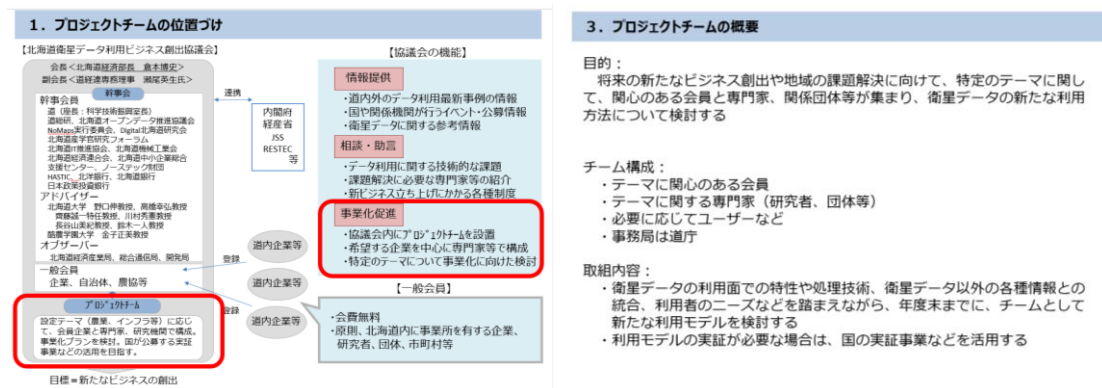


Ⅲ. 現在の北海道における取組

北海道では2014年6月に北海道宇宙科学技術創成センター（HASTIC）が事務局となり道内の企業や大学の研究者が参画して「北海道スペースポート研究会」（HSP）を立ち上げ、北海道大樹町にロケット射場を始めとする宇宙港の整備を目指している。

道では2017年に「北海道衛星データ利用研究会（翌年、北海道衛星データ利用ビジネス創出協議会に改称）」を発足させ、民間企業や団体の衛星データ利用を促進させる方向で動いている。2018年度は具体的な社会実装に向け、農業分野で2つのプロジェクトチームを立ち上げ検討を進めている。



図Ⅲ-1 北海道衛星データ利用ビジネス創出協議会(出典：北海道)

道経連は、冒頭に述べたとおり、道内へのロケット射場の整備、そしてそれを起点とした宇宙関連産業の集積を目指している。2017年5月には北海道大樹町にロケット射場を整備した場合の経済効果について日本政策投資銀行北海道支店と連名でまとめ、年間267億円と発表（観光客等による経済効果のみ、年間に小型ロケットを10基打ち上げた場合〔添付資料参考〕）。

当会としては宇宙関連産業を北海道で振興する上で最も重要になるのは宇宙利用の需要創出と感じている。以降に現在の北海道における宇宙産業への取り組みをまとめる。

1. 一次産業での利用

○自動運転トラクターの普及

北海道の農業は、衛星ガイダンスや自動操舵のトラクターが日本で最も普及している。今後は自動操舵に加え、各種センサー、カメラなどを搭載し、タブレット等での遠隔操作が可能な自動運転トラクターの普及が見込まれる。水稲向けには主に北海道大学の野口教授が、畑作向けには帯広畜産大学の佐藤教授が企業と共同で開発・実験を行い、製品化が進んでいる。

通常1台のトラクターで広い面積を耕作する場合、トラクターの運転手の他に目印を掲げる助手が必要である。しかし自動運転トラクターが普及すると、作業員一人で広い圃場の対応が可能となり、生産性が大幅に向上する。またトラクターの運転に慣れていない人でも外部からの操作が可能であり、就農のハードルを下げる効果もあると考えられる。

これが普及すると人口減少が進む農村部の人手不足の緩和と、農業生産者の所得向上が期待される。

自動運転トラクターの国内メーカー3社の状況は以下の通り。

- ・井関農機：2018年12月 有人監視下で無人運転ができるロボットトラクター「TJV655R」をモニター販売
- ・クボタ：2017年6月「アグリロボトラクタ」(自動運転トラクター)モニター販売
2018年12月「アグリロボコンバイン」(自動運転コンバイン)発売
- ・ヤンマー：2018年10月「ロボットトラクター」「オートトラクター」発売



アグリロボトラクタ(左)アグリロボコンバイン(右)

(©クボタ)

ロボットトラクター「TJV655R」

(©井関農機)



自動運転トラクターのシステム概要(©ヤンマー)

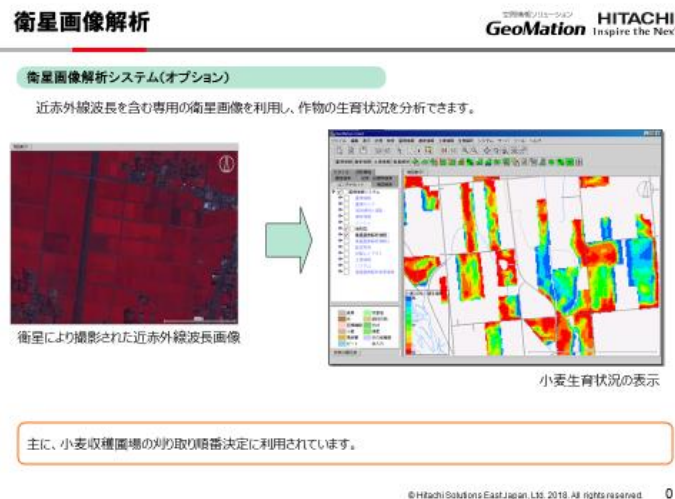
図III-2 国内各社の自動運転トラクター

○生育診断・営農支援へのリモートセンシング技術の普及

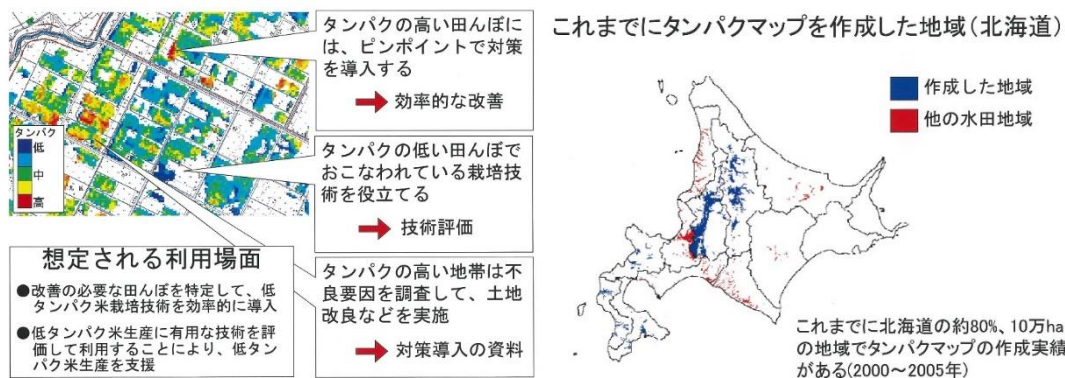
小麦の収穫時期判断は、水分含有量にて判断するが、従来は農家の長年の勘で判断していた。圃場全体を見て定量的に判断が出来る衛星データ（スペクトル画像等）を使うことで、安定した水分量の小麦の収量を確保できる。すでに十勝地区では複数の農協で採用されている。

また稲作においては、タンパク質含有量が収量と食味に関係する。衛星画像データから、穂肥時期や出穂時期の判断が可能となり、タンパク質含有量をコントロールすることで安定した高品質の米を高収量で生産できるようになる。

リモートセンシング技術が向上していくと、圃場での作物の生育状況に止まらず、病虫害、施肥状況の把握まで可能になる。衛星データや UAV(ドローン等の無人航空機)やカメラ、各種センサー(水温、湿度、窒素濃度など)を組み合わせることで、生育状況監視、農業地域での作業の融通など、少子高齢化、後継者不足の進む農家の営農支援、地域での生産効率化が期待される。



図III-3 小麦の生育状況解析システム(出典：日立ソリューションズ東日本)



図III-4 水稻のタンパクマップ(出典：北海道総合研究機構)

○水産業における衛星データによる漁場予測の普及

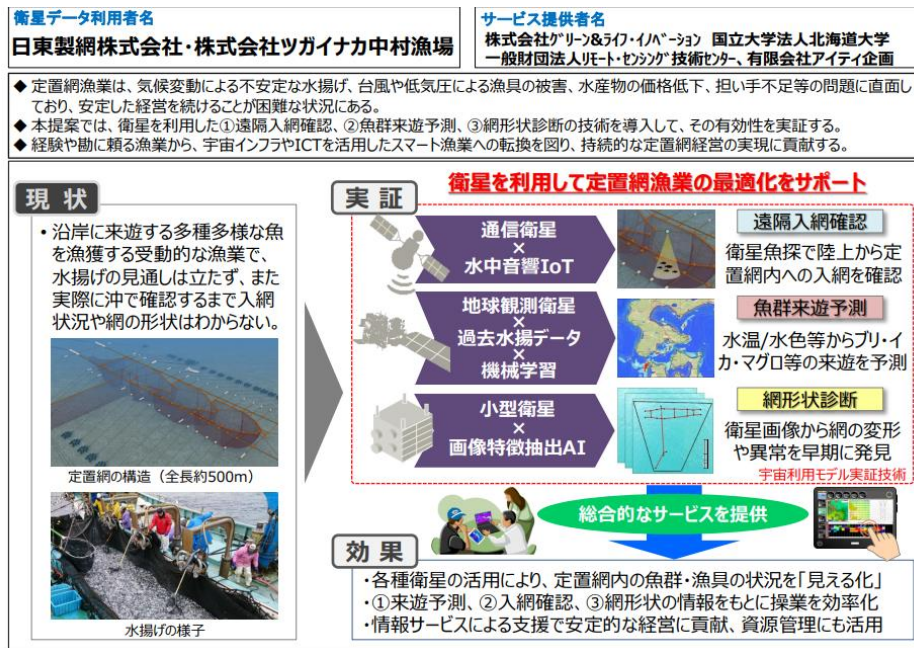
既に一部では漁場の予測に衛星により取得された海水温分布データが利用されており、これが一般的になる。衛星データを利用した場合には、燃料消費量が約 15%削減されるというデータがあり、漁業者の生産性向上と利益率の向上に繋がる。



図III-5 リアルタイムで水産海洋情報を提供するサービス「トレダス」
(©グリーン&ライフ・イノベーション)

また海水温だけではなく、潮流やプランクトン濃度などの多様な情報が衛星のリモートセンシングで得られるようになり、より精度の高い予測が可能となる。

定置網漁では、定置網の形状確認や網中の状況確認などを衛星で確認することにより、陸上から魚群の入網確認、遊来予測、網の異常診断が可能になる。これにより無駄な出航が減るとともに、1回あたりの水揚げが大きくなり、収益率の向上が期待される。



図III-6 衛星を利用した定置網漁業向け情報サービスの実証
(出典：平成 30 年度「先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト」)

2. 建設業

○i-Construction (アイ・コンストラクション) の普及

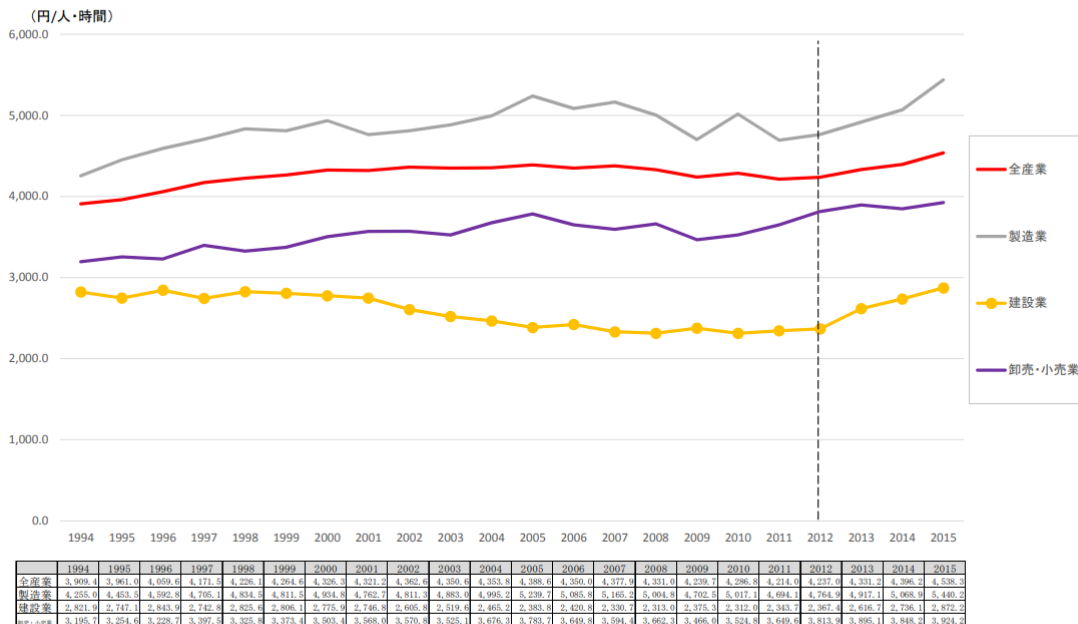
日本の建設業の付加価値労働生産性は他の産業に比べ低位に推移している。建設業の効率化を図るため、ICTを活用した「i-Construction (アイ・コンストラクション)」の取り組みが進められている。

測位衛星による測量精度が増せば、自動運転重機の適用可能な範囲が増す。熟練したオペレーターの技能を記憶した自動運転の重機が、現在よりさらに正確になった測位衛星のデータを用いて作業を行うため、人材不足を補うだけでなく生産性向上にも繋がる。また危険な場所の測量や重機作業を無人で行うことが可能になる。

パワーショベルの水平掘り、グレーダーやブルドーザーのレベル調整などの熟練した技術が必要となる技能もセンチメートル級の衛星測位と組み合わせることで自動化も可能となることから、準天頂衛星「みちびき」が7基体制となる2024年以降に普及が本格化すると考えられる。

就業者・時間あたりの付加価値労働生産性の推移(名目)

国土交通省



出所：公益財団法人 日本生産性本部「主要産業の労働生産性水準の推移」(内閣府「国民経済計算」をもとに作成されている。年次) 2

図III-7 就業者・時間あたりの付加価値労働生産性の推移(名目)

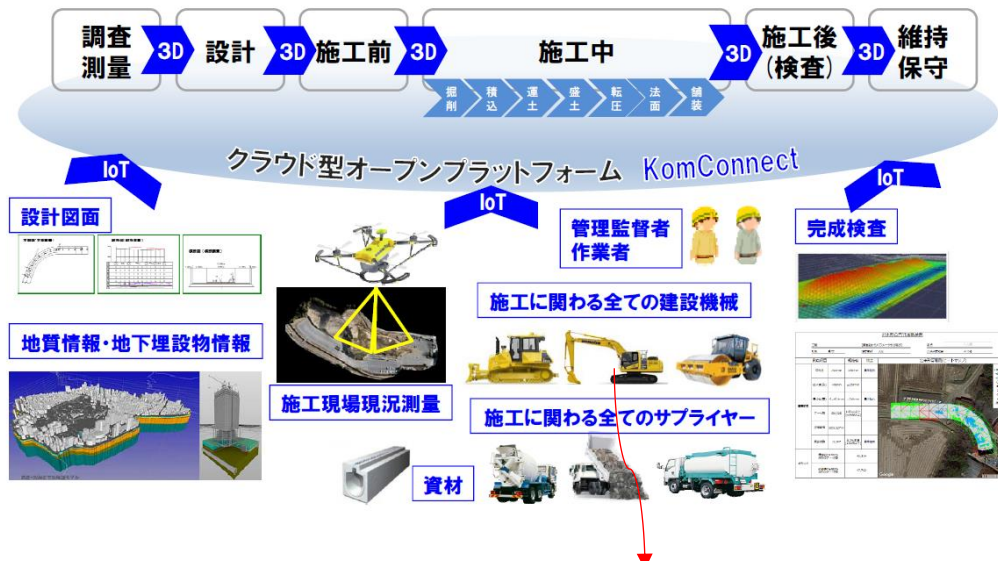
(出典：国土交通省平成29年1月26日第3回建設産業政策会議提出資料)

コマツは、「スマートコンストラクション」と名付けて、ICT 建機を開発・市場投入している。

**建設生産プロセスの全工程、関与する全ての人、モノ(コト)を
最新のICTで有機的につなぎ、全体最適を実現する**

SMARTCONSTRUCTION

建設生産プロセスの「全プロセスを3次元データでつなぐ」



図III-8 コマツの i-Construction (アイ・コンストラクション) への取組み
 出典:首相官邸ホームページ 平成 29 年 9 月 12 日第 1 回未来投資会議
 日本建設機械施工協会発表資料より一部抜粋・翻案

○除雪車のアシスト

現在、東日本高速道路株式会社（NEXCO 東日本）が測位衛星（みちびき等）の情報を
用いて除雪車運転支援システムの実証実験を行っている。これにより、従来は熟練した運
転者が必要だった除雪作業が、経験の浅い運転者でも作業を行えるようになる。

NEXCO 東日本では、除雪車（ロータリー除雪車、除雪トラック等）を完全自動化する
ことを計画している。これが実現すれば、人口減少による人手不足を補い、24 時間の除
雪体制を継続することが可能になる。

		～2016	2017～2020（中期経営計画）	2021～
①「低速」除雪 (ロータリー除雪車)	運転視覚支援 (ガイダンス)	技術開発(パイロット) ★	技術開発(パイロット) ★	★: 試行導入
	作業操作・ 運転制御支援		技術開発(パイロット) ★	準自動→自動 → 完全自動化
②「高速」除雪 (除雪トラック)	運転視覚支援 (ガイダンス)		技術開発(パイロット) ★	
	作業操作・ 運転制御支援		技術開発(パイロット) ★	準自動→自動 → 完全自動化

図 III - 9 自動運転除雪車開発スケジュール(出典：NEXCO 東日本ホームページ)

また、北海道開発局は 2018～19 年度に北海道知床峠の国道において、3D マップデー
タと衛星測位システムを用いた除雪車の自車位置ガイダンスシステムの実証実験を行う
予定。この技術が 5 年後には現場に投入されると考えられる。これにより、除雪における
安全性の向上と省力化が期待される。

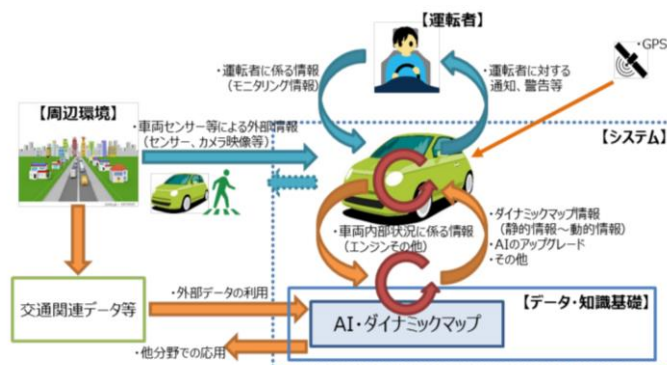


図 III - 10 プラットフォーム「i-Snow」(出典：国土交通省北海道開発局)

3. 運輸・物流業

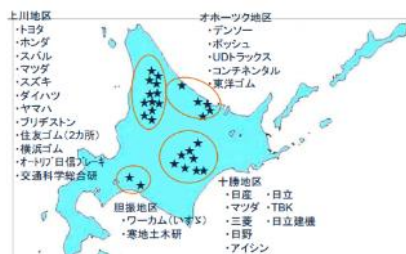
○自動走行

自動車の自動運転について法整備が整い、普及が始まっている。ダイナミック・マッピングの地域拡大が進み、普及拡大するフェーズに入っている。これにより、交通事故削減、渋滞緩和、物流効率化が進む。準天頂衛星の測位データも併用することで、精度が上がり、より安全で正確な自動運転が実現する。



図III-11 自動運転システムを巡るデータ・アーキテクチャー（イメージ）
（出典：「官民 ITS 構想・ロードマップ 2018」）

北海道では28の自動車関連産業がテストコースを持っている。乗用車の寒冷地における自動運転の実証実験や、建設機械の自動運転実証などの取り組みが行われている。今後地上のみならず、いわゆる空飛ぶ車の開発が本格的に始まることになるが、3次元での位置情報把握が必然となる。宇宙からの測位がますます重要になっていくが、北海道がその開発先進地となるポテンシャルは高い。

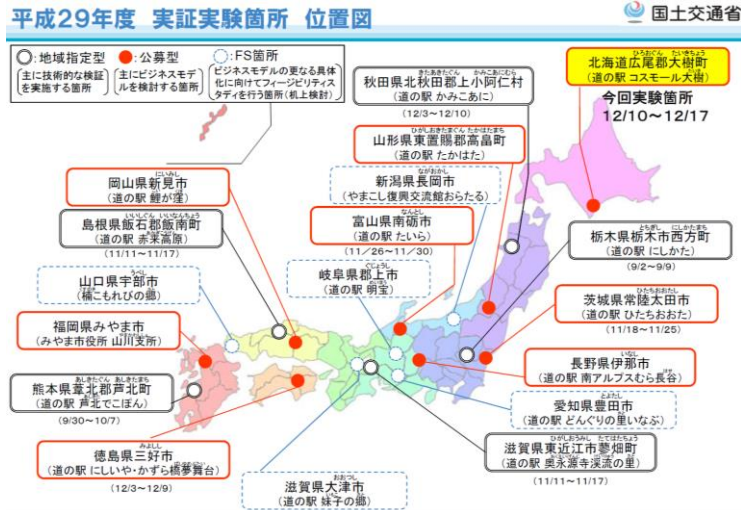


図III-12 北海道自動車安全技術検討会議資料より、道内のテストコース立地状況
（出典：北海道経済部）

○道の駅「コスモール大樹」を拠点とした自動運転サービス(2017年度実証実験)

高齢化が進行する中山間地域における生活の足の確保や、地元農産品・加工品の輸送効率化、観光客のスムーズな移動の確保のため、「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの2020年までの社会実装を目指し、国土交通省では全国13ヶ所で、実証実験を実施している。

北海道開発局では、「道の駅「コスモール大樹」を拠点とした自動運転サービス地域実験協議会」を開催し、2017年12月10日(日)～17日(日)までの間、自動運転サービスの実証実験を実施した。



(2) 実験時の状況

「道路・交通」の検証 (相互に円滑な通行のための道路構造の要件) (自動運転に必要な道路の管理水準)

後続車の追越しを考慮した編員等 路肩除排雪状況の確認等

「社会受容性」の検証 (自動運転技術への信頼性、乗り心地)

道の駅での乗客モニターの実施 自動運転技術への信頼性、乗り心地等に関する乗客モニターアンケートの実施

「地域への効果」の検証 (高齢者の外出機会の増加) (円滑な地域内物流の支援)

「いきいき健康クラブ」の開催に合わせた福祉センター発着便の実施 道の駅で帯広方面への広域交通と連携した便の実施 生産拠点から道の駅への加工品の配送 道の駅から住宅への商品の配送

社会実装に向けた課題と今後の方向性について

国土交通省

○社会実装に向けた課題について

	社会実装に向けた課題
サービスネットワーク	<input type="checkbox"/> サービスに対するニーズは市街地が多い <input type="checkbox"/> 市街地と生産空間で異なる需要や移送距離に対応した、複数の自動運転レベルによるサービスの検討が必要(導入する地域、ルートの精査が必要) <input type="checkbox"/> 生産空間の機能維持、JR問題を考慮すると、圏域中心都市と生産空間を結ぶ広域交通ネットワークで検討することが重要
安全確保	<input type="checkbox"/> 今の技術ではレベル4で走行するには専用空間が必要
地域	<input type="checkbox"/> 自動運転に対する町民の反応も総じて良かった。ただ、実験期間が短く、町民の認知は限定的(乗りたいくても乗れない人が多かった、なんとなく不安という声がいまだに存在) <input type="checkbox"/> 地域が主体となって取り組むには、受入機運の醸成がもう少し必要
役割分担 費用分担	<input type="checkbox"/> 住民に加え、地元事業者の気運醸成も同様に重要。 <input type="checkbox"/> 社会実装するには、事業者に参加してもらい、効果の実感・リスク課題の共有が必要 <input type="checkbox"/> 採算性を確保できるサービス設計が必要 <input type="checkbox"/> 事業者に参加してもらい、コスト・費用の把握が必要
その他	<input type="checkbox"/> 自動運転サービス導入を想定した道路設計指針の見直しもあろう <input type="checkbox"/> 道の駅、高規格道路ICの交通結節機能の確保のあり方検討もあわせて必要となりうる

図III-13 自動運転実証実験例

(出典：道の駅「コスモール大樹」を拠点とした自動運転サービス 地域実験協議会事務局)

4. 製造業

○民間の衛星・ロケットの台頭

国内宇宙ベンチャーのロケットが衛星軌道上への商業衛星（小型・超小型衛星）の打上げを進めている。使用する部品に民生品を利用するなどして、安価な宇宙利用を提供することを目指している。

また、民間小型ロケット専用の射場が整備され、これまでロシア等のロケットで打ち上げていた国内宇宙ベンチャーの衛星についても国内からの打上げが近い将来に可能となるであろう。国産小型ロケットでの打上げが可能になることで、打上げのハードルが下がり、衛星ビジネスの検討が更に広がっていく。



図III-14 衛星軌道投入ロケット「ZERO」(©インターステラテクノロジズ)

国内では、ISTが大樹町からの衛星軌道上への到達を目指して、試験ロケットの打上げを繰り返している。ISTは北海道での開発、製造を宣言し、地域産業創出に貢献している。

北海道大学は植松電機（北海道赤平市）と共同で樹脂を燃料としたハイブリッドロケット「CAMUI」を開発中。今後の小型衛星市場を見据え、空中発射や空中切り離し(多段ロケット技術)など基礎技術の確立を進めている。



図III-15 CAMUI ロケット(©植松電機)

5. インフラ保全（災害対策）

広大な大地、平野、森林、山間部や市街地を繋ぐ道路、高規格道、鉄道などの陸上のインフラに加え、膨大な水産資源を支える漁業、その起点となる港湾、海洋保全など、広範なインフラを抱える北海道において、衛星を活用したインフラ保全、災害時対応は今後欠かせない。

北海道における試みが日本の国土強靱化に寄与し、ひいては世界に通用する先進事例となっていくことが期待できる。

○地殻変動の計測からのインフラ保全

衛星データから地殻変動等によるインフラの影響を予測し、インフラ保全について計画を立てることが可能になっていく。これにより、インフラの健全性が保たれる。また、法面等のずれを、衛星測位を用いたセンサーで監視することで道路や鉄道の法面保全を遠隔で常時監視し、数 mm 単位での誤差を検知することで、災害時（地震、大雨、土石流等）の対応だけではなく、事前の保全計画の立案にも役立つ。

番号	3-4	構造物の材料	斜面構造物	計測手段	物理センサ	計測内容	変位
名称	GPSセンサによる法面の位置ずれ把握						
適用施設	国土省・地方公共団体・NEXCOが管理する道路法面			施設分類	斜面		
背景・目的	地すべり計測の分野において、多くのGPS計測事例が報告されているが、計測精度の向上や計測に係るコストの軽減が課題となっていた。これらの課題を解決するため、斜面計測専用GPSセンサーの開発および時系列統計手法による誤差処理を実施することで、mm単位の高精度GPS計測技術を開発した。						
概要	法面の斜面上に複数設置したGPSセンサーを、GPS衛星が計測する複数点間の位置情報から、法面等のずれを監視センターで常時観測し、危険度予測を行う。斜面の情報は気象情報と併せて監視センターから配信され、利用者はPCや携帯端末等で最新の斜面状況を確認する。						

モニタリング技術活用イメージ

GPS衛星 監視
GPSセンサー
ISDN
インターネット
監視センター (観測・計測・作図・取巻)
アナタス測量 大塚守
現場事務所
管理事務所

※携帯サイトイメージ

MENU
観測地: ××××
【7/21現在】
● 計測位置画
● 計測グラフ
G-1 G-2
G-3 G-4
G-5 G-6
● 雨量グラフ
観測地選択へ
TOPへ

計測グラフ
観測地: ××××
【21日16:00現在】
-40
-55
-70
-85
60
45
30

成果・残された課題

- 地盤計測用に開発された小型・軽量のセンサーとデータを最新の解析手法で分析する監視センターとの組合せで、高精度（最高2mm程度）の計測が可能。
- GPSセンサが雪に埋もれると計測に支障があるため、積雪対策が必要。

図III-16 GPSセンサーによる法面の位置ずれ把握(出典：国土交通省)