

宇宙利用促進調整委託費

事後評価

<p>研究開発課題名（研究機関名）： 測位衛星利用プログラム (4) I T 農業の実現に向けた準天頂衛星による高精度走行システムの実証実験 <span style="float: right;">（日立造船株式会社）</span> 研究機関及び予算額：平成 2 2 年度～平成 2 3 年度（2 年計画） 48,500 千円</p>	
項目	要約
1 . 研究開発の概要	<p>国産の測位衛星である準天頂衛星からの L E X 補強信号を利用することにより、低速移動体、具体的には農機のアシスト走行の実証を行う。この実証は、将来の農機 I T 自動走行を目標としたものである。衛星測位技術、特に準天頂の利用が、I T 農業をはじめ無人化施工など幅広い分野で有効な手段であることを示し、準天頂衛星の利用促進を図るものである。</p>
2 . 総合評価	<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <p>準天頂衛星の利活用の将来性を、農業機械の自動走行というわかりやすい形で実現している。また技術の熟度も高く、他の走行機械なども応用できる可能性もあり、利用実証の観点から高く評価できる。</p> <p>コンソーシアムを組成する機関・団体のバランスがよく、日本のみならずアジア圏への技術協力への可能性が示される。</p> <p>一方、今後は精密農業への応用を目指すべきとの結論であるが、解決すべき課題は少なくない。無人化技術のユーザー理解の促進や採算に見合うコストの引下げなどがビジネス展開するための課題である。</p> <p>S ) 優れた成果を挙げ、宇宙利用の促進に著しく貢献した。  <b>A ) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献した。</b>                  B ) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。                  C ) 一部の成果を挙げているが、宇宙利用の明確な促進につながっていない。                  D ) 成果はほとんど得られていない。</p>
3 . その他	<p><b>【研究開発成果について】</b></p> <p>他の研究開発課題であるリモートセンシング衛星データ利用との連携による更に効率化した精密農法への発展を期待する。</p> <p><b>【その他特記事項について】</b></p> <p>この業態における日本を代表する産学官を組織した取り組みであり、農業従事者へのアウトリーチにも配慮しており、優れた実施体制であったと評価できる。</p>

宇宙利用促進調整委託費 事後評価 調査票

1. 研究開発課題名		
IT 農業の実現に向けた準天頂衛星による高精度走行システムの実証実験		
2. 該当プログラム名		
測位衛星利用プログラム		
3. 研究開発の実施者		
機関名：日立造船株式会社	代表者氏名：林 稔	担当事業：プロジェクトマネージャー
機関名：日立造船株式会社	氏名：和田 晃	担当事業：システム開発および実証実験
機関名：日立造船株式会社	氏名：山田 浩章	担当事業：システム開発および実証実験
機関名：日立造船株式会社	氏名：杉本 淳	担当事業：システム開発および実証実験
機関名：	代表者氏名：	担当事業：
4. 研究開発予算及び研究者数		
	研究開発予算	研究・技術者
平成 2 2 年度	25,000 千円	7 人 / 年
平成 2 3 年度	23,500 千円	7 人 / 年
平成 年度	千円	人 / 年
5. 研究開発の背景、目的・目標		
<p>準天頂衛星からの LEX 補強信号を利用することにより、低速移動体、具体的には農機のアシスト走行の実証を行う。この実証は、将来の農機 IT 自動走行を目標としたものであり、衛星測位技術、特に準天頂衛星の利用が、IT 農業をはじめ、無人化施工など幅広い分野で有効な手段であることを示し、準天頂衛星の利用促進を図る。</p>		
6. 研究開発の実施内容		
<p>本研究開発は H22 年度、H23 年度の 2 ヶ年計画で行った。それぞれの開発・実験内容について、以下に記載する。</p> <p>H22 年度</p> <p>(1)設計・開発・調整</p> <p>財団法人衛星測位利用推進センター（以下 SPAC）より貸与の準天頂衛星の補強信号を利用した低速移動体向け解析ユニット（以下、低速移動対端末）と農機アシスト走行のためのガイダンスシステムとのインターフェースを調整し、アシスト走行を行うために必要な情報を生成し、取り込むインターフェースソフトウェアを開発した。</p> <p>(2)動作検証試験</p> <p>実験フィールドにて、低速移動対端末の精度確認および、開発・製作した農機アシスト走行システムの走行試験を行った。この際、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所（以下、農工研）の協力を受け、農工研の敷地を借用し、実験を行った。</p> <p>試験では、準天頂衛星の補強信号そのものの精度評価のための定点観測を実施し、その後、トラクタに低速移動対端末を搭載し、直線走行および蛇行走行の試験を実施した。トータルステーションでトラクタのトラッキングを行い、それを真値とした精度評価を行った。また、これらの実験では既存の代表的な高精度衛星測位法である VRS-RTK 測位での走行試験もあわせて実施し、低速移動体端末との精度比較を行った。</p> <p>(3)システム評価</p> <p>定点および走行試験の結果から、精度的には準天頂衛星の補強信号による測位結果は VRS-RTK と同等精度を達成しており、移動体制御において高精度な測位データを提供できることが確認できた。しかしながら、測位時に数秒の遅延の発生や補正情報が途切れることがあり、移動体のリアルタイム制御のための観点で、次年度の解決すべき課題となった。</p> <p>また、低速移動体端末とガイダンスシステム間のインターフェース部について、フォーマット調整の必要性が発生した。</p>		
H23 年度		

#### (1)システム調整・改良

H22年度で判明した課題、特に遅延の問題についての調整・改良を行った。H23年度の実証実験では、準天頂衛星からの補正情報と時刻を完全に同期させず、毎秒リアルタイムに解析を行う非同期モードを採用した。非同期モードは公式にはサポートしていないため、同期・非同期の解析モードの違いによる精度確認を定点観測にて行い、非同期モードにおいても農機アシスト走行をする上で、十分な精度を達成していることを確認した。また、低速移動対端末とガイダンスシステムのインターフェースの調整を行った。

#### (2)実証実験

農機アシスト走行システムの実際の利用環境を想定し、実験フィールドとして北海道の圃場を利用した実証実験を行った。

実験は、H22年度同様にまずは、準天頂衛星からの補強信号による測位と他の代表的な測位方式(VRS-RTK,MSAS-DGPS,FKP)との精度比較を走行試験によって行い、改めて、準天頂衛星からの補強信号がVRS-RTK,FKPといった測量に使用されている測位方式と同等精度で解を得られることを確認した。

次に、実際に低速移動体端末とガイダンスシステムを接続し、アシスト走行試験を行った。当初、圃場内の作業を予定していたが、降雨の影響で圃場が使用できなかったため、圃場周辺の周回道路の直線部分(約120m)にて、トラクタのガイダンスシステムでの走行試験を行った。このガイダンスシステムでは、人が運転席に乗る必要があるものの、測位精度が良好であれば、自動でシステムがハンドルを切り、正確な走行が可能になる。試験の結果、基準とした直線から±10cm以内で安定的に走行することができた。これにより、準天頂衛星からの補強信号を用いることで、正確なトラクタの制御が可能であることが確認できた。

ガイダンスシステムによるアシスト走行とあわせて、北海道大学の自動走行トラクタを用いた試験を行った。このシステムでは完全に無人で走行が可能である。

この試験も、圃場が降雨の影響で使用できなかったため、圃場周辺の周回道路での走行試験を実施した。しかしながら、実験場所への輸送の際に、操舵アクチュエータのセンター位置にずれが発生しており、正確な制御ができなくなったため、後日、北海道大学農場にて追加実験を行った。この結果、自動走行システムにおいても従来のVRS-RTK方式による自動走行と遜色のない結果を得ることができた。

#### (3)農業従事者へのヒアリング

本研究開発で行った準天頂衛星を含めた衛星測位による精密な農機制御システム(自走型農業機械)が、実際の農業にどのように貢献できる可能性があるか、行政、農業従事者へのデモおよびヒアリングをすることで調査を行った。

その結果、行政・農業団体57.1%、農業従事者の88.9%から自走型農業機械の導入により、農業の担い手不足の解消や営農コストの低減に対して効果を期待できるとの回答を得ることができた。

#### (4)経済性評価

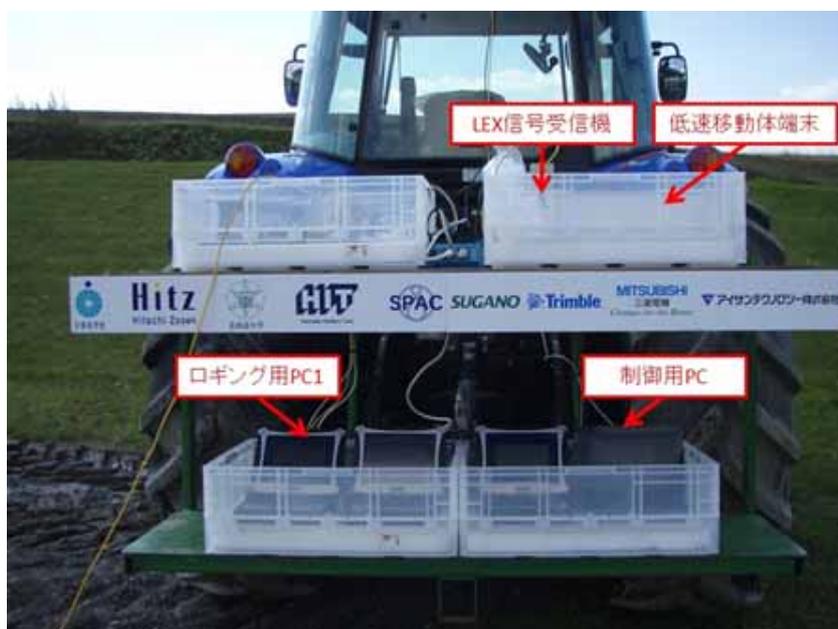
精密農業の導入による経済性評価も実施した。精密農業を実施することにより、農薬や肥料散布を的確に実施することができ、コストダウンが図れるとともに、品質向上が期待できる。また本研究開発で実施したアシスト走行、自動走行に加え、さらに別のセンサー等を組み合わせることで、位置を付加した詳細な農地情報を取得することができる。これらの情報は、営農の基本情報とするだけでなく、食の安全・安心に係るトレーサビリティや新規の就農者に対する営農技術伝承にも利用することが可能になる。

また、これらのデータを様々な農業団体間で共有することにより、人件費を始めとする様々なコストダウンが図れることがわかった。

#### まとめ

本研究開発の結果、今回使用した準天頂衛星からの補強信号を利用した測位(SPACの低速移動対端末による測位)によって農機のアシスト走行、自動走行を従来の測位法を利用した場合と遜色なく実施することができた。また、このような精密農業が農業従事者にとっても大きな効果があることが確認できたとともに、農業従事者への情報・技術の展開を

推進することができた。



## 7. 研究開発成果

【1】宇宙利用の促進への寄与(本研究開発事業がどれだけ宇宙利用の促進に寄与したのか。)

本研究開発では、当初の計画通り、準天頂衛星からの補強信号を利用することによる農機自動アシスト走行技術の実証実験を実施した。さらに、当初予定していなかった無人走行についても同時に実験を実施した。両試験において、補強信号を用いた測位は想定した精度を得られており、農機の制御を問題なく行うことができた。これにより国産の測位衛星技術の可能性について拡大することができた。また、研究開発の中で実施した農業従事者へのデモおよびヒアリングの結果、広く農業関係者への情報提供を行うことができ、またアンケート結果に見られるように、その利用可能性について前向きな意見が多数寄せられた。

本研究開発の途中経過も含む成果は、新聞等(6件)でも取り上げられた。実際に、報道を見ての問い合わせなどもあり、衛星測位による農業(精密農業)が農業従事者だけでなく一般への周知が進んだ。これにより、携帯電話やカーナビなどへのGPSの利用だけでなく、より高精度な衛星測位、またそれによる機器精密制御分野の現状について情報発信をすることができたと思われる。

【2】その他成果(もしあれば、参考のためお伺いします)

## 7. 研究開発成果の発表状況

### (1) 研究開発成果の製品化の状況

現在、準天頂衛星は実証段階のため、本研究開発ではSPACより低速移動体端末を借用して実証を行った。本研究開発に参加したIT自動走行WGの参加機関では、今回の研究成果を元に自社製品の準天頂衛星対応の準備を行っており、現在検討されている実証実用準天頂衛星の計画に合わせて製品化を進めていく。

### (2) 研究発表件数

査読付き論文： 件

査読無し論文等： 件

口頭発表：2件(国内：2件、国際： 件)

民間利用実証成果報告：高精度走行システムの実証実験，神崎政之、山田浩章、和田晃、林稔，第九回衛星測位と地理空間情報フォーラム，2011

準天頂衛星による高精度走行システムの実証実験，神崎政之、山田浩章、和田晃、林稔，測位航法学会 平成23年度全国大会，2011

(3) 知的財産権等出願件数(出願中含む)  
件(国内： 件、外国： 件)

(4) 受賞等  
件(国内： 件、国際： 件)

#### 8．今後の展望と課題

本研究開発の成果は、実証実験に用いたトラクタだけでなく、農機や建機全般、いわゆる低速移動体に応用できる技術である。この技術による精密農業や自動化施工により、農業の競争力の増大やより安全・安心な作業を進めることが可能になる。

#### 9．その他特記事項

本研究開発は、研究代表者である日立造船の他、財団法人衛星測位利用推進センターの元、IT自動走行WGとして活動してきた以下の機関が協力し実施した。

日立造船株式会社

国立大学法人 北海道大学 農学部 野口伸教授 (技術支援・指導)

三菱電機株式会社

株式会社ニコン・トリンプル

アイサンテクノロジー株式会社

スガノ農機株式会社

社団法人 北海道総合研究調査会

財団法人 衛星測位利用推進センター

また、農業関連の研究機関、団体、農家の方々からも様々な知見、協力を得ることができた。

## 採択課題名 IT農業の実現に向けた準天頂衛星による高精度走行システムの実証実験

### 1. 研究開発の背景、目的・目標

農業の大規模化や高付加価値化、省力化のための手段として、IT農業、精密農業と呼ばれる最先端の情報通信技術の応用が注目されている。その中で、GPSに代表される測位衛星を使用した農機の制御は、作業を高品質に均一化可能な技術であり、また直接、省力化につながる技術であるため、今後の普及が期待されている。

本研究開発では、国産の測位衛星である準天頂衛星からのLEX補強信号を利用することにより、低速移動体、具体的には農機のアシスト走行の実証を行う。この実証は、将来の農機IT自動走行を目標としたものであり、衛星測位技術、特に準天頂衛星の利用が、IT農業をはじめ、無人化施工など幅広い分野で有効な手段であることを示し、準天頂衛星の利用促進を図るものである。

### 2. 研究開発の実施内容

準天頂衛星からの信号には、GPSと同等の信号を送ることによって測位に使用可能な衛星を1機増やすことができる補完機能と、測位精度を向上するための補正データを配信する補強機能がある。本研究開発では、低速移動体向けのLEX補強信号を利用し、高精度測位を実現した。また、従来の高精度測位方式(VRS-RTK、FKP、MSAS)との比較を行うとともに、補強信号による測位結果を入力値としたアシスト走行、自動走行を実施した。

初年度は、開発したシステムおよび測位精度の検証を行った。次年度に、北海道の圃場を実証実験場所として選定し、実作業に近い環境で検証を行った。農業関連の団体、農業従事者に実験を見学してもらうことで、本研究開発内容が実際の農業に有効であるかどうかの可能性や、精密農業導入による経済性調査等を行った。

### 3. 研究開発成果

本研究開発で開発したシステムを用いた北海道の圃場での実証試験を行った。トラクタにシステムを搭載し、アシスト走行試験を行った結果、基準とした直線から $\pm 10$ cm以内の範囲走行することができた。これは、従来の高精度な測位方式と遜色ない結果である。これにより、準天頂衛星からの補強信号を用いることで、正確なトラクタの制御が可能であることが確認できた。また、本システムを用いて、トラクタのアシスト走行および無人走行を行い、農業従事者へのデモンストレーションを行った。

農業従事者への試験結果のヒアリングや経済性評価を行った結果、本研究開発のような精密農業を導入することで、農薬や肥料散布を的確に実施することができ、コストダウンが図れるとともに、品質向上が期待できることがわかった。また本研究開発で実施したアシスト走行、自動走行に加え、さらに別のセンサー等を組み合わせることで、位置を付加した詳細な農地情報を取得することができる。これらの情報は、営農の基本情報とするだけでなく、食の安全・安心に係るトレーサビリティや新規の就農者に対する営農技術伝承にも利用することが可能になる。

また、これらのデータを様々な農業団体間で共有することにより、人件費を始めとする様々なコストダウンが図ることが可能となる。

### 4. 今後の宇宙利用促進に向けた展望と課題

本研究開発の成果は、実証実験に用いたトラクタだけでなく、農機や建機全般、いわゆる低速移動体に応用できる技術である。この技術による精密農業や自動化施工により、農業の競争力の増大やより安全・安心な作業を進めることが可能になる。