

# 地表と海底の地形を迅速にカバーする 単一光子ライダ

Laser Focus World誌2011年9月号では、米システム・シグマ社が開発した単一光子を感知する光検出・測距(ライダ)の能力を紹介した。回折光学素子(DOE)を使って、低電力で高繰り返し周波数の532nm緑色レーザービーム(20kHzで140mW)から10×10の低電力(1mW)ビームレットアレイを生成し、最高毎秒2メガピクセル(Mp/秒)の表面測定速度を実現した。

この初期システムは(1回の上空通過で)、最大速度88ノット(161km/hr)で

移動しながら、対地高度(AGL)1kmと2.5km(3.3kftと8.2kft)それぞれにおいて、低反射率の樹冠と高反射率の氷雪圏表面の高解像度3D地形画像を連続的に生成した。

これは1kmの高度、0.5kmの最大観測幅(スワス)において約80km<sup>2</sup>/hrの面積をカバーする。現在では、シグマ社によって改良された単一光子感知ライダは最高8.5km(28kft)のAGLにおいて2.5kmの最大観測幅で動作している<sup>(1)</sup>。

## ヘラクレス

最近になって、シグマ社は、中間高度・高解像度の量子ライダシステム(HRQLS;ヘラクレスと発音)を自己資本で開発した。その主要な技術目標は、測定点密度の調整をユーザに任せながら、大面積の迅速マッピングを実現することだ。面積被覆率は観測幅と飛行速度の積に等しい。この観測幅を初期システムに比して拡大するために、HRQLSのデュアルウェッジ光学スキャナは、最大半円錐角を20°に拡大した。

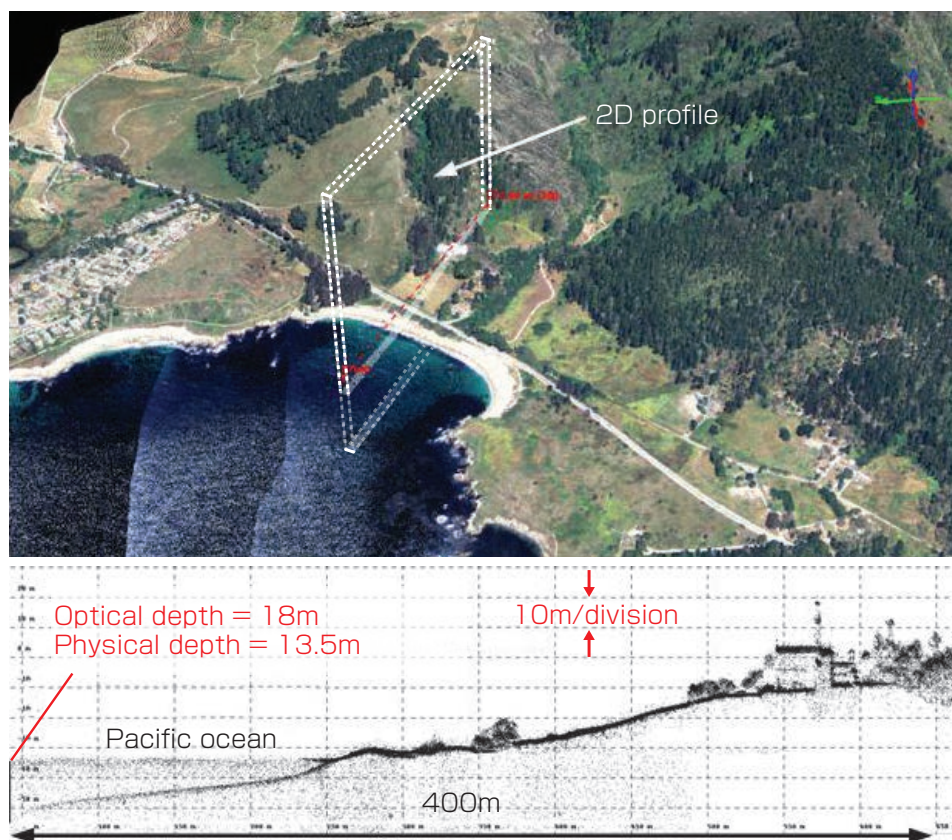


図1 カリフォルニア州モンテレー近くのポイントロボからの雑音除去3D点雲データ(上図)は、200ノットの速度で2.3kmの高度からHRQLS(TOP)によって取得された。上図から切り取られた30メートルの細長い一片の2次元プロファイル(下図)は地元の修道院(右)から太平洋(左)に至る地形である。これは13.5メートルの深さを往復して海岸・海底の地形を取得するHRQLSの能力を実証している。(資料提供:シグマ・スペース社)

これと並行して、システムがより高い高度で動作できるように、レーザ出力を1ケタ高い、最高1.7Wに増加させた。こうして、公称AGL2.3km(7.5kft)での観測幅は1.66キロになり、10%反射率表面を検出する確率は95%になった。

HRQLSレーザは、初期システムと同じ10×10ビームレットアレイであるが、繰り返し周波数をわずかに高い25kHzとすることで、最高2.5Mp/sの測定速度を実現した。7.5cm開口受信機システムのスキナは送信機と共有である。スキナもまた、2km以上の全動作AGLにおける光速の影響を補償することによって、送信機と受信機の視野(FOV)間のアライメントを維持するように設計された。

HRQLSライダシステムは、公称2.3kmのAGLで5×5mの地表スポットアレイを生成し、その結果、地上ピクセルサイズは50cmになった。公称2.3kmのAGL、20°の最大半円錐角、450km/hrの最高対気速度の場合、最大面積被覆率は616km<sup>2</sup>/hrになり、初期システムのほぼ8倍である。これらの動

作条件の下で、最悪の場合の点密度は(同一1m<sup>2</sup>区画における観測がそのスキンの前方向と後方向位相の2回だけのため)8m<sup>-2</sup>であったが、全スキンの平均点密度は13m<sup>-2</sup>であった。

より大きなスワスと面積被覆率は、より高い高度(最高18kft)で飛行して、点密度を少なくすることで達成される。より高い点密度で、より小さいスワスは、円錐の偏向がより小さくするように2つのウェッジ間の相対位相をソフトウェアで調整すれば、達成することができる。大きなスワスでより高い点密度は、面積被覆率の低下を犠牲にして飛行速度を遅くすれば達成できる。全HRQLSシステムは0.25m<sup>3</sup>の全容積に相当するまさに48×63×83cmを測定する。

最近になって、シグマ社のHRQLSは、面積約1700km<sup>2</sup>のメリーランド州ガレット郡の全体をマップする契約を結んだ。郡全体を4回のフライトでマップした。延べ所要時間はフライトライン

間の50%のオーバーラップとホスト空港への往來に要する時間を含めて12時間であった。もう1つの海底地形を目的としたフライトセットはカリフォルニア州、モンレー近くのポイントロボスから太平洋上で行われ、HRQLSは、控えめに言っても、14メートル深さの海底まで調べることができた(図1)。

「HRQLSの次の段階として、より高い速度と高度で動作する走査型単一光子ライダを開発している」とシグマ社のチーフサイエンティスト、ジョン・デグナン(John Degnan)氏は語っている。「われわれは、すでに、HRQLSと同程度の空間分解能だが、2.4キロのスワスで8.5kmの非常に高いAGL(28kft)において200ノットで移動する顧客向けの100ビーム単一光子ライダを実証した。そして、連続かつ高速で全地球のトポグラフィーをマッピングする実現可能な、衛星搭載コンセプトも開発した」と語っている。

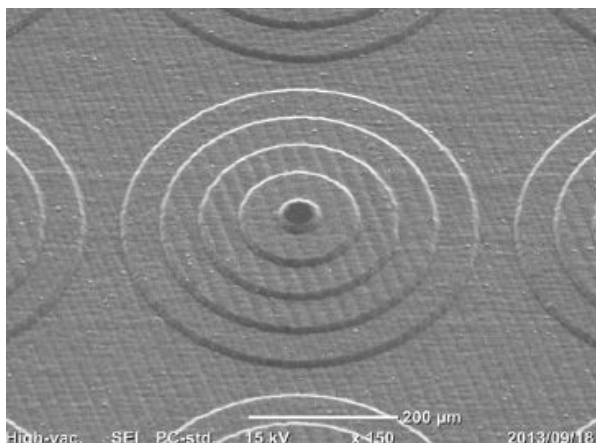
(Gail Overton)

#### 参考文献

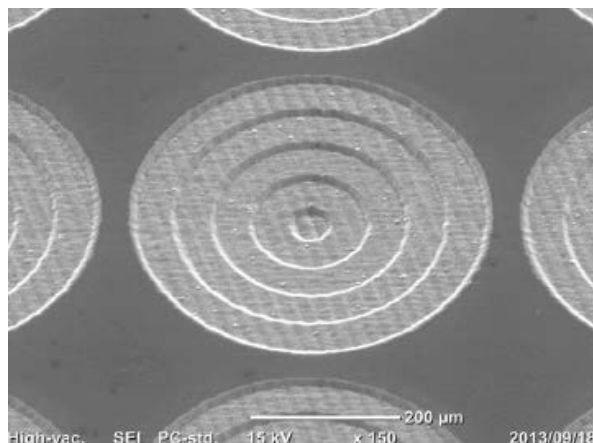
(1) J. Degnan and C. Field, 2014 SPIE DSS, paper 9914-16, Baltimore, MD (May 2014).

LPWJ

## レーザーで3次元加工!



彩微細加工 株式会社 東京都板橋区  
saimicrofab@gmail.com http://sai2011.web.fc2.com/



2枚の写真:株式会社 リプス・ワークス提供