

資 源 探 查 衛 星

松 野 久 也*1

(柳 炳 和 譯*2)

머 리 말

오늘날 世界的으로 보면, 人口의 뚜렷한 增加와 工業生産의 눈부신 發展과 함께, 生活과 生産活動을 爲한 環境의 整備·管理와 工業生産이 要求하는 資源의 獲得이 차츰 緊急을 要하는 問題로 되어오고 있으며, 이러한 傾向이 將來 한층 더 뚜렷해질 것은 疑心할 餘地가 없다.

여기에 對하여, 環境調査 및 資源探查를 促進하는 能率的인 方法을 끊임없이 追求해가지 않으면 안된다.

이點, 過去 數10年間 特別 第2次 世界 大戰後, 空中 寫眞 및 그 關聯技術과 空中 物理探查 技術이 큰 役割을 이루어 왔다. 그러면서도, 現在 우리가 直面하고 있는 問題는 大端히 크고, 또 갖가지 分野에 있어서 世界的인 視野에 立脚한 施策이 必要한 오늘날, 既存의 機器 및 方法을 더욱 널리 活用한다 해도 뒤따라 갈수 없는 事態에 이르렀다고 해도 지나친 말은 아니다.

지금, 이 間隔을 크게 메꾸는 것으로써 期待를 받고 登場해 온것이, 人工衛星과 여러가지 遠隔探知技術이다.

1957年 10月4日 蘇聯의 人工衛星 Sputnik 1號가 처음으로 地球軌道를 날아서 全世界를 興奮의 渦中으로 몰아넣은 以來, 美蘇兩國의, 나라의 威信을 건 宇宙開發은, 올 7月에는 美國의 Apollo 11號에 依하여 世人의 宇宙飛行士가 달에 着陸할 때까지 急뎀포로 進展되어 왔다. 이 동안에, 많은 軍事偵察衛星, 科學·技術衛星이 생겼고, 이들로부터의 波及效果로서 通信, 氣象, 航行, 測地 등의 實用衛星이 생겼으며, 우리들도 그러한 利益을 몸가까히 享受할수 있는 段階에 온 것이다.

한편, 1968年에 Sputnik 1號가 쏘아 올려지고서부터 10年째를 紀念하여, 8月14일부터 同 27日까지의 2週間, 오오스트리아의 비엔나市에서는 「宇宙空間의 探查와 平

和利用에 關한 國聯會議(United Nation's Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space)가 열려, 宇宙開發을 實施하고 있는 나라가 얻은 成果를 基礎로 하여, 宇宙開發에 依한 利益 特別, 宇宙開發에서의 國際協力에서, 宇宙開發을 實施하고 있지않은 나라들이 차지할수 있는 役割에 對해서, 74個國의 約 600名 가까운 參加者들이 討議하였다.

이 會議에서, 그룹討論의 對象이 된 큰 課題의 하나에 「衛星에 依한 地球資源探查」가 있어서, 아몽든 地球外側에 向해 기우러지기만 하던 宇宙開發 가운데 宇宙空間에서의 우리가 살고있는 地球表面에의 探查도 그 重要한 目的의 하나라고 하는것이 強調되고 있다.

이러한 事實은, 實로 當然한 일이며, 다시 한번 新鮮한 興味를 느끼게 된 것은 筆者만이 아니라.

現在에는, 캐나다, 英國, 이태리, 프랑스, 濠洲가 獨自의 衛星을 가지고 宇宙開發의 隊列에 한몫들고 있고, 歐洲宇宙研究機構(ESRO=European Space Research Organization)가 유유럽 10個國의 加盟下에 美蘇에 對한 宇宙開發의 第3勢力으로서, 平和目的을 爲한 宇宙研究를 推進하고 있다. 日本에서도 宇宙開發事業團을 發足시켜 宇宙開發을 一元化시키고자 하고 있으며, 이 가운데 資源探查衛星에 關한 委員會를 組織코자 하는 움직임이 있다.

資 源 探 查 衛 星

物體를 7.9km/sec 以上の 速度로 地面에 平行하게 쏘아내면, 地球를 中心으로 한 圓 또는 橢圓을 그리는 人工衛星이 된다. 그러나 11.2km/sec 以上の 速度가 되면 地球의 引力을 이겨서 地球의 引力圈으로부터 脫出하게 된다. 即, 人工衛星이란, 7.9km/sec 以上の 初速으로 發射하여 地球周圍를 돌게 한 物體를 말하는 것이다. 人類最初의 人工衛星 Sputnik 1號는, 英語의 satellite에 相當하는 러시아語 sputnik를 固有名詞로 하여 使用한 것이다.

*1 日本國 工業技術院 地質調査所 應用地質部

*2 延世大學校 理工大學 地質學科, 評議員

有人衛星은 無人 人工衛星(artificial satellite)과 區別하여 宇宙船(spacecraft) 或은 衛星船이라 불리우는 것이 普通이다. 또 地球의 引力圈을 벗어나서 太陽의 돌레를 도는 것을 人工惑星이라 부른다.

1969年4月1日 現在 美國 國防省의 調査에 依하면, 宇宙空間을 돌고있는 人工衛星 및 人工惑星의 數는 1649個에 이른다. 그 가운데 地球軌道를 돌고있는 人工物體는, 美國이 有用目的物 280:破片 964, 같은 式으로 蘇聯이 66:247, 英國이 2:0, 캐나다가 3:0, 프랑스가 5:19, 歐洲 宇宙 研究機構(ESRO)가 3:0이다.

國際地球觀測年中에 쓰아올려진 人工衛星은, 高層大氣나 地球의 物理觀測을 目的으로 한것이 많았으나, 地上偵察, 氣象觀測, 旅行生物 實驗, T-V中繼, 戰略等 여러가지 目的에 쓰여졌고, 宇宙旅行을 爲한 中間station用 人工衛星도 提案되고 있다.

仔細한 點은 後述키로 하고, 人工衛星 或은 宇宙船으로부터의 觀測에 있어 뚜렷한 點으로서 다음 다섯가지 項目을 들 수 있을 것이다.

- 1) 大端히 넓은 範圍를 단 한번에 觀測할 수 있는 點
- 2) 世界的으로 카바할 수 있는 點
- 3) 大端히 速度가 빠른 點
- 4) 反覆觀測이 可能한 點
- 5) 一定한 太陽角度에서 觀測이 되는 點.

이제부터 말하고자 하는 資源探査衛星은, 위에 말한 바와 같은 人工衛星의 特徵을 利用하여 地球表面의 觀測·探査를 行할것을 目的으로 하는 것이다. 이것은 UN報告에 나타난 用語를 따르면, 「地球還境內의 狀況과 그곳에서 일어나는 變化를 地球圈外로부터 빠른 速度로 反覆觀測하여, 그 情報를 人類에게 傳하고 理解시키는 것을 特徵的 機能으로 하는 人工衛星」이라고 할 수 있다.

遠隔探知

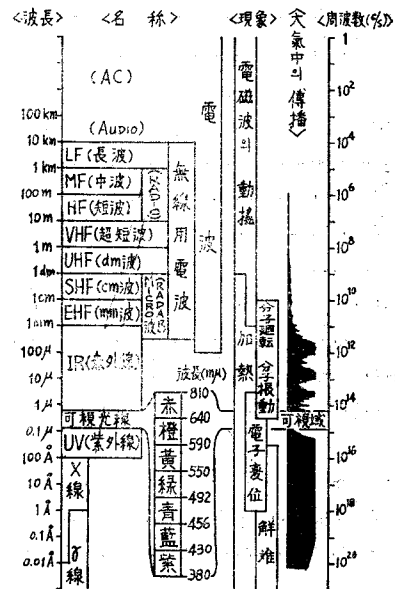
宇宙空間으로부터의 地球表面에 對한 調査 및 探査의 手段으로서 크게 클로즈·업되고 있는 것은 遠隔探知方式이다. 이 方式에 利用되는 機器, 裝置의 原型은 本來 航空機로부터의 遠隔探知 即, 空中探査에 쓰여지고 있는 것이며, 方法으로서 根本的으로는 전혀 다르지 않다. 裝置로서는, 磁力計와 같이 場의 힘을 測定하는 것과, 對象物로부터 放射 或은 反射되는 電磁波 에네르기 強度를 測定 或은 記錄하는 것이 있다. 그리고, 後者は 다시 受動的인 方法과 能動的인 方法의 두가지로 나눌 수가 있다. 即, 太陽光의 反射에네르기를 記錄하는 空中寫眞은 前者에 屬하며, 人工의 電磁波를 發射하여, 그것의 對象物로부터의 反射에네르기를 測定·記錄하는 레이더나 或은 레이더映像裝置는 後자가 된

다.

現在 人工衛星 또는 宇宙船으로부터의 探査裝置로서 主로 생각되어 있는 것은, 電磁波의 放射 또는 反射에 네르기를 測定·記錄하는 裝置로서, 遠隔探知裝置란 用語를 狹意로는 이러한 裝置에만 쓰는 사람도 있다.

이들 遠隔探知方式은, 現在 航空機上으로부터의 地球表面에 關한 迅速한 情報獲得의 手段으로서, 環境調査, 資源探査 뿐만 아니라, 地學, 農學, 林學, 水文學, 海洋學等 地球表面에 關한 科學·技術分野에 있어서 問題解決에 크게 貢獻해오고 있다. 이러한 면에서, 지난 數10年間に 큰 役割을 맡아 長足の 進歩를 이루어 온 遠隔探知法의 하나가 可視光線을 中心으로 하여 近紫外域으로부터 近赤外域의 1部에 걸치는 電磁波 에네르기를 記錄하는 空中寫眞이다. 普通의 黑白寫眞은, 主로 地表 地物의 平面的 配列과 立體幾何學的 形狀의 把握 即, 地圖作成 또는 地形測量에 널리, 또 자주 쓰여져 왔다. 可視光線의 全波長域을 記錄하는 칼라寫眞은 地球表面의 地物 識別에 꽤 效果가 있으며 寫眞判讀分野에서 威力을 發揮하고 있다. 0.7~0.9 μ 의 波長域을 記錄하는 이른바 赤外線寫眞은, 地表 地物의 含水率差를 濃淡으로 記錄함으로, 沿岸測量·土壤調査·森林調査에 꽤 널리 쓰여지고 있다. 空中寫眞 및 그 關聯技術은 이미 어느 程度 完成된 遠隔探知方式이며, 宇宙空間으로부터의 遠隔探知方式으로서 現存하는 가장 效果있는 것으로 評價되어, 오늘날 宇宙空間으로부터 地球表面 또는 月面探査에 實際로 쓰여지고 있다.

上述한, 寫眞에서 다루는 電磁波의 波長域을 包含해



第1圖 遠隔探知에 重要한 電磁波의 性質(譯者 修正)

	農 林		地 理		地 質		水 文		海 洋	
	植生·物種·密度	土壤·灌木·森林·地相互關係	火災·探知	土地利用·結合關係	交通·人口動態	資源·氣候·污染·地形學	組成·地質·構造·推積作用	地殼·地質·應用地質·推積作用	蒸發·降水·分布·流出·浸透	積雪·調查·水河學
Metric camera	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Panoramic camera	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Multispectral tracking telescope	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Multiband synoptic camera*1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Radar imager	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rader altimeter/Scatterometer			○	○	○	○	○	○	○	○
Wide range spectral scanner*2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IR radiometer/Spectrometer	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Microwave imager	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Microwave radiometer	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Laser altimeter/Scatterometer					○	○	○	○	○	○
Magnetometer							○	○		○
Absorption spectroscopy						○	○			○
Radio frequency reflectivity							○			○
View finder*3			○	○	○	○	○	○	○	○
Ultraviolet spectrometer-imager						○	○	○	○	○
Earth based sensors*4	○	○	○	○	○		○	○	○	○

*1 필름回收 및 高眞電送 兩方式을 나타냄. *2 0.32~14.0μ. *3 이 裝置는 宇宙飛行士의 視距를 光學的方法으로 強化함과 아울러, 거기에 方向데이터를 준것임. *4 이들 地上에 設置되는 探知器에는 여러가지 固定式 및 移動式의 것이 있다. 即, buoy·地震計·流量計 같은 것으로, 地表面 가까이 놓여져 많은 利用者에게 地球資源에 關한 現象을 檢知·記錄·傳達하는 것임.

서, 더 짧은 波長域과 더 긴 波長域에 걸친 特定の 波長域을 分割하고 選擇的으로 記錄함에 依하여, 各各의 波長域에 따른 地球表面의 化學組成 및 物理的 條件에 關하여 特有한 情報가 얻어진다(第1圖). 中間赤外線으로부터 遠赤外線의 1部를 記錄하는 것에 依하여 遠隔操作으로 地球表面의 溫度分布를 探知할 수가 있으며, 紫外線領域의 波長이 特定한 物質의 識別에 効果가 있음이 알려져 있다. 또 赤外線裝置를 써서 夜間觀測 或은 映像의 獲得이 可能하다. 赤外線裝置는 日氣에 左右되나, 레이더裝置는 晝夜·全天候에 應用되며, 또한 發信裝置, 觀測範圍, 受信裝置의 關係位置를 마음대로 決定할 수 있는 利點이 있다.

뒤에 詳述할 것이지만, 現在 美國에서 進行中인 地球資源觀測衛星計劃(Earth Resources Observation Satellite Program=EROS計劃)에서는 相當한 數에 達하는

遠隔探知裝置가 考慮되어 있다. 지금 그 重要한 것을 各各의 利用面과 함께 表示하면 第1表와 같다. 이것들은 各 協力 政府機關 및 學會等의 意見을 綜合한 것이나, 여러가지 카메라 裝置를 除外한 大部分의 것은 現在航空機에 搭載되어, 宇宙로부터의 觀測에의 應用 可能性과 實用性에 關한 檢討가 加해지고 있는 段階에 있다.

即, 휴우스톤의 有人宇宙船센터(Manned Spacecraft Center)에서는, 上昇能力이 큰 航空機를 利用하여 높은 高度로부터 이들에 依한 데이터 獲得의 實驗을 하고 있다. 이 實驗은, 처음에는 쉰베어 240A에 測量用 카메라 외에 赤外線 및 紫外線 映像裝置, 多波長帶域 카메라, 레이더아 스케레로미터를 搭載하여 實驗하였으나, 1969년에는 로키드 C-130이 使用되게 되었고, 다시 現在에는 上昇能力 40,000피드의 로키드 엘렉트라(P-3)가 이 實驗을 爲하여 就航하고 있다. 이 로키드

드 엘렉트라(P-3)에는, 2臺의 測量用 카메라(RC-8), 廣波長帶域 赤外線 放射計, 多채널 赤外線 分光計, 400MHz 스펙트로미터, 自動 마이크로 웨이브 映像 裝置, RS-7赤外線 映像裝置, 스펙트로미터 13.3Gc, DPD-2 레이더, 多채널 마이크로 웨이브 放射計等 大端히 많은 遠隔探知裝置가 搭載되어 있다.

이 밖에, 美合衆國 地質調査所, 大學, 營利 會社 等에 있어서도 새로운 遠隔探知方式의 研究가 進行되어 그 데이터가 研究者의 利用에 提供되고 있으며, 여러가지 調査·研究를 爲한 새로운 機器로서의 地位를 確保하고 있고, 레이더映像이나 赤外線 映像과 같이 營利事業으로서 成立되어 있는 것도 있다.

EROS計劃

앞에 말한 바와 같이, 資源探査衛星計劃으로서 現在 具體的으로 進行中인 것은 美合衆國 內務省 地質調査所 所管인 EROS計劃이다. 이 計劃은 1966年 9월에 公表된 것이며, 內務省은 NASA(美國航空宇宙局=National Aeronautics and Space Administration), 農務省 및 그 밖의 政府機關과 密接한 連繫를 갖고,

1) 宇宙로부터의 地球資源 遠隔探知에 依한 調査를 實施하는 境遇, 그 利點에 關한 評價

2) 地球資源調査를 爲한 宇宙方式의 立案에 關하여, 過去 約 5年間에 걸쳐 檢討해 왔다.

그 結果, 宇宙方式이 科學的으로나 經濟的으로도 他에 比類가 없는 많은 利點을 갖고 있다는 結論에 달아, 地球資源調査를 爲하여 그 利用을 勸告하기에 이르렀다. 그리하여, 1971년에, 本格的인 地球資源 觀測衛星(EROS)의 前段階로서, 地球資源 技術衛星(ERTS=Earth Resources Technical Satellite) 2個를 쏘아올릴 것을 目標로 하여, 1970會計年度에 1,410萬달러를 要求할 段階에 와 있다. 여기에 對해서, 內務省이 내걸고 있는 利點을 要約하면 다음과 같다.

1) 反覆카바가 可能하며 그위에 航空機에 依한 카바에 比하여 回當의 費用이 아주 싸다. 또 積雪, 地表水의 分布等과 같은, 時間에 左右되는 現象의 反覆觀察이 可能해진다.

2) 좁은 視野(20°以下)의 觀測裝置를 經濟的으로 使用할 수 있는 利點이 있다. 그리하여, 航空機로부터의 觀測에 比해 地球表面의 “한결같은 鳥瞰(uniform view)”이 可能해진다. 좁은 視野의 裝置(좁은 寫角의 카메라)로부터의 映像은 正射投影에 가까우며 歪曲이 없다. 좁은 視野의 映像은 航空機로부터의 廣角(0°90°)카메라에 依한 映像에 比하여, 水面으로부터의 反射가 없으므로 大다 透過가 期待되며 海洋調査에 有効하다.

3) 人工衛星은 太陽의 움직임과 一致하는 軌道를 날을 수가 있다. 따라서, 거의 一定한 照明條件下에서 世界 넓은 地域의 映像을 얻을 수가 있다.

이와같은 觀點에 선, 이 衛星의 가장 主要한 使用者인 內務省 및 農務省이 要望하는 人工衛星과, 거기에 搭載되는 카메라裝置에 關한 示方의 概要를 表示하면 第2表와 같다.

이 EROS計劃은, 앞서 말한 바와 같이 內務省 地質調査所 所管이나, 內務省 傘下 各局의 參加는 勿論, 農務省, NASA, 海軍海洋局(Naval Oceanographic Office) 및 他省廳의 協力이 包含되어 있다. 地質調査所는 日本의 國土地理院과 地質調査所를 합친것과 같은 機關으로서, 國土基本圖로서의 地圖作成 및 地理調査와 地質 및 資源調査, 그밖에 여기에 關聯된 科學技術研究를 行하고 있으며, 空中寫眞을 비롯한 여러가지 遠隔探知技術을 이러한 分野에 應用함에 있어 오랜 經驗을 가지고 있다. 또, EROS計劃의 可能性을 實證한 點에서 높히 評價되고 있는 제미니·시리이즈 衛星에 依한 宇宙寫眞의 地圖作成, 地理調査, 水文調査, 地質 및 資源調査에의 應用에 關한 研究도 다루어 왔던 것이다. 이와같은 關係에서, 地質調査所가 이 計劃의 所管機關이 된 것은 當然한 것이다. 그리하여 1966年 7월 以來 NASA의 資金이 地質調査所에 投入되게 되었던 것이다. 그러나, 이 計劃은 大端히 大다하여, 地質調査所의 研究陣, 技術陣만으로는 到底히 勸當할 수 없는 것임으로, 實際의 試驗研究의 大部分은 全國의 大學, 研究機關에 의 委託研究의 形態로서 實施되고 있는 것이다.

地質調査所內에서의 組織으로서는, 所長 밑에 研究調整官(Research Coordinator)—現在에는 William A Fischer氏이다.—과 그 스태프(RESECS=Remote Sensing Evaluation and Coordination Staff)이 있어서, 各分野·各省廳사이의 調整에 當하고 있다. 이와 같은 業務形態는 各方面·各機關·各研究者로부터의 여러가지 提案을 完全한 計劃으로 綜合한다는 面에서 大端한 困難은 있으나, 한편 넓은 範圍로부터의 豊富한 經驗을 가진 人材의 參加를 얻을 수 있으며, 새로운 아이디어를 얻을 수 있는 外에, 著名한 學者의 有効한 貢獻이 얻어진다는 點에서 훨씬 利點이 있다고 생각된다. 이러한 實驗을 委託받은 사람들은, 各其의 實驗에 關한 絶對的인 主導權을 가지고 있으며, 그 成果에 關해서는 每月 技術報告를 提出하고, 全體를 集大成한 成果는 3個月 後에 90日報告(90 days report)로 하여 提出할 것이 義務로 되어 있다. 이 90日報告가 提出된 後에는 各各의 데이터가 公表되도록 되어 있다.

NASA에 있어서의 同時攝影카메라

第 2 表

內務省・農務省이 要望하는 示方의 要點

示 方	理 由
地上分解能 100~200 피이트	小縮尺 地形圖上에 記入되는 大部分의 地物은, 크기가 100~200피이트 或은 그 以上の 것이다. 낮은 解像力으로는 데이터의 有効性이 減少하며, 높은 解像力은 小縮尺으로 檢討할 때 데이터 過剩으로 오히려 繁雜하다.
映像範圍 100×100마일 (10,000平方마일)	地球曲率크기의 影響없이 正射投影의으로 撮影되는 最大의 크기이다. 또 한 이 크기는, 地域의인, 或은 大陸마다의 集成影像을 얻기 爲한 合理的 인 크기이다.(美國 本土 全體에 約 400枚를 要한다.)
3個의 波長帶域에서 同時撮影 1. 510±100m μ 帶域 2. 780±150m μ 帶域 3. 640±100m μ 帶域	地物의 識別・同定을 爲하여, 色의 組合이 濃淡에 따라 忠實히 表現된 다. 또한 안개를 透過하며, 海洋・入灣・湖水 등에서 最大의 透過가 얻어 짐으로 水面下의 地物이 作圖된다. 물에 對해 最大의 暗黑化가 얻어지는 地域, 이에 따라 汀線의 詳細한 作 圖가 되며, 地表面의 相對的 濕度分布 및 植物의 活力差를 推定할 수 있다. 1,2의 두 波長帶域에 關聯하여 農務省이 選定한 帶域. 植物群落의 區別 및 農作物의 識別・同定을 可能케 한다.
太陽의 움직임과 一致하는 軌道 北緯 50°에서 春分點에 30°의 太陽 角度	太陽의 움직임에 對한 同期狀態는 衛星・地球・太陽 3者가, 어떠한 經度 에 있어서도 一定한 角關係에 있음을 뜻한다. 이에 따라, 同一地域의 反 覆影像은 언제나 같은 太陽光의 照射角度로 撮影되어, 地物變化의 比較를 容易케 한다.
壽命 1年	4季節을 통한 變化의 反覆觀測이 允여진다.

이미 말한 바와 같이, 現在 宇宙空間의 遠隔探知에 있어서 가장 널리 普通으로 쓰여지며, 또한 偉力을 發揮하고 있는 裝置는 여러가지 카메라 裝置이다. 月着陸을 目標로 한 아폴로計劃에 있어서, 月表面의 地形・地質에 關한 情報蒐集에도 이것이 가장 偉力을 發揮한 것은 두루 아는 바와 같다.

이러한 觀點으로부터 NASA에서는, 多波長帶域(multispectral band)의 同時撮影카메라(synoptic camera)의 開發과 그것의 資源探査에의 應用에 關한 實驗에 들어가 있다. 이 實驗의 前驅가 된것은 제미니計劃이며, 現在에는 아폴로計劃에 編入되어 있다. 勿論, 이 實驗은 特定한 宇宙飛行方式에 對해서만 생각하고 있는 것이 아니고, 多波長帶域의 遠隔探知方式의 有効한 應用面을 確立하기 爲한 實驗으로 볼 수가 있다. 事實 地球資源 觀測衛星에서는 情報(寫眞像, 其他)의 telemetry가 要求되고 있으나, 現段階에 있어서 이 實驗은 有人衛星船으로부터 필름을 回收할 것을 前提로 하여 實施되고 있다.

이 多波長域의 同時撮影카메라라고 하는 것은, 寫眞域의 全波長帶域을 分割된 몇개의 波長帶域으로 카바하여, 同時에 몇개의 波長帶域에서 同一한 範圍를 撮影하여 단번에 많은 情報을 얻고자 하는 것이다. 이것은, 被寫體로부터의 反射率이 波長에 따라 變化한다고

하는, 우리들이 잘 알고있는 事實에 基礎를 두고 있는 것이다. 이 實驗의 目的은, 4個 및 6個의 카메라에 依하여 波長域이 다른 寫眞을 同時에 撮影하고, 한꺼번에 最大의 情報을 얻기 爲한 필름과 필타의 結合을 決定하는데에 있다. 前者 即, 카메라를 4個 쓰는 實驗에 對해서는 多波長帶域 地表寫眞이라는 名稱이 주어졌으며, 後者에 對해서는 多波長帶域 同時寫眞이라는 名稱이 주어져 있어서, 各各 SO65, SO42라는 코드번호가 붙여져 있다.

SO65——多波長帶域 地表寫眞(携帶用 카메라)

이 實驗의 目的은, 普通의 携帶用 카메라의 寫眞과 多波長帶域 同時撮影카메라에 依한 寫眞과의 比較・檢討 및 다음에 말하는, SO42라 불리는 6個의 카메라에 依한 多波長帶域 同時寫眞의 實驗에 必要한 基礎資料를 얻는 것이다.

이 實驗에 쓰여진 카메라裝置는, 4個의 携帶用 Hasselblad카메라를 하나의 틀(枠)에 固定시킨 것으로서, 標準의인 아폴로宇宙船의 窓을 通하여 同時에 同一한 範圍를 撮影할 수 있도록 되어 있다. 이 Hasselblad카메라는 西獨의 Zeiss社에서 만들어져서, 제미니・시리이즈의 宇宙船으로부터 많은 地球表面의 갈라寫眞을 撮影하여, 地質・氣象・森林・海洋 등에 關한 科學의 情報을 提供하였다. 이 카메라는 焦點距離 80mm의 렌즈

第3表 豫備的으로 選定된 波長帶域(SO 65)

필름	필름 타	波長帶域(μ)
1. 赤外(黑白)	89B	0.7~0.9
2. 팅크로(//)	25A	0.6~0.7
3. // (//)	58	0.48~0.6
4. 赤外 칼라	15	0.5~0.9

第4表 豫備的으로 選定된 波長帶域(SO42)

카메라 番號	波長帶域(μ)
1.	0.30~0.40
2.	0.40~0.48
3.	0.50~0.57
4.	0.62~0.67
5.	0.77~0.92
6. (廣波長帶域)	0.40~0.90

第5表 카메라의 特性(SO42)

	測量카메라(5臺)	UV카메라(1臺)
1. 畫 劃	9'' \times 9''	2.1/4'' \times 2.1/4''
2. 焦點距離	6''	3''~6''
3. 寫 角	74°	42°~21°
4. F-番 號	<6	\approx 3.3
5. 波長範圍	4,000Å~11,000Å	2,000Å~4,000Å
6. 셔터同調	\pm 1 millise.	\pm 1 millise.
7. 地上分解能 (125n.m.부터)	\sim 35m.	\sim 60~120m.

第6表 SO42 攝影範圍, 其他

	測量카메라(5臺)	UV카메라(1臺)
필름全重量 (推定)	200 lbs	3.1 lbs
필름全長 (0.022lb/ft ²)	11,000 ft	605 ft
카메라當 필름의 길이	2,200 ft	605 ft
카메라當場面數	2,640	2,640
場面當攝影範圍	188 \times 188 n.m	46.8 \times 46.8 n.m.
寫 眞 縮 尺	1 : 1,500,000	1 : 1,500,000
立體모델의 크 기(60%重複)	112.8 \times 188 n.m.	
全 攝 影 面 積	37,200,000平方n.m.	

를 標準으로 하여, 焦點距離 38mm의 廣角렌즈 및 250mm의 望遠렌즈를 交換렌즈로서 具備하고 있다. 이 SO65의 實驗에서는, 4개의 카메라에 80mm 標準렌즈가 쓰여지고 있다. 畫劃은 2.1/4'' \times 2.1/4''이며, 第1회의 飛行테스트에서 使用한 필름과 필름의 結合은 第3

表와 같다.

이 카메라로 1969年 3月 12日, 軌道高度 240km인 아폴로 9號로부터 撮影된 約 130組(1組는 4枚)의 寫眞에 關係서는, 그동안 各分野의 專門家에 依한 檢討가 加해져 지난 7月 中에 그 成果가 얻어진 것으로 알려져 있다. 이들 1組 4枚의 各寫眞間에는 色과 濃淡에 뚜렷한 差異가 보이며, 各各 第3表의 1~4에 大體로 對應되고 있다.

SO42—多波長帶域 同時寫眞

이 實驗의 內容은 SO65와 根本的으로는 다르지 않으나, 實際에는 相當한 差異가 있다. 即, 6개의 固定된 카메라群으로 되어 있으며, 中 5個는 現在 航空測量用으로 쓰이고 있는 測量用카메라(metric camera)이며, 分明히 地圖作成을 目的으로 하고 있다. 나머지 1個는 小型의 近紫外線域을 記錄하는 카메라이다. 이들의 카메라에 依하여 0.3 μ 으로부터 0.9 μ 까지 即, 近紫外線 領域으로부터 近赤外線 領域까지의 寫眞領域의 全波長을 카바하는 外에, 5個의 좁은 波長帶域을 分割 記錄하는 것이 可能하다(第4表). 이 가운데 한 카메라에는 칼라·필름 或은 赤外칼라·필름이 쓰여지는 것으로 생각된다. 이들 카메라의 基本的인 特性 및 軌道高度 125海里(nautical mile=n.m.)에서의 撮影範圍와 그 밖의 것을 나타낸것이 第5~6表이다. 이 SO42의 實驗은 아폴로 應用計劃을 爲하여 實施되고 있으나, 1969年 以後에는 實際로 宇宙船에 搭載되고 있는 것으로 보여지고 있다. 即, 1969~1970年에는, 美合衆國 本土에 關하여 農業, 人口 및 住宅에 關한 統計가 實施되도록 되어 있으며, 또 1969年에는 地質調査所에 依하여 最初의 國土地圖帳이 出版될 豫定으로서, 宇宙船으로부터의 寫眞을 이들의 時期에 맞추어 撮影하고자 하는 意圖가 보이고 있다. 이에 따라, 宇宙寫眞의 여러가지 資源調査에의 應用可能性이 具體的으로 評價될 것으로 생각되며, 試驗地域의 選定에 關係서는, 目下 地質調査所가 所屬하는 內務省과 農務省에 優先權이 주어지고 있다.

宇宙空間으로부터의 遠隔探知에 期待되는 成果

人工衛星 或은 宇宙船으로부터의 觀測이 뛰어난 點에 關係서는 이미 말한 바와 같다. 大端히 높은 地球軌道로부터 얼마만큼이나 鮮명한 寫眞이 얻어지는 것인가? 여기에는 大氣中을 傳播하는 빛의 散亂과 그 밖의 어려운 問題가 있으나, 寫眞의 機能만에 關하여 試算을 한 사람이 있다. 지금 高度 240km에 있는 衛星으로부터 焦點距離 3,000mm의 렌즈를 써서 撮影하였다 할때, 필름의 解像力이 1mm當 100線이면 地上에서의

分解能이 約 7m가 된다. 即 地上에 있는 地物의 크기가 7m되는 것까지는 識別할 수 있는 것이다. 이러한 點은 그저 그렇다 하더라도, 아주 높은 高度로부터의 觀測인 때문에, 廣大한 堆積盆 或은 造山帶를 한장 或은 不過 몇장의 寫眞에 收錄할 수가 있으며, 싼 안드레아스 斷層과 같은 大構造線도 一望下에 내려다 볼 수가 있다. 또, 어떤 사람이 試算한 바에 依하면, 極軌道를 高度 480km로 날으는 宇宙船 或은 人工衛星에 카메라를 搭載함으로써 不過 4·5日間에 全地球面을 撮影할 수 있다고 한다. 現在 地球軌道에 있는 大概의 測地衛星이 100~120分程度의 周期로 地球의 돌레를 돌고 있다는 事實을 생각하는 것만으로도, 얼마나 빠른 速度로 一定地域을 反覆觀測할 수 있는가를 알 수 있다. 이들 人工衛星은 赤道軌道를 0度로 하여 이에 直角인 極軌道까지에 걸쳐 軌道傾斜를 마음대로 取할 수 있으며, 高度를 바꿈에 따라 周期를 마음대로 바꿀 수가 있다. 赤道上에서 高度 約 35,800km인 圓軌道의 人工衛星은, 地球의 自轉과 거의 같은 24時間에 地球를 一周하기 때문에, 地球上에서 보면 한 點에 머물러 있는 것처럼 보인다. 即, 靜止衛星인 것이다.

한편, 遠隔探知裝置에 關하여 보면, 寫眞은 太陽光에 依한 照明을 必要로 함으로 夜間探知를 할 수 없으나, 中間~遠赤外線帶域의 探知裝置는 夜間에도 探知가 可能하다. 赤外線裝置는 구름을 透過하지 않으므로 이를 通하여 地上을 探知할 수 없으나, 마이크로 웨이브領域을 利用하는 레이더裝置는 晝夜·全天候에 利用된다. 이들은 一部 衛星上으로부터의 探知에서 그 可能性이 實證되어 있으며, 現在 航空機로부터의 探知에 있어서는 實用段階에 들어섰다고 할 수 있는 것이다. 또 많은 遠隔探知裝置가 室內實驗을 거치고, 다시 野外的 搭上에서 다시 높은 山頂·輕飛行機上으로부터의 實驗을 거치어, 高空探査 그리고 宇宙空間으로부터의 探査에 그 應用을 目標삼아 開發되어 오고 있다. 이와같은 커다란 利點을 가진 人工衛星 或은 宇宙船과 遠隔探知裝置의 結合에 依하여 어떠한 成果가 期待되고 있는 것일까?

地圖作成

地圖는 말할 것도 없이, 都市計劃·道路計劃·交通·資源調查 및 開發·地質調查·海洋調查等 모든 調查·研究·開發計劃에 必須의인 것이다. 그러나 現在, 極地方이나 히말라야山脈과 같은 僻地의 大部分에 對해서는 使用할 수 있는 地圖가 없는 것이다. 縮尺 1:250,000의 地圖는 現在, 世界陸地의 約 半假量만이 만들어져 있다고 한다. 그리고 1:100,000 以上の 地形圖에 이르러서는 20%를 카바하고 있는데 지나지 않으며, 縮

尺 1:25,000以초의 大縮尺 地形圖는 10%도 카바하지 못하고 있다. 더구나 이들의 50%以上은 改測을 要하는 것으로 생각되고 있다. 또 島嶼나 바다를 사이에 둔 大陸間의 關係位置에 對해서는, 從來의 三角測量으로는 視通이 되지 않음으로 正確히 把握되어 있지 못하고 있는 것이다. 따라서 資源探査衛星 利用의 첫째의 重點은, 世界陸地에 關하여 情報를 얻기 爲한 地圖作成計劃에 넣어 있을 것이 疑心할 餘地가 없는 것이다. 이 點, 제미니計劃過程에서 撮影된 많은 寫眞이, 이러한 可能性을 實證한 點에서 높이 評價된다. 即, 케이프·케네디附近의 寫眞上에서는, 로키트의 發射臺를 비롯하여 縮尺 1:250,000 程度의 小縮尺地圖에 記入될만한 地物이 뚜렷이 隱혀지고 있음이 實證되었다.

이들 地圖는 또, 여러가지 遠隔探知記錄을 플르트하고 解析하기 爲한 基圖가 되며, 自然 및 人工의 資源等を 對象으로 하는 主題圖 編輯의 基圖로도 되는 것이다. 이것들은 當然히 一定期間마다 改訂을 必要로 하고 있다. 예를 들면, 都市圖는 人口·交通·住宅等 變化의 實態를 把握하기 爲해서 적어도 5年마다 改正을 必要로 하며, 沿岸圖는 자주 1年쯤마다 改訂이 必要하다. EROS에 對한 內務省의 要望示方(第2表)를 보면 이 分野에의 利用을 첫손에 꼽고 있음을 잘 알 수 있다. 即, 小縮尺(1:100,000~1:250,000)의 地圖作成을 目的으로 하여 搭載카메라의 地上分解能을 100~200피트로 하였고, 地物의 識別·同定을 爲하여 記錄波長域을 感色성이 가장 좋은 中間波長域과, 海岸線의 作圖를 爲하여 水域이 가장 검게 記錄되는 近赤外域 即, 赤末의 波長域으로 撮影할 것을 要望하고 있다.

地理調査

이 分野는 極히 넓다. 地理調査란, 地表面의 모든 地物과 人間活動과의 關係 및 그 分布 패턴의 調査이다. 이러한 關係 및 分布 패턴은 끊임없이 變化하고 있어, 짧은 時間間隔으로 反覆觀察할 것이 必要하다. 이와같은 反覆觀察인즉 다른 方法으로는 얻을 수 없는 利點이다. 이 點 宇宙空間으로부터의 觀察은, 大端히 넓은 範圍(第6表)를 寫眞의 한 場面으로 收錄할 수가 있으며, 더구나 이것은 瞬間的인 記錄인 것이다. 이러한 範圍를 普通의 空中寫眞으로 카바하자면 數 100枚를 要할 뿐만 아니라, 아무리 빠른 航空機를 使用한다 하더라도 人工衛星과 같이 短時間에 反覆觀察한다는 것은 不可能한 일이다. 美合衆國 地質調査所에서는, 人工衛星 및 宇宙船으로부터의 寫眞에 依한, 適時適切한 데이터를 利用하여 國土地圖帳을 出版코저 하고 있다 함은 이미 말한 바와 같다.

이 分野 및 앞에 말한 地圖作成의 分野에서는, 最近

「宇宙·時間寫眞測量(space and time photogrammetry)」或은「4次元의 寫眞測量」이라는 말이 생겨나고 있다. 即, 立體對寫眞에 依하여 地物의 3次元의인 形態를 收錄하게 된 것과 아울러, 빠른 速度의 反覆觀測으로부터 時間的 變化까지도 아울러 把握되는 利點에 對하여 주어진 名稱이다.

地質調查 및 資源調查

宇宙寫眞을 利用한 地質調查 및 資源探查의 方法은, 普通의 空中寫眞을 利用한 「寫眞地質調查法」과 根本的으로는 全히 같다. 이것도 제미니·시리아즈의 有人衛星上으로부터 撮影된 많은 寫眞에 依하여 그 可能性이 實證된 것이다. 이들 寫眞의 地質判讀은 美合衆國 地質調查所에 依하여 實施되어 있다. 例를들면, 제미니 5號에서 撮影한 西파키스탄 Salt Range—Potwar Plateau 地域의 1枚로 된 칼라寫眞에는, 約 18,000km²의 範圍가 包含되어 있고, 主要한 斷層系·褶曲構造가 一望下에 識別됨으로서, 이것이 圖上에 플로트되어 있다. 또 火成岩·堆積岩·未固結인 堆積物等의 區分도 相當히 判讀되며, 더우기 各各의 層序關係에 關해서도 어느程度의 情報가 얻어지고 있다.

普通의 空中寫眞을 쓰고있는 地質調查法에 있어서도 마찬가지로, 岩石의 種類·地質時代·堆積環境等의 檢討는 現地調查에 따르는 수밖에 없으나, 宇宙寫眞은 地質에 關한 地안타가 全히 없는 人跡未踏인 地域 或은 아주 작은 地域의 豫察에 큰 效果가 期待되는 것이다.

其 他

以上, 地圖作成·地理調查·地質調查 및 資源調查에 關하여 期待되는 成果를 極히 概括的으로 말하였으나, 農林·水文·海洋·環境調查等 分野에서의 效果도 大端히 큰 것이 있다. 赤外칼라寫眞은, 植物像을 다른 被寫體의 像과 뚜렷하게 區別하여 記錄할 수가 있다. 이것은 活力있는 植物의 葉體가, 다른 物質에 比하여 아주 잘 赤外線을 反射한다고 하는 效果에 根據하는 것이다. 即, 赤外칼라 필름에 依한 空中寫眞은, 赤外線域의 빛을 現象에 依하여 빨강으로 發色시킴으로서, 植物分布 및 活力差를 識別하는데 큰 效果가 있으며, 森林資源·農作物·植物病害에 關한 情報가 얻어진다.

近赤外線域의 所謂 赤外線寫眞은, 赤外線이 물에 잘 吸收됨으로써 水域에 對한 最大의 暗黑化가 얻어짐으로, 汀線의 作圖에 效果가 있다는 것은 이미 말한바와 같다. 이에 따라, 地表含水率의 相對的인 差異를 把握할 수가 있음으로, 地表水의 分布·蒸發·發散에 關한 情報가 얻어지며 水文學上으로 큰 貢獻이 期待된다. 칼라寫眞에서는 水面下의 情報가 얻어짐으로, 얕은 여울(淺瀨)이나 海岸의 地圖作成에 있어 效果가 있음이 實

證되어 있다. 제미니·시리아즈의 칼라寫眞을 利用하여 海水의 透明度를 判定함으로서, 水深을 5m 以下, 5~20m, 20m 以上과 같은 分類로, 아미 世界 陸地沿岸 35%에 對하여 1968년까지 沿岸의 深度調查作業을 完了했다고 한다.

이와같이 宇宙寫眞은, 지금까지 人間이 到達할 수 없었던 大端히 높은 高度로부터의 鳥瞰寫眞으로써 사람의 눈을 즐겁게 해줄뿐만 아니라, 많은 專門家들의 손에 依하여 우리들 人間生活에 있어 貴重한 데이터獲得에 利用되고 있으며, 또 그 利用面이 積極的으로 開發되고 있는 것이다.

마지막으로

地球上의 資源·環境探查의 새로운 機器로서 人工衛星과 遠隔探知裝置가 큰 期待를 모으면서 登場되어 왔다. 現在 宇宙開發은 달에 人間을 보낼만큼 發展하였고, 그 成果가 直接 우리生活에 惠澤을 가져오고 있다. 그 發顯이, 氣象·通信·測地等 實用衛星의 誕生이다. 더우기, 이들 單一機能型의 衛星보다 한걸음 더 나아가서, 多目的型의 資源探查衛星이 具體化되어가고 있다. 美合衆國의 EROS計劃이 바로 그것으로서, 現在에 생각할 수 있는 限의 遠隔探知裝置를 搭載하여, 地球上의 資源·環境에 對한 反覆觀測을 通해, 될 수 있는 限 많은 情報를 獲得코저 하는 意圖下에 計劃이 進行되어 오고 있다.

이 計劃은 아직 實驗段階에 있으나 그 可能性은 大端히 鞏固한 것으로 되어 있다. 即, 지금까지의 科學技術衛星 或은 氣象衛星에 依하여, 카메라裝置는 宇宙方式에 應用되며, 既存하는 가장 潛在可能性이 큰 遠隔探知裝置로써 그 方法論이 確立되기에 이르고 있는 것이다. 그래서, 이제부터 얻어지는 利益만 하더라도 헤아릴 수 없는 바가 있다. 이 글에서는, 이러한 宇宙寫眞을 中心으로 얘기를 했지만, 그 밖에 여러가지 遠隔探知裝置도 開發이 進行되어 實用化될 것이다.

이들의 大部分은, 目下 航空機에 搭載되어 그 可能性과 實用성이 檢討되는 段階에 있다. 그 가운데, 赤外線 放射計·赤外線 映像裝置·레이다아 映像裝置·赤外線 映像裝置等은 航空機로부터의 空中探查에서 實用化되어 있다. 이들 赤外線裝置는, 空中으로부터 夜間의 映像獲得 및 地表面의 溫度測定을 可能하게 하며, 레이다아 映像은, 全天候·晝夜에 걸친 觀測에 偉力を 發揮하고 있다. 아직 實驗室에 있는 各種 遠隔探知裝置도 各其의 特徵을 武器로 하여 將來에는 實際로 利用하게 될 것이다. 그리하여 이들이, 人工衛星과 함께 全人類의 利益을 爲하여 有効하게 利用되기를 바라는 것이다.