

## 5 . 高解像度人工衛星画像を利用した被害把握の現場適用性

### 5 . 1 新潟県中越地震での撮影実績

新潟県中越地震は平成 16 年 10 月 23 日土曜日午後 5 時 56 分に発生した。新潟地方の日没が午後 4 時 56 分であるためすでに周囲は暗く、目視あるいは映像による地震発生直後の情報収集は難しい状況にあったと見られる。とくに山間部での状況把握は道路や通信網も寸断され、情報の入手には困難であった。被災直後からは防災ヘリによる被害状況の把握は始まっているが、実際には上空からの被災状況の映像による確認は翌朝になってからであった。上空からの航空機や衛星による撮影は、地震発生が夜間であったことを除けば天候面では早朝から好天に恵まれたことのほか、撮影までの準備時間、衛星軌道条件等で以下のような点で、ほぼ最良の条件で行うことができたと考えられる。

- ・ 航空機での撮影計画には前夜からの時間的な余裕があったこと、
- ・ 撮影地域への移動時間が東京から 1 時間余りの近距離であったこと、
- ・ 衛星からの観測は、天候条件のほか衛星軌道とその通過時刻のタイミングが問題になるが、高解像度人工衛星が日本上空を地震発生の翌日（24 日 11 時頃）通過する軌道上にあったため、姿勢制御することで新潟地方の撮影を行うことができたこと

さらに、その後 10 月 29 日にも天候が良く再度高解像度人工衛星による観測が行われた。中解像度人工衛星 Landsat の観測も 25 日に行われている。

### 5 . 2 人工衛星運用機関の対応

地震後に各機関とも緊急対応による指示が出され画像データの取得が行われている。これら画像データの取得・販売を行った機関は表 5-2-1 のとおりである。

このうち、特に日本スペースイメージング社の場合について概略の対応を表 5-2-2 に示した。事例では IKONOS 衛星の撮影対応について公開されたものである。地震発生以後からデータ配信までのタイムラインの概略を図 5-2-1 に示した。図に示される通り、地震発生から 17 時間で撮影が開始され、撮影後画像の配布までに 3 時間余りと、24 時間以内で被災地の詳細な広域画像の配布が可能であることが示された。早期の画像配布であったため初期の被害箇所総覧の把握やその後の復旧に役立っている。

その後の観測は 10 月 29 日と 11 月 23 日にも行っており、山間地域における河川閉塞に伴う天然ダムの状況変化を見るうえで有効な情報となっている。さらに融雪期の山地崩壊斜面や地すべり地域の監視など長期的な観測にも有効であるとみられている。

表 5-2-1 空中撮影の撮影および販売機関

(1)	日本スペースイメージング(株) 地震直後にIKONOS衛星による被災地域の撮影実施を決定、衛星が10月24日に関西上空軌道を通ることから、日本での直接タスキングのメリットを生かし衛星を約60°傾け撮影(11時4分)した。6日後の29日、1ヶ月後の11月23日にも同様に撮影を行った。 ( <a href="http://www.spaceimaging.co.jp/news/tyuetsu.html">http://www.spaceimaging.co.jp/news/tyuetsu.html</a> )
(2)	日立ソフト(株) QuickBird衛星も24日に衛星を姿勢制御し観測を実施した。 ( <a href="http://pixterra.net/niigata.html">http://pixterra.net/niigata.html</a> )
(3)	(財)資源・環境観測解析センター(ERSDAC) 地震直後のASTERIによる新潟県中越地域の観測はなく、11月1日に最初の画像が取得されている。その後11月10にも同地域の観測が行われている。 ( <a href="http://www.ersdac.or.jp/todayData/05.9/pict.i.html">http://www.ersdac.or.jp/todayData/05.9/pict.i.html</a> )
(4)	(財)リモート・センシング技術センター(RESTEC) 10月25日にLandsat7が関東上空を軌道通過しており、この時観測された画像の販売を行っている。現在SLC-off*モードでの観測が行われており観測帯間に未観測エリアが生じている。この25日の画像では雲量が多く中越地方は雲に覆われている。その後の観測は11月10日に行われている。その他SPOT、RADARSAT、ENVISATなどで観測された地震後の衛星データの提供・販売も行っている。RADARSATは24日、27日に観測が行われている。 ( <a href="http://www.restec.or.jp/jpn/jishin/nigata/niigatatop_1.html">http://www.restec.or.jp/jpn/jishin/nigata/niigatatop_1.html</a> )
(5)	広島工業大学 Landsatやヨーロッパ宇宙機構(ESA)が運営するENVISAT衛星のデータを受信処理することが可能であり実用面での対応を目指している。ENVISAT衛星はASAR(高性能合成開口レーダ)を搭載しているため、雲のある場合や夜間の観測も可能である。地震後は10月26日に観測している。 ( <a href="http://www.heeic.jp/search.html">http://www.heeic.jp/search.html</a> )

\*\* SLC-off (Scan Line Corrector)

2003年5月に発生したSLCシステムの一部故障に伴い、画像の一部に欠落部(Gap)が生じている。このため故障後のデータ提供(SLC-offプロダクト)以外に故障前のデータと合成した画像の提供も行われている。

表 5-2-2 日本スペースイメージング(株)社の対応(概略)

日時	対応内容
2004/10/23	17:56 新潟県中越地震の発生
	20:00 内閣府との連絡、協議
	20:30 内閣府からの撮影要求
2004/10/24	7:00 内閣府より撮影範囲の指示
	11:04 IKONOS衛星の観測開始
	12:00 観測の成功を政府関係機関に発表
	14:00 内閣府に1m解像度の画像と地震前の画像を配布
	17:00 「災害状況報告書」の配布
2004/10/25	IKONOS画像をベースにした「災害状況図 速報版」の配布

出典：アジア地域における人工衛星技術の災害利用に係るワークショップ

日本スペースイメージング(株)講演資料

— 新潟県中越地震の事例 —

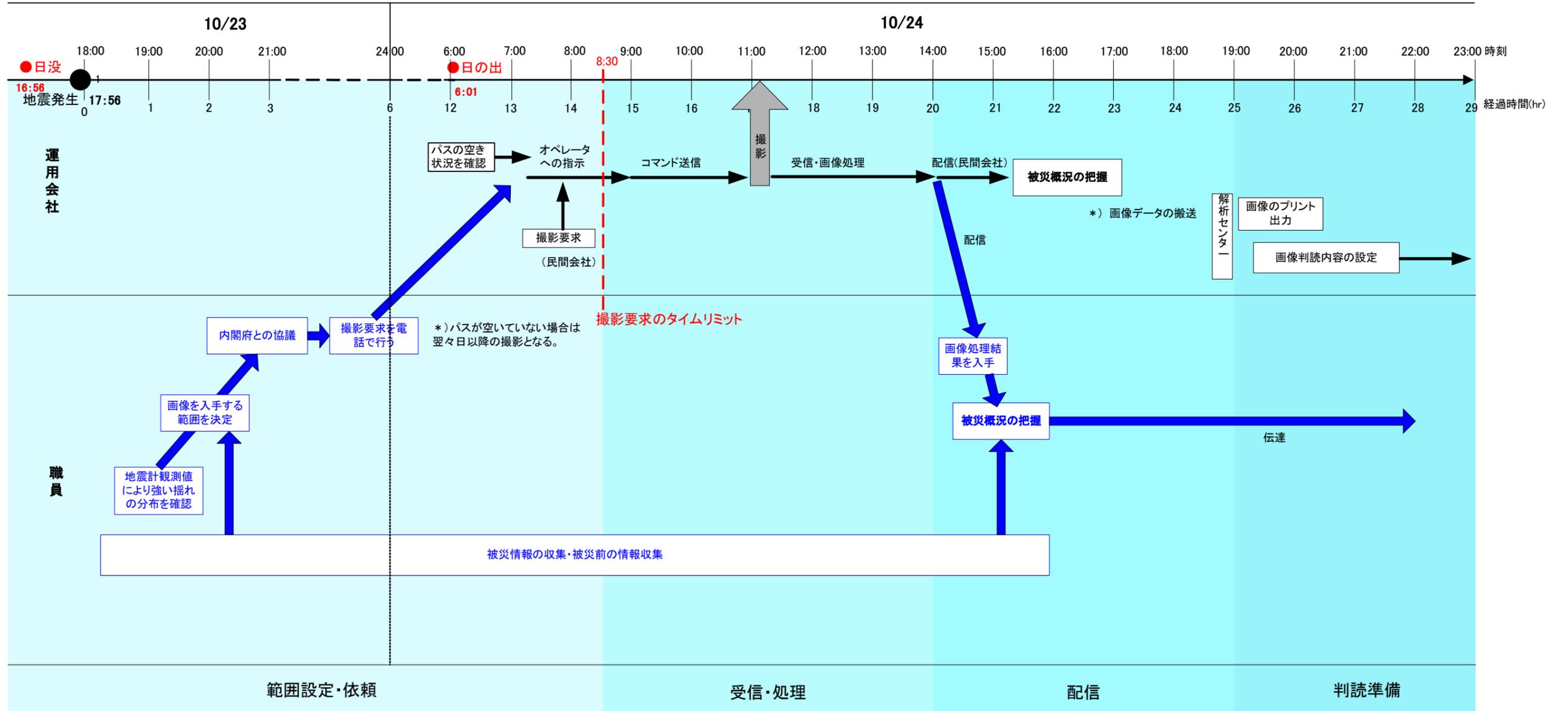


図 5-2-1 IKONOS 衛星画像取得までの流れ

### 5.3 航空機運用機関の対応

発災後に航空機による空中写真の撮影および販売を行っているのは、表 5-3-1 に示す機関である。多くは自主的対応により早期から撮影の準備がとられ、午前中から撮影が開始されている。撮影された写真の多くは Web 上で公開されている。

表 5-3-1 空中撮影の撮影および販売機関

(1)	(財)日本地図センター 国土地理院が10月24日、28日に撮影した縮尺約1万分の1の空中写真1,279枚の販売を行っている。また国土地理院のWebサイトにて一部画像を公開している。 ( <a href="http://www.jmc.or.jp/photo/niigata.html">http://www.jmc.or.jp/photo/niigata.html</a> )
(2)	国際航業(株) 地震発生直後より被災情報の収集を始め、自主撮影のための実施体制を構築している。翌日から広範囲にわたり被災地の航空写真撮影(垂直521枚:約240km <sup>2</sup> )を実施した。航空写真撮影についてはホームページに一部公開している。28日、29日にも撮影が実施されている。 ( <a href="http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200410_niigata_eq/index.html">http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200410_niigata_eq/index.html</a> )
(3)	(株)パスコ 夕方の地震発生以後、各種報道機関および新潟県庁等において被害状況を収集し、翌日早朝より甚大な被害が伝えられた山古志村を中心に空中写真撮影(垂直106枚)を実施した。ホームページにて斜め写真等の撮影成果を公開。28日、29日にも撮影を実施している。 ( <a href="http://www.pasco.co.jp/corporate/disaster/info_04102501.html">http://www.pasco.co.jp/corporate/disaster/info_04102501.html</a> )
(4)	アジア航測(株) 災害実態の把握および防災対策検討のために、10月24日に緊急撮影(垂直489枚、DMC 684枚)、28日には航空レーザ計測(画像517枚)を実施している。 ( <a href="http://www.ajiko.co.jp/bousai/tyuetsu/tyuetsu.htm">http://www.ajiko.co.jp/bousai/tyuetsu/tyuetsu.htm</a> )
(5)	中日本航空(株) 地震発生直後から翌日の撮影・計測飛行実施体制を整えた。翌朝、名古屋空港より2機の航空機を離陸させ、航空レーザ計測および垂直デジタルカメラ撮影、垂直・斜め写真撮影を実施している。 ( <a href="http://www.nnk.co.jp/disaster/d041023.html">http://www.nnk.co.jp/disaster/d041023.html</a> )
(6)	朝日航洋(株) 被害の状況を把握するため、10月24日(日曜)10時から13時ごろにかけて、ヘリコプターからの斜め写真撮影を実施している。 ( <a href="http://www.aeroasahi.co.jp/topics/spa_041025/spa_041025.html">http://www.aeroasahi.co.jp/topics/spa_041025/spa_041025.html</a> )
(7)	(株)ナカノアイシステム 10月28,29日および11月8日に空中写真撮影を実施している。 ( <a href="http://dns1.nais21.co.jp/jisin_4.htm">http://dns1.nais21.co.jp/jisin_4.htm</a> )
(8)	(株)オリス 災害の状況を把握し、今後の災害復旧及び防災対策のために、10月24日に航空写真撮影(斜め・垂直)を実施している。 ( <a href="http://www.oris.co.jp/jishin2004/h16jisin_top.htm">http://www.oris.co.jp/jishin2004/h16jisin_top.htm</a> )

次に災害直後の航空機による撮影から画像を含む情報配信までの対応をある航測会社を事例に具体的に表 5-3-2 及び図 5-3-1 に示す。

表 5-3-2 撮影から情報配信までの対応

日 時		対 応 内 容
2004/10/23	20:00頃	翌日空中写真撮影を行う方向で進められる。マスコミの情報や公共機関から被災地の情報を得る。24日朝に撮影が可能になった時点で、関連部署に動員を要請、25日(月)の朝から判読可能な体制を取った。
	深夜	震源に関する情報から、航空写真の撮影範囲を2地域(液化化などが予想される平野部および震源域周辺の山地部)を決定する。(国土地理院の24日撮影範囲は小千谷市内(都市、道路、鉄道が中心)でIKONOS画像では西側に寄った範囲であった)
2004/10/24	7:00頃	空中写真撮影は早朝から進められ、9時には東京(調布飛行場)を離陸し現地に向かった。現地への移動には1時間余を要した。撮影は斜め写真撮影と垂直撮影を実施した。
	15時頃	空中写真の撮影を終え調布飛行場に引き返す。
	16時頃	空港へ戻り急ぎフィルムを現像所に搬送する。
	夕方～	撮影フィルムの現像処理および写真出力を行う。
2004/10/25	朝	空中写真の判読を行う部署に配布する。
	午後～	空中写真判読を行う。約170枚の判読に10人体制で6時間程度を要した。
	深夜～	完成した判読図をデジタル化した。
2004/10/26	朝～	プロッター出力し、「災害状況図 速報版」として都内各官庁へ配布。
	夜	「災害状況図 速報版」を新潟県各機関へ配布した。
2004/10/28		Web上に「災害状況図」を公開した。

概ね民間の航空写真撮影の機関は同様な撮影対応をしており、撮影日も天候に左右されたため同じ日に集中した。

新潟県中越地震の事例

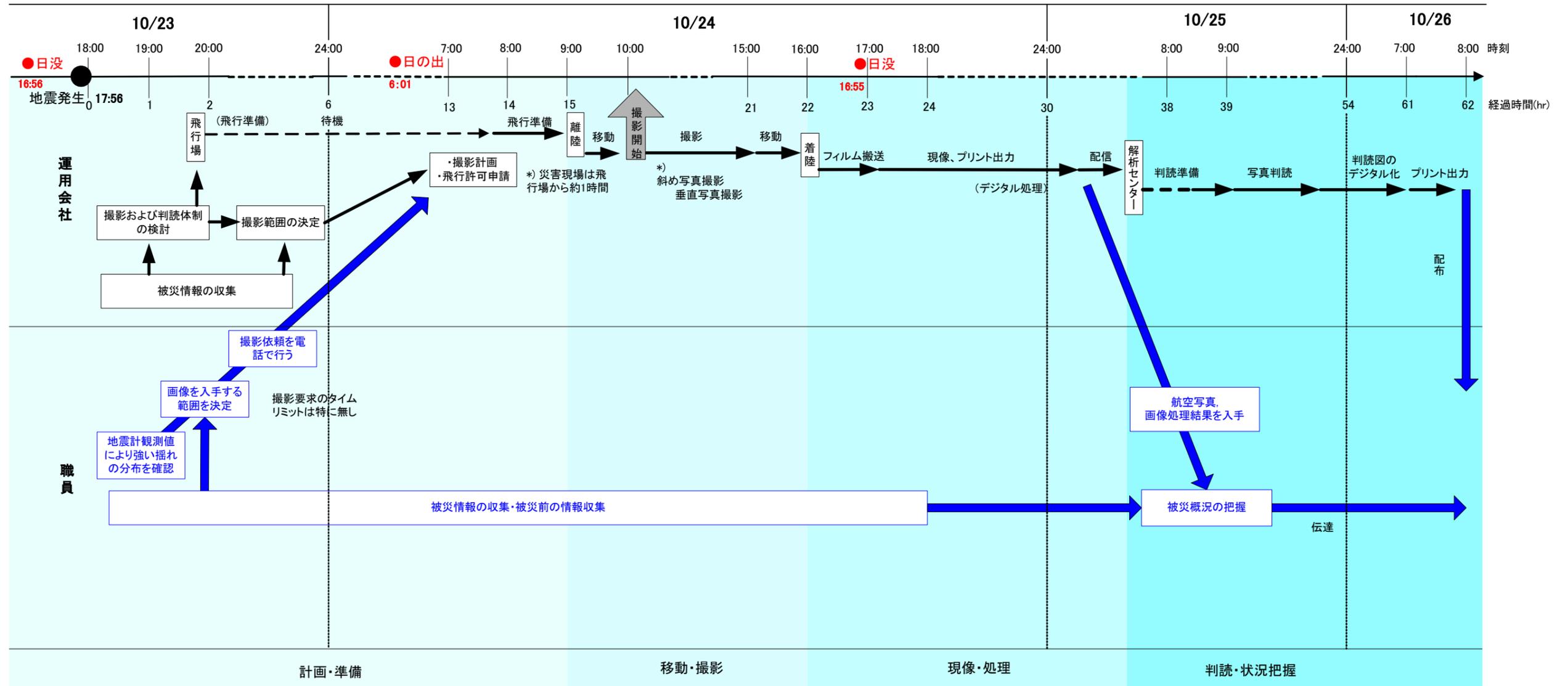


図 5-3-1 航空機による空中写真取得から判読図作成までの流れ

## 5.4 衛星画像利用手順の整理

高解像度人工衛星により取得した画像により被害把握をするまでの全体の流れを整理する。まず、衛星データ取得・処理段階は人工衛星運用機関が担当している。この処理段階を経て利用者にプロダクトが提供される。このプロダクトを利用し、目視や画像処理手法を適用し被害箇所の把握が行われる。画像処理手法の実施は、民間機関が実施する場合と国土交通省内で実施する場合の2つが想定される。ここでは画像データ入手後の処理対応手順で異なる国交省内機関と民間機関の対応に分けて整理した。なお、人工衛星運用機関から配信されるデータは、専用のビューワーで簡易的に閲覧可能である。

### (1) 国土交通省内機関での画像処理

図 5-4-1 に発生後の撮影から各事務所に画像処理・解析結果、集約情報が配信されるまでの流れを示した。衛星運用機関で処理されたデータが省内に配信され、閲覧・解析ソフトによる画像解析が行われる。配信にはオンラインによる入手が望ましいが、ネットワークの寸断を考慮して CD や HD などのメディア媒体による配送やプリント出力画像などでの入手も準備しておく。入手画像データは省内で大判サイズのプリント、目視判読支援システムにより地震発生地域の総覧を行う。その一方で画像処理ソフトにより被害箇所抽出の検討および抽出処理を行う。総合的な判断のもと被災状況の広域把握を行い災害対応の判断資料とする。省内で行う処理であるため緊密な指示や連絡が取りやすいことや迅速な対応が取れるメリットはあるものの、専門的な画像処理のための解析要員を常に必要とする課題も残る。

### (2) 民間機関の利用

図 5-4-2 に発災後、画像処理による災害抽出処理を民間機関に委託した場合の対応手順を示す。民間機関への委託の場合は、今回の新潟県中越地震がこの対応事例に概ね相当している。地震の発生時刻や天候条件などで対応時間に差異はあるものの、対応手順が大きく異なることはないと考えられる。

衛星運用機関から配信された画像データは、省内と同時に画像処理民間機関へ配信される。省内では目視判読支援手法(4章参照)により、被災箇所の把握を行う。民間機関へ別途配信されたデータは、対象範囲、判読項目および判読規模、判読の優先順位など、決定された処理手順に従い被災箇所の抽出が行われる。

画像データには位置が特定できるような情報(ランドマーク等)を付加しておく必要がある。その後直ちに省内で閲覧可能なデータあるいはプリント出力画像として配信される。

民間の画像処理専門機関であることから被災箇所の抽出精度は高いといえる。省内との情報のやり取りや画像フォーマットなどの事前の取り決めが確立されているか、画像の高速配信が可能であるかなどがポイントとなる。

いずれも初動期の被害把握であるため、被害箇所の特定を容易に行える支援システムやデータとして機能させることが重要である。

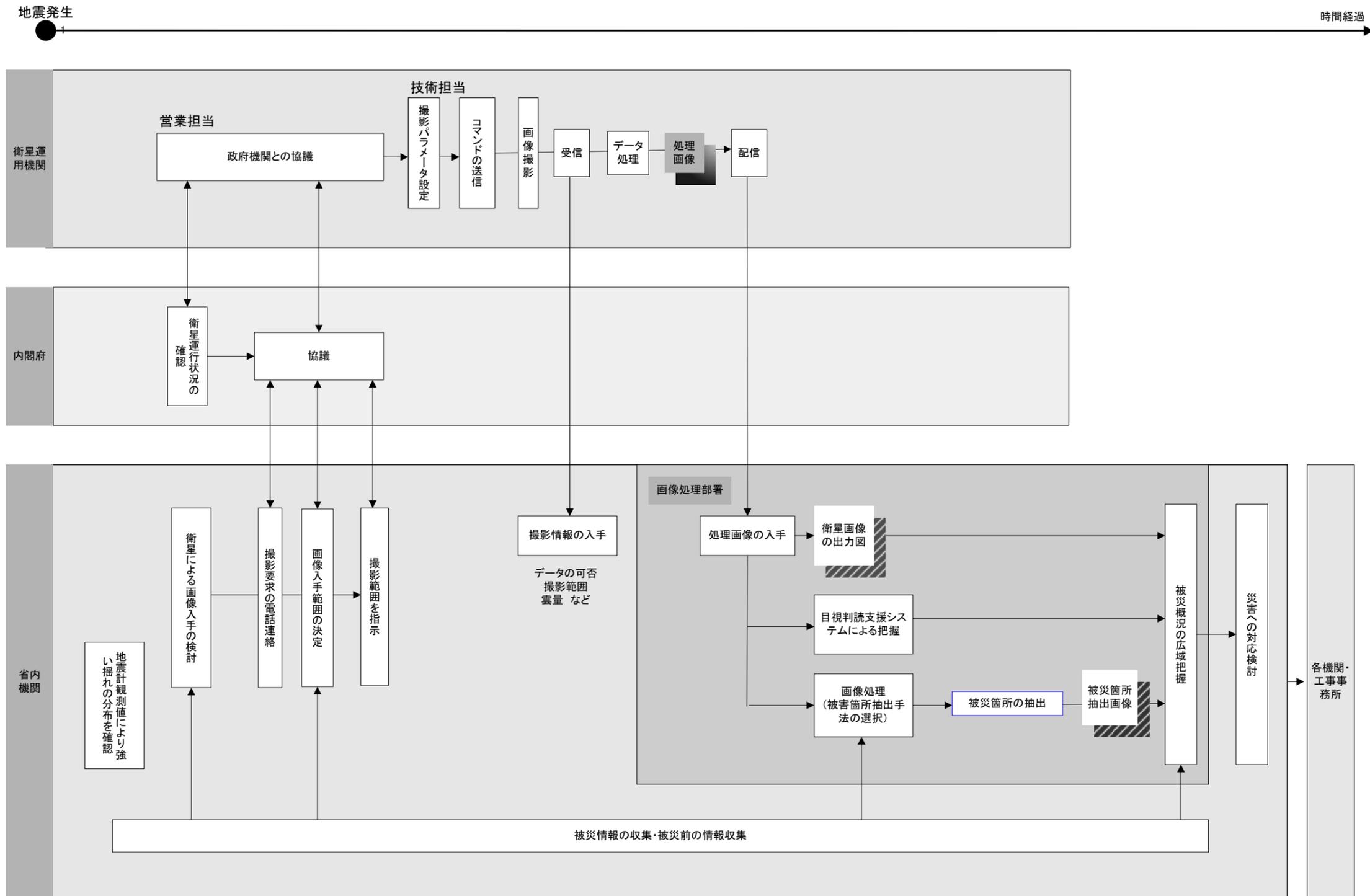


図 5-4-1 衛星画像利用手順の流れ (省内で画像処理を行う場合)

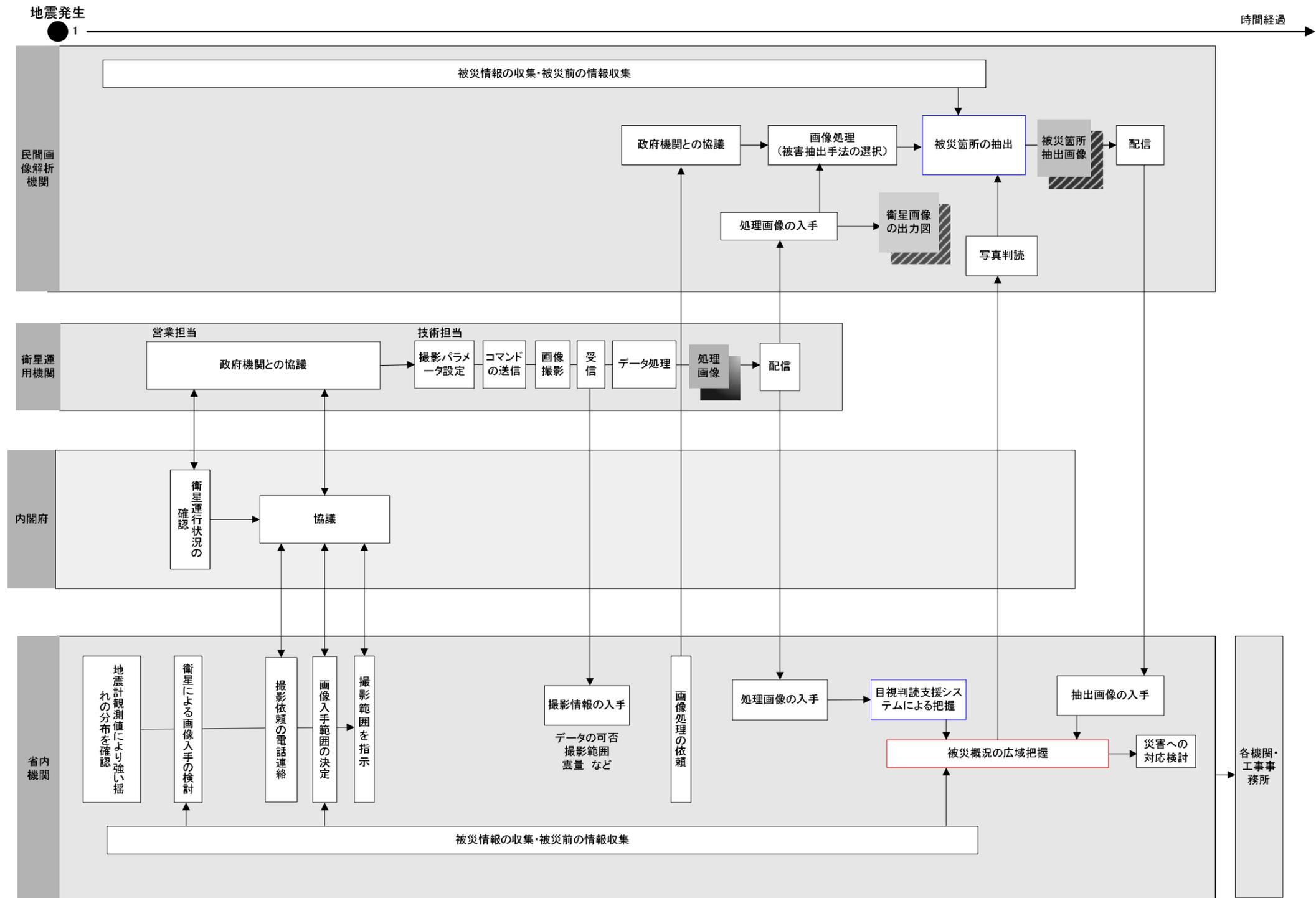


図 5-4-2 衛星画像利用手順の流れ(民間に画像処理を委託した場合)