

各国の地球観測動向シリーズ(第7回)

オランダの地球観測活動の方向性 —精密農業を支える地球観測画像への 先行投資と海外ビジネスの展開—

辻野 照久

概要

オランダは独自の地球観測衛星を保有していない。それにもかかわらず世界最先端の地球観測活動を行っているといえる。その理由は、自国内の精密農業や水管理などの応用だけでなく、欧州諸国・米国・ロシア・中国などの宇宙先進国に対しても地球観測応用の製品やサービスを提供するビジネスを行ってきた実績があるからである。オランダはESAの地球観測衛星の画像データを受信する他、国家予算で外国衛星の画像データを購入し、独自の地球観測衛星を保有した場合とほとんど変わりなく地球観測活動を展開することが可能となっている。特に、情報通信（ICT）企業においてはそのデータを活用して実用的なソフトウェアの開発に取り組むことができ、オランダの強みを獲得している。

オランダは高付加価値の農産物の生産拠点であり、農産物の輸出額が米国に次いで世界第2位という規模を誇っている。この背景には、地球観測画像データを利用した精密農業による単位面積当たりの収量の向上、農作業に必要な人件費の低減などがある。

本稿ではオランダ政府とオランダ企業が連携して推進している精密農業における衛星利用の動向などを通じて、オランダの地球観測活動の方向性を分析する。

キーワード：オランダ宇宙局、衛星データポータル、精密農業、穀物生育監視、海外プロジェクト

1 はじめに

オランダは独自の地球観測衛星を保有していない。それにもかかわらず、国家予算で外国衛星の画像データを購入することによって、世界最先端の地球観測活動を行っている。特に地球観測画像の商業利用に最も適した分野は農業であり、オランダでは精密農業（precision agriculture）¹⁾への応用において高度な技術力を有する。精密農業とは、農地の場所ごとに土壌や収量などの情報を細かく把握し、地図情報として管理し、場所によって肥料・農薬などの散布を細かく調整し、環境に影響を与える化学物質を必要最小限にとどめることで環境保全型の農業を行なおうとするものである。オランダの地球観

測情報処理企業は、自国内の精密農業への応用研究を20年以上前から行ってきた実績をベースに、最近では欧州諸国・米国・ロシア・中国などの宇宙先進国やラテンアメリカ・アジア・アフリカの開発途上国に地球観測応用の製品やサービスを提供するビジネスを開始しており、貿易立国オランダの面目躍如の感がある。特に、情報通信（ICT）企業においては無料で利用できるデータを活用して実用的なソフトウェアの開発に取り組むことができ、オランダの強みとなる製品を開発している。

オランダは国土面積が日本の9分の1、耕地面積で約半分しかないにもかかわらず、高付加価値の農産物（花卉など）や農産物加工品（タバコなど）の生産拠点であり、農産物輸出額が米国に次いで世界第2位という規模を誇っている。この背景には、地

球観測画像データを利用した精密農業による単位面積当たりの収量の向上、農作業に必要な人件費の低減などがある。

本稿ではオランダ政府とオランダ企業などが連携して推進している精密農業などの衛星利用ビジネスの動向などを通じてオランダの地球観測活動の方向性を分析する。

2 オランダの地球観測活動の概況

2-1 欧州におけるオランダの立場

オランダは1975年に欧州宇宙機関(ESA)が発足した際に最初の加盟国(10か国)の1つとなり、高い産業技術力を背景にESTECが設置され、衛星開発における欧州の中心地となった。特にオランダ産業界が欧州の中でも優れている分野は、気象衛星用観測機器やさまざまな社会分野に地球観測データの恩恵をもたらす応用ソフトウェア製品の開発などである。

オランダの宇宙活動は主としてベルギーに本部を置く欧州連合(EU)、フランスに本部を置くESAおよびドイツに本部を置く欧州気象衛星機構(European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites: EUMETSAT)を通じた国際協力で進められている。オランダ政府としては、ESAの地球観測衛星やEUMETSATの気象衛星に加盟国の一員として資金を拠出していることから、国益確保のためにもこれらの国際組織の活動に主体的に関与すべき立場にある。

2-2 宇宙予算

宇宙予算は経済省、教育文化科学省、国防省によって拠出され、2014年度のESA拠出金は1億2510万ユーロである。このうち約2割をESAの地球観測プログラムに充てているとみられる。必須プログラムである宇宙科学や任意プログラムの有人宇宙飛行などにも同程度を拠出しており、地球観測分野はオランダの優先分野の1つである。オランダは「Sentinel-5」シリーズ衛星の先行実験(プリカーサ)衛星に使用される搭載赤外線センサをダッチ・スペース社¹⁾が受注する形で拠出に見合った自国産

業界への資金還流を行っている。

またEUMETSATへは年間約100万ユーロ程度を拠出し、静止気象衛星「メテオサット(Meteosat)」や極軌道気象衛星「メトッパ(MetOp)」の画像データの配信を受けている。これらの衛星によってもたらされる気象観測データは米国海洋大気庁(NOAA)が運用する気象衛星群に匹敵する世界最高水準の観測機器により取得されたものである。

2-3 宇宙開発体制

オランダ政府の省庁間宇宙委員会(Interdepartementale Commissie Ruimtevaart: ICR)は宇宙政策の策定を担当し、関連省庁は同委員会への参加を通じて同国の宇宙政策に関与する。ICRはオランダ宇宙局(Netherlands space Office: NSO)²⁾とオランダ宇宙研究機関(Netherlands Institute of Space Research: SRON)を諮問機関としており、ESA理事会や各プログラム委員会等には経済省を主とする各省庁やNSOおよびSRONの代表が参加している。NSOはESA拠出の取りまとめなどを行う政策立案部門である。NSOは経済省所管のセンターノヴェム(SenterNovem)の傘下であり、政策立案を担当する職員は25名程度である。この他、研究開発の現場などに300名程度の職員が所属している。

オランダ宇宙研究機関(SRON)³⁾は、NASAやESAの地球観測衛星ミッションに参加している。

オランダの総合的な宇宙企業であるダッチ・スペース社はエアバス(旧EADSアストリウム)社のグループ企業である。

2-4 地球観測政策

オランダ政府は、地球観測活動を行う民間企業に対し、さまざまな便宜を図ってビジネス的に成立する構造を構築しようとしている。その代表例はNSOが実施している「Satellietdataportal」(衛星データポータル)⁴⁾である。

宇宙開発利用活動におけるオランダの意志や要望はESAの閣僚級理事会において宇宙担当大臣が表明する。ESAは現在コペルニクス計画(旧称GMES)の中心となる「センチネル(Sentinel)」衛星を開発中であり、ESAにより衛星が開発され初号機の性能が確認されれば、その後の定常的な運用の

ための後継衛星はEUと欧州委員会 (EC) の予算で調達されることになっている。

オランダは間もなく到来する「センチネル (Sentinel)」衛星のデータ受信が可能になる時代になる前に、外国衛星の画像データを購入し、自国の企業が衛星画像をより積極的に利用するための施策を先取りして実施している。

2-5 「衛星データポータル」の概要

NSOが地球観測データのユーザ向けに無料で提供している「衛星データポータル」の画像は、図表

1に示すように将来の「Sentinel」衛星の機能に近い4種類の衛星が取得した生データを購入したものである。データ提供を受ける機関は政府の12省庁(経済農業イノベーション省、インフラ環境省、水管理省、気象庁、警察庁、国防省、文化財管理室など)、15地方自治体(アムステルダム市、ハーグ市など)、14の大学・研究機関(ワーヘニンゲン大学、航空研究所など)、NPO4団体、企業98社、2つの水利組合があり、2014年3月時点で計145団体である⁵⁾。本稿では、この中に含まれる農業関係の企業の活動に注目する。

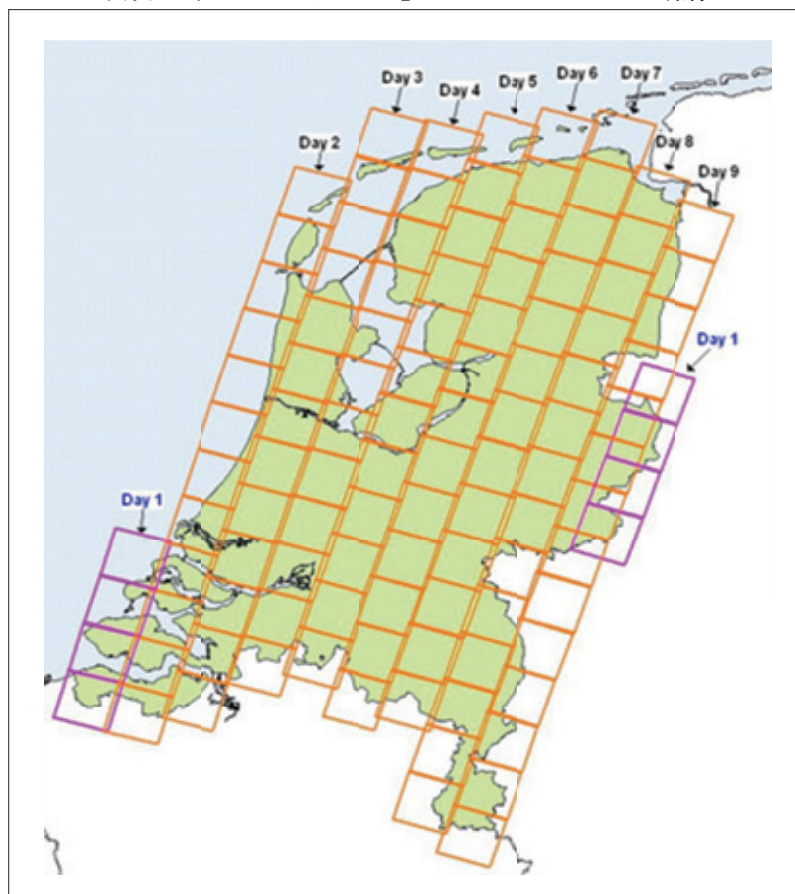
光学画像の中でも主要なデータ源となる台湾の「フォルモサット (FORMOSAT) -2」⁶⁾は、図表2に示すようにオランダ全土を110シーンでカバーす

図表1 「衛星データポータル」が提供する衛星画像データの種類

衛星名	保有国	種類	分解能	対応する Sentinel 衛星
Radarsat-2	カナダ	SAR	25m	Sentinel-1 (SAR)
FORMOSAT-2	台湾	光学	パンクロ 2m、マルチ 8m	Sentinel-2 (光学)
Deimos	スペイン	光学	マルチ 22m	
UKDMC-2	イギリス	光学	マルチ 22m	

出典：各種資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 「フォルモサット -2」によるオランダ全土の撮像



出典：Satellietdataportal のウェブサイト

<http://www.spaceoffice.nl/nl/Satellietdataportal/Beschikbare%20data/Formosat-2/>

る。1シーンは24 km 四方の大きさである。9日間の回帰でオランダの西側の海岸部から東側の内陸部までを順次撮像していく。

政府から無償で画像提供を受けることができる「衛星データポータル」とは別に、オランダの各機関は必要に応じて各種の外国衛星の画像を購入している。オランダ国立航空宇宙研究所（National Aerospace Laboratory : NLR）は航空宇宙関係の技術開発の一環として地球観測活動を行っており、イスラエルのイメージングインターナショナル社が運用する「EROS-C」衛星、フランスのスポットイメージ社が運用する「SPOT-5/6」、インドの「Cartosat」衛星などの画像データを購入している。この他、ドイツの「TerraSAR-X」の画像を購入している研究機関もある。

3 応用事例

3-1 オランダの精密農業

オランダは欧州諸国の中でも国土面積に比して大規模な農業を行っており、一経営体あたり平均経営面積は25.9 haで、日本に比べてかなり広い。主要な農畜産物は、花卉等（チューリップ等）、じゃがいも（輸出額世界第1位）、トマト（同1位）、キュウリ（同2位）、キノコ類（同2位）、牛肉（同4位）、チーズ（同3位）、ビール（同2位）、たばこ（同1位）等である（いずれも2010年の統計による）。

国土の約半分を占める農地での農作業は、精密農業と呼ばれるイノベティブな形態で行われており、生産性も品質も高い。

ワーヘニンゲン大学は食品加工領域の論文数が世界的に見て突出しており、先進的な精密農業のリーダー的な存在である⁷⁾。同大学の附置研究所である Arterra (Center for Geo-Information) の地球観測部門はその中でも農業への衛星データ利用の応用研究を行っている。気象・灌漑・土壌状態・生育状況・受粉管理・農薬散布状況など多岐にわたる。精密農業の技術的要素は高機能の農業用車両、ICT、選別用センサなど農作業の各サイクルで種々の工業製品が用いられるが、ICTの中核となる生育状況などの観測データは地球観測衛星が大部分を提供する。衛星による画像データがどのように精密農業に役立てられるか、具体的な例をあ

げると、赤外線センサにより植物の生育領域を区分し活性度を測定したり、作物に含まれるたんばく質含有量を測定して収穫時期を判断したりすることなどがある。従来の衛星を使わない情報収集方式では、農場を見て回って生育状況を観察するために知識や経験を持つ人手が必要であったが、衛星画像から一挙にデータをすることで人件費の低減にもつながる。

2011年に WaterWatch 社と BasFood 社が統合されて発足した eLEAF 社⁸⁾は「食の安全性と水の生産性」を掲げ、地球観測画像を利用した精密農業および水管理のコンサルティングを行っている。同社に集まった Arterra 出身の専門家らは、農業用の灌漑管理、穀物やじゃがいもの生育管理などの製品を集大成し、「PiMapping[®]」というソフトウェアを開発した。衛星画像データに基づいて精密農業に必要な情報処理を行い、農業法人や個人経営の農家などのユーザに施肥のタイミングや生育状況、収穫時期などの情報を提供している。同社によれば、農業のサイクルは、種蒔きから収穫まで不確実性に満ちており、従来の農業家は経験や知識だけでなく「勘」に基づく意思決定を行っているという。精密農業とは、「勘」を衛星データに基づくアドバイスに切り替えることを意味する。このような勘に頼らない意思決定を行うためには、衛星データを利用するだけでなく、温度や湿度などの現場観測データも収集する必要がある、情報閲覧に利用する端末装置自体に気象センサを組み込むなどの工夫もみられる。

このようなシステムを利用することにより、ユーザはそれぞれの栽培品目に適した精密農業に役立つ情報を得ることができる。オランダ国内での実績を踏まえ、オランダ以外の国に対してもその国の農業慣行や気象条件などを勘案し、衛星観測データと現場データを組み合わせた農作業のソリューションを提供することがオランダ企業のビジネスとなっている。各国の地球観測活動の技術的レベルを評価するうえで、その国の技術が外国でも利用され、収益をあげているかという観点から見ることも1つの評価項目となる。そのような事例を以下に紹介する。

3-2 オランダ企業の海外プロジェクト実施事例

オランダ企業は海外に向けて精密農業のビジネス化を実現している。オランダにおける1つの事例として、eLEAF 社が開発した精密農業や灌漑管理に役立つ各種のソフトウェアが、オランダ国内だけでなく、欧州諸国・米国・ロシア・中国などの宇宙

先進国やアジア・アフリカ・中南米など世界30カ国以上に普及していることは注目に値する。

eLEAF社の提供可能なサービスは多岐にわたり、導入先の農作業習慣や水資源の状況などに応じて異なったソフトウェアやサービスを提供する。同社の実績から以下にいくつかの事例を示す。

- ①「Fieldlook」⁹⁾ (オランダ語では MijnAkker) は WaterWatch社がユーザに精密農業用の作業支援情報を提供するために開発したポータルである。1995年に開始されており、20年近い利用実績がある。eLEAF社に統合されてからは、オランダだけでなく、カナダ・ポーランド・ウクライナでも導入されている。ポーランドにおけるポータル画面を図表3に示す。
- ② BasFood社が開発した「PotatoLook[®]」はじゃがいもの生育を支援するシステムである。この製品をベースにして、現在は「Croplook Potato」のポータル¹⁰⁾が世界各国向けに提供されている。
- ③果実の生育支援のための「Fruitlook」¹¹⁾は eLEAF社と南アフリカ共和国のクワ・ズールー・ナタール大学 (UKZN) との共同開発である。最初はブドウの栽培を対象とした「Grapelook」が開発され、その後継ソフトとして他の果実の生育にも利用できる「Fruitlook」が開発された。このシステ

ムの特徴は、少ない灌漑水で生産量を向上させることを目的としていることである。同国は乾燥気候のため水が少ないが、ワイン製造の原料となるブドウの栽培には適している。情報提供は無料であるが、eLEAF社は地域政府 (西ケープ州) と契約することにより、衛星データを利用した農家向けの情報を無料で提供するビジネスが成立している。これはオランダ政府の「衛星データポータル」政策を相似展開したものと思われる。

- ④「WaterWatch」は水資源管理を行うためのソフトウェアである。米国ではアイダホ州の水資源管理局がこのシステムを導入し、農業者の水利権の管理に用いている¹²⁾。アフリカでもナイル川流域公社 (Nile Basin Authority: NBA) が中心となってエジプト・ケニアなどナイル川流域の7か国において灌漑用農業用水の効率的利用のために「WaterWatch」を導入している¹³⁾。これらの国はそれぞれ国情が異なり、良好な灌漑を行っている国もあれば貧弱な灌漑しかできない国もあり、エジプトのように同じ国内でも豊かな地域と貧弱な地域が混在している国もある。単一のソリューションではなく、衛星データを活用してそれぞれの地域に応じた適切な灌漑方法の助言を行うことがオランダ企業のビジネスとなっている。

図表3 ポーランド向けの Fieldlook ポータル画面



出典：参考文献9

図表4 オランダにおける地球観測応用の実施例

分野	観測手法	企業等の例	地球観測活動の内容
堤防管理	InSAR	Hansje Brinker	堤防の変形を監視し、異常な個所を検出（従来は堤防 10km を 3 人で監視）。
インフラ監視	光学 SAR	NEO	パイプラインの沈下状況、道路・下水道の安全、鉄道・港湾・電力などを監視。
水管理	空撮	Deltares	水量・水質・河川の安全等を監視。

出典：各種資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

3-3 その他の地球観測応用事例

オランダの地球観測の代表的な応用分野としては、精密農業の支援以外にも、堤防などの変形監視・インフラ監視・水管理などがある。国土の大部分が海面下のオランダでは堤防監視は国土保全上重要である。その他の事例についても、関係する政府機関、地方自治体、企業などが「衛星データポータル」を利用して既存の業務手法を改善している。主な地球観測応用を担う企業などの概要を図表4に示す。このような利用事例は自国だけにとどまらず、海外プロジェクトの受注にもつながっている。

4 おわりに

オランダの地球観測活動は企業が中心となってバリューチェーンを形成しており、政府は農業ビジネスに役立つ研究開発、輸出許可の手続き簡素化といった法制面での工夫、衛星画像の無償提供

などで農業経営体に対する支援を巧みにしている点は我が国でも参考になる。日本の9分の1程度しかない約400万haの狭い国土で、半分の約200万haを農地とし、生産人口の2%ほどにしなければならないわずか17万人ほどの農業人口で、世界第2位の農産物輸出を行っていることに注目すべきである。

我が国でも農林水産省主導の農林水産技術会議において精密農業の検討が行われており、衛星による生育状況の観測やコメのたんばく質含有量予測による分別収穫などの技術的な施策なども含まれている。また情報通信企業の中には農業ICTソリューションを製品化しているところもある¹⁴⁾。我が国の国際的な貢献といえば、国際災害チャーターのような非営利の活動では貢献が高く評価されているが、外国から収益が上がるようなビジネス展開は全くと言っていいほど行われていない。我が国も高齢化の進展による産業構造の変化や食糧自給率向上の数値目標などを勘案し、農業法人による大規模経営や消費者の意向をビッグデータ的に処理した流通ルート的高度情報化などについて政府主導でビジョンを掲げ、そこにオランダ農業の効率性の良さなどの長所を国情の違いも勘案して取り入れていくことが望まれる。

参考文献

- 1) ダッチ・スペース社のウェブサイト <http://www.dutchspace.nl/>（オランダ語）
- 2) NSO のウェブサイト <http://www.spaceoffice.nl/en/>
- 3) SRON のウェブサイト <http://www.sron.nl/>
- 4) Satellietdataportal のウェブサイト
<http://www.spaceoffice.nl/nl/Satellietdataportal/>（オランダ語）
- 5) NSO Satellietdataportal の会員リストのページ
<http://www.spaceoffice.nl/nl/Satellietdataportal/Deelnemende%20partijen/>
- 6) FORMOSAT-2、SPOT Image のウェブサイト：
http://www2.astrium-geo.com/files/pmedia/public/r2929_9_formosat2_product_sheet_en.pdf

- 7) オランダ・フードバレーの取り組みとワーヘニンゲン大学の役割、金間大介、科学技術動向 2013年7月号、No.136
- 8) eLEAF社のウェブサイト <http://www.eleaf.com/>
- 9) ポーランドにおける「Fieldlook」のウェブサイト <http://www.fieldlook.pl/>
- 10) 「Croplook potato」のウェブサイト <http://www.croplook.com/potato/en/home>
- 11) 南アフリカにおける「Fruitlook」のウェブサイト <http://www.fruitlook.co.za/>
- 12) Controlling Farmers' Water Rights in Idaho, USA
<http://www.waterwatch.nl/projects/north-america.html>
- 13) Agricultural Water Use and Water Productivity in the Large Scale Irrigation (LSI) Scheme of the Nile Basin、Nile Basin Authority (NBA)、2009年
<http://nileis.nilebasin.org/content/agricultural-water-use-and-water-productivity-large-scale-irrigation-lsi-schemes-nile-basin>
- 14) 農業をめぐるIT化の動き：データ収集、処理、クラウドサービスの適用事例を中心に、金間大介・野村稔、科学技術動向 2014年1/2月号、No.142

..... **執筆者プロフィール**



辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で新幹線の運転管理、旧宇宙開発事業団で世界の宇宙開発動向調査などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構（JAXA）調査国際部調査分析課特任担当役、科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。趣味は全世界の切手収集。オランダはウィレム3世の時代から約2,600種類を保有。