毎日の観測が必須となる。一週間に一度程度の観測では、観測衛星の運用も困難性はなく、また衛星の機数も数機あれば十分である。一方、毎日特定個所を観測する必要がある場合は、同一軌道上に小型衛星を多数配備し、コンステレーションとして運用する必要が生じる。毎日以上の頻度での観測が必要な場合、衛星では要求を満足させることは実際上困難となり、UAVなど衛星とは別のプラットフォームが必要となる。

「Research」の象限におけるデータ収集では、場所が既に分かっておりターゲットの詳細な行動/特性を把握する必要がある。この目的のためには、高分解能光学センサだけではなく、SAR、熱赤外、更にはハイパースペクトルやRFセンサといった多種多様なセンサを用い、得られた各センサデータを統合して行動/特性を抽出する。

次に「Search」の象限では、見つけるべきターゲットの行動/特性が分かった上で、そのターゲットがどこにあるかを知る必要がある。例えば移動式ミサイル発射装置を見つけたい場合、高分解能光学または高分解能SARで対象領域をくまなく観測するのは非効率である。この場合、広域を低分解能光学またはSARセンサで概略を把握し、AIを使って可能性のある個所をまず候補として抽出する。次にこの狭域周辺を高分解能光学またはSARで精密に観測してターゲットの有無・位置を確定させる。このような複数段階での観測が必要となり、運用も複数衛星にまたがって制御する必要がある。特に発見すべきターゲットを切迫した状況下で発見したい場合、まず広域・低分解能衛星での観測、その画像を用いた候補の抽出、狭域高分解能衛星の運用計画作成および観測といった一連の業務をできるだけ早く、すなわちオペレータを介さずに自動で行う必要がある。

最後に「Discover」の領域であるが、この領域は Activity Based Intelligence 理論において

現在でも議論されている分野であり、正解はまだない。現在のところ高分解能光学/SARを始めとした熱赤外やハイパースペクトルを含む各種センサのデータを対象領域で大量に取得し、ビッグデータとして扱ってその大量データをAIにて解析して特異パターンを見つけることによりターゲットが何か、また、その場所を特定することが試みられている。この象限に対する衛星技術、AI技術の利用については更なる研究が必要である。

#### [要求条件]

このフェーズにおける衛星の必要機能は以下のとおりである。

- ターゲットの位置、行動/特性に応じて、狭域高分解能光学/SAR、広域低分解能光学/SAR、熱赤外、ハイパースペクトル、RFセンサなどを要求に応じて組み合わせて観測計画を作成する機能

また、このフェーズにおけるAIの必要機能は以下のとおりである。

- 画像からのターゲット抽出、変化抽出、特徴抽出
- 「Discover」目的のため、多種類・大量のデータからの特異パターン抽出機能

### (3) データ処理 (Processing)

衛星で観測した各センサのデータ処理では、基本的にはそのセンサごとに処理方法が既に定まっており、AI技術を使う余地はあまりない。ただし衛星画像をオープンソースの各種資料・文献とともに使うような場合、機械翻訳を用いて多言語の情報を把握・整理し、また暗号解読やデータの正規化を通じて、分析に適した形式に変換するのにAIが用いられる。

### (4) 解析とプロダクト生成 (Analysis and production)

AIはパターン認識や異常検出を通じて、データから有意義なインテリジェンスを導き出すのに使われる。衛星画像を判読し、意味ある

インテリジェンスを抽出することは従来判読官と呼ばれる専門家が行ってきた。しかし解析すべき画像の増大に人間では対応できなくなっており、米国でも専門家による画像判読では画像量の増大に対応できなくなっている。NGA 長官だった Robert Cardillo 氏によると、この画像の増大に「人」で対応しようとする、NGA には600万人の画像判読専門家が必要になる。GEOINT の基礎となるデータが爆発的に増加する中、米国では AI に頼らないことには GEOINT の業務そのものが成り立たないというところまで来ている<sup>18)</sup>。

また衛星画像以外にも SNS などのオープンソースデータ、SIGINT などのインテリジェンスデータを統合し、ビッグデータとして管理し、そのビッグデータの中から特徴的なパターンを抽出する解析は、サイバー防御の分野でも試みられているが、この技術は当然 GEOINT 分野でも利用できる。

更にプロダクト生成に関しては、既に日常生活でも多用されている ChatGPT といったツールを使い、訴えたいポイントとその根拠などを箇条書きで羅列すれば、定まった形式のインテリジェンスレポートに短時間で自動的に仕上げてくれる。

#### [要求条件]

このフェーズにおける AI の必要機能は以下のとおりである。

- 衛星画像からの判読機能（特徴抽出、変化抽出、分類などを）
- 各種インテリジェンス情報を正規化し、ビッグデータとして統合する機能
- ビッグデータを基として、解析者と協調しつつ解析を進める機能（含む自然言語による会話処理、ビッグデータからの特異パターンや関連性を抽出する機能）
- インテリジェンスレポート作成機能

#### (5) 配布 (Intelligence dissemination)

配布そのもののフェーズでは陽に AI を利用

することはない。ただしその配布で使われる量子化暗号などの暗号化、その解読などに AI の利用が試みられている。

また分析結果を関係者に配布するプロセスとして、ダッシュボードやアラームシステムを用いてリアルタイムで情報共有をする場合、AI を用いて受信者の役割や関心に応じて、情報の優先順位を自動的に調整することも可能である。

#### (6) インテリジェンスサイクル全体の管理

衛星を用いてターゲットを観測するとき、Tips & Cue という運用がある。これはあるセンサで対象を観測し、その観測結果に応じて次に別のセンサで観測することを自動的に行うものである。例えば広い海洋の上で不審船を検知しようとした場合、Sentinel-2 などまず広い範囲を低い分解能で観測し、その画像に含まれる船舶と思われるターゲットを自動抽出してそのターゲットを中心に狭い範囲を高分解能センサで精査する。この運用をインテリジェンスサイクルに当てはめると、複数センサで観測し、その観測結果を処理、解析してまた次の観測の計画を立案するというサイクルを回す。これはインテリジェンスサイクルのサブサイクルともいえるべきもので、特にこの場合は時間を重視し、時にはリアルタイムでこのサブサイクルを回す必要がある。

このようにインテリジェンスサイクルの管理自体、AI を用いて管理することにより効率的なインテリジェンスサイクルの運用が可能となる。例えば In-Q-Tel の出資対象である Palantir 社は、Project MAVEN で開発した技術を拡張し、広範囲な Tips & Cue に対応するインテリジェンスサイクル、更には Combined Joint All-Domain Command and Control (CJADC2) システム全体を管理するシステムを開発している<sup>19)</sup>。

#### [要求条件]

全体管理における AI の必要機能は以下のと

おりである。

- インテリジェンスサイクル全体の管理・統合機能（特に Tips & Cue、リアルタイム運用を含む）

## おわりに

以上、現在米国の GEOINT で求められている技術としては、大きくは衛星技術と AI であることが明らかになった。衛星は、GEOINT のデータ収集段階において、高分解能光学/SAR 衛星だけではなく、熱赤外、ハイパースペクトル、RF センサなど多種多様なセンサが必要となり、それらは特に ABI を考えた時に「Research」や「Discover」目的で利用が期待されている。衛星技術としては、多数・多様な衛星を統合的に運用する運用計画の技術、コンステレーション管理技術が必要となる。

また AI については、インテリジェンスサイクルの各フェーズで利用が期待されているが、GEOINT においても単に画像からの特徴抽出といった狭い範囲に限らず、各種センサの運用計画作成、ビッグデータからの特異パターン抽出など幅広く、必要とされていてフェーズごとにその要求条件を明確にした。

特に MIL-INT で今後必要とされるリアルタイムインテリジェンスにおいては、インテリジェンスサイクルのサブサイクルとして特に計画立案・データ収集・データ処理、解析という小さなサイクルをリアルタイムで高速に回す必要が生じている。この要求に対して、インテリジェンスサイクル全体を管理するのに AI の利用が今後必須になると考えられる。

今後の研究として、日本の GEOINT におい

て必要となる技術を洗い出し、その要件を明確にしていきたい。

最初に検討が必要なのは、日本のインテリジェンスプロセスにおいて現実的に適用可能な技術体系の検討である。すなわち、米国で導入が進んでいる技術の中から、日本の地理的・法制度的・運用的環境に適合するものを選別し、それぞれの技術について要求性能、適用範囲、課題等を整理する必要がある。特に日本の MIL-INT においてもリアルタイム性が今後必須となることには間違いはないが、そのデータソースが大きな課題となる。例えば反撃能力の確保のためには日本領域外にある攻撃対象ターゲットの把握が必要であるが、攻撃されるまでは他国領空内での UAV 飛行は不可であり、衛星を用いてターゲットをどれだけリアルタイムに近く評価できるかという課題がある。

また平時から有事への移行局面において、どのタイミングでどのようなインテリジェンスが必要とされるかを想定し、プロセス全体を俯瞰した形での要件分析が求められる。戦争以前のグレーゾーン事態では複数のイベントが同時多発的に発生する。GEOINT としても ABI の Discover の象限に対し、どのセンサでなにを観測するか、ビッグデータとしての統合と異常検知が必要となる。更に GEOINT を OSINT や SIGINT など各種インテリジェンスソースを統合し、国家善田としてのビッグデータとして扱って特異パターンを抽出して何が起こっているのかを解析する必要がある。このような AI を用いたインテリジェンス向けビッグデータ解析については現在まだ技術開発が十分ではなく、今後の発展が期待される。

## 参考文献

- 1) Mark M. Lowenthal, "Intelligence from Secrets to Policy", 9th ed., 2023, p. 9.
- 2) NGA, "About the National Geospatial-Intelligence Agency," [https://www.nga.mil/about/About\\_Us.html](https://www.nga.mil/about/About_Us.html).
- 3) Stig Stenslie, Lars Haugom, and Brigit Harr Vaage, eds., "Intelligence Analysis in the Digital Age", 2022.
- 4) Tess Horlings, "Dealing with Data: Coming to Grips with the Information Age in Intelligence Studies Journals", *Intelligence and National Security*, Vol. 38, No. 3, August 2022, pp. 447-469, <https://doi.org/10.1080/02684527.2022.2104932>.

- 5) ODNI, "Vision for the IC Information Environment", May 2024, <https://www.odni.gov/files/documents/CIO/IC-IT-Roadmap-Vision-For-the-IC-Info-Environment-May2024.pdf>.
- 6) White House, "Memorandum on Advancing the United States' Leadership in Artificial Intelligence", October 24, 2024, <https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/presidential-actions/2024/10/24/memorandum-on-advancing-the-united-states-leadership-in-artificial-intelligence-harnessing-artificial-intelligence-to-fulfill-national-security-objectives-and-fostering-the-safety-security/>.
- 7) NGA, "NGA Tech Focus Areas 2020", [https://www.nga.mil/news/NGA\\_Tech\\_Focus\\_Areas\\_chart\\_path\\_for\\_geospatial\\_tec.html](https://www.nga.mil/news/NGA_Tech_Focus_Areas_chart_path_for_geospatial_tec.html).
- 8) Jack Poulson, "142 Million\$ AI Drone Warfare Contract from 'Project MAVEN' Was Silently Erased from Public Record," October 2024, <https://jackpoulson.substack.com/p/142-million-ai-drone-warfare-contract>.
- 9) Cheryl Pellerin, "Project MAVEN to Deploy Computer Algorithms to War Zone by Year's End", Defense.gov, July 2017, <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-MAVEN-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/>.
- 10) Marcus Weisgerber, "The Pentagon's New Artificial Intelligence Is Already Hunting Terrorists," Defense One, December 2017, <https://www.defenseone.com/technology/2017/12/pentagons-new-artificial-intelligence-already-hunting-terrorists/144742/>.
- 11) Calvin Biesecker, "Despite Advances in AI Technology, It's Still Not 'Good Enough,' NGA Official Says," Satellite Today, June 1, 2023, <https://www.satellitetoday.com/government-military/2023/06/01/despite-advances-in-ai-technology-its-still-not-good-enough-nga-official-says/>.
- 12) Jack Poulson, "What We Know About Project MAVEN, Reapers, and Ukraine," Tech Inquiry, March 2023, <https://techinquiry.org/?article=MAVEN-reapers-ukraine>.
- 13) Silobreaker, "Intelligence Cycle," <https://www.silobreaker.com/glossary/intelligence-cycle/>.
- 14) Alan Boyle, "BlackSky's Spectra Geospatial Data Platform Uses AI to Make Sense of Satellite Images," GeekWire, May 2020, <https://www.geekwire.com/2020/blackskys-spectra-geospatial-data-platform-uses-ai-make-sense-satellite-images/>.
- 15) Cheyenne Powell and Annalisa Riccardi, "Question Answering over Knowledge Graphs for Explainable Satellite Scheduling," International Astronautical Congress, October 2023.
- 16) ESA, "Φ-sat Artificial Intelligence for Earth Observation," [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Ph-sat](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Ph-sat).
- 17) Patrick Biltgen and Stephen Ryan, Activity-Based Intelligence: Principles and Applications, Artech House, 2016.
- 18) Carten Cordell, "NGA Embraces the Promise of AI, But Not Without the Humans to Match," FedScoop, <https://fedscoop.com/nga-embraces-promise-ai-not-without-humans-match/>.
- 19) Jon Harper, "Combatant Commands Poised to Scale Targeting Capabilities via Palantir's MAVEN System," DefenseScoop, May 30, 2024, <https://defensescoop.com/2024/05/30/combatant-commands-palantir-MAVEN-scale-targeting-capabilities/>.

## 防衛技術協会の人材派遣

当協会は、長年にわたり防衛技術分野の発展に貢献してきた実績と、豊富な専門的知見を有する人材ネットワークを基盤に、皆様の事業課題解決を支援する最適な人材を派遣いたします。

### 《防衛技術協会の3つの強み》 《活用事例》

- 1 卓越した専門性
- 2 揺るぎない信頼性
- 3 柔軟な対応力

- 高度な専門知識を要する事業
- 新規事業参入支援
- 進行中のプロジェクト

#### お問い合わせ

貴社のニーズに最適なソリューションをご提案いたします。

まずは、当協会ホームページ内の「お問い合わせ」よりお気軽にご照会ください。

協会ホームページアドレス：<https://www.defense-tech.or.jp/>