

企画展 一空からの測量 60 年の歴史一

測量用航空機

くにかぜが見た日本

空中写真撮影や航空磁気測量など
航空測量の紹介や機器の展示



くにかぜ (初代)



くにかぜ II



くにかぜ III

入場
無料

「歴代のくにかぜに搭載した航空カメラや

戦前の航空カメラもあるよ！」

アナログ航空カメラ

ZEISS 社製 RMK P10(戦前に使用), RMK AR
WILD 社製 RC9, RC10, RC30



航空磁気測量用計測機器
プロトン磁力計

2020年10.6 火 ▶ 12.20 日

〈開館時間〉9時30分から16時

〈休館日〉毎週月曜日(祝日の時は順次翌日)
及び 10.24(土)と10.25(日)

地図と測量の科学館

茨城県つくば市北郷1番 国土地理院構内

TEL 029-864-1872

URL <https://www.gsi.go.jp/MUSEUM/>



交通案内

- ・TXつくば駅から関東鉄道バス5番乗り場(建築研究所・下妻駅行)乗車、約10分、「国土地理院」下車
- ・サイエンスツアーバス……研究機関等を巡る1日乗降自由の周遊バス(土日・祝日運行)
- ・TX 研究学園駅からつくばバス(吉沼シャトル)乗車約15分「国土地理院」下車
- ・無料駐車場あり(大型可)
- ・<https://www.gsi.go.jp/GSI/CONTACT-g-kotu.html>

開催にあたって

企画展「空からの測量 60 年の歴史 ーくにかぜが見た日本ー」

■あいさつ

国土地理院は、昭和35年に測量用航空機「くにかぜ」（ビーチクラフト・クィーンエア65）を導入し、昭和36年から国土基本図整備事業のための空中写真撮影、翌37年からは航空磁気測量を開始しました。

この「くにかぜ」は、日本の国土上空を昭和58年までの24年間で地球5周半に相当する距離(23万km)を飛び、経済成長する国土の姿を記録してきました。

昭和58年からは2号機「くにかぜⅡ」（ビーチクラフト・キングエアC-90）にその業務は引き継がれ、平成21年まで継続して実施（航空磁気測量は平成14年に終了）され、27年間で地球約8周半に相当する距離（34万km）を飛行しました。

現在は、平成22年から3号機「くにかぜⅢ」（セスナ208B）がその役割を担い、災害時における緊急撮影、災害現況調査（情報収集）も行っています。

役割を終えた初号機の機体は地図と測量の科学館の地球ひろばに、2号機は解体され機内の航空カメラ部分を2階の常設展示室に展示しています。

本企画展では、3代に渡る測量用航空機「くにかぜ」が果たしてきた空中写真撮影や航空磁気測量、災害現況調査（情報収集）の役割等について紹介するほか、空中写真で見る地形の移り変わり、測量用航空カメラ、空中写真撮影に関する器材、資料等を紹介しています。これまでの60年を振り返り国土地理院の測量事業の推進に大きく貢献した「くにかぜ」を通して、地図・測量への理解と親しみを深めていただければ幸いです。

■主な展示物

- ・歴代使用した航空カメラの実物展示
「ZEISS社製（RMK P10, RMK AR）、WILD社製（RC 9, RC10, RC30）」
- ・空中写真撮影の歴史
- ・航空レーザ測量の紹介
- ・航空磁気測量の紹介と航空磁気測量用計測機器の実物展示
「プロトン磁力計」
- ・航空重力測量

くにかぜ60年のあゆみ

1960年(昭和35年)	・国土地理院が写真撮影による国土基本図作成のため航測機を導入。 ・当時の建設大臣によって、「くにかぜ」と命名。
1961年(昭和36年)	・「くにかぜ」による空中写真撮影の開始。 ・使用航空カメラは、RMK シリーズ。
1962年(昭和37年)	・航空磁気測量の開始。
1963年(昭和38年)	・陸上自衛隊宇都宮教育航空群へ所属換え。
1964年(昭和39年)	・写真測量による2万5千分の1地形図の全国整備が開始され、4万分の1空中写真撮影が本格化。
1973年(昭和48年)	・海上自衛隊徳島教育航空群第 202 教育航空隊所属となる。
1983年(昭和58年)	・「くにかぜ」退役。総飛行距離は 228,000km。 ・後継機は、国土地理院長によって、「くにかぜⅡ」と命名。 ・航空カメラは、RC シリーズへ更新。
1984年(昭和59年)	・災害時等における緊急撮影のシステムが確立。 ・「くにかぜ」を備品として、防衛庁より国土地理院へ管理換えし、国土地理院構内に展示。
1985年(昭和60年)	・長野県地附山で発生した地すべり災害で、初めての緊急撮影。
2002年(平成14年)	・航空磁気測量の終了。
2006年(平成18年)	・デジタル航空カメラ(UCD)を導入。
2010年(平成22年)	・運航時間が 9,000 時間に及び、「くにかぜⅡ」が退役。今は解体され搭乗席を常設展示室に展示している。 ・後継機として「くにかぜⅢ」を導入。
2011年(平成23年)	・デジタル航空カメラを UCX へ更新。 ・航空機 SAR を搭載し、霧島山(新燃岳)噴火に対応。 ・航空レーザスキャナの導入。
2016年(平成28年)	・デジタル航空カメラを DMCⅡ へ更新。
2018年(平成30年)	・一眼レフカメラによる直下画像取得装置を搭載し、災害時の緊急撮影における速報用写真の提供を開始。
2019年(令和元年)	・航空機 SAR の常設化。
2020年(令和2年)	・「くにかぜⅢ」を導入してから 10 周年。運航時間は 2,500 時間に及ぶ。

くにかぜ 1号機の紹介

機体：ビーチクラフト クイーンエア 65 エンジン：レシプロエンジン×2 運航年度：昭和35年～昭和58年
Beech Aircraft Corporation製 Lycoming IGSO-480-A1B6

全長	10.2m
全幅	13.9m
全高	4.3m

離陸可能最大重量	3,493kg
最大運用高度	8,626m (28,000ft)
最大巡航速度	344km/h (186kt)

エンジン出力	340shp
燃料タンク容量	689L
航続距離	約1,900km



- ① 対気速度計
- ② 高度計
- ③ 姿勢指示器
- ④ 回転計
- ⑤ 旋回釣合計
- ⑥ 昇降計
- ⑦ 飛行方位計
- ⑧ 操縦桿
- ⑨ ラダーペダル
- ⑩ ランディングギアレバー
- ⑪ プロペラピッチコントロールレバー
- ⑫ エンジンスロットルレバー



くにかぜII号機の紹介

機体：ビーチクラフト キングエア C90 エンジン：ターボプロップエンジン×2 運航年度：昭和58年
Beech Aircraft Corporation製 Pratt & Whitney PT6A-20A/21 ~平成22年

全長	10.8m
全幅	15.3m
全高	4.3m

離陸可能最大重量	4,377kg
最大運用高度	7,803m (25,600ft)
最大巡航速度	402km/h (217kt)

エンジン出力	580shp
燃料タンク容量	1,453L
航続距離	約2,100km



① 対気速度計	⑤ トルク計	⑨ ラダーペダル
② 高度計	⑥ 昇降計	⑩ ランディングギアレバー
③ 姿勢指示器	⑦ 飛行方位計	⑪ プロペラピッチコントロールレバー
④ 回転計	⑧ 操縦桿	⑫ エンジンスロットルレバー



くにかぜⅢ号機を紹介1

機体：セスナ208B（グランドキャラバン） エンジン：ターボプロップエンジン×1
Cessna Aircraft Company製

運航年度：平成22年～
Pratt & Whitney PT6A-114A

全長	12.7m
全幅	15.9m
全高	4.5m

離陸可能最大重量	3,969kg
最大運用高度	7,620m (25,000ft)
最大巡航速度	340km/h (180kt)

エンジン出力	675shp
燃料タンク容量	1,268L
航続距離	約1,800km



① ナビゲーション	④ 対気速度計	⑦ プロペラピッチコントロールレバー
② デジタル計器	⑤ 姿勢指示器	⑧ 高度計
③ 操縦桿	⑥ エンジンスロットルレバー	⑨ トルク計



くにかぜⅢ号機を紹介2

国土地理院では、平成22年6月から測量用航空機「くにかぜⅢ」の運用を開始しました。災害時には、被災状況を迅速に把握し提供するため機動性のある運航体制で運用しています。

測量用航空機「くにかぜⅢ」(Cessna208B)



機 種	: セスナ208B
搭乗人員	: 6名(デジカメ搭載時最大)
巡航速度	: 240km/h (標準運用時)
航続時間	: 5時間 (標準運用時)
拠点空港	: 調布飛行場
運航整備	: 民間に委託
主要装備	: デジタル航空カメラ、レーザスキャナ 航空機搭載型合成開口レーダ (SAR) 直下画像情報取得装置、衛星電話
主要業務	: 空中写真測量、航空レーザ測量 SAR観測、災害時の被災情報収集

歴代航空機
くにかぜⅠ



昭和35～昭和58

くにかぜⅡ



昭和58～平成22

運航：海上自衛隊

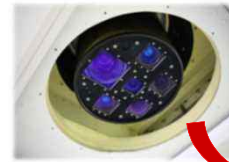
デジタル航空カメラ (DMCⅡe230 : Leica-Geosystems)



くにかぜ機内の様子 (撮影士席)

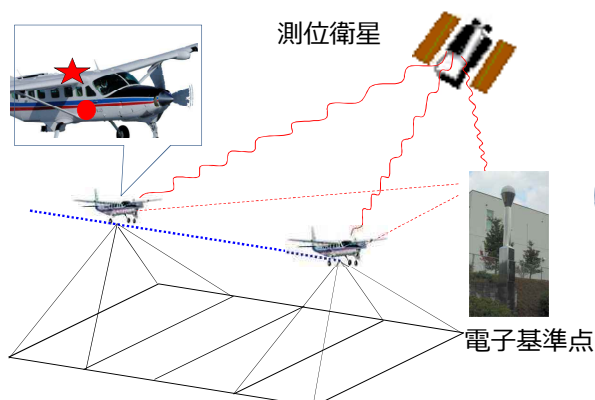
製造社 (国)	: Leica Geosystems (スイス)
焦点距離	: 92mm
写真1枚の画素数	: 15552×14144
写真1枚に写る範囲	: 8.8 km ² (地上で20 cm四方の解像度時) (3,110m×2,829m)

- ・複数のレンズで撮影
- ・白黒、赤、緑、青、近赤外の4画像
- ・高解像度白黒とカラーの画像を合成し、カラー空中写真を作成



空中写真の撮影方法

機体に搭載したGNSSとIMU装置
(慣性計測装置)により位置と姿勢を記録

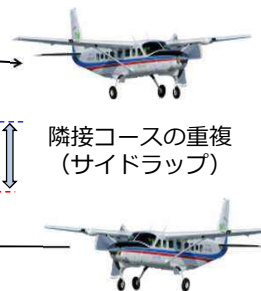


隣接写真の重複
(オーバーラップ)



飛行コース上で撮影範囲が重複するように撮影することで3次元計測が可能

隣接コースの重複
(サイドラップ)



くにかぜⅢ号機の紹介3

測量用航空機「くにかぜⅢ」は、広い範囲の写真を一様な精度で撮影できる能力を備えており、災害時にいち早く緊急撮影を行えるよう、常時、機動的な運用体制を確保しています。

くにかぜⅢの役割

地震や風水害時の緊急撮影

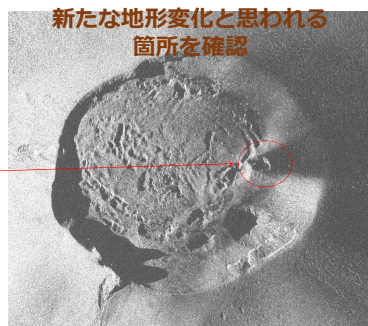
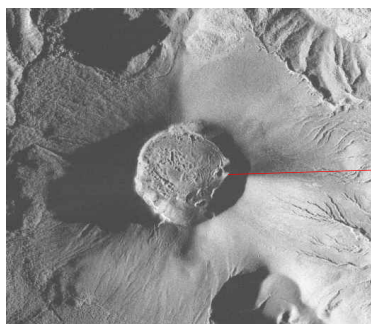
平成30年北海道胆振東部地震では、発災当日、速やかに現地の空中写真撮影を行い、翌日には、北海道庁や厚真町に写真を届けました。



2018/9 北海道胆振東部地震（厚真町）

火山災害時の迅速な地形変化の把握

雲を透過する合成開口レーダ（SAR）を常時搭載することにより、噴煙下の火山においても、地形変化の様子を捉えることができます。



2017/10 新燃岳噴火時のSAR画像



2018/01 草津白根山噴火時のSAR画像

平時の国土管理

重要な離島などの撮影や防災訓練を通じて、災害対応能力を錬成します。



2018/10 東京都 式根島



2018/12 小笠原諸島 西之島

日本の空中写真撮影の歴史

わが国の空中写真の撮影は、1911年（明治44年）に飛行機から風物写真を撮影したのが最初とされている。組織的・実用目的に撮影されたのは、1923年（大正12年）に発生した関東大震災の東京市全域における被災状況の撮影が端緒といえる。その後も空中写真撮影は実施されてきたが、航空機、カメラや感光剤の性能も当時はまだ低く、広い地域の撮影はなかなかできなかった。また、図化機も未発達であったので、それほど需要もなく、鉄道省の新線計画以外はほとんどが軍飛行隊による陸地測量部を主とした地図作製の目的で撮影されていた。

戦争末期には、米軍が爆撃用に日本の主要部を撮影し戦後も組織的に全国撮影を実施した。これがわが国での組織的な全国撮影の最初である。

戦後になって、日本の空が開放され、民間の会社による空中写真の撮影が再開された。このころから軍用・地図作成用以外にも空中写真が大量に使われるようになった。以下、年代順の主な空中写真撮影関連事業は次のとおり。

- 1924年（大正13年） 下志津陸軍飛行学校が関東大震災の被災状況を撮影
- 1931年（昭和6年）～1932年（昭和7年）
 - 鉄道省下田線（伊豆）等の鉄道路線選定調査のための撮影
- 1933年（昭和8年） 木曾川流域ダム工事設計調査のための撮影
- 1936年（昭和11年）～1944年（昭和19年）
 - 日本陸軍が北海道南部、関東、名古屋等を撮影
- 1946年（昭和21年）～1948年（昭和23年）
 - 米軍が日本国土全域を1万～4万分の1で撮影
- 1952年（昭和27年） 航空再開後初めての撮影が写真測量所により、土地改良及び丹沢地区森林調査をK-8型カメラを用いて撮影
- 1953年（昭和28年）～1954年（昭和29年）
 - 初めて地籍調査の為に撮影が埼玉県花園村等で行われた。
- 1954年（昭和29年） 洞爺丸台風による北海道の風倒木調査のため撮影
- 1955年（昭和30年）～1956年（昭和31年）
 - 両年度で撮影面積は73,700km²。この頃から林野庁の事業量が急増し、年間撮影総面積の約半分を占めるようになった。
- 1957年（昭和32年）～1958年（昭和33年）
 - 第1次南極観測隊による昭和基地附近を撮影。
 - 国内で、高性能レンズを備えた最新のカメラは合計14台（レンズ16種）、撮影用飛行機は双発9機、単発10機に達す。
- 1960年（昭和35年） 国土基本図作成計画に着手。航測機「くにかぜ」を導入。
- 1961年（昭和36年） 国土基本図整備事業スタート。写真測量による地図作成が主流となる。
- 1974年（昭和49年） 国土情報整備事業の一環として、国土全域のカラー空中写真撮影を開始。1978年（昭和53年）終了。
- 1979年（昭和54年） 首都圏をはじめ、主要な地域の平野部の反復撮影を開始。以降 計画を立てて全国の撮影を行っている。

空中写真撮影から地図を作成

空中写真撮影



ステレオ空中写真
立体視が可能な空中写真



測量用航空カメラでシャッター間隔を短くして、隣り合った写真が重なるように（オーバーラップして）撮影します。撮影は、隣接する写真が60%程度重なり合うように行います。これにより地上を立体的に見ることができ、高さを計測したり、等高線を描くことができますようになります。

数 値 図 化

撮影した空中写真を専用の機器（デジタルステレオ図化機）により、正確な3次元モデル（ステレオモデル）を作ります。正確なモデルを作成するために、標定
点測量により得られた地上座標を使用します。

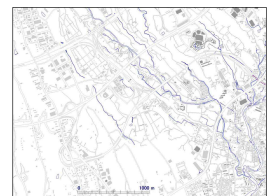
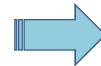


デジタルステレオ図化機

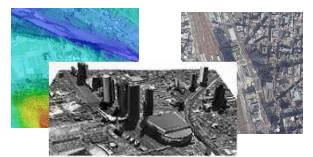


今は使われていない
アナログ図化機

デジタルステレオ図化機を用いて、写真を立体的に見ながら、地図に表示する道路、建物、等高線などの正確な位置や高さのデータを取得します。



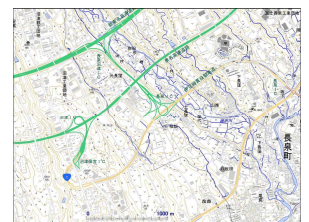
数値図化データ



ステレオモデルからは、正射画像を作成することができます。

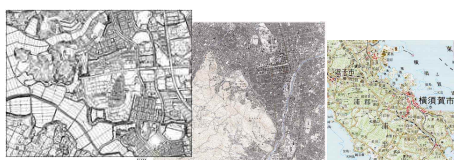
数 値 編 集

数値図化により得られた「数値図化データ」に必要な属性を付与したり、隣り合った図形同士を接続するといった編集を行い、「数値地形図データ」を作成します。これを図式と呼ばれる規定された表現に加工すると、人間が目で見
て使いやすい地図ができあがります。



数値地形図データ

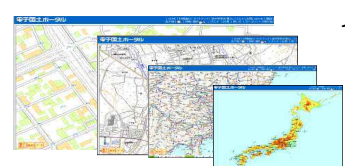
様々な種類の地図



印刷図



画像データ



インターネット
による公開

最新の航空カメラの紹介

DMC II e230

デジタル航空カメラを搭載したくにかぜIIIの機内

IMU
(慣性測量装置)

飛行機の傾き（姿勢）
を正確に計測する装置

カメラ操作
ディスプレイ

タッチパネルで操作し、撮影計
画コースや撮影した画像の表示
させる

カメラ本体

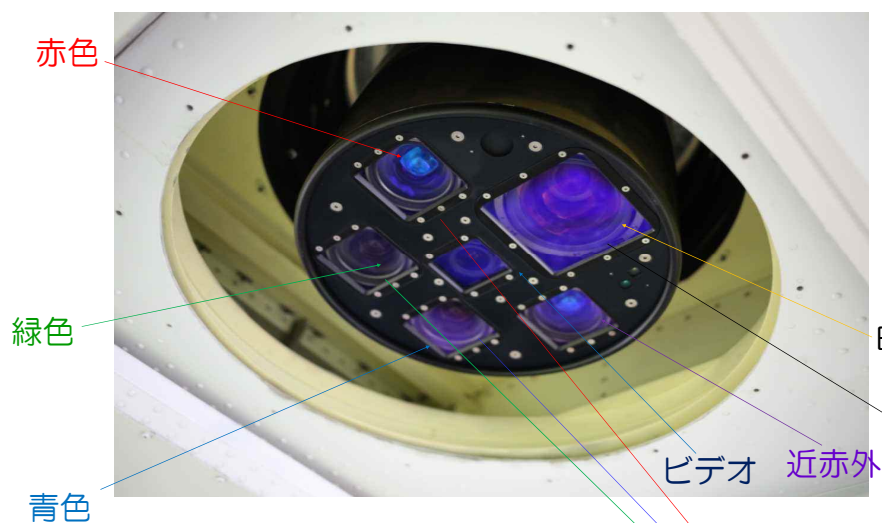
カメラの制御
装置と画像を
写すCCDセ
ンサーが内蔵
されている



カメラ架台

カメラを支えて機体に取り付け装置で、機体の傾きに応じてカ
メラを水平に保つ機能がある。

くにかぜIIIの機体下部から見たレンズ群



赤色

緑色

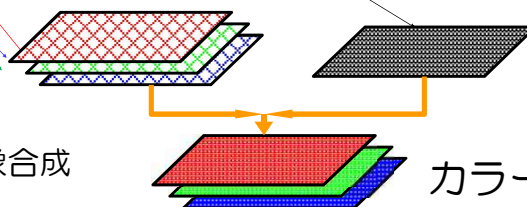
青色

白黒

ビデオ 近赤外

デジタル航空カメラでは、高
解像の画像を素早く取得する
ために、
白黒、赤色、緑色、青色のそ
れぞれ別々のカメラで撮影し、
後処理で画像合成して、カ
ラー空中写真を作成していま
す。

撮影データの画像合成



カラー空中写真

オルソ画像(正射写真)とは

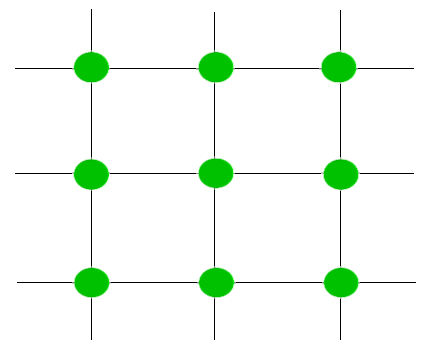
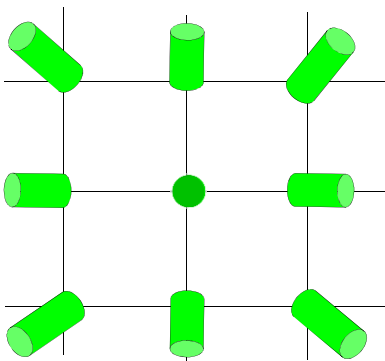
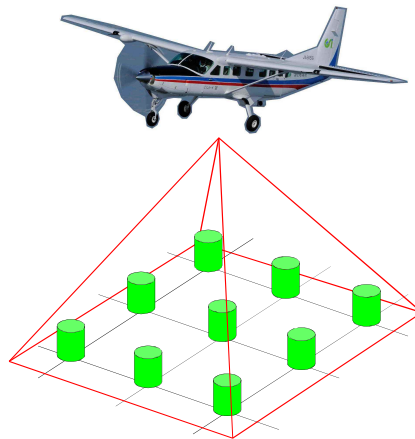
航空カメラで撮影された空中写真は、レンズ中心に光束が集まる中心投影のため、レンズ中心から対象物までの距離の違いにより、画像に歪みが生じます。写真に写る物体が地面から高いほど、また、写真中心から周縁部に向かうに従って、この歪みは大きくなります。

オルソ画像は、この像の歪みをなくし、真上から見たような傾きの無い画像に変換したものです。

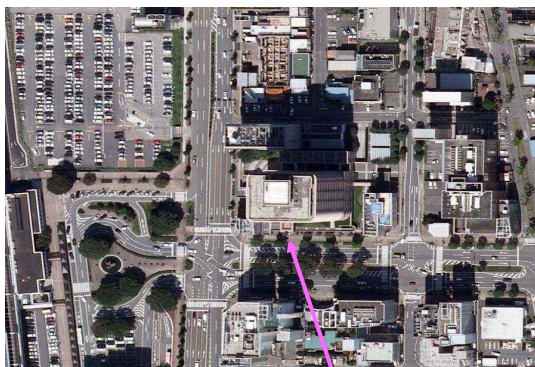
空中写真



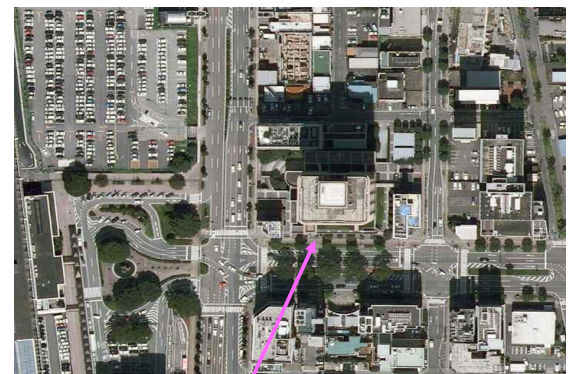
オルソ画像



オルソ化前



オルソ化後



傾いていたビルや山などが直立する

電子国土基本図(オルソ画像)の整備

空中写真撮影

国土の適切な管理・保全・利用のため、主に平野部及び離島を対象に周期的に空中写真撮影を行っています。また、地震や豪雨などの自然災害が起こった時は、すみやかに被災地域の空中写真撮影を行い、災害状況把握や復興支援のための情報・資料の提供を行っています。

国土の状況や環境の把握

全国の平地部及び離島の空中写真を周期的に撮影し、国土の適切な管理、保全、防災等に利用されています。

横浜みなとみらい



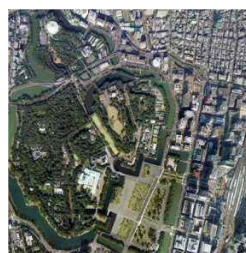
男女群島

地形や環境の変化の記録

終戦直後米軍が撮影したものから、現在に至る空中写真が保管されており、その一部はインターネットでも見ることができます。



1947年米軍撮影



2006年国土地理院撮影

迅速な災害対応

大地震などの広域災害の際には、どこで、何が起きているのかを的確・網羅的に把握するための重要な資料となっています。



2008年岩手・宮城内陸地震



2009年駿河湾を震源とする地震

電子国土基本図(オルソ画像)の整備

撮影された空中写真を利用し、標高データ及び電子国土基本図(オルソ画像)を整備します。オルソ画像は、地図情報を効率よく迅速に修正することに利用されるほか、様々なデータと重ね合わせることで多様な利活用が可能です。

空中写真



オルソ画像



ひずみが無く
建物や道路の位置が
正しい画像に変換

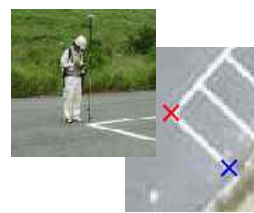
標高データ・オルソ画像の作成工程

空中写真撮影



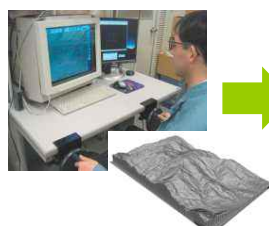
空中写真はデジタル
で取得

画像基準点測量



空中写真上で明瞭に
判読できる場所を、
現地において測量

同時調整 数値地形モデルの作成



空中写真に正確な位置
情報を与え、標高データ
を取得する

オルソ画像の作成



数値地形モデルを用い
て空中写真を変換しオ
ルソ画像を作成

国土の約19万km²について
オルソ画像を整備

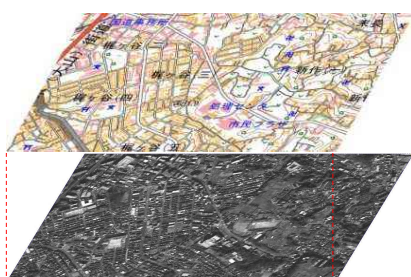
5年周期で更新

特に重要な変化は1年
以内の更新を目指して
います。

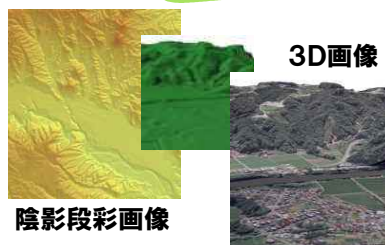
一般へ提供・公開



地図情報の更新



オルソ画像を背景にして地図情報を更新



3D画像

陰影段彩画像